

300MW 热电联产机组技术丛书

除灰除尘系统和设备

国电太原第一热电厂 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

300MW热电联产机组技术丛书

除灰除尘系统和设备

国电太原第一热电厂 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书是《300MW 热电联产机组技术丛书》之一。本书分七章介绍了除灰渣系统、电除尘器、电除尘器运行及管理、运行工况对电除尘器性能的影响、水力除灰及除渣系统设备、气力除灰系统设备、干除渣系统、灰场设备等技术要点。

本书可作为除灰除尘系统和设备专业运行、检修人员培训教材,也可供从事热电联产相关工作的技术人员阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

除灰除尘系统和设备/国电太原第一热电厂编著. —北京:
中国电力出版社, 2008

(300MW 热电联产机组技术丛书)

ISBN 978-7-5083-6674-6

I. 除… II. 国… III. ①火电厂-除灰系统②火电厂-除尘
设备 IV. TM621.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 005190 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2008 年 5 月第一版 2008 年 5 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 14.75 印张 356 千字

印数 0001—4000 册 定价 26.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

编 委 会

编 委 主 任 史太平 任晓林

编 委 成 员 周茂德 李朝平 裴志伟 贾春生 任贵明

姚泽民 柴吉文

丛 书 主 编 卫泳波

丛 书 副 主 编 郭友生 高丕德 石占山 帖险峰 闫 哲

《热工控制系统和设备》主编 杨乃刚

《化学水处理系统和设备》主编 万红云

《输煤系统和设备》主编 任 芸

《除灰除尘系统和设备》主编 杨晓东

序

国电太原第一热电厂（以下简称“电厂”）创建于1953年，属“一·五”期间国家156项重点工程之一。五十年来，经过六期扩建，电厂逐步发展成为拥有装机容量1275MW的现代化大型热电联产企业。至2006年底，为国家发电1266.44亿kW·h，供热2.79亿GJ，负担着太原市1000万m²，80万居民的集中采暖供热和周边化工工业热负荷，为山西太原市的清洁生产和全省的经济发展作出了突出贡献。

电厂五期扩建的两台300MW机组为波兰拉法克公司生产的低倍率循环半塔式燃煤锅炉，与东方电站集团公司生产的汽轮发电机组相配套；六期扩建两台300MW机组的锅炉、汽轮机和发电机均由东方集团公司生产。50多年的发展过程中，电厂在机、炉、电、热、化、燃及脱硫等各个专业的生产运行和设备检修方面积累了很多有益的经验。在这一过程中，电厂的工程技术人员一直不遗余力，在完善专业教材体系并使其更贴和企业专业特点方面不断探索。

我们在2005年编写完成《锅炉及辅助设备》、《汽轮机及辅助设备》、《发电机及电气设备》、《火力发电厂烟气脱硫设备运行与检修》等分册的基础上，继续完成了《热工控制系统和设备》、《化学水处理系统和设备》、《输煤系统和设备》和《除灰除尘系统和设备》等分册，使《300MW热电联产机组技术丛书》成为一套专业完整、参考价值较高的技术丛书。我们衷心希望丛书的问世，能够对推动热电联产机组的技术发展有所裨益。

国家电力体制改革之后，国民经济保持持续稳步增长，极大地推动了电力工业的加速发展，为专业技术水平的进一步提高提供了难得的机遇。同时，随着电力技术的不断发展，使更多的新技术、新工艺在电力企业生产中得到更为广泛地应用。作为专业技术工作者，我们都深感责任之重大和任务之艰巨。在这套丛书问世之时，我们再次表达这样一个心愿：希望与全国电力行业的同行共勉，为我国电力专业技术建设多添一块砖，多加一块瓦，多出一分力，培养出更多的优秀人才。

在编写过程中，广大技术人员付出了辛勤的劳动，中国国电集团公司、中国国电集团公司华北分公司及山西电网公司的领导都给予了大力的支持，在此表示衷心地感谢。

国电太原第一热电厂厂长 史太平

前言

国电太原第一热电厂除灰系统是由水力除灰、气力除灰、水力除渣和机械除渣系统组成。除灰系统的生产任务主要是除灰、除渣，并保证灰、渣的顺利排放。对于目前日耗量1000t以上的大中型火力发电厂，要顺利完成除灰、除渣任务，对设备的可靠性和运行技术管理的要求必然更高。随着全国大中型火力发电厂除灰系统的发展，除灰系统的新技术也在不断提高。为了提高检修和运行人员的技术水平，扩大交流，特编写了本书。本书从除灰系统一线技术的实用性出发，面向生产，面向实际，并参考了制造厂家提供的技术资料，从除灰系统的结构原理到其使用维护和故障排除进行了分析，并详细地讲解了除灰的检修技术。

本书由杨晓东主编(第一章)，参加编写的有闫继东(第二章)、张建如(第三章)、张会仙(第三、四章)、成俊煊(第五~七章)。在本书编写工作中，各级领导给予了大力支持，并提出了宝贵建议，在此表示衷心感谢。

由于时间及水平所限，本书中难免有不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2007年8月

目 录

序	
前言	
第一章 概述	1
第一节 除灰渣系统简介	1
第二节 水力除灰系统设备及特点	1
第三节 气力除灰系统设备及特点	7
第四节 除渣系统设备及特点	16
第二章 电除尘器	20
第一节 电除尘器设备简介	21
第二节 电除尘器常用术语及工作原理	24
第三节 电除尘器的本体结构	36
第四节 电除尘器高压供电装置	50
第五节 电除尘器的检修	67
第六节 电除尘器安装及大修后的调整	84
第三章 电除尘器的运行维护及管理	90
第一节 电除尘器的运行	90
第二节 电除尘器的整体试运行	93
第三节 电除尘器的正常运行监督	96
第四节 电除尘器的停运	98
第五节 电除尘器运行中异常、故障的现象、原因分析及处理	100
第六节 电除尘器的性能试验	109
第七节 电除尘器的安全技术规程	125
第四章 运行工况对电除尘器性能的影响	127
第一节 烟气性质的影响	127
第二节 粉尘特性的影响	129
第三节 运行因素的影响	133
第四节 除灰系统的影响	137
第五章 水力除灰、渣系统设备	139
第一节 渣浆泵与灰浆泵	139
第二节 振动筛	145
第三节 浓缩机	147
第四节 柱塞泵	150

第五节	冲渣泵与冲灰泵·····	159
第六节	水力除灰系统运行·····	164
第六章	气力除灰系统设备·····	170
第一节	干除灰系统简介·····	170
第二节	空气压缩机·····	182
第三节	空气压缩机后处理系统·····	194
第四节	仓泵·····	200
第五节	灰库·····	203
第六节	灰库系统设备运行·····	207
第七章	机械除渣系统·····	212
第一节	除渣系统简介·····	212
第二节	渣仓·····	213
第三节	斗式提升机·····	218
第四节	刮板输渣机·····	222
参考文献	·····	226

本书以国电太原第一热电厂（以下简称“电厂”）为例，对除灰及辅助设备进行系统介绍。

第一节 除灰渣系统简介

电厂现有的 6 台机组是分五、六两期建设完成的。五期工程中的 2 台 300MW 汽轮发电机组于 1987 年底破土动工，分别于 1991 年 7 月和 1992 年 12 月投产发电。六期工程中的 2 台 300MW 机组和 1 台 25MW 背压机组、1 台 50MW 凝抽供热机组于 1995 年 12 月开工，分别于 1998 年 9 月、1999 年 6 月、2001 年元月、2001 年 10 月投产。

五、六期工程中的机组均采用电除尘方式，其中五期工程中的电除尘器型号为：2HE2 $\times$ 42-2 $\times$ 800/4 $\times$ 4.0 $\times$ 11.7/300（为波兰制造），六期工程中的 2 台 300MW 机组的电除尘器型号为：SDX4 $\times$ 3.5m-2 $\times$ 10~13（为山西电力环保设备厂生产），2 台小机组的电除尘器型号为：SDX3 $\times$ 3.5m-1 $\times$ 10~13（也为山西电力环保设备厂生产）。

五期工程中机组的除灰、渣均采用水力系统；六期工程中的 2 台 300MW 机组的除灰系统均采用克莱德公司的浓相微正压气力除灰系统，25MW 和 50MW 等级的 2 台机组均采用镇江纽浦兰公司生产的微正压气力除灰系统，其输渣系统采用机械除渣。

第二节 水力除灰系统设备及特点

水力除灰是燃煤发电厂灰渣输送的一种典型方式，是以水为介质，通过部分设备、管道，完成灰渣输送。水力除灰是一种常用的输灰方式，在火力发电厂中占有相当大的应用比例。我国在水力除灰方面已积累了大量的实验研究和改进成果，并在采用高浓度水力除灰技术和高浓度高效除灰技术、冲灰水回收利用技术、管阀防磨防垢技术等方面都取得了成功的、可靠的运行检修维护经验。

水力除灰对输送不同的灰渣适应性强，各个系统设备结构简单、成熟，运行安全可靠，操作检修维护简单，灰渣在输送过程中不易扬散，且有利于环境清洁，从而能够实现灰浆远距离输送。但是，水力除灰方式也存在以下缺点：

（1）不利于灰渣综合利用。灰渣与水混合后，将失去松散性能，灰渣所含的氧化钙、氧化硅等物质也要发生变化，活性将降低。

（2）灰浆中的氧化钙含量较高时，易在灰管内壁结垢，堵塞灰管，而且不易清除。

（3）耗水量较大。

（4）冲灰水与灰混合后一般呈碱性，pH 值超过工业“三废”的排放规定。

一、水力除灰系统的分类及其特点

(1) 低浓度灰渣混除系统, 即锅炉排渣设备排出的炉渣, 与除尘器排出的细灰在灰渣池中混合后, 由灰渣泵输送到灰场。灰渣泵一般选用 PH 泵、PB 泵、沃漫泵等。低浓度灰渣混除系统耗水量大, 一般小机组采用较多, 大机组不宜采用。

(2) 低浓度灰渣分除系统的除渣方式有两种, 一种方式是将锅炉排渣设备排出的炉渣经过自流渣沟进入沉渣池沉淀后, 用抓斗抓入汽车或用其他机械方式运走; 另一种方式是炉渣经过渣沟进入渣池, 再由渣浆泵提升到脱水渣仓, 脱水后的清水流入沉淀池, 沉淀后的细渣再打回脱水渣仓再次脱水, 清水直接用于冲灰、冲渣, 脱水后的渣用汽车运走。除尘器排出的灰被冲灰水冲入灰浆池, 再由灰浆泵排入灰场。灰浆泵根据灰浆排送阻力, 可选用单级或多级串联。该系统结构复杂, 耗水量大, 但可充分减轻渣浆对灰渣管道的磨损。

(3) 低浓度渣、高浓度灰的灰渣分除系统的除渣方式与低浓度灰渣分除系统相同，其除灰方式是除尘器排出的灰被冲灰水带入灰浆池，再由灰浆泵提升到浓缩机，浓缩后的高浓度灰浆由高效输灰设备排往灰场，溢流水循环用于冲灰、冲渣。该系统既节省水，又能减轻渣浆对灰渣管道的磨损，并且对高效输灰设备的隔离泵或柱塞泵的磨损较轻，有利于设备稳定运行，是一套比较成熟可靠的除灰系统。我国的火力发电厂普遍采用该水力除灰系统。

二、水力除灰系统的基本组成及流程

水力除灰系统的基本组成及流程见图 1-1。

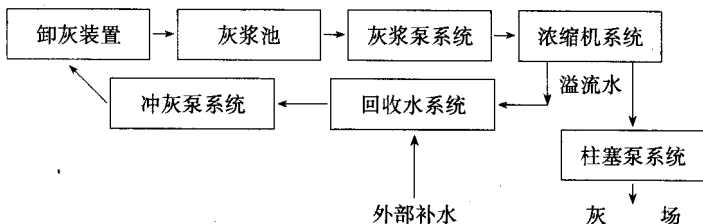


图 1-1 水力除灰系统的基本组成及流程

水力除灰系统一般由以下几个系统中的几个或全部组成:

(1) 卸灰装置。借助于某一设计水力水流装置或搅拌装置, 将飞灰与水充分混合, 并送

入输灰管道或灰沟内，其供料装置设在系统的始端，灰斗的底部。

(2) 冲灰泵系统。供料装置的冲灰动力源。

(3) 灰浆泵系统。用来将供料装置排来的灰浆通过设备系统，输送到浓缩机，一般由灰浆泵、管道、阀门等组成。

(4) 浓缩机系统。用来将灰浆泵输送到的灰浆进行沉淀浓缩，使灰浆中的大部分水分离出来，并将浓缩后的高浓度灰浆排到远距离输送系统。

(5) 回收水系统。回收水系统的作用一方面是为供料装置提供水力动力源，另一方面将浓缩机分离出来的水进行循环利用。

(6) 远距离输送动力装置。用来将浓缩机浓缩后的灰浆进行增压输送的设备系统，一般采用柱塞泵或渣浆泵多级提升。该装置布置在输送系统的终端。

(7) 输灰管。输送介质的管道阀门装置及其附件等。

三、卸灰装置

1. 系统组成

卸灰装置一般由电动锁气器、下灰管（含伸缩节）、水封箱（或搅拌桶）、地沟及激流喷嘴组成。

2. 系统流程与工作原理

卸灰装置的流程比较简单：储灰斗—电动锁气器（旋转式给料器）—下灰管—水封箱（或搅拌桶）—地沟—灰浆池。

卸灰装置的核心设备为电动锁气器（旋转式给料器）和水封箱（或搅拌桶）。

(1) 水封箱的工作原理：进入箱内的冲灰水，是沿着箱壁的切向引入的，由此产生的旋涡，可将落入的细灰很快搅拌，并混合成灰浆排出。水封箱除将干灰浸湿，混合成灰浆外，还可起到水封的作用，以阻止外部空气漏入除尘器。

(2) 搅拌桶，安装在灰斗或灰库下，主要用于电场高浓度水力输送系统，将粉煤灰加水搅拌成高浓度的灰浆。搅拌桶由桶体、传动系统、搅拌轴、叶轮、进出口管道组成。传动系统置于桶体的上部，由电动机通过皮带直接带动搅拌轴，结构简单，维修方便。由于搅拌轴是悬臂受力，上部轴承箱的高度适当加大，以增加其稳定性。轴承座采用复合型结构，既可承受轴向力，又可承受径向力。叶轮采用辐射形螺旋叶轮结构，搅拌均匀。

搅拌桶的工作原理：储灰斗中的粉煤灰由桶体上部的进灰口进入搅拌桶，同时进入桶内的冲灰水，利用叶轮的转动产生旋涡状运动，将落入的细灰搅拌，并混合成灰浆排出。

(3) 旋转式给料器的外壳与转子间的间隙较小，利用干灰密封，避免外部空气进入除尘系统；另外，进入给料器的干灰，因性质比较稳定，流动性好，所以在定速的情况下，给料均衡，可定量供料。

四、浓缩机系统

1. 系统组成

浓缩机主要由槽架、来浆管、中心传动架部分、传动机构、中心筒、分流锥、大耙架、小耙架、耙齿、底耙传动齿条、耙架连接件、中心柱、轨道、溢流堰等部件组成。

2. 设备构造与工作原理

浓缩机是一种节水环保设备，是利用灰渣颗粒在液体中沉淀的特性，将固体与液体分开，再用机械方法将沉淀后的高浓度灰浆排出，从而达到高浓度输送及清水回收利用的目的。

的。灰浆浓缩的全过程是：灰浆沿槽架通过来浆管经中心支架部分的中心筒流入浓缩池中的灰浆中，其中较粗的颗粒直接沉入池底，较细的灰粒随溢流水沿四周边扩散边沉淀，使池底形成锥形浓缩层，转动耙架的耙齿，刮集沉淀后的灰浆到池中心，经排料口进入泵的入口排出，已澄清的清水沿溢流槽流到回收水池。

五、灰浆泵系统

灰浆泵系统一般由离心式渣浆泵、灰浆池、阀门及管路组成。

离心式渣浆泵的工作原理为：当离心式渣浆泵的叶轮被电动机带动旋转时，充满于叶片之间的流体随同叶轮一起转动，在离心力的作用下，流体从叶片间的槽道甩出，并由外壳上的出口排出，而流体的外流造成了叶轮入口间形成真空，外界流体在大气压作用下会自动吸进叶轮补充。由于离心式渣浆泵不停地工作，将流体不断地吸进压出，便形成了流体的连续流动，从而连续不断地将流体输送出去。

离心式渣浆泵主要由泵壳、叶轮、轴、轴承装置、密封装置、压水管、导叶等组成。

离心式渣浆泵在使用时通常要设计轴封装置。轴封装置的作用是：当泵内压力低于大气压力时，应从水封环注入高于一个大气压力的轴封水，以防止空气漏入；当泵内压力高于大气压力时，注入高于内部压力 $0.05 \sim 0.1 \text{ MPa}$ 的轴封水，以减少泄漏损失，同时还起到冷却和润滑作用。

六、回收水系统

回收水系统一般由离心式清水泵、回收水池、阀门及管路组成，其构造及原理同灰浆泵系统。

七、远距离输送动力装置

远距离输送动力装置一般由柱塞泵（或水隔离泵）的管路打到灰场完成灰的最后输送，或通过离心式渣浆泵多级串联完成输送。

1. 离心式渣浆泵多级串联

离心式渣浆泵多级串联时，其工作原理同灰浆泵系统，缺点是，灰浆浓度不能过高，水的消耗太大，而且串联后的压力也受到限制，比较适合输送距离较短的工况。

2. 柱塞泵系统

柱塞泵系统一般由柱塞泵、清洗泵及清洗水源和管路阀门构成。

柱塞泵及清洗泵的工作原理为：电动机通过皮带轮将动力传递到曲轴，使曲轴旋转运动，再经连杆将曲轴的旋转运动转变为十字头的往复直线运动，十字头前端与柱塞连接，柱塞在缸体内随十字头一起往复直线运动。当柱塞运动离开液力端死点时，排出阀立即关闭，排出过程结束，吸入阀开启，吸入过程开始；当柱塞运动离开动力端死点时，吸入阀立即关闭，吸入过程结束，排出过程开始。柱塞和阀门的这种周而复始的运动就是泵的工作过程。

柱塞泵适用于灰渣混除（渣需磨细）和灰渣分除，在灰渣分除系统中运行更为经济、可靠、稳定。灰渣分除系统要求灰渣颗粒直径小于 3 mm ，其含量不大于 20% 。柱塞泵适用的灰浆浓度较高，浓缩后的灰浆质量浓度不大于 60% ，一般在 40% 左右为宜。

柱塞泵结构见图 1-2，主要由以下几个部分组成：

（1）传动端。传动端是将电动机的圆周运动，经过偏心轮、连杆、十字头转换为直线运动。主要包括偏心轮、十字头、连杆、上下导板、大小齿轮、轴承等。结构特点：泵的外壳

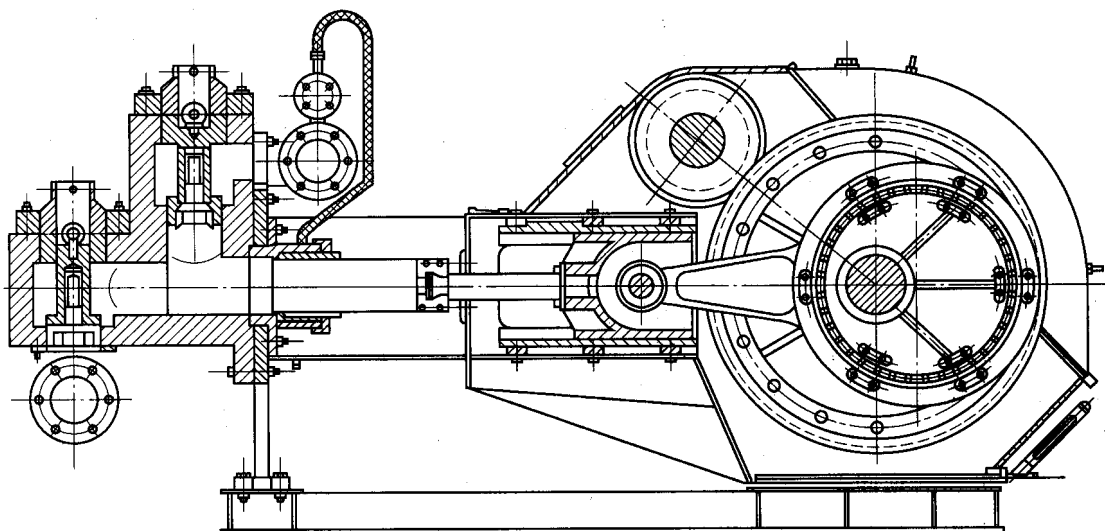


图 1-2 柱塞泵结构示意图

采用焊接结构，泵的偏心轮采用热装结构，泵内的齿轮为组合人字齿轮结构。

(2) 柱塞组合。柱塞组合是柱塞泵与其他泥浆泵的根本区别所在，在柱塞的往复运动过程中，实现浆体介质的吸入和排出。主要包括柱塞、填料密封盒、密封圈、喷水环、压环、隔环、支撑环、压紧环等。结构特点：柱塞采用空心焊接结构，表面喷焊硬质合金。

(3) 水清洗系统。水清洗系统是确保柱塞组合的使用寿命及柱塞泵长期稳定运行的关键系统。主要包括清洗泵、高压清洗水总成、A 型单向阀、B 型单向阀等。结构特点：清洗泵采用小流量高压往复柱塞泵，A 型单向阀、B 型单向阀设计为双重单向阀。

(4) 阀箱组件。主要包括阀箱、阀组件、阀座、出入口阀簧、吸排管。阀箱分为吸入箱、排出箱分体和吸入、排出箱一体两种，阀压盖采用粗牙螺纹，阀组件结构为橡胶密封圈式。

3. 水隔离泵系统

水隔离泵系统由泵本体、动力系统、回水喂料系统及液压控制系统组成，其中泵本体由三个压力罐、六个液压平板闸阀、六个单向阀组成。

水隔离泥浆泵是由喂料装置向泵的主体——压力罐中浮球下部供浆，由高压清水泵向浮球上部供高压清水，高压清水通过浮球把压力传递给浆体，浆体通过外管线输送到灰场。电控系统通过液压站控制六个清水液压平板闸阀起闭，从而控制三个压力罐交替进高压清水和灰浆，实现连续、均匀、稳定地输送浆体。

八、输送介质的管道阀门装置及其附件等

除灰系统的介质颗粒较大，对管路的磨损较大，或积灰积垢的聚集，普遍存在磨损快、使用寿命短、关闭不严或开启不动、操作不够方便、检修维护频繁等特点，所以除灰系统中的管路、阀门及附件等一般采用耐磨材质，如陶瓷内衬、铸石内衬，或采用较厚的壁厚。

采用普通钢管时，除壁厚应满足强度要求外，还应满足下列要求：

- (1) 灰渣管应设有清洗管道的水源、清洗措施和防冻堵措施。
- (2) 当灰渣管布置在管沟内时，管沟应符合规定，并应设排水设施。

(3) 当灰渣管架空铺设时,与铁路、公路及高压线交叉的最小净空应符合规定。

(4) 灰渣管支座应符合规定。

(5) 在灰浆泵、渣浆泵出口管上应根据管线布置及切换要求等具体情况装设阀门,当灰场标高与灰浆泵的出口标高相差较大时,宜装设缓闭止回阀。

电厂曾经使用过的部分耐磨材质的管材如下。

1. 火焰喷涂管材简介及性能

火焰喷涂工艺系统由空气压缩机、干燥冷冻过滤机、粉末流化及输送系统、氧气燃气输送系统、喷枪及控制系统,以及喷沙除锈系统等组成。工作表面喷沙处理后,经过表面预热,然后用压缩空气加速输送的粉末材料,通过火焰喷枪,使粉末充分熔融,又不致分解,增强粉末对材料表面的附着力。涂层厚度一般为 $0.3\sim 0.5\text{mm}$,特殊要求可达到 1.0mm 以上。由于该管材采用了具有特殊性能的 EAA(乙烯—丙烯酸共聚物)粉末,因此涂层有极强的延伸率、耐腐蚀性、耐磨性、低温抗冲性,并有较好的抗紫外线能力,且管材外观平整、光滑,无明显的拉毛、龟裂、皱纹等缺陷。当涂层局部损坏时,可以方便地进行修补。

2. 金属陶瓷复合管材简介与性能

金属陶瓷复合管材是利用自蔓延高温合成技术即 SHS 技术复合而成的,该管从内到外由陶瓷层、过渡层和钢层三部分组成。在高温下形成均匀、致密且表面光滑的陶瓷层通过过渡层与钢管牢固结合,陶瓷的高硬度与钢的高塑性相结合,使管材具有耐磨、耐腐蚀、耐高温、耐冲击及高韧性等综合性能,可以在 $-50\sim 900^{\circ}\text{C}$ 高温下长时间使用。陶瓷层厚度为 $2\sim 4\text{mm}$ 。

金属陶瓷复合管材现在已广泛运用在电力除灰除渣系统中。与其他管材相比,金属陶瓷复合管材具备以下特点:

(1) 耐磨性。陶瓷层维氏硬度为 $\text{HV}1100\sim\text{HV}1500$,对电力、矿山所输送的任何介质均具有很好的耐磨性。

(2) 耐腐蚀性及防结垢性能。陶瓷层属中性材料,具有很强的耐酸、碱、盐腐蚀介质和海水的腐蚀等特点,并同时具有防结垢性能。

(3) 耐温性。能在 $-50\sim 900^{\circ}\text{C}$ 温度范围内长期正常使用,材料线膨胀系数为 $6\times 10^{-6}\sim 8\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 。

(4) 运行阻力损失小。经输粉、输渣、输灰、输硬块料等阻力特性测试,阻力系数均小于普通钢管。

(5) 耐冲击性及实用性。经实验测试,耐冲击性能良好。具有多种综合特点,使用寿命普遍提高 $4\sim 5$ 倍,延长了管道的大修周期,能大大降低设备维护的检修维护费用。

九、水力除灰渣系统的要求

(一) 水力除灰渣系统设计匹配一般要求

(1) 当锅炉采用刮板捞渣机等机械排渣装置时,应采用连续除渣方式。机械排渣装置的出力应不小于锅炉最大连续蒸发量的排渣量,最大出力应保证锅炉每小时的排渣量在 1h 内输送完毕。

(2) 当锅炉采用水封式排渣斗装置时,应采用定期除渣方式。水封式排渣斗的有效容积应能储存锅炉最大连续蒸发量时不小于 9h 的排渣量;当锅炉燃用的煤质较差,灰分很大,

锅炉水封式排渣斗布置有困难时,其有效容积应能储存锅炉最大连续蒸发量时不小于5h的排渣量。

(3) 电除尘器、省煤器的灰斗排灰方式如为定期运行时,其每次排灰周期应不小于2h的间歇时间,灰斗的充满系数应取0.8。

(4) 水力除灰系统应根据工程条件,通过技术经济比较,合理确定制灰方式和灰水浓度,高浓度水力输送灰水比宜小于1:1.5。

(二) 对供水系统的要求

(1) 锅炉排渣装置的水封和熄火冷却水,在喷嘴处的压力应为100~150kPa。水封和熄火冷却水应保证连续供应。

(2) 锅炉排渣装置定期排渣时,冲渣水压力宜不小于0.8MPa。

(3) 液态排渣槽的粒化水宜采用低温水源,保证连续供水,压力应按照设备制造厂家的资料选取,如无资料,粒化水在粒化水箱入口处的压力不应低于0.2MPa。

(4) 除灰、除渣系统应使用不同的供水泵,每种泵应各设1台备用。

(5) 水封式排渣斗冲渣后的水如果由冲渣水泵供给,则还应考虑冲渣水泵的容量能在短时间内将渣斗充满水。

(6) 当回收灰渣系统的溢流水做冲渣用水时,则冲渣水泵宜选用耐磨杂质泵。

(三) 水力除灰渣系统对灰渣浆浓度的要求

灰库下干灰制浆输送灰水比宜为1:(2~4);除尘器灰斗下制浆设备输送灰水比宜为1:(4~7);高浓度水力输送灰水比宜小于1:1.5。

(四) 水力除灰渣系统管道的流速应符合的规定

(1) 清水管道的流速应符合下列规定:离心泵吸入水管道,0.5~1.5m/s;离心泵出水管道,2~3m/s;无压力排水管道,1.0m/s。

(2) 灰渣管的流速与灰渣浆浓度、灰渣浆颗粒大小及灰渣管管径等因素有关,可按下列数据选取:灰管的流速不小于1.0m/s;灰渣管的流速不小于1.6m/s;渣管的流速不小于1.8m/s。

第三节 气力除灰系统设备及特点

气力除灰是一种以空气为载体,借助某种压力(正压或负压)设备和管道系统对粉状物料进行输送的方式。燃煤电厂的除灰系统是一种比较先进、经济、环保的科学技术。20世纪80年代以后,我国在一些大型电厂相继开始引进各类气力除灰设备及相关技术,特别是近十多年来,由于环保、水资源等的要求和局限,我国极力倡导和推进这一技术的发展和运用,使得气力除灰在电力系统已逐渐成为一种趋势和强制要求,这就进一步促进了国内气力除灰技术的发展。

气力除灰在环保、节约水资源、实现自动控制等方面与传统的水力输灰及常规机械输灰方式相比,有着无可比拟的优越性,但也存在以下不足:

(1) 由于气力除灰是以空气为载体,物料在系统中的流动速度相对较快,摩擦较大,这样某些设备及部件的耐磨性能难以满足工况要求,影响单纯运行的可靠性。

(2) 粗大的颗粒、黏滞性粉体及潮湿粉体不宜使用气力输送,输送距离和输送量受到一

定的限制。

一、气力除灰系统的组成

气力除灰系统通常由以下几部分组成：

(1) 供料装置。借助于某一空气动力源，将飞灰与空气充分混合，并送入输灰管道内。供料装置设在系统的始端、灰斗的下部。

(2) 输料管。用于输送气灰混合物的管道及附属管道。

(3) 空气动力源。输送用空气的增压装置，包括空气压缩机、真空泵、抽气机等，以及其后处理装置。

(4) 气灰分离装置。作用是将飞灰从空气流中分离出来。该装置布置在输送系统的终端，一般是将分离装置与其下部的储灰库安装在一起。

(5) 储灰库。用于收集、储存、转运飞灰的筒状土建设施，分为粗、细两种灰库。储灰库装有卸料装置，以便装车、装袋外运。

(6) 自动控制系统。由各种电动或气动阀门、料位计、操作盘等组成，可根据压力或时间参数的变化自动完成受料、送料及管道吹扫等工作。

二、气力除灰系统的分类

气力除灰输送系统根据飞灰被吸送还是被压送，分为正压气力除灰输送系统和负压气力除灰输送系统两大类型。其中，正压气力除灰输送系统又分为高压正压气力除灰输送系统（又称正压系统）和微正压气力除灰输送系统（又称微压系统）。

气力除灰系统一般有以下要求：

(1) 气力除灰系统的选择应根据输送距离、灰量、灰的特性以及除尘器的形式和布置情况确定，根据工程具体情况经技术经济比较，可采用单一系统或联合系统。

(2) 气力除灰系统的设计出力应根据系统排灰量、系统形式、运行方式确定。对采用连续运行方式的系统，应有不小于该系统燃用设计煤种时的排灰量 50% 的裕度，同时应满足燃用校核煤种时的输送要求并留有 20% 的裕度；对采用间断运行方式的系统，应有不小于该系统燃用设计煤种时的排灰量 100% 的裕度。必要时，可设置适当的紧急事故处理设施。

(3) 气力除灰的灰气比应根据输送距离、弯头数量、输送设备类型以及灰的特性等因素确定。

(4) 气力除灰管道的流速应按灰的粒径、密度、输送管径和除灰输送系统等因素选取匹配。

(5) 压缩空气管道的流速可按 6~15m/s 选取。

(6) 设计匹配气力除灰系统时，应充分考虑当地的海拔高度和气温等自然条件的影响。

(7) 压缩空气作输送空气时，宜设置空气净化系统

(一) 正压气力除灰系统

1. 正压气力除灰系统的特点

(1) 适用于从一处向多处进行分散输送，即可以实现一条输送管道向不同灰库的切换。

(2) 与负压气力输送系统相比，输送距离和系统出力大大增加。从理论上讲，输送浓度和距离的增大会造成阻力的增大，这只需相应提高空气的压力。而空气压力的增高，使空气密度增大，从而更有利于提高携带灰尘的能力。输送浓度和输送距离主要取决于空气压缩机

的性能和额定压力。

(3) 分离装置处于系统的低压区,对装置的密封要求不高,结构比较简单,一般不要求装锁气器,而且分离后的气体可直接排入大气,不存在设备磨损问题,故一般只装一级布袋收尘器即可。

2. 正压气力除灰系统的不足

(1) 进料装置布置在系统的最高压力区,对装置的密封要求高,因此装置的结构比较复杂,其能间歇式压送,不能连续供料。

(2) 运行维护不当或系统密封不严时,会发生跑冒灰现象,造成周围环境污染。与负压系统相比,管道不严密处的漏气对工作的影响不大,而且根据漏气处喷出来的灰,很容易发现漏气部位。

3. 选用正压气力除灰系统的注意因素

(1) 当采用仓泵正压气力除灰时,宜采用埋刮板机或空气斜槽等机械设备,先集中于缓冲灰斗,再用仓泵向外输送。

(2) 仓泵气力除灰系统应设专用的空气压缩机,每台运行仓泵宜采用单元制供气方式,相应配一台空气压缩机。当有措施能保证输送气源压力稳定时,也可采用母管制或公用制供气方式。

(3) 仓泵进料时的排气宜排至烟道、除尘器入口、灰斗或灰库高料位以上;排气管道上应设置手动阀门,排气管布置应有一定的斜度,避免积灰,当排气管较长时,还应考虑管道内的放灰和吹扫。

(4) 正压气力除灰的输灰管道宜直接接入储灰库,排气通过布袋除尘器净化后排出。当采用布袋除尘器作为净化设备时,布袋过滤风速不宜大于 0.8m/min ,排气含灰量应符合国家环保要求。

(5) 布袋除尘器宜选用脉冲反吹方式对布袋进行吹扫,吹扫用的空气品质应为仪用空气品质,其压力和耗气量应按设备厂家提供的资料选取。

(6) 当采用正压气力除灰系统时,在除尘器灰斗与仓泵之间应装设手动插板门;当采用多台仓泵时,出料汇合处夹角宜为 30° 。

(7) 在每个除尘器灰斗下装设气锁阀,在气锁阀与灰斗之间还应装设手动插板门,气锁阀的汽化板应供给洁净的空气。

(8) 低压输送的风机宜采用回转风机,风机的容量可按计算容量的 110% 选取,风机的压力可按系统阻力的 120% 选取。

(二) 负压气力除灰系统

1. 负压气力除灰系统的特点

(1) 适用于从几处向一处集中输送。供料点(灰斗)可以是一个或多个,输送母管可以装一根或多根支管。几个供料点既可同时输送,也可依次输送。

(2) 由于系统内的压力低于外部大气压力,所以不存在跑灰现象,工作环境较清洁。

(3) 因供料用受灰器布置在系统的始端,真空度低,故不需要气封装置,结构简单,而且体积较小。

2. 负压气力除灰系统的不足

(1) 灰气分离装置处于系统末端,真空度高,需要严格密封,故设备结构复杂,而且由