

燃煤电厂 PM_{2.5} 微细颗粒物控制新技术 ——旋转电极式电除尘性能特点及安装技术

赵永水

(浙江菲达环保科技股份有限公司,浙江省诸暨市 311800)

摘要:本文介绍了燃煤电厂 PM_{2.5} 微细颗粒物控制新技术——旋转电极式电除尘器的工作原理、性能特点。同时介绍了某电厂 330MW 机组旋转电极式电除尘改造工程应用实例。在积累多个旋转电极式电除尘器安装调试经验的基础上,介绍了旋转电极式电除尘器安装工艺流程及安装调试技术。

关键词:旋转电极式电除尘器;性能特点;安装调试

中图分类号:X701 文献标识码:A 文章编号:1006-8759(2012)04-0001-04

A NEW CONTROL TECHNOLOGY FOR PM_{2.5} FROM COAL-FIRED POWER PLANT — THE PERFORMANCE CHARACTERISTICS AND ERECTION TECHNOLOGY OF ROTATING ELECTRODE ELECTROSTATIC PRECIPITATOR

ZHAO Yong-shui

(Zhejiang Feida Environmental Science and Technology Co., Ltd, Zhuji, 311800, China)

Abstract: This paper introduces the performance characteristics and erection technology of rotating electrode electrostatic precipitator which is a new control technology for PM_{2.5} from Coal-fired power plant. An application example of rotation electrode electrostatic precipitator used in a 330 MW unit is also introduced. On the experience of erection and commissioning of several rotation electrode electrostatic precipitator, the erection process flow and technology are explained and illustrated.

Keywords: SCR; Debugging; catalyst

1 引言

所谓 PM_{2.5} 是指大气中直径小于或等于 2.5 微米的颗粒物,也称为可入肺颗粒物,其颗粒直径小,并含大量的有毒、有害物质,而且在大气中的停留时间长、输送距离远,因而对人体健康和大气环境质量的影响比较大。

燃煤电厂排放的烟气中含有大量的微细粉尘,电除尘器是目前世界上最主要的燃煤电厂收尘设备。常规电除尘器在振打清灰时,部分已经沉降到极板上的微细粉尘会因“二次扬尘”而重新进入烟气,因而导致排放烟气中的微细颗粒物比例较高,燃煤电厂排放的烟气是 PM_{2.5} 的一个主要产生源。

旋转电极式电除尘器采用旋转钢刷清灰,从根本上改变了常规电除尘器的清灰方式,彻底避

收稿日期:2012-01-21

作者简介:赵永水(1956-),男,浙江诸暨人,高级工程师,长期从事除尘器、脱硫等环保设备的安装、调试、售后技术服务工作。

免了振打清灰造成的“二次扬尘”，同时也避免了高比电阻粉尘的“反电晕”现象，不仅可以提高除尘效率，还可减少 PM2.5 的排放。2012 年 1 月 1 日起，燃煤电站将执行新的大气污染物排放标准，其中新建机组的烟尘排放限值将从原先的 50 mg/m³ 降至 30 mg/m³，旋转电极式电除尘器的出现为燃煤电厂提供了一种新的技术手段来满足更加严格的烟尘排放标准。

菲达环保从 2004 年初着手调研旋转电极式电除尘技术，2008 年开始该技术的自主研发，2009 年完成研究及相关试验，并先后在燃煤电厂 300 MW 机组及 330 MW 机组上进行了应用，效果良好，运行稳定可靠。2011 年 3 月菲达旋转电极式电除尘通过了浙江省科学技术成果鉴定。目前已签订近十套 300 MW 及以上机组旋转电极式电除尘器合同。经几年实践应用证明：旋转电极式电除尘器是一种稳定高效的除尘设备，技术已经基本成熟。

2 旋转电极式电除尘器的工作原理及特点

旋转电极的收尘机理与常规电除尘器相同，均是先使烟气中的颗粒物带上电荷，然后利用电场力驱使荷电后的颗粒物沉积到阳极板上，从而使烟气得到净化。但两者的清灰方式不同，旋转电极式电除尘器的阳极部分采用了回转的阳极板和旋转的清灰刷，当附着于回转阳极板上的粉尘达到一定的厚度时，被布置在阳极底部的旋转清灰刷清除。

旋转电极式电除尘器具有以下特点：

1) 保持阳极板清洁，避免反电晕，有效解决高比电阻、粘性粉尘清灰难的问题。

2) 最大限度地减少二次扬尘，显著降低电除尘器出口 PM2.5 微细粉尘排放。

3) 减少煤、灰成分对除尘性能影响的敏感性，增加电除尘器对不同煤种的适应性。

4) 特别适合于老机组电除尘器改造，在很多场合，只需将末电场改造成旋转电极电场，不另占场地和空间。

5) 与袋式除尘器相比，阻力损失小；运行维护费用低；对烟气温度和烟气性质不敏感；系统阻力不变，不必对原引风机进行改造，有着较好的性价比。

6) 旋转电极式电除尘阳极系统都是传动部

件，要确保设备的高效安全运行，合理可靠的结构设计和精益的安装质量显得十分重要。

3 330MW 机组旋转电极式电除尘器改造应用实例

3.1 原电除尘器

某电厂 330 MW 机组配套 2F300-4 型双室四电场电除尘器。由于比集尘面积偏小，仅为 69.25 m²/(m³/s)，实际燃煤种与设计煤种存在很大偏差，近年来煤质劣化，灰分大幅度增加，更严重影响了电除尘器的正常运行和除尘效果，实际出口粉尘排放浓度 ≥ 200 mg/Nm³，远远超过排放标准且影响脱硫设备的正常运行。

3.2 原电除尘器主要技术参数及煤、灰成分分析

原电除尘器的主要技术参数和煤、灰成分分析详见表 1、表 2。

表 1 原电除尘器主要技术参数

序号	参数名称	单位	技术参数
1	每台炉配 ESP 数量	台	2
2	进口烟气流	m ³ /h	2183300
3	进口粉尘浓度	g/Nm ³	15.26
4	烟气温度	℃	132
5	流通面积	m ²	2*300
6	电场数量	个	4
7	电场有效长、宽、高	m	4×3.5-2×10-15
8	总集尘面积	m ²	42000m ²
9	比集尘面积	m ² /(m ³ /s)	69.25
10	同极间距	mm	400
11	烟气流速	m/s	1.01
12	极配型式		第一、二电场：480C+RSB 整体芒刺线 第三、四电场：480C+螺旋线
13	实际出口粉尘浓度	mg/Nm ³	≥ 200

3.3 改造方案及效果

原电除尘器比集尘面积偏小，故在原第一电场前新增一个与原电除尘器电场长、宽、高一致的电场；将原第四电场改造成旋转电极电场；对原除尘器的前三个电场进行检修、优化；电除尘器进口烟气流量进行调整，保证气流均匀性系数 σ_r ≤ 0.25。

改造后电除尘器主要技术参数如表 3 所示。

改造后的旋转电极式电除尘器运行正常，效果良好。经第三方测试，出口粉尘浓度为 29.2 mg/Nm³（设计 ≤ 40 mg/Nm³），各项性能指标满足设计要求。

表 2 煤、灰成分分析

序号	名称	符号	单位	实际煤种
1	收到基硫	S_{ar}	%	0.49
2	分析基水分	M_{ad}	%	16.45
3	收到基灰分	A_{ar}	%	31.01
4	二氧化硅	SiO_2	%	49.52
5	氧化铝	Al_2O_3	%	25.27
6	氧化铁	Fe_2O_3	%	7.40
7	氧化钙	CaO	%	6.68
8	氧化镁	MgO	%	3.49
9	氧化钠	Na_2O	%	0.84
10	氧化钾	K_2O	%	1.45
11	三氧化硫	SO_3	%	0.85
12	氧化钛	TiO_2	%	1.75
13	五氧化二磷	P_2O_5	%	0.59
	飞灰可燃物		%	0.17

表 3 改造后电除尘器主要技术参数

序号	参数名称	单位	技术参数
1	电除尘器型号		2FR300-5
2	进口烟气流速	m^3/h	2300000
3	进口粉尘浓度	g/Nm^3	35
4	烟气温度	$^{\circ}C$	142
5	流通面积	m^2	2*300
6	总集尘面积	m^2	第零、一、二、三电场:42000 旋转电极电场:7296
7	同极间距	mm	第零、一、二、三电场:400 旋转电极电场:460
8	极配型式		第零、一、二、三电场:480C+RSB 整体芒刺线 旋转电极电场:旋转阳极板+新“RS”芒刺线
9	本体阻力	Pa	≤ 245
10	出口粉尘浓度	mg/Nm^3	≤ 40

4 旋转电极式电除尘器安装与调试技术

旋转电极式电除尘器其核心部件均为传动部件,安装调试是一项复杂而细致的工作。确保旋转电极式电除尘器高效、稳定运行,除了要求精良的设计、制作以外,还取决于安装、调试质量的好坏。在积累多个旋转电极式电除尘器安装调试经验的基础上,介绍旋转电极式电除尘器安装工艺流程、安装调试技术要点如下。

4.1 旋转电极式电除尘器安装流程

旋转电极式电除尘器安装流程如图 1 所示。

4.2 旋转电极式除尘器安装要点

4.2.1 旋转极板主动轴安装

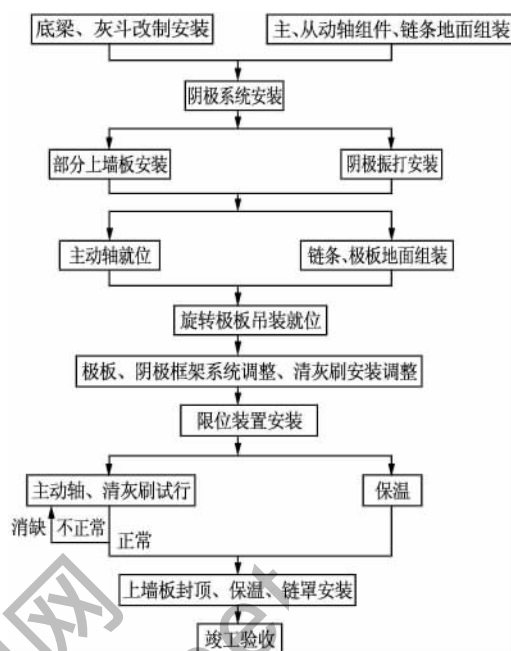


图 1 旋转电极式电除尘器安装流程图

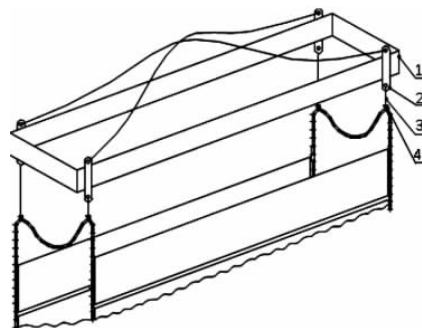
安装主动轴时,注意把调整环、密封装置等预先套装好,密封装置要在轴的荷载全部就位后,再焊于封板上;主动轴轴向调整好后安装在支承梁上,安装时注意轴承的安装方式(传动侧固定、另一侧轴向可适当位移);安装后,主动轴应转动灵活,特别注意主动轴轴承螺栓、螺母必须拧紧。要求主动轴水平偏差;轴向偏差;相邻主动轴间隙(同极距)偏差必须符合标准要求,严格控制。

4.2.2 旋转极板的安装

根据场地情况,极板安装有两种方法:

1) 整体吊装

在场地允许的情况下,在地面把链条和极板连接好,链条中间部位及对接部位各 3 块极板暂时不能安装,链条两端不用对接,采用如图 2 所示的专用极板吊装工具起吊,组装吊装过程做好极板保护,防止极板划伤或变形。



1、框架 2、吊耳 3、钢丝绳 4、吊环

图 2 极板与链条整体吊装

2) 单块吊装

当场地受限时,可采用旋转阳极板单块吊装的形式完成旋转阳极板安装。即在灰斗安装完毕后,把 1/3 的极板放入灰斗内,待主动轴调整完毕挂上链条后,极板上、下同时安装,要保证每组链条的平衡。单块极板安装采用如图 3 的专用安装工具。

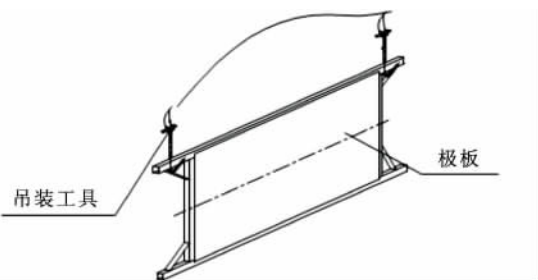


图 3 极板与链条单块吊装

在极板安装就位过程特别注意:一是主动轴及链条必须做好限位,严防自由转动;二是极板的对称安装,保持左右链条平衡,防止安全及损坏设备的重大事故的发生。

4.2.3 极板传动系统的安装

极板传动系统外部传动链条安装时,链条不得过度松弛,在停机状态下链条自然下垂不得超过 10 mm,运行时不得干涉链罩。外链轮和驱动电极链轮必修在同一平面上,在外部 24A 链条对接时,保证相邻极板相位差不一致,以防止安装误差引起相邻极板在旋转过程中发生干涉。

4.2.4 清灰刷安装

清灰刷安装要注意轴与极板(从动轴)的平行度不得超过要求规定,一般要求毛刷与极板接触后向极板方向调近若干毫米。

4.3 旋转电极式电除尘器的调试

为验证旋转电极式电除尘器的运行可靠性,内件安装完毕后,需对旋转阳极系统、旋转阳极传动装置及阳极清灰装置三大部件进行试运转,试运转时间不少于 8 h,阳极清灰装置应与旋转阳极系统进行同步试运转,试运行前必须做好:

1)检查极板运行轨迹上是否有干涉。如:灰斗壁上安装用的吊耳是否已经割除,内顶横梁是否与链条销轴干涉等;

2)检查极板安装时主动轴的临时限位是否已经割除;

3)检查极板驱动电机和清灰电机的控制安全连锁是否正确,旋转方向是否正确。

在试运转 8 h 期间,必须设置专人,检查电场内旋转极板主动轴和从动轴、链轮和链条啮合是否平稳,同时,注意观察就地操作箱 ABB 显示器电流的变化情况,当每个旋转极板驱动电机(BW-EV52-1003-1.1)驱动 5 组极排时,正常电机转速、减速机转速、极板移动速度及反馈电流如表 4 所示。

表 4 电机转速、减速机转速、极板移动速度及反馈电流参数

电机转速 (r/min)	减速机转速 (r/min)	极板移动速度 (m/min)	反馈电流(A) 以下
280	0.28	0.4	1.5
350	0.35	0.50	1.7
420	0.42	0.6	1.9
490	0.49	0.7	2.0
560	0.56	0.8	2.1

5 结语

旋转电极式电除尘器作为一种燃煤电厂 PM2.5 微细颗粒物控制新技术,采用布置于灰斗中的清灰刷刷除极板上粉尘的清灰方式,有效解决了高比电阻粉尘引起的反电晕及振打清灰引起二次扬尘的疑难问题,使得电除尘器对不同煤种的适应性增强,提高了电除尘器的适用范围,并大幅度提高了除尘效率,降低 PM2.5 微细颗粒物的排放,是目前突破常规电除尘器技术瓶颈的有效方法之一。特别是改造项目,改造后系统阻力不变,不必对原引风机进行改造,性价比优势显得更为突出。旋转电极式电除尘阳极系统都是传动部件,要确保高效安全运行,合理可靠的结构设计和精益的安装质量十分重要。