

# 某钢厂大型电炉除尘系统设计

余建华 陈华清 管宏发

(中钢集团天澄环保科技股份有限公司 武汉 430079)

**摘要** 本文介绍了电炉除尘系统设计方面的一些经验,包括除尘系统工艺流程、产尘点风量确定、设备选型以及问题的处理等,可供相关技术人员参考和借鉴。

**关键词** 电炉 除尘系统 工艺流程

## 0 引言

人类活动引起的烟尘等有害物主要来源于三个方面,工艺生产过程中产生的有害物、生活过程中产生的有害物以及交通运输过程中产生的有害物。钢铁厂以其资源密集、能耗密集、生产规模大、物流吞吐量等特点,长期以来一直被认为是烟尘排放量大、废弃物多、污染大的企业。特别是电炉炼钢是造成烟尘污染的最主要来源之一。

## 1 设计对象介绍

某钢厂现有一台 90 吨电炉和一台 90 吨 LF 精炼炉,现有除尘系统一套,因设计不合理、装备技术落后,不能满足除尘工艺要求,导致整个厂房被黄烟笼罩,严重影响到了生产操作环境、工人的工作环境及周边居民的生活环境。曾在原第四孔排烟基础上按 CONSTEEL 电炉形式加以改造,但收效甚微,为根本解决上述问题,需对整个除尘系统进行改造。

## 2 除尘系统设计

### 2.1 原始设计参数

2.1.1 气象参数:夏季通风室外计算温度 32℃,冬季通风室外计算温度 1℃;夏季大

气压力 99.62KPa,冬季大气压力 101.79KPa。

### 2.1.2 电炉工艺参数

| 序号 | 名称    | 单位                  | 参数  |
|----|-------|---------------------|-----|
| 1  | 公称容积  | 吨                   | 90  |
| 2  | 平均出钢量 | 吨/炉                 | 110 |
| 3  | 变压器容量 | MVA                 | 60  |
| 4  | 冶炼时间  | MIN/炉               | 40  |
| 5  | 吨氧耗量  | NM <sup>3</sup> /吨钢 | 40  |
| 6  | 氧气压力  | MPa                 | 1.6 |
| 7  | 铁水热装  | 吨/次                 | 40  |
| 8  | 作业天数  | 天/年                 | 350 |
| 9  | 年产量   | 万吨                  | 120 |

### 2.1.3 LF 精炼炉工艺参数

| 序号 | 名称     | 单位    | 参数  |
|----|--------|-------|-----|
| 1  | 公称容积   | 吨     | 90  |
| 2  | 平均出钢量  | 吨/炉   | 110 |
| 3  | 变压器容量  | MVA   | 20  |
| 4  | 最短冶炼时间 | MIN/炉 | 50  |
| 5  | 年产量    | 万吨    | 70  |

## 2.2 风量的确定

对于除尘系统来说,系统风量的大小直

接关系到整个工程的一次性造价、除尘系统运行管理费用和除尘效果，所以说风量选取至关重要。本除尘系统共有一台 90 吨炼钢电炉和一台 90 吨 LF 钢包精炼炉。

### 2.2.1 电炉风量确定

电炉除尘风量大小与烟气捕集形式有关。国内同类电炉除尘采用的烟气捕集形式主要有屋顶罩、全密闭罩、半密闭罩、四孔排烟+屋顶罩、四孔排烟+全密闭罩+屋顶罩等几种形式。本电炉除尘采用四孔排烟+屋顶罩的形式。

电炉冶炼一般分为熔化期、氧化期及还原期。在上述三个冶炼期中，氧化期产生的烟量最大，含尘浓度和烟气温度最高。因此电炉排烟除尘系统风量确定按氧化期时的烟量进行考虑和设计。

#### 2.2.1.1 一次烟量

一次烟量选取合适与否直接关系到屋顶罩烟量的确定。本工程一次烟量确定采用热平衡计算公式进行理论计算（见文献[1]），并参考类似工程经验取其值为  $180000\text{Nm}^3/\text{h}$ 。

### 2.2.1.2 屋顶罩烟量

屋顶排烟罩是将电炉顶部范围内的房架加以合理的围挡形成排烟罩，其主要作用是使电炉在加料和出钢过程中瞬间产生的大量含尘热烟气（即二次烟气）贮留在厂房屋架内，然后在一个恰当的时间内有组织地被排放。本工程屋顶排烟罩烟量参照“高悬罩”排烟量的计算方法，同时结合以往工程经验，考虑各种因素后取最大烟量为  $1600000\text{Nm}^3/\text{h}$ 。

#### 2.2.1.3 LF 精炼炉烟量

LF 精炼炉采用水冷炉盖罩炉内排烟，炉盖罩的结构设计和排气孔尺寸大小与排烟效果和排烟量有关，烟量取  $50000\text{Nm}^3/\text{h}$ ，烟气温度  $200^\circ\text{C}$ 。

## 2.3 除尘系统的建立与描述

此除尘系统共分三条支路。屋顶罩一条支路；一次烟气通过沉降室、水冷烟道、自然风冷器，通过增压风机增压，形成一条支路；LF 精炼炉一条支路。三条支路进入混风室混合，混合后的烟气再进入除尘器通过主风机抽引，从烟囱排放。系统流程图如下：

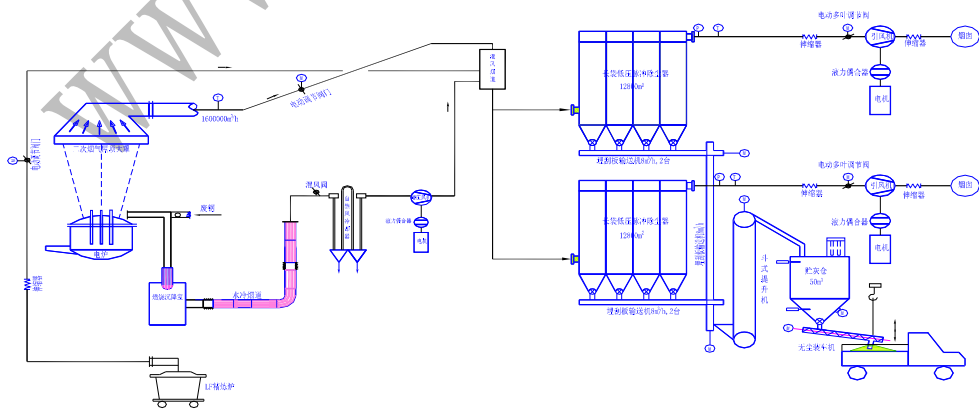


图 1 系统流程图

### 3 设备设计和选型

#### 3.1 沉降室设计

沉降室其作用可使从第四孔排出的未燃气体充分燃烧，还可以沉降粉尘中的粗颗粒，减少出口水平段水冷烟道的积灰现象和除尘设备的磨损问题，提高除尘系统设备运行寿命。根据计算选取沉降室尺寸为  $8000 \times 5000 \times 4000\text{mm}$ 。

#### 3.2 水冷烟道设计

一次烟气因其温度高，加之设备材料和结构条件所限，必须予以冷却降温。冷却降温的方法，一般可根据介质的不同，分成水冷与风（空气）冷两种。本设计采用水冷冷却降温的方法，水冷烟道国内普遍采用密排管式水冷却器。密排管式水冷却器是由无缝钢管焊接，内通冷却水，整体体积较其他型式的水冷热交换器更为紧凑。冷却器一般采用  $d=50\sim 70\text{mm}$  钢管做密排管管屏，管与管之间的中心距为  $(1.3\sim 1.5)d$ 。烟气在管屏内的流速一般采用  $10\sim 15\text{m/s}$ （指标准状态下）。管内冷却水流速宜取  $0.5\sim 1.0\text{m/s}$ ，使其达到紊流状态。

根据以上条件得出水冷烟道直径为  $2510\text{mm}$ ，长度大约  $58\text{m}$ ，使得烟气温度降至  $500^\circ\text{C}$ 。

#### 3.3 自然风冷却器设计

由于经过密排管式水冷却器冷却后的

一次烟气温度仍然较高，直接进入除尘器，一般而言，绝大多数除尘设备均难以承受，故需再一次降温至  $250^\circ\text{C}$ 。

本设计选取自然风冷却器为该段烟气降温设备，与机力空气冷却器相比其具有无动力消耗的特点，是一种节能而可靠的冷却设备，且可以减少维修费用等优点。

根据文献[2]计算知自然风冷却器所需冷却面积  $4130\text{m}^2$ 。

#### 3.4 混风室设计

随着电炉炼钢生产阶段的不同，除尘系统的烟气温度会呈现周期性变化，除尘器将出现局部或瞬间高温和低温现象，易造成除尘器滤袋的破损。为避免进入除尘器的烟气温度出现上述现象的发生，在除尘器进口前设置混风室，对一次烟气、LF 炉产生的烟气及屋顶罩烟气进行均匀混合，经混风室均匀混合后烟气温度可稳定于  $130^\circ\text{C}$  以下，同时使得烟气中较大颗粒的粉尘得到有效的沉降。

本设计中混风室内烟气速度选取  $10\text{m/s}$  左右。

#### 3.5 增压风机选型

一次烟气排烟设单独的增压风机，保证一次烟气的稳定运行。增压风机设在机力冷却器之后，增压风机配置液力耦合器，当电炉加料时可通过液力耦合器降速至最低以

---

保证电炉炉内微负压。

根据风量和阻力选取 Y4-2×60-14№21.5F 型增压风机，选取相应的液力偶合器和电机。

### 3.6 除尘器选型

除尘器是整个除尘系统的核心，除尘器设计选型适合与否直接关系到除尘效果的好坏及系统运行的稳定性。根据电炉的烟尘特性，本设计中的除尘器选用我公司的长袋低压脉冲袋式除尘器，过滤面积 25600m<sup>2</sup>，过滤风速 1.24m/min，滤袋采用涤纶针刺毡。

### 3.7 主风机选型

本设计选取两台风机并联使用。在设计中考虑采用两台风机并联工作时，应将风机和管网的特性曲线绘制在同一坐标上进行分析比较，尽可能使选型风机在并联运行工况下达到较高的效率，以避免风机选型与管网特性不匹配可能产生的不良后果。

本设计选用同型号的风机，根据每台风机风量 950000m<sup>3</sup>/h，阻力 5000Pa，选取 Y4-2×73-14№24.5F 风机，选取配套的液力偶合器和电机。

### 3.8 其他

根据工艺的需要，设置电动蝶阀对不同时工作的产尘点进行风量切换，设置补偿器对温度变化而引起的管道伸缩进行补偿。

## 4 调试出现的问题

本工程投入使用时，发现 LF 炉的烟尘捕集不够理想，主要原因是烟气量小。设计中考虑的是 LF 炉直接接入混风室，在调试过程中，把 LF 炉并入增压风机，效果明显得到改善，且一次烟气除尘效果也没有多大影响。从上述可知，理论的阻力计算结果可能与实际阻力有较大的差别，差别系数  $K \approx 0.75$ 。

## 5 结论

1、LF 炉除尘系统理论阻力计算与实际有较大偏差，需在理论计算结果基础上进行修正，修正系数  $K \approx 1.33$ 。

2、系统中应设置沉降室，以防进入除尘器的烟气温度出现局部或瞬间高温和低温现象，同时使得烟气中较大颗粒的粉尘得到有效的沉降。

3、高温烟气经水冷、风冷和混风室后，可使烟气温度降至 130℃ 以下，采用涤纶针刺毡脉冲袋式除尘器是完全可行的。

## 参考文献

- [1] 冶金工业部建设协调司，中国冶金建设协会. 钢铁企业采暖通风设计手册. 北京：冶金工业出版社，1996.12
- [2] 王永忠，宋七棣. 电炉炼钢除尘. 北京：冶金工业出版社，1993