

建设项目环境影响报告表

(污染影响类)

项目名称：福建福清核电有限公司监测预警
系统雷达建设项目

建设单位（盖章）：福建福清核电有限公司

编制日期：2024年12月

目录

一、建设项目基本情况	1
二、建设项目工程分析	8
三、区域环境质量现状、环境保护目标及评价标准	18
四、主要环境影响和保护措施	25
五、环境保护措施监督检查清单	28
六、结论	32
附表	31
电磁环境影响评价专题	32
附图	55
附件	59

一、建设项目基本情况

建设项目名称	福清核电有限公司监测预警系统雷达建设项目																		
项目代码	/																		
建设单位联系人	***	联系方式	***																
建设地点	福建省福州市福清市三山镇前薛村岐尾山前沿																		
地理坐标	东经 119°25'49.42", 北纬 25°26'9.01"																		
国民经济行业类别	M7439 其他海洋服务	建设项目 行业类别	五十五、核与辐射 165 雷达-其他																
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）	/	项目审批（核准/备案）文号（选填）	/																
总投资（万元）	140	环保投资（万元）	10																
环保投资占比（%）	7.1	施工工期	1 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 ）	4																
专项评价 设置情况	<p style="text-align: center;">本项目为监测预警系统雷达建设项目，属于辐射类项目，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）》技术导则对本项目特点和涉及的环境敏感区类别进行判定，确定专项评价的类别，具体设置原则判定情况见下表：</p> <p style="text-align: center;">表1-1 专项评价设置情况判定一览表</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">专项评价类别</th> <th style="width: 45%;">设置原则</th> <th style="width: 25%;">本项目情况</th> <th style="width: 15%;">设置与否</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">大气</td> <td>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</td> <td>本项目为雷达站新建项目，不涉及左列情况</td> <td style="text-align: center;">否</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">地表水</td> <td>新增工业废水直排建设项目（槽罐车外送污水处理厂的除外）；新增废水直排的污水集中处理厂</td> <td>本项目为雷达站新建项目，不涉及左列情况</td> <td style="text-align: center;">否</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">环境风险</td> <td>有毒有害和易燃易爆危险物质存储量超过临界量的建设项目</td> <td>本项目为雷达站新建项目，不涉及左列情况</td> <td style="text-align: center;">否</td> </tr> </tbody> </table>			专项评价类别	设置原则	本项目情况	设置与否	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	本项目为雷达站新建项目，不涉及左列情况	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	本项目为雷达站新建项目，不涉及左列情况	否	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	本项目为雷达站新建项目，不涉及左列情况	否
	专项评价类别	设置原则	本项目情况	设置与否															
	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	本项目为雷达站新建项目，不涉及左列情况	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	本项目为雷达站新建项目，不涉及左列情况	否															
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	本项目为雷达站新建项目，不涉及左列情况	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	本项目为雷达站新建项目，不涉及左列情况	否
	海洋	直接向海排放污染物的海洋工程建设项目	本项目为雷达站新建项目，不涉及左列情况	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、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>				
<p>本项目为监测预警系统雷达建设项目，属于辐射类项目，根据《建设项目环境影响报告表编制技术指南（污染影响型）》（试行）要求：“建设项目产生的环境影响需要深入论证的，应按照环境影响评价相关技术导则开展专项评价工作。”因此，本项目需设置电磁辐射环境影响专题评价。</p>				
规划情况	无			
规划环境影响评价情况	无			
规划及规划环境影响评价符合性分析	无			
其他符合性分析	<p>1、产业政策符合性</p> <p>本项目为监测预警系统雷达建设项目，为核电厂现有海面监控系统配套项目，与现有海面摄像机协同完成核电厂冷水源取水口海面堵塞物的实时监控和提前预警工作。根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，属于鼓励类中四十三、公共安全与应急产品，1、监测预警装备与技术，符合国家有关法律、法规和政策规定。</p> <p>本项目于 2024 年 11 月 5 日取得福清市发展和改革局的备案（/），因此，本项目的建设内容符合国家和地方相关产业政策要求。</p>			

2、项目选址符合性

雷达及配套设备位于取水明渠 4 号拦污网南侧端部平台区域，属于核电厂现有用地范围，为福建福清核电一期工程工业用海填海用地范围（附件 4），符合用地规划要求。本项目雷达工作频率为 9380~9440MHz，附近无高大建筑、树木等遮挡，根据距离雷达最近的核电厂 1 号机组电磁辐射监测（附件 8），其中与雷达距离最近的监测点（大件码头，距离雷达拟建位置约 195m）监测频率结果为 40.2MHz，不属于雷达的相近电磁波段，不会对本项目电磁环境造成干扰，选址合理。

因此，建设项目符合项目建设区域用地规划，选址可行。

3、“三线一单”符合性分析

（1）生态保护红线符合性分析

福建省人民政府于 2020 年 12 月 30 日发布《福建省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的通知》，就“三线一单”实施生态环境分区管控。生态保护红线是指在生态空间范围内具有特殊重要生态功能、必须强制性严格保护的区域，是保障和维护国家生态安全的底线和生命线，通常包括具有重要水源涵养、生物多样性维护、水土保持、防风固沙、海岸生态稳定等功能的生态功能重要区域，以及水土流失、土地沙化、石漠化、盐渍化等生态环境敏感脆弱区域。

福建省自然资源厅、福建省生态环境厅、福建省林业局于 2023 年 10 月 8 日发布《关于进一步加强生态保护红线监管的通知（试行）》，要求严格生态保护红线管理、规范涉及生态保护红线的用地和用海用岛审批管理、强化监管机制和管控要求。

2024 年 8 月 5 日，福州市人民政府发布《福州市福州市生态环境分区管控方案（2023 年更新）》，对福州市“三线一单”生态环境分区管控提供依据。

根据生态保护红线成果，本项目未涉及生态保护红线和基本农田，雷达配套设备项目用地性质为建设用地，且位于福清核电

厂现有用地范围内。本项目不在生态空间保护区域范围内，距离生态空间保护区域较远，不会对生态空间保护区域产生影响。因此，项目建设与生态保护红线管控要求不冲突。

(2) 环境质量底线符合性分析

项目周边海域为兴化湾，近岸海域符合全省重点港湾优良（一、二类）水质；项目所在区域的环境空气质量现状符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，属于达标区；项目所在区域声环境质量现状符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）中3类标准。因此，项目所在区域环境现状质量良好。

本项目施工期为雷达塔架的安装和固定，以及雷达的调试，建设过程中产生少量噪声及固体废物，在采取相应环境保护措施后，对环境影响较小，不会改变区域的地表水及声环境功能，符合环境质量底线要求。综上，项目在采取各项环境保护措施后，不会突破区域环境质量底线。

(3) 资源利用上线符合性分析

建设地点为福州市福清市三山镇，建设用地位于福建福清核电有限公司现有用地范围内，不新增用地，不涉及占用基本农田，项目营运过程消耗一定的电能、水，资源消耗量相对于区域资源利用总量较少。因此，本项目符合资源利用上线要求。

(4) 生态环境准入清单符合性分析

①本项目与《福建省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的通知》（闽政〔2020〕12号）中环境准入要求对比分析见表1-2。

表 1-2 本项目与闽政〔2020〕12 号符合性分析表

适用范围	相关要求	项目情况	符合性
全省陆域	<p>空间布局约束</p> <p>1.石化、汽车、船舶、冶金、水泥、制浆造纸、印染等重点产业，要符合全省规划布局要求。</p> <p>2.严控钢铁、水泥、平板玻璃等产能过剩行业新增产能，新增产能应实施产能等量或减量置换。</p> <p>3.除列入国家规划的大型煤电和符合相关要求的等容量替代项目，以及以供热为主的热电联产项目外，原则上不再建设新的煤电项目。</p> <p>4.氟化工产业应集中布局在《关于促进我省氟化工产业绿色高效发展的若干意见》中确定的园区，在上述园区之外不再新建氟化工项目，园区之外现有氟化工项目不再扩大规模。</p> <p>5.禁止在水环境质量不能稳定达标的区域内，建设新增相应不达标污染物指标排放量的工业项目。</p>	<p>本项目为监测预警系统雷达建设项目，属于核电厂现有海面监控系统配套项目。项目建设与空间布局约束要求不相冲突。</p>	符合
	<p>污染物排放管控</p> <p>1.建设项目新增的主要污染物排放量应按要求实行等量或倍量替代。涉及总磷排放的建设项目应按要求实行总磷排放量倍量或等量削减替代。涉及重金属重点行业建设项目新增的重点重金属污染物应按要求实行“减量置换”或“等量替换”。涉新增 VOCs 排放项目，VOCs 排放实行区域内等量替代，福州、厦门、漳州、泉州、莆田、宁德等 6 个重点控制区可实施倍量替代。</p> <p>2.新建水泥、有色金属项目应执行大气污染物特别排放限值，钢铁项目应执行超低排放指标要求，火电项目应达到超低排放限值。</p> <p>3.尾水排入近岸海域汇水区域、“六江两溪”流域以及湖泊、水库等封闭、半封闭水域的城镇污水处理设施执行不低于一级 A 排放标准。</p>	<p>本项目为监测预警系统雷达建设项目，属于核电厂现有海面监控系统配套项目，不属于水泥、有色金属、钢铁、火电项目，不涉及总磷、重金属、VOCs 排放。</p>	符合
<p>根据上表分析可知，项目符合《福建省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的通知》（闽政〔2020〕12 号）全省生态环境总体准入要求。</p>			

②与《福州市生态环境分区管控方案（2023年更新）》（榕政办规〔2024〕20号）符合性分析

《福州市生态环境分区管控方案（2023年更新）》（榕政办规〔2024〕20号）将全市划分316个环境管控单元，其中陆域206个、海域110个，分别为优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元。对照分区管控要求，本项目建设符合福州市生态环境准入清单要求，如表1-3所示。

表1-3 本项目与榕政办规〔2024〕20号符合性分析表

环境管控单元编码	环境管控单元名称	管控单元类别	管控要求		项目情况	符合性
ZH35018120008	福清市重点管控单元1	重点管控单元	空间布局约束	1.严禁在城镇人口密集区新建危险化学品生产企业；现有不符合安全和卫生防护距离要求的危险化学品生产企业2025年底前完成就地改造达标、搬迁进入规范化工园区或关闭退出。城市建成区内现有有色金属、印染、原料药制造、化工等污染较重的企业应有序搬迁改造或依法关闭。 2.严格控制包装印刷、工业涂装、制鞋等高VOCs排放的项目建设，相关新建项目必须进入工业园区。 3.禁止开发利用未经评估和无害化处理的列入建设用地污染地块名录及开发利用负面清单的土地。	本项目为监测预警系统雷达建设项目，属于核电厂现有海面监控系统配套项目，不涉及危险化学品生产、重污染、高VOCs排放，与空间布局约束要求不相冲突。	符合
			污染物排放管控	落实新增二氧化硫、氮氧化物和VOCs排放总量控制要求。	本项目不新增排放管控污染物。	符合
			环境风险防控	单元内现有化学原料和化学制品制造业、有色金属冶炼和压延加工业等具有潜在土壤污染环境风险的企业退役后，应开展土壤环境状况评估，经评估认为污染地块可能损害人体健康和环境，应当进行修复的，由造成污染的单位和个人负责被污染土壤的修复。	本项目不涉及潜在土壤污染环境风险。	符合
			资源开发效率要求	高污染燃料禁燃区内禁止燃用高污染燃料，禁止新建、扩建燃用高污染燃料的设施。已建的燃用高污染燃料设施，限期改用电、天然气、液化石油气等清洁能源。	本项目不涉及高污染燃料。	符合

综上，本项目的建设符合“三线一单”的管控要求。

其它符合性分析

4、与《福建省生态功能区划》符合性分析

根据《福州市生态功能区划》，项目区位于福清市三山镇前薛村岐尾山前沿，所在区域属于 II 以南亚热带气候为基带的闽东南生态区-II2 闽东南沿海台丘平原与近岸海域生态亚区。具体生态功能区划内容见表 1-4。

表 1-4 项目区生态功能区划简表

生态功能分区单元			所在区域与面积	主要生态环境问题	生态环境敏感性	主要生态系统服务功能	保护措施与发展方向
生态区	生态亚区	生态功能区					
II 闽东南生态区	II ₂ 闽东南沿海台丘平原与近岸海域生态亚区	5203 福清—平潭城镇和集约化高优农业生态功能区	福清市大部分乡镇和平潭全县，地理坐标 119°12'~119°55'E，25°15'~25°50'N，面积 1163.15km ² 。	水资源短缺；工业点源污染和城镇生活废弃物污染严重，龙江水质恶化；农业面源污染和规模化畜禽养殖污染均很突出；丘陵坡地植被严重退化，土壤侵蚀较严重，石漠化威胁加大。部分木麻黄林老化枯死，防风固沙林防护功能下降，砂矿开采毁林、破坏旅游景点，风沙威胁加大。	土壤侵蚀轻度敏感与敏感、酸雨轻度敏感与敏感、地质灾害轻度敏感与敏感	城镇生态环境、集约化高优农业生态环境、营养物质保持、自然与人文景观保护	建设生态城镇和生态工业区，发展循环经济和清洁生产，加快城镇环保设施建设，重点治理工业废水和城镇生活废水污染，改善龙江水质；对重点工业区进行空气污染监控；加大污染废弃物的处置力度；增加城镇绿地面积。发展生态农业，控制农业面源污染和规模化畜禽养殖污染；加强丘陵坡地植被恢复和水土流失综合治理；加强 324 国道和福泉高速路等重要交通干线两侧一重山视域景观建设。平潭岛大规模开发要高度重视风沙和石漠化防治，加强水资源保护，合理发展生态旅游。

本项目为监测预警系统雷达建设项目，属于核电厂现有海面监控系统配套项目，不属于工业型污染源，项目产生的“三废”污染物非常少，不会加剧生态功能区的环境问题。因此，本项目与《福建省生态功能区划》相符合。

二、建设项目工程分析

2.1 建设内容

2.1.1 项目概况

随着全球海洋生态环境的不断变化，近海海域富营养化程度持续加剧，海生物的大规模生长繁殖与聚集导致滨海核电厂冷源取水口堵塞事件频发。我国现阶段运行与在建滨海核电厂冷源系统均采用直流冷却水设计，选取厂址周边海域作为自然水源与最终热阱，冷源取水口堵塞将导致核电机组停机甚至停堆事件的发生。因此，需要结合不同海域的风险海生物特征，合理配置不同形式的拦截网，对海生物堵塞事件进行科学预防。

本项目位于福清市三山镇前薛村岐尾山前沿，目前在明渠口门堤岸处设置了双光谱摄像机对明渠周边海域海面漂浮物进行监测，在明渠拦截网主缆处布设了2套拉力计，对拦截网主缆受力状态进行监测。但双光谱摄像机海面探测范围较小（5km以内），且受天气等因素干扰较大，精度较低，无法实现海面大范围高精度监测目标，并且福清核电目前缺少水下监测设备，无法监测水下海生物入侵。

为了有效解决福清核电现有堵塞物监测系统无法实现有效监测、提前预警的目标，本项目通过在取水明渠附近布设雷达、声呐、原位浮游生物成像仪等设备，搭建全面、多维度和多尺度监测系统，实现对致灾物（龙须草、海带、水母等）的实时监测，建立致灾物爆发预测模型和漂浮物轨迹预测模型、明确预警指标和决策机制，实现堵塞物的实时监测、风险预警及报警，提升冷源系统安全水平，保障福清核电安全运行。

本次环评为雷达建设项目，属于核电厂现有海面监控系统配套项目，为监测系统的一部分；后续建设声呐和原位浮游生物成像仪等设备时再另行开展环评。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》等有关规定，本项目类别为165：雷达。项目选址于福建福清核电厂现有用地范围内，不存在新增用地，核电厂东、南、西三面环海，东北与前薛村陆地连接。厂址距最近的村庄（前薛东林自然村）1.8km，项目位置距离北侧海域兴化湾水鸟省级自然保护区（实验区）边界1.3km，评价范围内不涉及敏感区，用地不涉及以居住、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等主要功能的环境敏

建设内容

感区，应编制环境影响评价报告表。

2.1.2 项目建设内容及组成

本项目在核电厂厂区范围内选址建设，在位于 4 号拦污网南侧端部平台区域布设 1 套雷达监测设备，并结合厂区现有的对海摄像机，可以实现对附近海域 10km 水面范围的海面漂浮物等的实时监测。

项目建设内容详见表 2-1。

表 2-1 工程组成一览表

工程分类	工程名称	建设内容及规模	备注
主体工程	雷达	一套 KMX-52 型号雷达系统，配波导裂缝天线，峰值功率 25kW，工作频率 9.38-9.44GHz	新建
	雷达塔架	雷达安装钢结构塔位于 4 号承台，塔架高 10m，利用锚栓固定垂直地面	新建
辅助工程	系统	雷达系统接入厂区现有监控系统	依托
	中心机房	系统服务器设置于明渠入口 150m 处中心机房集装箱办公室	新建
公用工程	供电、网	依托福清核电厂现有供电及网络	依托
环保工程	生活污水	无新增员工，不新增生活污水	/
	生活垃圾	无新增员工，不新增生活垃圾	/
	电磁环境	雷达对厂区范围设置静默区，非静默区域禁止人员进入；雷达装有故障警报系统，若出现非正常工况时会立即发出报警	/

2.1.3 雷达系统组成

本项目建设一套 KMX-52 型号雷达系统，为收发一体式雷达，不设置接收基站，整套雷达系统主要由天线伺服收发单元、信号处理单元、供电单元、处理计算机、AIS 接收机、连接缆线六部分组成，包含内部通信系统，并具备显控和目标监视功能，无需配备 cctv 系统。

雷达的主要技术指标详见表 2-2，雷达天线方向图如图 2-1 所示。

表 2-2 雷达设备技术参数一览表

KMX-52 雷达总体指标		
序号	性能	指标描述
1	模块化设计	
2	可与已有的海域视频检测系统实现联动	
3	搭架工作间无人值守及远程监控运维	
4	供电	单相 220V 50Hz/60Hz 电源供电, 总功耗 $\leq 400W$
5	可靠性 维修性	MTBF: $\geq 10000h$ MTTR: $\leq 30min$
6	开机时间	$\leq 2min$
7	整机连续工作	可长时、全天候连续不间断工作, MTBF $\geq 10000h$
8	环境适应性	工作温度 $-30^{\circ}C \sim 60^{\circ}C$ 储存温度 $-50^{\circ}C \sim 65^{\circ}C$
天线、收发机与信号处理单元		
1	防水等级	可淋水 (IP65)
2	防水能力	抗震动、抗冲击、防腐蚀, 耐盐雾
3	天线抗风能力	14 级台风下不损坏
4	雷达脉冲发射功率	25KW
5	工作频段	9380~9440 MHz (X 波段)
6	抗干扰	海浪云雨杂波抑制、反异步干扰
7	雷达天线长度	2.7m
8	天线增益 (dB)	30
9	最大仰俯角	0°
10	扫描范围	水平 $0 \sim 360^{\circ}$
11	雷达最短脉冲宽度	50 ns
12	雷达收发机最大转速	48 RPM
13	信号处理	包括频率分集、脉冲压缩、多普勒处理和副瓣自适应抑制等方案
14	收发机	雷达收发机具备性能监视器
15	支持的电子围栏数	≥ 10 个 (取决于工作模式)
16	预警等级	≥ 5 级 (取决于工作模式)
17	杂波抑制方式	自动
AIS 和功能配件		
1	AIS 收发机	A 类
2	网络宽带	千兆
3	远程电源监控	≥ 6 路 (电流) +1 路电压
4	MTBF	≥ 10000 小时
显控功能		
1	最小显示范围	0.125 NM
2	最大显示范围	50 NM
3	显示模式	正北向上、舰首向上、航向向上、真运动、相对运动 (导航模式下)

4	可设禁止发射面	不小于 1 个
5	目标匹数	≥ 6000
6	可跟踪目标的最大速度	≥50 Kn, 可叠加或取消 AIS 信息
7	升级与测试	支持远程升级及测试 (网络环境支持条件下)
目标监视和功能		
1	最小距离	30 m
2	3 级海情, 晴朗天气, 虚警概率为 10^{-6} 的检测条件下, 针对如下目标及最大距离	a. 玻璃钢船或小木船: ≥7km; b. 渔船或快艇: ≥10km; c. 小型金属船: ≥15km; d. 大型客货船: 视距。 检测概率均能达到 90%以上。
3	融合目标信息	航向/航速、位置 (经纬度/方向距离)、船名、识别码、尺寸等
4	特征识别区域	a. 实时海浪区 (边界线+海况等级): ≥10 个; b. 漂浮物区静态信息: 面积、位置、边界; c. 漂浮物动态信息: 移动方向及速度; d. 边界误差: ≤ 8 m; e. 面积误差: ≤ 3%; f. 速度误差: ≤ 1Kn (时长大于 1 分钟)。
5	方向误差	≤ 10° (时长大于 1 分钟)
6	AIS 目标融合, 融合目标数	≥10000 匹
7	支持的电子围栏类型	圆形、线形、任意多边形
8	支持的电子围栏数	≥10 个
9	预警等级	≥5 级
10	GIS 系统	ECS
11	目标航迹查询	选中目标轨迹点数≥15, 查询目标≥48h
12	融合目标信息	航向/航速、位置 (经纬度/方向距离)、船名、识别码、尺寸等
13	可同时引导取证视频设备数	≥5 台
14	监测半径	雷达视距

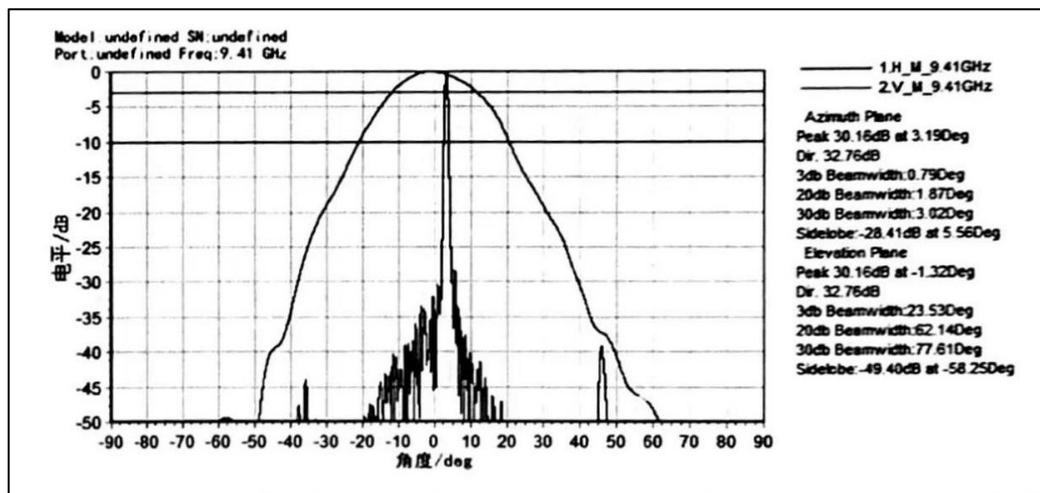


图 2-1 雷达天线方向图

2.1.4 总平面布置

本项目雷达布设于福清核电站4号拦污网南侧端部4号承台处，系统服务器设置在距离明渠入口150m处集装箱办公室。雷达塔架高度10m，雷达高度0.53m，雷达控制箱同步装于平台上，满足工艺流程要求。项目雷达设备布置位置和俯视图见图2-2、2-3。



图 2-2 本项目地理位置图（雷达设备布置位置示意图）

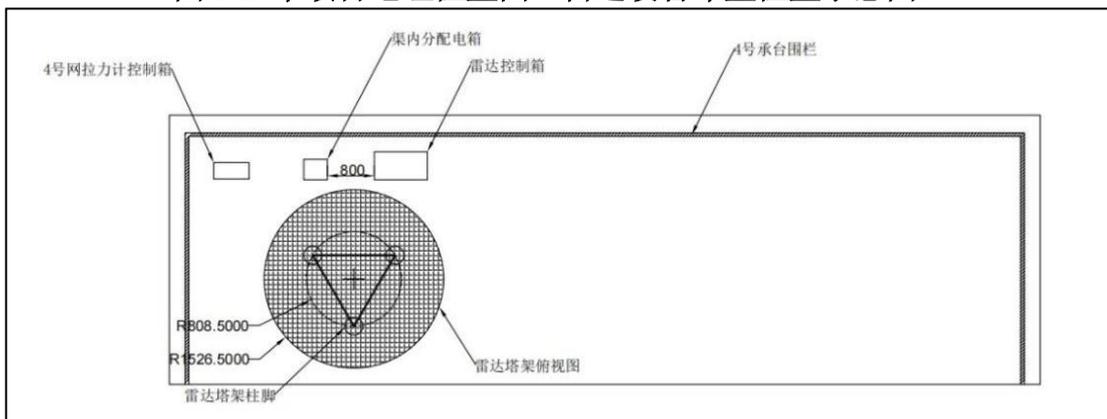


图 2-3 本项目 4 号承台雷达设备布置俯视图

2.1.5 劳动定员及工作制度

本项目雷达设备均为自动化运行，且进行远程操作，采取 24h 连续运行。项目拟配备 3 名定期巡检人员，依托福建福清核电有限公司，不新增专职人员。

2.2 工艺流程和产排污环节

2.2.1 施工期工艺流程及产污节点

项目计划建设期为 1 个月，预计 2025 年 1 月开工建设。项目高峰期施工人员为 15 人，工作时间 8 小时/天，均不在现场食宿。

项目施工期工艺流程主要包括在现有水泥基座上进行打孔安装锚栓固定、雷达塔架安装固定、雷达设备安装。施工期不产生废气；施工期废水仅为施工人员生活污水；施工期噪声主要为施工设备运行产生的噪声；施工期固体废物主要为施工垃圾和施工人员产生的生活垃圾。

项目施工工艺流程及产污节点示意图见图 2-4。

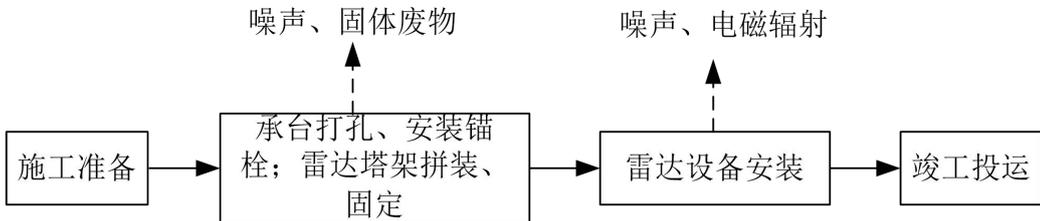


图 2-4 项目施工工艺流程及产污节点示意图

2.2.2 运营期工艺流程及产污节点

1、雷达的工作原理

工艺流程简述：本项目雷达运行时，雷达系统通过发射器产生射频电磁波，并通过天线以特定的频率和脉冲宽度向外辐射。当电磁波遇到目标时，会产生反射回波。接收到的回波信号在控制处理单元经过放大、滤波、解调等一系列复杂的信号处理操作后，提取出有用的信息。同时雷达系统还会应用各种算法和技术来抑制噪声、杂波和其他干扰，以提高目标检测的准确性和可靠性。处理后的信号经中心机房自动采集后，将画面传送至生产检修办公楼内的显示单元，即以图形或数字的形式呈现给操作员或用户。在显示单元上，用户可以观察到目标的距离、方位、速度等信息，并根据需要进行分析、判断和决策。

2、雷达与厂区海域监测预警系统对接功能

监测预警雷达系统拟接入核电厂现有的海域监测预警系统，可以弥补现有双光谱摄像机海面探测范围较小（5km 以内）、受天气等因素干扰较大、精度较低的不足，共同实现对附近海域 10km 水面范围的海面漂浮物等的实时监测和预警。

系统接入后操作界面效果演示图如图 2-5、2-6 所示。



图 2-5 雷达系统与现有监控系统联动演示图



图 2-6 雷达系统监控界面演示图

3、雷达的工作模式

本工程雷达天线为裂缝天线，雷达发射电磁波探测海面悬浮物的方式是以平面位置扫描（PPI）的方式进行的，即水平方向 0~360°范围内进行机械扫描，不进行垂直方向旋转。雷达天线转速为 24rpm，在规定时间内完成一次扫描。

在正常工况下，雷达在观测海域区时处于连续的开机状态，转至非海域区域时雷达开启静默，不对外发射天线。静默区的设置是根据雷达接受到的方位信息，对一定角度的区域可以选择雷达收发系统不工作。

本项目雷达的静默区域角度范围拟设置为 45°~135°，详见图 2-7。



图 2-7 雷达天线发射静默区区域范围图

4、雷达的功能

KMX-52 型号雷达具备多种功能，可以实现对附近海域的海面漂浮物、致灾物等的实时监测，从而避免核电厂冷源取水口堵塞。具体功能介绍如下：

（1）目标探测

增益控制：用户可手动控制雷达视频增益，或通过软件化增益控制技术进行自动调整；

雨雪海浪杂波抑制：该雷达能够手动或自动对雨雪海浪杂波进行有效抑制；

抗同频异步干扰：该雷达能对其他雷达的同频异步干扰进行抑制，并可设置抑制深度；

噪声抑制：该雷达能对雷达系统噪声进行抑制，以提高目标发现能力；

杂波抑制：该雷达能对雷达杂波进行抑制，以增强目标发现能力。

（2）显示模式

量程切换：该雷达提供 11 档量程切换，量程范围从 0.125 海里至 96 海里，满足不同监测距离的需求；

脉宽选择：该雷达提供六种脉冲宽度选择，以适应不同的监测条件。

（3）信息显示

光标信息：该雷达可显示光标所在位置的距离、方位、经纬度等信息；
电子方位线：该雷达具有两条可手动设置的电子方位线，用于辅助定位；
活动距标环：该雷达具有两个可调节的活动距标环，用于测量目标距离；
回波展宽：该雷达可对位于 3 海里外的目标回波进行展宽处理，以增强目标识别；

尾迹显示：该雷达支持真尾迹和相对尾迹显示，可选择尾迹颜色和关闭显示。

（4）报警系统

工作报警：该雷达提供声光报警，包括警戒区报警、CPA/TCPA 报警、锚位监视报警等；

故障报警：该雷达可对系统异常和故障情况进行报警，如方位信号丢失等；

自检：该雷达具备设备故障自检功能，并能指示故障信息。

（5）操作辅助

手动捕捉：该雷达支持手动捕捉目标，并进行跟踪和标记；

CPA/TCPA 监视：该雷达能解算并对跟踪目标 CPA/TCPA 进行监视和报警；

关注区：该雷达可手动或通过经纬度建立多个自定义的关注区域，实现自动捕获和跟踪；

电子海图：该雷达可将雷达回波与电子海图叠加显示。

4、运营期主要产污环节分析

项目拟配备 3 名巡检人员，直接依托福建福清核电有限公司现有工作人员。巡检人员生活污水及生活垃圾等均依托福建福清核电有限公司现有排污系统，不新增生活污水与生活垃圾。项目建设后新增污染源主要是雷达的电磁辐射影响和设备运行过程产生的噪声。

项目运营期工艺流程及产污节点示意图见图 2-8。

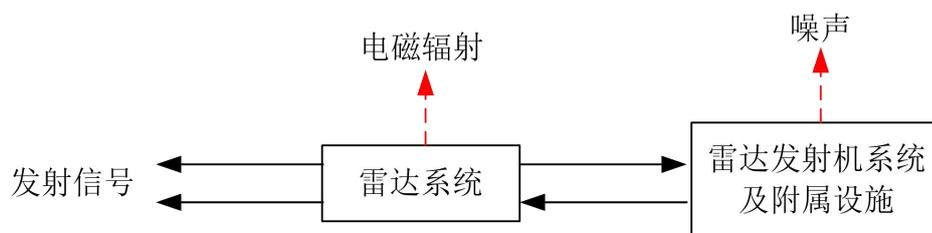


图 2-8 运营期工艺流程及产污节点示意图

与项目有关的原有环境污染问题

本项目不存在与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

3.1 区域环境质量现状

3.1.1 大气环境

根据《2023年福州市环境状况公报》，全省68个城市（9个设区城市、平潭综合实验区和58个县级城市）环境空气中细颗粒物、可吸入颗粒物、二氧化硫和二氧化氮年均浓度分别为16微克/立方米、31微克/立方米、5微克/立方米和12微克/立方米，臭氧和一氧化碳特定百分位数平均值分别为113微克/立方米和0.8毫克/立方米。按照《环境空气质量标准》（GB3095-2012）评价，空气质量优良天数比例99.4%。

根据福州市福清生态环境局发布的2023年1月至2023年12月空气质量月报数据，详见表3-1，空气环境中SO₂、NO₂、PM₁₀和PM_{2.5}均未超过国家二级标准，CO日均值第95百分数和O₃最大8小时值第90百分数未超过国家二级标准。

表 3-1 2023年福清市空气质量月报数据

时间	SO ₂ (mg/m ³)	NO ₂ (mg/m ³)	PM ₁₀ (mg/m ³)	PM _{2.5} (mg/m ³)	CO (mg/m ³)	O ₃ (mg/m ³)
2023年1月	0.003	0.016	0.032	0.017	0.6	0.100
2023年2月	0.005	0.020	0.033	0.018	0.8	0.105
2023年3月	0.005	0.024	0.042	0.020	0.8	0.130
2023年4月	0.003	0.019	0.047	0.020	0.9	0.151
2023年5月	0.002	0.013	0.037	0.017	0.9	0.137
2023年6月	0.002	0.011	0.026	0.012	0.6	0.123
2023年7月	0.002	0.008	0.027	0.010	0.6	0.128
2023年8月	0.002	0.011	0.027	0.012	0.6	0.124
2023年9月	0.002	0.007	0.022	0.011	0.6	0.115
2023年10月	0.002	0.008	0.028	0.014	0.6	0.137
2023年11月	0.002	0.009	0.030	0.015	0.6	0.120
2023年12月	0.003	0.019	0.030	0.018	0.9	0.112
国家二级标准	0.06	0.04	0.07	0.035	4	0.16

备注 *CO为日均值第95百分位数，O₃为日最大8小时值第90百分位数。

根据以上监测数据，福清市大气环境质量现状符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准要求，城市环境空气质量达标，为达标区。

区域
环境
质量
现状

3.1.2 地表水环境

根据《2023年福州市环境状况公报》，纳入福建省地表水环境质量考核的375个断面（含国考断面），按照评价标准I~III类水质比例99.5%，同比上升0.8个百分点；其中I~II类水质比例65.3%，同比上升9.8个百分点；IV类占0.5%；无V类和劣V类断面。

2023年，全省9个设区城市主要流域水质均为优。除漳州外，其余8个城市I~III类水质断面比例均为100%。各设区城市主要流域水质按照水质指数从相对较好开始排名，具体为：南平、宁德、泉州、三明、龙岩、莆田、厦门、福州、漳州。

3.1.3 海洋环境

根据福建省生态环境厅发布的《福建省近岸海域水质状况（2023年1-11月）》，2023年1-11月，全省近岸海域142个国控监测点位，按面积法评价，优良面积水质比例89.1%；全省近岸海域235个国省控监测点位，按照面积法评价，优良面积水质比例89.1%，各类水质比例如下：一类占74.5%，二类占14.6%，三类占5.5%，四类占3.0%，劣四类占2.4%。

其中，沿海各设区市近岸海域优良面积水质比例分别为：莆田96.2%、泉州94.5%、漳州94.3%、福州85.6%、厦门84.2%、宁德79.1%。本项目周边海域为兴化湾，根据《福建省近岸海域水质状况排名（2023年1-11月）》，兴化湾在重点港湾海水水质排名为第五名，水质状况良好。具体排名见表3-2。

表3-2 2023全省近岸海域水质排名情况（节选）

排名地区		1	2	3	4	5
重点港湾河口	前5名 (自优排序)	深沪湾	湄洲湾	东山湾	兴化湾	旧镇湾
	后5名 (倒数排序)	沙埕湾	三沙湾	闽江口	福清湾	诏安湾

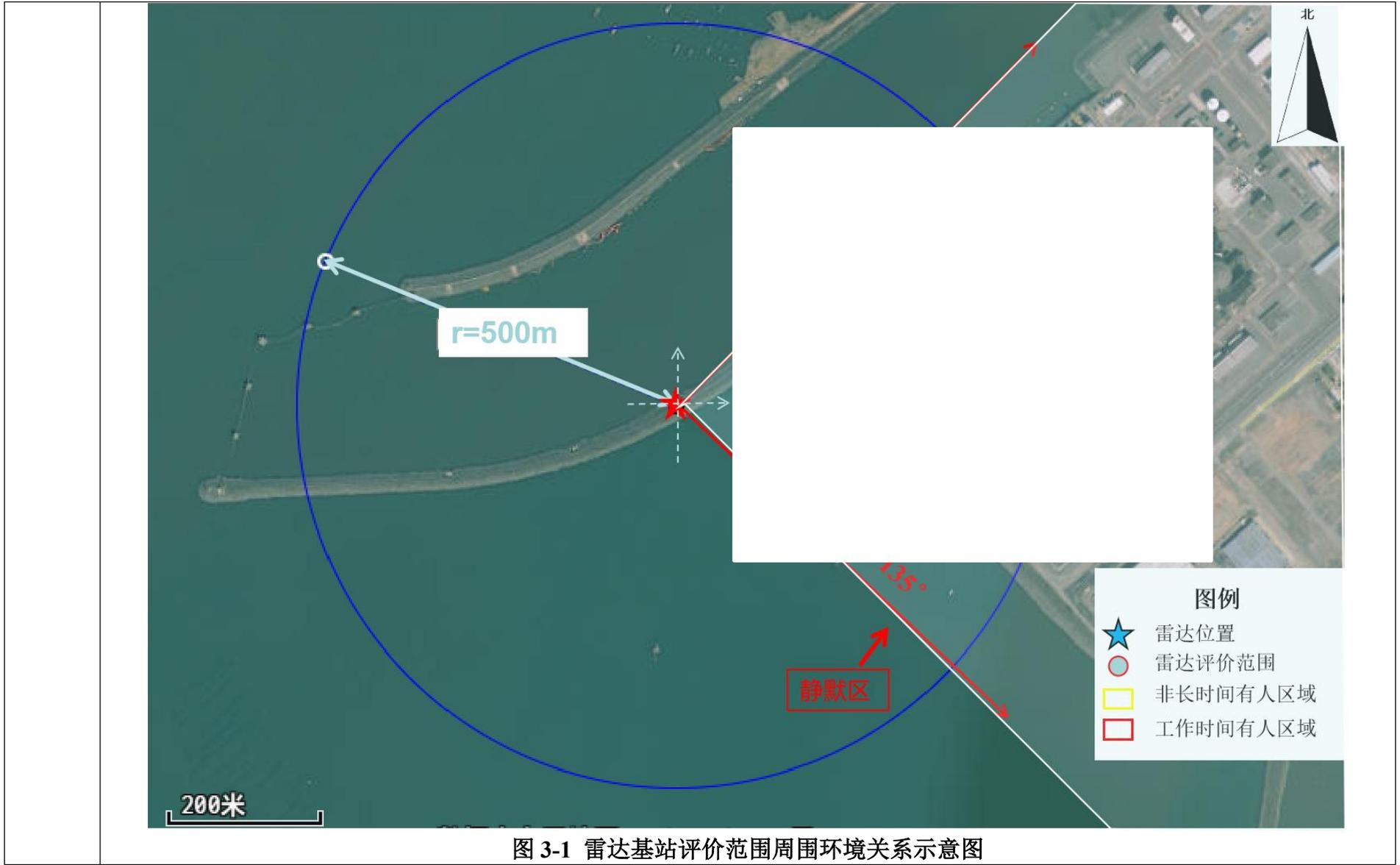
3.1.4 声环境

参照《建设项目环境影响报告表编制技术指南（污染影响类）（试行）》，本项目边界50米范围内不存在声环境保护目标，不开展声环境质量监测与评价。

3.1.5 生态环境

本项目不新增用地，且评价范围内不涉及生态环境保护目标，不开展生

	<p>态现状调查。</p> <p>3.1.6 电磁辐射</p> <p>为了解本项目周边电磁环境现状，在拟建雷达周边布设 21 个监测点位，监测结果可知各测点处综合场强范围为 0.34~2.93V/m，功率密度范围为 0.031~2.277μW/cm²，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的相关要求，拟建雷达站区域的电磁环境现状良好。</p> <p>电磁环境现状监测与评价的具体内容，见电磁环境影响专题。</p> <p>3.1.7 地下水、土壤环境</p> <p>本项目为雷达建设项目，不存在土壤、地下水环境污染途径，不开展环境质量现状调查。</p>
<p>环境 保护 目标</p>	<p>3.2 环境保护目标</p> <p>3.2.1 大气环境</p> <p>本项目边界外 500 米范围内不涉及自然保护区、风景名胜区、居住区、文化区和农村地区中人群较集中的区域等大气环境保护目标。</p> <p>3.2.2 声环境</p> <p>本项目边界外 50 米范围内无声环境保护目标。</p> <p>3.2.3 地下水环境</p> <p>本项目边界外 500 米范围内的不涉及地下水集中式饮用水水源和热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源等地下水环境保护目标。</p> <p>3.2.4 生态环境</p> <p>本项目评价范围内无生态环境保护目标。</p> <p>3.2.5 电磁环境</p> <p>本项目评价范围内（500m）涉及的厂区建筑功能标注如图 3-1 所示。红色区域为工作时间（8：30-16：30）有人员活动，黄色区域仅在工作需要时有人员进入，上午八点半前和下午四点半后，所有区域均无人员活动。</p> <p>正常工况下，静默区不对外发射天线，电磁辐射影响很小；非静默区范围内无环境敏感目标，且明渠对岸和海域均禁止人员和船只进入。</p>



污
染
物
排
放
控
制
标
准

3.3 污染物排放控制标准

3.3.1 噪声

项目施工期噪声排放执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)，详见表 3-3。

表 3-3 建筑施工场界环境噪声排放限值

噪声限值 (Leq: dB(A))		执行标准
昼间/dB(A)	夜间/dB(A)	《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)
70	55	

项目运营期执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中的 3 类标准，详见表 3-4。

表 3-4 工业企业厂界环境噪声标准

类别	昼间/dB(A)	夜间/dB(A)	执行标准
3 类	65	55	《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)

3.3.2 电磁环境管理限值

1、根据《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)，本项目雷达发射频率范围为 9380~9440MHz，处于《电磁环境控制限值》中 3000MHz-15000MHz 频率范围内，电场以及等效平面波功率密度的公众曝露控制限值要满足表 3-5 要求。

表 3-5 电磁环境评价执行标准

频率范围	电场强度 E (V/m)	电磁强度 H (A/m)	等效平面波功率密度 S_{eq} (W/m ²)
3000MHz-15000MHz	$0.22f^{1/2}$	$0.00059f^{1/2}$	$f/7500$

注 1：频率 f 的单位为所在行中第一栏的单位。

注 2：0.1MHz-300GHz 频率，场量参数是任意连续 6min 内的方均根值。

注 3：100kHz 以下频率，需同时限制电场强度和磁感应强度；100kHz 以上频率，在远场区，可以只限制电场强度或磁场强度，或等效平面波功率密度，在近场区，需同时限制电场强度和磁场强度。

注 4：对于脉冲电磁波，除满足上述要求外，其功率密度的瞬间峰值不得超过表中所列限值 1000 倍，或场强的瞬时峰值不得超过表中所列限值的 32 倍。

2、根据《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)，当公众曝露在 0.1MHz-300GHz 之间多个频率的电场、磁场、电磁场中时，应综合考虑多个频率的电场、磁场、电磁场所致曝露，以满足以下关系式：

$$\sum_{j=0.1MHz}^{300GHz} \frac{E_j^2}{E_{Lj}^2} \leq 1$$

式中：E_j——频率 j 的电场强度；

E_{Lj}——表 3-5 中频率 j 的电场强度限值；

$$\sum_{j=0.1MHz}^{300GHz} \frac{B_j^2}{B_{Lj}^2} \leq 1$$

式中：B_j——频率 j 的磁感应强度；

B_{Lj}——表 3-5 中频率 j 的磁感应强度限值。

3、根据《辐射环境管理导则电磁辐射环境影响评价方法与标准》(HJ10.3-1996)：对于单个项目的影响，为使公众收到总照射量小于《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)的规定值，对单个项目的影响必须限制在《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)限值的若干分之一。在评价时，对于国家环境保护总局负责审批的大型项目可取《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中场强限值的 1/√2，或功率密度限值的 1/2。其他项目则取场强限值的 1/√5，或功率密度限值的 1/5 作为评价标准。

本项目雷达系统发射频率为 9.38~9.44GHz (9380MHz~9440MHz)，根据表 3-5 计算总受照射剂量限值，单个项目评价限制取场强限值的 1/√5，为保守考虑，本项目取最低限值作为最不利因素为本项目电磁辐射控制限值。本项目电磁辐射评价标准见表 3-6。

表 3-6 本项目电磁辐射公众曝露限值评价标准一览表

频率范围	适用对象		电场强度 (V/m)		电磁强度 (A/m)		等效平面波功率密度 S _{eq} (W/m ²)		执行标准
			平均值	瞬时峰值	平均值	瞬时峰值	平均值	瞬时峰值	
9.38~9.4 GHz	公众照射	总受照射剂量限值	21.3	681.8 3	0.05 7	1.83	1.25	1250.6 7	《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中 3000MHz~15000 MHz 频段
		单个项目评价限值	9.53	304.9 2	0.02 5	0.82	0.25	250.13	

备注：取频率最小值 9.38GHz 计算

总量控制指标	<p>项目运营期的主要环境污染因子为电磁辐射和噪声，均不属于国家相关环境保护法律法规规定纳入总量控制计划管理的污染物，因此本项目不涉及总量控制指标。</p>
--------	--

四、主要环境影响和保护措施

施工期环境保护措施	<p>4.1 施工期环境保护措施</p> <p>本项目对厂区现有承台打孔并安装锚栓，进行雷达塔架和雷达的安装，不涉及厂房的土建施工，施工期只进行设备入驻及安装调试，工程量较小，施工期较短，产废量低，因此本评价仅对项目施工期污染和防治措施进行简单分析。</p> <p>施工期污染物主要包括少量建筑垃圾（如混凝土碎块、包装废物等）、施工噪声和施工废水，本评价要求建设单位严格管理，文明施工，做好以下措施，减少项目施工期对周边环境的影响：</p> <p>（1）加强对机器设备维护和保养，保证施工机械设备运行良好。</p> <p>（2）合理安排施工进度，避免高噪设备集中工作，不在夜间进行高噪声作业，并尽量选用高效低噪声的施工设备，对高噪声设备采取隔声、减振、消声等措施。</p> <p>（3）对施工期间产生的建筑垃圾进行分类收集、分类暂存，并尽量缩短暂存的时间，争取日产日清。同时要做好建筑垃圾暂存点的遮挡防护工作，避免风吹、雨淋散失或流失。</p>
运营期环境影响和保护措施	<p>4.2 运营期环境影响和保护措施</p> <p>本项目为监测预警系统雷达建设项目，雷达运营期的工作内容是与现有对海摄像机协同完成对核电厂冷水源取水明渠堵塞物的实时监控和提前预警工作。项目建设后可能对环境产生影响的主要是雷达的电磁辐射影响和设备运行过程产生的噪声，巡检人员生活污水及生活垃圾等均依托福建福清核电有限公司现有排污系统，无新增生活污水与生活垃圾，且雷达运行过程不涉及废气和废水污染，不涉及风险物质。</p> <p>对照《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）附录 A 地下水环境影响评价行业分类表，本项目地下水环境影响评价项目类别属于IV类项目；对照《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，本项目土壤环境影响评价项目类别属于IV类项目。故本项目可不开展地下水、土壤环境影响评价。</p>

4.2.1 噪声

项目发射台的设备置于承台，周围环境空旷，且项目不涉及散热风机及空调等高噪声设备，定期对设备进行巡检和维护，尽量减少对周围环境的影响，且雷达位置距离人员活动区域较远，经距离衰减后，项目厂界噪声可以满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中3类标准，对周围环境影响很小。

距离明渠入口150m处为系统中心机房，机房为集装箱办公室，在机房内壁表面贴附吸声材料及吸声孔板，机房门采用消声密闭门，使墙体有吸声能力，可以达到有效隔声作用。

4.2.2 电磁辐射

1、本项目开展电磁辐射环境影响专项评价，内容详见电磁辐射环境影响专项评价，本处仅列出电磁辐射环境影响专项评价的主要结论：

（1）本工程近、远场区分界距离为455.63m，即以发射天线为中心455.63m范围内为近场区，以外为远场区。对于雷达的近场区，瞬时峰值功率密度超过本项目公众曝露控制限值要求，350~455.63m范围内的平均功率密度满足本项目公众曝露控制限值要求。本项目雷达天线在转向厂区范围时开启静默模式，非静默区域无电磁环境敏感目标和人员活动，因此对周围环境影响较小。

（2）对于雷达的远场区，在距离雷达天线455.63m~500m范围内的电场强度平均值最大为0.91V/m，瞬时峰值最大为60.07V/m，均低于本项目电场强度评价限值（平均值9.53V/m，电场强度瞬时峰值304.92V/m）；平均功率密度最大值为0.0022W/m²，瞬时峰值功率密度最大值为9.59W/m²，均低于本项目的评价标准（平均功率密度0.25W/m²，瞬时峰值功率密度250.13W/m²），可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）和《辐射环境保护管理导则 电磁辐射环境影响评价方法与标准》（HJ/T10.3-1996）的限值要求。

（3）对于雷达天线副瓣产生的影响，近场区的功率密度预测值大于本项目评价标准0.25W/m²的限值要求，远场区的电磁辐射强度预测值满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）和《辐射环境保护管理导则 电磁辐射环境

影响评价方法与标准》(HJ/T10.3-1996)的限值要求。

2、电磁环境监控计划

运营期参照《辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法》(HJ/T10.2-1996)进行监测,监测计划详见表 4-1。

表 4-1 项目运营期电磁辐射监测计划一览表

监测对象	监测点位	监测因子	监测频次	执行标准
电磁环境	以雷达天线为中心,在半径 500m 的区域范围内,按间隔 45° 的八个方位为测量线,每条测量线上选取 50、100m 等不同距离定点测量,测量点位应包含环境保护目标	电场强度、功率密度	1 次/年,并建立电磁环境监测数据档案	《辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法》(HJ/T10.2-1996)

4.2.3 退役期环境影响

本项目为监测预警系统雷达建设项目,用于冷源水取水明渠堵塞物监测预警。当服务期满后停止使用,将不再产生电磁辐射污染。场区仅有废旧设备和雷达塔架遗留,不存在原辅材料和产品剩余问题,也没有不易降解的有毒有害物质残留。废旧设备可进行回收利用或加以妥善处理,不会对周围环境产生大的影响;塔架如需拆除,将产生部分建筑垃圾,应及时清运,则不会对周围环境产生大的影响。本项目退役期仅在废旧设备拆解和部分设施拆除时可能会短暂性产生少量的粉尘、固体废物和噪声,对周围环境的不利影响轻微。因此,本项目退役期对环境不会产生明显不利影响。

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	/	/	/	/
地表水环境	/	/	/	/
声环境	生产设 备	设备 噪声	加强对产噪设备的检修和维护，保持设备处于良好运行状态，降低营运期噪声水平。	《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3类
电磁辐射	雷达	电场强度、功率密度	<ol style="list-style-type: none"> 1、在施工安装过程中，应注意保证施工质量，防止波导、馈线、接头等处的电磁泄漏，以保护工作场所的电磁环境。 2、项目竣工后要进行项目竣工验收监测，以验证项目运行后对周围环境的影响程度，发现问题及时整改。 3、运行期需对工作人员进行有关电磁辐射知识的培训，加强宣传教育，减少工作人员在高电磁场区的停留时间，以减小电磁场对工作人员的影响。加强对发射设备的检修和维护。 4、在雷达站使用过程中，每年进行一次性能指标的测试和电磁辐射能的监测，随时掌握雷达站运行情况和雷达站附近的电磁环境状况，并详细记录和存档。 5、雷达系统工作场所，应规定非工作人员不得进入。 6、当雷达出现非正常工况时会发出警报，应立即停止使用，联系工程师进行检修，记录雷达出现非正常工况的情况和处理结果，并及时向上级主管部门或相关机构报告，分析故障原因，改进预防措施并积累经验。 	<p>满足《辐射环境保护管理导则 电磁辐射环境影响评价方法与标准》（HJ/T10.3-1996）中单个项目的公众单个受照射剂量限值要求（电场强度9.53V/m，平均功率密度0.25W/m²）和《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中公众总受照射剂量限值要求（即包含背景值）（电场强度21.3V/m，平均功率密度1.25W/m²）</p>

<p>固体废物</p>	<p>本项目不新增劳动定员，故不新增生活垃圾。</p>
<p>土壤及地下水污染防治措施</p>	<p>/</p>
<p>生态保护措施</p>	<p>/</p>
<p>环境风险防范措施</p>	<p>/</p>
<p>其他环境管理要求</p>	<p>项目正式投运前及时开展竣工环境保护验收工作，并将验收报告向社会公开，进行平台备案，在验收合格后正式投入运行。</p>

六、结论

福建福清核电有限公司监测预警系统雷达建设项目，位于福建省福州市福清市三山镇前薛村岐尾山前沿。本项目建设符合国家产业政策要求，符合“三线一单”以及生态分区管控的控制要求，选址可行。通过对本项目的环境影响分析评价，项目运营过程中电磁、噪声等污染物，经采取综合性、积极有效的防治措施后，各类污染物均能做到达标排放，对周围环境的影响可控制在一定程度和范围内，项目建设运营不改变周边环境的功能要求。

综上所述，从环境保护角度分析，该项目的建设是可行的。

编制单位：中检集团福建创信环保科技有限公司

日期：2024年12月

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		/	/	/	/	/	/	/	/
		/	/	/	/	/	/	/	/
废水		/	/	/	/	/	/	/	/
		/	/	/	/	/	/	/	/
一般工业 固体废物		/	/	/	/	/	/	/	/
		/	/	/	/	/	/	/	/
危险废物		/	/	/	/	/	/	/	/
		/	/	/	/	/	/	/	/

注：⑥=①+③+④-⑤；⑦=⑥-①

电磁环境影响评价专题

项目名称： 福建福清核电有限公司监测预警系统雷达建设项目

建设单位： 福建福清核电有限公司

编制日期： 2024 年 12 月

1 评价依据

1.1 法律法规、条例

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015年1月1日施行）；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年12月29日修订）；
- (3) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021版）》（2021年1月1日施行）；
- (4) 《建设项目环境保护管理条例》（2017年10月1日施行）。

1.2 技术导则和行业标准

- (1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；
- (2) 《辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法》（HJ/T10.2-1996）；
- (3) 《辐射环境保护管理导则 电磁辐射环境影响评价方法与标准》（HJ/T10.3-1996）；
- (4) 《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）。

1.3 相关资料

- (1) 《雷达设备项目可行性研究报告》（中铭工程设计咨询有限公司福建自贸试验区福州片区分公司，2024年9月）；
- (2) 《福清核电站预警设备雷达系统用户手册》（上海广电通信技术有限公司）；
- (3) 建设单位提供的其他资料。

2 电磁环境影响评价内容

2.1 评价对象

项目名称：福建福清核电有限公司监测预警系统雷达建设项目

建设单位：福建福清核电有限公司

建设性质：新建

建设地点：福建省福州市福清市三山镇前薛村岐尾山前沿

建设内容：本项目主要布设 1 套 KMX-52 雷达设备，配套雷达塔架。塔架高 10m，长 2.7m、宽 0.135m 的长条状雷达安装于塔架顶部。

雷达基本信息详见表 2.1-1。

表 2.1-1 雷达基本信息一览表

雷达型号	KMX-52	功能用途	海面漂浮物监控
天线类型	裂缝天线	架设高度	10m
发射功率（kW）	25	发射频率（Hz）	9.38~9.44GHz（X 波段）
天线增益（dB）	30	信号波形	<input type="checkbox"/> 连续波 <input checked="" type="checkbox"/> 脉冲波

扫描方式	<input type="checkbox"/> 电扫描 <input checked="" type="checkbox"/> 机械扫描	扫描速率	24r/min
扫描范围	平面位置扫描, 水平扫描范围 0~360°, 垂直保持 0°		
其他参数信息	水平波束宽度 (-3dB) ≤ 0.8° ; 垂直波束宽度 (-3dB) ≤ 23° 脉冲宽度: 50ns (短脉冲); 1.2μs (长脉冲) 重复频率: 0.05μs/2400Hz; 0.15μs/2400Hz; 0.3μs/1200Hz; 0.5μs/870Hz; 0.75μs/870Hz; 1.2μs/600Hz		

2.2 评价因子和方法

1、近场区评价方法

对于近场区, 主要评价电场强度、磁场强度和功率密度。但由于近场区电场、磁场和功率密度没有固定的换算关系, 且无明显的衰减规律, 因此采用类比监测的方法对电场强度进行评价, 即选择同类型雷达类似运行状况下周围电场强度类比监测结果来反应本项目雷达近场区周围电场强度状况; 功率密度依据《辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法》(HJ/T10.2-1996) 给出的计算模型进行计算; 磁场强度目前无明确的计算模型且无可行的监测仪器及手段, 本次评价未考虑。

2、远场区评价方法

由于远场区具有较为规律的变化趋势, 本次采用模型预测进行远场区电磁环境影响评价, 评价因子为功率密度、电场强度。计算模型和关系换算公式同样依据《辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法》(HJ/T10.2-1996)。

2.3 评价标准

1、根据《电磁环境控制限值》(GB8702-2014), 本项目雷达发射频率为 9380~9440MHz, 处于《电磁环境控制限值》中 3000MHz-15000MHz 频率范围内, 电场以及等效平面波功率密度的公众曝露控制限值要满足表 2.3-1 要求。

表 2.3-1 电磁环境评价执行标准

频率范围	电场强度 E (V/m)	电磁强度 H (A/m)	等效平面波功率密度 S_{eq} (W/m ²)
3000MHz-15000MHz	$0.22f^{1/2}$	$0.00059f^{1/2}$	$f/7500$

注 1: 频率 f 的单位为所在行中第一栏的单位。

注 2: 0.1MHz-300GHz 频率, 场量参数是任意连续 6min 内的方均根值。

注 3: 100kHz 以下频率, 需同时限制电场强度和磁感应强度; 100kHz 以上频率, 在远场区, 可以只限制电场强度或磁场强度, 或等效平面波功率密度, 在近场区, 需同时限制电场强度和磁场强度。

注 4: 对于脉冲电磁波, 除满足上述要求外, 其功率密度的瞬间峰值不得超过表中列限值 1000 倍, 或场强的瞬时峰值不得超过表中列限值的 32 倍。

2、根据《电磁环境控制限值》(GB8702-2014), 当公众曝露在 0.1MHz-300GHz 之间多个频率的电场、磁场、电磁场中时, 应综合考虑多个频率的电场、磁场、电磁场所致曝露, 以满足以下关系式:

$$\sum_{j=0.1MHz}^{300GHz} \frac{E_j^2}{E_{L,j}^2} \leq 1$$

式中：E_j——频率 j 的电场强度；

E_{L,j}——表 2-2 中频率 j 的电场强度限值；

$$\sum_{j=0.1MHz}^{300GHz} \frac{B_j^2}{B_{L,j}^2} \leq 1$$

式中：B_j——频率 j 的磁感应强度；

B_{L,j}——表 2-2 中频率 j 的磁感应强度限值。

3、根据《辐射环境管理导则 电磁辐射环境影响评价方法与标准》(HJ10.3-1996)：对于单个项目的影响，为使公众收到总照射量小于《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)的规定值，对单个项目的影响必须限制在《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)限值的若干分之一。在评价时，对于国家环境保护总局负责审批的大型项目可取《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中场强限值的 1/√2，或功率密度限值的 1/2。其他项目则取场强限值的 1/√5，或功率密度限值的 1/5 作为评价标准。

本项目雷达系统发射频率为 9.38~9.44GHz (9380MHz~9440MHz)，根据表 2.3-1 计算总受照射剂量限值，单个项目评价限制取场强限值的 1/√5，为保守考虑，本项目取最低限值作为最不利因素为本项目电磁辐射控制限值。

本项目电磁辐射评价标准见表 2.3-2。

表 2.3-2 本项目电磁辐射公众曝露限值评价标准一览表

频率	适用对象		电场强度 E (V/m)		磁场强度 H (A/m)		等效平面波功率密度 S _{eq} (W/m ²)		标准名称
			平均值	瞬时峰值	平均值	瞬时峰值	平均值	瞬时峰值	
9.38~9.44GHz	公众照射	总受照射剂量限值	21.3	681.83	0.057	1.83	1.25	1250.67	《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中 3000MHz~15000MHz 频段
		单个项目评价限值	9.53	304.92	0.025	0.82	0.25	250.13	

备注：取频率最小值 9.38GHz 计算

2.4 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 电磁辐射环境影响评价方法与标准》(HJ/T10.3-1996)中第3.1.2款规定，“评价范围为以天线为中心：发射机功率P>100kW时，其半径为1km；

发射机功率 $P \leq 100\text{kW}$ 时，半径为 0.5km 。”

本项目雷达发射频率为 $9.38 \sim 9.44\text{GHz}$ ，发射机峰值功率为 25kW ，因此电磁环境影响评价范围确定为以天线为中心半径 0.5km 范围内，如图2.4-1所示。

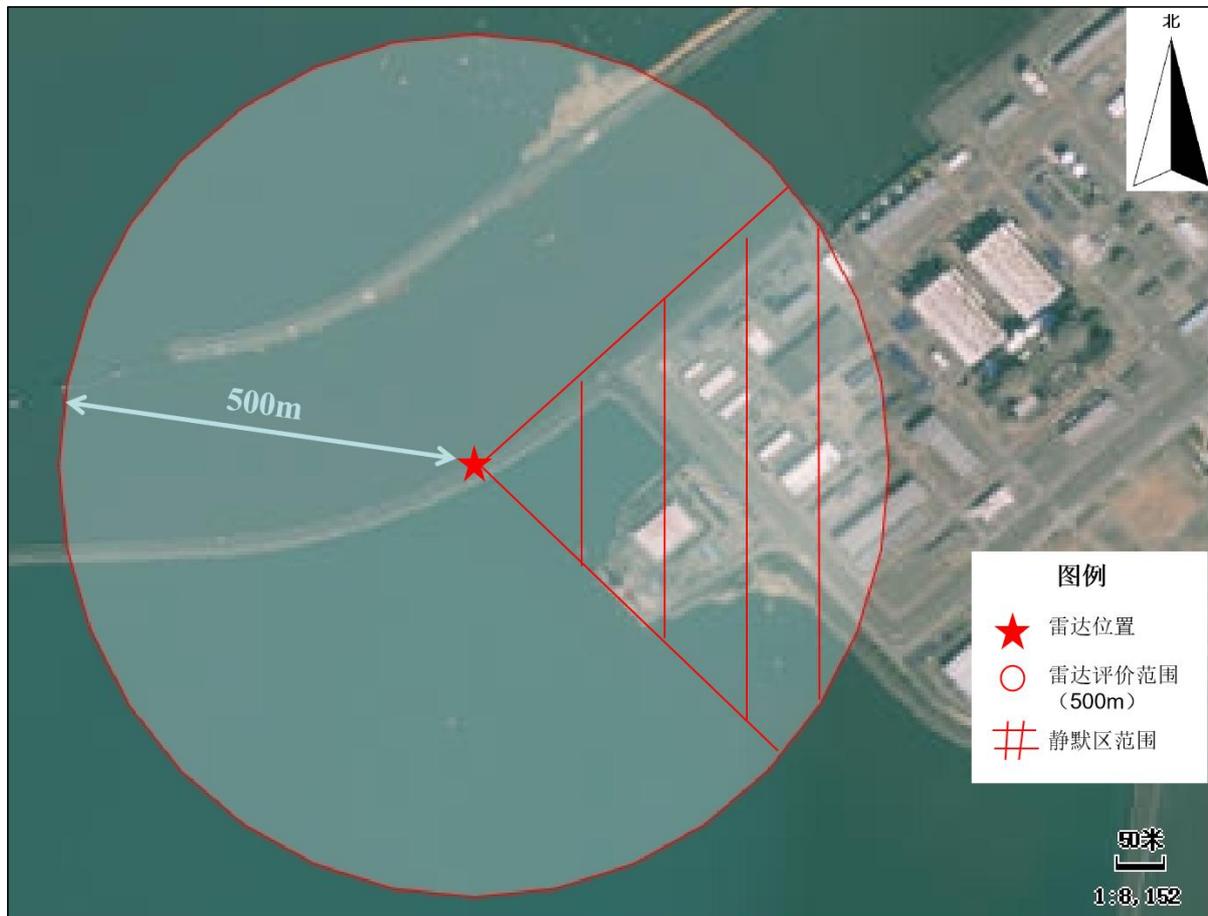


图2.4-1 电磁辐射环境影响评价范围图

本项目位于福清核电厂厂区内，项目评价范围内（ 500m ）涉及的厂区建筑功能标注如图2.4-2所示。红色区域为工作时间（ $8:30-16:30$ ）有人员活动，黄色区域仅在工作需要时有人员进入，上午八点半前和下午四点半后，所有区域均无人员活动。

正常工况下，静默区不对外发射天线，电磁辐射影响很小；非静默区范围内无环境敏感目标，且明渠对岸和海域均禁止人员和船只进入。

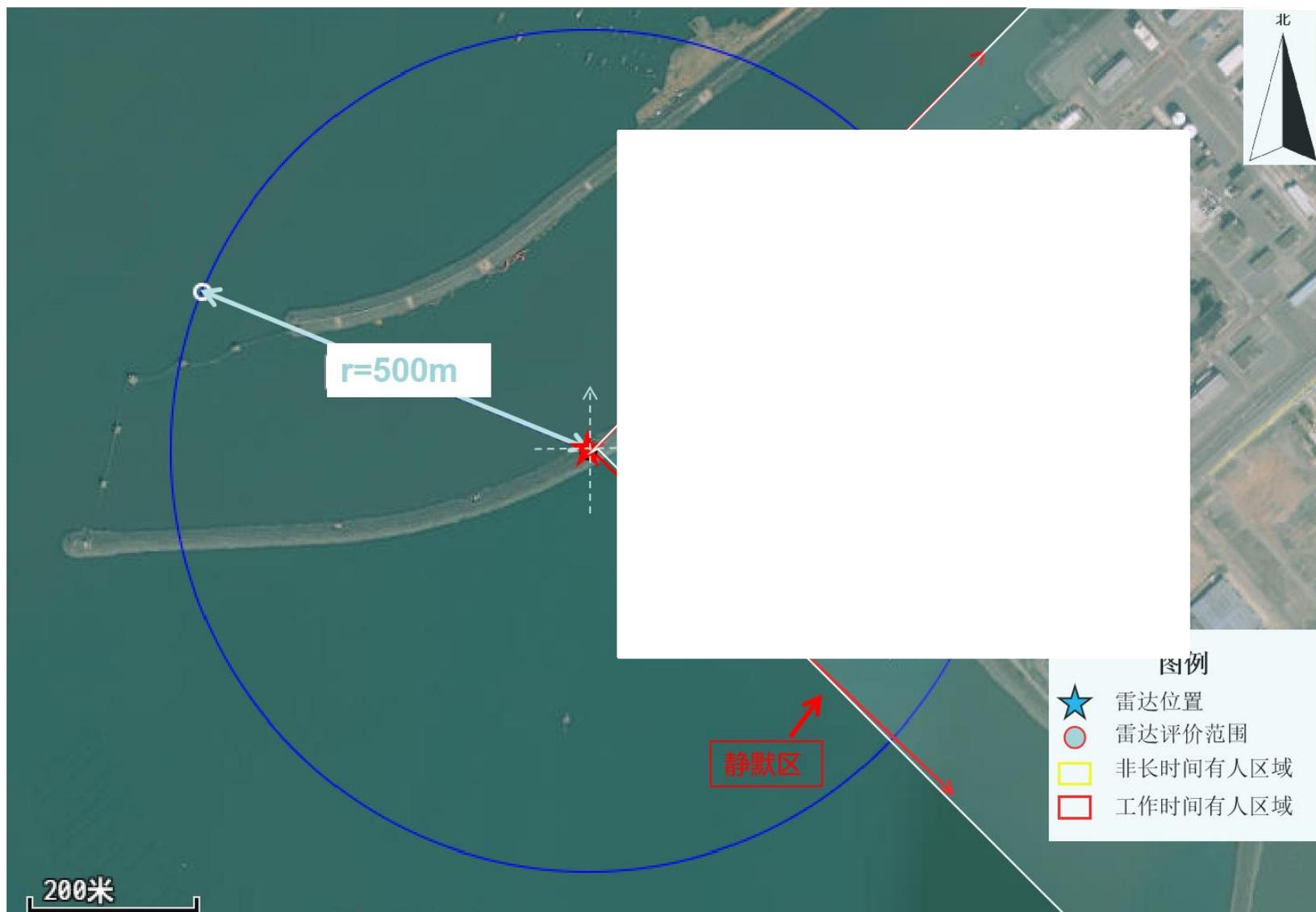


图2.4-2 雷达评价范围周围环境关系示意图

3 电磁辐射环境背景值现状调查

本项目为辐射项目，主要环境问题为雷达工作过程中产生电磁辐射。本项目为新建项目，项目周边无其他雷达及无线电设施。为掌握项目建设地点周围环境的电磁辐射水平，我单位委托江苏玖清玖蓝环保科技有限公司对雷达拟建位置周围区域的电磁辐射水平进行了现状监测（检测报告名称：福建福清核电有限公司取水明渠堵塞物监控预警雷达拟建址综合场强现状检测，检测单位：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司，报告编号：JQJL(H)20242153），监测报告详见附件3。

3.1 监测时间、项目、频次

监测时间：2024年12月7日；

监测频次：昼间1次；

监测项目：电场强度、功率密度。

3.2 监测布点

监测布点依据《辐射环境保护管理导则 电磁辐射环境影响评价方法和标准》（HJ/T10.3-1996）规定，以雷达天线为中心，半径为500m范围内布点监测。本项目雷达站站址北侧、南侧、西侧主要为海域，电磁环境水平相当，东侧为核电厂厂区，在电磁评价范围内的厂内建筑分布较为集中。

因此，本次电磁环境对站址及评价范围内建筑点进行布设监测点位，共布设21个监测点位，监测数据能够反映雷达站四周的电磁环境现状及区域背景状况，监测点位布设合理。具体点位分布情况见表3.2-1和图3.2-1。

表 3.2-1 电磁环境质量现状监测点位一览表

编号	点位描述
E1	拟建雷达处
E2	取水明渠 4 号拦污网北侧端部平台处（距拟建雷达约 257m）
E3	拟建雷达东北处 300m
E4	拟建雷达东北处 400m
E5	武警岗楼前（距拟建雷达约 488m）
E6	化学试剂库 1 西南侧（距拟建雷达约 266）
E7	润滑油和油脂库西南侧（距拟建雷达约 353m）
E8	龙门吊及环吊小车仓库西南侧（距拟建雷达约 401m）
E9	氢气贮存及分配厂房西南侧（距拟建雷达约 486m）
E10	化学试剂库 2 西南侧（距拟建雷达约 283m）
E11	材料场西侧（距拟建雷达约 294m）
E12	综合仓库西南侧（距拟建雷达约 363m）
E13	铆焊车间外西侧（距拟建雷达约 300m）
E14	电仪修车间西侧（距拟建雷达约 460m）
E15	机加工车间西侧（距拟建雷达约 356m）
E16	放射性固体废物处理辅助厂房外西南侧（距拟建雷达约 396m）
E17	废油暂存库西侧（距拟建雷达约 473m）
E18	固体废物暂存库外西南侧（距拟建雷达约 438m）
E19	固体废物暂存库外南侧（距拟建雷达约 500m）
E20	大件码头空置厂房西侧（距拟建雷达约 195m）
E21	雷达控制中心机房西侧（距拟建雷达约 243m）



图3.2-1 电磁环境质量现状监测点位布设图

3.3 监测方法

根据《辐射环境保护管理导则电磁辐射监测仪器和方法》（HJ/T10.2-1996）的有关规定，取探头离地面高度（或离立足点）1.7m处，每个测点连续测5次，每次测量时间不应小于15秒，并读取稳定状态的最大值。取其平均值作为该点的测量数据。

3.4 监测环境和仪器

监测时的环境状况和所用仪器见表3.4-1。

表3.4-1 本项目监测气象条件及监测仪器一览表

气象条件				
时间	天气	气温		相对湿度
2024-12-07	阴	昼间	18.7℃	70.8%
监测仪器				
电磁辐射分析仪 (射频)	仪器型号	SY-550L		
	仪器编号	J9422		
	主机频率范围	1Hz~300GHz		
	探头频率范围	100kHz~12GHz		
	校准日期	2024年03月15日-2025年03月14日		
	校准单位	江苏省计量科学研究院		
温湿度仪	仪器型号	UT333		
	仪器编号	J2117		
	校准日期	2024年03月15日-2025年03月14日		
	校准单位	江苏省计量科学研究院		

3.5 监测结果

本工程电磁环境现状监测及评价结果见表3.5-1。

表3.5-1 电磁环境现状监测结果一览表

编号	点位描述	综合场强 (V/m)	功率密度 ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)
E1	拟建雷达处		—
E2	取水明渠4号拦污网北侧端部平台处 (距拟建雷达约257m)		—
E3	拟建雷达东北处300m		—
E4	拟建雷达东北处400m		—
E5	武警岗楼前(距拟建雷达约488m)		—
E6	化学试剂库1西南侧(距拟建雷达约266)		—
E7	润滑油和油脂库西南侧(距拟建雷达约353m)		—
E8	龙门吊及环吊小车仓库西南侧 (距拟建雷达约401m)		—
E9	氢气贮存及分配厂房西南侧 (距拟建雷达约486m)		—

编号	点位描述	综合场强 (V/m)	功率密度 ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)
E10	化学试剂库 2 西南侧 (距拟建雷达约 283m)		—
E11	材料场西侧 (距拟建雷达约 294m)		—
E12	综合仓库西南侧 (距拟建雷达约 363m)		—
E13	铆焊车间外西侧 (距拟建雷达约 300m)		—
E14	电仪修车间西侧 (距拟建雷达约 460m)		—
E15	机加工车间西侧 (距拟建雷达约 356m)		—
E16	放射性固体废物处理辅助厂房外西南侧 (距拟建雷达约 396m)		—
E17	废油暂存库西侧 (距拟建雷达约 473m)		—
E18	固体废物暂存库外西南侧 (距拟建雷达约 438m)		—
E19	固体废物暂存库外南侧 (距拟建雷达约 500m)		—
E20	大件码头空置厂房西侧 (距拟建雷达约 195m)		—
E21	雷达控制中心机房西侧 (距拟建雷达约 243m)		—

由上表监测结果可知，本项目雷达监测预警系统各测点处综合场强范围为0.34~2.93V/m，功率密度范围为0.031~2.277 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ，均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中相应公众曝露控制限值要求。

4 电磁环境影响预测与评价

4.1 雷达的工作模式

本工程雷达天线为裂缝天线，雷达发射电磁波探测海面悬浮物的方式是以平面位置扫描（PPI）的方式进行的，雷达天线面板底端距地面高度10m，天线本身保持水平，雷达发射机只进行水平方向360°旋转，不进行垂直方向旋转，雷达天线转速为24rpm，在规定时间内完成一次扫描。天线最大水平波束宽度为0.8°，垂直波束宽度为23°。

在观测海域区内，雷达处于连续的开机状态；在非海域区域，雷达已设置静默区（覆盖厂区评价范围内所有建筑），即当天线旋转到该区域时收发机不对外发射电磁波。

4.2 近、远场电磁辐射区域划分

电磁辐射源产生的交变电磁场可分为性质不同的两个部分，其中一部分电磁场能量在辐射源周围空间及辐射源之间周期性地来回流动，不向外发射，称为感应场；另一部分电磁场能量脱离辐射体，以电磁波的形式向外发射，称为辐射场。一般情况下，电磁辐射场根据感应场和辐射场的不同而区分为近场（感应场）和远场（辐射场）。

辐射源产生的电磁场在近场和远场有着巨大差异。近场内，电场强度与磁场强度没有确定的比例关系，衰减剧烈，空间分布不均匀度较大，不易估算预测；而远场内，电场与磁场有较为固定的关系，随着距离呈规律性变化，电磁能量基本上以电磁波形式辐

射传播，这种场辐射强度的衰减要比近场慢得多，远场为弱场，其电磁场强度均较小。

远场和近场的划分相对复杂，要具体根据不同的辐射源（天线）形式和使用频率等情况确定。根据天线波束形成理论（M.I.斯特尔尼克.雷达手册.谢卓译.北京：国防工业出版社，1978），以离辐射源 $2D^2/\lambda$ 的距离作为近、远场区的分界，其计算公式如下：

$$R=2D^2/\lambda \quad (4.1)$$

式中：波长 $\lambda=c/f$

R ——近、远场区分界距离，m；

D ——天线直径，m；

C ——光速，取 3×10^8 m/s；

f ——工作频率，Hz。

天线近区场和远区场的划分示意图如图4-1所示。

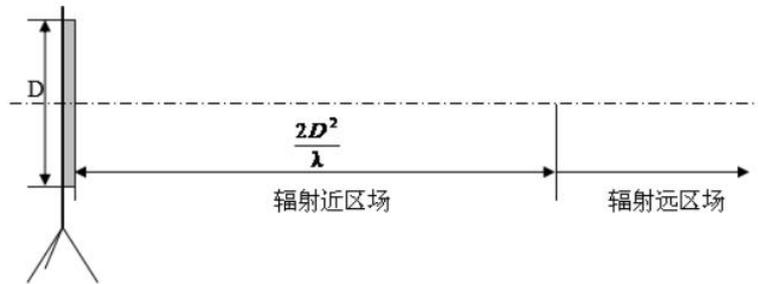


图4-1 电磁辐射场区分布示意图

根据上述公式计算，本项目雷达天线近区场和远区场的划分见表4.2-1。

表4.2-1 本项目雷达近、远场区划分结果表

项目	本项目雷达
发射频率 (GHz)	9.38~9.44 (保守取9.38)
发射波长 (m)	$3 \times 10^8 / (9.38 \times 10^9) = 0.032$
天线口径 (m)	2.7
近、远场区划分结果 (m)	455.63

根据上表结果可得本项目近、远场区分界距离为455.63m，即以发射天线为中心455.63m范围内为近场区，以外为远场区。

4.3 计算公式及参数的选取

本项目雷达工作频率为9380~9440MHz，属于微波波段。根据《辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法》（HJ/T10.2-1996）中环境质量预测的场强计算（微波），近、远场区得功率密度可按照下列公式计算。

4.3.1近场区最大功率密度计算

近场区最大功率密度:

$$P_{dmax}=4P_T/S \quad (4.2)$$

式中: P_T ——送入无线净功率, mW;

S ——天线实际几何面积, cm^2 。

4.3.2远场区轴向功率密度计算

远场区轴向功率密度:

$$P_d=P \cdot G/4\pi r^2 \quad (4.3)$$

式中: P_d ——预测功率密度, W/m^2 ;

P ——雷达发射机平均功率, mW;

G ——天线增益(倍数), dB;

r ——测量位置与天线轴向距离, cm。

4.3.3任意一点连续6min内的方均根值计算

根据《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)表1不同频率公众曝露控制限值及表1注2, 在0.1MHz-300GHz频率范围内, 场量参数是任意连续6min内的方均根值。

本项目采用脉冲体制雷达, 针对连续6min内雷达自身发射电磁波的因素, 脉宽与周期的比称为发射机的占空比, 即脉冲占空比 η 。一个周期内最多有 η 的时间向空间内发射电磁波, 计算电磁辐射对人的危害时, 应考虑雷达最大占空比 η 的因素。

因此, 某一点连续6 min内方根均值:

$$P_{d(6min)max}=P_{dmax} \cdot \eta \quad (4.4)$$

式中: P_d ——最大功率密度, W/m^2 ;

η ——脉冲最大占空比。

4.3.4发射天线方向性函数

根据《辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法》(HJ/T10.2-1996), 由于发射源到发射天线及射频信号通过天线罩等可能存在系统传输损耗系数, 而且最主要的是接受者并不是总对准或干脆不对准天线的主波束, 因此引入发射天线方向性函数 $\int_{\theta} \int_{\psi} f^2(\theta, \psi) d\theta d\psi \approx F^2(\theta, \psi)$ (刘志澄.新一代多普勒天气雷达系统环境及运行管理北京: 气象出版社, 2002), 得近场区空间任意一点单位面积、单位时间内接收的功率密度:

$$P_{dmax}=4P_T \cdot k \cdot F^2(\theta, \psi)/S \quad (4.5)$$

式中: k ——损耗系数。

同理，远场区空间任意一点单位面积、单位时间内接收的功率密度：

$$P_d = P \cdot G \cdot F^2(\theta, \psi) / 4\pi r^2 \quad (4.6)$$

式中： G ——天线增益（倍数）。

4.3.5 雷达发射机的平均功率

由于雷达采用脉冲调制的工作状态，发射功率较大，但该功率为瞬时功率，雷达间歇性发射脉冲信号，亦即发生高功率电磁信号的时间极短，且大部分时间不发射。雷达平均功率可以按下式进行计算：

$$P = k \cdot P_M \cdot (t/T) \quad (4.7)$$

式中： P_M —发射功率（峰值功率），W；

t —脉冲宽度，s；

T —脉冲周期， $T=1/f$ ， f 为脉冲重复频率，Hz；

k —波形修正系数，此处取1。

本项目雷达脉冲波的重复频率PRF为0.05 μ s/2400Hz；0.15 μ s/2400Hz；0.3 μ s/1200Hz；0.5 μ s/870Hz；0.75 μ s/870Hz；1.2 μ s/600Hz，根据公式4.6，分别计算平均功率P，详见表4.3-1：

表4.3-1 平均功率计算结果一览表

序号	峰值功率 (W)	重复频率 (Hz)	脉宽 (μ s)	平均功率 (W)
1	25000	2400	0.05	3
2		2400	0.15	9
3		1200	0.3	9
4		870	0.5	10.86
5		870	0.75	16.31
6		600	1.2	18

由上表可得，当 $f=600$ Hz， $t=1.2\mu$ s时，本项目平均发射功率最大，为 $P=18$ W。

4.3.6 天线增益（倍数）

本项目雷达站天线增益换算为增益倍数公式如下：

$$G(\text{倍数}) = 10^{(G(\text{dB})-L)/10} \quad (4.8)$$

式中： $G(\text{dB})$ ——天线最大增益。

L ——天线系统损耗。

本项目雷达天线主瓣方向增益为30dB，经咨询雷达厂家，由于发射机距离雷达距离很近，出厂检测结果表明几乎不存在损耗，故忽略不计。因此，计算得 $G=1000$ （倍）。

4.3.7 电场、磁场转换模型

根据《辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法》(HJ/T10.2-1996)附录C单位换算(自由空间),功率密度与电场强度和磁场强度之间的关系按照以下公式计算:

$$E = \sqrt{P \times 376.36} \quad (4.9)$$

$$H = \sqrt{P \div 376.36} \quad (4.10)$$

式中: E ——电场强度 (V/m);

H ——磁场强度 (A/m);

P ——功率密度 (W/m²)。

本项目电磁辐射预测主要参数见表4.3-2。

表4.3-2 本项目电磁辐射预测参数一览表

发射功率	平均发射功率	脉冲宽度	脉冲重复频率	最大增益	发射损耗
25kW	18W	1.2μs	600Hz	30	忽略不计

4.4 近场区电磁辐射水平估算

4.4.1 近场区功率密度理论计算

根据本项目雷达参数,确定以天线发射中心455.63m范围内为近场区。保守起见,为计算得近场区内功率密度最大值点,本项目取 $F^2(\theta, \psi)=1$;经咨询雷达厂家,由于发射机距离雷达距离很近,出厂检测结果表明几乎不存在损耗,故忽略不计,所以射频损耗系数 $k=10^{-0}=1$;送入天线净功率是发射机传送给天线的净功率,由于本项目中雷达的传输损耗忽略不计,因此送入天线净功率分别取发射机峰值功率和平均功率代入计算;天线长2.7m,宽135mm,实际几何面积 $S=0.3645\text{m}^2$ 。根据公式4.5,相应计算参数详见表4.4-1。

表4.4-1 近场区功率密度 P_{\max} 计算参数一览表

送入天线净功率 P_T (W)	损耗系数 k	方向性函数 $F^2(\theta, \psi)$	天线实际几何面积 (cm ²)
峰值功率25000, 平均功率18	$k=10^{-0}=1$	1	$2.7 \times 0.135=0.3645$

计算得近场平均功率密度最大值 P_{dmax} :

$$P_{dmax} = 4P_T k \cdot F^2(\theta, \psi) / S = \frac{4 \times 18 \times 1 \times 1}{0.3645} = 197.53 \text{W/m}^2$$

同理,近场瞬时功率密度最大值为:

$$P_{dmax\text{瞬}} = 4P_T k \cdot F^2(\theta, \psi) / S = \frac{4 \times 25000 \times 1 \times 1}{0.3645} = 274348.42 \text{W/m}^2$$

由上可知,本项目瞬时峰值功率密度超过本项目250.13W/m²环境管理目标限值要求。

根据微波天线波束形成理论，在近场区雷达天线辐射出的电磁波假设初始为平行波束，以平行波束在测点的驻留时间与扫描周期的比值为扫描占空比 η ，由于天线以固定角度在水平面上 360° 旋转，在与天线距离 d 处，对应的扫描扇区的圆周长度为 $2\pi d$ ，而近场区平行波束的宽度近似等于天线的直径 D ，在相同的扫描速度下，扫描占空比 η 正比于 $D/2\pi d$ 。因此，近场区某一处的扫描占空比为 $\eta=D/2\pi d=2.7/(2\times 3.14d)=0.43/d$ 。

由此计算，在远近场分界处，任一点在任意6min内所照射到的平均功率密度为：

$$P_{d(6min)max}=P_{dmax}\times\eta=197.53\times 0.43/d=84.94/d(\text{W/m}^2)$$

具体预测结果见下表：

表4.4-2 近场区电磁辐射水平预测结果

序号	与天线轴向距离 (m)	平均值		
		等效平面波功率密度 (W/m ²)	电场强度 (V/m)	磁场强度 (A/m)
1	10	8.4938	/	/
2	30	2.8313		
3	50	1.6988		
4	100	0.8494		
5	150	0.5663		
6	200	0.4247		
7	250	0.3398		
8	300	0.2831		
9	350	0.2427		
10	400	0.2123		
11	450	0.1888		
12	455.63	0.1864		

由上表可知，自距离雷达350m处开始，任意6min内功率密度方根均值满足本项目0.25W/m²环境管理目标限值要求。

综上所述，根据近场区预测结果可知，近场区瞬时峰值功率密度超过本项目管理限值要求，平均功率密度在距离雷达350m外满足本项目管理限值要求。通常情况下，近场区功率密度最大值出现在天线口面处，采用天线口面处的预测值来反应整个近场区场强情况是过于保守的。且本项目雷达天线在转向厂区范围时开启静默模式，静默区域覆盖评价范围内核电厂所有建筑设施，非静默区域（明渠对岸和观测海域范围）无电磁环境敏感目标，且禁止人员和船只入内，因此对周围环境影响较小。

4.4.2近场区电场强度类比分析

由于近场区的特性，电场强度难以用理论预测分析，也无法直接通过功率密度换算，

故采用类比监测值来反映近场区辐射影响状况。雷达站周围的电磁环境影响主要与雷达的发射频率、输出功率、天线增益、天线高度、天线仰角等因素有关。为预测拟建雷达运营后对周围电磁环境的影响，本项目选取浙江海事局嘉兴船舶交通管理系统独山雷达站工程进行类比分析，类比评价本项目雷达运行时，对周边电磁环境保护目标电磁环境的影响。主要技术指标对比见表4.4-3。

1、类比分析可行性

表4.4-3 项目拟建雷达和类比雷达参数对比表

项目	本项目新建雷达	独山雷达站	可行性分析
工作频率	9380~9440MHz	9345~9405MHz	工作频率接近，可行
方位角扫描范围	0~360°	0~360°	一致
仰角扫描范围	0	-0.6°	类比项目为天线对地面发射，本项目为天线水平发射，可行
发射脉冲峰值功率（kW）	25	25	一致
脉冲宽度、脉冲频率	脉冲宽度 0.05~1.2μs，脉冲重 复频率600~2400Hz	脉冲宽度50μs，脉冲 重复频率4400Hz	类比项目脉冲宽度和重复频率大于本项目，电磁影响较大，可行
天线增益（dB）	30	35	类比项目天线增益大于本项目，电磁影响较大，可行
天线架设高度（m）	10	7.5	本项目天线高度大于类比项目，可行

由上表可知，独山雷达站与本项目拟建雷达均属于X波段雷达，均为非仰角发射天线，方位角扫描范围和发射峰值功率相同，工作频率范围相近，类比项目天线增益、脉冲宽度和重复频率大于本项目，且架设高度低于本项目，影响更大。因此，综合考虑，该项目具有可类比性，能反映出本项目投运后的近场区电磁环境情况。

2、类比监测结果及分析

独山雷达站位于平湖市独山港镇独山山顶，站址周围以荒地、林地为主，占地范围内没有居民敏感目标，在雷达站正常工况（频率9.35GHz~9.41GHz，雷达收发机平均功率75W）条件下进行监测，单个点位监测时间根据《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）不小于6min，并记录均方根值作为监测结果。类比监测布点见图4.4-1，电磁辐射环境监测结果见表4.4-4。



图4.4-1 独山雷达站电磁辐射环境监测布点示意图

表4.4-4 独山雷达站电磁辐射环境监测结果

序号	监测点位描述	点位与天线 垂直距离(m)	点位与天线 直线距离(m)	电场强度E (V/m)	瞬时峰值 E _{peak} (V/m)
1	独山雷达站北侧30m	7	31	1.54	30.8
2	独山雷达站北侧50m	5	50	1.94	38.8
3	独山雷达站东侧30m	13	33	<0.6	<12
4	独山雷达站东侧50m	16	52		
5	戚继光庙院内	-	-		
6	沙井禅寺门口	-	-		
7	独山港务局2号门门口	72	345		
8	海塘村3号门门口	-	-		
9	独山野味馆停车场内	-	-		
10	独山快餐门口	-	-		
11	孙家宅基28号门门口	-	-		

3、类比监测结论

由类比监测数据可以看出独山雷达站在正常运行状况下，电场强度最大值为1.94V/m，满足本项目电场强度限值9.59V/m（频率9375MHz），电场强度瞬时峰值最大值为38.8V/m，满足本项目电场强度限值306.88V/m（单个项目的管理限值9.59 V/m的32倍）。

综上，根据类比监测结果可以推测，本项目雷达投运后，评价范围内电场强度可以

满足评价标准要求。

4.5 远场区电磁环境影响预测

根据本项目雷达参数，确定以天线发射中心455.63~500m范围内为远场区。同样取 $F^2(\theta, \psi)=1$ ， $G=1000$ 倍，由公式4.6，代入表4.5-1相关计算参数，可计算得出远场区预测功率密度。

表4.5-1 远场区预测功率密度 P_d 计算参数一览表

雷达发射机平均功率P (W)	天线最大增益G	方向性函数 $F^2(\theta, \psi)$	天线实际几何面积 (cm ²)	与天线轴向距离 (m)
18	$10^{(G(dB)-L)/10}=1000$	1	$4 \times 3.14 \times r^2$	r

即远场区功率密度为：

$$P_d = P \cdot G \cdot F^2(\theta, \psi) / 4\pi r^2 = (18 \times 1000 \times 1) / (4 \times 3.14 \times r^2) = 1433.12 / r^2$$

本项目天线由近场到远场是主波束逐渐形成，并逐渐收窄的变化，在远场区电磁波形成0.8°的近锥形波束，远场区扫描占空比为：

$$\eta_s = 0.8^\circ / 360^\circ = 0.0022$$

本项目雷达天线转速为24r/min，水平方向360°旋转，最大扫描速度为144°/s，垂直方向不进行旋转。因此在以主波束中心为圆心，455.63~500m为半径的范围内（非静默区）任意连续一点任意6min内最大扫描次数为144次。

则远场区任意连续一点任意6min内所照射到的平均功率为：

$$P_{(6min)dmax} = P_d \times \eta_s = 1433.12 / r^2 \times 0.0022 \times 144 = 454.01 / r^2$$

同理，本项目任意连续6min内，瞬时峰值功率密度为：

$$P_{(6min)dmax瞬} = P \cdot G / 4\pi r^2 = (25000 \times 1000) / (4 \times 3.14 \times r^2) = 1990445.86 / r^2$$

具体预测结果详见下表：

表4.5-2 远场区电磁辐射水平预测结果

与天线轴向距离 (m)	平均值			瞬时峰值	
	等效平面波功率密度 (W/m ²)	电场强度 (V/m)	磁场强度 (A/m)	等效平面波功率密度 (W/m ²)	电场强度 (V/m)
455.63	0.0022	0.91	0.0024	9.59	60.07
500	0.0018	0.82	0.0022	7.96	54.73

由上述计算可知，在雷达天线的远场区（距离雷达天线455.63~500m范围内），电场强度平均值最大为0.91V/m，瞬时峰值最大为60.07V/m，均低于本项目电场强度评价限值（平均值9.53V/m，电场强度瞬时峰值304.92V/m）；磁场强度最大为0.0024A/m，低于本项目磁场强度评价限值（平均值0.025A/m）；平均功率密度最大为0.0022W/m²，

瞬时峰值功率密度最大为9.59W/m²，均低于本项目功率密度评价限值（功率密度平均值0.25W/m²，功率密度瞬时峰值250.13W/m²）。

经叠加远场区内电场强度和功率密度电磁辐射背景最大值1.63V/m和0.705μW/cm²后，均不超过电场强度和功率密度公众总受照射剂量限值21.3V/m和1.25W/m²，可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）和《辐射环境保护管理导则 电磁辐射环境影响评价方法与标准》（HJ/T10.3-1996）的要求。

4.6 天线副瓣电磁环境影响分析

雷达正常运行时，其辐射能量主要聚集在天线的主瓣，由天线参数可知，雷达天线主瓣非常集中，波束宽度不大于0.8°，第一副瓣电平≤-28.41(dB)。对于地面及敏感目标处可能会受到的副瓣影响，其中第一副瓣是所有副瓣里影响最大的，因此按受到第一副瓣影响进行计算。

根据副瓣电平的概念，副瓣电平=10lg副瓣最大功率值/主瓣最大功率值。由此可计算出，本项目雷达的副瓣功率值为主瓣功率值的0.00144倍，据此参考近、远场区计算公式，可计算出副瓣在评价范围内不同距离处任意6min内的电磁辐射强度。在与天线水平距离取不同值时，本项目评价范围副瓣影响区电磁辐射强度计算结果见表4.6-1。

表4.6-1 近、远场区副瓣影响电磁辐射水平预测值

距离天线轴向的距离 (m)		平均值			瞬时峰值	
		等效平面波功率密度 (W/m ²)	电场强度 (V/m)	磁场强度 (A/m)	等效平面波功率密度 (W/m ²)	电场强度 (V/m)
近场区	10	0.0122	/	/	/	/
	30	0.0041				
	50	0.0024				
	100	0.0012				
	150	0.0008				
	200	0.0006				
	250	0.0005				
	300	0.0004				
	350	0.0003				
	400	0.0003				
	450	0.0003				
	455.63	0.0003				
远场区	455.63	3.15E-06	0.0344	9.15E-05	0.0138	2.2795
	500	2.62E-06	0.0314	8.34E-05	0.0115	2.0772

由上述预测结果可知，本项目评价范围内副瓣影响的等效平面波功率密度为

$0.0122\sim 2.62\times 10^{-6}\text{W}/\text{m}^2$ ，能够满足本项目 $0.25\text{W}/\text{m}^2$ 的环境管理目标限值要求。

5 电磁辐射污染防治措施

本项目主要的污染物为电磁辐射，鉴于项目的特殊性，不能对其电磁波进行防护屏蔽，通过合理选址、增大有效防护距离和天线布置来减小周围地区的电磁辐射水平。

1、在施工安装过程中，应注意保证施工质量，防止波导、馈线、接头等处的电磁泄漏，以保护工作场所的电磁环境。

2、项目竣工后要项目进行竣工验收监测，以验证项目运行后对周围环境的影响程度，发现问题及时整改。

3、运行期需对工作人员进行有关电磁辐射知识的培训，加强宣传教育，减少工作人员在高电磁场区的停留时间，以减小电磁场对工作人员的影响。加强对发射设备的检修和维护。

4、在雷达站使用过程中，每年进行一次性能指标的测试和电磁辐射能的监测，随时掌握雷达站运行情况和雷达站附近的电磁环境状况，并详细记录和存档。

5、雷达系统机房为工作场所，应规定非工作人员不得进入。

6、雷达正常工况下，已对厂区范围设置静默区域，静默范围覆盖评价范围内所有厂区建筑物，静默区不对外发射天线，电磁环境影响很小；非静默区（明渠对岸和观测海域区域）无环境敏感目标，应规定人员禁止入内。

7、当雷达出现非正常工况时会发出警报，应立刻停止使用，联系工程师进行检修，记录雷达出现非正常工况的情况和处理结果，并及时向上级主管部门或相关机构报告，分析故障原因，改进预防措施并积累经验。

6 电磁环境影响评价结论

1、本项目电磁辐射评价范围以雷达发射天线为中心，半径 500m 范围内。根据计算可得，近远场得分界线为 455.63m，该区域以内为电磁辐射影响近场区，以外为远场区。

2、根据模型计算，近场区瞬时峰值功率密度超过本项目公众曝露控制限值要求，350~455.63m 范围内的平均功率密度满足本项目公众曝露控制限值要求。本项目雷达天线在转向厂区范围时开启静默模式，非静默区域无电磁环境敏感目标，且禁止人员和船只入内，因此对周围环境影响较小。根据类比监测结果可以推测，本项目雷达投运后，近场区内电场强度满足评价标准要求。

3、根据模型计算，远场区电磁辐射强度可满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)

和《辐射环境保护管理导则 电磁辐射环境影响评价方法与标准》（HJ/T10.3-1996）的单个项目限值要求，叠加现状背景值后仍可满足公众总受照射剂量限值要求，产生的电磁辐射对周边环境影响较小。

4、通常情况下，近场区功率密度最大值出现在天线口面处，采用天线口面处的预测值来反应整个近场区场强情况是过于保守的，而天线由近场到远场是主波束逐渐形成，并逐渐收窄的变化，并不是在某一点突然发生变化，因此用天线口面处的预测值和轴向功率密度预测值分别计算某一位置的功率密度，即在近、远场分界处，可能会出现预测值差异较大的情况。

5、对于雷达天线副瓣产生的影响，评价范围内的电磁辐射强度可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）和《辐射环境保护管理导则 电磁辐射环境影响评价方法与标准》（HJ/T10.3-1996）的限值要求。

综上所述，本项目为雷达建设项目，技术成熟、可靠、安全，项目建设区域电磁环境本底现状满足环评标准要求，本项目严格执行报告表及项目设计中提出的相应电磁环境保护措施及要求，能有效控制工程建设对电磁环境的影响。从电磁环境保护角度分析，该项目是可行的。