

朝阳钢铁炼钢作业区
增设 KR 脱硫装置改造项目
可行性研究



鞍钢重型机械设计研究院有限公司

2026年2月

库号：2627001ACSM006

朝阳钢铁炼钢作业区
增设 KR 脱硫装置改造项目
可行性研究

公司主管领导： 吴恩旭

首席工程师： 李宏伟

总 设 计 师： 白陈超



鞍钢重型机械设计研究院有限公司

2026年2月

目录

1 总论	- 2 -
2 炼钢	- 10 -
3. 设备	- 15 -
4 燃气	- 21 -
5 热力	- 23 -
6 通风	- 24 -
7 给排水	- 28 -
8 电气自动化	- 30 -
9 仪表	- 36 -
10 电讯	- 39 -
11 计算机	- 40 -
12 总图	- 43 -
13 结构	- 44 -
14 环境保护及综合利用	- 48 -
15 消防	- 49 -
16 安全与工业卫生	- 51 -
17 能源篇	- 53 -
18 投资估算	- 55 -
19 技术经济评价	- 58 -

1 总论

1.1 编制依据

根据朝阳钢铁炼钢作业区提出的《朝阳钢铁炼钢作业区增设 KR 脱硫装置改造项目》可行性研究设计委托书。

1.2 项目简述

2010 年朝阳钢铁投产建成两套单喷颗粒镁脱硫装置，在布置上采用两套脱硫装置、两套扒渣装置，脱硫后铁水供给转炉使用。由于运行成本高、脱硫效果不稳定、回硫率高、不能深度脱硫等问题，两套单喷颗粒镁脱硫装置未连续使用，一直采取 LF 钢包精炼炉脱硫工艺组织生产。

2026 年朝阳钢铁拟实施进行重大工艺变革，采取转炉氩站直上连铸工艺，钢水不再经过 LF 钢包精炼炉，进一步降低炼钢工序成本，提高企业核心竞争力。由于高炉铁水硫含量波动较大，给氩站直上连铸工艺顺行造成一定的困难。因此，对高硫铁水进行脱硫，有利于氩站直上工艺降本，同时又可以兼顾朝阳钢铁中高端产品开发。

1.3 国内主要脱硫工艺

现代化炼钢厂的生产工艺流程是：高炉炼铁铁水—铁水预处理—顶底复合吹炼转炉—钢水炉外精炼—全连铸和热送。通常除了易切削钢外，硫对大多数钢种都被认为是一种有害元素。钢的很多性能都受硫含量及硫化物夹杂物理和化学性质的影响。而铁水脱硫是整个工艺路线中的重要环节。铁水脱硫也是生产纯净钢和市场、企业发展的需要。

目前铁水脱硫工艺较为成熟的主要有单喷颗粒镁法、复合喷吹法和 KR 搅拌法三种。实际生产中，脱硫效果不仅与设备有关，而且受脱硫剂、操作水平、时间及温度等诸多因素影响。

三种铁水脱硫方法的脱硫效果如表 1-1 所示。

表 1-1 三种铁水脱硫工艺脱硫效果对比表

比较项目	单喷颗粒镁法	复合喷吹法	KR 搅拌法
脱硫率	脱硫率高，可达 95%以上	脱硫率较高，可达 90%以上，复合脱硫剂使用 CaO 比例越高，脱硫效果越差	脱硫率高，可达 96%以上
终点硫	可稳定将终点硫脱至 0.005%	可稳定将终点硫脱至 0.002%，目标硫低于 0.005% 则脱硫剂消耗大幅增加，且脱硫效果不稳定，重现性差	可稳定的将终点硫脱至 0.001%，甚至更低，重现性好
回硫率	较高（约 0.0048%），因渣量少且稀薄，在转炉回硫明显	低（约 0.005%-0.002%之间），渣量较大，易扒净，回硫少	最低（约 0.0016%-0.002%），脱硫产物稳定，渣铁分离好，扒渣净，几乎不回硫
扒渣	渣量较少（~9kg/t），含高浓度 MgS 的残渣难以扒净	渣量大（~15kg/t），渣铁易于分离，脱硫渣成液态，扒渣较困难	渣量大（~15kg/t），脱硫渣成固态，渣铁界面分明，扒渣容易扒渣干净率相对较高
铁损	大	中等	大
温度损失	最小，平均约 24℃	中等，平均约 28℃	最大，最大约 36℃
处理时间	短（工序总时间约 23-25 min），喷吹速率快	短（工序总时间约 23-25 min），喷吹速率快	长（工序总时间 28-32min），需额外增加前扒渣和较长搅拌时间
脱硫剂	采用单质颗粒镁作为脱硫剂，镁粉易燃，需钝化处理，运输及储存要求高，价格受市场波动影响很大	采用镁粉+石灰作为脱硫剂，脱硫剂要求高，其中镁粉易燃，需钝化处理，运输及储存要求高，价格受市场波动影响很大；石灰粉也需钝化处理，增加其流动性。	采用石灰+萤石作为脱硫剂，脱硫剂要求低，脱硫剂来源广泛、价格稳定。
一次投资	较低	较低	较高

三种脱硫方法成本比较如表 1-2 所示。

表 1-2 三种铁水脱硫工艺成本对比表

主要消耗		物料单价		单喷颗粒镁脱硫		复合喷吹脱硫		KR 法脱硫	
		单位	单价	单耗	单位成本	单耗	单位成本	单耗	单位成本
脱硫剂	镁粉	元/kg	16	0.8	12.8	0.6	9.6		
	石灰粉	元/kg	0.55			2.6	1.43	7.3	4.015
	萤石粉	元/kg	0.5					0.7	0.35
	聚渣剂	元/kg	3	0.4	1.2	0.3	0.9		0
主要耗件	喷枪	万元/根	0.9		1.4		1.4		0.017
	搅拌浆	万元/个	3					0.000028	0.84
动力消耗	电耗	元/kWh	0.5	0.04	0.02	0.04	0.02	0.38	0.19
	氮气	元/Nm ³	0.28	0.15	0.042	0.15	0.042	0.46	0.1288
	压缩空气	元/Nm ³	0.12					3.4	0.408
铁损		元/kg	2.3	7	16.1	5	11.5	3	6.9
总成本（不含铁损）					15.467		13.392		6.3338
总成本（含铁损）		元/t 铁			31.562		24.892		13.2338
成本差（KR-喷吹）		元/t 铁			-18.3282		-11.6582		

由表 1-2 可以看出，KR 搅拌脱硫工艺吨铁脱硫成本较复合喷吹和单喷颗粒镁脱硫工艺分别低 11.6582 元和 18.3282 元，具有运行成本低的优势。

由于单喷颗粒镁深脱硫困难，且回硫现象严重，深扒渣造成铁损严重，大量脱硫渣铁易造成处理困难，长期堆放存在环保风险，而且国内目前改造及新建的脱硫工程已基本不再采用该脱硫工艺。

综合以上，建议朝阳钢铁将现有两套单喷颗粒镁脱硫其中一套改为 KR 搅拌脱硫工艺，并预留一套的位置。

通过三种脱硫工艺的技术设备、脱硫效果、温降、铁损、成本等多方面的综合比较，KR 法在深脱硫、成本方面的优势突出。从长远考虑并结合实际生产，KR 法铁水脱硫具有更深远价值。

1.4 KR 脱硫工艺装备

KR 法脱硫即搅拌法脱硫。一个完整的脱硫站通常包括加料及投料系统、车辆系统、扒渣系统、搅拌系统等。

（一）加料及投料系统

包括料仓、喷吹罐、喷粉枪除尘器等。

（二）车辆系统

包括铁水罐倾翻台车、渣罐台车等。

（三）扒渣系统

成套扒渣机、液压站。

（四）搅拌系统

包括搅拌导轨立柱、升降小车及搅拌装置、升降装置、除尘管阀等。

1.5 “一键脱硫”的实现

“一键脱硫”的过程定义为：扒完前渣测温和取样后铁水到达搅拌位，岗位人员确认界面信息后点击确认键，在此期间完成自动采集铁水重量、温度、成分数据，计算脱硫剂加入量，铁水液面检测，搅拌头升降、旋转、

投料和甩渣直至搅拌头回到待机位全过程。

“一键脱硫”技术的关键点：一是利用搅拌头下降过程中力矩变化信号自动设置铁水液面高度，控制搅拌头的插入深度，取代每次处理前的人工搅拌头检测液面和设定插入深度的过程。二是通过网络技术采集铁水成分、重量和温度，根据脱硫剂性能数据自动计算脱硫剂的加入量。三是编制程序，使脱硫过程按照事先设定的逻辑关系完成整个过程的自动运行。

1.6 主要建设内容

本项目拟将现有 2#单喷颗粒镁脱硫装置拆除改造为一套 KR 脱硫装置及配套设施，同时在脱硫平台旁增设粉剂喷吹系统。

项目主要建设内容：

- 1) 拆除现有 2#单喷颗粒镁脱硫装置设备；
- 2) 新增一套 KR 铁水预处理系统；
- 3) 新建一套粉剂供料喷吹系统；
- 4) 新建一套处理位除尘烟罩、管道及阀门；
- 5) 利旧修复设备设施：

一套电动铁水倾翻车及其轨道；

一套扒渣机及液压站；

一台渣罐车；

一套除尘烟罩、管道及阀门。

6) 利用现有转炉三次除尘系统，将新增脱硫除尘管道接至该系统屋面主管道，通过阀门切换操作；

7) 配合脱硫 KR 工艺设备改造，对现有 2#、3#脱硫砵平台、基础、供配电、除尘、燃气、热力等专业进行改造。

1.7 设计原则

- 1) 充分利用鞍钢厂内现有场地、设施及能力，采用先进、实用、可靠

的工艺技术和设备，坚持“高起点、少投入、快产出、高效益”的技术改造思路，在保证质量的前提下，尽可能节约投资、缩短工期。

2) 设备最大限度国产化，重要工艺装备选用国内一流设备，影响产品质量的关键工艺装备选用国际一流设备。

3) 结合生产线布置的特点，充分利用现有资源条件，合理优化设计。

4) 贯彻执行国家和地方政府有关节能、环保、安全、卫生、消防等政策、法令、规定。

5) 充分考虑未来 3#单喷颗粒镁脱硫装置改造的空间。

1.8 工艺

1.8.1 生产能力

新增 KR 脱硫装置建成投产后，具备年处理 145.7 万吨铁水的生产能力。

1.8.2 KR 脱硫工艺方案

本项目拟将现有的 2#单喷颗粒镁脱硫站改造为 KR 脱硫站，其中倾翻台车、渣罐台车轨道及设备、液压室及液压设备、扒渣机平台及扒渣机本体均利旧修复，主平台进行适应性改造后在其上布置搅拌装置，考虑到平台载荷将料仓布置于地面。

1.9 设备

1.9.1 KR 脱硫装置

新建的一套 KR 搅拌脱硫装置建于现有脱硫平台上，整体设备成高架式布置，搅拌装置、料仓均由钢结构进行固定和支撑。

1 套铁水预处理脱硫站及其配套设施，主要组成如下：

- | | |
|--------------------|-----|
| 1) 搅拌桨 | 3 个 |
| 2) 脱硫机械搅拌装置（含事故提升） | 1 套 |
| 3) 测温取样装置 | 1 套 |

4) 脱硫剂输送系统	1 套
5) 脱硫剂喷射给料系统	1 套
6) 脱硫站自动控制系统	1 套
7) 脱硫烟罩及阀门	1 套
8) 搅拌桨更换台车	1 套
9) 翻版轨道	1 套
10) 搅拌桨清渣装置	1 套

1.9.2 除尘罩

1) KR 搅拌位除尘罩	1 套
--------------	-----

1.10 燃气

为新建 KR 脱硫工位设备提供氮气供应。本工程建在朝阳钢铁炼钢作业区加料跨厂房内，拟在现有氮气主管道上接出一条管道，送至各个用户点。

1.11 热力

为 KR 脱硫工位设备提供压缩空气。

1.12 通风

KR 脱硫工位高位料仓新增 1 台仓顶除尘器。

在+9.1m 平台搅拌装置旁布置 2 台岗位风机。

1.13 给排水

本专业对新增 KR 脱硫项目进行配套给排水设计，为新增 KR 脱硫站内摄像头提供净环水，为取样试样冷却及地坪洒水提供工业用水。

1.14 电气自动化

电气设计范围依据工艺设备的规模和建设，主要包括：

主要内容包括低压配电系统设计、电动机控制中心（MCC）设计、电气传动及自动化控制系统设计、辅助照明计、电缆敷设设计和接地设计等。

1.15 仪表

本项目设计内容包括：KR 脱硫系统、除尘系统、自动折铁系统等的仪表自动化检测及控制。

1.16 电讯

本项目电讯专业设计内容包括：工业对讲系统、工业电视系统。

1.17 总图

新增 KR 脱硫系统布置在炼钢车间内部。

1.18 建筑

对现有脱硫电气室进行改造。

1.19 结构

本项目结构设计主要内容如下：

- 1) 现有脱硫砣平台加固；
- 2) KR 脱硫钢结构平台（脱硫处理位周围需设隔热防护）；
- 3) 除尘设施改造，设置管道支架及支架基础。

1.20 环境保护及综合利用

分析本项目在生产过程中产生的各种污染，并分析原因提出解决措施，最终处理后排放，符合国家标准。

1.21 消防

本项目消防措施严格按照国家有关规程、规范设计，正常情况可避免火灾事故的发生，确保生产安全，工作人员生命安全；一旦发生火灾，可利用配置的消防设施和通讯设施，及时扑灭火，控制灾情，最大限度地减少损失。

1.22 安全及工业卫生

本项目对生产过程中可能产生的一切危害因素进行了预防，为保证工

人身体健康还采取了一系列保障措施。按照国家的有关标准，规范采取了相应的安全卫生技术措施，为保障职工的安全生产和身心健康奠定了物质基础和环境条件。

1.23 能源篇

本工程作业时间按 8400h/a 计算，炼钢产能 250 万吨/年，按炼钢作业区统计其中 37%铁水即 83.25 万吨需要脱硫处理，每年新增总消耗 173348.98kg 标准煤。

表 1-3 燃料及动力消耗一览表

序号	项目名称	单耗	实物量	择标系数	折标准煤 (kg)
1	电(kgce/kW·h)	0.38	316350	0.1229	38879.415
2	净环水(kgce/Nm ³)	0.15	124875	0.0475	5931.5625
3	氮气(kgce/Nm ³)	0.46	382950	0.04	15318
4	压缩空气(kgce/Nm ³)	3.4	2830500	0.04	113220
	总能耗				173348.98

项目增加碳排放源为项目消费的购入电力、热力的二氧化碳间接排放，不涉及工业生产过程产生的二氧化碳排放、化石燃料燃烧碳排放量和固碳产品隐含的二氧化碳排放。经计算，项目建成投产运营后预计增加二氧化碳排放总量约 169.75tCO₂/a。

1.24 投资估算

本投资估算根据以上工程内容编制，工程造价为含税投资 █████ 万元，不含税投资 █████ 万元。

按投资费用构成划分：

表 1-4 投资费用构成划分表

费用	含税投资 (万元)		不含税投资 (万元)	
	投资额	占总投资 (%)	投资额	占总投资 (%)
建筑工程费				
设备费				
安装工程费				
其他费用				
不可预见费				
合计				

1.25 技术经济评价

本评价范围为朝阳钢铁炼钢作业区增设 KR 脱硫改造项目。

本项目主要技术经济指标汇总如下：

表 1-5 技术经济指标汇总表

序号	项 目	单位	评价指标	备 注
1	建设投资	万元		详见投资估算
2	流动资金	万元		
3	效益	万元		第二年
4	城维税及附加	万元		第二年
5	总成本费用	万元		第二年
6	利润总额	万元		第二年
7	所得税	万元		第二年
8	净利润	万元		第二年
9	项目投资内部收益率	%		所得税后
10	财务净现值	万元		所得税后, $i_c=12.0\%$
11	投资回收期（静态）	年		不含建设期

本项目投资所得税后财务内部收益率为 \square ，投资回收期为 \square 年（不含建设期），项目的财务盈利能力强。敏感性分析表明，本项目具有较强的抗风险能力。

因此，从财务盈利能力分析及敏感性分析看，本项目可行。

2 炼钢

2.1 概述

根据炼钢作业区脱硫区域现状，拟对铁水脱硫工艺进行技术改造，拆除现有 2#单喷颗粒镁脱硫工位设备，在原位新建 1 套 KR 搅拌脱硫装置及其配套设施，对铁水进行脱硫处理，脱硫后的铁水罐经起重机吊至转炉兑铁。利旧现有铁水罐倾翻车、扒渣机、渣罐车及转炉三次除尘系统。

2.2 生产能力及原料条件

2.2.1 生产能力

新建一套 KR 脱硫装置建成投产后，具备年处理 145.7 万吨铁水的生产能力。

2.2.2 原料条件

• 铁水条件

表 2-1 铁水条件

C (%)	Si(%)	Mn(%)	P(%)	S(%)	温度 °C
3.8~5.5	0.2~0.6	0.08~0.12	0.07~0.17	0.02~0.18	1300~1450

• 脱硫剂

组成：CaO 90%， CaF₂ 10%

石灰：CaO>90%、 S<0.05%、 烧损≤2%、 活性度≥320、 粒度在 0.5~1.2mm 之间占 80%以上， 小于 0.5mm 和大于 1.2mm 均<10%。

CaF₂： 含量>85%、 SiO₂<4%、 S<0.2%、 H₂O<1% ， 粒度要求同上。

脱硫剂理化指标中最大粒度要小于 3mm。

2.2.3 铁水脱硫要求

铁水温度要求大于 1300℃。

根据产品大纲中不同钢种对硫含量的不同要求， 脱硫深度比例：

脱硫后[S]≤ 0.015%， 占 20%；

脱硫后[S]≤ 0.010%， 占 50%；

脱硫后[S]≤ 0.005%， 占 30%。

上述脱硫深度只作为参考， 实际脱硫剂用量及脱硫后硫含量与原始铁水温度、 铁水硫含量以及脱硫剂品质及用量息息相关。

2.3 产能计算

表 2-2 KR 脱硫处理周期表

序号	作业内容	时间 (min)	备注
1	倾翻台车运行至处理位	1	
2	测温取样	2	
3	扒除高炉渣	3	
4	脱硫作业	12	初始硫由 0.03% 脱至 0.005%
5	扒除脱硫渣	8	
6	测温取样	2	
7	倾翻台车运行至起重机起吊位	1	
8	总计	30	

由上表可知 KR 脱硫处理周期约 30min，可与转炉生产节奏匹配。

KR 年脱硫处理能力为：

$$P=350 \times (120 \times 1440 \div 30) \times 85\% \times 85\% = 145.7 \text{ 万吨}$$

其中：350 天为年有效作业天数；

1440 为日分钟数；

30 为单工位作业周期；

120t 为平均处理量；

85%为车间作业率；

85%前后工序配合率。

可见，朝阳钢铁炼钢作业区将喷吹脱硫改建成 KR 脱硫后，年理论处理能力可达 145.7 万吨，实际每年需脱硫铁水量约为 100 万吨，完全能够满足生产要求。

2.4 KR 脱硫工艺方案及布置

2.4.1 工艺流程

高炉铁水通过铁路运到转炉车间，铁水渡线上装有铁水的铁水罐通过 180t 起重机运至 KR 脱硫站铁水罐倾翻车上，并通过铁水罐倾翻车运输至脱硫扒渣位，接着铁水罐车倾翻，待铁水罐倾翻至合适角度后停止倾翻，并进行前扒渣。扒渣结束后，加脱硫剂进行搅拌脱硫。脱硫完成后，将搅拌桨提升至甩渣位高速旋转，甩掉搅拌桨上的脱硫渣。甩渣完成后，搅拌桨提升到待机位，铁水罐倾翻并对铁水进行二次扒渣。扒渣完成后罐车复位，走行至铁水罐吊罐位，吊出铁水罐并送至转炉，开始下一个处理周期。

搅拌桨采用上换桨方式，搅拌桨热修补在脱硫操作平台旁进行。

脱硫通过槽罐车气力输送至 50m³ 料罐内，50m³ 料罐下设粉剂 3m³ 喷吹罐，使用时通过气力输送通过喷枪加入到铁水罐内。

脱硫、扒渣操作在现有操作室内进行。铁水罐车及铁水罐车附属设施

均利旧，渣罐及脱硫渣运输线均利旧，扒渣机及其液压站利旧。

铁水罐倾翻车液压系统利旧。

脱硫及扒渣产生的烟气，通过除尘管道汇集到总除尘管道进入到现有转炉三次除尘系统除尘器内。

铁水罐喷吹脱硫的工艺流程见图 2-1。

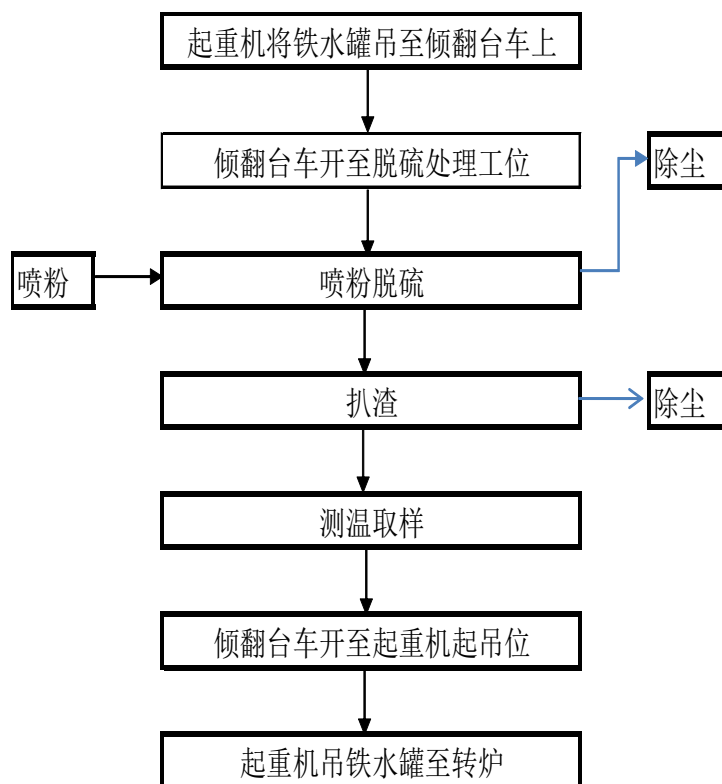


图 2-1 脱硫工艺流程图

2.4.2 工艺布置

KR 脱硫搅拌装置布置在 G-H 跨、7-8 轴之间原有喷吹脱硫主操作平台；平台及基础需要校核、加固；

KR 脱硫主要包括 1 套搅拌桨升降及旋转装置、1 台扒渣机（利旧）、1 台铁水罐倾翻车（利旧）、1 台渣罐车（利旧）及 1 套上料、投料系统。

脱硫站分 5 层布置，具体如下：

在±0.00 米地坪布置脱硫铁水罐倾翻车（利旧）、渣罐车（利旧）、液压站（利旧）、挡渣墙（利旧）。铁水罐车和渣罐车轨道布置于同一个中心线上。

在+4.00 米平台上，布置 1 台扒渣机，扒渣机本体设备利旧。

在+9.10 米平台上设有升降框架、脱硫剂喷粉枪、搅拌桨更换台车、电气室及操作室，并设有除尘孔，局部设有除尘管道支架。

在+12.20 米平台上设置搅拌框架开孔、搅拌框架支撑。

在+15.80 米平台上设置脱硫剂喷粉枪装置。

在+19.00 米平台上设置搅拌卷扬、搅拌框架开孔、搅拌框架支撑。

在+21.60 米平台上设置搅拌系统滑轮组。

各层平台根据实际需要酌情设置楼梯。

为 KR 脱硫装置配套建设贮粉料仓（料仓大小为：50m³），50m³ 料仓下布置喷吹罐，喷吹罐容积约为 3m³，用于通过气力输送粉剂物料至脱硫工位喷粉枪，布置在 G-H 跨、8-9 轴之间，分 4 层布置，具体如下：

在±0.00 米布置阀站、喷吹罐；四周砌+1.5m 高围墙，并留门，平时此门处于关闭状态，需检修或至平台下工作方可打开。

在+3.750 米平台布置喷吹罐。

在+6.75 米平台布置料仓流态化控制阀站。

在+9.950 平台布置 50m³ 储料仓。

在+13.850 米平台布置料仓开孔，用于检修。

搅拌桨更换台架布置在 G-H 跨、8-9 轴之间，脱硫平台旁。计划设置 2 个存桨位。搅拌桨吊运采用现有 5 吨吊车。

2.4.3 消耗指标

表 2-3 KR 脱硫消耗指标

序号	项目	单位	消耗量	备注
1	脱硫剂	kg/t 铁水	8.0	
2	耐火材料	kg/t 铁水	0.25	
3	氮气	Nm ³ / t 铁水	0.3	
4	压缩空气	Nm ³ / t 铁水	2.0	
5	电	kw·h/ t 铁水	0.37	
6	水	m ³ / t 铁水	0.2	
7	测温取样探头	个/ 罐	3.0	

2.5 KR 脱硫主要技术经济指标

表 2-4 KR 脱硫主要经济指标

序号	名称	单位	参数	备注
1	铁水罐容量	t	120	
2	装置数量	套	1	
3	年处理量	万 t/年	120	
4	处理周期	min	30	
5	处理前铁水硫含量	%	0.02~0.18	
6	处理后铁水硫含量	%	≤0.005	最低 0.001%
7	年有效作业天数	天	350	
8	石灰粉单耗	kg/t	7.3	
9	萤石单耗	kg/t	0.7	
10	渣量	kg/t	10	
11	电耗	kwh/t	0.37	
12	压缩空气	Nm ³ /t	3.75	
13	氮气	Nm ³ /t	0.3	

3. 设备

3.1 机械搅拌装置

- 1) 数量： 1 套
- 2) 设备描述：

机械搅拌设备是搅拌法脱硫的主体设备。在脱硫作业中，搅拌浆的工作旋转速度范围从 30rpm 至 120rpm，最大可以达到 140rpm。搅拌浆旋转装置安装于升降小车车架上，旋转电机通过联轴器和行星减速机与搅拌浆主轴和搅拌浆连接在一起。

升降小车的升降是通过钢丝绳卷扬来实现的，钢丝绳上设有传感器对钢丝绳张力进行检测。升降小车车架上装有固定导向轮和移动导向轮装置。移动导向轮上还设有弹簧装置，用于缓冲搅拌浆旋转时产生的晃动。

全场断电的事故状态下，事故提升采用气动马达将搅拌浆从铁水罐中提升。

- 3) 主要技术参数：
 - 升降部分

升降驱动:	钢丝绳卷扬
升降位置控制:	绝对值编码器 (安装在低速轴)
升降速度反馈:	增量型编码器 (安装在高速轴)
升降电机:	约 55kW AC380V VVVF
提升能力:	约 30t
升降行程:	约 6.6m
升降速度:	约 1-6 m/min
升降行程极限保护:	限位开关
升降制动器 (外置):	电液推杆制动 (同时配气动驱动)

一一 旋转部分

旋转驱动:	电机行星减速机带动
旋转电机:	约250kW AC380V VVVF 控制
搅拌浆转速:	正常运行, 100~140 rpm (新浆100~120, 旧浆最大140)

一一 搅拌浆事故提升

提升行程:	约 6.6m
提升能力:	约 30t
提升速度:	约 1 m/min
工作压力:	0.5MPa

一一 润滑系统

主轴轴承及导轮:	自动润滑系统
其它部件润滑方式:	采用进行集中手动润滑

一一 公辅介质

搅拌浆冷却:	采用压缩空气
控制:	现场和中央两地操作;

4) 主要设备特点

钢丝绳上设有张力传感器在线检测钢丝绳张力；

搅拌桨内部通压缩空气进行冷却，冷却后的压缩空气分成两个支路，一路通向下部轴承，对轴承进行吹扫，一路通到环流密封，对平台起到气封作用；

升降小车工作轨道设置工作轨道面和非工作轨道面，工作轨道面比非工作轨道面要突出，使得搅拌桨在高速旋转的时候弹簧可以张紧；

弹簧夹紧装置：

升降小车的上下两组，设有固定导向轮和移动导向轮。其中移动导向轮上设有一组弹簧装置，利用弹簧的反作用力，缓解搅拌桨在高速旋转过程中产生的振动；

事故提升：电机断电时，采用气动马达事故提升。

5) 主要部件描述

固定框架：固定框架主要是型钢组成框架结构，框架由下向上穿越各层平台，为保持框架的结构稳定性，与各层平台相连。

升降轨道：四条导轨安放在框架的内侧四角，分别设工作导轨和非工作导轨，保证升降车架良好运行。

升降小车车架：用于实现搅拌桨的升降和旋转，由型钢组成方形结构。框架四角安装有导向轮，分为固定导向轮和移动导向轮。

搅拌桨旋转驱动装置：主要有旋转电机、行星减速机、旋转主轴，轴承等部件组成。

搅拌桨升降驱动装置：主要由升降电机、减速机、钢丝绳卷扬等部件组成。

防尘盖装配：防尘盖装置安装在旋转主轴的下部，当搅拌桨下降到铁水罐中，防尘盖装置随着旋转主轴一起下降，封在烟罩的开口处。该装置底部设有环流装置，喷嘴处喷出压缩空气，起到了很好的气封作用。主要由圆环链、环流装置组成。

钢丝绳调节装置：在钢丝绳的固定端设有张力传感器，当钢丝绳在牵引设备运行时发生张力变化情况，就会通过传感器发出报警信号，以保证运行设备的安全。

6) 主要设备组成

- a) 升降驱动
- b) 旋转驱动
- c) 升降小车
- d) 固定框架
- e) 集中润滑系统
- f) 压缩空气配管配线系统

3.2 搅拌桨

1) 数量：3个

2) 设备描述：

用于脱硫处理，金属焊接件，外部浇注耐火材料，采用压缩空气冷却。

3) 主要技术参数：

型式：十字形

3.3 搅拌桨更换台车

1) 数量：1套

2) 设备描述：

更换台车主要是用于更换旧浆和安装新浆。台车上有 1 个换浆位。

3) 主要技术参数：

形式：自走行式

电源供应方式：电缆卷筒(含电缆)（布置在车上）

载运能力：5t

走行电机：约 5.5kW VVVF AC380V

走行速度：约 5m/min

走行行程： 约 10m

走行定位： 限位开关

4) 主要设备组成：电机、减速机、万向轴、车轮组、走行车架、轴承组、限位开关

3.4 脱硫剂输送装置

建于 9.1m 脱硫平台外侧，通过管道，将运送来的脱硫剂输送到储料仓。此部分主要设备为管道、阀门及气体分配器。

上料阀门为 DN100 口径切断阀，压力等级 1.6MPa。向槽罐车加压的气源阀门为 DN80 的切断阀，压力等级 1.6MPa。上料助吹管理阀门为 DN50 切断阀，压力等级 1.6MPa。

3.5 脱硫站石灰粉和萤石粉混合储料仓

1) 数量： 1 个

2) 设备描述：

该设备用于储放石灰和萤石粉剂；储料仓上称重传感器进行物料称量。该储料仓上还装有一个高位料位计，用于高料位报警。

3) 主要技术参数：

类型： 带有锥形漏斗的圆柱形密闭容器

形式： 焊接钢结构

容量： 50m³

卸料方式： 流态化

卸料速度控制： 旋转阀

3.6 脱硫剂喷射给料系统

3.6.1 喷吹罐

1) 数量： 1 个

2) 设备描述

该设备用于将石灰及萤石的混合料加压后喷吹至喷枪。

3) 主要技术参数:

类型: 带有锥形漏斗的圆柱形密闭容器

形式: 焊接钢结构

容量: 3m^3

卸料方式: 切断阀、喉口调节阀

3.6.2 喷枪升降装置

1) 数量: 1 套

2) 设备描述:

该设备具有升降功能, 通常在待机位, 喷吹时将喷枪下降至铁水罐内铁水液面以上, 通过喷枪向铁水表面喷吹脱硫剂。

3) 主要技术参数:

类型: 链条传动升降式

形式: 焊接钢结构

升降速度: $0-16\text{m}/\text{min}$

3.6.3 喷粉枪

1) 数量: 1 套 (枪头 5 个)

2) 设备描述:

该设备安装于喷枪升降装置上, 喷吹时将喷枪下降至铁水罐内铁水液面以上, 通过喷枪向铁水表面喷吹脱硫剂。

3) 主要技术参数:

类型: 弯曲型喷枪

材质: 不锈钢

通经: DN65

3.7 铁水罐

KR 脱硫处理工艺要求保证铁水罐内铁水液面到罐口净空 $\geq 580\text{mm}$, 根

据业主提供铁水罐图纸，目前铁水罐可满足设计要求，不需对现有铁水罐进行改制。

3.8 搅拌除尘烟罩

1) 数量： 1 套

2) 设备描述：

该设备分别位于 1#KR 脱硫工位上方，用于捕集搅拌脱硫时产生的烟尘。除尘烟罩采用固定式除尘罩，侧面设置除尘管道，最后将烟尘汇入各自除尘系统的车间主管道中。

3) 主要技术参数：

类型：钢结构外壳，内喷涂耐材；

尺寸：7500mm（长）×6000mm（宽）×3500mm（高）（尺寸暂定）

4 燃气

4.1 设计范围

朝阳钢铁炼钢厂脱硫 KR 改造设计项目新建 1 套 KR 脱硫系统，燃气专业主要设计范围：

为脱硫系统应用氮气做氮气管道设计；

为电气专业相关操作室配套消防灭火器。

4.2 设计依据

《工业企业煤气安全规程》GB6222-2005

《深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程》GB16912-2008

《超细干粉灭火系统设计、施工及验收规范》DB37/T1317-2009；

《干粉灭火系统设计规范》GB50347-2004；

《建筑灭火器配置设计规范》GB50140-2005。

以及有关的其它规程、规范。

4.3 设计内容

4.3.1 氮气相关参数

氮气纯度：99.9%；氮气露点：-40℃；

新建 KR 系统常用氮气体量见表 4-1。

表 4-1 KR 系统常用氮气体量汇总

工位	工位数量	用气量 (m ³ /h)	压力 MPa	每个工位工作制度
脱硫工位用摄像头	1	220	0.5	连续工作
槽罐车	1	500	0.2	每天1次，一次2小时
石灰、萤石储料仓流化态	1	70	0.2	每次持续20min，35分钟1次
喷吹罐	1	550	0.5	每35分钟一次，每次持续5分钟
事故提升马达	1	200	0.5	事故时使用
主体其他用气		130	0.5	间断使用

4.3.2 氮气设计方案

本项目氮气主要用于气力输送、摄像头吹灰、除尘反吹等；常用气量为 1250Nm³/h，峰值用气量约为 1670Nm³/h；用气点气体压力约 0.5MPa。

本设计氮气主管接自厂房内废钢坑旁现有氮气主管道，接点压力为 1.0MPa，管径选为 DN80，采用架空敷设方式敷设至工位平台附近。

为满足用户用气压力要求，氮气管道在工位平台附近设置减压阀组 2 套（一用一备），调压至 0.6MPa；在调压阀组后设置 6m³ 储罐一个，以起到储气及稳压作用。储罐前后设置切断阀，自身配置安全阀。

减压阀组后氮气管道管径选为 DN100。

氮气管道选用无缝钢管，材质为 20 钢，管道总长度约为 50 米。

4.4 灭火器配置

本项目需要配置消防灭火器的车间有：

现有电气室，单层建筑，尺寸约为：22m（长）×7m（宽），净空 3.5m，按照规范《建筑灭火器配置设计规范》GB50140-2005 要求，上述房间内需要设置磷酸铵盐干粉灭火器，灭火器选用 MF/ABC3 型，数量约 5 台。

灭火器摆放要求：

- 1) 灭火器应设置在位置明显和便于取用的地点，且不得影响安全疏散；
- 2) 对有视线障碍的灭火器设置点，应设置指示其位置的发光标志；
- 3) 灭火器的摆放应稳固，其铭牌应朝外。手提式灭火器宜设置在灭火器箱内或挂钩、托架上，其顶部离地面高度不应小于 1.5m；底部离地面高度不宜小于 0.08m。灭火器箱不得上锁。
- 4) 灭火器不宜设置在潮湿或强腐蚀性地点。当必须设置时，应有相应的保护措施。
- 5) 灭火器不得设置在超出其使用温度范围内的地点。

4.5 主要设备

本工程主要设备见表 4-2。

表 4-2 燃气主要设备表

序号	名称	规格及型号	单位	数量
1	氮气部分			
1.1	调压阀组	DN80/DN100，入口压力 1.0MPa，出口压力为 0.6MPa；	套	1
1.2	氮气储罐	容积：6m ³ ；PN16	台	1
2	灭火器			
	磷酸铵盐干粉灭火器	MF/ABC3 型	台	15

5 热力

5.1 设计依据

《工业金属管道管道工程设计规范》有关规定。

5.2 设计内容

脱硫工艺用净化压缩空气管道。

5.3 净化压缩空气耗量

根据工艺及设备需求，净化压缩空气消耗量见表 5-1。

表 5-1 净化压缩空气消耗表

序号	用户名称	峰值消耗量 Nm ³ /h	供气压力 MPa	备注
1	搅拌浆冷却	1400	0.4~0.6	间断使用
2	平台吹扫	200	0.4~0.6	间断使用
3	气封	1200	0.4~0.6	间断使用
4	仪表用气	130	0.4~0.6	间断使用
	合计	2600		

5.4 净化压缩空气的供应

根据压缩空气使用量级使用制度，在废钢坑附近接出一路 DN150 的压缩空气管路，距离约 180m。

由于气封系统在铁水罐上方，因此需确保气封用净化压缩空气干燥。

6 通风

6.1 设计依据

生态环境部《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》环大气〔2019〕35号

辽宁省《钢铁工业大气污染物排放标准》DB21/4119—2025

《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50019-2015；

《工业企业噪声控制设计规范》GB/T 50087-2013；

《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018版）；

《工业企业设计卫生标准》GBZ1-2010；

《环境空气质量标准》GB3095-2012。

6.2 气象参数

（台站名称及编号：朝阳站 54324）

室外计算（干球）温度：

冬季采暖 -15.3℃

冬季通风 -9.7℃

夏季通风 28.9℃

冬季空调	-18.3℃
夏季空调	33.5℃
室外风速:	
冬季	2.4m/s
夏季	2.5m/s
全年主导风向及频率	C: 33%; SSW: 16%;
冬季主导风向及频率	C: 40%; SSW: 12%
夏季主导风向及频率	C: 32%; SSW: 22%
大气压力:	
冬季	1004.5hPa
夏季	985.5hPa
全年日平均温度低于+5℃的天数	145 天
年平均温度	9.0℃
极端最高温度	43.3℃
极端最低温度	-34.4℃

6.3 除尘设计

6.3.1 KR 系统烟气原始参数

新建 1 座 KR 系统烟气原始参数详见表 6-1。

表6-1 KR 系统烟气原始参数表

序号	名称	单位	脱硫作业时				扒渣作业时				
			N ₂	O ₂	CO	CO ₂	N ₂	O ₂	H ₂	CO	CO ₂
1	烟气量	m ³ /h	150000				120000				
2	烟气温度	℃	190				~80				
3	烟气化学成份	%	87	0.5	0.6	8.2	79.4	87	6.4	3	9.13
4	原始含尘量	g/Nm ³	2~5				1~2				
5	操作点数	点	1				1				
6	同时操点	点	1				1				
7	持续时间	min	6~15				1~12				

KR 脱硫工位高位料仓新增 1 台仓顶除尘器。

在+9.1m 平台搅拌装置旁布置 1 台岗位风机。

6.3.2 设计内容

朝阳钢铁炼钢作业区现有转炉三次除尘系统设计风量为 $140 \times 10^4 \text{m}^3/\text{h}$ 。系统各抽尘点设计风量分配表见表 6-2。

表 6-2 转炉三次除尘系统设计风量分配表

序号	除尘点名称	吸风点/ 同时吸风点	单点吸风量 m^3/h		最大同时吸风量 m^3/h
			兑铁水时	冶炼或出钢时	
1	加料跨屋顶罩	2/2	40×10^4	10×10^4	140×10^4 (2 座转炉同时兑铁水, 折铁工位处于工作状态时)
2	炉子跨屋顶罩	2/2	10×10^4		
3	折铁位屋顶罩	1/1	40×10^4		
	合计				140×10^4

该系统中折铁工位间断使用, 且其 $\Phi 2520$ 通风管道布置于现有脱硫厂房 G 列屋面, 目前该系统长时间处于降频运行。

新增 KR 脱硫装置后, 脱硫处理位增加烟气捕集罩, 通过新增除尘管道并入厂房外侧现有 $\Phi 2520$ 管道, 并沿厂房外墙向上至厂房屋面, 在 G 列 1/7 柱处与现有折铁工位 $\Phi 2520$ 除尘管道连接, 通过管道阀门切换使用。

6.3.2.1 KR 脱硫除尘阀门

1) 数量: 1 套

2) 设备描述:

该设备安装于 KR 处理位除尘管道上, 控制工位吸尘。

3) 主要技术参数:

类型: 电动调节蝶阀;

尺寸: $\Phi 1800$

6.3.2.2 KR 脱硫除尘管道

新建 KR 脱硫处理位除尘罩及管道, 除尘管道接入原脱硫工位除尘管道, 并通过电动阀门控制。

1) KR 脱硫处理位除尘管道

烟气量: $15 \times 10^4 \text{m}^3/\text{h}$

管道直径： $\Phi 1800\text{mm}$
烟气流速： 18m/s
管道长度： 根据最终的布置确定

2) 与转炉三次除尘连接的除尘管道

烟气量： $30 \times 10^4 \text{m}^3/\text{h}$
管路直径： $\Phi 2520\text{mm}$
烟气流速： 18m/s
管道长度： 约 60m

6.3.2.3 仓顶除尘器

- 1) 数量： 1 套
- 2) 设备描述：

该设备安装于石灰萤石混合料仓顶部设置单机仓顶除尘器（自带清灰控制箱），对各个脱硫剂料仓压力送料时含尘气体进行泄压净化处理后车间内外排。选用脉冲定时清灰方式清灰，收下粉尘直接返回对应原料筒仓内。

- 3) 主要技术参数：

系统风量： $2000 \text{m}^3/\text{h}$
烟气温度： $<40^\circ\text{C}$
除尘器型式： 仓顶脉冲袋式除尘器
除尘器过滤面积： 48m^2
滤料： 覆膜丙纶针刺毡
全过滤风速： $<0.7\text{m}/\text{min}$

6.3.3 通风设计

在+9.1m 平台搅拌装置旁布置 1 台岗位风机，风量 $1.5 \times 10^4 \text{m}^3/\text{h}$ 。

6.4 在线监测

根据生态环境部《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》（环大气〔2019〕35号），铁水预处理属于主要产尘点，应在收尘罩或抑尘设施上方设置 TSP 浓度监测仪，且不得受外部风力影响，以实现无组织排放的实时监控与超标预警；辽宁省《钢铁工业大气污染物排放标准》（DB21/4119—2025）也明确要求铁水预处理等主要产尘点必须安装 TSP 浓度监测仪，并纳入企业排污许可与环保绩效评级体系。

现有转炉三次除尘系统已安装一套 CEMS 在线监测装置，本次改造新建 KR 脱硫系统生产过程中产生的烟气接入转炉三次除尘系统，符合规范及相关标准要求。

6.5 消声减振

本工程所选用的通风、空调设备均符合国家现行《工业企业噪声控制设计规范》和《城市区域环境噪声标准》等的有关规定的要求，通风、空调设备运行噪声值均小于 85dB(A)。

6.6 节能措施

本工程所选用的风机为低噪声高效节能型产品，其效率 $\geq 85\%$ 。

7 给排水

7.1 设计依据

《建筑给水排水设计标准》（GB50015-2019）

《钢铁冶金企业设计防火标准》（GB50414-2018）

《室外给水设计规范》（GB50013-2006）

《室外排水设计规范》GB50014-2006 (2014 年版)

《工业循环水冷却设计规范》GB50102-2003

内部相关专业提供的资料

厂区总平面布置图

7.2 设计内容

包括拟建工程区域内所有给排水设施。主要包括各车间室内外给排水设计等。包括：净环水、生产新水、生产排水。

7.3 水系统

7.3.1 净环供回水系统

工业电视用冷却水，共 1 处，压力：0.1-0.3MPa，每处流量：1.5m³/h，共 3m³/h。

液压站冷却用水，压力 0.3MPa，流量 15m³/h。

水源接自厂房内净环供回水系统。

7.3.2 生产用水系统

在主操作平台（+9.1m）及扒渣平台各设置 1 个边长为 1000mm 的水箱，用于蓄水，留给护浆使用及冷却扒渣板；引一路水源，用作水箱补水，此路水同时用于平台洒水；同时留一个接头，预留一路 DN25 的管道至扒渣平台。

水源接自厂房内生产新水管网。

7.3.3 生产排水系统

地坪洒水、水箱溢流排水等用水（1m³/h）排至室内、外生产排水系统。

7.4 给排水参数

a) 净环水用量：18m³/h。

b) 生产新水量：2m³/h。

c) 排水量：1m³/h。

8 电气自动化

8.1 概述

8.1.1 设计依据

根据我公司工艺、设备、通风等专业提供的委托资料，而开展本专业可行性研究工作。

8.1.2 执行标准

本设计执行中华人民共和国国家标准及部分行业标准。主要标准有：

《建筑设计防火规范》（GB50016-2014 2018 版）

《供配电系统设计规范》（GB50052-2009）

《电力工程电缆设计标准》（GB50217-2018）

《交流电气装置的接地设计规范》（GB/T50065-2011）

《建筑照明设计标准》（GB50034-2013）

《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）

《低压配电设计规范》（GB50054-2011）

《通用用电设备配电设计规范》（GB50055-2011）

其他相关中华人民共和国电气标准规范（GB）及地方标准等。

8.1.3 设计内容

根据朝阳钢铁炼钢作业区发展规划，拟在现有车间脱硫工位进行技术改造，拆除 2#单喷颗粒镁设备设施，在原址增设 1 套 KR 脱硫系统及相关设施。

电气设计范围依据工艺设备的规模和建设，主要包括：

- 1) 新建 1 套 KR 脱硫本体所有用电设备的供电及控制；
- 2) 工程范围内的照明、防雷、接地等。

8.2 设计原则

本设计拟采用先进的、有成熟经验的系统和可靠性高、控制功能强、

自动化程度高的电气设备，以适应工艺设备的需要。

供配电系统应能保证生产，满足用电设备对供电可靠性和电能质量的要求；接线方式应简单可靠、操作安全、运行灵活、便于施工、便于维护、节省劳动力；力求技术世界一流、投资少、运行经济合理；便于发展和适当留有技术改造可能。

电气传动应能满足提高产品的工艺水平、产品质量、生产产量和效率，达到生产工艺的要求，同时应能满足控制上的高精度、高效率、高可靠性、节能等方面的要求。

电气自动控制系统采用可编程序控制器(PLC)及其它数字式控制装置；为便于对生产过程的控制、监视及信息收集，将采用具有高功能人机对话的彩色 HMI 装置和可靠性高、传送速度快的高速数据通道。

8.3 供配电方案

8.3.1 用电负荷性质及电压等级

电力负荷属二级负荷。

AC 380V：供配电、低压交流电动机；

AC 220V：PLC 电源、工控机电源、仪表电源、照明、控制电源等；

DC24V：PLC I/O 模块、信号、电磁阀等。

8.3.2 用电设备及负荷计算

主要用电设备包括 KR 脱硫系统搅拌装置旋转、升降、搅拌桨更换台车、铁水倾翻车（利旧）37kW×2、渣罐车（利旧）11kW、扒渣机（利旧）及其液压站 45kW×3（两工一备）等设备电机等设备电机，照明、检修等用电设备，新增总容量约 320kW。

KR 脱硫系统新增计算负荷： $P_{js}=320kW$ $Q_{js}=256kvar$ $S_{js}=192kVA$

8.3.3 供电电源

现有脱硫系统低压电源分别取自转炉电气室 2#及 4#转炉变压器下的两

个开关柜，目前负荷无法满足改造要求，需对现有配电柜进行修配改，更换柜体及开关。

1) 正常供电电源停电时，采用充电式照明灯进行事故照明，用于必要的疏散指示照明，持续供电时间部小于 30min。设置事故提升装置能将搅拌浆从铁水罐中提出。对自动化设备、重要的仪表、电磁阀采用 UPS 供电，后备时间不小于 30min。

2) 低压供配电系统采用三相五线制供电方式。

8.4 电气传动及控制

8.4.1 传动系统概述

传动设备均采用交流电动机驱动，容量大于 30kW 的电动机采用变频或软起动方式。

对调速的传动系统，采用全数字式变频调速系统传动。恒速传动系统采用电动机控制中心（MCC）传动。

8.4.2 电动机控制方式

电动机控制共设有 2 地控制方式，即在集中操作室集中操作、机旁操作。

脱硫系统中的电气传动控制方式采用 HMI→PLC→传动装置→电动机。

8.4.3 电气传动装置

1) 传动设备均为交流电动机传动。

2) 采用变频调速的设备主要包括倒罐站除尘电机、搅拌头升降旋转电机、搅拌浆更换台车走行及旋转、取样测温电机等，以上设备均采用单独的变频装置控制。变频装置与 PLC 系统通过局域通信网络相连进行数据传输。

3) 除上述的变频调速传动外，不需要调速的传动装置大部分直接由电动机控制中心(MCC)供电，仅小部分由低压屏或动力箱供电。

8.4.4 三电控制系统

1) 概述

根据工艺及设备的需要，本次设计拟采取下述两个原则：

一是采用三电一体化系统，选用高可靠性、高性能、易于扩展的系统。

二是在满足设备的可靠性、满足工艺操作要求的基础上，尽量选用国产化设备。

本次三电系统设计考虑总体配齐，预留发展的方案。所谓总体配齐是指将满足现有工艺运转要求的系统整体配备齐全；所谓预留发展是指这次设计的系统应具有较强的扩展能力，以适应将来技术发展的需要。根据这些考虑，三电系统在功能分配上以及系统配置上做统一考虑。

2) 功能分配

本次设计的三电系统为多级分散式控制系统，系统分为二级(其中二级预留)，自动控制系统的功能分配如下：

——过程控制级(L2)功能

——基础自动化级(L1)功能：

3) 系统配置

系统配置按三电一体化系统模式来考虑，三电系统统一设置，在功能分配和硬件配置上统筹考虑，在这个基础上进行三电系统的设计。三电系统之间采取高速数据通道进行连接，构成多级数据通信网络系统。

电气、仪表系统采用电仪一体化的基础自动化设备，系统由可编程序控制器、彩色大屏幕监控系统和高速数据通道组成。

4) 系统设计原则

本次设计拟采用三电一体化自动化控制系统，采用方便、快捷和良好的人机操作界面，同时要考虑系统的成熟性、兼容性、开放性，便于以后的扩展和开发。其主要特点如下：

开放式的结构，具有极大的灵活性、可扩展性；
便利的维护手段，可在线维护；
先进的硬件控制设备，具有高抗干扰能力、高可靠性；
高可靠性的检测仪表；
集中操作、分散控制的思想，合理的系统划分；
通用的软件开发平台，智能的设备管理和监测软件；

为了实现人机对话和监视生产过程，按照生产过程单元，相应设置一定数量的 HMI 操作站。

8.5 电气室

本项目电气室及操作室利旧。

8.6 电气照明

8.6.1 照明电源

1) 本工程设有正常照明、检修照明和应急照明。正常照明电源采用 AC380/220V，三相五线制，厂房和室内照明电源为 AC220V。

2) 在车间、楼梯、电气室等房间的出入口处设供人员疏散用的应急指示照明灯。应急照明灯具内装蓄电池，应急照明的持续时间不小于 30min。

8.6.2 照明器具

所有区域均采用环保节能灯；潮湿地方采用防潮灯；局部照明采用工厂型照明灯或投光灯，防爆危险区域按规程规范要求采用防爆灯具。

8.7 电线、电缆的选择与敷设方式

8.7.1 电线、电缆的选择

1) 一般动力电缆和控制电缆采用阻燃型电缆；PLC 控制系统中的控制电缆受电磁干扰不能正常工作时采用屏蔽电缆；对电缆有特殊要求的系统和设备，按其特殊要求选择电缆。

2) 选择芯线截面时需考虑电压降和敷设条件引起载流量降低等因素，

对高压电缆还需考虑发生短路时的热稳定，并根据短路电流计算来选择最小截面。

3) 电线、电缆的芯线最小截面，不宜小于下列数值：

动力用低压电线、电缆， 2.5mm^2 ；

照明用电线、电缆， 1.5mm^2 ；

控制用电线、电缆， 1.5mm^2 ；

电流互感器二次回路， $2.5\sim 4\text{mm}^2$ ；

移动设备用电线， 2.5mm^2 。

8.7.2 电线、电缆的敷设方式

1) 电线、电缆的敷设方式采用以下几种方式：架空电缆通廊、电缆沟、电缆桥架、穿管明配或暗配等方式敷设。

2) 厂房照明线路采用配管敷设方式。

3) 对于控制系统及计算机网络所使用的关键通信电缆（光缆）采用全程穿管敷设方式。

8.8 防雷接地

8.8.1 防雷

新建电气室按第三类建筑物进行防雷设计，接地电阻小于 10Ω 。

8.8.2 保护接地

1) 在新建电气室附近制作保护接地极，接地电阻小于 4Ω 。

2) 动力或照明变压器二次侧中性点采用中性点直接接地的 TN-C-S 系统，变压器中性点通过接地干线与接地极连接，其接地电阻要求小于 4Ω 。
对电气设备或电气装置的不带电金属部分和金属外壳均应接地，要求接地电阻小于 4Ω 。

8.8.3 自动化控制系统及检测设备接地

在新建电气室附近制作自动化控制系统及检测设备接地极，接地电阻

小于 1Ω 。

对于存在爆炸危险的场所，其接地要求比一般场所要高，即所有设备的金属部分，包括电气设备正常不带电的金属外壳、金属管道以及建筑物的金属结构均应可靠接地。

接地系统将根据设备的不同组成统一接地网或进行单独接地。

8.9 电气设施防灾

对大量敷设在电缆桥架上的电缆、重要供电电源和重要设备的电缆，应采取防止电缆延燃措施：

- 高温区采用难燃耐高温电缆
- 电缆配线路径上注意避开有爆炸、引火及高温影响区域，否则要采取相应的防护措施。
- 电气室、操作室等的电缆出入口处用防火板和防火堵料加以封堵。
- 爆炸危险场所采用防爆方式配管配线。

9 仪表

9.1 设计范围

本专业的的设计范围包括：KR 脱硫系统的仪表自动化检测及控制。

9.2 设计内容

主要检测控制最终以基本设计资料为准。

- 1) 氮气总管流量、压力、温度检测各 1 点
- 2) 压缩空气总管流量、压力、温度检测 各 1 点
- 3) 设备冷却水温度检测 1 点
- 4) 汽车上料供气总管氮气压力检测 1 点
- 5) 汽车上料供气支管氮气流量检测 2×1 点
- 6) 储料仓压力检测 1 点

- 7) 储料仓流态化氮气总管流量检测1 点
- 8) 脱硫工位铁水温度检测 1 套
- 9) 搅拌桨冷却用压缩空气流量检测 1 点
- 10) 储料仓重量检测 1 套
- 11) 喷吹罐重量检测 1 套
- 12) 搅拌桨升降装置张力检测2 套
- 13) 储料仓流态化氮气切断控制 1 点
- 14) 称量料仓流态化氮气切断控制 1 点
- 15) 搅拌洞口空气气封切断控制 1 点
- 16) 搅拌桨冷却空气切断控制1 点

9.3 设计原则

根据用户要求并结合国内外同行业自动化仪表控制技术的发展水平，在保证自动化技术装备水平达到当今国内外同类型工艺系统的先进水平的前提下，自动化仪表设计遵从以下设计原则：

- 采用先进，可靠，实用的技术和设备；
- 在不降低总体装备水平及质量保证的前提下，尽量采用国内设备，材料；
- 在保证先进生产操作的基础上，仪表检测的设置应尽量做到简单、实用、有效，不盲目追求多而全，方便使用和维护；
- 仪表设计与选型应考虑安全及环保要求，并符合国家的有关规定；
- 仪表设备选型尽可能一致，以利维护和兼容。

9.4 主要程序控制和逻辑控制功能

- 设定和控制方式的自动、半自动、远程手动和现场手动的切换；
- 单体设备的逻辑连锁控制，画面增加解除连锁功能；
- 生产过程的顺序控制和自动调节；

- 安全连锁和保护；
- 作业时间指示。

9.5 仪表设计与选型

仪表设计与选型应考虑安全及环保要求，并符合国家的有关规定。仪表设备选型尽可能一致，以利维护和兼容。控制系统拟采用 PLC 系统。仪表采用高精度国内可靠仪表，变送器选用智能变送器，气体流量测量选用节流装置，温度检测仪表采用 Pt100 热电阻和热电偶，称重采用电子料斗秤，调节及切断阀采用气动阀门。

9.6 装备水平和控制方式

KR 脱硫采用 PLC 控制系统，主要完成上料系统、喷吹及搅拌系统等工艺参数进行检测和控制。在操作室各设一套操作站，对脱硫处理位进行监测操作，所有过程参数都进入计算机 PLC 系统中，采用一套 PLC 对一套脱硫处理位和一套料仓及一套喷吹搅拌系统进行控制，PLC 系统（与电力专业共用）设在电气室内。在操作站上，主要通过 HMI、键盘和鼠标来实现人机对话，操作人员通过键盘和鼠标输入操作参数和下达操作指令，调节过程参数。铁水温度在操作室和现场设有大屏幕指示。

9.7 动力消耗

9.7.1 仪表电源

- 1) 仪表电源为：AC220V、DC24V；
- 2) 重要的仪表监控回路采用 UPS 供电；

9.7.2 仪表气源

- 1) 仪表气源为独立的净化压缩空气，压力为 0.5~0.7MPa。
- 2) 净化后的干气体露点： $< -20^{\circ}\text{C}$ ，含尘量： $< 1\text{mg}/\text{m}^3$ （含尘粒度： $< 1\mu\text{m}$ ），含油量： $< 1\text{mg}/\text{m}^3$ 。
- 3) 仪表用气总量大约需要 $50\text{Nm}^3/\text{h}$ 。

9.8 接地

仪表设备接地： $R_{地} \leq 1\Omega$ 。

10 电讯

10.1 设计依据

- 《钢铁企业电信设计规范》 YB 9063-2000；
- 《工业电视系统工程设计规范》 GB50115-2009；
- 《爆炸危险环境电力装置设计规范》 GB50058-2014；
- 《火灾自动报警系统设计规范》 GB50116-2013；
- 《钢铁冶金企业设计防火规范》 GB50414-2018。

10.2 设计范围

- 1) 工业对讲系统；
- 2) 工业电视系统。

10.3 设计内容

10.3.1 工业对讲系统

为满足生产线上各操作岗位之间的通讯联系，设置一套工业对讲通讯系统。该系统适用于噪声较大的生产环境。该系统为单通道系统，在同一时间只能有一对话站讲话，但其他话站均可接听。对话站分布见表 10-1。

表 10-1 对讲系统用户表

序号	话站安装位置	话站数量
1	脱硫操作台	1
2	储粉仓顶平台	1
3	储粉间地面汽车	1
4	脱硫各层平台	3
5	扒渣操作台	1
	合计	7

10.3.2 工业电视系统

为了满足生产需要，对那些影响生产但又不能直接观察到的重要部位

设置工业电视系统。本工程共设 4 套数字化工业电视系统。系统由高清网络摄像机、网络交换机、网络硬盘刻录机、显示器等设备组成。系统前端选用高清网络摄像机，视频信号采用光缆传输，在集中控制室显示。

系统可实现数字录像、记录调取等功能。用户点见表 10-2。

表 10-2 工业电视用户表

序号	摄像机			监视器
	安装位置	监视目标	数量	
1	搅拌平台下（9.1m）（粉尘、高温、喷溅）	搅拌头升降情况、搅拌生产情况	1	集中控制室
2	搅拌平台上（9.1m）	搅拌头升降情况	1	
3	扒渣机上方（4m）（粉尘、高温、喷溅）	扒渣机的扒渣情况	1	
4	卷扬机平台（16.5m）	卷扬机平台	1	
	合计		4	

10.3.3 供电

1) 工业对讲系统供电电源为交流 220V。

2) 系统供电电源为交流 220V。系统采用集中供电方式，由监视器所在处的控制室提供摄像机、照明灯、监视器所需电源。

10.3.4 设备安装及线路敷设

电信线路采用架空电缆通廊、电缆沟、电缆桥架、穿管明配或暗配等方式敷设。

11 计算机

11.1 设计范围

脱硫过程控制计算机系统的设计范围是铁水脱硫站，控制范围是铁水进入脱硫站，铁水脱硫完毕，至铁水罐出站为止。

11.2 功能描述

脱硫计划和来自化检验系统的检测数据，脱硫冶金模型计算出最优化的脱硫喷吹方案，并将脱硫方案传送脱硫基础自动化系统，实现经济省时的脱硫处理过程。

1) 初始数据输入 (PDI)

接收三级系统发送的铁水数据, 包括铁水罐号、铁水重量、温度、成份及取样分析数据等内容, 也可在操作终端上人工录入; 接收基础自动化系统发送铁水测温数据, 也可在操作终端上人工录入。

2) 脱硫模型计算与设定控制

根据初始数据和模型设定计算的结果, 向基础自动化发送设定值。

3) 数据采集

系统通过与基础自动化通讯自动采集生产过程中的实时数据, 对数据进行相应得存储、处理和显示, 当数据不能自动收集时, 可通过 HMI 手动输入。

4) 过程跟踪

接收基础自动化系统发送的跟踪事件, 跟踪每个铁水罐的状态和位置。

5) 人机界面 (HMI)

显示脱硫生产作业计划、生产过程及模型计算结果等, 进行操作指导。

6) 报表

为了方便生产管理和操作指导, 脱硫模块还提供下列显示画面和生产报表:

- a) 生产计划显示
- b) 铁水罐数据显示
- c) 脱硫过程数据显示
- d) 脱硫报表
- e) 脱硫班报表
- f) 脱硫日报表
- g) 脱硫月报表
- 7) 数据库管理

该系统采用数据库管理各铁水罐在脱硫处理中的各种事件、过程数据和质量信息。此外，允许授权人员对脱硫剂的数据、生产标准数据进行维护。通过数据库管理系统，可方便地进行数据显示、质量分析和重要数据的统计。

11.3 通信及接口

- a) 与三级计算机系统通信；
- b) 与基础自动化系统通信。

11.4 计算机系统配置

过程计算机系统采用客户（Client）/服务器（Server）结构。

- a) PC 服务器接收基础自动化上传的数据进行数据管理及过程跟踪、模型计算等；
- b) 数据库采用 Oracle 数据库系统,具备高可靠性、安全性等特点。

11.4.1 网络结构

过程自动化系统网络配置示意图如图 12-1 所示：

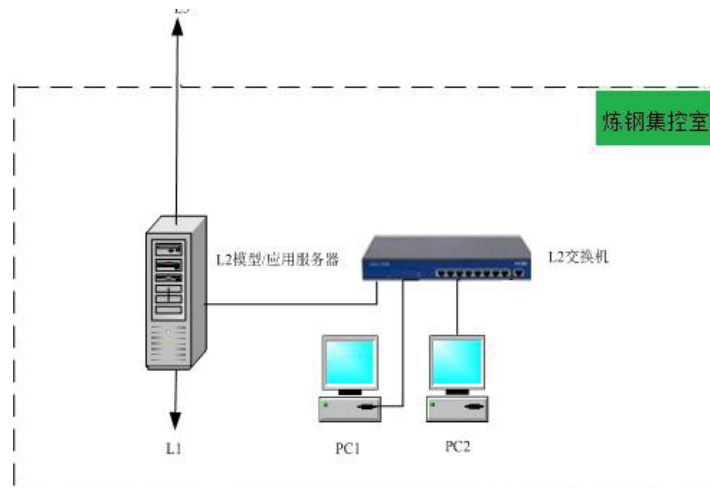


图 12-1 过程自动化系统网络配置示意图

11.4.2 硬件配置

表 11-1 硬件配置表

序号	设备名称	主要技术特性	单位	数量	备注
1	PC 服务器	CPU主流、RAM 32GB、液晶显示器 23”、硬盘 1TB、光驱 DVD R/W、网卡 3×100 /1000M、键盘、光电鼠标	台	1	

2	PC 机	CPU 主流、内存 16GB、液晶显示器 23 "、硬盘 1TB、光驱 DVD-ROM、网卡 1000M、键盘、光电鼠标	台	2	主流机型
3	网络设备	交换机、其它网络设备及配件	套	1	
4	服务器机柜	42U标准			

注：过程自动化的软硬件配置在购置时依据当时实际情况尽可能选择市场主流产品。

11.5 供电与接地

服务器及交换机等主要设备采用 UPS 供电，延时 30 分钟，接地电阻小于等于 4 欧姆。

11.6 设备布置

服务器及交换机等设备放置在炼钢集控室内，设备布置及终端操作台请与基础自动化统一考虑。

12 总图

12.1 设计依据

- 1) 朝阳钢铁炼钢作业区工艺布置图及资料；
- 2) 相关规范及技术标准。

12.2 设计内容及总平面布置

充分考虑朝阳钢铁炼钢作业区现有车间的布置，合理布局，以达到控制工程建设投资、提高市场竞争力的目的。

新增 KR 脱硫系统布置在炼钢车间内部现有脱硫系统区域，详见平面布置图。

12.3 道路和运输

道路保持现状不变，满足设备检修和消防需求。

13 结构

13.1 设计基本原则

1) 坚持技术与经济相结合的原则，把控制和降低投资、提高投资回报率贯彻于设计工作全过程。在保证生产能力、工程质量和工艺技术先进实用的基础上，进行多方案技术经济综合比较，优化设计：各建设阶段的投资要控制在预定的目标内：工程项目的设计规模、内容、水平和标准经批准后不得擅自扩大和提高。

2) 工程设计要严格执行国家、地方、行业法规的规定，专业设计要科学合理。结构设计应从工程实际出发，合理选用材料、结构方案、结构布置和结构措施，以满足生产、使用和检修的要求。

3) 设计工作应牢固树立为业主服务的指导思想。设计要对项目建设全过程负责：各个阶段的设计都要保证质量和技术水平，满足设计深度和进度要求；要加强设计质量控制，避免失误，防止漏项，减少修改：设计工作要与生产、设备、施工加强合作和配合，做好全方位服务。

13.2 设计依据

本项目结构设计贯彻适用、安全、经济的原则。在满足工艺设备要求的前提下，严格按照国家现行设计规范进行结构设计。

主要现行的有关设计规范：

《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068-2018

《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016版）

《建筑结构荷载规范》GB50009-2012

《构筑物抗震设计规范》GB50191-2012

《混凝土结构设计规范》GB50010-2010（2015版）

《砌体结构设计规范》GB50003-2011

《钢结构设计标准》GB50017-2017

《钢结构焊接规范》 GB50661-2011

《建筑桩基技术规范》 JGJ94-2008

《工业建筑防腐蚀设计标准》 (GB/T 50046-2018)

《建筑地基处理技术规范》 JGJ79-2012

《钢铁企业冶金设备基础设计规范》 GB50696-2011

结构设计基本资料:

1) 项目建设地的自然条件见相关专业的说明;

2) 本工程的建筑物设计基准期为 50 年, 建筑结构的安全等级为二级。

结构重要性系数为 1.0;

3) 建筑物抗震设防烈度 7 度, 设计地震基本加速度值为 0.10g, 设计地震分组为第一组。建筑结构抗震设防类别为丙类。钢结构框架抗震等级为四级; 场地类别为 II 类。基础设计等级为乙级;

4) 场地土标准冻结深度 1.2m;

5) 设计荷载:

a) 基本风压: 0.55kN/m^2 (重现期 50 年) 场地类别: B 类;

b) 基本雪压: 0.45kN/m^2 (重现期 50 年);

c) 屋面活荷载: 上人屋面 2.0kN/m^2 ; 不上人屋面 0.5kN/m^2 ;

d) 积灰荷载: 0.3kN/m^2 ;

e) 平台荷载: 活荷载 2.0kN/m^2 ;

f) 基本气温 (摄氏度): 最低 $-30\text{ }^\circ\text{C}$, 最高 $32\text{ }^\circ\text{C}$ 。

13.3 建 (构) 筑物设计内容和形式

13.3.1 脱硫平台

包括利旧和新建两部分。

1) 原脱硫平台加固并利旧:

原结构为钢筋混凝土框架, 总尺寸 $23.480\text{m}\times 21.100\text{m}$, 高度 9.100m ,

共两层。平台标高为 +4.0m、+9.1m。基础采用钢筋混凝土筏板式基础，柱底标高（基础顶面）为±0.000m。

基础部分：±0.00m 布置脱硫铁水罐倾翻车、渣罐车，铁水罐倾翻车利旧；渣罐车利旧；原基础利旧；原挡尘墙利旧。

原标高+ 4.0 米平台上布置有扒渣机，原有扒渣机利旧，平台也利旧。

原+9.1m 平台上 2#喷吹脱硫装置，主要包括搅拌升降机旋转装置设备拆除。原电气室、操作室利旧。在+9.1m 平台上布置电气室、KR 升降框架及搅拌桨更换台车等。此平台利旧。

原钢筋混凝土平台需进行结构鉴定，并根据鉴定结果按各专业现有资料，对基础、框架柱、框架梁、平台板进行验算和校核，经验算和校核后不满足现有要求的部分构件需进行加固，确保结构安全可靠。

2) 新建钢平台：

本次设计的新建结构为钢结构框架，高度 9.9m，标高从+9.100m 至 +21.6m，共四层，每层平台尺寸 10.175m×9.0m。各层平台荷载按表 14-1 考虑。

表 13-1 KR 各层平台荷载

序号	平台标高 m	布置内容	均布荷载 kN
1	+9.100	搅拌装置、喷枪倾仰支撑、更换台车	10
2	+12.200	搅拌框架支撑	5
3	+15.800	搅拌装置、喷枪升降装置	5
4	+19.000	搅拌装置、卷扬装置	5
5	+21.600	搅拌滑轮组	5

所有钢平台均铺设 t=8 花纹平台钢板，周围设置栏杆。

3) 新建钢平台设置斜钢梯通行，具体按工艺要求。

13.3.2 液压站

±0.000m 地面原液压站利旧。

13.3.3 储粉间

为 KR 脱硫装置配套建设储粉间（料仓大小为：50m³），50m³ 料仓下布置喷吹罐，喷吹罐容积约为 3m³，用于通过气力输送粉剂物料至脱硫工

位喷粉枪，布置在 G-H 跨、8-9 轴之间，分 4 层布置，具体如下：

在±0.00m 布置阀站、喷吹罐；四周砌+1.5m 高围墙并留门，平时此门处于关闭状态，需检修或至平台下工作方可打开。

在+3.750m 平台布置喷吹罐。

在+6.75m 平台布置料仓流态化控制阀站。

在+9.950m 平台布置 50m³ 储料仓。

在+13.850m 平台布置料仓开孔，用于检修。

基础采用钢筋混凝土板式基础。

储粉间地坪：储粉间内的地坪处理，期内有阀站及其预埋件、喷吹罐及喷吹罐预埋件。

13.3.4 配合除尘系统改造，设置管道支架及支架基础

13.4 地质情况及地基处理方案

因本工程为改造项目，有新建基础和需要改造的旧基础。新建基础地基承载力特征值 $f_{ak} > 180\text{kPa}$ 。

若基础地基承载力未达到设计要求，则要求换填。超挖 1.0m，用级配碎石或矿渣进行分层回填、分层夯实，每层不超过 300mm，要求处理后的地基承载力特征值 $f_{ak} > 180\text{kPa}$ ；局部因以往深基础施工造成的回填土层挖除后，回填 C20 素砼进行地基处理。

地基处理范围：基础外轮廓扩大 1.2m。

需要改造的原框架柱基础要求开挖至柱基础顶面，露出基础顶面，做框架柱加固和基础加固。

13.5 工程材料和统一技术要求

1) 钢筋混凝土基础采用 C30 砼，设备基础采用 C30。

二次浇灌层采用 C35 补偿收缩细石混凝土。垫层 C15 砼。钢筋采用 HPB300 级和 HRB400 级。

2) 框架结构柱、梁、板采用 C30 钢筋混凝土，钢筋采用 HPB300 级和 HRB400 级；

3) 钢结构构件材质为 Q235-B 或 Q355B；

4) 预埋件及螺栓材质 Q235-B；

5) 焊条 E43 型和 E50 型；

6) 所有钢构件喷砂除锈等级 St3 或 Sa2.5。新构建 Sa2.5，老构件采用 St3；

7) 一般钢构件表面涂装：底漆为采用高氯化聚乙烯底涂料两道，每道厚度不小于 35 μm 。

中间漆为采用高氯化聚乙烯涂料一道，每道厚度不小于 35 μm ，面漆高氯化聚乙烯面涂料二道，每道厚度不小于 30 μm 。

主体结构颜色由业主确定。

14 环境保护及综合利用

14.1 编制依据及采用的环境保护标准

《中华人民共和国环境保护法》中华人民共和国[2014]第 9 号；

《建设项目环境保护管理条例》国务院令第 253 号(2017 修订版)；

《建设项目环境保护设计规定》国环字[1987]第 002 号；

《钢铁工业环境保护设计规范》GB50406-2017；

《钢铁工业水污染物排放标准》GB13456-2012；

《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB12348-2008。

生态环境部《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》环大气[2019] 35 号

辽宁省《钢铁工业大气污染物排放标准》DB21/ 4119-2025

14.2 设计内容

14.2.1 主要污染源、污染物

本工程的主要污染源及污染物为噪声、废气和烟尘。

噪声是由运转机械设备等产生。

噪声：主要来源于设备运转，如电机、泵等运行。设备运行噪音小于 85dB。

无废水外排，生产过程中的净环冷却水循环利用（<35℃）。

废气、烟尘方面：KR 脱硫产生的烟尘通过除尘管道经处理后达标排放。

14.2.2 噪声及控制措施

本工程选用的设备，在设计中，通过选用低噪设备和采用站内噪声与站外隔离措施，将各种设备 1m 以外噪声控制，把站外噪音控制在当地法规允许范围以内，还要采用隔离、隔音措施，均<85d(B)A。厂界噪声符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB12348-2008。

14.2.3 废气及控制措施

KR 脱硫产生的烟尘通过除尘管道经除尘系统处理后达标排放；地坪洒水抑制烟尘。

14.3 厂区绿化

绿化利旧。

14.4 环境监测和环保管理机构

设计不新增劳动定员；本工程利用朝阳钢铁原有环保机构，由业主统一考虑。

15 消防

15.1 设计依据及采用的设计规范

《中华人民共和国消防法》2021 年 4 月 29 日修正版

《钢铁冶金企业设计防火标准》 GB50414-2018

《钢铁企业总图运输设计规范》 GB50603-2010

《建筑设计防火规范》 GB50016-2014（2018 年版）

《建筑物防雷设计规范》 GB50057-2010

《建筑灭火器配置设计规范》 GB50140-2005

《消防安全标志第 1 部分：标志》 GB13495.1-2015

《消防安全标志设置要求》 GB15630-1995

15.2 设计原则

本工程贯彻执行“预防为主，消防结合”的消防工作方针及国家有关安全防火方面的规定，针对存在的工程火灾隐患场所，从消防给水、电气及其它消防等方面严格按现行有关规范、规程要求进行设计，做好工程防火和安全疏散工作，结合工程发生火灾特点，立足自防自救，采取可靠的防火措施，做到安全实用、技术先进、经济合理。

15.3 工程火灾隐患场所分析

本工程的火灾隐患是电气室、工程用电设备及其电线、电缆等引起的火灾。

15.4 消防设计所采取的防范措施

本工程新增用电设备、电缆托盘、保护钢管等外露导电部分及装置外导电部分均应进行良好可靠接地，接地电阻应不大于 4Ω 。

利旧脱硫电气室、操作室室内需设干粉灭火器。利旧电气室为单层框架结构，生产类别为丁类，建筑耐火等级二级。危险等级为中危险级，设置磷酸铵盐灭火器 4 具，灭火器型号、规格及级别为 MF/ABC4（2A）。单位灭火级别最大保护面积 $75\text{m}^2/\text{A}$ 。灭火器最大保护距离 20m。

其他消防措施利旧。

15.4.1 消防组织与管理

本工程消防组织与管理由朝阳钢铁统一考虑。

15.4.2 消防防护措施的预期效果

本工程消防防护措施严格按照有关规程、规范设计，正常情况可避免火灾事故的发生，确保生产安全，工作人员生命安全；一旦发生火灾，可利用配置的消防设施和通讯设施，及时扑灭火，控制灾情，最大限度地减少损失。

16 安全与工业卫生

16.1 编制依据及采用的主要技术标准

《中华人民共和国安全生产法》国家主席令[2021]第 88 号；

《中华人民共和国职业病防治法》国家主席令[2018]第 24 号；

《中华人民共和国劳动法》国家主席令[2018]第 28 号 2018 年修正版；

《冶金企业和有色金属企业安全生产规定》国家安全生产监督管理总局令[2018]第 91 号；

《工业企业设计卫生标准》GBZ1-2010；

《生产设备安全卫生设计总则》GB5083-2023；

《生产过程安全基本要求》GB12801-2025；

《工业企业噪声控制设计规范》GB/T50087-2013；

《工作场所有害因素职业接触限值第一部分：化学因素》GBZ2.1-2019；

《工作场所有害因素职业接触限值第二部分：物理因素》GBZ2.2-2007；

《钢铁冶金企业设计防火标准》GB50414-2018；

《火灾自动报警系统设计规范》GB50116-2013；

《安全色和安全标志》GB 2894-2025。

16.2 安全

16.2.1 自然因素造成的安全风险分析

本工程抗震设计烈度按七度区设防，设计基本地震加速度 0.10g。

自然因素造成的安全危险有雷电。

16.2.2 安全危险的防范措施（防雷接地）

本工程新增用电设备、电缆托盘、保护钢管等外露导电部分及装置外导电部分均进行良好可靠接地，接地电阻应不大于 4Ω。

本工程电气工作保护为 TN-S 系统，接地系统分为计算机专用接地，用电设备工作保护接地，工作接地等；

低压 380V/220V 系统电源采用中性点接地。保护接地系统为 TN-C，电阻为 4Ω。

16.2.3 生产过程中安全危险的分析

由于频繁操作大量的转动、移动设备，造成机械伤害的几率较大。

本项目中在设备运转处设有安全防护罩等安全保护装置、放置刮伤、碰伤等伤害事故；为放置设备生产时对人体造成伤害，需设置护栏及安全过桥，生产中不允许靠近；电机、泵接手处设保护罩；在有危险性的场所设置相应的安全标志及应急照明设施。易于产生坠落等伤亡事故场所，均设置安全保护装置，防止坠落事故的发生。

16.3 工业卫生

16.3.1 工业卫生措施

传动设备推荐选用符合当地法规及标准的产品、所有设备的转动部位均设置防护罩，所有平台、走梯均设置围栏，以保证安全。为了有效控制噪声，设计中选择高效低噪声型运转设备，各设备的噪声控制在 85dB(A) 之内。工作环境噪声满足《工业企业噪声控制设计规范》(GB/T50087-2013)规范要求。除采取上述降低噪音措施外，对噪声作业区内的操作人员

采取配戴耳塞、耳罩等个人防护用品措施。

安全卫生其他措施与改造前一致。

16.3.2 劳动安全卫生机构设置及人员配置情况

本工程劳动安全卫生机构由厂方统一考虑。

16.4 安全与工业卫生预期效果评价

本工程对生产过程中可能产生的一切危害因素进行了预防，为保证工人身体健康还采取了一系列保障措施。

本工程按照国家的有关标准，规范采取了相应的安全卫生技术措施，为保障职工的安全生产和身心健康奠定了物质基础和环境条件。

17 能源篇

17.1 编制依据

《固定资产投资节能审查办法》（国家发展改革委令 2023 年第 2 号）。

17.2 能源构成

生产过程中消耗的能源及耗能工质有生产水、电、氮气、压缩空气等，能源及耗能工质的消耗构成了生产过程的能耗。

17.3 能耗计算范围

计算范围包括朝阳钢铁炼钢作业区增设 KR 脱硫装置改造项目。

17.4 能耗计算

本工程作业时间按 8400h/a 计算，炼钢产能 250 万吨/年，按炼钢作业区统计其中 37%铁水即 83.25 万吨需要脱硫处理，每年新增总消耗 173348.98kg 标准煤。

表 17-1 燃料及动力消耗一览表

序号	项目名称	单耗	实物量	择标系数	折标准煤 (kg)
1	电(kgce/kW·h)	0.38	316350	0.1229	38879.415
2	净环水(kgce/Nm ³)	0.15	124875	0.0475	5931.5625

3	氮气(kgce/Nm ³)	0.46	382950	0.04	15318
4	压缩空气(kgce/Nm ³)	3.4	2830500	0.04	113220
	总能耗				173348.98

17.5 节能措施

在本工程设计中采用符合钢铁产业发展政策的先进节能工艺、技术、设备、材料和自动控制系统。合理配置能源种类、结构和合理控制项目用能总量，能源利用与企业发展和环境保护相协调。树立系统节能的观点，打破工序之间的专业界限，各工序的设计节能措施相互配合、协调，选取最佳的综合效益。本次工程中脱硫剂采用气力输送，与起重机吊装上料相比，减少物料损失，提高作业率，同时降低起重机使用能耗，本工程主要电机均采用变频调速，与生产工况结合，实现节能降耗目标。本工程无废水产生，节约水耗。

17.6 碳排放量核算

17.6.1 购入电力所对应的二氧化碳间接排放

1) 活动水平数据

项目改造后预计电力消耗增加约 316350kW·h/a，换算成兆瓦时为 316.35MW·h/a。项目建成后无热力消耗及产出。

2) 排放因子数据

电网排放因子采用 2022 年度全国电网平均排放因子，为 0.5366tCO₂/MW·h。

3) 排放量计算

根据活动水平数据和排放因子数据计算购入电力所对应的二氧化碳排放量，计算公示如下：

$$E_{\text{购入电和热}} = AD_{\text{购入电}} \times EF_{\text{购入电}} + AD_{\text{购入热力}} \times EF_{\text{购入热力}}$$

式中：

$E_{\text{购入电和热}}$ 为购入的电力和热量消费对应的二氧化碳排放量

AD 为购入电、热量

EF 为电、热排放因子

项目改造完成投产运营后，预计电力消耗与改造前相比增加约为 316.35MW·h/a，电网排放因子为 0.5366tCO₂/MW·h，热无热力消耗。

$$E_{\text{购入电和热}} = 316.35 \text{ MW} \cdot \text{h/a} \times 0.5366 \text{ tCO}_2/\text{MW} \cdot \text{h} = 169.75 \text{ tCO}_2/\text{a}$$

计算可得购入电力、热力所对应增加的二氧化碳排放量约为 169.75t CO₂/a。

4) 碳排放量核算

项目增加碳排放源为项目消费的购入电力、热力的二氧化碳间接排放，不涉及工业生产过程产生的二氧化碳排放、化石燃料燃烧碳排放量和固碳产品隐含的二氧化碳排放。经计算，项目建成投产运营后预计增加二氧化碳排放总量约 169.75tCO₂/a，具体见表 17-2。

表 17-2 二氧化碳排放总量计算表

化石燃料燃烧碳排放量 (tCO ₂ /a)	工业生产过程碳排放量 (tCO ₂ /a)	购入电力、热力所对应的碳排放量 (tCO ₂ /a)	固碳产品隐含的碳排放量 (tCO ₂ /a)	二氧化碳排放总量 (tCO ₂ /a)
0.00	0.00	169.75	0.00	169.75

18 投资估算

18.1 工程内容

本项目拟将朝阳钢铁炼钢作业区现有 2#单喷颗粒镁脱硫装置拆除，在原位改造增设一套 KR 脱硫装置及配套设施，同时在脱硫平台旁增设粉剂喷吹系统。

18.2 投资组成

本投资估算根据以上工程内容编制，工程造价为含税投资 █████ 万元，不含税投资 █████ 万元。

按投资费用构成划分表见表 18-1。

表 18-1 投资费用构成划分表

费用	含税投资（元）		不含税投资（元）	
	投资额	占总投资（%）	投资额	占总投资（%）
建筑工程费				
设备费				
安装工程费				
其他费用				
不可预见费				
合计				

18.3 编制依据

19.3.1 本概算根据“朝阳钢铁炼钢作业区增设 KR 脱硫装置改造项目”可行性研究设计委托书编制。

19.3.2 建筑安装工程执行现价。

19.3.3 设备按询价或估算价计算。

19.3.4 工程建设其他费用“冶金工业概算编制办法”编制。

19.3.5 本概算编制时间为 2026 年 3 月。

朝阳钢铁炼钢作业区增设 KR 脱硫装置改造项目工程投资汇总表

综合估算：含税投资 万元，不含税投资 万元

表 18-2

序号	工程和费用名称	概 算 价 值 (万元)					不含税投资(万元)				
		建筑工程	设备费	安装工程	其他费用	总值	建筑工程	设备费	安装工程	其它费用	总值
1	工程费用										
1.1	土建工程										
1.2	工艺设备安装及拆除工程										
1.3	非标设备安装工程										
1.4	通风除尘设备及安装工程										
1.5	给排水设备及安装工程										
1.6	燃气设备及安装工程										
1.7	热力设备及安装工程										
1.8	传动设备及安装工程										
1.9	仪表及自动化工程										
1.10	电信工程										
1.11	总图										
1.12	安全施工措施费										
	小 计										
2	工程建设其它费用										
2.1	可研报告费										
2.2	三同时费用										
2.4	工厂设计费										
2.5	结构鉴定费										
	小 计										
	合 计										
3	不可预见费										
	工程造价										

19 技术经济评价

19.1 评价依据

本评价依据为《建设项目经济评价方法与参数》（第三版）以及现行国家财务制度与税收政策。

19.2 评价范围

本评价范围为朝阳钢铁炼钢作业区增设 KR 脱硫改造项目。

19.3 评价内容

本项目拟将朝阳钢铁炼钢作业区现有 2#单喷颗粒镁脱硫装置拆除，在原位改造增设一套 KR 脱硫装置及配套设施，同时在脱硫平台旁增设粉剂喷吹系统。

项目评价中，有项目较无项目降低脱硫成本的效益和减少钢铁料损失效益视为项目效益，由此产生的各项支出作为项目成本费用。评价方法采用有无对比法，计算指标均为增量指标。

19.3.1 基本数据

19.3.1.1 实施进度

项目建设期 0.5 年，投产后当年达到设计生产的 100%。

19.3.1.2 建设投资

本项目含税投资 █████ 万元，不含税投资 █████ 万元。

19.3.1.3 流动资金，

本项目新增流动资金约为 █████ 万元（购买两个月脱硫剂费用）。

19.3.1.4 资金筹措

本项目建设投资所需资金全部为自有资金。

19.3.1.5 劳动定员

项目投产后，不需新增劳动定员。

19.3.2 财务评价

本评价中所有投入物及产出物价格均为不含税价格。

结合朝阳钢铁实际生产品种规格，可以氩站直上钢种比例为 85%。统计 2026 年 1 月至 2 月高炉铁水硫含量 $\leq 0.030\%$ 满足氩站直上工艺的钢种比例为 47%。若要达到 85%氩站直上目标，还存在 38%的钢种比例需要进行铁水脱硫后才能满足氩站直上条件，即铁水脱硫投入后氩站直上比例可提升 38%。

19.3.2.1 新增效益

本项目实施后，预计有 38%的钢水可不必进入 LF 炉脱硫处理，实现氩站直上。

经测算，氩站直上吨钢成本可降低 [] 元，具体构成见表 19-1。

表 19-1 氩站直上后吨钢成本降低测算表

序号	项目	单位	单价 (元)	单耗	降低成本 (元)	备注
1	电耗	kWh	[]	[]	[]	
2	电极	kg	[]	[]	[]	
3	溶 助熔渣	kg	[]	[]	[]	
4	剂 小粒石灰	kg	[]	[]	[]	
5	铝线段	kg	[]	[]	[]	
	合计		[]	[]	[]	

朝阳钢铁钢产量按 [] 万吨计算，经过铁水脱硫后氩站直上比例可提高 38%，年可降成本 [] 万元。

[] 万元。

19.3.2.2 成本费用

朝阳钢铁年产铁按 225 万吨测算，项目投产后钢水氩站直上比例提升 38%折合铁水约 37%需要通过 KR 脱硫装置进行脱硫处理。

1) KR 脱硫工序成本

KR 脱硫工序成本见表 19-2。

表 19-2 KR 脱硫工序成本

项目		单位	单价	单耗	单位成本
脱硫剂	石灰粉	元/kg			
	萤石粉	元/kg			
主要	喷枪	万元/根			
耗件	搅拌浆	万元/个			
动力	电耗	元/kWh			
消耗	氮气	元/Nm ³			
	压缩空气	元/Nm ³			
铁损		元/kg			
总成本（不含铁损）					

KR 吨铁脱硫成本为 [] 元/吨（不含铁损）。则年 KR 脱硫工序成本为： [] 万元。

2) 脱硫渣处理成本

KR 搅拌脱硫渣量按 8kg/t 铁（含渣铁）计算，渣处理每吨费用为 [] 元，则年增加渣处理费用：

[] 万元。

3) 固定资产折旧

固定资产折旧采用直线折旧法。房屋及构筑物折旧年限为 30 年。设备折旧年限为 15 年，残值率为 5%，年折旧费 [] 万元。

4) 修理费

年增加修理费约为 [] 万元。

项目投产后年总成本增加约为 [] 万元，经营成本为 [] 万元。

19.3.2.3 城市维护建设税及教育费附加

增值税税率为 13%，城维税及附加分别按增值税的 7% 和 5% 计算。

经计算，项目城维税及附加为 [] 万元。

19.3.2.4 利润

项目利润总额为 [] 万元，所得税按 15% 计算为 [] 万元，净利润为 [] 万元，详见表 19-6 利润表。

19.3.2.5 财务盈利能力分析

根据项目投资现金流量表（见表 19-5）的计算得出，所得税后财务内部收益率为 ，投资回收期为 年（不含建设期）。

由上述各项指标可见，本项目的财务盈利能力较强。

19.3.3 敏感性分析

对新增效益、工序成本和建设投资这三个因素，以项目投资财务内部收益率及投资回收期为指标进行敏感性分析，计算结果见表 19-3，由表可知新增效益的变化对项目投资财务内部收益率及投资回收期影响较大。

表 19-3 敏感性分析

序号	变化因素	变化幅度(%)	内部收益率(%)	投资回收期(年)
	基本方案	0		
1	新增效益	10		
		5		
		-5		
		-10		
2	工序成本	10		
		5		
		-5		
		-10		
3	建设投资	10		
		5		
		-5		
		-10		

19.4 技术经济指标

技术经济指标汇总于表 19-4。

表 19-4 技术经济指标汇总表

序号	项 目	单位	评价指标	备 注
1	建设投资	万元		详见投资估算
2	流动资金	万元		
3	效益	万元		第二年
4	城维税及附加	万元		第二年
5	总成本费用	万元		第二年
6	利润总额	万元		第二年
7	所得税	万元		第二年
8	净利润	万元		第二年
9	项目投资内部收益率	%		所得税后
10	财务净现值	万元		所得税后， $i_c=12.0\%$
11	投资回收期（静态）	年		不含建设期

19.5 结论

本项目投资所得税后财务内部收益率为■，投资回收期为■年（不含建设期），项目的财务盈利能力强。敏感性分析表明，本项目具有较强的抗风险能力。

因此，从财务盈利能力分析及敏感性分析看，本项目可行。

表 19-5

投资现金流量表

单位：万元

序号	项目	合计	计算期															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	现金流入																	
1.1	效益（不含税）																	
1.2	增值税销项税																	
1.3	增值税退税																	
1.4	回收固定资产余值																	
1.5	回收流动资金																	
2	现金流出																	
2.1	建设投资																	
2.2	流动资金																	
2.3	经营成本																	
2.4	增值税运营进项税																	
2.5	城维税及附加																	
2.6	增值税																	
2.7	维持运营投资																	
3	所得税前净现金流量（1-2）																	
4	累计所得税前净现金流量																	
5	调整所得税																	
6	所得税后净现金流量（3-5）																	
7	累计所得税后净现金流量																	
计算指标：																		
项目投资财务内部收益率（%）（所得税后）																		
项目投资财务净现值（所得税后）（ic=12%）																		
项目投资回收期（年）（所得税后）																		

表 19-6

利润与利润分配表

单位：万元

序号	项目	合计	计算期															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	增量效益																	
2	城维税及附加																	
3	总成本费用																	
4	增值税退税																	
5	利润总额(1-2-3+4)																	
6	弥补以前年度亏损																	
7	应纳税所得额(5-6)																	
8	所得税																	
9	净利润(5-8)																	
10	期初未分配利润																	
11	可供分配的利润(9+10)																	
12	提取法定盈余公积金																	
13	可供投资者分配的利润(11-12)																	
14	应付优先股股利																	
15	提取任意盈余公积金																	
16	应付普通股股利(13-14-15)																	
17	各投资方利润分配:																	
18	未分配利润(13-14-15-17)																	
19	息税前利润(利润总额+利息支出)																	
20	息税折旧摊销前利润(息税前利润+折旧+摊销)																	