

四川川煤华荣能源有限责任公司渡市选煤发电厂
节能减排技术改造

可行性
研究
报
告



二〇二三年六月 成都

四川川煤华荣能源有限责任公司渡市选煤发电厂
节能减排技术改造

可行性研究

编制单位：首辅工程设计有限公司

备案编号：91510105MA6DE631X4-19

工程咨询证书编号：91510105MA6DE631X4-21Y1(Y)21

备案时间：2019.3.28

经营期限：2017.7.10 至长期

单位法人：徐苏美



项目负责人：

田衣玲

高级工程师/

注册咨询师

编制人：

任碧英

高级工程师/

注册咨询师

主要参加人员：

肖明

高级工程师/

注册咨询师

二〇二三年六月 成都

工程咨询备案已审核通过

2020年5月14日 星期四 欢迎您, 付思旭 | 我的空间 | 退出登录

全国投资项目在线审批监管平台

请输入内容进行搜索

[首页](#)
[平台动态](#)
[办事大厅](#)
[公示信息](#)
[中介服务](#)
[政策法规](#)
[下载专区](#)

首页 >> 我的空间



用户名: 付思旭

我的空间

工程咨询单位备案

账号管理



备案状态: 已确认
备案意见: 备案审核通过

基本情况 修改 >>

工程咨询单位基本信息

备案编号	91510105MA6DE631X4-19		
单位名称	普辅工程设计有限公司	单位性质	民营企业
统一社会信用代码	91510105MA6DE631X4	营业/经营期限	2017-07-10-长期
注册地	四川省	法定代表人	徐苏美
证件类型	身份证	证件号码	321322197706189020
开始从事工程咨询业务时间	2019年	邮政编码	610045
通信地址	四川省成都市武侯区武侯二环路力德时代13栋B座6楼601室		
职工总数	285	咨询工程师(投资)人数	2
从事工程咨询的专业技术人员	99	从事工程咨询的高级职称人数	44
从事工程咨询的中高级职称人数	35	从事工程咨询的聘用退休人数	0
除上述情况外的补充说明			



2020年5月14日 星期四 欢迎您, 付思旭 | 我的空间 | 退出登录

全国投资项目在线审批监管平台

请输入内容进行搜索

[首页](#)
[平台动态](#)
[办事大厅](#)
[公示信息](#)
[中介服务](#)
[政策法规](#)
[下载专区](#)

首页 >> 中介服务

工程咨询单位名录

单位名称: 咨询工程师(投资)人数: - 人 注册地:

备案专业: 开始从事工程咨询业务时间: 年 统一社会信用代码:

备案编号: 备案时间: 至

单位名称	注册地	咨询工程师(投资)人数	备案专业	开始从事工程咨询业务时间	统一社会信用代码	备案编号	备案时间
普辅工程设计有限公司	四川省	2	水文地质、工程测量、岩土工程、水利、水运、	2019年	91510105MA6DE631X4	91510105MA6DE631X4-19	2019-03-28

共 1 页 1 条记录 每页 1 条 1 - 1 页 共 1 页 转到第 页 跳转



首页 >> 工程咨询 >> 工程咨询单位详细

首辅工程设计有限公司

基本情况

注册地	四川省	开始从事工程咨询业务时间	2019年
咨询工程师(投资)人数	2	通信地址	四川省成都市武侯区武兴二路17号力德时代13栋B座6楼601室
联系人	何**	固定电话	028-86669924

专业和服务范围、非涉密咨询成果

序号	咨询专业	规划咨询	项目咨询	评估咨询	全过程工程咨询	非涉密咨询成果
1	水文地质、工程测量、岩土工程	√	√	√	√	壹等
2	水利水电	√	√	√	√	壹等
3	市政公用工程	√	√	√	√	壹等
4	农业、林业	√	√	√	√	壹等
5	铁路、城市轨道交通	√	√	√	√	壹等
6	公路	√	√	√	√	壹等
7	电力(含火电、水电、核电、新能源)	√	√	√	√	壹等
8	建筑	√	√	√	√	壹等
9	生态建设和环境工程	√	√	√	√	壹等
10	石化、化工、医药	√	√	√	√	壹等
11	建材	√	√	√	√	壹等



工程咨询单位乙级资信预评价证书

资信类别： 专业资信

单位名称： 首辅工程设计有限公司
住 所： 成都市青羊区青龙街27号1幢3单元18楼1415号
统一社会信用代码： 91510105MA6DE631X4
法定代表人： 徐苏美 技术负责人： 程向阳
证书编号： 91510105MA6DE631X4-21ZYY(Y)21
业 务： 建筑、市政公用工程



发证单位：四川省工程咨询协会

2022年01月29日

四川省发展和改革委员会监制

目 录

第一章 总 论.....	7
第二章 项目建设的必要性及可行性.....	15
第三章 区域环境概况.....	21
第四章 项目实施方案及内容.....	26
第五章 环境保护.....	82
第六章 安全卫生.....	85
第七章 消 防.....	88
第八章 节能评价.....	89
第九章 投资估算与资金筹措.....	91
第十章 项目评价.....	103
第十一章 结 论.....	110

第一章 总 论

1.1 项目概况

1.1.1 项目名称

项目名称：四川川煤华荣能源有限责任公司渡市选煤发电厂
节能减排技术改造

1.1.2 项目性质

改造

1.1.3 项目建设单位

四川川煤华荣能源有限责任公司渡市选煤发电厂

1.1.4 项目建设地点

四川省达州市达川区

1.1.5 项目建设内容及项目投资估算

项目总投资2150万元，分两期完成，一期投资932万元，二期投入1218万元。

序号	名称	数量	价格	备注
1	SCR脱硝系统减排改造	2套	580万元	
2	脱硫系统减排改造	2套	180万元	
3	静电除尘器减排改造	2套	652万元	
4	循环冷却水系统增效节能改造	1套	386万元	
5	土建基础	2套	100万元	
6	工程建设其他费		164万元	

7	基本预备费	88万元	
合计：贰仟壹佰伍拾万元		2150万元	

1.1.6 项目实施进度计划

本建设工程计划2年内完成。其中2024年实施第一期工程，对1#锅炉实施烟气减排技术改造；2025年实施第二期工程，对2#锅炉实施烟气减排技术改造和循环冷却水系统节能增效技术改造。前期工作主要有：可行性研究、初步设计、招投标、设备订货及施工准备等。工程实施阶段主要进行施工图设计、土建施工并适时插入设备安装，然后进行调试和联合试运转，最后进行试生产。供电、供水等辅助工程应先于生产工程施工，要求提前竣工、提前投运，以确保系统顺利投产。本项目在可行性研究报告批准后即可开展施工图设计，并为项目的建设及生产进行人员培训等工作，为工程的顺利进行做好充分准备。

1.2 项目编制依据

本项目的设计将按照国家和地方生态环境保护相关政策法规和技术标准，根据建设单位提供的烟气参数、行业烟气处理先进的应用技术和冷却塔气动技术，设计完整的节能减排技术改造方案。

1.2.1 主要法律、法规、政策依据

1. 《中华人民共和国环境保护法》；
2. 《中华人民共和国大气污染防治法》；
3. 《大气污染防治行动计划》（国发[2013]37号）；

4. 《打赢蓝天保卫战三年行动计划》（国发〔2018〕22号）；
5. 《打赢蓝天保卫战实施方案》；
6. 《中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见》；
7. 《四川省重污染天气应急指挥部办公室关于加强大气环境精细化管理工作的通知》（川重污染天气应急办〔2018〕10号）；
8. 《四川省“十四五”节能减排综合工作方案》；
9. 《大气环境质量标准》（GB3095-2012）；
10. 《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）；
11. 《燃煤电厂超低排放烟气治理工程技术规范》（HJ2053-2018）
12. 《清洁生产标准—炼焦行业》（HJ/T126-2003）
13. 《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）
14. 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）；
15. 《四川锅炉大气污染物排放标准》（DB14/1929-2019）；
16. 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）。

1.2.2 通用设备设计、制造的质量标准、检测标准

1. 通用桥式起重机（GB/T 14405-2011）
2. 起重机械安全规程（GB6067-2014）
3. 一般用途轴流通风机技术条件（JB/T 10562-2006）
4. 一般用途离心风机技术条件（JB/T 10563-2006）
5. 离心泵技术条件(I类) GB/T 16907-2014
6. 离心泵技术条件(II类) GB/T 5656-2008

7. 离心泵技术条件(III 类) GB/T 5657-2013
8. 计量泵 GB/T 7782-2020
9. 混流泵、轴流泵技术条件 GB/T 13008-2010
10. 固定式压力容器安全技术监察规程 TSG 21-2016
11. 压力容器 [合订本] GB 150.1~GB 150.4-2011
12. 钢制焊接压力容器 NB/T 47003.1-2009(JB/T 4735.1)
13. 钢制管壳式换热器 GB151-1999
14. 石油化工塔器设计规范 SH/T 3098-2011
15. 工业通风机通风机的机械安全装置护罩

GB/T19074-2003

16. 优质碳素结构钢 GB/T699-2015
17. 碳素结构钢和低合金结构钢热轧钢板和钢带

GB/T 3274-2017

18. 不锈钢冷轧钢板和钢带 GB3280-2015
19. 不锈钢热轧钢板和钢带 GB/T4237-2015
20. 锅炉和压力容器用钢板 GB 713-2014
21. 低温压力容器用钢板 GB 3531-2014
22. 耐热钢钢板和钢带 GB/T 4238-2015
23. 热轧H 型钢和剖分 T 型钢 GB/T 11263-2017
24. 焊接H 型钢 GB/T 33814-2017
25. 流体输送用不锈钢焊接钢管 GB/T12771-2019
26. 直缝电焊钢管 GB/T13793-2016

27. 流体输送用不锈钢无缝钢管 GB/T14976-2012
28. 低压流体输送用焊接钢管 GB/T3091-2015
29. 输送流体用无缝钢管 GB/T8163-2008
30. 低中压锅炉用无缝钢管 GB3087-2008
31. 高压锅炉用无缝钢管 GB5310-2017
32. 排水用柔性接口铸铁管、管件及附件 GB/T 12772-2016
33. 灰口铸铁管件 GB3420-2008
34. 连续铸铁管 GB3422-2008
35. 混凝土和钢筋混凝土排水管 GB/T11836-2009
36. 钢制管法兰类型与参数 GB/T9112-2010
37. 钢制管法兰第 1 部分：PN 系列 GB/T 9124.1-2019
38. 钢制管法兰用金属环垫技术条件 GB/T 9130-2007
39. 大直径钢制管法兰 GB/T 13402-2019
40. 压力容器法兰分类与技术条件[合订本] NB/T47020~47027-2012
41. 钢制管路法兰技术条件 JB/T 74-2015
42. 钢制管法兰. 垫片. 紧固件 HG/T 20592~20635-2009
43. 铸铁管法兰技术条件 GB/T 17241.7-1998
44. 一般用途耐热钢和合金铸件 GB/T8492-2014
45. 灰铸铁件 GB/T 9439-2010
46. 球墨铸铁件 GB/T 1348-2019
47. 起重机钢轨 YB/T 5055-2014

48. 一般工程用铸造碳钢件 GB/T 11352-2009
49. 金属波纹管膨胀节通用技术条件 GB/T12777-2019
50. 非金属补偿器 JBT 12235-2015
51. 工业设备及管道绝热工程设计规范 GB50264-2013
52. 钢结构、管道涂装技术规程(附条文说明)YB/T9256-96
53. 设备及管道绝热技术通则 GB/T 4272-2008
54. 设备及管道绝热设计导则 GB/T 8175-2008
55. 《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268-2008
56. 蒸汽锅炉安全技术监察规程 劳部发[1996]276 号
57. 压力管道安全管理与监察规定 劳部发[1996]140 号
58. 《化工企业冷却塔设计规定》HG20522-92
59. 建筑灭火器配置设计规范 GB50140-2005
60. 火灾自动报警系统设计规范 GB50116-2013
61. 冶金企业火灾自动报警系统设计 YB/T4125-2005
62. 采暖、通风、空调、净化设备术语 GB/T 16803-2018
63. 机械安全工业楼梯、工作平台和通道的安全设计规范
GB/T 31255-2014
64. 固定式工业防护栏杆、工业钢平台安全要求
GB4053-1、2、3-2009
65. 供配电系统设计规范 GB50052-2009
66. 低压配电设计规范 GB 50054-2011
67. 国家电气设备安全技术规范 GB19517-2009

68. 通用用电设备配电设计规范 GB50055-2011
69. 爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范 GB50058-2014
70. 建筑物防雷设计规范 GB50057-2010
71. 电力工程电缆设计规范 GB 50217-2018
72. 并联电容器装置设计规范 GB 50227-2017
73. 建筑照明设计标准 GB50034-2013
74. 综合布线系统工程设计规范 GB 50311-2016
75. 工业电视系统工程设计标准 GB/T 50115-2019
76. 工业与民用电力装置的过电压保护设计规范 GB/T 50064-2014
77. 工业与民用电力装置的接地设计规范 GB/T 50065-2011
78. 火力发电厂仪表与控制就地设备安装、管路、电缆设计规程 DL/T 5182-2021
79. 脉冲喷吹类袋式除尘器 JB/T8532-2008
80. 袋式除尘器用时序式脉冲喷吹控制仪 JB/T 5915-2013
81. 袋式除尘器用电磁脉冲阀 JB/T5916-2013
82. 袋式除尘器用滤袋框架 JB/T 5917-2013
83. 内滤分室反吹类袋式除尘器 JB/T8534-2010
84. 采暖散热器灰铸铁柱型散热器 JG3-2002
85. 采暖散热器灰铸铁翼型散热器 JG4-2002
86. 钢制采暖散热器 GB 29039-2012
87. 铝制柱翼型散热器 JG/T 143-2018

88. 给水排水多功能水泵控制阀用技术规程 CECS132:2002

89. 化工企业循环冷却水处理加药装置设计统一规定

HG/T20524-2006

90. 《火力发电厂土建结构设计技术规定》（DL5022-2012）

91. 《建筑结构荷载规范》（GB 50009-2012）

92. 《建筑地基处理技术规范》（JGJ79-2012）

93. 《火力发电厂与变电站设计防火规范》（GB50229-2006）

94. 《构筑物抗震设计规范》（GB 50191-2012）

95. 《建筑结构可靠度设计统一标准》（GB50068-2001）

96. 《中小型玻璃纤维增强塑料冷却塔》GB/T 7190.2-2008

97. 《机械通风冷却塔工艺设计规范》GB/T 50392-2016

98. 《冷却塔塑料部件技术条件》DL/T742-2016

99. 《工业循环水冷却水设计规范》GB/T50050-2017

100. 《泵站设计规范》GB/T50265-2010

1.3 编制范围

本次方案编制范围为四川川煤华荣能源有限责任公司渡市选煤发电厂节能减排技术改造。主要包括：

1. 明确四川川煤华荣能源有限责任公司渡市选煤发电厂节能减排技术改造改造项目的必要性和可行性；

2. 对提出的建设方案技术的先进性、设备的可靠性、经济的合理性、运行操作方便等进行论证；

3. 在选定实施方案的条件下，结合四川川煤华荣能源有限责

任公司渡市选煤发电厂节能减排技术改造项目的实际需求预估建设内容与规模；

4. 根据现行实施方案、安装工程、概算定额和市场调查，计算推荐方案的投资预算；

5. 论述项目建成后的环境效益和社会效益、经济效益。

1.4 资金来源

本项目企业自筹项目资金2150万元。

第二章 项目建设的必要性及可行性

2.1 项目背景

2.1.1 发展背景

渡市选煤发电厂是资源综合利用电厂，循环经济模式，设计2台6000kW汽轮发电机组，利用洗煤的副产品低热值煤矸石和煤泥为燃料进行发电，发热值在1200大卡/千克左右，燃料成本较低，能够极大的节约成本，另外电厂所发电为华荣能源公司煤矿自用，余电上网，大大的降低了公司的财务压力和提高了煤矿的供电安全。由于近年来环保要求越来越高，政府相关部门要求渡市选煤发电厂进行超低排放改造，达到锅炉烟气的超低排放要求，同时可以作为环保项目入国家库可以争取国家的一些专项环保资金的补贴；两台汽轮发电机组配套冷却循环水系统为一座双曲线冷却塔自然通风冷却，在夏季，由于环境气温高，自然通风冷

却塔降温效率不足，导致系统冷却循环水温严重超高温运行（夏季循环平均水温达到39℃，最高超过42℃，远远超过设计27℃的标准），造成发电系统运行效率低，水耗较高。

因此为了保证矿区电网的安全供电,提高发电机组运行效率，降低汽耗率，进行节能减排技术改造是有发展前景的。

2.1.2 政策背景

1.达州市环保局2022年给渡市选煤发电厂出具的《达州市生态环境局关于加快推进实施超低排放改造的函》（达市环函〔2022〕84号）要求渡市选煤发电厂在2022年8月底前就完成包装入库工作尽快实施，目前《四川川煤华荣能源有限责任公司渡市选煤发电厂2x35t/h锅炉烟气超低排放改造项目》已完成省库入库工作。

2.2023年6月，达州市下发《达州市污染防治攻坚战领导小组办公室印发〈达州市大气污染防治三年攻坚行动方案（2023年—2025年）〉的通知》（达市污防攻坚办〔2023〕17号）文件，文件要求渡市选煤发电厂必须在2024年10月前完成锅炉烟气超低排放改造。

3.根据四川省经济和信息化厅办公室下发《关于组织开展2024年重点工业和技术改造项目申报工作的通知》（川经信办〔2023〕57号）文件，《渡市选煤发电厂节能减排技术改造项目》可申报四川省2024年重点工业和技术改造项目入库，争取国家资金补助。

2.2 项目必要性

火电行业对于大气污染的成程度，决定了其实现超低排放的必要性。国家发改委、环境保护部、国家能源局联合印发《煤电节能减排升级与改造行动计划(2014~2020年)》及2015全国两会通过的政府工作报告要求加强煤炭清洁高效利用，推动燃煤电厂超低排放。为贯彻落实国务院常务会议精神，环境保护部、国家发改委、国家能源局发布了《全面实施燃煤电厂超低排放和节能改造工作方案》，提到全国所有具备改造条件的燃煤电厂力争实现超低排放，助推企业的可持续发展。渡市选煤发电厂从以下几个方面阐述项目建设的必要性。

1. 保护环境

渡市厂现有2台35t/h高低双速循环流化床锅炉，燃烧后烟气采用“SNCR脱硝+静电除尘+石灰石/石灰-石膏法脱硫”处理，治理后的烟气经100m高烟囱排放。根据渡市选煤发电厂现状监测数据（SO₂: 105mg/m³、NO_x: 106mg/m³、烟尘: 18mg/m³），现状排放只能满足《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）表3燃煤锅炉排放限值（限值排放标准：SO₂≤200mg/m³、NO_x≤200mg/m³、烟尘小于等于30mg/m³），不能满足火电行业超低排放要求（超低排放标准：SO₂≤35mg/m³、NO_x≤50mg/m³、烟尘≤10mg/m³），因此必须实施节能减排改造，降低污染物排放，达到国家超低排放标准。

2、清洁生产

2022年四川省生态环境厅发布《关于公布 2022年度强制性清洁生产审核重点企业名单》(川环函[2022] 467号), 渡市选煤发电厂被纳入开展强制性清洁生产审核名单。按照要求, 2023年4月26日, 四川川煤华荣能源有限责任公司渡市选煤发电厂完成清洁生产审核, 根据审查意见, 超低排放改造、全厂节水技改、煤棚封闭改造等三项清洁生产方案需于2024年12月底完成, 否则企业将被纳入环境信用评价和节能信用管理。因此, 渡市厂煤发电厂必须实施节能减排技术改造。

3. 企业生存

如果不实施节能减排技术改造, 污染物排放就不能达标, 将面临环保罚款, 取消税收优惠政策, 随时被迫停产, 甚至关停, 洗煤因煤矸石无法处理面临停产, 最终造成柏林、铁山南两矿被迫停产。因此, 实施节能减排技术改造对企业生存有着重要的意义。

3. 持续发展

煤炭企业在生产、洗选加工过程中产生大量煤矸石, 煤矸石属于固废, 随着环境保护要求越来越严格, 企业征地困难, 煤矸石堆放处置困难, 将煤矸石用于发电, 进行资源综合利用, 是目前解决处理煤矸石的途经, 通过实施节能减排技术改造项目, 确保排放烟气稳定地达到国家标准的要求, 降低污染物排放, 减少环境污染, 获取政府环保税收优惠政策, 实现了可持续发展。

2.3 项目可行性

2.3.1 建设条件

本项目是对烟气系统进行升级改造，项目建设选址位于四川煤华荣能源有限责任公司渡市选煤发电厂厂区内，在原特别排放限值改造基础上实施的项目，不新增用地，不改变土地使用性质，建设条件可行。

2.3.2 技术条件

1. 脱硝技术

根据《火电厂污染防治可行技术指南》（HJ2301-2017）“6.4 NO_x超低排放技术”要求：循环流化床锅炉应通过燃烧调整，确保NO_x生成浓度小于200mg/Nm³，再加装SNCR脱硝装置，实现NO_x超低排放；必要时可采用SNCR-SCR联合脱硝技术。”因此本项目脱硝采用SNCR-SCR联合脱硝技术是完全可行的。

2. 除尘技术

渡市选煤发电厂锅炉烟气除尘技术采用五个电场除尘器串联的静电除尘器除尘，静电除尘方式除尘效率高，初期除尘效率能达到99%，能捕集1um以下的细微粉尘；处理烟气量大，可用于高温（可高达500℃）、高湿以及高含硫（硫3%以上）的场合，具有低阻的特点，压力损失仅100~200Pa。长期运行按照除尘效率90%计算， $70000\text{Nm}^3/\text{h} \times (1-90\%)^4 = 7\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，能够保证超低排放标准 $\leq 10\text{mg}/\text{Nm}^3$ 的要求，因此采用静电除尘技术除尘完全可行。

3. 脱硫技术

渡市选煤发电厂脱硫技术选用的是石灰石-石膏湿法脱硫，相比其他脱硫方式，石灰石-石膏湿法脱硫具有技术成熟，脱硫率高，操作简单，吸收剂价廉易得，副产物便于利用等优点，并且 2021 年特别排放限值改造已经按超低排放的要求对脱硫塔进行了设计改造，为超低排放预留了改造空间，降低了超低排放改造难度和改造成本，只需要在原有脱硫系统上增加一层喷淋系统改造即可达到超低排放标准。因此本项目采用石灰石/石灰-石膏湿法脱硫技术可行。

4. 超低温急冷循环水系统

渡市选煤发电厂冷却循环水系统在原有自然通风双曲线冷却塔基础上，通过新建一套 3000m³/h 超低温玻璃钢框架结构水轮机冷却塔，安装一台节能、高效的轴流风机和两台无电耗动力水轮机强制通风冷却，保证循环水温度降低到设计标准；配套布置超低漂水损失收水器，最大限度回收水蒸汽，降低循环冷却水水水量；新建的超低温急冷循环水系统与自然通风双曲线冷却塔布水管相连接均匀布水，将循环水原 3 台水泵升级扩容改造为：3 台 XP70-600 高效水泵（单台流量：2500m³/h）。因此本项目实施超低温急冷循环水系统后能够达到降低水温，降低汽耗率，提高机组能效。

2.3.3 经济运行

本项目为四川川煤华荣能源有限责任公司渡市选煤发电厂

配套设施，属于非盈利能力项目，具有一定的经济效益。

1. 可减少大气污染物排放，获得环境保护税收优惠政策。
2. 可以享受电力增值税即征即退减半政策。
3. 可以通过降低循环冷却水水温，达到节能增效，降低汽耗率，提高机组发电能力。
4. 项目可以申报省级工业发展专项资金项目，争取国家的一些专项资金的补贴，减少投资和运行成本。

第三章 区域环境概况

3.1 自然环境状况

3.1.1 地理位置

达州地处川渝鄂陕四省市结合部和长江上游成渝经济带，是四川对外开放的“东大门”和四川重点建设的百万人口区域中心城市，幅员面积1.66万平方公里。[31] 地处大巴山南麓，跨东经 $106^{\circ} 39' 45''$ — $108^{\circ} 32' 11''$ ，北纬 $30^{\circ} 19' 40''$ — $32^{\circ} 20' 15''$ ，东西绵延177.5公里，南北长223.8公里。

3.1.2 地形地貌

达州市地势东北高（大巴山区），西南低（盆地丘陵区）。最高处是宣汉县鸡唱乡大团堡，海拔2458.3米；最低处是渠县望溪乡天关村，海拔222米。大巴山横直在万源宣汉北部，明月山、铜锣山、华蓥山由北而南，纵卧其间，将达州市分割为山区、丘陵、平坝3块。山地占幅员面积70.70%，丘陵占28.10%，平坝占

1.20%。北部山体切割剧烈，山势陡峭，形成中、低山地貌单元；中南部较为平缓，形成平等谷地地貌单元。

3.1.3 气象气候

达州是中国南北气候的分界线，境内森林覆盖率44.34%，年均降雨量1200毫米左右，空气质量优良天数年均300天以上。自然、人文景观异彩纷呈，被明代著名地理学家徐霞客赞为“西南奇胜”，属亚热带湿润季风气候类型。由于地形复杂，区域性气候差异大。海拔800米以下的低山、丘陵、河谷地区气候温和，冬暖、春早、夏热、秋凉，四季分明，无霜期长；海拔800至1000米的低、中山气候温凉、阴湿，回春迟，夏日酷热，秋凉早，冬寒长；海拔1000米以上的中山区，光热资源不足，寒冷期较长，春寒和秋霜十分突出。达州市热量资源丰富，雨热同期，全年平均气温14.7度~17.6度之间，无霜期300天左右。达州市雨量充沛，年平均雨量在1076至1270毫米之间。春季多寒潮低温天气，夏季多伏旱和洪涝、大风、冰雹，秋季多连绵阴雨。

3.2 渡市选煤发电厂现状

3.2.1 企业现状介绍

渡市选煤发电厂隶属于四川川煤华荣能源有限责任公司，发电量能达到上亿度，主要供公司内部使用，余电发电上国网。目前采用SNCR脱硝系统，烟气脱硫系统采用石灰石-石膏湿法脱硫工艺，静电除尘器进行除尘，系统运行正常，但未达到超低排放标准，特别是由于除尘设备老化等问题，导致颗粒物排放波动较

大。

3.2.2 现有的锅炉烟气排放原始参数

$\text{NO}_x \leq 400\text{mg}/\text{m}^3$, $\text{SO}_2 \leq 2000\text{mg}/\text{m}^3$, 粉尘 $\leq 70000\text{mg}/\text{m}^3$ 。

3.2.3 现有治理工艺为

烟气 → SNCR脱硝 → 静电除尘器 → 引风机 → 石灰石-石膏湿法脱硫 → 烟囱排放 →

3.2.4 现有排放数据

根据检测报告以及实际排放情况，企业现有排放数据如下，在检测过程中企业除尘设备进行压力测试五个电场全负荷运行且2#炉进行工况调整，颗粒物排放为分别 $10.8\text{mg}/\text{m}^3$ 和 $3\text{mg}/\text{m}^3$ ，不能代表全年实际排放结果，根据实际情况以及经验测算，以目前常规生产工况以及治理工况下两台锅炉的颗粒物平均浓度约为 $18.4\text{mg}/\text{m}^3$ 左右。

污染物	风量 (m^3/h)	1#炉排放浓度 (mg/m^3)	2#炉排放浓度 (mg/m^3)
二氧化硫	135000	88	77
氮氧化物	135000	97	136
颗粒物	135000	18.4	18.4

3.2.5 存在问题及改进计划

根据国家大气污染超低排放相关法律法规的要求，现行大气污染超低排放标准为： $\text{SO}_2 \leq 35\text{mg}/\text{m}^3$ ， $\text{NO}_x \leq 50\text{mg}/\text{m}^3$ ，颗粒物 $\leq 10\text{mg}/\text{m}^3$ 。现有治理工艺流程很难达到相应标准要求，为了满足国家以及地方相应法律法规要求及建议，现计划将烟气治理工艺进行改造，具体改进计划如下：

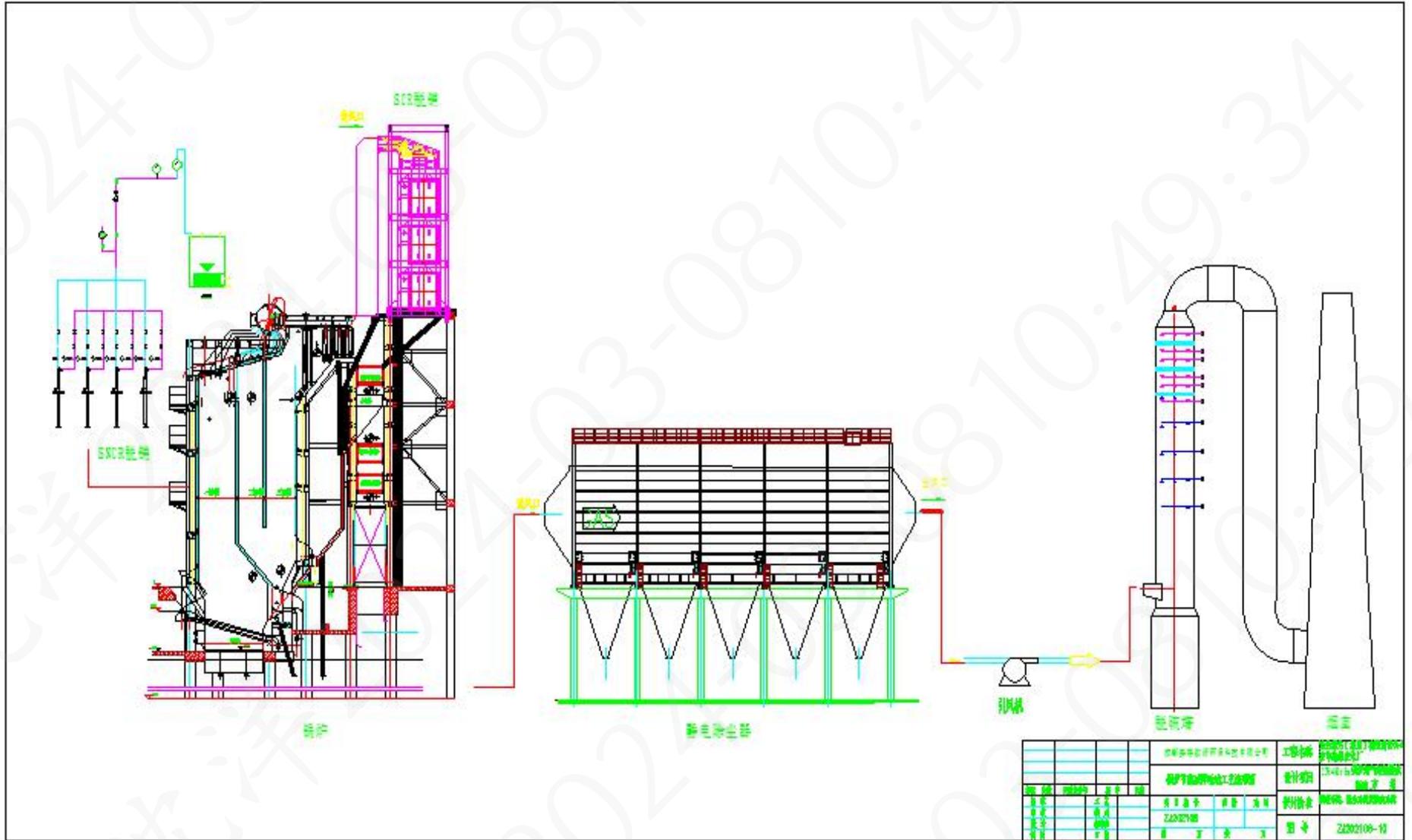
1. 脱硝系统减排改造：利用现有SNCR脱硝共用系统，新增一套SCR催化还原脱硝系统，将原SNCR脱硝程序控制系统与新增SCR催化还原脱硝程序控制系统相结合，保证氮氧化物排放达到超低排放标准（ $\text{NO}_x \leq 50\text{mg}/\text{m}^3$ ）；

2. 脱硫系统减排改造：利用现脱硫系统，在现脱硫塔吸收段新增加一层喷淋系统、电气控制系统及附属楼梯平台；将原脱硫系统管束除雾器进行升级改造；将原脱硫系统最上面一层折叠式除雾器更换为金属丝网除雾器，保证二氧化硫排放达到超低排放标准（ $\text{SO}_2 \leq 35\text{mg}/\text{m}^3$ ）；

3. 除尘系统减排改造：将现静电除尘器三、四、五旧电场全部撤除，在不改动现三、四、五电场土建基础上新安装三个电场，并将原三个电场二相高压电源改为三相高压电源，使整个电除尘器运行稳定，达到节能、环保、降耗的目的；保证颗粒物排放达到超低排放标准（颗粒物 $\leq 10\text{mg}/\text{m}^3$ ）；

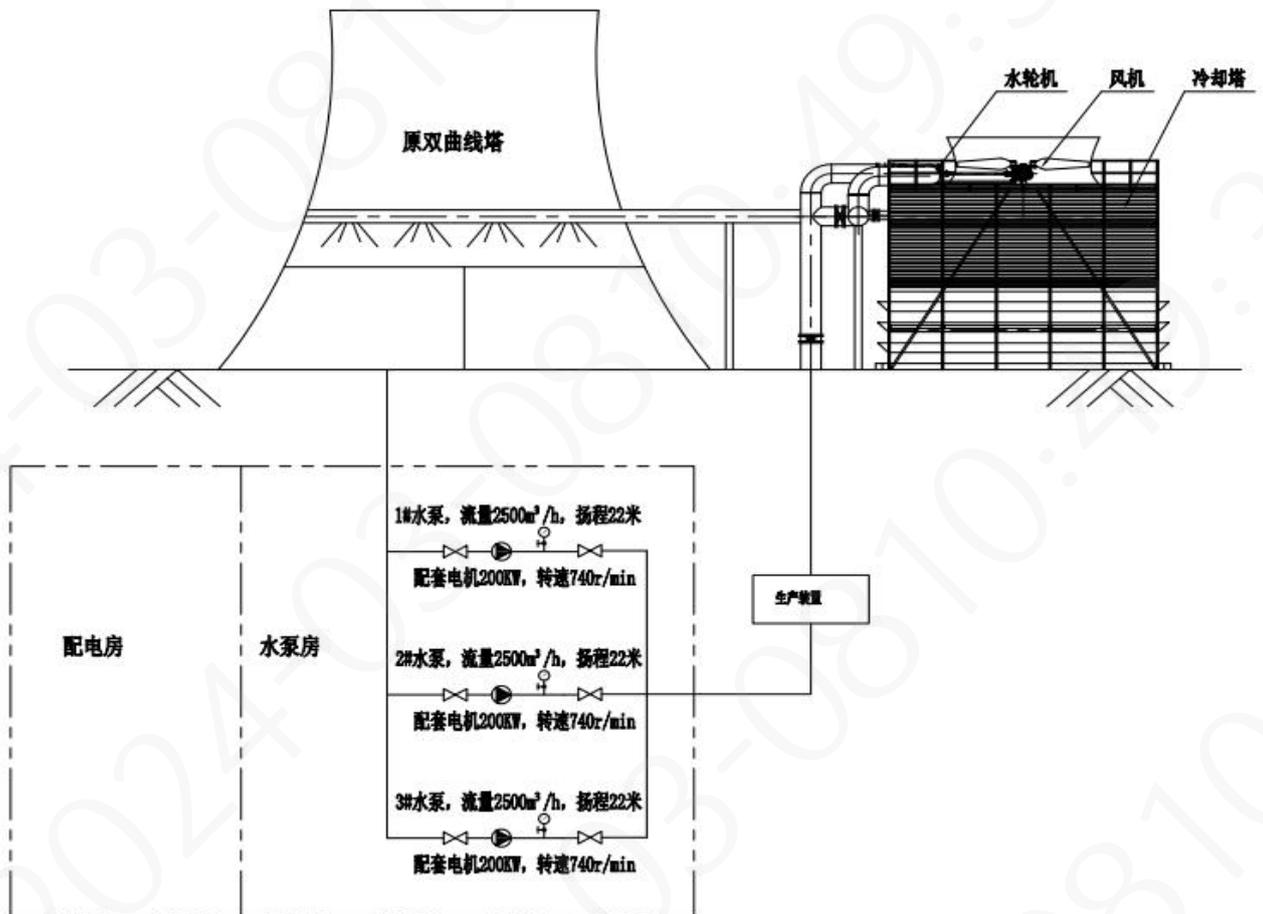
4. 循环冷却水系统增效节能改造：新建一台 $3000\text{m}^3/\text{h}$ 超低温玻璃钢框架结构水轮机冷却塔，将新建塔水轮机出水与原旧塔布水管及新建塔布水管相连接均匀布水，将循环水原3台水泵升级扩容改造为：3台XP70-600高效水泵（单台流量： $2500\text{m}^3/\text{h}$ ），配套YE3-355-200Kw电机；改造后循环水温可降低10度，机组运行效率提升5%（根据测算水温下降2度，机组效率可提升1%）。

技改后烟气运行工艺：SNCR+SCR脱硝+5电场静电除尘器+湿法脱硫塔+原烟囱排



超低排放系统工艺流程图

技改后循环水系统运行工艺：双曲线冷却塔+SKNT系列逆流式冷却塔。



循环冷却水系统工艺流程图

第四章 项目实施方案及内容

4.1 建设原则

本建设方案以“范围明确、重点突出、便于实施”为原则，从电厂实际运行情况出发，结合工程实际需求，努力做到下述目标。

1. 满足环保要求：以满足四川省政府当前的超低排放要求为前提，留有适当余量，提出合理可行的二氧化硫、氮氧化物及烟尘排放控制目标。

2. 结合电厂实际：根据电厂机组特点、改造历史、运行状况及耗材来源等条件，提出切实可行的技术改造方案。

3. 充分利用现有设施：加强新、旧设备的联系，提高可靠性，并努力降低造价。

4. 对机组运行影响降到最低：充分考虑机组运行的实际情况，尽量减少施工对电厂运行的影响。

5. 对煤质适应性高：本工程充分考虑电厂燃用煤质变化的可能性，选用技术先进，设备可靠，性价比高的技术方案。

6. 优先使用新工艺新技术：本工程在考虑技术经济性的前提下，优先使用获业内认可的、技术可靠性高的新工艺及新技术。

7. 资料可靠：对电厂提供的数据，经综合研究分析，并与电厂充分沟通协商后确定，以确保与本建设方案相关的基础参数和资料的可靠性。

4.2 工艺方案比选

4.2.1 烟气除尘技术工艺比选

火力发电锅炉除尘方式一般分为水幕除尘、布袋除尘、静电除尘、电袋组合除尘等方式，各有特点。

4.2.1.1 水幕除尘器特点

文丘里水幕除尘技术简单，成本低，但效率低并且在除尘过

程中产生大量废水，产生的废水处理复杂，现今已经基本淘汰该技术。

4.2.1.2 布袋除尘器特点

1. 清灰能力强，清灰均匀，效果好。
2. 设备紧凑，占地面积小。
3. 不能承受较高的温度，普通棉麻布袋承受的极限温度为80-90℃。
4. 不能在烟气中带水的环境工作，否则会造成布袋黏结堵塞。
5. 烟气阻力大，压力损失超过1200pa。
6. 更换布袋成本较高。

4.2.1.3 静电除尘器特点

1. 除尘效率高，初期除尘效率能达到99%，能捕集1um以下的细微粉尘；
2. 处理烟气量大，可用于高温（可高达500℃）、高压和高湿以及高含硫（硫3%以上）的场合，能连续运转，并能实现自动化。
3. 具有低阻的特点，压力损失仅100~200Pa。
4. 静电除尘器造价适中，使用寿命长，至少使用 8-10 年以上。
5. 静电除尘器运行稳定，不结露，不爬电，故障率极低。
6. 静电除尘器运行费用低。

7. 但除尘效果不如布袋除尘稳定。

4.2.1.4 电袋组合除尘器特点

在电除尘器和布袋除尘器工作原理基础上,有机结合两者优点:前级电场预收烟气中70~80%以上的粉尘量;后级布袋除尘装置拦截收集烟气中剩余量的粉尘。其中,前级电场的预除尘作用和荷电作用为提高电袋除尘器的性能起到了重要作用。

4.2.1.5 除尘器选择

渡市选煤发电厂锅炉炉膛温度850-950℃,末极省煤器烟温200℃,通过空预器后进入除尘器温度为150℃,现有除尘工艺为五个电场除尘器串联的静电除尘器除尘,其中两个电场为2021年新增,除尘效率90%以上,三个旧电场为2012年建设,目前除尘效率仅65%左右,五个电场同时运行能够保证烟气颗粒物排放达到国家特别排放限值要求。

如果采用布袋除尘方案,一是需要将现有的除尘器基础、设备全部推倒,重新修建布袋除尘器基础,安装布袋除尘器,资金投入大,影响时间长。二是会因为排烟温度太高、脱硝后烟气中的水汽较重,造成布袋黏结堵塞,影响设备正常运行,特别是锅炉爆管故障后炉水泄漏进入烟气中进一步加重了烟气湿度造成布袋彻底失效。三是会因为采用新的除尘工艺增加生产管理方面的成本,为此不建议使用布袋除尘器。

通过多年运行,渡市选煤发电厂在使用静电除尘器除尘方式上拥有一套成熟可靠的运行、管理方案,因此本次方案任然选择

静电除尘器除尘，采用五台电场串联运行除尘方式，对原三个旧电场更新，使其除尘效率提高到90%以上，更新后理论排放值为： $70000\text{Nm}^3/\text{h} \times (1-90\%)^4 = 7\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，能够保证超低排放要求。

4.2.2 烟气脱硫技术工艺比选

锅炉烟气脱硫方式分为湿法脱硫、干式脱硫等。渡市选煤发电厂一直以来采用的是石灰石-石膏湿法脱硫，。

4.2.2.1 湿法烟气脱硫技术是用含有吸收剂的浆液在湿态下脱硫和处理脱硫产物，该方法具有脱硫反应速度快、脱硫效率高、吸收剂利用率高、技术成熟可靠等优点。主要有石灰石/石灰-石膏湿法脱硫、氨洗涤脱硫等，应用最多的湿法烟气脱硫技术为石灰石/石灰-石膏湿法脱硫，相比其它湿法脱硫方式，石灰石-石膏湿法脱硫还具有Ca/S比低，操作简单，吸收剂价廉易得，副产物便于利用等优点。氨洗涤脱硫方式中原料氨水属于危险物品，运输、储存、管理难度大，不利于企业安全生产。

4.2.2.2 干法烟气脱硫工艺均在干态下完成，无污水排放，烟气无明显温降，设备腐蚀较轻，但存在脱硫效率低、反应速度慢、石灰石利用率较低等问题。

4.2.2.3 脱硫工艺选择

据统计，目前在众多的脱硫工艺中，80%的脱硫装置采用石灰石(石灰)-石膏湿法，10%采用喷雾干燥法，10%采用其它方法。

渡市选煤发电厂一直以来选用的是石灰石-石膏湿法脱硫，相比其他脱硫方式，石灰石-石膏湿法脱硫具有技术成熟，脱硫

率高，Ca/S 比低，操作简单，吸收剂价廉易得，副产物便于利用等优点，并且 2021 年特别排放限值改造已经按超低排放的要求对脱硫塔进行了设计改造，为超低排放预留了改造空间，降低了超低排放改造难度和改造成本。如果选择其他脱硫方式，推倒现有脱硫设备，资金投入大，改造时间长，对生产的影响较大。

因此本项目继续拟采用石灰石/石灰-石膏湿法脱硫，只需要在原有脱硫系统上增加一层喷淋系统改造即可达到超低排放标准，投资省，改造工程量小，施工周期短。

4.2.3 烟气脱硝技术工艺比选

4.2.3.1 选择性非催化还原法（SNCR）

选择性非催化还原法（SNCR）脱硝技术是把含有 NH_x 基的还原剂（如液氨、氨水、尿素），喷入炉膛温度为 $800\sim 1100^\circ\text{C}$ 的区域，该还原剂迅速热分解为 NH_3 并与烟气中的 NO_x 进行反应生成 N_2 和 H_2O 。该方法以炉膛为反应器，可通过对锅炉进行轻微的改造而实现。

工艺特点：

1. 不需要催化剂，工程造价大大降低，运行费用也低；
2. 完全布置在锅炉本体上，占地面积小；
3. 脱硝效率较低，一般在 $30\%\sim 70\%$ 之间；
4. 对反应温度和停留时间的控制难度大。

4.2.3.2 选择性催化还原法（SCR）

选择性催化还原法（SCR）脱硝技术是指在中温催化剂（主

要用于电厂锅炉)或低温催化剂(主要用于焦炉、窑炉及生物质锅炉)作用下,在合适的温度范围(低温:160~300,中温320~420℃)内,还原剂有选择地将烟气中的NO_x还原生成N₂和H₂O,来减少NO_x排放的技术。

工艺特点:

1. 脱硝效率高,一般在90%以上;
2. 技术成熟,应用广泛;
3. 氨的逃逸率低,对空预器污染较小。

4.2.3.3 脱硝工艺选择

由于渡市选煤发电厂现已经安装了一套SNCR脱硝装置,该套装置脱硝效率在60%左右,NO_x排放浓度均值106mg/Nm³,不能满足超低排放需要,只需新增一套SCR脱硝装置,SCR脱硝效率可达60~90%,按照效率最低60%计算,则NO_x排放浓度=106×(1-60%)=42.4mg/Nm³,都小于50 mg/Nm³,满足NO_x超低排放要求。因此,本项目采用SNCR+SCR联合工艺脱硝系统,能够达到国家超低排放标准要求。

4.2.4 超低温水轮机冷却塔系统工艺比选

4.2.4.1 双曲线自然通风冷却塔

自然通风冷却塔,又称开放式冷却塔,运行时,水从配水槽向下流淋漓滴,空气从塔底侧面进入,与水充分接触后带着热量向上排出。冷却过程以蒸发散热为主,一小部分为对流散热。

工艺特点:

1. 冷却效果较好，不受风力影响，比较稳定；

3. 缺点由于通风抽力小，冷却效果受环境温度影响较大，不宜用在高温高湿环境，所以夏天冷却效果差。

4.2.4.2 超低温水轮机强制通风式冷却塔

强制通风式冷却塔，又称机械通风冷却塔。机械通风冷却塔按其空气流向不同，又可分为顺流式冷却塔和逆流式冷却塔两种。

工艺特点：

1. 冷却效率高，冷却效果好，且稳定，不受环境影响。

2. 占地面积小，基建投资少。

4.2.4.3 循环冷却水系统工艺选择

由于渡市选煤发电厂循环冷却水系统采用双曲线自然通风冷却塔工艺，在春秋冬三季温度不高环境能够保证机组正常运行效率，本次项目主要是解决夏季高温天气环境对冷却系统影响，只需增加一套超低温水轮机强制通风式冷却塔系统，通过无电耗水轮机强制通风降温，保证在夏季高温天气环境将循环冷却水降低到设计标准，保证汽轮发电机组正常运行。水轮机动力来源于冷却汽轮机组后的循环冷却水，不消耗电力，不增加电力成本。

4.3 处理工艺方案论证

本次锅炉烟气减排技术改造拟优化现有两台炉静电除尘器（更新3、4、5号电场）；增加2套石灰石/石灰-石膏湿法脱硫喷淋系统；增加2套SCR脱硝系统。改造后的烟气治理工艺采用“SNCR

脱硝+SCR脱硝+静电除尘+石灰石/石灰-石膏法脱硫”，处理后由100m烟囱排放，外排污染物稳定达到烟尘 $\leq 10\text{mg}/\text{Nm}^3$ 、 $\text{SO}_2 \leq 35\text{mg}/\text{Nm}^3$ 、 $\text{NO}_x \leq 50\text{mg}/\text{Nm}^3$ 的控制要求。

循环水系统节能增效改造在原有双曲线冷却塔基础上增加一台 $3000\text{m}^3/\text{h}$ 超低温玻璃钢框架结构水轮机冷却塔，将新建塔水轮机出水与原旧塔布水管及新建塔布水管相连接均匀布水，达到节能增效。

4.3.1 烟气烟尘治理措施论证

参考《燃煤电厂超低排放烟气治理工程技术规范》（HJ2053-2018）、《火电厂污染防治技术政策》（环境保护部公告2017第1号），超低排放除尘技术宜选用高效电源电除尘、低温电除尘、超净电袋复合除尘、袋式除尘及移动电极电除尘等，必要时在脱硫装置后增设湿式电除尘。因此，项目选用的电除尘，属《火电厂污染防治技术政策》列出的超低排放除尘技术，符合国家技术规范要求。

根据渡市选煤发电厂现状监测数据，现状颗粒物排放浓度不能满足浓度小于 $10\text{mg}/\text{Nm}^3$ 的超低排放要求，技改更新3、4、5电场，进一步提高除尘效率。循环流化床锅炉采用“电除尘+石灰石/石灰-石膏法脱硫吸收塔”实现颗粒物超低排放是可行的。

4.3.2 脱硫工艺选择论证

根据《燃煤电厂超低排放烟气治理工程技术规范》（HJ2053-2018）首推的脱硫方式为石灰石/石灰-石膏法湿法脱

硫。渡市选煤发电厂前期已通过实验论证，启用三层脱硫喷淋系统完全可以将SO₂排放指标控制到35mg/Nm³以内，满足超低排放要求。

4.3.3 脱硝工艺选择论证

对于锅炉烟气中氮氧化物，在原有SNCR的基础上，增设SCR，参照《污染源源强核算技术指南火电》（HJ888-2018）附录B中表B.1，如下：

表3-4 降低NO_x排放的二级措施总体性能

二级措施	NO _x 降低率%
选择性催化还原法（SCR）	50~90
选择性非催化还原法（SNCR）	层燃炉：30~50 粉煤炉：30~40 循环流化床锅炉：60~90
SNCR+SCR联合法	55~95
注：优化烟气流场、增加催化剂装载量（提高单层尺寸或层数）等强化措施可适当提高脱硝总体性能	

另根据《火电厂污染防治可行技术指南》（HJ2301-2017）

“6.4 NO_x超低排放技术”要求：“6.4.1 锅炉低氮燃烧技术是控制NO_x的首选技术，在保证锅炉效率和安全的前提下应尽可能降低锅炉出口NO_x浓度。6.4.3 循环流化床锅炉应通过燃烧调整，确保NO_x生成浓度小于200mg/Nm³，再加装SNCR脱硝装置，实现NO_x超低排放；必要时可采用SNCR-SCR联合脱硝技术。”

渡市选煤发电厂使用的是煤矸石等劣质燃料，加之高低双速循环流化床锅炉本身兼具分级燃烧的性能，结合出口监测浓度，在现有基础上增加SCR脱硝，完全可以达到超低排放的要求。

燃料型NO_x是空气中的氧与煤中氮元素热解产物发生反应生成NO_x，燃料中氮并非全部转变为NO_x，它存在一个转换率，降低此转换率，控制NO_x排放总量，可采取减少燃烧的过量空气系数、控制燃料与空气的前期混合、提高入炉的局部燃料浓度。

热力型NO_x是燃烧时空气中的N₂和O₂在高温下生成的NO_x，产生的主要条件是高的燃烧温度使氮分子游离增加化学活性；然后是高的氧浓度，要减少热力型NO_x的生成，可采取减小燃烧最高温度区域范围、降低锅炉燃烧的峰值温度、降低燃烧的过量空气系数和局部氧浓度。

渡市选煤发电厂与大气治理相关公司进行了严谨的技术交流和详细的论证，经过对改造业绩进行对比分析，高低双速循环流化床锅炉增设SCR系统后，可以将锅炉出口NO_x浓度可降低至50mg/Nm³以内。在采用SCR脱硝后，氮氧化物去除率最低70%，则NO_x排放浓度=106×(1-70%)=40.8mg/Nm³。小于50 mg/Nm³，满足NO_x超低排放要求。

4.3.4 超低温水轮机冷却塔系统选择论证

对于建设机冷塔循环水冷却系统需要从节能、运行成本方面考虑，本方案从塔体、通风机械、蒸汽收集等方面全面考虑。

首先采用设计先进的风筒，可提高塔内气流的均匀性，减少塔内气流阻力，保证风机在高效工作区运行；根据试验资料及有关冷却塔实际运行情况表明，这种风筒可以达到收缩段、喉部和扩散段具有较好的流线，气流经淋水填料、收水器后进入收缩段，

收缩段的型线能较好地将气流均匀收缩到风机工作段，气流在风机工作段通过风机做功提升到动压回收段，利用气体流场均化理论设计的动压回收段对气流进行导流扩散，使出风筒气流动压损失有效降低。

其次是本方案新建机冷塔运用无电耗动力水轮机技术，与传统冷却塔比较，传统机冷塔配电机75KW的电机，而本方案采用水轮机代替电机，水轮机动力来源于汽轮机组冷却后的循环冷却水，不需要电力，因此既可节省传统冷却塔所需的电缆、桥架、电控柜、变频器等设备的投资，也节约运行电力成本。

第三是本方案采用超低飘水损失的收水器，根据惯性撞击分离法的原理设计，片距相切的布置形式。当出塔气流夹带水滴通过收水层时，大部分水滴与弧形边撞击分离，产生一次收水效果，另有小部分水滴则继续沿收水器弧形边随气流上升，在收水器弧形边上加阻水筋后，这部分水滴将被截留，从而产生二次收水效果。经国家法定检测部门中国水利水电科学研究院冷却水研究所测试表明：该收水器的收水效率按总循环水量计其飘水损失可降到0.001%以下，仅为国标允许值的十分之一，达到国外先进水平。并且本收水器气流阻力小，在2.8m风速条件下，通风阻力损失约0.8mmH₂O，低于国外同类产品。

综上，节能减排技术改造后锅炉烟气净化系统采用“SNCR+SCR脱硝+5电场静电除尘器+湿法脱硫塔”处理，能达到火电厂大气污染物超低排放要求（SO₂≤35mg/Nm³、NO_x≤50

mg/Nm³、颗粒物≤10mg/Nm³），减少大气污染物排放；通过实施超低温水轮机冷却塔系统，降低循环冷却水温度，提高机组运行效率，节约循环冷却水用量，达到节能对效果。

4.4 工艺设计

结合本项目锅炉烟气的特性及目前烟气环保综合治理技术的成熟度、运行经济性等因素综合权衡，本装置采用工艺流程为：

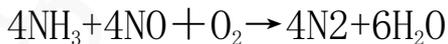
“SNCR+SCR脱硝+5电场静电除尘器+湿法脱硫塔+原烟囱排放。”。

主要工艺流程：

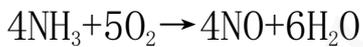
1. 保留现有SNCR系统
2. 新增一套SCR催化还原脱硝系统；
3. 在现有脱硫系统基础上新增一层喷淋系统；
4. 除尘系统更新三个旧电场；
5. 最后两台锅炉的烟气通过直排烟囱高空排放。
6. 在原有双曲线冷却塔基础上增加一台3000m³/h超低温玻璃钢框架结构水轮机冷却塔，新建塔水轮机出水与原旧塔布水管及新建塔布水管相连接均匀布水。

4.4.1 脱硝工艺总体要求

基本原理是把含有NH₃基的还原剂（如氨、液氨、尿素）喷入炉膛温度为800-1000℃ 这一狭窄的温度范围区域，在没有催化剂的情况下，该还原剂迅速热分解成NH₃并与烟气中的NO_x进行反应，使得NO_x还原成N₂和H₂O，而且基本上不与O₂发生作用。其反应式如下：



当温度过高时，会发生如下的副反应，又会生成NO：



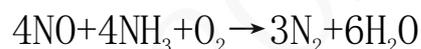
SNCR法的还原剂可以是NH₃、液氨、尿素或其他氨基，其反应机理相当复杂。同SCR工艺类似，SNCR工艺的NO_x脱除效率主要取决于反应温度、NH₃与NO_x的化学计量比、混合程度和反应时间等。研究表明，SNCR工艺的温度控制至关重要。若温度过低，NH₃的反应不完全，容易造成NH₃泄漏；而温度过高，NH₃则容易被氧化为NO，抵消了NH₃的脱除效果。温度过高或过低都会导致还原剂损失和NO_x脱除率下降。通常，设计合理的SNCR工艺能达到高达20%-70%的脱除效率。

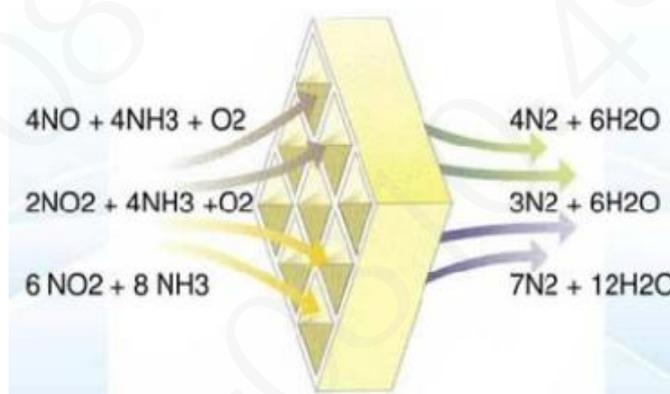
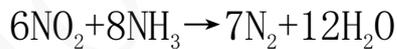
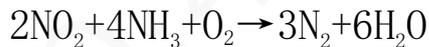
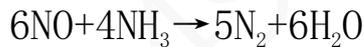
根据现有设施情况，SNCR脱硝系统不做技改，沿用现有的SNCR脱硝系统，包括计量分配系统、尿素溶液输送系统、喷射系统，尿素溶液制备系统与新建SCR脱硝系统匹配后重新设计，在SCR技术方案中详细阐述尿素溶液制备系统的要求。

4.4.2 新建SCR脱硝系统工艺

4.4.2.1 SCR脱硝系统工艺技术简介

SCR的全称为选择性催化还原法(Selective Catalytic Reducation)。催化还原法是用氨或尿素之类的还原剂，在一定的温度下通过催化剂的作用，还原废气中的NO_x(NO、NO₂)，将NO_x转化非污染元素分子氮(N₂)，SCR脱硝过程发生的主要化学反应为：





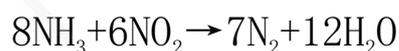
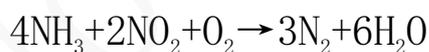
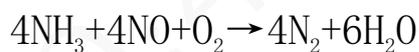
SCR 脱硝反应原理图

4.4.2.2 SCR脱硝系统工艺流程

锅炉烟气 SCR 脱硝选择用中温催化剂，适用温度 280~420℃，可以满足锅炉较大负荷波动范围。该温度范围对于本项目锅炉为垂直烟道对流管束后，高温省煤器进口前，改造该位置烟道，将 SCR 脱硝装置布置在合适温度位置，烟气从顶部进入 SCR 脱硝装置内的催化剂，脱硝后烟气从脱硝装置底部出来后，回到高温省煤器进口前烟道。

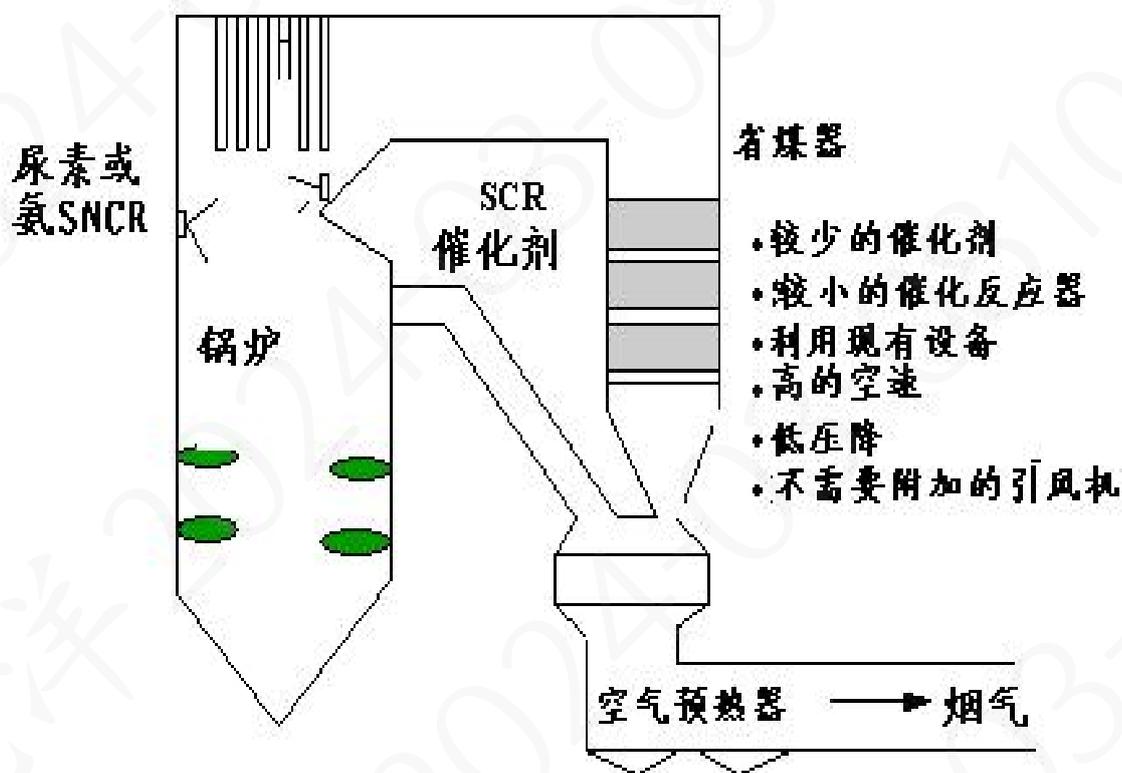
SNCR 脱硝区域逃逸出来多余的气氨，与烟气在进入 SCR 反应器本体之前充分混合，通过 SCR 脱硝反应器时 NO_x 与氨气 (NH₃) 发生催化还原反应，使催化剂均匀发挥效用，将 NO_x 还原为无害的 N₂和 H₂O。

反方程式：

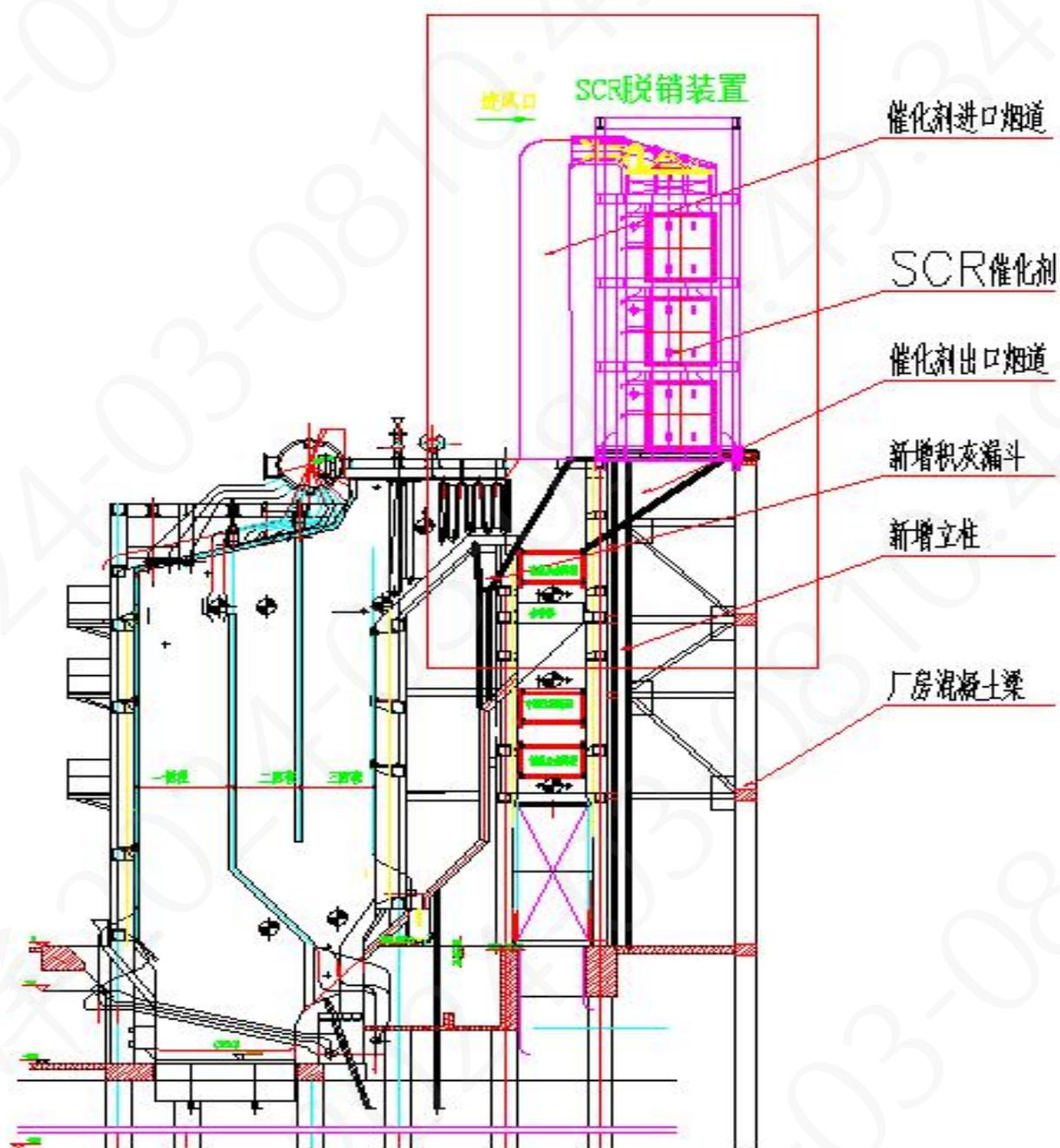


SNCR/SCR 混合工艺

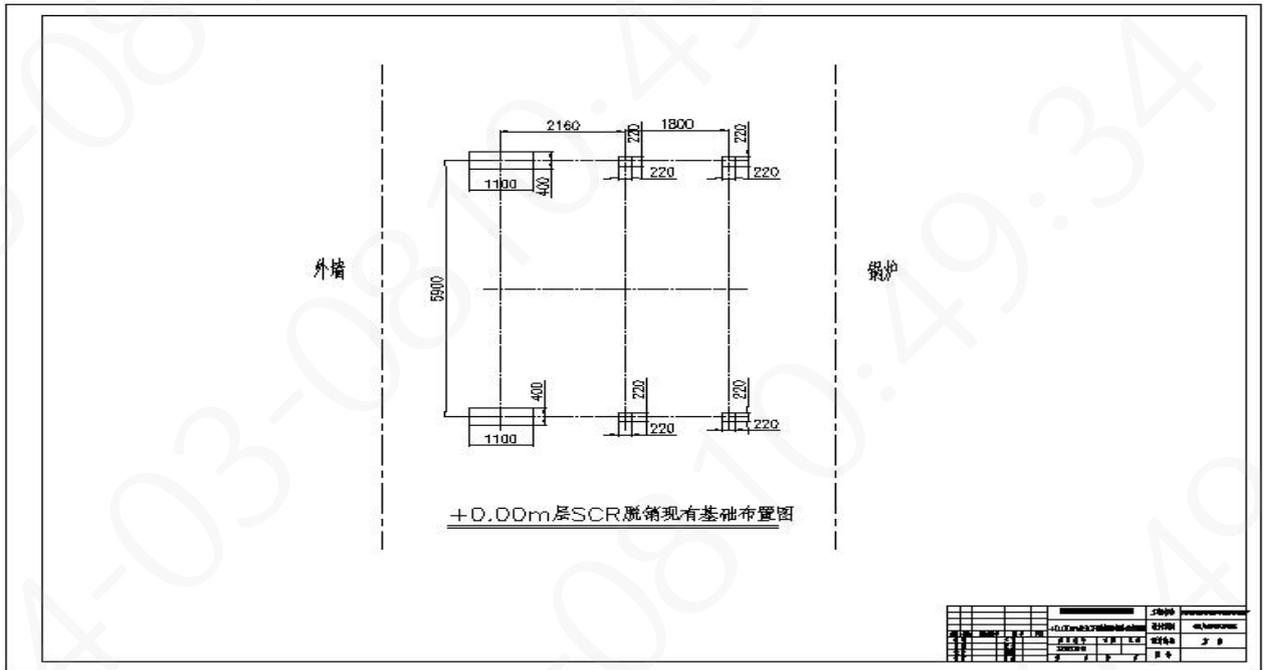
SNCR + 较小尺寸的SCR = 联合的SNCR/SCR



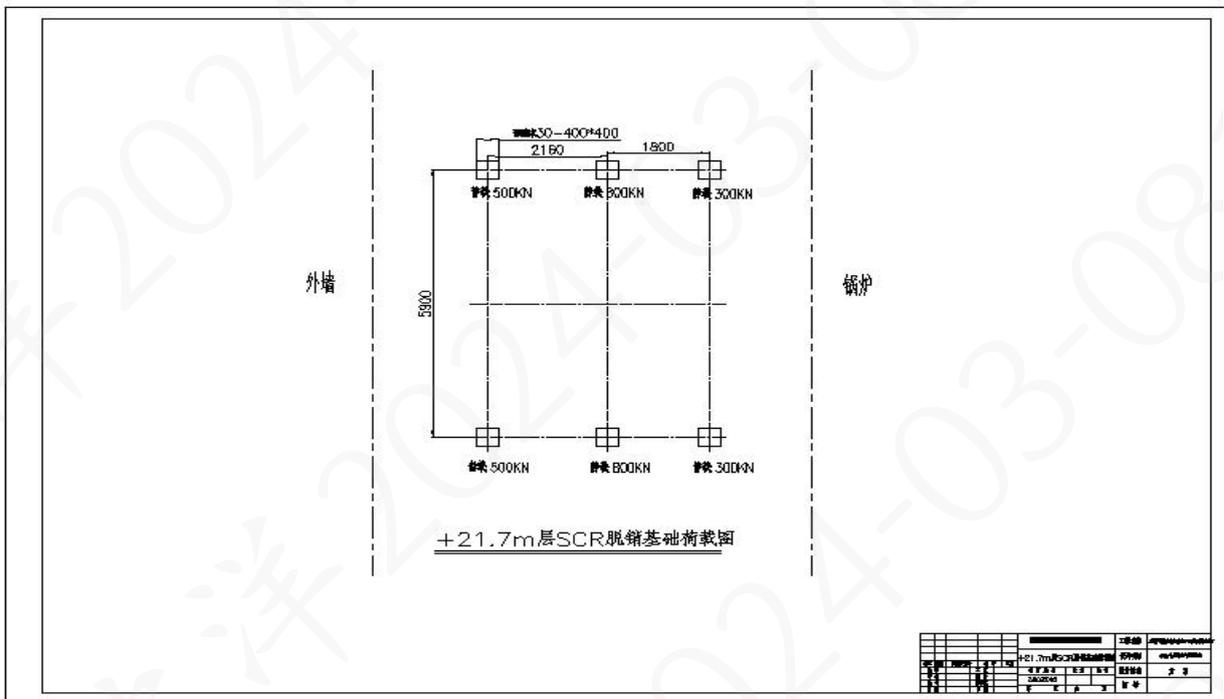
SNCR/SCR工艺流程图



SCR平面布置图



SCR基础布置图



SCR基础荷载布置图

4.4.2.3 SCR脱硝系统工艺主要技术参数

1.通过烟气在反应器入口烟道前设置混流装置，保证尿素溶液与烟气混合均匀；并在烟道转弯处设置导流板或整流板，反应器入口设置均流装置等措施有效保证脱硝装置中烟气分布均匀；

2.脱硝还原剂采用尿素溶液（ $\leq 20\%$ ），脱硝系统在设计工况、入口 NO_x 浓度 $\leq 160\text{mg}/\text{Nm}^3$ （满足进口 110%浓度变化）、满足烟气 100%烟气量条件下，烟气排放 NO_x 排放浓度 $\leq 50\text{mg}/\text{Nm}^3$ ， NH_3 逃逸量不大于 3ppm， SO_2/SO_3 的转化率不大于 1%；

3.采用平板式催化剂；

4.SCR 系统设置足够数量的声波吹灰器以防止催化剂堵灰；压缩空气压力要求0.4~ 0.6MPa；

5.对于容易损耗、磨损或出现故障并因此影响装置运行性能的所有设备，即使设有备用件，也应设计成易于更换、检修和维护，并且应设有检修维护和操作的平台；

6.烟道和反应器、箱罐等设备应配备足够数量的人孔门，所有的人孔门使用铰接方式，且能容易开/关。所有的人孔门附近应设有足够大检修维护平台和上下通道；

7.所有设备和管道，包括烟道、膨胀节等在设计时考虑设备和管道发生故障时能承受最大的温度热应力和机械应力；

8.设计选用的材料适应实际运行条件，包括考虑适当的腐蚀余量，特别是使用两种不同钢材连接时应采取适当的措施；

9.所有设备与管道等的布置时考虑系统功能的实现和运行

工作的方便；

10. 整个系统设计中考考虑检修和运行维护时的平台和栏杆；

11. 脱硝装置可用率不小于 98%，主体设备服务寿命为 20 年。

4.4.2.4 SCR脱硝系统工艺系统组成

SCR脱硝系统包括：尿素溶液输送系统、计量分配系统、喷射系统、进口均风系统、SCR 反应器、吹灰系统、催化剂起吊装置、电气仪表控制系统及进出口烟道等组成。

4.4.2.4.1 尿素溶液储存及供给系统

利用原SNCR脱硝系统的尿素制浆系统、尿素溶液储罐、尿素溶液输送装置，新增一套计量分配装置、喷射系统及控制系统等；将尿素溶液通过尿素溶液输送泵、计量分配装置、喷射系统等喷入烟道并与高温烟气混合充分均匀后进入反应器。具体包含如下装置：

1. 尿素溶液计量分配装置

新增两台尿素溶液输送泵及尿素溶液计量分配装置，尿素溶液计量分配装置由止回阀、手动闸阀、电动调节阀、管路等组成，电动调节阀根据氨逃逸参数来调节尿素溶液多少，保证氨逃逸量不大于 3ppm。

2. 尿素溶液喷射系统

由两台双流体喷枪组成，两台双流体喷枪根据烟道断面对称布置，保证喷入尿素溶液与烟气中的氮氧化合物充分混合。



4.4.2.4.2 脱硝反应系统

脱硝反应系统由烟道、SCR 反应器、催化剂、吹灰系统及电气控制系统所组成，从省煤器高温段锅炉顶棚顶部向上安装烟道、底部安装灰斗，灰斗积灰通过管道接入分离器，烟道后方并排布置SCR 反应器，出口通过弯头与反应器相连接，反应器出口通过烟道接回高温段省煤器。

1. 烟道

1) 烟道根据可能发生的最差运行条件进行设计；

2) 烟道最小壁厚至少按 8mm 设计，材质采用锰钢板，迎风面安装防磨板，烟道内烟气流速不超过 15m/s；

3) 所有烟道在适当位置配有足够数量和大小的人孔门，以便于烟道维修和检查以及清除积灰。另外，人孔门与烟道壁分开保温，以便于开启；

4) 尽量减小烟道系统的阻力；

5) 在外削角急转弯头和变截面收缩急转弯头等处，设置导

流板或整流板；

6) 为了使与烟道连接的设备受力在允许范围内，特别要注意考虑烟道系统的热膨胀，热膨胀通过膨胀节进行补偿。

7) 由于本锅炉燃料为煤矸石，其粉尘浓度大、颗粒粗，容易堵塞烟道，所有反应器进口烟道下方设置一个小型灰斗，以便粗颗粒沉降后通过管道排到分离器内。

2. SCR 反应器

在 SCR 反应器内，烟气与 NH_3 的混合物在通过催化剂层时，烟气中的 NO_x 在催化剂的作用下与 NH_3 反生成 N_2 与 H_2O ，从而达到除去烟气中 NO_x 的目的。

1) SCR 反应器采用碳钢 Q345B 制作，壁厚不小于 6mm；

2) SCR 反应器布置在高温省煤器上方，受力不能作用于锅炉本体立柱上，需另从锅炉厂房混凝土基础上安装反应器支撑立柱，新安装立柱顶部再与锅炉本体立柱相连，增加立柱稳定性；

3) SCR 反应器的设计充分考虑与周围设备布置的协调性及美观性。反应器设计成烟气竖直向下流动，反应器入口设气流均布装置和整流装置，反应器入口及出口段根据需要设导流板，并通过数模计算和模型试验，确保气流流场均匀，达到设定目标：SCR 反应器顶部入口截面上的烟气速度分布最大允许偏差为 10~15%，烟气温度分布最大允许偏差为 10°C ， NH_3/NO_x 摩尔比分布最大允许偏差为 5%；

4) 通过方案优化使烟气流经反应器阻力尽可能小；

5) 反应器采取保温, 使经过反应器的烟气温度变化小于 10°C ;

6) 反应器设置足够大小和数量的人孔门;

7) 在反应器出口设置一套 NH_3 分析系统;

8) 反应器配有可拆卸的催化剂测试元件。

9) 为了正常运行、开车和完成测试、性能考核等工作, 在反应器的如下位置设置足够数量的开孔, 具体数量和要求需由测试单位根据反应器的空间布置等确定;

- 反应器入口

- 各层催化剂出入口

- 反应器出口

10) 反应器设计考虑防止大颗粒灰尘进入催化剂的措施。

11) SCR 的设计压力不小于 5800Pa , 瞬时不变形承载能力不低于 9800Pa ;

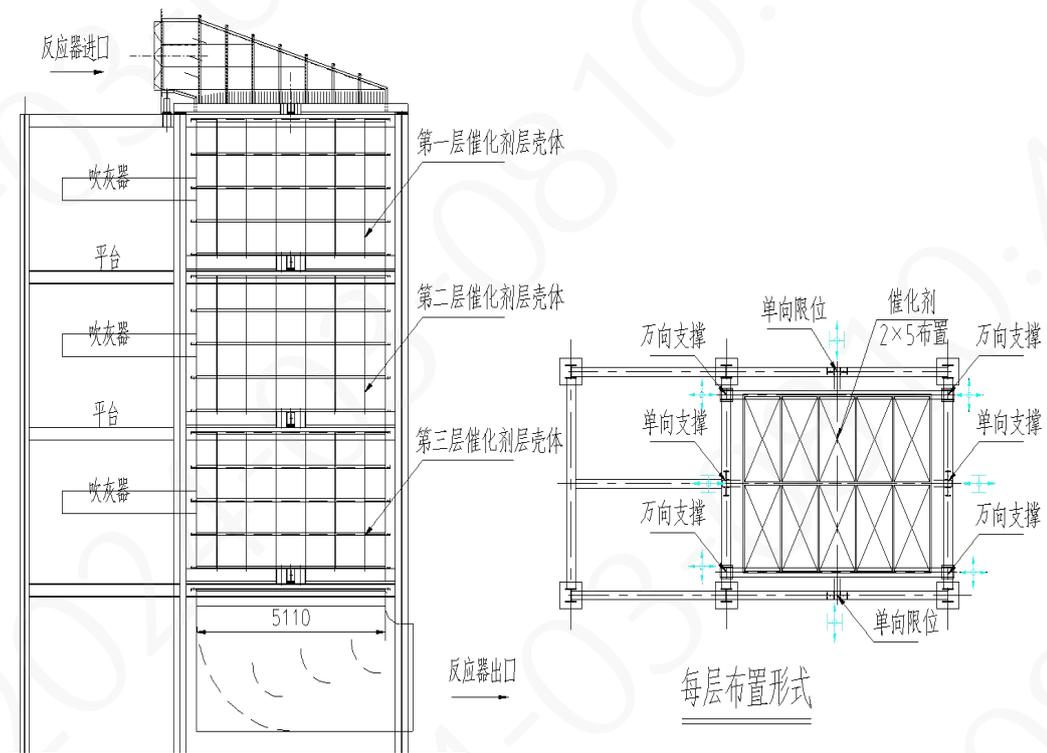
12) 由于反应器安装高度超出锅炉炉顶, 设计时还要考虑设备防雨、催化剂维修及更换所必需的吊装方式和起吊装置;

13) SCR 系统安装

① 烟气脱硝系统中, SCR 催化剂为组装好的模块。锅炉催化剂模块布置在低温过热器后方。

② 设计两套及尿素溶液输送喷射系统, 每台锅炉配置一套计量模块, 装配烟温、压力、 NO_x 排放浓度、氨逃逸实时监测传感器, 采用 DCS 控制。

全部设备以及各设备单元范围内的控制设备、测量仪表和电气设备的设计、制造材料以及管道和阀门等符合有关规定和标准，确保设备能够长期安全稳定经济运行，并操作方便，维护工作量少。



反应器结构示意图

3. 催化剂

设计方根据本设计的特点，负责 SCR 催化剂的选型、设计、采购、制造、质量保证、运输、储存、安装等。催化剂采取“2+1”布置方式，初次布置 2 层催化剂，脱硝效率不低于 80%，若后期脱硝排放要求降低，则增加一层催化剂。每台锅炉烟气配置 1

台 SCR 反应器；烟气从上往下垂直通过催化剂块层。

催化剂是 SCR 系统中的主要设备，其成分组成、结构、寿命及相关参数直接影响到 SCR 系统脱硝效率和运行状况。本设计发电厂脱硝反应温度设计值为 300-400℃，催化剂配方采用中温催化剂配方，脱硝系统的催化剂应具有以下特性：

1) 在设计条件下实现出口 NO_x 小于 50mg/Nm³ 以内，SO₂ 氧化生成 SO₃ 的转化率控制在 1% 以内；干基，3.0%O₂，氨的逃逸率控制在 3ppm。

2) 由于本锅炉燃料为煤矸石，其粉尘浓度大（70g/m³）、颗粒粗等特点，本项目推荐使用国产中温型平板式催化剂；

3) 具有较高的化学稳定性、热稳定性和机械稳定性。催化剂能满足烟气温度的 300-400℃ 及 320-430℃ 的情况下长期运行，同时能承受运行温度分别 420℃、450 不少于 5 小时的考验，而不产生任何损坏；

4) 催化剂化学寿命大于 24000 运行小时或首次喷氨后 3 年，机械寿命大于 10 年；

5) 在加装新的催化剂之前，催化剂体积能满足性能保证中关于脱硝效率和氨的逃逸率等的要求。

6) 催化剂设计考虑燃料中含有的任何微量元素可能导致的催化剂中毒；

7) 催化剂采用模块化、标准化设计。催化剂各层模块规格统一、具有互换性以减少更换催化剂的时间。催化剂模块设计有

效防止烟气短路的密封系统，密封装置的使用寿命不低于催化剂的使用寿命。每层催化剂层都安装可拆卸的测试块，每 4 个模块至少有 1 个测试块，均匀布置。

8) 催化剂模块设计

催化剂采用模块化、标准化设计。催化剂各层模块规格统一、具有互换性以减少更换催化剂的时间。催化剂模块设计有效防止烟气短路的密封系统，密封装置的使用寿命不低于催化剂的使用寿命；模块采用碳钢结构框架，焊接、密封完好，便于运输、安装、起吊。

9) 催化剂设计考虑防堵塞和防中毒措施，满足 400℃的情况长期运行，化学寿命大于30000 小时，机械寿命大于 50000 小时，同时温度在 20-150℃，催化剂能适应最小 10℃/min的温升速度，当温度在 150—400℃，催化剂能适应最小 50℃/min 的温升速度。

10) 表4 催化剂数据表（部分参数因催化剂厂家而异）

孔距	7.3	单体尺寸	1882×954×1474
反应器催化剂体积	26	计算反应器体积量	2m×5m×2.5m×2
使用寿命	24000 / 3 （运行小时 /年）		
Nox-出口	50mg/m(S. T. P. dryO2-ref.)	以NO ₂ 计	
脱硝效率	84%		
氨逃逸率	3	vpm (S. T. P. dry O2-ref.)	EOR
		mg/m ³ (S. T. P. dry O2-ref.)	EOR
S02/S03转化率	1%		以S02 体积vpm计
总压降	250	Mbar	催化剂压降， 1mbar=100pa
反应器参数			
模块单体数量	10		

模块长度	1882	mm		
模块宽度	954	mm		
模块高度	1474	mm		
模块重量	900	Kg		
每层模块数	5			
模块布置方式				
催化剂层数	2			
SCR每反应器断面积		2×5×2.5m		
SCR反应器数量	1			
催化剂数据				
每单体通道数	18×18			
单体宽度尺寸	150	mm		
单孔宽度	6.87	mm		
几何比表面积	267	m ² /m ³		
开孔率	80	%		
前端硬化长度	25	mm		

催化剂运行				
进入催化剂前烟气面速度		12	m/s	连续运行
催化剂通道烟气流速		3.5	m/s	连续运行
AV-值	21.59	m/h (S. T. P. wet)		
SV-值	9757	1/h (S. T. P. wet)		
纯氨耗量		kg/h	100% NH ₃	
运行温度范围	300	° C		min
	420	° C		max
进入催化剂前烟气参数				
烟气容积		m ³ /h (S. T. P. wet)		
烟气温度	300-420	° C		
Nox-值	200	mg/m ³ (S. T. P. dr02-ref.)		以NO ₂ 计
O ₂ -值	10	% by volume (标.干)		real
H ₂ O-值		% by volume (标.湿)		real

4.4.2.3.4 电气仪表控制系统

1. SCR测量控制系统

SCR系统测量控制部分主要是出口NO_x浓度测量控制，出口NH₃浓度测量控制以及反应器的运行压差，温度监测等。

随NH₃/NO_x摩尔比增加，脱硝效率提高明显；NH₃投入量超过需要量，NH₃会造成二次污染。NH₃的流量控制系统根据锅炉负荷、反应器出口NO_x浓度测量的反馈信号，控制氨的喷入量。

2. 控制系统

1) 技术说明

本项目脱硝控制系统的自动监测与控制采用PLC系统，放在脱硫控制室内。PLC系统实现对脱硝系统的顺序自动启停，运行参数自动检测和储存，并对关键参数实行自动调节，使脱硝系统实现自动控制。为保证烟气脱硝设备的安全经济的运行，将设置完整的热工测量、自动调节、控制、保护及热工信号报警装置。

操作人员通过键盘、鼠标就能完成整个脱硝系统的启停操作。控制系统能监控脱硝SNCR的设备运行状态，可以对脱硝进行启停等操作。脱硝系统软件设计能实现系统的手/自动控制、工况监控、数据记录、实时趋势等一般的监控要求，及故障报警、故障处理等功能，最大限度的保证了系统的安全可靠运行。

PLC系统主要功能包括：数据采集处理、模拟量控制、顺序控制、显示、报警等。控制系统在正常工作时，每隔一个时间段记录系统运行工况数据，包括热工实时运行参数、设备运行状况

等。当故障发生时系统将及时记录故障信息，自动生成报表及故障记录，存储的信息可查询。

控制系统软硬件采用面向对象的模块化设计，安全可靠。层次设计，共三层：

一层——现场温度、液位、流量等传感器及阀门执行机构

二层——现场设备控制柜

三层——人机交互界面

整个脱硝系统在就地设置有部分控制箱、按钮盒，方便现场检修、调试时使用。

整个脱硝系统的PLC系统可接入系统DCS。

2) 控制功能说明

溶液流量控制：

通过尾部烟道的NO_x检测值作为反馈值，与设定的NO_x值进行比较，进而控制氨水输送泵的流量来达到控制喷入炉内氨水量。

故障报警及保护

控制系统具有联锁保护功能，联锁保护系统在机组及机辅安全工况时，为维护、试验和校正提供最大的灵活性。如系统某一部分必须具备的条件不满足时，联锁逻辑将阻止该部分投“自动”方式；同时，在条件不具备或系统故障时，系统受影响部分不再继续自动运行，或将控制方式转换为另一种自动控制方式。控制系统任何部分运行方式的切换，不论是人为的，还是出联锁系统自动的，均平滑进行，不引起过程变量的扰动。

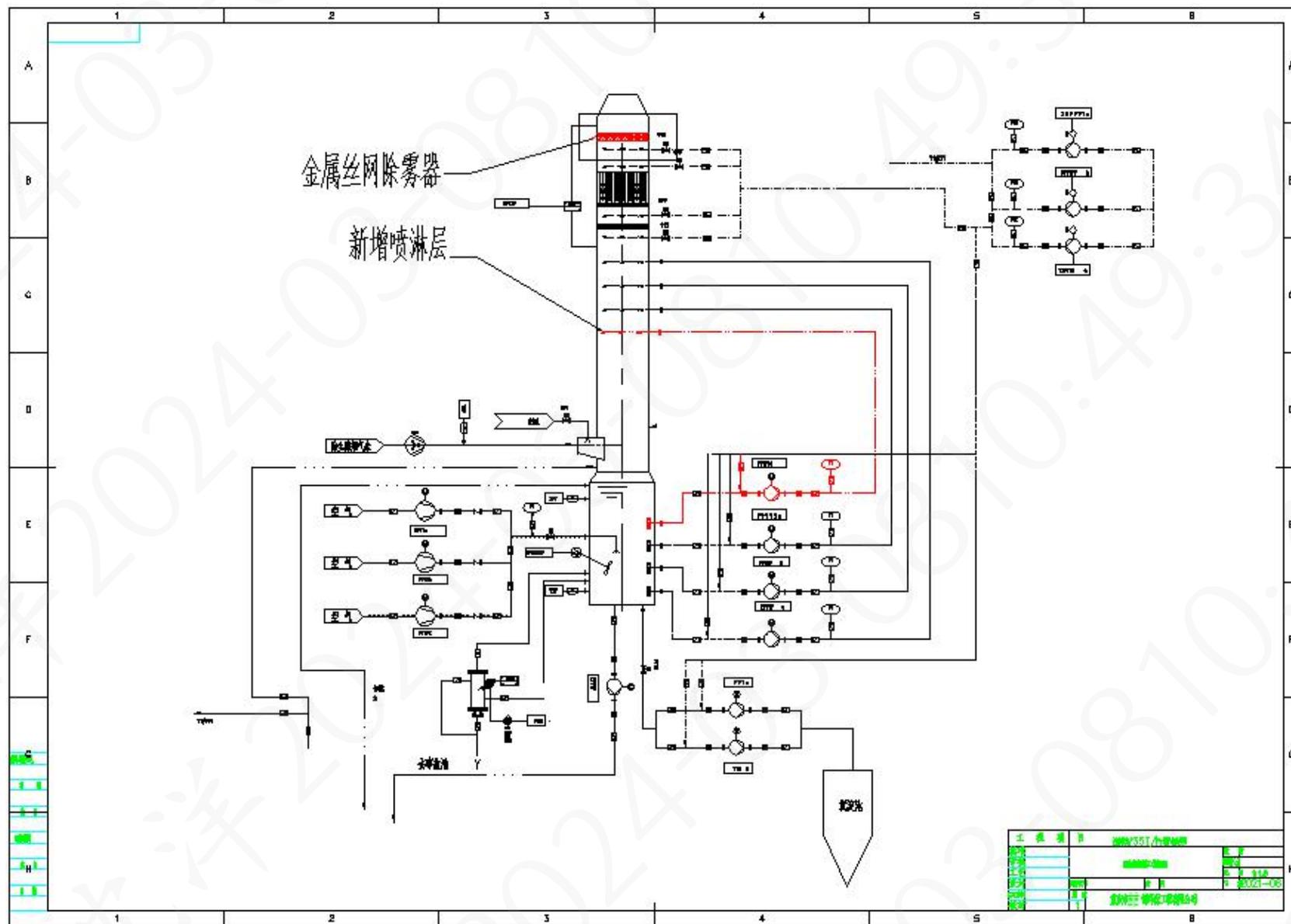
4.4.2.3.5 SCR脱硝系统配置清单：

脱硝区						
序号	设备名称	规格型号	材质、规格	单位	数量	备注
一	反应器及烟道					
1	膨胀节		Q345	只	2	压力-4KPa, 温度最高 450℃
2	进口烟道	δ 8mm	Q345	套	1	
3	出口烟道	δ 8mm	Q345	套	1	
4	反应器本体	δ 8mm	Q345	套	1	
5	钢支架		Q235	套	1	
6	内部支撑与导流板		Q345	套	1	
7	积灰漏斗	δ 8mm	Q345	只	1	
二	催化剂及吊装					
1	催化剂		复合特种材料	m ³	26	平板式, 7.3 孔
2	起吊装置	3t, 40m	组合件	套	1	
3	雨棚			套	1	
三	吹灰系统					
1	声波吹灰器	频率75Hz; 声压级: 147dB; 含球阀、过滤器、电磁阀组 (220V电源)、配套管接头。	碳钢	套	4	
2	球阀	Q41F-16PRF, DN50	不锈钢	只	4	
3	止回阀	H44F-16PRF, DN50	不锈钢	只	4	
4	气包			套	1	
四	喷射系统					
1	尿素溶液喷射系统		304不锈钢	套	2	含尿素溶液 输送泵
2	压缩空气喷射系统		304不锈钢	套	2	
3	喷射格栅装置		304不锈钢	套	1	
4	管道、阀门		304不锈钢	批	1	
五	保温					
1	保温金属构件		碳钢	套	1	
2	保温外护板	彩钢板	碳钢	套	1	

3	保温材料	复合硅酸盐		套	1	
六	电气仪控清单					
1	低压配电柜	2000×800×800		台	1	可编程控制
2	现场操作箱	650×500×220		台	2	
3	电缆、桥架			套	1	

4.4.3 脱硫工艺

由于原脱硫塔为超低排放改造预留了尺寸和空间，本次改造在原脱硫塔预留位置新增加一层喷淋系统及检修楼梯平台，将脱硫塔最上一层折叠式除雾器更换为金属丝网除雾器，电气控制系统并入现有控制系统内。



脱硫系统工艺图

4.4.3.1 吸收喷淋层改造

在原脱硫塔预留喷淋层空间，加设一层喷淋层，主管道采用PPH材质，喷淋层管道采用316L材质，喷嘴采用氧化硅陶瓷涡流喷嘴。

喷淋层改造参照脱硫塔原喷淋层进行，错层布置，新增脱硫泵1台，选型按照现有喷淋泵进行，提高设备可靠性；新增一套脱硫泵配电柜，控制系统并入原脱硫控制系统统一程序控制。

4.4.3.2 除雾层改造

拆除原脱硫塔内最上面一层折返式除雾器，将其更换为金属丝网除雾器，形成管束除雾器+金属丝网除雾器，深度过滤烟气中的颗粒物及水滴。

1.采用高效管束式除雾器具有以下结构特点：

- 1) 管束筒体 —内容壁面光洁，筒体垂直，断面圆滑，无偏心。
- 2) 增速器 —确保以最小的阻力条件提升气流的旋转运动速度。
- 3) 分离器 —实现不同粒径的雾滴在烟气中的分离。
- 4) 汇流环 —控制液膜厚度，维持合适的气流分布状态。
- 5) 导流环 —控制气流出口状态，防止捕悉液滴被二次夹带。

2. 工作原理

管束式除尘装置的使用环境是含有大量液滴的50℃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几率大幅增加，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。

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破事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与微尘颗粒从烟气中的脱除。

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。

除雾器系统设置自动冲洗系统，运行时间根据程序的设定自动启停，也可人工调节。除雾器冲洗系统能够对除雾器进行全面的冲洗，不存在任何死角。



配套安装金属丝网除雾器，该除雾器的除雾效率可以达到99%以上，使脱硫后烟气几乎不带水滴。



4.4.3.3 脱硫工艺改造系设备配置清单

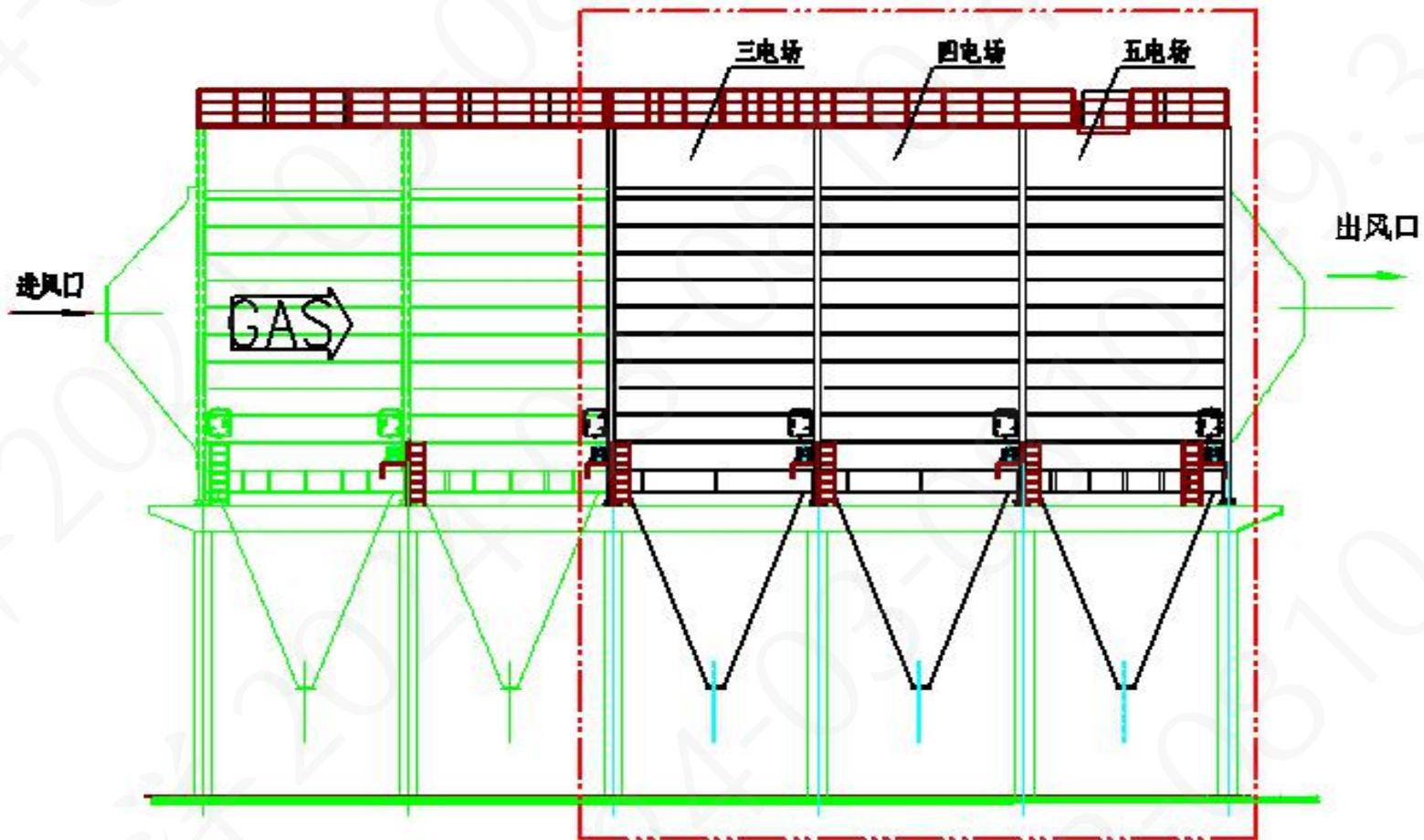
序号	名称	规格	材质	数量	单位	备注
1	喷淋层管道	DN200、DN150、DN50	316L	1	套	含喷嘴
2	喷淋层支架		316L	1	套	
3	喷淋层检修口	DN600	316L	1	套	

4	脱硫泵	150DT-B55(51)-6-110KW, 流量: 500m ³ 扬程: 40m		1	套	
5	喷淋主管道	DN200	PPH	30	米	
6	不锈钢丝网除雾器	Φ4500, H=150mm		1	套	
7	除雾器格栅板	48×48mm	316L	16	m ²	
8	楼梯、平台、栏杆			1	套	
9	控制柜			1	套	
10	电缆、桥架			套	1	

4.4.4 静电除尘器改造

4.4.4.1 静电除尘改造总体工艺

由于原电除尘器三、四、五电场使用时间长，整体设备腐蚀严重，除尘效率低，故将原电除尘器三、四、五电场全部撤出，在原电场基础上新建3个电场，包含壳体、阳极板、阴极线、阴阳极振打装置、灰斗、整流变压器、电气控制系统、保温等部分，为了提高气力输灰效率，将原三、四电场仓泵由1m³改为0.6m³。



静电除尘器

4.4.4.2 静电除尘改造参数设计

1. 锅炉参数

序号	名称	数值
1	锅炉型式	循环流化床锅炉
2	锅炉蒸发量	35T/H
3	锅炉台数	2 台
4	引风机风量	135000Nm ³ /h
5	排烟温度	150℃
6	粉尘原始浓度	70g/Nm ³
7	年运行时间	8000h

2. 单台炉电除尘器设计要求

序号	名称	数值
1	电除尘器	一台
2	处理风量	135000Nm ³ /h
3	入口温度	140-180℃
4	入口粉尘浓度	70g/Nm ³
5	出口排放粉尘浓度	10mg/Nm ³
6	本体阻力	≤300Pa
7	本体漏风率	≤2 %
8	年平均运行小时数	≥8000h
9	安装条件	室外露天布置

3. 单台炉电除尘器技术性能表

项目	单位	数值
除尘器型号WDJ76-3/1	台	1
除尘器规格	m ²	76
保证效率	%	99.99

集尘总面积	m ²	4118
设计温度	℃	≤150
本体漏风率	%	≤3
本体阻力	Pa	≤300
同极间距	mm	430
室数	个	1
通道数	个	16
进口喇叭	个	1
出口喇叭	个	1
烟气流速	m/s	0.53
驱进速度	cm/s	6
处理烟气时间	s	24.37
比集尘面积	m ² /m ³ /s	98.56
电场数/电场长度	个/m	3/11.7
高宽比		1.5
壳体材料及规格		Q235
壳体设计压力	KPa	-3
灰斗数量及材料	个	3/Q235
集尘极形式及材料		480C/SPCC
集尘极振打形式		侧部仿形锤振打
集尘极振打数量	套	3
三、四、五电场放电极形式及材料		新型RS芒刺线/SPCC
放电极振打形式		侧部仿形锤振打

放电极振打锤数	套	3
噪声	dB	<85
保温面积	套	1
保护层材料、厚度		复合硅酸盐板/60mm
电加热器数量	件	18
电除尘对接地方式和接地电阻值的要求	欧姆	单独接地，≤2欧姆
外形尺寸（长×宽×高）		见图
进出喇叭数量、尺寸（长×宽×高）		见图

4. 第三、四、五电场配套三相高压硅整流变压器

项目	单位	参数	
套高压硅整流设备	型号	GGAj06-0.8A/90KV	
	交流输入电压	V	380
	交流输入电流	A	114.9
	交流输入功率	KVA	75.6
	直流输出电压	kV	90
	直流输出电流	A	0.8
	直流输出功率	KW	72
	数量	套	3
	控制方式	全微机数字式自动控制	
	显示方式	面板液晶显示	
	主要功能	火花跟踪控制	
		最高平均电压控制	
		最佳火花率控制	
间歇脉冲供电控制			
临界火花控制			
	过流、短路、保护功能		
	临界油温报警保护		

		危险油温跳闸保护
		偏励磁保护
		负载短路保护
		负载开路保护
		SCR短路保护
		自检自恢复功能
		安全联锁
		上位机通讯功能
	油浸式或干式	油浸式
	油的种类	25号
	设计温升	40℃
	变压器整流装置的保护	临界油温报警保护，危险油温跳闸保护
	环境设计温度/环境最高温度	40℃/45℃
	技术水平	达到国内先进水平，具体特点见产品说明书与“技术针对措施及WDJ型电除尘器本体和电控技术特点”。

5. 电除尘器低压电控设备

项目		参数
配套低电控设备	型号WXZ-2	
	控制方式	可编程自动控制
	数量	一套
	主要功能	振打控制：可按程序自动、手动调节，频率、周期可调
		加热控制：自动恒温控制、手动控制
		进出口烟温测量显示
		绝缘子保温箱温度显示、报警
		开机自检
		振打器过流、开路等保护
		电加热保护
	电机保护	

		上位机通讯功能
	技术水平	达到国际先进水平
	制造厂家	重庆市喆锦环保工程有限公司
联锁系统	除尘器本体上的所有检修门、人孔门、灰斗检视门及所有通向除尘器高压电气设备的门均与高压电源系统有可靠的联锁手段，以保证人身安全。	

4.4.4.3 电除尘器设计要求

除尘器的进口都应配备多孔板或其他形式的均流装置，以便烟气均匀地流过电场。外壳顶板为双层，外层采用 $\delta 4\text{mm}$ 花纹板，其余顶板和墙板为 Q235 $\delta 6\text{mm}$ 平板。壳体应密封、防雨、壳体设计应尽量避免出现死角或灰尘积聚区。设备顶部考虑排水措施。保温材料采用硅酸盐板，保温层外表面温度不超过 50°C ，金属护板采用彩色压型钢板。在电除尘器的每个电场之间应装有人孔和通道，在除尘器顶部应有检修孔，以便对电极悬吊系统进行检修。凡能够接触到电气装置的一切门和孔盖均应与所涉及的电气装置有安全联锁措施。圆形人孔门直径不小于 $\Phi 600\text{mm}$ ，矩形人孔门不小于 $450\text{mm} \times 600\text{mm}$ 。所有平台设栏杆和护沿，应符合电业安规的有关规定。平台荷载应为 4kN/m^2 ，扶梯荷载应为 2kN/m^2 。平台扶梯的布置应方便运行人员的巡回检查和检修。距壳体 1.5m 处最大噪声级不应超过 85dB 。为了避免烟气短路，灰斗内应装有阻流板，它的下部尽量距排灰口远些，斗壁交角与水平交角应不小于 60° ，以保证灰尘自由流动。

1. 技术性能要求

1) 电除尘器的保证效率应大于： 99.9% 。

- 2) 电除尘器在下列条件下应能达到保证效率：
- 3) 本体阻力应小于300Pa。
- 4) 除尘器本体漏风率应小于3%。
- 5) 烟气温度有10%的裕量；烟气量应有10%的裕量。
- 6) 供方不能以采用烟气调质剂作为性能的保证条件。

2. 除尘器应按下列载荷和危险组合进行强度设计：

- 1) 设计压力-3000--+1000 Pa，瞬态压力-4000--+1500Pa；
- 2) 除尘器荷载（自重、保温层重、附属设备、存灰重等）；
- 3) 地震荷载；
- 4) 风载；
- 5) 检修荷载；

3. 电除尘器应允许在250℃正压运行30min而无损坏。

4. 除尘器应允许在锅炉最低稳燃（30%BMCR不投油助燃，且单套送引风机运行）负荷时运行正常不发生堵塞。

5. 灰斗及排灰口的设计应保证灰能自由流动排出灰斗，电场灰斗的贮存量应按需方提供的除尘器进口最大含尘量下能满足10小时满负荷运行要求。

6. 集尘极和放电极的振打程序间隔均应可调，振打装置应使电极整体产生足够强的法向加速度。

7. 电除尘器阴极线采用新型RS芒刺线。

8. 灰斗详细要求如下：

- 1) 灰斗数量：每台炉新增三电场共设3个灰斗。

2) 每个灰斗的容积为 85m^3 应能满足锅炉MCR条件下10小时的储灰量。

3) 每个灰斗下设一个 $400\text{mm}\times 400\text{mm}$ 出灰口；

4) 灰斗应设有防止灰斗内灰流粘结或结拱的振打装置。

5) 灰斗斜壁与水平面的夹角应不小于 60° ；相邻壁交角的内侧，应做成圆弧型，圆角半径为 200mm ，以保证飞灰自由流动，灰斗焊接必须双面满焊。

6) 灰斗应有良好保温措施，并装设灰斗加热装置，使其加热负荷保持灰斗壁温不低于 120°C ，且要高于烟气露点温度 $5\text{--}10^\circ\text{C}$ ；灰斗采用电加热，应有恒温装置，以保证电加热器安全稳定运行。

7) 每个灰斗上设一个密封性能好的捅灰孔并便于操作。

8) 灰斗材质采用 $\delta 6\text{mm}$ 锰钢板，外部槽钢加筋，保证灰斗有足够强度。

4.4.5 电气部分

需将电源送至供方的低压控制柜及高压控制柜，低压控制柜及高压控制柜之后的所有电仪设备均由供方负责供货及安装调试。

4.4.5.1 整流变压器改造

1. 二相变压器改为三相变压器对比

1) 二相可控硅整流电源

由于以往常规单相电源输出功率较低，使得常规三电场静电

除尘器无法适应新的环保要求，为满足高的环保要求，以往许多厂家普遍采用了增大电除尘器单体体积或增加电场级数等办法，于是出现许多大型四电场和五电场的电除尘器，但这样一来，在提高除尘器收尘效果的同时，也带来很多弊端，例如：三相用电不平衡、功率因数低、初级电网损耗大等问题，造成严重的电网污染，不利于工厂用电和节能。于是人们渴望有一种既能适应更高环保要求又能节能减排的产品。

单相工频可控硅电源加到ZJD所产生的峰值电压比平均电压高25%，极易在ESP电场中触发电火花；电晕电流密度低，在高浓度粉尘的工况下，难以提高前级电场的平均电压电流，影响整体除尘效率，使得电除尘器的出口气体排放难以达标。

2) 三相可控硅整流电源

三相电源采用三相可控硅全控移相调压技术，将三相380V/50Hz电网电源由三组可控硅调压后、经三相变压器升压，在次级整流后并联成一路高压直流信号加到电除尘器电场。由于每台电源设备相对电网都是三相平衡负载，因此无论电场多少，都不会造成三相用电不平衡。

同时单相电源的电源效率约为70%，而三相电源的电源效率达95%；在相同的额定输出功率条件下，三相电源的交流输入电流，约为单相电源的43%，因此能有效地减少线路损耗和无功损耗，有着非常科学的电力应用特点和显著的节能效果，它代表着国内外高压静电除尘用整流设备最先进的技术水平。有如下

几个特点：

三相电源功率因数 $>95\%$ 、电网损耗最小；它能有效地克服当前单相除尘电源功率因数低($<70\%$)、缺相损耗、不平衡供电的弊端。如表下所示：

电源类型	设备规格 (A/KV)	交流输入电压 (V)	交流输入电流 (A)	交流输入功率 (KVA)	直流输出电压 (V)	直流输出电流 (A)	直流输出功率 (KW)
单相	1.0/72	380	271	103	72	1.0	72
三相	1.0/90	380	144	94.78	90	1.0	90

以二相1.0A/72kV与三相1.0A/90kV为例：在同等负荷的情况下，采用单相电源的一次额定电流为：271A，输入功率：103KVA，一路缺相；采用三相电源的每相额定一次电流为：144A，输入功率：94.78KVA，对电网冲击小，无缺相损耗。具有明显的节能和环保作用。

单相的峰值电压比平均电压高25%(如以下波形图、左边为二次电流波形，右边为二次电压波形，虚线表示平均值)；而三相电源的峰值电压与平均电压比较接近。

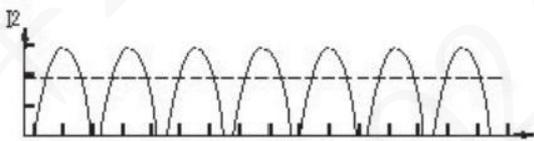


图1(a)、单相二次电流波图

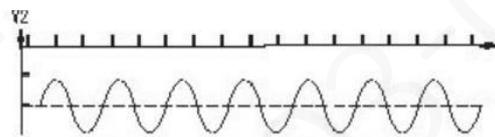


图2(a)、单相二次电压波形图

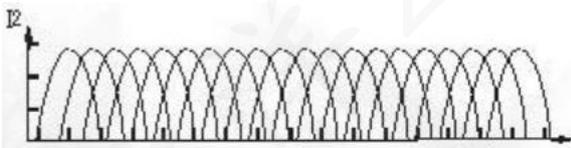


图1(b) 三相二次电流叠加

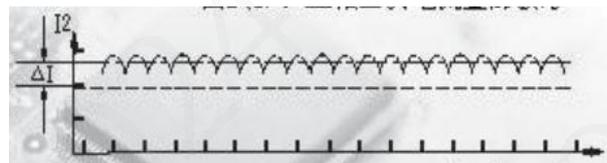


图1(c) 三相二次电流叠加后波形图

可以明显看出，在相同板间距时，在相同的峰值电压的条件下、虚线部分表示的平均值，存在一个 ΔI 和 ΔU 的关系，这就是三相电源所提高的平均二次电压电流、从而，有效提高ESP的除尘效率。

下表是分别采用单相和三相电源，在相同的模拟电场，空载状态下的测试结果：

对于相同的ZJD本体、三相电源能有效提高电场的电晕密度，提高输出功率；因此，对于新设计的本体、可以减少收尘的比面

测量参数	单相电源	三相电源	三相计算公式
一次电流 I_{r1}	125A	110A	
一次电压 V_{Hi}	380V	380V	
输入功率 P_1	47.5kVA	82.4kVA	$P_{\Lambda}=I_{P1} \times V_{F1} \times 1.732$
二次电流 I_{ee}	464mA	895mA	
二次电压 V_{r2}	68kV	88kV	
输出功率 F_2	31.55kW	79.81kW	$P_e=I_{F2} \times V_{r2}$
效率 n	66.4%	95.5%	

积，降低除尘器总重量，减低成本。同时，由于三相电源三相平衡供电，与单相电源相比，从技术和工艺方面，更适合本次静电除尘器改造。

三相电源输出电压平稳，如果设计成正电压输出时，在合理的极配组成的反应器，交直流叠加电源产生的流光，可使各种有害气体起化学反应，生成无害的物质，达到环保的目的。

三相电源二次输出的峰值电压与平均电压接近，波形的脉宽占空比可以自由调节，可以接近纯直流信号加到ZJD。针对高比

电阻粉尘，便于设置任意占空比的间歇脉冲供电方式。在相同工况条件下，能有效提高除尘效率。

整流变压器应为适合户外安装设备，相应配套的高压隔离开关柜亦布置在除尘器顶部。

电除尘器电气设备应能够满足环境工作温度+40℃时正常工作。

每台整流变压器应有由供方提供的一次和二次侧的电流和电压表计。其反馈线应采用金属屏蔽铜芯电缆。

设备在正常运行情况下不应对无线电、电视、电话和其他厂内通讯及二次线等弱电设备产生干扰。

高压输出端在进入电场前应配置高压阻尼元件。

4.4.5.2 电机总体要求

1. 供方在除尘器上所采用的电机均应符合国家标准。
2. 电机上的接线盒应是防雨式的。外壳的防护等级不得低于IP44。
3. 供方所选用的电机型式必须与它所驱动的设备、运行条件、使用环境和维修要求相适应。
4. 电机（具体要求）
 - 1) 在没有征得需方同意的情况下，电机的堵转电流不要超过额定电流的6.5倍，设备的阻力矩不应超过电机的转矩。
 - 2) 电机应全电压起动并应能承受相应的热应力和机械应力。

4.4.5.3 仪表和控制要求

1. 控制盘

供方提供的整流变压器、振打装置、加热装置、灰斗等所需的控制盘、箱、柜防护等级应为IP54；色标按静电除尘器相关规范确定。低压控制柜应采用PLC控制。盘的表面应平整和光滑，从外面看不出明显的焊接迹象及铆钉或螺钉的端头，凡是钢结构必须在油漆前进行表面防锈处理和涂防锈底漆。盘体用钢板厚度不应小于1.5mm。控制盘设计电缆入口处，应留有25%的备用空间，以备以后电缆增加或线路改变。盘中连接电缆用的端子排亦应留有20%的备用量。应提供盘的内部照明，每块盘至少一盏灯，且在门内设置开关。应用门的开闭来自动控制灯的亮灭。盘内散出的热量超过部件允许温度时，应采用机械通风措施，其控制开关应具有启动—停止—自动的选择功能。盘的底部附近应留有足够大小的、有网和过滤器的孔。高低压控制柜要求颜色一致，符合国标、部标，外形统一。控制柜(包括高、低压)进线方式为屏底母线进线，控制柜颜色为浅驼灰色。

高压控制柜外形尺寸为：高×宽×厚=2000×600×600mm，
低压控制柜外形尺寸为：高×宽×厚=2000×800×600mm。电气盘内元件选择应满足短路电流35kA和76kA的动热稳定要求，并设置盘内主母线而且考虑外接电源条件。

2. 控制线路

控制导线应用具有足够载流能力的铜线。导线上应没有损伤或施工时工具留下的痕迹。

电流互感器和断路器的跳闸回路导线截面不应小于 2.5mm^2 ，其他回路所用的导线的截面也不应小于 1mm^2 。导线应为铜导线。所有需要向外引出的设备，供方应提供端子排，且每个引出线的端子只应连接一根外部导线，而供方内部线路与端子排的连接也是每个端子连接一根。导线端子排最好为垂直安装。由于电除尘器周围环境存在有电磁干扰，因此电气控制线路中受干扰影响正常工作的回路应设置电磁屏蔽。控制开关应为旋转式，旋转的方向从前面看应为顺时针。控制开关与选择开关在操作手柄的形状上应有所区别。开关接点通过的连续电流应小于其额定值的80%。

指示灯颜色的应用绿色：电源断开、除尘器停运、阀门全关等；红色：电源闭合、除尘器运转、阀门全开等；绿色灯加红色灯：阀门半开；白色：控制回路电源监视灯。黄色：不正常状态报警（予告）信号系统是对设备发生不正常状态时，要有报警（予告）信号。下列信号是供方必须提供的：

- 1) 动力或控制电源消失；
- 2) 整流变压器或它的自动电压调整器故障；
- 3) 单个或整组振打装置故障；
- 4) 单个或整组加热器故障
- 5) 灰斗灰位在高灰位以上；

4.4.5.4 新增静电除尘器设备配置清单：

序号	设备	规格/型号	单位	数量	备注
一	本体				

1	壳体	Q235	套	1	顶板和墙板为 δ 6mm 平板、顶部外层为 δ 4mm 花纹板
2	进出口喇叭	Q235	套	各1	进口为 δ 8mm 平板、出口为 δ 6mm 平板
3	阴极系统	Q235	套	3	
4	阴极线	RS 芒刺线	M	4752	
5	阳极系统	Q235	套	5	
6	阳极板	480C/SPCC	块	459	
7	灰斗	Q235	个	3	δ 6mm 平板
8	高料位检测器		只	3	
9	本体上楼梯、走道	Q235	套	1	
10	支座		套	1	
11	阴、阳极振打机构		套	(各) 3	
12	振打电机+减速机		套	6	
13	绝缘件. 加热器	1.5kW/380V	套	16	
14	本体保温		套	1	
二	高压控制系统		套	3	
1	高压硅整流控制柜		套	3	
2	高压硅整流变压器	GGAJ06-0.8A/90KV	台	3	
3	高压隔离开关柜		面	3	
4	阻尼电阻		只	3	
三	低压控制系统		套	1	
1	微机型低压控制柜	WXZ-2	面	1	
2	安全连锁系统		套	1	
3	振打现场端子箱		只	2	
4	加热现场端子箱		只	1	
5	灰斗现场端子箱		只	1	
6	测温元件		件	8	
7	电缆、桥架		套	1	

4.4.6 循环冷却水系统

方案采用了冷却塔气动技术、热工技术和新材料技术，这几个彼此独立又相互制约的技术要素进行系统优化，风机工作全压低、处理水量大、能耗低。

4.4.6.1 高效节能的玻璃钢风筒

玻璃钢动能回收型风筒风筒由收缩段、风机工作段、动压回收段三部分组成，气流经淋水填料、收水器后进入收缩段，收缩段的型线能较好地将气流均匀收缩到风机工作段，气流在风机工作段通过风机做功提升到动压回收段，利用气体流场均化理论设计的动压回收段对气流进行导流扩散，使出风筒气流动压损失有效降低。



4.4.6.2 高效节能轴流风机

新型的轴流风机是具有技术优势和工艺特长而开发研制的替代进口产品，采用了航空螺旋桨浆叶设计理论和方法，并吸取国际先进叶型优点设计，风机叶片材质采用高强度环氧玻璃钢，叶片截面翼形采用CA(W)系列，玻纤布采用无碱无捻玻璃纤维布。新型的风机与传统的相比较，在继承了原风机流量大、效率高、噪声低，振动小的优点基础上，突出了可靠性和方便维护的性能，减速器采用两级齿轮传动，齿轮材质采用高强度的高级渗碳钢，齿轮参数选取按照国家标准，强度复算选取使用工况系数等方面在遵守国家标准的同时，借鉴国内外先进经验。齿轮几何尺寸和精度要求严格按国标和借鉴国内外先进经验。



润滑形式，轴承和齿轮的润滑采用甩油有序润滑的结构方式。

风机出厂前经静平衡试验，试验的刚性转子平衡精度取G6.3级。减速

齿轮按8级精度制造，风机连续运行时间大于8000小时。

4.4.6.3 无电耗动力装置 水轮机

水轮机不用电，新建冷却塔运用水轮机技术，可节省新建传统冷却塔所需的电机、电缆及桥架、电控柜、变频器等设备的投资。水轮机主体、叶片可根据用户不同水质采用不同材质，保证设备需要的强度和耐久性。本水轮机主体和叶片均采用不锈钢材料。



4.4.6.4 设计超低飘水损失的收水器

改进型高效加筋160—45形超低飘水损失收水器，按照惯性撞击分离法的原理设计，片距相切的布置形式。当出塔气流夹带水滴通过收水层时，大部分水滴与弧形边撞击分离，产生一次收水效果，另有小部分水滴则继续沿收水器弧形边随气流上升，在收水器弧形边上加阻水筋后，这部分水滴将被截留，从而产生二次收水效果。

测试表明加筋后的收水器，其收水效率达99.999%。以总循环水量计，其飘水损失可将至0.001%以下，比GB标准降低了一个数量级，达到了国际先进水平。

4.4.6.5 高效水气的热交换元件

高效低阻波形使填料具有更大的比表面积，有效延长了水滴在填料段的停留时间，水气热交换更加充分，与目前市场上广泛应用的填料相比，在热工性能相当的前提下，该填料气流阻力约低8~20%；耐高温、耐腐

蚀、化学性能稳定——模块材质以聚丙烯高分子聚合物为主，并添加疏水性、亲水性、阻燃性、耐热性、抗冻性、抗老化性等不同助剂，以适应各种性质的水质和不同处理工艺的要求。使用温度范围为-30~120℃，在60℃以下能耐酸、碱、盐液及多种有机溶剂的腐蚀。且具有较高的机械强度，在水中不会变形。又因其不含可塑剂，故在水中不会分解或溶出有害物质。模块抗压强度较高，在循环水条件下一般不会变形，最大载荷300kg/m²条件下压缩变形不超过8%，且为弹性变形。

4.4.6.6 管式网状回路稳压配水系统

配水管线采用管式网状回路稳压系统，从而保证管路各部分水压均匀，每个喷头流量一致。

塔内进水主管和支管管道采UPVC管，内壁光滑，水流阻力小，可以减少水中污物在管道中的沉淀，配水管采用大管径、低流速设计，系统配水阻力小。

配水管下方装有喷头，保证配水系统最低点均有泻水点，以防止设备停运时管道积水和运行时污物沉淀，避免了配水管道进行人工清洗的麻烦。在浊度小于300ppm非粘性水质中能全天候安全运行。

塔内不同位置喷头的布水流量偏差<5%系统对水力负荷具有较高的适应性，该系统在运行负荷达到130%时仍可正常工作，运行负荷低至70%时整塔布水均匀性不受影响。

三溅式喷头采用ABS塑料材质一次注塑



料成型，强度高，使用寿命长，喷头的几何形状在80℃气温条件下不软化变形。该喷头布水均匀，工作水压低（喷头出口正常工作压仅0.6mH₂O），压力适应范围大，不易堵塞。由于其带有经特殊设计的锁紧防松装置，可使其与布水管连接牢固，不脱落，可保证配水系统长期安全运行。

4.4.6.7 循环冷却水系统增效节能改造配置清单

序号	名称	规格型号	数量	单位	备注
1	超低温冷却塔	SKNT-3000	1	台	非金属框架结构+不锈钢零部件
2	水轮机	SNJ-2500	2	台	整机不锈钢
3	冷却塔外部管道	DN700/DN600	1	套	含阀门、支撑、平台
4	循环水泵	XP70-600	3	台	机械密封
5	水泵电机	YE3-355, 200kw	3	台	含电气控制开关
6	管道、管件阀门	DN700/DN600	6	套	含软连接、法兰、管件

4.4.7 土建基础部分改造方案

本方案SCR脱硝系统为新安装设备，位于锅炉高温段省煤器上方，设备荷载详见基础荷载图，由于原锅炉厂房基础设计荷载没有考虑安装SCR脱硝设备重量，需重新对原有混凝土结构做加固改造，改造主要分为三部分。

1. 对原有锅炉本体承载混凝土基础、立柱横梁加固，提高荷载能力。由于安装现场位置局限，脱硝设备有两根立柱受力于锅炉本体基础横梁上，另外两根立柱需安装在锅炉厂房外墙（厂房属混凝土框架结构），需要对锅炉外墙进行改造，拆除部分墙体

填充物，增加混凝土立柱之间连系梁，提高承载能力。

2. 脱硝设备安装位置高于锅炉厂房顶棚，需对锅炉顶棚做部分拆除土建施工改造，保证设备正常安装。

3. 新建一座超低温冷却塔滑板基础，滑板基础面积450m²，载荷100吨。

第五章 环境保护

5.1 施工期环境影响及保护措施

本项目施工期会产生一定的噪声污染和扬尘，同时会排放一定的废水、废气和建筑垃圾等。

5.1.1 施工期环境影响分析

本项目建设施工过程中主要污染因素有：

1. 噪声：主要为施工机械产生的噪声；
2. 废气：土建施工、材料堆置、汽车运输等产生的扬尘；
3. 废水：砂石料冲洗废水、混凝土养护废水、施工机械设备和车辆的冲洗废水。施工人员排放的生活污水；
4. 固体废物：主要为施工弃土及建筑垃圾。

5.1.2 施工期环境保护措施

1. 建设施工期的噪声主要来自施工机械和运输车辆，诸如轧路机、铲平机、推土机、挖土机、搅拌机、建筑机械及运输车辆，其产生的噪声会在一定范围内污染声环境。对此，在建筑施工期间向周围排放噪声必须按照《中华人民共和国环境噪声污染防治

法》规定，严格按《建筑施工场界环境噪声排放标准》进行控制。施工期高噪声设备应合理安排施工时间，夜间禁止使用高噪声机械设备，杜绝深夜施工噪声扰民。另外，对施工场地平面布局时应将施工机械产噪设备尽量置于场地中央，进行合理布设，减少施工噪声对民众的污染影响。对因生产工艺要求和其它特殊需要，确需在夜间进行超过噪声标准施工的，施工前建设单位应向有关部门申请，经批准后方可进行夜间施工。

2. 施工期扬尘污染是短期的。建议设备应有良好的除尘密封装置；对施工中道路采取洒水降尘措施以减少施工车辆运输产生的扬尘；加强现场施工人员的劳动保护。

3. 本项目在建设过程中产生的建筑垃圾主要有开挖土地产生的土方、建材损耗产生的垃圾等，包括砂土、石块、水泥、碎木料、锯木屑、废金属、钢筋、铁丝等杂物。需按建筑垃圾有关管理要求及时清运出场并进行填埋等处置或用作施工场地内的回填。施工人员产生的生活垃圾应实行袋装化集中于垃圾箱及时清运。

5.2 运营期环境保护措施

1. 废气

本项目自身就是烟气技术改造项目，技改后SO₂脱除量降到 $\leq 35\text{mg}/\text{m}^3$ ，脱硝氮氧化物减排降到 $\leq 50\text{mg}/\text{m}^3$ ，颗粒物降到 $\leq 10\text{mg}/\text{m}^3$ 。

2. 废水

本项目优化工艺水系统的设计，节约用水。生产废水主要是设备、管道及箱罐的冲洗水和设备的冷却水、密封水，将回收至集水坑或浆池循环利用。生活污水经污水处理场处理后达标排放。

3. 固体废物

固体废物主要脱硫剂废石膏，可以作为建材回收利用。生活垃圾由环卫部门统一清运。废SCR催化剂作为可再利用价值极高的二次资源，由催化剂厂家回收处理。

4. 噪声

本工程产生的噪声主要为由于机械的撞击、磨擦、转动等而引起的机械性噪声以及由于气流的起伏运动或气动力引起的空气动力性噪声。为了改善操作环境，在设备选型上选用低噪音设备，并采取适当的降噪措施，如机组基础设置衬垫，使之与建筑结构隔开；风机的进出口装消音器；设备布置时远离行政办公区和生活区设置隔音机房；操作间作吸音、隔音处理；厂区周围及高噪音车间周围种植降噪植物，采取这些措施后，噪音可达《工业企业厂界环境噪声排放标准》中的II类要求。

5.3 环境影响评价

本项目在项目设计、建设和生产经营中贯彻可持续发展战略，采取有效的防治和综合利用措施，做到废物的减量化、无害化、资源化、产业化和社会化，其污染物的排放均可达到国家标准的规定，符合环保要求。本技改项目主要目的就是减少二氧化

硫排放，实现脱硝产生与空气成份相同的氮气与水蒸汽，对环境无二次污染，不产生二次污染。工程投运后，全年减少二氧化硫、颗粒物和氮氧化物排放量，可以有效改善区域大气环境，提高职工及居民的生活环境质量。该项目建设过程中产生少量的固废、噪音和污水，从生产状况分析对周围环境基本无影响。项目建成后，可以通过加强绿化建设，使得区域内的植被覆盖率有所增加，改善该区域的自然环境。

在该项目建设过程中，应严格遵守环保设施与主体工程“三同时”的原则，搞好环保设施的设计、施工和投产；在生产线上投产后加强对环保设施的管理，确保环保设施的正常运行，发挥其应有的效能，则本工程投产后不会对区域的环境质量产生明显的不良影响。因此，从环保角度看，本项目可行。

第六章 安全卫生

6.1 生产过程中的不安全因素和职业危害

1. 电伤：治理系统设备由于雷电或接地不良所造成的损坏并给工作人员带来的伤害，电气设备由于工作人员的误操作及保护不当而给人员带来的伤害。

2. 治理系统中有风机、水泵、输送机等机械设备。在运行和检修过程中如果操作不当设备布置不合理有可能给工作人员造成伤害。

3. 钢平台及楼梯施工不当造成的人员滑倒，高处作业不当的

跌倒等。

4. 粉尘浓度过高可能引起操作人员的呼吸系统疾病等。

5. 机械设备发出噪音可能对操作人员的听力、身心产生不良影响。

6. 烟气含有 SO_2 、 SO_3 、 HCl 、 HF 、 CO_2 等有毒、腐蚀性介质，如果操作人员吸入含有上述有毒物质的烟气，轻者可能引起咳嗽、呼吸系统粘膜溃烂，重者呼吸困难、甚至死亡。

7. 治理系统浆液含有腐蚀性物质。如果浆液喷溅到人体上，可能对人体造成危害。

8. 治理装置设有吸收塔排水坑、沟，虽然都设有盖板，但在检修、维护期间操作检修人员有可能不慎跌落的可能。因此，脱硫系统的池、坑、沟都是对人体产生危害的潜在因素。

6.2安全卫生设施、职业危害的防范和治理措施

6.2.1 防电伤害措施

1. 为保证人身安全和设备在正常和事故的情况下的安全，所有用电设备的不带电金属外壳均采用接地保护。手持电动工具和照明灯具，采用安全电压（24V），并设有漏电保护装置。公用电力母线及焊接电力母线均采用安全式插接式母线。在产生静电的部位装设有静电消除装置。装置考虑防雷，电气设备选用防爆类型设备。

2. 电气设备应采取必要的机械电气联锁装置以防止误操作。

3. 电气设备设计严格按照带电部分最少安全净距执行。在高

压电气设备的周围按规定设置栅栏或屏蔽装置。

4. 电气设备选用有五防设施的设备，配电室要严格执行工作票制度。

6.2.2 防机械伤害等措施

1. 所有机械外露传动部件均应加装防护装置或采取其他防护措施。

2. 设备布置上要有足够的检修场地。

3. 所有钢平台及楼梯要采用花纹钢板或格栅板，以防工作人员滑倒。

4. 在楼梯孔平台等处周围设置保护围栏，以防高处跌伤。

5. 在循环池旁边加警示标语或护栏或加盖，防止人员跌落。

6. 为了减轻噪声对工人的身体健康造成的影响，在设备订货时，向厂家提出限制设备噪声的要求，将设备噪声控制在允许范围之内。工人的工作场所采取必要的噪声防治措施，以保护工作人员的身体健

6.2.3 其它安全卫生措施

1. 装置区设水龙头和洗眼器等劳保设施，万一身体和眼睛接触物料时，及时用流动清水彻底冲洗。

2. 车间内设有应急照明，防范突然停电造成事故。

3. 为了确保企业生产的正常有序进行，本工程设置安防系统（电视监控系统）。

4. 车间内按有关卫生标准规范设有更衣室、淋浴室、卫生间、

休息室等，并设有紧急医疗设施。

5. 车间内采光、通讯、照明、防暑降温、采暖等均按有关工业卫生标准要求设计。

6.3 预期效果及评价

本项目坚决贯彻“安全第一、预防为主”和劳动安全“三同时”的方针，劳动安全卫生设施与生产装置同时设计、同时施工、同时投产的三同时。使操作人员在生产中的安全、卫生、健康条件得到保证，设计中生产装置和其它建筑物之间要有安全保护距离。所有转动设备，按照安全生产要求，根据实际情况考虑加安全防护罩等安全措施。

第七章 消 防

7.1 设计依据

- 1、《工厂安全卫生规程》
- 2、《建筑设计防火规范》（GB50016-2014）2018 年版
- 3、《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）
- 4、《火灾自动报警系统设计规范》（GB50116-2013）
- 5、《生产过程安全卫生要求总则》（GB12801-2008）
- 6、《电气设备安全设计导则》（GBT25295-2010）
- 7、《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》
(GB50058-2014)

7.2 消防设计

7.2.1 消防给水

由于本工程属附属配套工程，消防给水系统利用原有，不新增消防供水。

7.2.2 消防通道设计

在总体布局中，厂区主要道路全部为互通的环形道路、交叉路口最小转弯半径为6m，辅助性建筑物的防火间距不小于 9m。建构物在平面布置上严格执行国家消防规范的有关规定合理布置防火间距。本项目利用原有消防信道，不需改动。

7.2.3 电气消防设计

本项目不新增建筑物，高度大于 15 米的构筑物设防雷接地装置，混凝土柱内钢筋作引下线，大型设备基础内钢筋作接地体，接地电阻不大于10 欧姆。金属设备、工艺管道、栏杆与防雷引下线连成电气通路。

7.2.4 防火、防爆

车间的火灾危险性分类、耐火等级的划分，按《建筑设计防火规范》的规定执行，按现行消防规范设置消防设施。本项目消火栓利用现有的设置，控制室新增灭火器。

第八章 节能评价

8.1 编制依据

为贯彻国家颁布的《节能法》，同时保持能源、环境与经济

的协调发展，本项目将采取具体措施，合理利用和节约能源。

8.1.1 节能原则

能源消耗于项目建设和运营过程中的每一步骤，它涉及治理设备及配套的变压器、空调、电源等设备的运行，在工程设计中制定各专业设计方案时，应遵守以下原则：

1. 认真贯彻国家和行业节能规范，做到合理利用和节约使用能源。
2. 引进先进的节能新工艺、新技术、新设备。
3. 设置能源检测仪表，加强企业对能源的计量和管理。

8.1.2 节能编制依据

1. 《中华人民共和国节约能源法》；
2. 《中华人民共和国清洁生产促进法》；
3. 《中国节能技术政策大纲》（国家发改委，科技部 2006年12月）；
4. 《国家鼓励发展的资源节约综合利用和环境保护技术》（国家发改委 2005年65号）；
5. 《节电技术经济效益计算与评价方法》（GB/T13471-2008）；
6. 《固定资产投资项目节能审查办法》（2023年第2号令）；
7. 《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2015）；
8. 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》（GB50242-2002）；
9. 《通风与空调工程施工质量验收规程》（GB50243-2002）；

10. 《建筑节能工程施工验收规范》(GB50411-2007)。

8.2 节能措施

1. 供电采用功率因素自动补偿装置提高功率因素,减少电能损耗;
2. 选用节能电器,合理选定照明亮度和确定合理的照明高度,节约用电;
3. 选用节能变压器;
4. 用节水卫生器具

第九章 投资估算与资金筹措

9.1 投资估算依据

1. 《建设项目经济评价方法与参数》(第三版)。
2. 建筑工程:参考当地类似工程造价指南,结合本项目具体特点采用市场法和经验法进行估算。按国家能源局发布的《火力发电工程建设预算编制与计算规定》进行项目划分,并计取各项费用。
3. 设备购置及安装工程:专业设备参照同类项目设备的近期价格,通用设备价格选用生产厂家近期的设备出厂价,非标设备价格参照非标设备制造厂家同类设备费用计算,安装费结合项目装备水平及本项目实际情况采用市场法和经验法进行估算。
4. 建设单位提供的相关数据。

9.2 项目总投资估算

项目总投资2150万元，其中：

1. 工程费用1898 万元， 占总投资的88.3%；
2. 工程建设其他费用 164万元， 占总投资的7.7%；
3. 基本预备费 88万元， 占总投资的4%。

序号	工程和费用名称	建筑工 程费	安装工程 (万元)	设备及工器具 购置(万元)	其他费用 (万元)	合计(万 元)
一	工程费用	120	132	1280		1898
1	SCR脱硝系统减排改造	100	50	530		680
2	脱硫系统减排改造		20	160		180
3	静电除尘器减排改造		62	590		652
4	循环冷却水系统增效节能改造	22	38.5	325.5		386
二	工程建设其他费用				164	164
1	建设单位管理费				34.02	34.02
2	建设工程监理费				7	7
3	建设项目的咨询费				5	5
4	工程设计费				70	70
5	工程造价咨询服务费				5	5
6	环境影响咨询服务费				10	10
7	施工图审查费				5	5
8	场地准备费及临时设施费(工程 费用×0.5%)				7.56	7.56
9	联合试运转费(设备费)×1%				15.12	15.12
10	招标代理服务费等				5.3	5.3
三	基本预备费				88	88
四	项目总投资	122	170.5	1605.5	252	2150

9.3 资金来源及资金筹措

本项目总投资共 2150万元，资金来源：企业自筹。

9.4 项目投资计划及工期安排

9.4.1 项目投资计划

项目总投资2150万元，分两期实施。

2024年实施第一期，投资932万元，对1#锅炉实施烟气减排技术改造。内容包含1#锅炉增加一套SCR脱硝系统，工程费用340万元；更新1#静电除尘器三个电场，工程费用326万元；1#脱硫系统增加一层喷淋系统，更新一层金属丝网除雾器，工程费用90万元；第一期工程建设其他费用176万元。

2025年实施第二期工程，投资1218万元，对2#锅炉实施烟气减排技术改造和循环冷却水系统节能增效技术改造。内容包含2#锅炉增加一套SCR脱硝系统，工程费用340万元；更新2#静电除尘器三个电场，工程费用326万元；2#脱硫系统增加一层喷淋系统，更新一层金属丝网除雾器，工程费用90万元；增加一套循环冷却水增效节能系统，工程费用386万元；第二期工程建设其他费用76万元。

9.4.2 项目工期计划

1#锅炉节能减排技术改造进度计划表

序号	项目内容	时间	工期（天）	备注
1	初设及施工设计招标，合同签订	2024.02.1~2024.02.29	29	
2	初设设计	2024.03.1~2024.03.131	31	
3	工程招标、合同签订	2024.04.1~2024.04.30	30	
4	工程准备、非标件制作及工程现场施工	2024.05.1~2024.07.31	92	
5	调试运行	2024.08.01~2024.8.31	31	
6	工程竣工验收	2024.09.01~2024.12.31		

说明：1. 工程前期准备工作计划4个月（包括招标、设计、土建施工、工程设备物资准备），
安装改造工程施工计划时间3个月。

2. 土建施工提前实施，保证在2024年3月底完成。

2#锅炉节能减排技术改造进度计划表

序号	项目内容	时间	工期（天）	备注
1	工程招标、合同签订	2025.11.1~2025.11.31	31	
2	工程准备及非标件	2025.12.1~2026.12.31	30	
3	工程现场施工	2026.01.1~2026.03.31	90	
4	调试运行	2026.04.1~2026.04.30	30	
5	工程竣工验收	2026.05.01~2026.05.31		

说明：根据达州市生态环境局文件要求，2025年底需完成锅炉改造，2#锅炉可运行至2025年底，因此，2#锅炉节能减排技术改造工作必须于2025年底启动，2026年开始正式实施改造。

9.4.3 节能减排技术改造配置以及工程量清单

1. 单台锅炉 SCR脱硝系统减排改造工程投资估算明细表

脱硝系统改造工程费用340万元							
序号	设备名称	规格型号	材质、规格	单位	数量	总价(万元)	备注
一 反应器及烟道 (120万元)							
1	膨胀节		Q345	只	2	3	压力-4KPa, 温度最高 450℃
2	进口烟道	δ 8mm	Q345	套	1	20	
3	出口烟道	δ 8mm	Q345	套	1	6	
4	反应器本体	δ 8mm	Q345	套	1	60	
5	钢支架		Q235	套	1	15	
6	内部支撑与导流板		Q345	套	1	12	
7	积灰漏斗	δ 8mm	Q345	只	1	4	
二 催化剂及吊装 (75万元)							
1	催化剂		复合特种材料	m3	26	70	平板式, 7.3 孔
2	起吊装置	3t, 40m	组合件	套	1	3	
3	雨棚			套	1	2	
三 吹灰系统 (15万元)							
1	声波吹灰器	频率75Hz; 声压级: 147dB; 含球阀、过滤器、电磁阀组(220V电源)、配套管接头。	碳钢	套	4	14	
2	气包			套	1	1	
四 喷射系统 (20万元)							
1	尿素溶液喷射系统		304不锈钢	套	2	7	含尿素溶液输送泵
2	压缩空气喷射系统		304不锈钢	套	2	3	
3	喷射格栅装置		304不锈钢	套	1	2	

4	管道、阀门		304不锈钢	批	1	8	
五	保温（10万元）						
1	保温外护板	彩钢板	碳钢	套	1	4	
2	保温材料	复合硅酸盐		套	1	6	
六	电气仪控清单（10万元）						
1	低压配电柜	2000×800×800		台	1	4.5	
2	现场操作箱	650×500×220		台	2	0.5	
3	电缆、桥架			套	1	5	
七	其它（90万元）						
1	改造施工费			项	1	25	
2	吊车费			项	1	15	
3	土建基础			项	2	50	

2. 单台锅炉脱硫系统减排改造工程投资估算明细表

脱硫系统改造工程费用90万元							
序号	名称	规格	材质	数量	单位	总价(万元)	备注
一	喷淋系统（50万元）						
1	喷淋层管道	DN200、DN150、DN50	316L	1	套	23	含喷嘴
2	喷淋层支架		316L	1	套	10	
3	喷淋层检修口	DN600	316L	1	套	0.5	
4	脱硫泵	150DT-B55(51)-6-110KW,流量:500m3扬程:40m		1	套	12	
5	喷淋主管道	DN200	PPH	30	米	2.5	
6	楼梯、平台、栏杆			1	套	2	
二	除雾系统（5万元）						
7	不锈钢丝网除雾器	Φ4500, H=150mm		1	套	3.5	
8	除雾器格栅板	48×48mm	316L	16	m ²	1.5	
三	电气控制（20万元）						

9	控制柜			1	套	5	
10	电缆、桥架			套	1	15	
四	其它（15万元）						
11	改造施工费			1	项	10	
12	吊车费			1	项	5	

3. 单台锅炉除尘系统减排改造工程投资估算明细表

除尘系统改造工程费用326万元						
序号	设备	规格/型号	单位	数量	总价(万元)	备注
一	本体（210万元）					
1	壳体	Q235	套	1	35	顶板和墙板为 δ 6mm平板、顶部外层为 δ 4mm花纹板
2	进出口喇叭	Q235	套	各1	18	进口为 δ 8mm平板、出口为 δ 6mm平板
3	阴极系统	Q235	套	3	10	
4	阴极线	RS芒刺线	M	4752	40	
5	阳极系统	Q235	套	5	10	
6	阳极板	480C/SPCC	块	459	55	
7	灰斗	Q235	个	3	10	δ 6mm平板
8	高料位检测器		只	3	1	
9	本体上楼梯、走道	Q235	套	1	2	
10	支座		套	1	1	
11	阴、阳极振打机构		套	(各) 3	14	
12	振打电机+减速机		套	6	3	
13	绝缘件、加热器	1.5kW/380V	套	16	3	
14	本体保温		套	1	8	
二	高压控制系统（40万元）					
1	高压硅整流控制柜		套	3	9	
2	高压硅整流变压器		台	3	30	
3	高压隔离开关柜		面	3	0.9	
4	阻尼电阻		只	3	0.1	
三	低压控制系统（30万元）					
1	微型机低压控制柜		面	1	6	

2	安全连锁系统		套	1	0.4	
3	振打现场端子箱		只	2	0.4	
4	加热现场端子箱		只	1	0.2	
5	灰斗现场端子箱		只	1	0.2	
6	测温元件		件	8	0.8	
7	电缆、桥架		套	1	22	
四	其它（46万元）					
1	撤除原3个电场除尘器撤除费		项	1	6	
2	改造施工费		项	1	25	
3	吊车费		项	1	15	

4. 第一期工程建设其他费用明细表

建筑工程及工程建设其他费用176万元					
序号	项目	单位	数量	费用（万元）	备注
一	工程建设其他费用（132.14）				
1	建设单位管理费	套	1	17	
2	建设工程监理费	套	1	3.5	
3	建设项目前期工作咨询费	套	1	5	
4	工程设计费	套	2	70	
5	工程造价咨询服务费	套	1	5	
6	环境影响咨询服务费	套	1	10	
7	施工图审查费	套	1	5	
8	场地准备费及临时设施费（工程费用×0.5%）	套	1	3.7	
9	联合试运转费（设备费）×1%	套	1	7.6	
10	招标代理服务费	套	1	5.3	
二	基本预备费			44	

5. 循环冷却水系统增效节能改造项目投资估算明细表(第二期工程项目)

循环冷却水系统增效节能改造工程费用386万元						
序号	名称	规格型号	数量	单位	金额(元)	备注
一	超低温冷却塔(215万元)					
1	超低温冷却塔	SKNT-3000	1	台	176	非金属框架结构+不锈钢零部件
2	水轮机	SNJ-2500	2	台	39	整机不锈钢
二	回水主管与新建塔外部管道(38.5万元)					
1	冷却塔外部管道	DN700/DN600	1	套	38.5	含阀门、支撑、平台
三	扩容循环水泵(72万元)					
1	循环水泵	XP70-600	3	台	32	机械密封
2	水泵电机	YE3-355, 200kw	3	台	20	含电气控制开关
3	管道、管件阀门	DN700/DN600	6	套	20	含软连接、法兰、管件
四	其它(60.5万元)					
1	改造施工费		3	项	38.5	
2	土建基础	450m ² 滑板基础	1	项	22	载荷100吨

6. 第二期工程建设其他费用明细表

建筑工程及工程建设其他费用76万元					
序号	项目	单位	数量	费用(万元)	备注
一	工程建设其他费用(32)				
1	建设单位管理费	套	1	17	
2	建设工程监理费	套	1	3.5	

3	建设前期工作咨询费				
4	工程设计费				
5	工程造价咨询服务费				
6	环境影响咨询服务费				
7	施工图审查费	套			
8	场地准备费及临时设施费(工程费用 ×0.5%)	套	1	4	
9	联合试运转费 (设备费)×1%	套	1	7.5	
10	招标代理服务费	套			
二	基本预备费			44	

第十章 项目评价

10.1 基础数据

10.1.1 编制依据

1. 《中华人民共和国环境保护税法》
2. 《建设项目经济评价方法与参数》（第三版）
3. 原辅材料、电力按现行市场价格

10.1.2 编制原则

1. 内容及深度应能满足国家对审批项目可行性研究报告的要求，尽可能作出全面、详细、完整的评价。
2. 编制基础是在确定设计规模的基础上，按照设计方案的布置进行计算。
3. 编制方法是对各种经济因素进行调查、研究、预测、计算及论证，运用定量分析与定性分析相结合进行。

4. 参数按《建设项目经济评价方法与参数》（2006年）之规定选取。

5. 在计算期内各年使用同一价格，即财务评价使用现行价格。

10.1.3 编制目的和方式

本项目设计内容属于非赢利生产环保设施，其建设主要目的是改善环境，发挥环境效益和社会效益。此类型项目一般不做财务盈利能力分析，其财务分析重点考察项目的可持续性。

财务分析考察建设该项目对工厂利润的影响，了解该环保设施对工厂的经济影响很有必要，如果该设施对工厂赢利情况影响小，间接说明该设施在经济方面可行；如果该设施的建设使工厂赢利水平有很大下降，导致企业亏损的情况，建设该项目将存在一定问题。

10.1.4 基础数据

1. 本项目建成后，在现有达标基础上每年还可减少大量污染物排放，削减烟尘量为18.14t/a，削减SO₂ 为102.6t/a，削减NO_x 为143.64t/a。

2. 按照新要求NO_x全年排放总量不超过220吨，即当排放总量达到220吨后就不允许锅炉运行发电，本项目建成后，NO_x全年排放总量将不超过108吨，将不会影响锅炉运行发电生产。

3. 新建一台3000m³/h超低温玻璃钢框架结构水轮机冷却塔，设计采用2台水轮风机+1台电动风机，夏季可降低循环水温降低

10度，机组运行效率提升5%（根据测算水温下降2度，机组效率可提升1%），不增加成本的基础上夏季7-10月可多发电约160万度，减少下网。

4. 本工程完成后，不新增员工，因此，不再计算职工工资及附加。

10.2 经济效益分析

本工程一是通过减少污染物排放，减少企业应交环境保护税，从而产生间接经济效益；二是通过节能增效提高机组运行效率，在夏季7-10月可提高机组带负荷能力，从而减少下网。

10.2.1 项目投资

项目投资概算2150万元，项目实施后可申报省级工业发展专项资金补助。

10.2.2 税收优惠

10.2.2.1 增值税优惠

项目实施后，电厂发电可以享受电力增值税即征即退减半政策，我厂电力增值税年缴纳约150万元，项目实施后可减免增值税75万元；

10.2.2.2 环境保护税优惠

污染物当量数值计算表

序号	污染物	减排量 (kg)	污染物当量值 (kg)	减排污染当量数
1	粉尘	18140	2.18	8321.1
2	二氧化硫	143640	0.95	151200
3	氮氧化物	102600	0.95	108000

4	合计		267521.1
---	----	--	----------

项目实施后年减少上缴环境保护税104.33万元

减排污当量数=减排量÷污染物当量值

年减少上缴环境保护税=减排污染当量数×具体适用税额
=267521.1×3.9元=104.33万元

注：根据《关于〈四川省大气污染物和水污染物环境保护适用税额的决定（草案）〉》，四川省适用税额拟定为：应税大气污染物每污染当量税额3.9元。

10.2.3 项目运营成本费用估算

10.2.3.1 电力消耗

1.改造前主要电力消耗：659.68万kwh，电价0.65元/kwh，则电费为428万元/年。

脱硫：110KW循环泵4台、30KW排浆泵2台，30KW冲洗水泵2台，总用电量为 $110 \times 4 \times 8000 + 30 \times 2 \times 8000 \times 0.6 = 380.8$ 万kwh。

静电除尘：6个电场，电场功率83KW，实际功率约为70%，总用电量为 $83 \times 6 \times 0.7 \times 8000 = 278.88$ 万kwh。

2.改造后主要电力消耗：712万kwh，电价0.65元/kwh，则电费为462.8万元/年。

脱硫：新增两台130KW循环泵，实际功率达90%，增加用电量为 $260 \times 8000 \times 0.9 = 187.2$ 万度。

静电除尘：6个电场，电场功率75KW，实际运行功率只需达到40%，年总耗电为 $75 \times 6 \times 0.4 \times 8000 = 144$ 万kwh

10.2.4.2 原材料费用

尿素：改造前每年用量390t，测算尿素单耗为46kg/万kwh，费用按3200元/t计算，则成本费用为124.8万元。

改造后 $\text{NO}_x \leq 50\text{mg}/\text{m}^3$ ，通过计算尿素单耗要达到要达到56kg/万kwh，则每年用量474t，费用按3200元/t计算，则成本费用为151.68万元。

石灰：改造前每年用量1368t，测算石灰单耗为165kg/万kwh，费用按800元/t计算，则成本费用为109.44万元。

改造后 $\text{SO}_2 \leq 35\text{mg}/\text{m}^3$ ，通过计算石灰单耗要达到要达到183kg/万kwh，每年用量约1517t，费用按800元/t计算，则成本费用为121.36万元。

催化剂：改造后每台锅炉新增 V_2O_5 催化剂 26m^3 ，国产催化剂4万元/ m^3 ，催化剂运行周期3年，两台锅炉增加运行费用70万元/年。

10.2.3.3 折旧费

项目总投资2150万元，实施后按照20年折旧，年折旧额107.5万元。

10.2.3.4 节能增效

由于夏季高温季节循环水温度高，机组带负荷能力差，为保证铁山片区正常供电，需大量下网，通过实施超低温机冷塔改造，夏季机组带负荷能力可提升5%，两台机组按照额定负荷1.2M瓦/小时提高5%计算，夏季7-10月四个月可减少下网 $1.2 \times 120 \times 24$

$\times 0.05=172.8$ 万kwh，去除检修时间10天， $10 \times 1.2=12$ 万kwh，共可减少下网电量160万kwh，按照0.65元/度计算，可节约下网费用104万元。

10.2.3.5 项目运营增加成本

改造后大气污染物处理设施运营总成本增加费用
(462.8-428) + (151.68-124.8) + (121.36-109.44)
+107.5+70-104=147.1万元/年。

10.2.4 财务盈利能力分析

本项目为四川川煤华荣能源有限责任公司渡市选煤发电厂配套设施，属于非盈利能力项目，故无需做盈利能力分析，只需对项目可持续性进行分析。本项目财务分析重点考察其财务可持续性及其对公司现有生产情况的影响。

根据前文估算，新增加的运营成本147.1万元，税收优惠总额179.33万元，增加的运营成本被税收优惠抵消，不会造成企业亏损。该项目是企业绿色发展的必经之路，不会对企业日常运营造成太大影响，其经济效益不明显但其环保效益不可估量，是保护地方环境，实现企业长久环保运营的需要。

10.3 社会效益分析

1. 随着项目的实施可以促进相关行业发展

该项目建设将带动本地区的建材业、交通运输业、建筑业和商业服务业的进一步发展，间接为社会提供更多的就业机会。

2. 项目的建设可以有利于改善当地生活环境

该项目的建设不但可以为项目区提高居住环境质量，增强人口集聚能力，同时有利于打造和谐宜居城市的对外形象。对促进经济和社会各项事业发展都具有重要的作用。

10.4 环境效益分析

国家历来重视燃煤电厂污染物排放所造成的环境污染问题，环保法规对火电厂SO₂和NO_x排放限制越来越严格。但是目前，总体上大气污染物浓度仍处于较高的水平，酸雨、细颗粒污染和臭氧污染等大气污染已逐步演变为复合型区域性污染，大气环境形势非常严峻，成为制约我国经济可持续发展的重要瓶颈问题之一。本工程项目进一步完善了烟尘系统回收治理设施，确保排放烟气稳定地达到国家标准的要求。改善周围大气环境质量。对于项目区，由于本项目的实施，减少了环境污染，其带来的环境效益是巨大的。

超低排放深度改造完成后各项指标排放浓度满足SO₂≤35mg/m³，NO_x≤50mg/m³，颗粒物≤10mg/m³的环保要求。以自行检测结果为现有实际排放情况，现有排放量以及超低排放改造后具体减排量如下表，其中在检测过程中企业除尘设备进行压力测试五个电厂全负荷运行且2#炉进行工况调整，颗粒物排放为分别10.8mg/m³和3mg/m³，不能代表全年实际排放结果，根据实际情况以及经验测算，以目前常规生产工况以及治理工况下两台锅炉的颗粒物平均浓度约为18.4mg/m³左右。

污染物	风量 (m ³ /h)	1#炉排放浓度 (mg/m ³)	2#炉排放浓度 (mg/m ³)	1#炉全年减排量 (t/a)	2#炉全年减排量 (t/a)	合计全年减排总量 (t/a)

二氧化硫	135000	88	77	57.24t/a	45.36t/a	102.6t/a
氮氧化物	135000	97	136	50.76t/a	92.88t/a	143.64t/a
颗粒物	135000	18.4	18.4	9.07t/a	9.07t/a	18.14t/a

综上所述，通过本次节能减排技术改造后，可实现全方位减排。项目有效地改善环境质量，减少对当地区域大气环境的污染，对提高居民的生活质量、改善地区的投资环境和促进人民的安定团结都有着积极的意义，有着相当的环境、经济和社会价值，同时可以提高企业的可持续发展能力和竞争实力。

第十一章 结 论

经过规模论证和方案论证，本可行性研究报告作出如下结论：

1. 本项目属于烟尘处理项目，也属于环保治理，具有减少污染物排放综合功效，是很好的清洁生产项目，该项目具有较好的环境效益和社会效益，对保护环境、实施可持续发展具有较大的意义。

2. 项目符合公司发展的要求，符合国家和地方产业政策和规划，建设目标明确具体，建设条件优越，拟选场址位于现有厂区内，具有交通方便、公用设施便利等优点。

3. 工程建设总投资2150万元，项目投资结构合理，建设规模适宜，由于项目分两次实施，资金筹措难度不大。