

河北中铎伟业科技有限公司
冶金固废回收利用项目

安全预评价报告
(备案版)

河北秦安安全科技股份有限公司

安全评价机构资质证书编号：APJ-(冀)-001

评价报告完成日期：2024 年 10 月

河北中锌伟业科技有限公司

冶金固废回收利用项目

安全预评价报告

（备案版）

法 定 代 表 人：陈彦中

技 术 负 责 人：张 津

评价项目负责人：张志强

评价报告完成日期：2024 年 10 月

前 言

河北中锌伟业科技有限公司（以下简称“该公司”）成立于 2023 年 12 月 20 日，公司位于河北省唐山市滦州市榛子镇朱官营村北侧迁曹公路西侧 1000 米，注册资本伍仟万元整，公司类型为其他有限责任公司，法定代表人李勇。经营范围包括一般项目：技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；新材料技术研发；环保咨询服务；固体废物治理；金属材料销售；化工产品销售（不含许可类化工产品）；有色金属合金销售；高性能有色金属及合金材料销售；非金属矿及制品销售；建筑材料销售；建筑砌块销售；石油制品销售（不含危险化学品）；煤炭及制品销售；耐火材料销售；石墨及碳素制品销售；肥料销售；化肥销售；饲料添加剂销售；货物进出口；技术进出口。（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）许可项目：建设工程施工。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动，具体经营项目以相关部门批准文件或许可证件为准）。

河北中锌伟业科技有限公司于 2024 年 09 月 03 日获得河北滦州经济开发区行政审批局出具的关于河北中锌伟业科技有限公司冶金固废回收利用项目《企业投资项目备案信息》，备案号：滦开审批备字[2024]30 号。

河北中锌伟业科技有限公司冶金固废回收利用项目主要建设规模及内容：项目占地约 265 亩，新增建筑面积 71520 m²，主要建设热造块车间，熔分还原车间，氯化钾、氯化钠提取车间，免烧砖生产车间及厂区配套办公楼、宿舍楼、化验室等。新建一条冶金固废回收利用生产线；配套建设总降及供电系统、水处理系统、通风除尘系统以及智能化原料库；购置安装热造块机、熔分还原炉、反应釜、蒸发结晶器、成型压模机等。总体工艺流程：原材料→初步搅拌→热造块→粉尘收集→提取氯化钾、氯化钠；热造块→混合焦炭→还原炉提取分离→次氧化锌、再生金属粒化铁、水渣；水渣等原料→加水混匀→压模→环保免烧砖；原料为烧结灰、高炉灰、转炉灰、环境除尘

灰、含铁尘泥等冶金固废（不包含危险废物）。项目建成后年产氯化钾、氯化钠 3 万 t，次氧化锌 5.2 万 t，再生金属粒化铁 40 万 t，环保免烧砖 500 万块。本项目年耗电 10000 万 kWh、燃料焦炭 16.4 万 t，煤粉 4 万 t，年用中水 35.5 万 m³、氧气 1800 万 m³、氮气 1600 万 m³。

依据《产业结构调整指导目录》（2024 年本），该项目属于“第一类 鼓励类”第八项“钢铁”第 6 条“冶金固体废弃物综合利用，冶金废液（含废水、废酸、废油等）循环利用”中的“冶金固体废弃物综合利用”，不属于“限制类”和“淘汰类”。

依据《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（国家安全生产监督管理总局令第 36 号，第 77 号令修正）的要求，“下列建设项目在进行可行性研究时，生产经营单位应当按照国家规定，进行安全预评价：

（一）非煤矿山建设项目；

（二）生产、储存危险化学品（包括使用长输管道输送危险化学品，下同）的建设项目；

（三）生产、储存烟花爆竹的建设项目；

（四）金属冶炼建设项目；

（五）使用危险化学品从事生产并且使用量达到规定数量的化工建设项目（属于危险化学品生产的除外，以下简称化工建设项目）；

（六）法律、行政法规和国务院规定的其他建设项目。”

依据《金属冶炼目录（2015 版）》的要求，河北中锌伟业科技有限公司冶金固废回收利用项目属于金属冶炼建设项目。

为贯彻建设项目安全设施“三同时”的相关规定，河北中锌伟业科技有限公司委托河北秦安安全科技股份有限公司承担其冶金固废回收利用项目的安全预评价工作。

合同签订后，我公司成立了项目评价小组，派出评价人员赴现场，对该项目厂址、周围环境、设备设施、安全管理等进行了全面考察，并收集了与

安全预评价有关的图纸及相关资料文件。本次安全预评价根据《安全评价通则》（AQ 8001-2007）、《安全预评价导则》（AQ 8002-2007）的要求及国家相关法律、法规、标准规范以及行业标准，参照国内同类设备运行资料，运用科学的评价方法分析、预测该项目存在的危险、有害因素的种类及其危害程度，提出了有针对性的安全对策措施，得出了评价结论，编制了《河北中锌伟业科技有限公司冶金固废回收利用项目安全预评价报告》。

本报告经有关专家评审通过，将为该项目下一阶段的安全设施设计提供依据。

为出具本安全评价报告，本机构声明如下：

1、本机构依据《中华人民共和国安全生产法》等法律、法规、规范性文件、标准的强制性规定及本报告出具日之前被评价单位提供的信息材料和现场的客观事实，严格履行法定职责，遵循勤勉尽责和诚实信用原则出具本安全评价报告，所发表的结论性意见不存在虚假记载、误导性陈述或重大遗漏。

2、被评价单位提供给本机构的资料作为安全评价报告的基础，当被评价单位提供的资料有误或失实时，本评价报告的结论不再成立。

3、当本报告出具日之后发生下列变化或变更时，本评价报告的结论不再成立：（1）企业周边环境、布局发生变化；（2）企业生产工艺、装置设施、运输方式等发生变更；（3）企业安全管理体系及人员发生变化或变更；（4）发生变化或变更的其他事项导致产生新的危险源或危险有害因素等。

4、依据《生产过程危险和有害因素分类与代码》（GB/T13861-2022），影响企业生产经营过程的危险和有害因素主要包括：人的因素、物的因素、环境因素、管理因素四类，以上四类因素变化或者其中任一因素的变化都有可能造成评价对象风险的改变，导致评价对象的安全条件与评价时不同，若出现不良变化，将会提高事故发生概率与后果，提高评价对象的风险程度，导致该评价对象的风险可接受程度降低。

5、如需对发生变更后的项目进行评价/评估或超过本次安全评价规定的时限，请委托有资质的机构另行出具评价/评估意见，本报告自动失效。

6、本报告仅作为本次项目事项之目的使用，非经本机构事先书面同意，本报告不得用作其他目的。任何以本报告对变化或变更后的项目申请批复、备案或另做其他用途使用，因此造成的后果由行为人自行承担。

目 录

1 概述	1
1.1 安全预评价目的	1
1.2 安全预评价原则	1
1.3 安全预评价范围	1
1.4 安全预评价程序	3
2 安全预评价依据	6
2.1 法律、法规	6
2.2 部门规章及规范性文件	6
2.3 标准、规范	8
2.4 有关资料	11
3 建设项目概况	12
3.1 建设单位简介	12
3.2 建设项目概况	12
3.3 工程项目建设条件	13
3.4 总图运输	16
3.5 原辅料、产品	18
3.6 主要建（构）筑物	20
3.7 主要生产工艺流程	21
3.8 主要设备及特种设备	74
3.9 辅助系统	92
3.10 组织机构和安全管理	144
3.11 安全投入	144
4 危险、有害因素辨识与分析	147

4.1 危险、有害因素辨识与分析的依据	147
4.2 危险物质的危险、有害因素辨识与分析	147
4.3 选址、总平面布置及建（构）筑物的危险、有害因素分析辨识	159
4.4 自然条件主要危险、有害因素分析	162
4.5 主要工艺系统危险、有害因素辨识与分析	163
4.6 公用工程及辅助设施危险、有害因素辨识与分析	206
4.7 作业环境的危险、有害因素辨识	222
4.8 安全管理方面的危险、有害因素辨识与分析	222
4.9 重大危险源辨识	224
4.10 爆炸危险区的划分	227
4.11 事故案例	227
5 评价单元划分与评价方法选用	233
5.1 评价单元的划分	233
5.2 安全预评价单元划分结果	233
5.3 安全预评价方法选择	234
6 定性、定量评价	239
6.1 厂区选址、总平面布置与厂房建筑单元	239
6.2 生产工艺及设备单元	244
6.3 公用工程和辅助设施单元	271
6.4 重大事故隐患单元	289
6.5 安全管理单元	292
7 安全对策措施建议	297
7.1 制定安全对策措施建议的依据及原则	297
7.2 项目可研提出的安全对策措施建议	299
7.3 补充的安全对策措施建议	301

8 安全预评价结论 316

8.1 主要危险、有害因素评价结果 316

8.2 应重点防范的危险、有害因素 316

8.3 应重视的安全对策措施建议 316

8.4 危险、有害因素控制程度 317

8.5 结论 317

附 件 319

1 概述

1.1 安全预评价目的

安全预评价目的是贯彻“安全第一，预防为主，综合治理”的安全生产方针，落实建设项目安全“三同时”，为建设项目安全设施设计提供科学依据，以利于提高建设项目的本质安全程度。

通过安全预评确保建设项目的安全设施投资纳入总投资概算，确保安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用，保证建设项目建成后在安全生产方面符合国家的有关法律、法规、标准和规定。

通过安全预评价找出项目投产运行后存在的主要危险、有害因素及其产生危险、危害后果的主要条件，分析可能产生的危险、危害程度。

针对主要危险、有害因素，提出合理可行的安全技术措施和管理对策措施，以提高建设项目的本质安全水平，避免和减少安全生产事故的发生。

1.2 安全预评价原则

坚持政策性、科学性、公正性、严肃性、针对性原则，以国家安全生产法律、法规、标准为依据，采用科学的评价方法、程序，用严肃的科学态度，独立自主地开展建设项目的安全预评价工作。

1.3 安全预评价范围

1、安全预评价范围

依据与河北中锌伟业科技有限公司签订的合同，本次安全预评价对象为冶金固废回收利用项目（以下简称“该项目”）。

具体评价范围包括：热造块车间、熔分还原车间、氯化钾/氯化钠提取车间、免烧砖生产车间及厂区配套办公楼、宿舍楼、化验室、公用工程及安全管理等。

2、安全预评价各系统评价范围接点

（1）氧气、蒸汽、氮气、水等管线接点以进入该项目隔断装置（第一

道阀门)界定,隔断装置(包括第一道阀门)到该项目各用气点在本次评价范围内。

(2) 熔分还原炉煤气系统:本次评价范围包括熔分还原炉粗煤气的净化系统,熔分还原炉粗煤气经过重力除尘器粗除尘后再送往布袋除尘器净化设施进行精除尘,净化后的熔分还原炉煤气经 BPRT 或调压阀组后并入熔分还原炉煤气管网。

(3) 热造块评价范围包括:原料配料、混料、热造块、冷却、破碎、筛分、成品。

(4) 熔分还原炉评价范围包括:槽上供料系统、热造块槽系统、斜桥上料系统、炉顶系统、熔分还原炉系统、风口平台及熔分还原炉出料系统、熔分还原炉渣处理系统、热风炉系统、粗煤气除尘系统、煤粉喷吹系统、粒化再生铁产品系统。

(5) 氯化钾、氯化钠提取车间评价范围包括:原料处理系统、除尘灰浸出系统、卤水除杂系统、氯化钾结晶分离系统。

(6) 免烧砖生产车间评价范围包括:配料搅拌、成型、输送、养护、码垛。

(7) 供配电系统的范围为公司上级电源进入该项目变配电装置及其之后的电气线路、电气设备部分。

(8) 该项目热造块车间利旧原有造块主厂房、配料室、一混厂房、二混厂房、筛分室厂房、成品厂房、风机房、高低压配电室、水泵房、配料室皮带通廊、混料皮带通廊、成品链板机通廊等,对设备设施进行改造;熔分还原炉车间利旧熔分炉出铁场平台(土建部分)、熔分炉矿槽及高架料仓(土建和设备)、喷煤车间及料棚、熔分炉煤气布袋处理系统、熔分炉水渣大棚、熔分炉水泵房、熔分炉水渣沟、水渣池、泵房、熔分炉热风炉土建及炉壳(3座利旧,1座新建)、熔分炉重力除尘器,对设备设施进行改造,利旧及改造内容均在本次评价范围内。

(9) 项目界区外的设施、厂外道路、交通运输、职业健康及其他部分不在本次预评价范围之内。

1.4 安全预评价程序

根据《安全评价通则》(AQ8001-2007)和《安全预评价导则》(AQ8002-2007)对工程建设项目安全预评价工作所作的明确规定,安全预评价工作程序分为以下8个阶段:前期准备;辨识与分析危险、有害因素;划分评价单元;选择评价方法;定性、定量评价;提出安全对策措施及建议;安全评价结论;编制安全预评价报告。

1、准备阶段

明确评价对象和评价范围;组建评价组;收集国内外相关法律法规、标准、行政规章、规范;收集分析评价对象的基础资料、相关事故案例;对类比工程进行实地调查等内容。

2、辨识与分析危险、有害因素

辨识和分析评价对象可能存在的各种危险、有害因素;分析危险、有害因素发生作用的途径及其变化规律。

3、划分评价单元

评价单元划分时考虑安全预评价的特点,以自然条件、基本工艺条件、危险、有害因素分布及状况、便于实施评价为原则进行。

4、选择评价方法

根据评价的目的、要求和评价对象的特点、工艺、功能或活动分布,选择科学、合理、适用的定性、定量评价方法对危险、有害因素导致事故发生的可能性及其严重程度进行评价。

5、定性、定量评价

根据评价单元的特性,选择合理的评价方法,对评价对象发生事故的可能性及其严重程度进行定性、定量评价。

6、提出安全对策措施及建议

为保证评价对象建成或实施后能安全运行，从评价对象的总图布置、功能分布、工艺流程、设施、设备、装置等方面提出安全技术对策措施；从评价对象的组织机构、人员管理、物料管理、应急救援管理等方面提出安全管理对策措施；从保证评价对象安全运行的需要提出其他安全对策措施。

7、安全预评价结论

从安全生产角度，概括地给出评价对象在评价时的条件下与国家有关法律法规、标准、规章、规范的符合性结论；简要列出主要危险、有害因素评价结果，指出建设项目应重点防范的重大危险、有害因素，明确应重视的重要安全对策措施；给出危险、有害因素引发各类事故的可能性及其严重程度的预测性结论；明确评价对象建成或实施后能否安全运行的结论。

8、编制安全预评价报告

按照《安全预评价导则》（AQ8002-2007）的要求编写评价报告，根据专家评审意见，修改、完善安全预评价报告。安全预评价程序框图如图 1-1：

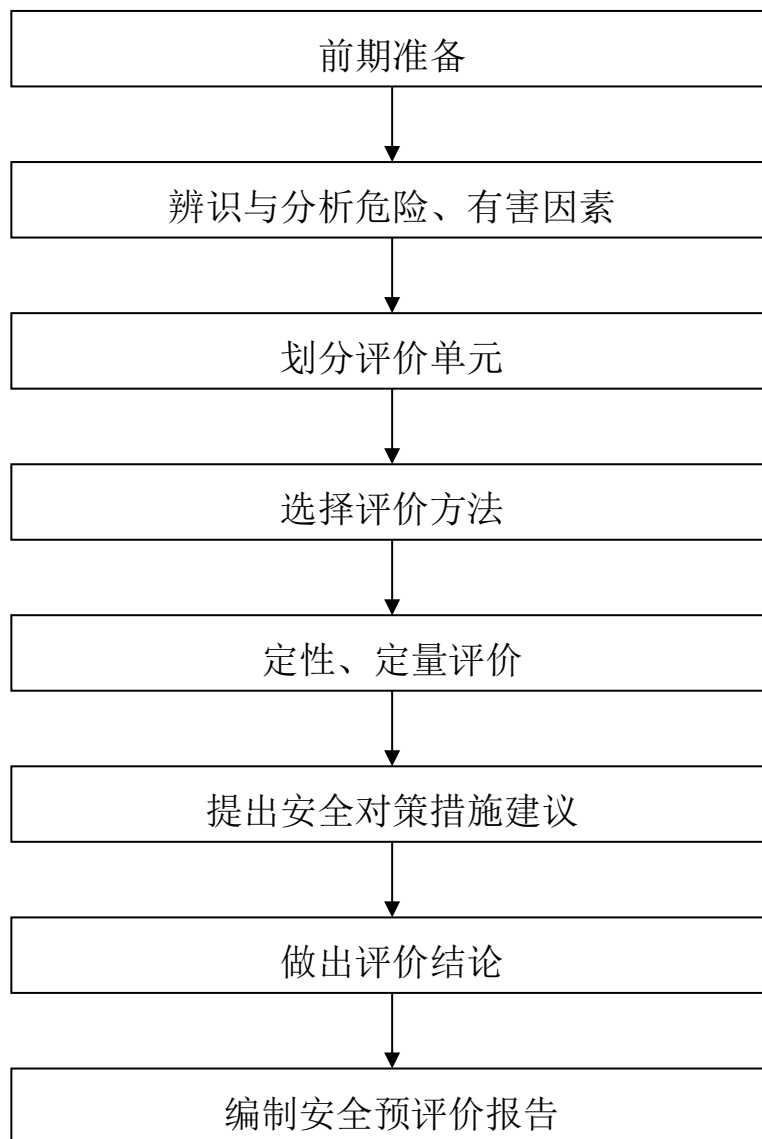


图 1-1 安全预评价程序框图

2 安全预评价依据

2.1 法律、法规

表 2-1 法律、法规一览表

序号	法律、法规标题	发文字号	实施日期
1	中华人民共和国安全生产法	中华人民共和国主席令[2021]第八十八号	2021.09.01
2	中华人民共和国劳动法	中华人民共和国主席令[1994]第二十八号（2009 年第十八号令修改，2018 年第二十四号令修改）	2018.12.29
3	中华人民共和国消防法	中华人民共和国主席令[2008]第六号（2021 年第八十一号令修改）	2021.04.29
4	中华人民共和国特种设备安全法	中华人民共和国主席令[2013]第四号	2014.01.01
5	中华人民共和国防震减灾法	中华人民共和国主席令[2008]第七号	2009.05.01
6	中华人民共和国突发事件应对法	中华人民共和国主席令[2007]第六十九号	2007.11.01
7	危险化学品安全管理条例	中华人民共和国国务院令[2013]第 645 号	2013.12.07
8	特种设备安全监察条例	中华人民共和国国务院令[2009]第 549 号	2009.05.01
9	工伤保险条例	中华人民共和国国务院令[2010]第 586 号	2011.01.01
10	生产安全事故应急条例	中华人民共和国国务院令[2018]第 708 号	2019.04.01
11	使用有毒物品作业场所劳动保护条例	中华人民共和国国务院令[2002]第 352 号	2002.04.30
12	建设工程安全生产管理条例	中华人民共和国国务院令[2004]第 393 号	2004.02.01
13	河北省安全生产条例	河北省第十四届人民代表大会常务委员会公告第 26 号	2024.06.01

2.2 部门规章及规范性文件

表 2-2 部门规章及通知文件一览表

序号	名称	发文字号	实施日期
1	国务院关于进一步强化企业安全生产工作的通知	国发[2010]23 号	2010.07.19
2	建设项目安全设施“三同时”监督管理办法	原国家安全生产监督管理总局令[2010]第 36 号，[2015]第 77 号修正	2015.05.01
3	产业结构调整指导目录（2024 年本）	国家发展改革委令第 7 号	2024.02.01
4	关于修改《生产安全事故应急预案管理办法》的决定	应急管理部令[2019]第 2 号	2019.09.01
5	冶金企业和有色金属企业安全生产规定	原国家安全生产监督管理总局令[2018]第 91 号	2018.03.01
6	工贸企业有限空间作业安全规定	应急管理部令第 13 号	2024.01.01

序号	名称	发文字号	实施日期
7	工贸企业重大事故隐患判定标准	应急管理部令 第 10 号	2023.05.15
8	危险化学品目录（2022 调整版）	应急管理部、工业和信息化部、公安部、生态环境部、交通运输部、农业农村部、卫生健康委、市场监管总局、铁路局、民航局 [2022]第 8 号	2023.01.01
9	国家质量监督检验检疫总局关于修订特种设备目录的公告	国家质量监督检验检疫总局令 2014 年第 114 号	2014.10.30
10	生产经营单位安全培训规定	原国家安全生产监督管理总局令 [2005]第 3 号，[2015]第 80 号修正	2015.07.01
11	特种作业人员安全技术培训考核管理规定	原国家安全生产监督管理总局令 [2010]第 30 号，[2015]第 80 号修改	2015.07.01
12	安全生产培训管理办法	原国家安全生产监督管理总局令 [2012]第 44 号，[2015]第 80 号修改	2015.07.01
13	关于印发进一步加强冶金企业煤气安全技术管理有关规定的通知	安监总管四[2010]125 号	2010.07.23
14	金属冶炼企业禁止使用的设备及工艺目录（第一批）	安监总管四[2017]142 号	2018.03.01
15	企业安全生产费用提取和使用管理办法	财资[2022]136 号	2022.11.21
16	危险化学品重大危险源监督管理暂行规定	原国家安全生产监督管理总局令 [2011]40 号，[2015]第 79 号修正	2015.07.01
17	进一步加强企业安全生产规范化建设严格落实企业安全生产主体责任的指导意见	安监总办[2010]139 号	2010.08.20
18	用人单位劳动防护用品管理规范	安监总厅安健[2018]3 号	2018.01.15
19	中共中央 国务院关于推进安全生产领域改革发展的意见	中发[2016]32 号	2016.12.09
20	关于印发《全省有限空间作业安全生产专项整治方案》的通知	冀安委办[2019]44 号	2019.08.02
21	关于进一步加强和规范全省重大危险源监管工作的通知	冀安监管应急[2017]83 号	2017.05.15
22	河北省安全生产风险管控与隐患治理规定	河北省人民政府令[2018]2 号	2018.07.01
23	河北省冶金企业安全生产监督管理规定	河北省人民政府令[2023]第 1 号修改	2023.01.20
24	中共 河北省委河北省人民政府关于推进安全生产领域改革发展的实施意见	冀发[2017]22 号	2017.08.31
25	河北省安全生产应急管理规定	河北省人民政府令[2023]第 1 号修改	2023.01.20
26	河北省特种设备安全监察规定	河北省人民政府令[2022]第 1 号	2022.01.09
27	河北省落实生产经营单位安全生产主体责任暂行规定	冀政[2006]69 号	2006.08.30
28	河北省应急管理厅关于印发《河北省生产经营单位安全培训实施细则》《河北省安全生产培训管理规定》的通知	冀应急人[2019]50 号	2019.03.28
29	河北省有限空间作业安全管理规定	河北省人民政府令[2020]4 号	2021.03.01

序号	名称	发文字号	实施日期
30	河北省安全生产监督管理局关于深入开展冶金建材企业皮带通廊安全专项治理活动的通知	冀安监管四[2014]21 号	2014.02.20
31	防雷减灾管理办法	中国气象局[2013]第 24 号令	2013.06.01
32	国家安全监管总局办公厅关于印发《工贸行业重点可燃性粉尘目录（2015 版）》和《工贸行业可燃性粉尘作业场所工艺设施防爆技术指南（试行）》的通知	安监总厅管四[2015]84 号	2015.08.25

2.3 标准、规范

表 2-3 标准、规范一览表

序号	名称	标准号	实施日期
1	安全评价通则	AQ8001-2007	2007.04.01
2	安全预评价导则	AQ8002-2007	2007.04.01
3	烧结球团安全规程	AQ2025-2010	2011.05.01
4	炼铁安全规程	AQ2002-2018	2018.12.01
5	高炉炼铁工程设计规范	GB 50427-2015	2016.03.01
6	高炉煤气干法袋式除尘设计规范	GB 50505-2009	2009.12.01
7	高炉喷吹粉煤工程设计规范	GB 50607-2010	2011.02.01
8	高炉喷吹烟煤系统防爆安全规程	GB 16543-2008	2008.11.01
9	钢铁企业电气火灾控制系统设计规范	YB/T 4356-2013	2014.03.01
10	钢铁企业通风除尘设计规范	YB/T 4359-2013	2014.03.01
11	钢铁企业热力设施设计规范	GB50569-2010	2010.12.01
12	钢铁企业总图运输设计规范	GB50603-2010	2011.02.01
13	高温熔融金属吊运安全规程	AQ7011-2018	2018.12.01
14	钢铁冶金企业设计防火标准	GB50414-2018	2019.04.01
15	工业企业煤气安全规程	GB6222-2005	2006.07.01
16	煤气排水器安全技术规程	AQ7012-2018	2018.12.01
17	煤气隔断装置安全技术规范	AQ2048-2012	2013.03.01
18	钢铁企业煤气储存和输配系统设计规范	GB51128-2015	2016.05.01
19	企业职工伤亡事故分类	GB 6441-1986	1987.02.01
20	工业企业设计卫生标准	GBZ 1-2010	2010.08.01
21	建筑抗震设计标准（2024 年版）	GB/T50011-2010	2024.08.01
22	建筑给水排水设计标准	GB 50015-2019	2020.03.01
23	建筑设计防火规范（2018 版）	GB 50016-2014	2018.10.01

序号	名称	标准号	实施日期
24	工业建筑供暖通风与空气调节设计规范	GB 50019-2015	2016.02.01
25	建筑采光设计标准	GB50033-2013	2013.05.01
26	建筑照明设计标准	GB/T 50034-2024	2024.08.01
27	工业建筑防腐蚀设计标准	GB/T50046-2018	2019.03.01
28	供配电系统设计规范	GB 50052-2009	2010.07.01
29	20kV 及以下变电所设计规范	GB50053-2013	2014.07.01
30	3-110kV 高压配电装置设计规范	GB 50060-2008	2009.06.01
31	低压配电设计规范	GB 50054-2011	2012.06.01
32	建筑物防雷设计规范	GB50057-2010	2011.10.01
33	爆炸危险环境电力装置设计规范	GB 50058-2014	2014.10.01
34	火灾自动报警系统设计规范	GB 50116-2013	2014.05.01
35	建筑灭火器配置设计规范	GB 50140-2005	2005.10.01
36	工业企业总平面设计规范	GB 50187-2012	2012.08.01
37	生产过程安全卫生要求总则	GB/T 12801-2008	2009.10.01
38	生产设备安全卫生设计总则	GB5083-1999	1999.01.02
39	工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识	GB7231-2003	2003.10.01
40	安全色	GB2893-2008	2009.10.01
41	安全标志及其使用导则	GB2894-2008	2009.10.01
42	消防给水及消火栓系统技术规范	GB 50974-2014	2014.10.01
43	消防应急照明和疏散指示系统	GB 17945-2010	2011.05.01
44	消防安全标志设置要求	GB15630-1995	1996.02.01
45	工业企业厂内铁路、道路运输安全规程	GB 4387-2008	2009.10.01
46	固定式钢梯及平台安全要求 第 1 部分：钢直梯	GB 4053.1-2009	2009.12.01
47	固定式钢梯及平台安全要求 第 2 部分：钢斜梯	GB 4053.2-2009	2009.12.01
48	固定式钢梯及平台安全要求 第 3 部分：工业防护栏杆及钢平台	GB 4053.3-2009	2009.12.01
49	机械安全 防护装置 固定式和活动式防护装置的设计与制造一般要求	GB/T8196-2018	2019.07.01
50	起重机械安全规程 第 1 部分：总则	GB 6067.1-2010	2011.06.01
51	起重机械安全规程 第 5 部分：桥式和门式起重机	GB 6067.5-2014	2015.02.01
52	冶金起重机技术条件 第 1 部分：通用要求	JB/T7688.1-2008	2008.11.01
53	危险化学品仓库储存通则	GB15603-2022	2023.07.01
54	危险货物品名表	GB12268-2012	2012.12.01

序号	名称	标准号	实施日期
55	危险化学品重大危险源辨识	GB18218-2018	2019.03.01
56	带式输送机安全规范	GB14784-2013	2014.07.01
57	用电安全导则	GB/T13869-2017	2018.07.01
58	压缩空气站设计规范	GB50029-2014	2014.08.01
59	固定式压力容器安全技术监察规程 (行业标准第1号修改单)	TSG21-2016/XG1-2020	2021.06.01
60	黑色金属冶炼及压延加工业职业卫生防护技术规范	GBZ/T231-2010	2010.11.01
61	中国地震动参数区划图	GB 18306-2015	2016.06.01
62	工业循环水冷却设计规范	GB/T 50102-2014	2015.08.01
63	系统接地的型式及安全技术要求	GB 14050-2008	2008.08.01
64	生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则	GB/T 29639-2020	2021.04.01
65	冶金企业火灾自动报警系统设计	YB/T 4125-2005	2005.06.01
66	石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准	GB/T 50493-2019	2020.01.01
67	压力管道安全技术监察规程-工业管道	TSGD0001-2009	2009.08.01
68	冶金行业班组安全管理规范	DB13/T5021-2019	2019.08.01
69	有限空间作业安全规范	DB13/T 5023-2019	2019.08.01
70	生产过程危险和有害因素分类与代码	GB/T13861-2022	2022.10.01
71	粉尘防爆安全规程	GB15577-2018	2019.06.01
72	商品煤质量 高炉喷吹用煤	GB/T18512-2022	2022.10.12
73	高炉富氧喷煤技术规范	GB/T33969-2017	2018.04.01
74	高炉开铁口机	JB/T12471-2015	2016.03.01
75	危险场所电气防爆安全规范	AQ3009-2007	2008.01.01
76	冶金企业气体防护站安全管理规范	DB13/T5022-2019	2019.08.01
77	工业企业可燃气体和有毒气体检测报警系统检查检测规范	DB13/T2518-2017	2017.08.01
78	电气装置安装工程爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范	GB50257-2014	2015.08.01
79	工作场所有毒气体检测报警装置设置规范	GBZ/T223-2009	2010.06.01
80	一氧化碳检测报警器检定规程	JJG915-2008	2009.06.22
81	大气有害物质无组织排放卫生防护距离推导技术导则	GB/T39499-2020	2021.06.01
82	煤气余压发电装置技术规范	GB50584-2010	2010.12.01
83	冶金用煤气总管切断阀	JB/T11597-2013	2013.09.01
84	冶金企业煤气管道防泄漏排水安全要求	YB/T4595-2019	2020.01.01

序号	名称	标准号	实施日期
85	钢铁厂工业炉设计规范	GB50486-2009	2009.09.01
86	炼铁机械设备工程安装验收规范	GB50372-2006	2007.04.01
87	火灾自动报警系统施工及验收标准	GB50166-2019	2020.03.01
88	机械安全机械电气设备第 1 部分：通用技术条件	GB5226.1-2019	2020.01.01
89	机械安全控制系统安全相关部件第 1 部分：设计通则	GB/T16855.1-2018	2019.07.01
90	机械安全危险能量控制方法 上锁/挂牌	GB/T33579-2017	2017.12.01
91	安全阀安全技术监察规程	TSG ZF001-2006/XG1-2009	2009.05.08
92	弹性元件式一般压力表、压力真空表和真空表检定规程	JJG52-2013	2013.12.27
93	生产经营单位生产安全事故应急预案评估指南	AQ/T9011-2019	2020.02.01
94	生产安全事故应急演练基本规范	AQ/T9007-2019	2020.02.01
95	消防设施通用规范	GB55036-2022	2023.03.01
96	带式输送机工程技术标准	GB 50431-2020	2021.03.01
97	烧结厂设计规范	GB 50408-2015	2015.10.01
98	冶金、水泥行业煤粉制备喷吹系统防爆安全规范	DB13/T 5210-2020	2020.07.28
99	个体防护装备配备规范 第 1 部分：总则	GB 39800.1-2020	2022.01.01
100	高炉余热余压能量回收煤气透平与鼓风机同轴(BPRT)技术规范	YB/T 4785-2019	2020.07.01
101	起重机械安全技术规程	TSG 51-2023	2024.01.01

2.4 有关资料

- 1、安全预评价委托书；
- 2、《营业执照》；
- 3、企业投资项目备案信息（滦开审批备字[2024]30 号）；
- 4、《河北中锌伟业科技有限公司冶金固废回收利用项目初步设计》（中冶京诚工程技术有限公司编制）
- 5、提供的其他有关技术资料。

3 建设项目概况

3.1 建设单位简介

河北中锌伟业科技有限公司成立于 2023 年 12 月 20 日，公司位于河北省唐山市滦州市榛子镇朱官营村北侧迁曹公路西侧 1000 米，注册资本伍仟万元整，公司类型为其他有限责任公司，法定代表人李勇。经营范围包括一般项目：技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；新材料技术研发；环保咨询服务；固体废物治理；金属材料销售；化工产品销售（不含许可类化工产品）；有色金属合金销售；高性能有色金属及合金材料销售；非金属矿及制品销售；建筑材料销售；建筑砌块销售；石油制品销售（不含危险化学品）；煤炭及制品销售；耐火材料销售；石墨及碳素制品销售；肥料销售；化肥销售；饲料添加剂销售；货物进出口；技术进出口。

（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）许可项目：建设工程施工。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动，具体经营项目以相关部门批准文件或许可证件为准）。

河北中锌伟业科技有限公司于 2024 年 09 月 03 日获得河北滦州经济开发区行政审批局出具的关于河北中锌伟业科技有限公司冶金固废回收利用项目《企业投资项目备案信息》，备案号：滦开审批备字[2024]30 号。

河北中锌伟业科技有限公司冶金固废回收利用项目建成后拟劳动定员 400 人，公司拟设安全部，并配备 8 名专职安全管理人员，班组设置兼职安全管理人员。

3.2 建设项目概况

项目名称：河北中锌伟业科技有限公司冶金固废回收利用项目

项目性质：新建项目

项目建设单位：河北中锌伟业科技有限公司

项目建设地点：河北滦州经济开发区钢铁和精密铸造产业园河北中锌伟业科技有限公司厂区

主要建设规模及内容：项目占地约 265 亩，新增建筑面积 71520 m²，主要建设热造块车间，熔分还原车间，氯化钾、氯化钠提取车间，免烧砖生产车间及厂区配套办公楼、宿舍楼、化验室等。新建一条冶金固废回收利用生产线；配套建设总降及供配电系统、水处理系统、通风除尘系统以及智能化原料库；购置安装热造块机、熔分还原炉、反应釜、蒸发结晶器、成型压模机等。总体工艺流程：原材料→初步搅拌→热造块→粉尘收集→提取氯化钾、氯化钠；热造块→混合焦炭→还原炉提取分离→次氧化锌、再生金属粒化铁、水渣；水渣等原料→加水混匀→压模→环保免烧砖；原料为烧结灰、高炉灰、转炉灰、环境除尘灰、含铁尘泥等冶金固废（不包含危险废物）。项目建成后年产氯化钾、氯化钠 3 万 t，次氧化锌 5.2 万 t，再生金属粒化铁 40 万 t，环保免烧砖 500 万块。该项目年耗电 10000 万 kWh、燃料焦炭 16.4 万 t，煤粉 4 万 t，年用中水 35.5 万 m³、氧气 1800 万 m³、氮气 1600 万 m³。

项目总投资：85000 万元，安全设施投资：3866.46 万元，占项目投资费用的 4.55%。

3.3 工程项目建设条件

3.3.1 地理位置与周边环境

滦州市位于河北省东北部，地处燕山南麓滦河西岸。地理位置为东经 118°14'3"-118°49'45"，北纬 39°34'39"-39°58'25"。东西长 50.9 公里，南北宽 43.8 公里。东与卢龙、昌黎隔滦河相望，南和滦南县相接，西邻丰润、古冶区，北靠迁安市。全县总人口 53.54 万人，土地面积 1028 平方公里，合 102685.95 公顷。1988 年经国务院批准被列为沿海地区开放县。县城分新城、老城两部分，相距 5 公里。距唐山 47 公里，距天津港 136 公里，距秦皇岛港 82 公里，距京唐港 76 公里，距北京 260 公里。区域内工业比较发达，地理位置优越，交通便利。

河北中锌伟业科技有限公司位于河北省唐山市滦州市榛子镇朱官营村北侧迁曹公路西侧 1000 米，唐山中首特钢有限公司院内南侧。该项目北距

唐山中首特钢有限公司炼钢厂房 250m，西距唐山中首特钢有限公司炼钢车间闷渣厂房 40m，西距唐山中首特钢有限公司制氧车间氧气球罐 37 米，西南距滦县利丰铸造有限公司 190m，西北距小贺庄子村 480m，东南距东拨子村 980m，南距唐山百利再生资源有限公司破碎车间 50m，东北距于家营村 1000m。厂址所在地无风景名胜区、自然保护区、国家重点文物保护单位、历史文化保护地等。

厂区周边环境见下表。

表 3-1 厂区周边环境情况一览表

序号	名称	周边村庄及单位	方位	拟设距离 (m)	备注
1	河北中铎伟业科技有限公司冶金固废回收利用项目 (项目边界)	滦县利丰铸造有限公司	西南	190	
2		于家营村	东北	1000	
3		东拨子村	东南	980	
4		小贺庄子村	西北	480	
5		唐山百利再生资源有限公司破碎车间	南	50	
6		唐山中首特钢有限公司炼钢厂房	北	250	
7		唐山中首特钢有限公司炼钢车间闷渣厂房	西	40	
8		唐山中首特钢有限公司制氧车间氧气球罐	西	37	

3.3.2 气象条件

滦州市属于暖温带半湿润季风气候，季风显著，四季分明，具有冬季寒冷，春季干燥，夏季湿润，秋季凉爽的气候特点。一般十月下旬出现霜冻，主导风向西北风，平均雷暴日数 32.7 天，全年无霜期 176~194 天。

冬季最低气温	-22.7℃
夏季最高气温	39.6℃
年平均气温	10.7℃
年平均风速	2.2m/s
全年主导风向	西北风
年平均降雨量	636.2mm

最大积雪厚度	350mm
最大冻土深度	730mm

3.3.3 自然条件

(1) 地形地貌

滦州市地势北高南低，沙河以西及白龙河、横河以东为山丘区，面积 395.75 平方公里，其中山丘面积为 219.41 平方公里，占全市面积的 22%，主要山脉有罗家岭、青龙山、魏峰山、风山、横山等。境内最高峰城山峰海拔高程 535.7 米，一般山丘海拔高程在 200~300 米之间。中部平原区面积 603.25 平方公里，占全市总面积的 60.4%，京山铁路以北，地面高程在海拔 50 米以上，局部有山丘出露，地势较为平坦，京山铁路以南地面高程一般在 30~50 米之间，由于受风沙影响及河流切割，沙丘沟谷出现较多。

项目占地区域地势相对平坦。

(2) 水文地质

滦州市分山区和平原两大水文地质区。山区水文地质区包括无水山区、山间谷地、山间盆地、山间平原及山间河流平地。平原水文地质区包括开阔平原水文地质区和河岸平地水文地质区。

滦州市北部为基岩裸露区，主要岩性为震旦纪硅质灰岩，石灰岩、沙页岩分布在棒子镇、杨柳庄、赵百户营、宜安、泡石淀和城关、老站一带。油榨一带有片麻岩，个别地区有油页岩。进入平原地区是第四系松散岩层，主要岩性为砂砾卵石、砂、砂质粘土、淤泥质粘土等。

西北部为岩石裸露群山环绕的山间盆地，盆地内从边缘地带由外向里含水层为碎石层及砂层，厚度 2~5 米，地下水埋深 10 米左右，盆心部分井深 80 米左右，出水量每小时 30 吨，岩石区井深一般在 150~200 米，出水量每小时在 10~30 吨。

西南部为洪冲击平原水文地质区，包括塔坨、雷庄镇及坨子头乡。京山铁路以北表层第二含水组，含水岩性为卵砾砂，其埋深 50 米，出水量一

一般在每小时在 40 吨以上。京山铁路以南，第二含水组含水岩性为细砂、中细砂及中砂，出水量一般在每小时 20~40 吨。第四含水组岩性为卵石，埋深一般超过 120 米。

(3) 地表水系

滦州市境内共有滦河、沙河、横河、小青龙河、溯河、岳家河、管河、龙湾河、狗尿河、别故河、新滦河等 11 条大小河流。滦州市境内河水分为三个水系：滦河、横河、狗尿河、别故河属滦河水系，沙河、小青龙河、岳家河、溯河属沙河水系，管河、龙湾河属陡河水系。全市地表水系除横河有部分泉水补给外，其余各河流补给均来自大气降水。

滦河是境内最大河流，发源于承德市丰宁县境内小梁山，流经隆化县、迁西县、迁安市、滦州市、滦南县，至乐亭县莲花池村东南 5 公里入渤海。河流全长 888 公里，整个地形由西北向东南倾斜，河床平均比降 1/20，流域面积 44945 平方千米，其中滦州市境内河长 41 千米，流域面积 55 平方千米，基底为沙卵石。

项目产生的废水经处理后全部回用，无外排废水。据项目最近的地表水系是龙湾河，最近距离为 382m。

3.3.4 地震烈度

项目所在地位于滦州市榛子镇，根据《建筑抗震设计标准（2024 年版）》（GB/T50011-2010）和《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）的相关内容，设计基本加速度值为 0.20g，项目所在地区地震设防烈度为 8 度。

3.4 总图运输

3.4.1 总平面布置

根据该项目的工艺流程以及场地环境和地理地势形态将焦炭大棚拟布置在项目东北侧，厂区道路南侧，紧邻厂区大门，便于货物运输，焦炭大棚西侧拟布置再生金属粒化铁车间，其西北侧拟布置热造块槽，热造块槽南侧拟布置熔分还原炉，熔分还原炉南侧拟布置其配套设施，由西向东依次为还

原炉除尘器、重力除尘器、热风炉、布袋除尘器、冲渣，配套设施南侧为喷煤车间；熔分还原炉东侧拟布置矿槽除尘器，冲渣南侧拟布置调压阀组及BPRT车间，BPRT车间东侧拟布置制砖车间，喷煤车间西南侧拟布置热造块车间。

该项目热造块车间利旧原有造块主厂房、配料室、一混厂房、二混厂房、筛分室厂房、成品厂房、风机房、高低压配电室、水泵房、配料室皮带通廊、混料皮带通廊、成品链板机通廊等，对设备设施进行改造；熔分还原炉车间利旧熔分炉出铁场平台（土建部分）、熔分炉矿槽及高架料仓（土建和设备）、喷煤车间及料棚、熔分炉煤气布袋处理系统、熔分炉水渣大棚、熔分炉水泵房、熔分炉水渣沟、水渣池、泵房、熔分炉热风炉土建及炉壳（3座利旧，1座新建）、熔分炉重力除尘器，对设备设施进行改造。

具体情况详见附件：总平面布置图。

该项目内部防火间距情况如下表：

表 3-2 防火间距情况一览表

序号	项目建（构）筑物	火灾危险性	方位	相邻建（构）筑物	火灾危险性	距离（m）	标准要求（m）	备注
1	熔分还原炉	丁	北侧	热造块槽	戊	20	≥10	《建筑设计防火规范》（GB50016-2014，2018年版）第3.4.1条
2			东侧	再生金属粒化铁车间	丁	40	≥10	
3			南侧	仓库（煤棚）	丙	150	≥10	
4	再生金属粒化铁车间	丁	东侧	焦炭料棚	丙	22	≥10	
5	热造块车间	丁	西侧	氯化钾车间	戊	30	≥10	
6			南侧	热造块料棚	戊	30	≥10	
7	鼓风机站	乙	北侧	水渣棚	戊	15	≥10	
8			东侧	制砖车间	戊	15	≥10	
9			南侧	水泵房	戊	30	≥10	
10			西侧	喷煤车间	乙	17	≥13	
11	喷煤车	乙	东侧	鼓风机站	乙	17	≥13	

序号	项目建(构)筑物	火灾危险性	方位	相邻建(构)筑物	火灾危险性	距离(m)	标准要求(m)	备注
12	间		西侧	仓库(煤棚)	丙	13	≥13	

3.4.2 竖向布置及场地排水

1、竖向布置形式

该厂区竖向布置拟采用平坡式布置，结合厂区道路调整地块高差，熔融区域±0.00 绝对标高 42.70，循环水泵房±0.00 绝对标高 41.00，室内外高差 300mm。

2、场地雨水排水

设计场区自然地形为地势较为平坦，根据工艺要求及项目所在地形条件，该区采用平坡式布置。为确保厂区排水顺畅，各场地及道路两侧拟设明沟或暗沟。

3.4.3 运输及道路

该区的主要道路布置形式拟采用城市型道路，双车道双面坡，为满足设备运输、检修及消防的需要，各功能区周围拟设置运输及检修道路，并与外部道路相接形成环形。道路主干道拟采用 9m 宽，辅路宽拟为 6m，路面拟采用混凝土（C30 普通混凝土面层 30cm，级配碎石掺灰基层厚 20cm，天然砂砾垫层厚 20cm），道路最小转弯半径为 9m。

3.5 原辅料、产品

3.5.1 原燃料条件

1、含铁原料

所用含铁原料主要为：钢铁厂除尘灰，主要来源以当地钢铁厂除尘灰为主；其次为河北中锌伟业科技有限公司产生的返矿及含铁废弃物（热造块机头灰、机尾灰及环境除尘灰；重力灰、布袋除尘灰、熔分还原炉返矿及环境除尘灰；炼钢产生的粗灰、细灰、一次除尘灰、二次除尘灰、三次除尘灰、四次除尘灰、氧化铁皮、污泥、酸洗泥、赤泥等工业企业不能再利用的含铁

及有价金属元素的固体废弃物），入厂粒度 0~8mm。

2、燃料

燃料分为固体燃料和气体燃料。

（1）固体燃料

1) 热造块车间

固体燃料为焦炭，利旧原有燃料破碎系统，用量为 15.7 万 t/a。

2) 熔分还原车间

熔分还原炉固体燃料为焦炭，用量为 6.4 万 t/a。

喷煤车间使用原煤，用量为 4 万 t/a。

（2）气体燃料

1) 热造块车间

热造块机点火燃料为还原炉煤气，总消耗量为 9600m³/h，还原炉煤气由厂区净煤气管网供给，设备接点压力 6000~7000Pa。

2) 熔分还原车间

热风炉燃料为还原炉煤气，消耗量为 950Nm³/min，还原炉煤气由厂区净煤气管网供给，设备接点压力 6000~7000Pa。

（3）熔剂

熔剂为白云石，入厂粒度 0~3mm，采用罐车运输到配料室仓内。

3.5.2 产品规模

项目建成后年产氯化钾、氯化钠 3 万吨，次氧化锌 5.2 万吨，再生金属粒化铁 40 万吨，环保免烧砖 500 万块。

3.5.3 主要原材料和能源介质消耗

表 3-3 主要原燃料用量一览表

序号	原料品种	车间	堆比重 t/m ³	用量
1	焦炭	熔分还原炉	0.5	15.7 万 t/a
2	热造块	熔分还原炉	1.8	82.5 万 t/a
3	熔剂	熔分还原炉	2	20.4 万 t/a

序号	原料品种	车间	堆比重 t/m ³	用量
4	原煤	熔分还原炉	/	4 万 t/a
5	氧气	熔分还原炉	/	3100Nm ³ /h
6	固废料	热造块	1.8	88.3 万 t/a
7	铁泥	热造块		11 万 t/a
8	除尘灰	热造块	1.3	11 万 t/a
9	焦炭	热造块	0.8	6.4 万 t/a
10	石灰石	热造块	1.6	/
11	白云石	热造块	1.6	/
12	生石灰	热造块	1	2.6 万 t/a
13	环境除尘灰	热造块	1.3	3.1 万 t/a
14	返矿	热造块	1.8	19.1 万 t/a
15	氧气	热造块	/	2600Nm ³ /h
16	机头灰	氯化钾、氯化钠	/	6 万 t/a
17	浓盐水	氯化钾、氯化钠	/	3 万 t/a
18	粉煤灰、炉渣等工业废渣	免烧砖	/	0.6 万 t/a

3.6 主要建（构）筑物

表 3-4 主要建筑物、构筑物一览表

序号	名称	结构形式	层数	火灾危险性类别	耐火等级	备注
熔分还原炉						
1	出料场	出料场平台以下钢筋混凝土框架结构；以上钢结构	二层	丁	二级	出料场厂房屋面板、墙板及檩条拆除重建，其余均利旧
2	焦炭封闭料库	钢结构	单层	丙	二级	
3	矿槽电气室	钢筋混凝土结构	/	丙	二级	利旧，重新装修 400 m ²
4	主控楼	钢筋混凝土结构	/	丙	二级	利旧，重新装修 200 m ²
5	还原炉电气室	钢筋混凝土结构	三层	丙	二级	
6	水泵房电气室	钢筋混凝土结构	/	丙	二级	利旧，全部重新装修
7	BPRT 电气室	钢筋混凝土结构	二层	丙	二级	
8	矿槽除尘电气室	钢筋混凝土结构	单层	丙	二级	
9	地下料仓除尘电气室	钢筋混凝土结构	单层	丙	二级	
10	消防泵房	钢筋混凝土结构	单层	戊	二级	
11	炉顶吊车电气室	钢结构	单层	丙	二级	

序号	名称	结构形式	层数	火灾危险性类别	耐火等级	备注
12	除铁器室	钢结构	单层	戊	二级	
13	筛分室	钢筋混凝土结构	单层	戊	二级	
14	鼓风机站	排架结构	单层	乙	二级	
15	J101BC 通廊	钢结构	单层	戊	二级	
16	J102BC 通廊	钢筋砼	单层	戊	二级	
17	喷煤车间	钢筋砼	六层	乙	二级	利旧
热造块						
18	热造块室	钢筋混凝土	二层	丙	二级	
19	高低压配电室	钢筋混凝土	单层	丙	二级	
20	热造块水泵房	钢筋混凝土	单层	戊	二级	
21	热造块水泵房电气室	钢筋混凝土	单层	丙	二级	
22	主抽风机、机头电除尘电气室	钢筋混凝土	单层	丙	二级	
23	配料室	钢筋混凝土	单层	戊	二级	
24	制粒室	钢筋混凝土	单层	戊	二级	
25	混合室	钢筋混凝土	单层	戊	二级	
26	筛分楼	钢筋混凝土	单层	戊	二级	
免烧砖						
27	制砖车间	钢筋混凝土	单层	戊	二级	
氯化钾、氯化钠						
28	蒸发车间	钢筋混凝土框架结构	单层	戊	二级	
29	控制室	钢筋混凝土框架结构	单层	戊	二级	
30	水洗车间	钢筋混凝土框架结构	单层	戊	二级	

3.7 主要生产工艺流程

3.7.1 热造块工序

经过制粒的均质料拟通过梭式布料机进热造块机均质料矿槽，同时采用蒸汽射流预热，经圆辊布料机和多辊布料器均匀等厚地布到铺有 20~40mm 厚铺底料的热造块机台车上，然后随着热造块机由头向尾经过点火、抽风热造块、冷却后，热造块饼经单辊破碎机破碎，由皮带输送机输送到筛分整粒室进行整粒筛分，再由皮带输送机运到还原炉供料系统。

3.7.1.1 原料接受、贮存、准备及配料

各种原料在料场经过简单的混匀后，拟通过胶带机运输将各种混匀料送到热造块配料室，按一定比例进行配料。为防止料仓内有冻块，在料仓外设置蒸汽盘管，对料仓进行保温。该厂返回的除尘灰和焦粉通过皮带机运输送到热造块配料室。

3.7.1.2 混合、热造块、冷却及成品系统

从配料室运来的混合料，由皮带机给入一次混合机，混合机规格 $\Phi 3.6 \times 13\text{m}$ ；来自一次混合室的物料经皮带机送入二次混合机，混合机规格为 $\Phi 3.6 \times 16\text{m}$ ，满足混匀制粒要求。

经一、二次混合的物料由皮带机给到热造块室的梭式皮带机上，梭式皮带机将物料布到混合料仓，经混合料仓下设的多辊给料机布到热造块机台车上，混合料经点火抽风造块，形成热造块饼，热造块采用富氧燃烧，冷却后经翻车机将热造块饼送到单辊破碎机破碎到 $0 \sim 150\text{mm}$ ，然后通过溜槽振动给料机将料送到运往成品筛分室的链板机上。成品筛分室设置两个筛分系列，互为备用，每套系统设置两台振动筛，一次筛子为双层棒条筛，筛孔为 20mm 和 10mm ，其中 $>20\text{mm}$ 的热造块矿进入成品系统， $10\text{-}20\text{mm}$ 的热造块矿作为铺底料，采用胶带机运往热造块室。三次筛的筛孔为 5mm ，筛下 $<5\text{mm}$ 的冷返矿，通过胶带机运往配料室冷返矿矿仓； $5\text{-}10\text{mm}$ 的热造块矿进入成品系统。

热造块机台车经翻车机将热造块矿翻下后，经由机尾渡车机将台车拉到回车轨道上，在由迁车机将台车送到机头回车轨道上，由机头渡车将台车送到热造块机机头位置，然后推车机推动台车，完成一个系统过程。热造块废气经过风箱支管、降尘管、降尘室及除尘器除尘后，经主热造块风机、消音器，然后通过脱硫系统将烟气脱硫后通过烟囱排入大气。冷却废气经过风箱支管、降尘管、降尘室及除尘器除尘后，经冷却风机、消音器、烟囱，排入大气。降尘管除尘灰采用双层卸灰阀和胶带机输送。

从成品中分出的 10mm~20mm 热造块矿，进入铺底料仓，在热造块机布料之前，均匀的分在热造块机台车上作为铺底料，铺底料厚度 20~40mm。经一、二次混合的物料由皮带机给到热造块室 B=1000mm 的梭式皮带机上，梭式皮带机将物料布到混合料仓。热造块槽均采用称重方式测量料位，其中混合料热造块槽采取蒸汽预热措施。

3.7.1.3 热造块烟气脱硫脱硝

参照《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》（环大气[2019]35 号）中要求的 SO₂、NO_x、颗粒物超低排放标准，需要配套建设脱硫脱硝设施。脱硫脱硝处理，设计采用“一机一塔”布置方式，共 1 套脱硫脱硝设施。采用半干法脱硫+中温 SCR 脱硝工艺。脱硫剂采用生石灰；脱硝还原剂采用 20% 氨水，以便满足安全距离要求，方便布置。

（1）脱硫系统

1) 吸收塔

吸收塔采用流化床吸收塔技术，吸收塔保证有足够的脱硫反应时间，反应时间不低于 6 秒，吸收塔的高度不少于 35 米。

单套循环流化床装置吸收塔自下而上依次为进口段、塔底排灰装置、文丘里加速段、循环流化床反应段、顶部循环出口段，吸收塔为钢体结构。

吸收塔供货包括吸收塔壳体及保温等。塔体部件的制作可在工厂内完成，塔体部件的组装及保温的施工在现场完成。

吸收塔内雾化水降温装置满足本工程的烟气脱硫指标要求，运行安全维护方便。喷水点的位置和物料循环位置不得在同一个平面。

吸收塔选用的材料适合工艺过程的特性，并且能承受烟气飞灰和脱硫工艺固体悬浮物的磨损。

吸收塔内所有部件能承受最大入口气流及最高进口烟气温度的冲击，高温烟气不对任何系统和设备造成损害。

吸收塔反应段为空塔结构，不设任何支撑件，以防灰的堆积。塔顶出口

不得有堆积灰的水平段。

塔的整体设计方便检修和维护，并设置更换喷嘴检修维护时所必须的平台楼梯。

吸收塔入口段气流分布均匀，设置导流装置，以使气流均匀经过吸收塔。

吸收塔配备有足够数量和大小合适的人孔门，人孔门不能有泄漏，而且在塔外附近设置走道或平台。人孔门的尺寸至少为 DN600mm，易于开/关。

吸收塔系统的出口温度、进出口压力的测量装置可靠，用于控制采用“三取二”配置。

2) 脱硫布袋除尘器

总体技术性能

①除尘器都有结构上独立的壳体。除尘器主要由灰斗、过滤室、净气室、进口烟箱、出口烟箱、低压脉冲清灰装置、电控装置、阀门及其它等部分组成。

②布袋除尘器入口烟尘浓度按 $600-1000\text{g}/\text{Nm}^3$ 设计，袋式除尘器。

③脱硫除尘系统压缩空气耗量主要用于气力输灰及喷枪、仪表用气等。

④灰斗及排灰口的设计，保证灰能自由流动排出灰斗，并且其标高满足物料循环，循环采用空气斜槽循环回吸收塔的要求。灰斗下部还设置外排灰接口，该接口下方连接有仓泵，将外排灰送至脱硫灰库。

⑤袋式除尘器采用干法脱硫专用超低压旋转脉冲布袋除尘器，适合高浓度及高粘度粉尘过滤，脱硫工况过滤风速小于 $0.8\text{m}^3/\text{min}$ 。

⑥滤袋采用进口 PPS 滤料+PTFE 浸渍处理，持续运行温度小于 150°C ，瞬间可耐 160°C ，单位重量不低于 $580\text{g}/\text{m}^2$ 。

⑦布袋笼骨为低碳钢材质，笼骨生产线一次成型，保证笼骨的直线度和扭曲度，表面防腐采用有机硅喷涂烘烤工艺，且表面光滑无毛刺。

⑧袋笼的纵筋和反撑环分布均匀，保证无脱焊、虚焊和漏焊现象，并有足够的强度和刚度，防止损坏和变形。

⑨除尘器花板采用激光加工，严禁使用冲床加工。滤袋与花板的配合合理，确保滤袋安装严密、牢固不掉袋、装拆方便。

⑩清灰模式、间隔、强度均可通过逻辑控制程序调整。清灰风机采用系统自带的罗茨风机，并设置备用。

本体设备要求

①除尘器本体

- 脱硫后布袋除尘器采用合理的进风方式，减轻布袋的过滤负荷。
- 每台除尘器的进口烟道设计合理，以便保证布袋各气室流场均匀。
- 壳体应密封、防雨，壳体设计避免出现死角或灰尘积聚区。
- 除尘器顶部采用高净气室结构（至少 3 米），满足不揭顶进行换袋。

在除尘器的每个烟气室装有检修人孔门和通道，人孔门最小为 600mm×1000mm。

●采用低压旋转脉冲清灰方式，清灰系统布置合理，工作性能稳定可靠，能够按要求完成清灰工作；清灰系统有足够的储气量；脉冲阀的动作灵敏可靠，脉冲阀膜片为进口，使用寿命为 100 万次。

- 除尘器壳体及灰斗壁板不小于 6mm 钢板。

②灰斗

- 灰斗及排灰口的设计，保证灰能自由流动排出灰斗。
- 灰斗斜壁与水平面的夹角不小于 65°。

●灰斗有良好的保温措施，灰斗的加热采用蒸汽加热方式，外侧要有良好的保温措施，保持灰斗壁温高于烟气露点温度 15℃ 以上。灰斗保温蒸汽耗量~1t/h，蒸汽压力 0.4MPa。

3) 吸收剂制备及供应系统

本烟气脱硫以消石灰作为脱硫吸收剂，符合品质要求的生石灰由粉罐车运至厂内→生石灰仓→三级干式消化器→消石灰仓→消石灰调节供料装置→脱硫反应塔。

生石灰仓和消石灰仓采用钢结构，生石灰仓和消石灰仓的有效容积分别按不小于 70m^3 和不小于 30m^3 设计。

生、消石灰仓密封，内表面平整光滑不积粉，所有内表面焊缝必须光滑，筒体为圆柱体。

石灰三级干式消化系统

配套一套生石灰消化系统，吸收剂消化系统采用卧式双轴三级搅拌式干式消化器。消化器独立于主系统之外，其检修不影响脱硫主系统的运行。

具体规格要求如下：

- ①消化能力不小于 0.85t/h ；
- ②消化器配套的排汽风机按最大消化排汽量设计，并留有 20% 的余量；
- ③消化后的消石灰必须为干粉态，含水率低于 1.5%，比表面积大于 $15\text{m}^2/\text{g}$ 。
- ④消化器入口前设置一套生石灰称重计量系统。
- ⑤消化系统的控制满足就地和主系统的控制操作。

仓顶部设置仓顶布袋除尘装置，以使排出的气体符合污染物超低排放标准的要求颗粒物 $\leq 10\text{mg}/\text{m}^3$ 。生、消石灰仓设置高料位和连续料位计。仓顶设置布袋除尘器、真空释放阀以及检修平台。脱硫系统生石灰耗量为 0.75t/h (CaO 含量 85%)。

4) 物料循环及外排系统

每个灰斗的灰回吸收塔进行循环利用，物料循环采用空气斜槽方式，流化帆布和密封材料采用进口材料。

从灰斗出口到空气斜槽必须采用检修手动插板阀、大容量粉体比例调节阀。空气斜槽配置专用流化风机，并设置备用风机，流化风采用蒸汽加热。

每个灰斗必须配一套外排灰气力输送系统，气力输送系统采用正压浓相仓泵输送方式，并设置清堵装置，每套系统出力为设计灰量的 200%。

物料循环系统须具有良好的保温和伴热。

5) 工艺水系统

工艺水系统包括工艺水箱、高压水泵、雾化喷枪、喷水量调节装置等。

工艺水箱的进口管道须设置过滤装置，以确保进入工艺水箱水源的洁净。

脱硫除尘装置设置 2 台高压水泵，其中一台备用。

吸收塔的喷水量必须是通过出口温度自动调节。每个吸收塔的出口温度检测点不少于 3 个。

脱硫系统采用工业新水，水耗为 20t/h。

6) 脱硫灰库系统

脱硫灰库采用钢结构，脱硫灰库的有效容积按不小于 100m³ 设计。

脱硫灰库及其附属设备包括灰库本体、库顶除尘系统、卸料排气系统、库底输灰系统、楼梯平台栏杆等。

脱硫灰库配套散装机。

脱硫灰库密封，内表面平整光滑不积粉，所有内表面焊缝必须光滑，筒体为圆柱体。

脱硫灰库的底部锥体，内表面均布置流化板，并设置流化风进行流化，以避免下料系统的堵塞。

脱硫灰库设置高料位和连续料位计。

库顶设置布袋除尘器，满足超低排放标准颗粒物 $\leq 10\text{mg/m}^3$ 、真空释放阀以及检修平台。

(2) SCR 脱硝系统

1) SCR 脱硝工艺系统主要包括 GGH 换热系统、烟气加热系统、SCR 反应系统、氨水存储及供应系统等。

每套 SCR 反应器配置一套 GGH 换热器，利用 SCR 脱硝出口热烟气加热脱硫除尘后烟气。GGH 换热器选用优质产品，GGH 系统预留低泄漏系统，漏风率 $< 3\%$ ，GGH 阻力损失 $< 1800\text{Pa}$ 。GGH 烟气换热器包括烟气换热器本

体，吹灰系统等。脱硫后 GGH 入口温度 75~85℃，GGH 出口温度 $\geq 250^{\circ}\text{C}$ ；脱硝后 GGH 入口温度 280℃，GGH 出口温度 110~125℃。

GGH 烟气换热器设置两台电动马达驱动装置，一台主驱动，一台辅助驱动。若主驱动退出工作，辅助驱动自动切换，换热器满足厂用电失电时，转子停转而不发生损坏、变形。转动部位运转时，轴承振动值达到振动标准优良等级，轴承温升不超过环境温度 40℃。

GGH 烟气换热器采用可靠导向轴承和底部轴承设计，并配有润滑系统，润滑系统保证不漏油渗油，轴承箱采用可靠的密封装置和防尘设计。

GGH 换热器配套辅助吹扫系统，防止烟尘沉积，并注意耐磨和防腐。换热组件、密封件及易损件易于拆卸。

为补充换热温差及散热损失，系统需设置烟气加热系统，将原烟气温度稳定加热至 280℃ 以上，确保 SCR 脱硝处于最佳反应温度区。

烟气加热系统设置一套加热炉，加热炉使用还原炉煤气作为主燃料，配套流量计。加热炉选用行业内先进品牌，选型参数除满足系统正常运行外，考虑余量。加热炉还原炉煤气耗量为 7200Nm³/h（热值 800kcal/Nm³），压力为 6~7kPa。

烟气加热系统主要包括加热炉本体、燃烧器、助燃空气系统、煤气系统、点火系统、氮气吹扫系统、煤气放散系统等以及相应的自动控制系统。

SCR 反应器入口设气流均布装置。内部各类加强板、支架设计成不易积灰的型式，同时考虑热膨胀的补偿措施。反应器将设置足够大小和数量的人孔门。

反应器材料采用 Q345 材质，能够承受内部压力、催化剂负荷和热应力等，整体使用寿命不低于 20 年。

反应器催化剂层间设计高度不小于 3 米，密封、防雨，设计尽量避免死角或灰尘积聚区，顶部不积水。

SCR 脱硝催化剂按照“2+1”设计，即初装 2 层，备用 1 层。脱硝催化

剂选择国内优质品牌中温催化剂，满足脱硝温度 280℃的运行要求。催化剂化学寿命为 24000h。催化剂模块设计有效防止烟气短路的密封系统，密封装置的寿命不低于催化剂的寿命。催化剂各层模块规格统一、具有互换性。催化剂的最终选型方案须经业主确认。

SCR 反应器设置一套氨/烟气混合均布系统，由氨/空气混合系统来的混合气体进入位于烟道内的氨注入格栅。

SCR 反应器在合理位置布置合理数目的吹灰器，能将催化剂中的积灰尽可能多地吹扫干净，尽可能避免因死角而造成催化剂失效导致脱硝效率的下降，反应器拟设声波吹灰器(备用层催化剂预留吹灰器接口，备用层吹灰器不配备)。SCR 备用层吹灰器设计并安装有设备检修平台。

该项目 SCR 脱硝还原剂采用氨水，设计一套完整的氨水存储及供应系统。氨水存储及供应系统，包括氨水卸料泵、氨水储罐（满足热造块机组 7 天用量），氨水输送泵、计量模块，排污泵等装置设备。在氨水蒸发区设置氨泄露报警仪，以检测氨气的泄漏，并显示大气中氨的浓度。当检测器测得大气中氨浓度过高时，在控制室会发出警报，操作人员采取必要的措施，以防止氨气泄漏的异常情况发生。氨水储存及供应系统设在炉后，采取措施与周围系统作适当隔离。

为保证氨水完全蒸发，配置一套完整的氨水蒸发系统，氨水蒸发采用热风蒸发，氨水蒸发器本体采用 304 不锈钢材质，热风通过稀释风机从烟道引出，进入氨水蒸发器。每套 SCR 反应器配置两套稀释风机，一用一备。同时配置一套喷氨格栅，氨水蒸发后的混合器通过喷氨格栅进入反应前的烟道，喷氨格栅的设计确保氨、烟气混合均匀。

2) 引风机系统

由于增加了循环流化床装置+中温 SCR 脱硝装置，原有主抽风机不能满足要求，需增加引风机克服脱硫脱硝系统的阻力。引风机选用动叶可调轴流风机，风量不小于 720000m³/h，风机全压为 8000Pa。

引风机电机配置软启动。

风机采用 10kV 高压供电。系统的主要电耗为风机，风机功率为 2500kW。

（3）仪表、控制系统及设备

提供一套完整、可靠、符合有关工业标准的脱硫脱硝除尘控制系统及设备，该系统的设计满足整个脱硫脱硝除尘系统的自动调节要求，保证系统在各种工况下安全稳定地运行，确保脱硫脱硝除尘效率达到要求。

控制系统完成整个脱硫脱硝除尘系统内所有的测量、监视、控制、报警及保护和联锁等功能。

整个脱硫脱硝除尘系统的运行管理集中在控制室进行。

循环流化床装置设置一套 PLC 系统，一套工程师站和一套操作员站。

脱硫进出口及脱硝出口设置烟气连续监测系统（CEMS），并在脱硝出口设置氨逃逸检测。

循环流化床装置及脱硫电控间设置火灾报警系统。

3.7.1.4 热造块余热回收

（1）主要工艺流程

余热锅炉系统主要由烟气系统、汽-水系统及辅助系统组成。

1) 烟气系统

根据烟气余热回收的要求，热造块回收段与非回收段之间设置隔离装置，在回收段设置蒸发器、水预热器，高温段的废气（~350℃）通过烟道进入余热锅炉，进行回收利用。通过换热产生蒸汽，换热后的锅炉出口低温废气排入大气。

烟道上应设置可靠的耐高温的非金属膨胀节，满足烟道热膨胀时的伸缩量。废气回收烟罩采取密封措施，保证烟气回收的温度和流量，提高余热回收系统的稳定性和效率。

2) 汽-水系统

由厂区管网来的软化水进入热造块余热锅炉配带的除氧器，除氧后的水

经过给水泵进入余热锅炉的预热器，经预热器加热后送入余热锅炉的锅筒，锅筒通过上升、下降管与蒸发器之间实现汽水循环，产生的饱和蒸汽送至过热器过热，产生 $\sim 10\text{t/h}$ ， 0.8MPa ， 220°C 的过热蒸汽，由过热蒸汽母管 $\phi 219 \times 6$ 全部送至混合机用户。

3) 辅助系统

辅助系统由排污系统、取样系统、加药系统、蒸汽放散、除灰系统等组成。

(2) 主要设备技术规格

本余热锅炉包括：余热锅炉本体、锅炉辅机等。

余热锅炉本体型式：自然循环、带冷机上布置、全钢结构。

锅炉主要技术参数：

蒸发量： 10t/h

额定蒸汽压力： 0.8MPa

额定蒸汽温度： 220°C

给水温度： 104°C

废气温度： 350°C （暂定）

排气温度： $\sim 200^\circ\text{C}$

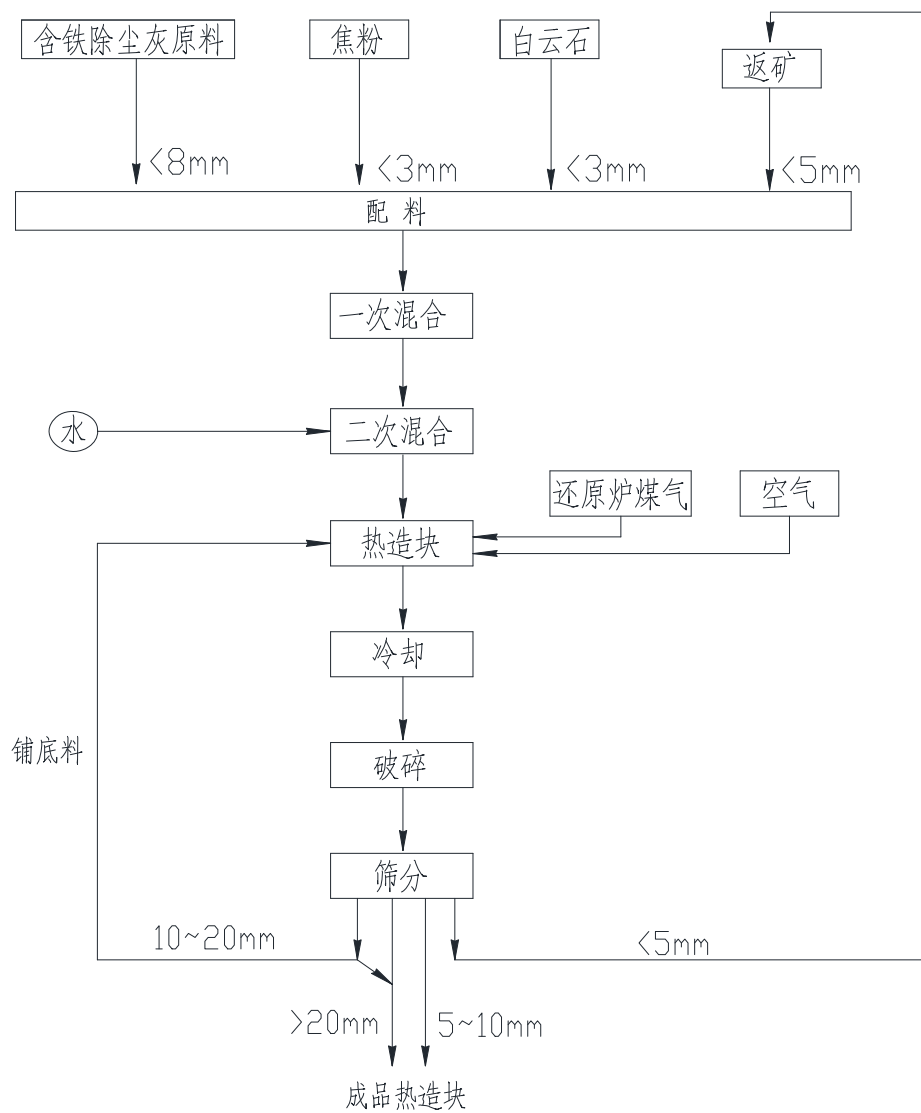


图 3-1 热造块工艺流程简图

3.7.2 熔分还原炉工艺设施

3.7.2.1 槽上供料系统

1、槽上供料系统工艺流程

熔分还原炉槽上供料系统以进入热造块（焦）槽系统前的转运站为起点（不含该转运站），从槽前转运站受料，通过胶带机将熔分还原炉所需原燃料送至熔分还原炉热造块（焦）槽。热造块、熔剂、燃料焦炭分别经槽上胶带机输送至熔分还原炉热造块（焦）槽，由卸料车分别卸入熔分还原炉热造块槽、熔剂槽和燃料焦炭槽。

矿（焦）槽上设 2 条运料胶带机，其流程分别如下：

热造块：1#供矿胶带机→环保卸料车→热造块槽；

熔剂、燃料焦炭：2#供矿胶带机→环保卸料车→熔剂、燃料焦炭槽；

2、槽上供料系统设备配置

槽上供料系统设备配置见下表。

表 3-5 槽上供料系统带式输送机技术参数表

序号	设备名称	带宽 (mm)	运输能力 (t/h)	带速 (m/s)	备注
1	1#供料胶带机	1000	600	1.6	热造块
2	2#供料胶带机	1000	600	1.6	燃料焦炭、熔剂

卸料车技术参数见下表。

表 3-6 卸料车参数表

序号	设备名称	数量	卸料方式	运输物料名称	带宽 mm
1	1#卸料车	1	单侧卸料	热造块	1000
2	2#卸料车	1	单侧卸料	燃料焦炭、熔剂	1000

3、控制与联锁

(1) 控制

熔分还原炉槽上供料系统由熔分还原炉主控楼设置集中控制，控制方式有自动控制、集中手动操作和机旁单机手动操作三种控制方式，自动控制和集中手动操作在控制室内完成。

当某热造块槽的料位计发出低料位信号时，控制卸料车的电动机启动，当卸料车到达该热造块槽（发出低料位信号的）位置时，接近开关发出信号控制卸料车电动机停止。同时接近开关的信号给原料场的 PLC，通过 PLC 指令原料场按逆料流顺序启动运输系统设备。

1) 自动控制

正常生产时采用自动控制功能，在控制室通过 PLC 实现。系统根据事先输入及设定的参数自动完成作业流程。

2) 集中手动操作

集中手动操作也是正常生产时采用的操作方式。其功能有集中手动连锁

操作，这是投产初期或是某一系统发生故障时所采用的操作方式。也可采用集中手动单机操作，在设备调试，处理突发事件时，解除 PLC 控制和解除手动连锁操作后采用的操作方式。

3) 机旁单机手动操作

设备单机调试、设备维修及处理现场突发事件时，采用的现场操作盘手动操作方式。

(2) 报警、检测与联锁

1) 启动警示与事故报警

在系统启动前，用声光信号警示现场人员注意安全，振铃信号延时 10~20 秒后启动系统。在设备启动后，声音信号停止。

每条带式输送机上都设置跑偏检测器、拉绳事故开关等，该检测元件与振铃或灯光等报警信号相联，当设备发生事故检测元件报警时，集中控制室内和现场应有声/光信号显示。

2) 检测及联锁

对带式输送机的跑偏状况进行检测，对热造块槽的低料位、高料位和超高料位进行检测。所有检测信号均可显示、自动报警及参与控制。

(3) 辅助设施

为改善劳动条件，满足环境保护要求，在带式输送机各转运点均设置通风除尘设施，除尘设施与工艺设备联动运行。热造块槽槽上除尘采用移动卸料车带车载式除尘器及槽上仓位抽尘两种方式同时进行除尘。

3.7.2.2 热造块槽系统

1、工艺布置及工艺流程

(1) 工艺布置

块、焦槽为单排一列式布置，分别贮存热造块、熔剂、燃料焦炭。

热造块、燃料焦炭入炉以前在槽下过筛，筛除<5mm 的粉矿和<25mm 的粉焦。粉矿、粉焦经胶带机运至粉矿仓、粉焦仓贮存，焦粉和粉矿经汽车

外运。

槽下热造块熔剂、燃料焦炭槽下均设称量漏斗，落至 TS101、TS102 矿石胶带上，通过料坑处翻板机构运至料坑称量漏斗内，并经上料料车送入炉顶料罐。

(2) 工艺流程

矿石上料流程：热造块入还原炉前在槽下过筛，筛除小于 5mm 的粉矿，粒度合格的热造块、熔剂分别进入矿石称量斗。待得到熔分还原炉装料指令后，按预先设定的排料方式，将称量斗中的炉料排放到槽下 TS101、TS102 矿石胶带上，通过料坑处翻板机构运至料坑称量漏斗内，并经上料料车送入炉顶料罐。

筛下的粉矿经粉矿胶带机、粉矿大倾角胶带机运至粉矿仓内贮存，通过汽车外运。

燃料焦炭上料流程：燃料焦炭在槽下分别筛分，筛除小于 25mm 的粉焦，粒度合格的燃料焦炭经过槽下 TS101、TS102 矿石胶带上，通过料坑处翻板机构运至料坑称量漏斗内，并通过上料料车运至熔分还原炉炉顶料罐。

筛下的粉焦由粉焦胶带机、粉焦大倾角胶带机运至粉焦仓内贮存，通过汽车外运。

2、矿焦槽配置

块焦槽设置数量、容积及贮存时间见下表。

表 3-7 矿焦贮槽数量、容积及贮存时间表

序号	物料	数目 (个)	每个热造块槽		总容积与总容量		堆比重 (t/m³)	贮存时间 (h)
			容积(m³)	容量(t)	容积(m³)	容量(t)		
1	热造块	8	160	288	1220	2304	1.8	12.8
2	燃料焦炭	2+2	160/200	80/100	720	360	0.5	6
3	熔剂（一）	1	100	200	100	380	2	>16
4	熔剂（二）	1	90	180	90			
5	粉焦	1	80	40	80	40	0.5	11
6	粉热造块料	1	120	240	120	240	2	9

3、主要设备参数

(1) 燃料焦炭槽下设备

包括燃料焦炭槽手动闸门、给料机及燃料焦炭振动筛、燃料焦炭称量漏斗与闸门和粉焦胶带机等，设备规格见下表。

表 3-8 焦槽槽下设备规格表

序号	设备名称	数量 (套)	规格及性能	备注
1	燃料焦炭振动筛、给料机及闸门	4	Q=150t/h	
2	燃料焦炭称量漏斗及闸门	4	V=6.5m ³ ，液压驱动	
3	粉焦胶带机	1	B=650mm，V=1m/s，Q=50t/h	
4	粉焦大倾角胶带机	1	B=800mm，V=1.25m/s，Q=100t/h	
5	粉矿仓插板闸门	1	500×500mm	

(2) 热造块槽下设备

包括热造块手动闸门、给料机及振动筛，熔剂给料机及闸门，矿石称量漏斗及闸门，矿石胶带机、粉矿胶带机等，设备规格见下表。

表 3-9 热造块槽槽下设备规格表

序号	设备名称	数量 (台)	规格及性能	备注
1	热造块振动筛、给料机及闸门	8	Q=130t/h	
2	热造块称量漏斗及闸门	8	V=5m ³ ，液压驱动	
3	熔剂给料机及闸门	2	Q=100t/h	
4	熔剂称量漏斗及闸门	1	V=5m ³ ，液压驱动	
5	TS101 矿石胶带机	1	B=1000mm，Q=1000t/h（矿）/250t/h（焦），V=2m/s	
6	TS102 矿石胶带机	1	B=1000mm，Q1000t/h（矿）/250t/h（焦），V=2m/s	
7	粉矿胶带机	1	B=650mm，V=1m/s，Q=120t/h	
8	粉矿大倾角胶带机	1	B=800mm，V=1.25m/s，Q=150t/h	
9	粉矿仓插板闸门	1	500×500mm	

4、热造块槽液压系统

槽下称量漏斗闸门采用液压驱动，在槽下设置热造块槽液压站。热造块槽液压系统主要由主泵系统、循环系统、蓄能器站、油箱及辅件部分、阀台部分组成。

5、料坑设备

表 3-10 料坑设备规格表

序号	设备名称	数量 (台)	规格及性能	备注
1	料坑称量漏斗及闸门	2	V=6.5m ³ ，液压驱动	
2	料坑翻版机构	1	/	

熔分还原炉设料坑，料坑的倾角为 60.38°，料坑内设两个料坑称量漏斗，一个料坑称量漏斗在程序控制中用于发出有料和料空信号；另一个料坑称量漏斗，用于料坑称量漏斗发出料空及料满信号。料坑称量漏斗内的料分别卸入料车。料坑内设左、右料车轨道和护轨，料车将料坑称量漏斗内的炉料运往熔分还原炉炉顶。料坑内设置排水泵，排除料坑积水。

6、电气控制要求

(1) 电气控制

熔分还原炉矿（焦）槽系统的电气控制方式分为自动、手动和机旁手动三种。正常情况是在中控室内按预先编制的动作程序和动作条件自动运转，也可在中控室内通过手动控制方式对系统设备单独操作。机旁手动是解除联锁，仅在试车或检修时使用。

(2) 监测及安全保护

在关键部位设置各种控制和监视装置、安全保护装置。如：胶带输送机跑偏、拉绳等安全保护装置。在料坑设置摄像头，在中控室设工业电视，监视系统工作情况。

7、环保除尘要求

为了保护环境、改善工人工作条件，槽下系统的振动筛、称量漏斗、胶带输送机各转运站等产尘点设通风除尘设施。

3.7.2.3 斜桥上料系统

1、料车

料车有效容积：3m³

数量：2 台

2、料车卷扬机

数量：1 台（交流变频电机）

最大卷扬能力：~100kN

卷筒直径：1200mm

行程：60m

电动机功率：~160kW

电压：380V

卷扬机布置于卷扬机室内，为便于检修，卷扬机上方设置 10t 电动葫芦 2 台，1 台用于室内检修，1 台用于从地面向卷扬机室内吊装。

3.7.2.4 炉顶系统

炉顶采用串罐无料钟炉顶设备，采用斜桥上料。炉顶系统由炉顶装料设备、炉顶均排压设施、炉顶探尺、齿轮箱水冷和氮气密封系统、炉顶液压站和润滑站、炉顶检修设施、炉顶均压煤气回收系统、炉顶休风放散回收系统等组成。

1、炉顶设计参数及装料制度

基本装料制度为 2 车焦、2 车矿。

炉顶布料方式设置多环布料、单环布料、定点布料和扇形布料方式。多环布料设置自动和手动两种操作方式，定点布料和扇形布料仅在特殊情况时使用，只设手动操作。

可按重量法和时间法布料，每批料布料环数、每环上布的圈数，根据布料模型设定，并根据模型的推定来修正。

2、炉顶装料设备

（1）主要设备技术参数

无料钟炉顶装料设备主要技术参数如下。

表 3-11 无料钟炉顶主要设备规格

序号	项目	单位	数值
1	还原炉顶压力	MPa	~0.15

序号	项目	单位	数值
2	还原炉顶煤气温度	℃	~150
3	料罐布置形式	/	串罐
4	受料斗、料罐有效容积	m ³	6
5	上料闸直径	mm	DN600
6	上密封阀直径	mm	DN700
7	料流调节阀直径	mm	DN600
8	下密封阀直径	mm	DN700
9	料流调节阀排料速度	m ³ /s	0.7（最大）
10	布料溜槽长度	mm	1600

（2）主要设备

炉顶装料设备主要由固定受料斗、料罐、阀箱、布料溜槽、传动齿轮箱等部件组成。

①固定受料斗

固定受料斗由料斗本体、柱塞闸等几部分组成。料斗本体为焊接结构，内部接触炉料部位设置可更换的耐磨衬板。柱塞闸用螺栓固定在料斗本体的内部，完全密封型，使下料粉尘尽量少排放到大气中，开闭采用液压传动。

②料罐

料罐由料罐本体、上密封阀及料罐称量装置组成。料罐本体为密闭容器，焊接结构。料罐本体内部接触炉料部位设置可更换的耐磨衬板，料罐本体上部设置均压口和检修孔等。上密封阀壳体焊接在料罐本体上部，阀门的开闭由旋转、压紧两个动作完成，采用液压传动，密封圈材质为硅橡胶，阀座设置蒸汽加热装置。

③阀箱

阀箱由壳体、料流调节阀和下密封阀组成，吊挂在料罐下部，与料罐一起参与称量。料流调节阀为球形对开式结构，开度由液压比例阀进行控制，由位置变送器监测，精度为 0.1°。下密封阀和上密封阀结构形式相同，由旋转、压紧两个动作完成阀门的开闭，采用液压传动，密封圈材质为硅橡胶，

阀座设置蒸汽加热装置，阀箱上还设置氮气接口和检修孔等。

④多重波纹管及过渡短管

多重波纹管安装在阀箱下端，其主要作用是保证料罐称量精度，吸收炉壳结构膨胀上涨，方便拆卸阀箱。波纹管内装有耐磨下料漏斗。

⑤布料溜槽及溜槽更换装置

布料溜槽长度为 1.6m。布料溜槽由传动齿轮箱驱动，可进行倾动和旋转，通过这两种运动方式不同组合，可将炉料布到炉喉上的任意位置。

⑥传动齿轮箱

传动齿轮箱，由箱体、差动行星减速器、回转支承、倾动减速器等组成。旋转和倾动均为电动。在齿轮箱接触炉内气流、受热辐射之处设置隔热层，以保护传动齿轮箱并减轻冷却系统热负荷。

3、炉顶均排压系统

①炉顶均压系统

炉顶均压系统设置一次均压系统和二次均压系统。一次均压系统采用净熔分还原炉煤气，由 DN350 均压阀及相应管路组成。二次均压系统采用氮气，由 DN150 二次均压阀及配套阀组组成，氮气罐有效容积为 10m³，设在炉顶大平台上。

为了在熔分还原炉检修时切断一次均压用净煤气，并将一次均压管道中的煤气放散掉，在一次均压阀上、下方各安装有盲板阀，在净煤气管道顶部安装有 DN350 净煤气放散阀。

一均及均压放散管道上设置手动盲板阀。

②炉顶排压系统

炉顶排压系统设置 2 路配置 DN350 均压放散阀的排压系统。

为减少排压时放散煤气产生的噪音污染，排压管道上设置一台消音器。

4、炉顶探尺

熔分还原炉设置两台交流紧凑式机械探尺，安装在炉体封板上，由卷筒

和传动装置集装在一起，形成一个紧凑的整体，交流电机传动，每套机械探尺装置还装有一台球阀和一个探头躲藏箱。机械探尺有自动和手动两种工作方式。两台探尺的探测料线范围为 0~10m，另安装一套雷达探尺。

5、齿轮箱水冷和氮气密封系统

传动齿轮箱采用开路高压净环水冷却系统，并设少量氮气密封，以维持齿轮箱正压，以免炉尘进入齿轮箱内。

冷却水循环量为： $\sim 20\text{m}^3/\text{h}$ ，进水温度 $<33^\circ\text{C}$ 。溜槽传动齿轮箱进出口压差 $\geq 0.1\text{MPa}$ 。

气密箱氮气密封系统与均压系统共用 1 台 10m^3 氮气罐，放在炉顶大平台上。

6、炉顶液压站和润滑站

炉顶液压站和润滑站位于炉顶大平台上，炉顶液压站由泵站、蓄能器站和阀台组成，主泵系统设置两台主泵电机组，一用一备。蓄能器可保证在断电时炉顶系统全部液压设备完成一次动作。阀台分为上、下密封阀回路、上料闸回路、料流调节阀回路、均压阀及均压放散阀、净煤气放散阀回路。炉顶放散阀、粗煤气放散阀也并入该系统。

炉顶设置双线干油集中润滑站，润滑站位于炉顶液压站。

为确保炉顶液压站的正常工作和安全，站内设置通风、火灾自动报警和消防设施。

7、炉顶检修设施

(1) 炉顶设置 1 台起重量 16t 电动葫芦，用于检修时吊装。

(2) 传动齿轮箱上方的平台梁下设置 4 台起重量 10 吨手拉葫芦，用于吊装、移动传动齿轮箱。

8、炉顶结构和布置

无料钟炉顶设备为自立式结构，布料溜槽及传动齿轮箱直接支撑于炉顶法兰上，料罐和阀箱等通过炉顶小框架支撑于炉顶封罩上，机械探尺支撑于

炉体封罩上。

炉顶设备安装或检修在吊装方向进行，部分梁和平台设置成可拆卸梁和活动盖板，在吊装设备时可临时拆除，吊装完毕后重新安装。

炉顶大平台上主要布置炉顶润滑站、氮气罐、氮气阀组及放置炉顶检修更换设备。各层平台均设两条走梯并分为两侧布置。

炉顶系统采用串罐式无料钟炉顶设备，采用斜桥上料。

炉顶系统由炉顶装料设备、炉顶均排压设施、炉顶探尺、齿轮箱水冷和氮气密封系统、炉顶液压站和润滑站、炉顶检修设施等组成。

9、炉顶环保除尘

为保护环境，炉顶设置抽风除尘设施，减少污染。炉顶设置消音器，减少噪音污染。同时设置炉顶大平台至地面的清灰管，将炉顶平台清理的积灰和垃圾集中收集处理。

为满足环保要求，炉顶设置均压煤气全回收系统和休风放散回收系统。

3.7.2.5 熔分还原炉系统

熔分还原炉系统由框架及平台、炉壳、冷却设备、冷却水系统、耐火材料、炉体检测及相关附属设备等组成。

1、熔分还原炉冷却系统

冷却系统的好坏直接关系到冷却元件的寿命，从而关系整个还原炉的寿命。炉体冷却壁（铁口区冷却壁除外）、炉底、风口大套、风口中套采用常压开路净环水冷却系统。铁口区冷却壁、风口小套、炉顶打水及炉顶用水采用高压开路净环水冷却系统。

（1）常压开路净环水冷却系统

从熔分还原炉循环水泵房出来的常压工业水供熔分还原炉炉体，由以下四部分组成：

①炉底冷却 $135\text{m}^3/\text{h}$ 。

②冷却壁冷却 $3051\text{m}^3/\text{h}$ ，其中炉底炉缸冷却壁水管为蛇形管，采用单

联或双联的连接方式，水量为 $1176\text{m}^3/\text{h}$ ；炉腹炉腰及炉身冷却壁为四进四出形式，采用“一串到顶”的连接方式，水量为 $1875\text{m}^3/\text{h}$ 。

③风口大套冷却 $180\text{m}^3/\text{h}$ 。

④风口中套冷却 $360\text{m}^3/\text{h}$ 。

合计冷却水量 $3726\text{m}^3/\text{h}$ 。

（2）高压工业水系统

为方便风口小套的检测，风口小套采用开路工业水循环冷却。即风口小套、铁口区冷却壁、炉顶打水、炉顶二冷用水等采用高压工业水冷却，合计冷却水量 $715\text{m}^3/\text{h}$ 。

2、炉体冷却设备

该项目冷却系统采用 100%冷却，冷却设备具体为：

炉底炉缸部位采用 5 段(包括风口段)光面灰铸铁冷却壁，材质为 HT150，理化性能符合 GB/T9439 要求。水管规格 $\Phi 60\times 6\text{mm}$ ，水管形式为蛇形管。

炉腹、炉腰及炉身中下部采用镶砖球墨铸铁冷却壁，材质为 QT400-20，理化性能符合 GB/T1348 要求。水管规格 $\Phi 60\times 6\text{mm}$ ，水管布置形式为四进四出布置。

炉身上部即炉喉钢砖以下设两段倒扣型冷却壁，冷却壁热面镶砖。冷却壁材质为 QT400-20，水管规格 $\Phi 60\times 6\text{mm}$ ，水管布置形式为四进四出布置。

炉喉部位设 2 段无水冷式炉喉钢砖，材质选用铸钢。

3、炉体耐材砌筑

（1）炉底炉缸砌筑

炉底炉缸耐材结构设计方案为：炉底满铺 2 层半石墨炭砖，其上依次满铺 2 层微孔炭砖，炉底共砌 4 层大块炭砖。

满铺炭砖上砌 2 层刚玉莫来石陶瓷垫。为使炉底尽快形成锅状侵蚀进而减轻象脚区侵蚀，上层陶瓷垫中心部位采用高铝砖。

炉缸采用炭砖+陶瓷杯的结构，即炉缸异常侵蚀区和炉缸侧壁环砌大块

微孔炭砖，铁口以上至风口的炉缸区域环砌国产大块半石墨炭砖。死铁层和铁口区域的炭砖局部加长，炉缸炭砖内侧砌刚玉质陶瓷杯。

风口组合砖采用刚玉质组合砖，此外，为预防碱金属、锌等有害元素以及风口设备漏水对炭砖和炭素捣料的侵蚀，在风口组合砖下部加设铜板。

铁口区域采用刚玉质组合砖加浇注料。

炉底、炉缸炭砖与光面灰铸铁冷却壁之间，留有~80mm 填料缝，其间充填导热率与大块炭砖相近的炭素捣料 BFD-S9。

炉底冷却水管中心线以上至炉底密封板间，填以导热性能良好的炭素捣打料 BFD-S10，冷却水管中心线以下填充耐火浇注料 CN130。炉底密封板与炭素捣打料之间的缝隙用炭素胶泥灌实。

炉底封板上设置找平层，填以导热性能良好的炭素捣打料 BFD-S10，炉底设置排铅孔。

（2）炉腹、炉腰及炉身中下部砌筑

炉腹、炉腰及炉身中下部 6~11 段冷却壁热面冷镶焙烧微孔铝炭砖。

（3）炉身中上部砌筑

炉身上部第 12~14 段冷却壁热面冷镶磷酸盐浸渍粘土砖。

炉身最上部倒扣光面冷却壁和炉喉钢砖的背部均浇注粘土质浇注料。

（4）炉顶封罩及炉身喷涂

炉顶封罩处采用 CMG-BF 喷涂料喷涂，炉身采用 CMG-SBF 喷涂料喷涂。

4、熔分还原炉检测系统

熔分还原炉系统设置完善的检测系统，不仅可以实现熔分还原炉安全生产，还可对生产过程进行有效监控，进而采取有效措施应对生产不稳定因素，最终实现熔分还原炉顺行、高产以及长寿。

该项目熔分还原炉除设置完善的温度、压力、流量检测点外，还设置炉底炉缸侵蚀模型、炉顶热成像等主要检测项目。

（1）常规温度、压力、流量检测

炉缸炉底在炉衬和冷却壁上设置热电偶，用以检测炉缸炉底部位温度分布、推断炉缸炉底的侵蚀状况及冷却壁损坏状况。

炉腹以上冷却壁设置热电偶，用于检测炉衬侵蚀状况和冷却壁损坏状况。

（2）熔分还原炉炉底、炉缸内衬烧蚀状况自动化诊断与报警系统

利用埋在熔分还原炉炭砖内的专用测温传感器来检测熔分还原炉炉缸、炉底内衬立体空间的温度分布，借助于熔分还原炉内衬烧蚀数学模型和专用软件系统，通过计算机的信息处理技术来确立熔分还原炉炉底、炉缸的内衬烧蚀状况的自动化诊断与报警系统。使用该系统能够预防熔分还原炉炉底、炉缸发生烧穿事故，延长熔分还原炉的寿命，指导熔分还原炉安全生产。

（3）炉顶热成像

设置炉顶热成像 1 台，其主要任务是观察炉顶料面煤气发展情况和布料溜槽工作情况，通过图象处理技术显示炉顶料面温度。热成像通过红外感光元件探测目标物体自身发出的远红外光线，根据远红外光线的强度计算目标物体每一点的温度，形成目标物体的视频图像。

（4）“象脚”侵蚀区炉壳温度检测

为了熔分还原炉操作的安全，做到及时发现和解决问题，在炉缸“象脚”侵蚀区设置炉壳温度检测点，并在主控室画面上显示。

（5）设置风口摄像装置

5、熔分还原炉附属设备

（1）熔分还原炉冷却设备

冷却设备是熔分还原炉的关键设备，具体结构见前面冷却结构的描述。

（2）无水冷炉喉钢砖

炉喉钢砖采用 2 段无冷式结构，材质为铸钢。

（3）炉顶打水装置

熔分还原炉设置 6 套炉顶雾化打水降温装置，主要任务是在炉顶煤气温

度超过 250℃时，向炉内雾化打水，利用水的汽化吸热降温，以保证炉顶设备安全。

（4）溜槽检修孔装置

整套装置主要由检修孔和检修孔盖构成，两者采用螺栓连接，检修孔盖内侧喷涂。溜槽检修孔装置主要用于布料溜槽的检修及更换。

6、炉体框架及平台结构

炉体框架采用自立式结构。从有利于炉前机械设备布置及操作和冷却设备维护方便的角度出发，确定炉体框架尺寸为 11×11m。炉体上部框架平台共设置 5 层（包括炉顶大平台）。热风围管以上平台用于炉体冷却设备及冷却系统的维护和检修，上下层平台间均设双路走梯。

3.7.2.6 风口平台及熔分还原炉出料系统

1、概述

（1）采用平坦化双矩形出料场；

（2）采用固定贮铁式主沟，实现渣铁良好分离；

（3）采用全液压泥炮、开口机，泥炮和开口机同侧布置；

（4）主沟前端部：优化铁口顶吸，强化铁口区除尘；有效改善炉前操作环境，满足烟气排放环保要求；

（5）炉前封闭设计。

2、风口平台

在风口平台上需要完成风口各套和进风装置的装配与更换、风口区燃烧状况检测、风口小套冷却水温度检测等工作，在不影响炉前设备前提下适当扩大风口平台面积。在热风围管下，有环行单轨电葫芦，用于风口设备的更换和搬运。

风口平台下表面离出料场平面留足够净空，确保泥炮、开口机等炉前设备正常运行。平台面铺有耐热混凝土。

在出料口上方的风口平台处，设置顶吸除尘口，出料口区域设置防尘密

封小房，将开口机、液压泥炮等设备包裹在里面，实现强力抽风，改善出料口区除尘效果。出料口上方设置水冷过桥。

3、出料系统

出料系统满足熔分还原炉再生铁、出渣作业，出料口日常维护，渣铁沟维护与检修，炉前设备的检修与更换，炉前耐火材料的吊装运输等炉前作业要求。

（1）出料系统工艺布置

采用汽车运输再生铁，熔分还原炉设置两个出料口，分别布置在两侧出料场上。再生铁水从出料口流经主沟、流入罐车。

出料场清洁整齐美观，两侧出料场各设置一个炉前设备操作台，出料场共设置 2 个泥炮操作室，液压站与其中一个泥炮操作室共建。除尘管道布置在出料场平台下，减少对出料场操作空间的侵占。

（2）出料场设备布置

泥炮、开口机同侧布置在出料场中心线附近。出料场起重机主要用于炉前泥炮、开铁口机、渣铁沟、出料场除尘设备的维护和更换，以及生产用工具、材料、备品备件的搬运，其操作面尽量覆盖所有设备。

出料场采用平坦化设计，渣铁沟全部隐蔽在平台下面。渣铁沟上方设置活动盖板。检修渣铁沟时，挖掘机可在出料场地坪进行作业。

出料场主沟采用固定贮铁式主沟，降低铁水在主沟内的流速，保证渣铁在主沟内充分分离，同时减轻了渣铁对耐火材料的冲击和磨损。在满足炉前出渣铁操作要求条件下，尽可能缩短渣铁沟的长度，以减少维修工作量和耐火材料的消耗。

4、出料场主要设备

为确保安全生产和减轻工人劳动强度，使炉前作业机械化，在炉前设置泥炮、开铁口机、炉前液压站、起重机等炉前机械设备。高炮低机同侧布置。

（1）泥炮主要性能如下：

打泥机构:

泥缸容积 0.18m³

泥塞工作推力 785kN

工作油压 16 MPa

回转机构:

工作转角 160°

压炮力 88kN

工作油压 16MPa

(2) 开铁口机

钻头直径 40~65mm

钻孔角度 10° (8~16°) 可调

最大开铁口深度 2500mm

回转角度 150°

旋转时间 12~15s

冲打频率 40~50Hz

冲打能量 300J

工作油压 13MPa

(3) 出料场主跨起重机

每个出料场各设一台电动单梁起重机, 起重机起重量为 16t lk=16m, 作业范围可达出料场内各部位, 可满足炉前设备检修和出料场材料运输要求。

炉前液压系统

两个铁口共设一座液压站, 内设一套泵站(工作泵 2 用 1 备), 分别为两个出料场的泥炮和开铁口机等提供动力源。整个液压系统包括炉前液压站, 站内电控系统, 液压管路等。炉前设备电控系统与炉前液压系统配套, 满足泥炮和开口机的操作要求。油箱上设置温度液位等检测和报警元件。油箱采

用碳钢、液压配管采用无缝钢管。

其中工作主泵、循环泵、油箱、冷却器、加热器和过滤器等设备布置在液压站内。

5、炉前出料

再生铁温度快速测量：每个铁口的主沟处设置铁水温度手动测定装置。铁水温度测定范围 1300~1550℃。

各铁口处设摄像头，数据传到主控室，通过主控室的监视设备，能观察每个铁口出料情况。

3.7.2.7 熔分还原炉渣处理系统

1、概述

共设置 2 个铁口，每个铁口对应一个冲渣点，2 个冲制点共用 1 套炉渣工艺处理设施。炉渣正常情况下 100% 冲水渣。渣处理系统包括平流池、龙门抓斗起重机、浊环水泵房，冲渣沟、冲渣烟囱、冲渣阀门等设施。另外，在出料场边缘设置 1 个事故干渣坑，在开炉初期和炉渣工艺出故障时采用炉前出干渣。

2、渣处理主要设备

(1) 龙门式抓斗起重机

起重量：10t，跨度：10.5m；抓斗容积：3m³；最大起升高度：15.5m；工作级别：A6；数量：2 台。

(2) 粒化箱

粒化箱是对熔渣进行水淬粒化的设备，主要由箱体、喷嘴等组成。冲渣水流量：1500m³/h；粒化箱处压力为 0.2~0.3MPa。

(3) 冲渣沟

冲渣沟为混凝土结构槽，冲渣沟内衬前段为铸铁衬板，后段耐磨浇注料，渣沟上方全部设置活动盖板，有效防止蒸汽外溢。

(4) 排气烟囱

渣沟中部上方设置排气烟囱，收集冲渣沟对水渣冲制过程中产生的蒸汽并实现蒸汽的排放。利用排气烟囱所形成的负压进行蒸汽高空排放，冲渣沟和出料场区域基本无蒸汽排放。

3、事故干渣处理

在开炉初期或水渣系统出现故障时采用干渣坑出干渣。

干渣坑熔渣处理量按三次出料的渣量设计，干渣坑三面设置钢筋混凝土挡墙，挡墙高约 3 米，挡墙内侧砌筑耐火粘土保护砖，高度 3 米，地面砌筑 240mm 厚耐火材料，另一面为清理用挖掘机进出的开放端。干渣坑设喷淋水嘴，对熔渣进行冷却。喷淋水拟采用生产补充水，喷淋水汽化蒸发或被干渣吸收。干渣经喷水冷却后，经挖掘机挖掘外运。

3.7.2.8 热风炉系统

热风炉系统配置 4 座旋切顶燃式热风炉，设计采用 19 孔Φ25mm 高效格子砖，设置板式煤气和助燃空气双预热装置，两台助燃风机集中送风，一用一备。热风炉燃料为单一熔分还原炉煤气，计算机自动燃烧控制、送风温度控制和换炉控制等。

1、主要参数

热风炉系统主要参数见下表。

表 3-12 热风炉系统主要参数表

序号	项目名称	单位	数值	备注
1	热风炉结构形式		旋切顶燃式	
2	热风炉座数	座	4	
3	加热风量	Nm ³ /min	950	
4	冷风压力	MPa	~0.395	表压
5	冷风温度	℃	~150	
6	热风温度	℃	1100	
7	助燃空气预热前温度	℃	~30	
8	还原炉煤气温度	℃	~60	
9	热风炉燃料		还原炉煤气	
10	热风炉工作制度		两烧两送	
11	送风周期	min	~60	

2、主要技术特性

旋切顶燃式热风炉主要技术性能见下表。

表 3-13 旋切式顶燃热风炉主要特性表

序号	技术性能	单位	数值
1	热风炉座数	座	4
2	热风炉直径	mm	Φ7440/Φ5036/Φ5800
3	热风炉总高度	m	32.375
4	热风温度	℃	1100
5	拱顶温度	℃	~1230
6	煤气温度	℃	~60
7	助燃空气预热温度	℃	≥180
8	废气平均温度	℃	296
9	废气最高温度	℃	400
10	一座热风炉还原炉煤气流量	Nm ³ /h	~17000
11	一座热风炉助燃空气流量	Nm ³ /h	~11795
12	一座热风炉烟气流量	Nm ³ /h	~28400
13	格子砖形式		高效蜂窝砖
14	格孔直径	mm	Φ25
15	格子砖加热面积	m ² /m ³	56.64
16	格子砖活面积	m ² /m ²	0.354
17	每座热风炉加热面积	m ²	16064.5
18	单位风量加热面积	m ² /m ³ /min	50.7

3、主要技术特点

第二代旋切顶燃式热风炉，集成了国内外热风炉的优点，并自主创新和提高，形成了具有完全自主知识产权的一系列核心技术，在提高热风温度、延长热风炉寿命、节能环保以及减少占地面积和投资等方面都具有明显优势。

(1) 保证热风温度主要技术措施

采用旋切顶燃式热风炉燃烧器技术，通过强化燃烧和强化换热，空煤气混合更加充分均匀，在助燃空气过剩系数 1.03 条件下即可保证煤气完全燃烧，尽可能提高了煤气燃烧温度和煤气利用效率，同时将拱顶温度与送风温

度差缩小到 100℃左右。

采用高效格子砖专利技术，格孔直径为 $\Phi 25\text{mm}$ ，兼顾加热面积及蓄热量两大性能。

为了满足熔分还原炉 1100℃风温的要求，该项目采用板式换热器预热煤气和助燃空气。

采用冷风均匀分配技术，将冷风分配不均匀程度控制在 5%以内，提高格子砖的利用率。

（2）保证热风炉寿命主要技术措施

采用分段式本体砌筑结构，燃烧器、燃烧室和蓄热室耐火材料分三段分别支撑在炉壳砖托或炉底板上，相互之间采用迷宫式滑动缝连接，不受热膨胀影响。并且燃烧器、燃烧室和蓄热室在同一中心线上，具有完全的对称性，结构更加稳定。温度分布具有较高的均匀性，温度应力造成的破坏小。

根据热风炉各部位不同工作特点合理选材，蓄热室上部采用低蠕变高铝砖 DRL，蓄热室中部采用高铝砖 RL，蓄热室下部采用粘土砖 RN42，热风管道选用低蠕变高铝砖等高级耐火材料。

采用带横梁的多种孔型炉箅子专利技术，受力均匀，结构稳定，材质能适应较高废气温度要求。

采用热风炉管道吸收膨胀及拉紧装置、热风管道分段式砌筑结构以及加强型三岔口结构，保证热风管道系统既能够承受很大轴向变形，又能够承受顶燃式热风炉所特有的热风管道径向变形，解决了管道开裂、掉砖问题，适应高风温要求。

热风炉筒体和炉底以及炉壳变径处采用圆弧连接，热风出口、空煤气入口全部采用组合砖砌筑，合理设置径向和周向膨胀缝等。

燃烧器空、煤气接口采用双面焊接并保证焊接质量，关键部分内衬加厚，增加三岔口强度；燃烧器砌砖三面锁扣，保证砌砖稳定性。

（3）节能环保主要技术措施

旋切顶燃式热风炉采用高效能低氮燃烧器，可保证在很小的空气过剩系数条件下使煤气完全燃烧，提高燃料利用率的同时还减少了助燃空气的消耗量。

旋切顶燃式热风炉加强了热风炉高温区和热风管道的保温隔热措施，减小散热损失。

采用回收热风炉烟气余热预热煤气和助燃空气的双预热系统，控制热风炉废气排放温度 $\leq 150^{\circ}\text{C}$ ，减少热风炉废气带走的热量。

在冷风放风阀放风口及助燃风机吸风口设置消音器，降低噪声污染。

将热风炉换炉排压废气集中排放到烟囱入口，避免热风炉换炉时废气含氧量增加影响制粉系统。

（4）降低 NO_x 排放

旋切顶燃式热风炉技术将拱顶温度与送风温度差缩小到 100°C 以内，在满足高风温的同时，将拱顶温度控制在合理范围内，有效降低了热风炉烟气中 NO_x 浓度。

采用低氮旋切顶燃式热风炉燃烧器技术，较低的空气过剩系数可有效降低燃烧后烟气中的 O_2 浓度，从而避免 NO_x 的大量形成，满足 NO_x 超低排放要求。

4、热风炉系统砌体结构及材料

（1）热风炉本体

热风炉本体采用分段式砌筑结构，自上而下依次为燃烧器、燃烧室和蓄热室。燃烧器和燃烧室分别支撑在炉壳托圈上，蓄热室直接砌筑在炉底上。各部位砌体之间完全脱开，通过迷宫式滑动缝连接，既保证相互之间不受膨胀影响，又保证有良好的密封性。

耐材选择依据热风炉非稳态传热模型确定。热风炉蓄热室上部及燃烧室高温区采用高温蠕变性能好的低蠕变高铝砖 DRL，下部根据热风炉的温度分布情况分别采用高铝砖 RL 和粘土砖 RN42。考虑到燃烧器和喉口部位在热

风炉工作过程中温度变化剧烈的特点，燃烧器采用莫来石堇青石砖，热震稳定性 ≥ 100 次，燃烧室喉口部位选用红柱石砖。

为保护热风炉炉壳和加强隔热减少热损失，在炉壳内表面喷涂不定型耐火材料。在重质砖和喷涂层之间砌筑不同材质的轻质砖，并预留膨胀缝，膨胀缝内用陶瓷纤维板或陶瓷纤维毯填充。

采用孔径 $\Phi 25\text{mm}$ 的十九孔新型高效格子砖。

蓄热室内格子砖砌体从上到下依次为低蠕变高铝砖 DRL、高铝砖 RL、粘土砖 RN42 和低蠕变粘土砖 HRN。

（2）热风管道及其它管道

热风管道内衬为低蠕变高铝砖，隔热层为轻质高铝砖、轻质粘土砖和喷涂料。热风出口、热风支管与主管道三岔口、联络管三岔口及倒流休风管三岔口上部 180° 采用陶瓷耐磨浇注料进行浇筑，浇筑料与管壳间砌筑一层保温砖。管壳设计温度 $\leq 120^\circ\text{C}$ （浇筑部分管壳温度 $\leq 200^\circ\text{C}$ ）。

考虑回收烟气余热预热空气，设置地上烟道，管内喷涂轻质隔热喷涂料。冷风管道、换热器以后的助燃空气管道和煤气管道全部采用岩棉外保温，岩棉外包镀锌铁皮。

5、热风炉系统附属设施

（1）热风炉各种阀门

热风阀及倒流休风阀采用阀座和阀板带有耐高温内衬的水冷式闸板阀。主要阀门采用液压驱动和干油集中润滑。冷风放风阀采用电动活塞蝶阀，并配有消音器。

（2）助燃风机

热风炉燃烧用助燃空气采用集中送风，设置两台助燃风机，一用一备工作方式。每台风机风量 $\sim 28400\text{Nm}^3/\text{h}$ （请按当地气象、风机效率修正），全压 $\sim 12\text{kPa}$ 。吸风口设置消音器，风机入口带电动调节装置，助燃风机电机设防雨棚。

（3）炉箅子及支柱

炉箅子及支柱为多种孔型的带横梁式结构，带冷风分配装置，炉箅子及支柱材质选用耐热铸铁 HTRCr。

（4）热风炉液压及润滑

热风炉系统内设置液压站，为设备提供动力，共控制四座热风炉所有阀门。液压站配备 2 台主液压泵，一用一备或定期轮换工作制。

热风炉系统内设置电动润滑泵 2 台，电动加油泵 1 台，为主要阀门提供集中润滑。

（5）烟气余热回收装置

为了实现热风炉送风温度 1200℃ 的目标，并提高系统热效率、节约能源，设计采用板式换热器装置，回收热风炉废气余热，对煤气和助燃空气进行预热。在换热器进出口合理设置测温装置，以获取余热回收系统的效率。

（6）检修设施

在热风炉栈桥上设置一台起重量为 20t 的单梁起重机，用于检修热风阀、倒流休风阀以及燃烧系统阀门。

在栈桥热风阀检修平台下部设置一台电葫芦，起重量为 16t，用于检修烟道阀、冷风阀等下部阀门。

（7）热风炉钢结构

①热风炉炉壳

热风炉炉壳由直筒壳体、拱顶壳体和燃烧器壳体三部分构成。直筒部与炉底采用圆弧连接，用地脚螺栓固定在混凝土基础上，炉壳底板须做加强、加固处理，炉壳的主要直径变化处采用圆弧过渡，材质为 Q355C。

②热风炉管道

热风管、煤气管、助燃空气管、冷风管等所有管道均布置在热风炉一侧的栈桥上。根据热风管道工作特性，合理设置各种形式的波纹补偿器及拉紧装置。

助燃空气主管、煤气主管设置轴向波纹补偿器，支管设置复式波纹补偿器。

冷风主管设置压力均衡性型波纹补偿器，吸收管道膨胀；冷风支管设置复式波纹补偿器，方便冷风阀更换。

采用地上烟道，烟道主管设置轴向波纹补偿器；烟道支管设置复式波纹补偿器。

根据各管道系统的受力特点合理设置固定支架、滑动支架、弹簧支架，以保证各管道系统稳定、可靠地工作。

③栈桥

栈桥用于支撑热风炉各种管道和阀门和起重设备，设置 2 层主要平台，为了进行阀门操作、维修仪表。

④烟囱

混凝土结构，内部砌筑粘土砖，烟囱高度 60 米，上口直径 $\Phi 2100\text{mm}$ 。

6、热风炉控制与操作

热风炉操作采用两烧两送风制度。

热风炉系统的操作方式有全自动、半自动两种操作方式，为方便设备检修和开、停炉操作，还设置手动操作和事故操作（机旁操作）等方式。

（1）全自动操作：根据选定的送风制度和时间设定器发出的换炉指令进行自动换炉，即各有关阀门按程序和联锁关系自动转换。

（2）半自动操作：操作员手动发出换炉指令，热风炉各阀门按规定程序和联锁关系自动完成转换。

（3）手动操作：操作员按各阀操作的联锁关系发出动作指令，阀门单个动作完成换炉程序。在此操作过程中，阀门联锁关系保持不变。

（4）事故操作（机旁操作）：在检修调试时将各阀联锁关系解除，操作员在机旁通过操作开关启闭阀门。

热风炉系统采用 PLC 控制，设置自动换炉和自动燃烧控制系统，可以

缩短送风时间和实现燃烧最优化，提高热风温度。

3.7.2.9 粗煤气除尘系统

熔分还原炉粗煤气经过一次粗除尘及二次粗除尘后再送往布袋除尘器净化设施进行精除尘。

1、主要参数

炉顶煤气压力：正常 0.15MPa

炉顶煤气温度：150~250℃

煤气发生量：平均 69000 Nm³/h， 最大 76000Nm³/h。

2、工艺流程

重力除尘器直径Φ9000mm。熔分还原炉产生的煤气由 4 根内 1400mm 的导出管导出，经 4 根内 1400mm 的上升管，然后汇成两根内 1700mm 上升管、下降管，再合并成一根内 2000mm 的下降管道进入重力除尘器进行粗除尘。重力除尘器采用加湿卸灰方式清灰，预留一路备用卸灰管道接口（DN400）。

在四根煤气导出管上各设置一套Φ1400mm 自由复式波纹补偿器吸收熔分还原炉温差变形。上升管采用支座支撑在炉顶框架上，使上升管及部分下降管的重量由框架传给熔分还原炉基础。

在炉顶煤气上升管顶部设 2 台液压驱动 DN550 煤气放散阀，用于熔分还原炉休风炉顶放散。炉顶煤气放散阀由炉顶液压站控制。

为使熔分还原炉休风时能有效将熔分还原炉系统与煤气管网隔断，重力除尘器上部设一台 DN1890 电动卷扬煤气遮断阀。在煤气遮断阀上部设置 DN400 煤气放散阀，用于休风时放散重力除尘器内部煤气。在煤气遮断阀上部设氮气吹扫管及阀门，用于休风时向炉顶放散阀赶煤气。

为防止除尘器钢壳和粗煤气管道冲刷磨损，并减小煤气温度损失，在导出管、上升管、下降管、遮断阀筒体内壁和重力除尘器上部壳体上均喷涂耐火涂料，其理化性能满足工况要求。喷涂层厚度为 50mm。

粗煤气系统管道上设置人孔，满足工艺检修需要。

3、主要设备性能

粗煤气系统主要阀门规格见下表。

表 3-14 粗煤气系统主要阀门规格表

序号	名称	数量	阀门形式	驱动方式	阀门规格
1	炉顶煤气放散阀	2	外开式	液动	DN550
2	粗煤气放散阀	1	外开式	液动	DN400
4	遮断阀（配电动卷扬机）	1	钟式阀	电动	DN1890
5	电动卸灰阀	2	球阀	电动	DN400

3.7.2.10 煤粉喷吹系统

制粉站规模为 52t/h，满足生产喷吹煤粉需要。

1、系统及其流程描述

储煤场合格粒度的原煤经上煤皮带运到制粉车间的原煤仓（利旧）后，一路经过给煤机送入磨煤机（原系统），另一路在双曲线合适的位置开孔经过新建给煤机进入新磨机。加工成合格煤粉经布袋除尘器收粉，然后经过螺旋输送机、煤粉筛后进入原来的煤粉仓，最后经喷吹站喷入炉内。烟气通过排粉风机一部分排入大气，一部分经过循环风管引入磨机进口。

整个制粉工艺过程分干燥烟气制备、制粉与收粉三部分。

2、干燥烟气制备

干燥气系统采用混合干燥气，它是热风炉废烟气和燃烧炉烟气混合起来的气体，前者的温度在 150～200℃，后者为 900～1000℃。燃烧炉燃料采用还原炉煤气。两者混合后的温度可控制在磨煤机入口要求的范围内（220～350℃）。

3、煤粉制备系统

原煤经过储运系统送到原煤仓后，由原煤仓内出口经过全密封给煤机、落煤管均匀定量地加进中速磨。干燥气被制粉系统的排粉风机形成的负压吸入中速磨，对煤粉进行干燥和气力输送。原煤在中速磨中被磨细和干燥后，合格的煤粉（煤粉粒度-200 目≥80%；含水量<1.5%）和烟气通过布袋收粉

器进行分离。

4、收粉系统

采用一级布袋收粉工艺。由中速磨送出的合格的煤粉烟气流，直接进入布袋收粉器，分离后的煤粉进入布袋灰斗并通过安装在收粉装置下部的叶轮给料机、锁气装置、螺旋输送机和煤粉振动筛后落入煤粉仓。

5、煤粉制备主要设备

按工艺流程制粉系统从原煤仓受料口开始到煤粉仓入口，其内容包括：原煤仓，全密封定量给煤机，磨煤机，布袋收粉器，主排风机，密闭式振动筛，螺旋给料机，激振器及相应的工艺管道和阀门。主要配套设备有：

（1）中速磨煤机

配备 1 台。

其规格性能如下：

煤粉质量为-200 目筛下量 $\geq 80\%$ ，水份 $\leq 1.5\%$

原煤收到基水份 $W_{ar}=4\%$ ，粒度 $\leq 50\text{mm}$ ，单系列制粉量 $\geq 52\text{t 粉/h}$ ；

主电机：YRKK500-6

功率：450kW

（2）电子称重式给煤机

配备 1 台。其规格性能如下：

6~60t/h，给煤精度 $\pm 0.5\%$ ，进出口中心约 3342mm，包括落煤管、进出口软连接器、进口煤阀等，进出口法兰及紧固密封件成对供货。

（3）气箱脉冲袋式收粉器

配备 1 台。其规格性能如下：

过滤面积：2238 m^2 ，过滤风量：111000 m^3/h 、85 $^{\circ}\text{C}$ 、最高过滤风速 $\leq 0.6\text{m/min}$ ，入口浓度 $\leq 1000\text{mg/Nm}^3$ 出口浓度 $\leq 50\text{mg/Nm}^3$ ，设备本体平台梯子，进出口法兰及紧固密封件成对供货，订货带电、仪控成套控制柜。电控系统成套供货，带电控输出端子信号。运转程序及检测程序自带并可输出至

主 PLC 控制系统。

(4) 密闭式振动筛

配备 6 台。其规格性能如下：

每台处理煤粉量 7~10t/h，包括进出口软连接，进出口法兰及紧固密封件成对供货。

(5) 主排烟风机

配备 1 台。其规格性能如下：

全压 12690Pa，风量 111000m³/h，变频调节，正常 80℃，最高 120℃，煤粉浓度≤50mg/Nm³。配备电机 YKK500-4，630kW。

进出口软连接、地脚螺栓，进出口法兰及紧固密封件成对供货；

(6) 烟气炉

配备 1 台。单台规格性能如下：

烟气炉合格烟气 150000Nm³/h；温度~280℃

烟气炉用还原炉煤气作为主燃料，设置助燃风机提供燃烧所需空气，燃烧烟气和热风炉烟气混合后使用，然后进入磨煤机。

配套低热值燃烧器，包括燃烧器，一体化阀门组，程序点火、火焰监视、熄火保护装置及现场控制柜。

配套自动点火、熄火保护、自动调节控制系统，各接口法兰成对供货（包括连接附件）。

全部设备为户外型。

(7) 热风炉烟气引风机

配备 1 台。其规格性能如下：

Y4-73No11D-8 右 90°；风量 80570m³/h，风压 1646Pa，电机功率 75kW，转速 1450r/min，正常温度 140℃~180℃，耐温 300℃。

用于抽引还原炉热风炉的废烟气，送入烟气炉升温；

配对出口软连接，地脚螺栓，进出口法兰及紧固密封件成对供货；配进

口电动调节风门、就地仪表箱，全部设备为户外型。

(8) 电动葫芦

电动单梁起重量 16t 起升高度 12m

轻级工作制，户外型

数量：2 台

作为磨煤机等设备安装和检修用。

6、厂房布置

烟气炉为露天布置，制粉主厂房为封闭式，在原有磨机下方新建烟气干燥制备、制粉收粉跨。

7、安全措施

为了确保粉系统安全运行，设计采取了下述安全措施。

(1) 严格控制磨煤机出口温度，使出口温度不高于 95℃，同时也不低于 70℃，否则自动报警。当温度低于 60℃或高于 100℃时，系统自动停机；

(2) 烟气升温炉设置熄火保护装置；

(3) 磨煤机、布袋收粉器、煤粉仓设置紧急充氮管线及相应的阀门；

(4) 煤粉管道采用焊接连接，煤粉管道上为了防止聚集煤粉均不设阀门；

(5) 磨机出口管道与水平面的倾角大于 45°；

(6) 制粉系统管道设计压力为 0.4MPa 符合规范要求；

(7) 烟气炉至磨机入口的热风管道上设置调节阀，在调节阀之前设置放散阀及放散管；

(8) 煤粉管道的布置和结构不存在管道沉积的可能性，磨机至布袋及布袋至主排风机之间的管道流速均符合规范要求；

(9) 制粉系统采用惰化气体作为干燥介质，负压系统磨煤机入口氧含量≤8%，末端出口氧含量≤12%。

3.7.2.11 粒化再生铁产品系统

为获得粒化再生铁产品需将金属通过粒化装置铸成粒化金属粒，该项目配套建设一套粒化装置。

1、金属粒化系统能力确定

金属粒化系统设计能力： $\sim 1200\text{t/d}\cdot\text{台}$ 。

2、金属粒化系统生产工艺流程及布置

(1) 金属粒化系统工艺流程

熔分还原炉生产的铁水用铁水罐汽车运送到金属粒化车间，车间内利用冶金铸造吊将铁水罐吊运至液压倾翻装置上。通过倾翻装置将铁水缓慢倒入粒化装置的中间包内，中间包底部配有浇铸口，位于反应器中浇盘上方。铁水以可控的流量通过浇铸口排出，并被引导到浇盘上，在那里铁水流分散成液滴并形成颗粒。颗粒在入水之前在空气中部分固化，并在下沉通过反应器时进一步冷却。固化的颗粒通过气水喷射器从反应器输送到脱水装置，在那里进行机械脱水并筛分。成品通过皮带机运送到堆场装车，细小颗粒回收再利用。

一旦反应器无法处理铁水，中间包将被堵住，而铁水将通过溢流槽流向事故罐，确保设备安全可靠。

(2) 金属粒化车间布置

金属粒化车间采用主副跨设计，主车间长 48m，宽 29.5m（轴线）；副跨长 24m，宽 12.5m（轴线）。车间全封闭，留有汽车、人员进出的通道，车间顶部设排气天窗。

主跨设置 1 台 140/60t 冶金铸造起重机用于生产及检修，工作制度 A7，厂房顶部设置 1 台检修起重机的 10t 电动葫芦，并设置电动葫芦用检修平台。副车间设置 1 台 50/10t 桥式起重机，用于检修，工作制度 A4。

3.7.2.12 热风炉烟气脱硫脱硝

(1) 概述

根据《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》（环大气[2019]35 号）

要求，需去除热风炉烟气中一定量的 NO_x 和 SO_2 ，整体工艺为中高温 SCR+超细粉钙剂干法脱硫。

（2）工艺路线

该项目工艺流程为：热风炉烟气→中高温 SCR 脱硝反应器→热风炉换热器→脱硫系统→布袋除尘系统→引风机→烟囱排放。

脱硝系统布置在热风炉换热器前的高温烟气段，由于该段正常工况时温度为 302°C ，可满足脱硝反应的窗口，无需设置其它加热装置。

脱硫系统布置在热风炉换热器后，热风炉换热器出口的烟气温度正常运行 $\sim 140^\circ\text{C}$ ，为达到脱硫指标，脱硫剂供应量应充分保证，保证一定的钙硫比，保证进入除尘器前反应时间 >3 秒；同时为了保护布袋及风机等设备，需配置喷水（或增设冷风阀）降温系统。

布袋除尘器系统用于除去烟气中的颗粒物，保证出口烟尘排放浓度 $<10\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

（3）工艺系统组成

该项目脱硫脱硝系统主要包括烟气系统、氨水储存及供应系统、氨水蒸发系统、SCR 脱硝反应器、脱硫剂储存及供应系统、布袋除尘系统、副产物气力输送系统、喷水（或冷风阀）降温系统等组成。

1) 烟气系统

烟气系统指引风机及其阀门、补偿器。

膨胀节

膨胀节用于补偿烟道热膨胀引起的位移，使用非金属膨胀节。

脱硝烟道补偿器：设计耐温： 416°C ，数量：1 套。

脱硫烟道补偿器：设计耐温： 250°C ，数量：1 套。

脱硫脱硝引风机

脱硫脱硝系统末端，烟囱入口设置增压风机，用于克服脱硫脱硝系统的阻损。引风机采用变频风机，防护等级 IP55，非防爆变频电机，风机出口噪

声分贝值小于国家标准。风机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。

设计处理烟气量：60500N m³/h

风压：4500-5000Pa（含热风炉换热器压降 800Pa）

正常烟气温度：140℃~200℃。

型 式：离心式风机，户外型

数 量：1 台

运行方式：连续

调节方式：变频调节

风机入口介质温度：140℃~200℃，最高 250℃。

配套电动机：250kW

电机转速：960r/min

电动机防护等级：IP55（户外型） 电机接线盒采用 IP65

绝缘等级：F 级

电动机的冷却：空/空冷

保温

烟道及设备设置保温和保护层。

脱硝烟道及设备保温层厚 150~200mmmm，外覆 0.5mm 彩钢瓦楞板。

脱硫烟道及设备保温层厚 150mmmm，外覆 0.5mm 彩钢瓦楞板。

2) 氨水储存及供应系统

该项目采用氨水脱硝还原剂，设置一套氨水存储、供应系统。

氨水存储、供应系统包括氨水储罐、氨水卸料泵、氨水输送泵、废水泵、废水池等。氨水外购，槽车运送，设置氨水卸料泵将氨水由槽车输入氨水储罐内，氨水储罐内的氨水经氨水输送泵输送至氨水蒸发器处。

氨水卸料泵

氨区的氨水卸料泵一用一备，采用离心泵，卸料泵入口设计过滤器，以

防止设备堵塞。

流量：20m³/h，扬程 25m，配防爆电机。

氨水储罐

氨水溶液储存系统设置氨水储存罐 1 个，有效容积 20m³。

氨水罐材质采用不锈钢 304。

氨水储罐设置液位计。

氨水储罐设带逆止装置的呼吸阀，保持罐内压力平衡。

储罐设置直爬梯，便于氨水罐顶部阀门的检修维护。

氨水输送泵

氨水供应系统共配 2 台氨水输送泵，一用一备。输送泵入口设过滤器，以防止设备堵塞。

扬程 70m，配防爆电机。

氨水输送泵出口设置回流管道和背压控制阀控制氨水的流量及压力，氨水输送泵为 SCR 计量装置供应还原剂所需的稳定流量和压力，并考虑 20% 的余量。

计量模块包括用于计量的调节阀和流量计等。

安全要求

- ①氨水应采用密封槽车运输或管道输送。
- ②氨水储存区域内设置合适数量氨泄漏报警器。
- ③氨水的卸料、存储系统应密封严密，储罐应配置用于吸收氨气逃逸的水密封。
- ④氨水储罐应设置降温喷淋装置，室外储罐区外部应设置消防栓，储罐应设置防止阳光直射的遮阳棚。
- ⑤氨水罐区其安全出口不少 2 个并在各安全出口处安装静电释放装置，在罐区 15m 范围内设置方便作业人员使用的洗眼器。
- ⑥氨水储罐区场所应设置风向标。风向标应设在氨区场所内人员容易看

到的高处。

⑦与其他建构筑物的间距应符合《石油化工企业设计防火标准 GB50160-2008》要求。氨水储罐防火堤外侧基脚线至相邻建筑的距离不应小于 10m。

⑧氨水储罐与铁路、道路的防火间距不应小于厂区内铁路中心线 20 米，厂内主要道路路边 10 米，厂内次要道路路边 5 米。

氨水储罐区应规范设置防火堤。氨水储罐区、输送区应设置防火堤，氨水罐区防火堤的有效容量不应小于其中最大储罐的容量。氨水罐壁至防火堤的距离不应小于罐壁高度的一半。

氨水罐防火堤的高度应比设计液面高度高出 0.2m，且应为 1.0m~2.2m，防火堤内的有效容积应容纳储罐最大容量。在防火堤的适当位置应设置便于灭火救援人员进出防火堤的踏步。

防火堤应采用现浇混凝土地面并设置不小于 0.5%的坡度坡向排水口和排水沟。

防火堤选型及结构应符合《储罐区防火堤设计规范》GB 50351-2014 相关规范。

⑨氨水储罐应设置泄露事故排放集水坑，泄露事故排放集水坑设置防护盖板，防护盖板采用钢板作为材料，承重不小于 200kg/m²且密封严密并设置人员提手装置。

⑩防渗地面。氨水储罐内的地面应作防腐防渗处理，集水坑亦需防腐防渗处理，设置集水设施。

（4）氨水蒸发系统

脱硝系统配置一套氨水蒸发系统，喷氨设置流量系统，计量系统用于精确计量和控制的氨水流量。该系统根据在线 NO_x、O₂、逃逸氨的控制信号，调节氨水流量，对 NO_x 水平、逃逸氨浓度的变化做出响应。

氨水蒸发采用脱硝后高温净烟气，从脱硝后、加热炉换热器前烟道引出

~300℃的高温烟气，通过高温稀释风机送入氨水蒸发器，从氨区来的氨水被烟气蒸发并稀释至 5%浓度以下，再送至喷氨格栅。

（5）SCR 脱硝反应器

SCR 反应器由烟气整流装置（Static Mixers）、SCR 反应器壳体、催化剂和烟道等组成。

SCR 反应器尺寸按烟气实际最大烟气量设计，以保证脱硝系统满足热风炉各种负荷工况烟气量的要求，设计温度按 300℃考虑；反应器设计压力按 ±5000Pa 考虑。

反应器壳体、整流装置等材质为 Q355B。反应器为板箱式结构，催化剂装在模块组件中，设加强筋和支撑构件以满足防震、承载催化剂、密封、承受其它荷载和抵抗热应力的要求，同时便于搬运、安装和更换，外设隔热层。各催化剂模块间装设密封系统以保证烟气流经催化剂床，避免烟气短路。

1) 设计原则：便于系统的检修与维护。

2) 反应器最低设两个侧门，便于设备停车检修和更换催化剂时，打开侧门查看反应器内部催化剂是否结灰，并可进行清灰，以保证设备的阻力和脱除效果。

3) SCR 反应器为多层结构，分初装层和预留层，内部催化剂层的设置方式为“2+1”（两初始填装层+一备用预留空间层），催化剂采用蜂窝式。

4) 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接流，反应器入口设导流板、气流均布装置。反应器内部各类加强板、支架设计成不易积灰的型式，同时考虑热膨胀的补偿措施。

反应器设计还考虑内部催化剂维修及更换所必须的起吊装置，催化剂层间高度 3.5m。

每层催化剂层设置声波吹灰器，以吹掉催化剂上的尘埃。

烟气进入第一层催化入口满足下列条件（CFD 模拟）：

入口烟气流速偏差：宜小于±15%（相对标准偏差率）。

入口烟气入射角（与垂直方向的夹角）：宜小于 $\pm 10^\circ$ 。

入口烟气温度偏差：宜小于平均值的 $\pm 10^\circ\text{C}$ 。

NH_3/NO_x 摩尔比偏差：宜小于 $\pm 5\%$ （相对标准偏差率）。

5) 在每层催化剂的上端设置声波吹灰器，可随时将沉集于催化剂入口处的飞灰吹除，防止堵塞催化剂通道，提高脱硝效率，延长催化剂使用寿命。

（6）脱硫剂存储及供应系统

该系统主要包括上料系统、原料存储系统、超细粉输送喷射系统等。

钙基超细粉通过吸排罐车运输进场，然后气力输送到原料储仓，储仓顶设置仓顶除尘器及真空释放阀，仓体设置破拱装置。储仓底部设置插板阀及给料机，通过输送风机将脱硫剂超细粉送到喷射系统，喷入脱硫烟道反应器。仓顶除尘器的出风进入除尘管道，灰斗设置电伴热、流化风（氮气）考虑电伴热。

原料仓有效容积： 30m^3 ，仓底设置双路出料，每路设置手动插板阀、卸料阀、称重给料机（失重称）及喷射设备，一用一备（在线备用），保证系统的可靠性。

脱硫剂供应及喷射系统具有自动调节功能，可以依据进出口烟气中 SO_2 浓度调整脱硫剂超细粉的喷入量。

3.7.2.13BPRT 鼓风机站

（1）概述

该项目配套新建一座鼓风机站，鼓风机站由设备间、电气控制室和室外空气过滤器区等组成。站内设置 1 台三机同轴鼓风机组。

（2）鼓风机参数

1) 还原炉对鼓风机的工况要求

还原炉工艺入炉风量及还原炉放风阀处的风压要求见下表。

表 3-15 还原炉风压、风量要求表

工况点	A	B	C	D	E	F
入炉风量/ (Nm^3/min)	901.00	749.00	619.00	723.00	795.00	692.00
熔分还原炉放风阀压力/MPa(表)	0.295	0.160	0.160	0.265	0.280	0.160

2) 鼓风机的工况范围

新建还原炉鼓风机的工况范围见下表。

表 3-16 鼓风机的工况范围表

项目	单位	工作特性点					
		夏季		冬季		年平均	
工况点		A	B	C	D	E	F
标况风量	Nm^3/min	1052	897	631	737	811	706
大气压力	MPa(A)	0.0976	0.0976	0.1007	0.1007	0.0994	0.0994
排气风压	MPa(A)	0.40	0.26	0.26	0.37	0.38	0.26

由上表可知，鼓风机夏季最大风量为 $1052\text{Nm}^3/\text{min}$ ，出口压力为 0.40MPa(A) 。

3) BPRT 机组煤气透平进口煤气参数

BPRT 机组煤气透平进口煤气参数见下表。

表 3-17 BPRT 机组透平进口煤气参数

项目	单位	数值	备注
煤气量	Nm^3/h	平均 6.9×10^4 最大 7.6×10^4	平均值为透平设计点， 最大值为透平最大点
压力	kPa(A)	正常 250 最大 280	
含尘量	mg/Nm^3	≤ 5	
温度	$^{\circ}\text{C}$	正常 190 最大 250	
出口煤气压力	kPa(G)	10	

4) 鼓风机的选型

主力风机采用 BPRT 机组，鼓风机采用轴流鼓风机。

BPRT 机组的主要技术参数

轴流鼓风机型号

台数：1 台

进口风量： $1052\text{Nm}^3/\text{min}$ (A 点)

进口压力:	0.0976MPa(A) (A 点)
出口压力:	0.40MPa(A) (A 点)
轴功率:	~4370kW
电压:	10kV
防护等级:	IP44
冷却方式:	上水冷
煤气透平型号	
台数:	1 台
设计点:	煤气量 $6.9 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{h}$, 温度 190°C
最大点:	煤气量 $7.6 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{h}$, 温度 250°C
透平出口煤气压力:	10kPa
功率:	~2270kW (平均)

鼓风机组设置报警及连锁保安系统,当鼓风机轴承、变速器轴承、电动机轴承的温度超限时报警,超高时连锁停机;鼓风机的轴位移值超限时报警,超高时连锁停机;润滑油压力值超限时报警,超低时连锁停机;鼓风机还设置防喘振阀。电动机采用上水冷却系统。

BPRT 机组还包括了透平转速调节及离合器啮合控制、透平功率调节控制、透平顶压调节控制、透平紧急停机顶压前馈调节控制、透平氮气密封差压调节控制、透平启动连锁控制、透平重故障紧急停机连锁控制等。



图 3-2 熔分还原炉工序流程简图

3.7.3 氯化钾、氯化钠工序

1、概述

该项目为机头灰水洗提钾处置方案，最大处理规模为 60000t/a 机头灰，主要工艺路线为“机头灰水洗+除杂+蒸发分盐”。利用浓盐水进行机头灰水洗，在处理机头灰的同时可消耗一定量浓盐水，一次性解决两种工业难处理废物的处理问题，节约单独处理浓盐水的投资。项目产品为氯化钾、氯化钠、冷凝水、富铁泥。其中氯化钾为农业化肥原料，具有较高的经济价值。

2、工艺流程

机头灰与浓盐水先进入水洗罐进行水洗，以此将机头灰中的钾、钠盐溶于水中，然后提升进入压滤系统进行泥水分离，滤出的污泥外送，滤液进入下一工段。