

建设项目环境影响报告表

(污染影响类)

项目名称: 秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施

建设单位(盖章): 秦山第三核电有限公司

编制日期: 2021年4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	ijpc01		
建设项目名称	秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施		
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		
一、建设单位情况			
单位名称(盖章)	秦山第三核电有限公司		
统一社会信用代码	913304241429418854		
法定代表人(签章)	黄潜		
主要负责人(签字)	郑永祥		
直接负责的主管人员(签字)	宋电子		
二、编制单位情况			
单位名称(盖章)	上海核工程研究设计院有限公司		
统一社会信用代码	91310104132672722W		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
傅小城	2013035310350000003512310342	BH021941	傅小城
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
杨帆	建设项目基本情况、区域环境质量现状、环境保护目标及评价标准	BH030433	杨帆
傅小城	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、附表	BH021941	傅小城

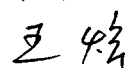
秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施 环境影响报告表

校核、审核人员名单

审核：杜风雷



校核：王炫



上海核工程研究设计院有限公司

二〇二一年四月

一、建设项目基本情况

建设项目名称	秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施		
项目代码	无		
建设单位联系人	宋电子	联系方式	0573-86651957
建设地点	浙江省（自治区） <u>嘉兴市海盐县（区）秦山乡（街道）</u> <u>秦山第三核电厂厂区</u>		
地理坐标	（ <u>120</u> 度 <u>57</u> 分 <u>3.844</u> 秒， <u>30</u> 度 <u>25</u> 分 <u>47.761</u> 秒）		
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	☐ 新建（迁建） ☒ 改建 ☐ 扩建 ☐ 技术改造	建设项目申报情形	☐ 首次申报项目 ☐ 不予批准后再次申报项目 ☐ 超五年重新审核项目 ☒ 重大变动重新报批项目
项目审批（核准/备案）部门（选填）	中国核工业集团公司	项目审批（核准/备案）文号（选填）	中核计发[2006]384 号
总投资（万元）	31756	环保投资（万元）	13642
环保投资占比（%）	42.96%	施工工期	18 个月
是否开工建设	☒ 否 ☐ 是：_____	用地（用海）面积（m ² ）	18866
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	本项目位于海盐县秦山镇秦山三期厂区内原有乏燃料贮存模块场地内，根据《海盐县环境功能区划》，本项目位于秦山核电站环境优化准入区（0424-V-0-8），符合环境功能区划要求。		

其他符合性分析	1、“三线一单”符合性 1.1 生态保护红线 根据《海盐县环境功能区划》，海盐县划定 3 个自然生态红线区，分别为南北湖风景名胜区、千亩荡饮用水水源保护区和天仙河饮用水水源保护区。本项目拟建于浙江省海盐县秦山核电基地秦山三期乏燃料贮存设施原有区域内，不涉及生态保护红线。符合生态保护红线要求。 1.2 环境质量底线 本项目运行期不产生放射性和非放射性废气和废水，不新增固体废物。噪声主要为乏燃料运输车辆和吊车装载乏燃料产生的噪声，经降低车辆的行使车速，禁止鸣笛及夜间工作等控制措施，对周围声环境影响小。符合环境质量底线要求。 1.3 资源利用上线 本项目实体保卫、消防、供电及给排水等均依托现有已批复的工程设施，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 根据《海盐县环境功能区划》的负面清单，本项目为核电厂内原有乏燃料贮存设施场地内的模块改造项目，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，符合要求。 综上，本项目符合《浙江省“三线一单”生态环境分区管控方案》（浙环发[2020]7 号）要求。 2、环境保护法规政策的符合性 本项目运行期不产生放射性及非放射性废气和废水，不新增固体废物。噪声主要为乏燃料运输车辆和吊车装载乏燃料产生的噪声，经降低车辆的行使车速，禁止鸣笛及夜间工作等控制措施，对周围声环境影响小。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（2019 年本）》（国家发展和改革委员会令第 29 号）中“鼓励类——四十三、环境保护与资源节约综合利用——16、“三废”综合利用与治理技术、装备和工程”项目，符合国家的产业政策，不属于限制类和淘汰类。 3、生态环境保护规划的符合性 本项目为核电厂内已有的乏燃料临时干式贮存设施内模块改建项目，土地性质为工业用地，符合功能区要求；项目周边给排水、供电等基础设施均依托现有已批复的工程设施，可以满足项目需要。因此，本项目的建设符合海盐县土地利用规划与城市总体规划要求。
--	--

二、建设项目工程分析

建设内容	1. 项目由来 秦山第三核电有限公司（以下简称“秦山三期”）是中核集团旗下的国有企业，位于浙江省海盐县，主要负责核电机组的建造和运营。 秦山三期按照国际上CANDU 核电厂通用的实践方式，在厂区内建设了乏燃料临时干式贮存设施，采用MACSTOR-400型（以下简称“QM-400”）贮存模块存贮机组产生的乏燃料，由加拿大原子能公司（现Candu能源公司）和上海核工程研究设计院（现上海核工程研究设计院有限公司）联合设计，采用“一次规划、分批建设”的方式，规划建设18个QM-400模块，并留有增建2个模块的场地，每个QM-400模块可贮存24000根乏燃料棒束，按照机组实际产生的乏燃料推算，可存贮机组运行45年的乏燃料。 秦山三期目前正在开展压力管延寿、压力管更换等前期工作，并可能在此之上进一步考虑机组延寿至 60 年，因此在现有的乏燃料干式贮存区全部建设 QM-400 模块，不能满足未来可能的机组延寿运行等需求。为了经济地解决今后乏燃料的贮存问题，并给秦山核电今后的发展留下空间，为此在不降低原设施安全设计裕度的前提下，通过设计变更和改进，开发了采用密集化贮存技术的 M1 型模块，以使用现有的场地能贮存机组运行至 60 年的乏燃料。 项目地理位置示意图见附图 1。 2. 项目内容 秦山三期乏燃料临时干式贮存场地，原规划采用 QM-400 贮存模块存贮机组产生的乏燃料，规划建设 18 个 QM-400 模块，项目原总平面布置图见附图 2。目前贮存场地已建成 6 个 QM-400 模块，新型 M1 贮存模块拟利用原 QM-400 模块场地建设，即将原放置 7#~18# QM-400 模块的场地用来放置 M1 型模块。项目现总平面布置图见附图 3。 单个 M1 型模块占地尺寸为 52.32m×13.505m，在 QM-400 模块南侧场地共布置 6 个 M1 型模块。7#~9#M1 型模块的北侧为 1#~6#QM-400 模块，模块之间的间距为 3.2825m。7#~9#M1 型模块之间的间距为 3m。7#~9#M1 型模块的南侧为 10#~12#M1 型模块，间距为 3m。 2.1 原工艺系统
------	---

	秦山三期乏燃料临时干式贮存设施在正常存放时乏燃料有三层防止放射性物质释放的屏障，即燃料包壳、密封的不锈钢燃料篮和模块内的密封钢制贮存筒，可保证对放射性物质的包容。正常运行时，没有气态和液态的流出物释放。 QM-400 模块设计寿命 50 年，贮存对象是经过乏燃料贮存池冷却 6 年以上的 CANDU 标准燃料棒束。模块设计贮存容量为 24000 根乏燃料棒束。贮存筒材料为碳钢，内外均采取热喷锌防腐涂层，涂锌层厚度内表面为 125~150μm，外表面为 350μm。模块采取非能动设计，两侧各设 5 个进风口和 6 个出风口，冷空气从贮存模块的两侧底部墙体上各 5 个进风口进入，通过模块构筑物内壁与贮存筒外壁之间流道吸收热量后，热空气从贮存模块上部两侧各 6 个出风口排出，通过空气自然对流传热将乏燃料中的剩余衰变热排放到大气中。为了减少放射性辐照剂量率，进风口和出风口均设计成迷宫结构。QM-400 贮存模块平面布置图见附图 4，外观图见附图 5。 QM-400 模块整体采用普通混凝土结构，侧面的最小屏蔽厚度约为 98.5cm，顶部最小屏蔽厚度约为 108cm，顶部设有“阶梯形”屏蔽塞子，以装卸乏燃料篮和屏蔽放射性。因此，通过燃料篮的厚度、贮存筒以及近 1m 厚钢筋混凝土这三部分起到的实物辐射屏蔽作用，可使模块内的乏燃料对工作人员或环境辐照剂量降到最低。 2.2 现工艺系统 2.2.1 总体设计要求 M1 型模块总的设计原则是不改变原设计基准，不降低其安全要求，最大限度利用现有的相关设备和设施。具体如下： 1) M1 型模块设计使用寿命不得低于 50 年； 2) 与现有 6 个 QM-400 模块共同贮存，满足电厂运行 60 年的乏燃料贮存需求； 3) 辐射屏蔽要求根据 GB18871-2002 规定，以及“Transfer Flask Shielding Analysis, Qinshan CANDU Project”（98-35373-220-001 Rev.0）的要求如下： ● 在正常操作条件下乏燃料运输容器周围的稳态的剂量率限值和乏燃料贮存模块外的剂量率限值为 25$\mu\text{Sv/h}$； ● 在屏蔽盖打开或乏燃料篮下降时乏燃料运输容器周围瞬时剂量限值
--	---

	为 $250\mu\text{Sv/h}$; ● 对于非放射性工作场所, 其剂量率限值为 $2.5\mu\text{Sv/h}$。 4) 模块操作工艺要求如下: ● 密封容器和屏蔽运输容器 (FLASK) 的跌落高度被 QM-400 模块设计包络; ● 研发一种新的 FLASK 过渡装置连接现有 FLASK, 保证现有 FLASK 的通用性。 5) 混凝土性能满足传热分析得到的温度要求, 使用专用混凝土材料。 6) 不改变贮存筒直径尺寸以及贮存形式。 7) 原跌落试验分析能够包络。 8) 本项目中子的源强过小且穿透能力较弱, 设计时不考虑中子的影响。 2.2.2 平面布置 采用一排建三个模块的方式, 节省 6 面墙体的空间以布置更多的贮存筒。乏燃料 M1 型贮存模块是一个矩形的钢筋混凝土构筑物, 模块包含底板、墙、顶板、贮存筒、进风口、出风口和屏蔽塞等, 模块的总尺寸为 $52.32\text{m}\times 13.505\text{m}\times 7.94\text{m}$。每个模块内按 5×28 布置的方式, 模块贮存筒数量为: $5\times 28-2=138$ 个, 贮存筒之间的中心距为 180cm。圆筒体外表面与混凝土屏蔽层内表面的距离为 23cm。M1 型模块平面布置图见附图 6, 剖面图见附图 7。 M1 型贮存模块在长边向墙体上下均匀布置了迷宫形式的进、出风口, 为乏燃料排出的热量实现自然对流冷却, 防止混凝土贮存模块和钢制贮存筒因温度过高导致结构失效。进风口位于模块底部, 出风口位于模块顶部, 水平间距均为 3600mm。贮存模块非能动空气自然通风冷却示意图见附图 8。 M1 型贮存模块采用专用混凝土屏蔽材料, 混凝土密度为 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$, 具有耐热、耐辐照性能, 正常长期耐受温度可达到 120°C, 混凝土强度等级为 C35。四周混凝土屏蔽有效厚度为 1005mm, 顶板混凝土屏蔽有效厚度为 1080mm, 底板混凝土屏蔽有效厚度为 800mm, 钢制贮存筒固定于模块底板上, 上部与模块顶板处由套筒连接并实现自由伸缩。 2.2.3 装料转接装置 采用密集型贮存模块的燃料操作工艺与原模块的操作工艺基本相同。变
--	--

更之处为新的 FLASK 过渡装置连接现有 FLASK。

FLASK 转接装置的结构方案见附图 9。原 QM-400 的模块的贮存筒间距为 2235mm×2032mm，FLASK 是通过落座于 FLASK 导向装置上进行燃料篮的吊装操作的。导向装置下盘尺寸为 2204mm×3327mm，无法安装到 M1 模块上，FLASK 转接装置的上部结构可以按照导向模块的接口结构和尺寸设计，以便于与 FLASK 的配合连接；FLASK 转接装置的下部采用方框结构就座于模块顶部结构。

本项目的环评手续按一次申请，分批建设，其中 7#M1 模块的建设周期为 18 个月，计划于 2021 年 9 月工程开工建设，2023 年 3 月竣工验收。

3. 项目工程组成

本项目工程组成一览表见表 2-1 所示。

表 2-1 本项目工程一览表

类别	项目	工程内容	依托情况
主体工程 (储运工程)	乏燃料临时干式贮存设施	目前贮存场地已建成 6 个 QM-400 模块，拟将原放置 7#~18# QM-400 模块的场地用来放置采用密集化贮存技术的 M1 型模块，以贮存机组运行至 60 年的乏燃料。	本次新增
辅助工程 (依托工程)	实体保卫	依托厂区现有实体保卫	依托现有设施
	消防	依托现有消防设施	依托现有设施
公用工程 (依托工程)	供电	依托厂区现有供电系统	依托现有设施
	给排水	依托现有给排水系统	依托现有设施
环保工程	辐射	M1 型贮存模块采用专用混凝土屏蔽材料，混凝土密度为 2.35g/cm ³ ，具有耐热、耐辐照性能，正常长期耐受温度可达到 120℃，混凝土强度等级为 C35。四周混凝土屏蔽有效厚度为 1005mm，顶板混凝土屏蔽有效厚度为 1080mm，底板混凝土屏蔽有效厚度为 800mm。	本次新增
	噪声	选择低噪声乏燃料运输车辆	依托现有
	废水	本项目不产生非放射性及放射性废水。	/
	废气	本项目不产生非放射性及放射性废气。	/
	固废	本项目不新增固体废物。	/

4. 主要设备

本项目所涉及设备如表 2-2 所示。

表 2-2 项目主要设备表

序号	品名	单位	数量
1	干法贮存筒（含筒本体、屏蔽塞、装卸塞）	个	828
2	仪控工程		
2.1	铂热电阻温度计（环境温度） Pt100	支	24
2.2	表面铂热电阻温度计 Pt100	支	198
2.3	仪控箱 PLC；37 个 RTD 温度通道，并留有 20%裕量；具备触控屏，用于温度指示；户外安装	台	6

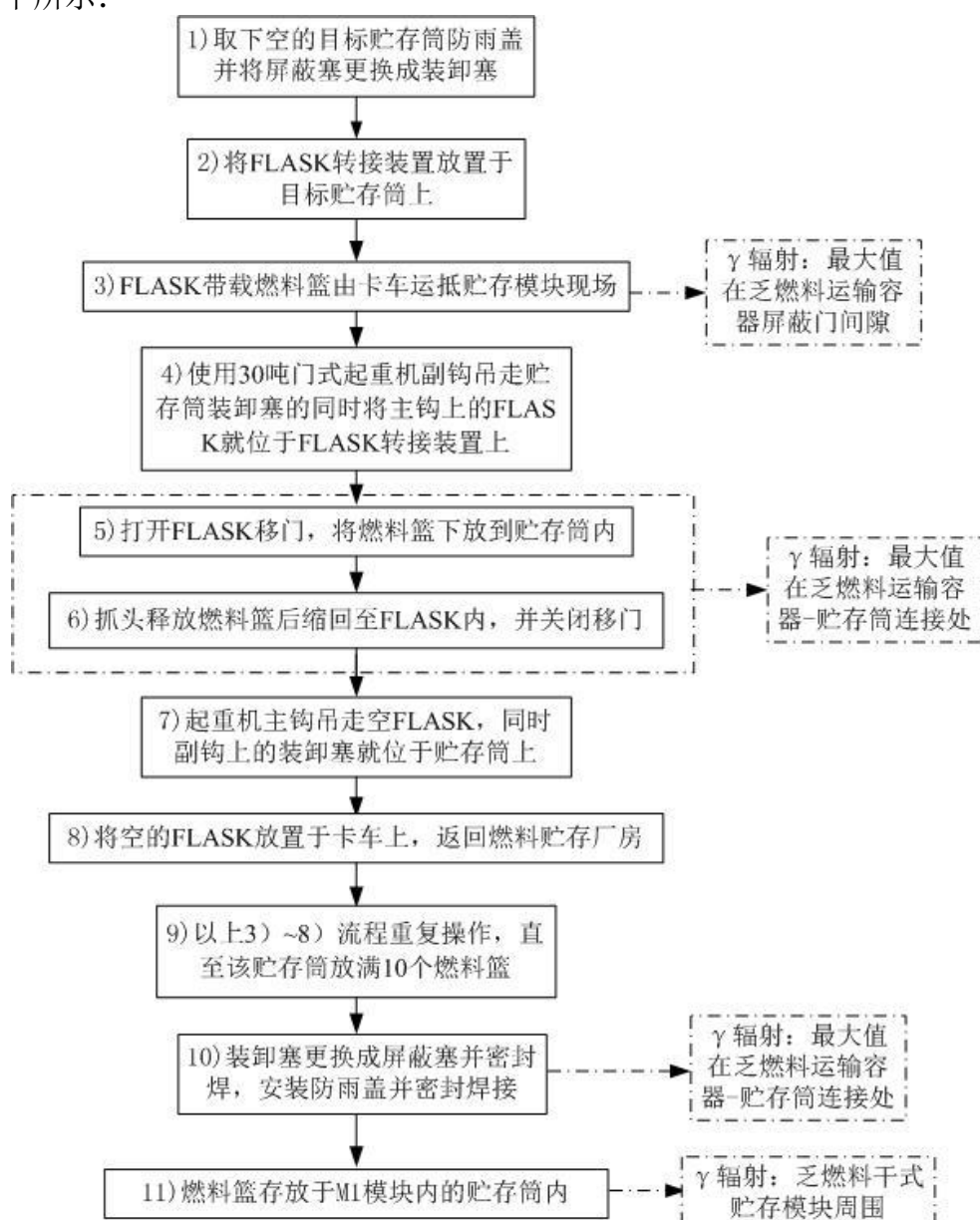
	3	屏蔽运输容器转接装置	套	1
	5. 工作制度及劳动定员 本项目不新增工作人员，由秦山三期现有工作人员调配。 工作人员工种包括：装料人员、辐射防护人员（乏燃料接收监测）、辐射防护人员（辐射调查）、防护支持人员和安保警卫。其中各工种工作人员工作制度如下。 装料人员和辐射防护人员（乏燃料接收监测）：共 6 人，一年工作累计 136 天、每天 6 小时； 辐射防护人员（辐射调查）：共 2 人，1 次/季度，4 小时/次，累计 16 小时； 防护支持人员：共 2 人，一年工作累计 185 天、每天 6 小时。 安保警卫：共 8 人，每班 2 人 8 小时，实行四班三倒制，依次轮换，一年工作累计 365 天。 因 M1 模块仅当密封容器和 FLASK 发生跌落事故时会涉及源项排放，且密封容器和 FLASK 的跌落高度被 QM-400 模块设计包络，故排放源项不增加。根据《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国环境影响评价法》规定，本项目须开展环境影响评价工作；对照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部第 16 号令），本项目 M1 型模块采用密集化贮存技术，用以贮存机组运行至 60 年的乏燃料，虽然贮存乏燃料总量增多，但是排放源项未有增加，故本项目属于“五十五、核与辐射——167、核动力厂——主生产工艺或安全重要构筑物的重大变更，但源项不显著增加”类别，应编制环境影响报告表，由建设单位上报环保部门审查。			

1、施工期

本项目属于改建项目，主要在原贮存场地内进行，施工期土建工程主要为混凝土贮存模块的建设及设备的安装。工程施工过程产生的主要污染物为噪声、施工扬尘、废弃包装、施工废水以及施工人员产生的生活污水和生活垃圾。

2、运营期

本项目将原放置 7#~18# QM-400 模块的场地用来放置 6 块 M1 型模块，用以贮存电厂延寿至 60 年的乏燃料，涉及贮存模块现场的主要装卸操作步骤如下所示：



	乏燃料贮存期间，需定期对每个贮存筒取样并送至分析室分析，以确认贮存筒和燃料篮的密封性。如果贮存筒有泄漏，则需要将该贮存筒内的乏燃料都转移至另外贮存筒中，该贮存筒不再装燃料篮。如果燃料篮泄漏，则将泄漏的燃料篮返回水池切割并将乏燃料转移至另外的燃料篮中。 乏燃料临时干式贮存场地四周设置了保护区围墙和控制区围墙，出入口位于贮存场地的东南侧，在贮存场地南侧中间位置设置了辅助出入口。为了满足乏燃料的运输需求，在储存模块的四周布置了道路，北侧、西侧、南侧和东侧的道路宽度分别为 6m、4m、7m 和 6m。经软件模拟分析，道路尺寸可满足车辆的行驶需求。 3、主要污染工序 乏燃料干法贮存项目第四批模块运行期不产生非放射性废气和废水，不对土壤和地下水造成环境影响，噪声主要为乏燃料运输车辆和吊车装载乏燃料产生的噪声，源强约为 70~75dB(A)，经降低车辆的行使车速，禁止鸣笛及夜间工作等控制措施，能够使厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 3 类标准，即昼间为 65dB（A），夜间为 55dB（A）的要求。 根据《秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施环境影响报告书（装料阶段）》，在正常存放过程中，乏燃料干式贮存设施无气载和液态放射性流出物释放至大气、地表水、地下水和土壤中。不新增固体废物。 故正常运行的环境影响，是乏燃料的直接照射对公众的辐射影响。
与项目有关的原有环境污染问题	1、环保手续履行情况 秦山三期规划建设 18 个 QM-400 模块，并留有增建 2 个模块的场地，每个 QM-400 模块可贮存 24000 根乏燃料棒束，QM-400 模块设计寿命为 50 年。秦山三期拟每 5 年建造 2 个模块，目前已经建成三批共 6 个模块并已投入运行。 在该设施前三批共 6 个模块建造期间，秦山三期已按要求履行了相应的环评手续，包括：在第一批 1、2 号模块建造申请阶段及装料申请阶段分别向原环境保护部报送了相应阶段的环境影响报告书，先后获得审查认可，批文

	号分别为：环审[2008]207 号和环审[2009]435 号，批文见附件 1 和附件 2，并通过环保竣工验收，批文号为：环验[2010]223 号，批文见附件 3；在第二、三批 3~6 号模块建造申请阶段及装料申请阶段分别向原环境保护部报告了环境影响报告书适用情况，并通过环保竣工验收，3、4 号模块竣工验收批文号为：环验[2013]279 号，批文见附件 4，5、6 号模块竣工验收为自主验收，验收报告见附件 6。 2、现有工程污染物排放情况 本项目有效的环境影响报告书是《秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施环境影响报告书（装料阶段）》，该报告书按照全部 18 个 QM-400 贮存模块，核电厂设计寿命 40 年进行分析和编制，内容已涵盖了全部 18 个 QM-400 贮存模块包括环境现状、建造期间环境影响、正常运行期间环境影响、事故期间环境影响、环境监测、公众参与等方面的分析。该报告书于 2008 年 8 月第一批 1、2 号模块装料申请阶段上报原环境保护部审查并于 2009 年 9 月获得审查认可（环审[2009]435 号，见附件 2）。 本项目乏燃料在正常存放过程中，乏燃料干式贮存设施无气载和液态放射性流出物释放至大气、地表水和地下水中。现有工程正常运行时只产生少量废劳保防护用品，产生量约 240kg/a，贮存区出口设置了放射性固体废物收集桶，固体废物分类收集，纳入秦山三期废物处理系统进行处理。员工日常生活会产生少量生活垃圾和生活污水，员工生活垃圾年总产生量约 0.1t/a，按分类集中的原则统一由海盐县环卫所装运出厂外处理。生活污水年总产生量约 36t/a，生活污水在贮存设施旁洗手间内收集，定期运往秦山三期污水处理站统一处理，达标排放。 正常运行的环境影响，主要为贮存模块的直接照射对公众的辐射影响。 现有工程原有污染排放情况引用浙江省辐射环境监测站于 2018 年 7 月编制的《秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施第三批模块（5、6 号）建设项目竣工环境保护验收监测报告》（浙辐监（YS）字 2018 第 033 号）中现有 QM-400 模块周边的剂量率监测值的相关结论，具体监测内容、监测因子、监测点位和结果见“区域环境质量现状”中“（4）辐射环境”一节。 本次验收监测期间，首批建造的 1、2 号模块和第二批建造 3 号模块已完成装料，4 号模块部分装料；第三批建成的 5、6 号模块中，仅 5 号模块 A1、
--	---

A2 贮存筒完成装料。本次验收监测重点对已完成装料的 3 号模块进行监测。

根据监测结果可以判断 QM-400 型模块外除了进气窗处存在大于 $25\mu\text{Sv/h}$ 剂量率限值的情况外，其他监测点位均小于 $25\mu\text{Sv/h}$ 剂量率限值。目前，乏贮运行单位已在进气窗标示了表面及 1m 处的辐射水平，警示工作人员不要靠近进气窗表面，同时运行单位还需在进气窗表面 1m 处设实体警戒线，确保工作人员活动范围的辐射水平符合控制区 $25\mu\text{Sv/h}$ 的限值要求。贮存区外辐射水平与秦山地区辐射环境本底水平相当，符合监督区 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的剂量控制标准。

三、区域环境质量现状、环境保护目标及评价标准

区域
环境
质量
现状

(1) 地表水

本项目附近水体为杭州湾海域，海水水质执行浙江省发展计划委员会和浙江省环境保护局联合发布的《浙江省近岸海域环境功能区划（调整）》（浙环发[2001]242 号），秦山附近海域均为“乍浦-海盐四类区”（D02IV）中的“秦山核电控制区”，该功能区的海水水质保护目标为四类水质标准，海水水质执行《海水水质标准》（GB3097-1997）中的四类标准。

根据《浙江省生态环境状况公报（2019 年）》，全省近岸海域水体总体呈中度富营养化状态。一、二类海水占 41.4%，三类海水占 1.9%，四类和劣四类海水占 56.7%。根据浙江省近岸海域海水类别分布图可知，厂址周边杭州湾海域水质为劣四类海水水质。

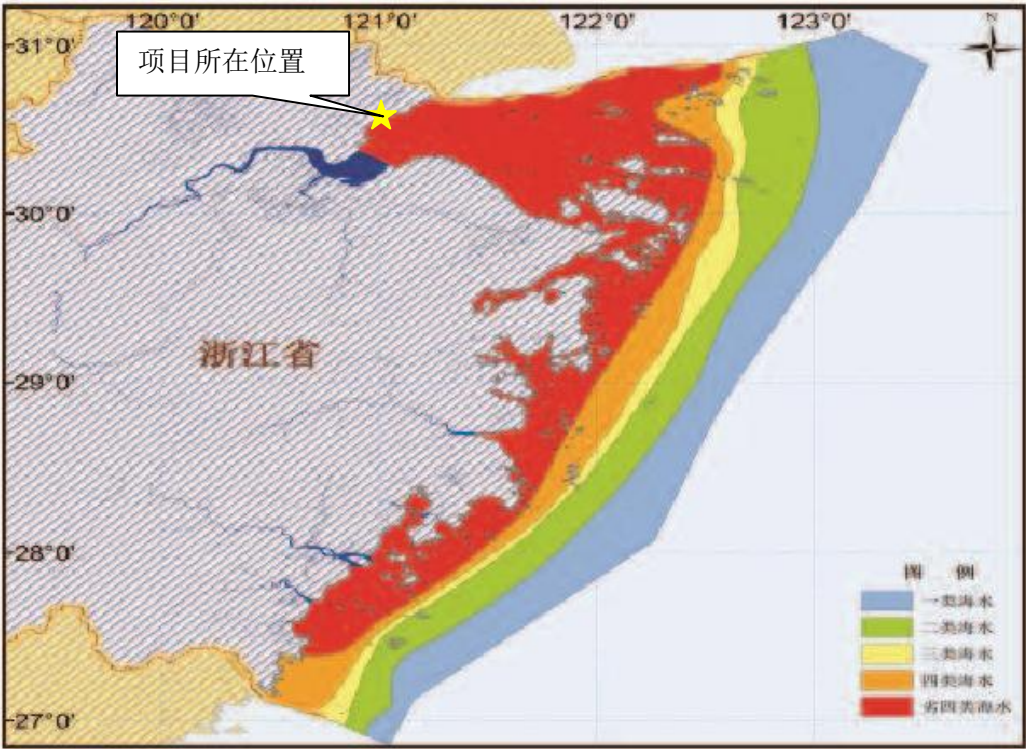


图 3-1 浙江省近岸海域海水类别分布图

(2) 环境空气

根据环保主管部门发布的《2019 年海盐县环境状况白皮书》中的相关说明，2019 年，海盐县城市空气累计优良天数为 342 天，优良率为 93.7%。同

时，2019 年海盐县城市环境空气质量连续两年达到环境空气质量二级标准，成功创建浙江省清新空气示范区因此，本项目所在区域空气质量属于达标区。

(3) 声环境

引用《秦山核电环境质量评价年报（2020 年）》（附件 5）的结论，厂界周围各噪声监测点位噪声每季度监测一次，昼间、夜间噪声均达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类标准的要求。

(4) 辐射环境

辐射环境现状引用浙江省辐射环境监测站于 2018 年 7 月编制的《秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施第三批模块（5、6 号）建设项目竣工环境保护验收监测报告》（浙辐监（YS）字 2018 第 033 号）（附件 6）中现有 QM-400 模块周边的剂量率监测值的相关内容。

1、厂区监测内容

（1）模块表面辐射水平监测

（2）场区辐射水平监测

2、监测因子和测量频次

监测因子： γ 剂量率。

监测频次：在现有工况条件下，测量一次。

3、监测点位

本次验收监测期间，首批建造的 1、2 号模块和第二批建造 3 号模块已完成装料，4 号模块部分装料；第三批建成的 5、6 号模块中，仅 5 号模块 A1、A2 贮存筒完成装料。故本报告引用 3 号模块和厂区辐射水平的监测数据，以了解 QM-400 型乏贮模块防护能力。监测点位的布设如附图 10~附图 15 所示。

4、监测结果

3 号模块模块表面和厂区辐射水平监测结果见附表 1~附表 4。

由附表 1 可知：3 号模块顶面辐射水平为 $0.82\sim 2.89\mu\text{Sv/h}$ 。

由附表 2 可知：3 号模块西侧面中部（3m 高处）辐射水平为 $2.15\sim 2.86\mu\text{Sv/h}$ ；下部（1.7m 高处）辐射水平为 $2.04\sim 2.55\mu\text{Sv/h}$ 。3 号模块东侧面中部（3m 高处）表面辐射水平为 $4.37\sim 4.82\mu\text{Sv/h}$ ；下部（1.7m 高处）辐射水平为 $3.14\sim 3.98\mu\text{Sv/h}$ 。

	由附表 3 可知：3 号模块南侧面中部（3m 高处）表面辐射水平为 1.74~4.07μSv/h。下部（1.7m 高处）空气进气窗表面辐射水平为 43.1~53.7μSv/h，表面外 1m 处辐射水平为 12.2~15.3μSv/h。墙体表面辐射水平为 0.29~0.32μSv/h。模块中间贮存桶取样箱表面辐射水平为 0.36μSv/h。 由附表 4 可知：3 号模块北侧面中部（3m 高处）表面辐射水平为 1.25~2.35μSv/h，下部（1.7m 高处）空气进气窗表面辐射水平为 28.1~34.2μSv/h，表面外 1m 处辐射水平为 9.74~14.2μSv/h。墙体表面辐射水平为 0.18~0.21μSv/h。模块中间贮存桶取样箱表面辐射水平为 0.26μSv/h。 控制区辐射水平监测结果见附表 5，由附表 5 可知，控制区辐射水平为 0.15~2.13μSv/h，小于 25μSv/h 控制区剂量设计目标值，且警卫室北门外的剂量率为 0.15μSv/h，与秦山地区辐射本底水平相当。 贮存区场界周围环境辐射水平监测结果见附表 6，由附表 6 可知，贮存区外周围环境辐射水平为 75.8~143nSv/h。该辐射水平与秦山地区辐射环境本底水平相当；位于监督区的环境辐射水平也符合监督区 2.5μSv/h 的剂量控制标准。 根据 GB18871-2002 规定，以及“Transfer Flask Shielding Analysis, Qinshan CANDU Project”（98-35373-220-001 Rev.0）的要求，在正常操作条件下乏燃料运输容器周围的稳态剂量率和乏燃料贮存模块外的剂量率限值为 25μSv/h；在屏蔽门打开或乏燃料篮下降时乏燃料运输容器周围瞬时剂量率限值为 250μSv/h；对于非放射性工作场所，其剂量率限值为 2.5μSv/h。根据监测结果可以判断 QM-400 型模块外除了进气窗处存在大于 25μSv/h 剂量率限值的情况外，其他监测点位均小于 25μSv/h 剂量率限值。目前，乏贮运行单位已在进气窗标示了表面及 1m 处的辐射水平，警示工作人员不要靠近进气窗表面，同时运行单位还需在进气窗表面 1m 处设实体警戒线，确保工作人员活动范围的辐射水平符合控制区 25μSv/h 的限值要求。贮存区外辐射水平与秦山地区辐射环境本底水平相当，符合监督区 2.5μSv/h 的剂量控制标准。
--	--

环境保护目标

本项目乏燃料在正常存放过程中，是贮存模块的直接照射对公众的辐射影响。

本项目的评价范围参考《环境影响评价技术导则 核电厂环境影响报告书的格式和内容》（HJ808-2016）为以厂址为中心半径 80km 范围内，评价范围示意图见图 3-2。

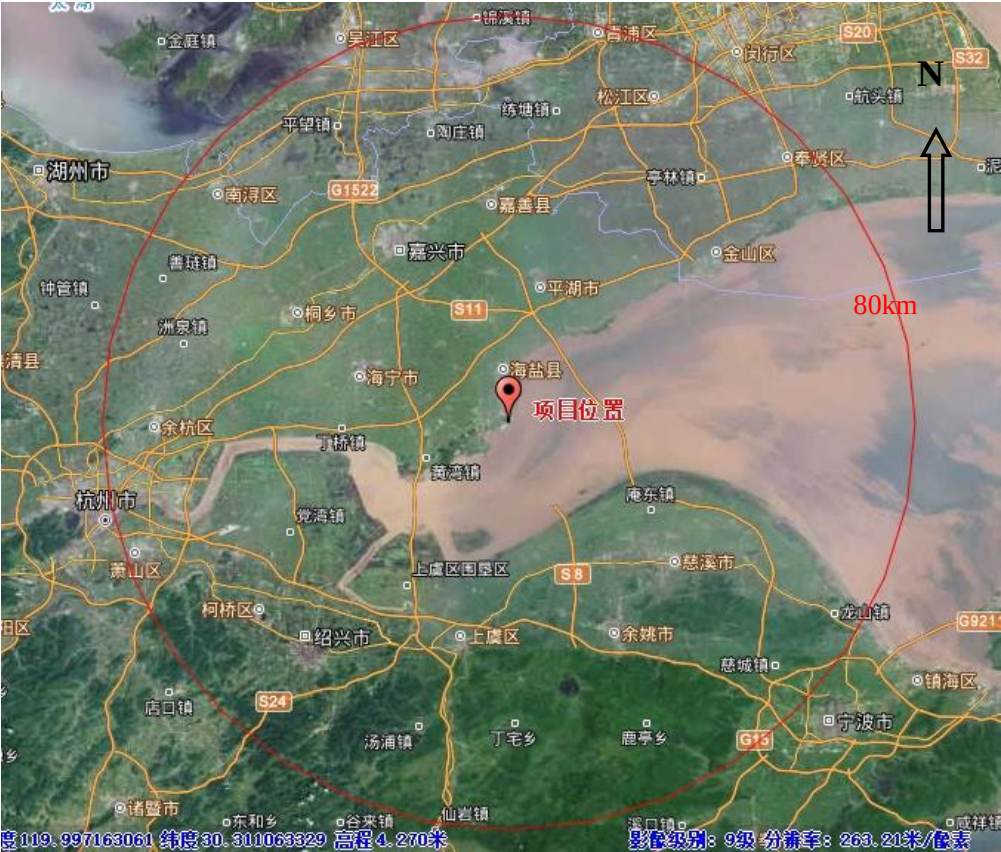


图 3-2 评价范围示意图

本项目半径 80km 范围内人口分布引用《秦山核电环境质量评价年报（2020 年）》的数据，2015 年度 80km 范围内总人口数为 14385316 人，陆域平均人口密度为 954 人/km²。厂址半径 80km 范围内人口数最多的为杭州市市区（浙江省、杭州市政府驻地），共有集中居住人口 1387607 人，位于厂址 WSW 方位 71km 处。厂址半径 80km 范围内除杭州市外，无百万人以上大城市。距离厂址最近的居民点为秦山社区钟家桥 6 组和 7 组，位于厂址 WNW 方位 1.2km 处，2015 年度总人口 287 人。本项目背靠秦山山体，面向杭州湾，项目与居民点之间均有山体阻隔，居民点分布示意图见图 3-3 所示。

	 图 3-3 居民点分布示意图 本项目为改建项目，主要在原贮存场地内进行，项目的主要环境影响范围集中在项目周边，根据前期调查资料，项目周边无国家及省级自然保护区、风景旅游地、名胜古迹和疗养院、生态脆弱敏感区等敏感目标。
污染物排放控制标准	一、法规文件： ● 《中华人民共和国核安全法》（2017.9.1） ● 《中华人民共和国环境保护法》（2015.1.1）； ● 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003.10.1）； ● 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018.12.29）； ● 《中华人民共和国水污染防治法》（2018.1.1）； ● 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018.10.26）； ● 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020.9.1）； ● 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部第 16 号令，2021.1.1）； ● 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号，2017.10.1）； ● 《核电厂核事故应急管理条例》（HAF002，根据 2011 年 1 月 8 日《国务

	院关于废止和修改部分行政法规的决定》修订); 二、技术标准 ● 《环境空气质量标准》(GB3095-2012); ● 《地表水环境质量标准》(GB3838-2002); ● 《声环境质量标准》(GB3096-2008); ● 《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996); ● 《城镇污水处理厂主要水污染物排放标准》(DB33/2169-2018); ● 《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002); ● 《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011); ● 《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008); ● 《环境影响评价技术导则核电厂环境影响报告书的格式和内容》(HJ808-2016) ● 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002); ● 《核动力厂环境辐射防护规定》(GB6249-2011); ● 《核辐射环境质量评价一般规定》(GB11215-1989); ● 《环境核辐射监测规定》(GB 12379-1990); ● 《核动力厂营运单位的应急准备和应急响应》HAD002/01 (2019); ● 《地方政府对核动力厂的应急准备》HAD002/02 (1990); ● 《核电厂厂址选择安全规定》HAF101 (1991); ● 《乏燃料贮存设施的设计》HAD301/02 (1998); ● 《乏燃料贮存设施的运行》HAD301/03 (1998); ● 《乏燃料贮存设施的安全评价》HAD301/04 (1998); ● 其它有关国家标准和核行业标准。 三、其他参考文件 ● 《秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施环境影响报告书(装料阶段)》(98-35370-ENA-002 Rev.0); ● 《M1 型模块屏蔽设计》(20FW119-BG-007 Rev.B); ● 《M1 型模块总体设计》(20FW119-BG-001 Rev.B); ● 《秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施第三批模块(5、6 号)建设项目竣工环境保护验收监测报告》(浙辐监(YS)字 2018 第 033 号); ● 《秦山核电环境质量评价年报(2019 年)》(QS-5EM-RCEM-201955) ● 《Transfer Flask Shielding Analysis, Qinshan CANDU Project 》(98-35373-220-001 Rev.0)
--	---

四、评价标准限值

1、施工期大气污染物无组织排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中的二级标准。

2、外排生活污水化学需氧量、氨氮、总氮和总磷等 4 项主要水污染物控制项目满足浙江省《城镇污水处理厂主要水污染物排放标准》（DB33/2169-2018）表 1 的排放限值，其余污染物控制项目满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级标准的 A 标准，见表 3-1；

表 3-1 外排生活污水执行标准限值（单位：mg/L）

项目	标准限值	标准来源
化学需氧量（COD _{Cr} ）	40	《城镇污水处理厂主要水污染物排放标准》（DB33/2169-2018）
氨氮	2（4）	
总氮	12（15）	
总磷	0.3	
BOD ₅	10	《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级标准的 A 标准
SS	10	
pH	6~9	

注 1：括号内数值为每年 11 月 1 日至次年 3 月 31 日执行。

3、施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），昼间 70dB（A），夜间 55dB（A）；

4、运营期厂界噪声执行《工业企业厂界噪声标准》（GB 12348-2008）中的 3 类标准，即昼间为 65dB（A），夜间为 55dB（A）。

5、运行期，辐射屏蔽要求执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定，以及“Transfer Flask Shielding Analysis, Qinshan CANDU Project”（98-35373-220-001 Rev.0）的规定如下：

- 在正常操作条件下乏燃料运输容器周围的稳态的剂量率限值和乏燃料贮存模块外的剂量率限值为 25μSv/h；
- 在屏蔽盖打开或乏燃料篮下降时乏燃料运输容器周围瞬时剂量限值为 250μSv/h；
- 对于非放射性工作场所，其剂量率限值为 2.5μSv/h。

6、正常运行状态的剂量约束值

国家标准《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）6.1 条的规定：正常运行工况下，任何厂址的所有核动力堆向环境释放的放射性物质对公众

	中任何个人造成的有效剂量，每年应小于 0.25mSv 的剂量约束值。原国家环境保护总局在《关于同意秦山核电基地公众辐射剂量限值和放射性物质排放量控制值申请的通知（环函[2001]333 号）》中提出：一、“同意秦山核电基地作为整体申请以 0.25mSv/a 作为公众的辐射剂量限值”。二、“核电基地作为整体对公众的辐射影响是难以区分的。” 在秦山三期建设期间，为评价秦山三期工程在正常运行工况下对公众的辐射影响，为此在 2001 年报送原国家环保总局且经审批通过的《秦山三期（重水堆）核电站工程环境影响报告书（首次装料阶段）》1.5 章节中对秦山三期的 2 个机组确定的评价剂量目标值为 0.05mSv/a。2002 年 7 月 16 日国家环保总局环审[2002]188 号《关于秦山第三核电厂环境影响报告书（首次装料阶段）审查意见的复函》正式批准了该篇报告书。 故秦山三期乏燃料临时贮存设施项目作为整个秦山三期重水堆项目的一个子项，其对秦山基地外公众造成的有效剂量应与秦山核电基地各期机组进行综合考虑，使秦山基地对公众造成的有效剂量满足 0.25mSv/a 的限值。 7、事故状态下的剂量控制值 本项目运输可能发生的事故为容器跌落事故，容器跌落事故是一个发生概率很低事故，在本分析中保守地根据《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）7.2 条款的规定：在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 5mSv 以下，甲状腺当量剂量应控制在 50mSv 以下。
总量控制指标	无

四、主要环境影响和保护措施

施工期环境保护措施	乏燃料干法贮存项目 M1 模块的建设主要为混凝土贮存模块的建设，工程施工过程会产生泥浆，建筑扬尘外逸，建筑施工过程所使用的机械设备会产生噪声，同时会有生活污水、建筑垃圾以及生活垃圾产生。 (1) 水污染影响预测 为防止建筑施工产生的泥浆对水环境的影响，应按照建筑施工现场管理要求，将泥浆水收集后排入泥浆沉淀池，经过沉淀处理后上清液回用，沉淀泥浆干化后作建筑垃圾处理，禁止将泥浆水直接排入污水管网。经采用适当的环保措施后本项目施工期不会对水环境产生不良影响。员工产生的生活污水依托现有的生活污水处理设施处理。 (2) 大气污染影响预测 为严格控制建筑扬尘外逸，施工现场应采取围护封闭的施工方式，做到建材堆放定点定位，采取防尘、抑尘措施；施工中应尽量少用或不用柴油内燃机和柴油车辆，并保持施工道路路面的清洁和湿润，减少燃油烟尘，避免地面扬尘。经采用适当的环保措施后本项目施工期不会对大气环境产生不良影响。 (3) 施工机械噪声防治 尽可能选择先进的施工工艺和低噪声的建筑机械设备，严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）控制施工场界噪声。经采用先进的施工工艺和低噪声的建筑机械设备后本项目施工期不会对声环境产生不良影响。 (4) 固体废物处置 施工过程中建设单位应规范运输，减少随路散落，不随意堆放倾倒建筑垃圾；建筑工程竣工后，施工单位应在一个月内将工地的剩余建筑垃圾及工程渣土处理干净。施工现场的生活垃圾应由专人负责清理，集中后由环卫部门定时清运。本项目施工期固体废物妥善处置，不外排。
-----------	---

运营 期环 境影 响和 保护 措施	一、运营期环境影响 乏燃料干法贮存项目运行期不产生非放射性废气和废水，无气载和液态放射性流出物释放至大气、地表水和地下水中，不新增固体废物。噪声主要为乏燃料运输车辆和吊车装载乏燃料产生的噪声。乏燃料干式贮存设施正常运行的环境影响，是贮存模块的直接照射对公众的辐射影响。 1.1 污染源强分析 1) 乏燃料源项 乏燃料源项使用基于秦山三期燃料平均燃耗 7800MWd/tU 经 6 年衰变后的放射性源强，γ 射线源强和中子源强见表 4-1 和表 4-2。根据秦山三期燃料设计，每个燃料棒束含 19.2kg 铀。 表 4-1 燃耗为 7800MWd/tU 的乏燃料衰变 6 年后 γ 射线源谱(γ/s.bundle) <table> <tr> <th>伽马能群上限能量 (MeV)</th><th>γ 射线源谱 (γ/s.bundle)</th></tr> <tr><td>1.4000E+01</td><td>1.8378E+00</td></tr> <tr><td>1.0000E+01</td><td>3.8814E+01</td></tr> <tr><td>8.0000E+00</td><td>8.8843E+01</td></tr> <tr><td>7.0000E+00</td><td>2.6424E+02</td></tr> <tr><td>6.0000E+00</td><td>7.8585E+02</td></tr> <tr><td>5.0000E+00</td><td>2.3366E+03</td></tr> <tr><td>4.0000E+00</td><td>6.8368E+07</td></tr> <tr><td>3.0000E+00</td><td>5.4993E+08</td></tr> <tr><td>2.5000E+00</td><td>1.7777E+10</td></tr> <tr><td>2.0000E+00</td><td>2.3171E+10</td></tr> <tr><td>1.5000E+00</td><td>3.0914E+11</td></tr> <tr><td>1.0000E+00</td><td>1.4162E+12</td></tr> <tr><td>7.0000E-01</td><td>1.8545E+13</td></tr> <tr><td>4.5000E-01</td><td>7.4865E+11</td></tr> <tr><td>3.0000E-01</td><td>2.4883E+12</td></tr> <tr><td>1.0000E-01</td><td>1.1700E+13</td></tr> <tr><td>总计</td><td>3.5249E+13</td></tr> </table> 表 4-2 燃耗为 7800MWd/tU 的乏燃料衰变 6 年后中子源谱(n/s.bundle) <table> <tr> <th>中子能群上限能量 (MeV)</th><th>中子源谱 (n/s.bundle)</th></tr> <tr><td>1.3499E+01</td><td>7.584E+01</td></tr> <tr><td>1.0000E+01</td><td>4.386E+02</td></tr> <tr><td>7.4080E+00</td><td>1.008E+03</td></tr> <tr><td>6.0650E+00</td><td>2.011E+03</td></tr> <tr><td>4.9660E+00</td><td>3.141E+03</td></tr> <tr><td>4.0660E+00</td><td>2.455E+03</td></tr> <tr><td>3.6788E+00</td><td>1.017E+04</td></tr> <tr><td>2.7253E+00</td><td>5.874E+03</td></tr> </table>	伽马能群上限能量 (MeV)	γ 射线源谱 (γ /s.bundle)	1.4000E+01	1.8378E+00	1.0000E+01	3.8814E+01	8.0000E+00	8.8843E+01	7.0000E+00	2.6424E+02	6.0000E+00	7.8585E+02	5.0000E+00	2.3366E+03	4.0000E+00	6.8368E+07	3.0000E+00	5.4993E+08	2.5000E+00	1.7777E+10	2.0000E+00	2.3171E+10	1.5000E+00	3.0914E+11	1.0000E+00	1.4162E+12	7.0000E-01	1.8545E+13	4.5000E-01	7.4865E+11	3.0000E-01	2.4883E+12	1.0000E-01	1.1700E+13	总计	3.5249E+13	中子能群上限能量 (MeV)	中子源谱 (n/s.bundle)	1.3499E+01	7.584E+01	1.0000E+01	4.386E+02	7.4080E+00	1.008E+03	6.0650E+00	2.011E+03	4.9660E+00	3.141E+03	4.0660E+00	2.455E+03	3.6788E+00	1.017E+04	2.7253E+00	5.874E+03
伽马能群上限能量 (MeV)	γ 射线源谱 (γ /s.bundle)																																																						
1.4000E+01	1.8378E+00																																																						
1.0000E+01	3.8814E+01																																																						
8.0000E+00	8.8843E+01																																																						
7.0000E+00	2.6424E+02																																																						
6.0000E+00	7.8585E+02																																																						
5.0000E+00	2.3366E+03																																																						
4.0000E+00	6.8368E+07																																																						
3.0000E+00	5.4993E+08																																																						
2.5000E+00	1.7777E+10																																																						
2.0000E+00	2.3171E+10																																																						
1.5000E+00	3.0914E+11																																																						
1.0000E+00	1.4162E+12																																																						
7.0000E-01	1.8545E+13																																																						
4.5000E-01	7.4865E+11																																																						
3.0000E-01	2.4883E+12																																																						
1.0000E-01	1.1700E+13																																																						
总计	3.5249E+13																																																						
中子能群上限能量 (MeV)	中子源谱 (n/s.bundle)																																																						
1.3499E+01	7.584E+01																																																						
1.0000E+01	4.386E+02																																																						
7.4080E+00	1.008E+03																																																						
6.0650E+00	2.011E+03																																																						
4.9660E+00	3.141E+03																																																						
4.0660E+00	2.455E+03																																																						
3.6788E+00	1.017E+04																																																						
2.7253E+00	5.874E+03																																																						

		2.3653E+00	1.037E+03	
		2.3060E+00	1.455E+03	
		2.2230E+00	1.094E+04	
		1.6530E+00	6.432E+03	
		1.3530E+00	8.086E+03	
		1.0030E+00	3.993E+03	
		8.2085E-01	1.881E+03	
		7.4274E-01	3.333E+03	
		6.0810E-01	2.662E+03	
		4.9787E-01	3.069E+03	
		3.6883E-01	1.595E+03	
		2.9838E-01	7.482E-02	
		2.9718-01	7.109E+00	
		1.8316E-01	4.494E+00	
		1.1109E-01	6.915E-01	
		6.7380E-02		
		总计	6.967E+04	

2) 排放源项

因 M1 模块仅当密封容器和 FLASK 发生跌落事故时而且假设发生事故时燃料蓝和乏燃料同时破损的情况下，乏燃料中的放射性物质才有可能释放到环境中去。因密封容器和 FLASK 的跌落高度被 QM-400 模块设计包络，故采用 QM-400 模块的排放源项，排放源项不增加。为了保守地分析事故的后果，1) 假设发生了最严重的屏蔽运输容器跌落事故，即在贮存场地内，一个装满 60 个乏燃料棒束的屏蔽运输容器在吊装时，从吊起的高度上跌落至地面；2) 假设燃料篮内所有的乏燃料棒束破损，燃料篮也破损，燃料包壳间隙中的放射性物质全部瞬间释放到环境中；3) 乏燃料棒束包壳中存在的放射性核素为 ⁸⁵Kr 和 ³H；4) 乏燃料棒束已经在乏燃料池中冷却衰变了 6 年。事故后放射性释放量见表 4-3。

表 4-3 事故排放源项

核素	总量(Bq/bundle)	总量(Bq/60bundles)	事故后释放量(Bq)
⁸⁵ Kr	1.05E+12	6.33E+13	3.75E+12
³ H	6.11E+10	3.66E+12	1.10E+12

3) 其他源强分析

噪声主要为乏燃料运输车辆和吊车装载乏燃料产生的噪声，源强约为 70~75dB(A)。

二、保护措施

	1、M1 模块屏蔽设计 为使 M1 型模块的屏蔽效果不低于 QM-400 模块，采用耐更高温度的专用混凝土材料，混凝土密度为 2.35g/cm^3，具有耐热、耐辐照性能，正常长期耐受温度可达到 120°C，混凝土强度等级为 C35。四周混凝土屏蔽有效厚度为 1005mm，顶板混凝土屏蔽有效厚度为 1080mm，底板混凝土屏蔽有效厚度为 800mm。 2、辐射分区 秦山三期乏燃料临时干式贮存设施实行辐射分区管理，采用实体保卫隔离设施，实体保卫隔离设施在项目一期工程中建成并通过验收。 本项目以实物保卫区为界，内外相邻区域分成两个区。其中，实体保卫区内的燃料篮进入模块操作和贮存区被定义为控制区，只允许放射性工作人员进入；实体保卫区外至道路外沿的缓冲区域则作为监督区，需控制人员的接近。 放射性控制区中的剂量率（包括工作人员的接触剂量率）需控制在 $25\mu\text{Sv/h}$ 以内，对于燃料装载、运输和贮存操作时的某些时间段（屏蔽运输容器门开或关等时）的特殊区域，其瞬态剂量率限值 $<250\mu\text{Sv/h}$。而监督区中的剂量率则需控制在 $2.5\mu\text{Sv/h}$。 三、环境影响分析 此节引用《M1 型模块屏蔽设计》（20FW119-BG-007 Rev.B）中的计算结果。 1、乏燃料篮吊装屏蔽分析 M1 乏燃料贮存系统基于 QM-400 型乏燃料贮存系统进行升级设计，乏燃料篮转运过程中周围无屏蔽体的工况以及乏燃料运输容器屏蔽门间隙分析的工况与 QM-400 一致，结论不变，故乏燃料篮转运过程中周围无屏蔽体的工况以及乏燃料运输容器屏蔽门间隙的剂量率采用 QM-400 模块的结论。 1) 乏燃料篮周围无屏蔽体 乏燃料运输容器将乏燃料篮转运到贮存筒中。分析了装有冷却 6 年后的乏燃料棒束的乏燃料篮，其周围没有屏蔽体时的剂量率。离乏燃料篮顶部和侧面 1m 处的剂量率在 $(2\sim 9)\text{Sv/h}$ 之间，剂量率水平很高，然而从乏燃料水池
--	---

到屏蔽工作箱、乏燃料运输容器和乏燃料干式 M1 贮存系统，乏燃料篮周围都是被屏蔽的。

2) 乏燃料运输容器屏蔽门间隙

当乏燃料篮转运到乏燃料贮存筒时，需要打开或关闭乏燃料运输容器屏蔽门。当运输容器屏蔽门部分开启或关闭时，通过容器屏蔽体与容器门上下表面的间隙泄漏的射线形成瞬态的辐射场，具体详见附图 16 示意。当屏蔽容器门几乎全开情况下，泄漏的射线就会被门后的铅挡板阻止。

在屏蔽门打开的过程中，通过屏蔽门散射到门缝附近 A 点的剂量最大值发生在屏蔽门刚刚打开的过程中。当屏蔽门逐渐打开的过程中，由于上下表面可供射线反射的面积减小，泄漏出去的射线减少，散射后到达 A 点的剂量会减少。所以屏蔽门在打开的过程中，本文计算了一个保守位置。

分析屏蔽门打开 5cm 后，屏蔽门门缝附近和离乏燃料运输容器外的伽马剂量率。得到当屏蔽门打开 5cm 时屏蔽门门缝附近 A 点的剂量率为 0.41mSv/h，距离乏燃料运输容器外表面 1m，2m 和 3m 的剂量率分别为 1.34 μ Sv/h，0.53 μ Sv/h，0.31 μ Sv/h。考虑到屏蔽门门缝处不会有人接近，而乏燃料运输容器 1m 外可能有工作人员接近位置的剂量率水平满足设计要求。

3) 乏燃料运输容器-贮存筒连接处

FLASK 转接模块示意图如附图 9 所示。当乏燃料篮通过 Flask 装入乏燃料筒时，会对周围造成辐射。使用蒙特卡洛程序建模计算了乏燃料运输容器和 M1 连接处左侧的瞬时剂量率，统计位置如附图 17 所示。当乏燃料篮进入燃料桶时，屏蔽塞被移出，放入装卸塞，装卸塞按材料主要分为上下两段，上段为 7.1cm 厚的铅，下段为 4.6cm 厚的铅。整个装卸过程中，当乏燃料篮的中心与连接处平齐时，左侧的剂量率最大，计算结果如表 4-4 所示。由结果可知，乏燃料篮下降过程中 FLASK 转接装置外剂量率最大值为 53.09 μ Sv/h，满足小于 250 μ Sv/h 的限值要求。在乏燃料篮下降过程中，操作人员应根据剂量率分布保持和 FLASK 的距离，并且 FLASK 转接模块和 FLASK 之间不能出现缝隙，以免出现辐射漏束。

表 4-4 燃料篮下降时左侧探测点剂量率

探测点	径向位置/(cm)	剂量率/(μ Sv/h)
A	104	25.08

B	120	53.09
C	130	44.42
D	140	34.46
E	150	25.65
F	200	6.38

注：当燃料篮中心平面与贮存模块顶面平齐时，FLASK 转接模块左侧的剂量率最大

2、乏燃料干式贮存模块屏蔽分析

1) 整体屏蔽分析

计算中保守假定所有贮存筒均装满乏燃料，乏燃料的平均燃耗为 7800MWd/tU，衰变期为6年，混凝土墙的厚度为100.5cm，用MicroShield8程序计算了混凝土墙外（0~1000）m的剂量分布，结果见附图18所示。为了清楚的了解M1外表面20m内的剂量分布，从附图18中取出（0~20）m内的剂量分布见附图19所示。

计算结果得出：M1模块外表面直接照射的最大剂量为4.80 μ Sv/h，满足设计剂量率限值（<25 μ Sv/h）的要求。

2) 进出风口屏蔽分析

乏燃料干式贮存系统 M1 模块设置了进风口和出风口，通过自然循环进行热量的转移，通风口同时也产生了伽马射线的漏束辐射。内墙通风口和外墙通风口之间存在一个高度差和空气间隙，因此内墙通风口、外墙通风口和空气间隙构成了一个斜 Z 字型的通道，减少了由于伽马射线散射引起的辐射。

如附图 20 所示，本项目中在内外墙进出通风口设置了 3×3 的“井”字钢格架来减少通过散射作用造成通风口辐射的伽马射线。“井”字钢格架将原通风口均分为 9 个大小一致的小风口。格架的材料为钢，厚度为 2cm，宽度和墙体一致为 100.5cm。使用蒙特卡洛程序建模计算得到进风口处的剂量率为 21.78 μ Sv/h，满足屏蔽设计要求。

3) 屏蔽塞顶端分析

乏燃料篮装进贮存筒后，盖上屏蔽塞时，屏蔽塞与周围的混凝土之间会出现缝隙，射线可能通过充满空气的缝隙处泄漏。贮存筒内底部乏燃料篮对屏蔽塞辐射的贡献很小，因此仅考虑最顶部乏燃料篮对屏蔽塞的辐射影响。使用蒙特卡洛程序建模计算，其详细结构见附图 21，计算了屏蔽塞底部、顶部和外部关键点的剂量率。屏蔽塞剂量率计算结果如表 4-5 所示，可见，屏

屏蔽塞外部环腔的剂量率为 16.5 μ Sv/h，屏蔽塞中心外部的剂量率为 3 μ Sv/h，均小于 25 μ Sv/h 的限值，满足屏蔽设计要求。

表 4-5 贮存筒屏蔽塞关键位置处剂量率

位置	剂量率(μ Sv/h)
屏蔽塞中心底部	2.18E+07
屏蔽塞中心顶部	4.67
屏蔽塞中心外部	3
屏蔽塞底部环腔	6.85E+05
屏蔽塞顶部环腔	158
屏蔽塞外部环腔	16.5
底部环腔	4.26E+05
顶部环腔	65
外部环腔	13.53
Flask 位置 1	5.43
Flask 位置 2	9.36

注：剂量率点位置说明见附图 21。

3、环境保护目标影响分析

在乏燃料贮存过程中，根据总平面布置的建设顺序（附图 3），对于已建的 QM-400 模块和 7#~9#三个 M1 模块，由于其对外环境的辐射被 10#~12#三个 M1 模块所屏蔽，故其对外环境的辐射影响趋近于本底。

参考浙江省辐射环境监测站于 2018 年 7 月编制的《秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施第三批模块（5、6 号）建设项目竣工环境保护验收监测报告》的监测结果。验收监测期间，首批建造的 1、2 号模块和第二批建造 3 号模块已完成装料，4 号模块部分装料；第三批建成的 5、6 号模块中，仅 5 号模块 A1、A2 贮存筒完成装料。此时对模块外 12m 处的剂量率约为 0.15 μ Sv/h（含本底），该辐射水平与秦山地区辐射环境本底水平相当。故可以认为对于 10#~12#三个 M1 模块，当 12#模块开始使用时，10#和 11#模块内的乏燃料由于已贮存一段时间，经乏燃料衰变，对外环境的影响也趋近于本底。

故当 6 个 M1 模块均建成使用后，所有乏燃料贮存模块对外环境的最大剂量率只需考虑一个 M1 模块的辐射影响。

秦山三期在本项目周围沿南秦山山峰脊梁以及西侧南线道路与山体交接处设置了铁丝网，公众不允许进入其中，本项目利用地形山体屏蔽及距离衰减等措施，可以使远离项目的公众所受剂量率趋近于秦山区域辐射本底值，

	故乏燃料贮存设施不会对秦山基地外围地面和山上活动的公众造成直接照射。 4、其他环境影响分析 噪声主要为乏燃料运输车辆和吊车装载乏燃料产生的噪声，源强约为70~75dB(A)，经降低车辆的行使车速，禁止鸣笛及夜间工作等控制措施，能够使厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中3类标准，即昼间为65dB(A)，夜间为55dB(A)的要求。 四、事故影响分析 本项目涉及的辐射事故为M1型模块跌落事故，根据M1型模块的总体设计要求，原QM-400型模块跌落试验分析能够包络M1型模块，故参考《秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施环境影响报告书(装料阶段)》的结论，当乏燃料篮跌落事故时，所导致的实物保护边界外(即公众可能到达的距事故最近的区域)在事故后2h内的最大有效剂量为1.86E-02mSv，最大甲状腺剂量仅为2.65E-05mSv，远小于《核动力厂环境辐射防护规定》(GB6249-2011)7.2条款的规定：在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5mSv以下，甲状腺当量剂量应控制在50mSv以下的要求。 在发生事故后，应立即采取合理可行的紧急及后续行动来控制缓解事故，以减少事故后果，对事故区域进行出入控制，禁止无关的人员再进入事故区域。
--	---

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	/	/	/	/
地表水环境	/	/	/	/
声环境	运输车辆、吊车 装在	噪声	降低车辆的行使 车速，禁止鸣笛 及夜间工作	《工业企业厂界 环境噪声排放标 准》 (GB12348-2008) 中 3 类标准
电磁辐射	/	/	/	/
固体废物	/			
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	一、辐射安全管理规章制度 秦山三期已建立《重水堆乏燃料干式贮存管理》(FM-QH-220)、《重水堆核燃料厂内管理》(FM-QH-220)和《重水堆乏燃料干式贮存模块区管理》(RP-QH-5201)辐射安全管理规章制度,主要管理责任部门为保健物理三处和保卫处。保健物理三处职责为:1)负责模块区的现场管理;2)负责模块区乏燃料接收;3)负责贮存筒空气取样。保卫处职责为负责模块区四道γ连续监测设备报警后的初步响应。 秦山三期已建立的《重水堆乏燃料干式贮存模块区管理》(RP-QH-5201)辐射安全管理规章制度,用以规范秦山三期乏燃料临时干式贮存设施模块区的日常管理,确保乏燃料干式贮存模块区内收贮乏燃料的存贮安全以及相关设备系统的正常运行和维护。规定了已装料贮存筒和未装料贮存筒日常检查和监督管理流程,四道γ连续监测管理,模块区辐射防护监督管理,模块区巡检,并定期编制乏燃料临时干式贮存设施模块区运行月报。 二、辐射监测 1、监测目的 根据《核动力厂环境辐射防护规定》(GB6249-2011)的要求,保护秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施场区的周围环境和公众免受辐射照射的危害。 2、监测范围和布点原则 场区环境监测的范围包括场区周围的环境γ监测和空气取样。其监测点位置应按以下原则布置: ● 可能受污染的区域; ● 人员容易接近的区域; ● 具有代表性的区域。 3、监测内容 a) 场区环境γ监测 选用一套四道γ辐射监测仪在场区周围选择代表性的四个点进行环境γ剂量率的连续测量,并记录测量结果。在场区的四周
--------------	--

	设置四个热释光剂量计监测点，用以测量该处的累积剂量，监测频率为每季度监测一次。热释光剂量计的布置地点与四道 γ 辐射监测仪的四个探测器的位置相同，监测点离地面的高度为 1.5 米。 四道 γ 辐射监测仪的测量范围为 $1\text{E-}02\mu\text{Gy/h}\sim 1\text{E}+07\mu\text{Gy/h}$，其报警阈值可设定为 $1\mu\text{Gy/h}$。 b) 贮存筒空气取样系统 贮存筒空气取样主要由微尘和碘取样器、气体干燥装置、真空泵和贮存筒进排气取样管道等组成，对贮存筒内的气体进行定期的循环抽取取样，样品送有关实验室分析。第四批模块运行后前两年每年取样两次，以后每年一次。 送往实验室的样品进行放射性检测和湿度测量，以判断燃料篮和贮存筒的密封性。如果湿度大，则说明贮存筒不密封，此时将该贮存筒内的燃料篮转移到其它贮存筒内，该筒不再存放燃料篮。如果在过滤器上存在放射性核素，表明燃料篮的密封遭受破坏，则故障的燃料篮返回到乏燃料贮存池中，打开燃料篮并取出燃料棒束，装入到新燃料篮中。 c) 贮存模块及工作场所的辐射监测 采用便携式 X、γ 剂量仪对每个贮存模块外墙的规定监测点进行定期的 γ 剂量测量，并记录测量结果。 本监测通道主要作为贮存模块监测的一种辅助监测。具体监测点的位置和数量可根据贮存模块的实际运行情况进行选取，但针对每个贮存模块至少应设置 6 个监测点（贮存模块的四周 4 个点和上表面 2 个点），以满足标准和法规的要求。测量周期可由运行操作手册根据现场情况制定，但最长的测量周期不应大于 3 个月。便携式 X、γ 剂量仪的测量范围为 $0.1\mu\text{Sv/h}\sim 10\text{Sv/h}$。 便携式 X、$\gamma$ 剂量仪还可用于定期巡回监测场区各区域的剂量率。 配置便携式 α/β 表面污染监测仪，巡回监测场区各区域和设备的表面污染程度。仪表的探测效率为 $\beta\geq 30\%$（本底不大于 5cps），$\alpha\geq 30\%$（本底不大于 4cpm）。
--	--

	d) 气载放射性样品的取样 采用便携式空气取样器对贮存模块区空气进行取样，样品送实验室进行测量。 送往实验室的样品分为过滤微尘的过滤纸和滞留碘的活性炭盒，对于过滤微尘的过滤纸测量其放射性气溶胶的活度，对于滞留碘的活性炭盒测量其碘的放射性活度。 便携式空气取样器的取样周期可根据现场情况由运行操作手册确定，但最长的取样周期不应大于 3 个月。 e) 个人剂量测量 配置手脚沾污测量仪监测离开场区工作人员的手、脚和身体的表面污染，以避免放射性物质的扩散，从而使可能的污染控制在一个小范围内。手脚沾污测量仪的测量下限为 α 低于 0.04Bq/cm^2，β 低于 0.4Bq/cm^2 配备电子式个人剂量计和热释光剂量计，以测量和记录工作人员所受的 X、γ 辐射的剂量和剂量率。 三、辐射事故应急 秦山核电已按《核电厂核事故应急管理条例》（HAF002）等法规标准建立了完善的应急响应组织机构，其组织机构见附图 22。 秦山核电应急组织由应急指挥部、现场指挥部、直属应急专业组、电厂应急专业组组成。其中秦山核电应急指挥部职责包括：1) 统一指挥、协调秦山核电场内应急响应行动；2) 与场外应急组织和主管部门（国家核事故应急办公室、国家核安全局、华东核与辐射安全监督站、国家能源局、浙江省核事故应急办公室、中核集团公司、中国核能电力股份有限公司等）的联络与报告，请求支援；3) 应急状态的批准（或建议）与宣布；4) 协调、组织场内恢复行动。 应急指挥部中应急总指挥负责全面指挥场区内应急响应行动；应急副总指挥协助应急总指挥，参与应急指挥部决策，应急副总指挥分运行、抢修、技术、安全、物资保障、公共信息等，按照各自负责的领域协助应急总指挥开展应急响应工作；应急总
--	---

	指挥秘书负责协助应急总指挥实施行政事务工作，以及负责上级部门等入驻现场的协调；应急秘书长组织场内外应急信息通告、报告，联络以及保障行动。 同时，秦山核电建立了完善的应急预案制度，包括《人员超剂量照射应急响应预案》（EP-QS-2002）、《人员严重污染应急响应预案》（EP-QS-2003）和《放射性物品失控应急预案》（EP-QS-2004）等，分类别详细规定了发生事故时的责任主体、应急处置基本原则、应急组织、应急响应流程和应急培训等内容。
--	---

六、结论

综上所述，秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施不增加排放源项，从环境保护角度，通过对现有已建 6 个 QM-400 模块及拟建 6 个 M1 型模块在正常运行和事故工况对环境的影响分析，秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施通过优化并采用密集化贮存技术的 M1 模块替代原 QM-400 型模块的环境影响可行，符合我国有关法律法规、标准的要求。

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	COD	<1.44kg/a	/	/	0	0	<1.44kg/a	0
	BOD ₅	<0.36kg/a	/	/	0	0	<0.36kg/a	0
	总氮	<0.43kg/a	/	/	0	0	<0.43kg/a	0
	总磷	<0.01kg/a	/	/	0	0	<0.01kg/a	0
	氨氮	<0.07kg/a	/	/	0	0	<0.07kg/a	0
一般工业 固体废物	/	/	/	/	/	/	/	/
	/	/	/	/	/	/	/	/
危险废物	/	/	/	/	/	/	/	/

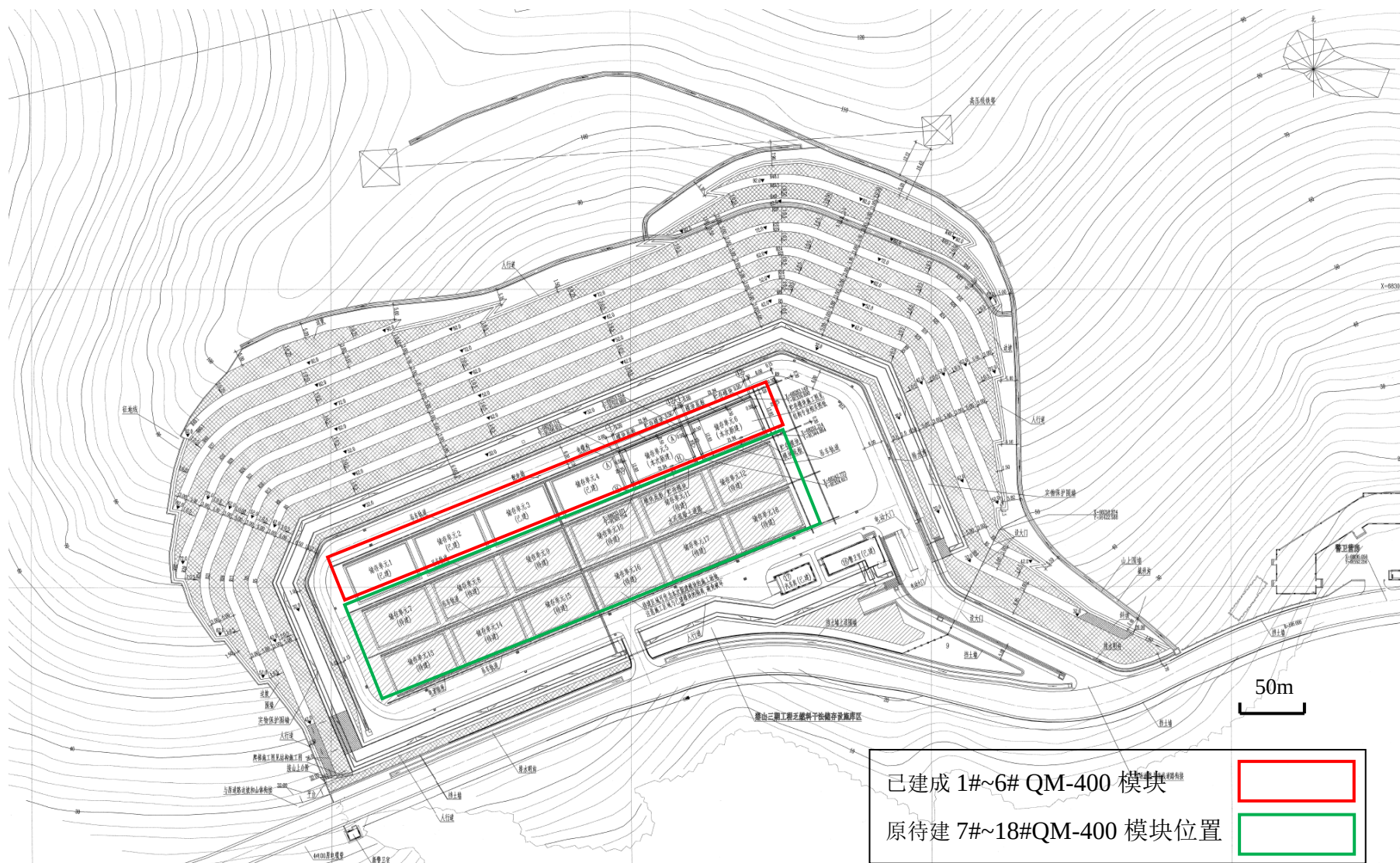
注：⑥=①+③+④-⑤；⑦=⑥-①



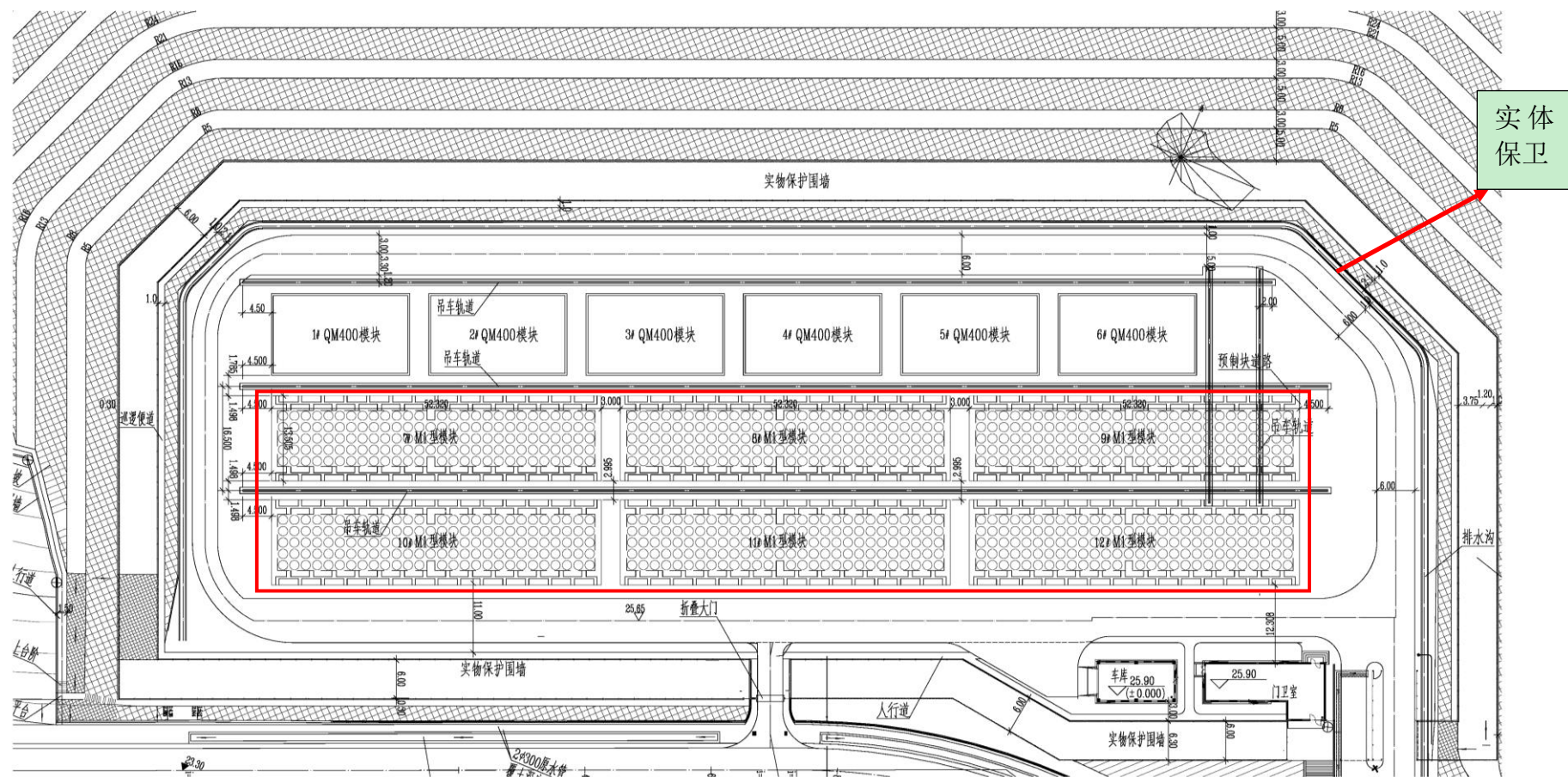
附图 1 (1/2) 项目地理位置示意图



附图 1（2/2）项目地理位置示意图



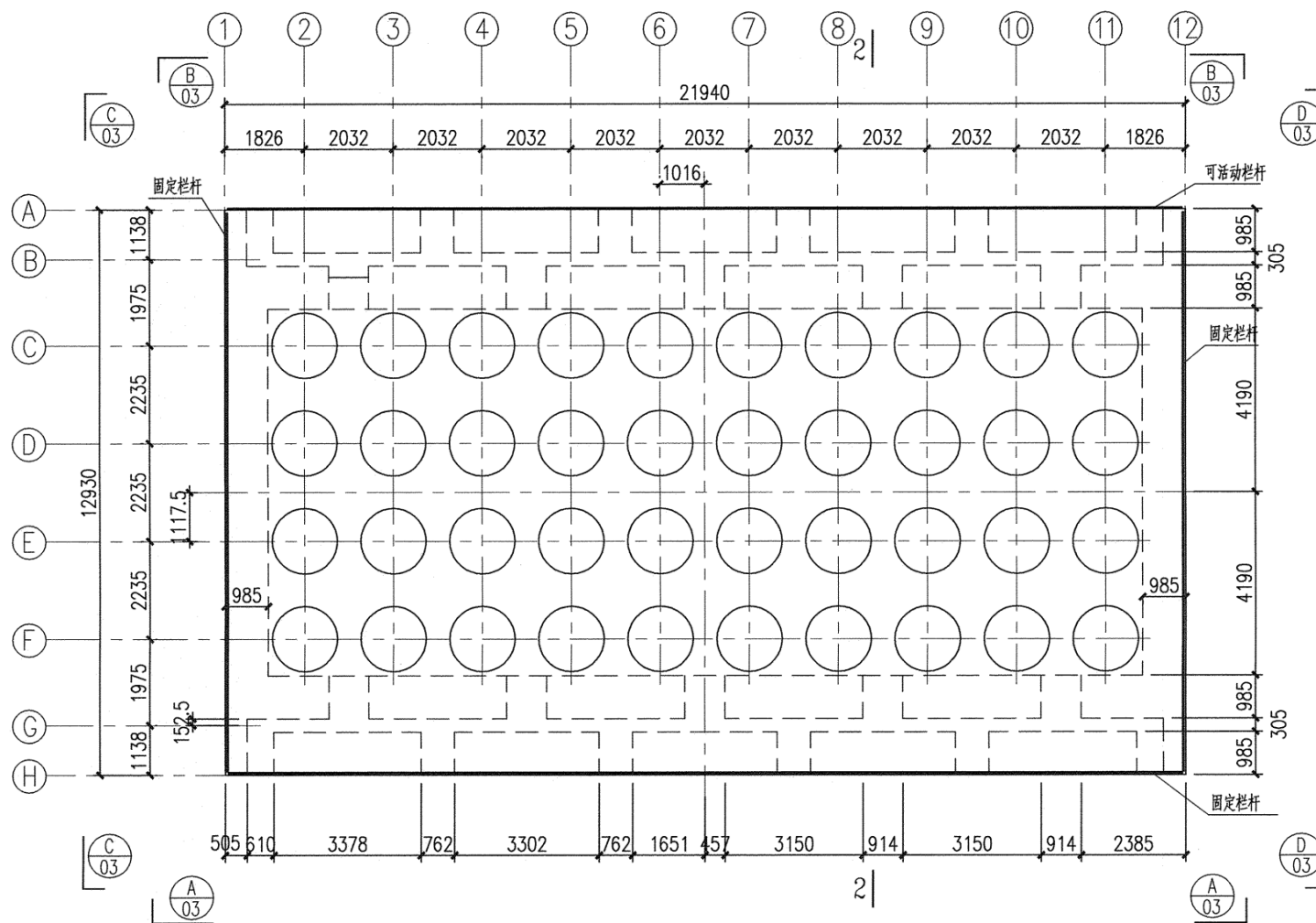
附图 2 项目原总平面布置图



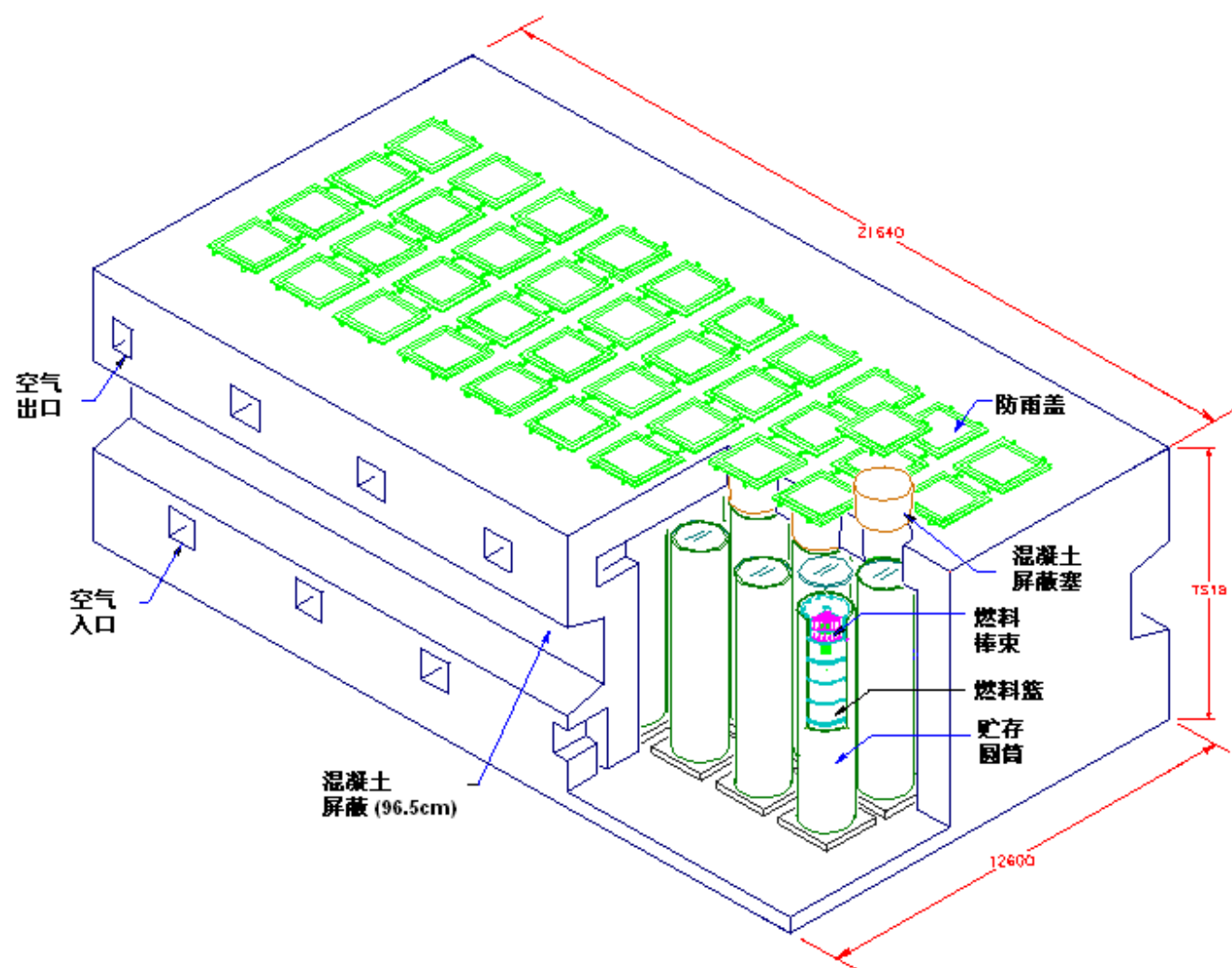
附图 3 项目现总平面布置图

现 M1 型模块位置

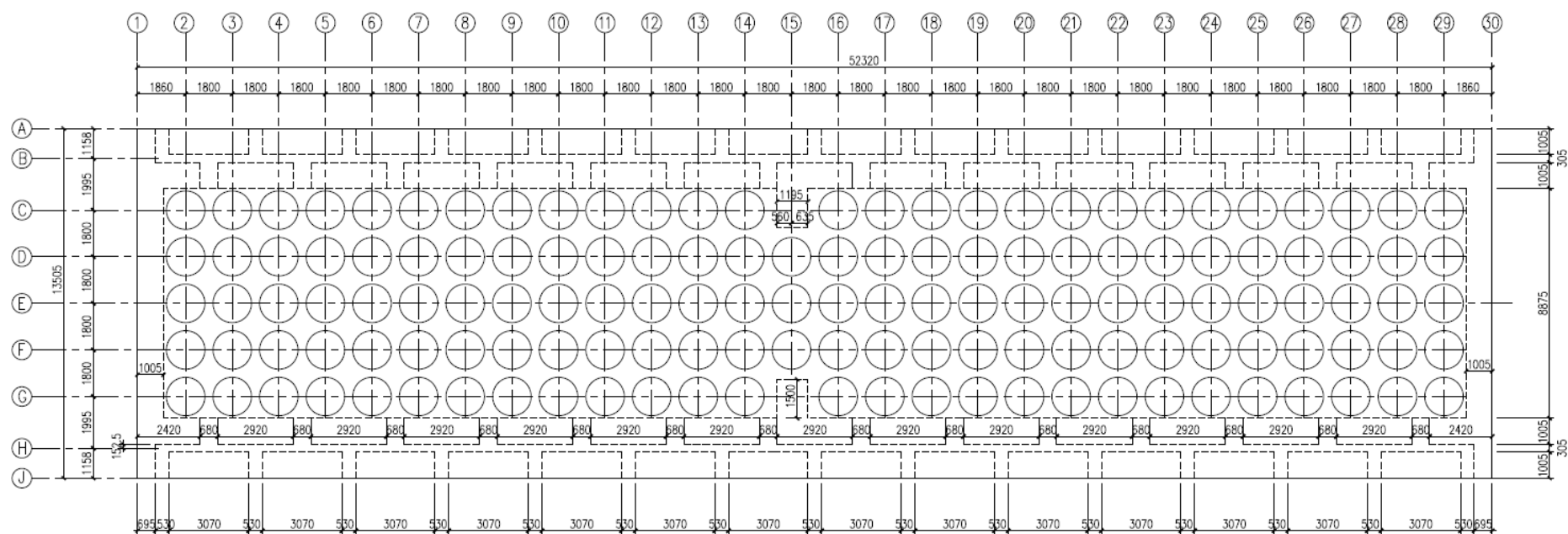




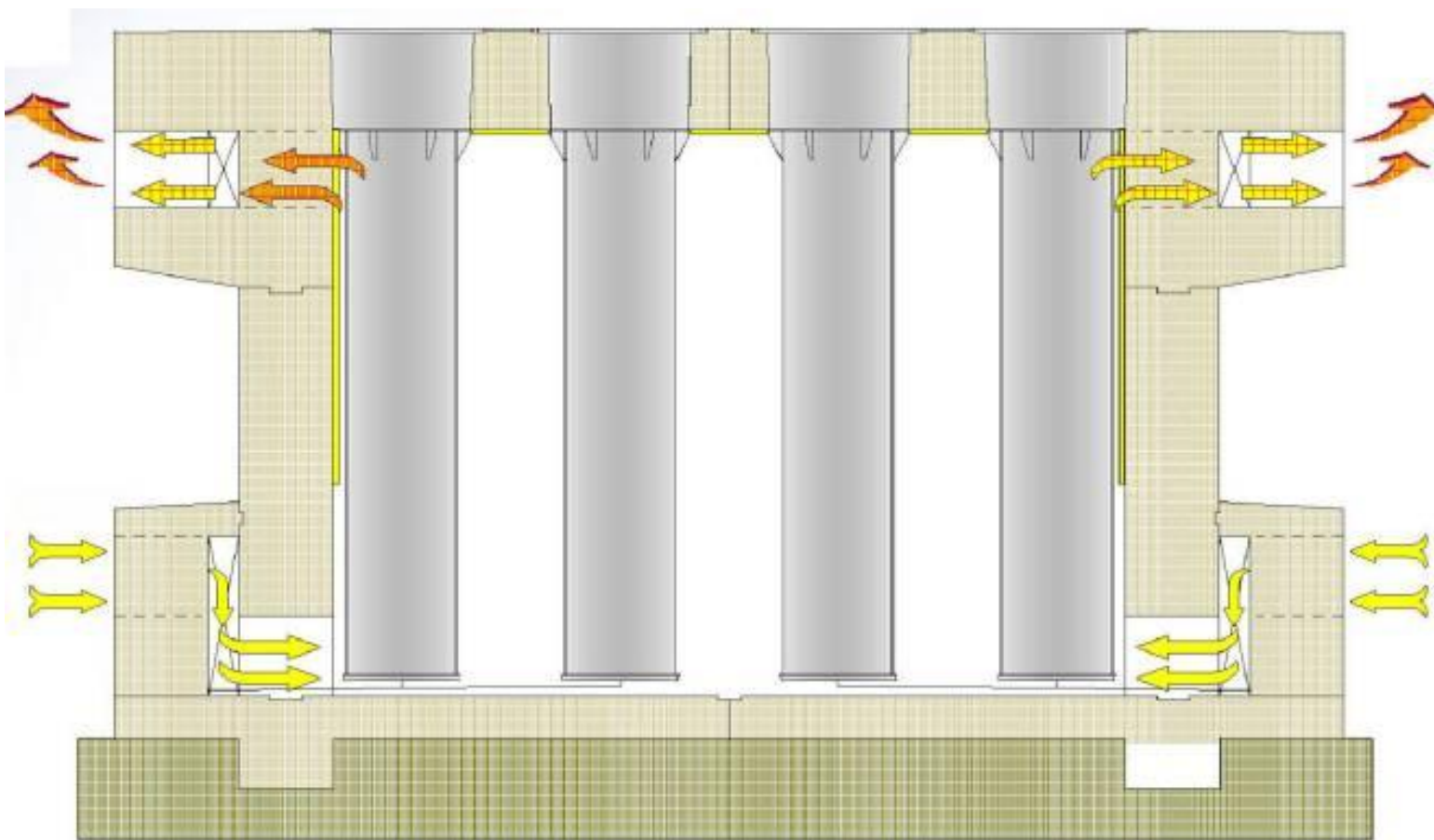
附图 4 QM-400 贮存模块平面布置图



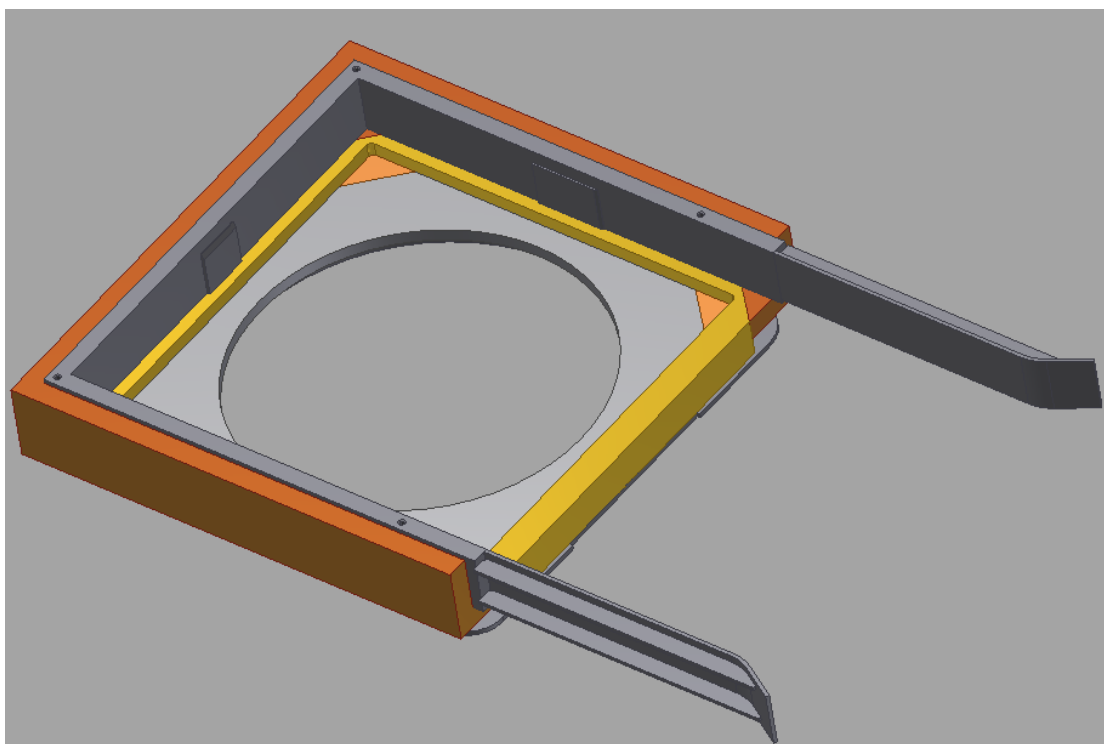
附图 5 QM-400 贮存模块外观图



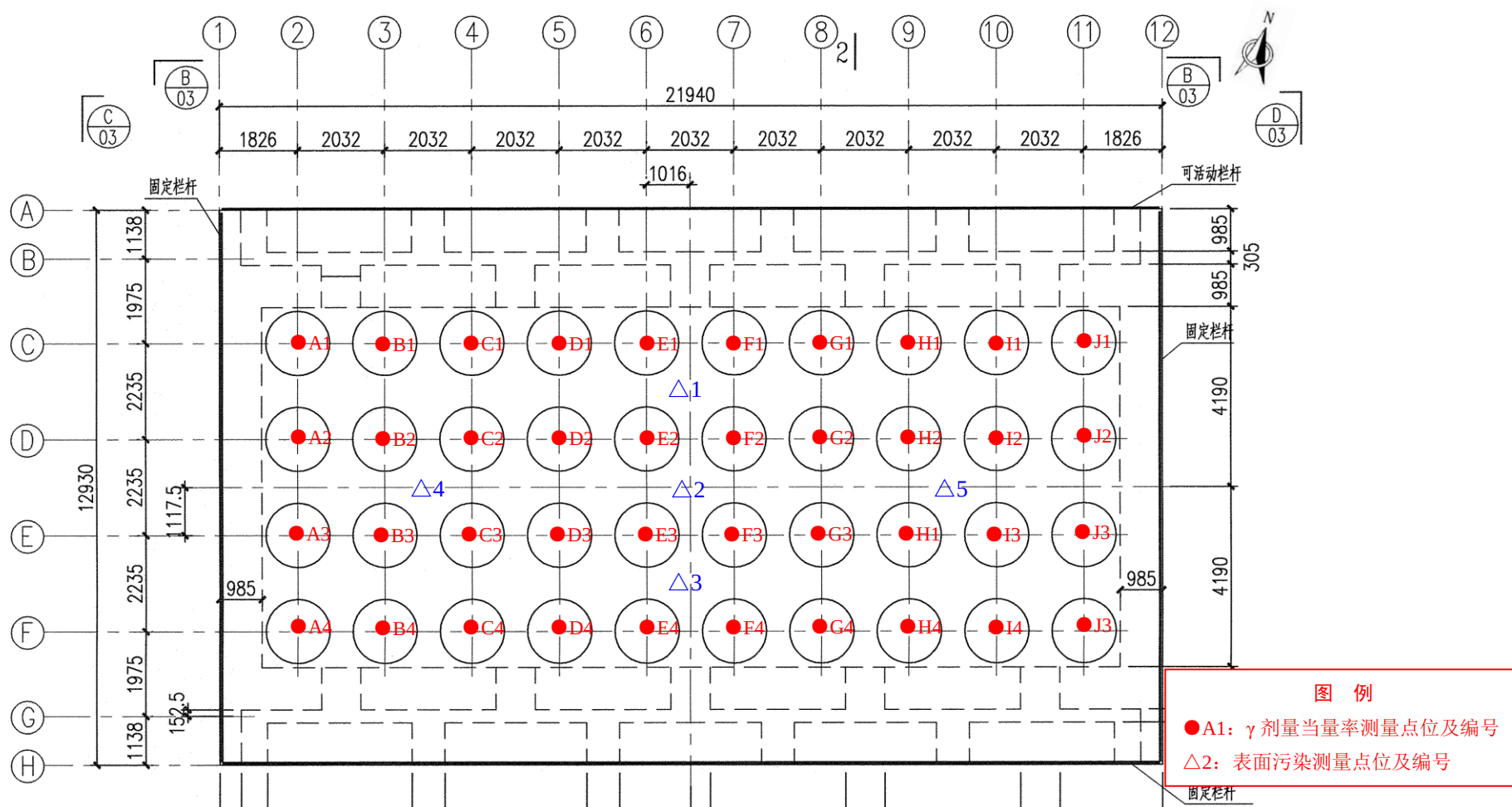
附图 6 M1 型贮存模块平面布置图

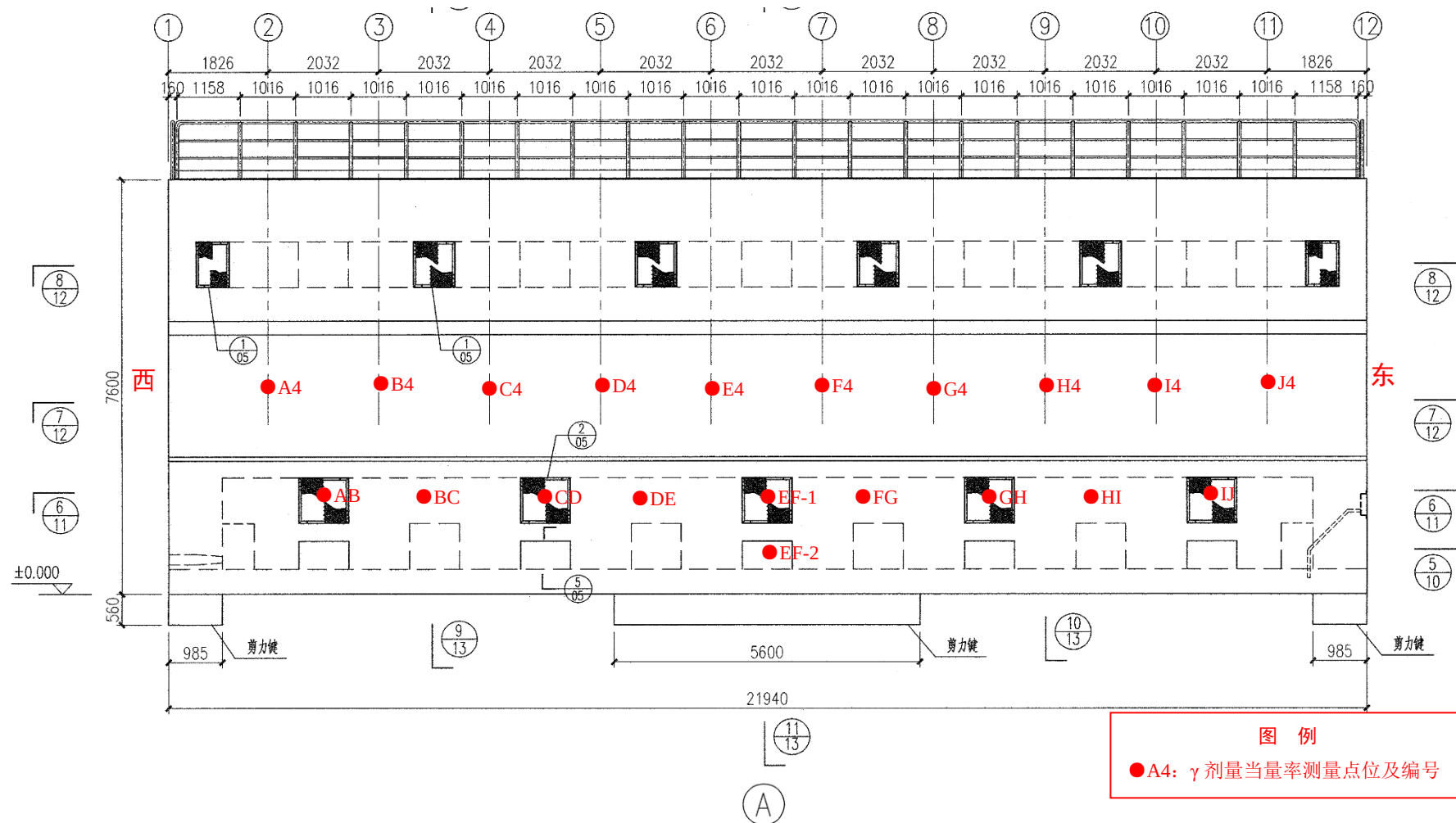


附图 8 贮存模块非能动空气自然通风冷却示意图

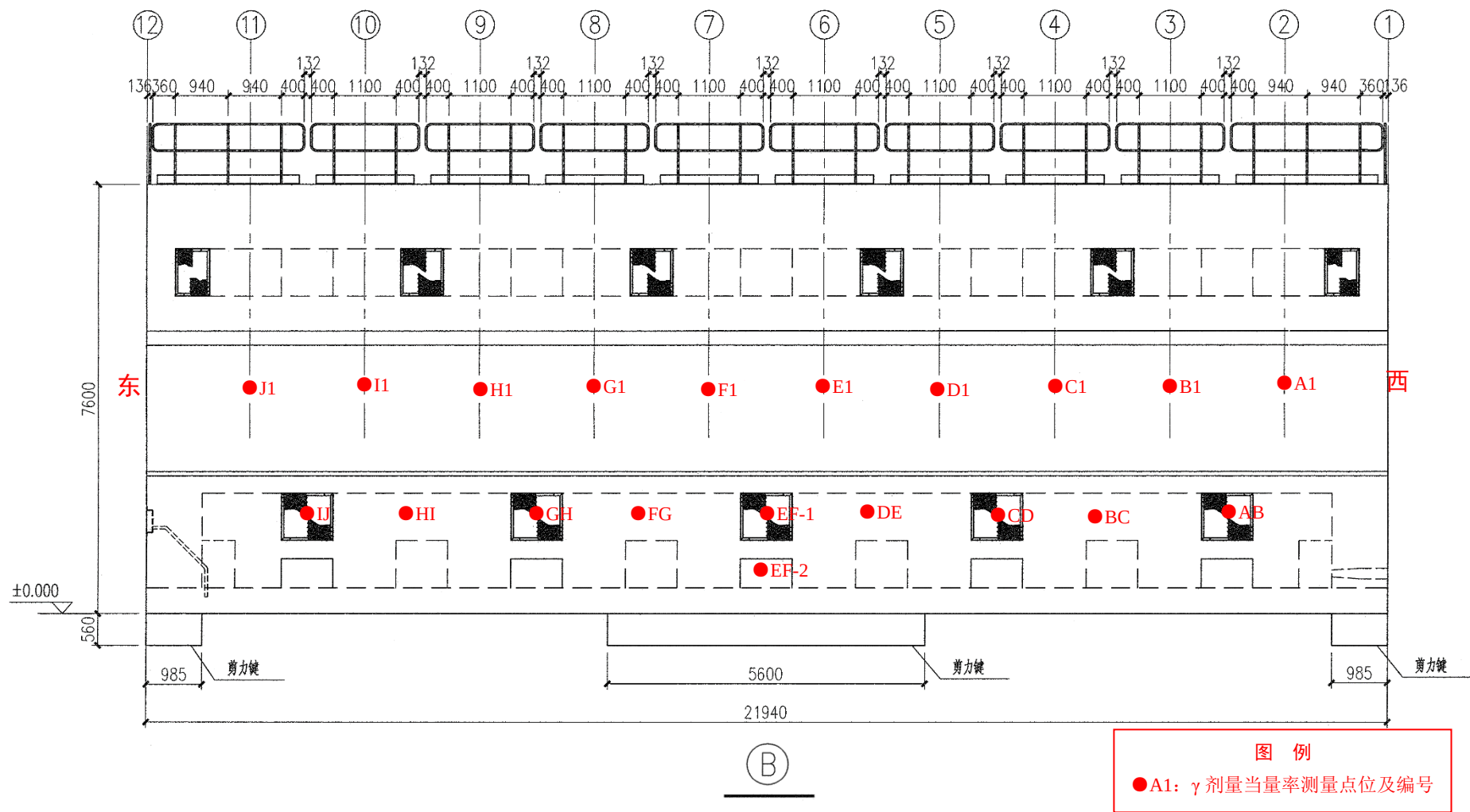


附图 9 FLASK 转接装置

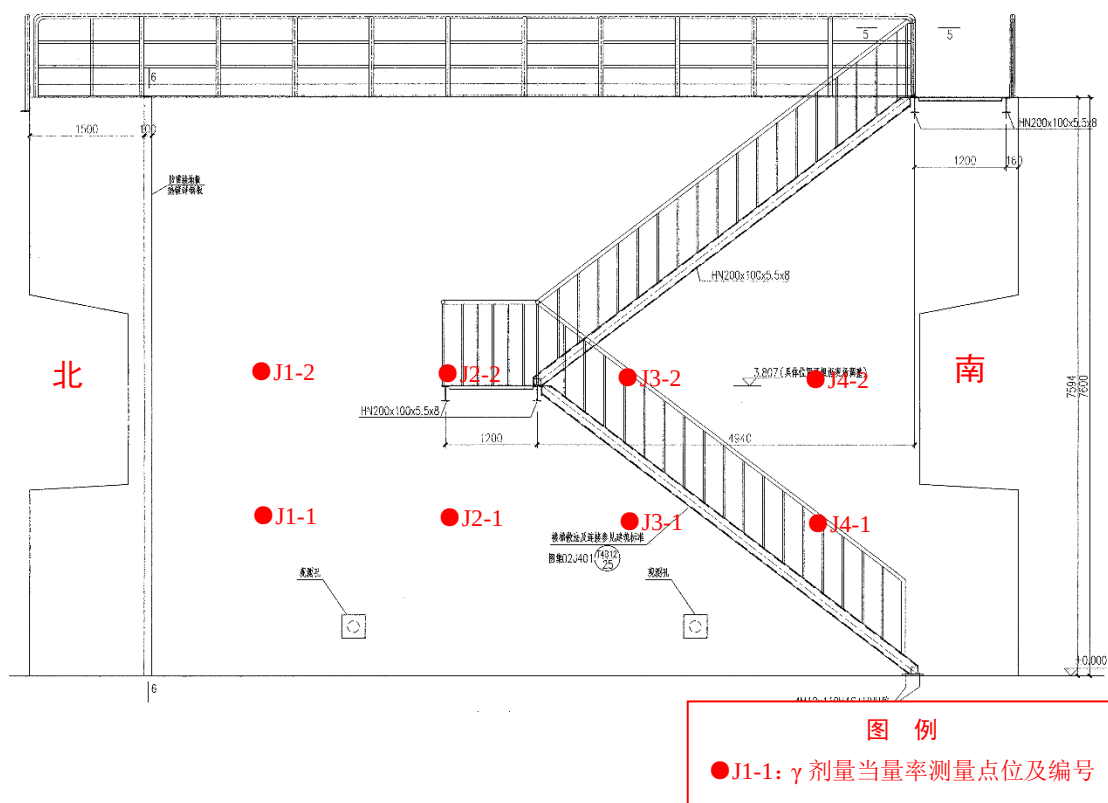




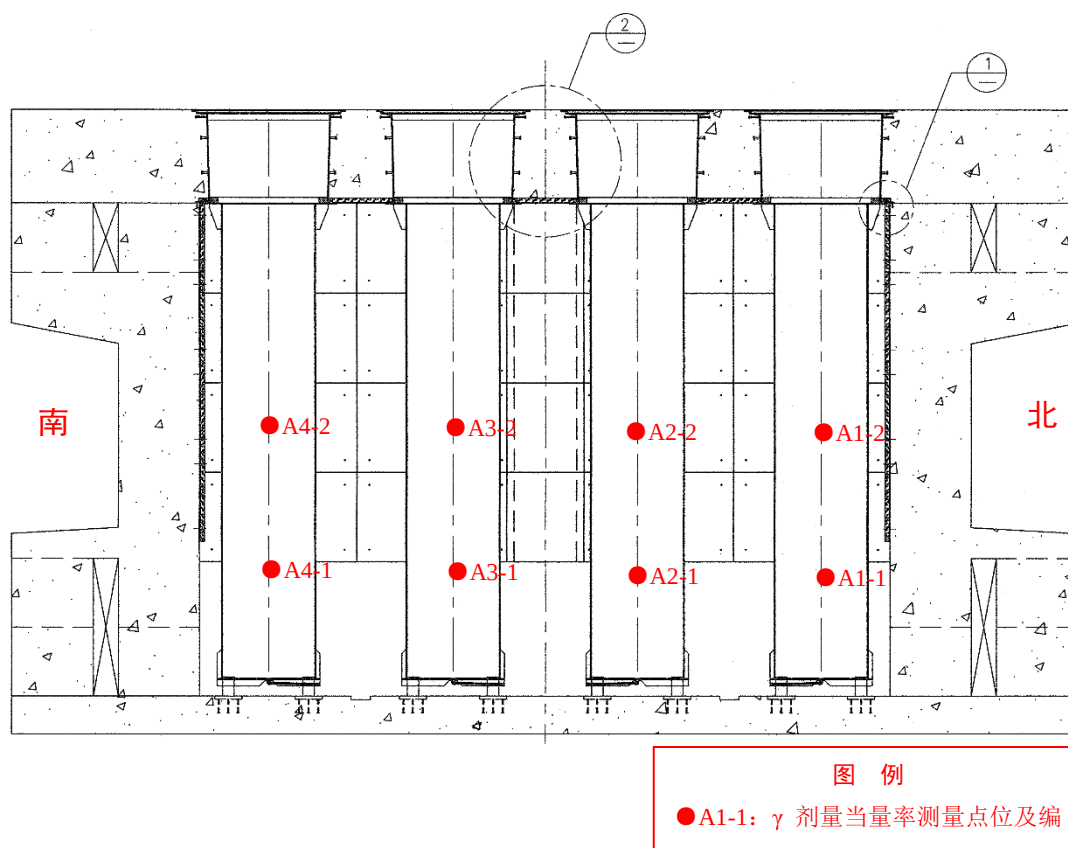
附图 11 3 号模块南立面 γ 辐射水平监测布点示意图



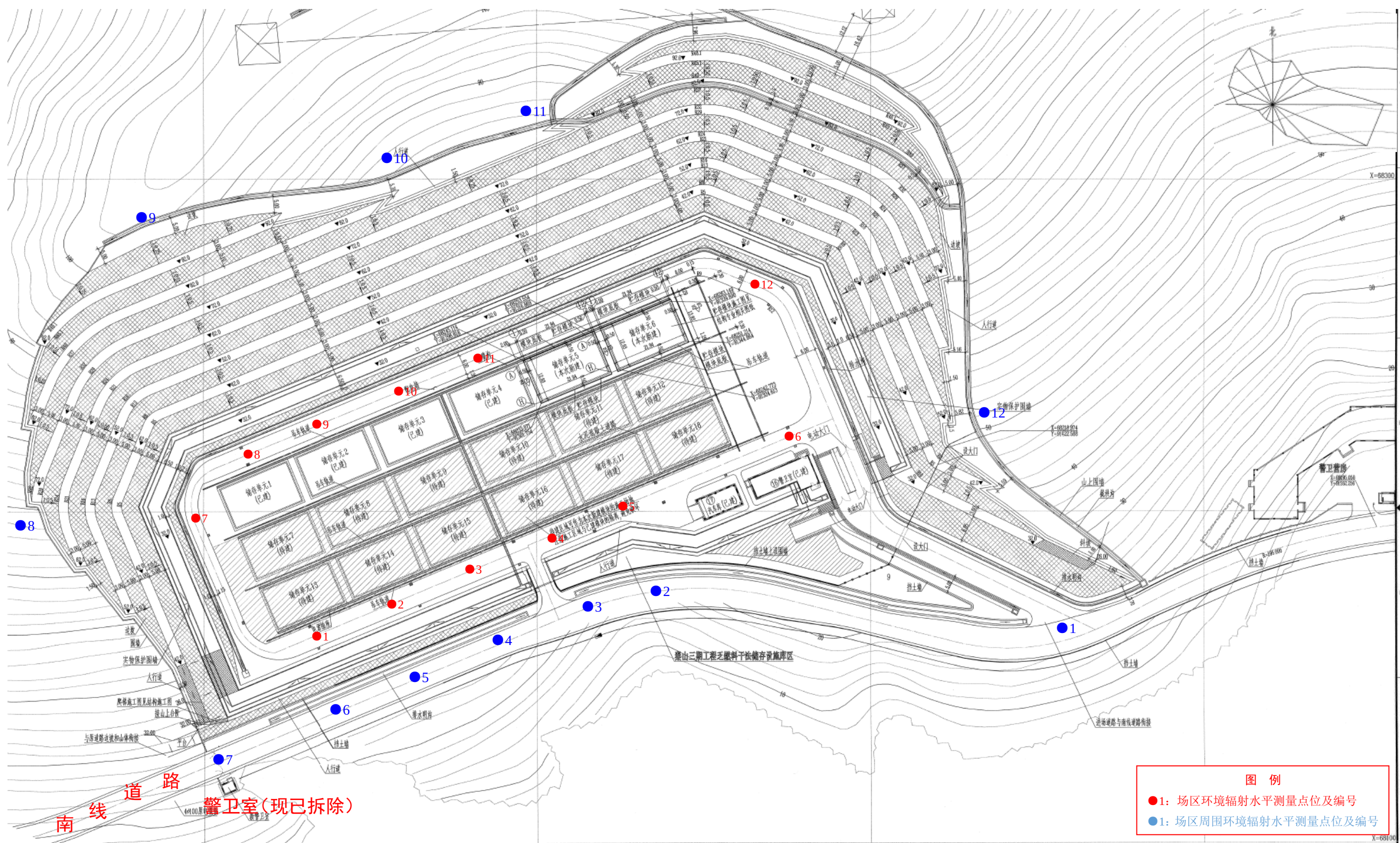
附图 12 3 号模块北立面 γ 辐射水平监测布点示意图



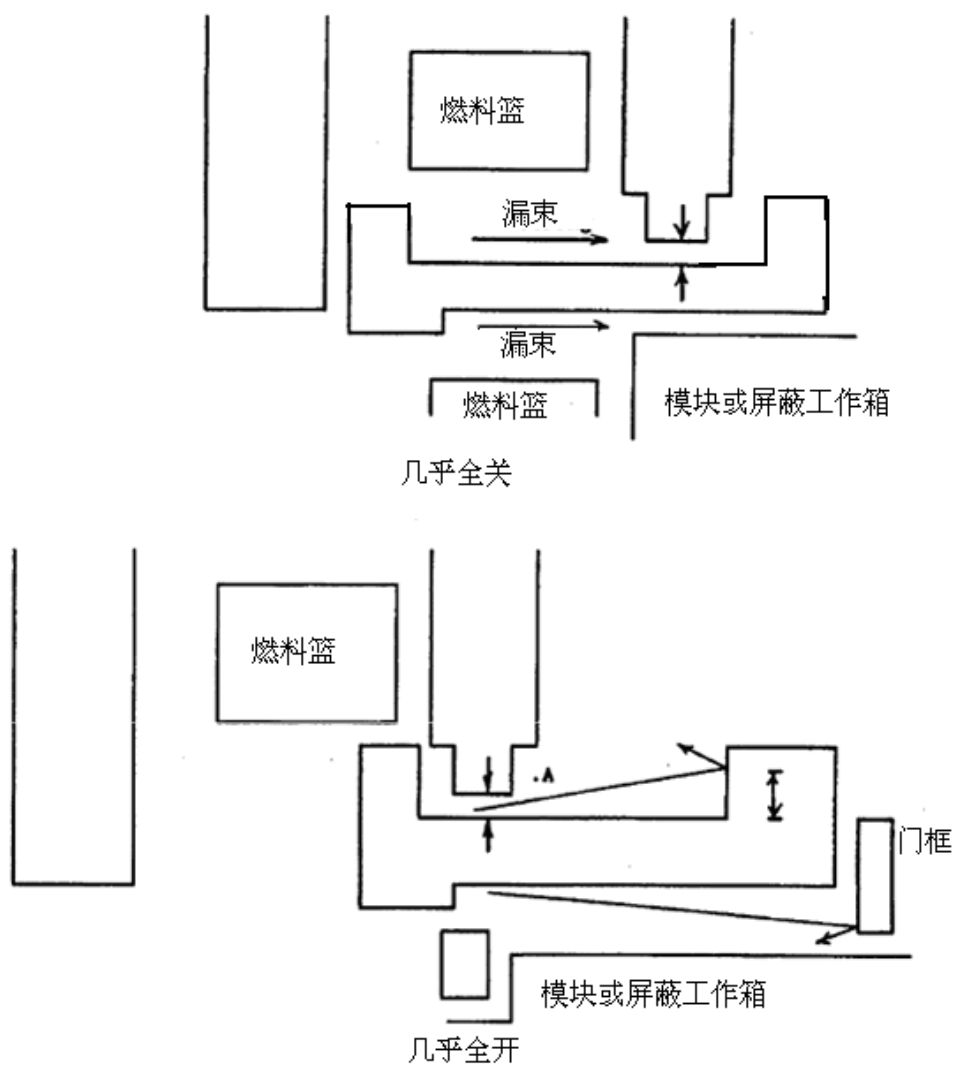
附图 13 3 号模块东立面 γ 辐射水平监测布点示意图



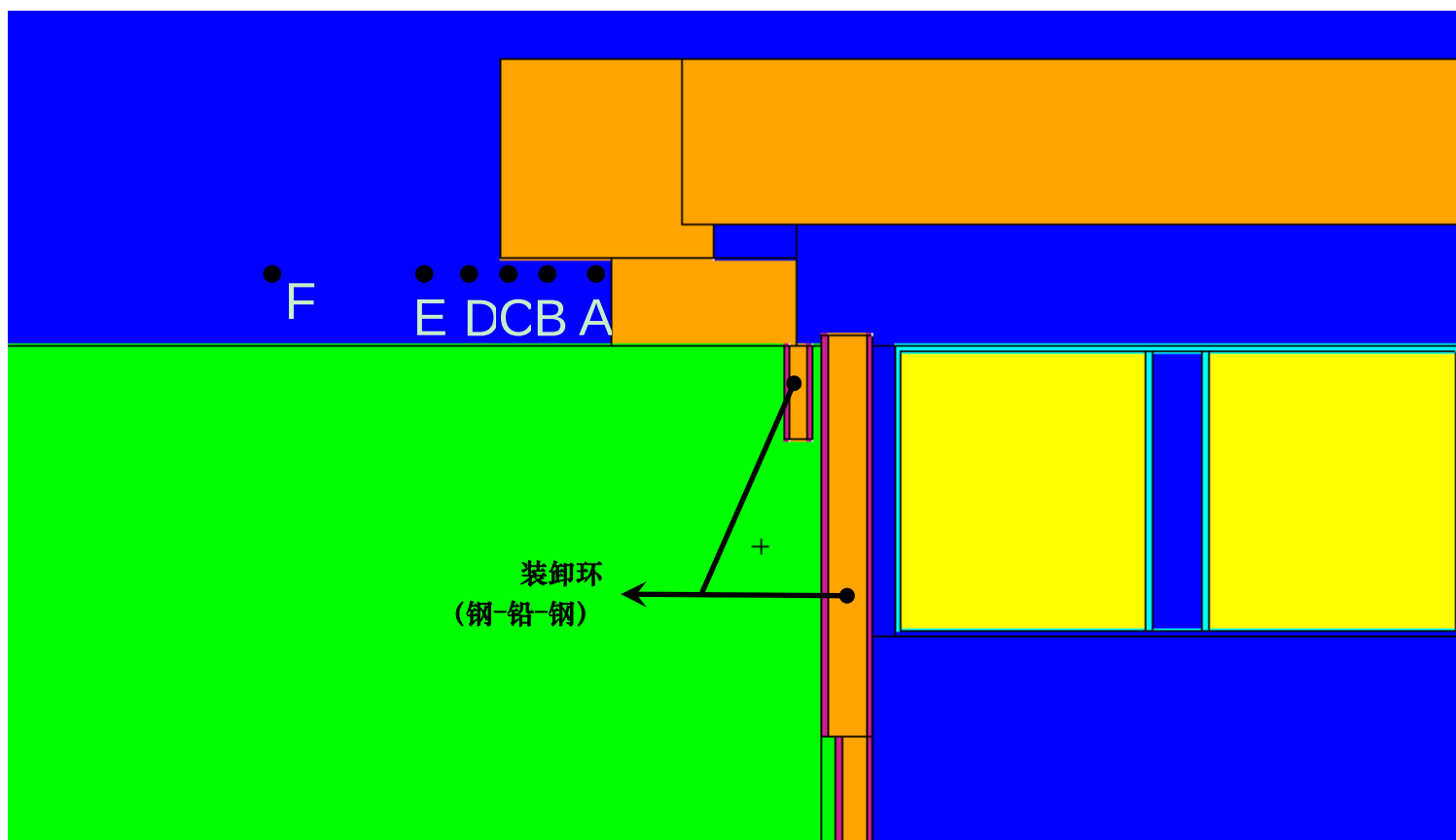
附图 14 3 号模块西立面 γ 辐射水平监测布点示意图



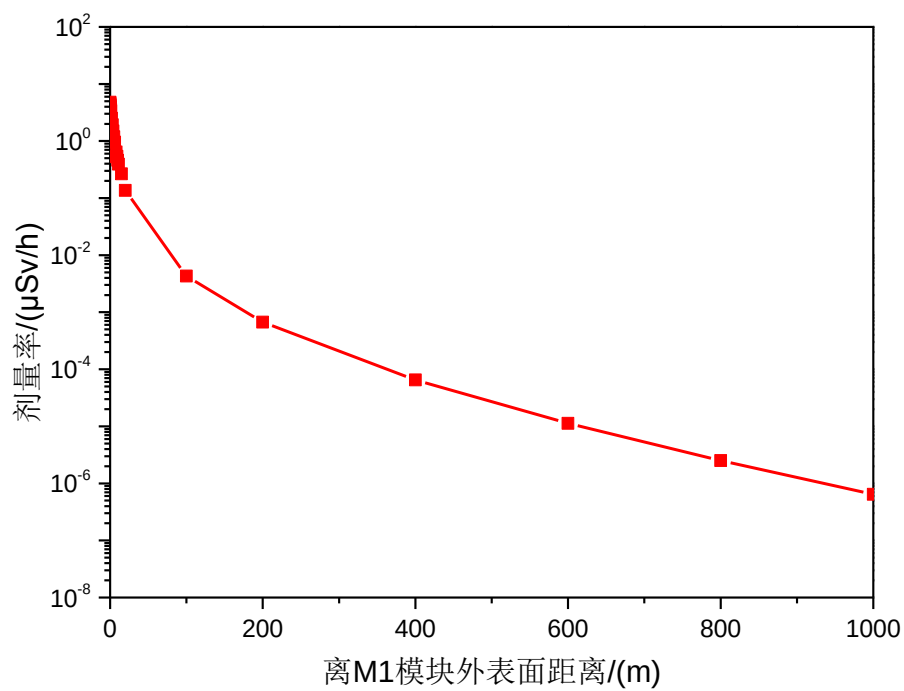
附图 15 场区及周围环境监测布点示意图



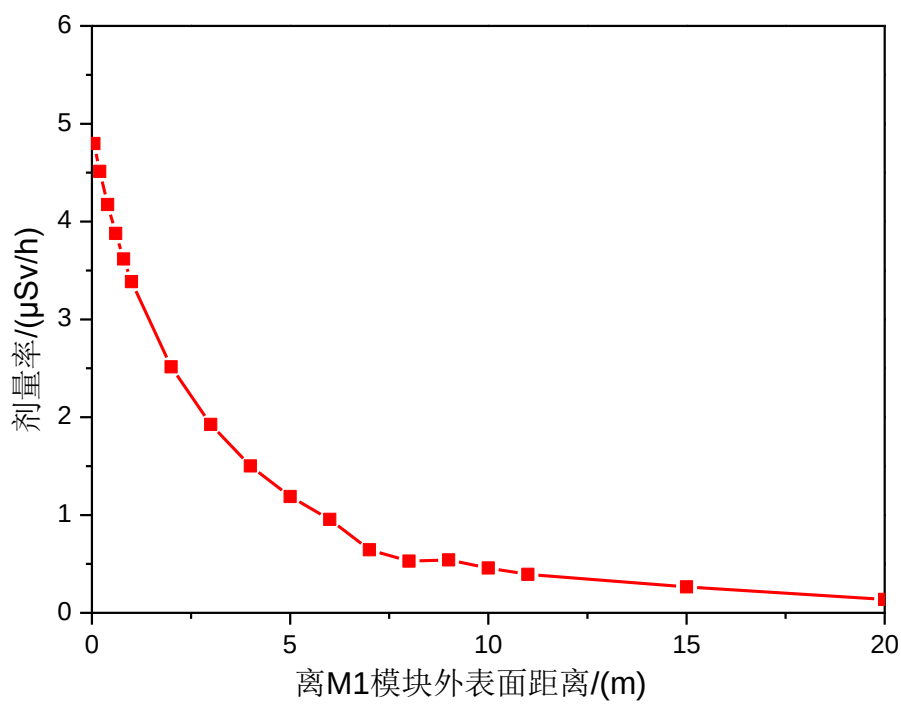
附图 16 乏燃料吊装时容器门位置示意图



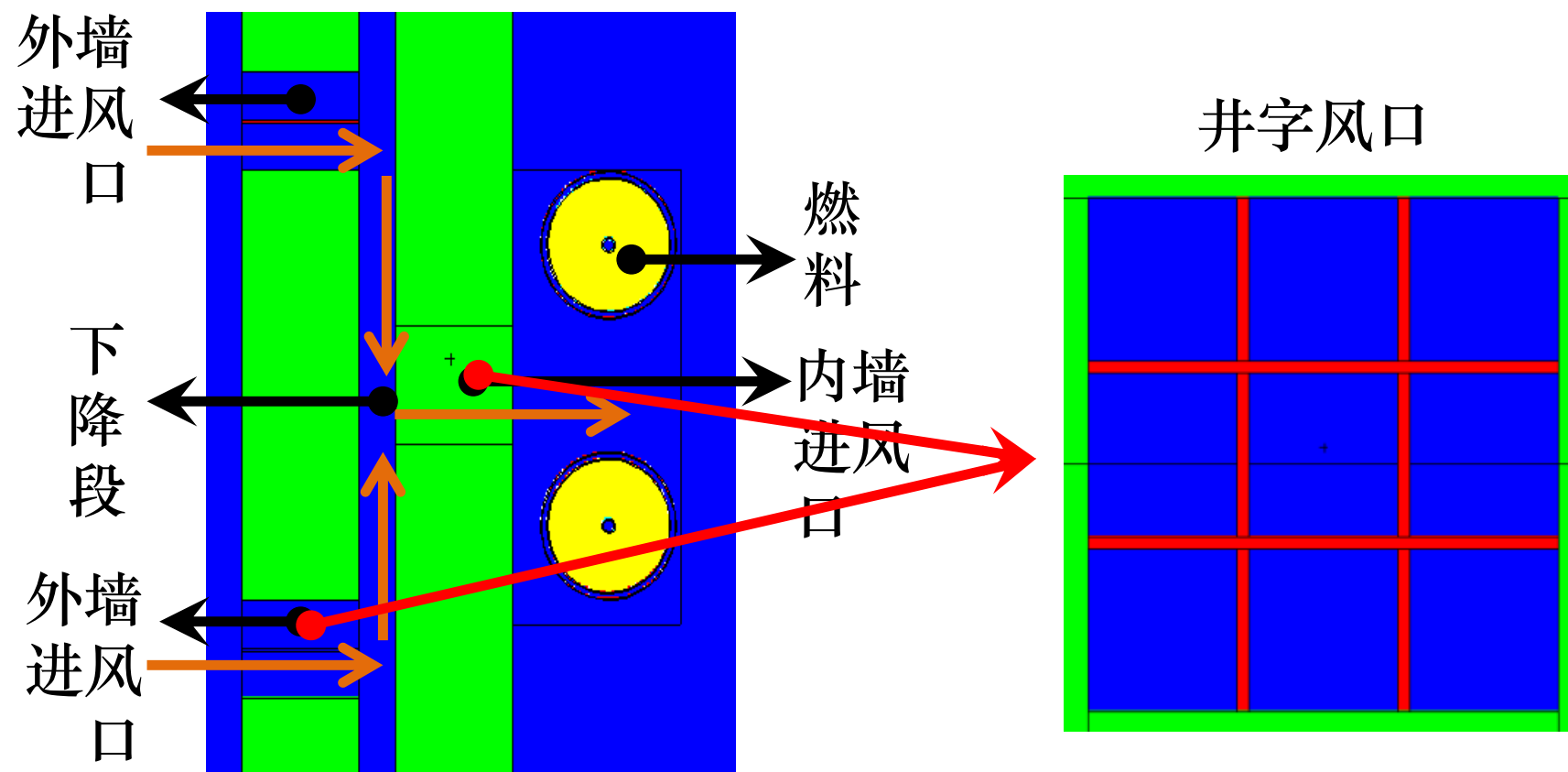
附图 17 燃料篮下降过程中左侧探测点位示意图



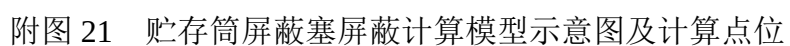
附图 18 M1 贮存系统模块外表面到 1km 的剂量率

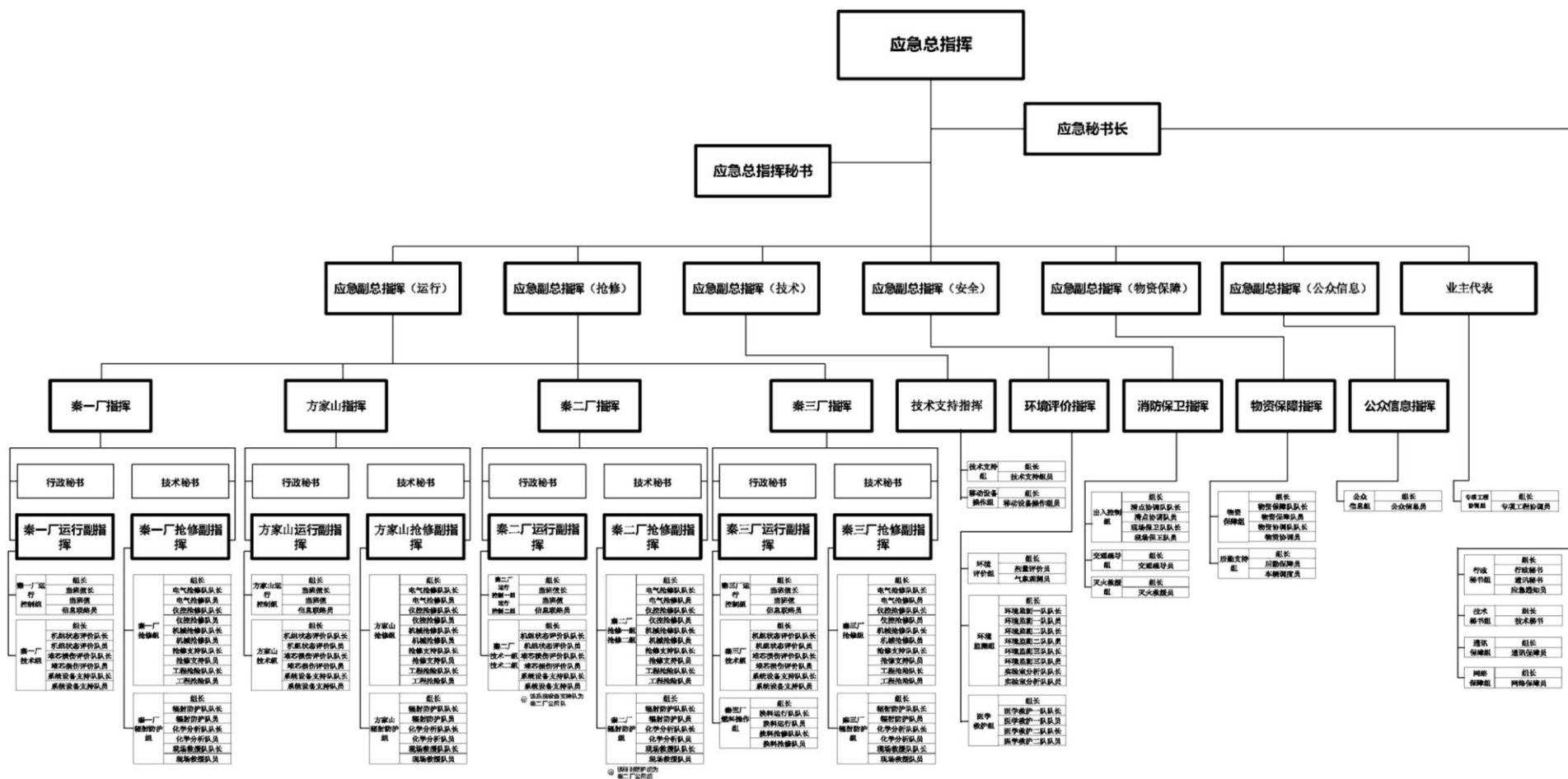


附图 19 M1 贮存系统模块外表面到 20m 的剂量率



附图 20 通风口屏蔽计算模型及“井”字格架示意图





附图 22 应急组织机构图

附表1 3号模块顶面辐射水平监测结果

单位: $\mu\text{Sv/h}$

贮存桶 编号	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	1.41	1.38	2.06	1.90	2.08	2.00	2.35	1.91	2.59	2.07
2	0.94	1.36	1.56	1.53	2.28	2.05	1.83	2.17	2.80	1.95
3	1.24	2.17	1.46	1.87	2.31	1.90	2.52	2.17	2.82	2.22
4	0.82	1.92	1.90	2.59	1.97	1.59	2.63	1.36	2.45	2.89

附表2 3号模块东、西侧表面辐射水平监测结果

单位: $\mu\text{Sv/h}$

位置	模块西侧表面				模块东侧表面			
模块编号	A1	A2	A3	A4	J1	J2	J3	J4
模块中部 (3m高处)	2.23	2.86	2.15	2.55	4.62	4.50	4.82	4.37
模块下部 (1.7m高处)	2.28	2.24	2.04	2.55	3.64	3.14	3.98	3.18

附表3 3号模块南侧表面辐射水平监测结果

单位: $\mu\text{Sv/h}$

贮存桶编号		A4		B4		C4		D4		E4		F4		G4		H4		I4		J4
模块中部(3m高处)		1.74	/	1.93	/	2.09	/	2.10	/	2.85	/	2.95	/	4.07	/	3.71	/	3.79	/	3.32
进气窗 (1.7m高)	表面	/	41.3	/	/	/	53.7	/	/	/	51.9	/	/	/	51.3	/	/	/	48.3	/
	1m处	/	12.2	/	/	/	13.8	/	/	/	14.0	/	/	/	15.3	/	/	/	13.3	/
墙体(1.7m高)		/	/	/	0.29	/	/	/	0.29	/	/	/	0.31	/	/	/	0.32	/	/	/
贮存桶取样箱		/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.36	/	/	/	/	/	/	/	/	/

附表4 3号模块北侧表面辐射水平监测结果

单位: $\mu\text{Sv/h}$

贮存桶编号		A1		B1		C1		D1		E1		F1		G1		H1		I1		J1
模块中部(3m高处)		1.25	/	1.72	/	1.99	/	2.11	/	2.20	/	1.81	/	2.33	/	2.32	/	2.35	/	2.23
进气窗 (1.7m高)	表面	/	28.1	/	/	/	31.7	/	/	/	30.8	/	/	/	34.2	/	/	/	27.9	/
	1m处	/	11.8	/	/	/	12.4	/	/	/	12.4	/	/	/	14.2	/	/	/	9.74	/
墙体(1.7m高)		/	/	/	0.18	/	/	/	0.19	/	/	/	0.21	/	/	/	0.20	/	/	/
贮存桶取样箱		/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.26	/	/	/	/	/	/	/	/	/

附表5 控制区辐射水平监测结果

单位: $\mu\text{Sv/h}$

序号	点位描述	γ 辐射水平监测结果
1	控制区南道路 1 号模块南	0.31
2	控制区南道路 2 号模块南	0.36
3	控制区南道路 3 号模块南	0.42
4	控制区南道路 4 号模块南	0.31
5	控制区南道路 5 号模块南	0.18
6	警卫室北门外	0.15
7	控制区西道路 1 号模块西	0.28
8	控制区北道路 1 号模块北	1.36
9	控制区北道路 2 号模块北	1.59
10	控制区北道路 3 号模块北	2.13
11	控制区北道路 4 号模块北	1.24
12	控制区东道路 6 号模块东	0.16

附表 6 贮存区场界周围环境辐射水平监测结果

序号	点位描述	环境辐射水平监测结果 (nSv/h)	备注
1	进入乏贮场所路口	75.8	监督区
2	5 号模块正南	105	
3	4 号模块正南	133	
4	3 号模块正南	143	
5	2 号模块正南	137	
6	1 号模块正南	129	
7	南线公路警卫室门前	119	敏感目标
8	贮存区西侧场界	118	
9	贮存区北侧西部场界	121	
10	贮存区北侧中部场界	136	
11	贮存区北侧东部场界	100	
12	贮存区东侧场界	101	

附件 1: 关于秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施环境影响报告书(建造阶段)的批复(环审[2008]207 号)

中华人民共和国环境保护部

环审[2008]207 号

关于秦山第三核电厂乏燃料临时干式 贮存设施环境影响报告书(建造阶段)的批复

秦山第三核电有限公司:

你公司《关于报送秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施环境影响报告书(建造阶段)的报告》(秦山核安发[2007]288 号)收悉。经研究,批复如下:

一、秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施项目是秦山三期重水堆项目的一个工程子项,位于秦山第三核电厂区内,用于临时贮存秦山三期重水堆产生的乏燃料。该项目包括三部分:乏燃料准备区、乏燃料运输区和乏燃料干式贮存区。乏燃料干式贮存

— 1 —

区共建 18 个 MACSTOR-400 乏燃料贮存模块,分批建造,每批建造 2 个。

《秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施环境影响报告书(建造阶段)》(以下简称“报告书”)的格式与内容满足审评要求,使用的评价模式和参数基本合理,评价结论可信。报告书对生产工艺描述清楚,“三废”排放源项分析合理,考虑的释放和辐照途径齐全,项目环保措施基本可行。在落实报告书提出的各项污染防治及生态保护措施后,正常运行和事故工况下对环境的影响是可以接受的。因此,我部同意你公司按照报告书中所列项目性质、地点、规模、环境保护措施进行项目建设。

二、项目建设和运行应重点做好的工作

1. 18 个贮存模块应分批建造,每批建造 2 个。首批建造完毕后,每批开工建造前三个月须向我部提出申请。

2. 在设计、建造和运行阶段应充分考虑乏燃料在未来外运时的可回取性,并积极跟踪国际上该类乏燃料的最终处置进展。

3. 严格按照设计要求,建设排水设施、排水工程和护坡挡墙,防止水土流失。

4. 加强对乏燃料干式贮存模块温度和放射性的监测。

— 2 —

三、项目实施过程中应严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。每批贮存模块建造竣工后,你公司应向我部提出运行申请。

四、我部委托浙江省环保局协同我部上海核与辐射安全监督站负责该设施建造期间的环境保护监督检查工作。



主题词:环保 乏燃料 贮存 环境影响 批复

抄 送:中核集团公司,国防科技工业局,环境保护部上海核
与辐射安全监督站,浙江省环保局,环境保护部核与
辐射安全中心。

环境保护部

2008 年 7 月 4 日印发

附件 2：关于秦山第三核电有限公司乏燃料临时干式贮存设施环境影响报告书
(装料阶段)的批复(环审[2009]435 号)

中华人民共和国环境保护部

环审[2009]435 号

关于秦山第三核电有限公司乏燃料 临时干式贮存设施环境影响报告书 (装料阶段)的批复

秦山第三核电有限公司：

你公司《关于报送秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施环境影响报告书(装料阶段)的报告》(秦三核安发[2008]217 号)收悉。经研究,批复如下：

一、秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施项目是秦山三期重水堆项目的工程子项,位于秦山第三核电厂区内,用于贮存秦山第三核电厂 40 年寿期内产生的乏燃料。该建设项目包括三部

— 1 —

分：乏燃料准备区、乏燃料运输区和乏燃料干式贮存区。乏燃料干式贮存区共建 18 个贮存模块，一次规划，分批建造，每批建造 2 个，寿期为 50 年。本批复只适用于 2009 年 8 月首批建造的两个模块。后续建造模块，仍需履行环境影响评价手续。

《秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施环境影响报告书（装料阶段）》（以下简称“报告书”）的格式与内容满足审评要求，使用的评价模式和参数基本合理，评价结论可信。报告书对生产工艺描述清楚，“三废”排放源项分析合理，考虑的释放和辐照途径齐全，项目环保措施基本可行。在落实报告书提出的各项污染防治及生态保护措施后，正常运行和事故工况下对环境的影响是可以接受的。因此，我部同意你公司按照报告书中所列项目性质、地点、规模、环境保护措施装料运行。

二、项目运行应重点做好的工作

（一）细化乏燃料干式贮存设施及其周边的监测计划，加强对模块温度和放射性的监测。

（二）加强对乏燃料棒束操作过程中出现事故及发现破损组件的应对措施。

(三)考虑乏燃料干式贮存设施 50 年寿期后的安全措施,并积极跟踪国际上该类乏燃料的最终处置进展。

三、项目实施过程中应严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。贮存模块装料运行后 3 个月内,你公司应向我部提出环境保护竣工验收申请。

四、后续分批建设的 16 个贮存模块应在每批开工建造前三个月向我部提出申请。

五、我部委托浙江省环境保护厅协同我部上海核与辐射安全监督站负责该设施运行阶段的环境保护监督检查工作。



二〇〇九年九月二十三日

主题词：环保 乏燃料 贮存 环评 批复

抄 送：国家国防科技工业局，中核集团，浙江省环境保护厅，
环境保护部上海核与辐射安全监督站，环境保护部核
与辐射安全中心。

环境保护部

2009 年 9 月 25 日印发

— 4 —



附件 3: 关于秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施竣工环境保护验收意见的函(环验[2010]223 号)

中华人民共和国环境保护部

环验[2010]223 号

关于秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施竣工环境保护验收意见的函

秦山第三核电有限公司:

你公司的《关于申请对秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施环保竣工验收的请示》(秦三核安发[2009]354 号)及相关文件收悉。

我部于 2010 年 7 月 15 日对你公司乏燃料临时干式贮存设施进行了竣工环境保护验收现场检查。经研究,现函复如下:

一、秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施项目是秦山三期重水堆项目的工程子项,位于秦山第三核电厂区内,用于贮存秦山第三核电厂 40 年寿期内产生的乏燃料。我部已对该项目的环境影响报告书(装料阶段)进行了批复(环审[2009]435 号)。

二、该项目于 2009 年 9 月 28 日投入试运行,试运行期间乏燃料干式贮存相关系统和设备以及工业安全和质量控制情况良好,

— 1 —

监测设备齐全,监测方案符合要求。

三、浙江省辐射环境管理监测中心站提供的《秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施竣工环境保护验收监测报告》表明,该工程试运行前、后环境辐射水平无显著差异。

四、该工程的设计、建造和运行满足国家有关环境保护的法律、法规和标准的要求,环境保护审查、审批手续完备,技术资料齐全。该工程竣工环境保护验收合格,批准通过竣工验收。

五、工程在今后运行中应加强环保设施的运行管理和日常维护,做好日常环境监测,保证该设施的正常和安全运行。

六、请浙江省环境保护局协同环保部上海核与辐射安全监督站做好该工程的环境保护监督检查工作。



主题词:环保 乏燃料 贮存 验收 函

抄 送:浙江省环境保护厅,环境保护部上海核与辐射安全监督站,环境保护部核与辐射安全中心,中国核工业集团公司。

环境保护部

2010年8月10日印发

— 2 —

附件 4: 关于同意秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施 3、4 号模块竣工环境保护验收意见的函 (环验[2013]279 号)

中华人民共和国环境保护部

环验[2013]279 号

关于秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施 3、4 号模块竣工环境保护验收意见的函

秦山第三核电有限公司,中核核电运行管理有限公司:

你公司《关于秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施 3、4 号模块环保竣工验收的请示》(秦三核安发[2013]59 号)及相关文件收悉。我部于 2013 年 10 月 12 日对你公司乏燃料临时干式贮存设施 3、4 号模块进行了竣工环境保护验收现场检查。经研究,函复如下:

一、秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施项目是秦山三期重水堆项目的工程子项,位于秦山第三核电厂区内,用于贮存秦山第三核电厂 40 年寿期内产生的乏燃料。

二、该工程于 2013 年 4 月投入试运行,试生产期间系统、设备运行稳定,环境保护设施运行正常,各类管理文件齐全,核与辐射

— 1 —

安全控制情况良好,流出物控制及环境监测设备齐全,监测方案符合要求。

三、浙江省辐射环境监测站提供的《秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施第二批模块竣工环境保护验收监测报告》表明,该工程试运行前后环境辐射水平无显著差异。

四、该工程的设计、建造和运行满足国家有关环境保护的法律、法规和标准的要求,环境保护审查、审批手续完备,技术资料齐全。该工程竣工环境保护验收合格。

五、我部委托浙江省环境保护厅协同环境保护部华东核与辐射安全监督站,负责该工程的环境保护监督检查工作。

六、你公司应在收到本批复后 20 个工作日内,将批准后的验收监测报告送我部华东核与辐射安全监督站和浙江省环境保护厅,并接受其监督检查。



抄 送:浙江省环境保护厅,环境保护部华东核与辐射安全监督站、核与辐射安全中心,中国核工业集团公司。

环境保护部办公厅

2013年12月10日印发

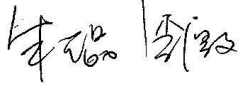
附件 5 秦山核电环境质量评价年报（2020 年）



秦山核电环境质量评价年报

2020 年

QS-5EM-RCEM-202055

批准:		日期:	2021.3.26
审核:		日期:	2021.3.26
校核:		日期:	2021.3.26
编制:		日期:	2021.3.26

编制单位：中核核电运行管理有限公司

3. 非放污染物监测

为进一步规范秦山核电非放环境监测，控制非放污染物排放，保护周围环境，制定了《非放环境监测程序》(QS-2EMS-TPEM-1004)。

2020 年秦山核电各电厂定期对取水口和排水口进行非放取样分析，分析的项目有 pH 值、电导率、溶解氧、磷酸盐、硫酸盐、联氨、氨氮、余氯、硼、钠、镍、铁、锰、油类、阴离子、悬浮物等，分析结果表明取、排水口海水的监测结果无明显差异，所有机组的取水口、排水口监测因子均符合《海水水质标准》(GB3097-1997) 四类标准规定限值，详见表 23。

2020 秦山核电委托宁波华测检测技术有限公司对秦山各电厂排放的生产和生活污水进行取样分析、对噪声及电磁环境进行了监测。各监测点位昼间、夜间噪声均达到 GB12348-2008《工业企业厂界环境噪声排放标准》3 类标准的要求。各监测点位工频电磁辐射符合《电磁环境控制限值》(GB8702-2014) 中的有关规定要求。同时秦山核电污水排放口化学物质在线监测频度为每四小时一次，2020 年 8 月改为每两小时一次，全年数据获取率在 99% 以上。

秦一厂生活污水池和生产废水池污水因高潮位时海水倒灌干扰悬浮物正常测量。11 月份氨氮和 5 月石油类略有升高。方家山 SEO1 排放口 5 月份的动植物油监测结果略有升高。其余各时段各点位排放水质未见异常。

四、剂量估算

为确定秦山核电各核电厂运行时流出物排放对周围居民所产生的辐射影响，根据厂址的气象数据、人口和居民食谱运用数学模式对居民的有效剂量进行计算。其中源项采取的统计方法为：

气态：各电厂各监测项目根据烟囱监测结果计算排放量。

液态：各电厂根据批量排放前的监测结果计算排放量。

2020 年度秦山核电各电厂剂量评价气、液态途径的源项见表 24。

1. 气态排放的剂量估算

根据年度气态流出物排放量和厂址环境资料，通过数学模型进行剂量计算，计算中使用的剂量转换因子和其它参数见表 25，最大个人剂量和集体剂量的计算结果见表

附件 6 秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施第三批模块（5、6 号）建设项目竣工环境保护验收监测报告（浙辐监（YS）字 2018 第 033 号）

<table border="1"> <tr> <td>文</td> <td>秦三厂</td> </tr> <tr> <td>件</td> <td>2018年10月17日 共86页</td> </tr> <tr> <td colspan="2">秦 山 核 电</td> </tr> </table>	文	秦三厂	件	2018年10月17日 共86页	秦 山 核 电			
文	秦三厂							
件	2018年10月17日 共86页							
秦 山 核 电								
 中国核电 CNNP	中核核电运行管理有限公司							
适用范围： ☐ 30 万机组 ☐ 65 万机组 ☒ 70 万机组 ☐ 100 万机组 ☐ 其他 项目名称：乏燃料干式贮存 5, 6 号模块竣工环境保护验收监测服务现场技术服务								
秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施第三批模块 （5、6 号）建设项目竣工环境保护验收监测报告								
文件编码：432-Q3-H172-SFM56-001 合同号：Q32018S0088 承包商文件编码：浙辐监（YS）字 2018 第 033 号	版本： 000 状态： CAE							
编制者（日期）：  2018.10.8. 批准者（日期）：  8/10-2018	编制单位：浙江省辐射环境监测站 							

泰山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施
第三批模块（5、6号）建设项目竣工
环境保护验收监测报告

浙辐监（YS）字 2018 第 033 号

建设单位：泰山第三核电有限公司

编制单位：浙江省辐射环境监测站

2018 年 9 月

7 验收监测内容

秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施主要由准备区、运输区、贮存区三部分组成。贮存区规划建设18个模块，并留有增建2个模块的余量。项目采用“一次规划，分批建设”的方式。首批建造的准备区、运输区、贮存区1、2号模块和第二批建造的3、4号模块已分别于2010年和2013年通过环境保护部竣工环保验收。由于准备区、运输区工艺无变化，故本次项目竣工环保验收未对准备区、运输区进行监测。

本次验收监测期间，首批建造的1、2号模块和第二批建造3号模块已完成装料，4号模块部分装料；第三批建成的5、6号模块中，仅5号模块A1、A2贮存筒完成装料。由于5、6号模块防护设计和已建成的1、2、3、4号模块相同，故本次验收监测重点对已完成装料的3号模块进行监测，以了解乏贮模块防护能力能否达到设计要求。同时，对5号模块在A1、A2贮存筒完成装料的工况条件下，进行监测。

为了解秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施在现有工况条件下，对环境的辐射影响，在场区实体边界外布点监测。

7.1 工作场所监测

工作场所监测包括模块监测和场区环境监测。

7.1.1 场区环境监测布点原则

- (1) 可能受污染的区域；
- (2) 人员容易接近的区域；
- (3) 具有代表性的区域。

7.1.2 场区监测内容

- (1) 模块表面辐射水平监测；
- (2) 场区辐射水平监测；
- (3) 模块顶面放射性污染监测。

监测布点见图 7-1~图 7-11。

7.1.3 监测因子和测量频次

监测因子：模块表面和场所 γ 剂量率；模块顶面 α 、 β 表面污染；

监测频次：在现有工况条件下，测量一次。

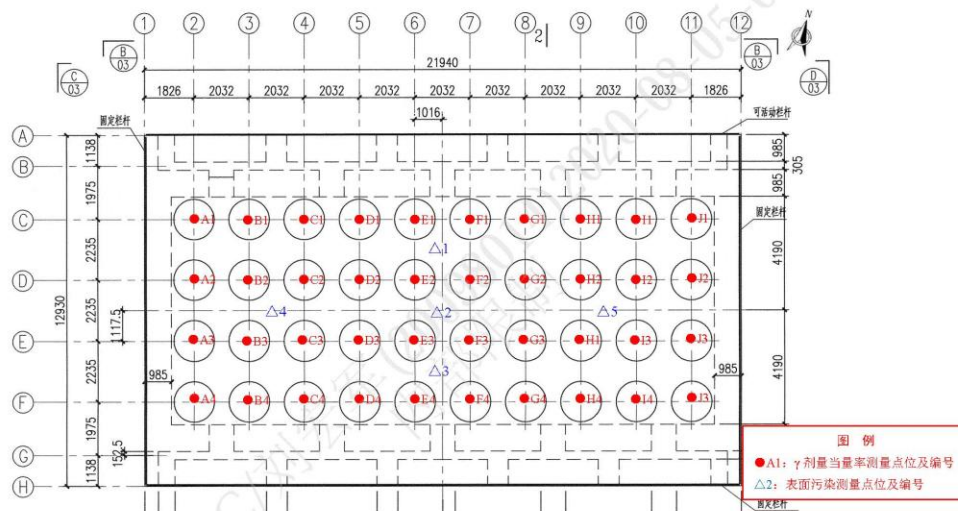


图 7-1 3 号模块顶面 γ 辐射水平监测布点示意图

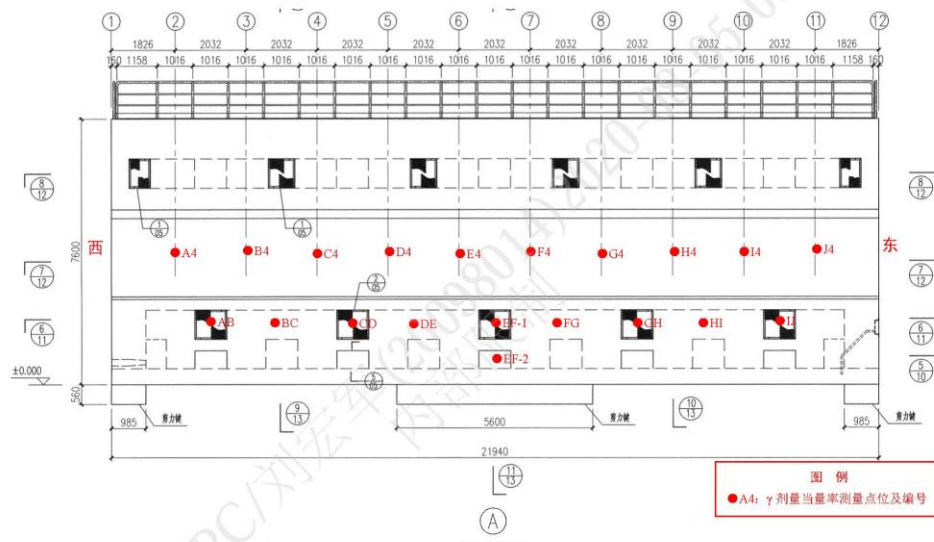


图 7-2 3 号模块南侧面 γ 辐射水平监测布点示意图

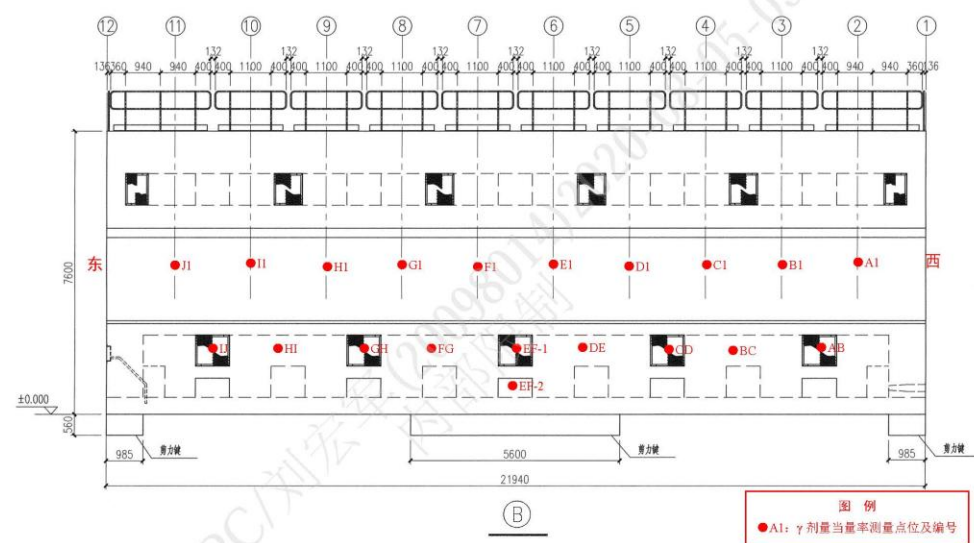


图 7-3 3 号模块北侧面 γ 辐射水平监测布点示意图

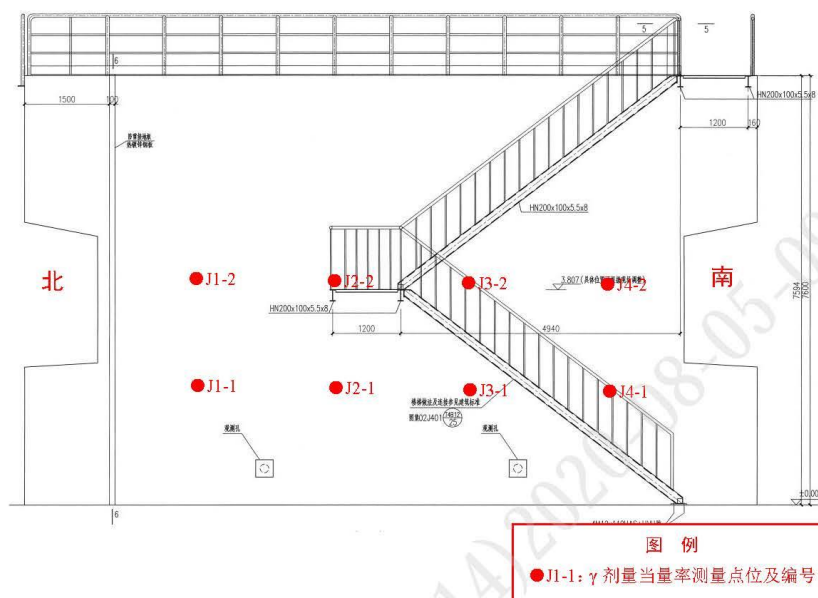


图 7-4 3 号模块东侧面 γ 辐射水平监测布点示意图

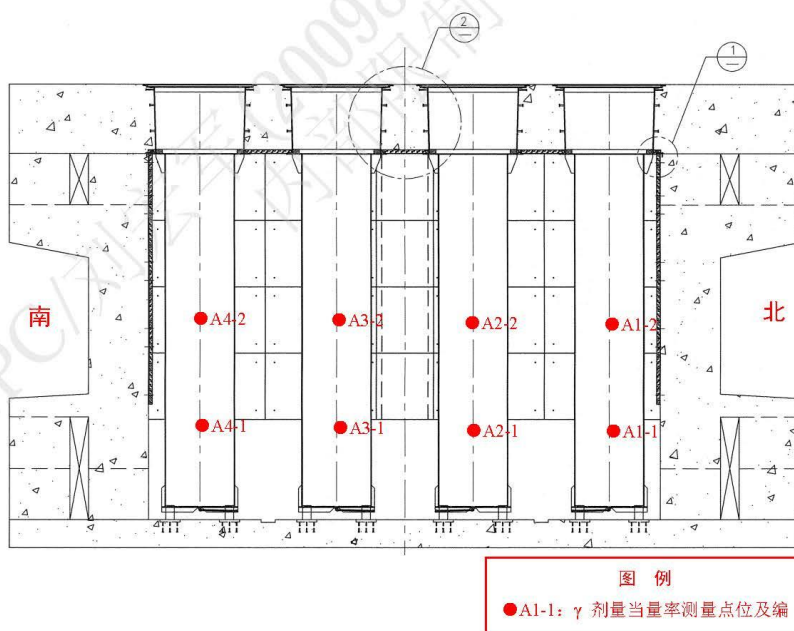


图 7-5 3 号模块西侧面 γ 辐射水平监测布点示意图

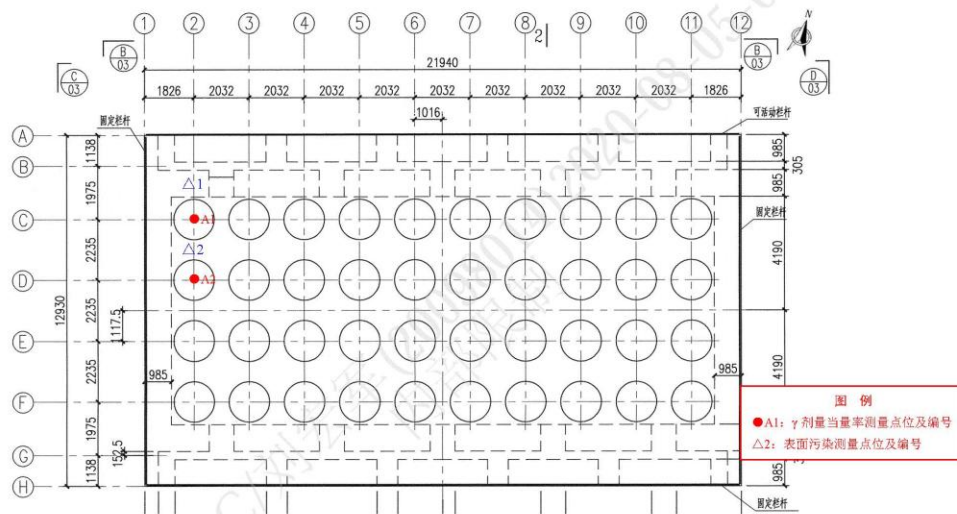


图 7-6 5号模块顶部 γ 辐射水平监测布点示意图

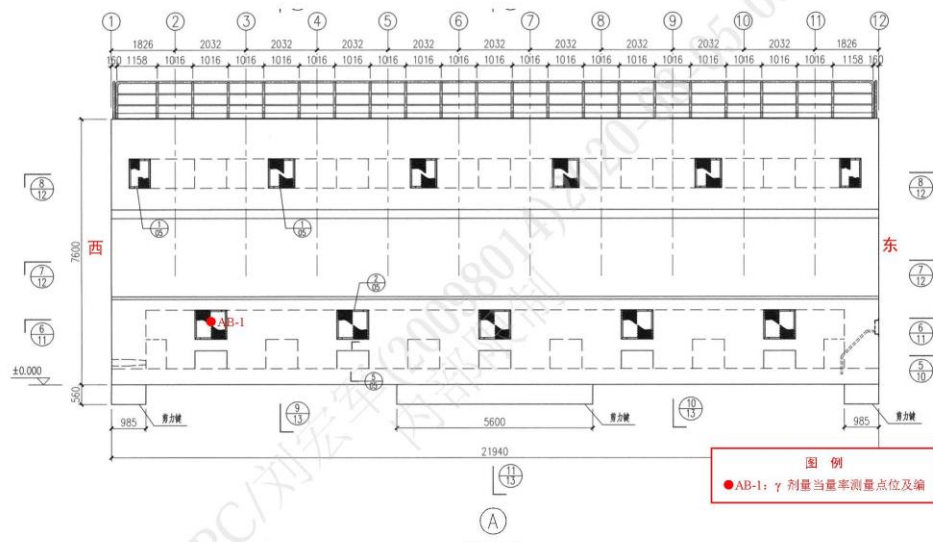
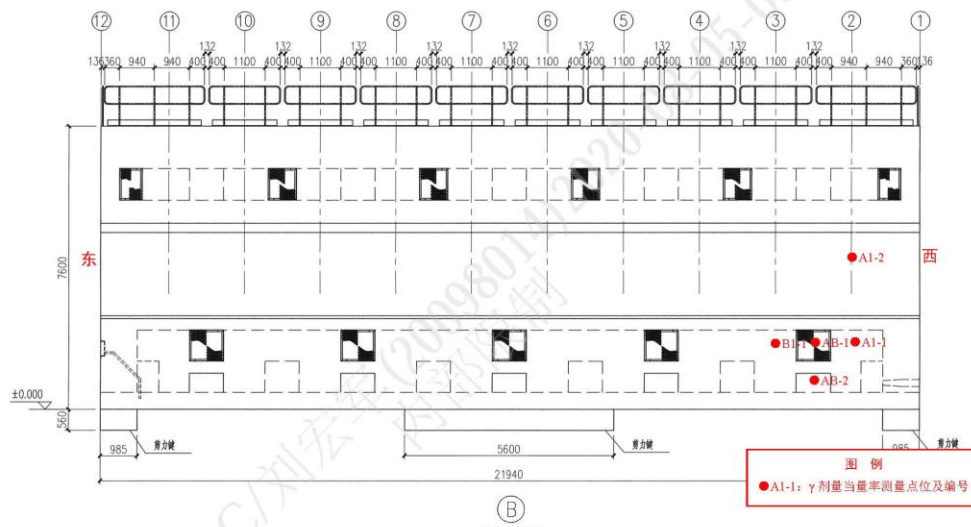
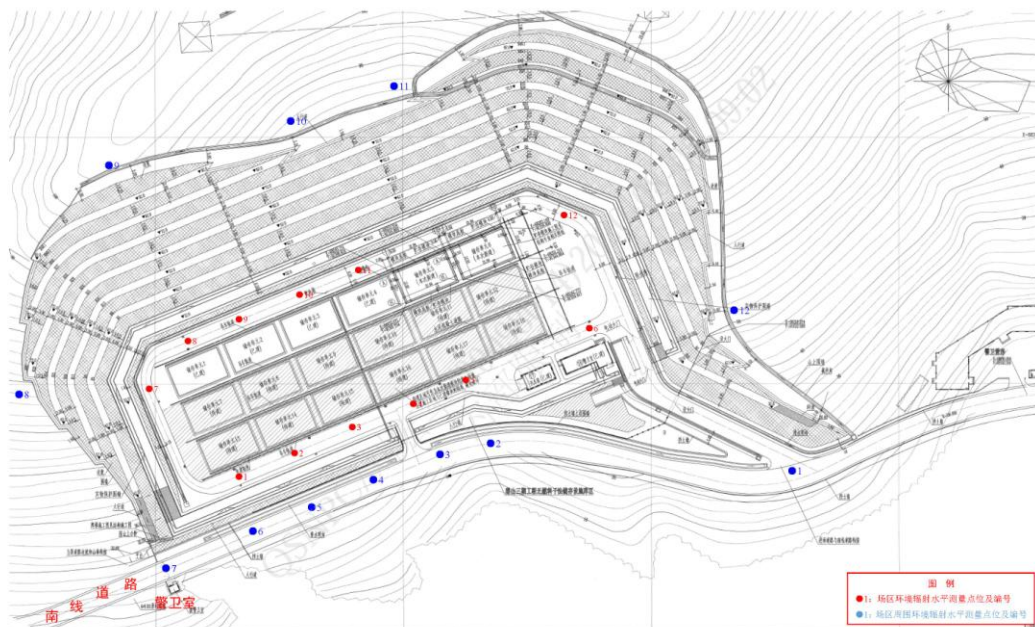


图 7-7 5号模块南侧面 γ 辐射水平监测布点示意图



浙江省辐射环境监测站

30



浙江省辐射环境监测站

32

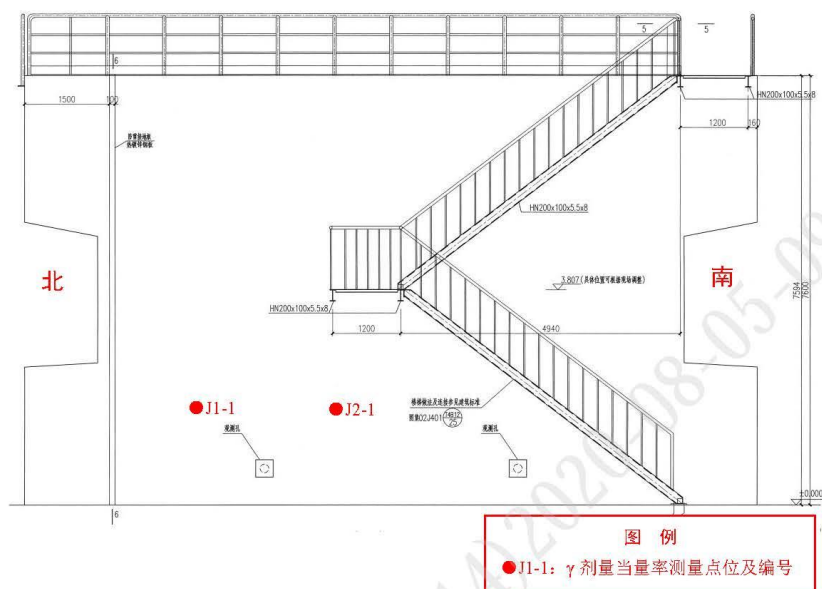


图 7-9 5 号模块东侧面 γ 辐射水平监测布点示意图

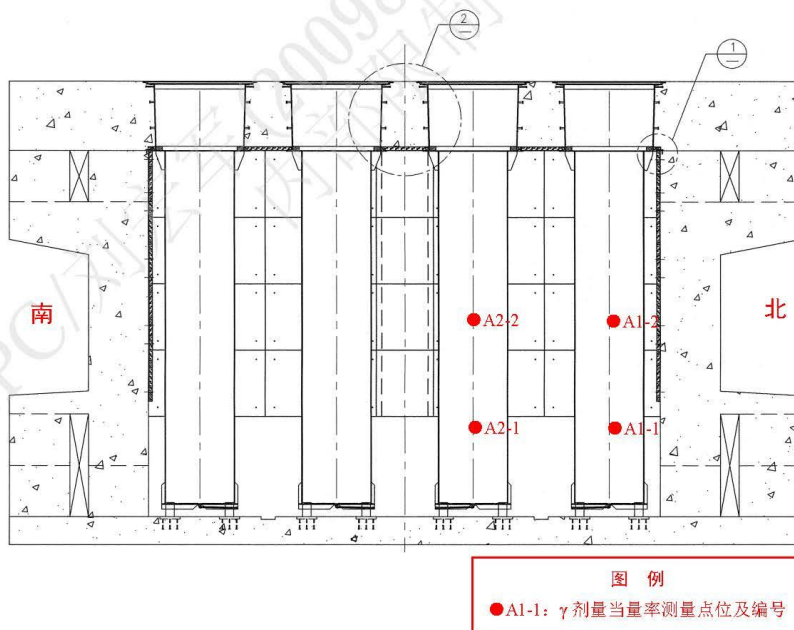


图 7-10 5 号模块西侧面 γ 辐射水平监测布点示意图

9 验收监测结果

9.1 生产工况

截止验收监测时间，贮存区1、2、3号模块全部装满，4号模块已装22个贮存筒，5号模块只装A1、A2两个贮存筒。

9.2 辐射防护设施的防护效果

9.2.1 3号模块 γ 辐射剂量当量率监测结果

3号模块监测布点情况见图7-1~图7-5。模块表面辐射水平监测结果见表9-1~表9-4。

由表9-1可知：3号模块顶面辐射水平为 $0.82 \sim 2.89 \mu\text{Sv/h}$ 。

由表9-2可知：3号模块西侧面中部（3m高处）辐射水平为 $2.15 \sim 2.86 \mu\text{Sv/h}$ ；下部（1.7m高处）辐射水平为 $2.04 \sim 2.55 \mu\text{Sv/h}$ 。3号模块东侧面中部（3m高处）表面辐射水平为 $4.37 \sim 4.82 \mu\text{Sv/h}$ ；下部（1.7m高处）辐射水平为 $3.14 \sim 3.98 \mu\text{Sv/h}$ 。

由表9-3可知：3号模块南侧面中部（3m高处）表面辐射水平为 $1.74 \sim 4.07 \mu\text{Sv/h}$ 。下部（1.7m高处）空气进气窗表面辐射水平为 $43.1 \sim 53.7 \mu\text{Sv/h}$ ，表面外1m处辐射水平为 $12.2 \sim 15.3 \mu\text{Sv/h}$ 。墙体表面辐射水平为 $0.29 \sim 0.32 \mu\text{Sv/h}$ 。模块中间贮存桶取样箱表面辐射水平为 $0.36 \mu\text{Sv/h}$ 。

由表9-4可知：3号模块北侧面中部（3m高处）辐射水平为 $1.94 \sim 3.65 \mu\text{Sv/h}$ ，下部（1.7m高处）空气进气窗表面辐射水平为 $43.5 \sim 52.9 \mu\text{Sv/h}$ ，表面外1m处辐射水平为 $9.74 \sim 14.2 \mu\text{Sv/h}$ 。墙体监测点辐射水平为 $0.28 \sim 0.32 \mu\text{Sv/h}$ 。模块中间贮存桶取样箱表面辐射水平为 $0.41 \mu\text{Sv/h}$ 。

9.2.2 5号模块 γ 辐射剂量当量率监测结果

5号模块监测布点情况见图7-6~图7-10。模块表面辐射水平监测结果见表9-5~表9-7。验收监测期间，5号模块仅A1、A2两个贮存筒完成装料。由表9-5~表9-7可知，在当前装料工况条件下，5号模块各侧墙体和顶面表面辐射水平为 $0.15 \sim 21.0 \mu\text{Sv/h}$ 。其中最大值位于5号模块北侧墙体A1、B1贮存筒之间进气窗，其表面辐射水平为 $21.0 \mu\text{Sv/h}$ 。

表9-1 3号模块顶部辐射水平监测结果

单位: $\mu\text{Sv/h}$

贮存桶编号	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	1.41	1.38	2.06	1.90	2.08	2.00	2.35	1.91	2.59	2.07
2	0.94	1.36	1.56	1.53	2.28	2.05	1.83	2.17	2.80	1.95
3	1.24	2.17	1.46	1.87	2.31	1.90	2.52	2.17	2.82	2.22
4	0.82	1.92	1.90	2.59	1.97	1.59	2.63	1.36	2.45	2.89

表9-2 3号模块东、西侧表面辐射水平监测结果

单位: $\mu\text{Sv/h}$

位置	模块西侧表面				模块东侧表面			
模块编号	A1	A2	A3	A4	J1	J2	J3	J4
模块中部(3m高处)	2.23	2.86	2.15	2.55	4.62	4.50	4.82	4.37
模块下部(1.7m高处)	2.28	2.24	2.04	2.55	3.64	3.14	3.98	3.18

浙江省辐射环境监测站

37

表9-3 3号模块南侧表面辐射水平监测结果

单位: $\mu\text{Sv/h}$

贮存桶编号		A4		B4		C4		D4		E4		F4		G4		H4		I4		J4
模块中部(3m高处)		1.74	/	1.93	/	2.09	/	2.10	/	2.85	/	2.95	/	4.07	/	3.71	/	3.79	/	3.32
进气窗 (1.7m高)	表面	/	41.3	/	/	/	53.7	/	/	/	51.9	/	/	/	51.3	/	/	/	48.3	/
	1m处	/	12.2	/	/	/	13.8	/	/	/	14.0	/	/	/	15.3	/	/	/	13.3	/
墙体(1.7m高)		/	/	/	0.29	/	/	/	0.29	/	/	/	0.31	/	/	/	0.32	/	/	/
贮存桶取样箱		/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.36	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表9-4 3号模块北侧表面辐射水平监测结果

单位: $\mu\text{Sv/h}$

贮存桶编号		A1		B1		C1		D1		E1		F1		G1		H1		I1		J1
模块中部(3m高处)		1.94	/	2.66	/	3.08	/	3.27	/	3.41	/	2.81	/	3.61	/	3.60	/	3.65	/	3.45
进气窗 (1.7m高)	表面	/	43.5	/	/	/	49.1	/	/	/	47.7	/	/	/	52.9	/	/	/	43.3	/
	1m处	/	11.8	/	/	/	12.4	/	/	/	12.4	/	/	/	14.2	/	/	/	9.74	/
墙体(1.7m高)		/	/	/	0.28	/	/	/	0.29	/	/	/	0.32	/	/	/	0.31	/	/	/
贮存桶取样箱		/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.41	/	/	/	/	/	/	/	/	/

浙江省辐射环境监测站

38

表9-5 5号模块顶面辐射水平监测结果

单位：μSv/h

贮存桶编号	A
1	2.35
2	3.45

表9-6 5号模块东、西侧表面辐射水平监测结果

单位：μSv/h

位置	模块西侧表面		模块东侧表面	
模块编号	A1	A2	J1	J2
模块中部 (3m高处)	2.68	3.52	/	/
模块下部 (1.7m高处)	3.37	3.20	0.15	0.16

表9-7 5号模块南、北侧表面辐射水平监测结果

单位：μSv/h

位置	南侧表面			北侧表面		
贮存桶 编号	A4		B4	A1		B1
模块中部 (3m高处)	/	/	/	3.77	/	/
进气窗 (1.7m高)	/	1.81	/	/	21.0	/
墙体(1.7m 高)	/	/	/	0.23		0.19
贮存桶取 样箱	/	/	/	/	0.24	/