



IIa弹簧材料局部感应加热退火工艺研究

■ 姜林

摘要: 弹簧制造材料为IIa冷拉碳素弹簧钢丝, 其抗拉强度为1863~2255MPa, 硬度高。弹簧钳工纯手工操作无法弯制, IIa材料在标准中规定只有回火工艺参数260~300℃, 没有任何相应的标准中规定IIa材料的局部感应加热退火工艺参数, 由于无工艺参数, 造成无法退火, 由于硬度高, 给后续钳工工作带来了很大困难。对IIa采用局部感应加热退火, 既保证了弹簧整体强度, 又有效降低了弹簧局部硬度, 从而实现了零件局部退火, 硬度降低的目的。

关键词: 弹簧; 局部退火; 工艺参数; 强度; 硬度

弹簧是量大面广的基础零件, 对于动力机械、仪器仪表及武器中的控制性元件都是非常关键的零件, 其基本功能是利用材料的弹性和弹簧的结构特点, 以便达到缓冲或减振、控制运动或复位等目的。针对碳素弹簧钢丝, 材料牌号为IIa, 图样要求局部退火, 没有任何相应的标准中规定IIa材料的局部退火的工艺参数, 通过试验达到局部

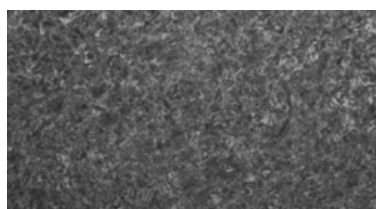
退火状态, 以得到较低硬度并接近于平衡状态的组织, 从而改善金属或合金的物理、化学、力学性能, 稳定尺寸和形状, 改善组织, 为后道弯钩工序作准备, 此项弹簧局部退火的目的是容易弯钩, 保证装配后对弹簧销起到限位作用。

1. 局部退火工艺参数的确定

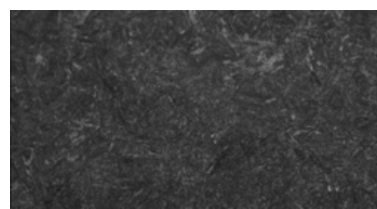
IIa弹簧材料属于形变强化弹

簧钢, 以冷变形(冷拉或冷轧)状态供货, 绕制弹簧后进行去应力回火, 使弹簧定形。这种钢丝在成形前已经具有很高的强度和足够的塑性和韧性^[1], 标准中只规定了回火工艺参数260~300℃, 没有规定任何其他的热处理工艺参数, 经翻阅航空材料手册、航空弹簧钢丝等资料和咨询其他有关单位, 确定 IIa

工艺硬化层分布情况大幅改善, 硬化层深度检测结果为3.5mm, 硬化区组织为回火马氏体, 晶粒度为9级, 如图8a所示; 轮辐靠近花键处组织为回火索氏体, 晶粒度为8级, 如图8b所示, 增加预热及均温工序未对该处金相组织造成影响。通过上述分析可以看出, 改善后的尺寸、金相组织、硬化层分布等检测结果满足设计要求。



(a) 硬化区组织



(b) 轮辐处组织

图8 金相组织 (500×)

4. 结语

我公司通过实施对大尺寸不规则薄壁件感应淬火变形的控制措施, 提高了产品感应热处理质

量, 减小了变形, 取消了后续加工工序, 降低了生产成本, 提高了生产效率, 可为同类件的生产提供参考。

作者简介: 王孟、李炎、王忠, 山推工程机械股份有限公司。

MW 20170915

弹簧材料没有退火参数,建议可以考虑借鉴相近材料进行试验。由于IIa弹簧材料的材质为优质碳素钢,是碳素钢65钢、70钢、65Mn等弹簧钢丝的升级材料,其综合性能与碳素钢70钢相近,故决定按70钢的退火参数进行试验。经查阅相关标准,参考70钢的退火参数,最终确定了在680~700℃进行退火试验。

2. 局部退火工艺方法的选择

弹簧钢丝较细且较小,结合我公司现有的生产能力,由于盐浴具有加热速度快、加热均匀,并可防止氧化、脱碳,可以用来进行退火。感应加热是靠零件内部感应电流直接加热的,具有加热效率高、加热速度快的特点,也可以用来进行退火。故决定采取盐浴炉和感应加热这两种方法进行局部退火试验。

(1) 盐浴炉局部退火 在盐浴炉中进行局部退火时,加热温度较高,由于弹簧细小,工人操作起来较为困难,无法避免地会将整个弹簧工作圈浸入到盐浴中,造成整个弹簧退火,致使弹簧失去弹性,无法起到限位作用,影响正常工作,违反零件使用规定,造成零件报废,增加生产成本,所以不能选用盐浴炉加热退火方法。

(2) 感应加热局部退火 由于之前有过对30CrMnSiNi2A螺栓螺纹部分退火的先例,故采用感应加热设备对弹簧进行局部感应退火,通过制作适宜的感应加热圈,利用加热圈对弹簧局部进行加热。采用感应加热退火,零件表面没有脱碳,也不会有严重的氧化现象,并且零件变形量较

小,生产效率高,易于实现机械化和自动化,有效地提高了加工制造能力。

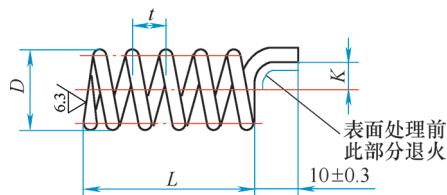
3. 局部退火具体操作方法

对弹簧零件根部局部感应加热退火,感应圈选用15mm×15mm空心铜管制造,感应圈间隙为15mm左右,感应加热设备的频率为2500Hz。用圈状感应器内磁场加热退火,加热温度为680~700℃。在实际生产中,感应加热的温度主要依靠电压、电流和加热时间等参数进行控制,工厂一般采用光电高温计测量加热温度,效果比较好。由于感应加热速度快,应采用间歇式加热方式,加热与停止加热交替进行。为了减少穿透加热时零件表面和中心的温差,加热速度应缓慢,加热功率应尽量控制在最低,以得到较大的电流透入深度。加热时间根据现场情况而定,通过改变零件与感应器的相对移动速度来改变加热时间,以零件心部加热透为准。加热部位如附图所示,加热退火后将零件加热部位插入砂子内,使其缓慢冷却^[2]。

4. 试验结果

经过反复试验,不断摸索,通过做抗拉强度试验,强度值明显降低,弹簧局部硬度明显降低,钳工很容易进行弯钩工作,而过渡区外弹簧整体强度不受任何影响,热影响区很小,实现了局部硬度降低的要求,弹簧弹性在弹性区间内,局部退火部分弯钩,装配起来可以起到限位作用,符合图样要求,为后续装机提供了保证。由于感应加热的趋

肤效应,表层温度快速升高而心部温度变化慢,心部靠热传导升温,因此退火加热需要低功率、慢速升温,间歇性加热。



加热退火区域示意图

5. 结语

IIa弹簧材料局部感应加热退火,加热部位强度明显降低,表明IIa弹簧材料局部感应加热退火工艺可行,退火后的硬度有利于钳工工序高效、顺利地进行。通过试验摸索同时确定了此类弹簧的退火工艺参数,解决了此项弹簧局部退火工艺问题,为生产解决了技术难题,使零件按时间节点完成加工,提高了公司加工能力。采用高频机对弹簧进行局部退火属于首次,操作简单,时间短,效果好,可继续推广使用。

参考文献

- [1] 戴枝荣,张明远. 工程材料[M]. 2版. 北京:高等教育出版社,2006.
- [2] 王广生,周敬恩. 热处理手册[M]. 3版. 北京:机械工业出版社,2001.

作者简介:姜林,工程师,航空工业吉林航空维修有限责任公司技术工程部,主管热处理、锻造、铸造、弹簧制造工作。

MW 20170726