

一、选题背景

- 随着近年来内燃机功率的不断提高，其结构设计就要求具有承受更高的机械负荷和热负荷的能力。活塞销孔作为承受活塞销挤压和变形的部位，承受着活塞中最大的机械应力。而优化活塞销孔应力分布，改变活塞销孔结构的异型销孔能够有效减小应力集中，提高承载能力和可靠性，防止活塞销孔产生开裂和磨损等问题。
-

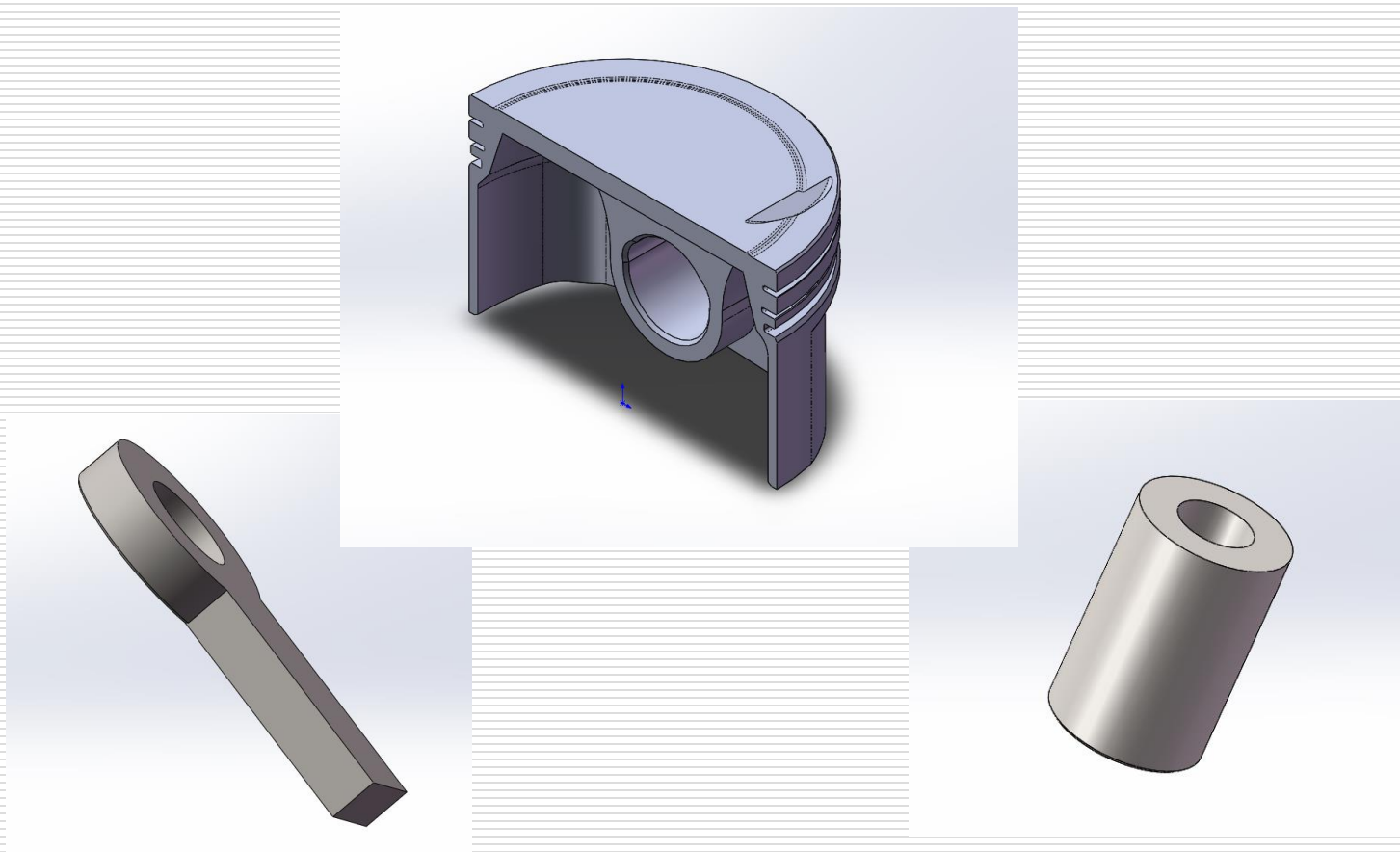
二、研究目标

- 对活塞销孔结构进行优化设计，对优化后的结构继续进行有限元分析，表明异型销孔结构具有缓解活塞销孔应力集中的作用。
-

三、研究内容

- 三维建模
 - 建立了活塞以及对应活塞销、连杆的**1/2**三维模型，建模时采取了未加型线的模型，为之后优化的销孔结构计算结果提供对比。
-

三、研究内容



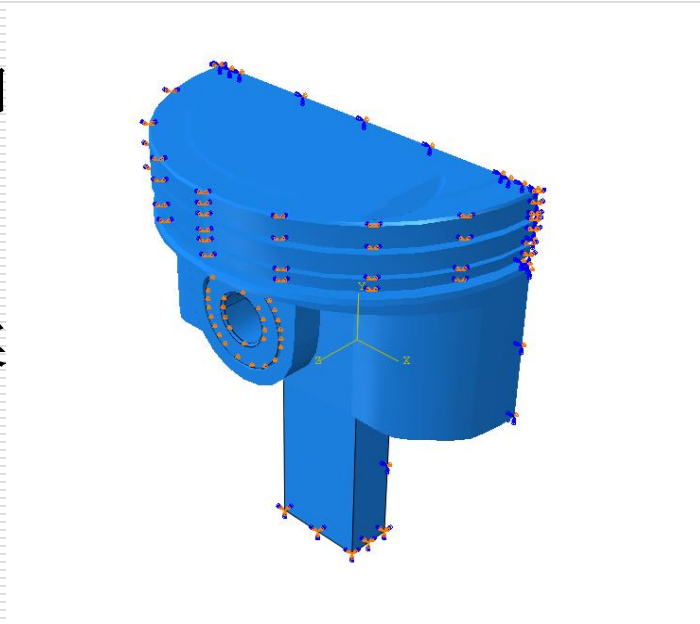
三、研究内容

□ 热边界条件

□	活塞区域	环境温度 (°C)	换热系数 (W/m ² ·K)
□	活塞顶部	900	900
□	火力岸	500	700
□	第一环槽上沿	480	1200
□	第一环槽内沿	480	1800
□	第一环槽下沿	480	1500
□	第一环岸	280	700
□	第二环槽上沿	280	1200
□	第二环槽内沿	280	1800
□	第二环槽下沿	280	1500
□	第二环岸	80	700
□	第三环槽上沿	80	1200
□	第三环槽内沿	80	1800
□	第三环槽下沿	80	1500
□	第三环岸	80	700
□	活塞内腔	80	3000
□	活塞裙部	80	1000

三、研究内容

- 机械边界条件
- 在所有组件的对称面必须施加对称约束，
- 在连杆的底端施加全约束
- 活塞的裙部施加约束使得活塞只能上下移动而不能转动
- 活塞销施加轴向约束



三、研究内容

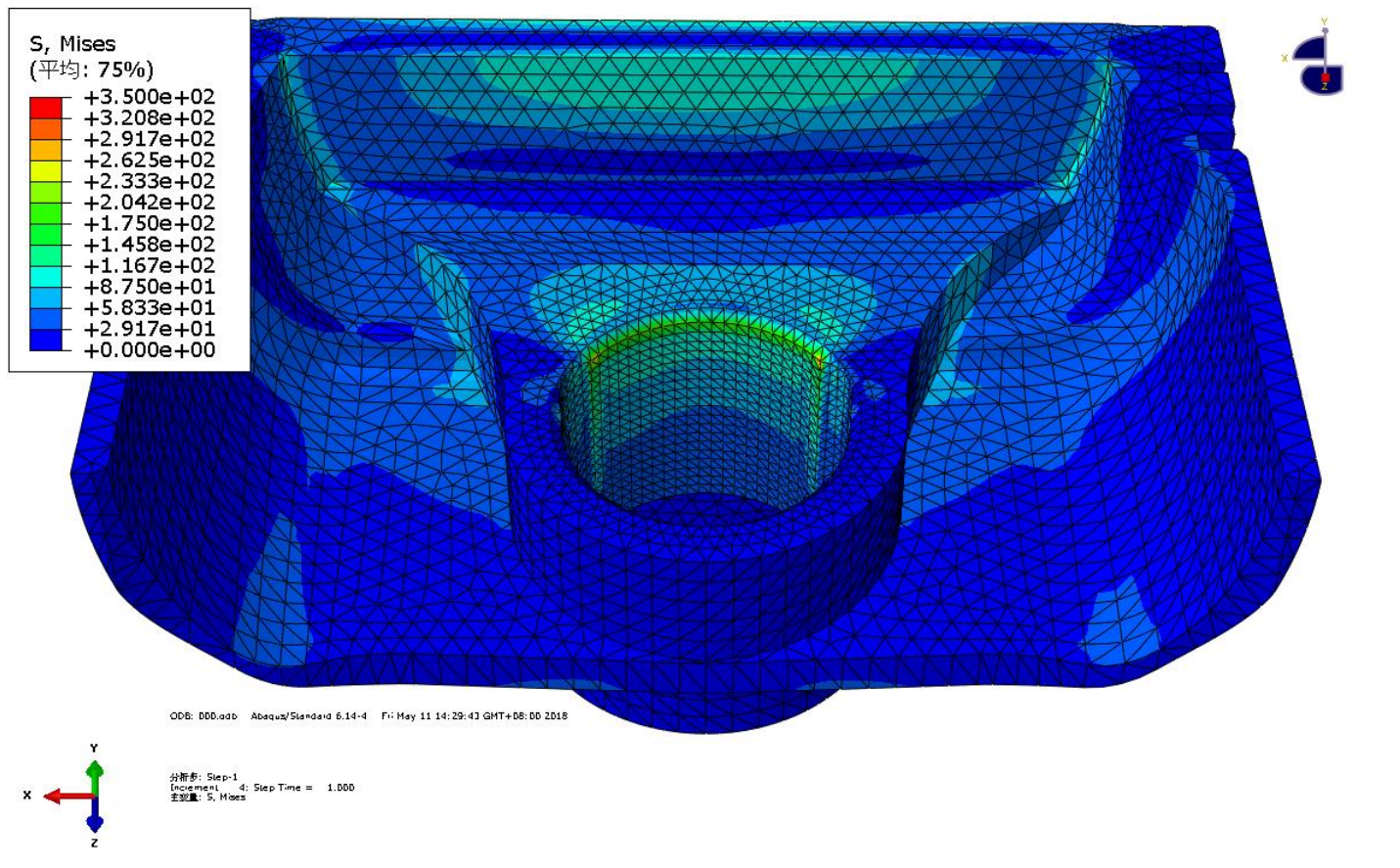
- 机械边界条件
 - 最高燃烧压力 **10MPa**，活塞火力岸气体压力按照活塞顶部气体压力的**90%**来施加，活塞第一环槽区域按照活塞顶部气体压力的**86%**来施加，活塞第二环槽区域按照活塞顶部气体压力的**86%**来施加
 - 往复惯性力 **3888N**
 - 活塞销与销孔 连杆与活塞销静摩擦系数 **0.15**
-

三、研究内容

- 划分网格
- 活塞网格划分共84746个单元，129326个节点
- 活塞销网格划分共11551个单元，18072个节点
- 连杆网格划分共2580个单元，3479个节点

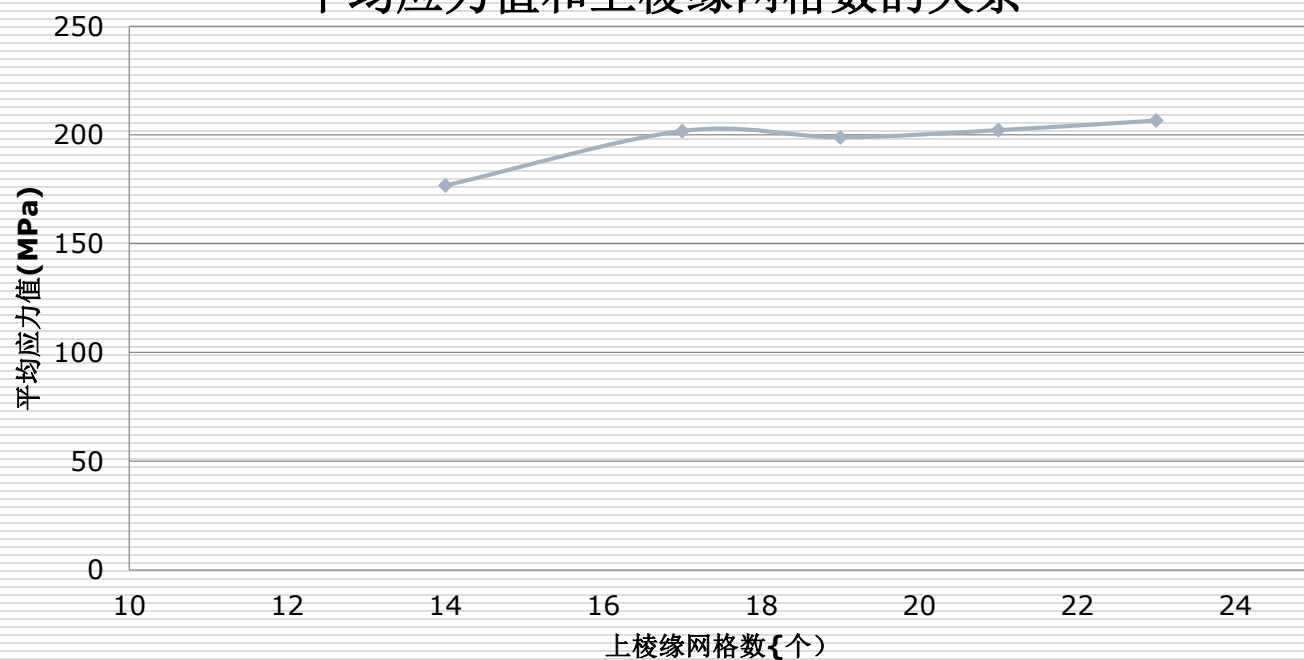


三、研究内容



三、研究内容

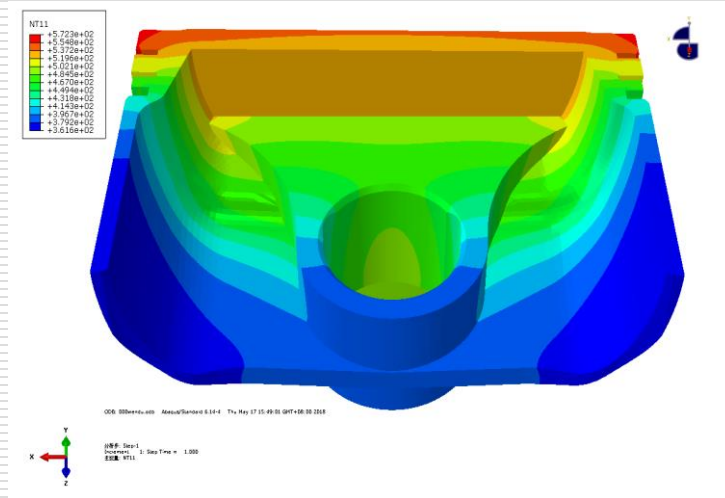
平均应力值和上棱缘网格数的关系



三、研究内容

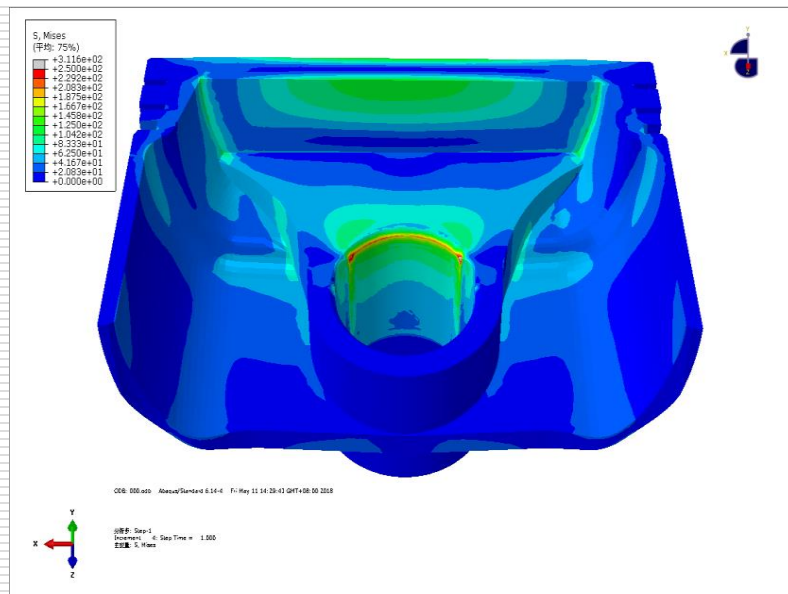
- 未加型线的在活塞温度场计算结果，其最高温度为 297.2°C ，出现在活塞顶部，最低温度为 89.1°C ，出现在活塞裙部，而在活塞销孔座处，活塞的温度和温度梯度都不大，在销孔座表面温度较高的上表面。温度在 200°C 到 220°C 之间。

○



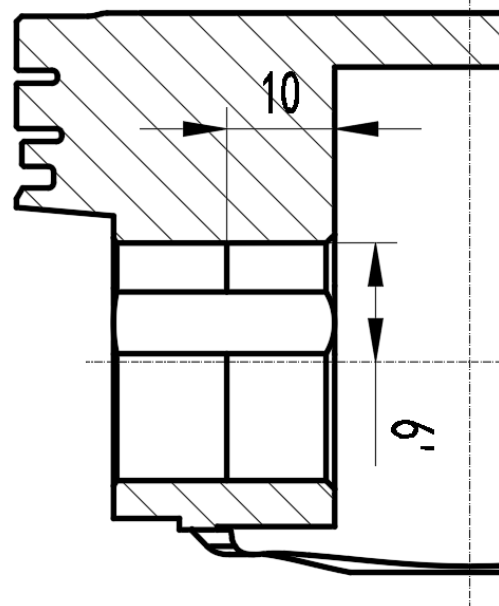
三、研究内容

- 在除去活塞销孔座内侧上边缘和活塞顶部之外的区域机械应力均不超过100MPa，活塞销孔内侧下边缘的应力均小于20MPa，取活塞销孔内侧上缘中间的十一个节点取平均值，计算得平均应力202.22MPa。



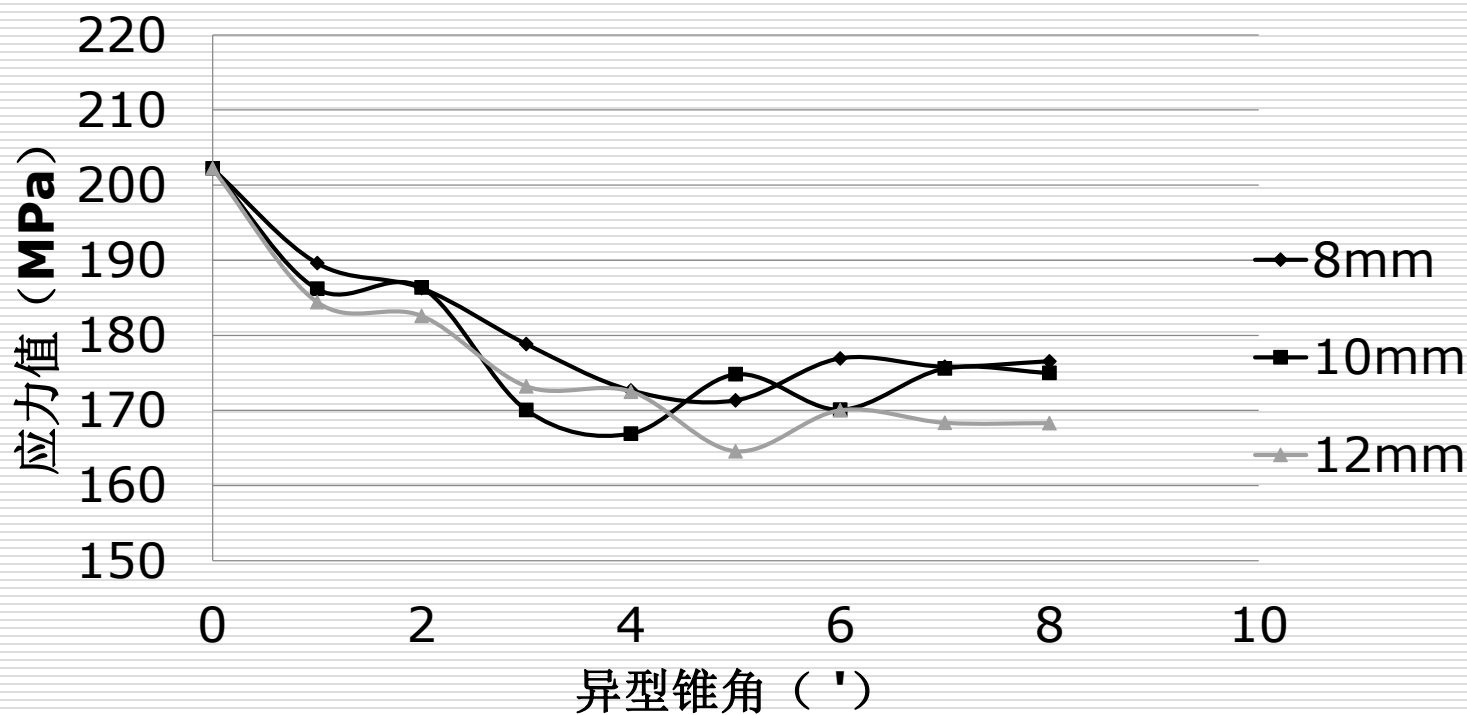
三、研究内容

- 圆锥型异型销孔结构
- 型线长8mm-12mm
- 锥角1' -8'



三、研究内容

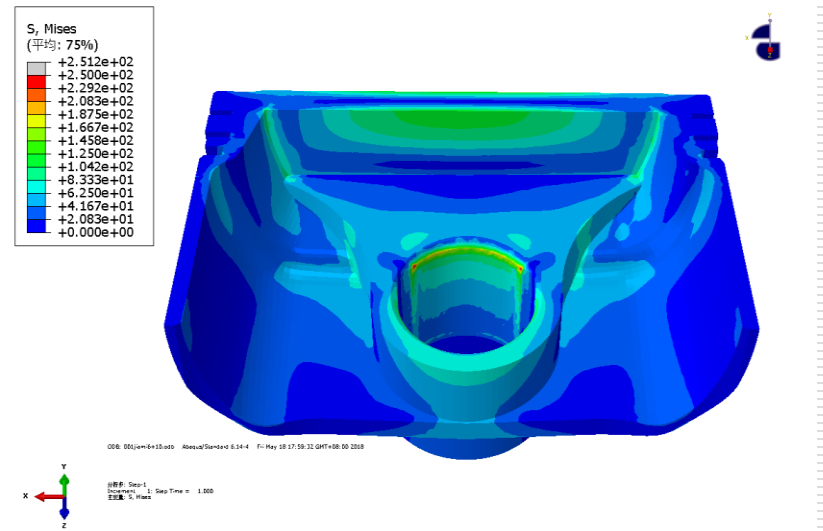
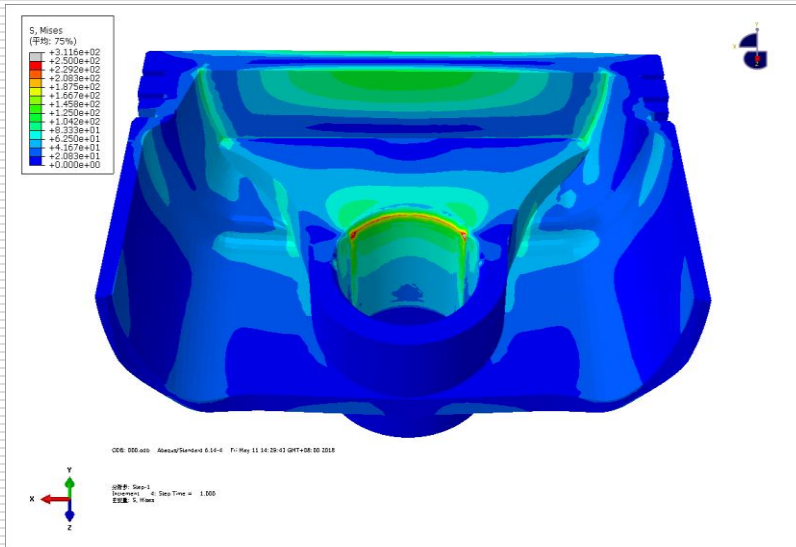
活塞销孔棱缘应力与锥角的关系



三、研究内容

- 对于10mm时的应力值计算结果，随着活塞销孔异型锥角的增加，活塞销孔棱缘应力整体呈现一个下降的趋势。与未加型线的销孔相比，有异型销孔结构的活塞销孔棱缘应力值有了明显的降低。在异型销孔锥角为1'时应力下降了约8%，下降速率比较大。在销孔锥角为1'至4'时销孔内侧边缘的应力下降比较明显，当异型锥角在4'以上时，应力值维持在一个相对稳定的水平，因此可以认为当销孔异型锥角在4'以上时对减小应力集中也较好的效果。8mm和12mm两种型线长度的不同异型锥角变化趋势与型线长度为10mm时相似。
-

三、研究内容



四、总结和展望

- 针对本文研究的活塞，通过分析活塞的机械应力云图，得出活塞销孔座在没有异型型线的情况下销孔座内侧上边缘应力最大，可达**202.22MPa**。采用圆锥型销孔异型结构可使得活塞销座座上边缘应力降低到**170MPa**左右，比不采用异型销孔结构时的应力降低了约**15%**左右。
-

四、总结和展望

- 1、没有充分考虑型线长度的影响，取值时只选取了三个水平，后续应选取更多的值进行分析。
 - 2、没有对活塞销和活塞销孔座之间的间隙和润滑情况进行分析。
 - 3、需要对活塞销孔的实际工作状况进行试验，通过试验数据完善计算结果。
-