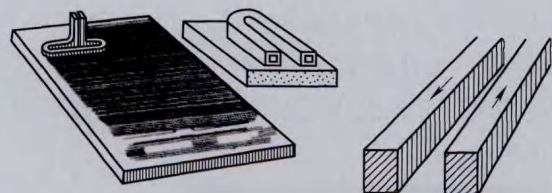


两垂直面同时加热感应淬火方法

十堰天舒机电科技有限公司 (湖北 442002) 谢文 李春彦

零件平面感应加热一般采用“发卡式”横向磁场感应器(见图1),线圈导体平行,为了集中能量对需要淬火的平面加热,必须添加导磁体。两垂直平面同时加热,而且是垂直的两圆形平面,其感应器结构设计就显得尤为重要。本文根据图1单平面加热感应器原理,设计了两垂直圆形平面同时加热淬火感应器,试验效果理想,各项指标均达到了客户的要求。



(a) 平面横向磁场感应加热 (b) 平行导体中邻近效应作用的电流分布

图1 发卡式平面加热感应器

1. 方案分析

(1) 技术要求 零件结构如图2所示,材料为45钢,要求调质处理,感应淬火区域:上表面宽18.5mm圆环,侧面高23mm圆柱表面。感应淬火要求层深 $D_s=1\sim 5\text{mm}$,表面硬度为45~62HRC。

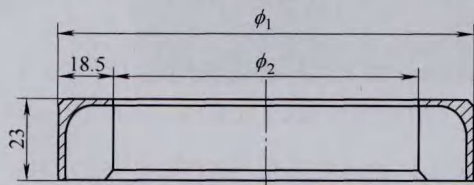


图2 零件结构

(2) 感应器方案分析 目前此种零件有两种技术要求:第一种如上所述;第二种技术要求如图3所示,此种技术要求实现起来比较麻烦,工艺烦琐,需要两个圆环感应器实现,且需要分两次淬

火,单台设备完成淬火的时间至少是技术要求的两倍以上,但其感应器设计、制造、调试简单,在产量不大、技术储备不足的情况下可以采用。本文设计的感应器在两平面连接处无淬火软带,且各处硬化层深度基本一致,硬度均匀,但对感应器设计、制造、调试等人员水平要求较高。以上两种技术方案可根据实际情况选择采用。

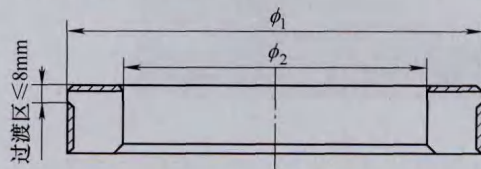


图3 允许有软带的淬火技术要求

(3) 感应器设计要点 单平面加热感应淬火效率很低(见表1),尤其是两个垂直平面,而且是两个垂直圆形平面同时加热淬火,为了使两平面加热温度一致、淬火硬度均匀,感应器结构需反复试验,且必须添加“U形”导磁体,其位置和数量需进行试验调整。

表1 感应器加热各种磁场形式及其效率

磁场类别	效率 (%)
内磁场	50~90
外磁场	30~50
平面磁场	30~60
双面平面磁场	40~80
单面平面磁场	15~30

此外,淬火水溶液也是保证硬度均匀的一个重要条件。为了上表面和侧面冷却及时、均匀且不相干涉,必须注意喷水盒的宽度和喷水孔角度。

2. 感应器设计及工艺调试

除电源、机床外,感应淬火核心部分就是感应器的设计。感应器主要是有效圈(见图4)和喷水盒部分(见图5)。

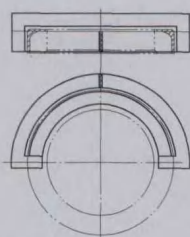


图4 有效圈示意

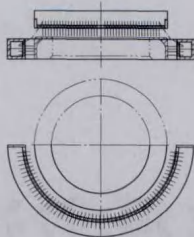


图5 喷水盒示意

感应器结构需注意两平面相交处过热问题。其过热与否，与调试所采用频率有关系，调试频率选择不同，感应器结构略有差异。此外，相交处倒角对感应器的结构也有影响。

设计喷水盒时，为保证上平面与侧面冷却均匀且不发生干涉，将上置喷水盒和侧置喷水盒进、出水单独分开，钻 $\phi 1.5\text{mm}$ 喷水孔，呈棋盘式分布。

制作用于生产的感应器如图6所示。

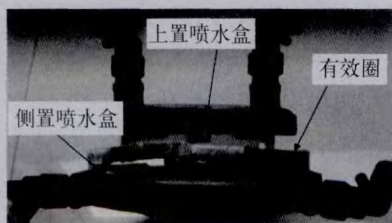


图6 感应器

在调试过程中，观察热形，温度偏低的位置添加导磁体，温度偏高的地方减少导磁体。一般情况下为了提高生产效率，尽量添加导磁体。各项参数（见表2）最佳时，调试时热形如图7所示，加热均匀，上表面与侧面温度一致。

表2 淬火工艺参数

电源型号	TSTP250/1-50
间隙	感应器上平面加热管与上平面的间隙为 1~1.5mm
频率/kHz	7.5
功率/kW	131
加热时间/s	9.5
淬火水压/MPa	0.2
水温/℃	15~30
冷却时间/s	5
余温/℃	200~250，进行自回火

调试样块照片如图8所示。检测结果如表3所示，各项指标均达到图样要求。



图7 零件加热实景



图8 取样照片

表3 检测结果

检测部位	上表面	侧面	两平面相交处
表面硬度	要求值HRC	45~62	
	实测值HRC	55~57	57~58
淬硬层深	要求值/mm	1~5	
	实测值/(mm/HRC)	3.7/45	3.6/43
金相组织	5级M	5级M	5级M

3. 注意事项

(1) 感应器更换及维护 感应器使用一段时间后，加热时应仔细观察热形，注意有效圈上添加的“ $\square$ ”形导磁体需定期更换，定批定量进行取样抽检，如发现工艺参数发生大的变化，要认真分析原因：①负载匹配是否正确。②间隙调整正确与否。③导磁体失效与否。具体调试工艺参数如表2所示（此工艺参数仅供参考，实际情况需根据现场进行修正）。

(2) 生产注意事项 ①夹具的精度。夹具制作时，要保证夹具与零件的同轴度，以免零件旋转时，在离心力的作用下发生较大变形。此外，还要保证其与零件内孔的配合尺寸，充分考虑零件完成淬火后内孔的收缩量，保证零件上下料轻松，不影响生产进度。②由于零件完成淬火时，其留有200~250℃的余温，零件的摆放方式对其变形的控制就显得尤为重要。零件轴线水平放置见图9，轴线竖直放置见图10。



图9 零件轴线水平放置

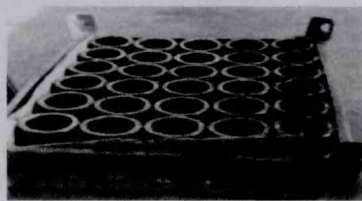


图10 零件轴线竖直放置

我公司加工零件时曾采用图9的放置方式，由于零件淬火完成时，其余温相当高，此时零件就会竖直变形，致使零件变形量超差磨不出来而报废。采用图10所示的方式放置，再也没有发生过类似的质量事故。MW

(20120814)