项目编号：e7ufyr

建设项目环境影响报告表

（污染影响类）

项目名称：广州市越堡水泥有限公司固废资源综合利用建设项目

建设单位（盖章）：广州市越堡水泥有限公司

编制日期：2025 年 6 月

中华人民共和国生态环境部制

目 录

一、建设项目基本情况

<table>
<tr><td>建设项目名称</td><td colspan="3">广州市越堡水泥有限公司固废资源综合利用建设项目</td></tr>
<tr><td>项目代码</td><td colspan="3">2505-440114-07-02-197152</td></tr>
<tr><td>建设单位联系人</td><td>***</td><td>联系方式</td><td>***</td></tr>
<tr><td>建设地点</td><td colspan="3">广州市花都区新华街溪秀路 5 号</td></tr>
<tr><td>地理坐标</td><td colspan="3">（东经 113 度 8 分 48.691 秒，北纬 23 度 20 分 24.538 秒）</td></tr>
<tr><td>国民经济
行业类别</td><td>N7723 固体废物治理</td><td>建设项目
行业类别</td><td>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中的“其他”</td></tr>
<tr><td>建设性质</td><td>□新建（迁建）
□改建
□扩建
☑技术改造</td><td>建设项目
申报情形</td><td>☑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</td></tr>
<tr><td>项目审批（核准/备案）部门（选填）</td><td>/</td><td>项目审批（核准/备案）文号（选填）</td><td>/</td></tr>
<tr><td>总投资（万元）</td><td>0</td><td>环保投资（万元）</td><td>0</td></tr>
<tr><td>环保投资占比（%）</td><td>0</td><td>施工工期</td><td>0 个月</td></tr>
<tr><td>是否开工建设</td><td>☑否
□是：_____</td><td>用地（用海）
面积（m^2）</td><td>0</td></tr>
<tr><td>专项评价设置情况</td><td colspan="3">
表 1　本项目专项设置情况一览表
<table>
<tr><td>专项评价类别</td><td>设置原则</td><td>本项目情况</td><td>是否设置专项</td></tr>
<tr><td>大气</td><td>排放废气含有毒有害污染物[1]、二噁英、苯并[a]芘、氰化物、氯气且厂界外 500 米范围内有环境空气保护目标[2]的建设项目</td><td>本项目厂界外 500 米范围内没有环境空气保护目标</td><td>否</td></tr>
<tr><td>地表水</td><td>新增工业废水直排建设项目（槽罐车外送污水处理厂的除外）；新增废水直排的污水集中处理厂</td><td>现有工程生产废水和生活污水厂区处理后全部回用，本项目不新增废水，技改后厂区废水仍全部回用</td><td>否</td></tr>
<tr><td>环境风险</td><td>有毒有害和易燃易爆危险物质存储量超过临界量[3]的建设项目</td><td>本项目依托现有工程存储设施，现有风险源无新增有毒</td><td>否</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="4"></td><td></td><td></td><td>有害和易燃易爆危险物质</td><td></td></tr>
<tr><td>生态</td><td>取水口下游 500 米范围内有重要水生生物的自然产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道的新增河道取水的污染类建设项目</td><td>本项目不涉及河道取水</td><td>否</td></tr>
<tr><td>海洋</td><td>直接向海排放污染物的海洋工程建设项目</td><td>本项目不涉及向海排放污染物</td><td>否</td></tr>
<tr><td colspan="4">注：1.废气中有毒有害污染物指纳入《有毒有害大气污染物名录》的污染物（不包括无排放标准的污染物）。
2.环境空气保护目标指自然保护区、风景名胜区、居住区、文化区和农村地区中人群较集中的区域。
3.临界量及其计算方法可参考《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169）附录B、附录C。</td></tr>
<tr><td>规划情况</td><td colspan="4">无</td></tr>
<tr><td>规划环境影响评价情况</td><td colspan="4">无</td></tr>
<tr><td>规划及规划环境影响评价符合性分析</td><td colspan="4">无</td></tr>
<tr><td>其他符合性分析</td><td colspan="4">1、产业政策相符性分析
根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，涉及水泥窑协同处置和废物处置的内容包括“第一类鼓励类四十二、环境保护与资源节约综合利用 1.新型干法水泥窑无害化协同处置废弃物”及“3.城镇垃圾、农村生活垃圾、城镇生活污水、农村生活污水、污泥及其他固体废弃物减量化、资源化、无害化处理和综合利用工程”。
本技改项目为固废资源综合利用建设项目，可以做到固废资源化、减量化和无害化处理。综上，技改项目属于鼓励类，符合国家产业政策。
另外，本项目涉及水泥炉窑协同处置及固体废物治理，对照《市场准入负面清单（2022 年版）》，本次技改项目不属于禁止准入事项，也不属于许可准入事项，属于市场准入负面清单以外的行业，本次技改项目为允许类，可依法进入，故本次技改项目的建设符合国家产业政策。
2、用地规划相符性分析</td></tr>
</table>

本项目选址于广州市花都区新华街溪秀路5号，根据建设单位提供的土地使用证（花国用〔2006〕第721399号），本项目土地属工矿仓储用地，根据花都区土地利用规划图，详见附图16，项目为工业用地，故本项目用地性质符合要求。

3、与《广州市城市环境总体规划（2022-2035年）》相符性分析

（1）生态保护红线相符性分析

从附图11可知，本项目不在生态保护红线区内，符合生态保护红线管控要求。

（2）生态环境空间管控区相符性分析

从附图11可知，本项目不在生态环境空间管控区内，符合生态环境空间管控区的要求。

（3）水环境空间管控区相符性分析

从附图12可知，项目位于涉及水污染治理及风险防范重点区。

《广州市城市环境总体规划（2022-2035年）》对水污染治理及风险防范重点区的规定："工业产业区块一级控制线和省级及以上工业园区严格落实生态环境分区管控及环境影响评价要求，严格主要水污染物排污总量控制。全面推进污水处理设施建设和污水管网排查整治，确保工业企业废水稳定达标排放。调整优化不同行业废水分质分类处理，加强第一类污染物、持久性有机污染物等水污染物污染控制，强化环境风险防范"。

现有工程的废水全部回用不外排，本次技改项目不增加废水排放量，不会污染周边水环境。因此，本项目符合水污染治理及风险防范重点区的要求。

（4）大气环境空间管控区相符性分析

从附图13可知，本项目位于大气污染物重点控排区。

《广州市城市环境总体规划（2022-2035年）》对大气污染物重点控排区的规定："重点控排区根据产业区块主导产业，以及园区、排污单位产业性质和污染排放特征实施重点监管与减排。大

气污染物重点控排区与工业产业区块一级控制线、省级及以上工业园区、大气环境重点排污单位等保持动态衔接。”

本次技改项目主要为固废资源综合利用建设项目，窑尾废气依托现有 SNCR 脱硝工艺+布袋除尘器+烟气湿法脱硫装置处理达标后经 110m 排气筒排放，项目不会对周围环境产生重大影响，故本次技改项目与大气污染物重点控排区的规定不矛盾。

4、与《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（粤府〔2020〕71 号）相符性分析

根据《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（粤府〔2020〕71 号），本项目位于重点管控单元（见附图 14）。项目与该文件相符性分析见表 1-1。

表 1-1　与广东省“三线一单”生态环境分区管控方案相符性分析

内容	本次技改项目	相符性
生态保护红线	本次技改项目位于广州市花都区新华街溪秀路 5 号，根据《广州市城市环境总体规划（2022-2035 年）》中的广州市生态保护红线规划图，项目不在广州市生态保护红线区内，符合生态保护红线要求。同时根据广东省“三线一单”管控图，项目位于“重点管控单元”，不涉及优先保护区，详见附图 14。	相符
资源利用上线	本次技改项目运营过程中消耗一定量的电能消耗，但项目资源消耗量相对区域资源利用量较少，符合资源利用上线要求。	相符
环境质量底线	本次技改项目无废水外排，不会对水环境造成影响；本次技改项目大气污染物经处理后达标排放，对周围环境影响很小；项目所在区域声环境质量满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）3、4a 类功能区标准，本次技改项目产噪设备经降噪措施后厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008）3、4 类标准。在严格落实各项污染防治措施的前提下，本技改项目的建设对周边环境影响较小，建成后不会突破当地环境质量底线，符合环境质量底线要求。	相符
环境准入负面清单	根据《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》(粤府〔2020〕71 号），从区域布局管控、能源资源利用、污染物排放管控和环境风险防控等方面明确准入要求，建立“1+3+N”三级生态环境准入清单体系。“1”为全省总体管控要求，“3”为“一核一带一区”区域管控要求，“N”为 1912 个陆域环境管控单元和 471 个海域环境管控单元的管控要求。本技改项目主要从事固	相符

	体废物治理，不属于区域布局管控、能源资源利用、污染物排放管控和环境风险防控等方面明确禁止准入项目。	

综上所述，本次技改项目符合《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》（粤府〔2020〕71号）的要求。

5、与《广州市生态环境分区管控方案（2024年修订）》相符性分析

根据《广州市生态环境分区管控方案（2024年修订）》，本项目位于秀全街道-炭步镇重点管控单元（单元编码：ZH44011420006）（见附图15）。项目与该文件相符性分析见表1-2。

表1-2　相符性分析一览表

管控维度	管控要求	本次技改项目	相符性
区域布局管控	1-1.【产业/限制类】现有不符合产业规划、主导产业、效益低、能耗高、产业附加值较低的产业和落后生产能力逐步退出或关停。	根据《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本技改项目属于允许类项目，不属于不符合产业规划、主导产业、效益低、能耗高、产业附加值较低的产业。	相符
	1.2【水/限制类】严格控制高耗水、高污染行业发展。	本技改项目生产过程中不涉及用水，不属于高耗水、高污染行业。	相符
	1.3【大气/限制类】大气环境受体敏感区内，严格限制新建储油库项目、产生和排放有毒有害大气污染物的工业建设项目以及使用溶剂型油墨、涂料、清洗剂、胶黏剂等高挥发性有机物原辅材料项目。	本技改项目不在大气环境受体敏感区内。	相符
	1-4【大气/鼓励引导类】大气环境高排放重点管控区内，应强化达标监管，引导工业项目落地集聚发展，有序推进区域内行业企业提标改造。	根据附图14-4，本技改项目属于大气环境高排放重点管控区，项目窑尾废气依托现有SNCR脱硝工艺+布袋除尘器+烟气湿	相符

				法脱硫装置处理后经110m 排气筒达标排放；窑头废气经收集后经现有袋式收尘器处理后由40m 高排气筒 DA136 排放；水泥磨废气经收集后经现有袋式收尘器净化处理后分别由 34 米排气筒 DA176、34 米排气筒 DA179、43 米排气筒 DA186 排放。	
			1-5.【风险/限制类】单元内炭步镇瓦步村花都油库应按照《石油库设计规范（GB50074- 2014）》，严格落实与库外居住区、公共建筑物、工矿企业、交通线的安全距离。	本技改项目所在位置不属于炭步镇瓦步村花都油库。	相符
		能源资源利用	2-1.【其他/综合类】单元内规模以上工业企业应采用先进适用的技术、工艺和装备，单位产品能耗、水耗和污染物排放等清洁生产指标应达到清洁生产先进水平。	本技改项目单位产品能耗、水耗和污染物排放等清洁生产指标按清洁生产先进水平设计。	相符
		污染物排放管控	3-1.【水/综合类】工业企业应按照国家有关规定对工业污水进行处理，相关标准规定的第一类污染物及其他有毒有害污染物，应在车间或车间处理设施排放口处理达标，企业废水排入城市污水处理设施的，必须对废水进行预处理达到城市污水处理设施接管要求；加强新华、炭步污水处理厂运营监管，保证污水处理厂出水稳定达标排放。	现有工程的废水全部回用不外排，本次技改项目不增加废水排放量，不会污染周边水环境。	相符
			3-2.【水/综合类】完善污水处理收集管网建设，加强污水处理设施和管线维护检修，提高城镇生活污水集中收集处理率，城镇新区和旧村旧城改造建设均实行雨污分流。	本技改项目所在地厂区内排水已施行雨污分流制，项目无废水外排。	相符
			3-3.【大气/综合类】大气环境敏感点周边企业加强管控工业无组织废气排放，防止废气扰民。	本技改项目 500m 内不存在大气环境敏感点，项目窑尾废气依托现有 SNCR 脱硝工	相符

		艺+布袋除尘器+烟气湿法脱硫装置处理后经 110m 排气筒达标排放，窑头废气经收集后经现有袋式收尘器处理后由 40m 高排气筒 DA136 排放，水泥磨废气经收集后经现有袋式收尘器净化处理后分别由 34 米排气筒 DA176、34 米排气筒 DA179、43 米排气筒 DA186 排放，加强管控工业无组织废气排放。	
	3-4.【大气/综合类】加强储油库油气排放控制。严格按照排放标准要求，加快完成储油库油气回收治理工作。建设油气回收自动监测系统平台，储油库加快安装油气回收自动监测设备。制定储油库油气回收自动监测系统技术规范，企业要加强对油气回收系统外观检测和仪器检测，确保油气回收系统正常运转。	本技改项目不涉及储油储气。	相符
环境风险防控	4-1.【风险/综合类】建立健全事故应急体系，落实有效的事故风险防范和应急措施，有效防范污染事故发生。	已建立健全事故应急体系，落实有效的事故风险防范和应急措施，可有效防范污染事故发生。	相符
	4-2.【土壤/综合类】建设用地污染风险管控区内企业应加强用地土壤和地下水环境保护监督管理，防治用地土壤和地下水污染。	已加强用地土壤和地下水环境保护监督管理，防治用地土壤和地下水污染。	相符

因此，项目与《广州市生态环境分区管控方案（2024 年修订）》相符。

6、与《广东省大气污染防治条例》（2022 年 11 月 30 日修订）相符性分析

根据条例中“第六条 企业事业单位和其他生产经营者应当执行国家和省规定的大气污染物排放标准和技术规范，从源头、生

	产过程及末端选用污染防治技术，防止、减少大气污染，并对所造成的损害依法承担责任；第十九条 火电、钢铁、石油、化工、平板玻璃、水泥、陶瓷等大气污染重点行业企业及锅炉项目，应当采用污染防治先进可行技术，使重点大气污染物排放浓度达到国家和省的超低排放要求；第五十七条 运输煤炭、垃圾、渣土、土方、砂石和灰浆等散装、流体物料的车辆应当密闭运输，配备卫星定位装置，并按照规定的时间、路线行驶；第五十八条 禁止生产、销售、使用含石棉物质的建筑材料”等要求。 本次技改项目主要为固废资源综合利用建设项目，项目窑尾废气依托现有 SNCR 脱硝工艺+布袋除尘器+烟气湿法脱硫装置处理达标后经 110m 排气筒排放。广东省水泥行业超低排放改造工作方案要求 2028 年底前全省水泥熟料生产企业完成超低排放改造，企业窑尾废气正在进行超低排放改造中，预计 2025 年底投入使用。运输车辆进出厂区时采用覆盖运输，降低扬尘产生量，项目无生产含石棉物质的产品，因此符合条例要求。 **7、与《广东省生态环境保护“十四五”规划》相符性分析** 根据《广东省生态环境保护“十四五”规划》中“深化工业炉窑和锅炉排放治理。实施重点行业深度治理，2022 年底前全省长流程钢铁企业基本完成超低排放改造，2025 年底前全省钢铁企业完成超低排放改造；石化、水泥、化工、有色金属冶炼等行业企业依法严格执行大气污染物特别排放限值。严格实施工业炉窑分级管控，全面推动 B 级以下企业工业炉窑的清洁低碳化改造、废气治理设施升级改造、全过程无组织排放管控。逐步开展天然气锅炉低氮燃烧改造。加强 10 蒸吨/小时及以上锅炉及重点工业窑炉的在线监测联网管控。加强生物质锅炉燃料品质及排放管控，禁止使用劣质燃料或掺烧垃圾、工业固废等。”、“强化面源污染防控。加强道路扬尘污染控制，确保散体物料运输车辆 100%实现全封闭运输”。 企业污染排放达到大气污染物特别排放限值要求，且窑尾废

	气正在进行超低排放改造中，预计 2025 年底投入使用。本项目为固废资源综合利用建设项目，改造后能提高固废资源利用处置能力。本项目破碎等工序均利用现有工艺及设施，配套的设施均符合污染防治措施要求，物料输送收集废气经“袋式除尘器”处理后排放；运输车辆进出厂区时采用覆盖运输，防止遗撒；厂区道路定期采取洒水措施，湿润地面，降低扬尘产生量。综述，采取上述措施后，项目符合规划要求。 **8、与《广州市花都区人民政府关于印发花都区生态环境保护规划（2021—2030 年）的通知》（花府〔2021〕13 号）相符性分析** 《广州市花都区人民政府关于印发花都区生态环境保护规划（2021—2030 年）的通知》（花府〔2021〕13 号）提出：“深化工业固体废物资源化利用。……加强工业固体废物协同处置，充分利用水泥制造业等工业窑炉协同处置污泥等工业固体废物。……” 本项目为固废资源综合利用建设项目，改造后能提高固废资源利用处置能力。因此，项目与《广州市花都区人民政府关于印发花都区生态环境保护规划(2021—2030 年)的通知》(花府〔2021〕13 号）相符。 **9、与《广东省生态环境厅关于印发广东省“十四五”重金属污染防治工作方案的通知》（粤环〔2022〕11 号）相符性分析** 根据《广东省生态环境厅关于印发广东省“十四五”重金属污染防治工作方案的通知》（粤环〔2022〕11 号），重金属污染防治重点区域为清远市清城区，深圳市宝安区、龙岗区；重点行业为重有色金属矿采选业（铜、铅锌、镍钴、锡、锑和汞矿采选），重有色金属冶炼业（铜、铅锌、镍钴、锡、锑和汞冶炼），铅蓄电池制造业，电镀行业，化学原料及化学制品制造业（电石法（聚）氯乙烯制造、铬盐制造、以工业固体废物为原料的锌无机化合物工业），皮革鞣制加工业。

本项目位于广州市花都区，不属于重点防控区。本项目不属于上述重点行业，且项目窑尾废气依托现有 SNCR 脱硝工艺+布袋除尘器+烟气湿法脱硫装置处理达标后经 110m 排气筒排放，其排放浓度满足《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485-2013）限值要求。因此，符合《广东省生态环境厅关于印发广东省“十四五”重金属污染防治工作方案的通知》（粤环〔2022〕11 号）要求。

10、与《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013）相符性分析

详细分析见下表所示。

表 1-3　项目与《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013）相符性分析

（HJ662-2013）相关要求		落实情况	相符性
4 协同处置措施技术要求	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、O_2浓度；分解炉或最低一级旋风筒出口烟气温度、压力、O_2浓度；顶级旋风筒出口烟气温度、压力、O_2、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，保证排放烟中颗粒物浓度满足 GB30485 的要求。水泥窑及窑尾余热利用系统排气筒配备粉尘、NOx、SO_2浓度在线监测设备，连续监测装置需满足 HJ76 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	本项目依托现有的一条 6000t/d 新型干法水泥窑。根据“表 2-17”，水泥窑 2022 年~2023 年的监测数据显示均能达到《水泥工业大气污染物排放标准》（GB4915- 2013）的要求。 本项目依托现有项目的水泥窑采用窑磨一体机模式，且现均已安装在线监测设备，运行工况稳定；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，根据 2022 年~2023 年的监测结果，烟气中颗粒物浓度能满足 GB30485 的要求；水泥窑头颗粒物及窑尾颗粒物、NOx、SO_2均安装在线监测设备，并与重点排污单位自动监控与基础数据库系统(企业服	符合

			处理装置收集的窑灰返回送往生料入窑系统。 4.1.3 用于协同处置危险废物的水泥生产设施所在位置应该满足以下条件： a）符合城市总体发展规划、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。	务端)、广州市污染源自动监控系统（企业端）联网。本项目配备除尘粉尘返窑装置，布袋除尘系统截留后返回生料入窑系统。 本项目不涉及处置危险废物，水泥窑所在区域无洪水、潮水或内涝威胁。设施所在标高位于重现期不小于100年一遇的洪水位之上，不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内。	
			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：	本项目的一般固废均作为原料采购进行资源综合利用，部分一般固废(除作为混合材的一般固废外)作为生料原料混合粉磨成生料粉后入窑投加，投加设施能实现自动进料，依托现有计量装置实现定量投料；输送装置和投加口保持密闭，投加口具有防回火功能；保持进料通畅以防堵塞；依托可实时显示投加状况的在线监视系统；当水泥窑发生故障停窑，本项目设置联锁停机。	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。 4.3.4 危险废物贮存设施的设计、安全防护、污染防治等应满足 GB18597 和 HJ/T176 中的相关要求；危险废物贮存区应标有明确的安全警告和清晰的撤离路线；危险废物贮存区及附近应配备紧急人体清洗冲淋设施，并标明用途。 4.3.5 生活垃圾和城市污水处理厂污泥的贮存设施应有良好的防渗性能并设置污水收集装置；贮存设施应采用封闭措施，保证其中有生活垃圾或污泥存放时处于负压状态；贮存设施内抽取的空气应导入水泥窑高温区焚烧处理，或经过其他处理措施达标后排放。 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	本项目利用原有的原料联合储库设区贮存固体废物，均作为原料贮存使用，不与水泥生产常规原料、燃料和产品混合贮存。 项目本次利用的原料均为一般固体废物，性质明确。 本项目不涉及危险废物、生活垃圾和城市污水处理厂污泥。	符合

			能，以及必要的防雨、防尘功能。		
			4.4 固体废物预处理设施 4.4.1 固体废物的破碎、研磨、混合搅拌等预处理设施有较好的密闭性，并保证与操作人员隔离；含挥发性和半挥发性有毒有害成分的固体废物的预处理设施应布置在室内车间，车间内应设置通风换气装置，排出气体应通过处理后排放或导入水泥窑高温区焚烧。 4.4.2 预处理设施所用材料需适应废物特性以确保不被腐蚀，并不与固体废物发生任何反应。 4.4.3 预处理设施应符合 GB50016 等相关消防规范的要求。区域内应配备防火防爆装置，灭火用水储量大于 50m³；配备防爆通讯设备并保持通畅完好。对易燃性固体废物进行预处理的破碎仓和混合搅拌仓，为防止发生火灾爆炸等事故，应优先配备氮气充入装置。 4.4.4 危险废物预处理区域及附近应配备紧急人体清洗冲淋设施，并标明用途。 4.4.5 应根据固体废物特性及入窑要求，确定预处理工艺流程和预处理设施： a）从配料系统入窑的固态废物，其预处理设施应具有破碎和配料的功能；也可根据需要配备烘干等装置。 b）从窑尾入窑的固态废物，其预处理设施应具有破碎和混合搅拌的功能；也可根据需要配备分选和筛分等装置。 C）从窑头入窑的固态废物，其预处理设施应具有破碎、分选和精筛的功能。 d）液态废物，其预处理设施应具有混合搅拌功能，若液态废物中有较大的颗粒物，可在混合搅拌系统内配加研磨装置；也可根据需要配备沉淀、中和、过滤等装置。 e）半固态（浆状）废物，其预处理设施应具有混合搅拌的功能；也可根据需要配备破碎、筛分、分选、高速研磨等装置。	本项目利用现有项目的卸料口、破碎、输送、投加系统，一般固废入厂后，送至仓库，再与原料一同进入配料站、粉磨处理，满足相关要求。	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。	本项目依托现有项目配备的输送设备进行输送，输送设备采用橡胶皮带。 本项目依托的物流出	符合

			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，确保不被腐蚀和不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。	入口以及转运、输送路线远离办公和生活服务设施。 本项目采用传送带输送，传送带设有防护罩，防止粉尘飘散。 本项目不涉及危险废物输送。	
			4.6 分析化验室 4.6.1 从事固体废物协同处置的企业，应在原有水泥生产分析化验室的基础上，增加必要的固体废物分析化验设备。 4.6.2 分析化验室应具备以下检测能力： a）具备《工业固体废物采样制样技术规范》（HJ/T20）要求的采样制样能力、工具和仪器。 b） 所协同处置的固体废物、水泥生产原料中汞（Hg）、镉（Cd）、铊（Tl）、砷（As）、镍（Ni）、铅（Pb）、铬（Cr）、锡（Sn）、锑（Sb）、铜（Cu）、锰（Mn）、铍（Be）、锌（Zn）、钒（V）、钴（Co）、钼（Mo）、氟（F）、氯（Cl）和硫（S）的分析。 C）相容性测试，一般需要配备粘度仪、搅拌仪、温度计、压力计、pH 计、反应气体收集装置等。 d） 满足 GB5085.1 要求的腐蚀性检测；满足 GB5085.4 要求的易燃性检测；满足 GB5085.5 要求的反应性检测。 e）满足 GB4915 和《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》监测要求的烟气污染物检测。 f） 满足《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》监测要求的水泥产品环境安全性检测。 4.6.3 分析化验室应设有样品保存库，用于贮存备份样品；样品保存库应可以确保危险固体废物样品贮存 2 年而不使固体废物性质发生变化，并满足相应的消防要求。 4.6.4 本规范第 4.6.2 条 a）、b）以及 c）	按最新颁布的《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB/T 30760-2024）执行。 进厂前由供应商提供物料重金属等成份情况。 一般固废入厂接收后厂内内部定期取样进行化学成分占比及水份分析进行调控，通过内部化学成分及物理状态分析判断废物特性是否与合同注明的废物特性一致。 原有项目设有化验室，技改项目入场物料的重金属及硫元素检验分析拟委托具有国家认证检验检测机构资质认定证书（CMA)的单位进行检测，其余的依托现有化验室进行检测，不增加固体废物分析化验设备。	符合

		款为企业必 须具备的条件，其他分析项目如果不具备条件，可经当地环保部门许可后委托有资质的分析监测机构进行采样分析监测。		
	5 固体废物特性要求	5.1 禁止进入水泥窑协同处置的废物 禁止在水泥窑中协同处置以下废物： a）放射性废物。 b）爆炸物及反应性废物。 c）未经拆解的废电池、废家用电器和电子产品。 d）含汞的温度计、血压计、荧光灯管和开关。 e）铬渣 f）未知特性和未经鉴定废物。	本项目入窑的废物不含有规范中禁止入窑的废物。	
		5.2 入窑协同处置的废物特性要求 5.2.1 入窑固体废物应具有稳定的化学组成和物理特性，其化学组成、理化性质等不应对水泥生产过程和水泥产品质量产生不利影响。 5.2.2入窑固体废物中如含有表1中所列重金属成分，其含量应该满足本规范第6.6.7条的要求。 5.2.3 入窑固体废物中氯（C1）和氟（F）元素的含量不应对水泥生产和水泥产品质量造成不利影响，其含量应该满足本标准6.6.8条的要求。 5.2.4 入窑固体废物中硫（S）元素含量应满足本标准6.6.9条的要求。 5.2.5 具有腐蚀性的固体废物，应经过预处理降低废物腐蚀性或对设施进行防腐性改造，确保不对设施造成腐蚀后方可进行协同处置。	本项目入窑废物具有稳定的化学组成和物理特性，其化学组成、理化性质等不会对水泥生产过程和水泥产品质量产生不利影响。 本项目要求入窑固废中重金属含量、氯含量、氟含量、S元素应满足该标准的要求。 本项目对接收物料性质严格控制，一般固废不具备腐蚀性不会对设施造成腐蚀。	符合
		5.3 替代混合材的废物特性要求 5.3.1 作为替代混合材的固体废物应该满足国家或者行业有关标准，并且不对水泥质量产生不利影响。 5.3.2 下列废物不能作为混合材原料： a）危险废物； b）有机废物；国家法律、法规另有规定的除外。	本项目综合利用的部分一般固废作为混合材替代，不对水泥质量产生不利影响。	符合

	6 协同处置运行操作技术要求	6.1 固体废物的准入评估 6.1.1 为保证协同处置过程不影响水泥生产过程和操作运行安全，确保烟气排放达标，在协同处置企业与固体废物产生企业签订协同处置合同及固体废物运输到协同处置企业之前，应对拟协同处置的固体废物进行取样及特性分析。 6.1.2 在对拟协同处置的固体废物进行取样和特性分析前，应该对固体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，针对本标准第5章要求的项目以及确保运输、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，开展分析测试。固体废物特性经双方确认后在协同处置合同中注明。取样频率和取样方法应参照 HJ/T20 和 HJ/T298 要求执行。 6.1.3 在完成样品分析测试以后，根据下列要求对固体废物是否可以进厂协同处置进行判断： a） 该类固体废物不属于禁止进入水泥窑协同处置的废物类别，危险废物类别符合危险废物经营许可证规定的类别要求，满足国家和当地的相关法律和法规； b） 协同处置企业具有协同处置该类固体废物的能力，协同处置过程中的人员健康和环境安全风险能够得到有效控制； C）该类固体废物的协同处置不会对水泥的稳定生产、烟气排放、水泥产品质量产生不利影响。 6.1.4 对于同一产废单位同一生产工艺产生的不同批次固体废物，在生产工艺操作参数未改变的前提下，可以仅对首批次固体废物进行采样分析，其后产生的固体废物采样分析在第 6.3 节制定处置方案时进行。 6.1.5 对入厂前固体废物采集分析的样品，经双方确认后封装保存，用于事故和纠纷的调查。备份样品应该保存到停止协同处置该种固体废物之后。如果在保存期间备份样品的特性发生变化，应更换备份样品，保证备份样品特性与所协同处置固体废物特性一致。	一般固废入厂接收后厂内内部定期取样进行化学成分占比及水份分析进行调控，通过内部化学成分及物理状态分析判断废物特性是否与合同注明的废物特性一致，并按入库流程检查符合要求方能入库。项目通过入窑成分的控制、配伍，可有效控制协同处置过程对烟气排放、水泥品质造成不利影响。 对入厂前一般固废采集分析的样品，经双方确认后封装保存，用于事故和纠纷的调查。备份样品应该保存到停止资源综合利用该种固体废物之后。如果在保存期间备份样品的特性发生变化，应更换备份样品，保证备份样品特性与所协同处置固体废物特性一致。	符合

			6.2 固体废物的接收与分析 6.2.1 入厂时固体废物的检查 a）在固体废物进入协同处置企业时，首先通过表观和气味，初步判断入厂固体废物是否与签订的合同标注的固体废物类别一致，并对固体废物进行称重，确认符合签订的合同。 b）对于危险废物，还应进行下列各项的检查：1）检查危险废物标签是否符合要求，所标注内容应与《危险废物转移联单》和签订的合同一致。 2）通过表观和气味初步判断的危险废物类别是否与《危险废物转移联单》一致。 3）对危险废物进行称重的重量是否与《危险废物转移联单》一致。 4）检查危险废物包装是否符合要求，应无破损和泄漏现象。 5）必要时，进行放射性检验。在完成上述检查并确认符合各项要求时，固体废物方可进入贮存库或预处理车间。 c） 按照 6.2.1 条 a）、b）款的规定进行检查后，如果拟入厂固体废物与转移联单或所签订合同的标注的废物类别不一致，或者危险废物包装发生破损或泄漏，应立即与固体废物产生单位、运输单位和运输责任人联系，共同进行现场判断。拟入厂危险废物与《危险废物转移联单》不一致时还应及时向当地环境保护行政主管部门报告 如果在协同处置企业现有条件下可以进行协同处置，并确保在固体废物分析、贮存、运输、预处理和协同处置过程中不会对生产安全和环境保护产生不利影响，可以进入协同处置企业贮存库或者预处理车间，经特性分析鉴别后按照常规程序进行协同处置。如果无法确定废物特性，将该批次废物作为不明性质废物，按照第9.3节规定处理。 如果确定协同处置企业无法处置该批次固体废物，应立即向当地环境保护行政主管部门报告，并退回到固体废物产生单位，或送至有关主管部门指定的专业处置单位。必要时应通知当地安全生产行政主管部门和公安部门。	根据 6.2.1 章节 a)～c）对入厂的一般固废进行检查，不合格的固废按 a)~c）中相应建议进行处理。 本项目不处置不明性质废物。 本项目运营期严格按照处置类别接收固废，不接收其他无法接受的类别，确保协同处置过程不会对生产安全和环境保护产生不利影响，做到达标排放。	符合

			6.2.2 入厂后固体废物的检验 a） 固体废物入厂后应及时进行取样分析，以判断固体废物特性是否与合同注明的固体废物特性一致。如果发现固体废物特性与合同注明的固体废物特性不一致，应参照第 6.2.1 条 c）款的规定进行处理。 b） 协同处置企业应对各个产废单位的相关信息进行定期的统计分析，评估其管理的能力和固体废物的稳定性，并根据评估情况适当减少检验频次。	一般固废入厂接收后厂内内部定期取样进行化学成分占比及水份分析进行调控，通过内部化学成分及物理状态分析判断废物特性是否与合同注明的废物特性一致。如果发现一般固废特性与合同注明的特性不一致，应立即与一般固废产生单位、运输单位和运输责任人联系，共同进行现场判断。 运营期建设单位对各个产废单位的相关信息进行定期的统计分析，评估其管理的能力和固体废物的稳定性，并根据评估情况适当减少检验频次。	符合
			6.2.3 制定协同处置方案 a）以固体废物入厂后的分析检测结果为依据，制定固体废物协同处置方案。固体废物协同处置方案应包括固体废物贮存、输送、预处理和入窑协同处置技术流程、配伍和技术参数，以及安全风险和相应的安全操作提示。 b）制定协同处置方案时应注意以下关键环节： 1） 按固体废物特性进行分类，不同固体废物在预处理的混合、搅拌过程中，确保不发生导致急剧增温、爆炸、燃烧的化学反应，不产生有害气体，禁止将不相容的固 体废物进行混合。 2） 固体废物及其混合物在贮存、厂内运输、预处理和入窑焚烧过程中不对所接触材料造成腐蚀破坏。 3） 入窑固体废物中有害物质的含量和投加速率满足本标准相关要求，防止对水泥生产和水泥质量造成不利影响。 c）在制定协同处置方案的过程中，如果无法确认是否可以满足第 6.2.3 条 b）款的要求，应通过相容性测试确认。	本项目按规范要求进行入厂废物的检查、接收与分析，并在此基础上制定协同综合利用方案。 项目固体废物入厂检查和检验结果记录备档，与固体废物协同综合利用方案共同入档保存，保存时间为 3 年。	符合

			6.2.4 固体废物入厂检查和检验结果应该记录备案，与固体废物协同处置方案共同入档保存。入厂检查和检验结果 3 年。		
			6.3 固体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。 6.3.2 在液态废物贮存区应设置足够数量的砂土等吸附物质，以用于液态废物泄漏后阻止其向外溢出。吸附危险废物后的吸附物质应作为危险废物进行管理和处置。 6.3.3 危险废物贮存设施的操作运行和管理应满足 GB18597 和 HJ/T176 中的相关要求。 6.3.4 不明性质废物在水泥厂内的暂存时间不得超过 1 周。	一般固废与水泥厂常规原料、燃料和产品分开贮存，不共用同一贮存设施。 本项目仅接收一般固废，不接收危险废物、不明性质废物。	符合
			6.4 固体废物预处理的技术要求 6.4.1 应根据入厂固体废物的特性和入窑固体废物的要求，按照固体废物协同处置方案，对固体废物进行破碎、筛分、分选、中和、沉淀、干燥、配伍、混合、搅拌、均质等预处理。 6.4.2 预处理后的固体废物应该具备以下特性： a） 满足本标准第 5 章要求。 b）理化性质均匀，保证水泥窑运行工况的连续稳定。 C）满足协同处置水泥企业已有设施进行输送、投加的要求。 6.4.3 应采取措施，保证预处理操作区域的环境质量满足 GBZ2 的要求。 6.4.4 应及时更换预处理区域内的过期消防器材和消防材料，以保证消防器材和消防材料的有效性。 6.4.5 预处理区应设置足够数量的砂土或碎木屑，以用于液态废物泄漏后阻止其向外的溢出。 6.4.6 危险废物预处理产生的各种废物均应作为危险废物进行管理和处置。	本项目按标准要求操作。保证操作区域的环境质量满足职业卫生标准。 建设单位定期检查并更换过期消防器材和消防材料，保证有效性。	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固体废物的扬尘、溢出和泄漏。 6.5.2 固体废物运输车辆应定期进行清洗。	一般固废运输车辆进出厂区时采用覆盖防扬尘，可防溢出、防泄漏。 本项目厂内不进行固	符合

		6.5.3 采用车辆在厂内运输危险废物时，应按照运输车辆的专用路线行驶。 6.5.4 厂内危险废物输送设施管理、维护产生的各种废物均应作为危险废物进行管理和处置。	体废物运输车辆的清洗。 本项目不涉及处置危险废物。	
		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，选择适当的固体废物投加位置。 6.6.2 固体废物投加时应保证窑系统工况的稳定。 6.6.3 在主燃烧器投加的技术要求 a）具有以下特性的固体废物宜在主燃烧器投加：1）液态或易于气力输送的粉状废物； 2）含 POPs 物质或高氯、高毒、难降解有机物质的废物； 3）热值高、含水率低的有机废液。 b）在主燃烧器投加固体废物操作中应满足以下条件： 1）通过泵力输送投加的液态废物不应含有沉淀物，以免堵塞燃烧器喷嘴； 2）通过气力输送投加的粉状废物，从多通道燃烧器的不同通道喷入窑内，若废物灰分含量高，尽可能喷入更远的距离，尽量达到固相反应带。 6.6.4 在窑门罩投加的技术要求 a）窑门罩宜投加不适于在窑头主燃烧器投加的液体废物，如各种低热值液态废物。 b）在窑门罩投加固态废物时应采用特殊设计的投加设施。投加时应确保将固态废物投至固相反应带，确保废物反应完全。 c）在窑门罩投加的液态废物应通过泵力输送至窑门罩喷入窑内。 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	本项目通过生料配料系统投加一般固废。 入窑物料（包括常规原料、燃料和废物）中重金属的最大允许投加量不大于表 1 所列限值。 本项目根据水泥生产工艺特点，控制物料入窑的氯（Cl）和氟（F）元素的投加量，其中入窑物料中氟元素含量不大于 0.5%，氯元素含量不大于 0.04%。保证水泥的正常生产和熟料质量符合国家标准。 本项目通过配料系统控制投加的物料中硫化物硫与有机硫总含量不大于 0.014%。 从窑头、窑尾高温区控制投加的全硫与配料系统投加的硫酸盐硫总投加量不大于 3000mg/kg-cli。	符合

		送装置或气力输送，大块状废物应通过机械传送装置输送。 6.6.6 在生料磨只能投加不含有机物和挥发半挥发性重金属的固态废物。 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（C1）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。		
	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、T1）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 和碱金属氯化物、碱金属硫酸盐等）在窑内的过渡积累，协同处置企业可定期进行预热器旁路放风。 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《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》的要求。	本项目定期对烟气进行采样监测，若发现烟气中 Hg 或 Tl 浓度过高时则按照要求调整。 项目不设置旁路放风系统。	符合
		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。	本项目按 GB175 的要求进行水泥的生产及质量控制。要求运营	符合

	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。	期，对涉及的重金属指标按标准规范要求对水泥产品定期检测，确保符合国家相关标准。	
	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。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。	根据工程分析，本项目水泥窑协同处置固体废物的排放烟气满足 GB30485 的要求。按照 GB30485 的要求对协同处置固体废物水泥窑排放烟气进行监测，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满足 GB30485 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。	本项目不新增废水。	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。	本次综合利用的一般固废产生的异味较小，为无组织形式，厂界恶臭污染物限值达到《恶臭污染物排放标准》（GB 14554-1993）要求。	符合

因此，项目符合《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规

范》（HJ662-2013）要求。

11、与《广东省臭氧污染防治（氮氧化物和挥发性有机物协同减排）实施方案（2023-2025年）》（粤环函〔2023〕45号）、《关于进一步加强固定源和移动源氮氧化物减排工作的通知》（粤环发〔2022〕5号）、《广东省水泥行业超低排放改造工作方案》（粤环〔2024〕7号）相符性分析

《广东省臭氧污染防治（氮氧化物和挥发性有机物协同减排）实施方案（2023-2025年）》（粤环函[2023]45号）提出："2．水泥行业　　工作目标：新建（含搬迁）水泥项目要达到超低排放水平。2025年底前，全省水泥（熟料）制造企业和独立粉磨站完成超低排放改造。"

《关于进一步加强固定源和移动源氮氧化物减排工作的通知（粤环发〔2022〕5号）》提出："（三）推进水泥行业超低排放改造。　　大力推进水泥行业工程减排，推进水泥企业开展涵盖所有生产环节（破碎、配料、回转窑煅烧、烘干、水泥粉磨、水泥制品加工等，以及大宗物料产品存储运输）的超低排放改造，鼓励2025年前实现水泥窑及窑尾余热利用系统烟气氮氧化物排放浓度不高于50毫克/立方米（基准氧含量10%），采用独立热源烘干的企业氮氧化物排放浓度不高于50毫克/立方米（基准氧含量8%）。国家对水泥行业超低排放另有规定的，按照国家要求执行。"

《广东省水泥行业超低排放改造工作方案》（粤环〔2024〕7号）提出："2028年底前，全省水泥熟料生产企业（不含矿山，含生产特种水泥、协同处置固废的水泥企业）和独立粉磨站全面完成超低排放改造并按国家和省有关要求完成超低排放监测评估和公示。"

企业污染排放达到大气污染物特别排放限值要求，且窑尾废气正在进行超低排放改造中，预计2025年底投入使用，因此，项目符合《广东省臭氧污染防治（氮氧化物和挥发性有机物协同减排）实施方案（2023-2025年）》（粤环函〔2023〕45号）、《关

于进一步加强固定源和移动源氮氧化物减排工作的通知》（粤环发〔2022〕5号）、《广东省水泥行业超低排放改造工作方案》（粤环〔2024〕7号）的要求。

12、与《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB30760-2024）相符性分析

详细分析见下表所示。

表 1-4 《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB30760-2024）的相符性

（GB30760-2024）相关要求	本次技改项目相符性	是否相符
4.1不应通过水泥窑进行协同处置的固体废物 下列固体废物不应入窑进行协同处置：a)放射性废物；b)具有传染性、爆炸性及反应性废物；c)未经拆解的废电池、废家用电器和电子产品；d)含汞的温度计、血压计、荧光灯管和开关；e)有钙焙烧工艺生产铬盐过程中产生的铬渣；f)石棉类废物；g)未知特性和未经鉴定的固体废物。	项目不接收GB30760-2024中禁止入窑废物	相符
4.2协同处置固体废物的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。相关程序包括： a)了解产生固体废物企业及工艺过程基本情况，确定固体废物种类、物理化学特性等基本属性。 b)拟处置的固体废物应按照GB34330、GB5085.7进行鉴别，工业固体废物按照HJ/T20进行采样，记录并报告详细的采样信息； c)拟处置的危险废物宜由固体废物供应方按照国家危险废物名录(2021年版)、HJ/T298和GB5085.7进行鉴别分析，确定危险废物的危害特性，并提供检测报告。 d)鉴别分析拟处置的固体废物特性，检测内容参见附录A。	本项目不涉及危险废物。 入厂接收后厂内内部定期取样进行化学成分占比及水份分析进行调控，通过内部化学成分及物理状态分析判断废物特性是否与合同注明的废物特性一致。 原有项目设有化验室，技改项目入场物料的重金属及硫元素检验分析拟委托具有国家认证检验检测机构资质认定证书（CMA)的单位进行检测，其余的依托现有化验室进行检测，不增加固体废物分析化验设备。鉴别分析拟处置的固体废物特性，检测内容参见GB30760-2024	相符

		的附录 A。	
	5.1 水泥窑协同处置固体废物的管理要求 5.1.1 协同处置固体废物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有专职人员负责处置固体废物技术管理、环境保护和安全管理等工作。 5.1.2 专业技术人员配置宜满足 HJ662 相关要求；处置危险废物的企业应配备具有资质的专职安全管理人员；所有岗位的人员均应进行水泥窑协同处置固体废物相关知识及技能的培训。	设立了专门负责协同处置废物的部门，制定了各项管理制度并有专职人员负责处置固体废物管理及环境保护有关工作；有岗位的人员均进行了有关水泥窑协同处置固体废物相关知识及技能的培训。	相符
	5.2 水泥窑协同处置固体废物设施场地与贮存 5.2.1 水泥窑协同处置固体废物设施所处场地应满足 GB30485、GB18597 和 HJ662 要求。贮存设施防火要求应满足 GB50016 的要求。贮存设施宜建设围墙或栅栏等隔离设施，并在设施边界周围设置防飞扬设施、安全防护设施及防火隔离带。 5.2.2对于有挥发性或化工恶臭的固体废物，应在密闭条件或微负压条件下贮存。固体废物的贮存设施应有必要的防渗性能。贮存设施内产生的废气和渗滤液，应根据各自的性质，按照GB30485、GB8978相关要求处理和排放。	本技改项目水泥窑协同处置固体废物设施所处场地满足 GB30485、GB18597 和 HJ662 要求。贮存设施防火要求满足 GB50016 的要求。贮存设施建设围墙，并在设施边界周围设置防飞扬设施、安全防护设施及防火隔离带。 本技改项目不涉及挥发性或化工恶臭的固体废物。固体废物的贮存设施已根据要求做好防渗。	相符
	5.3 水泥窑协同处置过程中固体废物的输送 5.3.1 在生产处置厂区内可采用机械、气力、汽车等方式输送、转运固体废物，输送、转运过程中要有防扬尘、防异味发散、防泄漏等技术措施。厂区内宜有明确的机械、气力等输送装备或车辆专门通道，并设有明确醒目的标志标识；废气、废液的输送、转运管道应有明确醒目的方向、速度等标志标识。	本技改项目不涉及危险废物、挥发性或化工恶臭的固体废物。 本项目依托现有项目配备的输送设备进行输送。	相符
	5.4 水泥窑协同处置厂区内固体废物的预处理 5.4.1 为适应水泥窑处置的要求，可在生产处置厂区内对固体废物进行预处理，包括化学处理，如酸碱中和、氧化等；物理处理，如浮选、磁选、水洗、破碎、	本技改项目不设预处理工艺。	相符

	粉磨、烘干等；生物处理，如厌氧发酵、好氧发酵、生物分解等。 5.4.2 预处理工艺过程应有防扬尘、防异味发散、防泄漏，防噪音等技术措施；宜在密闭或负压条件下进行预处理。 5.4.3 预处理过程产生的废气和废液，应根据各自的性质，按照 GB30485、GB8978 相关要求处理和排放。		
	5.5 水泥窑工艺技术装备及运行 5.5.1 协同处置固体废物的水泥窑应是新型干法预分解窑，应具备生产质量控制系统、生产管理信息分析系统。水泥窑在协同处置固体废物时，应保证窑炉及其他工艺设备的正常稳定运行。在水泥窑或烟气除尘设备出现不正常状况时，应自动联机停止固体废物投料。 5.5.2 窑炉烟气排放采用高效除尘器作为除尘设施，除尘器的同步运转率为 100%。 5.5.3 水泥窑及窑尾余热利用系统窑尾排气筒应满足 HJ76 要求，安装与当地环境保护主管部门联网的颗粒物、氮氧化物(NOx)、二氧化硫(SO_2)等大气污染物浓度在线监测设备。	本次技改项目依托现有的一条 6000t/d 新型干法水泥熟料生产线。生产过程中采用生产质量控制系统、生产管理信息分析系统。 水泥窑在协同处置固体废物时，可保证窑炉及其他工艺设备的正常稳定运行。 在水泥窑或烟气除尘设备出现不正常状况时，可自动联机停止固体废物投料。 窑炉烟气排放采用高效除尘器作为除尘设施，除尘器的同步运转率为 100%。 水泥窑及窑尾余热利用系统窑尾排气筒满足 HJ76 要求，已安装与当地环境保护主管部门联网的颗粒物、氮氧化物(NOx)、二氧化硫(SO_2)等大气污染物浓度在线监测设备。	相符
	5.6 水泥窑协同处置固体废物的投料 5.6.1 水泥窑协同处置固体废物投料点可设在生料制备系统、窑尾烟室、分解炉和回转窑系统。具体要求如下： b)含挥发性有害物质或化工恶臭的固体废物，不能投入生料制备系统； c)含有机难降解或高毒性有机物的固体废物优先从窑头(窑头主燃烧器或窑门罩)投加； d)半固态或大粒径固态废物宜优先从窑	本技改项目部分一般固废投入生料制备系统，不涉及含挥发性有害物质或化工恶臭的固体废物。项目的废物投加点符合该规范要求。水泥窑协同处置固体废物投料设有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	相符

	尾烟室或分解炉投加； e)可燃或有机质含量较高的固体废物优先从分解炉投加，投加位置宜选择在分解炉的煤粉或三次风入口附近，并在保证分解炉内氧化气氛稳定的前提下，尽可能靠近分解炉下部，以确保足够的烟气停留时间。 5.6.2 水泥窑协同处置固体废物投料应有计量和自动控制进料装置。在水泥窑达到正常工况并稳定运行至少 4h 后，可开始投加固体废物；在水泥窑计划停机前至少 4h 内不应投加固体废物。 5.6.3 固体废物机械输送投加装置的卸料点应设置防风、防雨设施。采用非密闭机械输送投加装置(如传送带、提升机等)的入料端口和人工投加口应设置在线监视系统，并将监视视频实时传输至中央控制室显示屏幕。	况时，自动联机停止固体废物投料。在水泥窑达到正常工况并稳定运行至少 4 小时后，开始投加固体废物；在水泥窑计划停机前至少 4 小时内不投加固体废物。固体废物机械输送投加装置的卸料点具备防风、防雨设施。采用非密闭机械输送投加装置现场已设置在线监视系统，并将监视视频实时传输至中央控制室显示屏幕。	
	6 入窑生料中重金属含量参考限值 6.1 入窑生料中重金属含量不宜超过表 1 中规定的参考限值，也能参考 H662 中的重金属最大允许投加量限值确定水泥窑协同处置固体废物投料量。	本技改项目建成后在原项目处置污泥的前提下，本技改项目投加量满足《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（GB30760-2024）对入窑物料的要求	相符

因此，项目符合《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB/T 30760-2024）要求。

二、建设项目工程分析

建设内容	**1、项目背景** 《国家发展改革委关于印发〈水泥工业发展专项规划〉的通知》（发改工业〔2006〕2222 号）要重视资源综合利用，鼓励企业利用低品位原、燃材料以及砂岩、固体废弃物等替代粘土配料，支持采用工业废渣做原料和混合材。推广节能粉磨、余热发电、利用水泥窑处理工业废弃物及分类好的生活垃圾等技术，发展循环经济。 《国务院关于化解产能严重过剩矛盾的指导意见》（国发〔2013〕41 号）四、分业施策。水泥：支持利用现有水泥窑无害化协同处置城市生活垃圾和产业废弃物，进一步完善费用结算机制，协同处置生产线数量比重不低于 10%。 《中共中央国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》和《“十四五”时期“无废城市”建设工作方案》以及《关于发布“十四五”时期“无废城市”建设名单的通知》（环办固体函〔2022〕164 号），开展“无废城市”建设是党中央、国务院作出的重大改革部署，是深入贯彻习近平生态文明思想的具体行动，是提升生态文明、建设美丽中国的重要举措。《中共中央国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》及《“十四五”时期“无废城市”建设工作方案》明确提出，“十四五”时期在全国范围内稳步推进 100 个左右地级及以上城市开展“无废城市”建设。 《广州市人民政府办公厅关于印发广州市生态环境保护“十四五”规划的通知》（穗府办〔2022〕16 号）中“建设‘无废城市’”、“提升固体废物处理处置能力”等的要求，积极开展固体废物协同处置技术发展路线。 《广州市花都区生态环境保护委员会关于印发花都区“十四五”时期生态文明建设规划的通知》（穗环花委〔2022〕1 号）也提出“加强工业固体废物协同处置，充分利用水泥制造业等工业窑炉协同处置污泥等工业固体废物”等协同处置鼓励政策。 为积极响应国家固体废物协同处置政策及无废城市建设，发挥实施水泥窑协同处置“减量化、资源化、无害化”处置的特有作用，建设单位拟通过现有 6000 吨/天熟料生产线进行技术改造，建设“广州市越堡水泥有限公司一般工业固废资源综合利用建设项目”，综合利用一般固废及高铝土等，综合利用规模

为 82.5 万吨/年，均用作原料和混合材资源综合利用。本次技改项目建成后，全厂生产工艺、生产规模等均不改变。

2、项目位置及四至情况

项目所在的厂区位于广州市花都区新华街溪秀路 5 号，中心地理位置为 E113.146859°，N23.340149°。厂区用地东面为水塘，东南面毗邻新街河与白坭河交汇口，南面毗邻白坭河，西面毗邻广州卓林家具有限公司和百世快运广州分拨（红棉大道店）；北面为广东庞源工程机械有限公司。项目四至图见附图 3，四至实景图见附图 4。

3、项目工程组成

本次技术改造不新增占地，现有项目厂区占地面积为 32.6 万 m^2，全厂总平面布置图见附图 5。本项目为固废资源综合利用建设项目，均化、生产及辅助设备设施均依托现有工程不变更，本项目工程组成见表 2-1。

表 2-1　本次技改项目涉及工程内容一览表

序号	项目组成		主要建设内容	与现有工程依托关系
1	主体工程	储存设施	利用现有两座原料联合储库（分别为原料联合储库 1 和原料联合储库 2），无新建	依托现有
2		计量输送系统	利用现有计量输送系统，无新建	依托现有
3		末端焚烧系统	水泥窑	依托现有
4		水泥生产线	利用现有 1 条 6000t/d 水泥熟料生产线，无新建	依托现有
5		水泥磨系统	无新建	依托现有
6	公用工程	供电	电源引自总降变电站备用回路，负责车间电动机供电，利用现有供电系统；	依托现有
7		给水	技改项目不新增用水	/
8		排水	技改项目无废水产生	/
9	环保工程	废气	窑尾废气经现有 SNCR 脱硝工艺+布袋除尘器+烟气湿法脱硫装置处理达标后经现有的 110m 排气筒 DA234 排放；窑头废气经收集后经现有袋式收尘器处理后由 40m 高排气筒 DA136 排放；水泥磨废气经收集后经现有袋式收尘器净化处理后分别由 34 米排气筒 DA176、34 米排气筒 DA179、43 米排气筒 DA186 排放。	依托现有
10		噪声	无新增设备，不新增噪声源	/
11		固体废物	本项目不产生固体废物	/

4、生产规模及产品方案

现有工程为一条 6000t/d 熟料新型干法预分解窑水泥生产线，水泥生产能力为 227.4 万吨/年，熟料生产能力为 192 万吨/年。

技改项目建成后，综合利用一般固废及高铝土等 82.5 万 t/a。以一般固废及高铝土等作为替代现有砂页岩等原辅材料，实现一般固废的无害化、减量化、资源化处置，水泥生产线生产规模不发生变化。

可行性分析：

本项目固废一部分是直接作为生料原料使用进生料配料工序最终入窑后生产熟料，一部分是直接作为水泥混合材使用进水泥配料工序生产水泥。对入窑物料，包括常规原料、燃料和固体废物中总金属成分以及氯、氟、硫等元素的最大允许投加量提出了限制，本技改项目建成后在原项目处置污泥、掺烧污染土的前提下，本技改项目投加量满足《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB/T30760-2024）对入窑物料的要求。项目建成后不增加熟料和水泥的产能，对水泥产品质量基本无影响，可知本技改项目综合利用一般固废及高铝土等是可行的。

5、主要原辅材料

本项目利用一般固废及高铝土等作为替代原料。项目不改变现有生产工艺和生产线产能，不新增污染物排放种类。本项目所使用的主要原辅材料种类及用量见下表。

表 2-2　项目主要原辅材料及能源消耗情况一览表

序号	名称	年使用量 t			存储位置
		技改前	技改后	变化量	
1	石灰石	270671	270671	0	石灰石均化库
2	砂页岩	112843	28558	-84285	原料联合储库
3	混合料(石灰石+黏土)	3273417	3174702	-98715	石灰石均化库
4	铁矿粉	158680	0	-158680	原料联合储库
5	铁尾矿	0	0~120000	0~120000	原料联合储库
6	铜冶炼渣选尾矿	0	0~1000	0~1000	原料联合储库
7	底泥（河道底泥）	0	0~60000	0~60000	原料联合储库
8	赤泥	0	0~110680	0~110680	原料联合储库
9	高铝土	0	0~50000	0~50000	原料联合储库
10	其他一般固废（可作为原料或混合材）	/	根据实际情况调整	根据实际情况调整	原料联合储库
生料小计		3815611	3815611	0	/
11	助磨剂	1600	1600	0	助磨剂罐

12	火山灰	439241	55921	-383320	原料联合储库
13	外购脱硫石膏	128337	28337	-100000	原料联合储库
14	自产脱硫石膏	22182	22182	0	原料联合储库
15	粉煤灰	0	0~95966	0~95966	原料联合储库
16	高炉渣	0	0~96000	0~96000	原料联合储库
17	炉渣	0	0~96000	0~96000	原料联合储库
18	煤矸石	0	0~95354	0~95354	原料联合储库
19	硫铁渣	0	0~50000	0~50000	原料联合储库
20	铅锌尾矿	0	0~50000	0~50000	原料联合储库
混合材小计		591360	591360	0	/
21	柴油	1500	1500	0	柴油库
22	烟煤	277581.4	277581.4	0	煤均化库
23	废旧纺织品	71500	71500	0	替代燃料仓库
24	废木制品	5500	5500	0	替代燃料仓库
25	废纸	5500	5500	0	替代燃料仓库
26	废皮革	5500	5500	0	替代燃料仓库
27	RDF(垃圾衍生燃料)	5500	5500	0	替代燃料仓库
28	生物质料	5500	5500	0	替代燃料仓库
29	干化污泥	186000	186000	0	污泥储库
30	脱硝原料-氨水	7000	7000	0	氨水房
31	脱硫原料-碳酸钙	9000	9000	0	石灰粉罐
32	污染土	99000	99000	0	原料联合储库
备注：可根据生产实际用量及类别情况调整固体废物处理量及增加类别，但年度处理总量维持在 82.5 万 t/a。					

表 2-3　本次技改利用一般固废和高铝土情况表

序号	废物类别	固废代码	处理量（t/a）*	备注
1	铁尾矿	081-001-S05	0~120000	生料制备
2	铜冶炼渣选尾矿	321-001-S01	0~1000	
3	底泥（河道底泥）	900-001-S91	0~60000	
4	赤泥	321-001-S09	0~110680	
5	高铝土	/	0~50000	
6	其他一般固废（电石渣、造纸白泥、氮渣、磷石膏、钢渣等）	/	根据实际情况调整	
7	粉煤灰	900-001-S02	0~95966	水泥制备
8	高炉渣	311-002-S01	0~96000	
9	炉渣	900-001-S03	0~96000	
10	煤矸石	060-001-S04	0~95354	
11	硫铁渣	261-001-S16	0~50000	

12	铅锌尾矿	091-002-S05	0~50000	
13	其他一般固废（磷石膏、废矿粉、采石场石粉、钢渣等）	/	根据实际情况调整	
合计			825000	/
备注：可根据生产实际用量及类别情况调整固体废物处理量及增加类别，但年度处理总量维持在 82.5 万 t/a。				

接收要求：

（1）根据下列要求对一般固废是否可以进厂综合利用进行判断：

①按照《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB30760-2024）和《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485-2013）的要求，不接收“不应进入”和“禁止进入”水泥窑进行协同处置的固体废物，见下表。若一般固废中混入有以上废物，本项目不能接收；

表 2-4　水泥窑协同处置不能接收的固体废物

序号	不能接收的固体废物
1	放射性废物
2	具有传染性、爆炸性及反应性废物
3	未经拆解的废电池、废家用电器和电子产品
4	含汞的温度计、血压计、荧光灯管和开关
5	有钙焙烧工艺产生铬盐过程中产生铬渣
6	含石棉类废物
7	含未知特性和未经鉴定的废物

②不接收含有《国家危险废物名录》（2025 年版）或者根据《危险废物鉴别技术规范》（HJ 298-2019）和《危险废物鉴别标准通则》（GB 5085.7-2019）认定具有危险特性的固体废物，不接收未知特性和未经鉴定的固体废物。

（2）对入厂前一般固废采集分析的样品，经双方确认后封装保存，用于事故和纠纷的调查。备份样品应该保存到停止综合利用该一般固废之后。如果在保存期间备份样品的特性发生变化，应更换备份样品，保证备份样品特性与所综合利用固体废物特性一致。

（3）入厂一般固废及高铝土等的硫化物硫与有机硫总含量不大于 0.014%，全硫与配料系统投加的硫酸盐硫总投加量不大于 3000mg/kg-cli。

6、主要生产设备

本项目仅对原料进行替代，不对生产设备进行改动。

表 2-5　项目技改前、后主要生产设备一览表

序号	设备名称	单位	规格型号	使用场所	现有工程	技改项目	技改后全厂	变化量
1	替代燃料贮存车间	座	35x54x10m	替代燃料车间	1	0	1	0
2	喂料仓	个	20m³	替代燃料输送	2	0	2	0
3	无轴密封双螺旋输送机	台	10t/h		2	0	2	0
4	大倾角皮带输送机	台	20t/h		1	0	1	0
5	称重缓冲仓	个	20m³		1	0	1	0
6	无轴密封螺旋输送机	台	10t/h		2	0	2	0
7	气动翻板阀	个	/		4	0	4	0
8	气动闸板阀	个	/		2	0	2	0
9	脉冲袋式收尘器	台	/	替代燃料废气处理	1	0	1	0
10	活性炭吸附	台	/		1	0	1	0
11	石灰石破碎机	台	LPC1020D22	矿山破碎	1	0	1	0
12	石灰石重型板式给料机	台	B2300×16000mm		1	0	1	0
13	堆料机:悬臂式堆料机	台	1200t/h	石灰石+粘土预均化	1	0	1	0
14	取料机:刮板取料机	台	550t/h		1	0	1	0
15	堆料机:悬臂式堆料机	台	1200t/h	辅助原料	1	0	1	0
16	堆料机:悬臂式堆料机	台	250t/h	煤预均化	1	0	1	0
17	取料机:刮板取料机	台	80t/h		1	0	1	0
18	破碎机	台	100t/h	石膏粉碎	1	0	1	0
19	立式磨LN60.4	台	520t/h	原料粉磨	1	0	1	0
20	斗式提升机	台	600t/h		1	0	1	0
21	斗式提升机	台	300t/h		1	0	1	0
22	斗式提升机	台	300t/h		1	0	1	0
23	（备用）斗式提升机 I	台	300t/h		1	0	1	0
24	（备用）斗式提升机 II	台	300t/h		1	0	1	0
25	立磨	台	45t/h	粉煤制备	1	0	1	0
26	煤磨袋收尘器	台	200000m³/h		1	0	1	0
27	煤磨热风引风机	台	142500m³/h		1	0	1	0
28	煤磨系统排风机	台	211400m³/h		1	0	1	0
29	双系列五级旋风预热器	台	250t/h	熟料烧成	1	0	1	0
30	分解炉	台			1	0	1	0

	31	预热炉	台			1	0	1	0
	32	混合炉	台			1	0	1	0
	33	回转窑（水泥窑）	台			1	0	1	0
	34	冷却机	台			1	0	1	0
	35	ID 风机	台	6460 m^3/min		2	0	2	
	36	工艺收尘器	台	1400000m^3/h		1	0	1	0
	37	窑尾排风机	台	1477200m^3/h		1	0	1	0
	38	接力风机	台	720000m^3/h		1	0	1	0
	39	开路球磨	台	170t/h	水泥粉磨	3	0	3	0
	40	辊压机	台	1000t/h		3	0	3	0
	41	V 型选粉机	台	1000t/h		3	0	3	0
	42	动态选粉机	台	270000m^3/h		3	0	3	0
	43	出辊机提升机	台	1300t/h		3	0	3	0
	44	出 V 选提升机	台	1300t/h		3	0	3	0
	45	包装机:每袋重量:50kg	台	100t/h	水泥包装	3	0	3	0
	46	自动汽车装车机	台	100t/h		4	0	4	0
	47	汽车水泥散装机	台	200t/h	水泥散装	7	0		0
	48	船运水泥散装机	台	200t/h		1	0	1	0
	49	6MW 凝汽式汽轮机	台	/	余热发电系统	1	0	1	0
	50	6MW 发电机	台	/		1	0	1	0
	51	AQC 余热锅炉	台	334900Nm^3/h		1	0	1	0
	52	SP 余热锅炉	台	211775Nm^3/h		2	0	2	0
	53	行车抓斗(双桥)	台	起重量 Q=13t(含抓斗)	污泥区域	2	0	2	0
	54	污泥卸料仓	台	V=50m^3		3	0	3	0
	55	污泥行车料斗	台	V=60m^3		2	0	2	0
	56	板带地表给料机	台	8-80t/h		4	0	4	0
	57	污泥缓存仓	台	V=150m^3		1	0	1	0
	58	污泥破碎机	台	30t/h		2	0	2	0
	59	管状胶带输送机 1#	台	0-80t/h		1	0	1	0
	60	管状胶带输送机 2#	台	0-80t/h		1	0	1	0
	61	提升机	台	80t/h		1	0	1	0
	62	储库收尘器	台	Q=77000m^3		1	0	1	0

				/h，含收尘风机					
	63	中转站收尘器	台	Q=9210m³/h，含收尘风机		1	0	1	0
	64	卸料坑收尘器	台	Q=22320m³/h，含收尘风机		1	0	1	0
	65	污泥卸车仓收尘器	台	Q=23200m³/h，含收尘风机		1	0	1	0
	66	污泥卸车仓收尘器	台	Q==31200 m³/h，含收尘风机，压力 3000Pa		2	0	2	0
	67	窑尾收尘器	台	Q=9210m³/h，含收尘风机，压力 2600Pa		1	0	1	0
	68	除臭系统	台	Q=60000m³/h，活性炭吸附系统		2	0	2	0
	69	除臭风机	台	Q=66000m³/h，功率：110kW		2	0	2	0
	70	除臭风机(去篦冷机)	台	Q=85000m³/h，全压：3000Pa，一台；		2	0	2	0
	71	废水处理系统	台	Q=155000 m³/h		1	0	1	0
	72	擦窗机	台	3m³/d		1	0	1	0
	73	电磁感应门(内门)	台	CCJ-01R－15 型		5	0	5	0
	74	电磁感应门(外门)	台	功率：1.5kW		5	0	5	0
	75	消防排烟风机	台	功率：1.5kW		1	0	1	0
	76	污泥小仓	台	Q=11.1 万 m³/h		2	0	2	0
	77	定量给料机	台	储量 50t		2	0	2	0
	78	拉链机	台	4-40t/h		4	0	4	0
	79	气动插板阀	台	0-30t/h		6	0	6	0

7、劳动定员及工作制度

现有项目职工总人数351人，年工作日数330天，厂区生产线（水泥窑）24h运行，每班工作8小时。厂区设食堂提供员工午餐，不提供住宿。

技改项目年工作日数330天，实行三班连续周运转，员工从现有工程调配，不新增员工。

8、厂区平面布置

厂区主要生产区布置于厂区的南侧，办公楼及员工宿舍、食堂等配套设施布置于厂区的东北面，位于常年主导风向的上风向，可将自身员工的影响降到最低。本次技改项目不涉及厂区平面布置的调整。

9、公用工程

①给水

拥有自备水厂，厂区生产、生活用水均取自白坭河，河水经沉淀、过滤、消毒处理后使用，供水量可以满足厂内生产及生活消防用水的需求。

技改项目无新增用水，建成后，全厂用水量不发生改变。

②排水

雨水：建设单位实行雨污分流，前期雨水经雨水沟汇集后，进入厂区雨水沉淀池，沉淀处理后的雨水回到工厂水处理系统，达标处理后回用于生产、洗地及绿化浇灌等。

生活污水：员工生活污水经厂区现有污水处理系统处理达标全部回用于厂区绿化浇灌，不外排。

生产废水：生产废水主要为冷却系统废水、脱硫系统场地冲洗水，浆液输送设备、输送管路、贮存箱的冲洗和脱硫系统辅助机械冷却、密封产生的废水，以及石膏脱水滤液、石膏脱水区冲洗产生的废水，冷却废水经絮凝沉淀处理后回用于冷却系统，不外排；其他废水全部进入积水坑中收集，定期返回吸收塔/石灰石浆液箱中循环使用，不外排。

技改项目无废水产生，技改前后全厂均无废水外排。

③供电系统

供电电源为一回路，来自广州市越堡水泥有限公司总降车间，设置容量为50000kvA的变压器。技改项目电源利用现有供电系统。

工艺流程和产排污环节

1、本次技改项目生产工艺流程

工艺流程见下图。

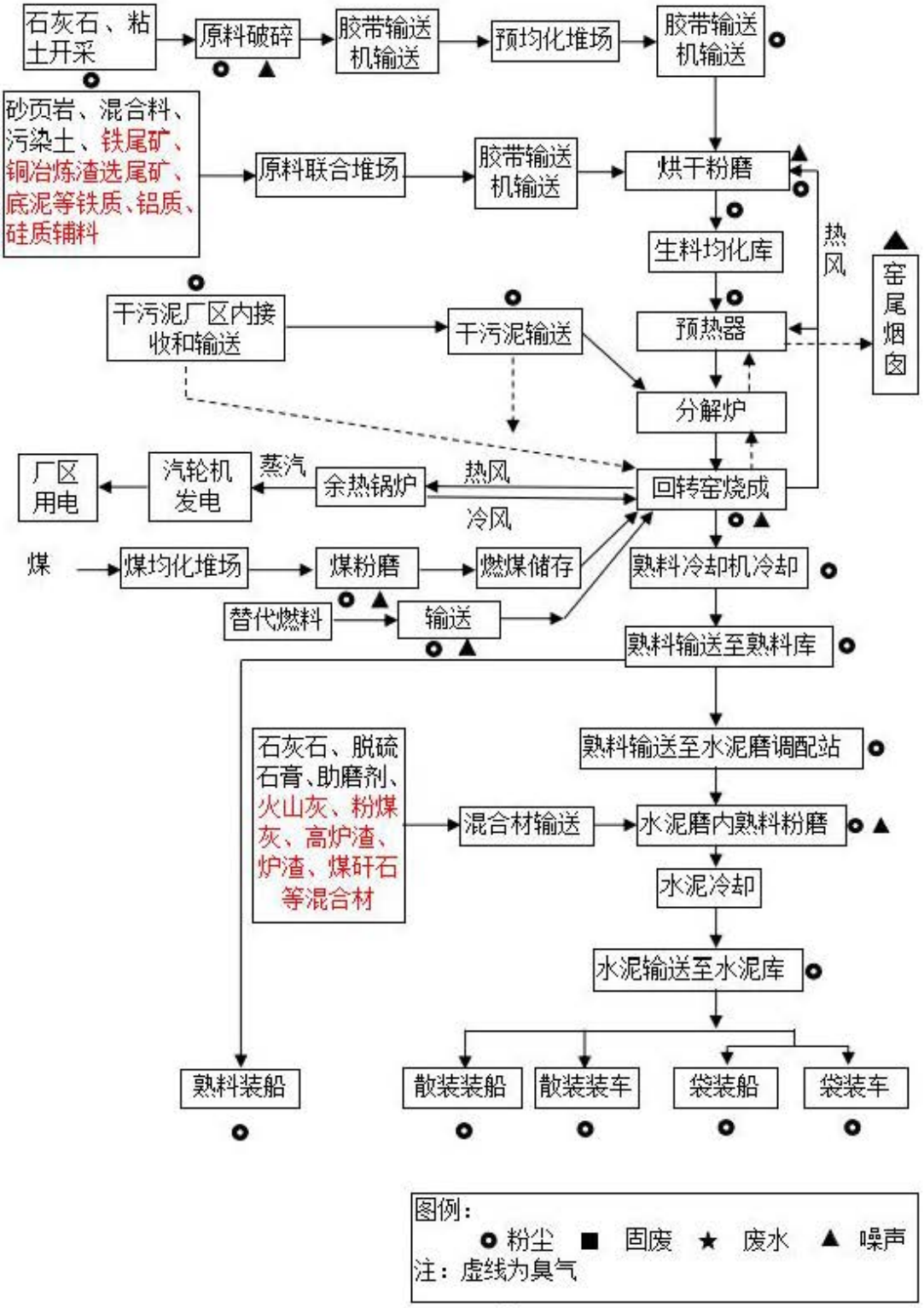

图 2-1　工艺流程图

一般固废及高铝土等在综合利用过程由准入评估、接收与化学成分占比分

	析、贮存、投加、综合利用等组成。本项目接收与分析、贮存等过程均在厂区内进行，铁尾矿、铜冶炼渣选尾矿、底泥（河道底泥进储库时已进行晾晒处理，无明显异味）、赤泥及高铝土等在生料配料阶段代替部分砂页岩、混合料及铁矿粉等，投加、协同处置等过程以转化为生料粉在水泥窑内进行，粉煤灰、高炉渣、炉渣、煤矸石、硫铁渣及铅锌尾矿等代替部分混合材直接进水泥配料工序生产水泥。 **2、本次技改项目产污情况分析** ①废水：本次技改不新增废水； ②废气：项目产品产量不变，所需热值不变，窑尾氮氧化物基本无变化；颗粒物基本无变化；窑尾废气主要变化为 HCl、HF、重金属、二噁英类等； ③噪声：无新增设备，不新增噪声源； ④固废：不新增固废。 **3、废物的计量、贮存** 本项目拟综合利用的一般固废及高铝土等进厂后，先对其进行初步肉眼判断，检查其表观和包装是否符合要求，固废标签所标注内容、固废类别等是否与签订合同一致。完成上述初步检查并确认符合相关要求后，一般固废及高铝土等通过厂区内的地磅称量，并记录其重量，方可经厂区道路进入原料联合储库。原料联合储库进行硬底化处理，且卸料区域具备防雨措施。一般固废及高铝土等为市场的成品，由于一般固废及高铝土等进厂前尺寸均小于 60mm（＞95%），不需进行预处理，可直接综合利用。此工序主要产生无组织废气、噪声。 **4、输送** 一般固废及高铝土等依托原料皮带运输线、原料配料站、生料入窑系统、窑尾高效袋式除尘器进行除尘。 **5、废物投加技术控制要求** 根据《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013）投加的技术要求：“应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，选择适当的固体废物投加位置；固体废物投加时应保证窑系统工况的稳定”，“在生料磨只能投加不含有机物和挥发半挥发重金属的固体废物”。

本项目铁尾矿、铜冶炼渣选尾矿、底泥、赤泥、高铝土等在生料磨投加，不含挥发性有机物。

6、水泥窑协同处置

水泥窑协同处置固废实质上属于焚烧法，但相对于专用的固废焚烧炉，水泥窑具有优越性，具有处理温度高、焚烧空间大、焚烧停留时间长、处理规模大、稳定性强、环保安全二次污染少等多个优点。

（1）窑尾预分解系统

本项目铁尾矿、铜冶炼渣选尾矿、底泥、赤泥、高铝土等作为替代原料与其它原辅材料一起经烘干粉磨经生料均化库均化后送入窑尾预分解系统。

在生产线窑头冷却机中部取风后设窑头 AQC 余热锅炉，在生产线窑尾预热器与高温风机之间的管道上设窑尾 SP 余热锅炉。废气分别通过 AQC 锅炉、SP 锅炉进行热交换，AQC 锅炉产生的过热蒸汽和 SP 锅炉产生的过热蒸汽，两股蒸汽在汽机房合并后进入汽轮机进汽口，从而推动汽轮机做功，做功后的乏汽通过冷凝器冷凝成水，凝结水经凝结水泵送入真空除氧器除氧，再经给水泵为 AQC 锅炉和 SP-1、SP-2 锅炉省煤器提供给水，主给水经过锅炉蒸发器、气包、过热器进行换热，从而形成完整的热力循环系统。

（2）烧成窑中及窑头

熟料煅烧采用一台 Φ5.2×70m 的回转窑，窑尾带有双系列五级低压损型旋风预热器和分解炉，日产熟料 6000t。

生料粉在回转窑中煅烧，发生化学反应，主要是石灰石受热分解生成 CaO 和 CO_2。其中 CaO 跟砂页岩的主要成分 SiO_2 反应生成水泥的主要成分之一硅酸二钙，而硅酸二钙进一步再跟 CaO 反应生成水泥的主要成分硅酸三钙。反应方程式如下：

$$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$$

$$CaO + SiO_2 \xrightarrow{1000℃} 2CaO \cdot SiO_2 + CO_2$$

$$CaO + 2CaO \cdot SiO_2 \xrightarrow{1400℃} 3CaO \cdot SiO_2 + CO_2$$

从回转窑进入篦冷机的高温熟料由篦板下鼓入的冷空气急速冷却，出冷却机熟料温度为 200°C 左右，冷却后的熟料经链斗输送机送入熟料库内储存。

出篦冷机的高温气体分为三部分。第一部分作为窑用二次风回用；另一部分由三次风管送到分解炉作为燃烧空气；第三部分作为余热发电的 AQC 锅炉余热利用，剩余部分废气经窑头袋式收尘器净化处理后排入大气。收尘器收下的粉尘经链运机送到熟料链斗进入熟料库。

7、水泥粉磨

水泥粉磨采用五套由管磨组成的粉磨系统。熟料和脱硫石膏、助磨剂、火山灰、粉煤灰、高炉渣、炉渣、煤矸石、硫铁渣、铅锌尾矿等混合材按一定比例配料后，其中 1#、2#水泥磨为闭流水泥系统，配料从球磨机一端进入球磨机粉磨，然后水泥进入旋风选粉机，选粉机可以将粗与细的水泥颗粒分离，达到细度要求的水泥即为成品，太粗的水泥颗粒则重新进入球磨机粉磨，辊压机技改后 1#、2#水泥磨已停运；3#、4#、5#水泥磨为开流水泥系统，配料从磨机一端进入磨机，粉磨成水泥，然后从磨机另一端出来，即为成品，平均出磨粒径 0.03mm。

8、入窑控制

（1）重金属入窑控制

水泥窑处置固废是以水泥窑正常运行和尾气达标排放为前提的，根据《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB/T30760-2024），提出了水泥窑焚烧固废时的进窑废物控制措施，以保证水泥窑的正常运行和尾气的达标排放。

由于污染土来源不稳定，本次收集了惠州仲恺平南项目、深圳市坪山区竹坑第一工业区及老围片区城市更新单元 01-01 地块和广州冶炼厂的污染土检测结果，取检测结果最大值进行计算。

表 2-6　污染土成分情况一览表

序号	检测项目	单位	样品 1	样品 2	样品 3	最大值
1	汞	mg/kg	0.075	0.103	0.052	0.075
2	铊	mg/kg	0.5	0.4	0.4	0.5
3	镉	mg/kg	0.6	0.24	0.19	0.6
4	铅	mg/kg	60	63	69	69
5	砷	mg/kg	2.11	5.69	1.89	5.69
6	铍	mg/kg	3.01	2.21	3.12	3.12
7	铬	mg/kg	54	59	66	66

8	锡	mg/kg	14.3	5.73	3.81	14.3
9	锑	mg/kg	3.1	0.9	0.8	3.1
10	铜	mg/kg	90	35	32	90
11	锰	mg/kg	460	353	460	460
12	镍	mg/kg	48	28	35	48
13	钒	mg/kg	86	99	117	117
14	六价铬	mg/kg	ND	ND	ND	ND
15	锌	mg/kg	452	168	184	452
16	钼	mg/kg	1.4	2.1	1.1	2.1
17	钴	mg/kg	9	9	15	15
18	总硫	%	0.05	0.02	0.04	0.05
19	总氯	%	0.004	0.007	0.006	0.007
20	总氟	%	0.0092	0.0086	0.009	0.0092

注：①样品 1 为广州冶炼厂污染土数据、样品 2 为惠州仲恺平南项目污染土数据、样品 3 为深圳市坪山区竹坑第一工业区及老围片区城市更新单元 01-01 地块污染土数据。
②ND 表示未检出。

污染土取上表检测结果最大值，砂页岩、废皮革引用广州市珠江水泥有限公司的砂页岩、废皮革检测数据，其他物料成分来自建设单位提供的检测数据，各入窑物料成分详见表 2-7，混合材物料成分详见表 2-8，物料检测报告见附件 4~附件 28。

重金属的最大允许投加量计算：

入窑生料重金属按下式计算

$$R_i = \sum W_{ij}\alpha_j + M_i\beta + R_n(1 - \sum \alpha_j - \beta)$$

式中：

R_i—水泥窑协同处置固体废物后投料期间，生料中第 i 类重金属含量，mg/kg；

W_{ij}—第 j 类固体废物的第 i 种重金属含量，mg/kg；

α_j—第 j 类固体废物折算到生料中的配料比例，%；

M_i—煤灰中第 i 种重金属含量，mg/kg；

β—煤灰折算到生料中的配料比例，%；

R 不投加固体废物期间，生料中第 i 类重金属含量，mg/kg。

入窑生料重金属含量限值符合性分析见表 2-9 和表 2-10 所示。

工艺流程和产排污环节

表 2-7　入窑物料的成分含量　单位：mg/kg

类别	石灰石	砂页岩	混合料	污染土	干化污泥	煤	废旧纺织品	废木制品	废纸	废皮革	RDF	生物质燃料	铁尾矿	铜冶炼渣选尾矿	底泥	赤泥	高铝土
投加量 t/a	270671	28558	3174702	99000	186000	277581.4	71500	5500	5500	5500	5500	5500	120000	1000	60000	110680	50000
汞	0.013	0.121	0.021	0.075	1.22	0.025	0.099	0.019	0.065	0.001	0.046	0.094	0.126	0.073	0.207	0.126	0.042
铊	0.5	0	1.1	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
镉	0	0	0.1	0.6	1.6	0	0	0	0.1	0	0	0	0	82.6	1.3	0	0.4
铅	0	26.1	6.5	69	30.1	4.6	0	2.7	10.4	2.6	1.6	0	482	2090	56.1	49	50.7
砷	1.11	5.21	2.86	5.69	13.7	0.554	0.113	0.218	0.716	0.818	0.35	0.288	30	1320	21.1	25.6	4.04
铍	0	0	0	3.12	0	1.84	0	0.09	0	0	0	0	0	0	0.28	0	1.2
铬	1.1	95.5	16	66	78	3.9	2.9	1.4	9.4	0.025	0.6	2.4	38.7	90.4	94.3	830	5.4
锡	0	0	0	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	132	0	0	0
锑	0	0	0	3.1	0	0	82.8	0	0	31.8	0	0	0	451	0	0	0
铜	1.3	23.4	2.9	90	193	6.4	2.1	4.3	34.8	1.8	1.4	2.7	30.4	2340	103	12.6	2.6
锰	72.2	59.8	112	460	552	36.8	1.55	41.7	44.6	19.4	81.3	181	206	446	388	260	148
镍	2.1	10.4	5.9	48	22.2	8.6	0	0	4.2	1.2	33.2	0.7	0.6	43.2	29.6	6.8	3
钒	3	101	16.8	117	27.2	15.6	0	0	4	4.4	0	0	62.7	39.2	50.7	666	51.3
锌	2.8	25.3	16.1	452	867	10	94	8.8	60.8	94	94	94	119	25100	276	55.8	33
钴	0.6	9.3	3.6	15	9	3.4	1.8	0	2.3	6.7	1.4	0	4.7	202	12.4	33	7.8
六价铬	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
钼	0.8	18.4	0.9	2.1	6.9	12.1	0	0	2.2	0	0	0	11.4	1220	12.7	76.4	0
总氯	0.001%	0.0148%	0.001%	0.007%	0.0515%	0.010%	0.127%	0.335%	0.318%	0.379%	0.241%	0.155%	0.0171%	0.193%	0.439%	0.624%	0.283%
总氟	0.004%	0.074%	0.019%	0.009%	0.045%	0.010%	0.004%	0.003%	0.033%	0.005%	0.004%	0.003%	0.172%	0.021%	0.046%	0.024%	0.036%

备注：①未检出值按 0 计算；②废旧纺织品、RDF(垃圾衍生燃料)和生物质燃料的锌、六价铬、钼参考废皮革的含量。

表 2-8　混合材物料的成分含量　单位：mg/kg

类别	火山灰	脱硫石膏	粉煤灰	高炉渣	硫铁渣	铅锌尾矿	炉渣	煤矸石
投加量 t/a	55921	28337	22182	95966	96000	50000	50000	96000
汞	0.168	1.56	1.93	0.278	0.011	0.078	0.018	0.019
铊	0	2	1.5	0	0	56.6	17.3	0
镉	1.7	0	0.2	0	0	11.7	22	0
铅	24.6	1.5	1.7	44.5	0	544	2580	23.4
砷	6.44	0.697	1.67	5.54	0.118	12.9	372	2.01
铍	0.66	0	0.14	4.53	0	1.46	1.04	2.27
铬	110	19.7	4.9	39.8	1.4	111	55.2	69.1
锡	0	0	0	0	0	0	0	0
锑	5.1	0	0.7	0	0	0	0	0
铜	47	1.9	1.4	70.2	0	0	228	30.2
锰	294	16.5	25.6	284	1940	5650	16000	734
镍	89.3	1.3	1.7	30.1	0	11.5	14.8	29.2
钒	787	3.5	3.5	158	15.3	50.5	64.6	89.8
锌	156	5.6	11.2	120	5.7	5720	2340	50.1
钴	6.1	0.6	0	36.9	5	5.2	18.5	29.6
六价铬	0	0	0	0	0	0	0	0
钼	23	0	0	60.1	6.7	6.7	7.4	37.7

表 2-9　入窑生料重金属含量限值（GB/T 30760-2024）符合性分析一览表　单位：mg/kg-cli

重金属	投加量																		GB/T 30760最大允许限值	是否相符
	石灰石	砂页岩	混合料	污染土	干化污泥	煤	废旧纺织品	废木制品	废纸	废皮革	RDF	生物质燃料	铁尾矿	铜冶炼渣选尾矿	底泥	赤泥	高铝土	合计		
砷	0.067	0.033	2.028	0.126	0.569	0.034	0.002	0	0.001	0.001	0	0	0.804	0.295	0.283	0.633	0.045	4.922	28	是
铅	0	0.166	4.609	1.526	1.250	0.285	0	0.003	0.013	0.003	0.002	0	12.919	0.467	0.752	1.211	0.566	23.773	67	是
镉	0	0	0.071	0.013	0.066	0	0	0	0	0	0	0	0	0.018	0.017	0	0.004	0.191	1	是
铬	0.067	0.609	11.345	1.459	3.240	0.242	0.046	0.002	0.012	0	0.001	0.003	1.037	0.020	1.264	20.518	0.060	39.926	98	是
铜	0.079	0.149	2.056	1.990	8.018	0.397	0.034	0.005	0.043	0.002	0.002	0.003	0.815	0.523	1.380	0.311	0.029	15.836	65	是
镍	0.127	0.066	4.184	1.061	0.922	0.533	0	0	0.005	0.001	0.041	0.001	0.016	0.010	0.397	0.168	0.034	7.566	66	是
锌	0.169	0.161	11.416	9.995	36.019	0.620	1.501	0.011	0.075	0.115	0.115	0.115	3.189	5.606	3.699	1.379	0.369	74.556	361	是
锰	4.365	0.381	79.417	10.172	22.932	2.282	0.025	0.051	0.055	0.024	0.100	0.222	5.521	0.100	5.200	6.427	1.653	138.927	384	是

表 2-10　入窑生料重金属含量限值（HJ662-2013）符合性分析一览表　单位：mg/kg-cli

重金属	投加量																		HJ662最大允许限值	是否相符
	石灰石	砂页岩	混合料	污染土	干化污泥	煤	废旧纺织品	废木制品	废纸	废皮革	RDF	生物质燃料	铁尾矿	铜冶炼渣选尾矿	底泥	赤泥	高铝土	合计		
汞（Hg）	0.002	0.002	0.035	0.004	0.118	0.004	0.004	0	0	0	0	0	0.008	0	0.006	0.007	0.001	0.191	0.23	是
铊+镉+铅+15×砷	2.418	1.551	83.667	8.015	22.979	1.866	0.063	0.017	0.061	0.043	0.020	0.012	58.250	11.444	11.684	24.961	2.909	229.959	230	是
铍+铬+10×锡+50×锑+铜+锰+镍+钒	11.236	4.315	253.976	55.797	84.514	10.574	154.416	0.136	0.278	4.632	0.334	0.535	21.150	13.973	20.809	102.344	5.508	744.526	1150	是

工艺流程和产排污环节

由上表可知，本项目运营后，水泥熟料中的重金属投加量均小于《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB/T 30760-2024）和《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013）的规定限值，**符合其入窑生料重金属含量限值**要求。

对于单位为 mg/kg-cem 的重金属，重金属的投加量和投加速率计算公式如下所示：

$$FM_{hm-ce}=\frac{C_w\times m_w+C_f\times m_f+C_r\times m_r}{m_{cli}}\times R_{cli}+C_{mi}\times R_{mi}$$

$$FR_{hm-ce}=FM_{hm-ce}\times m_{cli}\times\frac{R_{mi}\times R_{cli}}{R_{cli}}$$

$$=C_w\times m_w+C_f\times m_f+C_r\times m_r+C_{mi}\times m_{cli}\times\frac{R_{mi}}{R_{cli}}$$

$$=FM_{hm-cli}\times m_{cli}+C_{mi}\times m_{cli}\times\frac{R_{mi}}{R_{cli}}$$

式中：

FM_{hm-ce} 为重金属的单位水泥投加量，包括由混合材带入的重金属，mg/kg-cem；

C_w、C_f、C_r 和 C_{mi} 分别为固体废物、常规燃料、常规原料和混合材中的重金属含量，mg/kg；

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；

m_{cli} 为单位时间的熟料产量，kg/h；

R_{cli} 和 R_{mi} 分别为水泥中熟料和混合材的百分比，%；

FR_{hm-ce} 为重金属的投加速率，包括由混合材料带入的重金属，mg/h；

FR_{hm-cli} 为重金属的投加速率，不包括由混合材料带入的重金属，mg/h。

对于单位为 mg/kg-cem 的重金属，重金属含量限值符合性分析见下表。

表 2-11　重金属含量限值符合性分析一览表　单位：mg/kg-cem

重金属	投加量						是否合规
	固体废物	常规燃料	常规原料	混合材	合计	最大允许限值	
总铬（Cr）	43.455	6.325	21.621	15.527	86.928	320	是
六价铬（Cr^{6+}）	0	0	0	0	0	10 (1)	是
锌（Zn）	43.237	68.808	21.931	172.002	305.977	37760	是
锰（Mn）	51.863	45.830	168.918	558.336	824.946	3350	是
镍（Ni）	3.007	2.683	8.482	6.384	20.555	640	是

钼（Mo）	4.787	1.854	1.395	5.314	13.351	310	是
砷（As）	3.899	1.085	3.851	8.444	17.279	4280	是
镉（Cd）	0.096	0.119	0.126	0.711	1.052	40	是
铅（Pb）	31.113	2.777	8.563	66.531	108.984	1590	是
铜（Cu）	9.006	15.170	4.095	11.332	39.603	7920	是
汞（Hg）	/	/	/	0.053	0.053	4 (2)	是
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）氟（F）和氯（Cl）元素入窑控制

根据《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013），应结合水泥生产工艺特点，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%。F元素或Cl元素含量的计算下式所示。

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

式中：

C为入窑物料中F元素或Cl元素的含量，%;

Cw、Cf和Cr分别为固体废物、常规燃料和常规原料中的F元素或Cl元素含量，%;

mw、mf和mr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。

①入窑物料中F元素计算

表2-12　F元素入窑控制计算表

项目	F 含量	投加量（t/a）
石灰石	0.004%	270671
砂页岩	0.074%	28558
混合料	0.019%	3174702
污染土	0.009%	99000
干化污泥	0.045%	186000
煤	0.010%	277581.4
废旧纺织品	0.004%	71500
废木制品	0.003%	5500
废纸	0.033%	5500
废皮革	0.005%	5500

RDF	0.004%	5500
生物质燃料	0.003%	5500
铁尾矿	0.172%	120000
铜冶炼渣选尾矿	0.021%	1000
底泥	0.046%	60000
赤泥	0.024%	110680
高铝土	0.036%	50000
计算结果		
入窑物料中 F 元素的含量 C	0.023%	

根据上述计算结果可知，入窑物料中 F 元素的含量是 0.023%，符合《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013）入窑物料中氟元素控制参数，氟元素含量满足不应大于 0.5%要求。

②入窑物料中 Cl 元素计算

表 2-13　Cl 元素入窑控制计算表

项目	Cl 含量	投加量（t/a）
石灰石	0.001%	270671
砂页岩	0.0148%	28558
混合料	0.001%	3174702
污染土	0.007%	99000
干化污泥	0.0515%	186000
煤	0.010%	277581.4
废旧纺织品	0.127%	71500
废木制品	0.335%	5500
废纸	0.318%	5500
废皮革	0.379%	5500
RDF	0.241%	5500
生物质燃料	0.155%	5500
铁尾矿	0.0171%	120000
铜冶炼渣选尾矿	0.193%	1000
底泥	0.439%	60000
赤泥	0.624%	110680
高铝土	0.283%	50000
计算结果		
入窑物料中 Cl 元素的含量 C	0.033%	

根据上述计算结果可知，入窑物料中 Cl 元素的含量是 0.033%，符合《水

泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013）入窑物料中氯元素控制参数，氯元素含量满足不应大于 0.04%要求。

9、原料替代的可行性分析

（1）生产规模要求

拟进行协同处置一般固废及高铝土等的现有水泥生产线为新型干法水泥窑，日产 6000t 熟料，满足处置固体废物应采用单线设计熟料生产规模 2000 吨/日及以上水泥窑的要求。

（2）水泥窑水泥产品产量

本项目主要针对原料等量替代来进行替代方案的设计项目，生产规模不发生变化。从水泥产品产量不增加。

（3）重金属及氟、氯元素控制

根据上文的重金属及氟、氯元素的入窑成分计算，本替代方案符合《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB/T 30760-2024）和《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013）对重金属、《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013）对氟、氯元素的要求。

（4）窑灰返窑装置

现有水泥生产线配备窑灰返窑装置，将除尘器收集的粉尘返回送往生料入窑系统，可确保协同处置固体废物时水泥窑的窑尾除尘灰可返回原料系统。

（5）废气治理设施及在线监控措施

现有水泥生产线窑尾为高效袋式除尘器，满足对于水泥窑协同处置固体废物设施要求窑尾烟气除尘应采用高效袋式除尘器，保证排放烟气中颗粒物浓度满足 GB4915 的要求。现有工程配套有除尘系统、脱硝系统、烟气湿法脱硫设施等，能够有效处理烟气废气。窑尾排气筒已配备颗粒物、NO_X、SO_2 浓度在线监测设备，连续监测装置需满足 HJ/T76 的要求，并与重点排污单位自动监控与基础数据库系统（企业服务端）、广州市污染源自动监控系统（企业端）联网，保证污染物排放达标。

现有水泥生产线，配备在线监测设备，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、O_2 浓度；分解炉或最低一级旋风筒出口烟气温度、压力、O_2 浓度；顶级旋风筒出口烟气温度、压力、O_2、CO

浓度。

综上所述，现有工程已配备完整的水泥生产系统，物料贮存、物料运输、配料、投料系统、环境保护设施等均可满足本项目固体废物的协同处置需求，本次利用现有工程协同处置一般固废及高铝土等是可行的。

与项目有关的原有环境污染问题

1、现有工程环保手续履行情况

广州市越堡水泥有限公司现拥有一条日产熟料 6000t/d 新型干法水泥生产线。公司成立至今，先后开展多次技术改造，历年环保手续履行情况见下表。

表 2-14　项目原有环评及验收批复情况一览表

序号	项目名称	环评批复文号及批复时间	验收批文号及验收时间
1	广州水泥厂环保迁建工程(6000t/d)	环审（2002）第 312 号，2006 年 11 月 21 日	环验（2006）105 号，2006 年 8 月 28 日
2	广州市越堡水泥有限公司协同处置城市生活污水处理厂污泥项目	穗环管影（2009）83 号，2009 年 4 月 17 日	穗环管验（2011）173，2011 年 11 月 18 日
3	广州市越堡水泥有限公司余热发电项目	花环监字（2015）83 号，2015 年 5 月 29 日	穗(花)环管（2017）11 号，2017 年 1 月 24 日
4	广州市越堡水泥有限公司 SNCR 降氮脱硝项目	花环监字（2017）22 号，2017 年 2 月 15 日	穗(花)环管（2017）97 号，2017 年 9 月 26 日
5	广州市越堡水泥有限公司辊压机节能项目	花环监字（2017）75 号，2017 年 8 月 3 日	穗(花)环管（2018）14 号，2018 年 9 月 10 日
6	广州市越堡水泥有限公司窑尾烟气湿法脱硫项目	花环监字（2017）122 号，2017 年 12 月 29 日	自主验收，2021 年 10 月
7	污泥处置系统清洁化生产改造项目	豁免	/
8	广州市越堡水泥有限公司水泥窑协同处置替代燃料及重金属污染土壤建设项目	穗环管影（花）（2024）261 号，2024 年 12 月 19 日	已批未验

广州市越堡水泥有限公司于 2025 年 4 月 14 日取得广州市生态环境局核发的《排污许可证》（证书编号：91440101717869643300 1P）（见附件 3）。

2、现有工程工艺流程

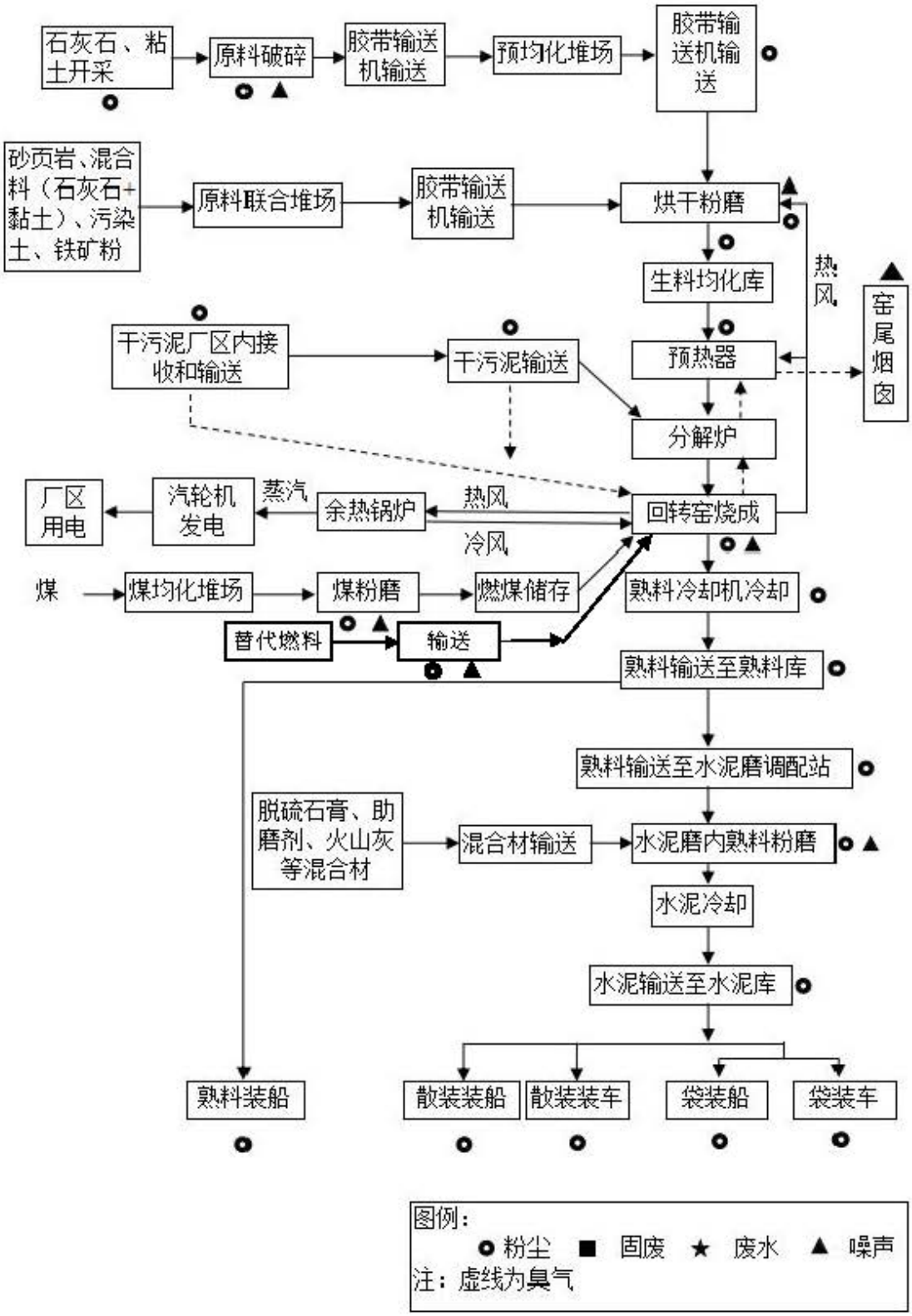

图 2-2　现有工程水泥生产工艺流程图及产污环节（包括已批未验工程）

工艺流程简介：

（1）石灰石、砂页岩预均化

石灰石破碎设在矿山，破碎后的石灰石在胶带输送机上采用在线连续质量

	控制系统实现石灰石的预配料。配料后的石灰石由长胶带输送机送入厂区封闭的圆形石灰石预均化堆场，砂页岩、混合料（石灰石+黏土）、铁矿粉、铜冶炼渣选尾矿、底泥等钙质、硅质、铁质和铝质原辅材料通过车辆运输至原料联合储库。混合料经胶带输送机送至原料调配站。 （2）原料配料 参与配料的石灰石、砂页岩、混合料（石灰石+黏土）、铁矿粉等原辅材料分别由带有计量称的皮带输送机按设定配比喂入生料磨。 （3）原料粉磨 生料粉磨采用立式磨，石灰石、砂页岩、混合料（石灰石+黏土）、铁矿粉等原辅材料按设定的比例入原料磨中进行烘干粉磨，出磨物料送至生料均化库，原料粉磨系统利用窑尾余热作为烘干热源，出磨气体送入窑尾袋式收尘器净化处理。 （4）生料均化库及窑尾喂料 多料流均化库投资相对较高，但操作简单、生产及维修费用较低、均化效果好、卸料率高。企业设置一座中央控制室连续均化库储存、均化生料。由斗式提升机送至均化库顶的生料多点下料入库，使库内料层几乎呈水平状分层堆放，经过重力混合均化后，由带流量控制阀的斜槽送入计量小仓，生料经计量小仓下的调速皮带称量后，经皮带机和提升机直接喂入预热器系统。均化库所用高压空气由罗茨风机提供。 （5）原煤预均化 燃煤成分波动对生产操作及熟料质量都有很大的影响，稳定烧成用煤的煤质、煤量，是能否生产优质熟料的关键之一。本项目设置一座矩形原煤预均化堆场。均化后的原煤用圆盘取料机取料，并经带式输送机输送至煤粉制备车间。 （6）煤粉制备 煤粉制备采用立式磨，利用窑尾余热作磨机烘干热源。煤粉仓下设有煤粉计量输送装置，煤粉经此装置精确地送入窑头及分解炉。 （7）窑尾预分解系统 在生产线窑头冷却机中部取风后设窑头 AQC 余热锅炉，在生产线窑尾预热器与高温风机之间的管道上设窑尾 SP 余热锅炉。废气分别通过 AQC 锅炉、SP

锅炉进行热交换，AQC 锅炉产生的过热蒸汽和 SP 锅炉产生的过热蒸汽，两股蒸汽在汽机房合并后进入汽轮机进汽口，从而推动汽轮机做功，做功后的乏汽通过冷凝器冷凝成水，凝结水经凝结水泵送入真空除氧器除氧，再经给水泵为 AQC 锅炉和 SP-1、SP-2 锅炉省煤器提供给水，主给水经过锅炉蒸发器、气包、过热器进行换热，从而形成完整的热力循环系统。

（8）烧成窑中及窑头

熟料煅烧采用一台Φ5.2×70m 的回转窑，窑尾带有双系列五级低压损型旋风预热器和分解炉，日产熟料 6000t。

生料在回转窑中煅烧，发生化学反应，主要是石灰石受热分解生成 CaO 和 CO_2。其中 CaO 跟砂页岩的主要成分 SiO_2 反应生成水泥的主要成分之一硅酸二钙，而硅酸二钙进一步再跟 CaO 反应生成水泥的主要成分硅酸三钙。反应方程式如下：

$$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$$

$$CaO + SiO_2 \xrightarrow{1000℃} 2CaO \cdot SiO_2 + CO_2$$

$$CaO + 2CaO \cdot SiO_2 \xrightarrow{1400℃} 3CaO \cdot SiO_2 + CO_2$$

从回转窑进入篦冷机的高温熟料由篦板下鼓入的冷空气急速冷却，出冷却机熟料温度为 200°C 左右，冷却后的熟料经链斗输送机送入熟料库内储存。

出篦冷机的高温气体分为三部分。第一部分作为窑用二次风回用；另一部分由三次风管送到分解炉作为燃烧空气；第三部分作为余热发电的 AQC 锅炉余热利用，剩余部分废气经窑头袋式收尘器净化处理后排入大气。收尘器收下的粉尘经链运机送到熟料链斗进入熟料库。

（9）熟料储存

熟料冷却采用一台控制流高效篦冷机，冷却机出口处设有一台辊式破碎机，出冷却机熟料送入Φ60×25m 熟料库中。出熟料库熟料送至水泥粉磨调配站。

（10）水泥粉磨

水泥粉磨采用五套由管磨组成的粉磨系统。熟料和脱硫石膏、助磨剂、火

山灰等混合材按一定比例配料后，其中1#、2#水泥磨为闭流水泥系统，配料从球磨机一端进入球磨机粉磨，然后水泥进入旋风选粉机，选粉机可以将粗与细的水泥颗粒分离，达到细度要求的水泥即为成品，太粗的水泥颗粒则重新进入球磨机粉磨，辊压机技改后1#、2#水泥磨已停运；3#、4#、5#水泥磨为开流水泥系统，配料从磨机一端进入磨机，粉磨成水泥，然后从磨机另一端出来，即为成品，平均出磨粒径0.03mm。

（11）水泥储存及包装

成品全部送至水泥库储存。出库水泥经库底汇料箱，一部分送小袋袋装或汽车水泥散装，另一部分供船运散装。小袋水泥（50kg/袋）包装由三台回转式包装机系统组成，袋装水泥由四台汽车自动装车机装车，不设成品站台。

现有污染源及治理措施

水泥生产过程中主要是各种原料与混合料的破碎、粉磨、烧成、水泥粉磨与包装等，其污染物以废气及各种设备的噪声为主。

（1）大气污染源及治理措施

①粉尘

原料粉尘：产生于各种原料的装卸、破碎、运输、贮存和生料的粉磨等过程；

燃煤粉尘：产生于原煤的装卸、煤粉制备、贮存等过程；

熟料粉尘：产生于熟料的冷却、破碎、输送及贮存等过程；

水泥粉尘：产生于水泥粉磨、储存、包装及输送等过程；

窑尾粉尘：产生于生料的预热、分解及熟料煅烧等过程；

以上产生粉尘的排放方式分为有组织排放、无组织排放两大类。有组织排放指从热力设备烟囱和除尘设备排气筒排放，无组织排放指物料在装卸堆存过程中自由散发。现有工程的粉尘排放以有组织排放为主。

A.有组织排放

对工艺生产过程中废气排放较大的原煤粉磨等采用袋式收尘器进行收尘处理，使生产线上的工艺废气较为有效的治理和回收粉尘，收尘效率99.9%以上。

熟料冷却选用目前技术先进的高温脉冲袋式除尘器，该除尘器是结合水泥窑工艺特点开发设计的一种耐高温系列长袋脉冲除尘器，产品综合长脉冲除尘

器的特点，具有分室反吹和脉冲喷吹清灰的优点，充分发挥压缩空气强力喷吹清灰的作用，收尘效率 99.9%以上。

生料磨系统、水泥磨、回转窑、破碎机房、水泥包装机、物料皮带运输的转运点等处、窑尾、窑头，均采用脉冲布袋收尘器进行收尘，收尘效率 99.9%以上。

B.无组织排放

无组织排放主要产生于原、燃料的装卸和道路扬尘。原、燃料的装卸扬尘产生的大小与物料的粒度、比重、落差、湿度、风向、风速等诸多因素有关。道路扬尘包括两部分，一部分是在大风条件下，地面灰尘被风吹起形成扬尘，二是在交通条件下引起的扬尘。主要的无组织排放产生在石灰石、砂页岩、燃料煤等原辅料装卸过程。

物料堆存均采取较为封闭的堆棚，厂内备有洒水车及清扫保洁人员，每天均对原料、燃料堆场周边和物料运输道路进行多次人工清扫及洒水降尘。

②二氧化硫与氮氧化物

现有工程的熟料煅烧有二氧化硫与氮氧化物产生。

窑尾排放的 SO_2 是由于煤粉在窑内燃烧产生的，但由于水泥熟料生产过程有吸硫作用，当窑内温度在 800~950℃时，燃料燃烧所产生的大部分 SO_2 被物料中的氧化钙和碱性氧化物吸收形成硫酸钙及亚硫酸钙等中间物质，由于物料与气体充分接触，吸硫作用大，因此 SO_2 排放量少，同时公司配套湿法脱硫设施进行处理，能有效稳定控制 SO_2 的排放，符合排放标准要求。排放的 NO_2 主要来自窑内高温煅烧过程以及原料含有氮元素的燃烧转化，其中，由原料中氮元素燃烧转化形成的 NO_2 较少，高温煅烧过程产生的热力型 NO_2 是 NO_2 的主要来源，窑尾烟气已设置 SNCR 脱硝降氮系统进行处理，能有效稳定控制 NO_X 的排放，符合排放标准要求。

③氟化物

熟料烧成过程产生的氟化物来自于原、燃料。由于回转窑氟的溢出率较低，一般在 2%左右，企业采用窑外分解生产工艺，不适用萤石等含氟化物原料。

④重金属

水泥回转窑中大部分的重金属被矿化固定在掺合料矿物中，因此水泥回转

窑起到了重金属高温固化的作用，所以窑尾烟气中重金属含量较少。

3、现有工程污染物实际排放总量

（1）废气

建设单位委托广东中加检测技术股份有限公司于 2023 年 7 月 10 日对厂界无组织排放废气进行检测，检测结果见下表 2-15。于 2023 年 7 月 6 日对窑尾废气中颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、氨、汞、氟化氢、氯化氢和重金属进行检测；委托广东誉谱检测科技有限公司于 2023 年 3 月 21 日对窑尾废气中二噁英进行检测。有组织检测结果见下表 2-16。现有项目近两年在线监测数据见表 2-17。

表 2-15　厂界无组织排放监测结果

采样地点	采样时间	监测项目	最大值（mg/m³）	排放标准（mg/m³）	是否达标
上风向边 1#	2023.7.10	颗粒物	0.211	0.5	达标
		氨	0.023	1.	达标
		臭气浓度	< 10	20（无量纲）	达标
下风向 2#		颗粒物	0.242	0.5	达标
		氨	0.027	1.0	达标
		臭气浓度	< 10	20（无量纲）	达标
下风向 3#		颗粒物	0.298	0.5	达标
		氨	0.030	1.0	达标
		臭气浓度	< 0	20（无量纲）	达标
下风向 4#		颗粒物	0.235	0.5	达标
		氨	0.028	1.0	达标
		臭气浓度	< 10	20（无量纲）	达标

表 2-16　回转窑尾烟气排放监测结果

采样时	监测项目	烟气流量（Nm³/h）	折算浓度（mg/m³）	满负荷排放量（t/a）	排放标准（mg/m³）	是否达标
2023.7.6	颗粒物（烟尘）	553093	1.9	/	20	达标
	二氧化硫	533213	＜2	/	100	达标
	氮氧化物		104	/	320	达标
	汞	619122	＜2.0×10^{-3}	0.010	0.05	达标
	总有机碳		21.6	105.912	/	/
	氨		1.20	5.884	8	达标
	铊、镉、铅、砷及其化合物		0.0278	0.136	1	达标
	铍、铬、锡、锑、铜、钴、		0.0484	0.237	0.5	达标

	锰、镍、钒及其化合物					
	氯化氢		0.96	4.707	10	达标
	氟化氢		0.27	1.324	1	达标
2023.3.21	二噁英	711393	0.020ngTEQ/m³	112684651.2ngTEQ/a	0.1ngTEQ/m³	达标

表 2-17　现有项目 2022 年-2023 年在线监测数据表

月份（月）	流量（m³/h）	平均折算浓度(mg/m³)		
		颗粒物（烟尘）	二氧化硫	氮氧化物
2022.1	946957.12	8.08	9.00	96.29
2022.2	989082.95	8.24	7.53	99.10
2022.3	959500.54	8.18	6.62	97.94
2022.4	871511.28	7.52	3.40	100.75
2022.5	730752.91	4.55	6.49	98.13
2022.6	465066.91	1.83	13.16	94.79
2022.7	499342.08	2.13	19.12	95.24
2022.8	490401.94	2.65	19.59	97.62
2022.9	446486.59	2.41	25.98	94.61
2022.10	380450.31	3.71	19.65	96.13
2022.11	525857.42	2.47	18.07	97.64
2022.12	590681.11	2.38	34.72	99.10
2023.1	597423.64	2.57	23.44	99.01
2023.2	543177.38	1.69	29.85	101.50
2023.3	548884.91	2.45	28.49	104.51
2023.4	459968.97	2.46	18.93	104.24
2023.5	545843.61	2.31	24.57	103.80
2023.6	506488.33	1.77	15.63	101.55
2023.7	537319.68	1.08	21.71	93.78
2023.8	559251.16	1.23	32.66	96.35
2023.9	517979.82	5.20	39.25	95.58
2023.10	505566.79	8.27	39.38	95.52
2023.11	519112.23	4.24	30.21	93.30
2023.12	525826.92	4.86	19.88	94.95
排放标准（mg/m³）		20	100	320
是否达标		达标	达标	达标

由监测结果表明，现有工程无组织氨和粉尘的排放其监测结果能够满足《水泥工业大气污染物排放标准》（GB4915-2013）表 3 大气污染物无组织排放限

值；厂界臭气浓度监测结果能够满足《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）表 1 二级新扩改建标准。

由监测结果表明，现有工程水泥窑废气经处理设施处理后，废气中颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、氨的排放满足《水泥工业大气污染物排放标准》（GB4915-2013）表 2 大气污染物特别排放限值；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、二噁英能够满足《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB 30485-2013）要求。

由表 2-17 监测结果表明，现有工程 2022 年和 2023 年在线监测数据满足《水泥工业大气污染物排放标准》（GB4915-2013）表 2 大气污染物特别排放限值。

（2）废水

生产废水：现有工程产生的生产废水主要为设备冷却系统和余热发电系统产生的废水、污泥系统廊道清洗产生的废水、脱硫系统的冷却冲洗和石膏脱水产生的废水。冷却废水经絮凝沉淀及水处理系统处理后回用于冷却系统，不外排；余热发电废水经水处理系统处理后回用，不外排；污泥系统廊道清洗废水经水处理系统处理后回用，不外排；脱硫系统废水全部进入积水坑中收集，定期返回吸收塔/石灰石浆液箱中循环使用，不外排。

生活污水：厂区内设有二座地埋式生活污水处理站，生活污水汇至厂区生活污水处理站，经 BAF 曝气生物滤池二级生化处理、过滤，达到回用水质要求后进入容积为 250m^3 的中水池中，再通过污水泵输送至厂区绿化、喷淋用水。厂区内水平衡图见图 2-3。

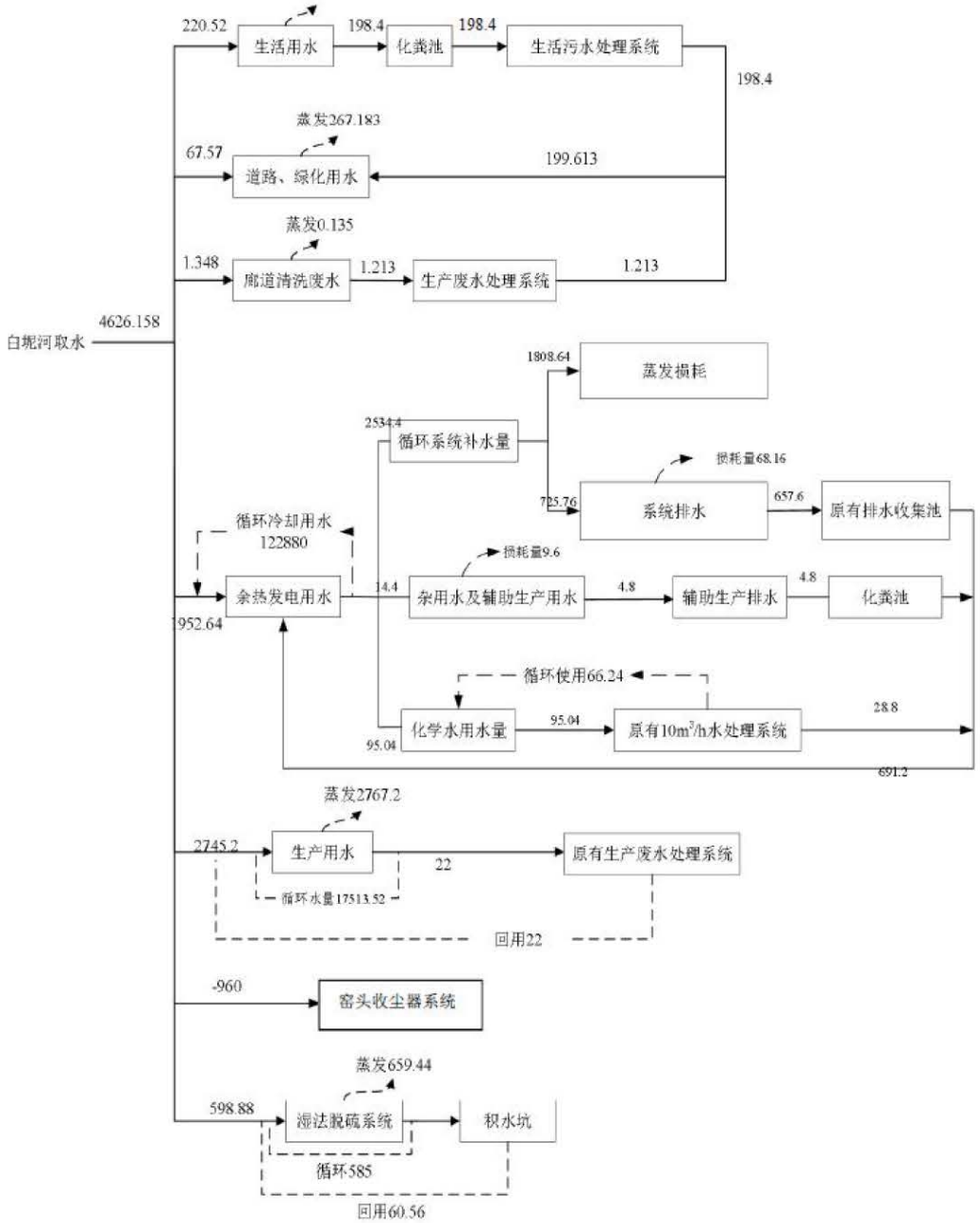

图 2-3　建设单位厂区水平衡图（单位 m³/d）

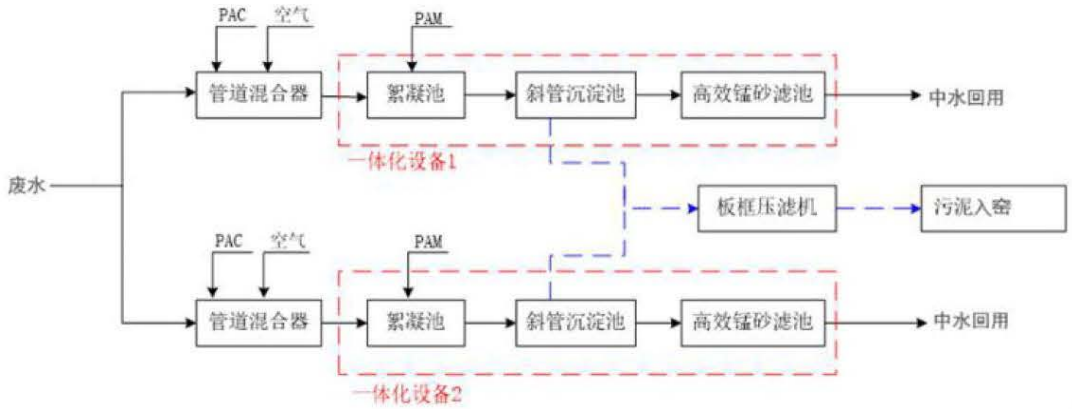

图 2-4　生产废水处理工艺流程图

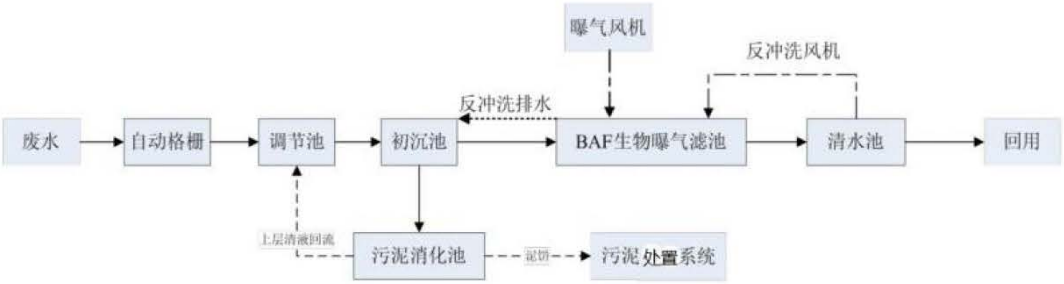

图2-5　生活污水处理工艺流程图

现有项目厂区生产废水、生活污水处理系统运行正常，中水全部回用，因此，现有项目无废水外排。

（3）噪声

现有工程噪声主要来自破碎机、生料磨、煤磨、空气压缩机和送、引风机等产生的机械噪声，以及运输原材料和产品的车辆所产生的交通噪声。

表2-18　主要设备噪声强度

噪声源名称	噪声源位置	声级 dB (A)	工作状况
生料磨	生料制备车间	85-90	连续
煤磨	煤粉制备车间	95-105	连续
水泥磨	水泥配料库	95-105	连续
吸尘风机	收尘器出口	75-90	连续
包装机	水泥包装系统	85-90	间
篦冷机	篦冷机车间	95-100	连续
罗茨鼓风机	生料均化、烧成窑、煤粉制备	90-100	连续
汽轮机	余热发电	100-110	连续
发电机	余热发电	100-110	连续

现有工程噪声防治主要采用了以下三种途径：

①声源噪声控制

引进设备时，对其中部分噪声较强的鼓风机配套已有消声装置。上述消声器均安装在风机的进出口处，消声量一般可达 25dB(A)，这对减弱噪声源的声学污染强度有较明显的作用。

②噪声传播途径控制

控制车间噪声向室外空间辐射的有效办法是对建筑物采取封闭隔声措施，隔声厂房采用完全封闭式的钢筋混凝土结构和机械通风系统。

③合理规划布局

在厂区布设中，合理布置储料仓库等建筑物增加噪声的衰减，充分利用地形、山坡、防护林、天然屏障、高大建筑物等改善声环境质量。

建设单位委托中科检测技术服务（广州）股份有限公司于 2024 年 1 月 17 日对厂界四周边界进行检测，报告编号为 HJ202401083-9，检测结果见下表 2-19。

表2-19　噪声监测数据　单位：dB（A）

编号	监测点位	监测值		执行标准	
		2024 年 1 月 17 日			
		昼间	夜间	昼间	夜间
1#	厂界东北侧外 1 米	52.1	52.9	65	55
2#	厂界南侧外 1 米	66.5	52.4	70	55
3#	厂界西侧外 1 米	57.9	51.8	65	55
4#	厂界北侧外 1 米	63.6	51.5	65	55

由上表可知，经过建设单位采取的消音、隔音设施，再经距离衰减，厂区边界噪声能够达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）3、4 类标准，即南边界执行 4 类标准：昼间≤70dB(A)、夜间≤55dB(A)；其余边界执行 3 类标准：昼间≤65dB(A)、夜间≤55dB(A)。

（4）固体废物

现有工程固废分为危险废物、一般固体废物和生活垃圾。一般工业固体废物主要为废钢铁、电子废物、废输送带、废耐火砖、废收尘滤袋、污水处理系统污泥、化学分析废液和其他一般固体废物等。建设单位采用密闭设备和密闭的储库，废钢铁、电子废物、废耐火砖和其他一般固体废物等收集后自行综合利用处理或交由资质单位回收处理，废输送带、废收尘滤袋、污水处理系统污泥等收集后自行入窑协同处置或交由资质单位回收处理；化学分析废液收集后自行入窑煅烧处置或中和后进入污水处理系统处理（按照 GB/T29422-2012 处理步骤）。职工人数约 351 人，生活垃圾产生量约 112t/a，交环卫部门清运处理。

危险废物主要为废矿物油、废铅蓄电池、废灯管（含汞）、废油漆桶（铁质）、实验室废溶剂瓶（塑料、玻璃）、废油桶（铁质、塑料）、废弃电容器和锅炉清洗废酸液等，企业按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）要求已设置了面积为 142.97 m^2 的危废仓库，按规范化收集定点分类贮存后交由资质单位进行处理。

图2-6　危废仓库照片

（5）污染物排放量统计

根据《2023 年排污许可证执行报告》，SO_2、NOx、颗粒物的 2023 年排放量分别为 124.324t/a、424.156t/a、21.231t/a，2023 年生产负荷为 94.5%，折算为满负荷工况排放，SO_2、NOx、颗粒物的 2023 年满负荷排放量分别为 131.560t/a、448.842t/a、22.467t/a。除 SO_2、NOx、颗粒物外的污染物的 2023 年排放量按对应的工况进行计算，现有项目主要污染物排放情况见表 2-20。

表2-20　现有项目主要污染物排放情况汇总表

类别	污染物名称	2023 年满负荷排放量 t/a	许可排放量 t/a	许可排放浓度 mg/m³
废气	SO_2	131.560	528	100 mg/m³
	NO_x	448.842	1474.2	320 mg/m³
	颗粒物	22.467	252.795	20 mg/m³
	氨	5.884	按浓度许可	8 mg/m³
	总有机碳	105.912	按浓度许可	/
	汞及其化合物	0.010	按浓度许可	0.05 mg/m³
	氯化氢	4.707	按浓度许可	10 mg/m³
	氟化氢	1.324	按浓度许可	1mg/m³
	铊、镉、铅、砷及其化合物	0.136	按浓度许可	1.0 mg/m³
	铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物	0.237	按浓度许可	0.5 mg/m³
	二噁英	112684651.2ngTEQ/a	按浓度许可	0.1ngTEQ/m³
废水*		0	0	0
固废*		0	0	0

备注：由于废水全部回用不外排，固体废物均按相关要求外委处理处置或自行综合利用处理，排放量及许可排放量按零计。

4、与项目现有工程有关的环境问题

现有工程已按照原环评手续及验收意见的要求，落实相关环保措施。据调

查了解，该项目自建成运行以来，未发生民众投诉和重大环境污染事故等情况。

5、已批未建工程情况

已批未建工程为“广州市越堡水泥有限公司水泥窑协同处置替代燃料及重金属污染土壤建设项目”（以下简称“替代燃料及污染土项目”），该项目窑尾废气依托现有 SNCR 脱硝工艺+布袋除尘器+湿法脱硫装置处理后经 110m 排气筒达标排放，替代燃料卸车及上料粉尘、车间负压气体分别经过集气管收集后进入一套布袋除尘器+活性炭装置处理后由 15m 高排气筒排放；不新增废水；噪声采用墙体隔声、基础减震、距离衰减等降噪措施处理；固体废物主要为活性炭箱更换产生的废活性炭和布袋除尘器更换的废布袋，废活性炭收集后委托有危废资质的单位外运处置，废布袋收集后自行综合利用处理或交由有处理能力的单位外运处置。

根据《广州市越堡水泥有限公司水泥窑协同处置替代燃料及重金属污染土壤建设项目环境影响报告表》及其批复（穗环管影（花）〔2024〕261 号），替代燃料及污染土项目投产后，废气排放情况见表 2-21。

表 2-21　替代燃料及污染土项目投产后全厂废气排放情况一览表

污染物	全厂排放量 t/a	全厂排放变化量 t/a
SO_2	131.560	0
NO_X	448.842	0
颗粒物	22.540	+0.073
氨	5.884	0
汞及其化合物	0.132	+0.122
总有机碳	156.200	+50.288
氯化氢	4.843	+0.136
氟化氢	3.227	+1.903
铊、镉、铅、砷及其化合物	0.663	+0.527
铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物	1.402	+1.165
二噁英	24883578.72ng TEQ/a	-87801072.48ng TEQ/a

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

1、环境空气质量现状调查与评价

根据《广州市人民政府关于印发广州市环境空气功能区区划（修订）的通知》（穗府〔2013〕17 号），本项目大气环境质量评价区域属二类区，故大气环境质量现状评价执行《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）及其修改单二级标准。具体标准值见表 3-1。

表 3-1　环境空气污染物及其浓度标准限值

项　目	取值时间	浓度限值	单位	选用标准
二氧化硫（SO_2）	年平均	60	μg/m³	《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及 2018 年修改单二级标准
	24 小时平均	150		
	1 小时平均	500		
二氧化氮（NO_2）	年平均	40		
	24 小时平均	80		
	1 小时平均	200		
一氧化碳（CO）	24 小时平均	4	mg/m³	
	1 小时平均	10		
臭氧（O_3）	日最大 8 小时平均	160	μg/m³	
	1 小时平均	20		
PM_{10}	年平均	70		
	24 小时平均	150		
$PM_{2.5}$	年平均	35		
	24 小时平均	75		
氮氧化物（NOx）	年平均	50		
	24 小时平均	100		
	1 小时平均	250		
TSP	年平均	200		
	24 小时平均	300		
铅	年平均	0.5		
氟化物	1 小时平均	20	μg/m³	《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及 2018 年修改单中二级标准附录 A 表 A.1 环境空气中镉、汞、砷、六价铬和氟化物参考浓度限值
	24 小时平均	7		
镉	年平均	0.005		
砷	年平均	0.006		
汞	年平均	0.05		

（1）达标区判定

为了解建设项目周围环境空气质量现状，引用广州市生态环境局发布的《2024 年 1-12 月广州市与各行政区环境空气质量主要指标及同比》中花都区的监测数据，监测结果见表 3-2 所示。

表 3-2　2024 年花都区环境空气质量主要指标

污染物	年评价指标	现状浓度/（μg/m³）	标准值/（μg/m³）	占标率/%	达标情况
二氧化硫	年平均质量浓度	7	60	11.67	达标
二氧化氮	年平均质量浓度	25	40	62.5	达标
PM_{10}	年平均质量浓度	37	70	61.67	达标
$PM_{2.5}$	年平均质量浓度	22	35	62.86	达标
一氧化碳	第 95 百分位浓度	0.8	4	20	达标
臭氧	第 90 百分位浓度	141	160	88.12	达标
执行标准	花都区按《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单（生态环境部 2018 年第 29 号）的二级标准分析				

注：单位：微克/米³（一氧化碳为毫克/米³，综合指数、臭氧浓度无量纲，达标天数比例、浓度占标率为%）。

根据表 3-2 的监测数据，花都区环境空气基本污染物均达到《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）及其修改单的要求，故本项目所在区域为达标区。

（2）环境空气质量现状监测

为了掌握本项目区域环境空气质量状况，本次大气环境质量现状评价引用《广州市越堡水泥有限公司水泥窑协同处置替代燃料及重金属污染土壤建设项目环境影响报告表》（穗环管影（花）〔2024〕261 号）在 2024 年 8 月 9 日~2024 年 8 月 11 日的监测数据，当季主导风向为北风。

监测点位见表 3-3 及附图 2，气象参数见表 3-4，监测结果见表 3-5。

表 3-3　其他污染物监测点位基本信息

监测点名称	监测点坐标		监测因子	监测频次	监测时段	相对厂址方位	相对厂界距离
	X	Y					
A1	0	-1500	TSP、铅、镉、汞、砷、六价铬、氟化物	24h 平均	2024.8.9~2024.8.11	南面	1500m
			氟化物	1h 平均			

表 3-4　气象参数

样品类别	时间	频次	气温（℃）	气压（kPa）	相对湿度（%）	风向	风速（m/s）	天气状况
环境空气	2024.08.09	第一次	25.7	99.3	59	北	2.2	多云
		第二次	30.3	98.2	55	北	1.4	多云
		第三次	33.1	98.2	57	北	1.1	多云
		第四次	24.5	98.4	56	北	2.2	多云

	2024.08.10	第一次	25.7	98.5	60	北	2.3	多云
		第二次	29.3	99.8	56	北	1.0	多云
		第三次	35.3	98.9	58	北	1.6	多云
		第四次	25.5	98.5	57	北	1.2	多云
	2024.08.11	第一次	26.7	98.9	57	北	1.6	多云
		第二次	28.3	99.5	59	北	1.3	多云
		第三次	33.1	98.9	60	北	2.1	多云
		第四次	26.4	98.1	55	北	2.2	多云

表 3-5　监测结果　　单位：μg/m³

日期 项目	2024.08.09	2024.08.10	2024.08.11	标准限值	达标情况
TSP（日均值）	124	119	108	300	达标
铅（日均值）	ND	ND	ND	/	达标
镉（日均值）	ND	ND	ND	/	达标
汞（日均值）	ND	ND	ND	/	达标
砷（日均值）	ND	ND	ND	/	达标
六价铬（日均值）	ND	ND	ND	/	达标
氟化物（小时均值）	ND	ND	ND	20	达标
氟化物（日均值）	ND	ND	ND	7	达标
备注	“ND”表示检测结果低于方法检出限				

补充监测结果表明，TSP、铅、镉、汞、砷、六价铬均未检出，氟化物的监测值满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其 2018 年修改单二级标准限值要求，评价区域环境空气质量良好。

2、地表水环境质量现状

本项目所在区域位于新华污水处理厂收纳范围，项目附近水体主要为白坭河。

根据《广东省人民政府关于广州市饮用水水源保护区区划规范优化方案的批复》（粤府函〔2020〕83 号），项目所在厂区南部部分范围位于流溪河中下游、白坭河及西航道饮用水水源准保护区陆域范围内，其余范围不属于水源准保护区，见附图 7。

根据《广州市生态环境局关于印发广州市水功能区调整方案（试行）的通知》（穗环〔2022〕122 号），白坭河的水环境功能为饮用、工业、农业，2030 年水质管理目标为：白坭河（源头—鸦岗）执行IV类标准。

根据《建设项目环境影响报告表编制技术指南（污染影响类）》（试行），

可引用与建设项目距离近的有效数据，因此，本次评价广东省生态环境厅网站公布的“广东省 2022 年第三季度重点河流水质状况”中表 4、表 5、表 6 的 2022 年 7-9 月广东省重污染河流断面水质状况结论进行地表水环境质量现状评价，满足《建设项目环境影响报告表编制技术指南（污染影响类）》（试行）提出的三年时限要求，数据有效，引用地表水监测数据见表 3-6。

表 3-6　白坭河水质监测结果一览表

检测时间	河流名称	断面名称	水质类别
2022.7	白坭河	白坭河白坭	IV
		白坭河炭步	III
2022.8		白坭河白坭	IV
		白坭河炭步	IV
2022.9		白坭河白坭	IV
		白坭河炭步	IV

根据广东省 2022 年第三季度重点河流水质状况结论可知，白坭河各断面均能达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类水质标准，水环境良好。

3、声环境质量现状

本项目 50 米内无声环境保护目标，故无须监测声环境质量现状。

4、生态环境

根据《建设项目环境影响报告表编制技术指南（污染影响类）》（试行），产业园区外建设项目新增用地且用地范围内含有生态环境保护目标时，应进行生态现状调查。

本项目在现有厂区内进行建设（依托现有），不新增用地，且用地范围内没有生态环境保护目标，故无需进行生态现状调查。

5、电磁辐射

根据《建设项目环境影响报告表编制技术指南（污染影响类）》（试行），新建或改建、扩建广播电台、差转台、电视塔台、卫星地球上行站、雷达等电磁辐射类项目，应根据相关技术导则对项目电磁辐射现状开展监测与评价。

本项目属于固体废物治理，不属于上述行业，无需开展电磁辐射现状监测与评价。

6、地下水环境质量现状

根据现场调查，本次技改项目的位置已做好地面硬底化防渗措施，不具污染的途径，可不开展地下水监测工作。

7、土壤环境质量现状

根据《建设项目环境影响报告表编制技术指南（污染影响类）》（试行），原则上不开展土壤环境质量现状调查，建设项目存在土壤环境污染途径的，结合污染源、保护目标分布情况开展现状调查以留作背景值。

本次引用《广州市越堡水泥有限公司水泥窑协同处置替代燃料及重金属污染土壤建设项目环境影响报告表》（穗环管影（花）〔2024〕261 号）于 2024 年 8 月 9 日进行的厂区及周边区域土壤监测数据，监测指标包括 pH、砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、石油烃、钴、锑、铍、钒等；于 2024 年 8 月 13 日进行二噁英类的监测数据。

结合评价范围内土壤目前和将来可能的功能用途，厂区内建设项目用地土壤执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）风险筛选值的第二类用地标准，详见下表 3-7。厂区外监测点位为农用地，执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）农用地土壤污染风险筛选值标准限值要求，详见下表 3-8。

表 3-7 建设用地土壤污染风险筛选值

序号	污染物项目	筛选值（第二类用地，（mg/kg）
1	砷	60
2	镉	65
3	铬（六价）	5.7
4	铜	18000
5	铅	800
6	汞	38
7	镍	900
8	锑	180
9	铍	29
10	钴	70
11	甲基汞	45
12	钒	752
13	石油烃（C_{10}-C_{40}）	4500
14	二噁英类（总毒性当量）	4×10^{-5}

表 3-8　农用地土壤污染风险筛选值

序号	污染物项目		风险筛选值（mg/kg）			
			pH≤5.5	5.5＜pH≤6.5	6.5＜pH≤7.5	pH＞7.5
1	镉	水田	0.3	0.4	0.6	0.8
		其他	0.3	0.3	0.3	0.6
2	汞	水田	0.5	0.5	0.6	1.0
		其他	1.3	1.8	2.4	3.4
3	砷	水田	30	30	25	20
		其他	40	40	30	25
4	铅	水田	80	100	140	240
		其他	70	90	120	170
5	铬	水田	250	250	300	350
		其他	150	150	200	250
6	铜	果园	150	150	200	200
		其他	50	50	100	100
7	镍		60	70	100	190
8	锌		200	200	250	300

（1）监测布点及监测项目

表 3-9　土壤环境监测布点一览表

编号	监测点	土壤样品要求	取样要求	土壤监测项目
S1	厂区内窑尾旁绿地	表层样点	0~0.2m 取样	二噁英类
S2	厂区内南部绿地	表层样点		
S3	厂区下风向 1500m 处	表层样点		

（2）监测结果

表 3-10　监测结果一览表

监测项目	监测结果（单位：mg/kg，注明者除外）			S1 和 S2 的标准限值/（mg/kg）	S3 的标准限值/（mg/kg）	达标情况
	S1 厂区内窑尾旁绿地	S2 厂区内南部绿地	S3 厂区下风向 1500m 处			
	0-0.2m	0-0.2m	0-0.2m			
pH 值（无量纲）	6.23	6.57	6.48	/	/	/
砷	16.1	15.6	20.5	60	40	达标
汞	0.172	0.166	0.260	38	1.8	达标
锑	1.16	1.03	9.79	180	/	达标
铜	18	19	40.4	18000	50	达标

铅	22	23	71	800	90	达标
镍	7	6	35	900	70	达标
镉	0.12	0.05	0.16	65	0.3	达标
六价铬	ND	ND	/	5.7	/	达标
石油烃（C_{10}-C_{40}）	ND	ND	/	4500	/	达标
钴	0.98	0.93	/	70	/	达标
铍	0.91	0.82	/	29	/	达标
钒	51.1	52.3	/	752	/	达标
铬	/	/	29	/	150	达标
锌	/	/	125	/	200	达标
二噁英类（总毒性当量）	9.4×10^{-6}	1.2×10^{-5}	1.8×10^{-5}	4.0×10^{-5}	/	达标

监测结果表明，S1、S2 各监测指标均能满足《土壤环境质量标准　建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地筛选值标准的要求，S3 满足《土壤环境质量　农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）标准限值要求，土壤环境良好。

环境保护目标

1、大气环境。项目厂界外 500 米范围内无自然保护区、风景名胜区、居住区、文化区和农村地区中人群较集中的区域等保护目标。

2、声环境。项目厂界外 50 米范围内无声环境保护目标。

3、地下水环境。项目厂界外 500 米范围内无地下水集中式饮用水水源和热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源。

4、生态环境。本项目在现有厂区内进行建设（依托现有），不新增建设用地，且用地范围内没有生态环境保护目标。

污染物排放控制标准

1、水污染物排放标准

现有厂区生产废水和生活污水经处理达标后回用于水厂制水用于余热发电循环水、生产设备冷却循环水和厂区绿化灌溉、道路洒水等用水，不外排。

本项目仅对原料进行替代，不对生产工艺流程进行变动，不增减劳动定员。不涉及新增水污染物产生和排放。

2、大气污染物排放标准

本项目水泥窑协同处置一般固废及高铝土等依托现有水泥窑现有废气处理设施处理后通过 110m 窑尾排气筒 DA234 排放：排放废气为煅烧工艺生产过程中产生的废气，废气污染物中颗粒物、SO_2、NOx、氨、氟化物执行《水泥工业大气污染物排放标准》（GB4915-2013）表 2 大气污染物特别排放限值；氯化氢，氟化氢，汞及其化合物（以 Hg 计），铊、镉、铅、砷及其化合物，铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物，二噁英类，总有机碳执行《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB 30485-2013）限值要求。

项目涉及的窑头废气经收集后经现有袋式收尘器净化处理后由 40 米排气筒 DA136 排放，颗粒物执行《水泥工业污染物排放标准》（GB4915-2013）表 2 大气污染物特别排放限值。

项目涉及的水泥磨废气经收集后经现有袋式收尘器净化处理后分别由 34 米排气筒 DA176、34 米排气筒 DA179、43 米排气筒 DA186 排放，颗粒物执行《水泥工业污染物排放标准》（GB4915-2013）表 2 大气污染物特别排放限值。

本项目卸料、破碎、输送、粉磨、入库、入窑等工艺环节产生的颗粒物以及水泥窑分解炉产生的氨无组织排放执行《水泥工业大气污染物排放标准》（GB4915-2013）表 3 中限值要求。

臭气浓度执行《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）表 1 中的新扩改建二级标准。

表 3-11　大气污染物有组织排放标准情况表

污染工序	污染物	排气筒高度	最高允许排放浓度	标准名称
窑尾废气 DA234	SO_2	110m	100 mg/m³	《水泥工业大气污染物排放标准》（GB4915-2013）表 2 大气污染物特别排放限值
	NOx		320 mg/m³	
	颗粒物		20 mg/m³	
	氨		8 mg/m³	
	氟化物		3 mg/m³	
	氯化氢		10 mg/m³	《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485-2013）表 1 协同处置固体废物水泥窑大气污染物最高允许排放浓度限值
	氟化氢		1mg/m³	
	汞及其化合物		0.05 mg/m³	
	铊、镉、铅、砷及其化合物		1.0 mg/m³	
	铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化		0.5 mg/m³	

	合物			
	二噁英		0.1ngTEQ/m³	
	总有机碳		因协同处置固体废物增加的浓度不超过10mg/m³	《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB 30485-2013）
窑头废气DA136	颗粒物	40m	20 mg/m³	《水泥工业大气污染物排放标准》（GB4915-2013）表2大气污染物特别排放限值
水泥磨废气DA176	颗粒物	34m	10 mg/m³	
水泥磨废气DA179	颗粒物	34m	10 mg/m³	
水泥磨废气DA186	颗粒物	43m	10 mg/m³	

表 3-12　大气污染物无组织排放标准

污染物	限值含义	排放限值（mg/m³）	无组织排放监控位置	标准来源
颗粒物	监控点与参照点总悬浮颗粒物（TSP）1小时浓度的差值	0.5	厂界外20m上风向参照点，下风向设监控点	《水泥工业大气污染物排放标 准》（GB4915-2013）表3标准
氨	监控点处1小时浓度平均值	1	监控点设在下风向厂界外10m范围内浓度最高点	
臭气浓度	/	20（无量纲）	厂界	《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）

3、噪声排放标准

营运期厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的3、4类标准，即西南厂界执行4类标准：昼间≤70dB(A)，夜间≤55dB(A)，其他厂界执行3类标准：昼间≤60dB(A)、夜间≤50dB(A)。

4、固废

一般工业固体废物的暂存执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020），危险废物贮存执行《危险废物贮存污染物控制标准》（GB18597-2023）。

总量控制指标

1、水污染物总量控制指标

现厂区生产废水和生活污水经厂区处理回用制水后全部回用不外排，本项目无新增生产废水和生活污水，无需申请废水总量控制指标。

2、大气污染物总量控制指标

根据后面第四章节的分析，从 NO_x 的产生来源分析来看，NO_x 的排放基本不受到焚烧废物的影响。此外，项目固废的替代对 SO_2 及颗粒物的产排基本不造成影响。因此，本评价不考虑项目实施后 NO_x、SO_2 及颗粒物的排放变化量，NO_x、SO_2 及颗粒物总量不作调整。

本项目不需申请新增总量指标，全厂总量指标维持现有排污许可证许可量指标不变。

本技改项目实施后全厂的污染物总量控制见下表。

表 3-13　大气污染物总量控制指标变化情况一览表　　单位：t/a

污染物	总量控制污染物	总量控制指标（t/a）					是否需增加总量指标
		现有项目满负荷工况排放量	替代燃料及污染土项目（已批未建）排放变化量	技改后全厂排放量（包括已批未建项目）	排放变化量	现有排污证许可量	
废气	SO_2	131.560	0	131.560	0	528	否
	NO_x	448.842	0	448.842	0	1474.2	否
	颗粒物	22.467	0.073	22.540	0	252.795	否

四、主要环境影响和保护措施

施工期环境保护措施	项目仅对原料进行替代，综合利用一般固废及高铝土等，依托现有工程的主体工程、配套工程、辅助及公用工程、储运工程和环保工程等进行生产，不涉及建构筑物和设备的增减或变动，没有施工期。
运营期环境影响和保护措施	**1、废气** **（1）污染源强核算** 本项目废气排放主要为水泥窑正常工况下的废气。由于本项目综合利用一般固废及高铝土等，其综合利用方式为原料替代，原料预处理环节（破碎、粉碎、运输等工序）产生的粉尘颗粒物不新增，因此，生产中各工段产生的粉尘量不变，本报告不予重复分析。 1）窑炉废气 水泥窑协同处置一般固废及高铝土等时，产生的窑尾废气污染物种类包括有颗粒物、NO_X、SO_2、HCl、HF、二噁英类、重金属等。协同处置依托的新型干法水泥生产工艺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 SNCR 脱硝措施、袋式除尘器、烟气湿法脱硫工程等处理，可很好固定固废中的重金属、去除焚烧产生的二噁英和吸收酸性气体。 ①烟气量核算 本项目协同处置方案以等热量替代为基础，不影响窑尾的烟温、烟气流速。 本项目实施后，熟料生产量不变，一般固废及高铝土等从原料处投加，主要替换一部分原料，整个水泥窑系统物料消耗基本维持在原有水平。 由于生料量基本不发生变化，现有工程设有烟气自动监测系统和气体自动分析系统，能够有效地对窑尾烟气进行实时监测，及时对燃料、风量进行调整控制，保证烧成系统在最佳状态运转。因此，依托现有工程，窑尾烟气量可稳

定在一定的水平。

不管加入什么原材料，窑系统的锻烧温度、大气出口温度、排风量基本是不变的，通过加减煤粉控制温度，同时调整风机转速来调整出口风量和负压，最终控制产品（熟料）质量。

根据 2023 年监测数据，本次评价的窑尾烟气量以满负荷工况时 604205Nm^3/h 计。

②颗粒物

根据《水泥窑协同处置危险废物环境保护技术规范》编制说明，水泥窑窑尾排放的烟尘浓度基本与水泥窑的废物综合利用过程无关。且本项目协同处置的一般固废及高铝土等与生料原料是替代的关系，在烟气量不变，原料用量基本不变，烟气处理设备和处理效率未发生变更的情况下，可认为颗粒物排放量不变。窑尾废气颗粒物排放量按“表 2-17”的 2023 年在线监测数据计算，为 13.191t/a。

③NO_X

根据《水泥窑协同处置危险废物环境保护技术规范》编制说明，水泥窑窑尾排放的 NO_X 浓度基本与水泥窑的废物综合利用过程无关。水泥窑综合利用固废时，NO_X 的产生主要来源于大量空气中的 N_2，以及高温燃料中的氮和原料中的氮化合物，在水泥回转窑系统中主要生成 NO（占 90%左右），而 NO_2 的量不到混合气体总质量 5%，主要有两种形成机理：热力型 NO_X、燃料型 NO_X，水泥生产中，热力型 NO_X 的排放是主要的。水泥窑温度可达 1400℃，参照已经批复的《广州市珠江水泥有限公司协同处置替代燃料节能减排技术改造项目环境影响报告表》（穗环管影（花）〔2022〕115 号），认为在技改后总体项目窑尾烟气中 NO_X 较技改前排放量不变。

从 NOx 的产生来源分析来看，NOx 的排放基本不受到焚烧固体废物的影响。参照《污染源源强核算技术指南 水泥工业》（HJ886-2018），氮氧化物可采用排污系数法核算。NOx 污染源强计算公式：

$$D = M \times \beta \times 10^{-3}$$

式中：D——核算时段内某污染物的排放量，t；

M——核算时段内熟料或水泥生产线产量，t；

β——某污染物的排污系数（以熟料计或以水泥计），kg/t。

依据上式可知，本技改项目在熟料产量不变的情况下，NO_X排放量不变。

窑尾配套烟气脱硝装置，采用选择性非催化还原（SNCR）技术。从NO_X的产生来源分析来看，NO_X的排放基本不受到焚烧废物的影响。因此，本评价不考虑项目实施后NO_X的排放变化量。

④SO_2

根据《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（编制说明），“6.2 末端控制节点与控制方法-6.2.1 末端尾气排放控制-（5）SO_2 原料带入的易挥发性硫化物是造成SO_2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SO_2的排放无直接关系。”

根据《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（编制说明），从SO_2 的产生来源分析，原料带入的易挥发性硫化物是造成SO_2 排放的主要根源。回转窑燃料燃烧产生的SO_2在窑内碳酸盐分解区即可被碱性物质吸收而生产硫酸盐，硫酸盐挥发性小，仅少部分在窑内形成内循环，绝大部分随熟料排出窑外，不会对烟气中SO_2的排放造成显著影响。在窑磨一体机的模式下，烟气经生料磨后再排入大气，则生料磨系统中新形成的活性表面及潮湿气氛有利于SO_2的吸收，且窑尾配套烟气湿法脱硫装置，因此可以大大降低SO_2的排放。

因此，本评价不考虑项目实施后SO_2的排放变化量。

⑤HF

根据《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（编制说明），“6.2 末端控制节点与控制方法-6.2.1 末端尾气排放控制-（4）HF 和 HCl 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。”、“8.7.2 排放标准限值的制定依据-8.7.2.4 氟化氢-水泥窑产生烟气中的氟化物主要为 HF，HF 主要来自于原燃料，如黏土中的氟，以及含氟矿化剂（CaF_2）。含氟原燃料在烧成过程形成的 HF 会与 CaO，Al_2O_3形成氟铝酸钙固溶于熟料中带出窑外，99.5%的 F 元素会随熟料带入窑外，剩余的 F 元素以CaF_2 的形式凝结在窑灰中在窑内进行循环，极少部分随尾气排放。”因此本次技改项目脱氟率按 99.5%计。

表 4-1　本次技改项目投入运行后氟元素平衡表

输入				脱氟	输出		
名称	进料量	氟含量	含氟量		名称	含氟量 t/a	HF 排放

	t/a		t/a	率			量 t/a
石灰石	270671	0.004%	10.827	99.5%	进入熟料	1034.595	/
砂页岩	28558	0.074%	21.133		进入窑尾废气	5.199	5.473
混合料	3174702	0.019%	603.193		/	/	/
污染土	99000	0.009%	8.910		/	/	/
干化污泥	186000	0.045%	83.700		/	/	/
煤	277581.4	0.010%	27.758		/	/	/
废旧纺织品	71500	0.004%	2.860		/	/	/
废木制品	5500	0.003%	0.165		/	/	/
废纸	5500	0.033%	1.815		/	/	/
废皮革	5500	0.005%	0.275		/	/	/
RDF	5500	0.004%	0.220		/	/	/
生物质燃料	5500	0.003%	0.165		/	/	/
铁尾矿	120000	0.172%	206.400		/	/	/
铜冶炼渣选尾矿	1000	0.021%	0.210		/	/	/
底泥	60000	0.046%	27.600		/	/	/
赤泥	110680	0.024%	26.563		/	/	/
高铝土	50000	0.036%	18.000		/	/	/
合计	/	/	1039.794		/	1039.794	/

⑥HCl

根据《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（编制说明），“6.2 末端控制节点与控制方法-6.2.1 末端尾气排放控制-（4）HF 和 HCl 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。”“8.7.2 排放标准限值的制定依据-8.7.2.6 氯化氢（HCl）-水泥窑产生的 HCl 主要来自于含氯的原燃料在烧成过程中形成的 HCl。由于水泥窑中具有强碱性环境，HCl 在窑内与 CaO 反应生成 $CaCl_2$ 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蓄。通常情况下，97%以上的 HCl 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 内循环累计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。”因此本次技改项目脱氯率按 97%计。

表 4-2　本次技改项目投入运行后氯元素平衡表

输入				脱氯率	输出		
名称	进料量 t/a	氯含量	含氯量 t/a		名称	含氯量 t/a	HCl 排放量 t/a
石灰石	270671	0.001%	2.707	97%	进入熟料	1412.802	/
砂页岩	28558	0.0148%	4.227		进入窑尾废气	43.695	44.943
混合料	3174702	0.001%	31.747		/	/	/
污染土	99000	0.007%	6.930		/	/	/
干化污泥	186000	0.0515%	95.790		/	/	/
煤	277581.4	0.010%	27.758		/	/	/
废旧纺织品	71500	0.127%	90.805		/	/	/
废木制品	5500	0.335%	18.425		/	/	/
废纸	5500	0.318%	17.490		/	/	/
废皮革	5500	0.379%	20.845		/	/	/
RDF	5500	0.241%	13.255		/	/	/
生物质燃料	5500	0.155%	8.525		/	/	/
铁尾矿	120000	0.0171%	20.520		/	/	/
铜冶炼渣选尾矿	1000	0.193%	1.930		/	/	/
底泥	60000	0.439%	263.400		/	/	/
赤泥	110680	0.624%	690.643		/	/	/
高铝土	50000	0.283%	141.500		/	/	/
合计	/	/	1456.497		/	1456.497	/

⑦氨

根据《水泥窑协同处置危险废物环境保护技术规范》编制说明，水泥窑窑尾 NO_X 排放浓度基本与水泥窑的废物综合利用过程无关。根据氮元素平衡分析表明，技改前后氮氧化物浓度不变，故 SNCR 脱硝设施中氨水的用量、窑尾烟气中 NH_3 的排放速率等也将不受协同处置一般固体废物过程的影响。

同时参考《广州市珠江水泥有限公司协同处置替代燃料节能减排技术改造项目环境影响报告表》（穗环管影（花）〔2022〕115 号）和《广州市珠江水泥有限公司水泥窑协同处置重金属污染土壤建设项目环境影响报告表》（穗环管影（花）〔2024〕245 号），其生产工艺、生产规模、协同处置固废种类均与本次技改项目类似。认为在技改后总体项目窑尾烟气中 NH_3 较技改前排放量不变。

表 4-3　类比同类型项目要素对比情况一览表

类比项目	协同处置固废种类	水泥窑规模	生产规模	生产工艺	废气处理措施	烟气量变化
广州市珠江水泥有限公司协同处置替代燃料节能减排技术改造项目	替代燃料：废旧纺织品、废木制品、废纸、废皮革、RDF、生物质燃料	5000t/d	年产熟料 168 万吨，年产水泥 220 万吨	计量、贮存-破碎-输送-分解炉、回转窑	依托原工程 SNCR 脱硝工艺+复合脱硫装置+布袋除尘器	不变
广州市珠江水泥有限公司水泥窑协同处置重金属污染土壤建设项目	污染土	5000t/d	年产熟料 168 万吨，年产水泥 220 万吨	计量-破碎-输送-回转窑	依托原工程 SNCR 脱硝工艺+复合脱硫装置+布袋除尘器	不变
本次技改项目	污染土（现有在建项目）、一般固废及高铝土等	6000t/d	年产熟料 192 万吨，年产水泥 227.4 万吨	计量、贮存-输送-分解炉、水泥窑（回转窑）	依托原工程 SNCR 脱硝工艺+布袋除尘器+烟气湿法脱硫装置	不变

⑧重金属

入窑物料中的重金属在水泥窑的高温条件下，按照其挥发性的不同，分别进入熟料、烟气及窑灰。根据《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（编制说明）文中说明，根据重金属冷凝温度的不同：将重金属分为不挥发元素，主要包括：Ba、Be、Cr、Ni、V、Al、Ti、Ca、Fe、Mn、Cu、Ag 等；冷凝温度在 700-900℃的重金属划分为半挥发元素，主要包括：As、Sb、Cd、Pb、Se、Zn、K、Na；冷凝温度在 450-550℃的重金属划分为易挥发元素，主要包括：Tl；冷凝温度<250℃的划分为高挥发元素，主要包括：Hg。

根据《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（编制说明）：①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。②半挥发类元素在水泥熟料锻烧过程中，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。③物料中易挥发元素 Tl 于 520~550°C 开始蒸发，在窑尾物理温度 850°C 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 50-500°C 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。④高挥发元素汞在约 100°C 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°C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。研究表明，在不超过重金属投加量限值情况下，进料量的变化是不影响重金属在熟料、烟气中的分配率。根据《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（编制说明）中，对德国、美国以及国内的清华大学的协同处置过程中重金属在水泥窑内分配系数进行列举，同时引用《广州市珠江水泥有限公司协同处置替代燃料节能减排技术改造项目环境影响报告表》（穗环管影(花)[2022] 115 号）对华新水泥厂、北京水泥厂及大连水泥厂的试烧试验结果，各重金属的在烟气中分配率基本在 0.5%以下。根据《水泥窑共处置固废过程中重金属的分配》(闫大海，李璐，黄启飞等，中国环境科学，2009，29(9):977~984)，水泥窑协同处置烟气中重金属的分配率除砷外基本在 0.0097~0.5%之间。根据《水泥窑协同处置与水泥固化/稳定化对重金属的固定效果比较》（张俊丽，刘建国，李橙等，环境科学，2008，29(4):1138~1142）的研究表明重金属随烟气排入大气的量不到其总量的 0.5%。

综上分析，根据重金属挥发特性和在水泥窑中迁移转化特性，以及试烧试验和研究报告测得的重金属分配系数，结合本技改项目实际工艺路线，本评价重金属分配系数按平均值取值，详见下表。

表 4-4　试烧试验和研究数据测得的重金属分配系数

重金属	德国水泥企业协会	德国水泥研究所	美国大陆水泥公司	清华大学	华新、北京、大连水泥厂	闫大海等	理论烟气重金属分配系数	理论固化率
	烟气(%)	烟气(%)	烟	烟气	烟气(%)	烟气(%)	烟气	烟气

			气(%)	(%)			(%)	(%)
Hg	—	—	—	—	<0.0007~<0.33	<0.284	0.142	99.858
Tl	<0.01~<0.1	—	—	—	0.0060~0.0097	—	0.055	99.945
Cd	<0.01~<0.2	$\leq 0.001\times10^{-4}$	0.452	<0.862	0.0021~0.219	<0.199	0.431	99.569
As	<0.01~<0.02	$\leq 0.005\times10^{-4}$	0.0062	<0.00174	3.63~14.56	7.64~14.6	7.300	92.7
Pb	<0.01~<0.2	$\leq 0.033\times10^{-4}$	0.451	<0.00792	0.075~0.46	0.0753~>0.457	0.230	99.77
Be	—	—	0.0301	—	—	—	0.0301	99.9699
Cr	<0.01~<0.05	0.010×10^{-4}~0.011×10^{-4}	0.0395	<0.000494	0.027~0.113	≤0.113	0.057	99.943
Sn	0.01~<0.05	—	—	—	>0.31~0.6	>0.309~0.603	0.302	99.698
Sb	<0.01~0.05	—	—	—	1.29~3.6	>1.29~3.60	1.805	98.195
Cu	<0.01~<0.05	—	—	0.0614~0.341	<0.004~0.08	≤0.0822	0.173	99.827
Co	<0.01~<0.05	—	—	—	<0.008~0.22	≤0.204	0.114	99.886
Mn	<0.001~<0.01	—	—	—	0.002~0.03	≤0.0180	0.016	99.984
Ni	<0.01~0.05	0.003×10^{-4}~0.020×10^{-4}	—	0.00755~0.0755	0.005~0.150	0.0143~0.150	0.075	99.925
V	<0.01~<0.05	—	—	—	0.008~0.17	0.0204~0.174	0.091	99.858

同时参考《广州市珠江水泥有限公司协同处置替代燃料节能减排技术改造项目环境影响报告表》（穗环管影（花）〔2022〕115 号）和《广州市珠江水泥有限公司水泥窑协同处置重金属污染土壤建设项目环境影响报告表》（穗环管影（花）〔2024〕245 号），类比项目对重金属投入量的计算以及《广州市珠江水泥有限公司协同处置替代燃料节能减排技术改造项目环境影响报告表》（穗环管影（花）〔2022〕115 号）于 2024 年 02 月 01 日的验收监测报告（报告编号：GDJH2304016EB）中窑尾废气的检出结果，可得出实例固化率与本次技改理论固化率基本一致。

表 4-5　本次技改项目理论与实例固化率对比一览表

重金属	实例投入量 t/a	实例窑尾废气检出量 t/a	实例固化率	理论固化率	本次技改项目取值*
Hg	0.228743	0.003024	98.6780%	99.858%	60%
Tl	3.037021	0.000524	99.9827%	99.945%	99.945%
Cd	0.428686	0.000019	99.9955%	99.569%	99.569%
As	4.689469	0.005242	99.8882%	92.7%	92.7%
Pb	9.209202	0.000310	99.9966%	99.77%	99.77%
Be	0.259874	0.000016	99.9938%	99.9699%	99.9699%
Cr	12.278357	0.013709	99.8883%	99.943%	99.8883%
Sn	64.504064	0.000645	99.9990%	99.698%	99.698%
Sb	7.043756	0.000048	99.9993%	98.195%	98.195%
Cu	12.427948	0.003105	99.9750%	99.827%	99.827%
Co	6.834179	0.000121	99.9982%	99.886%	99.886%
Mn	207.059722	0.000766	99.9996%	99.984%	99.984%
Ni	6.239107	0.005645	99.9095%	99.925%	99.9095%
V	10.702417	0.000524	99.9951%	99.909%	99.909%

注：①以上窑尾废气检出量数据由检测报告（报告编号：GDJH2304016EB）提供，未检出项按检出限的一半进行核算。②根据企业提供资料，为保守估计，确保更严格的环境保护标准和风险控制，本次技改项目保守按固化率小值计算。

由于高挥发元素汞在约 100°C 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°C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。结合试烧试验和研究数据测得的重金属分配系数及实例固化率，并参考《广州市珠江水泥有限公司水泥窑协同处置重金属污染土壤建设项目环境影响报告表》（穗环管影（花）〔2024〕245 号），本项目汞的固化率保守取 60%。

本次技改项目投入运行后的各重金属元素理论产排量平衡见下表所示：

表 4-6　本次技改项目投入运行后汞 Hg 元素平衡表

输入				固化率	输出	
名称	进料量 t/a	汞含量 mg/kg	汞含量 t/a		名称	汞排放量 t/a
石灰石	270671	0.013	0.0035	60%	进入熟料	0.2201
砂页岩	28558	0.121	0.0035		进入窑尾废气（40%）	0.1468
混合料	3174702	0.021	0.0667		/	/
污染土	99000	0.075	0.0074		/	/

干化污泥	186000	1.22	0.2269		/	/
煤	277581.4	0.025	0.0069		/	/
废旧纺织品	71500	0.099	0.0071		/	/
废木制品	5500	0.019	0.0001		/	/
废纸	5500	0.065	0.0004		/	/
废皮革	5500	0.001	0.0000		/	/
RDF	5500	0.046	0.0003		/	/
生物质燃料	5500	0.094	0.0005		/	/
铁尾矿	120000	0.126	0.0151		/	/
铜冶炼渣选尾矿	1000	0.073	0.0001		/	/
底泥	60000	0.207	0.0124		/	/
赤泥	110680	0.126	0.0139		/	/
高铝土	50000	0.042	0.0021		/	/
合计	/	/	0.3669		/	0.3669

表 4-7　本次技改项目投入运行后铊 Tl 元素平衡表

输入				固化率	输出	
名称	进料量 t/a	铊含量 mg/kg	铊含量 t/a		名称	铊排放量 t/a
石灰石	270671	0.5	0.1353	99.945%	进入熟料	3.6750
砂页岩	28558	0	0		进入窑尾废气（0.055%）	0.0020
混合料	3174702	1.1	3.4922		/	/
污染土	99000	0.5	0.0495		/	/
干化污泥	186000	0	0		/	/
煤	277581.4	0	0		/	/
废旧纺织品	71500	0	0		/	/
废木制品	5500	0	0		/	/
废纸	5500	0	0		/	/
废皮革	5500	0	0		/	/
RDF	5500	0	0		/	/
生物质燃料	5500	0	0		/	/
铁尾矿	120000	0	0		/	/
铜冶炼渣选尾矿	1000	0	0		/	/
底泥	60000	0	0		/	/
赤泥	110680	0	0		/	/
高铝土	50000	0	0		/	/
合计	/	/	3.6770		/	3.6770

表 4-8　本次技改项目投入运行后镉 Cd 元素平衡表

输入				固化率	输出	
名称	进料量 t/a	镉含量 mg/kg	镉含量 t/a		名称	镉排放量 t/a
石灰石	270671	0	0	99.569%	进入熟料	0.8519
砂页岩	28558	0	0		进入窑尾废气（0.431%）	0.0037
混合料	3174702	0.1	0.3175			
污染土	99000	0.6	0.0594		/	/
干化污泥	186000	1.6	0.2976		/	/
煤	277581.4	0	0		/	/
废旧纺织品	71500	0	0		/	/
废木制品	5500	0	0		/	/
废纸	5500	0.1	0.0006		/	/
废皮革	5500	0	0		/	/
RDF	5500	0	0		/	/
生物质燃料	5500	0	0		/	/
铁尾矿	120000	0	0		/	/
铜冶炼渣选尾矿	1000	82.6	0.0826		/	/
底泥	60000	1.3	0.0780		/	/
赤泥	110680	0	0		/	/
高铝土	50000	0.4	0.0200		/	/
合计	/	/	0.8556		/	0.8556

表 4-9　本次技改项目投入运行后铅 Pb 元素平衡表

输入				固化率	输出	
名称	进料量 t/a	铅含量 mg/kg	铅含量 t/a		名称	铅排放量 t/a
石灰石	270671	0	0	99.77%	进入熟料	106.1921
砂页岩	28558	26.1	0.7454		进入窑尾废气（0.23%）	0.2448
混合料	3174702	6.5	20.6356		/	/
污染土	99000	69	6.8310		/	/
干化污泥	186000	30.1	5.5986		/	/
煤	277581.4	4.6	1.2769		/	/
废旧纺织品	71500	0	0		/	/
废木制品	5500	2.7	0.0149		/	/
废纸	5500	10.4	0.0572		/	/
废皮革	5500	2.6	0.0143		/	/
RDF	5500	1.6	0.0088		/	/

生物质燃料	5500	0	0.0000		/	/
铁尾矿	120000	482	57.8400		/	/
铜冶炼渣选尾矿	1000	2090	2.0900		/	/
底泥	60000	56.1	3.3660		/	/
赤泥	110680	49	5.4233		/	/
高铝土	50000	50.7	2.5350		/	/
合计	/	/	106.4369		/	106.4369

表 4-10　本次技改项目投入运行后砷 As 元素平衡表

输入				固化率	输出	
名称	进料量 t/a	砷含量 mg/kg	砷含量 t/a		名称	砷排放量 t/a
石灰石	270671	1.11	0.3004	92.7%	进入熟料	20.4281
砂页岩	28558	5.21	0.1488		进入窑尾废气（7.3%）	1.6087
混合料	3174702	2.86	9.0796			
污染土	99000	5.69	0.5633		/	/
干化污泥	186000	13.7	2.5482		/	/
煤	277581.4	0.554	0.1538		/	/
废旧纺织品	71500	0.113	0.0081		/	/
废木制品	5500	0.218	0.0012		/	/
废纸	5500	0.716	0.0039		/	/
废皮革	5500	0.818	0.0045		/	/
RDF	5500	0.35	0.0019		/	/
生物质燃料	5500	0.288	0.0016		/	/
铁尾矿	120000	30	3.6000		/	/
铜冶炼渣选尾矿	1000	1320	1.3200		/	/
底泥	60000	21.1	1.2660		/	/
赤泥	110680	25.6	2.8334		/	/
高铝土	50000	4.04	0.2020		/	/
合计	/	/	22.0368		/	22.0368

表 4-11　本次技改项目投入运行后铍 Be 元素平衡表

输入				固化率	输出	
名称	进料量 t/a	铍含量 mg/kg	铍含量 t/a		名称	铍排放量 t/a
石灰石	270671	0	0	99.9699%	进入熟料	0.8967
砂页岩	28558	0	0		进入窑尾废气（0.0301%）	0.0003
混合料	3174702	0	0		/	/
污染土	99000	3.12	0.3089		/	/

干化污泥	186000	0	0		/	/
煤	277581.4	1.84	0.5107		/	/
废旧纺织品	71500	0	0		/	/
废木制品	5500	0.09	0.0005		/	/
废纸	5500	0	0		/	/
废皮革	5500	0	0		/	/
RDF	5500	0	0		/	/
生物质燃料	5500	0	0		/	/
铁尾矿	120000	0	0		/	/
铜冶炼渣选尾矿	1000	0	0		/	/
底泥	60000	0.28	0.0168		/	/
赤泥	110680	0	0		/	/
高铝土	50000	1.2	0.0600		/	/
合计	/	/	0.8969		/	0.8969

表 4-12　本次技改项目投入运行后铬 Cr 元素平衡表

输入				固化率	输出	
名称	进料量 t/a	铬含量 mg/kg	铬含量 t/a		名称	铬排放量 t/a
石灰石	270671	1.1	0.2977	99.8883%	进入熟料	178.5553
砂页岩	28558	95.5	2.7273		进入窑尾废气（0.1117%）	0.1997
混合料	3174702	16	50.7952		/	/
污染土	99000	66	6.5340		/	/
干化污泥	186000	78	14.5080		/	/
煤	277581.4	3.9	1.0826		/	/
废旧纺织品	71500	2.9	0.2074		/	/
废木制品	5500	1.4	0.0077		/	/
废纸	5500	9.4	0.0517		/	/
废皮革	5500	0.025	0.0001		/	/
RDF	5500	0.6	0.0033		/	/
生物质燃料	5500	2.4	0.0132		/	/
铁尾矿	120000	38.7	4.6440		/	/
铜冶炼渣选尾矿	1000	90.4	0.0904		/	/
底泥	60000	94.3	5.6580		/	/
赤泥	110680	830	91.8644		/	/
高铝土	50000	5.4	0.2700		/	/
合计	/	/	178.7550		/	178.7550

表 4-13　本次技改项目投入运行后锡 Sn 元素平衡表

输入				固化率	输出	
名称	进料量 t/a	锡含量 mg/kg	锡含量 t/a		名称	锡排放量 t/a
石灰石	270671	0	0	99.698%	进入熟料	1.5430
砂页岩	28558	0	0		进入窑尾废气（0.302%）	0.0047
混合料	3174702	0	0		/	/
污染土	99000	14.3	1.4157		/	/
干化污泥	186000	0	0		/	/
煤	277581.4	0	0		/	/
废旧纺织品	71500	0	0		/	/
废木制品	5500	0	0		/	/
废纸	5500	0	0		/	/
废皮革	5500	0	0		/	/
RDF	5500	0	0		/	/
生物质燃料	5500	0	0		/	/
铁尾矿	120000	0	0		/	/
铜冶炼渣选尾矿	1000	132	0.132		/	/
底泥	60000	0	0		/	/
赤泥	110680	0	0		/	/
高铝土	50000	0	0		/	/
合计	/	/	1.5477		/	1.5477

表 4-14　本次技改项目投入运行后锑 Sb 元素平衡表

输入				固化率	输出	
名称	进料量 t/a	锑含量 mg/kg	锑含量 t/a		名称	锑排放量 t/a
石灰石	270671	0	0	98.195%	进入熟料	6.7293
砂页岩	28558	0	0		进入窑尾废气（1.805%）	0.1237
混合料	3174702	0	0		/	/
污染土	99000	3.1	0.3069		/	/
干化污泥	186000	0	0		/	/
煤	277581.4	0	0		/	/
废旧纺织品	71500	82.8	5.9202		/	/
废木制品	5500	0	0		/	/
废纸	5500	0	0		/	/
废皮革	5500	31.8	0.1749		/	/
RDF	5500	0	0		/	/
生物质燃料	5500	0	0		/	/

铁尾矿	120000	0	0		/	/
铜冶炼渣选尾矿	1000	451	0.4510		/	/
底泥	60000	0	0		/	/
赤泥	110680	0	0		/	/
高铝土	50000	0	0		/	/
合计	/	/	6.8530		/	6.8530

表 4-15　本次技改项目投入运行后铜 Cu 元素平衡表

输入				固化率	输出	
名称	进料量 t/a	铜含量 mg/kg	铜含量 t/a		名称	铜排放量 t/a
石灰石	270671	1.3	0.3519	99.827%	进入熟料	70.7788
砂页岩	28558	23.4	0.6683		进入窑尾废气（0.173%）	0.1227
混合料	3174702	2.9	9.2066		/	/
污染土	99000	90	8.9100		/	/
干化污泥	186000	193	35.8980		/	/
煤	277581.4	6.4	1.7765		/	/
废旧纺织品	71500	2.1	0.1502		/	/
废木制品	5500	4.3	0.0237		/	/
废纸	5500	34.8	0.1914		/	/
废皮革	5500	1.8	0.0099		/	/
RDF	5500	1.4	0.0077		/	/
生物质燃料	5500	2.7	0.0149		/	/
铁尾矿	120000	30.4	3.6480		/	/
铜冶炼渣选尾矿	1000	2340	2.3400		/	/
底泥	60000	103	6.1800		/	/
赤泥	110680	12.6	1.3946		/	/
高铝土	50000	2.6	0.1300		/	/
合计	/	/	70.9015		/	70.9015

表 4-16　本次技改项目投入运行后钴 Co 元素平衡表

输入				固化率	输出	
名称	进料量 t/a	钴含量 mg/kg	钴含量 t/a		名称	钴排放量 t/a
石灰石	270671	0.6	0.1624	99.886%	进入熟料	21.6733
砂页岩	28558	9.3	0.2656		进入窑尾废气（0.114%）	0.0247
混合料	3174702	3.6	11.4289		/	/
污染土	99000	15	1.4850		/	/

干化污泥	186000	9	1.6740		/	/
煤	277581.4	3.4	0.9438		/	/
废旧纺织品	71500	1.8	0.1287		/	/
废木制品	5500	0	0		/	/
废纸	5500	2.3	0.0127		/	/
废皮革	5500	6.7	0.0369		/	/
RDF	5500	1.4	0.0077		/	/
生物质燃料	5500	0	0		/	/
铁尾矿	120000	4.7	0.5640		/	/
铜冶炼渣选尾矿	1000	202	0.2020		/	/
底泥	60000	12.4	0.7440		/	/
赤泥	110680	33	3.6524		/	/
高铝土	50000	7.8	0.3900		/	/
合计	/	/	21.6980		/	21.6980

表 4-17　本次技改项目投入运行后锰 Mn 元素平衡表

输入				固化率	输出	
名称	进料量 t/a	锰含量 mg/kg	锰含量 t/a		名称	锰排放量 t/a
石灰石	270671	72.2	19.5424	99.984%	进入熟料	621.9019
砂页岩	28558	59.8	1.7078		进入窑尾废气（0.016%）	0.0995
混合料	3174702	112	355.5666		/	/
污染土	99000	460	45.5400		/	/
干化污泥	186000	552	102.6720		/	/
煤	277581.4	36.8	10.2150		/	/
废旧纺织品	71500	1.55	0.1108		/	/
废木制品	5500	41.7	0.2294		/	/
废纸	5500	44.6	0.2453		/	/
废皮革	5500	19.4	0.1067		/	/
RDF	5500	81.3	0.4472		/	/
生物质燃料	5500	181	0.9955		/	/
铁尾矿	120000	206	24.7200		/	/
铜冶炼渣选尾矿	1000	446	0.4460		/	/
底泥	60000	388	23.2800		/	/
赤泥	110680	260	28.7768		/	/
高铝土	50000	148	7.4000		/	/
合计	/	/	622.0014		/	622.0014

表 4-18　本次技改项目投入运行后镍 Ni 元素平衡表

输入				固化率	输出	
名称	进料量 t/a	镍含量 mg/kg	镍含量 t/a		名称	镍排放量 t/a
石灰石	270671	2.1	0.5684	99.9095%	进入熟料	33.8439
砂页岩	28558	10.4	0.2970		进入窑尾废气（0.0905%）	0.0307
混合料	3174702	5.9	18.7307		/	/
污染土	99000	48	4.7520		/	/
干化污泥	186000	22.2	4.1292		/	/
煤	277581.4	8.6	2.3872		/	/
废旧纺织品	71500	0	0		/	/
废木制品	5500	0	0		/	/
废纸	5500	4.2	0.0231		/	/
废皮革	5500	1.2	0.0066		/	/
RDF	5500	33.2	0.1826		/	/
生物质燃料	5500	0.7	0.0039		/	/
铁尾矿	120000	0.6	0.0720		/	/
铜冶炼渣选尾矿	1000	43.2	0.0432		/	/
底泥	60000	29.6	1.7760		/	/
赤泥	110680	6.8	0.7526		/	/
高铝土	50000	3	0.1500		/	/
合计	/	/	33.8746		/	33.8746

表 4-19　本次技改项目投入运行后钒 V 元素平衡表

输入				固化率	输出	
名称	进料量 t/a	钒含量 mg/kg	钒含量 t/a		名称	钒排放量 t/a
石灰石	270671	3	0.8120	99.909%	进入熟料	164.7830
砂页岩	28558	101	2.8844		进入窑尾废气（0.091%）	0.1501
混合料	3174702	16.8	53.3350		/	/
污染土	99000	117	11.5830		/	/
干化污泥	186000	27.2	5.0592		/	/
煤	277581.4	15.6	4.3303		/	/
废旧纺织品	71500	0	0		/	/
废木制品	5500	0	0		/	/
废纸	5500	4	0.0220		/	/
废皮革	5500	4.4	0.0242		/	/
RDF	5500	0	0		/	/
生物质燃料	5500	0	0		/	/

铁尾矿	120000	62.7	7.5240		/	/
铜冶炼渣选尾矿	1000	39.2	0.0392		/	/
底泥	60000	50.7	3.0420		/	/
赤泥	110680	666	73.7129		/	/
高铝土	50000	51.3	2.5650		/	/
合计	/	/	164.9331		/	164.9331

⑨二噁英类

一般固体废物在焚烧过程中可能还会产生少量的二噁英。二噁英的形成原因主要有两方面：一是焚烧过程中形成，在局部供氧不足时含氯有机物形成二噁英类的前驱物，再反应生成二噁英。二是燃烧以后形成，因不完全燃烧产生的剩余部分前驱物，在烟气中金属(尤其是 Cu)的催化作用下，形成二噁英。

国外对焚烧炉二噁英的控制研究认为，垃圾在 850℃以上高温中燃烧，可控制二噁英的产生，含二噁英的烟气在 850℃以上高温有效滞留时间在 2 秒以上可有效控制二噁英。

新型干法回转窑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，本项目固废从窑尾分解炉或预热器投入，窑尾烟室气体温度＞1000℃，分解炉气体温度＞900℃，停留时间＞3s，入窑后的物料不断悬浮、翻滚，高温烟气湍流激烈，从而使易生成二噁英类物质的有机氯化物完全燃烧和彻底分解，或已生成的二噁英类物质完全分解。窑尾预热器系统的气体中含有大量的生料粉，主要成分为 $CaCO_3$、$MgCO_3$ 和 CaO、MgO，可与燃烧产生的 Cl^- 迅速反应，从而消除二噁英产生需要的氯离子，抑制二噁英类物质形成。同时，为保证对二噁英的有效控制，必须在水泥窑达到一定炉膛温度时才开始投烧少量固废，结束燃烧时炉温维持高温至燃烧完毕。

二噁英类采用同类型项目类比的可行性

四川华蓥西南水泥有限公司一般固废（含污染土“非危废”）资源综合利用项目，于 2023 年 3 月开工建设，2023 年 7 月建成投入试运行，2023 年 12 月 12 日通过自主竣工环境保护验收。

四川微谱检测技术有限公司于 2023 年 11 月 6 日~7 日对四川华蓥西南水泥

有限公司窑尾排气筒中二噁英的排放情况进行了监测，根据监测结果可知，在协同处理固体废物后，水泥窑窑尾烟气中二噁英的排放浓度在 0.00048~0.0052ng TEQ/m³ 之间，平均值为 0.0027ngTEQ/m³，满足《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485-2013）的要求（限值：0.1ngTEQ/m³）。本项目按最不利情况，二噁英排放浓度按照其监测的最大值 0.0052ng TEQ/m³ 计。类比的水泥窑为 4000t/d 的新型干法窑外分解回转窑，一期工程处理污染土、一般固废 333t/d。四川华蓥西南水泥有限公司窑尾烟气处置系统：湿法脱硫+低氮燃烧+SNCR+布袋除尘器、水泥窑内物料可吸收酸性气体，固化重金属、抑制二噁英类污染物产生。

本项目协同处置的固体废物主要为一般固废，且项目水泥窑为 6000t/d 的新型干法窑外分解回转窑，窑内环境能够有效抑制二噁英类污染物产生，因此项目二噁英类污染物类比四川华蓥西南水泥有限公司一般固废（含污染土“非危废”）资源综合利用项目的二噁英的排放浓度具有一定的可行性。

表 4-20　二噁英类排放浓度采用同类型项目类比一览表

类别	四川华蓥西南水泥有限公司	本项目
水泥窑规模	4000t/d	6000t/d
固废类别	污染土、一般固废	污染土（现有在建项目）、一般固废及高铝土等
窑尾烟气处置系统	湿法脱硫+低氮燃烧+SNCR+布袋除尘器处理后、水泥窑内物料可吸收酸性气体，固化重金属、抑制二噁英类污染物产生	SNCR 脱硝工艺+布袋除尘器+湿法脱硫装置、水泥窑内物料可吸收酸性气体，固化重金属、抑制二噁英类污染物产生
二噁英实测排放浓度	0.00048~0.0052ng TEQ/m³，均值为 0.0027ng TEQ/m³	/
类别说明	四川华蓥西南水泥有限公司水泥窑规模与本项目相近；本项目协同处置一般固废及高铝土等与四川华蓥西南水泥有限公司相近，且窑尾的废气处理设施相差不大，由此可见类比四川华蓥西南水泥有限公司协同处置污染土、一般固废工程的二噁英排放浓度具有可行性。	

表 4-21　本项目技改后二噁英类的产排情况一览表

污染物	废气量 m³/h	产生量 ng TEQ/a	产生速率 ng TEQ/h	产生浓度 ngTEQ/Nm³	排放量 ng TEQ/a	排放速率 ng TEQ/h	排放浓度 ngTEQ/Nm³
二噁英类	604205	24883578.72	3141.866	0.0052	24883578.72	3141.866	0.0052

⑩总有机碳

根据生态环境部《关于水泥窑协同处置固体废物废气中总有机碳监测有关问题的复函》（环办监测函〔2019〕350 号）：《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485-2013）设置总有机碳（TOC）指标主要用来控制燃烧

不完全的程度。

新型干法水泥工艺是目前最为先进的水泥生产技术，其核心设备是高效换热的悬浮预分解系统，其保证物料的高效换热和分解。固体废物进入分解炉，物料烧成温度在 1400℃以上（炉内的最高气流温度可达 1800℃或更高），在此高温下固体废物中的少量有机物焚毁率可达 99.99999%以上，即使很稳定的有机物也能被完全分解。参考建设单位于 2024 年 1 月 29 日的监测报告中窑尾废气总有机碳的检出结果，协同处置一般固废后窑尾废气总有机碳增加折算浓度为 5mg/m³，因此本次评价保守按增加折算浓度为 5mg/m³ 计，符合《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485-2013）要求（因协同处置固体废物增加的浓度不超过 10mg/m³）。

⑪技改项目后窑尾废气达标分析

根据《水泥工业大气污染物排放标准》（GB4915-2013），对于水泥窑及窑尾余热利用系统排气，实测大气污染物排放浓度应按以下公式换算为基准含氧量状态下的基准排放浓度，并以此作为判定排放是否达标的依据。

$$C_{基} = \frac{21 - O_{基}}{21 - O_{实}} \cdot C_{实}$$

式中：

$C_{基}$——大气污染物基准氧含量排放浓度，mg/m³；

$C_{实}$——实测的大气污染物排放浓度，mg/m³；

$O_{基}$——基准含氧量百分率，水泥窑及窑尾余热利用系统排气为 10，本项目取 10；

$O_{实}$——实测含氧量百分率，根据实测数据，为 7.5。

表 4-22　技改项目后窑尾废气达标分析一览表

污染源	污染物	废气量 Nm³/h	排放量 t/a	排放速率 kg/h	排放浓度 mg/m³	基准排放浓度 mg/m³	排放标准 mg/m³	是否达标
窑尾排气筒 DA234	SO_2	604205	131.56	16.611	27.493	22.401	100	达标
	NO_X		448.842	56.672	93.796	76.426	320	达标
	颗粒物		13.191	1.666	2.757	2.246	20	达标
	氨		5.884	0.743	1.230	1.002	8	达标
	汞及其化合物		0.147	0.019	0.031	0.025	0.05	达标
	总有机碳		156.2	19.722	32.642	26.600（增加 5mg/m³）	因协同处置固	达标

						体废物增加的浓度不超过10mg/m³	
氯化氢		44.943	5.675	9.392	7.653	10	达标
氟化氢		5.473	0.691	1.144	0.932	1.0	达标
铊、镉、铅、砷及其化合物		1.859	0.235	0.388	0.317	1.0	达标
铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物		0.756	0.095	0.158	0.129	0.5	达标
二噁英		24883578.72ng TEQ/a	3141.866ng TEQ/h	0.0052ng TEQ/m³	0.004ngTEQ/m³	0.1ng TEQ/m³	达标

根据上表，项目技改后窑尾废气污染物中颗粒物、SO_2、NOx、氨达到《水泥工业大气污染物排放标准》（GB4915-2013）表 2 大气污染物特别排放限值要求；氯化氢，氟化氢，汞及其化合物（以 Hg 计），铊、镉、铅、砷及其化合物，铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物，总有机碳，二噁英达到《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB 30485-2013）限值要求，废气可稳定达标排放。

（2）废气治理设施可行性分析

参考《排污许可证申请与核发技术规范-废弃资源加工工业》（HJ 1034-2019）附录 A 废弃资源加工工业排污单位污染防治可行技术参考表，布袋除尘器属于可行技术。

（3）依托原有治理设施可行性分析

由于现有 SNCR 脱硝工艺+布袋除尘器+湿法脱硫装置设计最大风量为 1400000mg/m³，本次技改项目建成后总风量为 604205mg/m³，小于设计风量，可满足风量需求。

工艺分析

现有项目水泥窑窑尾烟气温度较高（260℃~280℃），经脱硝装置处理后，进入 SP 余热锅炉综合利用废热，再经袋式除尘器除尘后，通过引风机进入脱硫装置吸收塔。在吸收塔内烟气向上流动且被向下流动的循环浆液以逆流方式洗涤。循环浆液则通过喷浆层内设置的喷嘴喷射到吸收塔中，以便脱除 SO_2、SO_3、

HCl 和 HF，与此同时在“强氧化工艺”的处理下反应的副产物被导入的空气氧化为石膏（$CaSO_4 \cdot 2H_2O$），并消耗作为吸收剂的窑灰。

循环浆液通过浆液循环泵向上输送到喷淋层中，通过喷嘴进行雾化，可使气体和液体得以充分接触。每个泵通常与其各自的喷淋层相连接，即通常采用单元制。

在吸收塔中，石灰石与二氧化硫反应生成石膏，这部分石膏浆液通过石膏浆液泵排出，进入石膏脱水系统。脱水系统主要包括石膏水力旋流器（作为一级脱水设备）、浆液分配器和真空皮带脱水机。

经过净化处理的烟气流经两级除雾器除雾，在此处将清洁烟气中所携带的浆液雾滴去除。同时按特定程序不时地用工艺水对除雾器进行冲洗。进行除雾器冲洗有两个目的，一是防止除雾器堵塞，二是冲洗水同时作为补充水，稳定吸收塔液位。

在吸收塔出口，烟气一般被冷却到 46-55℃左右，洁净的烟气通过烟道进入原窑尾烟囱排向大气。

处理分析

本次技改项目建成实施后，不新增窑尾废气治理措施，因水泥窑本身具有很高的热稳定性以及碱性环境，产生的 SO_2、HCl、HF 等酸性气体会被大量的吸收，可大大降低焚烧尾气中的酸性气浓度。根据工程分析，本项目利用水泥窑协同处置一般固废及高铝土等，基本上不会对窑尾烟气中粉尘、SO_2、NOx 排放产生影响，可能新增污染物排放的因子主要为二噁英类、重金属类及酸性气体。

SO_2：石灰石石膏湿法脱硫工艺采用石灰石作脱硫剂。石灰石经破碎磨成粉状与水混合搅拌制成脱硫剂浆液，在脱硫塔内，脱硫剂浆液与烟气接触混合，烟气中的 SO_2 与浆液中的 Ca^{2+} 以及鼓入的氧化空气进行化学反应，最终生成石膏，从而达到除去 SO_2 的目的。

HCl：氯化氢同样属于酸性气体，根据反应机理，由于水泥窑中具有碱性环境，HCl 在窑内与 CaO 反应生成 $CaCl_2$ 随熟料带出窑外，通常情况下，97%以上的 HCl 在窑内会被碱性物质吸收，随尾气排放到窑外的量很少。

HF：烧成窑尾排放的氟化物是由于生料在窑内燃烧及煅烧熟料时生料带入

的氟产生的。不过，由于水泥烧成过程中窑内存在大量的氧化钙和碱性氧化物，大部分产生的 F 将被吸收形成氟化钙，产生的 HF 会与 CaO，Al_2O_3 形成氟铝酸钙固熔于熟料中带出窑外，窑外分解窑由于物料与气体接触充分，则氟化物的实际排放量甚微。

臭气浓度：在高温条件下臭气中的有机物质氧化分解，能够将臭气中的有机物转化为无害的物质，如二氧化碳和水，从而达到去除恶臭的目的。而新型干法水泥窑火焰温度达到 2000℃，物料停留时间约 30 分钟，入窑物料可在几秒钟之内迅速升温到 800℃以上。本项目固废从分解炉投入，分解炉温度约 900℃，停留时间＞8s，因此臭气浓度可完全燃烧，外排浓度较少。

重金属：根据中国建筑材料科学研究总院兰明章在其硕士学位论文《重金属在水泥熟料锻烧和水泥水化过程中的行为研究》中论述："不同的重金属离子在水泥中的存在形式和分布不同，铅、镍元素以化合物的形式吸附在水泥颗粒表面；铬元素参与水泥水化反应生成类似于单硫型水化硫铝酸盐结构的含铬结晶相；钴、镉元素取代水泥水化产物中的钙离子，不会使原水化产物的结构发生晶格畸变，形成了相应的含钴、镉硅酸盐结晶相和凝胶相。重金属在水泥熟料锻烧过程中大部分都可以固化在水泥熟料中，特别是在工业实际生产时焚烧含重金属的废弃物的情况下，重金属在水泥熟料中的固化率可达 90%以上，甚至达到 99.99%"。由于绝大部分重金属元素可以固化在水泥熟料中，易挥发的重金属化合物在窑系统内循环条件下可以达到饱和，从而抑制了这些重金属的继续挥发。

二噁英：根据工程分析，本次技改项目采用新型干法水泥窑协同处置一般固废及高铝土等，为保证水泥窑能稳定运行和水泥熟料质量，已严格控制入窑废物中氯元素的含量，可从源头上减少二噁英产生所需的氯源，而窑尾预热器系统的气体中含有大量的生料粉尘，其成分可与燃烧产生的 Cl^- 迅速反应，从而抑制二噁英类物质形成。同时，新型干法水泥窑火焰温度达到 2000℃，物料停留时间约 30 分钟。入窑物料可在几秒钟之内迅速升温到 800℃以上，本项目固废从分解炉投入，分解炉温度约 900℃，停留时间＞8s，入窑后的物料不断悬浮、翻滚，高温烟气湍流激烈，从而使易生成二噁英类物质的有机氯化物完全燃烧和彻底分解，或已生成的二噁英类物质完全分解。再者，窑尾预热器出来的烟

气经过增湿塔、原料磨和除尘器等构成多级收尘系统能使烟气温度可从300-400℃迅速降至100℃以下，同时烟气出口的下降管道设有喷水降温装置，在此过程中可实现烟气的急冷，有效控制二噁英的二次合成。

根据以上分析，本次技改项目对窑尾废气产生的影响主要为重金属、氟化氢、氯化氢和总有机碳排放量的增加，不参与氨还原氮氧化物反应过程，也不影响烟气脱硫和高温固硫进程，对SNCR脱硝工艺+布袋除尘器+湿法脱硫装置处理效果不产生影响，同时，本次技改项目运行后窑尾烟气量基本不变，可满足风量需求，本次技改项目投入运行后对原有治理设施影响不大。根据工程分析，项目技改后窑尾废气污染物中颗粒物、SO_2、NOx、氨达到《水泥工业大气污染物排放标准》（GB4915-2013）表 2 大气污染物特别排放限值要求；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，总有机碳，二噁英达到《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB 30485-2013）限值要求，废气可稳定达标排放，对周围环境影响较小。

（4）监测计划

根据《排污许可证申请与核发技术规范—工业固体废物和危险废物治理》（HJ 1033-2019）、《排污许可证申请与核发技术规范—废弃资源加工工业》（HJ 1034-2019）和《排污单位自行监测技术指南—水泥工业》（HJ848-2017），并结合运营期间污染物排放特点，制定本次技改项目的污染源监测计划。监测分析方法按照现行国家、部颁标准和有关规定执行。本次技改项目运营期废气环境监测计划如下表 4-23 所示。

表 4-23　本次技改项目运营期废气监测计划表

排放方式	监测位置	监测内容	监测频率	执行标准
有组织	水泥窑及窑尾余热利用系统排气筒	氨	每季度 1 次	《水泥工业大气污染物排放标准》（GB4915-2013）表 2 特别排放限值
		颗粒物	自动监测	
		SO_2		
		NOx		
		氯化氢、氟化氢、氟化物、汞及其化合物（以 Hg 计）、铊、镉、铅、砷及其化合物（以 T+Cd+Pb+As 计）、铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物（以 Be+Cr+Sn+Sb+Cu+Co+Mn+Ni+V 计）、总有机碳	每半年 1 次	《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485-2013）

		二噁英类	每年 1 次	
	窑头废气排气筒	颗粒物	连续监测	《水泥工业大气污染物排放标准》（GB4915-2013）表 2 特别排放限值
	水泥磨排气筒	颗粒物	每季度 1 次	《水泥工业大气污染物排放标准》（GB4915-2013）表 2 特别排放限值
无组织	项目厂界上风向 1 个点，下风向 3 个点	颗粒物、氨	每季度 1 次	《水泥工业大气污染物排放标准》（GB4915-2013）表 3 限值
		臭气浓度	每季度 1 次	《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）表 1 二级新扩改建标准和表 2 标准限值

（5）大气环境影响分析

据广州市生态环境局官方网站发布的《2023年广州市生态环境状况公报》监测结果可知，项目所在区域为环境空气质量达标区。

项目 500 米范围内不存在大气环境敏感点。根据前文分析，本次技改项目各产污环节均已落实污染防治措施，本次技改项目协同处置一般固废及高铝土的窑尾废气经 SNCR 脱硝工艺+布袋除尘器+湿法脱硫装置由 110m 高排气筒 DA234 排放，大部分的废气呈有组织排放，均可达标排放，因此，本次技改项目建成后，各污染物经处理设施处理以及大气扩散后对周边大气环境影响不大。

2、废水

现有厂区生产废水和生活污水经处理达标后全部回用不外排，厂区不设污水排放口。

本项目仅对原料进行替代，不对生产工艺流程进行变动，不增减劳动定员。不涉及新增水污染物产生和排放。

3、噪声

（1）影响分析

本项目不对现有工程的设备进行变动，依托现有工程的降噪措施进行噪声防治，厂区设施设备噪声源和噪声污染防治措施无变化，根据厂区现状噪声监测数据（见“表 2-19”），厂界噪声分别达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》3、4 类标准，不改变现有工程对外界的噪声影响。

监测项目：等效连续 A 声级；监测时间和监测频次：根据《排污单位自行

监测技术指南 总则》（HJ819-2017）和《排污单位自行监测技术指南 水泥工业》（HJ848-2017），厂界环境噪声每季度至少开展一次监测，夜间生产的要监测夜间噪声。由于本项目夜间生产，故需要监测夜间噪声。执行原有监测计划，需每季度对厂界环境噪声监测一次，具体监测计划详见下表。

（2）监测计划

技改后项目监测计划见表 4-24。

表 4-24 噪声监测计划一览表

监测项目	监测位置	监测内容	监测频率	执行标准
噪声	厂界四周	昼间、夜间等效连续 A 声级	1 次/季	西南面厂界执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）的 4 类标准，其余厂界执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB12348-2008）的 3 类标准

4、固体废物

本项目为固废资源综合利用建设项目，不新增固体废物，不改变现有工程的固废种类和固废产生量。

本次技改后全厂产生的固体废物可以得到妥善处理和处置，对周围环境影响不会产生明显影响。

5、地下水及土壤

根据现场调查，本次技改项目在现有厂房内进行生产，全厂区生产储存设施均为硬底化地面，地面不存在断层、土壤裸露等情况，故本次技改项目对地下水及土壤不存在地面漫流、垂直入渗等的污染途径，故不开展地下水及土壤环境影响评价工作。

6、生态

本次技改项目在现有厂房内进行生产，不新增用地，不新增设备设施，且用地范围内没有生态环境保护目标，故本次技改项目不需开展生态环境影响评价。

7、环境风险

（1）危险物质和风险源分析

现有工程主要涉及到的危险物质有柴油、氨水、废矿物油等，本次技改项目为固废资源综合利用建设项目，一般固废及高铝土等不属于《建设项目环境

风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录B中重点关注的危险物质，也不属于《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）中规定的有毒物质、一般物质、爆炸性物质，同时生产过程中不增加危险物质的储存量以及不新增危险废物产生。本次技改项目无新增风险源，Q<1，因此无需设置环境风险专项评价。

（2）环境风险分析

项目运营过程的环境风险因素主要包括化学品泄漏事件、火灾次生环境事件及废气超标事件。主要生产区事故原因为柴油、氨水等危险物质泄漏；设备故障引发火灾；废气、废水处理设施或电机发生故障导致废气超标、废水泄漏等。

（3）风险防范措施

现有工程风险防范措施：

1）设置水环境“三级”防范措施。生产区和办公区均设置雨水收集沟渠，雨水通过生产区域道路流向雨水收集口，雨水沿雨水管道流向雨水总排放口，流出厂外。当发生事故时，雨水收集管网可临时作为应急污水收集管网，管网内已设置雨水阀门作为切断装置。企业已建设有效容积不少于600m^3 的事故应急池。

2）柴油储罐风险防范措施

现有工程在柴油储罐周边设有足够容量的围堰，围堰规格为30m×13m×1m，泄漏后的柴油将在围堰范围内积聚，防止柴油向四周流淌、扩散；储罐区周边存放了一定量的灭火器以及沙箱，供灭火之用。在事故状态下，可有效减少爆炸所造成的伤害，从而将影响距离控制在厂区内。

3）烟气脱硝项目环境风险防范措施

氨水房内设有2个氨水储存罐（一用一备），每个储存罐容积为50 m^3，最多可储存45吨氨水，储罐材质为不锈钢储罐，装卸时有少量氨气排放。氨水储罐上方距地面约7.5 m处，设置有可燃性气体检测报警仪，检测区域覆盖氨水房室内面积。输送氨水的管道采用不锈钢材质，管道连接采取法兰焊接的方式，可预防因腐蚀而引起的泄漏事故。

氨水房内设有耐腐蚀材料的围堰和导液设施，围堰的有效容积为43m^3，导液设施与氨水房旁的应急池相连，应急池的有效容积为100m^3。氨水储罐上方设

有小喷淋水阀，当氨水储罐破损，氨水泄漏导致氨水房内氨气浓度较高时，通过启动水阀对罐区进行喷淋降低室内浓度，喷淋水经废水收集沟渠排放至氨水房旁边的应急池内。氨水房室外还建有洗眼器及冲洗设施，并设置了多种危险告知牌及消防设施。

4）废气处理设施风险防控措施

①落实了岗位责任，保障废气处理工序的化学品能够正常供应。定期对操作人员进行工作技能、运行规程、操作安全以及环境保护知识的培训。

②实行巡查制度，结合人工巡查、监控录像等及时发现和治理废气泄漏风险隐患，按照隐患排查治理流程处理，预防事故发生。

③废气处理设施巡检人员每天对废气处理设施进行巡检。

④当废气处理设施发生故障时，维修人员应立即告知生产主管，由生产主管下令停止生产，维修人员利用停产时间抓紧维修废气处理设施，设备维修好后，方可正常生产。

5）危废仓库风险防控措施

危废仓库主要用于存放废矿物油、实验室废溶剂瓶（塑料、玻璃）、废油桶（铁质、塑料）、其他含油废物（废油管、含油滤芯、含油手套等），根据危险废物种类分别存放在不同隔间；对于含液体、滤液的危险废物要有制定容器收集，防止泄漏，严禁随意堆放和扩散；危废仓库内地面已做水泥硬化及地坪漆防渗处理，储存区设有导流沟，导流沟与应急池相连，在事故情况下，泄漏的废矿物油可通过导流沟截流在危废仓内防止溢流至外环境。

现有危废仓库符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597—2023）的相关要求。

现有项目已编制《广州市越堡水泥有限公司突发环境事件应急预案》，其风险防范措施是合理的。本次技改项目依托现有工程的废气处理设施风险防控措施是可行的。

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	窑尾排气筒（DA234）	SO_2	窑尾废气经现有SNCR脱硝工艺+布袋除尘器+烟气湿法脱硫装置处理达标后经110m排气筒DA234排放	《水泥工业污染物排放标准》（GB4915-2013）表2大气污染物特别排放限值
		NO_X		
		颗粒物		
		氟化物（以F 计）		
		氨		
		总有机碳		《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB 30485-2013）
		汞及其化合物（以Hg 计）		
		HCl		
		HF		
		Tl+Cd+Pb+As合计		
		Be+Cr+Sn+Sb+Cu+Co+Mn+Ni+V合计		
		二噁英类		
	窑头排气筒（DA136）	颗粒物	窑头废气经收集后经现有袋式收尘器净化处理后由40m高排气筒DA136排放	《水泥工业大气污染物排放标准》（GB4915-2013）表2大气污染物特别排放限值
	水泥磨排气筒（DA176、DA179、DA186）	颗粒物	水泥磨废气经收集后经现有袋式收尘器净化处理后分别由34米排气筒DA176、34米排气筒DA179、43米排气筒DA186排放	《水泥工业污染物排放标准》（GB4915-2013）表2大气污染物特别排放限值
	厂界	颗粒物、氨	加强通风	《水泥工业大气污染物排放标准》（GB4915-2013）中的排放限值
		臭气浓度		《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）表1二级新扩改建标准
地表水环境	/	/	/	/

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
声环境	生产过程	噪声	隔声、减振	《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3、4类标准
电磁辐射	/	/	/	/
固体废物	本项目不涉及固体废物产生			
土壤及地下水污染防治措施	项目所在车间地面采取防渗措施，且四周配套应急截留			
生态保护措施	/			
环境风险防范措施	依托现有风险防控措施： ①落实了岗位责任，保障废气处理工序的化学品能够正常供应。定期对操作人员进行操作规程以及环境保护知识的培训。 ②实行巡查制度，结合人工巡查、监控录像等及时发现和治理废气泄漏风险隐患，预防事故发生。 ③定期对废气处理设施进行巡检及检修维护，使废气处理设施达到预期效果。 ④当废气处理设施发生故障时，维修人员应立即告知生产主管，由生产主管下令停止生产，维修人员利用停产时间抓紧维修废气处理设施，设备维修好后，方可正常生产。 ⑤加强危险化学品管理，定期检查，避免危险化学品泄漏，存放必要应急物资。 ⑥加强危险废物存放管理，及时处置危险废物，存放必要应急物资。			
其他环境管理要求	/			

六、结论

本技改项目需严格执行环保法规，落实本报告表中所述的各项控制污染的防治措施，确保日后处理设施的正常运行，则本项目所产生的各类污染物对周围环境不会造成明显的影响。因此，在落实上述措施前提下，从环保角度而言，本技改项目是可行的。

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	SO_2	131.560	528	0	131.560	131.560	131.560	0
	NO_x	448.842	1474.2	0	448.842	448.842	448.842	0
	颗粒物	22.467	252.795	+0.073	22.467	22.467	22.540	0
	氨	5.884	/	0	5.884	5.884	5.884	0
	汞及其化合物	0.010	/	+0.122	0.147	0.132	0.147	+0.137
	总有机碳	105.912	/	+50.288	156.200	156.200	156.200	+50.288
	氯化氢	4.707	/	+0.136	44.943	4.843	44.943	+40.236
	氟化氢	1.324	/	+1.903	5.473	3.227	5.473	+4.149
	铊、镉、铅、砷及其化合物	0.136	/	+0.527	1.859	0.663	1.859	+1.723
	铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物	0.237	/	+1.165	0.756	1.402	0.756	+0.519
	二噁英	112684651.2 ngTEQ/a	/	-87801072.48ng TEQ/a	24883578.72ng TEQ/a	24883578.72ng TEQ/a	24883578.72ng TEQ/a	-87801072.48ng TEQ/a
废水	废水量	0	/	0	0	0	0	0

项目 分类	污染物名称	现有工程排放量（固体废物产生量）① ①	现有工程许可排放量② ②	在建工程排放量（固体废物产生量）*③ ③	本项目排放量（固体废物产生量）④ ④	以新带老削减量（新建项目不填）⑤ ⑤	本项目建成后全厂排放量（固体废物产生量）⑥ ⑥	变化量⑦ ⑦
一般工业固体废物	脱硫石膏	22067.6	/	0	0	0	22067.6	0
	废钢铁	212.57	/	0	0	0	212.57	0
	废橡胶	3.26	/	0	0	0	3.26	0
	其他一般工业固废	357.96	/	+2	0	0	359.96	+2
危险废物	废矿物油	13.42	/	0	0	0	13.42	0
	废油桶(铁质、塑料)	4.586	/	0	0	0	4.586	0
	其他含油废物(废油管、含油滤芯、含油手套等)	2.441	/	0	0	0	2.441	0
	废油漆桶(铁质)	0.4	/	0	0	0	0.4	0
	废铅蓄电池	0.34	/	0	0	0	0.34	0
	实验室废溶剂瓶（塑料、玻璃）	0.139	/	0	0	0	0.139	0
	废活性炭	0	/	+6.664	0	0	6.664	+6.664
	废弃电容器	0.5	/	0	0	0	0.5	0
	锅炉清洗废酸液	0.5	/	0	0	0	0.5	0

注：⑥=①+③+④-⑤；⑦=⑥-①；在建工程（广州市越堡水泥有限公司水泥窑协同处置替代燃料及重金属污染土壤建设项目）排放量是数据源于《广州市越堡水泥有限公司水泥窑协同处置替代燃料及重金属污染土壤建设项目环境影响报告表》（穗环管影（花）〔2024〕261 号）的排放变化量。