

# 湖南大学



课 程 名 称	有限元方法及应用
案 例 题 目	基于 C3D8 六面体单元的 热轧槽钢静力学有限元分析
学 生 姓 名	刘齐耀
学 生 学 号	S230200242
专 业 班 级	研 2304 班
学 院 名 称	机械与运载工程学院

2024 年 02 月 22 日

## 摘要

本文以工作记录的方式，描述了 CATIA 三维建模，Abaqus 输出计算模型、六面体单元有限元分析程序验证的工作流程，并将其应用于热轧槽钢静力学有限元分析的工程实践，以达到帮助理解有限元分析基本流程和有限单元法基本思路，和熟悉使用 Matlab、Abaqus、CATIA 等应用软件的目的。

### 一、背景介绍：工作流程和应用对象

针对热轧槽钢，本案例首先采用 CATIA 绘制三维模型并输出 stp 文件，然后在 Abaqus 中生成计算模型输出 inp 数据文件，最终解析 inp 文件获取网格信息导入有限元分析程序进行验证。

热轧槽钢根据 GB/T 706-2016，型号确定为 5；安装方式选择悬臂。

### 二、工作一：三维模型绘制

根据 GB/T 706-2016，型 5 尺寸如表 1 所示，长度为 500mm。

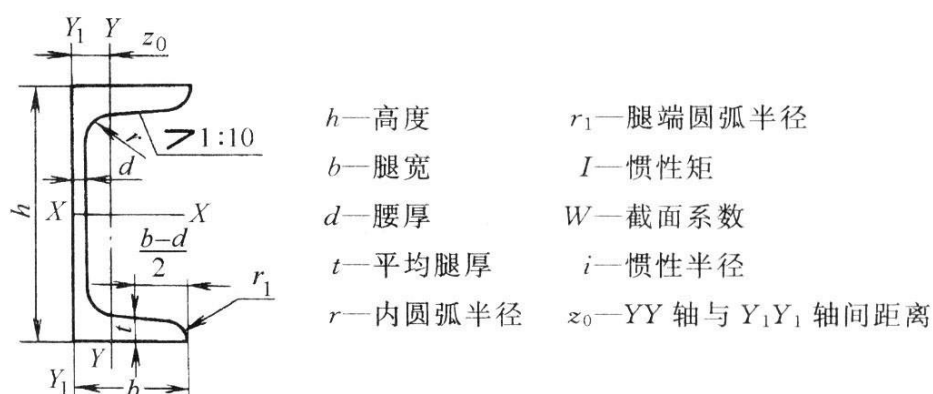


图 1

表 1

$h$	$b$	$d$	$t$	$r$	$r_1$
50mm	37mm	4.5mm	7.0mm	7.0mm	3.5mm

参考《CATIA\_V5R20 快速入门教程（修订版）》和 [07 空间 L 形体建模 哔哩哔哩 bilibili](#)，绘制模型如下：

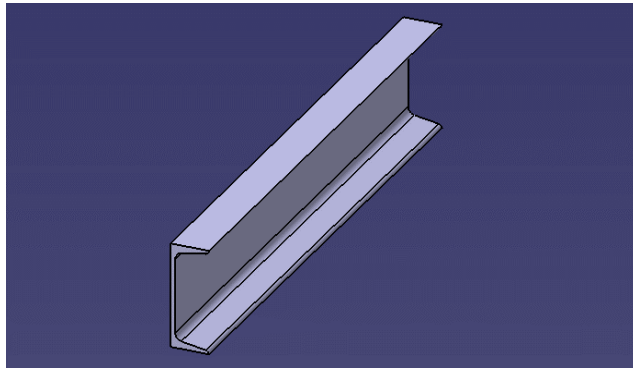


图 2

### 三、工作二：生成计算模型，输出数据文件

将绘制的模型导入 Abaqus 中，参考[【ABAQUS】4 分钟搞定静力学有限元分析 哔哩哔哩 bilibili](#)，生成计算模型。

属性模块：杨氏模量设置为  $2e5\text{Mpa}$ ，泊松比为 0.3。

载荷模块：根据热轧槽钢安装方式，创建载荷和边界条件如图 3 所示。



图 3

网格模块：近似全局尺寸设置为 5，单元形状为一阶六面体，技术为扫掠。划分结果如图 4 所示。

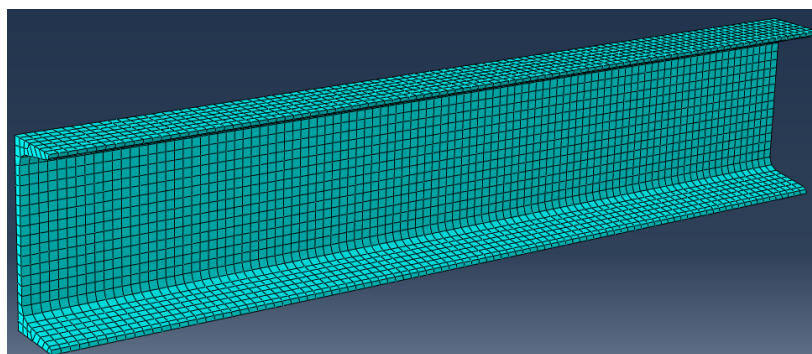


图 4

最终在作业模块得到 inp 文件，格式如图 5 所示，并得到 Abaqus 仿真结果。

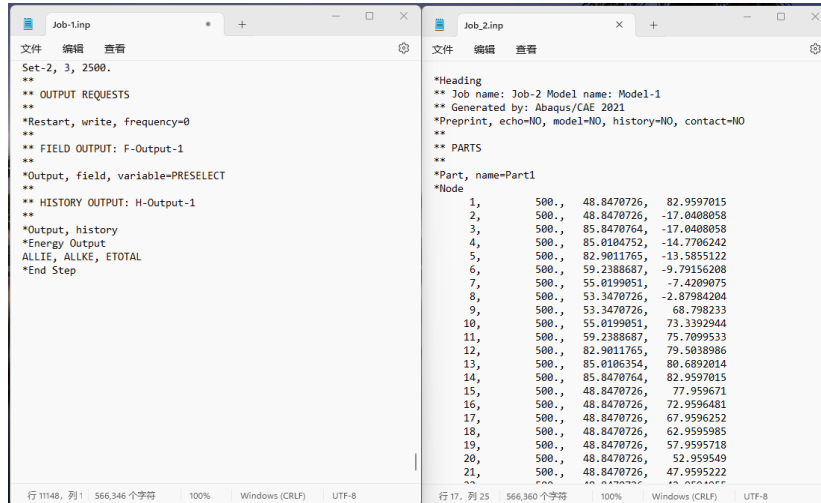


图 5

#### 四、工作三：构建有限元分析求解器，验证比较

参考 [8.2 一阶六面体\(C3D8\)的线弹性有限元编程 哔哩哔哩 bilibili](#) 和 [有限元编程书籍强烈推荐!!! 哔哩哔哩 bilibili](#)，构建 C3D8 单元有限元分析求解器；参考 [ABAQUS 的 inp 文件解读 - 知乎 \(zhihu.com\)](#)，根据 inp 文件结构，手动获取边界节点集和集中力载荷节点集；调整程序初始变量，运行程序获得求解结果。

##### Demo2：槽钢立放

程序结果：

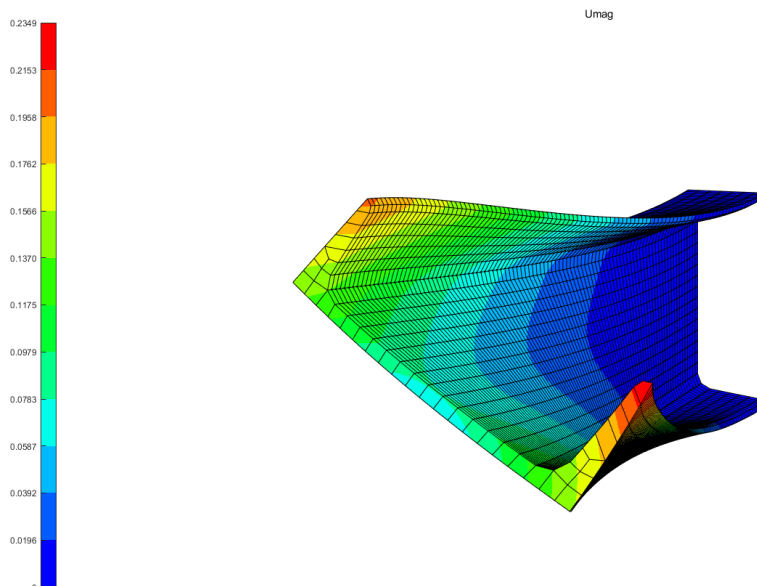


图 6 立放-Umag (matlab)

Abaqus 结果：

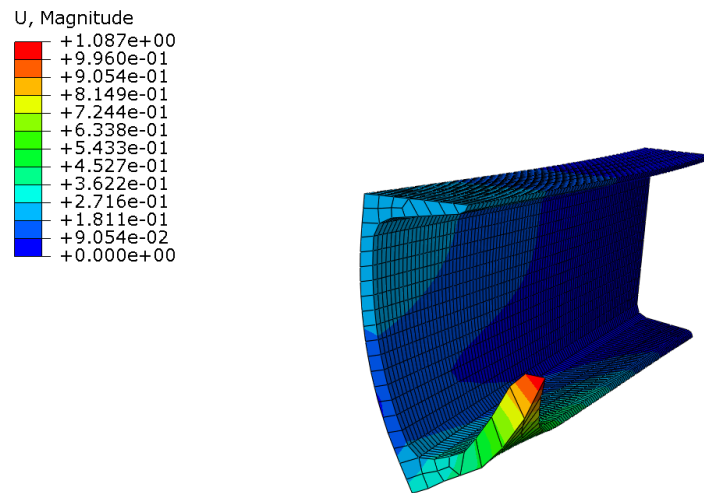


图 7 立放-Umag (Abaqus)

分析：显然存在巨大差别，原因有待探究。

### Demo3：槽钢卧放

程序结果：

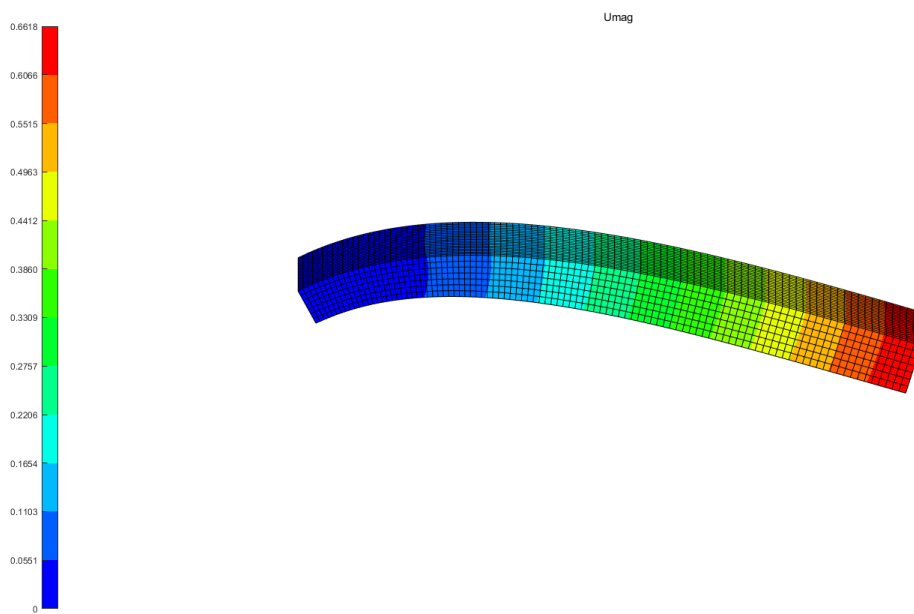


图 8 卧放-Umag (matlab)

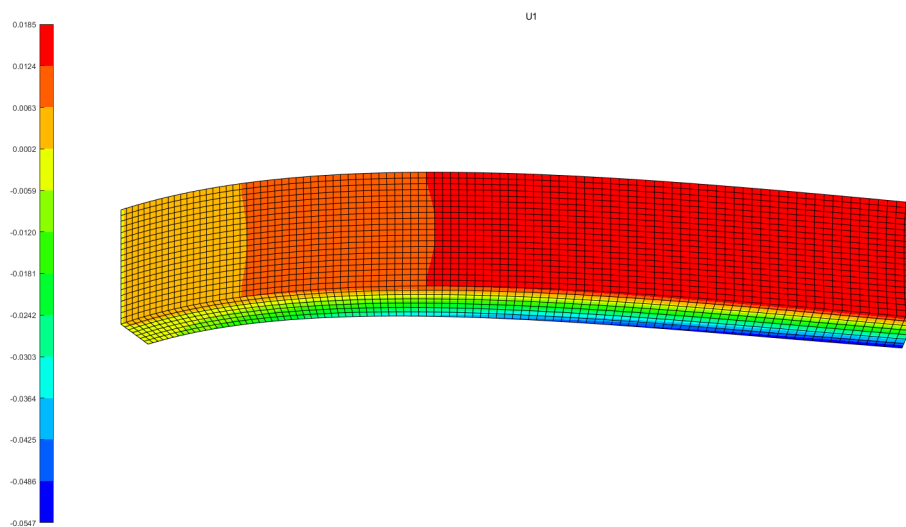


图 9 趴放-U1 (matlab)

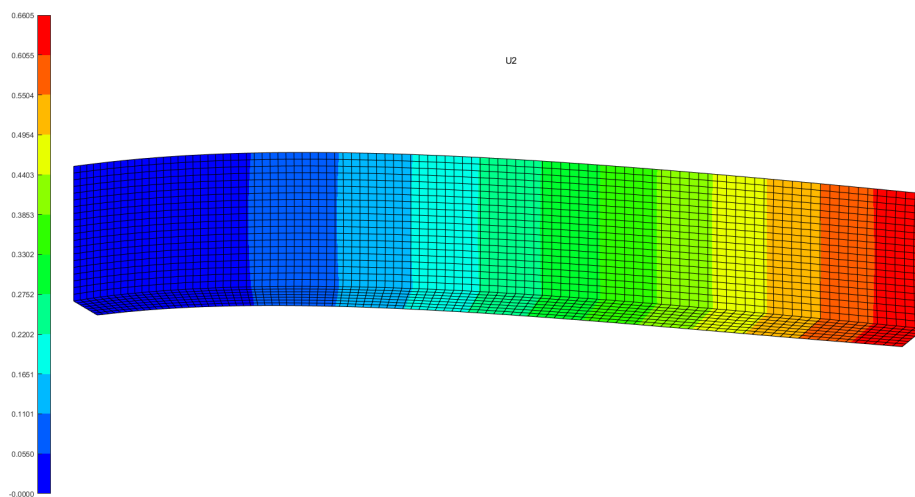


图 10 趴放-U2 (matlab)

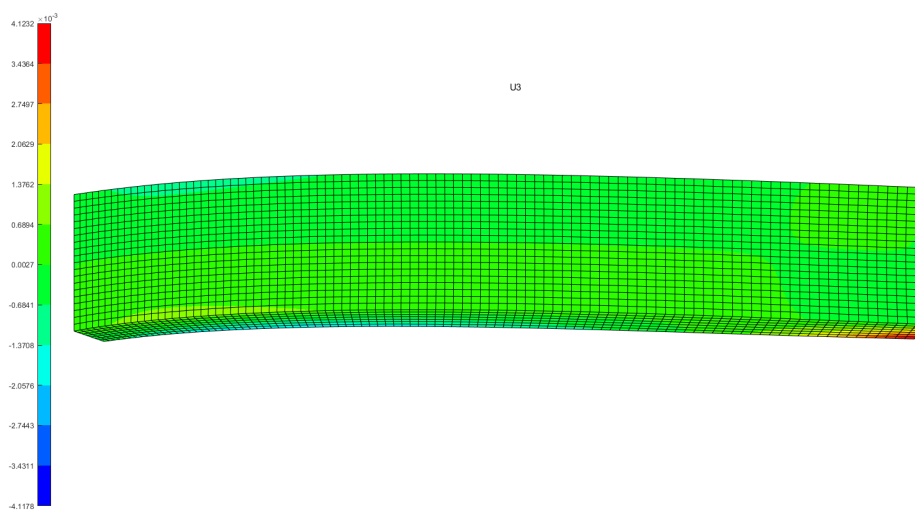


图 11 趴放-U3 (matlab)

Abaqus 结果:

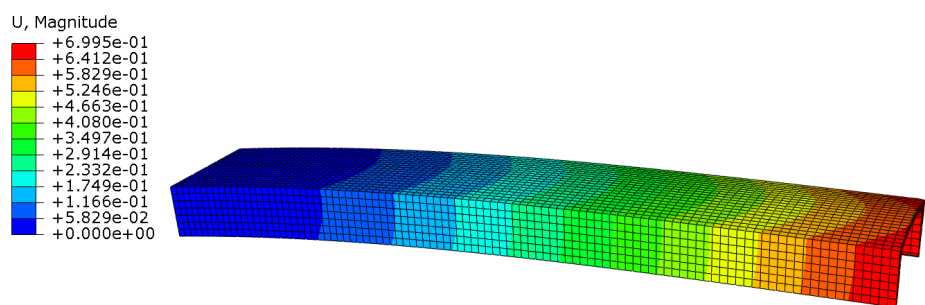


图 12 趴放-Umag (Abaqus)

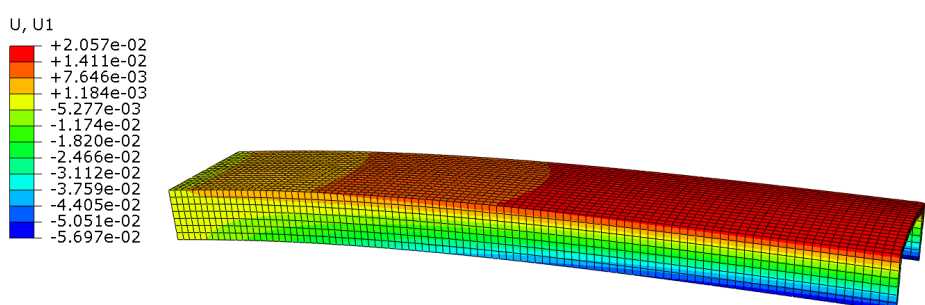


图 13 趴放-U1 (Abaqus)

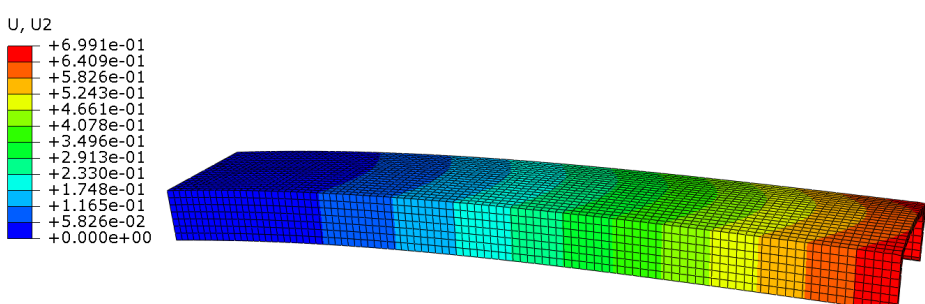


图 14 趴放-U2 (Abaqus)

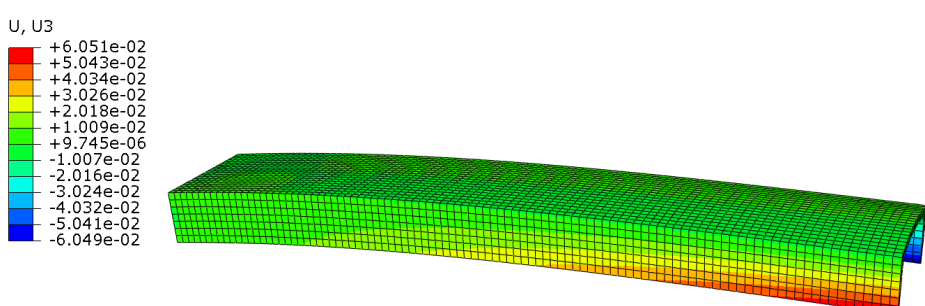


图 15 趴放-U3 (Abaqus)

分析：云图结果显示区别很大，但是合位移误差为 5.3%，相对较小。出现的原因可能是可视化程序存在问题，接下来从 U1、U2、U3 上进行比较来验证想法。

表 2

	Matlab		Abaqus		位移误差	
U1	0.0185	-0.0547	0.0257	-0.0569	25.0%	3.87%
U2	0.6605	-0.0000	0.6691	-0.0000	1.28%	0.00%
U3	4.123e-3	-4.117e-3	6.051e-2	-6.049e-2	31.8%	31.9%

发现位移误差仍然很大，但从云图色块变化可看出程序结果基本与 Abaqus 变形趋势一致，计算方向基本正确。与 [8.2 一阶六面体\(C3D8\)的线弹性有限元编程 哔哩哔哩 bilibili](#) 作者所选择的算例结果进行比较，可以发现，针对类似于热轧槽钢扁长形状的对象，该程序效果一般。

### 算例

#### 模型信息

线弹性材料：弹性模量 $E=210000\text{MPa}$   
泊松比 $\nu=0.3$   
边界条件：模型左端全约束  
右端下侧节点受到向下的拉力100N

采用ABAQUS划分网格，施加外力及边界条件

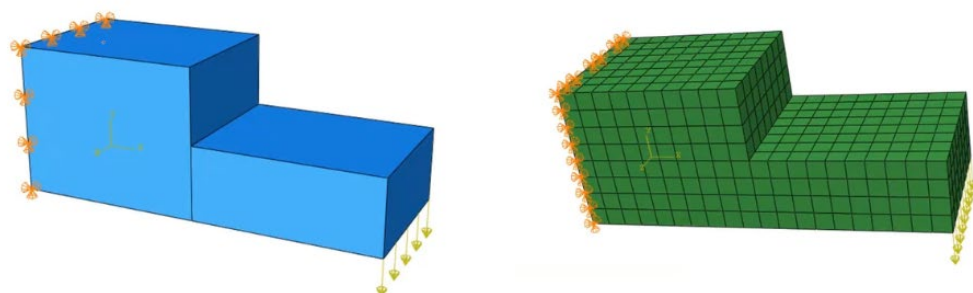


图 16 原作者算例

## 五、工作总结

本次实践重点围绕 [8.2 一阶六面体\(C3D8\)的线弹性有限元编程 哔哩哔哩 bilibili](#) 的成果，依据原作者的思路，重新设计了算例对象对程序进行学习和验证。

一方面，在完成大作业的同时，自主学习了一些有限元相关知识，从其他角度学习了有限元方法与编程，熟悉了有限元程序流程，在 matlab 可视化方面有了新的认识；另一方面，了解了 Abaqus 软件的基本操作，可以实现简单网格模型的仿真。