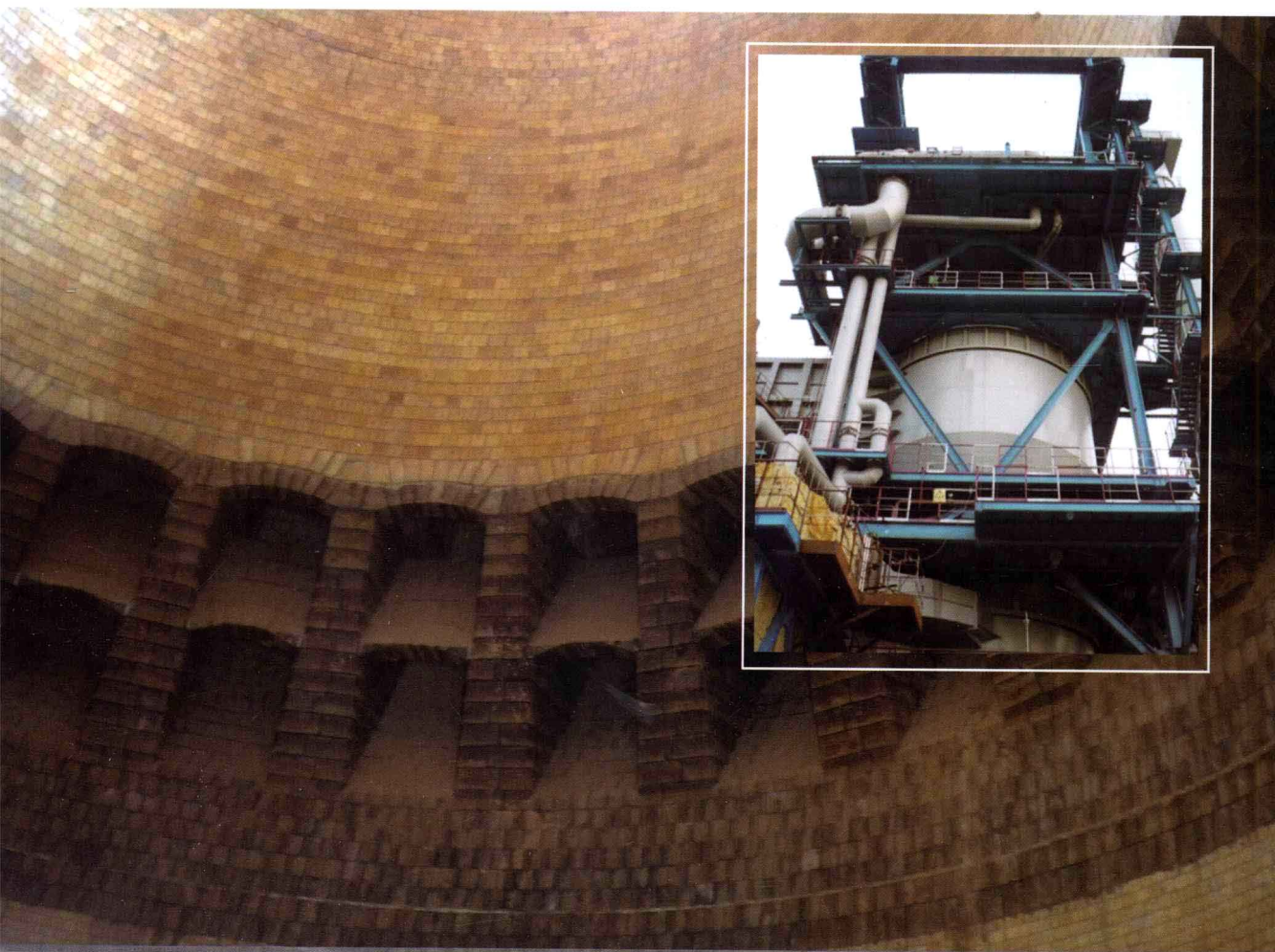


# 干熄焦内衬检修技术

◆ 五冶集团上海有限公司工业炉窑公司 著



上海交通大学出版社  
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

# 干熄焦内衬检修技术

五冶集团上海有限公司工业炉窑公司 著

上海交通大学出版社

## 内 容 提 要

五冶集团上海有限公司工业炉窑公司从事的工业炉窑砌筑和检修 30 多年,从宝钢一期引进日本干熄焦装置后,一直致力于干熄焦装置内衬的检修和维护工作。在总结国内大量干熄焦内衬检修方法,延长干熄焦装置使用寿命,不断推广干熄焦内衬检修标准和规范的基础上编写本书。本书从干熄焦内衬耐火材料的损坏机理、不同部位的检修方法以及主要的施工技术措施等全面进行了阐述。

本书由从事干熄焦内衬维护的专业技术人员编写,他们具有十分丰富的系统理论知识和实践经验,对干熄焦内衬结构形式、耐材特性以及生产工况十分了解,同时还收集了大量的国内外相关文献和资料,力求科学性和系统性。本书图文并茂、内容丰富、层次清楚,实用性强,是一本高水准的干熄焦内衬专业检修专著。书中介绍了干熄焦内衬规范化的检修方法和记录表格,也值得其他行业工业炉窑内衬检修维护时借鉴。

### 图书在版编目(CIP)数据

干熄焦内衬检修技术 / 五冶集团上海有限公司工业  
炉窑公司著. —上海: 上海交通大学出版社, 2011  
ISBN 978 - 7 - 313 - 06914 - 6

I. ①干… II. ①五… III. ①干熄焦装置—内衬—检  
修 IV. ①TQ520.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 215312 号

## 干熄焦内衬检修技术

五冶集团上海有限公司工业炉窑公司 著

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 951 号 邮政编码 200030)

电话: 64071208 出版人: 韩建民

常熟市梅李印刷有限公司印刷 全国新华书店经销

开本: 787 mm×1092 mm 1/16 印张: 7 字数: 168 千字

2011 年 1 月第 1 版 2011 年 1 月第 1 次印刷

印数: 1~2 030

ISBN 978 - 7 - 313 - 06914 - 6/TQ 定价: 20.00 元

---

版权所有 侵权必究

## 本书编委会

|     |     |     |     |     |     |     |  |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| 主 编 | 程爱民 |     |     |     |     |     |  |
| 副主编 | 程先云 | 叶晓青 | 任社安 |     |     |     |  |
| 委 员 | 程并强 | 周 青 | 尚修明 | 张大勇 | 卿爱国 | 毛盛林 |  |
|     | 王永川 | 陈义明 | 王 建 | 谭春华 | 蔡 伟 | 王 刚 |  |
|     | 刘大保 | 周亚丽 |     |     |     |     |  |

# 前 言

本书分绪论、干熄焦用耐火材料、干熄焦砌筑要领、干熄焦内衬损坏机理、干熄焦内衬检修、施工准备与施工机具及干熄焦红焦烘炉共七章,第一章为绪论,简要阐述了干熄焦技术发展及现状和干熄焦技术原理。第二章为干熄焦用耐火材料,叙述了干熄焦耐火材料种类及特性,近几年干熄焦耐火材料发展状况,尤其是干熄焦装置关键部位耐火材料的使用,从理化指标等方面进行详细描述。第三章为干熄焦砌筑要领,从干熄焦装置的耐火材料特点、砌筑一般注意事项、各部位砌筑要领以及砌筑验收标准规范进行全面阐述。在干熄炉的斜道以及一次除尘器拱顶等特殊部位的砌筑要点进行了较为详细的阐述。第四章为干熄焦内衬损坏机理,从内衬的损坏现状全面剖析,对干熄炉及一次除尘器各部位损坏的情况,从物理磨损、材质本身性能、设计结构特点以及生产工艺操作等多方面深入阐述。第五章为干熄焦内衬检修,针对干熄焦装置不同部位的损坏情况,全面阐述了根据部位的结构特点以及材质性能,采用不同的施工技术方法,进行全面的检查、记录和修复。第六章为施工准备和施工机具,针对干熄焦装置不同部位的检修方法,列举了一系列重要的技术措施和关键施工机具。第七章为干熄焦红焦烘炉,介绍了干熄焦检修后红焦烘炉工艺、烘炉过程中参数的设置和调整,达到顺利、安全烘炉的目的。

本书结构合理,条理清晰,叙述准确,分析透彻,非常适合于干熄焦内衬检修、维护及生产操作人员使用,也适合干熄焦生产企业炉体内衬管理人员、技术人员、科研人员阅读,还可作为其他炉窑施工单位以及从事干熄焦专业教学的广大师生参考。

编 者

2010年10月

# 目 录

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 第一章 绪论 .....              | 1  |
| 第一节 干熄焦技术发展及现状 .....      | 1  |
| 第二节 干熄焦原理 .....           | 3  |
| 第二章 干熄焦用耐火材料 .....        | 15 |
| 第一节 干熄焦用耐火材料技术要求及性能 ..... | 15 |
| 第二节 干熄焦用耐火材料的发展 .....     | 22 |
| 第三章 干熄焦砌筑要领 .....         | 25 |
| 第一节 干熄焦用耐火材料特点 .....      | 25 |
| 第二节 一般注意事项 .....          | 25 |
| 第三节 砌砖施工要领 .....          | 28 |
| 第四节 砌体允许偏差 .....          | 34 |
| 第四章 干熄焦内衬损坏机理 .....       | 37 |
| 第一节 干熄焦内衬现状 .....         | 37 |
| 第二节 损坏机理分析 .....          | 38 |
| 第五章 干熄焦内衬检修 .....         | 44 |
| 第一节 冷却段 .....             | 44 |
| 第二节 斜道 .....              | 51 |
| 第三节 环形道 .....             | 63 |
| 第四节 炉口 .....              | 68 |
| 第五节 伸缩器 .....             | 70 |

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| 第六节 锅炉入口 .....             | 76         |
| <b>第六章 施工准备与施工机具 .....</b> | <b>77</b>  |
| 第一节 施工准备 .....             | 77         |
| 第二节 施工机具 .....             | 88         |
| <b>第七章 干熄焦红焦烘炉 .....</b>   | <b>101</b> |
| 第一节 烘炉概述 .....             | 101        |
| 第二节 红焦烘炉工艺 .....           | 102        |

# 第一章 绪 论

## 第一节 干熄焦技术发展及现状

### 一、干熄焦的发展过程

干熄焦起源于瑞士,20 世纪 40 年代许多发达国家开始研究开发干熄焦技术。20 世纪 70 年代干熄焦技术得到了长足发展。日本率先从苏联引进了干熄焦技术,并在装置的大型化、自动控制和环境保护方面进行了有效的改进。到 90 年代中期,日本已建成多套干熄焦装置,其中新日铁和 NKK 等公司建成的干熄焦单套处理量可达到 200 t/h 以上。装料和排料方面,先后采用料钟布料装焦、旋转密封阀连续排焦以及旋转焦罐接焦等技术,降低气料比,大大减少了干熄焦装置的建设投资和装置的运行费用;在自动化方面也大大提高,实现了全自动无人操作。环保方面,采用除尘地面站,避免干熄焦装置二次污染。日本的干熄焦技术除在日本国内被普遍采用外,同时也输出到德国、中国、韩国等国,其干熄焦技术水平已达到国际领先水平。

20 世纪 80 年代,德国研发出了水冷壁式干熄焦装置,优化了气体循环系统,适当降低运行成本。德国蒂森斯蒂尔奥托(TSOA)公司在干熄炉内置入了水冷栅和水冷壁,干熄炉为方形,改进了排焦和干熄炉供气方式,炉内焦炭下降及气流上升均匀分布,大大提高换热效率,气料比降到了  $1\ 000\ \text{m}^3/\text{t}$  焦以下,降低了干熄焦装置的运行费用。TSOA 干熄焦技术在德国得到推广,同时该技术还输出到韩国和中国台北的中钢公司。

从 20 世纪 80 年代上海宝钢一期引进日本干熄焦技术以后,中冶焦耐工程技术有限公司、首钢国际工程技术有限公司、武钢、首钢等在吸收消化日本干熄焦技术方面作了许多有益工作,积累了丰富的经验。目前,国内正在进行生产的干熄焦装置约 150 多套,单套最大处理能力达 260 t/h。

### 二、国内干熄焦技术的现状

#### (一) 装置系列化,配置经济合理

宝钢一期从日本引进的干熄焦投产以后,针对国内实际情况,除宝钢外,都采用湿熄焦备用。随着对干熄焦重要装置之一的干熄炉内衬结构不断完善,同时耐火材料的性能不断提高,装置的检修时间间隔也越来越长。日本、德国等发达国家近年在干熄焦装置设计时,也采用湿熄焦备用,以减少基建投资。2009 年投产的首钢京唐焦化厂 260 t/h 干熄焦是当今最现代化、也是环保和装备水平最高的干熄焦装置。

干熄焦装置系列化十分重要,若规模单一,不能形成系列,就不能按照焦炉的不同规模经

济合理地配置干熄焦装置。近几年炼焦行业不断发展,干熄焦装置已经根据生产能力形成系列,也不断向大型化发展,开发出了 60~260 t/h 干熄焦装置,实现了规模配置系列化,可以针对目前我国现有焦炉的生产能力合理配置干熄焦装置,满足不同焦炉炉组生产规模的需要。

### (二) 干熄焦技术和设备国产化

国内干熄焦装置均采用具有我国自主知识产权的干熄焦技术。实现了干熄焦装置用提升机、循环风机、锅炉、电机车、排焦用格式密封阀等部分专有设备的国产化,这些设备中,电机车属专用设备,其特点是起动速度快、走行速度快、对位要求准确;循环风机要求耐磨性好,并能在较高温度下长期连续稳定运行;国内目前尚无可选产品,提升机是干熄焦专用设备,其特点是提升速度快、走行速度快、对位准确、自动化程度高。实现了干熄焦装置用的装入装置、排出装置、一次除尘器、多管二次除尘器(金属和陶瓷)、供气装置、换热器、焦罐、运载车、横移牵引装置等全部非标准设备的国产化,国产化率最高达到 97%。目前已投产的干熄焦装置项目生产实践表明,国产干熄焦设备质量可靠、性能先进,能够保证整个系统的有效运行。目前部分国产干熄焦设备已销往国外,包括日本。

旋转焦罐技术、振动给料器及格式密封阀式连续排焦技术、热管给水预热技术、多管二次除尘技术、带料钟的装入装置和高温高压锅炉技术等,被誉为当今国际上领先的干熄焦技术。

### (三) 进行干熄焦基础理论研究

2001 年以前,国内从未对干熄焦基础理论进行过研究,目前已进行了以下研究,并应用到干熄焦工程中。

- (1) 干熄炉内压力损失和对流换热的实验研究。
- (2) 干熄炉内布风、排风系统的实验研究。
- (3) 干熄炉内影响焦炭下降因素的实验研究和数学模化。
- (4) 干熄炉内循环气体流动、传热过程的实验研究与数学模化。

(5) 对焦炭物性参数进行了测量,开发了流体动力学辅助 CDQ 干熄炉设计软件——CAFFA for CDQ Design。

- (6) 建立了干熄焦装置环境影响评价系统。

### (四) 在个别方面实现了技术突破

(1) 首次在干熄焦装置中应用热管技术,解决了循环气体对换热器露点腐蚀问题,提高了换热器效率和延长了使用寿命。

(2) 首次在干熄焦排焦装置上采用电机振动给料器,解决了原电磁振动给料器噪声高、发热量高不易散热问题。

(3) 我国自主开发的“三电一体化”计算机控制系统处于国际先进水平。

(4) 根据干熄炉不同部位的需要开发了多种高性能耐火材料。

通过新技术的开发,在上述方面实现了技术突破,提高设备和整个系统的可靠性和先进性。

### （五）目前存在的问题

#### 1. 缺乏健全的管理制度

目前的干熄焦项目,无论是设计、制造还是建设、烘炉开工及生产管理都缺乏比较权威、规范、系统的规范和管理制度,因此必然造成设计依据不充分,制造不规范,烘炉开工和生产管理不严密、不可靠。实现干熄焦技术和管理规范化、标准化,已成为当前一项关键的工作。多年来,很多从事干熄焦工作的同行们已经为此做了大量工作,为这项工作的开展奠定了很好的基础,如果有行业协会和学会出面统一协调管理,各有关单位能够加以重视,必将使这项工作得以完善。

#### 2. 技术上存在缺陷

应当承认,目前我国的干熄焦技术仍然存在一些技术问题及缺陷,有待于改进完善,比如:耐火材料损坏严重、寿命短;

干熄焦装置的整体能耗高、系统操作难度大;

个别设备可靠性需要提高;

干熄焦后续的环保问题要进一步完善。

我国干熄焦技术要在国际上保持先进水平,必然要重视对这项技术的持续改进和完善,新工艺、新材料、新设备在干熄焦技术上应用将是干熄焦技术永葆活力的源泉,这需要从事干熄焦工作的同行们坚持不懈,继续努力!

#### 3. 建设配套条件差、竞争机制不完善

我国干熄焦技术推广十分迅速,来不及形成相应的建设配套条件,如相关技术人才短缺,干熄焦设备配套生产能力不足等。以设备制造为例:由于干熄焦项目技术的专业性和特殊性,许多大型设备厂家对干熄焦技术不太了解、不愿积极参与。目前大部分设备的专业制造厂家少,个别设备属于独家制造。这种情况不利于形成良好的竞争机制,导致干熄焦装置的建设成本高,设备供货已成为干熄焦工程建设的重大瓶颈,也制约了对干熄焦技术的改进和优化,不利于技术进步。

因此,为国内干熄焦技术交流提供更多信息平台,培养干熄焦工程建设方面的专业人才,将有实力的设备制造和施工单位引入干熄焦建设领域,形成良好的竞争机制是非常必要的。

## 第二节 干熄焦原理

所谓干熄焦,是相对湿熄焦而言,是指采用惰性气体将红焦降温冷却的一种熄焦方法。在干熄焦过程中,红焦从干熄炉顶部装入,低温惰性气体由循环风机鼓入干熄炉冷却段红焦层内,吸收红焦显热,冷却后的焦炭从干熄炉底部排出,从干熄炉环形烟道出来的高温惰性气体流经干熄焦锅炉进行热交换,锅炉产生蒸汽,冷却后的惰性气体由循环风机重新鼓入干熄炉,惰性气体在封闭的系统内循环使用。干熄焦在节能、环保和改善焦炭质量等方面优于湿熄焦。

### 一、干熄焦的工艺流程

干熄焦系统主要由干熄炉、装入装置、排焦装置、提升机、电机车及焦罐台车、焦罐、一次除尘器、二次除尘器、余热锅炉系统、循环风机、除尘地面站、水处理系统、自动控制系统、发电系统等部分组成。其工艺流程见图 1-1、工艺布置见图 1-2。

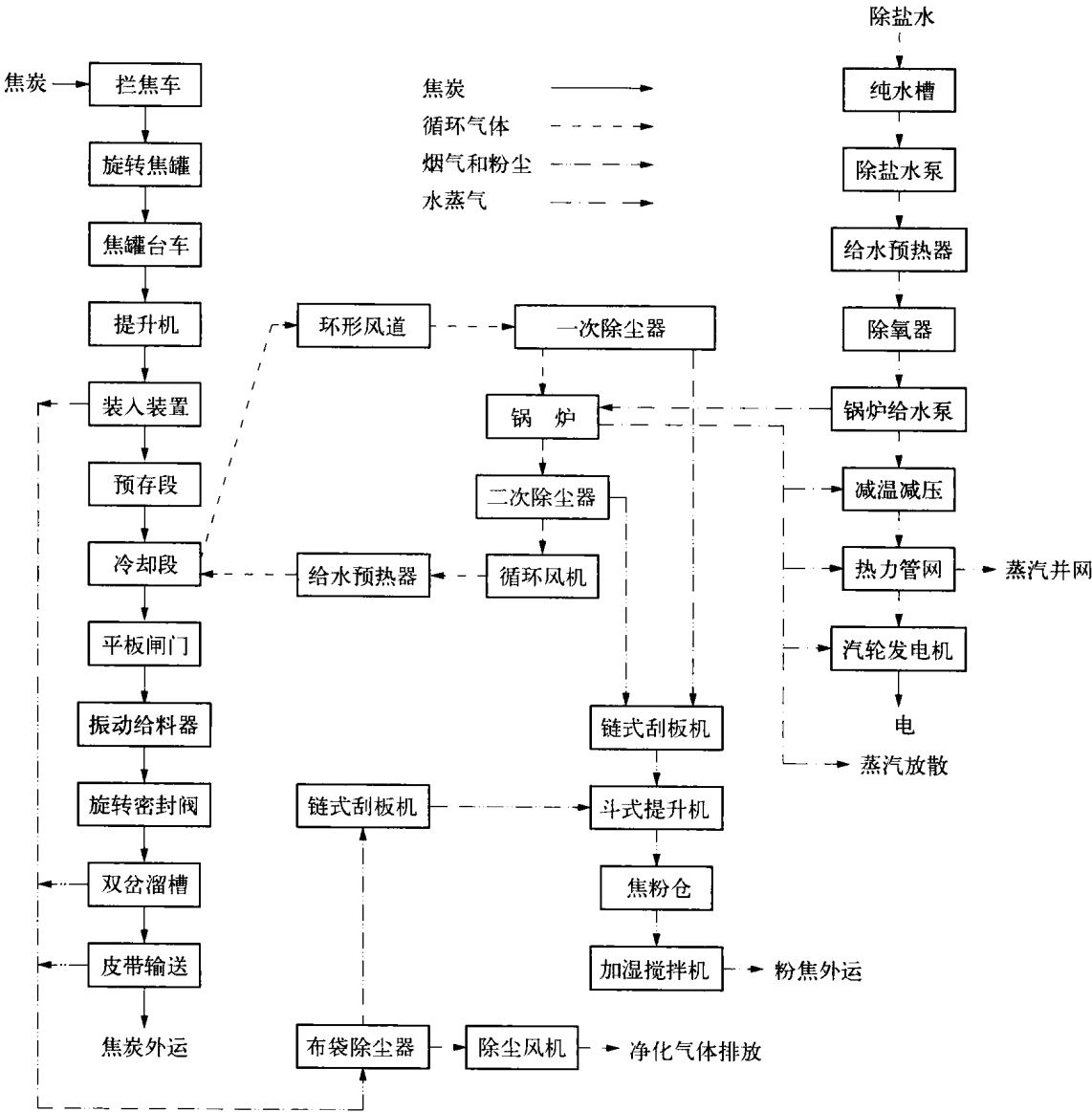


图 1-1 干熄焦装置工艺流程图

从炭化室推出的红焦送入到焦罐台车上的圆形旋转焦罐(有的干熄焦为方形焦罐)内,焦罐台车由电机车牵引至干熄焦提升井架底部,由提升机将焦罐提升至井架顶部;提升机挂着焦罐向干熄炉中心平移的过程中,与装入装置连为一体的炉盖由电动缸自动打开,装焦漏斗自动放到干熄炉上部;提升机放下的焦罐由装入装置的焦罐台接受,在提升机下降的过程中,焦罐底闸门自动打开,开始装入红焦;红焦装完后,提升机自动提起,将焦罐送往提升井架底部的空焦罐台车上,在此期间装入装置自动运行将炉盖关闭。

装入干熄炉的红焦,在预存段预存一段时间后,随着排焦的进行逐渐下降到冷却段,在冷却段通过与循环气体进行热交换而冷却,再经振动给料器、旋转密封阀、双岔溜槽排出,然后由专用皮带运输机运出,便于运焦皮带系统的检修,减小因皮带检修给干熄焦生产带来的影响。

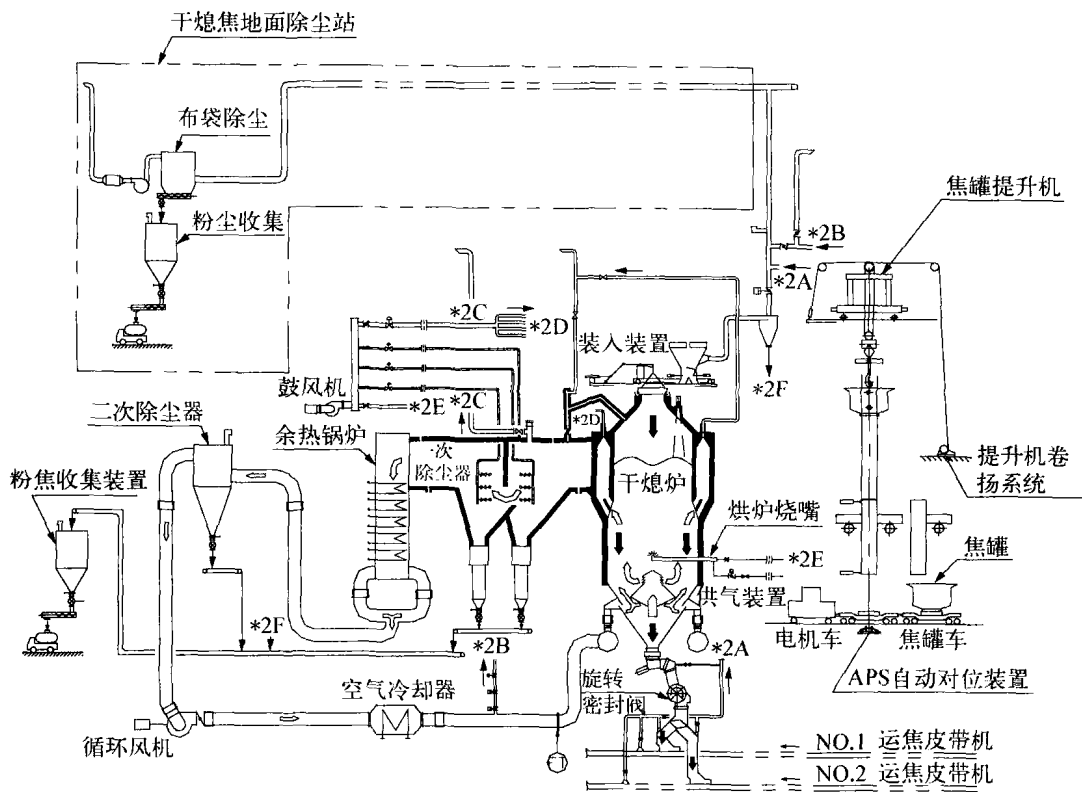


图 1-2 干熄焦装置工艺布置图

冷却焦炭的循环气体，在干熄炉冷却段与红焦进行热交换后温度升高，并经环形道排出干熄炉；高温循环气体经过一次除尘器分离粗颗粒焦粉后进入干熄焦余热锅炉进行热交换，锅炉产生蒸汽；温度降至约 160℃ 的循环气体由锅炉出来，经过二次除尘器进一步分离细颗粒焦粉后，由循环风机送入给水预热器冷却至约 130℃，再进入干熄炉循环使用。

经一次除尘器分离出的粗颗粒焦粉进入一次除尘器底部的水冷套管冷却，水冷套管上部设有料位计，焦粉到达该料位后水冷套管下部的格式排灰阀启动将焦粉排出至灰斗，灰斗上部设有料位计，焦粉到达该料位后灰斗下的格式排灰阀启动向刮板机排出焦粉。

二次除尘器为多管旋风式除尘器，由进口变径管、内套筒、外套筒、旋风子、灰斗、壳体、出口变径管、防爆装置等组成。灰斗设有上下两个料位计，焦粉料位达到上限时，灰斗出口格式排灰阀向灰斗下面的刮板机排出焦粉，焦粉料位达到下限时停止焦粉排出，以防止从负压排灰口吸入空气，影响气体循环系统压力平衡。

## 二、干熄焦的焦炭冷却机理

在干熄炉冷却段，焦炭向下流动，惰性循环气体向上流动，焦炭通过与循环气体进行热交换而冷却。由于焦炭的块度大，在断面上形成较大的空隙，而有利于气体逆流，在同一层面焦炭与循环气体温差不大，因而焦炭冷却的时间主要取决于气流与焦炭的对流传热和焦块内部的热传导，而冷却速度则主要取决于循环气体的温度和流速，以及焦块的温度和外形表面积等。

进入干熄炉的循环气体的温度主要由余热锅炉的省煤器决定。省煤器进口的除盐除氧水温度为  $104^{\circ}\text{C}$  左右,出省煤器的循环气体温度可降为约  $160^{\circ}\text{C}$ ,由循环风机加压后再经过给水预热器进一步降温至约  $130^{\circ}\text{C}$  后进入干熄炉与焦炭逆流传热,干熄炉排出的焦炭可冷却至  $200^{\circ}\text{C}$  以下。离开  $1\,000^{\circ}\text{C}$  左右红焦的循环气体可升温至  $900\sim 960^{\circ}\text{C}$ ,从干熄炉斜道进入环形道汇集后通过开口部进入一次除尘器。

在干熄炉冷却段内循环气体与焦炭进行热交换。传热效果与气体流速相关,同时应考虑气体流速对热交换影响和气体流速与焦层阻力影响。

从焦炉炭化室推出的焦炭块度并不均匀,块度大的焦炭,由其表面向内部传热缓慢而使冷却时间延长。因此焦炭的冷却时间不可能一致。但是,焦炭在装入干熄炉以及在干熄炉内向下流动的过程中,经受机械力作用而使块度大的变小,焦炭块度会逐步均匀化;此外,最先进的干熄焦工艺所设计的圆形旋转焦罐及带“十”字形料钟的装入装置,都有利于焦炭在干熄炉内的均匀分布,虽然在焦炭向下流动的过程中部分大块焦炭会偏析到干熄炉的外周,也可通过调整循环气体进干熄炉风道上的入口挡板,来调节干熄炉内中央与周边的进风比例。这几个有利因素可使焦炭冷却时间的差别降低,排焦温度趋于一致。

惰性循环气体在干熄炉冷却段与焦炭逆流换热,升温至  $900\sim 960^{\circ}\text{C}$  后进入余热锅炉。由于气体循环系统负压段会漏进少量空气, $\text{O}_2$  通过红焦层就会与焦炭反应,生成  $\text{CO}_2$ , $\text{CO}_2$  在焦炭层高温区又会还原成  $\text{CO}$ ,随着循环次数的增多,循环气体里  $\text{CO}$  浓度愈来愈高。此外,焦炭残存挥发份始终在析出,焦炭热解生成的  $\text{H}_2$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{CH}_4$  等也都是易燃易爆成分,因此在干熄焦运行中,要控制循环气体中可燃成分浓度在爆炸极限内。

### 三、干熄焦装置的特点

国内干熄焦装置主要从日本引进发展起来的,干熄焦技术特点如下:

- (1) 干熄炉设计为圆形。
- (2) 装入装置带有料钟。
- (3) 采用旋转密封阀连续排焦。
- (4) 完全燃烧循环气体中的  $\text{H}_2$  和  $\text{CO}$ 。
- (5) 循环风机不调速。
- (6) 采用旋转焦罐接焦。

带有料钟的装入装置有利于红焦在干熄炉内的均匀分布,有利于焦炭的均匀冷却,同时也可以降低循环风量,降低循环风机的电耗;排焦装置采用旋转密封阀取代原间歇式的排焦装置,可降低干熄焦系统的高度约  $4\text{ m}$ ,从而降低建设成本,另外还可以真正实现连续排焦。

新日铁设计的干熄焦采用完全燃烧循环气体中的  $\text{H}_2$  和  $\text{CO}$  的方法,多余的循环气体可直接排放。据新日铁介绍,不完全燃烧焦炭烧损率为  $6\sim 7\text{ kg/t}$  焦,完全燃烧焦炭烧损率为  $9.9\text{ kg/t}$  焦,但从理论上分析,对于烧损的焦炭,粒径为  $20\text{ mm}$  以上的占  $20\%$ ,粒径为  $20\text{ mm}$  以下的占  $80\%$ ,因此实际上大部分是粉焦。新日铁在广田的 3 号、4 号焦炉干熄焦的测定表明,烧损的焦炭粒径在  $25\text{ mm}$  以下的占  $82.1\%$ ;当烧损的焦炭占装焦总量的  $1\%$  时,大块焦炭表面烧损的深度只有  $22\text{ }\mu\text{m}$ 。

在循环气体管道进干熄炉之前到环形烟道出口之间有一旁路,主要起降低进入锅炉循环

气体温度的作用,防止因循环气体温度过高,对锅炉造成不良影响,当然此旁路并不是常开。新日铁认为循环风机不需要调速,只要保证停止供焦时间不超过预存段设计时间,循环风机转速就可不调,因此循环风机风量仅设计由翻板来进行粗调。

干熄焦装置长期运行过程中,在干熄炉内斜道部位,由于长期处于温度梯度变化,此部位内衬长期处于恶劣工况下,容易受到磨损和破坏;同时在干熄炉冷却段、环形道以及一次除尘器内衬长期受到气流冲刷,也将受到不同程度的磨损。所以干熄焦装置内衬每年需要定期进行停炉年修,运行 2~3 年需要进行中修,中修 2~3 次则需要全炉进行大修。

#### 四、干熄焦装置主要设备

##### (一) 干熄炉

干熄炉是干熄焦的主体设备,不同处理能力的干熄焦操作单元选择不同规格的干熄炉。圆型干熄炉由预存段、斜道区及冷却段组成。干熄炉结构如图 1-3 所示。

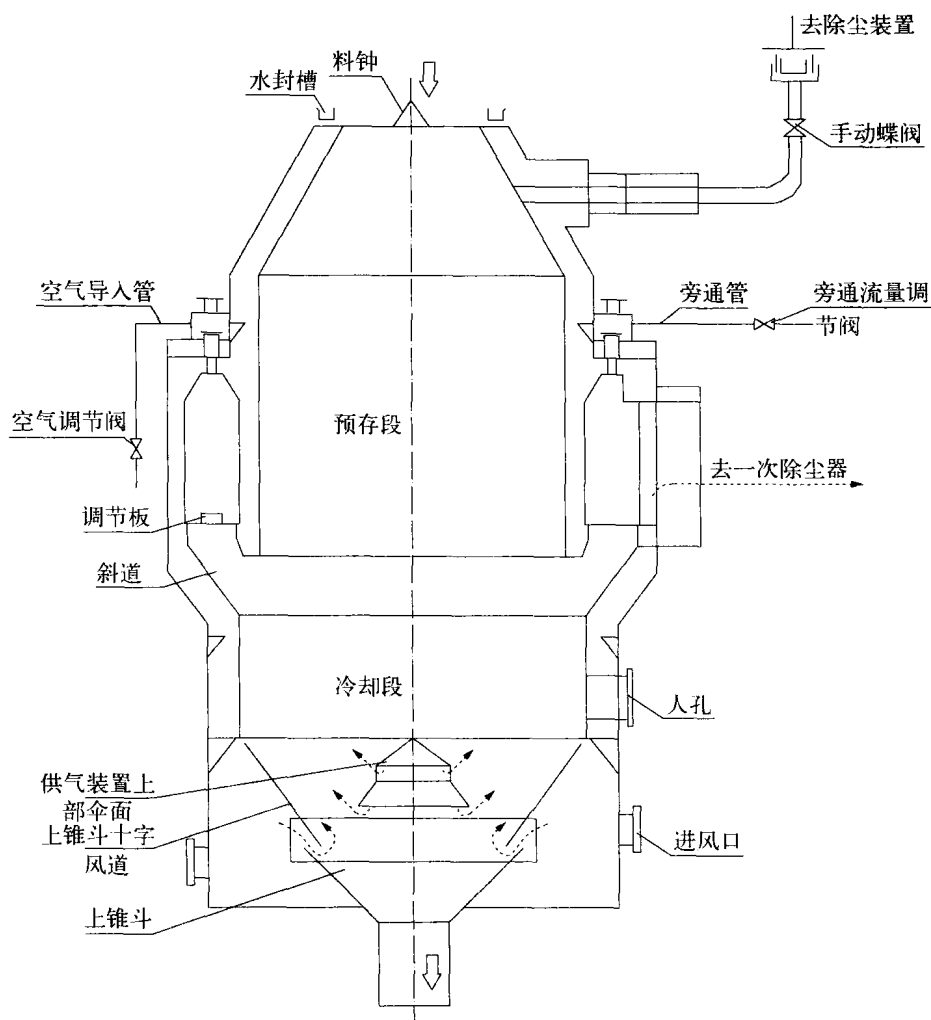


图 1-3 干熄炉结构图

干熄炉为圆形截面竖式槽体,外壳采用钢板及型钢制作,内衬为耐磨材料,干熄炉顶设置环形水封槽。干熄炉上部为预存段,中间是斜道区,下部为冷却段。预存段的外围是汇集一定数量的斜道气流的环形道,它沿圆周方向分两半汇合通向一次除尘器。预存段设有料位计、压力测量装置、测温装置及放散装置。环形道设有空气导入装置、循环气体旁通装置、气流调整装置。冷却段设有温度测量孔、干燥时的排水气孔、人孔及烘炉孔。冷却段下部壳体上有两个进气口,冷却段底部安装有供气装置。

预存段用于接受间歇装入的红焦,具有缓冲功能,可补偿生产的波动;在冷却段,红焦与低温循环气体进行热交换,经降温冷却后排出;斜道区位于预存段与冷却段之间,从干熄炉底部供气装置进入的低温循环气体吸收红焦的显热后经斜道及环形道排出,并流经干熄焦锅炉进行热交换。

## (二) 一次除尘器

一次除尘器(1 Dust Catching),简称 1DC。它利用重力除尘原理将循环气体中的大颗粒焦粉进行分离,减少循环气体对锅炉炉管(主要是二次过热器管道)产生的冲刷磨损,达到保护锅炉炉管的目的。一次除尘器进口粉尘浓度在  $12\sim 14\text{ g/m}^3$ ,出口粉尘浓度不大于  $10\text{ g/m}^3$ 。

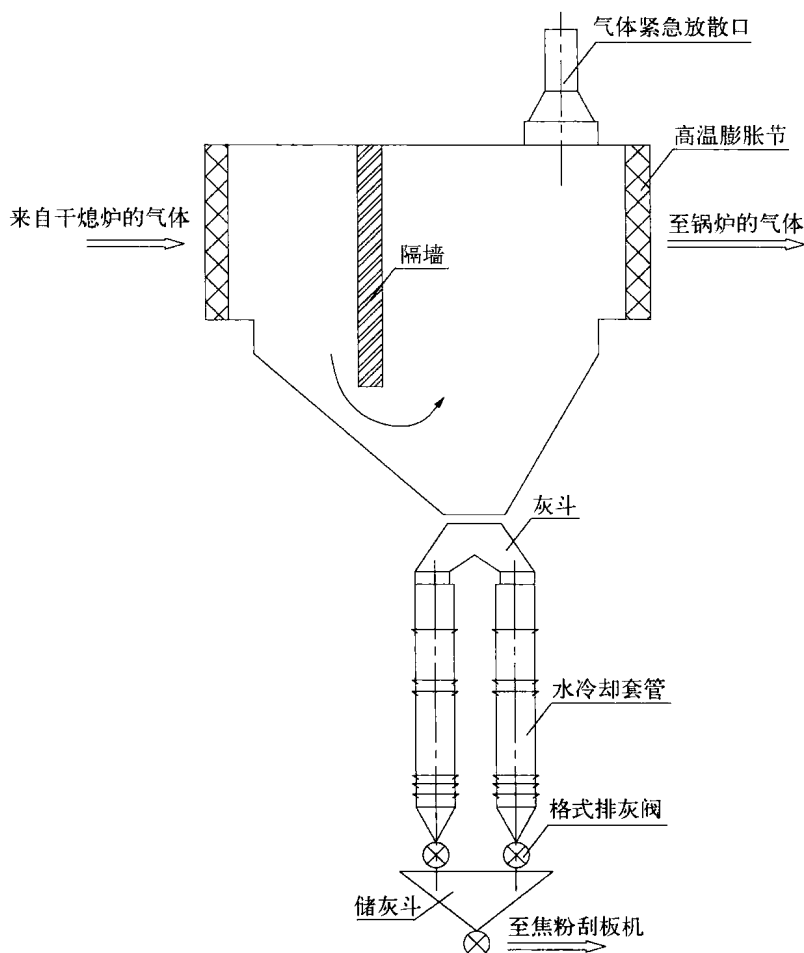


图 1-4 一次除尘器及附属结构图

一次除尘器通过高温膨胀节与干熄炉和锅炉连接,外壳由钢板焊制,侧面设置人孔。内部砌筑致密黏土砖(QN3、QN53)以及隔热砖,填充部分隔热碎块,砖与钢板之间铺有隔热纤维毡。除尘隔墙挡板用耐磨耐火材料砌筑而成,当焦粉随着循环气体接触到除尘挡板,焦粉下降到底部。

一次除尘器顶部设置气体紧急放散装置,以备锅炉爆管时紧急放散蒸汽。

一次除尘器底部设置有灰斗,用来收集焦粉。灰斗与四根水冷套管相连,水冷套管与贮灰斗相连。水冷管上部设置料位计,达料位后水冷管下的格式排灰阀将焦粉排出至贮灰斗。贮灰斗上部设料位计,达料位后贮灰斗下的格式排灰阀向刮板机排出焦粉。

一次除尘器顶部开有锅炉入口气体温度测量孔(1个)。两侧设置有燃烧备用孔(共4个)以及其他备用孔(共4个)、顶部还设有锅炉入口气体压力测量孔及备用孔(各1个),在一次除尘器干熄炉侧倾斜墙有干燥用测温孔(共3个)。

高温膨胀节作为一次除尘器重要的附属设备,也是设备检修经常维护内容之一,高温膨胀节外部为波纹管式结构,内部用浇注料浇注而成。

### (三) 二次除尘器

二次除尘器(2 Dust Catching),简称 2DC。采用立式多管旋风分离除尘,将循环气体系统中的小颗粒焦粉进行分离,达到保护气体循环风机的目的。由于离心力比重力大几百倍、甚至上千倍,因而离心式除尘器比重力除尘器可分离更小的尘粒。二次除尘器出口粉尘浓度不大于  $1\text{ g/m}^3$ 。

立式多管旋风分离除尘器在国内外工业锅炉与小型电站锅炉中应用较广,由若干单个立式旋风分离器装配而成,如图 1-5 所示。

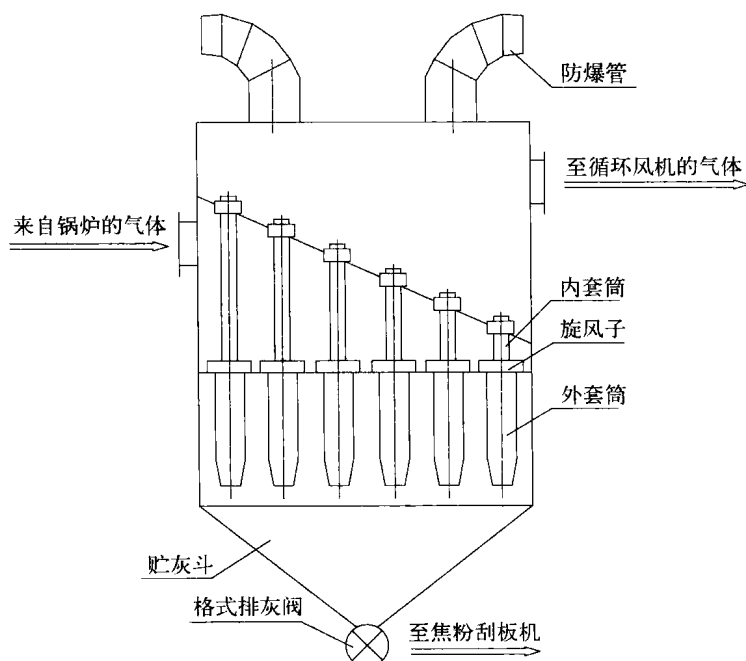


图 1-5 二次除尘器结构图

二次除尘器由进口变径管、内套筒、外套筒、旋风子、贮灰斗、壳体、出口变径管及防爆装置等组成。进气室内抹浇注耐磨料,室 A、室 B、室 C 三者不得互相串气。入口变径管内

抹耐磨层 25~30 mm,内套筒材质为 20G,前四排外管面作喷涂耐磨层处理且焊以角钢作挡板保护。旋风子与外套筒为铸件。内外套筒分别以压板固定于支撑板上,旋风子嵌于外套筒内,单个旋风分离器更换很方便。贮灰斗设有上下 2 个料位计,料位达上限,贮灰斗出口格式排灰阀会向贮灰斗下面的刮板机排出焦粉,料位达下限时停止焦粉排出。

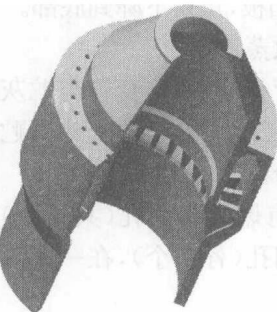


图 1-6 圆形干熄炉内衬效果

五、干熄焦装置内衬结构

(一) 干熄炉

从日本引进的干熄焦技术,干熄炉采用圆形设计,从上到下,分为上部锥体、预存段、斜风道、冷却段以及下部锥体。除下部锥体采用铸石板外,其余部位均采用耐火砖定型材料结构,圆形干熄焦内衬结构效果图见图 1-6(以 140 t/h 干熄焦为例),干熄炉体内衬结构见图 1-7。

140 t/h 以下的干熄焦装置干熄炉采用单斜道,150 t/h 以上则采用双斜道,斜风道支柱从 18 个到 30 多个不等,根据生产能力不同而不同,两支柱之间拱有平顶拱和微弧形拱两种。140 t/h 干熄焦装置干熄炉具体数据如下(见表 1-1):

表 1-1 几种常用型号干熄焦装置干熄炉基本线尺寸(mm)

| 线 尺 寸 名 称 | 干 熄 焦 装 置 型 号 |         |         |         |         |
|-----------|---------------|---------|---------|---------|---------|
|           | 75 t/h        | 125 t/h | 140 t/h | 160 t/h | 190 t/h |
| 冷却段直径     | φ6 800        | φ8 600  | φ9 000  | φ9 300  | φ11 100 |
| 冷却段高度     | 6 000         | 4 178   | 4 335   | 4 958   | 4 735   |
| 斜道高度      | 2 100         | 2 704   | 2 782   | /       | /       |
| 支柱(调节孔)数量 | 32            | 36      | 30      | 20      | 24      |
| 预存段直径     | φ6 060        | φ7 640  | φ8 040  | φ7 800  | φ9 500  |
| 预存段高度     | 7 790         | 7 336   | 8 024   | 8 088   | 5 875   |
| 上锥体高度     | 4 360         | 4 334   | 4 301   | 4 996   | 5 167   |
| 炉口直径      | φ1 200        | φ2 900  | φ3 100  | φ3 000  | φ3 600  |

|               |                             |
|---------------|-----------------------------|
| 处理能力          | 140 t/h                     |
| 预存段有效容积       | 约 350 m <sup>3</sup>        |
| 预存段直径         | 约 7 940 mm                  |
| 装料孔直径         | 约 3 000 mm                  |
| 冷却段有效容积       | 约 480 m <sup>3</sup>        |
| 冷却段直径         | 约 8 900 mm                  |
| 干熄炉总高度(含供气装置) | 约 25 900 mm                 |
| 容许最大中断排焦时间    | 1.5 h                       |
| 入干熄炉最大循环气体量   | 约 199 000 m <sup>3</sup> /h |
| QN3 黏土砖       | 267.2 t                     |