

发动机连杆有限元分析

李淑英

(沈阳职业技术学院电气工程系 沈阳 110045)

摘要:本文利用CATIA软件建立了连杆的三维模型,采用MODEL格式作为CATIA和ANSYS软件信息传递标准,将模型再导入ANSYS软件进行有限元分析,通过分析得到了连杆在最大爆发压力作用下的位移和应力情况。

关键词:有限元法 连杆 ANSYS

中图分类号:TK412

文献标识码:A

文章编号:1672-3791(2008)12(c)-0042-01

连杆的功用是将活塞承受的力传递给曲轴,并将活塞的往复运动转变为曲轴的旋转运动。在发动机工作时连杆作复杂的平面运动。连杆组主要受压缩、拉伸和弯曲等交变负荷。因此,对发动机连杆的有限元分析就变得尤为重要。

1 连杆有限元模型的建立

1.1 连杆三维模型的建立

连杆的三维建模采用了汽车行业广为

使用的CATIA软件,连杆的CAD模型如图1。

1.2 有限元模型的建立

连杆的材料采用45Cr,网格划分采用智能网格划分,选用8节点Solid45单元,划分精度为8级。连杆材料特性如表1所示。

2 连杆的静力分析

2.1 连杆有限元分析的理论基础^[1]

当连杆加载和约束时,利用力平衡条件和边界条件将各个单元按原来的结构重新连接起来,形成整体的有限元方程:

$$[K]\{q\}=\{f\}$$

式中 $[K]$ —整体结构的刚度矩阵;

$\{q\}$ —节点位移列阵;

$\{f\}$ —载荷列阵。

解该有限元方程就可以得到最后分析时所需要的各单元应力及变形值。

2.2 边界条件的处理施加

在ANSYS中,载荷包括所有边界条件

以及外部或内部作用效应。对于不同的分析类型,所施加的载荷有所不同,本文采用了在连杆上直接施加均布载荷的方法,施加力为 $7.86E-6Pa$,如图2为施加载荷和约束示意图。

2.3 计算结果

经过计算连杆的应力分布云图如图3所示,连杆位移分布云图如图4所示。

3 结语

(1)最大位移出现在连杆小头圆孔处,值为 $0.20822E-02mm$,然后逐渐向内递减,到连杆大头圆孔处为最小位移。

(2)最大应力出现在干与小头圆孔接触处,值为 $5.866 \times 10^6 Pa$,是整个连杆最危险的部位,应采取相应的表面处理手段进行强化。

参考文献

- [1] 赵经文,王宏钰.结构有限元分析[M].北京:科学出版社,2001.
- [2] 陈家瑞.汽车构造[M].北京:机械工业出版社,2005.
- [3] 孙连科,唐斌,薛冬新,宋希庚.6110柴油机连杆的三维有限元分析[J].车用发动机,2007(2).
- [4] 胡云萍,毛华永.6160柴油机连杆三维有限元分析[J].山东大学学报,2006(2).

表1 材料特性

材料	45Cr
弹性模量	206GPa
泊松比	0.3
密度	7800g/mm ³

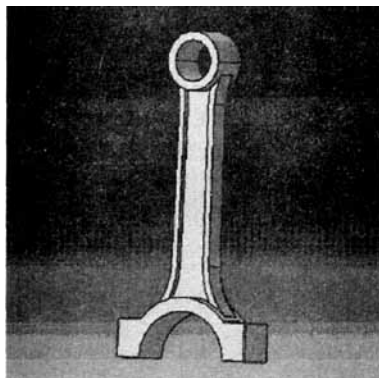


图1 连杆三维模型

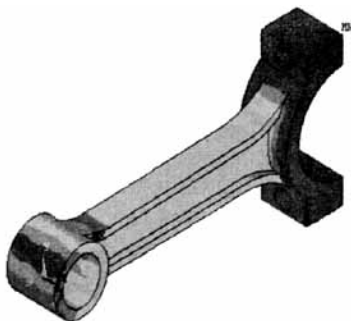


图3 连杆应力云图



图2 连杆加载和约束示意图

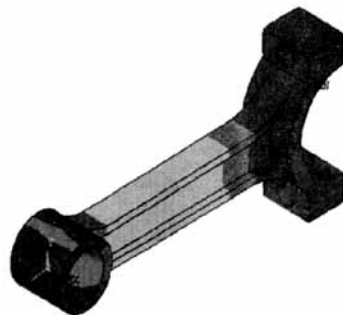


图4 第6缸爆发连杆位移云图

作者: [李淑英](#)
作者单位: [沈阳职业技术学院电气工程系, 沈阳, 110045](#)
刊名: [科技资讯](#)
英文刊名: [SCIENCE & TECHNOLOGY INFORMATION](#)
年, 卷(期): 2008, "" (36)
被引用次数: 0次

参考文献(4条)

1. [赵经文, 王宏钰](#) [结构有限元分析](#) 2001
2. [陈家瑞](#) [汽车构造](#) 2005
3. [孙连科, 唐斌, 薛冬新, 宋希庚](#) [6110柴油机连杆的三维有限元分析](#)[期刊论文]-[车用发动机](#) 2007 (02)
4. [胡云萍, 毛华永](#) [6160柴油机连杆三维有限元分析](#)[期刊论文]-[山东大学学报](#) 2006 (02)

相似文献(10条)

1. 会议论文 [吕彩琴, 张翼, 苏铁熊, 狄建兵, 张自明](#) [小头油孔对连杆疲劳寿命影响的研究](#) 2001
分析了柴油机连杆小头油孔数对连杆疲劳强度的影响. 方法: 采用有限元法对两种连杆方案(单/双油孔)各主要考查部位的应力和连杆大头、小头内孔纵、横向变形进行对比研究, 并根据Von Mises应力屈服条件对其进行疲劳强度校核, 结果: 双油孔连杆方案在变形和应力方面都有较好的改善. 结论: 连杆两种方案差别不是很大, 双油孔连杆方案优于单油孔连杆方案.
2. 学位论文 [汪景峰](#) [基于有限元法的曲轴与连杆强度刚度研究](#) 2004
本文较全面系统地进行了曲轴、连杆和轴承系统各自不同机械行为之间耦合作用的基础研究工作. 针对直轴-轴承系统, 计算了不同轴承油膜压力分布时的轴应力; 分别采用六种载荷边界条件和三种位移边界条件对曲轴应力和变形进行了有限元分析; 基于单拐曲轴、梁单元整体曲轴和体单元整体曲轴模型, 分别计算了N485柴油机的曲轴变形和主轴轴承负荷; 采用两种计算模型和两种载荷边界条件对N485柴油机曲轴强度进行了有限元分析; 提出了连杆轴承孔表面变形计算的快速方法-变形(柔度)矩阵法, 应用该方法计算了N485柴油机连杆轴承孔表面变形. 计算分析结果表明, 直轴-轴承系统中轴承油膜压力分布形态对轴强度影响显著; 载荷和位移动边界条件的处理对曲轴强度刚度的有限元分析结果有很大影响; 曲轴变形和主轴轴承负荷计算应该采用更接近实际的整体曲轴模型, 梁单元整体曲轴模型可以进行简便、快速且较精确的计算预测; 曲轴轴承的润滑分析应该考虑曲轴受载变形导致轴颈在轴承孔中倾斜的影响; 虽然N485柴油机曲轴的工作应力范围在安全极限内, 但该曲轴设计在结构尺寸和材料选择等方面仍存在进一步优化的潜力; 变形(柔度)矩阵法计算连杆轴承孔表面变形快速、有效; 连杆轴承孔表面有较大的径向变形, 连杆轴承润滑分析应该考虑其影响.
3. 期刊论文 [吕彩琴, 苏铁熊, 狄建兵, 张自明](#) [连杆小头油孔对连杆疲劳寿命影响的研究](#) -[内燃机学报](#)2002, 20 (4)
采用有限元方法对两种不同方案的连杆小头油孔(单油孔方案和双油孔方案)进行了分析. 通过对其主要考查部位的应力、连杆大头、小头油孔的纵、横向变形进行对比研究, 并根据疲劳累积损伤原理对连杆各方案进行疲劳强度校核, 发现双油孔连杆方案在变形和应力方面都有较好的改善. 此外, 还对双油孔连杆方案的两油孔夹角采用不同的角度(50°和60°)做了有限元分析对比, 结果表明两油孔夹角为60°时, 油孔的位置恰好能避开连杆小头的高应力区, 建议若条件允许, 连杆小头最好采用双油孔方案, 且油孔夹角取60°左右为宜.
4. 学位论文 [江敏](#) [B3E汽油机连杆的有限元分析](#) 2003
当前, 有限元技术在发动机零部件设计中发挥着越来越重要的作用, 它不仅缩短了设计周期, 而且也大大提高了设计精度. 该文旨在应用有限元技术对B3E汽油机连杆进行静力分析, 以研究连杆在不同情况下的应力、应变状态及其危险部位, 为连杆的改进和设计提供可靠的依据. 该文采用了Unigraphics、3D软件进行实体几何建模, 应用有限元前处理软件MSC.Patran对连杆模型进行网格划分、加载和约束的处理, 然后提交到MSC.Nastran软件中进行计算分析, 并再次应用Patran软件对连杆在两种危险情况下的应力和应变计算结果进行可视化处理. 分析中采用了Patran中的多点约束(MPC)技术, 有效地模拟了活塞销与小头孔内表面、曲柄销与大头孔内表面以及连杆体与大头盖接触面的力学接触状态, 并对连杆进行合理的约束. 最终, 根据计算结果对该连杆的疲劳强度进行校核, 总结了连杆在拉、压载荷作用下应力分布的一般规律. 该文说明了有限元法在零部件设计中的实用性和重要性. 同时, 有限元法也将因之而更趋完善.
5. 期刊论文 [张铎泽, 侯发玲, ZHAN Duo-ze, HOU Fa-ling](#) [195柴油机连杆有限元分析](#) -[内燃机与动力装置](#)2007, "" (3)
当前, 有限元分析技术在发动机零部件设计过程中发挥着越来越重要的作用, 它不仅缩短了设计周期, 而且也大大提高了设计精度. 连杆是发动机中重要零件, 也是易发生故障的零件, 目前对它的设计、分析已广泛地采用有限元法. 本文旨在应用有限元技术对195柴油机连杆进行静力分析, 以研究连杆在不同情况下的应力、应变状态及其危险部位, 为连杆的改进和设计提供可靠的依据.
6. 学位论文 [方丹](#) [LJ276M电控汽油机连杆有限元分析及优化](#) 2009
作为发动机重要零部件之一, 连杆在工作过程中承受着大小和方向都呈现周期性变化的活塞销传来的气体作用力、本身摆动造成的连杆惯性力以及活塞销的往复惯性力. 因此, 连杆受到的是压缩、拉伸、弯曲等交变载荷, 这就要求连杆具有足够的刚度和强度. 当发动机动力性显著提高后, 连杆承受着更高的气体压力, 其结构也更容易遭受破坏, 因此需对连杆进行分析以确定提升动力性后连杆是否仍满足强度和刚度要求. 当前, 随着计算机技术的日新月异, 有限元技术在发动机零部件设计和分析中发挥着越来越重要的作用, 因此本文运用有限元方法对LJ276M汽油机的连杆进行三维有限元结构分析, 以研究连杆在不同情况下应力、应变和危险部位.
为此首先建立发动机示功图测控系统以获取进行有限元分析所需的示功图数据, 然后以Pro/E为设计工具, 以Pro/MECHANICA和IANSYS为分析平台, 对LJ276M汽油机连杆进行结构分析及其性能优化设计.
文中运用Pro/E, 基于特征建立了连杆的三维实体模型, 对连杆实际受力情况、边界条件和施加载荷进行研究后, 建立了连杆的有限元分析模型. 通过计算, 得到其在标定转速下最大压缩工况和最大拉伸工况的应力和位移结果. 改为电控汽油机后, 连杆在最大压缩工况下, 其静强度安全系数 $n=2.059$, 机身应力集中区域的最小拉压疲劳强度安全系数 $n=1.397$, 两者均大于其许用值, 结果表明连杆在发动机缸内压力提高后其静强度和疲劳强度满足要求; 然后进一步深入研究, 对连杆的结构进行优化分析以确定在满足优化约束条件下连杆的最优化结构参数, 与优化前相比, 优化后电控汽油机连杆在最大压缩工况下最大应力值减少4.9%, 静强度安全系数提高5.4%, 因此优化后的连杆工作可靠性得到提高; 最后进行连杆的模式分析, 得到其固有频率和振型, 从动态特性方面判断连杆工作的可靠性.
7. 期刊论文 [吕彩琴, 苏铁熊](#) [4102ZQ柴油机连杆的改进研究](#) -[车用发动机](#)2001, "" (4)
用有限元法对4102ZQ柴油机连杆两种设计方案(单油孔和双油孔)的主要部位的应力、连杆大头内孔和小头内孔纵横向的变形进行了对比研究: 根据

Von Mises屈服条件对连杆进行了疲劳强度校核. 结果表明, 两种方案均可满足4102ZQ柴油机增压的要求, 双油孔方案优于单油孔方案.

8. 期刊论文 [王金元. 施绍宁. 基于ANSYS的康明斯6CT柴油机连杆失效分析 -内燃机配件2009, "" \(6\)](#)

柴油机曲轴转动是基本均匀的, 但活塞连杆组的运动极不均匀, 伴随着很大的加减速速度, 产生超重上千倍的惯性负荷, 对连杆的强度和耐久性影响很大. 本文对康明斯6CT柴油机连杆进行了三维有限元运动受力研究, 分析导致失效的原因主要是某些区域的应力集中以及在多轴非比例或非同相循环应力的作用下的疲劳失效. 由此, 对连杆的生产工艺进行一系列的改进, 提高其长期工作的可靠性.

9. 期刊论文 [王远. 朱会田. 曹永晟. 盛德号. 谷叶水. Wang Yuan. Zhu Huitian. Cao Yongsheng. Sheng Dehao. Gu](#)

[Yeshui. 基于有限元法的发动机连杆疲劳强度分析研究 -机械传动2010, 34 \(3\)](#)

连杆在发动机工作过程中承受复杂的载荷. 通过运动学和动力学分析获得连杆的载荷和边界条件, 建立有限元模型. 将复杂的连杆载荷分解为预紧工况、装配工况、爆压工况和惯性工况实施有限元计算, 对其各种指标进行评价. 将预紧工况、装配工况和惯性工况计算结果叠加, 评价杆身与大头盖接触面的压力分布. 最后采用基于有限元计算结果的疲劳分析方法获得连杆的疲劳安全因子分布, 评价其疲劳特性. 根据分析结果对连杆进行改进, 获得了良好的效果. 实践证明, 该方法能有效地指导连杆的设计工作.

10. 学位论文 [郭茂. 柴油机连杆三维有限元接触分析及改进 1998](#)

该文系统地叙述并讨论了用有限元方法求解接触问题的相关模型和算法; 总结了已有的对连杆工况、工界条件研究工作, 建立了连杆详尽的三维有限元模型并对典型工况进行计算并进行了结果分析; 根据疲劳理论, 对连杆进行疲劳校核, 研究了齿根裂纹故障产生的原因; 在此基础上提出三个改进方案同时作了相应的分析与比较. 该研究工作对柴油机连杆的设计具有一定的借鉴意义.

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_kjzx200836034.aspx

授权使用: 武汉理工大学(whlgdx), 授权号: 249a4857-04a9-4ffa-af99-9e4e0158fb9d

下载时间: 2010年12月16日