齿轮联轴器感应加热淬火工艺研究

■ 米佩

摘要：对齿轮联轴器感应淬火后内花键、外鼓形齿的硬度、有效硬化层深度、金相组织进行了检验。结果表明，内花键和外鼓形齿感应加淬火后，硬度达到46~53HRC，有效硬化层深度＞1mm，金相组织满足标准要求。

关键词：齿轮联轴器；感应淬火；硬度；硬化层深度；金相组织

鼓形齿轮联轴器在高速、重载机械上得到广泛应用，具有无轴向窜动、传动平衡、冲击振动和噪声小的特点，但加工工艺过程比较复杂，原热处理花键采用渗氮处理，技术要求为渗氮层硬度550~650HV，渗层深度0.4~0.6mm。为了提高生产效率，降低生产成本，在保证产品质量的前提下，对齿轮联轴器进行了感应淬火处理。

1. 试验材料及方法

（1）试验对象　选用图1所示结构齿轮联轴器，技术要求为齿部硬度46~53HRC，淬硬层深度＞1mm。

（2）试验工艺　①试验所使用的设备：此次试验选用数控立式淬火机床，设备参数变压器淬火移动速度1~10mm/s，工件旋转速度0~100r/min无级变速，电源电压3~380V，　频率50Hz，使用内花键感应器结构如图2所示，外鼓形齿采用常规结构，即加热圈与喷水圈分开。②内花键、外鼓形齿淬火工艺参数：感应器与工件之间间隙均匀，采用扫描淬火方法，加热频率7~10kHz，功率80~120kW。

2. 试验结果与分析

（1）淬火后工件表面硬度使用便携式里氏硬度计，对工件随机各抽测3个齿顶硬度，结果如图3所示。

从检测结果来看，工件淬火后内花键、外鼓形齿硬度均符合技术要求，对内花键、外鼓形齿进行了裂纹检测，未发现裂纹。

（2）变形情况　对感应淬火后齿轮联轴器内花键、外鼓形齿进行变形检测，内花键检测方法为从上至下检测3点，结果如图4所示。外鼓形齿检测方法为检测齿中间部位，结果如图5所示。

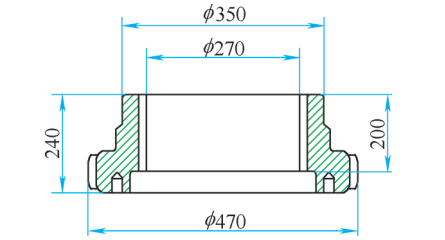

图1　齿轮联轴器结构

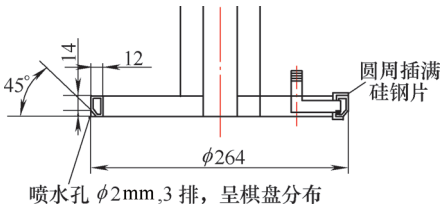

图2　内花键感应器结构

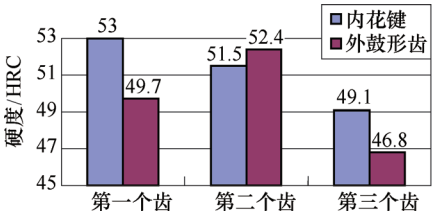

图3　齿轮联轴器淬火后齿顶表面硬度

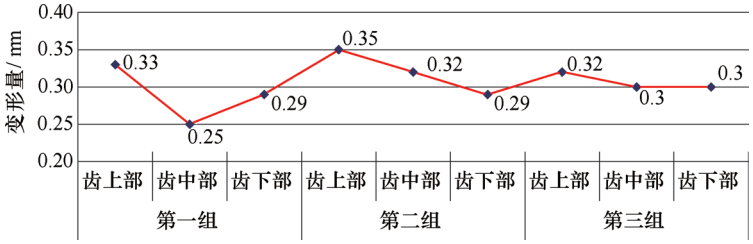

图4　内花键淬火变形量

从检测结果来看，内花键变形规律为内孔收缩，收缩量在0.25~0.35mm，且齿上端收缩量大，主要原因是内花键部位壁薄。为了使淬硬层深度达到技术要求，加热时进行了预热处理，因此变形较大，但整体较均匀，按照经验在插齿前将变形量预留，感应淬火后尺寸符合图样技术要求；外鼓形齿变形规律为胀大0.04~0.06mm，变形较小，符合图样技术要求。

（3）淬硬层深度的检测　图6为齿轮联轴器感应淬火后采用4%硝酸酒精溶液进行浸蚀后宏观照片，左边为外鼓形齿，右边为内花键，对腐蚀黑色区域进行硬度检测，其中齿顶采用洛氏硬度计检测硬度，检测距齿顶5mm处硬度为52.5HRC，检测轮廓分界线靠近淬火区域部位硬度为40.9HRC，说明黑色部位为淬硬区域。对于外鼓形齿，整个齿部位基本淬透，对于内花键，因模数较大，齿部位未淬透。为了更加精确地测量齿根部位的有效硬化层深度，对齿根部位按照GB/T 5617—2005《钢的感应淬火或火焰淬火后有效硬化层深度的测定方法》进行检测，结果如图7所示。从图7分析得出，齿根部位内花键有效硬化层深度1.25mm，外鼓形齿有效硬化层深度1.18mm，均满足技术要求。

（4）金相组织检验　感应淬火组织按照JB/T 9204—2008《钢件感应淬火金相检验标准》方法进行检验，基体组织按GB/T 13320—2007《钢质模锻件金相组织评级图及评定方法》进行检验。金相组织如图8、图9所示。图8淬火部位组织评定级别为5级，属于细马氏体，组织级别符合标准要求。图9为回火索氏体组织，级别为1级，是调质处理后的正常组织。

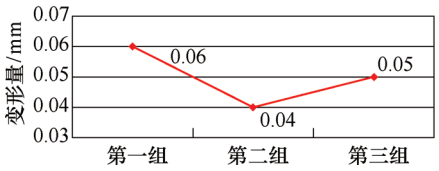

图5　外鼓形齿淬火变形量

图6　齿轮联轴器感应淬火后宏观照片

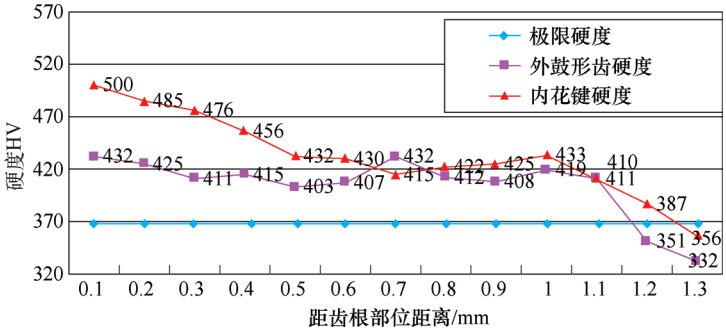

图7　齿根部位显微硬度趋势

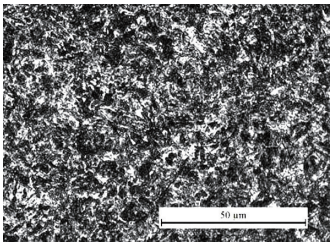

图8　淬硬层部位金相组织

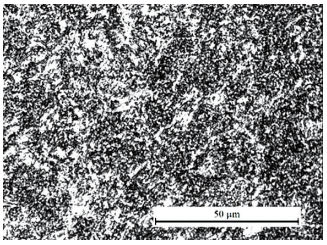

图9　基体组织

3. 结语

（1）对齿轮联轴器采用感应加热淬火工艺代替原渗氮工艺方法可行，感应淬火后硬度、有效硬化层深度、变形满足图样技术要求，金相组织符合JB/T 9204—2008《钢件感应淬火金相检验标准》要求。

（2）与原渗氮工艺相比，生产周期缩短60h，生产效率提高30%，每件生产成本降300元。

参考文献

[1] 贾东升，郭忠，等.齿轮联轴器失效原因分析和结构优化[J].煤矿机械，2008，29（6）：31-33.

[2] 金属热处理标准汇编 [M].北京：中国标准出版社，2010.8.

基金项目：中煤科工青年基金项目。

作者简介：米佩，工程师，宁夏天地奔牛实业集团有限公司，主要研究方向：热处理。

MW 20160316