

# 核技术利用退役项目

乐山市人民医院白塔院区核医学科

## 退役项目环境影响报告表

(公示本)

乐山市人民医院

2026 年 04 月

生态环境部监制

# 核技术利用退役项目

乐山市人民医院白塔院区核医学科

退役项目环境影响报告表

(公示本)

建设单位:乐山市人民医院

建设单位法人代表(签名或签章):\*\*\*

通讯地址:四川省乐山市市中区白塔街 238 号

邮政编码: 614000                      联系人: \*\*\*

电子邮件: \*\*\*\*\*                      联系电话: \*\*\*\*\*

# 目 录

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 表 1 项目基本情况 .....         | 1   |
| 表 2 放射源 .....            | 29  |
| 表 3 非密封放射性物质 .....       | 29  |
| 表 4 射线装置 .....           | 29  |
| 表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） ..... | 30  |
| 表 6 评价依据 .....           | 32  |
| 表 7 保护目标与评价标准 .....      | 34  |
| 表 8 退役源项调查 .....         | 39  |
| 表 9 退役治理 .....           | 76  |
| 表 10 退役环境影响分析 .....      | 95  |
| 表 11 退役治理能力 .....        | 105 |
| 表 12 结论与建议 .....         | 114 |

**附图：**

附图 1 白塔院区核医学科退役项目地理位置示意图

附图 2 乐山市人民医院外环境关系图

附图 3 白塔院区总平面布局图和核医学科退役项目评价范围示意图

附图 4-1 本项目核医学科一层平面布局示意图

附图 4-2 本项目核医学科二层平面布局示意图

附图 4-3 本项目核医学科楼上（三层）平面布局示意图

**附件：**

附件 1：环境影响评价委托书

附件 2：辐射安全许可证（正本、副本）

附件 2：原有环评手续

附件 3：退役方案

附件 4：关于成立退役工作小组的文件

附件 5：放射性废物库的监测报告

附件 6：放射性废水监测报告

附件 7：核医学科其他功能用房的辐射环境现状监测报告

附件 8：放射性药物使用登记表（摘录）

附件 9：辐射安全与防护管理组织文件

附件 10：核医学科 2025 年度辐射环境监测报告

附件 11：核医学科辐射工作人员辐射安全与防护培训合格证书

附件 12：辐射事故应急预案

表 1 项目基本情况

|             |          |                                                                                                                            |                                                                                                                                                       |      |                |                       |   |
|-------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------|-----------------------|---|
| 退役项目名称      |          | 乐山市人民医院白塔院区核医学科退役项目                                                                                                        |                                                                                                                                                       |      |                |                       |   |
| 建设单位        |          | 乐山市人民医院                                                                                                                    |                                                                                                                                                       |      |                |                       |   |
| 法人代表        |          | ***                                                                                                                        | 联系人                                                                                                                                                   | ***  | 联系电话           | ***                   |   |
| 注册地址        |          | 乐山市市中区白塔街 238 号                                                                                                            |                                                                                                                                                       |      |                |                       |   |
| 项目退役地点      |          | 乐山市市中区白塔街 238 号，乐山市人民医院白塔院区 9 号楼核医学科一层、二层                                                                                  |                                                                                                                                                       |      |                |                       |   |
| 立项审批部门      |          | /                                                                                                                          |                                                                                                                                                       | 批准文号 | /              |                       |   |
| 退役项目总投资（万元） |          | **                                                                                                                         | 项目环保总投资（万元）                                                                                                                                           | **   | 投资比例（环保投资/总投资） | **                    |   |
| 项目性质        |          | <input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input checked="" 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 type="checkbox"/> 使用                                                                                                | <input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input 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       | <input checked="" type="checkbox"/> 乙级非密封放射性物质工作场所退役                                                                       |                                                                                                                                                       |      |                |                       |   |

项目概述

一、退役项目单位基本情况

乐山市人民医院（统一社会信用代码：12511000451586223M，又称“乐山市人民医院互联网医院”，以下称“退役单位”）始建于 1894 年，前身为加拿大联合教会医生启尔德博士创建的“嘉定福音医院”“仁济医院”。1952 年，人民政府将“仁济医院”与 1942 年国民政府建立的“公立乐山中心卫生院”合并为“乐山专区医院”。1985 年，随地改市更名为“乐山市人民医院”，经过 130 余年发展，已成为集医疗、教学、科研、预防、保健为一体的三级甲等大型综合性公立医院。医院实行“一院三区”同质化管理，现有位于白塔街道的院区（位于乐山市市中区白塔街 238 号）、永

安院区（乐山市市中区护佛路南段 97 号）、高新区的院区（乐山高新区惠安路 639 号）三个院区。本项目位于乐山市市中区白塔街 238 号（该院区以下均称做“白塔院区”）。

乐山市人民医院现已开展核技术利用项目，且已取得辐射安全许可证，编号为“川环辐证[00303]”，种类和范围为“使用 III 类、V 类放射源；使用 II 类、III 射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所”。有效期至：2031 年 04 月 12 日。

## 二、任务由来

乐山市人民医院核医学创建于 1973 年，运行至今现有医技人员 9 名，其中副主任医师 1 人，主治医师 3 人、医师 2 人，技师 3 人。核医学科停运前主要开展的项目有：甲状腺摄碘试验、甲状腺有效半衰期检测；碘-131 治疗甲状腺功能亢进症、氯化锶治疗肿瘤骨转移、碘-125 粒子组织间植入；尿碘、血管内皮生长因子、鼻咽癌早筛三联检、阿尔茨海默相关神经丝蛋白等检测。

乐山市人民医院白塔院区核医学科乙级非密封放射性物质工作场所位于 9 号楼一层和二层（衰变池位于一层），使用非密封放射性物质  $^{131}\text{I}$ （甲亢治疗）、 $^{89}\text{Sr}$ （骨转移癌治疗）、 $^{125}\text{I}$ （籽粒植入）、 $^{32}\text{P}$ （敷贴治疗，实际未开展），另涉及使用 1 枚  $^{90}\text{Sr}$  放射源用于皮肤敷贴治疗，活度为  $7.4\text{E}+8\text{Bq}$ ，属于 V 类放射源，该放射源购买后未投入使用；涉及使用 1 枚  $^{137}\text{Cs}$  刻度/校准源，活度为  $3.378\text{E}+6\text{Bq}$ ，属于 V 类放射源。

近年来，随着核医学技术的快速发展，新型核素诊疗技术已经应用于临床，且乐山市人民医院周边患者诊疗人数与日俱增，现位于白塔院区的核医学科所使用的核医学检查设备及核医学科室使用面积、整体布局、工作流程等均已经严重制约了核医学科与时俱进的发展。乐山市人民医院在高新院区（乐山市高新区惠安路 639 号）新建有核医学科开展放射性核素显像诊断与治疗项目。2023 年 8 月，乐山市人民医院已委托江苏睿源环境科技有限公司编制完成了《乐山市人民医院高新院区新增医用和技术利用项目环境影响报告表》，并于 2024 年 4 月 7 日取得了四川省生态环境厅关于《乐山市人民医院高新院区新增核医学科门诊及甲癌治疗区项目环境影响报告表》的批复，批复文件编号：（川环审批〔2024〕25 号）。目前高新院区的核医学科主体工程已建成，目前处于装修阶段。白塔院区核医学科退役后，高新院区核医学科将全面承接原白塔院区的诊疗功能，实现 SPECT/CT 显像及分化型甲状腺癌碘-131 治疗等全流

程服务能力；同步推进人员培训、设备联调与辐射安全管理体系升级，确保完成验收并投入临床运行。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令）第十四条：依法实施退役的生产、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当在实施退役前编制环境影响评价文件，报原辐射安全许可证发证机关审查批准；未经批准的，不得实施退役。因此，退役单位白塔院区的核医学科乙级非密封放射性物质工作场所终结运行后需依法实施退役，为服从规划、保障服务持续提升且符合法规要求，需对目前的核医学科实施整体退役，核医学科场所内物品及设备 etc 达到清洁解控要求后进行妥善处置，以达到无限制开放的要求。

### 三、编制目的

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》（生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行）的规定，本项目属于“**第五十五项—173 条核技术利用项目退役-乙级非密封放射性物质工作场所**”应编制环境影响报告表。同时根据四川省生态环境厅关于印发《四川省生态环境厅审批环境影响评价文件的建设项目目录（2025 年本）》的通知（川环规〔2025〕1 号），本项目环境影响报告表应报四川省生态环境厅审查批准。为此，退役单位委托西藏勤达精测科技有限公司编制该项目环境影响报告表（委托书详见附件 1）。报告编制单位接受委托后，在现场踏勘、实地调查了解项目所在地环境条件和充分研读相关法律法规、规章制度、技术资料后，在项目区域环境质量现状评价的基础上，对项目环境影响进行了预测分析，并按相应标准进行评价。同时，就项目对环境可能造成的影响、项目单位从事相应辐射活动的能力、拟采取的辐射安全和防护措施等进行了综合分析，在此基础上提出合理可行的对策和建议，按照国家有关技术规范要求，编制了该项目环境影响报告表。

### 四、本项目拟退役核医学科相关历史背景调查

**1、核医学科的最初建设情况：**乐山市人民医院白塔院区核医学科工作场所于 2010 年 1 月 6 日取得原四川省环境保护局的关于乐山市人民医院医用放射性同位素及射线装置应用建设项目环境影响报告表的批复，批复文件编号：川环审批〔2010〕12 号，于 2011 年 6 月 16 日取得了原四川省环境保护厅下发的竣工环境保护验收批文，文件编号：川环核验〔2011〕18 号。根据环评及验收批复，白塔院区核医学科工作场所开展诊断治疗使用的核素为  $^{131}\text{I}$ （批复年使用量为  $4.44\text{E}+10\text{Bq}$ ）、 $^{125}\text{I}$ （批复年使用量为

2.59E+7Bq) 和 1 枚  $^{137}\text{Cs}$  放射源 (2003 年 11 月 5 日取得《放射性同位素准购批件》，编号为：乐卫监放准字 (2003) 第 06 号，2004 年购入，属于 V 类放射源，活度为 3.378E+6Bq)。核医学科日等效最大操作量为 7.41E+7Bq，属于乙级非密封源放射性工作场所。

**2、核医学科的迁建情况：**2016 年 1 月，由四川省辐射环境评价治理有限责任公司编制完成了《乐山市人民医院核医学科迁建及介入治疗项目环境影响报告表》，并于 2016 年 4 月 5 日取得原四川省环境保护厅的批复，批复编号：川环审批〔2016〕

83 号。项目拟在乐山市市中区白塔街 238 号乐山市人民医院内实施，主要建设内容：

(1) 核医学科：对原制剂楼 (改名为“9 号楼”) 一、二楼进行内部实施改造，将核医学科搬迁至此，场所主要包括贮藏分装室、药品准备间、服药室、治疗室、放射性废物存放室等，在一楼开展  $^{125}\text{I}$  放射免疫检测，日等效最大操作量为 1E+5Bq，年用量为 3E+8Bq，根据环保部公告 2013 年第 74 号《关于实施碘-125 放射免疫体外诊断试剂使用有条件豁免管理的公告》规定， $^{125}\text{I}$  放射免疫检测实行豁免管理；二楼使用放射性核素  $^{131}\text{I}$ ，日等效最大操作量为 8E+8Bq，年用量为 1E+11Bq；使用放射性核素  $^{89}\text{Sr}$ ，日等效最大操作量为 9E+7Bq，年用量为 3.7E+10Bq，属乙级非密封放射性物质工作场所；使用 1 枚  $^{137}\text{Cs}$  校正源 (利旧)，单枚源出厂活度为 3.378E+10Bq (属 V 类放射源)，自购买后存长期储存于一楼放射源存放室。2019 年 3 月 29 日，乐山市人民医院组成该项目竣工验收专家组完成了项目的竣工验收，并形成验收意见。

**3、核素增量情况：**2019 年 1 月 28 日，核医学科进行了  $^{131}\text{I}$  放射性核素增量 (增量后日等效最大操作量为 3.7E+8Bq，年最大操作量为 4.5E+11Bq，属于乙级非密封源放射性工作场所) 的建设项目环境影响登记表，登记备案号：201951110200000033。

**4、核素增量情况：**2019 年 5 月 28 日，核医学科再次进行了  $^{131}\text{I}$  放射性核素增量 (增量后日等效最大操作量为 1.11E+9Bq，年最大操作量为 1.85E+12Bq，属于乙级非密封源放射性工作场所) 的建设项目环境影响登记表，登记备案号：201951110200000167。

**5、核素增量情况：**2019 年 6 月 17 日，核医学科进行了  $^{125}\text{I}$  粒籽源的核素增量 (增量后日等效最大操作量为 1.85E+8Bq，年最大操作量为 1.85E+12Bq，属于乙级非密封源放射性工作场所) 的建设项目环境影响登记表，登记备案号：201951110200000192。

**6、新增放射源情况：**2020 年 9 月 15 日，2021 年 1 月 11 日，核医学科新增  $^{32}\text{P}$

放射性核素进行皮肤敷贴治疗，日等效最大操作量为  $1.85\text{E}+8\text{Bq}$ ，年最大操作量为  $1.8\text{E}+11\text{Bq}$ ，进行环境影响登记表，登记备案号：202051110200000374。新增 1 枚放射源  $^{90}\text{Sr}$ ，活度为  $7.4\text{E}+8\text{Bq}$ ，属于 V 类放射源，并完成了建设项目环境影响登记表，登记备案号：202151110200000007。

至此，核医学科运行至 2026 年 1 月 5 日后完全停运。

根据现有辐射安全许可证，拟退役的白塔院区核医学科许可使用放射性核素为  $^{131}\text{I}$ 、 $^{89}\text{Sr}$ 、 $^{125}\text{I}$ 、 $^{32}\text{P}$ ，许可核素的日等效最大操作量为  $1.56\text{E}+09\text{Bq}$ ，属于乙级非密封放射性物质工作场所；使用 1 枚  $^{90}\text{Sr}$  密封放射源（V 类放射源，活度为  $7.4\text{E}+8\text{Bq}$ ）用于敷贴治疗，2021 年购入后未使用；使用 1 枚  $^{137}\text{Cs}$  放射源（2004 年购入，属于 V 类放射源，活度为  $3.378\text{E}+6\text{Bq}$ ）用于刻度/校准。

## 五、环境影响评价信息公开

为进一步保障公众对环境保护的参与权、知情权和监督权，加强环境影响评价工作的公开、透明，方便公民、法人和其他组织获取环境保护主管部门环境影响评价信息，加大环境影响评价公开力度。依据国家环境保护部颁布的《建设项目环境影响评价政府信息公开指南》（试行）的规定：建设单位在向环境主管部门提交建设项目环境影响评价报告书、表以前，应依法、主动公开建设项目环境影响评价报告书、表的全本信息；各级环境保护主管部门在受理建设项目环境影响报告表后应将主动公开的环境影响评价政府信息，通过本部门政府网站向社会公开受理情况，征求公众意见。

## 六、项目概况

**建设单位：**乐山市人民医院

**项目名称：**乐山市人民医院白塔院区核医学科退役项目

**建设性质：**其他（退役）

**退役地点：**乐山市市中区白塔街 238 号，乐山市人民医院白塔院区核医学科 9 号楼一层、二层

### 1、具体退役内容与规模

本项目退役场所位于乐山市人民医院白塔院区 9 号楼（一层和二层）核医学科非密封放射性物质工作场所及其配套的环保设施。

核医学科一层功能用房主要包括 1 号衰变池、2 号衰变池、固体废物暂存库、医生出口厅、样品准备间、操作间、放射源存放室、放射免疫测定室（2 间）、试剂存

放、微机记账、医生办公室（2 间）、主任办公室、会议室、卫生间、盥洗间、网络设备间、贮藏室、衣帽间、化学发光室、准备室。

核医学科二层主要包括诊断室、医生办公室、会议室、资料室、淋浴室、药品分装室、废物储存间、源库、污洗间、甲亢服药室（2 间）、操作间、功能检查室 1、功能检查室 2、骨肿瘤治疗室、等候室、卫生间、服药后观察室 1、服药后观察室 2 以及放射性废水管道及通排风系统。

根据现场勘查、资料收集和医院交流调查，退役项目核医学科位于 9 号楼一层和二层，其中一层主要属于办公区和放免分析测定室，二层主要是核素诊疗区。本项目核医学科已于 2026 年 1 月正式停止运行，在 2026 年 1 月 9 日现场踏勘时，工作场所内的非密封放射性物质已全部使用完毕，白塔院区核医学科场所运行期间采取患者预约制，核医学科无剩余存放的放射性药品，1 枚放射源  $^{90}\text{Sr}$ （V 类放射源，用于敷贴治疗），暂存在二层源库的保险柜，1 枚放射源  $^{137}\text{Cs}$ （刻度/校准源），暂存在一层放射源存放室的保险柜。衰变池位于一层西侧，有两个容积相同（总容积  $15.38\text{m}^3$ ）的并联衰变池组成。根据医院提供资料及现场调查，核医学科未曾使用  $^{32}\text{P}$  核素， $^{131}\text{I}$  核素最后一次使用时间为 2026 年 1 月 5 日， $^{89}\text{Sr}$  核素最后一次使用时间为 2025 年 11 月 7 日， $^{125}\text{I}$  放射性粒籽源最后一次使用时间为 2025 年 12 月 10 日， $^{125}\text{I}$  粒籽源全部使用完毕（植入后剩余 10 颗已退回供货公司），目前无任何残留。

为严防放射性污染及意外事故发生，切实保障退役过程不对周边环境、工作人员及公众造成不良影响，本项目将对 9 号楼核医学科一、二层原有工作场所的所有房间及室内物品全面实施退役处理，并对遗留的全部放射性废物依法依规进行妥善处置。

2、退役前运行期场所非密封放射性物质使用情况

(1) 退役前辐射安全许可证审批的放射性核素和放射源使用情况统计

本项目白塔院区核医学科拟退役的非密封放射性物质工作场所情况详见表 1-1。

表 1-1 本项目拟退役非密封放射性物质工作场所情况一览表

| 序号 | 核素名称 | 日最大操作量（Bq） | 日等效最大操作量(Bq) | 年最大使用量（Bq） | 场所等级 | 工作场所 | 核医学科工作场所环评情况/验收情况 |
|----|------|------------|--------------|------------|------|------|-------------------|
|    |      |            |              |            |      |      |                   |

|   |                 |                  |                  |                  |                                                    |
|---|-----------------|------------------|------------------|------------------|----------------------------------------------------|
| 4 | $^{32}\text{P}$ | $1.85\text{E}+9$ | $1.85\text{E}+8$ | $1.8\text{E}+11$ | <div> <div>约旦哈希米王国</div> <div>约旦哈希米王国</div> </div> |
|---|-----------------|------------------|------------------|------------------|----------------------------------------------------|

本项目白塔院区核医学科拟退役的密封放射性物质工作场所情况详见表 1-2。

表 1-2 核医学科拟退役的密封放射性物质工作场所

| 核素 | 放射源用途 | 放射源类别 | 放射源编码 | 出厂日期 | 出厂活度 | 生产厂家 | 所在位置 | 核医学科工作场所环评情况/验收情况 |
|----|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------------------|
|    |       |       |       |      |      |      |      |                   |

### (2) 白塔院区核医学科原运行情况

①核素使用情况:

本项目拟退役 9 号楼核医学科使用  $^{131}\text{I}$  放射性核素进行甲亢治疗和甲吸测定；使用  $^{89}\text{Sr}$  放射性核素开展骨转移癌治疗；使用  $^{125}\text{I}$  粒籽源开展粒籽植入治疗；核医学科自申请后未曾使用  $^{32}\text{P}$  核素。

每天由专人对供药商送来的放射性药物进行核对交接，再由另一位工作人员进行复核，并对药物进行质控抽检；注射/服药时，对每位患者的药物注射/服药剂量、注射时间等进行登记记录。放射性药物使用登记表（摘录）见附件 8。

#### ②放射源使用情况：

核医学科使用 1 枚  $^{90}\text{Sr}$  密封放射源（V 类放射源），用于敷贴治疗，暂存于核医学科二层源库的保险柜。使用 1 枚放射源  $^{137}\text{Cs}$ （刻度/校准源），暂存在一层放射源存放室的保险柜。

#### ③辐射工作人员情况：

本项目拟退役核医学科涉及在岗辐射工作人员共 9 名，核医学科现有辐射工作人员均已通过辐射安全与防护考核，并取得考核成绩报告单（见附件 11），核医学科现有辐射工作人员均按要求佩戴了个人剂量计，开展了个人剂量检测，均组织进行了职业健康检查。

④辐射安全管理：核医学科已制定了《放射性同位素工作安全防护操作制度》、《核医学科工作制度》、《放射药品分源室工作制度》、《放射性药品采购登记制度》、《放射性药品、试剂、密封源使用管理制度》等相关制度。现有辐射工作人员均通过了国家核技术利用辐射安全与防护培训平台考核，成绩报告单在有效期内。

⑤场所年度监测：医院每年委托有资质单位对核医学科工作场所进行辐射监测（核医学科 2025 年度辐射环境监测报告详见附件 10），检测结果满足相关标准要求，辐射工作场所的防护状况良好。

⑥放射性废水：核医学科主要使用  $^{131}\text{I}$  治疗甲亢和甲测，使用  $^{89}\text{Sr}$  开展骨转移癌治疗，患者在施药前已如厕（医院提前告知患者），服药后短暂留观后直接离院，不会产生含  $^{131}\text{I}$ 、 $^{89}\text{Sr}$  放射性废水，衰变池中主要是清洗废水， $^{125}\text{I}$  粒籽源按需购买后直接植入患者体内，不产生放射性废水， $^{32}\text{P}$  放射性核素自申请后未使用，该场所放射性废水主要为清洁场所使用的含  $^{131}\text{I}$  废水。拟退役工作场所设有 2 个并联衰变池，容积为  $2 \times 7.69\text{m}^3$ ，总容积  $15.38\text{m}^3$ ，每池长 2.52m，宽 1.96m，高 1.55m。设置于核医学科一层西侧地下，核医学科工作场所运行过程中产生的放射性废水统一收集至衰变池暂存衰变，

满足清洁解控要求后排放。

⑦放射性废气：核医学科工作场所运行过程中产生的少量放射性废气通过设置独立排风系统，排风管道最终在核医学科楼顶排放，整个核医学科废气通过 1 个总排口排放，总排口设置了活性炭过滤器过滤废气，定期更换失效的活性炭过滤器，更换下来的过滤器按放射性固废进行收集、处理。

⑧放射性固体废物：核医学科工作场所运行过程中产生的放射性固体废物不同核素分类收集至不同放射性废物桶中，在放射性废物贮存间暂存衰变，对于含  $^{89}\text{Sr}$  废物衰变 10 个半衰期后、含  $^{131}\text{I}$  放射性废物暂存满 180 天后，经检测后作为一般医疗废物处置。

### (3) 拟退役核医学科停用后的现状情况调查

因乐山市人民医院白塔院区核医学科工作场所设施陈旧，原设计的平面流程布局已不满足最新的卫生管理要求，核医学科工作场所已于 2026 年 1 月 5 日正式停止运行。

根据调查，核医学科工作场所最后一次使用放射性核素时间为 2026 年 1 月 5 日，最后一次使用核素为  $^{131}\text{I}$ 。目前，核医学科仅一层的办公区域处于使用状态，用于辐射工作人员的学习和工作，该区域不涉及放射性核素和放射源；核医学科场所内涉放工作场所内各房间均为停止使用，封闭闲置状态，场所内所有物品（包括通风橱、注射台、铅屏风、铅废物桶、移动注射车、冰箱、铅罐、铅防护衣、放射性药物储存容器、放射性废物垃圾桶、通排风系统、排水系统、一般医疗废物桶等设备或物品）均未处置，封锁于各房间内；核医学科场所二层源库中的保险柜中存放 1 枚 V 类  $^{90}\text{Sr}$  敷贴放射源，核医学科场所一层放射源存放室内储源保险柜里存放有 1 枚 V 类  $^{137}\text{Cs}$  校准放射源，其余房间已无放射性药品贮存，无放射性废气产生，固体废物储存库内有少量（6kg）固体放射性废物贮存，衰变池有少量放射性废水贮存。

该场所停用后已采取了如下措施：

①封存核医学科工作场所的钥匙由专人负责保管，公众及其他医务工作人员无法进入该区域。

②核医学科辐射工作场所内各房间均为停止使用，封闭闲置状态，场所内所有物品（包括通风橱、注射台、铅屏风、铅废物桶、移动注射车、冰箱、铅罐、铅防护衣、放射性药物储存容器、放射性废物垃圾桶、通排风系统、排水系统、一般医疗废物桶等设备或物品）均未处置，封锁于各房间内。

③废水及底泥：衰变池有少量放射性废水贮存，经现场检测采样，衰变池中无底

泥存在。本次退役环评于 2026 年 03 月 09 日~03 月 10 日对拟退役的 1 个衰变池内废水（另外一个衰变池未存有废水）进行了采样监测，监测结果表明衰变池内废水水样总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）的限值要求（总 $\alpha$ 不大于 1Bq/L、总 $\beta$ 不大于 10Bq/L），说明衰变池内废水可以排入医院污水处理站处理，最终排入市政污水管网。

④放射性废气：本项目拟退役核医学科辐射工作场所已于 2026 年 1 月 5 日完全停用，整个核医学科场所中无放射性药品贮存，无放射性废气产生。

⑤放射性固废：注射标记间、分装室和铅罐室内有少量固体放射性废物贮存，放射性废物主要是含  $^{131}\text{I}$ 、 $^{89}\text{Sr}$  的一次性注射器、针头、手套、棉签、纸杯等，按核素的种类分别收集，每个废物袋上贴有核素名称、重量、废物产生起始日期、责任人员等信息标签，然后置于专用的铅废物桶内。截至 2026 年 4 月 29 日，含  $^{89}\text{Sr}$  放射性固体废物存放时间未达到 10 个半衰期（需存放 505.3 天）。

⑥放射源：核医学科场所二层源库中的保险柜中存放 1 枚 V 类  $^{90}\text{Sr}$  敷贴放射源，核医学科场所一层放射源存放室内储源保险柜里存放有 1 枚 V 类  $^{137}\text{Cs}$  校准放射源，目前已妥善保存在相应保险柜中。

⑦一般医疗废物：拟退役核医学科停止使用时，一般医疗废物采用垃圾桶收集，目前仍然存放于核医学科场所内。

### 3、退役范围和主要内容

根据医院规划，本次拟实施退役的范围包括：①拟退役核医学科工作场所及场所内的设备和物品，包括工作台、办公桌、洗手池及空调等各工作场所遗留的设备和用品；②拟退役衰变池、排水管道、通风橱及通排风系统等；③拟清洁解控放射性固体废物、衰变池内的放射性废水、底泥（经现场取样检查无底泥）。

本次退役的主要内容：

①拟退役场所内放射性药品、放射性废液、固体放射性废物等均得到妥善处置；

②拟退役场所内配套使用的通风橱、通排风系统、洗手池、上墙制度、及办公桌等设备或物品均须达到清洁解控要求后进行妥善处置。

③工作场所达到无限制开放要求。

根据乐山市人民医院提供的资料，在本项目退役工作正式实施前，该项目已于 2026 年 1 月停止运行，非密封放射性物质已全部使用完毕。2026 年 1 月 9 日现场踏

勘结果显示：白塔院区核医学科内无非密封放射性物质贮存，无放射性废气产生；放射性废水仍规范贮存于衰变池内；仅少量沾有  $^{89}\text{Sr}$  核素的固体废物贮存于废物间；场所内通风橱、门窗、吊顶及排风系统等设施大部分保持原有状态未拆除；原办公桌椅、柜子及卫生洁具等物品均未进行处置。根据医院计划，后期将室内相关物品搬迁后，通风系统、排水系统的相关管道设施等全部留存，然后将整个核医学科封闭封锁，不再使用该大楼，也不做其他用途。

表 1-3 拟退役核医学科工作场所内设备、设施清单

| 场所位置       | 场所名称 | 物资名称 | 数量 | 退役后的处置去向/方式 |
|------------|------|------|----|-------------|
| 放射工作场所相关（主 |      | 长凳   | 2  | 仅退役不搬迁      |

|  |     |     |   |             |
|--|-----|-----|---|-------------|
|  |     | 碎纸机 | 1 | 搬迁至高新院区核医学科 |
|  |     | 垃圾桶 | 1 | 搬迁至高新院区核医学科 |
|  | 会议室 | 会议桌 | 1 | 仅退役不搬迁      |

|  |  |         |   |             |
|--|--|---------|---|-------------|
|  |  | 垃圾桶     | 1 | 搬迁至高新院区核医学科 |
|  |  | 医疗废物垃圾桶 | 1 | 搬迁至高新院区核医学科 |
|  |  | —       |   |             |
|  |  |         |   |             |
|  |  |         |   |             |
|  |  |         |   |             |
|  |  |         |   |             |
|  |  |         |   |             |
|  |  |         |   |             |
|  |  |         |   |             |
|  |  |         |   |             |
|  |  |         |   |             |
|  |  |         |   |             |
|  |  |         |   |             |
|  |  |         |   |             |





表 1-4 本项目组成内容及环境问题

| 名称     | 退役内容及规模     | 可能产生的环境问题 |     |
|--------|-------------|-----------|-----|
|        |             | 退役中       | 退役后 |
| 主      |             |           |     |
| 辅      |             |           |     |
| 公      |             |           |     |
| 办公生活设施 | 工作人员办公室及设施。 | /         |     |

注：拟退役场所内现无非密封放射性物质贮存，无放射性废气产生。

5、退役组织及工作人员

本项目乙级非密封放射性物质工作场所退役工作领导小组由乐山市人民医院白塔院区核医学科辐射工作场所退役工作小组承担，由专职辐射安全负责人组织实施。本项目退役工作由副院长担任退役工作小组组长，核医学科主任和公共卫生科副科长担任副组长，配备 3 名辐射安全管理人员，均已在国家核技术利用辐射安全与防护培

训平台学习相关知识并报名参加考核，已取得成绩合格报告单。项目退役具体实施人员由核医学科、公共卫生科、医学装备科、建设管理科、安全保卫科、搬迁公司统筹执行。

6、退役工作计划

乐山市人民医院已于 2026 年开始实施本项目核医学科工作场所的退役安排，计划于 2026 年 10 月底完成退役工作。退役各阶段工作安排见表 1-5。

表 1-5 核医学科工作场所退役计划

| 阶段划分 | 工作内容 | 拟实施时间 | 计划结束时间 |
|------|------|-------|--------|
|      |      |       |        |
|      |      |       |        |
|      |      |       |        |
|      |      |       |        |

7、退役的工作内容

针对本项目退役对象，本次退役工作的主要内容为：

①退役前的准备工作，包括源项调查，编制退役方案等。

②对拟退役场所进行辐射环境现状监测，如该场所已达到国家相关标准，无须进一步去污，场所内遗留的设备和用品等可作为普通物品继续使用或处置；如有污染，应做有效去污处理直至达到污染解控水平。

③如需去污，在去污完成后，应妥善收集去污过程中产生的放射性废物、废液，由专人置于容器（容器材质为铅罐）中送有相关资质的单位进行处理。

④环评编制单位对拟退役场所进行辐射环境影响评价，出具环境影响评价报告表。

⑤向审管部门申请该场所为“达到无限制开放的要求”的场所，完成退役。

8、本项目评价目的

（1）在乙级非密封放射性物质工作场所退役前对该工作场所的辐射环境进行监测，掌握其现状水平，如有部分污染的，根据监测结果进行必要的去污。

(2) 评价乙级非密封放射性物质工作场所的退役方案，判断拟采取的各项辐射防护措施是否得当，针对发现的不合理项或存在的问题提出完善意见。

(3) 评价乙级非密封放射性物质工作场所退役过程中项目单位采取的辐射应急措施是否得当，能否有效防止辐射事故的发生。

(4) 评价乙级非密封放射性物质工作场所退役过程对职业人员、公众人员及对周围环境带来的影响。

(5) 评价乙级非密封放射性物质工作场所退役后，该场所能否达到无限制开放或利用的要求。

(6) 为乐山市人民医院的退役实施提供技术支持，为生态环境主管部门的管理提供依据。

## 9、核医学科退役目标

本项目核医学科整个场所退役完成后，达到无限制开放的目标，该场所内的设备和用品等可以作为普通物品进行处置，放射性废物均得到妥善处置。

## 五、实践正当性

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”要求，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。

本项目为乙级非密封放射性物质工作场所退役，本项目的实施是为了防止放射性污染物对周围环境及公众的危害，确保环境安全，本项目的实施所带来的社会效益远大于其处置过程中的危害。因此，本项目实施所带来的利益是大于所付出的代价的，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”原则与要求。

## 七、项目周边保护目标以及场址情况

本项目拟退役场址位于乐山市人民医院白塔院区（项目地理位置见附图1），从周边外环境关系可知，乐山市人民医院白塔院区周边主要为居民住宅和市政道路，周边无自然保护区等生态环境保护目标。

医院核医学科所在区域外环境关系：本项目核医学科位于白塔院区9号楼一层和二层，核医学科区域的东侧为院外进修宿舍，南侧为核医学科楼与食堂及连廊、停车

根据本次辐射环境现状监测结果可知，本项目拟退役场址中核医学楼二层药品分装室内手套箱外表面的 $\beta$ 表面污染水平为  $1.12\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，核医学楼二层废物储存间的 Sr-89 垃圾桶表面的 $\beta$ 表面污染水平为  $2.04\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，以上 2 个位置的表面污染水平尚不能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中清洁解控水平（ $\beta \leq 0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ），需要进一步去污后方可满足无限制开放使用的要求，其他设施和区域均已满足清洁解控要求，本项目辐射环境保护目标为退役工作实施人员和周围公众。

### 1、医院原有项目辐射安全许可证情况

乐山市人民医院现已开展核技术利用项目，且已取得辐射安全许可证，编号为“川环辐证[00303]”，种类和范围为“使用Ⅲ类、Ⅴ类放射源；使用Ⅱ类、Ⅲ射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所”。有效期至：2031年04月12日。辐射安全许可证正副本见附件3。

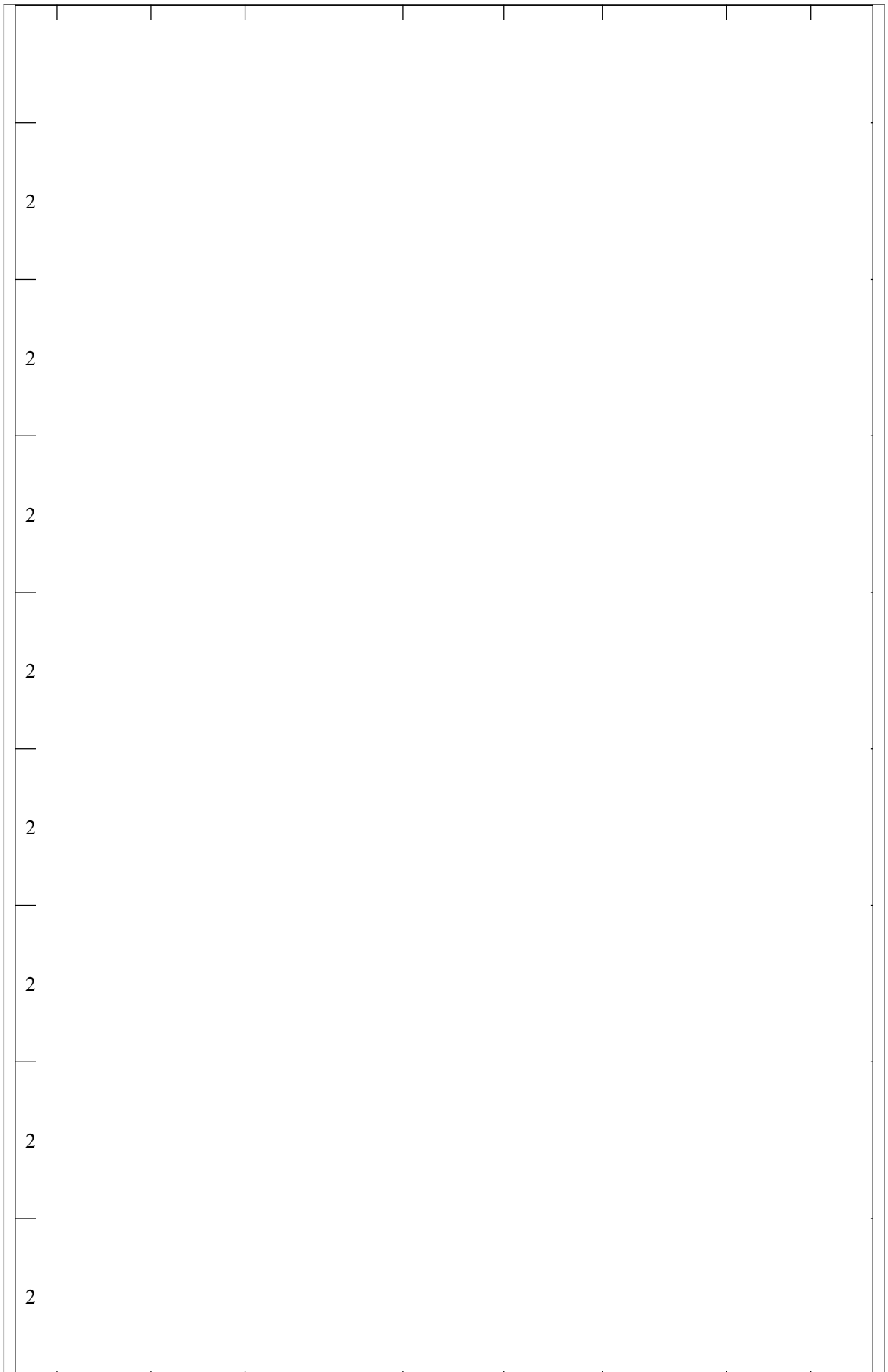
表 1-6 乐山市人民医院辐射安全许可证登记的现有核技术利用项目一览表

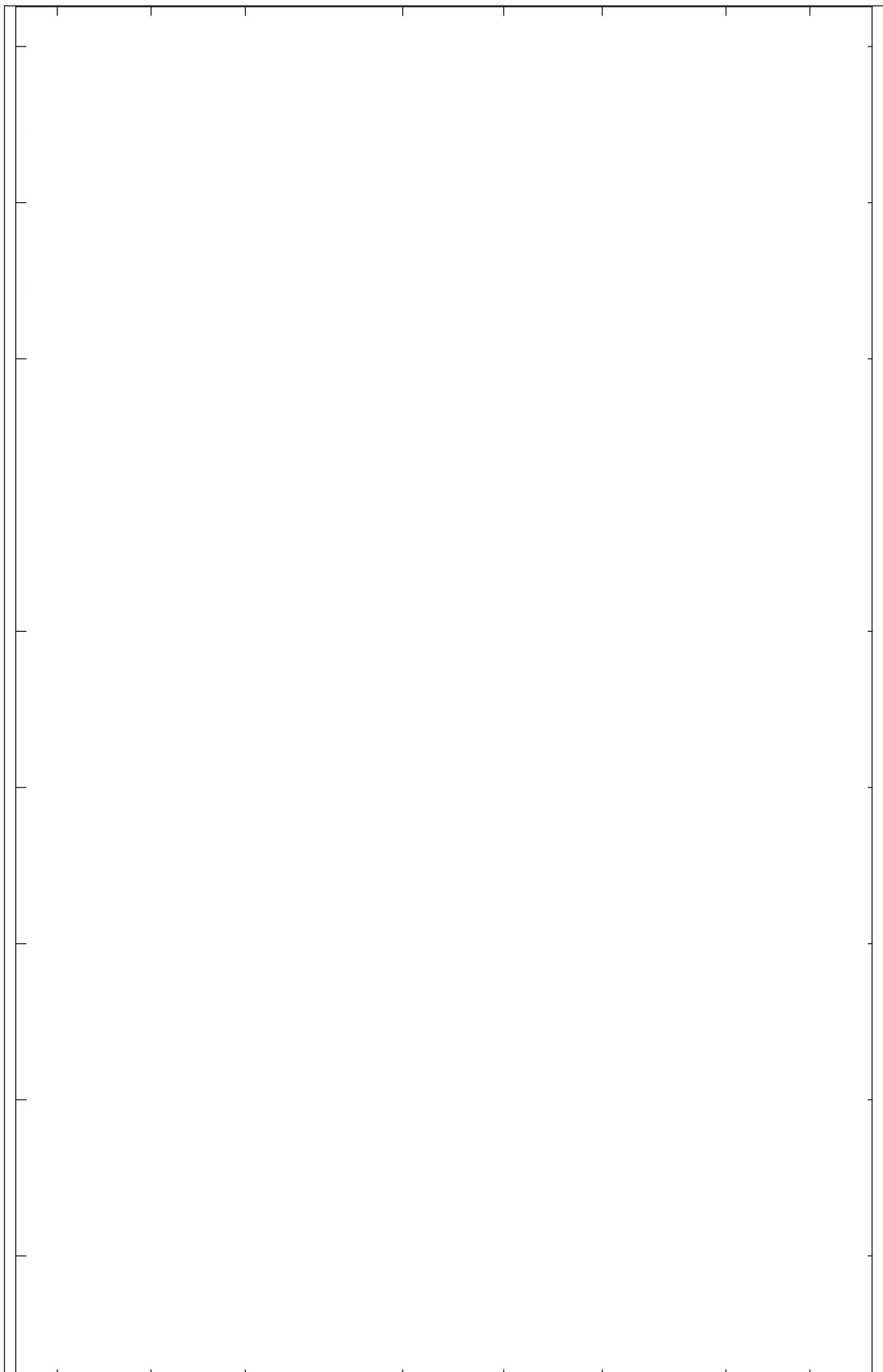
[illegible]

|  |  |  |  |  |        |  |  |   |    |
|--|--|--|--|--|--------|--|--|---|----|
|  |  |  |  |  |        |  |  |   | 物库 |
|  |  |  |  |  | 城南症区放痧 |  |  | 已 |    |
|  |  |  |  |  |        |  |  |   | 收  |
|  |  |  |  |  |        |  |  |   |    |
|  |  |  |  |  |        |  |  |   |    |
|  |  |  |  |  |        |  |  |   | 主  |
|  |  |  |  |  |        |  |  |   |    |
|  |  |  |  |  |        |  |  |   |    |
|  |  |  |  |  |        |  |  |   | 目  |
|  |  |  |  |  |        |  |  |   | 核  |
|  |  |  |  |  |        |  |  |   |    |
|  |  |  |  |  |        |  |  |   |    |
|  |  |  |  |  |        |  |  |   | 可  |
|  |  |  |  |  |        |  |  |   | 况  |
|  |  |  |  |  |        |  |  |   | 许  |
|  |  |  |  |  |        |  |  |   | 上  |
|  |  |  |  |  |        |  |  |   | 正  |
|  |  |  |  |  |        |  |  |   | 许  |
|  |  |  |  |  |        |  |  |   | 上  |
|  |  |  |  |  |        |  |  |   | 正  |
|  |  |  |  |  |        |  |  |   | 许  |
|  |  |  |  |  |        |  |  |   | 上  |
|  |  |  |  |  |        |  |  |   | 正  |

|    |      |  |  |  |  |       |  |  |
|----|------|--|--|--|--|-------|--|--|
| 4  | X 射线 |  |  |  |  | 白塔街院区 |  |  |
| 5  |      |  |  |  |  |       |  |  |
| 6  |      |  |  |  |  |       |  |  |
| 7  |      |  |  |  |  |       |  |  |
| 8  |      |  |  |  |  |       |  |  |
| 9  |      |  |  |  |  |       |  |  |
| 10 |      |  |  |  |  |       |  |  |
| 11 |      |  |  |  |  |       |  |  |
| 12 |      |  |  |  |  |       |  |  |

|   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |





验收手续，环保手续齐备。

## 2、医院核技术利用其他情况

（1）依据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。乐山市人民医院已编制《2025 年度四川省核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》并上交发证机关（已按时登录全国核技术利用辐射安全申报系统 <http://rr.mee.gov.cn/rsmsreq/login.jsp> 在单位信息维护界面完成了年度报告上传工作）。

（2）医院有专人负责个人剂量档案管理工作。医院为每一名辐射工作人员配备了个人剂量计，委托了天津瑞丹辐射检测评估有限责任公司进行个人剂量检测工作，医院提供了全院 2025 年第 1 季度至 2025 年第 4 季度连续四个季度个人剂量检测报告，未发现个每季度人剂量数据超标情况。

（3）根据原环保部 18 号令和四川省生态环境厅关于印发《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025 年版）》（川环函〔2025〕616 号）的通知要求，医院在 2025 年委托了浙江亿达检测技术有限公司对医院在用 II 类、III 类 X 射线装置和核医

学科开展了 2025 年度辐射环境现状监测。在监测结果中，未发现屏蔽体外 0.3m 处 X- $\gamma$ 辐射剂量当量率超过 2.5 $\mu$ Sv/h 的情况；在辐射工作场所表面污染监测中，未发现工作场所 $\alpha$ 表面污染水平超过国家标准限值（控制区 4Bq/cm<sup>2</sup>，监督区 0.4Bq/cm<sup>2</sup>），未发现工作场所 $\beta$ 表面污染水平超过国家标准限值（控制区 40Bq/cm<sup>2</sup>，监督区 4Bq/cm<sup>2</sup>）的情况。

（4）医院目前从事 II 类射线装置、核医学科和辐射安全管理工作岗位的工作人员均已在生态环境主管部门组织的辐射安全与防护考核，取得了辐射安全与防护考核成绩合格单，其余从事操作 III 类射线装置的辐射工作人员均已通过了医院自主组织的辐射安全与防护考核。**特别提醒：**对于医院新进的辐射工作人员，根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》、《关于进一步优化辐射安全考核的公告》的相关规定，对于仅从事 III 类射线装置活动的辐射工作人员和管理人员，医院应尽快组织其参加培训和考核，并将考核记录存档，考核通过才能上岗；对于从事 II 类射线装置、其他辐射源及装置活动的辐射工作人员及管理人员应尽快在国家核技术利用辐射安全与防护学习平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习辐射安全与防护知识并通过考核，考核成绩有效期为五年，到期前应再次通过考核。

（5）医院具有污水处理站、指定的垃圾集中收集点和衰变池等环境设施。医院医疗废水和生活污水经过医院现有污水处理站预处理后，达标排放到市政污水管网，进入乐山市污水处理站处理；生活垃圾通过集中收集后，统一由环卫拖运到指定的地方进行集中处理，医疗废弃物由有资质的单位进行回收处理；衰变池废水经过衰变处理后，排入医院现有的污水处理站进行处理。

## 九、安全责任和质量保证

### （1）法规依据

《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第 449 号令）第三十三条明确要求：“使用 I 类、II 类、III 类放射源的场所和生产放射性同位素的场所，以及终结运行后产生放射性污染的射线装置，应当依法实施退役。”

### （2）退役项目单位责任

医院承担全部安全责任，确保环境辐射安全，妥善实施退役及辐射环境终态监测，开展自主终态验收；终态验收合格后，及时申请办理辐射安全许可证变更手续。

### （3）退役过程中的质量保证措施

为确保退役工作全流程符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）、《医疗、工业、农业、研究和教学中产生的放射性废物管理》（HAD 401/16-2023）；《核技术利用放射性废物最小化》（HAD 401/11-2020）等标准，从“人员、设备、流程、监测、文件”五个维度建立质量保证体系：

#### 1) 人员资质与培训保障

辐射工作人员：医院成立了乐山市人民医院白塔院区核医学科辐射工作场所退役工作小组，由医院领导（副院长）全面把控，确保参与本次退役项目的辐射工作人员符合相关资质。

第三方人员：监测单位持有 CMA 资质，检测人员持证上岗；施工和搬迁单位人员需经医院核医学科培训后具有一定的辐射安全防护知识后方可上岗。

#### 2) 设备与用品质量控制

所有用于退役监测的设备需在检定有效期内，设备处于正常状态（如电池电量、计数稳定性）。

#### 3) 退役流程质量控制

根据源项调查分析，确定退役方案。医院根据退役方案，在正式退役搬运前，委托有资质单位对拟搬运物品（如铅罐、通风橱）进行表面污染检测，记录数据并签字确认，如发现不达标物品，须先去污。拆除过程中，需对隐蔽部位拆除的管道内壁用脱脂棉擦拭取样，检测达标后方可作为普通废物处置。放射性固体废物（如废活性炭、底泥）须单独暂存于专用库房，记录暂存时间和核素种类；达到清洁解控后，作为医疗废物由有资质单位收运，并留存转移联单。终态监测须委托第三方监测单位按《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）进行开展。医院组织专家、环评单位、监测单位开展自主验收，核查“三同时”落实情况（环保措施与退役工程同步实施）和质量保证措施执行情况，形成《自主验收意见》；验收合格后，在全国建设项目竣工环境保护验收信息系统备案，并公开验收报告。

#### 4) 文件与记录管理

建立退役专项档案，包含：环评文件及批复、退役方案及评审意见、监测报告（现状+终态）、放射性废物转移联单、人员培训记录、设备校准证书、自主验收资料等。档案由公共卫生科室专人管理，保存期限不少于 30 年（符合放射性污染防治档案管

理要求)。所有记录(如《表面污染监测记录表》《放射性废物暂存台账》《搬运物品清单》)需填写完整、签字确认。电子记录(如监测数据、验收公示截图)需备份存储,防止数据丢失。

#### 5) 应急与监督保障

医院已成立了放射防护与辐射安全管理委员会,全面把控辐射安全应急管理工作,同时由专门成立的“乐山市人民医院白塔院区核医学科辐射工作场所退役工作小组”做为退役主体统筹领导退役项目中的辐射安全,全面负责执行辐射事故的应急处置工作;同时退役项目全程主动接受四川省生态环境厅、乐山市生态环境局的监督检查,及时提供退役进展资料;环评报告全文在医院官网公示,保障公众知情权与监督权。

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 | 原使用场所 | 原贮存方式与地点 | 备注 |
|----|------|--------------------|----|------|----|-------|----------|----|
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
|    |      |                    |    |      |    |       |          |    |
| </ |      |                    |    |      |    |       |          |    |

(二) 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<br>(kV) | 最大管电流<br>(mA) | 用途 | 原工作场所 | 备注 |
|----|----|----|----|----|---------------|---------------|----|-------|----|
| /  | /  | /  | /  | /  | /             | /             | /  | /     | /  |

(三) 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 | 型号 | 最大管电压<br>(kV) | 最大靶电流<br>(uA) | 中子强度<br>(n/s) | 用途 | 工作场所 | 氚靶情况    |      |    | 备注 |
|----|----|----|----|---------------|---------------|---------------|----|------|---------|------|----|----|
|    |    |    |    |               |               |               |    |      | 活度 (Bq) | 贮存方式 | 数量 |    |
| /  | /  | /  | /  | /             | /             | /             | /  | /    | /       | /    | /  | /  |

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

| 名称           | 状态 | 核素<br>名称 | 活度 | 月排<br>放量 | 年排<br>放总<br>量 | 排放口<br>浓度 | 暂存<br>情况 | 最终去向 |
|--------------|----|----------|----|----------|---------------|-----------|----------|------|
| 针管、棉签、眼药瓶、纸巾 |    |          |    |          |               |           | 在废物暂存间中  |      |
| 残存池、衰变人      |    |          |    |          |               |           |          |      |

|      |  |  |  |  |  |  |                       |
|------|--|--|--|--|--|--|-----------------------|
|      |  |  |  |  |  |  | 防护用品符合解控要求后，按照医疗废物处理。 |
| 放射物质 |  |  |  |  |  |  | 截至 2026 年 5 月 高活度油的放  |
|      |  |  |  |  |  |  |                       |
|      |  |  |  |  |  |  |                       |

注：1、常规废物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固态为 mg/kg，气态为 mg/m<sup>3</sup>；年排放总量用 kg。  
2、含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）

表 6 评价依据

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 法规文件 | <p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(中华人民共和国主席令第九号, 2014年4月24日修订);</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日修正);</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) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2020年4月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第十七次会议第二次修订);</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院第449号令, 2005年12月1日起实施, 2019年3月2日第二次修订);</p> <p>(6) 《四川省辐射污染防治条例》(四川省十二届人大常委会第24次会议通过, 2016年6月1日起施行);</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(生态环境部令第20号第四次修订, 自2021年1月4日起施行);</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》, 环保部令第18号, 2011年5月1日起施行;</p> <p>(9) 《建设项目环境保护管理条例》(国务院令第682号, 2017年10月1日实施);</p> <p>(10) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021年版)》(生态环境部令第16号, 2021年1月1日起施行);</p> <p>(11) 《放射性废物安全管理条例》(中华人民共和国国务院令第612号, 2012年3月1日起施行);</p> <p>(12) 《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》(生态环境部令第9号, 2019年11月1日起施行);</p> <p>(13) 《关于发布&lt;建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法&gt;配套文件的公告》, 生态环境部, 公告2019年第38号, 2019年11月1日起施行。</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>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 技术标准 | <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)；</p> <p>(3) 《环境<math>\gamma</math>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) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)；</p> <p>(6) 《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020)；</p> <p>(7) 《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)；</p> <p>(8) 《放射性废物管理规定》(GB 14500-2002)；</p> <p>(9) 《医疗机构水污染物排放标准》(GB 18466-2005)；</p> <p>(10) 《表面污染测定第一部分：<math>\beta</math>发射体(<math>E_{\beta\max}</math> 0.15MeV)和<math>\alpha</math>发射体》(GB/T 14056.1-2008)；</p> <p>(11) 《低、中水平放射性固体废物暂时贮存规定》(GB 11928-1989)；</p> <p>(12) 《放射工作人员健康要求及监护规范》(GBZ 98-2020)；</p> <p>(13) 《核技术利用设施退役》(HAD 401/14-2021)；</p> <p>(14) 《医疗、工业、农业、研究和教学中产生的放射性废物管理》(HAD 401/16-2023)；</p> <p>(15) 《核技术利用放射性废物最小化》(HAD 401/11-2020)。</p> |
| 其他   | <p>(1) 四川省生态环境厅关于印发《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引(2025年版)》(川环函〔2025〕616号)；</p> <p>(2) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部，公告2019年第39号，2019年11月1日起启用；</p> <p>(3) 关于发布《放射性废物分类》的公告，环境保护部、工业和信息化部、国防科工局公告，公告2017年第65号，自2018年1月1日起施行；</p> <p>(4) 《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》国家环保总局，环发[2006]145号，2006年9月26日起施行；</p> <p>(5) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》(环办辐射函[2016]430号)，2016年3月7日起施行；</p> <p>(6) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部，公告2019年第57号，2020年1月1日起施行；</p> <p>(7) 四川省生态环境厅发布的《2024年四川省生态环境状况公报》；</p> <p>(8) 建设单位提供的相关资料。</p>                                                                                                                                                                                                                             |

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据本项目的特点并参照《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）中“核技术利用建设项目环境影响评价报告书的评价范围和保护目标的选取原则：“放射性药物生产及其他非密封放射性物质工作场所项目评价范围，甲级取半径 500m 的范围，乙级取半径 50m 的范围””，确定本项目评价范围为核医学科所在 9 号楼的实体墙体外周边 50m 范围内，详见附图 3。

保护目标

本项目涉及白塔院区 9 号楼核医学科工作场所退役。范围为该场所内及建筑实体边界外 50m 的区域。退役时，核医学科周围主要是核医学科辐射工作人员、退役工作实施人员及周围停留的公众。结合本项目特点，保护目标为 9 号楼核医学科辐射工作场所内，X-γ辐射剂量率超过 2.5μSv/h，β表面污染水平超过国家标准限值（控制区 40Bq/cm<sup>2</sup>，监督区 4Bq/cm<sup>2</sup>）的区域内的相关人员。根据辐射工作场所辐射环境现状监测报告可知，9 号楼核医学科非密封放射性物质工作场所 X-γ辐射剂量率均属于正常

## 评价标准

### 1、环境质量及污染物排放的执行标准

#### （1）环境质量控制标准

环境空气质量执行国家《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准；地表水环境质量执行国家《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准；

声环境质量执行国家《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类声功能区环境噪声限值。

#### （2）污染物排放标准

大气污染物：《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中的二级标准；水污染物：《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）预处理排放相关标准。

（3）噪声：施工期执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；

（4）固废：一般非放射性固体废物执行《四川省固体废物污染环境防治条例》；医疗废物执行医疗废物处理处置污染控制标准（GB39707-2020）；放射性固体废物执行《核技术利用放射性废物最小化》（核安全导则 HAD401/11-2020）、《放射性废物管理规定》（GB14500-2002）。

### 2、电离辐射剂量限值和剂量约束值

（1）电离辐射相关要求执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）。

（2）职业照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.2.1 条的规定，对任何工作人员，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总

有效剂量不超过由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯平均）20mSv。

（3）公众照射：第 B1.2.1 条的规定，实践使公众中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年有效剂量 1mSv。

（4）根据《核医学辐射安全与防护要求》（HJ 1188-2021）从事核医学的工作人员职业照射和公众照射的剂量约束值应符合如下要求：

①一般情况，职业照射的剂量约束值不超过 5mSv/a；

②公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。

### 3、清洁解控水平

依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）：

4.2.5.1 已通知或已获准实践中的源（包括位置、材料和物品），如果符合审管部门规定的清洁解控水平，则经审管部门认可，可以不再遵循本标准的要求，即可以将其解控。

4.2.5.2 除非审管部门另有规定，否则清洁解控水平的确定应考虑本标准附录 A（标准的附录）所规定的豁免准则，并且所定出的清洁解控水平不应高于本标准附录 A（标准的附录）中规定的据该附录规定的准则所建立的豁免水平。

### 4、表面污染控制值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 B2 表面污染控制水平：“工作场所中的某些设备与用品，经去污使其污染水平降低到表 B11 中所列设备类的控制水平的五十分之一以下时，经审管部门或审管部门授权的部门确认同意后，可当作普通物品使用”。

本项目核医学科的表面污染为 $\beta$ 放射性物质，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）表 B11 中 $\beta$ 放射性物质的表面污染控制水平，其中工作台、设备、墙壁、地面的 $\beta$ 放射性表面污染控制区水平为 4Bq/cm<sup>2</sup>，工作服、手套、工作鞋的 $\beta$ 放射性表面污染控制区水平为 4Bq/cm<sup>2</sup>，本次取其控制区水平的五十分之一，做为本项目非密封放射性物质表面污染的控制水平。

综上所述，确定本项目医院内核医学科工作场所控制区工作台、设备、墙壁、地面的 $\beta$ 放射性表面放射性污染为解控水平为 0.8Bq/cm<sup>2</sup>，场所监督区及工作服、手套、工作鞋的 $\beta$ 放射性表面放射为性污染解控水平为 0.08Bq/cm<sup>2</sup>时可作为普通物品使用，

即达到清洁解控水平。

5、放射性废物处理规定

依据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）：

7.2.3 固体放射性废物处理

7.2.3.1 固体放射性废物暂存时间满足下列要求的，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， $\alpha$ 表面污染小于  $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 $\beta$ 表面污染小于  $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$  的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理：

- a)所含核素半衰期小于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过 30 天；
- b)所含核素半衰期大于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过核素最长半衰期的 10 倍；
- c)含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天。

7.2.3.2 不能解控的放射性固体废物应该按照放射性废物处理的相关规定予以收集、整备，并送交有资质的单位处理。放射性废物包装体外的表面剂量率应不超过  $0.1\text{mSv}/\text{h}$ ，表面污染水平对 $\beta$ 和 $\gamma$ 发射体以及低毒性 $\alpha$ 发射体应小于  $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、其他 $\alpha$ 发射体应小于  $0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。

7.2.3.3 固体放射性废物的存储和处理应安排专人负责，并建立废物存储和处理台账，详细记录放射性废物的核素名称、重量、废物产生起始日期、责任人员、出库时间和监测结果等信息。

依据《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）：

8.8 每袋废物的表面剂量率应不超过  $0.1\text{mSv}/\text{h}$ ，质量不超过 20kg；

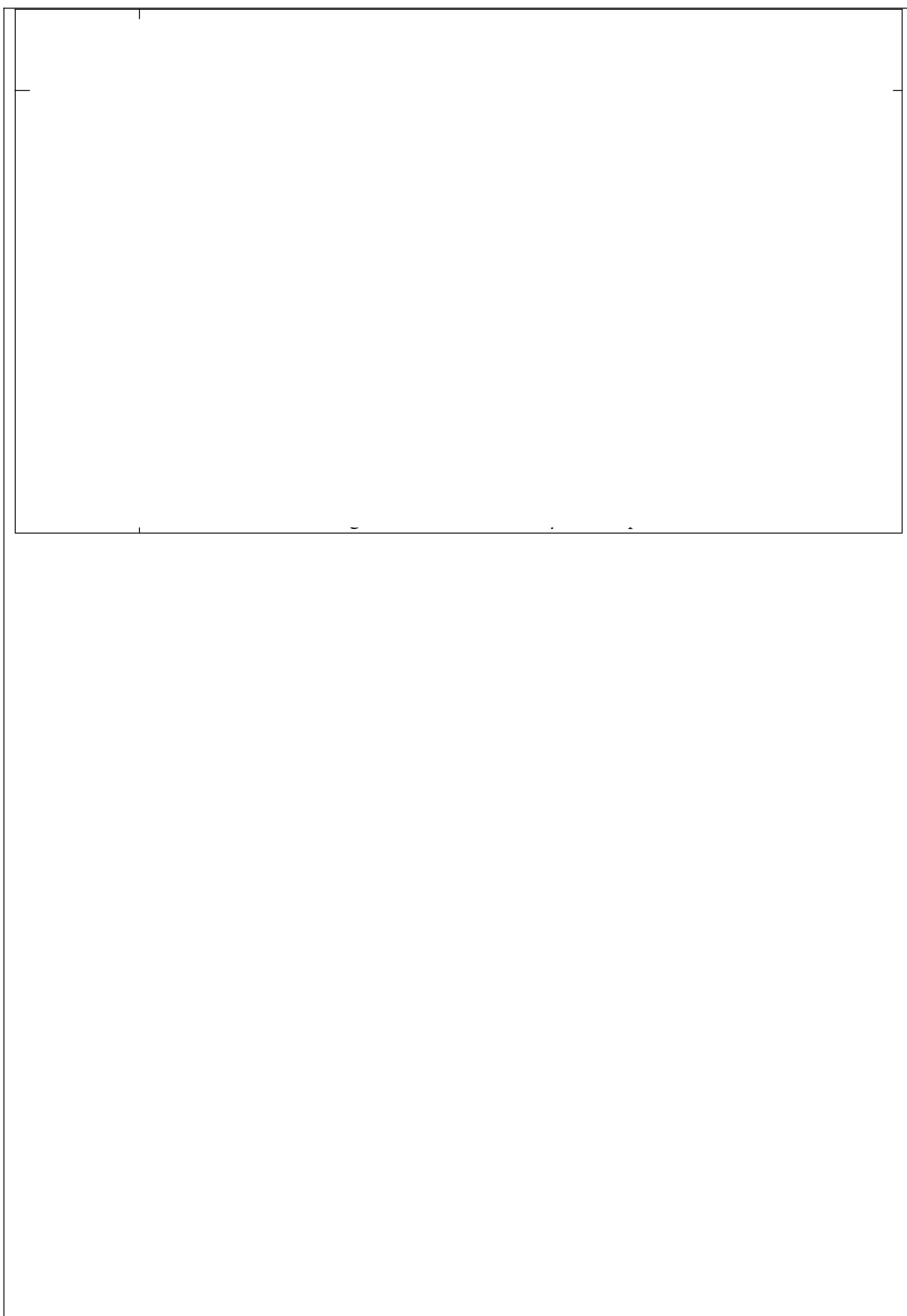
8.11 废物包装体外表面的污染控制水平： $\beta < 0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。

综上，本退役项目放射性固体废物所执行标准为：每袋废物的表面剂量率  $\leq 0.1\text{mSv}/\text{h}$ ，重量  $\leq 20\text{kg}$ ；废物包装外表面： $\beta < 0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。

6、本次核技术利用退役项目限值要求汇总

表 7-2 本项目限值要求

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|



### 表 8 退役源项调查

## 项目平面布局和辐射现状

## 一、项目地理和场所位置

## 1、乐山市人民医院白塔院区外环境关系

本项目位于乐山市市中区白塔街 238 号乐山市人民医院白塔院区（项目地理位置见附图 1）。乐山市人民医院白塔院区东侧为乐山职业技术学院校园内，南侧外依次为白塔街及白塔街社区，西侧外为金街和乐山师范附小的体育场，北侧外为居民楼和后山宿舍。乐山市人民医院白塔院区总平面图和评价范围示意图见附图 2。

## 2、白塔院区核医学科外环境关系

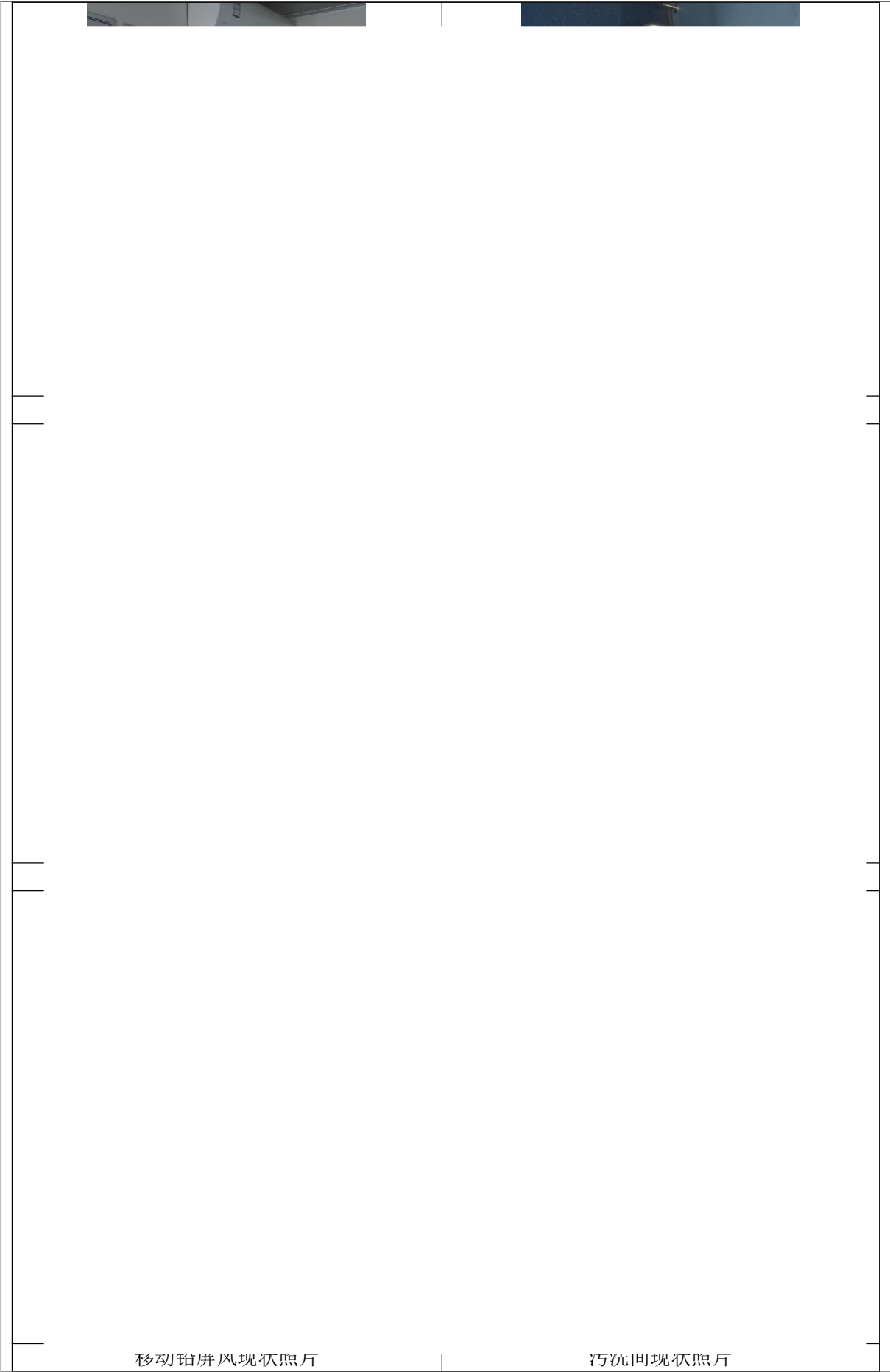
本项目核医学科位于乐山市人民医院白塔院区 9 号楼（共三层，无地下层）一层和二层，在 50m 范围内，其东侧约 47m 为进修宿舍；南侧约 36m 为核医学科楼与食堂及连廊，50m 范围内为院内停车区；西南侧约 50m 为综合住院大楼，西侧 50m 为锅炉房，北侧约 50m 为乐山市人民医院生活区，核医学科楼上 3m 为司机和外包服务人员办公区。白塔院区核医学科外环境示意图见附图 3。

该退役场所已于 2026 年 1 月停止工作，停止运行期间，对所有场所上锁进行封闭管理，核医学科平面布局图见附图 4。所有的非密封放射性物质工作场所内的物品及设施均未处置，走廊有监督区，控制区的标牌；各功能室门上有“当心电离辐射”警告标志，墙体挂有相关辐射安全管理制度；废物间内有约 6kg 固体废物，源库和废物储存间外设有防盗门。核医学科现状如表 8-1 所示，其周边环境现状拍摄照片。

表 8-1 本项目退役场所现状一览表

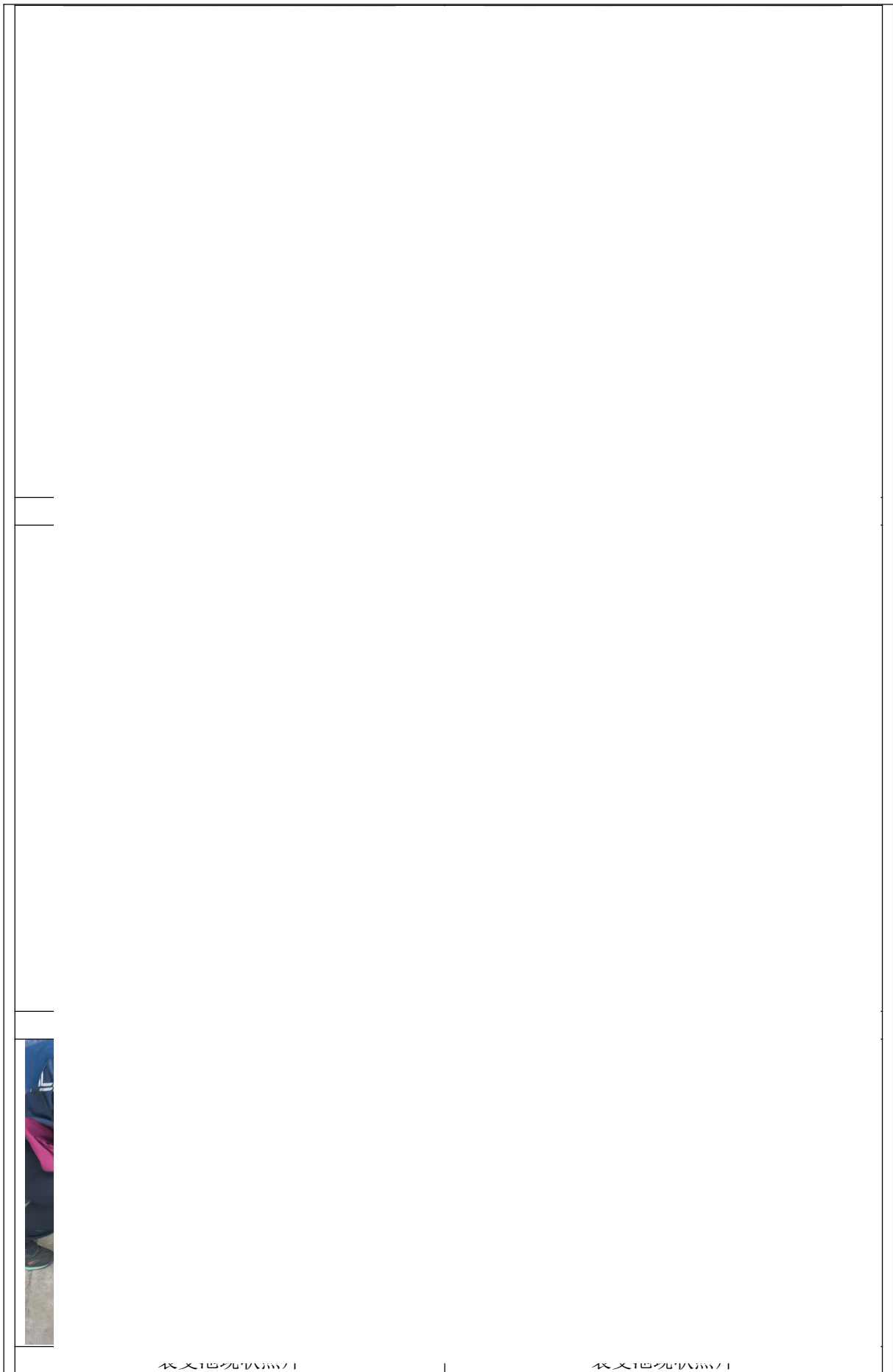
[illegible]





移动铅井风现状照片

污沉间现状照片



伏文世親代為

伏文世親代為

## 二、放射性三废处置情况

经现场勘查，核医学科目前已无任何放射性药品留存，据调查了解，核医学科采用预约制，单次使用的药品均按需订购，每次均无任何多余放射性药品留存。

### （1）放射性废气

经现场勘查，本项目核医学科活性室内设有一套通风橱，设置有独立排风管道，穿越吊顶后与其他功能房间共同通过一套机械排风系统，经楼顶排风口集中排放。经现场踏勘，上述通风橱、机械排风管道及过滤净化系统均处于待拆除和待处理状态。核医学科工作场所于 2026 年 1 月 5 日已全面停止使用核素，工作场所内无剩余存放的非密封放射性核素，退役程中，不会有放射性废气产生。

### （2）放射性废水

据调查了解，核医学科病人几乎不在核医学科室内排便，在预约前已提前进行告知，因此衰变池主要是清洗废水。通过医院提供的资料和现场踏勘可知，废水相关设施依托核医学科已建污水立管和室外污水管网，进入衰变池，该衰变池位于核医学科一层西侧，靠近医院污水处理站。通过现场踏勘，核医学科现有 2 个并联放射性废水衰变池，容积为  $2 \times 7.69\text{m}^3$ ，总容积  $15.38\text{m}^3$ ，每池长 2.52m，宽 1.96m，高 1.55m。其中 2#衰变池为空置衰变池，未存在放射性废水。该场所衰变池自 2026 年 1 月全面停止使用（清洁、日常工作开展均未使用），2026 年 1 月最后一次产生的放射性废水统一收集于衰变池，由四川科正检测技术有限公司于 2026 年 03 月 09 日~03 月 10 日进行取样监测（监测报告见附件 6），经监测达标（总 $\alpha$ 排放标准  $1\text{Bq/L}$ 、总 $\beta$ 排放标准  $10\text{Bq/L}$ ），目前衰变池中的放射性废水仍然留存在衰变池内，尚未进行排放。本项目拟退役核医学科非密封放射性物质工作场所各项监测结果均满足评价标准中相关要求，场所内遗留的物品和设备满足清洁解控要求，退役实施过程中对于可能涉及放射性污染的区域采用擦拭去污，不使用水冲洗，因此，在本项目退役实施过程中无放射性废水产生。

### （3）放射性废物

根据现场踏勘，目前核医学科工作场所所有放射性固废存放在二层废物储存间内，共有 6kg。

①该场所自 2026 年 1 月 5 日全面停止使用以来，放射性固废如一次性注射器、针头、棉签、手套、口杯、擦拭物等，按核素分类收集至不同放射性废物桶中，统一

收集置于一层固体废物储存库和二层废物储存间内进行暂存衰变，最后一次产生的放射性废物于 2026 年 1 月 5 日收集暂存超过 65 天后，于 2026 年 03 月 09 日由四川科正检测技术有限公司进行了监测，监测结果显示辐射剂量率处于环境本底水平达标，但含有标记为 Sr-89 垃圾桶的 $\beta$ 表面污染检测结果为  $2.04\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，手套箱外表面的 $\beta$ 表面污染水平为  $1.12\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，大于  $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，表明该废物垃圾桶、手套箱外存在放射性污染。目前有放射性固废暂存于 Sr-89 垃圾桶内，其中含  $^{89}\text{Sr}$  固体废物暂存未满 10 个半衰期（暂存未达到 505.3d），其余核素固体废物经监测达到清洁解控要求后，作为一般医疗废物处置；退役实施过程中拟将原有遗留的含  $^{89}\text{Sr}$  放射性废物铅废物桶全部转移至二层废物储存间内封存，待存放时间达到 10 个半衰期后并经监测满足清洁解控要求后，作为一般医疗废物处置；对于退役过程中产生的放射性废物（如去污产生的放射性废物），收集后用医疗废物收集袋包装后暂存于放射性铅废物桶内，铅废物桶存放于铅罐室内封存，待存放时间达到 10 个半衰期后并经监测满足清洁解控要求后，作为一般医疗废物处置。

退役实施过程中，如发现有污染（如对排风管道等隐蔽工程退役时），去污过程会产生少量的废抹布、拖布、手套，以及可能需采用刮、磨、削等去污操作过程中产生的少量废材料、剥离物等，均作为放射性废物处理。放射性废物均由废物收集袋包装后存放于放射性铅废物桶内，铅废物桶暂存于二层废物储存间内封存，待衰变 10 个半衰期（考虑半衰期最长的  $^{89}\text{Sr}$ ）时间后，并经监测满足清洁解控要求后，作为一般医疗废物处置。

#### （4）放射源处置

核医学科一层放射源存放室的保险柜里存放 1 枚 V 类密封放射源（ $^{137}\text{Cs}$ ）和核医学科二层内源库的保险柜里存放 1 枚 V 类密封放射源（ $^{90}\text{Sr}$  敷贴源）。本项目退役实施的过程中对拟退役核医学科二层源库内 1 枚  $^{90}\text{Sr}$  敷贴源（V 类密封放射源）搬迁至高新院区新建的核医学科储源室内暂存；拟将核医学科一层放射源存放室内的 1 枚  $^{137}\text{Cs}$  刻度校准源（V 类密封放射源）进行报废处置， $^{137}\text{Cs}$  放射源停用后，医院应立即向乐山市生态环境局报告，并将该放射源暂存于核医学科一层放射源存放室封存，实行双人双锁、24 小时监控管理，同时，委托四川省辐射环境管理监测中心站开展监测，并按相关要求送往城市放射性废物库收贮。

### 三、环境现状调查与分析

本项目为乙级非密封放射性物质工作场所退役项目，不涉及建构筑物拆除，在退役工程中，对环境空气、地表水和声环境影响均较小，主要环境影响为退役过程中的辐射影响。因此本次主要对退役场所及周围的辐射环境（包括相邻的本项目工作人员办公场所、评价范围内周围环境保护目标）进行现状监测评价。

通过医院所提供的反馈可知， $^{89}\text{Sr}$  和  $^{131}\text{I}$  最近一次诊疗后无药物剩余，所以退役场所内已无放射性药物。为掌握本项目核医学科在退役前的辐射环境现状水平，委托四川科正检测技术有限公司对医院核医学科辐射工作场所和核医学科的设备用品表面的 $\gamma$ 辐射剂量率、 $\beta$ 表面污染水平进行了监测；将采集到的放射性废水进行总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 的监测；进现场取样，勘查等，衰变池内为装修板材，无底泥存在，因此未能采样到底泥。

## 1、监测项目与方法

日禾  
了 $\gamma$   
测打

9  
丁  
六

1

X-  
吸

## 2、质量保证措施

本项目委托的四川科正检测技术有限公司通过了计量认证，具备完整、有效的质量控制体系。本次监测所用的仪器性能参数均符合国家标准方法的要求，均有有效的国家计量部门的校准合格证书，并有良好的日常质量控制程序。监测人员均经具有相应资质的单位培训，考核合格持证上岗。数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。

人员培训：监测人员经考核并持有合格证书上岗。

仪器刻度：监测仪器定期经计量部门检定，每次监测必须在有效期内。

自检：每次测量前、后均检查仪器的工作状态。

监测记录：现场监测过程，专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

质量保证：本项目监测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）等的要求，实施全过程质量控制。监测人员均经过考核并持有合格证书，监测仪器经过计量部门检定，并在有效期内，监测仪器使用前经过核查，监测报告实行三级审核。

数据记录及处理：开机预热，手持仪器。一般保持仪器探头中心距离地面（基础面）为 1m。仪器读数稳定后，每个点位读取 10 个数据，读取间隔约 10s。 $\beta$ 表面污染水平的监测，根据《表面污染测定第一部分： $\beta$ 发射体（ $E_{\beta\max} > 0.15\text{MeV}$ ）和 $\alpha$ 发射体》（GB/T 14056.1-2008）进行，应在仪器读数稳定后，每个点位读取 5 个数据，读取间隔约 3s。

### 3、参考标准和规范

根据四川省生态环境厅发布的《2024 年四川省生态环境状况公报》全省环境 $\gamma$ 辐射剂量率年均值 $\leq 160\text{nGy/h}$  范围内。

根据《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）中表 2 综合医疗机构和其他医疗机构水污染物排放限值（日均值）中规定：总 $\alpha$ 排放标准为 1Bq/L；总 $\beta$ 排放标准为 10Bq/L。

#### 4、监测布点代表性分析

本次对核医学科一层、二层的辐射工作场所和设备、用品表面的 $\gamma$ 辐射剂量率共计布设了 322 个监测点位（分别源自两份监测报告）、473 个 $\beta$ 表面污染监测点和（分别源自两份监测报告）。其中 $\gamma$ 射线监测范围包含了核医学科可能存在污染的所有非密封放射性物质工作场所、场所内的物品及场所边界等， $\beta$ 表面污染监测点位涵盖了本项目所有的工作场所地面、四周墙面和场所内的相关设备设施及用品，本次监测均采用巡测的方式进行。

医院退役场所曾使用的非密封性放射性核素仅涉及  $^{131}\text{I}$ 、 $^{89}\text{Sr}$ 。 $^{125}\text{I}$  粒籽源均已全部使用完毕，且使用台账与粒籽源购买台账相对应，无残留和剩余；2 枚放射源均在源库的保险柜中保存，退役后将搬迁至高新院区核医学科内继续使用。此外，核医学科的 1 号衰变池内暂存有放射性废水，2 号衰变池内无放射性废水，处于空置状态，故对 1 号衰变池内放射性废水的总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 均进行了监测，因衰变池中水位约 30cm，可清晰看到水池底部情况，经过现场采样，衰变池中无底泥存在，故无法对底泥的总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 均进行监测。

综上所述，本项目各监测布点涵盖了辐射工作场所范围内和距离最近的保护目标及关注点处，和衰变池内的废水和底泥，根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律和核医学科的实际运行情况，能够科学的反映该工作场所的辐射环境现状，点位布设符合技术规范要求。

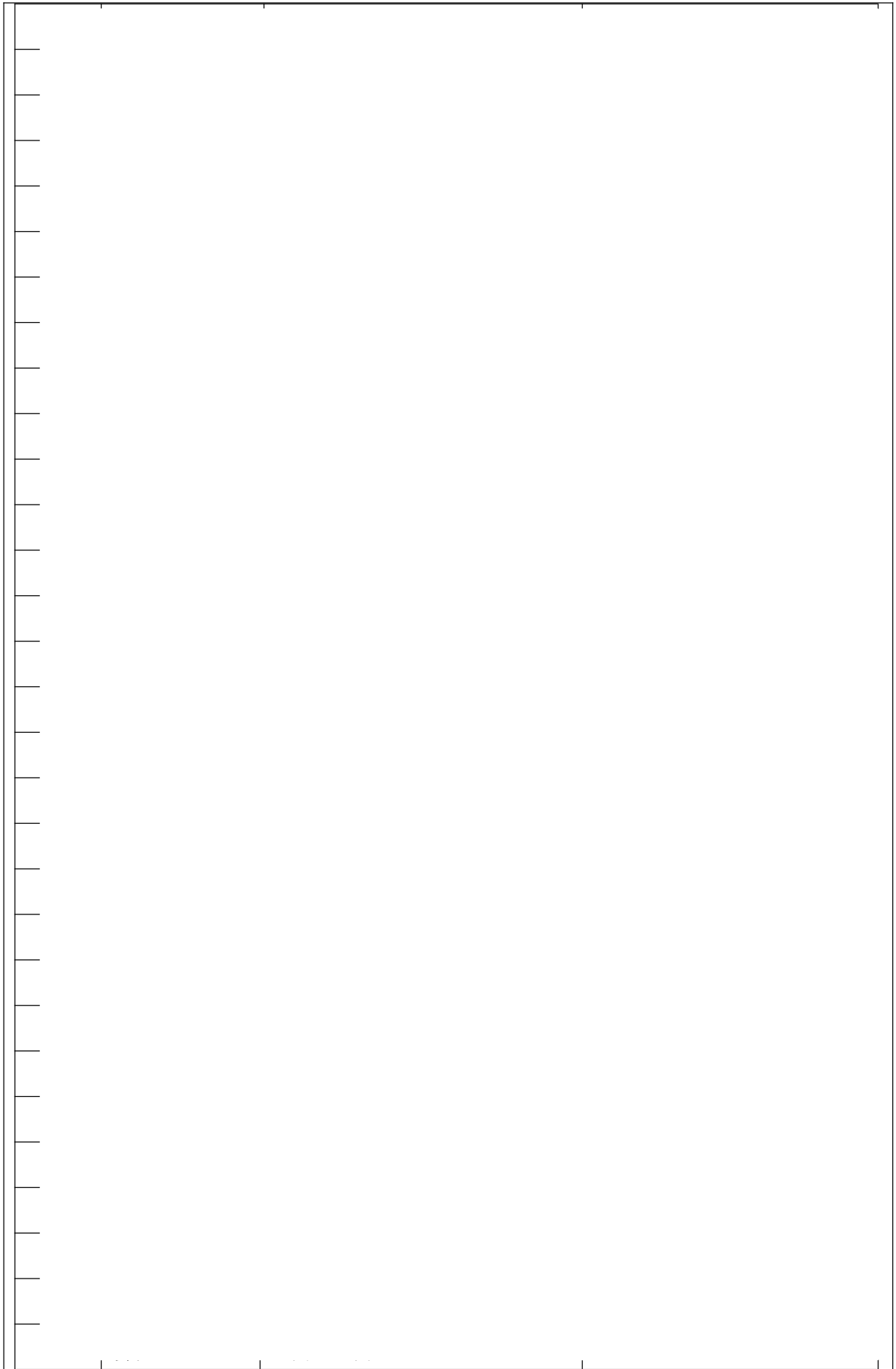
#### 5、监测结果

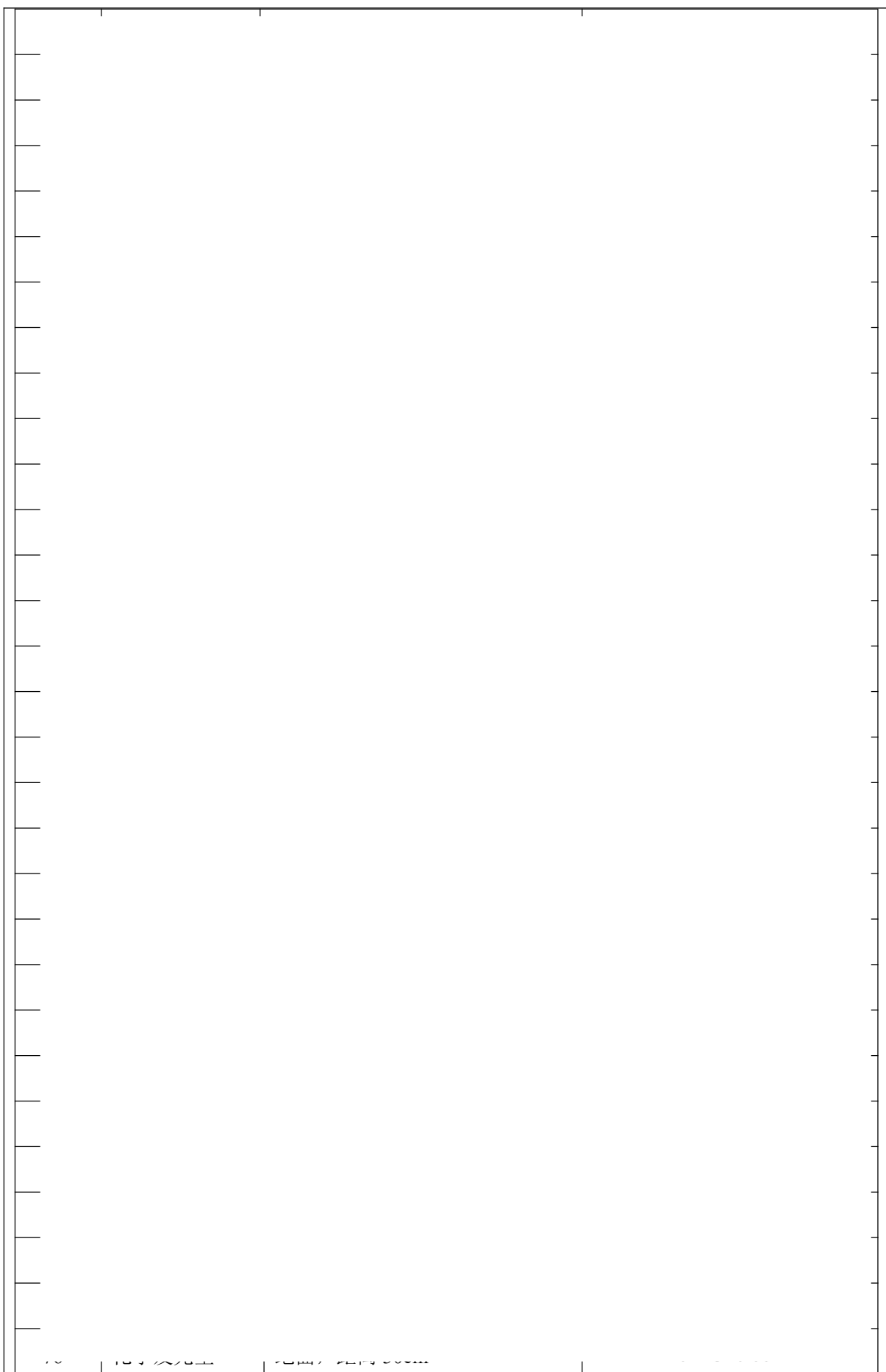
监测所用仪器已由计量部门年检，且在有效期内；测量方法按国家标准方法实施；测量数据符合统计学要求；布点合理，结果可信，能够反映出辐射工作场所的客观辐射水平，可以作为本次评价的科学依据。

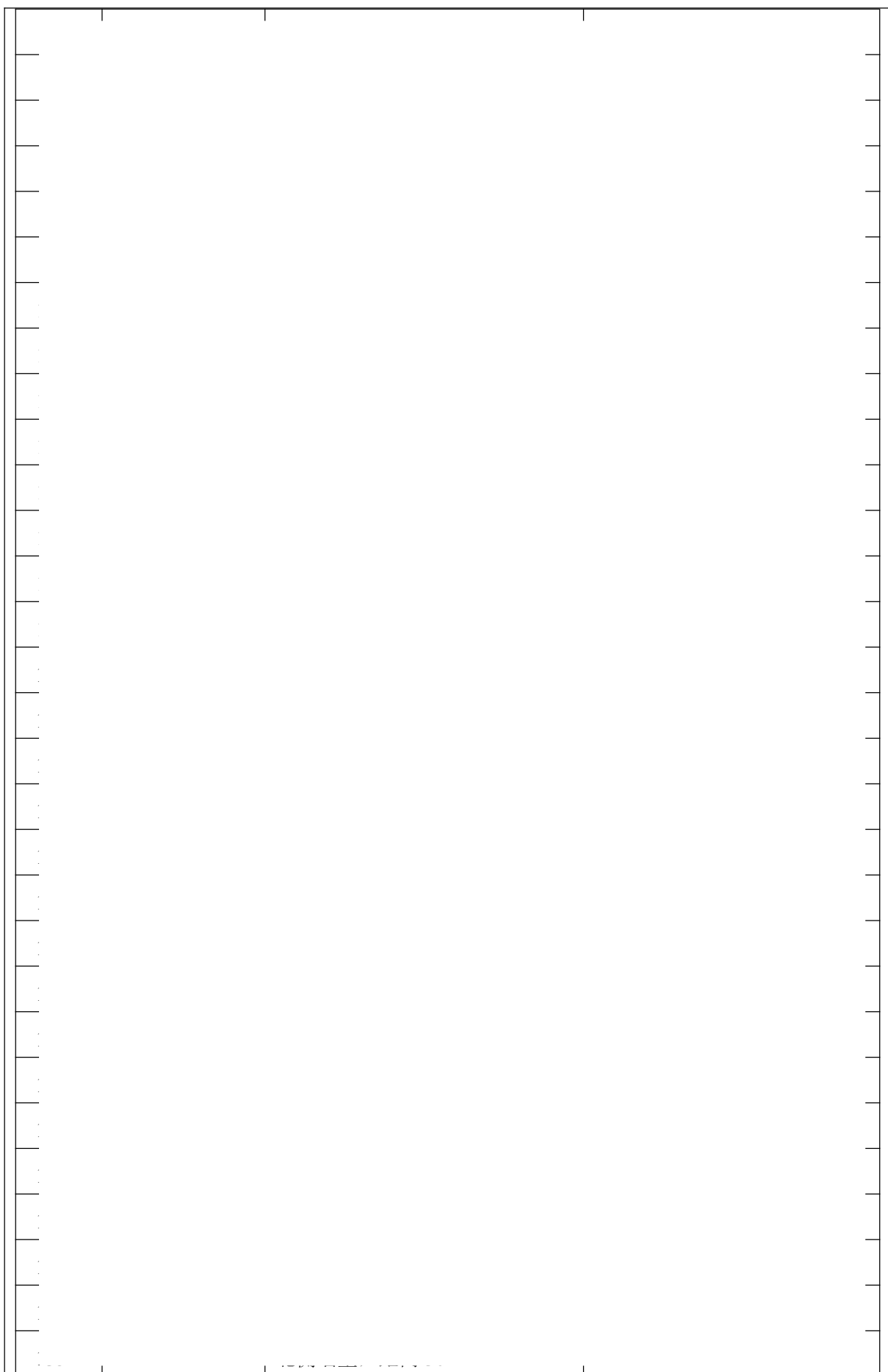
##### 1、 $\gamma$ 辐射剂量率监测结果

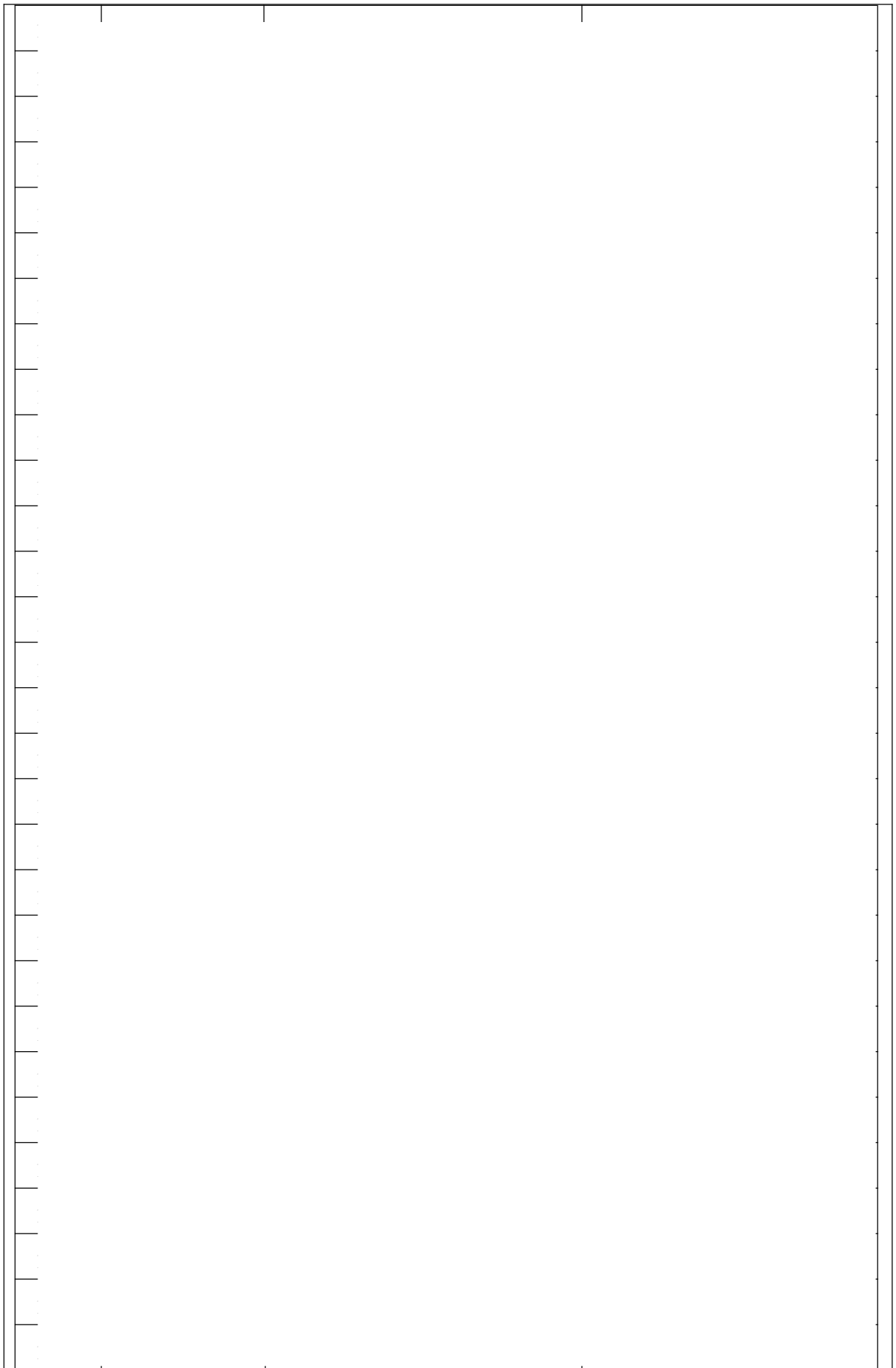
表 8-4 本项目退役场址 $\gamma$ 辐射剂量率监测结果

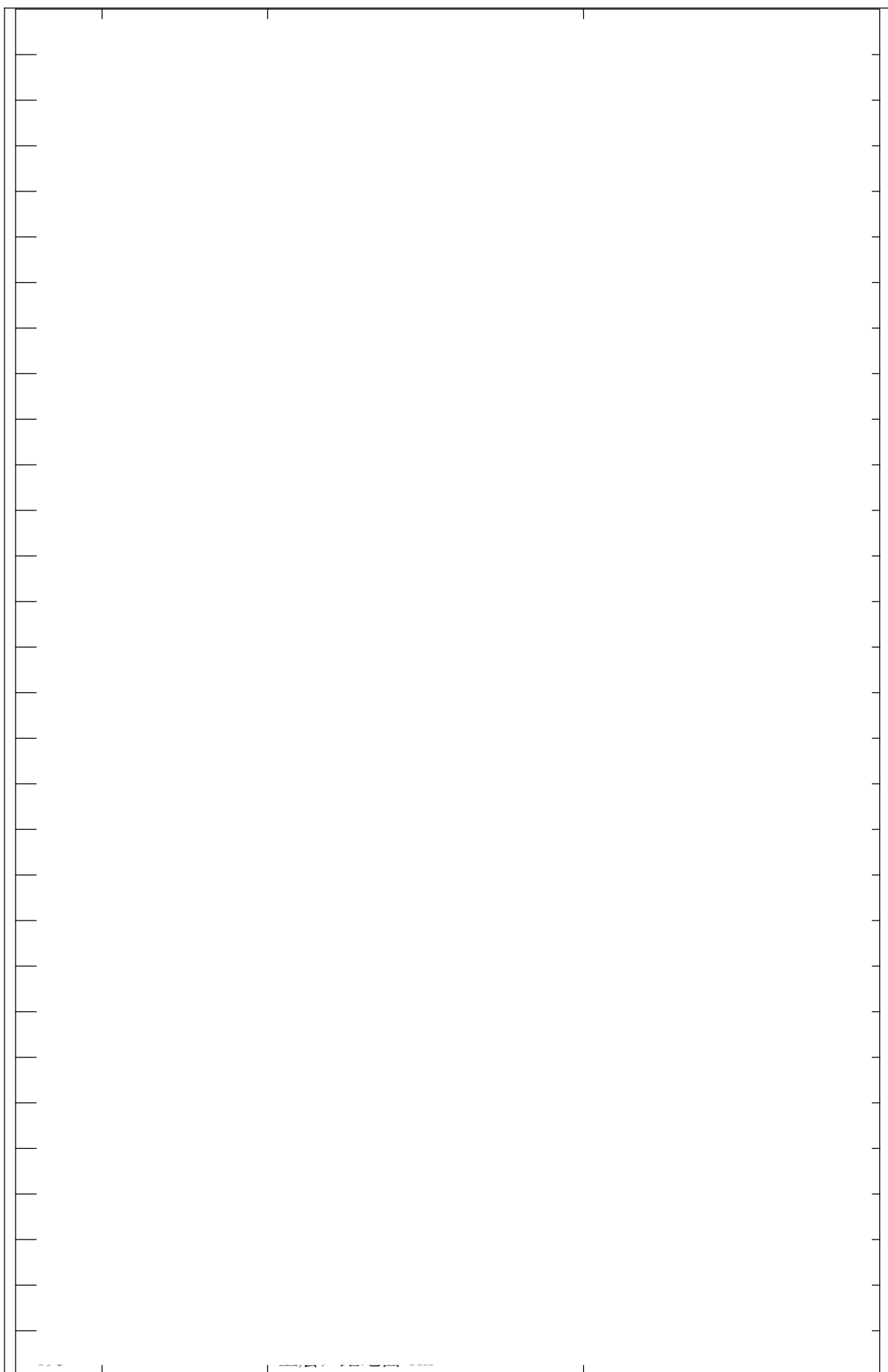
| 点位<br>编号 | 监测点位 | 测量值 $\pm$ 标准差 ( $D_{\gamma}\pm\sigma$ )<br>(单位: $\mu\text{Gy/h}$ ) |
|----------|------|--------------------------------------------------------------------|
| —        |      |                                                                    |
| —        |      |                                                                    |
| —        |      |                                                                    |

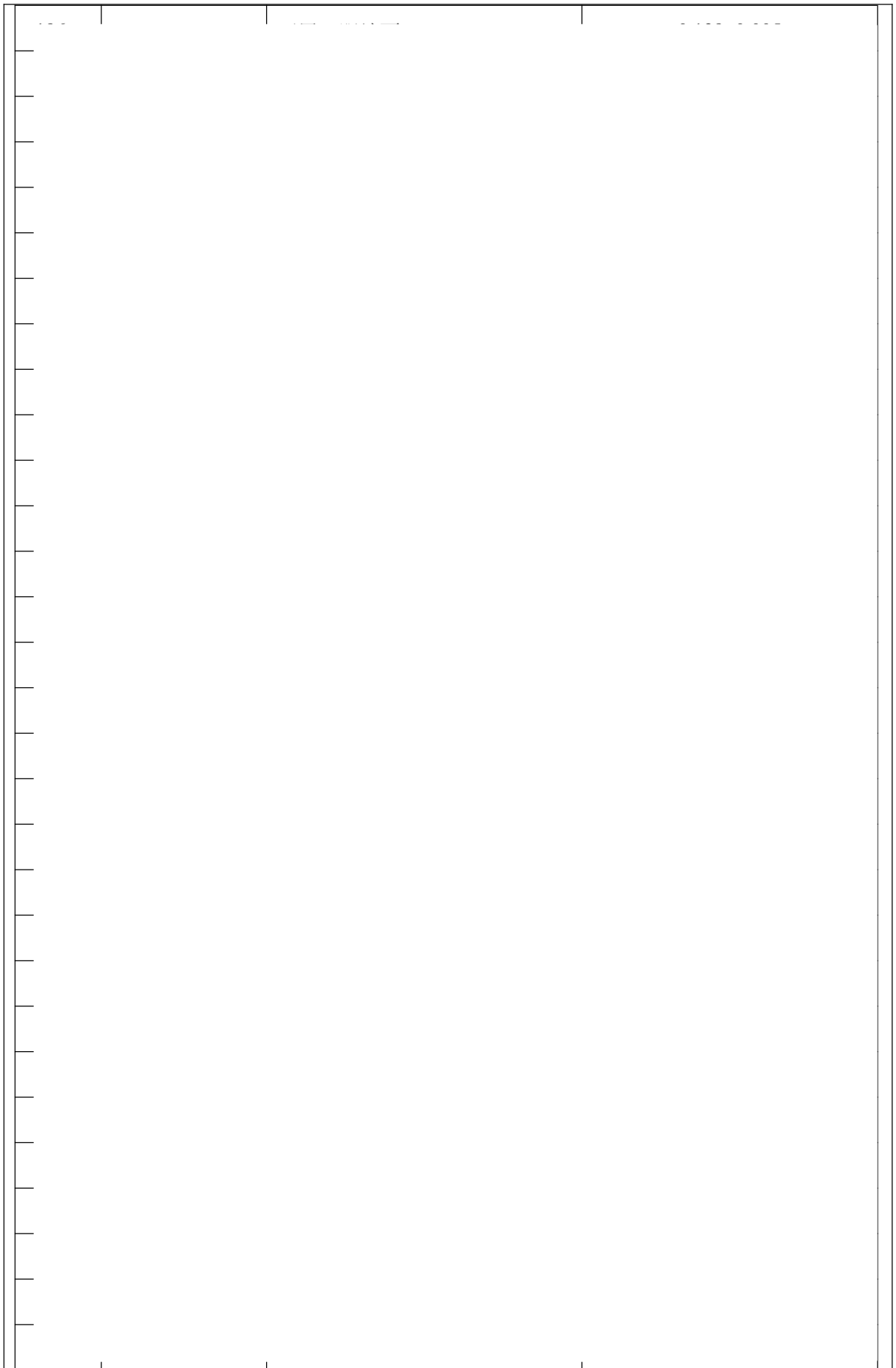


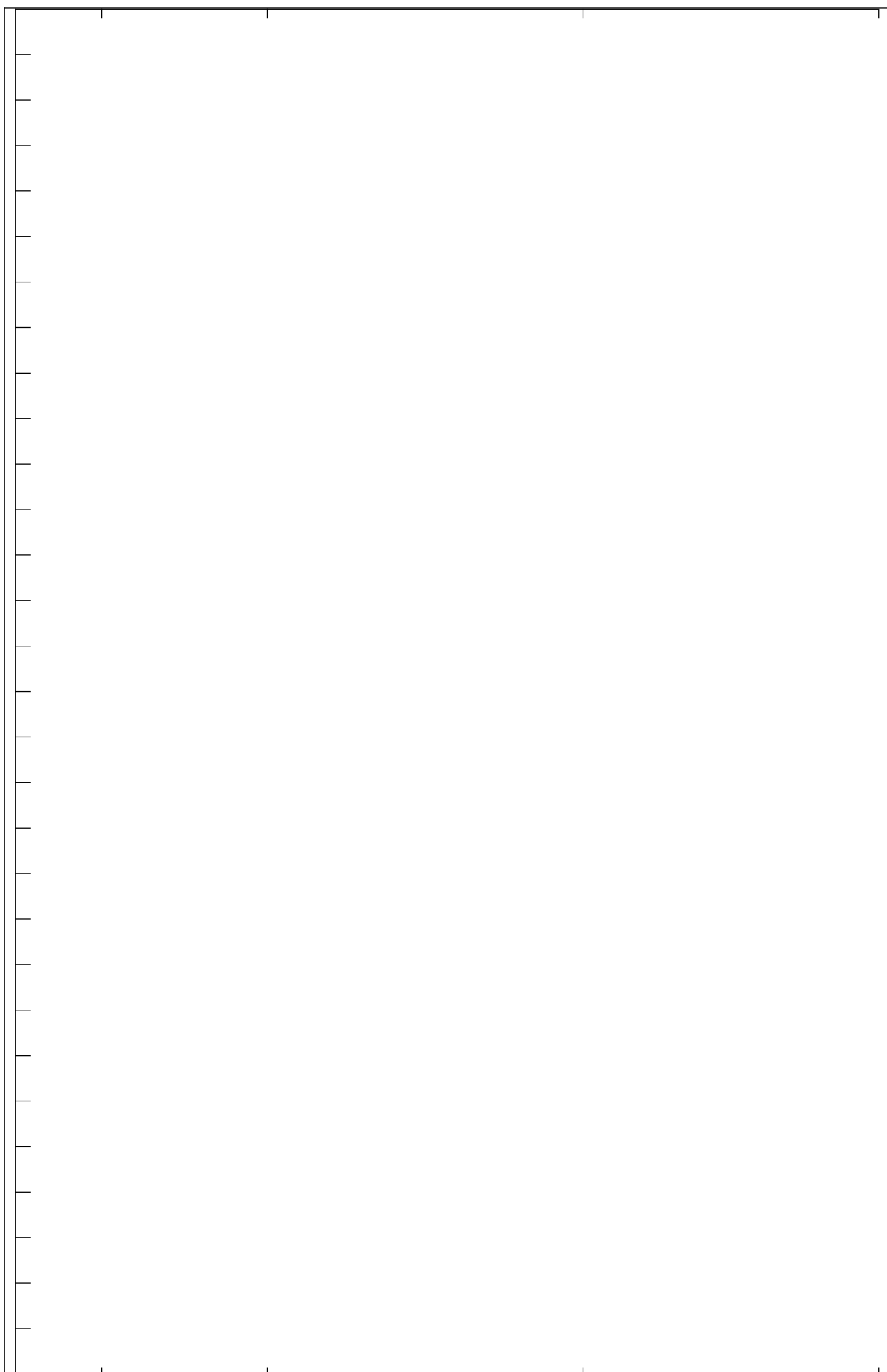


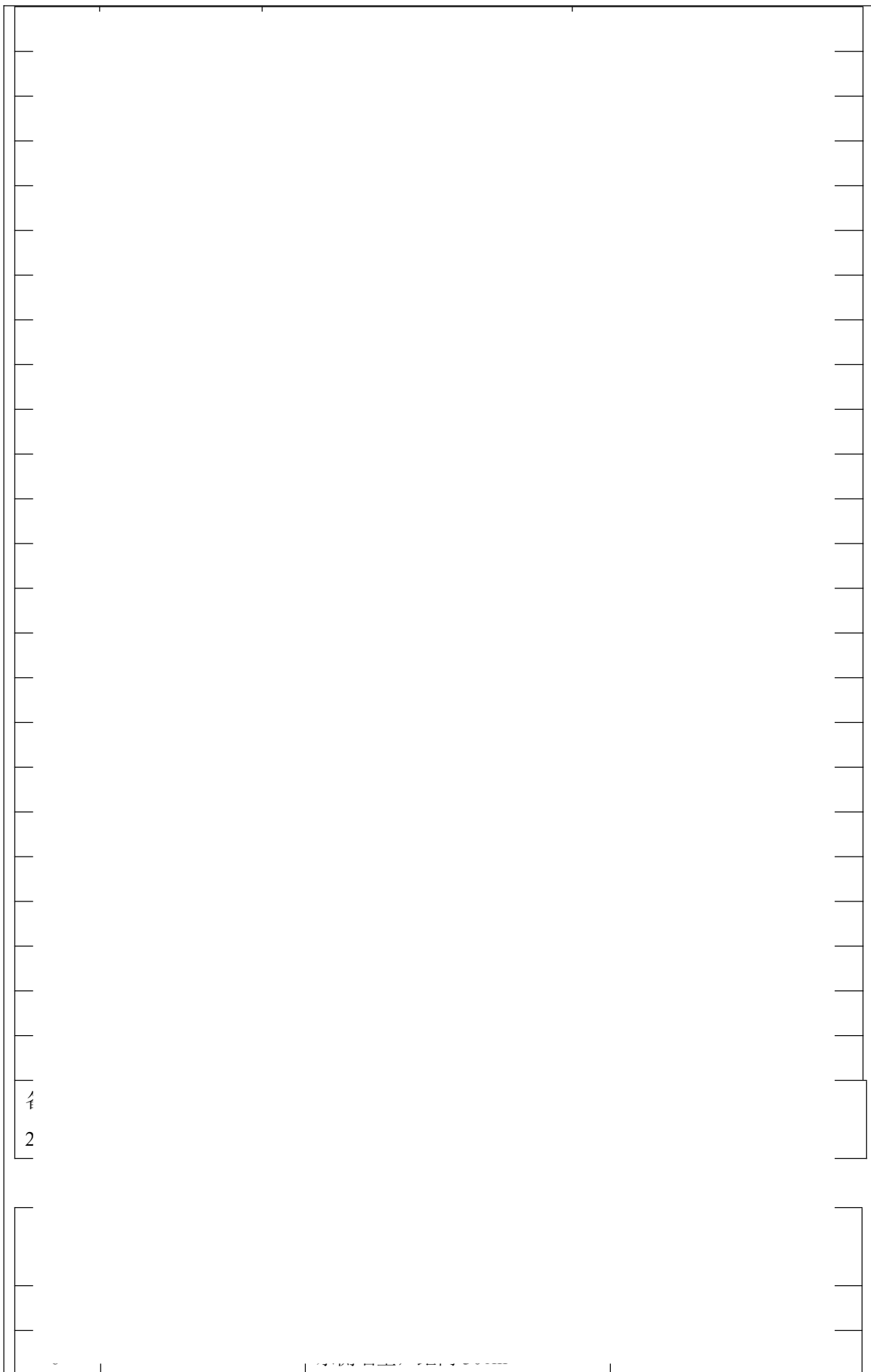






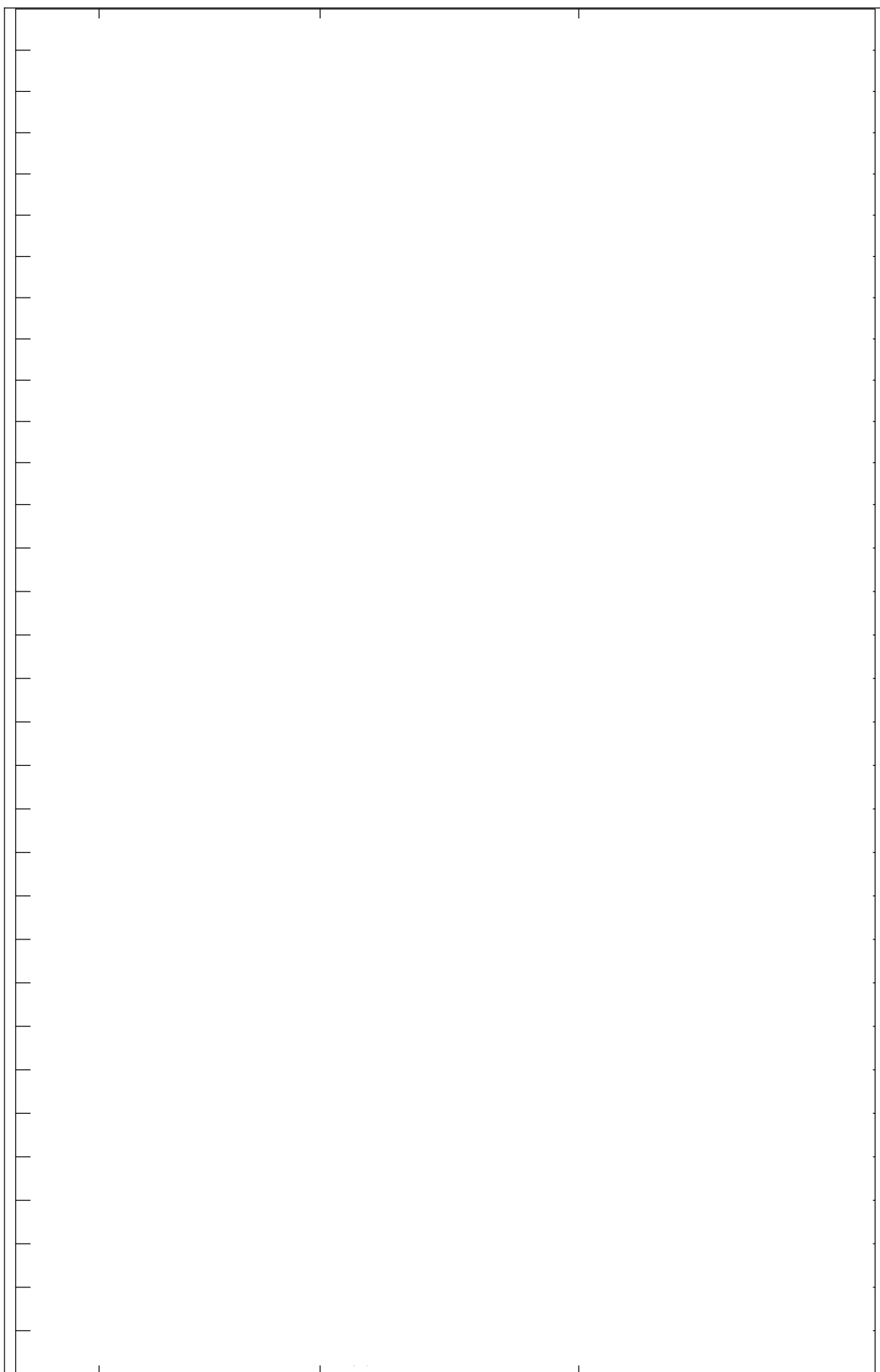


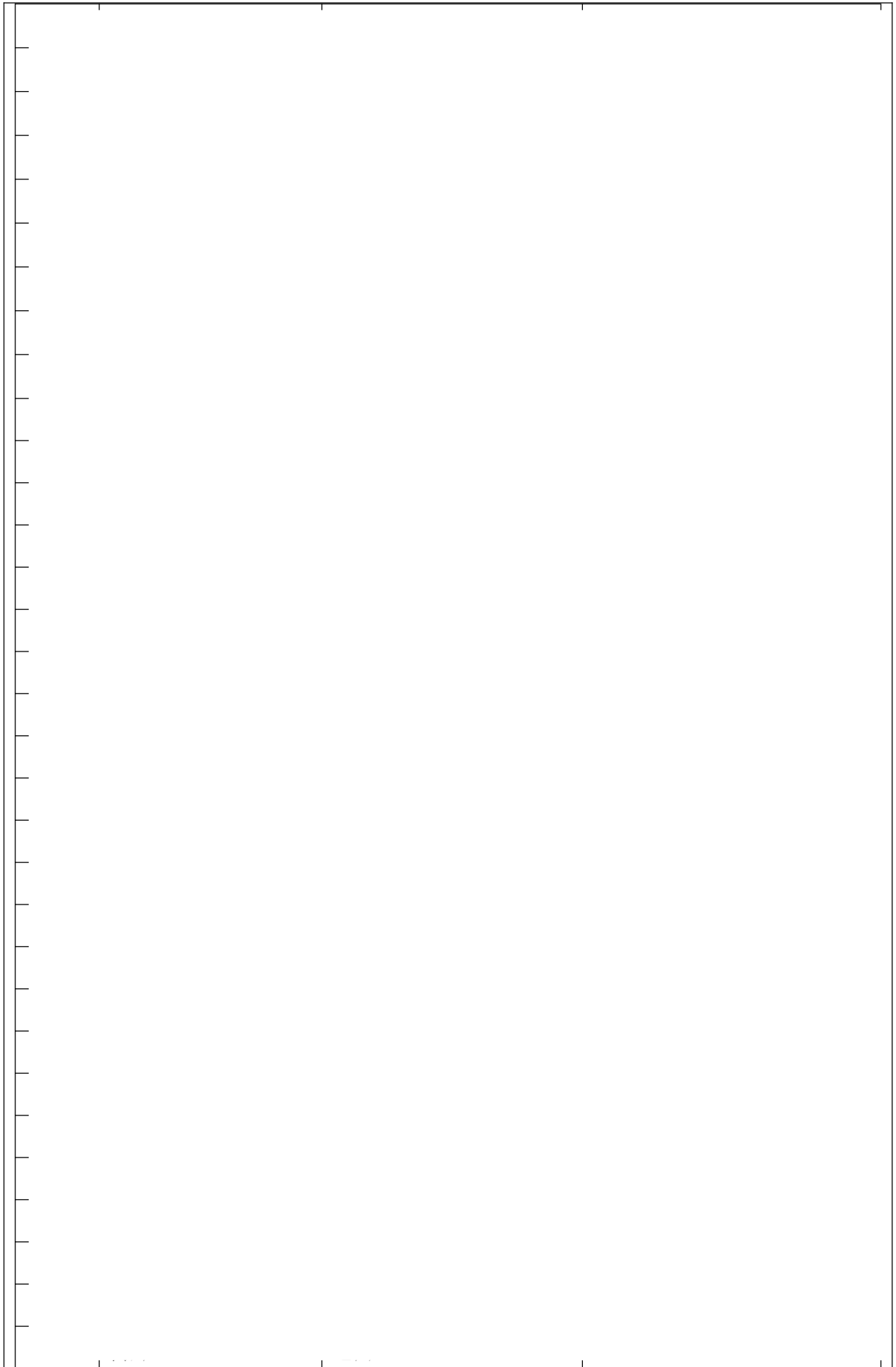


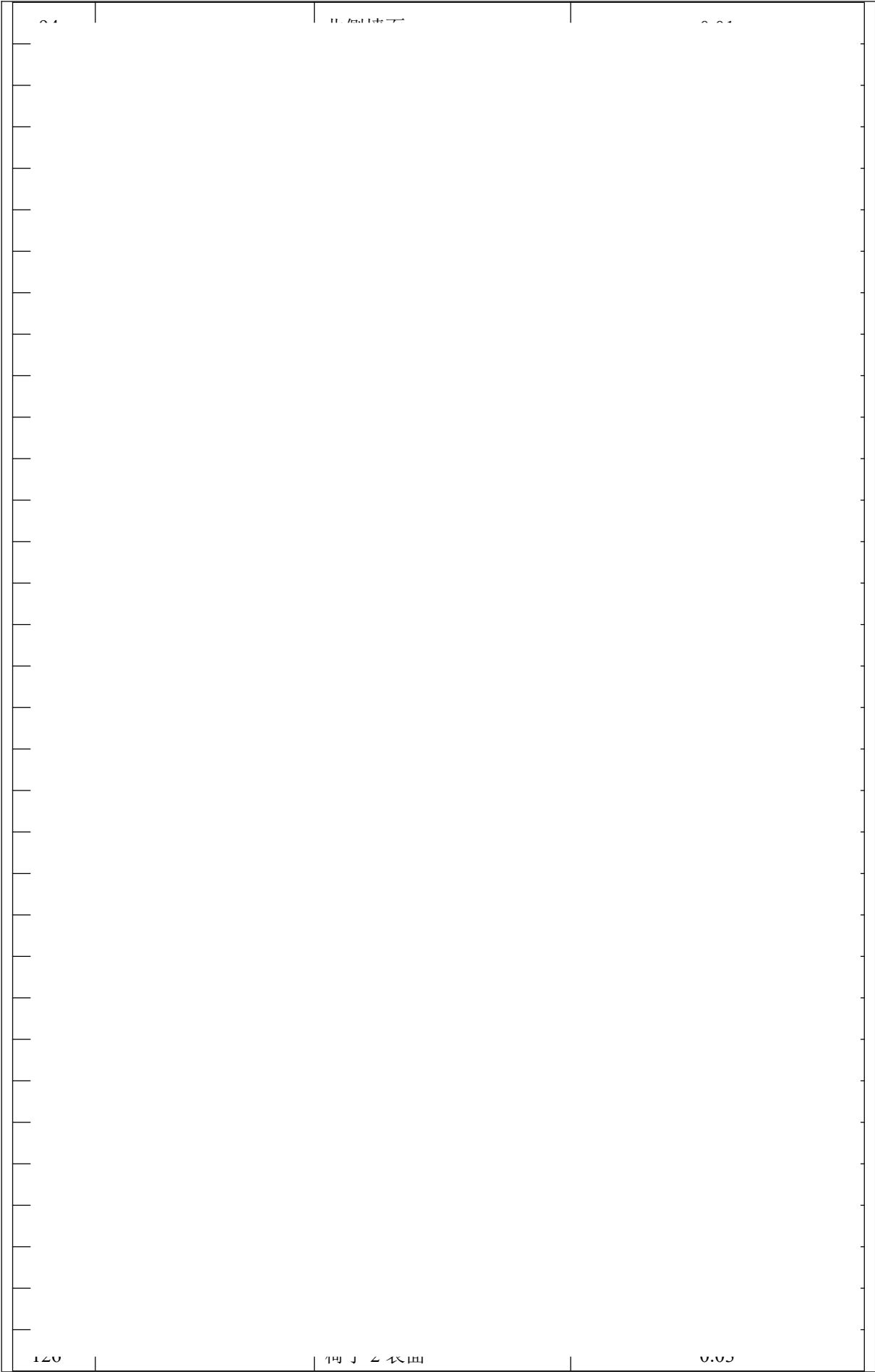


[illegible]

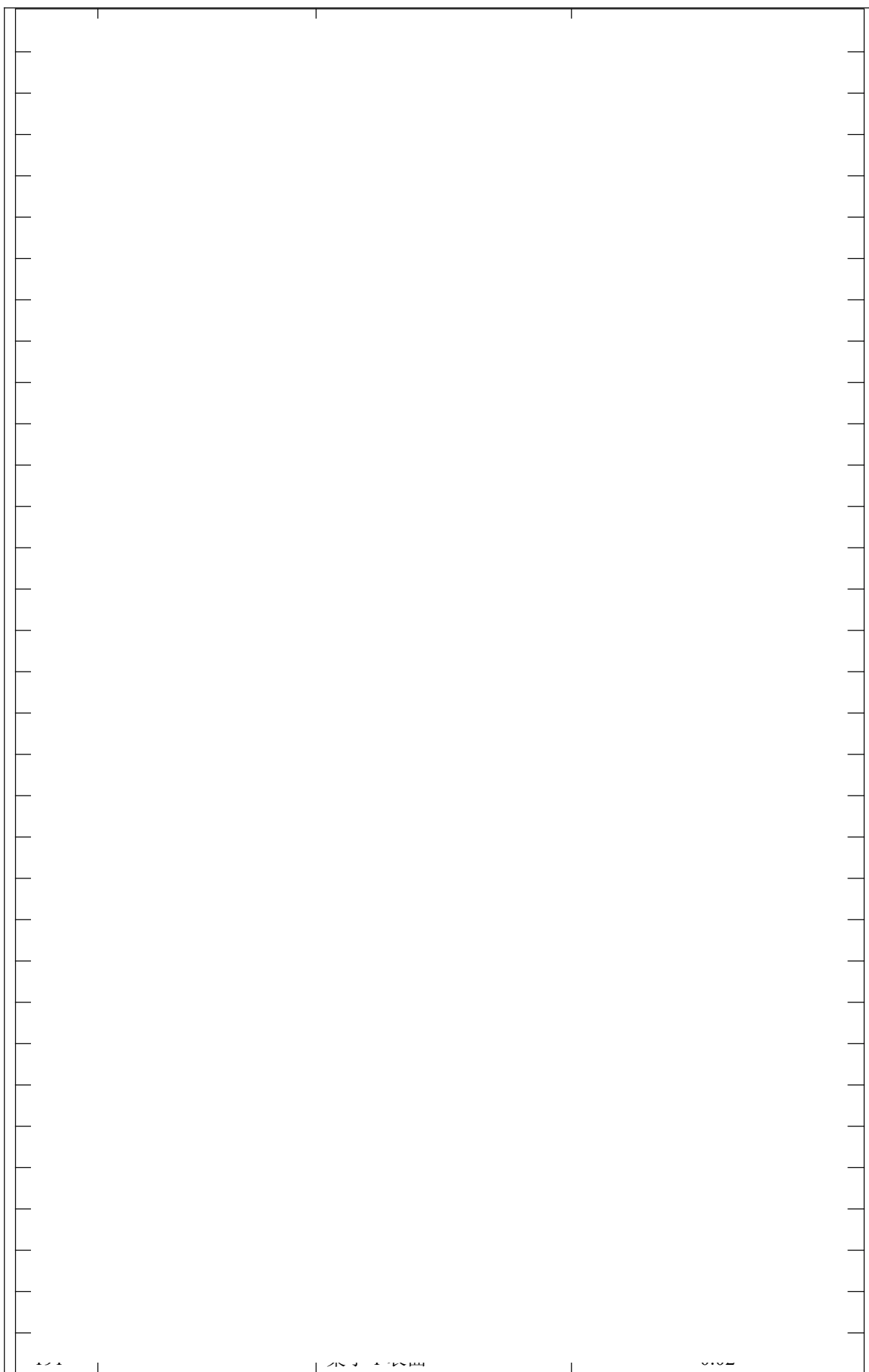
[illegible]

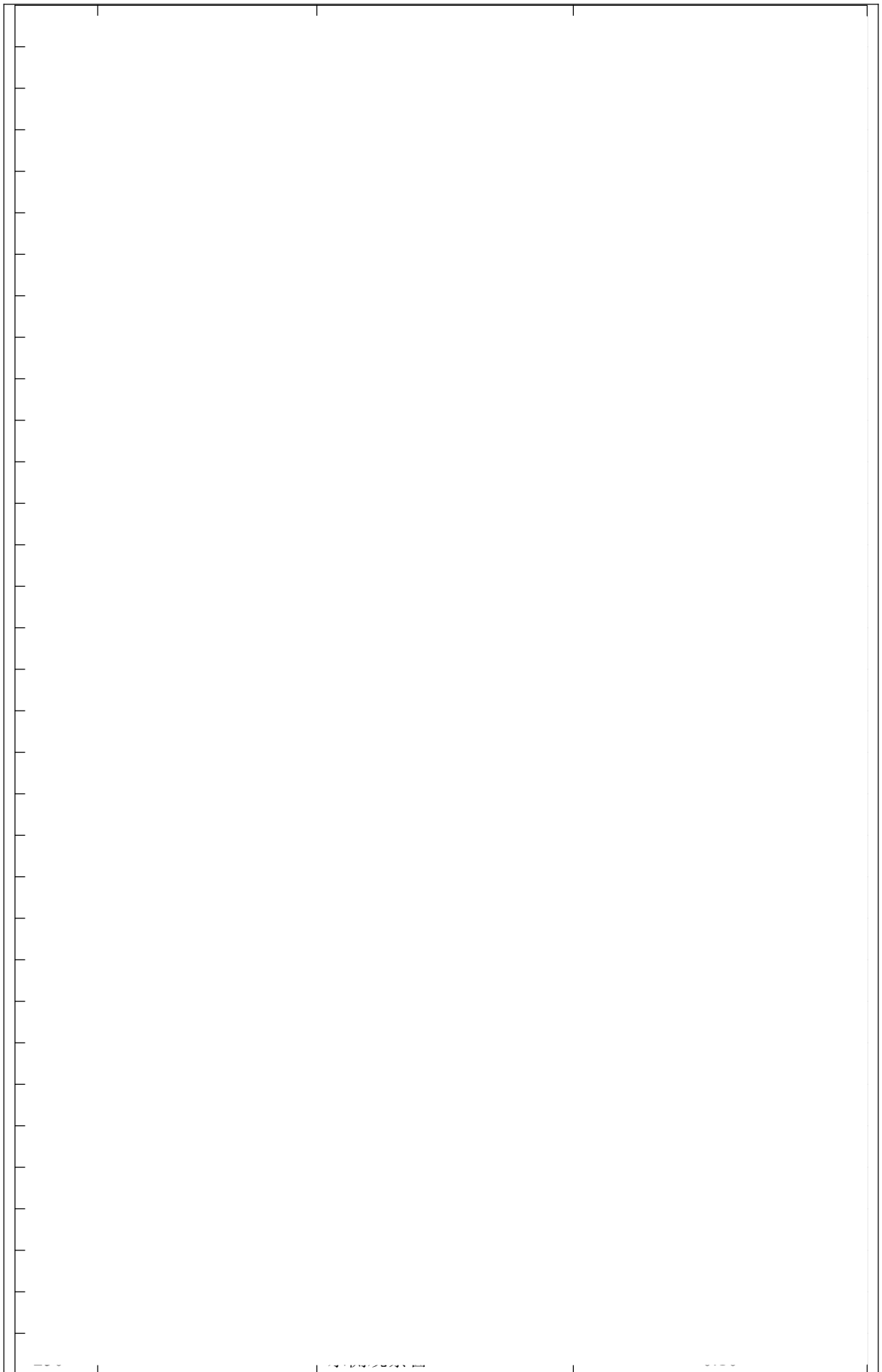


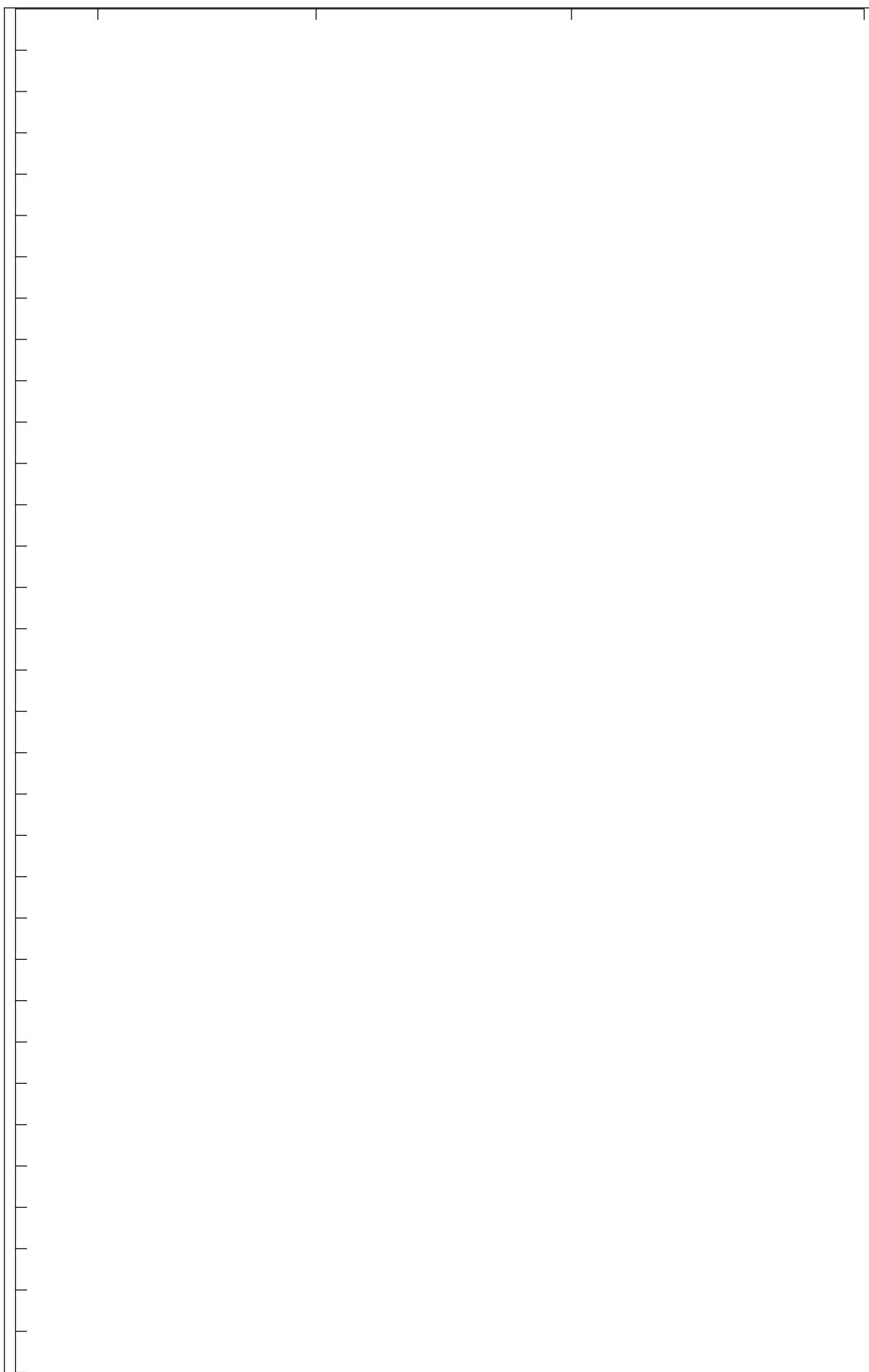


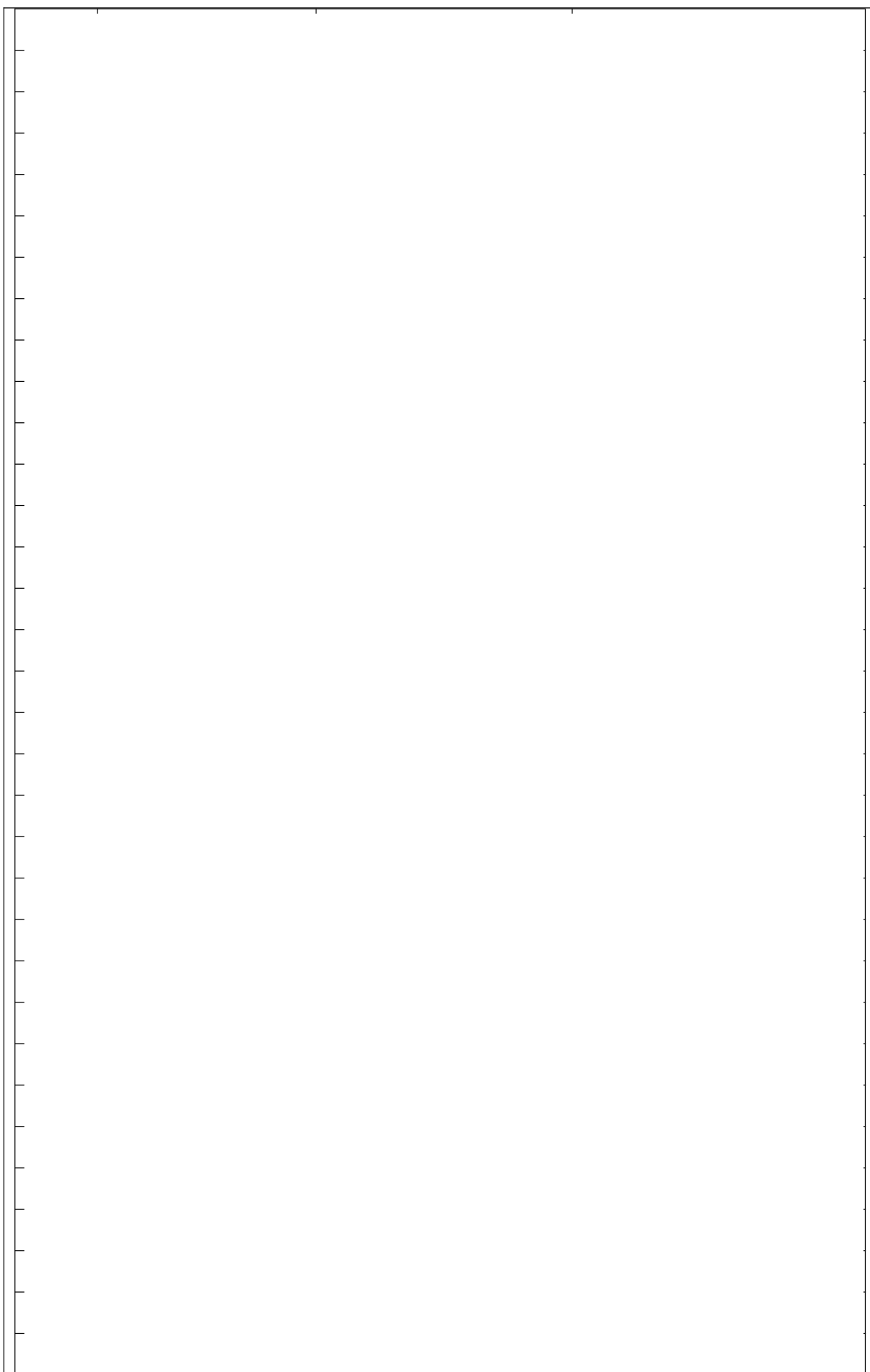


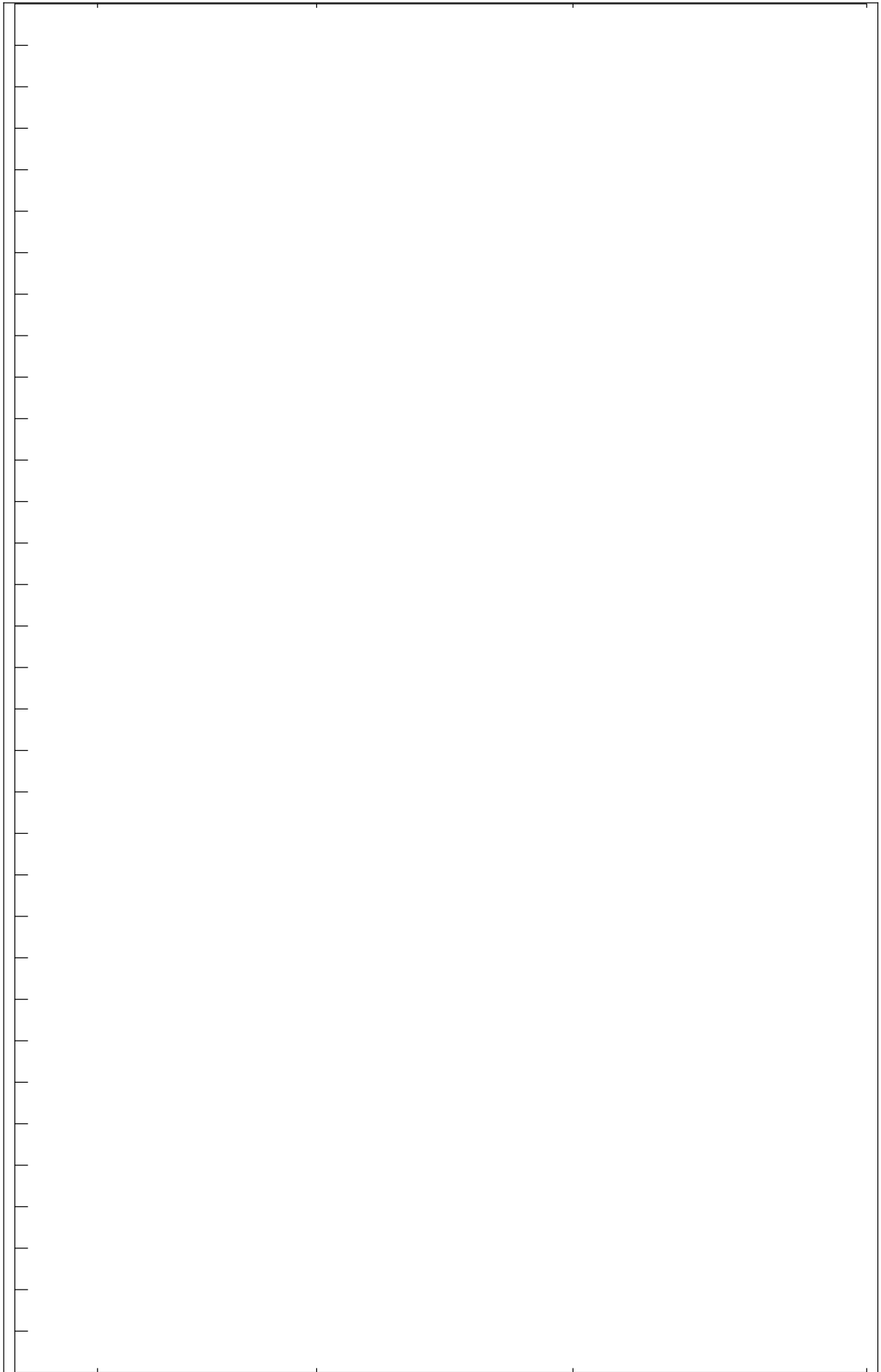


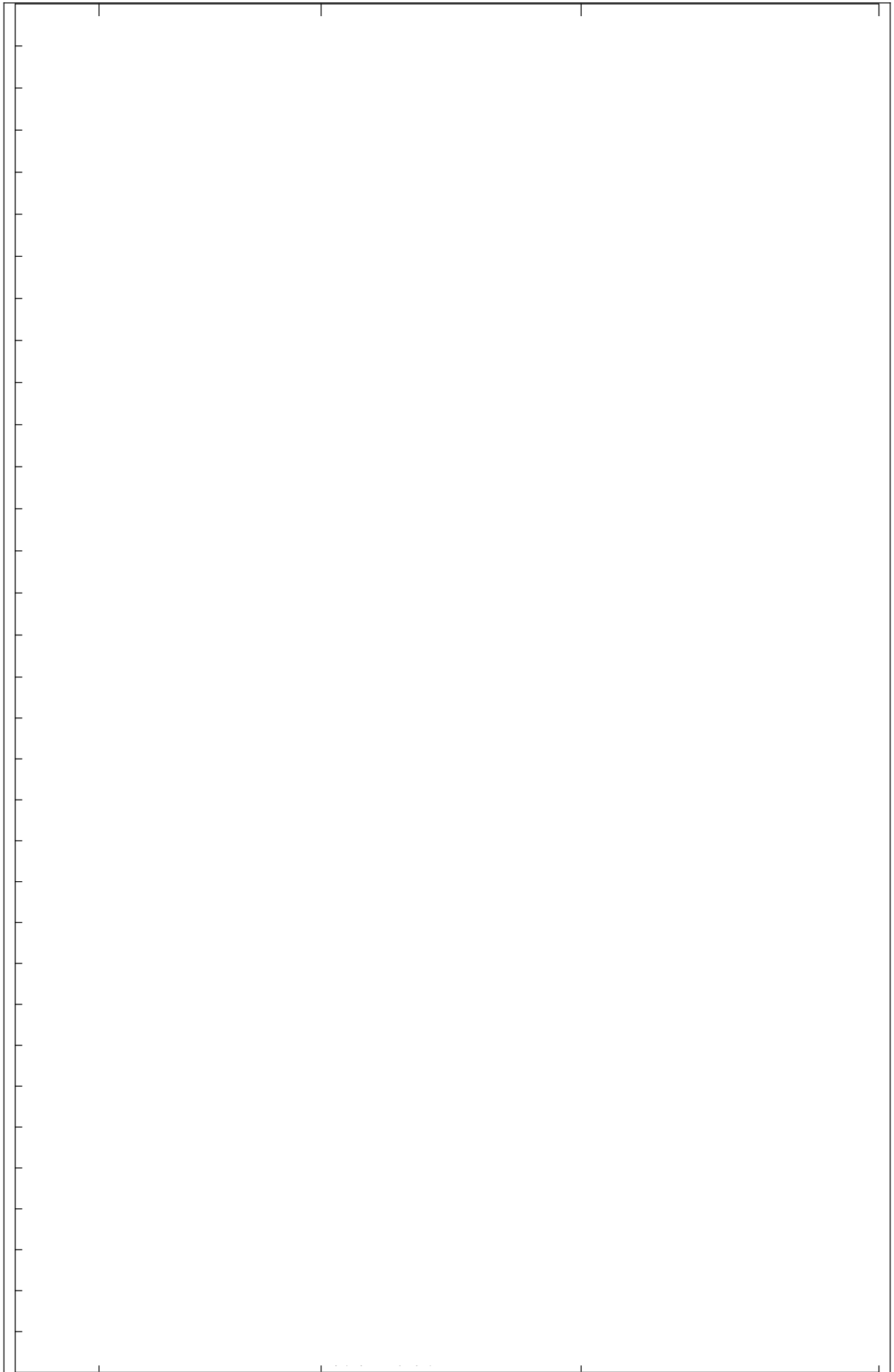


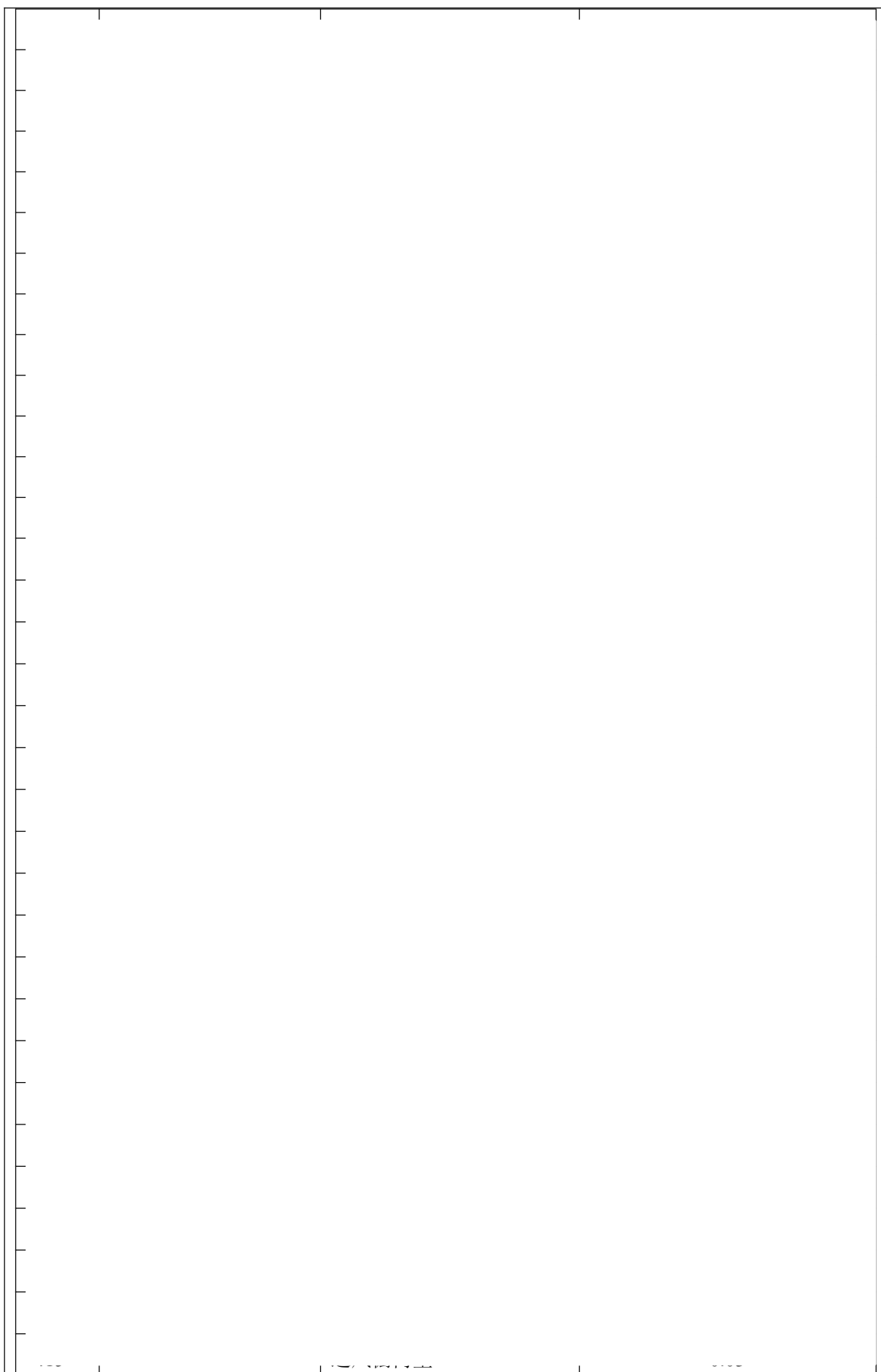


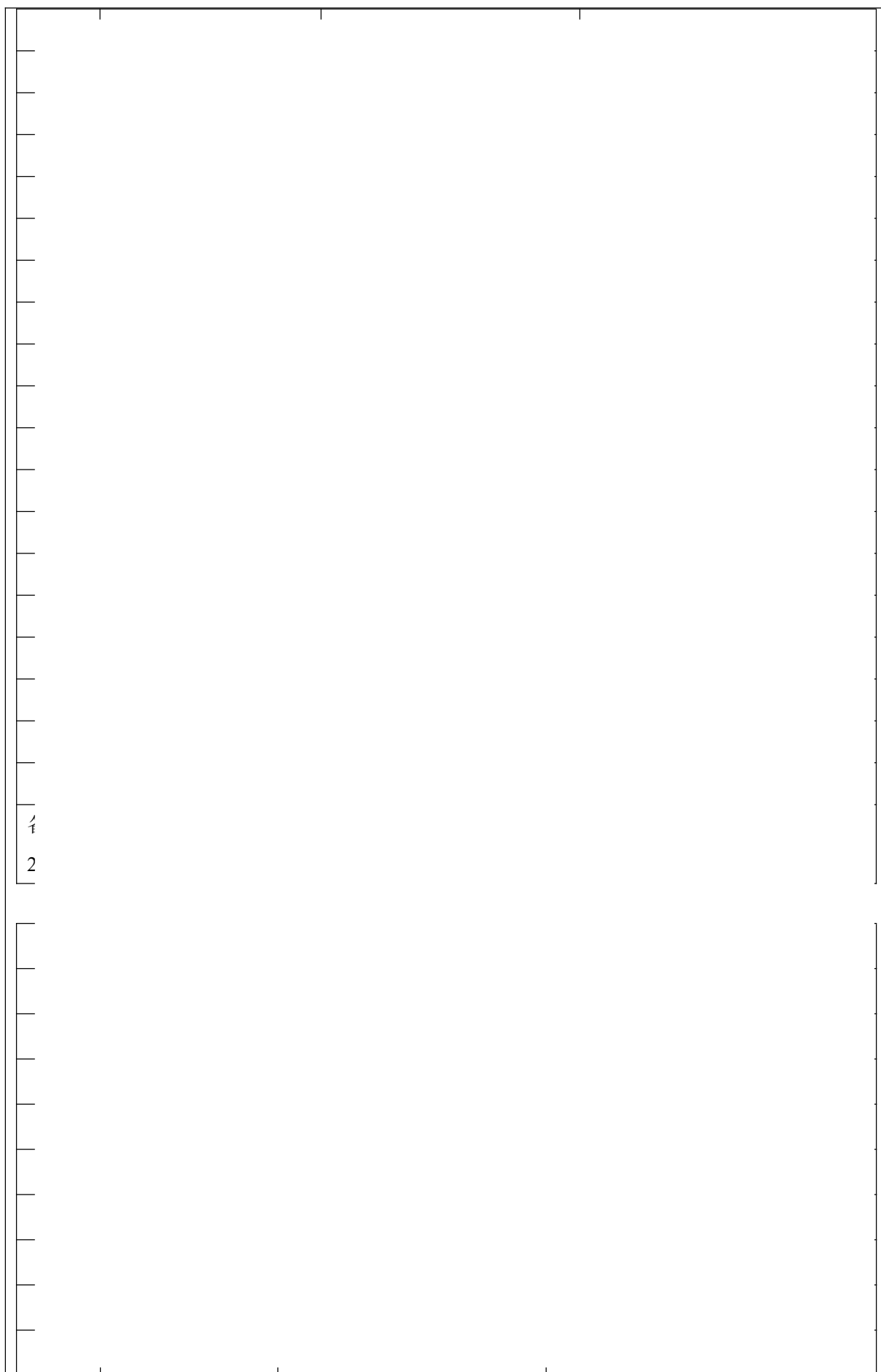


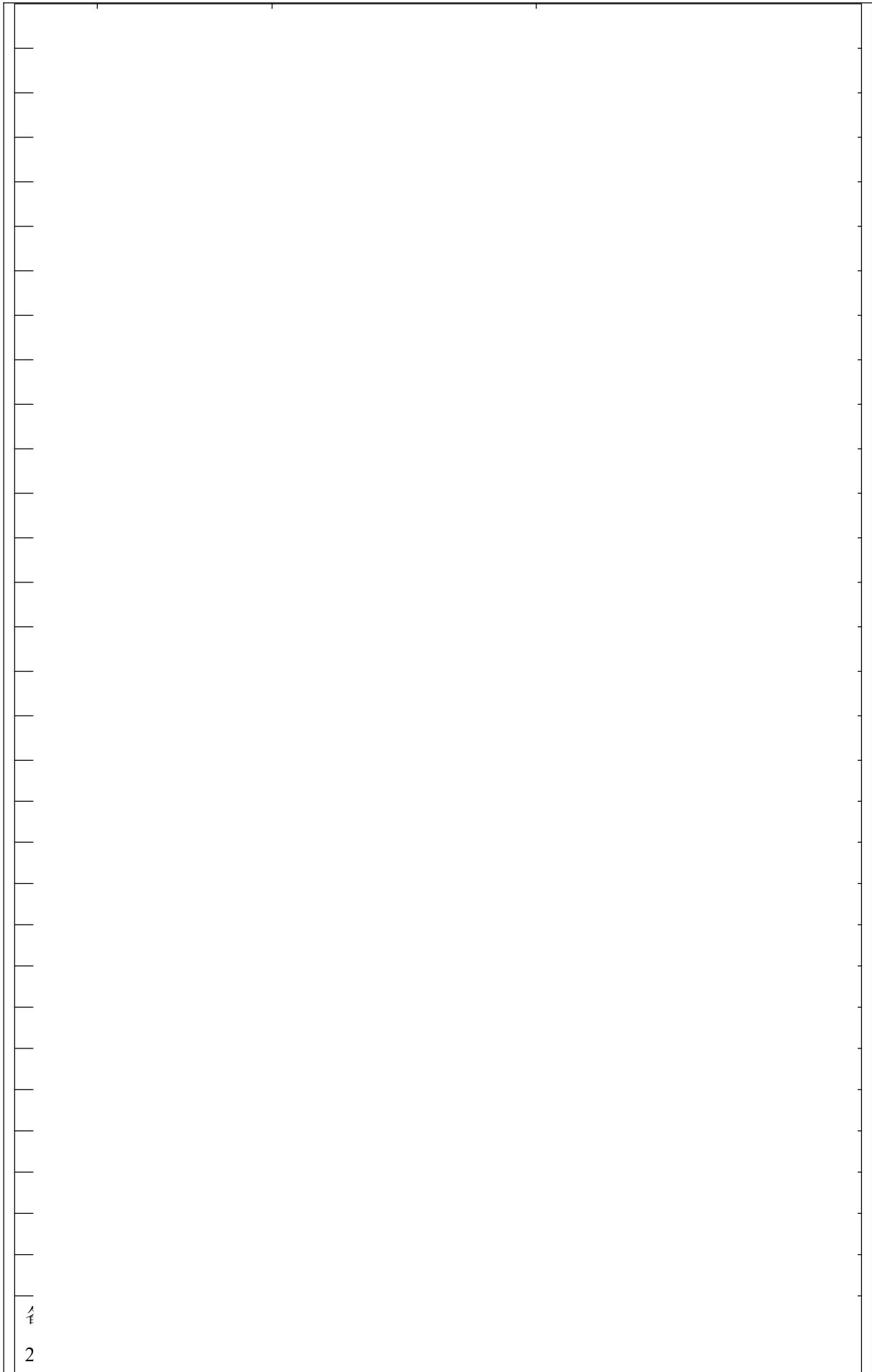












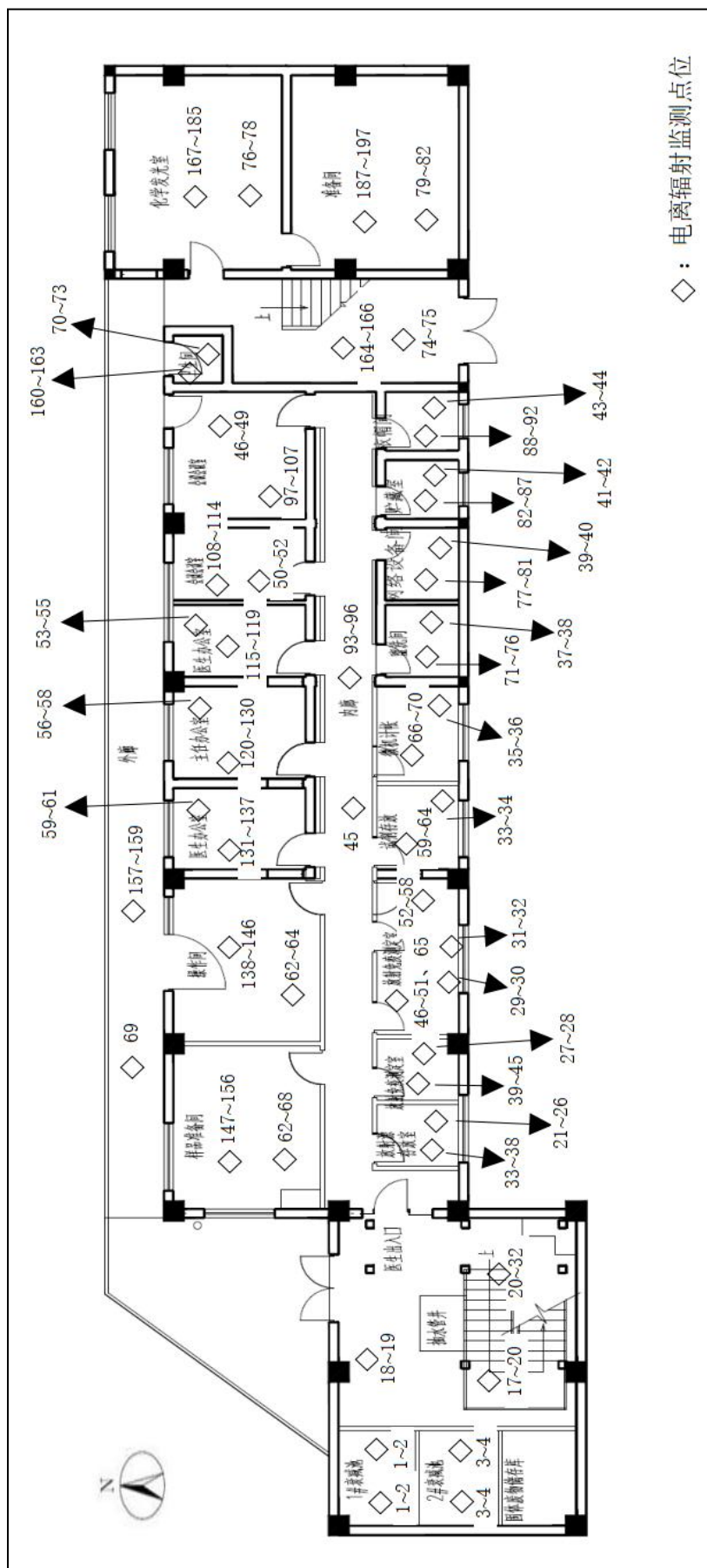


图 8-1 本项目核医学楼一层拟退役场址现场检测点位示意图

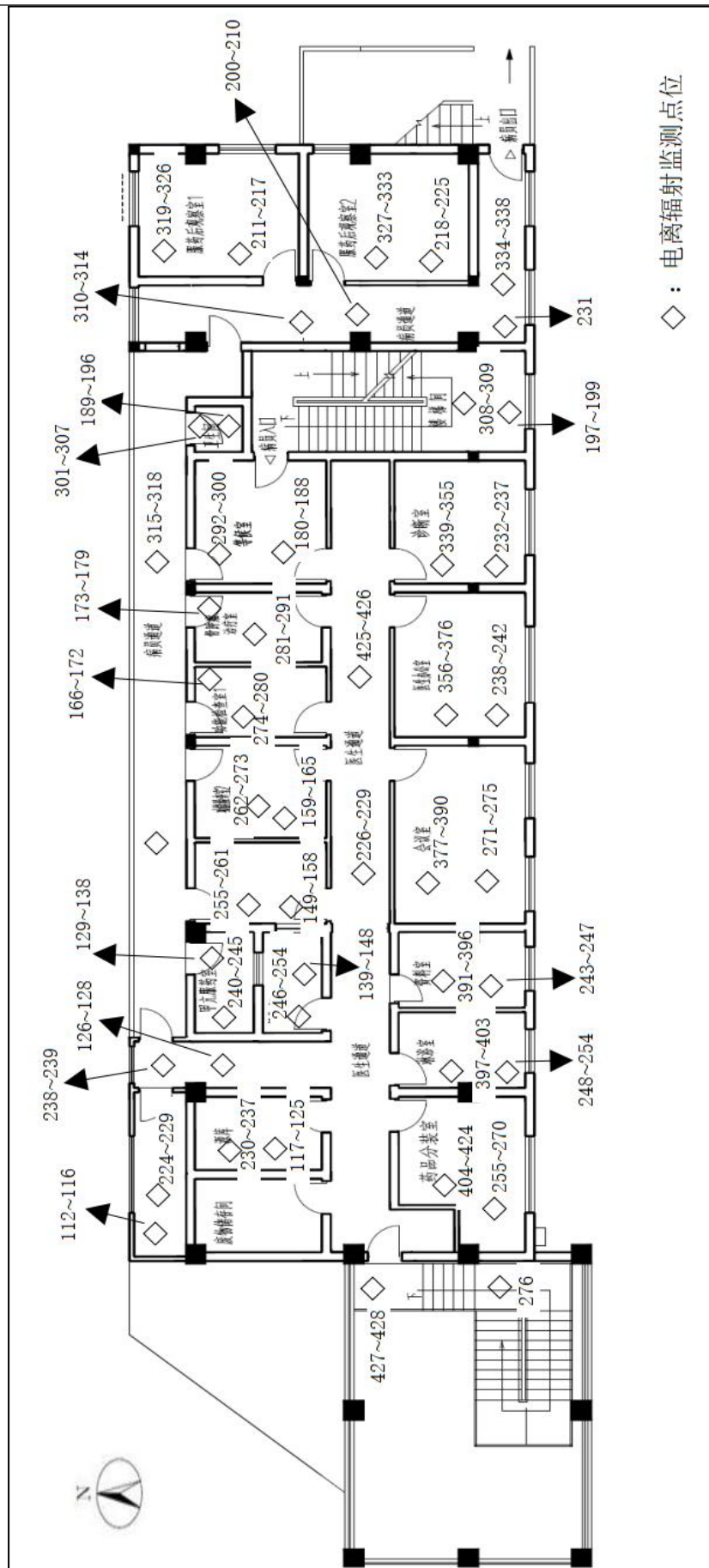


图 8-2 本项目核医学科二层拟退役场址现场检测点位示意图

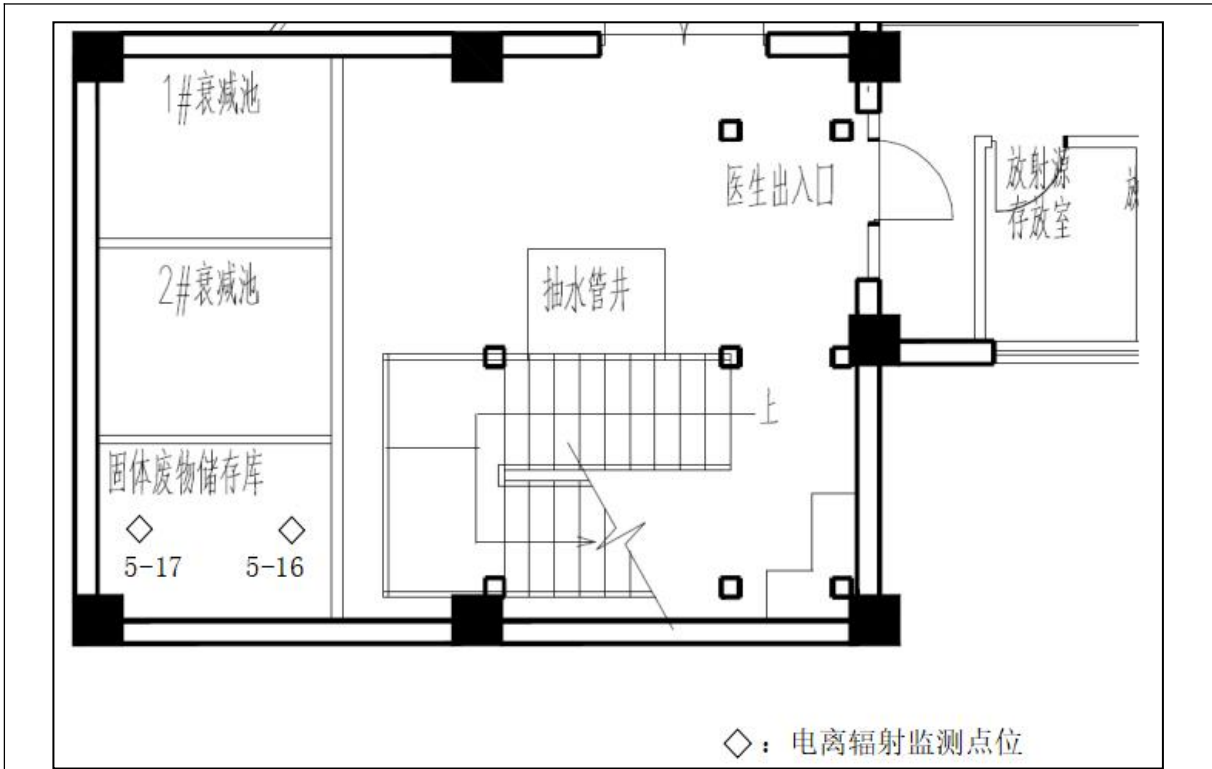


图 8-3 核医学楼一层固体废物储存库监测点示意图

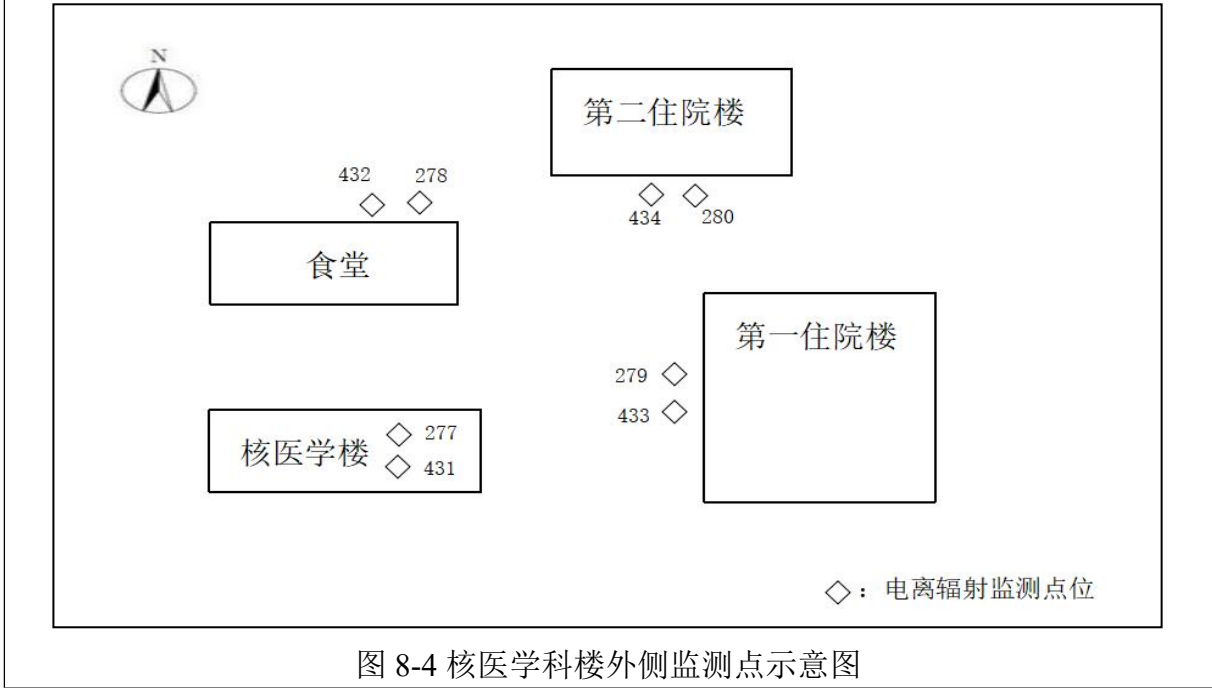


图 8-4 核医学科楼外侧监测点示意图

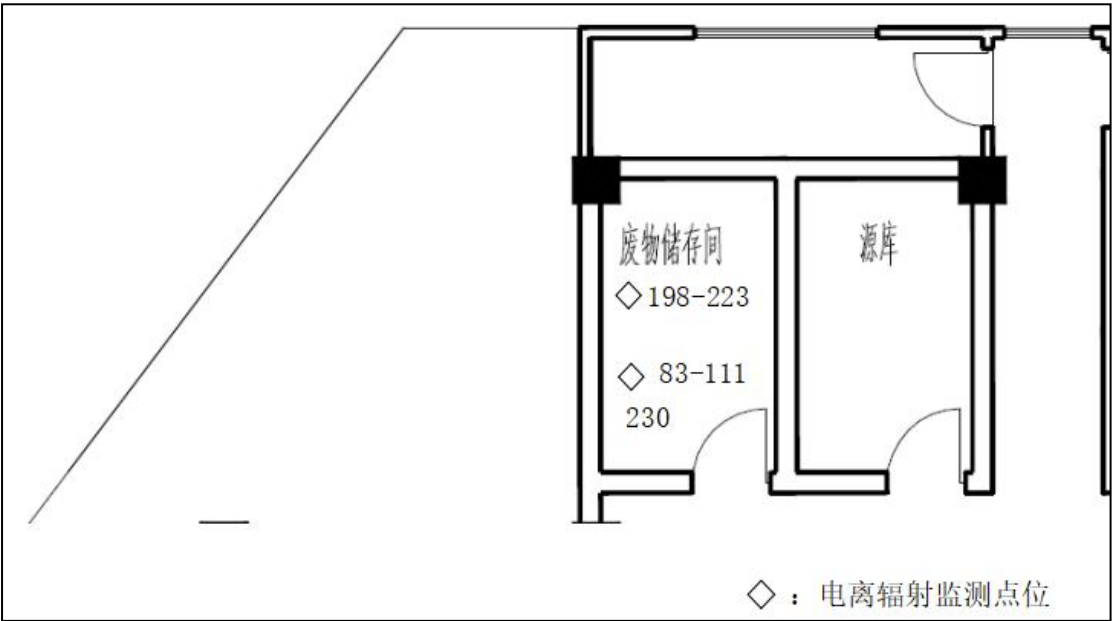


图 8-5 核医学楼二层废物储存间监测点示意图

3、衰变池废水总α、总β放射性活度浓度监测结果

表 8-6 本项目衰变池废水总α、总β放射性活度浓度监测结果

| 序<br>号 | 检测项目 | 第一次检测结果<br>(Bq/L) | 第二次检测结果<br>(Bq/L) | 第三次检测结果<br>(Bq/L) | 限值<br>(Bq/L) | 结论 |
|--------|------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------|----|
| n      |      |                   |                   |                   |              | 1  |
|        |      |                   |                   |                   |              |    |
|        |      |                   |                   |                   |              |    |
|        |      |                   |                   |                   |              |    |
| 衰      |      |                   |                   |                   |              | }  |
|        |      |                   |                   |                   |              |    |
|        |      |                   |                   |                   |              |    |
|        |      |                   |                   |                   |              |    |
| 变      |      |                   |                   |                   |              | }  |
|        |      |                   |                   |                   |              |    |
|        |      |                   |                   |                   |              |    |
|        |      |                   |                   |                   |              |    |
| 身      |      |                   |                   |                   |              | }  |
|        |      |                   |                   |                   |              |    |
|        |      |                   |                   |                   |              |    |
|        |      |                   |                   |                   |              |    |
| 分      |      |                   |                   |                   |              | }  |
|        |      |                   |                   |                   |              |    |
|        |      |                   |                   |                   |              |    |
|        |      |                   |                   |                   |              |    |

其余所有监测点位监测结果为 0~0.46Bq/cm<sup>2</sup>，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中清洁解控水平（β≤0.8Bq/cm<sup>2</sup>）。

由表 8-6 可知，本项目衰变池废水总α、总β放射性活度浓度满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中“7.3.3 放射性废液排放”要求，未超过《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表 2 限值（总α排放标准为 1Bq/L；总β排放

标准为 10Bq/L)，满足排放标准，可排入医院污水处理站处理。

综上所述，根据本次现状检测结果，本项目拟退役场址部分设施尚未达到清洁解控水平，需要对核医学楼二层药品分装室内手套箱外表面进行去污，去污后，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， $\beta$ 表面污染小于 0.8Bq/m<sup>2</sup>，与场所内遗留的其他设备和用品等可作为普通物品继续使用或处置（除药品分装室通排风系统）。核医学楼二层废物储存间的 Sr-89 垃圾桶进行封存在核医学科二层废物储存间或委托专业处置放射性废物的公司进行处置。

对于药品分装室内的通风橱，因为要搬迁至高新院区的核医学科进行重复利用，因此在搬迁之后务必进行表面污染检测并进行去污，去污后再次进行表面污染监测和  $\gamma$  辐射剂量率水平监测，经监测均达标后达到清洁解控水平，可进行拆卸以及搬迁。整个去污操作过程中，辐射工作人员必须要携带个人剂量报警仪、穿戴一次性手套，避免手部沾污。

核医学楼二层废物储存间的 Sr-89 垃圾桶，建议医院在评估后，优先选择委托第三方公司将其进行处置，若无此条件，医院必须将该垃圾桶封存在二层废物储存间，张贴电离辐射警告标示，张贴封条，注明封存时间，待封存达到 10 个半衰期后（505.3d），并经监测满足清洁解控要求后，作为一般医疗废物处置。

**表 9 退役治理**

## **一、治理方案**

### **（一）治理方案总体原则**

根据《医疗、工业、农业、研究和教学中产生的放射性废物管理》（HAD401/16-2023）和《核技术利用放射性废物最小化》（HAD 401/11-2020）的要求，本次退役治理原则如下：辐射防护最优化：优先采用“监测达标后直接处置”策略，避免不必要的去污、拆除操作，减少人员受照风险；对需操作的环节（如通风管道拆除），明确防护措施（穿戴个人剂量计、防护服），控制公众照射剂量 $\leq 0.1\text{mSv/a}$ 。

废物产生量最小化：对可复用设备（如办公桌椅、铅衣）经监测达标后优先二次利用；需拆除设施分类处置（金属类回收、非金属类按普通固废清运），避免过度拆解导致废物量增加。操作可行性与安全性：结合场所现状，简化治理流程，避免复杂去污工艺；拆除作业避开医院人员密集时段（如选择夜间、周末），设置警戒线隔离作业区域，减少对医疗秩序的影响。

### **（二）退役治理实施方案**

#### **1、退役目标**

本项目主要是对白塔院区 9 号楼核医学科实施整体退役，本项目退役目标为：整个场所退役完成后，达到无限制开放的目标，该场所内的设备和用品等可以作为普通物品进行处置，场所内现有的  $^{90}\text{Sr}$  和  $^{137}\text{Cs}$  密封放射源得到妥善处置，场所内遗留的放射性固废得到妥善处置，退役过程中产生的放射性废物得到妥善处置。

#### **2、工艺方案**

退役过程中，应对场所各个角落的辐射水平进行巡测，确认场所剂量率水平均趋于环境本底水平，表面污染水平均低于清洁解控水平。监测过程中，应对监测结果进行分析，如发现存在表面污染水平高于清洁解控水平的工作场所墙壁、地面及场所内设备等，应进行表面去污，并对去污后的表面污染水平进行记录。

#### **3、去污方案**

（1）去污方式。遵循“废物最小化”的原则，采用一次性清洁用品进行清洁去污，优先采用棉纱或抹布擦拭的方式进行去污，不用水进行冲洗，抹布不进行清洗，无放射性废水产生；对于无法擦拭去污或擦拭后仍无法满足解控要求的场所、设备，可进一步采取刮、磨、削等措施。

(2) 去污方法。①非固定污染—用棉纱沾取去污剂擦拭，每次擦拭测量污染是否去除，如未彻底去除，则重复擦拭污染点，直至达到清洁解控水平以下。②固定污染—主要采用机械方法去除。对于表面抹灰土层的墙面，采用刮、铲除表面层的污染去污；对于混凝土、瓷砖等，采取粗琢、钻凿、打磨、铲除、剥离、清扫等方法；对于无法去污的物项则直接包装后送贮。

(3) 去污顺序。按照先室内污染设备和物项，后建筑物表面；先高污染区，后低污染区；先屋顶、墙面，后地面的顺序进行去污。

(4) 去污废物处置。去污过程中产生的棉纱、废抹布、拖布、手套以及可能需采用刮、磨、削等去污操作过程中产生的废材料、废剥离物等均作为放射性固废进行处置。

(5) 对隐蔽工程的去污。待排风管道拆除时，应对管道内表面的表面污染进行检测。如检测后发现高于解控标准，应采取擦拭去污等措施进行去污，待其表面污染水平符合解控要求，最后将其拆除，作为普通物品继续使用或处置。如果管道内壁污染严重，进行部分切割后作为放射性固废贮存衰变解控。

#### **4、退役工作流程**

本项目退役工作流程如下：

##### **(1) 退役准备阶段**

开展退役前的准备工作，制定退役计划和方案，分类规划整理退役设施和物品，封存放射性废物，开展源项调查，进行辐射环境现状监测，开展退役环境影响评价工作。

##### **(2) 退役实施阶段**

取得环评批复后在乐山市人民医院白塔院区核医学科辐射工作场所退役工作小组的指导下，退役工作小组制定详细的监测、搬运计划，拆除需要搬运的设施、设备，记录待搬运物品的数量，并集中约 3 至 5 天时间用于搬运物品。

##### **(3) 退役验收阶段**

委托有资质的单位对退役工作场所及遗留物品进行终态验收监测，终态验收合格及取得审批主管部门审批手续后，确认工作场所的辐射水平满足相关标准要求，该场址达到无限制开放的要求。报原辐射安全许可证发证机关，申请办理许可证重新申领手续。

本项目退役流程如图 9-1 所示。

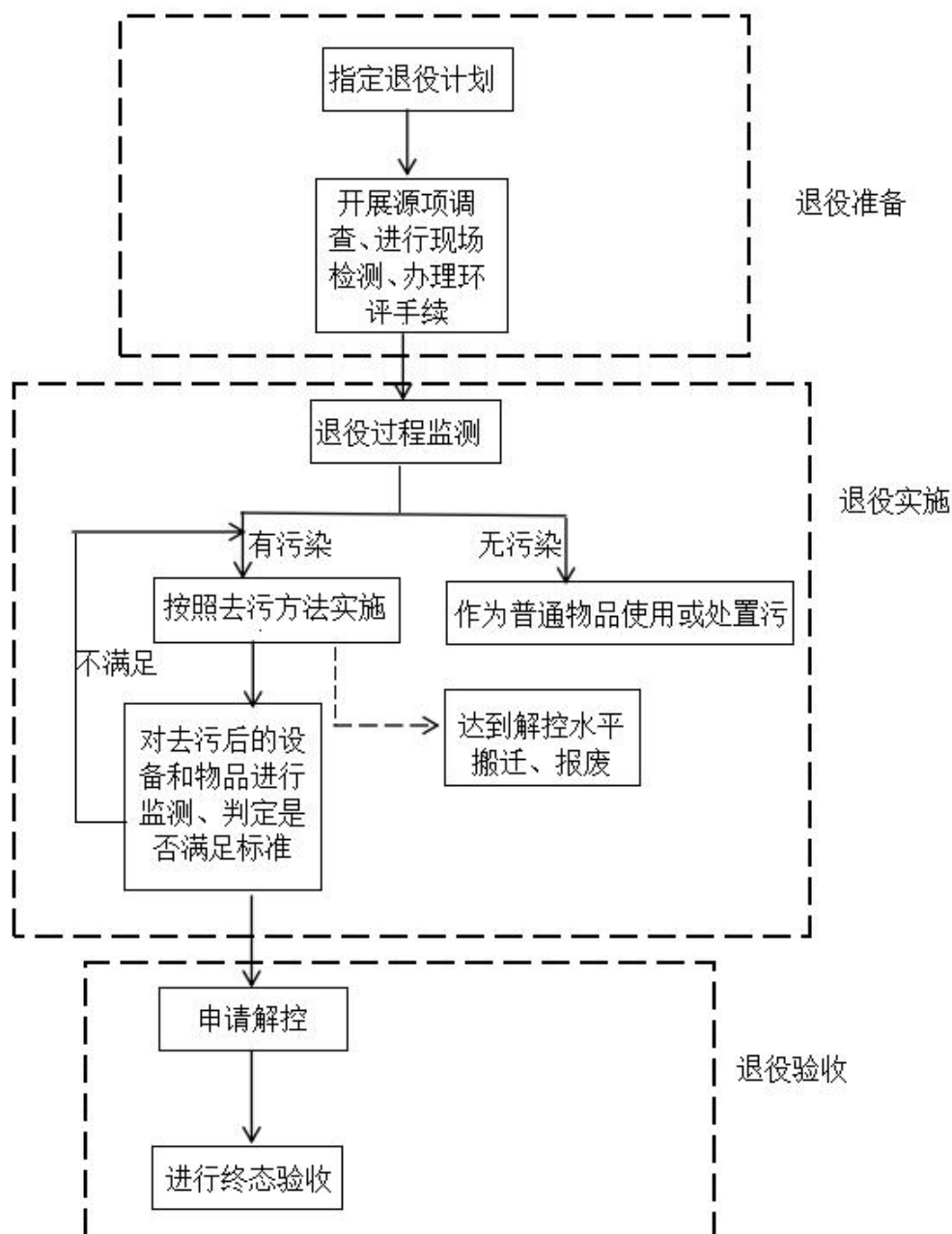


图 9-1 本项目退役流程示意图

## 5.退役工作阶段划分及时间规划

### (1) 退役工作组织

本次退役工作在乐山市人民医院白塔院区核医学科辐射工作场所退役工作小组承担,由专职辐射安全负责人组织实施。本项目退役工作由副院长担任退役工作小组组长,核医学科主任和公共卫生科副科长担任副组长,配备 3 名辐射安全管理人员,均已在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识并报名参加考核,已取得成绩合格报告单。项目退役具体实施人员由核医学科、公共卫生科、医学装备科、建设管理科、

安全保卫科、搬迁公司统筹执行。退役工作小组组成：

生

让

各方具体负责内容如下：

#### 1) 医院职责

①医院为退役核医学科工作场所主导方，在退役期间负责协调项目实施过程中与各负责公司及监管部门对接工作，保证项目顺利开展；

②负责整体项目实施过程中的安全管理工作；

③负责配合向环评单位、检测单位提供相关资料；

④协调终态验收监测工作；

⑤负责整体项目资金支持。

#### 2) 环评单位职责

①环评单位负责环评报告表的编制等工作；

②配合医院实施现场退役技术指导工作。

#### 3) 检测单位职责

①负责环境现状监测；

②如实出具检测报告；

③开展终态验收监测工作；

④配合医院完成实施过程中的其他相关工作。

### (2) 退役时间阶段安排

①退役准备阶段，时间 5 个月。根据退役环境影响评价源项调查和辐射环境现状



存，实行双人双锁、24 小时监控管理，同时，委托四川省辐射环境管理监测中心站开展监测，并按相关要求送往城市放射性废物库收贮。

退役完成后综合研判：无法再利用的，按医院相关规定报废；可再利用的，搬迁后再使用。

（4）搬运工作实施

在医院退役工作小组的统一安排下，成立搬迁工作小组，分别成立指挥组、监测组、清点组、后勤组、搬运组、安全保障组等七个大组。

表 9-2 退役搬迁工作小组具体负责科室职责和要求

| 序号 | 工作组 | 负责科室/人员                                   | 工作内容                         |
|----|-----|-------------------------------------------|------------------------------|
| 1  |     |                                           | 办                            |
| 2  |     |                                           |                              |
| 3  |     |                                           |                              |
| 4  |     |                                           | 受                            |
| 5  |     |                                           | 搬<br>移                       |
| 6  |     |                                           | 运<br>安                       |
| 7  |     |                                           | 力<br><br>故<br><br>,<br><br>当 |
|    |     | 2、退役工作无经验，与辐射类科室多沟通交流，搬往工作现场，为后续人以工作提供参考。 |                              |

1) 搬运前准备

①医院指挥组制定详细的搬运计划，核医学科负责组织对搬运物品进行整理、归类，指定人员清点并记录需搬运的物品名称和数量。

②搬运组提前设定好搬运线路，并在搬运实施前提前划出警戒线进行隔离，为保障搬运工作顺利进行，选择在人员较少的时间段进行。

③核医学科安排专人配合搬运工作，将搬运物品与搬运人员一一对应，确保搬运时有序行动，迅速实施完成。

④安排监测组专人对拟搬运的物品进行再次监测，并做好记录。其中核医学楼二层药品分装室内手套箱存在污染风险，需进一步去污，去污方法详见退役方案中的去污方法，去污产生的固体废物，做为放射性固废进行封存在二楼废物储存间的铅垃圾箱中。去污后再次进行监测，确认可清洁解控后，方可进行拆卸和搬运。

⑤核医学科人员提前考虑好各类物品的处置方案，按照“点对点”的原则，尽量一次性搬到位，避免反复搬运。

## 2) 搬运过程中

①由退役工作小组负责指挥，核医学科和建设管理科组织人员实施搬运，后勤组（建设管理科、医学装备科）派专人协调、配合，确保整个过程顺利、高效完成。

②废物垃圾桶为现有场所主要废弃物，经监测已达到清洁解控水平的，可作为一般固体废弃物进行处理。对于含  $^{89}\text{Sr}$  放射性固体废物和退役过程产生的放射性废物，全部封存在二层废物储存间，待存放达到 10 个半衰期时间，经监测达到解控水平，作为一般医疗废物处置。

③安全保卫科负责对搬运路线进行严格控制，沿途安排专人对全过程监督。

④放射源和放射性废物等涉放物品需由辐射工作人员负责拆除搬运，工作人员佩戴个人剂量计，穿戴个人防护用具（工作服，一次性帽子、口罩、鞋套、手套等），在搬运废物桶时，还需穿戴防护服、防护手套，佩戴个人剂量报警仪，一旦发现异常，立即停止搬运，直至问题解除。

## 3) 搬运结束后

①核医学科指定负责人对搬运物品和数量进行一一核对。

②对白塔院区 9 号楼核医学科进行封闭，设置警示标识，提醒无关人员勿入。

## 4) 场所设施拆除

①在场所内相关物品搬离后，应对对场所隐蔽设施（排水管道等）、隐藏部位（原设备设施等占用位置）关键部位进行 $\gamma$ 辐射剂量率、表面污染布点监测。

②因隐蔽设施埋于地面以下或管道比监测仪器探测窗口小，无法直接进行测量，应先将其拆除后再进行监测。

③管道检测位置应重点关注弯曲（回弯、拐弯）处，可采用间接监测的方法进行，如通过擦拭一定面积的管道内壁，再使用监测仪器对表面擦拭物进行检测。

④对隐藏部位监测应在设备设施等其他物品搬离或拆除后，再采用直接检测法进行检测。

#### 5) 搬迁过程中的防护措施

本次退役主要针对 1 枚 V 类密封放射源（ $^{90}\text{Sr}$ ）和通风橱涉等放射性物品搬迁提出防护措施：

①搬迁前成立搬迁专项小组，明确职责；

②制定详细的搬迁方案，搬迁方案包括搬迁时间、路线、人员分工、操作步骤、防护要求、监测计划等；

③对参与搬迁的人员进行专项培训，内容包括： $^{90}\text{Sr}$  的物理特性及危害、辐射防护知识、搬迁具体方案、个人剂量计和监测设备的使用、应急程序等；

④准备搬迁  $^{90}\text{Sr}$  放射源用的专用屏蔽容器，容器必须完好无损，具有清晰的放射性标志；铅橡胶围裙、有机玻璃面罩、防刺穿手套等个人防护装备和表面污染检测仪等监测设备；

⑤在上班前或下班后人员较少的情况下实施搬迁，并按照搬迁方案对拟定路线进行清场，暂时限制无关人员进入；

⑥搬迁操作时操作人员佩戴有机玻璃面罩和铅围裙、乳胶手套、个人剂量报警仪，规范佩戴个人剂量计；

⑦搬迁操作时，使用长柄操作工具，将  $^{90}\text{Sr}$  放射源放入准备好的专用屏蔽容器中，并紧密盖好，将专用屏蔽容器放置在运输推车上的固定位置，防止在运输过程中倾倒或滑动；

⑧使用表面污染监测仪对专用屏蔽容器外表面、手套箱及核素操作区域进行监测，确认无污染；

⑨由专人护送，沿预定路线快速行进；

⑩搬迁完成后对空的存储位置、所有使用过的工具、防护用品、操作人员的手部和衣物进行彻底的表面污染监测；

⑪整个搬运过程必须有至少两人同时在场，一人操作，一人监护和协助，确保操作按计划进行并能及时应对意外；

⑫详细记录搬迁全过程，记录归档。

### **(5) 退役验收监测**

退役实施完成之后，委托有资质的单位对退役场所用房及遗留物品进行表面污染和空气吸收剂量率水平检测，确认满足清洁解控要求，并经主管部门批准该场所可无限制开发利用后，根据医院后期规划对核医学科用房及相应设施拆除或进一步处置利用。经过监测，管道内壁等达到表面污染小于  $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$  的清洁解控限值，空气吸收剂量率达到周围环境本底水平，即可按照退役方案处置相关废物。

## **6. 条件保障**

在退役过程中为确保该场所退役后成为工作人员和公众的健康不受影响（无限制使用）的目标。采取以下保障措施：

### **(1) 培训上岗**

所有退役实施人员均应在退役领导小组的监督下对辐射防护和安全等项目进行培训。

### **(2) 监测仪器的检定与校准**

所有的仪器、仪表应由具有检定资质的部门进行检定/校准，并确保在检定/校准有效期内使用，同时确保仪器、仪表的误差满足使用要求。每次测量前，均应检查仪器、仪表的使用状态（良好性、稳定性、可靠性等）。

### **(3) 防护用品及个人防护**

个人防护用品佩戴齐全，措施有效，一般外伤药品，器材及去污急救材料齐备。应注意放射工作的个人卫生，离开工作场所必须进行表面污染辐射检查，换去工作服洗手或洗澡，特别注意洗手。

## **7. 退役治理范围和清洁解控要求**

对于不涉及核素使用的场所（医师办公室、技师办公区、会议室、衣帽间、设备间、准备间、诊断间等），不存在放射性污染。

本项目在退役实施的过程中对涉及核素使用的场所（废物储存间、源库、甲亢服药室、甲吸服药室、功能检查室、骨肿瘤治疗室、药品分装室、服药后观察室 1 和 2、淋浴室、放射免疫测定室、放射源存放室、固体废物储存室等）进行封闭管理。

根据前文监测结果可知，本项目拟退役场址部分设施尚未达到清洁解控水平，需要对核医学楼二层废物储存间的 Sr-89 垃圾桶表面、核医学楼二层药品分装室内手套箱外表面进行去污，去污后，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， $\beta$ 表面污染小于  $0.8\text{Bq/m}^2$ ，与场所内遗留的其他设备和用品等可作为普通物品继续使用或处置（除药品分装室通排风系统）。

### （三）方案可行性分析

医院于 2025 年 12 月制订了退役方案（见附件 3），对其简要分析如下：

1、退役方案中明确了领导组织和具体实施人员，内容全面、针对性强、便于操作，对本项目退役工程来说可行。

2、退役方案中明确了白塔院区核医学科场所退役期间的环境监测，根据监测结果明确工作场所是否需要去污工作，如需去污，应妥善收集去污过程中产生的放射性废物、废液，确保场地达到无限制开放水平。

3、白塔院区核医学科场所运行期间未发生过任何辐射安全事故，放射性“三废”的处理均遵循了相关规定及管理要求。

综上所述，项目核医学科编制的《乐山市人民医院白塔院区 9 号楼核医学科退役方案》，涉及到退役范围、目标、退役解控水平、污染源调查、退役工作流程、人员配置、废物处置措施、应急处置和管理，监测等，其设计合理、可行，可操作性较强，能够满足本项目退役实施的要求。按该退役方案开展工作，可确保污染物妥善处置，实现清洁解控的目的，达到无限制开放使用要求。

### （四）退役工作负荷

本项目核医学科退役涉及的工作内容主要为物品的搬运和拆卸，不涉及房屋的拆除等。根据退役工作流程，涉放物品搬运工作由退役工作小组的 10 名辐射工作人员完成，累计时间不会超过 3 天，每天工作不会超过 8 小时，总计约 24 个小时。

## 二、退役过程的辐射安全与防护

本项目为核医学科非密封放射性物质工作场所退役项目，根据本项目特点，医院采

取了以下辐射安全措施。

### 1、拟退役场所原有辐射防护及平面布局

本项目退役核医学科位于乐山市人民医院白塔院区 9 号楼一层和二层核医学科，楼上为外包服务公司和救护车司机休息室，楼下为土层无建筑，核医学科北侧为临空区域、西侧为车道入口、南侧通过连廊至食堂。

核医学科一层的布局情况：一层自东向西依次为楼梯间、卫生间、会议室（2 间）、衣帽间、贮藏室、网络设备间、盥洗室、医生办公室（2 间）、主任办公室、微机记账、试剂存放间、放射免疫测定室（2 间）、操作间、样品准备间、放射源存放室、2 座衰变池（1#衰变池和 2#衰变池）、固体废物储存库。核医学科二层自东向西依次为服药后观察室 1、服药后观察室 2、卫生间、楼梯间、等候室、诊断室、骨肿瘤治疗室、功能检查室 1、功能检查室 2、医生办公室、会议室、资料室、淋浴室、药品分装室、甲吸服药室、甲亢服药室和操作间、源库、废物储存间、清洗间。

该场所为已有建筑，已经运行十余年，具有良好的屏蔽措施，设置有专用独立排风系统，设置有独立排水系统，设置有放射性废物暂存的固体废物储存库和废物储存间；目前场所内已无放射性药物存在，衰变池内有少量放射性废水，场所无放射性废气产生，一层的放射源存放室存放 1 枚 V 类放射源（ $^{137}\text{Cs}$  刻度校准源），二层的源库内存放 1 枚 V 类放射源（ $^{90}\text{Sr}$  敷贴源），场所内有少量固体放射性废物贮存（6kg），因此对周围环境影响较小。本项目核医学科平面布局见附图 4。

### 2、退役过程中的辐射防护分区管理情况

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）控制区和监督区的定义划定控制区和监督区。其定义为“控制区：在辐射工作场所划分的一种区域，在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和安全措施；监督区：未被确定为控制区、通常不需要采取专门防护手段和安全措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域”。

为加强拟退役场址所在区域的管理，医院对退役现场实行分区管理制度，划定了控制区和监督区，严禁闲杂和无关人员进入。核医学科辐射工作人员需进入退役现场的控制区时，应规范正确佩戴个人剂量计。在退役评价工作完成前，禁止将相关物品、设备移出控制区。本项目退役完成后，相关区域将不需要再按两区管理。控制区和监督区分见表 9-3。两区划分示意图见图 9-2、图 9-3。

表 9-3 拟退役的核医学科工作场所控制区和监督区场所一览表

[illegible]

### 3、退役过程中的防护措施

(1) 制定详细的退役方案，成立退役工作组织机构，本次退役工作在医院退役工作领导小组的领导下，由核医学科、建设管理科、医学装备科、公共卫生科、安全保卫科等多科室综合协调组织实施，第三方技术服务检测公司协助配合。

(2) 9 号楼核医学科停止使用后，医院拟组织科室人员对该工作场所开展一次全面的清洁去污处理工作。

(3) 退役活动实施前的现状监测及退役场所的终态监测均委托有资质单位进行。

(4) 编制退役项目应急预案，做好相关应急准备。

(5) 在实施退役前，组织对参与退役工作人员（包括外来搬运工人）进行辐射安全培训，告知其场所辐射水平、退役方案、可能的污染区域及污染水平、应急方案、防护办法等；禁止无关人员进入现场。

(6) 制定了详细完整的搬运计划，提前设定好搬运路线，需要搬运的物品和设备经辐射监测满足清洁解控要求后，由退役工作人员经西侧楼梯间运出，搬运期间安排保卫人员沿途站岗监督，限制无关人员进入退役现场。

(7) 退役期间应根据退役辐射风险配置相应的防止破坏和人员擅入的安全保卫设施，并限制无关人员接近退役工作范围。

(8) 医院应为参与本项目所有退役工作人员每人单独配备佩戴个人剂量计，退役工作结束后由专人统一收集并送至有资质的单位进行检测。工作人员进场开展工作前应穿戴一次性防护服、帽子、口罩、手套、鞋套等个人防护用品。每天工作完成后需对退役工作人员体表进行辐射监测，并对穿戴的一次性用品进行妥善处理。

(9) 在退役实施阶段，对场所内搬运或拆解的物品进行辐射监测，监测因子包括 $\gamma$ 辐射剂量率及 $\beta$ 表面污染。如监测存在污染，则采取封存衰变的方式进行处理，对处理后的放射性废物再次开展监测直至其满足清洁解控要求。

(10) 对退役场所严格实行分区管理，将涉核素退役场所与非涉核场所之间设置隔离带，并设置警示标识，核医学科区域未经终态监测达标不得解控开放禁止无关人员进入，禁止任何人在现场进食。

(11) 核医学科在搬迁和拆卸药品分装室内的通风橱，首先要对通风橱表面进行X- $\gamma$ 辐射剂量率的监测和 $\beta$ 表面污染监测，因2026年3月9日委托四川科正检测技术有限公司对该场所和设施进行检测，核医学楼二层药品分装室内手套箱外表面的 $\beta$ 表面污染水平为1.12Bq/cm<sup>2</sup>，核医学楼二层废物储存间的Sr-89垃圾桶表面的 $\beta$ 表面污染水平为2.04Bq/cm<sup>2</sup>，以上2个位置的表面污染水平尚不能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中清洁解控水平（ $\beta \leq 0.8\text{Bq/cm}^2$ ），建议先进行去污后，在进行表面污染监测，监测结果达标符合清洁解控水平，即可开始拆卸和搬迁。

专业的放射性表面污染去污操作如下：

首先是：前期准备与评估

#### 1) 污染评估与监测

使用 $\alpha$ 、 $\beta$ 表面污染监测仪对污染区域进行精确测量，确定污染范围和强度，记录污染区域的初始放射性活度值，作为去污效果评估依据。然后根据使用过的放射性核素类型选择合适的去污方法，不同核素对去污剂的反应不同。

## 2) 安全防护准备

穿戴全套个人防护装备（PPE）：包括防护服、N95 或更高级别口罩、护目镜、防护手套（建议使用 Tyvek 材质），确保工作区域通风良好，设置警戒线或警示标识，防止无关人员靠近污染区域。

### 第二：无废水产生去污操作步骤

推荐方法：可剥离凝胶去污技术

#### 1) 凝胶制备与涂覆

按照产品说明书配制可剥离凝胶，确保凝胶中包含适合去除 $\beta$ 污染的去污剂（如含 EDTA 或柠檬酸铵的凝胶），然后将配制好的凝胶通过刷涂或喷涂方式均匀涂覆在污染表面，厚度约 1-2mm，涂覆面积应略大于实际污染区域，确保完全覆盖污染区域，注意的是涂覆时注意避免产生气泡，确保凝胶与表面充分接触。

#### 2) 干燥与剥离

让凝胶在室温下自然干燥，通常需要 12-36 小时，干燥过程中确保环境温度在 0-45℃ 之间，相对湿度 $\leq 80\%$ ，以保证凝胶性能。在干燥完成后，凝胶会形成一层可剥离的薄膜，用塑料刮片或专用工具从边缘开始小心剥离，剥离时应保持薄膜完整，避免碎片散落造成二次污染。

#### 3) 污染物处理

将剥离后的凝胶薄膜立即放入专用放射性废物容器中（如铅罐或者铅废物桶），凝胶薄膜作为固体废物处理，严禁将凝胶薄膜随意丢弃或用水冲洗，避免产生废水。

### 第三：去污结果检测与处置

经过以上去污后，使用 $\alpha$ 、 $\beta$ 表面污染监测仪对污染区域进行精确测量，确定表面污染均被完全去除，并形成记录，此时即可达到清洁解控水平。整个去污操作过程中，辐射工作人员必须要携带个人剂量报警仪、穿戴一次性手套，避免手部沾污。

对于暂存时间未满 10 个半衰期的  $^{89}\text{Sr}$  垃圾桶，本次环评优先建议医院在评估后，选择委托第三方公司将其进行处置，若无此条件，医院必须将该垃圾桶封存在二层废物储存间，张贴电离辐射警告标示，张贴封条，注明封存时间，待封存达到 10 个半衰期后（505.3d），并经监测满足清洁解控要求后，作为一般医疗废物处置。

## 4、三废的治理

核医学科工作场所停运至今，场所内已无剩余放射性药物，一层的放射源存放室存放 1 枚 V 类放射源（ $^{137}\text{Cs}$  刻度校准源），二层的源库内存放 1 枚 V 类放射源（ $^{90}\text{Sr}$  敷贴源），场所内有少量固体放射性废物贮存（6kg），且含  $^{89}\text{Sr}$  放射性固废暂存未满 10 个半衰期，需进一步处理。根据污染源项描述可知，本项目退役实施过程中无放射性废气、废液产生。

本项目退役实施的过程中需对拟退役核医学科二层源库内 1 枚  $^{90}\text{Sr}$  敷贴源（V 类密封放射源）搬迁至高新院区新建的核医学科储源室内暂存；拟将核医学科一层放射源存放室内的 1 枚  $^{137}\text{Cs}$  刻度校准源（V 类密封放射源）进行报废处置， $^{137}\text{Cs}$  放射源停用后，医院应立即向乐山市生态环境局报告，并将该放射源暂存于核医学科一层放射源存放室封存，实行双人双锁、24 小时监控管理，同时，委托四川省辐射环境管理监测中心站开展监测，并按相关要求送往城市放射性废物库收贮；拟将含  $^{89}\text{Sr}$  放射性固废以及退役过程产生的放射性废物全部转移到二层废物储存间内暂存衰变；需对拟退役核医学科工作场所内遗留的物品和设备（通风橱、移动注射屏、办公桌椅、冰箱、铅垃圾桶等），经监测达到解控水平后，暂时封存于原有房间，待高新院区核医学科建成后，搬迁至新核医学科使用，其他不能使用的物品进行报废。根据辐射环境现状监测结果，同时结合场所停用时间及涉及核素的半衰期可知，被拆解的物品内表面也应满足清洁解控要求，但由于现阶段无法对隐蔽工程区域进行检测，仍存在一定的不确定性。故而保守起见，如上述物品在退役实施阶段中的辐射监测结果不能满足清洁解控要求，则应将其作为放射性固体废物进行处理，封存在二楼废物储存间内进行衰变处理，满足存放 10 个半衰期后，经监测清洁解控后可作为一般医疗废物进行处置。

本项目退役过程中，退役辐射工作人员将对上述物品和设备进行 X- $\gamma$  辐射剂量率和  $\beta$  表面污染监测，若监测结果满足清洁解控要求，则按普通物品对其报废处理或搬迁至其他场所继续使用；如果不能满足清洁解控要求，则根据放射性废物最小化原则，由退役辐射工作人员集中收集，临时暂存在白塔院区核医学科二层废物储存间内，采取继续暂存衰变的方法，最终使其满足清洁解控要求。核医学科二层废物储存间位于核医学科工作场所西北侧角落位置，场所相对独立，将放射性固废暂存在此不会影响整体退役实施进度。

经上述处理后，本项目可能产生的放射性固体废物对周围环境的影响很小。

## 5、环保措施及其投资估算



离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中清洁解控水平( $\beta \leq 0.8\text{Bq/cm}^2$ )。同时核医学科场所内保险柜存放有 2 枚 V 类密封放射源和  $^{89}\text{Sr}$  含有放射性固体废物,且含  $^{89}\text{Sr}$  放射性固废暂存未满 10 个半衰期,需进一步去污处理和存储衰变处理。

本次退役实施中,拟对一层的放射源存放室存放 1 枚 V 类放射源( $^{137}\text{Cs}$  刻度校准源)进行报废处置,医院拟申请放射性废物库进行收储;拟将二层的源库内存放 1 枚 V 类放射源( $^{90}\text{Sr}$  敷贴源)搬迁至高新院区核医学科储源室内暂存;拟将含  $^{89}\text{Sr}$  放射性固废以及退役过程产生的放射性废物全部转移核医学科二层废物储存间暂存衰变。在 1 枚 V 类放射源  $^{90}\text{Sr}$  和含退役过程产生的放射性固废转移搬迁过程中,可能存在以下安全事故:

- ①转移搬迁过程中直接导致屏蔽容器损坏、包装破裂、货物散落,造成放射源直接暴露,可能同时引发外照射和污染扩散;
- ②违反操作规程,在无屏蔽或屏蔽不足的情况下进行手工操作;
- ③在交接、转移中途、临时存放等环节,因监管疏忽导致放射源或废物包脱离监控,导致物品丢失、被盗等事故。

## 2、事故防范措施

(1) 实施退役前,医院对退役工作人员进行专业辐射防护知识培训,穿戴放射性污染防护服等防护用品以及佩戴个人剂量计、佩戴个人剂量报警仪。

(2) 制定退役工作安全规章制度,并负责组织实施,建立健全安全责任制,明确主要负责人、其他负责人等。退役工作由场所原辐射工作人员进行专业性的指导,具备一定的的工作经验,对参与退役工作的人员进行安全培训,对放射性废物存入衰变箱的时间和放射性废物的类别等均作出标记,达到解控水平后,方可排放。

根据本次现状检测结果,本项目拟退役场址部分设施尚未达到清洁解控水平,需要对核医学楼二层药品分装室内手套箱外表面进行去污,去污后,经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平, $\beta$ 表面污染小于  $0.8\text{Bq/m}^2$ ,与场所内遗留的其他设备和用品等可作为普通物品继续使用或处置(除药品分装室通排风系统)。核医学楼二层废物储存间的  $\text{Sr-89}$  垃圾桶进行封存在核医学科二层废物储存间或委托专业处置放射性废物的公司进行处置。

对于药品分装室内的通风橱,因为要搬迁至高新院区的核医学科进行重复利用,因此在搬迁之后务必进行表面污染检测并进行去污,去污后再次进行表面污染监测和 $\gamma$ 辐

射剂量率水平监测，经监测均达标后达到清洁解控水平，可进行拆卸以及搬迁。整个去污操作过程中，辐射工作人员必须要携带个人剂量报警仪、穿戴一次性手套，避免手部沾污。

综上所述，经过去污并进行监测合格后，拟退役核医学工作场所内 $\beta$ 表面污染达到表面污染解控水平，场所内遗留的物品和设备可直接按照普通物品处理。因此，在退役过程中不会发生辐射事故。

表 10 退役环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目属于退役项目，无建设阶段的环境影响。

退役阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

（一）核医学科退役项目环境影响分析

白塔院区 9 号楼核医学科在 2026 年 1 月已全面停止诊疗，为掌握 9 号楼核医学科诊疗场所的辐射环境现状，委托了四川科正检测技术有限公司对工作场所、相关设备、设施等物品进行了监测，并对该场所进行了封闭停用，监测结果见表 8-4~表 8-6。

1.X- $\gamma$  辐射剂量率

根据监测结果，由表 8-4 可知，本项目拟退役场址及其周边环境的 $\gamma$ 辐射剂量率为（123~164）nGy/h，与《2024 年四川省生态环境状况公报》全省环境 $\gamma$ 辐射剂量率年均值 $\leq 160$ nGy/h 范围基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

2.表面污染

由表 8-5 可知，本项目拟退役场址中核医学楼二层药品分装室内手套箱外表面的 $\beta$ 表面污染水平为 1.12Bq/cm<sup>2</sup>，核医学楼二层废物储存间的 Sr-89 垃圾桶表面的 $\beta$ 表面污染水平为 2.04Bq/cm<sup>2</sup>，以上 2 个位置的表面污染水平尚不能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中清洁解控水平（ $\beta \leq 0.8$ Bq/cm<sup>2</sup>），需要进一步去污或封存衰变后方可满足无限制开放使用的要求。

其余所有监测点位监测结果为 0~0.46Bq/cm<sup>2</sup>，《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“表面污染控制水平”的规定，即“控制区 $\beta$ 表面污染水平不大于 40Bq/cm<sup>2</sup>，监督区 $\beta$ 表面污染水平不大于 4Bq/cm<sup>2</sup>”，同时符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）表 B11 中规定的污染水平降低到所列设备类的控制水平的五分之一以下时，经审管部门或审管部门授权的部门确认同意后，可当作普通物品使用，即满足“ $\beta$ 表面污染解控水平为 0.8Bq/cm<sup>2</sup>”的要求。

由表 8-6 可知，本项目衰变池废水总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 放射性活度浓度满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中“7.3.3 放射性废液排放”要求，未超过《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表 2 限值（总 $\alpha$ 排放标准为 1Bq/L；总 $\beta$ 排放

标准为 10Bq/L)，满足排放标准，可排入医院污水处理站处理。

### 3.密封放射源搬迁分析

密封放射源在搬运过程中，搬运人员会受到外照射。所以应尽可能缩短搬运的时间，并将放射源和放射性废物置于防护容器中，搬运人员穿戴个人防护用品，以降低搬运人员受照剂量。转移搬运全过程做好记录，保留核查、登记记录。

医院下一阶段拟对 1 枚 V 类密封放射源  $^{90}\text{Sr}$  搬迁至高新院区核医学科储源室内暂存，搬迁前后均进行辐射监测，搬迁人员需全程佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。

#### （二）大气环境影响分析

白塔院区 9 号楼核医学科已于 2026 年 1 月全面停止放射性同位素使用，停止使用后该场所内不再产生放射性废气。在退役实施过程中，大气环境影响主要来源于设备拆除、地面破碎及废物清运时产生的扬尘，医院将提前对作业区域洒水抑尘，设置围挡，采用雾炮机局部降尘，运输车辆全封闭运输并限速行驶，减少二次扬尘。因此，本项目退役无需单独采取额外措施，对周围大气环境几乎无影响。

#### （三）声环境影响分析

声环境影响主要来自通风橱、空调、铅罐等设备拆除及建筑垃圾清运，医院将合理安排作业时间，避开午休及夜间时段，选用低噪声工具，设置临时隔声屏障，确保场界噪声满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）限值要求，整体对周边居民及环境的影响可控。

#### （四）水环境影响分析

本项目的废水主要为退役实施人员产生的生活污水和 9 号楼核医学科既有衰变池内的废水，生活污水将不排入衰变池中。

本项目退役实施人员产生的生活污水依托医院现有的生活污水处理设施进行处理。根据现场踏勘时，衰变池内仍存在废水，根据衰变池总 $\alpha$ 和总 $\beta$ 辐射现状监测结果可知，本项目拟退役场所已达到清洁解控水平，已达到无限制开放的要求，无需采取进一步的退役措施，该场所在退役过程中不再产生放射性废液，对周围环境无影响。

针对既有衰变池废水，根据监测结果可知 1 号衰变池总 $\alpha$ 最大为 0.156Bq/L，总 $\beta$ 最大为 0.318q/L，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中关于放射性废液排放的要求：“所含核素半衰期小于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 30 天后可直接解控排放，所含核素半衰期大于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 10 倍最

长半衰期（含碘-131 核素的暂存超过 180 天），放射性废液总排放口总 $\alpha$ 不大于 1Bq/L、总 $\beta$ 不大于 10Bq/L”。2 号衰变池空置水池内无放射性废水，不可采样检测。

此时实施衰变池退役，将衰变池废水可排入医院污水处理站进行统一处理，最终排入市政污水管网，对周围水环境影响不大。

### （五）固体废物影响分析

9 号楼核医学科于 2026 年 1 月全面停止放射性核素的使用，截止目前，排水、排风管道和衰变池中无新增核素，同时，退役涉及的最长半衰期核素  $^{89}\text{Sr}$  在医院无遗存，且未排入衰变池，医院购置核素供应商的成品针剂后直接注射患者体内，故无放射性废气产生。

本项目退役产生的固体废物主要包括两部分，一是退役实施人员产生的生活垃圾，二是 9 号楼核医学科退役过程中及场所内的固体废物，具体处理方式及对环境的影响如下：

退役实施人员产生的生活垃圾，将通过统一收集后交由环卫部门清运处理。

白塔院区 9 号楼核医学科工作场所停诊后，不再产生新的放射性固体废物。经现场勘察，该场所内的放射性固体废物及处理方式如下：

①白塔院区 9 号楼核医学科工作场所内的少量放射性固体废物，主要包括服药纸杯、棉签、纸巾、针筒等，经现场监测达到清洁解控水平后，作为医疗废物统一处理；

②通风管道活性炭滤芯达到清洁解控水平后，作为医疗废物交由有资质的单位回收处理；

③ $\text{Sr-89}$  垃圾桶目前暂存在二层废物储存间，建议医院在综合评估后，本次环评推荐医院优先选择委托第三方公司将其进行处置，若无此条件，医院必须将该垃圾桶封存在二层废物储存间，张贴电离辐射警告标示，张贴封条，注明封存时间，待封存达到 10 个半衰期后（505.3 天），并经监测满足清洁解控要求后，作为一般医疗废物处置。

综上，本项目实施过程中，固体废物不会对周围环境造成影响。

## 二、退役治理的辐射影响

本项目非密封放射性工作场所已全面停止运行，通过其工作场所监测结果可知，通风橱外表面的 $\beta$ 表面污染监测结果超过标准要求的清洁解控水平（ $\beta \leq 0.8\text{Bq/cm}^2$ ）。



据调查，本项目核医学科使用  $^{89}\text{Sr}$  开展骨转移癌治疗，患者注射药物后直接离开。其中  $^{89}\text{Sr}$  是 $\beta$ 核素， $^{89}\text{Sr}$  核素衰变后发射 $\beta$ 射线， $\beta$ 粒子平均能量为 0.58MeV， $\beta$ 粒子最大能量达 1.49MeV，在组织内的辐射距离约 2.4mm，在铅中的射程约为 0.59mm。 $^{89}\text{Sr}$  核素发出的射线相对于 X、 $\gamma$ 射线穿透力较弱，核医学科实际操作只要戴上手套和眼罩（或面罩），用镊子或其它夹具规范操作，手不接触 $\beta$ 源，避免发生表面污染，就能达到防护要求。因此本项目主要关注  $^{89}\text{Sr}$  产生的韧致辐射影响。但 $\beta$ 射线在与物质作用会产生韧致辐射，韧致辐射所致 X 射线辐射剂量率估算结果见表 10-2。

对于能量为 E 的 $\beta$ 射线在屏蔽材料中产生的韧致辐射可采用方杰主编的《辐射防护导论》中的公式进行计算：

$$D=4.58\times10^{-14}AZ_e(E_b/r)^2\cdot(\mu_{en}/\rho) \quad \text{公式 (10-1)}$$

式中：

- $D$ —屏蔽层中 $\beta$ 粒子产生的韧致辐射在  $r$ （m）处空气中的吸收剂量率，Gy/h；
- $E_b$ —韧致辐射平均能量，MeV，最大电子能量的 1/3，保守取值为 0.50MeV；
- $A$ —放射源活度，Bq；
- $Z_e$ —屏蔽材料的有效原子序数；
- $r$ —距离辐射源的距离，m；

$\mu_{en}/\rho$ —平均能量的韧致辐射在空气中的质量能量吸收系数， $\text{m}^2/\text{kg}^{-1}$ ，查《辐射防护导论》附表 1，取 0.5MeV 对应值  $2.966\times10^{-3}$ 。

韧致辐射经屏蔽后的剂量率计算公式见式（10-2）。

$$H=D\cdot2^{-X/HVL} \quad \text{式 (10-2)}$$

式中：

- $D$ —同式（10-2）；
- $H$ —周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ，根据 GB 18871-2002，光子的辐射权重因子为 1，Gy 和 Sv 转换因子取 1；
- $X$ —屏蔽层厚度，cm；
- $HVL$ —韧致辐射在屏蔽层的半值层，cm，参考《辐射防护导论》，0.5MeV 对应铅的  $HVL$  为 5mm。

表 10-2  $^{89}\text{Sr}$  韧致辐射计算结果一览表

| 关注点 | $A$ (MBq) | $Z_e$ | $E_b$ (MeV) | $r$ (m) | $\mu_{en}/\rho$ | 屏蔽厚度 | $HVL$ | $H$ ( $\mu\text{Sv/h}$ ) |
|-----|-----------|-------|-------------|---------|-----------------|------|-------|--------------------------|
|-----|-----------|-------|-------------|---------|-----------------|------|-------|--------------------------|

医院所有放射性核素操作均在核医学科场所控制区内，核医学科各墙体厚度均远大于 $\beta$ 射线射程。在退役实施前，医院安排专人对场所和场所内遗留的设备设施等物品进行监测，确定达到清洁解控水平后再实施处置，对退役实施人员和周围公众的影响几乎可以忽略不计。

## 2. $\gamma$ 射线外照射影响分析

根据源项调查结果，9号楼核医学科实际使用的放射性同位素  $^{131}\text{I}$ 、 $^{89}\text{Sr}$  以及  $^{125}\text{I}$  粒籽源， $^{32}\text{P}$  核素实际是未使用的，经过前文分析并说明实际使用的三种核素已经衰变殆尽（ $<0.1\text{Bq}$ ），且根据检测结果分析，均处于天然本底辐射水平范围，影响可以忽略；其中， $^{89}\text{Sr}$  为纯 $\beta$ 衰变，不产生 $\gamma$ 射线。因此，本次环境影响评价不再单独开展 $\gamma$ 射线外照射影响分析。

## 3. 密封放射源影响分析

核医学科一层和二层的保险柜内目前仍然暂存有 2 枚 V 类放射源。经现场检测可知，退役核医学科工作场所内一层放射源存放室的放射源储源保险箱（内有 1 枚  $^{137}\text{Cs}$  密封放射源）右侧外 5cm 处 X- $\gamma$ 辐射剂量率为  $0.199\mu\text{Gy/h}$ ，二层源库的放射源储源保险箱（内存有 1 枚  $^{90}\text{Sr}$  密封放射源）表面 5cm 处 X- $\gamma$ 辐射剂量率为  $0.444\mu\text{Gy/h}$ ，小于标准要求的距离贮源箱表面 5cm 处的周围剂量当量率不应超过  $10\mu\text{Sv/h}$ 。

### （三）退役过程中对工作人员、公众的影响

#### 1、退役工作人员的有效剂量核算

（1）根据医院实际的核素使用情况，在退役过程中，工作人员可能受到 $\gamma$ 射线和 $\beta$ 射线的外照射。然而，对于外照射防护剂量估算，通常主要考虑穿透力强的 $\gamma$ 射线（或 X 射线），因为 $\beta$ 射线容易被屏蔽（如工作服、手套）或被空气吸收，其外照射危害通常远小于 $\gamma$ 射线，除非是极高能量的 $\beta$ 射线，才纳入考虑之中。

根据联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）-2000 年报告附录 A 中的计算，X- $\gamma$ 射线产生的外照射人均年有效当量剂量按下列公式计算：

$$H_{E,r} = H_r \times T \times t \times 10^{-3} \text{ (mSv)} \quad (\text{公式 10-3})$$



源，此处评估皮肤所致的手部剂量将近似按照皮肤污染后受照剂量估算的模型进行估算，估算采用的公式来源于 GBZ/T244-2024 附录 F.1，具体如下：

根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》GBZ/T244-2024 附录 F.1，皮肤污染核素明确时  $H_p(0.07)$  的估算方法：

$$H_p(0.07) = A_{F,0} \cdot I_c \cdot \lambda^{-1} \cdot (1 - e^{-\lambda t})$$

式中： $A_{F,0}$ —污染开始时，单位面积的放射性活度，单位为贝可每平方厘米（Bq/cm<sup>2</sup>），此处采用监测数值 1.12Bq/cm<sup>2</sup>；

$I_c$ —局部皮肤剂量率因子，单位为微希沃特平方厘米每小时每贝可（ $\mu\text{Sv} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{Bq}^{-1}$ ），此处取值表 F.1 常见皮肤污染核素的局部皮肤剂量率因子  $I_c$  值，<sup>131</sup>I 为 1.4；

$\lambda$ —衰变常数， $\lambda = \ln 2 / T_{1/2}$ （ $T_{1/2}$  是放射性核素的物理半衰期，单位小时（h）），此处取值 8h；

$t$ —皮肤污染时间（去污时间），单位小时（h），按照去污时间约 0.1h。

计算结果：由此可以估算得到，去污过程，皮肤所接受到的剂量为 0.1079 $\mu\text{Sv}$ ，即  $1.079 \times 10^{-4} \text{mSv}$ 。因此，去污过程对辐射工作人员的影响可以忽略不计。

### 3、公众成员的年有效剂量

本项目退役核医学科工作场所均处于封停状态，无关人员不得入内，因此，本项目在退役实施工程中对公众无影响。

综上所述，本次退役过程中辐射工作人员的年有效剂量值均低于本项目所取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的职业照射剂量限值 and 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）的剂量约束值，对公众无影响。

## 三、退役场所的最终开放和终态监测要求

在获得生态环境审批部门批准后并且在通过进一步终态验收监测确认以及审管部门审核准许后，确认工作场所的辐射水平符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中 B2.2 中“工作场所中某些设备与用品，经去污使其污染水平降低至表 B11 中所列设备类的控制水平的五分之一以下”的要求，场址可开放。对此，医院将在该评价项目完成后，落实以下辐射监测方案和

核查工作：

①对现核医学科辐射工作场所进行 X- $\gamma$ 辐射剂量率检测，确保其 X- $\gamma$ 辐射剂量率水平尽可能低，可合理达到尽量低水平。

②对拟退役核医学科辐射工作场所进行 $\beta$ 表面沾污检测，确认其低于《电离防护防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中 B2.2 中“工作场所中某些设备与用品，经去污使其污染水平降低至表 B11 中所列设备类的控制水平的五分之一以下”的要求，即低于 0.8Bq/cm<sup>2</sup>。

③检查工作场所是否暂存有相关放射性固体废物，如果存在，核实其产生日期、污染核素种类等信息，分析其放射性活度浓度低于相应的清洁解控水平后按普通医疗废物处理的可行性。

④检查衰变池中的污染物情况，核实其产生日期及相关信息，分析其停留时间并委托相关监测机构对池内废水进行采样分析，确认满足 GB27742-2011 中可免于辐射防护监管的物料中放射性核素浓度活度的规定后才能排空废水和清掏底泥，最终才能拆除或填埋。

#### 四、退役过程中事故影响分析

本次退役实施中，拟对 2 枚 V 类密封放射源搬迁至高新院区核医学科的储源室内暂存；拟将含 <sup>89</sup>Sr 放射性固废以及退役过程产生的放射性废物全部转移封存在二层废物储存间内进行衰变。在 2 枚 V 类放射源和含 <sup>89</sup>Sr 放射性固废以及退役过程产生的放射性废物转移搬迁过程中，可能存在以下安全事故：

①转移搬迁过程中直接导致屏蔽容器损坏、包装破裂、货物散落，造成放射源直接暴露，可能同时引发外照射和污染扩散；

②违反操作规程，在无屏蔽或屏蔽不足的情况下进行手工操作；

③在交接、转移中途、临时存放等环节，因监管疏忽导致放射源或废物包脱离监控，导致物品丢失、被盗等事故；

④2 枚 V 类密封放射源（<sup>90</sup>Sr 和 <sup>137</sup>Cs）在暂存过程中发生丢失或被盗。

#### 五、事故防范措施

为了加强核医学退役过程中的辐射安全管理，建设单位制定了一系列的方案：

①严格执行退役方案，确保在退役过程中每个环节都符合国家安全标准，同

时定期进行检查，搬迁过程中需要对核医学工作场所和搬运物品表面污染和表面剂量率进行检测，确认符合要求后选择人员活动较少的时间段进行搬运。如出现被放射性污染的物品丢失事故，应立即启动应急预案进行处理和上报。

②转移前制定详细方案，包括路线、时间、应急措施。

③所有参与人员必须接受辐射安全与应急培训，熟悉操作流程和风险。

④实施全程 GPS 监控与人眼监控，做好交接记录，在中途停留时确保有人值守。

⑤加强辐射的安全管理，针对退役活动单独建立去污记录，检测记录，放射性废物暂存记录和转移记录，所有记录存档备查。

⑥对于放射性废物的处理，医院按照严格的标准操作规程进行处理，确保废物的包装、存储符合国家规定，并建立详细的管理档案，实现废物处理的全程可追溯性。

⑦随身携带辐射监测仪器（如剂量率仪、表面污染仪、个人剂量报警仪）、个人防护用品、去污设备和应急警示标志。

⑧针对 2 枚 V 类密封放射源（ $^{90}\text{Sr}$  和  $^{137}\text{Cs}$ ）在暂存过程中丢失或被盗的针对性防范措施有：设置独立的、专用的放射源贮存保险柜，保险柜必须具有防火、防盗、防破坏的专用保险柜；保险柜应实行“双人双锁”管理（即两把锁的钥匙由不同人员保管），钥匙由专人管理；储源室安装有 24 小时不间断视频监控系统，监控范围覆盖了出入口和源贮存保险柜，录像保存期不少于 30 天；

建立详尽的放射源管理台账，记录每枚源的唯一编码（核素、活度、出厂日期、编号等）、来源、去向、使用人、盘存记录；实行“日巡查、月盘存、年核查”，每日由专人检查贮存设施是否完好、是否异常，每月至少进行一次全面的物理盘存，核对账、物是否一致；加强人员培训，所有相关操作和管理人员接受辐射安全与防护培训并考核合格，特别要强化法律意识与责任意识，使其充分认识到放射源丢失的严重后果，定期开展警示教育。

通过严格的合规管理、质量良好的设备、训练有素的人员和充分的应急准备，这些风险是可以被有效控制 and 管理的。因此，在建设单位严格落实相应的防护措施及应急预案的前提下，本项目环境风险水平较低且可控。

表 11 退役治理能力

一、辐射安全与环境保护管理机构的设置

医院开展放射诊疗工作多年，在放射防护监测管理工作方面具有丰富的经验。由于业务、技术发展迅速，诊疗范围不断扩大，为了确保放射诊疗健康发展以及安全应用，为了加强放射诊疗工作的管理，保证医疗质量和医疗安全，保障放射诊疗工作人员、患者和公众的健康权益。医院根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的规定，切实做好医院辐射安全管理工作，于 2025 年 7 月 10 日印发《医院质量与安全管理委员会等二十一个委员会成员名单》的通知，文件号：乐市医院〔2025〕100 号；通知中已成立并调整放射防护与辐射安全管理委员会，明确委员会具体成员和职能办公室及科室职责，具体人员名单如下：

（一）放射防护与辐射安全管理委员会

（二）职责分工

- 1.放射防护与辐射安全管理委员会全面负责组织、领导、指挥、调配和督导医院放射防护与辐射安全管理工作。
- 2.主任委员具体全面负责医院放射防护与辐射安全管理。
- 3.公共卫生科作为医院放射防护与辐射安全管理的职能部门，负责相关科室日常安全管理工作的协调沟通和督导检查责任人为赵鸿鹰。
- 4.各相关临床医技科室负责本科室的放射防护与辐射安全管理工作。具体要求负责制定和落实各项辐射安全管理制度建立安全责任制，实施专人专项管理，杜绝辐射安全事故发生，责任人为相关临床医技科室的科主任。
- 5.委员会办公室主任负责协助委员会开展日常放射防护与辐射安全监督管理工作，拟定安全管理制度，制定工作计划，完成委员会交办的工作任务。

（三）工作制度

1.委员会遵守《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射工作人员职业健康管理辦法》等有关放射防护法律，法规。按要求开展全院放射防护与辐射安全管理。

2.制定放射防护与辐射安全管理制度和工作计划。

3.定期召开委员会成员例会，宣贯辐射安全管理相关法律法规，解决放射防护与辐射安全管理工作中存在的问题，部署下一步工作任务。

4.定期组织和开展放射防护与辐射安全质量督导检查，对发现问题及时督促整改。

5.定期组织开展辐射事故应急演练，发生事故必须立即采取防护措施，控制事故影响，确保人员安全，严格履行上报程序。事故处理完成后开展事故分析，形成书面报告存档。

本项目退役工作在乐山市人民医院“放射防护与辐射安全管理委员会”的领导下，成立白塔院区核医学科退役工作小组，协调各职能科室的专人负责退役工作的开展，其后由乐山市人民医院核医学科组织实施搬迁工作，医院相关部门协助配合。

## 二、辐射安全管理规章制度

### （一）医院的辐射安全管理规章制度

乐山市人民医院已制定的核医学科放射防护相关管理制度主要有：《放射性同位素工作安全防护操作制度》、《核医学科工作制度》、《放射药品分源室工作制度》、《放射性药品采购登记制度》、《放射性药品、试剂、密封源使用管理制度》、《放射性药品不良反应登记报告制度》、《放射性污水处理制度》、《放射性废物处理制度》、《放射性药品污染、泄漏登记报告制度》、《放射性核素污染、泄漏应急处理措施》、《质量管理小组工作制度》、《核医学科查对制度》、《差错、事故登记报告处理制度》、《检测报告签审发放制度》、《检测标本采集、送检及处理制度》、《计算机管理制度》、《科务公开制度》、《设备仪器使用、管理制度》、《放射工作人员休假管理制度》、《核医学科各级人员岗位责任制度（核医学科主任医师职责）、（核医学科副主任医师职责）、（核医学科主治医师职责）、（核医学科医师职责）、（核医学科主管技师职责）、（核医学科技师职责）》、《核医学科危重患者抢救预案》。医院自开展核医学科工作以来，严格按照规章制度执行各项操作，从未发生过任何辐射安全事故。

综上，核医学科已制定了一系列辐射安全管理制度，并认真落实各项规章制度，针对本次退役制定了退役实施方案、辐射事故应急预案、退役实施辐射工作人员岗前培训计划，本次退役工作严格按照相关规定执行，确保退役工作安全进行、防止放射事故发生，保障放射工作人员与公众健康与安全起到积极作用。

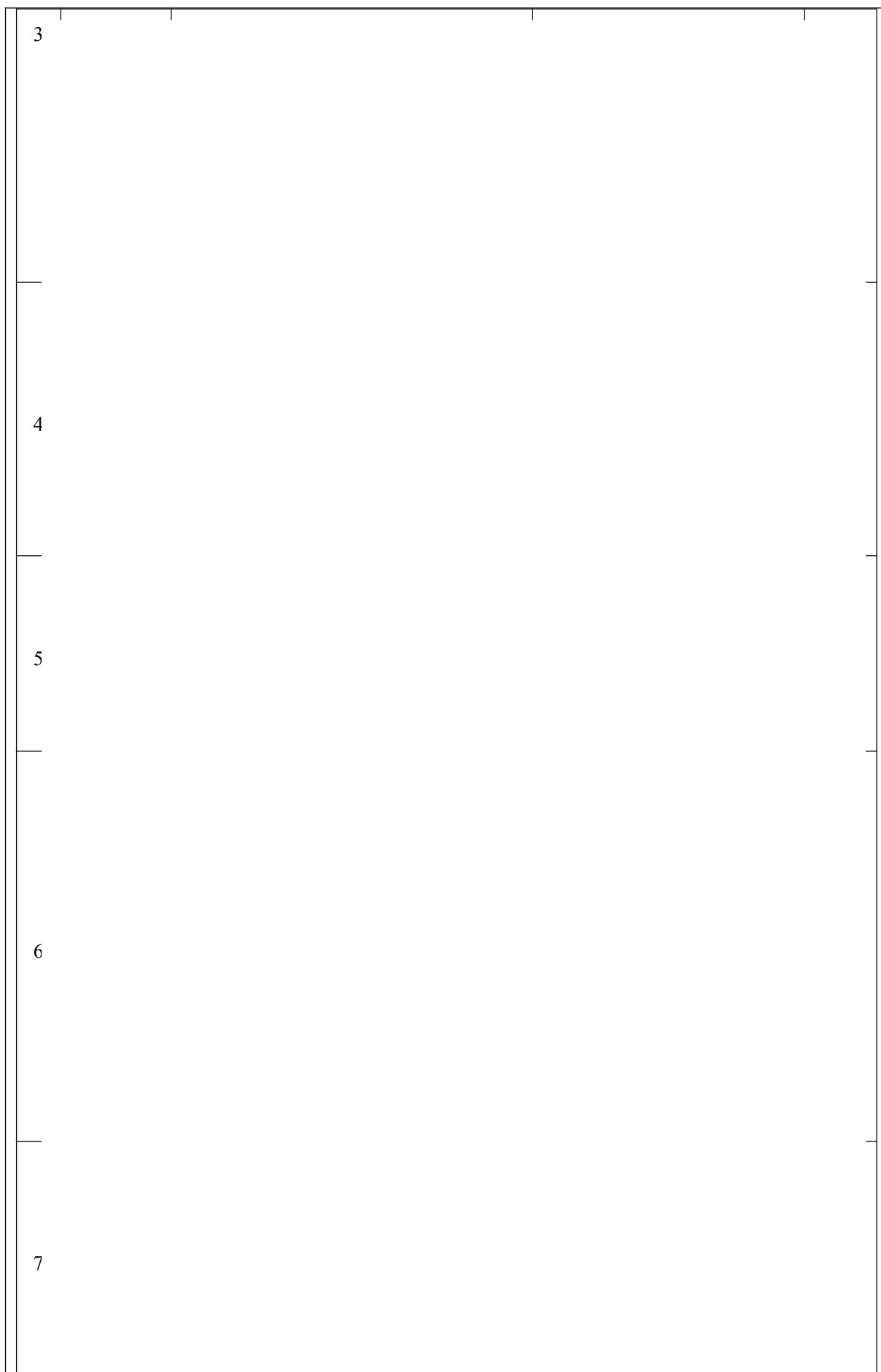
**（二）退役项目管理要求**

经分析，医院制定的各种辐射安全管理制度较全面，在现有辐射安全管理制度加强管理的情况下，能够满足本项目的需求。由于目前核医学科尚未完成退役环境影响评价工作，为加强退役场所所在区域的管理，确保环境辐射安全，针对本项目特点，核医学科应实行监督管理，在退役评价工作完成前，禁止将现有物品、设备移出监督区域。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第 449 号令）、《关于修改<放射性同位素与射线装置安全许可管理办法>的决定》（原环境保部第 3 号令）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环境保护部第 18 号令）等相关法规文件，拟实施退役的单位应具备的条件与法规的符合情况见表 11-1。对照结果表明，该项目承诺采取的安全措施和辐射安全管理能够满足相关法律法规的要求。

表 11-1 项目执行相关法律法规的要求对照表

| 序号 | 相关法律<br>法规文件 | 要求 | 本项目执行情况 | 是否<br>满足 |
|----|--------------|----|---------|----------|
|    |              |    |         |          |



### 三、辐射监测

根据《放射性污染防治法》及《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》要求，医院须对使用射线装置、辐射工作场所开展辐射监测工作，对辐射从业人员进行个人剂量监测，以确保放射从业人员的职业健康，保障环境安全，规范辐射工作防护管理。

#### （一）退役前

在退役工作执行前，2026 年 3 月，结合 2025 年的辐射环境年度监测，已委托四川科正检测技术有限公司对白塔院区 9 号楼核医学科场所一层和二层各功能用房 X- $\gamma$  辐射剂量率和 $\beta$ 表面污染进行了监测，确定场所中放射性水平，确定去污对象。

#### （二）退役准备阶段

现已委托四川科正检测技术有限公司对拟退役核医学科工作场所及周边环境进行辐射环境现状监测，监测因子包括 X- $\gamma$ 辐射剂量率和 $\beta$ 表面污染以及衰变池废水的总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 放射性水平。

#### （三）退役过程中

##### 1、个人剂量监测

退役过程中，全体参与退役的辐射工作人员和搬运人员穿戴个人防护用具（工作服、一次性帽子、口罩、鞋套、手套等），在可能存在放射性的物品时，还需穿戴防护服、防护手套。

为确认退役实施过程中工作人员的受照剂量，进入退役场所的辐射工作人员和搬运人员应佩戴个人剂量计（退役项目实施专用的个人剂量计，不与其他辐射活动混合监测），退役工作完成后，将个人剂量计送到有资质单位进行检测，并建立个人剂量健康档案。

##### 2、场所监测

退役实施过程中，医院应对场所各个角落的 X- $\gamma$ 辐射剂量率进行巡测，确认场所剂量率水平均趋于环境本底水平， $\beta$ 表面污染水平低于清洁解控水平。在监测过程中，如发现场所内墙壁、地面或设备等表面污染水平高于清洁解控标准，应及时对其进行表面去污直至符合解控要求，并对去污前后的表面污染水平进行记录。

#### （四）退役检测仪器

参与退役的所有工作人员均需佩戴个人剂量计，同时退役过程中需利用医院该场所现有的 1 台表面污染监测仪，1 台 X、 $\gamma$  辐射巡测仪，参与退役工作人员在搬运涉放物品时必须佩戴个人剂量报警仪，一旦发现异常，立即停止搬运，直至问题解除。

（五）终态验收监测

本项目退役工作实施完成后，医院需要委托有资质的单位对退役后的核医学科场所及物品进行辐射环境终态监测，并及时提交退役项目辐射环境终态验收监测报告，应当自终态验收合格之日起 20 日内，到原发证机关办理辐射安全许可证变更或者注销手续。终态验收监测项目见表 11-2。

表 11-2 终态验收监测项目一览表

| 验收项目        | 监测项目 | 监测频次 | 监测范围 | 解控标准 |
|-------------|------|------|------|------|
| 白<br>号<br>科 |      |      |      |      |

## 四、辐射事故应急

### (一) 辐射环境危险源分析

本次退役工程，主要辐射危害来自放射源和含有  $^{89}\text{Sr}$  放射性固体废物存放与转运过程的管理，各项工作中存在潜在危害和事故风险。在本评价中对其进行分析，说明可能发生的事故或突发事件，对安全工作和环境影响的程度，提出有效的应急与防范措施，以减少或避免事故损失，使其对环境的影响达到可以接受的水平。

### (二) 辐射应急管理机构

为了退役实施过程的安全，医院成立了以院领导负责的应急机构，以院领导、管理人员以及退役工作小组成员组成的应急小组，确保核医学科工作场所退役工作安全、顺利完成。

(1) 医院退役小组以及外来人员进出现场必须服从白塔院区核医学科退役工作小组组长的统一调度和指挥。

(2) 现场操作时必须佩戴好辐射防护和劳动保护用品，佩戴个人剂量计，以便对工作人员受照剂量进行监控、监测和评价。

(3) 现场划定隔离区，工作人员离开现场必须关好门窗，锁紧大门。

(三) 事故防范与应急措施

(1) 事故防范措施

医院制定了《辐射事故应急预案》来应对放射性突发事件，本次退役项目将依托现有应急预案响应程序基础上，结合退役特点，针对本次退役制定了专项应急预案。为了防范辐射事故的发生，医院在退役过程及 2 枚 V 类放射源暂时贮存过程中应严格执行前述事故防范措施。

(2) 事故应急措施

①本项目配置有专用的辐射监测仪器（如 X、 $\gamma$  剂量率仪、表面污染监测仪），对于清洁去污后人员穿戴的衣物进行检测，当出现表面污染活度超标时，则立即脱去衣物，并对人员通过清洗等方式进行去污，确保人员的安全。

②控制污染，禁止无关人员出入现场，以防扩大污染范围，在采取控制污染措施时，要注意保护现场。

③一旦发生放射源丢失或被盗等事故，立即启动事故应急预案。

五、项目竣工环境保护验收

根据《建设项目环境保护管理条例》，在本项目完成退役工作后，建设单位应自主进行竣工环保验收工作。竣工环境保护验收清单见表 11-3。

表 11-3 退役项目竣工环境保护验收清单

| 序号 | 验收内容 | 验收要求 |
|----|------|------|
|    |      |      |



表 12 结论与建议

结论

一、项目概况

**项目名称：**乐山市人民医院白塔院区核医学科退役项目

**建设单位：**乐山市人民医院

**建设性质：**其他（退役）

**退役地点：**乐山市市中区白塔街 238 号，乐山市人民医院 9 号楼核医学科一层、二层

**1、退役内容与规模：**

本次退役场所位于白塔院区 9 号楼核医学科一层和二层。核医学科一层的布局情况：一层自东向西依次为楼梯间、卫生间、会议室（2 间）、衣帽间、贮藏室、网络设备间、盥洗室、医生办公室（2 间）、主任办公室、微机记账、试剂存放间、放射免疫测定室（2 间）、操作间、样品准备间、放射源存放室、2 座衰变池（1#衰变池和 2#衰变池）、固体废物储存库。核医学科二层自东向西依次为服药后观察室 1、服药后观察室 2、卫生间、楼梯间、等候室、诊断室、骨肿瘤治疗室、功能检查室 1、功能检查室 2、医生办公室、会议室、资料室、淋浴室、药品分装室、甲吸服药室、甲亢服药室和操作间、源库、废物储存间、清洗间、放射性废水管道及通排风系统。

根据医院提供资料，核医学科位于白塔院区 9 号楼核医学科一层和二层，科室按功能分为办公区和诊疗区，其中一层区域主要为医生办公区，二层区域主要为放射性同位素诊疗区。放射性废水衰变池位于核医学科一层西侧（2 个并联衰变池，总容积为  $15.38\text{m}^3$ ）。为了防止放射性污染和意外事故的发生，确保退役过程不对周围环境、工作人员及公众产生不良影响，本项目对 9 号楼核医学科一层、二层核原有工作场所全部房间及房间内物品进行退役处理，并将所有遗留的放射性废物妥善处置。

本项目核医学科已于 2026 年 1 月停止运行，工作场所内的非密封放射性物质已使用完毕，拟退役的白塔院区核医学科许可使用放射性核素为  $^{131}\text{I}$ 、 $^{89}\text{Sr}$ 、 $^{125}\text{I}$ 、 $^{32}\text{P}$ ，许可核素的日等效最大操作量为  $1.56\text{E}+09\text{Bq}$ ，属于乙级非密封放射性物质工作场所；使用 1 枚  $^{90}\text{Sr}$  密封放射源（V 类放射源，活度为  $7.4\text{E}+8\text{Bq}$ ）用于敷贴治疗，2021 年购入后未使用；使用 1 枚  $^{137}\text{Cs}$  放射源（2004 年购入，属于 V 类放射源，活度为  $3.378\text{E}+6\text{Bq}$ ）

用于刻度/校准。2026 年 04 月 12 日现场踏勘时，白塔院区核医学科内无非密封放射性物质贮存，一层的放射源存放室存放 1 枚 V 类放射源（ $^{137}\text{Cs}$  刻度校准源），二层的源库内存放 1 枚 V 类放射源（ $^{90}\text{Sr}$  敷贴源），另外二楼废物储存间内有少量固体放射性废物贮存（6kg），且含  $^{89}\text{Sr}$  放射性固废暂存未满 10 个半衰期，需进一步处理。

**本次退役的对象及主要内容为：**

根据医院规划，本次拟实施退役的范围包括：①拟退役核医学科工作场所及场所内的设备和物品，包括工作台、办公桌、洗手池及空调等各工作场所遗留的设备和用品；②拟退役衰变池、排水管道、通风橱及通排风系统等；③拟清洁解控放射性固体废物、衰变池内的放射性废水、底泥（经现场取样检查无底泥）。④拟对 2 枚 V 类放射源妥善处置。

**本次退役的主要内容：**

①拟退役场所内放射性药品、放射性废液、固体放射性废物、2 枚 V 类放射源；

②拟退役场所内配套使用的通风橱、通排风系统、洗手池、上墙制度、及办公桌等设备或物品均须达到清洁解控要求后进行妥善处置。

③工作场所达到无限制开放要求。

根据乐山市人民医院提供的资料，在本项目退役工作正式实施前，该项目已于 2026 年 1 月停止运行，非密封放射性物质已全部使用完毕。2026 年 4 月 12 日现场踏勘结果显示：白塔院区核医学科内无非密封放射性物质贮存，无放射性废气产生；放射性废水仍规范贮存于衰变池内；仅少量沾有  $^{89}\text{Sr}$  核素的固体废物贮存于废物间；场所内通风橱、门窗、吊顶及排风系统等设施大部分保持原有状态未拆除；原办公桌椅、柜子及卫生洁具等物品均未进行处置。核医学科一层放射源存放室的保险柜里存放 1 枚 V 类密封放射源（ $^{137}\text{Cs}$ ）和核医学科二层内源库的保险柜里存放 1 枚 V 类密封放射源（ $^{90}\text{Sr}$  敷贴源）。

本项目退役实施的过程中对拟退役核医学科二层源库内 1 枚  $^{90}\text{Sr}$  敷贴源（V 类密封放射源）搬迁至高新院区新建的核医学科储源室内暂存；拟将核医学科一层放射源存放室内的 1 枚  $^{137}\text{Cs}$  刻度校准源（V 类密封放射源）进行报废处置， $^{137}\text{Cs}$  放射源停用后，医院应立即向乐山市生态环境局报告，并将该放射源暂存于核医学科一层放射源存放室封存，实行双人双锁、24 小时监控管理，同时，委托四川省辐射环境管理监测中心站开展监测，并按相关要求送往城市放射性废物库收贮。

根据医院退役计划，后期将室内相关物品搬迁后，通风系统、排水系统的相关管道设施等全部留存，然后将整个核医学科封闭封锁，不再使用该大楼，也不做其他用途。

## 二、实践正当性

本项目为乙级非密封放射性物质工作场所退役，本项目的实施是为了防止放射性污染物对周围环境及公众的危害，确保环境安全，本项目的实施所带来的社会效益远大于其处置过程中的危害。因此，本项目实施所带来的利益是大于所付出的代价的，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”原则与要求。

## 三、产业政策符合性

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会令第7号《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本项目为核技术利用退役项目，非建设性项目，目标是该场所达到无限制开放水平，符合国家产业政策。

## 四、区域环境质量现状

为掌握项目所在地的辐射环境现状，白塔院区9号楼核医学科在2026年1月已全面停止诊疗，为掌握9号楼核医学科诊疗场所的辐射环境现状，委托了四川科正检测技术有限公司对工作场所、相关设备、设施等物品进行了监测，并对该场所进行了封闭停用。

### 1.X- $\gamma$ 辐射剂量率监测

根据监测结果，本项目拟退役场址及其周边环境的 $\gamma$ 辐射剂量率为（123~164）nGy/h，与《2024年四川省生态环境状况公报》全省环境 $\gamma$ 辐射剂量率年均值 $\leq 160$ nGy/h范围基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

### 2.表面污染监测

根据监测结果，本项目拟退役场址中核医学楼二层药品分装室内手套箱外表面的 $\beta$ 表面污染水平为1.12Bq/cm<sup>2</sup>，核医学楼二层废物储存间的Sr-89垃圾桶表面的 $\beta$ 表面污染水平为2.04Bq/cm<sup>2</sup>，以上2个位置的表面污染水平尚不能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中清洁解控水平（ $\beta \leq 0.8$ Bq/cm<sup>2</sup>），需要进一步去污或封存衰变后方可满足无限制开放使用的要求。

其余所有监测点位监测结果为  $0\sim 0.46\text{Bq/cm}^2$ ，《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“表面污染控制水平”的规定，即“控制区 $\beta$ 表面污染水平不大于  $40\text{Bq/cm}^2$ ，监督区 $\beta$ 表面污染水平不大于  $4\text{Bq/cm}^2$ ”，同时符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）表 B11 中规定的污染水平降低到所列设备类的控制水平的五十分之一以下时，经审管部门或审管部门授权的部门确认同意后，可当作普通物品使用，即满足“ $\beta$ 表面污染解控水平为  $0.8\text{Bq/cm}^2$ ”的要求。

### 3.放射性废水监测

根据监测结果，本项目衰变池废水总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 放射性活度浓度满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中“7.3.3 放射性废液排放”要求，未超过《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表 2 限值（总 $\alpha$ 排放标准为  $1\text{Bq/L}$ ；总 $\beta$ 排放标准为  $10\text{Bq/L}$ ），满足排放标准，可排入医院污水处理站处理。

对拟退役场所内遗留的 1 枚  $^{90}\text{Sr}$  密封放射源和 1 枚  $^{137}\text{Cs}$  校正刻度源（均放置在保险箱）以及二楼废物储存间的放射性固体废物采取进一步处置措施；拟对存放时间未满足 10 个半衰期的含  $^{90}\text{Sr}$  放射性固体废物封存于二楼废物储存间内的放射性废物暂存容器内，待存放时间达到 10 个半衰期后并经监测满足清洁解控要求后作为一般医疗废物处置。

## 五、辐射安全与防护结论

医院已成立放射防护与辐射安全管理委员会，本退役项目的实施由医院放射防护与辐射安全管理委员会全面负责，并成立专门的核医学科辐射工作场所退役工作小组，并由副院长、核医学科主任和公共卫生科副科长等统筹组成领导小组，参与的辐射工作人员由核医学科辐射工作人员和公共卫生科的辐射安全管理人员，均已通过辐射安全与防护考核，并取得成绩合格单。

核医学科实行分区管理制度，严禁闲杂和无关人员进入退役现场，避免受到不必要的照射。退役工作人员进入退役现场时，需佩戴个人剂量计。通过以上各项防护措施，可有效地防止退役工程产生的辐射影响。

医院通过制定退役方案，组织退役工作人员进行安全防护培训，制定详细的搬运计划、分区管理并限制无关人员进入等辐射安全防护措施保障退役工作人员的安全。

## 六、乐山市人民医院辐射安全管理的综合能力分析结论

本项目退役工作在乐山市人民医院“放射防护与辐射安全管理委员会”的领导下，成立白塔院区核医学科辐射工作场所退役工作小组，协调各职能科室的专人负责退役工作的开展，其后由乐山市人民医院核医学科组织实施搬迁工作，医院相关部门（公共卫生科、医学装备科、建设管理科、安全保卫科）协助和搬迁公司以及第三方监测技术服务公司配合。乐山市人民医院已建立了较完善的辐射安全管理制度、辐射事故应急措施，具备实施辐射工作场所及设备用品退役的能力，并承担退役完成前所有的安全责任。

## 七、事故情况下辐射环境影响评价结论

医院制定了辐射事故应急预案，各种辐射防护设施和措施较为齐全，可满足辐射防护要求，医院制定的各种安全管理制度较全面，按要求完善各项操作规程和制度后，在发生辐射事故情况下，启动应急预案并采取防护措施，可以有效控制辐射事故对环境的影响。本项目在退役实施阶段拟针对场所内现存的 2 枚 V 类密封放射源和放射性固体废物采取进一步的退役措施，退役过程中不会发生辐射事故。

## 八、项目环境可行性结论

本项目拟退役核医学科工作场所除药品分装室的通风橱外表面和废物储存室的<sup>89</sup>Sr 废物桶有表面污染外，其余场所 X-γ 辐射剂量率、场所内的遗留的物品表面污染检测结果满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）7.2.3.1 中清洁解控要求；除含<sup>89</sup>Sr 放射性固废暂存未满 10 个半衰期外，场所内遗留的物品暂存时间满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）7.2.3.1 中清洁解控要求。医院下一阶段拟对核医学科二层源库内 1 枚<sup>90</sup>Sr 敷贴源（V 类密封放射源）搬迁至高新院区新建的核医学科储源室内暂存；拟将核医学科一层放射源存放室内的 1 枚<sup>137</sup>Cs 刻度校准源（V 类密封放射源）进行报废处置，并按相关要求送往城市放射性废物库收贮；拟将含<sup>89</sup>Sr 放射性固废以及退役过程产生的放射性废物全部转移至二楼废物储存间内暂存衰变，待满 10 个半衰期后经监测达解控水平后作为一般医疗废物处置。搬运完成后对拟退役核医学科工作场所进行监测，场所内所有遗留物品均达到解控要求后，经监管部门同意后，可直接作为无限制场所开放，本次退役实施结束后，医院计划将本项目拟退役核医学科工作场所作为普通场所开放使用。

本项目退役过程中，退役辐射工作人员将对上述物品和设备进行 X-γ 辐射剂量率

监测和 $\beta$ 表面污染监测，若监测结果满足清洁解控要求，将按普通物品对其报废处理或搬迁至其他场所继续使用；如果不能满足清洁解控要求，则根据放射性废物最小化原则，由退役辐射工作人员集中收集，存放于原有房间内，采取继续暂存衰变的方法，最终使其满足清洁解控要求。废物储存间位于核医学科二楼工作场所西北侧，为原有放射性固体废物暂存场所，场所相对独立，将放射性固废暂存在此不会影响整体退役实施进度。经上述处理后，本项目可能产生的放射性固体废物对周围环境的影响很小。

## 九、项目退役的环保可行性结论

乐山市人民医院白塔院区 9 号楼核医学科工作场所（一层、二层）进行退役，本项目开展所带来的利益是大于所付出的代价的，符合辐射防护“实践的正当性”原则。医院已编制退役方案，方案可行，根据源项调查和现状监测结果，退役场所满足相关环境保护要求。在严格落实项目各项规章制度和本报告提出的环境保护措施和监测计划的前提下，消除辐射安全隐患，对环境和公众的辐射环境影响符合国家标准要求，场所可以达到无限制开放的退役标准，原场所内的设备和用品等可以作为普通物品继续使用或处置，因此本项目退役工作的开展从辐射安全和环境保护的角度是可行的。

## 建议和承诺

### 一、建议与要求

1、退役过程中指派专人进行管理，进行退役全过程监测，并保存好各类记录，退役过程产生的放射性废物经自然衰变达到清洁解控水平且经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平后，可作为一般固体废物处置。

2、退役完成后，委托有资质的单位进行辐射环境终态监测，以确保场所达到无限制开放使用的要求，确保场所内遗留的设备和用品等满足清洁解控的要求，该场所内的设备和用品等可以作为普通物品继续使用或处置。

3、本项目退役完成后，医院应严格按照原国家环境保护部（现国家生态环境部）“关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告”（国环规环评〔2017〕4 号）文件要求，开展终态验收工作。

4、退役终态验收工作完成后，及时报原辐射安全许可证发证机关，申请办理许可证变更手续。

5、接受生态环境行政主管部门的监督检查。

“三同时” 验收一览表

“三同时” 验收一览表

| 项目 | 设施（措施） | 验收要求 |
|----|--------|------|
| 1  |        | 1    |
| 2  |        | 2    |
| 3  |        | 3    |
|    |        | 4    |