

## UMAT

\*\*\*\*\* inp \*\*\*\*\*

**\*MATERIAL, NAME=** <用户自定义材料的名称>

**\*USER MATERIAL, CONSTANTS=** 8<需输入的变量个数>,    (**UNSYMN**)

30.E6, 0.3, 30.E3, 0., 40.E3, 0.1, 50.E3, 0.5 <依次给出需输入的变量的值>

**\*DEPVAR**

13 <定义求解过程中的状态变量(SDV<sub>s</sub>)需要的存储空间, 即状态变量个数, =NSTATV>

**\*INITIAL CONDITIONS, TYPE=SOLUTION**

<依次给出状态变量的值, 也可不写>

**\*USER SUBROUTINES,**    (**INPUT=**<UMAT 的 Fortran 程序名>)

\*\*\*\*\* Fortran 程序 \*\*\*\*\*

```
SUBROUTINE UMAT (STRESS, STATEV, DDSDE, SSE, SPD, SCD,  
 1 RPL, DDSDDT, DRPLDE, DRPLDT,  
 2 STRAN, DSTRAN, TIME, DTIME, TEMP, DTEMP, PREDEF, DPRED, CMNAME,  
 3 NDI, NSHR, NTENS, NSTATV, PROPS, NPROPS, COORDS, DROT, PNEWDT,  
 4 CELENT, DFGRD0, DFGRD1, NOEL, NPT, LAYER, KSPT, KSTEP, KINC)  
  
C  
  INCLUDE 'ABA_PARAM.INC'  
  
C  
  CHARACTER*80 CMNAME  
  DIMENSION STRESS (NTENS), STATEV (NSTATV),  
 1 DDSDE (NTENS, NTENS), DDSDDT (NTENS), DRPLDE (NTENS),  
 2 STRAN (NTENS), DSTRAN (NTENS), TIME (2), PREDEF (1), DPRED (1),  
 3 PROPS (NPROPS), COORDS (3), DROT (3, 3), DFGRD0 (3, 3), DFGRD1 (3, 3)  
  
  user coding to define DDSDE, STRESS, STATEV, SSE, SPD, SCD  
  and, if necessary, RPL, DDSDDT, DRPLDE, DRPLDT, PNEWDT  
  
  RETURN  
  END
```

变量分类

|              |  |
|--------------|--|
| UMAT 中可以得到的量 | 增量步开始时刻的，应力 (Stress)，应变 (Strain)，状态变量 (Solution-dependent state variables (SDVs))      |
|              | 增量步开始时刻的，应变增量 (Strain increment)，转角增量 (Rotation increment)，变形梯度 (Deformation gradient) |
|              | 时间总值及增量 (Total and incremental values of time)，温度 (Temperature)，用户定义场变量                |
|              | 材料常数，材料点的位置，特征单元长度   |
| 必须定义的变量      | 当前分析步，增量步  |
|              | 应力，状态变量，材料 Jacobian 矩阵 (本构关系)  |
| 可以定义的变量      | 应变能，塑性耗能，蠕变耗能  |
|              | 新建议的时间增量   |

UMAT 中可以直接调用 (Call ……) 的子程序或子函数

|  |  |
|--|--|
| SINV (STRESS, SINV1, SINV2, NDI, NSHR) | ——用于计算应力不变量。其中：SINV1=第一应力不变量；SINV2=第二应力不变量。  |
| SPRINC (S, PS, LSTR, NDI, NSHR)        | ——用于计算主应力或应变值。其中：S=应力或应变张量；PS (I)，I=1, 2, 3，主应力或应变值；<br>LSTR=标识，1 表示 S 为应力张量，2 表示 S 为应变张量。 |
| SPRIND (S, PS, AN, LSTR, NDI, NSHR)    | ——用于计算主应力或应变的方向。其中：AN (K1, I)，I=1, 2, 3, 表示 PS (K1) 的法向的方向余弦。                              |
| ROTSIG (S, R, SPRIME, LSTR, NDI, NSHR) | ——用于复原已旋转的张量。其中：R=转角矩阵；SPRIME=已旋转的应力或应变张量。   |
| XIT                                    | ——用于停止分析，并关闭所有与分析相关的文件。  |

Variables Define

|                       |  |                      |
|-----------------------|--|----------------------|
| STRESS (NTENS)        | 该增量步开始之前的应力向量，在增量步结束之后，必须进行更新。如果指定了初始应力，则该向量在分析开始将保持初始应力。真实 Cauchy 应力。   |                      |
| STATEV (NSTATV)       | 求解过程中的状态变量的存贮向量。在该增量步开始时，用来传递状态变量，除非进行了更新（采用 USDEFL 或 UEXPAN）。在增量步结束时，STATEV 更新为结束时刻的状态变量值。STATEV 的维数 (NSTATV) 由 *DEPVAR 决定。 | 需要定义的变量，在所有分析情况下均适用。 |
| DDSDDE (NTENS, NTENS) | Jacobian 矩阵，即本构关系矩阵。 $\partial \sigma / \partial \epsilon$ 。除非声明采用非对称方程求解，否则均为对称矩阵 DDSDDE(i, j)。                             |                      |
| S SE、SPD、SCD          | 弹性应变能、塑性耗能、徐（蠕）变耗能。在该增量步结束时进行更新，并在下一增量步开始时进行传递。这些能量参数对于求解结果不起作用，除非结果采用能量形式输出。  |                      |
| RPL                   | 该增量步结束时，由于材料的力学作工而产生的体积发热量。  |                      |
| DDSDDT (NTENS)        | 与温度想对应的应力增量的变化量  | 只用于完全耦合的温度一应力分析      |
| DRPLDE (NTENS)        | 与应变增量相对应的体积发热量 (RPL) 的变化量  |                      |
| DRPLDT (NTENS)        | 与温度相对应的体积发热量 (RPL) 的变化量  |                      |

|                 |   |
|-----------------|---|
| STRAIN (NTENS)  | 该增量步开始之前的总应变向量。如果考虑了热膨胀效应，那么 STRAIN 仅为力学应变（即已经在总应变中减去了热膨胀得到的温度应变）。这些应变 在输出结果中以“弹性”应变给出。 |
| DSTRAIN (NTENS) | 应变增量向量。如果考虑了热膨胀应变，则仅表示力学应变增量。   |
| TIME (1)        | 当前分析步开始时刻的，时间步的值。   |
| TIME (2)        | 当前分析步开始时刻的，总时间的值。   |
| DTIME           | 该增量步的时间增量   |
| TEMP            | 当前增量步开始时刻的温度  |
| DTEMP           | 该增量步的温度增量   |
| PREDEF          | 在当前增量步开始时刻的，预定义的场变量（基于读入的节点值）的内插值向量。  |
| DPRED           | 预定义的场变量的增量向量  |
| CMNAME          | 用户定义的材料名。由于 ABAQUS 内部的一些给定材料是以“ABQ_”作为材料名，因此应尽量不采用“ABQ_”作为 CMNAME 的名称。                  |
| NDI             | 该点的直接应力分量的个数  |
| NSHR            | 该点的工程剪应力分量的个数   |
| NTENS           | 应力或应变向量的维数，等于 NDI+NSHR。   |
| NSTATV          | 求解过程中的状态变量的个数，与材料类型匹配。  |
| PROPS (NPROPS)  | 用户定义的材料常数   |
| NPROPS          | 用户定义的材料常数的个数  |

信息传递变量

UMAT

|               |  |         |
|---------------|--|---------|
| COORDS        | 该点的坐标向量。如果在当前分析步中没有考虑几何非线性，COORDS 就等于当前坐标系下的向量。否则，COORDS 为最开始的坐标向量   |         |
| DROT (3, 3)   | 转角增量矩阵。代表了刚体的基本坐标系中的转角增量（该基本坐标系就是应力、应变向量存储时的坐标系）。用于用户定义子程序中的向量或矢量状态变量的转角处理，而应力及应变向量在 UMAT 调用之前已经进行了转角处理。在小位移分析中，该矩阵是一个单位矩阵；在大位移分析中，如果该材料点的基本坐标系随着材料坐标系转动（如壳单元或采用了局部转角坐标时），该矩阵亦是一个单位矩阵。   | 信息传递变量  |
| PNEWDT        | 建议的新时间增量与原时间增量（DTIME）之间的比值大小。该变量允许用户在 ABAQUS/Standard 中输入自动时间增量的计算法则（如果设置了自动时间增量）。对于 ABAQUS/Standard 的准静态分析中的自动时间增量（基于标准蠕变率积分技术），不允许在 UMAT 中控制。<br>在每一次调用 UMAT 前，PNEWDT 被设置为一个足够大的值。<br>如果没有选择自动时间增量方法，大于 1.0 的 PNEWDT 值将被忽略，而起作用的仅是当小于 1.0 的 PNEWDT 值时。 | 能够更新的变量 |
| CELENT        | 特征单元长度。  |         |
| DFGRD0 (3, 3) | 该增量步开始时刻的变形梯度向量。   |         |
| DFGRD1 (3, 3) | 该增量步结束时刻的变形梯度向量。如果在分析步中未考虑几何非线性，则该向量为零。  | 信息传递变量  |
| NOEL          | 单元的个数  |         |

## UMAT

|       |                           |        |
|-------|---------------------------|--------|
| NPT   | 积分点的个数                    | 信息传递变量 |
| LAYER | 层的个数（用于复合材料的壳单元，及层结构固体单元） |        |
| KSPT  | 当前层的截面点的个数                |        |
| KSTEP | 分析步的个数                    |        |
| KINC  | 增量步的个数                    |        |