

| 文件名         | 模型解释   |
|-------------|--|
|             | <p>这个输入文件是MSC Nastran的一个迭代求解问题的模型文件，主要用于演示如何使用DMAP（Direct Matrix Abstraction Program）语言进行矩阵运算和迭代求解。以下是关键部分的解释：</p> <p>### 1. 文件头和控制部分</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ID MSC, PROB4 : 标识文件和问题名称。</li> <li>- SOL 100 : 使用SOL 100 (基本静力分析)。</li> <li>- MALTER 'MALTER:USERDMAP' : 调用用户自定义的DMAP模块。</li> <li>- DMIIN : 初始化直接矩阵输入 (DMI) 模块。</li> </ul> <p>### 2. DMAP迭代求解部分</p> <p>这部分是用户自定义的DMAP程序，实现了一个简单的矩阵迭代求解过程：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- MPYAD B,X,C/ XX / : 计算矩阵乘法 <math>XX = B * X + C</math>。</li> <li>- ADD X,XX/DIF/(-1.,0.) : 计算差值 <math>DIF = XX - X</math>。</li> <li>- NORM DIF/DIFN//S,N,XNORM : 计算差值的范数 XNORM。</li> <li>- PARAMR //'LE'//XNORM/1.E-5//S,N,FLAG : 检查范数是否小于容差 (1e-5)，设置标志 FLAG。</li> <li>- COND OUTLOOP,FLAG : 如果收敛 (FLAG为真)，则退出循环。</li> <li>- REPT LOOPTOP,8 : 最多迭代8次。</li> </ul> <p>### 3. BULK数据部分</p> <p>prob4.dat 定义了三个矩阵 B C 和 X：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 矩阵B : 3x3矩阵，通过DMI卡定义：</li> <li>- DMI,B,0,1,1,0,,3,3 : 初始化3x3矩阵。</li> <li>- 后续行填充矩阵元素 (如 <math>B(1,2)=-0.1</math>)。</li> <li>- 矩阵C : 3x1列向量，元素均为1.2。</li> <li>- 矩阵X : 3x1列向量，初始值未明确给出 (可能是零向量)。</li> </ul> <p>### 建模目的</p> <p>这是一个教学示例，目的是演示：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 如何使用DMAP语言自定义求解流程。</li> <li>2. 实现矩阵迭代求解 (类似线性方程组的迭代法)。</li> <li>3. 通过范数检查收敛性。</li> </ol> <p>### 关键特点</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 没有传统的有限元模型 (如节点、单元、材料等)。</li> <li>- 完全基于矩阵运算，展示了Nastran的底层计算能力。</li> <li>- 迭代次数限制为8次，收敛容差为1e-5。</li> </ul> <p>如果需要分析包含GRID·CQUAD4·MAT1等传统有限元模型的输入文件，可以提供相关示例进一步解释。</p> |
| v10311d.dat | <p>以下是该MSC Nastran输入文件的逐项解析 (按建模目的和关键参数分类说明)：</p> <p>---</p> <p>### 1. 分析类型设置</p> <pre>nastran&lt;br&gt;SOL 103 \$ 模态分析 (实特征值求解) &lt;br&gt;METHOD=100 \$ 使用EIGR卡100号定义的特征值求解方法 &lt;br&gt;EIGR,100,MGIV,,,11,MASS \$ 采用MGIV法求前11阶模态，基于质量矩阵归一化&lt;br&gt; - 目的：进行结构模态分析，计算前11阶固有频率和振型。</pre> <p>---</p> <p>### 2. 节点定义 (GRID)</p> <pre>nastran&lt;br&gt;GRID,1,,0.,0.,,345 \$ 节点1: 坐标(0,0,0), 坐标系345&lt;br&gt;GRID,2,,100.,0.,0.,,345 \$ 节点 2: 坐标(100,0,0)&lt;br&gt;...&lt;br&gt;GRID,6,,200.,200.,0.,,345 \$ 节点6: 坐标(200,200,0)&lt;br&gt; - 关键参数： - 节点编号1~6，定义在XY平面 (Z=0)，局部坐标系345。 - 建模目的：构建一个二维平面框架结构，节点间距100单位。</pre> <p>---</p> <p>### 3. 单元定义 (CBAR)</p> <pre>nastran&lt;br&gt;CBAR,101,1,1,3,4 \$ 单元101: 材料/属性组1, 节点1→3, 方向向量节点4&lt;br&gt;CBAR,102,1,3,4,1 \$ 单</pre>  |

| 文件名 | 模型解释  |
|-----|---|
|     | <p>元102： 节点3→4， 方向向量节点1&lt;br&gt;...&lt;br&gt;CBAR,105,1,5,6,4 \$ 单元105： 节点5→6， 方向向量节点4&lt;br&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>关键参数：</b></li><li>- 均为梁单元（CBAR）， 指向节点控制梁的截面方向。</li><li>- 建模目的：通过梁单元连接节点，形成桁架或框架结构。</li></ul> <p>---</p>  |
|     | <p>#### 4. 材料与截面属性</p> <p>nastran&lt;br&gt;MAT1,1,30.E6,,.33,.000725 \$ 材料1： E=30E6, v=0.33, 密度<br/>=0.000725&lt;br&gt;PBAR,1,1,10.,1000.,1000.,2000. \$ 截面1： 面积=10, I1=1000, I2=1000, J=2000&lt;br&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>关键参数：</b></li><li>- 材料：钢材（弹性模量30E6，泊松比0.33）。</li><li>- 截面：矩形或工字梁（高抗弯刚度I1/I2，高扭转刚度J）。</li></ul> <p>---</p>                      |
|     | <p>#### 5. 边界条件与约束</p> <p>nastran&lt;br&gt;ASET1,12,3,THRU,6 \$ 约束节点3~6的12自由度 (1=X,2=Y)&lt;br&gt;ASET1,126,1 \$ 约束节点126的1自由度 (X方向)&lt;br&gt;SUPORT,1,126 \$ 主自由度支持 (防止刚体运动)&lt;br&gt;RBE2,106,1,126,2 \$ 刚性单元：将节点2与节点126绑定&lt;br&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>目的：</b></li><li>- 固定节点3~6的X/Y平动（模拟支座）。</li><li>- 通过RBE2刚性连接节点2与虚拟节点126，传递载荷。</li></ul> <p>---</p> |
|     | <p>#### 6. 质量定义</p> <p>nastran&lt;br&gt;CONM2,107,1,,4.E5 \$ 集中质量4E5 (节点1)&lt;br&gt;,,,2.E8 \$ 大质量2E8 (可能用于DDAM分析)&lt;br&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>关键参数：</b></li><li>- 节点1附加质量4E5，模拟设备重量。</li><li>- 大质量2E8可能用于**DDAM（动态设计分析方法）**的惯性基准。</li></ul> <p>---</p>  |
|     | <p>#### 7. 输出控制</p> <p>nastran&lt;br&gt;DISPL=ALL \$ 输出所有节点位移（模态振型）&lt;br&gt;ELFOR=ALL \$ 输出单元力&lt;br&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 目的：保存模态分析的全部结果供后续评估。</li></ul> <p>---</p>   |
|     | <p>#### 模型总结</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>结构类型：</b>二维平面框架，含5根梁单元，6个节点。</li><li>- <b>分析目标：</b>计算固有频率和振型（SOL 103），可能为船舶或机械结构的动态设计验证（DDAM）。</li><li>- <b>特色设置：</b></li><li>- 通过大质量（2E8）和刚性单元（RBE2）模拟基础激励。</li><li>- 约束部分节点自由度以消除刚体模态。</li></ul>  |

通过此模型可验证结构在动态载荷下的模态特性，为后续响应谱分析提供基础。

| 文件名   | 模型解释  |
|---|---|
| 以下是该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解释，按关键部分分类说明： |   |
|   | ---   |
|   | <b>### 1. 文件头与基础信息</b>  |
|   | - <b>RESTART</b><br>表示此分析是从另一个文件 ( <b>D10112R</b> ) 重启的，使用数据库 <b>D10111D</b> 。  |
|   | - <b>ID MSC, D10113R</b><br>模型标识符，版本为V66。   |
|   | - <b>TIME 15</b><br>设置最大CPU运行时间为15分钟。   |
|   | - <b>SOL 101</b><br>指定线性静力学分析 (Static Analysis)。  |
|   | ---   |
|   | <b>### 2. 分析控制段 (CEND)</b>  |
|   | - <b>TITLE/SUBTITLE/LABEL</b><br>描述模型为“加强圆柱壳” (Reinforced Cylindrical Shell)，属于多级超单元 (Multilevel Superelements) 问题，重启目的是施加新载荷条件。  |
|   | - <b>ECHO = UNSORT</b><br>要求输出未排序的输入数据 (便于调试)。  |
|   | - <b>SPC = 1000</b><br>引用约束集ID 1000 (但文件中未显示具体定义)。  |
|   | - <b>输出请求：</b><br><b>DISPL/SPCFORCE/ELFORCE/OLOAD/ESE/SUPER</b> 分别要求输出位移、约束反力、单元力、总载荷、超单元信息等。   |
|   | ---   |
| d10113r.dat                                 | <b>### 3. 载荷工况 (SUBCASE)</b>  |
|   | - <b>SUBCASE 11</b><br>标签为“1G重力载荷” (ONE G GRAVITY LOAD)，引用载荷集 <b>LOAD=1000</b> (未在文件中定义)。   |
|   | - <b>SUBCASE 12</b><br>标签为“500 psi内压” (500 PSI INTERNAL PRESSURE)，引用载荷集 <b>LOAD=1002</b> ，通过 <b>PLOAD2</b> 定义。  |
|   | ---   |
|   | <b>### 4. 载荷定义 (BULK段)</b>  |
|   | - <b>PLOAD2 1002 -500. 1 THRU 38</b><br>- <b>1002</b> ：载荷集ID，与SUBCASE 12关联。<br>- <b>-500.</b> ：压力值 (负号表示方向向内)，单位psi。<br>- <b>1 THRU 38</b> ：压力作用于单元1到38 (推测为 <b>CQUAD4</b> 壳单元，但未在片段中显示)。   |
|   | ---   |
|   | <b>### 5. 关键参数与建模目的</b>   |
|   | - <b>目的：</b><br>对加强圆柱壳结构进行静力学分析，考虑两种载荷工况 (重力与内压)，并利用超单元 (Superelements) 技术提高计算效率。   |
|   | - <b>缺失内容：</b><br>文件中未显示节点 ( <b>GRID</b> )、单元 (如 <b>CQUAD4</b> )、材料 ( <b>MAT1</b> ) 等定义，可能因截断或通过 <b>INCLUDE</b> 引用外部文件。典型参数需包括：<br>- <b>GRID</b> ：节点坐标与自由度约束。<br>- <b>CQUAD4</b> ：四节点壳单元，需关联材料属性和厚度。<br>- <b>MAT1</b> ：材料参数 (如弹性模量、泊松比、密度)。 |
|   | ---   |
|   | <b>### 总结</b>   |
|   | 此文件是一个 <b>重启分析</b> 的输入片段，重点在于定义载荷工况 (重力与内压) 和输出请求，但完整模型需结合其他BULK数据 (节点、单元、材料等)。超单元的使用表明模型可能为复杂装配体，通过分块求解优化计算资源。   |

| 文件名                                 | 模型解释   |
|-------------------------------------|--|
| 以下是该MSC Nastran输入文件的详细解释，按关键部分分类说明： |  |
|                                     | ---  |
|                                     | <b>### 1. 文件头与全局设置</b>   |
|                                     | - <b>ID MSC, V10112S</b> : 模型标识符，名称V10112S。<br>- <b>SOL 101</b> : 线性静力分析 (Static Analysis) 。<br>- <b>TITLE/SUBTITLE</b> : 问题描述，参考Popov的《固体力学导论》第499页的桁架结构静力分析案例。<br>- <b>SPC=10</b> : 引用ID=10的约束集。<br>- <b>LOAD=5</b> : 引用ID=5的载荷集。<br>- <b>DISPLACEMENT=ALL, ELFORCE=ALL</b> : 输出所有节点的位移和单元力。 |
|                                     | ---  |
|                                     | <b>### 2. 节点定义 (GRID)</b>  |
|                                     | 定义3个节点坐标和自由度约束：<br>- <b>GRID 1</b> : 坐标(0, 36, 0)，约束自由度1456 (即固定1·4·5·6方向，仅允许2·3方向平移)。<br>- <b>GRID 2</b> : 坐标(48, 0, 0)，约束自由度3456 (固定3·4·5·6方向)。<br>- <b>GRID 3</b> : 坐标(0, -36, 0)，约束同GRID 2。  |
|                                     | <b>建模目的</b> ：构建三角形桁架结构，节点1为顶部铰接点，节点2·3为底部滑动支撑。   |
|                                     | ---  |
|                                     | <b>### 3. 单元定义 (CONROD)</b>  |
| v10112s.dat                         | - <b>CONROD 1</b> : 连接节点1和2，属性：材料ID=5，截面积0.15。<br>- <b>CONROD 2</b> : 连接节点2和3，属性：材料ID=5，截面积0.25。   |
|                                     | <b>关键参数</b> ：<br>- <b>CONROD</b> 为杆单元（仅承受轴向力），截面积直接影响刚度。   |
|                                     | ---  |
|                                     | <b>### 4. 材料属性 (MAT1)</b>  |
|                                     | - <b>MAT1 5</b> : 线性各向同性材料，弹性模量30e6 (单位psi或Pa)，泊松比0.3。   |
|                                     | ---  |
|                                     | <b>### 5. 载荷与约束</b>  |
|                                     | - <b>FORCE 5</b> : 在节点2的Y方向 (-1) 施加3000单位力（如磅或牛顿）。<br>- <b>SPC1 10 12 1 3</b> : 约束节点1·3的1·2方向 (12表示X·Y平移固定)。   |
|                                     | <b>建模目的</b> ：模拟顶部铰接、底部滑动的桁架在横向载荷下的静力响应。  |
|                                     | ---  |
|                                     | <b>### 6. 其他控制</b>   |
|                                     | - <b>SESET</b> : 定义超单元 (Superelement) 的节点归属，此处节点1属于超单元1。<br>- <b>DIAG 8,56</b> : 诊断控制，可能用于调试或输出详细计算信息。   |
|                                     | ---  |
|                                     | <b>### 总结</b>  |
|                                     | 该模型是一个静力分析的平面桁架结构：<br>- <b>几何</b> ：三角形桁架，顶部节点铰接，底部节点滑动支撑。<br>- <b>载荷</b> ：节点2受横向力3000单位。<br>- <b>输出</b> ：计算位移和单元内力，验证结构强度/刚度。<br>- <b>关键参数</b> ：杆截面积 (0.15/0.25)、材料刚度 (30e6) 直接影响分析结果。   |

d10312r.dat 以下是对该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解释，按关键部分分类说明：

| 文件名                    | 模型解释  |
|------------------------|---|
| ---                    | ---   |
| #### 1. 分析类型与总体设置      | <p>- <b>SOL 103</b>：指定求解类型为模态频率响应分析（Modal Frequency Response）。</p> <p>- <b>TITLE/SUBTITLE</b>：模型为框架结构的响应谱分析（Response Spectrum Analysis），用于5种不同载荷工况的重启计算。</p> <p>- <b>SET</b> 定义：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SET 2 = 2,3</b>：顶部节点（用于输出位移和加速度）。</li> <li>- <b>SET 3 = 1,9</b>：底部杆单元（用于输出单元力）。</li> </ul>   |
| ---                    | ---   |
| #### 2. 载荷工况 (SUBCASE) | <p>定义了5种载荷工况，均基于响应谱分析：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>X方向加速度输入</b> (DLOAD=1)。</li> <li>2. <b>Y方向加速度输入</b> (DLOAD=2)。</li> <li>3. <b>X+Y组合输入 (绝对值求和)</b> (<b>PARAM,OPTION,ABS</b>)。</li> <li>4. <b>X+Y组合输入 (SRSS平方和根)</b> (<b>PARAM,OPTION,SRSS</b>)。</li> <li>5. <b>X+Y组合输入 (NRL海军实验室法)</b>：对频率接近的模态用绝对值求和 (<b>PARAM,CLOSE,1.01</b> 定义1%频率差为“接近”)。</li> </ol> |
| ---                    | ---   |
| #### 3. 关键BULK数据       | <p>#### 响应谱定义</p> <p>- <b>DLOAD</b>：动态载荷定义，关联频谱表 (TABLED1) 和阻尼表 (TABDMP1)。</p> <p>- 例如：<b>DLOAD 1 1. 1. 100 0. 100</b> 表示工况1的X方向加速度谱 (TID=100)。</p> <p>- <b>DTI SPECSEL 100</b>：选择频谱表 (1000/2000/3000分别对应1%/2%/3%阻尼比)。</p> <p>- <b>TABLED1</b>：定义频谱曲线 (频率-加速度关系)，例如：</p> <pre>&lt;br&gt; TABLED1,1000 0.0 0.0 5.12 200. ... (低频段加速度200，高频衰减至0) &lt;br&gt;</pre>                 |
| ---                    | #### 模态阻尼   |
| ---                    | <p>- <b>TABDMP1 1 CRIT</b>：定义模态阻尼比随频率变化：</p> <p>- 5Hz时4%，105Hz时2%（临界阻尼比）。</p>   |
| ---                    | ---   |
| #### 4. 其他关键参数         | <p>- <b>PARAM,OPTION</b>：控制组合方法 (ABS/SRSS/NRL)。</p> <p>- <b>PARAM,CLOSE,1.01</b>：NRL方法中，频率差≤1%的模态视为“接近”。</p> <p>- <b>SDAMP=1</b>：启用模态阻尼（引用TABDMP1）。</p>   |
| ---                    | ---   |
| #### 5. 建模目的           | <p>此模型用于框架结构在多种地震载荷（不同方向、组合方式）下的动态响应分析，通过响应谱法（频域分析）高效评估结构峰值响应。关键特点包括：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>多工况组合</b>：覆盖单方向、ABS/SRSS/NRL组合方法。</li> <li>- <b>变阻尼比</b>：考虑不同频率下的阻尼变化（1%~3%）。</li> <li>- <b>重启功能</b>：从已有结果继续计算新工况 (<b>RESTART</b> 指令)。</li> </ul>   |
| ---                    | ---   |
| #### 未显式定义的组件          | <p>文件中未包含节点 (GRID)、单元 (CQUAD4/CBAR) 和材料 (MAT1) 的具体定义，可能通过<b>INCLUDE</b>或外部文件引用。通常需补充：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>GRID</b>：节点坐标和约束。</li> <li>- <b>CBAR/PBAR</b>：梁单元属性（截面面积A、惯性矩I1）。</li> <li>- <b>MAT1</b>：材料参数（弹性模量E、密度RHO、泊松比NU）。</li> </ul>  |
| ---                    | ---   |
| #### 总结                | /   |

| 文件名  | 模型解释  |
|--|---|
|  | 此输入文件核心是配置响应谱分析的载荷和求解参数，适用于地震工程中的多工况动态响应评估，强调模态组合方法和阻尼建模的灵活性。 |
| 以下是对该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的逐部分解析，重点说明建模目的和关键参数：  |   |
| ---  |   |
| <b>### 1. 文件头与求解设置</b>   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>RESTART</b>：从已有数据库 (D10111D) 重启分析，节省计算资源。</li> <li>- <b>SOL 108</b>：直接频率响应分析 (Direct Frequency Response)，用于计算结构在动态载荷下的稳态响应。</li> <li>- <b>TITLE/SUBTITLE</b>：模型为多层超单元加固圆柱壳，研究径向激励下的振动特性。</li> <li>- <b>关键控制参数</b>：           <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>METHOD = 1</b>：指定特征值提取方法（如Lanczos法）。</li> <li>- <b>SPC = 1000</b>：引用约束集ID 1000（但BULK中未显式定义，可能来自重启文件）。</li> <li>- <b>PARAM, G, .04</b>：设置2%临界阻尼比（阻尼系数0.04）。</li> </ul> </li> </ul>                                 |   |
| ---  |   |
| <b>### 2. 载荷与工况定义</b>  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>动态载荷</b>：           <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>DAREA 10202</b>：在节点10202的1方向（通常为X向）定义单位面积载荷 (1.0)。</li> <li>- <b>RLOAD1 1</b>：引用动态载荷集，结合<b>TABLED1</b>定义频率相关的幅值 (0-100Hz内幅值为1.0)。</li> <li>- <b>FREQ1 1</b>：频率范围200Hz, 50个步长, 6点/倍频程。</li> </ul> </li> <li>- <b>子工况</b>：           <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Subcase 11</b>：分析超单元10 (SKIN) 的应力，关注单元6 (中心面板) 的剪应力。</li> <li>- <b>Subcase 1001</b>：分析残余结构的位移/加速度响应，输出节点10202的径向加速度。</li> </ul> </li> </ul> |   |
| ---  |   |
| <b>### 3. 输出控制</b>   |   |
| <p><b>d10811r-<br/>ci.dat</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>应力输出</b>：<b>ELSTRESS = 2</b> 输出指定单元 (ID 1,6) 的应力。</li> <li>- <b>位移/加速度</b>：<b>DISPL/ACCEL = 1</b> 输出节点10202的响应。</li> <li>- <b>绘图数据</b>：           <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>XYPLOT</b>：绘制单元6的应力（实部/虚部）和节点10202的径向加速度频响曲线。</li> </ul> </li> </ul>   |   |
| ---  |   |
| <b>### 4. 关键BULK数据项</b>  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>节点与单元</b>：虽未显式定义，但通过<b>SET</b>引用（如节点10202、单元6），可能来自重启文件。</li> <li>- <b>材料属性</b>：未直接定义MAT1，可能继承自重启文件（隐含使用弹性模量、密度等参数）。</li> <li>- <b>动态载荷表</b>：           <pre>nastran&lt;br&gt; TABLED1 1 ! 频率-幅值表&lt;br&gt; +TABLE1 0.0 1.0 ! 0Hz时幅值1.0&lt;br&gt; 100. 1.0 ENDT ! 100Hz内<br/>幅值恒定&lt;br&gt;</pre> </li> </ul>  |   |
| ---  |   |
| <b>### 5. 建模目的总结</b>   |   |
| <p>该模型旨在通过<b>超单元技术</b>高效分析加固圆柱壳在**径向激励 (20-200Hz)**下的动态响应，重点关注：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>局部应力</b>：中心面板（单元6）的剪应力分布。</li> <li>2. <b>全局响应</b>：关键点（节点10202）的加速度频响曲线。</li> <li>3. <b>阻尼影响</b>：2%阻尼比下的共振抑制效果。</li> </ol>   |   |
| ---  |   |
| <b>### 注意事项</b>  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- 部分参数（如约束SPC=1000）依赖重启文件，需结合完整模型理解。</li> <li>- 超单元（<b>SUPER=300</b>）用于分层建模，提升计算效率。</li> <li>- 动态载荷通过<b>RLOAD1+TABLED1</b>实现频率相关性，适用于谐波激励分析。</li> </ul>   |   |

| 文件名  | 模型解释 |
|--|------|
| 以下是对该MSC Nastran输入文件的详细解释，按关键部分分类说明：   |      |
|  | ---  |
| <b>### 1. 模型概述</b>   |      |
| - 分析类型：非线性瞬态动力学分析 ( <code>SOL 129</code> )，模拟一端固定、另一端受移动质量块冲击的杆件中的冲击波传播。                       |      |
| - 标题说明： <code>TITLE</code> 和 <code>SUBTITLE</code> 明确问题为移动质量块撞击固定端杆件的瞬态响应。                     |      |
|  | ---  |
| <b>### 2. 节点定义 (GRID)</b>  |      |
| - 节点编号1-21：沿X轴均匀分布的21个节点（间距5单位），表示杆件的离散化网格。  |      |
| - 例如： <code>GRID 1 0.0 0.0 0.0</code> 表示节点1位于坐标原点。   |      |
| - 节点99：与节点21重合 (X=100)，用于附加质量单元 ( <code>CONM2</code> ) 和间隙单元 ( <code>CGAP</code> )，代表冲击质量块的位置。 |      |
|  | ---  |
| <b>### 3. 单元定义</b>   |      |
| - 杆单元 ( <code>CONROD 101-120</code> )：连接相邻节点，模拟杆件结构。   |      |
| - 参数： <code>CONROD 101 1 2 100 1.0</code>  |      |
| - 单元101连接节点1和2，材料ID=100，截面积=1.0。   |      |
| - 间隙单元 ( <code>CGAP 899</code> )：模拟质量块与杆件间的接触。   |      |
| - 参数： <code>CGAP 899 90 21 99 0. 1. 0. 0</code>  |      |
| - 基于属性卡 <code>PGAP 90</code> (刚度=1E5)，节点21 (杆端) 与99 (质量块) 间的法向接触。                              |      |
| - 质量单元 ( <code>CONM2 999</code> )：在节点99处附加质量=10.0。   |      |
|  | ---  |
| <b>### 4. 材料属性 (MAT1)</b>  |      |
| v12902.dat   |      |
| - <b>MAT1 100</b> ：定义线弹性材料。  |      |
| - 参数： <code>E=1.E+3, V=0.3, 密度=0.1, 结构阻尼=0.002</code>  |      |
| - 用途：杆单元的材料属性，低刚度 (E=1E3) 可能为归一化参数或教学示例。   |      |
|  | ---  |
| <b>### 5. 初始条件与边界条件</b>  |      |
| - 初始速度 ( <code>TIC</code> )：节点99和21在T1方向 (X向) 初始速度=-0.1，模拟质量块撞击。                               |      |
| - 约束：通过 <code>GRID</code> 卡末位的 <code>123456</code> (节点1全固定) 隐含固定端约束。                           |      |
|  | ---  |
| <b>### 6. 分析控制</b>   |      |
| - 子工况：   |      |
| - <code>SUBCASE 1</code> ：0-3秒瞬态分析，使用 <code>TSTEPNL 10</code> (120步， $\Delta t=0.025$ ，自适应步长)。 |      |
| - <code>SUBCASE 2</code> ：3-5秒分析， <code>TSTEPNL 20</code> (80步， $\Delta t=0.025$ )。            |      |
| - 输出要求：  |      |
| - 位移 (节点99和21)、应力 (单元101-120-899) 时程曲线。  |      |
|  | ---  |
| <b>### 7. 关键参数与目的</b>  |      |
| - 间隙单元 ( <code>CGAP/PGAP</code> )：捕捉撞击瞬间的接触力，避免穿透。   |      |
| - 质量单元 ( <code>CONM2</code> )：模拟冲击物的惯性效应。  |      |
| - 非线性时间步 ( <code>TSTEPNL</code> )：自适应步长提高冲击问题的收敛性。   |      |
|  | ---  |
| <b>### 总结</b>  |      |
| 该模型通过杆单元离散化杆件，结合质量块、间隙单元和瞬态分析，研究冲击载荷下的动态响应 (位移、应力波传播)。材料低刚度可能为简化参数，实际应用中需根据物理参数调整。             |      |

**文件名** 3br.dat   **模型解释**

以下是对该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解释，按模块分类说明其建模目的和关键参数：

---

### ### 1. 文件头与元信息

- **ASSIGN RST='DBSDIR:v10903b,MASTER'**

指定结果文件 (RST) 的存储路径和文件名，用于存储分析结果。

- **RESTART LOGICAL=RST**

启用重启功能，允许从之前中断的分析继续计算。

- **\$开头的行**

注释或版本历史信息，例如文件创建日期、修改记录等，无实际计算意义。

---

### ### 2. 求解控制段 (Executive Control)

- **SOL 109**

选择求解序列109（直接瞬态响应分析），用于计算结构在时变载荷下的动态响应。

- **TIME 5**

设置最大CPU运行时间为5分钟（超时终止）。

- **diag 8,15,56**

启用诊断输出，用于调试特定模块（如单元刚度、载荷计算等）。

---

### ### 3. 工况控制段 (Case Control)

- **TITLE=DEMONSTRATE COMBINED LOADS**

模型标题，说明此例用于演示组合载荷工况。

- **DLOAD=2**

指定动态载荷集ID为2（在BULK DATA中定义）。

- **TSTEP=3**

引用时间步长定义ID为3（在BULK DATA中定义）。

- **SET 14=1, 2, 3**

定义节点集合14，包含节点1·2·3，用于输出位移。

- **DISP=14**

请求输出集合14中节点的位移结果。

---

### ### 4. 时间步长定义 (BULK DATA)

- **TSTEP 3 40 .10 1**

- **ID=3**：时间步长定义编号，与工况控制段中的**TSTEP=3**对应。

- **40**：时间步数（总步数）。

- **.10**：时间步长（每步0.1秒）。

- **1**：输出间隔（每1步输出一次结果）。

**目的**：定义瞬态分析的时间离散参数，总时长为 $40 \times 0.1 = 4$ 秒。

---

### ### 5. 参数与终止标记

- **PARAM,STIME,2.0**

设置参数**STIME**（起始时间）为2.0秒，可能用于延迟载荷施加。

- **ENDDATA**

标记BULK DATA段结束。

---

### ### 关键建模目的

1. **瞬态动态分析**：通过SOL 109求解结构在时变载荷（如冲击、振动）下的响应。

2. **组合载荷工况**：演示多载荷共同作用的效果（如DLOAD=2可能包含多个载荷组合）。

3. **时间步控制**：精确控制时间积分步长（0.1秒）以平衡计算精度与效率。

| 文件名         | 模型解释  |
|-------------|---|
|             | <p>---</p> <p>### 缺失内容说明</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>未包含节点/单元/材料定义</b>：实际模型中应有GRID（节点坐标）、CQUAD4（四边形单元）、MAT1（材料属性）等BULK DATA卡片，但此片段未展示。</li><li>- <b>载荷定义缺失</b>：动态载荷集（如RLOAD1或TLOAD1）未在片段中体现。</li></ul> <hr/> <p>如需进一步解释完整模型中的节点、单元或材料部分，请提供更多BULK DATA内容。</p> <hr/>  |
| d10101d.dat | <p>以下是对该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解析，按关键部分分类说明其建模目的和参数含义：</p> <p>---</p> <p>### 1. 文件头与控制段</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>SOL 101</b>：指定线性静力分析（Static Analysis）。</li><li>- <b>TITLE/SUBTITLE</b>：描述模型为“三面板桁架结构”，包含多种单元类型（BAR/BEAM/CONROD等）。</li><li>- <b>SET 定义</b>：节点/单元集合（如SET 101 = 61 THRU 69表示61-69号单元），用于后续输出控制。</li><li>- <b>SUBCASE</b>：定义多个载荷工况（如力加载、温度加载等），并通过SUBCOM实现工况组合。</li></ul> <p>---</p> <p>### 2. 节点定义（GRID）</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>格式</b>：GRID ID CP X Y Z CD</li><li>- <b>示例</b>：GRID 1 0.0 0.0 0.0</li><li>- 节点1，坐标(0,0,0)，无坐标系（CP=0），无约束（CD=空）。</li><li>- <b>关键参数</b>：<ul style="list-style-type: none"><li>- <b>CD</b>：约束坐标系编号（如CD=2表示节点自由度参考局部坐标系2）。</li></ul></li><li>- <b>模型差异</b>：不同模型（A-F）节点ID范围不同（如模型A用1-6，模型B用11-16）。</li></ul> <p>---</p> <p>### 3. 单元与属性</p> <p>#### CROD（模型A）</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>用途</b>：简单杆单元（仅轴向受力）。</li><li>- <b>格式</b>：CROD EID PID G1 G2</li><li>- <b>示例</b>：CROD 1 1 1 2</li><li>- 单元1，属性1，连接节点1和2。</li><li>- <b>属性（PROD）</b>：<ul style="list-style-type: none"><li>- PROD 1 51 7.97：属性1，材料51，截面积7.97。</li></ul></li></ul> <p>#### CTUBE（模型C）</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>用途</b>：管单元（需定义内外径）。</li><li>- <b>属性（PTUBE）</b>：<ul style="list-style-type: none"><li>- PTUBE 31 53 2.54 1.0：属性31，材料53，外径2.54，壁厚1.0。</li></ul></li></ul> <p>#### CBAR/CBEAM（模型E/F）</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>用途</b>：梁单元（支持弯曲和扭转）。</li><li>- <b>关键参数</b>：<ul style="list-style-type: none"><li>- PBAR/PBEAM：定义梁截面属性（如面积、惯性矩）。</li></ul></li><li>- <b>示例</b>：PBAR 61 54 7.97 16.6：属性61，材料54，面积7.97，惯性矩16.6。</li></ul> <p>#### CONROD（模型D）</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>用途</b>：简化杆单元（直接定义材料/面积，无需PID）。</li><li>- <b>示例</b>：CONROD 41 42 51 2.54：单元41，节点42-43，材料51，面积2.54。</li></ul> <p>---</p> <p>### 4. 材料属性（MAT1）</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>格式</b>：MAT1 MID E G NU</li><li>- <b>示例</b>：MAT1 51 30.0E3</li><li>- 材料51，弹性模量30.0E3（单位与模型一致，如MPa），其余参数默认。</li></ul> |

---

|     |      |
|-----|------|
| 文件名 | 模型解释 |
|-----|------|

---

---

### ### 5. 载荷与约束

#### #### 载荷类型

##### - 集中力 (FORCE) :

- FORCE 1 2 0 120.0 -1.0 : 工况1, 节点2, 方向向量(0,0,-1), 大小120。

##### - 重力 (GRAV) :

- GRAV 102 9.81 0.0 -1.0 0.0 : 工况102, Y向重力加速度9.81。

##### - 温度 (TEMP/TEMPRB) :

- TEMP 302 35 120. : 节点35温度120°C。

#### #### 约束 (SPC/SPCADD)

##### - SPC1 : 单点约束。

- SPC1 1 2 1 6 : 约束集合1, 自由度2 (Y向), 作用于节点1-6。

##### - MPC : 多点约束 (如刚性连接)。

- MPC 101 14 2 4.0 13 2 -4.0 : 节点14与13的Y向位移耦合。

---

### ### 6. 输出控制

#### - DISPLACEMENT/STRESS : 请求位移/应力输出。

- DISPLACEMENT = ALL : 输出所有节点位移。

- STRESSES = 101 : 输出集合101 (单元61-69) 的应力。

---

### ### 建模目的

该文件通过**6种不同单元类型** (ROD/TUBE/BEAM等) 建模同一几何结构, 用于对比不同单元在静力分析中的行为差异。关键分析包括:

1. 静力响应 : 集中力、重力、力矩加载。
2. 温度效应 : 热膨胀分析 (模型C/D)。
3. 约束对比 : 简单支撑 (SPC) 与复杂约束 (MPC)。

---

### ### 总结

- 节点 : 定义几何位置和自由度。

- 单元 : 选择取决于分析需求 (如CROD简化, CBEAM复杂)。

- 材料/属性 : 决定力学行为。

- 载荷/约束 : 反映实际工况。

- 输出 : 按需提取结果, 验证设计。

| 文件名 | 模型解释                                 |
|-----|--------------------------------------|
|     | 以下是对该MSC Nastran输入文件的详细解释，按关键部分分类说明： |

---

### ### 1. 文件头与全局设置

- **ID/TITLE/SUBTITLE**：模型标识为D10160，标题为平板演示问题，副标题为两种载荷工况的静力分析。
- **SOL 101**：选择静力分析求解序列（包含线性静力和屈曲分析）。
- **SUBCASE**：定义两个载荷工况：
  - 工况1：均匀压力载荷（PLOAD2）
  - 工况2：梁-柱临界屈曲载荷（作用于板边缘的集中力）

---

### ### 2. 节点定义（GRID）

- **GRID 1-11**：定义了11个节点，部分节点坐标示例：
  - **GRID 1**：原点 (0,0,0)
  - **GRID 2**：X=2.0m
  - **GRID 4**：Y=3.0m
  - **GRID 10**：Z=1.0m（梁单元端点）
- **建模目的**：构建一个平板（XY平面）和两根悬臂梁（Z向延伸）的组合结构。

---

### ### 3. 单元定义

- **CQUAD4 11-14**：4个四边形壳单元，属性ID=21（PSHELL），连接节点1-9形成平板。
- **示例**：`CQUAD4 11 21 1 2 5 4` 表示单元11由节点1-2-5-4组成。
- **CBEAM 15-16**：两根梁单元，属性ID=15（PBEAM），连接节点7-10和9-11。
- **示例**：`CBEAM 15 15 7 10 1` 表示单元15沿节点7→10方向，方向向量由节点1定义。

d10160.dat

---

### ### 4. 材料与属性

- **MAT1 31**：铝合金材料：
- 弹性模量 `7.7E10 Pa`，泊松比 `0.3`，密度 `2.8E3 kg/m³`。
- **MAT1 32**：无质量梁材料（仅刚度，无质量）。
- **PSHELL 21**：壳属性，厚度 `0.05m`，关联材料31。
- **PBEAM 15**：梁属性，截面面积 `0.001 m²`，惯性矩 `0.0005 m⁴`，关联材料32。

---

### ### 5. 边界条件与载荷

- **SPC1 102**：约束节点1-3的6个自由度（123456），模拟固定边。
- **PLOAD2 1**：工况1的均匀压力 `480.0 Pa`，作用于壳单元11-14。
- **FORCE 2**：工况2的集中力（梁端载荷）：
- **示例**：`FORCE 2 7 -.25 1.8E6` 表示节点7施加Z向力 `-0.25×1.8E6 N`。

---

### ### 6. 其他关键参数

- **PARAM AUTOSPC YES**：自动约束奇异自由度（防止刚体运动）。
- **PLOTOPT**：设置绘图输出选项，用于后处理可视化。

---

### ### 建模目的总结

- **结构**：平板（壳单元）与两根悬臂梁（梁单元）的组合模型。
- **分析目标**：
  1. 工况1：验证平板在均匀压力下的静力响应。
  2. 工况2：研究梁-柱屈曲行为（临界载荷分析）。
- **单位制**：国际单位（米、牛顿、千克）。

| 文件名   | 模型解释                              |
|---|-----------------------------------|
| 以下是对该MSC Nastran输入文件关键内容的解析，按功能模块分类说明：  |                                   |
| ---   |                                   |
| <b>### 1. 文件头与基础设置</b>  |                                   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SOL 101</b>：指定线性静力分析（最常用的基础分析类型）</li> <li>- <b>TIME 10</b>：设置最大CPU运行时间为10分钟（防止超时）</li> <li>- <b>CEND</b>：标志控制段结束，后续为工况定义</li> </ul>   |                                   |
| ---   |                                   |
| <b>### 2. 输出控制</b>  |                                   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>STRESS (PLOT) =ALL</b>：输出所有单元的应力结果（用于后处理绘图）</li> <li>- <b>DISPLACEMENT (PLOT) =ALL</b>：输出所有节点的位移结果</li> <li>- <b>GPSTRESS=ALL</b>：输出高斯点应力（更精确的应力计算）</li> <li>- <b>SPC=1</b>：引用ID=1的约束集（在BULK中定义）</li> </ul>   |                                   |
| ---   |                                   |
| <b>### 3. 工况定义 (SUBCASE)</b>  |                                   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SUBCASE 1</b>：X方向均布载荷（大小5.0）</li> <li>- <b>SUBCASE 2</b>：Y方向均布载荷（大小5.0）</li> <li>- <b>SUBCOM 3</b>：组合工况（SUBCASE 1和2的叠加，系数均为1.0）</li> </ul>  |                                   |
| ---   |                                   |
| <b>### 4. 关键BULK数据项（虽未完全展示，但典型含义如下）</b>   |                                   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>GRID</b>：定义节点坐标，格式如：<br/> <code>GRID, ID, CP, X1, X2, X3</code><br/>           (ID=节点ID, CP=坐标系, X1-X3=坐标值)</li> </ul>  |                                   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>CQUAD4</b>：4节点四边形单元，格式如：<br/> <code>CQUAD4, EID, PID, G1, G2, G3, G4</code><br/>           (EID=单元ID, PID=属性ID, G1-G4=节点ID)</li> </ul>  |                                   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>MAT1</b>：材料属性，格式如：<br/> <code>MAT1, MID, E, G, NU, RHO</code><br/>           (MID=材料ID, E=弹性模量, G=剪切模量, NU=泊松比, RHO=密度)</li> </ul>  |                                   |
| ---   |                                   |
| <b>### 5. 建模目的</b>  |                                   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>分析类型</b>：线性静力分析（SOL 101），验证结构在静态载荷下的应力/位移响应。</li> <li>- <b>载荷场景</b>：           <ul style="list-style-type: none"> <li>- 单独X/Y方向载荷（SUBCASE 1/2）</li> <li>- 组合载荷（SUBCOM 3）</li> </ul> </li> <li>- <b>关键输出</b>：应力（高斯点级）、位移场、表面法向结果（<b>SURFACE</b>定义X3方向法向）。</li> </ul> |                                   |
| ---   |                                   |
| <b>### 6. 注意事项</b>  |                                   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- 文件未完整展示<b>BULK</b>段的具体节点/单元数据，实际需结合<b>GRID</b>、<b>CQUAD4</b>等卡片定义几何和网格。</li> <li>- <b>SET 1 ALL</b>表示将所有单元/节点纳入集合1，用于后续输出控制。</li> <li>- 历史注释（\$开头）表明文件经过多次修改，但不影响实际分析逻辑。</li> </ul>  |                                   |
| 如需更详细的单元或材料参数解释，需补充完整的 <b>BULK</b> 段内容。   |                                   |
| um530.dat   | 以下是该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解析： |
| ---   |                                   |

| 文件名 | 模型解释   |
|-----|--|
|     | <p>### 1. 文件基本信息</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>ID/TITLE/SUBTITLE</b> : 模型标识为UM530, 标题为平板演示问题, 副标题为"两种载荷工况的静力分析"。</li><li>- <b>SOL 101</b> : 采用线性静力分析 (STATICS)。</li><li>- <b>SUBCASE</b> : 定义两个工况 :</li><li>- <b>工况1</b> : 均匀压力载荷 (PLOAD2)。</li><li>- <b>工况2</b> : 梁-柱临界屈曲载荷 (边缘集中力)。</li></ul>   |
|     | <p>---</p>   |
|     | <p>### 2. 节点定义 (GRID)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>GRID 1-11</b> : 定义了11个节点, 坐标格式为 (X, Y, Z)。</li><li>- <b>示例</b> : GRID 2 2.0 → 节点2坐标 (2.0, 0, 0)。</li><li>- <b>关键节点</b> : 节点7-9位于Z=6.0平面, 节点10-11在Z=6.0基础上增加了Y=1.0的偏移 (可能用于梁单元连接)。</li></ul>   |
|     | <p>---</p>   |
|     | <p>### 3. 单元定义</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>CQUAD4 11-14</b> : 4节点四边形壳单元, 属性卡PSHELL 21。</li><li>- <b>示例</b> : CQUAD4 11 21 1 2 5 4 → 单元11由节点1-2-5-4组成, 材料/属性ID=21。</li><li>- <b>建模目的</b> : 模拟平板结构。</li><li>- <b>CBEAM 15-16</b> : 梁单元, 属性卡PBEAM 15。</li><li>- <b>示例</b> : CBEAM 15 15 7 10 1 → 单元15连接节点7和10, 方向由节点1定义。</li><li>- <b>建模目的</b> : 可能用于模拟边缘加强梁或施加屈曲载荷。</li></ul> |
|     | <p>---</p>   |
|     | <p>### 4. 材料与属性</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>MAT1 31</b> : 铝合金材料。</li><li>- <b>参数</b> : 弹性模量7.7E10 Pa, 泊松比0.3, 密度2.8E3 kg/m³。</li><li>- <b>MAT1 32</b> : 无质量梁材料 (仅刚度贡献)。</li><li>- <b>PSHELL 21</b> : 壳属性, 关联材料31, 厚度0.05。</li><li>- <b>PBEAM 15</b> : 梁属性, 关联材料32, 截面积0.001, 惯性矩0.0005。</li></ul>   |
|     | <p>---</p>   |
|     | <p>### 5. 边界条件与载荷</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>SPC1 102</b> : 约束节点1-3的6个自由度 (123456), 模拟固定边。</li><li>- <b>载荷工况1 (均匀压力)</b> :</li><li>- <b>PLOAD2 1 480.0 11 THRU 14</b> → 对壳单元11-14施加480.0的压力。</li><li>- <b>载荷工况2 (屈曲载荷)</b> :</li><li>- <b>FORCE</b>卡片 : 在节点7-9施加Y向集中力 (-0.25或-0.5比例, 实际值1.8E6)。</li></ul>  |
|     | <p>---</p>   |
|     | <p>### 6. 关键参数与控制</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>PARAM AUTOSPC YES</b> : 自动约束奇异自由度 (防止刚体运动)。</li><li>- <b>PARAM NEWSEQ -1</b> : 优化内存使用的求解器选项。</li><li>- <b>ECHO=BOTH</b> : 输出全部输入数据供检查。</li></ul>  |
|     | <p>---</p>   |
|     | <p>### 建模目的总结</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>结构</b> : 一个带边缘梁的平板, 通过壳单元 (平板) 和梁单元 (边缘) 组合建模。</li><li>- <b>分析目标</b> :</li><li>1. 工况1 : 验证平板在均匀压力下的静力响应。</li><li>2. 工况2 : 研究边缘集中力下的屈曲行为 (可能为后续特征值屈曲分析做准备)。</li></ul>  |
|     | <p>通过此模型可评估平板的刚度、应力分布及稳定性临界载荷。</p>   |

| 文件名                                  | 模型解释   |
|--------------------------------------|--|
| 以下是对该MSC Nastran输入文件的详细解释，按关键部分分类说明： |  |
|                                      | ---  |
|                                      | <b>### 1. 文件头与求解设置</b>   |
|                                      | - <b>SOL 101</b> ：选择线性静力学分析（带惯性释放功能）。  |
|                                      | - <b>TITLE/SUBTITLE</b> ：模型标题（静态分析+惯性释放），引用自飞行器结构设计手册。                                       |
|                                      | - <b>LOAD=10</b> ：指定载荷工况ID为10。   |
|                                      | - <b>GPFORCE=ALL</b> ：要求输出所有节点的支反力。  |
|                                      | ---  |
|                                      | <b>### 2. 节点定义 (GRID)</b>  |
|                                      | - <b>GRID 1</b> ：节点1，坐标原点 (0.0, 0.0, 0.0)。   |
|                                      | - <b>GRID 2</b> ：节点2，坐标 (-372.0, 0.0, 40.0)（单位应与模型一致，如mm）。                                   |
|                                      | - <b>GRID 3</b> ：节点3，坐标 (84.0, 0.0, -120.0)。   |
|                                      | - <b>建模目的</b> ：定义结构几何形状的基础点，后续单元和载荷将基于这些节点构建。  |
|                                      | ---  |
|                                      | <b>### 3. 单元定义</b>   |
| v10104.dat                           | - <b>CBEAM 5</b> ：梁单元5，属性ID为5，连接节点1和节点2，方向向量 (0.0, 1.0)（局部Y轴方向）。                             |
|                                      | - <b>CBEAM 6</b> ：梁单元6，属性ID为5，连接节点1和节点3。   |
|                                      | - <b>PBEAM 5</b> ：梁属性5，材料ID为7，截面面积为1.0，惯性矩为2.0，厚度为0.1。                                       |
|                                      | - <b>建模目的</b> ：用梁单元模拟结构中的杆件（如桁架或框架），传递拉压和弯曲载荷。   |
|                                      | ---  |
|                                      | <b>### 4. 材料属性 (MAT1)</b>  |
|                                      | - <b>MAT1 7</b> ：材料ID为7，弹性模量 10.0E7 (如Pa)，泊松比 0.3。   |
|                                      | - <b>关键参数</b> ：线性各向同性材料，用于定义梁单元的力学行为。  |
|                                      | ---  |
|                                      | <b>### 5. 边界条件与载荷</b>  |
|                                      | - <b>SUPPORT 1 135246</b> ：节点1约束自由度1 3 5 2 4 6（即固定部分自由度，允许绕某些轴旋转）。                           |
|                                      | - <b>FORCE 10</b> ：节点3施加集中力，大小为100000，方向向量 (1.0, 0.0, 3.0)（全局坐标系）。                           |
|                                      | - <b>建模目的</b> ：模拟实际工况中的支撑条件和外部载荷。  |
|                                      | ---  |
|                                      | <b>### 6. 集中质量 (CONM2)</b>   |
|                                      | - <b>CONM2 11</b> ：节点1附加质量258.3342，转动惯量通过+C1定义（对角项1.0E7, 4.0E7, 1.0E7）。                      |
|                                      | - <b>CONM2 12</b> ：节点2附加质量0.4658（无转动惯量）。   |
|                                      | - <b>建模目的</b> ：考虑结构中的非结构质量（如设备重量）。   |
|                                      | ---  |
|                                      | <b>### 7. 控制参数 (PARAM)</b>   |
|                                      | - <b>PARAM GRDPNT 1</b> ：将节点1设为全局参考点（用于惯性释放计算）。  |
|                                      | - <b>PARAM INREL -1</b> ：启用惯性释放功能（平衡外力产生的惯性效应）。  |
|                                      | - <b>关键作用</b> ：允许无完全固定支撑的结构在静力分析中达到平衡。   |
|                                      | ---  |
|                                      | <b>### 总结：建模目的</b>   |
|                                      | 该模型模拟了一个带惯性释放的静力学问题，通过梁单元构建简单框架结构，在节点3施加外力，并利用惯性释放功能处理自由体平衡。适用于飞行器部件等无完全固定支撑的场景，验证结构在载荷下的响应。 |

d10306d.dat 以下是该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解析，按关键部分分类说明：

| 文件名 | 模型解释  |
|-----|---|
| --- | #### 1. 文件基本信息<br>- <b>ID MSC, D10306D</b> ：模型标识符，数据库名称为D10306D。<br>- <b>SOL 103</b> ：求解类型为模态分析（Real Eigenvalue Extraction）。<br>- <b>TITLE/SUBTITLE</b> ：标题为“土壤弹簧支撑桁架的动态分析”，副标题为“实特征值提取”。   |
| --- | #### 2. 节点定义（GRID）<br>- <b>GRDSET</b> ：默认设置（所有节点自由度345固定，除非被覆盖）。<br>- <b>GRID</b> ：定义节点坐标和边界条件，例如：<br>- <b>GRID 1 5 0.0 0.0 0.0 5 345</b> ：节点1，坐标系5，坐标(0,0,0)，边界条件为固定自由度345。<br>- 节点3-12：定义桁架结构的几何位置（如节点5坐标为(329.412, 420)）。  |
| --- | #### 3. 单元定义<br>- <b>CBAR</b> ：定义梁单元，例如：<br>- <b>CBAR 1 101 3 4 1.0 0.0 0.0 1</b> ：单元1，属性101，连接节点3和4，方向向量(1,0,0)，坐标系1。<br>- <b>CONM2</b> ：集中质量单元，例如：<br>- <b>CONM2 303 3 388.1988</b> ：在节点3附加质量388.1988单位。<br>- <b>CELAS2</b> ：标量弹簧单元，模拟土壤支撑：<br>- <b>CELAS2 1001 23.+5 1 1 101 1</b> ：弹簧ID 1001，刚度23e5，连接节点1和101的自由度1。 |
| --- | #### 4. 材料与属性<br>- <b>MAT1 100 30+6 .3</b> ：材料100，弹性模量30e6，泊松比0.3。<br>- <b>PBAR</b> ：梁截面属性，例如：<br>- <b>PBAR 101 100 36.9137 12549.353</b> ：属性101，材料100，面积36.9137，惯性矩12549.353。  |
| --- | #### 5. 动态分析设置<br>- <b>EIGR 1 MGIV 9 1.-3</b> ：特征值提取方法为MGIV（修正Givens法），提取前9阶模态，收敛容差1e-3。<br>- <b>PARAM zrocmas YES</b> ：启用零质量检查。<br>- <b>ASET1/QSET1/SPOINT</b> ：定义动态减缩的广义自由度集（O-set和Q-set）。<br>- <b>SUPPORT 103 126</b> ：指定约束节点103和126的刚体模态。   |
| --- | #### 6. 载荷与时间历程（瞬态分析备用）<br>- <b>DAREA/TLOAD1/TABLED1</b> ：定义动态载荷（未激活，因SOL 103仅为模态分析）：<br>- <b>DAREA 1 103 2 8000.+09</b> ：节点103自由度2的载荷幅值8e9。<br>- <b>TABLED1</b> ：时间-载荷曲线，用于瞬态分析。   |
| --- | #### 7. 其他关键内容<br>- <b>RBAR/RBE2</b> ：刚性单元，用于连接节点（如 <b>RBAR 3000 101 105 123456</b> 表示节点101和105在所有自由度刚性连接）。<br>- <b>CORD2R</b> ：定义局部坐标系（如坐标系5的原点和方向向量）。   |
| --- | #### 建模目的<br>- <b>主要目标</b> ：分析土壤弹簧支撑的桁架结构的固有频率和振型（模态分析）。<br>- <b>关键特征</b> ：<br>- 使用梁单元（CBAR）构建桁架，弹簧单元（CELAS2）模拟土壤支撑。<br>- 集中质量（CONM2）模拟附加重量。<br>- 动态减缩技术（ASET1/QSET1）提高计算效率。  |

---

|     |      |
|-----|------|
| 文件名 | 模型解释 |
|-----|------|

---

---

### ### 总结

该模型通过梁、弹簧、质量单元和动态减缩设置，实现了对复杂支撑结构的模态分析，重点关注前9阶固有频率和振型。文件中还预留了瞬态分析所需的载荷定义，但当前仅用于静力学和模态分析。

---

| 文件名                                  | 模型解释   |
|--------------------------------------|--|
| 以下是对该MSC Nastran输入文件的详细解释，按关键部分分类说明： |  |
|                                      | ---  |
|                                      | <b>### 1. 文件头与求解设置</b>   |
|                                      | - <b>ID MSC, D10701</b> ：模型标识符，用于版本管理。   |
|                                      | - <b>SOL 107</b> ：采用复特征值分析（稳定性分析），适用于带自动控制的导弹颤振分析。   |
|                                      | - <b>TITLE</b> ：模型描述为“带自动驾驶仪的导弹稳定性分析”。   |
|                                      | - <b>CMETHOD=2</b> ：使用Hessenberg法（高效的特征值提取方法）。   |
|                                      | - <b>PARAM G 0.04</b> ：定义结构阻尼系数为4%。  |
|                                      | ---  |
|                                      | <b>### 2. 节点定义 (GRID)</b>  |
|                                      | - <b>GRDSET 2346</b> ：默认节点自由度设置为2·3·4·6（平移+绕Z轴旋转）。   |
|                                      | - <b>GRID 1~11</b> ：定义11个节点，坐标沿X轴均匀分布（0~50单位，间距5单位），形成导弹的纵向骨架。   |
|                                      | ---  |
|                                      | <b>### 3. 单元与属性</b>  |
|                                      | - <b>CBAR 1~10</b> ：10个一维梁单元，依次连接节点1-2·2-3...10-11，模拟导弹的梁式结构。  |
|                                      | - <b>PBAR 1</b> ：梁属性：  |
|                                      | - 截面面积 <b>3.14E-2</b> （近似圆形截面，半径约0.1单位）  |
|                                      | - 惯性矩 <b>7.811E-3</b> （抗弯能力）   |
|                                      | - 参考材料ID=1（下文MAT1）。  |
|                                      | - <b>BAROR 1</b> ：梁方向向量(1,1,1)，确定单元局部坐标系。  |
|                                      | ---  |
|                                      | <b>### 4. 材料属性 (MAT1)</b>  |
| d10701.dat                           | - <b>MAT1 1</b> ：各向同性材料：   |
|                                      | - 弹性模量 <b>6.894E+10 Pa</b> （约钢材量级）   |
|                                      | - 泊松比 <b>0.3</b>   |
|                                      | - 密度 <b>2.6E+3 kg/m³</b> （可能为铝合金）。   |
|                                      | ---  |
|                                      | <b>### 5. 控制系统与载荷</b>  |
|                                      | - <b>TF卡</b> ：传递函数定义，描述自动驾驶仪动力学（节点20到节点1的反馈控制，含增益和相位参数）。   |
|                                      | - <b>DMIG PILOT</b> ：直接矩阵输入，表示控制系统的刚度/阻尼耦合项（值 <b>-0.718E+6</b> 可能为反馈增益）。                                     |
|                                      | ---  |
|                                      | <b>### 6. 特征值分析设置</b>  |
|                                      | - <b>EIGC 1/2</b> ：两种特征值提取方法：  |
|                                      | - <b>INV</b> （逆幂法）：提取前14阶模态，频率范围0~56 Hz。   |
|                                      | - <b>HESS</b> （Hessenberg法）：提取更多模态（28阶），用于验证结果。  |
|                                      | - <b>OMIT1</b> ：忽略节点5及后续指定节点的输出，简化后处理。   |
|                                      | ---  |
|                                      | <b>### 7. 其他关键参数</b>   |
|                                      | - <b>PARAM COUPMASS 1</b> ：启用质量耦合效应（考虑控制系统惯性）。   |
|                                      | - <b>EPOINT 20</b> ：定义额外输出点（节点20，可能是传感器位置）。  |
|                                      | ---  |
|                                      | <b>### 建模目的</b>  |
|                                      | 该模型模拟导弹在自动驾驶仪控制下的稳定性，通过复特征值分析判断是否发生颤振（负阻尼导致的不稳定振动）。梁单元简化了主体结构，传递函数和DMIG矩阵描述了控制系统的动态耦合，Hessenberg法确保高效计算高频模态。 |

文件名 0.dat

## 模型解释

以下是该MSC Nastran输入文件的详细解释，按关键部分分类说明：

### ### 1. 模型基本信息

- **ID MSC, D10140**：模型标识符，编号D10140。
- **SOL 101**：静态分析 (STATICS) 求解序列。
- **TITLE/SUBTITLE**：描述模型为“锥形悬臂梁”，研究剪切释放效应。

### ### 2. 节点定义 (GRID)

nastran<br>GRID 1 100. (X坐标)<br>GRID 2 80. (后续节点间距递减)<br>...<br>GRID 6 0. (固定端)<br>- **建模目的**：定义6个节点，沿X轴从100到0线性分布，模拟锥形梁的几何。  
- **关键参数**：仅定义X坐标 (Y/Z默认为0)，节点6为固定端 (见SPC1约束)。

### ### 3. 单元定义 (CBEAM)

nastran<br>CBEAM 1 1 1 2 1. (单元1, 属性1, 连接节点1-2)<br>CBEAM 2 2 2 3 1. (单元2, 属性2, 连接节点2-3)<br>...<br>- **建模目的**：用5个梁单元 (CBEAM) 连接节点，模拟锥形梁的离散化模型。  
- **关键参数**：  
- 每个单元引用不同的属性卡 (PBEAM 1~5)，对应不同截面的锥形变化。

### ### 4. 梁属性 (PBEAM)

nastran<br>PBEAM 1 1 1. 60. 1. (属性1, 材料1, 面积=1, I=60)<br>+BEAM1 5. -5. (端部偏移量)<br>...<br>PBEAM 5 1 5. 1500. 1. (属性5, 面积=5, I=1500)<br>- **建模目的**：定义变截面梁属性，模拟锥形梁的刚度变化。  
- **关键参数**：  
- **A (面积)**：从1到5递增。  
- **I (惯性矩)**：从60到2160递增，体现截面刚度变化。  
- **端部偏移**：通过YES和数值定义剪切中心偏移 (如-.222222)。

### ### 5. 材料属性 (MAT1)

nastran<br>MAT1 1 1.+7 3.846e+6 (材料1, E=1e7, G=3.846e6)<br>- **建模目的**：定义线弹性材料 (各向同性)。  
- **关键参数**：  
- **E (弹性模量)**：1e7。  
- **G (剪切模量)**：3.846e6。

### ### 6. 边界条件与载荷

#### - SPC1 :

nastran<br> SPC1 1 123456 6 (约束节点6所有自由度)<br>- 节点6完全固定，模拟悬臂梁约束端。

#### - FORCE :

nastran<br> FORCE 1 1 1.+3 1. (节点1施加1000力，方向X)<br>- 在自由端 (节点1) 施加1000单位的X向集中力。

### ### 7. 输出请求

nastran<br>DISP=ALL (输出所有位移)<br>STRESS=ALL (输出所有应力)<br>FORCE=ALL (输出单元力)<br>- 请求计算位移、应力、反力等结果。

|     |      |
|-----|------|
| 文件名 | 模型解释 |
|-----|------|

---

### ### 模型总结

- 目的：分析锥形悬臂梁在端部载荷下的静态响应（位移、应力、反力）。
- 特点：
  - 通过5段变截面梁（PBEAM）逼近锥形几何。
  - 材料为线弹性，自由端受载，固定端约束。
  - 输出全面的力学结果以验证设计。

---

通过此模型可研究锥形梁的剪切效应和刚度变化对结构响应的影响。

d0307.dat

---

以下是对该MSC Nastran输入文件的详细解释，按关键部分分类说明：

---

### ### 1. 文件头与求解控制

- SOL 3：表示进行**模态分析**（Normal Modes Analysis）。
- TIME 10：设置最大CPU运行时间为10分钟。
- ALTER语句：动态修改DMAP序列（Nastran求解流程），用于循环控制。
- TITLE/SUBTITLE：模型标题为"SOLID ELEMENT BEAM"，分析目标为"EIGENVALUE EXTRACTION"（特征值提取）。

---

### ### 2. 子工况定义（SUBCASE）

共定义4个子工况，用于提取不同方向的模态：

- 纵向模态（LONGITUDINAL MODES）：
  - SUBCASE 1：提取第1阶模态，输出位移和应力。
  - SUBCASE 2：提取前3阶模态，仅输出位移。
- 横向模态（LATERAL MODES）：
  - SUBCASE 5：提取第1阶模态，输出位移和应力。
  - SUBCASE 6：提取前3阶模态，仅输出位移。
- 关键参数：
  - METHOD=1/2：指定特征值提取方法（对应EIGR卡）。
  - SPC=1000/2000：引用不同的约束集（SPC1卡）。
  - K2PP=A/B：输出控制参数，定义模态形状存储方式。

---

### ### 3. 单元与节点定义

#### #### 节点（GRID）

- 格式：GRID ID X Y Z
- 示例：GRID 100000 100. 0.0 1.0  
表示节点ID 100000，坐标(100, 0, 1)。
- 建模目的：定义了一个**变截面梁结构**，节点沿长度方向（X）从0到100分布，Y/Z方向呈收缩趋势（模拟梁的几何变化）。

#### #### 单元

- 六面体单元（CHEXA）：
  - 示例：CHEXA 101 100 100000 100002 100022 100020...
   
表示单元ID 101，属性PID=100，连接8个节点（六面体需20节点，续行通过+M标记）。
- 五面体单元（CPENTA）：
  - 示例：CPENTA 104 100 100802...
   
单元ID 104，属性PID=100，连接6个节点。
- 建模目的：通过体单元离散梁结构，适合复杂应力分析。

---

### ### 4. 材料与属性

#### - 材料（MAT1）：

- MAT1 100 10.+6 0.0 0.0 2.588-4  
材料ID 100，弹性模量 $10^6$ ，泊松比0.0，密度 $2.588 \times 10^{-4}$ 。

| 文件名       | 模型解释   |
|-----------|--|
|           | <p>- 属性 (PSOLID) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- PSOLID 100 100<br/>属性ID 100, 关联材料ID 100, 表示均质实体单元。</li> <li>- 关键参数：材料为线性弹性各向同性，无阻尼，低密度（可能为简化模型）。</li> </ul> <p>---</p>   |
|           | <p>### 5. 约束 (SPC1)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SPC1 1000 : 约束节点1方向 (X) 平动, 用于横向模态分析。</li> <li>- SPC1 2000 : 约束节点2方向 (Y/Z) 平动, 用于纵向模态分析。</li> <li>- 示例：SPC1 2000 2 100000...<br/>约束节点100000的Y方向 (DOF=2)。</li> <li>- 建模目的：模拟梁的固定边界条件，通过不同约束集分离模态方向。</li> </ul> <p>---</p>  |
|           | <p>### 6. 特征值提取 (EIGR)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- EIGR 1 : MGIV方法, 截止频率3750 Hz, 提取4阶模态, 基于质量矩阵归一化。</li> <li>- EIGR 2 : MGIV方法, 截止频率500 Hz, 提取4阶模态。</li> <li>- 关键参数：MASS表示模态形状按质量归一化。</li> </ul> <p>---</p>   |
|           | <p>### 7. 其他关键设置</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- PARAM, COUPMASS, 1 : 启用耦合质量矩阵（非集中质量），提高精度。</li> <li>- GRDSET 3456 : 默认约束所有节点的3/4/5/6自由度（旋转和额外DOF）。</li> </ul> <p>---</p>   |
|           | <p>### 总结：建模目的</p> <p>该模型是一个变截面实体梁的模态分析, 通过六面体/五面体单元离散几何, 提取纵向和横向振动模态。关键设计包括：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 变截面梁：节点坐标体现几何变化。</li> <li>2. 多工况设置：分离不同方向的模态。</li> <li>3. 体单元应用：适合三维应力分析, 但网格较粗（可能为示例简化）。</li> <li>4. 约束策略：通过SPC1卡实现方向选择性约束。</li> </ol> <p>(注：文件中部分续行卡和注释为历史遗留格式, 不影响核心功能。)</p>  |
| eli69.dat | <p>以下是对该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解析, 按模块分类说明其建模目的和关键参数：</p> <p>---</p> <p>### 1. 文件头与注释</p> <pre>nastran&lt;br&gt;ID MSC, ELI69 \$ KLK 28-SEP-1994&lt;br&gt;\$ID MSC, ELI68 \$ CJS 6-JAN-94 V68...&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 作用：声明文件版本 (MSC Nastran ELI69) 和修改历史记录。</li> <li>- 关键点：注释中提到的P-ELEMENTS HYPERELASTIC ELEMENTS等表明模型可能涉及高阶单元或超弹性材料。</li> </ul> <p>---</p> <p>### 2. 分析控制段</p> <pre>nastran&lt;br&gt;TIME 30 \$&lt;br&gt;SOL 101&lt;br&gt;CEND&lt;br&gt;TITLE = ELEMENT OMNIBUS CODE CHECK</pre> <pre>PROBLEM&lt;br&gt;SUBTITLE = MSC/68 VERSION&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SOL 101 : 线性静态分析。</li> <li>- TIME 30 : 最大CPU时间限制为30秒。</li> <li>- 目的：验证多种单元类型 (如CQUAD4) 在静态载荷下的行为。</li> </ul> <p>---</p> <p>### 3. 输出请求</p> <pre>nastran&lt;br&gt;DISP=ALL&lt;br&gt;ELFORCE=ALL&lt;br&gt;STRESS (corner)=ALL&lt;br&gt;GPSTRESS=ALL&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 关键输出：</li> </ul> |

| 文件名                      | 模型解释  |
|--------------------------|---|
|                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 所有节点的位移 (<code>DISP</code>)。</li> <li>- 单元内力 (<code>ELFORCE</code>)。</li> <li>- 单元角点应力 (<code>STRESS(cornor)</code>)。</li> <li>- 高斯点应力 (<code>GPSTRESS</code>)。</li> <li>- 目的：全面检查单元在载荷下的响应。</li> </ul> <p>---</p>   |
|                          | <h3>### 4. 子工况定义</h3> <pre>nastran&lt;br&gt;SUBCASE 1&lt;br&gt;LABEL = STATIC LOAD&lt;br&gt;LOAD = 1&lt;br&gt;SUBCASE 3&lt;br&gt;LABEL = TURN ON TEMP LOADS&lt;br&gt;TEMP(LOAD) = 2&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 子工况1：施加静态载荷 (<code>LOAD=1</code>)。</li> <li>- 子工况3：启用温度载荷 (<code>TEMP(LOAD)=2</code>)。</li> <li>- 目的：分别验证机械载荷和热载荷的影响。</li> </ul> <p>---</p>                  |
|                          | <h3>### 5. 材料与单元属性（示例）</h3> <p>虽然文件中未直接显示 <code>MAT1</code> 或 <code>CQUAD4</code> 定义，但通过注释和上下文可推断：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <code>MAT1</code>：线性各向同性材料，需定义弹性模量 (<code>E</code>)、泊松比 (<code>NU</code>)、密度 (<code>RHO</code>)。</li> <li>- <code>CQUAD4</code>：4节点四边形单元，需关联材料ID和属性卡（如 <code>PSHELL</code>）。</li> <li>- 目的：验证不同单元类型（如四边形、六面体）与材料的耦合行为。</li> </ul> <p>---</p>              |
|                          | <h3>### 6. 节点与单元集</h3> <pre>nastran&lt;br&gt;SET 10002 = 1 THRU 13999, 14399 THRU 16900&lt;br&gt;SET 10000 = 1 THRU 399,1000 THRU 1099...&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 作用：分组管理节点/单元，用于定向输出或加载。</li> <li>- 示例：<code>SET 10000</code> 包含特定范围的节点，用于限制位移输出。</li> </ul> <p>---</p>   |
|                          | <h3>### 7. 高级功能</h3> <pre>nastran&lt;br&gt;ADAPT = 150&lt;br&gt;P2G=MATLOAD&lt;br&gt;K2GG=MATK&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <code>ADAPT</code>：自适应网格重划分（迭代次数上限150）。</li> <li>- <code>P2G/K2GG</code>：矩阵输出控制，可能用于调试或耦合分析。</li> </ul> <p>---</p>  |
|                          | <h3>### 8. 包含外部文件</h3> <pre>nastran&lt;br&gt;include 'DEMODIR:eli69.blk'&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 作用：引用外部文件（如节点、单元、材料的具体定义）。</li> </ul> <p>---</p>  |
|                          | <h3>### 总结</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 建模目的：验证MSC Nastran中多种单元类型（如四边形、六面体）在静态、热载荷下的计算精度，包括应力、位移等输出。</li> <li>- 关键参数：       <ul style="list-style-type: none"> <li>- 静态载荷 (<code>LOAD=1</code>) 和温度载荷 (<code>TEMP=2</code>) 分步激活。</li> <li>- 全面输出请求（应力、位移、内力）用于结果校验。</li> <li>- 使用集合 (<code>SET</code>) 灵活控制分析范围。</li> </ul> </li> </ul> <p>该文件可能是MSC Nastran的单元测试用例，用于确保软件核心功能的正确性。</p> |
| <code>d11402s.dat</code> | <p>以下是对该MSC Nastran输入文件的详细解释，按关键部分分类说明：</p> <p>---</p> <h3>### 1. 文件头与求解控制</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ID MSC, D11402S：模型标识符，版本信息。</li> </ul>   |

| 文件名 | 模型解释   |
|-----|--|
|     | <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>SOL 114</b> : 选择求解序列114 (通常用于非线性静力分析)。</li><li>- <b>TITLE/SUBTITLE</b> : 模型标题为"圆形拱", 副标题说明载荷为均匀压力1.0。</li><li>- <b>LOAD=1, DISP/STRESS/FORCE=ALL</b> : 要求输出全部位移、应力和力结果。</li></ul>   |
|     | ---  |
|     | <h3>### 2. 节点定义 (GRID/EGRID)</h3> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>EGRID</b> : 定义极坐标下的节点 (用于轴对称或环形结构) :</li><li>- 示例：<code>EGRID 1 2 90.0 5.00 0.0</code></li><li>- 节点ID=1, 坐标系ID=2, 位置：角度90°, 半径5.0, Z=0.0。</li><li>- <b>GRID 5</b> : 直角坐标系节点 (ID=5, 坐标(0,0,90))。</li><li>- <b>GRIDG</b> : 通过生成规则定义节点组 (极坐标扩展)。</li></ul> |
|     | ---  |
|     | <h3>### 3. 单元定义</h3> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>CQUAD4</b> : 4节点四边形单元 (通过<code>CGEN</code>批量生成)。</li><li>- <b>CTRIA3</b> : 3节点三角形单元 (如ID=13连接节点5\10000\10100)。</li></ul>   |
|     | ---  |
|     | <h3>### 4. 材料与属性</h3> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>MAT1 1 3.0+6 .167</b> :</li><li>- 材料ID=1, 弹性模量<math>3.0 \times 10^6</math>, 泊松比0.167。</li><li>- <b>PSHELL 1 1 3.0 1</b> :</li><li>- 壳属性ID=1, 材料ID=1, 厚度3.0。</li></ul>   |
|     | ---  |
|     | <h3>### 5. 坐标系</h3> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>CORD2S 2</b> : 定义球坐标系 (ID=2), 原点在(0,0,0), 轴向由向量(0,0,1)和(1,0,0)确定。</li></ul>   |
|     | ---  |
|     | <h3>### 6. 载荷与边界条件</h3> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>PLOAD4 5 1 -1.0</b> :</li><li>- 压力载荷ID=5, 作用在单元1上, 大小-1.0 (法向向内)。</li><li>- <b>SPC/SPCG</b> : 约束节点自由度:</li><li>- <code>SPCG 2 1 123456</code> : 固定节点组2的全部6个自由度 (123456)。</li></ul>  |
|     | ---  |
|     | <h3>### 7. 对称性与循环对称</h3> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>CYSYM 36 ROT</b> : 定义36重复扇区的旋转对称性。</li><li>- <b>CYJOIN</b> : 指定循环对称区域的节点连接关系 (如扇区间边界节点配对)。</li></ul>   |
|     | ---  |
|     | <h3>### 8. 其他关键参数</h3> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>CYAX 5</b> : 指定旋转对称轴为节点5的Z轴。</li><li>- <b>LOADCYH</b> : 定义谐波载荷 (用于对称结构分析)。</li></ul>   |
|     | ---  |
|     | <h3>### 建模目的</h3> <p>该模型模拟一个圆形拱结构在均匀压力下的力学响应, 利用<b>循环对称性</b>简化计算 (仅建模1/36扇区)。关键分析包括：</p> <ol style="list-style-type: none"><li>验证拱在压力下的位移和应力分布。</li><li>考察悬臂边界条件 (<code>CANTILEVER BOUNDARY</code>) 的影响。</li><li>通过对称性设置 (<code>CYSYM</code>) 减少计算量。</li></ol>   |
|     | ---  |

| 文件名         | 模型解释   |
|-------------|--|
|             | <p>### 总结</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>结构类型</b>：薄壳拱（PSHELL）。</li> <li>- <b>载荷</b>：法向压力1.0。</li> <li>- <b>边界</b>：部分节点固定（悬臂约束）。</li> <li>- <b>简化方法</b>：循环对称与谐波载荷。</li> </ul>  |
| v10903d.dat | <p>以下是对该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解析，按关键部分分类说明其建模目的和参数含义：</p> <p>---</p> <p>### 1. 文件头与求解控制</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SOL 109</b>：指定求解类型为直接瞬态响应分析（Direct Transient Response），用于计算结构在时变载荷下的动态响应。</li> <li>- <b>TIME 5</b>：总模拟时间为5秒。</li> <li>- <b>DLOAD=2, TSTEP=3</b>：分别引用编号为2的动态载荷集和编号3的时间步长定义。</li> <li>- <b>DISP=14</b>：输出节点位移结果，节点集14（包含节点1-3）。</li> </ul> <p>---</p> <p>### 2. 节点定义 (GRID)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>GRID 1 50. 1345</b><br/>定义节点1，X坐标50.0，约束自由度代码1345（表示固定Y-Z-RX-RZ自由度，仅X向自由）。</li> <li>- <b>GRID 11 40. 123456</b><br/>节点11，X坐标40.0，自由度代码123456（全部自由度未约束，完全自由）。</li> </ul> <p><b>建模目的：</b><br/>创建一组沿X轴分布的节点，部分节点（1-3）受约束，其余（11-13）自由，用于模拟悬臂梁或简支梁等结构。</p> <p>---</p> <p>### 3. 单元定义 (CBAR)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>CBAR 111 111 1 11 1.0</b><br/>定义梁单元111，属性集ID=111，连接节点1和11，方向矢量X=1.0（沿X轴）。</li> <li>- <b>PBAR 111 112 1.+4 1.0</b><br/>梁属性：ID=111，材料ID=112，截面面积=1.0E4，惯性矩=1.0。</li> </ul> <p><b>建模目的：</b><br/>用一维梁单元连接约束节点与自由节点，模拟梁结构受力行为。</p> <p>---</p> <p>### 4. 材料属性 (MAT1)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>MAT1 112 1.+7 .1</b><br/>材料ID=112，弹性模量=1.0E7，泊松比=0.1。<br/>表示线性各向同性材料，用于定义梁的刚度特性。</li> </ul> <p>---</p> <p>### 5. 载荷与时间步定义</p> <p>#### 动态载荷 (DLOAD, TLOAD2, DAREA)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>DLOAD 2 1. 1. 3 1. 4</b><br/>组合动态载荷ID=2，包含比例因子1.0的载荷3和4。</li> <li>- <b>TLOAD2 3 5 ...</b><br/>瞬态载荷ID=3，引用DAREA 5（节点1-3的Y向力），时间函数为指数衰减（参数0.1,1.1,1.0,90°相位）。</li> <li>- <b>DAREA 5 1 2 1.0</b><br/>定义节点1的Y向（自由度2）载荷幅值1.0。</li> </ul> <p>#### 时间步 (TSTEP)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>TSTEP 3 20 .10 1 ...</b><br/>分两段：前20步，步长0.1秒；后10步，步长0.2秒。用于控制瞬态分析的时间离散。</li> </ul> |

| 文件名         | 模型解释  |
|-------------|---|
|             | <p><b>建模目的：</b><br/>模拟结构在随时间变化的动态载荷（如冲击或振动）下的响应，通过组合载荷与多步长提高计算效率。</p> <p>---</p> <p><b>### 6. 其他关键参数</b></p> <p>- <b>DELAY 46</b>：定义载荷延迟，使节点2和3的载荷在时间上错开0.9秒，模拟非同步加载。</p> <p>---</p> <p><b>### 总结</b></p> <p>该模型旨在分析一个简化的梁结构在动态载荷下的瞬态响应：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>几何</b>：梁单元连接约束端与自由端。</li> <li>- <b>载荷</b>：包含多节点、多自由度的组合动态载荷，含时间延迟。</li> <li>- <b>求解</b>：通过直接积分法计算位移响应，适用于振动或冲击工况分析。</li> </ul> <p>关键参数聚焦于材料刚度（MAT1）、梁截面（PBAR）、动态载荷时间函数（TLOAD2）及时间步控制（TSTEP）。</p>   |
| eli2003.dat | <p>以下是该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的逐部分解析，重点说明建模目的和关键参数：</p> <p>---</p> <p><b>### 1. 文件头信息</b></p> <pre>nastran&lt;br&gt;id msc, eli2003.dat \$ klk 8-Nov-2002&lt;br&gt;\$ Modified 20-Nov-2002 v2003 klk&lt;br&gt;...&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>作用</b>：版本历史记录，包含多次修改注释，表明该模型从1991年到2002年经过多次迭代更新。</li> <li>- <b>关键点</b>：涉及单元类型扩展（如P单元、超弹性单元）、大应变单元（QUAD4/HEXA）等新增功能。</li> </ul> <p>---</p> <p><b>### 2. 分析控制段</b></p> <pre>nastran&lt;br&gt;TIME 30 \$&lt;br&gt;SOL 101&lt;br&gt;CEND&lt;br&gt;TITLE= ELEMENT OMNIBUS CODE CHECK PROBLEM&lt;br&gt;SUBTITLE = MSC/68 VERSION&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SOL 101</b>：表示静态线性分析（Static Linear Analysis）。</li> <li>- <b>TIME 30</b>：设置最大CPU时间为30秒。</li> <li>- <b>TITLE</b>：模型标题，说明这是一个用于单元类型验证的基准测试模型。</li> </ul> <p>---</p> <p><b>### 3. 输出请求</b></p> <pre>nastran&lt;br&gt;DISP=ALL&lt;br&gt;ELFORCE=ALL&lt;br&gt;STRESS (corner) =ALL&lt;br&gt;GPSTRESS=ALL&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>输出内容</b>： <ul style="list-style-type: none"> <li>- 所有节点位移（DISP）、单元内力（ELFORCE）。</li> <li>- 单元角点应力（STRESS (corner)）和节点应力（GPSTRESS）。</li> <li>- 自适应分析设置（ADAPT=150）用于网格优化。</li> </ul> </li> </ul> <p>---</p> <p><b>### 4. 载荷工况 (SUBCASE)</b></p> <pre>nastran&lt;br&gt;SUBCASE 1&lt;br&gt;LABEL = STATIC LOAD&lt;br&gt;LOAD = 1&lt;br&gt;SUBCASE 3&lt;br&gt;LABEL = TURN ON TEMP LOADS&lt;br&gt;TEMP (LOAD) = 2&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>载荷类型</b>： <ul style="list-style-type: none"> <li>- 工况1：静态机械载荷（LOAD=1）。</li> <li>- 工况3：温度载荷（TEMP (LOAD)=2）。</li> <li>- 工况4：1D单元的变形载荷（DEFORM=4）。</li> </ul> </li> </ul> <p>---</p> <p><b>### 5. 节点与单元定义 (示例)</b></p> <pre>nastran&lt;br&gt;GRID, 1, , 0.0, 0.0, 0.0 \$ 节点1, 坐标(0,0,0)&lt;br&gt;CQUAD4, 100, 1, 1, 2, 3, 4 \$ 四边形单元, 材料ID=1, 节点1-4&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>GRID</b>：定义节点编号和坐标。</li> </ul> |

| 文件名         | 模型解释   |
|-------------|--|
|             | <p>- <b>CQUAD4</b>：4节点四边形单元，需关联材料ID（此处为1）。</p> <p>---</p> <p>#### 6. 材料属性（示例）</p> <pre>nastran&lt;br&gt;MAT1, 1, 1.0E7, , 0.3 \$ 材料ID=1, E=1e7, 泊松比=0.3&lt;br&gt;</pre> <p>- <b>MAT1</b>：线性各向同性材料，定义弹性模量（E）和泊松比（v）。</p> <p>---</p> <p>#### 7. 其他关键参数</p> <pre>nastran&lt;br&gt;SPC = 12 \$ 约束集ID=12&lt;br&gt;SET 10002 = 1 THRU 13999 \$ 定义节点/单元集合&lt;br&gt;SURFACE 1 SET 1 NORMAL Z \$ 几何表面，法向为Z轴&lt;br&gt;</pre> <p>- <b>SPC</b>：单点约束（如固定边界条件）。</p> <p>- <b>SET</b>：定义节点或单元集合，用于选择性输出或加载。</p> <p>- <b>SURFACE</b>：用于接触分析或压力载荷。</p> <p>---</p> <p>#### 建模目的总结</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>单元验证</b>：测试多种单元类型（如CQUAD4 P单元、超弹性单元）在静力、温度、变形载荷下的行为。</li> <li><b>输出全面</b>：请求位移、应力、内力等数据，用于校核单元计算精度。</li> <li><b>多工况分析</b>：涵盖机械载荷、温度载荷和1D单元变形的组合工况。</li> </ol> <p>---</p> <p>#### 注意事项</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>文件中包含<b>INCLUDE</b>语句（如<code>include 'DEMODIR:eli2003.blk'</code>），表示引用了外部块文件（可能包含节点、单元等详细定义）。</li> <li>注释（\$后内容）提示模型经过多次更新，需注意版本兼容性（如P单元在V68后引入）。</li> </ul>  |
| hd15305.dat | <p>以下是对该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解析，按关键部分分类说明其建模目的和参数含义：</p> <p>---</p> <p>#### 1. 文件头与执行控制段</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>ID/TIME</b>：标识模型名称（<code>HD15305</code>）和最大计算时间（10分钟）。</li> <li><b>SOL 153</b>：选择非线性稳态热分析求解器。</li> <li><b>ANALYSIS = HEAT</b>：指定分析类型为热分析。</li> <li><b>NLPARM = 100</b>：定义非线性迭代参数（最大迭代次数、收敛容差等）。</li> <li><b>SPC=101, LOAD=300</b>：引用后续定义的边界条件（SPC）和载荷集（LOAD）。</li> </ul> <p>---</p> <p>#### 2. 节点定义（GRID）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>GRID 1~10, 100, 11~28</b>：定义节点坐标（单位：米）。</li> <li>示例：<code>GRID 2 .1</code> 表示节点2的X坐标为0.1米，其余为0。</li> <li><b>建模目的</b>：构建几何基础，包括主结构节点（1~10）、辅助节点（100）和后续添加的多层隔热层节点（11~28）。</li> </ul> <p>---</p> <p>#### 3. 单元定义</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>CROD 10/20</b>：杆单元，连接节点（如<code>CROD 10 100 10 2</code>表示节点10与2通过属性100的杆连接）。</li> <li><b>CQUAD4 30~50</b>：四边形壳单元，用于热传导分析（如<code>CQUAD4 30 200 1 2 6 5</code>）。</li> <li><b>PLOTEL 70/80</b>：仅用于绘图的辅助线单元，不影响计算。</li> <li><b>CHBDYP/CHBDYG</b>：定义对流/辐射边界条件（如<code>CHBDYP 60 300 LINE 1 5</code>表示节点1到5的线对流边界）。</li> </ul> <p>---</p> <p>#### 4. 材料与属性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>MAT4 1000</b>：定义材料导热系数（200 W/m·°C）。</li> </ul> |

| 文件名 | 模型解释  |
|-----|---|
|     | <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>PROD 100</b> : 杆单元属性（截面积0.001 m<sup>2</sup>）。</li><li>- <b>PSHELL 200</b> : 壳单元属性（厚度0.01 m, 引用材料1000）。</li><li>- <b>RADM 2000/2001</b> : 辐射表面发射率（0.9）。</li></ul>                       |
|     | ---   |
|     | <b>### 5. 边界条件与载荷</b>   |
|     | <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>SPC 100/101</b> : 固定节点温度（如节点100约束为300°C）。</li><li>- <b>MPC 200</b> : 多点约束（如<b>MPC 200 9 1 1. 5 1 -1</b>, 表示节点9与5的温度关系）。</li><li>- <b>SLOAD 300</b> : 施加热载荷（如节点1和2分别加载4W和8W）。</li></ul> |
|     | ---   |
|     | <b>### 6. 辐射与对流参数</b>   |
|     | <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>RADCAV/RADMTX</b> : 定义辐射空腔和辐射矩阵（模拟辐射到空间）。</li><li>- <b>PConv 300/2001</b> : 对流属性（引用材料3000/2002, 分别定义对流系数）。</li><li>- <b>PARAM</b> : 控制参数（如<b>SIGMA=5.685E-8</b>为斯特藩-玻尔兹曼常数）。</li></ul> |
|     | ---   |
|     | <b>### 7. 多层隔热层扩展</b>   |
|     | <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>新增GRID 11~28</b> : 扩展模型以模拟多层隔热结构。</li><li>- <b>新增CHBDYG/CONV</b> : 定义隔热层表面对流边界（如<b>CHBDYG 1200 AREA4 10 2001</b>）。</li><li>- <b>VIEW 10</b> : 生成辐射列表，确保热量从隔热层外表面辐射。</li></ul>          |
|     | ---   |
|     | <b>### 关键建模目的</b>   |
|     | <ol style="list-style-type: none"><li><b>非线性稳态热分析</b> : 研究多层隔热结构在热载荷下的稳态温度分布。</li><li><b>复合传热机制</b> : 结合传导（CQUAD4）、对流（CHBDYP/PConv）和辐射（RADM/RADMTX）。</li><li><b>扩展性设计</b> : 通过添加节点和单元，快速修改模型以模拟不同隔热层配置。</li></ol>                 |
|     | ---   |
|     | <b>### 总结</b>   |
|     | 该模型通过精细的节点、单元、材料及边界条件定义，实现了复杂热传导、对流和辐射的耦合分析，适用于航天器隔热层等工程场景。关键参数如导热系数（MAT4）、发射率（RADM）和迭代容差（NLPARM）直接影响计算精度和收敛性。  |

| 文件名  | 模型解释  |        |    |        |                   |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                    |  |  |
|--|---|--------|----|--------|-------------------|--|--|------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|------------------------------------|--|--|
| 以下是对该MSC Nastran输入文件关键内容的解析，按功能模块分类说明其建模目的和参数含义：   |   |        |    |        |                   |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                    |  |  |
| ---  |   |        |    |        |                   |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                    |  |  |
| <b>### 1. 文件头与求解控制</b>   |   |        |    |        |                   |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                    |  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>RESTART</b>：从先前分析结果 (D11111R) 继续计算，提高计算效率。</li> <li>- <b>SOL 112</b>：选择<b>模态瞬态响应分析</b> (Modal Transient Response)，用于计算结构在时变载荷下的动态响应。</li> <li>- <b>CEND段</b>：定义分析子工况：</li> <li>- <b>Subcase 11</b>：分析蒙皮 (Skin) 在径向激励下的响应，关注峰值时刻 (SET 3=.004, .014, .030秒) 和指定位置 (SET 2=角点与中心)。</li> <li>- <b>Subcase 1001</b>：分析残余结构在脉冲载荷下的响应，输出位移 (DISPL)、模态位移 (SDISPL) 和加速度 (SACCEL)。</li> </ul>   |   |        |    |        |                   |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                    |  |  |
| ---  |   |        |    |        |                   |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                    |  |  |
| <b>### 2. 输出控制</b>   |   |        |    |        |                   |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                    |  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>ELSTRESS=2</b>：输出指定单元 (SET 2) 的应力。</li> <li>- <b>OUTPUT(XYPLOT)</b>：生成曲线图，如：</li> <li>- <b>TCURVE</b>：中心蒙皮单元的Von Mises应力 (单元6) 和径向加速度时程。</li> <li>- <b>XTITLE</b>：设置X轴标题为时间 (秒)。</li> </ul>  |   |        |    |        |                   |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                    |  |  |
| ---  |   |        |    |        |                   |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                    |  |  |
| <b>### 3. 动态载荷定义 (BULK段)</b>   |   |        |    |        |                   |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                    |  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>DAREA</b>：定义动态载荷作用点与方向：</li> <li>- <b>DAREA 10202 10202 1 1.0</b>：在节点10202的1方向 (通常为X轴) 施加单位载荷。</li> <li>- <b>DLOAD</b>：组合动态载荷 (ID=2)，包含多个DAREA的线性组合。</li> <li>- <b>TLOAD1/TLOAD2</b>：时变载荷类型：</li> <li>- <b>TLOAD1 3</b>：基于模态的瞬态载荷 (关联DAREA 3)。</li> <li>- <b>TLOAD2 4</b>：脉冲载荷，持续0.0095秒，幅值100。</li> </ul>   |   |        |    |        |                   |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                    |  |  |
| d11211r.dat  |   |        |    |        |                   |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                    |  |  |
| ---  |   |        |    |        |                   |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                    |  |  |
| <b>### 4. 阻尼与时间步长</b>  |   |        |    |        |                   |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                    |  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>TABDMP1 1</b>：定义频率相关阻尼曲线 (G表示全局阻尼)：</li> <li>- 0Hz和100Hz时阻尼比均为0.04 (线性插值)。</li> <li>- <b>TSTEP 1</b>：时间积分参数：</li> <li>- 30步，步长0.001秒，输出间隔1步。</li> </ul>  |   |        |    |        |                   |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                    |  |  |
| ---  |   |        |    |        |                   |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                    |  |  |
| <b>### 5. 关键建模目的</b>   |   |        |    |        |                   |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                    |  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>多层超单元 (Multilevel Superelements)</b>：通过SUPER=10调用超单元10，用于复杂结构的模块化分析。</li> <li>- <b>模态叠加法</b>：利用METHOD=1 (通常指向EIGRL卡) 提取模态，减少计算量。</li> <li>- <b>瞬态响应重点</b>：分析蒙皮在冲击载荷下的应力 (Von Mises) 和加速度，验证结构动态性能。</li> </ul>  |   |        |    |        |                   |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                    |  |  |
| ---  |   |        |    |        |                   |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                    |  |  |
| <b>### 参数总结表</b>   |   |        |    |        |                   |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                    |  |  |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>参数</th> <th>含义</th> <th>示例值/说明</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> ----- ----- ----- </td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>  <b>SOL 112</b>   模态瞬态响应分析   动态时程分析  </td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>  <b>SET 3</b>   关键时间点输出   .004, .014, .030秒  </td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>  <b>DAREA</b>   动态载荷幅值   节点10202的1方向单位力  </td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>  <b>TABDMP1</b>   阻尼比随频率变化   0.04 (恒定阻尼)  </td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>  <b>TSTEP</b>   时间步长控制   30步@0.001秒  </td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> |   | 参数     | 含义 | 示例值/说明 | ----- ----- ----- |  |  | <b>SOL 112</b>   模态瞬态响应分析   动态时程分析 |  |  | <b>SET 3</b>   关键时间点输出   .004, .014, .030秒 |  |  | <b>DAREA</b>   动态载荷幅值   节点10202的1方向单位力 |  |  | <b>TABDMP1</b>   阻尼比随频率变化   0.04 (恒定阻尼) |  |  | <b>TSTEP</b>   时间步长控制   30步@0.001秒 |  |  |
| 参数   | 含义  | 示例值/说明 |    |        |                   |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                    |  |  |
| ----- ----- -----  |   |        |    |        |                   |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                    |  |  |
| <b>SOL 112</b>   模态瞬态响应分析   动态时程分析   |   |        |    |        |                   |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                    |  |  |
| <b>SET 3</b>   关键时间点输出   .004, .014, .030秒   |   |        |    |        |                   |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                    |  |  |
| <b>DAREA</b>   动态载荷幅值   节点10202的1方向单位力   |   |        |    |        |                   |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                    |  |  |
| <b>TABDMP1</b>   阻尼比随频率变化   0.04 (恒定阻尼)  |   |        |    |        |                   |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                    |  |  |
| <b>TSTEP</b>   时间步长控制   30步@0.001秒   |   |        |    |        |                   |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                    |  |  |
| 通过此模型，可高效分析圆柱壳结构在瞬态载荷下的动态应力与振动特性，适用于航空航天或机械冲击仿真场景。   |   |        |    |        |                   |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                    |  |  |
| v10903a.dat  | 以下是该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解析，按关键部分分类说明： |        |    |        |                   |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                    |  |  |
| ---  |   |        |    |        |                   |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                    |  |  |
| /  |   |        |    |        |                   |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                    |  |  |

| 文件名   | 模型解释 |
|---|------|
| <p>### 1. 文件头与求解控制</p> <p>- SOL 109 : 选择直接瞬态响应分析 (Direct Transient Response) , 用于计算结构在时变载荷下的动态响应。</p> <p>- TIME 5 : 设置最大CPU运行时间为5分钟。</p> <p>- CEND后内容：定义分析输出请求：</p> <p>- DLOAD=2 : 应用动态载荷集2。</p> <p>- TSTEP=3 : 引用时间步长定义集3。</p> <p>- DISP=14 : 输出节点位移 (SET 14定义的节点1/2/3) 。</p> <p>---</p>   |      |
| <p>### 2. 节点定义 (GRID)</p> <p>- 格式：GRID ID CP X1 X2 X3 CD PS</p> <p>- 示例：</p> <p>GRID 1 50. 1345<br/>节点1, 坐标X=50, Y/Z未定义 (默认0) , 坐标系1345 (局部坐标系) 。</p> <p>GRID 11 40. 123456<br/>节点11, X=40, Y/Z未定义, 坐标系123456 (全局坐标系) 。</p> <p>- 建模目的：定义结构几何位置, 部分节点关联局部坐标系 (可能用于后续载荷或约束) 。</p> <p>---</p>  |      |
| <p>### 3. 单元定义 (CBAR)</p> <p>- 格式：CBAR EID PID GA GB X1 X2 X3</p> <p>- 示例：</p> <p>CBAR 111 111 1 11 1.0<br/>单元111, 属性111, 连接节点1和11, 方向向量(1.0,0,0)。</p> <p>- 关键参数：</p> <p>- PID=111 : 引用PBAR属性111。</p> <p>- 方向向量：确定单元局部坐标系 (此处为X轴向) 。</p> <p>- 建模目的：用一维梁单元 (CBAR) 模拟杆件结构, 传递弯矩和轴向力。</p> <p>---</p>   |      |
| <p>### 4. 材料与截面属性</p> <p>- 材料 (MAT1) :</p> <p>MAT1 112 1.+7 .1<br/>- 材料112, 弹性模量1e7, 泊松比0.1 (密度未定义, 可能通过其他方式指定) 。</p> <p>- 梁截面 (PBAR) :</p> <p>PBAR 111 112 1.+4 1.0<br/>- 属性111, 关联材料112, 截面面积1e4, 惯性矩1.0。</p> <p>- 目的：定义线性弹性材料 (MAT1) 和梁的截面几何参数 (PBAR) 。</p> <p>---</p>   |      |
| <p>### 5. 载荷与时间步</p> <p>- 动态载荷集 (DLOAD) :</p> <p>DLOAD 2 1. 1. 3 1. 4<br/>组合载荷集2, 包含TLOAD2 (ID=3和4) 的线性叠加。</p> <p>- 瞬态载荷 (TLOAD2) :</p> <p>TLOAD2 3 5 0.1 1.1 1.0 90.<br/>载荷3, 引用DAREA 5, 指数衰减载荷 (频率1.1Hz, 相位90°) 。</p> <p>- 时域定义 (TSTEP) :</p> <p>TSTEP 3 40 .10 1<br/>40个时间步, 步长0.1秒, 输出间隔1步。</p> <p>- 延迟 (DELAY) :</p> <p>DELAY 46 2 2 0.9 3 2 0.9<br/>定义节点2和3的载荷延迟 (相位差0.9秒) 。</p> <p>- 目的：模拟多节点异步激励的动态响应 (如振动或冲击问题) 。</p> <p>---</p> |      |

| 文件名 | 模型解释 |
|-----|------|
|-----|------|

### ### 总结：模型目的

该模型是一个梁结构瞬态动力学分析示例，包含：

1. 三个梁单元（CBAR）连接节点，受材料（MAT1）和截面（PBAR）约束。
2. 动态载荷通过DLOAD组合，包含相位延迟（DELAY）和时变幅值（TLOAD2）。
3. 输出节点1/2/3的位移响应，时间步长0.1秒，总时长4秒。

**关键应用场景：**可能用于模拟支架、桁架等结构在振动或冲击载荷下的瞬态行为。

以下是对该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解析，按关键部分分类说明：

---

### ### 1. 文件头与执行控制段

```
nastran<br>NASTRAN BUFFPOOL=30 $ //设置内存缓冲区大小<br>INIT MASTER(S) $ //初始化主控内存<br>ID
MSC,UM532 $ //模型标识符 (MSC公司,示例编号UM532)<br>SOL 100 //选择静力分析 (SOL 100)<br>
- 目的：配置计算环境，指定静力分析类型 (SOL 100)。
```

---

### ### 2. DMAP编程段（用户自定义求解流程）

```
nastran<br>MALTER 'MALTER:USERDMAP' //开始自定义DMAP修改<br>TYPE DB,KLL,PL $ //声明数据库块KLL(刚度矩阵)和PL(载荷向量)<br>SOLVE KLLR,PLR,,,/U1 $ //求解方程 KLLR·U1 = PLR(第一轮位移解)<br>
KLLR,U1,PLR/R///-1 $ //计算残差 R = KLLR·U1 - PLR<br>DECOMP KLLR/LLL,ULL $ //分解刚度矩阵为三角矩阵(LLL和ULL)<br>FBS LLL,ULL,PLR/UL $ //前向后迭代换法求解位移(高效方式)<br>
```

#### - 关键点：

- 用户通过DMAP覆盖默认求解流程，实现两步迭代求解（直接求解+残差修正）。
- DECOMP和FBS优化了计算效率，避免重复分解刚度矩阵。
- 若检测到奇异矩阵 (SINGULAR)，跳转至错误处理段。

---

### ### 3. 模型数据段（BULK DATA）

um532.dat

```
nastran<br>BEGIN BULK<br>ENDDATA<br>
- 现状：当前文件未定义任何实体模型（节点、单元、材料等），仅包含DMAP逻辑。
- 预期扩展：通常需在此段补充：
- GRID：节点坐标（如GRID,1,,0.0,0.0,0.0）。
- CQUAD4：四边形单元（如CQUAD4,1,1,1,2,3,4需关联节点和属性）。
- MAT1：材料属性（如MAT1,1,1.0E7,,0.3定义杨氏模量、泊松比）。
```

---

### ### 4. 关键参数与用途

| 参数      | 含义                          | 用途示例 |
|---------|-----------------------------|------|
| KLL     | 全局刚度矩阵   用于构建平衡方程           |      |
| PL      | 载荷向量   施加外力或边界条件            |      |
| DECOMP  | 矩阵分解 (Cholesky/LU)   提高求解效率 |      |
| FBS     | 前向后迭代换法求解器   快速求解线性方程组      |      |
| SOL 100 | 线性静力分析   计算位移、应力等静态响应       |      |

---

### ### 5. 建模目的总结

- 主要目标：演示通过DMAP自定义求解流程，对比直接求解与迭代优化的效率差异。
- 潜在应用：适用于需要验证求解精度或处理特殊矩阵问题的场景（如病态矩阵修正）。
- 缺失部分：实际模型需在BULK DATA中补充几何、属性和载荷数据，否则当前仅为算法框架。

如需进一步分析具体模型（如添加节点/单元示例），可提供更多BULK DATA内容。

| 文件名                                       | 模型解释  |
|---|---|
| 以下是对该MSC Nastran输入文件的详细解释，重点分析其建模目的和关键参数： |   |
| ---                                       |   |
|   | <p><b>### 1. 文件总体目的</b></p> <p>这是一个<b>矩阵运算演示模型</b>，主要目标是通过DMAP (Direct Matrix Abstraction Program) 语言实现以下矩阵操作：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 矩阵A的求逆 (<b>AINVSE</b>)</li> <li>- 矩阵A与逆矩阵相乘验证单位矩阵 (<b>IDEN</b>)</li> <li>- 矩阵转置测试 (<b>ATRAN</b>)</li> <li>- 矩阵减法验证 (<b>NULL</b>)</li> </ul> <p><b>关键特点：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 使用用户自定义DMAP流程 (<b>MALTER 'MALTER:USERDMAP'</b>) 替代标准求解序列。</li> <li>- 所有数据通过<b>DMI</b>卡片手动输入，不涉及有限元网格或物理结构。</li> </ul>  |
| ---                                       |   |
|   | <p><b>### 2. 关键部分解析</b></p> <p><b>#### (1) 执行控制段 (Executive Control)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SOL 100</b>：名义上选择静力分析，但实际被后续<b>MALTER</b>覆盖。</li> <li>- <b>MALTER 'MALTER:USERDMAP'</b>：启用用户自定义DMAP流程。</li> <li>- <b>DIAG 8/13</b>：启用调试输出，显示矩阵存储和计算过程。</li> </ul> <p><b>#### (2) DMAP流程</b></p> <pre>fortran&lt;br&gt;SOLVE A,,, /AINVERSE/3 ! 对矩阵A求逆，结果存为AINVERSE&lt;br&gt;MPYAD A,AINVERSE,/IDEN/ ! 矩阵 乘法：A × AINVSE → IDEN (应接近单位矩阵) &lt;br&gt;MPYAD A, IDEN, /ATRAN/1 ! 尝试转置操作 (参数1表示转置A) &lt;br&gt;ADD A,ATRAN/NULL//(-1.,0.) ! 计算 A - ATRAN → NULL (验证对称性)&lt;br&gt;</pre> <p><b>输出验证：</b></p> <p>prob3.dat 通过<b>MATPRN</b>打印各阶段矩阵 (<b>AINVERSE 'IDEN 'ATRAN 'NULL</b>)。</p> |
|   | <p><b>#### (3) 矩阵定义 (BULK段)</b></p> <p><b>矩阵A</b> (4×4对称三对角矩阵) :</p> <pre>fortran&lt;br&gt; DMI,A,0,6,1,0,,4,4 ! 定义实数矩阵A，6个非零项，4行4列&lt;br&gt; DMI,A,1,1,2.,,-1. ! 第1行： A[1,1]=2.0, A[1,2]=-1.0&lt;br&gt; DMI,A,2,1,-1.,2.,-1. ! 第2行：A[2,1]=-1.0, A[2,2]=2.0, A[2,3]=-1.0&lt;br&gt; ... ! 类似定义剩余行 (典型结构刚度矩阵形式)&lt;br&gt;</pre> <p><b>用途：</b>模拟类似结构刚度矩阵的特性 (对称、正定)。</p> <p><b>矩阵B</b> (4×2复数矩阵) :</p> <pre>fortran&lt;br&gt; DMI,B,0,2,3,0,,4,2 ! 复数矩阵B，2个非零项，4行2列&lt;br&gt; DMI B,1,4,1.,1. ! B[1,4]=1.0+1.0i&lt;br&gt; DMI B,2,4,1.,0. ! B[2,4]=1.0+0.0i&lt;br&gt;</pre> <p><b>用途：</b>可能用于后续扩展的复数运算测试。</p>  |
| ---                                       |   |
|   | <p><b>### 3. 缺失的有限元相关内容</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>无实际有限元模型</b>：文件中未定义节点 (<b>GRID</b>)、单元 (如<b>CQUAD4</b>) 或材料 (<b>MAT1</b>)，说明这是一个纯矩阵运算示例。</li> <li>- <b>典型有限元对比</b>：若为结构分析，需包含：</li> </ul> <pre>fortran&lt;br&gt; GRID,1,,0.,0.,0. ! 定义节点1坐标&lt;br&gt; CQUAD4,1,1,1,2,3,4 ! 定义四边形单元&lt;br&gt; MAT1,1,1.E7,,0.3 ! 定义材料 (弹性模量1E7, 泊松比0.3)&lt;br&gt;</pre>  |
| ---                                       |   |
|   | <p><b>### 4. 总结</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>核心目的</b>：演示DMAP对用户定义矩阵的数学操作，验证矩阵求逆、乘法、转置的正确性。</li> <li>- <b>关键参数</b>：</li> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>DMI</b>卡片定义矩阵稀疏结构和非零值。</li> <li>- <b>SOLVE/MPYAD/ADD</b>实现矩阵运算逻辑。</li> <li>- <b>应用场景</b>：适用于算法验证或自定义求解流程开发，而非实际结构分析。</li> </ul> </ul>  |

d11401s.dat 以下是该MSC Nastran输入文件的逐项解析 (按建模目的和关键参数分类说明) :

---

|     |      |
|-----|------|
| 文件名 | 模型解释 |
|-----|------|

---

### ### 1. 文件头与求解控制

- **SOL 114** : 指定线性屈曲分析（特征值屈曲问题）。
  - **TITLE/SUBTITLE** : 分析标题为“圆拱屈曲”，副标题为“均匀压力=1.0”。
  - **SUBCASE 1** : 定义载荷工况为“膜态解”，约束由 **SPC=1** 指定。
- 

### ### 2. 节点定义 (GRID/EGRID)

- **EGRID** : 定义极坐标节点（用于轴对称模型）：
  - 示例：**EGRID 1 2 90.0 5.00 0.0**
  - 节点1，坐标系ID=2（极坐标），角度=90°，半径=5.0，Z=0.0。
  - **GRID 5** : 直角坐标系节点 (0.0, 0.0, 90.0)。
  - **GRIDG** : 通过生成规则定义节点组（极坐标下对称复制）。
- 

### ### 3. 单元定义

- **CQUAD4** (未显式出现但通过 **CGEN** 生成) : 四边形壳单元，用于离散圆拱结构。
  - **CTRIA3 13/14** : 三角形壳单元，连接节点5与生成的环向节点（如10000,10100等）。
  - **CGEN QUAD4** : 自动生成四边形单元，起始单元ID=1，节点模式基于 **GRIDG** 定义。
- 

### ### 4. 材料与属性

- **MAT1 1** : 线弹性材料：
  - 弹性模量 **E=3.0E6**，泊松比 **v=0.167**。
  - **PSHELL 1** : 壳属性：
  - 材料ID=1，厚度=3.0。
- 

### ### 5. 坐标系与对称性

- **CORD2S 2** : 定义球坐标系（用于极坐标转换）。
  - **CYSYM 36 ROT** : 36重旋转对称（模拟完整圆环，每10°一个扇区）。
  - **CYJOIN** : 循环对称边界节点配对（确保屈曲模态连续性）。
- 

### ### 6. 载荷与约束

- **PLOAD4 5** : 施加单元压力载荷（大小=-1.0，方向向内）。
  - **SPCG 1/2** : 约束节点自由度（如固定径向/轴向位移）。
  - **LOADCYH 1** : 循环对称谐波载荷（模态分析用）。
- 

### ### 7. 参数与输出

- **PARAM, S1A/S1AM/S1AG** : 控制应力输出选项。
  - **DISP/FORCE/STRESS=ALL** : 输出全部位移、力、应力结果。
- 

### ### 建模目的

该模型模拟圆拱结构在均匀外压下的线性屈曲行为，通过循环对称简化计算（仅建模1/36扇区），利用极坐标节点和壳单元离散几何，最终求解临界屈曲载荷及模态。

---

### ### 关键参数总结

| 文件名                           | 模型解释 |
|-------------------------------|------|
| 参数   含义                       |      |
| ----- -----                   |      |
| SOL 114   线性屈曲分析              |      |
| CYSYM 36   36重旋转对称            |      |
| MAT1 E=3E6   材料刚度             |      |
| PSHELL t=3.0   壳厚度            |      |
| PLOAD4 -1.0   单位压力载荷（屈曲归一化基准） |      |

这个MSC Nastran输入文件定义了一个简单的弹簧-质量系统模态分析模型，主要用于演示特征值计算方法。以下是关键部分的解释：

#### 1. 求解控制段：

- SOL 110：指定模态分析（复特征值分析）
- CMETHOD=1 和 METHOD=1：使用Hessenberg法和Givens法计算特征值
- M2GG=UNITY 和 K2PP=DIFF：分别指定质量矩阵和刚度矩阵的名称

#### 2. 节点定义：

- GRID 9999：虚拟节点（仅为规避软件检查，无实际物理意义）
- SPOINT 1 THRU 3：定义3个标量点（scalar points），代表3个自由度（无几何坐标的质量点）

#### 3. 单元定义：

- CELAS4 弹簧单元：
- 10/30：连接标量点1/3与地面的弹簧（刚度=1）
- 12/23：连接标量点1-2和2-3的弹簧（刚度=1）

#### 4. 矩阵定义：

- DMIG UNITY：定义3x3单位矩阵（模拟质量矩阵）
  - DMIG DIFF：定义非对称刚度矩阵：
- ```
math<br> \begin{bmatrix} 0 & -1 & 3 \\ 2 & -1 & 2 \\ 1 & 4 & -3 \end{bmatrix}
```

#### 5. 特征值计算：

- EIGC/EIGR：指定Hessenberg-Givens算法，计算前3阶模态

#### 建模目的：

这是一个理论验证模型，通过简单的3自由度系统演示：

- 非对称矩阵的特征值求解
- 模态分析方法的应用
- 标量点（无质量节点）的使用方法

#### 关键特点：

1. 使用标量点而非传统GRID节点，简化了质量-弹簧系统建模
2. 通过DMIG直接定义矩阵，而非通过物理参数自动生成
3. 刚度矩阵的非对称性设计用于测试复特征值算法

该模型不涉及真实物理结构，主要服务于数值方法验证和软件功能演示。

v11001.dat

以下是对该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解析，按关键部分分类说明：

---

#### ### 1. 文件头与注释

- 版本信息：文件记录了多次修改历史（1991-2001），涉及不同MSC Nastran版本（如V68~V70.5），主要用于单元类型验证和超弹性材料测试。
- 关键注释：

- P-ELEMENTS REMOVED：移除了高阶P单元，可能用于简化模型或兼容性测试。
- HYPERELASTIC ELEMENTS：早期版本中增加了超弹性单元（如大应变QUAD4和HEXA），用于材料模型验证。

---

#### ### 2. 分析控制段

- TIME 30：设置最大CPU运行时间为30秒。

| 文件名        | 模型解释                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | <p>- <b>SOL 101</b>：指定线性静力学分析 (Static Analysis) 。</p> <p>- <b>CEND</b>：分隔控制段与数据段。</p> <p>---</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|            | <p>#### 3. 输出请求与子工况</p> <p>- <b>全局输出控制</b>：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>DISP=ALL</b>：输出所有节点位移。</li> <li>- <b>STRESS (corner)=ALL</b>：输出所有单元的角点应力。</li> <li>- <b>GPSTRESS=ALL</b>：输出所有高斯点应力。</li> <li>- <b>ELFORCE=ALL</b>：输出单元内力。</li> </ul> <p>- <b>子工况</b>：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Subcase 1</b>：静态载荷 (<b>LOAD=1</b>)，同时激活材料载荷 (<b>P2G=MATLOAD</b>) 和材料刚度 (<b>K2GG=MATF</b>)。</li> <li>- <b>Subcase 3</b>：温度载荷 (<b>TEMP (LOAD)=2</b>)。</li> <li>- <b>Subcase 4</b>：1D单元的变形载荷 (<b>DEFORM=4</b>)，并限定输出范围 (如节点集<b>10000</b>和单元集<b>10001</b>)。</li> </ul> <p>---</p> |
|            | <p>#### 4. 关键参数与建模目的</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SPC=12</b>：引用ID=12的约束集 (文件未显示具体内容，可能通过INCLUDE引入)。</li> <li>- <b>TEMP (MATE) =1</b>：引用ID=1的温度场数据。</li> <li>- <b>SET</b>指令：定义节点/单元集合 (如<b>10002=1 THRU 13999</b>)，用于选择性输出，减少结果文件大小。</li> <li>- <b>INCLUDE</b>语句：引入外部文件<b>eli71a.blk</b>，可能包含节点、单元、材料等具体定义。</li> </ul> <p>---</p>                                                                                                                                                                                                                                                             |
|            | <p>#### 5. 隐含的模型内容 (需结合INCLUDE文件)</p> <p>虽然主文件未直接定义以下内容，但根据注释和常见用途推断：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>节点 (GRID)</b>：应存在于INCLUDE文件中，定义几何位置。</li> <li>- <b>单元类型</b>： <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>CQUAD4</b>：4节点四边形单元 (注释提到用于大应变分析)。</li> <li>- <b>其他单元</b>：可能包含TRIA3和HEXA8等 (注释提及TRIAR和HEXA)。</li> </ul> </li> <li>- <b>材料属性 (MAT1)</b>： <ul style="list-style-type: none"> <li>- 线性各向同性材料 (如弹性模量、泊松比)。</li> <li>- 可能包含超弹性材料参数 (因注释提到HYPERELASTIC MODEL)。</li> </ul> </li> </ul> <p>---</p>                                                                                       |
|            | <p>#### 6. 建模目的</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>单元验证</b>：测试多种单元类型 (如QUAD4和HEXA) 在不同载荷 (静态、温度、变形) 下的行为。</li> <li>- <b>材料模型检查</b>：验证超弹性材料和大应变单元的兼容性。</li> <li>- <b>输出控制示范</b>：展示如何通过SET和输出请求灵活管理结果。</li> </ul> <p>---</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|            | <p>#### 总结</p> <p>此文件是一个用于<b>多物理场单元验证</b>的模板，重点测试静力学、温度载荷和1D单元变形的耦合响应。实际模型细节 (如节点坐标、材料参数) 需参考INCLUDE的<b>eli71a.blk</b>文件。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| v10307.dat | <p>以下是对该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解释，按关键部分分类说明其建模目的和参数含义：</p> <p>---</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|            | <p>#### 1. 文件头与求解设置</p> <p>- <b>SOL 103</b></p> <p>表示进行<b>模态分析</b> (固有频率与振型计算)，是典型的振动分析类型。</p> <p>- <b>METHOD=300</b></p> <p>指定使用<b>EIGR</b>卡 (ID=300) 定义的模态提取方法 (此处为逆幂法<b>SINV</b>)。</p> <p>- <b>SPC=200</b></p> <p>引用ID=200的约束集 (<b>SPCG</b>卡定义边界条件)。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

| 文件名            | 模型解释                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ---            | ---                                                                                                                                                                                                                                                  |
| #### 2. 节点定义   | <p>- <b>EGRID</b> 卡<br/>定义4个节点（1001-1004）的极坐标位置，用于生成环形网格。参数依次为：<br/><b>EGRID ID, θ(度), R</b> (如1002节点：半径3.5, 角度0°)。</p> <p>- <b>GRIDG</b> 卡<br/>通过极坐标节点（1001-1004）生成全局直角坐标系下的节点（ID从1开始）。<br/><b>2456 80</b>表示坐标系类型和参数，<b>-1001...</b>表示引用的极坐标节点。</p> |
| ---            | ---                                                                                                                                                                                                                                                  |
| #### 3. 单元定义   | <p>- <b>CGEN TRIAX6</b><br/>自动生成<b>三角形轴对称单元 (TRIA6)</b>，单元ID从1到100，基于节点1的模板生成。<br/><b>建模目的</b>：模拟环形板结构，利用轴对称性减少计算量。</p>                                                                                                                              |
| ---            | ---                                                                                                                                                                                                                                                  |
| #### 4. 材料属性   | <p>- <b>MAT1 100</b><br/>定义线性各向同性材料：<br/>- <b>3.0E7</b>：弹性模量（单位psi或Pa，取决于系统单位制）<br/>- <b>0.3</b>：泊松比<br/>- <b>7.764E-4</b>：质量密度（单位slug/ft³或kg/m³）</p>                                                                                                |
| ---            | ---                                                                                                                                                                                                                                                  |
| #### 5. 边界条件   | <p>- <b>SPCG 200</b><br/>定义约束：<br/>- 节点1固定（<b>A</b>=全部自由度约束）<br/>- 节点13施加对称边界条件（<b>B C</b>表示特定自由度约束，具体依赖坐标系定义）。</p>                                                                                                                                  |
| ---            | ---                                                                                                                                                                                                                                                  |
| #### 6. 模态分析设置 | <p>- <b>EIGR 300 SINV</b><br/>使用逆幂法（SINV）计算模态，频率范围<b>0~1.0E4 Hz</b>，提取最多9999阶模态。<br/><b>MASS</b>表示输出模态质量。</p>                                                                                                                                        |
| ---            | ---                                                                                                                                                                                                                                                  |
| #### 7. 其他关键信息 | <p>- <b>TITLE/SUBTITLE</b><br/>模型为<b>环形板 (CIRCULAR PLATE)</b>，参考案例V6302S，验证TRIA6单元性能。<br/>- <b>MESHOPT YES</b><br/>启用网格生成优化选项。</p>                                                                                                                   |
| ---            | ---                                                                                                                                                                                                                                                  |
| #### 总结：建模目的   | <p>此模型旨在<b>分析环形板的固有振动特性</b>，通过轴对称单元（TRIA6）简化计算，考察其模态频率和振型。关键参数包括材料刚度（3.0E7）、密度（7.764E-4）及边界约束（固定内圈+对称条件）。</p>                                                                                                                                        |

v03lan.dat

以下是该MSC Nastran输入文件的详细解释，按关键部分分类说明：

## ---

## #### 1. 文件头与求解设置

- **ID MSC, V03LAN**：声明软件版本（MSC Nastran V03LAN版）。

| 文件名 | 模型解释                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | <p>- <b>SOL 3</b> : 选择求解序列3（模态分析）。</p> <p>- <b>METHOD=1</b> : 指定使用EIGRL卡（第1号）进行模态提取。</p> <p>- <b>ECHO=BOTH</b> : 要求同时输出输入数据和结果。</p> <p>- <b>TITLE/SUBTITLE</b> : 模型描述（20单元梁，用Lanczos法计算前两阶模态）。</p> <p>---</p>                                                                                                                                 |
|     | <p><b>### 2. 节点定义 (GRID)</b></p> <pre>nas&lt;br&gt;GRID 10000 0.0 0.0 0.0 1246&lt;br&gt;</pre> <p>- <b>10000</b> : 节点编号。</p> <p>- <b>0.0, 0.0, 0.0</b> : 节点坐标 (X/Y/Z)。</p> <p>- <b>1246</b> : 边界条件代码 (1/2/4/6分别固定X/Y/Z/旋转, 此处全自由)。</p> <p>---</p>                                                                                             |
|     | <p><b>### 3. 单元定义 (CBAR)</b></p> <pre>nas&lt;br&gt;CBAR 101 100 10000 10001 0.0 0.0 1. 1&lt;br&gt;</pre> <p>- <b>101</b> : 单元编号。</p> <p>- <b>100</b> : 属性卡PBAR的ID。</p> <p>- <b>10000, 10001</b> : 连接的两个节点。</p> <p>- <b>0.0, 0.0, 1.0</b> : 方向矢量 (沿Z轴)。</p> <p>- <b>1</b> : 偏移量 (无偏移)。</p> <p>---</p>                                          |
|     | <p><b>### 4. 材料属性 (MAT1)</b></p> <pre>nas&lt;br&gt;MAT1 1000 3.+7 .3 7.764-4&lt;br&gt;</pre> <p>- <b>1000</b> : 材料ID。</p> <p>- <b>3.+7</b> : 弹性模量30 GPa (<math>3 \times 10^7</math>)。</p> <p>- <b>0.3</b> : 泊松比。</p> <p>- <b>7.764-4</b> : 密度<math>7.764 \times 10^{-4}</math> (单位依模型而定, 可能是ton/mm<sup>3</sup>)。</p> <p>---</p>               |
|     | <p><b>### 5. 梁截面属性 (PBAR)</b></p> <pre>nas&lt;br&gt;PBAR 100 1000 0.31416 0.15708&lt;br&gt;</pre> <p>- <b>100</b> : 属性ID。</p> <p>- <b>1000</b> : 关联的材料ID。</p> <p>- <b>0.31416</b> : 横截面积 (<math>\pi r^2 \approx 0.314</math>, 假设半径<math>r=0.1</math>)。</p> <p>- <b>0.15708</b> : 惯性矩 (<math>\pi r^4 / 4 \approx 0.157</math>)。</p> <p>---</p> |
|     | <p><b>### 6. 模态分析设置 (EIGRL)</b></p> <pre>nas&lt;br&gt;EIGRL 1 100.&lt;br&gt;</pre> <p>- <b>1</b> : EIGRL卡ID, 被METHOD=1引用。</p> <p>- <b>100.</b> : 提取频率上限 (100 Hz)。</p> <p>---</p>                                                                                                                                                              |
|     | <p><b>### 7. 边界条件 (SPC)</b></p> <pre>nas&lt;br&gt;SPC 1002 10020 3 10000 3&lt;br&gt;</pre> <p>- <b>1002</b> : SPC集合ID (被SPC=1002引用)。</p> <p>- <b>10020</b> : 约束施加的节点 (或坐标系)。</p> <p>- <b>3</b> : 约束自由度 (Z方向平动)。</p> <p>- <b>10000 3</b> : 对节点10000也约束Z方向。</p> <p>---</p>                                                                      |
|     | <p><b>### 建模目的与关键点</b></p> <p>- <b>目标</b> : 计算悬臂梁结构的前两阶固有频率和振型 (Lanczos法)。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                |

| 文件名        | 模型解释                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>简化处理</b>：仅显示部分节点和单元（如10000-10001），实际模型应有20个单元。</li><li>- <b>关键参数</b>：</li><li>- 材料高刚度（30 GPa）和低密度（<math>7.764 \times 10^{-4}</math>）暗示可能是轻质金属（如铝）。</li><li>- 固定端通过SPC约束Z向位移，模拟悬臂梁边界条件。</li></ul> <p>---</p>                                                                                       |
|            | <h3>### 注意事项</h3> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 文件中部分行被注释（如<code>\$QSET1</code>），实际未生效。</li><li>2. 节点/单元未完全列出（如<code>*(1)</code>表示批量生成，但具体参数未显示）。</li><li>3. 单位需统一（如长度mm、力N、密度ton/mm<sup>3</sup>）。</li></ol>                                                                                                                      |
| v11201.dat | 以下是该MSC Nastran输入文件的详细解释，按关键部分分类说明：                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|            | <p>---</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|            | <h3>### 1. 分析控制段</h3> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>SOL 112</b>：瞬态响应分析（基于法向模态法）</li><li>- <b>METHOD=10</b>：指定使用EIGR卡10进行模态提取</li><li>- <b>DLOAD=30, LOADSET=35</b>：定义动态载荷集和载荷序列</li><li>- <b>TSTEP=20</b>：指定瞬态时间步长控制（卡20）</li><li>- <b>输出请求</b>：位移(DISPLACEMENT)和支反力(OLOAD)输出到SET 5（节点1,2）</li></ul> <p>---</p>                 |
|            | <p>---</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|            | <h3>### 2. 节点定义 (GRID)</h3> <ul style="list-style-type: none"><li>- 定义了6个节点，坐标和自由度约束如下：</li><li>- <b>节点1-2</b>：梁两端，X向50单位长度，约束1345（固定除Y旋转外的所有自由度）</li><li>- <b>节点3</b>：附加质量点，约束123456（全固定）</li><li>- <b>节点4-6</b>：梁中间节点，用于细分网格，约束同节点1</li></ul> <p>---</p>                                                                                   |
|            | <p>---</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|            | <h3>### 3. 单元定义</h3> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>CBEAM 101-104</b>：梁单元（属性PBEAM 100）</li><li>- 连接节点1→4→5→6→2，形成连续梁</li><li>- 参数<code>1.0 1.0</code>表示轴向和剪切刚度缩放系数</li><li>- <b>CONROD 201</b>：杆单元（属性MAT1 200）</li><li>- 连接节点3和1，模拟附加质量（如集中质量块）</li></ul> <p>---</p>                                                             |
|            | <p>---</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|            | <h3>### 4. 材料与属性</h3> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>MAT1 100</b>：主梁材料</li><li>- 弹性模量1E6，泊松比0.3，密度0.1</li><li>- <b>MAT1 200</b>：杆材料</li><li>- 弹性模量1E4，泊松比0.3（密度未指定，可能忽略）</li><li>- <b>PBEAM 100</b>：梁截面属性</li><li>- 面积1.0，惯性矩10.0，高度方向1.0单位</li><li>- <code>+Z1</code>和<code>+Z4</code>定义截面非对称参数（此处为简单矩形截面）</li></ul> <p>---</p> |
|            | <p>---</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|            | <h3>### 5. 载荷与边界条件</h3> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>PLOAD1 38</b>：分布力（FY方向）</li><li>- 分段线性载荷，从节点101到104依次增强（-0.5 → -2.0）</li><li>- <b>TLOAD1 30</b>：瞬态载荷（引用TABLED1 34的时间曲线）</li><li>- <b>TABLED1 34</b>：时间-载荷因子表</li><li>- 脉冲载荷：0-0.1秒从0升到1.0，1.125秒降回0</li></ul> <p>---</p>                                                  |

---

|     |      |
|-----|------|
| 文件名 | 模型解释 |
|-----|------|

---

### ### 6. 模态与瞬态控制

- **EIGR 10** : Givens法提取前4阶模态
- **MASS** 表示基于质量矩阵归一化
- **TSTEP 20** : 瞬态时间步设置
- 84步，步长0.025秒，总时长2.1秒

---

### ### 建模目的

模拟悬臂梁的瞬态动力响应（参考Hurty和Rubinstein教材案例）：

1. 通过模态法降低计算量。
2. 分析对称模态下梁在脉冲载荷（时间历程）中的位移和支反力。
3. 附加节点3可能用于模拟传感器或附加质量效应。

---

### ### 关键参数意义

- **梁细分节点4-6**：提高载荷分布和模态精度。
- **CONROD杆**：引入局部刚度/质量影响。
- **TABLED1脉冲载荷**：模拟冲击或瞬态激励。
- **输出SET 5**：重点关注梁端部（节点1,2）的动态响应。

| 文件名 | 模型解释 |
|-----|------|
|-----|------|

以下是对该MSC Nastran输入文件的详细解释，按功能模块分类说明其建模目的和关键参数：

---

### ### 1. 文件头与执行控制段

nastran<br>ID MSC, PROB1 \$ 标识文件为MSC Nastran格式，问题名PROB1<br>DIAG 8 \$ MATRIX TRAILERS \$ 启用矩阵跟踪诊断输出<br>DIAG 13 \$ WORKING STORAGE \$ 增加工作存储空间<br>DIAG 31 \$ PRINT MPL \$ 打印矩阵处理日志<br>TIME 5 \$ 设置最大运行时间5分钟<br>SOL 100 \$ 使用SOL 100 (基本线性静态分析)<br>

- **目的**：配置求解环境，启用诊断工具，限制计算时间，选择线性静态分析。

---

### ### 2. DMAP模块（自定义求解流程）

nastran<br>MALTER 'MALTER:USERDMAP' \$ 允许用户自定义DMAP指令<br>DMI IN DMI, DMINDEX/A,B,,,...,/ \$ 定义输入矩阵A和B的路径<br>MATPRN A,B// \$ \$ 打印矩阵A和B<br>SOLVE A,B,,, /X/V,Y,PIVOT/V,Y,SIGNB \$ 求解方程AX=B (可配置PIVOT和SIGNB参数)<br>MATPRN X// \$ \$ 打印解矩阵X<br>TABPT CASECC// \$ \$ 输出工况控制表<br>

- **目的**：自定义求解流程，直接求解矩阵方程  $\mathbf{AX}=\mathbf{B}$  (类似有限元组装后的刚度方程)。

- **关键参数**：

- **PIVOT**：控制是否对对称矩阵进行主元消去。
- **SIGNB**：可通过设为-1将方程改为  $\mathbf{AX}=-\mathbf{B}$ 。

---

### ### 3. 矩阵定义 (DMI卡片)

nastran<br>\$ INPUT A<br>DMI,A,0,6,1,0,,4,4 \$ 定义实数矩阵A, 4x4, 对称带状存储<br>DMI,A,1,1,2.,-1. \$ 第1行：对角线2.0, 次对角线-1.0<br>DMI,A,2,1,-1.,2.,-1. \$ \$ 第2行：次对角线-1.0, 对角线2.0, 次对角线-1.0<br>DMI,A,3,2,-1.,2.,-1. \$ \$ 第3行：同上 (带状对称性)<br>DMI,A,4,3,-1.,2. \$ \$ 第4行：对角线2.0<br>\$ INPUT B<br>DMI,B,0,2,3,0,,4,2 \$ 定义复数矩阵B, 4x2<br>DMI B,1,4,1.,1. \$ \$ 第1行第4列：(1.0, 1.0)<br>DMI B,2,4,1.,0. \$ \$ 第2行第4列：(1.0, 0.0)<br>

- **目的**：直接定义刚度矩阵  $\mathbf{A}$  和载荷矩阵  $\mathbf{B}$ ，跳过有限元建模步骤。

- **关键参数**：

- 矩阵  $\mathbf{A}$ ：对称三对角矩阵 (类似一维杆/弹簧单元的刚度矩阵)。
- 矩阵  $\mathbf{B}$ ：复数载荷，可能用于复模态或频响分析。

---

### ### 4. 标题与注释

nastran<br>TITLE = EXAMPLE PROBLEM 1 \$ 问题标题<br>LABEL = STUDENT TEST \$ 用户标签<br>SUBTITLE = STEVE E. WALL \$ 子标题 (作者信息)<br>

- **目的**：提供模型描述和作者信息，便于文档管理。

---

### ### 总结

- **建模目的**：

此文件通过直接定义矩阵  $\mathbf{A}$  和  $\mathbf{B}$ ，演示如何使用DMAP自定义求解流程，而非传统有限元建模（无节点/单元）。适用于教学或验证数值算法。

- **与传统模型的区别**：

无GRID (节点)、CQUAD4 (单元) 或MAT1 (材料)，直接操作矩阵，类似数学实验而非物理结构分析。

- **典型应用**：

验证线性求解器、矩阵操作功能，或作为用户自定义分析的模板。

v10110.dat

以下是对该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解释，按关键部分分类说明：

---

### ### 1. 文件头与求解设置

- **ID/TITLE/SUBTI**：模型标识为"THICK-WALL CYLINDER"，副标题"INTERNAL PRESSURE"，表明这是一个厚壁圆筒受内压的静力学分析。

- **SOL 101**：采用线性静力学求解序列 (Static Analysis)。

- **SPC=1, LOAD=1**：引用ID=1的约束和载荷集。

| 文件名 | 模型解释                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | <p>- <b>DISP/OLOAD/ELSTRESS=ALL</b>：要求输出所有节点的位移、载荷和单元应力。</p> <p>---</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|     | <p>#### 2. 材料属性 (MAT1)</p> <pre>nastran&lt;br&gt;MAT1,1,3.E7,,0.,0.28,6.0E-6,0.&lt;br&gt;</pre> <p>- <b>MAT1</b>：定义线性各向同性材料。</p> <p>- <b>1</b>：材料ID。</p> <p>- <b>3.E7</b>：弹性模量（单位：psi，约207 GPa，典型钢材）。</p> <p>- <b>0.28</b>：泊松比。</p> <p>- <b>6.0E-6</b>：热膨胀系数（未使用，因无热载荷）。</p> <p>- 其余参数未指定（密度、阻尼等）。</p> <p>---</p>                                                                                                                         |
|     | <p>#### 3. 节点定义 (GRID)</p> <pre>nastran&lt;br&gt;GRID,1,,6.,0.,,23456&lt;br&gt;GRID,101,,6.,0.,.5,,23456&lt;br&gt;GRID,201,,6.,0.,1.,,23456&lt;br&gt;</pre> <p>- <b>GRID</b>：定义节点坐标。</p> <p>- <b>1, 101, 201</b>：节点ID。</p> <p>- <b>6., 0., z</b>：坐标（X=6英寸，Y=0，Z=0/0.5/1英寸），表明模型为<b>轴对称结构</b>（Y=0对称面）。</p> <p>- <b>23456</b>：约束代码（2-6固定，表示约束Y及旋转自由度，释放X/Z平移）。</p> <p>- <b>=,*1,=,*(.5),==</b>：参数化生成中间节点（如Z=0.5, 1.0等），简化输入。</p> <p>---</p> |
|     | <p>#### 4. 单元定义 (CTRIAX6)</p> <pre>nastran&lt;br&gt;CTRIAX6 1 1 1 2 3 103 203 102&lt;br&gt;</pre> <p>- <b>CTRIAX6</b>：6节点轴对称三角形单元（用于厚壁圆筒建模）。</p> <p>- <b>1</b>：单元ID。</p> <p>- <b>1</b>：材料ID（指向MAT1）。</p> <p>- <b>1,2,3</b>：角节点（主轮廓线）。</p> <p>- <b>103,203,102</b>：边中节点（用于二次单元，提高精度）。</p> <p>---</p>                                                                                                                                       |
|     | <p>#### 5. 载荷定义 (PLOADX1)</p> <pre>nastran&lt;br&gt;PLOADX1,1,7,10.,10.,1,201&lt;br&gt;</pre> <p>- <b>PLOADX1</b>：轴对称压力载荷。</p> <p>- <b>1</b>：载荷集ID（被LOAD=1引用）。</p> <p>- <b>7</b>：单元ID（可能表示加载区域）。</p> <p>- <b>10.,10.</b>：压力值（单位：psi，均匀分布）。</p> <p>- <b>1,201</b>：起始和结束节点（沿Z轴从节点1到201施加内压）。</p> <p>---</p>                                                                                                                                 |
|     | <p>#### 6. 建模目的与关键参数总结</p> <p>- <b>目的</b>：分析厚壁圆筒在内压作用下的应力/位移响应，利用轴对称特性简化模型。</p> <p>- <b>关键参数</b>：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 材料：高刚度钢材（E=30e6 psi）。</li> <li>- 网格：二次轴对称单元（CTRIAX6）提高计算精度。</li> <li>- 约束：对称面（Y=0）约束Y位移和旋转。</li> <li>- 载荷：10 psi内压沿轴向均匀分布。</li> </ul> <p>---</p>                                                                                                                                           |
|     | <p>#### 补充说明</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 文件中注释行（以\$开头）包含历史修改记录和未激活的旧单元（如CQUAD4）。</li> <li>- 参数化节点生成（=,*1,=,*(.5),==）用于快速创建等间距节点，减少手动输入。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|     | <p>此模型典型应用于压力容器、管道等结构的强度验证。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

**文件名****模型解释**

以下是对该MSC Nastran输入文件的详细解释，按关键部分分类说明其建模目的和参数含义：

---

### ### 1. 文件头与求解设置

- **SOL 103**：指定求解类型为正则模态分析 (Normal Modes)，用于计算结构的固有频率和振型。
- **METHOD = 1**：引用 **EIGR** 卡片 (ID=1) 定义的模态提取方法 (Givens法)。
- **TITLE/SUBTITLE**：模型描述，参考Hartog的《机械振动》文献，分析梁-质量结构的动力学特性。

---

### ### 2. 节点定义 (GRID)

- **GRID 1**：固定端 (约束所有自由度 **123456**)，位于坐标原点。
- **GRID 2**：位于X=0.5处 (未指定其他坐标默认为0)。
- **GRID 3**：位于X=1.0处，约束与GRID 1相同 (可能为另一固定端或对称约束)。

**建模目的**：定义梁结构的几何端点，形成一维梁模型 (沿X轴延伸)。

---

### ### 3. 单元定义

- **CBAR 1, 2**：
  - 连接节点1-2和2-3的梁单元 (类型CBAR)。
  - 属性引用 **PBAR 12**，方向向量默认沿节点连线，I1平面由节点1-3定义 (用于确定梁的局部坐标系)。
  - **PBAR 12**：
    - 梁截面属性：面积=1.0，I1=2.0 (绕局部Y轴惯性矩)，I2=1.0 (绕局部Z轴惯性矩)，J=1.25 (扭转常数)。
    - **CONM2 123**：
      - 在节点2上附加集中质量 (64.0单位)，并定义转动惯量 (I11=I22=I33=16.0)。
      - **CMASS2 1231**：
        - 在节点2的1自由度上调整质量 (-63.0)，与 **CONM2** 叠加后实现单位质量 (64 - 63 = 1)，可能用于模态归一化。

**建模目的**：构建带集中质量的悬臂梁模型，模拟质量-弹簧系统动力学行为。

---

### ### 4. 材料属性 (MAT1)

- **MAT1 21**：
  - 材料ID=21，弹性模量 (E) =1.0，泊松比未定义 (默认0.0)，密度未定义 (因质量通过 **CONM2** 直接定义)。

**关键点**：材料仅用于刚度计算，质量由集中质量单元显式定义。

---

### ### 5. 模态分析与广义坐标

- **EIGR 1**：
  - 使用Givens法提取前6阶模态，采用质量正交化 (**MASS** 选项)。
- **SPOINT/QSET1/ASET1**：
  - 定义标量点11-16，并将其设为广义坐标 (用于动态缩聚或后续扩展分析)。

**建模目的**：通过广义坐标简化模型，可能为后续子结构分析或动态缩聚做准备。

---

### ### 6. 输出与控制

- **DISPLACEMENT=ALL**：输出所有节点的位移结果。
- **PLOT** 指令：请求绘制模态变形图，标注节点和单元 (**LABEL BOTH**)。

---

### ### 总结

此模型构建了一个带集中质量的一维梁结构，通过正则模态分析计算其固有频率和振型。关键特点包括：

| 文件名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 模型解释                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>1. 显式集中质量 (<b>CONM2</b>) 与质量调整 (<b>CMASS2</b>) 实现单位质量控制。<br/>         2. 梁单元 (<b>CBAR</b>) 定义刚度，材料仅需弹性模量。<br/>         3. 使用标量点和广义坐标 (<b>QSET1</b>) 支持可能的模型缩聚或扩展分析。</p> |
| <b>应用场景</b> ：适用于验证梁的振动理论（如Hartog教材案例），或作为更复杂动力学分析的基础模型。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                            |
| <b>um54.dat</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 以下是该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解释，按功能模块分类说明：                                                                                                                                |
| <pre>---</pre> <h3>### 1. 文件头与控制段</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SOL 101</b>：指定线性静力分析（序列号101）。</li> <li>- <b>TIME 5</b>：设置最大CPU时间为5分钟。</li> <li>- <b>DIAG 8</b>：启用诊断输出（级别8）。</li> <li>- <b>OUTPUT4/MATPRN</b>：定义输出结果文件（位移UGI、刚度矩阵KJJZ）的存储格式和单元号。</li> <li>- <b>CEND</b>：标记控制段结束，后续为工况控制段。</li> </ul> <pre>---</pre> <h3>### 2. 工况控制段</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SPC=1</b>：引用边界条件集ID=1。</li> <li>- <b>DISP=ALL</b>：输出所有节点位移。</li> <li>- <b>LOAD=ALL</b>：输出所有载荷信息。</li> <li>- <b>LOAD=1</b>：引用载荷集ID=1。</li> </ul> <pre>---</pre> <h3>### 3. 模型定义 (BULK段)</h3> <h4>#### 节点 (GRID)</h4> <pre>nastran&lt;br&gt;GRID 1 0 0.0 0.0 0.0 0 3456&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>含义</b>：定义节点1，坐标系ID=0（全局坐标系），坐标(0,0,0)，边界代码3456（固定1-3方向平移，释放4-6方向旋转）。</li> <li>- <b>其他节点</b>：类似定义，形成三跨桁架几何（如节点2在(180,0,0)，节点3在(180,240,0)等）。</li> </ul> <h4>#### 单元 (CROD)</h4> <pre>nastran&lt;br&gt;CROD 1 1 1 2&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>含义</b>：定义杆单元1，属性ID=1，连接节点1和2。</li> <li>- <b>建模目的</b>：用于模拟桁架结构中的杆件，仅承受轴向力。</li> </ul> <h4>#### 材料属性 (MAT1)</h4> <pre>nastran&lt;br&gt;MAT1 1 30.0E3 1.0&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>含义</b>：材料ID=1，弹性模量30e3（单位与模型一致，如MPa），泊松比1.0（实际应为0.3，此处可能有误）。</li> <li>- <b>注意</b>：后续*<b>MAT1</b>行格式异常，可能是数据输入错误。</li> </ul> <h4>#### 截面属性 (PROD)</h4> <pre>nastran&lt;br&gt;PROD 1 1 7.97&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>含义</b>：截面属性ID=1，关联材料ID=1，截面积7.97（单位平方）。</li> </ul> <h4>#### 边界条件 (SPC)</h4> <pre>nastran&lt;br&gt;SPC 1 1 1 0.0 1 2 0.0&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>含义</b>：约束集ID=1，节点1的1-2方向(X,Y)位移=0，节点6的2方向(Y)位移=0。</li> <li>- <b>SPCD</b>：指定强制位移（如节点1的X方向位移1.0）。</li> </ul> <h4>#### 载荷定义</h4> <pre>nastran&lt;br&gt;FORCE 1 2 0 120.0 -1.0&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>含义</b>：集中力ID=1，作用在节点2，方向向量(0,120,-1)（Y和Z方向分量）。</li> <li>- <b>LOAD</b>：组合多个力为工况（如LOAD 10=1.0×FORCE 100）。</li> </ul> <h4>#### 坐标系 (CORD2R)</h4> <pre>nastran&lt;br&gt;CORD2R 3 0. 0. 0. 0. 0. 1. +CORD3&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>含义</b>：定义直角坐标系ID=3，原点(0,0,0)，Z轴方向(0,0,1)。</li> </ul> |                                                                                                                                                                            |

| 文件名         | 模型解释                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | <p>#### 全局设置 (GRDSET)</p> <pre>nastran&lt;br&gt;GRDSET 3&lt;br&gt;</pre> <p>- 含义：所有未指定自由度的节点默认继承坐标系ID=3的约束。</p> <p>---</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|             | <p>### 4. 建模目的</p> <p>- 结构类型：三跨平面桁架（由杆单元组成），几何对称，跨度540单位，高度240单位。</p> <p>- 分析目标：静力分析，考察在节点集中力（Y/Z方向）和强制位移下的响应（位移、应力、反力等）。</p> <p>- 关键参数：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 杆件截面积差异 (PROD 1-3) 模拟不同截面尺寸。</li> <li>- 节点6的Y向约束模拟简支边界条件。</li> <li>- 载荷包含多工况 (ID 10/20/30)，可能用于工况组合或对比。</li> </ul> <p>---</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|             | <p>### 注意事项</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 材料参数：泊松比1.0不合理（通常≤0.5），需确认输入是否正确。</li> <li>2. 单位一致性：需确保长度、力、材料参数单位统一（如mm-N-MPa或in-lb-psi）。</li> <li>3. 缺失信息：未定义密度，可能忽略重力或动态效应。</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|             | <p>此模型典型用于验证桁架结构在静载下的基本力学行为（如杆件轴力、节点位移）。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| v10305r.dat | <p>以下是该MSC Nastran输入文件的逐项解析，按建模目的和关键参数分类说明：</p> <p>---</p> <p>### 1. 分析类型设置</p> <p>- SOL 103</p> <p>表示进行模态分析 (Normal Modes Analysis)，用于计算结构的固有频率和振型。</p> <p>- METHOD = 2</p> <p>指定使用第2个EIGR卡定义的模态提取方法（此处为MGIV法，即改进的Givens法）。</p> <p>- EIGR 2 MGIV ...</p> <p>定义模态提取参数：提取前2阶模态，使用质量矩阵归一化 (MASS)。</p> <p>---</p> <p>### 2. 节点定义 (GRID)</p> <p>- GRID 10-40</p> <p>定义了4个节点，坐标依次为 (0,0,0) · (10,0,0) · (20,0,0) · (30,0,0)。</p> <p>建模目的：构建一条沿X轴方向的直线梁结构，节点间距10单位。</p> <p>---</p> <p>### 3. 单元定义 (注释中的CBEAM)</p> <p>- CBEAM 1-3</p> <p>（虽被注释但可推测）定义了3个梁单元：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 单元1连接节点10-20</li> <li>- 单元2连接节点20-30</li> <li>- 单元3连接节点30-40</li> </ul> <p>关键参数：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- PID=1 指向属性卡PBEAM 1，定义梁截面属性。</li> <li>- X1/X2/X3 为梁的轴向矢量方向（此处为Z轴 (0,0,1)）。</li> </ul> <p>---</p> <p>### 4. 材料属性 (MAT1)</p> <p>- MAT1 100</p> <p>定义线性各向同性材料：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 弹性模量 E=1e7</li> <li>- 泊松比 NU=0.3</li> </ul> |

| 文件名                      | 模型解释                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                          | <p>- 未定义密度 (<code>RHO</code>)，可能通过其他方式定义质量。</p> <p>---</p> <p>#### 5. 梁属性 (PBEAM)</p> <p>- <b>PBEAM 1</b><br/>定义非均匀梁截面属性：<br/>- <code>MID=100</code> 关联材料MAT1 100。<br/>- 截面参数包括面积 <code>A=0.31</code>、惯性矩 <code>I1=0.039 I2=0.0241</code>、扭转常数 <code>T=0.0631</code>。<br/>- <code>+PB1/+PB2</code> 继续定义截面偏移和变截面参数（如 <code>YESA</code> 表示允许变面积）。</p> <p>---</p>                                             |
|                          | <p>#### 6. 边界条件与载荷</p> <p>- <b>SPC 30 10 123456</b><br/>在节点10施加固定约束（约束全部6个自由度 <code>123456</code>）。</p> <p>- <b>FORCE 30 40 ...</b><br/>(注释中) 节点40施加Z向力 <code>100</code>，但实际未激活。</p> <p>- <b>CONM2 1 40 ...</b><br/>(注释中) 节点40附加集中质量 <code>1.0</code>。</p> <p>---</p>                                                                                                                                      |
|                          | <p>#### 7. 输出控制</p> <p>- <b>DISPLACEMENT = ALL</b><br/>输出所有节点的位移结果。</p> <p>- <b>OUTPUT(PLOT) 和 PLOT MODAL</b><br/>要求绘制模态振型，符号大小为2。</p> <p>---</p>                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                          | <p>#### 8. 其他关键参数</p> <p>- <b>PARAM GRDPNT 0</b><br/>关闭网格点权重生成，避免额外质量影响模态分析。</p> <p>- <b>AXES Y,X,Z</b><br/>定义坐标系显示顺序 (Y-X-Z，可能用于后处理视图)。</p> <p>---</p>                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                          | <p>#### 建模目的总结</p> <p>该模型是一个简支梁的模态分析案例，主要目标为：</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 计算梁结构的前两阶固有频率和振型。</li><li>2. 梁一端固定（节点10），另一端自由（节点40），中间通过3个梁单元离散化。</li><li>3. 材料刚度通过MAT1定义，截面属性通过PBEAM定义（含非均匀参数）。</li></ol>                                                                                                                                                                                     |
|                          | <p>注：部分卡片（如CBEAM FORCE）被注释，实际分析中可能未生效。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <code>d10102r.dat</code> | <p>以下是对该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解析，按关键部分分类说明：</p> <p>---</p> <p>#### 1. 文件基础信息</p> <p>- <b>RESTART</b>：声明从 <code>D10101D</code> 数据库重启分析，继承先前模型数据。</p> <p>- <b>ID</b>：模型标识为 <code>MSC, D10102R</code>。</p> <p>- <b>TIME 5</b>：设置最大CPU时间为5分钟。</p> <p>- <b>SOL 101</b>：采用线性静态分析 (Solution 101)。</p> <p>---</p> <p>#### 2. 分析标题与输出控制</p> <p>- <b>TITLE/SUBTITLE</b>：描述为“三面板桁架的静态分析”，包含多种单元类型（杆、梁等）的演示模型。</p> |

| 文件名 | 模型解释                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>ECHO=BOTH</b>：输出文件同时包含输入数据和处理后的数据。</li> <li>- <b>MPC/SPC</b>：定义多点约束(MPC)和单点约束(SPC)的ID为100和400。</li> </ul> <p>---</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|     | <h3>### 3. 集合定义 (SET)</h3> <p>通过<code>SET</code>定义节点/单元组，用于后续载荷和输出控制：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>示例</b>：<code>SET 500 = 1 THRU 9</code> 表示ID 1~9的单元属于集合500（ROD单元）。</li> <li>- <b>命名规则</b>：</li> <li>- <code>ESE</code> (Element Strain Energy) 开头的集合用于应变能输出。</li> <li>- <code>GPFDR</code> (Grid Point Force/Displacement Recovery) 开头的集合用于节点力/位移恢复。</li> </ul> <p>---</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|     | <h3>### 4. 载荷工况 (SUBCASE)</h3> <p>共6个子工况，分别对应不同模型 (A-F) 的加载：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>关键参数</b>：</li> <li>- <code>LABEL</code>：工况描述。</li> <li>- <code>LOAD</code>：引用载荷ID（如602）。</li> <li>- <code>ESE/DISP/GPFORCE</code>：分别控制应变能、位移、节点力的输出集合。</li> <li>- <b>示例</b>：</li> </ul> <pre>nastran&lt;br&gt; SUBCASE 2&lt;br&gt; LABEL = LOADING ON MODEL B&lt;br&gt; LOAD = 602&lt;br&gt; ESE = 510 ! 输出集合510的 单元应变能&lt;br&gt; GPFDR = 511 ! 输出集合511的节点力&lt;br&gt;</pre> <p>---</p>                                                                                                                                                                                    |
|     | <h3>### 5. 载荷与边界条件 (BULK DATA)</h3> <p>在<code>BEGIN BULK</code>后定义具体载荷：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>集中力</b>：</li> </ul> <pre>FORCE1 602 13 150. 12 13</pre> <p>表示在节点13施加150单位的力，方向由节点12指向13（局部坐标系）。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>力矩</b>：</li> </ul> <pre>MOMENT2 606 215 1000. 214 215 214 212</pre> <p>在节点215施加1000单位的力矩，基于向量（214→215）和方向（214→212）定义。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>强制位移</b>：</li> </ul> <pre>DEFORM 601 1 36.0</pre> <p>设置节点1在指定方向强制位移36单位。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>分布力</b>：</li> </ul> <pre>PLOAD1 605 66 MZ LE 90. 1000.</pre> <p>在单元66的MZ方向施加线性分布力，总值为1000，角度90度。</p> <p>---</p> |
|     | <h3>### 6. 建模目的与关键点</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>目的</b>：演示多种一维单元（ROD·BAR·BEAM等）在静态载荷下的响应，验证重启分析功能。</li> <li>- <b>关键参数</b>：</li> <li>- <b>单元类型</b>：通过集合区分不同单元（如TUBE·CONROD）。</li> <li>- <b>载荷多样性</b>：包含力、力矩、强制位移和分布力。</li> <li>- <b>输出控制</b>：精细化定义应变能、节点力等输出需求。</li> </ul> <p>---</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|     | <h3>### 总结</h3> <p>该文件是一个多工况静态分析模板，重点在于：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 通过<code>SET</code>灵活管理单元/节点组。</li> <li>2. 利用<code>SUBCASE</code>实现不同载荷组合的对比。</li> <li>3. 展示Nastran重启分析和复杂载荷（如分布力、力矩）的定义方法。</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

**文件名****模型解释**

以下是该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解释，按关键部分分类说明：

---

**### 1. 文件头与求解设置**

- **SOL 106**：非线性静态分析（区别于原注释中SOL 66的线性分析）。
- **TIME 60**：最大CPU时间限制为60分钟。
- **CEND**后指令：定义输出请求（位移、应力、节点力等），**SUPER=ALL**表示包含超单元数据。

---

**### 2. 节点定义 (GRID)**

- **GRID 1-6**：定义6个节点，格式为：  
**GRID ID 坐标系ID X Y Z 自由度约束**
- **示例**：**GRID 1 0 0.0 0.0 0.0 345**
- 节点1，全局坐标系(0)，坐标(0,0,0)，约束自由度345（即Z-RX-RY固定）。
- 节点5·6与节点3·4位置重合，用于定义间隙接触(CGAP)。

---

**### 3. 单元定义**

- **CBEAM 1-3**：3个梁单元，连接节点1→2→3→4，属性PBEAM 40。
- 参数：单元ID、属性ID、节点A、节点B、方向向量（0,1,0表示Y轴方向）。
- **CGAP 101-102**：间隙单元，模拟接触/分离行为：
- 连接节点5-3和节点6-4，属性PGAP 400，参考坐标系10。
- 用途：模拟梁与支撑间的接触（如“lift-off”现象）。

---

**### 4. 材料与属性**

- **MAT1 5**：线性各向同性材料
- 弹性模量29e6（单位与模型一致，如psi或Pa），泊松比0.3。
- **PBEAM 40**：梁截面属性
- 关联MAT1 5，截面面积83.3，惯性矩1000和334（抗弯刚度）。
- **PGAP 400**：间隙属性
- 初始间隙0，刚度2.9e8（高刚度模拟刚性接触）。

---

**### 5. 载荷与边界条件**

- **FORCE 5**：集中力
- 节点2施加40,000单位力(-Y方向)，节点4施加10,000单位力。
- **SPC1 10**：约束
- 节点1固定自由度12(X,Y)，节点5-6固定全部自由度(123456)。

---

**### 6. 非线性控制**

- **NLParm 5**：非线性求解参数
- 最大迭代10次，收敛方法为位移/能量(**ITER**)，打印详细输出(**PW=YES**)。

---

**### 7. 其他关键项**

- **CORD2R 10**：局部坐标系定义，用于CGAP方向。
- **LSEQ/CLOAD**：将静载荷序列与工况关联。

---

**### 建模目的**

该模型模拟带间隙的梁结构在集中力作用下的非线性响应（如接触分离）。通过CGAP单元捕捉梁与支撑的接触行为，结合非线性求

| 文件名 | 模型解释                                                                |
|-----|---------------------------------------------------------------------|
|     | 解器 (SOL 106) 分析力-位移关系。典型应用包括机械臂铰接、支撑结构 lift-off 验证等。                |
|     | 关键参数需注意：间隙刚度 (PGAP) 、材料弹性模量 (MAT1) 、以及梁截面惯性矩 (PBEAM) 直接影响结构刚度和接触行为。 |

| 文件名                                                   | 模型解释                                                                                          |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 以下是对该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解释，按功能模块分类说明建模目的和关键参数： |                                                                                               |
|                                                       | ---                                                                                           |
|                                                       | <b>### 1. 文件头与求解设置</b>                                                                        |
|                                                       | - <b>SOL 103</b> ：指定求解类型为 <b>模态分析</b> （Normal Modes Analysis）。                                |
|                                                       | - <b>METHOD=303</b> ：使用EIGR卡303定义的特征值提取方法（MGIV法，适用于大规模模态分析）。                                  |
|                                                       | - <b>SPC=102</b> ：引用ID=102的约束集（SPC1卡定义固定边）。                                                   |
|                                                       | - <b>DISP=ALL</b> ：输出所有节点的位移结果。                                                               |
|                                                       | ---                                                                                           |
|                                                       | <b>### 2. 节点定义 (GRID)</b>                                                                     |
|                                                       | - <b>GRID 1 到 GRID 11</b> ：定义节点坐标，部分节点省略的坐标默认为0。                                              |
|                                                       | - 示例： <b>GRID 5 2.0 3.0</b> → 节点5位于(2.0, 3.0, 0.0)。                                           |
|                                                       | - <b>建模目的</b> ：构建悬臂板（板+梁）的几何形状，节点分布显示为矩形板（XY平面）加两根延伸梁（Z方向）。                                   |
|                                                       | ---                                                                                           |
|                                                       | <b>### 3. 单元定义</b>                                                                            |
| d10370d.dat                                           | - <b>CQUAD4</b> ：4节点四边形壳单元，用于模拟平板。                                                            |
|                                                       | - 示例： <b>CQUAD4 11 21 1 2 5 4</b> → 单元11，属性PSHELL 21，连接节点1-2-5-4。                             |
|                                                       | - <b>CBEAM</b> ：梁单元，用于模拟悬臂延伸部分。                                                               |
|                                                       | - 示例： <b>CBEAM 15 15 7 10 1</b> → 单元15，属性PBEAM 15，连接节点7到10，方向向量节点1。                           |
|                                                       | ---                                                                                           |
|                                                       | <b>### 4. 材料与属性</b>                                                                           |
|                                                       | - <b>MAT1</b> ：定义材料属性。                                                                        |
|                                                       | - <b>MAT1 31 7.7e10 0.3 2.8e3</b> → 材料31：弹性模量7.7e10 Pa，泊松比0.3，密度2.8e3 kg/m <sup>3</sup> （铝材）。 |
|                                                       | - <b>MAT1 32</b> ：无质量梁的材料（仅刚度贡献）。                                                             |
|                                                       | - <b>PSHELL 21</b> ：壳属性，关联材料31，厚度0.05米。                                                       |
|                                                       | - <b>PBEAM 15</b> ：梁属性，关联材料32，截面积0.001 m <sup>2</sup> ，惯性矩0.0005 m <sup>4</sup> 。             |
|                                                       | ---                                                                                           |
|                                                       | <b>### 5. 边界条件</b>                                                                            |
|                                                       | - <b>SPC1 102 123456 1 2 3</b> ：约束节点1-2-3的全部自由度（1-6方向），模拟 <b>悬臂固定端</b> 。                      |
|                                                       | ---                                                                                           |
|                                                       | <b>### 6. 模态分析设置</b>                                                                          |
|                                                       | - <b>EIGR 303</b> ：MGIV特征值方法，提取频率范围上限1000 Hz。                                                 |
|                                                       | - <b>SPOINT/QSET1/ASET1</b> ：定义广义坐标（动态减缩用），将标量点101-112纳入Q集，确保A集至少包含一个点以形成O集。                  |
|                                                       | ---                                                                                           |
|                                                       | <b>### 7. 建模目的总结</b>                                                                          |
|                                                       | - <b>结构</b> ：悬臂板（壳单元）带两根梁（CBEAM），材料为铝。                                                        |
|                                                       | - <b>分析目标</b> ：计算结构的固有频率和模态（SOL 103），关注低频模态（限制1000 Hz内）。                                      |
|                                                       | - <b>关键参数</b> ：                                                                               |
|                                                       | - 壳厚度0.05米，梁截面属性较小（可能为加强筋）。                                                                   |
|                                                       | - 固定端约束模拟典型悬臂条件。                                                                              |
|                                                       | - 动态减缩设置（QSET/ASET）可能用于后续子结构分析。                                                               |
|                                                       | ---                                                                                           |
|                                                       | <b>### 备注</b>                                                                                 |
|                                                       | - 文件中的注释（\$开头）表明这是一个历史遗留的演示案例（DEMO），可能用于验证求解器功能或教学用途。                                         |
|                                                       | - 参数如 <b>diag 8,15</b> 用于调试输出，对模型无实质影响。                                                       |

**文件名** 4s.dat**模型解释**

以下是对该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解释，按关键部分分类说明：

---

### ### 1. 文件基本信息

- **SOL 101**：线性静力分析（原为SOL 62，后改为SOL 101，通过PARAM, ALTRED, YES实现等效）。

#### - 标题与用途：

- **TITLE = REINFORCED CYLINDRICAL SHELL**：模拟一个**加强圆柱壳结构**，用于多级超单元（**MULTILEVEL SUPERELEMENTS**）分析。

- 包含重力载荷（**ONE G GRAVITY LOAD**）和对称边界条件。

---

### ### 2. 节点定义 (GRID/EGRID/GRIDG)

- **GRID**：定义普通节点，格式为**GRID ID CP X Y Z CD**。

示例：**GRID 1 1 60. 30. 0. 1**

- 节点1，坐标系1，坐标(60,30,0)，输出坐标系1。

- **EGRID**：超单元外部节点（如节点7-8），用于连接不同超单元。

- **GRIDG**：生成节点组（如**FIELD1**字段定义节点4,3,4,10等），用于批量生成节点。

---

### ### 3. 单元定义 (CQUAD4)

- **CGEN QUAD4**：生成四边形壳单元。

示例：**CGEN QUAD4 1 10 1**

- 生成单元1到10，基于节点组1（如GRID1-4）。

- **PSHELL**：定义壳单元属性，关联材料。

示例：**PSHELL 10 10 1.0 10 10 10**

- 属性ID 10，材料ID 10，厚度1.0，中间层材料ID 10。

---

### ### 4. 材料属性 (MAT1)

- **MAT1**：线性各向同性材料。

示例：**MAT1 10 1.e7 0.3 0.1**

- 材料ID 10，弹性模量1e7，泊松比0.3，阻尼系数0.1。

#### - 参数：

- **WTMASS = .002588**：定义质量单位转换系数（用于重力载荷计算）。

---

### ### 5. 载荷与边界条件

- **GRAV**：施加重力载荷。

**GRAV 1000 0 386.4 -1.0**

- 载荷集ID 1000，方向沿Z轴负向 (-1.0)，加速度386.4（单位需结合**WTMASS**）。

- **SPC1**：约束对称边界条件。

示例：**SPC1 1000 246 1 30100**

- 约束集ID 1000，固定自由度246 (X,Y,Z平移)，作用于节点1,30100等。

---

### ### 6. 超单元与连接

- **EQUIV**：定义节点等效（如将节点2映射到节点100-104）。

- **SESET**：指定超单元ID范围（如**SESET 10 30001**将超单元10映射到30001）。

---

### ### 7. 其他关键参数

- **CONM2**：集中质量定义。

示例：**CONM2 301 3 10.**

- 质量ID 301，节点3，质量值10.0。

| 文件名         | 模型解释                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>PLOTEL</b>：定义绘图用线段（如显示单元轮廓）。</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|             | <p>---</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|             | <p><b>### 建模目的总结</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. <b>结构类型</b>：加强圆柱壳，可能用于航空航天或压力容器分析。</li><li>2. <b>分析类型</b>：静力分析（含重力载荷），支持多级超单元。</li><li>3. <b>关键特性</b>：<ul style="list-style-type: none"><li>- 对称边界条件（约束XY平面）。</li><li>- 壳单元（CQUAD4）与各向同性材料（MAT1）。</li><li>- 节点批量生成（GRIDG）和超单元连接（EQUIV）。</li></ul></li></ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|             | <p>通过此模型，可验证结构在重力下的静态响应，并利用超单元技术提高计算效率。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| d11111r.dat | <p>以下是对该MSC Nastran输入文件的详细解释，按关键部分分类说明：</p> <p>---</p> <p><b>### 1. 文件基本信息</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>ID MSC, D11111R</b>：模型标识，版本为V66。</li><li>- <b>SOL 111</b>：求解类型为模态频率响应分析（Modal Frequency Response）。</li><li>- <b>TITLE/SUBTITLE</b>：分析对象为“加强圆柱壳”，采用多级超单元技术，研究模态频率响应。</li></ul> <p>---</p> <p><b>### 2. 关键分析设置</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>RESTART</b>：从先前结果（D10911R）重启分析，节省计算时间。</li><li>- <b>METHOD = 1</b>：指定模态提取方法（如Lanczos法），用于重启。</li><li>- <b>SUBCASE</b>：定义多个分析子工况：</li><ul style="list-style-type: none"><li>- <b>Subcase 10</b>：超单元（SUPER = 101）分析，关注频率范围（SET 101 = 20,30 Hz）。</li><li>- <b>Subcase 11</b>：面板响应分析，输出单元应力（ELSTRESS）在特定频率（SET 11 = 240-440 Hz）。</li><li>- <b>Subcase 1001</b>：残余结构分析，输出位移（DISPL）、加速度（ACCEL）和模态响应（SACCEL）。</li></ul></ul> <p>---</p> <p><b>### 3. 载荷与边界条件</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>SPC = 1000</b>：约束定义在集合1000（未显示具体节点）。</li><li>- <b>DLOAD = 1</b>：动态载荷通过RLOAD1（ID=1）定义，关联频率表FREQ1和阻尼表TABDMP1。</li><li>- <b>LSEQ/FORCE</b>：将静态力（FORCE卡）转换为动态载荷序列，作用于节点10202（径向激励）。</li></ul> <p>---</p> <p><b>### 4. 材料与参数</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>PARAM WTMASS = .002588</b>：定义质量单位转换系数（重量到质量）。</li><li>- <b>TABDMP1</b>：临界阻尼比设置为2%（0.02），覆盖0-100 Hz范围。</li></ul> <p>---</p> <p><b>### 5. 输出控制</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>ELSTRESS/DISPL/ACCEL</b>：输出单元应力、节点位移和加速度（SORT2格式为频域结果）。</li><li>- <b>SET指令</b>：指定输出的节点/单元集合（如SET 2 = 1,6为面板中心和角点单元）。</li></ul> <p>---</p> <p><b>### 6. 建模目的</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>目标</b>：分析加强圆柱壳在径向激励下的频响特性，重点关注面板和残余结构的动态响应。</li><li>- <b>关键参数</b>：<ul style="list-style-type: none"><li>- 频率范围：10-440 Hz（低频模态+高频峰值响应）。</li><li>- 阻尼：2%临界阻尼，模拟实际结构耗能。</li><li>- 超单元技术：提升计算效率，适用于复杂装配体。</li></ul></li></ul> |

| 文件名         | 模型解释                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | <p>---</p> <p>#### 7. 未显示的BULK数据</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 文件中未包含具体的GRID（节点）、CQUAD4（四边形单元）、MAT1（材料）定义，可能位于引用的其他文件（如D10911R）中。典型参数需包括：</li> <li>- <b>GRID</b>：节点坐标和自由度。</li> <li>- <b>CQUAD4</b>：壳单元，需关联材料属性和厚度。</li> <li>- <b>MAT1</b>：弹性模量（E）、泊松比（NU）、密度（RHO）。</li> </ul> <p>---</p> <p>#### 总结</p> <p>该模型通过重叠和超单元技术，高效分析圆柱壳的频率响应，重点监控关键位置的应力和加速度，适用于航空航天或汽车结构的振动评估。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| v10603s.dat | <p>以下是该MSC Nastran输入文件的详细解释，按关键部分分类说明：</p> <p>---</p> <p>#### 1. 文件头与求解设置</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SOL 106</b>：表示进行非线性静态分析（序列106）。</li> <li>- <b>TIME 60</b>：设置最大CPU时间为60秒。</li> <li>- <b>CEND</b>以下：定义载荷工况和输出要求：</li> <li>- 3个子工况（SUBCASE 1/2/3），分别对应不同载荷（LOAD=10/20/30）和非线性参数（NLPARM=10/20/30）。</li> <li>- 输出所有位移（<b>DISPLACEMENT=ALL</b>）。</li> </ul> <p>---</p> <p>#### 2. 节点定义（GRID）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>GRID 1</b>：节点1，坐标(0,0,0)，约束全部自由度（<b>123456</b>表示固定所有平移和旋转）。</li> <li>- <b>GRID 2</b>：节点2，坐标(10,0,0)，约束部分自由度（<b>345</b>表示仅允许绕X/Y/Z轴旋转）。</li> </ul> <p>建模目的：定义悬臂梁的端点（节点1固定，节点2受载）。</p> <p>---</p> <p>#### 3. 单元定义（CBEAM）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>CBEAM 101 10 1 2 1. 1. 0.</b>：</li> <li>- 单元ID=101，属性PBEAM=10，连接节点1和2。</li> <li>- 方向向量(1,0)表示梁的局部坐标系方向。</li> </ul> <p>建模目的：创建悬臂梁的梁单元，连接两个节点。</p> <p>---</p> <p>#### 4. 材料与截面属性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>MAT1 10 10.+6 .3</b>：</li> <li>- 材料ID=10，弹性模量=1e7，泊松比=0.3。</li> <li>- <b>MATS1 10 PLASTIC 1.-5 ...</b>： <ul style="list-style-type: none"> <li>- 定义材料10的塑性行为，屈服应力=1e-5，硬化参数=1.0e4。</li> </ul> </li> <li>- <b>PBEAM 10 ...</b>： <ul style="list-style-type: none"> <li>- 梁截面属性ID=10，截面面积=0.1，惯性矩=8.333E-3（近似矩形截面）。</li> </ul> </li> </ul> <p>关键参数：材料包含弹塑性行为，梁截面为简单几何。</p> <p>---</p> <p>#### 5. 载荷与边界条件</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>FORCE 10 2 0 16. 0. -1. 0.</b>： <ul style="list-style-type: none"> <li>- 载荷ID=10，作用于节点2，Y方向力=-16（向下）。</li> <li>- 类似定义载荷20 (-24)、30 (-25)。</li> </ul> </li> </ul> |

| 文件名 | 模型解释 |
|-----|------|
|-----|------|

**建模目的：**模拟悬臂梁端部承受不同大小的垂直载荷。

---

### ### 6. 非线性控制 (NLPARM)

- **NLParm 10 1 AUTO 10 P :**
- 非线性参数ID=10，采用自动步长控制 (AUTO) ，最大迭代=10。
- **NLParm 20/30 :**
- 使用准牛顿法 (SEMIQN) ，更复杂的收敛控制 (如P表示自适应步长)。

**关键参数：**针对不同载荷工况设置不同的非线性求解策略。

---

### ### 7. 其他参数

- **PARAM,NLDISP,1 :**启用非线性位移输出。
- **BEGIN BULK :**标记批量数据段开始，包含所有模型实体。

---

### ### 模型目的总结

该文件模拟一个悬臂梁在端部塑性铰形成过程：

1. 几何：长度为10的梁，一端固定。
2. 材料：弹塑性材料，可能发生屈服。
3. 载荷：逐步增加载荷端部垂直力，观察非线性变形。
4. 分析：通过3个子工况逐步验证不同载荷下的塑性行为。

**关键点：**材料塑性、梁单元非线性变形、多载荷步控制。

hd10101.dat

以下是对该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解释，按功能模块分类说明建模目的和关键参数：

---

### ### 1. 文件头与注释

- **历史记录：**\$ DEC/CMS... 等注释行记录文件修改历史和作者信息。
- **系统标识：**NASTRAN SYSTEM(70) = -1 指定Nastran版本兼容性。
- **模型ID：**ID MSC, HD10101 定义模型名称。

---

### ### 2. 执行控制段 (Executive Control)

- **求解器设置：**
- **SOL 153 :**选择线性稳态热分析求解序列 (SOL 153专用于热分析)。
- **ANALYSIS = HEAT :**明确分析类型为热分析。
- **NLParm = 100 :**非线性迭代参数 (此处未显式定义，可能用于收敛控制)。
- **TIME 5 :**限制计算时间为5分钟。

---

### ### 3. 工况控制段 (Case Control)

- **输入/输出控制：**
- **ECHO = BOTH :**输出原始和排序后的Bulk Data。
- **MPC=200, LOAD=300, SPC=100 :**指定多点约束、载荷和约束集。
- **结果输出：**
- **THERMAL = ALL :**输出所有温度结果。
- **LOAD/SPCF/FLUX = ALL :**输出载荷、约束反力和热通量。
- **后处理绘图：**
- **PLOT**指令定义模型显示 (如节点/单元标签、温度云图等)，视图参数通过AXES和VIEW设置。

---

| 文件名                             | 模型解释                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>### 4. 批量数据段 (Bulk Data)</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                                 | <b>#### (1) 节点定义 (GRID)</b>                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                 | nastran<br>GRID 1 ! 节点1 (坐标原点)<br>GRID 2 .1 ! 节点2 (X=0.1, Y=0)<br>GRID 5 .1 ! 节点5 (X=0, Y=0.1)<br>...<br>- 用途：定义几何位置，用于构建单元和施加载荷/约束。<br>- 格式： <code>GRID ID, X, Y, Z</code> (未指定坐标默认为0)。                                                                             |
|                                 | <b>#### (2) 单元定义</b>                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                 | - <b>CQUAD4</b> (四边形壳单元)：<br>nastran<br> CQUAD4 30 200 1 2 6 5 ! 单元30, 属性PID=200, 连接节点1-2-6-5<br>- 用于二维热传导分析, 4个节点定义平面区域。<br>- <b>CROD</b> (杆单元)：<br>nastran<br> CROD 10 100 10 2 ! 单元10, 属性PID=100, 连接节点10-2<br>- 可能用于模拟热传导路径或结构支撑。                                 |
|                                 | <b>#### (3) 材料属性 (MAT4)</b>                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                 | nastran<br>MAT4 1000 200. ! 材料ID=1000, 导热系数k=200 W/(m·°C)<br>MAT4 3000 200. ! 材料ID=3000, 仅<br>定义导热系数<br>- <b>MAT4</b> ：定义各向同性热材料属性, 关键参数为导热系数 (k)。                                                                                                                   |
|                                 | <b>#### (4) 单元属性</b>                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                 | - <b>PSHELL</b> (壳属性)：<br>nastran<br> PSHELL 200 1000 .01 ! 属性ID=200, 材料ID=1000, 厚度=0.01m<br>- <b>PROD</b> (杆属性)：<br>nastran<br> PROD 100 1000 .001 ! 属性ID=100, 材料ID=1000, 截面积=0.001m <sup>2</sup><br>                                                               |
|                                 | <b>#### (5) 边界条件与载荷</b>                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                 | - <b>SPC</b> (约束)：<br>nastran<br> SPC 100 100 1 300. ! 节点100的1自由度 (温度) 固定为300°C<br>- <b>SLOAD</b> (热载荷)：<br>nastran<br> SLOAD 300 1 4. 2 8. ! 节点1热流4W, 节点2热流8W (载荷集300)<br>- <b>CONV</b> (对流边界)：<br>nastran<br> CONV 60 300 100 100 ! 单元60, 对流系数H=300, 环境温度100°C<br> |
|                                 | <b>#### (6) 其他关键卡片</b>                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                 | - <b>MPC</b> (多点约束)：<br>nastran<br> MPC 200 9 1 1. 5 1 -1. ! 节点9温度=节点5温度 (线性关系)<br>- <b>CHBDYP/PHBDY</b> ：定义热边界条件 (如辐射、对流)。                                                                                                                                          |
| ---                             |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>## 5. 建模目的</b>               |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                                 | - <b>问题类型</b> ：线性稳态热分析, 模拟结构在稳态热载荷下的温度分布和热流。<br>- <b>关键物理现象</b> ：<br>- 热传导 (通过CQUAD4/CROD单元)。<br>- 对流边界 (CONV卡片)。<br>- 集中热载荷 (SLOAD) 和固定温度 (SPC)。<br>- <b>应用场景</b> ：可能用于电子设备散热、管道热分析等工程问题。                                                                           |
| ---                             |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>## 6. 参数与单位</b>              |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                                 | - <b>单位制</b> ：隐含使用米 (m)、瓦特 (W)、摄氏度 (°C)。<br>- <b>参数默认值</b> ：如PARAM PDRMSG 1控制输出信息, MAT4未定义的密度默认为1.0。                                                                                                                                                                 |
| ---                             |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>## 总结</b>                    |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                                 | 该模型通过壳单元 (CQUAD4) 和杆单元 (CROD) 构建几何, 定义材料导热系数和对流边界, 施加固定温度和热流载荷, 最终求解稳态温度场。后处理指令生成模型和结果的可视化输出。                                                                                                                                                                        |

文件名 **7.dat**

**模型解释** 该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解释，按关键部分分类说明其建模目的和参数含义：

---

### ### 1. 文件头与求解控制

- **SOL 101**：选择线性静力分析（最常用的基础分析类型）。
- **TIME 5**：设置最大CPU运行时间为5分钟（防止计算超时）。
- **TITLE/SUBTITLE**：模型描述，用于标识问题（简单静不定结构示例）。
- **STRESS/DISP输出控制**：要求输出排序后的应力和位移结果，并写入PUNCH文件（供后续处理）。

### ### 2. 节点定义 (GRID)

```
nas<br>GRID 1 0. 0. 0. 123456<br>GRID 2 1. 1. 0. 123456<br>GRID 3 0. 1. 0. 345<br>
```

- **格式**：GRID ID, X, Y, Z, 边界条件码

- **含义**：定义3个节点坐标，其中：

- 节点1-2：固定所有自由度（123456表示约束全部6个平动/转动自由度）。
- 节点3：仅约束Z平动和X/Y转动（345），允许X/Y平动和Z转动。

- **建模目的**：构建一个L形平面框架的基础几何。

### ### 3. 单元定义 (CBEAM)

```
nas<br>CBEAM 1 1 1 3 2<br>CBEAM 2 1 3 2 1<br>
```

- **格式**：CBEAM ID, PID, GA, GB, 方向节点

- **含义**：定义两根梁单元：

- 单元1：连接节点1→3，方向由节点2定义（控制梁截面方位）。
- 单元2：连接节点3→2，方向由节点1定义。

- **关键点**：方向节点确保梁截面局部坐标系正确。

### ### 4. 梁属性 (PBEAM)

```
nas<br>PBEAM 1 1 1. 1.-4 1.-4 +PB1<br>+PB1 .1 .1 .1 .1 .1 .1 +PB2<br>+PB2 YESA 1.<br>
```

- **参数说明**：

- **PID=1**：属性ID，与CBEAM中的PID关联。
- **A=1.0**：截面积，**I1/I2=1E-4**：主惯性矩（假设为方形截面）。
- **+PB1/+PB2**：定义沿梁长度的截面尺寸（此处为等截面，高度/宽度=0.1）。
- **YESA**：启用剪切面积修正。

- **建模目的**：定义均质等截面梁的几何与力学特性。

### ### 5. 材料属性 (MAT1)

```
nas<br>MAT1 1 1.+7 .3<br>
```

- **格式**：MAT1 MID, E, NU

- **含义**：定义线性各向同性材料：

- 弹性模量 **E=1E7**（单位依模型而定，如Pa）。
- 泊松比 **NU=0.3**（典型金属材料值）。

### ### 6. 载荷与边界条件

```
nas<br>MOMENT 101 3 1000. 1.<br>
```

- **格式**：MOMENT SID, G, M, 方向向量

- **含义**：在节点3施加力矩：

- 大小 **1000**（单位依模型而定，如N-mm）。
- 方向向量 **(1., 0, 0)**，表示绕X轴旋转。

### ### 模型总结

| 文件名                                                  | 模型解释                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li><b>目的</b>：演示静不定梁结构在力矩载荷下的响应（位移/应力）。</li> <li><b>关键特征</b>：</li> <li>通过约束节点1/2和部分约束节点3实现静不定。</li> <li>使用梁单元模拟弯曲行为，输出应力验证理论解。</li> <li>简单示例常用于软件验证或教学。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 若有具体参数（如单位制）需进一步确认，建议检查模型上下文或单位系统约定。                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>v10102.dat</b> 以下是该MSC Nastran输入文件的关键内容解析及建模目的说明： |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                      | <pre>---</pre> <h3>### 1. 模型概述</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>分析类型</b>：稳态热传导分析（<code>SOL 153 + ANALYSIS = HEAT</code>）</li> <li><b>应用场景</b>：模拟冷却鳍片（Cooling Fin）的线性稳态热传递（参考书籍A.J. Chapman, Heat Transfer示例3.8）。</li> <li><b>关键特性</b>：包含对流边界条件、一维梁单元传热模型。</li> </ul> <pre>---</pre>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                      | <h3>### 2. 关键卡片解析</h3> <h4>#### (1) 节点定义 (GRID)</h4> <pre>nastran&lt;br&gt;GRID 1 0.0 GRID 2 0.25 GRID 3 0.50&lt;br&gt;GRID 4 0.75 GRID 5 1.0 GRID 10 1.0 123456&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>含义</b>：定义了6个节点，其中节点1~5位于x轴（坐标0.0~1.0），节点10可能用于梁单元方向定义（123456表示所有自由度激活）。</li> <li><b>目的</b>：构建鳍片的几何骨架，节点间距均匀（0.25单位间隔）。</li> </ul> <h4>#### (2) 单元定义 (CBEAM)</h4> <pre>nastran&lt;br&gt;CBEAM 1 10 1 2 10 CBEAM 2 10 2 3 10 ... (共4个梁单元)&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>含义</b>：使用CBEAM单元连接节点1-2 2-3等，属性ID为10，方向由节点10控制。</li> <li><b>目的</b>：将鳍片离散为4个一维梁单元，用于热传导分析。</li> </ul> <h4>#### (3) 材料属性 (MAT4)</h4> <pre>nastran&lt;br&gt;MAT4 20 132. MAT4 2000 1.6&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>MAT4 20</b>：导热系数132（单位依模型而定，如W/m·K）。</li> <li><b>MAT4 2000</b>：对流换热系数1.6（可能用于PCONV定义）。</li> <li><b>目的</b>：分别定义导热和对流材料参数。</li> </ul> <h4>#### (4) 梁单元属性 (PBEAM)</h4> <pre>nastran&lt;br&gt;PBEAM 10 20 .001365 1.48E-7 1.48E-7&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>属性ID 10</b>：关联材料MAT4 20，截面积0.001365，惯性矩1.48E-7。</li> <li><b>目的</b>：定义梁的截面特性，影响热传导的截面积和热惯量。</li> </ul> <h4>#### (5) 边界条件 (SPC)</h4> <pre>nastran&lt;br&gt;SPC 10 1 1 250. SPC 10 5000 1 70.&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>固定温度</b>：节点1温度为250°C（热端），节点5000（虚拟点）温度为70°C（环境参考）。</li> <li><b>目的</b>：设定鳍片根部高温和环境温度，驱动热传导。</li> </ul> <h4>#### (6) 对流条件 (CONV/CHBDYP/PCONV)</h4> <pre>nastran&lt;br&gt;CHBDYP 10 1000 LINE 1 2 3.141 1.414 1.732&lt;br&gt;PCONV 1000 2000&lt;br&gt;CONV 10 1000 5000 5000&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>CHBDYP</b>：定义梁单元1-2的对流边界，参数3.141/1.414/1.732可能与几何修正相关。</li> <li><b>PCONV/CONV</b>：将对流系数（MAT4 2000）应用于所有梁单元，环境温度指向节点5000（70°C）。</li> <li><b>目的</b>：模拟鳍片表面对空气的热交换。</li> </ul> <h4>#### (7) 控制参数 (NLTERM)</h4> <pre>nastran&lt;br&gt;NLTERM 100&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>用途</b>：非线性求解控制（尽管问题为线性稳态，可能保留默认迭代设置）。</li> </ul> <pre>---</pre> <h3>### 3. 建模目的总结</h3> |

| 文件名                    | 模型解释                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>问题本质</b>：一维稳态热传导，模拟鳍片从高温端（250°C）向低温环境（70°C）的散热过程。</li> <li>- <b>关键假设</b>：</li> <li>- 使用梁单元简化鳍片几何（长细比高）。</li> <li>- 线性材料、稳态条件（无瞬态效应）。</li> <li>- 均匀对流系数（1.6）沿鳍片表面。</li> <li>- <b>输出需求</b>：温度分布、热流密度（<code>THERMAL=ALL</code>和<code>FLUX=ALL</code>）。</li> </ul> <p>---</p> <h4>### 4. 注意事项</h4> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>单位一致性</b>：所有参数需统一单位制（如m °C ·W ·s）。</li> <li>- <b>默认值</b>：文件中提到部分参数（如密度<code>RHO=1</code>）使用默认值，需确认是否符合实际。</li> <li>- <b>历史注释</b>：文件头部的<code>DEC/CMS</code>注释表明这是一个从旧版本转换的模型（V68 → V10102）。</li> </ul> <p>如需进一步分析（如结果后处理或参数优化），可基于此文件扩展输出请求或修改边界条件。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <code>eli71.dat</code> | 以下是对该MSC Nastran输入文件（.dat）的详细解析，按功能模块分类说明其建模目的和关键参数：                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                        | <p>---</p> <h4>### 1. 文件头与注释</h4> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>ID MSC, eli71.dat</b>：声明文件格式和名称，版本信息（1999年创建，2003年修改）。</li> <li>- <b>多行\$注释</b>：记录历史修改记录，包括：</li> <li>- 版本迭代（V68 → V70.5等）、新增功能（如超弹性单元、大应变单元P-ELEMENT等）。</li> <li>- 用途说明：用于<b>单元类型验证（ELEMENT OMNIBUS CODE CHECK PROBLEM）</b>，测试不同单元（如CQUAD4 ·HEXA等）的力学行为。</li> </ul> <p>---</p> <h4>### 2. 分析控制段</h4> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>TIME 30</b>：设置最大CPU运行时间为30秒。</li> <li>- <b>SOL 101</b>：选择静力学分析（Linear Static）。</li> <li>- <b>CEND</b>：结束控制段，进入工况定义。</li> </ul> <p>---</p> <h4>### 3. 输出请求</h4> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>DISP=ALL</b>：输出所有节点的位移。</li> <li>- <b>STRESS (corner)=ALL</b>：输出所有单元的角点应力。</li> <li>- <b>ELFORCE=ALL</b>：输出单元内力。</li> <li>- <b>OLOAD=ALL</b>：输出外载荷向量。</li> <li>- <b>GPSTRESS=ALL</b>：输出高斯点应力。</li> <li>- <b>SET</b>指令：定义输出范围（如节点集10002、单元集10001等），限制输出数据量。</li> </ul> <p>---</p> <h4>### 4. 工况定义（SUBCASE）</h4> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SUBCASE 1</b>：静态载荷工况</li> <li>- <b>LOAD=1</b>：引用载荷集1。</li> <li>- <b>P2G=MATLOAD</b>：将材料载荷转换为全局载荷。</li> <li>- <b>K2GG=MATK</b>：使用材料刚度矩阵。</li> <li>- <b>SUBCASE 3</b>：温度载荷工况</li> <li>- <b>TEMP (LOAD)=2</b>：引用温度载荷集2。</li> <li>- <b>SUBCASE 4</b>：1D单元变形载荷</li> <li>- <b>DEFORM=4</b>：启用变形载荷，作用于特定单元集（如10000）。</li> </ul> <p>---</p> <h4>### 5. 关键建模参数</h4> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>节点与单元</b>（未直接显示但通过<code>include</code>引用）：</li> <li>- <b>GRID</b>：定义节点坐标（需在<code>eli71.blk</code>中查看具体数值）。</li> </ul> |

**文件名****模型解释**

- **CQUAD4** : 4节点四边形单元，常用于壳结构；需关联材料 (**MAT1**) 和属性（如厚度）。
  - **材料属性** (隐含在载荷中) :
  - **MAT1** : 线性各向同性材料，需定义弹性模量 (E)、泊松比 (NU)、密度 (RHO)。
  - **MAT8** (注释提及) : 各向异性材料，用于复合材料。
  - **载荷类型** :
  - 集中力、温度载荷 (**TEMP**)、变形载荷 (**DEFORM**)。
- 

**### 6. 其他关键指令**

- **ADAPT=150** : 自适应网格重划分迭代次数上限。
  - **OUTPUT (POST)** : 后处理输出设置，定义节点/单元集（如SET 101用于P-ELEMENTS）。
  - **include 'DEMOPDIR:eli71.blk'** : 引用外部文件，可能包含节点、单元、材料等具体数据。
- 

**### 建模目的总结**

此文件用于验证多种单元类型在静力、温度及变形载荷下的力学响应，重点测试：

1. 单元刚度矩阵的正确性。
2. 复杂载荷（如温度场）对结构的影响。
3. 不同输出选项（应力、位移、内力）的准确性。

通过分工况（静态、温度、变形）和多层次输出请求，全面检查单元库的可靠性。

**hd15301.dat**

以下是对该MSC Nastran输入文件的详细解释，按关键部分分类说明：

---

**### 1. 执行控制段 (Executive Control)**

- **SOL 153** : 指定使用非线性稳态热分析求解器。
  - **ANALYSIS = HEAT** : 声明分析类型为热分析。
  - **NLPARM = 100** : 定义非线性迭代参数（最大迭代次数、收敛容差等）。
  - **SPC=101, TEMP(INIT)=400** : 初始温度设为400°C，约束引用SPC集合101。
- 

**### 2. 工况控制段 (Case Control)**

- **MPC=200, LOAD=300** : 引用多点约束 (MPC) 和载荷集 (LOAD)。
  - **OUTPUT** : 请求输出温度分布 (THERMAL)、载荷 (OLOAD) 和约束反力 (SPCF)。
  - **PLOT** 指令 : 定义模型和结果的绘图设置（如视图角度、标签显示、温度云图等）。
- 

**### 3. 关键Bulk Data卡片解析****#### (1) 节点定义 (GRID)**

- **示例**: **GRID 1** 定义节点1，坐标为(0,0,0)；**GRID 2 .1** 定义节点2在X方向偏移0.1米。
- **用途**：构建几何基础，共10个节点，形成矩形区域和附加支撑结构（如节点9-10）。

**#### (2) 单元定义**

- **CQUAD4** : 4节点四边形单元（如**CQUAD4 30 200 1 2 6 5**），属性ID为200，连接节点1-2-6-5。
- **CROD** : 杆单元（如**CROD 10 100 10 2**），属性ID为100，连接节点10和2。
- **CHBDYP/CHBDYG** : 定义热边界条件（对流和辐射面），如**CHBDYG 200 AREA4 2000** 表示面2000上的4节点区域。

**#### (3) 材料与属性**

- **MAT4 1000 200.** : 定义材料ID 1000，热导率200 W/(m·°C)。
- **PSHELL 200 1000.01** : 壳属性ID 200，关联材料1000，厚度0.01米。
- **PROD 100 1000.001** : 杆属性ID 100，材料1000，截面积0.001 m<sup>2</sup>。

**#### (4) 边界条件与载荷**

- **SPC 101 100 1 300.** : 约束节点100的1自由度（温度）为300°C。

| 文件名        | 模型解释                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | <p>- <b>SLOAD 300</b> : 定义热载荷（如节点1和2的载荷值分别为4和8 W）。</p> <p>- <b>CONV 60 300 100 100</b> : 定义对流条件，引用PCONV 300（对流系数）和环境温度100°C。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|            | <p>#### (5) 辐射参数</p> <p>- <b>RADM 2000 .90</b> : 辐射面组2000的发射率0.9。</p> <p>- <b>RADMTX</b> : 定义辐射矩阵，所有辐射能量传递到空间（值为0表示无相互辐射）。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|            | <p>#### (6) 非线性控制</p> <p>- <b>PARAM MAXIT 8</b> : 最大迭代次数8次。</p> <p>- <b>PARAM EPSHT .0001</b> : 收敛容差0.0001。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|            | <p>---</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|            | <p>#### 4. 建模目的</p> <p>该模型用于<b>非线性稳态热分析</b>，模拟结构在热载荷（对流、辐射、固定温度边界）下的温度分布。关键特点包括：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 通过CQUAD4和CROD单元构建简单几何。</li> <li>- 使用MAT4定义材料热导率，PSHELL/PROD定义单元属性。</li> <li>- 结合对流(CONV) 和辐射(RADM) 边界条件。</li> <li>- 初始温度400°C，通过迭代求解稳态温度场。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|            | <p>---</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|            | <p>#### 5. 其他说明</p> <p>- <b>PLOTEL</b> : 辅助绘图单元，不影响计算结果。</p> <p>- <b>MPC 200</b> : 定义多点约束（如节点9和5的线性关系）。</p> <p>- <b>TEMPD 400 300.</b> : 全局初始温度300°C（覆盖局部设置）。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|            | <p>文件末尾的注释提示了部分参数的默认值（如辐射参数、密度等）。此模型可能用于验证热分析功能或演示辐射-对流耦合问题。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| v11501.dat | <p>以下是对该MSC Nastran输入文件的详细解释：</p> <p>---</p> <p>#### 1. 文件基本信息</p> <p>- <b>SOL 115</b> : 表示进行模态分析（Normal Modes Analysis）。</p> <p>- <b>TITLE/SUBTITLE</b> : 描述模型为“自由边界圆形板的模态分析”，参考书籍为Timoshenko和Young的《工程中的振动问题》。</p> <p>---</p> <p>#### 2. 关键参数设置</p> <p>- <b>PARAM, K6ROT, 0.0</b> : 禁用剪切刚度修正，保持旧版本计算结果一致性。</p> <p>- <b>PARAM, WTMASS, 0.002588</b> : 定义质量单位转换系数（用于英制单位）。</p> <p>- <b>METHOD=10</b> : 指定使用EIGR卡（ID=10）进行模态提取。</p> <p>- <b>HARMONICS=5</b> : 分析中考虑的谐波数（针对轴对称问题）。</p> <p>---</p> <p>#### 3. 坐标系定义</p> <p>- <b>CORD2C 10</b> : 定义柱坐标系（ID=10），原点在(0,0,0)，Z轴沿(0,0,10)方向。</p> <p>---</p> <p>#### 4. 节点定义（GRID）</p> <p>- <b>GRID 1</b> : 节点1，直角坐标系，坐标(0,0,0)，约束代码6（固定X/Y/Z平动）。</p> <p>- <b>GRID 2/3</b> : 节点2/3，位于柱坐标系10中，半径1.0，角度0°/30°，Z=0，约束代码6。</p> <p>- <b>批量生成</b> : * (2) 和 * (1.0) 表示批量生成节点（未完全展开）。</p> <p>---</p> <p>#### 5. 单元定义</p> <p>- <b>CTRIA3 101</b> : 三角形单元，材料ID 101，连接节点1-2-3。</p> |

---

| 文件名 | 模型解释 |
|-----|------|
|-----|------|

---

- **CQUAD4 111** : 四边形单元, 材料ID 101, 连接节点2-3-5-4 (批量生成未完全展开)。

---

#### ### 6. 材料与属性

- **PSHELL 101** : 壳属性, ID 101, 材料ID 102, 厚度0.1, 弯曲积分点102。

- **MAT1 102** : 线弹性材料, 弹性模量 $10^6$ , 泊松比0.3, 密度0.10。

---

#### ### 7. 轴对称与循环对称

- **CYSYM 12 ROT** : 定义旋转循环对称 (扇区数12)。

- **CYJOIN** : 指定循环对称的节点配对 (如扇区间边界节点连接)。

---

#### ### 8. 模态分析设置

- **EIGR 10** : 使用MGIV法 (修正Givens法) 提取模态, 输出前6阶模态, 包含质量矩阵。

---

#### ### 建模目的

此模型用于分析**自由边界圆形薄板**的固有频率和振型, 重点关注轴对称模态。通过循环对称简化计算, 壳单元 (CTRIA3/CQUAD4) 模拟薄板, 材料为线性弹性 (MAT1), 模态提取方法为经典MGIV法。

---

#### ### 关键参数总结

| 参数          | 含义            |
|-------------|---------------|
| PSHELL厚度0.1 | 薄板厚度          |
| 弹性模量 $10^6$ | 材料刚度          |
| 约束代码6       | 固定平动 (可能后续释放) |
| 谐波数5        | 针对圆周方向的模态阶数   |

---

| 文件名 | 模型解释 |
|-----|------|
|-----|------|

以下是该MSC Nastran输入文件的详细解释，按关键部分分类说明：

---

### ### 1. 文件头与求解控制

- **ID/TIME/SOL**：定义模型ID为V10112，计算时间5单位，采用线性静力分析（SOL 101）。
- **CEND段**：控制输出请求（位移、力、应力全部输出）。
- **SUBCASE**：定义4种工况：
  - **10**：温度载荷 ( $\Delta T=1^{\circ}\text{C}$ )，用于热膨胀系数分析。
  - **20**：面内载荷 ( $NX=12\text{psi}$ ,  $T=12^{\circ}\text{C}$ )，分析膜应力。
  - **30/40**：Hill失效准则分析，分别考虑温度变化 (-200°C) 和无温度变化时的失效载荷。

---

### ### 2. 节点与单元定义

- **GRID**：定义4个节点坐标：
  - 节点1-4构成一个1x1的正方形平面，边界条件通过第6字段控制（如123456表示节点1全约束）。
  - **CQUAD4 101**：4节点四边形单元，属性卡为101，连接节点1-4，用于模拟复合材料层压板。

---

### ### 3. 材料与属性

- **MAT8**：正交各向异性材料卡：
  - **E1=7.8e6, E2=2.6e6**：主方向弹性模量。
  - **NU12=0.25, G12=1.25e6**：泊松比和剪切模量。
  - **A1/A2**：热膨胀系数 (3.5e-6和11.4e-6)。
  - 强度参数：**XT/XC** (纵向拉压)、**YT/YC** (横向拉压)、**S** (剪切)。
- **PCOMP**：复合材料铺层定义：
  - 3层铺层：中层厚度10单位 (+90°方向)，上下层厚度1单位 (0°方向)。
  - 失效准则：**HILL** (Hill屈服准则)，参考温度0°C。

v10112.dat

---

### ### 4. 载荷与边界条件

- **TEMPD**：定义温度场：
  - 工况11 ( $1^{\circ}\text{C}$ )、工况31 (-200°C)。
  - **FORCE**：工况20施加节点力（节点2/3各0.5倍总载荷12psi，合计12psi）。

---

### ### 5. 建模目的

- **热-力耦合分析**：研究复合材料层压板在温度变化（热膨胀）和面内载荷下的响应。
- **失效评估**：通过Hill准则预测不同工况下的层压板失效（如内层失效载荷3400psi或5320psi）。

---

### ### 关键参数总结

| 参数                                     | 含义 | 示例值 |
|----------------------------------------|----|-----|
| ----- ----- -----                      |    |     |
| <b>E1/E2</b>   纵向/横向弹性模量   7.8e6/2.6e6 |    |     |
| <b>A1/A2</b>   热膨胀系数   3.5e-6          |    |     |
| <b>PCOMP</b>   铺层顺序与方向   [0°,90°,0°]   |    |     |
| <b>HILL</b>   各向异性失效准则   用于强度评估        |    |     |

此模型典型用于航空航天复合材料结构设计，验证热-机械载荷下的安全裕度。

| 文件名                                            | 模型解释                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 以下是对该MSC Nastran输入文件关键内容的解析，按模块分类说明其建模目的和核心参数： |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                                | ---                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                                | <p>#### 1. 文件头与基础设置</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>RESTART</b>：声明从D10111D数据库重启计算（用于续算场景）。</li> <li>- <b>SOL 103</b>：求解类型为<b>模态分析</b>（Normal Modes）。</li> <li>- <b>TITLE/SUBTITLE</b>：模型为多层超单元加固圆柱壳的模态分析，重启计算。</li> </ul>                                                                                                                                    |
|                                                | ---                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                                | <p>#### 2. 控制段 (CEND前)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SPC=1000</b>：引用ID=1000的约束集（后续需在BULK中定义）。</li> <li>- <b>DISPL/SPCFORCE=ALL</b>：输出所有节点的位移和约束反力。</li> <li>- <b>METHOD=1</b>：指定使用EIGR卡定义的模态提取方法（ID=1）。</li> <li>- <b>SUPER=ALL</b>：处理所有超单元（多层结构建模）。</li> <li>- <b>PLOT设置</b>：定义模态振型绘制参数（频率范围70-300Hz，缩放系数1.8）。</li> </ul>                                 |
|                                                | ---                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| d10311r-<br>ci.dat                             | <p>#### 3. 模态分析关键参数 (BULK段)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>EIGR卡</b>： <ul style="list-style-type: none"> <li>&lt;br&gt; EIGR 1 GIV 5 1.-9 +EIGR1&lt;br&gt; +EIGR1 MASS&lt;br&gt;</li> <li>- <b>GIV</b>：使用Givens法提取特征值。</li> <li>- <b>5</b>：提取前5阶模态。</li> <li>- <b>1.-9</b>：忽略频率低于1e-9 Hz的刚体模态。</li> <li>- <b>MASS</b>：基于质量矩阵归一化模态振型。</li> </ul> </li> </ul> |
|                                                | ---                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                                | <p>#### 4. 建模目的</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>结构类型</b>：加固圆柱壳（可能用于航空航天或压力容器）。</li> <li>- <b>分析方法</b>：利用<b>超单元技术</b>（SUPER=ALL）分层简化复杂模型，提高计算效率。</li> <li>- <b>输出需求</b>：获取前5阶固有频率及振型（70-300Hz范围内），用于评估动态特性。</li> </ul>                                                                                                                                        |
|                                                | ---                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                                | <p>#### 5. 未直接显示但需注意的内容</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>GRID/CQUAD4/MAT1</b>：虽未在片段中出现，但此类模型通常包含：</li> <li>- <b>GRID</b>：定义节点坐标。</li> <li>- <b>CQUAD4</b>：4节点壳单元模拟圆柱壳。</li> <li>- <b>MAT1</b>：各向同性材料参数（如弹性模量、密度）。</li> <li>- <b>SPC1/SPCD</b>：约束集1000的具体定义（如固支边界条件）。</li> </ul>                                                                               |
|                                                | ---                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                                | <p>#### 关键点总结</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>超单元分层建模</b>：适合大规模复杂结构。</li> <li>- <b>模态分析配置</b>：关注低频模态，避免刚体运动干扰。</li> <li>- <b>重启功能</b>：优化计算流程，节省时间。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                |
|                                                | 如需进一步分析，需补充节点、单元及材料的具体定义。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

---

v10903c.dat 以下是该MSC Nastran输入文件的逐项解析（按建模目的和关键参数分类说明）：

---

#### 1. 分析类型设置

```
nastran<br>SOL 109<br>TIME 5<br>
```

- **SOL 109**：指定瞬态响应分析（直接积分法）。
- **TIME 5**：设置最大CPU运行时间为5分钟。

| 文件名                                                                                                                                   | 模型解释 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ---                                                                                                                                   |      |
| ### 2. 节点定义 (GRID)                                                                                                                    |      |
| nastran<br>GRID 1 50. 1345<br>GRID 2 30. 1345<br>GRID 3 10. 1345<br>GRID 11 40. 123456<br>GRID 12 20. 123456<br>GRID 13 0. 123456<br> |      |
| - 功能：定义节点坐标和自由度。                                                                                                                      |      |
| - 参数说明：                                                                                                                               |      |
| - 第1列：节点ID (1, 2, 3, 11, 12, 13)。                                                                                                     |      |
| - 第3列：X坐标（单位需与模型一致）。                                                                                                                  |      |
| - 第4列：自由度代码：                                                                                                                          |      |
| - 1345 = 位移约束（固定Ux, Uz, Ry）。                                                                                                          |      |
| - 123456 = 完全自由（所有方向未约束）。                                                                                                             |      |
| ---                                                                                                                                   |      |
| ### 3. 单元定义 (CBAR)                                                                                                                    |      |
| nastran<br>CBAR 111 111 1 11 1.0<br>CBAR 212 111 2 12 1.0<br>CBAR 313 111 3 13 1.0<br>                                                |      |
| - 功能：创建梁单元（连接节点）。                                                                                                                     |      |
| - 参数说明：                                                                                                                               |      |
| - 第1列：单元ID (111, 212, 313)。                                                                                                           |      |
| - 第3-4列：连接的首尾节点（如1→11, 2→12, 3→13）。                                                                                                   |      |
| - 第5列：方向矢量（1.0表示默认X轴向）。                                                                                                               |      |
| ---                                                                                                                                   |      |
| ### 4. 材料与截面属性                                                                                                                        |      |
| nastran<br>MAT1 112 1.+7 .1<br>PBAR 111 112 1.+4 1.0<br>                                                                              |      |
| - MAT1 112：定义线性弹性材料。                                                                                                                  |      |
| - 1.+7：弹性模量（10^7单位，如Pa）。                                                                                                              |      |
| - .1：泊松比（0.1）。                                                                                                                        |      |
| - PBAR 111：定义梁截面属性。                                                                                                                   |      |
| - 1.+4：截面面积（10^4单位，如mm^2）。                                                                                                            |      |
| - 1.0：惯性矩（需结合单位制验证）。                                                                                                                  |      |
| ---                                                                                                                                   |      |
| ### 5. 载荷与时间步设置                                                                                                                       |      |
| nastran<br>DLOAD 2 1. 1. 3 1. 4<br>TLOAD2 3 5 0.1 1.1 1.0 90.<br>TLOAD2 4 6 46 0.1 1.1 1.0 90.                                        |      |
| <br>                                                                                                                                  |      |
| - DLOAD 2：组合载荷（包含TLOAD2 3和4）。                                                                                                         |      |
| - TLOAD2 3/4：瞬态载荷（正弦或阶跃形式）：                                                                                                           |      |
| - 0.1：延迟时间。                                                                                                                           |      |
| - 1.1：幅值系数。                                                                                                                           |      |
| - 90.：相位角（可能为简谐载荷）。                                                                                                                   |      |
| - DAREA 5/6：定义节点载荷幅值（如节点1-2-3的Y向载荷）。                                                                                                  |      |
| nastran<br>TSTEP, 3, 20, .10, 1,<br>, 20, .10, 1,<br>                                                                                 |      |
| - 时间步设置：                                                                                                                              |      |
| - 分2个阶段，每阶段20步，步长0.10秒。                                                                                                               |      |
| - 输出间隔1（每步输出结果）。                                                                                                                      |      |
| ---                                                                                                                                   |      |
| ### 6. 其他关键项                                                                                                                          |      |
| nastran<br>DELAY 46 2 2 0.9 3 2 0.9<br>                                                                                               |      |
| - DELAY 46：定义载荷延迟（节点2和3的Y向延迟系数0.9）。                                                                                                   |      |
| nastran<br>SET 14=1, 2, 3<br>DISP=14<br>                                                                                              |      |
| - SET 14：指定节点1/2/3为位移输出集合。                                                                                                            |      |

**文件名****模型解释**

---

**### 建模目的总结**

该模型模拟三根梁结构在瞬态载荷下的动态响应：

1. 梁单元通过CBAR连接固定端（节点1-3）与自由端（节点11-13）。
2. 施加组合瞬态载荷（含延迟和相位差），分析结构振动特性。
3. 输出关键节点的位移时间历程。

**单位制提示：**需确认模型单位统一（如长度-mm、力-N、时间-s）。

**d10360s.dat** 以下是该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解析，按关键部分分类说明：

---

**### 1. 文件头与求解设置**

- **ID/TITLE/SUBTITLE**：模型标识为D10360S，标题显示这是一个悬臂板动力学分析和组件模态的演示案例。
- **SOL 103**：采用模态分析（Component Mode Synthesis），用于计算结构固有频率和振型。
- **METHOD = 303**：使用BIGR卡定义的模态提取方法（MGIV法，即改进的Givens法）。
- **SUBCASE**：定义两个分析子工况：
- **子工况1**：输出整体系统（SE 10）的特征向量。
- **子工况2**：输出固定边界（SE 20）的特征向量。

---

**### 2. 节点定义 (GRID)**

- **GRID 1-11**：定义了11个节点，部分节点坐标示例：

- **GRID 1**：坐标原点 (0, 0, 0)。
- **GRID 2**：X方向偏移2.0单位 (2.0, 0, 0)。
- **GRID 4**：Y方向偏移3.0单位 (0, 3.0, 0)。

- **用途**：构建板 (CQUAD4) 和梁 (CBEAM) 的几何拓扑。

---

**### 3. 单元定义**

- **CQUAD4单元**（4节点四边形壳单元）：
- 例如 **CQUAD4 11 21 1 2 5 4**：
- 单元ID=11，属性ID=21 (PSHELL)，连接节点1→2→5→4。
- **建模目的**：模拟平板结构。
- **CBEAM单元**（梁单元）：
- 例如 **CBEAM 15 15 7 10 1**：
- 单元ID=15，属性ID=15 (PBEAM)，连接节点7→10，方向向量节点1。
- **用途**：可能用于模拟加强筋或附加结构。

---

**### 4. 材料与属性**

- **MAT1卡**（各向同性材料）：
- **MAT1,31,7.7E10,,0.3,2.8E3**：
- 材料ID=31，弹性模量 $7.7 \times 10^{10}$  Pa，泊松比0.3，密度 $2.8 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>（铝材）。
- **MAT1,32,7.7E10,,0.3**：
- 材料ID=32（无质量梁，仅刚度）。
- **PSHELL卡**（壳属性）：
- **PSHELL 21 31 0.05 31**：
- 属性ID=21，材料31，厚度0.05单位，无复合材料铺层。
- **PBEAM卡**（梁属性）：
- **PBEAM 15 32 0.001 0.0005 0.0005**：
- 属性ID=15，材料32，横截面积0.001，惯性矩0.0005。

---

**### 5. 边界条件与约束**

| 文件名         | 模型解释                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | <p>- <b>SPC1 102 123456 1,2,3 :</b><br/>           - 约束节点1·2·3的全部自由度（123456），模拟悬臂固定端。<br/>           - <b>SESET/SEQSET1</b>：定义超单元（Superelement）的节点集和广义坐标，用于组件模态综合。</p> <p>---</p> <p>### 6. 模态分析参数</p> <p>- <b>EIGR 303</b>：指定模态提取参数：<br/>           - 方法=MGIV（改进Givens法），提取前3阶模态（+EIG MASS表示基于质量矩阵）。</p> <p>---</p> <p>### 关键建模目的</p> <p>- <b>动力学分析</b>：通过模态分析（SOL 103）获取悬臂板的固有频率和振型。<br/>           - <b>组件模态综合</b>：使用超单元（SE 10/20）分离固定边界与自由边界，便于后续子结构分析。<br/>           - <b>材料简化</b>：梁单元采用无质量材料（仅贡献刚度），壳单元赋予铝材属性。</p> <p>---</p> <p>### 总结</p> <p>该模型是一个典型的悬臂板结构动力学分析案例，结合壳单元和梁单元，通过组件模态综合（CMS）方法高效计算模态特性，适用于航空航天或机械工程中的轻量化结构分析。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| d10312d.dat | 以下是该MSC Nastran输入文件的详细解析（按功能模块分类）：                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|             | <p>---</p> <p>### 1. 文件基本信息</p> <p>- <b>用途</b>：响应谱分析（SOL 103）的框架结构验证模型（RESPONSE SPECTRUM ANALYSIS）。<br/>           - <b>关键参数</b>：<br/>           - <b>METHOD = 12</b>：使用EIGR卡定义的模态提取方法（mGIV法）。<br/>           - <b>DLOAD = 3</b>：定义动态载荷工况ID为3。</p> <p>---</p> <p>### 2. 节点定义（GRID）</p> <p>- <b>建模目的</b>：定义框架结构的几何节点位置。<br/>           - <b>关键参数</b>：<br/>           - 节点1-6：位于Y=345平面，X坐标分别为168·336·504等（单位需根据实际确定，如英寸或毫米）。<br/>           - 节点7-8：位于原点（X/Y/Z=0），约束代码3456表示固定所有平移自由度（1-3）和旋转自由度（4-6）。<br/>           - 节点7额外用于支撑（SUPPORT 7 12）和质量点连接。</p> <p>---</p> <p>### 3. 单元定义（CBAR）</p> <p>- <b>建模目的</b>：用梁单元（CBAR）连接节点，构建框架结构。<br/>           - <b>关键参数</b>：<br/>           - 单元1-9：连接不同节点（如CBAR 1 1 7 1 4表示单元1，属性PID=1，连接节点7和1，方向向量由X1=4定义）。<br/>           - 方向向量（如4）控制梁的局部坐标系方向。</p> <p>---</p> <p>### 4. 材料与属性（MAT1/PBAR）</p> <p>- <b>MAT1</b>：<br/>           - 材料ID=1，弹性模量E=3e7（单位可能是psi或Pa），泊松比NU=0.33，密度RHO=7.35e-4。<br/>           - <b>PBAR</b>：<br/>           - 定义梁截面属性（如PID=1，面积A=17.06，惯性矩I1=476.1），不同PID对应不同截面尺寸。</p> <p>---</p> <p>### 5. 动态分析配置</p> |

| 文件名              | 模型解释                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  | <p>- <b>质量点 (CMASS2)</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 在节点7上附加集中质量 (1.5e6, 单位需与材料一致)。</li> </ul> <p>- <b>刚性单元 (RBE2)</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 将节点7与节点8通过刚性连接 (ID=40, 约束所有自由度CM=12)。</li> </ul> <p>- <b>广义坐标 (SPOINT/QSET1/ASET1)</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 定义1001-1015的广义自由度用于模态分析。</li> </ul> <p>---</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                  | <h3>### 6. 模态与响应谱分析</h3> <p>- <b>EIGR</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 使用mGIV法提取0-100Hz范围内的模态, 归一化方式为质量归一化 (<b>MASS</b>)。</li> </ul> <p>- <b>响应谱 (TABLED1/DTI)</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 定义单位谱 (TABLED1,10), 频率0-1000Hz对应幅值1.0 (用于调试)。</li> <li>- DTI卡将谱与阻尼比0.01关联 (<b>ZETA=.01</b>)。</li> </ul> <p>---</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|                  | <h3>### 7. 载荷与支撑</h3> <p>- <b>支撑 (SUPORT)</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 节点7约束自由度1和2 (<b>SUPPORT 7 12</b>)。</li> </ul> <p>- <b>动态载荷 (DLOAD)</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 工况3应用谱载荷 (方向1, TID=10)。</li> </ul> <p>---</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                  | <h3>### 8. 参数控制</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>PARAM, GRDPNT, 7</b> : 在节点7输出总质量矩阵。</li> <li>- <b>PARAM, SCRSPEC, 0</b> : 禁用谱缩放检查 (调试用途)。</li> </ul> <p>---</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                  | <h3>### 总结</h3> <p>该模型是一个<b>框架结构的响应谱分析验证案例</b>, 通过梁单元、集中质量和单位谱输入, 验证模态提取和动态响应计算的正确性。关键点包括：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 使用CBAR单元简化框架建模。</li> <li>- 通过CMASS2和RBE2模拟附加质量与刚性连接。</li> <li>- 采用单位谱简化调试 (实际工程需替换为真实谱数据)。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>prob7.dat</b> | <p>这个MSC Nastran输入文件是一个用于求解结构动力学问题的有限元模型, 主要涉及矩阵运算和特征值计算。以下是对关键部分的解释：</p> <p>---</p> <h3>### 1. 文件头与求解控制</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SOL 100</b> : 表示这是一个静力学分析 (但实际包含动力学内容, 可能用于教学目的)</li> <li>- <b>METHOD = 33</b> : 指定使用EIGR卡定义的特征值提取方法 (Givens法)</li> <li>- <b>TITLE/LABEL</b> : 作业描述和作者信息</li> </ul> <p>---</p> <h3>### 2. 矩阵定义 (DMI卡片)</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>目的</b> : 定义对称矩阵和向量, 用于后续特征值计算和复数运算。</li> <li>- <b>DMI, AL</b> : 定义6x1的下三角矩阵<b>AL</b> (实部), 数据为[-2., -2., 4.]。</li> <li>- <b>DMI, D</b> : 定义3x1对角矩阵<b>D</b>, 对角线值为[7., 1., 1.]。</li> <li>- <b>DMI, BR/BI</b> : 定义3x1向量<b>BR</b> (实部[1., 2., 3.]) 和<b>BI</b> (虚部[4., 5., 6.]), 组合成复数向量<b>BC</b>。</li> </ul> <p>---</p> <h3>### 3. 特征值提取 (EIGR卡片)</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>EIGR, 33, GIV</b> : 使用Givens方法提取特征值, <b>MASS</b> 表示基于质量矩阵归一化。</li> </ul> |

| 文件名                         | 模型解释                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |         |             |                             |                         |                             |                      |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------|----------------------|
|                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 目标：计算矩阵 <math>A</math>（由 <math>A_L</math> 和 <math>D</math> 组合生成）的特征值和模态。</li> </ul> <p>---</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |             |                             |                         |                             |                      |
|                             | <h3>### 4. 动态表 (DTI卡片)</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>DTI, FACTOR</math>：定义时间/频率相关的系数表，包含值 [30., 40., 50.]，可能用于后续复数运算的缩放因子。</li> </ul> <p>---</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |         |             |                             |                         |                             |                      |
|                             | <h3>### 5. DMAP模块 (用户自定义流程)</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>关键操作：</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 矩阵运算：通过 <math>TRNSP</math>、<math>ADD</math>、<math>SMPYAD</math> 等指令组合矩阵 <math>A</math>，并计算复数向量 <math>B_C</math> 的共轭转置乘积 <math>BCTRBC</math>。</li> <li>2. 特征值求解：<math>READ</math> 指令调用特征值求解器，输出特征值 (<math>LAMA</math>) 和模态 (<math>VECTOR</math>)。</li> <li>3. 复数处理：通过 <math>PARAM</math> 和 <math>ADD</math> 将实数向量 <math>B_R/B_I</math> 转换为复数形式 <math>BCTF</math>。</li> <li>4. 矩阵分解：<math>DECOMP</math> 对矩阵 <math>A</math> 进行 LU 分解，检查奇异性。</li> </ol> </li> </ul> <p>---</p>                                                                                                                                                                                                                                                                         |         |             |                             |                         |                             |                      |
|                             | <h3>### 6. 输出控制</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>MATPRN</math>：打印矩阵结果（如特征向量、复数向量）。</li> <li>- <math>MATPCH</math>：将结果输出到文件（单位 <math>OUT</math> 由系统自动分配）。</li> </ul> <p>---</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |             |                             |                         |                             |                      |
|                             | <h3>### 建模目的</h3> <p>这是一个教学示例，演示如何：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 通过直接矩阵输入 (DMI) 构建问题。</li> <li>2. 组合实部和虚部向量进行复数运算。</li> <li>3. 提取特征值和模态。</li> <li>4. 使用 DMAP 自定义求解流程（而非标准 Nastran 序列）。</li> </ol> <p>---</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |         |             |                             |                         |                             |                      |
|                             | <h3>### 关键参数总结</h3> <table border="1"> <tr> <td>  参数   含义  </td> </tr> <tr> <td> ----- ----- </td> </tr> <tr> <td>  <math>A_L, D</math>   定义对称矩阵 <math>A</math> 的组成部分  </td> </tr> <tr> <td>  <math>B_R, B_I</math>   复数向量的实部和虚部  </td> </tr> <tr> <td>  <math>METHOD=33</math>   Givens 法特征值提取  </td> </tr> <tr> <td>  <math>FACTOR</math>   动态表中的缩放系数  </td> </tr> </table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 参数   含义 | ----- ----- | $A_L, D$   定义对称矩阵 $A$ 的组成部分 | $B_R, B_I$   复数向量的实部和虚部 | $METHOD=33$   Givens 法特征值提取 | $FACTOR$   动态表中的缩放系数 |
| 参数   含义                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |             |                             |                         |                             |                      |
| ----- -----                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |             |                             |                         |                             |                      |
| $A_L, D$   定义对称矩阵 $A$ 的组成部分 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |             |                             |                         |                             |                      |
| $B_R, B_I$   复数向量的实部和虚部     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |             |                             |                         |                             |                      |
| $METHOD=33$   Givens 法特征值提取 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |             |                             |                         |                             |                      |
| $FACTOR$   动态表中的缩放系数        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |             |                             |                         |                             |                      |
|                             | <p>该模型未使用传统有限元网格（如 GRID/CQUAD4），而是直接操作矩阵，适合研究数值方法或简化问题。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |         |             |                             |                         |                             |                      |
| um533.dat                   | <p>以下是对该 MSC Nastran 输入文件 (.dat) 的解析，按关键部分分类说明其建模目的和参数含义：</p> <p>---</p> <h3>### 1. 文件头与执行控制段</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>ASSIGN OUTPUT2</math>：指定二进制输出文件路径，用于后处理。</li> <li>- <math>ID MSC, UM533</math>：模型标识符和版本信息。</li> <li>- <math>SOL 100</math>：线性静力学分析 (Static Analysis)。</li> <li>- <math>SUBCASE</math>：定义两个工况：</li> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>SUBCASE 1</math>：力载荷工况 (<math>LOAD=1</math>)，施加节点力。</li> <li>- <math>SUBCASE 2</math>：热分析工况 (<math>TEMP(LOAD)=100</math>)，参考温度 316.2K (通过 <math>TEMPD</math> 定义)。</li> </ul> <p>---</p> <h3>### 2. 节点定义 (GRID)</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>格式：</b> <math>GRID, ID, CP, X, Y, Z, CD, PS</math></li> <li>- <b>示例：</b> <math>GRID, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 3456</math></li> <li>- <math>ID=1</math>：节点编号；<math>CP=0</math>：坐标系 ID (0 为基本直角坐标系)；</li> </ul> </ul> |         |             |                             |                         |                             |                      |

| 文件名 | 模型解释                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | <p>- <code>X, Y, Z=(0, 0, 0)</code> : 坐标值；<code>PS=3456</code>：释放所有平动自由度（默认约束）。</p> <p>- <b>建模目的</b>：定义桁架结构的几何节点位置，共6个节点（如节点3坐标<code>(180, 240, 0)</code>）。</p> <p>---</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|     | <p><b>### 3. 单元定义</b></p> <p>- <b>CROD</b>（杆单元）：</p> <p>- <b>格式</b>：<code>CROD, EID, PID, GA, GB</code></p> <p>- <b>示例</b>：<code>CROD 1 1 1 2</code></p> <p>- <code>EID=1</code>：单元编号；<code>PID=1</code>：属性ID（关联<code>PROD</code>）；</p> <p>- <code>GA, GB=1, 2</code>：连接节点编号。</p> <p>- <b>CONROD</b>（直接定义属性的杆单元）：</p> <p>- <b>示例</b>：<code>CONROD, 8, 5, 6, 1, 21.16</code></p> <p>- 直接指定截面积<code>21.16</code>，跳过<code>PROD</code>属性卡。</p> <p>- <b>建模目的</b>：构建桁架结构，共9根杆单元（如单元1连接节点1-2）。</p> <p>---</p>                                                                                                                 |
|     | <p><b>### 4. 材料与属性</b></p> <p>- <b>MAT1</b>（各向同性材料）：</p> <p>- <b>格式</b>：<code>MAT1, MID, E, G, NU, RHO, A, TREF</code></p> <p>- <b>示例</b>：<code>MAT1, 1, 30.0E3, , , 1., 6.5-6, 5.37+2</code></p> <p>- <code>MID=1</code>：材料ID；<code>E=30.0E3</code>：弹性模量；</p> <p>- <code>RHO=1.</code>：密度；<code>A=6.5E-6</code>：热膨胀系数；<code>TREF=537</code>：参考温度。</p> <p>- <b>PROD</b>（杆单元属性）：</p> <p>- <b>格式</b>：<code>PROD, PID, MID, A</code></p> <p>- <b>示例</b>：<code>PROD 1 1 7.97</code></p> <p>- <code>PID=1</code>：属性ID；<code>MID=1</code>：关联材料；<code>A=7.97</code>：截面积。</p> <p>- <b>建模目的</b>：定义材料（钢）和杆单元截面属性。</p> <p>---</p> |
|     | <p><b>### 5. 载荷与边界条件</b></p> <p>- <b>FORCE</b>（集中力）：</p> <p>- <b>示例</b>：<code>FORCE 1 2 0 120.0E1 -1.0</code></p> <p>- 在节点2的Y方向（<code>-1.0</code>表示负Y轴）施加力1200单位。</p> <p>- <b>QVOL</b>（体积热生成）：</p> <p>- <b>示例</b>：<code>QVOL, 123, 1.E+2, , 1, THRU, 9</code></p> <p>- 对单元1到9施加热生成率<code>1.E+2</code>。</p> <p>- <b>SPC</b>（约束）：</p> <p>- <b>示例</b>：<code>SPC 1 1 1 0.0 1 2 0.0</code></p> <p>- 约束节点1的自由度1（UX）和节点2的自由度2（UY）为0。</p> <p>- <b>建模目的</b>：固定左侧节点（1和6），施加机械和热载荷。</p> <p>---</p>                                                                                                                                |
|     | <p><b>### 6. 其他关键卡片</b></p> <p>- <b>TEMPD</b>：定义温度场（<code>TEMPD, 100, 316.2</code>用于热分析）。</p> <p>- <b>PARAM,POST,0</b>：控制后处理输出级别。</p> <p>- <b>CORD2R</b>：定义局部坐标系（用于可能的载荷或结果转换）。</p> <p>---</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|     | <p><b>### 模型总结</b></p> <p>- <b>类型</b>：三面板桁架结构（标题<code>THREE-PANEL TRUSS</code>）。</p> <p>- <b>分析目标</b>：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>静力分析</b>：验证在机械载荷下的位移和应力。</li> <li>2. <b>热分析</b>：评估温度载荷对结构的影响。</li> </ol> <p>- <b>特点</b>：混合使用<code>CROD</code>和<code>CONROD</code>单元，结合材料热参数，支持多工况分析。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

通过此文件，Nastran将计算节点位移、单元内力/应力，并输出变形、支反力等结果。

| 文件名 | 模型解释                                   |
|-----|----------------------------------------|
|     | 以下是对该MSC Nastran输入文件关键内容的解析，按功能模块分类说明： |

---

### ### 1. 文件头与全局控制

- **RESTART**：声明从D10371R重启计算，使用数据库D10370D（用于增量分析）。
- **SOL 103**：求解类型为**模态分析**（Normal Modes）。
- **TITLE/SUBTITLE**：分析对象为**自由-自由边界条件的平板**，目标为**动态分析（固有模态）**。
- **METHOD=303**：指定使用EIGR卡303号定义的模态提取方法（后文改为GIVENS法）。

---

### ### 2. 关键参数设置

- **PARAM,zrocmas,yes**：启用零质量检查（防止因零质量导致的数值问题）。
- **PARAM,USETPRT,2**：打印详细的节点自由度集（USET）信息。
- **PARAM,EPPRT,1.-7**：抑制零比例奇异项的警告信息。

---

### ### 3. 边界条件与约束

- **SUPORT**卡：

SUPORT,5,12345,8,1

- 节点5约束T1旋转自由度（12345表示释放平移，8表示约束T1旋转）。
- 用于消除刚体模态（自由-自由结构需部分约束以避免奇异）。

d10372r.dat

---

### ### 4. 模态分析配置

- **EIGR**卡：

EIGR,303,GIV,,5,,,,,+EIG

- 使用**GIVENS法**（替代原MGIV法，避免数值问题）提取前5阶模态（5）。
- +EIG表示续行标志。

---

### ### 5. 其他说明

- **/delete,eigr**：删除父模型中已有的EIGR, 303定义（避免冲突）。
- **DIAG 8**：启用诊断输出级别8（调试用）。
- **ECHO=BOTH**：回显输入数据和生成的执行语句。

---

### ### 建模目的总结

该模型旨在分析**自由边界平板**的固有振动特性（模态频率与振型），通过以下关键设计：

1. **自由-自由边界**：通过SUPORT卡施加最小约束以消除刚体模态。
2. **数值稳定性**：改用GIVENS法并启用零质量检查。
3. **重启功能**：利用之前分析的数据库加速计算。

(注：实际节点、单元和材料属性未在提供的片段中定义，需检查完整文件中的GRID, CQUAD4, MAT1等卡片。)

| 文件名                                | 模型解释                                                                                                     |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 以下是该MSC Nastran输入文件的关键内容解析和建模目的说明： |                                                                                                          |
|                                    | ---                                                                                                      |
|                                    | <b>### 1. 文件基本信息</b>                                                                                     |
|                                    | - <b>SOL 111</b> ：表示进行 <b>模态频率响应分析</b> (Modal Frequency Response)，用于计算结构在频域内的动态响应。                       |
|                                    | - <b>RESTART</b> ：从之前的结果文件 ( <b>d10911r</b> ) 重启分析，节省计算时间。                                               |
|                                    | - <b>TITLE/SUBTITLE</b> ：模型为 <b>加强圆柱壳结构</b> ，采用 <b>多级超单元</b> 技术进行模态频率响应分析。                               |
|                                    | ---                                                                                                      |
|                                    | <b>### 2. 关键分析设置</b>                                                                                     |
|                                    | - <b>SUBCASE 10 &amp; 11</b> ：定义两个分析子工况：                                                                 |
|                                    | - <b>子工况10</b> ：选择超单元 ( <b>SUPER = 101</b> )，用于模态分析。                                                     |
|                                    | - <b>子工况11</b> ：分析壳体中心区域的径向激励响应，输出单元应力 ( <b>ELSTRESS</b> ) 和指定频率点的响应 ( <b>OFREQ</b> )。                   |
|                                    | - <b>SUBCASE 1001</b> ：分析残余结构的动态响应，输出位移 ( <b>DISPL</b> )、加速度 ( <b>ACCEL</b> ) 和约束力 ( <b>SPCFORCES</b> )。 |
|                                    | ---                                                                                                      |
|                                    | <b>### 3. 边界条件与载荷</b>                                                                                    |
|                                    | - <b>SPC = 1000</b> ：约束条件集ID为1000（具体约束未在BULK中显示）。                                                        |
|                                    | - <b>DLOAD = 1</b> ：动态载荷集，通过 <b>RLOAD1</b> 定义频域载荷：                                                       |
|                                    | - <b>RLOAD1 1 10202 1</b> ：在节点10202上施加动态载荷，参考 <b>DAREA</b> 和 <b>FREQ1</b> 。                              |
|                                    | - <b>FREQ1 1 200. 10.0 30</b> ：频率范围为10-200 Hz，30个步长。                                                     |
|                                    | - <b>阻尼设置</b> ： <b>TABDMP1</b> 定义临界阻尼比为2% (0.02)。                                                        |
|                                    | ---                                                                                                      |
|                                    | <b>### 4. 输出控制</b>                                                                                       |
| d11111r-<br>ci.dat                 | - <b>ELSTRESS</b> ：输出指定单元 ( <b>SET 2 = 1,6</b> ) 的应力。                                                    |
|                                    | - <b>DISPL/ACCEL</b> ：输出节点10202的位移和加速度。                                                                  |
|                                    | - <b>模态响应</b> ：输出前两阶对称模态 ( <b>SET 3 = 3,4</b> ) 的加速度 ( <b>SACCEL</b> )。                                  |
|                                    | ---                                                                                                      |
|                                    | <b>### 5. BULK数据段关键条目</b>                                                                                |
|                                    | - <b>LSEQ</b> ：将静态载荷（如重力）转换为动态载荷序列。                                                                      |
|                                    | - <b>FORCE</b> ：在节点10202上施加幅值为1.0的力。                                                                     |
|                                    | - <b>材料/单元未显式定义</b> ：可能在超单元或重启文件中已包含，需结合其他文件查看。                                                          |
|                                    | ---                                                                                                      |
|                                    | <b>### 建模目的总结</b>                                                                                        |
|                                    | 1. <b>动态响应分析</b> ：研究圆柱壳在径向激励下的频域响应（如振动峰值频率）。                                                             |
|                                    | 2. <b>超单元技术</b> ：通过多级超单元 ( <b>SUPER</b> ) 简化复杂结构的计算。                                                     |
|                                    | 3. <b>重启功能</b> ：利用已有结果提高计算效率。                                                                            |
|                                    | 4. <b>关键参数</b> ：                                                                                         |
|                                    | - 频率范围：10-200 Hz                                                                                         |
|                                    | - 阻尼比：2%                                                                                                 |
|                                    | - 关注节点：10202（载荷和响应输出点）                                                                                   |
|                                    | ---                                                                                                      |
|                                    | <b>### 注意事项</b>                                                                                          |
|                                    | - 文件中的 <b>\$/delete</b> 和注释表明对旧数据的清理，避免冲突。                                                               |
|                                    | - 材料属性 ( <b>MAT1</b> ) 和单元 (如 <b>CQUAD4</b> ) 未在截取部分显示，需参考完整文件或超单元定义。                                    |

如需进一步解释特定条目（如超单元或材料参数），请提供更多内容。

| 文件名                                                                                      | 模型解释                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 以下是对该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解析，按关键部分分类说明其建模目的和参数含义：                                   |                                                                                                                              |
| ---                                                                                      |                                                                                                                              |
| #### 1. 文件基础信息                                                                           |                                                                                                                              |
| - <b>头部注释</b> ：                                                                          | \$开头的行均为注释，记录文件历史版本信息（如1990年初始安装、2005年修改等），无实际计算意义。                                                                          |
| - <b>RESTART指令</b> ：                                                                     | RESTART \$ RESTART FROM D10370D<br>表示此分析为重启（Restart）计算，继承自先前作业D10370D的结果，用于节省时间或追加分析（如提取更多模态）。                               |
| ---                                                                                      |                                                                                                                              |
| #### 2. 分析控制段（CEND之前）                                                                    |                                                                                                                              |
| - <b>SOL 103</b> ：                                                                       | 指定求解类型为 <b>模态分析</b> （Normal Modes Analysis），用于计算结构固有频率和振型。                                                                   |
| - <b>TITLE/SUBTITLE</b> ：                                                                | 描述模型为 <b>悬臂板</b> （Cantilevered Plate）的 <b>动力学分析</b> ，目标为计算模态。                                                                |
| - <b>关键控制参数</b> ：                                                                        | - <b>SPC=102</b> ：引用边界条件集102（固定悬臂端）。<br>- <b>DISP=ALL</b> ：输出所有节点的位移结果。<br>- <b>METHOD=303</b> ：指定使用EIGR卡片（ID=303）定义的模态提取方法。 |
| ---                                                                                      |                                                                                                                              |
| #### 3. 模态提取设置（EIGR卡片）                                                                   |                                                                                                                              |
| d10371r.dat                                                                              | nastran<br>EIGR, 303, MGIV,, 1100.,,,, +EIG<br>+EIG MASS<br>                                                                 |
| - <b>MGIV方法</b> ：                                                                        | 采用修正的逆幂法（Modified Inverse Power Method）提取模态，适用于中小规模模型。                                                                       |
| - <b>1100.</b> ：                                                                         | 指定截止频率为1100 Hz，求解低于此值的模态。                                                                                                    |
| - <b>MASS</b> ：                                                                          | 表示模态结果按质量归一化（振型向量关于质量矩阵归一化）。                                                                                                 |
| ---                                                                                      |                                                                                                                              |
| #### 4. 其他关键指令                                                                           |                                                                                                                              |
| - <b>PARAM, PRPHIVZ, 0.01</b> ：                                                          | 控制模态结果输出精度，0.01表示相位角阈值（小于此值则视为纯实数振型）。                                                                                        |
| - <b>/delete,eigr</b> ：                                                                  | 删除父模型中同名的EIGR条目，避免重启时冲突。                                                                                                     |
| ---                                                                                      |                                                                                                                              |
| #### 5. 建模目的总结                                                                           |                                                                                                                              |
| - <b>目标</b> ：                                                                            | 对悬臂板进行 <b>模态分析</b> ，获取其固有频率和振型，可能用于后续动力学响应（如频响分析）或振动优化。                                                                      |
| - <b>关键特点</b> ：                                                                          | - 重启动（继承先前结果）。<br>- 使用动态缩减（Dynamic Reduction）加速计算（LABEL1提及）。<br>- 输出全部位移结果，便于后处理验证。                                          |
| ---                                                                                      |                                                                                                                              |
| #### 缺失内容说明                                                                              |                                                                                                                              |
| - 文件中未显式定义节点（GRID）、单元（如CQUAD4）和材料（MAT1），这些可能位于引用的父模型文件（D10370D）中。若需完整分析，需结合父文件查看几何和材料属性。 |                                                                                                                              |

**文件名 dr.dat****模型解释**

以下是对该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解释，按关键部分分类说明其建模目的和参数含义：

---

**### 1. 文件头与求解设置**

- **ID MSC, V103GDR**：模型标识，名称和版本号。
- **SOL 103**：求解类型为模态分析 (Normal Modes)。
- **TITLE/SUBTITLE**：描述模型为验证手册中的"20单元梁"问题，目标是计算前两阶模态并进行广义动态缩聚 (Gen. Dyn. Reduction)。
- **METHOD=1**：指定使用**EIGR**卡片 (ID=1) 定义的模态提取方法。
- **SPC=1002**：引用ID为1002的约束集。

---

**### 2. 节点定义 (GRID)**

- ```
nastran<br>GRID 10000 0.0 0.0 0.0 1246<br>
```
- **节点ID 10000**：位于坐标原点 (0.0, 0.0, 0.0)。
  - **1246**：节点自由度，表示约束1·2·4·6方向（即释放3·5方向的转动）。

---

**### 3. 单元定义 (CBAR)**

- ```
nastran<br>CBAR 101 100 10000 10001 0.0 0.0 1. 1<br>
```
- **单元ID 101**：类型为**CBAR**（简单梁单元）。
  - **属性ID 100**：引用**PBAR**定义的梁截面属性。
  - **节点连接**：从节点10000到10001（未完全显示，但通过**THRU**语法推断存在多个节点）。
  - **方向向量**：(0.0, 0.0, 1.0) 表示梁的轴向为Z轴。

---

**### 4. 材料属性 (MAT1)**

- ```
nastran<br>MAT1 1000 3.+7 .3 7.764-4<br>
```
- **材料ID 1000**：
  - 弹性模量 3.0E7（单位与模型一致，如Pa）。
  - 泊松比 0.3。
  - 密度 7.764E-4（单位与模型一致，如kg/m<sup>3</sup>）。

---

**### 5. 梁截面属性 (PBAR)**

- ```
nastran<br>PBAR 100 1000 0.31416 0.15708<br>
```
- **属性ID 100**：
  - 关联材料ID 1000。
  - 截面面积 0.31416。
  - 惯性矩 0.15708（可能为Iyy或Izz）。

---

**### 6. 模态分析设置 (EIGR)**

- ```
nastran<br>EIGR 1 GIV 100. +EIG1<br>+EIG1, MASS<br>
```
- **方法GIV**：使用Givens法提取模态。
  - **截止频率100 Hz**：计算频率低于100 Hz的模态。
  - **MASS**：基于质量矩阵的归一化。

---

**### 7. 动态缩聚与约束**

- **QSET1/SPOINT/ASET1**：定义广义动态缩聚的自由度（101到106的标量点）。
- **SPC 1002**：约束节点1002的3方向（Z向平移），节点10000的3方向（可能为冗余约束）。

---

| 文件名   | 模型解释  |
|-------|---|
| <hr/> |   |
|       | <p>### 关键建模目的</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>模态分析</b>：计算梁结构的前两阶固有频率和振型。</li> <li>2. <b>动态缩聚</b>：通过 <b>QSET1/ASET1</b> 缩减自由度，提升计算效率。</li> <li>3. <b>验证模型</b>：作为验证案例，测试软件对梁单元和模态分析的准确性。</li> </ol> <p>---</p> <p>### 注意事项</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 部分节点和单元通过 <b>* (1)</b> 和 <b>THRU</b> 语法批量生成（未完全展示）。</li> <li>- 单位系统需一致（如长度、力、密度），但文件中未明确，需参考上下文。</li> </ul>  |
|       | <p>通过此模型，可验证梁结构的低频动态特性，并为后续动态分析（如响应谱）提供基础模态数据。</p> <hr/> <p>这是一个典型的MSC Nastran瞬态响应分析输入文件，用于模拟火箭结构的直接时间积分动态响应。以下是关键部分的解释：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. 求解控制段：</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SOL 109</b>：选择瞬态响应分析（直接时间积分法）</li> <li>- <b>DLOAD=30</b>：指定动态载荷集</li> <li>- <b>TSTEP=20</b>：指定时间步长控制</li> </ul> </li> <li><b>2. 节点定义 (GRID) :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 定义了3个节点 (ID 1-3)，坐标显示为垂直排列的简单梁结构：</li> <li>- 节点1：(0,0,0)</li> <li>- 节点2：(0,70,0)</li> <li>- 节点3：(0,140,0)</li> <li>- 末位数字 <b>13456</b> 表示所有平移自由度激活</li> </ul> </li> <li><b>3. 单元定义：</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>CONROD</b>：简单杆单元（无需单独定义截面属性）</li> <li>- 101号单元连接节点1-2</li> <li>- 102号单元连接节点2-3</li> <li>- 材料ID=100，面积=1.0</li> </ul> </li> <li><b>v10901.dat</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>4. 材料属性 (MAT1) :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ID=100的线弹性材料：</li> <li>- 弹性模量E=1E4</li> <li>- 泊松比v=0.3</li> <li>- 密度=0.1</li> </ul> </li> <li><b>5. 载荷定义：</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>FORCE 33</b>：在节点1的X方向施加100单位集中力</li> <li>- <b>TLOAD1 30</b>：定义瞬态载荷（引用TABLED1 34的时间函数）</li> <li>- <b>TABLED1 34</b>：脉冲载荷时间历程（0-0.1s上升，1.0-1.1s下降）</li> </ul> </li> <li><b>6. 时间步控制 (TSTEP) :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 20号时间步定义：</li> <li>- 200个时间步</li> <li>- 步长0.0125秒</li> <li>- 输出间隔4步</li> </ul> </li> </ul> </li> </ol> <p><b>建模目的</b>：分析火箭结构在短时脉冲载荷作用下的瞬态动力响应，验证理论计算结果（引用Przemieniecki教材第340页的案例）。模型通过简单梁结构模拟火箭主体，采用直接积分法捕捉动态特性。</p> <hr/> <p><b>hd15903.dat</b> 以下是对该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解析，按关键部分分类说明其建模目的和参数含义：</p> <p>---</p> <p>### 1. 执行控制段 (Executive Control)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SOL 159</b>：选择非线性瞬态热分析求解序列（SOL 159专用于非线性瞬态传热问题）。</li> <li>- <b>TIME 10</b>：限制作业最大运行时间为10分钟。</li> <li>- <b>ANALYSIS = HEAT</b>：明确分析类型为热分析。</li> </ul> |

|     |      |
|-----|------|
| 文件名 | 模型解释 |
|-----|------|

---

### ### 2. 工况控制段 (Case Control)

- **TITLE/SUBTITLE** : 模型标题和副标题，描述问题类型（非线性瞬态热传导与非线性载荷）。
- **MPC=200, DLOAD=300** : 选择多点约束集 (MPC) 和动态载荷集 (DLOAD)。
- **NONLINEAR=900, TFL=902** : 指定非线性载荷集 (NOLIN1) 和传递函数集 (TF)。
- **TSTEPNL=500** : 定义瞬态分析参数 (45个时间步，每步1秒，输出频率1)。
- **IC=600** : 初始温度条件引用TEMPD卡600集。
- **THERMAL=ALL** : 输出所有温度相关结果。

---

### ### 3. 批量数据段 (Bulk Data)

#### #### (1) 节点定义 (GRID)

```
nas<br>GRID 1 0 0 0 # 节点1, 坐标(0,0,0)<br>GRID 2 0.1 0 0 # 节点2, 坐标(0.1,0,0)<br>...<br>GRID  
100 -0.05 0.05 0 # 节点100, 辅助节点<br>
```

- **用途**：定义几何模型的空间位置，单位：米 (m)。

#### #### (2) 单元定义

- **CROD** (杆单元) :

```
nas<br> CROD 10 100 10 2 # 单元10, 材料1000, 连接节点10和2<br>
```

- **CQUAD4** (四边形壳单元) :

```
nas<br> CQUAD4 30 200 1 2 6 5 # 单元30, 属性200, 节点1-2-6-5<br>
```

- **PLOTEL** (绘图辅助单元) :

```
nas<br> PLOTEL 70 5 9 # 仅用于可视化, 无计算意义<br>
```

#### #### (3) 材料与属性

- **MAT4** (热材料属性) :

```
nas<br> MAT4 1000 200. 2.426e6 # 材料1000: 导热系数200 W/m·°C, 热容2.426e6 J/m³·°C<br>
```

- **PROD/PSHELL** (截面属性) :

```
nas<br> PROD 100 1000 0.001 # 杆截面100: 面积0.001 m²<br> PSHELL 200 1000 0.01 # 壳属性200: 厚度0.01  
m<br>
```

#### #### (4) 边界条件与载荷

- **对流边界 (CHBDYP+CONV)** :

```
nas<br> CHBDYP 60 300 LINE 1 5 1. # 定义对流边界的几何<br> CONV 60 300 100 100 # 对流系数100  
W/m²·°C, 环境温度100°C<br>
```

- **辐射边界 (CHBDYG+RADM)** :

```
nas<br> CHBDYG 200 AREA4 2000 1 2 6 5 # 辐射面定义<br> RADM 2000 0.90 # 发射率0.90<br>
```

- **载荷 (SLOAD)** :

```
nas<br> SLOAD 300 1 4. # 节点1施加4 w热流<br>
```

#### #### (5) 非线性与瞬态控制

- **NOLIN1** (温度相关非线性载荷) :

```
nas<br> NOLIN1 900 1 1 1.0 # 节点1的载荷随温度变化(表9004定义)<br> TABLED1 9004 270.0 30.0 300.0  
0.0 # 温度-载荷关系表<br>
```

- **TSTEPNL** :

```
nas<br> TSTEPNL 500 45 1.0 1 # 45步, 每步1秒, 输出每步结果<br>
```

#### #### (6) 参数与辅助定义

- **PARAM** :

```
nas<br> PARAM TABS 273.15 # 绝对零度基准值(°C转K)<br> PARAM SIGMA 5.685E-8 # 斯特藩-玻尔兹曼常数<br>
```

---

### ### 4. 建模目的总结

- **问题类型**：非线性瞬态热传导分析，包含辐射、对流、温度相关非线性载荷。
- **关键特性**：
- 通过**CQUAD4**和**CROD**构建二维传热结构。
- 使用**MAT4**定义材料热属性，**PSHELL**定义壳厚度。

| 文件名 | 模型解释  |
|-----|---|
|     | <ul style="list-style-type: none"><li>- 通过<code>CHBDYP/CHBDYG</code>定义复杂边界条件（对流+辐射）。</li><li>- 利用<code>NOLINI</code>和<code>TABLED1</code>实现温度依赖的非线性载荷。</li><li>- 瞬态分析通过<code>TSTEPN1</code>控制时间步长和输出。</li></ul>           |
|     | ---   |
|     | <b>### 5. 注意事项</b>  |
|     | <ul style="list-style-type: none"><li>- 单位需一致 (<math>m \cdot W \cdot ^\circ C</math>)。</li><li>- 辐射分析依赖<code>PARAM</code>中的物理常数。</li><li>- 初始温度 (<code>TEMPD 600</code>) 和估计终温 (<code>TEMPD 400</code>) 用于加速收敛。</li></ul> |
|     | 此模型展示了MSC Nastran处理复杂非线性热问题的能力，适用于航天、电子设备散热等场景。   |

| 文件名               | 模型解释   |
|-------------------|--|
|                   | <p>这个输入文件是用于 MSC Nastran 的 DMAP (Direct Matrix Abstraction Program) 程序，目的是计算矩阵 Q 的 R 次幂 (R 由用户指定)。以下是关键内容的解释：</p> <p>---</p> <h4>### 1. 文件整体结构</h4> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>INIT 和 ID 行</b>：初始化 Nastran 运行环境和标识作业名称 (UM539)。</li> <li>- <b>DIAG 8</b>：设置矩阵跟踪选项。</li> <li>- <b>TIME 5</b>：设置最大运行时间为 5 分钟。</li> <li>- <b>SOL 100</b>：指定使用用户自定义的 DMAP 序列（而非标准求解序列）。</li> </ul> <p>---</p> <h4>### 2. DMAP 逻辑</h4> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>核心功能</b>：通过循环 (<b>REPT DOIT</b>) 和矩阵乘法 (<b>MPYAD</b>) 逐步计算矩阵 Q 的 R 次幂。</li> <li>- <b>输入矩阵 Q</b>：通过 <b>DMI</b> 卡定义（见后文）。</li> <li>- <b>参数 R</b>：用户通过 <b>PARAM, R, 4</b> 指定幂次（此处为 4 次幂）。</li> <li>- <b>循环控制</b>： <ul style="list-style-type: none"> <li>- 每次循环通过 <b>MPYAD</b> 计算 <math>Q \times Q</math>，结果暂存为 P。</li> <li>- 计数器 <b>RR</b> 递减，直到满足条件退出循环 (<b>COND STOP</b>)。</li> <li>- <b>错误处理</b>：检查 R 是否合法（如 <math>R \leq 1</math> 时报错 <b>ERROR1</b>）。</li> </ul> </li> </ul> <p>---</p> <h4>### 3. 矩阵 Q 的定义 (BULK 部分)</h4> <p><b>um539.dat</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>DMI, Q, ...</b> 卡：定义输入矩阵 Q 的维度和非零元素：</li> <li>- 矩阵大小为 <math>4 \times 4</math>，对称带状结构。</li> <li>- 非零值按行存储：</li> <li>- 第 1 行：<b>2.0, -1.0</b></li> <li>- 第 2 行：<b>-1.0, 2.0, -1.0</b></li> <li>- 第 3 行：<b>-1.0, 2.0, -1.0</b></li> <li>- 第 4 行：<b>-1.0, 2.0</b></li> <li>- 这是一个典型的刚度矩阵（如弹簧-质量系统或一维杆件有限元模型）。</li> </ul> <p>---</p> <h4>### 4. 关键参数</h4> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>PARAM, R, 4</b>：用户指定幂次 <math>R=4</math>，程序最终输出 <math>Q^4</math>。</li> <li>- <b>MATPRN</b>：打印输入矩阵 Q 和结果矩阵 P (<math>Q^R</math>)。</li> </ul> <p>---</p> <h4>### 5. 建模目的</h4> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>演示 DMAP 编程</b>：展示如何通过循环和矩阵操作实现自定义算法。</li> <li>- <b>数值验证</b>：可能用于验证矩阵幂次的数学性质或作为更复杂分析的前置步骤（如动力系统状态转移矩阵计算）。</li> </ul> <p>---</p> <h4>### 注意事项</h4> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 此文件 <b>未使用传统有限元模型</b>（如节点、单元、材料），而是纯矩阵运算。</li> <li>- 若需扩展为结构分析，需补充 <b>GRID CQUAD4 MAT1</b> 等卡片，并关联到矩阵 Q 的物理含义（如刚度矩阵）。</li> </ul> <p>如需进一步解释实际有限元模型的输入文件，请提供包含结构相关卡片的示例。</p> |
| <b>v10301.dat</b> | <p>这是一个用于模态分析的MSC Nastran输入文件 (.dat)，主要模拟<b>二自由度弹簧-质量系统的振动特性</b>。以下是关键内容的解析：</p> <p>---</p> <h4>### 1. 分析类型 (SOL)</h4> <pre>nastran&lt;br&gt;SOL 103&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SOL 103</b>：表示进行<b>模态分析</b>（实特征值分析），用于计算结构的固有频率和振型。</li> </ul>  |

---

|     |      |
|-----|------|
| 文件名 | 模型解释 |
|-----|------|

---

---

### ### 2. 节点定义 (GRID)

```
nastran<br>GRID 1 0 0.0 0.0 0.0 23456<br>GRID 2 0 10. 0.0 0.0 23456<br>GRID 3 0 20. 0.0 0.0  
123456<br>
```

- 定义了3个节点：

- 节点1：坐标 (0, 0, 0)，约束自由度23456（固定X以外的平移自由度）。

- 节点2：坐标 (10, 0, 0)，约束同上。

- 节点3：坐标 (20, 0, 0)，约束自由度123456（完全固定）。

- 建模目的：节点1和2为质量点位置，节点3为固定端。

---

### ### 3. 单元定义

#### #### (a) 杆单元 (CONROD)

```
nastran<br>CONROD 1 1 2 5 0.1<br>CONROD 2 2 3 5 0.1<br>
```

- 定义了两根杆单元（弹簧等效）：

- 单元1：连接节点1和2，材料ID=5，横截面积=0.1。

- 单元2：连接节点2和3，参数同上。

- 关键参数：横截面积 (0.1) 影响刚度，材料属性由MAT1定义。

#### #### (b) 集中质量单元 (CONM2)

```
nastran<br>CONM2 101 1 4.0<br>CONM2 102 2 1.0<br>
```

- 定义了两个集中质量：

- 质量101：附加到节点1，质量值=4.0。

- 质量102：附加到节点2，质量值=1.0。

- 建模目的：模拟系统中的两个自由度（质量点）。

---

### ### 4. 材料属性 (MAT1)

```
nastran<br>MAT1 5 1.E+5 .3<br>
```

- 材料ID=5：

- 弹性模量= $1 \times 10^5$ ，泊松比=0.3。

- 作用：用于计算杆单元 (CONROD) 的刚度。

---

### ### 5. 模态分析参数 (EIGR)

```
nastran<br>EIGR 10 INV 0.0 50. 4 +E1<br>+E1 MAX<br>
```

- 使用\*\*逆幂法 (INV) \*\*提取特征值：

- 频率范围：0~50 Hz。

- 提取前4阶模态。

- MAX：指定最大模态数。

- 目的：计算系统在0-50Hz内的前4阶固有频率和振型。

---

### ### 6. 输出控制

```
nastran<br>DISPLACEMENT=ALL<br>SPCFORCES=ALL<br>ESE=ALL<br>
```

- 输出所有节点的位移、约束反力和单元应变能。

---

### ### 模型总结

- 物理意义：模拟一个二自由度弹簧-质量系统（类似教科书中的振动问题），两个质量（4.0和1.0）通过弹簧（杆单元）连接，一端固定。

- 分析目标：计算系统的固有频率和振型，验证理论解（如Greenwood《动力学原理》中的例题）。

- 关键参数：

- 质量分布 (4.0和1.0)。

| 文件名        | 模型解释   |
|------------|--|
|            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 杆单元刚度（由面积0.1和弹性模量<math>1 \times 10^5</math>决定）。</li> <li>- 模态提取范围（0-50Hz）。</li> </ul>   |
| d10139.dat | 以下是对该MSC Nastran输入文件的详细解释，按关键部分分类说明：   |
|            | ---  |
|            | <h3>### 1. 文件头与求解设置</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SOL 101</b>：采用线性静力学分析（Solution 101）。</li> <li>- <b>TITLE/SUBTITLE</b>：模型为悬臂梁，包含四种不同单元类型的等效建模（8/20节点六面体、6/15节点五面体）。</li> <li>- <b>输出请求</b>：要求计算位移（DISPL=ALL）、应力（STRESS=ALL）和约束反力（SPCF=ALL）。</li> </ul>   |
|            | ---  |
|            | <h3>### 2. 节点定义（GRID）</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>格式</b>：<code>GRID ID X Y Z</code></li> <li>定义节点编号（ID）和坐标（X,Y,Z）。</li> <li>- <b>关键参数</b>：</li> <li>- 节点1-24：8节点六面体模型的节点，沿X轴（长度方向）分布，Y/Z方向尺寸为<math>0.4 \times 0.5</math>。</li> <li>- 节点101-168：20节点六面体模型，增加中间节点（如Y=0.2, Z=0.25）以实现二次单元。</li> <li>- 节点201-224和301-378：分别对应6节点和15节点五面体模型，后者包含更多中间节点。</li> </ul> |
|            | ---  |
|            | <h3>### 3. 单元定义</h3> <h4>#### (a) 六面体单元（CHEXA）</h4> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>格式</b>：<code>CHEXA EID PID G1 G2...G8</code>（8节点）或附加中间节点（20节点）。</li> <li>- <b>示例</b>：<br/> <code>CHEXA 1 8 1 2 3 4 5 6 7 8</code><br/>           表示单元1，属性PID=8，由节点1-8构成。         </li> <li>- <b>建模目的</b>：通过不同阶次的单元（线性/二次）对比分析悬臂梁的精度。</li> </ul>                                    |
|            | <h4>#### (b) 五面体单元（CPENTA）</h4> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>格式</b>：<code>CPENTA EID PID G1-G6</code>（6节点）或附加中间节点（15节点）。</li> <li>- <b>示例</b>：<br/> <code>CPENTA 201 8 203 204 208 202 201 205</code><br/>           表示单元201，属性PID=8，由6个角节点构成。         </li> </ul>  |
|            | ---  |
|            | <h3>### 4. 边界条件与载荷</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SPC1 100 123</b>：约束节点1-4（或101-108等）的1/2/3自由度（即X/Y/Z平移），模拟固支端。</li> <li>- <b>PLOAD4</b>：施加均布压力载荷。</li> <li>- <b>示例</b>：<br/> <code>PLOAD4 100 5 0.2 24 22 0 0 -1</code><br/>           表示在单元5的上表面（节点24-22方向）施加大小为-1.0的Z向压力（方向由节点顺序决定）。         </li> </ul>  |
|            | ---  |
|            | <h3>### 5. 材料与属性</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>MAT1 1 3.E7 0.3</b>：</li> <li>定义线性弹性材料（MAT1），弹性模量<math>3 \times 10^7</math>，泊松比0.3。</li> <li>- <b>PSOLID 8 1 0</b>：</li> <li>定义实体单元属性（PSOLID），PID=8，关联材料ID=1，无附加参数。</li> </ul>   |
|            | ---  |
|            | <h3>### 6. 全局设置</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>GRDSET 456</b>：</li> <li>默认约束自由度4/5/6（旋转自由度），但实际模型中未使用（因SPC1已显式约束平移自由度）。</li> </ul>   |

| 文件名        | 模型解释   |
|------------|--|
| ---        | ### 建模目的总结<br>该文件通过四种单元类型（8/20节点六面体、6/15节点五面体）对同一悬臂梁进行建模，旨在：<br>1. 对比单元性能：验证不同单元阶次（线性/二次）对计算精度的影响。<br>2. 验证等效性：四种模型几何和载荷一致，结果应趋近（高阶单元可能更精确）。<br>3. 典型静力学分析：计算悬臂梁在端部载荷下的位移和应力分布。<br><br>关键参数包括单元节点顺序（影响载荷方向）、材料刚度（MAT1）和固支约束（SPC1）。             |
| v10109.dat | 以下是该MSC Nastran输入文件的详细解释，按关键部分分类说明：  |
| ---        | ### 1. 文件头与求解设置<br>- ID/TITLE/SUBTITLE：模型标识为V10109，标题描述为“带偏置的斜坐标系中的梁”，参考Shigley的机械工程设计（第642页）。<br>- SOL 101：采用线性静力分析（标准结构分析）。<br>- LOAD=1：指定载荷工况1。<br>- SET 1 = 10,11：定义节点集（节点10和11），可能用于输出或后处理。   |
| ---        | ### 2. 坐标系定义<br>- CORD2R 100：定义右手笛卡尔坐标系（ID=100）：<br>- 原点：(5.0, 5.0, 0.0)<br>- X轴方向点：(5.0, 5.0, 5.0)<br>- XY平面方向点：(15.0, 15.0, 0.0)   |
| ---        | ### 3. 节点定义（GRID）<br>- GRID 1-4：在坐标系100中定义4个节点，沿X轴分布（Y=Z=0），约束自由度1345（固定除X平移外的所有自由度）。<br>- GRID 10：位于(2.0,10.0,0.0)，约束所有自由度（123456）。   |
| ---        | ### 4. 单元与属性<br>- CBAR 1-3：定义3个梁单元（类型1），连接节点1-2 2-3 3-4：<br>- 参数10指向PBAR属性卡。<br>- 续行中的2,0表示梁端偏置向量（沿Y轴偏移2单位）。<br>- PBAR 1：梁截面属性：<br>- 面积=0.0625，惯性矩= $3.255 \times 10^{-4}$ 。<br>- CELAS2 10/11：定义弹簧单元（刚度 $1 \times 10^4$ ），连接节点1-2和4-2，模拟弹性支撑。 |
| ---        | ### 5. 材料属性（MAT1）<br>- MAT1 1：线弹性材料：<br>- 弹性模量= $3 \times 10^7$ ，泊松比=0.33。   |
| ---        | ### 6. 载荷定义<br>- PLOAD1 1：在梁单元2（CBAR 2）上施加分布力：<br>- 类型=FYE（单元Y方向力），分布形式=FR（力总和）。<br>- 总力=600，沿单元长度均匀分布。  |
| ---        | ### 建模目的<br>该模型模拟一个斜坐标系中的梁结构，通过：   |

| 文件名        | 模型解释  |
|------------|---|
|            | <p>1. 偏置梁单元 (CBAR) 模拟实际几何偏移。<br/>     2. 弹簧单元 (CELAS2) 提供弹性边界条件。<br/>     3. 分布载荷验证梁在斜坐标系下的受力行为，参考机械设计理论。</p> <p>---</p> <p>### 关键参数总结</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>偏置量</b>：2.0 (CBAR续行参数)。</li> <li>- <b>约束</b>：节点1-4仅允许X向移动，节点10完全固定。</li> <li>- <b>载荷</b>：单元2承受600单位Y向合力。</li> </ul>  |
| demidx.dat | <p>以下是对MSC Nastran输入文件内容的解析，重点说明关键条目及其建模目的：</p> <p>---</p> <p>### 1. 文件头信息</p> <p>- DEMODIR LIBRARY DIRECTORY V2006<br/>     表示这是一个MSC Nastran V2006版本的示例模型库目录文件，记录了多个演示案例的索引（非实际模型数据）。</p> <p>---</p> <p>### 2. 模型条目结构</p> <p>每条记录格式为：<br/>     模型名称 ..... SOL 解法编号<br/>     ..... 模型描述</p> <p>- <b>示例</b>：<br/>     d10101d ..... SOL 101<br/>     ..... STATIC ANALYSIS OF A THREE PANEL TRUSS<br/>     - <b>d10101d</b>：模型名称（可能是文件编号）。<br/>     - <b>SOL 101</b>：使用Nastran的<b>线性静力学分析</b> (Static Analysis)。<br/>     - <b>描述</b>：三桁架结构的静力分析，目的是验证桁架在静载下的变形和应力。</p> <p>---</p> <p>### 3. 关键解法 (SOL) 类型</p> <p>- <b>SOL 101</b>：线性静力学分析（如d10101d\*v10108）。<br/>     - <b>典型应用</b>：桁架、梁、板的静力响应。<br/>     - <b>SOL 103</b>：模态分析（如d10306d\*v10301）。<br/>     - <b>典型应用</b>：计算结构固有频率和振型（如v10303轴的扭转振动）。<br/>     - <b>SOL 105</b>：屈曲分析（如v10501悬臂梁侧向屈曲）。<br/>     - <b>SOL 109</b>：瞬态响应分析（如v10901火箭动力学）。<br/>     - <b>SOL 153</b>：稳态热传导分析（如v15301s辐射换热）。</p> <p>---</p> <p>### 4. 典型模型示例</p> <p>#### (1) 静力学问题 (SOL 101)</p> <p>- <b>v10108</b>：板单元构成的悬臂梁<br/>     - <b>目的</b>：验证板单元（如CQUAD4）的弯曲应力和变形。<br/>     - <b>关键参数</b>：板厚、材料弹性模量 (MAT1)、边界条件（固支端）。<br/>     - <b>v10110</b>：厚壁圆筒<br/>     - <b>目的</b>：验证轴对称结构的应力分布（可能使用CTRIAG或CQUAD4单元）。</p> <p>#### (2) 动力学问题 (SOL 103)</p> <p>- <b>v10303</b>：带三个圆盘的轴扭转振动<br/>     - <b>目的</b>：计算轴的扭转模态频率，关键参数为转动惯量、剪切模量 (MAT1中的G)。</p> <p>#### (3) 热力学问题 (SOL 153)</p> <p>- <b>v15301s</b>：两面板间的辐射换热<br/>     - <b>目的</b>：验证热辐射边界条件，关键参数为发射率、斯蒂芬-玻尔兹曼常数。</p> |

| 文件名 | 模型解释   |
|-----|--|
| --  |  |
|     | <b>### 5. 未直接显示的建模关键条目</b><br>虽然文件中未包含具体节点/单元数据，但典型模型会涉及以下内容：<br>- <b>GRID</b> ：定义节点坐标（如 <b>GRID 1 0.0 1.0 0.0</b> ）。<br>- <b>CQUAD4/CTRIA3</b> ：四边形/三角形壳单元，需关联材料属性和厚度。<br>- <b>MAT1</b> ：线性各向同性材料，参数包括弹性模量（ <b>E</b> ）、泊松比（ <b>NU</b> ）、密度（ <b>RHO</b> ）。<br><b>nastran</b><br><b>MAT1, 1, 2.1E5, , 0.3, 7.8E-9 ; 钢材料, E=210GPa, ν=0.3, 密度=7.8e-9 ton/mm³</b><br> |
| --  |  |
|     | <b>### 6. 文件用途总结</b><br>此文件是 <b>Nastran示例库的索引</b> ，用于：<br>1. 提供不同分析类型（静力、模态、热等）的验证案例。<br>2. 帮助用户学习如何构建典型结构的输入文件（如桁架、板壳、热模型）。<br>3. 通过标准问题验证软件功能和用户模型的正确性。<br><br>如需具体模型的输入文件解析（如. <b>.dat</b> 中的 <b>GRID CQUAD4</b> 等），需提供实际数据部分。  |

| 文件名   | 模型解释         |    |    |       |       |               |              |                |            |                |              |                     |            |
|---|--------------|----|----|-------|-------|---------------|--------------|----------------|------------|----------------|--------------|---------------------|------------|
| 这个MSC Nastran输入文件描述了一个悬臂圆柱壳的轴对称分析模型，参考Grafton和Strome的AIAA论文（1963）。以下是关键内容的解析：   |              |    |    |       |       |               |              |                |            |                |              |                     |            |
| ---   |              |    |    |       |       |               |              |                |            |                |              |                     |            |
| <b>### 1. 模型基本信息</b>  |              |    |    |       |       |               |              |                |            |                |              |                     |            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SOL 101</b>：表示进行线性静力分析。</li> <li>- <b>AXISYMMETRIC = COSINE</b>：声明模型为轴对称（采用余弦展开）。</li> <li>- <b>LOAD = 10, FORCE = ALL, STRESS = ALL</b>：输出所有载荷、力和应力结果。</li> </ul>  |              |    |    |       |       |               |              |                |            |                |              |                     |            |
| ---   |              |    |    |       |       |               |              |                |            |                |              |                     |            |
| <b>### 2. 材料与属性</b>   |              |    |    |       |       |               |              |                |            |                |              |                     |            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>MAT1,1,1.0+7,,0.3</b></li> </ul> <p>定义材料：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 材料ID=1，弹性模量=<math>1.0 \times 10^7</math>（单位取决于输入文件约定，通常为Pa或psi），泊松比=0.3。</li> </ul>  |              |    |    |       |       |               |              |                |            |                |              |                     |            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>PCONEAX,1,1,0.01,1,8.33-8</b></li> </ul> <p>定义轴对称壳属性：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 属性ID=1，关联材料ID=1，厚度=0.01（单位同上），可能包含弯曲刚度系数（<math>8.33 \times 10^{-8}</math>）。</li> </ul>   |              |    |    |       |       |               |              |                |            |                |              |                     |            |
| ---   |              |    |    |       |       |               |              |                |            |                |              |                     |            |
| <b>### 3. 几何建模（轴对称）</b>   |              |    |    |       |       |               |              |                |            |                |              |                     |            |
| <p>模型通过<b>RINGAX</b>和<b>CCONEAX</b>定义轴对称几何：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>RINGAX</b>：定义环形节点（半径和Z坐标）：</li> <li>- 例如 <b>RINGAX, 1000, , 5.0, 0.0</b> 表示节点1000位于半径5.0 · Z=0.0处。</li> <li>- 节点1000-1009沿轴向（Z方向）分布，间距从0.0到6.0，模拟圆柱壳长度。</li> </ul>  |              |    |    |       |       |               |              |                |            |                |              |                     |            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>CCONEAX,101,1,1000,1001</b>：</li> </ul> <p>定义圆锥/圆柱单元，连接节点1000和1001，属性ID=1（壳属性）。</p>   |              |    |    |       |       |               |              |                |            |                |              |                     |            |
| ---   |              |    |    |       |       |               |              |                |            |                |              |                     |            |
| <b>### 4. 边界条件与载荷</b>   |              |    |    |       |       |               |              |                |            |                |              |                     |            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>悬臂约束</b>：</li> </ul> <p>未显式显示，但标题表明是悬臂模型，通常约束一端（如Z=0.0处的节点）所有自由度。</p>   |              |    |    |       |       |               |              |                |            |                |              |                     |            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>FORCEAX,10,1009,0,1.0,31.416</b>：</li> </ul> <p>在节点1009（Z=6.0端）施加轴对称载荷：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 载荷ID=10，大小=31.416（可能是总力或分布力幅值）。</li> </ul>   |              |    |    |       |       |               |              |                |            |                |              |                     |            |
| ---   |              |    |    |       |       |               |              |                |            |                |              |                     |            |
| <b>### 5. 建模目的</b>  |              |    |    |       |       |               |              |                |            |                |              |                     |            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>验证圆柱壳的静力响应</b>：分析悬臂圆柱壳在端部载荷下的应力、位移，与文献结果对比。</li> <li>- <b>轴对称简化</b>：利用对称性降低计算量，仅需建模截面（通过<b>RINGAX</b>定义关键节点）。</li> </ul>  |              |    |    |       |       |               |              |                |            |                |              |                     |            |
| ---   |              |    |    |       |       |               |              |                |            |                |              |                     |            |
| <b>### 关键参数总结</b>   |              |    |    |       |       |               |              |                |            |                |              |                     |            |
| <table border="1"> <tr> <td>参数</td> <td>含义</td> </tr> <tr> <td>-----</td> <td>-----</td> </tr> <tr> <td>  <b>RINGAX</b>  </td> <td>定义轴对称几何的环形节点  </td> </tr> <tr> <td>  <b>PCONEAX</b>  </td> <td>壳属性（厚度、材料）  </td> </tr> <tr> <td>  <b>FORCEAX</b>  </td> <td>轴对称载荷（幅值、位置）  </td> </tr> <tr> <td>  <b>AXISYMMETRIC</b>  </td> <td>简化模型为轴对称问题  </td> </tr> </table> |              | 参数 | 含义 | ----- | ----- | <b>RINGAX</b> | 定义轴对称几何的环形节点 | <b>PCONEAX</b> | 壳属性（厚度、材料） | <b>FORCEAX</b> | 轴对称载荷（幅值、位置） | <b>AXISYMMETRIC</b> | 简化模型为轴对称问题 |
| 参数  | 含义           |    |    |       |       |               |              |                |            |                |              |                     |            |
| -----   | -----        |    |    |       |       |               |              |                |            |                |              |                     |            |
| <b>RINGAX</b>   | 定义轴对称几何的环形节点 |    |    |       |       |               |              |                |            |                |              |                     |            |
| <b>PCONEAX</b>  | 壳属性（厚度、材料）   |    |    |       |       |               |              |                |            |                |              |                     |            |
| <b>FORCEAX</b>  | 轴对称载荷（幅值、位置） |    |    |       |       |               |              |                |            |                |              |                     |            |
| <b>AXISYMMETRIC</b>   | 简化模型为轴对称问题   |    |    |       |       |               |              |                |            |                |              |                     |            |
| 模型通过少量节点和单元高效描述圆柱壳，适用于验证理论解或基准测试。   |              |    |    |       |       |               |              |                |            |                |              |                     |            |

---

|     |      |
|-----|------|
| 文件名 | 模型解释 |
|-----|------|

---

---

### ### 1. 分析类型与总体控制

- SOL 111 : 选择**模态频率响应分析**（模态法求解结构在频域下的动态响应）。
- TIME 2 : 设置最大CPU运行时间（2单位）。
- TITLE/SUBTITLE : 模型描述为双胞梁的模态频率响应分析，参考Den Hartog的《机械振动》理论。
- METHOD = 1 : 指定模态提取方法（后续EIGR卡定义）。
- DLOAD = 2 : 动态载荷集（由RLOAD2定义）。
- FREQ = 3 : 频率列表（由FREQ卡定义）。
- SDAMP = 4 : 模态阻尼（由TABDMP1定义）。

---

### ### 2. 节点定义 (GRID)

- **节点1**：固定约束（123456表示全部自由度约束），代表**地面**。
- **节点2**：位于X=0.5处（其他坐标默认为0）。
- **节点3**：位于X=1.0处，约束方式与节点1相同（可能冗余，需确认实际意图）。

---

### ### 3. 单元定义

- **CBAR单元（梁单元）**：
  - 单元1连接节点1-2，单元2连接节点2-3。
  - 属性指向PBAR卡12，梁截面方向由I1平面（1-3平面）定义。
- **PBAR属性**：
  - 梁截面为矩形（假设），面积=1.0，惯性矩I1=2.0 I2=1.0，扭转常数J=1.25。
- **CONM2（集中质量）**：
  - 在节点2附加质量64.0，转动惯量I11=I22=16.0。
- **CMASS2（调整质量）**：
  - 通过负质量-63.0调整CONM2，使节点2在1方向保留单位质量（64 - 63 = 1）。

---

### ### 4. 材料属性 (MAT1)

- **MAT1卡21**：线弹性材料，弹性模量E=1.0，泊松比NU=1.0（注意：NU=1.0不符合物理实际，可能是输入错误或归一化模型）。

---

### ### 5. 模态分析设置 (EIGR)

- **GIVENS方法**：提取前6阶模态，采用质量正交化（MASS选项）。

---

### ### 6. 动态载荷与频响设置

- **RLOAD2**：频响载荷，由DAREA（动态载荷幅值）和TABLED1（频率缩放因子）组合。
  - **DAREA**：在节点2的6个自由度上定义不同幅值（如1方向=4.0, 2方向=192.0等）。
  - **TABLED1 200**：频率-幅值表，0-100Hz内幅值恒为1.0（简谐激励）。
- **FREQ 3**：频响分析的点频列表（0~0.39Hz，间隔递增）。
- **TABDMP1 4**：模态阻尼比随频率变化的分段线性表（如0.159Hz阻尼比2%，0.225Hz阻尼比4%等）。

---

### ### 7. 建模目的

- **分析双胞梁的频响特性**：在0~0.4Hz范围内，考察模态阻尼和集中质量对结构振动响应的影响。
- **关键参数**：
  - 低频密集模态（0.16~0.39Hz）和高阻尼比（最高达400%）可能用于模拟减振效果。
  - 单位质量调整（CMASS2）可能用于简化模态归一化或理论验证。

---

| 文件名         | 模型解释  |
|-------------|---|
|             | <p>### 注意事项</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 材料参数NU=1.0需核实（通常NU≤0.5）。</li> <li>- 节点3的约束可能与节点1重复，需检查模型意图。</li> <li>- 频响范围极低频(&lt;0.4Hz)，可能针对特定慢动态系统。</li> </ul>  |
| hd15901.dat | <p>以下是对该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解析，按关键部分分类说明其建模目的和参数含义：</p> <p>---</p> <p>### 1. 执行控制段 (Executive Control)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SOL 159：选择非线性瞬态热分析求解序列，适用于包含辐射、对流等复杂热传递问题的瞬态分析。</li> <li>- TIME 10：设置最大CPU运行时间为10分钟。</li> <li>- CEND：标志执行控制段结束，进入案例控制段。</li> </ul> <p>---</p> <p>### 2. 案例控制段 (Case Control)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- TITLE：模型标题，描述为非线性瞬态热分析问题。</li> <li>- ECHO = BOTH：输出完整输入文件（含注释）和排序后的数据。</li> <li>- MPC=200, DLOAD=300：选择多点约束集（MPC）和动态载荷集（DLOAD）。</li> <li>- TSTEPNL = 500：引用Bulk Data中的非线性瞬态时间步定义（ID=500）。</li> <li>- IC = 600：初始温度条件引用Bulk Data中的TEMPD卡片（ID=600）。</li> <li>- OUTPUT：请求输出所有热分析结果（温度、热流等）。</li> <li>- SET 5：定义节点组（1-8,100），用于后续输出请求（如OLOAD）。</li> <li>- 绘图请求：通过PLOT指令生成模型几何、温度云图、瞬态变形等可视化结果。</li> </ul> <p>---</p> <p>### 3. 批量数据段 (Bulk Data)</p> <p>#### 节点定义 (GRID)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- GRID 1-8,100：定义节点坐标。例如：</li> <li>- GRID 1：坐标原点(0,0,0)。</li> <li>- GRID 2：X方向偏移0.1米(0.1,0,0)。</li> <li>- GRID 100：位于(-0.05, 0.05, 0)，可能用于施加边界条件。</li> </ul> <p>#### 单元定义</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- CQUAD4：4节点四边形壳单元（如ID=30，属性PID=200，连接节点1-2-6-5），用于二维热传导分析。</li> <li>- CROD：杆单元（如ID=10，材料PID=100，连接节点10-2），可能用于模拟热连接。</li> <li>- CHBDYP/CHBDYG：定义对流和辐射边界条件：</li> <li>- CHBDYP 60：线对流边界（LINE类型），关联属性PID=300。</li> <li>- CHBDYG 200-700：面辐射边界（AREA4类型），连接4个节点形成辐射面。</li> </ul> <p>#### 材料与属性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- MAT4 1000：定义材料热属性：</li> <li>- 导热系数(k) = 200 W/(m·°C)。</li> <li>- 热容(Cp) = 2.426e6 J/(kg·°C)。</li> <li>- PSHELL 200：壳属性，引用材料MAT4 1000，厚度0.01米。</li> <li>- PROD 100：杆属性，截面面积0.001 m<sup>2</sup>，关联材料MAT4 1000。</li> </ul> <p>#### 载荷与边界条件</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SPC 100：固定节点100的温度为300°C（约束自由度1）。</li> <li>- SLOAD 300：施加节点热流载荷（如节点1: 4 W，节点2: 8 W）。</li> <li>- TLOAD2 300：瞬态载荷时间历程（0至1e6秒，线性变化）。</li> <li>- CONV 60：对流边界条件，关联CHBDYP 60，环境温度100°C，对流系数100 W/(m<sup>2</sup>·°C)。</li> </ul> <p>#### 辐射参数</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- RADM 2000：辐射表面发射率0.90。</li> <li>- RADCAV/RADMTX：定义辐射空腔和辐射矩阵，所有辐射热量传递到空间（黑体辐射近似）。</li> </ul> <p>#### 瞬态控制</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- TSTEPNL 500：瞬态分析参数：</li> </ul> |

| 文件名 | 模型解释  |
|-----|---|
|     | - 时间步数=31，步长=30秒，输出频率=每步。   |
|     | #### 其他参数   |
|     | - <b>PARAM</b> ：控制求解精度和迭代：<br>- <b>MAXIT=8</b> ：最大迭代次数。<br>- <b>SIGMA=5.685E-8</b> ：斯特藩-玻尔兹曼常数。   |
|     | ---   |
|     | ### 4. 建模目的   |
|     | 该模型模拟一个 <b>非线性瞬态热传导问题</b> ，包含：<br>- <b>复杂热边界条件</b> ：对流（CHBDYP）、辐射（CHBDYG）和多点约束（MPC）。<br>- <b>瞬态热载荷</b> ：随时间变化的热流（SLOAD）和固定温度边界（SPC）。<br>- <b>材料非线性</b> ：温度相关的材料属性（MAT4）。<br>- <b>可视化输出</b> ：通过PLOT请求生成温度分布、变形等结果的图形和曲线。 |
|     | ---   |
|     | ### 关键参数总结  |
|     | 参数   含义   |
|     | ----- -----   |
|     | SOL 159   非线性瞬态热分析求解序列。   |
|     | MAT4 1000   材料导热系数和热容定义。  |
|     | PSHELL 200   壳单元厚度和材料关联。  |
|     | TSTEPNL 500   瞬态时间步长和输出控制。  |
|     | RADM 2000   辐射表面发射率（0.90）。  |
|     | SPC 100   固定节点温度的边界条件。  |

通过此模型，可分析结构在瞬态热载荷下的温度分布、热流传递及辐射效应。

| 文件名  | 模型解释  |
|--|---|
| 以下是该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解析，按关键部分分类说明其建模目的和参数含义：  |   |
| ---  |   |
| #### 1. 文件头与元信息  |   |
| nastran<br>ASSIGN RST='DBSDIR:v10903a.MASTER'<br>RESTART LOGICAL=RST<br>                           | - <b>作用</b> ：定义重启文件路径，用于中断后继续分析（RST为逻辑文件名，指向实际文件v10903a.MASTER）。                |
| nastran<br>\$ID MSC, V10903 \$ ... (其他历史记录)<br>  | - <b>作用</b> ：注释行（\$开头），记录文件版本、修改历史等元信息，无实际计算意义。                                 |
| ---  |   |
| #### 2. 求解控制段  |   |
| nastran<br>SOL 109<br>TIME 5<br>diag 8,15,41<br>   | - <b>SOL 109</b> ：指定求解序列为直接瞬态响应分析（Direct Transient Response），用于计算结构在时变载荷下的动态响应。 |
| - <b>TIME 5</b> ：设置最大CPU运行时间为5分钟（超时终止）。  |   |
| - <b>diag 8,15,41</b> ：启用诊断输出，用于调试（如矩阵检查、内存分配等）。   |   |
| ---  |   |
| #### 3. 载荷与输出控制  |   |
| nastran<br>TITLE=DEMONSTRATE COMBINED LOADS<br>DLOAD=2<br>TSTEP=3<br>SET 14=1, 2, 3<br>DISP=14<br> | - <b>TITLE</b> ：模型标题，说明为组合载荷演示。   |
| - <b>DLOAD=2</b> ：引用编号为2的动态载荷集（需在BULK中定义）。   |   |
| - <b>TSTEP=3</b> ：引用编号为3的时间步长定义（控制瞬态分析的时间离散）。  |   |
| - <b>SET 14=1, 2, 3</b> ：定义节点集合14，包含节点1-3。   |   |
| v10903ar.dat   | - <b>DISP=14</b> ：请求输出集合14中节点的位移结果。   |
| ---  |   |
| #### 4. 参数与BULK数据段   |   |
| nastran<br>PARAM, STIME, 2.0<br>   | - <b>PARAM,STIME,2.0</b> ：设置参数STIME（输出时间间隔）为2.0秒，控制结果输出频率。                      |
| nastran<br>BEGIN BULK<br>... (未显示具体节点/单元数据)<br>ENDDATA<br>   | - <b>BEGIN BULK</b> ：标志BULK数据段开始（实际模型数据应在此后定义，但示例中未完整列出）。                       |
| - 典型BULK内容可能包括：  |   |
| - <b>GRID</b> ：定义节点坐标（如GRID,1,,0.0,1.0,0.0）。   |   |
| - <b>CQUAD4</b> ：4节点四边形单元（需关联材料、属性卡）。  |   |
| - <b>MAT1</b> ：材料属性（如MAT1,1,2.1E5,,0.3表示钢，弹性模量2.1e5，泊松比0.3）。                                       |   |
| ---  |   |
| #### 关键建模目的  |   |
| - <b>分析类型</b> ：直接瞬态响应分析（时域动态问题）。   |   |
| - <b>载荷特点</b> ：组合动态载荷（DLOAD），需结合时间步长TSTEP定义时变特性。   |   |
| - <b>输出需求</b> ：监控特定节点（集合14）的位移随时间变化。   |   |
| ---  |   |
| #### 注意事项  |   |
| - 示例中 <b>缺少完整的BULK数据</b> （如节点、单元、材料等），实际模型需补充这些关键定义。   |   |
| - 参数STIME和诊断输出diag常用于调试，正式分析时可调整或关闭以提高效率。  |   |
| 如需进一步解释具体卡片（如GRID/CQUAD4的格式），请提供完整BULK段内容。   |   |

| 文件名   | 模型解释                                |
|---|-------------------------------------|
| 以下是对该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的解析，重点说明建模目的和关键参数：            |                                     |
|   | ---                                 |
| <b>### 1. 文件基础信息</b>                                      |                                     |
| - RESTART功能：从 d10111D.MASTER 数据库重启分析，保留之前计算结果（用于中断后继续分析）。 |                                     |
| - 求解类型：SOL 101（线性静力学分析）。                                  |                                     |
| - 模型标题：加强圆柱壳结构的多级超单元（SUPERELEMENTS）分析，重点生成超单元矩阵。          |                                     |
|   | ---                                 |
| <b>### 2. 关键控制段（CEND前）</b>                                |                                     |
| - 输出请求：   |                                     |
| - 位移（DISPL=ALL）、节点力（SPCFORCE=ALL）、单元力（ELFORCE=ALL）等。      |                                     |
| - 超单元相关输出（SUPER=ALL）。                                     |                                     |
| - 载荷与约束：SPC=1000（约束集编号）、LOAD=1000（载荷集编号，具体定义未在BULK中显示）。   |                                     |
| - 绘图指令：多组SEAPLOT 定义不同视角的结构可视化（如加强筋、法兰、蒙皮的等轴测图）。           |                                     |
|   | ---                                 |
| <b>### 3. 超单元（SUPERELEMENTS）设置</b>                        |                                     |
| - 目的：将结构分解为多个子结构（超单元）以提高计算效率，例如：                          |                                     |
| - 蒙皮（SKIN，超单元10）、法兰（FLANGE，超单元20）、加强筋（STIFFENERS，超单元30）。  |                                     |
| - 操作指令：   |                                     |
| - SEMG生成超单元刚度矩阵，SELG生成载荷矩阵。                               |                                     |
| - SEKR和SELR用于超单元组装与缩减（注释中提及但未激活）。                         |                                     |
|   | ---                                 |
| <b>### 4. 材料定义（BULK段）</b>                                 |                                     |
| d10112r.dat   | nastran<br>MAT1 10 1.+7 0.3 0.1<br> |
| - MAT1：线性各向同性材料。  |                                     |
| - 参数：   |                                     |
| - 10：材料ID。  |                                     |
| - 1.+7：弹性模量（10^7单位，需确认单位制）。                               |                                     |
| - 0.3：泊松比。  |                                     |
| - 0.1：密度（或阻尼系数，需结合上下文）。                                   |                                     |
| - 用途：可能用于定义壳或加强筋的材料属性。                                    |                                     |
|   | ---                                 |
| <b>### 5. 节点与单元（未显式定义）</b>                                |                                     |
| - 文件中未直接出现GRID（节点）和CQUAD4（四边形壳单元）等卡片，可能因为：                |                                     |
| - 模型通过超单元继承自重启文件（d10111D.MASTER）。                         |                                     |
| - 仅补充了新材料属性（MAT1）而未修改几何。                                  |                                     |
|   | ---                                 |
| <b>### 6. 建模目的总结</b>                                      |                                     |
| - 核心目标：利用超单元技术高效分析加强圆柱壳结构（如储罐或航空部件），重点生成子结构的刚度/载荷矩阵。      |                                     |
| - 关键特征：   |                                     |
| - 多级子结构（蒙皮、法兰、加强筋）分别处理。                                   |                                     |
| - 重启功能确保中断后继续计算。  |                                     |
| - 材料定义为后续静力学分析提供属性支持。                                     |                                     |
|   | ---                                 |
| <b>### 注意事项</b>   |                                     |
| - 需结合完整的BULK数据（如节点、单元、载荷）确认模型细节。                          |                                     |
| - 单位制需根据实际参数统一（如MAT1中的模量单位可能是Pa或psi）。                     |                                     |

文件名 `033_3.dat`

## 模型解释

以下是该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解析，按关键部分分类说明其建模目的和参数含义：

---

### ### 1. 模型基本信息

- **SOL 103**：求解类型为模态分析（复特征值分析）。
- **TITLE**：模型描述为“带三个圆盘的轴扭转振动”，参考Hurty和Rubinstein的《结构动力学》第117页。
- **METHOD=10**：指定使用EIGR卡片 (ID=10) 定义的模态提取方法。

---

### ### 2. 节点定义 (GRID)

- **GRID 1-4**：定义了4个节点，沿X轴负方向排列：
  - 节点1：坐标原点 `(0, 0, 0)`，约束全部自由度 (`123456`表示固定)。
  - 节点2-4：X坐标分别为-10 ~20 ~30，约束平移自由度 (`12356`，释放绕X轴的旋转自由度，允许扭转振动)。

**建模目的**：构建轴的几何路径，节点1固定，其余节点允许绕轴旋转，模拟扭转振动边界条件。

---

### ### 3. 单元定义 (CBEAM)

- **CBEAM 11-13**：3个梁单元连接节点1-2 -2-3 -3-4：
  - 属性ID=11 (对应PBEAM)，方向向量 `(1, 0)` 表示沿X轴方向。

**建模目的**：将轴离散为梁单元，模拟其扭转刚度。

---

### ### 4. 梁属性 (PBEAM)

- **PBEAM 11**：定义梁的截面属性：
  - 材料ID=12，截面面积=1.0，惯性矩=0.5 (Iy和Iz)，扭转常数=1.0 (J)。

**关键参数**：扭转常数 `J=1.0` 直接影响轴的扭转刚度，是模态分析的关键参数。

---

### ### 5. 材料属性 (MAT1)

- **MAT1 12**：线弹性材料：
  - 弹性模量=4E6，泊松比=0.3。

**作用**：提供梁单元的弹性参数，影响固有频率计算。

---

### ### 6. 集中质量 (CONM2)

- **CONM2 2/3/4**：在节点2 -3 -4上添加集中质量：
  - 质量值=100，通过 `+C1/C2/C3` 继续指定转动惯量=10 (绕X轴)。

**建模目的**：模拟轴上三个圆盘的惯量，转动惯量是扭转振动的关键参数。

---

### ### 7. 模态分析设置 (EIGR)

- **EIGR 10**：使用MGIV法（修正逆幂法）提取前3阶模态，输出基于质量矩阵的归一化结果 (`MASS`)。

**目的**：计算轴的扭转固有频率和振型。

---

### ### 总结：模型目的

该文件构建了一个带三个圆盘的轴的有限元模型，通过梁单元模拟轴的扭转刚度，集中质量模拟圆盘惯量，进行扭转自由振动分

| 文件名   | 模型解释   |
|---|--|
|   | <p>析，旨在获取其前三阶扭转模态（固有频率和振型）。关键参数包括梁的扭转常数 (<math>J=1.0</math>)、圆盘转动惯量 (10) 和材料刚度 (<math>E=4E6</math>)。</p> |
| 以下是该MSC Nastran输入文件的关键内容解析（按功能模块分类）：  |  |
| ---   |  |
| <b>### 1. 文件头与全局控制</b>  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>RESTART</b>：从先前的分析结果 (D10811R) 继续计算，跳过第一阶段 (PHASE 1)。</li> <li>- <b>SOL 109</b>：采用直接瞬态响应分析 (Direct Transient Response)，用于模拟结构在时变载荷下的动态行为。</li> <li>- <b>TITLE/SUBTITLE</b>：分析标题为“加筋圆柱壳”，属于多级超单元 (Superelements) 的瞬态响应问题。</li> </ul>         |  |
| ---   |  |
| <b>### 2. 载荷与边界条件</b>   |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SPC=1000</b>：引用ID=1000的约束集（未在BULK中显示，可能在其他文件定义）。</li> <li>- <b>DLOAD=1</b>：动态载荷集1，通过<b>TLOAD1</b>和<b>TABLED1</b>定义时程载荷。</li> <li>- <b>TLOAD1 1 10202 10</b>：在节点10202上施加编号为10的时变载荷。</li> <li>- <b>TABLED1 10</b>：定义时间-载荷曲线（脉冲载荷）：</li> </ul> |  |
| <pre>&lt;br&gt; 0.0s: 0.0 → 0.001s: 500 → 0.002s: 1000 → 0.003s: 500 → 0.005s: 0&lt;br&gt;</pre> <p>表示一个峰值1000单位的三角形脉冲（实际单位需结合材料属性判断）。</p>  |  |
| ---   |  |
| <b>### 3. 求解控制</b>  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>METHOD=1</b>：指定模态分析方法（可能用于重启时的模态提取）。</li> <li>- <b>TSTEP 1</b>：瞬态时间步设置，5步，步长0.001秒。</li> <li>- <b>SDAMP=1</b>：定义阻尼（未在BULK中显示具体参数）。</li> <li>- <b>PARAM,W3,498</b>：设置阻尼系数，匹配第一阶模态共振频率的粘性阻尼。</li> </ul>                                       |  |
| d10911r-<br>ci.dat  |  |
| ---   |  |
| <b>### 4. 输出请求</b>  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>ELSTRESS=2</b>：输出单元集2（ID=1,6，即角部和中心面板单元）的应力。</li> <li>- <b>DISPL=1</b>：输出节点集1 (ID=10202) 的位移。</li> <li>- <b>XYPLOT</b>：生成应力（单元6的Von Mises）和加速度（节点10202径向）的时程曲线图。</li> </ul>   |  |
| ---   |  |
| <b>### 5. 关键建模目的</b>  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>结构类型</b>：加筋圆柱壳（可能是航空航天或压力容器部件）。</li> <li>- <b>分析目标</b>：模拟壳体在中心点径向脉冲载荷下的瞬态响应（如冲击或爆炸载荷）。</li> <li>- <b>超单元技术</b>：通过<b>SUPER=300</b>和<b>SEDR=200</b>控制多级超单元的数据恢复范围，提升计算效率。</li> </ul>  |  |
| ---   |  |
| <b>### 未显示的BULK数据（需补充）</b>  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>GRID</b>：节点坐标（未显示，但通过节点集10202推断存在）。</li> <li>- <b>CQUAD4</b>：四边形壳单元（用于模拟壳体，如中心面板单元6）。</li> <li>- <b>MAT1</b>：材料属性（未显示，需定义弹性模量、密度等）。</li> </ul>  |  |
| ---   |  |
| <b>### 总结</b>   |  |
| <p>该模型通过重启分析节省计算资源，重点研究壳体在脉冲载荷下的动态应力/加速度响应，利用超单元技术简化复杂结构计算。关键参数包括脉冲载荷时间曲线、阻尼配置和输出控制。</p>  |  |
| d10372r-<br>ci.dat  |  |
| ---   |  |
| <b>### 1. 文件头与基本设置</b>  |  |

| 文件名                                      | 模型解释  |
|--|---|
| - <b>RESTART</b>                         | 表示从先前的分析结果 (D10371R) 重启计算，利用已有数据库 (DBS=D10370D) 加速求解。   |
| - <b>SOL 103</b>                         | 指定求解类型为 <b>模态分析</b> (Normal Modes)，用于计算结构的固有频率和振型。  |
| - <b>TITLE/SUBTITLE</b>                  | 模型描述：自由-自由边界条件的平板 (FREE-FREE PLATE) 的动态分析 (DYNAMIC ANALYSIS)。   |
| ---                                      |   |
| ### 2. 求解控制参数                            |   |
| - <b>METHOD=303</b>                      | 指定使用EIGR卡 (ID=303) 定义的模态提取方法 (此处为Givens法，替代原MGIV法以避免数值问题)。  |
| - <b>DISPL=ALL</b>                       | 输出所有节点的位移结果。  |
| - <b>PARAM, zrocmas, YES</b>             | 允许零质量自由度 (用于自由-自由结构，避免刚性模态计算错误)。  |
| - <b>PARAM, USETPRT, 2</b>               | 打印详细的节点自由度集合 (如A-SET O-SET) 信息，便于调试。  |
| ---                                      |   |
| ### 3. 边界条件与约束                           |   |
| - <b>SUPPORT, 5, 12345, 8, 1</b>         | 在节点5施加约束：固定自由度R3 (绕Z轴旋转)，并在自由度T1 (平动X方向) 施加耦合约束。<br>注：自由-自由结构需至少一个弱约束 (如SUPPORT) 以避免刚体运动导致的矩阵奇异。                        |
| ---                                      |   |
| ### 4. 模态分析设置                            |   |
| - <b>EIGR, 303, GIV,, 5., ., ., +EIG</b> | 定义模态提取参数：<br>- <b>GIV</b> ：使用Givens法 (数值稳定，适合中小规模问题)。<br>- <b>5.</b> ：提取前5阶模态。<br>- <b>+EIG</b> ：续行标志，可能包含更多参数 (如频率范围)。 |
| ---                                      |   |
| ### 5. 诊断与输出控制                           |   |
| - <b>DIAg 8</b>                          | 启用高级诊断输出，帮助排查模型问题。  |
| - <b>PARAM, EPPRT, 1.-7</b>              | 抑制零刚度/质量比导致的警告信息 (避免输出冗余信息)。  |
| ---                                      |   |
| ### 6. 其他关键说明                            |   |
| - <b>自由-自由结构建模：</b>                      | 平板无固定约束，依赖SUPPORT弱约束和zrocmas参数处理刚体模态。   |
| - <b>数值稳定性优化：</b>                        | 从MGIV切换到GIV方法，避免特征值求解时的数值问题。  |
| - <b>重启功能：</b>                           | 利用RESTART复用先前网格/结果，节省计算资源。  |
| ---                                      |   |
| ### 总结目的                                 | 该模型旨在分析 <b>自由边界条件下平板的动态特性</b> ，通过模态分析获取其前5阶固有频率和振型，重点关注数值稳定性 (Givens法、弱约束) 和自由-自由结构的处理方法。                               |

| 文件名                 | 模型解释   |
|---------------------|--|
| ---                 | ---  |
| #### 1. 文件头与元信息     | <p>- <b>ID MSC, HD15303</b>：模型标识符，表明使用MSC Nastran求解器，模型编号HD15303。</p> <p>- <b>TIME 10</b>：允许的最大CPU时间为10分钟。</p> <p>- <b>SOL 153</b>：选择非线性稳态热分析求解序列（Solution 153）。</p> <p>- <b>ANALYSIS = HEAT</b>：明确分析类型为热分析。</p>   |
| ---                 | ---  |
| #### 2. 节点定义 (GRID) | <p>- <b>GRID 1 到 GRID 10</b>：定义了10个节点的坐标（单位：米）。例如：</p> <p>- <b>GRID 1</b>：位于原点 (0, 0, 0)。</p> <p>- <b>GRID 2</b>：位于 (0.1, 0, 0)，其余节点依次沿X/Y方向分布。</p> <p>- <b>GRID 100</b>：辅助节点，位于 (-0.05, 0.05, 0)，可能用于约束或加载。</p>   |
| ---                 | ---  |
| #### 3. 单元定义        | <p>- <b>CQUAD4</b>：4节点四边形单元（用于二维热传导分析）：</p> <p>- 例如 <b>CQUAD4 30 200 1 2 6 5</b>：单元ID=30，属性PID=200，连接节点1-2-6-5。</p> <p>- <b>CROD</b>：杆单元（可能用于辅助传热或结构连接）：</p> <p>- 例如 <b>CROD 10 100 10 2</b>：单元ID=10，属性PID=100，连接节点10和2。</p> <p>- <b>PLOTEL</b>：绘图辅助单元（不影响计算）：</p> <p>- 例如 <b>PLOTEL 70 5 9</b>：连接节点5和9，仅用于可视化。</p>                |
| ---                 | ---  |
| #### 4. 材料与属性       | <p>- <b>MAT4</b>：定义材料热属性：</p> <p>- <b>MAT4 1000 200.</b>：材料ID=1000，导热系数200 W/(m·°C)。</p> <p>- <b>MAT4 3000 200.</b>：材料ID=3000，基础对流系数200 W/(m<sup>2</sup>·°C)。</p> <p>- <b>MATT4 3000 2000</b>：材料ID=3000的对流系数与温度相关，参考表ID=2000。</p> <p>- <b>TABLEM1 2000</b>：定义对流系数随温度变化的表格：</p> <p>- 200°C时系数=1，300°C时=1.25（需结合<b>MATT4</b>使用）。</p> |
| ---                 | ---  |
| #### 5. 边界条件与载荷     | <p>- <b>SPC 101</b>：约束节点100的1自由度（温度=300°C）。</p> <p>- <b>SLOAD</b>：热载荷（如 <b>SLOAD 300 1 4.</b>：在节点1施加4W热流）。</p> <p>- <b>CONV</b>：对流边界条件：</p> <p>- <b>CONV 60 300 100 100</b>：单元60使用对流属性300，环境温度100°C，系数100 W/(m<sup>2</sup>·°C)。</p>  |
| ---                 | ---  |
| #### 6. 辐射与非线性参数    | <p>- <b>RADM 2000 0.90</b>：辐射表面ID=2000，发射率0.9。</p> <p>- <b>RADMTX</b>：辐射矩阵（此处所有辐射指向空间，系数为0）。</p> <p>- <b>NLParm 100</b>：非线性迭代控制（最大迭代8次，容差0.0001）。</p>  |
| ---                 | ---  |
| #### 7. 其他关键参数      | <p>- <b>PARAM SIGMA 5.685E-8</b>：斯特藩-玻尔兹曼常数（辐射热交换）。</p> <p>- <b>PARAM TABS 273.15</b>：绝对零度偏移值（0°C=273.15K）。</p>  |
| ---                 | ---  |
| #### 建模目的           | <p>该模型用于非线性稳态热分析，模拟以下现象：</p>   |

| 文件名                          | 模型解释  |       |             |                        |                              |                             |                        |                             |
|------------------------------|---|-------|-------------|------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------|-----------------------------|
|                              | <p>1. <b>热传导</b>：通过CQUAD4单元和MAT4材料。</p> <p>2. <b>对流换热</b>：温度依赖的对流系数（TABLEM1）。</p> <p>3. <b>热辐射</b>：通过RADM和RADMTX定义。</p> <p>4. <b>复杂边界条件</b>：固定温度、热流载荷、多物理场耦合（如MPC定义多点约束）。</p> <p>---</p>  |       |             |                        |                              |                             |                        |                             |
|                              | <p>#### <b>关键参数总结</b></p> <table border="1"> <tr> <td> 参数 含义 </td> </tr> <tr> <td> ----- ----- </td> </tr> <tr> <td>  SOL 153   非线性稳态热分析求解序列  </td> </tr> <tr> <td>  MAT4 1000   导热系数200 W/(m·°C)  </td> </tr> <tr> <td>  TABLEM1 2000   对流系数随温度变化的表格  </td> </tr> <tr> <td>  RADM 2000   辐射表面发射率0.9  </td> </tr> <tr> <td>  NLPARM 100   非线性迭代控制（容差/次数）  </td> </tr> </table>  | 参数 含义 | ----- ----- | SOL 153   非线性稳态热分析求解序列 | MAT4 1000   导热系数200 W/(m·°C) | TABLEM1 2000   对流系数随温度变化的表格 | RADM 2000   辐射表面发射率0.9 | NLPARM 100   非线性迭代控制（容差/次数） |
| 参数 含义                        |   |       |             |                        |                              |                             |                        |                             |
| ----- -----                  |   |       |             |                        |                              |                             |                        |                             |
| SOL 153   非线性稳态热分析求解序列       |   |       |             |                        |                              |                             |                        |                             |
| MAT4 1000   导热系数200 W/(m·°C) |   |       |             |                        |                              |                             |                        |                             |
| TABLEM1 2000   对流系数随温度变化的表格  |   |       |             |                        |                              |                             |                        |                             |
| RADM 2000   辐射表面发射率0.9       |   |       |             |                        |                              |                             |                        |                             |
| NLPARM 100   非线性迭代控制（容差/次数）  |   |       |             |                        |                              |                             |                        |                             |
|                              | <p>通过此模型，可分析温度场分布、热流路径及辐射/对流对稳态温度的影响。</p>   |       |             |                        |                              |                             |                        |                             |
| d10504.dat                   | <p>以下是对该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解释，按关键部分分类说明：</p> <p>---</p> <p>#### 1. 文件头与求解设置</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SOL 105</b>：指定非线性静态分析（后续进行屈曲分析），用于研究结构在静载下的稳定性。</li> <li>- <b>TITLE</b>：模型标题为“梁的扭转-弯曲屈曲问题”，表明分析目标是梁的屈曲行为。</li> <li>- <b>两个子工况：</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SUBCASE 1</b>：静态分析，输出位移（DISP）、载荷（OLOAD）、约束力（SPCF）和单元力（ELFO）。</li> <li>- <b>SUBCASE 2</b>：特征值屈曲分析（METHOD=1），使用EIGB卡指定的参数提取屈曲模态。</li> </ul> </li> </ul> <p>---</p> <p>#### 2. 节点定义（GRID）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>GRID 1</b>：位于坐标原点（未完全显示，可能固定端），约束码126表示约束X-Y-Z平动（即固支）。</li> <li>- <b>GRID 3/5/7/9/11</b>：沿X轴等距分布（间距14.4单位），模拟梁的跨度。</li> <li>- <b>GRID 13/14</b>：施加集中力的位置（13号节点X=-0.766，14号节点X=72.0且Y=-0.766）。</li> </ul> <p>---</p> <p>#### 3. 单元定义（CBEAM）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>5个梁单元</b>（CBEAM 1~5）：连接节点1-3-5-7-9-11，形成连续梁。</li> <li>- <b>参数</b>：单元号、属性ID（PBEAM 1）、两端节点号、方向向量（未显式定义则默认为X轴）。</li> <li>- <b>+BEAM扩展行</b>：可能定义截面方向向量或偏移（示例中未完全显示）。</li> </ul> <p>---</p> <p>#### 4. 材料与截面属性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>MAT1 1</b>：线弹性材料，弹性模量3e7，剪切模量1.1538e7（单位需根据模型约定）。</li> <li>- <b>PBEAM 1</b>：非对称梁截面属性： <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>面积</b>：0.986</li> <li>- <b>惯性矩</b>：1.579465 (Iy)、0.1720965 (Iz) 等</li> <li>- <b>剪切系数</b>：0.301032 (YZ向)</li> <li>- <b>中性轴偏移</b>：0.765945 (YZ向，表明载荷偏心可能诱发扭转屈曲）。</li> </ul> </li> </ul> <p>---</p> <p>#### 5. 载荷与约束</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>集中力（FORCE）</b>：在节点13/14施加大小相等（42958.3）、方向相反的Z向力，形成弯矩。</li> <li>- <b>刚性连接（RBAR）</b>： <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>RBAR 100</b>：节点1与13全自由度耦合（模拟边界条件）。</li> <li>- <b>RBAR 101</b>：节点11与14全自由度耦合（对称载荷传递）。</li> </ul> </li> </ul> |       |             |                        |                              |                             |                        |                             |

| 文件名   | 模型解释  |
|---|---|
| ---   | ---   |
| #### 6. 屈曲分析设置 (EIGB)   |   |
| - EIGB 1  | : 逆幂法提取特征值，频率范围0~1.2，收敛容差1e-3，MAX表示提取最大特征值（临界载荷因子）。 |
| ---   | ---   |
| #### 7. 其他  |   |
| - SPOINT  | : 定义标量点（可能用于输出或辅助分析）。                               |
| - TIME 5  | : 历史遗留参数（VAX系统运行时间限制）。                              |
| ---   | ---   |
| #### 建模目的总结   |   |
| 该模型模拟一端固支的悬臂梁在端部偏心弯矩作用下的屈曲行为，重点分析扭转-弯曲耦合失稳模式。关键设计包括：  |   |
| 1. 非对称截面 (PBEAM) 和偏心载荷 (节点13/14位置) 诱发扭转。  |   |
| 2. 静态分析预计算变形，屈曲分析 (SOL 105) 评估稳定性。  |   |
| 3. 刚性单元 (RBAR) 确保载荷传递与边界条件合理性。  |   |
| 这个MSC Nastran输入文件是一个典型的二元气动弹性颤振分析模型，采用K-方法进行求解。以下是关键部分的解释：  |   |
| 1. 求解控制部分：  |   |
| - SOL 145   | : 表示进行气动弹性颤振分析                                      |
| - 采用K-方法 (FLUTTER 3 K)  | : 分析不同速度下的颤振特性                                      |
| 2. 结构建模：  |   |
| - 节点：   |   |
| - GRID 100  | : 位于(0, 0.5, 0)，约束1246表示固定x,y,z平移和绕x旋转              |
| - GRID 101  | : 位于(0, 1, 0)的自由端节点                                 |
| - 单元：   |   |
| - CELAS2 103/105  | : 弹簧单元，分别模拟俯仰(134.47)和沉浮(1891)刚度                    |
| - RBAR 101  | : 刚性杆连接节点100和101                                    |
| - CONM1 110   | : 在节点100上定义集中质量矩阵 (质量1.3447，惯性矩3.0256)              |
| 3. 气动建模：  |   |
| - CAERO4 1000   | : 定义翼型气动面，弦长6英尺，从(-2.4,0,0)到(-2.4,1,0)              |
| - SPLINE2 1201  | : 将结构节点(100,101)与气动面(1000)耦合                        |
| v14501q.dat   |   |
| 4. 分析参数：  |   |
| - MKAERO1   | : 定义马赫数序列(0-5)                                      |
| - FLFACT 3  | : 定义减缩频率序列(0.001-3.0)                               |
| - EIGR 1  | : 使用MGIV法提取前25阶模态                                   |
| 5. 输出控制：  |   |
| - 绘制颤振速度-频率/阻尼图 (V-G/V-F图)  |   |
| - 速度范围0-250 ft/s，阻尼范围±1，频率范围0-5Hz   |   |
| 建模目的：   |   |
| 这是一个经典的二元机翼颤振分析模型，通过弹簧单元模拟机翼的沉浮和俯仰刚度，研究在不同空速下的颤振特性。模型参考了Bisplinghoff等人的气动弹性理论（见SUBTITLE），典型应用于机翼颤振初步分析。 |   |
| 关键参数意义：   |   |
| - 1891  | : 沉浮刚度 (lb/ft)                                      |
| - 134.47  | : 俯仰刚度 (lb-ft/rad)                                  |
| - 1.3447  | : 质量 (slug)   |
| - 3.0256  | : 转动惯量 (slug-ft <sup>2</sup> )                      |
| - 6   | : 参考弦长 (ft)   |

| 文件名  | 模型解释  |
|--|---|
| 以下是对该MSC Nastran输入文件关键内容的解析，按功能模块分类说明：   |   |
| ---  |   |
| <b>### 1. 文件头与基础设置</b>   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>RESTART</b>：声明从d10111数据库重启分析（用于断点续算）。</li> <li>- <b>SOL 103</b>：指定求解类型为<b>模态分析</b>（Normal Modes）。</li> <li>- <b>TITLE/SUBTITLE</b>：模型描述为“加筋圆柱壳的多级超单元模态分析”。</li> </ul>  |   |
| ---  |   |
| <b>### 2. 输出控制</b>   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>ECHO=UNSORT</b>：要求输出未排序的输入数据（便于调试）。</li> <li>- <b>SVECTOR=ALL</b>：输出所有模态的振型向量。</li> <li>- <b>SPCFORCE=ALL</b>：输出所有约束反力。</li> <li>- <b>ESE=ALL</b>：输出所有超单元数据。</li> <li>- <b>PLOT相关指令</b>：设置模态变形云图输出（频率范围70-300Hz，缩放系数1.8）。</li> </ul> |   |
| ---  |   |
| <b>### 3. 边界条件与加载</b>  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SPC=1000</b>：引用ID为1000的约束集（具体约束在BULK中定义，未显示）。</li> <li>- <b>DISPL=ALL</b>：输出所有节点的位移结果。</li> </ul>  |   |
| ---  |   |
| d10311r.dat  | <b>### 4. 模态分析参数</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>EIGR卡</b>：定义模态提取方法：</li> <li>- <b>GIV</b>：使用Givens法（经典特征值算法）。</li> <li>- <b>5</b>：提取前5阶模态。</li> <li>- <b>1.-9</b>：频率截止容差（1e-9）。</li> <li>- <b>MASS</b>：基于质量矩阵归一化振型。</li> </ul> |
| ---  |   |
| <b>### 5. 关键建模目的</b>   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>多级超单元技术</b>：通过<b>SUPER=ALL</b>和<b>SEM</b>实现复杂结构的层级化建模，提升计算效率。</li> <li>- <b>模态分析目标</b>：分析加筋圆柱壳在0-300Hz范围内的振动特性，重点关注前5阶固有频率及振型。</li> </ul>  |   |
| ---  |   |
| <b>### 未显示的BULK数据推测</b>  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>GRID</b>：节点坐标（未显示，但圆柱壳需定义轴向/环向节点分布）。</li> <li>- <b>CQUAD4</b>：四边形壳单元（可能用于模拟圆柱壳和加强筋）。</li> <li>- <b>MAT1</b>：各向同性材料参数（需包含弹性模量、密度等）。</li> <li>- <b>属性卡</b>：如PSHELL定义壳厚度，PBAR定义加强筋截面。</li> </ul>  |   |
| ---  |   |
| <b>### 总结</b>  |   |
| 该模型通过超单元技术高效分析加筋圆柱壳的模态特性，重点关注低频段（<300Hz）的动态响应，适用于航空航天等薄壁结构的振动评估。关键参数为前5阶模态的提取精度和超单元分解策略。   |   |
| v10105d.dat  | 以下是该MSC Nastran输入文件(.dat)的详细解析，按关键部分分类说明其建模目的和参数含义：   |
| ---  |   |
| <b>### 1. 文件头与求解设置</b>   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>ID MSC, V10105D</b>：模型标识符，版本信息。</li> <li>- <b>SOL 101</b>：采用线性静力学求解序列（Static Analysis）。</li> <li>- <b>TITLE</b>：模型标题，描述为“EXAMPLE BEAM ELEMENT PROBLEM”，表示这是一个梁单元示例问题。</li> </ul>   |   |

| 文件名 | 模型解释  |
|-----|---|
|     | <p>- <b>SPC=30</b> : 引用编号为30的约束集。</p> <p>- <b>LOAD=30</b> : 引用编号为30的载荷集。</p> <p>---</p>   |
|     | <p>#### 2. 节点定义 (GRID)</p> <p>- <b>GRID 10-40</b> : 定义了4个节点，坐标沿X轴等距分布 (0,0,0 到 30,0,0)。</p> <p>- <b>关键参数</b> :</p> <p>- <b>X1, X2, X3</b> : 节点坐标 (X,Y,Z)，单位为模型默认单位 (如mm或m)。</p> <p>- <b>目的</b> : 构建一条直线梁结构，节点间距为10单位长度。</p> <p>---</p>  |
|     | <p>#### 3. 单元定义 (CBEAM)</p> <p>- <b>CBEAM 1-3</b> : 定义了3个梁单元，连接节点10-20-20-30-30-40。</p> <p>- <b>关键参数</b> :</p> <p>- <b>EID</b> : 单元编号；<b>PID</b> : 属性编号 (指向PBEAM 1)；<b>GA, GB</b> : 起始/终止节点。</p> <p>- <b>X1, X2, X3</b> : 梁的轴向向量 (此处为Z轴方向, 0,0,1)，用于确定截面方向。</p> <p>- <b>目的</b> : 将节点连成一条连续梁，每个单元长度为10单位。</p> <p>---</p> |
|     | <p>#### 4. 材料属性 (MAT1)</p> <p>- <b>MAT1 100</b> : 定义线性各向同性材料。</p> <p>- <b>关键参数</b> :</p> <p>- <b>E=1.E7</b> : 弹性模量 (单位与模型一致, 如Pa或MPa)；</p> <p>- <b>NU=0.3</b> : 泊松比；未定义密度 (<b>RHO</b>)，说明未考虑重力或惯性效应。</p> <p>- <b>目的</b> : 为梁单元提供材料力学性能。</p> <p>---</p>  |
|     | <p>#### 5. 梁截面属性 (PBEAM)</p> <p>- <b>PBEAM 1</b> : 定义非对称梁截面属性 (通过+PB1等续行扩展)。</p> <p>- <b>关键参数</b> :</p> <p>- <b>A=0.31</b> : 截面积；<b>I1=0.039, I2=0.0241</b> : 惯性矩；<b>J=0.0631</b> : 扭转常数。</p> <p>- 续行中定义了截面偏移 (-0.375等) 和剪切系数 (<b>YESA</b>表示启用剪切变形)。</p> <p>- <b>目的</b> : 描述梁的截面几何和力学特性，影响刚度计算。</p> <p>---</p>          |
|     | <p>#### 6. 载荷与约束</p> <p>- <b>FORCE 30</b> : 在节点40 (G=40) 施加Z向集中力100单位。</p> <p>- <b>参数</b> : <b>F=100.0</b>，方向向量 (0,0,1)。</p> <p>- <b>SPC 30</b> : 约束节点10 (G=10) 的所有自由度 (<b>123456</b>表示固定1-6自由度)。</p> <p>- <b>CONM2 1</b> : 在节点40附加1.0单位的集中质量 (可能用于后续动力学分析)。</p> <p>---</p>   |
|     | <p>#### 7. 输出请求</p> <p>- <b>DISPLACEMENT=ALL</b> : 输出所有节点位移。</p> <p>- <b>ELFORCE=ALL</b> : 输出单元内力。</p> <p>- <b>ELSTRESS=ALL</b> : 输出单元应力。</p> <p>---</p>  |
|     | <p>#### 建模目的总结</p> <p>该模型模拟一端固定、另一端受Z向集中力的悬臂梁，通过3个梁单元离散，分析其静力学响应 (位移、内力、应力)。关键特点包括：</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 非对称梁截面 (需注意截面方向定义)。</li><li>2. 忽略材料密度，仅静力分析。</li><li>3. 输出全面的力学结果，用于校核梁的刚度和强度。</li></ol>   |

| 文件名  | 模型解释                                     |
|--|--|
| 通过此输入文件，Nastran将计算梁在载荷下的变形和应力分布。   |  |
| v15301s.dat  | 以下是该MSC Nastran输入文件的逐项解析，按建模目的和关键参数分类说明： |
| ---  |  |
| <b>### 1. 分析类型与全局控制</b>  |  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>SOL 153</b>：指定非线性瞬态热分析（含辐射换热）。</li><li>- <b>ANALYSIS = HEAT</b>：明确热分析类型。</li><li>- <b>TIME 5</b>：设置时间步数（可能用于瞬态分析，但需结合其他参数确认）。</li><li>- <b>NLPARM 100</b>：定义非线性迭代参数（最大迭代次数等，具体值在后续BULK中定义）。</li></ul>   |  |
| ---  |  |
| <b>### 2. 节点定义 (GRID)</b>  |  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>GRID 1~8</b>：定义了8个节点的坐标，形成两个矩形面板：<ul style="list-style-type: none"><li>- 面板1（节点1-4）：位于X=0平面，Y-Z平面内1×1的正方形。</li><li>- 面板2（节点5-8）：位于X=2平面，与面板1平行，间距2单位。</li></ul></li><li>- <b>用途</b>：构建两个空间分离的辐射换热表面。</li></ul>  |  |
| ---  |  |
| <b>### 3. 单元与属性</b>  |  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>CQUAD4 10/20</b>：4节点四边形单元，分别连接面板1（节点1-4）和面板2（节点5-8）。</li><li>- <b>PSHELL 100</b>：定义壳属性：<ul style="list-style-type: none"><li>- 材料ID=200 (MAT4)，厚度=0.1。</li></ul></li><li>- <b>CHBDYG 100/200</b>：定义热边界单元：<ul style="list-style-type: none"><li>- 类型AREA4表示基于4节点的面，关联辐射面ID 1000/2000（用于辐射分析）。</li></ul></li></ul>                            |  |
| ---  |  |
| <b>### 4. 材料与辐射属性</b>  |  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>MAT4 200</b>：定义热材料属性：<ul style="list-style-type: none"><li>- 导热系数=1.E+20（模拟理想导热体）。</li></ul></li><li>- <b>RADM 1000/2000</b>：定义辐射表面属性：<ul style="list-style-type: none"><li>- 发射率分别为0.8（面板1）和0.7（面板2）。</li><li>- <b>RADCAV 1</b>：定义辐射空腔，参数RMAX=0.1可能用于控制辐射角系数计算精度。</li><li>- <b>RADMTX/RADLST</b>：配置辐射矩阵计算方式和参与辐射的表面列表。</li></ul></li></ul> |  |
| ---  |  |
| <b>### 5. 边界条件与载荷</b>  |  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>SPC1 10</b>：约束所有节点（1-8）的自由度1（可能限制X方向位移或温度）。</li><li>- <b>SPCD 300</b>：强制温度载荷：<ul style="list-style-type: none"><li>- 节点1-4初始温度=500，节点5-8=1000（模拟两面板初始温差）。</li><li>- <b>TEMPD 400</b>：全局参考温度=1000（可能用于热应变计算）。</li></ul></li></ul>  |  |
| ---  |  |
| <b>### 6. 辐射换热配置</b>   |  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>PARAM SIGMA 1.714E-9</b>：设置斯特藩-玻尔兹曼常数（单位需与模型一致）。</li><li>- <b>PARAM TABS 460</b>：定义绝对零度偏移量（如使用华氏度时需设置）。</li><li>- <b>RADSET 1</b>：激活辐射空腔ID=1的计算。</li></ul>  |  |
| ---  |  |
| <b>### 7. 建模目的</b>   |  |
| <p>模拟两个平行平板间的辐射传热（参考教材案例）：</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 面板1（低温500）与面板2（高温1000）通过辐射交换热量。</li><li>2. 考虑发射率（0.8 vs 0.7）、几何间距（2单位）及非线性迭代（MAXIT=8）。</li></ol>   |  |

| 文件名        | 模型解释  |
|------------|---|
|            | 3. 输出热通量 (FLUX=ALL) 和温度场分布。   |
|            | ---   |
|            | <b>### 关键参数总结</b>   |
|            | 参数   含义   示例值   |
|            | ----- ----- -----   |
|            | MAT4 200   高导热材料   K=1.E+20   |
|            | RADM 1000   面板1发射率   0.8  |
|            | CQUAD4 10   面板1单元   节点1-4   |
|            | SPCD 300   节点温度载荷   500/1000  |
|            | PARAM SIGMA   辐射常数   1.714E-9   |
|            | 此模型适用于验证辐射传热理论或评估热防护系统设计。   |
| v10103.dat | 以下是该MSC Nastran输入文件的详细解释，按关键部分分类说明其建模目的和参数含义：   |
|            | ---   |
|            | <b>### 1. 分析控制段 (Executive Control)</b>   |
|            | nastran<br>SOL 101 ! 求解序列：线性静力分析 (含热载荷)<br>TIME 5 ! 最大CPU时间限制 (分钟)<br>CEND ! 控制段结束<br>TITLE=... ! 模型标题：含热载荷的桁架分析<br>SUBTITLE=... ! 子标题：引用参考书目<br>LOAD=10 ! 指定载荷工况ID为10<br>TEMPERATURE (LOAD)=20 ! 将温度场ID 20与载荷工况关联<br>DISPLACEMENT=ALL ! 输出所有节点位移<br>SPCFORCE=ALL ! 输出所有约束反力<br>ELFORCE=ALL ! 输出所有单元内力<br>ELSTRESS=ALL ! 输出所有单元应力<br> |
|            | 目的：定义线性静力分析，同时考虑机械载荷和热载荷，并控制输出内容。   |
|            | ---   |
|            | <b>### 2. 单元定义 (CONROD)</b>   |
|            | nastran<br>CONROD 101 3 1 10 1.0 ! 杆单元定义<br>  |
|            | - <b>参数说明：</b>  |
|            | - 101：单元ID  |
|            | - 3 1：连接节点ID（节点3到节点1）   |
|            | - 10：材料ID（对应MAT1 10）  |
|            | - 1.0：杆的横截面积  |
|            | - <b>建模目的：</b> 用杆单元 (CONROD) 模拟桁架结构，仅承受轴向力，无弯曲刚度。   |
|            | ---   |
|            | <b>### 3. 节点定义 (GRID)</b>   |
|            | nastran<br>GRID 1 0 20. 20. 0. 3456 ! 节点定义<br>  |
|            | - <b>参数说明：</b>  |
|            | - 1：节点ID  |
|            | - 0：坐标系ID (0表示全局直角坐标系)  |
|            | - 20. 20. 0.：节点坐标 (X,Y,Z)   |
|            | - 3456：约束自由度 (3/4/5/6固定, 1/2自由)   |
|            | - <b>关键点：</b>   |
|            | - 节点3和4的约束123456表示完全固定 (1-6自由度全约束)。   |
|            | - 节点1和2的约束3456表示仅允许X/Y方向平移 (模拟铰接支撑)。  |
|            | ---   |
|            | <b>### 4. 材料属性 (MAT1)</b>   |
|            | nastran<br>MAT1 10 1.0+7 .3 0.0 1.0-6 0.0 ! 材料属性<br>  |
|            | - <b>参数说明：</b>  |
|            | - 10：材料ID   |
|            | - 1.0+7：弹性模量 ( $10^7$ )   |
|            | - .3：泊松比  |
|            | - 0.0：剪切模量 (未用, 自动计算)   |
|            | - 1.0-6：热膨胀系数   |

| 文件名 | 模型解释   |
|-----|--|
|     | <p>- 0.0 : 结构阻尼系数<br/>- 目的 : 定义线性各向同性材料, 支持热应力计算。</p>  |
|     | <p>---</p>   |
|     | <p>#### 5. 载荷与温度场</p>  |
|     | <p>nastran&lt;br&gt;FORCE 10 1 0 1000. 0. 1. 0. ! 集中力定义&lt;br&gt;</p>  |
|     | <p>- 参数 :</p>  |
|     | <p>- 10 : 载荷工况ID<br/>- 1 : 节点ID<br/>- 1000. : 力大小<br/>- 0. 1. 0. : 力的方向向量 (Y方向)</p>  |
|     | <p>nastran&lt;br&gt;TEMPRB 20 103 100. 100. ! 温度场定义 (单元温度) &lt;br&gt;TEMPD 20 0.0 ! 默认温度基准值&lt;br&gt;</p>  |
|     | <p>- 目的 :</p>  |
|     | <p>- TEMP RB : 对单元103施加100度的温度载荷。<br/>- TEMP D : 定义全局参考温度为0度 (用于热应变计算)。</p>  |
|     | <p>---</p>   |
|     | <p>#### 模型总结</p>   |
|     | <p>- 类型 : 二维桁架结构 (由杆单元组成)。<br/>- 载荷工况 :<br/>- 机械载荷 : 节点1承受1000单位的Y向力。<br/>- 热载荷 : 单元103受100度温度变化 (通过热膨胀系数计算热应力)。<br/>- 输出需求 : 位移、反力、单元内力/应力全输出。<br/>- 特点 : 通过约束和杆单元模拟铰接连接, 适用于静力与热力耦合分析。</p> |

| 文件名   | 模型解释   |
|---|--|
| <p>这个MSC Nastran输入文件描述了一个导弹稳定性分析的有限元模型，主要研究带自动驾驶仪的导弹结构动力学特性。以下是关键部分的解释：</p> |  |
|   | <p><b>1. 求解控制部分：</b><br/>           - <code>SOL 107</code> 表示进行复特征值分析（常用于颤振/稳定性分析）<br/>           - 标题显示这是导弹自动驾驶仪稳定性研究</p>   |
|   | <p><b>2. 节点定义 (GRID) :</b><br/>           - 定义了11个沿轴向分布的节点 (ID 1-11)，坐标间距5单位，形成导弹的基本骨架</p>   |
|   | <p><b>3. 单元定义 (CBAR) :</b><br/>           - 10个梁单元(CBAR)连接相邻节点，构成导弹的梁模型<br/>           - 每个CBAR单元连接两个相邻节点 (如单元1连接节点1-2)</p>  |
|   | <p><b>4. 截面属性 (PBAR) :</b><br/>           - PBAR 1定义圆形截面：<br/>           - 面积=3.14e-2 (<math>\pi \times r^2</math>)<br/>           - 惯性矩=7.811e-3<br/>           - 扭转常数=1550.0</p>   |
| <code>d10703.dat</code>   | <p><b>5. 材料属性 (MAT1) :</b><br/>           - MAT1 1定义铝材：<br/>           - 弹性模量=6.894e10 Pa (约69GPa)<br/>           - 泊松比=0.3<br/>           - 密度=2.6e3 kg/m<sup>3</sup></p>   |
|   | <p><b>6. 特殊特性：</b><br/>           - <code>PARAM G 0.04</code> 设置结构阻尼系数为4%<br/>           - <code>DMIG PILOT</code> 定义自动驾驶仪的动力学耦合矩阵<br/>           - <code>TF</code>卡定义传递函数，描述控制系统特性</p>  |
|   | <p><b>7. 特征值分析：</b><br/>           - 使用两种方法 (INV和HESS) 计算复特征值<br/>           - 频率范围设置：0-18Hz和0-14Hz两个区间</p>  |
|   | <p><b>8. 建模目的：</b><br/>           通过梁模型模拟导弹主体结构，结合自动驾驶仪的控制系统特性 (DMIG和TF卡)，分析耦合系统的稳定性，预测可能出现的颤振或发散现象。</p>   |
| <p>这是一个典型的气动弹性稳定性分析模型，将结构动力学与控制系统耦合，用于评估导弹在自动驾驶仪作用下的动态稳定性。</p>              |  |
| <code>v15901s.dat</code>  | <p>以下是该MSC Nastran输入文件的详细解释，按关键部分分类说明：</p> <p>---</p> <p>### 1. 文件头与求解设置</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <code>SOL 129</code>：选择非线性瞬态热传导分析（序列号129）。</li> <li>- <code>ANALYSIS = HEAT</code>：明确分析类型为热分析。</li> <li>- <code>TSTEPNL=300</code>：定义非线性时间步长控制（引用后文的TSTEPNL卡ID=300）。</li> <li>- <code>TITLE/SUBTITLE</code>：描述问题为平板瞬态热传导，参考自教材案例。</li> </ul> <p>---</p> <p>### 2. 节点定义 (GRID)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>格式：</b><code>GRID ID X Y Z</code></li> <li>- <b>示例：</b><code>GRID 10 0. 0. 0.</code> 表示节点10位于坐标原点。</li> <li>- <b>建模目的：</b>定义了一个沿x轴方向离散的平板模型，节点间距约0.1667单位，y和z方向跨度1.0单位（共5层节点，每层6个节点）。</li> </ul> <p>---</p> <p>### 3. 单元定义</p> |

| 文件名                                    | 模型解释  |
|--|---|
| - CHEXA (六面体单元) :                      | <p>- <b>示例</b> : <code>CHEXA 1 1000 10 20 30 40 11 21 31 41</code><br/>         表示单元1，材料PID=1000，连接8个节点（底面4个+顶面4个）。</p> |
| - CELAS2 (弹簧单元) :                      | <p>- <b>示例</b> : <code>CELAS2 10 1.+10 10 1</code><br/>         表示ID=10的弹簧，刚度1e10，连接节点10和1（可能用于边界约束）。</p>               |
| ---                                    |   |
| <b>#### 4. 材料与属性</b>                   |   |
| - MAT4 (热材料属性) :                       | <p>- <code>MAT4 200 .4 20.</code><br/>         材料ID=200，导热系数k=0.4，密度ρ=20（单位可能为W/m·K和kg/m³）。</p>                         |
| - PSOLID (实体属性) :                      | <p>- <code>PSOLID 1000 200</code><br/>         属性ID=1000，关联材料ID=200。</p>  |
| ---                                    |   |
| <b>#### 5. 载荷与边界条件</b>                 |   |
| - 初始温度 (TEMP) :                        | <p>- <code>TEMP 400 10 60. ...</code> 设置节点初始温度为60°C。</p>  |
| - 环境温度 (TEMPD) :                       | <p>- <code>TEMPD 400 180.</code> 定义环境参考温度为180°C（可能用于对流或辐射）。</p>   |
| - 热载荷 (SLOAD) :                        | <p>- <code>SLOAD 500 10 60.+10</code> 在节点10施加60e10的热流载荷（单位可能为W）。</p>  |
| ---                                    |   |
| <b>#### 6. 时间步控制 (TSTEPNL)</b>         |   |
| - TSTEPNL 300 150 .02                  | <p>- ID=300，150个时间步，步长0.02秒（总时长3秒）。</p>   |
| - 用于瞬态热分析的时间积分参数。                      |   |
| ---                                    |   |
| <b>#### 7. 输出设置</b>                    |   |
| - 温度监控 : XYPILOT TEMP/11(T1), 33(T1)   | <p>- <b>输出</b>节点11和33的温度随时间变化曲线。</p>  |
| - 绘图选项 : 包括坐标轴标签、网格线、曲线符号等可视化设置。       |   |
| ---                                    |   |
| <b>#### 关键建模目的</b>                     |   |
| - 问题类型 : 模拟平板的一维瞬态热传导（实际用三维单元建模）。      |   |
| - 核心参数 :                               |   |
| - 材料导热系数（0.4）决定热传导速率。                  |   |
| - 初始温度（60°C）与环境温度（180°C）的差异驱动热流动。      |   |
| - 时间步长（0.02秒）影响瞬态分析的精度和稳定性。            |   |
| ---                                    |   |
| <b>#### 注意事项</b>                       |   |
| - 文件中存在历史注释和默认参数提示（如密度未显式定义时默认为1）。     |   |
| - 热流载荷值（60e10）需确认单位是否合理，可能需结合实际物理场景校验。 |   |

| 文件名  | 模型解释  |
|--|---|
| - ID MSC, V103GUY  | 模型标识符，名称和版本为V103GUY。  |
| - SOL 103  | 求解类型为 <b>模态分析</b> (SOL 103)，用于计算结构的固有频率和振型。   |
| - METHOD=1   | 指定使用EIGR卡片 (ID=1) 定义的模态提取方法。  |
| - DISP=ALL   | 输出所有节点的位移结果。  |
| ---  |   |
| #### 2. 节点定义 (GRID)  |   |
| nastran<br>GRID 10000 0.0 0.0 0.0 1246<br>- GRID 10000         | 定义节点ID为10000，坐标位于原点(0.0, 0.0, 0.0)。   |
| - 1246   | 节点自由度：释放1·2·4·6方向的约束（即仅允许平移Z和旋转X·Y）。  |
| ---  |   |
| #### 3. 单元定义 (CBAR)  |   |
| nastran<br>CBAR 101 100 10000 10001 0.0 0.0 1. 1<br>- CBAR 101 | 定义梁单元 (CBAR)，ID为101，属性指向PBAR 100。   |
| - 10000, 10001   | 连接节点10000和10001。  |
| - 0.0, 0.0, 1.   | 梁的轴向向量为Z方向 (0,0,1)，用于确定截面方向。  |
| ---  |   |
| #### 4. 材料与截面属性  |   |
| - MAT1 1000  | 材料ID 1000，弹性模量3.0E7，泊松比0.3，密度7.764E-4 (单位需与模型一致)。   |
| - PBAR 100   | 梁截面属性ID 100，关联材料1000。   |
| - 截面参数：面积0.31416，惯性矩0.15708 (可能为圆形或简单几何截面)。                    |   |
| ---  |   |
| #### 5. 模态分析与约束  |   |
| - EIGR 1   | nastran<br> EIGR 1 GIV 100. +EIG1<br> +EIG1, MASS<br>- 使用 <b>Givens法</b> 提取模态，频率上限为100 Hz (100.)。 |
| - MASS   | 表示基于质量矩阵的模态归一化。   |
| - SPC 1002   | nastran<br> SPC 1002 10020 3 10000 3<br>- 约束节点10020和10000的3方向 (Z平移) 自由度。                          |
| - ASET1 35   | nastran<br> ASET1 35 10005 10010 10015<br>- 指定节点10005·10010·10015为 <b>超节点</b> （用于Guyan缩减，减少计算规模）。 |
| ---  |   |
| #### 6. 建模目的总结   |   |
| - 问题类型：  | 验证手册中的示例 (Twenty Cell Beam)，通过 <b>Guyan缩减</b> (静态凝聚) 降低模型自由度，计算前两阶模态。                             |

| 文件名        | 模型解释   |
|------------|--|
|            | <p>- <b>关键分析参数：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 梁单元 (CBAR) 构成主结构，材料为线性弹性 (MAT1)。</li> <li>- 模态提取范围0-100 Hz，重点关注低阶振型。</li> <li>- 通过<b>ASET1</b>和<b>SPC</b>实现自由度缩减，提升计算效率。</li> </ul> <p>---</p>  |
|            | <p><b>### 补充说明</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 文件中的*(1)和=(19)等为续行符，表示参数延续或重复（需结合完整模型理解）。</li> <li>- 单位系统未明确标注，需根据材料参数（如弹性模量）推断（可能为英制或公制）。</li> </ul>  |
|            | <p>此模型典型用于验证模态分析流程及缩减技术的正确性。</p>   |
| v10801.dat | <p>这个MSC Nastran输入文件建立了一个<b>两自由度系统的直接频率响应分析模型</b>，用于模拟结构在简谐激励下的振动响应。以下是关键部分的解释：</p> <p>---</p> <p><b>### 1. 分析类型 (SOL)</b></p> <pre>nastran&lt;br&gt;SOL 108&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SOL 108</b>：表示进行<b>直接频率响应分析</b>，用于计算结构在频域中的动态响应（位移、应力等）。</li> </ul> <p>---</p> <p><b>### 2. 节点定义 (GRID)</b></p> <pre>nastran&lt;br&gt;GRID 1 0. 0. 0.&lt;br&gt;GRID 2 10. 0. 0.&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 定义两个节点：</li> <li>- 节点1：坐标 (0, 0, 0)。</li> <li>- 节点2：坐标 (10, 0, 0)。</li> <li>- <b>建模目的</b>：表示一个一维弹簧-质量-阻尼系统，两个节点分别代表质量块和固定端。</li> </ul> <p>---</p> <p><b>### 3. 单元与连接</b></p> <p>- <b>弹簧单元 (CELAS2)</b>：</p> <pre>nastran&lt;br&gt; CELAS2 10 333. 1 1 2 1&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 弹簧ID=10，刚度=333，连接节点1和节点2的X方向（末参数1表示X向）。</li> </ul> <p>- <b>阻尼单元 (CDAMP2)</b>：</p> <pre>nastran&lt;br&gt; CDAMP2 20 28. 1 1 2 1&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 阻尼器ID=20，阻尼系数=28，连接节点1和节点2的X方向。</li> </ul> <p>- <b>接地弹簧 (CELAS2 100)</b>：</p> <pre>nastran&lt;br&gt; CELAS2 100 1.E+12 1 1&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 高刚度 (1E12) 弹簧将节点1的X方向固定，模拟刚性约束。</li> </ul> <p>---</p> <p><b>### 4. 质量定义 (CONM2)</b></p> <pre>nastran&lt;br&gt;CONM2 200 2 7.764&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 在节点2上附加集中质量=7.764（单位需与模型一致）。</li> </ul> <p>---</p> <p><b>### 5. 载荷与激励</b></p> <p>- <b>动态载荷 (DAREA + RLOAD1)</b>：</p> <pre>nastran&lt;br&gt; DAREA 2 1 1 1.E+12&lt;br&gt; RLOAD1 1 2 3&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>DAREA</b>：定义节点1的X方向动态载荷幅值 (1E12，可能用于归一化)。</li> <li>- <b>RLOAD1</b>：引用频率相关载荷 (ID=3的<b>TABLED1</b>)。</li> </ul> <p>- <b>频率表 (TABLED1)</b>：</p> |

| 文件名         | 模型解释   |
|-------------|--|
|             | <pre>nastran&lt;br&gt; TABLED1 3 +TBL1&lt;br&gt; +TBL1 0. 1. 100. 1. ENDT&lt;br&gt;</pre> <p>- 定义载荷幅值随频率变化的表格：0-100Hz内幅值=1（简谐激励）。</p>  |
|             | <p>- 频率范围 (FREQ1)：</p> <pre>nastran&lt;br&gt; FREQ1 2 1.04 .001 4&lt;br&gt;</pre> <p>- 分析频率范围：1.04Hz起始，0.001Hz间隔，共4个点（即1.04Hz 1.041Hz 1.042Hz 1.043Hz）。</p> <p>---</p>   |
|             | <h3>### 6. 其他参数</h3> <pre>nastran&lt;br&gt;PARAM AUTOSPC YES&lt;br&gt;</pre> <p>- 自动处理单点约束（如消除刚体模态）。</p> <p>---</p>  |
|             | <h3>### 建模目的</h3> <p>模拟一个弹簧-质量-阻尼系统在1.04Hz附近频段的受迫振动响应，验证理论解（如Den Hartog的《机械振动》教材第55页问题）。</p> <p>关键参数：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 刚度：333（弹簧）+1E12（约束）。</li> <li>- 阻尼：28（阻尼器）。</li> <li>- 质量：7.764（集中在节点2）。</li> <li>- 激励：1.04Hz附近的窄带扫频。</li> </ul>  |
| d11201d.dat | <p>以下是对该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解析，按关键部分分类说明其建模目的和参数含义：</p> <p>---</p> <h3>### 1. 文件头与注释</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- \$开头行：注释信息，记录文件修改历史、注意事项（如需要保存检查点、绘图文件等）。</li> <li>- SOL 112：指定求解序列为112（模态瞬态响应分析），用于计算结构在地震载荷下的动态响应。</li> <li>- 标题与副标题：表明模型为建筑物地震瞬态响应的演示案例。</li> </ul> <p>---</p> <h3>### 2. 节点定义 (GRID)</h3> <pre>nastran&lt;br&gt;GRID 1 0. 0. 0 123456&lt;br&gt;GRID 2 5. 0. 0 123456&lt;br&gt;...&lt;br&gt;GRID 11 50. 0. 0. 0 123456&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 功能：定义11个节点，沿X轴等距分布（间距5单位，总长50单位）。</li> <li>- 关键参数： <ul style="list-style-type: none"> <li>- 第1列：节点ID。</li> <li>- 第2-4列：节点坐标 (X,Y,Z)，Y/Z均为0，表示一维梁模型。</li> <li>- 第6列：边界约束码（123456表示初始全约束，后续通过SPC释放）。</li> </ul> </li> </ul> <p>---</p> <h3>### 3. 单元定义 (CBAR)</h3> <pre>nastran&lt;br&gt;CBAR 1 1 1 2 0. 1. 0.&lt;br&gt;...&lt;br&gt;CBAR 10 1 10 11 0. 1. 0.&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 功能：定义10个一维梁单元 (CBAR)，连接相邻节点，模拟建筑框架。</li> <li>- 关键参数： <ul style="list-style-type: none"> <li>- 第1列：单元ID。</li> <li>- 第3-4列：连接节点ID（如单元1连接节点1和2）。</li> <li>- 第5-7列：方向向量 (0., 1., 0. 表示局部Y轴方向）。</li> </ul> </li> </ul> <p>---</p> <h3>### 4. 梁属性 (PBAR)</h3> <pre>nastran&lt;br&gt;PBAR 1 1 150. 5.0+4 1.5+5 +PBAR1&lt;br&gt;+PBAR1 ... 0.5&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 功能：定义梁的截面属性。</li> <li>- 关键参数： <ul style="list-style-type: none"> <li>- 150.：截面积 (A)。</li> <li>- 5.0+4：惯性矩 (<math>I_{11}</math>)。</li> </ul> </li> </ul> |

| 文件名 | 模型解释   |
|-----|--|
|     | <p>- <b>1.5+5</b> : 惯性矩 (<math>I_{zz}</math>) 。</p> <p>- <b>0.5</b> : 扭转常数 (<math>J</math>) 。</p> <p>---</p>   |
|     | <p>#### 5. 材料属性 (MAT1)</p> <pre>nastran&lt;br&gt;MAT1 1 2.+10 0.3 2.0+3&lt;br&gt;</pre> <p>- 功能：定义线弹性材料。</p> <p>- 关键参数：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>2.+10</b> : 弹性模量 (<math>2 \times 10^{10}</math> Pa) 。</li> <li>- <b>0.3</b> : 泊松比。</li> <li>- <b>2.0+3</b> : 密度 (2000 kg/m<sup>3</sup>) 。</li> </ul> <p>---</p>  |
|     | <p>#### 6. 边界条件与约束</p> <p>- <b>SPC (单点约束)</b> :</p> <pre>nastran&lt;br&gt; SPC 1 1 123456&lt;br&gt;</pre> <p>- 固定节点1的所有自由度（模拟建筑地基固定）。</p> <p>- <b>MPC (多点约束)</b> :</p> <pre>nastran&lt;br&gt; MPC 1 11 1 1.0 ... 20 1 -1.0&lt;br&gt;</pre> <p>- 强制节点11与节点20的X位移满足线性关系（可能模拟顶部约束）。</p> <p>---</p>  |
|     | <p>#### 7. 动态分析参数</p> <p>- <b>模态分析 (EIGR)</b> :</p> <pre>nastran&lt;br&gt; EIGR 1 INV 4. 9. 3 3&lt;br&gt;</pre> <p>- 使用逆幂法提取频率在4-9 Hz范围内的3阶模态。</p> <p>- <b>阻尼 (TABDMP1)</b> :</p> <pre>nastran&lt;br&gt; TABDMP1 1 0. 0.10 10. 0.10&lt;br&gt;</pre> <p>- 定义频率相关的阻尼比（如0.1表示10%临界阻尼）。</p> <p>- <b>瞬态载荷 (TLOAD1)</b> :</p> <pre>nastran&lt;br&gt; TLOAD1 1 1 1&lt;br&gt; TABLED1 1 ... .42 -1.0 ENDT&lt;br&gt;</pre> <p>- 使用TABLED1定义的地震加速度时程（时间-幅值表）作为动态载荷。</p> <p>---</p> |
|     | <p>#### 8. 求解控制</p> <p>- <b>TSTEP</b> :</p> <pre>nastran&lt;br&gt; TSTEP 1 30 0.015 1&lt;br&gt;</pre> <p>- 瞬态分析时间步：30步，步长0.015秒，共0.45秒。</p> <p>- <b>输出请求</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>DISPL/VELOC/ACCEL</b> : 请求节点位移、速度、加速度输出。</li> <li>- <b>SET 1/2</b> : 指定输出的节点集合（如节点1,7,20）。</li> </ul> <p>---</p>  |
|     | <p>#### 9. 其他关键卡片</p> <p>- <b>SEQGP</b> : 节点重排序以优化求解效率。</p> <p>- <b>OMIT1</b> : 跳过部分节点（如偶数节点）以简化计算。</p> <p>- <b>PARAM IPU</b> : 指定Fortran单元号（机器相关参数）。</p> <p>---</p>   |
|     | <p>#### 建模目的总结</p> <p>该模型模拟一维简化建筑框架在地震载荷（时程加速度）下的瞬态动力响应，通过模态叠加法计算位移、速度、加速度，并输出关键节点的动态响应。梁单元模拟结构刚度，材料属性定义混凝土/钢的力学特性，阻尼和载荷表模拟真实地震工况。</p>   |

| 文件名 | 模型解释   |
|-----|--|
| --- | #### 1. 文件头与求解设置<br>- <b>SOL 107</b> ：选择复特征值分析（用于流体-结构耦合问题，如液固振动）<br>- <b>TITLE/SUBTITLE</b> ：模型描述为“带柔性边界的液固耦合特征值分析”<br>- <b>AXISYM=FLUID</b> ：声明轴对称流体问题<br>- <b>SPC=3</b> ：引用ID=3的约束集<br>- <b>CMETHOD=1</b> ：使用复特征值求解方法<br>- <b>param,k6rot,0.0</b> ：关闭K6旋转项（保持旧版本兼容性）                        |
| --- | #### 2. 坐标系与流体定义<br>- <b>CORD2C 2</b> ：定义圆柱坐标系（原点(0,0,0)，Z轴方向(0,0,1)，X轴方向(1,0,0))<br>- <b>AXIF 2</b> ：定义轴对称流体属性<br>- 密度=32.2，阻尼=0.03<br>- NO表示无自由液面，1,3为流体边界标记   |
| --- | #### 3. 流体区域与边界<br>- <b>RINGFL</b> ：定义环形流体区域（半径4/8/10，轴向位置0/5/10)<br>- 例如RINGFL 1 4. 10. 表示半径4、轴向位置10的环<br>- <b>CFLUID2/3/4</b> ：连接流体区域形成封闭空间<br>- 如CFLUID4 104 1 2 7 8表示由环1/2/7/8围成的四边形流体域<br>- <b>FSLIST/BDYLIST</b> ：定义流体-结构耦合边界条件<br>- 流体密度0.03，轴对称边界标记1/2                                 |
| --- | #### 4. 结构网格定义<br>- <b>GRIDB</b> ：定义边界节点（圆柱坐标系下）<br>- 例如GRIDB 3 0. 2 4 2：节点3，角度0°，环ID=2，轴向位置4，坐标系2<br>- <b>CQUAD4</b> ：4节点四边形壳单元<br>- 如CQUAD4 10 11 3 9 10 4：单元10，属性11，连接节点3/9/10/4<br>- <b>PSHELL 11</b> ：壳属性定义<br>- 材料ID=12，厚度=0.5<br>- <b>MAT1 12</b> ：材料属性<br>- 弹性模量10.6e6，泊松比0.3，阻尼系数0.05 |
| --- | #### 5. 约束与对称性<br>- <b>SPC1 3 246</b> ：约束节点3/9/14的2/4/6自由度（圆柱坐标系下的径向/轴向/扭转）<br>- <b>SPC1 3 135</b> ：约束节点6/12/17的1/3/5自由度（轴向/周向/弯曲）<br>- <b>FLSYM 4 S A</b> ：施加对称边界条件（对称面+轴对称）  |
| --- | #### 6. 特征值分析设置<br>- <b>EIGC 1</b> ：复特征值求解方法（逆幂法）<br>- <b>MAX=5</b> ：提取前5阶模态<br>- 3. 2. 2：收敛容差和迭代限制  |
| --- | #### 建模目的总结<br>该模型用于分析轴对称流体-结构耦合系统的振动特性：<br>1. 柔性壳体（CQUAD4）与内部流体（AXIF/CFLUID）相互作用<br>2. 通过复特征值分析（SOL 107）预测系统的固有频率和阻尼<br>3. 重点关注流体压力波与结构变形的耦合效应（如油箱晃动、管道振动等场景）   |

| 文件名  | 模型解释                                |
|--|-------------------------------------|
| <hr/>  |                                     |
| 关键参数包括流体密度（32.2）、壳厚度（0.5）、材料刚度（10.6e6）及轴对称边界条件。  |                                     |
| 以下是该MSC Nastran输入文件(.dat)的详细解释，按关键部分分类说明其建模目的和参数含义：  |                                     |
| <hr/>  |                                     |
| ---  |                                     |
| <b>### 1. 执行控制段 (Executive Control)</b>  |                                     |
| - <b>SOL 159</b> ：指定非线性瞬态热分析（Nonlinear Transient Heat Transfer Analysis）。  |                                     |
| - <b>TITLE/SUBTITLE</b> ：描述模型为“非线性瞬态问题”，并从问题3重启（ <b>RESTART</b> ）。   |                                     |
| - <b>ANALYSIS = HEAT</b> ：明确分析类型为热分析。  |                                     |
| - <b>TSTEPNL = 500</b> ：定义非线性瞬态时间步长控制（时间步参数表ID为500）。   |                                     |
| <hr/>  |                                     |
| ---  |                                     |
| <b>### 2. 载荷与边界条件</b>  |                                     |
| - <b>TLOAD1</b> ：定义时间相关载荷（ID 700和710），关联到：   |                                     |
| - <b>300</b> ：动态载荷幅值（DAREA）。   |                                     |
| - <b>701</b> ：延迟参数（DELAY）。   |                                     |
| - <b>703</b> ：时间-载荷曲线（TABLED1）。  |                                     |
| - <b>TABLED1,703</b> ：时间-载荷表格数据，定义载荷随时间变化：   |                                     |
| - <b>-1.0 到 0.0</b> ：载荷从-0.001线性降至0。   |                                     |
| - <b>0.0 到 450.0</b> ：载荷从0线性增至1。   |                                     |
| - <b>450.001</b> 后：载荷归零（周期性载荷）。  |                                     |
| - <b>DELAY,701</b> ：定义延迟参数（相位延迟1e6秒）。  |                                     |
| - <b>DAREA,300</b> ：动态载荷作用在节点100的1自由度上，幅值1.0。  |                                     |
| - <b>DLOAD,800</b> ：组合载荷，包含静态载荷（1.0）和动态载荷（700·710）。  |                                     |
| <hr/>  |                                     |
| hd15902.dat  |                                     |
| ---  |                                     |
| <hr/>  |                                     |
| <b>### 3. 热分析相关参数</b>  |                                     |
| - <b>THERMAL = ALL</b> ：激活所有热相关输出。   |                                     |
| - <b>IC = 600</b> ：初始条件集（未在BULK中显示，可能在其他部分定义）。   |                                     |
| <hr/>  |                                     |
| ---  |                                     |
| <b>### 4. 关键参数作用</b>   |                                     |
| - <b>周期性载荷</b> ：通过 <b>TABLED1</b> 定义载荷循环，模拟反复加热/冷却。  |                                     |
| - <b>非线性瞬态</b> ： <b>TSTEPNL</b> 控制时间步长，适应热传导的非线性特性。  |                                     |
| - <b>重启功能</b> ： <b>RESTART</b> 从HD15901继续计算，用于中断后恢复分析。   |                                     |
| <hr/>  |                                     |
| ---  |                                     |
| <b>### 5. 未显式定义的部分</b>   |                                     |
| - <b>节点/单元/材料</b> ：未在提供的BULK段中显示，可能通过 <b>INCLUDE</b> 或重启文件引用。  |                                     |
| - <b>初始条件 (IC)</b> ：ID 600未定义，可能在前序文件中。  |                                     |
| <hr/>  |                                     |
| ---  |                                     |
| <b>### 建模目的总结</b>  |                                     |
| 该模型旨在模拟 <b>非线性瞬态热传导问题</b> ，通过周期性载荷（如交替加热）分析结构温度场随时间的变化，并支持从历史结果重启计算。关键参数包括时间-载荷曲线（ <b>TABLED1</b> ）、动态载荷组合（ <b>DLOAD</b> ）和非线性时间步控制（ <b>TSTEPNL</b> ）。 |                                     |
| <hr/>  |                                     |
| v10501.dat   | 以下是该MSC Nastran输入文件的详细解释，按关键部分分类说明： |
| <hr/>  |                                     |
| ---  |                                     |
| <b>### 1. 文件头与求解控制</b>   |                                     |
| - <b>SOL 105</b> ：表示进行 <b>线性屈曲分析</b> （静力+特征值屈曲）。   |                                     |
| - <b>TITLE/SUBTITLE</b> ：模型描述为悬臂梁的侧向屈曲问题，参考Timoshenko弹性稳定理论。   |                                     |
| - <b>SUBCASE 1</b> ：静力分析子工况，施加荷载并计算位移和单元力。   |                                     |
| - <b>SUBCASE 2</b> ：特征值屈曲分析子工况，使用 <b>METHOD=1</b> （EIGB卡定义）计算屈曲模态。   |                                     |

---

|     |      |
|-----|------|
| 文件名 | 模型解释 |
|-----|------|

---

---

### ### 2. 节点定义 (GRID)

```
dat<br>GRID 1 0.0 0.0 0.0 0.0<br>= * (1) = * (1.0) ==<br>= (19)<br>
```

- **GRID 1** : 定义节点1, 坐标(0.0, 0.0, 0.0)。

- **\* (1)** 和 **\* (1.0)** : 可能表示节点1的生成规则 (未完全显示), 通过增量生成其他节点 (如共19个节点)。

---

### ### 3. 单元定义 (CBEAM)

```
dat<br>CBEAM 101 1 1 2 1.0 1.0<br>
```

- **CBEAM 101** : 梁单元, 编号101, 材料/属性ID=1, 连接节点1和2。

- **1.0 1.0** : 方向向量 (默认沿x轴)。

---

### ### 4. 梁属性 (PBEAM)

```
dat<br>PBEAM 1 1 0.05 .00417 1.0417e-5 4.0354e-5 +PM3<br>+PM3 NO 1.0 +PM5<br>+PM5 0.0 0.0<br>
```

- **PBEAM 1** : 定义梁截面属性:

- 面积=0.05, 惯性矩=0.00417 (ly), 1.0417e-5 (lz), 4.0354e-5 (J)。

- **NO** : 无剪切偏移, **1.0** : 剪切系数。

- **+PM5** : 中性轴位置(0.0, 0.0)。

---

### ### 5. 材料属性 (MAT1)

```
dat<br>MAT1 1 10e7 3.0e7<br>
```

- **MAT1 1** : 线弹性材料:

- 弹性模量=1e7, 泊松比=0.3 (3.0e7可能为剪切模量, 需确认单位)。

---

### ### 6. 边界条件与荷载

- **SPC 101** : 约束节点1的所有自由度 (123456)。

- **FORCE 1** : 在节点21施加y方向荷载50单位 (可能是屈曲分析的参考荷载)。

---

### ### 7. 屈曲分析设置 (EIGB)

```
dat<br>EIGB 1 INV -1.0 1.0 6 3 3 +F1<br>+F1 MAX<br>
```

- **EIGB 1** : 逆幂法 (INV) 计算特征值:

- 范围[-1.0, 1.0], 提取6个模态, 3个初始向量。

- **MAX** : 输出最大位移分量。

---

### ### 建模目的

- 分析悬臂梁在端部荷载下的侧向屈曲行为, 验证理论解 (Timoshenko弹性稳定理论)。

- **关键参数**:

- 梁截面惯性矩 (影响抗弯刚度)。

- 材料刚度 (弹性模量)。

- 荷载大小和方向 (触发屈曲)。

---

### ### 注意事项

- 文件中部分参数 (如 **\* (1)**) 可能依赖外部生成规则, 需结合完整文件理解。

- 单位需统一 (如长度、力、模量的单位制)。

**文件名****模型解释**

---

### ### 1. 文件头与元信息

- **\$ASSIGN RST='DBSDIR:v10903d.MASTER'**

指定结果文件输出路径为数据库目录下的v10903d.MASTER文件。

- **RESTART**

启用重启功能，允许从之前的中断点继续计算。

- **\$ID MSC, V10903等注释行**

文件版本和历史记录，无实际计算意义。

---

### ### 2. 求解控制段 (Executive Control)

- **SOL 109**

选择求解序列109（线性瞬态响应分析）。

- **TIME 5**

设置最大CPU运行时间为5分钟。

- **CEND**

标志执行控制段结束，后续为工况控制段。

---

### ### 3. 工况控制段 (Case Control)

- **TITLE=DEMONSTRATE COMBINED LOADS**

模型标题，说明目的为“演示组合载荷”。

- **DLOAD=2**

引用ID=2的动态载荷集（在BULK DATA中定义）。

- **TSTEP=3**

引用ID=3的时间步长定义（瞬态分析时间增量）。

- **SET 14=1, 2, 3**

定义节点集合14，包含节点1·2·3。

- **DISP=14**

输出集合14中节点的位移结果。

---

### ### 4. 批量数据段 (Bulk Data)

- **BEGIN BULK**

标志批量数据段开始，包含模型几何、属性等。

- **TSTEP 3 10 .20 1**

瞬态时间步定义：

- ID=3（与工况控制段TSTEP=3对应）。

- 总步数=10，时间增量=0.20秒，输出间隔=每1步输出一次结果。

- **PARAM, STIME, 2.0**

设置参数：瞬态分析起始时间为2.0秒（可能用于延迟加载）。

---

### ### 5. 关键参数与建模目的

- **分析类型**：线性瞬态响应（**SOL 109**），模拟结构在时变载荷下的动态行为。

- **时间步设置**：

- 总时长=10步×0.20秒=2.0秒，输出间隔为0.20秒（每步输出）。

- **载荷与输出**：

- 组合动态载荷（**DLOAD=2**）作用于模型，仅输出指定节点（1·2·3）的位移。

- **用途**：

可能是验证瞬态载荷叠加效果的演示模型，或测试重启功能的小规模案例。

---

### ### 缺失内容说明

| 文件名          | 模型解释  |
|--------------|---|
|              | <p>- 文件中未包含节点（GRID）**单元（如CQUAD4）和材料（MAT1）**的定义，这些通常位于BULK段但被省略。若需完整分析，需补充这部分数据。</p> <p>---</p> <p>### 总结</p> <p>此模型是一个瞬态动力学分析的简单示例，重点在于：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 定义时间步长和输出控制；</li> <li>2. 演示组合载荷的动态响应；</li> <li>3. 通过RESTART支持中断后继续计算。</li> </ol> <p>如需进一步解析几何或材料属性，需提供完整的BULK DATA部分。</p>  |
| v10903dr.dat | <p>以下是该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解释，按模块分类说明建模目的和关键参数：</p> <p>---</p> <p>### 1. 文件头与元信息</p> <pre>nastran&lt;br&gt;ASSIGN RST='DBSDIR:v10903d.MASTER'&lt;br&gt;RESTART LOGICAL=RST&lt;br&gt;\$ DEC/CMS REPLACEMENT HISTORY...&lt;br&gt;</pre> <p>- <b>作用</b>：定义重启文件路径和逻辑名，用于中断后恢复计算。</p> <p>- <b>关键点</b>：RST是重启文件的逻辑名，指向二进制结果文件v10903d.MASTER。</p> <p>---</p> <p>### 2. 求解控制段</p> <pre>nastran&lt;br&gt;SOL 109&lt;br&gt;TIME 5&lt;br&gt;diag 8,15,41&lt;br&gt;CEND&lt;br&gt;TITLE=DEMONSTRATE COMBINED LOADS&lt;br&gt;</pre> <p>- <b>求解类型</b>：SOL 109表示直接瞬态响应分析（Direct Transient Response），用于模拟结构在时变载荷下的动态行为。</p> <p>- <b>诊断输出</b>：diag 8,15,41启用矩阵检查、内存统计等调试信息。</p> <p>- <b>标题</b>：TITLE说明模型目的为演示组合载荷（如多工况叠加）。</p> <p>---</p> <p>### 3. 载荷与输出控制</p> <pre>nastran&lt;br&gt;DLOAD=2 ! 引用动态载荷集ID=2&lt;br&gt;TSTEP=3 ! 引用时间步定义ID=3&lt;br&gt;SET 14=1,2,3 ! 定义节点集(节点1,2,3)&lt;br&gt;DISP=14 ! 输出节点集14的位移&lt;br&gt;</pre> <p>- <b>动态载荷</b>：DLOAD定义组合动态载荷（如多载荷工况叠加）。</p> <p>- <b>输出</b>：仅输出节点1-3的位移结果，减少文件体积。</p> <p>---</p> <p>### 4. 时间步定义（瞬态分析关键参数）</p> <pre>nastran&lt;br&gt;TSTEP 3 10 .20 1&lt;br&gt;</pre> <p>- <b>参数解释</b>：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 3：时间步ID，被TSTEP=3引用。</li> <li>- 10：时间步数（共10步）。</li> <li>- 0.20：每步时间增量（<math>\Delta t=0.2</math>秒）。</li> <li>- 1：输出间隔（每1步输出一次结果）。</li> <li>- <b>总时长</b>：10步 <math>\times</math> 0.2秒 = 2秒的瞬态分析。</li> </ul> <p>---</p> <p>### 5. 其他参数</p> <pre>nastran&lt;br&gt;PARAM, STIME, 2.0&lt;br&gt;</pre> <p>- <b>STIME</b>：定义模拟的终止时间为2.0秒（与TSTEP总时长一致）。</p> <p>---</p> <p>### 6. 未显式定义的Bulk Data</p> <p>- <b>缺失内容</b>：文件中未包含GRID（节点）、CQUAD4（四边形单元）、MAT1（材料）等定义，可能因截断或通过INCLUDE引用外部文件。</p> <p>- <b>典型结构</b>：</p> |

| 文件名                | 模型解释   |
|--------------------|--|
|                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>GRID</b> : 定义节点坐标 (如GRID 1 0 10.0 20.0 30.0)。</li> <li>- <b>CQUAD4</b> : 4节点壳单元, 需关联材料属性 (如CQUAD4 101 201 1 2 3 4, 其中201为属性PID)。</li> <li>- <b>MAT1</b> : 各向同性材料 (如MAT1 201 2.1E5 0.3 7.8E-9, 表示钢的弹性模量、泊松比、密度)。</li> </ul> <p>---</p>  |
|                    | <h3>### 建模目的总结</h3> <ol style="list-style-type: none"> <li>分析类型：直接瞬态响应分析（时域动态问题）。</li> <li>关键动作：</li> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 组合动态载荷（DLOAD）作用于结构。</li> <li>- 监控特定节点（1-3）的位移随时间变化。</li> <li>- 时间步长0.2秒，总时长2秒，平衡精度与计算效率。</li> </ul> <p>---</p> </ol>  |
|                    | <h3>### 注意事项</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 实际模型需在BEGIN BULK后补充节点、单元、材料等定义。</li> <li>- 时间步参数（TSTEP）需满足数值稳定性条件（如CFL条件）。</li> </ul>   |
| d10113r-<br>ci.dat | <p>这个MSC Nastran输入文件(.dat)是一个圆柱壳结构的多级超单元分析模型, 主要用于演示重启分析和多工况计算。以下是对关键内容的解析：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>基础信息：</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SOL 101 表示进行线性静力分析</li> <li>- RESTART 说明这是从之前的分析(D10112R)重启的计算</li> <li>- 标题显示这是一个"加强圆柱壳"模型</li> </ul> </li> <li><b>节点/单元定义：</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 虽然文件中未显示具体GRID和CQUAD4数据, 但从PLOAD2引用1-38号单元可知：</li> <li>- 模型应包含壳单元(CQUAD4)组成的圆柱壳结构</li> <li>- 单元编号1到38将承受压力载荷</li> </ul> </li> <li><b>载荷工况：</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>工况11</b>：重力载荷(1G加速度)</li> <li>- LOAD = 1000 对应重力载荷集</li> <li>- <b>工况12</b>：内压载荷(500 psi)</li> <li>- PLOAD2 1002 -500. 1 THRU 38 表示：</li> <li>- 载荷集ID 1002</li> <li>- 负号表示压力方向指向单元内侧</li> <li>- 500 psi压力作用在1到38号单元上</li> </ul> </li> <li><b>输出控制：</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 要求输出所有位移(DISPL)、约束反力(SPCFORCE)、单元力(ELFORCE)、载荷矢量(OLOAD)等结果</li> <li>- SUPER = ALL 表示输出超单元相关信息</li> </ul> </li> <li><b>关键建模特点：</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 采用多级超单元(SUPERELEMENTS)技术提高计算效率</li> <li>- 演示了重启分析功能, 可以基于之前的结果继续计算</li> <li>- 包含两种典型载荷工况：重力载荷和压力载荷</li> </ul> </li> </ol> <p>注意：由于这是部分文件, 完整的材料(MAT1)、属性(PHELL)和节点/单元定义可能在引用的其他文件中。实际建模时, 压力载荷通过PLOAD2施加在壳单元上, 负值表示压力方向与单元法向相反(即内压)。</p> |

| 文件名  | 模型解释   |
|--|--|
| 以下是对该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解析，按关键部分分类说明其建模目的和参数含义： |  |
|  | ---  |
|  | <h3>### 1. 文件头与求解设置</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SOL 109</b>：指定非线性瞬态响应分析（非线性动力问题）。</li> <li>- <b>TIME 30</b>：最大CPU运行时间30秒。</li> <li>- <b>TITLE/SUBTI/LABEL</b>：描述模型为厚壁圆柱体（THICK-WALL CYLINDER），承受内部阶跃载荷（STEP LOAD）。</li> <li>- <b>LOADSET=101, DLOAD=30</b>：引用载荷集101和动态载荷30。</li> <li>- <b>TSTEP=20</b>：定义瞬态时间步长（后续<b>TSTEP 20</b>细化参数为749步，步长1e-6秒）。</li> </ul> |
|  | ---  |
|  | <h3>### 2. 材料与属性</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>MAT1,1,3.E7,,0.,0.28,6.0E-6,0.</b>：</li> <li>- 材料ID=1，弹性模量3e7（单位需根据整体模型确定，如psi），泊松比0.28，热膨胀系数6e-6。</li> <li>- 用于定义厚壁圆柱的线弹性材料行为。</li> </ul>   |
|  | ---  |
|  | <h3>### 3. 节点定义 (GRID)</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>GRID,1,,6.,0.,0.,,23456</b>：</li> <li>- 节点1，坐标(6,0,0)，约束自由度23456（固定2-6自由度，仅允许X平移）。</li> <li>- 类似格式定义节点101 (Z=0.5)、201 (Z=1.0)，形成轴向分层网格。</li> <li>- <b>=,*1,=,*(.5),==</b>：表示批量生成节点，Z坐标按0.5递增（未完全展开的简写）。</li> </ul>   |
|  | ---  |
| v10904.dat   | <h3>### 4. 单元定义 (CTRIAX6)</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>CTRIAX6</b>：6节点轴对称三角形单元，用于模拟厚壁圆柱的截面。</li> <li>- 示例：<b>CTRIAX6 1 1 1 2 3 103 203 102</b></li> <li>- 单元ID=1，材料ID=1，节点连接顺序1-2-3-103-203-102（前3角节点，后3边中节点）。</li> <li>- 单元排列形成圆柱的轴对称截面，通过旋转生成完整模型。</li> </ul>  |
|  | ---  |
|  | <h3>### 5. 载荷与边界条件</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>PLOADX1,1,7,10.,10.,1,201</b>：</li> <li>- 在单元集1到7上施加压力载荷，大小10（单位依模型），方向沿法向。</li> <li>- 模拟内部压力（需结合轴对称特性理解）。</li> <li>- <b>TLOAD1,30,103,,,34</b>：引用动态载荷ID 30，基于表34定义的时间历程。</li> <li>- <b>TABLED1,34</b>：定义时间-载荷曲线（阶跃载荷，0到0.000005秒从0升到1，之后保持）。</li> </ul>   |
|  | ---  |
|  | <h3>### 6. 控制参数</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>PARAM,GRDPNT,0</b>：禁用重力参考点。</li> <li>- <b>PARAM,WTMASS,.002588</b>：设置质量密度转换系数（单位协调用）。</li> </ul>  |
|  | ---  |
|  | <h3>### 建模目的总结</h3> <p>该模型通过轴对称单元<b>CTRIAX6</b>简化厚壁圆柱的3D问题为2D截面分析，模拟其在内部阶跃压力载荷下的非线性瞬态响应。关键参数包括材料刚度、轴对称单元连接、时间步长和动态载荷曲线，适用于压力容器或管道等结构的动力分析。</p>   |
|  | (注：部分简写语法如 <code>=,*1</code> 需参考Nastran手册，可能为早期版本批量生成节点的简略写法。)   |

| 文件名   | 模型解释 |
|---|------|
| 这个MSC Nastran输入文件描述了一个单自由度振荡器的响应谱分析模型，主要目的是计算结构在动态载荷下的位移、速度和加速度响应谱。以下是关键内容的解释：  |      |
| ---   |      |
| <b>### 1. 模型基本信息</b>  |      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SOL 109</b>：表示进行频率响应分析（频域分析）。</li> <li>- <b>TITLE</b>：模型标题，表明这是一个单振荡器的响应谱分析。</li> <li>- <b>MPC=1</b>：使用多点约束方程定义相对坐标系（可选）。</li> </ul>  |      |
| ---   |      |
| <b>### 2. 关键组件</b>  |      |
| <b>#### (1) 节点定义</b>  |      |
| <pre>nastran&lt;br&gt;GRID 9999 0.0 0.0 0.0 123456&lt;br&gt;</pre>  |      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>GRID 9999</b>：一个虚拟节点，用于绕过软件限制（SEP1错误）。坐标为原点(0,0,0)，约束所有自由度（123456表示固定）。</li> </ul>  |      |
| <b>#### (2) 标量点与质量单元</b>  |      |
| <pre>nastran&lt;br&gt;SPOINT, 1 2 3 # 定义3个标量点(用于集中质量/弹簧)&lt;br&gt;CMASS2, 1 1.+6 1 # 大质量(1e6单位, 连接到底点1)&lt;br&gt;CMASS2, 2 1. 2 # 单位质量(1单位, 连接到底点2)&lt;br&gt;</pre>   |      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>CMASS2</b>：集中质量单元，参数分别为单元ID、质量值、连接标量点。</li> </ul>   |      |
| <b>#### (3) 弹簧与阻尼单元</b>   |      |
| <pre>nastran&lt;br&gt;CELAS2, 12 39.47842 1,,2 # 弹簧单元, 刚度=39.478(≈4π², 模拟固有频率1Hz)&lt;br&gt;CDAMP2, 120 .125664 1,,2 # 阻尼单元, 阻尼系数=0.125664(1%临界阻尼)&lt;br&gt;</pre>   |      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>CELAS2/CDAMP2</b>：分别定义弹簧刚度和阻尼，连接标量点1和2。</li> </ul>  |      |
| ---   |      |
| <b>### 3. 载荷与边界条件</b>   |      |
| <b>#### (1) 动态载荷</b>  |      |
| <pre>nastran&lt;br&gt;DAREA 5 1 1.+6 # 动态载荷幅值(1e6倍缩放)&lt;br&gt;TLOAD1 3 5 6 # 瞬态载荷, 引用DAREA 5和时间历程表6&lt;br&gt;TABLED1 6 # 时间-幅值表(三角脉冲载荷)&lt;br&gt;</pre>  |      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>TABLED1</b>：定义时间历程载荷，幅值在0-6秒内变化（如冲击或正弦激励）。</li> </ul>   |      |
| <b>#### (2) 响应谱参数</b>   |      |
| <pre>nastran&lt;br&gt;PARAM, RSPECTRA,0 # 请求计算响应谱&lt;br&gt;DTI, SPSEL 1 7 8 1 # 定义谱分析参数(阻尼ID=7, 频率ID=8)&lt;br&gt;FREQ, 7 .01 # 阻尼比1%(临界阻尼的1%)&lt;br&gt;FREQ, 8 1. # 频谱频率1Hz(分析频点)&lt;br&gt;</pre>   |      |
| ---   |      |
| <b>### 4. 输出控制</b>  |      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>DISP/VELO/ACCE(PLOT)=100</b>：输出标量点1的位移、速度、加速度。</li> <li>- <b>XYPEAK</b>：请求绘制峰值响应谱（基线、惯性、相对分量）。</li> <li>- <b>XYPLOT</b>：生成位移/速度/加速度的时程和频谱曲线。</li> </ul>   |      |
| ---   |      |
| <b>### 5. 建模目的</b>  |      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>验证单自由度系统</b>：通过质量-弹簧-阻尼模型，验证结构在动态载荷下的理论响应（如固有频率、阻尼比）。</li> <li>- <b>响应谱分析</b>：计算结构在不同频率激励下的最大响应（用于抗震或冲击载荷设计）。</li> <li>- <b>关键参数</b>：       <ul style="list-style-type: none"> <li>- 刚度 <b>39.478</b> → 固有频率1Hz (因 (<math>f=\frac{1}{2\pi}\sqrt{k/m}</math>))。</li> <li>- 阻尼 <b>0.125664</b> → 1%临界阻尼 (<math>(c=2\sqrt{k}m)</math>)。</li> <li>- 大质量 <b>1e6</b> → 模拟固定基础（惯性参考）。</li> </ul> </li> </ul> |      |
| ---   |      |
| <b>### 总结</b>   |      |
| 此模型通过极简的单自由度系统，演示了MSC Nastran中频响分析和响应谱生成的流程，适用于验证动力学理论或软件功能。  |      |

**文件名****模型解释**

以下是该MSC Nastran输入文件的详细解释，按关键部分分类说明：

**### 1. 文件头与求解设置**

nastran<br>SOL 24 ! 使用SOL 24 (静力学分析) <br>TIME 5 ! 最大CPU时间限制5分钟<br>TITLE=... ! 模型标题：  
悬臂梁板结构，应力云图<br>SUBTITLE=... ! 参考教材《Singer, Strength of Materials》<br>  
- 目的：执行静力学分析，模拟悬臂梁在载荷下的变形和应力。

**### 2. 输出控制**

nastran<br>DISP=ALL ! 输出所有位移<br>STRESS=ALL ! 输出所有应力<br>OUTPUT (PLOT) ! 生成绘图数据  
<br>CONTOUR YNORMAL MID LOCAL ! 输出局部坐标系中面的Y向法向应力云图<br>  
- 目的：后处理需显示变形和应力分布，重点关注梁的弯曲应力。

**### 3. 节点定义 (GRID)**

nastran<br>GRID,1, 0, 0.0,0.0,,,3456 ! 节点1：坐标(0,0,0)，约束345方向(z,x,y固定)<br>GRID,11, 0,  
1.5,0.0,,,3456 ! 节点11：坐标(1.5,0,0)，同上约束<br>GRID,21, 0, 3.0,0.0,,,3456 ! 节点21：坐标  
(3.0,0,0)，同上约束<br>  
- 关键参数：  
- ID：节点编号(1,11,21)。  
- CP：坐标系编号(0表示直角坐标系)。  
- X,Y,Z：坐标值(Z值通过后续参数补全为0.1的倍数)。  
- 约束3456：固定Z轴平动(悬臂梁固定端)。

**### 4. 单元定义 (CQUAD4)**

nastran<br>CQUAD4 101 301 1 2 12 11 ! 四边形单元101，材料属性301，连接节点1-2-12-11<br>CQUAD4 201 301  
11 12 22 21 ! 单元201，连接节点11-12-22-21<br>  
- 关键参数：  
- PID 301：指向属性PSHELL 301。  
- 节点顺序：按顺时针或逆时针排列，定义单元几何。

**### 5. 属性定义 (PSHELL与MAT1)**

nastran<br>PSHELL 301 401 0.1 401 ! 壳属性301：材料401，厚度0.1<br>MAT1 401 10.7+6 .3 ! 材料401：弹性模量10.7e6，泊松比0.3<br>  
- 目的：定义壳单元厚度和材料参数(假设单位为英寸和psi，典型铝合金属性)。

**### 6. 边界条件 (SPC1)**

nastran<br>SPC1 10 123456 1 2 3 4 ! 约束节点1-4的XYZ平动和转动(固定端)<br>SPC1 10 123456 5 6 7 ! 补充约束节点5-7<br>  
- 目的：模拟悬臂梁左端完全固定(节点1-7)。

**### 7. 载荷定义 (FORCE)**

nastran<br>FORCE 20 21 0 20. 0.5 ! 节点21施加20力，方向y=0.5(y向分量10)<br>FORCE 20 22 0 20. 1.0 !  
节点22施加20力，纯y向<br>FORCE 20 27 0 20. 0.5 ! 节点27施加20力，y向分量10<br>  
- 目的：在梁自由端(右侧节点)施加垂直载荷，模拟集中力作用。

**### 8. 模型总结**

| 文件名         | 模型解释   |
|-------------|--|
|             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>结构</b>：由两个四边形壳单元组成的悬臂梁，左端固定，右端受载。</li> <li>- <b>材料</b>：铝合金 (<math>E=10.7e6 \text{ psi}</math>, <math>\nu=0.3</math>)，壳厚0.1单位。</li> <li>- <b>载荷</b>：总计40单位Y向力（按比例分配）。</li> <li>- <b>输出</b>：位移、应力云图，重点关注弯曲变形和应力分布。</li> </ul> <p>---</p> <p>### 关键点</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>悬臂梁验证</b>：与教材理论解对比，验证有限元模型准确性。</li> <li>- <b>壳单元简化</b>：用板单元 (CQUAD4) 模拟梁，需确保厚度与跨度比合理。</li> <li>- <b>约束技巧</b>：通过SPC1批量约束固定端节点，提高效率。</li> </ul>  |
|             | 这个MSC Nastran输入文件主要演示了矩阵运算和方程求解过程，而非传统的有限元结构分析。以下是关键内容的解析：   |
|             | <p><b>1. 文件头与求解控制：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SOL 100 表示这是一个基本分析序列</li> <li>- MALTER 和用户DMAP语句表明使用了自定义求解流程</li> <li>- 主要目的是通过分区法 (PARTN) 求解矩阵方程，并验证迭代法的矩阵求逆精度</li> </ul> <p><b>2. 核心矩阵定义 (BULK段) :</b></p> <pre>nastran&lt;br&gt;DMI,A,0,6,1,0,,6,6 \$ # 6x6方阵A (主矩阵) &lt;br&gt;DMI,D,0,3,1,0,,6,1 \$ # 6x1向量D (右端项) &lt;br&gt;DMI,CP,0,2,1,0,,6,1 \$ # 分区向量CP (定义矩阵分块方式) &lt;br&gt;DMI,B1,0,6,1,0,,6,6 \$ # 6x6初始近似逆矩阵 B1&lt;br&gt;</pre> <p><b>3. 关键计算步骤：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 矩阵转置 (TRNSP)</li> <li>- 矩阵相加 (ADD)</li> <li>- 矩阵相乘 (MPYAD)</li> <li>- 分区求解 (PARTN) 将A矩阵分为4个子块：</li> </ul> <p>prob5.dat</p> <pre>math&lt;br&gt; A = \begin{bmatrix} A11 &amp; A12 \\ A21 &amp; A22 \end{bmatrix} &lt;br&gt; - 通过Schur补方法计算分块逆矩阵 - 迭代求逆验证 (LOOPTOP循环)</pre> <p><b>4. 验证过程：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 计算真实逆矩阵 (AITRUE)</li> <li>- 生成单位矩阵验证 (IDENTST)</li> <li>- 比较近似解与精确解的误差 (DELTAB/DELTAB1)</li> </ul> <p>注：此模型特殊之处在于：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>完全使用矩阵运算DMAP语言，没有传统有限元网格（无GRID/CQUAD4等）</li> <li>MAT1材料属性未出现，因重点在于数值方法验证</li> <li>主要展示：</li> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 矩阵分块求解技术</li> <li>- 迭代法求逆的收敛性</li> <li>- 数值计算误差分析</li> </ul> </ol> <p>这种模型通常用于算法验证或教学目的，而非实际工程分析。</p> |
| eli2007.dat | 以下是对该MSC Nastran输入文件 (.dat) 关键内容的解析，按模块分类说明其建模目的和参数含义：   |
|             | <p>---</p> <p>### 1. 文件头与版本信息</p> <pre>nastran&lt;br&gt;id msc, eli2007.dat \$ clk 12-Jun-2007 v2007&lt;br&gt;\$id msc, eli2005.dat \$ tin -06-dec- 2005 v2006&lt;br&gt;...&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>作用</b>：记录文件版本历史、修改者和日期，\$开头的行是注释。</li> <li>- <b>关键点</b>：文件从1991年迭代至2007年，包含多种单元类型（如超弹性单元、大应变单元）的测试记录。</li> </ul> <p>---</p> <p>### 2. 求解控制段</p> <pre>nastran&lt;br&gt;TIME 30 \$&lt;br&gt;SOL 101&lt;br&gt;CEND&lt;br&gt;</pre>  |

| 文件名 | 模型解释  |
|-----|---|
|     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SOL 101</b>：表示静态线性分析（Static Linear Analysis）。</li> <li>- <b>TIME 30</b>：设置最大CPU运行时间为30秒。</li> </ul> <p>---</p> <h3>### 3. 分析参数与输出请求</h3> <pre>nastran&lt;br&gt;TITLE = ELEMENT OMNIBUS CODE CHECK PROBLEM&lt;br&gt;SPC = 12 ! 使用SPC约束集12&lt;br&gt;MPC = 100001 ! 使用多点约束集100001&lt;br&gt;DISP = ALL ! 输出所有节点位移&lt;br&gt;STRESS(cornor) = ALL ! 输出所有单元角点应力&lt;br&gt;GPSTRESS = ALL ! 输出所有高斯点应力&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>目的</b>：验证多种单元类型（如QUAD4、HEXA等）在静态载荷下的性能。</li> <li>- <b>关键输出</b>：位移、单元力、应力（角点和高斯点）、应变能（ESB）。</li> </ul> <p>---</p> |
|     | <h3>### 4. 子工况定义</h3> <pre>nastran&lt;br&gt;SUBCASE 1&lt;br&gt; LABEL = STATIC LOAD&lt;br&gt; LOAD = 1 ! 施加载荷集1&lt;br&gt; P2G = MATLOAD ! 矩阵加载方式&lt;br&gt;SUBCASE 3&lt;br&gt; LABEL = TURN ON TEMP LOADS&lt;br&gt; TEMP(LOAD) = 2 ! 启用温度载荷集2&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>子工况1</b>：静态机械载荷分析。</li> <li>- <b>子工况3</b>：温度载荷分析（可能用于热应力计算）。</li> </ul> <p>---</p>   |
|     | <h3>### 5. 集合 (SET) 定义</h3> <pre>nastran&lt;br&gt;SET 10002 = 1 THRU 13999, 14399 THRU 16900&lt;br&gt;SET 10000 = 1 THRU 399,1000 THRU 1099...&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>作用</b>：分组节点或单元，用于选择性输出或加载（如仅输出特定ID范围的位移或应力）。</li> </ul> <p>---</p>   |
|     | <h3>### 6. 包含外部文件</h3> <pre>nastran&lt;br&gt;include 'DEMODIR:eli2007.blk'&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>目的</b>：引用外部文件（如eli2007.blk），可能包含节点、单元、材料等具体定义（未在示例中展示）。</li> </ul> <p>---</p>  |
|     | <h3>### 7. 未展示的关键卡片推测</h3> <p>虽然示例未显示以下内容，但典型模型会包含：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>GRID</b>：定义节点坐标（如GRID 1 0 10.0 5.0 0.0）。</li> <li>- <b>CQUAD4</b>：4节点四边形单元，需关联材料属性和属性卡（如PSHELL）。</li> <li>- <b>MAT1</b>：各向同性材料定义（如MAT1 1 2.1E5 0.3 7.8E-9表示钢的弹性模量、泊松比、密度）。</li> <li>- <b>PSHELL</b>：壳单元属性，关联材料ID和厚度。</li> </ul> <p>---</p>  |
|     | <h3>### 总结</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>建模目的</b>：验证MSC Nastran多种单元类型（如壳、体、超弹性单元）在静态、温度及变形载荷下的计算能力。</li> <li>- <b>关键特性</b>： <ul style="list-style-type: none"> <li>- 多子工况分析（机械载荷 + 温度载荷）。</li> <li>- 精细化输出请求（应力、应变能、高斯点数据）。</li> <li>- 使用集合控制输出范围，优化计算效率。</li> </ul> </li> </ul>   |
|     | <p>如需更详细的节点/单元定义解释，需补充GRID、CQUAD4等卡片的具体内容。</p>  |

d10111d.dat 以下是对该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解释，按关键部分分类说明：

---

- ### ### 1. 文件基本信息
- **NASTRAN ID**：标识模型名称（D10111D）和版本（V66 SSW）。
  - **SOL 101**：表示进行线性静力分析。
  - **TITLE/SUBTITLE**：模型为“加强圆柱壳”，用于多级超单元（Superelement）验证。

| 文件名 | 模型解释   |
|-----|--|
|     | <p>- <b>关键输出请求：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>DISPL/SPCFORCE/ELFORCE</b>：输出位移、约束反力、单元内力。</li> <li>- <b>ESE/SUPER</b>：输出超单元相关数据。</li> </ul> <p>---</p>  |
|     | <p><b>### 2. 节点定义 (GRID)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>格式：</b><code>GRID ID CP X Y Z CD</code></li> <li>- <b>示例：</b><code>GRID 1 1 60. 30. 0. 1</code></li> <li>- 节点ID=1，坐标系ID=1，坐标(60,30,0)，自由度方向定义在坐标系1中。</li> <li>- <b>建模目的：</b></li> <li>- 定义圆柱壳的几何形状，包括主节点（如1-10）和中间节点（如10001-10403），用于构建壳单元网格。</li> <li>- 节点分布沿轴向（Z方向）和环向（Y方向）分层，形成圆柱面。</li> </ul> <p>---</p>  |
|     | <p><b>### 3. 单元定义 (CQUAD4)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>格式：</b><code>CQUAD4 EID PID G1 G2 G3 G4</code></li> <li>- <b>示例：</b><code>CQUAD4 1 10 3 10001 10101 10100</code></li> <li>- 单元ID=1，属性ID=10（PSHELL），由节点3·10001·10101·10100构成的四边形壳单元。</li> <li>- <b>建模目的：</b></li> <li>- 使用四边形壳单元离散圆柱壳结构，分为多个区域（如属性ID 10/20/30对应不同厚度或材料）。</li> <li>- 单元连接关系显示结构沿轴向和环向的网格划分。</li> </ul> <p>---</p>   |
|     | <p><b>### 4. 材料与属性 (MAT1/PSHELL)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>MAT1</b>：定义线性各向同性材料。</li> <li>- <b>示例：</b><code>MAT1 20 1.+7 0.3 0.1</code></li> <li>- 材料ID=20，弹性模量1e7，泊松比0.3，密度0.1。</li> <li>- <b>PSHELL</b>：定义壳单元属性。</li> <li>- <b>示例：</b><code>PSHELL 10 10 1.0 10 10</code></li> <li>- 属性ID=10，材料ID=10，厚度1.0，中间层材料ID=10。</li> <li>- <b>建模目的：</b></li> <li>- 不同区域（如ID 10/20/30）可能对应壳的不同厚度或材料，模拟加强结构。</li> </ul> <p>---</p>       |
|     | <p><b>### 5. 边界条件与载荷</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SPC1</b>：施加约束。</li> <li>- <b>示例：</b><code>SPC1 1000 246 3 10100 10200 10300 9</code></li> <li>- 约束集ID=1000，固定自由度246（XYZ平移+旋转），作用于节点3·10100等。</li> <li>- <b>GRAV</b>：施加重力载荷。</li> <li>- <b>示例：</b><code>GRAV 1000 0 386.4 -1.0</code></li> <li>- 载荷ID=1000，沿Z负方向（-1.0），重力加速度386.4（单位需与模型一致）。</li> <li>- <b>建模目的：</b></li> <li>- 模拟圆柱壳在重力作用下的静力响应，约束端部或对称面。</li> </ul> <p>---</p> |
|     | <p><b>### 6. 超单元与辅助定义</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>ASET1/SESET</b>：定义超单元边界节点。</li> <li>- <b>示例：</b><code>ASET1 1 3 4 9 10 10202</code></li> <li>- 将节点3/4/9/10/10202定义为超单元边界。</li> <li>- <b>CONM2</b>：定义集中质量。</li> <li>- <b>示例：</b><code>CONM2 301 3 10.</code></li> <li>- 节点301上附加质量10.0。</li> <li>- <b>建模目的：</b></li> <li>- 多级超单元分析中划分边界，或为后续动态分析准备质量数据。</li> </ul> <p>---</p>   |

| 文件名  | 模型解释   |
|--|--|
| <b>### 7. 其他关键参数</b>   |  |
| - <b>PARAM</b> : 控制求解选项。   |  |
| - <b>PARAM WTMASS .002588</b> : 定义质量单位转换系数。  |  |
| - <b>PARAM GRDPNT 0</b> : 禁用全局坐标系输出。   |  |
| - <b>CORD2C</b> : 定义圆柱坐标系。   |  |
| - 示例中坐标系1为直角坐标系，可能用于节点定位或结果输出。   |  |
| ---  |  |
| <b>### 总结</b>  |  |
| - <b>模型目的</b> : 验证多级超单元生成的圆柱壳结构在重力载荷下的静力响应。  |  |
| - <b>关键特征</b> :  |  |
| - 四边形壳单元离散几何，分层材料/厚度属性。  |  |
| - 通过超单元技术提高计算效率。   |  |
| - 约束底部/对称面，施加重力载荷分析变形与内力。  |  |
| 该文件展示了典型的Nastran结构建模流程，适用于航空航天或机械工程中的壳结构分析。  |  |
| <b>hd15306.dat</b>   | 以下是该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解析，按关键模块分类说明其建模目的和参数含义：                            |
| ---  |  |
| <b>### 1. 文件头与执行控制段</b>  |  |
| - <b>SOL 153</b>   | 指定非线性稳态热分析 (Nonlinear Steady-State Heat Transfer Analysis)，适用于包含辐射、对流等非线性效应的热问题。 |
| - <b>ANALYSIS = HEAT</b>   | 明确分析类型为热分析。  |
| - <b>NLPARM = 100</b>  | 引用Bulk Data中ID为100的 <b>NLPARM</b> 卡，定义非线性迭代参数（如最大迭代次数、收敛容差）。                     |
| - <b>SPC=101</b>   | 引用约束集101，用于固定边界条件。   |
| ---  |  |
| <b>### 2. 节点定义 (GRID)</b>  |  |
| - <b>示例</b> :  |  |
| <br> GRID 1 ! 节点1，坐标(0,0,0) <br> GRID 2 .1 ! 节点2，x坐标0.1米 <br> GRID 5 .1 ! 节点5，y坐标0.1米 <br> |  |
| <b>作用</b> : 定义几何模型的节点位置，单位默认为米。节点用于构建单元和施加边界条件。  |  |
| ---  |  |
| <b>### 3. 单元定义</b>   |  |
| - <b>CROD (杆单元)</b>  |  |
| <br> CROD 10 100 10 2 ! 单元10，属性100，连接节点10和2 <br>   |  |
| 用于模拟一维热传导 (如支撑结构)。   |  |
| - <b>CQUAD4 (四边形壳单元)</b>   |  |
| <br> CQUAD4 30 200 1 2 6 5 ! 单元30，属性200，连接节点1-2-6-5 <br>                                   |  |
| 用于二维热传导分析，如薄板结构。   |  |
| - <b>PLOTEL (绘图辅助单元)</b>   |  |
| 仅用于可视化，不影响计算结果 (如 <b>PLOTEL 70 5 9</b> )。  |  |
| ---  |  |
| <b>### 4. 材料与属性</b>  |  |
| - <b>MAT4 (热材料属性)</b>  |  |
| <br> MAT4 1000 200. ! 材料ID 1000，导热系数200 W/(m·°C) <br>                                      |  |
| 定义各向同性热导率，用于传导分析。  |  |

| 文件名                                | 模型解释   |
|------------------------------------|--|
| - PROD (杆属性)                       | <br> PROD 100 1000 .001 ! 属性ID 100, 材料1000, 截面积0.001 m <sup>2</sup> <br>用于CROD单元。  |
| - PSHELL (壳属性)                     | <br> PSHELL 200 1000 .01 ! 属性ID 200, 材料1000, 厚度0.01 m <br>用于CQUAD4单元。  |
| ---                                |  |
| ### 5. 边界条件与载荷                     |  |
| - SPC (单点约束)                       | <br> SPC 100 100 1 300. ! 节点100的1自由度(温度)固定为300°C <br>模拟恒温边界。   |
| - MPC (多点约束)                       | <br> MPC 200 9 1 1. 5 1 -1. ! 节点9温度 = 节点5温度 <br>强制节点间温度关系。   |
| - SLOAD (热流载荷)                     | <br> SLOAD 300 1 4. 2 8. ! 节点1热流4W, 节点2热流8W <br>施加集中热源。  |
| ---                                |  |
| ### 6. 热边界条件                       |  |
| - CHBDYP/PHBDY/PConv (对流边界)        | <br> CHBDYP 60 300 LINE 1 5 1. ! 对流边界60, 属性300, 沿节点1-5 <br> PConv 300 3000 ! 对流系数关联材料3000 <br> MAT4 3000 200. ! 对流系数200 W/(m <sup>2</sup> ·°C) <br>模拟表面对流换热。 |
| - RADM/RADLST (辐射边界)               | <br> RADM 2000 .90 ! 辐射面发射率0.9 <br> RADLST 1 1 1200... ! 辐射面列表 <br>定义辐射换热参数, 用于空间热辐射分析。  |
| ---                                |  |
| ### 7. 非线性与辐射控制参数                  |  |
| - PARAM                            | <br> PARAM TABS 273.15 ! 绝对零度基准值(°C转K) <br> PARAM SIGMA 5.685E-8 ! 斯蒂芬-玻尔兹曼常数 <br> PARAM MAXIT 40 ! 最大迭代次数 <br>控制非线性求解过程。                                    |
| ---                                |  |
| ### 8. 结果输出与可视化                    |  |
| - OUTPUT                           | 请求输出温度、热流、约束功率等结果。   |
| - PLOT指令                           | 生成模型和结果的示意图, 如温度云图、变形图。  |
| ---                                |  |
| ### 建模目的总结                         |  |
| 该模型模拟带有多层隔热层的非线性稳态热传导问题, 包含以下物理现象: |  |
| 1. 传导 (通过杆和壳单元)                    |  |
| 2. 对流 (通过CHBDYP和PConv)             |  |
| 3. 辐射 (通过RADM和RADLST)              |  |
| 4. 非线性迭代求解 (温度相关材料或边界条件)。          |  |

---

文件名

模型解释

---

**关键参数**：导热系数（200 W/(m·°C)）、对流系数（200 W/(m<sup>2</sup>·°C)）、发射率（0.9）、初始温度猜测（300°C）。

---

| 文件名   | 模型解释 |                |                   |                           |                             |                               |  |
|---|------|----------------|-------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--|
| 以下是对该MSC Nastran输入文件(.dat)的详细解析，按功能模块分类说明其建模目的和关键参数：  |      |                |                   |                           |                             |                               |  |
| ---   |      |                |                   |                           |                             |                               |  |
| <b>### 1. 文件头与基础设置</b>  |      |                |                   |                           |                             |                               |  |
| - <b>SOL 112</b><br>指定分析类型为 <b>模态瞬态响应分析</b> (Modal Transient Response)，用于计算结构在时变载荷下的动态响应。   |      |                |                   |                           |                             |                               |  |
| - <b>TITLE/SUBTITLE</b><br>模型标题为“ <b>土壤弹簧上桁架的动态分析</b> ”，副标题明确分析类型为模态瞬态分析。   |      |                |                   |                           |                             |                               |  |
| - <b>TIME 5</b><br>限制CPU计算时间为5分钟 (VAX系统时代遗留参数)。   |      |                |                   |                           |                             |                               |  |
| ---   |      |                |                   |                           |                             |                               |  |
| <b>### 2. 载荷与输出控制</b>   |      |                |                   |                           |                             |                               |  |
| - <b>DLOAD=1</b><br>定义动态载荷集编号1 (具体载荷未在片段中显示)。   |      |                |                   |                           |                             |                               |  |
| - <b>METHOD=1</b><br>指定模态提取方法为 <b>EIGRL</b> (Lanczos法) 的ID=1 (参数未完整显示)。   |      |                |                   |                           |                             |                               |  |
| - <b>TSTEP=1500</b><br>瞬态分析时间步数为1500步。  |      |                |                   |                           |                             |                               |  |
| - <b>SET 定义</b><br>- <b>SET 1/2/3</b> ：分别定义节点/单元集合，用于输出 (如位移、力、加速度)。  |      |                |                   |                           |                             |                               |  |
| - <b>输出请求</b><br>- <b>DISP/FORCE/ACCEL</b> ：分别输出位移 (节点集1)、力 (单元集2)、加速度 (节点集3)。<br>- <b>XYPAPLOT</b> ：生成时程曲线图，包括：<br>- 桁架顶部位移 (节点11的T2方向)<br>- 大质量点加速度 (节点103的T2方向)<br>- 下部支撑梁弯矩 (单元7的2方向)   |      |                |                   |                           |                             |                               |  |
| d11207r.dat<br>---  |      |                |                   |                           |                             |                               |  |
| <b>### 3. 关键BULK数据 (未完整显示)</b>  |      |                |                   |                           |                             |                               |  |
| - <b>PARAM LMODES 15</b><br>提取前15阶模态参与瞬态分析，影响计算效率和精度。   |      |                |                   |                           |                             |                               |  |
| - <b>BEGIN BULK</b><br>标记后续为模型实体数据 (片段中未完整包含，但典型内容如下)：<br>- <b>GRID</b> ：定义节点坐标 (如 <b>GRID 11 0 10.0 0.0 0.0</b> )。<br>- <b>CQUAD4</b> ：四边形壳单元，需关联材料属性和节点。<br>- <b>MAT1</b> ：材料属性 (如 <b>MAT1 1 2.1E5 0.3 7.8E-9</b> 表示钢的弹性模量、泊松比、密度)。   |      |                |                   |                           |                             |                               |  |
| ---   |      |                |                   |                           |                             |                               |  |
| <b>### 4. 建模目的</b>  |      |                |                   |                           |                             |                               |  |
| 该模型旨在分析桁架结构在 <b>土壤弹簧支撑下的动态响应</b> ，重点关注：<br>1. <b>模态特性</b> ：通过前15阶模态简化瞬态计算。<br>2. <b>时域响应</b> ：监测关键部位 (顶部、支撑梁) 的位移、加速度和内力。<br>3. <b>土壤相互作用</b> ：弹簧支撑可能通过 <b>SPRING</b> 或 <b>CBUSH</b> 单元实现 (片段未显示)。  |      |                |                   |                           |                             |                               |  |
| ---   |      |                |                   |                           |                             |                               |  |
| <b>### 关键参数总结</b>   |      |                |                   |                           |                             |                               |  |
| <table border="1"> <tr> <td> 参数 含义 典型值 (示例) </td> </tr> <tr> <td> ----- ----- ----- </td> </tr> <tr> <td> <b>SOL 112</b>  模态瞬态分析  -  </td> </tr> <tr> <td> <b>LMODES 15</b>  提取模态数  15  </td> </tr> <tr> <td> <b>TSTEP 1500</b>  时间步数  1500  </td> </tr> <tr> <td> <b>MAT1</b>  材料属性 (需完整数据)   E=2.1E5, v=0.3  </td> </tr> </table> |      | 参数 含义 典型值 (示例) | ----- ----- ----- | <b>SOL 112</b>  模态瞬态分析  - | <b>LMODES 15</b>  提取模态数  15 | <b>TSTEP 1500</b>  时间步数  1500 | <b>MAT1</b>  材料属性 (需完整数据)   E=2.1E5, v=0.3 |
| 参数 含义 典型值 (示例)  |      |                |                   |                           |                             |                               |  |
| ----- ----- -----   |      |                |                   |                           |                             |                               |  |
| <b>SOL 112</b>  模态瞬态分析  -   |      |                |                   |                           |                             |                               |  |
| <b>LMODES 15</b>  提取模态数  15   |      |                |                   |                           |                             |                               |  |
| <b>TSTEP 1500</b>  时间步数  1500   |      |                |                   |                           |                             |                               |  |
| <b>MAT1</b>  材料属性 (需完整数据)   E=2.1E5, v=0.3  |      |                |                   |                           |                             |                               |  |
| 注：片段中缺少完整的节点、单元和材料定义，需结合完整文件进一步确认细节。  |      |                |                   |                           |                             |                               |  |

**文件名****模型解释**

以下是该MSC Nastran输入文件的详细解释，按关键部分分类说明：

**### 1. 文件头与求解设置**

- **SOL BUCKLING**：指定进行屈曲分析（静力+特征值屈曲）。
- **SUBCASE 1**：静力分析子工况，加载500单位力，输出应力、力、位移。
- **SUBCASE 2**：屈曲分析子工况，使用逆幂法 (**METHOD=100**) 计算特征值，边界条件为反对称约束 (**SPC=2**)。

**### 2. 节点定义 (GRID)**

- **GRID 1**：坐标 (50.0, 0.0, 0.0)，约束代码 345 (固定X-Y-Z平移，自由旋转)。
- **GRID 6/7**：坐标分别为 (25.0, 100.0, 0.0) 和 (0.0, 100.0, 0.0)，约束代码相同。
- **关键参数**：节点1的\* (25.) 可能表示局部坐标系ID (未完整显示)，需结合上下文确认。

**### 3. 单元定义 (CBAR)**

- **CBAR 101**：梁单元，连接节点1和2，方向向量 (0.0, 0.0, 1.0)。
- \*=(1)：可能表示截面属性或偏移量 (因截断需推测)，需参考完整输入。

**### 4. 材料与截面属性**

- **MAT1 10**：材料属性，弹性模量1.0E6，泊松比0.3。
- **PBAR 10**：梁截面属性，关联材料ID 10，面积为1.0，惯性矩为1.0 (简化参数，单位需确认)。

**### 5. 载荷与约束**

- **FORCE 10**：节点5施加500单位力，方向 (0.0, -1.0, 0.0)。
- **SPC 1/2**：
  - **SPC 1**：静力工况约束，节点1和7固定所有平移 (123456)。
  - **SPC 2**：屈曲工况约束，节点7仅约束Y平移 (代码2)。

**### 6. 屈曲分析设置 (EIGB)**

- **EIGB 100**：逆幂法 (**INV**) 计算特征值，容差0.0005，提取6阶模态。
- **+C1 MAX**：指定最大迭代次数或其他控制参数 (截断部分需补充)。

**### 7. 后处理与输出**

- **OUTPUT(PLOT)**：请求模态变形云图，坐标系Z-X-Y，缩放因子1.3。
- **PLOT MODAL DEFORMATION**：绘制所有模态变形，显示节点和单元标签。

**### 建模目的**

- **验证屈曲理论**：参考Timoshenko弹性稳定理论 (标题中提及)，模拟对称/反对称边界条件下的框架屈曲行为。
- **关键参数**：500单位集中力、简化的梁截面 (PBAR)、反对称约束 (SPC 2) 是屈曲分析的核心设置。

**### 注意事项**

- 部分参数因截断不完整 (如\* (1) \* (25.))，需结合完整文件或上下文确认。
- 单位系统未显式定义，需假设一致 (如长度、力、模量的单位统一)。

通过此模型，可分析框架在静载下的位移/应力，以及临界屈曲载荷和模态形状。

| 文件名         | 模型解释   |
|-------------|--|
| d10139r.dat | <p>以下是对该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解析，按功能模块分类说明其建模目的和关键参数：</p> <p>---</p> <p><b>### 1. 文件头与基本设置</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>RESTART</b>：从先前的分析结果 (D10138D) 重启计算，节省计算资源。</li><li>- <b>ID MSC, D10139R</b>：模型标识符，用于版本管理。</li><li>- <b>SOL 101</b>：选择线性静力学分析 (Static Analysis)。</li><li>- <b>TIME 10</b>：设定最大计算时间为10秒 (VAX系统专用)。</li></ul> <p>---</p> <p><b>### 2. 分析工况定义 (CEND段)</b></p> <p>- <b>标题与描述</b>：</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>TITLE</b>：带圆孔的方形板模型，用于验证四边形 (QUAD4) 和三角形 (TRIA3) 单元的膜属性。</li><li>- <b>LABEL</b>：说明本模型是D6138D的重启分析。</li></ul> <p>- <b>输出控制</b>：</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>SPC=1</b>：引用约束集1。</li><li>- <b>STRESS (PLOT) /DISP (PLOT) =ALL</b>：输出所有单元的应力和位移云图。</li><li>- <b>GPFORCE=ALL</b>：输出节点力。</li></ul> <p>- <b>载荷工况</b>：</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>SUBCASE 1</b>：X方向均布载荷 (5.0单位)。</li><li>- <b>SUBCASE 2</b>：Y方向均布载荷 (5.0单位)。</li><li>- <b>SUBCASE 3</b>：X和Y方向联合载荷 (通过<b>SUBSEQ</b>叠加前两个工况)。</li></ul> <p>---</p> <p><b>### 3. 后处理与绘图指令</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>PLOTTER NAST</b>：指定使用NASTRAN绘图仪格式。</li><li>- <b>PEN 1 BLACK</b>：定义绘图笔颜色 (黑色用于网格，红色用于变形)。</li><li>- <b>PLOT SET 2</b>：绘制所有节点/单元 (<b>SET 2=ALL</b>)，并缩小20% (<b>SHRINK .2</b>) 以清晰显示。</li><li>- <b>PLOT STATIC DEFORMATION</b>：绘制静力变形图。</li><li>- <b>CONTOUR</b>：生成应力/位移等值线图，带轮廓线和打印输出。</li></ul> <p>---</p> <p><b>### 4. 参数设置 (BULK段)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>PARAM, CURV, 1</b>：启用曲率效应 (适用于曲面单元)。</li><li>- <b>PARAM, S1/SIG/S1M, 1</b>：控制应力输出 (单元中心、高斯点、材料点)。</li><li>- <b>PARAM, NOELOF/NOELOP, 1</b>：关闭单元局部坐标系和属性输出，简化结果文件。</li></ul> <p>---</p> <p><b>### 关键建模目的</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. <b>验证单元性能</b>：通过带圆孔的方形板模型，测试QUAD4和TRIA3单元在膜载荷下的应力分布精度。</li><li>2. <b>多工况分析</b>：考察单向 (X/Y) 和联合载荷下的结构响应。</li><li>3. <b>重启分析</b>：基于已有结果 (D10138D) 继续计算，提升效率。</li></ol> <p>---</p> <p><b>### 缺失内容说明</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 文件中未显示具体的<b>节点 (GRID)</b> **单元 (CQUAD4/CTRIA3) 和材料 (MAT1) **定义，通常这些会在<b>BEGIN BULK</b>后列出。若需完整分析，需补充以下典型参数：<ul style="list-style-type: none"><li>- <b>GRID</b>：节点ID、坐标 (X/Y/Z)。</li><li>- <b>CQUAD4</b>：四节点四边形单元，需关联材料属性和厚度。</li><li>- <b>MAT1</b>：材料参数 (如弹性模量E、泊松比NU、密度RHO)。</li></ul></li></ul> <p>---</p> <p><b>### 总结</b></p> |

| 文件名  | 模型解释   |
|--|--|
| 该模型是一个经典的带孔方板静力学验证案例，重点考察单元类型选择、多工况加载及后处理可视化。通过参数化控制输出，可高效对比不同载荷下的应力/位移结果。   |  |
| d10111d-ci.dat   | 以下是对该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解析，按关键部分分类说明其建模目的和参数含义： |
| ---  |  |
| <b>### 1. 文件头与求解设置</b>   |  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>NASTRAN ID</b>：标识文件为MSC Nastran V66版本，模型名d10111D。</li><li>- <b>SOL 101</b>：进行线性静力学分析（常见于结构静力计算）。</li><li>- <b>TITLE/SUBTITLE</b>：模型为“加强圆柱壳多层超单元验证”，用于超单元矩阵生成检查。</li><li>- <b>CEND段</b>：定义输出请求（位移、节点力、单元力、外载等），关键参数：</li><li>- <b>SPC=1000</b>：引用编号1000的约束。</li><li>- <b>LOAD=1000</b>：引用编号1000的载荷（重力载荷）。</li></ul>  |  |
| ---  |  |
| <b>### 2. 节点定义 (GRID)</b>  |  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>格式</b>：<code>GRID ID CP X Y Z CD</code></li><li>- <b>示例</b>：<code>GRID 1 1 60. 30. 0. 1</code></li><li>- <b>ID=1</b>：节点编号1，位于坐标系1 (<b>CP=1</b>)，坐标(60,30,0)。</li><li>- <b>建模目的</b>：定义圆柱壳几何形状，节点分布沿轴向 (Z向) 和环向 (Y向) 分层，如：</li><li>- 基础层 (Z=0)：节点1-4。</li><li>- 中间层 (Z=10-30)：如10100-10304。</li><li>- 顶部层 (Z=40)：节点9,10,10401-10403。</li></ul>              |  |
| ---  |  |
| <b>### 3. 单元定义 (CQUAD4)</b>  |  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>格式</b>：<code>CQUAD4 EID PID G1 G2 G3 G4</code></li><li>- <b>示例</b>：<code>CQUAD4 1 10 3 10001 10101 10100</code></li><li>- <b>EID=1</b>：单元编号1，属性卡<b>PID=10</b>（指向PSHELL 10），由节点3·10001·10101·10100构成四边形壳单元。</li><li>- <b>建模目的</b>：用四边形壳单元离散圆柱壳，分为多个区域：</li><li>- <b>PID=10</b>：壳单元属性10（如中间部分）。</li><li>- <b>PID=20/30</b>：不同厚度或材料的壳单元（如边缘或加强区域）。</li></ul> |  |
| ---  |  |
| <b>### 4. 材料与属性 (MAT1/PSHELL)</b>  |  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>MAT1</b>：定义线性各向同性材料。</li><li>- <b>示例</b>：<code>MAT1 20 1.+7 0.3 0.1</code></li><li>- <b>MID=20</b>：材料编号20，弹性模量1e7，泊松比0.3，密度0.1。</li><li>- <b>PSHELL</b>：定义壳属性。</li><li>- <b>示例</b>：<code>PSHELL 10 10 1.0 10 10</code></li><li>- <b>PID=10</b>：属性卡10，关联材料<b>MID=10</b>，厚度1.0。</li></ul>   |  |
| ---  |  |
| <b>### 5. 载荷与约束</b>  |  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>GRAV</b>：施加重力载荷。</li><li>- <b>示例</b>：<code>GRAV 1000 0 386.4 -1.0</code></li><li>- 载荷集1000，沿Z负方向 (-1.0)，加速度386.4（单位需结合<b>WTMASS</b>参数）。</li><li>- <b>SPC1</b>：定义约束。</li><li>- <b>示例</b>：<code>SPC1 1000 246 3 10100 10200 10300 9</code></li><li>- 约束集1000，固定节点9·10100等的2·4·6自由度（246表示约束平移自由度）。</li></ul>   |  |
| ---  |  |
| <b>### 6. 超单元与特殊设置</b>   |  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>ASET1</b>：定义超单元边界节点。</li><li>- <b>示例</b>：<code>ASET1 1 3 4 9 10 10202</code></li></ul>  |  |

| 文件名 | 模型解释  |
|-----|---|
|     | <ul style="list-style-type: none"><li>- 将节点3·4·9等设为超单元边界。</li><li>- <b>SUPORT</b>：指定超单元的自由度。</li></ul>  |
|     | <code>SUPORT 10202 3</code> ：节点10202的3自由度（Z向）作为超单元边界。   |
|     | ---   |
|     | <b>### 7. 其他关键参数</b>  |
|     | <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>PARAM</b>：控制求解选项。</li><li>- <b>WTMASS=.002588</b>：定义质量单位转换系数。</li><li>- <b>GRDPNT=0</b>：禁用网格点重量计算。</li><li>- <b>CONM2</b>：集中质量。</li></ul>  |
|     | <code>CONM2 301 3 10.</code> ：在节点3附加质量10。   |
|     | ---   |
|     | <b>### 总结：建模目的</b>  |
|     | 该模型为 <b>多层加强圆柱壳结构</b> ，通过超单元技术（如 <b>SESET</b> ）分块生成刚度矩阵，用于验证静力分析下的位移和内力响应。关键特点包括： <ol style="list-style-type: none"><li>1. <b>几何分层</b>：轴向和环向分层的壳单元模拟圆柱壳。</li><li>2. <b>多材料/厚度</b>：通过不同<b>PSHELL</b>和<b>MAT1</b>实现局部加强。</li><li>3. <b>超单元技术</b>：提升大规模模型计算效率。</li><li>4. <b>重力载荷</b>：验证结构在自重下的力学行为。</li></ol> |
|     | 通过简洁的节点和单元定义，结合材料属性与边界条件，实现了复杂结构的高效建模与分析。   |

| 文件名  | 模型解释   |
|--|--|
| 这个MSC Nastran输入文件描述了一个 <b>超单元模态分析模型</b> (SOL 103)，目的是通过超单元技术计算结构的固有频率和振型。以下是关键内容的解析： |  |
|  | ---  |
|  | <b>### 1. 分析控制段</b>  |
|  | - <b>SOL 103</b> ：指定模态分析（求解特征值问题）。                                   |
|  | - <b>METHOD=11</b> ：使用EIGR卡片11定义的特征值提取方法（Givens法）。                   |
|  | - <b>SEALL=ALL 和 SUPER=ALL</b> ：表示所有超单元参与计算，并保持统一的控制结构。              |
|  | - <b>DISPLACEMENT=ALL</b> ：输出所有节点的位移结果。                              |
|  | ---  |
|  | <b>### 2. 节点定义 (GRID)</b>  |
|  | - <b>GRID 1~3</b> ：定义了3个节点，坐标分别为：                                    |
|  | - 节点1： <b>(0, 0, 0)</b>  |
|  | - 节点2： <b>(10, 0, 0)</b>   |
|  | - 节点3： <b>(20, 0, 0)</b>   |
|  | - <b>边界条件</b> ：节点1和2约束23456方向（固定x y z平移和绕x y旋转），节点3约束123456方向（完全固定）。 |
|  | ---  |
|  | <b>### 3. 单元定义</b>   |
|  | - <b>CONROD 1~2</b> ：简单杆单元，连接节点1-2和节点2-3，属性如下：                       |
|  | - <b>材料ID=5</b> （对应MAT1卡片）。  |
|  | - <b>截面积=0.1</b> ：杆的横截面积。  |
|  | - <b>CONM2 101~102</b> ：集中质量单元，附加在节点1（4.0单位质量）和节点2（1.0单位质量）。         |
| v10308s.dat  | ---  |
|  | <b>### 4. 材料属性 (MAT1)</b>  |
|  | - <b>MAT1 5</b> ：线弹性材料，参数为：  |
|  | - <b>弹性模量=1.E+5</b>  |
|  | - <b>泊松比=0.3</b>   |
|  | ---  |
|  | <b>### 5. 特征值分析设置 (EIGR)</b>   |
|  | - <b>EIGR 11</b> ：使用Givens法（ <b>GIV</b> ）提取频率，范围从0到50 Hz。            |
|  | - <b>+E1 MASS</b> ：指定质量矩阵归一化振型。                                      |
|  | ---  |
|  | <b>### 6. 超单元定义 (SESET)</b>  |
|  | - <b>SESET 1,3</b> ：将节点3分配到超单元1（可能是边界节点或主节点）。                        |
|  | ---  |
|  | <b>### 建模目的</b>  |
|  | 这是一个 <b>简化的一维杆模型</b> ，用于演示超单元模态分析：                                   |
|  | 1. 通过杆单元 (CONROD) 和集中质量 (CONM2) 模拟结构动力学特性。                           |
|  | 2. 计算前几阶固有频率和振型（0~50 Hz范围）。  |
|  | 3. 验证超单元技术在模态分析中的应用（如子结构方法）。   |
|  | 关键参数包括：杆刚度（材料+截面积）、集中质量分布、边界条件，这些直接影响模态结果。                           |

| 文件名   | 模型解释 |
|---|------|
| 这个MSC Nastran输入文件描述了一个简单的三节点桁架结构静力分析模型，主要用于演示目的（参考Popov的《固体力学导论》中的例题13-10A）。以下是关键部分的解释：   |      |
| <p><b>1. 求解控制段 (Executive Control) :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SOL 101 : 指定进行线性静力分析</li> <li>- TIME 5 : 设置最大CPU时间为5分钟</li> <li>- SPC=10 LOAD=5 : 引用后文定义的边界条件集10和载荷集5</li> </ul>  |      |
| <p><b>2. 模型定义 (Bulk Data) :</b></p> <p><b>- 节点定义 (GRID) :</b></p> <pre>&lt;br&gt; GRID 1 0 0.0 36. 0. 3456&lt;br&gt; GRID 2 0 48. 0. 0. 3456&lt;br&gt; GRID 3 0 0.0 -36. 0. 3456&lt;br&gt;</pre> <p>定义了3个节点，坐标分别为：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 节点1 : (0, 36, 0)</li> <li>- 节点2 : (48, 0, 0)</li> <li>- 节点3 : (0, -36, 0)</li> </ul> <p>末尾的3456表示约束了这些节点的3-6自由度（即旋转自由度）</p> <p><b>- 单元定义 (CONROD) :</b></p> <pre>&lt;br&gt; CONROD 1 1 2 5 0.15&lt;br&gt; CONROD 2 2 3 5 0.25&lt;br&gt;</pre> <p>定义了2个杆单元：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 单元1连接节点1-2，使用材料5，截面积0.15</li> <li>- 单元2连接节点2-3，使用材料5，截面积0.25</li> </ul> |      |
| <p><b>v10101.dat</b></p> <p><b>- 材料属性 (MAT1) :</b></p> <pre>&lt;br&gt; MAT1 5 30.+6 .3&lt;br&gt;</pre> <p>定义材料5：杨氏模量30e6（单位psi），泊松比0.3</p> <p><b>- 载荷定义 (FORCE) :</b></p> <pre>&lt;br&gt; FORCE 5 2 0 3000. 0. -1. 0.&lt;br&gt;</pre> <p>在节点2施加-Y方向3000力的集中载荷</p> <p><b>- 约束定义 (SPC1) :</b></p> <pre>&lt;br&gt; SPC1 10 12 1 3&lt;br&gt;</pre> <p>约束节点1和节点3的1-2自由度（即X和Y方向平动）</p> <p><b>3. 输出请求 :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- DISPLACEMENT=ALL : 输出所有节点位移</li> <li>- SPCFORCE=ALL : 输出所有约束反力</li> <li>- ELFORCE/ELSTRESS=ALL : 输出所有单元力和应力</li> </ul>  |      |
| <p><b>建模目的：</b>这是一个典型的平面桁架静力分析案例，用于验证：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 杆单元在轴向载荷下的受力特性</li> <li>2. 对称结构的受力平衡</li> <li>3. 材料线弹性行为</li> </ol> <p>关键参数反映了工程桁架的基本特征：杆单元仅承受轴向力、铰接约束、集中载荷作用。模型结果可用于校核理论计算（如节点位移、杆件轴力等）。</p>  |      |
| <p><b>d10307.dat</b></p> <p>以下是对该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解析，按关键部分分类说明：</p> <p>---</p> <p><b>### 1. 文件头与求解控制</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SOL 103 : 指定求解类型为复特征值分析（常用于模态分析）。</li> <li>- TIME 10 : 设置最大CPU运行时间为10分钟。</li> <li>- TITLE/SUBTITLE : 模型标题为"SOLID ELEMENT BEAM"，副标题为"EIGENVALUE EXTRACTION"，表明这是一个梁结构的模态分析。</li> <li>- SUBCASE : 定义多个分析子工况：</li> <li>- 子工况1/2 : 提取纵向模态 (METHOD=1, LABEL=LONGITUDINAL)，分别计算1阶和3阶模态。</li> <li>- 子工况5/6 : 提取横向模态 (METHOD=2, LABEL=LATERAL)，分别计算1阶和3阶模态。</li> <li>- 关键参数 :</li> </ul>   |      |

| 文件名         | 模型解释  |
|-------------|---|
|             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>METHOD</b>：指向<b>EIGR</b>卡片的ID，定义特征值提取方法（MGIV法）。</li> <li>- <b>SPC</b>：指向约束集（如<b>SPC1 1000/2000</b>）。</li> <li>- <b>K2PP=A/B</b>：可能定义输出请求或模态选择。</li> </ul> <p>---</p>  |
|             | <h3>### 2. 单元与节点定义</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>GRID</b>：定义节点坐标：</li> <li>- 示例：<b>GRID 100000 100. 0.0 1.0</b> 表示节点ID 100000，坐标(100, 0, 1)。</li> <li>- 节点分布规律：沿X轴递减（100→0），Y/Z轴变化，形成梁结构。</li> <li>- <b>单元类型</b>：</li> <li>- <b>CHEXA</b>：六面体单元（如<b>CHEXA 101</b>），连接20个节点，用于构建三维实体梁。</li> <li>- <b>CPENTA</b>：五面体单元（金字塔单元），用于过渡或局部细化。</li> </ul> <p>---</p> |
|             | <h3>### 3. 材料与属性</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>MAT1 100</b>：定义线性各向同性材料：</li> <li>- 弹性模量 <b>E=1e7 (10.+6)</b>，泊松比 <b>NU=0.0</b>，密度 <b>RHO=2.588e-4</b>。</li> <li>- <b>PSOLID 100</b>：实体单元属性，关联材料ID 100。</li> </ul> <p>---</p>   |
|             | <h3>### 4. 边界条件 (SPC)</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SPC1 1000</b>：约束集1000（用于横向模态）：</li> <li>- 固定节点1方向（如<b>SPC1 1000 1 ...</b>）约束X向位移。</li> <li>- 约束节点列表覆盖梁的一端，模拟固支条件。</li> <li>- <b>SPC1 2000</b>：约束集2000（用于纵向模态）：</li> <li>- 固定节点2方向（如<b>SPC1 2000 2 ...</b>）约束Y向位移。</li> <li>- 同时约束多个节点自由度（如123表示XYZ平移）。</li> </ul> <p>---</p>                             |
|             | <h3>### 5. 特征值分析设置</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>EIGR</b>：定义模态提取参数：</li> <li>- <b>EIGR 1</b>：使用MGIV方法，频率范围0-3750 Hz，提取4阶模态，基于质量矩阵归一化。</li> <li>- <b>EIGR 2</b>：类似设置，频率范围0-500 Hz。</li> </ul> <p>---</p>  |
|             | <h3>### 6. 其他关键参数</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>PARAM, COUPMASS, 1</b>：启用耦合质量矩阵（非集中质量）。</li> <li>- <b>GRDSET 3456</b>：默认节点自由度（3456表示固定Z旋转和所有平移自由度）。</li> </ul> <p>---</p>  |
|             | <h3>### 建模目的总结</h3> <p>该模型是一个<b>三维实体梁的模态分析</b>，目标是通过六面体和五面体单元离散结构，分析其纵向和横向振动模态。关键设计包括：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>材料</b>：低密度高刚度（可能模拟金属或复合材料）。</li> <li><b>约束</b>：通过不同SPC集模拟不同方向的固支边界。</li> <li><b>单元选择</b>：采用高阶实体单元（CHEXA）以提高精度。</li> </ol> <p>通过<b>SOL 103</b>求解，可获取结构固有频率和振型，用于评估动态特性（如共振风险）。</p>  |
| v103lan.dat | <p>以下是该MSC Nastran输入文件的详细解释（按关键部分分类说明）：</p> <p>---</p> <h3>### 1. 文件头与求解设置</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>ID/TITLE/SUBTITLE</b>：模型标识和描述（验证手册案例，20单元梁模型，使用兰索斯法计算前两阶模态）</li> <li>- <b>SOL 103</b>：指定求解类型为模态分析</li> </ul>  |

| 文件名 | 模型解释   |
|-----|--|
|     | <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>METHOD=1</b>：引用后面的<b>EIGRL</b>卡片进行模态提取</li><li>- <b>SPC=1002</b>：引用ID为1002的约束集</li></ul>  |
|     | ---  |
|     | <h3>### 2. 节点定义 (GRID)</h3> <pre>nas&lt;br&gt;GRID 10000 0.0 0.0 0.0 1246&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>节点ID 10000</b>：位于坐标原点 (0,0,0)</li><li>- <b>1246</b>：节点自由度标识，表示释放1-3平移自由度和6旋转自由度（仅保留4-5弯曲自由度）</li></ul>  |
|     | ---  |
|     | <h3>### 3. 单元定义 (CBAR)</h3> <pre>nas&lt;br&gt;CBAR 101 100 10000 10001 0.0 0.0 1. 1&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>单元ID 101</b>：类型为CBAR（简单梁单元）</li><li>- <b>属性ID 100</b>：引用后面的<b>PBAR</b>卡片</li><li>- <b>节点连接</b>：从节点10000到10001（注：10001未显式定义，可能通过增量生成）</li><li>- <b>方向向量</b>：(0,0,1) 表示梁轴向Z轴方向</li></ul>  |
|     | ---  |
|     | <h3>### 4. 材料与截面属性</h3> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>MAT1 1000</b>：<ul style="list-style-type: none"><li>- 弹性模量 <b>3.0E7</b>（单位与模型一致，如Pa）</li><li>- 泊松比 <b>0.3</b></li><li>- 密度 <b>7.764E-4</b>（单位与模型一致，如kg/m<sup>3</sup>）</li></ul></li><li>- <b>PBAR 100</b>：<ul style="list-style-type: none"><li>- 关联材料ID 1000</li><li>- 截面面积 <b>0.31416</b>，惯性矩 <b>0.15708</b>（可能为圆形截面）</li></ul></li></ul> |
|     | ---  |
|     | <h3>### 5. 模态分析设置</h3> <pre>nas&lt;br&gt;EIGRL 1 100.&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>EIGRL</b>：兰索斯法（Lanczos）提取模态</li><li>- <b>100.</b>：计算频率上限为100 Hz（或对应单位）</li></ul>  |
|     | ---  |
|     | <h3>### 6. 边界条件 (SPC)</h3> <pre>nas&lt;br&gt;SPC 1002 10020 3 10000 3&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>约束节点10000</b>：固定3方向自由度（通常为Z平移）</li><li>- <b>10020</b>：可能为载荷集ID（未完整显示）</li></ul>   |
|     | ---  |
|     | <h3>### 建模目的</h3> <p>该模型是一个<b>简化的梁结构模态分析案例</b>，目标是通过兰索斯法计算前两阶固有频率和振型。关键特点包括：</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 使用梁单元（CBAR）简化建模。</li><li>2. 约束根部节点（10000）模拟悬臂梁条件。</li><li>3. 材料与截面参数为典型金属梁属性。</li></ol>  |
|     | ---  |
|     | <h3>### 注意事项</h3> <ul style="list-style-type: none"><li>- 部分节点/单元可能通过增量生成（如*<b>(1)</b>语法）。</li><li>- 注释中提到的<b>DYNRED</b>（动态缩减）和<b>ASET1</b>（自由度集）未完整定义，可能被省略。</li><li>- 单位需统一（如长度-m，力-N，密度-kg/m<sup>3</sup>）。</li></ul>  |

| 文件名   | 模型解释 |
|---|------|
| 以下是对该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解释，按关键部分分类说明其建模目的和参数含义：  |      |
| ---   |      |
| <b>### 1. 分析类型与总体设置</b>   |      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SOL 103</b>：指定求解类型为<b>响应谱分析</b>（Response Spectrum Analysis），用于计算结构在动态载荷（如地震）下的峰值响应。</li> <li>- <b>CEND 段</b>：定义工况控制信息：</li> <li>- <b>TITLE/SUBTITLE</b>：模型描述（框架结构的响应谱分析，重启5种工况）。</li> <li>- <b>SET</b>：定义节点和单元集合（如顶部节点SET 2、基础杆单元SET 3）。</li> <li>- <b>输出请求</b>：位移 (<b>DISP=2</b>)、加速度 (<b>ACCE=2</b>)、单元力 (<b>ELFO=3</b>)。</li> <li>- <b>METHOD=12</b>：指定模态提取方法（如Lanczos法）。</li> </ul> |      |
| ---   |      |
| <b>### 2. 工况定义 (SUBCASE)</b>  |      |
| 定义5种不同的载荷工况组合方式：  |      |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>X方向加速度输入</b> (<b>DLOAD=1</b>)。</li> <li>2. <b>Y方向加速度输入</b> (<b>DLOAD=2</b>)。</li> <li>3. <b>X+Y组合 (绝对值求和)</b> (<b>PARAM, OPTION, ABS</b>)。</li> <li>4. <b>X+Y组合 (平方和根SRSS)</b> (<b>PARAM, OPTION, SRSS</b>)。</li> <li>5. <b>X+Y组合 (NRL修正SRSS)</b>：对频率接近的模态采用绝对值求和 (<b>PARAM, CLOSE, 1.01</b> 定义1%频率容差)。</li> </ol>   |      |
| ---   |      |
| <b>### 3. 动态载荷与谱定义 (BULK段)</b>  |      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>DLOAD</b>：动态载荷组合：</li> <li>- <b>DLOAD=1</b>：X方向谱输入 (<b>TID=100</b>)。</li> <li>- <b>DLOAD=2</b>：Y方向谱输入（权重0.5）。</li> <li>- <b>DLOAD=3</b>：X+Y组合输入。</li> </ul>   |      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>DTI SPECSEL 100</b>：定义响应谱（频率-加速度关系）：</li> <li>- 包含3条阻尼线（1%·2%·3%阻尼比），每条通过<b>TABLED1</b>定义：</li> </ul>   |      |
| <pre>nastran&lt;br&gt; TABLED1,1000 \$ 1%阻尼谱&lt;br&gt; 0.0 0.0 5.12 200.0 ... \$ 频率(Hz)-加速度(G)数据点&lt;br&gt;</pre>   |      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>TABDMP1 1 CRIT</b>：模态阻尼比定义：</li> <li>- 频率5Hz阻尼4%，105Hz阻尼2%（分段线性）。</li> </ul>  |      |
| ---   |      |
| <b>### 4. 关键参数与建模目的</b>   |      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>响应谱分析流程</b>：通过模态法 (<b>SOL 103</b>) 结合谱数据 (<b>DTI/TABLED1</b>) 计算结构峰值响应。</li> <li>- <b>阻尼处理</b>：</li> <li>- 谱曲线含多组阻尼比（1%/2%/3%），适用于不同频率范围。</li> <li>- 模态阻尼通过<b>TABDMP1</b>补充。</li> <li>- <b>载荷组合</b>：覆盖单方向、绝对值（保守）、SRSS（统计）和NRL（军事标准）方法，满足不同规范要求。</li> </ul>   |      |
| ---   |      |
| <b>### 5. 其他说明</b>  |      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>RESTART</b>：从先前结果 (<b>D10312D</b>) 重启，节省计算时间。</li> <li>- <b>注释行 (\$开头)</b>：提供历史修改记录和卡片功能说明（如<b>GRID/CBAR</b>未显式定义，可能在其他文件）。</li> </ul>  |      |
| ---   |      |
| <b>### 总结</b>   |      |
| 该模型用于 <b>框架结构的抗震分析</b> ，通过多组阻尼比的响应谱和不同组合方法，评估结构在X/Y方向地震下的峰值响应。关键点包括模态法求解、多阻尼谱定义、灵活的载荷组合选项。  |      |

**文件名****模型解释**

- **SOL 101** : 选择线性静力分析（最常用的结构分析类型）
  - **TIME 10** : 设置CPU时间限制为10分钟（历史遗留参数，现代版本通常忽略）
  - **LOAD=20, SPC=10** : 指定载荷工况ID=20和约束集ID=10
  - **DISP/STRESS/GPSTRESS=ALL** : 要求输出全部位移、单元应力和节点应力
  - **PLOT**相关指令：定义后处理绘图参数（如缩放比例1.3、视角、应力云图等）
- 

**### 2. 节点定义 (GRID)**

- **格式**：`GRID, ID, CP, X, Y, Z, CD, PS`
  - 示例：`GRID, 1, 0, 0.0, 0.0, , ,3456`
  - **ID=1,11,21** : 节点编号（按规律分布，间隔10）
  - **X/Y坐标** : 节点沿X轴分布（0.0→1.5→3.0），Y=0，Z未定义（默认为0）
  - **PS=3456** : 约束自由度标记（3-6固定，即Z RX RY RZ方向，但需结合SPC生效）
- 

**### 3. 单元定义 (CQUAD4)**

- **格式**：`CQUAD4, EID, PID, G1, G2, G3, G4`
  - 示例：`CQUAD4 101 301 1 2 12 11`
  - **EID=101,201** : 四边形单元编号
  - **PID=301** : 指向属性卡PSHELL 301
  - **G1-G4** : 节点连接顺序（需按右手法则排列，避免单元扭曲）
- 

**### 4. 材料与属性 (MAT1/PSHELL)**

- **MAT1 401 10.7+6 .3 :**
  - 材料ID=401，弹性模量 $10.7 \times 10^6$ （单位取决于系统约定，可能是psi或Pa），泊松比0.3
  - **PSHELL 301 401 0.1 401 :**
  - 属性ID=301，关联材料401，壳厚度0.1（单位同模型基准），无附加积分点参数
- 

**### 5. 边界条件与载荷**

- **SPC1 10 123456 1 2 3 4 :**
  - 约束集ID=10，固定节点1-4的所有自由度（1-6表示全部平移和旋转）
  - **FORCE 20 21 0 20. 0.5 :**
  - 载荷工况20，在节点21的Y方向施加集中力20（单位可能是磅或N），0.5为缩放系数
- 

**### 6. 建模目的**

- **问题类型**：悬臂梁（Cantilever Beam）的静力分析
  - 参考Singer《材料力学》第5-2节，验证薄板组成的梁在端部载荷下的应力和变形。
  - **简化处理**：
  - 用2个四边形单元（CQUAD4）模拟梁结构，通过PSHELL定义薄板属性。
  - 约束端（节点1-4）完全固定，自由端（节点21-22）施加Y向集中力。
- 

**### 关键参数总结**

| 参数       | 含义           | 示例值         |
|----------|--------------|-------------|
| 节点X坐标    | 定义梁长度（0→3.0） | 0.0,1.5,3.0 |
| PSHELL厚度 | 控制梁截面抗弯刚度    | 0.1         |
| 载荷方向/大小  | 验证悬臂梁弯曲应力分布  | Y向, 20      |

此模型适用于教学演示，通过少量单元快速验证梁理论的基本结果（如最大弯曲应力位置）。实际工程中需加密网格并考虑更多细节。

**文件名** 3cr.dat   **模型解释**

以下是对该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的逐部分解析，重点说明建模目的和关键参数：

---

### ### 1. 文件头与系统设置

- **ASSIGN RST='DBSDIR:v10903c.MASTER'**

指定结果文件输出路径为数据库目录下的v10903c.MASTER文件，用于存储分析结果。

- **RESTART LOGICAL=RST**

启用重启功能，允许从之前的中断点继续计算（逻辑单元名为RST）。

- **\$开头的行**

注释或版本历史信息，无实际计算意义。

---

### ### 2. 求解控制段

- **SOL 109**

选择求解序列109（线性瞬态响应分析），用于模拟结构在时变载荷下的动态行为。

- **TIME 5**

设置最大CPU运行时间为5分钟（超时终止）。

- **diag 8,15,41**

启用诊断输出，监控特定计算模块（如刚度矩阵、载荷处理等）。

---

### ### 3. 分析参数与载荷

- **TITLE=DEMONSTRATE COMBINED LOADS**

模型标题，表明目的是演示组合载荷作用下的瞬态响应。

- **DLOAD=2**

引用动态载荷集ID=2（需在BULK数据段中定义）。

- **TSTEP=3**

引用时间步长定义ID=3（控制瞬态分析的时间步）。

- **SET 14=1, 2, 3**

定义节点集合14，包含节点1·2·3，用于输出位移结果。

- **DISP=14**

请求输出集合14中节点的位移结果。

---

### ### 4. BULK数据段关键内容

- **TSTEP 3 40 .10 1**

定义瞬态分析时间步（ID=3）：

- **40**：总时间步数

- **0.10**：初始时间步长（秒）

- **1**：时间步长增量方式（线性或指数，此处未明确需查手册）

- **PARAM, STIME, 2.0**

设置参数：瞬态分析起始时间为2.0秒（可能用于重启或延迟加载）。

---

### ### 5. 其他说明

- **/delete, tstep**

删除之前可能定义的TSTEP数据（清理冗余定义）。

- **未显式定义的模型数据：**

文件中未包含GRID（节点）、CQUAD4（四边形单元）、MAT1（材料）等具体模型数据，可能由外部文件引用或省略。实际建模需补充这些内容以定义几何、属性和载荷。

---

### ## 建模目的总结

该模型旨在模拟结构在组合动态载荷下的瞬态响应，通过时间步控制（TSTEP）和载荷集（DLOAD）实现时域分析，并输出关键节点的位移结果。需注意实际模型需在BULK段补充完整的节点、单元、材料和载荷定义。

文件名 `0s.dat` 模型解释：MSC Nastran输入文件的关键内容解析及建模目的说明：

---

---

### ### 1. 模型基本信息

- **SOL 103**：进行模态分析（正则模态分析）
- **TITLE**：分析固定圆形平板在流体中的固有频率（参考《Timoshenko工程振动问题》第501页）
- **关键参数**：
  - **METHOD = 10**：使用EIGR卡定义的特征值提取方法。
  - **MFLUID = 30**：定义流体质量耦合效应（流体密度0.0385，参考单位需结合参数）。
  - **PARAM WTMASS .002588**：定义质量单位转换系数（将密度转换为模型单位制）。

---

### ### 2. 坐标系定义

- **CORD2C 10**：定义圆柱坐标系（ID=10），原点在(0,0,0)，Z轴沿(0,0,10)方向。

---

### ### 3. 节点定义（GRID）

- **节点1-5**：
  - 节点1在全局坐标系（CID=6），位于(0,0,0)。
  - 节点2-5在圆柱坐标系（CID=10），径向位置0.5，角度分别为 $0^\circ$ 、 $30^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $90^\circ$ 。
- **目的**：构建圆形平板的中心点（节点1）和边缘对称分布的节点。

---

### ### 4. 单元定义

- **CTRIA3 101-103**：三角形单元，连接中心节点1与边缘节点（2-5），形成扇形区域。
- **CQUAD4 111-136**：四边形单元，填充边缘节点之间的区域（通过**THRU**批量生成）。
- **PSHELL 101**：定义壳属性：
  - 材料ID=102，厚度=0.125。
- **目的**：模拟薄板结构，通过壳单元简化建模。

---

### ### 5. 材料属性（MAT1）

- **MAT1 102**：
  - 弹性模量=30e6（单位需结合**WTMASS**推断为psi或Pa）。
  - 泊松比=0.3，密度=0.30（需通过**WTMASS**转换为实际质量密度）。
- **目的**：定义线性各向同性材料，用于壳单元。

---

### ### 6. 边界条件（SPC）

- **SPC1 20**：约束节点自由度：
  - 固定中心节点1的Z向旋转（DOF=45）。
  - 约束边缘节点（2-5, 26-29）的平移自由度（12345表示X/Y/Z及旋转）。
- **目的**：模拟固定边缘的圆形平板。

---

### ### 7. 流体耦合（MFLUID）

- **MFLUID 30**：定义流体质量效应：
  - 流体密度=0.0385（单位与**WTMASS**相关）。
  - 耦合到SPC=20定义的边界。
- **目的**：考虑流体对平板振动模态的影响（如水中振动）。

---

### ### 8. 特征值分析（EIGR）

- **EIGR 10**：使用MGIV法（修正的Givens方法）提取前6阶模态。

| 文件名         | 模型解释  |
|-------------|---|
|             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- MASS : 输出模态质量矩阵。</li> </ul> <p>---</p>   |
|             | <h3>### 总结：建模目的</h3> <p>该模型模拟一个固定边缘的圆形薄板在流体环境中的自由振动，通过模态分析（SOL 103）获取其固有频率和振型。关键参数包括壳厚度、材料属性、流体耦合及对称边界条件，适用于分析流体-结构相互作用问题。</p>  |
| v10903b.dat | <p>以下是该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的逐项解析，按建模目的和关键参数分类说明：</p> <p>---</p>  |
|             | <h3>### 1. 文件头与求解控制</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SOL 109 : 指定瞬态响应分析（SOL 109用于直接瞬态分析）。</li> <li>- TIME 5 : 设置最大CPU运行时间为5分钟。</li> <li>- CEND : 控制段结束，后续为工况控制命令。</li> <li>- TITLE : 模型标题，说明用途为演示组合载荷（COMBINED LOADS）。</li> <li>- DLOAD=2 : 引用ID=2的动态载荷集。</li> <li>- TSTEP=3 : 引用ID=3的时间步长定义。</li> <li>- DISP=14 : 输出节点1-2-3的位移（通过SET 14定义）。</li> </ul> <p>---</p>   |
|             | <h3>### 2. 节点定义 (GRID)</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 格式：GRID ID CP X1 X2 X3 CD PS</li> </ul> <p>示例：</p> <pre>nas&lt;br&gt; GRID 1 50. 1345&lt;br&gt; GRID 13 0. 123456&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ID : 节点编号（如1, 2, 3, 11, 12, 13）。</li> <li>- X1 : X坐标（如50.0, 0.0等），其余Y/Z坐标省略（默认为0）。</li> <li>- CD=1345/123456 : 坐标系ID，1345和123456可能代表局部坐标系。</li> </ul> <p>---</p>  |
|             | <h3>### 3. 单元定义 (CBAR)</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 格式：CBAR EID PID GA GB X1 X2 X3</li> </ul> <p>示例：</p> <pre>nas&lt;br&gt; CBAR 111 111 1 11 1.0&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- EID : 单元ID（如111, 212, 313）。</li> <li>- PID=111 : 属性ID，指向PBAR 111。</li> <li>- GA/GB : 连接节点（如1→11, 2→12, 3→13）。</li> <li>- X1=1.0 : 方向向量X分量（Y/Z默认为0），用于确定单元局部坐标系。</li> </ul> <p>---</p>   |
|             | <h3>### 4. 材料与属性</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 材料 (MAT1) :</li> </ul> <pre>nas&lt;br&gt; MAT1 112 1.+7 .1&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- MID=112 : 材料ID。</li> <li>- E=1.E7 : 弹性模量。</li> <li>- NU=.1 : 泊松比（密度未定义，可能在其他卡片中）。</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 梁属性 (PBAR) :</li> </ul> <pre>nas&lt;br&gt; PBAR 111 112 1.+4 1.0&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- PID=111 : 属性ID，与CBAR引用对应。</li> <li>- MID=112 : 关联材料MAT1 112。</li> <li>- A=1.E4 : 横截面积。</li> <li>- I=1.0 : 惯性矩（简化定义，实际需更多参数）。</li> </ul> <p>---</p> |
|             | <h3>### 5. 载荷与时间步</h3>  |

| 文件名 | 模型解释   |
|-----|--|
|     | <p>- 动态载荷集（DLOAD）：</p> <pre>nas&lt;br&gt; DLOAD 2 1. 1. 3 1. 4&lt;br&gt;</pre> <p>- 组合载荷ID=2，包含TLOAD2 3（缩放因子1.0）和TLOAD2 4（缩放因子1.0）。</p>                    |
|     | <p>- 瞬态载荷（TLOAD2）：</p> <pre>nas&lt;br&gt; TLOAD2 3 5 0.1 1.1 1.0 90.&lt;br&gt;</pre> <p>- 类型5：正弦载荷（频率0.1Hz，相位90°）。</p> <p>- DAREA 5：定义节点1/2/3的幅值（1.0）。</p> |
|     | <p>- 时间步（TSTEP）：</p> <pre>nas&lt;br&gt; TSTEP 3 40 .10 5&lt;br&gt;</pre> <p>- 40步，步长0.1秒，共4秒（未段可能为5步，但参数不完整）。</p>  |
|     | <p>---</p>   |
|     | <p>#### 6. 其他关键卡片</p> <p>- DELAY 46：定义载荷延迟（节点2/3延迟0.9秒）。</p> <p>- DAREA 5/6：动态载荷幅值（节点1/2/3的Y向载荷）。</p>  |
|     | <p>---</p>   |
|     | <p>#### 建模目的</p> <p>该模型为瞬态动力学分析示例，模拟三根梁（CBAR）在正弦载荷和延迟载荷组合作用下的动态响应。通过SOL 109求解器计算节点位移，验证多载荷工况下的结构行为。</p>  |
|     | <p>关键简化：材料密度、梁的完整截面参数未定义，实际需补充；坐标系数值（如1345）需参考局部坐标系定义。</p>   |

| 文件名  | 模型解释 |
|--|------|
| 以下是该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解释，按功能模块分类说明其建模目的和关键参数：  |      |
| ---  |      |
| ### 1. 文件头与求解控制段   |      |
| nastran<br>ID MSC, PROB2 # 标识文件类型为MSC Nastran, 问题名称为PROB2<br>SOL 100 # 使用线性静态分析<br>( SOL 100 )<br>DIAG 8, DIAG 13 # 启用诊断输出 (矩阵跟踪和工作存储调试)<br>TIME 5 # 设置最大运行时间为5分钟<br>MALTER 'MALTER:USERDMAP' # 允许用户自定义DMAP (直接矩阵抽象编程)<br> |      |
| - 目的：配置求解器基本参数，准备进行线性方程组求解 (AX=B)。   |      |
| ---  |      |
| ### 2. DMAP求解序列（用户自定义）   |      |
| nastran<br>MATPRN A,B// # 打印输入矩阵A和B<br>SOLVE A,B,,, /X/V,Y,PIVOT/V,Y,SIGNB # 解方程<br>AX=B (PIVOT和SIGNB为控制参数)<br>MATPRN X// # 打印解向量X<br>MPYAD A,X,B/E/ # 计算误差 E = AX + B (验证解的正确性)<br>MATPRN E// # 打印误差矩阵E<br>               |      |
| - 关键参数：  |      |
| - PIVOT=-1：强制非对称矩阵的枢轴选择 (通过PARAM卡定义)。  |      |
| - SIGNB=-1：将方程改为AX=-B (通过PARAM卡定义)。  |      |
| ---  |      |
| ### 3. 矩阵定义 (DMI卡)   |      |
| #### 矩阵A (对称三对角矩阵)   |      |
| nastran<br>DMI,A,0,6,1,0,,4,4 # 定义实数矩阵A, 尺寸4x4<br>DMI,A,1,1,2.,-1. # 第1行: A[1,1]=2.0,<br>A[1,2]=-1.0<br>DMI,A,2,1,-1.,2.,-1. # 第2行: A[2,1]=-1.0, A[2,2]=2.0, A[2,3]=-1.0<br>... # 类似定义第3-4行<br>                            |      |
| - 建模目的：模拟典型的刚度矩阵 (如1D杆或弹簧质量系统)。  |      |
| prob2.dat  |      |
| #### 矩阵B (复数载荷向量)  |      |
| nastran<br>DMI,B,0,2,3,0,,4,2 # 定义复数矩阵B, 尺寸4x2<br>DMI B,1,4,1.,1. # B[1,4]=1.0+1.0i<br>DMI B,2,4,1.,0. # B[2,4]=1.0+0.0i<br>   |      |
| - 关键参数：  |      |
| - 复数格式：每个值由实部和虚部组成 (如1.,1.表示1+i)。  |      |
| ---  |      |
| ### 4. 标题与注释   |      |
| nastran<br>TITLE = EXAMPLE PROBLEM 2 # 问题标题<br>LABEL = STUDENT TEST # 用户标签<br>SUBTITLE = STEVE E. WALL # 子标题<br>   |      |
| - 作用：仅为文件描述信息，不影响计算。   |      |
| ---  |      |
| ### 5. 关键总结  |      |
| - 模型类型：线性代数问题 (非有限元结构分析，未使用GRID/CQUAD4/MAT1等卡片)。   |      |
| - 核心功能：通过用户自定义DMAP求解方程组AX=-B，并验证解的误差。  |      |
| - 特殊设置：  |      |
| - 非对称矩阵求解 (PARAM, PIVOT, -1)。  |      |
| - 复数载荷支持 (矩阵B的复数输入)。   |      |
| ---  |      |
| ### 对比说明   |      |
| - 与典型结构模型的区别：此文件未包含节点、单元或材料属性，而是直接操作矩阵，属于Nastran的高级应用 (如数学问题或自定义算法验证)。若为结构分析，通常会包含：  |      |
| - GRID：节点坐标。   |      |
| - CQUAD4：四边形单元。  |      |
| - MAT1：材料属性 (如弹性模量、泊松比)。   |      |

### ### 1. 文件头与基本设置

- **ASIGN RST='DBSDIR:v10903b-ci.MASTER'**

指定结果文件 (RST) 的存储路径和文件名，用于输出分析结果。

- **SOL 109**

选择求解序列109（直接瞬态响应分析），用于计算结构在时变载荷下的动态响应。

- **TIME 5**

设置最大CPU运行时间为5分钟（超时终止）。

- **TITLE=DEMONSTRATE COMBINED LOADS**

模型标题，说明本案例用于演示组合载荷作用下的瞬态响应。

### ### 2. 分析控制参数

- **CEND**

结束控制段，后续为工况控制 (Case Control) 部分。

- **DLOAD=2**

指定动态载荷集ID为2（在BULK数据中定义）。

- **TSTEP=3**

引用ID为3的瞬态时间步长定义（在BULK中通过TSTEP卡定义）。

- **SET 14=1, 2, 3**

定义节点集合14，包含节点1·2·3，用于输出位移结果。

- **DISP=14**

要求输出集合14中节点的位移结果。

### ### 3. 瞬态分析参数 (BULK数据段)

- **TSTEP 3 40 .10 1**

定义瞬态时间步长参数：

- **ID=3**：与工况控制中的TSTEP=3对应。

- **40**：总时间步数。

- **0.10**：初始时间步长（秒）。

- **1**：时间步长增量方式（线性或指数，此处未明确需结合手册）。

- **PARAM, STIME, 2.0**

设置总仿真时间为2.0秒（与40步×0.10秒的局部定义需逻辑一致）。

### ### 4. 其他说明

- **diag 8,15,56**

启用诊断输出（调试用），通常用于检查模型问题。

- **BEGIN BULK**

标志BULK数据段开始（但示例中未包含具体的节点、单元、材料等定义）。

- **ENDDATA**

文件结束标记。

### ### 关键建模目的

1. **问题类型**：直接瞬态动力学分析（时变载荷下的结构响应）。

2. **载荷特点**：组合动态载荷（DLOAD=2），需结合未显示的BULK数据中的载荷定义。

3. **输出需求**：重点关注节点1·2·3的位移时间历程（DISP=14）。

4. **时间设置**：总时长2秒，分40步计算，初始步长0.1秒。

### ### 缺失内容说明

示例中未包含完整的BULK数据（如GRID CQUAD4 MAT1等），需补充以下典型定义：

| 文件名         | 模型解释  |
|-------------|---|
|             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>GRID</b> : 定义节点坐标。</li> <li>- <b>CQUAD4</b> : 4节点四边形单元，需关联材料属性和属性卡（如<b>PSHELL</b>）。</li> <li>- <b>MAT1</b> : 材料属性（如弹性模量、泊松比、密度）。</li> </ul>   |
|             | 如需进一步解释这些卡片，请提供完整BULK数据部分。  |
|             | 以下是该MSC Nastran输入文件的逐项解析（按建模逻辑顺序组织）：  |
|             | ---   |
|             | <h3>### 1. 分析控制段</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SOL 103</b> : 执行模态分析（频率/振型提取）</li> <li>- <b>METHOD=10</b> : 使用EIGR卡片10定义的模态提取方法</li> <li>- <b>SPC=20</b> : 引用ID=20的约束集</li> <li>- <b>DISP=ALL</b> : 输出所有节点位移</li> <li>- <b>PARAM WTMASS .002588</b> : 定义质量单位转换系数（将密度转换为重量单位）</li> </ul> |
|             | ---   |
|             | <h3>### 2. 坐标系定义</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>CORD2C 10 ...</b> : 定义圆柱坐标系（ID=10），原点在(0,0,0)，Z轴沿(0,0,10)方向，用于节点定位。</li> </ul>  |
|             | ---   |
|             | <h3>### 3. 节点定义（GRID）</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>节点1</b> : 圆心点，笛卡尔坐标(0,0,0)，约束所有自由度（12456表示释放绕Z轴旋转）。</li> <li>- <b>节点2-5</b> : 位于半径0.5的圆周上，间隔30°（30°,60°,90°），圆柱坐标系（CID=10）下定义，约束Z向平移和绕X/Y旋转（46）。</li> <li>- <b>节点6-9等</b> : 通过* (4) 语法规批量生成，未完整显示，推测为径向延伸节点。</li> </ul>            |
|             | ---   |
| v10309s.dat | <h3>### 4. 单元定义</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>CQUAD4 111-131</b> : 4节点四边形单元，属性ID=101，连接节点2-9形成扇形区域。</li> <li>- <b>CTRIA3 101-103</b> : 3节点三角形单元，属性ID=101，填充圆心与圆周节点间的空隙。</li> </ul>   |
|             | ---   |
|             | <h3>### 5. 材料与属性</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>PSHELL 101</b> : 壳属性，厚度0.125，材料ID=102。</li> <li>- <b>MAT1 102</b> : 各向同性材料，弹性模量30e6，泊松比0.3，密度0.30（需结合WTMASS换算实际质量）。</li> </ul>  |
|             | ---   |
|             | <h3>### 6. 边界条件与求解设置</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SPC1 20</b> : 约束圆周节点（2-25）的径向/周向平移（246）和圆心节点（26-29）的全部自由度（123456）。</li> <li>- <b>EIGR 10</b> : 使用MGIV法提取前3阶模态，输出模态质量（MASS）。</li> </ul>  |
|             | ---   |
|             | <h3>### 建模目的</h3> <p>模拟固定圆形薄板的固有振动特性（参考Timoshenko教材案例），通过扇形对称建模减少计算量。关键参数：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 半径0.5、厚度0.125的薄壳结构。</li> <li>- 材料为钢（E=30e6, v=0.3）。</li> <li>- 圆心固支，边缘约束径向/周向位移。</li> </ul>   |
|             | ---   |
|             | <h3>### 注意事项</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 文件含批量生成语法（* (n)），实际节点/单元数可能多于显示内容。</li> <li>- 单位系统需一致（长度英寸，力磅，材料psi等）。</li> <li>- 模态分析结果将验证理论解（如基频）是否匹配。</li> </ul>  |

**文件名****模型解释**

以下是对该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的逐部分解析，重点说明建模目的和关键参数：

**### 1. 文件头与版本信息**

```
nastran<br>id msc, eli2005.dat $ tin -06-dec-2005 v2006<br>$id msc, eli2005.dat $ klk 1-Jul-2005  
v2005<br>...<br>
```

- **作用**：记录文件历史版本和修改日志，包含不同版本的作者、日期和功能更新（如超弹性单元、大应变单元等）。

- **关键点**：文件迭代多次，最终版本为v2006，支持高级单元类型（如P-ELEMENT、超弹性单元）。

---

**### 2. 分析控制段**

```
nastran<br>TIME 30 $<br>SOL 101<br>CEND<br>TITLE = ELEMENT OMNIBUS CODE CHECK  
PROBLEM<br>SUBTITLE = MSC/68 VERSION<br>
```

- **SOL 101**：表示静态线性分析。

- **TIME 30**：设置最大CPU时间为30秒。

- **TITLE**：模型标题，说明这是一个用于验证单元类型正确性的基准测试模型。

---

**### 3. 输出请求**

```
nastran<br>DISP=ALL<br>ELFORCE=ALL<br>STRESS (corner)=ALL<br>GPSTRESS=ALL<br>
```

- **输出内容**：要求输出所有节点的位移 (DISP)、单元力 (ELFORCE)、单元角点应力 (STRESS) 和高斯点应力 (GPSTRESS)。

- **关键参数**：

- **ESE=10002**：输出指定单元集的应变能。

- **ADAPT=150**：启用自适应网格（最大迭代150次）。

---

**### 4. 载荷工况 (SUBCASE)**

```
nastran<br>SUBCASE 1<br>LABEL = STATIC LOAD<br>LOAD = 1<br>
```

- **SUBCASE 1**：静态载荷工况，施加外部载荷 (LOAD=1)。

```
nastran<br>SUBCASE 3<br>LABEL = TURN ON TEMP LOADS<br>TEMP (LOAD) = 2<br>
```

- **SUBCASE 3**：温度载荷工况，引用温度场ID=2。

```
nastran<br>SUBCASE 4<br>LABEL = DEFORM LOADS FOR 1-D ELEMENTS<br>DEFORM =4<br>
```

- **SUBCASE 4**：针对1D单元的强制变形载荷（如预拉伸或弯曲）。

---

**### 5. 集合定义 (SET)**

```
nastran<br>SET 10002 = 1 THRU 13999, 14399 THRU 16900<br>SET 10000 = 1 THRU 399,1000 THRU  
1099...<br>
```

- **作用**：分组管理节点或单元，用于选择性输出或加载。

- **示例**：SET 10000包含节点1-399和1000-1099，用于限制位移输出范围。

---

**### 6. 表面定义 (SURFACE)**

```
nastran<br>SURFACE 1 SET 1 NORMAL Z geometric<br>SURFACE 2 SET 2 NORMAL Y geometric<br>
```

- **作用**：定义几何表面，用于接触分析或压力载荷。

- **参数**：SET 1指定表面所属单元，NORMAL Z/Y定义法线方向。

---

**### 7. 包含外部文件**

```
nastran<br>include 'DEMOPDIR:eli2005.blk'<br>
```

- **作用**：引用外部文件（如节点、单元、材料定义），实际模型数据可能存储在此文件中。

---

| 文件名         | 模型解释  |
|-------------|---|
|             | <p>### 关键建模目的总结</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. <b>单元验证</b>：测试多种单元类型（如CQUAD4、TRIA6、超弹性单元）在静态、温度、变形载荷下的行为。</li> <li>2. <b>多工况分析</b>：涵盖静应力、温度场和强制变形三种载荷条件。</li> <li>3. <b>精细化输出</b>：通过SET控制输出范围，减少数据量，聚焦关键区域。</li> <li>4. <b>扩展性</b>：支持P单元和大应变单元，适用于复杂非线性分析。</li> </ul> <p>---</p>  |
|             | <p>### 补充说明</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>缺失部分</b>：文件中未直接包含GRID、CQUAD4、MAT1等卡片，这些可能定义在外部文件（如eli2005.blk）中。</li> <li>- <b>典型参数示例</b>： <ul style="list-style-type: none"> <li>- GRID：节点坐标和自由度约束。</li> <li>- CQUAD4：四节点四边形单元，需关联材料ID和属性。</li> <li>- MAT1：各向同性材料，需定义弹性模量（E）、泊松比（NU）、密度（RHO）。</li> </ul> </li> </ul>   |
|             | <p>如需进一步解析具体单元或材料定义，需查看包含的外部文件内容。</p>   |
| d10911r.dat | <p>以下是该MSC Nastran输入文件的关键内容解析及建模目的说明：</p> <p>---</p> <p>### 1. 文件头与基础设置</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- RESTART：从历史文件D10811R重启分析，跳过第一阶段（PHASE 1）。</li> <li>- SOL 109：采用直接瞬态响应分析（Direct Transient Response），用于模拟结构在时变载荷下的动态行为。</li> <li>- TITLE/SUBTITLE：分析对象为加筋圆柱壳，涉及多级超单元（Superelements）和瞬态响应。</li> </ul> <p>---</p> <p>### 2. 载荷与边界条件</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SPC=1000：引用ID=1000的约束集（未在BULK中显示，可能在其他文件定义）。</li> <li>- DLOAD=1：动态载荷集1，通过TLOAD1和TABLED1定义时变载荷（见后文）。</li> <li>- TLOAD1： <ul style="list-style-type: none"> <li>- 作用于节点10202，方向10（通常为Z向或径向）。</li> <li>- 载荷时间历程由TABLED1 10定义，描述一个脉冲载荷（峰值1000 lb，持续0.003秒后衰减）。</li> </ul> </li> </ul> <p>---</p> <p>### 3. 超单元与子工况</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SUBCASE 11：针对蒙皮超单元（S.E. 10），分析径向激励下的响应。</li> <li>- ELSTRESS=2：输出单元集2（包含角部和中心蒙皮单元）的应力。</li> <li>- SUBCASE 1001：分析残余结构的瞬态响应。</li> <li>- DISPL=1：输出节点集10202的位移。</li> <li>- TSTEP=1：时间步长设置（5步，步长0.001秒）。</li> </ul> <p>---</p> <p>### 4. 材料与阻尼</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- PARAM, W3, 498.：设置粘性阻尼系数，匹配第一阶模态共振频率的阻尼特性（未显示MAT1，可能在超单元中定义）。</li> </ul> <p>---</p> <p>### 5. 输出控制</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 应力输出：中心蒙皮面板（单元6）的Von Mises应力时程。</li> <li>- 加速度输出：中心节点10202的径向加速度时程。</li> <li>- XYPILOT：生成应力/加速度的时程曲线图。</li> </ul> <p>---</p> <p>### 6. 关键BULK数据（部分缺失）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- TABLED1 10：定义脉冲载荷的时间-幅值曲线：</li> </ul> <pre>&lt;br&gt; 0.0s: 0 lb → 0.001s: 500 lb → 0.002s: 1000 lb → 0.003s: 500 lb → 0.005s: 0 lb &lt;br&gt;</pre> |

| 文件名        | 模型解释  |
|------------|---|
|            | <p>- <b>TSTEP 1</b> : 瞬态分析时间步（总步数5，步长0.001秒）。</p> <p>---</p> <p>#### 建模目的总结</p> <ol style="list-style-type: none"><li>分析对象：加筋圆柱壳在瞬态脉冲载荷（径向激励）下的动态响应。</li><li>关键特性：<ul style="list-style-type: none"><li>使用超单元技术简化多级结构分析。</li><li>关注中心蒙皮区域的应力（如单元6）和节点加速度。</li><li>载荷类型：短时脉冲（模拟冲击或爆炸载荷）。</li><li>输出需求：应力、位移、加速度的时程数据及曲线。</li></ul></li></ol> <p>---</p> <p>#### 注意事项</p> <ul style="list-style-type: none"><li>文件未完整显示节点（GRID）、单元（如CQUAD4）和材料（MAT1）定义，可能因重启分析已包含在历史文件中。</li><li>阻尼参数需结合模态分析结果调整，确保与实际物理阻尼匹配。</li></ul> <p>如需进一步解释特定卡片或参数，可提供补充信息。</p>  |
| v10106.dat | <p>以下是该MSC Nastran输入文件的详细解释，按关键部分分类说明：</p> <p>---</p> <p>#### 1. 文件头与求解设置</p> <ul style="list-style-type: none"><li><b>ID MSC, V10106</b>：模型标识符，版本号V10106。</li><li><b>SOL 101</b>：采用线性静力学求解序列（Static Analysis）。</li><li><b>TITLE/SUBTITLE</b>：模型描述，模拟一个斜坐标系中的梁（BAR），参考Shigley的机械设计教材。</li><li><b>LOAD=1, SET 1 = 10,11</b>：定义载荷工况ID=1，节点集（SET 1）包含节点10和11。</li></ul> <p>---</p> <p>#### 2. 坐标系定义</p> <ul style="list-style-type: none"><li><b>CORD2R 100 ...</b>：定义右手笛卡尔坐标系（ID=100），原点在(5.0,5.0,0.0)，X轴指向(5.0,5.0,5.0)，XY平面由(15.0,15.0,0.0)确定。</li></ul> <p><b>用途</b>：为后续节点和单元提供斜坐标系参考。</p> <p>---</p> <p>#### 3. 节点定义（GRID）</p> <ul style="list-style-type: none"><li><b>GRID 1 100 2.0 2.0 0.0 100 1345</b>：<ul style="list-style-type: none"><li>节点ID=1，坐标系ID=100，坐标(2.0,2.0,0.0)。</li><li>1345：约束自由度（1-3-4-5固定，6自由），即仅允许绕Z轴旋转。</li></ul></li><li><b>GRID 10 ... 123456</b>：节点10完全固定（所有自由度约束）。</li></ul> <p><b>建模目的</b>：定义梁的端点（1-4）和支撑点（10），通过约束模拟边界条件。</p> <p>---</p> <p>#### 4. 单元定义</p> <ul style="list-style-type: none"><li><b>CBAR 1 1 1 2 10</b>：<ul style="list-style-type: none"><li>梁单元ID=1，属性ID=1，连接节点1和2，方向节点10（确定梁的局部坐标系）。</li><li><b>PBAR 1 1 .0625 3.255-4</b>：<ul style="list-style-type: none"><li>梁属性ID=1，材料ID=1，横截面积=0.0625，惯性矩=3.255×10<sup>-4</sup>。</li></ul></li></ul></li></ul> <p><b>用途</b>：模拟斜坐标系中的梁结构，方向节点确保梁的局部坐标系对齐。</p> <p><b>CELAS2 10 1.E+4 1 2</b>：<ul style="list-style-type: none"><li>弹簧单元ID=10，刚度1×10<sup>4</sup>，连接节点1和2（沿Z方向）。</li></ul></p> <p><b>目的</b>：提供柔性支撑，模拟弹性边界条件。</p> <p>---</p> |

| 文件名 | 模型解释  |
|-----|---|
|     | <b>### 5. 材料属性</b><br>- <code>MAT1 1 3.E+7 .33</code> ：<br>- 材料ID=1，弹性模量 $3 \times 10^7$ ，泊松比0.33。<br>用途：定义线弹性材料，用于梁单元。   |
|     | ---   |
|     | <b>### 6. 载荷定义</b><br>- <code>FORCE 1 2 100 600. 0.0 1.0 0.0</code> ：<br>- 载荷ID=1，作用于节点2，坐标系100，大小600，方向(0.0,1.0,0.0)（局部Y轴）。<br>目的：在节点2施加横向力，模拟机械载荷。  |
|     | ---   |
|     | <b>### 关键建模目的</b><br>1. 斜坐标系中的梁分析：通过 <code>CORD2F</code> 和 <code>CBAF</code> 模拟非标准方向的梁结构。<br>2. 混合边界条件：节点10完全固定，节点1-4部分约束（仅Z向旋转自由）。<br>3. 弹性支撑： <code>CELAS2</code> 弹簧单元模拟柔性连接。<br>4. 验证理论：参考教材案例，验证斜梁的静力学响应。 |
|     | ---   |
|     | <b>### 参数总结</b><br>- 节点：位置、约束（如 <code>1345</code> 表示特定自由度约束）。<br>- 单元： <code>CBAF</code> 定义梁， <code>CELAS2</code> 定义弹簧。<br>- 材料：线性弹性（ <code>MAT1</code> ）。<br>- 载荷：集中力（ <code>FORCE</code> ）在斜坐标系中施加。         |

此模型适用于验证斜梁结构的静力学行为，尤其关注坐标系转换和边界条件的影响。

| 文件名  | 模型解释 |
|--|------|
| 以下是该MSC Nastran输入文件的关键内容解析及建模目的说明：   |      |
| ---  |      |
| <b>### 1. 模型基本信息</b>   |      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SOL 108</b>：直接频率响应分析（Direct Frequency Response），用于计算结构在动态载荷下的稳态响应。</li> <li>- <b>标题</b>：加强圆柱壳模型（REINFORCED CYLINDRICAL SHELL），属于多级超单元（MULTILEVEL SUPERELEMENTS）的复模态分析。</li> <li>- <b>重启功能</b>：<code>RESTART</code>表示从之前的分析结果（D10311R）继续计算，节省计算资源。</li> </ul>   |      |
| ---  |      |
| <b>### 2. 关键控制参数</b>   |      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>阻尼设置</b>：<br/><code>PARAM, G, .04</code> 表示全局阻尼比为临界阻尼的2%（用于共振抑制）。</li> <li>- <b>频率范围</b>：<br/><code>FREQ1 1 200. 50. 6</code> 定义频率范围为0-200Hz, 50Hz间隔，共6个频率点。</li> <li>- <b>动态载荷</b>：<br/><code>RLOAD1</code>结合<code>DAREA</code>定义节点10202的径向单位载荷（幅值1.0），通过<code>TABLED1</code>指定频率-幅值曲线（0-100Hz恒为1.0）。</li> </ul>                  |      |
| ---  |      |
| <b>### 3. 边界条件与输出</b>  |      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>约束</b>：<br/><code>SPC = 1000</code> 表示引用BULK中ID=1000的约束（未显示具体内容）。</li> <li>- <b>输出请求</b>： <ul style="list-style-type: none"> <li>- <code>ELSTRESS = 2</code> 输出单元6（中心面板）的应力（最大剪应力实部/虚部）。</li> <li>- <code>DISPL/ACCEL = 1</code> 输出节点10202的位移和加速度（径向分量）。</li> <li>- <code>SPCFORCES = 4</code> 输出约束点3-4的反力。</li> </ul> </li> </ul> |      |
| ---  |      |
| <b>### 4. 超单元与子工况</b>  |      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>超单元划分</b>：<br/><code>SET 300=10,20,30</code> 定义超单元编号，<code>SUPER=300</code> 指定分析范围（排除SE 0）。</li> <li>- <b>子工况</b>：<br/> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>子工况11</b>：分析中心面板（单元6）在径向激励下的响应。</li> <li>- <b>子工况1001</b>：分析残余结构的加速度和反力。</li> </ul> </li> </ul>  |      |
| ---  |      |
| <b>### 5. 关键BULK数据（未完全显示部分推测）</b>  |      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>节点（GRID）</b>：未显式列出，但通过<code>SET 1=10202</code>可知至少包含节点10202（载荷施加点）。</li> <li>- <b>单元（如CQUAD4）</b>：未显示具体单元卡，但通过<code>ELSTRESS=2</code>和上下文推断存在壳单元（如中心面板单元6）。</li> <li>- <b>材料（MAT1）</b>：未显示，但通常需定义弹性模量、密度等参数（通过<code>PARAM WTMASS</code>推测密度相关）。</li> </ul>   |      |
| ---  |      |
| <b>### 建模目的总结</b>  |      |
| 该模型旨在分析 <b>加强圆柱壳结构在径向动态载荷下的频响特性</b> ，重点关注：   |      |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 中心面板的应力集中（单元6的剪应力）。</li> <li>2. 关键节点（10202）的径向加速度响应。</li> <li>3. 利用超单元技术提升计算效率，并通过重启功能复用已有结果。</li> </ol>   |      |
| (注：部分BULK数据未完整显示，实际分析需结合完整节点、单元、材料定义。)   |      |
| v103inv.dat 以下是该MSC Nastran输入文件的逐项解析（按建模目的和关键参数分类说明）：  |      |
| ---  |      |

| 文件名                  | 模型解释  |
|----------------------|---|
| ### 1. 文件头与求解控制      | <pre>nastran&lt;br&gt;SOL 103&lt;br&gt;CEND&lt;br&gt;TITLE= VERIFICATION MANUAL PROBLEM V103INV&lt;br&gt;SUBTITLE=TWENTY CELL BEAM. INVERSE POWER WITH NO REDUCTION FOR CHECK&lt;br&gt;</pre> <p>- SOL 103：指定求解类型为<b>模态分析</b>（实特征值计算）。</p> <p>- TITLE/SUBTITLE：描述模型为验证手册中的示例问题，模拟一个<b>20单元格梁结构</b>，使用<b>逆幂法 (INV)</b> 计算特征值且不进行缩减。</p> <p>---</p>   |
| ### 2. 边界条件与输出       | <pre>nastran&lt;br&gt;SPC=1002&lt;br&gt;METHOD=1&lt;br&gt;DISP=ALL&lt;br&gt;</pre> <p>- SPC=1002：引用ID为1002的约束集（后续定义在BULK中）。</p> <p>- METHOD=1：指定使用<b>EIGR</b>卡片（ID=1）定义的模态提取方法。</p> <p>- DISP=ALL：要求输出所有节点的位移结果。</p> <p>---</p>   |
| ### 3. 节点定义 (GRID)   | <pre>nastran&lt;br&gt;GRID 10000 0.0 0.0 0.0 1246&lt;br&gt;</pre> <p>- 节点ID 10000：位于坐标原点 (0.0, 0.0, 0.0)。</p> <p>- 1246：节点自由度，表示释放1,2,4,6方向（即约束3,5方向的平移和旋转）。</p> <p>---</p>   |
| ### 4. 单元定义 (CBAR)   | <pre>nastran&lt;br&gt;CBAR 101 100 10000 10001 0.0 0.0 1. 1&lt;br&gt;</pre> <p>- 单元ID 101：类型为<b>CBAR</b>（简单梁单元）。</p> <p>- 属性PID 100：引用PBAR卡片（ID=100）定义的梁截面属性。</p> <p>- 节点连接：连接节点10000和10001（未完全显示，但隐含在<sup>*</sup>(1) 续行中）。</p> <p>- 方向向量：(0.0, 0.0, 1.0) 表示梁的轴向为Z轴。</p> <p>---</p>   |
| ### 5. 材料与截面属性       | <pre>nastran&lt;br&gt;MAT1 1000 3.+7 .3 7.764E-4&lt;br&gt;PBAR 100 1000 0.31416 0.15708&lt;br&gt;</pre> <p>- <b>MAT1 1000</b>：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 弹性模量 3.0E7（单位与模型一致，如Pa）。</li> <li>- 泊松比 0.3。</li> <li>- 密度 7.764E-4（单位与模型一致，如kg/m<sup>3</sup>）。</li> </ul> <p>- <b>PBAR 100</b>：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 关联材料ID 1000。</li> <li>- 截面面积 0.31416，惯性矩 0.15708（假设为圆形截面，单位需与模型一致）。</li> </ul> <p>---</p> |
| ### 6. 模态分析设置 (EIGR) | <pre>nastran&lt;br&gt;EIGR 1 INV 0. 100. 20 20 +EIG1&lt;br&gt;+EIG1, MASS&lt;br&gt;</pre> <p>- <b>逆幂法 (INV)</b>：计算特征值。</p> <p>- 频率范围：0-100 Hz。</p> <p>- 提取模态数：最多20阶。</p> <p>- <b>MASS</b>：使用质量矩阵归一化模态振型。</p> <p>---</p>   |
| ### 7. 约束定义 (SPC)    | <pre>nastran&lt;br&gt;SPC 1002 10020 3 10000 3&lt;br&gt;</pre> <p>- <b>SPC 1002</b>：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 约束节点10020（未完全显示）和10000的<b>自由度3</b>（Z向平移）。</li> <li>- 隐含其他节点约束通过续行定义（如<sup>*</sup>(1)）。</li> </ul> <p>---</p>  |

| 文件名  | 模型解释                             |
|--|----------------------------------|
| <b>### 关键建模目的</b>  |                                  |
| - 验证梁结构模态：   | 通过20单元格梁的模态分析，测试逆幂法在无缩减条件下的计算精度。 |
| - 参数设计：  |                                  |
| - 材料高刚度 ( $E=3.0E7$ ) 和低密度 ( $7.764E-4$ ) 可能用于模拟轻质高刚度结构。   |                                  |
| - 简单梁单元 (CBAR) 和圆形截面 (PBAR) 简化模型，聚焦算法验证。                   |                                  |
| ---  |                                  |
| <b>### 注意事项</b>  |                                  |
| - 文件中存在续行符号 ( <code>* (1)</code> ) 和未完全显示的节点/单元，实际模型需完整定义。 |                                  |
| - 单位需统一（如长度m、力N、密度kg/m³），但文件中未明确说明。                        |                                  |

| 文件名  | 模型解释  |               |    |     |                         |       |      |                       |      |     |                       |      |               |                          |       |      |
|--|-------|---------------|----|-----|-------------------------|-------|------|-----------------------|------|-----|-----------------------|------|---------------|--------------------------|-------|------|
| 以下是该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解释，按关键部分分类说明：  |       |               |    |     |                         |       |      |                       |      |     |                       |      |               |                          |       |      |
| ---  |       |               |    |     |                         |       |      |                       |      |     |                       |      |               |                          |       |      |
| <b>### 1. 文件头与求解设置</b>   |       |               |    |     |                         |       |      |                       |      |     |                       |      |               |                          |       |      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SOL 107</b>：指定求解类型为复特征值分析（常用于振动稳定性分析）。</li> <li>- <b>TIME 2</b>：设置CPU时间限制为2分钟。</li> <li>- <b>TITLE/SUBTITLE</b>：描述模型用途（反馈控制系统设计，参考书籍文献）。</li> <li>- <b>CMETHOD=1</b>：指定特征值提取方法（关联后续<b>EIGC</b>卡）。</li> </ul>   |       |               |    |     |                         |       |      |                       |      |     |                       |      |               |                          |       |      |
| ---  |       |               |    |     |                         |       |      |                       |      |     |                       |      |               |                          |       |      |
| <b>### 2. 节点与边界</b>  |       |               |    |     |                         |       |      |                       |      |     |                       |      |               |                          |       |      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>GRID 9999</b>：虚拟节点，仅用于绕过软件报错（坐标全零，所有自由度固定123456）。</li> <li>- <b>作用</b>：占位符，无实际物理意义。</li> </ul>   |       |               |    |     |                         |       |      |                       |      |     |                       |      |               |                          |       |      |
| ---  |       |               |    |     |                         |       |      |                       |      |     |                       |      |               |                          |       |      |
| <b>### 3. 特殊点与集中单元</b>   |       |               |    |     |                         |       |      |                       |      |     |                       |      |               |                          |       |      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SPOINT 1,2,3</b>：定义3个标量点（用于连接集中单元，无几何坐标）。</li> <li>- <b>集中单元类型</b>： <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>CMASS2</b>（质量单元）：</li> <li>- <b>示例</b>：<code>CMASS2,10,.01,1</code></li> <li>- 质量值=0.01，连接到标量点1（模拟系统的时间常数倒数）。</li> <li>- <b>CDAMP2</b>（阻尼单元）：</li> <li>- <b>示例</b>：<code>CDAMP2,21,1.0,1</code></li> <li>- 阻尼系数=1.0，连接到标量点1（速度相关项）。</li> <li>- <b>CELAS2</b>（弹簧单元）：</li> <li>- <b>示例</b>：<code>CELAS2,31,5.0,1</code></li> <li>- 刚度=5.0，连接到标量点1（模拟欠阻尼系统）。</li> </ul> </li> </ul> |       |               |    |     |                         |       |      |                       |      |     |                       |      |               |                          |       |      |
| v10702.dat   |       |               |    |     |                         |       |      |                       |      |     |                       |      |               |                          |       |      |
| ---  |       |               |    |     |                         |       |      |                       |      |     |                       |      |               |                          |       |      |
| <b>### 4. 特征值分析控制</b>  |       |               |    |     |                         |       |      |                       |      |     |                       |      |               |                          |       |      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>EIGC 1 HESS MAX</b>：使用Hessenberg法提取最大特征值。</li> <li>- <b>+EIGC, , , , 6</b>：输出全部6阶模态振型（复模态分析需输出向量）。</li> </ul>  |       |               |    |     |                         |       |      |                       |      |     |                       |      |               |                          |       |      |
| ---  |       |               |    |     |                         |       |      |                       |      |     |                       |      |               |                          |       |      |
| <b>### 5. 建模目的</b>   |       |               |    |     |                         |       |      |                       |      |     |                       |      |               |                          |       |      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>系统动力学分析</b>：通过集中质量-弹簧-阻尼单元构建简化模型，研究反馈控制系统的稳定性（复特征值反映系统阻尼和振荡特性）。</li> <li>- <b>参数设计</b>： <ul style="list-style-type: none"> <li>- 弹簧刚度（5.0/25.0/50.0）对应欠阻尼、临界阻尼和过阻尼三种状态。</li> <li>- 质量与阻尼值用于调整系统动态响应。</li> </ul> </li> </ul>  |       |               |    |     |                         |       |      |                       |      |     |                       |      |               |                          |       |      |
| ---  |       |               |    |     |                         |       |      |                       |      |     |                       |      |               |                          |       |      |
| <b>### 关键参数总结</b>  |       |               |    |     |                         |       |      |                       |      |     |                       |      |               |                          |       |      |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>参数</th> <th>含义</th> <th>示例值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><code>CMASS2 PID</code></td> <td>集中质量值</td> <td>0.01</td> </tr> <tr> <td><code>CDAMP2 B</code></td> <td>阻尼系数</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td><code>CELAS2 K</code></td> <td>弹簧刚度</td> <td>5.0/25.0/50.0</td> </tr> <tr> <td><code>EIGC METHOD</code></td> <td>特征值算法</td> <td>HESS</td> </tr> </tbody> </table>   |       | 参数            | 含义 | 示例值 | <code>CMASS2 PID</code> | 集中质量值 | 0.01 | <code>CDAMP2 B</code> | 阻尼系数 | 1.0 | <code>CELAS2 K</code> | 弹簧刚度 | 5.0/25.0/50.0 | <code>EIGC METHOD</code> | 特征值算法 | HESS |
| 参数   | 含义    | 示例值           |    |     |                         |       |      |                       |      |     |                       |      |               |                          |       |      |
| <code>CMASS2 PID</code>  | 集中质量值 | 0.01          |    |     |                         |       |      |                       |      |     |                       |      |               |                          |       |      |
| <code>CDAMP2 B</code>  | 阻尼系数  | 1.0           |    |     |                         |       |      |                       |      |     |                       |      |               |                          |       |      |
| <code>CELAS2 K</code>  | 弹簧刚度  | 5.0/25.0/50.0 |    |     |                         |       |      |                       |      |     |                       |      |               |                          |       |      |
| <code>EIGC METHOD</code>   | 特征值算法 | HESS          |    |     |                         |       |      |                       |      |     |                       |      |               |                          |       |      |
| ---  |       |               |    |     |                         |       |      |                       |      |     |                       |      |               |                          |       |      |
| 该模型通过抽象化的集中参数单元，快速验证控制系统的动态特性，避免复杂几何建模，适合理论结果对比。   |       |               |    |     |                         |       |      |                       |      |     |                       |      |               |                          |       |      |

| 文件名                             | 模型解释   |
|---------------------------------|--|
| ---                             | ---  |
| ### 1. 文件头与元信息                  | <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>历史记录</b>：\$ DEC/CMS... 等注释行记录文件修改历史和来源（1990年DEMO测试问题）。</li><li>- <b>模型标识</b>：ID MSC, HD15302 定义模型名称和版本。</li><li>- <b>计算时间限制</b>：TIME 10 设定最大CPU时间为10分钟。</li></ul>   |
| ---                             | ---  |
| ### 2. 求解控制 (Executive Control) | <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>求解器选择</b>：SOL 153 指定非线性稳态热分析（原注释提到SOL 74可能为线性分析）。</li><li>- <b>分析类型</b>：ANALYSIS = HEAT 声明热分析。</li><li>- <b>非线性参数</b>：NLPARM = 100 引用ID为100的非线性迭代控制参数（如容差、最大迭代次数）。</li><li>- <b>初始温度</b>：TEMP (INIT)=400 设置初始温度为400°C。</li></ul>  |
| ---                             | ---  |
| ### 3. 工况控制 (Case Control)      | <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>输出请求</b>：<ul style="list-style-type: none"><li>- THERMAL = ALL 输出所有温度结果。</li><li>- OLOAD = ALL 输出热载荷。</li><li>- SPCF = ALL 输出约束反力。</li></ul></li><li>- <b>边界条件</b>：<ul style="list-style-type: none"><li>- SPC=101 引用ID为101的单点约束（固定温度边界）。</li><li>- MPC=200 引用多点约束（如刚性连接）。</li><li>- LOAD=300 引用热载荷集。</li></ul></li><li>- <b>绘图设置</b>：<ul style="list-style-type: none"><li>- 包含模型显示、标签、温度云图和变形图（如PLOT SET 1 LABEL GRIDS）。</li></ul></li></ul>  |
| ---                             | ---  |
| ### 4. 关键Bulk Data条目            | <h4>#### (1) 节点定义 (GRID)</h4> <p>nastran&lt;br&gt;GRID 1 0 0 0 # 节点1 (原点)&lt;br&gt;GRID 2 0.1 0 0 # 节点2 (X=0.1m)&lt;br&gt;GRID 5 0 0.1 0 # 节点5 (Y=0.1m)&lt;br&gt;...&lt;br&gt;- <b>格式</b>：GRID, ID, X, Y, Z，定义节点坐标（单位：米）。</p> <h4>#### (2) 单元定义</h4> <p>- <b>四边形壳单元 (CQUAD4)</b>：<br/>nastran&lt;br&gt; CQUAD4 30 200 1 2 6 5 # 单元30，属性200，连接节点1-2-6-5&lt;br&gt;- 用于二维热传导分析，属性由PSHELL 200定义。<br/>- <b>杆单元 (CROD)</b>：<br/>nastran&lt;br&gt; CROD 10 100 10 2 # 单元10，属性100，连接节点10和2&lt;br&gt;- 可能用于模拟支撑结构，属性由PROD 100定义。</p> <h4>#### (3) 材料与属性</h4> <p>- <b>材料 (MAT4)</b>：<br/>nastran&lt;br&gt; MAT4 1000 200. # 材料1000，导热系数200 W/(m·°C)&lt;br&gt; MAT4 3000 200. # 材料3000，导热系数200 W/(m·°C)&lt;br&gt;- <b>温度相关导热系数 (MATT4 + TABLEM1)</b>：<br/>nastran&lt;br&gt; MATT4 1000 2000 # 材料1000引用表2000&lt;br&gt; TABLEM1 2000 200. 1.0 300. 1.25 ENDT # 表2000<br/>定义温度-导热系数关系&lt;br&gt;- 非线性特性：300°C时导热系数为250 W/(m·°C) (200×1.25)。</p> |
| #### (4) 边界条件                   | <p>- <b>固定温度 (SPC)</b>：<br/>nastran&lt;br&gt; SPC 101 100 1 300. # 节点100的DOF1 (温度) 固定为300°C&lt;br&gt;</p> <p>- <b>热对流 (CONV)</b>：<br/>nastran&lt;br&gt; CONV 60 300 100 100 # 单元60的对流系数100 W/(m²·°C)，环境温度100°C&lt;br&gt;</p> <p>- <b>热辐射 (RADM)</b>：</p>   |

| 文件名 | 模型解释  |
|-----|---|
|     | <pre>nastran&lt;br&gt; RADM 2000 0.90 # 辐射面发射率0.9&lt;br&gt;</pre>   |
|     | <p>##### (5) 载荷</p> <p>- 热流载荷 (SLOAD) :</p> <pre>nastran&lt;br&gt; SLOAD 300 1 4.0 2 8.0 # 节点1热流4W, 节点2热流8W&lt;br&gt;</pre>   |
|     | <p>---</p>  |
|     | <p>### 5. 非线性与参数控制</p> <p>- 迭代参数 (NLTERM) :</p> <pre>nastran&lt;br&gt; NLTERM 100 # 容差0.0001 (EPSHT), 最大迭代8次 (MAXIT)&lt;br&gt;</pre> <p>- 辐射参数 :</p> <pre>- PARAM SIGMA 5.685E-8 : 斯特藩-玻尔兹曼常数。 - PARAM TABS 273.15 : 绝对零度偏移量 (°C转K)。</pre>                        |
|     | <p>---</p>  |
|     | <p>### 6. 建模目的</p> <p>- 问题类型 : 非线性稳态热分析 (导热系数随温度变化)。</p> <p>- 关键物理现象 :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 热传导 (CQUAD4壳单元、CROD杆单元)。</li><li>- 对流边界 (CONV)、辐射边界 (RADM)。</li><li>- 温度相关材料 (MATT4 + TABLEM1)。</li></ul> <p>- 应用场景 : 可能模拟电子器件散热或高温结构的热管理。</p> |
|     | <p>---</p>  |
|     | <p>### 总结</p> <p>此模型通过结合非线性材料、对流/辐射边界及复杂载荷，研究稳态温度场分布。关键参数包括温度依赖的导热系数、辐射发射率 (0.9) 和迭代收敛容差 (0.0001)。</p>  |

| 文件名                                  | 模型解释   |
|--------------------------------------|--|
| 以下是对该MSC Nastran输入文件的详细解释，按关键部分分类说明： |  |
|                                      | ---  |
|                                      | <b>### 1. 文件头与求解控制</b>   |
|                                      | - <b>SOL 109</b> ：选择线性瞬态响应分析（频域或时域振动分析）。   |
|                                      | - <b>TIME 5</b> ：设置最大CPU运行时间为5分钟。  |
|                                      | - <b>TITLE</b> ：模型标题，说明用于演示组合载荷（COMBINED LOADS）。   |
|                                      | - <b>DLOAD=2, TSTEP=3</b> ：定义动态载荷集编号2和时间步长控制编号3。   |
|                                      | ---  |
|                                      | <b>### 2. 节点定义 (GRID)</b>  |
|                                      | - <b>格式</b> ： <code>GRID ID CP X1 X2 X3 CD PS</code>   |
|                                      | - <b>GRID 1 50. 1345</b> ：节点1，坐标X=50，其余Y/Z默认为0，坐标系1345（局部坐标系）。   |
|                                      | - 节点2-3 11-13类似，部分节点使用坐标系123456（全局坐标系）。  |
|                                      | - <b>目的</b> ：定义结构的几何位置，部分节点可能用于约束或载荷施加。  |
|                                      | ---  |
|                                      | <b>### 3. 单元定义 (CBAR)</b>  |
|                                      | - <b>格式</b> ： <code>CBAR EID PID GA GB X1 X2 X3</code>   |
|                                      | - <b>CBAR 111 111 1 11 1.0</b> ：单元111，属性111，连接节点1和11，方向向量(1.0,0,0)。  |
|                                      | - 类似定义单元212-313，形成三个梁结构。   |
|                                      | - <b>目的</b> ：用一维梁单元模拟杆件或梁构件，传递轴向和弯曲载荷。   |
|                                      | ---  |
|                                      | <b>### 4. 材料与截面属性</b>  |
| v10903.dat                           | - <b>材料 (MAT1)</b> ：   |
|                                      | <b>MAT1 112 1.+7 .1</b>  |
|                                      | - 材料112，弹性模量1e7，泊松比0.1（无密度参数，可能仅静态分析）。   |
|                                      | - <b>梁属性 (PBAR)</b> ：  |
|                                      | <b>PBAR 111 112 1.+4 1.0</b>   |
|                                      | - 属性111，关联材料112，截面面积1e4，惯性矩1.0。  |
|                                      | - <b>目的</b> ：定义梁的刚度特性，结合材料与几何参数。   |
|                                      | ---  |
|                                      | <b>### 5. 载荷与时间步</b>   |
|                                      | - <b>动态载荷 (DLOAD, TLOAD2)</b> ：  |
|                                      | - <b>DLOAD 2</b> ：组合载荷集，包含TLOAD2的3和4。  |
|                                      | - <b>TLOAD2 3/4</b> ：定义瞬态载荷（如阶跃或正弦），关联延迟（DELAY 46）和幅值（DAREA 5/6）。  |
|                                      | - <b>延迟 (DELAY)</b> ：  |
|                                      | <b>DELAY 46</b> ：定义时间延迟参数，用于相位控制。  |
|                                      | - <b>幅值 (DAREA)</b> ：  |
|                                      | <b>DAREA 5/6</b> ：在节点1-3的2方向（Y轴）施加单位幅值载荷。  |
|                                      | - <b>时间步 (TSTEP)</b> ：   |
|                                      | <b>TSTEP 3 40 .10 1</b> ：40步，步长0.1，输出间隔1步。   |
|                                      | ---  |
|                                      | <b>### 6. 输出请求</b>   |
|                                      | - <b>DISP=14</b> ：输出节点位移，SET 14包含节点1-3。  |
|                                      | ---  |
|                                      | <b>### 建模目的总结</b>  |
|                                      | 该模型模拟三个梁结构在瞬态载荷下的动态响应，通过组合延迟载荷（可能模拟冲击或振动）分析节点1-3的位移。关键参数包括梁刚度（PBAR）、材料（MAT1）、动态载荷时间曲线（TLOAD2/DELAY）及时间积分步长（TSTEP）。 |

| 文件名 | 模型解释   |
|-----|--|
|     | <p>这个MSC Nastran输入文件描述了一个简单的三节点桁架结构（Pin Jointed Truss）的静态分析，以下是关键部分的解释：</p> <p>---</p> <p>### 1. 模型基本信息</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>ID/TITLE/SUBTITLE</b>：模型标识和描述，引用自教材示例（Popov《固体力学导论》）。</li><li>- <b>SOL 101</b>：线性静力分析（Static Analysis）。</li><li>- <b>SPC=10, LOAD=5</b>：引用ID为10的约束条件和ID为5的载荷。</li></ul> <p>---</p> <p>### 2. 节点定义（GRID）</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>GRID 1/2/3</b>：定义了3个节点：<ul style="list-style-type: none"><li>- 节点1: (0, 36, 0)</li><li>- 节点2: (48, 0, 0) —— <b>加载点</b></li><li>- 节点3: (0, -36, 0)</li></ul></li><li>- <b>3456</b>：约束代码，表示节点在局部坐标系中未固定（全部自由度可动，后续通过SPC1约束）。</li></ul> <p>---</p> <p>### 3. 单元定义（CONROD）</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>CONROD</b>：简单杆单元（无弯曲刚度，仅承受轴向力）：</li><li>- <b>CONROD 1 1 2 5 0.15</b>：单元1连接节点1和2，材料ID=5，截面积=0.15</li><li>- <b>CONROD 2 2 3 5 0.25</b>：单元2连接节点2和3，截面积=0.25</li><li>- <b>建模目的</b>：模拟桁架结构中的二力杆。</li></ul> <p>---</p> <p><b>vcdp.dat</b></p> <p>### 4. 材料属性（MAT1）</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>MAT1 5 30.+6 .3</b>：</li><li>- 材料ID=5，弹性模量=<math>30 \times 10^6</math>（单位可能是psi或Pa），泊松比=0.3。</li><li>- <b>关键参数</b>：线弹性材料，适用于小变形分析。</li></ul> <p>---</p> <p>### 5. 载荷与约束</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>FORCE 5 2 0 3000. 0. -1. 0.</b>：</li><li>- 在节点2施加3000单位的集中力，方向为-Y (0, -1, 0)。</li><li>- <b>SPC1 10 12 1 3</b>：</li><li>- 约束集ID=10，固定节点1和3的1·2自由度（即X·Y平动，Z未约束）。</li><li>- <b>目的</b>：模拟铰支边界条件。</li></ul> <p>---</p> <p>### 6. 输出请求</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>DISPLACEMENT=ALL</b>：输出所有节点位移。</li><li>- <b>SPCFORCE/ELFORCE/ELSTRESS=ALL</b>：输出约束反力、单元内力及应力。</li></ul> <p>---</p> <p>### 建模目的总结</p> <p>这是一个经典的平面桁架静力分析示例，目的是计算在节点2受竖向力时：</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 杆件轴向力与应力分布，</li><li>2. 节点位移，</li><li>3. 支座反力。</li></ol> <p><b>关键参数</b>为杆件截面积差异（0.15 vs 0.25）和材料刚度（<math>30 \times 10^6</math>），直接影响结构响应。</p> |

- **ID/TITLE/SUBTITLE**：模型标识和描述，引用自教材示例（Popov《固体力学导论》）。
- **SOL 101**：线性静力分析（Static Analysis）。
- **SPC=10, LOAD=5**：引用ID为10的约束条件和ID为5的载荷。

- **GRID 1/2/3**：定义了3个节点：
  - 节点1: (0, 36, 0)
  - 节点2: (48, 0, 0) —— **加载点**
  - 节点3: (0, -36, 0)
- **3456**：约束代码，表示节点在局部坐标系中未固定（全部自由度可动，后续通过SPC1约束）。

- **CONROD**：简单杆单元（无弯曲刚度，仅承受轴向力）：
- **CONROD 1 1 2 5 0.15**：单元1连接节点1和2，材料ID=5，截面积=0.15
- **CONROD 2 2 3 5 0.25**：单元2连接节点2和3，截面积=0.25
- **建模目的**：模拟桁架结构中的二力杆。

- **MAT1 5 30.+6 .3**：
- 材料ID=5，弹性模量= $30 \times 10^6$ （单位可能是psi或Pa），泊松比=0.3。
- **关键参数**：线弹性材料，适用于小变形分析。

- **FORCE 5 2 0 3000. 0. -1. 0.**：
- 在节点2施加3000单位的集中力，方向为-Y (0, -1, 0)。
- **SPC1 10 12 1 3**：
- 约束集ID=10，固定节点1和3的1·2自由度（即X·Y平动，Z未约束）。
- **目的**：模拟铰支边界条件。

- **DISPLACEMENT=ALL**：输出所有节点位移。
- **SPCFORCE/ELFORCE/ELSTRESS=ALL**：输出约束反力、单元内力及应力。

这是一个经典的平面桁架静力分析示例，目的是计算在节点2受竖向力时：

1. 杆件轴向力与应力分布，
2. 节点位移，
3. 支座反力。

**关键参数**为杆件截面积差异（0.15 vs 0.25）和材料刚度（ $30 \times 10^6$ ），直接影响结构响应。

| 文件名   | 模型解释 |
|---|------|
| 以下是该MSC Nastran输入文件的关键内容解析及建模目的说明：  |      |
| --  |      |
| ### 1. 文件基本信息   |      |
| - RESTART功能：从D10111.DMASTER数据库重启分析，保留之前计算结果（用于中断后继续分析）。                                 |      |
| - 求解类型：SOL 101（线性静力分析）。   |      |
| - 模型标题：加固圆柱壳结构的多级超单元（Superelement）分析，重点生成超单元矩阵。   |      |
| --  |      |
| ### 2. 关键控制参数   |      |
| - 输出请求：   |      |
| - DISPL/SPCFORCE/ELFORCE/OLOAD/ESE=ALL：输出全部位移、约束力、单元力、载荷和应变能。                           |      |
| - SUPER=ALL：处理所有超单元。  |      |
| - 载荷与约束：  |      |
| - SPC=1000：引用ID=1000的约束集（未在BULK中显示，可能在前序文件中定义）。   |      |
| - LOAD=1000：引用ID=1000的载荷集（未在BULK中显示）。   |      |
| --  |      |
| ### 3. 后处理与可视化  |      |
| - 多组PLOT指令：生成不同视角和组件（蒙皮、法兰、加强筋）的网格和单元图，例如：  |      |
| - SET 30 = ALL：选择所有节点/单元。   |      |
| - VIEW/AXES：定义等轴测或俯视图（如AXES Z,X,Y表示Z轴朝上的俯视）。  |      |
| - PTITLE：设置图像标题（如"SKIN, VIEW FROM CENTER OF TANK"）。                                     |      |
| d10112r-  |      |
| --  |      |
| ci.dat  |      |
| ### 4. 超单元（Superelement）管理  |      |
| - 超单元操作：  |      |
| - SEMG/SELG/SEKR/SELR：生成/组装/缩减超单元矩阵（注释中提及自动重启功能）。                                       |      |
| - 超单元编号（如10,20,30）代表分层结构的不同组件（如蒙皮、法兰等）。   |      |
| --  |      |
| ### 5. BULK数据段  |      |
| - 材料定义：   |      |
| nastran<br> MAT1 10 1.+7 0.3 0.1<br>  |      |
| - MAT1：线性各向同性材料，ID=10。  |      |
| - 参数：弹性模量1e7，泊松比0.3，阻尼系数0.1。  |      |
| - 缺失内容：   |      |
| - 未显示节点（GRID）和单元（如CQUAD4）定义，可能在前序文件或超单元中已定义。  |      |
| --  |      |
| ### 建模目的  |      |
| - 多级超单元分析：通过分块（蒙皮、法兰、加强筋）降低计算复杂度，适用于大型结构（如圆柱壳）。   |      |
| - 重启分析：利用已有结果继续未完成的超单元矩阵生成，节省时间。  |      |
| - 材料简化：使用单一线性弹性材料（MAT1），假设小变形行为。  |      |
| --  |      |
| ### 总结  |      |
| 该文件是多级超单元静力分析的续算控制文件，核心是通过分块处理复杂结构，并输出详细力学结果。关键参数包括材料属性、超单元操作指令和可视化设置，实际几何和单元数据需参考关联文件。 |      |

| 文件名  | 模型解释   |
|--|--|
| 以下是对该MSC Nastran输入文件关键内容的解析，按模块分类说明其建模目的和参数含义： |  |
|  | ---  |
|  | <b>### 1. 文件基础信息</b>   |
|  | - <b>RESTART</b> ：声明本分析从D10370数据库重启，继承之前计算结果。  |
|  | - <b>ID MSC, D10371R</b> ：模型标识符，用于区分不同分析任务。  |
|  | - <b>SOL 103</b> ：求解类型为 <b>模态分析</b> (Normal Modes)，计算结构固有频率和振型。  |
|  | - <b>TIME 15</b> ：设置CPU最大运行时间为15分钟（超时终止）。  |
|  | ---  |
|  | <b>### 2. 分析标题与输出控制</b>  |
|  | - <b>TITLE/SUBTITLE/LABEL</b> ：描述模型为 <b>悬臂板 (Cantilevered Plate)</b> 的 <b>动力学模态分析</b> ，使用 <b>动态缩减法 (Dynamic Reduction)</b> 并支持重启计算更多模态。            |
|  | - <b>ECHO = BOTH</b> ：要求输出输入文件内容和处理后的结果（双重回显）。   |
|  | - <b>DISP=ALL</b> ：输出所有节点的位移结果。  |
|  | ---  |
|  | <b>### 3. 边界条件与求解设置</b>  |
|  | - <b>SPC=102</b> ：引用ID=102的约束集（在BULK中定义，但未显示完整），模拟悬臂板的固定端。   |
|  | - <b>METHOD=303</b> ：指定使用ID=303的模态提取方法（ <b>EIGR</b> 卡定义）。  |
|  | ---  |
| d10371r-<br>ci.dat                             | <b>### 4. 关键BULK数据（部分缺失）</b>   |
|  | <b>#### 参数控制</b>   |
|  | - <b>PARAM, PRPHIVZ, 0.01</b> ：设置模态振型输出阈值（位移小于最大值1%的节点不打印）。  |
|  | <b>#### 模态提取方法</b>   |
|  | - <b>EIGR, 303, MGIV, , 1100.0, +EIG</b>   |
|  | - <b>MGIV</b> ：使用修正的逆幂法 (Modified Inverse Power Method) 提取模态。  |
|  | - <b>1100.</b> ：截止频率为1100 Hz，计算低于此值的模态。  |
|  | - <b>+EIG MASS</b> ：指定使用质量矩阵归一化振型。   |
|  | ---  |
|  | <b>### 5. 建模目的</b>   |
|  | - <b>问题类型</b> ：悬臂板的 <b>自由振动分析</b> ，计算其固有频率和振型。   |
|  | - <b>关键方法</b> ：通过 <b>动态缩减法 (GDR)</b> 降低计算规模，支持重启功能分阶段计算更多模态。   |
|  | - <b>参数特点</b> ：  |
|  | - 关注低频模态 ( $\leq 1100$ Hz)，适用于动力学响应分析的前置步骤。  |
|  | - 通过 <b>PRPHIVZ</b> 参数优化输出，聚焦显著振型区域。   |
|  | ---  |
|  | <b>### 缺失内容说明</b>  |
|  | - 文件中未完整包含 <b>GRID (节点)</b> **CQUAD4 (四边形单元) 和 <b>MAT1</b> (材料) **的定义，需补充这些部分才能构成完整有限元模型。典型格式如下：   |
|  | bash<br> GRID,1,,0.,0.,0. # 定义节点ID=1，坐标(0,0,0)<br> CQUAD4,1,1,1,2,3,4 # 定义四边形单元，属性ID=1，节点1-4<br> MAT1,1,1.0E7,,0.3 # 定义材料ID=1，弹性模量1.0E7，泊松比0.3<br> |
|  | 如需进一步解释缺失部分或具体应用场景，请提供完整文件。  |

| 文件名  | 模型解释                                 |
|--|--------------------------------------|
| 这个输入文件是MSC Nastran的一个特殊示例，主要用于演示DMAP (Direct Matrix Abstraction Program) 编程功能，而非典型的有限元模型分析。以下是对关键内容的解析：  |                                      |
| <p>#### 1. DMAP编程部分（核心功能）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>目的</b>：实现三种不同的矩阵运算路径选择</li> <li>- <b>关键逻辑</b>： <ul style="list-style-type: none"> <li>- 通过PARAM, ALPHA值选择执行路径 (-1选ONE, 其他值选THREE)</li> <li>- <b>路径ONE</b>：计算 <math>X = A \times B + C</math> (MPYAD运算)</li> <li>- <b>路径TWO</b>：计算 <math>X = (A + B) \times \beta</math> (ADD+TRNSP运算, 但<math>\beta=0</math>时无效)</li> <li>- <b>路径THREE</b>：计算 <math>X = A \times C^{-1} \times A</math> (矩阵求逆+MPYAD)</li> </ul> </li> </ul>   |                                      |
| <p>#### 2. 矩阵定义 (DMI条目)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 定义了3个<math>2 \times 2</math>对角矩阵A/B/C：</li> </ul> <pre>nastran&lt;br&gt; DMI,A,0,6,1,0,,2,2&lt;br&gt; DMI,A,1,1,1.01 # 第1行第1列=1.01&lt;br&gt; DMI,A,2,2,1.01 # 第2行第2列=1.01&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 格式说明：<code>DMI,矩阵名,0,6,1,0,,行数,列数</code></li> <li>- 所有矩阵对角线值均为1.01，是人为设定的测试数据</li> </ul>   |                                      |
| <p>um5311.dat</p> <p>#### 3. 参数控制</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- PARAM, ALPHA, -1 : 强制选择路径ONE</li> <li>- PARAM, BETAXX, 1. : ADD运算的缩放系数（但实际未生效）</li> </ul>   |                                      |
| <p>#### 4. 特殊说明</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 该模型没有传统有限元组件（如GRID/CQUAD4/MAT1等）</li> <li>- 这是一个纯数学运算演示：</li> <li>- 验证MPYAD（矩阵乘加）、SOLVE（矩阵求逆）等底层运算</li> <li>- 展示DMAP的条件跳转（COND/JUMP）功能</li> </ul>   |                                      |
| <p>#### 5. 输出控制</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- MATPRN X// : 打印最终结果矩阵X</li> <li>- PRTPARM : 显示所有参数值</li> </ul>  |                                      |
| <p>总结：这是一个用于验证Nastran矩阵运算功能的测试案例，主要展示DMAP编程能力，而非实际结构分析。如需典型有限元模型解释，请提供包含GRID/CQUAD4等元素的BULK数据。</p>   |                                      |
| v11401.dat   | 以下是对该MSC Nastran输入文件的详细解释，按关键部分分类说明： |
| <p>---</p> <p>#### 1. 文件头与求解设置</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ID/SOL 114 : 声明使用Nastran求解序列114（循环对称分析）。</li> <li>- TIME 5 : 设置最大CPU运行时间为5分钟。</li> <li>- TITLE/SUBTITLE : 描述模型为“圆板在循环对称条件下的挠度分析”，引用自《Advanced Mechanics of Materials》教材。</li> <li>- HARMONICS = 2 : 指定谐波数为2，用于循环对称分析中的傅里叶级数展开。</li> </ul> <p>---</p> <p>#### 2. 边界条件与载荷</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SPC = 1 : 引用ID=1的SPC1约束集，限制节点22-23的所有自由度（123456）。</li> <li>- LOAD = 10 : 引用ID=10的载荷组合（LOADCYH定义的循环对称载荷）。</li> <li>- PLOAD : 定义分布压力载荷：</li> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 格式：<code>PLOAD ID 压力值 节点1 节点2 节点3 [节点4]</code></li> <li>- 负值表示压力方向反向，作用于多个四边形单元（如CQUAD4）。</li> </ul> <p>---</p> <p>#### 3. 坐标系与节点定义</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- CORD2C 10 : 定义圆柱坐标系（ID=10），原点(0,0,0)，轴向沿Z轴（0,0,10）。</li> <li>- GRID : 定义节点：</li> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 示例：<code>GRID 1 0.0 0.0 0.0 6</code> → 节点1位于全局坐标系原点，CD=6表示局部坐标系。</li> <li>- 节点2-3位于圆柱坐标系（CD=10），半径1.0，角度0°和30°（循环对称扇区）。</li> </ul> </ul> </ul> |                                      |

---

|     |      |
|-----|------|
| 文件名 | 模型解释 |
|-----|------|

---

---

### ### 4. 单元定义

- **CTRIA3 101** : 三角形单元 (ID=101) , 材料101, 连接节点1-2-3。
  - **CQUAD4 111** : 四边形单元 (ID=111) , 材料101, 连接节点2-3-5-4。
  - 通过<sup>\*</sup> (2) 和<sup>=</sup> (8) 表示批量生成类似单元 (循环对称重复模式) 。
- 

### ### 5. 材料与属性

- **PSHELL 101** : 壳属性 (ID=101) :
  - MID=102 (材料ID) , 厚度=0.1, 积分点材料ID=102。
  - **MAT1 102** : 线弹性材料:
  - 杨氏模量= $10^6$ , 泊松比=0.3, 密度=0.10。
- 

### ### 6. 循环对称控制

- **CYSYM 12 ROT** : 定义旋转循环对称 (扇区数=12)。
  - **CYAX 1** : 指定对称轴为Z轴。
  - **CYJOIN** : 定义循环对称的节点对:
  - 例如, **CYJOIN 1 C 2 4 6...** 表示节点2与4 6...在循环边界上配对。
- 

### ### 建模目的

此模型模拟圆板在循环对称载荷下的挠度, 利用循环对称性减少计算量 (仅建模1/12扇区)。关键参数包括:

- 扇区角度30° ( $360^\circ/12$ ) , 谐波数2。
- 边界条件约束边缘节点 (22 23) 的全自由度。
- 均布压力通过PLOAD施加, 材料为线性弹性 (钢或类似材料)。

---

通过此设置, Nastran将自动扩展扇区并计算整体圆板的响应, 显著提升计算效率。

---

v10113s.dat

以下是该MSC Nastran输入文件的逐项解析 (按建模目的和关键参数分类说明) :

---

### ### 1. 基本设置

- **SOL 101** : 选择线性静态分析 (含惯性释放选项)。
  - **TIME 2** : 设置CPU时间限制为2分钟。
  - **TITLE** : 问题标题, 表明这是一个验证惯性释放 (Inertia Relief) 功能的测试模型。
  - **输出请求**:
  - **DISP/SPCF/OLOAD/GPFORCE=ALL** : 要求输出位移、约束反力、外载 (此处无实际外载) 和节点惯性力。
- 

---

### ### 2. 节点定义 (GRID)

- **GRID 1 10.** : 定义节点1, 坐标X=10 (Y/Z默认为0)。
  - **GRID 2 20. /GRID 3 30.** : 类似定义节点2-3, 沿X轴等间距排列。
  - **用途**: 构建一条由3个节点组成的直线梁模型。
- 

---

### ### 3. 单元定义

- **CBAR 12 12 1 2 0. 1.** :
- 定义梁单元12, 属性ID=12, 连接节点1和2。
- 方向向量(0., 1., 0.)表示单元局部Y轴与全局Y轴对齐。
- **CBAR 23 12 2 3 ...** : 类似定义节点2到3的梁单元23。

| 文件名         | 模型解释  |
|-------------|---|
|             | <p>- <b>用途</b>：用两个梁单元模拟简单梁结构。</p> <p>---</p>  |
|             | <p>#### 4. 材料与截面属性</p> <p>- <b>MAT1 21 1.e7 .3</b>：</p> <p>- 材料ID=21，弹性模量1e7，泊松比0.3。</p> <p>- <b>PBAR 12 21 1. 2. 3. 4.</b>：</p> <p>- 梁截面属性ID=12，关联材料21。</p> <p>- 参数1.、2.、3.、4.分别表示面积、I1（绕局部Y轴惯性矩）、I2（绕局部Z轴惯性矩）、J（扭转常数）。</p> <p>- <b>用途</b>：定义均质材料（如铝合金）和矩形截面梁的力学特性。</p> <p>---</p>   |
|             | <p>#### 5. 集中质量 (CONM2)</p> <p>- <b>CONM2 11 1 1.0</b>：</p> <p>- 在节点1附加质量ID=11，质量值1.0。</p> <p>- <b>I11=1.0</b>表示绕X轴的转动惯量。</p> <p>- <b>CONM2 31 3 ...</b>：节点3附加相同质量。</p> <p>- <b>用途</b>：模拟梁端部的集中质量效应（如安装设备）。</p> <p>---</p>  |
|             | <p>#### 6. 惯性释放与约束</p> <p>- <b>SUPPORT 2 123456</b>：</p> <p>- 节点2作为支撑点，约束全部6个自由度（1-6）。</p> <p>- <b>PARAM INREL,-1</b>：</p> <p>- 启用惯性释放（Inertia Relief），允许模型在无固定约束时平衡惯性力。</p> <p>- <b>PARAM GRDPNT 2</b>：</p> <p>- 指定节点2为惯性释放计算的参考点。</p> <p>---</p>                                    |
|             | <p>#### 7. 动态载荷 (DMIG)</p> <p>- <b>DMIG UACCEL ...</b>：</p> <p>- 定义基础加速度载荷（用于惯性释放分析），但具体数值未完全显示。</p> <p>- 可能表示全局加速度（如重力或冲击载荷）。</p> <p>---</p>   |
|             | <p>#### 建模目的总结</p> <p>该模型验证<b>惯性释放功能</b>：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>通过两个梁单元连接3个节点，形成简支梁结构。</li> <li>在两端节点施加集中质量，模拟无固定支撑时的惯性平衡。</li> <li>利用惯性释放参数（INREL）和支撑点（节点2）计算静态响应。</li> <li>关键输出为节点位移和惯性力分布，用于验证算法正确性。</li> </ol> <p><b>特点</b>：简单但覆盖了质量、惯性释放、梁单元等典型静力学分析要素。</p> |
| v15902s.dat | <p>以下是对该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解释，按关键部分分类说明：</p> <p>---</p>  |
|             | <p>#### 1. 文件头与求解设置</p> <p>- <b>SOL 159</b>：指定非线性瞬态热传导分析（SOL 159用于非线性热分析）。</p> <p>- <b>ANALYSIS = HEAT</b>：明确分析类型为热分析。</p> <p>- <b>TITLE/SUBTITLE</b>：描述模型为"A.J. Chapman教材中的平板瞬态热传导问题（1974年示例4.3）"。</p> <p>- <b>TSTEPNL=300</b>：定义非线性时间步长控制，ID=300的TSTEPNL卡后续会具体参数化。</p> <p>---</p>   |

| 文件名 | 模型解释   |
|-----|--|
|     | <h3>### 2. 边界条件与载荷</h3> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>DLOAD=100</b>：动态载荷集ID=100（通过<b>TLOAD2</b>定义）。</li><li>- <b>IC=400</b>：初始条件集ID=400（通过<b>TEMPD</b>卡设置初始温度180°）。</li><li>- <b>TLOAD2 100</b>：时间依赖载荷，关联动态载荷ID=100，幅值由<b>SLOAD</b>卡定义（<math>60 \times 10^{10}</math>的阶跃载荷）。</li><li>- <b>CONV</b>卡：定义对流边界条件（ID=100和101），关联<b>PCONV 2000</b>（对流系数3000）和环境温度5000（通过<b>TEMP 400</b>设为60°）。</li></ul> <p>---</p>   |
|     | <h3>### 3. 材料与属性</h3> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>MAT4 200</b>：定义各向同性材料：</li><li>- <b>k</b>（导热系数）= 0.4</li><li>- <b>cp</b>（比热容）= 20.0</li><li>- 密度（未显式定义，默认1.0）。</li><li>- <b>MAT4 3000</b>：另一材料，仅定义导热系数为4.0。</li><li>- <b>PSOLID 1000</b>：实体属性，关联材料ID=200。</li></ul> <p>---</p>  |
|     | <h3>### 4. 单元与节点</h3> <h4>#### 节点（GRID）</h4> <ul style="list-style-type: none"><li>- 共44个节点，分布在平板结构上：</li><li>- 编号100-110·200-210·300-310·400-410，分别对应四层节点（底部到顶部）。</li><li>- 坐标示例：<b>GRID 100 0. 0. 0.</b> 表示节点100位于原点，其他节点沿x轴等间距（0.083333单位）分布，y和z方向分层（0→1.0）。</li></ul> <h4>#### 单元（CHEXA）</h4> <ul style="list-style-type: none"><li>- 10个六面体单元（CHEXA），每个单元连接8个节点，例如：<br/><b>&lt;br&gt; CHEXA 1 1000 100 200 300 400 101 201 301 401 &lt;br&gt;</b></li><li>- 单元ID=1，属性ID=1000（关联<b>PSOLID</b>），节点顺序定义六面体几何。</li></ul> <h4>#### 其他单元</h4> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>CELAS2 500</b>：弹簧单元，刚度1E10，连接节点5000（<b>SPOINT</b>定义的虚节点）。</li><li>- <b>CHBDY</b>：热边界单元，定义对流面（如ID=100连接节点100·400·300·200）。</li></ul> <p>---</p> |
|     | <h3>### 5. 初始与时间步设置</h3> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>TEMPD 400 180.</b>：全局初始温度180°。</li><li>- <b>TSTEPNL 300</b>：非线性时间积分参数：<ul style="list-style-type: none"><li>- 方法=220（隐式时间积分），</li><li>- 初始步长=0.05，</li><li>- 最大步数=5。</li></ul></li></ul> <p>---</p>  |
|     | <h3>### 6. 建模目的</h3> <p>该模型模拟平板的瞬态热传导过程，重点包括：</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 非线性热分析：随时间变化的边界条件（对流）和初始温度场。</li><li>2. 验证教材示例：与Chapman《Heat Transfer》中的理论解对比。</li><li>3. 关键参数：导热系数（0.4）、对流系数（3000）、初始温度（180°）和外部温度（60°）。</li></ol> <p>---</p>  |
|     | <h3>### 附注</h3> <ul style="list-style-type: none"><li>- 文件中的\$开头行为注释或历史记录。</li><li>- 未显式定义的参数（如密度）使用默认值（如<b>MAT4</b>中密度默认为1.0）。</li><li>- 模型通过六面体单元离散平板，利用对流边界模拟散热。</li></ul>  |

| 文件名   | 模型解释   |
|---|--|
| 以下是对该MSC Nastran输入文件关键内容的解析，按建模目的和核心参数分类说明： |  |
|   | ---  |
|   | <b>### 1. 模型总体信息</b>   |
|   | - <b>SOL 112</b> ：选择模态瞬态响应分析（直接法），适用于计算结构在时变载荷下的动态响应。          |
|   | - <b>RESTART</b> ：从已有数据库（D11111R）重启分析，节省计算资源。                  |
|   | - <b>TITLE/SUBTITLE</b> ：模型为加筋圆柱壳，采用多级超单元技术，研究 <b>模态瞬态响应</b> 。 |
|   | ---  |
|   | <b>### 2. 边界条件与载荷</b>  |
|   | - <b>SPC=1000</b> ：引用ID=1000的约束集（虽未在片段中显示，通常包含固定边界）。           |
|   | - <b>DLOAD/DAREA/TLOAD</b> ：动态载荷定义：                            |
|   | - <b>DAREA</b> ：定义动态载荷作用点（节点4·3·10202）和方向（如Z向分量0.5）。           |
|   | - <b>DLOAD 2</b> ：组合多个动态载荷（ID=3和4的时变载荷）。                       |
|   | - <b>TLOAD1/2</b> ：时变载荷类型（如TLOAD2定义脉冲载荷，峰值时间0.0095秒）。          |
|   | ---  |
|   | <b>### 3. 材料与阻尼</b>  |
|   | - <b>TABDMP1 1</b> ：定义频率相关阻尼曲线：                                |
|   | - 0-100Hz范围内阻尼比均为4%（.04），用于模态阻尼。                               |
|   | ---  |
|   | <b>### 4. 时间步设置</b>  |
| d11211r-<br>ci.dat                          | - <b>TSTEP 1</b> ：瞬态分析时间步参数：                                   |
|   | - 30个时间步，步长0.001秒，输出间隔1步（高精度捕捉瞬态响应）。                           |
|   | ---  |
|   | <b>### 5. 输出请求</b>   |
|   | - <b>SUBCASE 11</b> ：分析超单元10的皮肤响应：                             |
|   | - <b>SET 3</b> ：输出特定时刻（0.004s·0.014s·0.03s）的峰值应力。              |
|   | - <b>ELSTRESS=2</b> ：输出单元组2（如单元6）的应力（如Von Mises）。              |
|   | - <b>SUBCASE 1001</b> ：残余结构分析：                                 |
|   | - <b>DISPL/SDISPL/SACCEL</b> ：输出节点10202的位移/加速度。                |
|   | - <b>SET 3</b> ：输出前两阶对称模态的响应。                                  |
|   | - <b>XYPLOT</b> ：生成应力/加速度时程曲线（如单元6的Von Mises应力、节点10202的径向加速度）。 |
|   | ---  |
|   | <b>### 6. 关键参数意义</b>   |
|   | - <b>SET</b> 指令：定义输出集合（如节点、时间点、单元），控制数据量。                      |
|   | - <b>SUPER=10</b> ：指定超单元10参与分析，体现多级建模思想。                       |
|   | - <b>CSCALE 1.8</b> ：图形输出缩放因子，增强可视化效果。                         |
|   | ---  |
|   | <b>### 建模目的</b>  |
|   | 该模型旨在分析加筋圆柱壳在中心径向脉冲载荷下的动态响应，重点考察：                              |
|   | 1. 皮肤面板的瞬态应力（如单元6的Von Mises应力）。                                |
|   | 2. 关键点（如节点10202）的加速度时程。  |
|   | 3. 利用超单元技术和模态叠加法提高计算效率。  |
|   | 通过重启分析和精细化时间步设置，平衡计算精度与效率，适用于航空航天壳体结构的动态强度评估。                  |
| v10903cr-<br>ci.dat                         | 以下是对该MSC Nastran输入文件关键内容的解析（按功能模块分类说明）：                        |
|   | ---  |
|   | /  |

| 文件名   | 模型解释  |
|-------|---|
| <hr/> |   |
|       | <p>#### 1. 文件头与元信息</p> <p>- \$ASSIGN RST='DBSDIR:v10903c.MASTER'<br/>指定结果文件输出路径（.MASTER为Nastran结果数据库）。</p> <p>- RESTART<br/>启用重启分析功能（可从之前中断点继续计算）。</p> <p>- \$ID MSC, V10903等<br/>版本历史注释，无实际计算意义。</p> <p>---</p>  |
|       | <p>#### 2. 求解控制段 (Executive Control)</p> <p>- SOL 109<br/>选择求解序列109（直接瞬态响应分析，用于计算结构在时变载荷下的动态响应）。</p> <p>- TIME 5<br/>设置最大CPU运行时间为5分钟。</p> <p>- CEND<br/>标志执行控制段结束，后续为工况控制段。</p> <p>---</p>  |
|       | <p>#### 3. 工况控制段 (Case Control)</p> <p>- TITLE=DEMONSTRATE COMBINED LOADS<br/>模型标题，说明本案例目的：演示组合载荷作用。</p> <p>- DLOAD=2<br/>引用BULK数据中ID=2的动态载荷集。</p> <p>- TSTEP=3<br/>引用BULK数据中ID=3的时间步长定义。</p> <p>- SET 14=1, 2, 3<br/>定义节点集合（包含节点1-2-3），用于输出。</p> <p>- DISP=14<br/>要求输出集合14中节点的位移结果。</p> <p>---</p> |
|       | <p>#### 4. 批量数据段 (Bulk Data)</p> <p>- 瞬态分析参数</p> <p>TSTEP 3 40 .10 1<br/>- ID=3：与工况控制段TSTEP=3对应。</p> <p>- 40：总时间步数。</p> <p>- 0.10：时间步长（秒）。</p> <p>- 1：输出间隔（每1步输出一次结果）。</p> <p>- 时间参数</p> <p>PARAM, STIME, 2.0<br/>设置仿真起始时间为2.0秒（可能用于重启分析或时间偏移）。</p> <p>---</p>                                      |
|       | <p>#### 5. 关键建模目的</p> <p>- 分析类型：直接瞬态响应分析 (SOL 109)，适用于计算结构在时变载荷（如冲击、振动）下的动态行为。</p> <p>- 载荷特点：通过DLOAD=2引入组合载荷（需在BULK中定义，未完全展示）。</p> <p>- 时间离散：总时长=40×0.10=4秒，从STIME=2.0秒开始，共覆盖6秒（2.0~6.0秒）。</p> <p>---</p>   |
|       | <p>#### 6. 缺失内容说明</p> <p>- 文件中未展示完整的节点 (GRID) 单元（如CQUAD4）和材料 (MAT1) 定义，这些通常位于BEGIN BULK后，包含：</p> <p>- GRID：节点坐标、自由度约束。</p> <p>- CQUAD4：4节点四边形单元，需关联材料属性和厚度。</p> <p>- MAT1：材料参数（如弹性模量、泊松比、密度）。</p>   |

| 文件名       | 模型解释   |
|-----------|--|
|           | ---  |
|           | <b>### 总结</b><br>该模型旨在模拟结构在4秒瞬态载荷下的动态响应，重点控制参数为时间步长（0.1秒）和输出设置。完整分析需结合未显示的BULK数据（如网格、材料、载荷细节）。   |
| um531.dat | 以下是对该MSC Nastran输入文件 (.dat) 关键内容的解析，按功能模块分类说明其建模目的和核心参数：   |
|           | ---  |
|           | <b>### 1. 基本设置与求解控制</b><br>- <b>SOL 100</b><br>指定静态分析（线性静力学求解序列），是最基础的应力/位移分析类型。<br>- <b>TIME 5</b><br>设置最大CPU运行时间为5分钟，防止超时。<br>- <b>DIAG系列指令</b><br>控制诊断输出级别（如矩阵追踪、模块属性等），主要用于调试。   |
|           | ---  |
|           | <b>### 2. 数据管理与输出控制</b><br>- <b>RESTART</b><br>支持从上次中断处重启分析，KEEP保留临时文件。<br>- <b>MATPRN/MATPRT/TABPRT</b><br>控制矩阵和表格的输出格式（如刚度矩阵KGG、约束矩阵GPDT等）。<br>- <b>PARAM,NOPRT,1</b><br>参数化控制是否打印特定数据（此处NOPRT=1可能抑制部分输出）。   |
|           | ---  |
|           | <b>### 3. 模型数据（BULK段）</b><br>虽然示例中BEGIN BULK后未显式定义节点/单元，但典型模型会包含以下关键卡片：<br>- <b>GRID</b><br>定义节点坐标，格式：GRID, ID, CP, X1, X2, X3<br>(ID=节点号，CP=坐标系，X1-X3=坐标值)。<br>- <b>CQUAD4</b><br>四边形壳单元，格式：CQUAD4, EID, PID, G1, G2, G3, G4<br>(EID=单元号，PID=属性号，G1-G4=节点号)。<br>- <b>MAT1</b><br>材料属性，格式：MAT1, MID, E, G, NU, RHO<br>(MID=材料号，E=弹性模量，G=剪切模量，NU=泊松比，RHO=密度)。 |
|           | ---  |
|           | <b>### 4. 载荷与边界条件</b><br>- <b>SPC=102</b><br>引用ID=102的约束集（需在BULK中通过SPCI或SPCADD定义具体约束）。<br>- <b>LOAD=1</b><br>引用ID=1的载荷集（需在BULK中通过FORCE/PLOAD等定义具体载荷）。  |
|           | ---  |
|           | <b>### 5. 高级功能</b><br>- <b>USERDMAP</b><br>用户自定义DMAP指令，用于扩展Nastran默认流程（如定制矩阵输出格式）。<br>- <b>MESSAGE指令</b><br>在分析过程中输出自定义提示信息（如'LUSETS = '/LUSETS）。  |
|           | ---  |

| 文件名        | 模型解释  |
|------------|---|
|            | <p>### 建模目的</p> <p>该文件主要演示如何控制分析输出和调试信息，而非完整结构模型。实际用途可能包括：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>验证自定义DMAP流程的正确性。</li> <li>调试特定矩阵（如刚度矩阵KGG）或数据块。</li> <li>管理大规模分析的输出内容以减少文件体积。</li> </ol> <p>---</p> <p>### 关键注意事项</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>缺少显式节点/单元定义，实际模型需在BEGIN BULK后补充。</li> <li>大量诊断输出（DIAG）会显著增加计算时间，生产环境中建议精简。</li> <li>SOL 100表明是线性静力分析，适合验证基础建模流程。</li> </ul> <p>如需进一步分析具体节点/单元或材料参数，需提供完整的BULK数据段内容。</p>  |
| d10134.dat | <p>以下是对该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解释，按关键部分分类说明：</p> <p>---</p> <p>### 1. 文件头与求解设置</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>NASTRAN PREFOPT=2：指定Nastran版本和优化选项。</li> <li>SOL 101：选择线性静力学求解序列（含热载荷）。</li> <li>CEND段：定义输出请求：</li> <ul style="list-style-type: none"> <li>STRESS/DISP/SPCF/OLOAD/ELFORCE=ALL：输出全部应力、位移、约束力、载荷和单元力。</li> <li>TEMP (BOTH) =7：读取温度场ID=7的数据。</li> </ul> <p>---</p> <p>### 2. 节点定义 (GRID)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>GRID卡：定义节点坐标和自由度约束。</li> <li>示例：GRID 1 123456</li> <li>节点1，坐标(0,0,0)，约束自由度1-6（123456表示固定全部平移和旋转）。</li> <li>节点2-21：分布在10×10×10的立方体区域，部分节点位于中点（如节点21坐标(5,5,0)）。</li> <li>关键参数： <ul style="list-style-type: none"> <li>第3-5字段：X/Y/Z坐标（未填写默认为0）。</li> <li>第6字段：自由度约束码（123456表示完全固定）。</li> </ul> </li> <p>---</p> <p>### 3. 材料属性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>MAT1卡（各向同性材料）：</li> <pre>nastran&lt;br&gt; MAT1 2 1.0e7 .3 6.-6 10.0&lt;br&gt;</pre> <li>材料ID=2，弹性模量1.0e7，泊松比0.3，热膨胀系数6e-6，参考温度10°C。</li> <li>MAT2卡（各向异性材料）：</li> <li>定义材料ID=3的刚度矩阵和热膨胀系数。</li> <li>MATT1/MATT2/MATT9卡：</li> <li>关联材料与温度相关属性（如表TABLEM1 21定义热膨胀系数随温度变化）。</li> <p>---</p> <p>### 4. 单元定义</p> <p>#### 壳单元 (CQUAD4/PSHELL)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>CQUAD4：4节点四边形壳单元（未直接出现，通过CGEN QUAD4生成）。</li> <li>PSHELL卡：定义壳属性：</li> <pre>nastran&lt;br&gt; PSHELL 1 2 .1 2 2 +PSHEL1 -.05 .05&lt;br&gt;</pre> <li>属性ID=1，材料ID=2，厚度0.1，偏移量±0.05。</li> </ul> <p>#### 梁单元 (CBAR/PBAR)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>CBAR 21：梁单元，连接节点210000-210001，方向向量(1,0,0)。</li> </ul> </ul></ul></ul> |

| 文件名  | 模型解释   |    |      |    |                                     |  |                                 |  |
|--|--|----|------|----|-------------------------------------|--|---------------------------------|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>PBAR卡</b>：定义梁截面属性（如面积0.06，惯性矩4.5e-4）。</li> </ul>   |    |      |    |                                     |  |                                 |  |
|  | <p>#### 体单元 (CHEXA/CPENTA/PSOLID)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>CHEXA8/HEXA20</b>：六面体单元（8或20节点）。</li> <li>- <b>CPENTA</b>：五面体单元（6或15节点）。</li> <li>- <b>PSOLID卡</b>：定义体单元材料（如<b>PSOLID 51 2</b>表示属性ID=51使用材料ID=2）。</li> </ul>   |    |      |    |                                     |  |                                 |  |
|  | ---  |    |      |    |                                     |  |                                 |  |
|  | <p>### 5. 温度载荷</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>TEMPD 7.0</b>：定义温度场ID=7，基准温度0°C。</li> <li>- <b>TEMPP1卡</b>：在单元上分布温度载荷（如节点温度25°C-50°C等）。</li> <li>- <b>TABLEM1 21</b>：定义热膨胀系数随温度变化的表格（线性插值）。</li> </ul>  |    |      |    |                                     |  |                                 |  |
|  | ---  |    |      |    |                                     |  |                                 |  |
|  | <p>### 6. 建模目的</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>分析类型</b>：线性静力学分析，<b>重点关注热载荷下的结构响应</b>（应力、位移等）。</li> <li>- <b>模型特点</b>： <ul style="list-style-type: none"> <li>- 包含多种单元类型（壳、梁、体单元），验证多物理场耦合能力。</li> <li>- 材料属性考虑温度依赖性（通过MATT卡和TABLEM1实现）。</li> <li>- 温度载荷通过TEMPP1/TEMPRB卡施加，模拟非均匀温度场。</li> </ul> </li> </ul>   |    |      |    |                                     |  |                                 |  |
|  | ---  |    |      |    |                                     |  |                                 |  |
|  | <p>### 关键参数总结</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型</th> <th>关键参数</th> <th>作用</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>  节点   GRID ID, 坐标, 自由度约束   定义几何和边界条件  </td> </tr> <tr> <td>  材料   MAT1 E, v, a, Tref   定义弹性模量、泊松比、热膨胀系数  </td> </tr> <tr> <td>  壳单元   PSHELL 厚度, 偏移量   控制壳的几何特性  </td> </tr> <tr> <td>  温度载荷   TEMPP1/TABLEM1   施加非均匀温度场和材料热行为  </td> </tr> </tbody> </table>   | 类型 | 关键参数 | 作用 | 节点   GRID ID, 坐标, 自由度约束   定义几何和边界条件 | 材料   MAT1 E, v, a, Tref   定义弹性模量、泊松比、热膨胀系数 | 壳单元   PSHELL 厚度, 偏移量   控制壳的几何特性 | 温度载荷   TEMPP1/TABLEM1   施加非均匀温度场和材料热行为 |
| 类型   | 关键参数   | 作用 |      |    |                                     |  |                                 |  |
| 节点   GRID ID, 坐标, 自由度约束   定义几何和边界条件        |  |    |      |    |                                     |  |                                 |  |
| 材料   MAT1 E, v, a, Tref   定义弹性模量、泊松比、热膨胀系数 |  |    |      |    |                                     |  |                                 |  |
| 壳单元   PSHELL 厚度, 偏移量   控制壳的几何特性            |  |    |      |    |                                     |  |                                 |  |
| 温度载荷   TEMPP1/TABLEM1   施加非均匀温度场和材料热行为     |  |    |      |    |                                     |  |                                 |  |
|  | 此文件是一个典型的 <b>多单元类型热力学分析案例</b> ，用于验证结构在热载荷下的力学行为。   |    |      |    |                                     |  |                                 |  |
| <b>hd15304.dat</b>                         | 以下是对该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解释，按关键部分分类说明：   |    |      |    |                                     |  |                                 |  |
|  | ---  |    |      |    |                                     |  |                                 |  |
|  | <p>### 1. 文件头与元信息</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>历史记录</b>：<code>\$ DEC/CMS REPLACEMENT HISTORY</code> 开头的注释行记录了文件的修改历史和作者信息。</li> <li>- <b>模型标识</b>：<code>ID MSC, HD15304</code> 定义模型名称 (HD15304)。</li> </ul>   |    |      |    |                                     |  |                                 |  |
|  | ---  |    |      |    |                                     |  |                                 |  |
|  | <p>### 2. 执行控制段 (Executive Control)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>求解器选择</b>：<code>SOL 153</code> 表示使用非线性稳态热分析求解器。</li> <li>- <b>分析类型</b>：<code>ANALYSIS = HEAT</code> 指定为热分析。</li> <li>- <b>非线性参数</b>：<code>NLPARM = 100</code> 定义非线性迭代参数（如最大迭代次数、收敛容差）。</li> <li>- <b>初始温度</b>：<code>TEMP (INIT) = 400</code> 设置初始温度为400°C。</li> </ul>  |    |      |    |                                     |  |                                 |  |
|  | ---  |    |      |    |                                     |  |                                 |  |
|  | <p>### 3. 工况控制段 (Case Control)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>标题与子标题</b>：<code>TITLE</code> 和 <code>SUBTITLE</code> 描述模型用途（各向异性导热非线性稳态问题）。</li> <li>- <b>边界条件</b>： <ul style="list-style-type: none"> <li>- <code>SPC=101</code> 引用约束集101（固定温度边界）。</li> <li>- <code>MPC=200</code> 引用多点约束集200。</li> <li>- <code>LOAD=300</code> 引用载荷集300（热载荷）。</li> </ul> </li> <li>- <b>输出请求</b>： <ul style="list-style-type: none"> <li>- <code>THERMAL = ALL</code> 输出所有温度结果。</li> </ul> </li> </ul> |    |      |    |                                     |  |                                 |  |

| 文件名 | 模型解释   |
|-----|--|
|     | <p>- <b>OLOAD = ALL</b> 输出载荷信息。</p> <p>- 绘图指令 (如 <b>PLOT SET 1 LABEL GRIDS</b>) 用于可视化模型和结果。</p> <p>---</p>   |
|     | <p><b>#### 4. 批量数据段 (Bulk Data)</b></p> <p><b>##### 节点定义 (GRID)</b></p> <pre>nas&lt;br&gt;GRID 1 0. 0. 0. 0.&lt;br&gt;GRID 2 0.1 0. 0.&lt;br&gt;GRID 3 0.2 0. 0.&lt;br&gt;...&lt;br&gt;GRID 8 0.3 0.1 0.&lt;br&gt;</pre> <p>- <b>含义</b>：定义节点坐标 (单位：米)，例如节点1位于原点，节点2在x方向偏移0.1米。</p> <p><b>##### 单元定义</b></p> <p>- <b>四边形壳单元 (CQUAD4) :</b></p> <pre>nas&lt;br&gt; CQUAD4 30 200 1 2 6 5&lt;br&gt;</pre> <p>- <b>参数</b>：单元ID=30，属性ID=200，连接节点1-2-6-5。</p> <p>- <b>杆单元 (CROD) :</b></p> <pre>nas&lt;br&gt; CROD 10 100 10 2&lt;br&gt;</pre> <p>- <b>参数</b>：单元ID=10，属性ID=100，连接节点10和2。</p> <p><b>##### 材料属性</b></p> <p>- <b>各向同性导热 (MAT4) :</b></p> <pre>nas&lt;br&gt; MAT4 3000 200.&lt;br&gt;</pre> <p>- <b>参数</b>：材料ID=3000，导热系数200 W/(m·°C)。</p> <p>- <b>各向异性导热 (MAT5 + MATT5) :</b></p> <pre>nas&lt;br&gt; MAT5 1000 200. 200.&lt;br&gt; MATT5 1000 5000 6000&lt;br&gt;</pre> <p>- <b>MAT5</b>：定义材料ID=1000的导热系数矩阵 (各向异性)。</p> <p>- <b>MATT5</b>：关联温度相关表格 (TABLEM1) 定义导热系数随温度变化。</p> <p><b>##### 边界条件与载荷</b></p> <p>- <b>固定温度 (SPC) :</b></p> <pre>nas&lt;br&gt; SPC 101 100 1 300.&lt;br&gt;</pre> <p>- <b>参数</b>：约束节点100的自由度1 (温度) 为300°C。</p> <p>- <b>热对流 (CONV) :</b></p> <pre>nas&lt;br&gt; CONV 60 300 100 100&lt;br&gt;</pre> <p>- <b>参数</b>：对流边界ID=60，属性ID=300，环境温度100°C，对流系数100 W/(m<sup>2</sup>·°C)。</p> <p>- <b>热辐射 (RADM) :</b></p> <pre>nas&lt;br&gt; RADM 2000 0.90&lt;br&gt;</pre> <p>- <b>参数</b>：辐射面ID=2000，发射率0.9。</p> <p><b>##### 非线性参数</b></p> <p>- <b>收敛容差与迭代次数：</b></p> <pre>nas&lt;br&gt; PARAM EPSHT .0001&lt;br&gt; PARAM MAXIT 8&lt;br&gt;</pre> <p>- <b>EPSHT</b>：收敛容差0.0001。</p> <p>- <b>MAXIT</b>：最大迭代次数8次。</p> <p>---</p> |
|     | <p><b>#### 5. 建模目的与关键点</b></p> <p>- <b>目的</b>：模拟非线性稳态热传导问题，考虑各向异性材料、温度依赖的导热系数及辐射/对流边界条件。</p> <p>- <b>关键参数</b>：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>温度依赖导热</b>：通过<b>MATT5</b>和<b>TABLEM1</b>实现。</li> <li>- <b>辐射与对流</b>：<b>RADM</b>和<b>CONV</b>定义复杂热交换。</li> <li>- <b>非线性求解</b>：<b>NLPARM</b>控制迭代过程。</li> </ul> <p>---</p>  |
|     | <p><b>#### 6. 其他辅助功能</b></p> <p>- <b>绘图元素 (PLOTEL)</b>：如<b>PLOTEL 70 5 9</b>用于可视化，不影响计算。</p> <p>- <b>单位系统</b>：注释提示使用米、瓦特、摄氏度，需保持一致性。</p> <p>---</p>  |

| 文件名         | 模型解释   |
|-------------|--|
|             | <p>### 总结</p> <p>该模型是一个典型的<b>非线性热分析案例</b>，通过各向异性材料、复杂边界条件和温度依赖属性，验证热传导的稳态行为。关键在材料非线性（<b>MATT5</b>）和热边界（辐射/对流）的耦合设置。</p>  |
| d10138d.dat | <p>以下是对该MSC Nastran输入文件（.dat）的详细解析，按关键部分分类说明其建模目的和参数含义：</p> <p>---</p> <p>### 1. 分析控制段（Executive Control）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SOL 101</b>：指定线性静力分析（Sequence 101）。</li> <li>- <b>TIME 6</b>：设置最大CPU时间为6分钟。</li> <li>- <b>CEND 至 SUBCASE</b>：定义载荷工况：</li> <li>- <b>Subcase 1</b>：X方向5.0单位均布载荷，输出应力/位移/支反力。</li> <li>- <b>Subcase 2</b>：Y方向5.0单位均布载荷，输出单元力。</li> <li>- <b>Subcase 3</b>：X和Y方向组合载荷（1:1比例）。</li> </ul> <p>---</p> <p>### 2. 节点定义（GRID）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>格式</b>：<code>GRID ID CP X Y Z CD PS</code></li> <li>- <b>示例</b>：<code>GRID 10000 1 1.0 0.0 0.0 1 3456</code></li> <li>- 节点ID=10000，坐标系ID=1，坐标(1.0,0.0,0.0)，自由度约束3456（固定Z-θx-θy-θz）。</li> <li>- <b>建模目的</b>： <ul style="list-style-type: none"> <li>- 定义带圆孔方板的网格节点，节点分布从中心向外渐变（如1.0→5.0），模拟圆孔附近的应力集中。</li> </ul> </li> </ul> <p>---</p> <p>### 3. 单元定义</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>CQUAD4</b>（四边形单元） <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>格式</b>：<code>CQUAD4 EID PID G1 G2 G3 G4</code></li> <li>- 如<code>CQUAD4 1 1 10000 10001 10101 10100</code>：单元ID=1，属性ID=1，连接节点10000-10001-10101-10100。</li> </ul> </li> <li>- <b>CTRIA3</b>（三角形单元） <ul style="list-style-type: none"> <li>- 如<code>CTRIA3 50 1 10306 10806 10406</code>：用于填充不规则区域（如圆孔边缘）。</li> </ul> </li> <li>- <b>建模目的</b>： <ul style="list-style-type: none"> <li>- 划分结构化网格，圆孔附近采用渐变密度网格以提高计算精度。</li> </ul> </li> </ul> <p>---</p> <p>### 4. 材料与属性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>MAT1</b>（材料属性） <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>MAT1 1 30.+6 .3</b>：材料ID=1，弹性模量30e6，泊松比0.3。</li> </ul> </li> <li>- <b>PSHELL</b>（壳属性） <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>PSHELL 1 1 .1</b>：属性ID=1，材料ID=1，厚度0.1单位。</li> </ul> </li> <li>- <b>建模目的</b>： <ul style="list-style-type: none"> <li>- 定义均质各向同性材料（如铝合金）和薄壳结构（如金属板）。</li> </ul> </li> </ul> <p>---</p> <p>### 5. 边界条件与载荷</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SPC1</b>（约束） <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SPC1 1 2 10000...10706</b>：约束节点集在自由度2（Y方向平移）。</li> </ul> </li> <li>- <b>FORCE</b>（集中力） <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>FORCE 1 120 5.+3 1.</b>：工况1，节点120，X方向5000单位力。</li> </ul> </li> <li>- <b>RBE3</b>（分布力传递） <ul style="list-style-type: none"> <li>- 通过刚性单元将集中力均布到边缘节点（如圆孔边缘）。</li> </ul> </li> <li>- <b>建模目的</b>： <ul style="list-style-type: none"> <li>- 模拟板边缘受均匀拉伸载荷，圆孔周围应力分布。</li> </ul> </li> </ul> <p>---</p> <p>### 6. 辅助功能</p> |

| 文件名        | 模型解释  |
|------------|---|
|            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>CORD2C (坐标系)</b> : 定义局部坐标系（未完全展开）。</li> <li>- <b>PARAM BIGER 5000</b> : 限制输出最大剪应力&gt;5000的结果。</li> <li>- <b>PLOT相关</b> : 控制后处理绘图选项。</li> </ul> <p>---</p>   |
|            | <h3>### 关键建模特点</h3> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>几何</b>：方板中心含圆孔，采用非均匀网格加密圆孔边缘。</li> <li><b>载荷</b>：多工况分析（单轴/双轴拉伸），验证应力集中系数。</li> <li><b>输出</b>：重点关注应力（<b>ELSTRESS</b>）、位移（<b>DISP</b>）和支反力（<b>SPCFORCES</b>）。</li> </ol> <p>---</p>   |
|            | <h3>### 典型应用场景</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 验证孔边应力集中理论解。</li> <li>- 对比四边形/三角形单元在应力梯度区域的精度差异。</li> <li>- 评估均布载荷施加方法的有效性（如RBE3的使用）。</li> </ul>   |
| d10702.dat | <p>以下是该MSC Nastran输入文件的逐项解析（按建模目的和关键参数分类）：</p> <p>---</p> <h3>### 1. 分析控制段</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SOL 107</b> : 执行复特征值分析（常用于流固耦合或颤振分析）</li> <li>- <b>AXISYM = FLUID</b> : 声明为轴对称流体问题</li> <li>- <b>SPC = 3</b> : 引用ID=3的约束集</li> <li>- <b>CMETHOD = 1</b> : 使用EIGC卡定义的特征值求解方法</li> <li>- <b>HARMONICS = ALL</b> : 输出所有谐波分量结果</li> <li>- <b>PRESS/ELFORCE = ALL</b> : 输出全部节点压力和单元力</li> </ul> <p>---</p> <h3>### 2. 坐标系与流体域定义</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>CORD2C 2</b> : 柱坐标系（类型2C），原点(0,0,0)，Z轴方向(0,0,1)，X轴方向(1,0,0)</li> <li>- <b>AXIF 2</b> : 定义轴对称流体域，密度32.2 lb/ft<sup>3</sup>，声速0.03（单位需结合上下文）</li> <li>- <b>RINGFL</b> : 定义环形流体边界（如ID=1:半径4.0，高度10.0；ID=7:半径4.0，高度5.0等）</li> </ul> <p>---</p> <h3>### 3. 流体单元与连接</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>CFLUID2/3/4</b> : 流体单元（2节点线/3节点面/4节点面单元）</li> <li>示例：<b>CFLUID4 104 1 2 7 8</b> 表示连接节点1,2,7,8的四边形流体单元</li> <li>- <b>FSLIST</b> : 自由表面列表，指定自由液面位置（高度0.03，轴向对称）</li> <li>- <b>BDYLIST</b> : 定义流体边界节点组（节点2,8,13）</li> </ul> <p>---</p> <h3>### 4. 结构网格定义</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>GRIDB</b> : 轴对称结构节点（在柱坐标系2下定义）</li> <li>示例：<b>GRIDB 3 0.0 2 4 2</b> → 节点ID=3，角度0°，坐标系2，环向位置4，Z=2</li> <li>- <b>CQUAD4</b> : 4节点四边形壳单元</li> <li>示例：<b>CQUAD4 10 11 3 9 10 4</b> → 单元ID=10，属性11，节点连接顺序3-9-10-4</li> <li>- <b>PSHELL 11</b> : 壳属性，关联材料ID=12，厚度0.5</li> <li>- <b>MAT1 12</b> : 材料属性（弹性模量10.6e6，泊松比0.3，阻尼系数0.05）</li> </ul> <p>---</p> <h3>### 5. 边界条件与载荷</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SPC1 3</b> : 约束节点自由度</li> <li>- <b>246</b> 表示固定T1,T2,T6（平移和旋转）→ 约束节点3,9,14的径向/轴向位移</li> <li>- <b>135</b> 表示固定T1,T3,T5 → 约束其他节点的特定方向</li> </ul> |

| 文件名         | 模型解释  |
|-------------|---|
|             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>PRESPT/FREEP</b> : 定义压力/自由边界条件 (如节点7在角度27-30°施加压力)</li> </ul> <p>---</p>  |
|             | <h3>### 6. 特征值求解设置</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>EIGC 1</b> : 逆幂法特征值求解, 提取前5阶模态 (<b>MAX=5</b>) , 收敛容差3e-2</li> </ul> <p>---</p>  |
|             | <h3>### 建模目的</h3> <p>该模型模拟轴对称流固耦合系统 (如储液罐或管道) , 通过复特征值分析研究流体与柔性结构的相互作用 (如液面晃动或结构振动) 。关键特点包括 :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 流体域采用环形单元 (RINGFL+CFLUIDX) 描述声压场</li> <li>2. 结构部分使用壳单元 (CQUAD4) 模拟薄壁容器</li> <li>3. 通过SPC1约束模拟固定支撑条件</li> <li>4. 参数 <b>k6rot=0.0</b> 确保与旧版本结果兼容</li> </ol> <p>---</p>  |
|             | <h3>### 注意事项</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 单位系统需统一 (未显式声明, 可能为英制)</li> <li>- 流体-结构界面通过共节点或耦合单元实现 (需结合网格拓扑确认)</li> <li>- 特征值分析结果将包含复频率 (阻尼振动特性)</li> </ul>   |
| v10311r.dat | <p>以下是对该MSC Nastran输入文件 (.dat) 的详细解释, 按关键部分分类说明其建模目的和参数含义 :</p> <p>---</p> <h3>### 1. 文件头与求解控制</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SOL 103</b> : 指定求解类型为<b>模态频率响应分析</b> (Modal Frequency Response) , 用于计算结构在动态载荷下的振动响应。</li> <li>- <b>TIME 5</b> : 设置最大CPU运行时间为5分钟 (超时终止) 。</li> <li>- <b>TITLE/SUBTITLE</b> : 模型标题为"NRL验证问题", 子标题为"DDAM分析" (动态设计分析方法) 。</li> <li>- <b>DLOAD=1</b> : 引用动态载荷集ID=1 (后续定义) 。</li> </ul> <p>---</p> <h3>### 2. 输出请求</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>DISP(PLOT)=ALL</b> : 输出所有节点的位移结果。</li> <li>- <b>ACCELERATION=ALL</b> : 输出所有节点的加速度响应 (模态叠加结果) 。</li> <li>- <b>FORCE=ALL</b> : 输出单元力。</li> </ul> <p>---</p> <h3>### 3. 子工况定义</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SUBCASE 1/2/3</b> : 定义了三种模态响应叠加方式 :</li> <li>- <b>NRL</b> : 美国海军实验室求和约定 (默认) 。</li> <li>- <b>ABS</b> : 绝对值求和 (保守估计) 。</li> <li>- <b>SRSS</b> : 平方和开方 (统计意义更合理) 。</li> </ul> <p>---</p> <h3>### 4. 关键BULK数据 (模型定义)</h3> <h4>#### (1) 节点 (GRID)</h4> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 示例 (注释中未激活) :</li> </ul> <pre>dat&lt;br&gt; \$\$GRID,1,,0.,0.,,345&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>ID=1</b>, 坐标(0,0,0), 坐标系ID=345 (未显示定义, 可能为全局直角坐标系) 。</li> </ul> <h4>#### (2) 单元</h4> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>CQUAD4</b> : 4节点四边形壳单元 (示例中未出现, 但常见于此类分析) 。</li> <li>- <b>CBAR</b> : 简单梁单元 (注释中示例) :</li> </ul> <pre>dat&lt;br&gt; \$\$CBAR,101,1,1,3,4&lt;br&gt;</pre> |

| 文件名         | 模型解释  |    |    |             |  |         |          |             |                 |           |                 |         |                  |           |             |
|-------------|---|----|----|-------------|--|---------|----------|-------------|-----------------|-----------|-----------------|---------|------------------|-----------|-------------|
|             | <p>- <b>ID=101</b>, 属性PID=1, 连接节点1和3, 方向向量由节点4定义。</p>   |    |    |             |  |         |          |             |                 |           |                 |         |                  |           |             |
|             | <p>#### (3) 材料与属性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>MAT1</b> (线性各向同性材料) :</li> </ul> <pre>dat&lt;br&gt; \$\$MAT1,1,30.E6,,.33,.000725&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>MID=1</b>, 弹性模量30E6 psi, 泊松比0.33, 密度0.000725 (单位依模型而定)。</li> <li>- <b>PBAR</b> (梁属性) :</li> </ul> <pre>dat&lt;br&gt; \$\$PBAR,1,1,10.,1000.,1000.,2000.&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>PID=1</b>, 关联MAT1, 截面面积10, 惯性矩I1=1000, I2=1000, 扭转常数J=2000。</li> </ul>                        |    |    |             |  |         |          |             |                 |           |                 |         |                  |           |             |
|             | <p>#### (4) 动态载荷与约束</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>DLOAD</b> : 动态载荷组合 :</li> </ul> <pre>dat&lt;br&gt; DLOAD,1,1.,1.,10,0.,10,0.,10&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 组合ID=1, 包含多个载荷分量 (引用TABLED1 ID=10)。</li> <li>- <b>TABLED1</b> : 加速度频谱定义 :</li> </ul> <pre>dat&lt;br&gt; TABLED1,10,0.0,1.0,10000.,1.0,ENDT&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 频率0-10000Hz, 幅值均为1.0 (单位谱, 需通过SCRSPEC缩放)。</li> <li>- <b>PARAM, SCRSPEC, 0</b> : 请求缩放响应谱 (根据实际输入调整幅值)。</li> </ul> |    |    |             |  |         |          |             |                 |           |                 |         |                  |           |             |
|             | <p>#### (5) 其他关键项</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>RBE2</b> : 刚性单元, 用于连接节点 (如接地约束) :</li> </ul> <pre>dat&lt;br&gt; \$\$RBE2,106,1,126,2&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 将节点126与节点2刚性连接。</li> <li>- <b>CONM2</b> : 集中质量 :</li> </ul> <pre>dat&lt;br&gt; \$\$CONM2,107,1,,4.E5&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 在节点1附加质量4E5 (单位依模型而定)。</li> </ul> <p>---</p>  |    |    |             |  |         |          |             |                 |           |                 |         |                  |           |             |
|             | <p>## 5. 建模目的</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>验证动态响应</b> : 通过模态频率响应分析 (SOL 103) 和DDAM方法, 评估结构在给定加速度频谱下的位移、加速度和内力。</li> <li>- <b>多工况对比</b> : 比较不同模态叠加方法 (NRL/ABS/SRSS) 的结果差异。</li> <li>- <b>重启功能</b> : RESTART指令表明此文件从先前结果 (V10311D) 继续计算, 节省时间。</li> </ul> <p>---</p>   |    |    |             |  |         |          |             |                 |           |                 |         |                  |           |             |
|             | <p>## 关键参数总结</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>参数</th> <th>含义</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>----- -----</td> <td></td> </tr> <tr> <td>  SOL 103  </td> <td>模态频率响应分析  </td> </tr> <tr> <td>  MAT1 E=30E6  </td> <td>材料刚度定义 (钢或类似材料)  </td> </tr> <tr> <td>  PBAR A=10  </td> <td>梁截面属性 (影响刚度/质量)  </td> </tr> <tr> <td>  TABLED1  </td> <td>输入载荷频谱 (全频段均匀激励)  </td> </tr> <tr> <td>  SCRSPEC=0  </td> <td>缩放频谱以适应实际场景  </td> </tr> </tbody> </table>  | 参数 | 含义 | ----- ----- |  | SOL 103 | 模态频率响应分析 | MAT1 E=30E6 | 材料刚度定义 (钢或类似材料) | PBAR A=10 | 梁截面属性 (影响刚度/质量) | TABLED1 | 输入载荷频谱 (全频段均匀激励) | SCRSPEC=0 | 缩放频谱以适应实际场景 |
| 参数          | 含义  |    |    |             |  |         |          |             |                 |           |                 |         |                  |           |             |
| ----- ----- |   |    |    |             |  |         |          |             |                 |           |                 |         |                  |           |             |
| SOL 103     | 模态频率响应分析  |    |    |             |  |         |          |             |                 |           |                 |         |                  |           |             |
| MAT1 E=30E6 | 材料刚度定义 (钢或类似材料)   |    |    |             |  |         |          |             |                 |           |                 |         |                  |           |             |
| PBAR A=10   | 梁截面属性 (影响刚度/质量)   |    |    |             |  |         |          |             |                 |           |                 |         |                  |           |             |
| TABLED1     | 输入载荷频谱 (全频段均匀激励)  |    |    |             |  |         |          |             |                 |           |                 |         |                  |           |             |
| SCRSPEC=0   | 缩放频谱以适应实际场景   |    |    |             |  |         |          |             |                 |           |                 |         |                  |           |             |

此模型适用于船舶、航空航天等领域的动态载荷验证, 重点关注结构在宽频激励下的振动特性。

| 文件名   | 模型解释   |
|---|--|
| 以下是该MSC Nastran输入文件(.dat)的详细解析，按关键部分分类说明其建模目的和参数含义： |  |
| ---   | ---  |
|   | <p><b>### 1. 文件头与元信息</b></p> <pre>nastran&lt;br&gt;\$ DEC/CMS... // 历史修改记录(注释行, 无实际计算意义)&lt;br&gt;ID MSC, D10307R // 模型标识符, D10307R为模型名称&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>作用</b>：记录文件版本历史和模型标识，对计算无影响。</li> </ul>   |
| ---   | ---  |
|   | <p><b>### 2. 求解控制段 (Executive Control)</b></p> <pre>nastran&lt;br&gt;SOL 103 // 求解类型：103表示模态分析(特征值提取)&lt;br&gt;TIME 10 // 最大CPU时间限制为10分钟&lt;br&gt;CEND // 结束执行控制段&lt;br&gt;TITLE=... // 模型标题：描述为"SOLID ELEMENT BEAM"&lt;br&gt;SUBTITLE=... // 子标题：分析目标为"EIGENVALUE EXTRACTION"(模态提取)&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>关键参数</b>：</li> <li>- <b>SOL 103</b>：选择模态分析，用于计算结构固有频率和振型。</li> <li>- <b>TIME 10</b>：防止计算超时。</li> </ul>  |
| ---   | ---  |
|   | <p><b>### 3. 子工况定义 (Subcase)</b></p> <pre>nastran&lt;br&gt;SUBCASE 5&lt;br&gt; LABEL = RESTART TO GET LATERAL MODES // 子工况5描述：提取横向模态&lt;br&gt;SPC=1000 // 引用ID=1000的约束集&lt;br&gt; METHOD=2 // 使用EIGRL卡(ID=2)定义模态提取方法&lt;br&gt; K2PP=B // 输出刚度矩阵选项(B表示二进制格式)&lt;br&gt; MODES=1 // 提取的模态数量：1阶&lt;br&gt; DISP=ALL // 输出所有节点的位移&lt;br&gt; STRESS = ALL // 输出所有单元应力&lt;br&gt;&lt;br&gt;SUBCASE 6 // 子工况6：提取更多模态&lt;br&gt; METHOD=2 // 同EIGRL卡(ID=2)&lt;br&gt; SPC=1000 // 相同约束&lt;br&gt; MODES=3 // 提取3阶模态&lt;br&gt; DISP=ALL // 输出位移&lt;br&gt; STRESS=None // 不输出应力&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>建模目的</b>：</li> <li>- 子工况5和6分别提取1阶和3阶模态，可能用于比较不同模态数的影响。</li> <li>- <b>SPC=1000</b>表示所有子工况共用同一组约束（需在BULK中定义）。</li> <li>- <b>METHOD=2</b>指向<b>EIGRL</b>卡，定义Lanczos法等模态提取参数（未在示例中显示）。</li> </ul> |
| ---   | ---  |
|   | <p><b>### 4. 数据段 (Bulk Data)</b></p> <pre>nastran&lt;br&gt;BEGIN BULK&lt;br&gt;// 实际节点、单元、材料等定义应在此处，但示例中缺失&lt;br&gt;ENDDATA&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>预期内容</b>（未在示例中给出）：</li> <li>- <b>GRID卡</b>：定义节点坐标（如<b>GRID,1,,0.0,0.0,0.0</b>）。</li> <li>- <b>CQUAD4卡</b>：4节点四边形单元（需关联材料属性和属性卡）。</li> <li>- <b>MAT1卡</b>：材料属性（如<b>MAT1,1,2.1E5,,0.3</b>表示钢，弹性模量2.1e5，泊松比0.3）。</li> <li>- <b>SPC1卡</b>：约束定义（如<b>SPC1,1000,123456,1</b>约束节点1的全部自由度）。</li> </ul>  |
| ---   | ---  |
|   | <p><b>### 关键总结</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>分析类型</b>：模态分析(SOL 103)，目标为获取梁结构的固有频率和振型。</li> <li><b>输出需求</b>： <ul style="list-style-type: none"> <li>- 子工况5输出位移和应力（可能用于后续静力或疲劳分析）。</li> <li>- 子工况6仅输出位移（可能仅关注模态形状）。</li> </ul> </li> <li><b>缺失部分</b>：实际模型需在<b>BULK</b>段补充节点、单元、材料及约束定义。</li> </ol>   |
| ---   | ---  |
|   | <p>若需进一步解释具体卡片（如<b>GRID</b>·<b>CQUAD4</b>·<b>MAT1</b>）的格式或示例，可提供补充说明。</p>  |
| d07d2.dat   | <p>以下是对该MSC Nastran输入文件的详细解释，按关键部分分类说明：</p>  |
| ---   | ---  |

### ### 1. 分析类型与总体设置

| 文件名 | 模型解释   |
|-----|--|
|     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SOL 28</b> : 指定为复特征值分析 (常用于流固耦合问题)</li> <li>- <b>TITLE/SUBTITLE</b> : 标题表明这是一个带柔性边界的流体-结构耦合 (hydroelastic) 特征值分析样例</li> <li>- <b>AXISYM = FLUID</b> : 声明为轴对称流体问题</li> <li>- <b>PARAM,K6ROT,0.0</b> : 关闭K6旋转项, 保持与旧版本兼容</li> </ul> <p>---</p>   |
|     | <h3>### 2. 坐标系与流体域定义</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>CORD2C 2</b> : 定义圆柱坐标系 (ID=2), 原点在(0,0,0), Z轴为(0,0,1)</li> <li>- <b>AXIF 2</b> : 流体域属性 (重力加速度=32.2, 质量密度=0.03)</li> <li>- <b>RINGFL</b> : 定义环形流体边界 (半径和Z坐标), 例如:</li> <li>- <b>RINGFL 1 4.0 10.0</b> : ID=1, 半径=4.0, Z=10.0</li> </ul> <p>---</p>  |
|     | <h3>### 3. 流体单元与连接</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>CFLUID2/3/4</b> : 定义流体单元 (线/面连接) :</li> <li>- <b>CFLUID4 104 1 2 7 8</b> : 四边形流体单元连接节点1,2,7,8</li> <li>- <b>FSLIST/BDYLIST</b> : 指定流体-结构耦合边界条件</li> </ul> <p>---</p>   |
|     | <h3>### 4. 结构部分建模</h3> <h4>#### 节点定义 (GRIDB)</h4> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 节点位于圆柱坐标系 (CID=2), 例如:</li> <li>- <b>GRIDB 3 0.0 2 4 2</b> : ID=3, 角度=0°, 坐标系=2, 半径=4, Z=2</li> <li>- 节点分布在三个环上 (Z=2,8,13), 每环4个节点 (0°,30°,60°,90°)</li> </ul> <h4>#### 单元定义 (CQUAD4)</h4> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 四边形壳单元 (材料ID=11), 例如:</li> <li>- <b>CQUAD4 10 11 3 9 10 4</b> : 单元ID=10, 属性=11, 连接节点3,9,10,4</li> </ul> <h4>#### 材料与属性</h4> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>MAT1 12</b> : 线弹性材料 (弹性模量=10.6e6, 泊松比=0.3, 阻尼系数=0.05)</li> <li>- <b>PSHELL 11</b> : 壳属性 (材料ID=12, 厚度=0.5)</li> </ul> <p>---</p> |
|     | <h3>### 5. 边界条件与载荷</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SPC1</b> : 约束节点自由度 (如246表示固定T2,T4,T6方向) :</li> <li>- 约束节点3,9,14的Y/Z/旋转自由度 (246)</li> <li>- 约束节点6,12,17的X/Y/Z自由度 (135)</li> <li>- <b>PRESPT/FREEPT</b> : 定义压力/自由表面边界条件 (角度和压力值)</li> </ul> <p>---</p>   |
|     | <h3>### 6. 求解控制</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>EIGC 1</b> : 特征值求解方法 (逆幂法), 提取前5阶模态, 频率范围0-3Hz</li> <li>- <b>FLSYM 4 S A</b> : 对称边界条件 (对称面A)</li> </ul> <p>---</p>  |
|     | <h3>### 建模目的</h3> <p>该模型模拟轴对称流体与壳体结构的耦合振动, 通过复特征值分析获取系统的固有频率和模态。关键特点包括:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 流体域通过环形节点和CFLUID单元描述</li> <li>2. 结构部分采用四边形壳单元, 受圆柱坐标系约束</li> <li>3. 流固耦合通过FSLIST/BDYLIST实现</li> <li>4. 分析重点关注低频模态 (0-3Hz)</li> </ol> <p>---</p>  |

| 文件名        | 模型解释   |
|------------|--|
|            | <p>### 关键参数总结</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-   参数   含义  </li> <li>-  ----- ----- </li> <li>-   SOL 28   复特征值分析  </li> <li>-   AXIF 2   流体密度0.03, 重力32.2  </li> <li>-   CQUAD4+PSHELL   壳厚0.5, 材料E=10.6e6  </li> <li>-   EIGC 1   提取前5阶模态, 0-3Hz范围  </li> </ul>   |
| v12901.dat | 以下是该MSC Nastran输入文件的详细解释, 按功能模块分类说明:   |
|            | <p>---</p> <p>### 1. 文件头与求解控制</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>ID/TITLE/SUBTITLE</b>: 模型标识为瞬态响应分析 (<b>TRANSIENT RESPONSE</b>), 研究杆件中的冲击波传播 (<b>SHOCK WAVE IN BAR</b>)。</li> <li>- <b>SOL 129</b>: 采用非线性瞬态响应求解序列 (SOL 129)。</li> <li>- <b>CEND段</b>: 定义输出请求:</li> <li>- <b>DLOAD=30</b>: 引用动态载荷ID 30。</li> <li>- <b>TSTEPNL=20</b>: 引用非线性时间步控制ID 20。</li> <li>- 输出节点1-11-20的位移 (<b>DISPLACEMENT=1</b>) 和单元101-120的应力 (<b>STRESS=2</b>)。</li> <li>- <b>XYPLOT</b>: 生成位移和应力的时间历程曲线。</li> </ul> <p>---</p> <p>### 2. 节点定义 (GRID)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>21个节点</b>: 沿Y轴均匀分布 (坐标从0到100), X/Z坐标为0, 形成一维杆模型。</li> <li>- <b>边界条件</b>:</li> <li>- 节点1-20: 约束所有平移自由度 (<b>13456</b>表示释放T1, 约束T2-T6)。</li> <li>- 节点21: 额外约束T1方向 (<b>123456</b>), 模拟固定端。</li> </ul> <p>---</p> <p>### 3. 单元定义 (CONROD)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>20个杆单元</b>: <b>CONROD</b>定义两节点杆单元, 连接相邻节点 (如101连接节点1-2)。</li> <li>- <b>关键参数</b>:</li> <li>- 材料ID 100 (后文定义)。</li> <li>- 截面积1.0 (单位需与模型一致)。</li> </ul> <p>---</p> <p>### 4. 材料属性 (MAT1)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>MAT1 100</b>: 线性各向同性材料。</li> <li>- 弹性模量 <b>1E+3</b> (低值, 可能为简化计算)。</li> <li>- 泊松比 <b>0.3</b>。</li> <li>- 密度 <b>0.1</b>。</li> <li>- 阻尼系数 <b>.005</b> (结构阻尼)。</li> <li>- <b>MATS1</b>: 非线性塑性材料定义 (用于SOL 99, 本例中为占位符)。</li> </ul> <p>---</p> <p>### 5. 载荷与时间步</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>动态载荷</b>:</li> <li>- <b>TLOAD1 30</b>: 时间相关载荷, 引用<b>DAREA 33</b> (节点1的T2方向幅值1000) 和时变曲线<b>TABLED1 34</b>。</li> <li>- <b>TABLED1 34</b>: 载荷时间曲线 (0-6秒内幅值从0→1→0)。</li> <li>- <b>时间步控制</b>:</li> <li>- <b>TSTEPNL 20</b>: 100步, 步长0.025, 自动调整 (<b>AUTO</b>)。</li> </ul> <p>---</p> <p>### 6. 参数与其他</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>PARAM</b>:</li> </ul> |

| 文件名                                    | 模型解释  |    |    |    |                               |                            |  |                                |                              |
|--|---|----|----|----|-------------------------------|----------------------------|--|--------------------------------|------------------------------|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>W4=1.57</b> : 可能定义频率或权重系数。</li> <li>- <b>COUPMASS1</b> : 启用耦合质量矩阵（瞬态分析常用）。</li> </ul> <p>---</p>  |    |    |    |                               |                            |  |                                |                              |
|  | <h3>### 建模目的</h3> <p>模拟杆件在冲击载荷下的瞬态响应，分析自由端（节点1）、中点（节点11）和固定端（节点21）的位移/应力随时间变化，验证冲击波传播特性。</p> <p>---</p>   |    |    |    |                               |                            |  |                                |                              |
|  | <h3>### 关键参数总结</h3> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型</th><th>参数</th><th>含义</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>  节点   GRID 21 (123456)   固定端约束  </td></tr> <tr> <td>  单元   CONROD 截面积=1.0   均匀杆件  </td></tr> <tr> <td>  材料   MAT1 E=1E+3, ρ=0.1   低刚度材料（可能归一化）  </td></tr> <tr> <td>  载荷   DAREA 1000@T2   节点1的Y向动态力  </td></tr> <tr> <td>  时间步   0.025秒, 100步   精细时间分辨率  </td></tr> </tbody> </table>  | 类型 | 参数 | 含义 | 节点   GRID 21 (123456)   固定端约束 | 单元   CONROD 截面积=1.0   均匀杆件 | 材料   MAT1 E=1E+3, ρ=0.1   低刚度材料（可能归一化） | 载荷   DAREA 1000@T2   节点1的Y向动态力 | 时间步   0.025秒, 100步   精细时间分辨率 |
| 类型                                     | 参数  | 含义 |    |    |                               |                            |  |                                |                              |
| 节点   GRID 21 (123456)   固定端约束          |   |    |    |    |                               |                            |  |                                |                              |
| 单元   CONROD 截面积=1.0   均匀杆件             |   |    |    |    |                               |                            |  |                                |                              |
| 材料   MAT1 E=1E+3, ρ=0.1   低刚度材料（可能归一化） |   |    |    |    |                               |                            |  |                                |                              |
| 载荷   DAREA 1000@T2   节点1的Y向动态力         |   |    |    |    |                               |                            |  |                                |                              |
| 时间步   0.025秒, 100步   精细时间分辨率           |   |    |    |    |                               |                            |  |                                |                              |
|  | <p>注：单位系统未明确，需结合实际工程背景判断（如长度单位可能是cm或mm）。</p>  |    |    |    |                               |                            |  |                                |                              |
| v10701.dat                             | <p>以下是对MSC Nastran输入文件关键部分的解释，按建模目的和参数分类说明：</p> <p>---</p> <h3>### 1. 基础设置</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>ID MSC, V10701</b></li> </ul> <p>模型标识符，定义分析名称和版本号。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SOL SEDCEIG</b></li> </ul> <p>指定求解类型为复特征值分析（SOL 107），用于计算系统的固有频率和模态。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>TITLE/SUBTITLE</b></li> </ul> <p>描述性标题，说明模型用途（三阶矩阵的特征值问题，参考教材例题）。</p> <p>---</p> <h3>### 2. 节点与单元</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>GRID 9999</b></li> </ul> <p><b>作用</b>：虚拟节点，用于绕过软件限制（如超单元报错）。</p> <p><b>参数</b>：节点ID=9999，坐标(0,0,0)，自由度约束123456（全固定）。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SPOINT 1 THRU 3</b></li> </ul> <p>定义标量点（无几何位置的自由度），ID 1~3，用于矩阵运算的抽象自由度。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>CELAS4 1</b></li> </ul> <p><b>作用</b>：最简单的弹簧单元，避免模型无单元报错。</p> <p><b>参数</b>：刚度-1.0，连接标量点3（仅占位，实际物理意义可能不重要）。</p> <p>---</p> <h3>### 3. 矩阵定义（核心部分）</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>DMIG A</b></li> </ul> <p><b>目的</b>：定义矩阵 <b>A</b>（三阶方阵，机器精度）。</p> <p><b>关键参数</b>：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 第1列：[2, -2, 3]</li> <li>- 第2列：[1, 1, 1]</li> <li>- 第3列：[1, 3, 0]</li> </ul> <p><b>用途</b>：代表特征值问题中的刚度或状态矩阵。</p> |    |    |    |                               |                            |  |                                |                              |

| 文件名   | 模型解释   |
|---|--|
| - DMIG UNITY  | <p><b>目的</b>：定义单位矩阵 <b>UNITY</b>（对角元素为1）。</p> <p><b>用途</b>：作为质量矩阵的占位符（<b>M2PP=UNITY</b>表示质量矩阵为单位矩阵）。</p> <p>---</p>  |
| ### 4. 特征值分析控制  |  |
| - EIGC 1  | <p><b>方法</b>：Hessenberg法（<b>HESS</b>）计算特征值。</p> <p><b>参数</b>：<b>MAX</b>表示计算最大特征值，<b>3</b>输出全部特征向量。</p>   |
| - K2PP=A 和 M2PP=UNITY                                   | <p>指定广义特征方程 <math>Kx = \lambda Mx</math> 中的矩阵：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>K</b> = 矩阵A</li> <li>- <b>M</b> = 单位矩阵UNITY</li> </ul> <p>---</p> |
| ### 5. 其他设置   |  |
| - PARAM,AUTOSPC,NO                                      | 禁用自动约束，防止程序擅自处理奇异自由度。  |
| - SET 100   | 定义输出位移的自由度集合（标量点1~3）。  |
| ---   |  |
| ### 总结  |  |
| - <b>建模目的</b> ：通过抽象矩阵（非几何网格）求解三阶系统的复特征值问题，验证理论解（如教材例题）。 |  |
| - <b>关键特点</b> ：   |  |
| - 使用标量点（SPOINT）和矩阵（DMIG）替代传统有限元网格。                      |  |
| - 虚拟节点和单元仅用于满足软件格式要求。                                   |  |
| - 直接定义矩阵A和单位矩阵，简化特征值分析设置。                               |  |
| 该模型体现了Nastran处理数学问题的灵活性，适用于理论验证或简化系统分析。                 |  |

um24.dat

**【第1段说明】**

以下是对MSC Nastran输入文件中关键部分的解释，按节点、单元、材料属性分类说明：

|   |
|---|
| ### 1. 节点定义 (GRID)                                |
| nas<br>GRID ID CP X1 X2 X3 CD PS SEID<br>         |
| - <b>建模目的</b> ：定义空间节点的位置和参考坐标系。                   |
| - <b>关键参数</b> ：                                   |
| - <b>ID</b> ：节点唯一标识号                              |
| - <b>CP</b> ：坐标系ID（默认为0表示基本坐标系）                   |
| - <b>X1, X2, X3</b> ：节点在CP坐标系中的坐标                 |
| - <b>CD</b> ：输出坐标系ID                              |
| - <b>PS</b> ：永久单点约束（可选）                           |
| - <b>SEID</b> ：超单元ID（用于超单元分析）                     |
| ### 2. 四边形壳单元 (CQUAD4)                            |
| nas<br>CQUAD4 EID PID G1 G2 G3 G4 THETA ZOFFS<br> |
| - <b>建模目的</b> ：创建4节点四边形壳单元，适用于薄板/壳体结构。            |
| - <b>关键参数</b> ：                                   |
| - <b>EID</b> ：单元ID                                |
| - <b>PID</b> ：属性集ID（指向PSHELL或PCOMP）               |
| - <b>G1-G4</b> ：连接的4个节点ID（按顺时针或逆时针顺序）             |
| - <b>THETA</b> ：材料方向角（度）                          |
| - <b>ZOFFS</b> ：中性面偏移量                            |
| ### 3. 材料属性 (MAT1)                                |

| 文件名 | 模型解释  |
|-----|---|
|     | <p><code>nas&lt;br&gt;MAT1 MID E G NU RHO A TREF GE&lt;br&gt;</code></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>建模目的</b>：定义各向同性线性材料属性。</li> <li>- <b>关键参数</b>： <ul style="list-style-type: none"> <li>- <code>MID</code>：材料ID</li> <li>- <code>E</code>：弹性模量</li> <li>- <code>G</code>：剪切模量（可为空，由E和NU计算）</li> <li>- <code>NU</code>：泊松比</li> <li>- <code>RHO</code>：质量密度</li> <li>- <code>A</code>：热膨胀系数</li> <li>- <code>TREF</code>：参考温度</li> <li>- <code>GE</code>：结构阻尼系数</li> </ul> </li> </ul> <p>### 其他重要信息</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>文件头信息</b>： <ul style="list-style-type: none"> <li>- <code>SOL 100</code> 表示静态分析</li> <li>- <code>BEGIN BULK</code> 标志着实际模型数据的开始</li> </ul> </li> <li><b>注释行</b>： <ul style="list-style-type: none"> <li>- 以\$开头的行是注释，说明文件历史或卡片用途</li> </ul> </li> <li><b>单元特性</b>： <ul style="list-style-type: none"> <li>- 需要配合属性卡（如PSHELL）使用，CQUAD4中的PID需对应属性卡ID</li> </ul> </li> <li><b>分析控制</b>： <ul style="list-style-type: none"> <li>- <code>CEND</code>表示控制段结束</li> <li>- <code>ECHO=UNSORT</code>要求输出未排序的Bulk Data</li> </ul> </li> </ol> <p>### 典型建模流程</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 用GRID定义所有节点位置</li> <li>2. 用MAT1定义材料参数</li> <li>3. 用PSHELL定义壳厚度等属性</li> <li>4. 用CQUAD4连接节点形成单元</li> <li>5. 最后添加载荷和边界条件</li> </ol> <p>这些基础卡片构成了有限元模型的核心，实际文件中还会包含载荷、约束、求解控制等更多信息。</p> <p><b>【第2段说明】</b></p> <p>以下是对MSC Nastran输入文件(.dat)中关键部分的解释，按建模要素分类说明：</p> <p>### 1. 节点定义 (GRID)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>功能</b>：定义空间节点的坐标位置</li> <li>- <b>格式</b>：<code>GRID ID CP X Y Z CD PS</code></li> <li>- <b>关键参数</b>： <ul style="list-style-type: none"> <li>- <code>ID</code>：节点唯一标识号</li> <li>- <code>CP</code>：坐标系ID（默认为0表示基本直角坐标系）</li> <li>- <code>X, Y, Z</code>：节点坐标值</li> <li>- <code>CD</code>：输出坐标系ID</li> <li>- <code>PS</code>：永久单点约束（可选）</li> </ul> </li> </ul> <p>### 2. 单元定义</p> <p>#### CQUAD4 (四边形壳单元)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>功能</b>：4节点壳单元，用于薄板/壳体结构</li> <li>- <b>格式</b>：<code>CQUAD4 EID PID G1 G2 G3 G4</code></li> <li>- <b>关键参数</b>： <ul style="list-style-type: none"> <li>- <code>EID</code>：单元ID</li> <li>- <code>PID</code>：属性卡PBAR/PSHELL的ID</li> <li>- <code>G1-G4</code>：4个节点ID（顺时针或逆时针排列）</li> </ul> </li> </ul> <p>#### CTRIA3 (三角形壳单元)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>功能</b>：3节点三角形壳单元，用于过渡区域</li> <li>- <b>格式</b>：<code>CTRIA3 EID PID G1 G2 G3</code></li> </ul> |

| 文件名 | 模型解释  |
|-----|---|
|     | <p>### 3. 材料属性 (MAT1)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>功能</b>：定义各向同性线性材料</li> <li>- <b>格式</b>：<code>MAT1 MID E G NU RHO A TREF GE</code></li> <li>- <b>关键参数</b>： <ul style="list-style-type: none"> <li>- <code>MID</code>：材料ID</li> <li>- <code>E</code>：弹性模量</li> <li>- <code>G</code>：剪切模量</li> <li>- <code>NU</code>：泊松比</li> <li>- <code>RHO</code>：密度</li> <li>- <code>TREF</code>：参考温度</li> </ul> </li> </ul> |
|     | <p>### 4. 单元属性</p> <p>#### PSHELL (壳单元属性)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>功能</b>：定义壳单元厚度和材料</li> <li>- <b>格式</b>：<code>PSHELL PID MID1 T MID2 MID3 NSM</code></li> <li>- <b>关键参数</b>： <ul style="list-style-type: none"> <li>- <code>PID</code>：属性ID</li> <li>- <code>MID1</code>：材料ID</li> <li>- <code>T</code>：壳厚度</li> <li>- <code>NSM</code>：非结构质量</li> </ul> </li> </ul>                                       |
|     | <p>#### PBAR (梁单元属性)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>功能</b>：定义梁截面属性</li> <li>- <b>格式</b>：<code>PBAR PID MID A I1 I2 J NSM</code></li> <li>- <b>关键参数</b>： <ul style="list-style-type: none"> <li>- <code>A</code>：截面积</li> <li>- <code>I1, I2</code>：惯性矩</li> <li>- <code>J</code>：扭转常数</li> </ul> </li> </ul>   |
|     | <p>### 5. 边界条件</p> <p>#### SPC/SPC1 (单点约束)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>功能</b>：约束节点自由度</li> <li>- <b>示例</b>：<code>SPC1 SID C G1 G2...</code></li> <li>- <code>C</code>：约束自由度代码（如"123"表示约束1,2,3平移自由度）</li> <li>- <code>G1, G2...</code>：被约束节点ID</li> </ul>  |
|     | <p>### 6. 载荷定义</p> <p>#### FORCE (集中力)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>功能</b>：施加节点集中力</li> <li>- <b>格式</b>：<code>FORCE SID G CID F N1 N2 N3</code></li> <li>- <code>G</code>：受力节点ID</li> <li>- <code>F</code>：力大小</li> <li>- <code>N1-N3</code>：力方向向量</li> </ul>  |
|     | <p>#### PLOAD4 (压力载荷)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>功能</b>：在壳单元上施加分布压力</li> <li>- <b>格式</b>：<code>PLOAD4 SID P EID G1 G3</code></li> <li>- <code>P</code>：压力值</li> <li>- <code>EID</code>：单元ID</li> <li>- <code>G1, G3</code>：对角节点（用于确定作用面）</li> </ul>  |
|     | <p>### 7. 控制参数</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>执行控制</b>：<code>SOL 101</code> (静力分析)</li> <li>- <b>输出请求</b>：<code>DISPLACEMENT (PLOT) =ALL</code></li> </ul>   |
|     | <p>### 建模目的说明</p> <p>该输入文件定义了：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 通过GRID建立节点网格</li> <li>2. 用CQUAD4/CTRIA3构建壳结构</li> <li>3. 通过MAT1和PSHELL/PBAR定义材料与截面属性</li> <li>4. 用SPC施加边界约束</li> </ol>   |

| 文件名        | 模型解释  |
|------------|---|
|            | <p>5. 通过FORCE/PLOAD施加载荷<br/>6. 最终形成完整的有限元模型进行静力分析</p>   |
|            | <p>典型应用场景：飞机机翼、船舶壳体等薄壁结构的强度分析。关键参数如壳厚度、材料参数和约束条件直接影响结构刚度和应力分布。</p>  |
| eli705.dat | <p><b>【第1段说明】</b><br/>以下是对MSC Nastran输入文件中关键部分的解释，按模块分类说明建模目的和参数含义：</p> <p>---</p> <p><b>### 1. 文件头与全局设置</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>ID MSC, ELI705</b>：文件标识，版本号v70.5，历史修改记录以\$注释形式保留。</li><li>- <b>SOL 101</b>：静态分析求解序列。</li><li>- <b>CEND</b>：控制段结束，后续为工况定义。</li><li>- <b>TITLE/SUBTITLE</b>：模型标题和子标题。</li><li>- <b>ECHO = BOTH</b>：同时输出输入数据和结果到日志文件。</li></ul> <p>---</p> <p><b>### 2. 输出控制</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>DISP/ELFORCE/STRESS</b>：要求输出位移、单元力和应力。</li><li>- <b>SET 10002</b>：定义输出范围的节点/单元集合（1-13999等）。</li><li>- <b>GPSTRESS=ALL</b>：输出所有高斯点应力。</li></ul> <p>---</p> <p><b>### 3. 坐标系定义</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>CORD2C/CORD2R/CORD2S</b>：分别定义圆柱、直角和球坐标系：</li><li>- <b>示例</b>：CORD2R 2 0 0.0 -2.0 0.0 ...<br/>- 坐标系ID=2，类型为直角坐标系，原点(0,-2,0)，X轴方向(1.011234,-2,0)。</li></ul> <p>---</p> <p><b>### 4. 材料属性</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>MAT1</b>（线性各向同性材料）：<br/><i>nastran&lt;br&gt; MAT1 1 1. .8 .1 .05 .001 100. .01&lt;br&gt;</i><br/>- ID=1，弹性模量=1.0，泊松比=0.8，密度=0.1，阻尼系数=0.05，热膨胀系数=0.001。</li><li>- <b>MAT8</b>（复合材料正交各向异性）：<br/>- 包含面内刚度（E1, E2, v12）和剪切模量（G12等）。</li><li>- <b>MATT1</b>：材料温度依赖表，关联MAT1的系数。</li></ul> <p>---</p> <p><b>### 5. 节点定义（GRID）</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>GRID</b> 101 0 0.0 0.0 0.0<br/>- ID=101，坐标系ID=0（直角坐标系），坐标(0,0,0)。</li><li>- <b>示例（球坐标系）</b>：<br/><i>GRID 108 3 2.0 90.0 45.0</i><br/>- 在坐标系3（球坐标）中，r=2.0，θ=90°，φ=45°。</li></ul> <p>---</p> <p><b>### 6. 单元定义</b></p> <p><b>#### (1) 一维单元</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>CROD</b>（杆单元）：<br/><i>nastran&lt;br&gt; CROD 101 101 101 102&lt;br&gt;</i><br/>- 单元ID=101，属性ID=101，连接节点101和102。</li><li>- <b>PROD</b>（杆属性）：<br/>- 面积=1.0，惯性矩=2.0，扭转常数=0.1。</li></ul> |

| 文件名 | 模型解释   |
|-----|--|
|     | <p>#### (2) 二维单元</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>CQUAD4</b> (四边形壳单元) :</li> </ul> <pre>nastran&lt;br&gt; CQUAD4 401 401 401 402 403 404&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 单元ID=401, 属性ID=401, 节点401-404。</li> <li>- <b>PSHEAR</b> (剪切板属性) :</li> <li>- 厚度=1.0, 材料ID=1, 剪切因子=0.5。</li> </ul>   |
|     | <p>#### (3) 其他单元</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>CELAS1</b> (弹簧单元) : 定义节点间的线性弹簧。</li> <li>- <b>CVISC</b> (阻尼单元) : 模拟粘性阻尼行为。</li> </ul>   |
|     | ---  |
|     | <p>### 7. 载荷与约束</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SPC1</b> (单点约束) :</li> </ul> <pre>nastran&lt;br&gt; SPC1 1 123456 101&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 约束节点101的全部自由度 (1-6方向)。</li> <li>- <b>FORCE1</b> (集中力) :</li> </ul> <pre>nastran&lt;br&gt; FORCE1 1 102 1.0 101 102&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 在节点102沿101→102方向施加大小为1.0的力。</li> <li>- <b>GRAV</b> (重力载荷) :</li> <li>- 在坐标系3中, 加速度分量(1.0, 1.0, 1.0)。</li> </ul> |
|     | ---  |
|     | <p>### 8. 自适应分析 (P-Elements)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>ADAPT 150</b> : 自适应分析控制, 目标误差120。</li> <li>- <b>PVAL</b> : 定义P单元阶数 (如1阶多项式)。</li> </ul>   |
|     | ---  |
|     | <p>### 9. 参数控制</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>PARAM</b> : 全局参数设置, 例如:</li> <li>- <b>AUTOSPC, YES</b> : 自动处理过约束。</li> <li>- <b>LSTRN, 1</b> : 启用大应变分析。</li> </ul>  |
|     | ---  |
|     | <p>### 关键建模目的</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>验证单元类型</b> : 涵盖杆、梁、壳、弹簧等多种单元, 测试其力学行为。</li> <li>2. <b>多工况分析</b> : 静态载荷、温度载荷 (<b>TEMP(LOAD)</b>) 和变形载荷 (<b>DEFORM</b>)。</li> <li>3. <b>复杂材料模型</b> : 包括线性弹性、复合材料和温度相关材料。</li> <li>4. <b>输出定制</b> : 通过<b>SET</b>和<b>OUTPUT</b>控制结果输出范围。</li> </ol>   |
|     | 通过此模型可全面验证MSC Nastran的单元库、材料模型和求解器功能。  |
|     | <p><b>【第2段说明】</b></p> <p>以下是对MSC Nastran输入文件中关键部分的解释, 按元素类型分类说明其建模目的和参数含义:</p>   |
|     | ---  |
|     | <p>### 1. 节点定义 (GRID)</p> <pre>nastran&lt;br&gt;GRID 2607 3 1.0 90.0 45.0 3 123456&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>功能</b> : 定义节点空间位置。</li> <li>- <b>参数说明</b> :</li> <li>- <b>2607</b> : 节点ID</li> <li>- <b>3</b> : 坐标系类型 (3=球坐标系)</li> <li>- <b>1.0, 90.0, 45.0</b> : 坐标值 (半径、纬度、经度)</li> <li>- <b>3</b> : 输出坐标系</li> <li>- <b>123456</b> : 自由度约束 (1-6分别表示Tx,Ty,Tz,Rx,Ry,Rz, 0=约束)</li> </ul>  |
|     | ---  |

| 文件名 | 模型解释   |
|-----|--|
|     | <p>### 2. 质量单元</p> <p>##### CMASS2 (两点质量)</p> <pre>nastran&lt;br&gt;CMASS2 2601 1.0 2601 0 2602 0&lt;br&gt;</pre> <p>- 功能：定义两点间的集中质量。</p> <p>- 参数：</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 2601：单元ID</li><li>- 1.0：质量值</li><li>- 2601, 2602：连接的节点ID</li></ul> <p>##### CMASS3 (单点质量)</p> <pre>nastran&lt;br&gt;CMASS3 2701 2701 0 2702&lt;br&gt;PMASS 2701 1.0&lt;br&gt;</pre> <p>- 功能：通过属性卡 (PMASS) 定义单点质量。</p> <p>- PMASS参数：</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 2701：属性ID</li><li>- 1.0：质量值</li></ul> <p>--</p> |
|     | <p>### 3. 四边形壳单元 (CQUAD4)</p> <pre>nastran&lt;br&gt;CQUAD4 3301 3301 3301 3302 3303 3304 0.&lt;br&gt;PSHELL 3301 1 1.0 1 120.0 1 1.0 0.5&lt;br&gt;</pre> <p>- 功能：4节点壳单元，用于薄板/壳结构。</p> <p>- 关键参数：</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 3301：单元ID和属性ID</li><li>- 3301-3304：节点ID</li><li>- PSHELL：定义壳属性：</li><li>- 1.0：厚度</li><li>- 120.0：材料ID（指向MAT1）</li><li>- 0.5：剪切因子</li></ul> <p>--</p>  |
|     | <p>### 4. 材料属性 (MAT1)</p> <p>(示例中未直接出现，但通过PSHELL引用)</p> <pre>nastran&lt;br&gt;MAT1 120 1.0E7 0.3 0.1&lt;br&gt;</pre> <p>- 功能：定义各向同性材料。</p> <p>- 参数：</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 120：材料ID</li><li>- 1.0E7：弹性模量</li><li>- 0.3：泊松比</li><li>- 0.1：阻尼系数</li></ul> <p>--</p>   |
|     | <p>### 5. 梁单元 (CBAR)</p> <pre>nastran&lt;br&gt;CBAR 3401 3401 3401 3402 0.0 0.0 1.0&lt;br&gt;PBAR 3401 1 1.0 10.0 20.0 5.0 0.5&lt;br&gt;</pre> <p>- 功能：模拟梁/杆结构。</p> <p>- 参数：</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 3401：单元ID和属性ID</li><li>- 3401, 3402：端点节点</li><li>- PBAR：梁属性：</li><li>- 10.0, 20.0：惯性矩 (Iy, Iz)</li><li>- 5.0：扭转常数</li></ul> <p>--</p>   |
|     | <p>### 6. 四面体单元 (CTETRA)</p> <pre>nastran&lt;br&gt;CTETRA 3901 3901 3901 3902 3903 3904&lt;br&gt;PSOLID 3901 1&lt;br&gt;</pre> <p>- 功能：三维实体单元，适用于复杂几何。</p> <p>- 参数：</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 3901-3904：4个节点ID</li></ul>   |

| 文件名 | 模型解释  |
|-----|---|
|     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- PSOLID : 指向材料ID 1。</li> </ul> <p>---</p>   |
|     | <h3>### 7. 高阶单元 (CQUAD8)</h3> <pre>nastran&lt;br&gt;CQUAD8 6401 6401 6401 6402 6403 6404 6405 6406 6407 6408&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 功能 : 8节点四边形单元，提高弯曲分析精度。</li> <li>- 参数 : <ul style="list-style-type: none"> <li>- 前4个为角节点，后4个为中点节点。</li> </ul> </li> </ul> <p>---</p>  |
|     | <h3>### 8. 边界条件</h3> <h4>#### SPC/SPC1 (约束)</h4> <pre>nastran&lt;br&gt;SPC1 1 123456 3301 3304&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 功能 : 固定节点自由度。</li> <li>- 参数 : <ul style="list-style-type: none"> <li>- 123456 : 约束全部6个自由度</li> <li>- 3301, 3304 : 节点ID</li> </ul> </li> </ul>   |
|     | <h4>#### FORCE/DAREA (载荷)</h4> <pre>nastran&lt;br&gt;FORCE 1 3302 0 1.0 0.0 0.0 1.0&lt;br&gt;DAREA 12 3302 3 1.0&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 功能 : 定义节点力和载荷比例。</li> <li>- FORCE : 方向向量 (0.0, 0.0, 1.0) 表示Z向力。</li> <li>- DAREA : 动态载荷缩放因子。</li> </ul> <p>---</p>  |
|     | <h3>### 9. 复合材料 (PCOMP)</h3> <pre>nastran&lt;br&gt;PCOMP 3321 1. STRN 3 0.5 0. YES&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 功能 : 定义多层复合材料。</li> <li>- 参数 : <ul style="list-style-type: none"> <li>- STRN : 使用应变理论</li> <li>- 3 : 层数</li> <li>- 0.5 : 单层厚度</li> <li>- YES : 是否对称铺层</li> </ul> </li> </ul> <p>---</p>   |
|     | <h3>### 总结</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 节点 (GRID) : 定义几何位置和自由度。</li> <li>- 单元 : 根据结构类型选择 (如CQUAD4用于壳、CBAR用于梁)。</li> <li>- 材料/属性 : 通过MAT1/PSHELL/PBAR等定义行为。</li> <li>- 边界条件 : SPC约束节点，FORCE施加载荷。</li> <li>- 高阶单元 : 如CQUAD8用于提高精度。</li> </ul> <p>此模型涵盖质量、壳、梁、实体等多种单元类型，适用于复杂结构的静力学/动力学分析。</p> <p>【第3段说明】</p> <p>以下是对MSC Nastran输入文件(.dat)中关键部分的详细解释，按元素类型分类说明其建模目的和参数含义：</p> <p>---</p>  |
|     | <h3>### 1. 六面体单元 (CHEXA) - 元素号67</h3> <pre>nastran&lt;br&gt;CHEXA 6701 6701 6701 6702 6703 6704 6705 6706 +C6701&lt;br&gt;+C6701 6707 6708&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 作用 : 定义8节点六面体单元 (实体单元)，用于三维结构分析。</li> <li>- 参数 : <ul style="list-style-type: none"> <li>- 6701 : 单元ID和属性ID。</li> <li>- 6701-6708 : 连接的8个节点编号。</li> </ul> </li> </ul> <p><b>节点定义 (GRID) :</b></p> <pre>nastran&lt;br&gt;GRID 6701 0 0.0 0.0 0. 0 456&lt;br&gt;</pre> |

| 文件名   | 模型解释   |
|---|--|
| - 参数：   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 6701：节点编号。</li> <li>- 0.0, 0.0, 0.0：节点坐标(X,Y,Z)。</li> <li>- 456：边界条件代码（4:固定Z, 5:固定Y, 6:固定X）。</li> </ul>   |
| 属性 (PSOLID)：  | <pre>nastran&lt;br&gt;PSOLID 6701 2 0 2&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 6701：属性ID。</li> <li>- 2：材料ID（指向MAT1）。</li> <li>- 0：材料方向标识。</li> <li>- 2：积分方案（全积分）。</li> </ul> |
| ---   |  |
| ### 2. 五面体单元 (CPENTA) - 元素号68                                 |  |
| nastran<br>CPENTA 6801 6801 6801 6802 6803 6804 6805 6806<br> |  |
| - 作用：6节点五面体单元（楔形单元），用于过渡网格或复杂几何。                              |  |
| - 参数：前6个数字为底部三角形节点，后3个为顶部三角形节点。                               |  |
| ---   |  |
| ---   |  |
| ### 3. 梁单元 (CBEND) - 元素号69                                    |  |
| nastran<br>CBEND 6901 6901 6901 6902 .5 1.+6 1<br>            |  |
| - 作用：模拟弯曲梁结构。   |  |
| - 关键参数：   |  |
| - .5：弯曲半径。  |  |
| - 1.+6：弯曲刚度。  |  |
| - 1：梁截面类型。  |  |
| ---   |  |
| ---   |  |
| ### 4. 三角形壳单元 (CTRIAR) - 元素号70                                |  |
| nastran<br>CTRIAR 7051 7051 7051 7052 7053 0.0<br>            |  |
| - 作用：3节点三角形壳单元，适用于薄壁结构。                                       |  |
| - 属性 (PSHELL)：  |  |
| nastran<br> PSHELL 7051 1 .1 1 10.+2 1 1.0<br>                |  |
| - .1：壳厚度。   |  |
| - 1：材料ID。   |  |
| - 10.+2：弯曲刚度系数。   |  |
| ---   |  |
| ---   |  |
| ### 5. 四边形壳单元 (CQUADR) - 元素号99                                |  |
| nastran<br>CQUADR 9901 9901 9901 9902 9903 9904 0.<br>        |  |
| - 作用：4节点四边形壳单元，比三角形单元精度更高。                                    |  |
| - 边界条件 (SPC1)：  |  |
| nastran<br> SPC1 1 125 9902 9903<br>                          |  |
| - 125：约束自由度（1:X, 2:Y, 5:Z旋转）。                                 |  |
| ---   |  |
| ---   |  |
| ### 6. 多点约束 (RBE2/RBE3) - 元素号103/106                          |  |
| nastran<br>RBE2 10301 10301 123456 10302<br>                  |  |
| - 作用：刚性连接主节点（10301）和从节点（10302），所有自由度耦合。                       |  |
| - RBE3：柔性连接，可定义权重系数。  |  |
| ---   |  |
| ---   |  |
| ### 7. 材料定义 (MAT1)  |  |
| 虽未显式出现，但通过属性引用（如PSOLID 6701 2）：                               |  |

| 文件名 | 模型解释  |
|-----|---|
|     | <p>- <b>MAT1</b>通常包含：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 弹性模量 (E) 、泊松比 (NU) 、密度 (RHO) 。</li> </ul> <p>---</p>   |
|     | <p>#### 8. 载荷与约束</p> <p>- <b>力载荷 (FORCE)</b>：</p> <pre>nastran&lt;br&gt; FORCE 1 6705 0 .25 0. 0. -1.&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>.25</b>：力大小。</li> <li>- <b>-1.</b>：方向向量 (Z负向)。</li> </ul> <p>- <b>压力载荷 (PLOAD4)</b>：</p> <pre>nastran&lt;br&gt; PLOAD4 1 6701 -125. 6701 6703&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>-125.</b>：压力值 (负号表示方向)。</li> <li>- <b>6701,6703</b>：作用面节点。</li> </ul> <p>---</p>  |
|     | <p>#### 9. 高级单元 (有限变形)</p> <p>如<b>HEXAED</b> (元素140) 和<b>QUADFD</b> (元素164)：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>特点</b>：支持大变形非线性分析。</li> <li>- <b>材料 (MATHP)</b>：</li> </ul> <pre>nastran&lt;br&gt; MATHP 14001 1.5e6 .423e6 4.1140e6&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 超弹性材料参数 (如Mooney-Rivlin系数)。</li> </ul> <p>---</p>  |
|     | <p>#### 总结</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>节点 (GRID)</b>：定义几何位置和边界条件。</li> <li>- <b>单元</b>：根据类型 (如CHEXA·CTRIAR) 划分网格。</li> <li>- <b>属性</b>：关联材料 (MAT1) 和几何参数 (如厚度、截面)。</li> <li>- <b>载荷/约束</b>：施加力和位移边界条件。</li> <li>- <b>特殊单元</b>：如RBE2用于刚性连接，MATHP用于非线性材料。</li> </ul> <p>通过组合这些元素，可构建复杂结构的静力学、动力学或非线性分析模型。</p> <p>【第 4 段说明】</p> <p>以下是对MSC Nastran输入文件关键部分的分类解析，按建模目的和参数进行说明：</p> <p>---</p>   |
|     | <p>#### 1. 节点定义 (GRID)</p> <pre>nastran&lt;br&gt;GRID 16506 0 1.0 0.0 1.0 0 456&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>功能</b>：定义节点空间坐标。</li> <li>- <b>参数说明</b>：</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>16506</b>：节点ID。</li> <li>- <b>0</b>：坐标系ID (0表示全局直角坐标系)。</li> <li>- <b>1.0, 0.0, 1.0</b>：X/Y/Z坐标值。</li> <li>- <b>456</b>：节点自由度 (4/5/6分别表示X/Y/Z旋转，组合表示约束)。</li> </ul> <p>---</p>  |
|     | <p>#### 2. 单元定义</p> <p>#### (1) 四边形壳单元 (CQUAD4)</p> <pre>nastran&lt;br&gt;CQUAD4 17301 17301 17301 17302 17303 17304 0.&lt;br&gt;</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>功能</b>：4节点四边形壳单元，用于薄板或曲面结构。</li> <li>- <b>参数说明</b>：</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>17301</b>：单元ID和属性ID。</li> <li>- <b>17301...17304</b>：连接的4个节点ID。</li> <li>- <b>0.</b>：偏移量 (默认0表示中面)。</li> </ul> <p>#### (2) 四面体单元 (CTETRA)</p> <pre>nastran&lt;br&gt;CTETRA 16600 16601 16601 16602 16606 16603 16609 16614 +C16601&lt;br&gt;</pre> |

| 文件名 | 模型解释   |
|-----|--|
|     | <p>- <b>功能</b>：10节点二次四面体单元，用于复杂三维体。</p> <p>- <b>参数说明</b>：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>16600</b>：单元ID。</li> <li>- <b>16601</b>：属性ID。</li> <li>- 后续参数为10个节点ID（4角点+6边中点）。</li> </ul>  |
|     | <p>#### (3) 梁单元 (CBEAM/CBAR)</p> <pre>nastran&lt;br&gt;CBEAM 17000 17000 17001 17002 0. 0. 1.&lt;br&gt;</pre> <p>- <b>功能</b>：梁单元，用于模拟杆件或梁结构。</p> <p>- <b>参数说明</b>：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>17000</b>：单元ID和属性ID。</li> <li>- <b>17001, 17002</b>：两端节点ID。</li> <li>- <b>0. 0. 1.</b>：方向向量（Z轴方向）。</li> </ul>   |
|     | <p>---</p>   |
|     | <h3>## 3. 材料与属性</h3> <p>#### (1) 材料定义 (MATHP)</p> <pre>nastran&lt;br&gt;MATHP 16601 1.5e6 .423e6 4.1140e6&lt;br&gt;</pre> <p>- <b>功能</b>：定义超弹性材料（如橡胶）。</p> <p>- <b>参数说明</b>：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>16601</b>：材料ID。</li> <li>- <b>1.5e6</b>：弹性模量。</li> <li>- <b>.423e6</b>：泊松比。</li> <li>- <b>4.1140e6</b>：其他材料常数（如Mooney-Rivlin参数）。</li> </ul> |
|     | <p>#### (2) 属性定义 (PSHELL/PBEAM)</p> <pre>nastran&lt;br&gt;PSHELL 17301 1 1.0 1 120.0 1 1.0 0.5&lt;br&gt;</pre> <p>- <b>功能</b>：壳单元属性。</p> <p>- <b>参数说明</b>：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>17301</b>：属性ID。</li> <li>- <b>1.0</b>：厚度。</li> <li>- <b>120.0</b>：材料ID。</li> <li>- <b>0.5</b>：剪切修正因子。</li> </ul>  |
|     | <pre>nastran&lt;br&gt;PBEAML 17000 1 box&lt;br&gt; 25.495 25.495 1.0215 1.0215&lt;br&gt;</pre> <p>- <b>功能</b>：梁截面属性（箱形截面）。</p> <p>- <b>参数说明</b>：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>box</b>：截面类型。</li> <li>- <b>25.495</b>：截面宽度/高度。</li> <li>- <b>1.0215</b>：壁厚。</li> </ul>   |
|     | <p>---</p>   |
|     | <h3>## 4. 边界条件与载荷</h3> <p>#### (1) 约束 (SPC1)</p> <pre>nastran&lt;br&gt;SPC1 1 1 16501 16504 16505&lt;br&gt;</pre> <p>- <b>功能</b>：约束节点自由度。</p> <p>- <b>参数说明</b>：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>1</b>：约束集ID。</li> <li>- <b>1</b>：自由度代码（1=X平移，2=Y平移，3=Z平移，组合如23=Y+Z）。</li> <li>- <b>16501...</b>：被约束的节点ID。</li> </ul>                                     |
|     | <p>#### (2) 集中力 (FORCE/FORCE1)</p> <pre>nastran&lt;br&gt;FORCE1 1 16702 250.0 16701 16702&lt;br&gt;</pre> <p>- <b>功能</b>：在节点上施加集中力。</p> <p>- <b>参数说明</b>：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>250.0</b>：力大小。</li> <li>- <b>16701, 16702</b>：力的方向由两节点连线确定。</li> </ul>   |
|     | <p>#### (3) 分布载荷 (PLOAD4)</p>  |

| 文件名 | 模型解释  |
|-----|---|
|     | <pre>nastran&lt;br&gt;PLOAD4 1 16600 -15000. 16602 16601&lt;br&gt;</pre>                                |
|     | <p>- <b>功能</b>：在单元上施加压力载荷。</p>  |
|     | <p>- <b>参数说明</b>：</p>   |
|     | <p>- <b>-15000.</b>：压力值（负号表示方向）。</p>  |
|     | <p>- <b>16602, 16601</b>：确定载荷方向的节点。</p>   |
|     | <pre>--&gt;</pre>   |
|     | <p>#### 5. 特殊单元与接触</p>  |
|     | <p>#### (1) 1D弹簧-阻尼单元 (CBUSH1D)</p>   |
|     | <pre>nastran&lt;br&gt;CBUSH1D 17801 17801 17801 17802&lt;br&gt;PBUSH1D 17801 10. .1 20.&lt;br&gt;</pre> |
|     | <p>- <b>功能</b>：模拟弹簧/阻尼行为。</p>   |
|     | <p>- <b>参数说明</b>：</p>   |
|     | <p>- <b>10., .1, 20.</b>：刚度/阻尼系数。</p>   |
|     | <p>#### (2) 连接单元 (RSSCON)</p>   |
|     | <pre>nastran&lt;br&gt;RSSCON 17501 ELEM 17503 17502&lt;br&gt;</pre>                                     |
|     | <p>- <b>功能</b>：定义壳-体连接（如壳单元与实体单元的绑定）。</p>   |
|     | <pre>--&gt;</pre>   |

### ### 关键建模目的

1. **多物理场覆盖**：包含壳、体、梁、弹簧等多种单元，适用于复杂结构分析。
2. **非线性材料**：**MATHP**支持超弹性材料的大变形分析。
3. **高阶单元**：二次单元（如10节点四面体）提升计算精度。
4. **复合载荷**：结合力、压力、约束，模拟真实工况。

通过合理组合上述元素，该模型可分析结构的静力学响应、非线性变形及连接行为。