

陕西黑猫焦化股份有限公司焦炉烟气
干法脱硫改造项目设备设施
竣工环保验收报告

建设单位： 陕西黑猫焦化股份有限公司

编制单位： 陕西博远环宇检测服务有限公司

二〇二三年三月

建设单位法人代表：

编制单位法人代表：

项 目 负 责 人：

报 告 编 制 人：

建设单位：陕西黑猫焦化股份有限公司

电话：0913-5326901

传真：/

邮编：715403

地址：陕西省韩城市煤化工业园

编制单位：陕西博远环宇检测服务有限公司

电话：0913-5301882

传真：/

邮编：715400

地址：陕西省韩城市高新区阳山庄实业
标准化厂房项目4号厂房（四层）

目 录

一、项目概况	2
二、验收依据	3
2.1 相关法律、法规	3
2.2 执行排放标准	3
三、建设改造内容	4
3.1 地理位置与平面布置	4
3.2 建设内容	4
3.3 主要设备	8
3.4 原辅材料消耗	11
3.5 干法脱硫除尘系统	11
3.6 钠基干法脱硫工艺技术特点	13
四、项目污染物治理措施	14
4.1 废气排放治理设施	14
4.2 规范化排污口	15
五、验收监测质量保及质量控制	19
5.1 监测分析方法	19
5.2 人员能力	19
5.3 验收监测分析过程中的质量保证和质量控制	19
六、验收监测	20
6.1 监测内容	20
6.2 验收监测期间生产工况记录	20
6.3 有组织排放废气监测结果	21
七、验收监测结论	27
7.1 污染物排放监测结果	27
7.2 验收监测总结论	27

附件 1 环境影响登记表

附件 2 干法脱硫技术协议

附件 3 备案确认书

附件 4 验收监测报告

附件 5 原湿法脱硫项目验收报告

附件 6 原湿法脱硫项目环评批复

附件 7 干法脱硫运行管理制度

附图 1 项目地理位置图

附图 2 厂区平面布置图

一、项目概况

陕西黑猫焦化股份有限公司（以下简称“黑猫焦化”）成立于 2003 年 11 月，位于陕西省韩城市煤化工业园，陕西黑猫焦化股份有限公司陕西黑猫制造部焦化分厂现有 2×72 孔 4.3 米捣固焦炉两台，共计 2 个烟囱。原建有“SCR 中高温脱硝+余热回收+引风机+氨法脱硫”烟气处理净化环保设施。根据韩城市生态环境局《关于陕西黑猫焦化股份有限公司等 3 家焦化企业实施焦炉烟气干法脱硫改造的通知》要求，需新建焦炉烟气干法脱硫系统，将原氨法脱硫设施作为备用。环保执行标准为颗粒物浓度 $\leq 10\text{mg}/\text{m}^3$ 、二氧化硫浓度 $\leq 15\text{mg}/\text{m}^3$ 、氮氧化物浓度 $\leq 150\text{mg}/\text{m}^3$ 。原有湿法脱硫将不能达到现有二氧化硫排放标准，故在原有 SCR 装置边上新建余热回收及干法脱硫除尘装置，保留原有 SCR 脱硝和焦炉排放烟囱，利旧现场高低压配电室以及控制室。

2017 年陕西黑猫焦化股份有限公司委托安徽省四维环境工程有限公司编制了《焦炉烟气综合治理项目环境影响报告表》，原韩城市环境保护局对该项目环境影响报告表进行了批复（见附件），项目于 2017 年 4 月建设完成，6 月通过项目竣工验收（见附件）。

随着环保排放标准越来越严，治理污染的力度不断加大，焦化企业从 2019 年 10 月 1 日起执行特别排放限值要求，陕西黑猫焦化股份有限公司本着为企业负责、为社会尽责，遵守法规、科学发展的理念，并为了企业的持续健康发展、造福一方，积极响应政府号召，不断提升环境治理水平，进一步对焦炉烟气脱硫系统进行优化。2022 年 08 月 20 日黑猫焦化与同兴环保科技股份有限公司签订了关于《陕西黑猫焦化股份有限公司陕西黑猫制造部焦化分厂焦炉烟气干法脱硫 EPC 项目》的技术协议，2022 年 9 月同兴环保科技股份有限公司编制完成了《陕西黑猫焦化股份有限公司陕西黑猫制造部焦化分厂焦炉烟气干法脱硫改造项目的可行性研究报告》，2022 年 09 月 30 日完成了了本项目的的环境影响登记及备案手续，同时投资 1500 万元委托同兴环保科技股份有限公司进行焦炉烟气干法脱硫系统的建设，该工程于 2022 年 12 月 30 日完工。项目脱硫采用 SDS 钠基干法脱硫，脱硫剂为 NaHCO_3 ，脱硝采用原有 SCR 技术。建设后的 SDS 钠基干法脱硫与现有的湿法脱硫实现互为备用的功能。净化后烟气污染物浓度满足《炼焦化

学工业污染物排放标准》（GB16171-2012）表 6 及《关中地区重点行业大气污染物排放标准》（DB61/941-2018）表 2 中的限值要求。

2023 年 03 月 15 日受陕西黑猫焦化股份有限公司委托，陕西博远环宇检测服务有限公司对陕西黑猫焦化股份有限公司焦炉烟气干法脱硫改造项目设备设施开展竣工环保验收工作。首先查阅了项目的立项文件、技术协议、环境影响登记表备案等资料，随即组织技术人员踏勘、了解项目概况和周边区域环境特点以及明确环境保护要求，制定验收初步工作方案。根据现场调查，建设项目的性质、规模、地点、生产工艺和环境保护措施均未发生重大变动，环保设施运行正常，具备竣工环境保护验收监测条件。

2023 年月 03 月 21 日~22 日委托陕西博远环宇检测服务有限公司对陕西黑猫焦化股份有限公司焦炉烟气干法脱硫改造项目设备设施前后污染物进行了验收监测，出具了博远检测（环监-气）2023-03204 号监测报告。根据现场污染物治理/处置设施运行效果的排放监测结果、现场工况记录分析、环境质量影响分析与评价以及环保验收的有关技术规范，我公司编制了《陕西黑猫焦化股份有限公司焦炉烟气干法脱硫改造项目设备设施竣工环保验收报告》。

二、验收依据

2.1 相关法律、法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 01 月 01 日）；
- (2) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 10 月 26 日）；
- (3) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令 第 682 号）；
- (4) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号）；
- (5) 《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》（生态环境部，2018 第 9 号公告，2018 年 5 月 15 日）；

2.2 执行排放标准

- (1) 有组织排放废气执行标准

项目焦炉烟气排放废气执行《关中地区重点行业大气污染物排放标准》（DB61/941-2018）表 2 中的排放限值，具体限值见下表：

表 2.2-1 有组织排放废气执行标准及限值

废气排气筒	污染物	排放限值 (mg/m ³)	执行标准
1#焦炉烟囱 2#焦炉烟囱	颗粒物	15	《关中地区重点行业大气污染物排放标准》(DB61/941-2018)
	二氧化硫	30	
	氮氧化物	150	

三、建设改造内容

3.1 地理位置与平面布置

黑猫焦化位于陕西省韩城市煤化工业园，距韩城市区约 11km，西临 108 国道，距场地边界约 50m，东侧为白村洗煤厂和黑猫炭黑厂，靠近西安-侯马铁路，地理位置优越，交通便利。

项目地理位置见附图，厂区总平面布置图见附图。

3.2 建设内容

项目名称：陕西黑猫焦化股份有限公司焦炉烟气干法脱硫改造项目

建设性质：技改

建设投资：项目总投资 1500 万

占地面积：528417m²

岗位定员及工作制度：本项目实行四班三倒运转，年运行时间 8760 小时，脱硫系统设置运行人员每班 4 人。

建设规模：该项目采用 SDS 钠基干法脱硫布袋除尘工艺对焦炉烟气脱硫除尘进行改造，主要建设一套焦炉烟气干法脱硫除尘设备，包括烟气脱硫系统、布袋除尘器、余热锅炉、风机机组等，配套建设相关辅助设施。

3.2.1 烟气系统

本工程的烟气系统包括烟道、膨胀节、各类调节阀门、旁通及挡板阀。

烟道设计能够承受如下负荷：烟道自重、风雪荷载、地震荷载、灰尘积累和保温的重量等。烟道具有气密性的焊接结构，所有非法兰连接的接口都进行连续焊接，所有焊缝防锈处理。制作烟道的钢板厚度 8mm，符合国标，烟道内烟气流速不超过 20m/s，烟道能够承压为±7500Pa。烟道配套装置如下：

(1) 膨胀节：烟气系统设置有膨胀节用于补偿烟道热膨胀引起的位移，膨

胀节在所有运行和事故条件下都能吸收所有的位移；

(2) 必要的人孔、隔板、法兰、配件、内部检修扶梯等；

(3) 必要的，挂钩以及起吊设备和所有必要的支撑结构等；

(4) 扶梯、平台机必要的检修轨道（工字钢），挂钩以及起吊设备和所有必要的固定设备；

(5) 原有 SCR 脱销和原余热锅炉之间新旧烟道碰口处需增设 2 台电动阀门，满足新旧系统切换要求，阀门材质选用 Q235；

(6) 焦炉烟气回原 1#、2#焦炉烟囱，需在原烟道闸板与原 1#、2#焦炉烟囱之间新开挖烟气入口，并在新烟道入口适宜位置增设阀门，阀门选择调节性电动阀，阀门材质选用 Q235；

(7) 新旧系统连接处做好长周期密封，防止漏风导致在线超标，新旧系统各密封阀门及 1#、2#烟道闸板开启、关闭信号在中控画面显示。

3.2.2 脱硫系统

(1) 脱硫剂存储及制备系统

脱硫剂为碳酸氢钠，由于运输和存储的原因，碳酸氢钠原料通常是粗颗粒（粒径约为 $200\mu\text{m}$ ）。如要达到较高的反应活性，吸附剂必须有较大的比表面积。因此在注入脱硫系统前，碳酸氢钠必须研磨至一定细度（去除 SO_2 碳酸氢钠粒径需 $<20\mu\text{m}$ ）。

成品袋装碳酸氢钠通过电动葫芦提升至研磨系统的储存料斗，在料斗下部设置有双向给料螺旋控制每小时进入研磨系统的物料量。为了在长期操作中保持所需的碳酸氢钠细度，采用带分级机的冲击磨，也称分级磨。在研磨过程中，为了避免碳酸氢钠提前分解成碳酸钠和水，需控制温度在 50°C 以下，因此研磨系统需配备相应措施用以控制研磨温度。研磨后，吸附剂以研磨机自带的风机输送方式运输并通过喷嘴喷射入烟道内。研磨后的碳酸氢钠精粉要求 ≥ 600 目。

(2) 脱硫剂输送系统

研磨后的精粉通过磨机系统的输送风机直接输送至烟气管道中。

(3) SO_2 吸收系统

采用管道内喷射脱硫剂工艺，两台磨机各设置一条脱硫剂输送管道，共计两个喷射口。在管道内，脱硫剂受热分解，并与烟气中 SO_2 反应，未完全反应的

脱硫剂被烟气带入后续除尘器，附着在除尘器布袋表面，继续参与反应。

3.2.3 布袋除尘系统

当脱硫后的含尘气体由脱硫塔进入布袋除尘器进风口，与导流板相撞击，在此沉降段内，粗颗粒粉尘掉入灰斗，起到预收尘的作用。气流随后折转向上，通过内部装有金属架的滤袋，粉尘被捕集在滤袋的外表面，此时烟气进行二次脱硫。脱硫除尘后的气体进入滤袋室上部的清洁室，汇集到出风管排出。随着除尘器的连续运行，当滤袋表面的粉尘达到一定厚度时，气体通过滤料的阻力增大，布袋的透气率下降，用脉冲气流清吹布袋内壁，将布袋外表面上的粉饼层吹落，尘层跌入灰斗，滤袋又恢复了过滤功能。滤袋的喷吹周期和脉冲时间由烟气净化系统的微机控制。当滤袋阻力上升到一定数值后由微机逐次想脉冲阀的电磁阀供电，脉冲阀动作，压缩空气经过喷吹管吹进滤袋内，在滤袋突然膨胀产生的振动和反向气流的作用下，附着在滤袋外表面的灰尘脱离滤袋落入灰斗。当布袋除尘器进出口压差达到设定值 1000~1200Pa，布袋除尘器将自动清灰，清灰结束后，重新计时。

3.2.4 脱硫灰输送及脱硫灰储仓

脱硫灰储仓有星型卸灰阀、壁振打装置、仓顶除尘管道、卸灰收尘罩等。脱硫反应后的脱硫灰与烟气一同进入除尘器，脱硫灰进入除尘器灰斗，经星型卸灰阀、刮板机、斗提机输送至脱硫灰储仓存放，可至少存放 3 天以上的脱硫灰。

需新建灰仓房，脱硫灰储仓卸灰需在房间内，防止扬尘。

3.2.5 余热回收系统

余热锅炉蒸发材质采用 20#锅炉钢，脱盐水槽利旧，需新建配套蒸汽除氧器（除氧水温度 104℃）、除氧给水泵（2 台）、锅炉给水泵（2 台）及控制系统，余热锅炉不设省煤器。产出的低压蒸汽压力大于 0.8Mpa 接到厂区低压蒸汽管网。

(1) 年操作时间： ≥ 8000 小时

(2) 余热回收装置技术参数：压力，1.0Mpa；温度，184℃（根据蒸汽管网而定）；最大产汽量：10.5t/h（根据实际进口烟气量与实际进口温度而定）；去向：厂区蒸汽管网就近负责碰口，碰口时厂区停蒸汽，无需带压开孔。

(3) 余热回收装置烟气侧参数：烟气进口温度，320℃；烟气出口温度，240℃；

阻力降，<1000Pa；烟气量：250000Nm³/h。

3.2.6 风机机组

新建设一套余热回收干法脱硫除尘系统和原有余热湿法脱硫系统互为备用，烟气净化系统的阻力损失主要由新增引风机克服。引风机采用离心风机，风机通过变频器来调节压力和流量，引风机轴承采取水冷，引风机轴承上设有测温装置、测振装置，保证风机的良好运行。

新建风机运行信号与原烟道闸板进行联锁，当风机停运时，闸板自动打开，且风机停运信号需接至焦炉微机室。风机要求能在工况烟气温度下长期稳定运行，处理能力满足最大工况烟气量条件。风机技术要求：

- (1) 送物料名称：含尘烟气（含尘量：<10mg/m³）；
- (2) 含尘烟气流量：600000m³/h（最大 240℃）；
- (3) 风压：7500Pa；
- (4) 风量允差：+10%~0；风压允差：+5%~0；
- (5) 电机技术要求（配套变频器）：电压，10kw；功率，1800kw。

3.2.7 电气仪表控制系统

- (1) 成套设备的电气、仪表控制系统由干法脱硫系统成套设备配套；
- (2) 控制系统采用 DCS 控制系统，包含新建的干法脱硫、布袋除尘、余热锅炉全部监控数据，与原湿法脱硫 DCS 系统合并。
- (3) 电缆桥架：动力电缆与仪表控制电缆分开敷设，动力电缆采用热浸锌梯式桥架，桥架厚度符合国标。
- (4) UPS 交流不间断电源按 30min 设计；
- (5) 所有配套电机能效等级 \geq GB18613-2020 国标中 2 级能效等级；
- (6) 仪表密封接口、电气密封接口采用防爆挠性连接管型式；
- (7) 高压配电柜和低压配电柜均放置在地面除尘站配电室。

3.2.8 防腐及保温要求

(1) 碳钢外防腐采取两道底漆+两道面漆，保温部分只采取两道底漆。常温部分：底漆刷环氧铁红防锈漆两道，每道干膜厚度 40 μ m，面漆刷氯磺化聚乙烯油漆两道，每道干膜厚度 20 μ m；高温部分：底漆刷 W42-400℃有机硅耐高温防

锈漆两道，每道干膜厚度 40 μ m。

(2) 工艺管道刷面漆，注明管道标识级及走向；

(3) 保温层厚度 \geq 100mm，烟道保温材质硅酸铝棉+0.6mm 铝板，余热锅炉和布袋除尘器保温材质硅酸铝棉+0.6mm 彩钢板；

(4) 涉及水、蒸汽等仪表管线需加电伴热（配套温控开关）。

3.3 主要设备

项目主要设备一览表详见表 3.3-1。

表 3.3-1 主要设备设施一览表

序号	设备名称	规格型号	数量	备注
1	烟气系统			
1.1	烟道	Q235-B, 余热前 DN3000 \times 8mm, 余热后 DN3000 \times 8mm,	1 批	
1.2	烟道支架	Q235-B	1 批	
1.3	电动挡板门 (调节型)	Q235	4 台	原余热入口 DN3600mm, 1 台; 新建系统入口 DN3300mm, 1 台; 焦炉 烟囱回烟口 DN2200mm, 2 台
1.4	金属膨胀节	波纹管, 304, 其余碳钢	3 台	
2	脱硫系统			
2.1	料仓	304	1 台	
2.2	上料系统	2 吨	1 套	
2.3	研磨机	研磨能力 0-250kg/h	2 套	一用一备
2.4	管道	304	2 套	
2.5	管件及支架	Q235B	1 套	
3	除尘系统			
3.1	除尘器本体 及支架、爬 梯、平台	过滤面积: 单仓 2123.2m ² , 5 仓 单排, 共计 10616m ² , 除尘器箱 体和花板板材厚度 6mm	1 套	
3.2	滤袋	高温滤袋, 使用温度 \leq 260 $^{\circ}$ C, 出口小于 10mg/Nm ³ , 使用寿命 2 年, Φ 160 \times 8000	2640 条	
3.3	袋笼	Φ 155 \times 7980	2640 条	

序号	设备名称	规格型号	数量	备注
3.4	脉冲阀	3.5 寸淹没式	110 个	
3.5	储气罐	V=3m ³ , P=1.0MPa	1 个	
3.6	提升阀系统	/	20 套	
3.7	手动插板阀	400×400	5 个	
3.9	星型卸料器	400×400	5 个	
3.8	拉链机	输送灰量: 5m ³ /h, 头尾轮中心距长度: 27.750m, 驱动电机功率: 7.5kw, 380V	1 台	
3.9	灰仓	35m ² , Q235B	1 个	
3.10	入口翻板阀	1000×1400	10 台	
3.11	振打电机	ZF-25 0.25KW 380V	5 台	
3.12	螺栓螺母垫圈	/	1 批	
4	风机系统			
4.1	离心风机	风量: 600000m ³ /h, 全压: 7500Pa, 240°C工况	1 台	
4.2	高压电机	1800kw, 10KV	1 台	
5	电气仪控清单			
5.1	低压配电柜	CGD800×600×2200	7 台	
5.2	检修箱	镀锌板/非标/户外三防/IP55	1 台	
5.3	照明箱	镀锌板/非标/户外三防/IP55	1 台	
5.4	10KV 高压变频器	10KV/2000KW/不含手动旁路柜	1 台	
5.5	高压动力电缆	ZR-YJV-8.7/10KV-3×120	1 批	
5.6	低压动力电缆	ZR-YJV-0.6/1KV	1 批	
5.7	控制电缆	ZR-KVVVP-450/750V	1 批	
5.8	计算机电缆	ZR-DJYVP-300/500V	1 批	
5.9	桥架	热浸锌/梯式、热浸锌/槽式	1 批	
5.10	设备照明灯具	LED/AC220V/户外三防	1 批	

序号	设备名称	规格型号	数量	备注
5.11	接地系统	仅地上部分	1 批	
6	仪表			
6.1	DCS 控制系统	JX-300XP 软件版本 PR02.70/含 2 台工控机（中控供货）及 4 台操作台	1 套	
6.2	UPS 电源	AC220/6KVA/后备 30min	1 套	
6.3	热电阻	PT100/三线制	1 批	
6.4	压力变送器	DC24V/4-mA/两线制/HART 协议、液晶显示	1 批	
6.5	料位计	AC220V/干接点输出	1 批	
7	烟气检测 CEMS			
7.1	烟气检测 CEMS	标准 8 组分,采用满足动态管控要求的双量程超低设备,分析仪低量程为排放标准的 1.5~2 倍,高量程为原烟气排放浓度的 1~1.5 倍,并将在线数据接入中控 DCS 系统	2 套	上传环保局
8	余热锅炉			
8.1	余热锅炉	蒸发器材质: 20#锅炉钢, 脱盐水槽利旧, 不设省煤器, 处理烟气量 250000Nm ³ /h, 入口温度 320°C; 出口温度 240°C; 余热回收压力 1.0MPa, 温度 184°C, 最大产汽量 10.5t/h, 含蒸汽流量计	1 套	
9	其它			
9.1	地下烟道开孔	单个孔大小 2800×2800mm, 包括破除混凝土、去除耐火砖, 砌筑回烟管道接口混凝土凸台及预埋钢板	2 个	
9.2	振打电机	0.25KW, 380V	1 台	脱硫制备系统用
9.3	手动插板阀	DN200	1 台	脱硫制备系统用
9.4	给料螺旋	正反转给料	1 台	脱硫制备系统用
9.5	灰仓支架及爬梯平台	Q235B	1 套	脱硫灰输送及储存系统用
9.6	手动插板阀	DN400	1 台	脱硫灰输送及储存系统

序号	设备名称	规格型号	数量	备注
				用
9.7	压缩氮气管道及支架、仪表及其他配件	DN80	1 批	工艺介质系统（压缩氮气）用
9.8	介质管道及支架、仪表及其他配件	/	1 批	工艺介质系统（循环水及除盐水）用
9.9	10 匹空调	/	2 台	高压配电室用
9.10	2 匹空调	/	2 台	控制室及监测站房用
9.11	UPS 电源分配柜	800×800×2200	1 台	
9.12	流量开关	AC220V/干接点输出	1 批	
9.13	设备保温	保温层厚度≥100mm 硅酸铝棉板+0.6mm 彩钢板/0.6mm 铝板	1 套	

3.4 原辅材料消耗

本项目主要原辅料使用表见表 3.4-1

表 3.4-1 原辅材料使用表

序号	名称	消耗量	单位	备注
1	脱硫剂	1.12	t/d	/
2	水	105	m ³ d	工业水 3m ³ /d；锅炉脱盐水 102m ³ /d
3	电	8331	Kwh/d	/

3.5 干法脱硫除尘系统

3.5.1 干法脱硫除尘系统工艺流程

焦炉烟道废气从焦炉分烟道引出后，在新建系统风机的抽取下进入原有中高温脱硝反应器进行脱硝，脱硝出口 310℃~320℃烟气经过余热锅炉系统降温到 240℃左右进入脱硫段。脱硫段设置脱硫剂喷入口，研磨后的脱硫剂直接在烟道内与高温烟气接触，并发生分解。烟气中 SO₂ 与喷入的研磨后的碳酸氢钠干粉充分混合并发生反应，生成 NaSO₃ 和 NaSO₄；未完全反应的脱硫剂及部分反应后的脱硫灰随烟气被带出脱硫段管道进入后置的布袋除尘器，脱硫段排出的含尘烟

气经除尘器去除烟气中的粉尘并二次脱硫。在除尘器收集下的粉尘经星型卸灰阀、刮板机、斗提机输送至灰仓，定期外运。经余热回收、脱硫、除尘后的洁净烟气经引风机送入焦炉原 1#、2#烟囱进行排放。

新建的余热回收干法脱硫除尘系统与原有余热湿法脱硫系统互为备用。当新建余热回收干法脱硫除尘系统故障检修时时，关闭新建干法脱硫系统进出口阀门，烟道闸板阀自动开启，焦炉烟气经过原脱销、原余热回收后在原引风机牵引下进入原湿法脱硫系统。当烟气净化系统都处于检修状态时，烟道闸板阀自动开启，烟气由地下烟道直接进入焦炉原烟囱。工艺流程图见图 3-1：

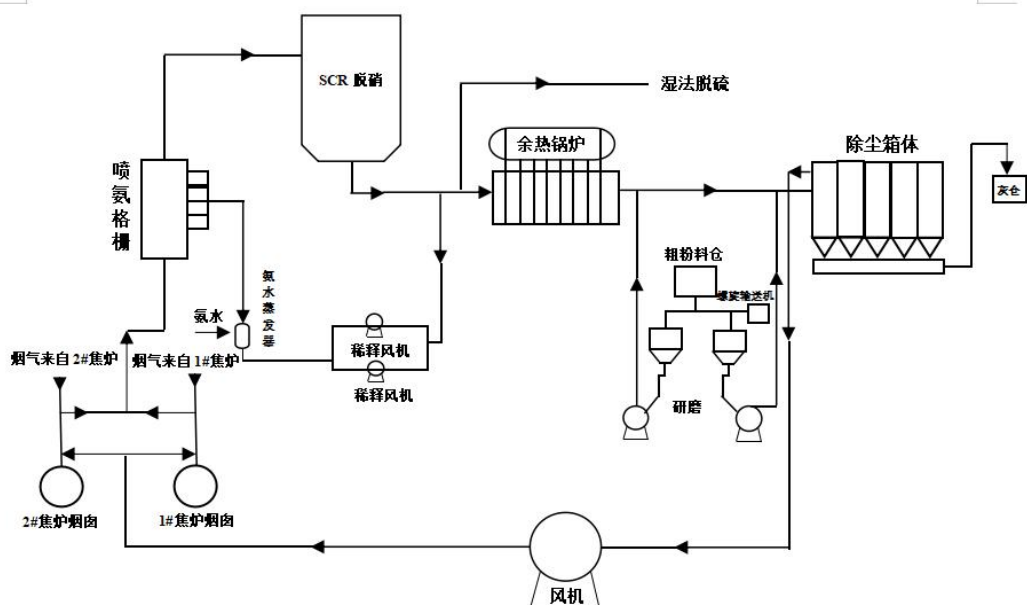
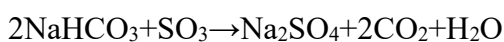
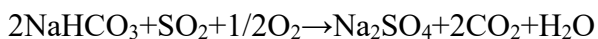


图 3-1 工艺流程图

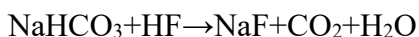
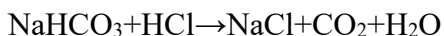
3.5.2 脱硫原理

烟气在管道内与经过处理后的脱硫剂充分接触，发生物理、化学反应，气体中的SO₂被吸收净化。

碳酸氢钠（小苏打，NaHCO₃）可以用作烟气脱硫的吸附剂。它通过化学吸附去除烟气中的酸性污染物，同时，它还可以通过物理吸附去除一些无机和有机微量物质。发生的化学反应如下：



与其他酸性物质（如 SO_3 等）的反应：



脱硫并干燥的粉状颗粒随气流进入布袋除尘器进一步净化处理。

SDS 脱硫工艺图见图 3-2。

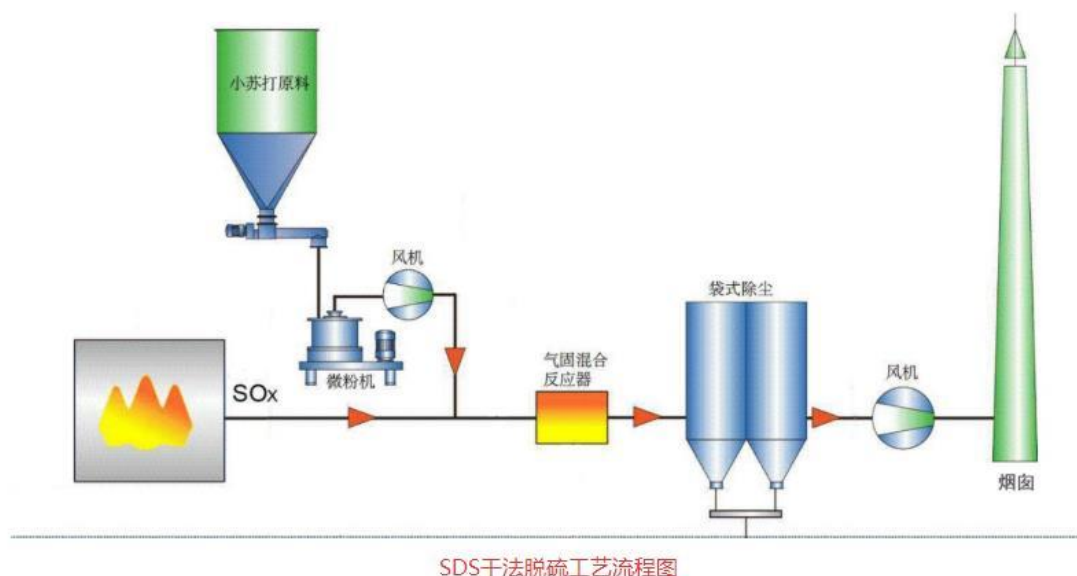


图3-2 脱硫工艺图

3.6 钠基干法脱硫工艺技术特点

(1) SDS 脱硫属于干法脱硫，采用碳酸氢钠作为脱硫剂，生成硫酸钠、亚硫酸钠。反应产物为 $50\sim 100\mu\text{m}$ 的干燥颗粒物，颗粒物从烟气汇总管道进入布袋除尘器，附在除尘滤袋的外表面，对滤袋起到预喷涂作用，可有效吸附延期中的焦油等粘性污染物。经压缩空气喷吹后，颗粒物、焦油从焦炉烟气中清除；

(2) 回焦炉烟囱的烟气能够保证酸露点温度以上，尤其是在北方冬季外界气温较低的情况下，烟囱中上段烟气在外界气温的影响下大幅降温均能够避免烟气结露，避免对烟囱的酸腐蚀，保证较高的排烟温度；

(3) 系统对烟气温度适应广，焦炉烟气无需特别处理，仍可保证出口各项指标达到设计排放要求；

(4) 系统没有复试，脱硫、除尘及前后设备、烟囱等不用防腐。运行稳定性更高，设备运行率全年不低于 90%；

(5) 脱硫后的产物为干燥脱硫废渣，送甲醇分厂中煤棚配入中煤入炉燃烧，系统无废水排放。

四、项目污染物治理措施

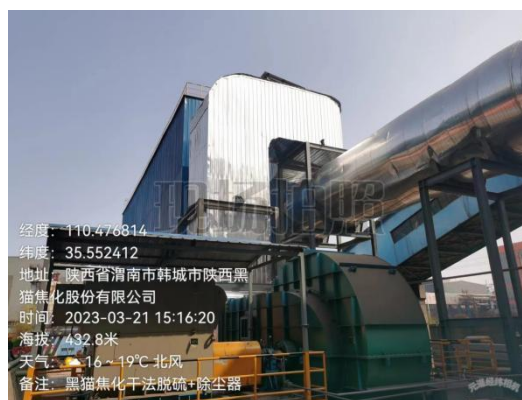
4.1 废气排放治理设施

本次技改项目污染物主要为焦炉烟囱产生的废气，包括颗粒物、二氧化硫、氮氧化物等污染物。

废气经 SCR 脱硝+余热锅炉+SDS 钠基干法脱硫+布袋除尘器+风机机组处理后，由 1#、2#焦炉烟囱排出。



脱硝



干法脱硫+除尘器



余热锅炉



风机机组



气流方向



气流方向



布袋除尘器



风机

4.2 规范化排污口

排污单位应当《排污口规范化整治技术要求》（环监[1996]470号）的有关要求对排污口进行立标、建档管理，按照 GB/T16157-1996 等监测标准规范的具体要求进行排污口的规范化设置。设置规范化的排污口，应包括：监测平台、监测开孔、通往监测平台的通道（应设置 1.1m 高的安全防护栏）、固定的永久性电源等。

排污的规范化设置，应综合考虑自动监测与手动监测的要求。当既有国家标准又有地方标准时，应从严执行。

对于治理设施的废气去除效率监测，应在处理设施的废气进、出口，分别设置采样位置、采样孔、采样平台等监测条件。其中，为了保证烟气流速、烟气浓度、颗粒物等指标监测结果的代表性、准确性，要特别注意采样位置的规范性。

采样位置要求：

- (1) 排污口应避开对测试人员操作有危险的场所（周围环境也要安全）。
- (2) 排污口采样断面的气流流速应在 5m/s 以上，本项目出口实际流速 1.3m/s

左右（监测断面烟道直径 6.16m）。

（3）排污口的位置，应优选垂直管段，次选水平管段，且要避开烟道弯头和断面急剧变化部位。

（4）排污口的具体位置，应尽量保证烟气流速、颗粒物浓度监测结果的准确性、代表性，根据实际情况按 GB/T16157、HJ75、HJ/T397 从严到松的顺序依次选定。①最优：距弯头、阀门、风机等变径处，其下游方向要不小于 6 倍直径，其上游方向要不小于 3 倍直径(GB/T16157)；②其次：距弯头、阀门、风机等变径处，其下游方向要不小于 4 倍直径，其上游方向要不小于 2 倍直径（HJ/T75）；③最后，距弯头、阀门、风机等变径处，其下游、上游方向均要不小于 1.5 倍直径，并应适当增加测点的数量和采样频次(HJ/T397)

采样平台要求：

（1）安全要求：应设置不低于 1.2m 高的安全防护栏；承重能力应不低于 200kg/m²；应设置不低于 10cm 高度的脚部挡板。

（2）尺寸要求：面积应不小于 1.5m²，长度应不小于 2m，宽度应不小于 2m 或采样枪长度外延 1m。

（3）辅助条件要求：设有永久性固定电源，具备 220V 三孔插座。

采样平台通道要求：

（1）采样平台通道，应设置不低于 1.2m 高的安全防护栏；宽度应不小于 0.9m。

（2）通道的形式要求：禁设直爬梯；采样平台设置在离地高度≥2m 时，应设斜梯、之字梯、螺旋梯、升降梯/电梯；采样平台离地面高度≥20m 时，应采取升降梯。

采样孔要求：

（1）手工采样孔的位置，应在 CEMS 的下游；且在不影响 CEMS 测量的前提下，应尽量靠近 CEMS。

（2）采样孔的内径：对现有污染源，应不小于 80mm；对新建或改建污染源，应不小于 90mm；对于需监测低浓度颗粒物的排放源，检测孔内径宜开到 120mm。

（3）采样孔的管长：应不大于 50mm。

(4) 采样孔的高度：距平台面约为 1.2~1.3m。

(5) 采样孔的密封形式：可根据实际情况，选择盖板封闭、管堵封闭或管帽封闭。

(6) 采样孔的密封要求：非采样状态下，采样孔应始终保持密闭良好。在采样过程中，可采用毛巾、破衣、破布等方式将采样孔堵严密封。

根据现场核查，本次技改项目主要排放口为 1#焦炉烟囱、2#焦炉烟囱，采样口的设置符合《固定污染源监测技术规范》，并已按照相关要求对主要污染物排放口进行规范建设，排气筒均已设置采样口。如图所示：



1#焦炉烟囱



2#焦炉烟囱

焦化分厂干法脱硫除尘系统简介

工艺简介

焦化分厂干法脱硫除尘系统由同兴环保科技股份有限公司承建，2022年10月开始施工，2023年1月建成并投入使用，使焦炉烟气通过本装置处理后进行达标排放，满足环保要求；

烟气首先经过余热锅炉系统降温后，在烟气风机作用下进入脱硫段，脱硫段设置脱硫剂喷入口，研磨后的脱硫剂直接在烟道内与高温烟气接触，并发生反应。烟气中SO₂与喷入的研磨后的碳酸氢钠干粉充分混合并发生物理、化学反应，气体中的SO₂被吸收净化。未完全反应的脱硫剂及部分反应后的脱硫灰随烟气被带出脱硫段管道进入后置的布袋除尘器，脱硫段排出的含尘烟气经除尘器去除烟气中的粉尘并二次脱硫。在除尘器收集下的粉尘经星型卸灰阀、刮板机、斗提机输送至灰仓，定期外运。除尘后的洁净烟气经引风机送入焦炉原1#、2#烟囱进行排放。

环保指标

序号	环保指标	单位	指标(标、干、8%氧)
1	SO ₂	mg/Nm ³	< 30mg/Nm ³
2	颗粒物	mg/Nm ³	< 15mg/Nm ³
3	氯化物	mg/Nm ³	< 150mg/Nm ³

工艺流程图

同兴环保科技股份有限公司 | 股票代码: 003027

同兴 同赢 同梦

干法脱硫工艺简介牌

在线监测：

公司在两个焦炉烟气排放口各安装了 1 台在线监测仪，主要监测因子有：烟尘、二氧化硫、氮氧化物、烟气温度、烟气压力、烟气流速和烟气湿度。



在线监测设备



在线监测站房

五、验收监测质量保及质量控制

依据《环境监测质量管理技术导则》（HJ630-2011），陕西博远环宇检测服务有限公司对本次验收监测质量保证及质量控制措施如下：

（1）点位布设及采样等严格按相关规定的方法进行，验收期间工况稳定；

（2）有组织排放废气采样按照《固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法》（GB/T16157-1996）、《固定源废气监测技术规范》（HJ/T397-2007）及《固定污染源监测质量保证与质量控制技术规范》（HJ/T373-2007）的技术要求进行。其中监测前，按规定对采样系统的气密性进行检查，对使用的仪器进行流量校准；

（3）验收监测采样记录及分析测试结果，严格按国家标准和监测技术规范要求进行数据处理和填报。

5.1 监测分析方法

表 5.1-1 有组织废气监测分析方法及来源

监测项目	分析方法	仪器型号及管理编号	检出限
低浓度颗粒物	固定污染源废气 低浓度颗粒物的测定 重量法 HJ 836-2017	分析天平十万分之一 ME55/BYYQ-012 (2024.02.22)	1.0mg/m ³
二氧化硫	固定污染源废气 二氧化硫的测定 定电位电解法 HJ 57-2017	全自动烟尘（气）测试仪 YQ3000-D/BYYQ-046 (2024.02.22)	3mg/m ³
氮氧化物	固定污染源废气 氮氧化物的测定 定电位电解法 HJ 693-2014	全自动烟尘（气）测试仪 YQ3000-D/BYYQ-046 (2024.02.22)	3mg/m ³

5.2 人员能力

（1）所有监测人员及分析持证上岗，严格按照本公司《体系文件》中的规定开展工作。

（2）各类记录及分析测试结果，按相关技术规范要求进行数据处理和填报，并进行三级审核。

5.3 验收监测分析过程中的质量保证和质量控制

（1）选择合适的方法尽量避免或减少被测排放物中共存污染物对目标化合

物的干扰。方法的检出限应满足要求。

(2) 被测排放物的浓度应在仪器量程的有效范围。

(3) 烟尘采样器在进入现场前应对采样流量计等进行校核。烟气监测（分析）仪器在监测前按监测因子分别用标准气体和流量计对其进行校核（标定），在监测时应保证其采样流量的准确。烟气监测校核质控表间 5.3-1。

表 5.3-1 检测仪器校核表

校准日期	校准器名称型号	被校准仪器名称型号及管理编号	允许误差	实际误差	结论	校准人
03月20日	全自动流量校准仪 MH4030	全自动烟尘（气）测试仪 YQ3000-D/BYYQ-046 (2024.02.22)	±1.0%	-0.25%	合格	许新东
03月22日	全自动流量校准仪 MH4030	全自动烟尘（气）测试仪 YQ3000-D/BYYQ-046 (2024.02.22)	±1.0%	-0.5%	合格	

六、验收监测

2023年03月21日~22日，陕西博远环宇检测服务有限公司技术人员对韩城黑猫焦化股份有限公司1#焦炉烟囱、2#焦炉烟囱烟气进行了验收监测。验收期间，项目正常运行，环保设备稳定运行。

6.1 监测内容

(1) 监测点位：1#焦炉烟囱 DA008 进口、1#焦炉烟囱 DA008 出口、2#焦炉烟囱 DA012 进口、2#焦炉烟囱 DA012 出口

(2) 监测项目：颗粒物、二氧化硫、氮氧化物

(3) 监测频次：监测 2 天，每天 3 次

监测点位示意图见附图 3。

6.2 验收监测期间生产工况记录

2023年03月21日~22日，陕西博远环宇检测服务有限公司技术人员对韩城黑猫焦化股份有限公司干法脱硫改造项目进行了验收监测，验收期间，项目正常运行，环保设备稳定运行。验收期间设备运行情况见表 6.2-1。

表 6.2-1 验收监测期间设备运行工况

监测日期	产品	设计生产能力 (炉/d)	实际产量 (炉/d)	运行负荷 (%)
03 月 21 日	焦炭	144	102	70%
03 月 22 日			102	70%

由表 6.2-1 可以看出，验收监测期间，企业设备正常运行，工况稳定，各个环保设施运行正常。

6.3 有组织排放废气监测结果

本项目焦炉烟气主要污染物为颗粒物、二氧化硫、氮氧化物。干法脱硫 1#焦炉烟囱、2#焦炉烟囱监测数据依据博远检测（环监-气）2023-03204 号监测报告，见表 6.3-1。

表 6.3-1 有组织废气焦炉烟气排放口监测结果

日期/点位/项目		结果	频次	第一次			平均值	标准限值
				第一次	第二次	第三次		
03 月 21 日	1#焦炉烟 囱 DA008 进口	测点管道截面积 (m ²)		5.3093			/	/
		标况体积 (L)		516.0	533.9	522.8	524.2	/
		烟气流量 (m ³ /h)		144090	150269	147898	147419	/
		标干烟气量 (Nm ³ /h)		62494	64763	63320	63526	/
		测点烟气流速 (m/s)		7.54	7.86	7.74	7.71	/
		烟气含湿量 (%)		10.2	10.1	10.2	10.2	/
		测点烟气温度 (°C)		264	268	271	268	/
		低浓度 颗粒物	实测浓度 (mg/m ³)	25.4	22.4	23.5	23.8	/
			排放速率 (kg/h)	1.6	1.5	1.5	1.5	/
		二氧 化硫	实测浓度 (mg/m ³)	148	151	154	151	/
			排放速率 (kg/h)	9.2	9.8	9.8	9.6	/
		氮氧 化物	实测浓度 (mg/m ³)	250	257	254	254	/
			排放速率 (kg/h)	16	17	16	16	/

续表 6.3-1 有组织废气焦炉烟气排放口监测结果

日期/点位/项目		结果	频次			平均值	标准限值	
			第一次	第二次	第三次			
03月 21日	1#焦炉烟 囱 DA008 出口	净化设施名称	脱硝脱硫+布袋除尘			/	/	
		燃料种类	焦炉煤气			/	/	
		排气筒高度 (m)	90			/	/	
		测点管道截面积 (m ²)	29.7900			/	/	
		基准氧含量 (%)	8			/	/	
		标况体积 (L)	704.7	703.3	704.6	704.2	/	
		烟气流量 (m ³ /h)	145309	145678	148212	146400	/	
		标干烟气量 (Nm ³ /h)	79648	79499	78036	79061	/	
		测点烟气流速 (m/s)	1.35	1.36	1.38	1.36	/	
		烟气含湿量 (%)	7.2	7.1	7.3	7.2	/	
		测点烟气温度 (°C)	166	168	171	168	/	
		测点烟气氧含量 (%)	9.5	9.2	9.0	9.2	/	
		低浓度 颗粒物	实测浓度 (mg/m ³)	2.7	3.5	3.1	3.1	/
			折算浓度 (mg/m ³)	3.1	3.9	3.4	3.5	15
			排放速率 (kg/h)	0.22	0.28	0.24	0.25	/
			去除效率 (%)	86.2	81.3	84.0	83.8	/
		二氧 化硫	实测浓度 (mg/m ³)	18	20	22	20	/
			折算浓度 (mg/m ³)	20	22	24	22	30
			排放速率 (kg/h)	1.4	1.6	1.7	1.6	/
			去除效率 (%)	84.8	83.7	82.7	83.7	/
		氮氧 化物	实测浓度 (mg/m ³)	54	57	53	55	/
			折算浓度 (mg/m ³)	61	63	57	60	150
			排放速率 (kg/h)	4.3	4.5	4.1	4.3	/
			去除效率 (%)	73.1	73.5	74.4	73.7	/

续表 6.3-1 有组织废气焦炉烟气排放口监测结果

日期/点位/项目		结果		频次	第一次	第二次	第三次	平均值	标准限值
03月 21日	2#焦炉烟 囱 DA012 进口	测点管道截面积 (m ²)		5.3093			/	/	
		标况体积 (L)		482.9	502.8	511.5	499.1	/	
		烟气流量 (m ³ /h)		135981	142010	145308	141100	/	
		标干烟气量 (Nm ³ /h)		57948	60575	61710	60078	/	
		测点烟气流速 (m/s)		7.11	7.43	7.60	7.38	/	
		烟气含湿量 (%)		11.0	10.9	10.8	10.9	/	
		测点烟气温度 (°C)		268	270	273	270	/	
		低浓度 颗粒物	实测浓度 (mg/m ³)	21.7	22.8	24.6	23.0	/	
			排放速率 (kg/h)	1.3	1.4	1.5	1.4	/	
		二氧 化硫	实测浓度 (mg/m ³)	145	148	151	148	/	
			排放速率 (kg/h)	8.4	9.0	9.3	8.9	/	
		氮氧 化物	实测浓度 (mg/m ³)	296	292	300	296	/	
			排放速率 (kg/h)	17	18	19	18	/	
		03月 21日	2#焦炉烟 囱 DA012 出口	净化设施名称		脱硝脱硫+布袋除尘			/
燃料种类				焦炉煤气			/	/	
排气筒高度 (m)				90			/	/	
测点管道截面积 (m ²)				29.7900			/	/	
基准氧含量 (%)				8			/	/	
标况体积 (L)				735.4	719.8	717.6	724.3	/	
烟气流量 (m ³ /h)				143112	143615	140970	142566	/	
标干烟气量 (Nm ³ /h)				80871	80534	82100	81168	/	
测点烟气流速 (m/s)				1.33	1.34	1.31	1.33	/	
烟气含湿量 (%)				7.2	7.3	7.2	7.2	/	
测点烟气温度 (°C)				153	156	158	156	/	
测点烟气氧含量 (%)				8.9	8.8	8.9	8.9	/	

续表 6.3-1 有组织废气焦炉烟气排放口监测结果

日期/点位/项目		结果		频次	第一次	第二次	第三次	平均值	标准限值
03月 21日	2#焦炉烟 囱 DA012 出口	低浓度 颗粒物	实测浓度 (mg/m ³)		1.5	1.8	1.6	1.6	/
			折算浓度 (mg/m ³)		1.6	1.9	1.7	1.7	15
			排放速率 (kg/h)		0.12	0.14	0.13	0.13	/
			去除效率 (%)		90.8	90.0	91.3	90.7	/
		二氧 化硫	实测浓度 (mg/m ³)		20	22	21	21	/
			折算浓度 (mg/m ³)		21	23	23	22	30
			排放速率 (kg/h)		1.6	1.8	1.7	1.7	/
			去除效率 (%)		81.0	90.0	91.7	87.6	/
		氮氧 化物	实测浓度 (mg/m ³)		79	86	83	83	/
			折算浓度 (mg/m ³)		85	92	89	89	150
			排放速率 (kg/h)		6.4	6.9	6.8	6.7	/
			去除效率 (%)		62.4	61.7	64.2	62.8	/
03月 22日	1#焦炉烟 囱 DA008 进口	标况体积 (L)			521.9	510.1	528.4	520.1	/
		烟气流量 (m ³ /h)			142770	140070	146304	143048	/
		标干烟气量 (Nm ³ /h)			63072	61673	64010	62918	/
		测点烟气流速 (m/s)			7.47	7.33	7.65	7.48	/
		烟气含湿量 (%)			10.2	10.3	10.2	10.2	/
		测点烟气温度 (°C)			253	255	259	256	/
		低浓度 颗粒物	实测浓度 (mg/m ³)		24.6	26.5	23.8	25.0	/
			排放速率 (kg/h)		1.6	1.6	1.5	1.6	/
		二氧 化硫	实测浓度 (mg/m ³)		142	139	145	142	/
			排放速率 (kg/h)		9.0	8.6	9.3	9.0	/
		氮氧 化物	实测浓度 (mg/m ³)		248	252	261	254	/
			排放速率 (kg/h)		16	16	17	16	/

续表 6.3-1 有组织废气焦炉烟气排放口监测结果

日期/点位/项目		结果	频次	第一次	第二次	第三次	平均值	标准限值
03月 22日	1#焦炉烟 囱 DA008 出口	标况体积 (L)		713.0	710.5	707.9	710.5	/
		烟气流量 (m ³ /h)		145775	146246	146837	146286	/
		标干烟气量 (Nm ³ /h)		79447	79243	78819	79170	/
		测点烟气流速 (m/s)		1.36	1.36	1.37	1.36	/
		烟气含湿量 (%)		7.1	7.0	7.2	7.1	/
		测点烟气温度 (°C)		169	172	175	172	/
		测点烟气氧含量 (%)		9.3	9.1	9.3	9.2	/
		低浓度 颗粒物	实测浓度 (mg/m ³)	3.7	2.8	2.6	3.0	/
			折算浓度 (mg/m ³)	4.1	3.1	2.9	3.4	15
			排放速率 (kg/h)	0.29	0.22	0.20	0.24	/
			去除效率 (%)	81.9	86.2	86.7	84.9	/
		二氧化 化硫	实测浓度 (mg/m ³)	17	19	21	19	/
			折算浓度 (mg/m ³)	19	21	23	21	30
			排放速率 (kg/h)	1.4	1.5	1.7	1.5	/
			去除效率 (%)	84.4	82.6	81.7	82.9	/
		氮氧 化物	实测浓度 (mg/m ³)	42	45	47	45	/
			折算浓度 (mg/m ³)	47	49	52	49	150
			排放速率 (kg/h)	3.3	3.6	3.7	3.5	/
			去除效率 (%)	79.4	77.5	78.2	78.4	/
		03月 22日	2#焦炉烟 囱 DA012 进口	标况体积 (L)		476.8	506.6	514.9
烟气流量 (m ³ /h)				135851	145407	148968	143409	/
标干烟气量 (Nm ³ /h)				59096	62656	63774	61842	/
测点烟气流速 (m/s)				7.11	7.61	7.79	7.50	/
烟气含湿量 (%)				8.3	8.5	8.1	8.3	/
测点烟气温度 (°C)				275	279	283	279	/

续表 6.3-1 有组织废气焦炉烟气排放口监测结果

日期/点位/项目		结果		频次	第一次	第二次	第三次	平均值	标准限值
03月 22日	2#焦炉烟 囱 DA012 进口	低浓度 颗粒物	实测浓度 (mg/m ³)		21.7	25.4	23.1	23.4	/
			排放速率 (kg/h)		1.3	1.6	1.5	1.5	/
		二氧 化硫	实测浓度 (mg/m ³)		127	131	144	134	/
			排放速率 (kg/h)		7.5	8.2	9.2	8.3	/
		氮氧 化物	实测浓度 (mg/m ³)		295	278	293	289	/
			排放速率 (kg/h)		17	17	19	18	/
03月 22日	2#焦炉烟 囱 DA012 出口	标况体积 (L)			726.5	721.9	724.4	724.3	/
		烟气流量 (m ³ /h)			143675	144237	145008	144307	/
		标干烟气量 (Nm ³ /h)			80554	80400	79814	80256	/
		测点烟气流速 (m/s)			1.34	1.34	1.35	1.347	/
		烟气含湿量 (%)			7.2	6.9	7.2	7.1	/
		测点烟气温度 (°C)			156	159	164	160	/
		测点烟气氧含量 (%)			8.5	8.8	8.3	8.5	/
		低浓度 颗粒物	实测浓度 (mg/m ³)		1.7	1.5	1.4	1.5	/
			折算浓度 (mg/m ³)		1.8	1.6	1.4	1.6	15
			排放速率 (kg/h)		0.14	0.12	0.11	0.12	/
			去除效率 (%)		89.2	92.5	92.7	91.5	/
		二氧 化硫	实测浓度 (mg/m ³)		17	19	20	19	/
			折算浓度 (mg/m ³)		18	20	20	19	30
			排放速率 (kg/h)		1.4	1.5	1.6	1.5	/
			去除效率 (%)		81.3	81.7	82.6	81.9	/
		氮氧 化物	实测浓度 (mg/m ³)		79	71	73	74	/
			折算浓度 (mg/m ³)		82	76	75	78	150
			排放速率 (kg/h)		6.4	5.7	5.8	6.0	/
			去除效率 (%)		62.4	66.5	69.5	66.1	/

根据监测数据可以看出，焦炉烟气排放口检测项目的排放浓度均符合《关中地区重点行业大气污染物排放标准》DB61/941-2018 中的限值要求，可以达标排放。

七、验收监测结论

7.1 污染物排放监测结果

(1) 去除效率

焦炉烟气干法脱硫项目改造完成后，1#焦炉烟囱颗粒物的去除效率为81.3~86.7%，二氧化硫的去除效率为81.7~84.8%，氮氧化物的去除效率为73.1~79.4%；2#焦炉烟囱颗粒物的去除效率为89.2~92.7%，二氧化硫的去除效率为81.0~91.7%，氮氧化物的去除效率为61.7~69.5%。

(2) 有组织废气

干法脱硫1#焦炉烟囱的颗粒物、二氧化硫、氮氧化物的两日的最大排放浓度值分别为：4.1mg/m³、24mg/m³、63mg/m³；2#焦炉烟囱的颗粒物、二氧化硫、氮氧化物的两日的最大排放浓度值分别为：1.9mg/m³、23mg/m³、92mg/m³，各污染物排放浓度均满足《关中地区重点行业大气污染物排放标准》DB61/941-2018排放浓度限值要求。

7.2 验收监测总结论

焦炉烟气脱硫改造项目自立项到建设运行全过程，均能按照国家环境保护相关法律法规要求，设立环保机构，健全各项环保管理制度；环保设施运转正常，管理措施得当，符合国家有关的规定和环保管理要求。

根据验收监测结果，本项目废气经处理后的排放浓度达到国家相应标准限值，焦炉烟气脱硫改造项目满足验收条件。