

文章编号: 1003-7837(2006)02-0144-03

活塞环高频感应加热的生产工艺

夏 胜 权

(广州华南活塞环有限公司, 广东 广州 510520)

摘 要:为了提高活塞环表面层的耐磨性,采用将料带绕成圆筒状—高频感应加热处理—冲断切片—整形的高频感应加热工艺,可使活塞环的表面硬度提高,而基体又保持原有的韧性,提高了活塞环的疲劳极限。

关键词:高频感应加热; 活塞环; 耐磨性

中图分类号: TG155.2 **文献标识码:** A

活塞环是摩托车发动机的关键零件之一。随着摩托车发动机向高转速、高负荷方向发展,活塞环的工作条件更加恶劣,对其组合的油环的要求更高。在传统的活塞环衬环(常用的材料是 18-8 型不锈钢带)生产中,通常采用电阻回火炉进行氧化着色,或在含有铬酸和硫酸的热溶液中及在含有氧化剂的热碱液中进行着色,采用上述方法得到的色彩薄膜层的硬度低而且疏松,无法满足耐磨、耐腐蚀的要求,大大降低了活塞环的使用寿命。为了提高活塞环的耐磨性和使用寿命,我们研制出一种新的衬环着色工艺,各项指标均达到或超过技术要求,而且生产效率高,产品质量可靠。

1 高频感应加热表面的机理^[1]

感应加热是以电磁感应原理和集肤效应、邻近效应及环绕效应为基础的非接触式的加热方式。

把工件置于交流电的感应线圈中,由于焦耳效应而在工件表面产生感应电流,使工件表面加热。交流电在导体中有集肤效应,电频率愈高,电流就愈向表面集中。

高频感应加热的特点是加热速度快、热变形小、效率高及能耗低。高频感应加热不存在一个在一定温度下保温的过程,感应加热的最终温度,取决于在一定加热速度下临界点的位置。因此,其相变条件与状

态图上的平衡条件相差很大,表现出快速加热和快速冷却时相变组织的特点。由于只在工件最表层快速加热,又迅速冷却,并且加热薄层的冷却比整体加热淬火时冷却快得多,因此,可获得更高的硬度。

2 高频感应加热表面热处理

2.1 高频感应加热设备

GP30-C3 型高频感应加热器由电子管振荡器、高压可控电源、灯丝稳压器控制电路及保护电路组成。简化电路如图 1 所示。

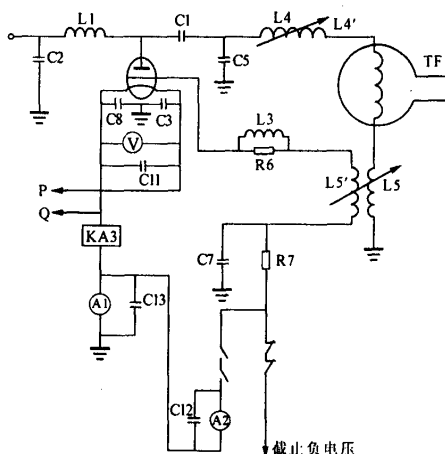


图 1 高频感应加热器的简化电路

Fig. 1 The simplified circuit of high-frequency induction heater

收稿日期: 2006-06-12

作者简介: 夏胜权(1973-), 男, 广东梅县人。

GP30-C3 型高频感应加热器的主要技术参数如下：电源 $(380\pm 38)\text{V}$ ，振荡频率 $250\sim 300\text{kHz}$ ，最大振荡功率大于 30kW ，最大输出功率大于 22.5kW ，工频最大耗电量 55kVA 。

高频感应加热器的使用必须严格按照操作规程。在接通冷却水泵电源前，应特别检查有无冷却水及接口处有无漏水；按开关的顺序启动高频机，注意开启高频加热时不能空载。将工件装入升降台并置于感应线圈的中心位置，工件等不要碰到感应线圈，以免造成意外。每半年至一年更换一次冷却水、清洗水池，以防杂物进入冷却泵。每半年检查一次接地电阻和绝缘地板的绝缘能力。

2.2 高频处理对工装的要求

为了保证高频感应加热时工件的温度均匀，设计了简易的机床，目的是使工件同时完成两种动作——移动和旋转，其速度必须与高频的时间相匹配，因为淬火温度主要取决于工件旋转和移动的速度。同时，感应线圈与工件大小的匹配以及工装夹具的材料也很关键。

另外，由于高频产生的磁场对人体辐射的影响很大，所以采用屏蔽的方法隔离磁路。

2.3 高频处理前的预处理

经前工序加工后的工件一般都有油污等杂质，当高频处理时这些杂物易烧结并附着在工件上，所以高频处理前的预处理是高频感应加热工艺的关键环节，工件表面的清洁与否直接影响颜色的均匀性。因此，在高频处理前，工件表面必须保证干净、光亮、无油膜及无杂质。预处理工艺：首先将工件进行喷砂、清洗，再将工件放入超声波清洗机的清洗槽中（采用热的乳化液清洗液）用超声波清洗 $3\sim 5\text{min}$ ，然后用热水反复清洗，最后烘干。

2.4 活塞环的高频感应处理工艺

将活塞环料带直接穿过感应线圈进行试验，虽

然得到的组织和颜色合格，但由于弹性变形的缘故，绕制的衬环几乎没有弹性。将料带绕成圆形并冲断切片，然后进行高频感应加热处理，虽然克服了上述方法的缺点，但由于环的冲断口处是尖角形状，容易发生尖端放电现象。而采用增加铜环圈的方式之后，虽然可以抑制尖端放电，但该法的效率很低且不能完全避免尖端放电现象。经多次试验，最后确定高频感应处理活塞环的工艺为：将料带绕成圆筒状—高频感应加热处理—冲断切片—整形。

GP30-C3 型高频感应加热器的工艺参数如下（活塞环是 18-8 型不锈钢带的材质）：阳极电压 7.5kV ，灯丝电压 21.5kV ，阳极电流 3A ，栅极电流 0.53A ，加热时间 16s 。电流频率对活塞环的加工效果影响很大，而电流频率主要由淬硬层的深度来确定。在高频感应加热工艺中，正确调谐高频感应加热器是一个十分重要的操作环节。应尽可能使阳极电流与栅极电流之比接近 6，以使电子管振荡器处于最佳匹配的工作状态。这样能使阳极损耗最低，输出功率最大，有利于节能降耗，提高生产率，而且运行安全。

3 高频感应加热工艺与传统加热工艺的比较

采用电阻回火炉对活塞环衬环（以 18-8 型不锈钢带为原料）进行氧化着色，其工艺为：进炉前预处理—在 $400\sim 430^\circ\text{C}$ 的回火炉中定型，保温 2h —空冷—化学着色，测试结果见表 1。采用高频感应加热处理活塞环，其结果见表 1。由表 1 可知，经过高频感应加热处理后，活塞环内部的金相组织得到改善，表面硬度提高，使用寿命延长。

表 1 活塞环经高频处理与回火炉处理结果的比较

Table 1 The compare of the piston ring by high-frequency treatment and tempering furnace treatment

处理方式	基体硬度 /HV	表面硬度 /HV	硬化层深度 / μm	硬化层 金相组织	弹性保 持能力	回弹 手感	使用寿命 /km
电阻回火炉	300	300	无	原始组织	$<25\%$	差	约 10^4
高频表面处理	300	450~550	10	隐晶状马氏体	$<15\%$	好	$>1.5\times 10^4$

4 结 论

采用自行设计的机床可满足高频感应加热工艺对工装的要求,高频感应处理活塞环的工艺为料带绕成圆筒状—高频感应加热处理—冲断切片—整形。高频感应处理活塞环工艺具有节能、灵活及效率

高的优点,作业环境符合环保要求。

参考文献:

- [1] 中国机械工程学会热处理分会编. 热处理工程师手册 [M]. 北京:机械工业出版社, 2002: 398-400.

The process of high-frequency induction heating of piston ring

XIA Sheng-quan

(Guangzhou Huanan Piston Ring Co., Ltd., Guangzhou 510520, China)

Abstract: In order to improve the wearability of surface coat on piston ring, adopt this process as following: to wind the strip into a cylinder—to treat by high-frequency induction heating—to cut off and slice—to shape. The results show that the surface hardness and fatigue limit of piston ring have been increased on the basis of maintaining its original toughness.

Key words: high-frequency induction heating; piston ring; wearability