

# 核技术利用建设项目

## 中核国电漳州能源有限公司 核技术利用项目环境影响报告表

(公开版)

中核国电漳州能源有限公司

二〇二三年一月

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称	中核国电漳州能源有限公司核技术利用项目				
建设单位	中核国电漳州能源有限公司				
法人代表	陈*才	联系人	钟*滨	联系电话	131*****7852
注册地址	福建省漳州市云霄县高洋路 519 号漳江核苑				
项目建设地点	福建省漳州市云霄县列屿镇刺仔尾福建漳州核电厂厂区内				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)	**	环保投资 (万元)	**	投资比例	**% 0
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积 (m <sup>2</sup> )	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类(医疗使用) <input checked="" type="checkbox"/> II类 <input checked="" type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
<input type="checkbox"/> 使用		<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
其他	/				

**1.1 建设单位情况**

中核国电漳州能源有限公司于2011年11月28日在福建省漳州市云霄县注册成立，由中国核电和国家能源集团按51%、49%的股比出资组建，负责核电、水电、风电等多种形式新能源的开发和生产。在强核报国、创新奉献的新时代核工业精神指引下，公司坚持安全发展、创新发展、绿色发展，努力打造“国之华龙、兼容并蓄、处处风光、无限生态”的中国特大型清洁能源基地，基地建成后总装机容量将达到1100万千瓦，预计年发电量超720亿kWh。

福建漳州核电厂位于福建省漳州市云霄县列屿镇刺仔尾，项目规划建设8台百万千瓦级华龙机型核电机组，总投资超1100亿元。福建漳州核电厂1、2号机组项目于2019年10月9日取得了中华人民共和国生态环境部批复文件（环审〔2019〕132号），项目规划建设两台百万千瓦级压水堆华龙一号“核电机组及配套设施。1、2号机组目前已开工建设，预计2024年建成投产。

中核国电漳州能源有限公司在开展本项目前，尚未开展过任何核技术利用项目。

## 1.2 项目建设内容与目的

### 1.2.1 建设内容

根据项目建设和运行需要，中核国电漳州能源有限公司计划于福建省漳州市云霄县列屿镇刺仔尾福建漳州核电厂厂区内，使用1枚Co-60放射源、1枚Cs-137放射源、1枚Am-241放射源和2枚<sup>238</sup>Pu-Be放射源（中子源），同时新建1座放射源库。本次评价项目的具体内容如下：

#### (1) X-γ辐射监测仪表校准设备

建设单位于电仪修车间一层新建1间辐照室，辐照室内设置1台X-γ辐射监测仪表校准设备用于对辐射监测仪表校准使用。X-γ辐射监测仪表校准设备内含Co-60放射源、Cs-137放射源、Am-241放射源各一枚，放射源位于源槽内，源可根据需要选择使用，可由计算机控制软件进行源位选择，每次校准仅使用1枚放射源。Co-60放射源活度为 $3.7E+11Bq$ ，为II类放射源；Cs-137放射源活度为 $3.7E+11Bq$ ，Am-241放射源活度为 $1.8E+11Bq$ ，均为III类放射源。

#### (2) 硼表系统

建设单位于1号机组核辅助厂房和2号机组核辅助厂房各设置1套硼表系统，硼表系统主要由**探测装置和标定装置**等组成。1号机组核辅助厂房和2号机组核辅助厂房平面布局均相同。

①硼表系统探测装置（内含1枚<sup>238</sup>Pu-Be中子源，活度为 $1.3E+11Bq$ ，为III类放射源）用于一回路系统硼浓度测量，位于**核辅助厂房N208室（注：项目辐射工作场所）**。

②硼表系统标定装置以化学滴定分析法为基准对硼表系统探测装置进行定期刻度以确保硼表系统测量值的准确性与可信度，位于**核辅助厂房N207室（注：工作人员操作位置）**。

#### (3) 放射源库

建设单位新建1座放射源库（独栋单层建筑），放射源库包括2间源存放间（源存放间1和源存放间2）和1间前室。源存放间1用于存放建设单位自用放射源，包括待报废源（包装完整）、刻度源、校准源及豁免源等；源存放间2用于存放γ探伤放射源，γ探伤放射源均属于外单位公司，建设单位拟将源存放间2租用给外单位公司使用。

本次环评涉及放射源情况详见表1-1。

表 1-1 项目放射源一览表

序号	核素名称	数量 (枚)	单枚活度 (Bq)	类别	使用场所	用途
1	Co-60	1	3.7E+11	II类	电仪修车间一层辐照室	辐射监测仪表 校准
2	Cs-137	1	3.7E+11	III类		
3	Am-241	1	1.8E+11	III类		
4	<sup>238</sup> Pu-Be	1	1.3E+11	III类	1号机组核辅助厂房N208室	一回路系统
5	<sup>238</sup> Pu-Be	1	1.3E+11	III类	2号机组核辅助厂房N208室	硼浓度测量

### 1.2.2 项目由来

根据《关于发布放射源分类办法的公告》（国家环境保护总局公告 2005 年第 62 号），本项目拟使用 II 类和 III 类放射源。根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（修订本）（国务院令 第 653 号）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定，生态环境部部令第 20 号）、《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版，生态环境部部令第 16 号）等国家辐射环境管理相关法律法规的规定，中核国电漳州能源有限公司核技术利用项目应进行辐射环境影响评价并编制环境影响报告表。

中核国电漳州能源有限公司于 2022 年 9 月正式委托江西省地质局实验测试大队进行辐射环境影响评价（委托书详见附件 1）。江西省地质局实验测试大队则立即组织人员进行现场踏勘和资料收集等相关工作，在此基础上编制完成本项目环境影响报告表。

### 1.3 项目地理位置及周边环境

本项目位于福建省漳州市云霄县列屿镇刺仔尾福建漳州核电厂厂区内，中心地理坐标为：东经\*\*，北纬\*\*。电仪修车间、1 号机组、2 号机组和放射源库位于福建漳州核电厂厂区东侧偏南位置，其中 1 号机组和 2 号机组内部平面布局一致。

1) 电仪修车间东侧和南侧均为厂内道路，西侧为虹吸井，北侧为放射源库、核岛液态流出物排放厂房和常规岛液态流出物排放厂房。辐照室位于电仪修车间一层西南侧，辐照室东侧为操作间、走廊和豁免源暂存库，南侧、西侧和北侧均为绿化带，上方为无人平台，下方为土层。

2) 1 号机组东侧为厂内道路，南侧为放射源库、核岛液态流出物排放厂房和常规岛液态流出物排放厂房，西侧为汽轮发电机厂房，北侧为 2 号机组。N208 室位于 1 号机组核辅助厂房东北侧，N208 室东侧为 N230 室，南侧为 N207 室和 N222 室，西侧为 N271 室，北侧为 N214 室，上方为 N325 室，下方为 N024 室和 N023 室。

3) 2 号机组东侧为厂内道路，南侧为 1 号机组，西侧为汽轮发电机厂房，北侧为联合泵

房。N208 室位于 2 号机组核辅助厂房东侧，N208 室东侧为 N230 室，南侧为 N207 室和 N222 室，西侧为 N271 室，北侧为 N214 室，上方为 N325 室，下方为 N024 室和 N023 室。

4) 放射源库东侧为厂内道路，南侧为电仪修车间，西侧为核岛液态流出物排放厂房，北侧为 1 号机组，上方为无人平台，下方为土层。

表 1-2 项目四周情况一览表

方位 位置	东侧	南侧	西侧	北侧	上方	下方
电仪修车间	厂内道路	厂内道路	虹吸井	放射源库、核岛液态流出物排放厂房和常规岛液态流出物排放厂房	/	/
辐照室	操作间、走廊和豁免源暂存库	绿化带	绿化带	绿化带	无人平台	土层
1 号机组	厂内道路	放射源库、核岛液态流出物排放厂房和常规岛液态流出物排放厂房	汽轮发电机厂房	2 号机组	/	/
1 号机组 N208 室	N230 室	N207 室和 N222 室	N271 室	N214 室	N324 室和 N325 室	N024 室和 N023 室
2 号机组	厂内道路	1 号机组	汽轮发电机厂房	联合泵房	/	/
2 号机组 N208 室	N230 室	N207 室和 N222 室	N271 室	N214 室	N324 室和 N325 室	N024 室和 N023 室
放射源库	厂内道路	电仪修车间	核岛液态流出物排放厂房	1 号机组	无人平台	土层

本项目周边 50m 范围内均处于福建漳州核电厂厂区内，无学校、居民区等环境敏感目标，根据本项目周围环境辐射现状监测结果，本项目周围辐射环境现状质量良好，项目选址较为合理。

本项目地理位置见图 1-1。

## 1.4 可行性分析

本项目的建设在保障核电站安全运行中起到了重要作用，具有良好的社会效益，符合辐射防护“实践的正当性”原则。本项目考虑了经济和社会的因素之后，通过辐射防护措施将辐射环境影响保持在可合理达到的尽量低的水平，符合辐射防护“最优化”原则。本项目通过对潜在照射所致危险实施控制，使本项目所引起的个人照射可满足剂量限值要求，符合辐射防护“剂量限值”原则。项目在加强管理后均满足国家相关法律、法规和标准的要求，不

会给所在区域带来环境压力。

根据《产业结构调整指导目录（2019年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第29号，2020年1月1日起施行）及《国家发展改革委关于修改〈产业结构调整指导目录（2019年本）〉的决定》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第49号，2021年12月30日起施行），本项目属于“鼓励类一六、核能—6、同位素、加速器及辐照应用技术开发”，本项目建设符合国家当前产业政策。

### 1.5 评价目的

（1）对本项目核技术利用场所及周边的辐射环境现状进行现场调查和监测，掌握该场址的辐射水平和辐射环境质量现状。

（2）通过环境影响评价，预测本项目对其周围环境影响的程度和范围，提出环境污染对策，为本项目的辐射环境管理提供科学依据。

（3）对不利影响和存在的问题提出防治措施，使辐射环境影响满足相关标准要求并减少到“可合理达到的尽量低的水平”。

（4）提出环境管理和环境监测计划，使该项目满足国家和地方生态环境部门对建设项目环境管理规定的要求，为辐射环境管理提供科学依据。

### 1.6 环保投资

项目总投资为\*\*万元，其中环保投资为\*\*万元，占总投资的\*\*%。环保投资情况见表 1-3。

表 1-3 环保投资情况一览表

项目		环保投资金额（万元）	
辐照室	防护门、固定式辐射剂量率监测系统、声光报警装置、通风排风装置、电离辐射警告标志等。	**	**
放射源库	防护门、固定式辐射剂量率监测系统、声光报警装置、红外报警系统、通风排风装置、监控装置、电离辐射警告标志等。	**	
安排工作人员参加辐射安全防护专业知识培训、职业病健康体检、个人剂量监测。		**	
配备 X、γ 辐射剂量率仪、中子剂量率仪、个人剂量报警仪等辐射监测仪器和防护用品。		**	
环境影响评价、竣工环境保护验收和年度监测费用等。		**	

注：翻表系统探测装置屏蔽措施为设备自带，不计入环保投资。



表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) /活度 (Bq) ×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
1	Co-60	(3.7E+11) Bq×1枚	II类	使用	辐射监测仪表校准	电仪修车间一层辐照室	放射源库	/
2	Cs-137	(3.7E+11) Bq×1枚	III类	使用				/
3	Am-241	(1.8E+11) Bq×1枚	III类	使用				/
4	238Pu-Be	(1.3E+11) Bq×1枚	III类	使用	一回路系统硼浓度测量	1号机组核辅助厂房 N208室	/	
5	238Pu-Be	(1.3E+11) Bq×1枚	III类	使用		2号机组核辅助厂房 N208室	/	
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度 (n/s)。

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)。



**表 4 射线装置**

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/



表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，（2014年4月24日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订，2015年1月1日起施行）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（中华人民共和国主席令第二十四号，2018年12月29日起施行）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第六号，2003年10月1日起施行）；</p> <p>(4) 《国务院关于修改&lt;建设项目环境保护管理条例&gt;的决定》（国务院令 第682号，2017年10月1日起实施）；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（中华人民共和国国务院令 第709号，2019年修订）；</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版，生态环境部部令第16号）；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定，生态环境部部令第20号）；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（国家环境保护部令第18号，2011年5月1日起施行）；</p> <p>(9) 《关于明确核技术利用辐射安全监督有关事项的通知》（中华人民共和国环境保护部，环办辐射函〔2016〕430号）；</p> <p>(10) 《关于发布放射源分类办法的公告》（国家环境保护总局公告2005年 第62号）</p> <p>(11) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发〔2006〕145号，2006年9月26日）；</p> <p>(12) 《国家发展改革委关于修改&lt;产业结构调整指导目录（2019年本）&gt;的决定》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第49号，2021年12月30日起施行）；</p> <p>(13) 福建省环保厅关于印发《核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲》（试行）的通知（闽环保辐射〔2013〕10号）；</p> <p>(14) 《福建省生态环境保护条例》（福建省第十三届人民代表大会常务委员会第三十二次会议通过，2022年5月1日施行）。</p>
------	---

<p>技术标准</p>	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016)；</p> <p>(2) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)；</p> <p>(3) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；</p> <p>(5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)；</p> <p>(6) 《含密封源仪表的放射卫生防护要求》(GBZ125-2009)；</p> <p>(7) 《工业γ射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008)；</p> <p>(8) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 委托书(附件1)；</p> <p>(2) 《中国环境天然放射性水平》(中国原子能出版社, 2015年)；</p> <p>(3) 现状监测报告；</p> <p>(4) 建设单位提供的技术资料。</p>

## 表 7 保护目标与评价标准

### 7.1 评价范围

本项目为使用 II 类放射源和 III 类放射源，依据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的要求，放射源应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）。

考虑到本项目的实际情况，本次项目评价范围为：

- ①辐照室实体屏蔽墙体外周边 50m 范围；
- ②放射源库实体屏蔽墙体外周边 50m 范围；
- ③1 号机组和 2 号机组 N208 室实体屏蔽墙体外周边 50m 范围。

### 7.2 保护目标

根据现场踏勘和调查，本项目周边 50m 范围内均处于福建漳州核电厂厂区内，无学校、居民区等环境敏感区域，环境保护目标主要是本项目辐射工作人员和评价范围内的公众。结合图 1-2~图 1-12，本项目环境保护目标见下表 7-1。

表 7-1 环境保护目标一览表

环境保护对象		相对方位	距离 (m)	规模	剂量约束值
职业人员	辐照室操作人员	辐照室东侧操作间	紧邻	2 人	5mSv/a
	放射源库管理人员	源存放间东侧前室和源存放间内	紧邻	2 人	
	硼表系统标定人员 ( $^{238}\text{Pu-Bc}$ )	N208 室南侧 N207 室	紧邻	2 人/班	
公众人员	电仪修车间其他公众人员	/	$\geq 0.3\text{m}$	约 80 人	0.25mSv/a
	放射源库西侧核岛液态流出物排放厂房	放射源库西侧	$\geq 19\text{m}$	约 5 人	
	1 号机组其他公众人员	/	$\geq 0.3\text{m}$	约 50 人	
	2 号机组其他公众人员	/	$\geq 0.3\text{m}$	约 50 人	

## 7.3 评价标准

### 一、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

第 4.3.2.1 款 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量当量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

#### B1 剂量限值

##### B1.1 职业照射

###### B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；

本项目取其四分之一即 5mSv/a 作为剂量约束值。

##### B1.2 公众照射

###### B1.2.1 剂量限值

实践使公众有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

年有效剂量，1mSv；

11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内。但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限。

本项目取其四分之一即 0.25mSv/a 作为剂量约束值。

表 7-2 本项目人员年有效剂量约束值

人员类别	标准限值	剂量约束值
职业照射	连续 5 年的年平均有效剂量小于 20mSv	5mSv/a
公众照射	年平均剂量估计值不应超过 1mSv	0.25mSv/a

### 二、《工业 $\gamma$ 射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）（参照标准）

#### 6 固定式探伤的附加要求

##### 6.1 探伤室屏蔽要求

$\gamma$ 射线探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑直射、散射和屏蔽物材料和结构等各种因素。在进行屏蔽墙设计时剂量约束值可取为 0.1~0.3mSv/a，并要求探伤室屏蔽墙外 30cm 处空气比释动能率不大于 2.5 $\mu$ Gy/h，无迷路探伤室门的防护性能应与同侧墙的防护性能相同。

## 6.2 安全设施要求

6.2.1 应安装门-机联锁装置和工作指示灯；探伤室门口处必须有固定的电离辐射警告标志；探伤室入口处及被探物体出入口处必须设置声光报警装置，该装置在 $\gamma$ 射线探伤机工作时应自动接通以给出声光警示信号。

6.2.2 应在屏蔽墙内外合适位置上设置紧急停止按钮，并给出清晰的标记和说明。

6.2.3 应配置固定式辐射检测系统，并与门-机联锁相联系。同时配置便携式辐射测量仪和个人剂量报警仪。

### 6.2.4 辐射安全装置检查

应定期对探伤室的探伤室防护门-机联锁装置、紧急停止按钮、出束信号指示灯等安全措施进行检查。

## 6.3 操作要求

6.3.1 工作人员进出探伤室时应佩戴个人剂量计、剂量报警仪和便携式剂量测量仪。

6.3.2 每次工作前，探伤作业人员应检查安全装置、联锁装置的性能及警告信号、标志的状态。只有确认探伤室内无人且门已关闭、所有安全装置起作用并给出启动信号后才能启动照射。

## 8.2 放射源的储存和领用

8.2.1 探伤使用单位应设立专用的放射源（或带源的探伤装置）的储存库。储存库应为单独的建筑，不能和爆炸物品、腐蚀性物品一起存放。储存库的相应位置设置电离辐射警告标志。源容器出入源库时应进行监测并有详细记录。

8.2.2 工作间歇临时储存含源源容器或放射源、控制源，应在专用的储存设施内贮存。放射源储存设施应能做到：

a) 严格限制对周围人员的照射、防止放射源被盗或损坏，并能防止非授权人员采取任何损伤自己或公众的行动，储存设施外应有警告提示；

b) 应能在常规环境条件下使用，结构上防火，远离腐蚀性和爆炸性等危险因素；

c) 如其外表面能接近公众，其屏蔽应能使设施外表面的空气比释动能率小于  $2.5\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ ，或者审管部门批准的水平；

d) 门应保持在锁紧状态，钥匙仅有授权人员掌管；

e) 定期检查物品清单，确认探伤源、源容器和控制源的存放地点。

8.2.3 储存要求按国家有关规定执行。

8.2.4 探伤使用单位应设立放射源管理组织，制定领用及交还制度，建立放射源领用台账，明确放射源的流向，并有专人负责。

8.2.5 领用含放射源的源容器或照射容器或连同源与容器的探伤装置时，进行放射性水平测量，确认放射源在源容器或照射容器内。工作完毕交还时，再进行放射性水平测量，确认放射源在其中，并将放射源及其容器放回储存坑存放。装置的领用和交还都应有详细的登记。

### 三、《含密封源仪表的放射卫生防护要求》（GBZ125-2009）（参照标准）

#### 4 对源容器的放射防护要求

4.1 用于支持和容纳密封源的部件应做到既能牢固、可靠的固定密封源，又便于密封源的装拆。

4.2 在不同的使用条件下，检测仪表中源容器的安全性能应符合 GB14052 的相应要求。

4.3 源容器应有能防止未经授权的人员进行密封源安装与拆卸操作的结构与部件，例如具有由外表面不可直接视见的隐式组装结构，或具有使用特殊的专用工具时才能组装、拆卸源容器的零部件、安全锁等。

4.7 检测仪表在不同场所使用时，见附录 A 所标示的位置的周围剂量当量率应满足表 7-3 的要求。

表 7-3 不同使用场所对检测仪表外围辐射的剂量控制要求

检测仪表使用场所	下列不同距离的周围剂量当量率 $\dot{H}$ 控制值， $\mu\text{Sv/h}$	
	5cm	100cm
对人员的活动范围不限值	$\dot{H} < 2.5$	$\dot{H} < 0.25$
在距源容器外表面1m的区域内很少有人停留	$2.5 \leq \dot{H} < 25$	$0.25 \leq \dot{H} < 2.5$
在距源容器外表面3m的区域内不可能有人进入或放射工作场所设置了监督区	$25 \leq \dot{H} < 250$	$2.5 \leq \dot{H} < 25$
只能在特定的放射工作场所使用，并按控制区、监督区分区管理	$250 \leq \dot{H} < 1000$	$25 \leq \dot{H} < 100$

注：监督区边界剂量率为 $2.5\mu\text{Sv/h}$

4.8 源容器外表面应有牢固的标牌并清晰地标明下列内容

- a) 符合 GB18871 规定的电离辐射标志；
- b) 制造厂家、出厂日期、产品型号和系列号；
- c) 核素的化学符号和质量数、密封源的活度及活度的测量日期；
- d) 符合 GB14052 规定的检测仪表的类别和安全性能等级的代号。

#### 5.3 使用要求



5.3.1 在许可的范围内使用检测仪表和其密封源，建立台账，按国家法规建立管理制度（见附录 B）。

5.3.2 新购入的检测仪表应按本标准进行放射防护与安全验收检验。

5.3.3 检测仪表的固定使用场所，源容器应安装牢固、可靠，应采取安保措施防止丢失密封源，阻止人员进入源容器与受检物之间的有用线束区域。

5.3.4 涉及密封源的安装、检查、维修的操作人员必须熟悉源容器的结构，掌握放射防护技能，取得放射工作人员资格证书，并得到操作授权。

5.3.5 在监督区内的放射工作人员，各类检测仪表放射源换装和检测仪表涉源维修时的放射工作人员，应按 GBZ 128 进行个人剂量监测。

5.3.6 退役的密封源应按放射性危险物品严格管理，退回生产厂家或转送退役源保管部门，并有永久的档案。

5.3.7 在检测仪表的源容器场所的醒目位置设置清晰的电离辐射警告标志（见 GB18871）。

**表 8 环境质量和辐射现状**

**1、项目地理和场所位置**

本项目位于福建省漳州市云霄县列屿镇刺仔尾福建漳州核电厂厂区内，项目地理位置见图 1-1。为掌握项目所在地的辐射环境质量现状，江西省地质局实验测试大队于 2022 年 9 月 15 日对项目所在地进行了辐射环境现状监测。

**2、监测内容与点位**

根据《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）和《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）并结合本项目的实际情况进行监测布点，本次监测主要针对拟建辐射工作场所及周边环境 $\gamma$ 辐射剂量率和中子周围剂量当量率。

**3、监测仪器与规范**

电离辐射监测仪器的参数与规范见表 8-1。

**表 8-1 监测仪器与监测规范表**

环境监测 X- $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率仪	仪器型号	FH40G+FHZ672E-10 (F117)
	生产厂家	Thermo SCIENTIFIC
	监测规范	《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021） 《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）
	检定单位	中国计量科学研究院
	检定证书编号	DLj12022-05172
	有效日期	2022 年 6 月 7 日~2023 年 6 月 6 日
	仪器量程	**
	监测日期	2022 年 9 月 15 日
监测单位	江西省地质局实验测试大队	
中子周围剂量当量仪	仪器型号	2241-4
	生产厂家	LUDLUM MEASUREMENTS INC.
	监测规范	《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）
	测量范围	**
	检定单位	中国计量科学研究院
	检定证书编号	DLjs2021-11905
	有效日期	2021 年 9 月 24 日至 2022 年 9 月 23 日
	监测时间	2022 年 9 月 15 日
监测单位	江西省地质局实验测试大队	

#### 4、质量保证措施

- a 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性，同时满足标准要求。
- b 监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。
- c 监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- d 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，并对仪器进行校验。
- e 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- f 监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定。

#### 5、辐射环境质量现状监测结果及评价

江西省地质局实验测试大队于2022年9月15日对本项目场址及周围的辐射环境现状进行监测，监测条件见表8-2，监测结果见表8-3和表8-4，监测报告见附件10。

表8-2 本项目监测条件一览表

温度	湿度	天气情况	采样频次
***°C	***%	***	***次

表8-3 项目周围环境 $\gamma$ 辐射剂量率监测数据

序号	测点位置	环境 $\gamma$ 辐射剂量率 (nGy/h) (平均值)	备注
1	拟建辐照室位置	***	室外监测点位
2	拟建辐照室东侧25m位置	***	
3	拟建辐照室南侧25m位置	***	
4	拟建辐照室西侧25m位置	***	
5	拟建辐照室北侧25m位置	***	
6	拟建放射源库源存放间1位置	***	室内监测点位
7	拟建放射源库源存放间2位置	***	
8	拟建放射源库前室位置	***	
9	拟建放射源库东侧厂内道路	***	室外监测点位
10	1号机组N208室位置	***	室内监测点位
11	1号机组N208室南侧N207室	***	
12	1号机组N208室西侧N271室	***	
13	1号机组N208室北侧N214室	***	
14	2号机组东侧厂内道路	***	室外监测点位
15	2号机组北侧厂内道路	***	

表 8-4 项目周围环境 neutron 周围剂量当量率监测数据

测点编号	测点位置	中子周围剂量当量率 (μSv/h)
1	1 号机组 N208 室位置	***
2	1 号机组 N208 室南侧 N207 室	***
3	1 号机组 N208 室西侧 N271 室	***
4	1 号机组 N208 室北侧 N214 室	***
5	2 号机组东侧厂内道路	***
6	2 号机组北侧厂内道路	***

注：①2 号机组 N208 室目前正在建设，无法到达，不具备监测条件。

根据表 8-3，本项目周边室内环境的γ辐射剂量率在\*\*\*~\*\*\*nGy/h，周边外环境γ周围剂量当量率在\*\*\*~\*\*\*nGy/h，处于福建省漳州市室内、室外辐射环境本底范围值内（注：漳州市室内辐射环境本底范围值\*\*\*~\*\*\*nGy/h，漳州市室外辐射环境本底范围值\*\*\*~\*\*\*nGy/h，来源于《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年）第\*\*\*页表\*\*）。

由表 8-4 可知，周围环境中子周围剂量当量率未检出，本项目拟建辐射工作场所周围辐射环境现状良好。

表 9 项目工程分析与源项

## 9.1 工程设备和工艺分析

### 9.1.1 X- $\gamma$ 辐射监测仪表校准设备

#### 一、设备组成

本项目辐照室内设置 1 台 X- $\gamma$ 辐射监测仪表校准设备用于对辐射监测仪表校准使用。X- $\gamma$ 辐射监测仪表校准设备于辐照室内的位置固定，源窗快门开口方向朝南。

X- $\gamma$ 辐射监测仪表校准设备包括：辐照发生装置、机械定位装置、安全联锁系统、控制系统。

#### 二、人员配备及工作负荷

**人员配备：**建设单位拟为本项目配备 2 名辐射工作人员从事辐照室内辐射监测仪表校准工作。

**工作负荷：**根据建设单位提供的资料，本项目工作人员每年工作 250 天，辐照室每天约校准\*\*台辐射监测仪表，每台“辐射监测仪表”快门打开（出束曝光）的时间约为\*\*min/台，则每天快门打开（出束曝光）的时间\*\*h/天，年快门打开（出束曝光）的时间\*\*h/年。

### 9.1.2 硼表系统

#### 一、设备组成和工作原理

硼表系统是专门针对核电站反应堆及一回路系统中硼浓度的在线监测而研制的专用设备，它除精确测量反应堆及一回路系统中的硼浓度外，还能及时对硼稀释事故发出报警。硼表系统由**探测装置、标定装置、机柜、就地显示箱及温度变送器箱**组成。

#### 二、人员配备及工作负荷

**人员配备：**建设单位拟为本项目配备\*\*名辐射工作人员从事硼表系统标定工作。

**工作负荷：**根据建设单位提供的资料，硼表系统每\*\*个月标定一次，每次标定总时长\*\*小时。\*\*名辐射工作人员分为\*\*班，每班\*\*人，每班标定工作时长为\*\*小时。

### 9.1.3 放射源库

#### 一、工程内容

放射源库包括 2 间源存放间（源存放间 1 和源存放间 2）和 1 间前室，源存放间 1 用于存放建设单位自用放射源，包括待报废源（包装完整）、刻度源、校准源及豁免源等；源存放间 2 用于存放 $\gamma$ 探伤放射源， $\gamma$ 探伤放射源均属于外单位公司，建设单位拟将源存放间 2 租用给外单位公司使用。放射源库的外围结构全部采用钢筋混凝土墙体。

## 二、工作流程

①放射源库实行双人双锁管理。放射源库管理人员（由保健物理处人员担任）接到放射源领用/借用、归还通知后，在保健物理处办公室领用放射源库钥匙，同时电话通知保卫处人员前往放射源库；

②放射源库管理人员和保卫处人员一同打开放射源库大门，其他人员（领取/归还放射源申请人）跟随放射源库管理人员进入放射源库前室；

③进入放射源库的人员需在门槛处穿戴鞋套和细纱手套，并领用直读式个人剂量计，如直读式个人剂量计读出器不可用，则由放射源库管理人员派发直读式个人剂量计并对进出人员进行手动登记；

④进入源存放间 1（或源存放间 2）前应先检查辐射监测系统的测量结果；

⑤进入源存放间 1（或源存放间 2）前应先开启通风系统；

⑥放射源库管理人员应按照电动屏蔽门操作指令单执行电动屏蔽门启闭操作，严禁同时打开放射源库前室大门与源存放间 1（或源存放间 2）屏蔽门；

⑦放射源库管理人员做好放射源出入库管理台账，做好放射源的领用和归还登记，每次含源设备出入放射源库应进行辐射监测并使用移动源管理系统手持机进行扫描，核实放射源状态；工作完毕交还时，再进行放射性水平测量，确认放射源在其中，并将放射源放回放射源库源柜存放；

⑧放射源库管理人员经手脚污染测量合格后方可退出放射源库，退出放射源库时归还直读式个人剂量计；

⑨放射源库管理人员需确认所有源柜门关闭且源存放间 1（或源存放间 2）内无人后才能关闭屏蔽门；

⑩放射源库管理人员离开放射源库时，需将源柜门钥匙收入钥匙箱并闭锁钥匙箱，将放射源库钥匙归还至保健物理处办公室。

## 三、工作负荷

**人员配备：**本项目由 2 名保健物理处人员担任放射源库管理人员（注：保卫处人员仅保管放射源库钥匙，不参与放射源库的工作）。

**工作负荷：**进出放射源库源存放间 1（或源存放间 2）领取/归还放射源工作由放射源库管理人员执行。根据建设单位提供的资料，放射源库管理人员开锁/登记等工作于放射源库前室停留的时间每年不超过 250h；单名放射源库管理人员每周进入放射源库源存放间 1（或

源存放间 2) 每年不超过 42h, 建设单位将严格记录放射源库管理人员进入放射源库源存放间 1 (或源存放间 2) 的时间和直读式个人剂量计显示的个人有效剂量。

## 9.2 污染源项

### 9.2.1 施工期的污染源项

本项目辐照室、放射源库、1号机组和2号机组核辅助厂房N208室在建设阶段不产生放射性废物、放射性废水和放射性气体, 主要是施工时产生的噪声、扬尘、废水、固体废物等环境影响。

#### (一) 废气

本项目的环境空气影响主要是扬尘, 主要由石灰搅拌、混凝土浇灌、施工车辆运输等施工活动产生。本项目的工程量小, 产生的扬尘量很小。

#### (二) 噪声

本项目产生噪声来源的主要是工程施工、施工车辆运输等。噪声值一般在 $80\sim 90$ dB(A)之间, 施工场地的噪声对周围环境有一定的影响, 但随着施工的开始而结束。

#### (三) 废水

施工期污水主要来自两个方面: 一是施工废水, 二是施工人员的生活污水。

#### (四) 固体废物

本项目固体废物主要为: 生活垃圾、建筑垃圾等。

### 9.2.2 运行期的污染源项

#### 一、正常工况

##### (1) 辐照室

辐照室内设置 1 台 X- $\gamma$ 辐射监测仪表校准设备用于对辐射监测仪表校准使用。 $\alpha$ 射线和 $\beta$ 射线在物质中射程较短, 被完全屏蔽, 源活性物质也不会泄露, 因此只有 $\gamma$ 射线对人体产生外照射, **污染源为放射源衰变放出的 $\gamma$ 射线**。辐照室墙体对放射源衰变产生的 $\gamma$ 射线有一定的屏蔽作用, 但不可能将 $\gamma$ 射线完全屏蔽。因此, 辐照室内 X- $\gamma$ 辐射监测仪表校准设备工作期间放射源产生的 $\gamma$ 射线会将对辐照室周围环境产生一定影响。

##### (2) 硼表系统

硼表系统探测装置 (含 1 枚  $^{238}\text{Pu-Be}$  中子源) 用于一回路系统硼浓度测量, **污染源为  $^{238}\text{Pu-Be}$  中子源衰变放出的 $\gamma$ 射线和中子**。N208室混凝土墙体对  $^{238}\text{Pu-Be}$  中子源产生的 $\gamma$ 射线和中子有一定的屏蔽作用, 但不可能将 $\gamma$ 射线和中子完全屏蔽。因此, 硼表系统探测装置工

作期间<sup>238</sup>Pu-Be中子源产生的γ射线和中子会将辐照室周围环境产生一定影响。

### (3) 放射源库

放射源库仅暂存γ探伤放射源和建设单位自用放射源，α射线和β射线在物质中射程较短，被完全屏蔽，源活性物质也不会泄露，因此只有γ射线对人体产生外照射，**污染源为放射源衰变放出的γ射线**。放射源库墙体对放射源产生的γ射线有一定的屏蔽作用，但不可能将γ射线完全屏蔽。因此，放射源库存放的放射源产生的γ射线会将放射源库周围环境产生一定影响。

## 二、事故工况

### (1) X-γ辐射监测仪表校准设备

①X-γ辐射监测仪表校准设备处于运行状态时，因故障，发生门机联锁装置失效，人员误入处于运行状态的辐照室，导致受到不必要的辐射照射。

②因违章操作，控制室操作人员在工作人员未撤离辐照室时进行打开快门进行源出束，给工作人员造成额外的γ射线照射。

③卡源事故及屏蔽快门卡住。

### (2) 硼表系统

本项目硼表系统探测装置在运行过程中为对一回路系统中硼浓度进行实时在线监测，N208室硼表系统探测装置为全自动运行，不需要人员操作，N208室在运行期间不会有人进入或停留。硼表系统探测装置<sup>238</sup>Pu-Be中子源首次装源和后期换源均由设备厂家负责，建设单位辐射工作人员不参与。

N208室防盗门和防盗锁损坏，导致人员进入N208室未能及时发现而造成误照射。

### (3) 放射源库

①视频监控系统和红外报警仪发生故障，导致人员进入放射源库未能及时发现而造成误照射或放射源被盗。

②放射源库防盗门和防盗锁损坏，导致人员进入放射源库未能及时发现而造成误照射或放射源被盗。

③退役或不用的放射源未放置到指定的地方，随意存放，导致工作人员或公众成员造成不必要的照射，同时加大了放射源遗忘或被盗的可能性。



## 表 10 辐射安全与防护

### 10.1 项目安全设施

#### 一、辐射防护屏蔽设计

##### (1) X- $\gamma$ 辐射监测仪表校准设备

本项目 X- $\gamma$ 辐射监测仪表校准设备位于电仪修车间一层辐照室，X- $\gamma$ 辐射监测仪表校准设备和辐照室拟采取的辐射防护屏蔽措施情况见下表 10-1。

表 10-1 X- $\gamma$ 辐射监测仪表校准设备和辐照室屏蔽防护情况一览表

项目	辐射防护情况		
	材料与厚度	尺寸	
辐照室	东侧墙体	40cm 混凝土	辐照室内部尺寸：12.5m×7m×7.5m（高）
	南侧墙体 （有用线束方向）	70cm 混凝土	
	西侧墙体	40cm 混凝土	
	北侧墙体	40cm 混凝土	
	迷道内墙墙体	30cm 混凝土	
	顶棚	40cm 混凝土	
	防护门	5mm 厚铁门	
	地面	土层（无地下室）	
X- $\gamma$ 辐射监测 仪表校准设备	X- $\gamma$ 辐射监测仪表校准设备的铅容器采用一体铸造成型，屏蔽厚度 132mm，重 1.1 吨，外层钢板承重，源容器为一壁厚为 19cm 的铅罐。		

##### (2) 硼表系统

本项目硼表系统探测装置（含 1 枚  $^{238}\text{Pu-Be}$  中子源）位于 1 号机组和 2 号机组核辅助厂房 N208 室，硼表系统探测装置和 N208 室拟采取的辐射防护屏蔽措施情况见下表 10-2。

表 10-2 硼表系统探测装置和 N208 室屏蔽防护情况一览表

项目	辐射防护情况	
	材料与厚度	
1 号机组和 2 号 机组 N208 室	东侧墙体	80cm 混凝土
	南侧墙体	70cm 混凝土
	西侧墙体	80cm 混凝土
	北侧墙体	80cm 混凝土
	顶棚和地板	85cm 混凝土
硼表系统探测 装置	硼表系统探测装置表面采用不锈钢，屏蔽材料采用聚四氟乙烯，对中子有良好的屏蔽效果。硼表系统探测装置外表面最大剂量率： $\gamma < 0.035\text{mGy/h}$ ， $n < 0.5\text{mGy/h}$ 。	

##### (3) 放射源库

本项目放射源库位于福建漳州核电厂东南侧，为一栋独栋建筑。放射源库包括 2 间源存放间（源存放间 1 和源存放间 2）和 1 间前室，放射源库的外围结构全部采用钢筋混凝土墙体。放射源库拟采取的辐射防护屏蔽措施情况见下表 10-3。

表 10-3 项目放射源库辐射防护屏蔽方案一览表

项目		辐射防护屏蔽		
		材料	厚度	内部净尺寸
源存放间 1	东墙	混凝土	50cm	长：7.2m 宽：5.5m 高：4m
	南墙	混凝土	50cm	
	西墙	混凝土	50cm	
	北墙	混凝土	50cm	
	顶棚	混凝土	30cm	
	防护门	钢板	50mm	
源存放间 2	东墙	混凝土	50cm	长：7.2m 宽：5.5m 高：4m
	南墙	混凝土	50cm	
	西墙	混凝土	50cm	
	北墙	混凝土	50cm	
	顶棚	混凝土	30cm	
	防护门	钢板	50mm	

注：混凝土密度不低于 2.35g/cm<sup>3</sup>，铅密度不低于 11.3g/cm<sup>3</sup>，钢密度不低于 7.85g/cm<sup>3</sup>。

## 二、分区管理

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定，为了便于辐射防护管理和职业照射控制，控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围，将辐射工作场所分为控制区和监督区。

控制区：应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

监督区：应将下述区域定为监督区，这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

根据分区原则，本项目辐射工作场所分区情况如下：

①将辐照室（含迷道）划为控制区；将辐照室东侧外操作间、过道、豁免源暂存间，南侧外 0.3m，西侧外 0.3m，北侧外 0.3m 划为监督区。

②将 N208 室和 N207 室划为控制区（注：N208 室和 N207 室周围区域均为漳州核电厂 1 号机组和 2 号机组其他项目控制区，不在本次评价范围内）。

③将放射源库源存放间 1 和源存放间 2 划为控制区；将源存放间 1 南侧外 0.3m，源存放间 1 西侧外 0.3m，源存放间 2 西侧外 0.3m，源存放间 2 北侧外 0.3m，源存放间 1 和源存放间 2 东侧前室划为监督区。

本项目实行分区管理，在监督区边界设置电离辐射警告标识，避免公众人员误闯入，受到误照射。

### 三、工作场所辐射安全和防护措施分析

#### (1) X- $\gamma$ 辐射监测仪表校准设备

X- $\gamma$ 辐射监测仪表校准设备位于电仪修车间一层辐照室，辐照室内不存放易燃易爆物品，本项目辐照室设有以下辐射安全和防护措施：

- ①紧急停机按钮
- ②视频监控系统（24小时监控）
- ③固定式辐射剂量率监测系统
- ④声光报警装置
- ⑤排风装置
- ⑥红外报警探测系统
- ⑦电离辐射警示标志

本项目拟辐照室防护门外表面张贴明显的电离辐射警示标志并附中文警示说明。

#### ⑧辐射监测设备

建设单位为本项目配备1台X- $\gamma$ 辐射剂量率仪、2个人剂量报警仪、2个直读式个人剂量计。

#### ⑨联锁装置

#### (2) 硼表系统

硼表系统探测装置设置于1号机组和2号机组核辅助厂房N208室。N208室硼表系统探测装置为全自动运行，不需要人员操作，N208室在运行期间不会有人进入或停留。硼表系统探测装置的 $^{238}\text{Pu-Be}$ 中子源首次装源和后期换源均由供源单位负责，建设单位辐射工作人员不参与。

#### ①防盗措施

#### ②辐射监测设备

建设单位为本项目配备1台X- $\gamma$ 辐射剂量率仪、1台中子剂量率仪、2个人剂量报警仪、2个直读式个人剂量计。

#### ③电离辐射警示标志

本项目拟在N208室防护门外表面张贴明显的电离辐射警示标志并附中文警示说明。

#### (1) 放射源库

本项目放射源库位于福建漳州核电厂东南侧，为一栋独栋建筑。放射源库包括2间源存

放间（源存放间 1 和源存放间 2）和 1 间前室，源存放间 1 用于存放建设单位自用放射源，包括待报废源（包装完整）、刻度源、校准源及豁免源等；源存放间 2 用于存放 $\gamma$ 探伤放射源， $\gamma$ 探伤放射源均属于外单位公司，建设单位拟将源存放间 2 租用给外单位公司使用。

放射源库内不存放易燃易爆物品。为确保放射源库环境安全，以及避免辐射事故的发生，本项目放射源库设置多重安全防护措施，具体如下：

#### ①双人双锁管理制度

放射源库实行双人双锁管理。放射源库管理人员（由保健物理处人员担任）接到放射源领用/借用、归还通知后，在保健物理处办公室领用放射源库钥匙，同时电话通知保卫处人员前往放射源库。

#### ②辐射监测设备

建设单位为本项目配备 1 台 X- $\gamma$ 辐射剂量率仪、2 个个人剂量报警仪、2 个直读式个人剂量计。

#### ③固定式辐射剂量率监测系统

源存放间 1 和源存放间 2 内拟设有固定式辐射剂量率监测系统，实时监测源存放间 1 和源存放间 2 内的辐射剂量率水平显示在前室中，对源存放间 1 和源存放间 2 内 $\gamma$ 辐射剂量率水平进行连续监测。

#### ④火灾自动报警系统

#### ⑤红外报警探测系统

#### ⑥视频监控系统（24 小时监控）

本项目拟在前室、源存放间 1、源存放间 2 设置室内红外定焦高清摄像机，室内摄像机挂墙安装（底边距地 3m）。在放射源库外墙设置红外定焦高清摄像机，室外摄像机挂墙安装（底边距地 3.5m）。

#### ⑦电离辐射警示标志

本项目拟在放射源库出入口、源存放间 1、源存放间 2 门外表面张贴明显的电离辐射警示标志并附中文警示说明。

#### ⑧门禁系统

#### ⑨福建省移动放射源安全管理系统源库终端

本项目放射源库拟安装并使用福建省移动放射源安全管理系统源库终端，建设单位应按福建省移动放射源管理系统要求加强放射源出入库等环节辐射安全管理，及时核实、处理系

统预警信息。建设单位拟为放射源库制定放射源的领取、归还和登记制度，放射源台帐和定期清点检查制度，并由放射源库管理人员做好放射源相关的领取、归还和登记工作。

#### ⑩排风装置

以上措施落实后，本项目放射源库能够满足《工业 $\gamma$ 射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）和《福建省生态环境厅关于进一步规范 $\gamma$ 射线移动探伤辐射安全管理的通知》（闽环保辐射〔2019〕5号）中对放射源库管理的相关要求。

### 四、辐射防护措施符合性分析

#### (1) X- $\gamma$ 辐射监测仪表校准设备

X- $\gamma$ 辐射监测仪表校准设备位于电仪修车间一层辐照室，为分析辐照室的辐射防护性能，根据建设单位提供的的设计资料，将拟建辐照室的主要技术参数列表分析。本项目辐照室使用Co-60放射源、Cs-137放射源和Am-241放射源各一枚用于辐射监测仪表的校准，无相应评价标准，本项目使用参照标准《工业 $\gamma$ 射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）对本项目辐照室进行评价，具体见表10-4。

表 10-4 辐照室辐射防护措施符合性分析表

《工业 $\gamma$ 射线探伤放射防护标准》 (GBZ132-2008) (参照标准)	本项目方案	符合情况
6.2.1 应安装门-机联锁装置和工作指示灯；探伤室入口处必须有固定的电离辐射警告标志；探伤室入口处及被探物件出入口处必须设置声光报警装置，该装置在 $\gamma$ 射线探伤机工作时应自动接通以给出声光警示信号。	①本项目辐照室防护门设有门-源装置联锁装置，只有在屏蔽门关闭后，才能开启快门；在照射实验时，屏蔽门不能打开；如果屏蔽门意外打开时，快门立即关闭；②本项目辐照室防护门上拟张贴电离辐射警告标志；③本项目辐照室防护门上方设有声光报警装置。在辐射监测仪表校准前的准备时间内，仅绿灯亮；在X- $\gamma$ 辐射监测仪表校准设备处于工作状态时，仅红灯亮，防止工作人员受到意外的照射。	符合
6.2.2 应在屏蔽墙体合适位置上设置紧急停止按钮，并给出清晰的标记和说明。	本项目在辐照室内拟设有4个紧急停机按钮（南墙1个、西墙2个、北墙1个），操作间拟设置1个紧急停机按钮，在人员误入辐照室或遭遇紧急情况时，当任一紧急停机开关被触发时，能够立即关闭源装置快门，同时打开屏蔽门，以便人员迅速撤离辐照室。紧急停机按钮带有标签，标明使用方法。	符合
6.2.3 应配置固定式辐射检测系统，并与门-机联锁相联系。同时配置便携式辐射测量仪和个人剂量报警仪。	①本项目辐照室内拟设有固定式辐射剂量率监测系统（避开有用线束方向），实时监测辐照室内的辐射剂量率水平显示在操作室中，工作人员可根据剂量率的大小判断X- $\gamma$ 辐射监测仪表校准设备是否处于安全状态或工作状态；②建设单位拟为本项目配备便携式辐射测量仪和	符合

	个人剂量报警仪。	
6.2.4 应定期对探伤室的探伤室防护门-机联锁装置、出束信号指示灯等安全措施进行检查。	建设单位拟制定详细的操作规程并设置日常检查记录表格，工作人员在进行了相关内部培训后上岗。工作人员应在每天对辐照室门-源装置联锁装置、出束信号指示灯等安全措施进行检查，将检查结果详细记录在日常检查记录表格上，检查人员应进行签字确认。	符合
6.3.1 工作人员进出探伤室时应佩戴个人剂量计、剂量报警仪和便携式剂量测量仪。	建设单位将进行内部培训并宣贯，工作人员进出辐照室时必须佩戴个人剂量计、个人剂量报警仪和便携式剂量测量仪，违者将处以相应处罚。	符合
6.3.2 每次工作前，探伤作业人员应检查安全装置、联锁装置的性能及警告信号、标志的状态。只有确认探伤室内无人且门已关闭、所有安全装置起作用并给出启动信号后才能启动照射。	建设单位将进行内部培训并宣贯，明确要求每次工作前，工作人员应检查安全装置、联锁装置的性能及警告信号、标志的状态。只有确认辐照室内无人且门已关闭、所有安全装置起作用并给出启动信号后才能启动照射。	符合
8.1.2 退役或不用的放射源按照事先达成的协议退还给设备制造商或其他经授权的废物管理单位进行处置，并有详细的记录归档保存。	建设单位拟和供源单位签订废源回收协议，当放射源退役或达不到使用活度时，将交由供源单位回收，并进行详细的记录规定保存。	符合

根据表 10-4，本项目拟建辐照室符合参照标准《工业 $\gamma$ 射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）中的相关要求。

## （2）硼表系统

本项目硼表系统探测装置位于 1 号机组和 2 号机组核辅助厂房 N208 室，为分析硼表系统探测装置辐射防护性能，根据建设单位提供的的设计资料，将硼表系统探测装置的主要技术参数列表分析。硼表系统探测装置使用 1 枚  $^{238}\text{Pu-Be}$  中子源用于一回路系统中硼浓度，无相应评价标准，本项目硼表系统探测装置使用参照标准《含密封源仪表的放射卫生防护要求》（GBZ125-2009）对硼表系统探测装置进行评价，具体见表 10-5。

表 10-5 硼表系统探测装置辐射防护措施符合性分析表

《含密封源仪表的放射卫生防护要求》 (GBZ125-2009) (参照标准)	本项目方案	符合情况
4.7检测仪表在不同场所使用时, 见附录A所标示的位置的周围剂量当量率应满足表7-3的要求(只能在特定的放射工作场所使用, 并按控制区、监督区分区管理)。	根据建设单位提供的资料, 本项目硼表系统探测装置外表面最大剂量率: $\gamma < 0.035\text{mGy/h}$ , $n < 0.5\text{mGy/h}$ , 满足参照标准《含密封源仪表的放射卫生防护要求》(GBZ125-2009)表7-3中不同使用场所对检测仪表外围辐射剂量控制的要求, 即: 只能在特定的放射工作场所使用, 并按控制区、监督区分区管理, 源容器外表5cm处 $250 \leq H < 1000\mu\text{Sv/h}$ , 1m处 $25 \leq H < 100\mu\text{Sv/h}$ 。	符合
4.8源容器外表面应有牢固的标牌并清晰地标明下列内容: a.符合GB18871规定的电离辐射标志; b.制造厂家、出厂日期、产品型号和系列号; c.核素的化学符号和质量数、密封源的活度及活度的测量日期; d.符合GB14052规定的检测仪表的类别和安全性能等级的代号。	根据建设单位提供的资料, 本项目硼表系统探测装置外表面拟标明下列内容: a.硼表系统探测装置外表面张贴电离辐射标志; b.硼表系统探测装置外表面张贴制造厂家、出厂日期、产品型号和系列号等信息; c.硼表系统探测装置外表面张贴 $^{238}\text{Pu-Be}$ 中子源的化学符号和质量数、密封源的活度及活度的测量日期; d.本项目硼表系统探测装置类别属于A1类, 安全性能等级为第5级, 该信息拟张贴在硼表系统探测装置外表面。	符合
5.3.1在许可的范围内使用检测仪表和其密封源, 建立台账, 按国家法规建立管理制度(见附录B)。	建设单位在使用 $^{238}\text{Pu-Be}$ 中子源前将按照有关法规申请辐射安全许可证, 在许可的范围内使用硼表系统探测装置和 $^{238}\text{Pu-Be}$ 中子源, 并建设放射源台账。	符合
5.3.2 新购入的检测仪表应按本标准进行放射防护与安全验收检验。	建设单位拟制定监测计划, 本项目硼表系统探测装置安装后将进行放射防护与安全验收检验。	符合
5.3.3 检测仪表的固定使用场所, 源容器应安装牢固、可靠, 应采取安保措施防止丢失密封源, 阻止人员进入源容器与受检物之间的有用线束区域。	① $^{238}\text{Pu-Be}$ 中子源位于硼表系统探测装置的中子源组件中, 中子源组件采用紧固螺栓进行固定, 如要打开中子源组件取出 $^{238}\text{Pu-Be}$ 中子源需使用专用工具; ②硼表系统探测装置设置于1号机组和2号机组核辅助厂房内。建设单位已制订《辐射控制区出入管理》, 退出1号机组和2号机组核岛辐射控制区的人员必须通过全身 $\gamma$ 污染监测仪, 全身 $\beta$ 、 $\gamma$ 污染监测仪等污染监测设备, 并将要带出辐射控制区的物品通过污染检测后, 才能离开辐射控制区, 防止 $^{238}\text{Pu-Be}$ 中子源被盗。	符合
5.3.4 涉及密封源的安装、检查、维修的操作人员必须熟悉源容器的结构, 掌握放射防护技能, 取得放射工作人员资格证书, 并得到操作授权。	①本项目涉及密封源的安装和维修均由供源单位负责, 建设单位辐射工作人员不参与; ②建设单位拟安排本项目涉及及检查(标定)人员报名参加国家核技术利用辐射安全与防	符合

	护培训平台（网址： <a href="http://fushe.mee.gov.cn">http://fushe.mee.gov.cn</a> ）关于辐射安全与防护知识的学习、考试，取得考核合格证书后方可上岗。	
5.3.5 在监督区内的放射工作人员，各类检测仪表放射源换装和检测仪表涉源维修时的放射工作人员，应按 GBZ 128 进行个人剂量监测。	本项目工作人员拟全部开展个人剂量监测并建立个人剂量档案。	符合
5.3.6 退役的密封源应按放射性危险物品严格管理，退回生产厂家或转送退役源保管部门，并有永久的档案。	本项目退役的密封源由供源单位回收。	符合
5.3.7 在检测仪表的源容器场所的醒目位置设置清晰的电离辐射警告标志”（见 GB18871）。	本项目硼表系统探测装置外表面拟设置清晰的电离辐射警告标志。	符合

根据表 10-5，本项目硼表系统探测装置符合参照标准《含密封源仪表的放射卫生防护要求》（GBZ125-2009）中的相关要求。

### （3）放射源库

本项目放射源库位于福建漳州核电厂东南侧。为分析放射源库的辐射防护性能，根据建设单位提供的的设计资料，将拟建放射源库的主要技术参数列表分析，并与参照标准《工业 $\gamma$ 射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）中技术要求对照，具体见表 10-6。

表 10-6 放射源库辐射防护措施符合性分析表

《工业 $\gamma$ 射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008) (参照标准)	本项目方案	符合情况
8.2.1 探伤使用单位应设立专用的放射源（或带源的探伤装置）的储存库。储存库应为单独的建筑，不能和爆炸物品、腐蚀性物品一起存放。储存库的相应位置设置电离辐射警告标志。源容器出入源库时应进行监测并有详细记录。	<p>①本项目放射源库为一栋独栋建筑，放射源库包括2间源存放间（源存放间1和源存放间2）和1间前室，源存放间1用于存放建设单位自用放射源，包括待报废源（包装完整）、刻度源、校准源及豁免源等；源存放间2用于存放<math>\gamma</math>探伤放射源，<math>\gamma</math>探伤放射源均属于外单位公司，建设单位拟将源存放间2租用给外单位公司使用。放射源库内不存放易燃易爆物品，放射源库采用二级耐火等级建筑，配备灭火器进行防火，墙面及屋顶进行防火处理；</p> <p>②本项目拟在放射源库出入口、源存放间1、源存放间2防护门外表面张贴明显的电离辐射警示标志并附中文警示说明；</p> <p>③本项目放射源库拟安装并使用福建省移动放射源安全管理系统源库终端，建设单位应按福建省移动放射源管理系统要求加强放射源出入库等环节辐射安全管理，及时核实、处理系统预警信息。建设单位拟为放射源库制定放射源的领取、归还和登记制度，放射源台帐和定期清点检查制度，并由放射源库管理人员做好放射源相关的领取、归还和登</p>	符合



记工作，放射源进出放射源库均使用X-γ辐射剂量率仪进行监测，并详细记录。

根据表 10-6，本项目拟建放射源库符合参照标准《工业γ射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）中的相关要求。

## 10.2 三废的治理

### （1）X-γ辐射监测仪表校准设备

本项目 X-γ辐射监测仪表校准设备位于电仪修车间一层辐照室。

#### ①废气

本项目X-γ辐射监测仪表校准设备使用的放射源（Co-60放射源、Cs-137放射源、Am-241放射源）在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧（O<sub>3</sub>）和氮氧化物（NO<sub>x</sub>），臭氧在空气中50分钟后会自动分解为氧气。本项目辐照室设有1台混流风机用于辐照室内机械排风，排风量为4302m<sup>3</sup>/h，轴流风机设在辐照室顶部，臭氧和氮氧化物排出到室外后可经自然扩散、分解和稀释后对周边环境基本无影响。

#### ②退役放射源

X-γ辐射监测仪表校准设备使用的放射源（Co-60放射源、Cs-137放射源、Am-241放射源）活度达不到要求时将退役，产生的退役放射源将由供源单位回收。

### （2）硼表系统

**退役放射源：**硼表系统探测装置设置于1号机组和2号机组核辅助厂房N208室。硼表系统探测装置使用的<sup>238</sup>Pu-Be中子源活度达不到要求时将退役，产生的退役放射源将由供源单位回收。

### （3）放射源库

**废气：**本项目放射源库存放的放射源会使空气电离产生微量的臭氧（O<sub>3</sub>）和氮氧化物（NO<sub>x</sub>），臭氧在空气中50分钟后会自动分解为氧气。本项目源存放间1和源存放间2各设1个机械排风系统，排风机采用屋顶风机DWT-II-3型，额定风量为1059m<sup>3</sup>/h，臭氧和氮氧化物排出到室外后可经自然扩散、分解和稀释后对周边环境基本无影响。

## 表 11 环境影响分析

### 11.1 建设阶段对环境的影响

本项目施工期涉及的区域面积较小，施工期间以施工噪声影响为主，同时伴有粉尘、废水和固体废物产生。

#### 11.1.1 施工期扬尘影响分析

本项目在建设施工期需进行石灰搅拌、混凝土浇灌等作业，各种施工将产生少量扬尘，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。

#### 11.1.2 施工期噪声环境影响分析

整个建筑施工阶段，如打桩机、混凝土搅拌机、卷扬机及载重车辆等在运行中都将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。

#### 11.1.3 施工期固体废物环境影响分析

项目施工期间固废主要为建筑垃圾、施工废物料及施工人员生活垃圾。

对项目施工期间产生的建筑垃圾、施工废物料，可回收利用的部分应尽量予以回收，不可回收的部分运送至建筑垃圾定点收集处，统一交由有资质的渣土运输单位处置。建设单位应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。

#### 11.1.4 施工期废水环境影响分析

施工期废水主要有施工过程中产生的含泥浆建筑废水及施工人员生活污水。

施工期建设场地设置临时沉淀池，建筑废水经临时沉淀池处理后用于施工场地洒水降尘，不外排。

本项目为新建项目，建设期间不涉及放射源使用，故不会对周边环境产生电离辐射影响。但在安装调试的过程当中，一定要严格按照相关使用说明、相关管理制度执行。

### 11.2 运行阶段对环境的影响

#### 11.2.1 辐射环境影响分析

本项目属于核技术利用项目，辐射工作场所位于福建漳州核电厂内，本次评价仅考虑本项目运行阶段对环境的影响。

##### 11.2.1.1 X- $\gamma$ 辐射监测仪表校准设备辐射环境影响分析

本项目X- $\gamma$ 辐射监测仪表校准设备位于电仪修车间一层辐照室，运行期对环境的影响主要是放射源产生的 $\gamma$ 射线对职业工作人员及公众人员的外照射，为分析本项目X- $\gamma$ 辐射监测仪

表校准设备对辐照室周围的辐射环境影响，根据建设单位提供的相关参数及设计方案，对本项目X-γ辐射监测仪表校准设备运行后辐射环境影响进行理论计算。

### 一、关注点的选取

评价选取辐照室实体屏蔽墙体防护外人员活动区域作为关注区域，根据场所布局情况，本次评价选取辐照室东墙外 30cm（A 点）、南墙外 30cm（B 点）、西墙外 30cm（C 点）、北墙外 30cm（D 点）、操作间防护门外 30cm（E 点）、顶棚上方 30cm（F 点）作为关注点。

### 二、理论计算公式

#### （一）有用线束和泄露辐射屏蔽计算

参考《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 3 部分：γ射线源放射治疗机房》（GBZ/T201.3-2014）中的公式（\*\*）和公式（\*\*），屏蔽体外关注点的剂量率计算公式如下：

$$\dot{H} = \frac{A \times k_{\gamma}}{R^2} \cdot B \dots\dots\dots \text{式 (11-1)}$$

#### （二）散射辐射屏蔽计算

参考《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 3 部分：γ射线源放射治疗机房》（GBZ/T201.3-2014）第 5.2.2.2 条中的公式（\*\*）和公式（\*\*），屏蔽体外关注点的剂量率计算公式如下：

$$\dot{H} = \frac{A \cdot k_{\gamma} \cdot \alpha_{ph} \cdot (F/400)}{R_1^2 \cdot R_2^2} \cdot B \dots\dots\dots \text{式 (11-2)}$$

#### （三）防护门外30cm辐射屏蔽计算

参考《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 3 部分：γ射线源放射治疗机房》（GBZ/T201.3-2014）第 5.1.2.5.1 条，迷路入口处的辐射剂量率考虑以下三个方面：

**1）放射源有用线束经待校准辐射监测仪表散射至 i 点的辐射并再次受墙的二次散射至 g 处的辐射，散射路径为“辐射源-o-i-g”。**

相应计算公式参考《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 3 部分：γ射线源放射治疗机房》（GBZ/T201.3-2014）中的公式（\*\*）和公式（\*\*），入口处（防护门处）辐射剂量率 $\dot{H}_g$ 计算公式如下：

$$\dot{H}_g = \frac{\alpha_{ph} \cdot (F/400)}{R_1^2} \cdot \frac{\alpha_2 \cdot S}{R_2^2} \cdot \frac{A \cdot K_{\gamma}}{R_0^2} \dots\dots\dots \text{式 (11-3)}$$

2) 泄露辐射受墙散射至 g 处的辐射，散射路径为“o<sub>1</sub>-i-g”。

相应计算公式参考《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第3部分：γ射线源放射治疗机房》(GBZ/T201.3-2014)中的公式(\*\*)、公式(\*\*)和公式(\*\*)，入口处(防护门处)辐射剂量率 $\dot{H}_g$ 计算公式如下：

$$\dot{H}_g = \frac{A \cdot k_\gamma \cdot S \cdot \alpha_w}{R_L^2 \cdot R^2} \cdot B \dots\dots\dots \text{式 (11-4)}$$

3) 泄露辐射经至迷路内墙屏蔽后在迷路入口 g 的辐射，路径为“o<sub>1</sub>-g”。

相应计算公式见(11-1)。

### 三、辐照室周围各关注点辐射剂量率

综合考虑使用Co-60放射源时对辐照室周围的辐射剂量率贡献最大，本次选取Co-60放射源计算对辐照室周围各关注点辐射剂量率。

#### (一) 有用线束方向关注点

辐照室南墙外30cm(B点)按有用线束考虑，根据公式(11-1)，辐照室南墙外30cm(B点)处辐射剂量率见表11-1。

表 11-1 有用线束方向关注点处剂量率计算结果

位置	A (Bq)	$K_\gamma$ (Gy·m <sup>2</sup> /(Bq·s))	R (m)	屏蔽厚度 X (mm)	HVL (mm)	B	$\dot{H}$ (μSv/h)
南墙外 30cm (B点)	**	**	**	**	**	**	**

#### (二) 非有用线束方向关注点

辐照室东墙外30cm(A点)、西墙外30cm(C点)、北墙外30cm(D点)、顶棚上方30cm处(F点)按散射辐射和泄露辐射叠加考虑。

##### (1) 散射辐射

本次理论计算屏蔽物质半值层厚度未考虑散射所致能量降低，按有用线束取值，取值偏保守。根据公式(11-2)，散射辐射剂量率见表 11-2。

表 11-2 散射辐射方向关注点处剂量率计算结果

位置	A (Bq)	屏蔽厚度 X (mm)	$\alpha_{ph}$	F (m <sup>2</sup> )	R <sub>s</sub> (m)	R <sub>o</sub> (m)	B	$\dot{H}$ (μSv/h)
东墙外 30cm (A点)	***	***	***	***	***	***	***	***
西墙外 30cm (C点)		***	***	***	***	***	***	***
北墙外 30cm (D点)		***	***	***	***	***	***	***
顶棚上方 30cm (F点)		***	***	***	***	***	***	***

(2) 泄露辐射

X-γ辐射监测仪表校准设备的源容器为一壁厚为19cm的铅罐，泄露辐射为经过19cm的铅罐屏蔽后的辐射，根据公式(11-1)，泄露辐射剂量率见表11-3。

表 11-3 泄露辐射方向关注点处剂量率计算结果

位置	A (Bq)	K <sub>γ</sub> (Gy·m <sup>2</sup> / (Bq·s))	R(m)	屏蔽厚度 X (mm)	HVL (mm)	B	$\dot{H}$ (μSv/h)
东墙外 30cm (A点)	***	***	***	***	***	***	***
西墙外 30cm (C点)			***			***	
北墙外 30cm (D点)			***			***	
顶棚上方 30cm (F点)			***			***	

(3) 防护门外30cm辐射剂量率

1) 放射源有用线束经待校准辐射监测仪表散射至 i 点的辐射并再次受墙的二次散射至 g 处的辐射，散射路径为“辐射源-o 点-i-g”。

根据公式(11-3)，散射路径为“辐射源-o点-i-g”至防护门外30cm处辐射剂量率见表11-4。

表 11-4 散射路径为“辐射源-o 点-i-g”至防护门外 30cm 处辐射剂量率计算结果

位置	A (Bq)	$\alpha_{ph}$	F(m <sup>2</sup> )	a <sub>2</sub>	S (m <sup>2</sup> )	R <sub>1</sub> (m)	R <sub>2</sub> (m)	R <sub>0</sub> (m)	$\dot{H}_g$ (μSv/h)
防护门外 30cm (E点)	***	***	***	***	***	***	***	***	***

2) 泄露辐射受墙散射至 g 处的辐射，散射路径为“o<sub>1</sub>-i-g”。

根据公式(11-4)，散射路径为“o<sub>1</sub>-i-g”至防护门外30cm处辐射剂量率见表11-5。

表 11-5 散射路径为“o<sub>1</sub>-i-g”至防护门外 30cm 处辐射剂量率计算结果

位置	A (Bq)	S (m <sup>2</sup> )	a <sub>w</sub>	R <sub>L</sub> (m)	R (m)	屏蔽厚度 X (mm)	B	$\dot{H}_g$ (μSv/h)
防护门外 30cm (E点)	***	***	***	***	***	***	***	***

3) 泄露辐射经至迷路内墙屏蔽后在迷路入口 g 的辐射，路径为“o<sub>1</sub>-g”。

根据公式 (11-1)，路径为“o<sub>1</sub>-g”至防护门外 30cm 处辐射剂量率见表 11-6。

表 11-6 路径为“o<sub>1</sub>-g”至防护门外 30cm 处辐射剂量率计算结果

位置	A (Bq)	K <sub>v</sub> (Gy · m <sup>2</sup> / (Bq · s))	r (m)	屏蔽厚度 X (mm)	HVL (mm)	B	$\dot{H}_g$ (μSv/h)
东墙外 30cm (A点)	***	***	***	***	***	***	***

综合表 11-1~表 11-6，本项目周围各关注点辐射剂量率见表 11-7。

表 11-7 辐照室周围各关注点辐射剂量率计算结果

位置	H (μSv/h)	标准限值 (μSv/h)
东墙外 30cm (A点)	***	≤2.5
南墙外 30cm (B点)	***	≤2.5
西墙外 30cm (C点)	***	≤2.5
北墙外 30cm (D点)	***	≤2.5
防护门外 30cm (E点)	***	≤2.5
顶棚上方 30cm (F点)	***	≤2.5

根据表 11-7，本项目辐照室周围各关注点辐射剂量率最大为\*\*\*μSv/h，满足参照标准《工业γ射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008)中第 6.1 条“屏蔽墙外 30cm 处空气比释动能率不大于 2.5μGy/h (μSv/h)”的标准要求。

### 11.2.1.2 硼表系统辐射环境影响分析

根据建设单位提供的资料，硼表系统探测装置表面采用不锈钢，屏蔽材料采用聚四氟乙烯，对 neutron 有良好的屏蔽效果，硼表系统探测装置外表面最大剂量率： $\gamma < ***\text{mSv/h}$ ， $n < ***\text{mSv/h}$ ，中子源距硼表系统探测装置外表面的距离为\*\*\*m。

硼表系统标定装置位于核辅助厂房 N207 室（备注：工作人员操作位置），硼表系统标定装置和硼表系统探测装置<sup>238</sup>Pu-Be 中子源（N208 室）的距离为\*\*\*m。

点放射源的剂量率变化符合反平方律的关系式，见公式 (11-5)。

$$\dot{H} = \frac{H_0 \times (r)^2}{R^2} \dots\dots\dots \text{式 (11-5)}$$

根据公式 (11-5)，硼表系统标定装置工作位（N207 室）辐射剂量率见表 11-8。

表11-8 硼表系统标定装置工位（N207室）辐射剂量率

位置	$H_0$ (μSv/h)	r (m)	R (m)	$\dot{H}$ (μSv/h)
硼表系统标定装置	***	***	***	***
工位（N207室）	***	***	***	***

**11.2.1.3 放射源库辐射环境影响分析**

放射源库为独栋单层建筑，放射源库包括2间源存放间（源存放间1和源存放间2）和1间前室。源存放间1用于存放建设单位自用放射源；源存放间2用于存放γ探伤放射源。

**一、放射源库源存放间 1 周围关注点辐射剂量率分析**

福建漳州核电厂目前仍在建设中，后期运行过程中源存放间 1 源柜存放的放射源种类类型和数量暂不能明确。本次理论计算将存放间 1 源柜（A1~A14）存放的各种类的放射源均等效为 1 枚 Co-60 点源（注：Co-60 放射源在相同活度下对周围环境的影响大于大部分放射源）。

由于源柜（A1~A14）存放放射源的源容器暂不能明确，放射源离源容器外表面的距离各不相同，根据建设单位提供的资料，放射源离源容器外表面的距离  $a \leq$  \*\*\*m，从最不利的角度分析本次理论计算 a 取 \*\*\*m。建设单位将本项目源存放间 1 的源柜（A1~A14）内部区域划分为黄 2 区，根据图 11-1，源存放间 1 的源柜内部区域辐射剂量率限值为  $\leq$  \*\*\*mSv/h，A1-A8 源柜为三层结构，A9-A14 源柜为二层结构，故 A1-A8 源柜辐射剂量率取 \*\*\*μSv/h，A9-A14 源柜辐射剂量率取 \*\*\*μSv/h。

γ射线经屏蔽后辐射剂量率计算公式见式 11-6。

$$\dot{H} = \frac{(\dot{H}_0 \times r_0^2)}{r^2} \bullet B \dots \dots \dots \text{式 (11-6)}$$

本次放射源库 1 周围关注点辐射剂量率的计算基于如下考虑和假设：

- A) 考虑源格间隔墙的屏蔽作用；
- B) 保守地假设源柜的源位于同一水平面上。

放射源库源存放间 2 周围关注点辐射剂量率见表 11-9~表 11-13。

表 11-9 放射源库源存放间 1 关注点 A 辐射剂量率估算结果

源柜	$\dot{H}_0$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	$r_1$ (m)	屏蔽厚度 X	HVL (mm)	B	贡献辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
A1	***	***	***	***	***	***
A2	***	***		***	***	
A3	***	***		***	***	
A4	***	***		***	***	
A5	***	***		***	***	
A6	***	***		***	***	
A7	***	***		***	***	
A8	***	***		***	***	
A9	***	***		***	***	
A10	***	***		***	***	
A11	***	***		***	***	
A12	***	***		***	***	
A13	***	***		***	***	
A14	***	***		***	***	
合计辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) : ***						

表 11-10 放射源库源存放间 1 关注点 B 辐射剂量率估算结果

源柜	$\dot{H}_0$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	$r_1$ (m)	屏蔽厚度 X	HVL (mm)	B	贡献辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
A1	***	***	***	***	***	***
A2	***	***		***	***	
A3	***	***		***	***	
A4	***	***		***	***	
A5	***	***		***	***	
A6	***	***		***	***	
A7	***	***		***	***	
A8	***	***		***	***	
A9	***	***		***	***	
A10	***	***		***	***	
A11	***	***		***	***	
A12	***	***		***	***	
A13	***	***		***	***	
A14	***	***		***	***	
合计辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) : ***						



表 11-11 放射源库源存放间 1 关注点 C 辐射剂量率估算结果

源柜	$\dot{H}_0$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	$r_1$ (m)	屏蔽厚度 X	HVL (mm)	B	贡献辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
A1	***	***	***	***	***	***
A2	***	***		***	***	
A3	***	***		***	***	
A4	***	***		***	***	
A5	***	***		***	***	
A6	***	***		***	***	
A7	***	***		***	***	
A8	***	***		***	***	
A9	***	***		***	***	
A10	***	***		***	***	
A11	***	***		***	***	
A12	***	***		***	***	
A13	***	***		***	***	
A14	***	***		***	***	
合计辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) : ***						

表 11-12 放射源库源存放间 1 关注点 D 辐射剂量率估算结果

源柜	$\dot{H}_0$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	$r_1$ (m)	屏蔽厚度 X	HVL (mm)	B	贡献辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
A1	***	***	***	***	***	***
A2	***	***		***	***	
A3	***	***		***	***	
A4	***	***		***	***	
A5	***	***		***	***	
A6	***	***		***	***	
A7	***	***		***	***	
A8	***	***		***	***	
A9	***	***		***	***	
A10	***	***		***	***	
A11	***	***		***	***	
A12	***	***		***	***	
A13	***	***		***	***	
A14	***	***		***	***	
合计辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) : ***						

表 11-13 放射源库源存放间 1 关注点 E 辐射剂量率估算结果

源柜	$\dot{H}_0$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	$r_1$ (m)	$r_0$ (m)	屏蔽厚度 X	B	贡献辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
A1	***	***	***	***	***	***
A2	***	***			***	***
A3	***	***			***	***
A4	***	***			***	***
A5	***	***			***	***
A6	***	***			***	***
A7	***	***			***	***
A8	***	***			***	***
A9	***	***			***	***
A10	***	***			***	***
A11	***	***			***	***
A12	***	***			***	***
A13	***	***			***	***
A14	***	***			***	***
合计辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ ): ***						

根据表 11-9~表 11-13, 放射源库源存放间 1 周围关注点辐射剂量率见表 11-14。

表 11-14 放射源库源存放间 1 周围关注点辐射剂量率估算结果

位置	关注点	$\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )
源存放间 1	东墙外 30cm (A点)	***
	南墙外 30cm (B点)	***
	西墙外 30cm (C点)	***
	顶棚上方 30cm (D点)	***
	防护门外 30cm (E点)	***

根据表 11-14, 本项目放射源库源存放间 1 满足《工业 $\gamma$ 射线探伤放射防护标准》(GBZ 132-2008) 中第 8.2.2 款中“如其外表面能接近公众, 其屏蔽应能使设施外表面的空气比释动能率小于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的标准要求。

## 二、放射源库源存放间 2 周围关注点辐射剂量率分析

$\gamma$ 源探伤机厂家不同, 其贮源状态下对探伤源的屏蔽效果可能不同, 但合格的 $\gamma$ 源探伤机均需遵循《工业 $\gamma$ 射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008) 的要求。根据《工业 $\gamma$ 射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008) 第\*\*\*节的要求, 探伤机的源容器应该使其在装有最大活度值的密封放射源, 且闭锁在安全位置时, 对于源容器的屏蔽规定如表 11-15。

表 11-15 探伤机源容器周围空气比释动能率限值 (μGy/h)

类别	容器外表面	离容器外表面 5cm	离容器外表面 1m
手提式	***	***	***
移动式	***	***	***

根据建设单位提供的资料，Ir-192 源探伤机为手提式探伤机，Co-60 源探伤机为移动式探伤机。

每台γ源探伤机内存放有一枚密封放射源，体积很小，可考虑为点源。假设源离γ源探伤机源容器表面的平均距离为 a (m)，根据点放射源的剂量率变化符合反平方律的关系式，手提式γ源探伤机 a ≈ \*\*\*m

γ射线经屏蔽后辐射剂量率计算公式见式 11-7。

$$\dot{H} = \frac{(\dot{H}_0 \times r_0^2)}{r_1^2} \cdot B \dots \dots \dots \text{式 (11-7)}$$

本次放射源库周围关注点辐射剂量率的计算基于如下考虑和假设：

- A) 考虑源格间隔墙的屏蔽作用；
- B) 保守地假设源柜的源位于同一水平面上。

放射源库源存放间 2 周围关注点辐射剂量率见表 11-16~表 11-20。

表 11-16 放射源库源存放间 2 关注点 F 辐射剂量率估算结果

源柜	$\dot{H}_0$ (μSv/h)	r <sub>1</sub> (m)	屏蔽厚度 X	HVL (mm)	B	贡献辐射剂量率 (μSv/h)	备注	
B1	***	***	***	***	***	***	B1~B8 源柜为一排三层的混凝土结构的源柜	
B2	***	***		***	***	***		
B3	***	***		***	***	***		
B4	***	***		***	***	***		
B5	***	***		***	***	***		
B6	***	***		***	***	***		
B7	***	***		***	***	***		
B8	***	***		***	***	***		
B9	***	***		***	***	***	***	B9~B13 源柜为一排二层的混凝土结构的源柜
B10	***	***			***	***	***	
B11	***	***			***	***	***	
B12	***	***			***	***	***	
B13	***	***			***	***	***	
合计辐射剂量率 (μSv/h) : ***								

表 11-17 放射源库源存放间 2 关注点 H 辐射剂量率估算结果

源柜	$\dot{H}_0$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	$r_1$ (m)	屏蔽厚度 X	HVL (mm)	B	贡献辐射剂 量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	备注	
B1	**	**	**	**	**	**	B1~B8 源柜 为一排三层 的混凝土结 构的源柜	
B2	**	**		**	**	**		
B3	**	**		**	**	**		
B4	**	**		**	**	**		
B5	**	**		**	**	**		
B6	**	**		**	**	**		
B7	**	**		**	**	**		
B8	**	**		**	**	**		
B9	**	**		**	**	**	**	B9~B13 源柜 为一排二层 的混凝土结 构的源柜
B10	**	**			**	**	**	
B11	**	**			**	**	**	
B12	**	**			**	**	**	
B13	**	**			**	**	**	
合计辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) : **								

表 11-18 放射源库源存放间 2 关注点 G 辐射剂量率估算结果

源柜	$\dot{H}_0$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	$r_1$ (m)	屏蔽厚度 X	HVL (mm)	B	贡献辐射剂 量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	备注	
B1	**	**	**	**	**	**	B1~B8 源柜 为一排三层 的混凝土结 构的源柜	
B2	**	**		**	**	**		
B3	**	**		**	**	**		
B4	**	**		**	**	**		
B5	**	**		**	**	**		
B6	**	**		**	**	**		
B7	**	**		**	**	**		
B8	**	**		**	**	**		
B9	**	**		**	**	**	**	B9~B13 源柜 为一排二层 的混凝土结 构的源柜
B10	**	**			**	**	**	
B11	**	**			**	**	**	
B12	**	**			**	**	**	
B13	**	**			**	**	**	
合计辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) : **								

表 11-19 放射源库源存放间 2 关注点 I 辐射剂量率估算结果

源柜	$\dot{H}_0$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	$r_1$ (m)	屏蔽厚度 X	HVL (mm)	B	贡献辐射剂 量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	备注
B1	***	***	***	***	***	***	B1~B8 源柜 为一排三层 的混凝土结 构的源柜
B2	***	***		***	***	***	
B3	***	***		***	***	***	
B4	***	***		***	***	***	
B5	***	***		***	***	***	
B6	***	***		***	***	***	
B7	***	***		***	***	***	
B8	***	***		***	***	***	
B9	***	***	***	***	***	***	B9~B13 源柜 为一排二层 的混凝土结 构的源柜
B10	***	***		***	***	***	
B11	***	***		***	***	***	
B12	***	***		***	***	***	
B13	***	***		***	***	***	
合计辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) : ***							

表 11-20 放射源库源存放间 2 关注点 J 辐射剂量率估算结果

源柜	$\dot{H}_0$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	$r_1$ (m)	屏蔽厚度 X	B	贡献辐射剂 量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	备注
B1	***	***	***	***	***	B1~B8 源柜 为一排三层 的混凝土结 构的源柜
B2	***	***		***	***	
B3	***	***		***	***	
B4	***	***		***	***	
B5	***	***		***	***	
B6	***	***		***	***	
B7	***	***		***	***	
B8	***	***		***	***	
B9	***	***	***	***	***	B9~B13 源柜 为一排二层 的混凝土结 构的源柜
B10	***	***		***	***	
B11	***	***		***	***	
B12	***	***		***	***	
B13	***	***		***	***	
合计辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) : ***						

根据表11-16~表11-20，放射源库源存放间2周围关注点辐射剂量率见表11-21。

表 11-21 放射源库源存放间 2 周围关注点辐射剂量率估算结果

位置	关注点	$\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )
源存放间2	东墙外30cm (F点)	***
	西墙外30cm (H点)	***
	北墙外30cm (G点)	***
	顶棚上方30cm (I点)	***
	防护门外30cm (J点)	***

根据表11-21，本项目放射源库源存放间2满足《工业 $\gamma$ 射线探伤放射防护标准》（GBZ 132-2008）中第8.2.2款中“如其外表面能接近公众，其屏蔽应能使设施外表面的空气比释动能率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的标准要求。

### 三、放射源库源存放间 1 和源存放间 2 内部辐射剂量率分析

建设单位将本项目源存放间1和源存放间2内部区域划分为黄1区，根据图11-1，源存放间1和源存放间2内部区域辐射剂量率限值为 $\leq$ \*\*\*mSv/h。建设单位已在源存放间1和源存放间2内部区域设置固定式辐射剂量率监测系统，实时监测源存放间1和源存放间2内的辐射剂量率水平低于\*\*\*mSv/h，如果监测到源存放间1和源存放间2内部区域辐射剂量率临近限值\*\*\*mSv/h时，建设单位将暂停将放射源存放至放射源库。

#### 11.2.2 年有效剂量

##### 一、理论计算公式

外照射致人员剂量估算参照下式计算。

$$H = D \cdot T \cdot t \cdot W \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots \text{公式 (11-8)}$$

##### 二、工作负荷

###### (1) X- $\gamma$ 辐射监测仪表校准设备

根据建设单位提供的资料，本项目工作人员每年工作\*\*\*天，辐照室每天约校准\*\*\*台辐射监测仪表，每台“辐射监测仪表”快门打开（出束曝光）的时间约为\*\*\*min/台，则每天快门打开（出束曝光）的时间\*\*\*h/天，年快门打开（出束曝光）的时间\*\*\*h/年。

###### (2) 硼表系统

根据建设单位提供的资料，硼表系统每\*\*\*个月标定一次，每次标定总时长\*\*\*小时。\*\*\*名辐射工作人员分为\*\*\*班。

###### (3) 放射源库

根据建设单位提供的资料，进出放射源库源存放间 1（或源存放间 2）领取/归还放射源工作由放射源库管理人员执行。根据建设单位提供的资料，放射源库管理人员开锁/登记等工作于放射源库前室停留的时间每年不超过\*\*\*h；单名放射源库管理人员每周进入放射源库源存放间 1（或源存放间 2）每年不超过\*\*\*h，建设单位将严格记录放射源库管理人员进入放射源库源存放间 1（或源存放间 2）的时间和直读式个人剂量计显示的个人有效剂量。

### 三、年有效剂量

工作人员和公众成员的最大年有效剂量见表 11-22。

表 11-22 工作人员和公众最大年有效剂量估算表

项目	对象		辐射剂量率 (μSv/h)	t(h)	T	W	年有效剂量 (mSv/a)	备注
X-γ辐射监测仪表校准设备	工作人员	辐照室西侧 操作室操作人员	***	***	***	***	***	取表 11-7 关注点 E
	公众人员	辐照室东侧 走廊逗留公众	***	***	***	***	***	取表 11-7 关注点 A
		辐照室南侧 绿化带逗留公众	***	***	***	***	***	取表 11-7 关注点 B
		辐照室西侧 绿化带逗留公众	***	***	***	***	***	取表 11-7 关注点 C
		辐照室北侧 绿化带逗留公众	***	***	***	***	***	取表 11-7 关注点 D
硼表系统	工作人员	N208 室南侧 N207 室的标定人员	***	***	***	***	***	取表 11-8 辐射剂量率
	公众人员	***						
放射源库	工作人员	放射源库管理人员	***	***	***	***	***	结合表 11-14 和表 11-21，取表 11-14 关注点 E 点源存放间 1 和源存放间 2 内部区域划分为黄 1 区，内部辐射剂量率限值为≤0.1mSv/h
			***	***	***	***		
	公众人员	放射源库源存放间1 南侧逗留公众	***	***	***	***	***	取表 11-14 关注点 B 点
		放射源库源存放间1 西侧逗留公众	***		***	***	***	取表 11-14 关注点 C 点
		放射源库源存放间2 西侧逗留公众	***		***	***	***	取表 11-21 关注点 H 点
	放射源库源存放间2 北侧逗留公众	***	***	***	***	***	取表 11-21 关注点 G 点	

表11-22表明，本项目工作人员职业照射的最大年有效剂量值为\*\*mSv/年，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，低于剂量约束值5mSv/年；对公众照射的最大年有效剂量值为\*\*\*mSv/年，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，低于剂量约束值0.25mSv/年。

### 11.3 事故影响分析

按照《福建省环保厅关于印发<核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲>（试行）的通知》（闽环保辐射[2013]10号）要求，建设单位已编制《放射源辐射事故响应应急预案》。

#### 11.3.1 可能发生的辐射事故和处理措施

##### （1）X- $\gamma$ 辐射监测仪表校准设备

①X- $\gamma$ 辐射监测仪表校准设备处于运行状态时，因故障，发生门机联锁装置失效，人员误入处于运行状态的辐照室，导致受到不必要的辐射照射。

②因违章操作，控制室操作人员在工作人员未撤离辐照室时进行打开快门进行源出束，给工作人员造成额外的 $\gamma$ 射线照射。

③卡源事故及屏蔽快门卡住。

##### （2）硼表系统

本项目硼表系统探测装置在运行过程中为对一回路系统中硼浓度进行实时在线监测，N208室硼表系统探测装置为全自动运行，不需要人员操作，N208室在运行期间不会有人进入或停留。硼表系统探测装置 $^{233}\text{Pu-Be}$ 中子源首次装源和后期换源均由供源单位负责，建设单位辐射工作人员不参与。

N208室防盗锁损坏，导致人员进入N208室未能及时发现而造成误照射。

##### （3）放射源库

①视频监控系统和红外报警仪发生故障，导致人员进入放射源库未能及时发现而造成误照射或放射源被盗。

②放射源库防盗门和防盗锁损坏，导致人员进入放射源库未能及时发现而造成误照射或放射源被盗。

③退役或不用的放射源未放置到指定的地方，随意存放，导致工作人员或公众成员造成不必要的照射，同时加大了放射源遗忘或被盗的可能性。



### 11.3.2 辐射事故后果计算

结合事故风险识别内容，建设单位可能发生最严重的事故为放射源被盗或丢失，由于公众对于放射源认识不足，假设事故状态下的公众人员将放射源放进口袋内（距人体 5cm）。事故发生后，建设单位应立即启动辐射事故应急预案流程，并向上级主管部门汇报。

根据公式（11-1），不同居留条件对人员造成的事故照射剂量情况见表 11-23。

表 11-23 不同居留条件下事故照射剂量（Co-60 源，10Ci）

时间 (s) \ 距离 (m)	1min	5min	10min	20min
0.05m	***	***	***	***

参考《辐射安全手册精编》第\*\*\*节关于急性放射病内容，各型急性放射病剂量阈值见表 11-24。

表 11-24 急性放射病剂量阈值

分型	受照剂量阈值 (Gy)	
骨髓型	轻度	***
	中度	***
	重度	***
	极重度	***
肠型	***	
脑型	***	

结合上表内容，对比不同居留条件下事故照射剂量分析，项目可致受照人员产生脑型放射病。

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第 40 条关于辐射事故分级要求，根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，见表 11-25。

表 11-25 辐射事故分级

事故等级	事故情形
特别重大辐射事故	指 I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。
重大辐射事故	指 I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	指 III 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故	指 IV 类、V 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

综上所述，项目最不利发生的辐射事故为II类放射源丢失、被盗、失控导致2人以下（含2人）急性死亡或者10人以上（含10人）急性重度放射病、局部器官残疾，属于重大辐射事故。

### 11.3.2 辐射事故处置方案

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条及《建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度》（原国家环境保护总局环发145号文件）等相关规定，发生辐射事故时，应当立即启动本单位事故应急预案，采取应急措施，并立即向当地生态环境主管部门、公安部门、卫生健康主管部门报告。

针对本项目可能发生的辐射事故，本项目采取的处理原则是：

①立即消除事故源，防止事故继续蔓延和扩大。

②及时检查、估算受照人员的受照剂量，如果受照剂量较高，应及时安置受照人员就医检查；及时处理，出现事故后应尽快集中人力、物力，有组织、有计划的进行处理。这样可缩小事故影响，减少事故损失。

③事故处理后分析相关资料，及时总结报告。建设单位对于辐射事故进行记录：包括事故发生的时间和地点、所有涉及事故责任人和受害者名单、对任何可能受到照射的人员所做的辐射剂量估算结果、所做的任何医学检查及结果、采取的任何纠正措施、事故的可能原因、为防止类似事件再次发生所采取的措施。

④对可能发生的辐射事故，应及时采取措施，妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，并接受监督部门的处理，同时及时上报生态环境主管部门和卫生健康主管部门。

### 11.3.4 辐射事故防范措施

引起辐射事故（事件）的原因可分为人为因素、技术因素或其它因素。人为因素如蓄意破坏、偷盗、违反操作规程、操作失误、安全观念淡薄、管理缺失等；技术因素为设计不合理、设备故障等；其它因素如自然原因等。

为加强辐射安全管理工作，公司应从辐射安全管理、辐射安全意识两方面着手，提高辐射安全文化素养，加强辐射防护意识，预防辐射事故发生。为减少事故发生，公司需做好以下工作。

①定期组织辐射安全文化、法律法规培训，开展辐射安全实践活动，提高辐射安全文化素养，提高工作人员的核安全意识和专业技术知识。

②倡导严谨质疑的工作态度，树立知责任、负责任的责任意识，建立机制鼓励工作人员

发现潜在的管理问题和安全隐患，建立有效的经验反馈机制，预防人因失误。

③定期对辐射安全与环境保护措施效果进行检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患立即进行整改，预防技术因素引起辐射事故。

④加强辐射分区管理，限制公众在监督区长期滞留。

⑤调试和维修时，应保证切断辐射源。

⑥调试和维修必须解除安全联锁时，需经负责人同意并通告有关人员。调试结束后，应及时恢复安全联锁并经确认系统正常。

## 11.4 退役影响分析

### 11.4.1 退役放射源

①X- $\gamma$ 辐射监测仪表校准设备使用的放射源（Co-60 放射源、Cs-137 放射源、Am-241 放射源）活度达不到要求时将退役，产生的退役放射源将由供源单位回收。

②硼表系统探测装置使用的  $^{238}\text{Pu-Be}$  中子源活度达不到要求时将退役，产生的退役放射源将由供源单位回收。

### 11.4.2 退役监测

退役放射源运离辐射工作场所后，建设单位应委托有相应资质的辐射环境监测机构进行终态辐射监测。

**表 12 辐射安全管理**

## **12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置**

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定，使用放射性同位素、射线装置的单位，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构。建设单位目前制定了辐射防护领域管理大纲，规定了辐射安全与环境保护管理机构各部门责任。

### **(1) 党委书记、董事长、法定代表人**

党委书记、董事长、法定代表人为公司辐射安全第一责任人，履行“一岗双责”，承担公司辐射安全总体责任。

### **(2) 总经理**

1) 总经理是公司辐射安全主要负责人，在董事会授权和党委领导下，负责组织贯彻落实国家有关辐射防护的方针、政策、法规和标准，确保辐射防护工作在公司的全面实施；

2) 提供足够有效的资源，保证辐射防护目标和最优化原则能够实现。

### **(3) 辐射防护领域分管领导**

1) 受公司总经理委托，具体负责和指导公司的辐射防护工作；

2) 合理配置和使用资源确保落实各项辐射防护工作，确保实现公司的辐射防护政策；

3) 通过建立有效的辐射防护管理和技术手段，保证在公司工作的所有员工、工作场所和环境的辐射安全；

4) 组织建立公司辐射防护性能指标，指导和推动辐射防护相关的改进工作；

5) 指导和推动公司辐射防护最优化工作。

### **(4) 保健物理处**

1) 编制和修订本大纲及相应的辐射管理程序并监督执行；

2) 组织和协调公司的辐射防护监督和管理工作的；

3) 组织和协调公司的辐射防护最优化活动，使公司的职业照射维持在可合理达到的尽量低的水平；

4) 制定公司辐射防护性能指标；

5) 及时跟踪和分析公司辐射防护的状况和趋势，对辐射防护方面存在的问题提出改进措施，并负责督促和检查改进措施的落实；

6) 监督检查公司工作人员的辐射防护培训的执行情况；

7) 定期检查辐射防护设备和仪器，确保有足够有效的设备设施满足工作需要；

- 8) 负责辐射控制区分区管理及辐射控制区出入控制;
- 9) 负责电厂辐射监测系统的运行管理, 对电厂辐射水平进行监测;
- 10) 负责全厂放射源及射线探伤装置的归口管理;
- 11) 负责组织电厂的核清洁和放射性去污实施;
- 12) 负责组织放射性固体废物的处理;
- 13) 负责厂区及电厂周边环境的放射性监测;
- 14) 负责向安全质量处提供需要向上级主管部门报送的辐射安全信息。

福建漳州核电厂目前仍在建设中, 组织架构和人员暂未配备到位, 建设单位将在人员配备到位后, 严格根据相关法律法规的要求, 及时落实辐射安全与环境保护领导小组成员名单, 并设置专(兼)职的辐射防护管理人员, 具体负责本项目的辐射安全与环境保护工作。

## 12.2 辐射安全管理

### (一) 规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》, 使用射线装置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、放射防护和安全保卫制度、设备维修制度、人员培训计划、监测方案等, 有完善的辐射事故应急措施。

#### (1) 已制定的规章制度

中核国电漳州能源有限公司已制定了《辐射防护领域管理大纲》(注: 内含《管理政策》、《辐射防护原则》、《辐射控制区管理》、《辐射防护监督》、《辐射事件和事故管理》、《放射性物品控制》、《辐射监测管理》、《辐射防护用品和设备管理》、《辐射防护培训》、《辐射防护管理制度》)、《放射源管理》和《个人剂量监测与管理》等规章制度。

#### (2) 建议补充制定的规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》, 建设单位承诺在本项目运行前制定《辐射安全与环境保护管理领导小组》、《X- $\gamma$ 辐射监测仪表校准设备操作规程》、《硼表系统操作规程》、《放射源库管理制度》、《设备维修制度》、《放射源出入库记录表》、《放射源台账》和《监测方案》等规章制度, 切实保障项目在运行期间的辐射防护工作, 保护人员辐射防护安全。

### (二) 辐射工作人员拟配备人数

①X- $\gamma$ 辐射监测仪表校准设备: 建设单位拟为本项目配备\*\*名辐射工作人员从事辐照室内辐射监测仪表校准工作, 详细的人员结构在后期项目投运后根据实际需要设置。

②**硼表系统**：建设单位拟为本项目配备\*\*名辐射工作人员从事硼表系统标定工作，详细的人员结构在后期项目运行期将根据实际需要再进行调整。

③**放射源库**：本项目放射源库拟配备\*\*名管理人员，详细的人员结构在后期项目运行期将根据实际需要再进行调整。

### （三）辐射工作人员培训

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定，使用射线装置和放射源的单位，其辐射工作人员和辐射防护管理人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

本项目正式开展投运前，建设单位将严格根据相关法律法规的要求，督促本项目涉及的辐射工作人员和辐射防护管理人员报名参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）关于辐射安全与防护知识的学习、考试，取得考核合格证书后方可上岗。

## 12.3 辐射监测

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的要求，使用 II 类和 III 类放射源的单位，应“配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器”，“对直接从事使用活动的工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案”。

### （一）本项目配备的辐射监测仪器

表 12-1 辐射监测仪器一览表

项目	仪器	数量	位置
X-γ辐射监测仪表校准设备	X-γ辐射剂量率仪	1 台	辐照室操作室
	个人剂量报警仪	2 个	
	直读式个人剂量计	2 个	
硼表系统	X-γ辐射剂量率仪	2 台	1 号机组和 2 号机组的辐射防护值班室
	中子剂量率仪	2 台	
	个人剂量报警仪	4 个	
	直读式个人剂量计	2 台	
放射源库	X-γ辐射剂量率仪	1 台	放射源库前室
	个人剂量报警仪	2 个	
	直读式个人剂量计	2 个	

### （二）辐射工作人员个人剂量监测

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《职业性外照射个

人监测规范》（GBZ128-2019）的有关要求，建设单位为本项目辐射工作人员配备个人剂量计，并定期（每季度1次）送个人剂量计至有资质的单位进行检测，建立个人剂量档案。

### （三）工作场所环境监测

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）等的要求，建设单位针对本项目制定相应的辐射监测计划，包括：

- ①验收监测：项目竣工后委托有资质的单位对项目周围环境辐射水平进行验收监测。
- ②年度监测：委托有资质的单位定期对项目周围环境辐射水平进行监测，周期为1次/年。
- ③日常监测：使用配备的辐射监测仪器自行定期对辐照室、放射源库和 N208 室周围的辐射剂量率进行监测，并记录档案。

具体监测计划见表 12-2。

表 12-2 监测方案

工作场所	监测因子	监测位置	监测方案	监测频次
辐照室	γ辐射剂量率	四面墙体、防护门、管线洞口外表面 30cm 位置。	实测	1 次/年
N208 室	γ辐射剂量率、中子周围剂量当量率	四面墙体、顶棚、地板、防护门外表面 30cm 位置。	实测	1 次/年
放射源库	γ辐射剂量率	四面墙体、防护门、管线洞口外表面 30cm 位置。	实测	1 次/年
外环境	γ辐射剂量率	辐照室、放射源库、1 号机组和 2 号机组周围的外环境人员流动较多的地方。	实测	1 次/年
工作人员	个人剂量计	/	定期送检	1 次/季度

本项目制定的辐射监测计划符合建设单位实际情况，包括竣工环境保护验收监测、定期委托监测、自行检查以及辐射工作人员个人剂量监测，内容全面，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）等标准要求。

综上所述，中核国电漳州能源有限公司辐射监测计划较为全面，能够涵盖核技术利用项目的各个环节，且监测频率较为合理，辐射监测计划整体可行。

## 12.4 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲》（试行）并针对本单位核技术利用类型，建设单位结合本项目特点制订了《放射源辐射事故响应应急预案》。

根据《放射源辐射事故响应应急预案》，建设单位成立了辐射事故应急领导小组，辐射

事故应急领导小组(应急指挥部)应急领导小组是公司突发事件日常管理工作的最高领导机构,突发事件发生时自动成为应急指挥部,全面负责突发事件的指挥、决策、协调等处置行动。辐射事故应急领导小组由公司董事长和总经理部领导成员组成:

- ①组长(应急总指挥): 董事长/党委书记;
- ②常务副组长(常务副总指挥): 总经理/党委副书记;
- ③副组长(副总指挥): 其他总经理部成员;
- ④如遇特殊情况,组长(应急总指挥)可由董事长/党委书记授权人担任;
- ⑤根据突发事件现场处置实际需要,可由应急指挥部决策后成立现场处置指挥部。

根据《放射源辐射事故响应应急预案》,建设单位规定了各部门责任:

#### **(1) 辐射防护领域分管领导**

- ①负责批准本预案,确保本预案在公司内得到有效实施;
- ②负责向董事长提出 I 级辐射事故应急响应启动的建议;
- ③负责 II 级辐射事件应急响应启动批准;
- ④负责在上级主管部门介入前组织辐射事故的处理和内部调查;在上级主管部门介入后组织各部门配合辐射事故处理和调查;
- ⑤根据《公司综合应急预案》及本预案的规定,负责规范开展辐射事故/事件的预防和处置。

#### **(2) 保健物理处**

- ①负责向分管领导提出辐射事故/事件应急响应启动的建议;
- ②负责辐射事故/事件应急预案组织实施;
- ③接到应急信息报告后,按需通报安全质量处、保卫处、党建群工处,由各部门进行相关外报及响应行动;
- ④协助上级主管部门和监管部门开展事故/事件调查相关工作;
- ⑤负责牵头开展辐射事故/事件的内部调查;
- ⑥负责为辐射事故/事件的后续现场处置行动提供辐射防护技术支持;
- ⑦负责协调辐射事故/事件相关受伤人员实施医疗急救、转院治疗、持续监测和评价;
- ⑧负责组织辐射事故/事件应急预案的培训、演练和总结改进工作,确保应急预案的年度培训与演练计划有效执行,保持并逐步提高处置能力;
- ⑨负责辐射事故/事件应急预案中涉及的应急物资和文件管理,包括配备、存储、定期



检查、更新以及台账的管理和维护。

### **(3) 其他处室**

①协助开展辐射事故/事件的应急准备工作；

②发生/发现辐射事故/事件后，及时向保健物理处、所在机组当班值长、所在处室汇报；

③在应急人员介入前，保护好现场，尽可能采取必要的隔离控制措施，防止事态扩大或减缓事态扩大；

④根据辐射事故/事件应急预案的要求，参与相应的应急培训和演习；

⑤根据辐射事故/事件应急预案和应急指挥人员的指挥要求，积极配合相关应急工作，配合执行应急防护或应急响应行动；

⑥配合有关部门调查，如实提供相关信息。

#### **培训演练计划：**

①建设单位每年至少组织 1 次辐射事故（件）应急预案的培训。培训的主要内容：法律法规、应急预案、应急监测、辐射防护、应急处置和应急响应程序等。针对辐射事故应急处理的相关应急培训还应包括：如辐射危害和防护的基本知识；可能发生的辐射事故（件）及其应急处置措施；国内外辐射技术应用中实际发生的典型辐射事故及其应急处理的经验教训；所涉及的应急计划或程序等。

②建设单位每年至少开展 1 次辐射事故（件）应急演练。应急演练前编制演练计划，根据可能发生的辐射事故（件）组织有针对性的演练，采取桌面推演、模拟现场演练等形式，突出练组织、练指挥、练程序、练技术、练处置，不断提升辐射事故（件）的应急处置能力，并对每一次演练认真进行评价和总结。

③本预案应根据建设单位核技术利用变动情况进行及时更新。各相关责任部门要根据条件和环境的变化及时修改、补充和完善预案的内容，确保在紧急情况下按预案要求，有条不紊地开展事故应急救援工作。

发生辐射事故时，建设单位应当立即启动辐射事故应急方案，采取必要的防护措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境主管部门、公安部门和卫生部门报告。

本项目运行后，还应做好以下工作：

(1) 应每年组织人员进行应急演练，并记录；

(2) 应定期修改完善应急预案等相关规章制度。

## 12.5 建设项目竣工环境保护验收一览表

建设项目竣工环境保护验收一览表见表 12-3。

表 12-3 “三同时”验收一览表

污染源或保护源	主要环保措施		验收标准
辐射防护 措施	辐照室 (X-γ辐射监测仪表校准设备)	①辐照室屏蔽满足表 10-1 的辐射防护屏蔽方案；②辐照室辐照室和操作间设有紧急停机按钮；③辐照室内安装视频监控系統；④辐照室设有固定式辐射剂量率监测系统；⑤辐照室防护门上方、控制台和辐照室内设置声光报警装置；⑥辐照室设置排风装置；⑦辐照室设有红外报警探测系统；⑧辐照室设有固定式辐射剂量率监测系统、屏蔽门、安全联锁系统、视频监控系統、控制与报警防盗系統组成的安全联锁系統。	1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 (GB18871-2002) 2、《工业γ射线探伤放射防护标准》 (GBZ132-2008) (参照标准) 3、《含密封源仪表的放射卫生防护要求》(GBZ125-2009) (参照标准) 4、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》
	N208 室 (硼表系統)	①N208 室防护门外表面张贴明显的电离辐射警示标志并附中文警示说明；②退出 1 号机组和 2 号机组核岛辐射控制区的人员必须通过全身γ污染监测仪，全身β、γ污染监测仪等污染监测设备，才能离开辐射控制区，防止 <sup>238</sup> Pu-Bc 中子源被盗。	
	放射源库	①放射源库防护门设置双人双锁结构；②放射源库出入口、源存放间 1、源存放间 2 门外表面张贴明显的电离辐射警示标志并附中文警示说明；③放射源库设有固定式辐射剂量率监测系统；④放射源库设有火灾自动报警系統；⑤放射源库设置一套红外报警装置；⑥放射源库内安装视频监控系統；⑦在放射源库出入口的门外设置门禁系統；⑧放射源库设置排风装置；⑨安装福建省移动放射源管理系统，放射源库装有源库终端监控终端。	
	辐射监测 仪器	辐射监测仪器满足表 12-1 中的种类和数量要求。	
管理 措施	所有辐射工作人员佩戴个人剂量计并建立个人剂量档案。		
	制定相应的规章制度和辐射事故(件)应急预案。		
	辐射工作人员取得辐射安全与防护考核合格证书，持证上岗。		
	辐射工作人员每 2 年进行一次职业病健康体检。		
	放射源达到使用年限退役后，退役放射源将由供源单位回收处置。		
	委托有资质的单位对辐射工作场所进行辐射环境监测，并按时报送辐射安全年度评估报告。		
项目环评批复后，建设单位应向生态环境主管部门办理辐射安全许可证新申领手续。			

表 13 结论与建议

### 13.1 结论

中核国电漳州能源有限公司拟于福建省漳州市云霄县列屿镇刺仔尾福建漳州核电厂厂区内，使用1枚活度为 $3.7\text{E}+11\text{Bq}$ 的Co-60放射源，为II类放射源；1枚活度为 $3.7\text{E}+11\text{Bq}$ 的Cs-137放射源、1枚活度为 $1.8\text{E}+11\text{Bq}$ 的Am-241放射源和2枚活度为 $1.3\text{E}+11\text{Bq}$ 的 $^{238}\text{Pu-Be}$ 放射源（中子源），均为III类放射源；同时新建1座放射源库。

#### (1) 辐射安全与防护分析结论

本项目建设地点位于福建省漳州市云霄县列屿镇刺仔尾福建漳州核电厂厂区内，周边 50m 范围无居民点、学校等环境敏感目标，且本项目周围辐射环境现状质量良好，选址较为合理。

建设单位制定了相应的辐射防护规章制度，在设置辐射工作场所时已充分考虑了设备性能和运行特点、周围工作场所的防护与安全，对辐射工作场所选址和布局设计进行了综合考虑，辐射工作场所设有相应的屏蔽措施及辐射安全与防护设施，且经评价分析，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的相关要求，项目运行对周边辐射环境影响较小。

#### (2) 环境影响评价结论

由理论估算可知，本项目对工作人员职业照射的最大年有效剂量值为 $^{**}\text{mSv/a}$ ，对公众照射的最大年有效剂量值为 $^{**}\text{mSv/a}$ ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值要求（职业人员  $20\text{mSv/a}$ ，公众人员  $1\text{mSv/a}$ ），同时也低于本项目剂量约束值要求（职业人员  $5\text{mSv/a}$ ，公众人员  $0.25\text{mSv/a}$ ）。

#### (3) 可行性分析结论

##### ① 实践正当性分析

本项目的建设在保障核电站安全运行中起到了重要作用，具有良好的社会效益，符合辐射防护“实践的正当性”原则。本项目考虑了经济和社会的因素之后，通过辐射防护措施将辐射环境影响保持在可合理达到的尽量低的水平，符合辐射防护“最优化”原则。本项目通过对潜在照射所致危险实施控制，使本项目所引起的个人照射可满足剂量限值要求，符合辐射防护“剂量限值”原则。项目在加强管理后均满足国家相关法律、法规和标准的要求，不会给所在区域带来环境压力。

## ②产业政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2019年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第29号，2020年1月1日起施行）及《国家发展改革委关于修改〈产业结构调整指导目录（2019年本）〉的决定》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第49号，2021年12月30日起施行），本项目属于“鼓励类一六、核能—6、同位素、加速器及辐照应用技术开发”，本项目建设符合国家当前产业政策。

### （4）总结论

综上所述，中核国电漳州能源有限公司核技术利用项目在落实本报告表提出的各项污染防治措施和辐射安全管理措施后，将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，项目正常运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从环境保护和辐射防护角度论证，该项目建设是可行的。

## 13.2 建议与承诺

（1）对本评价提出的辐射管理和辐射防护措施，建设单位应尽快落实，在项目建设同时，切实做到环保设施和主体工程“同时设计、同时施工、同时投产”。

（2）建设单位如需增加本报告表所涉及之外的放射源、射线装置或对其使用功能进行调整，则应按有关要求向生态环境主管部门进行申报，并采取相应的辐射防护措施。

（3）建设单位应安排本项目所有辐射工作人员参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习、考试，取得考核合格证书后方可上岗。同时按照国家法律法规要求给辐射工作人员配备个人剂量计，定期送检，并建立个人剂量监测档案。

（4）建设单位应安排本项目所有辐射工作人员参加职业健康体检，并为辐射工作人员建立职业健康档案。

（5）建设单位在签订放射源购买合同时，同时签订废源回收处置合同。

（6）本项目环评批复后，建设单位应及时向生态环境主管部门办理辐射安全许可证新申领手续并按要求开展竣工环境保护验收工作。

表 14 审批

下一級环保部门预审意见:	
经办人:	公 章 年 月 日
审批意见:	
经办人:	公 章 年 月 日