

建设项目环境影响报告表

(污染影响类)

项目名称：广灵金隅水泥有限公司
一般固废处置及综合利用项目
建设单位（盖章）：广灵金隅水泥有限公司
编制日期：2026 年 8 月

中华人民共和国生态环境部制

建设项目环境影响报告表

(污染影响类)

项目名称： 广灵金隅水泥有限公司
一般固废处置及综合利用项目
建设单位（盖章）： 广灵金隅水泥有限公司
编制日期： 2026年8月

中华人民共和国生态环境部制

编制单位和编制人员情况表

项目编号	95noat		
建设项目名称	广灵金隅水泥有限公司一般固废处置及综合利用项目		
建设项目类别	47—103一般工业固体废物（含污水处理污泥）、建筑施工废弃物处置及综合利用		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	广灵金隅水泥有限公司		
统一社会信用代码	9114022305626630XQ		
法定代表人（签章）	韩韶辉		
主要负责人（签字）	韩韶辉		
直接负责的主管人员（签字）	祖永胜		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	山西迈润田环保工程有限公司		
统一社会信用代码	91140106MA0GTKMC2F		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
赵海燕	20220503514000000016	BH032775	赵海燕
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
孙会民	区域环境质量现状、环境保护目标及评价标准	BH038961	孙会民
赵海燕	建设项目基本情况；建设项目工程分析；主要环境影响和保护措施；环境保护措施监督检查清单；结论	BH032775	赵海燕



环境影响评价工程师

Environmental Impact Assessment Engineer



本证书由中华人民共和国人力资源
和社会保障部、生态环境部批准颁发，
表明持证人通过国家统一组织的考试，
取得环境影响评价工程师职业资格。



中华人民共和国
人力资源和社会保障部



中华人民共和国
生态环境部

姓名：赵海燕
身份证号：
性别：女
出生年月：
批准日期：2022年05月29日
管理号：20220503514000000016



《广灵金隅水泥有限公司一般固废处置及综合利用项目环境影响报告表》

技术评审意见修改说明

序号	专家意见	修改说明	修改位置
1	完善本项目现有工程运行现状调查，补充广灵金隅水泥有限公司现有 4000t/d 回转窑目前协同处置固体废物现状，落实不同废物的处置量及综合入窑重金属含量指标。调查水泥窑旁路放风系统建设及运行现状，明确旁路放风系统已建污染防治措施及回收除尘灰的处置去向。收集实测资料调查现有水泥窑污染物排放浓度及排放量指标。	本项目现有工程运行现状调查见章节 2.11~2.14； 目前协同处置固体废物现状及处置量见表 2-25； 综合入窑重金属含量指标见章节 2.6 第 5（1）部分； 水泥窑旁路放风系统建设及运行现状、已建污染防治措施及回收除尘灰的处置去向见章节 2.13 “旁路放风系统”； 建设旁路放风系统后的水泥窑污染物排放浓度及排放量指标见表 2-24。	P68-P79 P78-P79 P50-P51 P74-P75
2	对照《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB/T30760-2024）、《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013）及《水泥窑用固体替代燃料》（T/CIC 049-2021）等对入窑固废中重金属及氟、氯、汞、硫等有害组分含量的限制要求，结合现有水泥窑入窑物料有害元素含量，明确本次替代燃料和替代原料的固废中重金属及氟、氯、汞、硫等有害元素的含量的控制要求。	本项目替代前后入窑固废中重金属及氟、氯、汞、硫等有害组分含量分析见章节 2.6 第 5 部分。	P50-P52
3	为控制回转窑内挥发性元素 Hg、Tl、Pb、Cd、As 及碱金属氯化物和碱金属硫酸盐等有害元素和物质的累积影响，水泥窑协同处置项目一般设置有旁路放风装置，明确本项目旁路放风系统设置的目的，细化旁路放风系统工艺流程介绍及放风量指标。	本项目旁路放风系统设置目的、工艺流程介绍及放风量指标见章节 2.13 “旁路放风系统”。	P74-P75
4	细化给出本次旁路灰水洗脱盐设施介绍，说明本次旁路灰水洗脱盐工程与水泥窑旁路放风系统的衔接关系。补充经处理后的旁路灰返回生产系统的工艺可行性分析。	旁路灰水洗脱盐工程与水泥窑旁路放风系统的衔接关系，见章节 2.1； 本次旁路灰资源化工艺流程见章节 2.10 第 3 部分； 经处理后的旁路灰返回生产系统的工艺可行性分析见章节 2.6 第 4、5 部分。	P26-P27 P60-P65 P45-P52
5	细化给出旁路灰水洗脱盐前、后旁路灰中有害元素及物质的含量变化分析，明确本次旁路灰水洗工序有害元素或物质去除效率，核实蒸盐得到的副产品种类及产量。规范水洗脱盐工序用排水量及水平衡分析，明确水洗脱盐工序盐水产生量及浓度参数，分析采用蒸发结晶处理措施的工艺技术可行性。	旁路灰水洗脱盐前、后旁路灰中有害元素及物质的含量变化分析见表 2-20； 本次旁路灰水洗工序废水源强见章节 4.8.2； 蒸盐得到的副产品种类及产量见章节 2.5 第（2）部分； 水洗脱盐工序用排水量及水平衡分析见图 2-2；	P63-P64 P116-P117 P35-P38 P54

		采用蒸发结晶处理措施的工艺技术可行性分析见章节 2.10 第 3 部分。	P59-P65
6	收集企业在线监测数据或自行监测数据,完善本次原、燃料替代工程完成后,水泥窑污染物排放变化情况对比分析。规范企业污染物排放量“三本帐”计算。完善本项目碳减排评价内容。	本项目现有工程污染防治措施及排放情况见章节 2.15;	P80-P82
		本次原、燃料替代工程完成后,水泥窑污染物排放变化情况对比分析见表 3-12;	P91-P92
		企业污染物排放量“三本帐”计算见表 3-13;	P92
		本项目碳减排评价内容见章节 4.14。	P124-P128

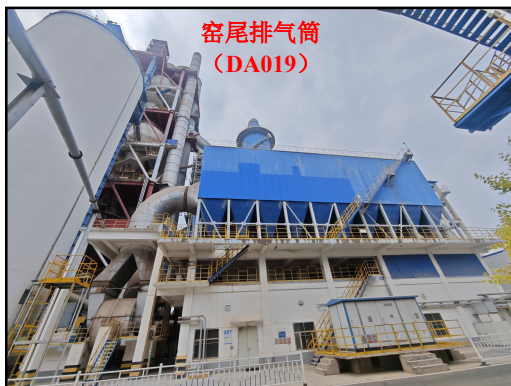
已根据审查意见修改
祁士明



回转窑窑尾（依托工程）



回转窑窑头



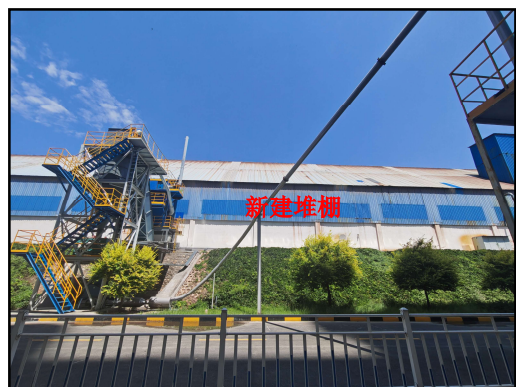
回转窑废气处理系统（依托工程）



分解炉-热盘炉



旁路放风系统



新建物料堆棚位置



旁路灰水洗生产线现状



黏湿物料输送系统

目 录

一、建设项目基本情况 1

二、建设项目工程分析 26

三、区域环境质量现状、环境保护目标及评价标准 84

四、主要环境影响和保护措施 93

五、环境保护措施监督检查清单 129

六、结论 132

附表 133

建设项目污染物排放量汇总表 133

附录

- 1.附图
- 2.附件

一、建设项目基本情况

建设项目名称	广灵金隅水泥有限公司一般固废处置及综合利用项目		
项目代码	/		
建设单位联系人	祖永胜	联系方式	
建设地点	山西省大同市广灵县蕉山乡杜庄村（广灵金隅水泥有限公司厂区内）		
地理坐标	__114__度__21__分__59.302__秒，__39__度__49__分__5.427__秒		
国民经济行业类别	N7723 固体废物治理	建设项目行业类别	47_103 一般工业固体废物（含污水处理污泥）、建筑施工废弃物处置及综合利用
建设性质	☐ 新建（迁建） ☐ 改建 ☐ 扩建 ☒ 技术改造	建设项目申报情形	☒ 首次申报项目 ☐ 不予批准后再次申报项目 ☐ 超五年重新审核项目 ☐ 重大变动重新报批项目
项目审批（核准/备案）部门（选填）	/	项目审批（核准/备案）文号（选填）	/
总投资（万元）	1960	环保投资（万元）	60
环保投资占比（%）	3.06	施工工期	14 个月
是否开工建设	☒ 否 ☐ 是_____	用地（用海）面积（m ² ）	/
专项评价设置情况	无		
规划情况	无		
规划环境影响评价情况	无		
规划及环境影响评价符合性分析	无		
其他符合性分析	1.1 产业政策符合性 广灵金隅水泥有限公司现有一条日产 4000 吨熟料新型干法水泥生产线（水泥窑协同处置 30000t/a 危险废物系统）和年产 186 万吨水泥粉磨系统，配套 7.5MW 纯低温余热发电系统。本次一般固废处置及综合利用项目拟利用现有 4000t/d 回转窑协同处置废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉、炭黑等一般固废，以替代部分原煤；协同处置黏湿物料（电石渣等）等一般固废，以替代部分原料；旁路放风系统产生的旁路灰经“旁路灰智洗+蒸发制盐”系		

	统处理，水洗后的旁路灰作为水泥熟料生产原料，产生工业钾盐外售，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》“鼓励类”目录中“十二、建材，1. 建筑材料等矿产资源的共伴生矿产综合利用、水泥原燃材料替代及协同处置技术；……窑炉烟气二氧化碳捕集、纯化、利用及贮存技术；水泥行业超低排放技术；……；建材各行业（数字矿山、智能工厂、智慧物流）生产全流程智能化建设及升级改造；用于工程或装备的建材产品质量追溯体系开发与应用。”和“四十二、环境保护与资源节约综合利用，8.废弃物循环利用中”的“煤矸石、粉煤灰、尾矿（共伴生矿）、冶炼渣、工业副产石膏、赤泥、建筑垃圾等工业废弃物循环利用”；“10.工业‘三废’循环利用”的“三废”综合利用与治理技术、装备和工程”，因此，项目建设符合国家产业政策。 综上所述，本项目的建设符合国家及地方产业政策的要求。 1.2 生态环境分区管控符合性分析 1.2.1 生态保护红线 本项目位于山西省大同市广灵县蕉山乡杜庄村（广灵金隅水泥有限公司厂区内），不新增占地，占用工业用地；项目厂址不在自然保护区、风景名胜區、饮用水水源保护区、森林公园、地质公园等重要生态功能区、生态敏感区和脆弱区以及其他要求禁止建设的环境敏感区内，不在生态保护红线范围内。该项目的建设不违背生态保护红线的要求。根据广灵县国土空间规划，该项目不涉及永久基本农田和生态保护红线。 1.2.2 与环境质量底线的符合性分析 本次评价收集了 2025 年大同市广灵县城市环境空气质量例行监测统计结果：大同市广灵县 2025 年 SO₂ 年均浓度、NO₂ 年平均浓度、PM₁₀ 年均浓度、PM_{2.5} 年均浓度、CO（24 小时平均第 95 百分位数）、O₃-8h 百分位数（日最大 8 小时滑动平均值的第 90 百分位数）均可达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准；同时满足《环境空气质量标准》（GB3095-2026）过渡阶段浓度限值的二级标准。因此，大同市广灵县为环境空气质量达标区；为了解项目所在区域特征污染物的环境质量现状，本次评价委托内蒙古泽铭技术检测有限公司对杜家庄村（E，0.63km）处的总悬浮颗粒物、氮氧化物、铅、非甲烷总烃、氟化物等特征因子进行了补充监测。由监测结果可知：杜家庄村的总悬浮颗粒物、氮氧化物、氟化物的日平均监测浓度可达到《环境空气质量标准》（GB3095-2026）表 2 环境空气污染物其他项目浓度限值的过渡阶段浓度限值的二级标准限值要求；铅日平均监测值未检出；非甲烷总烃的小时平均监测浓度可达到河北省《环境空气质量 非甲烷总烃限值》
--	--

	(DB13/1577-2012) 二级标准限值；二噁英日平均监测浓度可达到日本环境厅中央环境审议会制定的环境标准限值；委托均灵检测技术服务（青岛）有限公司对杜家庄村（E，0.63km）处的二噁英进行了补充监测，由监测结果可知：杜家庄村二噁英日平均监测浓度可达到日本环境厅中央环境审议会制定的环境标准限值；本次环评收集了 2025 年 1 月—12 月山西省地表水环境质量报告中壶流河水神堂泉断面水质结果，壶流河水神堂泉各月份水质满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）V 类标准限值。 本项目建成后，严格落实本次评价提出的环保措施后，对大气、声环境影响较小，不会增加区域环境的压力，不会明显改变区域环境质量。 符合区域环境质量控制的要求。 1.2.3 与资源利用上线的符合性分析 本次一般固废处置及综合利用项目拟利用现有 4000t/d 回转窑协同处置废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉、炭黑等一般固废，以替代部分原煤；协同处置黏湿物料（电石渣等）等一般固废，以替代部分原料，减少煤炭、石灰石等资源的消耗；同时旁路放风系统产生的旁路灰经“旁路灰智洗+蒸发制盐”系统处理，水洗后的旁路灰作为水泥熟料生产原料，产生工业钾盐外售，实现高附加值利用。本项目拟采取的污染防治措施成熟可靠，可以实现大气污染物稳定达标排放，固废实现合理处置。本项目生产过程中所采用的生产工艺和设备成熟先进，资源能源消耗水平较低、污染控制措施有效，同时注重废物的回收综合利用，降低了能耗、物耗，减少了污染物排放，可减少碳排放。 项目能源和资源利用率高、污染物产生量较小，项目的建设不违背资源利用上线要求。 1.2.4 生态环境准入清单 本次一般固废处置及综合利用项目拟利用现有 4000t/d 回转窑协同处置废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉、炭黑等一般固废，以替代部分原煤；协同处置黏湿物料（电石渣等）等一般固废，以替代部分原料，同时旁路放风系统产生旁路灰经“旁路灰智洗+蒸发制盐”系统处理，水洗后的旁路灰作为水泥熟料生产原料，产生工业钾盐外售；本项目不属于《山西省“两高”项目重点管理范围（2025 年版）》中的高污染、高耗能项目和重点开发区禁止建设项目。项目的建设符合项目所在地生态环境准入要求。 1.2.5 生态环境分区管控符合性分析 2021 年 6 月 29 日，大同市人民政府发布了《关于印发大同市“三线一
--	---

单”生态环境分区管控实施方案的通知》（同政发[2021]23 号），大同市生态环境管控单元分为优先保护单元、重点管控单元、一般管控单元三类，实施分类管控；2024 年 12 月 24 日，大同市生态环境局公布了“大同市生态环境分区管控动态更新成果”。根据“大同市生态环境分区管控动态更新成果”及山西省生态环境分区管控信息平台对本项目的智能研判结果，本项目位于广灵县防风固沙与土地沙化防控一般生态空间优先保护单元（管控单元编码为：ZH14022310009）、大同市广灵县一般管控单元（管控单元编码为：ZH14022330001），见图 1-1。



图 1-1 山西省生态环境分区管控信息平台研判结果

本项目与广灵县防风固沙与土地沙化防控一般生态空间优先保护单元、大同市广灵县一般管控单元准入要求符合性分析见表 1-1~表 1-2。

表 1-1 与广灵县防风固沙与土地沙化防控一般生态空间优先保护单元准入要求符合性分析表

管控类别	管控要求	本项目情况	相符性
空间布局约束	1.实行禁牧、休牧制度。禁止滥樵、滥采、滥牧，禁止开垦草原，禁止一切破坏植被的活动。 2.禁止发展高耗水工业，加强对防风固沙区河流的规划和管理，保护沙区湿地。 3.加大退耕还林、退牧还草力度，恢复草原植被。 4.对防风固沙林只能进行抚育和更新性质的采伐，并在采伐后及时更新造林。 5.禁止非法露天采矿开采。加强对矿产资源开发的监管，加大矿山环境整治修复力度。	本项目位于广灵金隅水泥有限公司现有厂区内，不新增占地。 1.3.4.不涉及破坏植被的活动，不涉及； 2. 本项目不属于高耗能、高耗水、高排污项目； 5.本项目不涉及矿山开采。	符合
污染物排	/	/	符合

	放管控			
	环境风险 防控	/	/	符合
	资源开发 效率要求	/	/	符合
	表 1-2 与大同市广灵县一般管控单元准入要求符合性分析表			
	管控类别	管控要求	本项目情况	相符性
	空间布局 约束	1.执行山西省、大同市空间布局准入的要求。 2.排放大气污染物的工业项目应当按照规划和相关规定进入工业园区。 3.禁止在邻近基本农田区域排放重金属和多环芳烃、石油烃等有机污染物的开发建设活动。	1.3.本项目位于广灵金隅水泥有限公司现有厂区内，不新增占地；本次一般固废处置及综合利用项目拟利用现有 4000t/d 回转窑协同处置废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉、炭黑等一般固废，以替代部分原煤；协同处置黏湿物料（电石渣等）等一般固废，以替代部分原料；同时协同处置水洗后的旁路灰； 2.不在工业园区范围内。	符合
	污染物排 放管控	1.执行山西省、大同市的污染物排放控制要求。	本项目在广灵金隅水泥有限公司厂区内建设，依托现有 4000t/d 熟料新型干法水泥生产线协同处置一般固废，回转窑的窑尾颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、氟化物、汞及其化合物、氨排放均可满足《水泥工业大气污染物排放标准》（DB14/3176-2024）中表 1 大气污染物有组织排放限值，其他污染物可满足《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485-2013）标准限值要求；物料输送废气排放满足（DB14/3176-2024）表 1 排放标准；项目不新增生活用水；车辆冲洗废水经沉淀后循环利用，定期抽排车辆冲洗池内的废水至污泥仓，最终入窑处置，不外排；旁路灰水洗水经三效蒸发回收钾盐，产生蒸发冷凝水回用至逆流漂洗工序，不外排。	符合
	环境风险 防控	/	/	符合
	资源开发 效率要求	/	/	符合
项目建设符合广灵县防风固沙与土地沙化防控一般生态空间优先保护单元、大同市广灵县一般管控单元的相关管控要求。 1.3 广灵县国土空间总体规划（2021-2035） 规划范围：广灵县行政辖区内全部陆域国土空间，包括壶泉镇、南村镇、				

作疠镇、梁庄镇、加斗镇、蕉山乡、宜兴乡、一斗泉乡，共8个乡镇。县域国土总面积1204.0651平方公里。

统筹优化国土空间总体格局：以资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价为基础，统筹生态、农业、城镇三大空间，推动形成开发和分类保护相适应的“一核两副两轴两区一廊道”国土空间开发保护格局，支撑全县高质量转型发展。

三条控制线：永久基本农田、生态保护红线、城镇开发边界。

生态保护红线：生态保护红线内严禁不符合主体功能定位的各类开发活动，确保生态功能不降低、面积不减少、性质不改变。确立生态保护红线优先地位。生态保护红线划定后，相关规划要符合生态保护红线空间管控要求，不符合的要及时进行调整。总面积为 222.24 平方公里。

永久基本农田：稳定永久基本农田保护数量，开展高标准农田建设提升保护质量，构建全面的永久基本农田保护体系。总面积为47.90平方公里。

城镇开发边界：以国土空间适宜性评价为基础、资源承载力为约束，与生态保护线和永久基本农田保护线相协调，划定城市开发边界，防止城镇规模盲目扩张和建设用地无序蔓延，推动城镇由外延扩张向内涵提升转变。总面积为 17.28 平方公里。

本项目位于山西省大同市广灵县蕉山乡杜庄村（广灵金隅水泥有限公司厂区内），不在生态保护红线、规划城镇开发边界内，不占用永久基本农田，本项目的建设满足广灵县国土空间总体规划（2021-2035）要求。

本项目与“广灵县三区三线”位置关系图见附图 3。

1.4 相关政策符合性分析

（1）项目与《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485-2013）相关要求符合性分析

序号	相关要求	本项目情况	符合性
1	用于协同处置固体废物的水泥窑应采用单线设计熟料生产规模不小于2000 吨/天的新型干法水泥窑。	本项目依托的水泥窑是回转窑，为单线设计熟料生产规模4000 t/d的新型干法水泥窑。	符合
2	采用窑磨一体机模式。	项目水泥窑采用窑磨一体机。	符合
3	用于协同处置固体废物的水泥窑及窑尾余热利用系统应采用高效布袋除尘器作为烟气除尘设施。	本项目水泥窑及窑尾余热利用系统已采用覆膜滤袋除尘器作为烟气除尘设施。	符合

	4		对于改造利用原有设施协同处置固体废物的水泥窑，在进行改造之前原有设施应连续两年达到GB4915 的要求。	根据建设单位2024年排污许可证执行报告、2025年排污许可证执行报告、2026年在线监测数据可知，本项目水泥窑窑尾废气中颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、氟化物、汞及其化合物、氨排放浓度均可满足山西省DB14/3176-2024《水泥工业大气污染物排放标准》中表1大气污染物有组织排放限值，其他污染物排放可满足GB30485-2013《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》标准限值要求。	符合
	5		固体废物的协同处置应确保不会对水泥生产和污染控制产生不利影响。如果无法满足这一要求，应根据所需要协同处置固体废物的特性设置必要的预处理设施对其进行预处理；如果经过预处理后仍然无法满足这一要求，则不应在水泥窑中处置这类废物。	本项目废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉等一般固废经新建块状燃料堆棚暂存后经板链机输送至预热器平台热盘炉燃烧后入分解炉；炭黑通过粉体物料运输车运输到厂，气力输送至炭黑仓，按一定比例与原煤混磨入分解炉煤粉仓通过计量输送入分解炉；黏湿物料（电石渣等）一般固废在现有原料堆棚暂存后经皮带输送至生料入磨皮带，最终入回转窑窑尾预热器分解炉；旁路放风系统产生旁路灰经“旁路灰智洗+蒸发制盐”系统处理，水洗后的旁路灰作为水泥熟料生产原料，产生工业钾盐外售。 项目技改前后水泥熟料各项指标基本不变，符合水泥熟料标准，可见项目改造不会影响水泥熟料的各项技术指标。	符合
	6		禁止下列固体废物入窑进入窑行协同处置：放射性废物；爆炸物及反应性废物；未经拆解的废电池、废家用电器和电子产品；含汞的温度计、血压计、荧光灯管和开关；铬渣未知特性和未经鉴定的废物。	本次一般固废处置及综合利用项目拟利用现有4000t/d回转窑协同处置废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉、炭黑等一般固废，以替代部分原煤；协同处置黏湿物料（电石渣等）等一般固废，以替代部分原料；同时协同处置水洗后的旁路灰。不涉及禁止使用的固体废物。	符合
	7		入窑固体废物应具有相对	本次一般固废处置及综合	符合

		稳定的化学组成和物理特性，其重金属以及氯、氟、硫等有害元素的含量及投加量应满足HJ662的要求。	利用项目拟利用现有4000t/d回转窑协同处置废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉、炭黑等一般固废，以替代部分原煤；协同处置黏湿物料（电石渣等）等一般固废，以替代部分原料；同时协同处置水洗后的旁路灰。根据建设单位提供的成分化验结果（章节2.6），本次替代燃料、替代部分、水洗后的旁路灰成分中重金属，氯、氟、硫等有害元素的含量均可满足HJ662的要求。	
8	选址要求	a.符合城市总体规划、城市工业发展规划要求； b.所在区域无洪水、潮水或内涝威胁。设施所在标高应位于重现期不小于100 年一遇的洪水位之上，并建设在现有和各类规划中的水库等人工蓄水设施的淹没区和保护区之外。	项目位于广灵金隅水泥有限公司现有厂区内，不新增占地。	符合
9	运行技术要求	在运行过程中，应根据固体废物特性按照 HJ 662 中的要求正确选择固体废物投加点和投加方式。	本项目替代燃料（废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉等）经新建块状燃料堆棚暂存后经板链机输送至预热器平台热盘炉燃烧后入分解炉；炭黑通过粉体物料运输车运输到厂，气力输送至炭黑仓，按一定比例与原煤混磨入分解炉煤粉仓通过计量输送入分解炉；黏湿物料经皮带机输送至生料入磨皮带，最终入回转窑窑尾预热器分解炉；水洗后的旁路灰密闭输送至生料磨，作为水泥熟料生产原料；各物料均可实现自动进料；其他依托现有工程，进行计量配料。	符合
10		固体废物的投加过程和在在水泥窑中的协同处置过程应不影响水泥的正常生产。	本次协同处置不影响水泥正常生产。	符合
11		在水泥窑达到正常生产工况并稳定运行至少 4 小时后，方可开始投加固体废物；因水泥窑维修、事故检修等原	水泥窑达到正常生产工况并稳定运行至少 4 小时后，方可开始投加固体废物，水泥窑维修等停窑前至少4小	符合

			因停窑前至少 4 小时内禁止投加固体废物。	时禁止投加固体废物。	
	12		当水泥窑出现故障或事故造成运行工况不正常，如窑内温度明显下降、烟气中污染物浓度明显升高等情况时，必须立即停止投加固体废物，待查明原因并恢复正常运行后方可恢复投加。	水泥窑出现故障或事故造成运行工况不正常，停止投加固体废物，待查明原因并恢复正常运行后方可恢复投加。	符合
	13		在协同处置固体废物时，水泥窑及窑尾余热利用系统排气筒总有机碳（TOC）因协同处置固体废物增加的浓度不应超过 $10\text{mg}/\text{m}^3$ ，TOC 的测定步骤和方法执行HJ 662 和 HJ/T 38 等国家环境保护标准	总有机碳（TOC）因协同处置固体废物增加的浓度不应超过 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 。	符合
	14		利用水泥窑协同处置固体废物时，水泥窑及窑尾余热利用系统排气筒大气污染物中颗粒物、二氧化硫、氮氧化物和氨的排放限值按 GB 4915 中的要求执行。	利用水泥窑协同处置固体废物时，水泥窑及窑尾余热利用系统排气筒大气污染物中颗粒物、二氧化硫、氮氧化物和氨的排放浓度执行山西省DB14/3176-2024《水泥工业大气污染物排放标准》中表1大气污染物有组织排放限值，严于GB 4915 中的要求。	符合
	15	污染物排放限值	利用水泥窑协同处置固体废物时，水泥窑及窑尾余热利用系统排气筒大气污染物中除列入本标准7.1 条外的其他污染物执行表 1 规定的最高允许排放浓度。	本项目水泥窑窑尾废气中氟化物、汞及其化合物的排放浓度执行山西省《水泥工业大气污染物排放标准》（DB14/3176-2024）中表1大气污染物有组织排放限值，其他污染物排放可满足GB30485-2013《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》标准限值要求。	符合
	16		在本标准第 6.4 条规定的情况下，所获得的监测数据不作为执行本标准烟气排放限值的监测数据。每次故障或事故持续排放污染物时间不应超过 4 小时，每年累计不得超过 60 小时。	在本标准第6.4条规定的情况下，所获得的监测数据不作为执行本标准烟气排放限值的监测数据。每次故障或事故持续排放污染物时间不超过4小时，每年累计不超过60小时。	符合
	17		固体废物贮存、预处理等设施产生的废气应导入水泥窑高温区焚烧；或经过处理达到GB14554 规定的限值后排放。	固体废物贮存、预处理等设施产生的废气经过处理达到山西省DB14/3176-2024《水泥工业大气污染物排放标准》中表1大气污染物有组织	符合

			排放限值后排放。	
	18	生活垃圾渗滤液、车辆清洗废水以及水泥窑协同处置固体废物过程产生的其他废水收集后可采用喷入水泥窑内焚烧处置、采用密闭运输送到城市污水处理厂处理、排入城市排水管道进入城市污水处理厂处理或者自行处理等方式。废水排放应符合国家相关水污染物排放标准要求。	本项目不新增生活污水、生活垃圾；车辆冲洗废水经沉淀后循环利用，定期抽排车辆冲洗池内的废水至污泥仓，最终入窑处置，不外排；生活垃圾日产日清，由环卫部门统一处置。	符合
	19	协同处置固体废物的水泥生产企业厂界恶臭污染物限值应按照 GB 14554 执行。	本项目不涉及。	符合
	20	水泥窑旁路放风排气筒大气污染物排放限值按照本标准第 7.1 和 7.2 条执行。	本项目水泥窑已设旁路放风系统，排放废气与窑尾烟气混合处理。	符合
	21	协同处置固体废物的水泥生产企业，除水泥窑及窑尾余热利用系统、旁路放风、固体废物贮存及预处理等设施排气筒外的其他原料、产品的加工、贮存、生产设施的排气筒大气污染物排放和无组织排放限值及周边环境质量监控按照 GB 4915 执行。	其他排气筒大气污染物排放、厂区内颗粒物、厂界无组织氨排放执行山西省《水泥工业大气污染物排放标准》（DB14/3176-2024）中表1大气污染物有组织排放限值；厂界无组织颗粒物排放限值及周边环境质量监控按照 GB 4915 执行。	符合
	22	从水泥窑循环系统排出的窑灰和旁路放风收集的粉尘如直接掺加入水泥熟料，应严格控制其掺加比例，确保满足本标准第 8 章要求。 如果窑灰和旁路放风粉尘需要送至厂外进行处理处置，应按危险废物进行管理。	企业将从水泥窑循环系统排出的窑灰按比例直接掺加入水泥熟料，且可确保水泥产品满足相应标准要求；旁路放风系统产生旁路灰经“旁路灰智洗+蒸发制盐”系统处理，水洗后的旁路灰作为水泥熟料生产原料，产生工业钾盐外售。	符合
综上，项目的建设符合《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485-2013）相关要求相符合。				
（2）项目与《水泥窑协同处置固体废物污染防治技术政策》符合性分析				
表 1-5 项目与《水泥窑协同处置固体废物污染防治技术政策》符合性分析				
序号	相关要求		本项目情况	符合性
二、源头控制				
1	（一）协同处置固体废物应利用现有新型干法水泥窑，并采用窑磨一体化运行方式。处置固体废物应采用单线设计熟料生产规模2000吨/日及以上的水泥窑。本技术政策		本次一般固废处置及综合利用项目拟利用现有日产4000吨熟料新型干法水泥生产线（同时协同处置危险废物）协同处置废纺	符合

		发布之后新建、改建或扩建处置固体废物的水泥企业，应选择单线设计熟料生产规模4000吨/日及以上水泥窑；新建、改建或扩建处置其他固体废物的水泥企业，应选择单线设计熟料生产规模 3000 吨/日及以上水泥窑。鼓励利用符合《水泥行业规范条件（2015 年本）》的水泥窑协同处置固体废物，拟改造前应符合《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485-2013）的要求。	织品、废橡胶颗粒、废泡沫棉、炭黑等一般固废，以替代部分原煤；协同处置黏湿物料（电石渣等）等一般固废，以替代部分原料；同时协同处置水洗后的旁路灰，该项目符合《水泥行业规范条件（2015 年本）》和《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485-2013）的要求。	
	2	（二）应根据生产工艺与技术装备，合理确定水泥窑协同处置固体废物的种类及处置规模。严禁利用水 窑协同处置具有放射性、爆炸性和反应性废物，未经拆解的废家用电器、废电池和电子产品，含汞的温度计、血压计、荧光灯管和开关，铬渣，以及未知特性和未经检测的不明性质废物。	本次一般固废处置及综合利用项目拟利用现有4000t/d回转窑协同处置废纺织品、废橡胶颗粒、废泡沫棉、炭黑等一般固废，以替代部分原煤；协同处置黏湿物料（电石渣等）等一般固废，以替代部分原料；同时协同处置水洗后的旁路灰。不涉及具有放射性、爆炸性和反应性废物，未经拆解的废家用电器、废电池和电子产品，含汞的温度计、血压计、荧光灯管和开关，铬渣，以及未知特性和未经检测的不明性质废物。	符合
	三、清洁生产			
	3	（二）水泥窑协同处置固体废物，应对进场接收、贮存与输送、预处理和入窑处置等场所或设施采取密闭、负压或其他防漏散、防飞扬、防恶臭的有效措施。	本项目协同处置废纺织品、废橡胶颗粒、废泡沫棉、黏湿物料（电石渣等）等一般固废、水洗后的旁路灰，入窑处置等场所均采取密闭、负压、防渗等措施。	符合
	4	（三）固体废物在水泥企业应分类贮存，贮存设施应单独建设，不应与水泥生产原燃料或产品混合贮存。	本项目废纺织品、废橡胶颗粒、废泡沫棉等一般固废经新建块状燃料堆棚暂存；炭黑通过粉体物料运输车运输到厂，气力输送至炭黑仓贮存；黏湿物料（电石渣等）一般固废在现有原料堆棚暂存；旁路放风系统产生旁路灰在氯灰仓暂存后经气力输送系	符合

			统输送至旁路灰资源化系统的氯灰接收仓，采取“旁路灰智洗+蒸发制盐”系统处理，水洗后的旁路灰密闭输送至生料磨，作为水泥熟料生产原料；产生工业钾盐袋装后于结晶盐暂存库内暂存。	
	5	（五）严格控制水泥窑协同处置入窑废物中重金属含量及投加量；水泥熟料中可浸出重金属含量限值应满足《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB30760-2014）的相关要求。水泥窑协同处置重金属类固体废物时，应提高对水泥熟料重金属浸出浓度的检测频次。严格控制入窑废物中氯元素的含量，保证水泥窑能稳定运行和水 熟料质量，同时遏制二噁英类污染物的产生。	本次一般固废处置及综合利用项目拟利用现有4000t/d回转窑协同处置废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉、炭黑等一般固废，以替代部分原煤；协同处置黏湿物料（电石渣等）等一般固废，以替代部分原料；水洗后的旁路灰密闭输送至生料磨，作为水泥熟料生产原料，入窑废物中重金属含量及投加量满足（HJ662-2013）、（GB/T30760-2024）相关要求；水泥熟料中可浸出重金属含量限值应满足《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB30760-2014）的相关要求。	符合
	6	（六）固体废物入窑投加位置及投加方式应根据水泥窑运行条件及预处理情况在满足《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013）要求的同时，根据固体废物的成分、热值等参数进行合理配伍，保障固体废物投加后水泥窑能稳定运行。含有机挥发性物质的废物、含恶臭废物及含氰废物不能投入生料制备系统，应从高温段投入水泥窑。	本项目废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉等一般固废经新建块状燃料堆棚暂存后经板链机输送至预热器平台热盘炉燃烧后入分解炉；炭黑通过粉体物料运输车运输到厂，气力输送至炭黑仓，按一定比例与原煤混磨入分解炉煤粉仓通过计量输送入分解炉，以替代部分原煤；水洗后的旁路灰密闭输送至生料磨，作为水泥熟料生产原料。本项目投加物料按比例入窑，可保证水泥窑的稳定运行。 技改前后水泥窑总热能需求量不变。	符合

	7	(七) 水泥窑协同处置固体废物应按照废物特性和水泥生产要求配置相应的投加计量和自动控制进料装置。	本项目按要求配置进料装置。	符合
	四、末端治理			
	8	(一) 水泥窑协同处置固体废物设施，窑尾烟气除尘应采用高效袋式除尘器；2014 年3月1日前已建成投产或环境影响评价文件已通过审批的协同处置固体废物设施，如窑尾采用电除尘器应持续提升其运行的稳定性，提高除尘效率，确保污染物连续稳定达标排放，鼓励将电除尘器改造为高效袋式除尘器。加强对协同处置固体废物 泥窑除尘器的运行与维护管理，确保除尘器与水泥窑生产百分之百同步运转。	本项目水泥回转窑采用“低氮分级燃烧+旁路放风（抽取6%烟气：急冷器+旋风除尘器+高效布袋除尘器）+SCR脱硝+玻纤覆膜袋式除尘”处理后，经105m高排气筒（DA019）达标排放；窑尾配套安装有烟气在线监测系统，运行较为稳定。	符合
	9	(二) 水泥窑协同处置过程中的氮氧化物、二氧化硫等污染物排放控制应执行《水泥工业污染防治技术政策》（环境保护部公告2013年第31 号）的相关要求。	本项目水泥回转窑采用“低氮分级燃烧+旁路放风（抽取6%烟气：急冷器+旋风除尘器+高效布袋除尘器）+SCR脱硝+玻纤覆膜袋式除尘”处理后，经105m高排气筒(DA019) 达标排放，颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、氟化物、汞及其化合物、氨排放均可满足《水泥工业大气污染物排放标准》（DB14/3176-2024）中表1大气污染物有组织排放限值，其他污染物可满足《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485-2013）标准限值要求，排放浓度较《水泥工业污染防治技术政策》（环境保护部公告2013年第31 号）的相关要求更严格。	符合
	10	(三) 水泥窑协同处置固体废物产生的渗滤液、车辆清洗废水及协同处置废物过程产生的其他废水，可经适当预处理后送入城市污水处理厂处理，或单独设置污水处理装置处理达标后回用，如果废水产生量小可直接喷入水泥窑内焚烧处置。严禁将未经处理的渗滤液及废	本项目车辆冲洗废水经沉淀后循环利用，定期抽取车辆冲洗池内的废水至污泥仓，最终入窑处置，不外排；旁路灰水洗车经三效蒸发回收钾盐，产生蒸发冷凝水回用至逆流漂洗工序，不外排。	符合

		水以任何形式直接排放。		
	11	(四) 水泥企业应对协同处置固体废物操作过程和环保设施运行情况进行记录, 其中有条件的项目应纳入企业运行中控系统, 具备即时数据查询和历史数据查询的功能。处置危险废物的数据记录应保留五年以上, 处置一般固体废物的数据记录应保留一年以上。	建设单位对环保设施运行情况进行了记录。	符合
	12	(五) 水泥企业应建立监测制度, 定期开展自行监测。重点加强对窑尾废气中氯化氢、氟化氢、重金属和二噁英类污染物的监测。水泥窑排气筒必须安装大气污染物自动在线监测装置, 监测数据信息应按照《国家重点监控企业污染源监督性监测及信息公开办法(试行)》的要求进行公开。	建设单位已制定了自行监测计划, 水泥窑排气筒设置了自动在线监测装置; 本项目建成后本次监测计划纳入全厂监测系统; 监测数据信息应按照《国家重点监控企业污染源监督性监测及信息公开办法(试行)》的要求进行公开。	符合
	13	(六) 水泥窑旁路放风系统排出的废气不能直接排放, 应与窑尾烟气混合处理或单独处理。旁路放风排气筒污染物排放限值和监测方法应执行《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》(GB30485-2013) 的相关要求。对标准中未包含的特征污染物应符合环境影响评价提出的相关排放限值的要求。	建设单位水泥窑窑尾配套建设了旁路放风系统, 排放废气与窑尾烟气混合处理, 不单独设置排气筒。	符合
	五、二次污染防治			
	14	(一) 协同处置固体废物水泥窑的窑尾除尘灰宜返回原料系统, 但为避免汞等挥发性重金属在窑内过度积累而排出的窑尾除尘灰和旁路放风粉尘不应返回原料系统。	本项目窑灰全部进行回收送入生料入窑系统作为原料综合利用; 旁路放风系统产生氯灰经“旁路灰智洗+蒸发制盐”系统处理, 水洗后的旁路灰密闭输送至生料磨, 作为水泥熟料生产原料。	符合
	15	(三) 污泥干化系统、生活垃圾贮存及预处理温区焚烧处理或在干化系统中安装废气除臭设施, 采用生物、化学等除臭技术处理后达标排放。在水泥窑停窑期间, 固体废物贮存及预处理产生的废气、污泥干化系统产生的废气须经废气治理设施处理后达标排放。	本次一般固废处置及综合利用项目拟利用现有4000t/d回转窑协同处置废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉、炭黑等一般固废, 以替代部分原煤; 协同处置黏湿物料(电石渣等)等一般固废, 以替代部分原料; 同时协同处置水洗后的旁路灰。本次评价不包括污泥、生活垃圾等的	符合

		处置。	
	本项目的建设符合《水泥窑协同处置固体废物污染防治技术政策》的相关要求。 (3) 与《山西省生态环境厅关于严格高耗能、高排放项目环境管理的通知》的符合性分析 本次一般固废处置及综合利用项目拟利用现有 4000t/d 回转窑协同处置废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉、炭黑等一般固废，以替代部分原煤；协同处置黏湿物料（电石渣等）等一般固废，以替代部分原料；同时协同处置水洗后的旁路灰。替代燃料、替代原料、水洗后的旁路灰严格按照配比进行投加量，可减少原煤、石灰石的用量，替代后污染物排放量不增加，水泥产能保持不变，不违背《通知》相关要求。 (4)项目与《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》(HJ662-2013)的符合性分析		
	表 1-6 与《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》的符合性分析		
	项目	相关要求	本项目情况
	4.协同处置设施技术要求	4.1 水泥窑 4.1.1 满足以下条件的水泥窑可用于协同处置固体废物： a) 窑型为新型干法回转窑。 b) 单线设计熟料生产规模不小于 2000 吨/日。 c) 对于改造利用原有设施协同处置固体废物的水泥窑，在改造之前原有设施应连续两年达到 GB4915 的要求。 4.1.2 用于协同处置固体废物的水泥窑应具备以下功能： a) 采用窑磨一体机模式。 b) 配备在线监测设备，保证运行工况的稳定；包括窑头烟气温度、压力；窑表面温度；窑尾烟气温度、压力、O₂浓度；分解炉或最低一级旋风筒出口烟气温度、压力、O₂ 浓度；顶级旋风筒出口烟气温度、压力、O₂、CO浓度。 c) 水泥窑及窑尾余热利用系统采用高效布袋除尘器作为烟气除尘设施，保证排放烟气中颗粒物浓度满足《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》的要求。水泥窑及窑尾余热利用系统排气筒配备粉尘、NO_x、SO₂浓度在线监测	4.1.1本项目依托现有4000t/d熟料新型干法水泥生产线协同处置一般固废；现依据建设单位2025年排污许可证执行报告、2026年在线监测中监测数据分析可知，本项目依托回转窑的窑尾颗粒物、SO₂、NO_x、氟化物、汞及其化合物、氨排放均可满足《水泥工业大气污染物排放标准》（DB14/3176-2024）中表1大气污染物有组织排放限值，其他污染物可满足《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485-2013）标准限值要求。 4.1.2本项目依托的现有熟料新型干法水泥窑采用窑磨一体机模式，窑尾采用袋式除尘器后废气达标排放。窑尾排气筒设置了在线监测装置，并与当地环保主管部门进行了联网，实现了对颗粒物、NO_x、SO₂的连续监测，确保企业废气污染物能稳定达标排放；本项目依托的现有4000t/d水泥熟料生产线配
			符合

	设备，连续监测装置需满足 HJ/T76 的要求，并与当地监控中心联网，保证污染物排放达标。 d) 配备窑灰返窑装置，将除尘器等烟气处理装置收集的窑灰返回送往生料入窑系统。 4.1.3 用于协同处置固体废物的水泥生产设施所在位置应该满足以下条件： a) 符合城市总体规划、城市工业发展规划要求。 b) 所在区域无洪水、潮水或内涝威胁。设施所在标高应位于重现期不小于 100 年一遇的洪水位之上，并建设在现有和各类规划中的水库等人工蓄水设施的淹没区和保护区之外。	备了窑灰返窑装置。 4.1.3 本项目位于已建厂区内，所在区域无洪水、潮水或内涝威胁。	
	4.2 固体废物投加设施 4.2.1 固体废物投加设施应该满足以下条件： a) 能实现自动进料，并配置可调节投加速率的计量装置实现定量投料。 b) 固体废物输送装置和投加口应保持密闭，固体废物投加口应具有防回火功能。 c) 保持进料通畅以防止固体废物搭桥堵塞。 d) 配置可实时显示固体废物投加状况的在线监视系统。 e) 具有自动联机停机功能，当水泥窑或烟气处理设施因故障停止运转，或者当窑内温度、压力、窑转速、烟气中氧含量等运行参数偏离设定值时，或者烟气排放超过标准设定值时，可自动停止固体废物投加。 f) 处理腐蚀性废物时，投加和输送装置应采用防腐材料。 4.2.2 固体废物在水泥窑中投加位置应根据废物特性从以下三处选择（参见附录 A）： a) 窑头高温段，包括主燃烧器投加点和窑门罩投加点。 b) 窑尾高温段，包括分解炉、窑尾烟室和上升烟道投加点。 c) 生料配料系统（生料磨）。 4.2.3 不同位置的投加设施应满足以下特殊要求：	4.2.1、4.2.2、4.2.3 本项目替代燃料（废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉等）经新建块状燃料堆棚暂存后经板链机输送至预热器平台热盘炉燃烧后入分解炉；炭黑通过粉体物料运输车运输到厂，气力输送至炭黑仓，按一定比例与原煤混磨入分解炉煤粉仓通过计量输送入分解炉；黏湿物料经皮带机输送至生料入磨皮带，最终入回转窑窑尾预热器分解炉；水洗后的旁路灰密闭输送至生料磨，作为水泥熟料生产原料；均可实现自动进料；其他依托现有工程，进行计量配料。输送装置和投加口保持密闭，固体废物投加口具有防回火功能，运行过程中保持进料通畅以防止固体废物搭桥堵塞，配置可实时显示固体废物投加状况的在线监视系统，具有自动联机停机功能，项目不涉及腐蚀性废物。	符合

		a) 生料磨投加可借用常规生料投料设施。 b) 主燃烧器投加设施应采用多通道燃烧器，并配备泵力或气力输送装置；窑门罩投加设施应配备泵力输送装置，并在窑门罩的适当位置开设投料口。 c) 窑尾投加设施应配备泵力、气力或机械传输带输送装置，并在窑尾烟室、上升烟道或分解炉的适当位置开设投料口；可对分解炉燃烧器的气固相通道进行适当改造，使之适合液态或小颗粒状废物的输送和投加。	
	4.3 固体废物贮存设施 4.3.1 固体废物贮存设施应专门建设，以保证固体废物不与水泥生产原料、燃料和产品混合贮存。 4.3.2 固体废物贮存设施内应专门设置不明性质废物暂存区。不明性质废物暂存区应与其他固体废物贮存区隔离，并设有专门的存取通道。 4.3.3 固体废物贮存设施应符合 GB50016 等相关消防规范的要求。与水泥窑窑体、分解炉和预热器保持一定的安全距离；贮存设施内应张贴严禁烟火的明显标识；应根据固体废物特性、贮存和卸载区条件配置相应的消防警报设备和灭火药剂；贮存设施中的电子设备应接地，并装备抗静电设备；应设置防爆通讯设备并保持通畅完好。 4.3.6 除第 4.3.4 和 4.3.5 两条规定之外的其他固体废物贮存设施应有良好的防渗性能，以及必要的防雨、防尘功能。	4.3.1 本项目新建块状燃料堆棚贮存废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉等一般固废，分区堆存；炭黑通过粉体物料运输车运输到厂，气力输送至炭黑仓；黏湿物料（电石渣等）依托现有原料堆棚，分区堆存；旁路放风系统产生旁路灰在氯灰仓暂存后经气力输送系统输送至旁路灰资源化系统的氯灰接收仓； 4.3.2 本项目协同处置废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉、炭黑、黏湿物料（电石渣等）等一般固废、水洗后的旁路灰，本项目明确不接受不明性质的废物。 4.3.3 新建块状燃料堆棚、氯灰接收仓、依托的现有原料堆棚、炭黑仓（原北原煤仓改造）符合 GB50016 等相关消防规范的要求。贮存和卸载区条件配置相应的消防警报设备和灭火药剂；贮存设施中的电子设备应接地，并装备抗静电设备；应设置防爆通讯设备并保持通畅完好。 4.3.6 依托的原料堆棚防雨、防尘，已做防渗处理（全密闭、库内地面硬化，顶部设喷雾抑尘设施）；新建块状燃料堆棚、氯灰接收仓按照要求进行建设。	符合

		4.5 固体废物厂内输送设施 4.5.1 在固体废物装卸场所、贮存场所、预处理区域、投加区域等各个区域之间，应根据固体废物特性和设施要求配备必要的输送设备。 4.5.2 固体废物的物流出入口以及转运、输送路线应远离办公和生活服务设施。 4.5.3 输送设备所用材料应适应固体废物特性，确保不被腐蚀和与固体废物发生任何反应。 4.5.4 管道输送设备应保持良好的密闭性能，防止固体废物的滴漏和溢出。 4.5.5 非密闭输送设备（如传送带、抓料斗等）应采取防护措施（如加设防护罩），防止粉尘飘散。 4.5.6 移动式输送设备，应采取措施防止粉尘飘散和固体废物遗撒。	本项目废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉等一般固废经新建块状燃料堆棚暂存后经板链机输送至预热器平台热盘炉燃烧后入分解炉；炭黑通过粉体物料运输车运输到厂，气力输送至炭黑仓，按一定比例与原煤混磨入分解炉煤粉仓通过计量输送入分解炉；黏湿物料（电石渣等）一般固废在现有原料堆棚暂存后经皮带输送至生料入磨皮带，最终入回转窑窑尾预热器分解炉；水洗后的旁路灰密闭输送至生料磨。转运、输送路线远离办公和生活服务设施。 工业废物输送过程中采取防泄漏、防散落、防破损、防雨、防晒、防风的措施。	符合
	6.协同处置运行技术要求	6.3 废物贮存的技术要求 6.3.1 固体废物应与水泥厂常规原料、燃料和产品分开贮存，禁止共用同一贮存设施。	本项目新建块状燃料堆棚贮存废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉等一般固废；炭黑通过粉体物料运输车运输到厂，气力输送至炭黑仓；黏湿物料（电石渣等）依托现有原料堆棚，分区堆存；旁路放风系统产生旁路灰在氯灰仓暂存后经气力输送系统输送至旁路灰资源化系统的氯灰接收仓贮存。与常规原料、燃料和产品分开贮存。	符合
		6.5 固体废物厂内输送的技术要求 6.5.1 在进行固体废物的厂内输送时，应采取必要的措施防止废物的扬尘、溢出和泄漏。 6.5.2 固体废物运输车辆应定期进行清洗。	本项目替代燃料经新建块状燃料堆棚暂存后经板链机输送至预热器平台热盘炉燃烧后入分解炉；炭黑通过粉体物料运输车运输到厂，气力输送至炭黑仓，按一定比例与原煤混磨入分解炉煤粉仓通过计量输送入分解炉；黏湿物料经皮带机输送至生料入磨皮带，最终入回转窑窑尾预热器分解炉；水洗后的旁路灰密闭输送至生料磨。 进出厂区的车辆在厂区洗车平台进行车辆冲洗。	符合

		6.6 固体废物投加的技术要求 6.6.1 根据固体废物的特性和进料装置的要求和投加口的工况特点，选择适当的废物投加位置。 6.6.2 固体废物投加时应保证窑系统工况的稳定。 6.6.5 在窑尾投加的技术要求 a) 含 POPs 物质和高氯、高毒、难降解有机物质的固体废物优先从窑头投加。若受物理特性限制需要从窑尾投加时，优先选择从窑尾烟室投加点。 b) 含水率高或块状废物应优先选择从窑尾烟室投入。 c) 在窑尾投加的液态、浆状废物应通过泵力输送，粉状废物应通过密闭的机械传送装置或气力输送，大块状废物应通过机械传送装置输送。 6.6.7 入窑物料（包括常规原料、燃料和固体废物）中重金属的最大允许投加量不应大于表 1 所列限值，对于单位为 mg/kg-cem 的重金属，最大允许投加量还包括磨制水泥时由混合材带入的重金属。 6.6.8 协同处置企业应根据水泥生产工艺特点，控制随物料入窑的氯（Cl）和氟（F）元素的投加量，以保证水泥的正常生产和熟料质量符合国家标准。入窑物料中氟元素含量不应大于 0.5%，氯元素含量不应大于 0.04%。 6.6.9 协同处置企业应控制物料中硫元素的投加量。通过配料系统投加的物料中硫化物硫与有机硫总含量不应大于 0.014%；从窑头、窑尾高温区投加的全硫与配料系统。投加的硫酸盐硫总投加量不应大于 3000mg/kg-cli。	本项目替代燃料、替代部分原料一般固废的物料性状、成分等和现有工程燃料类似，替代燃料（废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉等）经新建块状燃料堆棚暂存后经板链机输送至预热器平台热盘炉燃烧后入分解炉；炭黑通过粉体物料运输车运输到厂，气力输送至炭黑仓，按一定比例与原煤混磨入分解炉煤粉仓通过计量输送入分解炉；黏湿物料经皮带机输送至生料入磨皮带，最终入回转窑窑尾预热器分解炉；水洗后的旁路灰密闭输送至生料磨；投加时应保证窑系统工况的稳定。 根据工程分析（见章节2.6入窑物料投加量计算），通过计算，入窑物料重金属、氯（Cl）、氟（F）和硫（S）元素投加量满足规范要求。	符合
	7.协同处置污染物排放控制要求	7.1 窑灰排放和旁路放风控制 7.1.1 为避免外循环过程中挥发性元素（Hg、Tl）在窑内的过度累积，协同处置水泥企业在发现排放烟气中Hg或Tl浓度过高时宜将除尘器收集的窑灰中的一部分排出水泥窑循环系统。 7.1.2 为避免内循环过程中挥发性元素和物质（Pb、Cd、As和碱	7.1相应要求满足性分析 1、根据工程分析，本项目相关重金属投加量符合规范限值要求，建设单位应加强管理，在后续运行过程中定期测定相关元素含量。 2、项目从水泥窑循环系统排出的窑灰将采用直接掺加入水泥熟料的处置方式，但环	符合

		金属氯化物、碱金属硫酸盐等)在窑内的过度积累,协同处置企业可定期进行旁路放风。 7.1.3 未经处置的从水泥窑循环系统排出的窑灰和旁路放风收集的粉尘不得再返回水泥窑生产熟料。 7.1.4 从水泥窑循环系统排出的窑灰和旁路放风收集的粉尘若采用直接掺加入水泥熟料的处置方式,应严格控制其掺加比例,确保水泥产品中的氯、碱、硫含量满足要求,水泥产品环境安全性满足相关标准的要求。 7.1.5 水泥窑旁路放风排气筒大气污染物排放限值按照GB30485 的要求执行。	评要求严格控制其掺加比例,确保水泥产品中的氯、碱、硫含量满足要求,水泥产品环境安全性满足相关标准的要求; 3、本企业水泥窑旁路放风采取“急冷器+旋风除尘器+高效布袋除尘器”处理后引入窑尾SCR脱硝+玻纤覆膜袋式除尘处理,经105m高排气筒(DA019)达标排放,旁路放风系统未单独设置排气筒。	
		7.2 水泥产品环境安全性控制 7.2.1 生产的水泥产品质量应满足 GB175 的要求。 7.2.2 协同处置固体废物的水泥窑生产的水泥产品中污染物的浸出应满足国家相关标准。 7.2.3 协同处置固体废物的水泥窑生产的水泥产品的检测按照国家相关标准中的规定执行。	技改前后水泥熟料中重金属含量满足《水泥工厂设计规范》(GB50295-2016)要求,不会影响水泥品质。本项目水泥产品环境安全性可控。企业产品出厂之前,会对水泥进行鉴定,确保水泥产品中污染物的满足国家相关标准。	符合
		7.3 烟气排放控制 7.3.1 水泥窑协同处置固体废物的排放烟气应满足《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》的要求。 7.3.2 按照《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》的要求对协同处置固体废物水泥窑排放烟气进行监测。 7.3.3 水泥窑及窑尾余热利用系统排气筒总有机碳(TOC)因协同处置固体废物增加的浓度应满足《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》的要求。	1、本项目通过回转窑窑内高温碱性环境中和、脱硝系统、布袋除尘等处理后排放烟气中颗粒物、SO₂、NO_x、氟化物、汞及其化合物、氨均执行《水泥工业大气污染物排放标准》(DB14/3176-2024)中表1大气污染物有组织排放限值,其他污染物满足《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》(GB30485-2013)标准限值要求。 2、企业按照《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》的要求对水泥窑排放烟气进行监测。 3、根据企业自行监测报告,水泥窑窑尾余热利用系统排气筒总有机碳(TOC)进行监测,在运行过程中因协同处置固体废物增加的浓度要满足《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》的要求。	符合

		7.4 废水排放控制 7.4.1 固体废物贮存和预处理设施以及固体废物运输车辆清洗产生的废水应经收集后按照《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》的要求进行处理。	本项目不产生渗滤液，车辆冲洗废水经沉淀后循环利用，定期抽排车辆冲洗池内的废水至污泥仓，最终入窑处置，不外排；旁路灰水洗水经三效蒸发回收钾盐；水洗后的旁路灰密闭输送至生料磨，作为水泥熟料生产原料，不外排；满足《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》的要求。	符合
		7.5 其他污染物排放控制 7.5.1 固体废物贮存、预处理等设施产生的废气应导入水泥窑高温区焚烧；或经过处理达到GB14554 规定的限值后排放。 7.5.2 协同处置固体废物的水泥生产企业厂界恶臭污染物限值应按照 GB14554 执行。	本项目替代燃料（废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉等）经新建块状燃料堆棚暂存后经板链机输送至预热器平台热盘炉燃烧后入分解炉，上料口设置集气罩引入现有木屑上料口除尘器处理 后经 15m 排气筒（DA094）外排；炭黑仓（原北煤仓）配套仓顶除尘器处理 后经 15m 高排气筒（DA095）外排；黏湿物料（电石渣等）一般固废在现有原料堆棚暂存后经皮带输送至生料入磨皮带，最终入回转窑窑尾预热器分解炉；水洗后的旁路灰密闭输送至生料磨，作为水泥熟料生产原料；配套氯灰接收仓粉尘经仓顶袋式除尘器处理 后经 15m 高排气筒（DA097）外排。不涉及恶臭污染物。	符合
		综上所述，本项目的建设符合《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013）的要求。		

（5）项目与《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB30760-2024）的符合性分析

表 1-7 与《水泥窑协同处置固体废物技术规范》的符合性分析

序号	相关内容		本项目情况	符合性
1	鉴别和检测	水泥生产企业在接收固体废物之前，应对固体废物进行鉴别和分析，确定固体废物是否适宜水泥窑协同处置。	本环评要求：建设单位签订协同处置合同之前、废物运输到建设单位之前，均应对拟协同处置的废物进行取样及特性分析，以保证协同处置过程不影	符合

			响水泥生产过程和操作运行安全，以确保后续烟气达标排放。 2) 对拟协同处置的废物进行取样和特性分析前，应对废物产生过程进行调查分析，在此基础上制定取样分析方案，样品采集完成后，针对废物特性要求及确保运输、贮存和协同处置全过程安全、水泥生产安全、烟气排放和水泥产品质量满足标准所要求的项目，展开分析测试。废物特性经双方确认后在协同处置合同中注明	
2	管理要求	协同处置固废企业应设立处置废物的管理机构，建立健全各项管理制度并由专职人员负责处置固废管理及环境保护有关工作。	本项目由建设单位环保管理部负责管理，并由专人负责处置固废的管理及相关工作	符合
3	设施场地与储存	危险废物的贮存设施应满足GB18597的要求，生产处置厂内一般废物的贮存设施应满足GB50016的要求。固体废物的贮存设施要有必要的防渗性能。贮存设施内产生的废气和渗滤液应根据各自的性质，按照相关国家标准进行处理达标后排放。	本项目替代燃料经新建块状燃料堆棚暂存后经板链机输送至预热器平台热盘炉燃烧后入分解炉，上料口设置集气罩引入现有木屑上料口除尘器处理后经15m排气筒（DA094）外排；炭黑仓（原北煤仓）配套仓顶除尘器处理后经15m高排气筒（DA095）外排；黏湿物料经皮带机输送至生料入磨皮带，最终入回转窑窑尾预热器分解炉；水洗后的旁路灰密闭输送至生料磨，作为水泥熟料生产原料；配套氯灰接收仓粉尘经仓顶袋式除尘器处理后经15m高排气筒（DA097）外排；已建原料堆棚、新建块状燃料堆棚、旁路灰资源化工程占地均采取防渗漏、防雨淋、防扬尘等措施	符合
4	固体废物的输送	在生产处置厂区内可采用机械、气力等输送装备或车辆输送、转运固废。固废的输送、转运要有防扬尘、防异味发散、防泄漏等技术措施。对于有挥发性或化工恶臭的固废，应在密闭或负压条件下	本项目废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉等一般固废经新建块状燃料堆棚暂存后经板链机输送至预热器平台热盘炉燃烧后入分解炉；炭黑通过粉体物料运输车运输到厂，气力输送至炭黑仓，按一定比例与原煤混磨入分解炉煤粉仓通过计量输送	符合

			进行输送、转运，产生的废气应导入水泥窑中或 是通过空气过滤装置后 达标排放；输送、转运管 道应有防爆措施。	入分解炉；黏湿物料（电石渣 等）一般固废在现有原料堆棚 暂存后经皮带输送至生料入磨 皮带，最终入回转窑窑尾预热器 分解炉；水洗后的旁路灰密 闭输送至生料磨。	
	5	固体 废物的预 处理	为适应水泥窑处置的要求，可在生产处置厂区内 对固废进行预处理，预处理 工艺过程要有防扬尘、厂， 气力输送至炭黑仓；黏湿 物料（电石渣等）依托现有原 料堆棚，分区堆存；旁路放风 系统产生旁路灰在氯灰仓暂存 后经气力输送系统输送至旁路 灰资源化系统的氯灰接收仓。 各堆棚均按要求采取防扬尘、 防渗措施。	本项目新建块状燃料堆棚贮存 废纺织品、废橡胶颗粒、废泡 棉等一般固废，分区堆存；炭 黑通过粉体物料运输车运输到 厂，气力输送至炭黑仓；黏湿 物料（电石渣等）依托现有原 料堆棚，分区堆存；旁路放风 系统产生旁路灰在氯灰仓暂存 后经气力输送系统输送至旁路 灰资源化系统的氯灰接收仓。 各堆棚均按要求采取防扬尘、 防渗措施。	符合
	6	水泥窑 工艺技术 设备及运行	协同处置固体废物的水 泥窑是新型干法预分解 窑，设计熟料规模大于 2000t/d，生产过程控制采 用现场总线或DCS或PLC 控制系统、生料质量控制 系统，生产管理信息分析 系统；窑尾安装大气污染 物连续监测装置，窑炉烟 气排放采用高效除尘器 除尘，除尘器的同步运转 率为100%。	①现有水泥熟料生产线的生产 规模为4000t/d，为新型干法水 泥窑；②水泥线采用窑磨一体 机；③窑尾采用高效袋收尘； 水泥窑窑尾配备粉尘、NO _x 、 SO ₂ 浓度在线监测设备，并与当 地环保部门联网，保证污染物 排放达标。	符合
	7	投料	水泥窑协同处置固体废 物投料点可在生料制备 系统、分解炉和回转窑系 统。设在分解炉和回转窑 系统上的投料点应保持 负压操作。水泥窑协同处 置固废投料应有准备计 量和自动控制装置。在水 泥窑或烟气除尘设备出 现不正常状况时，应自动 联机停止固废投料。在水 泥窑达到正常工况并稳 定运行至少4小时后，可 开始投料。	本项目废纺织品、废橡胶颗粒、 废泡棉、炭黑等一般固废经新 建块状燃料堆棚暂存后经板链 机输送至预热器平台热盘炉燃 烧后入分解炉；炭黑通过粉体 物料运输车运输到厂，气力输 送至炭黑仓，按一定比例与原 煤混磨入分解炉煤粉仓通过计 量输送入分解炉；黏湿物料（电 石渣等）一般固废在现有原料 堆棚暂存后经皮带输送至生料 入磨皮带，最终入回转窑窑尾 预热器分解炉；水洗后的旁路 灰密闭输送至生料磨，后入分 解炉。均设置计量給料装置， 能实现自动进料。	符合
	8	入窑生 料重金	规范中给出重金属含量 规定限值。	根据工程分析，本项目入窑重 金属投加量符合标准要求	符合

	属含量 限值			
9	大气污 染物排 放限值 及监测	水泥窑排放的大气污染 物应按GB4915、 GB30485、HJ662 进行监 测并满足相关要求。	本项目水泥窑已设旁路放风系 统，排放废气与窑尾烟气混合 处理。回转窑窑尾废气中颗粒 物、SO ₂ 、NO _x 、氟化物、汞及 其化合物、氨均执行《水泥工 业大气污染物排放标准》 (DB14/3176-2024)中表1大气 污染物有组织排放限值；其他 污染物排放限值符合《水泥窑 协同处置固体废物污染控制标 准》(GB30485-2013)要求。	符合

综上所述，本项目符合《水泥窑协同处置固体废物技术规范》
(GB30760-2024)的要求。

(6) 项目与《固体废物再生利用污染防治技术导则》（HJ1091-2020）
的符合性分析

表 1-8 与《固体废物再生利用污染防治技术导则》（HJ1091-2020）
的符合性分析

《固体废物再生利用污染防治技术导则》相关 内容	本项目情况	符合性
4 总体要求：当没有国家污染控制标准或技术 规范时，应以再生利用的固体废物中的特征污 染物为评价对象，综合考虑其在固体废物再生 利用过程中的迁移转化行为以及再生利用产物 的用途，进行环境风险定性评价，依据评价结 果来识别该产物中的有害成分。	本项目投产后应根据 《固体废物再生利用 污染防治技术导则》 (HJ1091-2020)要求 对副产品进行环境风 险定性评价。	符合
5.2清洗技术要求： 可根据洗涤目的对固体废物进行多级清洗，清 洗工艺可采用顺流清洗或逆流清洗。 固体废物清洗设备应具备耐磨、防腐蚀等性能。	本项目旁路灰资源化 系统设有水洗设备， 清洗设备具备耐磨、 防腐蚀等性能。	符合
5.9蒸发结晶技术要求： 固体废物结晶处理前应对其进行必要的预处 理，以保证固体废物的均匀性。 蒸发结晶过程产生的冷凝液和粘稠剩余物，应 经浓缩、脱水等预处理后优先进行回收利用， 或送至有相应资质和处理能力的企业进行综合 利用或处置。	固体废物结晶处理前 进行了水洗、过滤等 工艺，保证了固废的 均匀性。蒸发结晶过 程产生的冷凝水回 用，旁路灰资源化产 生的水洗灰渣和滤渣 经收集后入窑焚烧处 置。	符合
8 监测：固体废物再生利用企业应定期对固体 废物再生利用产品进行采样监测，监测频次应 满足：当首次再生利用某种危险废物时，针对 再生利用产品中的特征污染物监测频次不低于 每天1次；连续一周监测结果均不超出环境风险 评价结果时，在该危险废物来源及投加量稳定	本项目投产后应按照 要求对副产氯化钾相 关指标进行采样监 测。	符合

	的前提下，频次可减为每周1次；连续两个月监测结果均不超出环境风险评价结果时，频次可减为每月1次；若在此期间监测结果出现异常或危险废物来源发生变化或再生利用中断超过半年以上，则监测频次重新调整为每天1次，依次重复。		
	综上所述，本项目符合《固体废物再生利用污染防治技术导则》（HJ1091-2020）的要求。 1.9 环境可行性分析 本项目位于广灵金隅水泥有限公司现有厂区内，占用工业用地，不新增占地，不新增环境保护目标；项目的建设满足广灵县国土空间规划相关要求、满足“广灵县防风固沙与土地沙化防控一般生态空间优先保护单元、大同市广灵县一般管控单元”的管控要求；不属于“两高”项目；项目各产污环节经配套的环保设施后，均可达标排放，对环境及周围敏感因素的影响可以接受。本项目建设完成后，回转窑生产系统生产指标熟料标煤耗由 115.17kgce/t 降低至 113.42kgce/t，每年可减少标煤消耗约 34450 吨，年减少碳排放约 96581.98tCO₂，助力企业达成碳达峰、碳中和目标，符合环保政策要求。		

二、建设项目工程分析

建设内容	2.1 项目背景 广灵金隅水泥有限公司成立于 2012 年 11 月 1 日，位于山西省大同市广灵县蕉山乡杜庄村。公司现建有一条日产 4000 吨熟料新型干法水泥生产线（水泥窑协同处置 30000t/a 危险废物系统）和年产 186 万吨水泥粉磨系统，配套回转窑规格：Φ4.3×64m，两套辊压机 Φ1.5m×1.0m + 水泥磨 Φ3.8m×13m 水泥联合粉磨系统，7.5MW 纯低温余热发电系统。2014 年 5 月 8 日整条水泥生产线（包括生料制备、熟料烧成、水泥粉磨工序）及矿山（不包括余热发电工程）完成竣工环保验收；2015 年 7 月 15 日，余热发电工程完成竣工环保验收；2016 年 11 月 7 日取得危险废物经营许可证后，危废协同处置危险废物项目于 2017 年 1 月投入生产，2019 年进行了危废贮存库扩建及技术改造；生物质燃料应用节能改造项目于 2024 年 4 月 17 日完成自主验收；2026 年 4 月回转窑窑尾配套建设了旁路放风系统；2025 年 7 月 9 日，广灵金隅水泥有限公司变更了排污许可证（编号：9114022305626630XQ001P），有效期：2025-07-09 至 2030-07-08；现持有山西省生态环境厅颁发的危险废物经营许可证（编号：HW 省 1402230029），有效期为 2024 年 8 月 27 日至 2029 年 8 月 26 日。根据企业提供的资料，建设单位回转窑目前窑产量运行行为 4000t/d。 近年来，煤炭价格高位运行，水泥价格下降，水泥生产企业的生产成本压力较大；叠加双碳目标要求，大多数水泥企业开始积极使用替代燃料，以追求降低生产成本，减少碳排放，为企业生存及可持续发展开辟新路径。近几年建设单位也使用了多种替代燃料，提升机及拉链机输送方式只适用于粉末状替代燃料，不能输送废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉等替代物料；且替代燃料直接入分解炉的添加形式，无法高效利用其热值，故建设单位拟配套热盘炉提高块状燃料的燃烧效率；面对水分偏大、粘性强的特殊物料（电石渣等），现有输送方式易造成物料堵塞，影响生产稳定运行；将黏湿物料独立输送至生料入磨皮带，可从根本上解决堵塞问题，同时满足《企业温室气体排放核算与报告指南》独立计量要求。 根据《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485-2013）中规定：“7.9 从水泥窑循环系统排出的窑灰和旁路放风收集的粉尘如直接掺加入水泥熟料，应严格控制其掺加比例，确保满足本标准第 8 章要求。如果窑灰和旁路放风粉尘需要送至厂外进行处理处置，应按危险废物进行管理。”可见，旁路灰在企业厂区内是可以自行利用的，可严格控制比例掺入水泥熟料，从而保证水泥产品质量及环境安全性；若旁路灰送至厂外进行处置，则需要作为危险废物管理。 建设单位根据相关标准规范，原计划将旁路灰运输至水泥磨系统用于合适品种水泥生产的混合材使用，但由于其高含氯的特点，为保证水泥产品质量及环境安全性，其需要严
------	--

	格控制掺加比例，从而无法满足大量旁路灰的处置需求。而旁路灰若送至厂外进行处理处置，则需要作为危险废物管理，增加处置费用。为此，本项目拟建旁路灰资源化生产线，采取“旁路灰智洗+蒸发制盐”系统处理，将旁路灰经多级逆流漂洗洗去其中的可溶性盐，水洗后的旁路灰氯含量大大降低，再作为原料输送至生料磨，最终入窑处置，水洗液净化后进入蒸发器进行蒸发结晶，产出的结晶钾盐作为产品外售，实现高附加值利用。 本项目在生产规模不变的情况下，结合企业实际生产情况对协同处置的固体废物种类进行调整、补充和完善，以利于企业的正常生产运行。本项目废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉、炭黑等一般固废主要来源于周边合法企业，燃料不得沾油漆类等含苯物质，通过回转窑内高温燃烧，将有害成分彻底分解为无害成分并充分利用燃烧热，对燃料中部分原煤进行替代，总替代率约 25.30%；黏湿物料（电石渣等）主要来源于周边合法企业，不粘有油漆类等含苯物质，通过回转窑内高温燃烧，对部分原料进行替代，替代率约 0.87%。 本次技改项目仅对燃料、原料来源和品种进行丰富，水泥窑总热能需求量不变。本次窑尾热盘炉改造新建块状燃料堆棚（280m²）及输送系统用于块状替代燃料的投加，输送至回转窑窑尾预热器平台热盘炉，自三次风管引取高温热风至热盘炉内；新增黏湿物料输送系统；熟料大棚西南侧新建旁路灰资源化系统，其他依托现有项目主体工程、储运工程、公辅工程和环保工程，不改变现有厂区的总平面布置。本次技改不增加建设单位熟料和水泥产能，不改变原有生产工艺和主要设备。本项目各工程未动工。 2.2 工程基本情况 项目名称：一般固废处置及综合利用项目 建设单位：广灵金隅水泥有限公司 建设性质：技术改造 建设地点：山西省大同市广灵县蕉山乡杜庄村，广灵金隅水泥有限公司厂区内，不新增占地，占地为工业用地。在现有原料堆棚南侧新建一座块状燃料堆棚（贮存废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉、炭黑等一般固废）、炭黑利用原北原煤仓贮存及输送系统，黏湿物料（电石渣等）贮存依托现有原料堆棚，新建皮带输送系统；旁路灰资源化系统位于熟料大棚西南侧。 本项目中心地理坐标：东经 114°21'59.302"，北纬 39°49'5.427"。项目最近敏感点为项目东侧 0.63km 处杜家庄村。 地理位置图见附图 4，四邻关系及环境保护目标图见附图 5。 总投资及资金来源：项目总投资为 1960 万元，资金筹措全部为企业自筹。 2.3 建设内容 本项目主要依托现有 4000t/d 熟料新型干法水泥生产线（同时协同处置危险废物）协同处置废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉、炭黑、黏湿物料（电石渣等）等一般固废，同时
--	---

协同处置水洗后的旁路灰。					
本次评价内容包括：					
（1）窑尾热盘炉改造：在分解炉锥体上部安装一台热盘炉，引入三次风管热风并配套炉顶进料装置，构建完整的块状替代燃料接收、输送、燃烧及控制系统。主要内容：在预热器平台分解炉锥体上部安装一台热盘炉，同步配套视频监控系统、消防报警系统、有毒可燃气体报警系统，并扩充 DCS 系统实现远程自动控制。块状替代燃料主要包括废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉等一般固废，块状燃料添加规模近期 7t/h，远期 15t/h ； （2）黏湿物料输送改造：在原有生料制备生产线、原料堆棚的基础上改造一条处理能力 20t/h 的黏湿物料独立计量输送系统。主要建设内容：在厂区原料堆棚南墙新建 6 立方米料斗，经底部链板定量给料机、皮带机输送至生料配料站，再通过两台定量给料机及溜槽、气动闸板阀接入生料入磨皮带，实现黏湿物料独立计量输送。可实现电石渣等稳定添加 20t/h； （3）旁路灰资源化：旁路放风系统产生旁路灰经“旁路灰智洗+蒸发制盐”系统处理，水洗后的旁路灰密闭输送至生料磨，作为水泥熟料生产原料；产生工业钾盐外售，日处置旁路灰 25t/d。 针对本项目实际情况，本项目主要建设内容与现有工程衔接关系见下表 2-1。					
表 2-1 本项目主要建设内容一览表					
工程内容			现有（已建）工程	改造情况	衔接关系
主体工程	一般固废处置及综合利用项目	熟料烧成	4000t/d 熟料新型干法水泥生产线：采用 Φ4.3m×64m 回转窑，D5.8 m×38m 分解炉带五级旋风预热器，配置 FONS9×L13×F8 篦式冷却机。 入窑原辅料、固废：石灰石、氟化钙污泥、硅石选矿粉末、铁选矿污泥、萤石粉末、脱硫石膏、超细粉煤灰、粉煤灰、湿矿渣、矿渣粉、燃煤炉渣、珍珠岩粉末、电石渣、氧化铝赤泥、转炉渣、危险废物等；主要燃料为混煤（原煤、煤矸石、煤泥）及生物质燃料、废塑料粉末等。	依托现有 4000t/d 熟料新型干法水泥生产线，拟利用废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉、炭黑等一般固废替代部分原煤。其中： （1）窑尾热盘炉改造：在分解炉锥体上部安装一台热盘炉，引入三次风管热风并配套炉顶进料装置，构建完整的块状替代燃料接收、输送、燃烧及控制系统。其中块状燃料包括废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉等一般固废，经新建燃料堆棚暂存后经板链机输送至预热器平台热盘炉，引入三次风管热风燃烧后入分解炉；炭黑通过粉体物料运输车运输到厂，气力输送至炭黑仓，按一定比例与原煤混磨入分解炉煤粉仓通过计量输送入分解炉； （2）黏湿物料输送改造：在厂区原料堆棚南墙新建 6 立方米	依托，改变燃料结构、原料结构

					料斗，经底部链板定量给料机、皮带机输送至生料配料站，再通过两台定量给料机及溜槽、气动闸板阀接入生料入磨皮带，实现黏湿物料独立计量输送。可实现电石渣等稳定添加 20t/h； 技改后入窑原辅料、固废：新增黏湿物料（电石渣等）、水洗后旁路灰，其余固废不变； 燃料为混煤（原煤、煤矸石、煤泥）及生物质燃料、废塑料粉末，本次新增废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉、炭黑等。	
		物料输送		/	窑尾热盘炉改造：新建 1 座块状燃料堆棚，28m×10m×7m，占地面积 280m ² ，钢结构，库内地面硬化，顶部设喷雾抑尘设施，100%覆盖原料区；转载采用全封闭输送；车辆进出口安装自动门、喷雾抑尘设施。用于贮存废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉等，分区暂存，堆高按 3m 计，存放均不低于 7d。棚内安装计量板链机、大倾角皮带机、无轴双螺旋绞刀等设备，块状燃料添加规模近期 7t/h，远期 15t/h。	新建
			原料堆棚：1 座全封闭长堆棚，规格为 300m×26m，7800m ² ，用于辅助原料、原煤均化，分区贮存，库内地面硬化，顶部设喷雾抑尘设施，100%覆盖原料区；转载采用全封闭输送；车辆进出口安装自动门、喷雾抑尘设施。	黏湿物料输送改造：黏湿物料（电石渣等）一般固废在现有原料堆棚内西南侧设置独立分区，新建 6m ³ 料斗、链板式定量给料机、皮带机等设备，添加规模 20t/h。	依托原料堆棚，新建料斗、给料机等设备	
			北原煤仓：储量为 52t，Φ5m×6m，1 个，配套覆膜滤料袋式除尘器，处理后经 15m 高排气筒（DA095）外排。	炭黑：改造原北原煤仓为炭黑仓，Φ5m×6m，1 个，依托现有输送系统及配套覆膜滤料袋式除尘器，处理后经 15m 高排气筒（DA095）外排。	改造原北原煤仓为炭黑仓	
		旁路灰资源化车间		/	厂内南侧空地，占地约 375m ² ，25 m×15m，钢框架结构，共两层，包括智洗模块（水洗脱盐）和蒸发制盐模块。日处置旁路灰 25t/d。	新建

					智洗模块：主要包括氯灰接收仓（100t）、药剂模块、预溶模块（制浆罐）、智洗魔方（水洗反应器、水洗液净化反应器、固液分离设备等）。 蒸发制盐模块：包括循环水系统、强制循环泵、冷凝水罐、母液罐、离心机、预热器、蒸发器、结晶器等。	
	储运工程	块状燃料堆棚	/		块状燃料堆棚：1座，28m×10m×7m，占地面积280m ² ，用于贮存废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉等，分区暂存，堆高按3m计，存放均不低于7d。	新建
		氯灰仓	/		旁路灰资源化：1座100t氯灰接收仓，配套气力输送系统	新建
		结晶盐暂存区	/		位于蒸发结晶系统一层，面积约30m ² 。固液分离后的结晶盐经溜槽下落至吨袋进行收集后转运至暂存区进行暂存。	新建
		盐酸罐区	/		内设1个5m ³ 的盐酸储罐及围堰、通风系统、洗眼器等应急设施	新建
		药剂暂存间	/		用于碳酸钠、硫化钠等固态袋装药剂的暂存。	新建
		水洗灰渣及滤渣暂存区	/		位于旁路灰水洗脱盐及蒸发结晶系统一层，面积约100m ²	新建
	依托工程	办公生活	主办公楼、食堂、浴室、值班宿舍等。			依托
		供电	依托广灵金隅水泥有限公司现有供电系统，厂内设35kV总降压变电站一座、20000kVA.35/10.5kV变压器两台、电力室、电气照明、供配电线路等；新增配套MCC电气柜、变频柜安装在生料配电室，供电通过电缆连接至进线柜。			依托
		蒸汽	蒸发结晶所用的饱和蒸汽取自主蒸汽管道，蒸汽压力0.4MPa，温度158℃，蒸汽能力0.68t/h，全部从厂区已建成的发电工序蒸汽管网中统筹调配			依托
		采暖	利用水泥熟料生产线的余热作为采暖及洗浴等生活热源			依托
	储运工程	黏湿物料	原料堆棚：1座全封闭长堆棚，规格为300m×26m，7800m ² ，用于辅助原料、原煤均化，分区贮存，库内地面硬化，顶部设喷雾抑尘设施，100%覆盖原料区；转载采用全封闭输送；车辆进出口安装自动门、喷雾抑尘设施。	原料堆棚：厂区北侧现有一座7800m ² 全封闭长堆棚，库内地面硬化，顶部设喷雾抑尘设施，100%覆盖原料区；转载采用全封闭输送；车辆进出口安装自动门、喷雾抑尘设施。 库内西南侧（单独划分）：贮存黏湿物料（电石渣等），占地		依托

				500m ² ，堆高按 3m 计，不低于 7d 贮存量。	
		炭黑仓	北原煤仓：储量为 52t， Φ5m×6m，1 个，配套覆膜滤料袋式除尘器，处理后经 15m 高排气筒（DA095）外排； 南原煤仓：储量为 52t， Φ5m×6m，1 个，配套覆膜滤料袋式除尘器，处理后经 15m 高排气筒（DA020）外排。	炭黑仓：改造原北原煤仓为炭黑仓（Φ5m×6m），依托现有输送系统及配套覆膜滤料袋式除尘器，处理后经 15m 高排气筒（DA095）外排。	仅改造原北原煤仓为炭黑仓
	环保工程	回转窑窑尾废气	窑尾废气经低氮分级燃烧+预热器+旁路放风（抽取 6%烟气：急冷器+旋风除尘器+高效布袋除尘器）+SCR 脱硝处理后，经余热锅炉、增湿塔、生料制备冷却后经覆膜袋式除尘器排空，排气筒高度 105m（排污许可编号为 DA019），窑尾安装有烟气在线监测系统。	窑尾废气经低氮分级燃烧+预热器+旁路放风（抽取 6%烟气：急冷器+旋风除尘器+高效布袋除尘器）+SCR 脱硝处理后，经余热锅炉、增湿塔、生料制备冷却后经覆膜袋式除尘器排空，排气筒高度 105m（排污许可编号为 DA019），窑尾安装有烟气在线监测系统。	依托
		废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉等替代燃料装卸、贮存、上料工序废气	在木屑上料仓集尘罩、皮带机导料槽、旋转供料器入口新增袋式除尘器处理后由 15m 高排气筒排放（排污许可编号为 DA094），配套风量：12000m ³ /h（过滤风速为 0.6m/min，过滤面积为 334m ² ）。	块状燃料堆棚：一座 280m ² 全封闭物料堆棚，库内地面硬化，顶部设喷雾抑尘设施，100%覆盖原料区；转载采用全封闭输送；车辆进出口安装自动门、喷雾抑尘设施。 废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉等替代燃料经上料斗上料，上料斗上方设置集气罩（1.2m×1.5m），集尘后引入现有木屑上料系统袋式除尘器处理后经 15m 排气筒（DA094）外排，配套风量：12000m ³ /h（过滤风速为 0.6m/min，过滤面积为 334m ² ）。	新建块状燃料堆棚，上料废气引入木屑上料口除尘器处理后 15m 高排气筒排放（排污许可编号为 DA094）
		炭黑仓	北原煤仓：储量为 52t， Φ5m×6m，1 个，配套覆膜滤料袋式除尘器，处理后经 15m 高排气筒（DA095）外排，配套风量：7000m ³ /h（过滤风速为 0.6m/min，过滤面积为 195m ² ）。	炭黑仓：改造原北原煤仓为炭黑仓（Φ5m×6m），依托现有输送系统及配套覆膜滤袋除尘器，经处理后经 15m 排气筒（DA095）排放。除尘风量为 7000m ³ /h，过滤风速为 0.6m/min，过滤面积为 195m ² 。	仅改造原北原煤仓为炭黑仓，依托仓顶除尘器
		运输扬尘	使用符合现行管理要求的标准车辆，进出厂区车辆经洗车	使用符合现行管理要求的标准车辆，进出厂区车辆经洗车平台	依托

			平台清洗；运输路面定期洒水抑尘。	清洗；运输路面定期洒水抑尘。	
		车辆冲洗废水	进出厂区车辆经洗车平台清洗，车辆冲洗废水经沉淀后循环利用，定期抽排车辆冲洗池内的废水至污泥仓，最终入窑处置，不外排。	进出厂区车辆经洗车平台清洗，车辆冲洗废水经沉淀后循环利用，定期抽排车辆冲洗池内的废水至污泥仓，最终入窑处置，不外排。	依托
	废气	氯灰接收仓	/	氯灰接收仓经仓顶袋式除尘器处理后经 15m 排气筒（DA097）外排，配套风量：7000m ³ /h，过滤风速为 0.6m/min，过滤面积为 195m ² 。	新建
		盐酸罐	/	盐酸储罐间设置排风扇，减少无组织废气在储罐间的聚集。	新建
		蒸发冷凝水	/	旁路灰水洗水经三效蒸发回收钾盐，产生蒸发冷凝水回用至逆流漂洗工序，不外排。	新建
		噪声	/	新增给料机、皮带机、风机、泵类等生产设备，选用低噪声设备，基础减振，风机进出口设软接头，并安装消声器等，定期维护。	新建
	环保工程	废包装物	/	经收集后入窑焚烧处置	新建
		水洗灰渣	/	经收集后入窑焚烧处置	新建
		滤渣	/	经收集后入窑焚烧处置	新建
		离心废液	/	返回水洗液处理系统进行处理，不外排	新建
		除尘灰	木屑上料口除尘灰返回生料入窑系统作为原料进行处理。	块状替代燃料上料（含木屑上料）、炭黑仓除尘灰返回生料入窑系统作为原料进行处理；氯灰接收仓除尘灰返回接收仓后进入水洗提盐工序进行水洗提盐。	新建
		窑灰	水泥熟料生产线窑灰返窑装置返回生料入窑系统作为原料进行处理。	水泥熟料生产线窑灰返窑装置返回生料入窑系统作为原料进行处理。	依托
		防渗措施	分区防渗	旁路灰资源化区域、新建物料堆棚等区域采取分区防渗措施。	新建
	依托可行性分析： 1、黏湿物料贮存 厂区北侧现有一座 7800m² 全封闭原料堆棚，库内地面硬化，顶部设喷雾抑尘设施，				

100%覆盖原料区；转载采用全封闭输送；车辆进出口安装自动门、喷雾抑尘设施；库内南区区域（单独划分）为黏湿物料卸料、贮存区，占地 500m ² 。黏湿物料经皮带输送至生料入磨皮带，最终入回转窑窑尾预热器分解炉。黏湿物料（电石渣）平均容重按 0.65t/m ³ 计，日用量为 110t/d，堆高按 3m 计，则可储存约 7 天的物料。																																																					
2、炭黑仓 本项目改造原北原煤仓为炭黑仓（Φ5m×6m），储量为 52t，本项目炭黑用量为 5500t/a（18.33t/d），则可贮存不低于 2.5 天的贮存量；依托现有输送系统，可以满足本项目生产需求。炭黑仓配套仓顶袋式除尘器，废气处理后经 15m 排气筒（DA095）排放，能够满足污染物达标排放要求。 3、物料燃烧废气 窑尾废气处理系统依托 回转窑窑尾废气 经“低氮分级燃烧+预热器+旁路放风（抽取 6%烟气：急冷器+旋风除尘器+高效布袋除尘器）+SCR 脱硝处理后，经余热锅炉、增湿塔、生料制备冷却后经覆膜袋式除尘器排空”处理后，排气筒高度 105m（出口内径 3.5m），窑尾安装有烟气在线监测系统。根据 2025 年年报及 2026 年 5-7 月在线监测数据，回转窑窑尾废气可达标排放。 本项目回转窑窑尾燃料用废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉、炭黑等一般固废，以替代部分原煤；协同处置黏湿物料（电石渣等）等一般固废，以替代部分原料；同时协同处置水洗后的旁路灰。由表 2-7 可知，本项目替代原料、替代燃料均来自合法企业，原料、燃料均不粘有油漆类等含苯物质；本次处置的旁路灰仅限企业自身产生，不外购。废气中污染物成分基本不变，经现有窑尾处理设施处理后达标排放，依托可行性。																																																					
2.4 主要生产设备 本项目主要生产设备见表 2-2，均未建。 表 2-2 主要生产设备（一般固废处置及综合利用项目） <table><tr><th>序号</th><th>设备名</th><th>规格/型号</th><th>台/套数</th><th colspan="2">备注</th></tr><tr><td colspan="6">（一）窑尾热盘炉改造</td></tr><tr><td>1</td><td>大倾角皮带机</td><td>B1200×62000mm； 20t/h，90kW</td><td>1 台</td><td>新建</td><td rowspan="8">块状燃料 添加规模 近期 7t/h， 远期 15t/h</td></tr><tr><td>2</td><td>计量链板输送机</td><td>B1800×12000mm，20t/h，11kW</td><td>2 台</td><td>新建</td></tr><tr><td>3</td><td>热盘炉</td><td>HDR63-315；15t/h，7.5kW×2</td><td>1 套</td><td>新建</td></tr><tr><td>4</td><td>双轴螺旋输送机（无轴）</td><td>输送量 80m³/h，11kW×2</td><td>1 套</td><td>新建</td></tr><tr><td>5</td><td>高温气动闸板阀</td><td>DN1000mm</td><td>2 套</td><td>新建</td></tr><tr><td>6</td><td>三次风管闸板阀</td><td>DN2000mm</td><td>1 套</td><td>新建</td></tr><tr><td>7</td><td>高温双层双门电动翻板 阀</td><td>1000×1000mm</td><td>1 套</td><td>新建</td></tr><tr><td>8</td><td>空气炮</td><td>100L</td><td>9 套</td><td>新建</td></tr></table>	序号	设备名	规格/型号	台/套数	备注		（一）窑尾热盘炉改造						1	大倾角皮带机	B1200×62000mm； 20t/h，90kW	1 台	新建	块状燃料 添加规模 近期 7t/h， 远期 15t/h	2	计量链板输送机	B1800×12000mm，20t/h，11kW	2 台	新建	3	热盘炉	HDR63-315；15t/h，7.5kW×2	1 套	新建	4	双轴螺旋输送机（无轴）	输送量 80m ³ /h，11kW×2	1 套	新建	5	高温气动闸板阀	DN1000mm	2 套	新建	6	三次风管闸板阀	DN2000mm	1 套	新建	7	高温双层双门电动翻板 阀	1000×1000mm	1 套	新建	8	空气炮	100L	9 套	新建
序号	设备名	规格/型号	台/套数	备注																																																	
（一）窑尾热盘炉改造																																																					
1	大倾角皮带机	B1200×62000mm； 20t/h，90kW	1 台	新建	块状燃料 添加规模 近期 7t/h， 远期 15t/h																																																
2	计量链板输送机	B1800×12000mm，20t/h，11kW	2 台	新建																																																	
3	热盘炉	HDR63-315；15t/h，7.5kW×2	1 套	新建																																																	
4	双轴螺旋输送机（无轴）	输送量 80m ³ /h，11kW×2	1 套	新建																																																	
5	高温气动闸板阀	DN1000mm	2 套	新建																																																	
6	三次风管闸板阀	DN2000mm	1 套	新建																																																	
7	高温双层双门电动翻板 阀	1000×1000mm	1 套	新建																																																	
8	空气炮	100L	9 套	新建																																																	

9	冷生料缓冲仓	5m³	1 套	新建		
10	冷却风机	10800m³/h	1 台	新建		
11	收尘器	5275m³/h	1 台	新建		
12	事故风机	6800m³/h	1 台	新建		
(二) 黏湿物料输送改造						
13	料斗	6m³	1 台	新建		
14	链板式定量给料机	AWF1080	1 台	新建		
15	胶带输送机	B1000×72000mm	1 台	新建		
16	定量给料机	20t/h	2 台	新建		
17	电磁除铁器	RCDB-10T1	1 台	新建		
118	棒阀	B1000	1 台	新建		
19	气动闸板阀	B800	2 台	新建		
20	空气锤	HH-SSJZ-80	4 台	新建		
(三) 旁路灰资源化						
21	预溶模块	组合件	1 套	新建		
22	FWD 智洗魔方	FWD-B-25, 组合件	1 套	新建		
23	蒸发制盐模块	组合件, 配套机械式蒸汽再压缩 (MVR) 蒸发器	1 套	新建		
24	其他		1 套	新建		
24.1	阀门仪表	组合件	1 套	新建		
24.2	旁路灰气力输送设备	组合件, 配套设计	1 套	新建		
(四) 回转窑						
14	预热器	C1: 2-Φ5400mm C2: 1-Φ7300mm C3: 1-Φ7300mm C4: 1-Φ7600mm C5: 1-Φ7600mm	1 台	烧成系统	4000t/d 水泥熟料生产线 (已建)	
15	分解炉	Φ .8×31m	1 台			
16	回转窑	Φ4.3×64m	1 台			
17	篦式冷却机	LB3.6×26	1 台			
旁路灰处置规模:						
本项目对水泥窑旁路放风系统产生的旁路灰进行水洗提盐处理。企业旁路放风系统按年运行 300 天计算, 由表 2-23、图 2-9 可知, 旁路放风系统从窑尾分解炉抽出一定比例的废气 (窑尾烟气的 6%, 4950Nm³/h), 窑尾烟室抽取后的 6% 的高温烟气和冷却风混合后的风量为 23000+4950=27950Nm³/h, 含尘浓度约 205 g/Nm³, 旋风除尘器收集效率按 85%, 高温布袋除尘器收集效率按 99%考虑, 旋风除尘器收集的粗颗粒返回水泥窑, 细颗粒经高温除尘器收集后进入旁路灰储灰仓储存。						
27950 Nm³/h×24 h×205 g/Nm³×10 ⁻⁶ × (1-85%) ×99%=20.42t/d						
上述计算可知, 旁路灰产生量为 18.23t/d (6126t/a)。						

因此，本项目旁路灰处置规模确定为 7500 t/a（25 t/d），可满足旁路灰的处置需求。

2.5 产品方案

本项目拟利用废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉、炭黑等一般固废替代部分原煤，拟利用黏湿物料（电石渣等）替代部分原料；同时协同处置水洗后的旁路灰。本项目建设不改变原水泥熟料生产线的主体工艺，项目实施后，不会对广灵金隅水泥有限公司水泥产品种类、产能及品质造成影响。

（1）水泥熟料

通过类比同行业企业，原料、燃料替代后不影响水泥熟料和水泥产品的质量，产品符合《通用硅酸盐水泥》（GB 175）、《硅酸盐水泥熟料》（GB/T 21372）等标准。燃料替代工程实施前后水泥熟料检测指标见表 2-3。

表 2-3 燃料替代工程实施前后水泥熟料指标表 单位：%

项目	替代前熟料指标	替代后熟料指标
LOSS	0.46	0.51
SiO ₂	21.86	21.75
Al ₂ O ₃	5.18	5.29
Fe ₂ O ₃	3.47	3.45
CaO	65.06	65.12
MgO	1.96	2.00
K ₂ O	0.62	0.64
Na ₂ O	0.16	0.17
SO ₃	0.59	0.63
R ₂ O	0.58	0.59
Cl ⁻	0.040	0.043
3 天强度	31.3	31.0
28 天强度	55.4	55.6

（2）钾盐

本项目旁路灰经水洗、蒸发结晶得到的氯化钾副产品，日产出钾盐约 3.75 吨，年产出约 1125 吨。产品参照执行《氯化钾》（GB 6549-2011）II 类合格品标准。产品中其他有毒有害成分汞（Hg）、砷（As）、镉（Cd）、铬（Cr）、铅（Pb）等环境风险管控指标参照《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》（GB 5085.3-2007）、《危险废物鉴别标准 毒性物质含量鉴别》（GB 5085.6-2007）要求进行限值管控。

表 2-4 工农业用氯化钾技术要求

项目	指标					
	I 类			II 类		
	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
氧化钾（K ₂ O）的质量分数/%	≥ 62.0	60.0	58.0	60.0	57.0	55.0
水分（H ₂ O）的质量分数/%	≤ 2.0	2.0	2.0	2.0	4.0	6.0
钙镁含量（Ca+Mg）的质量分数/%	≤ 0.3	0.5	1.2	-	-	-

氯化钠（NaCl）的质量分数/%	≤	1.2	2.0	4.0	-	-	-
水不溶物的质量焚烧/%	≤	0.1	0.3	0.5	-	-	-
注 1：除水分外，各组分质量分数均为干基计。							
注 2：I 类钙镁含量、氯化钠及水不溶物的质量分数作为工业用氯化钾推荐性指标，农业用不限量。							
表 2-5 氯化钾产品中有害物质环境风险管控限值							
控制因子	控制限值（毒性浸出浓度）				备注		
铜（以总 Cu 计）	<100 mg/L				参照《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》 （GB5085.3-2007）提出管 控限值		
镉（以总 Cd 计）	<1mg/L						
铅（以总 Pb 计）	<5mg L						
总铬	<15mg/L						
铬（六价）	<5mg/L						
汞（以总 Hg 计）	<0.1mg/L						
铍（以总 Be 计）	<0.02 g/L						
镍（以总 Ni 计）	<5mg/L						
砷（以总 As 计）	<5mg/L						
控制因子	控制限值（毒性含量，%）				备注		
汞及其化合物	<0.1%（质量分数，参照附录 A 剧毒物质控制）				参照《危险废物鉴别标准 毒性物质含量鉴别》 （GB5085.6-2007）提出管 控限值		
铊及其化合物	<0.1%（质量分数，参照附录 A 剧毒物质控制）						
砷及其化合物	<0.1%（质量分数，参照附录 A 剧毒物质、附录 C 致癌性物质控制）						
镉及其化合物	<0.1%（质量分数，参照附录 C 致癌性物质、附录 D 致突变性物质控制）						
铬及其化合物	<0.1%（质量分数，参照附录 C 致癌物质控制）						
铍及其化合物	<0.1%（质量分数，参照附录 C 致癌物质控制）						
镍及其化合物	<0.1%（质量分数，参照附录 C 致癌物质控制）						
锑及其化合物	<3%（质量分数，参照附录 B 有毒物质控制）						
铅及其化合物	<3%（质量分数，参照附录 B 有毒物质控制）						
钒及其化合物	<3%（质量分数，参照附录 B 有毒物质控制）						
附录 A 中的一种或一种以上剧毒物质的总含量应小于 0.1%，附录 B 中的一种或一种以上有毒物质的总含量应小于 3%，附录 C 中的一种或一种以上致癌性物质的总含量应小于 0.1%，附录 D 中的一种或一种以上致突变性物质的总含量应小于 0.1%；有害物质与对应的毒性物质标准值之比的和<1。							
(2) 结晶盐按照产品管理的政策、规范符合性分析							
对照《固体废物鉴别标准 通则》（GB34330-2017）中 5.2 章节有关要求，同时满足以下条件时，不作为固体废物管理，按照相应的产品管理：							
a)符合国家、地方制定或行业通行的被替代部分原料生产的产品质量标准；							
b)符合相关国家污染物排放（控制）标准或技术规范要求，包括该产物生产过程中排							

	放到环境中的有害物质限值和该产物中有害物质的含量限值；			
	当没有国家污染控制标准或技术规范时，该产物中所含有害成分含量不高于利用被替代部分原料生产的产品中的有害成分含量，并且在该产物生产过程中，排放到环境中的有害物质浓度不高于利用所替代部分原料生产产品过程中排放到环境中的有害物质浓度，当没有被替代部分原料时，不考虑该条件；			
	c)有稳定、合理的市场需求。			
	①产品及有害物质成分分析			
	本项目水洗过程中产生的结晶盐（氯化钾）可满足《氯化钾》（GB 6549-2011）的要求，且结晶盐中的有毒有害成分含量均不超过表 2-5 的要求；另外，参考同类项目华新水泥（恩平）公司水洗提盐系统得到的水洗盐（氯化钾）的分析数据，其结晶盐中的实测氧化钾、水分等含量均符合《氯化钾》（GB 6549-2011）Ⅱ类合格品标准要求，且重金属含量均非常低，远低于《危险废物鉴别标准 毒性物质含量鉴别》（GB 5085.6-2007）中的限值。			
	②污染物达标排放			
	本项目旁路灰输送至接收仓卸料过程会产生粉尘，旁路灰卸料产生的粉尘经仓顶除尘器处理后能够满足《水泥工业大气污染物排放标准》（DB14/3176-2024）排放限值要求；盐酸储罐大小呼吸产生的氯化氢废气经通风后无组织排放，无组织废气满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 中氯化氢无组织排放浓度管控要求。项目生产过程中不新增生活污水，蒸发结晶产生的冷凝水水质较好，可全部回用于漂洗用水。运营期厂界噪声能够满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）中 2 类标准要求。危险废物贮存场所满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）相关要求。			
	结合同类项目水洗盐（氯化钾）的成分分析数据，并与市场上售卖的普通商品氯化钾成分数据进行对比，水洗盐（氯化钾）中镉、汞、砷、铅、铬、铜、锌的含量均不大于市场售卖的普通商品氯化钾的含量。符合《固体废物鉴别标准 通则》“当没有国家污染控制标准或技术规范时，该产物中所含有害成分含量不高于利用被替代部分原料生产的产品中的有害成分含量”。			
	表 2-6 水洗盐（氯化钾）重金属含量检测分析一览表			
	检测项目	单位	结 果	水洗盐（氯化钾）与普通商品氯化钾对比分析
			同类项目氯化钾	普通商品氯化钾*
总镉	mg/k	0.92~1.52	0.02~1.25	基本一致
总汞	mg/kg	<0.1	0.23~0.72	略小
总砷	mg/kg	<0.8	2.72~12.47	略小
总铅	mg/kg	1.13~2.45	0.24~12.48	略小
总铬	mg/kg	1.6~2.8	43.72~98.21	略小
总铜	mg/kg	<0.3	0.32~2.3	略小

总锌	mg/kg	<13	1.19~9.99	基本一致
注：普通商品氯化钾中重金属含量参考《常用肥料重金属含量的调查分析》及《常用肥料重金属含量的调查分析—以长沙市为例》等文献资料。				
因此，本项目各类污染物排放符合相关国家污染物排放（控制）标准，水洗盐（氯化钾）中所含有害成分含量不高于普通商品氯化钾中的有害成分含量。 （3）市场需求 氯化钾结晶盐不仅是生产过程中的副产品，更是一种具有重要用途和广阔市场前景的资源。 本项目产生的氯化钾结晶盐可销售给相应的化工等企业，进一步加工成碳酸钾、硝酸钾、硫酸钾等多种钾盐；或者作为电解液，用于制取氯气、氢气和氢氧化钾等重要化工产品；或者作为助熔剂用于金属冶炼，降低矿石的熔点，促进金属的分离和提纯；还可作为澄清剂，帮助消除玻璃液中的气泡，提高玻璃的质量和透明度；又或者加工成融雪剂，用于道路、机场、铁路等积雪的清除；再或者交由设备供应商进行包销处置。 总之，本项目产生的氯化钾结晶盐具有稳定、合理的市场需求及去向。 综上所述，旁路灰经水洗后，水洗液经软化、重金属脱除后，工艺上可以保证去除蒸发结晶产生的氯化钾的杂质，并且根据项目方案及同类项目相关数据，氯化钾结晶盐成分能够达到《氯化钾》（GB 6549-2011）中Ⅱ类合格品标准，且重金属等有害成分含量不高于普通商品氯化钾中的有害成分含量；生产的结晶盐具有较好的利用价值，项目产生的氯化钾结晶盐可销售给相关化工企业，具有稳定、合理的市场需求。 因此，根据《固体废物鉴别标准 通则》（GB34330-2017），本项目结晶盐可作为副产品外售，不作为固体废物管理。项目水洗脱盐及蒸发结晶系统产生的氯化钾作为产品是可行的。 另外本次评价要求：项目外售的氯化钾工业盐不可用于食品、医疗、化肥等行业使用。同时在项目运行工况稳定后需定期对副产的结晶盐进行检测，如遇特殊情况，如旁路灰成分波动大、水洗脱盐系统及蒸发结晶系统运行效果不稳定等，应加大检测频次。在各项指标均满足《氯化钾》（GB 6549-2011）标准、有毒有害成分满足表 2-5 前提下，结晶盐可作为副产品管理；如不能满足上述条件，则应严格按照危险废物相关要求进行管理。 （4）结晶盐产品质量检测分析要求 ①检测因子 企业应定期对结晶盐的成分进行检测分析，检测因子包括：氧化钾（K₂O）、水分（H₂O）、钙镁含量（Ca+Mg）、氯化钠（NaCl）、水不溶物的含量，汞及其化合物、铊及其化合物、砷及其化合物、镉及其化合物、铬及其化合物、铍及其化合物、镍及其化合物、锑及其化合物、铅及其化合物、钒及其化合物的含量，铜（以总 Cu 计）、镉（以总 Cd 计）、铅（以				

	总 Pb 计)、总铬、铬(六价)、汞(以总 Hg 计)、铍(以总 Be 计)、镍(以总 Ni 计)、砷(以总 As 计)的浸出浓度。 ②产品合格判定 当所有检测项目全部符合表 2-4 和表 2-5 的要求时,方可判定该批产品合格。 ③不合格品的去向 项目所采用的工艺已在国内多个同类项目上应用,工艺十分稳定,产品合格率极高,结晶盐出现不合格的概率极低。 正常生产运行过程中,企业将定期对每批次结晶盐样品进行检测,若出现不合格,则会立即采取纠正措施。不合格品会分批次重新进行水洗和蒸发结晶,结晶后达标则结束。若重新水洗和蒸发结晶后仍不能满足标准要求,则将其作为危险废物交由资质的单位处置。 ④检测频次 按批次对结晶盐进行检验,同一时间发往同一用户的产品为一批,最大批量为 600 t。 2.6 主要原辅材料、能源消耗 1、一般固废来源及处置规模 本项目主要依托广灵金隅水泥有限公司现有的 4000t/d 熟料新型干法水泥生产线,用于利用废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉、炭黑等一般工业固体废弃物替代部分原煤,拟利用黏湿物料(电石渣等)替代部分原料,技改项目替代燃料一般固废的物料性状、成分等和现有工程原料类似,可进行部分燃料替代;替代原料一般固废的物料性状、成分等和现有工程原料类似,可进行部分原料替代。 现有项目熟料原料组成为钙质原料(石灰石、石灰石采矿碎石、矿渣、矿渣粉、氟化钙污泥、电石渣)、硅质原料(硅石选矿粉末、铁选矿污泥、萤石粉)、铁质原料(氧化铝赤泥、转炉渣、镁渣等)、铝质原料(粗粉煤灰、细粉煤灰、湿粉煤灰、燃煤炉渣、煤矸石等)等原料,本次技改工程利用黏湿物料(电石渣等)替代部分原料;同时协同处置水洗后旁路灰。 现有项目熟料生产线燃料为煤、煤矸石、煤泥、生物质燃料(木屑、糠醛渣等)、废塑料粉末,燃料替代后组成为:煤、煤矸石、煤泥、生物质燃料(木屑、糠醛渣等)、废塑料粉末、废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉、炭黑等。 本项目一般固废(替代燃料)消耗表见表 2-7。 根据《水泥窑协同处置工业废物设计规范》(GB 50634-2010,含 2015 年修改),本项目协同利用一般固废属于替代燃料处置,根据《固体废物分类与代码目录》和《一般工业固体废物管理台账制定指南(试行)》对协同处置的一般固废进行归类,入窑协同处置的固废需要满足《水泥窑协同处置固体废物技术规范》(GB/T30760)、《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》(HJ662)等水泥窑协同处置固体废物要求。
--	--

表 2-7 本项目一般固废（替代燃料、替代原料）消耗表													
序号	类别	固废替代部分原料名称	名称	类别	固废代码	行业来源	厂外运输方式	主要成分	处理量 t/a	存储位置	物料形态	厂内转运方式	投加点
1	替代原料	替代石灰石	黏湿物料--电石渣	一般固废	261-003-S16	氯丁橡胶厂，主要来源阳高县	挂车	主产各类氯丁橡胶干胶、胶乳，配套生产烧碱；生产过程中大量排出电石渣	28800	长料棚	半流体团块或易结块软固体	皮带机输送	回转窑窑尾预热器分解炉
2	替代燃料	替代煤	炭黑	一般固废 SW59	900-099-S59	废轮胎热解、生物质热解公司，主要来自大同周边	罐车	粉状，吨包或者散装，为炭黑厂等无再生利用价值的固废	5500	炭黑仓	颗粒状	板链机输送	回转窑窑尾预热器平台热盘炉燃烧后入分解炉
3			废橡胶颗粒	一般固废 SW17	900-006-S17	中空玻璃胶条破碎，来自河北保定	挂车	散装，规格≤20mm，中国中空玻璃结构密封胶，来自河北中空玻璃破碎金属回收的厂家，过筛分选后供应	37498		颗粒状		
4			废泡棉	一般固废 SW59	900-007-S59	聚氨酯制品厂，主要来自大同周边	挂车	粒径≤25mm，吨包或者散装，聚氨酯制品厂边角料，由供货商破碎后供应	3500	新建物料堆棚	颗粒状		
5			废纺织品	一般固废 SW17	900-007-S17	服装厂、纺织厂，主要来自大同周边	挂车	碎片，直径≤25mm，吨包或者散装，来自当地服装生产厂家生产服装后的布料边角料、彩条布等，由供货商破碎后供应	9374		片状		
①入窑协同处置的固废需要满足 GB/T30760、HJ662 等水泥协同处置固体废物要求，本次协同处置项目投料后最终入回转窑窑尾预热器分解炉。 ②一般固废代码参照《固体废物分类与代码目录》和《一般工业固体废物管理台账制定指南（试行）》； ③建设单位每天对一般固废进行检测，根据成分判定稳定性，确认原料是否可用，稳定的原料才可使用； ④本项目利用的一般固废来自有经营许可证的合法企业，具有合法性，不含放射类、辐射类等危险物质。													
2、技改前后的燃料变化情况 根据建设单位提供的资料，本次技改项目为部分原煤替代、部分原料替代，不新增产能、不改变现有主要生产设备，不改变原辅料结构，协同处置危险废物量、方式、贮存方式不变。技改前后物料消耗变化见表 2-8；本项目替代原料成分表见表 2-9。 替代燃料的来源通常是一般固废，因此供应量不稳定，会影响水泥生产工作顺利进行。当替代燃料供应充足时，协同处置一般固废进行生产；若当地替代燃料市场的供应不足时，为保证生产的顺利进行，替代燃料供应不足的部分继续使用原有煤炭。													

燃料和一般固废（替代燃料）等的使用情况做好生产记录，以备相关管理部门监督检查。									
表 2-8 技改前后原辅料消耗变化情况一览表									
原料名称		含水率	年消耗量（t/a） （含水分）			年消耗量（t/a） （干基）			备注
		（%）	现有工程	本项目技改后	变化量	现有工程	本项目技改后	变化量	
熟料生产	原料	氟化钙污泥	32.4	6500	6500	0	4394.00	4394.00	0
		硅质原料-硅石选矿粉末	2.3	18300	18300	0	17879.10	17879.10	0
		硅质原料-铁选矿污泥	9.7	109000	109000	0	98427.00	98427.00	0
		硅质原料-萤石粉末	42.2	30000	30000	0	17340.00	17340.00	0
		缓凝剂-脱硫酸石膏	16.4	85188	85188	0	71217.17	71217.17	0
		混合材-超细粉煤灰	0.3	20000	20000	0	19940.00	19940.00	0
		混合材-粉煤灰^粗粉煤灰	0.3	232733	232733	0	232034.80	232034.80	0
		混合材-粉煤灰^细粉煤灰	0.5	24204	24204	0	24082.98	24082.98	0
		混合材-矿渣^湿矿渣	10.2	30000	30000	0	26940.00	26940.00	0
		混合材-矿渣粉	0.3	27000	27000	0	26919.00	26919.00	0
		混合材-燃煤炉渣	10.3	20000	20000	0	17940.00	17940.00	0
		混合材-石灰石碎石	1.7	137613	137613	0	135273.58	135273.58	0
		混合材-珍珠岩粉末	7.6	9500	9500	0	8778.00	8778.00	0
		铝质原料-粉煤灰^粗粉煤灰	0.3	20000	20000	0	19940.00	19940.00	0
		铝质原料-粉煤灰^湿粉煤灰	21.5	21249	21249	0	16680.47	16680.47	0
		铝质原料-粉煤灰^细粉煤	0.5	20000	20000	0	19900.00	19900.00	0

			灰								
			铝质原料-煤矸石	7.5	20000	20000	0	18500.00	18500.00	0	
			铝质原料-燃煤炉渣	5	20000	20000	0	19000.00	19000.00	0	
			石灰质原料-电石渣	34.3	40000	40000	0	26280.00	26280.00	0	
			石灰质原料-石灰石	1.7	1702528	1694625	-7903	1673585.02	1665816.38	-7768.65	
			铁质原料-赤泥^氧化铝赤泥	16	15000	15000	0	12600.00	12600.00	0	
			铁质原料-铁合金炉渣^转炉渣	8.5	25367	25367	0	23210.81	23210. 1	0	
			金属镁渣	12.5	18000	18000	0	15750.00	15750.00	0	
		协同处置危险废物	危险废物	40	30000	30000	0	18000.00	18000.00	0	
		燃料	生物质燃料	18.8	72000	72000	0	58464.00	58464.00	0	
			煤泥	12.5	16800	16800	0	14700.00	14700.00	0	
			煤矸石	8.6	25000	25000	0	22850.00	2285 .00	0	
			废塑料粉末	7	16800	16800	0	15624.00	15624.00	0	
		本次协同处置替代燃料	原煤	9.8	99000	59725	-39275	89298.00	53871.95	-35426.05	
			废纺织品	2.3	0	9374	+9374	0	9158.79	+9158.79	
			废橡胶颗粒	5.2	0	37498	+37498	0	35547.72	+35547.72	
			废泡棉	3.50	0	3500	+3500	0	377.50	+3377.50	
			热解炭黑	1.30	0	5500	+5500	0	5428.50	+5428.50	
		本次替代原料	黏湿物料（电石渣等）	66	0	28800	+28800	0	9792.00	+9792.00	
			水洗后旁路灰（混合材）	33.72	0	5001	+5001	0	3314.66	+3314.66	

由表 2-8 可知，本项目建设完成后，入窑的替代燃料的一般固废减少煤的用量为 39275t/a，增加替代燃料的一般固废量为 55872t/a；入窑的石灰石原料减少用量 7903t/a，新增黏湿物料（电石渣等）用量为 28800t/a、水洗后旁路灰 5001t/a。

表 2-9 替代原料成分表							
原材料名称	单位	黏湿物料	水洗后旁路灰				
含水率	%	34.3	33.72				
LOSS	%	24.5	0.15				
CaO	%	63.2	38.56				
SiO ₂	%	4.2	12.89				
Al ₂ O ₃	%	2.3	8.1				
Fe ₂ O ₃	%	0.8	1.56				
MgO	%	0.9	1.87				
Cl	%	0.088	0.02				
F	%	0.003	0				
SO ₃	%	0.63	1.36				
K ₂ O	%	0.03	13.56				
Na ₂ O	%	0.02	3.75				
R ₂ O	%	0.026	12.67				
铍（Be）	mg/kg	ND	ND				
钒（V）	mg/kg	ND	ND				
铬（Cr）	mg/kg	12.5	21.17				
锰（Mn）	mg/kg	31.3	15.36				
钴（Co）	mg/kg	ND	ND				
镍（Ni）	mg/kg	7.31	15.26				
铜（Cu）	mg/kg	8.18	25.27				
锌（Zn）	mg/kg	15.2	14.16				
锑（Sb）	mg/kg	ND	ND				
镉（Cd）	mg/kg	0.15	0.02				
铊（Tl）	mg/kg	ND	ND				
铅（Pb）	mg/kg	3.43	22.56				
钼（Mo）	mg/kg	ND	ND				
砷（As）	mg/kg	2.18	4.53				
汞（Hg）	mg/kg	ND	ND				
锡（Sn）	mg/kg	ND	ND				
本项目替代燃料主要成分表见表 2-10，现有工程燃料成分表见表 2-11。							
表 2-10 本项目替代燃料主要成分表							
序号	检测项目	测量基准	单位	炭黑	废泡棉	废纺织品	废橡胶颗粒
1	热值	收到基	kcal/kg	5512	5513	4865	3500
2	灰分	收到基	%	29.56	2.23	22.36	21.53
3	挥发分	收到基	%	29.05	45.36	39.56	38.79
4	含水量	收到基	%	1.3	3.5	2.3	5.2
5	氯（Cl）	干燥基	%	0.11	0.40	0.80	0.21
6	硫（S）	干燥基	%	1.86	1.40	1.23	0.36
7	氟（F）	干燥基	%	ND	ND	ND	ND

8	铍 (Be)	收到基	mg/kg	ND	ND	0.15	0.41
9	钒 (V)	收到基	mg/kg	ND	1.04	2.65	0.0715
10	铬 (Cr)	收到基	mg/kg	21.36	15.38	3	30.21
11	锰 (Mn)	收到基	mg/kg	215.6	115.6	318.76	266.26
12	钴 (Co)	收到基	mg/kg	ND	ND	3.7	0.189
13	镍 (Ni)	收到基	mg/kg	54.8	15.34	36.55	18.97
14	铜 (Cu)	收到基	mg/kg	52.3	12.62	25.66	16.75
15	锌 (Zn)	收到基	mg/kg	227.3	22.73	38.92	34.06
16	锑 (Sb)	收到基	mg/kg	ND	ND	2.4	ND
17	镉 (Cd)	收到基	mg/kg	0.75	0.52	0.8	0.74
18	铊 (Tl)	收到基	mg/kg	ND	ND	ND	ND
19	铅 (Pb)	收到基	mg/kg	52.3	34.18	24.56	60.48
20	钼 (Mo)	收到基	mg/kg	ND	ND	1.07	0.734
21	砷 (As)	收到基	mg/kg	11.56	15.36	20	19.7
22	汞 (Hg)	收到基	mg/kg	ND	ND	ND	ND
23	锡 (Sn)	收到基	mg/kg	ND	ND	0.261	0.0401

表 2-11 现有工程燃料成分表								
序号	检测项目	测量基准	单位	生物质燃料	煤泥	煤矸石	废塑料粉末	原煤
1	热值	收到基	kcal/kg	2174	4040	2223	4738	6140
2	灰分	干燥基	%	22.36	31.1	49.3	21.78	10.85
3	挥发分	干燥基	%	54.36	35.81	25.36	35.28	32.32
4	含水量		%	18.8	12.5	8.6	7	9.8
5	氯 (Cl)	干燥基	%	0.4	0.1	0.08	0.475	0.03
6	硫 (S)	干燥基	%	1.83	1.94	0.98	0.23	1.76
7	氟 (F)	干燥基	%	ND	ND	ND	ND	0.00498
8	铍 (Be)	收到基	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND
9	钒 (V)	收到基	mg/kg	ND	ND	ND	ND	18.6
10	铬 (Cr)	收到基	mg/kg	22.1	30.26	ND	30.76	22.5
11	锰 (Mn)	收到基	mg/kg	137.6	305.6	ND	237.6	322.6
12	钴 (Co)	收到基	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND
13	镍 (Ni)	收到基	mg/kg	55.2	69.8	ND	65.8	72.3
14	铜 (Cu)	收到基	mg/kg	65.6	72.3	ND	68.6	85.3
15	锌 (Zn)	收到基	mg/kg	110.3	152.3	ND	159.5	238.6
16	锑 (Sb)	收到基	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND
17	镉 (Cd)	收到基	mg/kg	0.53	0.81	ND	0.92	0.86
18	铊 (Tl)	收到基	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND
19	铅 (Pb)	收到基	mg/kg	22.7	96.3	ND	99.7	98.2
20	钼 (Mo)	收到基	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND
21	砷 (As)	收到基	mg/kg	15.46	27.23	ND	35.46	32.1
22	汞 (Hg)	收到基	mg/kg	ND	ND	ND	ND	0.08
23	锡 (Sn)	收到基	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND

根据《水泥窑用固体替代燃料》(T/CIC 049-2021)，窑尾用 SRF 的主要理化指标要求见表 2-12。

表 2-12 窑尾用 SRF 的主要理化指标要求

序号	项目	单位	技术要求
1	低位热值	MJ/kg	≥6
2	氯	Wt%	≤2
3	汞	μg/g	≤1
4	粒径	mm	≤100
5	灰分	Wt%	≤50
6	挥发分	Wt%	≥25
7	全水分	Wt%	≤40
8	全硫	Wt%	≤2.0

对比表 2-10、表 2-12 可知，本项目替代燃料均可满足窑尾用 SRF 的主要理化指标要求。

3、替代燃料一般固废和现有工程燃料热值分析

本项目处置一般固体废物热值分析一览表见表 2-13。

表 2-13 本项目处置一般固体废物热值分析一览表

序号	名称	含水率%	热值 kcal/kg	处置量 t/a	热值总计 kcal/a
1	炭黑	1.3	5512	5500	2.99×10^{10}
2	废泡棉	3.5	5513	3500	1.86×10^{10}
3	废纺织品	2.3	4865	9374	4.46×10^{10}
4	废橡胶颗粒	5.2	3500	37498	1.24×10^{11}
合计		/	/	55872	2.18×10^{11}

由表 2-13 可知，本项目替代燃料年入窑总热值为 2.18×10^{11} kcal/a；现有工程原煤为当地烟煤，根据现有工程煤质工业分析可知，原煤的低位热值为 6140kcal/kg，由此可得出本项目可替代煤 39275t/a（含水率 9.8%），约占总用煤量的 25.30%，技改前后水泥窑总热能需求量不变。

4、有害元素投加量

（1）重金属

一般固废中的重金属经水泥窑协同处置后去向分为：“部分进入熟料”“部分进入烟气”和“部分进入窑灰”，其中窑灰返回水泥窑循环再利用生产熟料。

根据《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》编制说明“8.7.1 大气污染物排放控制项目设置的依据”的“重金属分节”中的内容说明：

根据德国水泥研究所对微量元素在水泥回转窑系统的挥发性，将元素划分为四类如表 2-14 所示：

表 2-14 重金属按挥发性的分级		
等级	重金属	冷凝温度℃
不挥发	Ba、Be、Cr、Ni、V、Al、Ti、Ca、Fe、Mn、Cu、Ag	/
半挥发	As (1)、Sb、Cd、Pb、Se、Zn、K、Na	700-900
易挥发	Tl	450 5 0
高挥发	Hg	≤250

注：（1）As 在原文献中归于不挥发性元素，但本研究中发现，As 在水泥窑内的挥发率达 10%左右，因此本研究中将 As 归为半挥发性元素。

A、不挥发类元素与熟料中的主要元素钙、硅、铝及铁和镁相似，完全被结合到熟料中。这类元素 99.9%以上直接进入熟料。

B、半挥发类元素在水泥熟料煅烧过程中，首先形成硫酸盐和氯化物。这类化合物在 700-900℃温度范围内冷凝，在窑和预热器系统内形成内循环，最终几乎全部进入熟料，随烟气带入带出窑系统外的量很少。例如 Pb 和 Cd 在气固混合充分的悬浮预热窑内被熟料吸收的比例高于气固混合较弱的半干法窑上被熟料吸收的比例。

C、物料中易挥发的元素 Tl 于 520-550℃开始蒸发，在窑尾物理温度 850℃的温度区主要以气相存在，一般不被带回转窑烧成带，随熟料带出的比例小于 5%。蒸发的 Tl 一般在 450-500℃的温度区冷凝，93%-98%都滞留在预热器系统内，其余部分可随窑灰带回窑系统，随废气排放的量少。

D、高挥发元素 Hg 在约 100℃温度下完全蒸发，所以不会结合在熟料中，在预热器系统内不能冷凝和分离出来，主要是凝结在窑灰上或随窑废气带走形成外循环和排放。在悬浮预热窑上，130℃时 Hg 通过凝结在窑灰上的分离率可达约 90%。利用窑废气进行粉磨烘干作业时更有利于提高 Hg 在废气中的分离率。

从国际上对 Hg 的研究来看，目前比较一致的看法是，Hg 的排放主要取决于来自水泥窑、生料磨系统的尾气净化方式，除尘装置（收尘器）及烟气净化装置（SNCR 脱硝系统）均对 Hg 的挥发有较明显的影响。

Hg 在烟气中主要以单质汞及 HgCl₂ 的形式存在，收集的除尘灰回用于生料磨工序，汞元素在水泥窑系统上存在循环关系，由于这个循环关系受到生料磨运行状况的影响，因此系统的 Hg 排放水平是变化的。为了限制汞的循环富集，可以定期清除富含汞的窑灰。

综合以上分析，并类比同类项目，本评价中入窑重金属中高挥发性金属 Hg 取 100%的挥发率，易挥发金属 Tl 取 50%的挥发率，半挥发性金属 As、Sb、Cd、Pb 取 10%挥发率，不挥发金属如 Be、V、Cr、Sn、Cu、Mn、Ni、Co 取 0.1%挥发率。

烟气中 Hg 主要以蒸汽形式存在，只有少量部分为固态，经布袋收尘器等处理后，约 10%随收尘灰一起返回配料，其余随尾气排放。其他金属元素主要以氧化物或金属烟尘形

式存在，经布袋收尘器处理后排放。

高挥发元素 Hg 在约 100℃温度下完全蒸发，所以不会结合在熟料中，在预热器系统内不能冷凝和分离出来，主要是凝结在窑灰上或随窑废气带走形成外循环和排放。在悬浮预热窑上，130℃时 Hg 通过凝结在窑灰上的分离率可达约 90%。利用窑废气进行粉磨烘干作业时更有利于提高 Hg 在废气中的分离率。

现有水泥熟料生产线尾末端治理（急冷+除尘器）对汞的去除效率取 90%，其余各类重金属的去除效率取 99.5%。经双重措施处理后，水泥窑尾排放的重金属量微小。

经过分析，本项目入窑辅料、协同处置危险废物均不变，黏湿物料（电石渣等）替代部分原料，减少石灰石用量为 7903t/a；减少煤的用量为 39275t/a，增加替代燃料的一般固废量为 55872t/a；协同处置水洗后旁路灰 6126t/a。

技改项目实施前后入窑重金属含量变化一览表见表 2-15。

表 2-15 技改项目实施前后入窑重金属含量变化一览表

序号	重金属	技改前入窑 总投加量 (kg/a)	技改后入窑 总投加量 (kg/a)	重金属变化量 (kg/a)
1	铍 (Be)	0.018	15.97	15.95
2	钒 (V)	0.054	30.38	30.33
3	铬 (Cr)	85640.20	86237.98	597. 8
4	锰 (Mn)	777340.05	778797.75	1457.70
5	钴 (Co)	0.018	40.62	40.61
6	镍 (Ni)	64105.67	62952.72	-1152.95
7	铜 (Cu)	68588.98	66785.62	-1803.36
8	锌 (Zn)	180720.62	177539.03	-3181.59
9	锑 (Sb)	0.018	22.00	21.98
10	镉 (Cd)	641.02	652.55	11.53
11	铊 (Tl)	0.00	0.000	0.000
12	铅 (Pb)	16004.19	15327.11	-677.08
13	钼 (Mo)	0.00	35.89	35.892
14	砷 (As)	6164.90	6067.50	-97.41
15	汞 (Hg)	7.144	4.31	-2.834
16	锡 (Sn)	27.190	31.01	3.816
合计		1199240.07	1194540.44	-4699.64

由表 2-15 可知，本项目实施后生产线入窑重金属共减少 4699.64 kg/a。

表 2-16 技改后窑尾重金属排放情况一览表

序号	重金属名称	技改后入窑重金属 入窑总量 (kg/a)	分配系数 (%)		末端治理 去除率 (%)	技改后废气 排放情况* (kg/a)
			熟料	废气		
1	铍 (Be)	15.97	99.9	0.1	99.5	0.00008
2	钒 (V)	30.38	99.9	0.1	99.5	0.0029
3	铬 (Cr)	86237.98	99.9	0.1	99.5	0.43

4	锰 (Mn)	778797.75	9.9	0.1	99.5	3.89
5	钴 (Co)	40.62	99.9	0.1	99.5	0.00020
6	镍 (Ni)	62952.72	99.9	0.1	99.5	0.31
7	铜 (Cu)	66785.62	99.9	0.1	99.5	0.33
8	锌 (Zn)	177539.03	99.9	0.1	99.5	0.89
9	锑 (Sb)	22.00	90	10	99.5	0.011
10	镉 (Cd)	652.55	90	10	99.5	0.33
11	铊 (Tl)	0.00	50	50	99.5	0.00
12	铅 (Pb)	15327.11	90	10	99.5	7.66
13	钼 (Mo)	35.89	99.9	0.1	99.5	0.00018
14	砷 (As)	6067.50	90	10	99.5	3.03
15	汞 (Hg)	4.31	0	100	90.0	0.43
16	锡 (Sn)	31.01	99.9	0.1	99.5	0.00016
合计	--	1194540.44	--	--	--	17.33
15	Tl+Cd+Pb+As	22047.16	--	--	--	11.02
16	Be+Cr+Sn+Sb+Cu +Co+Mn+Ni+V	994914.06	--	--	--	4.99

注：* 指物料衡算数据

水泥窑协同处置固体废物过程中，产生窑灰按照一定的配比添加到水泥熟料中（或者返回水泥窑循环利用）。根据工程分析内容，从长远的生产角度来看，水泥窑协同处置固体废物时，窑灰在整个物料流程中属于动态平衡，定期产生的窑灰以一定的比例掺加进入水泥熟料中，不会在水泥系统无限循环或是排入外环境，通过废气污染防治措施章节的内容分析，内循环的挥发性元素和物质铅、砷、氯化物等不会在窑内过度积累，不会造成外排废气中的重金属超标。

（2）氯、硫、氟元素平衡分析

根据《水泥窑协同处置固体废物污染物控制标准》（GB30485-2013）编制说明等相关资料显示：“原料带入的易挥发性硫化物是造成 SO₂ 排放的主要根源，从高温区投入水泥窑的废物中的 S 元素主要对系统结皮和水泥产品质量有影响，而与烟气中 SO₂ 的排放无直接关系”，因此本次技改硫元素主要考虑入窑前后的硫化物硫变化情况。

项目技改前后入窑氯、氟、硫含量变化情况见表 2-17。

表 2-17 项目技改前后入窑氯、氟、硫含量变化情况一览表

类别	入窑物料	干基物料量 (t/a)	氯含量 (%)	氯量 (t)	氟含量 (%)	氟量 (t)	硫含量（有机硫+硫化物） (%)	硫量 (t)
技改前	氟化钙污泥	4394.00	/	0.00	/	0.00	/	0.00
	硅质原料-硅石选矿粉末	17879.10	/	0.00	/	0.00	/	0.00
	硅质原料-铁选矿污泥	98427.00	0.004	3.94	0.036	35.43	/	0.00

		硅质原料-萤石粉末	17340.00	/	0.00	/	0.00	/	0.00
		缓凝剂-脱硫石膏	71217.17	/	0.00	/	0.00	/	0.00
		混合材-超细粉煤灰	19940.00	/	0.00	/	0.00	/	0.00
		混合材-粉煤灰^粗粉煤灰	232034.80	/	0.00	/	0.00	/	0.00
		混合材-粉煤灰^细粉煤灰	24082.98	/	0.00	/	0.00	/	0.00
		混合材-矿渣^湿矿渣	26940.00	/	0.00	/	0.00	/	0.00
		混合材-矿渣粉	2 919.00	/	0.00	/	0.00	/	0.00
		混合材-燃煤炉渣	17940.00	/	0.00	/	0.00	/	0.00
		混合材-石灰石碎石	135273.58	0.012	16.23	/	0.00	/	0.00
		混合材-珍珠岩粉末	8778.00	/	0.00	/	0.00	/	0.00
		铝质原料-粉煤灰^粗粉煤灰	19940.00	/	0.00	/	0.00	/	0.00
		铝质原料-粉煤灰^湿粉煤灰	16680.47	/	0.00	/	0.0	/	0.00
		铝质原料-粉煤灰^细粉煤灰	19900.00	/	0.00	/	0.00	/	0.00
		铝质原料-煤矸石	18500.00	/	0.00	/	0.00	/	0.0
		铝质原料-燃煤炉渣	19000.00	/	0.00	/	0.00	/	0.00
		石灰质原料-电石渣	26280.00	0.088	23.13	0.03	7.88	/	0.00
		石灰质原料-石灰石	1673585.02	0.004	66.94	0.0057	95.39	0.02	334.72
		铁质原料-赤泥^氧化铝赤泥	12600.00	/	0.00	/	0.00	/	0.00
		铁质原料-铁合金炉渣^转炉渣	23210.81	/	0.00	/	0.00	/	0.00
		金属镁渣	15750.00	/	0.00	/	0.00	/	0.00
		危险废物	18000.00	0.005	0.90	0.003	0.54	1.28	230.40
		生物质燃料	58464.00	0.4	233.86	0	0	1.83	1069.89
		煤泥	14700.00	0 1	14.70	0	0	1.94	285.18
		煤矸石	22850.00	0.08	18.28	0	0	0.98	223.93
		废塑料粉末	15624.00	0.475	74.21	0	0	0.23	35.94
		原煤	89298.00	0.03	26.79	0.00498	4.45	1.76	1571.64
		合计	2765547.93	/	478.98	/	143.70	/	3751.70
	技改后	氟化钙污泥	4394.00	/	0.00	/	0.00	/	0. 0
		硅质原料-硅石选矿粉末	17879.10	/	0.00	/	0.00	/	0.00
		硅质原料-铁选矿污泥	98427.00	0.004	3.94	0.036	35.43	/	0.00
		硅质原料-萤石粉末	17340.00	/	0.00	/	0.00	/	0.00
		缓凝剂-脱硫石膏	71217.17	/	0.00	/	0.00	/	0.00
		混合材-超细粉煤灰	19940.00	/	0.00	/	0.00	/	0.00
		混合材-粉煤灰^粗粉煤灰	232034.80	/	0.00	/	0.00	/	0.00

混合材-粉煤灰^ 细粉煤灰	24082.98	/	0.00	/	0.00	/	0.00
混合材-矿渣^湿矿渣	26940.00	/	0.00	/	0.00	/	0.00
混合材-矿渣粉	26919.00	/	0.00	/	0.00	/	0.00
混合材-燃煤炉渣	17940.00	/	0.00	/	0.00	/	0.00
混合材-石灰石碎石	135273.58	0.012	16.23	/	0.00	/	0.00
混合材-珍珠岩粉末	8778.00	/	0.00	/	0.00	/	0.00
铝质原料-粉煤灰^ 粗粉煤灰	19940.00	/	0.00	/	0.00	/	0.00
铝质原料-粉煤灰^ 湿粉煤灰	16680.47	/	0.00	/	0.00	/	0.00
铝质原料-粉煤灰^ 细粉煤灰	19900.00	/	0.00	/	0.00	/	0.00
铝质原料-煤矸石	18500.00	/	0.00	/	0.00	/	0.00
铝质原料-燃煤炉渣	19000.00	/	0.00	/	0.00	/	0.00
石灰质原料-电石渣	26280.00	0.088	23.13	0.03	7.88	/	0.00
石灰质原料-石灰石	1665816.38	0.004	66.63	0.0057	94.95	0.02	333.16
铁质原料-赤泥^ 氧化铝赤泥	12600.00	/	0.00	/	0.00	/	0.00
铁质原料-铁合金 炉渣^转炉渣	23210.81	/	0.00	/	0.00	/	0.00
金属镁渣	15750.00	/	0.0	/	0.00	/	0.00
黏湿物料—电石渣	9792.00	0.088	861.70	/	0.00	/	0.00
危险废物	18000.00	0.005	0.90	0.003	0.54	1.28	230.40
生物质燃料	58464.00	0.4	233.86	0	0.00	1.83	1069.89
煤泥	14700.00	0.1	14.70	0	0.00	1.94	285.18
煤矸石	22850.00	0.08	18.28	0	0.00	0.98	223.93
废塑料粉末	15624.00	0.475	74.21	0	0.00	0.23	35.94
原煤	53871.95	0.03	16.16	0.00498	2.68	1.76	948.15
废纺织品	9158.79	0.80	73.27	0	0.00	1.23	112.65
废橡胶颗粒	35547.72	0.21	74.65	0	0.00	0.36	127.97
废泡棉	3377.50	0.40	13.51	0	0.00	1.40	47.29
热解炭黑	5428.50	0.11	5.97	0	0.00	1.86	100.97
黏湿物料	18921.60	0.088	16.65	0.003	56.76	0	0.00
水洗后旁路灰	3314.66	0.02	0.66	0	0.00	0	0.00
合计	2798102.01	/	652.76	/	191.16	/	3515.53
技改前后变化量	32554.08	/	173.78	/	54.56	/	-236.17

从表 2-17 可知，技改项目实施后，入窑硫的量有所减少，氯元素增加 173.78t/a，氟元素增加 54.56t/a，硫化物硫和有机硫减少 236.17t/a。

5、窑物料投加量计算

（1）重金属投加速率分析

根据《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013）计算本项目投

加速率分析，并判定达标情况，见表 2-18。

表 2-18 本项目入窑物料元素投加速率分析一览表

序号	元素	单位	投加量	最大允许投加量	达标性
1	汞	mg/kg-cli	0.013	0.23	达标
2	铊+镉+铅+15×砷		83.66	230	达标
3	铍+铬+10×锡+50×锑+铜+锰+镍+钒		566.82	1150	达标
4	总铬	mg/kg-cem	71.86	320	达标
5	六价铬(Cr+)		/	10 (1)	达标
	锌		147.95	37760	达标
7	锰		649.00	3350	达标
8	镍		52.46	64	达标
9	钼		0.030	310	达标
10	砷		5.06	4280	达标
11	镉		0.54	4	达标
12	铅		12.77	1590	达标
13	铜		55.65	7920	达标
14	汞		0.0036	4 (2)	达标

注：（1）计入窑物料中的总铬和混合材中的六价铬；

（2）仅计混合材中的汞。

（2）氯、硫、氟元素入窑物料投加量计算

1）硫投加量

根据《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013），协同处置企业应控制物料中硫元素的投加量。通过配料系统投加的物料中硫化物硫与有机硫总含量不应大于 0.014%；从窑头、窑尾高温区投加的全硫与配料系统投加的硫酸盐硫总投加量不应大于 3000mg/kg-cli。

从配料系统投加的物料中硫化物 S 和有机 S 总含量的计算如下式所示：

$$C = \frac{C_w \times m_w + C_r \times m_r}{m_w + m_r}$$

式中：C 为从配料系统投加的物料中硫化物 S 和有机 S 总含量，%；C_w、C_r 分别为从配料系统投加的固体废物和常规原料中的硫化物 S 和有机 S 总含量，%；

m_w 和 m_r 分别为单位时间内固体废物和常规原料的投加量，kg/h；

从窑头、窑尾高温区投加的全 S 与配料系统投加的硫酸盐 S 总投加量的计算如下式所示：

$$FM_s = \frac{C_{w1} \times m_{w1} + C_{w2} \times m_{w2} + C_f \times m_f + C_r \times m_r}{m_{cli}}$$

式中：FM_s 为从窑头、窑尾高温区投加的全硫与配料系统投加的硫酸盐硫总投加量，mg/kg-cli；

C_{w1} 和 C_f 分别为从高温区投加的固体废物和常规燃料中的全硫含量，%；

C_{w2} 和 C_r 分别为从配料系统投加的固体废物和常规原料中的硫酸盐 S 含量，%；

m_{w1}、m_{w2}、m_f 和 m_r 分别为单位时间内从高温区投加的固体废物、从配料系统投加的固体废物、常规燃料和常规原料的投加量，kg/h；

m_{cli} 为单位时间的熟料产量，kg/h。

经计算，通过配料系统投加的物料中硫化物硫与有机硫总含量为 0.013%<0.014%，从窑头、窑尾高温区投加的全硫与配料系统投加的硫酸盐硫总投加量为 299.69mg/kg-cli<3000mg/kg-cli，满足《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013）要求。

2) 氟元素、氯元素投加量分析

根据《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013），协同处置企业应根据水泥生产工艺特点，控制随物料入窑的氯（Cl）和氟（F）元素的投加量，以保证水泥的正常生产和熟料质量符合国家标准。入窑物料中氟元素含量不应大于 0.5%，氯元素含量不应大于 0.04%。

$$C = \frac{C_w \times m_w + C_f \times m_f + C_r \times m_r}{m_w + m_f + m_r}$$

入窑物料中 F 元素或 Cl 元素含量的计算如下式所示：

式中：C 为入窑物料中 F 元素或 Cl 元素的含量，%；

C_w、C_f 和 C_r 分别为固体废物、常规燃料和常规原料中的 F 或 Cl 含量，%；

m_w、m_f 和 m_r 分别为单位时间内固体废物、常规燃料和常规原料的投加量，kg/h。

根据计算，入窑物料中氟元素含量为 0.0068%，氯元素含量为 0.023%，满足《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013）中规定的（氟元素≤0.5%，氯元素≤0.04%）要求。

6、旁路灰资源化系统

本项目旁路灰资源化系统原辅材料及能源消耗见表 2-19。

表 2-19 原辅材料及能源消耗（旁路灰资源化系统）							
序号	名称	规格	单耗	消耗量（t/a）	形态	来源	运输及包装方式
1	旁路灰	/	/	6126	固态	旁路放风系统	管道输送
2	新鲜水	/	0.92t/t	5621.1	液态	企业供水管网	供水管网输送
4	蒸汽	/	0.71t/t	4900.8	气态	主蒸汽管道	蒸汽管网输送
5	碳酸钠	袋装，25 kg	0.08t/t	490.08	固态	周边外购	汽车/袋装
6	硫化钠	袋装，25 kg	0.0004t/t	2.45	固态	周边外购	汽车/袋装
7	盐酸	31%	0.04t/t	245.04	液态	周边外购	汽车/罐装
8	电	万 kWh	100kwh/t	54.69 万 kwh/a	/	企业供电系统	供电线路
9	副产盐吨袋		2.5kg/条	3.0t/a	固态	周边外购	汽车/袋装

2.7 劳动定员及工作制度

劳动定员：由现有工程内部调配，不新增员工。

工作制度：年工作 300 天（与水泥窑同步运行），全天三班制生产。

2.8 平面布置

项目在现有厂区熟料烧成区域进行改造：

（1）窑尾热盘炉改造：在原料堆棚南侧新建一座 280m² 全封闭物料堆棚；在 C5 平台分解炉锥体上部安装一台热盘炉，自三次风管道开孔引入热风至热盘炉内，炉顶设置进料装置用于投加替代燃料。

（2）黏湿物料输送改造：在原有生料制备生产线、原料堆棚的基础上进行技术改造。原料堆棚内南墙地面部位安装料斗，在链板式定量给料机至生料配料站出口入磨皮带之间安装一台 B1000 皮带机，黏湿物料经过料斗、链板式定量给料机、皮带机、定量给料机输送至生料入磨皮带，实现黏湿物料独立计量输送。

（3）旁路灰资源化：在厂区南侧空地建设，占地约 375m²，主要建设内容包括智洗魔方、蒸发制盐模块、预溶模块及配套的构筑物、设备以及功能房。

图 2-1 三维效果示意图（旁路灰资源化）

平面布置图见附图 6。

2.9 公用工程

2.9.1 给排水

(1) 水源：利用厂内现有供水系统。

(2) 给水：本项目新增用水主要为旁路灰水洗用水、洗车用水等，新增用水量为 18.827m³/d。

本项目新增用水水平衡图见图 2-2。

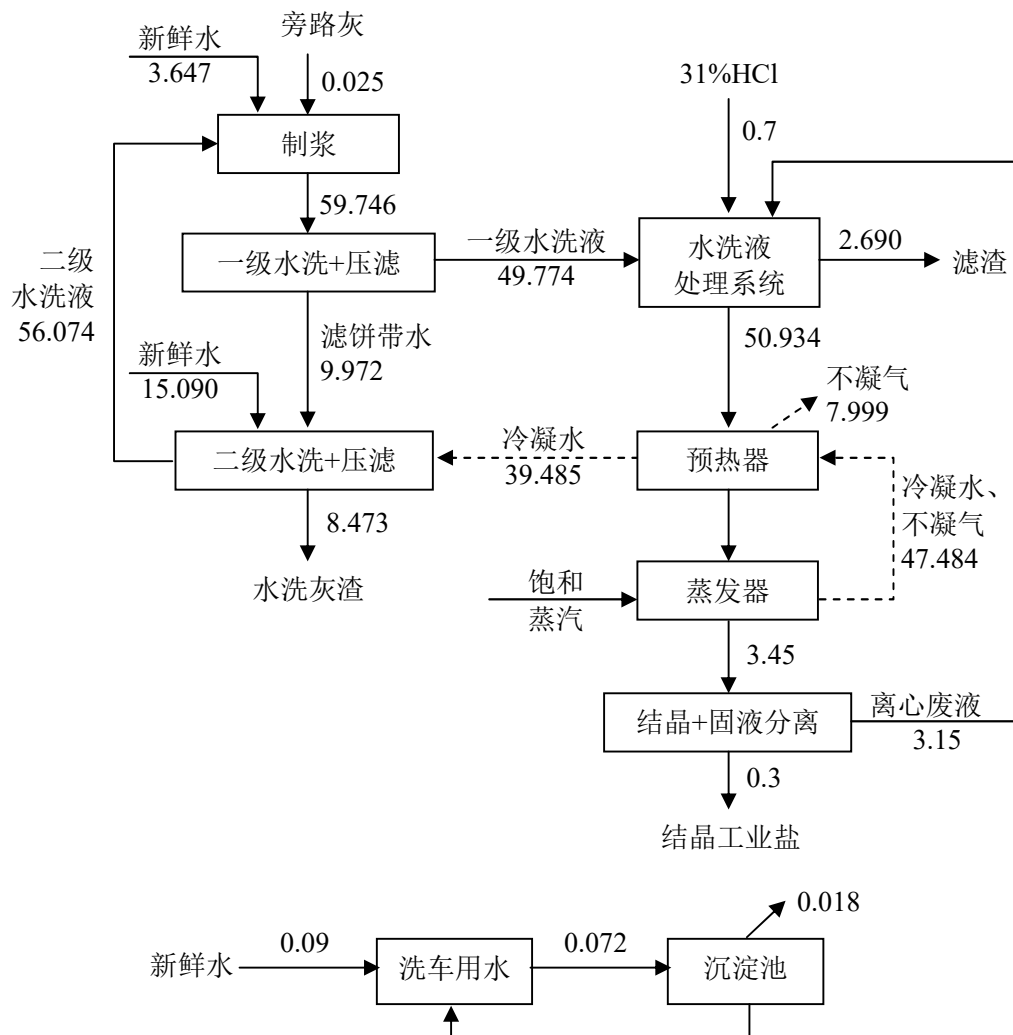


图 2-2 本项目水平衡图（新增用水，m³/d）

2.9.2 蒸汽

本项目旁路灰资源化系统蒸发结晶工序所用的饱和蒸汽依托主蒸汽管道，蒸汽压力 0.4MPa，温度 158℃，蒸汽能力 0.68t/h；现有工程蒸汽压力为 1.56MPa，温度 185℃，主蒸汽能力 40t/h。项目所需生产用蒸汽，不新增锅炉产能，全部从厂区已建成的发电工序蒸

汽管网中统筹调配。

技改前后蒸汽平衡见图 2-3~图 2-4。

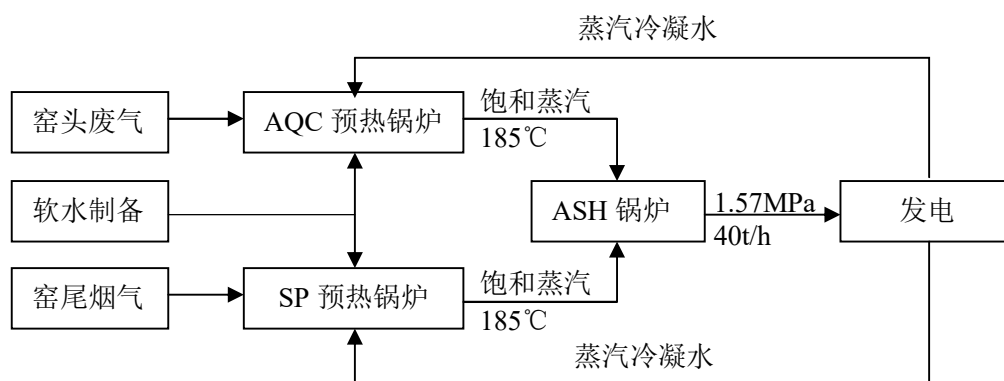


图 2-3 蒸汽平衡图（技改前，t/h）

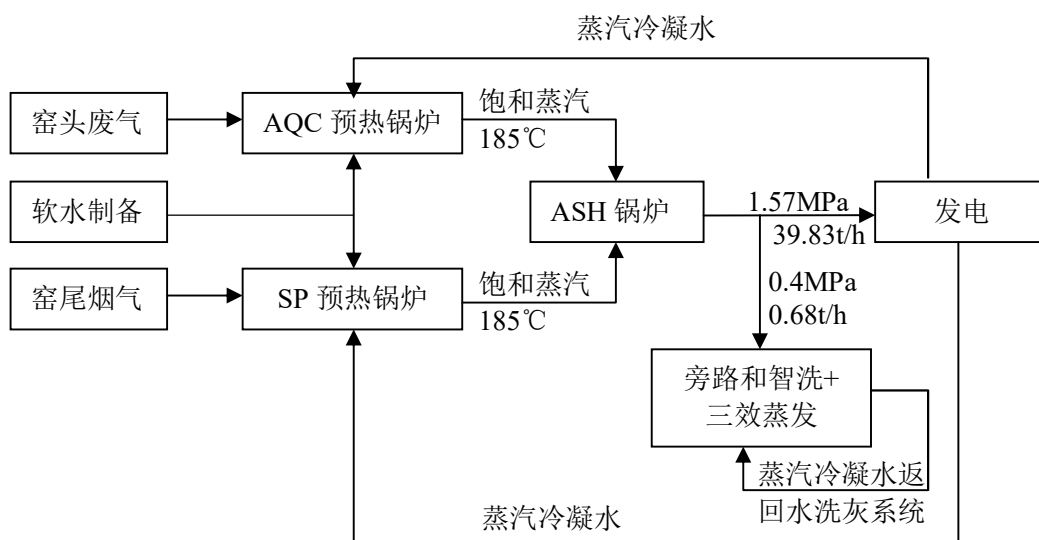


图 2-4 蒸汽平衡图（技改后，t/h）

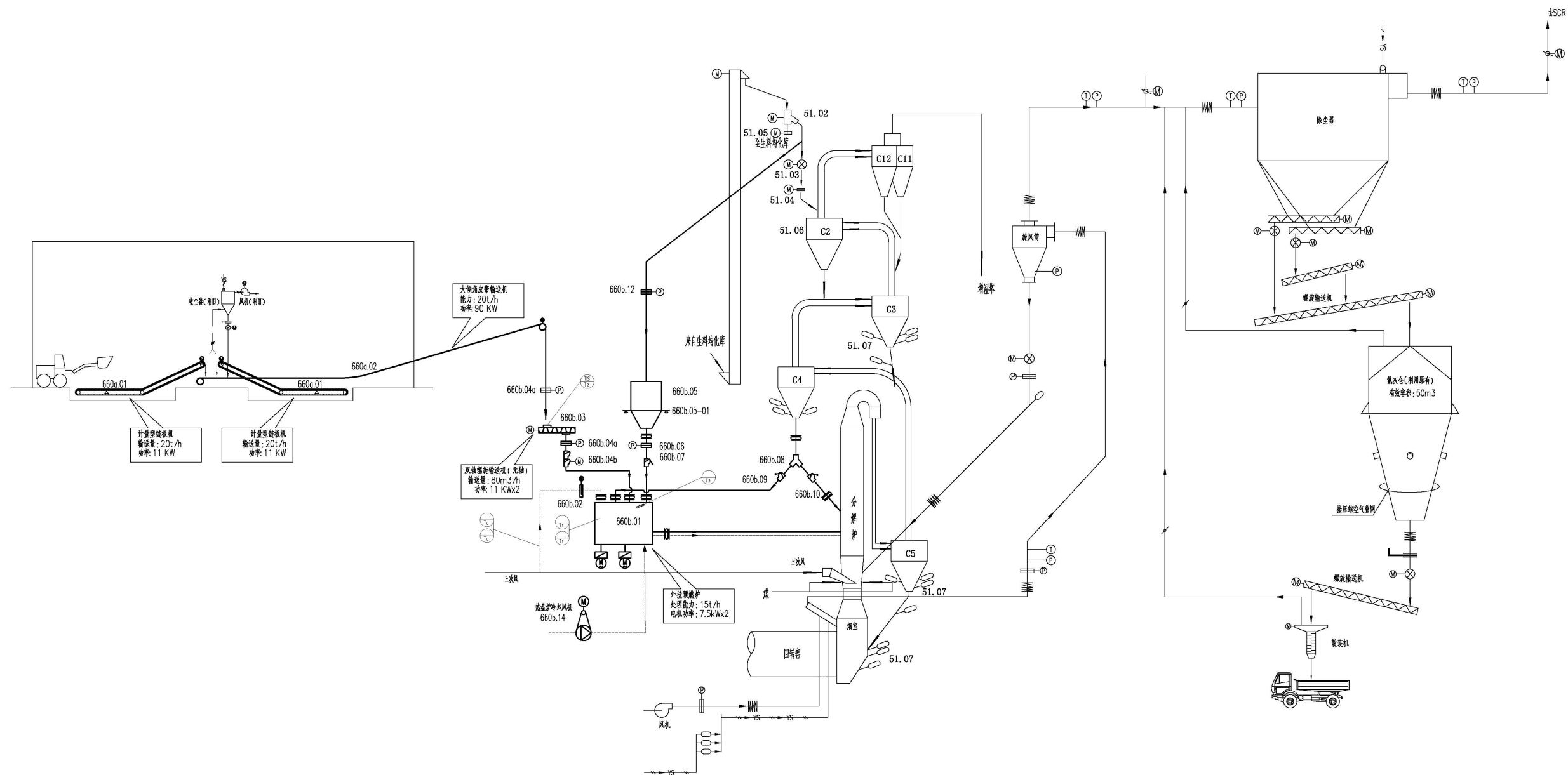
[illegible]

图 2-6 设备流程图（窑尾热盘炉改造）

1. 堆棚内储存替代燃料。
2. 外挂炉进口设置温感, 高温回火时联动喷水, 水专业考虑水箱, 水泵。

版权所有，不得复制、套用。

河北省建筑材料工业设计研究院
有限公司
Sino Construction Materials Industrial Design and Research Institute Co., Ltd.
建材行业水泥工程甲级
建材行业冶金及原料制备工程甲级
建材行业工程乙级
环境专项大气污染治理工程乙级
环境专项固体废物处理处置工程乙级
地址：河北省石家庄市新华区合作路159号

签章区
 STAMP AREA

版 次 REV.	修改内容 REVISION NOTE	日 期 DATE

建设单位	CLIENT
------	--------

项目名称	PROJECT
------	---------

广灵金隅水泥有限公司预燃炉改造项目

旁路放风

图 纸 名 称	图 纸 号 数
DRAWING TITLE	DRAWING NO.

工艺流程图

图号	DWG. NO.
----	----------

HB JCY26-070-660a/660bPB01

设计阶段 DESIGN PHASE	方案
专 业	工 艺

SPECIALITY		
审定 APPROVER		

项目负责		
DESIGN MANAGER		

CHIEF		
审核		

VERIFIER		
校对 CHECKER		

设计 DESIGNER		
比 例		

SCALE	
日期 DATE	2026.8.5

2.9 施工期

(1) 施工工艺及方法

本项目拟利用现有 4000t/d 回转窑协同处置废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉、炭黑等一般固废，以替代部分原煤；协同处置黏湿物料（电石渣等）等一般固废，以替代部分原料；新建旁路灰资源化工程。各工程均在广灵金隅水泥有限公司现有厂区内建设。故项目施工主要包括新建块状燃料堆棚、氯灰接收仓、旁路灰资源化各构筑物等的地基处理、土建施工及设备安装等几个阶段。在施工过程中采用机械施工和人工施工相结合的方法。

(2) 施工工艺流程及产污环节

施工期时，基础工程、主体工程、设备安装等建设工序产生了噪声、扬尘、固体废弃物、少量污水和废气等污染物，其排放量随工期和施工强度不同而有所变化。具体产污环节施工期的工艺流程及产污情况图示见图 2-5。

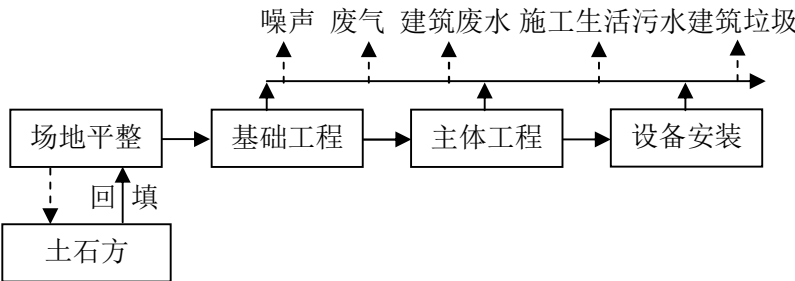


图2-5 施工工艺流程及产污环节

施工期产污环节：

- (1) 扬尘：建筑材料堆存、地基挖掘填挖土石方及转运等产生的扬尘，车辆运输进出工地所产生的二次扬尘；施工机械排放及施工车辆排放尾气的主要污染物为 CO、NO₂ 及 HC 等；
- (2) 废水：车辆冲洗废水以及施工人员少量生活污水。
- (3) 噪声：各种施工机械和车辆行驶及施工人员活动等产生的噪声。
- (4) 固体废物：主要是开挖土石方、建筑垃圾和生活垃圾。

2.10 运营期

本次一般固废处置及综合利用项目改造内容主要为：拟利用现有 4000t/d 回转窑协同处置废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉、炭黑等一般固废，以替代部分原煤；协同处置黏湿物料（电石渣等）等一般固废，以替代部分原料；新建旁路灰资源化工程，其余全部依托现有工程。

1、窑尾热盘炉改造

本项目工艺流程及产污环节图见图 2-7。

(1) 输送系统

在辅料堆棚南墙外部位置建设一座混凝土+钢架结构储料堆棚（28×10×7 米），棚内安装两台计量链板输送机，用于废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉等替代燃料的均匀出料和计量。

上料口设置集气罩，并与原替代燃料上料口除尘器（DA094）对接进行收尘。链板输送机至窑尾预热器 32.4 米平台之间安装一台倾角皮带机，皮带机将链板输送机物料输送至预热器 32.4 米平台。

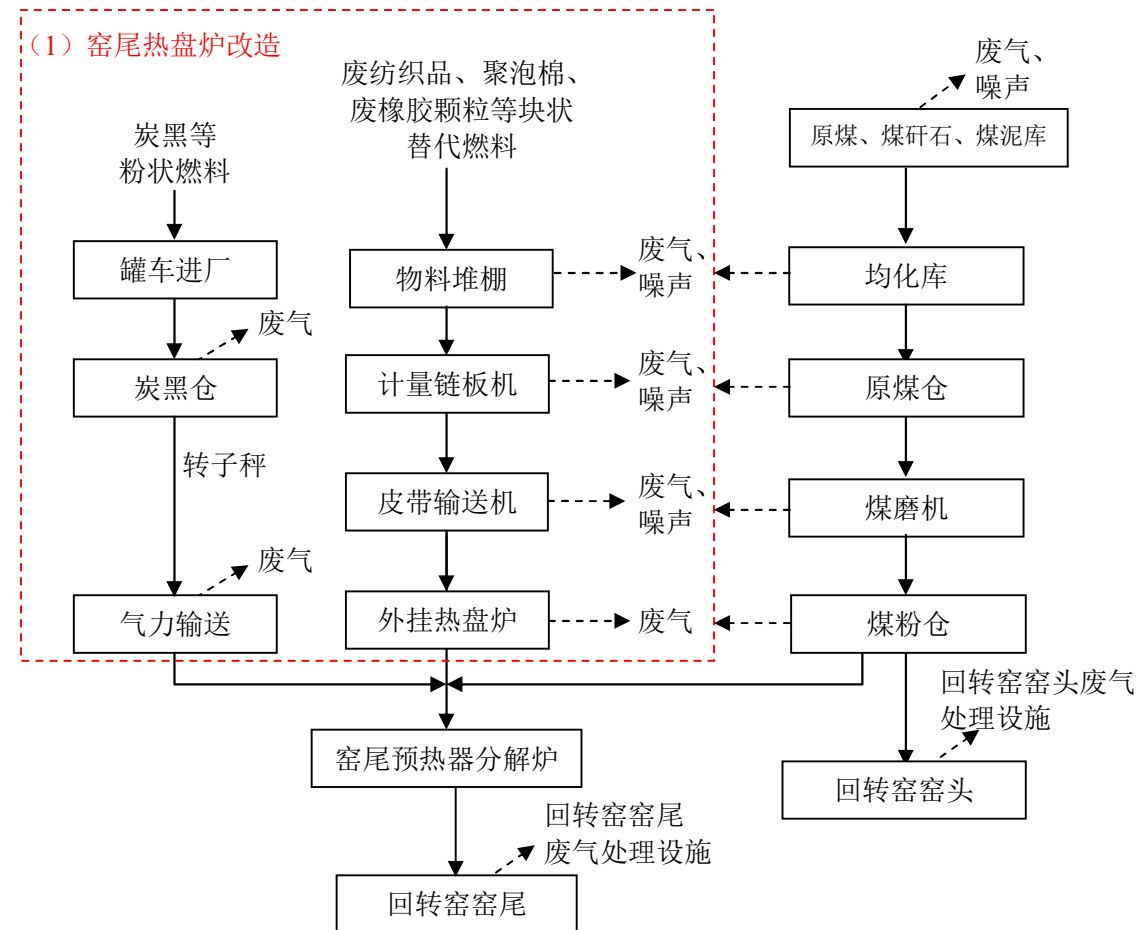


图 2-7 本项目工艺流程及产污环节图（热盘炉改造）

倾角皮带输送廊道为全封闭结构，大倾角皮带机出料口处，依次安装高温气动闸板阀、无轴双螺旋绞刀等锁风输送设备，绞刀出口安装高温气动闸板阀、高温双层双门电动翻板阀以减少系统漏风。气动闸板阀与生产系统安全联锁，在断电或紧急情况下可立即关闭。

炭黑仓为改造原北原煤仓（Φ5m×6m）为炭黑仓，为罐车输送入厂，由罐车自带汽车泵经压缩空气通过管道吹入仓内，整个过程在封闭的管道中完成。通过操作规程或自动控制系统，确保相邻筒仓错峰进料。替代燃料采用密闭式螺旋-气力复合输送系统送至回转窑窑尾预热器分解炉，输送过程中通过称重传感器实时监测给料量，变频调速调节输送速率。替代燃料燃烧效率≥98%，水泥窑热工制度波动幅度（分解炉出口温度）控制在±5℃以内。仓顶配套袋式除尘器进行收尘（DA095）。

(2) 热盘炉系统

预热器 C5 平台分解炉锥体与直段对接处安装一台热盘炉，设备安装后将与分解炉形成

	一体结构。自三次风管引取高温热风至热盘炉内，三次风管设置闸板阀和膨胀节便于调节和检修。替代燃料由热盘炉顶部进料装置投入炉内，在三次风的作用下，替代燃料在炉内燃烧，产生的热量进入分解炉，残渣随热生料进入回转窑，以实现降低尾煤使用量的目的。为控制炉温，从预热器 C4 下料管分流一定量的热生料进入热盘炉，通过调节分料阀将热盘炉出口温度控制在 1050℃以内，防止超温结焦。同时增加一台 5m³冷生料缓冲仓，自 C1 级出口引入冷生料粉，作为应急控温措施，所有分料阀及闸板阀均铺设耐火材料。热盘炉布置在分解炉外侧，不占用分解炉空间，见图 2-6。替代燃料随圆盘旋转 270° 的过程中，在高温三次风裹挟下完成烘干、着火、燃尽。 （3）视频监控系统 热盘炉系统整体增加 5 个高清视频监控摄像头，并搭配视频录像装置，接入公司现有监控系统，对倾角皮带、气动闸板阀、堆棚进行视频监控。 （4）消防报警系统 物料堆棚内、倾角皮带输送廊道内、热盘炉周边布设消防喷淋系统、火灾烟感温感报警系统、声光报警等消防安全设施，消防报警、喷淋系统与现有消防系统对接。 预热器热盘炉体上部安装一台消防水箱 4000×2000×3000mm，由增压泵将消防水注入消防水箱，满足炉体应急消防水需求。 （5）有毒可燃气体监测报警系统 物料堆棚及输送廊道区域设置一套 32 通道有毒可燃气体监测报警系统，系统采用 RS485 通讯制式，配套 7 台气体探测探头与 1 台 UPS 不间断电源（后备供电时长≥30min），具备现场声光报警功能，可实时监测区域内有毒、可燃气体浓度并超限告警。 2、黏湿物料输送改造 （1）在厂区原料堆棚内南墙地下，安装一台 6m³料斗；料斗底部安装一台 1080 链板式定量给料机。 （2）板式给料机底部至生料配料站出口入磨皮带安装一台 B1000 皮带机。 （3）皮带机与配料站入磨皮带之间安装两台定量给料机 20t/h，并通过气动闸板阀、溜槽进行连接，将堆棚内黏湿物料经过料斗、链板式定量给料机、皮带机、定量给料机输送至生料入磨皮带，实现黏湿物料独立计量输送。经生料入磨皮带——生料配料站——生料磨——生料均化库后，最终送入分解炉预热器。 工艺流程见图 2-7。
--	---

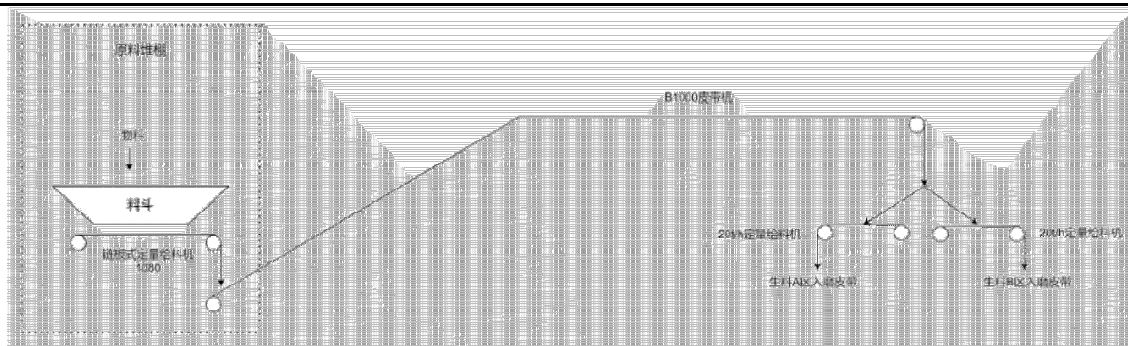


图 2-8 工艺流程图（黏湿物料输送改造）

3、旁路灰资源化

本项目拟采用“智能脱氯+蒸发制盐”。采用“智能脱氯”脱除旁路灰中的可溶性氯盐和可溶性重金属盐，并对水洗液进行净化处理；然后采用“蒸发制盐”提取出副产结晶盐。满足零排放的同时，实现资源化利用。项目分为两个系统，分别为智能脱氯系统和蒸发制盐系统，具体划分如下：

- （1）旁路灰水洗系统：旁路灰原灰→混合制浆→水洗脱氯→净化水洗液；
- （2）蒸发制盐系统：原料预热→强制循环蒸发浓缩、结晶→结晶盐。

旁路灰水洗工艺方案说明：

旁路灰经气力输送至旁路灰的旁路灰暂存仓，通过密封进料装置定量控制旁路灰量，依次经过对旁路灰进行混合制浆、多级脱氯和水洗液净化处理，在分离过程中通过各种反应器的相互配合，使洗脱后的水洗后旁路灰含水率 $\leq 35\%$ ，水洗旁路灰中可溶性氯含量满足设计指标，以供后续资源化利用；净化后的旁路灰水洗液水质硬度指标控制在 200mg/L 以下、浊度指标控制在 5NTU 以下，为后续蒸发结晶提供有效的保证。

工艺流程及产污环节图（旁路灰资源化）见图 2-9。

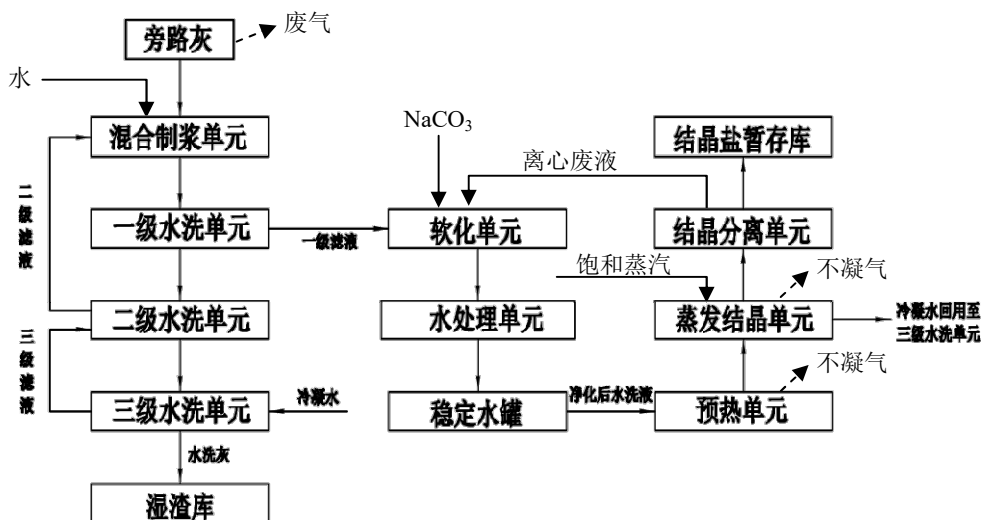


图 2-9 工艺流程及产污环节图（旁路灰资源化）

	具体工艺如下： ①旁路灰储运 旁路放风系统氯灰仓内的旁路灰以气力输送方式输送至旁路灰资源化系统氯灰接收仓（100t）。旁路灰输送过程采用全负压操作，保证粉尘不外泄。在接收仓顶部出风口安装仓顶除尘器，旁路灰输送过程产生的粉尘经除尘器处理后通过 15 m 高排气筒排放。 ②制浆 接收仓内的旁路灰经仓底密闭螺旋输送至密封的制浆罐中，同时按照水灰比 2.5：1 的比例加入定量水（该部分水包括二级水洗液及新鲜水），通过搅拌及混合得到浆液，随后浆液被送入一级逆流漂洗单元。 ③一级逆流漂洗及压滤 浆液进入一级水洗反应器进行一级水洗，可以洗去大部分可溶性氯盐，经过一级水洗后的浆液泵送至一级压滤设备进行脱水，产生的一级水洗液进入储罐暂存，脱水后的泥饼进入下一级水洗反应器进行二级水洗。 ④二级逆流漂洗及压滤 一级水洗产生的泥饼进入二级水洗反应器，同时向二级水洗反应器内加入定量水进行二级水洗。二级水洗按照水和泥饼 2:1 的比例进行，该部分所加入的水包括蒸发冷凝水和新鲜水。二级水洗后，泥饼中绝大多数可溶性氯盐已溶解，浆液再次进入压滤设备进行固液分离，产生的二级水洗液返回制浆单元用于制浆，压滤脱水后的水洗灰渣含水率$\leq 35\%$。水洗灰渣经压滤设备配套的皮带输送至暂存区，密闭输送至生料磨，作为水泥熟料生产原料入窑处置。 ⑤软化及过滤 水的硬度分为总硬度、暂时硬度和永久硬度。总硬度是指水中 Ca^{2+}、Mg^{2+} 总量。暂时硬度又称碳酸盐硬度，主要化学成分是 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$、$\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$，由于该盐类在加热之后分解成沉淀物，故称暂时硬度。永久硬度又称非碳酸盐硬度，主要指水中 CaSO_4、MgSO_4、CaCl_2、MgCl_2、$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$、$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 等盐类，这类硬度不能用加热方法去除，故称永久硬度。硬度是水质的一项重要指标，去除水中的硬度称为水的软化，方法可分为药剂软化法、强化结晶软化法、吸附与离子交换软化法、膜软化法几种。药剂软化法是最常用的软化方法，本项目采用化学药剂软化法，加入碳酸钠进行软化。 碳酸钠溶于水后发生水解，主要分为以下两步： $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaHCO}_3 + \text{NaOH}$ $\text{NaHCO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{NaOH}$ 这两步水解过程中产生大量 OH^-、HCO_3^- 及 CO_3^{2-}，使得体系中的碱度上升，水洗液中的 Ca^{2+}、Mg^{2+} 可以与 CO_3^{2-} 形成 CaCO_3、MgCO_3 沉淀。另外，CO_3^{2-} 还可以与重金属离子发生沉
--	---

	淀反应，形成包括 PbCO_3、ZnCO_3、CuCO_3、BaCO_3、CdCO_3、$\text{Cr}(\text{OH})_3$ 等多种重金属沉淀，对水洗液中的重金属离子起到一定的去除作用。 钙、镁离子沉淀机理如下： $\text{CO}_3^{2-} + \text{Ca}^{2+} = \text{CaCO}_3 \downarrow$ $\text{CO}_3^{2-} + \text{Mg}^{2+} = \text{MgCO}_3 \downarrow$ 重金属离子沉淀机理如下： $\text{CO}_3^{2-} + \text{Pb}^{2+} = \text{PbCO}_3 \downarrow$ $\text{CO}_3^{2-} + \text{Zn}^{2+} = \text{ZnCO}_3 \downarrow$ $\text{CO}_3^{2-} + \text{Cd}^{2+} = \text{CdCO}_3 \downarrow$ $2\text{Cr}^{3+} + 3\text{CO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Cr}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$ 最终，经过软化后的水洗液质硬度指标可以控制在 200 mg/L 以下，Ca^{2+}、Mg^{2+} 总残留 $\leq 50\text{ppm}$；重金属离子在 Na_2CO_3 除钙镁工艺中形成碳酸盐沉淀，去除效率可达 90% 以上。 软化后的水洗液随后被送入过滤装置，滤除水洗液中的大量 SS 悬浮物，将水洗液浊度指标控制在 5NTU 以下，然后输送至重金属脱除单元。产生的滤渣则收集后入窑处置。 ⑥重金属脱除及过滤 旁路灰中重金属元素主要以金属氧化物的形式存在，少量以氯化物及硫酸盐的形式存在，金属氧化物基本不溶于水，少量金属氯化物及硫酸盐可能在水洗过程中发生溶解。 大部分重金属离子已在前道加 Na_2CO_3 除钙镁工艺中形成碳酸盐沉淀，残留的重金属离子则在该工序通过投加硫化钠形成硫化物沉淀去除，由于重金属离子与硫离子有很强的亲和力，生成重金属硫化物的溶度积比其他金属沉淀物的溶度积要小，如硫化锌、硫化铜、硫化铅、硫化汞和硫化镉的溶度积分别是 2.93×10^{-25}、1.27×10^{-36}、9.04×10^{-29}、6.44×10^{-53} 和 1.40×10^{-29}，稳定性要强，所以 Na_2S 也是目前应用比较广泛的一种重金属稳定化药剂。根据金属硫化物溶度积的大小，硫化物沉淀析出的次序由易至难依次为：Hg^{2+}、Ag^{+}、As^{3+}、Bi^{3+}、Cu^{2+}、Pb^{2+}、Sn^{2+}、Zn^{2+}、Co^{2+}、Ni^{2+}、Fe^{2+}、Mn^{2+}。 Na_2S 与重金属的反应可在较宽的 pH 范围内进行，但是为了避免环境的二次污染，使用 Na_2S 沉淀时，pH 应保持在 8 以上，以防产生 H_2S 气体，这一条件完全符合软化后水洗液的 pH 范围。 反应方程式如下： $\text{Pb}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{PbS} \downarrow$ $\text{Cu}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{CuS} \downarrow$
--	---

$$\text{Zn}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{ZnS} \downarrow$$

$$2\text{Cr}^{3+} + 3\text{S}^{2-} = \text{Cr}_2\text{S}_3 \downarrow$$

$$2\text{As}^{3+} + 3\text{S}^{2-} = \text{As}_2\text{S}_3 \downarrow$$

$$\text{Ni}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{NiS} \downarrow$$

.....

因此采用硫化钠对水洗液中重金属进行去除，能够有效保证结晶盐产品的质量。

重金属脱除后的水洗液随后被送入过滤装置，滤除沉淀物，经过滤后 SS≤10ppm，防止堵塞蒸发管路和结晶器流道。水洗液输送至中和单元。产生的滤渣则收集后入窑处置。

⑦中和

通过投加 31%的盐酸，使其与水洗液中的碱发生酸碱中和反应，从而调整 pH 值使得水质满足后续蒸发结晶的要求。本项目所需盐酸采用盐酸储罐储存，设有 1 个 5 m³ 的盐酸储罐，配备有加药计量装置。中和反应在密闭的中和反应器中进行，且盐酸投加管道位于液面以下，基本无盐酸雾的产生。项目使用的管道采用耐酸碱材质，具有很好的耐酸耐碱性能。

盐酸采用储罐储存，盐酸储罐会产生部分废气，盐酸储存间设置通风系统，盐酸储罐少量呼吸废气经通风后无组织排放。

本项目旁路灰水洗水添加碳酸钠进行化学软化，软化后 Ca²⁺、Mg²⁺总残留≤50ppm，采用离子交换树脂深度处理可降至<5ppm；采用碳酸钠与重金属离子反应沉淀可基本去除废水中的重金属阳离子，残留的重金属离子再次添加硫化钠形成硫化物沉淀去除，Pb、Cu、Zn、Cr、Cd 等重金属总去除率>99%；经过滤滤除沉淀物，经过滤后 SS≤10ppm，防止堵塞蒸发管路和结晶器；经处理后废水中主要含氯化钾、氯化钠等易结晶无机盐，无难降解有机物或热敏组分；滤液中加 31%的盐酸进行中和反应，调整后水质适合通过加热蒸发分离水分并析出晶体。

旁路灰水洗前后成分变化见表 2-20。

表 2-20 旁路灰水洗前后成分变化表

原材料名称	单位	旁路灰	水洗后旁路灰	去除效率
数量	t/a	6126	5001	/
含水率	%	0.12	33.72	/
LOSS	%	0.21	.15	/
CaO	%	39.23	38.56	19.76%
SiO ₂	%	12.87	12.89	18.24%
Al ₂ O ₃	%	8.11	8.1	18.47%
Fe ₂ O ₃	%	2.09	1.56	39.07%
MgO	%	2.62	1.87	41.73%
Cl	%	7.95	2.98	69.40%
F	%	0.001	0	100.00%

SO ₃	%	2.03	1.36	45.31%
K ₂ O	%	14.89	13.56	25.66%
Na ₂ O	%	4.53	3.75	32.42%
R ₂ O	%	12.71	12.67	18.62%
铍 (Be)	mg/kg	ND	ND	/
钒 (V)	mg/kg	ND	ND	/
铬 (Cr)	mg/kg	22.36	21.17	22.71%
锰 (Mn)	mg/kg	16.15	15.36	22.36%
钴 (Co)	mg/kg	ND	ND	
镍 (Ni)	mg/kg	16.26	15.26	23.38%
铜 (Cu)	mg/kg	25.37	25.27	18.69%
锌 (Zn)	mg/kg	14.23	14.16	18.77%
锑 (Sb)	mg/kg	ND	ND	/
镉 (Cd)	mg/kg	0.023	0.02	29.01%
铊 (Tl)	mg/kg	ND	ND	/
铅 (Pb)	mg/kg	23.21	22.56	20.65%
钼 (Mo)	mg/kg	ND	ND	/
砷 (As)	mg/kg	5.26	4.53	29.69%
汞 (Hg)	mg/kg	ND	ND	/
锡 (Sn)	mg/kg	ND	ND	/

⑧蒸发浓缩

水洗液先进入预热器与三效蒸发器排出的不凝气和蒸发冷凝水进行换热，实现预加热，然后再进入三效蒸发器进行蒸发浓缩。

三效蒸发中效数的排序是以生蒸汽进入的那一效作为第一效，第一效出来的二次蒸汽作为加热蒸汽进入第二效，依次类推。三效蒸发中，为了保证每一效都有一定的传热推动力，各效的操作压强依次降低，相应地，各效的沸点和二次蒸汽压强依次降低。三效蒸发技术是将蒸汽热能进行循环并多次重复利用，以减少热能消耗，降低运行成本。加热后的盐水在多个串联的蒸发器中蒸发，利用前效蒸发产生的二次蒸汽，作为后效蒸发器热源，后效废水沸点温度和压力比前效低，效与效之间的热能再生利用可以重复多次。

本项目配套三效蒸发制盐撬装设备：为机械式蒸汽再压缩（MVR）蒸发器，原理是利用高效蒸汽压缩机压缩蒸发产生的二次蒸汽，把电能转换成热能，提高二次蒸汽的焓，被提高热能的二次蒸汽打入蒸发室进行加热，以达到循环利用二次蒸汽已有的热能，从而可以补充极少量的外部鲜蒸汽即可保证系统热能平衡，通过蒸发器自循环来实现蒸发浓缩的目的。强制循环蒸发结晶系统可大大降低因为可能存在的化学反应产生沉淀结晶而堵管结垢的风险，在强制循环蒸发器内蒸发后，物料达到过饱和状态，此时不断的开始析出结晶。氯化钾在高温蒸发浓缩段逐步饱和析出；温度降低时析出氯化钠。为了保证出盐效果、实现废水结晶，采用热结晶工艺使物料在分离器内产生大量结晶，其后结晶盐从结晶分离器底部出料

至稠厚器，经过进一步提高溶液固含量后，排入离心设备进行离心，离心后的结晶盐排出系统，母液继续回流蒸发，只有少量母液排出，回到旁路灰智洗处理。蒸发制盐过程中得到的冷凝水全部回用，结晶盐满足《氯化钾》（GB/T6549-2011）标准的要求。蒸发结晶系统主要由 MVR 蒸发结晶单元、冷却循环单元共同组成。 （1）MVR 蒸发结晶单元：MVR 蒸发结晶单元的主要功能是利用蒸发系统自身产生的二次蒸汽及其能量，将低品位的蒸汽经压缩机的机械做功提升为高品位的蒸汽热源，将经水洗后的盐溶液进行蒸发浓缩，冷却结晶，盐浆分离，生产出结晶盐。 （2）冷却循环单元：冷却循环单元的主要功能分为两部分，一部分主要是把 MVR 蒸发结晶单元的冷凝水进行冷却，随后送至旁路灰洗脱单元进行使用；另一部分是为 MVR 蒸发结晶单元提供设备冷却水。 水洗液经过由第一效到第三效的依次蒸发浓缩，在最末效达到过饱和浓缩液。 ⑨结晶 通过蒸发后的过饱和浓缩液导入结晶器，促使氯化钾晶核生成及长大，有利于后续晶体的分离。后续通过离心机进行固液分离，分离出来的氯化钾打包装袋；离心废液返回水洗液处理系统进行处理，不外排。 技改后 4000t/d 水泥熟料生产线工艺流程及产污环节图见图 2-10。 4、依托水泥窑综合利用 本项目依托现有 4000 t/d 熟料新型干法水泥生产线，废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉、炭黑等一般固废替代部分原煤作为燃料入回转窑窑尾预热器分解炉；黏湿物料（电石渣等）替代部分原料，在现有原料堆棚暂存后经皮带输送至生料入磨皮带，最终入回转窑窑尾预热器分解炉；与水泥熟料生产同步进行，不会对水泥产能产生影响。新型干法回转窑内物料烧成温度保证在约 1450℃（炉内最高的气流温度可达 1800℃或更高），窑内物料和气体可分别达到 1500℃和 1800℃，烟气温度高于 1100℃就达 4S 以上，物料在窑内停留时间约 40 分钟。入窑物料在几秒钟之内迅速升温到 800℃以上，进入窑内在 1500℃左右烧成。投加替代燃料的分解炉温度可达到 1050℃，废物中的有机污染物部分能被分解释放出来，废物随窑的旋转缓慢向窑头移动至烧成段时，因燃料的剧烈燃烧，废物中有机物能被完全分解氧化，无机物也成熔融状态，一些重金属元素被固化到熟料晶格中，焚烧过程中产生的 SO₂ 等酸性气体在水泥回转窑内被碱性物料中和，气化的重金属吸附在烟尘中，随气流大部分烟尘随预热器中物料返回窑中。 根据现场踏勘，本项目水泥窑已配套旁路放风系统：从窑尾烟室抽取高温烟气（抽风量为窑尾烟室风量的 5%~8%），经急冷后降低至 400℃左右，将氯盐凝结在粉尘颗粒上。急冷后的烟气进入旋风收尘器，将大于 10 微米的粉尘进行分离收集后返回预热器系统。分离后的烟气通过冷风阀降温至 200℃左右进入 SCR 脱硝+高温滤袋除尘器，高氯粉尘被收集到 50m³

氯灰仓。除尘后的旁路放风废气通过引风机送至窑头篦冷机，引入 SCR 入口，最终入窑后经窑尾废气处理系统处理后排放；另一部分回到骤冷风机进口与新鲜空气配合用于冷却高温烟气。

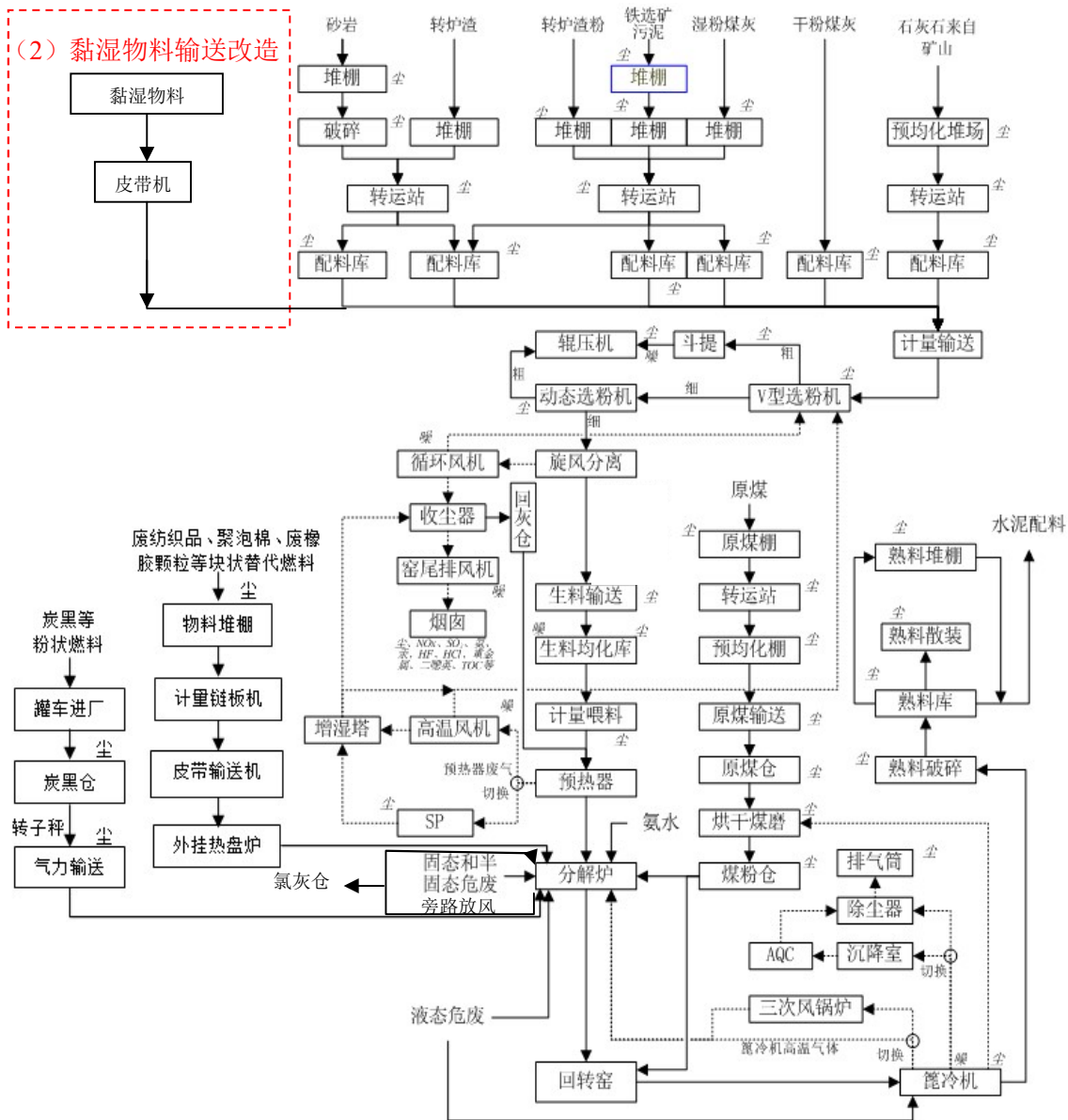


图2-10 4000t/d熟料新型干法水泥生产线工艺流程及产污环节图（技改后）

回转窑窑尾废气主要污染物为烟尘、 SO_2 、 NO_x 、氯化氢、氟化氢、氟化物、汞及其化合物、铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物、铈、镉、铅、砷及其化合物、二噁英、氨（氨气）、TOC 等。

水泥熟料生产过程中间产物 CaO 以悬浮状态均匀分布在煅烧系统中，其颗粒分布细、浓度高，极具吸附性，在煅烧系统内形成碱性固相氛围，可将 SO_2 、 Cl 等化学成分合成盐类固定，有效抑制酸性物质排放，减少或避免二噁英产生。水泥回转窑焚烧处置废物过程中可将

	废物中的重金属离子固化在熟料矿物相晶格中。重金属被固定在熟料矿物相晶格中后，其存在形态不再是简单的化合物形式，而是分布在熟料矿物相晶格的主要重金属元素，如 Ca、Al、Si，即在晶格中某处取代了这些元素的位置。此时重金属若再想从体系中迁移出，必须在矿物相再次被破坏的情况下才可能发生，即高温、酸碱腐蚀等，而熟料矿物相的存在形态又是相当稳定的，重金属被“固溶”在内。水泥回转窑焚烧处理废物过程中系统处于负压运行，烟尘及粉尘几乎无外漏问题，同时焚烧过程不产生废渣。 本项目回转窑窑尾废气采用“低氮分级燃烧+旁路放风（抽取 6%烟气：急冷器+旋风除尘器+高效布袋除尘器）+SCR 脱硝+玻纤覆膜袋式除尘器+105m 高排气筒(DA019)”进行处理，并安装在线监测设备。 运营期产污环节： （1）废气： ①回转窑窑尾（依托）废气 G₁：本次技改主要为废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉、炭黑等一般固废替代部分原煤作为燃料入回转窑窑尾预热器分解炉；黏湿物料（电石渣等）替代部分原料，在现有原料堆棚暂存后经皮带输送至生料入磨皮带，最终入回转窑窑尾预热器分解炉；窑尾燃烧废气主要污染物为烟尘、SO₂、NO_x、氯化氢、氟化氢、汞及其化合物、铊、镉、铅、砷及其化合物、铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物、二噁英、氨（氨气）、TOC 等。 ②物料堆棚（替代燃料、替代原料）装卸、贮存、上料废气 G₂：主要为颗粒物； ③炭黑仓装卸、转载废气 G₃：主要为颗粒物； ④氯灰接收仓装卸、转载废气 G₄：主要为颗粒物； ⑤盐酸储罐无组织废气 G₅：主要为 HCl； ⑥运输扬尘 G₆（新增）：颗粒物。 （2）废水：不产生。 （3）噪声：生产运营过程中的主要强噪声源有给料机、皮带机、风机、泵类等，产生的噪声为空气动力学噪声，频谱特征大部分以中低频为主，声级约 80~100dB（A）。 （4）固体废物：主要为废包装物、水洗灰渣、滤渣、离心废液、除尘灰、窑灰等。
--	---

2.11 企业概况

广灵金隅水泥有限公司是北京金隅集团（股份）公司收购原广灵县富成水泥有限公司熟料生产线，2012 年 11 月 1 日正式成立并注册登记，经营范围包括：生产销售水泥、熟料；石灰石、砂岩开采与销售；粉煤灰、脱硫石膏的销售；水泥机械配件加工修理，水泥生产工艺技术的服务转让咨询；收集、贮存、水泥窑协同处置；普通道路货物运输；废石、废渣的销售（不含危险废物）（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）。广灵金隅水泥有限公司位于山西省大同市广灵县蕉山乡杜庄村，现有一条日产 4000 吨熟料新型干法水泥生产线（水泥窑协同处置 30000t/a 危险废物系统）和年产 186 万吨水泥粉磨系统，配套回转窑规格：φ4.3×64 米，两套辊压机 Φ1.5m×1.0m +水泥磨 Φ3.8m×13m 水泥联合粉磨系统，7.5MW 纯低温余热发电系统，设计年产熟料 124 万 t，年生产水泥 186 万 t。

建设单位 4000t/d 熟料新型干法水泥生产线、石灰石矿山于 2009 年 5 月开工建设，2014 年 5 月 8 日整条水泥生产线（包括生料制备、熟料烧成、水泥粉磨工序）及矿山（不包括余热发电工程）完成竣工环保验收；2014 年 10 月 27 日余热发电工程投入运行，2015 年 7 月 15 日，余热发电工程完成竣工环护验收；2016 年 11 月 7 日取得危险废物经营许可证后，危废协同处置危险废物项目于 2017 年 1 月投入生产；并于 2019 年进行了危废贮存库扩建及技术改造；生物质燃料应用节能改造项目于 2022 年 7 月 开工，2024 年 4 月投入生产；2026 年 4 月回转窑窑尾配套建设了旁路放风系统；2025 年 7 月 9 日，广灵金隅水泥有限公司变更了排污许可证（编号：9114022305626630XQ001P），有效期：2025-07-09 至 2030-07-08；现持有山西省生态环境厅颁发的危险废物经营许可证（编号：HW 省 1402230029），有效期为 2024 年 8 月 27 日至 2029 年 8 月 26 日。

与本项目相关的环保手续履行情况汇总见表 2-21。

表 2-21 广灵金隅水泥有限公司环保手续履行情况汇总表

序号	项目名称	生产规模	审批部门	环评批复	验收批复	排污许可
1	4000t/d熟料新型干法水泥生产线建设工程	设计生产规模 4000t/d 熟料水泥（年产熟料 124 万 t，水泥 186 万 t，年发电量 5580×10 ⁴ kWh），配套 7.5MW 纯低温余热发电系统	原山西省环境保护局	2008年9月5日，关于《广灵县富成水泥有限公司4000t/d熟料新型干法水泥生产线建设工程环境影响报告书》的批复，晋环函[2008]679号	2014年5月8日，原山西省环境保护厅，关于广灵金隅水泥有限公司4000t/d熟料新型干法水泥生产线建设工程（不包括余热发电工程）竣工环境保护验收意见的函，晋环函（2014）509号 2015年7月15日，原山西省环境保护厅，关于广灵金隅水泥有限公司4000t/d熟	已纳入排污许可管理

						料新型干法水泥生产线建设工程余热发电工程竣工环境保护验收意见的函，晋环函[2015]760号	
2	水泥窑协同处置技改项目	年协同处置危险废物3万吨	原大同市环境保护局	2015年12月22日，关于《广灵金隅水泥有限公司水泥窑协同处置技改项目环境影响报告书的批复》，同环函（服务）[2015]147号	2017年9月18日，建设项目竣工环境保护验收备案表（编号：2017-0200-0023）		
3	协同处置破碎系统技改项目	水泥产能不变	原广灵县环境保护局	2018年9月，广环函[2018]19号文	项目不再建设		
4	2018年环保提升项目		原广灵县环境保护局	2018年10月，广环函[2018]26号文	2019年1月广环函[2019]6号文		
5	协同处置危废贮存库扩建项目		原大同市环境保护局	2018年11月，同环函(服务)[2018]30号	项目不再建设		
6	水泥窑协同处置技改项目		原山西省环境保护厅	2016年11月7日取得危险废物经营许可证，核准经营规模30000吨/年；核准经营方式为：收集、贮存、水泥窑协同处置；核准处置类别国家危险废物名录中的24大类；现持有山西省生态环境厅颁发的危险废物经营许可证（编号：HW省1402230029），有效期为2024年8月27日至2029年8月26日。			
7	4000t/d熟料新型干法水泥生产线建设工程环境影响后评价		原大同市环境保护局	2017年11月取得建设项目环境影响后评价备案表，同环备（2017）225号			
8	水泥生产线及危废协同处置		原大同市环境保护局	2017年取得排污许可证，2018年12月完成排污许可证的变更			
9	协同处置危废贮存库扩建及技术改造项目		大同市生态环境局	2019年5月24日，同环函（服务）[2019]24号	2019年12月20日，完成自主验收		
10	生物质燃料应用节能改造项目		大同市生态环境局	2022年6月30日，同环函（服务）[2022]39号	2024年4月17日，完成自主验收		
11	超低排放改造		2022年7月底完成验收				

12	旁路放风系统		2026年4月建设完成，不新增排气筒	
根据排污许可证，项目核定的污染物总量控制指标见表 2-22。				
表 2-22 项目污染物总量核定表 单位: t/a				
名称		颗粒物	SO ₂	NO _x
全厂污染物排放总量		90.48	86.625	123.75
2.12 现有工程概况				
现有工程环评、验收主要工程内容情况见表 2-23。				
表 2-23 广灵金隅水泥有限公司主要建设内容概况				
序号	工程内容	环评阶段建设内容	验收阶段建设内容	变动情况
1	4000t/d 熟料新型干法水泥生产线(2008年)	生料制备: 原燃料储库、原料粉磨及输送等; 熟料烧成及冷却: Φ4.3×64m 回转窑、配套五级旋风预热器和分解炉; 篦式冷却机; 窑头、窑尾收尘设施; 7.5MW 低温余热发电及配套设施; 水泥粉磨: 熟料及配料储存、粉磨、水泥储存、包装及外运。 余热发电: 冷却机废气中部出口配置 AQC 余热锅炉一台; 窑尾预热器的废气出口管道上设置 SP 余热锅炉一台, 配套 7.5MW 凝汽式汽轮机一套, 冷却系统为空冷系统。	生料制备: 原燃料储库、原料粉磨及输送等; 熟料烧成及冷却: Φ4.3×64m 回转窑、配套五级旋风预热器和分解炉; 篦式冷却机; 窑头、窑尾收尘设施; 7.5MW 低温余热发电及配套设施; 水泥粉磨: 熟料及配料储存、粉磨、水泥储存、包装及外运。 余热发电: 窑头冷却机废气 AQC 余热锅炉, 窑尾预热器废气 SP 余热锅炉, 三次风过热器 (ASH), 汽轮发电机系统, 化学水车间, 双曲线冷却塔及循环冷却水系统, 站用配电系统, 自动控制系统, 以及与电站相关配套的通讯、给排水、通风、照明等辅助系统。冷却系统为水冷。GZT-3200 型水冷塔一座。	未变动
2	水泥窑协同处置技改项目(2015年)	危险废物接收系统: 各地产生的危险废物由专用运输车辆运至本厂, 厂内设置专人依据危险废物转移五联单要求对属于本厂处置范围的危险废物进行接收。 危险废物处置车间: 新建固废预处理中心 (包含贮存库) 位于厂区内原有配料站南侧与现状道路之间空地, 废液危险废物处置车间 (包含贮存库) 建在现状原料粉磨北侧、废气处理西侧的空地, 半固态处置车间 (包含贮存库) 位于水泥窑北侧, 生料均化库东侧空地上。 危险废物运输系统: 危险废物	危险废物接收系统: 各地产生的危险废物由专用运输车辆运至本厂, 厂内设置专人依据危险废物转移五联单要求对属于本厂处置范围的危险废物进行接收。 危险废物处置车间: 新建固废预处理中心 (包含贮存库) 位于厂区内原有配料站南侧与现状道路之间空地, 废液危险废物处置车间 (包含贮存库) 建在现状原料粉磨北侧、废气处理西侧的空地, 半固态处置车间 (包含贮存库) 位于水泥窑北侧, 生料均化库东侧空地上。 危险废物运输系统: 危险废物提升机布置在水泥窑塔架南侧, 封闭运输。 回转窑进料系统: 于回转窑北侧设置危险废物进料口, 进料口设置双翻板电动	未变动

		提升机布置在水泥窑塔架南侧，封闭运输。 回转窑进料系统：于回转窑北侧设置危险废物进料口，进料口设置双翻板电动锁风阀，进入回转窑内。 焚烧系统：由水泥干法回转窑负责危险废物焚烧，危险废物通过回转窑进料口进入，由窑尾烧至窑头，完成焚烧过程。总停留时间大于 30 分钟，烟气在高于 1300℃温度停留时间大于 4s。	锁风阀，进入回转窑内。 焚烧系统：由水泥干法回转窑负责危险废物焚烧，危险废物通过回转窑进料口进入，由窑尾烧至窑头，完成焚烧过程。总停留时间大于 30 分钟，烟气在高于 1300℃温度停留时间大于 4s。	
3	2018 年环保提升项目	78 台除尘器升级改造：78 台除尘器需要更换袋笼共计 24696 个、滤袋共计 24696 条，使用涤纶针刺毡覆膜滤袋；除尘器在用的 19 台高压风机更换为低压风机。 新增 8 台除尘器：新增 8 台除尘器。 危废处置车间、储库除味系统：车间内增加风管布置，换气次数增加为 4-5 次/h。 水泥车间和回转窑篦冷机噪声改造：水泥车间 4 台大除尘器风机及区域内 20 台除尘器风机增加消音器，并增加隔音吸声设施；篦冷机 14 台风机进口处增加消音设施；回转窑头更换为高效低噪的气悬浮离心风机。	78 台除尘器升级改造：78 台除尘器更换为涤纶针刺毡覆膜滤袋，袋笼共计 24696 个、滤袋共计 24696 条；更换在用的 19 台高压风机为低压风机。 新增 8 台除尘器：在石灰石破碎机下料口、方堆棚转炉渣下料口、方堆棚原煤下料口、长堆棚原煤上料口、6#生料调配库下南、6#生料调配库下北、水泥用石灰石粉末上料口、1#水泥混合材库底共配置了 8 台除尘器。 危废处置车间、储库除味系统：固体预处理厂房及贮存库整体更换了收集管线，室内使用耐火玻璃钢管，室外使用不饱和树脂玻璃管道；半固态预处理车间整体更换了收集管线，室内使用耐火玻璃钢管，室外使用不饱和树脂玻璃管道；液态储存库整体更换了收集管线，室内使用耐火玻璃钢管，室外使用不饱和树脂玻璃管道。 水泥车间和回转窑篦冷机噪声改造：水泥车间 4 台大除尘器风机及区域内 20 台除尘器风机增加消音器，并增加隔音吸声设施；篦冷机 14 台风机进口处增加消音设施；回转窑头更换为高效低噪的气悬浮离心风机。	未变动
4	协同处置危废贮存库扩建及技术改造项目（2019 年）	危险废物贮存库：建设一个危险废物贮存库，面积为 736m²，废物贮存能力 736t，废物库位于厂区西侧。 处置废物规模：保持危废处置能力 3 万 t/a 不变，现有预处理、处置生产设备能力不变，固态、液态和半固态处置量灵活配比。	危险废物贮存库：建设一个危险废物贮存库，面积为 736m²，废物贮存能力 736t，废物库位于厂区西侧。 处置废物规模：保持危废处置能力 3 万 t/a 不变，现有预处理、处置生产设备能力不变，固态、液态和半固态处置量根据实际需求灵活调整配比。	未变动

5	生物质燃料应用节能改造项目（2022年）	熟料烧成： 依托现有的熟料生产线，采用糠醛渣、玉米芯、木屑等生物质燃料替代部分原煤；生物质燃料采用全封闭走廊输送至回转窑入料口。 替代燃料贮存： 依托现有一座 7800m ² （300m×26m）全封闭长堆棚和一座 11664m ² （108m×108m）全封闭堆棚，作为生物质燃料堆存场所	熟料烧成： 依托现有的熟料生产线，采用糠醛渣、玉米芯、木屑等生物质燃料及煤泥（低卡煤）替代部分原煤；生物质燃料采用全封闭走廊及气力输送；煤泥采用全封闭走廊输送至回转窑入料口。 替代燃料贮存： 依托现有一座 7800m ² （300m×26m）全封闭长堆棚和一座 11664m ² （108m×108m）全封闭堆棚，作为生物质燃料和煤泥堆存场所	未变动
2.13 现有工程工艺流程 水泥熟料生产线： 辅助原料铁选矿污泥、煤矸石、氧化铝、赤泥、萤石、赤泥、萤石粉末、粉煤灰燃炉渣等运入厂区内，需要破碎的物料破碎后由密闭皮带输送机至矩形预均化堆棚，均化后分别送入各原料配料库，辅料的装卸、上料等均在堆棚内进行。粉煤灰等粉状物料由罐车运入厂区，经管道直接输送原料配料库，最大程度减少粉尘无组织排放。石灰石、铁选矿污泥、煤矸石、燃煤炉渣、氧化铝赤泥、粉煤灰、萤石粉末等由库底调速电子皮带秤按设定配比卸出，各种原料经皮带机输送至两套 CLF180/100 辊压机终粉磨系统进行粉磨、烘干和选粉。粉磨后的成品生料由空气斜槽和斗式提升机送往生料均化库，然后由卸料装置送入生料喂料系统。 由汽车运入厂内的原煤，卸至原煤堆场，铲车搭配喂入破碎机，经皮带输送机运到矩形原煤预均化堆棚。在预均化堆棚内由铲车取料，然后通过皮带进入煤粉制备工段原煤仓，经定量给料机计量后喂入 Φ3.4×（6.5+2.5）m 风扫煤磨系统。矩形原煤预均化堆棚安装有两个 10 吨储量的煤泥喂料仓，喂料仓下部配套安装 2 台 20t/h 的定量给料机，经计量后的煤泥由 B650mm×35m 的胶带输送机（配全程导料槽）输送至煤磨磨头，与原煤混合入磨，在磨内粉磨烘干后，煤粉送入带有传感器的煤粉仓。生料由带流量控制阀的斜槽送入设在库底的计量小仓，计量后用斜槽和提升机直接喂入预热器系统。矩形原煤预均化堆棚至预热器设有一套糠醛渣输送系统，糠醛渣等生物质燃料经皮带秤、提升机、振动筛、拉链机、提升机输送至预热器上设置的储存仓，由铰刀计量秤控制流量后与风扫煤磨制备的煤粉共同进入预热器系统对生料粉进行加热预分解。熟料烧成采用 4.3×64m 回转窑和 D5.8×38m 分解炉带五级旋风预热器，配置 FONS9×L13×F8 篦式冷却机。烧成熟料经冷却和破碎后由斜拉链输送机送入熟料库储存。工艺流程见图 2-11。 熟料生产单元配套了余热发电工序，余热发电设计能力为 7.5MW。窑头冷却机废气 AQC 余热锅炉，窑尾预热器废气 SP 余热锅炉，三次风过热器（ASH），汽轮发电系统，化学水车间，双曲线冷却塔及循环冷却水系统，站用配电系统，自动控制系统，以及与电站相关配套的通讯、给排水、通风、照明等辅助系统。其中窑头余热锅炉布置在水泥线烧成窑头厂房				

北侧的空地上；窑尾余热锅炉布置在水泥线烧成窑尾高温风机上方；汽轮发电机房、化学水处理车间布置于窑尾塔架南侧空地上，循环水泵房及冷却塔布置在水泥线循环水泵房东北侧的空地上，工艺流程见 2-12。

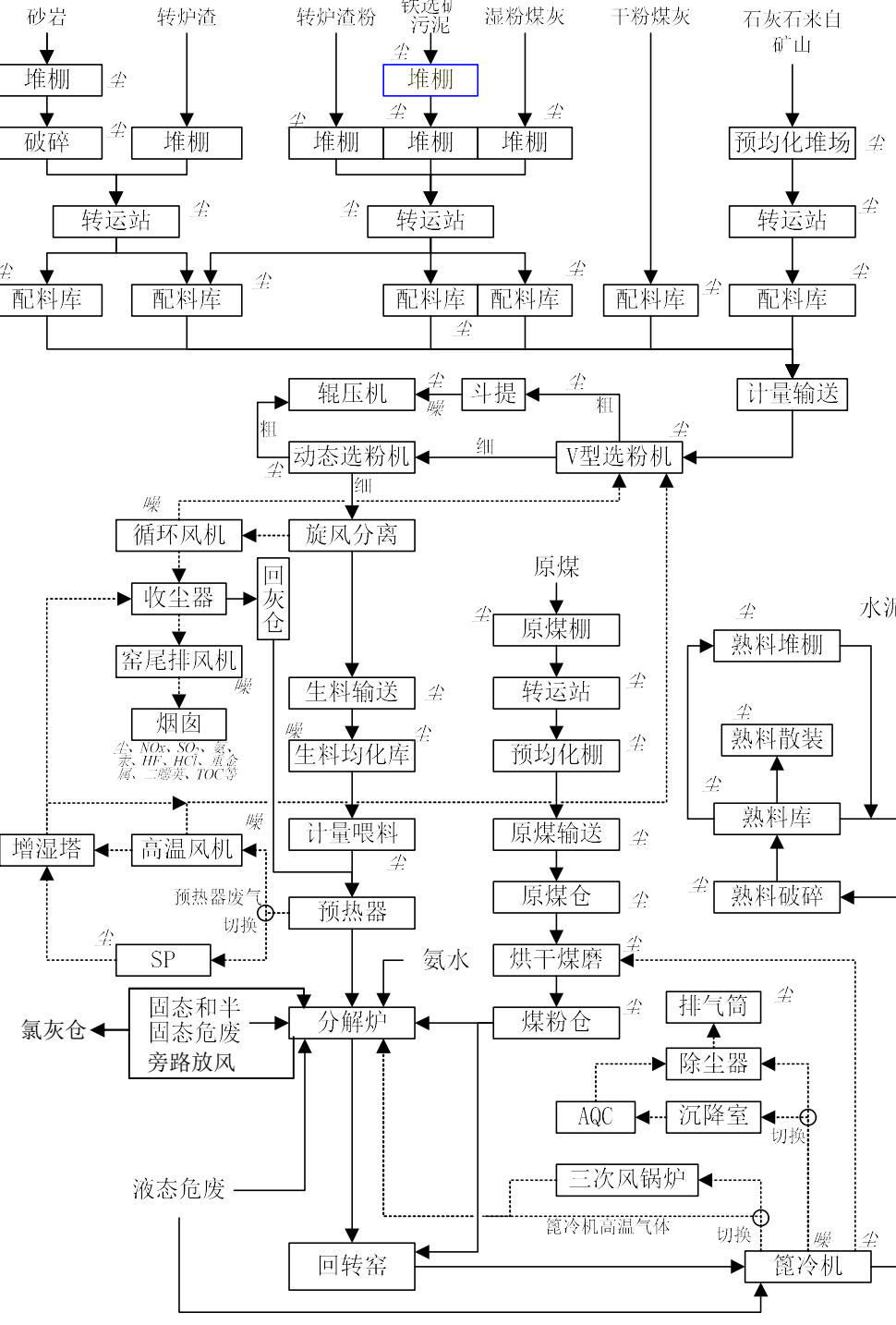


图 2-11 熟料生产线生产工艺及排污环节图

协同处置单元：公司水泥窑协同处置危险废物能力为 30000 吨/年，包括国家危险废物名录中的 24 大类。危废运输入场后暂存于危废贮存库，根据检验结果配伍。部分不含有机质、

协同处置单元：公司水泥窑协同处置危险废物能力为 30000 吨/年，包括国家危险废物名录中的 24 大类。危废运输入场后暂存于危废贮存库，根据检验结果配伍。部分不含有机质、

挥发和半挥发性、氰化物、恶臭类的固态危废经生料配料系统投加入生料磨；其他固态危废经破碎预处理后装入容器通过升降机提升至窑尾烟室旁，人工将危废投入窑尾烟室投加点；含水率小于 40%的固态污泥类危废，经破碎机破碎打散后经链板秤计量后落入皮带输送机，之后利用拉链机和斗式提升机送至窑尾分解炉入窑高温焚烧处置；半固态危废通过预处理搅拌至含水率 75%-85%时，采用膏体泵通过管道直接打入窑尾分解炉投加点；液态危废投料系统废液来料首先进入系统除杂器，除杂器设置有过滤筛网，废液通过筛网实现除杂功能后由气动隔膜泵储罐输送，入窑处置主要由气动隔膜泵完成，储罐中的物料根据废物种类和热值分别通过隔膜泵送入回转窑窑头和窑尾投料点进行处置。工艺流程见图 2-13。

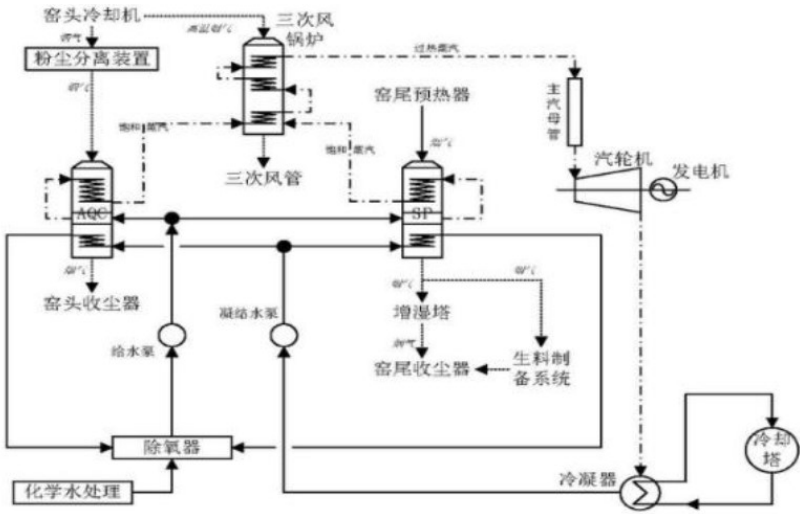


图 2-12 余热发电工艺流程图

旁路放风系统：

建设单位水泥窑协同处置及综合利用的固体废物种类较多，为避免生产过程中水泥窑氯元素富集，企业建设了旁路放风系统，从而解决水泥窑氯元素富集问题，同时提高了燃料替代率，保证了熟料产品质量。采取“两级冷却+两级分离”技术，一级冷却使用循环废气和新鲜空气，二级冷却在高温除尘器前掺入冷风进行冷却。氯离子进入水泥窑后会和钾离子形成 KCl，利用氯离子挥发组分的循环富集特性，在挥发组分富集浓度较高的窑尾烟室非物料侧将含 Cl 浓度较高的高温烟气（约 1150℃）抽出窑尾烟室（抽风量为窑尾烟室风量的 6%左右），烟气经骤冷风机急冷后降低至 350℃左右，将氯盐凝结在粉尘颗粒上。急冷后的烟气进入旋风收尘器，大于 10 微米的粉尘分离收集后烟气返回预热器系统。分离后的烟气通过冷风阀降温至 200℃左右进入 SCR 脱硝、高温滤袋除尘器处理后排出生，除尘后的旁路放风废气通过引风机送至窑头篦冷机，引入 SCR 入口，最终入窑后经窑尾废气处理系统处理后排放；另一部分回到骤冷风机进口与新鲜空气配合用于冷却高温烟气。高氯粉尘收集至 50m³ 氯灰仓，仓顶粉尘引入收尘器处理；氯灰仓下方安装散装机（装车通道全部进行棚化密闭）及输送设备，用于氯灰装车倒运，同时预留水洗灰输送接口。旁路灰运输至水泥磨系统用于合适品种水泥生

产的混合材使用。本次评价期间旁路放风系统运行正常，未新增排气筒。

工艺流程图见图 2-14，运行参数见表 2-23。

表 2-24 旁路放风系统运行参数表

工艺节点	关键参数	控制范围
抽取位置	窑尾烟室	烟气温度 1000~1150℃
放风比例	设计抽取比例	5%~8%，本项目抽取约 6%
	放风量	4950Nm ³ /h
急冷器出口	烟气温度	350℃左右
急冷风机	急冷风量	23000 Nm ³ /h
二次冷却后	进除尘器前烟气温度	180~220℃
旋风除尘器	粉尘捕集效率	≥85%
	处理风量	20420m ³ /h
高效布袋除尘器	含尘浓度	约 205 g/Nm ³
	处理风量	70000m ³ /h
	过滤风速	0.8m/min
	入口温度	350℃左右
旁路排风机	运行频率	40~50Hz
氯灰仓	有效容积	50m ³

2.14 现有工程原辅料

建设单位目前入窑固体废物用量及成分见表 2-25，现有工程燃料成分表见表 2-10。

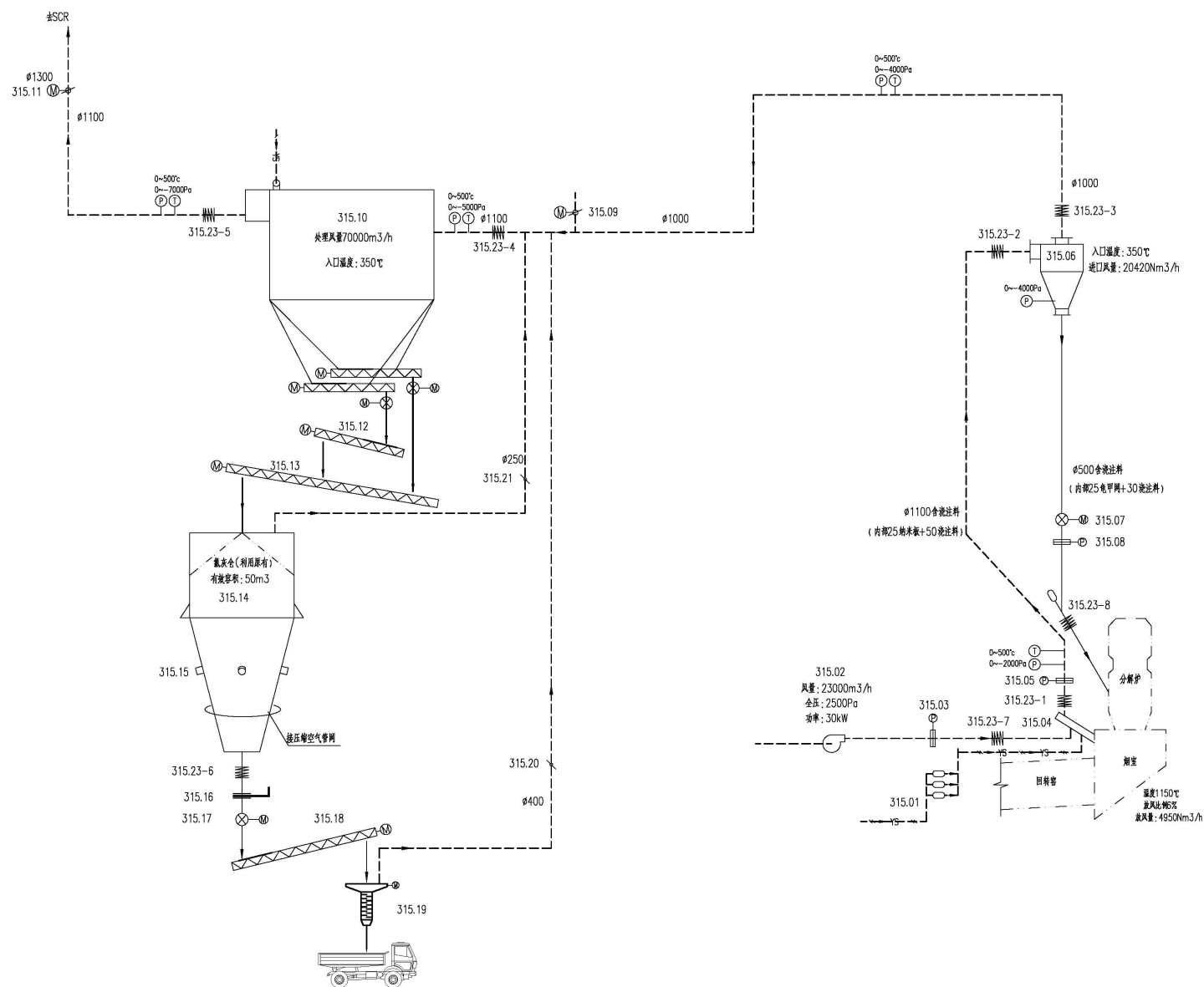


图 2-14 旁路放风系统工艺图

表 2-25 现有工程入窑原料用量及成分表

原材料名称		含水率	年用量	LOSS	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	Cl	F	S	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	R ₂ O	铍 (Be)	钒 (V)	铬 (Cr)	锰 (Mn)	钴 (Co)	镍 (Ni)	铜 (Cu)	锌 (Zn)	锑 (Sb)	镉 (Cd)	铊 (Tl)	铅 (Pb)	钼 (Mo)	砷 (As)	汞 (Hg)	锡 (Sn)
单位		%	t/a	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
原料	氟化钙污泥	32.4	6500	16.29	53.46	9.04	3.92	2.05	2.99	/	/	/	1.55	0.51	0.13	0.47	/	/	47.71	171.4	/	36.9	39.3	1467	/	0.05	/	5.2	/	0.39	/	/
	硅质原料- 硅石选矿粉末	2.3	18300	2.37	0.28	90.89	2.55	1.39	0.1	/	/	/	0.08	0.42	0.13	0.41	/	/	52.36	115.3	/	28.6	26.9	85.36	/	0.03	/	3.156	/	0.28	/	/
	硅质原料- 铁选矿污泥	9.7	109000	2.04	2.44	67.91	4.31	14.94	2.69	0.004	0.036	/	1.43	0.39	0.55	0.81	/	/	39.91	582	/	16.29	41.99	96.74	/	0.66	/	4.755	/	0.72	/	/
	硅质原料- 萤石粉末	42.2	30000	4.51	4.21	72.41	8.54	3.06	2.27	/	/	/	0.08	2.08	1.18	2.55	/	/	52.36	156.3	/	32.1	33.56	45.26	/	0.36	/	4.128	/	5.23	/	/
	缓凝剂-脱硫石膏	16.4	85188	17.11	32.39	5.28	1.47	0.23	0.27	/	/	/	38.43	0.49	0.19	0.51	/	/	13.47	130.9	/	7.11	20.37	50.17	/	0.71	/	3.04	/	0.754	/	/
	混合材- 超细粉煤灰	0.3	20000	0.56	26.13	28.98	13.31	16.56	3.86	/	/	/	1.55	1.26	0.17	1.08	/	/	13.26	522.3	/	83.26	4.13	125	/	1.21	/	4.15	/	2.27875	/	/
	混合材-粉煤灰^ 粗粉煤灰	0.3	232733	0.84	1.72	53.86	33.83	3.48	0.52	/	/	/	0.28	0.51	0.3	0.64	/	/	119	589.1	/	63.27	96.27	281	/	0.0655	/	1.20	/	0.53	/	/
	混合材-粉煤灰^ 细粉煤灰	0.5	24204	7.64	26.06	28.98	13.21	16.84	3.85	/	/	/	1.55	1.39	0.17	1.08	/	/	13.19	581.1	/	84.26	4.26	136	/	1.26	/	2.23	/	0.64	/	/
	混合材-矿渣^ 湿矿渣	10.2	30000	-0.62	42.6	33.27	11.36	0.61	8.47	/	/	/	1.18	0.41	0.33	0.6	/	/	49.17	517.2	/	46.31	54.37	192	/	0.71	/	4.89	/	0.1995	/	/
	混合材-矿渣粉	0.3	27000	-0.46	40.76	31.88	12.05	0.52	8.82	/	/	/	0.28	0.49	0.65	0.97	/	/	184	593.3	/	19.37	14.3	10.29	/	0.78	/	1.52	/	1.57	/	/
	混合材-燃煤炉渣	10.3	20000	1.37	29.21	32.26	24.49	1.61	5.88	/	/	/	1.75	1.14	0.89	1.64	/	/	39.56	422.3	/	75.23	81.36	126.73	/	0.93	/	4.86	/	1.06	/	/
	混合材- 石灰石碎石	1.7	137613	39.02	46.53	8.78	2.12	0.49	1.37	0.012	/	/	0.04	0.57	0.11	0.49	/	/	10.26	209.2	/	8.47	7.11	14.69	/	0.04	/	0.39	/	0.23	/	/
	混合材- 珍珠岩粉末	7.6	9500	3.44	3.08	74.09	8.88	2.79	2.22	/	/	/	0.15	2.74	1.9	3.7	/	/	49.36	122.3	/	29.7	31.23	45.78	/	1.12	/	5.516	/	5.96	/	/
	铝质原料-粉煤灰^ 粗粉煤灰	0.3	20000	0.84	1.72	53.86	33.83	3.48	0.52	/	/	/	0.28	0.51	0.3	0.64	/	/	119	589.1	/	63.27	96.27	281	/	1.31	/	3.21	/	4.23	/	/
	铝质原料-粉煤灰^ 湿粉煤灰	21.5	21249	7.64	26.06	28.98	13.21	16.84	3.85	/	/	/	1.55	1.39	0.17	1.08	/	/	13.19	581.1	/	84.26	4.26	136	/	1.26	/	2.97	/	1.933	/	/
	铝质原料-粉煤灰^ 细粉煤灰	0.5	20000	0.85	26.06	28.98	13.21	16.84	3.85	/	/	/	1.55	1.39	0.17	1.08	/	/	13.19	581.1	/	84.26	4.26	136	/	1.26	/	2.97	/	1.933	/	/
	铝质原料-煤矸石	7.5	20000	4.58	5.94	45.9	34.21	3.52	0.89	/	/	/	1.36	0.8	0.3	0.83	/	/	35.23	307.8	/	89.7	85.9	153.6	/	1.12	/	1.88	/	1.13	/	/
	铝质原料- 燃煤炉渣	5	20000	1.37	29.21	32.26	24.49	1.61	5.88	/	/	/	1.75	1.14	0.89	1.64	/	/	39.56	422.3	/	75.23	81.36	126.73	/	0.93	/	1.62	/	1.93	/	/
	石灰质原料- 电石渣	34.3	40000	19.92	35.64	18.77	7.18	2.22	5.37	0.088	/	/	0.63	1.41	0.66	1.59	/	/	411	201.6	/	98.6	12.31	60.32	/	0.45	/	1.66	/	3.71	/	/
	石灰质原料- 石灰石	1.7	1702528	38.39	44.92	9.36	2.19	0.49	1.8	0.004	0.0057	0.020	0.013	0.6	0.13	0.52	/	/	10.26	209.9	/	8.47	7.11	14.69	/	0.04	/	0.39	/	0.23	/	/
	铁质原料-赤泥^ 氧化铝赤泥	16	15000	10.04	1.79	4.58	19.75	52.1	0	/	/	/	0.13	0.11	1.87	1.94	/	/	135.9	588.7	/	47.14	98.3	121	/	1.49	/	3.23	/	7.79	/	/
	铁质原料-铁合 金炉渣^转炉渣	8.5	25367	5.76	11.14	56.72	10.03	9.76	5.61	/	/	/	0.24	0.84	0.76	1.31	/	/	115.3	523.6	/	39.78	65.26	101.3	/	1.29	/	3.670	/	2.23	/	/
	金属镁渣	12.5	18000	3.93	51.05	29.4	1.65	4.53	5.92	/	/	/	0.13	0.24	0.1	0.26	/	/	39.91	582	/	16.29	41.99	96.74	/	0.66		1.902	/	0.5365	/	/
协同处置危 险废物	危险废物	40	30000	/	/	/	/	/	/	0.005	0.003	1.28	0.005	/	/	/	0.001	0.003	0.001	0.006	0.001	0.003	0.01	0	0.001	0.005	0	0.008	0	0.001	0	0.005

原材料名称		含水率	年用量	LOSS	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	Cl	F	S	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	R ₂ O	铍 (Be)	钒 (V)	铬 (Cr)	锰 (Mn)	钴 (Co)	镍 (Ni)	铜 (Cu)	锌 (Zn)	锑 (Sb)	镉 (Cd)	铊 (Tl)	铅 (Pb)	钼 (Mo)	砷 (As)	汞 (Hg)	锡 (Sn)
单位		%	t/a	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
替代燃料	生物质燃料	18.8	72000	/	/	/	/	/	/	0.4	1.83	ND	/	/	/	/	ND	ND	22.1	137.6	ND	55.2	65.6	110.3	ND	0.53	ND	22.7	ND	15.46	ND	ND
	煤泥	12.5	16800	/	/	/	/	/	/	0.1	1.94	ND	/	/	/	/	ND	ND	30.26	305.6	ND	69.8	72.3	152.3	ND	0.81	ND	96.3	ND	27.23	ND	ND
	煤矸石	8.6	25000	/	/	/	/	/	/	0.08	0.98	ND	/	/	/	/	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	废塑料粉末	7	16800	/	/	/	/	/	/	0.475	0.23	ND	/	/	/	/	ND	ND	30.76	237.6	ND	65.8	68.6	159.5	ND	0.92	ND	99.7	ND	35.46	ND	ND
燃料	原煤	9.8	99000	/	/	/	/	/	/	0.03	1.76	0.00498	/	/	/	/	ND	18.6	22.5	322.6	ND	72.3	85.3	238.6	ND	0.86	ND	98.2	ND	32.1	0.08	ND

与项目有关的原有环境污染问题

2.15 现有工程污染防治措施及排放情况

与本项目相关的现有工程排放情况如下：

1、废气

与本项目有关的现有工程有组织废气主要为水泥窑窑尾废气，无组织废气主要为颗粒物。

现有工程污染物排放引用《广灵金隅水泥有限公司二噁英检测项目》（山西蓝源成环境监测有限公司 SDF25040122）、《广灵金隅水泥有限公司 2025 年年度排污许可证执行报告》（排污许可证编号：9114022305626630XQ001P）进行达标分析，2025 年度回转窑窑尾废气总量为 145248.39798 万 m³/a（278041m³/h）。根据建设单位提供的统计资料，回转窑 2025 年的平均运行负荷为 70.20%，折算满负荷后烟气量为 396069m³/h。根据排污许可，木屑上料口废气（DA094）监测频次为两年一次，本次评价引用《广灵金隅水泥有限公司二季度自行监测》中的监测结果，监测单位为山西蓝源成环境监测有限公司，监测日期为 2025 年 5 月 15 日；北原煤仓 2025 年未运行。回转窑污染物排放口监测结果（2025 年度年报）见表 2-25~表 2-26。

建设单位 2026 年 4 月回转窑窑尾配套建设了旁路放风系统，本次评价引用 2026 年 5~7 月的回转窑窑尾在线监测数据、2026 年 5 月自行监测报告（重金属：河北旋盈环境检测服务固废有限公司 XR 自行监测[2026]0521-03 号；其他：山西蓝源成环境监测有限公司，蓝源成环监（普）字（2026）第 10614 号）分析回转窑窑尾废气排放情况，见表 2-27。

表 2-25 回转窑污染物排放口监测结果表（2025 年度年报）

排放口 编号	污染物名称	监测 方式	许可排放 浓度限值 mg/Nm³	排放浓度 mg/Nm³	排放量 t/a	排放量 （折算满 负荷）t/a	许可 排放量 t/a	达标 情况
回转窑窑尾 排放口 （DA019）	颗粒物	自动	10	1.49	2.10	2.99	24.75	达标
	二氧化硫	自动	35	12.34	21.69	30.90	86.625	达标
	氮氧化物	自动	50	34.75	68.95	98.22	123.75	达标
	氟化氢	手工	1.0	0.714	1.40	1.99	/	达标
	氟化物	手工	3.0	0.84	1.83	2.61	/	达标
	氨（氨气）	手工	8.0	3.63	4.44	6.32	/	达标
	氯化氢	手工	10	5.63	10.59	15.09	/	达标
	汞及其化合物	手工	0.05	ND	0.0018	0.0026	/	达标
	铊、镉、铅、砷及其化合物	手工	1.0	0.0026	0.0055	0.0078	/	达标
	铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物	手工	0.5	ND	0.011	0.016	/	达标
	总有机碳	手工	10	2.63	4.90	6.98	/	达标
	二噁英 (ng-TEQ/Nm³)	手工	0.1	0.0056	1.36×10 ⁻⁵ kg-TEQ/a	1.93×10 ⁻⁵ kg-TEQ/a	/	达标

表 2-26 木屑上料口污染物排放口监测结果表									
监测日期	排放口	污染因子	标态排气量 Nm³/h	排放浓度 (mg/m³)	排放量		现行标准 (mg/m³)	达标判定	排放量 (折算满负荷) t/a
					kg/h	t/a			
2025.5.15	木屑上料工序排气筒 (DA094)	颗粒物	2643	7.9	0.021	0.15	10	达标	0.17
注：木屑上料工序年运行时间按 7200h 计；监测期间工况 87%。									
由表 2-25 可知，回转窑窑尾烟气中的颗粒物、SO₂、NO_x、氟化物、汞及其化合物、氨均可满足《水泥工业大气污染物排放标准》(DB14/3176-2024) 中表 1 大气污染物有组织排放限值；氯化氢、氟化氢、铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物、铈、镉、铅、砷及其化合物、二噁英、TOC 满足《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》(GB30485-2013) 标准限值，同时也满足排污许可量要求，达标排放；由表 2-26 可知，木屑上料口排放颗粒物可满足《水泥工业大气污染物排放标准》(DB14/3176-2024) 中表 1 大气污染物有组织排放限值。									
表 2-27 回转窑污染物排放口监测结果表 (2026 年 5-7 月，配套旁路放风系统)									
排放口编号	污染物名称	监测方式	许可排放浓度限值 mg/Nm³	排放浓度 mg/Nm³	排放量 kg/h	达标情况			
回转窑窑尾排放口 (DA019)	颗粒物	自动	10	0.89	0.28	达标			
	二氧化硫	自动	35	10.57	3.32	达标			
	氮氧化物	自动	50	44.30	13.93	达标			
	氟化氢	手工	1.0	0.68	0.343	达标			
	氟化物	手工	3.0	0.25	0.126	达标			
	氨 (氨气)	手工	8.0	3.31	1.71	达标			
	氯化氢	手工	10	4.6	2.33	达标			
	汞及其化合物	手工	0.05	ND	5.55×10 ⁻⁴	达标			
	铈、镉、铅、砷及其化合物	手工	1.0	0.141	0.063	达标			
	铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物	手工	0.5	0.0818	0.037	达标			
	总有机碳	手工	10	2.91	1.47	达标			
	二噁英 (ng-TEQ/Nm³)	手工	0.1	/	/	/			
由表 2-27 可知，回转窑窑尾配套旁路放风系统后，窑尾烟气中的颗粒物、SO₂、NO_x、氟化物、汞及其化合物、氨均可满足《水泥工业大气污染物排放标准》(DB14/3176-2024) 中表 1 大气污染物有组织排放限值；氯化氢、氟化氢、铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物、铈、镉、铅、砷及其化合物、TOC 满足《水泥窑协同处置固体废物污染控制标									

准》(GB30485-2013)标准限值,达标排放。

2、噪声

根据 2026 年第二季度(5 月)自行监测报告,监测单位为山西蓝源成环境监测有限公司,厂界噪声监测结果见表 2-28,监测布点图见图 2-15。

表 2-28 厂界噪声监测结果 单位: dB (A)

检测时间	监测位置	厂界四周							
	监测时段	昼间				夜间			
	项目 点位	L ₁₀	L ₅₀	L ₉₀	L _{eq}	L ₁₀	L ₅₀	L ₉₀	L _{eq}
2026.5.22~5.23	1#: 厂界东	54.8	54.0	52.6	54	47.0	44.4	41.8	45
	2#: 厂界南	58.4	55.6	51.2	56	45.6	44.2	42.8	44
	3#: 厂界南	55.4	53.8	51.0	54	46.6	45.4	44.0	46
	4#: 厂界南	58.6	56.6	53.2	57	47.6	46.2	44.2	46
	5#: 厂界西	53.2	52.2	50.0	52	48.2	46.8	44.8	47
	6#: 厂界西	55.8	54.4	51.0	55	48.8	47.4	46.0	48
	7#: 厂界西	54.8	53.4	52.4	54	49.8	47.6	44.4	48
	8#: 厂界北	55.4	54.6	51.8	55	48.6	46.8	43.6	47
	9#: 厂界北	58.0	55.8	54.2	56	47.0	45.4	43.4	46
	标准值	-	-	-	60	-	-	-	50
	达标情况	-	-	-	达标	-	-	-	达标

由表2-28可知,厂界四周噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中2类标准,即昼间60dB(A),夜间50dB(A)。

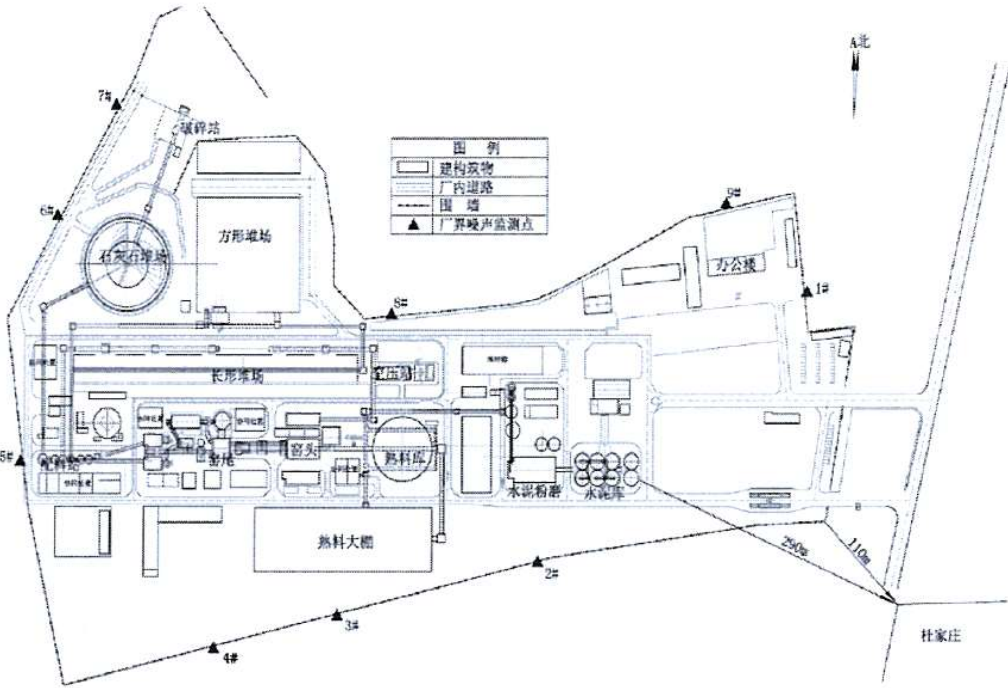


图 2-15 监测布点图（噪声）

2.16 目前存在的主要环境问题及整改措施

通过现场踏勘以及相关资料收集分析，依托工程已通过环评和环保竣工验收，环评及验收批复中提出的相关要求均已得到落实；依托工程在生产营运过程中针对各类废气、废水和噪声采取了切实可行的污染防治措施，可确保污染物稳定达标排放；固体废物均可合理处置；落实了各项环境风险防范措施。不存在与本项目相关的环境问题。

三、区域环境质量现状、环境保护目标及评价标准

区域
环境
质量
现状

3.1 空气环境质量现状

3.1.1 基本污染物

本次评价引用 2025 年大同市广灵县环境空气例行监测数据，统计结果见表 3-1。

表 3-1 2025 年大同市广灵县环境空气质量例行监测统计结果表

单位：μg/m³（CO：mg/m³）

污 染 物	评价指标	现状 浓度 (μg/m ³)	《环境空气质量标准》 (GB3095-2026)			《环境空气质量标准》 (GB3095-2012)		
			标准浓度 (μg/m ³)	占标率 (%)	达标 情况	标准浓度 (μg/m ³)	占标率 (%)	达标 情况
SO ₂	年平均质量浓度	6	60	10.00	达标	60	10.00	达标
NO ₂	年平均质量浓度	14	40	35.00	达标	40	35.00	达标
PM ₁₀	年平均质量浓度	56	60	93.33	达标	70	80.00	达标
PM _{2.5}	年平均质量浓度	27	30	90.00	达标	35	77.14	达标
CO（百分 位数）	24 小时平均第 95 百分位数质量浓度	2.2	4.0	55.00	达标	4.0	55.00	达标
O ₃ （8h 百分位数）	日最大 8 小时滑动 平均值的第 90 百分位数	139	160	86.88	达标	160	86.88	达标

由表 3-1 可知，大同市广灵县 2025 年 SO₂ 年均浓度、NO₂ 年平均浓度、PM₁₀ 年均浓度、PM_{2.5} 年均浓度、CO（24 小时平均第 95 百分位数）、O₃-8h 百分位数（日最大 8 小时滑动平均值的第 90 百分位数）均可达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准；同时满足《环境空气质量标准》（GB3095-2026）过渡阶段浓度限值的二级标准。因此，大同市广灵县为环境空气质量达标区。

3.1.2 其他污染物

为了解项目所在区域特征污染物的环境质量现状，本次评价委托内蒙古泽铭技术检测有限公司对杜家庄村（E，0.63km）处的氟化物、氮氧化物、非甲烷总烃、铅、总悬浮颗粒物等特征因子进行了补充监测，监测日期为 2026 年 5 月 1 日～3 日；委托均灵检测技术服务（青岛）有限公司对杜家庄村（E，0.63km）处的二噁英进行了补充监测，监测日期为 2026 年 5 月 1 日～4 日，监测布点图见附图 4。监测结果见表 3-2，其他污染物监测浓度统计表见表 3-3。

表 3-2 其他污染物监测结果表							
采样日期	检测项目	分析结果				限值	单位
		1#杜家庄村					
		第一次	第二次	第三次	第四次		
2026.05.01	总悬浮颗粒物	0.106				0.3	mg/m ³
	氮氧化物	0.009				0.1	mg/m ³
	铅	ND				-	μg/m ³
	非甲烷总烃	0.47	0.49	0.47	0.51	2.0	mg/m ³
	氟化物	0.23				7.0	μg/m ³
2026.05.02	总悬浮颗粒物	0.108				0.3	mg/m ³
	氮氧化物	0.012				0.1	mg/m ³
	铅	ND				-	μg/m ³
	非甲烷总烃	0.47	0.53	0.44	0.36	2.0	mg/m ³
	氟化物	0.22				7.0	μg/m ³
2026.05.03	总悬浮颗粒物	0.105				0.3	mg/m ³
	氮氧化物	0.012				0.1	mg/m ³
	铅	ND				-	μg/m ³
	非甲烷总烃	0.45	0.40	0.42	0.40	2.0	mg/m ³
	氟化物	0.21				7.0	μg/m ³
备注	1.总悬浮颗粒物、氮氧化物、氟化物检测结果参照执行《环境空气质量标准》GB 3095-2026 表 2 环境空气污染物其他项目浓度限值的过渡阶段浓度限值的二级标准，非甲烷总烃参照河北省《环境空气质量 非甲烷总烃限值》（DB 13/1577-2012）二级标准限值；2.“ND”表示未检出。						

表 3-2 续 其他污染物监测结果表（二噁英） 单位：pgTEQ/Nm ³			
监测点位	日期	样品编号	监测项目
1#杜家庄村	2026.05.01-05.02	KG2605020101	0.019
	2026.05.02-05.03	KG2605030101	0.030
	2026.05.03-05.04	KG2605040101	0.024

表 3-3 其他污染物监测浓度统计表								
监测点位	污染物	平均时段	单位	评价标准	监测浓度范围	最大浓度占标率/%	超标率/%	达标情况
1#杜家庄村	总悬浮颗粒物	日平均	mg/m ³	0.3	0.105~0.108	36.00	0	达标
	氮氧化物	日平均	mg/m ³	0.1	0.009~0.012	12.00	0	达标
	铅	日平均	μg/m ³	-	-	-	0	达标
	非甲烷总烃	1 小时平均	mg/m ³	2.0	0.36~0.53	26.50	0	达标
	氟化物	日平均	μg/m ³	7.0	0.21~0.23	3.29	0	达标
	二噁英	日平均	pgTEQ/Nm ³	0.6	0.019~0.030	5.00	0	达标

由监测结果（表 3-3）可知：杜家庄村的总悬浮颗粒物、氮氧化物、氟化物的日平均监测浓度可达到《环境空气质量标准》（GB3095-2026）表 2 环境空气污染物其他项目浓度限值的过渡阶段浓度限值的二级标准限值要求；铅日平均监测值未检出；非甲烷总烃的小时

平均监测浓度可达到河北省《环境空气质量 非甲烷总烃限值》（DB13/1577-2012）二级标准限值；二噁英日平均监测浓度可达到日本环境厅中央环境审议会制定的环境标准限值。

3.2 地表水环境质量现状

本项目最近的地表水为东南侧 4.2km 处壶流河，属“老堡~出省境”河段，水环境功能为农业与一般景观用水保护，根据《山西省地表水环境功能区划》（DB14/67-2019），地表水水质保护目标执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中 V 类标准。

本次环评收集了 2025 年 1 月—12 月山西省地表水环境质量报告中壶流河水神堂泉断面水质结果，见表 3-4。

月份	1	2	3	4	5	6
水质	I	I	I	III	III	III
月份	7	8	9	10	11	12
水质	IV	II	IV	III	I	I

由表 3-5 可知，壶流河水神堂泉各月份水质满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) V 类标准限值。

3.3 声环境质量现状

本项目边界外 50m 范围内无声环境保护目标，未进行声环境监测。

3.4 生态环境现状

本工程位于山西省大同市广灵县蕉山乡杜庄村（广灵金隅水泥有限公司现有厂区内），不新增占地。评价区整体表现为工业环境，厂区周围以农业生态环境为主，无国家重点保护、珍稀、濒危动植物物种，生态结构相对简单，生态系统多样性较差。

3.5 地下水、土壤环境质量现状

本项目厂址距离最近的集中饮用水源地为蕉山乡供水水源地，厂址西南侧距离水源地保护区南侧边界约 2.9km，且项目占地不在该水源地的保护区范围内，厂址位于该水源地的侧方向。

本项目在现有厂区进行技术改造：在现有原料堆棚南侧新建一座块状燃料堆棚（贮存废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉等一般固废）；炭黑于炭黑仓贮存；黏湿物料（电石渣等）一般固废在现有原料堆棚暂存；旁路灰资源化系统位于熟料大棚西南侧，不新增占地。根据现场踏勘，广灵金隅水泥有限公司已经按环保要求进行了分区防渗措施，新建块状燃料堆棚、旁路灰资源化系统等区域采取分区防渗措施，不会对现有地下水、土壤防控措施产生不良影响。根据《建设项目环境影响报告表编制技术指南》（污染影响类）可知：本项目的建设在严格落实分区防渗措施后，污染途径可控。

污染物排放控制标准

3.7 环境质量标准

3.7.1 环境空气

根据《环境空气质量标准》（GB3095-2026）功能区规定要求，环境空气质量功能属二类区，执行（GB3095-2026）中过渡阶段浓度限值的二级标准，标准值见表 3-6。

污染物	年平均	季平均	24 小时平均	日最大 8 小时平均	1 小时平均	单位	执行标准	
SO ₂	60	/	150	/	500	μg/m ³	表 1 环境空气污染物基本项目浓度限值	《环境空气质量标准》（GB3095-2026）过渡阶段浓度限值的二级标准
NO ₂	40	/	80	/	200			
PM ₁₀	60	/	120	/	/			
PM _{2.5}	30	/	60	/	/			
O ₃	/	/	/	160	200			
CO	/	/	4	/	10	mg/m ³	表 2 环境空气污染物其他项目浓度限值	
TSP	200	/	300	/	/	μg/m ³		
NO _x	50	/	100	/	250			
铅	0.5	1.0	/	/	/	μg/m ³	表 A.1 环境空气参考浓度限值	
氟化物	/	/	7	/	20		mg/m ³	参照河北省《环境空气质量 非甲烷总烃限值》（DB 13/1577-2012）二级标准限值
非甲烷总烃	/	/	/	/	2.0			
二噁英	/	/	/	/	0.6	pgTEQ/m ³		

3.7.2 地表水

本项目最近的地表水为东南侧 4.2km 处壶流河，属“老堡~出省境”河段，水环境功能为农业与一般景观用水保护，根据《山西省地表水环境功能区划》（DB14/67-2019），地表水水质保护目标执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中 V 类标准，表 3-7。

污染物	pH	溶解氧	高锰酸盐指数	BOD ₅	NH ₃ -N	石油类	挥发酚
标准值	6~9	≥2	≤15	≤10	≤2.0	≤1.0	≤0.1
污染物	汞	铜	锌	氟化物	硒	砷	镉
标准值	≤0.001	≤1.0	≤2.0	≤1.5	≤0.02	≤0.1	≤0.01
污染物	六价铬	氰化物	阴离子表面活性剂	硫化物	粪大肠菌群	铅	COD
标准值	≤0.1	≤0.2	≤0.3	≤1.0	≤40000 个/L	≤0.1	40
污染物	总磷（以 P 计）		硫酸盐	氯化物	硝酸盐氮	铁	锰
标准值	≤0.4		250	250	10	0.3	0.1

3.7.3 地下水

执行《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) III类标准, 见表 3-8。								
表 3-8 地下水质量标准 单位: mg/L (pH 值除外)								
污染物	pH	氨氮	硝酸盐 (以 N 计)	亚硝酸盐 (以 N 计)	挥发酚	氰化物	砷	汞
标准值	6.5≤pH≤8.5	≤0.5	≤20.0	≤1.0	≤0.002	≤0.05	≤0.01	≤0.001
污染物	Cr ⁶⁺	锰	耗氧量 (COD _{Mn} 法, 以 O ₂ 计)	硫酸盐	总硬度	氟化物	镉	铁
标准值	≤0.05	≤0.10	≤3.0	≤250	≤450	≤1.0	≤0.005	≤0.3
污染物	铅	总大肠菌群		氯化物	菌落总数		总溶解性固体	
标准值	≤0.01	≤3.0CFU/100mL		≤250	100CFU/mL		≤1000	

3.7.4 声环境

项目区域声环境执行《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类标准, 即昼间 60dB (A), 夜间 50 dB (A)。

3.7.5 土壤环境

本项目区域土壤环境质量执行《建设用地土壤污染风险管控标准 (试行)》(GB36600-2018) 中第二类用地筛选值标准。

3.8 污染物排放标准

3.8.1 废气

施工期粉尘: 施工期建材装卸、储存等产生粉尘, 颗粒物执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 表 2 中二级标准限值, 见表 3-9;

表 3-9 大气污染物综合排放标准		
污 染 物	无组织排放监控浓度限值	
	监控点	浓度 (mg/m ³)
颗粒物	周界外浓度最高点	1.0

运营期: 本项目替代燃料破碎、输送颗粒物、窑尾烟气中的颗粒物、SO₂、NO_x、氟化物、汞及其化合物、氨均执行《水泥工业大气污染物排放标准》(DB14/3176-2024) 中表 1 大气污染物有组织排放限值; 氯化氢、氟化氢、铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物、铊、镉、铅、砷及其化合物、二噁英执行《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》(GB30485-2013) 标准限值; 物料储存与输送, 破碎、粉磨、烘干和煅烧, 包装和运输产生无组织颗粒物执行 (DB14/3176-2024) 中表 2 厂区内颗粒物无组织排放限值, 厂界外氨排放执行 (DB14/3176-2024) 中表 3 企业边界大气污染物浓度限值; 厂界外颗粒物无组织排放执行 (GB4915-2013, 2025 年修改单) 表 3 无组织排放限值; 氯化氢厂界无组织执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 表 2 中无组织排放浓度管控要求。具体标准值见表 3-10~表 3-11。

表 3-10 大气污染物排放标准					
类别		污染物	排放标准		标准来源
			标准值	单位	
水泥窑及窑尾余热利用系统		颗粒物	10	mg/m ³	《水泥工业大气污染物排放标准》(DB14/3176-2024) 表 1
		SO ₂	35	mg/m ³	
		NO _x (以 NO ₂ 计)	50	mg/m ³	
		氟化物 (以总 F 计)	3.0	mg/m ³	
		汞及其化合物	0.05	mg/m ³	
		氨	8	mg/m ³	《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》(GB30485-2013)
		氯化氢	10	mg/m ³	
		氟化氢	1.0	mg/m ³	
		铊、镉、铅、砷及其化合物	1.0	mg/m ³	
		铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物	0.5	mg/m ³	
		二噁英	0.1	ng-TEQ/m ³	
物料输送废气		颗粒物	10	mg/m ³	《水泥工业大气污染物排放标准》(DB14/3176-2024) 表 1
表 3-11 大气无组织污染物排放标准					
污染物项目		限值	限值含义	无组织排放监控位置	执行标准
厂区内	颗粒物	5.0 mg/m ³	监控点处 1h 平均浓度值	物料储存与输送, 破碎、粉磨、烘干和煅烧, 包装和运输	表 2 《水泥工业大气污染物排放标准》(DB14/3176-2024)
	氨	1.0 mg/m ³	监控点处最大测定值	监控点设在下风向厂界外 10m 范围内浓度最高点	
企业边界	颗粒物	0.5 mg/m ³	监控点与参照点总悬浮颗粒物(TSP)1h 浓度值的差值	厂界外 20m 处上风向设参照点, 下风向设监控点	《水泥工业大气污染物排放标准》(GB4915-2013 (含 2025 年修改单)) 表 3 标准
厂界	HCl	0.20mg/m ³	无组织排放空空浓度限值	周界外浓度最高点	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 表 2
3.8.2 废水					
本项目不新增劳动定员, 不新增生活用水; 车辆冲洗废水经沉淀后循环利用, 定期抽排车辆冲洗池内的废水至污泥仓, 最终入窑处置, 不外排; 旁路灰水洗车经三效蒸发回收钾盐, 产生蒸发冷凝水回用至逆流漂洗工序, 不外排。					
3.8.3 噪声					
施工期: 厂界噪声执行《建筑施工噪声排放标准》(GB 12523-2025), 即昼间 70 dB(A), 夜间 55 dB(A)。					
运行期: 厂界四周噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 中 2 类标准, 即昼间 60 dB(A), 夜间 50dB(A)。					

3.8.4 固体废物

项目一般固体废弃物排放执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020），采用库房、包装工具（罐、桶、包装袋等）贮存一般工业固体废物过程的污染控制，不适用 GB18599-2020，其贮存过程应满足相应防渗漏、防雨淋、防扬尘等环境保护要求；危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）的相关规定。

总量控制指标

2023 年 1 月 17 日，山西省生态环境厅发布了《山西省生态环境厅关于印发<建设项目主要污染物排放总量指标核定暂行办法>的通知》（晋环规 [2023]1 号,2023 年 3 月 1 日实施），《通知》第一章第二条规定“主要污染物是指氮氧化物、挥发性有机物、化学需氧量、氨氮等国家实施排放总量控制的主要污染物以及二氧化硫、颗粒物等山西省实施排放总量控制的主要污染物”；第三条规定“适用范围为纳入固定污染源排污许可分类管理名录行业范围的建设项目新增主要污染物排放总量指标的审核与管理”。

根据《排污许可证申请与核发技术规范水泥工业》（HJ847-2017）中：“5.2.3 许可排放量：水泥（熟料）制造排污单位应明确主要废气污染物（颗粒物、二氧化硫、氮氧化物）许可排放量”，未对其他污染物如重金属、HCl 等作出要求。建设单位已申领的排污许可证（证书编号：9114022305626630XQ001P）中主要排放口（DA007、DA019）许可排放量为颗粒物 40.95t/a（其中窑头 16.20t/a、窑尾 24.75t/a）、SO₂86.625t/a、NO_x123.75t/a；一般排放口许可排放量为颗粒物 49.53t/a，合计全厂许可排放量为颗粒物 90.48t/a、SO₂86.625t/a、NO_x123.75t/a。

根据计算，本次一般固废处置及综合利用项目建设完成后，回转窑窑尾排放烟气中颗粒物排放量为 40.95t/a、SO₂ 排放量为 86.625t/a、NO_x 排放量为 123.75t/a；替代燃料（废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉、炭黑等）贮存、输送工序、炭黑仓、氯灰接收仓颗粒物排放量为 0.8t/a；排放浓度均可符合排放标准。

本次原、燃料替代工程完成后，水泥窑污染物排放变化情况对比分析见表 3-12。

表 3-12 水泥窑污染物排放变化情况对比一览表 单位：t/a

污染源	污 染 物	排放量	
		技改前	技改后
回转窑窑尾 排放口 (DA019)	颗粒物	2.99	2.99
	SO ₂	30.90	30.73
	NO _x	98.22	98.22
	氨（氨气）	6.32	6.32
	氯化氢	15.09	12.91
	氟化氢	1.99	1.81
	氟化物	2.61	1.91
	汞及其化合物	0.0026	0.00043

	铊、镉、铅、砷及其化合物	0.0078	0.011
	铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物	0.016	0.00499
	TOC	6.98	6.98
	二噁英	1.93×10^{-5} kg-TEQ/a	2.85×10^{-4} kg-TEQ/a
块状替代燃料装卸、贮存、上料工序排放口 (DA094)	颗粒物	0.17	0.864
炭黑仓排放口 (DA095)	颗粒物	/	0.00875
氯灰接收仓排放口 (新增, DA097)	颗粒物	/	0.00511

本次工程大气三本账分析只针对回转窑窑尾、替代燃料（废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉、炭黑等）贮存、输送环节、氯灰接收仓污染物排放量三本账进行分析，见下表 3-13：

表 3-13 三本账分析表（本项目） 单位：t/a

名称	颗粒物			SO ₂	NO _x
	粉尘	烟尘	合计		
排污许可量（回转窑窑尾 DA019）	/	24.75	24.75	86.625	123.75
现有工程：木屑上料口（DA094）+回转窑窑尾（DA019）排放量	0.17	2.99	3.16	30.90	98.22
本项目：回转窑窑尾（DA019）+替代燃料（废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉、木屑等）贮存、输送（DA094，依托）+炭黑仓贮存、输送（DA095，依托）+氯灰接收仓（新增，DA097）排放量	0.88	2.99	3.87	30.73	98.22
“以新带老”消减量	0.17	2.99	3.16	30.90	98.22
本项目建成后核定总量指标：回转窑窑尾（DA019）+替代燃料（废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉、木屑等）贮存、输送（DA094，依托）+炭黑仓贮存、输送（DA095，依托）+氯灰接收仓（新增，DA097）	0.88	2.99	3.87	30.73	98.22
排放增减量	+0.71	0	+0.71	-0.17	0

由三本账分析可知，项目技改前后颗粒物（烟尘）、SO₂、氮氧化物均不增加，仅颗粒物（粉尘）新增 0.71t/a，排放量均可满足排污许可核定的总量控制指标要求。

综上所述，本项目无需单独申请污染物排放总量控制指标。

四、主要环境影响和保护措施

施 工 期 环 境 保 护 措 施	根据现场踏勘，本项目各工程均未动工，施工期14.0个月。		
	4.1 废气		
	施工废气主要来源于新建全封闭物料堆棚、旁路灰资源化系统等工程建设过程场地平整及土建，产生废气主要为扬尘，产生主要环节有地表开挖、材料运输、装卸等过程。施工中的建材等物料堆放或装卸时散落，都能造成施工扬尘，施工扬尘影响范围在 100m 左右。		
	大气污染防治措施：		
	为减轻扬尘污染，评价要求建设单位加强环境管理，确保施工期各项环保措施的实施，建筑工地必须做到“6 个 100%”：施工工地 100%围挡，物料堆放 100%覆盖，出入车辆 100%冲洗，施工场地 100%硬化，拆迁工地 100%湿法作业，渣土车辆 100%密闭。结合项目区的实际情况，评价要求企业不得进行现场搅拌，采用商品混凝土，本次评价提出的具体防治措施见表 4-1。		
	表 4-1 建筑工地扬尘控制措施		
	序号	控制措施	环 评 要 求
	1	道路硬化与管理	施工场所硬化率达 100%以上；
			任何时候车行道路上都不能有明显的尘；
			道路清扫时都必须采取洒水措施。
	2	边界围挡	围挡高度不低于 1.8 米，围挡下方设置不低于 20 厘米高的防溢座以防止粉尘流失；
			围挡必须由金属、混凝土、塑料等硬质材料制作。
			任意两块围挡以及围挡与防溢座的拼接处都不能有大于 0.5 厘米的缝隙，围挡不得有明显破损的漏洞。
	3	裸露地（含土方）覆盖	每一块独立裸露地面 100%以上的面积都应采取覆盖措施；
			覆盖措施的完好率必须在 90%以上；
			覆盖措施包括：钢板、防尘网（布）、绿化、化学抑尘剂，或达到同等效率的覆盖措施。
	4	易扬尘物料覆盖	所有砂石、灰土、灰浆等易扬尘物料都必须以不透水的隔尘布完全覆盖或放置在顶部和四周均有遮蔽的范围内；
			防尘布或遮蔽装置的完好率必须大于 95%；
			小批量且在 8 小时之内投入使用的物料除外。
	5	持续洒水降尘措施	施工现场定期喷洒，保证地面湿润，不起尘。
	6	运输车辆冲洗装置	运输车辆驶出工地前，应对车轮、车身、车槽帮等部门进行清理或清洗以保证车辆清洁上路；

		洗车喷嘴静水压不低于 0.5Mpa;
		洗车污水经处理后重复使用,回用率不得低于 90%,回用水水质良好,悬浮物浓度不应大于 150mg/L;
		施工场所车辆入口和出口 30 米以内部分的路面上不应有明显的泥印,以及砂石、灰土等易扬尘物料;
	项目在厂内建设,采取上述措施后,可有效控制本项目施工期废气对周围环境的影响。 4.2 废水 (1) 施工废水 施工期间将产生设备冲洗废水,施工期设备冲洗废水只含有少量泥沙,不含其他杂质,施工现场设 1 座 5m³ 沉淀池收集,经沉淀后用于施工场地洒水抑尘。 (2) 施工人员生活污水 施工人员产生的生活污水主要是盥洗废水,依托厂内东侧埋地式污水处理厂处理后回用于生产循环水及绿化,不外排。 因此,施工期废水均不外排,对周围环境及地表水环境不会造成影响。 4.3 固废 施工期产生的固体废物主要是基础开挖土方、建筑垃圾及生活垃圾等。 (1) 基础开挖土石方 根据现场踏勘,本项目施工区地面已硬化,黏湿物料输送系统地基、旁路灰资源化系统施工开挖的土石方全部送辅料堆棚暂存经预处理后送到生料入窑系统作为原料进行处理,严禁随意倾倒。 (2) 建筑垃圾 建筑垃圾主要包括水泥、沙石、石材、塑料包装、金属材料等,采用分类收集,金属材料等可回用的统一收集回用;水泥、沙石、石材、塑料包装等全部送辅料堆棚暂存经预处理后送到生料入窑系统作为原料进行处理,严禁随意倾倒。 (3) 生活垃圾 项目施工期依托厂内现有分类垃圾桶,定期送至环卫部门指定地点集中处置。 4.4 噪声 施工期噪声主要是施工现场各类机械设备噪声。由于项目场地噪声主要产生于主体结构施工、设备安装过程中产生的机械噪声。主要为装修期间使用的电钻、电锤、切割机等机械设备产生的噪声,其噪声级为 80~100dB(A)。 环保措施: (1) 降低施工设备噪声:要定期对机械设备进行维护和保养,使其一直保持良好的状态,	

减轻因设备运行状态不佳而造成的噪声污染；对动力机械、设备加强定期检修、养护；

（2）施工现场合理布局，避免在同一地点安排大量动力机械设备，以避免局部声级过高，噪声大的某些施工设备尽量远离敏感区，将施工阶段的噪声减至最小；运输车辆在经过沿线村庄等敏感点及进入施工院内时限制车速，尽量减少鸣笛；

（3）合理安排施工时间，所有产噪设备施工时间应尽量安排在日间，严格控制夜间施工，在 22 时至次日 6 时不得施工，高噪声设备禁止夜间施工；

（4）为避免设备噪声对施工人员造成影响，评价建议项目施工时要合理安排工作人员，轮流操作机械，减少工人接触高噪音时间；对声源附近工作时间较长的工人，应采取分发防护耳塞保护措施，使工人自身防护得到保障。

4.5 生态

本项目在广灵金隅水泥有限公司厂区内建设，不新增占地，区域生态环境以人工植被为主，对周边生态环境的影响较小。

综上所述，采取措施后，可有效降低施工期对环境的影响，该影响为暂时性的，随着施工期的结束而消失。

4.7 废气

4.7.1 产排污环节

1) 回转窑窑尾废气 G_1 : 本次技改回转窑协同处置废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉、炭黑、黏湿物料（电石渣等）等一般固废；同时协同处置水洗后旁路灰；窑尾燃烧废气中主要污染物为烟尘、 SO_2 、 NO_x 、氯化氢、氟化氢、汞及其化合物、铊、镉、铅、砷及其化合物、铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物、二噁英、氨（氨气）、TOC 等。

2) 物料堆棚（替代燃料、替代原料）装卸、贮存、上料废气 G_2 : 主要为颗粒物。

3) 炭黑仓装卸、转载废气 G_3 : 主要为颗粒物。

4) 氯灰接收仓装卸、转载废气 G_4 : 主要为颗粒物。

5) 盐酸储罐无组织废气 G_5 : 主要为 HCl;

6) 运输扬尘 G_6 (新增): 颗粒物。

本项目大气污染源产生排放情况见下表 4-2。

表 4-2 本项目大气污染源产生排放情况一览表

产排污环节		回转窑窑尾废气排气筒							
污染物种类		颗粒物	SO_2	NO_x	NH_3	HCl	HF	氟化物	二噁英
污染物产生量 (t/a)		/	/	/	/	/	/	/	/
污染物产生浓度 mg/m^3		/	/	/	/	/	/	/	/
废气量 (m^3/h)		396069							
排放形式		有组织							
治理设施	治理设施名称	低氮分级燃烧+旁路放风（抽取 6%烟气：急冷器+旋风除尘器+高效布袋除尘器）+SCR 脱硝+玻纤覆膜袋式除尘							
	治理工艺去除率	/	/	/	/	/	/	/	/
	是否为可行技术	是	是	是	是	是	是	是	是
污染物排放浓度 mg/m^3		1.05	10.78	34.44	2.22	4.53	0.64	0.67	$0.1 \text{ ngTEQ}/m^3$
污染物排放速率 (kg/h)		0.42	4.27	13.64	0.88	1.79	0.25	0.27	$3.96 \times 10^{-8} \text{ kg-TEQ}/h$
污染物排放量 t/a		2.99	30.73	98.22	6.32	12.91	1.81	1.91	$2.85 \times 10^{-4} \text{ kg-TEQ}/a$
排放口基本情况	高度 (m)	105							
	排气筒内径 (m)	3.5							
	温度 ($^{\circ}C$)	135							
	编号	排污许可编号 DA019							
	类型	主要排放口							
	地理坐标	E114°21'59.05", N39°49'5.02"							
排放标准		10	35	50	8	10	1	3.0	$0.1 \text{ ngTEQ}/m^3$
达标情况		达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
监测	监测点位	DA019 排气筒出口							

要求	监测因子	颗粒物	SO ₂	NO _x	NH ₃	HCl	HF	氟化物	二噁英
	监测频次	在线监测，1次/6小时， 每天4次			1次/季	1次/季	1次/季	1次/季	1次/年

表 4-2 续 本项目大气污染源产生排放情况一览表									
产排污环节		回转窑窑尾废气排气筒							
污染物种类		汞及其化合物		砷、镉、铅、锑及其化合物		铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物		TOC	
污染物产生量（t/a）		/		/		/		/	
污染物产生浓度mg/m ³		/		/		/		/	
废气量（m ³ /h）		396069							
排放形式		有组织							
治理设施	治理设施名称	低氮分级燃烧+旁路放风（抽取 6%烟气：急冷器+旋风除尘器+高效布袋除尘器）+SCR 脱硝+玻纤覆膜袋式除尘							
	治理工艺去除率	/		/		/		/	
	是否为可行技术	是		是		是		是	
污染物排放浓度 mg/m ³		0.00015		0.004		0.0017		2.45	
污染物排放速率（kg/h）		0.00006		0.002		0.00069		0.97	
污染物排放量 t/a		0.43kg/a		11.02kg/a		4.98 kg/a		6.98	
排放口基本情况	高度（m）	105							
	排气筒内径（m）	3.5							
	温度（℃）	135							
	编号	排污许可编号 DA019							
	类型	主要排放口							
	地理坐标	E114°21'59.05"， N39°49'5.02"							
排放标准		0.05		1.0		0.5		10	
达标情况		达标		达标		达标		达标	
监测要求	监测点位	DA019 排气筒出口							
	监测因子	汞及其化合物		砷、镉、铅、锑及其化合物		铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物		TOC	
	监测频次	1次/季							

表 4-2 续 本项目大气污染源产生排放情况一览表									
产排污环节		块状替代燃料装卸、 贮存、上料工序			炭黑仓		装卸、除尘、转运 扬尘（新增）		
污染物种类		颗粒物			颗粒物		颗粒物		
污染物产生量（t/a）		96			0.66		58.72		
污染物产生浓度mg/m ³		1111.11			754.29		/		
废气量（m ³ /h）		12000			7000		/		
排放形式		有组织			有组织		无组织		
治理设施	治理设施名称	集尘罩+袋式除尘器			袋式除尘器		一座 280m ² 全封闭物料堆棚，库内地面硬化，顶部设喷雾抑尘设施，100%覆盖原料		

				区；转载采用全封闭输送；车辆进出口安装自动门、喷雾抑尘设施。废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉等替代燃料分区堆存
	治理工艺去除率	≥99.0%	≥98.67%	≥85%
	是否为可行技术	是	是	是
	污染物排放浓度 mg/m ³	10	10	/
	污染物排放速率 (kg/h)	0.12	0.070	0.010
	污染物排放量 t/a	0.864	0.00875	0.13
	年运行时间 (h/a)	7200	7200	7200
排放口基本情况	高度 (m)	15	15	/
	排气筒内径 (m)	0.35	0.5	/
	温度 (°C)	常温	常温	/
	编号	DA094	DA095	/
	类型	一般排放口	一般排放口	/
	地理坐标	E114°21'57.71" N 39°49'6.71"	E114°22'3.54" N 39°49'5.84"	/
	排放标准 (mg/m ³)	10	10	/
	达标情况	达标	达标	达标
监测要求	监测点位	DA094 排气筒出口	DA095 排气筒出口	厂界无组织
	监测因子	颗粒物	颗粒物	颗粒物
	监测频次	1 次/2 年	1 次/2 年	1 次/年
表 4-2 续 本项目大气污染源产生排放情况一览表				
	产排污环节	氯灰接收仓	盐酸罐	运输扬尘 (新增)
	污染物种类	颗粒物	盐酸雾	扬尘
	污染物产生量 (t/a)	0.74	0.014	0.09
	污染物产生浓度 mg/m ³	1438.65	/	/
	废气量 (m ³ /h)	7000	/	/
	排放形式	有组织	无组织	无组织
治理设施	治理设施名称	袋式除尘器	盐酸储罐间设置排风扇, 减少无组织废气在储罐间的聚集	使用符合现行管理要求的排放标准车辆, 进出厂区车辆经洗车平台清洗; 运输路面定期洒水抑尘
	治理工艺去除率	≥99.31%	/	≥85.0%
	是否为可行技术	是	是	是
	污染物排放浓度 mg/m ³	10	/	/
	污染物排放速率 (kg/h)	0.070	0.0019	0.0018
	污染物排放量 t/a	0.00511	0.014	0.013
	年运行时间 (h/a)	73	7200	7200

排放口 基本情况	高度 (m)	15	/	/
	排气筒内径 (m)	0.35	/	/
	温度 (°C)	常温	/	/
	编号	DA097	/	/
	类型	一般排放口	/	/
	地理坐标	E114°21'59.17" N 339°49'0.37"	/	/
排放标准 (mg/m ³)		10	/	/
达标情况		达标	达标	达标
监测 要求	监测点位	DA097 排气筒出口	厂界无组织	/
	监测因子	颗粒物	颗粒物	/
	监测频次	1 次/2 年	1 次/年	/

4.7.2 污染源源强核算

1、一般固废处置及综合利用项目

(1) 回转窑窑尾废气 G₁ 源强核算

本项目依托的 4000t/d 的熟料生产线年协同处置危险废物 3 万吨,本项目窑尾燃料用废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉、炭黑等替代部分原煤;协同处置黏湿物料(电石渣等)等一般固废,以替代部分原料;同时协同处置水洗后的旁路灰,生产产能不变。水泥窑协同处置一般工业固废时,产生的废气污染物种类较多,包括烟尘、SO₂、NO_x、氯化氢、氟化氢、重金属、二噁英、氨(氨气)、TOC 等。新型干法水泥窑本身具有温度高、工况稳定、气(料)流在窑系统滞留时间长、碱性气氛等特点,窑尾烟气经过“低氮燃烧+SCR 脱硝+覆膜滤料袋式除尘器”处理,可很好地固定固废中的重金属、去除焚烧产生的二噁英类和吸收酸性气体。

窑尾废气经低氮分级燃烧+预热器+旁路放风(抽取 6%烟气:急冷器+旋风除尘器+高效布袋除尘器)+SCR 脱硝处理后,经余热锅炉、增湿塔、生料制备冷却后经覆膜袋式除尘器排空,排气筒高度 105m(排污许可编号为 DA019),配套处理风量为 680000m³/h,排气温度 135℃,内径 3.5m。根据《广灵金隅水泥有限公司 2025 年年度排污许可证执行报告》,回转窑窑尾废气总量为 145248.39798 万 m³/a (278041m³/h);根据建设单位提供的统计资料,回转窑 2025 年的平均运行负荷为 70.20%,折算满负荷后烟气量为 396069m³/h,满足窑尾基准排气量要求。

本项目窑尾燃料用废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉、炭黑等替代部分原煤;协同处置黏湿物料(电石渣等)等一般固废,以替代部分原料,生产产能不变。本次依托窑尾废气处理系统,不调整窑尾风机。故本次评价窑尾烟气中污染物核算过程按 2025 年在线监测数据 396069m³/h 计。

颗粒物:

回转窑窑尾烟气采用覆膜滤料袋式除尘器净化，属于《排污许可证申请与核发技术规范水泥工业》（HJ847-2017）中的可行技术。根据《水泥窑协同处置固体废物污染物控制标准》（GB30485-2013）编制说明“6.2.1 末端尾气排放控制”等相关资料：“粉尘排放浓度基本与水泥窑的废物协同处置过程无关”。因此，本评价认为本项目实施后，窑尾烟气颗粒物排放情况维持不变，即可参照 2025 年度排污许可证执行报告数据（在线监测数据），折合满负荷后回转窑窑尾颗粒物排放量 2.99t/a（0.42kg/h），则颗粒物排放浓度约 1.05mg/m³，满足《水泥工业大气污染物排放标准》（DB14/3176-2024）中表 1 大气污染物有组织排放限值，即颗粒物 10 mg/m³。 二氧化硫： 根据HJ847-2017“附录B 水泥工业废气污染防治可行技术”：当原料有机硫含量较低时，无需采取净化措施二氧化硫即可满足达标排放要求；当原料中挥发性硫含量较高，不能达标排放时，采用窑磨一体化运行或干法、半干法、湿法脱硫措施。结合企业提供的相关资料和使用原辅燃料化学成分，回转窑入窑原料采用窑磨一体化运行模式，且建设单位进行了窑尾烟气脱硫改造，在预热器烟气上升风管喷入脱硫水剂、在窑尾预热器C1出口之后喷入脱硫粉剂，可实现超低排放，符合HJ847-2017中的可行技术要求。 根据《水泥窑协同处置固体废物污染物控制标准》（GB30485-2013）编制说明：“原料带入的易挥发性硫化物是造成SO₂排放的主要根源，从高温区投入水泥窑的废物中的S元素主要对系统结皮和水泥产品质量有影响，而与烟气中SO₂的排放无直接关系。 广灵金隅水泥有限公司熟料烧成过程中，窑尾选用了TDF分解炉和双系列五级旋风预热器，分解炉内物料温度750-900℃，停留时间5s左右；气体温度850—1150℃，停留时间3s左右，在此温度下，其生料中大部分的CaCO₃分解为CaO，CaO（还有少量R₂O）有较强的吸硫作用，即使有部分废气不经分解炉而进入旋风预热器系统，但气固两相充分接触，固相中有相当数量的粉状CaO，使废气中SO₂大多被吸收，水泥熟料煅烧系统本身就是一种脱硫装置，燃烧产生形成CaSO₄（RaSO₄）固定在水泥熟料中。一般吸硫率≥98%，而进入立磨废气中的SO₂，被废气中的水汽与生料粉表面吸收，窑系统综合固硫率一般在90%~98%，本项目取98%计算（则η₂为2%）；目前建设单位已完成了窑尾烟气脱硫改造实现超低排放，在预热器烟气上升风管喷入脱硫水剂、在窑尾预热器C1出口之后喷入脱硫粉剂，可实现脱硫效率95%以上。 SO₂产排量核算： 由表2-17可知，本项目入窑原料中有机硫和硫化物硫等含量为： （333.16+230.40+1069.89+285.18+223.93+35.94+948.15+112.65+127.97+47.29+100.97） / （4394.00+17879.10+98427.00+17340.00+71217.17+19940.00+232034.80+24082.98+26940+

26919+17940.00+135273.58+8778.00+19940.00+16680.47+19900.00+18500.00+19000.00+26280.00+1665816.38+12600.00+23210.81+15750.00+9792.00+18000.00+58464.00+14700.00+22850.00+15624.00+53871.95+9158.79+35547.72+3377.50+5428.50)=0.13%<0.15%。 根据《污染源源强核算技术指南 水泥工业》（HJ886-2018）中物料衡算法，原料中有机硫和硫化物硫等含量≤0.15%时，水泥窑及窑尾余热利用系统烟囱 SO₂ 源强按式（5-1）核算。 $D_{SO_2} = 2(G_0 \cdot \frac{\alpha_0}{100} + \sum_{i=1}^n G_i \cdot \frac{\alpha_i}{100}) \cdot \frac{\eta_1}{100} \cdot \frac{\eta_2}{100} \quad (5-1)$ 式中：D_{SO2}——核算时段内 SO₂ 排放量，t； 2 ——S 生成 SO₂ 的换算系数； G₀——核算时段内耗煤量，t； G_i——核算时段内第 i 种原料耗量，t； α₀——煤的含硫率（以单质 S 计），%； α_i——第 i 种原料的硫酸盐含硫率（以单质 S 计），%； η₁——S 生成 SO₂ 的系数，%， 根据各区域或各项目特点取值，一般可取 95； η₂——SO₂ 排入大气系数，%， 本项目取 5 计。 按脱硫效率 75%计，本项目技改后 SO₂ 排放量为 30.73t/a（4.27kg/h），则排放浓度为：30.73×10⁹/396069/7200=10.78mg/m³，满足《水泥工业大气污染物排放标准》（DB14/3176-2024）中表 1 大气污染物有组织排放限值，即二氧化硫 35mg/m³。 氮氧化物： 目前，回转窑窑尾烟气采用“低氮分级燃烧+ SCR 脱硝”工艺（25%氨水还原剂），属于 HJ847-2017 推荐的可行技术。 根据《水泥窑协同处置固体废物污染物控制标准》（GB30485-2013）编制说明：“NO_x 和粉尘的排放浓度基本与水泥窑的废物协同处置过程无关”。因此，本评价认为本项目实施后，窑尾烟气氮氧化物排放情况维持不变，即可参照 2025 年度排污许可证执行报告数据（在线监测数据），折合满负荷后回转窑窑尾氮氧化物排放量 98.22t/a（13.64kg/h），则氮氧化物排放浓度约 34.44mg/m³，满足《水泥工业大气污染物排放标准》（DB14/3176-2024）中表 1 大气污染物有组织排放限值，即氮氧化物 50 mg/m³。 氨： 回转窑窑尾烟气中 NH₃主要源自窑尾脱硝系统：脱硝还原剂（25% 氨水）在 SCR 反应区内未完全参与脱硝反应，未反应的氨水以氨逃逸形式随烟气排放。企业采用提高氨水雾化效果、稳定雾化压力、选择合适的脱硝反应温度以及延长脱硝反应时间等 HJ847-2017 推荐的可行技术，可有效提高氨水反应效率和降低氨水用量，进而减少氨逃逸。本项目实施后，回

转窑窑尾烟气 NH_3 逃逸量基本不变，即可参照 2025 年度排污许可证执行报告数据，折合满负荷后回转窑窑尾 NH_3 排放量 6.32t/a (0.88kg/h)，NH_3 排放浓度 2.22mg/m³，满足《水泥工业大气污染物排放标准》(DB14/3176-2024)中表 1 大气污染物有组织排放限值，即氨 8 mg/m³。 氟化物、氟化氢： 窑尾烟气中HCl和氟化物（以HF为主）主要来自含氯和含氟原燃料在烧成过程中形成本项目采用源头配料控制、入窑物料成分控制、水泥窑生产过程控制等，属于HJ847-2017推荐的可行技术。 根据《水泥窑协同处置固体废物污染物控制标准》(GB30485-2013)编制说明：回转窑内的碱性环境可以中和绝大部分HF、HCl，废物中的Cl、F含量主要对系统结皮和水泥产品质量有影响，而与烟气中HF 和HCl 的排放无直接关系。 根据《水泥窑协同处置危险废物污染控制标准（征求意见稿）编制说明》等相关资料，水泥窑产生烟气中的氟化物主要为HF，HF主要来自原燃料（如粘土中的氟）。含氟原燃料在烧成过程形成的HF会与CaO、Al₂O₃形成氟铝酸钙固熔于熟料中带出窑外，90%~95%的F元素会随熟料带出窑外，剩余的F元素绝大部分（95%~98%）以CaF₂的形式随窑灰经窑尾袋式除尘器予以去除，极少部分随尾气排放。 本次环评依据上述相关资料核算HF排放量：在高温状态下，入窑物料中的F全部转换为HF，绝大部分与CaO、Al₂O₃形成氟铝酸钙固熔于熟料中带出窑外（按HF总量90%计），部分与CaO反应形成CaF₂以粉尘形式经窑尾覆膜滤料袋式除尘器予以去除（布袋除尘器对HF去除率按91%计），剩余部分以HF形式随烟气排出。 由表2-17可知，本项目运行后进入窑尾烟气的氟元素量为$191.16 \times (1-90\%) \times (1-91\%) = 1.72\text{t/a}$，折合外排HF为1.81t/a (0.25kg/h)，排放浓度0.64mg/m³，满足《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》(GB30485-2013)限值要求(1mg/m³)；外排氟化物约1.91 t/a(0.27kg/h)，排放浓度0.67mg/m³，浓度可满足（DB14/3176-2024）中表1大气污染物有组织排放限值，即氟化物3.0 mg/m³。 氯化氢： 由于水泥窑中具有强碱性环境，HCl在窑内与CaO反应生成CaCl₂随熟料带出窑外，或与碱金属氧化物反应生成NaCl、KCl在窑内形成内循环而不断积累。通常情况下，97%以上的Cl在窑内会被碱性物质吸收，随尾气排放到窑外的量很少，只有当原料中Cl元素添加速率过大，或窑内NaCl、KCl内循环累积到一定程度而达到原料带入量与随尾气和熟料排出量达到平衡后，随尾气排出的HCl可能会增加；本项目配有旁路放风系统（采取两级冷却+两级分离技术），烟气中氯化物的脱氯效率可达35%左右。 由表2-16可知，本项目实施后进入窑尾烟气的氯元素量为$652.76 \times (1-97\%) \times (1-35\%)$
--

	=12.73t/a，折合外排HCl为12.91t/a（1.79kg/h），排放浓度为4.53mg/m³，满足《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485-2013）限值要求（10mg/m³）。 TOC: 根据《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ 662-2013）中“7.3.3 水泥窑及窑尾余热利用系统排气筒总有机碳（TOC）因协同处置固体废物增加的浓度应满足 GB30485 的要求。” TOC 因协同处置固体废物增加的浓度的测定步骤如下：（1）测定水泥窑未协同处置固体废物时的 TOC 背景排放浓度；（2）测定水泥窑协同处置固体废物时的 TOC 排放浓度；（3）水泥窑协同处置固体废物时的 TOC 排放浓度与未协同处置固体废物时的 TOC 背景排放浓度之差即为 TOC 因协同处置固体废物增加的浓度。其中，当水泥生产原料来源未改变时，未协同处置固体废物时的 TOC 背景排放浓度可采用前次测定的数值。 本项目依托现有 4000t/d 熟料新型干法水泥生产线（同时协同处置危险废物）协同处置废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉、炭黑等一般固废，以替代部分原煤；协同处置黏湿物料（电石渣等）替代部分原料。入窑原料种类不变，故 TOC 排放量基本不变，即可参照 2025 年度排污许可证执行报告数据，折合满负荷后回转窑窑尾 TOC 排放量 6.98t/a（0.97kg/h），TOC 排放浓度 2.45mg/m³，满足 TOC 排放浓度可满足《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485-2013）污染物排放限值，即 TOC 10 mg/m³。 重金属（镉、铅、铊、砷、铜、锑、铍、钴、钒、铬、锰、锡、镍、汞及其化合物）: 根据《GB/T 30760<水泥窑协同处置固体废物技术规范>标准修订征求意见稿编制说明》：根据国内相关机构的研究表明：在重金属输入的限制范围内，废弃物类型及重金属的输入量不会影响重金属在熟料、窑和尾气中的分配率；实际生产过程中，不挥发的重金属进入熟料矿物晶格或者固定在中间相中，少量挥发性元素则随着烟气继续逃逸，在低温区冷凝下来，只有极少部分能以蒸汽状态或者附着在微细粉尘上随烟气排出；水泥窑系统中有大量 CaCO₃、CaO 等碱性物质，形成一个高碱气氛，有利于吸收废气中的酸性气体，降低某些元素的挥发性。 根据重金属平衡核算，入窑处置的工业废物和一般固废以及水泥厂燃料、生料中重金属入窑煅烧，通过水泥窑特殊的碱性中和固化后，少部分进入烟气排放，本项目依托回转窑各重金属物料产排情况见表 2-16，技改后废气排放重金属 17.33 kg/a。 其中：汞及其化合物排放量为 0.43kg/a（0.00043t/a，0.00006kg/h），则排放浓度为 0.00015mg/m³； 铊、镉、铅、砷及其化合物排放量为 11.02 kg/a（0.011t/a，0.002kg/h），则排放浓度为 0.004mg/m³；
--	---

铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物排放量为 4.99kg/a (0.00499t/a, 0.00069kg/h), 则排放浓度为 0.0017mg/m³; 由上可知, 本项目排放汞及其化合物可满足《水泥工业大气污染物排放标准》(DB14/3176-2024) 中表 1 大气污染物有组织排放限值; 铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物、铊、镉、铅、砷及其化合物可满足《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》(GB30485-2013) 标准限值。 二噁英: 根据《水泥窑协同处置危险废物污染控制标准 编制说明(征求意见稿)》: 在水泥窑内的高温氧化气氛下, 由燃料带入的二噁英会彻底分解, 因此水泥窑内的二噁英主要来自窑系统内二噁英的合成反应, 或是在少数情况下, 来自从低温段加入的含二噁英的原料。新型干法水泥窑从预热器上部至除尘设备内的烟气温度和停留时间满足二噁英合成的温度和时间要求; 燃料的不完全燃烧和原料中含有的有机物会提供二噁英合成所需的碳氢化合物, 这些碳氢化合物在预热器内与由原料和燃料带入的 Cl 元素发生反应生成二噁英合成的前驱物; 由燃料和原料引入重金属起到了催化剂的作用; 气固相的充分接触为二噁英合成提供了充足的颗粒反应表面。因此, 水泥窑内的二噁英主要来自在窑系统低温部位(预热器上部、增湿塔、磨机、除尘设备)发生的二噁英合成反应。 相关研究表明, 目前我国在线的大多数新型干法水泥窑均依照欧盟提出的最佳可行技术配有四级或者五级双系列预热器和分解炉, 并采用窑磨一体化运行模式, 对二噁英类减排具备以下优势: a. 焚烧温度高, 停留时间长, 烟气扰动大。二噁英生成过程遵循“3T”原则, 而水泥窑高温高扰动的焚烧条件有利于废物的彻底燃烧和分解。b. 碱性的环境氛围, 配置旁路放风系统(海螺水泥厂 1#窑未设旁路放风系统)。生料含有 70%左右的 CaCO₃, 其形成的碱性氛围能够抑制二噁英生成, 并且旁路放风系统能够有效地减少二噁英生成所需的氯源。c. 废气处理性能好, 无残渣飞灰产生。水泥工业烧成系统和废气处理系统具有较高的吸附、沉降和收尘处理特性, 并且所有的残渣飞灰收集后回用至水泥生产系统, 最终大多数二噁英类固化在熟料中, 不会造成二噁英类的再扩散。d. 可利用窑尾烟气袋式除尘器的高效过滤作用协同减排二噁英类。研究表明, 低温条件下(<200℃)二噁英类绝大部分以固态形式吸附在微细颗粒上, 袋式除尘器对二噁英的减排效率可达 85%~90%。e. 采用窑磨一体化运行模式。生料磨内的低温碱性生料有利于冷凝和吸附烟气中的重金属、二噁英、酸洗气体等有害成分, 大大降低排放废气中的污染物浓度。 国外生产实践证明, 采用干法水泥窑系统处置固体废物, 二噁英类排放浓度可完全控制在 0.1ng-TEQ/m³ 以下。建设单位水泥窑现状协同处置危险废物, 根据《广灵金隅水泥有限公司二噁英检测项目》(山西蓝源成环境监测有限公司 SDF25040122)、《广灵金隅水泥有限公
--

司 2025 年年度排污许可证执行报告》，回转窑二噁英类浓度范围在 0.00039~0.0095ng-TEQ/m³ 之间，平均值 0.0056ng-TEQ/m³，满足《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485-2013）标准限值。建设单位于 2026 年 4 月回转窑窑尾配套建设了旁路放风系统。 保守考虑，本项目窑尾二噁英类排放浓度按照可达标排放浓度取值 0.1ng-TEQ/m³，窑尾风机风量为 396069m³/h，经核算，排放速率 3.96×10⁻⁸kg-TEQ/h，排放量为 2.85×10⁻⁴kg-TEQ/a。 技改前后回转窑污染物排放情况见表 4-3。					
表 4-3 本项目技改后回转窑废气排放情况一览表					
污染源	排污口编号	污染物种类	改造后		
			烟气量 (m ³ /h)	排放浓度 (mg/m ³)	排放量 (t/a)
回转窑窑尾废气排气筒	DA019	颗粒物	396069	1.05	2.99
		SO ₂		10.77	30.73
		NO _x		34.44	98.22
		氨（氨气）		2.22	6.32
		氯化氢		4.53	12.91
		氟化氢		0.64	1.81
		氟化物		0.67	1.91
		汞及其化合物		0.00015	0.43kg/a
		铊、镉、铅、砷及其化合物		0.004	11.02kg/a
		铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物		0.0017	4.99kg/a
		TOC		2.45	6.98
		二噁英		0.1ng-TEQ/m ³	2.85×10 ⁻⁴ kg-TEQ/a
(2) 物料堆棚（替代燃料、替代原料）装卸、贮存、上料废气 G₂ 1) 黏湿物料 厂区北侧现有一座 7800m² 全封闭原料堆棚，库内地面硬化，顶部设喷雾抑尘设施，100% 覆盖原料区；转载采用全封闭输送；车辆进出口安装自动门、喷雾抑尘设施；库内南区区域（单独划分）为黏湿物料卸料、贮存区，占地 500m²。黏湿物料经皮带输送至生料入磨皮带，最终入回转窑窑尾预热器分解炉。日用量为 110t/d，堆高按 3m 计，则可储存黏湿物料（电石渣）约 7 天的物料。黏湿物料不易起尘。 2) 废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉等替代燃料 本项目在原料堆棚南侧新建一座 280m² 全封闭物料堆棚，库内地面硬化，顶部设喷雾抑尘设施，100%覆盖原料区；转载采用全封闭输送；车辆进出口安装自动门、喷雾抑尘设施。废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉等替代燃料分区堆存，堆高按 3m 计，存放均不低于 7d。块状燃料经上料斗（0.8m×1.1m）给料，经计量后经板链机输送至预热器平台热盘炉燃烧后入					

分解炉。本项目主要污染物为颗粒物。 ①替代燃料装卸、储存、转运源强核算 废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉的年转运量为 55872t/a，总占地面积 280m²（堆高按 3m 计）。 本项目原料及产品装卸、储存、转运扬尘产生及排放情况根据《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》（生态环境部公告 2021 年第 24 号）中附表 2《固体物料堆存颗粒物产排污核算系数手册》给出的堆场颗粒物产生量和排放量核算方法，工业企业固体物料堆存颗粒物包括装卸扬尘和风蚀扬尘，颗粒物产生量核算公式如下： $P=ZC_y+FC_y=\{Nc \times D \times (a/b) + 2 \times E_f \times S\} \times 10^{-3}$ 式中：P—颗粒物产生量（单位：吨）； ZC_y—装卸扬尘产生量（单位：吨）； FC_y—风蚀扬尘产生量（单位：吨）； Nc—年物料运载车次（单位：车），废塑料、废纺织品、废泡棉等的年转运量为 1.65 万吨，550 车； D—单车平均运载量（单位：吨/车），30t； (a/b)—装卸扬尘概化系数（单位：千克/吨），根据附录 1，山西省风速概化系数 a=0.0010，物料含水率概化系数 b=0.0017，则 a/b=0.588； E_f—堆场风蚀扬尘概化系数，（单位：千克/平方米），本项目废橡胶为颗粒状、废纺织品、废泡棉为块状，参考附录 3，项目参考炉渣的 E_f 值，取 46.1652； S—堆场占地面积（单位：平方米），本项目新建 280m² 全封闭物料堆棚面积，堆存废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉等替代燃料。 经计算本项目物料堆储存和装卸颗粒物产生量为 58.72t/a。 颗粒物排放量核算公式如下： $U_c=P \times (1-C_m) \times (1-T_m)$ 式中：U_c—颗粒物排放量（单位：吨）； P—颗粒物产生量（单位：吨）； C_m—颗粒物控制措施控制效率（单位：%），根据附录 4，本项目设洗车平台，出入车辆冲洗，控制效率取 78%，装卸过程洒水抑尘，控制效率取 74%； T_m—堆场类型控制效率（单位：%），根据附录 5，本项目采用全封闭库，属密闭式，控制效率取 99%。 经计算，本项目物料堆存和装卸扬尘颗粒物新增排放量为 0.13t/a（0.010kg/h）。

环保措施：本项目新建一座 280m² 全封闭物料堆棚用于贮存块状替代燃料，库内地面硬化，顶部设喷雾抑尘设施，100%覆盖原料区；转载采用全封闭输送；车辆进出口安装自动门、喷雾抑尘设施。废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉等替代燃料分区堆存。本项目厂内已建设门禁视频系统，并与设区市生态环境部门联网。

②块状替代燃料上料工序源强核算

本项目废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉等替代燃料贮存、上料均在全封闭车间内进行，采用全封闭输送。

防治措施：块状替代燃料上料斗上方设集尘罩，引入木屑上料系统袋式除尘器处理达标后经 15m 排气筒（DA094）排放。

根据《排风罩的分类及技术条件》（GB/T16758-2008）、《局部排风设施控制风速检测与评估技术规范》（WS/T 757-2016）、《袋式除尘工程通用技术规范》，外部排风罩排风量的计算公式，则本项目集气罩所需风量计算公式如下：

$$L=3600 \times V_x \times F$$

式中：L—排风量，m³/h；

V_x—罩口平均风速，（m/s）；

F—罩口面积（m²）。

风量计算结果详见下表4-4。

表 4-4 风机风量计算结果一览表

集尘罩位置	集尘罩类型及个数（个）	罩口尺寸（m）	罩口面积/工作孔面积（m ² ）	罩口风速（m/s）	设备所需集气风量（m ³ /h）	考虑 10% 的损失量	计算管道损失量，同时取整后风量（m ³ /h）
上料口	顶吸罩，1	1.2×1.5	1.80	1.2	7776	1.1	8554
合计					7776		8554

由表 4-4 计算可知，块状替代燃料上料工序配套除尘器风量为 7776m³/h，考虑除尘器系统漏风系数，取 10%，则除尘器设计风量为 8554m³/h。

依托性分析：

本项目新建块状燃料堆场紧邻现有原料堆棚（7800m²，长堆棚），该库内暂存木屑等生物质燃料、煤泥等。木屑上料仓设集尘罩、皮带机导料槽、旋转供料器入口共用1套袋式除尘器处理后由15m高排气筒排放（排污许可编号为DA094）。配套除尘器参数为：除尘器风机风量取12000m³/h，过滤面积：334m²，过滤风速：0.6m/min，工作温度：≤120℃，滤布材质为500g涤纶针刺毡+PTFE覆膜，袋式除尘器出口浓度≤10mg/m³，处理效率不低于99.0%。

本次块状替代燃料上料所需除尘风量为8554m³/h；根据表2-25，木屑上料工序排气筒（DA094）监测风量为2643m³/h，折算满负荷时的风量为3038m³/h，合计所需风量为

11592m³/h<12000 m³/h，故本项目块状燃料上料系统除尘引入木屑上料系统除尘器可行。 综上所述，块状替代燃料、木屑上料工序粉尘排放浓度取10mg/m³，工作制度为300d/a、24h/d，颗粒物排放量为：$10\text{mg/m}^3 \times 12000\text{m}^3/\text{h} \times 7200\text{h/a} \div 10^9 = 0.864\text{t/a}$，$0.864\text{t/a} \times 1000 \div 7200\text{h/a} = 0.12\text{kg/h}$。 块状替代燃料、木屑上料工序废气处理后颗粒物排放浓度可满足《水泥工业大气污染物排放标准》(DB14/3176-2024)中表1大气污染物有组织排放限值。废气经15m排气筒(DA094)排放。 (3) 炭黑仓 本项目改造原北原煤仓为炭黑仓(Φ5m×6m)，依托现有输送系统及配套除尘器，仓顶袋式除尘器除尘风量为7000m³/h(过滤风速为0.6m/min，过滤面积为195m²)，处理后经15m排气筒(DA095)排放。 依托性分析： 本次炭黑作为替代燃料年用量为5500t/a，为罐车输送入厂，由罐车自带汽车泵经压缩空气通过管道吹入仓内，整个过程在封闭的管道中完成，由于受气流冲击，粉状料可从筒仓顶气孔排至大气中。产生废气主要污染物为颗粒物。 炭黑仓粉尘产生量计算参照《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》(公告2021年第24号)中3021水泥制品制造行业系数手册系数进行计算，物料输送储存颗粒物的产污系数为0.12kg/t-产品，则全年炭黑仓呼吸粉尘产生量为0.66t/a。 根据建设单位提供资料，通过操作规程或自动控制系统，确保相邻筒仓错峰进料，则总装卸次数为$5500 \div (52 \times 0.85) = 124.4$(取整为125次)。每灌满一个炭黑仓所需时间为1h，总装卸时长为125h/a。则灌满一个筒仓的粉尘产生量为5.28kg/h，产生浓度为754.29mg/m³。 防治措施：炭黑仓粉尘利用已配套的仓顶袋式除尘器处理后通过离地面15m的排气筒(DA095)排放。配套风机设计风量7000m³/h，除尘器过滤风速为0.6m/min，过滤面积195m²，排放浓度≤10mg/m³，除尘效率不低于98.67%。 则：经处理后炭黑仓灌装过程中粉尘排放量为$10\text{mg/m}^3 \times 7000\text{m}^3/\text{h} \times 125\text{h/a} = 0.00875\text{t/a}$(0.070kg/h)。 综上所述，炭黑仓卸料粉尘排放量为0.00875t/a，排放浓度为10mg/m³，可以满足《水泥工业大气污染物排放标准》(DB14/3176-2024)中表1大气污染物有组织排放限值，即颗粒物10mg/m³。 (4) 氯灰接收仓废气 旁路灰从储灰仓输送至接收仓过程中，会产生粉尘，粉尘通过接收仓顶部管道直接连接至“仓顶除尘器”处理，因此收集效率为100%。本项目新建1总100t氯灰接收仓粉尘产生
--

量计算参照《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》（公告 2021 年第 24 号）中 3021 水泥制品制造行业系数手册系数进行计算，物料输送储存颗粒物的产污系数为 0.12kg/t-产品，则全年氯灰接收仓呼吸粉尘产生量为 0.66t/a。 根据建设单位提供资料，通过操作规程或自动控制系统，确保相邻筒仓错峰进料，则总装卸次数为 $6126 \div (1 \times 100 \times 0.85) = 72.1$（取整为 73 次）。每灌满一个氯灰接收仓所需时间为 1h，总装卸时长为 73h/a。则灌满一个筒仓的粉尘产生量为 10.07kg/h，产生浓度为 1438.65mg/m³。 防治措施：氯灰接收仓废气经仓顶袋式除尘器处理后通过离地面 15m 的排气筒（DA097）排放。根据企业提供的资料，氯灰接收仓配套风机设计风量 7000m³/h，除尘器过滤风速为 0.6m/min，过滤面积 195m²，排放浓度≤10mg/m³，除尘效率不低于 99.35%。 则：经处理后氯灰接收仓灌装过程中粉尘排放量为 $10\text{mg/m}^3 \times 7000\text{m}^3/\text{h} \times 73\text{h/a} = 0.00511\text{t/a}$（0.070kg/h）。 综上所述，氯灰接收仓卸料粉尘排放量为 0.00511t/a，排放浓度为 10mg/m³，可以满足《水泥工业大气污染物排放标准》（DB14/3176-2024）中表 1 大气污染物有组织排放限值，即颗粒物 10 mg/m³。 （5）盐酸储罐无组织废气 项目设有 1 个 5 m³ 的盐酸储罐，废气主要通过大小呼吸排放，项目设有专门的盐酸储罐间，各排放方式产生的废气量计算如下： ①“小呼吸” “小呼吸”过程是无组织排放由于温度和大气压力的变化引起蒸气的膨胀和收缩而产生的蒸气排出，它出现在罐内液面无任何变化的情况，是非人为干扰的自然排放方式。 $L_B = 0.191 \times M(P/(100910-P))^{0.68} \times D^{1.73} \times H^{0.51} \times \Delta T^{0.45} \times F_P \times C \times K_C$ 式中： L_B—罐的呼吸排放量（kg/a）； M—储罐内蒸气的分子量，氯化氢分子量为 36.46； P—在大量液体状态下，真实的蒸气压力（Pa），30℃下氯化氢约 4400Pa； D—罐的直径（m），本项目储罐直径为 1.2 m； H—平均蒸气空间高度（m），本项目取 4 m； ΔT—一天之内的平均温度差（℃），本项目取 15℃； F_P—涂层因子（无量纲），取值在 1~1.5 之间，本项目取 1； C—用于小直径罐的调节因子（无量纲），直径在 0~9 m 之间的罐体，$C=1-0.0123(D-9)^2$，罐径大于 9 m 的 $C=1$；
--

K_C —产品因子（石油原油 K_C 取 0.65，其他液体取 1.0）。

由上述公式及参数计算，本项目盐酸在存储过程中，氯化氢小呼吸产生量为 0.002 t/a。

② “大呼吸”

“大呼吸”排放是由人为的装料与卸料而产生的损失。因装料的结果，罐内压力超过释放压力时，蒸汽由罐内压出；而卸料损失发生于液面排出，空气被抽入罐体内，因空气变成有机蒸汽饱和的气体而膨胀，因此超过蒸汽空间容纳的能力。

$$L_W = 4.188 \times 10^{-7} \times M \times P \times K_N \times K_C$$

式中： L_W —储罐的工作损失（kg/m³ 投入量）；

K_N —周转因子（无量纲），取值按年周转次数（K）确定；

$K \leq 36$ ， $K_N = 1$ ；

$36 < K \leq 220$ ， $K_N = 11.467 \times K^{-0.7026}$

$K > 220$ ， $K_N = 0.26$ ；其他同上。

本项目盐酸年消耗量为 245.04t（约 213.4 m³），储罐规格为 1 个 5 m³，则盐酸储罐的年周转次数 $K=43$ 。

由上述公式及参数计算，氯化氢大呼吸产生量为 0.012 t/a。

综上可知，本项目盐酸储罐产生的无组织废气约为 0.014t/a（0.0019kg/h），盐酸储罐间设置排风扇，减少无组织废气在储罐间的聚集。

（6）运输扬尘（新增）

本项目正常生产状况下，原料、产品等物料全部采用汽车运输，总运输量为 20.08t/a。

公路运输起尘按下述经验公式计算：

$$Q_p = 0.123 \left(\frac{V}{5} \right) \left(\frac{M}{6.8} \right)^{0.85} \left(\frac{P}{0.5} \right)^{0.72}$$

$$Q'_p = Q_p \cdot L \cdot Q / M$$

式中： Q_p ——交通运输起尘量，kg/km 辆；

Q'_p ——运输途中起尘量，kg/a；

V——车辆行驶速度，10km/h；

M——车辆载重，30t/辆；

P——路面状况，以每平方米路面灰尘覆盖率表示，0.05kg/m²；

L——运输距离，0.12km；

Q——运输量，13.19 万 t/a（新增）。

经计算, $Q_p=0.17\text{kg/km}\cdot\text{辆}$, $Q'_p=0.09\text{t/a}$ 。

为不影响周围环境, 使用国六标准及以上车辆, 厂内外运输路面均已硬化, 定期洒水抑尘、及时清扫; 运输车辆用篷布全覆盖; 厂区大门处设有标准化洗车平台, 对进出厂车辆进行冲洗。同时要求厂内非道路移动机械使用符合标准设备, 优先使用清洁能源, 以保证清洁运输。采取以上措施后可抑尘 85%, 运输扬尘新增排放量为 0.013t/a (0.0018kg/h)。

沿厂外道路行驶时要限制车速, 以降低扬尘对沿线村庄造成的影响。

4.7.3 非正常工况废气排放情况

非正常工况指生产过程中开停车、设备检修、工艺设备运转异常等情况。本次分析选取“袋式除尘系统”设备运转异常, 除尘效率降低为 50%作为非正常工况下的一种情形进行分析, 非正常工况下废气的排放情况见下表 4-5。

表 4-5 非正常工况废气排放情况一览表

非正常排放源	非正常排放原因	污染物种类	非正常排放		单次持续时间/min	年发生频次/次	控制措施
			排放浓度 (mg/m^3)	排放速率 (kg/h)			
DA094	袋式除尘系统运转异常, 除尘效率降低为 50%	颗粒物	500	6	30	2	立即维修
DA095	袋式除尘系统运转异常, 除尘效率降低为 50%	颗粒物	377.14	2.64	30	2	立即维修
DA097	袋式除尘系统运转异常, 除尘效率降低为 50%	颗粒物	719.32	5.04	30	2	立即维修

4.6.4 大气污染物排放量核算

本项目废气污染源源强核算结果及相关参数一览表见表 4-6。

表 4-6 本项目废气污染源源强核算结果及相关参数一览表

污染源	污染物	排放形式	废气量 (m^3/h)	产生量		措施	排放量		排放时间 (h/a)
				mg/m^3	t/a		mg/m^3	t/a	
回转窑窑尾排放口	颗粒物	有组织	396069	/	/	窑尾废气经低氮分级燃烧+预热器+旁路放风 (抽取 6%烟气: 急冷器+旋风除尘器+高效布袋除尘器)+SCR 脱硝处理后, 经余热锅炉、增湿塔、生料制备冷却后经覆膜袋式除尘器排空, 排气筒高度 105m (DA019), 窑尾安装有烟气在线监测系统	1.05	2.99	7920
	SO_2			/	/		10.77	30.73	
	NO_x			/	/		34.44	98.22	
	氨 (氨气)			/	/		2.22	6.32	
	氯化氢			/	/		4.53	12.91	
	氟化氢			/	/		0.64	1.81	
	氟化物			/	/		0.67	1.91	
	汞及其化合物			/	/		0.00015	0.43kg/a	
	砷、铅、镉、铊及其化合物			/	/		0.004	11.02kg/a	

本次技改只在厂区熟料烧制区进行燃料改造，涉及的排气筒为现有回转窑窑尾废气排放口、块状替代燃料上料工序排放口、炭黑仓排放口、氯灰接收仓排放口，本项目距离最近的大气环境敏感目标为东侧 0.63km 处的杜家庄村（见附图 4），根据《建设项目环境影响报告表编制技术指南》（污染影响类），无需设置大气专项评价。

改造项目 500m 范围内大气敏感目标见附图 4。

根据污染源核算，项目改造完成后各污染物均能做到达标排放，环境空气影响可接受。

4.7.5 废气防治措施可行性分析

①颗粒物防治措施

本项目回转窑窑尾废气经低氮分级燃烧+预热器+旁路放风（抽取 6%烟气：急冷器+旋风除尘器+高效布袋除尘器）+SCR 脱硝处理后，经余热锅炉、增湿塔、生料制备冷却后经覆膜袋式除尘器排空，排气筒高度 105m（排污许可编号为 DA019，企业内部编号为 DA029）；新建物料堆棚为全封闭库，块状替代燃料上料工序废气引入木屑上料系统除尘器处理达标经 15m 排气筒（DA094）排放；炭黑仓依托现有输送系统及配套除尘器，经仓顶袋式除尘器处理后经 15m 排气筒（DA095）排放；氯灰接收仓废气经仓顶袋式除尘器处理后经 15m 排气筒（DA097）排放。根据《排污许可证申请与核发技术规范 水泥工业》（HJ847-2017），本项目采取措施为可行技术，废气防治措施合理。

②非道路移动机械要求：

厂内非道路移动机械为装载机，根据《非道路移动机械污染防治技术政策》，非道路移动机械应为国四及以上排放标准设备，并要求使用清洁能源，以保证清洁运输。

加强在用非道路移动机械的排放检测和维修，经检测排放不达标的非道路移动机械，应强制进行维修、保养，保证非道路移动机械及其污染控制装置处于正常技术状态。非道路柴油移动机械排放必须符合《非道路柴油机械排气烟度限值及测量方法》（GB36886-2018）规定的限值标准，不使用检测排放不合格的机械。

③盐酸储罐

呼吸排放是由于温度或大气压力变化引起蒸汽的膨胀和收缩而产生的蒸汽排放；工作排放是由于装料与卸料而产生的气体挥发性损失。一般而言，盐酸浓度越高，无组织排放越大；本项目盐酸（31%）浓度不高，用量较少，无组织排放量较小。

本项目盐酸储罐位于盐酸储罐间内，可以有效控制罐体温差，另外通过加强车间的排风减少盐酸无组织废气的聚集。

因此本项目盐酸储罐通过设置在储罐间内，控制罐体温差，同时加强通风，从而减少盐酸储罐无组织排放及对周边环境的影响是可行的。

4.7.6 污染物排放量核算

本厂污染物排放量核算详见表 4-7~4-8。						
表 4-7 大气污染物有组织排放量核算表						
序号	排放口编号	污染物	核算排放浓度 (mg/m ³)	核算排放速率 (kg/h)	工作制度 (h/a)	核算年排放量 (t/a)
主要排放口						
1	回转窑 窑尾排放口 (DA019)	颗粒物	1.05	0.42	7200	2.99
		SO ₂	10.77	4.27		30.73
		NO _x	34.44	13.64		98.22
		氨（氨气）	2.22	0.88		6.32
		氯化氢	4.53	1.79		12.91
		氟化氢	0.64	0.25		1.81
		氟化物	0.67	0.27		1.91
		汞及其化合物	0.00015	0.00006		0.43kg/a
		铊、镉、铅、砷及其化合物	0.004	0.002		11.02kg/a
		铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物	0.0017	0.00069		4.99kg/a
		TOC	2.45	0.97		6.98
		二噁英	0.1 ng-TEQ/m ³	3.96×10 ⁻⁸ kg-TEQ/h		2.85×10 ⁻⁴ kg-TEQ/a
一般排放口						
1	块状替代燃料上料 工序排放口 (DA094)	颗粒物	10	0.12	7200	0.864
2	炭黑仓排放口 (DA095)	颗粒物	10	0.070	125	0.00875
3	旁路灰接收仓排放 口（DA097）	颗粒物	10	0.070	73	0.00511
一般排放口合计		颗粒物（粉尘）				0.88
有组织排放总计						
有组织排放总计		颗粒物（粉尘）				0.88
		颗粒物（烟尘）				2.99
		SO ₂				30.73
		NO _x				98.22
表 4-8 大气污染物无组织排放量核算表						
序号 排放口	产污 环节	污染 物	主要污染防治措施	国家或地方污染物排放标准		年排 放量 (t/a)
1	块状替代 燃料装 卸、贮存、 上料工序	颗粒 物	一座 280m ² 全封闭物料堆棚，库内地面硬化，顶部设 喷雾抑尘设施，100%覆盖 原料区；转载采用全封闭输	厂区：《水泥工业大气 污染物排放标准》 (DB14/3176-2024)	5.0	0.13
				表 2 厂区内颗粒物无		

			送；车辆进出口安装自动门、喷雾抑尘设施。废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉等替代燃料库内西南侧单独区域内分区堆存	组织排放限值；厂界外颗粒物无组织排放执行（GB4915-2013，2025 年修改单）表 3 无组织排放限值。		
2	运输扬尘（新增）	颗粒物	使用符合现行管理要求的排放标准车辆，进出厂区车辆经洗车平台清洗；运输路面定期洒水抑尘		1.0	0.013
3	盐酸储罐	盐酸雾	盐酸储罐间设置排风扇，减少无组织废气在储罐间的聚集	厂界无组织：《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 中无组织排放浓度管控要求	0.20	0.014
无组织排放总计						
无组织排放总计		粉尘				0.143
		盐酸雾				0.014

4.5.7 环境管理

根据企业实际情况，本项目不设环境监测机构，环境监测可委托当地环境监测站进行定期监测。

根据《排污单位自行监测技术指南 总则》（HJ819-2017）、《排污单位自行监测技术指南 水泥工业》（HJ848-2017）要求，本项目大气污染源监测方案见下表 4-9，纳入全厂监测系统。

表 4-9 本项目污染源监测计划

阶段	类别		监测点位	监测因子	监测频率	实施机构	责任机构	
运营期	大气	有组织	回转窑窑尾排气筒 （排污许可编号 DA019）	颗粒物、SO ₂ 、NO _x	在线监测		广灵金隅水泥有限公司	
				汞及其化合物	1 次/季	有资质的环境监测站		
				NH ₃ 、氟化物、HCl、HF、铊、镉、铅、砷及其化合物、铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物	1 次/季			
				TOC	1 次/季			
				二噁英	1 次/年			
				块状替代燃料上料工序排放口（DA094）	颗粒物	1 次/2 年		
				炭黑仓排放口（DA095）	颗粒物	1 次/2 年		
				旁路灰接收仓排放口（DA097）	颗粒物	1 次/2 年		
			无组织	厂界上下风向：上风	颗粒物	1 次/年，		

			向 1 个参照点，下风向 4 个监控点		每次 1 天		
--	--	--	---------------------	--	--------	--	--

4.8 地表水

4.8.1 废水污染源强核算

(1) 本项目不新增劳动定员，不新增生活污水。

(2) 车辆冲洗废水：进出厂区车辆经洗车平台清洗，车辆冲洗废水经沉淀后循环利用，定期抽排车辆冲洗池内的废水至污泥仓，最终入窑处置，不外排。

(3) 蒸发冷凝水：旁路灰水洗水经三效蒸发回收钾盐，产生蒸发冷凝水回用至逆流漂洗工序，不外排。

4.8.2 废水污染防治措施及其可行性

(1) 旁路灰水洗水

本项目旁路灰水洗水添加碳酸钠进行化学软化，软化后 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 总残留 $\leq 50\text{ppm}$ ，采用离子交换树脂深度处理可降至 $<5\text{ppm}$ ；采用碳酸钠与重金属离子反应沉淀可基本去除废水中的重金属阳离子，残留的重金属离子再次添加硫化钠形成硫化物沉淀去除，Pb、Cu、Zn、Cr、Cd 等重金属总去除率 $>99\%$ ；经过滤滤除沉淀物，经过滤后 $\text{SS}\leq 10\text{ppm}$ ，防止堵塞蒸发管路和结晶器；经处理后废水中主要含氯化钾、氯化钠等易结晶无机盐，无难降解有机物或热敏组分；滤液中加 31%的盐酸进行中和反应，调整后水质适合通过加热蒸发分离水分并析出晶体。

综上所述，本项目旁路灰水洗水经软化、除重金属、降悬浮物等净化后，废水中主要含氯化钾、氯化钠等易结晶无机盐，进行蒸发结晶可行。

(2) 蒸发冷凝水回用可行性

蒸发结晶产生的冷凝水水质较好，可全部回用于漂洗用水。

根据已投入运行的同类项目（广东惠宏科技有限公司 20 万吨/年水泥窑协同处置飞灰使用水洗工艺脱盐预处理项目），其水洗工艺与本项目类似，产生的蒸发冷凝水可实现全部回用（回用水质实测数据见表 4-10），该项目已稳定运行，实现了废水零排放。因此，本项目生产废水经处理后全部回用，实现废水零排放在工艺技术上是可行的。

表 4-10 同类项目冷凝回用水实测数据一览表				
序号	监测因子	广东惠宏科技有限公司项目 蒸发冷凝水水质监测结果	回用标准 (GB/T19923-2024)	达标情况
1	pH	8.1~8.3	6.0~9.0	达标
2	悬浮物	22~28		达标
3	BOD ₅	1.1~1.9	10	达标
4	铁	0.17~0.18	0.3	达标

5	锰	ND			0.1		达标
6	氯化物	38~40			250		达标
7	硫酸盐	1.30~1.50			250		达标

由表 4-10 可知，蒸发冷凝水水质可满足《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2024）相关水质要求，可全部回用于二级水洗工序，不外排。

4.8.3 监测要求

本项目废水不外排，因此不设置废水监测计划。

4.9 噪声

4.9.1 噪声源

本项目生产运营过程中产生的噪声类型主要为各类生产设备产生的机械噪声，这类噪声源产生的噪声为连续稳态噪声。其中为给料机、皮带机、风机、泵类等产生的噪声。声压级范围为 80~100dB（A），见表 4-11~表 4-12。

表 4-11 噪声源特性分析及处置措施（室内声源）

序号	建筑物名称	声源名称	声功率级	声源控制措施	空间相对位置/m			距室内边界距离/m	室内边界声级/dB(A)	运行时段h/d	建筑物插入损失/dB(A)	建筑物外噪声	
					X	Y	Z					声压级/dB(A)	建筑物外距离
1	窑尾热盘炉改造	大倾角皮带机	85/1	选用低噪声设备、基础减振、厂房隔声；合理布局；生产设备应及时维修，保证设备处于正常良好状态	-255.29	54.51	16.2	1	85.00	24	25	60.00	1
2		计量链板输送机	90/1		-255.75	21.15	3.0	0.5	99.03	24	25	74.03	1
3	黏湿物料输送改造	链板式定量给料机	85/1		-402.6	56.36	1.0	0.5	91.02	24	25	66.02	1
4		胶带输送机	90/1		-401.67	36.91	6.0	1	90.00	24	25	65.00	1
5		定量给料机	85/1		-403.06	-12.2	12.2	1	73.01	24	25	63.01	1
6	旁路灰资源化	蒸发制盐模块	90/1		-310.64	-161.45	6	7	71.02	24	25	48.10	1
7		离心机	85/1		-311.38	-165.9	10	5	71.02	24	25	46.02	1
8		转料泵 1	80/1		-248.36	-157.69	0.2	0.5	86.02	24	25	61.02	1
9		转料泵 2	80/1		-247.51	-153.46	0.2	0.5	86.02	24	25	61.02	
10		转料泵 3	80/1		-245.82	-142.87	0.2	0.5	86.02	24	25	61.02	

表 4-12 项目噪声排放特征一览表（新增，室外声源）							
序号	声源名称	空间相对位置/m			声源源强 (声压级/距声源距离) / (dB(A)/m)	声源控制措施	运行时段
		X	Y	Z			
1	冷却风机	-246.86	7.39	9.9	100/1	低噪声设备、基础减振、	24h
2	除尘风机	-236.47	-139.73	15	100/1	进出口设软接头，风机安装消音器等	24h

4.9.2 噪声治理措施

针对本项目的噪声污染特点，评价要求从声源和传播途径两方面降低噪声，提出的防治措施有：

1、从声源上降低噪声：

①工程设计要十分重视从设备选型入手，选择性能好，噪声低的及消音隔声好的设备，把设备噪声控制于工程设计规定标准内。

②维持各种生产设备处于良好运转状态，因设备运转不正常时噪声往往会增高。

2、从噪声传播途径上降低噪声

设备安装时应根据其噪声声谱特性，各个产生噪声点采取有效的减振措施、消声，针对具体噪声源降噪措施有：

①设置消声、减振、隔振措施：各种风机等产生气流的噪声设备，可于其气体进出口设软接头，并安装消声器。电机、泵类等因振动而产生噪声的设备，要考虑安装橡胶减振垫、弹簧减振器等隔振机座。高噪声设备置于厂房内。

②重视操作人员的个人防护，给一线操作人员佩戴耳塞、耳罩以及设置单独的操作室，可有效避免工作人员长期置身高噪环境中而造成的慢性损害。注意选用的耳塞、耳罩应具有良好的耐热性、耐碱性及透气性，避免不舒适的耳塞引起操作人员耳痛、头痛等症状发生。

3.加强管理：建立设备定期维护、保养的管理制度，以防止设备故障形式的非正常生产噪声；加强职工环保意识教育，提倡文明生产，减少噪声产生。

项目通过选用低噪设备、合理布局措施，采取基础减振、消声、绿化等措施后，噪声将会大幅度地衰减，厂界能达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）的要求。

综上所述，项目改造后生产设备运行产生的噪声对周边的环境影响较小。

4.9.3 噪声预测

本项目通过选用低噪设备、合理布局措施，采取基础减振、消声、绿化等措施后，噪声将会大幅度地衰减。采取措施后，根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）的技术要求，本次评价采取导则上推荐模式。

(1) 声级计算

建设项目声源在预测点产生的等效声级贡献值 (L_{eqg}) 计算公式:

$$L_{eqg} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \sum_i t_i 10^{0.1 L_{Ai}} \right)$$

式中:

L_{eqg} —建设项目声源在预测点的噪声贡献值, dB(A);

L_{Ai} —i 声源在预测点产生的等效连续 A 声级, dB(A);

T — 预测计算的时间段, s;

t_i — i 声源在 T 时段内的运行时间, s。

(2) 户外声传播衰减计算

户外声传播衰减包括几何发散(A_{div})、大气吸收(A_{atm})、地面效应(A_{gr})、屏障屏蔽(A_{bar})、其他多方面效应(A_{misc})引起的衰减。

按下式计算:

$$L_p(r) = L_w + D_C - (A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc})$$

式中: $L_p(r)$ ——预测点处声压级, dB(A);

L_w ——由点声源产生的声功率级 (A 计权或倍频带), dB(A);

D_C ——指向性校正, 它描述点声源的等效连续声压级与产生声功率级 L_w 的全向点声源在规定方向的声级的偏差程度, dB(A);

A_{div} ——几何发散引起的衰减, dB(A);

A_{atm} ——大气吸收引起的衰减, dB(A);

A_{gr} ——地面效应引起的衰减, dB(A);

A_{bar} ——障碍物屏蔽引起的衰减, dB(A);

A_{misc} ——其他多方面效应引起的衰减, dB(A)。

两个以上的多个噪声源同时存在时, 总声级计算公式为:

$$L_n = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_{Ai}(r)}{10}} \right)$$

式中: $L_p(r)$: 声源衰减至 r 处的声压级, dB(A);

$L_p(r_0)$: 声源在参考距离 r_0 处的声压级;

r : 预测点到声源的距离;

r_0 : 预测参考距离, m;

室内声源等效室外声源声功率级:

$$L_{p2} = L_{p1} - (TL + 6)$$

式中: L_{p1} : 靠近开口处 (或窗户) 室内某倍频带的声压级或 A 声级, dB(A);

L_{p2} : 靠近开口处（或窗户）室外某倍频带的声压级或 A 声级, dB(A);

TL : 隔墙（或窗户）倍频带或 A 声级的隔声量, dB(A)。

本次噪声预测计算从偏保守出发, 只考虑声波随距离的衰减 A_{div} , 以保证实际效果优于预测结果。

$$L_P(r)=L_P(r_0)-A_{div}$$

式中: $L_P(r)$ ——距声源 r 处的 A 声级, dB(A);

$L_P(r_0)$ ——参考位置 r_0 处的 A 声级, dB(A);

A_{div} ——几何发散引起的衰减, dB, $A_{div}=20lg(r/r_0)+11$ 。

结合表 2-25, 本项目建设完成后全厂厂界噪声预测结果见表 4-13。

表 4-13 噪声影响预测结果 单位: dB (A)

预测点位	昼间				夜间			
	现状值	贡献值	预测值	标准值	现状值	贡献值	预测值	标准值
1#: 厂界东	54	9.3	54.00	60	45	9.3	45.00	50
2#: 厂界南	56	15.17	56.00	60	44	15.17	44.01	50
3#: 厂界南	54	24.06	54.00	60	46	24.06	46.03	50
4#: 厂界南	57	26.71	57.00	60	46	26.71	46.05	50
5#: 厂界西	52	22.47	52.00	70	47	22.47	47.02	55
6#: 厂界西	55	17.79	55.00	70	48	17.79	48.00	55
7#: 厂界西	54	15.33	54.00	70	48	15.33	48.00	55
8#: 厂界北	55	20.07	55.00	70	47	20.07	47.01	55
9#: 厂界北	56	10.3	56.00	60	46	10.3	46.00	50

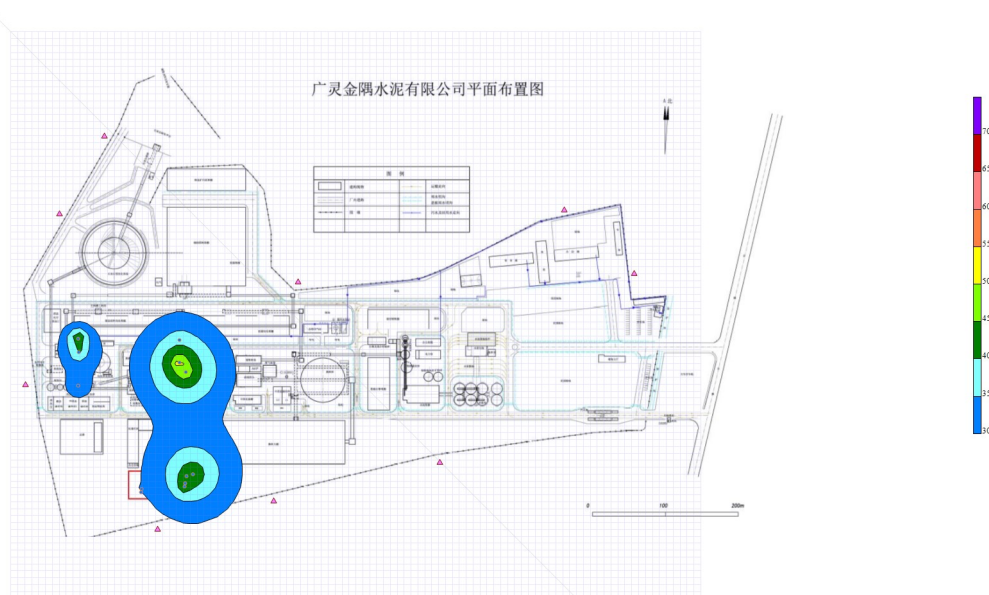


图 4-1 噪声预测结果

由表 4-13 可知，预测结果可以看出，厂界四周噪声预测值昼间为 52.00~57.00dB(A)，夜间为 44.01~48.00dB(A)，均可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准，即昼间 60dB(A)限值要求。

综上所述，项目投运后生产设备运行产生的噪声对周边的环境影响较小。

4.9.4 噪声监测计划

根据本项目的性质、生产规模，生产中污染物排放的实际情况和企业的发展规划，评价要求企业按照自身的实际情况，委托有资质的环境监测单位进行监测任务，见表4-14。纳入全厂监测系统。

表 4-14 污染源监测计划（噪声）

类别	监测点位	监测因子	监测频率	实施机构	执行标准
噪声	厂界四周	等效连续 A 声级	每季度监测一次 (昼夜各一次)	有资质的环境 监测站	厂界四周噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》 (GB12348-2008) 中 2 类标准

4.10 固体废物

本项目技改后产生固体废物主要为废包装物、水洗灰渣、滤渣、离心废液、除尘灰、窑灰等。

(1) 废包装物

碳酸钠、硫化钠等药剂使用后产生的废包装物约 2.5 t/a，废包装物经收集后入窑焚烧处置。

(2) 水洗灰渣

旁路灰经两级逆流漂洗后压滤产生水洗灰渣，产生量约为 8202.2 t/a，水泥灰渣经收集后入窑焚烧处置。

(3) 滤渣

水洗液在软化及重金属脱除过程中形成沉淀，经过滤后形成滤渣，滤渣产生量约为 1516 t/a，滤渣经收集后入窑焚烧处置。

(4) 离心废液

本项目结晶盐在固液分离过程中会产生一定量的离心废液，根据计算，产生量约 1395 t/a。离心废液中主要为盐分及杂质，此外还含有微量的重金属离子。本项目离心废液返回水洗液处理系统进行处理，不外排。离心废液经水洗液处理系统软化（除钙镁）、重金属脱除后，可进一步去除杂质和重金属含量，将富集的杂质和重金属进一步去除，再返回蒸发结晶系统进行结晶，不会导致污染物的富集。

(5) 除尘灰

本项目块状替代燃料上料（含木屑上料）、炭黑仓、氯灰接收仓除尘器收集下来的除尘灰分别为 85.54t/a、0.65t/a、0.73t/a，其中块状替代燃料上料（含木屑上料）、炭黑仓除尘灰返回生料入窑系统作为原料进行处理；氯灰接收仓除尘灰返回接收仓后进入水洗提盐工序进行水洗提盐。 （6）窑灰 通过窑尾除尘装置回收的粉尘在未处置危险废物时属于一般工业固体废物，应严格按照《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ 662-2013）有关要求，即对于协同处置固体废物的水泥窑应“配备窑灰返窑装置，将除尘器等烟气处理装置收集的窑灰返回送往生料入窑系统”。 本项目水泥窑协同处置固体废物过程中产生的窑灰依托现有水泥熟料生产线窑灰返窑装置返回生料入窑系统作为原料进行处理。				
4.11 地下水、土壤 本项目为一般固废处置及综合利用项目，在现有工程基础上进行，不新增占地，本项目依托的炭黑仓及输送系统均已经按环保要求进行了分区防渗措施，且现有工程已经通过了环保竣工验收；本项目新建全封闭物料堆棚、黏湿物料、旁路灰资源化车间等区域采取分区防渗措施，其他依托区域防渗措施不变。 根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）相关要求，本项目新建工程的分区均需采取防渗措施，其他依托区域防渗措施不变，见表4-15。				
表 4-15 本项目新建工程分区防渗表				
防渗区域	防渗分区	防渗技术要求	防渗方案	备注
旁路灰资源化区域	重点防渗区	按照GB18597要求	采用抗渗混凝土、HDPE 膜、水泥基渗透结晶型防水涂料等材料进行防渗处理（满足《危险废物贮存控制标准》（GB18597-2023）要求）	新建
物料堆棚	一般防渗区	等效黏土防渗层 Mb≥1.5m，K≤1×10 ⁻⁷ cm/s	地面应采用防渗混凝土硬化地面，确保一般防渗区均满足等效黏土防渗层 Mb≥1.5m，渗透系数 K≤1×10 ⁻⁷ cm/s	新建
综上所述，本项目在严格落实上述措施后，可有效切断污染途径，使本项目不存在污染土壤和地下水的可能。				
4.12 环境风险 1、危险物质及风险源 （1）风险调查：对照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B 表 B.1，本项目在生产过程中使用的旁路灰及资源化时使用碳酸钠、硫化钠、盐酸等药剂，其中属于环境风险物质的是盐酸。				

(2) 风险潜势初判:

当存在多种危险物质时, 则按下式计算物质总量与其临界量比值 (Q)。

$$Q = \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \frac{q_n}{Q_n}$$

式中: q_1 、 q_2 q_n ——每种危险物质的最大存在总量, t;

Q_1 、 Q_2 Q_n ——每种危险物质的临界量, t。

当 $Q < 1$ 时, 该项目环境风险潜势为I。

当 $Q \geq 1$ 时, 将 Q 值划分为: (1) $1 \leq Q < 10$; (2) $10 \leq Q < 100$; (3) $Q \geq 100$ 。

表 4-16 本项目 Q 值确定表

序号	物质名称	贮存场所	项目最大储存量 (t)	临界量 (t)	CAS 号	q/Q
1	旁路灰	氯灰接收仓	52	/	/	/
2	碳酸钠	储仓	7.5	/	/	/
3	硫化钠	储仓	1.5	/	/	/
4	盐酸	储罐	4.6	7.5	7647-01-0	0.61
总计						0.61

由上表可知, 项目 $Q < 1$ 时, 该项目环境风险潜势为I。

(3) 评价等级: 项目环境风险潜势为I时, 评价工作等级为简单分析。

2、污染途径

(1) 窑尾废气处理系统出现故障, 导致非正常排放; 或风机停止工作, 使得固废处置车间的废气无法进行有效收集和处理, 对环境空气的影响;

(2) 盐酸储罐可能因老化、人为等原因发生破损, 从而发生泄漏, 从而对大气、土壤和地下水造成污染;

(3) 旁路灰水洗过程中, 相应的装置损坏后发生泄漏, 如: ①管道和配件本身质量原因产生裂痕所产生的渗漏; ②管道连接安装操作不规范、技术不熟练造成的渗漏、管道破损造成废液渗漏隐蔽性较高, 较难察觉。一旦发生泄漏后, 会对土壤和地下水造成直接危害;

(4) 旁路灰资源化车间地面发生破损, 渗滤液下渗对地下水环境的影响;

(5) 废物在协同处置过程中产生的粉尘、重金属及二噁英等污染物随烟气排放后沉降在项目厂区周边土壤, 造成土壤累积污染。

3、污染防治措施

由于环境风险具有突发性和短暂性等特点, 必须采取相应有效预防措施加以防范, 加强控制和管理, 杜绝、减轻和避免环境风险, 采取以下防范措施:

①建设单位对盛装容器定期检修维护; 盐酸罐区设置不小于 5 m^3 的围堰, 配套防漏裙角, 并配备空桶, 发生泄漏及时更换容器; 四周设置有毒气体报警系统; 加强生产过程的风险防

	范。 ②旁路灰资源化车间设置防风、防晒、防雨设施、消防设施等；地面采取防腐防渗措施；车间四周设置围堤和 1 座 25 m³ 的应急水池。 ③各工程区域需设置符合标准的灭火设施。 ④安排专人定期巡视，设备定期检修，一旦发现有泄漏现象，立即启动应急计划，及时处理，尽量减少泄漏事故带来的危害。 ⑤建设单位应制定突发事故环境风险应急预案，并报当地环保部门备案。 ⑥建立完善的安全管理制度，执行工业安全卫生、劳动保护、环保、消防等相关规定。 综上，项目投运后，潜在的事故风险是可以防范的，对周围环境危害程度较小，风险值是可以接受的。 4.13 环境正效益 本项目为一般固废处置及综合利用项目，拟利用回转窑处置废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉、炭黑等一般固废替代部分原煤，技改后可节约原煤39275t/a，总替代率约25.30%；协同处置黏湿物料（电石渣等）等一般固废，以替代部分原料，替代率约0.87%，技改后减少石灰石用量约7903t；原料、燃料替代后回转窑窑尾废气中颗粒物（烟尘）、SO₂、氮氧化物均不增加，氯化氢、氟化氢、氟化物、重金属排放量均有所减少；回转窑生产系统生产指标熟料标煤耗由115.17kgce/t降低至113.42kgce/t，每年可减少标煤消耗约34450吨，年减少碳排放约96581.98tCO₂，故本项目的实施不但可以减少原煤、原料的消耗，还能减少污染物及碳的排放，助力企业达成碳达峰、碳中和目标；“旁路灰水洗提盐”技术将高氯旁路灰转化为水泥熟料生产原料和工业钾盐，实现了闭环资源化利用，彻底解决旁路灰处置难题，消除了环境风险，具有环境正效益。同时，项目的实施不但可以减少废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉、炭黑、黏湿物料（电石渣等）等一般固体废物堆存带来的相应环境和生态影响，还可以变废为宝，减少原煤、原料的用量，促进地区经济的可持续发展，具有环境正效益。 4.14 碳排放 4.14.1 现有碳排放 根据《广灵金隅水泥有限公司 2025 年度温室气体排放核查报告》：熟料生产线化石燃料燃烧排放量为 214732.25tCO₂，过程排放量为 455832.12 tCO₂，合计 CO₂ 排放量约为 670565 tCO₂。 4.14.2 技改后碳排放 根据《温室气体排放核算与报告要求 第 8 部分：水泥生产企业》（GB/T 32151.8-2023）、《企业温室气体排放核算方法与报告指南 水泥行业》（CETS—AG—02.01—V01—2024），核算技改后碳排放变化情况。
--	--

熟料生产核算边界为熟料烧成系统，主要包括预热器、分解炉、水泥窑等。 熟料生产温室气体排放核算和报告的排放源包括：化石燃料燃烧排放和过程排放。 a) 化石燃料燃烧排放：化石燃料在水泥窑中燃烧产生的二氧化碳排放，不包括替代燃料燃烧产生的二氧化碳排放，也不包括水泥窑点柴油燃烧产生的二氧化碳排放。 b) 过程排放：熟料对应的碳酸盐分解产生的二氧化碳排放，不包括窑炉排气筒（窑头）粉尘和旁路放风粉尘对应的碳酸盐分解产生的二氧化碳排放，也不包括生料中非燃料碳煅烧产生的二氧化碳排放。 技改项目实施前后，生料等水泥线所需原辅料新增黏湿物料（电石渣等）、水洗后旁路灰等；新增替代燃料（废纺织品、废橡胶颗粒、废泡棉、炭黑等）；旁路灰“旁路灰智洗+蒸发制盐”系统处理，涉及蒸汽，全部从厂区已建成的发电工序蒸汽管网中统筹调配，不外购。 一、化石燃料燃烧排放 ①计算公式 熟料生产化石燃料燃烧产生的碳排放量按照公式（1）计算。 $E_{ck\text{ 燃烧},j} = \sum_{i=1}^n \left(FC_{ck,i,j} \times NCV_{ar,i,j} \times CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12} \right) \quad (1)$ 式中： $E_{ck\text{ 燃烧},j}$ — 熟料生产线 j 的化石燃料燃烧排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）； $FC_{ck,i,j}$ — 熟料生产线 j 的第 i 种化石燃料消耗量，单位为吨（t）； $NCV_{ar,i,j}$ — 熟料生产线 j 的第 i 种化石燃料收到基低位发热量，单位为吉焦每吨（GJ/t）； CC_i — 第 i 种化石燃料单位热值含碳量，单位为吨碳每吉焦（tC/GJ）； OF_i — 第 i 种化石燃料碳氧化率，以%表示； $44/12$ — 二氧化碳与碳的相对分子质量之比； i — 化石燃料种类； j — 熟料生产线编号。 ②数据获取 a.化石燃料消耗量采用“进厂量+期初库存-期末库存-外销量”核算。进厂量和外销量应采用进出厂电子汽车衡、轨道衡等计量数据；库存量应至少每月实际盘存，并做好盘存记录备查。多条生产线共用煤粉仓或原煤堆场时，各生产线的化石燃料消耗量根据生产线的熟料产量分摊计算。 b.化石燃料收到基低位发热量的取值：采用指南附录 A 中对应化石燃料的收到基低位发热量缺省值。如企业无法区分煤种的以及附录 A 中未列出的煤种，采用附录 A 中烟煤的收到基低位发热量缺省值。

	c.化石燃料单位热值含碳量采用指南附录 A 中对应品种的缺省值。如企业无法区分煤种的以及附录 A 中未列出的煤种，采用附录 A 中褐煤的单位热值含碳量缺省值。 d.化石燃料碳氧化率采用指南附录 A 中对应燃烧设备的缺省值。 ③技改项目情况 技改项目实施后，减少原煤用量 39275 t/a；建设单位实际用煤平均低位发热量 NCV_i 为 25.69GJ/t，经查指南附录 A 数据，烟煤单位热值含碳量 CC_i 为 0.02618tC/GJ，炉窑中煤炭氧化率 OF_i 为 99%；故技改项目实施后，化石燃料燃烧产生碳排放量为 174044.78 tCO₂，减少原煤燃烧排放的二氧化碳为 86488.64 tCO₂。 二、过程排放 ①计算公式 熟料生产过程中排放量按公式（2）计算： $E_{ck\text{ 过程},j} = Q_{ck,j} \times EF_{ck,j} - \sum_{p=1}^n (Q_{a,p,j} \times EF_{a,p}) \quad (2)$ 式中： $E_{ck\text{ 过程},j}$ — 熟料生产线 j 的过程排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）； $Q_{ck,j}$ — 熟料生产线 j 的熟料产量，单位为吨（t）； $EF_{ck,j}$ — 熟料生产线 j 的熟料的过程排放因子，单位为吨二氧化碳每吨（tCO₂/t）； $Q_{a,p,j}$ — 熟料生产线 j 的第 p 类非碳酸盐替代原料消耗量，单位为吨（t）； $EF_{a,p}$ — 第 p 类非碳酸盐替代原料的扣减系数，单位为吨二氧化碳每吨（tCO₂/t）； p — 非碳酸盐替代原料种类； j — 熟料生产线编号。 ②数据获取 a.熟料产量根据消耗量、外销量、购进量、熟料库和熟料仓的库存变化确定，即采用“消耗量+外销量+期末库存-期初库存-购进量”核算。熟料消耗量应采用连续计量皮带秤等计量数据，连续计量皮带秤须每月校验，熟料外销量和购进量应采用电子汽车衡等贸易结算计量数据；熟料库存量应至少每月实际盘存，并做好盘存记录备查。 多条生产线共用熟料库时，对于熟料产量在入库前直接计量的，应采用直接计量数据；对于未安装计量器具的，各生产线的熟料产量根据生产线的入窑生料消耗量分摊计算，入窑生料消耗量采用生产系统记录的生料秤计量数据，生料秤应至少每月校准。 b.熟料的过程排放因子的取值：水泥熟料类别根据企业产品生产许可证及生产、检验、销售和出厂记录等来判定。熟料的过程排放因子采用本指南附录 C 附表 C.1 中对应类别的缺省值。 c.非碳酸盐替代原料消耗量
--	--

企业应提供报告周期内非碳酸盐替代原料采购合同、结算凭证、支付记录、生料配料及消耗量记录等支撑材料来证实具体非碳酸盐替代原料种类。非碳酸盐替代原料按照本指南附录 C 附表 C.2 进行分类，未列入附表 C.2 的种类不纳入核算。 每类非碳酸盐替代原料消耗量应采用入生料磨或入窑的皮带秤计量数据。非碳酸盐替代原料与其他原料混合入生料磨或入窑且无法单独计量时，非碳酸盐替代原料消耗量计为 0。皮带秤的校准应满足 6.2.2.1 中的要求。 d.非碳酸盐替代原料的扣减系数采用本指南附录 C 附表 C.2 中对应种类的缺省值。 多类非碳酸盐替代原料消耗量无法单独计量时，扣减系数取各类非碳酸盐替代原料中的最小值。 ③技改项目情况 本项目技改后水泥数量产能不变，为 124 万 t/a；新增黏湿物料（电石渣等）、水洗后的旁路灰作为替代原料用量分别为 28800t/a、5001t/a。相关参数按照《企业温室气体排放核算方法与报告指南 水泥行业》（CETS—AG—02.01—V01—2024）附录 C 进行取值，非碳酸盐替代原料（电石渣、飞灰）的扣减系数分别为 0.48 tCO₂/t、0.305 tCO₂/t，经计算，技改后熟料生产过程中新增非碳酸盐替代原料扣减量分别为 9082.37 tCO₂、1010.97 tCO₂，合计扣减量为 10093.34 tCO₂。则技改后熟料生产线的排放量为 653306.66 tCO₂。 三、熟料生产排放量计算 熟料生产二氧化碳排放总量等于各熟料生产线的化石燃料燃烧排放量和过程排放量之和，采用公式（3）计算。 $E_{ck} = \sum_{j=1}^n (E_{ck \text{ 燃烧},j} + E_{ck \text{ 过程},j}) \quad (3)$ 式中： E_{ck} — 熟料生产二氧化碳排放总量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）； $E_{ck \text{ 燃烧},j}$ — 熟料生产线 j 的化石燃料燃烧排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）； $E_{ck \text{ 过程},j}$ — 熟料生产线 j 的过程排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）； j — 熟料生产线编号。 故技改项目实施后碳减排量为 86488.64+10093.34=96581.98tCO₂。 4.15 环境管理 本项目环境管理纳入全厂。 （1）运行期做好环境保护设施的维护和运营管理，加强巡查和检查，保障发挥环境保护作用。定期开展环境监测，并及时解决公众合理的环境保护诉求； （2）定期对袋式除尘系统的完好情况进行检查，确保运行无异常。 （3）排污口规范化
--

对厂区各类排污口应进行相应的规范,包括:在厂区“三废”及噪声排放点,设置明显标志,标志的设置应执行《环境保护图形标志排放口(源)》(GB15562.1-1995)及《环境保护图形标志固体废物贮存(处置)场》(GB15562.2-1995)及修改单中有关规定,本次环评要求新增的污染物排放口需按规范要求设置排放口图形标志。污染物排放口的环保图形牌应设置在靠近采样点的醒目处,标志牌设置高度为其上缘距地面 2m。规范化排污口的有关设置(如图形标志牌、计量装置、监控装置等)属环保设施,排污单位必须负责日常的维护保养,任何单位和个人不得擅自拆除。

排放口图形标志见图 4-2。

排放口	废气排放口	噪声源	一般工业固体废物	危险废物
图形符号				
背景颜色	绿色			橘黄色
图形颜色	白色			黑色

图 4-2 排放口图形标志

(4) 定期信息公开

根据《企事业单位环境信息公开办法》(环保部令第 31 号),本项目应当采取主动公开和申请公开两种方式及时、如实地公开其环境信息。

①主动公开

主动向社会公开的信息内容包括项目名称、建设单位、地址、联系方式、排污信息(污染源名称、监测点位名称、监测日期,监测指标名称、监测指标浓度、排放浓度限值)和污染设施运行情况等。主动公开的环保信息,主要通过政府门户网站、环保部门网站公开,同时,根据政府信息内容和特点通过报刊、广播、电视等便于公众知晓的辅助方式公开。

②依法申请公开

公民、法人和其他组织依照《中华人民共和国政府信息公开条例》的规定,向当地生态环境局及其直属机构申请主动公开以外的环境信息。

五、环境保护措施监督检查清单

内容要素	排放口(编号、名称)/污染源	污染物项目	环境保护措施	执行标准
大气环境	依托工程			
	回转窑窑尾废气排放口（排污许可编号为DA019）	烟尘、SO ₂ 、NO _x 、氨（氨气）、氯化氢、氟化氢、氟化物、汞及其化合物、铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物、铊、镉、铅、砷及其化合物、二噁英、TOC 等	窑尾废气经低氮分级燃烧+预热器+旁路放风（抽取 6%烟气；急冷器+旋风除尘器+高效布袋除尘器）+SCR 脱硝处理后，经余热锅炉、增湿塔、生料制备冷却后经覆膜袋式除尘器排空，排气筒高度 105m（DA019），窑尾安装有烟气在线监测系统。	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、氟化物、汞及其化合物、氨均执行《水泥工业大气污染物排放标准》（DB14/3176-2024）中表 1 大气污染物有组织排放限值；氯化氢、氟化氢、铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物、铊、镉、铅、砷及其化合物、二噁英、TOC 等执行《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485-2013）标准限值
	块状替代燃料装卸、贮存、上料工序排放口（DA094）	颗粒物	块状燃料堆棚：一座 280m ² 全封闭物料堆棚，库内地面硬化，顶部设喷雾抑尘设施，100%覆盖原料区；转载采用全封闭输送；车辆进出口安装自动门、喷雾抑尘设施。废纺织品、废橡胶颗粒、废泡沫棉等替代燃料经上料斗上料，上料斗上方设置集气罩（1.2m×1.5m），集尘后引入现有木屑上料系统袋式除尘器处理后经 15m 排气筒（DA094）外排，配套风量：12000m ³ /h（过滤风速为 0.6m/min，过滤面积为 334m ² ）	《水泥工业大气污染物排放标准》（DB14/3176-2024）表 1 标准限值；厂区无组织：《水泥工业大气污染物排放标准》（DB14/3176-2024）表 2 标准限值；厂界无组织：《水泥工业大气污染物排放标准》（GB4915-2013（含 2025 年修改单））表 3 标准
	炭黑仓排放口（DA095）	颗粒物	改造原北原煤仓为炭黑仓（Φ5m×6m），依托现有输送系统及配套覆膜滤袋除尘器，经处理后经 15m 排气筒（DA095）排放。除尘风量为 7000m ³ /h，过滤风速为 0.6m/min，过滤面积为 195m ²	
	运输扬尘	颗粒物	使用符合现行管理要求的排放标准车辆，进出厂区车辆经洗车平台清洗；运输路面定期洒水抑尘。	
	本次新建工程			

	氯灰接收仓排 放口 (DA097)	颗粒物	氯灰接收仓经仓顶袋式除尘 器处理后经 15m 排气筒 (DA097) 外排, 配套风量: 7000m ³ /h, 过滤风速为 0.6m/min, 过滤面积为 195m ² 。	《水泥工业大气污染物排放 标准》(DB14/3176-2024) 表 1 标准限值
	盐酸罐	HCl	盐酸储罐间设置排风扇, 减少 无组织废气在储罐间的聚集	《大气污染物综合排放标准》 (GB16297-1996) 表 2 中无 组织排放浓度
地表水 环境	蒸发冷凝水	pH、SS	旁路灰水洗水经三效蒸发回 收钾盐, 产生蒸发冷凝水回用 至逆流漂洗工序, 不外排。	不外排
	车辆冲洗废水	pH、SS	进出厂区车辆经洗车平台清 洗, 车辆冲洗废水经沉淀后循 环利用, 定期抽排车辆冲洗池 内的废水至污泥仓, 最终入窑 处置, 不外排	
声环境	给料机、皮带 机、风机、泵 类等生产设备	噪声	新增给料机、皮带机、风 机、泵类等生产设备, 选用 低噪声设备, 基础减振, 风 机进出口设软接头, 并安装 消声器等, 定期维护	厂界四周噪声执行《工业企业 厂界环境噪声排放标准》 (GB12348-2008) 中 2 类标 准, 即昼间 60 dB(A), 夜间 50dB(A)
电磁 辐射	/	/	/	/
固体 废物	废包装物经收集后入窑焚烧处置; 水洗灰渣、滤渣经收集后入窑焚烧处置; 离心废液返 回水洗液处理系统进行处理, 不外排; 块状替代燃料上料 (含木屑上料)、炭黑仓除尘灰 返回生料入窑系统作为原料进行处理; 氯灰接收仓除尘灰返回接收仓后进入水洗提盐工 序进行水洗提盐; 窑灰依托现有水泥熟料生产线窑灰返窑装置返回生料入窑系统作为原 料进行处理			
土壤及 地下水 污染防 治措施	厂区各场地均已采取区域防渗措施; 本项目新建旁路灰资源化区域采取重点防渗、新 建物料堆棚等区域采取一般防渗措施; 企业根据国家现行相关规范加强环境管理, 正常 情况下, 废水入渗地下的概率很小, 项目污染物对地下水及土壤影响也不大, 因此, 项 目运营期不会对区域地下水、土壤造成不利影响。			
生态保 护措施	项目所在区域生态环境以农业生态环境为主, 无国家重点保护、珍稀、濒危动植物物种			
环境风 险防范 措施	①建设单位对盛装容器定期检修维护; 盐酸罐区设置不小于 5 m³ 的围堰, 配套防漏 裙角, 并配备空桶, 发生泄漏及时更换容器; 四周设置有毒气体报警系统; 加强生产过 程的风险防范。 ②旁路灰资源化车间设置防风、防晒、防雨设施、消防设施等; 地面采取防腐防渗 措施; 车间四周设置围堤和 1 座 25 m³ 的应急水池。 ③各工程区域需设置符合标准的灭火设施。 ④安排专人定期巡视, 设备定期检修, 一旦发现有泄漏现象, 立即启动应急计划, 及时处理, 尽量减少泄漏事故带来的危害。			

	⑤建设单位应制定突发事故环境风险应急预案，并报当地环保部门备案。 ⑥建立完善的安全管理制度，执行工业安全卫生、劳动保护、环保、消防等相关规定。
其他环境管理要求	按照环境监测技术规范及国家环保部颁布的监测标准、方法进行环境监测，纳入全厂监测计划。

六、结论

从环境保护的角度，广灵金隅水泥有限公司一般固废处置及综合利用项目环境影响可行。

附表

建设项目污染物排放量汇总表

项目 分类	污染物名称	现有工程 排放量（固体废物 产生量）①	现有工程 许可排放量 ②	在建工程 排放量（固体废物 产生量）③	本项目 排放量（固体废物 产生量）④	以新带老削减量 （新建项目不填） ⑤	本项目建成后 全厂排放量（固体 废物产生量）⑥	变化量 ⑦
废气	颗粒物	3.16	24.75	-	3.87	3.16	3.87	+0.71
	SO ₂	30.90	86.625	-	30.73	30.90	30.73	-0.17
	NO _x	98.22	123.75	-	98.22	98.22	98.22	0.00
	氟化氢	1.99	-	-	1.81	1.99	1.81	-0.18
	氟化物	2.61	-	-	1.91	2.61	1.91	-0.70
	氨（氨气）	6.32	-	-	6.32	6.32	6.32	0
	氯化氢	15.09	-	-	12.91	15.09	12.91	-0.18
	汞及其化合物	0.0026	-	-	0.00043	0.0026	0.00043	-0.00217
	铊、镉、铅、砷及其化合物	0.0078	-	-	0.011	0.0078	0.011	+0.0032
	铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物	0.016	-	-	0.00499	0.016	0.00499	-0.01101

	总有机碳	6.98	-	-	6.98	6.98	6.98	0
	二噁英	1.93×10^{-5} kg-TEQ/a	-	-	2.85×10^{-4} kg-TEQ/a	1.93×10^{-5} kg-TEQ/a	2.85×10^{-4} kg-TEQ/a	$+2.69 \times 10^{-4}$ kg-TEQ/a
废水	-	-	-	-	-	-	-	-
一般工业 固体废物	废包装物	-	-	-	2.5	-	2.5	+2.5
	水洗灰渣	-	-	-	8202.2	-	8202.2	+8202.2
	滤渣	-	-	-	1516	-	1516	+1516
	除尘灰	0.65	-	-	86.92	0.65	86.92	+86.27
危险废物	-	-	-	-	-	-	-	-

注：⑥ = ① + ③ + ④ - ⑤；⑦ = ⑥ - ①

附录

1.附图

附图 1 大同市生态环境分区管控图

附图 2 本项目与“广灵县三区三线”位置关系图

附图 3 地理位置图

附图 4 四邻关系及环境保护目标图

附图 5 地表水系图

附图 6 平面布置图

2.附件

附件 1: 委托书;

附件 2: 现有工程环保手续;

附件 3: 危险废物经营许可证;

附件 4 山西省生态环境分区管控信息平台研判结果;

附件 5 生态环境统计与排污许可统一信息报表 (2025 年)

附件 6 监测报告;

附件 7 技术审查意见。

