

# 建设项目环境影响报告表

(污染影响类)

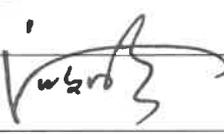
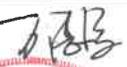
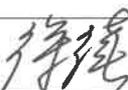
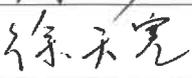
项目名称：台山核电厂 1、2 号机组乏燃料干法  
贮存改造项目环境影响报告表

建设单位（盖章）：台山核电合营有限公司

编制日期：二〇二四年十二月

中华人民共和国生态环境部制

## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	83572a		
建设项目名称	台山核电厂1、2号机组乏燃料干法贮存改造项目		
建设项目类别	55—167核动力厂（核电厂、核热电厂、核供汽供热厂等）；反应堆（研究堆、实验堆、临界装置等）；核燃料生产、加工、贮存、后处理设施；放射性污染治理项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
<b>一、建设单位情况</b>			
单位名称（盖章）	台山核电合营有限公司 		
统一社会信用代码	91440700663881342E		
法定代表人（签章）	刘丹 		
主要负责人（签字）	向文欣 		
直接负责的主管人员（签字）	万志军 		
<b>二、编制单位情况</b>			
单位名称（盖章）	苏州热工研究院有限公司 		
统一社会信用代码	913205084669547113		
<b>三、编制人员情况</b>			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
张晓峰	08353243507320035	BH 011870	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
徐续	区域环境质量现状、环境保护目标及评价标准	BH 020263	
徐天寒	主要环境影响和保护措施	BH 062605	
陶乃贵	建设项目基本情况、建设项目工程分析、主要环境影响和保护措施、环境保护措施监督检查清单、结论	BH 022957	

## 一、建设项目基本情况

建设项目名称	台山核电厂 1、2 号机组乏燃料干法贮存改造项目		
项目代码	无		
建设单位 联系人	向文欣	联系方式	13828017798
建设地点	广东省（自治区） <u>江门市</u> <u>台山市</u> （区） <u>赤溪镇</u> （街道） <u>钦头村台山核电厂</u>		
地理坐标	（经度 <u>112 度 59 分 49.653 秒</u> ，纬度 <u>21 度 55 分 16.625 秒</u> ）		
国民经济 行业类别	D4414 核力发电	建设项目 行业类别	167、核动力厂
建设性质	<input type="checkbox"/> 新建（迁建） <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input checked="" 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）		项目审批（核准/ 备案）文号（选填）	
总投资（万元）	/	环保投资（万元）	/
环保投资占比 （%）	/	施工工期	/
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> ）	/
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	<p>根据《台山市生态环境保护“十四五”规划》，台山市持续优化能源结构，加快构建清洁能源供应体系，安全高效发展核电。加强核与辐射安全监管，进一步提升核应急能力。</p> <p>根据《台山市赤溪镇总体规划（2016-2030年）》，赤溪镇能源发展片区位于赤溪镇南部沿海地区，包括台山电厂及综合配套组团、台山核电组团等。依托台山核电、国华台电、广海湾LNG接收站等重大能源项目，发展以天然气、核电等为代表的清洁能源，建设能源特色小镇，打造区域能源高地。城镇空间约58.93平方公里，主要包括广海湾工业园区、赤溪圩、田头圩、台山电厂及综合配套组团、台山核电组团等区域。</p> <p>本项目位于赤溪镇台山核电组团区域内，为台山核电厂内1、2号机组的配套设施，符合规划要求。</p>		

其他符合性  
分析

## 1、“三线一单”生态环境分区管控符合性

### 1.1 生态保护红线符合性

根据《江门市人民政府关于印发江门市“三线一单”生态环境分区管控方案（修订）的通知》（江府〔2024〕15号，2024年9月），本项目位于台山市重点管控单元2（ZH44078120005）内，项目北侧为台山市优先保护单元2（ZH44078110011）。

本项目拟建于台山核电厂厂区内，不涉及江门市生态保护红线，符合生态保护红线要求。

### 1.2 环境质量底线符合性

本项目干法贮存设施运行期不产生放射性废气、废液和固体废物，倒运设施产生少量气态流出物、放射性废液和放射性固体废物。本项目气态流出物排放量极低，放射性废液输送至台山核电1、2号机组废液处理系统进行达标排放。放射性固体废物经收集后送至台山核电1、2号机组固体废物处理系统进行固化处理并暂存。本项目不影响台山核电1、2号机组对公众的辐射照射评价结果。

本项目运行期间产生的生活污水和生活垃圾依托台山核电统一处理，产生的噪声主要为通风系统及运输车辆和吊车装载产生的噪声，对周围声环境影响极小。本项目运行期间不产生非放射性废气和生产废水，产生少量工业固体废物纳入台山核电统一处理。

综上，本项目符合环境质量底线要求。

### 1.3 资源利用上线符合性

本项目实体保卫、消防、供电及给排水等均依托现有工程设施，无高能耗生产设备及工艺，符合资源利用上线要求。

### 1.4 生态环境准入清单符合性

本项目为核电厂内用地技术改造项目，所属行业、规划选址及环境保护措施等均满足环境准入基本条件，项目不列入环境准入负面清单内，符合准入清单要求。

本项目与生态环境分区管控方案各项要求相符性分析见下表。

表1-1 本项目与生态环境分区管控方案相符性分析

单元	台山市重点管控单元2（ZH44078120005）	相符性
区域	1-1.【产业/鼓励引导类】主要布局绿色石化、高端装备制造、清洁能源、新一代电子信息等产业。	相符
布	1-2.【产业/鼓励引导类】重点打造以临港先进制造业、海洋	

	<p>局 管 控</p> <p>新兴产业、现代服务业和生态农渔业为主导的产业体系。 1-3.【产业/鼓励引导类】石化项目应纳入国家产业规划。 1-4.【生态/禁止类】生态保护红线原则上按照禁止开发区域要求进行管理。自然保护区核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。 1-5.【生态/禁止类】单元内江门台山曹峰山地方级自然保护区按《中华人民共和国自然保护区条例》（2017年修改）及其他相关法律法规实施管理。 1-6.【大气/综合类】大气环境高排放重点管控区内，应强化达标监管，引导工业项目落地集聚发展，有序推进区域内行业企业提标改造。 1-7.【水/禁止类】畜禽禁养区内不得从事畜禽养殖业。</p>	
	<p>能 源 资 源 利 用</p> <p>2-1.【能源/鼓励引导类】积极发展先进核电、海上风电等清洁能源，逐步提高可再生能源与低碳清洁能源比例，建立现代化能源体系。 2-2.【能源/综合类】科学推进能源消费总量和强度“双控”，新建高能耗项目单位产品（产值）能耗达到国际国内先进水平，实现煤炭消费总量负增长。 2-3.【水资源/综合类】贯彻落实“节水优先”方针，实行最严格水资源管理制度。 2-4.【水资源/综合类】市、县两级人民政府及其有关部门应对石化和化工等重大产业基地规划开展规划水资源论证，确保规划与当地水资源条件相适应。需开展水资源论证的相关规划，应在水资源论证阶段开展节水评价，在水资源论证报告中编写节水评价章节。 2-5.【土地资源/限制类】落实单位土地面积投资强度、土地利用强度等建设用地控制性指标要求。</p>	相符
	<p>污 染 物 排 放 管 控</p> <p>3-1.【大气/限制类】大气环境高排放重点管控区，强化火电企业达标监管。 3-2.【大气/限制类】大广海湾绿色石化产业区、高端装备制造产业区、新能源产业区在大气受体敏感区、布局敏感区、弱扩散区以外区域布局，发展方向实现绿色化、智能化、集约化。石化、装备制造、新能源产业需通过源头预防、过程控制、末端治理等综合措施，加强工艺废气排放控制，减少VOCs排放。 3-3.【大气/限制类】新建石化、化工项目应按照《关于加强重点行业建设项目区域削减措施监督管理的通知》要求，依据区域环境质量改善目标，制定配套区域污染物削减方案，采取有效的污染物区域削减措施，腾出足够的环境容量。 3-4.【土壤/禁止类】禁止向农用地排放重金属或者其他有毒有害物质含量超标的污水、污泥，以及可能造成土壤污染的清淤底泥、尾矿、矿渣等。</p>	相符
	<p>环 境 风 险 防 控</p> <p>4-1.【风险/综合类】台山核电厂规划限制区内禁止设立炼油厂、化工厂、油库、爆炸方法作业的采石场、易燃易爆品仓库、人口密集场所等对核电厂安全存在威胁的项目。 4-2.【风险/综合类】台山核电厂规划限制区内可以发展养殖业、种植业、旅游业、捕捞业和适合当地发展的第三产业，但不得违反有关产业发展和人口数量控制规划规定，且应依法获得所需相关许可。</p>	相符

4-3.【风险/综合类】需要通过规划限制区的运输危险货物的船舶，应遵守国家关于危险货物和运输的管理规定。

4-4.【风险/综合类】规划限制区内沿核电厂离岸500米范围为电厂警戒管制区，在该区域内不得进行非法养殖，不得非法建设或设置建筑物和构筑物，不得违法使用无人机等工具入侵、窥视台山核电厂。

4-5.【风险/综合类】核电厂应当具备保障其工作人员、周围公众和环境免遭超过国家规定限值的核辐射照射和放射性污染的安全措施。

4-6.【风险/综合类】核电厂应当定期对固体废物和气体、液体放射性排放物及冷却水进行监测。

4-7.【土壤/限制类】土地用途变更为住宅、公共管理与公共服务用地时，变更前应当按照规定进行土壤污染状况调查。重度污染农用地转为城镇建设用地的，由所在地县级人民政府负责组织开展调查评估。

综上，本项目符合江门市“三线一单”生态环境分区管控方案要求。

## 2、国土空间规划符合性

根据《台山市国土空间总体规划（2021-2035年）》的“三区三线”分布，本项目所在区域为城镇开发边界，不涉及生态保护红线和基本农田，符合国土空间规划符合性。

## 3、生态环境保护法规政策符合性

本项目运行期产生的放射性废物均能得到有效控制，产生的生活废物得到有效处理，产生的噪声对周围声环境影响极小，符合环境保护法规标准的要求。

本项目属《产业结构调整指导目录（2024年本）》中“鼓励类——四十二、环境保护与资源节约综合利用——6、危险废弃物处置（放射性废物）”项目，符合国家的产业政策，不属于限制类和淘汰类。

## 4、生态环境保护规划符合性

根据《台山市生态环境保护“十四五”规划》，“十四五”期间要加强固体废物安全处理处置，持续推进重金属和危险化学品风险管控。本项目位于台山核电厂厂区内，满足《台山市生态环境保护“十四五”规划》指标和主要目标的要求，且符合“加强固体废物安全处理处置”等主要任务的要求。因此，本项目符合当地的生态环境保护规划。

## 二、建设项目工程分析

建设内容	<p><b>1 建设目的和必要性</b></p> <p>台山核电厂采用欧洲先进压水堆技术路线（EPR），选用 14 英尺加长型 AFA3GLE 燃料组件，单台机组容量为 175 万千瓦，是中法两国目前最大的能源合作项目。台山核电厂单机组乏燃料水池设计贮存容量为 1210 组乏燃料组件。受前期燃料可靠性和燃料管理方案优化调整的影响，两台机组乏燃料贮存水池将提前满容，预计 1 号机组乏燃料贮存水池 2028 年 8 月满容，2 号机组乏燃料贮存水池 2030 年 12 月满容，如果乏燃料组件不能及时离堆处置，存在乏燃料贮存水池满容无法倒料使机组停运的风险。为满足国际核保障监督限制要求，台山核电厂乏燃料需外运至国家乏燃料后处理厂贮存和处置，由于采用加长型核燃料组件，当前国内暂无配套的后处理设施消纳。参考国内外核电厂的良好实践，乏燃料干法贮存是解决台山核电厂乏燃料离堆问题的最有效途径。</p> <p><b>2 建设地点、规模及规划</b></p> <p><b>2.1 建设地点</b></p> <p>台山核电厂位于广东省江门市台山市赤溪镇钦头村东北方约 4.6km 处。厂址 NNW 方位距台山市区约 43km，ENE 方位距珠海市区约 73km，ENE 方位距澳门特别行政区约 67km，东南濒临腰古湾，北侧和西侧为山地丘陵，属江门市下辖台山市赤溪镇管辖。台山核电厂厂址地理位置见附图 1。</p> <p>本项目是台山核电厂增设的乏燃料干法贮存设施，包含乏燃料倒运设施和贮存设施两部分，属于核电厂辅助系统。乏燃料倒运设施厂址位于台山核电厂 1#、2#机组现有保护区以内。</p> <p><b>2.2 建设规模及规划</b></p> <p>本项目建设满足台山核电厂 1、2 号两台机组 15 年的乏燃料贮存需求。本项目建设子项包含倒运设施和贮存设施。贮存设施设计寿命 50 年。</p> <p>本项目倒运设施用地位于 1、2 号机组控制区范围内，贮存设施用地在台山核电海域使用权证范围内，建设单位正在办理海域权证转为土地不动产权证。</p> <p><b>3 总平面布置和工程组成</b></p> <p><b>3.1 平面布置</b></p> <p>根据本项目的工程特点，结合台山核电厂的总体规划及土地利用情况，项目拟建主体子项工程包含倒运设施和贮存设施。倒运设施规划位置位于 1、2 号机组保护区范围以内，</p>
------	---

贮存设施规划位置位于电厂同时扩建的保护区范围内。

贮存设施包含干法贮存设施区、操作准备和设备存放厂房，各子项建筑之间的距离满足运输、消防、建筑设计防火等方面的要求。沿地块东北侧设置出入口，主要为物流通道以及人员的日常通行使用。

### 3.2 厂内交通

根据倒运设施功能的要求，乏燃料转运的具体运输方式包括以下三类：

#### (1) 乏燃料厂内倒运：从台山核电燃料厂房→倒运设施厂房

利用适配的乏燃料倒运容器，通过与燃料厂房装载井底部贯穿件结构对接，完成乏燃料组件装载后，通过电厂已规划的导轨运输牵引车将乏燃料倒运容器运送至倒运厂房。

根据台山核电厂总体规划，已预留导轨运输牵引车辆所需轨道，轨道直接与台山核电厂1号、2号机组燃料厂房延伸出的轨道连接。

#### (2) 乏燃料转运及贮存：倒运设施厂房→贮存设施厂房

根据乏燃料干法贮存转运需求，可在对所经桥涵加固后，利用现有道路实现乏燃料贮存容器的转运。乏燃料转运所经路线、道路结构形式分为重型路和轻型路，均为混凝土路面结构，地下构筑物荷载标准按最大重车荷载考虑，可承受乏燃料转运车辆的压力。

#### (3) 乏燃料回取外运：倒运设施厂房→贮存设施厂房或直接外运

根据我国闭式燃料循环策略，当乏燃料组件完成中间贮存后，需要最终回取外运至后处理设施进行处理。

根据台山核电厂现场的道路规划，乏燃料外运主要通过核电进厂公路进行运输。核电厂进厂公路是对外联系的主要通道及工程建设专用通道。初步判断，路线满足乏燃料外运的需求。

## 4 主要工艺、生产设施及设施参数

### 4.1 主要工艺

#### 4.1.1 倒运设施

本项目采用中间倒运技术方案，该工艺技术方案按照原装载井底部贯穿件的接口配置倒运容器，通过倒运容器与贯穿件对接，然后将12组燃料组件从乏燃料水池通过装载井和贯穿件装载至倒运容器内，最后对倒运容器填充惰性气体和密封等操作后转运至倒运设施。

倒运设施接收倒运容器后，将乏燃料组件从倒运容器全部取出装载至倒运水池格架内。再将乏燃料贮罐放入转运容器后吊装至倒运设施装载井内，通过乏燃料吊车将乏燃料组件装入乏燃料贮罐内。然后，将转运容器吊至准备井进行排水、焊接密封、抽真空干燥及惰

性气体回填等操作。

随后将转运容器（内含乏燃料贮罐）吊装至转运拖车上，通过转运拖车将转运容器运送至乏燃料贮存设施。

乏燃料组件回取工艺流程主要包括转运容器翻转就位、乏燃料贮罐顶部钻孔、乏燃料贮罐内气体取样、充水排气降温降压、切割乏燃料贮罐盖板、移除盖板、吊装乏燃料组件。

倒运设施内建有倒运水池、装载井、准备井、乏燃料容器转运车轨道以及吊车轨道等，主要设备包括倒运容器、乏燃料容器吊车、倒运水池乏燃料操作吊车、倒运水池格架和能耗测量装置等，并配置冷却、通风、电力、消防、通信和报警、辐射监测和实体保卫等辅助系统。

#### 4.1.2 贮存设施

贮存设施主要用于接收倒运设施内完成乏燃料倒运换装的大容量乏燃料贮存容器，并对其进行长期贮存。

在乏燃料贮罐转运至贮存设施厂房前，需要提前在乏燃料贮存设施厂房内完成容器接收前准备，包括：场地清理、卧式混凝土模块门洞盖板拆卸、模块内异物检查及清理、辅助工器具配置就位等。随后将转运容器（内含乏燃料贮罐）移入乏燃料贮存设施厂房，完成容器接收后，通过转运拖车与双层抬升及定位装置对接，将转运容器（含液压推拉系统、转运托架）转移至装置上，利用装置将转运容器移至卧式混凝土模块附近，利用激光定位系统及水平经纬仪完成转运容器初始定位对中及最终对中后，将乏燃料贮罐从转运容器推入卧式混凝土模块内，期间乏燃料贮罐持续包覆在转运容器或卧式混凝土模块内，实现对乏燃料贮罐的辐射屏蔽，保证现场操作人员受照剂量尽可能少。完成乏燃料贮罐装载后，重新往卧式混凝土模块上安装门洞盖板，在模块进、出风口处安装温度监测仪表，在厂房内进行乏燃料长期贮存，贮存期间持续对厂房内放射性剂量水平及模块进、出风口处温度进行监测，并安排工作人员定期巡检，确保乏燃料贮存系统温度不超过设计限值。

贮存过程中，余热排出、临界控制、放射性包容及辐射屏蔽等安全功能主要由乏燃料贮罐及卧式混凝土模块承担，贮存设施厂房本身不承担安全功能，仅起到辐射屏蔽及环境遮蔽的作用。

经过长期贮存后，可将乏燃料贮罐从卧式混凝土模块中取出并进行外运。乏燃料组件外运工艺流程主要包括运输容器翻转就位、厂内水平转运、转运拖车定位、运输容器与卧式混凝土贮存模块对接、贮罐取出并在运输容器内部就位、运输容器密封泄漏检查、安装减震器，准备场外运输。

乏燃料贮存设施分为干法贮存设施区（HKA）以及操作准备和设备存放厂房（HKM）两部分。

	<p>干法贮存设施区主要存放卧式混凝土贮存模块，可用于长期贮存乏燃料贮罐并提供温度监控、辐射水平监测以及视频监控。区域周边配置混凝土挡板，用于贮存区域的辐射屏蔽，不执行安全功能；贮存区域顶部不设厂房顶盖，贮存结构及区域内相关设备露天存放。</p> <p>操作准备和设备存放厂房主要用于空载乏燃料贮罐、倒运容器、转运容器、配套吊具及吊索、转运车、液压翻转装置、液压推拉装置、自动焊接机及切割机等设备存放及检修，也可用作贮存操作前乏燃料贮罐与转运容器装配操作及检查。厂房内设备存放区域配置机械通风，还配置卫生间、通风机房、蓄电池间、会议室等功能间，满足人员日常巡检、办公以及培训等需求。</p> <p>贮存设施两个厂房内主要设备包括：乏燃料贮罐、转运容器、卧式混凝土模块、厂房吊车、容器转运车等，并配置通风、电力、消防、通信和报警、辐射监测和实体保卫等辅助系统。</p> <p>乏燃料贮存主要操作为：在完成乏燃料装载后，通过水平转运车完成对乏燃料的厂内转运，在乏燃料贮存设施内将转运容器（含乏燃料贮罐）从转运车移至双层抬升及定位装置上，通过抬升及定位装置及配套定位设备和动力设备将乏燃料贮罐推入指定混凝土模块内就位。贮存区域内配置温度监测、辐射剂量监测系统对乏燃料贮存模块持续监测。</p> <p><b>4.2 主要生产设施及设施参数</b></p> <p>倒运设施主要包括倒运水池燃料操作吊车、乏燃料容器吊车、水下燃料贮存格架、乏燃料组件抓具等，贮存设施主要包括乏燃料贮罐、转运容器、卧式混凝土贮存模块等。</p> <p><b>5 劳动定员及工作制度</b></p> <p>本项目属于台山核电厂技术改造配套设施，所有劳动作业组织和活动必须严格遵循核电厂生产运行、实体保卫、安全管理、应急等要求执行。</p> <p>本项目直接参与乏燃料干式贮存运行的人数为 35 人。本项目现场实际工作时间约 8h/d，白班，装料期间 24 小时倒班，每天 3 班。预计乏燃料装载转运至倒运设施厂房 10~11 次，贮存工艺操作每年装载 3~4 罐，每次装载 1~2 罐，每次装载时间约为 1~1.5 个月(包括各项准备活动)；倒运设施和贮存设施通过集控室日常监控，同时辅助日常巡检。</p>
<p>工艺流程和产排污环</p>	<p><b>1 施工期</b></p> <p>本项目属于台山核电厂内配套技术改造项目，主要进行厂房修建和道路改造。工程施工过程产生的主要污染项为噪声、施工扬尘、施工废弃物、施工生产废水以及施工人员产生的生活污水和生活垃圾。</p> <p><b>2 运营期</b></p>

节

## 2.1 工艺流程

本项目倒运设施主要包括倒运设施冷却和净化系统（BTR）、倒运设施通风空调系统（DWU）、倒运设施放射性废液收集系统（BPE）、倒运设施放射性固体废物收集系统（BES）四个系统。

贮存设施乏燃料贮存区域主要存放卧式混凝土贮存模块，贮存区域顶部不设厂房顶盖，贮存结构以及区域内相关设备露天存放。贮存设施不产生气液态放射性流出物以及放射性固体废物。以下描述贮存操作准备和设备贮存厂房通风空调系统。

操作准备和设备贮存厂房主要用于空载乏燃料贮罐、倒运容器、转运容器、配套吊具及吊索、转运车、液压翻转装置、液压推拉装置、容器顶盖、自动焊接机及切割机等设备存放及检修，同时用于贮存操作前乏燃料贮罐与转运容器装配操作及检查。

厂房内设备存放区域配置机械通风，并维持厂房微负压。

## 2.2 产排污环节

本项目产排污环节主要为倒运设施产生的气液态流出物、放射性固体废物，以及贮存设施对周围环境的直接照射影响。

另外，本项目运行将产生一定量的生活废物，以及乏燃料贮存区向大气环境的排热和车辆运输、吊车装载、通风系统运行一定的噪声排放。

### 2.2.1 气液态流出物、放射性固体废物

本项目倒运设施功率运行期间气态放射性核素向环境释放的途径主要是：通过厂房通风系统向环境释放。

倒运设施大气中放射性核素主要来自于厂房中开放水面的蒸发，开放水面包括：倒运水池、准备井和装载井，保守假设这部分蒸发到空气中的放射性核素全部进入通风系统排放到环境中，计算中不考虑放射性核素在厂房滞留期间衰变。计算得到的本项目倒运设施功率运行期间气载放射性流出物极低。

基于 BPE 系统废液活度浓度和年废液量，考虑台山核电 1、2 号机组工艺处理能力，计算得到的本项目年液态排放量极低。

本项目倒运设施产生的放射性固体废物在台山核电厂经处理后，先在厂内暂存一段时间，根据台山核电 1、2 号机组的安排，运输到国家低放固体废物处置场进行处置。

### 2.2.2 辐射照射

乏燃料内的放射性核素对外界环境产生辐射照射影响，本项目进行辐射防护分区划分。辐射工作场所分区能够有效地控制正常照射、防止放射性污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围，以便于辐射防护管理和职业照射控制，使工作人员的受照剂量在运行状态下可合理达到的尽量低，在事故工况下低于剂量限值。

根据 GB 18871-2002 的规定要求，将辐射工作场所分为控制区和监督区。控制区再根据辐射强度进一步划分子区。

### **2.2.3 生活废物**

本项目属于台山核电厂配套设施，运行期间工作人员产生一定量的生活垃圾和生活污水，生活垃圾产生量约 0.5kg/人·天，生活污水产生量约 150L/人·天。生活垃圾和生活污水纳入全厂统一管理，其中生活垃圾由核电厂环卫部门定期收集处理，生活污水由生活污水处理站进行处理，处理后的生活污水满足污水排放标准后排放。

### **2.2.4 贮存设施模块散热**

本项目贮存设施采用卧式混凝土模块贮存乏燃料组件，卧式混凝土模块系统显著特征是乏燃料的衰变热导出和扩散不需要动力设备，直接通过辐射、自然对流将衰变热从乏燃料组件扩散到乏燃料贮罐，再从乏燃料贮罐扩散到周围空气环境中。

### **2.2.5 噪声排放**

本项目倒运容器厂内倒运过程、转运容器（内含乏燃料贮罐）吊装过程以及厂房通风系统运行产生一定的噪声排放。运输和吊装过程时间不长，作业源强一般约 70~75dB（A），通风系统排风机噪声源项一般约 75dB（A），排风机连续运行。

与项目有关的原有环境污染问题

台山核电厂 1 号、2 号机组分别于 2018 年 12 月、2019 年 9 月并网发电，根据台山核电厂运行以来逐年气液态流出物排放量与《关于台山核电厂 1、2 号机组环境影响报告书（运行阶段）的批复》（环审[2018]4 号）的批复值的比较情况，台山核电厂运行以来年度气液态流出物排放量均在批复的排放量以下，具有足够裕量，气液态流出物均处于受控下排放。

### 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	<p><b>1、大气环境</b></p> <p>根据《2023年江门市生态环境质量状况公报》，2023年度江门市空气质量较去年同比有所改善，综合指数改善4.7%；空气质量优良天数比率为85.8%，同比上升3.9个百分点，其中优天数比率为46.3%（169天），良天数比率为39.5%（144天），轻度污染天数比例为12.6%（46天）、中度污染天数比例为1.1%（4天）、重度污染天数比例为0.5%（2天），无严重污染天气。首要污染物为臭氧，其作为每日首要污染物的天数比例为72.3%，NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>及PM<sub>2.5</sub>作为首要污染物的天数比率分别为12.9%、10.4%、4.4%。PM<sub>2.5</sub>平均浓度为22μg/m<sup>3</sup>，同比上升10.0%；PM<sub>10</sub>平均浓度为41μg/m<sup>3</sup>，同比上升2.5%；SO<sub>2</sub>平均浓度为6μg/m<sup>3</sup>，同比下降14.3%；NO<sub>2</sub>平均浓度为25μg/m<sup>3</sup>，同比下降7.4%，CO日均值第95百分位浓度平均为0.9mg/m<sup>3</sup>，同比下降10.0%；O<sub>3</sub>日最大8小时平均第90百分位浓度平均为172μg/m<sup>3</sup>，同比下降11.3%，为首要污染物。江门市空气质量综合指数在全国168个重点城市中排名前20位左右。</p> <p>2024年4月9日至16日，深圳市惠利权环境检测有限公司（CMA证书号：202319122787）对台山核电厂址周边区域空气质量进行监测。监测结果表明，厂址所在地、黄茅田村、钦头村以及核电生活区这四个区域所有监测因子均符合《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）及修改单中的二级标准。</p> <p>台山核电厂厂址区域属亚热带低纬度地区，受海洋性季风影响，气候特征是温暖多雨。常年气候温暖，冬无严寒，夏无酷暑；雨量充沛，但分布很不均匀，有干、湿季之分，日照充沛。厂址温、光、水条件均十分优越。台山核电气象塔梯度观测系统和厂址厂址地面气象站自2007年8月即建成投入运行。</p>
	<p><b>2、地表水环境</b></p> <p>根据《2023年江门市生态环境质量状况公报》，2023年江门市地表水环境质量如下：</p> <p>（1）城市集中式饮用水源</p> <p>江门市区2个城市集中式饮用水源地水质优良，保持稳定，水质达标率100%。9个县级以上集中式饮用水源地（包括台山的北峰山水库群，开平的大沙河水库、龙山水库、南楼备用水源地，鹤山的西江坡山，恩平的锦江水库、江南干渠等）水质优良，达标率100%。</p> <p>（2）主要河流</p>

西江干流、西海水道水质优，符合Ⅱ类水质标准。江门河水质优，符合Ⅱ类水质标准；潭江上游水质优，符合Ⅱ类水质标准，中游水质良，符合Ⅲ类水质标准，下游水质良好，符合Ⅲ类水质标准；潭江入海口水质优。

15个地表水国考、省考断面水质优良比例100%。

#### (3) 跨地级市界河流

西江干流下东、磨刀门水道六沙及布洲等三个跨地级市河流交接断面水质优良。

#### (4) 入海河流

潭江苍山渡口、大隆洞河广发大桥、海宴河花田平台、那扶河镇海湾大桥等4个入海河流监测断面年度水质均达到相应水质目标要求。

台山核电厂制定了环境监测大纲对受纳海域开展水质监测。根据监测结果，2023年台山核电厂排水周边区域所有监测点位取样时段的pH、COD、BOD<sub>5</sub>、石油类、溶解氧指标均满足《海水水质标准》（GB 3097-1997）中三类水质标准。此外，第4季度个别点位活性磷酸盐含量超出三类水质标准，这是因为上游珠江口工业排放造成台山核电附近海域氨氮、活性磷酸盐超标。

### 3、声环境

根据《2023年江门市生态环境质量状况公报》，江门市区昼间区域环境噪声等效声级平均值59.0dB（A），优于国家声环境功能区2类区（居住、商业、工业混杂）昼间标准；道路交通干线两侧昼间噪声质量处于较好水平，等效声级为68.6dB（A），符合国家声环境功能区4类区昼间标准（城市交通干线两侧区域）。

2024年4月9日~11日，苏州热工研究院有限公司环境检测中心对台山核电厂址及周边区域声环境质量现状进行监测。监测表明，本项目周边声环境质量现状均能满足其相应的声环境功能区噪声限值标准，声环境质量现状良好。

### 4、生态环境

《江门市“三线一单”生态环境分区管控方案（修订）》划定了江门市及台山市环境管控单元，环境管控单元分为优先保护、重点管控和一般管控单元三类。其中共划定陆域环境管控单元77个，划定海域环境管控单元46个。

台山核电厂址半径10km陆域范围内有台山市赤溪曹峰山县级自然保护区，厂址半径15km海域范围内有江门中华白海豚省级自然保护区。

曹峰山县级自然保护区位于台山市东南部，保护区共涉及赤溪镇7个行政村，总面积9459ha，赤溪曹峰山县级自然保护区是具有一定代表性、典型性和完整性的生物群落

与非生物环境所组成的南亚热带季风常绿阔叶林生态系统，距离台山厂址西北方位最近约200m。

江门中华白海豚省级自然保护区位于大襟岛周边海域，面积为107.477km<sup>2</sup>，其中核心区42.358km<sup>2</sup>、缓冲区25.801km<sup>2</sup>、实验区39.318km<sup>2</sup>，保护区边缘距台山核电厂址约6km。

### 5、电磁辐射

根据《2023年江门市生态环境质量状况公报》，2023年江门市电磁辐射环境水平总体保持稳定。

苏州热工研究院有限公司环境检测中心于2024年4月10日对台山核电厂址区域的电磁环境进行了监测。监测结果均满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中电场强度4000V/m、磁感应强度100μT的公众曝露控制限值要求。

### 6、地下水、土壤环境

根据厂址水文地质勘察，台山核电厂址附近区域以分水岭和地表径流为界，可分为I~V五个水文地质单元。水文地质单元I<sub>1</sub>和I<sub>2</sub>以及I<sub>3</sub>水文地质单元之间，主厂区所在的水文地质单元II<sub>1</sub>和II<sub>2</sub>以及II<sub>3</sub>之间均以山脊连线（补给边界）或河流（排泄边界）为界，在各自独立分区内接受大气降水的补给，沿基岩裂隙或土体孔隙内径流，最终均汇入黄茅海，相互之间互不影响，无水力联系。

厂址近区域地下水主要分两种类型：第四系松散岩类孔隙水和基岩裂隙水。基岩裂隙水主要赋存于丘陵区，第四系松散岩类孔隙水主要赋存于海岸地貌区和人工地貌区，丘陵区地势高于海岸地貌区及人工地貌，受地形控制，基岩裂隙水侧向补给第四系松散岩类孔隙水。

厂址附近的水资源开发利用的程度较低，厂址附近地区地下水量小，无工业用水，地下水主要用于农田灌溉及少部分居民生活。

本区域的低、中海拔目前受到较严重的人为活动影响，将原生林地改造为经济林或其他用地，部分地表裸露，雨季的土壤流失严重；在高海拔区域保留较多原生森林、灌丛等，在裸露石壁周边也发育有较稳定的灌草群落，雨季的水土流失小。

### 7、社会环境

#### （1）人口分布

台山核电厂半径80km范围内总人口数为7129468人，评价区内人口密度为355人/km<sup>2</sup>，陆域面积约占总评价区域的46%，按陆域面积计算，评价区内人口密度为771人

<p>/km<sup>2</sup>，高于广东省同期（2022年）平均人口密度704人/km<sup>2</sup>。台山核电厂半径80km范围内，城镇人口超过10万人的城镇有16个。其中，距厂址最近的10万人以上人口中心为台山市台城街道，位于NNW方位约40.3km处，2022年底有城镇人口183308人，10万人以上人口中心最大的人口中心是厂址ENE方位约63.2km处的澳门特别行政区，2022年底有城镇人口672800人。</p> <p>厂址半径15km范围内共有赤溪镇的12个行政村，斗山镇1个行政村以及都斛镇的5个行政村，有人口52666人，按陆域面积计算，平均人口密度为201人/km<sup>2</sup>。厂址半径15km范围内人口最多的居民点是厂址NW方位10.4km处的田头村，有人口5551人。距离厂址最近的行政村是厂址SW方位7.3km处的铜鼓村，有人口3144人。</p> <p>台山核电厂厂址半径5km范围内目前仅有1个自然村，为赤溪镇的钦头村，位于1号机组SW方位4.6km，有698人，按陆域面积计算，平均人口密度为14人/km<sup>2</sup>。</p> <p>（2）农业、畜牧业、林业、矿业</p> <p>台山核电厂为滨海厂址，评价区范围内约一半面积为海域，陆地部分多为丘陵山地，并且随着厂址周围各镇经济技术开发区建设规模的不断扩大，耕地数量逐渐减少。厂址所在赤溪镇土地总面积418605亩，其中总耕地面积31853亩、林业用地面积252030亩。</p> <p>厂址周围地区粮食作物为一年三熟。粮食作物品种主要有稻谷、小麦、玉米、大豆和薯类。蔬菜作物主要为白菜、菠菜、芹菜、韭菜、茄子等。油料作物主要是花生和少量的芝麻。水果品种较多，有香蕉、柑、桔、橙、荔枝、龙眼等。离厂址最近的农田为龙颈村农田，主要种植稻谷、薯类、油料作物等。台山核电厂址附近无大片农场、牧场，也无奶牛场和奶羊场。</p> <p>厂址周围地区的畜牧业以圈养为主、放牧为辅，饲养种类主要是猪、牛、羊、兔和鸡、鸭等家禽。猪和家禽主要为家庭式饲养，是厂址地区周围绝大多数农户的副业。大牧畜以水牛、黄牛为主，多为役畜，评价区基本无奶牛饲养。</p> <p>台山市在北回归线以南，夏不酷热，冬无严寒，阳光充足，雨量充沛，适宜林业生产，且中低丘陵遍布境内，宜林面积达161000ha，占全市陆地总面积的52.6%。其中海拔500m以上的山地有3820ha，海拔300m至500m的山地有16813ha，海拔300m以下的山地有140393ha。2022年，台山市森林总面积154610ha，林业用地156140ha，森林覆盖率约47%，林木绿化率约49%。</p> <p>台山资源丰富。历史上曾有过金、锡、铁采炼，现已探明矿藏有26种，其中石灰石、花岗岩、硅砂（玻璃砂）、石英石、水晶、绿柱石、煤矿、锡矿、钨、金矿、黄铁矿等，储量大，开采价值较高。</p>
---

	<p>台山市的矿产资源以非金属矿为主，除建材矿产外，多为小型矿床和矿点。非金属矿产主要有：石灰石、花岗岩、硅砂（玻璃砂）、石英石、水晶、绿柱石和煤矿。金属矿产主要有锡矿、钨矿、金矿和黄铁矿。</p> <p>(3) 公共设施</p> <p>厂址半径 10km 范围内有幼儿园 2 所，中小学 3 所。厂址附近的各乡镇没有大的医院、疗养院、敬老院。一般行政村有卫生所，社区有卫生服务站，镇区有中心卫生院。距离厂址最近的中心卫生院为台山市赤溪镇卫生院，位于厂址 NW 方位约 10.5km 处，有医护人员 81 人，病床 35 张。此外，台山核电厂半径 10km 范围内没有监狱和大型文化设施。</p> <p>厂址半径15km范围内主要的风景游览区为黑沙湾旅游区和海角城旅游度假中心，分别位于厂址SW方位7.0km处和厂址WSW方位10.0km处，每年约有40~50万人次的游客，主要集中在夏季，高峰日游客可达8000人次。</p> <p><b>8、辐射环境</b></p> <p>根据《2023年江门市生态环境质量状况公报》，全市辐射环境质量总体良好，核设施周围环境电离辐射水平总体未见异常。</p> <p>根据《台山核电厂2023年度环境监测报告》，台山核电厂陆域和海域辐射环境监测结果整体处于本底监测涨落水平，未见异常。</p>
<p>环境 保护 目标</p>	<p><b>1.大气环境</b></p> <p>台山核电厂界外 500m 范围内涉及的大气环境保护目标为台山曹峰山地方级自然保护区，根据《江门市人民政府办公室关于印发江门市环境空气质量功能区划调整方案（2024 年修订）的通知》（江府办函[2024]25 号），台山曹峰山地方级自然保护区划分为一类环境空气质量功能区（一类区），执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）一级浓度限值，保护区距台山核电厂界约 200m，见附图 2。</p> <p><b>2.声环境</b></p> <p>台山核电厂界外 50m 范围内无声环境保护目标，最近的环境保护目标为台山曹峰山地方级自然保护区，距核电厂界约 200m。根据《江门市声功能区划》（江环[2019]378 号），台山曹峰山地方级自然保护区为 1 类声环境功能区。</p> <p><b>3.地下水环境</b></p> <p>台山核电厂界外 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</p>

	<p>特殊地下水资源。</p> <p><b>4.生态环境</b></p> <p>本项目用地范围内无生态环境保护目标，台山核电北侧厂界约 200m 范围有台山曹峰山地方级自然保护区生态环境保护目标。</p>
<p>污染 排放 控制 标准</p>	<p><b>1 相关法律法规</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— 中华人民共和国环境保护法（自 2015 年 1 月 1 日起施行）</li> <li>— 中华人民共和国核安全法（自 2018 年 1 月 1 日起施行）</li> <li>— 中华人民共和国环境影响评价法（2018 年 12 月 29 日修正）</li> <li>— 中华人民共和国放射性污染防治法（自 2003 年 10 月 1 日起施行）</li> <li>— 中华人民共和国大气污染防治法（2018 年 10 月 26 日修正）</li> <li>— 中华人民共和国水污染防治法（2017 年 6 月 27 日修正）</li> <li>— 中华人民共和国噪声污染防治法（自 2022 年 6 月 5 日起施行）</li> <li>— 中华人民共和国固体废物污染环境防治法（自 2020 年 9 月 1 日起施行）</li> <li>— 建设项目环境保护管理条例（自 2017 年 10 月 1 日起施行）</li> <li>— 放射性物品运输安全管理条例（自 2010 年 1 月 1 日起施行）</li> <li>— 放射性废物安全管理条例（自 2012 年 3 月 1 日起施行）</li> <li>— 建设项目环境影响评价分类管理名录（自 2021 年 1 月 1 日起施行）</li> <li>— 国家危险废物名录（2025 年版，自 2025 年 1 月 1 日起施行）</li> <li>— 放射性固体废物贮存和处置许可管理办法（2019 年 8 月 22 日修正）</li> <li>— 放射性物品运输安全许可管理办法（2021 年 1 月 4 日修正）</li> <li>— 放射性废物安全监督管理规定（HAF401，1997 年 1 月）</li> <li>— 核电厂内乏燃料干法贮存系统核安全监管要求（试行）（国核安发[2015]281 号）</li> </ul> <p><b>2 导则与标准</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— 电离辐射防护与辐射源安全基本标准（GB18871-2002）</li> <li>— 核动力厂环境辐射防护规定（GB6249-2011）</li> <li>— 放射性废物管理规定（GB14500-2002）</li> <li>— 放射性物品安全运输规程（GB11806-2019）</li> <li>— 环境空气质量标准（GB3095-2012，2018 年修订）</li> <li>— 声环境质量标准（GB3096-2008）</li> </ul>

- 工业企业厂界环境噪声排放标准（GB12348-2008）
- 建筑施工场界环境噪声排放标准（GB12523-2011）
- 建设项目环境影响评价技术导则 总纲（HJ2.1-2016）
- 环境影响评价技术导则 大气环境（HJ2.2-2018）
- 环境影响评价技术导则 地表水环境（HJ 2.3-2018）
- 环境影响评价技术导则 声环境（HJ2.4-2021）
- 环境影响评价技术导则 生态影响（HJ19-2022）
- 建设项目环境风险评价技术导则（HJ169-2018）
- 危险废物贮存污染控制标准（GB18597-2023）
- 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准（GB18599-2020）
- 压水堆核动力厂厂内辐射分区设计准则（NB/T 20185-2012）

### 3 地方法规和标准

- 广东省环境保护条例（2022年11月30日修正）
- 广东省民用核设施核事故预防和应急管理条例（2024年9月1日修正）
- 广东省固体废物污染环境防治条例（2022年11月30日修正）
- 广东省水污染防治条例（2021年9月29日修正）
- 广东省大气污染防治条例（2022年11月30日修正）
- 广东省水污染物排放限值（DB44/26-2001）
- 广东省大气污染物排放限值（DB44/27-2001）

### 4 辐射排放标准

本项目运行期间排放少量气载放射性流出物和液态流出物，作为改造工程其排放量纳入台山核电厂1、2号机组排放量限值，即执行环审[2018]4号的批复值。本项目与台山核电1、2号机组向环境释放的放射性流出物对公众所造成年有效剂量执行经批复的《台山核电厂1、2号机组环境影响报告书(运行阶段)(A2版)》要求，即不超过0.12mSv/a的剂量管理目标值。

本项目运行期间产生的放射性废液通过管道排向台山核电1、2号机组的核岛废液监测与排放系统（TEK）管道，进入台山核电厂放射性废物处理厂房（HQB）的TEK系统对应的废液收集罐，然后再进行排放。TEK系统槽式排放出口处的放射性流出物中除氚和碳14外其它放射性核素浓度执行标准为不超过1000Bq/L。

本项目辐射屏蔽设计的剂量率控制如下：

- 倒运设施厂房边界的剂量率 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ ；

- 贮存设施厂房边界的剂量率： $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ ；
- 贮存设施厂房围栏外非辐射工作场所： $\leq 0.5\mu\text{Sv/h}$ ；
- 贮存模块的表面剂量率： $< 1\text{mSv/h}$ ；
- 转运容器的表面剂量率：外表面任意一点最高辐射水平一般不超过  $2\text{mSv/h}$ （最大不超过  $10\text{mSv/h}$ ）。事故工况下转运容器货包外表面 1 米处最高辐射水平不超过  $10\text{mSv/h}$ 。

事故工况执行与台山核电 1、2 号机组相同的剂量控制值，即根据《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）7.2 款规定：

- 发生一次稀有事故时，非居住区边界上公众在事故后 2h 内以及规划限制区外边界上公众在整个事故持续时间内可能受到的有效剂量应控制在  $5\text{mSv}$  以下，甲状腺当量剂量应控制在  $50\text{mSv}$  以下；
- 发生一次极限事故时，非居住区边界上公众在事故后 2h 内以及规划限制区外边界上公众在整个事故持续时间内可能受到的有效剂量应控制在  $0.1\text{Sv}$  以下，甲状腺当量剂量应控制在  $1\text{Sv}$  以下。

## 5 非辐射排放标准

本项目非辐射排放标准执行厂址统一标准。

### （1）大气污染物排放标准

本项目运行期无大气污染物排放，施工期大气污染物排放执行广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB 44/27-2001）中的第二时段无组织排放限值要求。

### （2）生活污水排放标准

本项目运行期间的生活污水纳入台山核电生活污水处理站统一处理，经处理后排放执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中的一级 A 标准。

### （3）噪声排放标准

施工期间的场界噪声排放执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中的限值，即：昼间  $70\text{dB}(\text{A})$ 、夜间  $55\text{dB}(\text{A})$ 。

运行期间厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 3 类限值，即昼间  $65\text{dB}(\text{A})$ ；夜间  $55\text{dB}(\text{A})$ 。

总量 控制 指标	<p>本项目运行期排放少量气载放射性流出物和液态流出物，本项目与台山核电 1、2 号机组放射性流出物排放量限值执行《关于台山核电厂 1、2 号机组环境影响报告书（运行阶段）的批复》（环审[2018]4 号）的批复值。</p>
----------------	--

## 四、主要环境影响和保护措施

施工  
期环  
境保  
护措  
施

本项目属于台山核电厂内配套工程技术改造项目，主要进行厂房修建和道路改造。工程施工过程产生的主要污染物为噪声、施工扬尘、施工废弃物、施工生产废水以及施工人员产生的生活污水和生活垃圾。

本项目施工阶段采取如下污染防治措施，将施工期的影响控制在厂区内局部区域，并尽量减小对周围环境的影响。

### 1.大气环境防治措施分析

本项目在施工期需进行脚手架搭建、混凝土浇注等作业，各种施工将产生地面扬尘，另外机械和运输车辆作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染采取以下措施：

- 1) 及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；
- 2) 车辆在运输建筑材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途洒落；
- 3) 施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘。

采取适当的环境保护措施后，厂界满足标准《大气污染物排放限值》(DB 44/27-2001)中的第二时段无组织排放限值要求，同时施工过程中扬尘对大气环境的影响是局部的和暂时的，对环境的影响是可以接受的。

### 2.噪声环境防治措施分析

整个建筑施工阶段，如混凝土搅拌机、载重车辆等机械作业在运行中都将产生不同程度的噪声，对周围声环境造成一定的影响。本项目施工期间噪声控制措施主要如下：

- 1) 加强施工机械的维修保养，缩短维修保养周期，确保机械设备处于完好的技术状态；
- 2) 车辆噪声采取保持车辆状态完好和适当减低车速的方法进行控制；
- 3) 从声源上降低噪声。尽量选用低噪声设备和工艺，尽量选用环保型机械设备。

通过采取适当有效的措施，可以有效降低施工噪声对环境的影响，满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)要求。由于施工是阶段性的，大型机械集中在施工初期，其影响时间短，施工完毕，噪声也即消失。本项目在核电站内施工，最近的居民点为1号机组SW方位4.6km的软头村，不会出现扰民现象，也不会影响厂区北侧曹峰山自然保护区的声环境质量。

### 3.水环境防治措施分析

施工期生产废水：本项目土建产生的生产废水较少，土建生产废水在收集沉淀池沉淀

后，回用于项目建设消耗或绿化浇洒等。

倒运设施在调试期间使用极少量化学药剂，调试废水排入台山核电 1、2 号机组正在改造的非放工业废水收集管网，统一进入工业废水处理站进行达标排放。

施工期生活污水：施工期间产生的生活污水直接利用周边厂房，排入厂区已有的生活污水处理站处理及排放。

因此，施工期间对水环境的影响很小，且是局部暂时的。

#### **4.固废污染防治措施分析**

施工期间，产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，将指定承包单位负责建筑垃圾的收集、堆放和外运，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落。施工期产生的生活垃圾纳入电厂管理，由核电厂环卫部门处理。施工过程产生少量危险废物如废油漆、废涂料及其包装桶暂存于临建区危险废物暂存点，最终由工业固废承包商委托有资质的厂家处理。

综上，施工期间对周围环境的大气、噪声有轻微影响，但其影响范围仅限于厂区局部区域，对厂界外的环境质量无影响。施工期间产生的废水和固体废弃物妥善处置，对周围环境没有影响。

运营 期环 境影 响和 保护 措施	<p><b>1 运营期辐射环境影响评价</b></p> <p><b>1.1 正常运行辐射影响评价</b></p> <p>(1) 流出物辐射影响评价</p> <p>本项目运行期间倒运设施产生少量的放射性废气和废液，并向环境排放少量的放射性气载和液态流出物，其中放射性气载流出物通过倒运设施顶部烟囱排入环境，烟囱标高31.1m。放射性废液通过管道排向台山核电1、2号机组的核岛废液监测与排放系统（TEK）管道，然后再进行排放。TEK系统槽式排放出口处的放射性流出物中除氚和碳14外其它放射性核素浓度执行标准为不超过1000Bq/L。本项目无氚的排放。</p> <p>本项目排放的气液态流出物排放量均远低于台山核电1、2号机组设计排放量、预期排放量以及环审[2018]4号批复限值，对台山核电1、2号机组的排放量影响可忽略，台山核电1、2号机组排放量限值仍执行环审[2018]4号的批复要求。同时，对公众的剂量影响结果不影响台山核电1、2号机组运行阶段环境影响报告书的评价结果，一般公众的最大个人剂量满足不超过0.12mSv/a的剂量管理目标值要求。</p> <p>(2) 辐射照射影响评价</p> <p>台山核电厂界外500m范围内无居民点分布，最近的居民点位于1号机组SW方位4.6km的软头村。本项目倒运设施和贮存设施对环境有辐射照射影响，贮存设施距核电厂界北侧约150m，北侧厂界外为山体，基本无人员活动，评价假定厂界处有公众偶尔短暂停留。倒运设施和贮存设施厂房边界处的剂量率控制值为2.5μSv/h，按剂量率控制值衰减至厂界约为1.1 E-04 μSv/h，远低于台山核电KRS系统固定点陆地γ辐射剂量率测量值，对厂界外公众的辐射照射影响可忽略。</p> <p><b>1.2 事故辐射环境影响评价</b></p> <p><b>1.2.1 设计基准事故</b></p> <p>本项目所采用的水下燃料贮存格架和乏燃料贮罐，在临界安全设计中采取了保证乏燃料组件的物理间距、配置固定式中子吸收体等控制手段和措施，确保贮存和装载的乏燃料组件保持次临界状态，不会发生临界事故。考虑的设计基准事故为乏燃料转运容器跌落事故，乏燃料转运容器跌落事故属于极限事故。本项目不考虑稀有事故。</p> <p>该事故可能存在两种情况：</p> <p>a) 对乏燃料转运容器在吊装口处跌落的情况，由于吊装高度不高于9m，且吊装口下方设计有减震层，此时转运容器能够保证其完整性，不会出现显著的放射性释放。</p> <p>b) 对容器在装载井和准备井跌落的情况，由于跌落高度超过9m，转运容器可能会破损，容器中的放射性核素存在向外释放的风险。</p>
----------------------------------	--

因此，本报告针对乏燃料转运容器在装载井和准备井跌落的情况进行事故源项分析。

本报告假设乏燃料转运容器在运输过程时不慎坠入装载井或准备井内，该容器内包含最大装载数量的乏燃料组件，假设所有燃料包壳全部损坏，燃料包壳间隙中的所有裂变产物瞬间全部释放到倒运设施厂房燃料操作大厅中，随后释放到环境大气。

### 1.2.2 事故评价

GB6249-2011 7.2 款规定，在发生一次极限事故时，非居住区边界上公众在事故后 2h 内以及规划限制区外边界上公众在整个事故持续时间内可能受到的有效剂量应控制在 0.1Sv 以下，甲状腺当量剂量应控制在 1Sv 以下。

设计基准事故放射性释放造成的剂量后果估算主要考虑事故期间起主要作用的三个照射途径：

- 烟云浸没外照射；
- 地面沉积外照射；
- 吸入内照射。

厂址事故大气弥散因子采用苏州热工研究院有限公司开发的 CEIRA 程序系统进行计算，气象数据采用厂址气象观测系统 2023 年 1 月~2023 年 12 月一整年逐时气象观测数据。事故大气弥散因子计算模型如下。

假设事故工况下放射性以地面源方式释入环境，采用高斯烟流轴浓度公式计算小时大气弥散因子。计算中考虑建筑物尾流效应。

惰性气体烟云浸没外照射剂量转换因子取自《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），碘烟云浸没外照射和地面沉积外照射剂量转换因子主要取自国际原子能机构（IAEA）19 号安全报告（2001）。吸入内照射有效剂量和甲状腺当量剂量转换因子主要取自国际辐射防护委员会（ICRP）71 号出版物。

干沉积速率取自联邦德国辐射防护委员会第十七卷出版物：对于粒子碘： $V_d=1.5\times 10^{-3}$  m/s；对于有机碘： $V_d=1\times 10^{-4}$  m/s；对于元素碘： $V_d=1\times 10^{-2}$  m/s。呼吸率取自美国核管理委员会管理导则 RG1.183：0~8h 时间段： $Br=3.5\times 10^{-4}$  m<sup>3</sup>/s；8~24h 时间段： $Br=1.8\times 10^{-4}$  m<sup>3</sup>/s；24~720h 时间段： $Br=2.3\times 10^{-4}$  m<sup>3</sup>/s。

根据事故源项、剂量计算模型、参数以及大气弥散因子结果，本项目倒运设施内乏燃料转运容器跌落事故对非居住区边界上公众造成的有效剂量和甲状腺剂量分别为 7.49E-04Sv 和 3.05E-04Sv，分别占 GB6249-2011 标准限值的 0.7%和 0.03%。乏燃料转运容器跌落事故对规划限制区边界上公众造成的有效剂量和甲状腺当量剂量分别为 3.10E-05Sv 和 1.30E-05Sv，分别占 GB6249-2011 标准限值的 0.03%和 0.001%。非居住区和规划限制区

各项剂量后果均远低于 GB6249-2011 标准限值要求。

## **2 运营期非放环境影响评价**

### **2.1 生活废物影响**

本项目属于台山核电厂配套设施，生活垃圾和生活污水纳入全厂统一管理，其中生活垃圾由环卫部门定期收集处理，生活污水由台山核电生活污水处理站统一处理，经处理后满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中的一级 A 标准排放。综上，本项目定员少，产生的生活垃圾和生活污水均很少，生活污水达标排放，对环境的影响有限。

### **2.2 贮存设施模块散热影响**

本项目贮存设施采用卧式混凝土模块贮存乏燃料组件，组件直接通过辐射、自然对流将衰变热从乏燃料组件扩散到乏燃料贮罐，再从乏燃料贮罐扩散到周围空气环境中。由于乏燃料组件已在乏燃料水池中经过较长时间衰变，在贮存模块中的乏燃料组件衰变热有限，散发的热量很快消散，不会影响周围的大气环境。

### **2.3 噪声影响**

本项目乏燃料厂内运输过程、转运容器（内含乏燃料贮罐）吊装过程以及厂房通风系统运行产生一定的噪声排放。运输和吊装过程时间不长，作业源强一般约 70~75dB（A），通风系统排风机噪声源项一般约 75dB（A），排风机连续运行。本项目贮存设施离北侧的厂界最近的距离约 150m，距最近的声环境保护目标曹峰山自然保护区 200m，运输和吊装过程时间不长，通风系统噪声经过厂房墙体和距离衰减后对厂界和曹峰山自然保护区声环境贡献有限，对曹峰山自然保护区声环境没有影响。因此，本项目运行期间厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 3 类限值要求，曹峰山自然保护区满足 1 类声环境功能区要求。

### **2.4 其他影响**

本项目运行期间因设备维修等产生少量非放射性固体废物，将纳入全厂统一处理，对环境不产生影响。

## **3 安全设施**

（1）保持次临界

对于倒运设施的水下燃料贮存格架和干法贮存设施的乏燃料贮罐，均通过控制燃料组件的间距，并设置固定式铝基碳化硼中子吸收体板的方式，来达到反应性控制的目的。

水下燃料贮存格架和乏燃料贮罐的临界安全设计中采取了通过设备的结构设计保证燃料组件的物理间距、配置固定式中子吸收体等多种控制手段和措施，确保暂存和装载的乏燃料组件在正常运行工况、异常运行工况、事故工况下的中子有效增殖因子( $k_{eff}$ )均小于0.95，保持次临界，不会发生临界事故。

#### (2) 放射性物质的包容

倒运水池若发生意外排水事故，BTR系统可避免在燃料格架中的乏燃料组件发生直接裸露。在吊装期间也可避免吊装中的乏燃料组件发生直接裸露。BTR系统中与放射性液体有关的边界均按抗震设计，以包容放射性液体。

乏燃料装载在乏燃料贮罐中进行长期贮存，放射性物质的包容由乏燃料贮罐的筒体、底板和盖板组成的密封腔体提供，筒体和底板、盖板之间均采用焊接的方式进行密封，并在焊接完成后对焊缝进行表面和体积无损检测，确保在正常运行工况和事故工况下不会导致乏燃料组件的放射性核素向环境释放。

#### (3) 导出衰变热

倒运设施BTR系统持续排出倒运水池内乏燃料组件的衰变热。正常情况通过循环冷却导出衰变热，在完全丧失循环冷却的事故工况下通过补水蒸发导出衰变热。

贮存设施直接通过辐射、自然对流将衰变热从乏燃料组件扩散到乏燃料贮罐，再从乏燃料贮罐扩散到周围空气环境中。

## 4 核与辐射事故应急

本项目作为台山核电厂的配套技术改造工程，根据事故源项分析，初步判断事故情况下不会进入场区应急状态。本项目运行后其应急作为台山核电厂核应急体系的一部分，进行统一应急管理。

## 5 辐射监测

### 5.1 倒运设施

倒运设施辐射监测系统分为区域辐射剂量率监测子系统和正常工况、事故及事故后烟囱排出流取样、监测子系统。

为了用来评估倒运设施不同区域的放射性剂量率大小，保证人员免受异常情况的危害，并用以监测事故辐射水平，倒运设施设置三个通道分别来监测倒运水池附近 $\gamma$ 剂量率

(9KRT3801MAI)、倒运水池吊车区域 $\gamma$ 剂量率(9KRT3802MAI),汽车运输间 $\gamma$ 剂量率(9KRT1901MAI)。为应对乏燃料运输容器破损、跌落导致的放射性核素释放风险,9KRT3801MAI和9KRT3802MAI同时执行事故及事故后区域剂量率监测。设备各通道量程如下:

- 9KRT1901MAI: 量程范围:  $1.00E-07Sv/h\sim 1.00E-01Sv/h$ ;
- 9KRT3801/3802MAI: 量程范围:  $1.00E-6Sv/h\sim 1.00E+02Sv/h$ 。
- 9KRT3801MAI: 一、二级报警时,自动隔离倒运设施厂房燃料操作大厅 DWU 系统正常运行的送排风,并将燃料操作大厅的排风自动切换至 DWU 系统的碘过滤回路。
- 9KRT3802MAI: 一级报警时,无自动联锁动作。二、三、四级报警时,自动隔离倒运厂房燃料操作大厅 DWU 系统正常运行的送排风,并将燃料操作大厅的排风自动切换至 DWU 系统的碘过滤回路。

根据本项目正常工况源项分析,倒运设施烟囱取样及分析对象为气溶胶,气溶胶取样装置为 9KRT8541MAL,考虑到定期校验的需求,设置碘取样装置(9KRT8551MAL)、H-3 取样装置(9KRT8571MAL)、C-14 取样装置(9KRT8581MAL)和预留惰性气体取样接口。针对事故工况,设置事故及事故后惰性气体监测仪(9KRT9601MAI)(量程范围:  $3.70E+06Bq/m^3\sim 3.70E+15Bq/m^3$ ),事故及事故后气溶胶取样装置(9KRT9641MAL),事故及事故后碘取样装置(9KRT9651MAL)和惰性气体取样接口。

本项目的实施对台山核电 1、2 号机组的环境监测方案没有影响。

## 5.2 贮存设施

贮存设施设置区域剂量率监测,在线连续测量乏燃料贮存设施内的 $\gamma$ 剂量率和中子剂量当量率。区域剂量率监测包括 12 个中子探测器和 12 个 $\gamma$ 探测器、就地处理显示报警单元,在区域剂量超过设定阈值时,通过声光报警通知工作人员,以警告放射性的升高,及时采取应急措施,保护工作人员的辐射安全。

## 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	倒运设施烟囱	气态流出物	DWU 系统, 系统设置初过滤段、高效过滤器、事故状态碘过滤回路	环审[2018]4 号
地表水环境	台山 1、2 号机组排水渠	液态流出物	台山 1、2 号机组废液处理及排放系统	环审[2018]4 号
声环境	车辆运输、装载	噪声	降低车辆行驶速度, 禁止鸣笛等	《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 中的 3 类限值要求
电磁辐射	/			
固体废物	1、本项目预期产生低放固体废物在厂内暂存一段时间后, 根据台山核电安排, 运输到国家低放固体废物处置场进行处置。 2、厂房内维修等产生少量非放射性固体废物, 由核电厂统一处理。生活垃圾交核电厂环卫部门处理。			
土壤及地下水污染防治措施	/			
生态保护措施	/			
环境风险防范措施	/			
其他环境管理要求	/			

## 六、结论

台山核电厂乏燃料干法贮存项目位于广东省江门市台山市赤溪镇台山核电厂内。项目建设符合江门市“三线一单”生态环境分区管控方案要求，不涉及生态保护红线和基本农田，符合国土空间规划，符合生态环境保护法规政策要求，符合台山市生态环境保护规划要求。

本项目气液态流出物排放量均远低于台山核电 1、2 号机组设计排放量、预期排放量以及环审[2018]4 号批复限值，对台山核电 1、2 号机组的排放量影响可忽略，台山核电 1、2 号机组排放量限值仍执行环审[2018]4 号的批复要求。对公众的剂量影响结果不影响台山核电 1、2 号机组运行阶段环境影响报告书的评价结果，一般公众的最大个人剂量满足不超过 0.12mSv/a 的剂量管理目标值要求。本项目对厂界外公众的直接辐射照射影响可忽略。本项目倒运设施内乏燃料转运容器跌落事故对非居住区和规划限制区各项剂量后果均远低于 GB6249-2011 标准限值要求。

本项目贮存模块中的乏燃料组件衰变热有限，散发的热量能快速有效消散，不会影响周围的大气环境。本项目定员少，产生的生活垃圾和生活污水均很少，生活污水达标排放，对环境的影响有限。本项目对厂界和曹峰山自然保护区声环境影响有限，运行期间厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 3 类限值要求，曹峰山自然保护区满足 1 类声环境功能区要求。

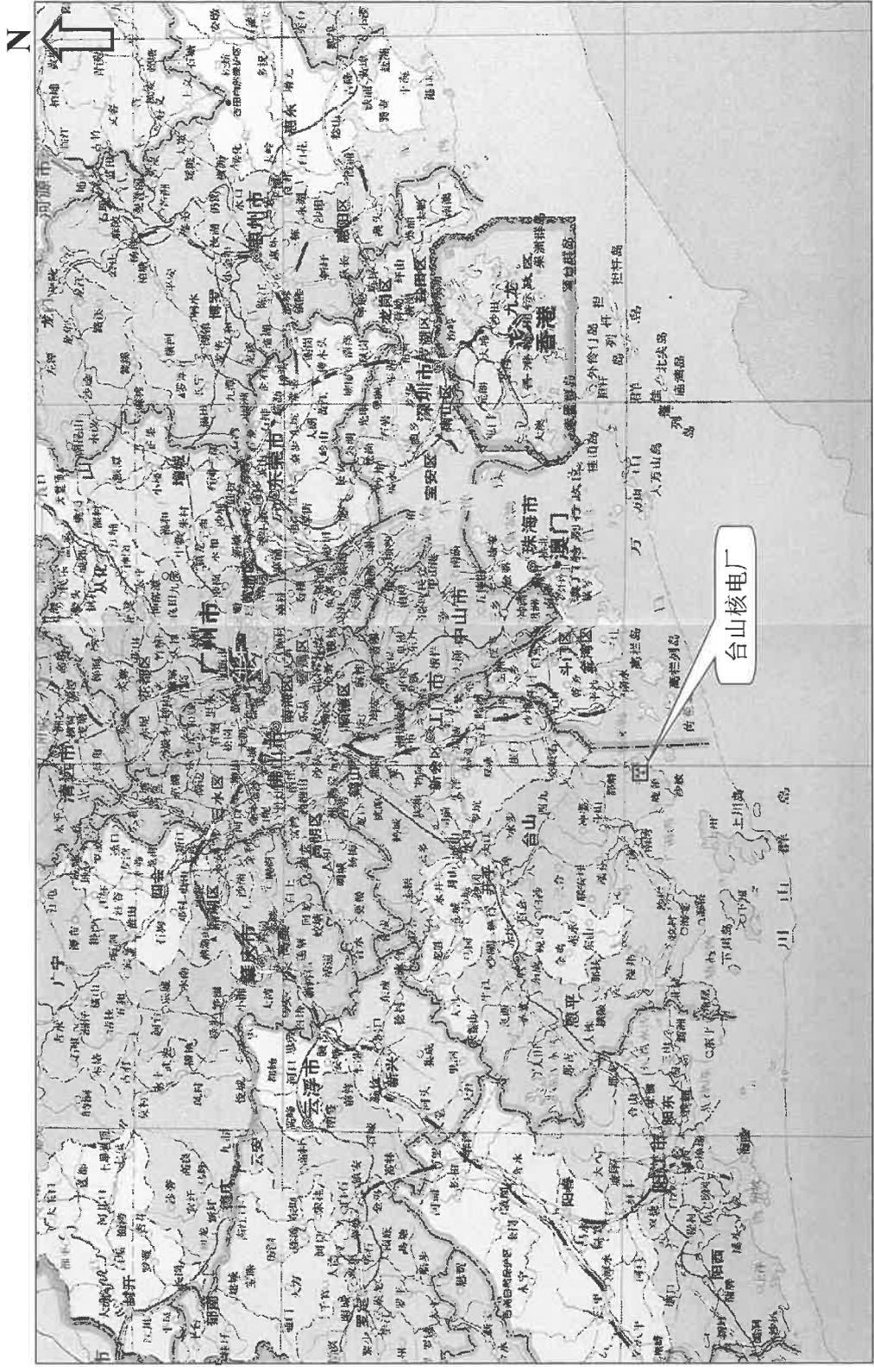
综上，在严格落实本报告中提出的各项环境保护措施情况下，从环保角度看，本项目的建设是可行的。

附表

建设项目污染物排放量汇总表

项目 分类	放射性物质名 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	全厂排放量(固体废物产 生量)⑥	变化量 ⑦
气载放射性流 出物(Bq)	惰性气体			-	-	-		0
	气态碘			-	-	-		0
	粒子			-	-	-		0
	气态氚			-	-	-		0
液态放射性流 出物(Bq)	气态碳-14			-	-	-	环审[2018]4号	0
	液态氚			-	-	-		0
	液态碳-14 液态其它核 素			-	-	-		0
低放固体废物 (m <sup>3</sup> )	-	/	-	/	-	-	-	-
一般工业 固体废物	-	-	-	-	-	-	-	-
危险废物	-	-	-	-	-	-	-	-

注：⑥=①+③+④+⑤；⑦=⑥-①；②来源：1)气载和液态流出物；环审[2018]4号；



附图 1 台山核电厂厂址地理位置示意图



附图2 环境保护目标分布图（台山曹峰山地方级自然保护区）