

# ø33.25 m 环形炉设计特点

丁宏钧 (天津钢管公司 168 厂,300301)

**[摘要]** 对天津钢管公司由德国 LOI 公司总承包设计建造的ø33.25 m 环形炉设计特点做了分析。其炉底钢结构、炉子砌体、机械设备的設計均有独到之处,有效地解决了炉底膨胀、炉底积渣、炉压波动等环形炉常见问题。燃烧系统采用成熟的低氧化氮天然气烧嘴,热工控制系统采用 2 级计算机数模自动完成最优化加热,单耗低、加热质量优异。

**关键词** 环形炉 烧嘴 加热系统 设计特点 分析

## 1 前言

2002 年天津钢管公司筹建第二套轧管生产线项目中,由德国 LOI 公司总承包设计建造 ø33.25 m 环形炉。换热器、烧嘴、液压站等关键设备由德国进口,耐火材料、钢结构等设备国内供货,委托中国十三冶建设总公司安装建造,于 2003 年 9 月点火运行。本文对该环形炉设计特点做简单介绍。

## 2 基本参数

2.1 加热能力:设计 120 t/h(150 支/h)

最大 140 t/h(180 支/h)

2.2 管坯规格及布料方式

管坯规格:

直径(mm):200 210 150

长度(mm):1 122~4 200

最大单重(kg): 1 040

注:管坯材质为低合金钢、合金钢和碳素钢。

炉内有效料位:312

布料方式:单排、交错

管坯加热温度℃:1 260~1 280

2.3 炉子基本尺寸

炉底中心平均直径 (mm):33 250

炉膛内部宽度 (mm):4 930

炉底有效宽度 (mm):4 368

炉膛高度 (mm):1 800

有效炉底面积(m<sup>2</sup>):600.85

## 2.4 燃料

环形炉使用的燃料为天然气,发热值为:

$$Q=4.1819 \times 9300$$

$$=38\,991 \text{ (kJ/Nm}^3\text{)};$$

设计单位燃耗 (Nm<sup>3</sup>/t): 39

## 3 动作描述

如图 1 所示管坯由装料机 A 送入炉底上,随炉底一起转动,在转动过程中,被安装在炉子内外墙上的烧嘴和炉顶的烧嘴加热,转动一圈后,由出料机 B 将被加热好的管坯取出。

环形炉炉内烟气按照与炉底转动相反的方向流动,加热管坯后废气经由装料端内环侧墙上的排烟口排除炉外。

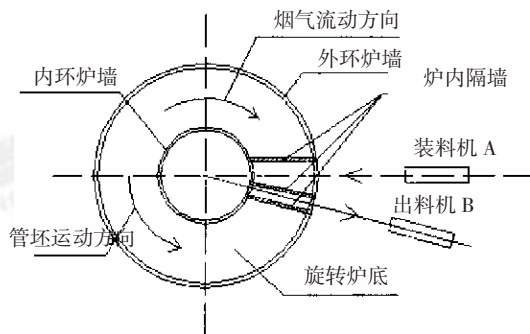


图 1 环形炉运转示意图

频电机的调速范围时,计算卷取机功率时应考虑增大电机的计算功率  $N=gN_j$ 。以满足卷取过程中的张力及速度的工艺要求。

(收稿 2004-10-18 责编 苗龙军)

## 参考文献

[1] 周国盈.带钢卷取设备[M].北京:冶金工业出版社,1992

[2] 武钢设计院.1992 板带车间机械设备设计[M].北京:冶金工业出版社,1984

[3] 连家创,李春满.轧钢设备及工艺.原东北重型机械学院,1985

## 作者简介

吴永杰,男,助理工程师。现在西安重型机械研究所工作。

## 4 设计特点

### 4.1 钢结构方面

炉子钢结构由定心辊、支撑辊、炉底框架、炉底钢板、炉墙立柱、炉墙钢板及炉顶钢梁组成。这座炉子在钢结构方面最突出的设计特点是,炉底框架和炉底钢板冷态时有 41 mm 偏心,热态时,炉底钢板随炉底耐火材料膨胀至中心重叠。也就是说,设计中预先考虑了炉底膨胀的情况。对于环形炉这种炉型来说,其最大的一个特点就是炉底耐火材料在由冷态升温至热态时发生膨胀,拖动炉底钢板发生位移。传统的环形炉设计中冷态时炉底框架和炉底钢板没有偏心,升温过程中由于炉底耐火材料受热膨胀拖动炉底钢板发生位移,且由于炉底各部位耐火材料及钢结构施工质量存在差异,此位移使炉底框架和炉底钢板间产生无规则偏心。即:炉子工作状态下炉底框架并不是均衡的支撑着炉底运转,不利于炉底钢结构的长期稳定运行。而在冷态就预留膨胀量并在钢结构设计上作相应考虑的做法,使炉子在工作状态下炉底框架均衡的支撑着炉底运转,利于炉底钢结构的长期稳定运行,加强了炉底钢结构的工作稳定性,提高了设备使用寿命。当然这一技术进步是在精确计算耐火材料膨胀量的基础上实现的。

### 4.2 炉体部分

环形炉炉体由转动炉底和固定的炉墙、炉顶、炉内隔墙、烟道、烟囱组成。

#### 4.2.1 独特的三道隔墙设计

这座炉子设计有三道隔墙如图 2 所示。

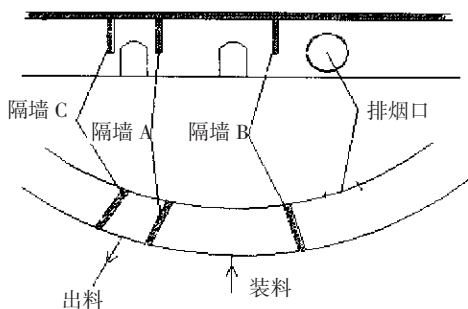


图 2 隔墙位置示意图

其中隔墙 A 的作用是防止高温炉气直接从出料端短路至装料端,浪费能源降低加热质量。隔墙 B 的作用是防止从装料炉门进入的冷空气进入烟道,降低排烟温度影响换热器的热效率,浪费能源。隔墙 C 的作用是防止均热段管坯因靠近出料门产生温降,影响加热质量,同时使炉膛压力受炉门开闭的影响减小,

利于炉压的稳定。

#### 4.2.2 炉体耐火材料

采用复合结构,根据不同部位情况选用不同的耐火材料组合,达到最佳使用效果和经济效益。

#### 4.2.3 烟道

如图 3。

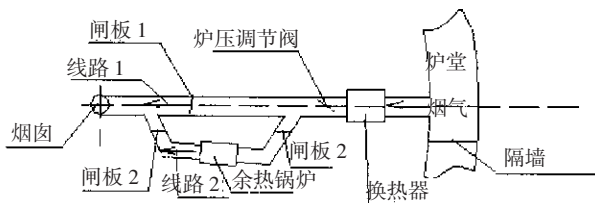


图 3 排烟系统示意图

烟道在换热器后分为两路。线路 2 通余热锅炉,此时闸门 1 关闭,闸门 2、闸门 3 打开。另一线路直接通至烟囱,此时闸门 2 闸门 3 关闭,闸门 1 打开,如图 3 线路 1 所示(在锅炉停炉时用)。其耐火材料设计特点是换热器前部分选用喷涂浇注料,换热器后部分采用陶瓷纤维内衬。这样在换热器前侧重对高温烟气的耐热,在换热器后注重减少烟气温降提高烟气回收价值节约能源。较之传统的全部用浇注料砌筑的烟道有明显的节能优势。运行中其换热器后烟气温度达到 390 ℃时烟道外表面温度仅有 30 ℃左右,而传统设计烟道外表面在同等烟气温度下高达 100 ℃。

#### 4.2.4 水封系统

为了保证炉底运转良好,炉底和侧墙的内外环之间留有一定的缝隙,即环缝。冷态时内环缝为 80 mm,外环缝为 162 mm。热态时,炉底膨胀内外环缝均达到 121 mm。

炉底和炉墙之间的环缝采用水封,水封系统由水封槽、活动刀、固定刀组成。活动刀安装在炉墙上不动。在活动刀底部装有刮板,这样炉底在转动时,通过刮板,把水封槽内的氧化铁皮和其它一些杂质刮到水封槽的漏斗处,最后通过漏斗清渣,见图 4。

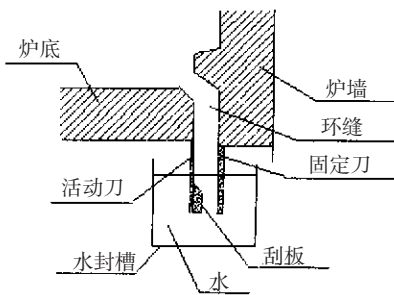


图 4 环缝水封示意图

### 4.3 机械设备

#### 4.3.1 扒渣机

环形炉一个非常难以解决的问题是炉底积渣。由于加热坯料过程中不可避免地产生氧化铁皮积留于炉底耐火材料表面,形成炉底积渣。久而久之越积越多使炉底标高上升,直至影响正常装料被迫停炉检修,严重影响生产。同时,随着积渣增多还严重影响加热质量和能耗指标。以往环形炉的传统设计中无法解决这一难题。只能听之任之被动接受定期停炉检修。而此座环形炉在装出料机之间设计了一台扒渣机专门负责随时清理炉底积渣,有效地解决了这个难题,成倍的提高了炉子的使用周期,提高了加热质量、降低了能耗。

#### 4.3.2 装、出料门

为液压驱动侧开式,节奏慢时(27 s 以上)与装出料机联动,节奏快时常开。其侧开式的设计使炉门驱动设备有效避开了炉门口的高温烟气,提高了设备的可靠性和使用寿命。

### 4.4 燃烧系统

其烧嘴在炉内的合理分布,决定了炉内热负荷的科学分配,是实现炉子温度制度的基础。烧嘴选用德国成熟设计的低氧化氮烧嘴,既能实现高质量的加热又考虑到环保要求。

### 4.5 控制系统

4.5.1 测量和控制系统用于监测和控制炉内热工过程,其设计非常全面周到没有任何疏漏。可实现各段炉温测量和控制;各段天然气和空气的压力、流量监测和控制;冷却水压力、温度检测;净环水及压缩空气总管设有压力开关及仪表室压力显示;烟气含氧量检测;换热器的保护控制(烟气稀释及热风放散);天然气总管流量监测等。

4.5.2 基础自动化传动和运动(1级),包括坯料跟踪和信号传递。计算机的数字化控制用于自动控制所有的运动部件以及物料跟踪,由编码器和炉底光栅共同完成炉底单步定位;操作模式分:电动、手动、半自动、

全自动;自动化装置控制下列系统部分:装出料门及扒渣门、装出料机及扒渣机、液压系统、助燃风机和稀释风机、炉底液压马达。其中以双系统炉底定位为基础的物料跟踪准确可靠,为2级控制的投用提供了有力保障。

4.5.3 过程计算机系统(2级)有炉子操作过程优化,热工工程的自动化数学模型,为炉子加热最优化提供了计算最优化的加热条件,并作为控制系统的设定值。可实现预设定常规的、与坯料相关的和可重复的加热最终温度和热渗透;刻度的最小化;操作中中断的自动响应;能量消耗最小化;炉子极限工作时的最佳性能和协调控制;建立订单和班纪录。

## 5 结束语

经过一年多的使用,此环形炉运转可靠、自动化水平高,只需两名工人即可操做,定员比1992年全套引进意大利的ø48 m 环形炉少一半;平均单耗 $35 \text{ Nm}^3/\text{t}$ ,低于 $39 \text{ Nm}^3/\text{t}$ 的设计值;环形炉常见的炉底膨胀难题得到有效解决,体现了目前环形炉设计的先进水平。

(收稿 2005-1-7 责编 苗龙军)

#### 参考文献

- [1] 陈鸿复.冶金炉热工与构造(第2版)[M].北京:冶金工业出版社,1999.
- [2] 韩绍沧.燃料及燃烧(第1版)[M].北京:冶金工业出版社,1984.

#### 作者简介

丁宏钧,工程师,1994年毕业于北京科技大学热能工程系热能工程专业,现任天津钢管公司168新型钢管厂热轧作业区作业长。先后在天津钢管公司设计研究所、轧管厂、168新型钢管厂从事工业炉窑技术工作。并参与轧管厂ø48 m 环形炉、钢管再加热炉、芯棒预热炉等技术改造及设计审查、安装调试工作。