

# 四轴转向架牵引销静强度计算约束方式讨论

姚远, 张红军

(西南交通大学 牵引动力国家重点实验室, 四川 成都 610031)

摘要: 讨论三种不同的约束方式, 利用 ANSYS 对牵引销进行静强度计算。分析计算结果, 得出较为合理的约束方式, 对类似牵引销结构强度计算工程应用具有借鉴意义。

关键词: 牵引销; 约束; 强度; ANSYS

中图分类号: TP391.75

文献标识码: A

文章编号: 1006-0316(2007)10-0007-02

## Study on constraint manner for traction pin static strength calculation of four-axle bogie

YAO Yuan, ZHANG Hong-jun

(Traction Power State Key Laboratory, Southwest JiaoTong University, Chengdu 610031, China)

**Abstract:** To discuss three different ways of constrain, firstly. Taking advantage of ANSYS to calculate the static strength of traction pin. Concluding with the most reasonable way of constraint, which would be helpful to the application to the project of calculation of similar structure.

**Key words:** traction pin; constraint; strength; ANSYS

四轴转向架采用 B0+B0 形式, 与普通 B0 转向架相比, 多一个中间构架, 因此其牵引装置复杂。一位转向架端梁与车体牵引座之间采用单杆斜牵引方式, 二位转向架利用双杆和双杆牵引套筒构成四连杆机构传递牵引力<sup>[1]</sup>。为了满足牵引装置不约束纵向以外其它方向的运动, 在牵引杆端部设计成牵引套筒与牵引销传递牵引力。机车运行时, 牵引销承受很大牵引和冲击载荷, 因此, 需要对牵引销进行强度校核。而类似牵引销具有中间定位凸台和螺栓连接的结构在机车车辆牵引结构中应用得非常广泛, 其中定位凸台起到定位和承载以减小螺栓剪应力作用。牵引销通过螺栓固定在构架上, 使得在有限元强度计算时约束方式复杂。若要真实模拟其约束方式, 就要建立接触单元, 而接触具有强非线性使得计算时间长甚至不收敛, 在工程应用中受到限制。本文在有限元软件 ANSYS 分析时比较三种不同的约束方式, 其中有建立接触单元模拟真实约束情况。通过不同的约束方式比较, 得出较为合理的约束方式, 对有限元软件工程应用有指导作用。

## 1 牵引销结构

图 1 为牵引销结构尺寸图。图中左边直径为 150 mm 的圆柱面与牵引套筒配合传递牵引力, 右边宽度 330 mm 方板在四个角处通过四个螺栓固定在构架上。 $\phi 115$  mm 圆柱面为定位凸台。为了减小应力集中, 在圆柱面与方块配合面之间设有半径为 30 mm 的倒圆角。

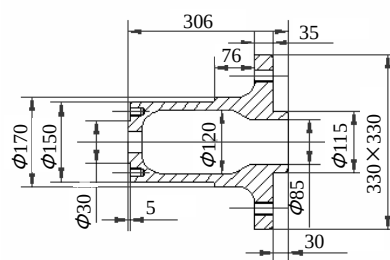


图 1 牵引销结构尺寸图

## 2 牵引销有限元计算模型

### 2.1 有限元模型

由于牵引销受力非对称, 故对其整体离散。采

收稿日期: 2007-03-14

基金项目: 长江学者和创新团队发展计划资助 (IRT0452)

作者简介: 姚远 (1983-), 安徽安庆人, 硕士研究生, 研究方向为机车车辆设计及理论。

用六面体八节点三维实体单元, 共 9074 个单元, 如图 2 所示。为模拟真实约束情况, 在方板上表面建厚度为 25 mm 方板, 并安有筋板。在牵引销上表面与 25 mm 厚方板建立接触单元, 目标单元 TAGER170 共 1129 个、接触单元 CONTA174 共 736 个。25 mm 方板和筋板采用六面体八节点三维实体单元, 共 5952 个单元。图 3 为实际接触模型。材料常数: 密度  $7.81 \times 10^{-6} \text{ kg} \cdot \text{mm}^{-3}$ , 弹性模量为  $2.06 \times 10^6 \text{ MPa}$ , 泊松比为 0.3。

## 2.2 加载与约束

牵引销外表面加载分布力模拟接触传递牵引力。传递冲击载荷 470 kN。

约束分三种情况讨论:

- (1) 方板上表面施加牵引销轴向约束, 圆形定位台外表面施加径向和周向约束;
- (2) 四个连接螺栓端面施加轴向约束, 圆形定位台外表面施加径向和周向约束;
- (3) 为了模拟实际约束情况, 在实际接触模型中, 筋板上表面全约束, 四角螺栓端面固定 (或加载轴向力)。圆形定位台外表面施加径向和周向约束。如图 3 所示。

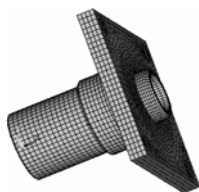


图 2 牵引销有限元模型

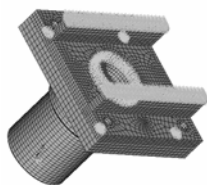


图 3 实际接触模型

## 3 结果分析与讨论

分别计算三种约束方式下牵引销的静强度, 其它加载条件不变。比较它们的 von\_mises 应力分布和最大应力值。如图 4、图 5、图 6 所示, 约束一最大应力 212 MPa, 最大应力出现在外圆柱面半径增大断面上, 圆柱面与方板结合倒圆角面上有两点出现应力较大。方板上应力值为零。约束二最大应力出现在圆柱面与方板结合倒圆角面上, 有四个点出现应力较大值, 其最大应力值为 293 MPa。约束三应力同样出现在圆柱面与方板结合倒圆角面上, 有两点出现应力最大值, 在牵引销受圆柱受压力面与方板接合倒圆角面上, 其它大值为 313 MPa。

比较三种约束方式计算 von\_mises 应力结果。第三种考虑构架, 建立接触单元, 模拟了实际的约束方式, 计算结果也与实际相符, 但计算时间长。约束一和约束二分别采用简化了的约束方式, 没有接触非线性因素, 计算速度大大提高, 但是两种不同的约束方式计算结果相差很大。约束二无论 von\_mises 应力云图分布还是最大应力值接近, 应力最大处亦即容易发生破坏位置相同。所以工程应用时, 采用第二种约束方式计算较为合理。

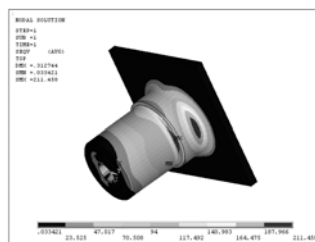


图 4 约束一 von\_mises 应力云图

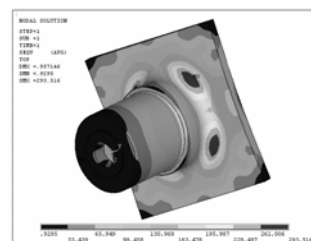


图 5 约束二 von\_mises 应力云图

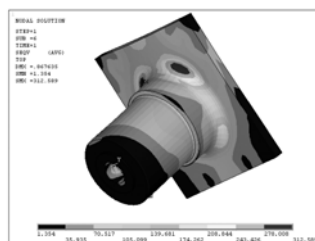


图 6 约束三 von\_mises 应力云图

## 4 结论

建立三种约束模型, 前两种采用简化约束方法, 第三种通过建立接触对模拟实际约束。通过三种约束方式的比较, 第一种约束方式即对方板整个表面施加轴向约束同第三种约束方式相比较, 结果相差较大; 而第二种约束方式即在螺栓端面加轴向约束, 最大 von\_mises 应力值和最大应力值位置都与第三种约束方式结果接近, 与实际值相差不大。因而类似牵引销具有中间定位凸台承载和螺栓连接结构可以利用第二种约束方式估算零件强度较为合理。