

山西大唐国际云冈热电 有限责任公司

环保改造情况汇报 2015.2



尊敬的各位领导、各位同事：

大家好！我是云冈热电公司常林生，下面由我介绍一下我公司2014年环保改造情况。





大唐国际云冈热电
DATANG INTERNATIONAL YUNGANG THERMAL POWER

一、云冈热电公司基本情况

山西大唐国际云冈热电有限责任公司（以下简称云冈热电）位于山西省大同市南郊区，距大同市中心西南约6km。该公司是由大唐国际发电股份有限公司投资建设。现有四台总装机容量为1040MW的直接空冷供热机组，一期工程2×220MW（简称1#、2#发电机组）直接空冷供热机组于2002年5月开工建设，2003年11月建成投产，并于2005年7月通过了国家环境保护部（原国家环境保护局）的竣工验收，二期工程2×300MW（简称3#、4#发电机组）直接空冷供热机组于2006年5月开工建设，2009年2月建成投产，并于2010年10月通过了国家环境保护部的竣工验收。



大唐国际云冈热电
DATANG INTERNATIONAL YUNGANG THERMAL POWER



二、环保设施建设情况

云冈热电公司脱硫系统全部采用石灰石-石膏湿法脱硫工艺，1、2号机组脱硫为技术改造项目，于2007年1月1日建成投产。3、4号脱硫于2009年与机组同步建成投产。2012年9月30日率先完成了#3机组脱硫系统的旁路封堵工作，并于2013年5-9月，又陆续完成了#4、#1、#2机组的旁路封堵工作，成为大同市第一家全部完成旁路封堵的企业。

四台机组脱硝装置全部为改造项目。从2012年5月开始启动脱硝改造工程，于2013年11月四台机组脱硝改造工程全部完成，并通过了环保部门的验收及物价部门的电价批复。四台脱硝设施全部采用选择性催化还原法（SCR尿素热解法）工艺，催化剂加装2层，预留1层，设计脱硝效率80%。同步完成了低氮燃烧器、引风机、空预器的改造工程。



大唐国际云冈热电
DATANG INTERNATIONAL YUNGANG THERMAL POWER

除尘器原全部安装为五电场静电除尘器，为了满足环保排放指标要求，全部完成了提效改造。2013年5—10月，投资4500万元完成了#1、#2机组电除尘器的改造工程，改造方案为电袋除尘器，改造后除尘效率达到了99.90%以上，出口烟尘排放浓度小于 $20\text{mg}/\text{m}^3$ 。2013年12月27日完成了环保验收，2014年2月获得了物价部门的电价批复。2014年6月—10月，投资2800万元，对#3、#4机组电除尘器进行了提效改造，改造方案为低低温省煤器改造+电源改造。目前，已全部改造完成，并且投运正常。

2014年脱硫改造情况：



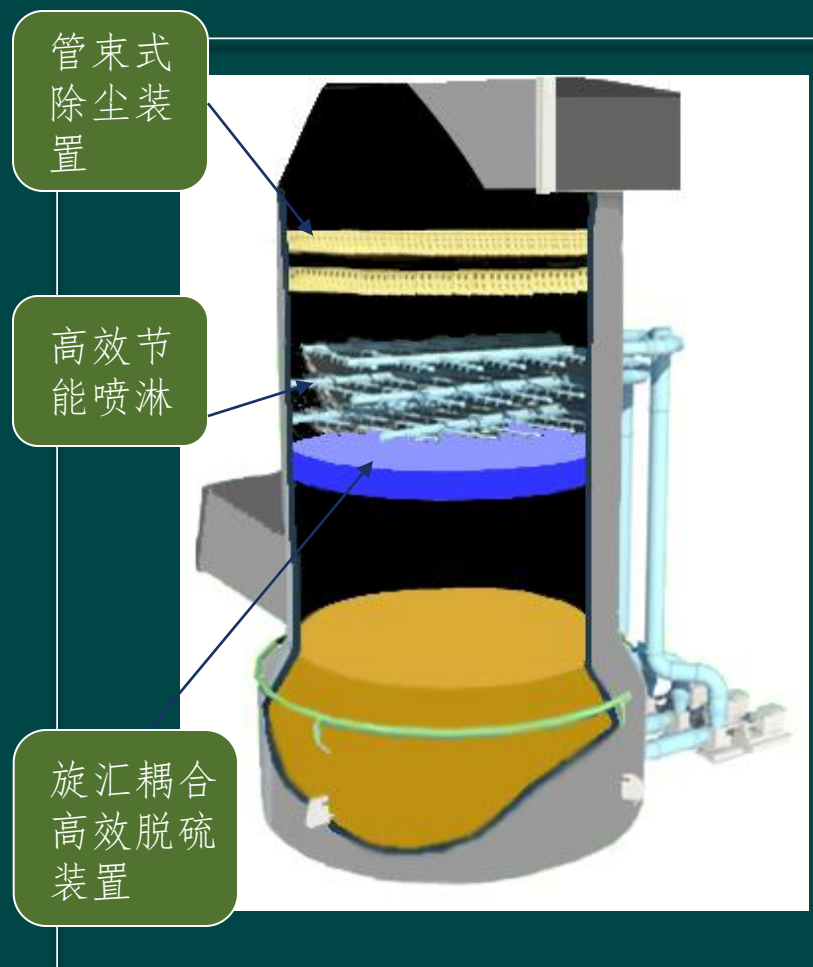
2014年9月在3#机组A级检修中，将#3机组脱硫吸收塔增加一层喷淋层及一台浆液循环泵，并将第三层浆液循环泵改为变频，改造后降低了#3脱硫系统的厂用电率。将原平板式除雾器全部拆除，改造成由北京国电清新公司具有知识产权的高效除尘除雾装置，改造后SO₂、粉尘含量均能达到山西省政府要求的35mg/Nm³、和5 mg/Nm³的超低排放标准。

脱硫和脱硝系统全部配置了由美国赛默飞世尔科技（中国）有限公司生产的在线监测系统，并且和省环境监控中心实现了联网。

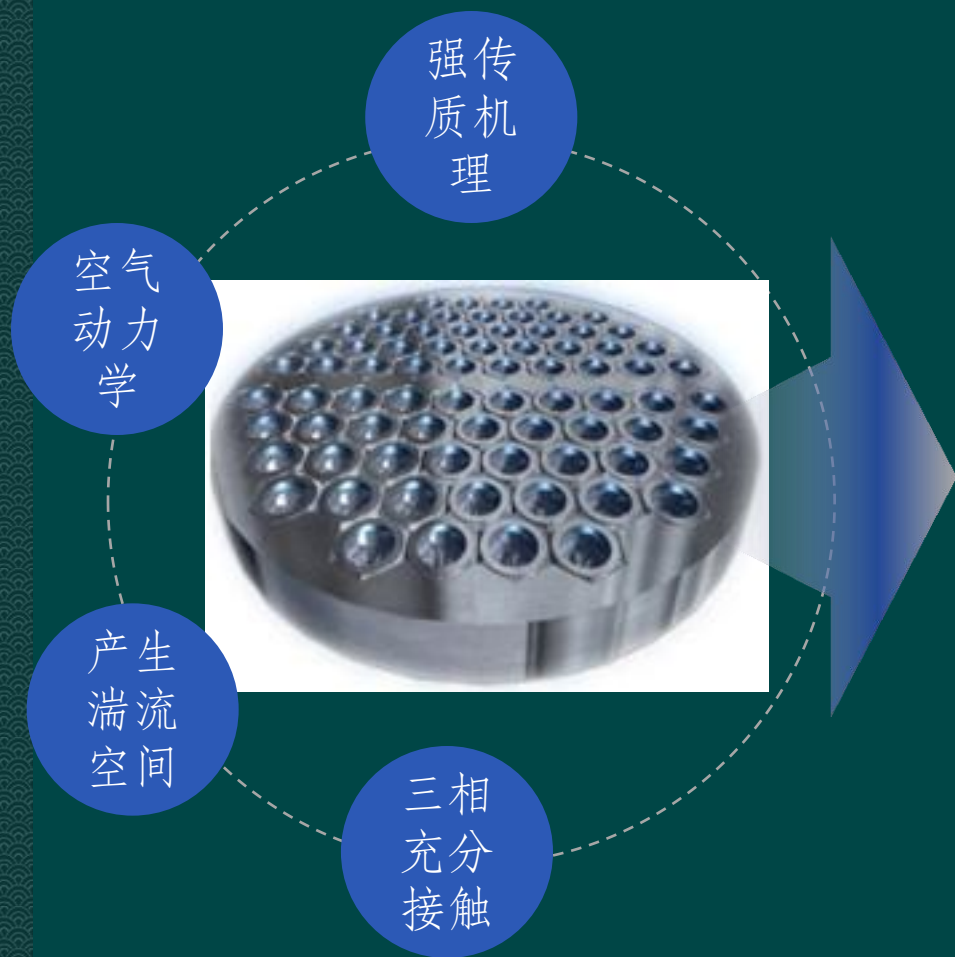
下面我重点介绍一下除尘除雾装置：

超净脱硫除尘一体化技术

- 主要核心设备：旋流耦合高效脱硫装置、管束式除尘装置。
- 性能指标： $\text{SO}_2 \leq 35\text{mg/Nm}^3$
- 除尘效率高，吸收塔入口 $\leq 50\text{mg/Nm}^3$ ，吸收塔出口达到 5mg/Nm^3 以下，彻底消除石膏雨
- 针对循环浆液固含量较低的工况，增加管束式内分离器可将吸收塔出口尘较低到 1mg/Nm^3 以下（中式阶段）



旋汇耦合技术



1

高脱硫、除尘效率
低运行成本，组合脱硫效率 >1.5 单层喷淋，根据不同入口 SO_2 浓度和效率要求运行阻力 $400\sim 900\text{Pa}$

2

对锅炉负荷及入口 SO_2 浓度变化适应性强，与喷淋层以不同开启形式结合运行

3

烟气降温快，系统稳定性强，旋回耦合装置可充当检修平台，检修检查便捷

管束式除尘器

1、结构

➤管束筒体

—内筒壁面光洁，筒体垂直，断面圆滑，无偏心。

➤增速器

—确保以最小的阻力条件提升气流的旋转运动速度。

➤分离器

—实现不同粒径的雾滴在烟气中的分离。

➤汇流环

—控制液膜厚度，维持合适的气流分布状态。

➤导流环

—控制气流出口状态，防止捕悉液滴被二次夹带。



管束式除尘器



2、原理

➤ 使用环境的特点

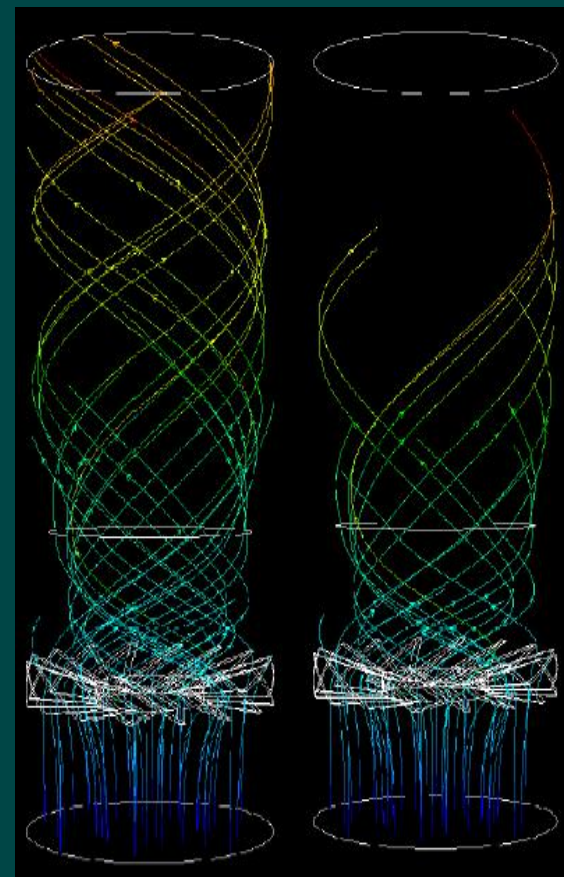
管束式除尘装置的使用环境是含有大量液滴的 $\sim 50^{\circ}\text{C}$ 饱和净烟气，特点是雾滴量大，雾滴粒径分布范围广，由浆液液滴、凝结液滴和尘颗粒组成；除尘主要是脱除浆液液滴和尘颗粒。

➤ 细小液滴与颗粒的凝聚

大量的细小液滴与颗粒在高速运动条件下碰撞机率大幅增加，易于凝聚、聚集成为大颗粒，从而实现从气相的分离。

➤ 大液滴和液膜的捕悉

除尘器筒壁面的液膜会捕悉接触到其表面的细小液滴，尤其是在增速器和分离器叶片的表面的过厚液膜，会在高速气流的作用下发生“散水”现象，大量的大液滴从叶片表面被抛洒出来，在叶片上部形成了大液滴组成的液滴层，穿过液滴层的细小液滴被捕悉，大液滴变大后跌落回叶片表面，重新变成大液滴，实现对细小雾滴的捕悉。



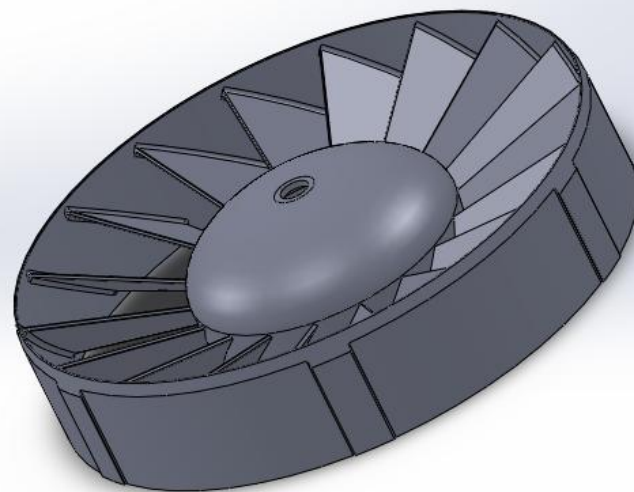
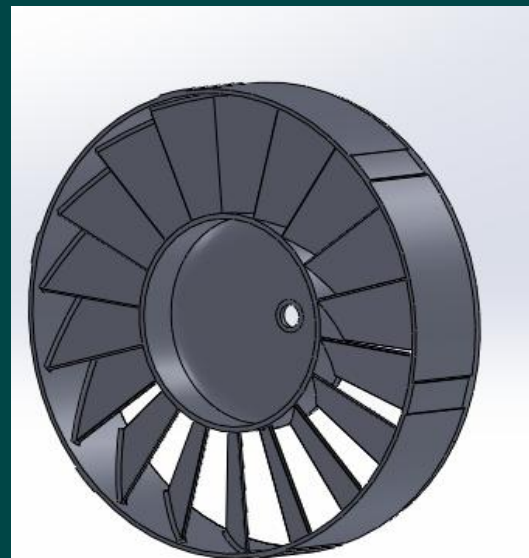
管束式除尘器

➤ 离心分离下的液滴脱除

经过加速器加速后的气流高速旋转向上运动，气流中的细小雾滴、尘颗粒在离心力作用下与气体分离，向筒体表面方向运动。而高速旋转运动的气流迫使被截留的液滴在筒体壁面形成一个旋转运动的液膜层。从气体分离的细小雾滴、微尘颗粒在与液膜层接触后被捕悉，实现细小雾滴与微尘颗粒从烟气中的脱除。

➤ 多级分离器实现对不同粒径液滴的捕悉

气体旋转流速越大，离心分离效果越佳，捕悉液滴量越大，形成的液膜厚度越大，运行阻力越大，越容易发生二次雾滴的生成；因此采用多级分离器，分别在不同流速下对雾滴进行脱除，保证较低运行阻力下的高效除尘效果。



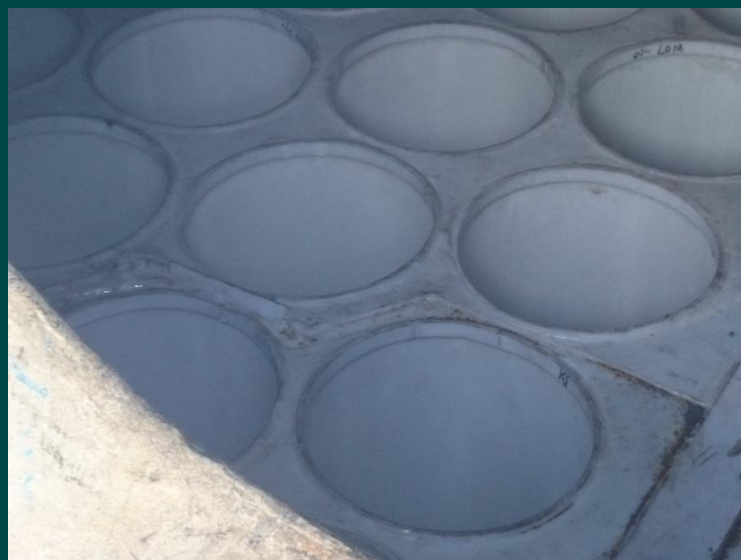
管束式除尘器

——山西大唐国际云冈热电有限责任公司二期3#机组吸收塔

现场安装



运行状态



管束式除尘器

openPlant - 生产实时监测系统

文件(F) 查看(V) 页面(P) 机组(U) 帮助(H)

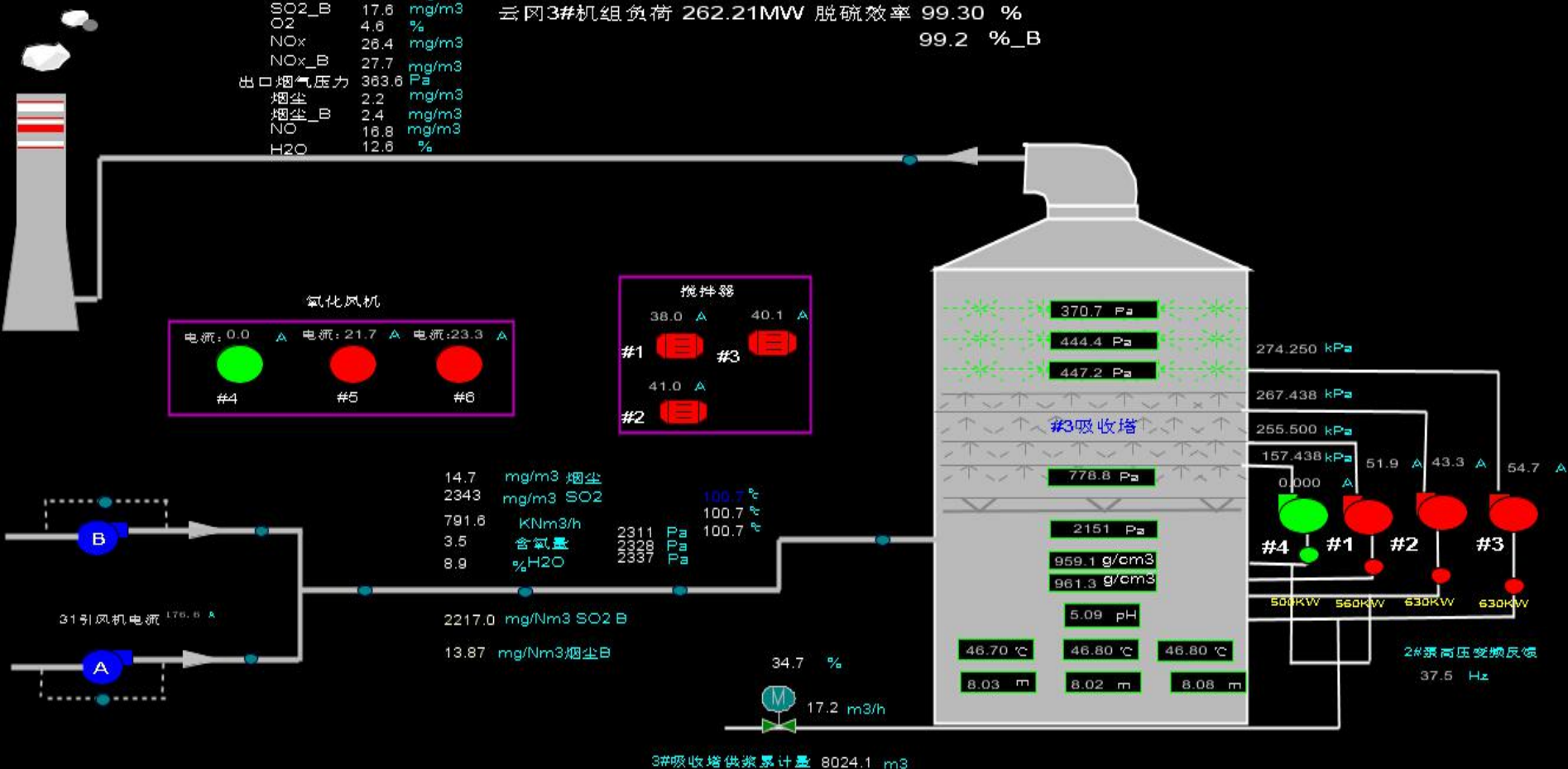


事故喷淋	石灰石输送系统	一期石膏脱水	氧化空气系统	石膏脱水系统	石膏浆液溢流系统
3#烟气系统	4#烟气系统	石灰石供浆系统	湿磨1制浆系统	湿磨2制浆系统	工艺水系统

2014-11-03 12:46:33

SO₂ 16.8 mg/m³
SO₂_B 17.6 mg/m³
O₂ 4.6 %
NO_x 26.4 mg/m³
NO_x_B 27.7 mg/m³
出口烟气压力 363.6 Pa
烟尘 2.2 mg/m³
烟尘_B 2.4 mg/m³
NO 16.8 mg/m³
H₂O 12.6 %

云冈3#机组负荷 262.21MW 脱硫效率 99.30 %
99.2 %_B





脱硝改造情况：

- ◆ 原系统采用SCR脱硝，催化剂按2+1布置，本次改造只是增加了一层催化剂（原备用的）

环保监测情况



- 1、大同市环境监测站于2014年10月28日在#3机组电除尘器提效改造验收监测表明：3#机组脱硫出口烟尘排放浓度在 $3.9\text{mg}/\text{m}^3 \sim 4.7\text{mg}/\text{m}^3$ 之间，二氧化硫排放浓度在 $21\text{mg}/\text{m}^3 \sim 31\text{mg}/\text{m}^3$ 之间。



2、2014年11月28日，山西省环境监测站，对#3机组进行了现状监测，监测结果表明：在额定发电负荷下，#3机组出口烟尘排放浓度 $3.6\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，氮氧化物排放浓度 $25\text{ mg}/\text{Nm}^3$ ，二氧化硫排放浓度 $11\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。



山西大同国际云冈热电有限责任公司 3# 机组废气排放源现状监测报告

表 4-2

3# 锅炉烟气中烟尘监测结果一览表

日期	测试 次数	标态干排气量 (Nm ³ /h)		烟尘					
				浓度 (mg/m ³)		速率 (kg/h)		排放浓度 (mg/m ³) O ₂ =6%	脱硫塔除尘效率 (%)
		脱硫塔进口	脱硫塔出口	脱硫塔进口	脱硫塔出口	脱硫塔进口	脱硫塔出口		
2014-11-28	1	994413	1014179	11	4.1	11	4.2	3.9	61.8
	2	996228	1019240	7.4	3.9	7.4	4.0	3.7	45.9
	3	998885	1016673	8.9	3.5	8.9	3.6	3.3	59.6
平均值		996509	1016697	9.1	3.8	9.1	3.9	3.6	55.8

表 4-4

3#锅炉烟气中氮氧化物监测结果一览表

日期	测试 次数	位置	标态干排气量 (Ndm ³ /h)		氮氧化物						
					浓度 (mg/m ³)		速率 (kg/h)		排放浓度 (mg/m ³) O ₂ =6%	脱硝效率 (%)	
			SCR 脱硝进 口	脱硫塔出口	SCR 脱硝进 口	脱硫塔出口	SCR 脱硝进 口	脱硫塔出口			
2014-11-28	1	A 侧	433807	1014179	421	26	183	26	25	93.0	
		B 侧	432398		435		188				
	2	A 侧	434486	1019240	420	28	182	29	26	92.0	
		B 侧	425738		427		182				
	3	A 侧	435865	1016673	418	26	182	26	25	92.9	
		B 侧	428792		430		184				
	平均值			863695	1016697	425	27	367	27	25	92.6



表 4-3

3# 锅炉烟气中二氧化硫监测结果一览表

日期	测试 次数	标态干排气量 (Nm ³ /h)		二氧化硫					
				浓度 (mg/m ³)		速率 (kg/h)		排放浓度 (mg/m ³) O ₂ =6%	脱硫塔脱硫 效率 (%)
		脱硫塔进口	脱硫塔出口	脱硫塔进口	脱硫塔出口	脱硫塔进口	脱硫塔出口		
2014-11-28	1	994413	1014179	2983	11	2966	11	10	99.6
	2	996228	1019240	3000	13	2989	13	12	99.6
	3	998885	1016673	2960	11	2957	11	10	99.6
平均值		996509	1016697	2981	12	2971	12	11	99.6



2014年11月华北电力科学研究院有限责任公司对#3机组改造后进行了污染物排放测试，结果显示：在100%发电负荷下，#3机组出口烟尘排放浓度4.36mg/Nm³，氮氧化物排放浓度22.9 mg/Nm³，二氧化硫排放浓度26.6 mg/Nm³。

7 试验结论

7.1 脱硫效率

表 1. 脱硫效率计算结果（试验期间平均值）

项目		来源	单位	试验数据
原烟气	SO ₂ 浓度	测量平均值	ppm	946
	含氧量	测量平均值	%	4.21
	过剩空气系数	$21/(21-O_2)$	——	1.2507
	SO ₂ 浓度	$1\text{ppm}=2.86\text{mg/Nm}^3$	mg/Nm^3	2705.6
	SO ₂ 折算浓度	$\text{SO}_2 * \alpha / 1.4$	mg/Nm^3	2417.1
净烟气	SO ₂ 浓度	测量平均值	ppm	10.3
	含氧量	测量平均值	%	4.38
	过剩空气系数	$21/(21-O_2)$	——	1.2635
	SO ₂ 浓度	$1\text{ppm}=2.86\text{mg/Nm}^3$	mg/Nm^3	29.5
	SO ₂ 折算浓度	$\text{SO}_2 * \alpha / 1.4$	mg/Nm^3	26.6
脱硫效率		计算	%	98.9

7.2 脱硫装置出口 NO_x

表 2. 脱硫装置出口 NO_x 浓度计算结果（试验期间平均值）

项目		来源	单位	试验数据
净烟气	NO _x 浓度	测量平均值	ppm	12.4
	含氧量	测量平均值	%	4.38
	过剩空气系数	$21/(21-O_2)$	——	1.2635
	NO _x 浓度	$1\text{ppm}=2.05\text{mg/Nm}^3$	mg/Nm^3	25.4
	NO _x 折算浓度	$\text{NO}_x * \alpha / 1.4$	mg/Nm^3	22.9

7.3 脱硫装置出入口颗粒物

表 3. 脱硫装置出入口颗粒物浓度计算结果（试验期间平均值）

项目	来源	单位	试验数据
----	----	----	------



原 烟 气	颗粒物浓度	测量平均值	mg/Nm ³	28.6
	含氧量	测量平均值	%	4.21
	过剩空气系数	21/(21-O ₂)	——	1.2507
	颗粒物折算浓度	颗粒物* α /1.4	mg/Nm ³	25.6
净 烟 气	颗粒物浓度	测量平均值	mg/Nm ³	4.83
	含氧量	测量平均值	%	4.38
	过剩空气系数	21/(21-O ₂)	——	1.2635
	颗粒物折算浓度	颗粒物* α /1.4	mg/Nm ³	4.36
脱硫系统阻力		测量平均值	Pa	2368

8 试验结果

8.1 试验期间, #3 机组脱硫装置入口平均 SO₂ 折算浓度为 2417.1mg/Nm³, 脱硫装置出口平均 SO₂ 折算浓度为 26.6mg/Nm³, 脱硫装置脱硫效率为 98.9%。

8.2 试验期间, #3 机组脱硫装置出口平均 NO_x 折算浓度为 22.9mg/Nm³。

8.3 试验期间, #3 机组脱硫装置入口平均颗粒物折算浓度为 25.6mg/Nm³, 脱硫装置出口平均颗粒物折算浓度为 4.36mg/Nm³。

8.4 试验期间, #3 机组脱硫装置出入口阻力为 2368Pa, 其中包括出入口测点间的烟道阻力。

环保验收情况:



山西省环境保护厅

晋环函〔2014〕1545号

山西省环境保护厅

关于山西大唐国际云冈热电有限责任公司3# 机组烟气脱硫、脱硝、除尘环境保护设施超低排放 改造工程环境保护验收意见的函

省发改委、省经信委、省物价局、山西能监办、山西大唐国际云冈热电有限责任公司:

根据山西大唐国际云冈热电有限责任公司《关于3号机组实施超低排放改造验收的申请》(云岗热电设[2014]53号),省环保厅组织省发改委、省经信委、山西能监办、省环境监测中心站、省环境监控中心、大同市环保局等单位的管理人员及特邀专家,于2014年12月25日在山西大唐国际云冈热电有限责任公司组织召开该公司3#机组超低排放改造工程环境保护现场验收。与会人员通过现场检查、集中听取汇报和查验资料,一致认为:山西大唐国际云冈热电有限责任公司3#机组二氧化硫、氮氧化物、烟尘排放浓度达到了《山西省人民政府办公厅关于推进我省燃煤发电机组超低排放的实施意见》要求,为现役机组提效改造和新建机组实现深度净化提供了新的技术借鉴,同



意通过环境保护现场验收。现提出如下验收意见：

一、项目基本情况

山西大唐国际云冈热电有限责任公司 3#机组超低排放改造工程的主要内容有：脱硫工艺为石灰石石膏湿法，改造为增加一台浆液循环泵及喷淋系统，将吸收塔 3 层喷淋增加为 4 层喷淋层，安装高效喷嘴和旋汇耦合装置；脱硝装置原有工艺为 SCR 选择性催化还原工艺，催化剂按“2+1”设置，此次氮氧化物超低排放改造措施为在原脱硝装置反应区加装一层催化剂，改为三层催化剂；烟尘超低排放改造工程以原双室五电场静电除尘器为基础，在电除尘器的前端烟道上布置低低温省煤器，将一、二电场单项电源改造为三相电源，并将脱硫吸收塔内除雾器拆除更换为管束式高效除尘除雾装置。3#机组超低排放改造工程于 2014 年 11 月 7 日通过 168 小时试运。

二、环境保护监测结果

省环境监测中心站于 2014 年 11 月 28 日完成山西大唐国际云冈热电有限责任公司 3#机组废气污染源现状监测，并出具监测报告（晋环监字[2014]第 059 号）。在收到基硫份 0.95%，挥发份 25.55%、低位发热量 18.98MJ/kg，机组锅炉负荷 89.2%—91.7%的情况下，大唐国际云冈热电有限公司 3#机组大气污染物排放监测数据为：烟尘排放浓度范围在 3.3—3.9mg/Nm³，二氧化硫排放浓度范围在 10—12mg/Nm³之间，氮氧化物的排放浓度范围在 25—26mg/Nm³之间，达到了《山西省人民政府办公厅关于



推进我省燃煤发电机组超低排放的实施意见》中第一类超低排放标准限值要求(二氧化硫排放浓度 $\leq 35\text{mg}/\text{Nm}^3$,氮氧化物排放浓度 $\leq 50\text{mg}/\text{Nm}^3$,烟尘排放浓度 $\leq 5\text{mg}/\text{Nm}^3$)。

三、现场检查情况

现场检查,在线监测设备反映烟气排放数据能达到超低排放的要求。

四、验收结论

山西大唐国际云冈热电有限责任公司 3#机组烟气脱硫、脱硝、除尘环境保护设施超低排放改造工程实际运行二氧化硫、氮氧化物、烟尘排放浓度达到了《山西省人民政府办公厅关于推进我省燃煤发电机组超低排放的实施意见》中第一类超低排放标准限值要求,为现役机组提效改造和新建机组实现深度净化提供了新的技术借鉴,同意从 12 月 25 日起通过环境保护验收。

五、下一步要求

1、适应超低排放设施运行管理要求,细化运行规程,加强人员培训,加强对烟气治理设施协同管理,确保其长期稳定运行。

2、加强脱硫脱硝除尘系统相关计量仪表的日常巡检、校验和维护等工作,进一步完善烟气在线监控设备,确保在线监控设备满足超低排放监测性能要求,精确监控超低排放状态下的烟气参数。



3、进一步做好新技术的总结，对超低排放设施进行全面评估，对不同煤质、不同负荷下超低排放运行效果进行长期跟踪监测，对超低排放改造前后运行费用、能耗、污染物排放变化情况进行全面分析，为我省今后超低排放设施优化运行提供技术支撑。

4、按规定向有关部门报送相关信息报表。



山西省环境保护厅

2014年12月31日

抄送：省环境监察总队，省环境监控中心，省环境监测中心站，大同市环保局。

以上汇报不当之处，请各位领导同事批评指正！谢谢大家！

山西大唐国际云冈热电有限责任公司

