

文章编号 :1007 - 6492( 2000 )03 - 0041 - 03

# 新型 CNC 通用感应淬火机床的研制

马胜钢<sup>1</sup>, 李大磊<sup>1</sup>, 袁鸿春<sup>2</sup>, 王胜军<sup>3</sup>, 蒋晓芸<sup>3</sup>, 宋晓勇<sup>3</sup>

( 1. 郑州工业大学机械与电子工程学院, 河南 郑州 450002; 2. 郑州飞马集团股份有限公司, 河南 郑州 450003; 3. 中国第一拖拉机工程机械公司, 河南 洛阳 471004 )

摘 要: 在广泛分析当前国内外先进淬火机床的基础上, 采用计算机数控、步进电机、滚珠丝杠和多轴嵌套等先进技术, 有效解决了多种复杂淬火工艺下的控制精度问题, 研制出符合我国国情的功能性强、配套性好的通用淬火机床, 解决了中国第一拖拉机工程机械公司引进菲亚特关键件的淬火难题。

关键词: 计算机数控; 感应淬火; 机床  
中图分类号: TG 155 文献标识码: A

感应热处理是一种利用电磁感应原理对工件表面加热, 再迅速冷却的热处理工艺。它具有加热速度快、效率高、节省能源( 比普通热处理工艺节能三分之二)、无氧化脱碳、无环境污染、便于实现自动化等诸多优点, 符合现代工业生产的 3S 和 3C 标准, 在汽车、拖拉机、内燃机、机床、轴承等机械制造业得到了广泛应用<sup>[1]</sup>。国内外众多生产厂家纷纷选择感应热处理工艺来实现对轴、盘、齿轮类零件进行表面强化处理。在汽车、拖拉机领域中, 感应热处理零件重量已占全部热处理零件重量的 60% 左右。中国第一拖拉机工程机械公司在引进意大利 FIAT 公司拖拉机产品成套技术中, 有较多的轴类零件需要进行感应淬火处理, 这些轴件的硬化层连续变化, 所需要的热处理工艺复杂, 技术难度较大, 现有的国内感应淬火机床产品无法满足要求。若引进国外设备, 价格昂贵, 企业难以承受。鉴于这种情况, 中国第一拖拉机工程机械公司与郑州工业大学联合进行新型感应淬火机床的研制, 经过 6 年的反复设计、试验和在多个分厂不同现场长期工业考核, 获得成功, 于 1999 年 12 月通过了河南省科学技术委员会组织的专家鉴定。

## 1 机床的运动方式

感应淬火机床的基本运动要求有: 工件旋转、

工进及快速返回、感应器位置的三维移动调整。  
目前国内外淬火机床常用的运动方式主要有:

( 1 ) 工件旋转、感应器工进并快速返回。这种形式的主要优点是运动部件参数容易控制, 升降机构总高减少。缺点是变压器、感应器、电缆、水路跟随运动, 机构复杂, 成本高。

( 2 ) 感应器位置固定、工件旋转并工进和快速返回。这种方式的特点是移动部件少、结构简单、控制方便<sup>[2]</sup>。该机选用的就是这种方式。

## 2 机床的传动系统

目前国内生产感应淬火机床的厂家多数是一些中小型企业, 其产品的传动形式多数采用液压传动、普通电机带动丝杠传动、变频调速器控制普通电机带动丝杠传动<sup>[2]</sup>。这几类传动方式的运动速度稳定性差, 分段定位与重复定位精度低, 响应慢, 调整工艺参数不方便, 无法实现工件的准确分度。选用伺服电机或步进电机驱动滚珠丝杠系统可解决上述问题。我们广泛借鉴国外先进技术经验, 同时考虑国内企业实际应用情况, 采用步进电机驱动滚珠丝杠来带动工件轴向运动; 采用步进电机驱动工件旋转和分度运动。这种传动方式价格低, 适合点位控制和连续控制, 能准确控制并满足多种感应淬火工艺要求, 取得了较好的效果。

收稿日期: 2000 - 04 - 02; 修订日期: 2000 - 06 - 10

基金项目: 河南省科技攻关项目( 921110117 )

作者简介: 马胜钢( 1954 - ) 男, 河南省郑州市人, 郑州工业大学副教授, 硕士, 主要从事机械加工自动化方面的研

### 3 机床的控制系统

淬火机床应能方便地调整感应淬火工艺参数,特别是一些特殊零件在淬火过程中,要求淬火工艺参数能根据需要不断进行变换,对工艺参数的准确控制要求较高.国内现有淬火机床的控制手段落后,难以达到高精度的控制要求.我们采用 CNC 技术,对工件移动速度、工件淬硬段、加热时间、间隙尺寸、喷液时间等均采用计算机程序控制,实现淬火过程自动化.淬火中的工艺参数可通过程序预先存储,并可随时调用或在屏幕上显示,修改快速、方便,具有手动操作及全自动操作功能,适用于单件和批量生产.尤其是批量生产时,工人劳动强度低、生产效率高、工件淬火质量稳定、可靠.

### 4 机床的通用性

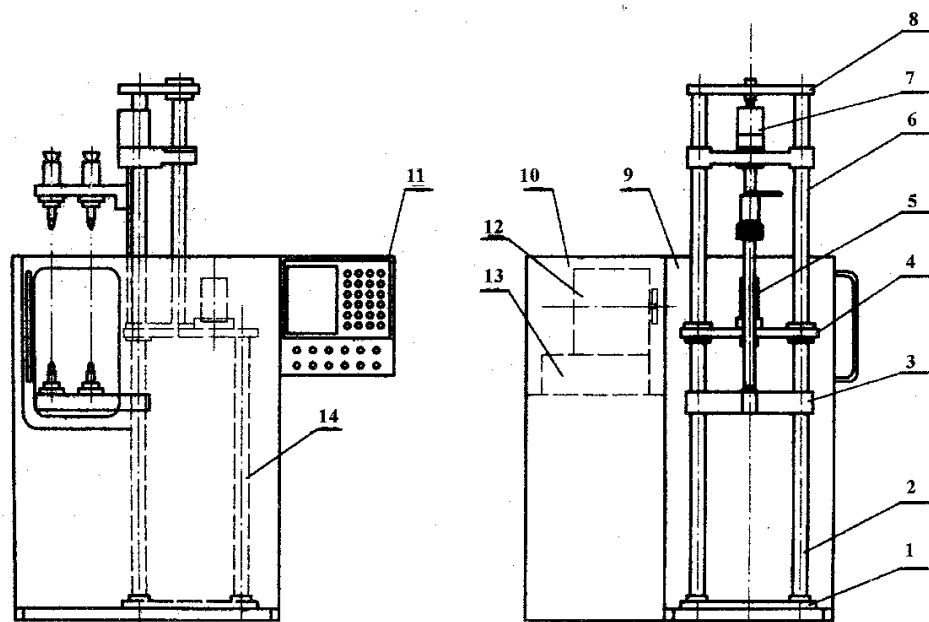
通用型淬火机床应能满足机械设备中常用零件(轴类、盘类、齿轮类)的生产需要和尺寸要求.设计该机床时,除需考虑工件尺寸需有较宽的范

围外,还要有同时淬火、分段同时淬火、连续淬火、分段连续淬火等工艺功能,并且能实现功率及速度按要求准确转换<sup>[1]</sup>.应用统计分析法设计出机床主要技术参数如下:

- (1) 最大夹持零件长度:1500 mm;
- (2) 最大淬火零件直径:500 mm;
- (3) 最大连续淬火长度:1400 mm;
- (4) 最大淬火零件重量:70 kg;
- (5) 工进速度:1~30 mm/s(无级调速);
- (6) 空返速度:3 m/min;
- (7) 工进速度变化允差:±3%;
- (8) 移动重复定位偏差:±0.1 mm;
- (9) 工件转速:0~200 r/min(无级可调);
- (10) 冷却方式:喷淋;
- (11) 配套性:高中频电源、水循环冷却系统配套;
- (12) 实现分段、变速、变功率控制.

### 5 机床的结构形式

通用感应淬火机床的结构形式如图 1 所示.



1—底座 2—下立柱 3—上下顶尖系统 4—中间支板 5—移动传动系统 6—上立柱 7—主轴旋转系统;  
8—上顶板 9—罩框 10—中频柜 11—数控系统 12—变压器 13—变压器调整装置 14—后立柱

图 1 通用感应淬火机床的结构形式

该机床主要有控制系统、主机、淬火介质循环冷却系统和感应器等部件构成,与现有机床的不同点主要有以下几个方面:

(1) 整个控制系统设计分基础型和选装型两种.基础型能满足一般淬火工件要求,选装型可根据用户要求增添辅助动作和顶尖分度定位等功

能,并可选配机床控制电源参数的模拟量输出口.数控系统主机分主板、电源板、接口板、驱动板 4 种模块,其可靠性好、可维修性强.主机采用双 CPU 结构,执行速度快、稳定.由于该系统处于强电磁干扰环境中,提高系统抗干扰能力,增强可靠性至关重要.在设计中首先把电源设计为抗干扰

性强的开关电源,而且在电源进线侧选用低通滤波器,有效解决了电源高频干扰问题。其次在所有 I/O 接口增强光电隔离措施,保证微机板和控制回路在电器上互为独立、相互隔离,保证系统的可靠运行。在控制箱内的一些大功率继电器均采用相应抗干扰措施。实践证明,该数控系统在高中频电源的强电磁场环境中运行稳定、可靠。

(2) 主机设计中遵循的原则是结构紧凑、制造工艺简单、成本低、防锈、防磁、密封、运动部件的惯性小、阻力小、传动精度高、调整维修方便。为此,我们设计出上顶尖调整丝杠与下顶尖传动轴同轴嵌套的国内首创结构。顶尖及外露件采用防锈及抗磁措施,下顶尖传动箱采用特殊密封措施,防止工件氧化皮及淬火介质进入传动箱内部。滚珠丝杠与预紧结构的配合,使工件运动时的重复定位精度高达  $\pm 0.1 \text{ mm}$ 。中(高)频柜是感应淬火装备中的重要部分,设计方案中主要考虑了与机床的一体化,以便工艺参数的调整,柜体全封闭,柜内安装变压器、电容器、机床水路。机床罩框外形美观,其上部为敞开式,便于排烟和散热,操作位置设有玻璃推拉门,既可防止水外溅,又便于装卸零件及监控淬火过程。

(3) 淬火介质循环冷却系统。淬火介质是影响工件淬火效果的重要部分,应控制在一定的温度和流量范围内,以保证淬火介质达到比较稳定的冷却性能。目前,许多生产厂仍采用大淬火水池循环,依靠淬火水池的大容量来避免淬火介质过

快升温。这种方法造成占地面积增加、水源浪费严重。为了便于淬火介质系统的调整和使用,把淬火介质循环冷却装置与机床水槽一起考虑设计,既可缩小水槽容积,流量和温度也得到有效控制,使淬火效果更为理想。

(4) 独特的警灯装置,与国际标准化接轨,同时提高了整机的外观效果。

## 6 机床应用效果

该机床的研制与生产实际紧密结合,有效解决了中国第一拖拉机工程机械公司 FIAT 产品典型轴类零件大量的淬火工艺难题,如动力输出从动轴等达到了产品的工艺技术要求,有效提高了淬火工件质量,在生产中发挥了重要作用。该机床目前已在中国第一拖拉机工程机械公司的工程材料所、工程机械、装配、齿轮等 4 个分厂和二汽生产线中成功应用,效果良好。经专家鉴定和用户反映,该机床通用性强、功能完善、性能稳定可靠、自动化程度高、操作方便、生产效率高、配套性好,其技术水平处于国内领先地位,是同类进口机床的理想替代品,该机床应用前景广阔,具有良好的经济效益和社会效益。

## 参考文献:

- [1] 沈庆通.感应热处理问答[M].北京:机械工业出版社,1990.
- [2] 《机床设计手册》编写组.机床设计手册[M].北京:机械工业出版社,1978.

## Research and Development of New - style CNC General Induction - quench Machine Tool

MA Sheng - gang<sup>1</sup>, LI Da - lei<sup>1</sup>, YUAN Hong - chun<sup>2</sup>,  
WANG Sheng - jun<sup>3</sup>, JIANG Xiao - yun<sup>3</sup>, SONG Xiao - yong<sup>3</sup>

(1. College of Mechanical & Electronic Engineering Zhengzhou University of Technology Zhengzhou 450002, China; 2. Zhengzhou Flyhorse Holdings Corporation Zhengzhou 450003, China; 3. China First Tractor & Construction Machinery Corporation Luoyang 471004, China)

**Abstract** On the basis of doing comprehensive research on domestic and overseas advanced quench machine tool, using many advanced technique, such as computer numeric control, step motory, ball - screw and multi - axial nesting, this paper solves the problem of complex quenching technique control - precision, devises a new - style general induction - quench machine tool that is fit for the situation of our country, and solves the problem of the quench of key part that the Luoyang first tractor manufactory imported from FIAT.

**Key words** computer numeric control; induction - quench; machine tool