

文章编号: 1001 - 6988(2005)05-0021-03

# 铸钢件热处理生产线的设计

张德奎

(机械工业第五设计研究院 工业炉研究所, 天津 300190)

**摘要:** 铸钢件热处理主要是铸钢件为获得均匀晶相组织和适当硬度进行正火热处理, 本文阐述了该生产线的主要组成部分及其结构特点, 同时详细阐述了工件冷却系统和微机控制系统。

**关键词:** 铸钢件; 生产线; 冷却; 控制系统

**中图分类号:** TGI55.1<sup>+</sup>1      **文献标识码:** B

## Design of Heat Treating Production Line for Cast Steel

ZHANG De-kui

(Department of Industrial Furnace, Fifth Project Planning &amp; Research Institute, Tianjin 300190, China)

**Abstract:** Heat treating for cast steel is the technology of normalizing that cast steel can gain the equality or ganism and hardness. The composition of the production line, the construction characteristic and the cooling and controlling system are introduced.

**Key words:** cast steel; production line; cooling; controlling system

## 1 前言

本生产线的设计主要源于汽车小型精铸件铸造后的正火处理。热处理工艺一般包括加热、保温、冷却 3 个过程。加热是热处理的重要工序之一。金属热处理的加热方法很多, 可根据用户要求选择。电加热易于控制, 且无环境污染。加热温度是热处理工艺的重要工艺参数之一, 选择和控制加热温度, 是保证热处理质量的主要手段。加热温度随被处理的金属材料 and 热处理的目的不同而异, 一般都是加热到相变温度以上, 以获得高温组织。同时晶相组织的转变需要一定的时间, 因此当金属工件表面达到要求的加热温度时, 还须在此温度保持一定时间, 保证工件内外温度一致, 使显微组织转变完全。冷

却也是热处理工艺过程中不可缺少的步骤, 冷却方法因工艺不同而不同, 主要是控制冷却速度。正火的冷却速度较快, 根据钢种不同有不同的冷却要求, 正火后工件的组织更细, 可以改善材料的切削性能。因此, 本生产线的设计难点主要集中于工件在加热时的温度均匀性和冷却速度, 以及冷却时的温度均匀性的控制。

## 2 生产工艺参数

炉型: 料盘装料推杆式连续热处理炉

典型工件尺寸: (大) 500 mm × 200 mm × 200 mm

(小) 35 mm × 45 mm × 50 mm

重量: 0.1 ~ 10.0 kg

加热钢种: 优质碳素钢、低合金钢等

工件装炉温度: 常温

工件保温区温度: 890 ~ 950

收稿日期: 2005 - 03 - 23; 修回日期: 2005 - 06 - 15

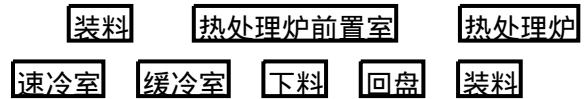
作者简介: 张德奎 (1975 - ) , 男, 工程师, 从事工业炉窑的技术开发及设计工作。

工件最终急冷温度:500 ±15  
 冷却速度:1~3 /s  
 冷却方式:采用强制风冷,同时加微量雾化功能  
 燃料种类:电  
 产量:300~350 kg/h  
 传动方式:电动  
 热处理炉有效长度:7 700 mm,有效宽度:1 000 mm  
 最高设计炉温:1 050  
 料盘尺寸:550 mm(长) × 550 mm(宽) ×50 mm(高)  
 加热用额定电功率:242 kW  
 电加热辐射棒数量:44 根  
 单根电加热辐射管功率:5.5 kW  
 冷炉空炉炉温从常温到最终温度时间:60 min  
 工件在炉内运行时间:280 min  
 工件上下料方式:人工将工件放入和拿出料盘,  
 其余动作均自动化。

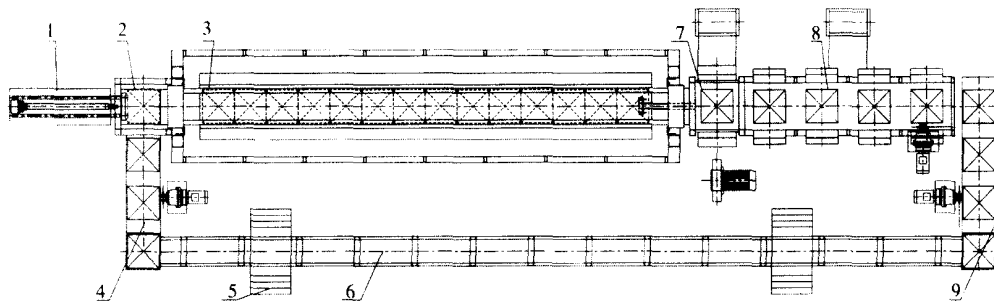
设备占地面积:17 000 mm × 3 600 mm

### 3 生产线组成

该生产线由上料架及驱动机构、推钢机、热处理炉前置室、热处理炉、出料机、急冷室、缓冷室、料盘输送机构、回盘机构、控制系统组成。生产工艺流程如下:



工件通过人工手段装在料盘上。通过减速机、链条驱动机构进入热处理炉前置室,通过主推料机推到热处理炉加热,加热后通过出料驱动机构将料盘钩出热处理炉进入速冷室冷却,通过减速机、链条驱动机构将料盘送至缓冷室,到下料架下料,料盘返回。生产线布置图见图 1。



1. 推料机构及支架 2. 前置室 3. 热处理炉 4. 上料机构及支架 5. 检修梯 6. 回盘线 7. 急冷室 8. 冷却室 9. 下料机构及支架

图 1 生产线平面布置示意图

#### 3.1 上料架及驱动机构

工件单重较小,上料方式采用人工摆放方式,上料架上设置 3 个料盘,工人根据不同的工件形状有规则地摆放,有利于工件在加热过程中的均匀受热和对受热变形的控制,更有利于工件在急冷过程中冷却均匀。

#### 3.2 热处理炉

热处理炉设有前置室,与热处理炉之间有炉门隔离,设一个料位,设置料盘宽度检测机构,对超宽的料盘进行报警。

采用滚珠丝杠式电动推料机推料,炉内轨道采用 Cr25Ni20 材质精铸而成,设两条轨道。出料装置为软链条钩料方式。

热处理炉分 4 区控温加热,电加热辐射管由炉顶两侧垂直插入炉内,均热段设两台搅拌风机。在热处理炉的末端,设有料位感知器及定位装置,料盘可准确定位。

热处理炉炉壳由钢板和型钢焊接而成,炉衬为纤维结构,炉顶为分段式结构。

#### 3.3 急冷室

速冷室由墙体、炉门、鼓风机、进风管路、出风管路、搅拌风机、远红外测温仪等组成,墙体为内外双层钢板内衬保温层的结构,内层钢板采用不锈钢材质,以达到耐热、防锈的效果。

#### 3.4 缓冷室

工件在速冷后温度较高,仍需冷却才可人工下

料,此时的冷却已经不影响其工艺性能,因此缓冷室结构比较简单,配备3台风机对工件直接吹风冷却,由上部的集风箱将热风汇集排出车间。

### 3.5 回盘机构

人工下料后的空料盘在传输线上,由输送小车直接送回上料架。

### 3.6 控制系统

控制系统由人机界面、温度控制系统、程序动作控制系统、报警系统、能源管理系统等部分组成,使整条生产线实现全自动生产。

## 4 速冷室结构特点

速冷室冷却是满足工艺的关键过程,为使工件得到均匀晶相组织和适当的硬度,冷却室的设计要满足风量、风向的自动调节及工件温度的适时监控。其结构特点见图2。

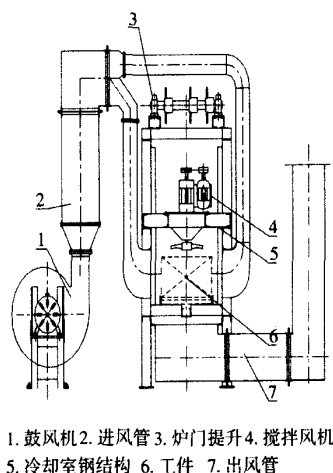


图2 急冷室示意图

速冷室设一个料位。风机采用变频调速,使风量、风速有较宽的调整范围,同时设置可调节流量的高速细流喷嘴进行水雾冷却,达到零件冷却速度可调的目的。计算机根据设定的工艺参数进行调速控制,保证冷却速度和工件温度满足工艺要求。

采用双波段红外测温仪测量零件温度,红外仪测温位置可调,并与PLC进行通讯,实现自动调节风量和时间的目的。

速冷室采用双向侧面进风与顶部强旋流进行搅拌的迭加组合的强制对流冷却方式。以大流量冷风迅速将工件冷却。进风口通过导向栅页调整冷空气的喷出方向。

## 5 控制系统

为满足生产工艺及用户需求,生产线工作现场采用西门子的MP270操作面板来实现对各种工艺参数的输入、修改、选择和自动线工况、故障点等参数的显示,并对温度、过程控制、冷却速度、能源、报警系统进行实时监控。设置上位计算机通过PROFIBUS-DP总线与PLC联网,承担对自动线的程序维护、实时监控、数据存储及打印相关报表等管理功能,配套的工业组态软件提供动态流程画面,能方便地接入到厂区内的生产管理网络。

温度控制采用双偶测量炉温,信号均接入PLC,双路互为备用。正常时以两路测量信号的平均值作为控温和记录用。而当其中一只发生故障时,另一只可顶替负责两项工作,不影响整条生产线的正常工作。系统有断偶报警功能,提示操作人员及时更换被损坏的电偶。采用FM355C闭环控制模块完成对炉温的回路控制,可实现PID参数的自整定。通过变周期过零触发器,控制可控硅调节加热功率,能达到控制炉温的目的。由上位机完成对各区温度的记录。

程序动作控制采用西门子S7控制器控制系统程序动作,既可在人机界面的控制下完成程序动作,也可以独立实现自动、手动功能。PLC的开关量输出模块选用24VDC型,通过中间继电器、交流接触器驱动电器装置,每一个回路均配置单独的空气开关断路器、热继电器,便于故障点的指示和在线排障。

报警系统对所有温度控制点进行监视报警,对程序动作异常进行故障分析;对速冷工位步长报警;对电热元件的电流进行检测,及时发出断路报警信号并指示位置。

能源管理通过电量检测仪表对主配电回路的相电压、相电流进行检测并隔离处理为标准信号送入PLC,系统实时显示能耗信息,并记录电能量数据,参与管理。

## 6 结束语

生产线自2002年投产使用,至今已两年多时间。经过生产实践证明,该生产线满足了用户对小型铸钢件热处理的工艺要求,设备运行平稳可靠,产品质量稳定。