

多功能淬火机床在典型零件感应淬火中的应用

王瑞祥

(浙江大学 电力电子应用技术国家工程研究中心, 浙江 杭州 310027)

Application of Multifunctional Quenching Machine in Induction Quenching of Typical Parts

WANG Rui-xiang

(National Engineering Research Center for Applied Power Electronics, Zhejiang University, Hangzhou Zhejiang 310027, China)

中图分类号: TG155.2 文献标识码: B 文章编号: 0254-6051(2005)09-0090-02

普通感应淬火机床采用传统的 PLC 控制淬火机床机械动作和单一时间控制模式对各种钢件进行感应加热处理,其效率低、功能差,难以保证淬火质量,作者参考国外先进技术,结合国内生产和实际情况,采用数控和能量控制技术的多功能淬火机床应用于生产,性能稳定、质量可靠。

1 多功能淬火机床结构

成套淬火设备由感应加热电源、淬火机床、冷却系统(含淬火液冷却系统以及电源、变压器、电容器、感应器设备冷却系统)、淬火系统(变压器、感应器等)4部分组成。图1所示的多功能淬火机床为卧式全封闭结构,前后顶尖用于夹持零件,零件被旋转电机带动旋转;被加热零件、感应器、变压器组成谐振电路的电感支路,感应器接在变压器次级,初级和电容器组成的并联谐振电路直接和中频电源相连接,它们共同组成电源的负载。电源与谐振回路的电缆以及冷却变压器、

电容器的冷却水管放置在拖链上,在伺服电机的带动下与变压器、电容器一起前后移动。旋转电机由变频器控制,伺服电机由伺服驱动器驱动,中频电源输出能量的大小均在工控机控制下实现。

2 淬火机床的控制模式及特点

2.1 硬件组成

硬件包括工业控制机、开关元件、伺服功率驱动器、交流伺服电机、变频器、交流电机等。为了有效检测及控制淬火零件的质量,在原晶闸管电源产品基础上,增加了直流电流、电压、频率 A/D 转换模板,通过监测电源的电流、电压及频率值可获知电源的输出功率及能量。为满足被淬火零件复杂淬火工艺的要求,增加了 D/A 转换模板,通过预先设定零件不同部位加热时不同功率要求方便地实现了变功率功能,增强了设备适应零件的能力,拓宽了设备使用范围。

2.2 软件系统

通过基本代码的组合,可以编制各类复杂轴类零件的淬火工艺,通过能量曲线,可以监测加工时能量状态,通过能量控制模板,可以有效检查加工工件的加工质量。各能量模块功能为①自动加工模块:从文件中读入加工代码,解释并执行代码;②能量控制模块:主要负责能量的采集、显示和能量模板偏差带进行比较的功能。在加工过程中,如工件处于加热状态,则通过 A/D 转换采集电源的电压、电流、频率,并将采样值换算成功率值,将该值和能量模板偏差带进行比较;③模板编辑功能:通过采集的能量数据曲线,可以编辑上下偏差带,并将该偏差带作为模板,或者将已有的模板打开重新修改编辑模板;④手动控制模块:该模块实现状态显示【机床,电源】及手动参数的编辑修改;⑤故障诊断模块:该模块实现故障的自诊断及故障原因的显示。

2.3 多功能淬火机床特点

多功能淬火机床的特点为①采用全封闭结构,解

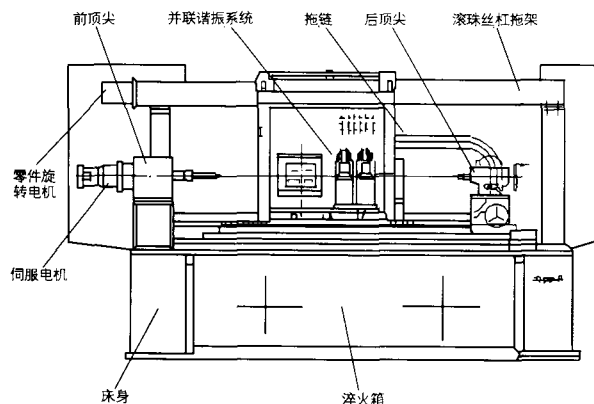


图1 多功能淬火机床结构简图

Fig. 1 Construction schema of multifunctional quenching machine

作者简介:王瑞祥(1949—),男,浙江杭州人,工程师,主要从事感应加热电源的研制工作。联系电话:13616718889,0571-87951945 转 124,106

收稿日期:2005-07-15

决了溅水问题;②可实现淬火过程能量控制,淬火件质量稳定;③振荡电路中变压器、电容器一体,节电显著;④拖架伺服电机驱动定位准确,速度平稳;⑤变功率、变速度,能够适应各种结构复杂零件淬火需要。

3 应用实例

3.1 半轴热处理

如图2所示的带有法兰盘的半轴,淬火层必须从法兰盘开始到花键末端,半轴法兰盘根部淬火层分布良好,静屈服扭矩可达18kJ。如法兰盘根部没有淬火层,其静屈服扭矩只有10~12kJ。例如中型车半轴40MnB钢杆部全长需感应淬火,要求表层硬度54~58HRC,硬化层深度4.0~8.0mm。汽车半轴多数为连续淬火,感应器为单圈式,工件与感应器位置相对移动,边加热边喷水冷却。半轴表层淬火近来采取整体加热技术,可提高半轴感应淬火的生产效率且节约能源。

(1) 整体表层加热淬火功率的选择 带有法兰盘的半轴感应淬火的功率根据公式 $P = (P_{比} \cdot S) / (\eta_g \cdot \eta_p)$ 计算得出。式中 P 为电源输出功率; $P_{比}$ 为比功率,因感应器特殊取值 0.3 kW/cm^2 ; S 为零件淬火面积, cm^2 ; η_p 为变压器输出效率,常规选用 $0.8 \sim 0.9$,取 0.85 ; η_g 为感应器输出效率,常规选用 $0.8 \sim 0.9$,取 0.85 。以工件半径 $R = 22.5 \text{ mm}$,长 $L = 800 \text{ mm}$,整体加热计算,得 $P = (0.3 \times 1130) \div (0.85 \times 0.85) = 469 \text{ kW}$ 。

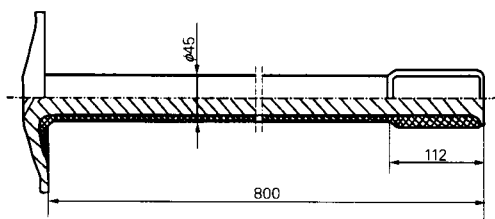


图2 带有法兰盘的半轴

Fig. 2 Schematic of the semiaxle with ring flange

(2) 频率选择 频率 $f = \frac{62500}{X^2}$ 。式中 f 为电源频率,Hz; X 为平均淬硬层深度,mm。

最高频率 $f = 62500 \div 4^2 = 3906 \text{ Hz}$,最低频率 $f = 62500 \div 8^2 = 977 \text{ Hz}$ 。

综上计算选用设备规范为:KGPS-500kW-4kHz。

(3) 淬火变压器容量的计算 依据经验公式: $S = P \times (0.5 + \frac{1}{\cos\theta})$,式中: S 为变压器额定容量,kVA; P 为电源输出功率,kW; $\cos\theta$ 为功率因数。淬火时 $\cos\theta$ 一般在 $0.2 \sim 0.5$ 之间,试验取 0.4 ,将有关数据

代入上式,得 $S = 1875 \text{ kVA}$,依据国产变压器规格和通用性,选用CR₂-2000/4,匝比为26:2,通过变压器次级连接板也可连接成品26:1。

实践表明,感应器形状、感应器与工件定位间隙不变时,电压波动是影响淬火质量的主要因素。传统PLC控制,在低电压下,淬火功率下降则表现出硬化层不足4mm,法兰盘根部硬化层深度不够,从而大大降低半轴的整体硬度。由于多功能淬火机床采用能量控制,可变速、变功率,硬化层一直保持在 $(5.5 \pm 0.15) \text{ mm}$ 。

3.2 转向节的淬火

对如图3所示的转向节淬火,工艺参数如表1所示。加装能量监控器,设定值为1750kJ(相当165kW下工作10.6s,130kW工作13.46s),电网电压波动不影响淬火效果。设置能量监控器保证轴颈、圆角端面各部分加热温度分布均匀,硬化层分布也是均匀的,可以用最少的能量达到预期质量。

表1 转向节淬火工艺参数

Table 1 Process parameters of quenching for the steer knuckle

频率/ Hz	中频 功率/kW	变压器 匝比	加热 时间/s	冷却 时间/s	淬火 温度/℃	自回火 温度/℃
8000	135~165	12:1	11.5~12	16~18	930~980	250~280

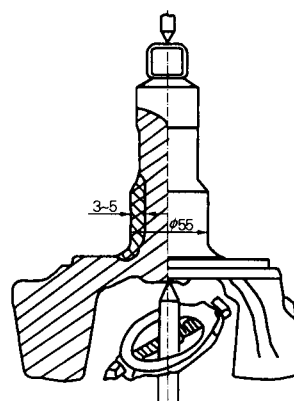


图3 转向节简图

Fig. 3 Schematic of the steer knuckle

多功能淬火机床的应用,改变了传统单一时间控制模式,使淬火质量稳定;拖架移动伺服数控,定位准确,速度稳定;变功率、变速度,增强了机床对零件的适应能力,大大提高零件淬火质量,节能效果明显。

参考文献:

- [1] 林信智,杨连第.汽车零部件感应热处理工艺用设备[M].北京:北京理工大学出版社,1998.
- [2] Simpson P G (干肇智译). Induction Heating Coil and System Design[M]. 第五机械工业部六设计院,西安变压器电炉厂,1978.