

凸轮轴渗碳淬火技术研究

陕西柴油机重工有限公司 (713105) 王 频 兰忠杰

凸轮表面要求耐磨,对凸轮轴本身则要求有足够的韧性和刚度,在工作中要求变形最小。本试验选择渗碳钢,渗碳件的表面碳含量(质量分数)可在0.6%~1.1%间变化,一般认为渗碳层中有适量的碳化物存在才能有高的耐磨性。近年来国内外的研究表明,对于一般低合金渗碳钢,表面碳含量为0.8%~1.0%时可获得最佳性能。因此,本试验采用的是16MnCr5渗碳钢,经渗碳淬火后能达到高的耐磨性。

1. 16MnCr5凸轮轴试验过程

16MnCr5凸轮轴主要工序名称:下料→机加工→渗碳→机加工→淬火→机加工。

(1) 渗碳过程 采用160kW渗碳炉,(930±5)℃控制碳势到达0.9%起计算,渗碳时间27~30h,随炉放入吊样2件,渗碳27h出一吊样,根据吊样层深决定渗碳时间,渗碳结束后断电、停丙酮、鼓风、降温,待上区炉温降至650℃以下时,出炉空冷。检验有效渗碳层深度、金相组织及表面含碳量(φ20mm×50mm试样0.3mm处,碳势0.75%~0.9%)、全长弯曲,然后进行校直(加热)即可。

(2) 中频感应淬火过程 主要技术参数(以主轴颈为例)如下:加热时间为8s,冷却时间为40s,淬火冷却介质压力和浓度8%~10%的AQ251溶液,空载电压为350V,负载电压为350V,发电机电流或阳极电流为320~440A,功率因数为0.92~0.94,有效功率为70~120kW。技术要求:渗碳层深度为2.3~2.7mm,淬火层硬度为59~63HRC。淬火区域:3个轴颈以及8个凸轮。

2. 具体操作及调试过程

具体渗碳过程中,由于甲醇、丙酮滴量的控制,以及其他一些不可避免的人为因素的影响,致使此次渗碳持续43h才保证渗碳层深达到2.7mm工艺要求,表面含碳量0.3mm处碳浓度为0.89%,组织正常。然后按照正常工艺参数进行后续中频感应淬火操作,轴颈及凸轮各有一处硬度为55~57HRC,然后进行试验。

在工艺允许范围内调整中频感应淬火参数进行调试,硬度均不能达到所要求的59~63HRC,其硬度梯度如图1所示。将凸轮轴的凸轮切样在盐浴中进行淬火处理,硬度为59~61.5HRC。将凸轮轴切样在井式渗碳炉中进行整体加热淬火处理,硬度为59~61HRC。

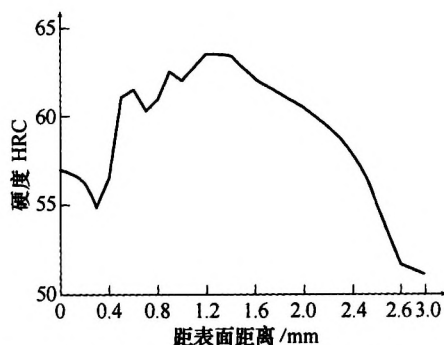


图1 渗碳淬火后硬度随距表面距离变化的曲线

将渗碳后的凸轮轴切样再次进行碳含量测定及金相组织观察,碳含量:1.15%,主轴颈渗层组织:珠光体+网状碳化物(0.8mm)表面脱碳层0.05mm;凸轮渗层组织:回火马氏体+粒状碳化物,表面脱碳层0.05mm,金相组织5级。说明前面碳含量的测定有误差,因此对前面的调试造成一定的偏差。

热处理质量控制及应用

中国工程物理研究院电子工程研究所（四川绵阳 621900） 刘 杰

热处理质量的质量控制是多方面组合成的系统，包括热处理的计划、采购、设计、原材料、冷加工等方面的质量控制。

1. 原材料质量控制

优质的材料是热处理质量控制的最初保证，如果钢材本身存在各种缺陷和问题，就可能在热处理时被扩大或引发热处理缺陷和问题，从而影响热处理质量，应做好以下几方面：

- （1）加强原材料检验，控制好材料成分波动的影响。如钢的纯度，杂物质的影响，钢中偏析的影响，裂纹、气泡、缩孔等。做到各种工艺材料应有相应的国际、国内相关标准或专业技术要求。
- （2）工艺材料不应应对热处理零件产生有害影响，对环境的污染最小。
- （3）重要的工艺材料指定厂家提供，并有相关的质量要求。
- （4）工艺材料投产前应进行复验。

由于渗碳浓度偏高，因此降低感应淬火电压50V，对淬火温度进行重新调试，硬度为59~62HRC，但是经过检验主轴颈层深0.5~2.5mm，凸轮轴层深约为1.5mm，组织中存在残留奥氏体及网状碳化物。对同炉渗碳的凸轮轴，进行800℃退火3~4h，然后按照正常的工艺参数进行中频感应淬火试验，结果显示层深2.7mm组织正常，其淬火后的硬度梯度如图2所示。

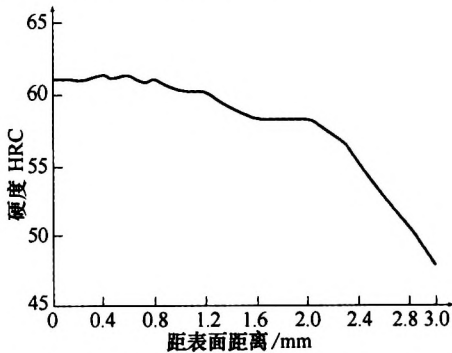


图2 退火后中频感应淬火硬度随表面距离变化的曲线

3. 试验结果原因分析

当碳含量为1.15%时，在工艺范围内调整参数不能使其硬度达到所需要的范围，而通过较大幅度降低电压、功率，延长保温时间，降低中频感应淬

火温度，从而使硬度达到要求。

结合图1可知，硬度曲线呈现先下降再上升然后缓慢下降趋势，距表面0.6mm硬度明显不足，可知渗碳浓度曲线同时也是呈现先下降后上升然后缓慢下降的趋势，渗碳过程没有严格控制，造成表面脱碳，表层以下渗碳不均匀的现象。这种碳含量梯度曲线，不仅会使表面硬度降低，而且会产生不理想的残留应力分布。由于钢的马氏体点 M_s 随碳含量的升高而下降，所以表面下的高碳带将会最后转变为马氏体，从而在表面层造成残留压应力。采用正常参数进行淬火时，温度过高，加热时间过短，碳原子得不到充分的扩散，淬火后残留奥氏体过多，硬度达不到要求。

渗碳后经过800℃保温3~4h，按照正常的中频感应淬火工艺参数进行试验后，硬度和层深都达到所要求。

16MnCr5渗碳钢奥氏体化温度约为750℃，由于长时间保温，碳原子能够得到充分的扩散。碳原子向内部扩散的同时也向表层扩散，弥补了表层脱碳的缺陷，在经过中频感应淬火后，硬度层深满足要求。MW

(20131016)