

湿式电除尘器技术

2018年3月



上海电气电站环保工程有限公司

Content 目录

01 / 背景与目的

02 / 技术来源

03 / 技术介绍

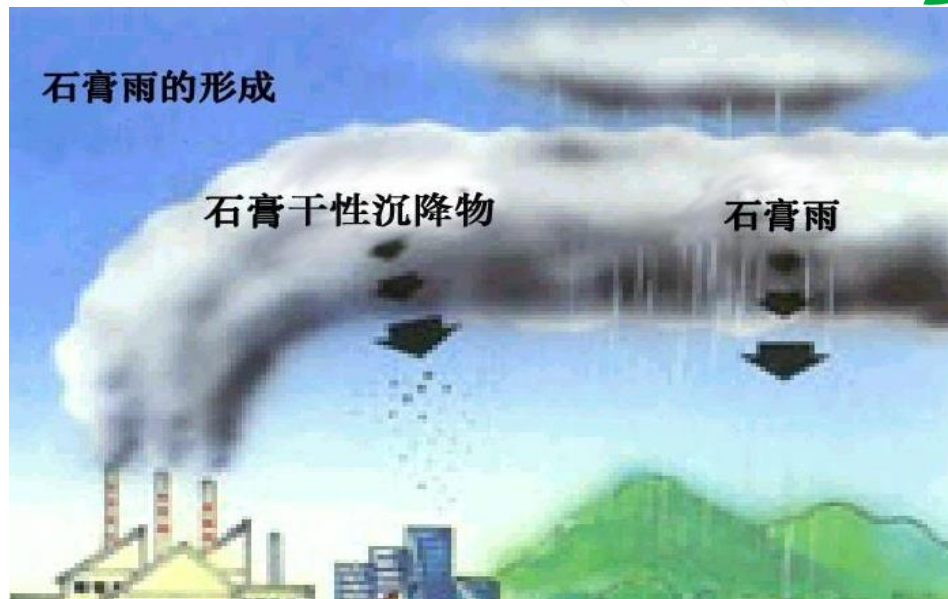
04 / 业绩介绍

05 / 总结

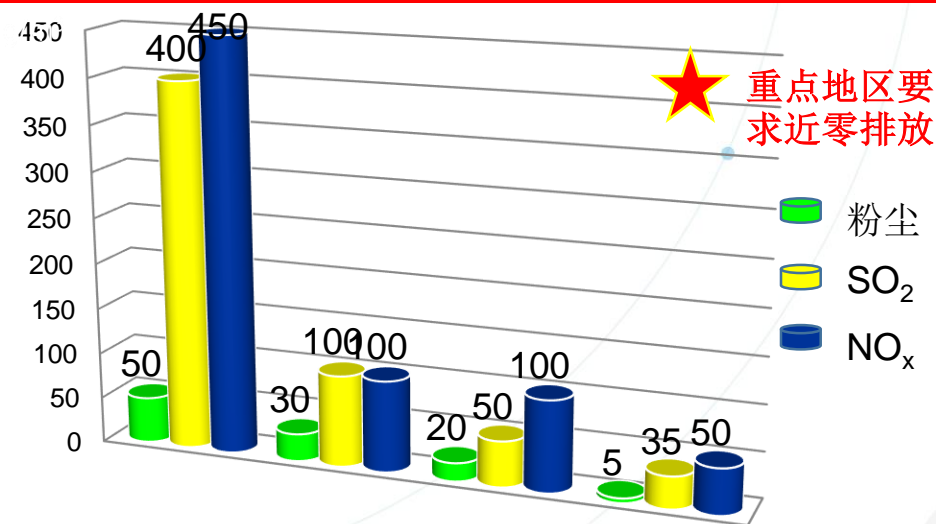
Chapter 01

背景与目的

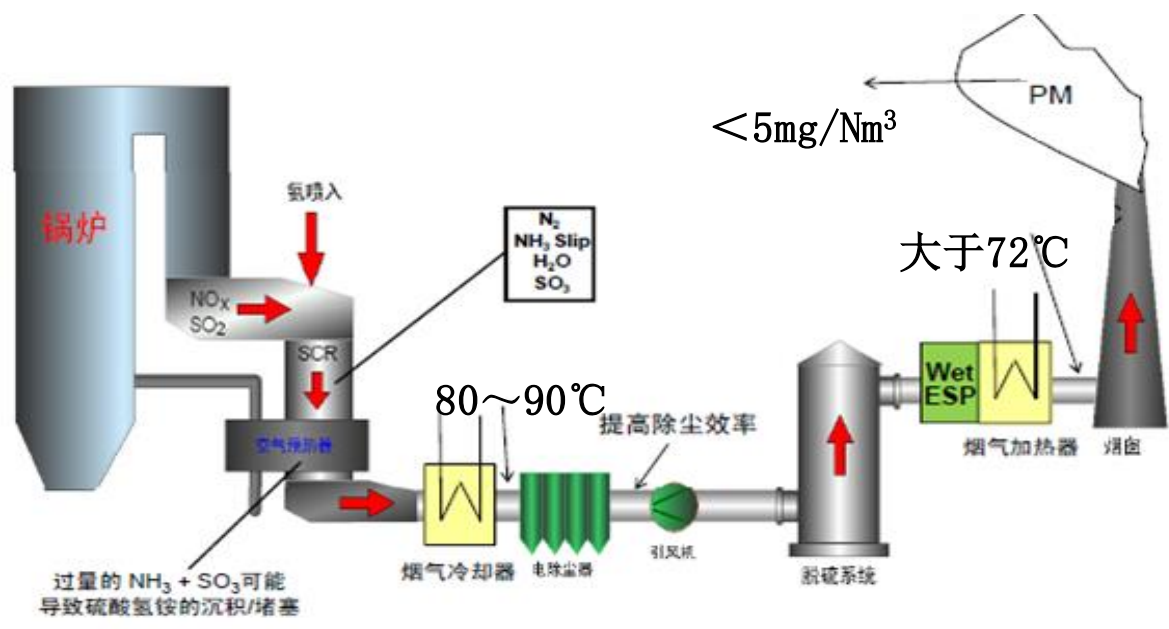
背景



GB13223-2011 《火电厂大气污染物排放标准》



- ❶ 燃煤电厂湿法脱硫系统几乎没有去除PM2.5颗粒物的能力，对汞和SO3气溶胶的去除能力也十分有限，导致烟囱经常出现“蓝烟”、“酸雨”、“石膏雨”等现象，严重污染环境，危害人类健康。
- ❷ 国内外研究表明，为控制PM2.5，在脱硫塔后面增加湿式电除尘是最为有效的方法。



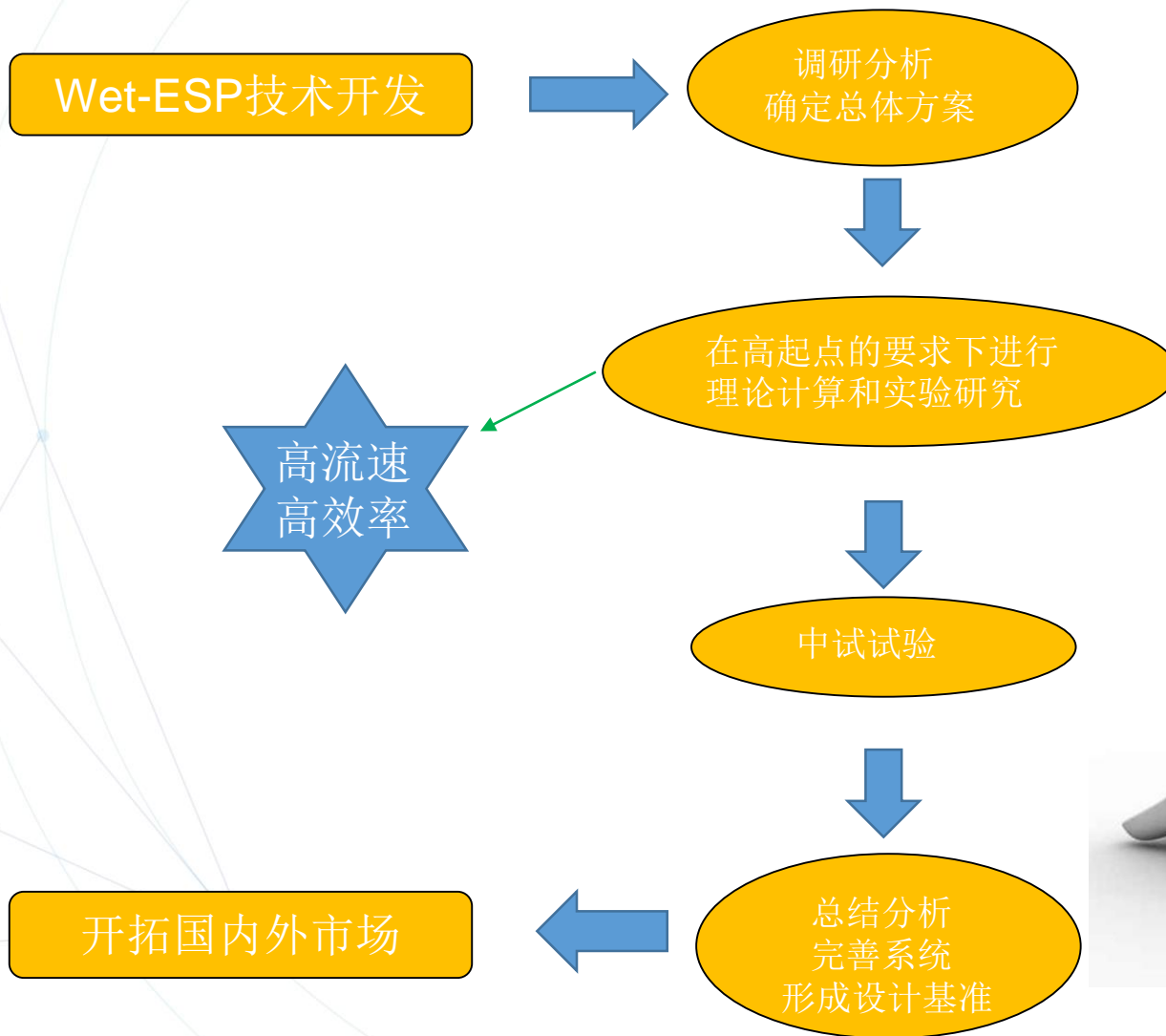
目的

- 湿式电除尘器可对微细颗粒物（PM_{2.5}粉尘及SO₃气溶胶）、重金属（汞Hg、砷As、硒Se、铅Pb、铬Cr）等有显著的脱除效果。对亚微米气溶胶颗粒物的效率可达99%以上。粉尘排放低至5mg/m³以下。
- 由于水滴与颗粒物附着荷电降低了粉尘表面比电阻，对微细烟尘或高比电阻粉尘能有效收集，因此也适用于温度高、湿气含量大的烟气的处理。
- 集尘板的粉尘由水膜冲洗，可避免二次扬尘，提高了除尘效率和设备运行的可靠性。
- 脱硫后的饱和烟气中携带部分水滴，在FGD后面布置可以使水滴在电场中被荷电捕集，水滴大大减少，可有效降低石膏雨的形成几率。

Chapter 02

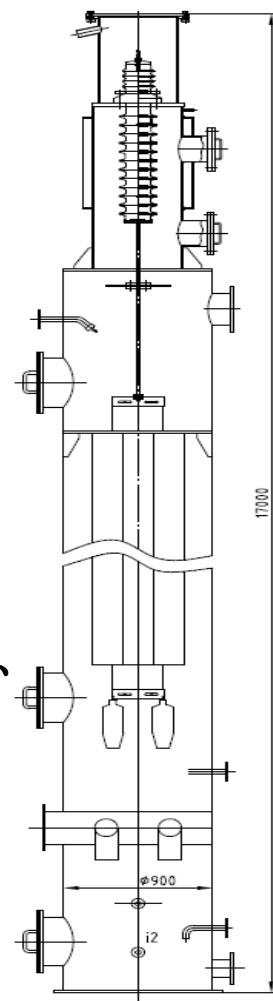
技术来源

技术来源



湿式电除尘器小试试验

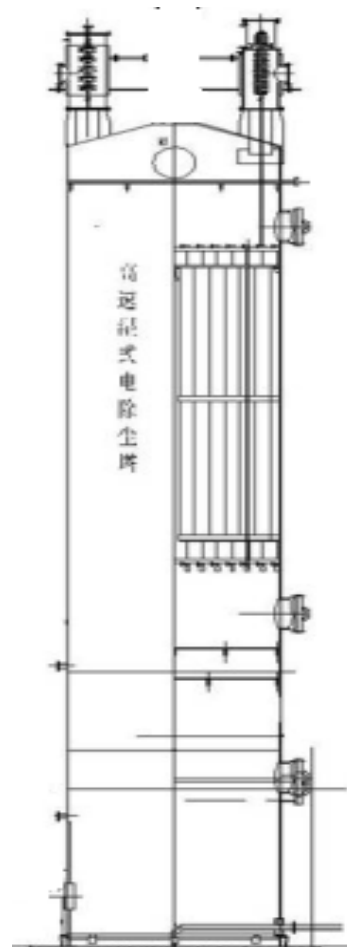
- 设计烟气量：300 m³/h ~ 800m³/h
- 小试装置：φ900mm*17000mm
- 小试锅炉：1t/h链条炉
- 小试试验台旨在研究WESP放电特性、结构参数影响、污染脱除效率等



小试装置外观图

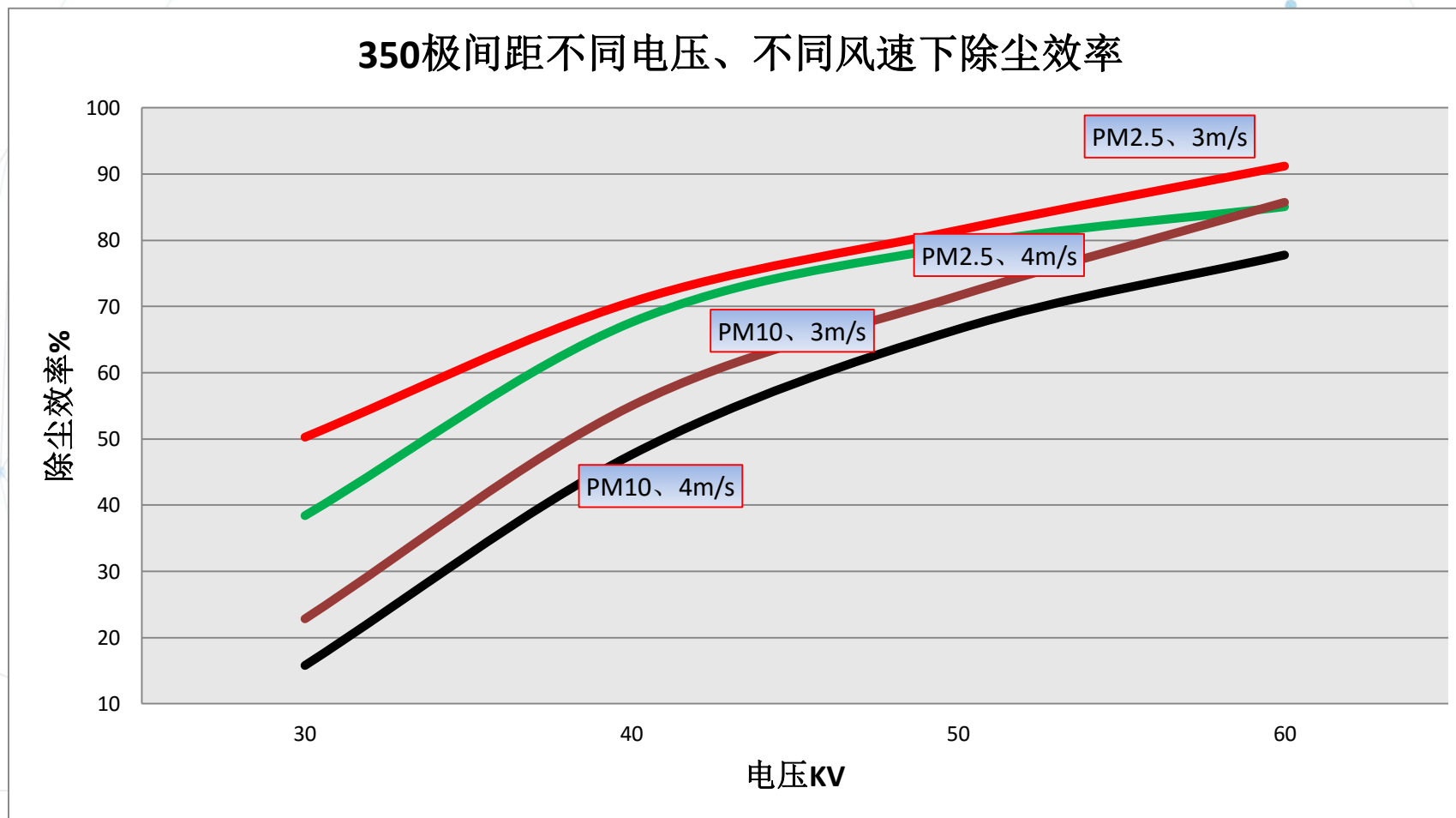
湿式电除尘器中试试验

- 中试试验地点：上海锅炉厂有限公司
- 设计烟气量：2000 m³/h ~ 4000m³/h
- 中试锅炉：3MW燃煤试验平台
- 中试装置：φ2000*15600mm
- 中试试验台旨在对小试平台试验数据和性能的验证和放大



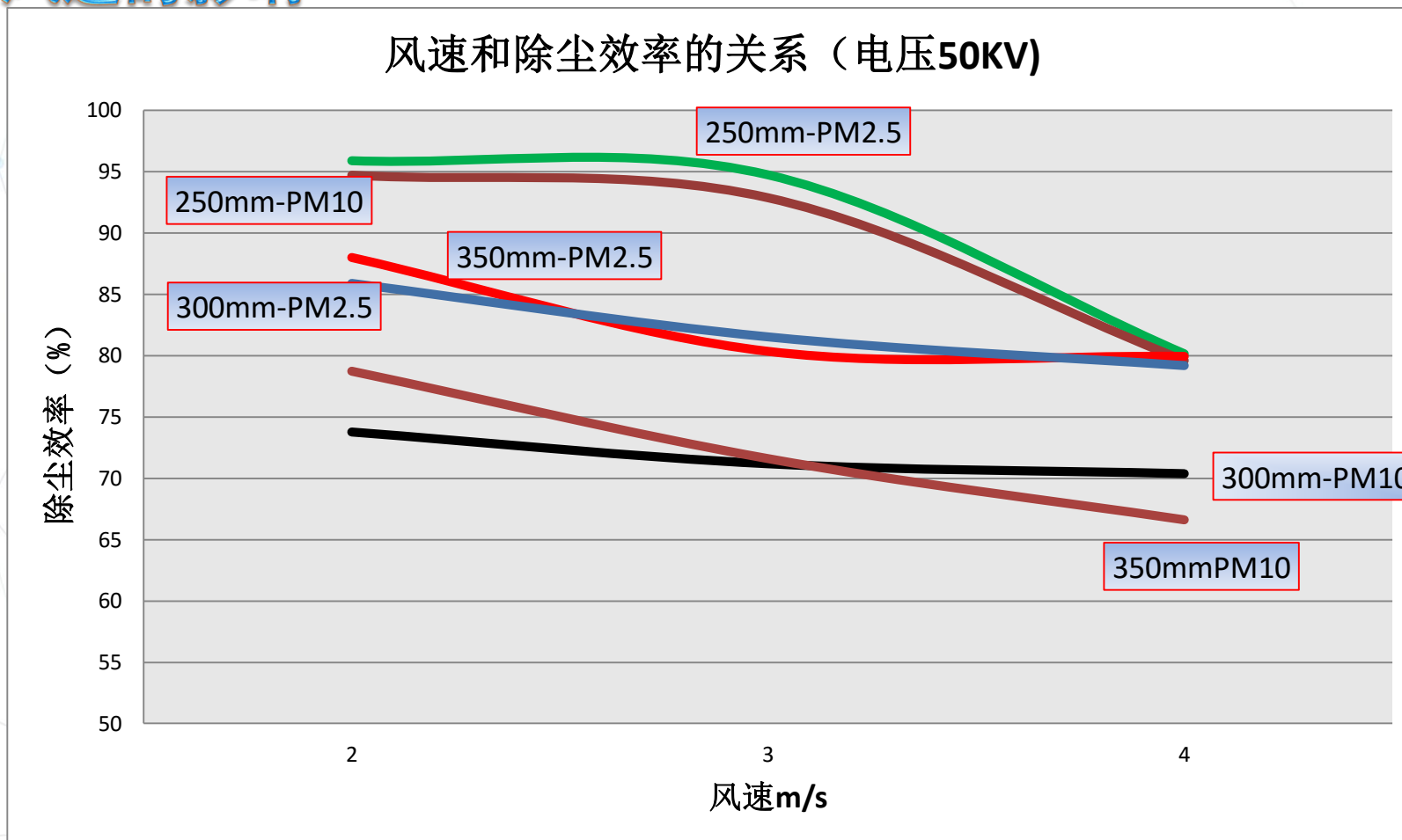
中试装置外观图

电源电压影响



随着电源二次电压的升高，WESP的输入能量密度增加，颗粒物的脱除效率相应增加

风速的影响



随着WESP内烟气流速的增加，烟气在WESP内的停留时间降低，从而减少了污染物的反应捕集时间，颗粒物的脱除效率相应降低

中试重量法测量结果

上海锅炉厂3MW试验平台WESP运行平均数据



烟速	烟气量	入口烟温	入口粉尘	出口粉尘	除尘效率	入口SO ₃	出口SO ₃	除SO ₃ 效率
m/s	m ³ /h	°C	mg/m ³	mg/m ³	%	mg/m ₃	mg/m ₃	%
4	3100	75	20.12	2.89	85.6	82.8	20.4	75.3




本设备采用250mm间距蜂窝式阳极板

WESP电压为50KV，电流30mA，喷淋水量为60L/h

➤ 专利情况：获**实用新型**专利**3**项，**发明**专利**2**项正在实质审查。

国别	状态、类别	专利号	专利名称
中国	授权、实用新型	ZL201520951351.0	联合脱除多种污染物的湿式静电除尘器实验系统
中国	授权、实用新型	ZL201320443909.5	一种烟气高速脱硫湿式电除尘除雾塔
中国	授权、实用新型	ZL201520951174.6	可调节枪头取样面积的烟尘取样枪
中国	实质审查、发明	201510831214.8	一种可调节枪头取样面积的烟尘取样枪
中国	实质审查、发明	201510833524.3	一种联合脱除多种污染物的湿式静电除尘器实验系统

试验总结

-  测量数据表明，高流速情况下WESP对粉尘和PM2.5仍有较高的脱除效率，且出口粉尘含量均低于 $5\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，满足目前国内粉尘出口排放浓度的要求；
-  数据表明，SO₃脱除效率达到75%达到实验预期效果，表明湿式电除尘器对SO₃有很高的去除率；
-  据理论研究和小试试验结果，随着WESP内烟气流速的增加，烟气在WESP内的停留时间降低，从而减少了污染物的反应捕集时间，脱除效率相应降低。

Chapter 03

技术介绍

WESP形式选择

 有2种形式的WESP

➔ 烟气水平流板式设计

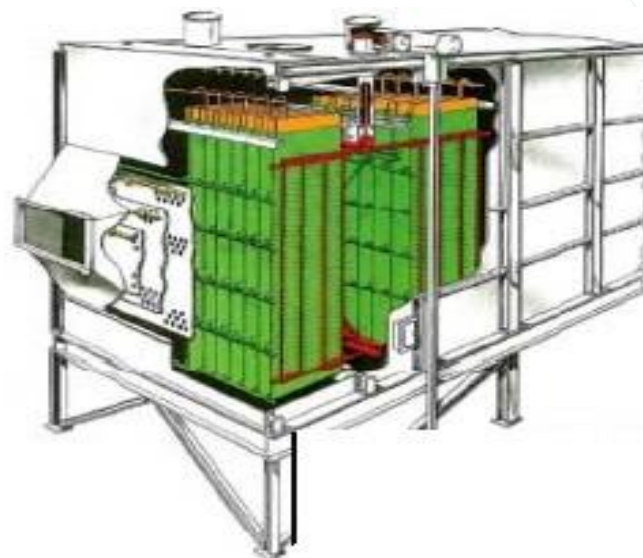
- 水平烟气流向
- 烟气阻力低
- 处理的烟气量大
- 可最小化冲洗引起的扬灰

➔ 烟气垂直流管式设计

- 垂直烟气流向
- 需要的空间比板式的小

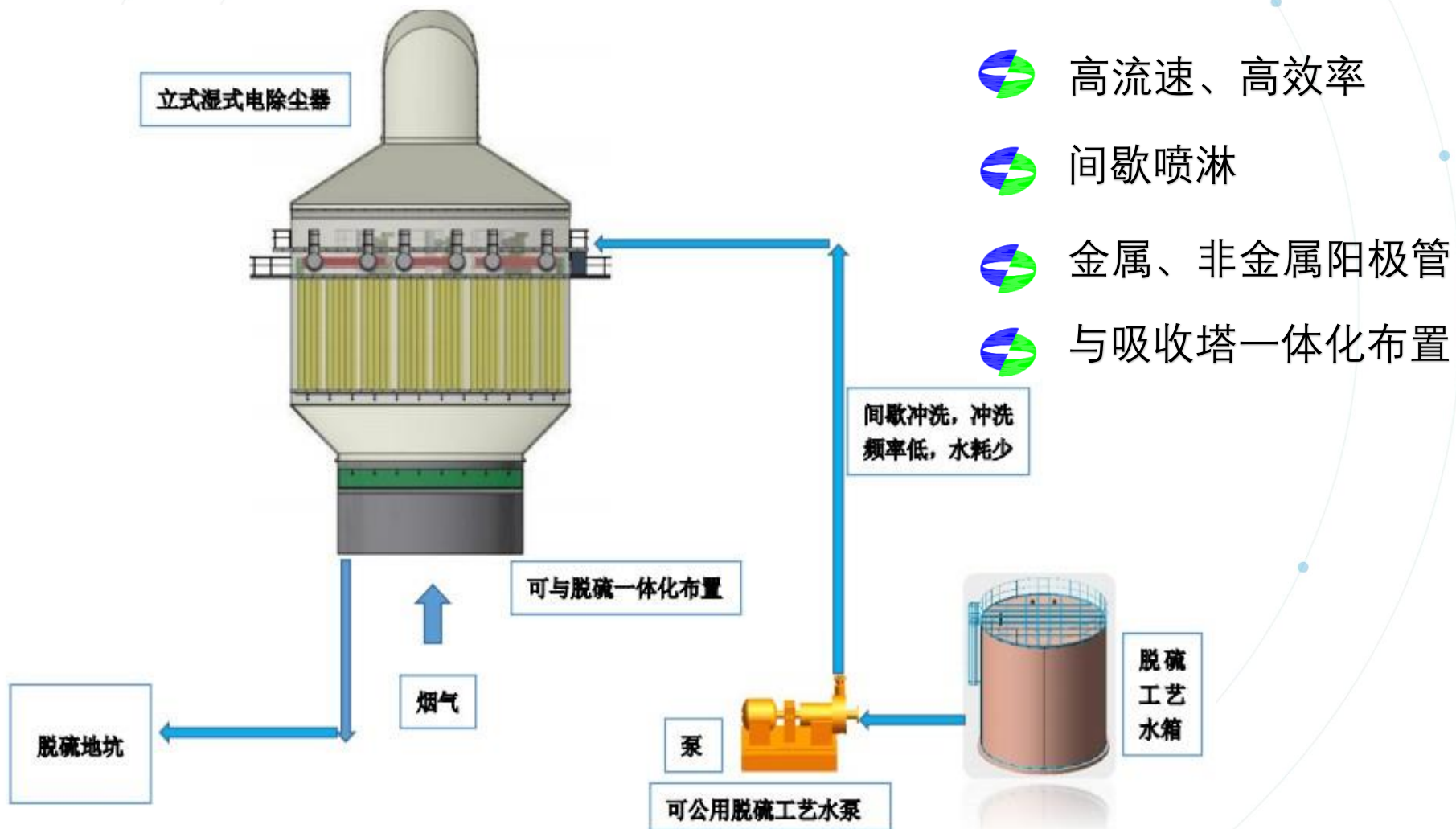
 烟气流向选择的制约因素

- ▲ FGD雾滴逃逸量
- ▲ 烟气中的固体颗粒（WESP只是精细处理设备）
- ▲ 场地空间

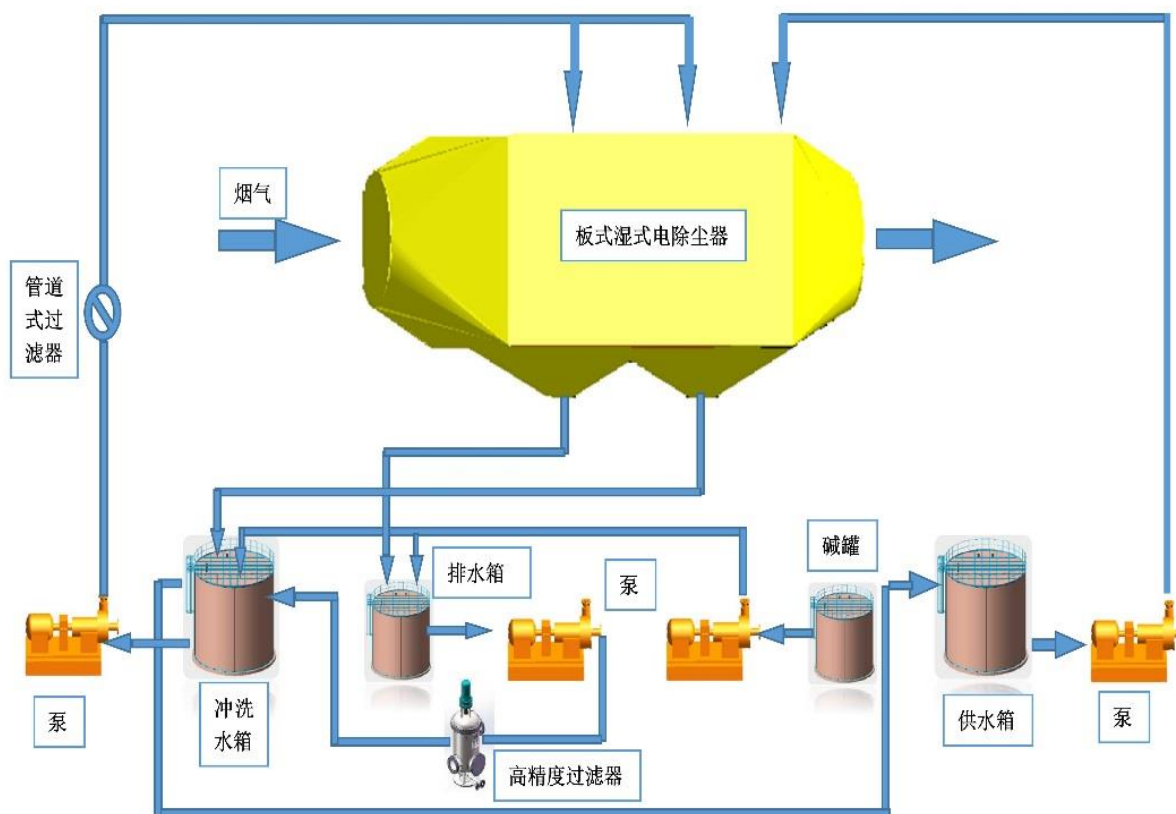


技术介绍

立式湿式电除尘



卧式湿式电除尘



高流速、最高达4m/s

连续喷淋与间歇喷淋相结合

循环水系统，零水耗

可与脱硫系统整体设计优化系统及布置

冲洗方式



间歇式

- 各收尘区域分别冲洗
- 使用工艺水
- 冲洗覆盖重叠率150%

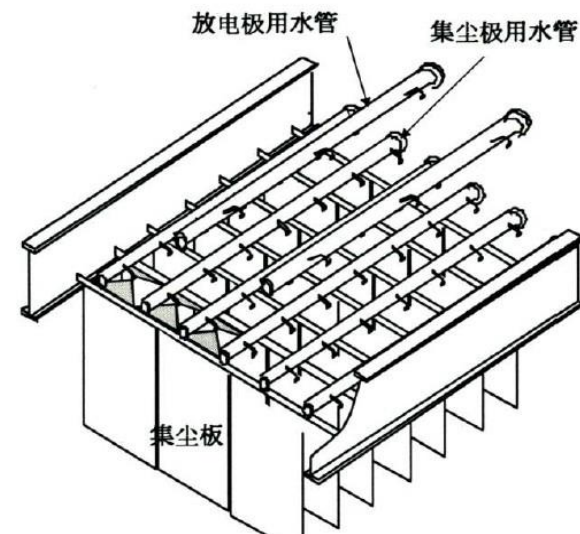


连续冲洗

- 阳极连续喷淋，使阳极板表面形成水膜
- 阴极间歇喷淋
- 循环水系统
- 允许使用稍低等级的材料

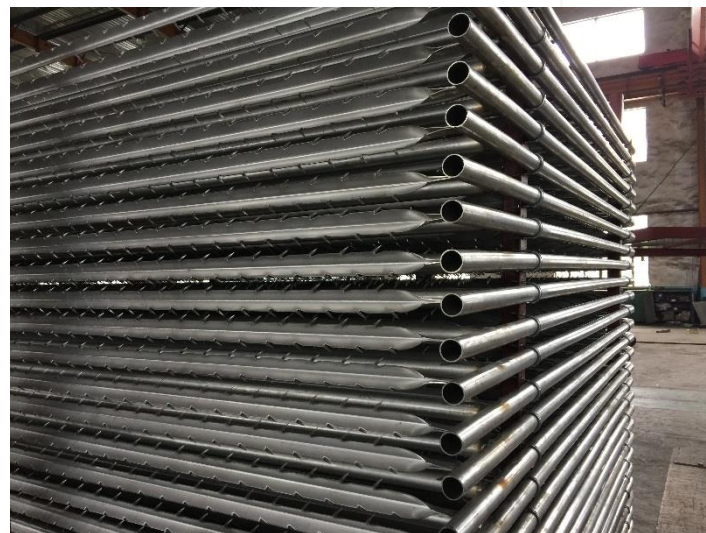
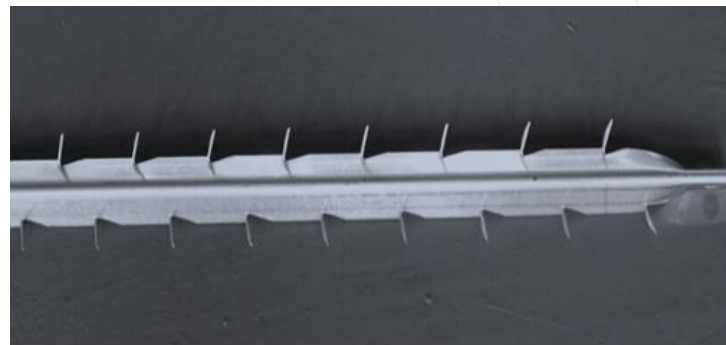


阳极喷淋






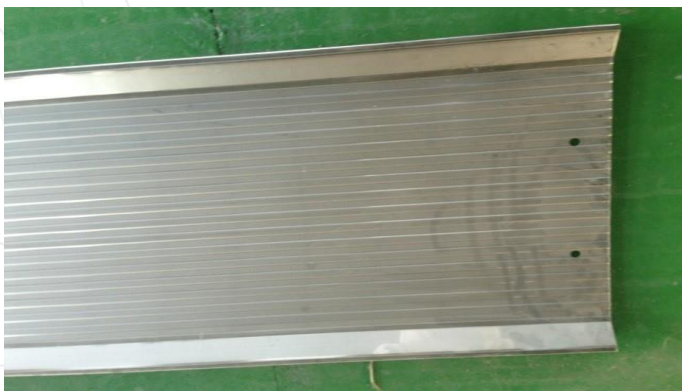
高电流密度的放电极

- 起晕电压低，电场强度均匀，运行电压稳定；
- 合理的放电针数量以保证稳定的强电晕；
- 刚性电极带止晃设计，可适应高烟气流速；
- 本身刚性好，可保证与阳极板的固定距离；
- 阴极线断线率低，故障率低；
- 放电针略向上倾斜，避免大水滴在放电针针尖凝聚。



阳极

-  板式阳极板最大长度可达10m;
-  管式阳极板最大长度可达9m;
-  阳极板表面沟槽型设计，使水膜均匀布在阳极板表面上；



新型阳极管材质


- 拥有使用聚丙烯和FRP材质作为阳极板的应用经验
- 工程实例包括金属和非金属
- 阳极板设计的重要考虑因素
 - 导电率
 - 阻燃性
 - 烟气温度的不均匀性
 - 制造的质量和精度



Chapter 04

业绩介绍

业绩介绍

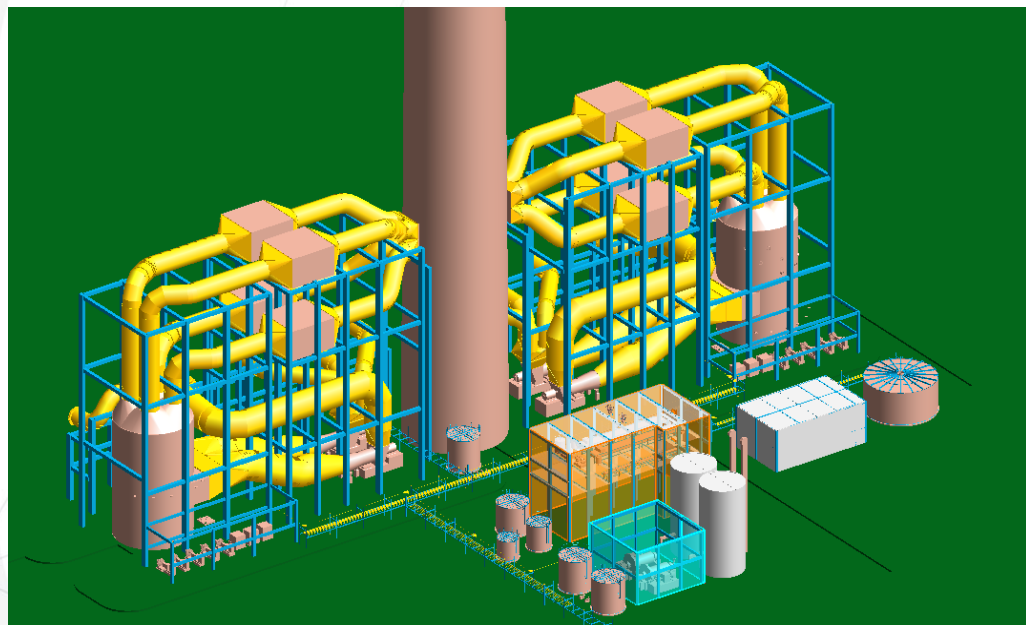
 企业已承接四个湿式电除尘项目，共**9**台机组



序号	电厂	出口 粉尘	粉尘 去除率	PM2.5 去除率	雾滴 去除率	SO3 去除率	Hg 去除率
		mg/Nm3	%	%	%	%	%
1	广东华厦阳西电厂二期5、6号 2x1240MW机组工程项目	5	72.7	72.7	52	62.7	-
2	新疆石河子天富发电厂一期2×660MW 工程环保岛提效升级	5	62.12	-	-	48	-
3	山西灵石启光2×350MW 低热值煤发电项目	5	50	50	40	40	-
4	宝钢电厂2×350MW 超低排放综合改造项目	4	84	60	60	70	40

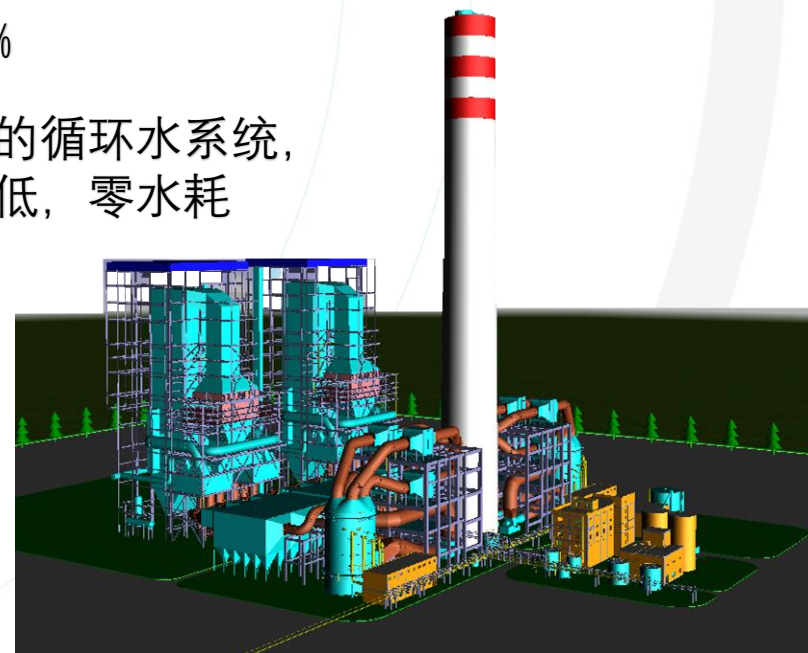
业绩介绍

广东华夏阳西电厂5、6号 2×1240MW机组



- 世界最大机组
1240MW高效超超临界燃煤机组
- 处理烟气量大，采用叠加式布置
- 处理烟气流速高达3.2m/s
- 除尘效率达72.7%
- 与脱硫系统结合的循环水系统，
优化布置，能耗低，零水耗






三维设计



业绩介绍

新疆石河子天富发电厂一期 2×660MW工程环保岛提效升级









-  改造项目，场地限制，叠加布置
-  通过本体钢支架与外部钢架连接向上伸柱，再在柱上贴壁板形成层叠式湿电
-  处理烟气流速高达3m/s
-  除尘效率达62%
-  与脱硫系统结合的循环水系统，优化布置，能耗低，零水耗



业绩介绍

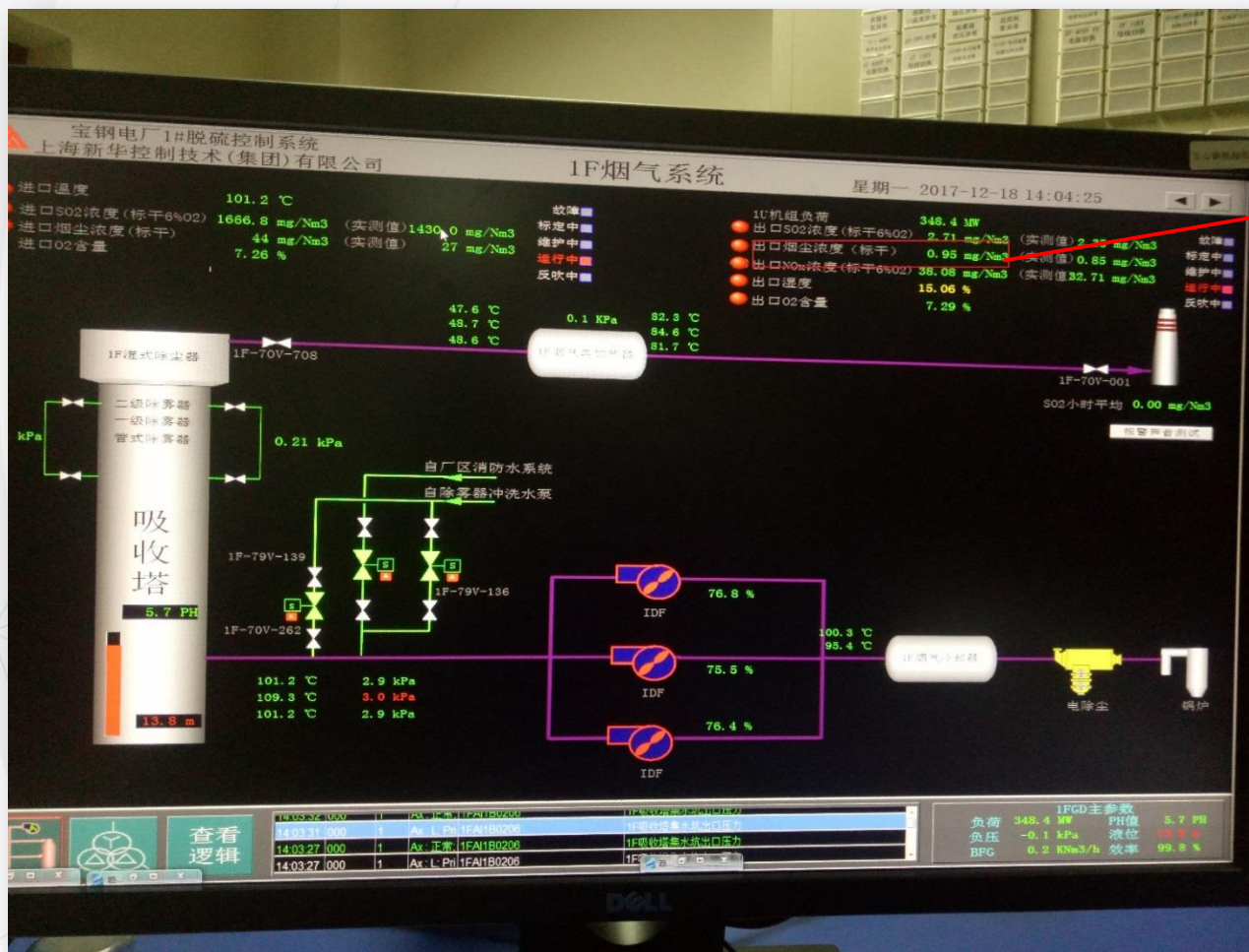
宝钢电厂2×350MW超低排放综合改造项目



-  吸收塔顶布置，节省场地
-  通过湿电与吸收塔连接处桁架和外部加强圈和加强筋将湿电的荷载传导到吸收塔壁上，保证整体的稳定性
-  导电玻璃钢材质蜂窝式阳极管，耐腐蚀性强
-  与脱硫结合，共用工艺水泵，水系统简便
-  间歇冲洗，冲洗间隔长，废水可供脱硫循环利用
-  除尘效率达**84%**，出口粉尘浓度不大于**5mg/Nm³**

业绩介绍

宝钢电厂1号机组立式湿式电除尘器运行情况



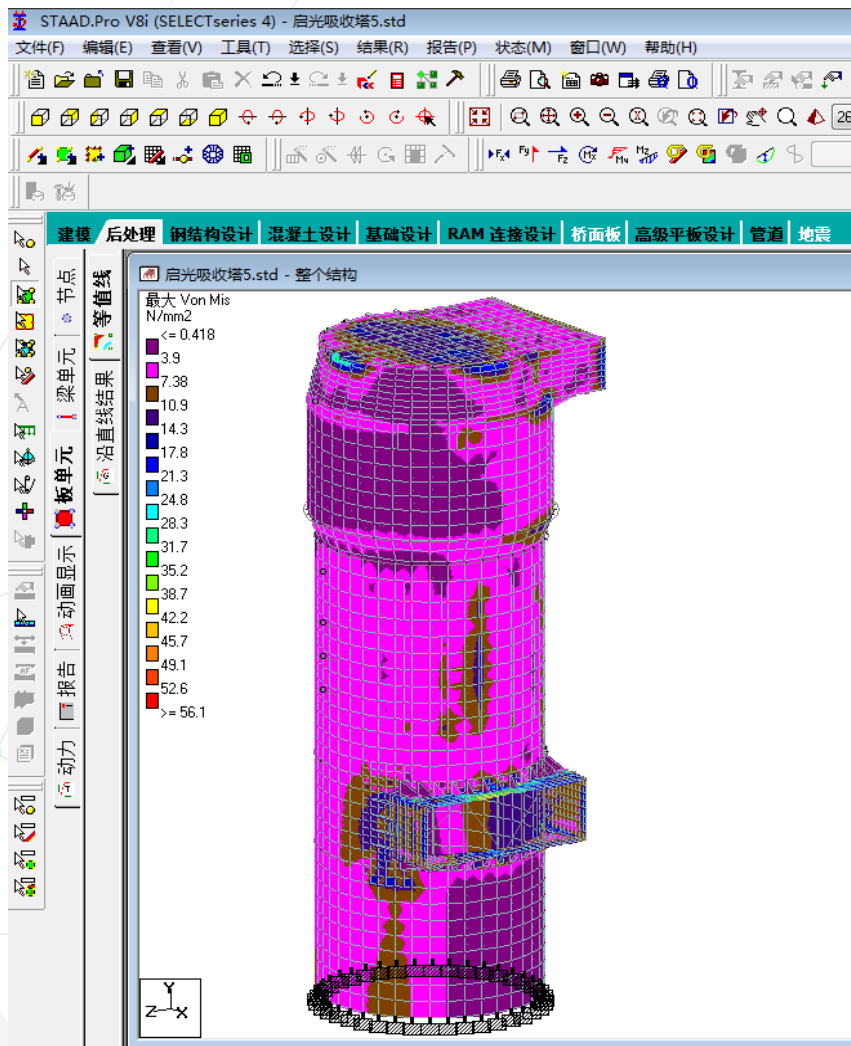
348.4 MW
出口SO2浓度(标干6%O2) 2.71 mg/Nm3 (实测值) 2.35 mg/Nm3
出口烟尘浓度(标干) 0.95 mg/Nm3 (实测值) 0.85 mg/Nm3
出口NOx浓度(标干6%O2) 38.08 mg/Nm3 (实测值) 32.71 mg/Nm3
出口湿度 15.06 %
出口O2含量 7.29 %



立式湿式电除尘器
出口粉尘浓度远低于
5mg/Nm3

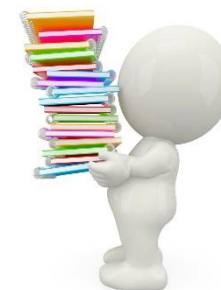
业绩介绍

山西灵石启光2×350MW低热值煤发电项目



启光项目STAAD PRO软件建模


- 吸收塔顶布置，节省场地
- 通过湿电与吸收塔连接处桁架和外部加强圈和加强筋将湿电的荷载传导到吸收塔壁上，保证整体的稳定性
- 导电玻璃钢材质阳极管，耐腐蚀性强
- 与脱硫结合，共用工艺水泵，水系统简便
- 间歇冲洗，冲洗间隔长，废水可供脱硫循环利用，对于水资源紧缺的中西部地区电厂非常有利
- 出口粉尘浓度不大于 $5\text{mg}/\text{Nm}^3$



Chapter 05


总结

WESP技术的前景

 WESP技术满足以下的减排要求

- 细微颗粒物（如PM_{2.5}）的排放
- 冷凝雾滴
- SO₃及其造成的“蓝羽”
- 重金属

 经过试验研发与大机组项目的实际应用，WESP技术已成为成熟技术。

 WESP将成为电厂大气污染控制（减少烟气中颗粒物及硫酸雾滴的排放）的重要手段。



THANK YOU

w w w . s h a n g h a i - e l e c t r i c . c o m