

中频感应淬火机床研发与应用

■ 汪广志, 罗来军, 谢超, 张占崎, 陆娇, 李亚娟

摘要: 主要介绍了钢轨中频感应淬火机的研制情况。实践表明, 淬火机具有运行可靠、结构新颖、生产效率高、适用范围广等特点。

关键词: 淬火机床; 研发; 技术参数; 应用

钢轨是铁路道岔工务器械中关键的零部件之一, 其质量优劣关系到线路运输的使用性、安全性、可靠性。在钢轨的加工中, 中频感应淬火是一道关键工序, 淬火质量决定了钢轨的使用寿命。为了提高道岔钢轨淬火质量, 满足现代化的大批量生产需求, 夯实集团公司道岔配件生产基地, 因此研制一台具有保障能力、自动化程度较高的淬火机床就极其必要。图1为研发的钢轨中频表面感应淬火机床示意, 主要由门架、电源、消谐装置、封闭式水冷却循环系统、供电系

统、感应加热装置、喷雾装置、在线温控装置、移动台车及控制操作台等组成。具有结构新颖、功能全、生产效率高、节电省水、淬火温度在线监测、预变形淬火, 以及对供电网污染小等诸多优点。

1. 主要技术参数

- (1) 车速300~1000mm/min。
液压缸料顶升降高度为900mm。
- (2) 热处理轨件长度25m, 数量2个/1次, 适用75、60、43、BS80A、UIC54等钢轨。
- (3) 感应加热装置上下移

动范围600mm、左右移动范围400mm。

(4) 感应器和变压器, 喷雾器的循环冷却水温20~40℃, 水质pH值为7、水压0.26MPa, 空气压力0.2MPa。

(5) 红外线自动测温范围500~1200℃。

(6) 占地面积85m²。

2. 淬火机床组成单元及控制系统

- (1) 电源 采用300kW/1000Hz晶闸管电源提供电力, 高密度集成电路块中整流触发电

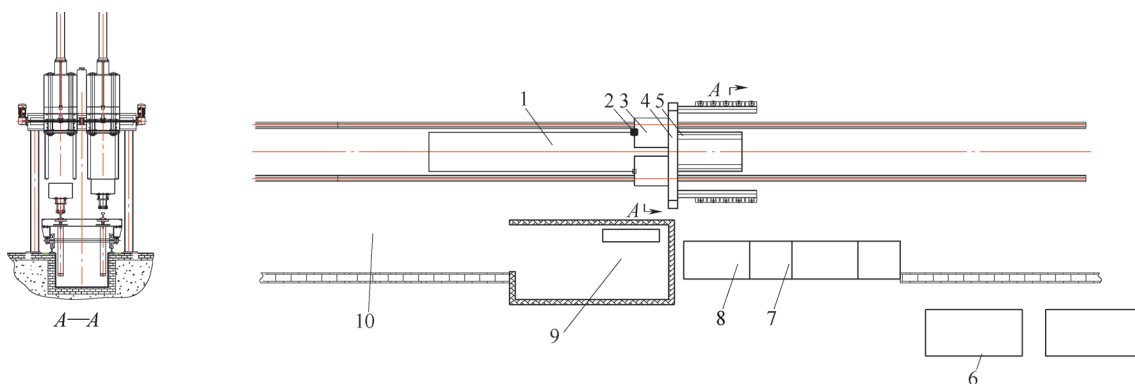


图1 钢轨中频感应淬火机床平面示意

1. 移动台车 2、5. 淬火感应加热喷雾冷却装置 3. 变压器 4. 龙门固定架 6. 冷却塔 7. 消谐装置 8. 电源 9. 控制操作台 10. 液压操作台

路采用数字触发电路, 自动实现与电网同步, 且具备相序自动适应能力; 逆变电路部分采用零压软启动方式, 并设有自动重复启动电路, 可防止中频电源偶尔启动失败, 确保设备的可靠性; KGPS中频电源的各项参数显示、机床的各项动作及指示(包括故障指示)均设在外控操作台上。频率自动跟踪控制, 无论负载的频率如何变化, 中频电源都可自动跟踪。中频电源具有内外控制的功能, 自动保护功能。电源外壳采用特殊工艺制作, 具有外形美观、合理的多组合式结构, 刚性强, 防尘性好, 有适当的通风散热措施。柜壳采用中频电源标准柜壳体。中频电源配外控操作台并放在活动房内。活动房留有观察窗便于观察生产线的运动状况。

(2) 台车 在预埋轨道上纵向移动。车速300~1000mm/min, 运行速度可调, 采用电动机齿轮传动方式, 变频调速, 具有前进、后退、快进、快退功能。快进、快退速度为6~8m/min。台面高度距预埋轨道面为660mm, 预埋轨道内档距840mm台面宽度应满足放置两条钢轨同时运行要求。电缆采用高架滑道牵引式拖动。台车面总长度26m、宽度1.8m, 采用钢板及角钢拼焊而成, 台车架内设有16个顶料液压缸, 其升降高度为900mm, 在台车架下方安装有一套主动车轮组及11套被动车轮组。台车面上安装4套钢轨淬火引轨装置。

(3) 门架 主要固定卧式悬挂淬火变压器。变压器可上下、左右移动。上下移动由气缸

及软链控制, 左右移动由丝杠及电动机控制。

(4) 感应加热装置 轨头感应加热装置主要由淬火变压器、感应器、不锈钢喷雾器及导向装置等组成。淬火变压器的容量选择按电源的额定功率的5倍考虑, 采用循环水冷却防止发热。感应器工作区设计成仿轨头形圈加导磁体, 提高轨头踏面加热温度的均匀性。满足43、50、60轨, 43、50尖轨, 以及50AT、60AT尖轨的中频轨头表面感应淬火工艺要求, 节能高效, 使用寿命长。采用循环水冷却降温, 保证在1000Hz电流频率和电功率密度为1kW/cm²、加热时间6s条件下, 轨件温度达到900~980℃、透热深度>30mm的要求。喷雾器采用不锈钢、黄铜作为主要设计材料, 防止起落中折断和生锈, 提高使用寿命, 空气和软化水汇合后形成的雾分布均匀, 大小可随意调节, 满足需要的淬火冷却速度。

(5) 冷却系统 由两台全封闭式冷却塔组成。感应器、变压器的冷却水系统主要由全封闭式风冷喷淋冷却装置、水泵、水槽、换热器及过滤网等组成。流量12m³/h, 冷却能力1100 000kcal/h (1kcal=4.1868J), 管径D65, 水泵功率3kW、出水温度30℃。集中供水管路, 在保障各部分充分冷却的情况下, 布置及走向合理而美观。喷雾器的用水经过软化装置后再供给。元器件的安装严格按照工艺要求, 合理布局, 整洁美观, 绝缘性均符合国家标准。

(6) 消谐装置 中频设备在使用过程中在同一现场, 中频通过整流后会有谐波产生, 为了消除谐波对设备的相互干扰, 需配消谐补偿装置进行治理。故设计了300kW电容消谐补偿装置, 提高功率因数。为了滤波, 在电路中设计了电抗器, 其中硅钢片采用Z10型冷轧高导磁率产品, 铜管为T2挤制铜管, 用高强度云母带包扎, H级绝缘。另外, 增加缓冲吸声材料, 以减小滤波电抗器的工作噪声。

(7) 控制系统 该淬火机床控制系统采用交流380V、50Hz供电。380V低压电, 主要对机床的工作模式、进给、电源输出、动作时间等进行控制, 可靠性极高。

接入中频电源, 晶闸管中频电源提供300kW功率、1000Hz频率电力输送给淬火变压器, 通过柜机面板或外接操作台实现远程操控, 操作室内操作台面板上装有的直流电压、直流电流、中频电压、中频频率、中频功率5块控制仪表, 装有主电分/合按钮、中频启动/停止按钮、PLC变频调速, 变频器的功率输出可在10%~100%范围内任意调节。所选直流电压表、直流电流表、功率表、频率表均为标准电压型。另外, 还有台车运动按钮、台车转动频率仪、在线温度显示表、感应加热装置的上升下降、移动控制按钮, 以及水泵启动、风顶起落按钮。

3. 淬火工艺运行情况

图2为研发的钢轨中频表面感应淬火机床投入试验生产情景。

(1) 上料 用桥式起重机将钢轨吊至移动台车上,手动调整钢轨在移动台车上的位置,保证钢轨与移动台车在行进方向平行。钢轨吊装数量可为1~2根。

(2) 开机 启动冷却塔电动机,使冷却塔对中频电源柜、电容器、淬火变压器、感应器线圈及汇流铜排等部分进行水冷却。

(3) 开启中频电源柜 调整电源功率。

(4) 开启消谐补偿柜 使消谐补偿柜处于工作状态。

(5) 启动移动台车电动机 通过PLC变频器变频调整台车行进速度。

(6) 门架上固定气缸上升 带动加热装置上升到最高工作位置。

(7) 固定架两侧电动机移动 调整加热装置左右方向移动,落下淬火感应器,确保淬火感应器刚好压在钢轨上。

(8) 输入钢轨工艺参数和电参数 电网电压波动 $\pm 10\%$,频率波动 $50\text{Hz} \pm 10\%$,中频电压 $600\sim 800\text{V}$,频率 $900\sim 1100\text{Hz}$,功率 $180\sim 200\text{kW}$,水压 0.2MPa 。

钢轨轨头加热到 $900\sim 980^\circ\text{C}$ 后适量喷雾冷却,余温控制在 $420\sim 600^\circ\text{C}$ 。

(9) 开车移动工件完成整个淬火过程。

(10) 卸料。

4. 淬火工艺质量检测

图3、图4为U71Mn钢轨淬火后切片质量检测的结果。轨顶面表面硬度 $300\sim 380\text{HBW}$,获得的帽形硬化层的顶深 $> 8\text{mm}$,侧面

深度 $> 6\text{mm}$,硬化层截面硬度为 $34\sim 40\text{HRC}$,硬化层金相组织为索氏体。

硬化层形状、深度、组织完全达到了TB/T1779标准《道岔轨件淬火技术条件》标准规定。



图2 研发的钢轨中频感应淬火机床



图3 钢轨中频感应淬火后的硬化层

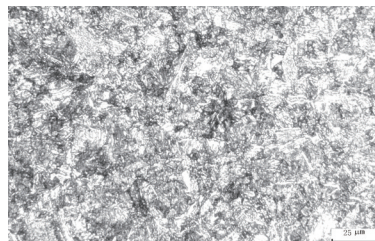


图4 金相组织

5. 结语

(1) 该淬火机床结构新颖,功能全,设计制造合理,具有占地面积较小,生产能力大,运行稳定可靠,电热效率高,耗电少,省水,对电网污染小,以

及淬火质量稳定等诸多优点,提高了钢轨淬火质量。

(2) 适合于43、50、60轨,43、50尖轨,以及50AT、60AT多品种大批量感应淬火生产。

作者简介:汪广志、谢超、陆娇、李亚娟,中铁宝桥集团天元实业发展有限公司。罗来军、张占崎,西安动邦科技有限公司。

MW 20160518

征稿启事

《金属加工(热加工)》特设感应加热栏目,涵盖感应热处理、感应熔炼、感应透热等领域,并面向广大热加工行业工作者征集优秀稿件,凡内容涉及相关工艺、设备、材料、检测技术、缺陷分析,以及节能环保技术和生产管理文章均可向本刊投稿。

稿件一经录用可优先发表。

投稿路径:1. 登录<http://tougao.mw1950.cn> 网上投稿系统

2. 邮箱:rb1950@126.com

《金属加工》编辑部