

项目编号: doy61s

建设项目环境影响报告表

(污染影响类)

项目名称: 广东能源微藻减排转化 二氧化碳
产业化示范工程项目
建设单位(盖章): 广东能源绿色 有限公司
编制日期: _____ 202_____

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、 建设项目工程分析	12
三、 区域环境质量现状、环境保护目标及评价标准	35
四、 主要环境影响和保护措施	42
五、 环境保护措施监督检查清单	87
六、 结论	88
附表	89
建设项目污染物排放量汇总表	89
附图 1 项目地理位置图	90
附图 2 项目四至卫星图与实拍照片	91
附图 3 项目周边敏感点分布图	93
附图 4 总平面布置图	94
4-1 总平面布置图	94
4-2 生产车间 1 层	95
4-3 生产车间 1 层夹层	96
4-4 生产车间 2 层	97
4-5 生产车间 3、4 层	98
4-6 研发育种大楼 1 层及夹层	99
4-7 研发育种大楼 2 层	100
4-8 研发育种大楼 3 层	101
4-9 研发育种大楼 4、5 层	102
4-10 饲料生产车间 1 层	103
4-11 饲料生产车间 2 层	104
4-12 饲料生产车间 3 层	105
4-13 运维楼 1 层	106
4-14 运维楼 2 层	107
4-15 运维楼 3 层	108
4-16 运维楼 4、5 层	109
附图 5 环境空气质量功能区划图	110
附图 6 声环境功能区划图	111
附图 7 饮用水水源保护区划图	112
附图 8 汕尾市国土空间总体规划	113
附图 9 汕尾市环境管控单元图	115
附图 10 广东省生态环境分区管控	116
附图 11 汕尾市红海湾北片区控制性详细规划	122
附图 12 大气补充监测点位	123
附图 13 广东省海岸带分区发展及管控规划图-大红海湾区	124
附件 1 委托书	125
附件 2 备案证	126
附件 3 营业执照	127
附件 4 法人身份证	128

附件 5	不动产权证	129
附件 6	用地合作协议	133
附件 7	大气环境现状监测报告	138
附件 8	喷雾干燥废气类比验收报告截图（部分内容）	141
附件 9	海南绿量微藻生物技术有限公司澄迈长安分厂类比检测报告截图（部分内容）	143

一、建设项目基本情况

建设项目名称	广东能源微藻减排转化利用火电机组二氧化碳产业化示范工程项目		
项目代码			
建设单位联系人		联系方式	
建设地点	汕尾市红海湾广东红海湾发电有限公司厂区内		
地理坐标	(东经 115 度 33 分 35.095 秒, 北纬 22 度 42 分 23.286 秒)		
国民经济行业类别	C1499 其他未列明食品制造、C1329 其他饲料加工	建设项目行业类别	十一、食品制造业；24 其他食品制造；保健食品制造
建设性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建（迁建） <input type="checkbox"/> 改建 <input 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）	广东汕尾红海湾经济开发区经济发展局	项目审批（核准/备案）文号（选填）	
总投资（万元）	13009.07	环保投资（万元）	300
环保投资占比（%）	2.31	施工工期	22 个月
是否开工建设	<input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是：_____	用地（用海）面积（m ² ）	126274
专项评价设置情况	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）》“表1 专项评价设置原则表”：本项目专项评价设置情况如下表： 表 1-1 专项评价设置原则表及本项目对比说明		
	专项评价类别	设置原则	本项目
	是否设置		
大气	排放废气含有毒有害污染物、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的建设项目	本项目主要污染物为颗粒物、氯化氢、硫酸雾、NH ₃ 、H ₂ S、臭气浓度，不含《有毒有害大气污染物名录》的污染物、二噁英、苯并[a]芘、氰化物、氯气。	否
地表水	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	本项目培养基及反应器养殖废水、藻浆清洗废水成分简单，经 1#自建污水处理设施处理后回用于养殖；生活污水经三级化粪池预处理后与培养基和反应器管道清洗废水、生产设备清洗废水、冷却塔废水、实验器皿清	否

			洗废水、灭菌锅废水、废气处理设施废水、浓盐水与反冲洗废水、蒸汽冷凝水一并排入 2#污水处理设施处理后回用于软水制备，均不外排。	
	环境风险	有毒有害和易燃易爆危险物质存储量超过临界量的建设项目	本项目 Q 值为 0.32227 < 1，即有毒有害和易燃易爆危险物质存储量未超过《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）的临界量。	否
	生态	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	本项目为广东红海湾发电有限公司的原市政供水管线供水，无取水口。	否
	海洋	直接向海排放污染物的海洋工程建设项目	本项目不属于向海排放污染物的海洋工程建设项目。	否
	地下水	涉及集中式饮用水水源和热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源保护区	本项目不涉及集中式饮用水水源和热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源保护区。	否
<p>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）；</p> <p>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；</p> <p>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》（HJ169）附录B、附录C。</p>				
规划情况	<p>《汕尾市红海湾北片区控制性详细规划》</p> <p>审批机关：汕尾市人民政府</p> <p>批准时间：2023 年 11 月 16 日</p>			
规划环境影响评价情况	无			
规划及规划环境影响评价符合	<p>1、本项目与《汕尾市红海湾北片区控制性详细规划》相符性分析</p> <p>根据《汕尾市红海湾北片区控制性详细规划》，从红海湾北片区的发展需求与建设现状出发，结合区域时代的发展诉求，提出红海湾北片区的三大规划定位：粤东重要港口枢纽、汕尾临港海洋经济新增长点、“港产城”融合发展示范区。功能体系形成以综合物流、保税物流、航运交易、跨境电商、集拼业务为主的港口物流；装备制造、机械加工、电子信息为主的临港制造；品质小区、社区公园、公服配套、滨海景观为主的品质人居三大功能。</p> <p>本项目位于汕尾市红海湾广东红海湾发电有限公司厂区内，属于临港区</p>			

合性分析	<p>域，从事微藻养殖以及食品级和饲料级藻粉、藻蓝蛋白生产，属于临港制造范畴，符合文件要求。</p>
其他符合性分析	<p>1、产业政策相符性分析</p> <p>本项目属于 C1499 其他未列明食品制造、C1329 其他饲料加工，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 7 号），本项目利用电厂产生的二氧化碳进行微藻养殖，属于鼓励类中的“四、电力-6. 火力发电低碳节能改造：减污降碳协同增效技术开发与应用”。</p> <p>根据《市场准入负面清单（2025 年版）》的通知（发改体改规〔2025〕466 号），本项目不属于禁止类和许可类，对于市场准入负面清单以外的行业、领域、业务等，各类市场主体皆可依法平等进入。</p> <p>因此，本项目的建设符合国家相关产业政策。</p> <p>2、土地利用规划相符性分析</p> <p>本项目位于汕尾市红海湾广东红海湾发电有限公司厂区内，根据《汕尾市红海湾北片区控制性详细规划》，本项目所在地块属于 M1 一类工业用地，详见附件 11。</p> <p>根据不动产权证（见附件 4），项目场地的用途为工业用地，符合区域土地利用规划。</p> <p>3、本项目与《汕尾市国土空间总体规划（2021-2035 年）》相符性分析</p> <p>根据《汕尾市国土空间总体规划（2021-2035 年）》市域国土空间控制线规划图，本项目位于城镇开发边界内，根据广东省地理信息公共服务平台，不在生态保护红线范围内（详见附件 8）。</p> <p>4、与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》相符性分析</p> <p>根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》，本项目用地范围不涉及严格保护岸线（详见附件 13），北部涉及一部分优化利用岸线，规划要求“优化利用岸线为沿海地区产业优化升级提供空间，应统筹规划、集中布局确需占用海岸线的建设项目，减少对海岸线资源的占用，提高海岸线利用效率。提高海岸线利用的生态门槛和产业准入门槛，禁止新增产</p>

能严重过剩以及高污染、高耗能、高排放项目用海。优先支持海洋战略性新兴产业、绿色环保产业、现代海洋渔业、循环经济产业发展和重大产业平台、海洋产业园建设用海。”本项目利用电厂二氧化碳进行微藻养殖，利用养殖得到的藻浆生产藻粉和藻蓝蛋白，为减污降碳协同增效技术开发与应用，属于绿色环保产业，符合规划要求。

5、与《广东省人民政府关于调整汕尾市部分饮用水水源保护区的批复》（粤府函〔2019〕271号）和《汕尾市人民政府关于印发汕尾市乡镇及以下集中式饮用水水源保护区划定方案的通知》（汕府函〔2020〕488号）相符性分析

根据《广东省人民政府关于调整汕尾市部分饮用水水源保护区的批复》（粤府函〔2019〕271号）和《汕尾市人民政府关于印发汕尾市乡镇及以下集中式饮用水水源保护区划定方案的通知》（汕府函〔2020〕488号），本项目选址不在饮用水源保护区范围，距离最近的南城水库饮用水水源保护区约 11.14km，符合相关要求，详见附图 7。

6、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）中“一核一带一区”区域管控要求，本项目所在区域属于沿海经济带—东西两翼地区，本项目与其相符性分析详见下表。

表 1-2 与广东省“一核一带一区”区域管控要求相符性分析

内容	符合性分析		相符性
区域布局管控要求	推动建设国内领先、世界一流的绿色石化产业集群，大力发展先进核能、海上风电等产业，建设沿海新能源产业带。逐步扩大高污染燃料禁燃区范围，引导钢铁、石化、燃煤燃油火电等项目在大气受体敏感区、布局敏感区、弱扩散区以外区域布局，推动涉及化学制浆、电镀、印染、鞣革等项目的园区在具备排海条件的区域布局。	本项目利用电厂产生的二氧化碳进行微藻的养殖，可有效减少二氧化碳的排放，属于绿色产业，利用养殖得到的微藻生产藻粉和藻蓝蛋白，不涉及使用高污染燃料。	相符
能源资源	优化能源结构，鼓励使用天然气及可再生能源。县级及以上城市建成	本项目使用的能源为电能和蒸汽，均由广东红海湾发	相符

利用要求	区,禁止新建每小时35蒸吨以下燃煤锅炉。健全用水总量控制指标体系,并实行严格管控,提高水资源利用效率,压减地下水超采区的采水量,维持采补平衡。强化用地指标精细化管理,充分挖掘建设用地潜力,大幅提升粤东沿海等地区的土地节约集约利用效率。保障自然岸线保有率,提高海岸线利用的生态门槛和产业准入门槛,优化岸线利用方式,提高岸线和海域的投资强度、利用效率。	电有限公司供给,不涉及新建锅炉;本项目培养基及反应器养殖废水、藻浆清洗废水经1#自建污水处理设施处理后回用于养殖;生活污水经三级化粪池预处理后与培养基和反应器管道清洗废水、生产设备清洗废水、冷却塔废水、实验器皿清洗废水、灭菌锅废水、废气处理设施废水、浓盐水与反冲洗废水、蒸汽冷凝水一并排入2#污水处理设施处理后回用于软水制备,提高水利用率。	
污染物排放管控要求	在可核查、可监管的基础上,新建项目原则上实施氮氧化物和挥发性有机物等量替代或减量替代。严格执行练江、小东江等重点流域水污染物排放标准。加强湛江港、水东湾、汕头港等重点海湾陆源污染控制。严格控制近海养殖密度。	本项目运营过程不产生氮氧化物和挥发性有机物,废水经处理后全部回用,不外排。	相符
环境风险防控要求	加强高州水库、鹤地水库、韩江、鉴江和漠阳江等饮用水水源地的环境风险防控,建立完善突发环境事件应急管理体系。加快受污染耕地的安全利用与严格管控,加强农产品检测,严格控制重金属超标风险。	本项目用地不涉及饮用水水源地,生产过程不涉及重金属。	相符

综上所述,本项目符合《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)的要求。

7、本项目与汕尾市“三线一单”相符性分析

本项目位于汕尾市红海湾广东红海湾发电有限公司厂区内,根据《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案(修订版)》(汕环〔2024〕154号),属于红海湾经济开发区一般管控单元(环境管控单元编码:ZH44150230010),详见附图10,管控要求相符性详见下表。

表 1-3 与红海湾经济开发区一般管控单元相符性分析

内容	符合性分析		相符性
区域布局管控	1-1.单元内重点发展滨海旅游和康养等为主的产业以及临港产业(综合保税、临港物流、装备制造、海洋生物、海产品加工、冷链、	1-1.本项目属于C1499其他未列明食品制造、C1329	相符

	<p>能源)。优化单元内产业布局,引导单元内产业集聚发展,形成规模化、集群化的产业集聚区。</p> <p>1-2.任何单位和个人不得在江河集水区域栽种速生丰产桉树等不利于水源涵养和生物多样性保护的树种。</p> <p>1-3.单元内的生态保护红线严格按照国家、省有关要求管理。</p> <p>1-4.单元内的一般生态空间,主导功能为水土保持,不得从事影响主导生态功能的建设活动,禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动,禁止毁林开荒、烧山开荒,保护和恢复自然生态系统。</p> <p>1-5.大气环境布局敏感重点管控区内严格限制新建使用高挥发性有机物原辅材料项目,大力推进低挥发性有机物含量原辅材料替代,全面加强无组织排放控制,实施挥发性有机物重点企业分级管控;限制新建、扩建氮氧化物、烟(粉)粉尘排放较高的建设项目。</p> <p>1-6.严禁以任何形式侵占河道、围垦水库、非法采砂。河道管理单位组织营造和管理后兰坑水库、湖东水库、湖尾水库等岸线护堤护岸林木,其他任何单位和个人不得侵占、砍伐或者破坏。</p> <p>1-7.严格控制跨库、穿库、临库建筑物和设施建设,确需建设的重大项目和民生工程,要优化工程建设方案,采取科学合理的恢复和补救措施,最大限度减少对水库的不利影响。严格管控库区围网养殖等活动。</p> <p>1-8.河道管理范围内应当严格限制建设项目和生产经营活动,禁止非法占用水利设施和水域。利用河道进行灌溉、供水、渔业养殖等活动,应当符合河道整治规划、河道岸线保护和开发利用规划、水功能区保护要求,统筹兼顾,合理利用,发挥河道的综合效益。</p>	<p>其他饲料加工,符合现行有效的《产业结构调整指导目录(2024年本)》(中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第7号)、《市场准入负面清单(2025年版)》的通知(发改体改规(2025)466号)的有关规定,不属于禁止建设行业;</p> <p>1-2.无关项;</p> <p>1-3.本项目不涉及生态保护红线;</p> <p>1-4.本项目所在地已完成土地平整工作,不存在原生自然环境;</p> <p>1-5.本项目不涉及使用高挥发性有机物原辅材料项目,喷雾干燥工序产生的颗粒物经“布袋除尘+水膜除尘”处理后排放量小;</p> <p>1-6.无关项;</p> <p>1-7.无关项;</p> <p>1-8.无关项。</p>	
能源资源利用	<p>2-1.继续推进灌区续建配套与节水改造,逐步提高农业用水计量率。结合高标准农田建设,加快田间节水设施建设。</p> <p>2-2.严格保护永久基本农田,严格控制非农业建设占用农用地;提高土地节约集约利用水平。</p> <p>2-3.禁止任何单位和个人在基本农田保护区内建窑、建房、建坟、挖砂、采石、采矿、取土、堆放固体废弃物或者进行其他破坏基本农田的活动。禁止任何单位和个人占用基本农田发展林果业和挖塘养鱼。</p>	<p>2-1.无关项;</p> <p>2-2.本项目不涉及永久基本农田;</p> <p>2-3.无关项。</p>	相符
污染物排	<p>3-1.加快单元内城镇污水管网排查和修复,完善污水管网建设,推进雨污分流;加快单</p>	<p>3-1.本项目采用雨污分流,废水经处</p>	相符

放管 控	<p>元内污水处理厂配套管网建设,完善红海湾污水处理厂配套管网建设,确保单元内城镇污水得到有效处理。</p> <p>3-2.船舶的残油、废油应当回收,禁止排入水体;禁止向水体倾倒船舶垃圾。</p> <p>3-3.沿海船舶排放含油污水、生活污水的,应当符合船舶污染物排放标准;船舶装载运输油类或者有毒货物的,应当采取防止溢流和渗漏的措施,防止货物落水造成水污染。</p> <p>3-4.重点对采石场、露天施工场地、水泥制品行业堆场等扬尘面源加强控制,提高露天面源的精细化管理水平。</p> <p>3-5.持续推进汕尾新港区堆场扬尘防治工作,白沙湖作业区作业采取喷淋、遮盖、密闭等扬尘污染防治技术性措施,强化扬尘综合治理。</p> <p>3-6.禁止向后兰坑水库、湖东水库、湖尾水库等水体排放、倾倒生活垃圾、建筑垃圾或者其他废弃物。</p> <p>3-7.持续落实广东红海湾发电有限公司汕尾发电厂污染排放管控。</p>	<p>理后全部回用,不外排;</p> <p>3-2、3-3.无关项;</p> <p>3-4、3-5.本项目施工期存在露天施工场地,通过采取喷淋、遮盖、密闭等降尘措施减少扬尘的排放;</p> <p>3-6.本项目生活垃圾由当地环卫部门统一清运处理,一般工业固废由有处理能力单位处理,危险废物由有资质的危废单位进行处理;</p> <p>3-7.无关项。</p>	
环境 风险 防控	<p>4-1.禁止在江河集水区域使用剧毒和高残留农药。</p> <p>4-2.生产经营活动涉及有毒有害物质的企业需持续防止有毒有害物质渗漏、流失、扬散。土壤环境污染重点监管单位涉及有毒有害物质的生产装置、储罐和管道,或者建设污水处理池、应急池等存在土壤污染风险的设施,应当按照国家有关标准和规范的要求,设计、建设和安装有关防腐蚀、防泄漏设施和泄漏监测装置,防止有毒有害物质污染土壤和地下水,并应定期对重点区域、重点设施开展隐患排查,发现污染隐患的,及时采取技术、管理措施消除隐患。</p>	<p>4-1.无关项;</p> <p>4-2.本项目地面均做好硬底化,危废暂存间做好防渗漏,如设置托盘等防止泄漏的装置,配备完善的消防设施,包括灭火器、消防栓等,做好风险防范措施。</p>	相符

8、与《广东省 2021 年水、大气、土壤污染防治工作方案》相符性分析

水:《广东省 2021 年水、大气、土壤污染防治工作方案》提出深入推进城市生活污水、工业污染、地下水污染等治理,并巩固提升饮用水源保护、水环境水生态协同管理、重点流域协同治理水平。本项目培养基及反应器养殖废水、藻浆清洗废水经 1#自建污水处理设施处理后回用于养殖,生活污水经三级化粪池预处理后与培养基和反应器管道清洗废水、生产设备清洗废水、冷却塔废水、实验器皿清洗废水、灭菌锅废水、废气处理设施废水、浓盐水与反冲洗废水、蒸汽冷凝水一并排入 2#污水处理设施处理

后回用于软水制备，不外排。根据《国家发展改革委 住房城乡建设部 生态环境部印发<关于推进建制镇生活污水垃圾处理设施建设和管理的实施方案>的通知》（发改环资〔2022〕1932号）要求，“严禁工业企业排放的含重金属或难以生化降解废水、有生物毒性废水、高盐废水等排入市政污水收集处理设施”。本项目不产生含重金属废水、高盐废水，处理后全部回用，符合文件要求，不会对周边水环境产生影响。

大气：《广东省 2021 年水、大气、土壤污染防治工作方案》要求“各地级以上市要加强市级大气污染防治项目库建设，提升精细化臭氧污染防治科技支撑能力，加快推进“一网统管”生态环境专题大气污染防治模块建设，动态更新大气污染源排放清单，及时共享业务数据。强化省大气污染防治总体专家组对臭氧污染防治的区域统筹，完善区域 PM_{2.5} 和臭氧协同防控闭环长效机制，继续发挥城市专家团队定向帮扶工作模式作用，科学指导各地落地落实大气污染防治措施。”

本项目运营过程喷雾干燥工序会产生颗粒物，经设备直连管道收集后通过 4 套“布袋除尘+水膜除尘”装置处理达标后，经 DA001~DA004 排气筒排放，对大气环境影响不大。

土壤：《广东省 2021 年水、大气、土壤污染防治工作方案》明确要加强工业污染风险防控，严格执行重金属污染物排放标准，持续落实相关总量控制指标，加强工业废物处理处置；加强生活垃圾污染治理，深入推进生活垃圾分类投放、分类收集、分类运输、分类处置。本项目产生的固废分类收集处置，且本项目利用空地建设，厂房须做好地面硬底化防渗措施，不具备污染的途径，对土壤环境影响不大。

综上所述，本项目符合《广东省 2021 年水、大气、土壤污染防治工作方案》要求。

9、与《广东省生态环境保护“十四五”规划》（粤环〔2021〕10 号）相符性分析

根据《广东省生态环境保护“十四五”规划》（粤环〔2021〕10 号）相关要求包括：“以制造业结构高端化带动经济绿色化发展，积极推进新一代电子信息、绿色石化、汽车、智能家电等十大战略性支柱产业集群转

型升级，加快推动半导体与集成电路、高端装备制造、新能源、安全应急与环保等十大战略性新兴产业集群规模化、集约化发展，全面提升产业集群绿色低碳发展水平。完善高耗能、高污染和资源型行业准入条件，持续降低高耗能行业在总体制造业中的比重。

加强水资源节约利用：提升水资源利用效率。大力实施节水行动，强化水资源刚性约束，实行水资源消耗总量和强度双控，推进节水型社会建设，把节约用水贯穿于经济社会发展和群众生产生活全过程。深入抓好工业、农业、城镇节水，在工业领域，加快企业节水改造，重点抓好高耗水行业节水减排技改以及重复用水工程建设，提高工业用水循环利用率。

强化固体废物安全利用处置：强化固体废物全过程监管。建立工业固体废物污染防治责任制，持续开展重点行业固体废物环境审计，督促企业建立工业固体废物全过程污染防治责任制度和管理台账。完善固体废物环境监管信息平台，推进固体废物收集、转移、处置等全过程监控和信息化追溯工作。”

本项目属于 C1499 其他未列明食品制造、C1329 其他饲料加工，利用电厂产生的二氧化碳进行微藻养殖，减少二氧化碳排放，且不属于高耗能行业；培养基及反应器养殖废水、藻浆清洗废水成分简单，经 1#自建污水处理设施处理后回用于养殖；生活污水经三级化粪池预处理后与培养基和反应器管道清洗废水、生产设备清洗废水、冷却塔废水、实验器皿清洗废水、灭菌锅废水、废气处理设施废水、浓盐水与反冲洗废水、蒸汽冷凝水一并排入 2#污水处理设施处理后回用于软水制备，均不外排；运营期产生的各类固体废物分类收集、分类处置，建立固体废物管理台账，做好固体废物收集、转移、处置等全过程监控和信息化追溯工作。综上所述，本项目符合《广东省生态环境保护“十四五”规划》（粤环〔2021〕10 号）相关要求。

10、与《汕尾市生态环境保护“十四五”规划》相符性分析

根据《汕尾市生态环境保护“十四五”规划》相关要求：（1）废气：加强高污染燃料禁燃区管理。在禁燃区内，禁止销售、燃用高污染燃料；禁止新建、扩建燃用高污染燃料的设施，已建成的按要求改用天然气、电

或者其他清洁能源。(2) 废水：强化水资源循环利用。大力实施节水行动，强化水资源刚性约束，实行水资源消耗总量和强度双控，推进节水型社会建设，把节约用水贯穿于经济社会发展和群众生产生活全过程。深入抓好工业、农业、城镇节水，在工业领域，加快企业节水改造，提高工业用水循环利用率。(3) 固废：促进企业废物交换和综合利用，避免处理和利用过程中的二次污染；开展重点行业治理；同时积极筹划建立工业企业固体废弃物的分类收集、再利用、安全转运的管理体系，统一集中转运至工业固体废物处理中心，禁止工业固体废物与生活垃圾的混合收集、合并处理。(4) 土壤：严格保护土壤环境优先保护区域。开展饮用水源地和农用地土壤质量调查与跟踪监测，取缔优先保护区域及其周边的重金属或有机污染物污染源。建设和完善优先保护区各类环境保护及污染防护设施。

(1) 废气：本项目使用的能源为电厂提供的电能、蒸汽，不涉及使用高污染燃料；(2) 废水：本项目培养基及反应器养殖废水、藻浆清洗废水成分简单，经 1#自建污水处理设施处理后回用于养殖，生活污水经三级化粪池预处理后与培养基和反应器管道清洗废水、生产设备清洗废水、冷却塔废水、实验器皿清洗废水、灭菌锅废水、废气处理设施废水、浓盐水与反冲洗废水、蒸汽冷凝水一并排入 2#污水处理设施处理后回用于软水制备，均不外排；(3) 固废：本项目运营期产生的生活垃圾由当地环卫部门统一清运处理，一般工业固废由有处理能力单位处理，危险废物由有资质的危废单位进行处置；(4) 土壤：本项目不涉及重金属。综上所述，本项目建设符合《汕尾市生态环境保护“十四五”规划》相关要求。

11、与《汕尾市水生态环境保护“十四五”规划》（汕环〔2022〕114号）的相符性分析

《汕尾市水生态环境保护“十四五”规划》（汕环〔2022〕114号）提出：“加强涉水工业企业废水排放和处理设施运行情况的监管，严格实施排污许可管理和工业污染源全面达标排放计划。对不能稳定达标的工业废水处理设施开展提标改造，优化工业废水处理工艺，提高处理出水水质。推行废（污）水输透明管化，加强园区雨污分流、清污分流，禁止雨污混排，推进省级以上工业园区开展‘污水零直排区’创建。”

本项目培养基及反应器养殖废水、藻浆清洗废水经 1#自建污水处理设施处理后回用于养殖；生活污水经三级化粪池预处理后与培养基和反应器管道清洗废水、生产设备清洗废水、冷却塔废水、实验器皿清洗废水、灭菌锅废水、废气处理设施废水、浓盐水与反冲洗废水、蒸汽冷凝水一并排入 2#污水处理设施处理后回用于软水制备，均不外排，符合《汕尾市水生态环境保护“十四五”规划》（汕环〔2022〕114号）相关要求。

二、建设项目工程分析

建设内容

1、建设内容

广东能源绿色生物环保科技有限公司是广东粤电环保有限公司全资控股的公司，粤电环保着力推进以绿色低碳为导向、产学研相结合的环保科技创新体系建设，负责运营管理集团湛江生物质微藻固碳中试平台，掌握微藻生物规模化养殖技术，逐步打造市场渠道，拓展藻资源利用场景，同时加强微藻工业化养殖技术、高效生物反应器、光利用、藻资源深加工利用等研究，积极储备微藻固碳产业化技术及领域内专业人才，为微藻固碳产业化打下坚实基础。微藻具有高效的固碳能力，通过微藻的光合作用，可以将电厂废气中的二氧化碳吸收转化为有机物质，包括蛋白质、碳水化合物和脂肪等，本项目每年固碳量为 3000 吨。

粤电环保与广东红海湾发电有限公司签订了战略合作框架协议，就微藻固碳项目土地、蒸汽、二氧化碳、水资源供应开展合作，并由粤电环保旗下的广东能源绿色生物环保科技有限公司负责建设并运营“广东能源微藻减排转化利用火电机组二氧化碳产业化示范工程项目”（以下简称“本项目”）。本项目选取螺旋藻、栅藻和小球藻作为藻种，三者均能耐受电厂烟气中较高浓度 CO₂，固碳效率显著，对烟气杂质、温度及 pH 波动适应性强，生长快、易规模化养殖与采收，并且均为安全无毒经济藻种，成分价值高，可生产藻粉、蛋白、油脂等高附加值产品，产业链成熟。同时多藻搭配可提升系统稳定性，兼顾碳减排与经济效益，契合微藻固碳养殖与加工一体化发展需求。

本项目位于汕尾市红海湾广东红海湾发电有限公司厂区内，通过养殖螺旋藻、栅藻和小球藻消耗 CO₂，取自项目西侧广东红海湾发电有限公司 CCUS 提捕及提纯后满足食品级要求的 CO₂，得到的微藻用来生产藻蓝蛋白、饲料级藻粉和食品级藻粉，年产量分别为 50 吨、350 吨、100 吨，本项目占地面积 126274m²，建筑面积 31260.47m²，总投资 13009.07 万元，其中环保投资 300 万元。

下表表格内占地面积合计 67102.84m²，剩余 126274m²-67102.84m²=59171.16m²为预留区域、厂区通道、停车等区域；建筑面积合计 31260.47m²。

本项目总体呈东北-西南布局，设置有 1#、2#跑道反应器、横管反应器、竖管反应器、生产车间、研发育种车间、饲料生产车间、运维楼、辅助用房、二氧化碳储罐区，工程组成情况见下表，本项目平面布置图见附图 4：

表 2-1 本项目工程组成一览表

工程类别	工程组成	本项目建设内容
主体工程	1#、2#跑道反应器	在厂区东北侧设有 1#、2#跑道反应器，上方为简易棚架，采用空间立体布置方案，地面布置光生物反应器，反应器中间安装立式柔性支架，上方排列安装太阳能光伏电池板，按照跑道池上方可利用面积的 40%敷设光伏板，为反应器中微藻细胞提供规律的光暗循环区域，有利于微藻细胞的闪光频率和固碳速率。占地面积分别为 26007.97m ² 、18615.78m ² ，用于螺旋藻养殖
	横管反应器	设置在厂区西南侧，露天设备，占地面积为 5590.44m ² ，用于小球藻养殖
	竖管反应器	设置在厂区西南侧，露天设备，占地面积为 3967.31m ² ，用于栅藻养殖
	生产车间	4F，占地面积为 6120m ² ，建筑面积为 11966.75m ² ，屋面设置竖管反应器，设有螺旋藻、小球藻、栅藻加工区、破碎过滤间、蛋白离心间、干燥间、机修间、内包间、外包间、扩种间、化验室、溶解调配间、辅料暂存仓、配电室、休息区、办公室、预留生产车间、机房、研发中心
	研发育种车间	地下 1 层，地上 5 层，占地面积为 2627.13m ² ，建筑面积为 8730.61m ² ，设置小球藻扩种区、栅藻扩种区、外售室、异养扩种、新型养殖试验区、跑道池扩种区、育种室、化验室、研发室、展览区
	饲料生产车间	3F，占地面积为 1716.18m ² ，建筑面积为 4116.17m ² ，设有饲料生产、饲料仓库、化验中心、资料室、会议室
	运维楼	4F，占地面积为 1858.03m ² ，建筑面积为 5846.94m ² ，设运维车间、生产车间
	辅助用房	占地面积为 600m ² ，建筑面积为 600m ² ，预留
	二氧化碳储罐区	设有 1 个 30m ³ 的地上二氧化碳储罐
公用工程	供水	市政供给，利用广东红海湾发电有限公司的原市政供水管线
	排水	①培养基及反应器养殖废水、藻浆清洗废水经 1#自建污水处理设施（气浮+纤维过滤+活性炭吸附+消毒）处理后回用于养殖； ②生活污水经三级化粪池预处理后与培养基和反应器管道清洗废水、生产设备清洗废水、冷却塔废水、实验器皿清洗废水、灭菌锅废水、废气处理设施废水、浓盐水与反冲洗废水、蒸汽冷凝水一并排入 2#污水处理设施（调节+一级反应+初沉+厌氧+兼氧+好氧+二沉+二级反应+终沉）处理后回用于软水制备
	供电	广东红海湾发电有限公司供给
环保工程	废水治理措施	三级化粪池、1#自建污水处理设施、2#自建污水处理设施

	废气治理措施	①喷雾干燥废气经设备直连管道收集后通过4套“布袋除尘+水膜除尘”装置(TA001~TA004)处理后经DA001~DA004排气筒排放; ②混合搅拌废气通过加强车间通排风后无组织排放; ③实验过程产生的氯化氢和硫酸雾通过加强化验室通排风后无组织排放; ④藻类增殖臭气、气溶胶、污水处理设施臭气通过大气扩散后无组织排放。
	噪声治理措施	设备进行隔声、减振、消声等治理措施,合理安排生产时间
	固废治理措施	在生产车间1层设置一间一般固废贮存区,建筑面积为80m ² ,用于存放一般固废;一间危废暂存间,建筑面积为10m ² ,用于存放危险废物
储运工程	生产区域	生产车间一楼设有辅料暂存仓、成品暂存仓

2、主要产品及年产量

本项目主要生产藻蓝蛋白、饲料级藻粉和食品级藻粉,产量见下表。

表 2-2 本项目产品产量一览表

序号	藻类类别	产品名称	产量(吨)
1	螺旋藻	螺旋藻藻蓝蛋白	50
		饲料级螺旋藻藻粉	200
2	栅藻	饲料级栅藻藻粉	150
3	小球藻	食品级小球藻藻粉	100
合计			500

本项目藻蓝蛋白、食品级藻粉和饲料级藻粉参照执行的产品质量标准详见下表:

表 2-3 产品质量标准

项目	食用级藻粉	饲料级藻粉	藻蓝蛋白
参照执行标准	《食用螺旋藻粉质量通则》(GB/T 16919-2022)	《饲料原料 螺旋藻粉》(GB/T 17243-2025)	《食品安全国家标准 食品添加剂 藻蓝》(GB1886.309-2020)
外观及色泽	均匀粉末,蓝绿色至墨绿色,在显微镜下应呈分散、绿色的藻丝体	墨绿色均匀粉末	蓝色粉末或液体
气味、滋味	呈螺旋藻固有的滋味、气味,无异味	呈螺旋藻固有的气味,无异味	略有腥味,无异味
杂质	无正常视力可见的外来杂质	--	无肉眼可见外来杂质
细度/粒度	<180μm	≤0.25mm	--
水分	≤7.0 g/100g	≤8.0%	≤8.0%
灰分/粗灰分	≤7.0 g/100g	≤8.0%	--
总蛋白质/粗蛋白质	≥55.0 g/100g	≥55.0%	--
藻蓝蛋白	≥5.0 g/100g	≥5.0%	--
β-胡萝卜素	≥0.20 g/kg	--	--

砷	--	--	≤2.0 mg/kg
铅	--	--	≤2.0 mg/kg
汞	--	--	≤1.0 mg/kg

3、原辅材料及年用量

本项目原辅材料及用量详见下表。

表 2-4 本项目原辅材料及用量一览表

序号	名称	用量 (吨/ 年)	包装形式及 包装规格	最大 储存 量 (吨)	储存位 置	使用 环节	来源
1	二氧化碳 (液体)	3000	储罐	30	储罐区	藻类 养殖	广东红海 湾发电有 限公司
2	碳酸氢钠	400	袋装, 50kg	20	辅料暂 存仓、室 外集装 箱式危 化品暂 存柜	调配 营养 盐	外购
3	硝酸钠	60	袋装, 50kg	3			
4	七水硫酸镁	108	袋装, 50kg	10			
5	硫酸钾	25	袋装, 50kg	1.3			
6	EDTA 二钠	1	桶装, 25kg	0.1			
7	磷酸水	10	桶装, 25kg	0.5			
8	氯化钾	25	袋装, 50kg	1.3			
9	七水硫酸亚 铁	5.4	袋装, 50kg	0.5			
10	磷酸二氢钾	162	袋装, 50kg	16			
11	氯化钠	500	袋装, 50kg	2.5			
12	尿素	245	袋装, 50kg	10			
13	氯化钙	49	袋装, 50kg	2			
14	Bg-11	5	瓶装, 1L	0.5			
15	硝酸钾	0.001	瓶装, 250mL	0.001	检测		
16	盐酸	0.016	瓶装, 250mL	0.005			
17	氨基磺酸	0.0003	瓶装, 250mL	0.001			
18	抗坏血酸	0.015	瓶装, 250mL	0.005			
19	钼酸铵	0.020	瓶装, 250mL	0.005			
20	酒石酸锶钾	0.001	瓶装, 250mL	0.001			
21	硫酸	0.837	瓶装, 250mL	0.2			
22	磷酸二氢钾	0.0003	瓶装, 250mL	0.001			

本项目主要原辅材料理化性质见下表：

表 2-5 主要原辅材料理化性质一览表

序号	名称	理化性质	危险性	毒理性	是否属于危险化学品
1	二氧化碳	分子式 CO ₂ ，分子量 44.0095，CAS 号 124-38-9，常温常压下是一种无色无味或无色无臭而其水溶液略有酸味的气体。熔点-56.6℃，相对密度（水=1）0.9295，相对空气密度（空气=1）1.976，沸点-78.5℃，饱和蒸汽压（kPa）1013.25/-39℃。可溶于水。	不燃，若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险	--	是
2	碳酸氢钠	分子式：NaHCO ₃ ，分子量：84.007，CAS 号为 144-55-8，是白色粉末或细微晶体，无臭，味咸，易溶于水，在水中溶解度为 7.8 g（18℃）、16.0 g（60℃），微溶于乙醇，水溶液呈微碱性。受热易分解，在潮湿空气中缓慢分解，产生二氧化碳，约 50℃开始分解，加热至 270℃完全分解。遇酸则强烈分解，产生二氧化碳。密度为 2.20 g/cm ³ ，比重为 2.208，熔点 270℃，沸点 851℃，闪点 169.8℃。	不燃	急性毒性：LD ₅₀ ：4220 mg/kg（大鼠经口）； LD ₅₀ ：3360 mg/kg（小鼠经口）。 生殖毒性：TDLo：40 mg/kg（大鼠腹腔）。 吸入毒性：大鼠 LD ₅₀ ：>900 mg/m ³ 。	否
3	硝酸钠	分子式：NaNO ₃ ，分子量：84.99，CAS 号：7631-99-4，相对密度：2.26，熔点：306.8℃，沸点：380℃，白色至黄色结晶性粉末。极易溶于水、液氨，能溶于甲醇和乙醇，极微溶于丙酮，微溶于甘油。	氧化性固体：类别 3 眼损伤/眼刺激：类别 2B 生殖细胞致突变性：类别 2 特定目标器官毒性-单次接触：类别 1 特定目标器官毒性-重复接触：类别 1	LD ₅₀ ：1267mg/kg（大鼠经口）。	是

4	七水硫酸镁	分子式: $H_{14}MgO_{11}S$, 分子量: 246.475, CAS 号: 10034-99-8, 密度: 2.66 g/cm^3 , 熔点: 1124°C , 为白色或无色的针状或斜柱状结晶体, 无臭, 凉并微苦, 易溶于水, 微溶于乙醇和甘油。受热分解, 逐渐脱去结晶水变为无水硫酸镁。在干燥空气中(常温)失去 1 分子结晶水。受热分解, 在 150°C 时失去 6 分子结晶水, 在 200°C 时失去全部结晶水成无水物。在空气中轻微风化。	--	--	否
5	硫酸钾	化学分子式: K_2SO_4 ; CAS 编号: 7778-80-5; 分子量: 174.259; 外观及性状: 白色结晶性粉末; 熔点: 1067°C ; 沸点: 1689°C ; 密度: 2.66g/cm^3 ; 溶解性: 易溶于水。	吸入, 粉尘吸入刺激鼻、咽及肺; 皮肤, 长期接触会刺激皮层; 眼睛, 粉尘或雾滴会刺激眼睛; 食入, 会刺激口、食道和胃	LD_{50} : 4000mg/kg (大鼠经口); 4720mg/kg (兔经皮); 9400mg/m^3 , 2 小时 (小鼠吸入)	否
6	EDTA 二钠	分子式: $C_{10}H_{14}N_2Na_2O_8$, 分子量: 336.206, CAS 号为 139-33-3, 密度为 1.01 g/cm^3 , 熔点 248°C , 闪点 325.2°C , 水溶液 pH 值: 5.3。为无味无臭或微咸的白色或乳白色结晶或颗粒状粉末, 无臭、无味。能溶于水, 极难溶于乙醇。	可燃, 具刺激性	低毒: LD_{50} : 2000mg/kg (大鼠经口)	否
7	磷酸水	主要由磷酸和水混合而成。磷酸 CAS 编号: 7664-38-2; 化学分子式: H_3O_4P ; 分子量: 97.995; 外观及性状: 透明液体; 熔点: $\sim 40^\circ\text{C}(\text{lit.})$; 沸点: $158.0\pm 0.0^\circ\text{C}$ at 760 mmHg; 闪点: 无数据; 密度: $2.2\pm 0.1\text{g/cm}^3$; 溶解度: 与水混溶, 可混溶于乙醇。	磷酸不易燃; 皮肤腐蚀/刺激, 类别 1B; 严重眼损伤/眼刺激, 类别 1。	LD_{50} : 1530mg/kg (大鼠经口); 2740mg/kg (兔经皮)。	是
8	氯化钾	分子式: KCl , 分子量: 74.551, CAS 号: 7447-40-7, 密度: 1.98g/cm^3 , 熔点: 770°C , 沸点: 1420°C , 闪点: 1500°C , 是白色晶体, 味极咸, 无臭无毒性, 易溶于水、醚、甘油及碱类, 微溶于乙醇,	不易燃	1、急性毒性: 经口: LD_{50} (雌鼠) 约 3020mg/kg ; 吸入: 无资料; 经皮: 无资料。	否

		但不溶于无水乙醇,有吸湿性,易结块。约 1500°C 升华。15°C饱和水溶液的相对密度为 1.17。		2、生态毒性: 鱼类: LC ₅₀ (鲦鱼) 880mg/L /96 h; 甲壳类: 无资料; 藻类: EC ₅₀ (栅藻) > 100 mg/L/ 72 h。	
9	七水硫酸亚铁	分子式: FeSO ₄ ·7H ₂ O, 分子量: 278.01, CAS 号: 7782-63-0, 密度: 0.999g/cm ³ , 熔点: 64°C, 浅蓝绿色单斜晶体, 溶于水、甘油, 不溶于乙醇。	不燃, 具刺激性	LD ₅₀ : 1520 mg/kg(小鼠经口)	否
10	磷酸二氢钾	分子式: H ₂ KO ₄ P, 分子量: 136.08, CAS 号为 7778-77-0, 密度为 2.338 g/cm ³ , 是无色四方晶体或白色结晶性粉末, 有潮解性, 加热至 400°C时熔化而成透明的液体, 冷却后固化为不透明的玻璃状偏磷酸钾。空气中稳定, 溶于水, 水溶液呈酸性, 不溶于乙醇。熔点 252.6°C, 沸点 158°C at 760 mmHg。	--	急性毒性: LD ₅₀ : > 2000 mg/kg (大鼠经口); LD ₅₀ : >4640 mg/kg (兔子经皮)。	否
11	氯化钠	CAS 编号: 7647-14-5; 化学分子式: NaCl; 分子量: 58.443; 外观及性状: 无色晶体或白色粉末; 熔点: 801 °C(lit.); 沸点: 1461 °C; 闪点: 1413°C; 密度: 2.165g/cm ³ ; 溶解度: 易溶于水与甘油, 难溶于乙醇。有杂质存在时潮解。	不易燃	急性毒性: LD ₅₀ : 3750±430mg/kg (大鼠经口)	否
12	尿素	分子式: CH ₄ N ₂ O, 分子量: 60.055, CAS 号: 57-13-6, 密度: 1.335 g/cm ³ , 熔点: 132.7°C, 沸点: 196.6°C, 闪点: 72.7°C, 是无色或白色针状或棒状结晶体, 易溶于水、乙醇和苯, 1g 该品可溶于 1ml、10ml95%乙醇、1ml95%沸乙醇、20ml 无水乙醇、6ml 甲醇和 2ml 甘油。微溶于乙醚, 不	--	急性毒性: LD ₅₀ : 14300mg/kg(大鼠经口)	否

		溶于氯仿。可与酸作用生成盐，有水解作用，在高温下可进行缩合反应，生成缩二脲、缩三脲和三聚氰酸。加热至 160°C 分解，产生氨气同时变为异氰酸。			
13	氯化钙	分子式：CaCl ₂ ，分子量：110.984，CAS 号：10043-52-4，相对密度：2.15，熔点：772°C，沸点：1600°C，是一种白色或略带黄色的固体无机化合物，白色或灰白色，有粒状、蜂窝块状、圆球状、不规则颗粒状、粉末状。微毒、无臭、味微苦。暴露于空气中极易潮解。易溶于水，20°C 时溶解度为 74.0g/100g 水，同时放出大量的热，溶于醇和丙酮、醋酸、甲酸、胍、吡啶、乙酰胺。	不燃	--	否
14	Bg-11	专用于蓝藻的液体培养。其成分包括硝酸钠、磷酸氢二钾、硫酸镁、氯化钙、柠檬酸、柠檬酸铁铵、碳酸钠以及多种微量元素（如 EDTA、硫酸锰、硼酸、钼酸钠等）。	--	--	否
15	硝酸钾	无色透明斜方或三方晶系颗粒或白色粉末。密度：2.11g/cm ³ ，沸点：无资料，熔点：334 °C，分子式：KNO ₃ ，分子量：101.10，闪点：400 °C。溶解性：易溶于水，溶于甘油，不溶于无水乙醇、乙醚。	氧化性固体,类别 3 生殖毒性,类别 2 特异性靶器官毒性-一次接触,类别 1 特异性靶器官毒性-反复接触,类别 1	LD ₅₀ :3750mg/kg (大鼠经口)	是
16	盐酸	无色透明的液体，有强烈的刺鼻气味，具有较高的腐蚀性。密度：1.048 g/cm ³ ，沸点：103°C，熔点：-18°C，分子式：HCl，分子量：36.46，闪点：不可燃。溶解性：与水混溶。	皮肤腐蚀/刺激,类别 1B 严重眼损伤/眼刺激,类别 1 特异性靶器官毒性-一次接触,类别 3 (呼吸道刺激) 危害水生环境-急性危害,类别 2"	急性毒性：LD ₅₀ : 900mg/kg (兔子经口)； LC ₅₀ :4600mg/m ³ (大鼠吸入)	是
17	氨基磺酸	分子式：NH ₂ SO ₃ H，分子量：97.094，CAS 号：	皮肤腐蚀/刺激类别 2	LD ₅₀ : 3160mg/kg (大鼠)	是

		5329-14-6, 密度: 2.126g/cm ³ , 熔点: 205°C, 沸点: 209°C, 白色斜方晶体或白色结晶。无味无臭, 不挥发, 不吸湿。易溶于水和液氨, 水溶液是高电离物, 强酸。微溶于甲醇, 不溶于乙醇和乙醚。	严重眼损伤/眼刺激类别 2 危害水生环境--长期危险类别 3	经口); 1312mg/kg (小鼠经口); 家兔经皮: 500mg (24h), 重度刺激。 家兔经眼: 250µg (24 h), 重度刺激	
18	抗坏血酸	中文名称维生素 C, 白色或略带淡黄色结晶或结晶性粉末, 无臭, 有酸味。分子式 C ₆ H ₈ O ₆ , 分子量 176.12, 密度 1.65g/cm ³ , 熔点 190~192°C, 易溶于水, 能溶于乙醇, 不溶于氯仿、乙醚和苯。在干燥空气中比较稳定, 其水溶液不稳定, 尤其是在中性或碱性溶液中很快被氧化, 遇光、热和铜、铁等金属离子均会加速氧化。	可燃, 燃烧产生刺激烟雾。	中毒, 急性毒性: 口服-大鼠 LD ₅₀ : 11900 mg/kg; 口服-小鼠 LD ₅₀ : 3367mg/kg。	否
19	钼酸铵	无色或浅黄绿色单斜结晶, 分子式 4MoO ₃ ·3H ₂ MoO ₄ ·4H ₂ O·6H ₃ N, 分子量为 1235.85, 相对密度 2.498。溶于水、酸和碱, 不溶于醇, 熔点 190°C。加热至 90°C 时失去 1 个结晶水, 190°C 时分解成氨、水和三氧化钼。放置空气中风化, 失去一部分氨。测定磷酸盐、砷酸盐、铅、生物碱。	--	--	否
20	酒石酸锑钾	无色透明结晶或白色结晶性粉末, 无臭, 味甜。分子式 C ₈ H ₁₀ K ₂ O ₁₅ Sb ₂ , 分子量 667.87, 相对密度 2.607g/cm ³ , 熔点 >300°C, 溶于水 (8.3g/100mL, 25°C; 35.9g/100mL, 100°C) 和甘油, 不溶于乙醇。在空气中会风化, 水溶液呈微酸性。	急性毒性, 经口, 类别 3 急性毒性, 吸入, 类别 4 急性水生毒性, 类别 2 慢性水生毒性, 类别 2	高毒 口服-大鼠 LD ₅₀ : 115mg/kg; 口服-小鼠 LD ₅₀ : 600mg/kg	是

21	硫酸	分子式: H ₂ SO ₄ , 分子量 98.078, CAS 号为 7664-93-9。硫的最重要的含氧酸。无水硫酸为无色油状液体, 10.36°C时结晶, 能与水以任意比例互溶, 同时放出大量的热, 使水沸腾。熔点 10.371°C, 沸点 337°C, 密度 1.8305g/cm ³ 。	皮肤腐蚀/刺激,类别 1A; 严重眼损伤/眼刺激,类别 1。	LD ₅₀ :2140mg/kg (大鼠经口) LC ₅₀ :510mg/m ³ (2h 大鼠吸入)	是
22	磷酸二氢钾	分子式: H ₂ KO ₄ P, 分子量: 136.08, CAS 号为 7778-77-0, 密度为 2.338 g/cm ³ , 是无色四方晶体或白色结晶性粉末, 有潮解性, 加热至 400°C时熔化而成透明的液体, 冷却后固化为不透明的玻璃状偏磷酸钾。空气中稳定, 溶于水, 水溶液呈酸性, 不溶于乙醇。熔点 252.6°C, 沸点 158°C at 760 mmHg。	--	急性毒性: LD ₅₀ : > 2,000 mg/kg (大鼠经口); LD ₅₀ : > 4,640 mg/kg (兔子经皮)。	否

4、主要生产设备

本项目主要设备详见下表。

表 2-6 本项目主要设备一览表

序号	设备名称	数量 (个/台)	设备参数	对应的使用工序
1	跑道池反应器	78	有效容积 290m ³ (10 个)、有效容积 260m ³ (22 个)、有效容积 250m ³ (42 个)、有效容积 220m ³ (4 个)	螺旋藻养殖
2	螺旋藻收集池	3	有效容积 15m ³	
3	螺旋藻采收泵	3	流量 400t/h	
4	立柱式养殖反应器	1	有效容积 1200m ³	栅藻养殖
5	栅藻循环罐	3	30m ³	
6	栅藻循环泵	3	流量 50t/h	

7	横管式养殖反应器	1	有效容积 2000m ³	小球藻养殖
8	小球藻循环罐	22	30m ³	
9	小球藻循环泵	16	流量 80t/h	
10	扩种跑道池 1#、2#	2	有效容积 257m ³	螺旋藻扩种
11	扩种跑道池 3#	2	有效容积 65m ³	
12	扩种收集池	1	有效容积 15m ³	
13	扩种转移泵	1	流量 200t/h	
14	栅藻育种反应器	1	直径 92mm、长度 3.6m、壁厚 0.9mm	栅藻扩种
15	栅藻育种罐	3	3m ³	
16	栅藻育种泵	3	流量 25t/h	
17	栅藻扩种反应器	1	直径 92mm、长度 3.6m、壁厚 0.9mm	
18	栅藻扩种罐	1	10m ³	
19	栅藻扩种泵	1	流量 25t/h	小球藻扩种
20	小球藻育种反应器	1	直径 60mm、长度 2.8m、壁厚 3mm	
21	小球藻育种罐	3	3m ³	
22	小球藻育种泵	3	流量 25t/h	
23	小球藻扩种反应器	1	直径 92mm、长度 3.6m、壁厚 0.9mm	
24	小球藻扩种罐	6	10m ³	
25	小球藻扩种泵	6	流量 25t/h	螺旋藻采收与生产
26	螺旋藻液缓冲罐	1	400m ³	
27	螺旋藻液泵	1	流量 400m ³ /h	
28	螺旋藻清液缓冲罐	1	400m ³	
29	螺旋藻清液泵	1	流量 400m ³ /h	
30	螺旋藻培养基液罐	1	400m ³	
31	螺旋藻培养基液泵	1	流量 400m ³ /h	

32	藻液曲筛	1	35500×5000mm,6mm 厚	
33	滤清液收集池	1	20m ³	
34	滤清液泵	1	流量 400m ³ /h	
35	袋滤藻液收集池	1	20m ³	
36	袋滤藻液泵	1	流量 15m ³ /h	
37	带式压滤机	1	处理量 15m ³ /h	
38	干式真空泵	1	真空耗量 30m ³ /min	
39	浓藻浆转子泵	1	0.6m ³ /h	
40	浓藻浆乳化泵	1	0.6m ³ /h	
41	浓藻浆收集箱	2	0.5m ³ 、30m ³	
42	浓藻浆螺杆泵	2	0.1~0.2m ³ /h	
43	压滤清液收集箱	1	1.5m ³	
44	压滤清液泵	1	流量 1t/h	小球藻加工
45	小球藻循环罐	5	30m ³	
46	小球藻循环泵	5	流量 80t/h	
47	栅藻卧式离心机	2	处理流量 20m ³ /h	栅藻加工
48	栅藻浓液罐	2	10m ³	
49	栅藻浓液螺杆泵（分离后）	2	流量 20m ³ /h	
50	生物絮凝剂罐	1	5m ³	
51	隔膜泵	1	流量 0.1m ³ /h	
52	栅藻蝶式离心机	4	处理流量 20m ³ /h	藻蓝蛋白生产
53	混合搅拌机	1	--	
54	离心泵	1	流量 0.5~1.2m ³ /h	
55	高压均质机	1	--	
56	卧式固液分离器	3	--	

57	蝶式分离器	1	--	
58	膜过滤系统	6	--	
59	陶瓷膜过滤	2	--	
60	管式离心机	1	--	
61	高浓藻液罐	2	2m ³	螺旋藻生产
62	高浓藻液出料泵	2	流量 0.3m ³ /h	
63	喷雾干燥机	2	水分蒸发能力 150 kg/h	
64	风机	4	380V	
65	旋风分离器 1#~2#	4	--	
66	湿法洗涤器	2	--	
67	微藻粉贮罐	2	3m ³	
68	高浓藻液罐	1	1.5m ³	小球藻生产
69	高浓藻液出料泵	1	流量 0.2m ³ /h	
70	喷雾干燥机	1	水分蒸发能力 150 kg/h	
71	风机	2	380V	
72	旋风分离器 1#~2#	2	--	
73	湿法洗涤器	1	--	
74	微藻粉贮罐	1	1m ³	
75	高浓藻液罐	1	1.5m ³	藻蓝蛋白生产
76	高浓藻液出料泵	1	流量 0.2m ³ /h	
77	喷雾干燥机	1	水分蒸发能力 50 kg/h	
78	风机	2	380V	
79	旋风分离器 1#~2#	2	--	
80	湿法洗涤器	1	--	
81	微藻粉贮罐	1	1m ³	

82	一体式干燥机	1	烘干温度 40-80°C	栅藻加工
83	浓缩机	1	水通量 500-5000L/h	
84	微藻粉贮罐	1	1m ³	
85	自动包装机	4	20 包/h	包装
86	封口机	4	20 包/h	
87	贴标机	4	20 包/h	
88	软水机	1	100m ³ /h	制备软水
89	软水箱	1	80m ³ ,6500×3000×4500mm	
90	软水泵	1	流量 100m ³ /h	
91	培养基调配罐	3	10m ³	培养基调配
92	培养基调配泵	3	流量 20m ³ /h	
93	风冷式空压机	2	20Nm ³ /min	公用设备
94	吸附式干燥机	2	22Nm ³ /min	
95	压缩空气储罐 1~2#	2	10m ³	
96	液态 CO ₂ 储罐	1	30m ³	
97	CO ₂ 气化器	1	5m ³ /h	
98	CO ₂ 缓冲罐	3	30m ³	
99	罗茨鼓风机	4	风量 10~20m ³ /min	
100	水冷换热器	1	--	
101	机械冷却塔	1	250m ³ /h	
102	CIP 清洗系统	1	--	
103	冷冻机组	1	--	
104	电动葫芦	1	--	
105	鼓风干燥箱	1	--	化验室
106	电子分析天平	1	--	

107	干燥器	1	--
108	称量瓶	1	--
112	马弗炉	1	--
113	坩埚	1	--
114	坩埚钳	1	--
115	高温电阻炉	1	--
116	灰分测定仪	1	--
117	凯氏定氮仪	1	--
118	消化炉	1	--
119	定氮蒸馏装置	1	--
120	紫外可见分光光度计	1	--
121	消解仪	1	--
122	比色皿	1	--
123	原子吸收分光光度计	1	--
124	原子荧光光度计	1	--
125	重金属消解仪	1	--
126	赶酸仪	1	--
127	移液枪	1	--
128	生物显微镜	1	--
129	体视显微镜	1	--
130	冷藏冰箱	1	--
131	低温冰柜	1	--
132	涡旋振荡器	1	--
133	磁力搅拌器	1	--
134	灭菌锅	2	--

135	玻璃器皿干燥箱	1	--
136	生化培养箱	1	--
137	厌氧培养箱	1	--
138	空气微生物采样器	1	--
139	恒温培养箱	1	--
140	高效液相色谱仪	1	--
141	固相萃取仪	1	--
142	氮吹仪	1	--
143	旋转蒸发器	1	--
144	溶剂过滤器	1	--
145	气相色谱仪	1	--
146	气相色谱-质谱联用仪	1	--
147	农药残留快速检测仪	1	--
148	固相萃取装置	1	--
149	氮吹浓缩仪	1	--
150	溶剂纯化系统	1	--

5、劳动定员及工作制度

本项目员工 30 人，不在项目内食宿，年工作 300 天，每天 3 班，每班工作 8 小时。

6、配套设施及能源消耗

(1) 供电：本项目由广东红海湾发电有限公司供电，预计年用电量 324 万 kW·h。

(2) 蒸汽供给：本项目蒸汽由广东红海湾发电有限公司提供，年用量 5000 吨。

(3) 给水：本项目用水由市政供给，利用广东红海湾发电有限公司的原市政供水管线，用水情况详见下表。

(4) 排水：本项目运营期间产生的废水主要为员工生活污水、培养基及反应器养殖废水、藻浆清洗废水、培养基和反应器管道清洗废水、生产设备清洗废水、冷却塔废水、实验器皿清洗废水、灭菌锅废水、废气处理设施废水、浓盐水与反冲洗废水、蒸汽冷凝水。

表 2-7 本项目用水、排水一览表

环节	用水量 (t/a)	损耗量 (t/a)	循环水量 (t/a)	回用水量 (t/a)	排放量 (t/a)
培养基及反应器养殖	186120	152400	33495	14625	1305在后续加热和干燥工序蒸发
藻浆清洗	1200	120	0	1080 24795 (藻浆过滤废水)	0
员工办公生活	300	30	0	270	0
培养基和反应器管道清洗	6750	675	0	6075	0
生产设备清洗	12000	1200	0	10800	0
冷却塔	26400 (软水)	26100	0	300	0
实验器皿清洗	33 (自来水) 30 (软水)	6.3	0	54	2.7交危废单位
灭菌锅	2.15 (软水)	1.5	0	0.65	0
试剂配制	1 (软水)	0	0	0	1交危废单位
废气处理设施	90.934	90	0	0.934	0
软化水制备	40666.385	0	0	13948.570	284.665作为残渣处理

反冲洗	4	0.4	0	3.6	0
蒸汽冷凝	5000	500	0	4500	0

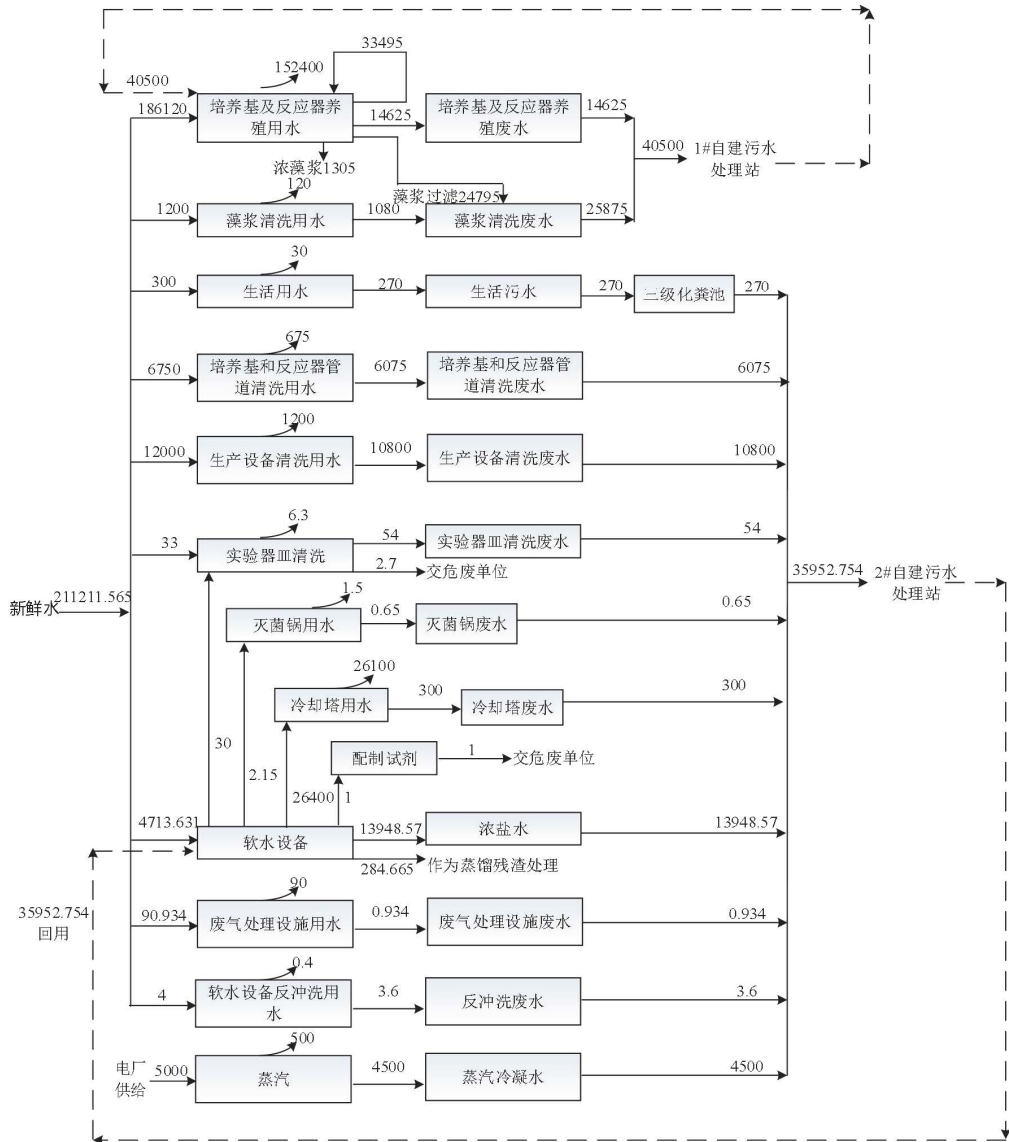


图 2-1 水平衡图 (t/a)

(5) 通风工程: 本项目采用中央空调对各个区域进行通风供冷。本项目喷雾干燥废气经设备直连管道收集后经 4 套“布袋除尘+水膜除尘”装置 (TA001~TA004) 处理后经 DA001~DA004 排气筒排放; 藻类增殖臭气、气溶胶、混合搅拌废气、氯化氢、硫酸雾、污水处理设施臭气均无组织排放。

7、四至情况

本项目位于汕尾市红海湾广东红海湾发电有限公司厂区内, 本项目西、南、北面紧邻广东红海湾发电有限公司, 东面紧邻空地。本项目地理位置图见附图 1, 四至情况见附图 2, 总平面布置示意图见附图 4。

8、工艺流程:

(1) 螺旋藻藻蓝蛋白和饲料级藻粉

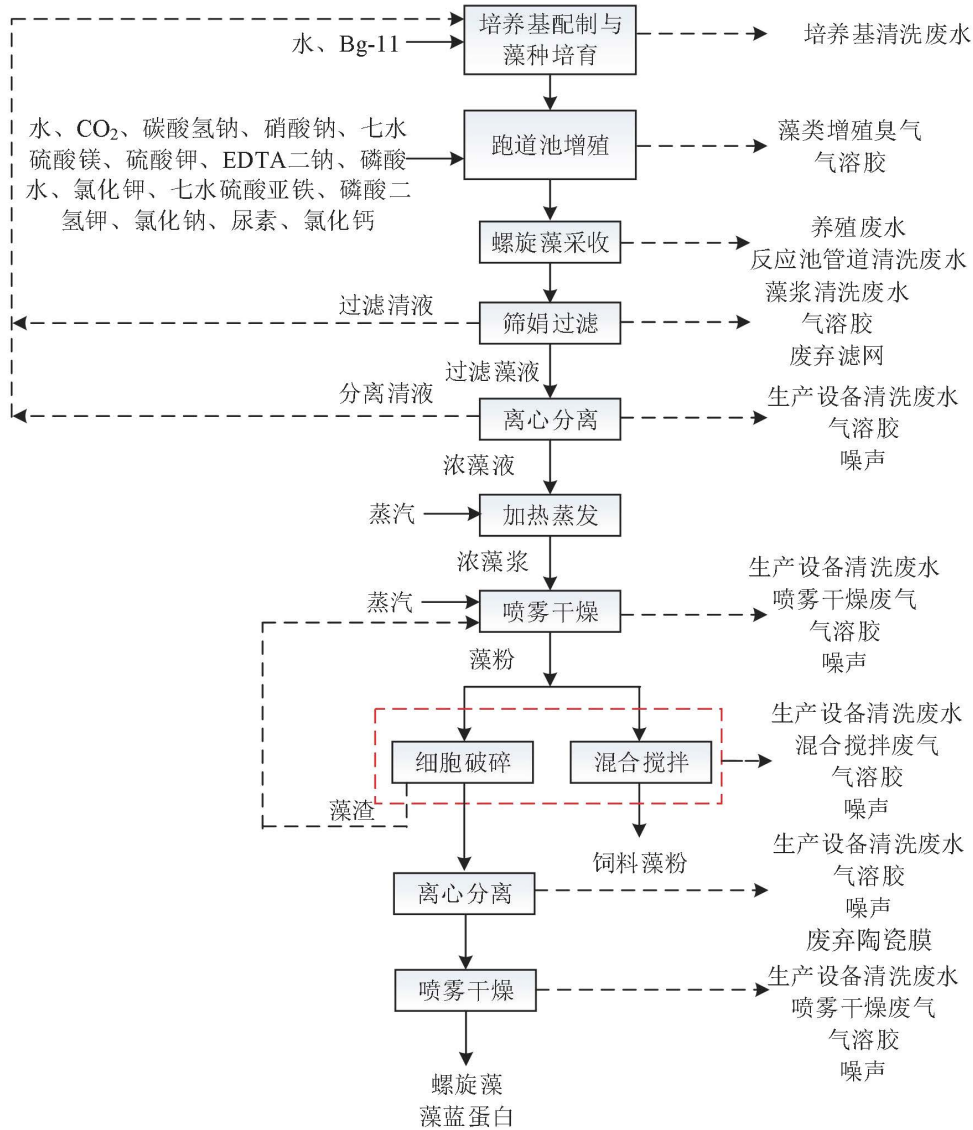


图 2-2 螺旋藻藻蓝蛋白和饲料级藻粉工艺流程图

①**培养基配制与藻种培育**：本项目生产车间内布置有培养基配置箱，在培养基内添加水和 Bg-11，在合适的温度、光照强度和酸碱度条件下对合格螺旋藻进行培养扩增，使单细胞藻种大规模繁殖，增加藻种数量；该过程会产生培养基清洗废水；

②**跑道池增殖**：螺旋藻在培养基培育完成后，通过泵输送至扩种跑道养殖池，在 30~37℃下养殖，pH 保持在 8.6~9.5，利用高 pH 和高盐度作为天然屏障进行杂菌控制；以日光为光源，光照强度为 30000~35000 Lux，通过添加水、CO₂、碳酸氢钠、硝酸钠、七水硫酸镁、硫酸钾、EDTA 二钠、磷酸水、氯化钾、七水硫酸亚铁、磷酸二氢钾、氯化钠、尿素、氯化钙营养物

质，养殖过程使用搅拌机或桨叶让培养液循环流动，一方面让螺旋藻细胞均匀受光，防止沉淀；另一方面帮助排除光合作用产生的过量氧气，避免对藻细胞产生毒害；该过程会产生藻类增殖臭气、气溶胶；

③螺旋藻采收、筛绢过滤：达到采收要求后，根据生产情况确定采收量，根据跑道池液位通过自控阀门流入跑道池旁的收集池，经沉淀分离后养殖废水（上清液）排入自建污水处理设施，藻浆泵送至生产车间进行筛绢过滤，藻丝悬挂于筛绢上，使用湿法洗涤器以 50~100rpm 的转速左右扫射，从而达到对藻丝的清洗作用，该部分藻浆清洗废水排入自建污水处理设施，过滤藻液侧泵往离心机；该过程会产生养殖废水、藻浆清洗废水、反应池管道清洗废水、生产设备清洗废水、气溶胶、废弃滤网；

④离心分离、加热蒸发：过滤得到的藻液通过离心分离后得到的分离清液泵回培养基配置箱，浓藻液泵往蒸发器蒸发，通过蒸汽加热蒸发后得到的浓藻浆，该过程会产生生产设备清洗废水、气溶胶、噪声；

⑤喷雾干燥、细胞破碎、离心分离、混合搅拌：浓藻浆通过螺杆泵输送到喷雾干燥机干燥，喷雾干燥机使用蒸汽间接加热空气，加热后的热空气与雾化后的微细藻液滴接触，迅速带走水分，干燥后的藻粉一部分送至藻蓝蛋白生产车间，通过细胞破碎、离心分离、干燥后得到藻蓝蛋白，另一部分藻粉混合成饲料添加剂，均包装后送至成品仓库；该过程会产生生产设备清洗废水、喷雾干燥废气、混合搅拌废气、气溶胶、噪声、废弃陶瓷膜；

(2) 栅藻饲料级藻粉

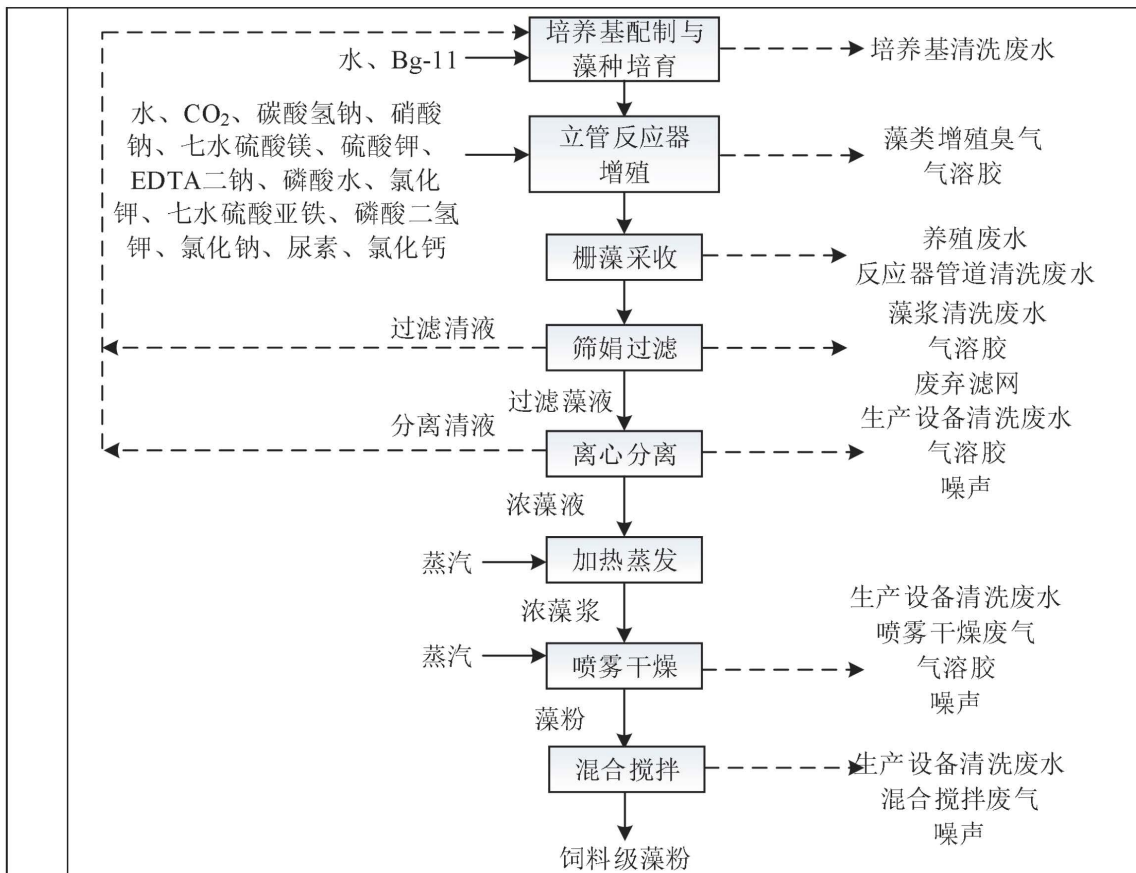


图 2-3 栅藻饲料级藻粉工艺流程图

(3) 小球藻食品级藻粉

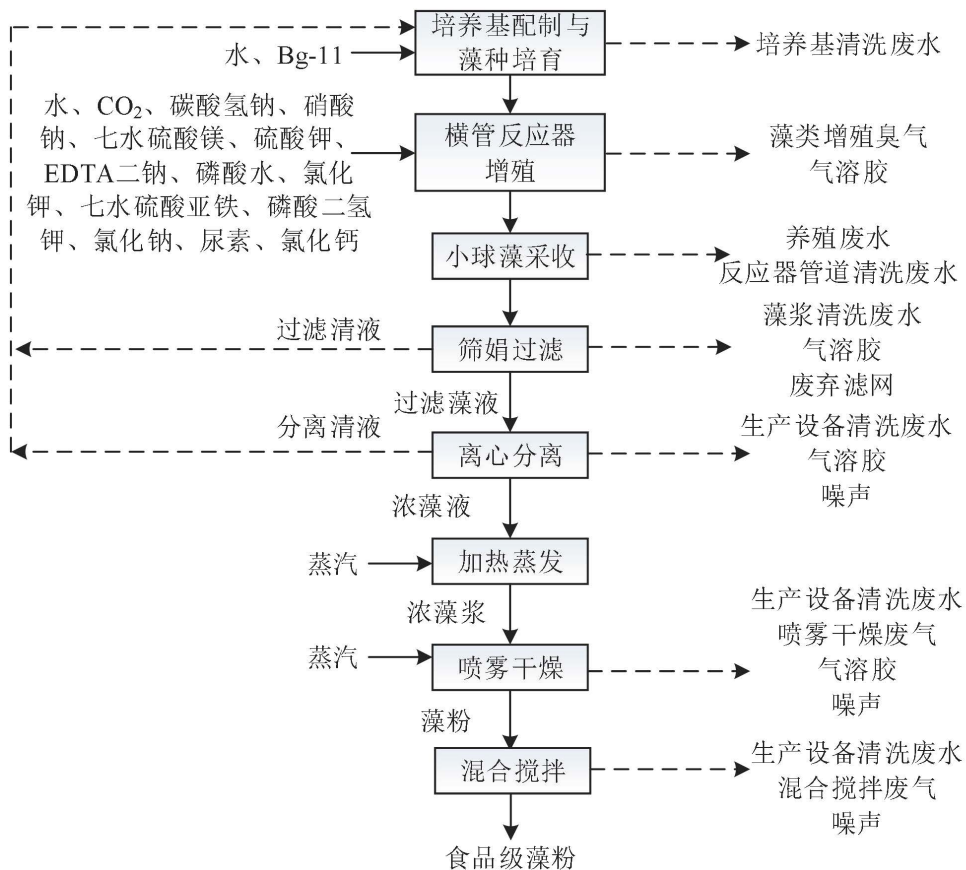


图 2-4 小球藻食品级藻粉工艺流程图

①培养基配制与藻种增殖、②跑道池反应器增殖、③螺旋藻采收、筛娟过滤、④离心分离、加热蒸发：前面这些步骤均与螺旋藻一致，仅有养殖参数不一致，小球藻采用反应器在 20~35℃ 下养殖，pH 保持在 6.5~7.5，避免过强光照，控制在 5 万-10 万 Lux 较为适宜，过强需遮光，通过添加尿素、硝酸钠等补充氮、磷、钾及微量元素，养殖过程使用气升式循环搅拌进行曝气，并且养殖过程需严格无菌操作，可通过 UV 杀菌、微孔过滤或高溶氧条件降低污染风险。

栅藻采用反应器在 25~30℃ 下养殖，pH 保持在 7.0~7.5，适宜光强范围较宽，在 2000-8000Lux 内均能较好生长，通过添加尿素、硝酸钠等保持充足氮源，养殖过程采用间歇曝气，并且养殖过程需严格无菌操作，可通过 UV 杀菌、微孔过滤或高溶氧条件降低污染风险；

⑤喷雾干燥、混合搅拌：栅藻和小球藻浓藻浆分别通过螺杆泵输送到喷雾干燥机干燥，干燥后的藻粉分别混合成饲料藻粉和食品级藻粉，均包装后送至成品仓库；该过程会产生喷雾干燥废气、混合搅拌废气、气溶胶、噪声；

(4) 化实验室检测

本项目配套化实验室对生产得到的藻蓝蛋白、饲料级和食品级藻粉进行生物物质干重、总磷、总氮测试，使用硝酸钾、盐酸、硫酸等原辅材料，采用紫外分光光度法、钼锑抗分光光度法进行测定，实验过程产生的废气为实验器皿清洗废水、灭菌锅废水、氯化氢、硫酸雾、实验废液、废弃实验用品、废弃化学品包装物。

3、产污环节

根据本项目工艺流程，其主要污染源及污染因子见下表：

表 2-8 产污节点汇总表

污染物种类		生产工序	污染物
废气	藻类增殖臭气	藻类增殖	NH ₃ 、臭气浓度
	气溶胶	藻类增殖、筛娟过滤、离心分离、喷雾干燥	颗粒物
	颗粒物	喷雾干燥、混合搅拌	颗粒物
	盐酸雾	实验过程	氯化氢
	硫酸雾		硫酸雾

	废水	臭气	污水处理设施	NH ₃ 、H ₂ S、臭气浓度
		生活污水	员工生活	COD _{Cr} 、BOD ₅ 、SS、NH ₃ -N、总磷
		养殖废水	培养基、反应器清洗、藻浆清洗	COD _{Cr} 、BOD ₅ 、SS、NH ₃ -N、总磷
		清洗废水	培养基和反应器管道清洗、生产设备清洗	COD _{Cr} 、BOD ₅ 、SS、NH ₃ -N、总磷、总氮
		冷却塔废水	冷却塔	COD _{Cr} 、NH ₃ -N、SS
		实验器皿清洗废水	实验过程	COD _{Cr} 、BOD ₅ 、SS、NH ₃ -N、总磷
		灭菌锅废水		
		废气处理设施废水	废气处理	
		浓盐水和反冲洗废水	纯水制备过程	COD _{Cr} 、BOD ₅ 、SS、NH ₃ -N、总磷
	蒸汽冷凝水	蒸汽冷凝	COD _{Cr} 、SS	
	噪声	生产车间、化验室	生产、实验过程	室内通风设备、水泵及生产设备、实验仪器运行产生的噪声
	固废	一般工业固废	原料包装	废包装材料
			筛绢过滤	废弃滤网
			藻蓝蛋白过滤	废弃陶瓷膜
			软水制备	废弃过滤棉和反渗透膜
			废水治理	废弃纤维滤料和活性炭、污泥和蒸馏残渣
		废气处理	废弃布袋及收集的粉尘/废渣	
危险废物		实验过程	实验废液、废弃实验用品、废弃化学品包装物	
生活垃圾	员工生活	生活垃圾		
与项目有关的原有环境污染问题	本项目为新建项目，没有与本项目有关的原有环境污染问题。			

三、区域环境质量现状、环境保护目标及评价标准

一、环境空气质量现状

1、基本污染物环境质量现状

本项目位于汕尾市红海湾广东红海湾发电有限公司厂区内，根据《汕尾市环境保护规划纲要（2008-2020年）》（汕府〔2010〕62号），本项目位于二类区（详见附图5），执行《环境空气质量标准》（GB3095-2026）过渡阶段二级标准。为了解项目所在区域环境空气质量现状，调查汕尾市的大气环境质量现状：

根据《2024年汕尾市生态环境状况公报》，汕尾市环境空气质量主要指标见下表：

表 3-1 2024 年汕尾市环境空气质量现状评价表（单位：μg/m³）

区域	项目	年评价指标	现状浓度	标准值	占标率%	达标情况
汕尾市	SO ₂	年平均质量浓度	7	60	11.67	达标
	NO ₂	年平均质量浓度	10	40	25.00	达标
	PM ₁₀	年平均质量浓度	26.5	60	44.17	达标
	PM _{2.5}	年平均质量浓度	17.7	30	59.00	达标
	CO	95 百分位数日平均质量浓度	800	4000	20.00	达标
	O ₃	90 百分位数最大 8 小时平均质量浓度	135	160	84.38	达标

注：CO 为第 95 百分位浓度，臭氧为第 90 百分位浓度。

由上表可知，汕尾市 SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}年平均质量浓度、CO 的 24 小时平均浓度、O₃ 的 8 小时平均浓度均符合《环境空气质量标准》（GB3095-2026）过渡阶段二级标准要求，本项目所在区域为环境空气质量达标区。

2、其他污染物环境质量现状

根据《关于印发<建设项目环境影响报告表内容、格式及编制技术指南的通知>（环办环评〔2020〕33号）要求：“排放国家、地方环境空气质量标准中有标准限值要求的特征污染物时，引用建设项目周边 5 千米范围内近 3 年的现有监测数据，无相关数据的选择当季主导风向下风向 1 个点位补充不少于 3 天的监测数据。”本项目排放其他污染物为氨、硫化氢、臭气浓度、颗粒物、氯化氢、硫酸雾。根据环境影响评价网 2021 年 10 月 20 日发布的

区域环境质量现状

《<建设项目环境影响报告表>内容、格式及编制技术指南常见问题解答》第7点：“技术指南中提到‘排放国家、地方环境空气质量标准中有标准限值要求的特征污染物’，其中环境空气质量标准指《环境空气质量标准》（GB3095）和地方的环境空气质量标准，不包括《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）附录D、《工业企业设计卫生标准》（TJ36-97）、《前苏联居住区标准》（CH245-71）、《环境影响评价技术导则 制药建设项目》（HJ611-2011）、《大气污染物综合排放标准详解》等导则或参考资料。排放的特征污染物需要在国家、地方环境空气质量标准中有限值要求才涉及现状监测，且优先引用现有监测数据。”本项目氨、硫化氢、臭气浓度、氯化氢、硫酸雾不属于国家、地方环境空气质量标准中有标准限值要求的其他污染物，无需进行现状监测。

颗粒物在《环境空气质量标准》（GB3095-2026）有标准限值，为了解项目所在地特征污染物TSP的现状浓度，委托广东三正检测技术有限公司于2026年2月9日至2月11日对G1径尾村进行现状监测，G1位于本项目西南方向277m，监测点位图见附图12，监测报告见附件6，监测点位基本信息、监测数据见下表所示。

表 3-2 特征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	监测时间	相对厂址方位	相对厂界距离
	X	Y				
G1	-120	-248	TSP	2026.2.9~2.11	西南	277m

注：以本项目中心点作为原点（0，0），对应的经纬度坐标为：东经115°33'35.095"，北纬22°42'23.286"。

表 3-3 特征污染物环境质量现状

监测点名称	污染物	平均时间	评价标准（mg/m ³ ）	监测浓度范围（mg/m ³ ）	最大占标率（%）
G1	TSP	24h	0.3	0.178~0.201	67

由上表可以看出TSP 24小时平均浓度值范围为0.178~0.201mg/m³，最大浓度值（0.201mg/m³）占评价标准限值（0.3mg/m³）最大占标率为67%。TSP的24小时平均浓度满足《环境空气质量标准》（GB3095-2026）过渡阶段二级标准。

二、地表水环境质量现状

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）》（环

办环评〔2020〕33号)中的有关规定,地表水环境质量现状评价可引用与建设项目距离近的有效数据,包括近3年的规划环境影响评价的监测数据,所在流域控制单元内国家、地方控制断面监测数据,生态环境主管部门发布的水环境质量数据或地表水达标情况的结论。为评价本项目周边的水环境质量现状,采用汕尾市生态环境局在官网发布的《2024年汕尾市生态环境状况公报》中的结论对汕尾港的水环境质量现状进行评价,2024年全市19个省控监测点位(含15个海水质量国控监测点位),于春季、夏季、秋季实施监测,监测点位所有监测项目年平均值达到国家海水一类、二类水质标准,近岸海域水质优良面积保持100%,由此说明汕尾港口区海域的水质现状达到《海水水质标准》(GB3097-1997)第二类海水水质标准。

另外根据广东省生态环境厅公布的《2025年广东省近岸海域水质监测信息》,项目周边海域监测数据详见下表:

表3-4 项目周边海域常规监测数据(单位:mg/L, pH除外)

站位编码	经纬度	监测时间	监测指标						水质类别
			pH	无机氮	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	化学需氧量	
GDN14002	E: 115.7742, N: 22.6226	2025-04-23	8.3 1	0.01 8	0.002	0.004	6.33	0.24	一类
GDN14003	E: 115.2722, N: 22.4292	2025-04-23	8.3 2	0.01 1	0.002	0.005	6.33	0.33	一类
GDN14004	E: 115.6746, N: 22.7721	2025-04-22	8.0 2	0.00 7	0.003	0.005	6.50	0.20	一类
GDN14010	E: 115.6009, N: 22.6005	2025-04-23	8.3 2	0.00 7	0.002	0.005	6.55	0.10 0	一类
GDN14013	E: 115.6729, N: 22.8372	2025-04-23	8.2 4	0.00 9	0.001	0.006	6.18	0.19	一类
GDN14014	E: 115.3415, N: 22.6777	2025-04-22	8.0 3	0.00 8	0.002	0.005	6.44	0.44	一类
GDN14002	E: 115.7750, N: 22.6229	2025-07-17	8.0 4	0.08 4	0.012	0.002	6.29	0.29	一类
GDN14003	E: 115.2717, N: 22.4297	2025-07-24	8.1 1	0.01 0	0.003	0.022	6.24	0.20	一类
GDN14004	E: 115.6751, N: 22.7706	2025-07-17	8.1 7	0.06 8	0.009	0.006	6.28	0.60	一类
GDN14010	E: 115.6004, N: 22.6008	2025-07-16	7.9 9	0.04 9	0.010	0.003	6.20	0.36	一类
GDN14	E: 115.6722,	2025-07	8.3	0.05	0.003	0.004	6.70	1.51	一类

013	N: 22.8376	-16	2	7					
GDN14 014	E: 115.3445, N: 22.6765	2025-07 -16	8.1 9	0.02 0	0.003	0.003	6.27	0.38	一类
GDN14 002	E:115.7740, N:22.6220	2025-10 -23	8.2 2	0.05 3	0.008	0.002	6.12	0.38	一类
GDN14 003	E:115.2713, N:22.4279	2025-10 -24	8.0 0	0.05 6	0.008	0.002	6.11	0.24	一类
GDN14 004	E:115.6740, N:22.7717	2025-10 -19	8.0 0	0.00 8	0.005	0.004	6.08	0.18	一类
GDN14 010	E:115.6007, N:22.6007	2025-10 -23	8.0 4	0.05 2	0.009	0.002	6.21	0.20	一类
GDN14 013	E:115.6761, N:22.8338	2025-10 -19	8.0 9	0.01 8	0.002	0.003	6.29	0.08	一类
GDN14 014	E:115.3425, N:22.6774	2025-10 -18	8.0 3	0.00 9	0.002	0.008	6.21	0.27	一类

由上表可以看出汕尾港口区海域的水质现状达到《海水水质标准》（GB3097-1997）第二类海水水质标准。

本项目经自建污水处理设施处理后全部回用，不外排。

三、声环境质量现状

本项目位于汕尾市红海湾广东红海湾发电有限公司厂区内，根据《汕尾市声环境功能区区划方案》（汕环〔2021〕109号）和《汕尾市声环境功能区区划方案》补充说明政策解读，属于3类声环境功能区，见附图6。

本项目厂界外50m范围内无声环境保护目标，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）》，无需开展声环境质量现状调查。

四、生态环境质量现状

本项目位于汕尾市红海湾广东红海湾发电有限公司厂区内，本项目所在地已完成土地平整工作，不存在原生自然环境。根据地方及生境重要性评判，该区域属于非重要生境，无特别受保护的生物区系和水产资源，评价区域不涉及特殊生态敏感区和重要生态敏感区。本项目利用现有场地建设，从事微藻养殖、食品级和饲料级藻粉、藻蓝蛋白生产，无需开展生态环境现状调查。

五、地下水环境质量现状

根据《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ 610-2016）附录A地

下水环境影响评价行业分类表，本项目属于“107、其他食品制造”的报告表类别，地下水环境影响评价项目类别属于IV类。根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）4.1 一般性原则，IV类建设项目可不开展地下水环境影响评价工作，因此本项目无需进行地下水环境现状调查。

六、土壤环境质量现状

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）附录 A 土壤环境影响评价项目类别，本项目属于其他行业，属于IV类，根据导则 4.2.2，IV类建设项目可不开展土壤环境影响评价工作，因此本项目无需进行土壤环境现状调查。

环
境
保
护
目
标

1、大气环境保护目标

本项目厂界外 500m 范围内大气环境敏感点为居住区，具体情况详见下表，敏感点分布情况详见附图 3。

2、水环境保护目标

本项目用地范围及附近不涉及饮用水水源保护区、饮用水取水口、涉水的自然保护区、风景名胜区、重要湿地、重点保护与珍稀水生生物的栖息地、重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道、天然渔场等渔业水体，以及水产种质资源保护区等水环境保护目标。

3、声环境保护目标

本项目 50m 范围内无声环境保护目标。

4、地下水环境保护目标

本项目厂界外 500m 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，无地下水环境保护目标。

5、生态环境保护目标

本项目用地范围内不涉及生态环境保护目标。

表 3-5 本项目周边环境保护目标分布情况一览表

序号	名称	坐标/m		保护对象	保护内容	环境功能区	相对厂址方位	相对项目最近距离
		X	Y					
1	径尾村	-120	-248	居住区	约 500 人	大气：二级	西南	277m

注：1、以本项目中心点作为原点（0，0），对应的经纬度坐标为：东经115°33'35.095"，北纬22°42'23.286"，定义东西方向为X轴，南北方向为Y轴建立坐标系；

2、环境保护目标坐标、相对厂界距离取距离本项目厂界最近点的位置。

1、大气污染物排放标准

本项目运营期产生的废气为颗粒物、NH₃、H₂S、臭气浓度、氯化氢、硫酸雾。颗粒物执行广东省《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段二级标准和无组织排放监控浓度限值；NH₃、H₂S、臭气浓度执行《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）表1 新扩改建项目二级厂界标准；氯化氢、硫酸雾执行广东省《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段无组织排放监控浓度限值。具体指标见下表：

表3-6 本项目废气排放标准限值

排气筒编号	污染物	执行标准	排气筒高度	最高允许浓度限值 mg/m ³	最高允许排放速率 kg/h	无组织排放监控浓度限值 mg/m ³
DA001~DA004	颗粒物	DB44/27-2001	15m	120	1.45	1.0
厂界无组织	NH ₃	GB14554-93	--	--	--	1.5
	H ₂ S			--	--	0.06
	臭气浓度			--	--	20（无量纲）
	氯化氢	DB44/27-2001		--	--	0.20
	硫酸雾			--	--	1.2

注：本项目排气筒高度为15m，未高出周围200m半径范围的最高建筑5m以上，最高允许排放速率按排放限值的50%执行。

2、水污染物排放标准

本项目培养基及反应器养殖废水、藻浆清洗废水成分简单，经1#自建污水处理设施处理后回用于养殖；生活污水经三级化粪池预处理后与培养基和反应器管道清洗废水、生产设备清洗用水、冷却塔废水、实验器皿清洗废水、灭菌锅废水、废气处理设施废水、浓盐水与反冲洗废水、蒸汽冷凝水一并排入2#污水处理设施处理后回用于软水制备。其中软水机制备的软水用于冷却塔、化验室的实验器皿清洗、灭菌锅和试剂配制用水，均不直接接触本项目生产的食品级藻粉和藻蓝蛋白，属于《食品安全国家标准 食品生产通用卫生规范》（GB 14881-2025）非接触食品用水，因此本项目回用水水质执行《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2024）工艺用水回用标准。与本项目有关的主要污染物的浓度限值详见下表：

表3-7 本项目回用水执行标准限值（单位：mg/L）

污染物名称	COD _{Cr}	BOD ₅	SS	NH ₃ -N	总磷	总氮
-------	-------------------	------------------	----	--------------------	----	----

污
染
物
排
放
控
制
标
准

	(GB/T 19923-2024) 工艺用水回用标准	50	10	--	5	0.5	15															
	<p>3、噪声排放标准</p> <p>本项目施工期执行《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）建筑施工场界噪声排放限值；运营期各厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3类标准，见下表：</p> <p style="text-align: center;">表 3-8 本项目噪声排放标准限值 单位：dB（A）</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>时间</th> <th>标准名称</th> <th>标准级别</th> <th>昼间</th> <th>夜间</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>施工期</td> <td>GB12523-2025</td> <td>--</td> <td>70</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>运营期</td> <td>GB12348-2008</td> <td>3类</td> <td>65</td> <td>55</td> </tr> </tbody> </table>							时间	标准名称	标准级别	昼间	夜间	施工期	GB12523-2025	--	70	55	运营期	GB12348-2008	3类	65	55
时间	标准名称	标准级别	昼间	夜间																		
施工期	GB12523-2025	--	70	55																		
运营期	GB12348-2008	3类	65	55																		
	<p>4、固体废物排放标准</p> <p>一般工业固废贮存过程做好防渗漏、防雨淋、防扬尘措施，处理、处置应满足《广东省固体废物污染环境防治条例》（2019年3月1日起施行）相关要求；固体废物排放和管理执行《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》的有关规定；危险废物储存、转运、处置执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）、《广东省生态环境厅关于印发〈广东省实验室危险废物环境管理技术指南（试行）〉的通知》（粤环函〔2021〕27号）的要求。</p>																					
总量控制指标	<p>根据《广东省生态环境保护“十四五”规划》可知广东省总量控制指标有 COD_{Cr}、氨氮，沿海城市总氮，重点行业重金属、VOCs、SO₂ 和 NO_x，结合本项目的产排污情况，建议本项目总量控制指标为：</p> <p>1、水污染物排放总量控制指标</p> <p>本项目废水处理后全部回用，不外排，无需设置水污染物总量控制指标。</p> <p>2、大气污染物排放总量控制指标</p> <p>本项目大气污染物为颗粒物、氯化氢、硫酸雾、NH₃、H₂S、臭气浓度，不涉及总量控制指标。</p> <p>3、固体废物排放总量控制指标</p> <p>本项目固体废物不自行处理排放，因此无需设置固体废物总量控制指标。</p>																					

四、主要环境影响和保护措施

施
工
期
环
境
保
护
措
施

本项目为新建项目，目前项目所在地块已移除植被。本项目施工期主要工程内容包括场地平整、基础工程施工、主体工程及辅助工程施工、装修施工、设备安装、调试运行等。本项目施工期约 22 个月，施工期间的污染源主要有施工废水、施工人员生活污水、暴雨地表径流、施工扬尘、机械燃油废气、装修废气、施工营地临时食堂油烟、施工机械及车辆产生的噪声、施工人员生活垃圾、临时食堂餐厨垃圾和油脂、建筑垃圾和余泥渣土。

1、施工期水污染防治措施

(1) 施工废水

本项目施工期的生产场地废水主要包括场地冲洗废水、开挖和钻孔产生的泥浆水、建筑装修材料冲洗水、地面清洗水、初期雨水等。施工期废水中污染因子主要为泥沙类等悬浮物，属于大颗粒不溶性的无机颗粒，设置截水沟和临时沉淀池，施工废水经截水沟自流入临时沉淀池，经沉淀处理后，悬浮物可得到去除，上清液回用作为抑尘洒水利用，不外排。

(2) 施工人员生活污水

施工期废水主要来源于施工人员产生的生活污水，经三级化粪池处理后回用作为抑尘洒水利用，不外排。

2、施工期大气污染防治措施

本项目施工期主要大气污染物包括施工扬尘、机械燃烧废气、装修废气和施工营地临时食堂油烟。

(1) 施工扬尘

施工期间对大气环境影响最主要的是扬尘。本项目建筑场地扬尘主要由以下因素产生：建筑材料的装卸、运输、堆砌等过程产生的扬尘，干燥有风的天气，运输车辆在施工场地内和裸露施工面表面行驶产生的扬尘等，建设单位应按照《汕尾市扬尘污染防治条例》（2020 年 12 月 1 日施行）相关规定，对施工工地设置连续的硬质密闭围挡，定时洒水等扬尘污染防治措施，以减少施工扬尘对周围环境的影响。

(2) 机械燃油废气

本项目建筑施工过程用到的施工机械，主要有挖掘机、装载机、推土机

	<p>等机械，以柴油为燃料，会产生一定量废气，污染物为 CO、THC、NO_x 等，考虑其排放量不大，影响范围有限，故本评价认为其对环境的影响比较小。</p> <p>(3) 装修废气</p> <p>装修废气主要来源于装修期间有机溶剂废气和焊接烟尘。装修期间处理墙面装饰吊顶、制造与涂漆家具、处理楼面等作业使用的黏合剂、涂料、油漆等材料中所含的有机溶剂挥发产生少量有机废气。有机废气不仅与使用的黏合剂、涂料、油漆等材料的种类有关，且与黏合剂、涂料、油漆中有机溶剂的种类、含量有关，其产生的种类和数量均难以确定；焊接烟尘主要来自搭建棚架和设备安装，产生量小，均无组织排放。</p> <p>(4) 施工营地临时食堂油烟</p> <p>本项目施工营地设置食堂供施工人员用，产生的油烟经静电油烟净化装置预处理排放。</p> <p>3、施工期噪声污染防治措施</p> <p>项目建设期噪声主要来源于各种施工机械和设备，通过合理安排布局、减振片等降噪措施后，施工期噪声能达标排放。</p> <p>4、施工期固废污染防治措施</p> <p>施工期固体废物为施工人员生活垃圾、建筑垃圾。另外，本项目开挖土方量可在工程内部实现回填，无弃土方产生。施工期生活垃圾由当地环卫部门定期清运出场；建筑垃圾主要为废弃的沙土石、水泥、木屑、碎木块、弃砖、水泥袋、纤维、塑料泡沫、碎玻璃、废金属、废瓷砖等。建筑垃圾需按照《城市建筑垃圾管理规定》要求，全部运至建筑废弃物消纳场，妥善弃置消纳，防止污染环境。</p>
运营期环境影响和保护	<p>一、废水</p> <p>1、污染物产排情况</p> <p>(1) 培养基及反应器养殖废水</p> <p>根据建设单位提供的生产资料，本项目螺旋藻、小球藻和栅藻在配置培养基以及使用跑道、横管、竖管反应器养殖过程中均使用自来水，跑道池属于敞开式，而横管和竖管反应器采用密闭管道透光养殖，考虑蒸发敞开面的</p>

措施

面积并结合蒸发损耗公式对比分析，本评价跑道池、横管和竖管反应器养藻过程中水分损耗量分别按 10%、1%计，三种藻类的养殖周期均为 4 天，待成熟后，反应器中的水和藻类一同进入收集池进行沉降分离，分离后一部分为藻浆，其余均为上清液，检测上清液的 pH、营养盐残留、杂菌情况，根据消耗的氮磷碳比例，向上清液中补充新鲜水和营养盐，按照建设单位经验，螺旋藻和栅藻养殖过程其上清液仅为营养物质，可一直循环使用，除非遇到极端天气、藻类灾害等事故情形才需更换用水。而小球藻养殖过程的代谢产物可能滋生杂菌，养殖废水需定期更换，饲养 10 个批次后外排一次，具体计算方式如下，产排情况见下表，养殖的废水至 1#自建污水处理设施。

本项目养殖废水用水量根据螺旋藻跑道池和小球藻、栅藻反应器规格确定，单次用水量详见下表。

表 4-1 微藻反应器规格一览表

藻类名称	有效容积 m ³	数量 个	合计
螺旋藻跑道池反应器	290	10	20000
	260	22	
	250	42	
	220	4	
小球藻横管式养殖反应器	2000	1	2000
栅藻立柱式养殖反应器	1200	1	1200

螺旋藻和栅藻养殖用水循环使用，其各项用水情况如下：

1、自来水年用量②=年损耗量⑤+藻浆年产生量⑦+年循环水量⑧；

2、每批次循环水量⑧=首次自来水用量①-每批次损耗量④-每批次藻浆产生量⑥，年循环水量⑨=每批次循环水量⑧；

小球藻养殖 10 个批次后更换一次用水，因此 10 个批次中回用水量与外排的养殖废水一致，其各项用水计算如下：

1、每 10 个批次回用水量⑧或养殖废水⑩=首次自来水用量①-批次损耗量④-每批次藻浆产生量⑥（t/批次），年循环水量⑨=每 10 批次循环水量⑧×年养殖批次③÷10 个批次；

2、自来水年用量②=年损耗量⑤+藻浆年产生量⑦+养殖废水年产生量⑩+年循环水量⑧；

3、反应器共分 75 个分段，一天最多更换 10 个分段，最大日排放量⑩=

每 10 个批次养殖废水⑪÷75 分段×10 分段。

表 4-2 养殖废水产生情况一览表

微藻种类	首次用水量 t/批次①	年用水量 t/a②	年养殖批次③	损耗量		藻浆		循环水量		养殖废水		
				t/批次④	t/a⑤	t/批次⑥	t/a⑦	t/批次或 t/10 批次⑧	t/a⑨	t/最大日⑩	t/10 批次⑪	t/a⑫
螺旋藻	2000	190200	75	200	150	300	225	1770	177	0	0	0
小球藻	2000	33000		20	150	30	225	1950	146	260	195	146
栅藻	1200	3420		12	900	18	135	1170	117	0	0	0
合计	2320	226620(新鲜水 186120+回用水 40500)	--	203	152	348	261	2082	334	260	195	146

(2) 藻浆清洗废水

本项目分离得到藻浆泵送至生产车间进行筛绢过滤，藻浆产生量为 348t/批次、26100t/a，过滤阶段约产生 95%的废水，即 348t/批次×95%=330.6t/批次、26100t/a×95%=24795t/a，跑道池/反应器均分为 75 分段，每天最多更换 10 个分段，则最大日排放量 330.6t/批次÷75 分段×10 分段=44.08t/最大日，该股废水一同进入藻浆废水，过滤后剩余 5%水分，即 17.4t/批次、1305t/a 藻浆，在后面加热和干燥工序蒸发。本项目筛绢过滤后的藻浆使用自来水进行清洗，藻丝悬挂于筛绢上，使用湿法洗涤器对藻丝进行清洗，湿法洗涤器核心是逆流接触 + 扩散置换，通过多级洗涤脱除培养基盐、氮磷等杂质，用水量按稀释因子或液固比计算，行业通常采用 1.8~3.0m³/t 干藻，本项目取中间值 2.4m³/t 干藻计，则藻浆清洗用水量为 2.4m³/t 干藻×500t/a 干藻=1200t/a(4t/d)。产污系数按 0.9 计算，则藻浆清洗废水排放量约为 3.6t/d、1080t/a。藻浆清洗废水（包含跑道池/反应器过滤废水）排放量共 47.68t/d、25875t/a，该部分废水污染物与养殖废水一致，通过污水管道排至 1#自建污水处理设施，经“气浮+纤维过滤+活性炭吸附+消毒”处理后回用于养殖。

培养基及反应器养殖废水和藻浆清洗废水成分一致，污染物主要为细菌，以及一部分未被藻类吸收的营养物质，经“气浮+纤维过滤+活性炭吸附+消毒”处理后回用于养殖，本评价仅对其定性分析。

(3) 生活污水

本项目共有员工 30 人，均不在项目内食宿，本项目年工作 300 天。参考广东省《用水定额 第 3 部分：生活》（DB44/T1461-2021）表 A.1 中“国家机构无食堂和浴室”的用水定额为 10m³/（人·a），则生活用水量为 1t/d（300t/a），产污系数按 0.9 计算，则生活污水排放量约为 0.9t/d（270t/a），经三级化粪池处理后排入 2#自建污水处理设施处理。

本项目办公生活污水的水质浓度参考《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》（生态环境部公告 2021 年第 24 号）中《生活污染源产排污系数手册》表 1-1 城镇生活源水污染物产生系数五区产污系数，COD 的产生浓度为 285mg/L、氨氮 28.3mg/L、总磷 4.1mg/L，由于《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》中无 BOD₅、SS 的产生浓度，因此 BOD₅、SS 参考《给水排水设计手册（第五册 城镇排水）》（中国建筑工业出版社）中表 4-1 典型生活污水水质浓度，BOD₅ 220mg/L、SS 200mg/L。

由于《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》没有化粪池和隔油隔渣池去除效率，故参考《第一次全国污染源普查 城镇生活源产排污系数手册》化粪池排放系数可算出化粪池各污染物去除效率：COD_{Cr} 去除率为 19%，BOD₅ 去除率为 17%，NH₃-N 去除率为 2.5%，总磷的去除效率为 15%，SS 的去除效率参照环境手册 2.1 常用污水处理设备及去除率中给定的 30%。

表 4-3 生活污水产生情况一览表（经三级化粪池处理）

废水量	污染物	COD _{Cr}	BOD ₅	SS	NH ₃ -N	总磷
270t/a	产生浓度 mg/L	285	220	200	28.3	4.1
	产生量 t/a	0.077	0.059	0.054	0.008	0.0011
	排放浓度 mg/L	230.85	182.6	140	27.593	3.485
	排放量 t/a	0.062	0.049	0.038	0.007	0.0009

(4) 培养基和反应池/器管道清洗废水

在完成一个批次螺旋藻、小球藻和栅藻培养后，需使用自来水对培养基、跑道、横管、竖管反应器管道进行清洗。根据建设单位提供资料，本项目培

培养基和反应器清洗软水用量约 90t/批次、6750t/a，产污系数按 0.9 计算，则藻浆清洗废水排放量约为 81t/批次、6075t/a，废水通过污水管道排至 2#自建污水处理设施进行处理后回用。

(5) 生产设备清洗用水

在完成一个批次的微藻培养后，需对各类罐体等设备使用自来水进行清洗。根据建设单位提供资料，项目生产设备清洗的用水量约 160t/批次、12000t/a，产污系数按 0.9 计算，则藻浆清洗废水排放量约为 144t/批次、10800t/a，废水通过污水管道排至 2#自建污水处理设施进行处理后回用。

(6) 冷却塔废水

为防止气温较高影响藻种的正常生长，需使用冷却水对反应器管道进行喷淋，以及离心机、干燥机等设备高速旋转的电机和轴承等会产生大量热量，需要冷却水通过水冷换热器带走热量。本项目设有1台250m³/h的机械冷却塔，使用软水进行冷却，冷却水循环使用，定期补充循环损耗水量，参考《工业循环冷却水处理设计规范》（GB50050-2017），开式冷却塔的蒸发损失率可按下列经验公式计算：

$$Q_e = k \cdot \Delta t \cdot Q_r$$

式中：Q_e——蒸发量，m³/h；

Δt——冷却塔进水与出水温度差，℃；本评价进出水温度差按 10℃计；

k——系数，1/℃；本评价按平均环境温度25℃计，根据《工业循环冷却水处理设计规范》（GB50050-2017）表5.0.6可知，环境温度为25℃时（介于两温度之间采用内插法计算），蒸发损失系数k取值为0.00145/℃；

Q_r——循环冷却水量，m³/h。

综上计算可知，本项目冷却塔蒸发水量为 0.00145/℃×10℃×250m³/h×1台×24h=87t/d，87t/d×300d=26100t/a，定期补充。

本项目冷却塔循环水箱容量为 25m³，冷却水循环使用一段时间后更换，拟每月更换一次，每次更换水量为 25m³/次，25m³/次×12次/a=300m³/a，则新鲜水用量为 26100t/a+300t/a=26400t/a。

循环冷却水参考《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2022）自来水中 $\text{COD}_{\text{Mn}} \leq 3\text{mg/L}$ 、氨氮 $\leq 0.5\text{mg/L}$ 、浑浊度 $\leq 1\text{NTU}$ ，循环冷却水排水浓缩倍数约为自来水的 3~5 倍。 COD_{Mn} 即为高锰酸钾需氧量，其氧化率约为 50%。 COD_{Cr} 即为重铬酸钾需氧量，其氧化率约为 90%。因此一般情况下，两者换算关系为 $1.8 \times \text{COD}_{\text{Mn}} = \text{COD}_{\text{Cr}}$ ；悬浮物与浑浊度换算关系为 1mg/L 悬浮物 = 0.13NTU 浑浊度。考虑 COD_{Mn} 和 COD_{Cr} 、悬浮物与浑浊度之间的转换系数及 5 倍浓缩，则冷却塔排水中 $\text{COD}_{\text{Cr}} \leq 27\text{mg/L}$ 、氨氮 $\leq 2.5\text{mg/L}$ 、 $\text{SS} \leq 38.5\text{mg/L}$ ，污染物含量较低，排至 2# 自建污水处理设施进行处理后回用。

（7）实验器皿清洗废水

本项目化验室在配制试剂及检测工序需要对配液容器、实验器具等进行分级清洗，清洗顺序如下：1) 将实验废样品和废弃试剂倒入废液收集桶内；2) 第一次用自来水手动清洗玻璃器皿内外壁黏附的高浓度废液并倒入废液收集桶内；3) 使用自来水进行第二次清洗并用软水润洗后待用。根据建设单位提供资料，本项目第一次清洗自来水、第二次清洗自来水和润洗软水用量分别为 0.01t/d (3t/a)、 0.1t/d (30t/a) 和 0.1t/d (30t/a)，产污系数按 0.9 计算，则第一次清洗、第二次清洗和润洗废水排放量分别为 0.009t/d (2.7t/a)、 0.09t/d (27t/a) 和 0.09t/d (27t/a)，第一次清洗废水作为危废交由有资质单位处理，第二次清洗和润洗废水进入 2# 自建污水处理设施处理。

（8）灭菌锅废水

本项目化验室设有 2 台灭菌锅对实验器皿进行消毒，蒸汽在灭菌器中从上而下，将冷空气从下排气孔排出，蒸汽通过设备自带的冷凝器回收冷凝水，部分（30%）水蒸气随着排气阀排出，部分（70%）冷凝水通过排水管排出。本项目设有 2 台灭菌锅，单台容量为 60L，灭菌时需要加入容量约 15% 的软水，即 $2 \text{台} \times 60\text{L} \times 15\% \times 10^{-3} = 0.018\text{t}$ ，每次损耗量约占总水量的 30%，年工作 300 天，本项目灭菌锅补充水量为 $0.018\text{t} \times 30\% = 0.005\text{t/次}$ ， $0.005\text{t/次} \times 300\text{d/a} = 1.5\text{t/a}$ 。平均每周外排一次，则年更换 50 次，则废水量约 $0.018\text{t} \times (1-30\%) = 0.013\text{t/次}$ ， $0.013\text{t/次} \times 50 \text{次/a} = 0.65\text{t/a}$ ，则新鲜水用量为 $1.5\text{t/a} + 0.65\text{t/a} = 2.15\text{t/a}$ 。放入灭菌锅的物料均使用灭菌袋、灭菌瓶等做密闭处理，不与蒸汽直接接触，排入 2# 自建污水处理设施处理回用。

(9) 废气处理设施废水

本项目喷雾干燥废气采用 4 套“布袋除尘+水膜除尘”，根据《简明通风设计手册》（孙一坚主编）第 527 页表 10-48“各种吸收装置的技术经济比较”，参考喷淋塔的液气比 0.1~1.0L/m³，本项目按 0.5L/m³ 计算，补充水量按循环水量的 0.1% 进行计算，运行时间按照每年 300 天，每天 24 小时计算，则废气处理设施废水产排情况详见下表。

表 4-4 废气处理设施废水产生情况一览表

设施	风量 m ³ /h	液气比 L/m ³	循环水量 m ³ /h	补充水比例	补充水量 t/d	补充水量 t/a	循环水箱尺寸 m ³	更换频次 次/年	废水量 t/a	新鲜水用量 t/a
TA001	7000	0.5	3.5	0.001	0.084	25.2	0.122	2	0.244	25.444
TA002	7000	0.5	3.5	0.001	0.084	25.2	0.122	2	0.244	25.444
TA003	7000	0.5	3.5	0.001	0.084	25.2	0.122	2	0.244	25.444
TA004	4000	0.5	2	0.001	0.048	14.4	0.101	2	0.202	14.602
合计					0.3	90	0.467	--	0.934	90.934

(10) 浓盐水与反冲洗废水

浓盐水：本项目软水机利用 2#污水处理设施处理后的废水通过 PP 过滤棉、反渗透膜去除水中钙、镁离子，当设备出水变小或出水水质变差时需更换 PP 过滤棉、反渗透膜过滤材料。本项目冷却塔、实验器皿润洗、灭菌锅和试剂配制使用软化水，减少设备内的水垢沉积，延长使用寿命，根据前文可知软化水用量为 26400t/a+30t/a+2.15t/a+1t/a=26433.15t/a，软化水的制备率为 65%，则自来水和回用水用量共 26433.15t/a ÷ 65%=40666.385t/a，软化过程浓盐水的产生量为 40666.385t/a-26433.15t/a=14233.235t/a，浓盐水通过蒸发浓缩，蒸发出水率一般可达 98% 以上，本评价按 98% 计，则蒸发后回用水 14233.235t/a × 98%=13948.570t/a，13948.570t/a ÷ 300d/a=46.495t/d，剩下 2% 的蒸馏残渣 14233.235t/a × 2%=284.665t/a 当做固废处理。

反冲洗废水：本项目需要定期使用自来水对软水机进行反冲洗，会产生少量的反冲洗废水，每季度清洗一次，每次冲洗用自来水量约 1t，每年清洗

4次，则每年用水量约4t，排水系数按90%计算，则本项目反冲洗废水排放量为0.9t/次、3.6t/a。排入2#自建污水处理设施处理回用。

(11) 蒸汽冷凝水

本项目在加热蒸发和喷雾干燥环节使用蒸汽对浓藻浆和空气进行间接加热，用量为5000t/a，损耗量按10%计，则蒸汽冷凝水产生量为15t/d、4500t/a。

参考《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2022）：COD_{Mn}≤3mg/L、浑浊度≤1NTU。

① 浑浊度与悬浮物浓度换算

根据经验公式，悬浮物与浑浊度换算关系为1mg/L 悬浮物=0.13NTU 浑浊度。

② COD_{Mn}与 COD_{Cr} 换算

COD_{Mn}即为高锰酸钾需氧量，其氧化率约为50%。COD_{Cr}即为重铬酸钾需氧量，其氧化率约为90%。因此一般情况下，两者换算关系为1.8×COD_{Mn}=COD_{Cr}。

综上，饮用水标准 COD_{Cr}≤5.4mg/L、悬浮物≤7.7mg/L，排入2#自建污水处理设施处理回用。

本项目培养基和反应器管道清洗废水、生产设备清洗用水、实验器皿清洗废水、灭菌锅废水、废气处理设施废水参考《屏边县年产200吨雨生红球藻粉农业产业化示范项目环境影响报告表》（屏环审〔2024〕3号）和海南绿量微藻生物技术有限公司澄迈长安分厂生产废水产生浓度，其中海南绿量微藻生物技术有限公司澄迈长安分厂生产废水采用的废水处理工艺与本项目一致，均为“调节+一级反应+初沉+厌氧+兼氧+好氧+二沉+二级反应+终沉”，其产生浓度为排放浓度除以各污染物的处理效率得到。类比可行性和产生浓度分别见下表：

表 4-5 类比可行性一览表

项目	本项目	屏边县年产200吨雨生红球藻粉农业产业化示范项目	海南绿量微藻生物技术有限公司澄迈长安分厂
建设内容	螺旋藻、小球藻、栅藻养殖，利用得到的	雨生红球藻养殖，利用得到的微藻生产雨生红	螺旋藻、小球藻养殖，生产小球藻藻粉和藻蓝

	微藻生产藻蓝蛋白、食品级和饲料藻粉，年产 500 吨	球藻粉，年产 200 吨	蛋白，年产量为 380t/a
原辅材料	二氧化碳、碳酸氢钠、硝酸钠、七水硫酸镁、磷酸二氢钾、氯化钠、盐酸、尿素等	二氧化碳、碳酸氢钠、硝酸钠、七水合硫酸镁、磷酸氢二钾、氯化钠、盐酸等	碳酸氢钠、硝酸钠、氯化钾、尿素等
工艺流程	跑道池、横管、竖管反应器养殖、采收、筛绢过滤、离心分离、加热蒸发、喷雾干燥、细胞破碎、混合搅拌	管道反应器养殖、藻液收获、分离、清洗、浓缩、混合、喷雾干燥、混料筛分	养殖、采收、冲洗干燥、旋风分离、筛选、粉碎
废水类型	培养基和反应器管道清洗废水、生产设备清洗用水、实验器皿清洗废水、灭菌锅废水、废气处理设施废水	藻浆清洗废水、培养基和管道清洗废水、生产设备清洗用水	清洗废水
废水量	16930.584t/a	542760t/a	8500t/a
类比可行性	本项目与屏边县年产 200 吨雨生红球藻粉农业产业化示范项目、海南绿量微藻生物技术有限公司澄迈长安分厂虽然养殖的藻类不完全一致，但螺旋藻、小球藻、栅藻、雨生红球藻同属于微藻，都是单细胞或简单多细胞光合微生物，均通过往反应器内投加碳酸氢钠、硝酸钠、七水硫酸镁等营养物质，生长到一定密度后进行采收、过滤、干燥、混合等工序生产藻粉，主要建设内容、养殖条件、所需营养物质和生产工艺、产污环节、废水类型相似，本项目废水产生浓度参考该项目可行。		

表 4-6 本项目生产废水产生浓度取值一览表（单位：mg/L）

项目名称	项目	COD _{Cr}	BOD ₅	SS	NH ₃ -N	总磷	总氮
屏边县年产 200 吨雨生红球藻粉农业产业化示范项目	产生浓度	569	143	24	1.81	0.23	2.82
海南绿量微藻生物技术有限公司澄迈长安分厂	排放浓度	14	4.6	8	3.04	0.46	--
	处理效率%	92.16	92.16	94.96	85.00	92.50	--
	产生浓度	179	59	159	20	6	--
本项目产生浓度取值		600	150	160	20	6	3
处理效率%		92.16	92.16	94.96	85.00	92.50	85.00
排放浓度		47.04	11.76	8.064	3	0.45	0.45

根据《给水排水设计手册 5 册 城镇排水》，浓盐水水质与反渗透装置进水水质和系统产水率有关，若进水某一污染物浓度为 C_0 ，系统产水率为 X ，则浓水中该污染物浓度 C 公式如下：

$$C = \frac{1}{1-X} \times C_0$$

由于本项目软水制备大部分使用处理后回用的生产废水，因此浓盐水和反冲洗废水按生产废水排放浓度和产水率 65% 计算浓盐水和反冲洗废水产生浓度，详见下表：

表 4-7 本项目浓盐水和反冲洗废水产生浓度取值一览表（单位：mg/L）

项目	COD _{Cr}	BOD ₅	SS	NH ₃ -N	总磷	总氮
本项目生产废水排放浓度	47.04	11.76	8.064	3	0.450	0.45
本项目浓盐水和反冲洗废水产生浓度取值	134.40 0	33.600	23.040	8.571	1.286	1.286

本项目废水产排情况见下表：

表 4-8 本项目废水产生情况一览表

废水类型	废水量 t/a	污染物	COD _{Cr}	BOD ₅	SS	NH ₃ -N	总磷	总氮
生活污水	270		230.85	182.6	140	27.593	3.48 5	--
生产废水（培养基和反应器管道清洗废水、生产设备清洗用水、实验器皿清洗废水、灭菌锅废水、废气处理设施废水）	16930.584	产生浓度 mg/L	600	150	160	20	6	3
冷却塔废水	300		27	0	38.5	2.5	0	--
蒸汽冷凝水	4500		5.4	0	7.7	0	0	--
浓盐水、反冲洗废水	13952.17		134.40 0	33.600	23.04 0	8.571	1.28 6	1.28 6
综合废水	24941.201		337.33 9	85.047	86.62 3	12.972	3.35 1	1.91 2
		产生量 t/a	12.128	3.058	3.114	0.466	0.12 0	0.06 9
		去除效率 %	92.16	92.16	94.96	85.00	92.5 0	85.0 0
		回用浓度 mg/L	26.447	6.668	4.366	1.946	0.25 1	0.28 7
		回用量 t/a	0.951	0.240	0.157	0.070	0.00 9	0.01 0
		回用标	50	10	--	5	0.5	15

准 mg/L

2、排污口设置情况

本项目废水分别经 2 套自建污水处理设施处理后回用，不外排。

3、措施可行性及影响分析

①水污染物控制和水环境影响减缓措施有效性评价

本项目废水为培养基及反应器养殖废水、藻浆清洗废水、生活污水、培养基和反应器管道清洗废水、生产设备清洗用水、冷却塔废水、实验器皿清洗废水、灭菌锅废水、废气处理设施废水、浓盐水和反冲洗废水、蒸汽冷凝水。其中培养基及反应器养殖废水、藻浆清洗废水成分简单，主要为小球藻养殖过程滋生的细菌，经 1#自建污水处理设施（气浮+纤维过滤+活性炭吸附+消毒）处理后回用于养殖，生活污水经三级化粪池预处理后与培养基和反应器管道清洗废水、生产设备清洗用水、冷却塔废水、实验器皿清洗废水、灭菌锅废水、废气处理设施废水、浓盐水和反冲洗废水、蒸汽冷凝水一并排入 2#污水处理设施（调节+一级反应+初沉+厌氧+兼氧+好氧+二沉+二级反应+终沉）处理，根据“表 4-8 本项目废水产生情况一览表”可以看出，该股废水处理后可达到《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2024）工艺用水，回用于软水机制备软水，做到废水零排放。

技术可行性分析：

根据《排污许可证申请与核发技术规范 农副食品加工工业-饲料加工、植物油加工工业》（HJ 1110-2020）表 2 饲料加工、植物油加工工业排污单位废水类别、污染控制项目及污染防治设施一览表，饲料加工工业的生产废水推荐的污染防治工艺为预处理（粗（细）格栅；沉淀；其他）、生化处理（活性污泥法及改进的活性污泥法；生物膜法；厌氧法；其他）、除磷处理（化学除磷；生物除磷；生物与化学组合除磷；其他）、深度处理（曝气生物滤池、滤池；臭氧氧化；膜分离技术（超滤、反渗透等）；高级氧化技术；人工湿地；其他）。本项目 2#污水处理设施处理的废水即为生产废水，采用“调节+一级反应+初沉+厌氧+兼氧+好氧+二沉+二级反应+终沉”处理工艺，属于可行技术。

1#自建污水处理设施：培养基及反应器养殖废水、藻浆清洗废水收集后先进入气浮池，该池体溶气压力 0.4-0.6 MPa，停留时间约 20~30min，去除

藻浆中的悬浮藻体、油脂及大颗粒有机物，减轻后续过滤负荷，接着进行纤维过滤，过滤速度 10-20m/h，反洗周期 12-24h，进一步截留残余悬浮物，使用碘值 $\geq 800\text{mg/g}$ 的活性炭吸附，空床接触时间 15-30min，吸附溶解性小分子有机物、色素及异味，防止藻毒素积累，最后进行臭氧消毒，接触时间约 10~15min，进行灭菌氧化分解难降解有机物，处理后回用于养殖过程。

参考《螺旋藻养殖技术规范》（TCAIAS 001-2023），本项目从藻种阶段开始防治害虫污染，主要采用以下两种防治方法，一是开启叶轮搅拌器之前，用 100 目纱网去除虫斑；二是加碳酸氢铵预防虫害爆发或杀虫或者调整培养基酸碱度，pH 值控制在 9.0~11.0 之间，抑制害虫生长。藻类增殖过程营养成分详见下表：

表 4-9 本项目藻类增殖过程营养成分一览表 单位：g/L

成分	营养成分要求
NaHCO ₃	4.50
K ₂ HPO ₄	0.50
NaNO ₃	1.50
K ₂ SO ₄ 或 KCl	1.00
NaCl	1.00
MgSO ₄	0.20
CaCl ₂	0.04
FeSO ₄	0.01

1#自建污水处理设施主要去除悬浮物、大分子有机物和微生物，但对溶解性营养盐（N、P）去除能力有限，藻类养殖过程本身需要添加 N、P 等营养盐，因此回用于养殖可行。1#自建污水处理设施设计处理能力为 490t/d，根据前文水量估算，培养基及反应器养殖废水、藻浆清洗废水排放量共 40500t/a（最大日排放量为培养基及反应器养殖废水 260t/批次+藻浆清洗废水 47.68t/d=307.68t/d），污水处理设施可容纳本项目所产生的废水，且该水质简单，本项目对其进行简单分析。

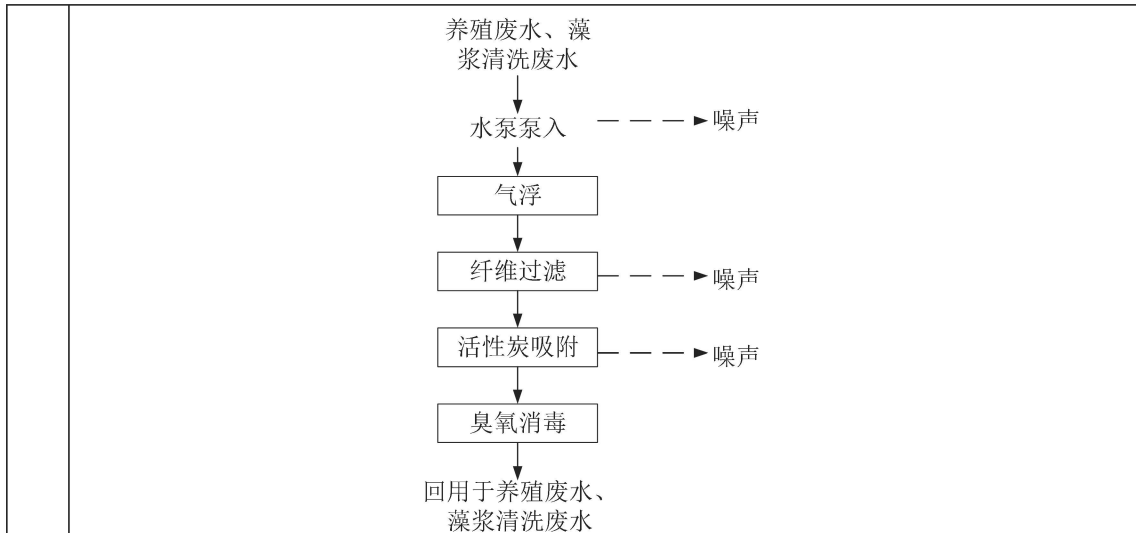


图 4-1 1#自建污水处理设施处理工艺流程图

2#自建污水处理设施：本项目其他生产废水收集后经管道接至 2#自建污水处理设施的调节池。调节池的水利停留时间为 6~8h，设有穿孔曝气管，起均衡废水水质、水量的作用。接着泵入一级反应池，首先调节 pH 至 8.5-9.0，投加适量的 CaCl_2 、絮凝剂 PAC 和助凝剂 PAM，反应时间约 15~30min，使废水中的细小悬浮颗粒絮凝成较大颗粒，进入初沉池泥水分离，水利停留时间为 1.5~2.5h，去除部分磷和胶体物质，降低生化系统负荷，上层清液自流入生化处理系统，下层污泥泵入污泥池待处理。生化系统采用厌氧-兼氧-好氧工艺处理，该工艺技术成熟，运行稳定，对脱氮除磷有较好的效果。厌氧池、兼氧池、好氧池中悬挂生物弹性填料，采用接触氧化法，抗冲击能力强，处理效果好，运行稳定等优点。废水在厌氧段控制氧化还原电位小于 -200mV，水利停留时间控制在 4~8h，提高可生化性，同时除去溶解性有机物，废水进入兼氧池，溶解氧控制在 0.2~0.5mg/L，利用废水中的有机物和回流硝化液中硝酸盐进行反硝化，在好氧池中，溶解氧控制在 2~4mg/L，废水中氨氮进行硝化反应实现生物脱氮，同时好氧池中聚磷菌过量吸收磷，经富磷污泥排出生化体系，从而实现生物除磷。好氧池出水为泥水混合物，在二沉池内进行泥水分离，分离后上清液流入二级反应池，投加适量碱液控制 pH 在 8.5 左右，然后投加适量的 CaCl_2 使废水中的磷酸根与钙离子结合生成沉淀物深度除磷，再投加适量的絮凝剂 PAC 和助凝剂 PAM，使废水中的细小悬浮颗粒絮凝成较大颗粒，最后进入终沉池泥水分离，上清液回用于生产，下层污泥泵入污泥池。2#自建污水处理设施针对含营养盐的生产废水，采用

物化+生化+深度除磷工艺，去除了大部分有机物和氨氮，长期循环可能导致水体电导率（TDS）升高，抑制藻类生长或导致渗透压失衡，针对该问题，本项目浓盐水通过蒸发浓缩，蒸馏残渣作为固废处理，可实现约 26%的废水回用率，结合大量新鲜水补充，达到全部回用。

本项目 2#自建污水处理设施设计处理能力为 350t/d，根据前文水量估算，生活污水、培养基和反应器管道清洗废水、生产设备清洗用水、冷却塔废水、实验器皿清洗废水、灭菌锅废水、废气处理设施废水、浓盐水和反冲洗废水、蒸汽冷凝水排放量共 35952.754t/a（最大日排放量为 $(0.9+81+144+25+0.09+0.09+0.013+0.467+46.495+0.9+15)$ t/d=313.955t/d），可容纳本项目生产废水。设备处理工艺流程见下图。根据下表处理效率计算，本项目使用该工艺处理废水可行。

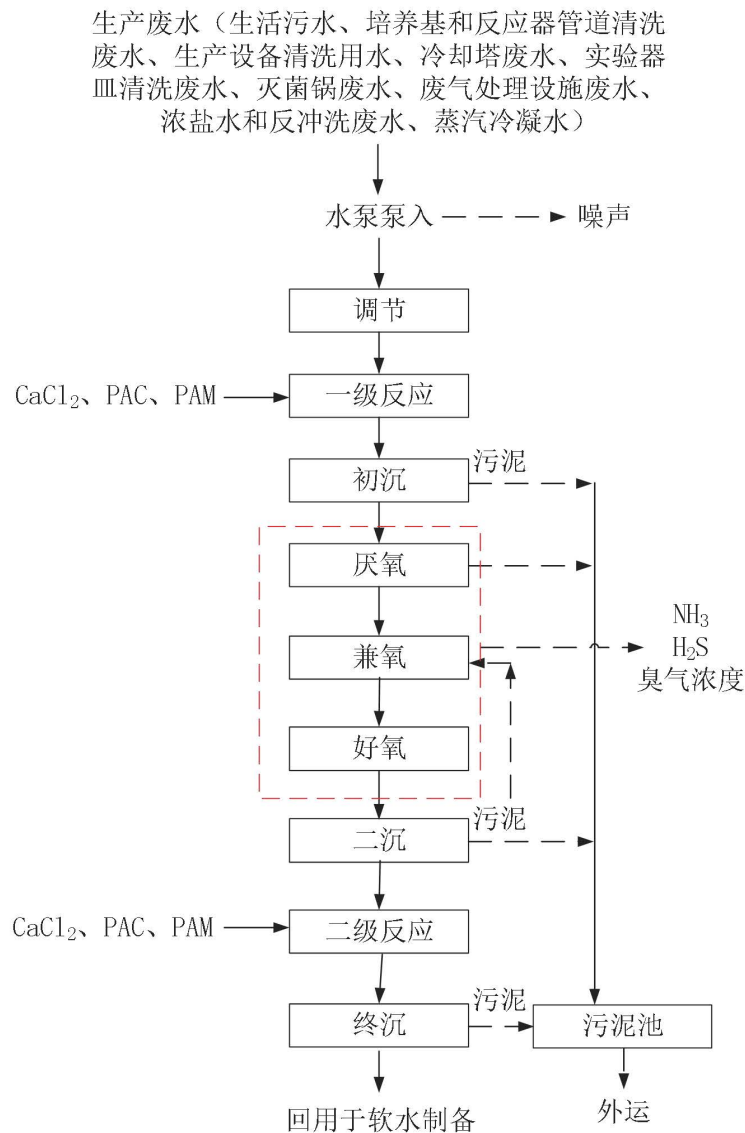


图 4-2 2#自建污水处理设施处理工艺流程图

表 4-10 处理效果一览表 单位: mg/L

序号	处理单元	项目	COD _{Cr}	BOD ₅	SS	NH ₃ -N	总磷	总氮
1	一级反应	去除率	30%	30%	40%	0	50%	0
2	初沉+厌氧+兼氧+好氧+二沉	去除率	80%	80%	80%	85%	75%	85%
3	二级反应	去除率	30%	30%	40%	0%	40%	0%
4	终沉	去除率	20%	20%	30%	0	0	0
总去除率			92.16%	92.16%	94.96%	85%	92.50%	85%

注: 处理效率参照《生物接触氧化法处理废水》(浙江科学技术出版社, 余淦申编)、《三废处理工程技术手册 废水卷》、《厌氧-缺氧-好氧活性污泥法污水处理工程技术规范》(HJ576-2010), 并结合项目实际产生情况进行调整取值。

②水环境影响评价

本项目培养基及反应器养殖废水、藻浆清洗废水成分简单, 主要为小球藻养殖过程滋生的细菌, 经 1#自建污水处理设施(气浮+纤维过滤+活性炭吸附+消毒)处理后回用于养殖, 回用量为 40500t/a, 小于微藻养殖用水、藻浆清洗用水量(包括清洗和过滤), 即(226620+1200)t/a=227820t/a; 生活污水经三级化粪池预处理后与培养基和反应器管道清洗废水、生产设备清洗废水、冷却塔废水、实验器皿清洗废水、灭菌锅废水、废气处理设施废水、浓盐水和反冲洗废水、蒸汽冷凝水一并排入 2#污水处理设施(调节+一级反应+初沉+厌氧+兼氧+好氧+二沉+二级反应+终沉)处理, 达到《城市污水再生利用 工业用水水质》(GB/T 19923-2024)工艺用水回用标准后回用于软水制备环节, 回用量为 35952.754t/a, 小于软水制备所需自来水用量, 即 40666.385t/a; 做到废水零排放, 对地表水环境无影响, 本项目地表水环境影响可以接受。

4、自行监测计划

根据《排污单位自行监测技术指南 总则》(HJ819-2017), 内部监测点位设置要求: “当污染物排放标准中有污染物处理效果要求时, 应在进入相应污染物处理设施单元的进出口设置监测点位。当环境管理文件有要求, 或排污单位认为有必要的, 可设置开展相应监测内容的内部监测点位。”结合本项目营运期间污染物排放特点, 本项目对 2#自建污水处理设施回用口

	<p>设置废水污染源监测计划，建议建设单位按监测计划实施，监测分析方法按照现行国家、部颁布标准和有关规定执行。本项目废水监测计划详见下表：</p>
--	---

表 4-11 废水监测方案一览表												
运营期 环境影响 和保护 措施	排放口 编号	排放口 名称	污染物 名称	监测 设施	自动 监测 是否 联网	自动 监测 仪器 名称	自动 监测 设施 安装 位置	自动监测设 施是否符合 安装、运行、 维护等管理 要求	手工监测采 样方法及个 数	手工 监测 频次	手工测定方法	执行标准
	DW 001	综合 废水 回用 口	COD _{Cr}	手工	/	/	/	/	瞬时采样 至 少3个瞬时样	1次/ 年	《水质 化学需氧量的测定 重铬酸 盐法》(HJ828-2017)	《城市污水 再生利用 工 业用水水质》 (GB/T 19923-2024) 工艺用水回 用标准
			BOD ₅	手工	/	/	/	/	瞬时采样 至 少3个瞬时样	1次/ 年	《水质 五日生化需氧量(BOD ₅)的 测定 稀释与接种法》(HJ505-2009)	
			SS	手工	/	/	/	/	瞬时采样 至 少3个瞬时样	1次/ 年	《水质 悬浮物的测定 重量法》 (GB11901-1989)	
			NH ₃ -N	手工	/	/	/	/	瞬时采样 至 少3个瞬时样	1次/ 年	《水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光 光度法》(HJ 535-2009)	
			总磷	手工	/	/	/	/	瞬时采样 至 少3个瞬时样	1次/ 年	《水质 总磷的测定 流动注射-钼酸 铵分光光度法》(HJ 671-2013)	
			总氮	手工	/	/	/	/	瞬时采样 至 少3个瞬时样	1次/ 年	《水质 总氮的测定 气相分子吸收 光谱法》(HJ 199-2023)	

二、废气

1、废气污染物产生情况

(1) 藻类增殖臭气

本项目藻类在跑道池/反应器增殖过程会投加尿素，增殖过程会有少量的游离氨挥发，以 NH_3 、臭气浓度表征，本评价参考尿素类生产项目对于游离氨挥发量的一般取值进行计算，根据《尿素产品游离氨超标原因及处理措施》（周泉水、黄瑞阳、勾永梁、杨久宜、童刚、刘心强著），尿素中游离氨含量的控制指标不超过 0.02%，则 NH_3 产生量按原料用量的 0.02% 计，即 $245\text{t/a} \times 0.02\% = 0.049\text{t/a}$ ，产生量不大，在厂区内无组织排放。本项目臭气浓度参考《施甸微藻产业化工程建设项目（二期一阶段）建设项目竣工环境保护验收监测报告表》，该项目通过养殖小球藻、雨生红球藻和裸藻生产藻粉，年产量为 370 吨，臭气主要来自藻类养殖和污水处理站运行过程，厂界臭气浓度两天验收监测结果最大值为 11（无量纲），可满足《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）表 1 新扩改建项目二级厂界标准，其产生量较小，本评价不作定量分析，仅为定性分析。

(2) 气溶胶（颗粒物）

本项目藻类自身的生长和新陈代谢过程会释放一定量的废气，由细胞呼吸产生，主要成分为 CO_2 、 H_2O ，属于无毒、无刺激性气体，还含有少量气溶胶颗粒。气溶胶是由固体或液体小质点分散并悬浮在气体介质中形成的胶体分散体系，又称气体分散体系。气溶胶产生量较少，本评价仅做定性分析。

本项目通过优化反应器结构、采用低扰动搅拌、设置防溅挡板，显著降低含藻生物气溶胶无组织排放；通过微孔布气、多点投加、pH 联动控制、强化气液接触等优化措施，提高 CO_2 溶解与利用效率，减少 CO_2 逃逸量，实现养殖过程清洁、低碳、稳定运行，环境影响可控。

(3) 喷雾干燥废气

本项目螺旋藻、小球藻、栅藻脱水后，分别使用 4 台喷雾干燥机或 1 台一体式干燥机进行干燥。干燥机为密闭设备，由空气分配器、干燥室、加热室、喷雾室、收集室组成。空气经过滤和蒸汽加热后进入干燥机顶部空气分配器，热空气呈螺旋状均匀地进入干燥室。浓藻浆进入塔体顶部的喷雾室经

高速离心雾化器，（旋转）喷雾成极细微的雾状液珠进入干燥室，与热空气并流接触在极短的时间内可将雾状液珠中的水分蒸发，干燥为藻粉后进入收集室，而热空气夹杂一部分粉末从干燥室侧边的管道连接至废气处理设施，该过程会产生颗粒物，参考《施甸微藻产业化工程建设项目（二期一阶段）建设项目竣工环境保护验收监测报告表》，该项目通过养殖小球藻、雨生红球藻、裸藻生产相应的藻粉，其验收监测喷雾干燥废气排放口进口的最大产生速率 0.55kg/h，每年工作 330 天，每天工作 8 小时，则喷雾干燥工序颗粒物的产生量为 $0.55\text{kg/h} \times 8\text{h/d} \times 330\text{d/a} = 1.452\text{t/a}$ ，该项目藻粉年产量 370t/a，则喷雾干燥工序颗粒物的产污系数为 0.0039t/t 产品。

各类藻粉和藻蓝蛋白成品连续由干燥机底部输出，废气通过每台干燥机直连的管道由引风机分别引入 4 套“布袋除尘+水膜除尘”设备处理后经 4 根 15m 排气筒排入大气。本项目各类产品喷雾干燥工序颗粒物产生情况见下表：

表 4-12 本项目喷雾干燥工序颗粒物产生情况一览表

产品名称	产量 t/a	产污系数 t/t 产品	产生量 t/a	处理设施
饲料级螺旋藻藻粉	200	0.0039	0.78	TA001 布袋除尘+水膜除尘
饲料级栅藻藻粉	150		0.585	TA002 布袋除尘+水膜除尘
食品级小球藻藻粉	100		0.39	TA004 布袋除尘+水膜除尘
螺旋藻藻蓝蛋白	50		0.195	TA004 布袋除尘+水膜除尘

集气管风量则根据管径面积和风速的乘积，根据《大气污染控制与设备运行》（金文主编、刘国华副主编），风管内一般通风系统中工业建筑机械通风常用空气流速为 2~8m/s，为了保证收集效率，本项目风速按最大值取 8m/s。设计风量按理论风量的 120%计，本项目风量详见下表：

表 4-13 各处理设施设计风量一览表

处理设施	集气罩类型	数量/个	风速 m/s	直径 m	理论风量 m ³ /h	设计风量 m ³ /h
TA001	集气管	4	8	0.26	6113.20	7000
TA002	集气管	4			6113.20	7000
TA003	集气管	4			6113.20	7000
TA004	集气管	2			3056.60	4000

根据《广东省生态环境厅关于印发工业源挥发性有机物和氮氧化物减排量核算方法的通知》（粤环函〔2023〕538号）“表 3.3-2 废气收集集气效率参考值”，设备废气排口直连的收集效率为 95%。

布袋除尘器去除效率参考《一般通风用空气过滤器—过滤性能的测定》(BSEN 779: 2002)规定,过滤效率达90%,水膜除尘参考《简明通风设计手册》(孙一坚主编)第526页表10-47“吸收装置的性能比较”,喷淋塔对于粒径大于5 μm 的粉尘处理效率为75%~85%,本评价取除尘效率为75%,则“布袋除尘+水膜除尘”对粉尘的处理效率为 $1-(1-90%) \times (1-75%)=97.5%$,本评价保守按照95%计算。

本项目喷雾干燥废气产排情况见下表:

表 4-14 本项目喷雾干燥废气产排情况一览表

产污工序		饲料级螺旋藻藻粉喷雾干燥	饲料级栅藻喷雾干燥	食品级小球藻喷雾干燥	螺旋藻藻蓝蛋白喷雾干燥
排气筒编号		DA001	DA002	DA003	DA004
污染物		颗粒物			
产生量 (t/a)		0.78	0.585	0.39	0.195
产生速率 (kg/h)		0.108	0.081	0.054	0.027
年工作时间 (h)		7200			
收集效率		95%			
设计风量 (m^3/h)		7000	7000	7000	4000
有组织					
产生情况	产生量 (t/a)	0.741	0.556	0.371	0.185
	产生速率 (kg/h)	0.103	0.077	0.051	0.026
	产生浓度 (mg/m^3)	14.714	11.000	7.286	6.500
废气治理设施及去除效率		95%			
排放情况	排放量 (t/a)	0.037	0.028	0.019	0.009
	排放速率 (kg/h)	0.005	0.004	0.003	0.001
	排放浓度 (mg/m^3)	0.714	0.571	0.429	0.250
无组织					
产生/排放情况	产生/排放量 (t/a)	0.039	0.029	0.019	0.010
	产生/排放速率 (kg/h)	0.005	0.004	0.003	0.001

(4) 混合搅拌废气

本项目藻粉在干燥下落过程中可能由于颗粒团聚作用发生结块/团,包装工段配套混合搅拌机对部分结块/团的藻粉进行处理。项目使用的混合搅拌机为封闭结构,完成混合后通过管道连接自动包装机,向外逸散的无组织粉尘量极少,在车间内无组织排放,本评价仅对其进行定性分析。

(5) 氯化氢、硫酸雾

本项目化验室使用盐酸、硫酸对产品进行检测，根据《大气环境影响评价实用技术》（中国标准出版社，2010年版），氯化氢、硫酸雾挥发量计算公式如下：

$$G_s = M (0.000352 + 0.000786\mu) P \cdot F$$

式中：G_s—液体的蒸发量，kg/h；

M—蒸发物质的摩尔质量，g/mol，氯化氢、硫酸雾取36.5g/mol和98.1g/mol；

μ—蒸发液体表面上的空气流速，m/s，一般为0.2~0.5m/s，本评价取0.5m/s；

F—蒸发面的面积，m²，按照实验室最大规格500mL玻璃试剂瓶，杯口直径为22mm，即敞口面积约0.0004m²；

P—相对应液体温度下的饱和蒸汽压，mmHg。参考《化学化工物性数据手册 无机卷（增订版）》（化学工业出版社，2012），浓度为38%的盐酸溶液，在温度为25℃条件下，总蒸气压中的氯化氢分压为36.93Pa，即0.277mmHg。根据《硫酸工艺设计手册 物化数据篇》（化工部硫酸工业科技情报中心站出版），低于10%的硫酸饱和蒸汽压在25℃的饱和蒸汽分压为1.33×10⁻¹²Pa，即9.98×10⁻¹⁵mmHg。

表 4-15 氯化氢、硫酸雾产生情况一览表

试剂名称	Pv(mmHg)	F (m ²)	M	G (kg/h)	时间(h)	年挥发量(t/a)
盐酸	0.277	0.0004	36.5	3.01293×10 ⁻⁶	600	1.80776×10 ⁻⁶
硫酸雾	9.98×10 ⁻¹⁵	0.0004	98.1	2.91753×10 ⁻¹⁹		1.75052×10 ⁻¹⁹

由上表可知本项目氯化氢和硫酸雾的产生量极低，后文均定性分析，在化验室内无组织排放。

(6) 污水处理设施臭气

根据废水章节分析，本项目污水处理设施臭气主要来自 2#自建污水处理设施生化过程产生的臭气，本评价对 1#污水处理设施臭气进行定性分析。本项目进入 2#自建污水处理设施的废水总量为 35952.754t/a，对应 BOD₅ 的产生量为 3.058t/a，经污水处理设施处理后 BOD₅ 总回用量为 0.24t/a，故 BOD₅ 去除量为 3.058t/a-0.24t/a=2.818t/a。

根据环境保护部环境工程评估中心编制的《环境影响评价案例分析》

(2016年版, P281), 每处理 1g 的 BOD₅ 产生 0.0031g 的 NH₃、0.00012g 的 H₂S。则本项目 2#自建污水处理设施 NH₃ 和 H₂S 的产生量为 0.0087t/a 和 0.0003t/a, 通过大气扩散在厂区内无组织排放。

2、废气达标排放分析

本项目所在区域为环境空气质量达标区, 藻粉和藻蓝蛋白喷雾干燥工序产生的颗粒物通过设备直连管道收集后分别经 4 套“布袋除尘+水膜除尘”装置处理后经 DA001~DA004 排气筒排放, 颗粒物达到广东省《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001) 第二时段二级标准; 混合搅拌废气、氯化氢、硫酸雾通过加强通排风无组织排放, 藻类增殖臭气、气溶胶、污水处理设施臭气通过大气扩散后无组织排放, 颗粒物、氯化氢、硫酸雾达到广东省《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001) 第二时段无组织排放监控浓度限值, NH₃、H₂S、臭气浓度执行《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93) 表 1 新扩改建项目二级厂界标准。因此, 本项目产生的废气对周边大气环境的影响是可接受的。

3、废气非正常排放

非正常排放是指生产过程中开停炉(机)、设备检修、工艺设备运转异常等非正常工况下的污染物排放, 以及污染物排放控制措施达不到应有效率等情况下的排放。本项目废气非正常工况排放主要为布袋和水膜设备破损, 未及时更换时, 废气治理效率下降, 废气治理设施处理效率为 0%, 废气收集系统正常运行, 废气处理后通过排气筒排放的情况进行估算, 当废气处理设施出现故障不能正常运行时, 应立即停产进行维修, 避免对周围环境造成污染。废气非正常工况废气排放情况见下表。

表 4-16 废气非正常工况排放情况一览表

排气筒编号	非正常排放原因	污染物	非正常排放浓度 (mg/m ³)	非正常排放速率 (kg/h)	年发生频次 (次)	应对措施
DA001	废气处理设施发生故障, 效率下降	颗粒物	14.714	0.103	杜绝此类非正常工况发生	立即停止生产, 及时更换布袋和水膜设备
DA002			11.000	0.077		
DA003			7.286	0.051		
DA004			6.500	0.026		

4、措施可行性分析

根据《排污许可证申请与核发技术规范 农副食品加工工业-饲料加工、植物油加工工业》（HJ 1110-2020）表 3 饲料加工、植物油加工工业排污单位废气产污环节、污染控制项目、排放形式及污染防治设施一览表，颗粒物推荐的可行技术为旋风除尘；电除尘；袋式除尘；除尘组合工艺；其他。本项目颗粒物采用“布袋除尘+水膜除尘”处理，属于推荐的可行技术。

5、废气污染物核算表

表 4-17 大气污染物有组织排放量核算表

序号	排放口编号	污染物	核算排放浓度 (mg/m ³)	核算排放速率 (kg/h)	核算年排放量 (t/a)
主要排放口					
/	/	/	/	/	/
一般排放口					
1	DA001	颗粒物	0.714	0.005	0.037
2	DA002		0.571	0.004	0.028
3	DA003		0.429	0.003	0.019
4	DA004		0.250	0.001	0.009
有组织排放总计					
有组织排放总计		颗粒物		0.093	

表 4-18 大气污染物无组织排放量核算表

序号	产污环节	污染物	主要污染防治措施	国家或地方污染物排放标准		年排放量 (t/a)
				标准名称	浓度限值 (mg/m ³)	
1	藻类增殖臭气	NH ₃	大气扩散	《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）表 1 新扩改建项目二级厂界标准	1.5	0.049
2	喷雾干燥废气	颗粒物	加强通风	广东省《大气污染物排放限值》第二时段无组织排放监控浓度限值（DB44/27-2001）	1.0	0.097
3	污水处理设施臭气	NH ₃		《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）表 1 新扩改建项目二级厂界标准	1.5	0.0087
		H ₂ S		0.06	0.0003	
无组织排放总计						
无组织排放总计			颗粒物		0.097	
			NH ₃		0.0577	
			H ₂ S		0.0003	

表 4-19 本项目大气污染物年排放量核算表

序号	污染物	年排放量 (t/a)
1	颗粒物	0.19

2	NH ₃	0.0577
3	H ₂ S	0.0003

6、自行监测计划

根据《排污单位自行监测技术指南 食品制造》（HJ 1084-2020），结合本项目运营期污染物排放特点，制定本项目的废气污染源监测计划，建议建设单位按监测计划实施，监测分析方法按照现行国家、部颁布标准和有关规定执行。本项目废气监测计划详见下表：

表 4-20 废气监测方案一览表												
运营期环境影响和保护措施	排放口编号	排放口名称	污染物名称	监测设施	自动监测是否联网	自动监测仪器名称	自动监测设施安装位置	自动监测设施是否符合安装、运行、维护等管理要求	手工监测采样方法及个数	手工监测频次	手工测定方法	执行标准
	DA001	饲料级螺旋藻藻粉喷雾干燥排放口	颗粒物	手工	/	/	/	/	非连续采样至少4个	1次/半年	《固定污染源烟气(SO ₂ 、NO _x 、颗粒物)排放连续监测系统技术要求及检测方法》(HJ 76-2017)	广东省《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001)第二时段二级标准
	DA002	饲料级栅藻喷雾干燥排放口	颗粒物	手工	/	/	/	/	非连续采样至少4个	1次/半年	《固定污染源烟气(SO ₂ 、NO _x 、颗粒物)排放连续监测系统技术要求及检测方法》(HJ 76-2017)	广东省《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001)第二时段二级标准
	DA003	食品级小球藻喷雾干燥排放口	颗粒物	手工	/	/	/	/	非连续采样至少4个	1次/半年	《固定污染源烟气(SO ₂ 、NO _x 、颗粒物)排放连续监测系统技术要求及检测方法》(HJ 76-2017)	广东省《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001)第二时段二级标准
	DA004	螺旋藻藻蓝蛋白喷雾干燥排放口	颗粒物	手工	/	/	/	/	非连续采样至少4个	1次/半年	《固定污染源烟气(SO ₂ 、NO _x 、颗粒物)排放连续监测系统技术要求及检测方法》(HJ 76-2017)	广东省《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001)第二时段二级标准

厂界	/	颗粒物	手工	/	/	/	/	非连续 采样 至少 4 个	1 次/ 半年	《环境空气 总悬浮颗粒 物的测定 重量法》 (GB/T 15432-1995)	广东省《大气污染物 排放限值》 (DB44/27-2001) 第 二时段无组织排放监 控点浓度限值
	/	氯化氢	手工	/	/	/	/	非连续 采样 至少 4 个	1 次/ 半年	《固定污染源排气中氯 化氢的测定 硫氰酸汞分 光光度法》(HJ/T 27-1999)	
	/	硫酸雾	手工	/	/	/	/	非连续 采样 至少 4 个	1 次/ 半年	《固定污染源废气 硫酸 雾的测定 离子色谱法》 (HJ 544-2025)	
	/	NH ₃	手工	/	/	/	/	非连续 采样 至少 4 个	1 次/ 半年	《环境空气和废气 氨的 测定 纳氏试剂分光光度 法》(HJ533-2009)	《恶臭污染物排放标 准》(GB14554-93) 表 1 新扩改建项目 二级厂界标准
	/	H ₂ S	手工	/	/	/	/	非连续 采样 至少 4 个	1 次/ 半年	《空气质量 硫化氢、甲 硫醇、甲硫醚和二甲二硫 的测定 气相色谱法》 (GB/T 14678-93)	
	/	臭气浓 度	手工	/	/	/	/	非连续 采样 至少 4 个	1 次/ 半年	《环境空气和废气 臭气 的测定 三点比较式臭袋 法》(HJ 1262-2022)	
三、噪声											

1、噪声源强

本项目运营期噪声源主要是采收泵、循环泵等设备、水泵、风机运行产生的噪声。噪声值范围为 50~90dB (A)，详见下表。根据《噪声污染控制工程》（高等教育出版社，洪宗辉），砖墙双面粉刷的墙体实测的隔声量为 49dB (A)，考虑人员进出过程开关门对隔声的影响，本项目墙体隔声取 20dB。风机、水泵采用减振和消声器，降噪量约 10~30dB (A)，本项目取 20dB (A)。

表 4-21 本项目主要噪声源一览表（室内声源）

序号	名称	声压级/距声源距离 dB (A)/m	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	建筑物插入损失 /dB (A)	建筑物外噪声	
				X	Y	Z					声压级 dB (A)	建筑物外距离
1	螺旋藻采收泵（1 台）	90/1	隔声	110.94	199.09	1	46	56	昼间	20	36	1
2	栅藻循环泵（3 台）	90/1	隔声	-180.85	-290.27	1	66	54		20	34	1
3	小球藻循环泵（16 台）	90/1	隔声	-196.05	-253.8	1	23	58		20	38	1
4	扩种转移泵（1 台）	90/1	隔声	127.66	189.97	1	32	60		20	40	1
5	栅藻育种泵（3 台）	90/1	隔声	-167.17	-276.6	14.3	66	54		20	34	1
6	栅藻扩种泵（1 台）	90/1	隔声	-165.65	-294.83	14.3	81	52		20	32	1
7	小球藻育种泵（3 台）	90/1	隔声	-185.41	-238.6	1	23	63		20	43	1
8	小球藻扩种泵（6 台）	90/1	隔声	-167.17	-244.68	1	50	57		20	37	1
9	螺旋藻液泵（1 台）	90/1	隔声	-86.86	-292.34	9.8	41	58		20	38	1
10	螺旋藻清液泵（1 台）	90/1	隔声	-91.45	-307.65	9.8	40	58		20	38	1
11	螺旋藻培养基液泵（1 台）	90/1	隔声	-94.52	-319.9	9.8	52	56		20	36	1
12	滤清液泵（1 台）	90/1	隔声	-92.98	-299.99	9.8	44	57		20	37	1
13	袋滤藻液泵（1 台）	90/1	隔声	-97.58	-315.31	9.8	54	55		20	35	1
14	带式压滤机（1 台）	70/1	隔声	-96.05	-309.18	18.7	45	37		20	17	1
15	干式真空泵（1 台）	90/1	隔声	-100.64	-324.5	18.7	60	54		20	34	1

16	浓藻浆转子泵（1台）	90/1	隔声	-102.17	-289.28	18.7	65	54	20	34	1
17	浓藻浆乳化泵（1台）	90/1	隔声	-108.3	-304.59	18.7	65	54	20	34	1
18	浓藻浆螺杆泵（2台）	90/1	隔声	-88.39	-272.43	18.7	37	59	20	39	1
19	压滤清液泵（1台）	90/1	隔声	-91.45	-283.15	18.7	39	58	20	38	1
20	栅藻蝶式离心机（4台）	65/1	隔声	-125.14	-324.5	18.7	80	27	20	7	1
21	小球藻循环泵（5台）	90/1	隔声	-132.8	-293.87	10	94	57	20	37	1
22	栅藻卧式离心机（2台）	65/1	隔声	-127.11	-334.11	18.7	75	27	20	7	1
23	栅藻浓液螺杆泵（分离后）（2台）	90/1	隔声	-118.64	-316.11	18.7	75	55	20	35	1
24	隔膜泵（1台）	90/1	隔声	-127.11	-318.23	18.7	75	57	20	37	1
25	混合搅拌机（1台）	70/1	隔声	-66.76	-255.76	23.3	21	44	20	24	1
26	离心泵（1台）	90/1	隔声	-75.23	-254.7	23.3	24	57	20	37	1
27	高压均质机（1台）	65/1	隔声	-72.05	-266.35	23.3	29	36	20	16	1
28	卧式固液分离器（3台）	65/1	隔声	-77.35	-264.23	23.3	34	34	20	14	1
29	蝶式分离器（1台）	65/1	隔声	-66.76	-263.17	23.3	32	35	20	15	1
30	管式离心机（1台）	65/1	隔声	-73.11	-261.05	23.3	29	36	20	16	1
31	高浓藻液出料泵（3台）	90/1	隔声	-180.05	-272.7	9.8	62	54	20	34	1
32	喷雾干燥机（3台）	70/1	隔声	-184.28	-301.29	9.8	62	34	20	14	1
33	风机（6台）	90/1	隔声	-135.58	-283.29	9.8	90	51	20	31	1
34	湿法洗涤器（3台）	70/1	隔声	-169.46	-305.52	9.8	78	32	20	12	1
35	高浓藻液出料泵（1台）	90/1	隔声	-71.18	-256.43	23.3	22	63	20	43	1
36	喷雾干燥机（1台）	70/1	隔声	-76.49	-259.38	23.3	29	41	20	21	1
37	风机（2台）	90/1	隔声	-71.18	-260.56	23.3	28	61	20	41	1
38	湿法洗涤器（1台）	70/1	隔声	-66.45	-260.56	23.3	28	41	20	21	1
39	一体式干燥机（1台）	70/1	隔声	-126.06	-330.2	9.8	77	32	20	12	1

40	浓缩机（10台）	65/1	隔声	-132.43	-334.5	9.8	82	27	20	7	1
41	自动包装机（4台）	50/1	隔声	-94.12	-356.52	14.3	28	21	20	1	1
42	封口机（4台）	50/1	隔声	-94.93	-362.22	14.3	28	21	20	1	1
43	贴标机（4台）	50/1	隔声	-96.56	-366.3	14.3	28	21	20	1	1
44	软水机（1台）	60/1	隔声	-80.25	-335.32	14.3	32	30	20	10	1
45	培养基调配泵（3台）	90/1	隔声	-117.76	-230.14	1	50	56	20	36	1
46	风冷式空压机（2台）	80/1	隔声	-68.84	-312.49	1	27	51	20	31	1
47	吸附式干燥机（2台）	80/1	隔声	-70.47	-319.83	1	29	51	20	31	1
48	罗茨鼓风机（4台）	80/1	隔声	-99.82	-224.44	1	30	50	20	30	1
49	机械冷却塔（1台）	90/1	隔声	-113.68	-219.54	1	46	57	20	37	1
50	紫外可见分光光度计（1台）	65/1	隔声	-114.78	-403.33	9.8	26	37	20	17	1
51	原子吸收分光光度计（1台）	65/1	隔声	-110.75	-399.3	9.8	32	35	20	15	1
52	原子荧光光度计（1台）	65/1	隔声	-114.78	-398.49	9.8	34	34	20	14	1
53	涡旋振荡器（1台）	65/1	隔声	-108.33	-394.46	9.8	32	35	20	15	1
54	灭菌锅（2台）	65/1	隔声	-110.75	-393.65	9.8	35	34	20	14	1
55	高效液相色谱仪（1台）	65/1	隔声	-115.59	-392.04	9.8	35	34	20	14	1
56	气相色谱仪（1台）	65/1	隔声	-109.94	-388.81	9.8	36	34	20	14	1
57	气相色谱-质谱联用仪（1台）	65/1	隔声	-119.62	-404.14	9.8	23	38	20	18	1

注：1、设备距室内边界距离为设备距离四周边界的最近距离；

2、以项目中心（东经 115°33'35.095"，北纬 22°42'23.286"）为原点“0,0,0”。

表 4-22 项目主要噪声源一览表（室外声源）

序号	声源名称	空间相对位置/m	声压级/距声源距离	声源控制措施	运行时段
----	------	----------	-----------	--------	------

		X	Y	Z		
1	废水处理水泵（2台）	-59.07	-247.25	1	90/1	减振、消声器
2	废气处理风机（4台）	-91.99	-306.95	15	90/1	减振、消声器

2、降噪措施

为更有效地减少本项目噪声源对项目边界区域的影响，根据本项目的特点，建设单位应采取以下措施：

(1) 选用低噪声设备，对高噪声设备进行隔声、吸声、消声处理；

(2) 对产生机械噪声的设备，在设备与基础之间安装减振装置（如减振片）；

(3) 合理摆放设备位置，规划厂区平面布局，能有效降低噪声对周边环境的不良影响；

(4) 加强实验设备的日常维护与保养。

3、声环境影响达标性分析

(1) 某一室内声源靠近围护结构处产生的倍频带声压级：

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

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， $R = S\alpha / (1-\alpha)$ ，S为房间内表面面积， m^2 ， α 为平均吸声系数；

r--声源到靠近围护结构某点处的距离，m。

(2) 所有室内声源在围护结构处产生的i倍频带叠加声压级：

$$L_{p1i}(T) = 10 \lg \left(\sum_{j=1}^N 10^{0.1L_{p1ij}} \right)$$

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

L_{p1ij} --室内j声源i倍频带的声压级，dB；

N--室内声源总数。

(3) 在室内近似为扩散声场时，按下式计算出靠近室外围护结构处的声压级：

$$L_{p2i}(T) = L_{p1i}(T) - (TL_i + 6)$$

式中： $L_{p2i}(T)$ --靠近围护结构处室外 N 个声源 i 倍频带的叠加声压级，dB；

TL_i --围护结构 i 倍频带的隔声量，dB。

(4) 按下式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：

$$L_w = L_{p2}(T) + 10 \lg S$$

(5) 设第 i 个室外声源在预测点产生的 A 声级为 L_{Ai} ，在 T 时间内该声源工作时间为 t_i ；第 j 个等效室外声源在预测点产生的 A 声级为 L_{Aj} ，在 T 时间内该声源工作时间为 t_j ；则拟建工程声源对预测点产生的贡献值 (L_{eqg}) 为：

$$L_{eqg} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \left(\sum_{i=1}^N t_i 10^{0.1L_{Ai}} + \sum_{j=1}^M t_j 10^{0.1L_{Aj}} \right) \right]$$

式中： t_j --在 T 时间内 j 声源工作时间，s；

t_i --在 T 时间内 i 声源工作时间，s；

T --用于计算等效声级的时间，s；

N --室外声源个数；

M --等效室外声源个数。

(6) 预测点的预测等效声级

$$L_{eq} = 10 \lg (10^{0.1L_{eqg}} + 10^{0.1L_{eqb}})$$

式中： L_{eqg} —建设项目声源在预测点的等效声级贡献值，dB(A)；

L_{eqb} —预测点的背景值，dB(A)。

通过上述预测模式，预测本项目声源在不同距离的噪声预测值，详见下表。

表 4-23 声源在不同距离的噪声预测值 单位：dB(A)

预测点位置	噪声源与厂界处的距离 (m)	贡献值		标准值		达标情况
		昼间	夜间	昼间	夜间	
东	50~475	30~43	30~43	65	55	达标
南	450~475	32~35	32~35			达标
西	63~446	31~43	31~43			达标
北	435~444	30~31	30~31			达标

经预测计算，本项目各厂界昼、夜间噪声贡献值可达到《工业企业厂界

环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3类标准（昼间≤65dB(A)，夜间≤55dB(A)）。

4、自行监测计划

根据《排污单位自行监测技术指南 食品制造》（HJ 1084-2020），结合本项目营运期间污染物排放特点，制定本项目噪声污染源监测计划，建议建设单位按监测计划实施，监测分析方法按照现行国家、部颁布标准和有关规定执行。本项目噪声监测计划详见下表：

表 4-24 噪声监测方案一览表

监测点位	监测指标	监测频次	执行排放标准
厂界噪声	等效连续A声级	每季度一次	各厂界执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3类标准

四、固体废物

1、产生情况

本项目运营期产生的固体废物主要包括员工生活垃圾、一般工业固废（废包装材料、废弃滤网和陶瓷膜、废弃过滤棉和反渗透膜、废弃纤维滤料和活性炭、污泥和蒸馏残渣、废弃布袋及收集的粉尘/废渣）危险废物（实验废液、废弃实验用品、废弃化学品包装物）。

（1）生活垃圾

本项目员工 30 人，均不在项目内食宿，年工作 300 天，员工生活垃圾产生量按 0.5kg/(人·d)计，则本项目员工生活垃圾产生量为 0.015t/d(4.5t/a)，收集后交由当地环卫部门统一清运处理。

（2）一般工业固废

①废包装材料

本项目运行过程中产生废包装材料，主要为原料包装的纸箱、塑料袋等，以及碳酸氢钠、七水硫酸镁、硫酸钾、EDTA 二钠、氯化钾、七水硫酸亚铁、磷酸二氢钾、氯化钠、尿素、氯化钙、Bg-11、抗坏血酸、钼酸铵的废包装袋/瓶，产生量约为 5t/a，根据《固体废物分类与代码目录》（公告 2024 年第 4 号），废物代码为 900-003-S17 工业生产活动中产生的废弃塑料包装、900-005-S17 工业生产活动中产生的废纸质包装，收集后交由资源回收单位处理。

②废弃滤网和陶瓷膜

本项目藻粉和藻蓝蛋白在过滤时会使用滤网和陶瓷膜，使用一段时间后定期更换，根据建设单位提供资料，产生量约为2t/a，根据《固体废物分类与代码目录》（公告2024年第4号），废物代码为900-009-S59工业生产活动中产生的废过滤袋、过滤器等过滤材料，收集后交由有处理能力单位处理。

③废弃过滤棉和反渗透膜

本项目软水设备通过PP过滤棉和反渗透膜去除水中钙、镁离子等，当设备出水变小或出水水质变差时需更换过滤棉和反渗透膜，根据建设单位提供资料，半年更换一次，每次更换量为0.05t，因此废弃过滤棉和反渗透膜的产生量约为0.1t/a。根据《固体废物分类与代码目录》（公告2024年第4号），废物代码为900-009-S59工业生产活动中产生的废过滤袋、过滤器等过滤材料，交由供应商回收处理。

④废弃纤维滤料和活性炭

本项目1#自建污水处理设施使用纤维过滤和活性炭对项目养殖废水进行处理，运行一段时间后定期更换过滤材料，根据建设单位提供资料，半年更换一次，每次更换量为5t，因此废弃纤维滤料和活性炭的产生量约为10t/a。养殖过程添加的营养盐不属于有毒有害物质，且养殖螺旋藻、小球藻、栅藻过程中，通过纯种培养、加强养殖过程管控、强化预处理及蒸发处置等措施，可有效控制有毒杂藻侵入的潜在环境风险，因此废弃纤维滤料和活性炭属于一般工业固体废物，根据《固体废物分类与代码目录》（公告2024年第4号），废物代码为900-008-S59工业生产活动中产生的活性炭、氧化铝、硅胶、树脂等废吸附剂，收集后交由有处理能力单位处理。

⑤污泥和蒸馏残渣

本项目2#自建污水处理设施运行过程中会产生一定量的污泥，污泥是水处理过程的副产物，包括筛余物、沉泥、浮渣和剩余污泥等，根据工程经验，污泥排放量按照下式计算：

$$Y=Y_T \times Q \times L_r$$

上式中：Y—干污泥产量，g/d；

Y_T —污泥产生系数，取1.0；

Q—污水处理量，m³/d；

L_r—去除的SS浓度，mg/L。

由上式计算出本项目2#自建污水处理设施产生的污泥干重约 $35952.754\text{t/a} \times (86.623\text{mg/L} - 4.366\text{mg/L}) \times 10^{-6} = 2.957\text{t/a}$ ，本项目未设置污泥干化设备，按照污泥含水率99%计，则干化前污泥产生量约为 $2.957\text{t/a} \div (1-99\%) = 295.7\text{t/a}$ 。本项目浓盐水通过蒸馏产生残渣，残渣主要成分为盐分，根据前文可知蒸馏残渣产生量为 284.665t/a ，污泥和蒸馏残渣总产生量为 $295.7\text{t/a} + 284.665\text{t/a} = 580.365\text{t/a}$ ，本项目废水处理过程中投加的药剂为CaCl₂、PAC、PAM，均为常规水处理药剂，不属于危险化学品类絮凝剂，2#废水处理设施未投加消毒剂、抗生素等物质，养殖微藻过程中，通过纯种培养、加强养殖过程管控、强化预处理及蒸发处置等措施，可有效控制有毒杂藻侵入的潜在环境风险，本项目生化处理污泥和蒸馏残渣属于一般固废，根据《固体废物分类与代码目录》(公告2024年第4号)，废物代码为900-099-S07其他行业产生的废水处理污泥，定期交由有处理能力单位处理。

⑥废弃布袋及收集的粉尘/废渣

本项目喷雾干燥工序产生的颗粒物采用4套“布袋除尘+水膜除尘”处理，其中布袋运行一段时间后需要定期更换，根据建设单位提供资料，每年更换量为1t，加上布袋和水膜收集到的粉尘/废渣 $(0.741\text{t/a} + 0.556\text{t/a} + 0.371\text{t/a} + 0.185\text{t/a}) - (0.037\text{t/a} + 0.028\text{t/a} + 0.019\text{t/a} + 0.009\text{t/a}) = 1.76\text{t/a}$ ，总产生量约为2.76t/a。根据《固体废物分类与代码目录》(公告2024年第4号)，废物代码为900-009-S59工业生产活动中产生的废过滤袋、过滤器等过滤材料，收集后交由有处理能力单位处理。

(3) 危险废物

①实验废液

本项目实验废液包括化验室使用的试剂、配制试剂的纯水以及实验器皿第一次清洗废水，产生量分别为0.8906t/a、1t/a、2.7t/a，因此实验废液的总产生量为 $0.8906\text{t/a} + 1\text{t/a} + 2.7\text{t/a} \approx 4.591\text{t/a}$ 。根据《国家危险废物名录》(2025年版)，属于HW49其他废物，废物代码为900-047-49生产、研究、开发、教学、环境检测(监测)活动中，化学和生物实验室(不包含感染性医学实

实验室及医疗机构化验室)产生的有机溶剂,收集后交由有资质的单位进行处置。

②废弃实验用品

本项目实验过程使用一次性枪头、一次性口罩、手套、离心管,根据建设单位提供的资料,移液器枪头、离心管分别按 1g、10g 计, $1\text{g}/\text{个} \times 150000 \text{ 个}/\text{a} + 10\text{g}/\text{个} \times 30000 \text{ 个}/\text{a} = 0.45\text{t}/\text{a}$, 一次性口罩和手套约 $0.05\text{t}/\text{a}$, 则废弃实验用品产生量约为 $0.5\text{t}/\text{a}$ 。根据《国家危险废物名录》(2025 年版), HW49 其他废物, 废物代码为 900-047-49 生产、研究、开发、教学、环境检测(监测)活动中, 化学和生物实验室(不包含感染性医学实验室及医疗机构化验室)产生的有机溶剂, 具有危险特性的残留样品, 以及沾染上述物质的一次性实验用品, 收集后交由有资质的单位进行处置。

③废弃化学品包装物

本项目生产和实验过程分别使用硝酸钠、磷酸水、硝酸钾、盐酸、氨基磺酸、酒石酸锶钾、硫酸危险化学品, 废弃化学品包装物产生量见下表:

表 4-25 危险化学品废弃化学品包装物产生量统计表

原料名称	用量 t/a	包装规格	密度 g/cm ³	数量 个	单个包装物重量 kg	产生量 t/a
硝酸钠	60	袋装, 50kg	--	1200	0.3	0.36
磷酸水	10	桶装, 25kg	--	400	1.5	0.6
硝酸钾	0.001	瓶装, 250mL	2.11	2	0.15	0.0003
盐酸	0.016	瓶装, 250mL	1.048	62		0.0093
氨基磺酸	0.0003	瓶装, 250mL	2.126	1		0.00015
酒石酸锶钾	0.001	瓶装, 250mL	2.607	2		0.0003
硫酸	0.837	瓶装, 250mL	1.8305	1830		0.2745
合计						1.245

废弃化学品包装物产生量为 $1.245\text{t}/\text{a}$ 。根据《国家危险废物名录》(2025 年版), 属于 HW49 其他废物, 废物代码为 900-041-49 含有或者沾染毒性、感染性危险废物的废弃的包装物、容器, 需交由有资质的单位进行处置。

本项目产生的固体废物排放情况见下表。

表 4-26 本项目产生的固体废物汇总表

序号	固废名称	产生量 (t/a)	固废属性	处理方式
1	生活垃圾	4.5	生活垃圾	交由环卫部门处理
2	废包装材料	5	一般工业固体废物	交由资源回收单位处理
3	废弃滤网和陶瓷膜	2		交由有处理能力单位处理

4	废弃过滤棉和反渗透膜	0.1		交由供应商回收处理
5	废弃纤维滤料和活性炭	10		
6	污泥和蒸馏残渣	580.365		
7	废弃布袋及收集的粉尘/废渣	2.76		
8	实验废液	4.591	危险废物	交危废资质单位处理
9	废弃实验用品	0.5		
10	废弃化学品包装物	1.245		
合计		611.061	—	—

根据《建设项目危险废物环境影响评价指南》（环保部公告 2017 年第 43 号）的要求，对本项目产生的危险废物做进一步识别，详见下表。

表 4-27 危险废物进一步识别表

序号	危险废物名称	危险废物类别	危险废物代码	产生量 (t/a)	产生工序及装置	形态	有害成分	产废周期	危险特性	污染防治措施
1	实验废液	HW49	900-047-49	4.591	实验过程	液体	有机物	每天	T	交由有危险废物处理资质的单位处理
2	废弃实验用品	HW49	900-047-49	0.5		固体	有机物	每天	T	
3	废弃化学品包装物	HW49	900-041-49	1.245	原料包装	固体	有机物	每天	T	
合计				6.336	--	--	--	--	--	--

2、环境管理要求

建设单位拟在生产车间 1 层设置一间危废暂存间，面积为 10m²，根据《广东省危险废物产生单位危险废物规范化管理工作实施方案》和《广东省生态环境厅关于印发〈广东省实验室危险废物环境管理技术指南（试行）〉的通知》（粤环函〔2021〕27 号），企业必须建立、健全危险废物管理制度，根据管理台账和近年生产计划，制订危险废物管理计划，并报当地环保部门备案。台账应如实记载危险废物的种类、数量、利用、贮存、处置、流向等信息，以此作为向当地环保部门申报危险废物管理计划的编制依据。项目产生的危险废物实行分类收集后置于危废暂存间内，危险废物贮存时限一般不得超过一年，生活垃圾一并日产日清，并设专人管理。盛装危险废物的容器和包装

物以及产生、收集、贮存、运输、处置危险废物的场所，必须依法设置相应标识、警示标志和标签，标签上应注明贮存的废物类别、危害性以及开始贮存时间等内容，落实堆放场地基础防渗措施，做好警示标识，定期检查盛装容器是否受损，贮存场所应加锁管理，设置微负压、通风设施和空调制冷系统。企业必须严格执行危险废物转移计划报批和依法做好危险废物转移联单，并通过信息系统登记转移计划和电子转移联单。企业还需健全内部管理制度，包括落实危险废物产生信息公开制度，建立员工培训和固体废物管理员制度，完善危险废物相关档案管理制度。

本项目危废暂存间基本信息见下表：

表 4-28 危废暂存间基本信息表

序号	贮存场所名称	危险废物名称	危险废物类别	危险废物代码	位置	占地面积	贮存方式	贮存能力	贮存周期
1	危废暂存间	实验废液	HW49 其他废物	900-047-49	生产车间1层	5m ²	桶装	2.5t	半年
2		废弃实验用品		900-047-49		1m ²	桶装	0.5t	半年
3		废弃化学品包装物		900-041-49		2m ²	袋装	1t	半年

五、环境风险影响分析

环境风险评价的目的是分析和预测建设项目存在的潜在危险、有害因素、建设项目建设和运行期间可能发生的突发性事件和事故，引起有毒有害和易燃易爆等物质泄漏，所造成的人身安全与环境的影响和损害程度，提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使建设项目事故、损失和环境的影响降低到可接受的水平。

(1) 风险调查

本项目使用的磷酸、盐酸、酒石酸锶钾、硫酸以及化验室产生的实验废液属于《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B.1 的危险物质。

(2) 环境风险潜势初判及评价等级判定

本项目涉及的危险物质主要为磷酸、盐酸、酒石酸锶钾、硫酸，本项目生产、使用、储存过程中涉及的有毒有害、易燃易爆物质储存量、临界量统

计结果见下表。

当只涉及一种危险物质时，计算该物质的总量与其临界量的比值，即为Q；当存在多种危险物质时，则按下式计算物质总量与其临界量的比值Q。

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

式中： q_1, q_2, \dots, q_n ——每种危险化学品实际存在量，单位为吨。

Q_1, Q_2, \dots, Q_n ——每种危险化学品相对应的临界量，单位为吨。

当 $Q < 1$ 时，该项目环境风险潜势为 I。

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

1、酒石酸锶钾最大储存量为 0.001t/a，其中锶的含量为 $0.001\text{t/a} \times 121.76 \times 2 \div 667.87 = 0.0004\text{t/a}$ ；

2、实验废液参照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）表 B.1 中 COD_{Cr} 浓度 $\geq 10000\text{mg/L}$ 的有机废液推荐临界量。

表 4-29 危险物质数量与临界量的比值 (Q)

序号	危险物质名称	CAS 号	最大存在总量 q_n/t	临界量 Q_{nt}	q/Q
1	磷酸	7664-38-2	0.5	10	0.05
2	盐酸	7647-01-0	0.005	7.5	0.00067
3	锶及其化合物(以锶计)	--	0.0004	0.25	0.0016
4	硫酸	7664-93-9	0.2	10	0.02
5	实验废液	COD_{Cr} 浓度 $\geq 10000\text{mg/L}$ 的有机废液	2.5	10	0.25
项目 Q 值 Σ					0.32227

据上表可知本项目 Q 值为 $0.32227 < 1$ ，因此环境风险潜势为 I。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），环境风险评价工作等级划分为一级、二级、三级。根据建设项目涉及的物质及工艺系统危险性和所在地的环境敏感性确定环境风险潜势，按照下表确定评价工作等级。风险潜势为 IV 及以上，进行一级评价；风险潜势为 III，进行二级评价；风险潜势为 II，进行三级评价；风险潜势为 I，可开展简单分析。

表 4-30 评价工作等级划分

环境风险潜势	IV、IV ⁺	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析 ^a

^a 是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明。见《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 A。

本项目风险潜势为 I 级，因此本项目评价工作等级为简单分析。

（3）环境敏感目标概况

本项目周围环境敏感目标分布情况详见前文表 3-4 和附图 3。

（4）风险识别

本项目实验过程使用的原辅材料中可能对环境与健康造成危险和损害的风险物质为磷酸、盐酸、酒石酸锶钾、硫酸，以及产生的危险废物实验废液，如管理不善或人为操作失误，发生泄漏进入环境，从而造成环境污染事故，具有一定的环境风险。主要扩散途径有三类：危险物质在运输、储存和使用过程中发生泄漏，经过地表径流或雨水管道进入周边水体，污染地表水环境；在运输、储存和使用过程中发生泄漏，如遇裸露地表，则直接污染土壤，通过下渗等进行污染地下水；如发生火灾，危险物质在高温情况下散发到空气中，污染大气环境。

（5）环境风险防范措施

① 风险物质储存风险防范措施

实验室在日常运营中，应加强对磷酸、盐酸、酒石酸锶钾、硫酸风险物质的管理，其购买、储存、保管、使用等按相关规定管理，储存在试剂柜内，其储存方式、方法与储存数量必须符合国家标准，并由专人管理，出入库必须进行核查登记，并定期检查库存。地面硬底化，做好防渗措施，如设置托盘等防止泄漏的装置，防止风险物质泄漏，并储存于阴凉、通风的储存室内，建议建设单位在试剂柜附近应设灭火器等应急物资。

② 危废间风险防范措施

为了减少本项目危险废物对周围环境的风险，危废间的设置应符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）相关要求，设置高度不小于 15cm 的围堰，地面采取防渗、防漏，根据危险废物的类别、形态、物理化学性质

和污染防治要求进行分类贮存，且应避免危险废物与不相容的物质或材料接触，贮存设施、包装物应按 HJ 1276 要求设置危险废物贮存设施标志和危险废物标签等危险废物识别标志。对于液体危险废物设置托盘等贮存设施，防止容器破损导致泄漏。

③废气处理设施风险防范措施

本项目喷雾干燥废气采用 4 套“布袋除尘+水膜除尘”，当废气处理设施发生故障时，导致废气未经有效处理直接排放到大气环境中造成周边环境污染。当废气处理设施发生故障时，应立即停止生产，进行检修，待废气处理设施正常运行时，方可重新进行作业。

④废水处理设施风险防范措施

制定严格的操作规程，加强作业人员的安全教育，杜绝工作失误造成的事故；定期对废水处理设备和收集管道进行检修、保养，并且对废水处理设施及废水管道周围地面采取硬化措施，防止废水流出污染周边水体环境；若废水处理设施发生故障，应停止生产作业，及时对废水进行储存，待池中水量降至安全容量范围，方可重新开始生产；规范员工生产操作，定期对废水处理设施管理人员进行培训，使其拥有良好的设备操作技巧。

⑤火灾事故排放风险防范措施

建立完善的消防设施，包括灭火器、消防栓等，在厂区内配置消防栓、灭火器，用于扑灭初期火灾及小型火灾。现场人员应巡查工作岗位四周是否有火苗或烟雾，如发现火灾，在个人能力范围内立即使用厂区现有灭火器灭火，并启动消防警报。在火灾无法控制情形下，将员工立即疏散至安全区域，并立即向现场负责人报告。

本项目设有事故应急池，考虑的不利情形为生产车间或仓库发生火灾事故等，本次评价按最不利影响情况考虑，事故应急池计算如下：

本次项目事故废水的计算参照《事故状态下水体污染的预防与控制技术要求》（Q/SY1190-2013）事故应急池的总有效容积计算公式：

$$V_{\text{总}} = (V_1 + V_2 - V_3)_{\text{max}} + V_4 + V_5$$

注： $(V_1 + V_2 - V_3)_{\text{max}}$ 是指对收集系统范围内不同罐组或装置分别计算 $V_1 + V_2 - V_3$ ，取其中最大值。

式中：

V_1 —收集系统范围内发生事故的一个罐组或一套装置的物料量, m^3 ; 储存相同物料的罐组按一个最大储罐计, 装置物料量按存留最大物料量的一台反应(塔)器或中间储罐计; 本项目设有 1 个 $30m^3$ 的地上二氧化碳储罐, $V_1=30m^3$;

V_2 ——发生事故的储罐或装置的消防水量, m^3 ;

建设单位可能发生火灾的位置为生产车间。根据《建筑设计防火规范》(GB50016-2014, 2018 年修订)和《消防给水及消防栓系统技术规范》(GB50974-2014), 查找各单元对应的消防给水量和火灾延续时间, 并计算消防用水量, 详见下表。

表 4-31 各单元消防给水量、火灾延续时间及消防用水总量一览表

内容	位置	生产车间(丙类, 耐火等级为二级) 最大建筑体积 $V=11966.75 \times 21.7=259678.475m^3$	
		室外消防栓	室内消防栓
消防给水量(L/s)		40	20
火灾持续时间(h)		3	3
消防用水总量(m^3)		432	216
合计(m^3)		648	

由上表可知本项目 $V_2=648m^3$;

V_3 ——发生事故时可以储存、转运到其他设施的事故排水量, m^3 ; 本项目 $V_3=0m^3$;

V_4 ——发生事故时仍必须进入该收集系统的生产废水量, m^3 ; 发生事故时, 立即停止生产, 无生产废水需进入该收集系统, 故 $V_4=0m^3$ 。

V_5 ——发生事故时可能进入该收集系统的降雨量, m^3 。

降雨量按下式计算:

$$V_5=10qF$$

式中:

q ——降雨强度, mm;

F ——必须进入事故废水收集系统的雨水汇水面积, ha; 按全厂占地面积核算汇水面积为 $126274m^2$, 合计 $12.6274ha^2$ 。

$$q=q_a/n$$

式中:

q_a ——年平均降雨量, mm; 根据《2024 年汕尾市气候公报》, 项目所

在市城区年平均降雨量为 1029.6mm；

n——年平均降雨日数；年平均降雨天数为 148 天。

根据上式计算，降雨强度q为6.96mm。则 $V_5=878.87m^3$ 。

综上所述， $V_{总}=(30+648-0)+0+878.87=1556.87m^3$ ，建设单位拟建1个容积为 $2155m^3$ 的事故应急池，位于跑道反应池南侧，用于收集整个厂区的事事故废水，可满足事故废水收集暂存。

⑥藻类灾害事故风险防范措施

本项目跑道池、横管、竖管反应器采取防渗、截流、防溢流措施，设置应急溢流系统；严格控制尿素投加量与 pH、溶解氧等，防止藻体大量死亡及藻液外溢；若发生杂藻暴发、倒池等事故时，立即停止投加营养盐，收集藻华及死藻，事故废水全部进入应急池暂存，本项目事故应急池容积为 $2155m^3$ 大于事故废水 $1556.87m^3$ ，可完全容纳该部分废水，具备厂内暂存及分批处置的空间条件，事故废水先经应急池均质暂存后，通过 2#污水处理设施强化混凝沉淀预处理去除大部分藻类、悬浮物及胶体污染物，降低对后续生化单元的冲击负荷；预处理出水分批、控量进入 2#污水处理设施厌氧、兼氧、好氧生化系统降解有机污染物，再经深度反应沉淀进一步净化；对于生化处理后仍难达标或含藻毒素等有毒有害物质的尾水，可引入蒸发器进行浓缩减量处理，蒸发残渣当做危废交由危废单位处置，技术可行、环境风险可控。

(6) 评价结论

本项目环境风险潜势为 I，环境风险等级低于三级，在做好上述各项防范措施后，项目生产过程的环境风险可控。

表 4-32 建设项目环境风险简单分析内容表

建设项目名称	广东能源微藻减排转化利用火电机组二氧化碳产业化示范工程项目				
建设地点	(广东)省	(汕尾)市	(城)区	()县	()园区
地理坐标	经度	115°33'35.095"	纬度	22°42'23.286"N	
主要危险物质及分布	磷酸、盐酸、酒石酸锶钾、硫酸存放于辅料暂存仓；危险废物实验废液贮存于危废暂存间				
环境影响途径及危害后果(大气、地表水、地下水等)	危险物质在运输、储存和使用过程中发生泄漏，经过地表径流或雨水管道进入周边水体，污染地表水环境；在运输、储存和使用过程中发生泄漏，如遇裸露地表，则直接污染土壤，通过下渗等进行污染地下水				

风险防范措施要求	加强原辅材料储存和危险废物贮存的管理，防止原辅材料和液态危险废物的泄漏，做好防渗措施，如设置托盘等防止风险物质泄漏的装置。
填表说明（列出项目相关信息及评价说明）：	
<p style="text-align: center;">六、土壤、地下水环境影响分析</p> <p>根据《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ 610-2016）附录 A 地下水环境影响评价行业分类表和《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）附录 A 土壤环境影响评价项目类别，本项目属于IV类，可不开展土壤、地下水环境影响评价工作。</p>	

五、环境保护措施监督检查清单

要素	内容	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		DA001	颗粒物	布袋除尘+水膜除尘	广东省《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001)第二时段二级标准
		DA002			
		DA003			
		DA004			
	厂界	加强通排风	颗粒物	广东省《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001)第二时段无组织排放监控点浓度限值	
			氯化氢		
硫酸雾					
大气扩散		NH ₃	《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93)表1新扩改建项目二级厂界标准		
		H ₂ S			
臭气浓度					
地表水环境		DW001	COD _{Cr} 、BOD ₅ 、SS、NH ₃ -N、总磷、总氮	自建污水处理设施	《城市污水再生利用 工业用水水质》(GB/T 19923-2024)工艺用水回用标准
声环境	生产和实验设备、风机、水泵		噪声	减振、隔声、消声	执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)3类标准
电磁辐射	/	/	/	/	/
固体废物	员工生活垃圾交由当地环卫部门统一清运处理；废包装材料交由资源回收单位处理；废弃过滤棉和反渗透膜由供应商回收处理；废弃滤网和陶瓷膜、废弃纤维滤料和活性炭、污泥和蒸馏残渣、废弃布袋及收集的粉尘/废渣由有处理能力单位处理；实验废液、废弃实验用品、废弃化学品包装物交由有资质的危废单位进行处置。				
土壤及地下水污染防治措施	本项目地面做好地面硬化防渗措施，危废间做好防腐、防渗、防漏措施，废气、废水处理设施运营过程中加强维护，不具备污染的途径。				
生态保护措施	本项目所在地已经属于人工环境，不存在原生自然环境，且该项目的污染物产生量较小，经有效处理后可实现达标排放，不会对当地生态环境造成显著的不良影响。				
环境风险防范措施	加强原辅材料储存和危险废物贮存的管理，防止原辅材料和液态危险废物的泄漏，做好防渗措施。				
其他环境管理要求	项目申请竣工环保验收时，按《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》(生态环境部令第9号)要求进行监测。项目竣工环保验收合格后，企业应根据监测计划，定期对污染源进行监测，监测结果按排污许可相关管理要求进行公示公开。监测数据应长期保存，并定期接受当地环保主管部门的考核。				

六、结论

综上所述,广东能源微藻减排转化利用火电机组二氧化碳产业化示范工程项目符合相关产业政策,选址符合汕尾市的土地利用规划。本项目运营期以藻类增值臭气、气溶胶、颗粒物、氯化氢、硫酸雾、污水处理设施臭气、培养基及反应器养殖废水、藻浆清洗废水、生活污水、培养基和反应器管道清洗废水、生产设备清洗用水、冷却塔废水、实验器皿清洗废水、灭菌锅废水、废气处理设施废水、浓盐水和反冲洗废水、蒸汽冷凝水、机械噪声、固体废物环境影响为主,在建设单位按有关的环保法规及环评报告提出的要求下确保各污染物达标排放和符合区域污染物总量控制要求,本项目对周围环境的影响在可接受范围内。在此前提下,从环境保护角度分析本项目的建设可行。

附表

建设项目污染物排放量汇总表

分类项目	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	0	0	0	0.19 t/a	0	0.19 t/a	+0.19 t/a
	NH ₃	0	0	0	0.0577 t/a	0	0.0577 t/a	+0.0577 t/a
	H ₂ S	0	0	0	0.0003 t/a	0	0.0003 t/a	+0.0003 t/a
废水	COD _{Cr}	0	0	0	0	0	0	+0
	BOD ₅	0	0	0	0	0	0	+0
	SS	0	0	0	0	0	0	+0
	NH ₃ -N	0	0	0	0	0	0	+0
	总磷	0	0	0	0	0	0	+0
	总氮	0	0	0	0	0	0	+0
生活垃圾	生活垃圾	0	0	0	4.5 t/a	0	4.5 t/a	+4.5 t/a
一般工业固废	废包装材料	0	0	0	5 t/a	0	5 t/a	+5 t/a
	废弃滤网和陶瓷膜	0	0	0	2 t/a	0	2 t/a	+2 t/a
	废弃过滤棉和反渗透膜	0	0	0	0.1 t/a	0	0.1 t/a	+0.1 t/a
	废弃纤维滤料和活性炭	0	0	0	10 t/a	0	10 t/a	+10 t/a
	污泥和蒸馏残渣	0	0	0	580.365 t/a	0	580.365 t/a	+580.365 t/a
	废弃布袋及收集的粉尘/废渣	0	0	0	2.76 t/a	0	2.76 t/a	+2.76 t/a
危险废物	实验废液	0	0	0	4.591 t/a	0	4.591 t/a	+4.591 t/a
	废弃实验用品	0	0	0	0.5 t/a	0	0.5 t/a	+0.5 t/a
	废弃包装物	0	0	0	1.245 t/a	0	1.245 t/a	+1.245 t/a

注：⑥=①+③+④-⑤；⑦=⑥-①

附图 1 项目地理位置图

