

# 建设项目环境影响报告表

## (污染影响类)

项目名称: 醴陵市沈潭镇顺发页岩机砖厂利用余热  
焙烧锂云母砖建设项目

建设单位(盖章): 醴陵市沈潭镇顺发页岩机砖厂

编制日期: 2023年10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.....	1
二、建设项目建设工程分析.....	7
三、区域环境质量现状、环境保护目标及评价标准.....	24
四、主要环境影响和保护措施.....	29
五、环境保护措施监督检查清单.....	40
六、结论.....	42
附表.....	43
建设项目污染物排放量汇总表.....	43

## 附图

- 附图 1 项目地理位置图
- 附图 2 环境保护目标分布图
- 附图 3 平面布置图

## 附件

- 附件 1 营业执照
- 附件 2 委托书
- 附件 3 审批意见书
- 附件 4 租赁合同
- 附件 5 排污许可证
- 附件 6 排污权证
- 附件 7 原环评批复
- 附件 8 验收备案登记表
- 附件 9 锂云母成分检测报告

## 一、建设项目基本情况

建设项目名称	醴陵市沈潭镇顺发页岩机砖厂利用余热焙烧锂云母砖建设项目		
项目代码	2310-430281-04-05-394921		
建设单位联系人	张天明	联系方式	15679999992
建设地点	湖南省株洲市醴陵市沈潭镇祚市村长岭上组		
地理坐标	113°34'30.567", 27°28'58.005"		
国民经济行业类别	C3099 其他非金属矿物制品制造; C3031 粘土砖瓦及建筑砌块制造	建设项目行业类别	二十七、非金属矿物制品业-60 石墨及其他非金属矿物制品制造 309; 56 砖瓦、石材等建筑材料制造 303
建设性质	<input type="checkbox"/> 新建（迁建） <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 技术改造	建设项目申报情形	<input checked="" type="checkbox"/> 首次申报项目 <input type="checkbox"/> 不予批准后再次申报项目 <input type="checkbox"/> 超五年重新审核项目 <input type="checkbox"/> 重大变动重新报批项目
项目审批（核准/备案）部门（选填）	醴陵市发展和改革局	项目审批（核准/备案）文号（选填）	醴发改备【2023】453号
总投资（万元）	900	环保投资（万元）	5
环保投资占比（%）	0.56	施工工期	1
是否开工建设	<input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是：	用地（用海）面积（m <sup>2</sup> ）	16666
专项评价设置情况	无		
规划情况	无		
规划环境影响评价情况	无		
规划及规划环境影响评价符合性分析	无		
其他符合性分析	一、“三线一单”可行性分析		

	<p>“三线一单”即为生态保护红线、资源利用上线、环境质量底线和环境准入负面清单。</p> <p><b>生态保护红线：</b>项目位于湖南省醴陵市沈潭镇祚市村长岭上组，根据《湖南省生态保护红线》(湘政发[2018]20号)的相关要求，项目不位于生态红线保护范围内。</p> <p><b>资源利用上线：</b>本项目运营过程中会消耗一定量电能、水资源，占用土地资源，水、电消耗量较区域总量来说，占比很小；项目不占用基本农田、林地等，不会突破区域的资源利用上线。</p> <p><b>环境质量底线：</b>根据环境现状评价结果，项目位于环境空气质量达标区，评价区域大气质量较好，有一定环境容量；根据地表水（环境）功能区划，地表水能达到III类水质，满足水质功能区划要求；昼夜间声环境噪声均符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）中2类标准。本项目的建设不会突破环境质量底线。</p> <p><b>环境准入清单：</b>根据《株洲市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（株政发〔2020〕4号）可知，环境管控单元编码为：ZH43028130002，主要管控维度如下所示。</p>		
<b>表 1-1 “三线一单”可行性分析</b>			
通知文号	类别	项目“三线一单”文件符合性分析	符合性
株政发〔2020〕4号 株洲市人民政府关于“三线一	空间布局约束	<p>(1.1) 明月镇藕塘水库饮用水水源保护区、嘉树镇铁河饮用水水源保护区、沈潭镇自来水厂饮用水水源保护区、泗汾镇泗新自来水公司饮用水水源保护区、泗汾镇（泗汾自来水厂）铁河饮用水水源保护区范围内土地的开发利用必须满足饮用水水源保护区相关要求。</p> <p>(1.2) 上述饮用水水源保护区，嘉树镇、明月镇、沈潭镇、泗汾镇、孙家湾镇人民政府所在地的集镇建成区为畜禽养殖禁养区，禁养区内原有的畜禽规模养殖场（小区）、养殖户限期关闭或搬迁，搬迁的优先支持异地重建。其他区域新建畜禽养殖</p>	<p>本项目位于醴陵市沈潭镇祚市村长岭上组，不在饮用水源保护区；不属于禽畜养殖项目；不属于餐饮服务业。</p> <p>符合</p>

	单”生态环境分区管控的意见	<p>小区和养殖场</p> <p>选址需满足《醴陵市人民政府关于划定畜禽养殖禁养区的通告》、《株洲市畜禽养殖污染防治条例》等法律法规规章相关选址要求。</p> <p>(1.3) 绿水、铁水龙龟山水库、寺冲水库、藕塘水库属于水产养殖限养区，应满足《株洲市养殖水域滩涂规划》(2018-2030年)限养区相关规定。</p> <p>(1.4) 孙家湾镇的大气弱扩散区严格控制涉及大气污染物排放的工业项目准入。</p>	
	污染 物排 放管 控	<p>(2.1) 加快嘉树镇、明月镇、沈潭镇、泗汾镇、孙家湾镇污水处理设施管网建设，确保城镇生活污水集中收集处理率达到95%以上。</p> <p>(2.2) 鼓励建筑垃圾综合利用。建筑垃圾可以再利用的，应当直接利用；不能直接利用的，应当按照《醴陵市城市建筑垃圾管理条例》进行管理。</p> <p>(2.3) 畜禽养殖项目严格执行《株洲市畜禽养殖污染防治条例》。</p>	<p>本项目无废 水外排。</p> <p>符合</p>
	资源 开发 效率 要求	<p>(4.1) 能源：积极引导生活用燃煤的居民改用液化石油气等清洁燃料。</p> <p>(4.2) 水资源：醴陵市2020年万元国内生产总值用水量比2015年下降30%，万元国内生产总值用水量66.0立方米/万元，万元工业增加值用水量比2015年下降25.0%。农田灌溉水有效利用系数为0.549。</p> <p>(4.3) 土地资源</p> <p>嘉树乡：2020年，耕地保有量为1550.00公顷，基本农田保护面积为1346.82公顷，城乡建设用地规模控制在568.54公顷以内，城镇工矿用地规模控制在70.60公顷以内。</p> <p>明月镇：2020年，耕地保有量为3953.00公顷，基本农田保护面积为3559.28公顷，城乡建设用地</p>	<p>本项目使用 煤矸石燃 料，新建项 目依托原有 窑炉及厂 房，利用煤 眸石余热焙 烧，不增加 煤矸石用 量。</p> <p>符合</p>

		<p>规模控制在 1453.35 公顷以内，城镇工矿用地规模控制在 257.55 公顷以内。</p> <p>沈潭镇：2020 年，耕地保有量为 2138.00 公顷，基本农田保护面积为 1924.26 公顷，城乡建设用地规模控制在 591.64 公顷以内，城镇工矿用地规模控制在 33.58 公顷以内。</p> <p>泗汾镇：2020 年，耕地保有量为 2875.00 公顷，基本农田保护面积为 2560.00 公顷，城乡建设用地规模控制在 991.36 公顷以内，城镇工矿用地规模控制在 383.43 公顷以内。</p> <p>孙家湾镇：2020 年，耕地保有量为 1828.00 公顷，基本农田保护面积为 1636.00 公顷，城乡建设用地规模控制在 663.86 公顷以内，城镇工矿用地规模控制在 149.72 公顷以内。</p>	
--	--	--	--

## 二、产业政策符合性分析

本项目属于非金属矿物制品制造项目，根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，本项目不属于鼓励类、限制类、淘汰类，可视为允许类项目，符合产业政策要求。

## 三、选址可行性分析

项目位于醴陵市沈潭镇祚市村岭上组，厂址周围无自然保护区、风景名胜区、生活饮用水源地和其它特别需要保护的敏感目标。营运期污染源采取相应的污染控制措施后，均可实现达标排放，不会对区域环境产生明显影响。

综上所述，本项目选址可行。

## 四、与《湖南省长江经济带负面发展清单实施细则》（试行，2022 年版）符合性分析

**表 1-2 与《湖南省长江经济带负面发展清单实施细则》（试行，2022 年版）符合性分析**

文件要求	项目情况	符合性分析
禁止在长江干支流(长江干流湖南)	项目不在长江干支	符合

	<p>段、湘江沅江干流及洞庭湖)岸线 1 公里范围(指长江干支流岸线边界向陆域纵深 1 公里, 边界指水利部门河道管理范围边界)内新建、扩建化工园区和化工项目。禁止在《中国开发区审核公告目录》公布的园区或省人民政府批准设立的园区外新建、扩建钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色等高污染项目。</p>	流、重要湖泊岸线一公里范围内; 项目不属于钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色高污染项目	
	禁止新建、扩建法律法规和相关政策明令禁止的落后产能项目; 对不符合要求的落后产能项目, 依法依规退出。	项目不属于落后产能项目	符合
	对最新版《产业结构调整指导目录》中限制类的新建项目, 禁止投资; 对淘汰类项目, 禁止投资。国家级重点生态功能区, 要严格执行国家重点生态功能区产业准入负面清单	项目不属于《产业结构调整指导目录》中限制类及淘汰类项目	符合
	禁止新建、扩建不符合国家产能置换要求的严重过剩产能行业(钢铁、水泥、电解铝、平板玻璃、船舶等行业)的项目	项目不属于过剩产能项目	符合
综上, 项目不属于《湖南省长江经济带负面发展清单实施细则》(试行, 2022 年版) 中禁止建设的项目。			

## 五、与《湖南省工业炉窑大气污染综合治理实施方案》相符合性分析

根据《湖南省工业炉窑大气污染综合治理方案》中要求, 与本项目相关的管控要求如下: ①新建涉及工业炉窑的建设项目, 原则上要入园区, 配套建设高效环保治理设施。②对以煤、石油焦、渣油、重油等为燃料的工业炉窑, 加快使用清洁低碳能源以及利用工厂余热、电力热力、集中供热等替代。加大煤气发生炉淘汰力度, 原则上禁止新建燃料类煤气发生炉(园区现有企业统一建设的清洁煤制气中心除外), 集中使用煤气发生炉的工业园区, 暂不具备改用天然气条件的, 原则上应建设统一的清洁煤制气中心。③严格控制工业炉窑生产过程及相关物料储存、

	<p>输送等无组织排放，在保障生产安全的前提下，采取密闭、封闭等有效措施，有效提高废气收集率，产尘点及车间不得有可见烟粉尘外逸。生产工艺产生点（装置）应采取密闭、封闭或设置集气罩等措施。煤粉、粉煤灰、石灰、除尘灰、脱硫灰等粉状物料应密闭或封闭储存，采用密闭皮带、封闭通廊、管状带式输送机或密闭车厢、真空罐车、气力输送等方式输送。粒状、块状物料应采用入棚入仓或建设防风抑尘网等方式进行储存，粒状物料采用密闭、封闭等方式输送。物料输送过程中产生点应取有效抑尘措施。</p> <p>本项目在原有项目基础上进行改建，隧道窑等主要生产设备及生产厂房均利用现有，因而本项目不属于新建涉工业炉窑建设项目；新建项目焙烧环节利用煤矸石燃烧余热，不增加煤矸石用量，不新增污染物且二氧化硫、氮氧化物等污染物排放量不增加，项目隧道窑烟气配套双碱喷淋脱硫塔系统，颗粒物、二氧化硫、氮氧化物排放均能满足《湖南省工业炉窑大气污染综合治理方案》中有组织排放控制要求；项目原料仓库封闭并设有喷雾降尘设施。因此，本项目与《湖南省工业炉窑大气污染综合治理方案》相关管控要求相符。</p>
--	--

## 二、建设项目工程分析

建设内容	<p>1、项目由来</p> <p>醴陵市沈潭镇顺发页岩机砖厂建于 2010 年，投资 600 万于醴陵市沈潭镇祚市村长岭上组建设页岩砖生产项目，项目占地面积 16666m<sup>2</sup>，主要建设内容包括隧道窑烧制烘干车间、制砖车间、原料库、成品库等。2017 年 12 月委托长沙振华环境保护开发有限公司编制了《醴陵市沈潭镇顺发页岩机砖厂年产 3000 万块页岩砖建设项目环境影响报告表》，2018 年 6 月 8 日由原醴陵市环保局（现株洲市生态环境局醴陵分局）以“醴环评表【2018】48 号”文予以批复。2020 年 12 月委托湖南华科检测技术有限公司编制了《醴陵市沈潭镇顺发页岩机砖厂年产 3000 万块页岩砖建设项目竣工环境保护验收监测报告》，2020 年 12 月 30 日办理备案手续。2020 年 9 月 21 日取得排污许可证，证书编号：92430281MA4L7TXB0X001V（见附件 5）。</p> <p>随着目前国内外新能源市场的不断发展、开发，锂行业市场也在不断推进。同时，因近年受市场经济及政策影响，页岩砖厂的生产一直不稳定，为长期发展，现醴陵市沈潭镇顺发页岩机砖厂利用现有厂房及隧道窑等生产设施新建锂云母砖生产项目，页岩砖产能不变 3000 万块，锂云母砖产能 3000 万块。</p> <p>根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，本项目属于“二十七、非金属矿物制品业 30—60 石墨及其他非金属矿物制品制造 309—其他，需编制环境影响报告表。</p> <p>2、项目基本情况</p> <p>(1) 项目名称：醴陵市沈潭镇顺发页岩机砖厂利用余热焙烧锂云母砖建设项目</p> <p>(2) 建设单位：醴陵市沈潭镇顺发页岩机砖厂</p> <p>(3) 建设性质：扩建</p> <p>(4) 建设地点：醴陵市沈潭镇祚市村长岭上组</p> <p>(5) 投资总额及资金来源：项目总投资 900 万元</p> <p>(6) 产品方案：年产页岩砖 3000 万块，锂云母砖 3000 万块。</p>
------	---

### 3、项目主要组成内容

项目总投资 900 万元，占地面积 16666m<sup>2</sup>，主要建设烧成车间、制砖车间等生产车间，原料库、成品库等储运工程，配电房、办公及职工宿舍楼等辅助工程，同时厂区配套建设运输道路、给排水管网等公用工程和废水、废气、固体废物处理等环保工程。项目建设内容详见表 2-1。

**表 2-1 项目主要工程内容组成表**

工程类别	建筑名称	建筑内容及规模		备注
主体工程	烧成车间	建筑面积 1200m <sup>2</sup> ，一条 120m 隧道窑，烧烘一体		依托
	页岩砖制砖车间	建筑面积 2500m <sup>2</sup> ，一条页岩砖生产线破碎机 1 台、筛分机 1 台码坯机 1 台、搅拌机 1 台、制砖机 1 台、粉碎机 1 台		依托
	锂云母砖制砖车间	建筑面积 200m <sup>2</sup> ，锂云母砖压制成型生产线料斗 2 个、破碎机 1 台、液压自动压砖机 1 台、机械手 1 台		新建
储运工程	原料堆场	建筑面积 500m <sup>2</sup>		依托
	煤矸石堆场	建筑面积 500m <sup>2</sup>		依托
	成品库	建筑面积 500m <sup>2</sup>		依托
辅助工程	办公室及职工宿舍	建筑面积 400m <sup>2</sup>		依托
	配电房	建筑面积 30m <sup>2</sup>		依托
公用工程	供水工程	水井		依托
	供电工程	醴陵市供电局		依托
	排水工程	生活污水经四格净化设施处理后用作农田、林地灌溉		新建
环保工程	废气	原料堆存、卸料粉尘	原料库三面封闭，顶部设有喷雾降尘，卸料时喷雾降尘	依托
		上料粉尘	集气罩+布袋除尘器处理	页岩砖生产线依托，锂云母生产线新建
		焙烧废气	双碱喷淋脱硫塔+20m 排气筒	依托
	废水	生活污水经四格净化设施处理后用作农田、林地灌溉；脱硫废水循环使用不外排		新建
	噪声	合理布置设备、基础减震、厂房隔音		新建

	固废	生活垃圾交由环卫部门处置，设置一般固废暂存间和危废暂存间	整改
--	----	------------------------------	----

#### 4、项目产品方案

项目主要产品为页岩砖、锂云母砖，项目产品及产量详见表 2-2。

表 2-2 项目主要产品方案

序号	分类	现有工程产量（个/a）	改建后总量（个/a）	新增产量（个/a）
1	页岩砖	3000 万	3000 万	0
2	锂云母砖	0	3000 万	+3000 万

#### 5、项目主要设备情况

项目主要设备情况如下：

表 2-3 项目主要生产设备

序号	设备名称	现有工程数量	扩建后数量	变化量	备注
1	破碎机	1 台	2 台	+1 台	/
2	筛分机	1 台	1 台	无变化	/
3	码坯机	1 台	1 台	无变化	/
4	搅拌机	1 台	1 台	无变化	/
5	制砖机	1 台	1 台	无变化	/
6	粉碎机	1 台	1 台	无变化	/
5	铲车	1 台	1 台	无变化	/
6	隧道窑	1 条	1 条	无变化	120m 烧烘一体
7	料斗	0	2 个	+2 个	/
8	液压自动压砖机	0	1 台	+1 台	科颖机械 JY1500-P
9	机械手	0	1 台	+1 台	/

#### 6、项目原辅材料及能耗使用情况

项目原辅材料使用情况如下：

表 2-4 项目主要原辅材料及能耗消耗情况表

序号	物质名称	现有工程	改建后总量	新增	备注
1	页岩	50000t/a	50000t/a	0t	外购
2	煤矸石	22000t/a	22000t/a	0 t	外购

3	木柴	2t/a	2t/a	0 t	外购
4	氢氧化钠	125t/a	150t/a	+25 t	外购
5	石灰	115t/a	150t/a	+35t	外购
6	锂云母（粉）	0	52000t/a	+52000t/a	外购
7	水	18696t/a	19296t/a	+600t/a	水井取水
8	电	60 万 kw·h	65 万 kw·h	+50000kw·h	当地乡镇电网

理化性质：

①锂云母成分分析

根据建设单位提供的检测报告单（详见附件 9），本项目锂云母主要成分见表 2-5。

表 2-5 锂云母主要成分一览表

成份	ZrO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	含水率	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
含量%	0.00289	55.6	ND	7.9	24.8	1.37
成份	CaO	SrO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>
含量%	0.161	0.00155	0.0867	8.12	1.13	0.0606
成份	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	F	BaO	HfO <sub>2</sub>	Be	V
含量%	0.173	2.14	0.00157	0.000339	0.00717	0.000602
成份	Cu	As(mg/kg)	Nb	Cd	Ta	Ti(mg/kg)
含量%	0.00118	ND	0.00969	0.000021	0.0138	44.4
成份	Pb	Li <sub>2</sub> O	Rb <sub>2</sub> O	Cs <sub>2</sub> O	ZnO <sub>2</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
含量%	0.00046	2.94	1.02	0.198	0.0470	0.0189
成份	Cr	Hg(mg/kg)				
含量%	0.00209	ND				

②页岩成分分析

表 2-6 页岩主要成分一览表

成份	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	F	S	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
含量%	40-65	10-25	2-8	1-4	1-3	0.002-0.008	/	10-35	1-2

③煤矸石成分分析

表 2-7 煤矸石主要成分一览表

成份	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	F	S	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O

含量%	40-65	15-40	2-10	1-4	1-3	20-30	0.45-0.85	1-2	1-2
-----	-------	-------	------	-----	-----	-------	-----------	-----	-----

## 7、项目平面布置

本项目占地面积约  $16666m^2$ , 建构筑物较为简单, 自北向南, 北侧为办公室及员工宿舍, 中部为窑炉和制砖车间, 南侧为原料堆场, 车间内设备摆放依据工艺流程依次摆放, 厂区布局结构紧凑, 功能分区明确, 交通运输通畅, 生产管理方便, 厂区布局科学, 总平面图布置合理。

## 8、公用设施

### (1) 给排水

本工程水源来自井水, 本项目用水主要为生活用水喷雾降尘用水。

生活用水: 因本项目人员未新增变化, 仍为 11 人, 员工生活每天用水量为  $1.32m^3/d$ 。生活污水排放量按 80%计算, 因此生活污水产生量为  $1.056m^3/d$ , 即  $316.8m^3/a$ , 生活污水经四格净化设施处理后用作周边农田、林地灌溉, 不外排。

喷雾降尘用水: 原料堆存等过程均会产生一定量的粉尘, 建设单位在原料库安装喷雾除尘装置, 根据建设单位提供资料, 喷雾除尘用水量约为  $2m^3/d$ ,  $600m^3/a$ , 全部消耗。

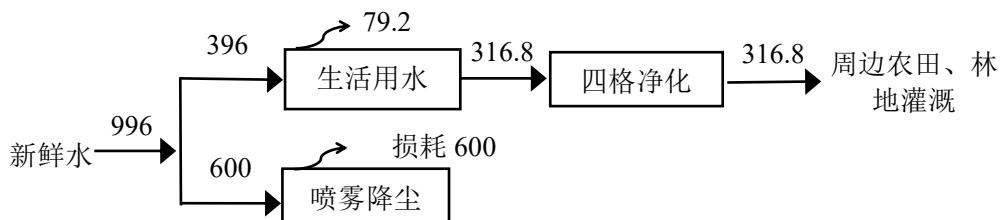


图 2-1 本项目运营期水平衡图 单位: t/a

### (2) 供电

项目供电由当地电网提供。

## 9、工作制度和劳动定员

本项目工作人员 11 人, 均不在厂区食宿, 年工作 300 天, 生产班次为一班制, 窑炉三班制, 一班为 8h, 夜间窑炉安排 1 人值班。

## 1、工艺流程简述

工艺流程及产污环节图如下所示。

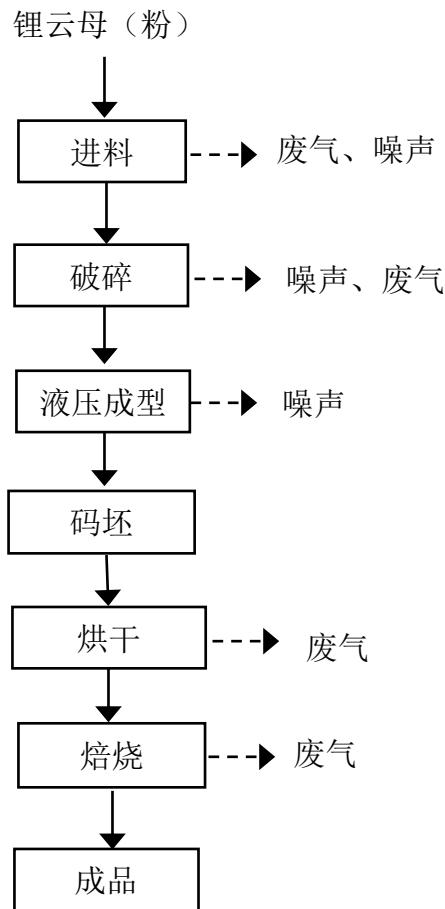


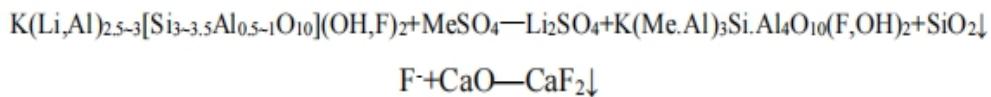
图 2-1 工艺流程及产污环节图

工艺流程简述：

- ①进料：将锂云母粉投入料斗中。
- ②破碎：将料斗中的原料皮带输送至破碎机内，将吸水成块的锂云母打碎。
- ③液压成型：破碎的原料输送至液压自动压砖机内压制成砖。
- ④码坯：压制成型的砖使用机械手码坯，每个窑车上混合摆放页岩砖、锂云母砖，下部摆放页岩砖，上部摆放锂云母砖。
- ⑤烘干：将堆码的窑车推入烘干窑进行烘干，可进一步降低物料水份。
- ⑥焙烧：烘干结束后，窑车进入烧结窑进行烧结处理，在隧道窑高温段设计温度为 900~950°C（高温段停留 1h）。已知锂云母熔点为 930°C，硫酸钠的熔点为 884°C，硫酸钙熔点为 1450°C。在该控制温度下，原材料中主要成分处

于熔融状态，熔点较高的矿物质仍以固体形式存在。处于熔融状态下的锂云母在高温焙烧作用下，与熔融状态下的硫酸盐发生离子交换反应。焙烧后，锂云母由 $\alpha$ 型(单斜晶系)转化为 $\beta$ 型锂辉石(四方晶系)。

其反应机理如下：



本项目焙烧过程利用页岩砖中煤矸石燃烧余热。窑炉余热利用依托可行性分析：页岩砖生产中，煤矸石用量约 22000t/a，煤矸石热值为 4897KJ/kg，页岩砖烘干窑布置在烧结窑中间，可有效利用热能；窑炉保温材料较好，热损失较小，考虑 5% 的热损失，实际可用热量为  $1.023473 \times 10^{11}$ KJ/a。页岩砖单块标砖生产（含烘干）需要热量 2000KJ，即生产 3000 万标砖需要热量  $6 \times 10^{10}$ KJ/a。剩余热量  $4.23473 \times 10^{10}$ KJ/a。每个窑车上混合摆放页岩砖、锂云母砖，下部摆放页岩砖，上部摆放锂云母砖。锂云母烘干过程含水率降低较小，烧结过程中自发热忽略不计，锂云母砖加工单块需要热量约 1400KJ（含烘干），则加工锂云母砖需要热量  $4.2 \times 10^{10}$ KJ/a，可合理利用现有工程煤矸石燃烧剩余热量。

项目营运期主要污染因子见下表。

表 2-8 营运期环境影响因素及污染因子一览表

序号	类别	产污环节	主要污染物	污染因子
1	废气	原料堆存、装卸	粉尘	颗粒物
		上料、破碎筛分	粉尘	颗粒物
		搅拌	粉尘	颗粒物
		焙烧	烟气	颗粒物、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 、氟化物
2	废水	职工生活	生活污水	COD、BOD <sub>5</sub> 、氨氮、SS
		废水处理	脱硫除尘水	SS
3	固废	废气处理	脱硫脱氟渣	/
		废气处理	布袋除尘器收集粉尘	/
		办公生活	生活垃圾	塑料、纸屑等
4	噪声	设备运行	设备噪声	/

与项目有关的原有环境污染问题	<p><b>与本项目有关的原有污染情况及主要环境问题</b></p> <p><b>一、现有工程概况</b></p> <p>2017年12月委托长沙振华环境保护开发有限公司编制了《醴陵市沈潭镇顺发页岩机砖厂年产3000万块页岩砖建设项目环境影响报告表》，2018年6月8日由原醴陵市环保局(现株洲市生态环境局醴陵分局)以“醴环评表【2018】48号”文予以批复。2020年12月委托湖南华科检测技术有限公司编制了《醴陵市沈潭镇顺发页岩机砖厂年产3000万块页岩砖建设项目竣工环境保护验收监测报告》，2020年12月30日办理备案手续。</p>											
	<b>表 2-9 现有工程建筑内容一览表</b>											
	<b>内容</b>	<b>名称</b>	<b>建设内容及规模</b>	<b>备注</b>								
	主体工程	采矿区	建筑面积 10000m <sup>2</sup>	自 2020 年 11 月 30 日起，醴陵市国土部门关闭其自备矿区，项目不涉及页岩开采，页岩料均为外购								
		窑房(包括包括隧道烧制窑、隧道烘干房)	建筑面积 1200m <sup>2</sup>	/								
		厂房(包括制造车间等)	建筑面积 2500m <sup>2</sup>	/								
	储运工程	煤矸石堆场	建筑面积 500m <sup>2</sup>	/								
		页岩堆场	建筑面积 500m <sup>2</sup>	/								
	辅助工程	办公室及职工宿舍	建筑面积 400m <sup>2</sup>	/								
		配电房	建筑面积 30m <sup>2</sup>	/								
		自打深水井	1	/								
	环保工程	沉淀池	利用现有水塘，容积为 400m <sup>3</sup>	/								
		脱硫除尘塔及回用水沉淀池	沉淀池容积为 62.5m <sup>3</sup>	/								
		化粪池	容积为 6m <sup>3</sup>	/								
<p>现有工程主要生产设备详见表 2-10.</p>												
<b>表 2-10 原有工程建筑内容一览表</b>												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>序号</th><th>设备名称</th><th>数量</th><th>备注</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td><td>破碎机</td><td>1 台</td><td>/</td></tr> </tbody> </table>					序号	设备名称	数量	备注	1	破碎机	1 台	/
序号	设备名称	数量	备注									
1	破碎机	1 台	/									

2	筛分机	1 台	/
3	码坯机	1 台	/
4	搅拌机	1 台	/
5	制砖机	1 台	/
4	粉碎机	1 台	/
5	铲车	1 台	/
6	隧道窑	1 条	/
7	挖机	1 台	淘汰
8	炮机	1 台	淘汰

现有工程原辅材料消耗量。

表 2-11 原辅材料消耗一览表

序号	物质名称	现有工程	备注
1	页岩	50000t/a	自备矿自 2020 年 11 月 30 日起，醴陵市国土部门关闭其自备矿，项目不涉及页岩开采，页岩原料均为外购
2	煤矸石	22000t/a	外购
3	木柴	2t/a	外购
4	氢氧化钠	125t/a	/
5	石灰	115t/a	/
7	液压油	0.05t	/
8	水	18696t/a	/
9	电	60 万 kw·h	/

二、现有工艺流程及产物环节简述

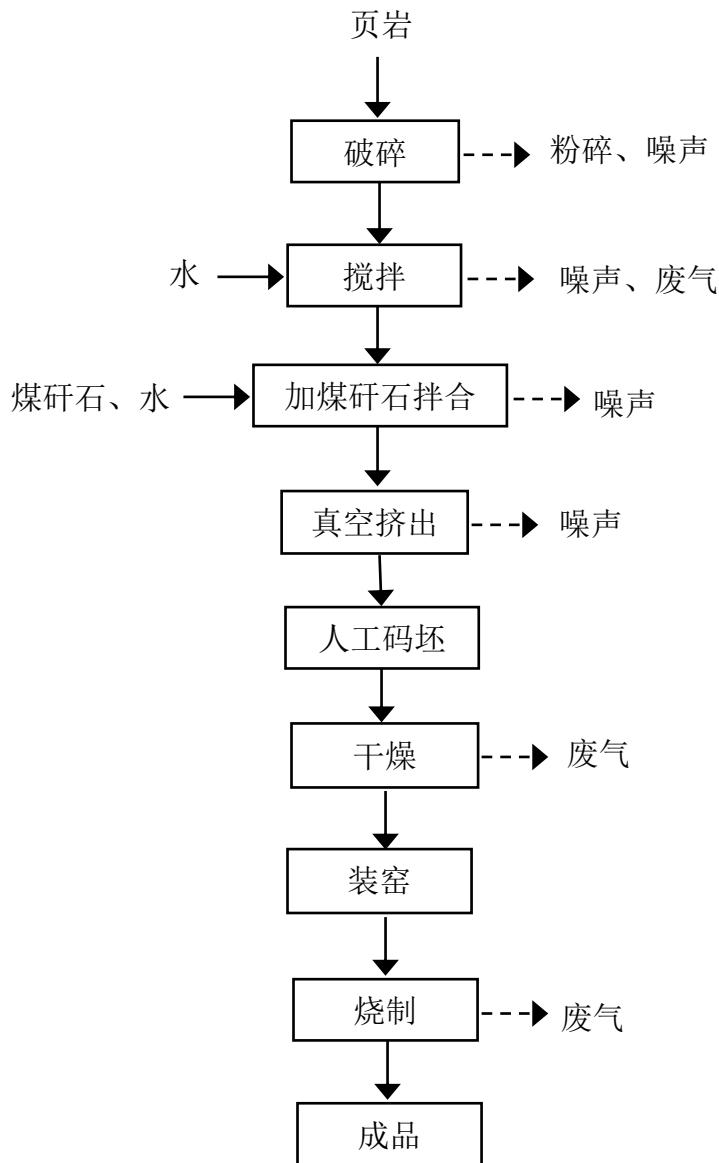


图 2-3 工艺流程及产排污节点图

#### 工艺流程简述

##### (1) 破碎及粉碎

将外购的页岩送入箱式给料机，由给料机给料后均匀送入破碎机进行破碎。

##### (2) 搅拌与拌合

粉碎后的物料进入搅拌机中加水搅拌，并加入煤矸石作为内燃料进行拌合。

##### (3) 真空挤出、砖坯成型

搅拌均匀的原料，由真空挤砖机挤出成型，经自动切条机、自动切坯机切割成所需尺寸的砖坯，不合格砖坯返回搅拌工序，合格砖坯由人工码坯、装车。

#### (4) 干燥、砖窑、焙烧

装载砖坯的窑车在隧道窑转运系统的动作下，分别经过干燥房、隧道窑对砖坯进行干燥、预热、焙烧、冷却等一系列工序，得到高强度、高性能的成品砖。

#### (5) 成品

烧制好的烧结砖冷却后，装在窑车上，运到堆放区，同时对砖的质量进行检查，而后进行销售。

### 三、现有工程污染物排放情况

#### 1、废气

本项目生产营运期大气污染主要有加工区破碎粉尘、原料棚粉尘、搅拌及成品堆场产生的无组织粉尘、隧道窑废气、汽车尾气。

2020年7月28日湖南华环检测技术有限公司对醴陵市沈潭镇顺发页岩机砖厂厂界无组织废气检测数据以及废气处理设施进、出口进行了废气检测。废气监测数据与排放标准值的对照情况见表 2-12、2-13。

#### (1) 无组织废气

厂界无组织废气排放监测结果，见表 2-12。

**表 2-12 厂界无组织废气排放监测结果统计表**

采样点位	监测日期		颗粒物 mg/m <sup>3</sup>	二氧化硫 mg/m <sup>3</sup>	氮氧化物 mg/m <sup>3</sup>	氟化物 mg/m <sup>3</sup>	是否超标
厂界上风向参照点 1#	2020.06.23	第一次	0.317	<0.007	0.007	1.98	否
		第二次	0.317	<0.007	0.009	1.77	
		第三次	0.300	<0.007	0.007	2.00	
	2020.06.24	第一次	0.333	<0.007	0.008	1.98	否
		第二次	0.300	<0.007	0.006	2.03	
		第三次	0.333	<0.007	0.007	1.97	
厂界下风	2020.06.23	第一次	0.417	<.00	0.016	2.12	否

厂界下风向参照点 3#	2020.06.24	第二次	0.433	<0.007	0.010	2.08	否
		第三次	0.417	<0.007	0.014	2.35	
		第一次	0.433	<0.007	0.016	2.44	
		第二次	0.450	<0.007	0.014	3.65	
		第三次	0.467	<0.007	0.013	3.14	
	2020.06.23	第一次	0.450	0.010	0.029	2.26	否
		第二次	0.417	0.008	0.026	2.32	
		第三次	0.400	0.008	0.027	2.41	
	2020.06.24	第一次	0.450	0.007	0.028	2.15	否
		第二次	0.467	0.009	0.020	3.14	
		第三次	0.483	0.009	0.026	3.22	
厂界下风向参照点 4#	2020.06.23	第一次	0.383	0.010	0.006	2.02	否
		第二次	0.400	<0.007	0.006	2.14	
		第三次	0.400	<0.007	0.005	2.74	
	2020.06.24	第一次	0.433	0.009	0.005	2.36	否
		第二次	0.417	0.007	0.005	3.35	
		第三次	0.417	0.007	0.005	3.34	
标准限值		1.0	0.5	0.12	0.02	/	

由上表监测数据可知颗粒物、二氧化硫、氟化物排放符合《砖瓦工业大气污染物排放标准》（GB29620-2013）表2中无组织监控浓度限值；氮氧化物排放符合《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表2中无组织监控浓度限值。

### (2) 有组织废气

有组织废气排放监测结果，见表2-13。

表2-13 有组织废气排放监测结果统计表

监测点位	监测因子	检测结果		平均值	标准值	达标情况
		2020.06.23	2020.06.24			

			第一次	第二次	第三次	第一次	第二次	第三次			
焙烧工序废气进口	标志废气量 (Nm <sup>3</sup> /h)	35089	34988	34560	35201	34744	34677	/	/	/	
		16.8	16.5	16.6	16.5	16.2	16.4	/	/	/	
	二氧化硫	排放浓度 mg/m <sup>3</sup>	280	320	315	278	305	296	/	/	/
		排放速率 kg/h	9.82	11.2	10.9	9.47	10.7	10.3	/	/	/
		折算浓度 mg/m <sup>3</sup>	823	879	884	763	785	795	/	/	/
	氮氧化物	排放浓度 mg/m <sup>3</sup>	35	30	32	34	37	30	/	/	/
		排放速率 kg/h	1.23	1.05	1.10	1.16	1.30	1.04	/	/	/
		折算浓度 mg/m <sup>3</sup>	103	82	90	96	95	80	/	/	/
	颗粒物	排放浓度 mg/m <sup>3</sup>	62.4	69.2	72.4	64.4	67.7	67.1	/	/	/
		排放速率 kg/h	2.190	2.421	2.502	2.194	2.383	2.331	/	/	/
		折算浓度 mg/m <sup>3</sup>	178.3	184.5	197.4	171.7	169.2	175.0	/	/	/
	氟化物	排放浓度 mg/m <sup>3</sup>	0.41	0.32	0.27	0.29	0.39	0.20	/	/	/
		排放速率 kg/h	0.014	0.011	0.009	0.010	0.013	0.0	/	/	/

		折算浓度 mg/m <sup>3</sup>	1.17	0.85	0.74	0.77	0.97	0.52	/	/	/
焙烧工序排放口	二氧化硫	标态废气量 (Nm <sup>3</sup> /h)	34677	32596	33085	32899	34753	35005	/	/	/
		实测含氧量 %	16.7	16.5	16.6	16.8	16.2	16.6	/	/	/
	二氧化硫	排放浓度 mg/m <sup>3</sup>	30	28	25	25	32	30	28	/	/
		排放速率 kg/h	1.04	0.91	0.83	0.87	1.11	1.05	0.97		/
		折算浓度 mg/m <sup>3</sup>	86	77	70	73	82	84	78.7	300	/
	氮氧化物	排放浓度 mg/m <sup>3</sup>	20	22	18	25	21	20	21	/	/
		排放速率 kg/h	0.69	0.72	0.59	0.87	0.72	0.70	0.71	/	/
		折算浓度 mg/m <sup>3</sup>	57	60	50	73	54	56	58	200	/
	颗粒物	排放浓度 mg/m <sup>3</sup>	25.1	22.0	25.3	26.4	24.0	25.3	24.7	/	/
		排放速率 kg/h	0.870	0.71	0.837	0.921	0.834	0.886	0.84	/	/
		折算浓度 mg/m <sup>3</sup>	70.04	58.66	69.00	75.42	60.00	69.00	67.02	30	/
	氟化物	排放浓度 mg/m <sup>3</sup>	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	/	/	/
		排放速率 kg/h	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		折算浓度 mg/m <sup>3</sup>	/	/	/	/	/	/	/	3	/
	去除效率%	二氧化硫 91%、三氧化物 32%、颗粒物 64%									

备注：排气筒高度为 20m，燃料为煤

根据上表监测数据可知，颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、氟化物排放均符合《砖瓦工业大气污染物排放标准》（GB29620-2013）表 2 中浓度限值。

## 2、废水

### (1) 生活用水

本项目劳动定员 11 人，生活用水主要为员工洗涤水，食堂用水等，均住职工宿舍，按人均用水量 120L/d 计算，则员工生活每天用水量为 1.32m<sup>3</sup>/d。生活污水排放量按 80%计算，因此生活污水产生量为 1.056m<sup>3</sup>/d，即 316.8m<sup>3</sup>/a，项目食堂废水和职工洗浴水一起进入化粪池+沉淀池处理，污水经沉淀处理后回用于生产，不外排。

### (2) 生产用水

在制砖过程中，为达到一定的可塑性，需在搅拌过程中加入水，据建设单位提供资料，项目生产用水量约为 18000m<sup>3</sup>/a，即 60m<sup>3</sup>/d，生产用水全部用于生产混料工段，经干燥，烧成后全部蒸发，不外排。

本项目脱硫除尘水循环使用，但需补充损耗水，据建设单位提供资料，日补充水量为 1m<sup>3</sup>/d（300m<sup>3</sup>/a）。

## 3、噪声

本项目主要噪声源为设备运行噪声等。选用低噪声设备，采取减振、隔声等措施，项目厂界噪声能够达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2 类标准的要求，对周围环境不会产生明显影响。

## 4、固废

生活垃圾统一收集后由环卫部门清运；脱硫脱氟渣外售综合利用。

本次环评根据企业原有工程环境影响评价批复、验收报告和现场调查情况，企业原有工程环评批复及环保措施落实情况见下表。

表 2-14 企业现有工程环评批复及环保措施落实情况一览表

序号	环评批复要求	落实情况	符合情况
1	实行雨污分流，职工食堂废水经隔油处理与其他职工生活污水一起经化粪、沉淀等措施处理后	雨污分流，生活污水经化粪池处理后用于林地灌溉；脱硫除尘废水循环使	不涉及页岩开采，无食堂，已落实

		回用于生产；采矿产生废水经沉淀处理后回用于生产混料工段；脱硫除尘产生的废水循环使用不外排。	用不外排。	
2		对页岩开采产生的爆破炸药硝烟及粉尘采取洒水降尘、湿式作业等控制措施；隧道窑产生的窑炉废气全部收集，导入烘房回收余热，再经双碱喷淋脱硫塔系统处理达到《砖瓦工业大气污染物排放标准》（DB29620-2013）中表 2 标准后通过烟囱排放；破碎工序产生的粉尘采用吸风罩捕集后经布袋除尘器处理达到《砖瓦工业大气污染物排放标准》（DB29620-2013）中表 2 标准；原料堆场、搅拌等产生的无组织排放粉尘采取覆盖，定期洒水等措施确保满足《砖瓦工业大气污染物排放标准》（DB29620-2013）中表 3 标准；原辅材料及成品堆场严禁露天堆放，要求对地面进行硬化，并加盖顶棚；食堂油烟经油烟净化器处理达到《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）标准经高于屋顶 2m 排气筒排放。	隧道窑产生的窑炉废气全部收集导入烘房回收余热，再经双碱喷淋脱硫塔系统处理达到《砖瓦工业大气污染物排放标准》（DB29620-2013）中表 2 标准后通过 20m 烟囱排放；加工区破碎粉尘集气罩收集后经布袋除尘器处理后外排；原料棚粉尘三面围挡，定期洒水；搅拌机成品堆场产生的无组织粉尘封闭作业，搅拌过程湿法作业；汽车尾气通过控制入场车辆速度等措施降低扬尘。	落实
3		合理布局，选用低噪声设备，采取减振、隔声等措施确保噪声达标。	合理布局，选用低噪声设备，采取减振、隔声等措施确保噪声达标。	已落实
4		项目采剥产生的表土堆放在排	废弃砖坯全部回收利用；	已落实

		土场中，待采场封闭后作为种植表土使用，在排土地势较低的位置修建挡土墙进行拦挡；废弃砖坯全部回收利用；双碱喷淋脱硫除尘产生的沉渣外售作建材原料综合利用；废矿物油存于设备油箱，循环使用，仅需定期添加不外排；生活垃圾统一收集纳入环卫部门处理。	双碱喷淋脱硫除尘产生的沉渣外售作建材原料综合利用；废矿物油存于设备油箱，循环使用，仅需定期添加不外排；生活垃圾统一收集纳入环卫部门处理	
5		合理规划，设置截洪沟，完善矿区排水系统，开采页岩过程中采取必要的水土保持措施，减少水土流失，采矿结束后及时进行土地复垦、恢复植被等措施加强生态环境保护。	厂区不涉及页岩开采	/

#### 四、原有项目存在环境问题及整改措施

表 2-15 项目存在的环境问题及整改措施

序号	现有工程存在问题	整改措施	完成期限
1	生活污水经化粪池处理后用于周边农田、林地灌溉。	化粪池处理不彻底，建议改为四个净化设施。	2023 年 12 月

### 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、大气环境质量现状							
	本项目评价区域属于环境空气二类功能区，环境空气质量执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准。为调查区域环境空气质量现状，本次环评收集株洲市生态环境局于2023年公布的《关于2022年12月及全年全市环境空气质量、地表水环境质量状况的通报》(株生环委办[2023]3号)中醴陵市环境空气基本因子的监测数据如下表3-1。							
	表3-1 2022年度区域空气质量现状评价表							
	时间	污染物	年评价指标	现状浓度( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	标准值( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	占标率/%	达标情况	
	2022年前12月均值(实况)	SO <sub>2</sub>	年平均质量浓度	9	60	15	达标	
		PM <sub>10</sub>	年平均质量浓度	43	70	61.43	达标	
		NO <sub>2</sub>	年平均质量浓度	15	40	37.5	达标	
		PM <sub>2.5</sub>	年平均质量浓度	28	35	80.00	达标	
		CO	百分之95位数日平均质量浓度	1.4mg/m <sup>3</sup>	4.0mg/m <sup>3</sup>	27.5	达标	
		O <sub>3</sub>	百分之90位数8h平均质量浓度	154	160	96.25	达标	
由上表可知，醴陵市2022年度六项基本项目监测数据均满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准，故本项目所在区域属于达标区。								
2、水环境质量现状								
本项目周边地表水系为铁水，为了解项目所在区域地表水环境质量现状，本次水环境现状引用《醴陵市华彩包装有限公司彩盒、纸箱等包装产品建设项目》对东龙江入铁水监测断面数据。监测因子为pH、氨氮、COD、BOD <sub>5</sub> 、TP等5项指标，监测统计结果见下表：								
表3-2 地表水监测数据统计一览表 单位：mg/L, pH无量纲								
监测时间	监测点位	监测因子	监测结果			标准值	达标情况	
			第一次	第二次	第三次			
1月6	东龙江	COD	8	9	8	$\leq 15$	达标	

日	入铁水 口东龙 江上溯 550m	NH <sub>3</sub> -N	0.126	0.089	0.105	$\leq 0.5$	达标
		石油类	0.03	0.03	0.04	$\leq 0.05$	达标
		BOD <sub>5</sub>	1.6	1.8	1.6	$\leq 3$	达标
		悬浮物	5	5	4	/	达标
	东龙江 入铁水 下游 500m	COD	9	8	8	$\leq 15$	达标
		NH <sub>3</sub> -N	0.110	0.084	0.100	$\leq 0.5$	达标
		石油类	0.01	0.02	0.02	$\leq 0.05$	达标
		BOD <sub>5</sub>	1.8	1.6	1.6	$\leq 3$	达标
		悬浮物	4	5	5	/	达标

上述监测结果表明：铁水监测断面的各项监测指标均能达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II类标准。

### 3、声环境现状

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）》中具体编制要求“厂界外周边50m范围内存在声环境保护目标的建设项目，应监测保护目标声环境质量现状并评价达标情况”，项目周边50m范围内无声环境保护目标，因此本项目不对其进行声环境监测。

### 4、生态环境

本项目位于醴陵市沈潭镇祚市村长岭上组，本项目不新增用地。主要在现有已建成厂房内进行建设，未改变生态环境，因此无生态影响。

### 5、电磁辐射

无电磁辐射影响。

### 6、地下水、土壤

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）：原则上不开展地下水、土壤环境质量现状调查。建设项目存在土壤、地下水环境污染途径的，应结合污染源、保护目标分布情况开展现状调查以留作背景值。

项目不涉及地下水集中式饮用水水源和热水、矿泉水、温泉等特殊地下水水资源保护区，项目厂区进行了防渗处理，基本不会对地下水、土壤造成污

	染，故项目不再开展背景调查。							
环境保护目标	本项目选址于湖南省醴陵市沈潭镇祚市村长岭上组，本项目的环境保护目标见下表：							
	<b>表 3-3 大气环境保护目标一览表</b>							
	大气环境	环境要素	环境 保护 目标	坐标	环境功能	相对厂区方位	相对厂区 距离	保护级别或要求
		祚市 村居 民	经度：113.5742 纬度：27.4839	居民区，约 55户	西北	66-500m	《环境空气质量 标准》 (GB3095-2012) 二级	
祚市 村居 民		经度：113.5760 纬度：27.4855	居民区，约 34户	东北	223-500m			
祚市 村居 民	经度：113.5772 纬度：27.4833	居民区，约2 户	东	174-500m				
<b>表 3-4 环境保护目标一览表</b>								
	环境要素	环境保 护目标	环境功能	方位	距离	保护级别或要求		
	水环境	铁河	/	西侧	500m	《地表水环境质量标准》 GB3838-2002, III类标准		
	声环境	项目周边 50m 范围内无声环境保护目标						
	地下水环境	项目厂界 500m 范围内无地下水集中饮用水源和热水、矿泉水、温泉等特殊的资源						
	生态环境	项目不占用基本农田保护区、公益生态林等，区域内无其他历史文物遗址和风景名胜区等需要特别保护区域						
污染物排放控制标准	<b>1、水污染物排放标准</b>							
	本项目生活污水经四格净化设施处理后用作周边农田、林地灌溉。生产废水不外排。							
	<b>2、大气污染物排放标准</b>							
本项目运营期无组织粉尘、氟化物排放执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 表 2 中无组织排放监控浓度限值；厂区内粉尘排放执行《工业炉窑大气污染物排放标准》(GB9078-1996) 表 3 标准。因焙烧页岩砖废气								

与锂云母废气统一排气筒排放，所以废气排放应从严执行，氟化物执行《砖瓦工业大气污染物排放标准》（GB29620-2013）表2标准。具体标准详见下表。

**表 3-5 工业炉窑大气污染物排放标准**

生产过程	最高允许排放浓度	污染物排放监控位置
	氟化物（以F计）	
人工干燥及焙烧	3	车间或生产设备排气筒

**表 3-6 运营期废气无组织排放标准**

污染物	无组织排放监控浓度限值	
	监控点	浓度
颗粒物	周界外浓度最高点	1.0
		0.02

**表 3-7 运营期厂区内无组织粉尘排放标准**

设置方式	窑炉类别	无组织排放烟（粉）尘最高允许浓度 mg/m <sup>3</sup>
露天（或有顶无围墙）	各种工业炉窑	5

### 3、噪声排放标准

运营期四周厂界噪声排放执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的2类标准，具体见表3-8。

**表 3-8 《工业企业厂界环境噪声排放标准》**

类别	昼间 dB(A)	夜间 dB(A)
2类	60	50

### 4、固体废物排放标准

项目一般工业废物处置执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）。

总量控制指标 醴陵市湘潭镇顺发页岩机砖厂湖南省排污权证中二氧化硫指标数量为5.29t，氮氧化物指标数量为9.25t，本项目页岩砖产能和煤矸石用量未发生变化，锂云母砖生产过程不产生二氧化硫和氮氧化物，因此建设单位排污总量在指标

	数量内，不需要购买总量指标。
--	----------------

## 四、主要环境影响和保护措施

施工期环境保护措施	<p>本项目利用原有厂房进行建设，不存在施工期遗留环境问题，故本环评不对施工期进行评价。</p>
运营期环境影响和保护措施	<p><b>1、废气</b></p> <p>(1) 废气产排情况</p> <p>项目生产运营期间所产生的的废气污染主要为原料堆存装卸粉尘、上料破碎粉尘和焙烧废气。</p> <p>1) 原料堆存装卸粉尘</p> <p>①堆放扬尘</p> <p>本项目设原料堆场。原料堆场粉尘产生量参照秦皇岛码头煤堆起尘量计算公式进行计算：</p> <div style="background-color: #e0f2e0; padding: 10px; text-align: center;"><math display="block">Q_p = 2.1K \times (U - U_0)^3 \times e^{-1.023W} \times P</math></div> <p>式中： <math>Q_p</math>——矿堆起尘量， kg/a； K——经验系数，是含水量的函数，取 K=0.96； U——堆场平均风速， m/s； <math>U_0</math>——粉尘的起动风速， m/s， 取 3.0m/s； W——粉尘表面含水率， %， 取 7.9%； P——堆场年累计堆石量， t/a。</p> <p>由于项目所处区域平均风速为2m/s，根据上述起尘公式其风速小于扬尘起动风速，由此可见在大多数时间里堆场不起尘，当遇到风速大于起动风速的天气时堆场才起尘，堆场扬尘产生量少，建设单位对原料库实施三面封闭并安装水雾喷头进行定时喷雾降尘，可减少粉尘对环境的影响。</p> <p>2) 原料装卸粉尘</p>

原料在装卸过程中容易形成扬尘。其起尘量与装卸高度H、原料含水率W、风速U等有关。项目装卸作业起尘量可根据秦皇岛装卸起尘量公式计算：

$$\text{物料装卸起尘量: } Q = 1133.33 U^{1.6} H^{1.23} \times e^{-AW}$$

式中：Q——物料起尘量，mg/s；

U——风速，装卸时风速取2m/s；

H——落差，取2m；

W——物料湿度，取7.8%。

A——经验系数，取0.28。

本项目装卸作业时间按2min计，装载车辆均为30t自卸车，按每次满载，每年52000吨原料共需1734辆次，总装卸时间为57.8h。则计出装卸起尘量为7884.72mg/s，1.641t/a。项目装卸作业过程喷雾可降低90%的粉尘，绝大部分粉尘可被抑制、沉降在原料区内。则装卸过程的无组织粉尘排放量可控制在0.164t/a（2.84kg/h）。

### 3) 上料破碎粉尘

上料破碎过程会产生少量粉尘无组织粉尘，类比同类型项目粉尘产生量以粉料用量的0.01%计，项目锂云母粉料用量为52000t/a，则粉尘产生量为5.2t/a，项目拟在破碎机上方设置集气罩收集破碎产生的粉尘，收集的粉尘经布袋除尘器处理后车间内无组织排放，收集效率按90%计、处理效率按99%计。则颗粒物无组织排放量为0.5668t/a（0.236kg/h）。

### 4) 焙烧废气

本项目采用隧道窑，页岩砖利用原料和煤矸石混合烧结制砖，锂云母砖利用煤矸石余热焙烧。窑炉烟气全部收集，导入烘干房（对成型砖坯进行烘干）回收余热，再经双碱喷淋脱硫塔处理后通过20m排气筒（DA001）进行统一排放。产生的废气主要成分为煤矸石燃烧产生的颗粒物、NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub>和锂云母焙烧产生的氟化物。

焙烧工序为对原材料组分进行高温重构，其中锂云母中的氟大部分被钙固化变成更加稳定的CaF<sub>2</sub>和CaO·3Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>而存在于焙烧料中，一部分氟则以

氟化氢气体的形式随着焙烧废气排出。类比《湖南锂焱新能源有限公司含锂材料熟化项目》，其焙烧窑固氟技术可达 99%，1%进入焙烧烟气，本项目使用锂云母量为 52000t，含 F 量为 2.14%，则锂云母焙烧产生的氟化物为 11.128t，类比同类型项目炎陵县恒达瓷业有限责任公司《年处理 30000 吨锂长石节能技改项目》碱液喷淋对氟化物的去除效率可达 99.5%。

本项目页岩砖产能和煤矸石用量无变化，锂云母焙烧不产生颗粒物、二氧化硫和氮氧化物，则颗粒物、二氧化硫和氮氧化物的产排情况不发生变化。风量为 33836m<sup>3</sup>/h，烧成废气污染物的产排情况见下表。

**表 4-1 焙烧废气污染物产排情况**

建设工 程	污染物 指标	产生量 (t/a)	产生速 率(kg/h)	排放量 (t/a)	排放速 率(kg/h)	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	排放标准 (mg/m <sup>3</sup> )
DA001	氟化物	11.128	1.546	0.056	0.0078	0.231	≤3

## (2) 大气环境影响评价结论

**表 4-2 废气污染源强核算结果及相关参数一览表**

工序	污染物	污染物产生情况		治理措施		污染物排放情况		是否为可行技术
		产生浓度 mg/m <sup>3</sup>	产生量 t/a	工艺	效率%	排放浓度 mg/m <sup>3</sup>	产生量 t/a	
原料堆放	颗粒物	/	/	无组织排放，喷雾降尘	90%	/	/	是
原料装卸	颗粒物	/	2.59		90%	/	0.259	是
上料破碎	颗粒物	/	5.2	集气罩+布袋除尘器	99%	/	0.5668	是
焙烧	氟化物	45.69	11.128	双碱喷淋脱硫塔处理后经 20m 排气筒外排(DA001)	99.5%	0.231	0.056	是

**表 4-3 废气排放口基本情况**

排气筒编号	排气筒底部中心坐标			排气筒高度 m	排气筒出口内径 m
	经度	纬度			
DA001	113.575044998	27.482729349		20	0.5

## (3) 废气治理设施可行性分析

本项目废气主要为无组织粉尘和焙烧废气。搅拌过程加入适量的水，可减少粉尘起尘量，项目原料存放在原料堆场，堆场三面封闭，且顶部设有喷雾降尘，装卸时开启喷雾可有效控制堆场内粉尘逸散；破碎筛分和上料工序采用集气罩+布袋除尘器处理，集气罩收集效率大 90%，布袋除尘器处理效率达 99%，可有效处理破碎筛分工序产生的粉尘。

本项目窑炉废气通过双碱喷淋脱硫塔处理后，通过 20m 排气筒排放。

湿式双碱法脱硫工艺基本原理：双碱法脱硫是以含有 NaOH 的循环液为吸收剂，通过特质喷头使吸收剂雾化，然后自脱硫塔顶向下喷出，未经净化的烟气则从塔底进入，向塔顶流动。烟气和雾化后的吸收剂在脱硫塔内充分混合接触，氟化物和 NaOH 发生化学反应，生成易溶于水的 NaF 溶液。经处理后的烟气通过塔顶除雾装置除去水雾后由引风机引入烟囱排放，反应产生的溶液出塔后进入沉淀再生池，然后与  $\text{Ca(OH)}_2$  溶液充分混合再生，NaF 溶液与  $\text{Ca(OH)}_2$  溶液反应生成  $\text{CaF}_2$  沉淀，再生后的 NaOH 流入循环池作为吸收剂循环利用。

钠钙双碱法脱硫工艺中因脱硫沉渣会带走少量 NaOH 溶液，因此需要补充少量 NaOH；另外  $\text{Ca(OH)}_2$  在再生池不断被消耗，为保证脱硫效率，需要根据消耗情况及时补充  $\text{Ca(OH)}_2$  溶液。

根据《排污许可证申请与核发技术规范陶瓷砖瓦工业》（HJ954-2018）中表 29 污染治理设施及工艺相比，项目用脱硫除尘措施、布袋除尘器、喷雾降尘等措施为技术规范推荐的可行技术。

#### （4）废气监测计划

项目参照《排污许可证申请与核发技术规范 总则》（HJ942-2018）、《排污许可申请与核发技术规范-石墨及其他非金属矿物制品制造》（HJ1119-2020）和《排污许可申请与核发技术规范-陶瓷砖瓦工业》（HJ954-2018），大气监测及执行标准见下表。

表 4-4 项目监测内容

类别	监测地点	监测指标	监测频率	执行排放标准
----	------	------	------	--------

废气	厂界	颗粒物	1 次/年	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)
	排气筒 DA001	颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、氟化物	1 次/半年	《砖瓦工业大气污染物排放标准》(GB29620-2013) 表 2 标准

## 2、废水

喷雾降尘用水：原料堆存等过程均会产生一定量的粉尘，建设单位在原料库安装喷雾除尘装置，根据建设单位提供资料，喷雾除尘用水量约为  $2\text{m}^3/\text{d}$ ,  $600\text{m}^3/\text{a}$ ，全部消耗。

## 3、噪声

### (1) 噪声源强

根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2021)重新预测噪声排放强度。建设项目主要噪声设备有破碎机、筛分机、搅拌机、码坯机、制砖机和粉碎机等生产设备噪声源强为  $75\text{-}90\text{dB(A)}$ 。建设单位将采取以下主要噪声防治措施：①生产设备全部室内安装，有利于降低噪声的扩散与传播；②对噪声设备基础进行减振处理，减轻设备振动。由于本建设项目噪声源强相对较小，项目通过采取有效的噪声防治措施减少噪声对周边环境的影响。

表 4-5 项目噪声源基本情况一览表

建筑物名称	声源名称	声源源强(任选一种)		声源控制措施	空间相对位置/m			距室内边界距离/m	室内边界声级/dB(A)	运行时段	建筑物外噪声	
		(声压级/距声源距离)/dB(A)/m	声功率级/dB(A)		X	Y	Z				声压级/dB(A)	建筑物外距离
原点	中点	/	/	/	0	0	0	/	/	/	/	/
生产车间	破碎机	/	90	厂房隔声	25	-13	0	/	/	8h	20	70
	筛分机	/	85		25	-10	0	/	/		20	65
	搅拌机	/	85		23	-10	0	/	/		20	65
	码坯机	/	75		8	0	0	/	/		20	55

		制砖机	/	85		15	8	0	/	/		20	65	1
		粉碎机	/	90		18	-8	0	/	/		20	70	1
		隧道窑	/	80		0	0	0	/	/	24h	20	60	1

### 3.2 噪声预测

为了预测项目建成后对附近敏感点的噪声影响程度，根据本项目噪声源的特点和简化预测过程，本次评价采用《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）附录中工业噪声预测计算模式中室内声源等效室外声源功率级计算方法及点声源预测模式。具体如下：设靠近开口处(或窗户)室内、室外某倍频带的声压级分别为  $L_{p1}$  和  $L_{p2}$ 。若声源所在室内声场为近似扩散声场，则室外的倍频带声压级可按公式(1)近似求出：

$$L_{p2} = L_{p1} - (TL + 6) \quad (1)$$

式中：TL——隔墙(或窗户)倍频带的隔声量，dB (A)。

室内声源靠近围护结构处产生的倍频带声压级  $L_{p1}$  可按公式(2)计算得出

$$L_{p1} = L_p + 10\lg\left(\frac{Q}{4\pi r^2} + \frac{4}{R}\right) \quad (2)$$

式中：Q—指向性因数；通常对无指向性声源，当声源放在房间中心时，Q=1；当放在一面墙的中心时，Q=2；当放在两面墙夹角处时，Q=4；当放在三面墙夹角处时，Q=8。

R—房间常数；R=Sα/(1-α)，S 为房间内表面面积，m<sup>2</sup>；α为平均吸声系数；本项目α取 0.1。

r—声源到靠近围护结构某点处的距离，m。

按公式(3)计算出所有室内声源在围护结构处产生的 i 倍频带叠加声压级：

$$L_{p1i}(T) = 10\lg\left(\sum_{j=1}^N 10^{0.1L_{pjw}}\right) \quad (3)$$

式中：  $L_{p1i}(T)$ —靠近围护结构处室内 N 个声源 i 倍频带的叠加声压

<p>级, dB(A);</p> <p><math>L_{p1i}</math>—室内 j 声源 i 倍频带的声压级, dB(A);</p> <p>N—室内声源总数。</p> <p>在室内近似为扩散声场时, 按公式(4)计算出靠近室外围护结构处的声压级:</p> $L_{p2i}(T) = L_{p1i}(T) - (TL_i + 6) \quad (4)$ <p>式中: <math>L_{p2i}(T)</math>—靠近围护结构处室外 N 个声源 i 倍频带的叠加声压级, dB;</p> <p><math>TL_i</math>—围护结构 i 倍频带的隔声量, dB(A)。</p> <p>然后按公式(5)将室外声源的声压级和透过面积换算成等效的室外声源, 计算出中心位置位于透声面积(S)处的等效声源的倍频带声功率级。</p> $L_W = L_{p2}(T) + 10 \lg S \quad (5)$ <p>然后按室外声源预测方法计算预测点处的声级。</p> <p>噪声叠加计算模式:</p> $L = 10 \lg \left[ \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}} \right] \quad (6)$ <p>式中: L——噪声叠加后噪声值 dB(A);</p> <p><math>L_i</math>——第 i 个噪声值, dB(A);</p> <p>点声源距离衰减公式:</p> $L(r) = L(r_0) - 20 \lg (r/r_0)$ <p><math>L(r)</math>——距离点声源 r 处的声级;</p> <p><math>L(r_0)</math>——距离为 <math>r_0</math> 处的声级;</p> <p>根据本项目平面布置情况, 结合设备建筑隔声、距离衰减等因素后, 预测项目厂界及敏感点的噪声值, 项目夜间仅窑炉在生产运作, 如表 4-5 所示。</p> <p style="text-align: center;"><b>表 4-4 噪声预测结果 单位 dB (A)</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>预测点位</th><th>时段</th><th>预测值 dB(A)</th><th>标准限值 dB(A)</th><th>达标情况</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	预测点位	时段	预测值 dB(A)	标准限值 dB(A)	达标情况									
预测点位	时段	预测值 dB(A)	标准限值 dB(A)	达标情况										

东厂界	昼间	55	60	达标
	夜间	40	50	达标
南厂界	昼间	55	60	达标
	夜间	39	50	达标
西厂界	昼间	51	60	达标
	夜间	40	50	达标
北厂界	昼间	52	60	达标
	夜间	39	50	达标

从预测结果可以看出，项目固定声源在采取设备基础减振、密闭及厂房隔声等综合噪声防治措施后经过预测，本项目厂界噪声能够满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类标准限值。

## (2) 噪声监测计划

根据《排污许可申请与核发技术规范 工业噪声》（HJ1301-2023）、《排污单位自行监测技术指南 总则》（HJ819-2017）制定公司的监测计划和工作方案，具体噪声监测计划见下表。

表 4-7 噪声监测计划

类别	监测地点	监测指标	监测频率	执行排放标准
噪声	厂界四周	噪声	1 次/季度	《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类标准

## 4、固体废物

(1) 本项目产生的固体废物主要为生活垃圾、脱硫脱氟渣、布袋除尘器收集粉尘。

### 1) 生活垃圾

本项目工作人员 11 人，年工作 300 天，每人每天按 0.5kg/d 计，则生活垃圾产生量为 1.65t/a，由环卫部门统一收集后外运处理。

### 2) 脱氟渣

本项目主要为氟化钙，产生量为 23.4t/a。

### 3) 布袋除尘器收集粉尘

根据废气章节计算可知，布袋除尘器收集的粉尘量为 4.6t/a，回用于生产。

表 4-8 固体废物产生及处置情况					
序号	名称	来源	性质	年产生量 (t/a)	处置方式
1	生活垃圾	生活、办公	生活垃圾	1.65	环卫部门统一收集后外运处理
2	脱氟渣	生产	一般固体废物	23.4	外售综合利用
3	布袋除尘器收集粉尘	生产	一般固体废物	4.6	作为原料回收利用

(2) 固废处理处置措施

本项目生活垃圾由环卫部门收集后外运处理；脱硫脱氟渣外售综合利用；布袋除尘器粉尘作为原料回收利用。

项目严格执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB 18599-2020) 中的要求。

1) 一般固废处置措施要求

本项目产生的一般固体废物暂存至一般固废暂存间，建设单位不得随处堆放，建设单位应按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020) 的相关要求建设一般固废暂存间，一般固废暂存场所应防雨、防风、防渗漏，即需堆放在生产车间内；一般固废暂存场所设置标志牌，并由专人管理和维护，禁止危险废物及生活垃圾混入。

## 5、地下水及土壤

本项目运营期废气中不含重金属，不会造成大气沉降影响；项目产生的废水主要为生活污水，在地面或设施防渗层破损的情况下，废水下渗将会对地下水及土壤造成垂直入渗影响；本项目废水产生量较小，不会造成废水地面漫流影响。本项目不涉及酸、碱、盐类物质，且本项目不取用地下水，不会因区域地下水位下降造成土壤盐化，本项目不会造成土壤酸化、碱化、盐化。

为了有效保护地下水及土壤环境，防止跑、冒、滴、漏以及各种构筑物渗漏对区域地下水及土壤环境造成污染，本项目采取了相应的防渗措施。具体防渗措施如下：

①一般防渗区：生产车间、库房、一般固废间

生产车间、库房、一般固废间地面：底部三合土铺底，上层铺 10~15cm 的水泥进行硬化，水泥地面附环氧树脂和防火花涂层，渗透系数小于  $10^{-7}$  cm/s。防渗性能应与 1.5m 厚粘土层等效。

#### ②简单防渗区：办公室地面

对办公室全部进行硬化处理，实现不见黄土。

综上所述，采取上述措施后，厂区不同功能区均采取有效的防渗措施，发生破损、造成废水垂直入渗的概率极小，且项目不产生有机污染物及持久性的污染物，对地下水及土壤环境影响较小，不会对厂区地下水、土壤环境造成影响。

### 6、电磁辐射

本项目不涉及电磁辐射。

### 7、环境风险分析

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B 及建设单位提供的原辅材料清单、产品清单等可知，本项目涉及的危险物质主要有液压油，。危险物质数量和分布情况详见下表。

表 4-9 危险物质数量与临界量的比值

物料名称	储存方式	临界量 (t)	最大贮存量 (t)	Q 值
液压油	桶装	2500	0.05	0.00002

由上表可知，本项目的 Q 总为 0.00002 (<1)，直接判定环境风险潜势 (P) 为 I，对照评价工作等级划分表可知，进行简单分析即可。

表 4-10 建设项目环境风险简单分析内容表

建设项目名称	醴陵市沈潭镇顺发页岩机砖厂利用余热焙烧锂云母砖建设项目				
建设地点	(湖南) 省	(醴陵) 市	( ) 区	( ) 县	沈潭镇
地理坐标	经度	113°34'30.567"	纬度	27°28'58.005"	
主要风险物质及分布	液压油，主要分布在液压油储存区				

	环境影响途径及危害后果 (大气、地表水、地下水等)	液压油中含有矿物油,有污染会影响水生植物和鱼类的生长,多环芳烃类物质污染水源会危害人体健康。
	风险防范措施要求	本项目液压油储存区地面硬化。
	填表说明  ①风险物质识别: 《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)附录B.1中表1“物质危险性标准”;  ②Q值: 项目Q=0.00002<1。根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)附录C.1.1中规定,当Q<1时,该项目环境风险潜势为I。	

## 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	原料堆存、装卸粉尘	颗粒物	原料堆场三面封闭，顶部设有喷雾降尘，装卸料时开启喷雾降尘	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)
	上料破碎粉尘	颗粒物	集气罩+布袋除尘器处理	
	焙烧废气	颗粒物、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 、氟化物	双碱喷淋脱硫塔+20m排气筒	《砖瓦工业大气污染物排放标准》(GB29620-2013)表2标准
地表水环境	生活污水	COD、BOD <sub>5</sub> 、SS、氨氮	四格净化设施处理后用作周边农田、林地灌溉	不外排
声环境	生产设备	噪声	选用低噪声设备、采取合理布局、隔声减震、厂房隔声等措施	《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2类标准
电磁辐射	无	--	--	--
固体废物	员工生活	生活垃圾	环卫部门统一处置	合理处置
	生产	脱氟渣	外售综合利用	合理处置
		布袋除尘器收集粉尘	回用于生产	合理处置
土壤及地下水污染防治措施	厂区地面硬化、防渗			
生态保护措施	无			
环境风险防范措施	加强液压油管理			

其他环境管理要求	<p>1、本项目不需要购买总量指标。</p> <p>2、根据《固定污染源排污许可分类管理名录》（2019年版），本项目页岩砖生产属于“二十五、非金属矿物制品业 64 砖瓦、石材等建筑材料制造 303”中粘土砖瓦及建筑砌块制造 3031（以煤或者煤矸石为燃料的烧结砖瓦），要求进行重点管理。本项目已排污许可证，证书编号：92430281MA4L7TXB0X001V。</p> <p>3、根据《建设项目环境保护管理条例》（2017年7月修订）、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号），建设项目竣工后建设单位需自主开展环境保护验收。</p> <p>项目竣工环保设施的验收要求如下：</p> <p>（1）建设项目需要配套建设的环境保护设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。</p> <p>（2）项目竣工后，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的程序和标准，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。</p> <p>（3）建设单位在环境保护设施验收过程中，应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，不得弄虚作假。建设单位不具备编制验收监测（调查）报告能力的，可以委托有能力的技术机构编制。建设单位对受委托的技术机构编制的验收监测（调查）报告结论负责。建设单位与受委托的技术机构之间的权利义务关系，以及受委托的技术机构应当承担的责任，可以通过合同形式约定。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或使用；未经验收或验收不合格的，不得投入生产或使用。</p> <p>（4）对于试生产3个月确实不具备环保验收条件的建设项目，建设单位应当向有审批权的环境保护行政主管部门提出该建设项目环境保护延期验收申请，期限最长不超过1年。</p>
----------	---

## 六、结论

本评价报告认为，本项目建成后对本地区经济发展有一定的促进作用。建设单位在严格执行我国建设项目环境保护“三同时制度”、对各项污染防治措施和上述建议切实逐项予以落实、并加强生产和污染治理设施的运行管理、保证各种污染物达标排放的前提下，本项目对周围环境质量影响较小，符合国家、地方的环保标准。因此，从环境影响角度分析，本项目运营是可行的。

## 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	颗粒物	4.05t/a	0	0	0.7308t/a	0	4.7808t/a	0.7308 t/a
	SO <sub>2</sub>	5.04t/a	0	0	0	0	5.04t/a	0
	NOx	3.41t/a	0	0	0	0	3.41t/a	0
	氟化物	0	0	0	0.056t/a	0	0.056t/a	+0.056 t/a
废水	/	/	/	/	/	/	/	/
	/	/	/	/	/	/	/	/
一般工业 固体废物	脱硫脱氟渣	100t/a	0	0	23.4t/a	0	123.4t/a	123.4t/ a
	布袋除尘器 收集粉尘	0t/a	0	0	4.6t/a	0	4.6t/a	+4.6t/a
	废泥坯和废 砖	30t/a	0	0	0t/a	0	30t/a	0t/a
危险废物	/	/	/	/	/	/	/	/

	/	/	/	/		/	/	/
--	---	---	---	---	--	---	---	---

注: ⑥=①+③+④-⑤; ⑦=⑥-①

