

汽车转向球头销感应热处理的改进

□ 新大洲本田摩托有限公司



杨清泉 主任工程师

摘要：介绍了汽车转向球头销的感应热处理的感应器、淬火冷却装置、定位和装夹机构的改进，使汽车转向球头销的感应热处理的淬硬层形状和层深更加均匀。

关键词：球头销；感应热处理；感应器；淬火冷却装置；定位和装夹机构；淬硬层

汽车的转向是由转向器和转向传动机构来完成的，转向器是转向系中的减速增力传动装置，其功用是增大由转向盘传到转向节的力矩，并改变力的传递方向。转向传动机构的功用是：将转向器输出的运动和动力传给转向桥两侧的转向节，使两侧转向轮偏转，并使两转向轮偏转按一定的关系变化，以保证汽车转向时车轮与地面的相对滑动尽可能小；吸收车轮传到转向盘的反冲

力。转向传动机构主要由转向摇臂、转向直拉杆、转向节（包括转向节臂和梯形臂）、转向横拉杆等组成。转向摇臂（也称转向垂臂）连着转向器和转向直拉杆，转向盘和转向器的运动传给转向摇臂，再由转向摇臂传给转向机构，使前轮转向，在完成这个转向过程中，在转向摇臂、转向直拉杆、转向横拉杆中使用球头销完成转向的功能。球头销在独立悬架系统中被广泛采用，控

制臂或推力杆常通过位于端部的球头销与其他部件相连。球头销的主要功能是实现车轮上下跳动和转向运动，球头销是完成汽车行驶和转向功能的重要安保部品。常见的球头销形状如图1所示。球头销部品的使用条件决定了球头销必须具有足够的强度及耐久性，以承受车轮传来的力和振动，这也就意味着该部品的热处理控制是保证强度和耐久性的关键因素，在这里针对球头销的

感应热处理长期摸索的改进经验介绍给各位同行参考。

1. 球头销的主要制造工艺流程

某型载货汽车使用的球头销，材料采用国标的45钢，根据球头销的使用及技术要求，即要求球头销的表面具有高的耐磨性和耐久性，主要工艺流程：下料→皂化→冷锻成形→调质→钻孔→粗车→粗磨→精车→精磨→滚丝→感应淬火→回火→无损检测→包装→入库。

2. 球头销的技术要求及感应热处理主要工艺

根据该球头销的技术要求（见图2），采用中频感应淬火、井式炉回火。使用型号为DGF-T-648B的中频加热机组，功率200kW、频率8000Hz；淬火冷却介质为清水，水温20~40℃、淬火水压0.2~0.8MPa；回火采用井式回火炉，回火温度180℃。使用的加热感应器的结构如图3所示。

3. 存在的问题

使用上述中频感应淬火工艺加工出来的球头销，经检验确认：硬度、马氏体组织、硬化层深度、硬化区域及形状都合格，符合技术要求，但如图4所示的硬化层形状中，A、B两处明显比其他部分硬化层深浅，硬化层深度非常不均匀，对热处理的稳定性控制带来了很大的困难，为此我们决定改善此不良现象。

4. 硬化层形状不良的原因分析及改善措施

（1）硬化层形状不良的原

因分析 硬化层形状主要取决于感应器的结构形状，感应器与被加热部品之间的间隙越均匀越有利于硬化层的均匀，即硬化层形状越好，但当部品形状复杂时，还要考虑感应加热特有的“尖角效应”。另外，该感应器的加热和淬火冷却喷水圈为一体式设计，因此在对感应器有效圈的形状设计时考虑了部品的放入和取出问题，导致该感应器的形状设计成图3所示的结构，而要改善图4所示的硬化层形状不良，只能从根本上改变感应器的结构和淬火冷却喷水圈的结构，为此我们需要重新设计感应器和淬火冷却喷水装置。

（2）改善措施 新设计的感应器和淬火冷却喷水装置采用分体结构（见图5），左侧为总成装配的感应器和淬火冷却喷水装置，右侧A-A剖视图为感应器和工件上定位装置，感应器的形状保证了感应器有效圈内侧和工件间间隙的均匀性，工件放入下置的装夹机构，移入感应器内，调整行程至中间位置，用上定位装置固定，然后下置的装夹机构带动球头销旋转，感应器通电加热部品，加热完成后由前后淬火喷水盒喷水冷却淬火，喷水停止后下置的装夹机构移出，取出球



图1 某型汽车用球头销

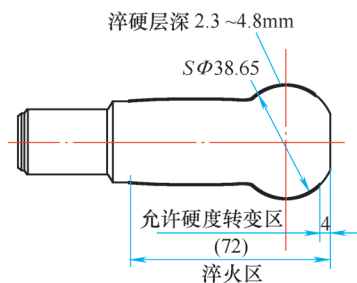


图2 某型载货汽车球头销技术要求

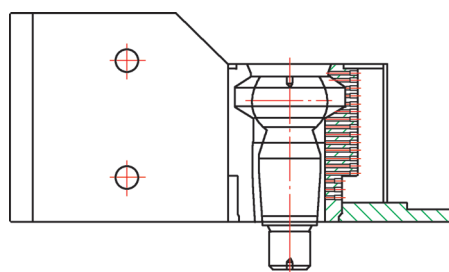


图3 某型球头销加热感应器示意

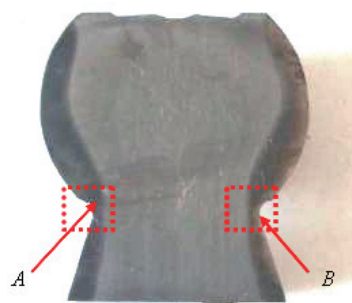


图4 中频加热及淬火后的硬化层形状

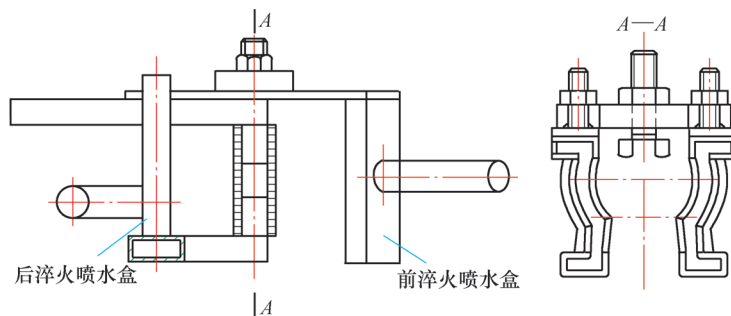


图5 分体式感应器和淬火冷却喷水装置

头销，再装夹未淬火的球头销重复上述过程，完成淬火后的球头销入回火炉回火。

5. 改善效果

应用上述的改善措施重新对球头销进行感应淬火，经检验，回火后硬度60HRC；金相组织如图6、图7所示，表层为马氏体6级，心部为回火索氏体2级；硬化层深度3.2~4.0mm，如图8所示，改善后的球头销硬化层形状和层深比改善前相对均匀，尤其在图8中的A、B两处的硬化层深度和形状得到了明显的改善，但是在用于生产过程中操作者反馈装夹和卸件效率低，导致产量比改善前下降。

6. 再改善

针对装夹和卸件效率低的问题，我们分析主要是新设计的定位和装夹装置不够合理，导致人工操作动作比较多，花费时间长，为此我们决定引入立式机床来取代原定位和装夹装置，这样减少了原拧紧螺母的时间和工件

放入下置的装夹机构所需移入感应器内的时间，为此相应的图5所示的分体式感应器和淬火冷却喷水装置中A-A视图变为图9所示状态。

7. 再改善确认

经过再改善后的装夹、定位机构投入生产使用后，装夹和卸件的效率恢复到正常的生产状态，满足了生产的要求。

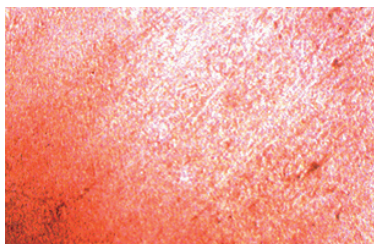


图6 改善后的表层组织

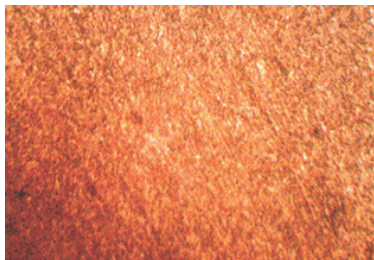


图7 改善后的心部组织

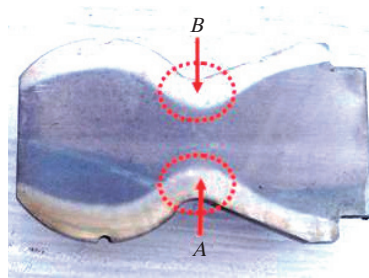


图8 改善后的硬化层形状和层深

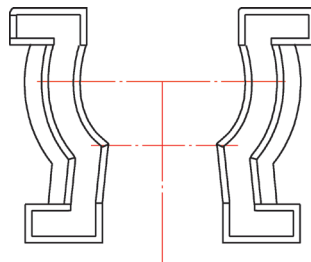


图9 再改善后的分体式感应器和淬火冷却喷水装置

8. 结语

通过对形状比较复杂的球头销的感应淬火的系统改进，更深入地意识到在热处理工艺设计过程中，只有不断设计、实践验证、改善确认、再检讨改善提高的循环过程，才能使整个热处理系统持续改进到更加符合部品设计所要求的技术性能要求。

MW 20161206

(上接第12页)

对一二三四档中间轴热处理前的过渡圆角与油孔的倒角加工质量的进行跟踪，并及时优化机加工程序，使其外形尺寸达到工艺技术要求。据不完全统计2016年6月一二三四档中间轴校直裂纹实际废品率0.32%，大幅降低了该零件的实际废品率，减少了公司的加工成本，赶上或超过世界该领域的先进加工水平。

五、结语

通过检测校直裂纹，获取到

一二三四档中间轴校直裂纹最小能量值约为120，并对校直裂纹问题采取相应的改善措施，使一二三四档中间轴校直裂纹实际废品率达到0.32%的较低水平。后续将对以下问题开展工作：

(1) 持续跟踪校直过程，不断修正与优化校直报警参数。

(2) 改善设备噪声，尽量消除其干扰所产生的误报现象。

(3) 校核QASS系统精度。

另外，将一二三四档中间轴校直裂纹的分析与研究拓展至

汽车变速器其他轴类校直裂纹改善之中。

参考文献

- [1] 陈国民.对齿轮热处理变形控制技术的评价[C] // 第十届全国热处理大会论文集, 天津: 中国机械工程学会热处理分会, 2011: 40-47.
- [2] 邱允城, 麻文臻. 变速箱27MoCr5钢输入轴校直裂纹分析及改进措施热处理工艺[J]. 金属热处理, 2015, 40(3):227.

MW 20161208