

核技术利用建设项目

碘-131（甲癌）非密封放射性物质核
技术利用项目

环境影响报告表

（公示本）

攀枝花市中西医结合医院

2020 年 6 月

生态环境部监制

表 1 项目基本情况

建设项目名称		碘-131（甲癌）非密封放射性物质核技术利用项目			
建设单位		攀枝花市中西医结合医院			
法人代表		***	联系人	***	
注册地址		四川省攀枝花市东区炳草岗桃源街 27 号			
项目建设地点		四川省攀枝花市东区炳草岗桃源街 27 号攀枝花市中西医结合医院内			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		500	项目环保投资（万元）	127.4	投资比例（环保投资/总投资） 25.5%
项目性质		☐ 新建	☐ 改建	☒ 扩建	占地面积（m ² ） 182
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I ☐ II ☐ III ☐ IV ☐ V		
		☐ 使用	☐ I（医疗使用） ☐ II ☐ III ☐ IV ☐ V		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☒ 使用	☒ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II ☐ III		
		☐ 销售	☐ II ☐ III		
		☐ 使用	☐ II ☐ III		
	其它	/			

项目概述

一、概况

1、建设单位简况

攀枝花市中西医结合医院（统一社会信用代码：12510300450960682U。攀枝花学院附属医院，以下简称“建设单位”），始建于 1971 年，医院总占地面积 2.8 万 m²，是一所集医疗、科研、教学、康复、保健为一体的国家三级甲等中西医结合医院、全国重点中西医结合医院，川西南、滇西北地区唯一一所大学直管附属医院，下设金江铁路医院金江铁路医院和盐边县第二人民医院，设临床医技科室 39 个，设亚专科（组）54 个，开放床位 1200 张，医院现有职工 1274 人，其中卫生专业技术人员 1073 人。

目前，建设单位已取得四川省环境保护厅核发的《辐射安全许可证》（川环

辐证[00240])，许可种类和范围为：使用V类放射源；使用II、III类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。

2、项目由来

2015年建设单位将原门诊二号楼五楼核医学科整体搬迁至医技楼负一层，并对原核医学科实施整体退役，并取得《四川省环境保护厅关于攀枝花市中西医结合医院核医学科搬迁项目环境影响报告表的批复》（川环审批（2015）509号）和《四川省环境保护厅关于攀枝花市中西医结合医院核医学科非密封放射性物质工作场所退役项目环境影响报告表的批复》（川环审批〔2017〕135号），搬迁后核医学科涉及使用碘-131开展甲亢治疗、甲状腺吸碘功能测定和肾图检查，使用碘-125开展放免测定，使用钨-99m开展SPECT影像检查，使用碘-125籽源开展粒子植入治疗，搬迁后核医学科属于乙级非密封放射性物质工作场所。

为拓展医院业务范围，建设单位拟开展碘-131甲癌治疗项目，并对现有核医学科进行扩建，即在门诊医技楼北侧和外科大楼东侧交界处负一层外建设甲癌治疗区功能用房，扩建后的场所属于乙级非密封放射性物质工作场所，由于本项目涉及新增非密封放射性物质工作场所，根据《关于<建设项目环境影响评价分类管理名录>中免于编制环境影响评价文件的核技术利用项目有关说明的函》（环办函[2015]1758号），不属于免于编制环境影响评价文件的核技术利用项目的范围，因此需对新增场所进行环境影响评价。

3、编制目的

按照《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第449号）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（国家环保部令第18号）规定和要求，并根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令第44号）和《关于修改<建设项目环境影响评价分类管理名录>部分内容的决定》（生态环境部令第1号）191条规定，本项目新增乙级非密封放射性物质工作场所应编制环境影响报告表。因此，建设单位委托四川省中栎环保科技有限公司编制该项目环境影响报告表（委托书见附件1）。

四川省中栎环保科技有限公司接受委托后进行了现场踏勘，实地调查了解项目所在地环境条件，在项目区域环境质量现状监测的基础上，按相应标准对项目

可能造成的环境影响、项目单位从事相应辐射活动的能力、拟采取的辐射安全防护措施及相关管理制度等进行了评价分析，在此基础上提出合理可行的对策和建议，编制完成本报告表。

本报告编制完成后，建设单位在当地其官方网页（<https://www.pdfy999.com/article/detail/id/2391.html>。）对该项目进行了全文公示，公示后未收到任何单位和个人有关项目情况的反馈意见。公示网址和截屏如下：



图1-1 本项目全文公示截图

二、建设项目概况

1、项目名称、性质、建设地点

项目名称：碘-131（甲癌）非密封放射性物质核技术利用项目

建设性质：扩建

建设地点：四川省攀枝花市东区炳草岗桃源街 27 号攀枝花市中西医结合医院内

2、工程建设内容和规模

（1）建设内容和规模

拟在门诊医技楼北侧和外科大楼东侧交界处负一层室外对现有核医学科进行扩建，并建设甲癌治疗功能用房及配套设施，整体采用 2 层架空设计（层高 9m 楼上无功能房间），总建筑面积 182.2m²。主要建设内容如下：

①建设四周墙体为 370mm 实心砖墙、楼板和地板为 300mm 钢筋混凝土，屏蔽门为 6mm-20mm 铅当量铅钢门的甲癌治疗区功能房间包括：分药室、服药室、甲癌病房（设 4 张床位）、抢救室、放射性废物间等。甲癌治疗区涉及使用碘-131 非密封放射性物质，日等效最大操作量 2.22×10^9 ，年最大用量 1.11×10^{11} Bq，属于乙级非密封放射性物质工作场所。

②新建 2 座并联衰变池，占地面积 45m²，1#衰变池有效容积 85.07m³，2#衰变池有效容积 70.56m³。该衰变池建成后，原衰变将停止使用（不拆除），核医学科所有放射性废水将全部接入新建衰变池内。

核医学科甲癌病人就诊量及非密封放射性物质用量情况见表 1-1。

表 1-1 甲癌病人就诊量及非密封放射性物质用量表

核素	碘-131
单个病人用量（mCi/ 人·次）	150
日最大病人量（人）	4
年最大病人量（人）	200
日最大用量（Bq）	2.22×10^{10}
日等效操作量（Bq）	2.22×10^9
年最大用量（Bq）	1.11×10^{12}
使用场所	分药室、服药室、甲癌病房、放射性废物间等

（2）工作场所分级

本次建设的甲癌治疗区有独立的监督区和控制区划分，功能房间与原核医学科相对独立互不交叉，同时甲癌治疗工艺流程完整独立，且具有相对独立的辐射防护措施，根据中华人民共和国环境保护部办公厅文件《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）本次评价将甲癌治疗区作为独立的非密封放射性物质工作场所进行进行等级判定和管理。

依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 C 非密封放射性物质工作场所的分级判据如表 1-2。放射性同位素日等效操作量计算结果见表 1-3。

表 1-2 非密封放射性物质工作场所的分级

级 别	日等效最大操作量/（Bq）
甲	$>4 \times 10^9$
乙	$2 \times 10^7 \sim 4 \times 10^9$
丙	豁免活度值以上 $\sim 2 \times 10^7$

表 1-3 甲癌治疗区工作场所分级表

核素	日最大操作量 /Bq	毒性 分组	毒性组别 修正因子	性状	操作方式	方式与状态 修正因子	日等效最大操 作量/Bq
^{131}I （甲癌）	2.22×10^{10}	中毒	0.1	液态	简单操作	1	2.22×10^9

根据表 1-3，新建甲癌治疗区日等效最大操作量为 $2.22 \times 10^9 \text{Bq}$ ，属于乙级非密封放射性物质工作场所。

（3）项目组成及主要环境问题

本项目具体项目组成及主要的环境问题见表 1-4。

表 1-4 项目组成及主要的环境问题表

	建设内容及规模	可能产生的环境问题	
		施工期	营运期
主体工程	①建设发药室（ 4.8m^2 ）、服药室（ 3.9m^2 ）、1#甲癌病房（设 2 张床位， 31.3m^2 ）、2#甲癌病房（设 2 张床位， 25.6m^2 ）、抢救室（ 8.1m^2 ），墙体均为 370mm 实心砖墙，楼板和地板均为 300mm 钢筋混凝土，屏蔽门为 6mm 铅当量钢铅门。 ②甲癌治疗区涉及使用碘-131 非密封放射性物质，日等效最大操作量 2.22×10^9 ，年最大用量 $1.11 \times 10^{11} \text{Bq}$ ，属于乙级非密封放射性物质工作场所。	施工废水、固体废弃物、噪声、扬尘等	γ 射线、X 射线、 β 表面沾污、放射性废水、放射性固废、放射性废气等
环保工程	新建 2 座并联衰变池，占地面积 45m^2 ，1#衰变池有效容积 85.07m^3 ，2#衰变池有效容积 70.56m^3 。	施工废水、固体废弃物、噪声、扬尘等	放射性废水、放射性固废、放射性废气
	配套 1 间放射性废物暂存间，建筑面积 7.1m^2 。 设立独立通排风系统，并通过管道引至门诊医技楼楼顶进行排放。		
公用工程	依托医院的已有配电、供电、通讯系统及污水处理系统等。	/	/

三、劳动定员及工作制度

建设单位现核医学科已有辐射工作人员 8 人，本项目拟从现有核医学科调配 2 名辐射工作人员开展甲癌治疗，调配后的辐射工作人员仍从事核医学科现有辐射工作。甲癌治疗区实行 8 小时单班工作制度，年工作日 250 天。

表 1-5 核医学科现有辐射工作人员配置表

科室	工作场所名称	调配后人员	备注
核医学科	分装、注射	2（包含碘-131（甲癌）分装人员、住院观察和抢救人员）	已有，辐射工作人员交叉使用，不参与其他科室辐射工作
	显像	2	
	放免室	2	
	甲吸肾图室	1	
	敷贴治疗室	1	
合计		8	

四、产业政策符合性

本项目将核和辐射技术用于医学领域，属高新技术。根据《产业结构调整指导目录》（2019 年本）相关规定，本项目属鼓励类第六项“核能”第 6 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”，符合国家产业发展政策。

五、项目选址合理性与平面布置合理性分析

1、选址合理性分析

（1）医院外环境关系

攀枝花市中西医结合医院位于四川省攀枝花市东区炳草岗桃源街 27 号，院区四周均紧邻交通道路，其中东侧隔桃源街为商住楼和幼教中心距离院区约 30m，南侧隔攀枝花大道东段为商住楼距离院区 50m，西侧隔民生路为花鸟市场和建材市场距离院区约 30m，北侧隔桃源街为攀钢钢铁研究院距离院区约 70m，医院周围以商住楼为主。

（2）甲癌治疗区外环境关系

本项目新建的甲癌治疗区位于门诊医技楼北侧和外科大楼东侧交界处负一层外空地建设，采用架空设计，高约 9m，其东侧紧邻外科大楼（共 7 层，高约

21m），南侧紧邻门诊医技楼（共 9 层，高约 40m），西侧隔民生路为炳草岗建材市场（共 2 层，高约 8m）距离甲癌治疗区约 21m，北侧约 15m 为内科大楼（共 10 层，高约 39m），西南侧约 49m 为西海岸宾馆（共 10 层，高约 38m）。

本项目新增辐射工作场 50m 范围内不存在自然保护区、保护文物、风景名胜区、饮用水源保护区、学校、集中居民小区等生态敏感目标和环境敏感目标，距离本项目最近的集中居民区位于西北侧约 80m，周围无环境制约因素。同时，本项目所在院区已取得四川省环境保护局“川环审批[2009]588 号”文批复，医院整体项目选址合理性已在《攀枝花市中西医结合医院重建和扩建项环境影响报告书》中进行了论述，本项目仅为整体项目的配套建设项目，不新增用地，且拟建设的辐射工作场所，均按照相关规范要求建有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。医院地理位置和外环境关系见附图 1、附图 2。

（3）与周边环境相容性分析

项目产生放射性废水通过衰变池收集衰变，监测达标后依托医院已有废水处理系统处理后排入市政污水管网，不会对当地水质产生明显影响；本项目产噪设备为风机，声级约为 55dB（A）左右，经采取降噪措施后噪声影响不大，不会改变区域声环境功能区规划；本项目运行阶段产生的电离辐射经有效屏蔽后对周围环境影响较小；同时本项目建设不占用医院消防通道和内部公共设施，与医院内部原有布置及周围环境相容。

2、平面布置合理性分析

（1）平面布局

本项目甲癌治疗区采用架空设计，位于室外，共 2 层（上方无功能用房），其中负一层为甲癌治疗区（标高 4.8m），负二层为新建衰变池区域（标高 0.6m），甲癌治疗区南侧与现核医学科功能区相连，东侧紧邻外科大楼辅助用房区（包括：柴油发电机房、库房、泵房和配电室等），北侧和西侧无邻近功能房间。甲癌病房入口由南侧现核医学科引入，甲癌就诊病人服药后，通过南侧独立通道进入病房区，甲癌治疗区共设置 4 个床位（病房内设置病人专用卫生间，并设独立下水连接至衰变池），病人住院 7 天后达到出院活度要求后由西南侧室外钢梯通道离开，整个病房区较为封闭且较为独立，同时甲癌病房布局不影响现有核医学科功

能布局及分区。

（2）人流、物流路径规划

工作人员路径：现有核医学科已设置医患双通道，医护人员通过东南侧入口进入甲癌治疗区分药室进行碘-131 药物分装，分装结束后通过传递窗口进行病人服药操作，操作结束后通过原路离开。病人在住院期间，医生尽量通过语音对讲装置进行询问查房，工作人员只有在病人出院后对病房进行整理和清洁。

患者路径：甲癌病人通过东侧大厅进入现核医学科，然后通过现核医学科已有患者通道进入服药室，服药之后通过患者通道进入甲癌病房住院观察，甲癌病房内设置病人专用卫生间，甲癌病人达到出院活度后通过西侧出口搭建的钢梯离开，甲癌治疗区分药室入口通道门设置单向门禁系统（只能进不能出），离开通道门也设置单向门禁系统（只能出不能进），以实现整个区域的封闭及用药病人的单向流通。

放射性药物流通路径：碘-131 放射性药物采取订购的方式向生产厂家购买，不大量贮存，在接诊病人前，由生产厂家将放射性药物铅罐通过病人通道直接转入甲癌治疗区分药室通风橱内，分装结束后如果有剩余放射性药物则返回现核医学科源库内。

放射性废物流通路径：甲癌病人服药产生的放射性固体废物转入甲癌治疗区分放射性废物间内，甲癌病人住院产生的放射性固体废物也转入甲癌治疗区分放射性废物间内，放射性固废达到解控水平后在下班后通过病人通道西侧出口搭建的钢梯送出。

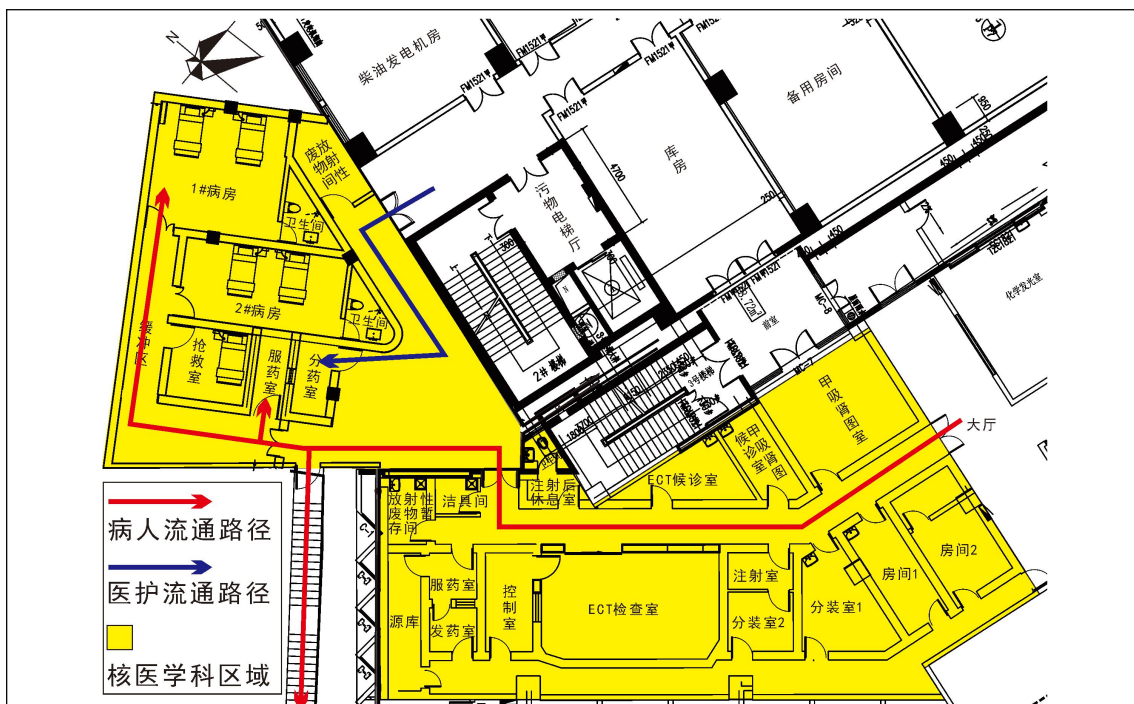


图 1-2 甲癌治疗区人流路径示意图



图 1-3 甲癌治疗区物流路径示意图

综上所述，本次新建甲癌治疗区相对封闭且独立，就诊患者与医生流通路径不交叉重叠，且人流与物流能实现时间隔离，各功能单位分区明确，满足诊治工作要求，既能有机联系，又互不干扰；同时，整个甲癌治疗区采取了有效的实体屏蔽措施，产生的电离辐射经屏蔽后对周围辐射环境影响是可接受的，从辐射安

全的角度考虑，其平面布置是合理的。

六、实践正当性分析

本项目的建设可以更好地满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，提高对疾病的诊断和治疗能力。核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性诊治方法所不能及的效果，是其它诊治项目无法替代的，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，由于放射性治疗的方法效果显著、病人治疗中所受的痛苦较小，方法的优势明显，因此，该项目的实践是必要的。但是，由于在治疗过程中非密封放射性物质的使用可能会造成如下辐射影响问题：

（1）给周围环境造成一定的辐射影响；

（2）给医务人员及周围公众造成一定的辐射影响，给病人造成一定的负面影响；

（3）非密封放射性物质使用及管理的失误会造成一般辐射事故。

建设单位在放射性治疗过程中，对非密封放射性物质的使用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，并建立相应的规章制度和辐射事故应急预案。因此，在正确使用和管理非密封放射性物质的情况下，可以将本项目产生的辐射影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给医务人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术利用的实践具有正当性。

七、与现有设施的相容性分析

项目医护人员产生的生活废水直接利用医院现有完善的废水处理系统处理，甲癌住院病人产生的生活废水先排入新建衰变池，经 10 个半衰期并经监测达标后排入医院废水处理系统，达标排入市政污水管网，不会对当地水质产生影响；本项目产噪设备为风机，声级约为 55dB（A）左右，经采取降噪措施后噪声影响不大，不会改变区域声环境功能区规划；碘-131（甲癌）直接依托现有核医学科分装场所和设施，其屏蔽有效性能满足本次增量需求，同时本项目运行阶段产生的电离辐射经有效屏蔽后对周围环境影响较小；同时本项目建设不占用医院消防通道和内部公共设施，与医院内部原有布置及周围环境相容。

八、原有核技术利用许可情况

1、辐射安全许可证的许可种类和范围

攀枝花市中西医结合医院已取得四川省生态环境局核发的《辐射安全许可证》（川环辐证[00240]），许可种类和范围为：使用Ⅴ类放射源；使用Ⅱ、Ⅲ类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。同时现有核医学科已取得《四川省环境保护厅关于攀枝花市中西医结合医院核医学科搬迁项目环境影响报告表的批复》（川环审批（2015）509号）。具体射线装置清单和非密封放射性物质用量，详见表2、表3和表4。

2、辐射安全管理现状

（1）辐射安全管理机构及规章制度

建设单位根据辐射安全管理需求，于2020年2月对放射防护委员会进行了调整并明确了相关科室职责（见附件7），办公室设在医疗装备部，负责日常放射管理工作。根据《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序》和《关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）>的通知》（川环办发[2016]1400号）制度要求，建设单位目前制定的规章制度落实对照情况见表1-6。

表 1-6 管理制度汇总对照表

序号	检查项目	落实情况
1	辐射安全和防护管理规定（综合性文件）	已制定辐射安全管理制度和辐射防护制度
2	放射性药物管理规定（购买、领用、保管和盘存）	已制定放射药品使用管理制度
3	辐射工作场所安全保卫制度	已制定辐射工作场所安全管理制度
4	场所分区管理规定（含人流、物流路线图）	未制定
5	放射性同位素及射线装置台账管理制度	已制定放射源与射线装置台账管理制度
6	非密封放射性物质操作规程（分操作核素或诊治类别进行制定）	已按开展的核素诊断和治疗类别制定相应的操作规程
7	去污操作规程	未制定
8	射线装置操作规程	已按射线装置类别制定相应操作规程
9	辐射安全和防护设施维护维修制度（包括机构人员、维护维修内容与频度）	已制定辐射安全设施维护与维修制度
10	患者管理规定	已制定X射线诊断中受检者防护规定
11	监测方案	已制定辐射工作场所监测制度和辐射环境监测方案
12	监测仪表使用与校验管理制度	未制定
13	辐射工作人员培训/再培训管理制度	已制定辐射工作人员培训制度
14	辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定辐射工作人员个人剂量管理制度
15	辐射事故/事件应急预案	已制定辐射事故报告制度、辐射事故应急预案

		案、和辐射事故应急响应程序
16	放射性“三废”管理规定	已制定放射性固体废物和放射性废水排放管理规定
17	放射性治疗保证大纲及质量控制计划	已制定放射诊疗质量保证大纲和质量控制计划

根据建设表 1-6，建设单位环评要求建设单位需补充制定：场所分区管理规定（含人流、物流路线图）、去污操作规程、患者管理规定、监测仪表使用与校验管理制度等。同时建设单位在后期实践过程中需定期对已有制度进行修订完善，使其能更好的指导辐射安全管理。

（2）辐射安全与防护培训

目前医院已有辐射工作人员 252 人，其中核医学科设置辐射工作人员 8 人，均已取得合格证书。

表 1-7 核医学科辐射工作人员培训情况表

序号	姓名	科室	培训证书号	培训时间
1	钟海蓉	核医学科	CHO17004	2016 年 8 月
2	王乙力	核医学科	CHO16006	2016 年 8 月
3	丁翠爽	核医学科	CHO27635	2018 年 5 月
4	邱智萍	核医学科	CHO27634	2016 年 8 月
5	李明刚	核医学科	CHO16005	2018 年 5 月
6	华梦婷	核医学科	CHO27636	2018 年 5 月
7	孔维静	核医学科	CHO42462	2019 年 9 月
8	罗志友	核医学科	CHO42461	2019 年 9 月

辐射工作人员到期前，应及时组织人员参加上岗学习、考核，并按按照《中华人民共和国生态环境部公告》（2019 年第 57 号）要求，所有辐射工作人员需通过国家生态环境部的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.vn>）学习并考核合格后上岗。

（3）年度评估报告

建设单位编制了《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告（2019 年度）》，并上传至“全国核技术利用辐射安全申报系统”。2019 年医院辐射安全管理情况如下：

①辐射安全和防护设施运行良好，定期开展了维护工作，未发生辐射安全事

故（见附件 11）。

②制定和完善了辐射安全和防护制度及措施，各项措施和制度得到落实。

③按要求办理了放射性同位素转让（进出口、送贮）等手续，并及时更新了台账。

④对核医学科增项核素钼-99、锝-99m、碘-125 籽源编制了《攀枝花市中西医结合医院非密封放射性物质增项项目辐射安全分析报告》并上报四川省生态环境厅。

⑤对锝-99m、碘-125（籽源）进行了增量，编制了《攀枝花市中西医结合医院非密封放射性物质增项项目辐射安全分析报告》，并按要求对《辐射安全学科证》进行了变更。

（4）开展辐射监测情况

1) 个人剂量监测

建设单位已有辐射工作人员 252 人，均佩戴了个人剂量计，每季度对个人剂量计进行检测，并按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2002）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令 18 号）要求建立个人剂量档案，根据个人剂量检测报告（见附件 5），其中有两人（周永文、杜锦）单个季度外照射剂量为 1.584mSv、4.365mSv，超过 1.25mSv，根据调查其超标原因为：曾佩戴个人剂量计扶持受放射性检查的患者进入机房。本项目核医学科工作人员个人剂量检测结果见表 1-8。

表 1-8 辐射工作人员个人剂量监测结果（单位：mSv）

序号	姓名	科室	2019.1.1~ 2019.3.31	2019.4.1~ 2019.6.30	2019.7.1~ 2019.9.30	2019.10.1~ 2019.12.31	合计
1	钟海蓉	核医学科	0.037	0.014	0.152	0.020	0.223
2	王乙力	核医学科	0.037	0.014	0.118	0.020	0.189
3	丁翠爽	核医学科	0.037	0.014	0.071	0.020	0.142
4	邱智萍	核医学科	0.037	0.014	0.029	0.020	0.100
5	李明刚	核医学科	0.037	0.014	0.029	0.020	0.100
6	华梦婷	核医学科	0.037	0.014	0.029	0.020	0.100
7	孔维静	核医学科	/	/	/	/	/
8	罗志友	核医学科	/	/	/	/	/

*注：“/”表示为从事辐射安全工作

环评要求：建设单位在日常管理中应加强个人剂量管理，对于超剂量照射人

员应进行职业工作岗位调整或安排休息，使其年受照射剂量控制在 5mSv 内。

2) 辐射工作场所辐射水平监测

2019 年建设单位已委托四川同佳检测有限责任公司对所有射线装置进行了年度监测（同环辐监字（2019）第 280 号）监测结果如下：

①核医学科控制区 β 表面沾污为 $0.26\text{Bq}/\text{cm}^2 \sim 2.03\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，满足控制区 $40\text{Bq}/\text{cm}^2$ 限值要求，监督区 β 表面沾污为 $0.25\text{Bq}/\text{cm}^2 \sim 0.62\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，满足监督区 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 限值要求。辐射剂量率水平为 $0.15\mu\text{Sv}/\text{h} \sim 0.61\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，最大值出现在储源室内。

②射线装置辐射剂量率水平为 $0.11\mu\text{Sv}/\text{h} \sim 4.45\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，其中最大值出现移动 X 射线机房内（检查室 4），监测时未关门模拟曝光的监测点位，建设单位现已针对移动 X 光机配置 2mm 铅当量的移动铅屏风进行遮挡；其余监测点位均满足屏蔽机房外 300mm 处 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 控制剂量率要求。

（5）放射性“三废”管理情况调查

①放射性废水

现有核医学科已建有 2 格并联衰变池，单格设置 3 级推流，单格池体有效容积为 18m^3 ，总有效容积为 36m^3 ，位于门诊医技楼负二层外。根据现场踏勘和调查现衰变池处于正常运行状态，核医学科产生的放射性废物通过独立下水系统排入衰变池内，停留衰变 10 个半衰期后排入医院污水处理站，目前建设单位已建立废水排放管理台账。根据四川省永坤环境监测有限公司对最近一次（2019 年 9 月）废水排放出具的检测报告（永环监字（2019）第 RM0154 号），衰变池废水总 α $0.094\text{Bq}/\text{L} \sim 0.140\text{Bq}/\text{L}$ ，总 β 小于检出限，满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）总 α $1\text{Bq}/\text{L}$ 和总 β $10\text{Bq}/\text{L}$ 限值要求。

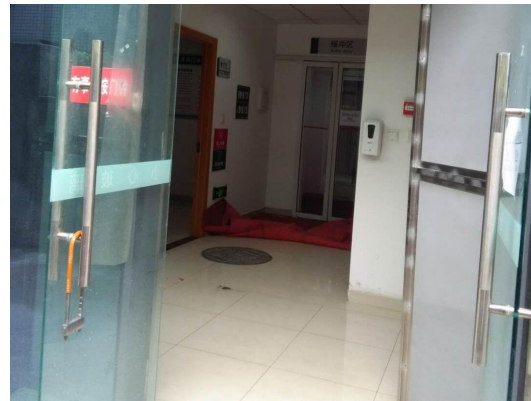


图 1-4 核医学科现有衰变池

②放射性固体废物

根据现场踏勘和调查，现核医学科已建立放射性废物间，目前核医学科产生的放射性固体废物包括含碘-131 核素的一次性纸杯、纸巾、废药瓶等以及含碘-125 核素的一次性移液器枪头和放免实验一次耗材等，由于 ECT 显像诊断业务还未开展，目前暂无钼锝发生器和含锝-99m 核素的一次性注射器和废药品等。针对放射性固废，建设单位已采取分核素种类进行分类收集暂存 10 个半衰期经监测达标后作为医疗废物交由攀枝花清洁技术有限责任公司进行处理，并已建立放射性固废收集、处理台账。



图 1-5 核医学科现有放射性废物间

③放射性废气

现核医学科主要放射性废气为含碘-131 的气载性流出物，根据现场踏勘，目前建设单位已在核医学科设置独立排风系统，并在分药室设置通风橱，并设置活性炭过滤器，并每半年进行了活性炭更换（更换下的活性炭过滤器已作为放射性固体废物进行管理和处置），最终放射性废气通过独立管道引至门诊医技楼楼顶进行排放，排放高度约 40m。



图 1-6 核医学科现有分装通风橱

(6) 是否发生辐射安全事故

根据调查，医院自取得辐射安全许可证以来，未发生过辐射安全事故。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) /活度 (Bq) ×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
1	锶-90	7.326E+8Bq/7.326E+8Bq×1	——	使用	敷贴治疗	核医学科	源库保险柜	已上证
——	——	——	——	——	——	——	——	——

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

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点	备注
1	钼-99	液态	使用	3.70×10^{10}	3.70×10^7	8.88×10^{12}	制备钨-99m	源的贮存	现核医学科	源库保险柜	已上证
2	钨-99m	液态	使用	3.33×10^{10}	3.33×10^7	8.33×10^{12}	诊断	很简单操作		源库保险柜	已上证
3	碘-125 籽源	固态	使用	1.42×10^{11}	1.42×10^8	8.88×10^{11}	治疗	很简单操作		源库保险柜	已上证
4	^{131}I (甲吸)	液态	使用	2.22×10^6	2.22×10^5	6.66×10^8	诊断	简单操作		源库保险柜	已上证
5	^{131}I (甲亢)	液态	使用	3.70×10^9	3.70×10^8	4.45×10^{11}	治疗	简单操作		源库保险柜	已上证
6	^{131}I (肾图)	液态	使用	1.85×10^7	1.85×10^6	2.88×10^8	诊断	简单操作		源库保险柜	已上证
7	^{125}I (放免)	液态	使用	1.85×10^8	1.85×10^7	4.63×10^8	诊断	简单操作		源库保险柜	已上证
8	^{131}I (甲癌)	液态	使用	2.22×10^{10}	2.22×10^9	5.09×10^{12}	治疗	简单操作	甲癌治疗区	源库保险柜	本项目新增

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

表 4 射线装置

(一) 加速器, 包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速 粒子	最大 X 射 线能量 (MeV)	剂量率 (Gy/min)	用途	工作场 所	备注
1	医用电子直 线加速器	II	1	Elekta Precise	电子	10	6	治疗	放疗中 心	已上 证
——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——

(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 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作 场所	备注
1	直接数字式 X 射线机	III类	1	DigitalDiagno st	150	650	摄片	放射科	已上证
2	X 线胃肠诊 断系统	III类	1	SIEMENS AXIOM	150	500	摄片	放射科	已上证
3	口腔 X 射线 计算机体层 摄影系统	III类	1	Implagraphy	90	10	摄片	口腔科	已上证
4	微焦点牙科 X 射线机	III类	1	MSD-III	65	3	摄片	口腔科	已上证
5	数字式 X 光 成像系统 (DR)	III类	1	AXIOM Aristos VX Plus	150	1000	摄片	放射科	已上证
6	双能 X 射线 骨密度仪	III类	1	Prodigy	100	10	骨密度 检查	骨密度 检查室	已上证
7	体外冲击波 碎石机	III类	1	KDE-2001A	110	4	摄片	体外碎 石室	已上证
8	血管造影 X 射线设备 (DSA)	II类	1	ALLURAXP ERFD20	125	1250	血管造 影	血管造 影室	已上证
9	模拟定位机	III类	1	SL-IE	150	500	摄片	放疗中 心	已上证
10	移动式 C 型 臂 X 射线机	III类	1	SIREMOBIL Compact L	110	14	摄片	手术室	已上证
11	移动式 C 型 臂 X 射线机	III类	1	ARCADIS	125	250	摄片	手术室	已上证
12	移动式数字 摄影 X 射线 机	III类	1	DX-D100	150	500	摄片	放射科	已上证
13	X 射线计算 机体层摄影	III类	1	SOMATOM Definition	140	1600	CT 检 查	双源 CT 室	已上证

	设备（双源CT）								
14	直接数字式（医用）X射线机(摄影系统)	Ⅲ类	1	DigitalDiagnost power	150	800	摄片	放射科	已上证
15	X射线计算机体层摄影设备	Ⅲ类	1	uCT 510	140	420	CT 检查	CT 室	已上证
16	医用血管造影 X 射线系统	Ⅱ类	1	Allura Centron	125	1250	血管造影	第二导管室	已上证
17	乳腺机	Ⅲ类	1	Mammomat inspiration	35	188	检查	钼靶检查室	已上证
18	SPECT/CT	Ⅲ类	1	SymbiaIntevo 6	150	340	检查	SPECT/CT 检查室	已上证
19	口腔 X 射线数字化体层摄影设备	Ⅲ类	1	SS-X9010dm ax-3DE	90	10	检查	口腔科	已上证

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称		状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
放射性固体废物	一次性口杯、擦拭纸和空药瓶、手套等；	固态	碘-131	/	/	500kg/a	小于 $1.0 \times 10^2 \text{Bq/g}$	暂存于甲癌治疗区放射性废物间，衰变 10 个半衰期后转入普通医疗废物暂存间。	放射性固废按核素分类收集并标明标签，放置于放射性废物存储间衰变 10 个半衰期，经监测达标后按医疗废物处理。
	甲癌治疗区排风系统更换下的活性炭过滤器过滤器	固态	碘-131	/	/	10kg/a	小于 $1.0 \times 10^2 \text{Bq/g}$		
放射性废水	甲癌住院病人排泄废水	液态	碘-131	/	/	$120 \text{m}^3/\text{a}$	小于 10Bq/L	放射性废水通过专用管道排至衰变池中暂存	放射性废水经衰变池收集停留 10 个半衰期监测达标后进入医院污水处理管道最终进入医院污水处理站处理。
放射性废气	含碘-131 气载性流出物	气态	碘-131	/	/	$1.11 \times 10^6 \text{Bq/a}$	37Bq/m^3	——	经活性炭过滤器过滤后引至门诊医技楼楼顶进行排放

注：1、常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L ，固体为 mg/kg ，气态为 mg/m^3 ；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^2 ）和活度（ Bq ）。

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日实施）； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日实施）； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日实施）； (4) 《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》（国务院 682 号令）； (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2005 年 9 月 14 日国务院第 449 号令发布，2019 年 3 月 2 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》（国务院令第 709 号）对其进行了修改）； (6) 《放射性废物安全管理条例》（国务院令第 612 号）； (7) 《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 国家国防科技工业局公告 2017 年第 65 号） (8) 《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 日实施）； (9) 《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）； (10) 《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部/国家卫生和计划生育委员会，公告 2017 年第 66 号）； (11) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006 年 1 月 18 日国家环境保护总局令第 31 号公布，2017 年 12 月 12 日《环境保护部关于修改部分规章的决定》（部令第 47 号）对其进行了修改，2019 年 8 月 22 日《生态环境部关于废止、修改部分规章的决定》（生态环境部令第 7 号）对其进行了修改）； (12) 《建设项目环境影响评价分类管理目录》（环境保护部第 44 号令）； (13) 《关于修改<建设项目环境影响评价分类管理名录>部分内容的决定》（生态环境部 1 号令）； (14) 《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 号文)； (15) 《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 日施行)； (16) 《关于<建设项目环境影响评价分类管理名录>中免于编制环境影响评价文件的核技术利用项目有关说明的函》(环办函[2015]1758 号)； (17)《关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)>的通知》(川环办发[2016]1400 号)； (18) 《关于印发<四川省生态环境厅(四川省核安全局)辐射事故应急预案(2020 版)>的通知》(川环发[2020]2 号)。
技术标准	(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)； (2) 《操作非密封源的辐射防护规定》(GB11930-2010)； (3) 《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)； (4) 《临床核医学放射卫生防护标准》(GBZ120-2006)； (5) 《医用放射性废物的卫生防护管理》(GBZ133-2009)； (6) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)； (7) 《临床核医学患者防护要求》(WS533-2017)； (8) 《公众成员的放射性核素年摄入量限值》(WS T613-2018)。
其他	(1) 《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序》(第三版)； (2) 《辐射防护手册》(第一分册、第三分册)，李德平、潘自强主编，原子能出版社； (3) 《辐射防护导论》，方杰主编，原子能出版社； (4) 《电离辐射剂量学》，李士骏编(原子能出版社，1986，第二版)，原子能出版社； (5) 《放射卫生学》，章仲侯主编，原子能出版社； (6) 《实用辐射安全手册》，从慧玲主编，原子能出版社； (7) 项目委托书及建设单位提供的其他资料。

表 7 保护目标及评价标准

评价范围 按照《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）的有关规定，对于乙级非密封放射性物质工作场所，评价范围确定为各屏蔽墙体边界外 50m 范围。				
保护目标 本项目的的主要环境影响因素为电离辐射。根据本项目评价范围、医院辐射工作场所布局、总平面布置及外环境特征，本项目重点关注的环境保护目标见表 7-1 所示。				
表 7-1 主要环境保护目标				
保护名单		人数	位置	距离辐射源最近距离（m）
职业	甲癌治疗区职业人员	2 人	分药室、甲癌病房	0.5
公众	外科大楼负一层柴油发电机房、库房内等内公众	流动人员	甲癌治疗区东侧	约 5
	内科大楼负一层内公众	约 20 人	甲癌治疗区北侧	约 15
	民生路公众	流动人员	甲癌治疗区西侧	约 15
	炳草岗建材市场	约 50 人	甲癌治疗区西侧	约 21
	西海岸宾馆	约 100 人	甲癌治疗区西侧	约 49
评价标准 一、环境质量标准 （1）环境空气：执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准。 （2）地表水：执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中Ⅲ类标准。 （3）地下水：执行《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）Ⅲ类标准； （4）声环境：执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 2 类标准。 二、污染物排放标准 （1）废气：《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准。 （2）废水：生活污水排放执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准；医疗废水排放执行《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）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）》中的预处理标准。				

(3) 噪声：①施工期：《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）表 1《建筑施工场界环境噪声排放限值》中的标准；②运营期：《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准。

(4) 固体废物：按照《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》有关规定执行，妥善处理，不得形成二次污染。

三、电离辐射剂量约束及排放管理

1、剂量约束值

(1) 职业人员和公众

①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。项目对于职业人员，要求按上述标准中规定的职业照射年有效剂量的 1/4 执行（即 5mSv/a），作为本项目职业照射年有效剂量约束值。

②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。项目要求按上述标准中规定的公众照射年有效剂量的 1/10 执行，即 0.1mSv/a，作为本项目公众照射年有效剂量约束值。

(2) 接受核素治疗患者的陪护及探视人员

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定，对于明知会受到照射却自愿帮助护理、支持和探视、慰问正在接受医学诊断或治疗的患者的人员，其治疗期间的受照剂量应不超过 5mSv/a。探视患者的儿童所受剂量应限制于 1mSv/a 以下。

2、辐射工作场所边界周围剂量率控制水平

操作非密封放射性物质工作场所：核医学科诊断场所屏蔽结构外 300mm 处的辐射剂量率应不大于 2.5μSv/h。

3、放射性表面污染控制水平

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）表 B11 工作场所的放射性表面污染的控制水平见表 7-2。

表 7-2 工作场所的放射性表面污染控制水平

表面类型		β 放射性物质 (Bq/cm ²)
工作台、设备、墙壁、地面	控制区	40
	监督区	4
工作服、手套、工作鞋	控制区	4
	监督区	
手、皮肤、内衣、工作袜		0.4

4、放射性废水排放标准

《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2016）适用于医疗机构污水排放的控制限值，放射性废水衰变池排放口总 β 满足 10Bq/L。

5、放射性固体废物管理

本项目使用的非密封放射性物质，半衰期较短，可以将放射性废物收集暂存，待衰变时间超过所含半衰期最长核素的 10 个半衰期后，委托有资质的单位进行监测，如果符合清洁解控水平（比活度小于或等于 $1.0 \times 10^5 \text{Bq/kg}$ ），按医疗废物环境管理要求进行无害化处理，并报生态环境主管部门备案。

6、放射性废气排放管理

参照《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ120-2006）第 4.5 款，操作放射性药物所用的分装柜，工作中应有足够风速（一般不小于 1m/s），排气口应高于本建筑，并设有活性炭过滤或其他专用过滤装置。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

1、监测点位布设

根据现场踏勘，目前项目所在地为预留空地，根据外环境关系及本项目污染因子特点，本次分别选择评价范围内距离最近的敏感目标布设监测点位，已反映项目所在地辐射环境质量本底状况。

2、监测方法与标准

- (1) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）；
- (2) 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-1993)。

3、监测时间及现场环境状况

2020 年 4 月 3 日，攀枝花市环境监测中心站监测人员对项目拟建地进行了现场监测，监测时环境温度：25.9℃~29.2℃；环境湿度：28.0%~25.3%；天气状况：晴。

4、监测仪器

表 8-1 监测仪器一览表

项目	仪器名称及编号	测量范围	检定有效期	检定单位	检定证书号
X- γ 辐射剂量率	FH-40G 多功能辐射测量仪（028504（主机）+11108（探头））	10nSv/h~1Sv/h	2019/10/30~2020/10/29	中国计量科学研究院	校准字第 201910006658 号

5、质量保证

本次监测单位为攀枝花市环境监测中心站，具体质量保证措施如下：

- (1) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性；
- (2) 监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗；
- (3) 监测仪器按规定定期经计量部门检定，检定合格后方可使用；
- (4) 监测仪器经常参加国内各实验室间的比对，确保监测数据的准确性和可比性；
- (5) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否良好；
- (6) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录；
- (7) 监测报告实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术负责人审

定。

6、监测结果

本项目辐射工作场所辐射剂量率本底值监测结果见表 8-2。

表 8-2 X- γ 辐射剂量率监测结果表

点位	监测值监测位置	监测值 (nSv/h)	标准偏差
1	拟建非密封放射性物质甲癌病房	122.1	2.2
2	拟建非密封放射性物质甲癌病房北侧内科大楼外侧	125.1	1.9
3	拟建非密封放射性物质甲癌病房北侧东侧大楼外侧	84.3	1.1
4	拟建非密封放射性物质甲癌病房西侧炳草岗建材市场	86.2	0.8
5	拟建非密封放射性物质甲癌病房西南侧医技楼外侧	89.1	0.8

表 8-2 得出结论：项目拟建地周围 X- γ 辐射剂量率范围为 84.3nSv/h~125.1nSv/h（折算成 X- γ 空气吸收剂量率为 84.3nGy/h~125.1Gy/h），属于攀枝花市空气吸收率正常水平（73.8nGy/h~146nGy/h，平均值 86.9 nGy/h），数据来源于《中华人民共和国生态环境部 2018 年全国辐射环境质量报告》）。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、工作原理

碘是合成甲状腺激素的物质之一，甲状腺细胞通过钠/碘共转运子（NIS）克服电化学梯度从血液循环中浓聚碘-131。碘-131 在甲状腺组织内的有效半衰期约为 3.4~3.5d，碘-131 衰变发射的 β 射线在组织内平均射程为 1mm，所以 β 粒子携带的能量几乎全部释放在甲状腺组织内，对甲状腺周围的组织和器官影响较小。由于 β 射线在组织内有一定的射程，将产生“交叉火力”作用，使甲状腺组织不是均匀的接受辐射，腺体中心的组织接受来自四周的辐射，而表面的甲状腺组织则只接受来自甲状腺体内的辐射，甲状腺周围的组织不摄取碘-131，不会对甲状腺表面的组织形成空间的辐射。因此，甲状腺中心部分接受的辐射剂量大于腺体表面，如给予适当剂量的碘 $[^{131}\text{I}]$ 化钠，利用放射性“切除”部分甲状腺组织的同时保留一定量的甲状腺组织，使甲状腺功能恢复正常，达到治疗甲癌的目的。

二、操作流程

①接诊：首先详细询问病史、临床表现，随后进行相关体格检查及辅助检查：甲功（TT3、FT3、T4、FT4、TSH、Tg、TgAb）、颈部超声、肝肾功能等，必要时行颈胸部 CT 扫描及 SPECT 颈胸部扫描。根据患者病史、症状及体征并结合辅助检查结果进行病情评估，根据评估结果进行服药剂量的确定，并制定治疗方案。

②辐射危害告知：碘-131 治疗前，向患者详细说明治疗过程，并说明治疗的禁忌症及可能出现的不良反应和副作用，详细宣教碘-131 治疗后对周围人群的辐射防护。

③用药当日，由药品厂家根据建设单位提供的日最大所需量装入防护罐（35mmPb 铅当量）内，并负责运送至甲癌治疗区服药室通风橱内，开展甲癌治疗时，由辐射工作人员进行药物分装，并通过语病播报指导甲癌病人进入服药室领取分装好的药物，口服药物后进入甲癌病房住院观察。

④治疗患者服用药物后禁止外出和随意走动，仅允许在甲癌病房内部自由活动，服药后住院观察 5-7 天后，如无明显不良反应则准予出院，并告知患者出院后注意事项、药物使用及复诊时间和内容。

甲癌及甲亢治疗流程见图 9-1。

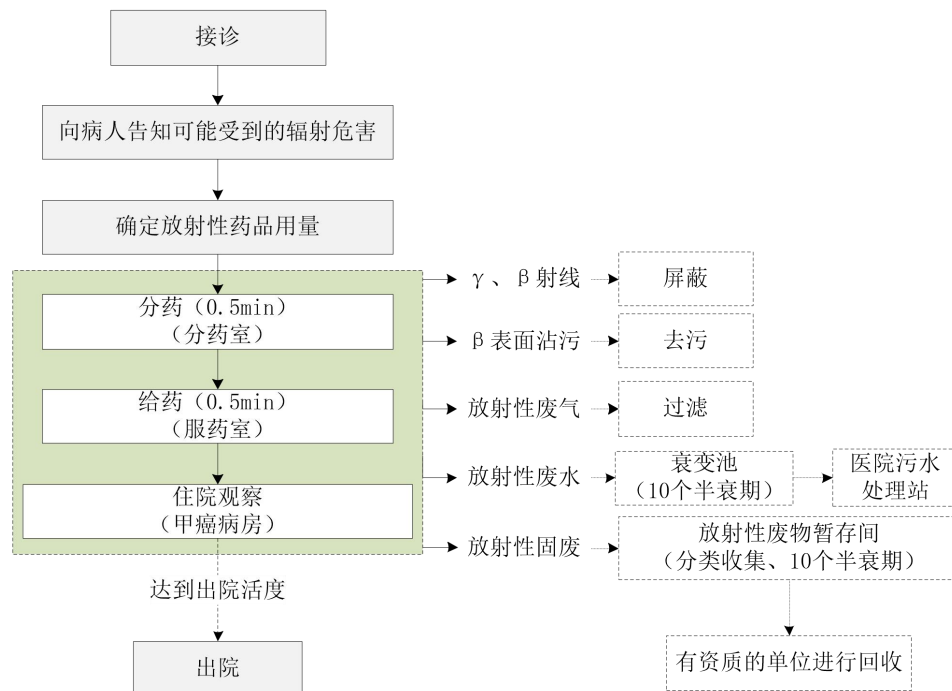


图 9-1 甲癌治疗工作流程图

污染源项描述

一、施工期工艺分析

本项目施工主要工序为基础开挖、主体结构施工、新衰变池修筑、病房防护装修等，施工期工艺流程见图 9-2。其环境影响主要有：

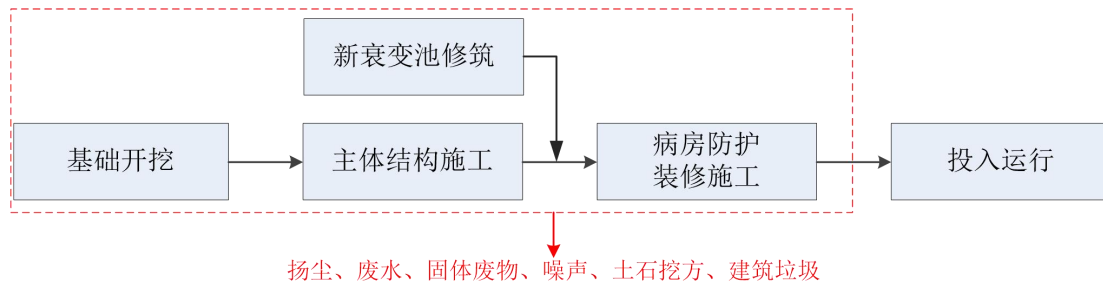


图 9-2 施工期施工工序及产污位置图

(1) 施工噪声：在施工阶段包括：结构、装修阶段施工机械最大噪声约为 80dB (A) ；

(2) 生活污水、生活垃圾：本项目施工期平均每天施工人员约 15 人，根据《四川省地方标准 用水定额》(DB51/T2138-016) 每人每天用水按 0.16m³/d 计，产污系数 0.8，施工期产生的生活污水约 1.92m³/d；每人每天产生的生活垃圾按 1kg 计，产生的生活垃圾为 15kg/d；

(3) 土石挖方：新衰变池开挖产生土石挖方约 100m³。

(4) 施工扬尘：在整个施工期，扬尘来自于基础开挖土方、材料运输、装卸和搅拌等过程。

二、运行期正常工况污染源分析

1、贯穿辐射

在进行碘[¹³¹I]化钠药物分装操作时，放射性核素碘-131 衰变时会发出 0.606MeV β射线和 0.364MeV γ射线，同时β粒子遇到重质材料屏蔽时，会产生韧致辐射（X 射线），其 X 射线能量为 0.303MeV。

2、表面污染

本项目操作的碘-131 属于液态物质，在其分装过程中因沾染可能会引起工作台面、设备、墙壁、地面和手套等表面污染。

3、放射性固废

①沾染有碘-131 的分装瓶及工作人员穿戴的一次性手套、口罩等，产生约 1kg/d；

②碘-131 甲癌治疗给药方式为口服，因此病人在服药过程会产生含碘-131 的一次性口杯、擦拭纸巾，同时甲癌病人一般会住院观察 7 天左右时间，住院期间会产生含碘-131 的生活垃圾，产生量约 1kg/d·人·次。

③甲癌病房排风系统过滤系统需每年进行维修和更换，产生的更换部件作为放射性固废管理，产生量约 10kg/a。

4、放射性废气

碘[¹³¹I]化钠属于易挥发物质，在分装过程中，部分碘-131 挥发随气流带入大气，形成碘-131 气载性流出物。碘-131 的挥发量取操作量的 0.1%，本项目碘-131 日最大操作量（含甲癌、甲亢、甲吸、肾图操作量）为 2.59×10^{10} Bq，每天挥发量为 2.59×10^7 Bq，本项目碘-131 分装均在负压环境内进行操作，产生的放射性气载流出物经活性炭除碘过滤器过滤净化后经排风管引至屋顶进行排放，过滤效率按 99%考虑，含碘-131 的气载性流出物日排放量为 2.59×10^5 Bq。

5、放射性废水

碘-131 在分装过程中无放射性废水产生，甲癌病人服药后需住院观察，在住

院过程中会产生含碘-131 的排泄废水和清洗废水，用水定额取 120L/天·人，废水排放系数取 0.8，甲癌病房每天最大住院病人量为 4 人，放射性废水产生量 0.48m³/d。

6、噪声

甲癌治疗区风机工作时将产生一定的噪声，其噪声源强不超过 55B(A)。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

一、辐射工作场所两区划分

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求在辐射工作场所内划出控制区和监督区。

控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。运用行政管理程序如进入控制区的工作许可证和实体屏蔽限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的制定区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标志；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

结合项目诊治、辐射防护和环境情况特点，将辐射工作场所划分为控制区，而其它相关工作场所等均划为监督区。其项目控制区和监督区划分情况见表 10-1，并在图 10-1 上进行了标识。

表 10-1 控制区和监督区划分表

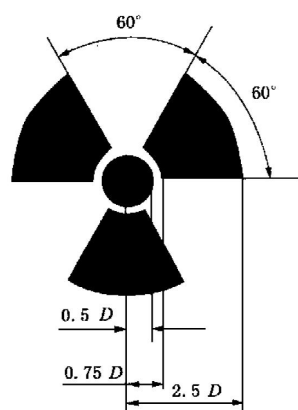
工作场所	核医学科甲癌病房	管理要求
控制区	1#甲癌病房、2#甲癌病房、抢救室、分药室、服药室、放射性废物间	禁止外来人员进入，职业工作人员在进行日常工作尽量不要在控制区内停留，以减少不必要的照射
监督区	缓冲区、外围过道	应限制无关人员进入



图 10-1 甲癌治疗区“两区”划分示意图

1、控制区防护手段与安全措施

①控制区进出口及其它适当位置处设立醒目的警告标志（图 10-2）；



a. 电离辐射的标志



b. 电离辐射警告标志

图 10-2 电离辐射标志和电离辐射警告标志

②制定职业防护与安全管理措施，包括适用于控制区的规则和程序；

③运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可制度）和实体屏障（包括门锁）限制进出控制区；

④在分药室配备个人防护用品、工作服、污染监测仪和被污染防护衣具的贮存柜；

⑤定期审查控制区的实际状况，以确保是否有必要改变该区的防护手段、安全措施

2、监督区防护手段与安全措施

①以黄线警示监督区为边界；

②在监督区的入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；

③定期检查该区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

二、辐射安全与防护措施

1、防护要求

根据《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ120-2006）核医学的非密封放射性物质工作场所根据操作放射性核素的权重活度分为三级，见表 10-2 和表 10-3。

表 10-2 临床核医学工作场所分级

分级	权重活度，MBq
I	>50000
II	50~50000
III	<50

注：权重活度=（计划的日最大操作活度×核素毒性权重系数）/操作性质修正系数。

表 10-3 不同操作性质的修正系数

操作方式和地区	修正系数
贮存	100
废物处理；闪烁法计数和显像；候诊区及诊断病床区	10
配药、分装以及施给药；简单放射性药物制备；治疗病床区	1
复杂放射性药物配置	0.1

按照表 10-2~10-3，本项目各个核素权重活度计算结果见表 10-4。

表 10-4 权重活度结算结果

工作场所	核素	日最大操作量（Bq）	操作性质修正系数	毒性权重系数	计算结果（MBq）	防护分级
分药室、服药室	^{131}I	2.22×10^{10}	1	100	$2.22\text{E}+06$	I
1#甲癌病房、2#甲癌病房	^{131}I	1.11×10^{10}	1	100	$1.11\text{E}+06$	I
抢救室	^{131}I	5.55×10^9	1	100	$5.55\text{E}+05$	I
放射性废物间	^{131}I	3.7×10^7	10	100	$3.70\text{E}+02$	II

根据表 10-4 计算结果，可以得出不同级别工作场所室内防护要求，见表 10-5。

表 10-5 按不同级别工作场所室内表面和装备的要求

工作场所	工作场所	地面	表面	通风橱 ^①	室内通风	下水管道	清洗及去污设备
I	分药室、服药室、1#甲癌病房、2#甲癌病房、抢救室	地板与墙壁接缝无缝隙	易清洗	需要（风速不小于1m/s）	应设抽风机	特殊要求 ^②	需要
II	放射性废物间	易清洗且不易渗	易清洗	需要（风速不小于1m/s）	有较好通风	一般要求	需要

注：①仅指实验室；②下水道宜短，大水流管道应有标记以便维修检修。

综上所述，通过计算分析：分药室、服药室、1#甲癌病房、2#甲癌病房、抢救室需达到I级场所防护要求，放射性废物间需达到II级场所防护要求。

2、甲癌病房防护设计

本项目甲癌治疗区由攀枝花沛辰工程技术有限公司设计，项目施工和装修也将由有资质单位进行，根据设计甲癌治疗区辐射防护情况见表 10-6。

表 10-6 甲癌病房治疗区防护情况一览表

功能房间	屏蔽体	主要屏蔽材料及厚度	面积（m ² ）
分药室	四面墙体	370mm 实心砖	4.8
	顶板	300mm 钢筋混凝土	
	地板	300mm 钢筋混凝土	
	防护门	20mm 铅当量钢铅门	
	通风橱	50mm 铅当量	
服药室	四面墙体	370mm 实心砖	3.9
	顶板	300mm 钢筋混凝土	
	地板	300mm 钢筋混凝土	
	防护门	20mm 铅当量钢铅门	
	给药窗	20mm 铅当量铅玻璃	
1#甲癌病房	四面墙体	370mm 实心砖	31.3
	顶板	300mm 钢筋混凝土	
	地板	300mm 钢筋混凝土	
	防护门	6mm 铅当量钢铅门	
	移动铅屏风	6mm 铅当量	
2#甲癌病房	四面墙体	370mm 实心砖	25.6
	顶板	300mm 钢筋混凝土	
	地板	300mm 钢筋混凝土	
	防护门	6mm 铅当量钢铅门	

	移动铅屏风	6mm 铅当量	
抢救室	四面墙体	370mm 实心砖	8.1
	顶板	300mm 钢筋混凝土	
	地板	300mm 钢筋混凝土	
	防护门	6mm 铅当量钢铅门	
	移动铅屏风	6mm 铅当量	
放射性废物间	四面墙体	370mm 实心砖	7.1
	顶板	300mm 钢筋混凝土	
	地板	300mm 钢筋混凝土	
	防护门	3mm 铅当量钢铅门	

3、放射性药物储存过程的防护措施

本项目购买的碘^{[131]I}化钠药物量一般是根据每日接诊病人量进行订购，不存在大量贮存的情况，碘^{[131]I}化钠药物在进入医院前已采用 37mm 铅罐进行屏蔽，其表面辐射剂量率水平满足《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019），碘^{[131]I}化钠药物由生产厂界直接转入甲癌治疗区分药室通风橱内，若出现碘^{[131]I}化钠药物剩余情况，则转入现核医学科已有源库内贮存，现核医学科源库内已设置双人双锁，并且设置有视频监控系统，源库门外张贴有电离辐射警示标识。

4、放射性药品操作过程防护措施

辐射工作人员在进行碘^{[131]I}化钠药物分装操作前首先做好个人防护，包括穿铅衣，戴铅眼睛、铅手套、口罩、工作帽等，分药室内设置带屏蔽效果的通风橱，防护厚度为 50mm 铅当量，通风橱设置排风口，从而保持分装设备内空气通畅，通风管引致屋顶。操作侧下方设两个活动式铅门，作为两个操作口，医生通过此操作口在通风柜内进行分装操作。分药时铅罐放置在垫有容易吸附溅洒液体滤纸的瓷盘内进行，以防止放射性药液洒漏造成操作台污染。病人给药时，医生将分装后的放射性药物转入给药窗口，病人与医生之间设置 20mm 铅当量隔离窗。服药室内设置一个放射性废物收集桶（2mm 铅当量），用于收集废弃的一次性的口杯和擦拭纸等。

5、对服药病人防护措施

甲癌病人碘-131 服药量为 5550MBq（150mCi）>400MBq，因此甲癌服药病人需住院观察。不管是住院还是非住院用药病人，均实行病人与陪护人员及其他公众的隔离管理，隔离期间禁止病人随意流动（特别是甲癌用药病人），并使用病人专用厕所进行大小便，在观察结束后按指定线路离开核医学科。针对甲癌

病人住院期间有探视者进入病房的情况，需经管理人员同意并登记，探视前需提前告知辐射可能带来的危害性，探视期间严格控制探视时间及与服药患者之间的距离，并采取必要的辐射屏蔽措施，穿着铅服并设置 6mm 隔离铅屏风等。

6、表面沾污控制措施

对于液态非密封放射性物质，在其操作和转移过程中，易出现撒漏和沾污，在是辐射防护关注的重点之一，针对表面沾污防治，本项目需采取的措施如下：

①本项目甲癌病房工作场所地面采用易去污的光洁地面，墙面与地面交接作圆角处理，地面全部敷设易去污并可以拆除更换的材料，其边缘应高出地面 15~25cm，且地面光滑，并具有易去污。

②定期需对场所内易接触的部位进行表面沾污监测，若出现超标情况，应即时按制定的去污操作规程开展去污操作，去污废水和擦拭纸等均需按放射性废物管理。

③所有辐射工作人员上岗前应经过专业学习培训，并熟悉自己岗位的操作流程，并具备相应的技能与防护知识，管理人员需定期进行检查，严禁人员违规操作。

④严格控制住院病人流动范围，保持病房内清洁环境，禁止病人随地吐痰或抛洒、丢失使用后的生活用品。

三、辐射工作场所安全保卫措施

为确保本项目所使用的碘^{[131]I}化钠药物安全，本项目拟采取的安全保卫措施见表 10-7。

表 10-7 辐射工作场所安防措施一览表

措施类别	对应措施
防火	甲癌病房治疗区安装有烟气报警装置和消防栓，且各个房间功能单位需满足《建筑设计防火规范》（GB50016-2006），本项目辐射工作场所禁止储存易燃、易爆、腐蚀性等其他一切与本项目无关的物品。同时人员易接触的地方均配备干粉式灭火器。
防水	分药室、服药室、甲癌病房、抢救室均做了较好的防水设计，墙面与地面交接应作圆角处理，地面应全部敷设易去污并可以拆除更换的材料，其边缘应高出地面 15~25cm，且地面光滑，并具有易去污，受辐照后不易老化，且防水。
防盗、防抢和防	①整个甲癌治疗区进行封闭管理，并设有门禁系统，非相关人员不能直接进入。 ②碘 ^{[131]I} 化钠药物储存场所设置有保险柜并设置双人双锁和监控摄像头，碘

破坏	[¹³¹ I]化钠药物的转入、转出均由专人进行台账管理。 ③整个甲癌病房治疗区设置严密的监控系统，实行 24h 实施监控，并已将其为安保人员重点巡查范围。
防泄漏	①本项目使用的碘[¹³¹ I]化钠药物均来自于正规生产厂家，出厂时包装用铅罐（37mm 厚铅）密闭，铅罐表面剂量满足标准要求，且用完后的空铅罐经表面去污处理后放置于源库内待厂家进行回收； ②辐射工作场所所采取有效的实体屏蔽措施，产生的贯穿辐射经屏蔽体屏蔽后墙外满足 2.5μSv/h； ③建设单位已配备便携式γ辐射监测仪及β表面沾污仪，并进行定期或不定期场所监测，发现异常及时查明原因并进行处置。

四、辐射安全防护措施的可行性

结合《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序（第三版）》和《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函[2016]1400 号）中的相关检查内容，将本项目在设计阶段拟采取的上述防护措施汇总列入表 10-8。

表 10-8 本项目设计阶段拟采取的安全措施汇总表

项目	检查内容	涉及内容	是否符合要求
场所设施	分区管理	拟执行	符合
	墙体、观察窗、铅防护门	已设计	符合
	场所门外电离辐射警示标志、通道标志	已设计	符合
	独立的通风设施（流向）	已设计	符合
	负压和过滤的工作箱、通风柜（乙级以上场所）	拟配置	符合
	易去污的工作台和防污染覆盖材料	拟配置	符合
	移动放射性液体时容器不易破裂或有不易破裂的套	拟配置	符合
	病人专用卫生间	已设计	符合
	放射性同位素暂存或设施	已设计	符合
	放射性固体废物收集容器和放射性标识	拟执行	符合
	安全保卫设施（储存场所）	已设计	符合
	人员出口配备污染监测仪	已配置	符合
	操作位屏蔽防护措施	拟配置	符合
	放射性废液暂存设施	拟配置	符合
	工作场所禁止串门的标志	拟执行	符合
监测设备	隔板、门禁、监控装置	已设计	符合
	便携式 X-γ辐射监测仪	已有	符合
	β表面沾污仪	已有	符合
	个人剂量计	已有	符合
	个人剂量报警仪	拟配置	符合
	放射性活度计	拟配置	符合

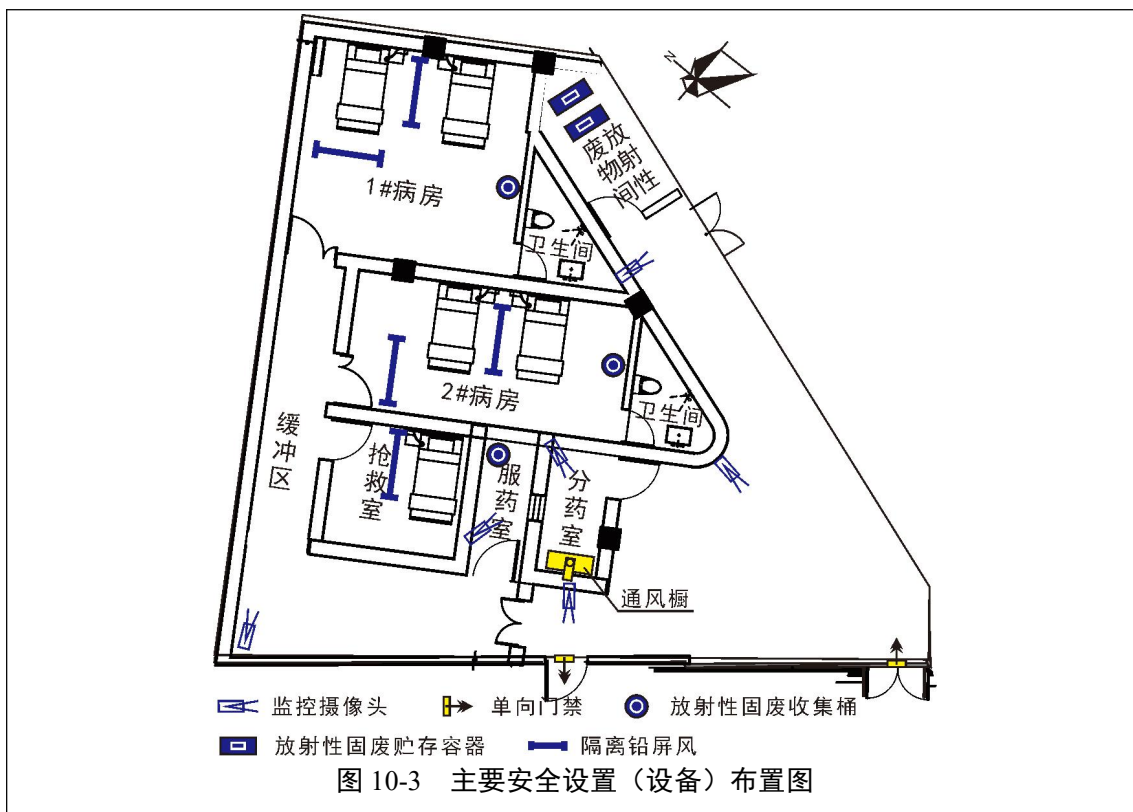
三废	放射性下水系统（衰变池）及标识	已设计	符合
	放射性固体废物暂存间（设施）	已设计	符合
	废物暂存间屏蔽措施	已设计	符合
	废物暂存间通风系统	已设计	符合
防护器材	人防护用品	拟配置	符合
	放射性表面去污用品和试剂	拟配置	符合
	灭火器材	拟配置	符合

五、环保措施及其投资估算

项目辐射防护措施及其投资估算见表 10-9。本项目总投资 500 万元，环保投资 127.4 万元，占总投资的 25.5%，。

表 10-9 辐射防护设施（措施）及投资估算一览表

项目	设施（措施）	数量	金额（万元）	备注
辐射屏蔽措施	1#甲癌病房、2#甲癌病房、抢救室、分药室、服药室、放射性废物间铅防护门	6 扇	30.0	新增
	移动铅屏风（6mm 铅当量）	5 扇	25.0	新增
	带屏蔽效果（30mm 铅当量）的通风橱	1 台	10.0	新增
	备用铅罐	1 个	2.0	新增
个人防护用品	个人剂量报警仪	2 个	1.0	新增
	个人剂量计	4 个	/	利旧
	辐射工作人员防护铅服、铅帽、铅眼镜、铅围脖、铅围巾（0.5mm 铅当量）等	2 套	1.0	新增
安全装置/设施	甲癌治疗区监控系统	1 套	10.0	新增
	电离辐射警告（甲癌病房入口、出口）	2 个	0.1	新增
	甲癌病房门单向禁系统	2 个	1.0	新增
	禁止串门的标志	2 个	0.1	新增
	甲癌治疗区控制区、监督区划分标识	1 套	0.1	新增
	污染表面清洗剂	/	0.1	新增
“三废”治理	卫生间独立下水系统及排水管道	1 套	10.0	新增
	并联池衰变池	2 座	5.0	新增
	放射性固废收集桶	3 个	6.0	新增
	放射性固废贮存容器	2 个	4.0	新增
	放射性废物间	1 间	/	纳入主体工程
	场所独立通排风系统	1 套	10.0	新增
	通风橱独立排风系统	1 套	5.0	新增
	甲癌治疗区活性炭除碘过滤器	1 套	5.0	新增
	分药室通风橱活性炭除碘过滤器	1 套	2.0	新增
监测	X-γ辐射剂量率监测仪	1 台	/	利旧
	β表面沾污仪	1 台	/	利旧
合计			127.4	/



三废的治理

一、废气治理措施

1、废气排放及处理措施

本项目甲癌治疗区设计有独立新风和排风系统，其中 1#病房、2#病房、抢救室、放射性废物暂存间总的新风量为 $1500\text{m}^3/\text{h}$ ，总排风量为 $2000\text{m}^3/\text{h}$ ，整个甲癌治疗区保持负压环境，气流组织为监督区流向控制区，并有效控制含碘-131 废气逸散，同时甲癌治疗区排风管道最终引至门诊医技楼楼顶排放，排放高度约 40m，排风管道内置活性炭除碘过滤器。碘 ^{131}I 化钠药物的分装是在分药室通风橱内进行，通风橱采用机械排放，设计风速大于 1m/s ，排风量为 $5000\text{m}^3/\text{h}$ ，排风管道最终引至门诊医技楼楼顶排放，排放高度约 40m。

2、活性炭除碘过滤器

本项目现有通风橱顶部排口和甲癌治疗区排风系统均设置活性炭除碘过滤器，其主要作用是用于去除含碘-131 气载性流出物，内部结构采用 W 结构的碳床排列，外部采用 2mm 铅屏蔽，通风橱活性炭除碘过滤器活性炭填充量约 1kg，甲癌治疗区除碘过滤器活性炭填充量约 5kg，同时该活性炭过滤器除碘过滤器经过特殊的浸渍剂处理，增加对空气中碘-131 的取出，活性炭除碘过滤器对

碘-131 的过滤效率可达到 99%，过滤器更换周期为每半年一次。

3、废气排放管理措施

①建设单位需定期对通排风系统管道及净化系统设施设备进行检修和维护，并建立设施设备维护台账，其中活性炭过滤器需根据设备要求定期进行过滤效率检定和更换；②排风系统更换下的活性炭过滤器应按放射性固体废物进行管理和处置；③建设单位应将楼顶划为管控区域，并进行封闭管理，禁止设置长期居留的功能用房，日常运行中除设备维护、检修、取样等特殊情况，不得在楼顶长时间居留。

二、固体废弃物处理措施

1、放射性固废来源

本项目核医学科产生的放射性固体废物主要包括：服药过程中病人产生的含碘-131 的一次性口杯、擦拭纸巾等，医生产生的含碘-131 的一次性手套、口罩和废药瓶等，病人在住院过程中产生含碘-131 的生活垃圾，以及跟换下的活性炭除碘过滤器。其中一次性口杯、擦拭纸巾手套、口罩、废药瓶和废旧活性炭除碘过滤器等采用放射性固废收集桶收集后就近转入核医学科现有放射性废物间内暂存衰变，病人住院期间的生活垃圾采用放射性固废收集桶收集后就近转入甲癌治疗区放射性废物间暂存衰变。

2、放射性固体废物收集管理措施

对于放射性废物的管理，参照《医用放射性固废的卫生防护管理》（GBZ133-2009）和《低、中水平放射性固体废物暂时贮存规定》（GB11928-89）提出如下管理措施：

①本项目产生的含碘-131 放射性固废应与其他核素分开单独收集，禁止进行不同种类核素进行混装收集；②放射性固废收集桶应避开工作人员和经常走动的区域；③放射性固废收集桶内应放置于专用塑料袋直接收纳废物，装满后的废物袋应密封，不破漏，并及时转运至放射性废物暂存间进行衰变处置；④对破碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物，应先装入硬纸盒或其它包装材料中，然后在装入专用塑料袋内；⑤每袋废物的表面剂量不超过 0.1mSv/h，重量不超过 20kg。

3、放射性固废临时贮存和最终处理管理措施

①建立放射性废物收集、暂存、转运台账，明确放射性废物的来源、去向及监测结果，确保放射性固废不乱丢、不乱弃；②放射性废物封存时需在贮存容器外表面醒目处需张贴电离辐射警告标志，并注明固废的废物类型、核素种类、比活度水平和存放日期等信息；③放射性固废贮存容器密封暂存过程中其表面 1m 处剂量率应小于 0.1mSv/h， β 表面沾污小于 4Bq/cm²；④暂存的放射性废物须衰变 10 个半衰期并经监测达到解控水平后（废物包表面 1m 处 γ 剂量当量率接近本底水平， β 表面沾污小于 0.08Bq/m³，比活度小于 1×10⁵Bq/kg），按医疗固废交由攀枝花清洁技术有限责任公司进行处理。

三、废水处理措施

1、放射性废水来源

本项目放射性废水主要来源于甲癌病人住院期间产生的生活废水，目前核医学科已建设有 3 级串联衰变池 2 座（一用一备），位于门诊医技楼负二层外，总的有效容积为 36m³，根据设计，为满足甲癌病人排放废水需求，需新建衰变池，现有衰变池将停止使用，最终核医学科所有放射性废水将全部汇入新建衰变池内。根据本项目源项分析及批复的《攀枝花市中西医结合医院核医学科搬迁项目环境影响报告表》（2015 年 11 月版）和《攀枝花市中西医结合医院非密封放射性物质增项项目辐射安全分析报告》（2019 年 11 月版）源项分析，最终核医学科废水产生量见表 10-10。

表 10-10 核医学科放射性废水排放汇总表

项 目	数量	单位排水量	备 注
非住院病人	70 人/天	5L/天·人	¹³¹ I 甲亢治疗病人（10 人）、 ¹³¹ I 甲吸病人（20 人）、 ¹³¹ I 肾图检查病人（10 人）、 ^{99m} Tc 显像检查病人（30 人）
甲癌住院病人	4 人/天	120L/天·人	/
工作场所清洗废水	/	0.1m ³ /d	/
工作人员清洗废水	8 人/天	2L/天·人	/
合计（碘-131 10 个半衰期，81 天）	/	68.5m ³	/

2、衰变池设计及容量有效性分析

本项目甲癌病房内设计有独立的病人专用卫生间，且设计有独立的排水系

统，下水管道位均位于建筑体内，并与新建衰变池，该新建衰变池位于甲癌治疗区楼下 4.5m 处，设计为 2 座并联衰变池，1#池体有效容积 85.07m³，2#衰变池有效容积 70.56m³。池体采用 C30 抗渗混凝土浇筑，四周池壁和底板厚度为 300mm。根据表 10-5，核医学科碘-131 10 个半衰期废水产生量 68.5m³，小于衰变池设计容量，因此该衰变池满足放射性废水收集需求。

3、衰变池控制与管理

衰变池运行过程中，当 1#池体收集满后将关闭进水口打开 2#池体进水口，当 2#池体收集满后，1#池体已经过 10 个半衰的衰变，可进行取样监测排放，两个池体依次循环交替使用，最终衰变达标的废水通过电泵经医院已有污水管网排入医院污水处理站。为保障该衰变池的长效可靠运行还需采取如下管理措施：

①衰变后的废水在排放前需取样进行监测，并在监测达标后（总 β 排放标准小于 10Bq/L），排入医院污水处理站；②需建立衰变池排放台账，记录每次排放时间、排放量及监测结果情况并由专人负责台账及档案管理；③衰变池四周应设立围挡，并张贴电离辐射警示标识，提示非相关人员不得靠近；④为防止衰变池过满溢出，要求在每个池体内设置液位计，随时监控衰变池内水位，到达预定位置时即可报警并提示切换排放池体；⑤定期进行下水管线和衰变池维护和检修。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响 一、大气环境影响分析 本项目施工期产生废气的作业主要为施工时产生的扬尘及装修废气等。本项目施工期间产生的扬尘量较小，通过建设施工中采取湿法作业，尽量降低粉尘对周围环境的影响，施工期产生的少量扬尘对项目周围大气环境影响较小。装修过程中产生的废气污染物相对较少，采用“环保型”油漆及涂料，加强通风或室内空气净化措施，可将装修废气的影响降至最低，装修废气不会对周围环境产生大的影响。 综上所述，本项目工程量较小，施工期大气污染物对项目所在地环境空气质量影响较小，且这些影响将会随施工期的结束而结束。 二、声环境影响分析 施工期噪声源主要有施工机械和设备，由于本项目工程量小，施工方式主要为人工施工，机械设备的使用较少，同时项目施工噪声影响是暂时的，将随着施工期的结束而消失。因此，本项目施工对周围声环境影响时间和强度均较小。施工期间，施工机械、设备的噪声时起时停，针对施工期声环境影响，施工期噪声污染防治措施具体有： ①合理安排施工进度和作业时间，对主要噪声设备应采取相应的限时作业，22:00~6:00 禁止施工作业。 ②优先选用低噪声设备，日常应注意对施工机械、设备的维修、保养，使其保持良好的运行状态。 ③对施工人员进场进行文明施工教育，施工中不准大声喧哗。 经采取上述有效措施后，可大大降低本项目施工过程中噪声对周围的影响，场界噪声可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准的要求，影响也是可以接受的，且施工期只在短时期对局部环境造成影响，待施工结束后这些影响也随着消失，施工期噪声对周围声学环境不会造成明显影响。 三、水环境影响分析

现有衰变池停用前，需对衰变池内废水进行取样监测，并确保废水总β小于10Bq/L 才可以排入医院污水处理站，若不达标需继续让其贮存衰变。

固体废物主要是生活垃圾和建筑垃圾。

运行阶段对环境的影响

1、β射线辐射影响分析

$$d=E_{\text{MAX}}/2\rho\cdots\cdots\cdots\text{式 11-1}$$

d —最大射程, cm;

 E_{MAX} — β 粒子最大能量, MeV;

ρ —屏蔽材料密度, 铅的密度取 11.3g/cm^3 , 实心砖密度取 1.8g/cm^3 。

2、关注点剂量当量率估算

①在服药过程和给药过程中因预测点位与放射性核素操作位置间的距离比

装药瓶的几何尺寸大 5 倍以上，故可视为点源。根据《辐射防护手册（三分册）》（P27）， γ 点源剂量计算公式如下：

$$H = 8.69 \times 10^3 A \cdot \Gamma / r^2 \dots\dots\dots \text{式 11-2}$$

式中： A —放射源的活度，Ci；

Γ —碘-131 照射量率常数，根据《辐射手册（三分册）》表 2.10 查得为 $0.22\text{R}\cdot\text{m}^2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{Ci}^{-1}$ ；

r —参考点距离源的距离，m；

H —剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ 。

②职业人员操作过程中医生穿着有防护铅服，并在屏蔽体中进行操作，公众位于屏蔽房间外，本次评价还考虑屏蔽材料减弱因素。本次评价按半值层法进行减弱系数计算。

$$\eta = 0.1^{\frac{d}{TVL}} \dots\dots\dots \text{式 11-3}$$

式中： TVL —半值层厚度，参考《核医学科放射防护要求》（征求意见稿），铅的 TVL 值为 11mm，混凝土的 TVL 值为 170mm，砖的 TVL 值为 240mm。

d —屏蔽厚度，mm；

η —减弱系数。

（2）屏蔽体外剂量率预测

根据甲癌病房治疗区平面布置，本项目所选择的关注点位见图 11-1，各关注点预测结果见表 11-1。

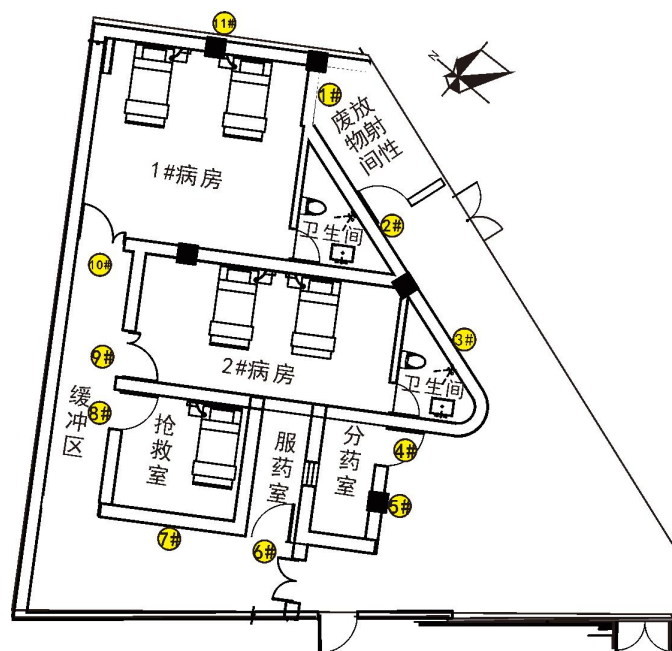


图 11-1 剂量率预测关注点位

表 11-1 关注点剂量当量率预测结果表

关注点		源强 (Bq)	厚度 (mm)	什值层厚 度 (mm)	与源强 距离 (m)	关注剂量 当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
1	1#甲癌病房东南侧 墙体外	5.55E+9	370mm 实心砖	240	2.2	1.81
		5.55E+9	370mm 实心砖 +6mm 铅屏风	240	4.7	
2	1#甲癌病房东南侧 墙体外	5.55E+9	370mm 实心砖	240	5.2	1.31
		5.55E+9	370mm 实心砖 +6mm 铅屏风	240	7.5	
		5.55E+9	370mm 实心砖	240	3.1	
		5.55E+9	370mm 实心砖 +6mm 铅屏风	240	4.8	
3	2#甲癌病房东南侧	5.55E+9	370mm 实心砖	240	3.0	1.00
		5.55E+9	370mm 实心砖 +6mm 铅屏风	240	5.3	
4	分药室东南侧门外	5.55E+9	20mm 铅门	11	2.0	5.82E-04
5	分药室东南侧墙体 外	5.55E+9	370 实心砖	240	2.0	2.06
6	服药室西南侧门外	5.55E+9	20mm 铅门	11	2.3	0.82
7	抢救室西南侧墙外	5.55E+9	370mm 实心砖	240	2.5	1.32
8	抢救室西北侧门外	5.55E+9	6mm 铅门 +6mm 铅屏风	11	3.2	2.27
9	2#病房西北侧门外	5.55E+9	6mm 铅门 +6mm 铅屏风	11	5.8	2.30
		5.55E+9	6mm 铅门	11	3.8	

			+6mm 铅屏风			
10	2#病房西北侧墙外	5.55E+9	370mm 实心砖 +6mm 铅屏风	240	5.3	2.34
		5.55E+9	370 实心砖	240	3.0	
	1#病房西侧门外	5.55E+9	6mm 铅门 +6mm 铅屏风	11	5.8	
		5.55E+9	6mm 铅门 +6mm 铅屏风	11	5.3	
11	1#病房东北侧墙外	1.11E+10	370mm 实心砖	240	2.8	2.10
12	楼上	1.11E+10	300mm 混凝土	170	3.0	1.10
13	楼下	1.11E+10	300mm 混凝土	170	3.0	1.10

根据表 11-1，本项目甲癌治疗区屏蔽体外 γ 剂量率为 $5.87 \times 10^{-5} \mu\text{Sv/h} \sim 2.34 \mu\text{Sv/h}$ ，均满足 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 控制剂量率要求。

(3) 年受照射剂量预测

①分药、给药过程职业人员受照射剂量预测

本项目单个甲癌病人分药时间为 1min，传药、服药时间均为 1min 年接诊病人量 200 人，分药和给药过程职业人员受照射剂量预测见表 11-2。

表 11-2 碘-131 分药、给药过程关注点 γ 剂量当量率预测结果表

关注预测点	源强 (Bq)	与辐射源距离 (m)	屏蔽材料及厚度	γ 剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年受照时间 (h)	年照射剂量 (mSv)
分药	$4 \times 5.55 \times 10^9$	0.5	50mm 铅 (通风橱) +0.5mm 铅衣	0.12	200*1/60	4.00E-04
传药	5.55×10^9	1.0	0.5mm 铅衣	258	200*1/60	0.86
服药	5.55×10^9	1.0	20mm 铅 (给药台) +0.5mm 铅衣	3.93	200*1/60	1.31E-02

根据表 11-2，职业人员照射剂量为 0.87mSv/a ，满足 5mSv/a 剂量约束值，考虑核医学科辐射工作人员存在交叉使用的情况，根据核医学科职业人员最新 4 个季度个人剂量检测结果，最大受照射剂量为 0.223mSv/a ，叠加后职业人员年受照射剂量为 1.08mSv/a ，仍满足 5mSv/a 剂量约束值。

②甲癌病人住院期间周围公众年受照射剂量预测

碘-131 (甲癌) 病人住院观察期间，医生一般通过电话对讲装置远程观察，不近距离直接接触病人，因此不考虑住院病人期间对职业人员的影响，主要考虑病人住院期间对周围公众的辐射影响。

根据 ICRP 第 94 号出版物给出的数据,病人体内大约 55%施予活度的碘-131 在服药后 24h 内排出体外, 22%的碘-131 在第 2 个 24h 排出, 即最初 2d 内随尿液排出总计 77%; 总量 85%在最初 5d 内排出体外。表 11-3 列出了服用碘-131 的甲癌病人周围辐射剂量率变化情况。

表 11-3 甲癌病人服用碘-131 后周围 γ 射线剂量率分析表

服药后时间	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天
距离 1m 处剂量率 ($\mu\text{Sv/h/MBq}$)	0.046	0.019	0.009	0.007	0.005
服用 $5.55 \times 10^9 \text{Bq}$ 病人 1m 处剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	255.3	105.5	50.0	38.9	27.8

由上表预测值中可以看出,服药后病人对周围辐射环境影响随着时间的增加而逐渐减小。甲癌病人服药后初期体外 1m 处 γ 辐射剂量率为 $255.3 \mu\text{Sv/h}$, 随着时间衰变, 服药 5 天后, 病人体外 1m 处 γ 辐射剂量率为 $27.8 \mu\text{Sv/h}$ 。病人体内携带一定量活度的放射性核素离开医院是允许的, 对于核素碘-131, 允许离开医院的核素活度上限为 400MBq (10.8mCi)。根据国内医院实践运行经验, 甲癌病人最多住院 7 天后均可达到出院标准。

从某种程度上讲, 服药病人相当于一个流动的放射源, 在一段时间内, 对近距离接触的公众可能产生 γ 外照射, 并且病人排泄物也会对环境可能产生一定的影响。但是这种影响是暂时的, 其影响将随着时间的推移越来越小, 因此医院应加强对服药病人管理, 向病人及其家属作出口头及书面的住院期间及出院后的防护措施指导, 给出辐射防护建议, 要求病人在一定时间内避免外出。

甲癌病房年运行时间 250 天, 每天病房周边周边可能存在公众人员的时间约为 8h, 则公众年受照的最大时间为 2000h。甲癌病人住院时, 周围公众年受照射剂量见表 11-4。

表 11-4 碘-131 (甲癌) 病房外周边公众辐射剂量率估算表

关注预测点	距辐射源最近距离 (m)	屏蔽材料及厚度	观察日	病人源强* ($\mu\text{Sv/h}$)	受照时间 (h)	居留因子	年受照射剂量 (mSv/a)
外科大楼负一层内公众	5.0	370mm 实心砖 + 240mm 实心砖	第 1 天	510.6	285.7	1	3.50E-02
			第 2 天	211	285.7		
			第 3 天	100	285.7		

			第 4 天	77.8	285.7		
			第 5 天	55.6	285.7		
			第 6 天	55.6	285.7		
			第 7 天	55.6	285.7		
门诊医技 大楼负一 层内公众	10	370mm 实 心砖 +240mm 实心砖	第 1 天	510.6	285.7	1	8.75E-03
			第 2 天	211	285.7		
			第 3 天	100	285.7		
			第 4 天	77.8	285.7		
			第 5 天	55.6	285.7		
			第 6 天	55.6	285.7		
			第 7 天	55.6	285.7		
内科大楼 负一层内 公众	15	370mm 实 心砖 +240mm 实心砖	第 1 天	510.6	285.7	1	3.89E-03
			第 2 天	211	285.7		
			第 3 天	100	285.7		
			第 4 天	77.8	285.7		
			第 5 天	55.6	285.7		
			第 6 天	55.6	285.7		
			第 7 天	55.6	285.7		
民生路公 众	15	370mm 实 心砖	第 1 天	510.6	285.7	1/4	9.72E-03
			第 2 天	211	285.7		
			第 3 天	100	285.7		
			第 4 天	77.8	285.7		
			第 5 天	55.6	285.7		
			第 6 天	55.6	285.7		
			第 7 天	55.6	285.7		
炳草岗建 材市场	21	370mm 实 心砖	第 1 天	510.6	285.7	1	1.98E-02
			第 2 天	211	285.7		
			第 3 天	100	285.7		
			第 4 天	77.8	285.7		
			第 5 天	55.6	285.7		
			第 6 天	55.6	285.7		
			第 7 天	55.6	285.7		
核医学科 西侧西海 岸宾馆	49	370mm 实 心砖 +37mm 实 心砖	第 1 天	510.6	285.7	1	1.40E-03
			第 2 天	211	285.7		
			第 3 天	100	285.7		
			第 4 天	77.8	285.7		

			第 5 天	55.6	285.7		
			第 6 天	55.6	285.7		
			第 7 天	55.6	285.7		

*注：①单个病房按 2 个病人源强进行计算；②为保守计，住院观察第 6、7 天病人 1m 处剂量率以第 5 天剂量率估算。

根据表 11-4，公众最大受照射剂量为 0.088mSv/a，满足 0.1mSv/a 剂量约束值。

五、大气环境影响分析

碘-131 的挥发量取操作量的 0.1%，本项目碘-131 日最大操作量（含甲癌、甲亢、甲吸、肾图操作量）为 2.59×10^{10} Bq，每天挥发量为 2.59×10^7 Bq，本项目碘-131 经活性炭除碘过滤器过滤净化后经排风管引至屋顶进行排放，过滤效率按 99%考虑，含碘-131 的气载性流出物日排放量为 2.59×10^5 Bq。碘-131 每天通风时间按 1h 估算，甲癌治疗区和分药室通风橱总的排风量为 7000m³/h（甲癌治疗区排风量 2000m³/h，分药室通风橱排风量为 5000m³/h），则核医学科放射性废气排放浓度为 37Bq/m³，本项目核医学科年工作时间 250h，假设公众呼吸率为 1.2m³/h，则公众年吸入量为 1.11×10^4 Bq，小于《公众成员的放射性核素年摄入量限值》（WS T613-2018）规定的公众成员吸入碘-131 放射性核素年最小摄入量（吸入）限值 1.3×10^4 Bq。

六、水环境影响分析

本项目放射性废水 10 个半衰期产生量为 68.5m³，该部分废水先排入新建衰变池，放射性废水在衰变池停留 10 个半衰期后，经监测达标后排入医院污水处理站，达标处理后排入市政污水管网，对周围环境影响较小。

七、固体废物环境影响分析

本项目放射性固废产生量为 2kg/天，核医学科采用专门固废收集桶分类收集后，衰变 10 个半衰期并监测达标后转移至医疗废物暂存库，按照普通医疗废物执行转移联单制度，由攀枝花清洁技术有限责任公司统一回收处理，不外排；更换下的活性炭过滤器产生量为 10kg/a，衰变 10 个半衰期并监测达标后作为普通固废处置。放射性固体废物在采取表 10 提出的污染防治措施后，对周围环境影响较小。

八、辐射事故影响分析及应急措施

（一）环境风险评价的目的

环境风险评价的目的是分析和预测建设项目存在的潜在危害和有害因素，以及项目在建设、运营期间可能发生的事故（一般不包括自然灾害与人为破坏），引起有毒、有害（本项目为电离辐射）物质泄漏，所造成的环境影响程度和人身安全损害程度，并提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使项目事故发生率、损失和环境影响达到可以接受的水平。

根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 第 449 号）第四十条：根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，详见表 11-5。

表 11-5 辐射事故等级划分表

事故等级	危害结果
特别重大辐射事故	放射性同位素失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。
重大辐射事故	放射性同位素失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	放射性同位素失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故	放射性同位素失控导致人员受到超过年剂量限值的照射

同时根据《实用辐射安全手册》（第二版）（丛慧玲，北京：原子能出版社）急性放射病的发生率以及急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系，见表 11-6。

表 11-6 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系

辐射剂量/ Gy	急性放射病发生率/%	辐射剂量/Gy	死亡率/%
0.70	1	2.00	1
0.90	10	2.50	10
1.00	20	2.80	20
1.05	30	3.00	30
1.10	40	3.20	40
1.20	50	3.50	50
1.25	60	3.60	60
1.35	70	3.75	70
1.40	80	4.00	80
1.60	90	4.50	90
2.00	99	5.50	99

（二）风险识别

①放射性药物丢失、被盗或工作场所失火，均可能使放射性药物释放到环境中，从而形成环境介质的放射性污染；

②在放射性药品的分装、注射等操作，会产生撒漏的可能性，这样就会使室内的设备、地面等受到放射性污染。

（三）最大可能性事故分析

1、放射性药物意外泄漏或丢失事故

（1）事故情景假设

①碘-131 药瓶在分药室丢失，丢失时内装活度最大为 600mCi；

②假设丢失后在整个事故持续时间瓶内未发生洒漏，事故持续过程中按点源考虑；

③保守假设事故持续时间内，丢失的药物被同一人随身携带，距离按 20cm 考虑；

④携带人员无任何屏蔽措施；

⑤事故持续时间为 2.5h。

（2）剂量估算

在假设事故情景下，计算携带人员在事故持续时间内的受照剂量，计算结果见表 11-7。

表 11-7 事故状态不同时间段所致辐射剂量计算表

距源距离（m）	事故持续时间段内 γ 射线所致辐射剂量（mSv）				
	0.5h	1h	1.5h	2h	2.5h
0.2	14.3	28.7	43.0	57.4	71.7

（3）事故后果

在上述事故情景假设条件下，携带碘-131 药物人员（或近距离公众在事故持续时间内已受到超过年剂量限值的照射。

（4）事故等级

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 449 号）第四十条的内容，假如本项目发生此种事故，事故等级为一般辐射事故。

2、放射性药物意外洒漏事故

（1）事故情景假设

①碘-131 药瓶打翻或破碎，导致碘-131 洒漏于操作台，假设发生事故时试

剂瓶盛装碘-131 溶液 5mL，活度为 600mCi；

②工作人员在用滤纸吸干、擦拭、清污过程中，距离洒漏点约 0.5m；

③工作人员穿铅橡胶围裙，假设事故处理时间需要持续 30min。

（2）剂量估算

在假设事故情境下，工作人员在事故持续时间内的受照剂量为 2.3mSv/次，未超过职业外照射年剂量限值（计算过程未考虑铅橡胶围裙的屏蔽，假设事故情景为显像剂全部洒漏，计算结果偏保守）。

（四）事故情况下的防范应对措施

本项目核医学科属于乙级非密封放射性物质工作场所。按国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定，分别参照 II 类密封型放射源工作场所的相关要求，实施辐射安全管理。由于核素的操作量较大，一旦发生事故有可能导致环境的放射污染。核医学科显像过程中较常见的事故有：

（1）放射性药物丢失、被盗或工作场所失火，均可能使放射性药物释放到环境中，从而形成环境介质的放射性污染。

应对措施：放射性药物签收、储存和发放等环节有详细的程序和记录，实行专人专锁专管，切实做好防火防盗，以此避免此类事故的发生。

（2）射性药品注射操作时，会产生撒漏的可能性，这样就会使工作室、治疗室内的设备、地面等受到放射性污染。

应对措施：当发生放射性药物洒漏事故时，发现者应保护现场，同时先向应急办报告，应急救援小组接到报告后立即启动本单位辐射事故应急预案疏散现场无关人员，设置警戒区并在边界设置警示标志，禁止无关人员进入现场；事故处理人员在采取了防护措施的情况下进入事故区域，首先用滤纸等覆盖污染区域，控制表面扩散；对事故现场开展应急监测，掌握污染程度和污染范围；事故处理人员在清污时先用滤纸将洒漏的药剂吸干，再进行擦拭，清污产生的废滤纸、一次性手套等按放射性废物管理和处理，产生的少量冲洗器皿、台面等的废水应收集排入放射性废水衰变池；清污完成后再次对工作区域环境中的 γ 辐射剂量率和 β 表面污染水平进行监测，当监测值达到本底水平后，事故处理完毕。

对于上述可能发生的各种事故，核医学科除在硬件上配齐、完善各种防范措施外，在软件设施上也注意了建设、补充和完善，使之在安全工作中发挥约束和

规范作用，其主要内容有：

- ①建立安全管理领导小组，组织管理安全工作；
- ②加强人员的培训，考试（核）合格、持证上岗。
- ③建立岗位的安全操作规程和安全规章制度，注意检查考核，认真贯彻实施。
- ④完善事故处理预案、完善组织、落实经费、准备物资、加强演练、时刻准备应对可能发生的各种事故和突发事件。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免放射性事故的发生率，从而保证项目正常运营，也保障工作人员、公众的健康与安全。

--

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置 一、辐射安全与环境保护管理机构的设置 为认真贯彻执行《电离辐射防护与辐射安全基本标准》关于“营运管理”的要求及国家的有关规定，建设单位于 2020 年 2 月对放射防护委员会进行了调整并明确了相关科室职责（见附件 7），办公室设在医疗装备部，负责日常放射管理工作。放射防护委员会的职责包括： ①全面负责全院的辐射安全管理工作；②认真学习贯彻国家相关法规、标准，结合全院辐射工作实际制定安全规章制度并检查监督实施；③负责全院辐射工作人员的法规教育和安全环保知识培训；④检查辐射防护环保设施，开展环保监测，对全院辐射工作场所进行年度评估；⑤实施辐射工作人员的个人剂量检测工作并做好个人剂量的档案管理工作；⑥编制辐射事故应急预案，并妥善处理有可能发生的辐射事故；⑦定期向生态环境主管部门报告相关工作，接受环保监督、监测部门的检查指导。 二、辐射工作岗位人员配置和能力分析 根据建设单位提供的资料，本项目不新增辐射工作人员，现核医学科已配置辐射工作人员 8 人（包括：医师 4 人、技师 2 人、护士 2 人），目前核医学科所有辐射工作人员均已参加上岗培训，并取得合格证，其中有 3 人已过有效期。 环评要求：建设单位应及时组织已过期培训人员参加上岗学习、考核，并严格按照《中华人民共和国生态环境部公告》（2019 年第 57 号）要求，辐射工作人员需通过国家生态环境部的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（http://fushe.mee.gov.vn）学习并考核合格后上岗。
辐射安全管理规章制度 一、档案分类管理 建设单位对相关资料进行了分类归档放置，包括以下八大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“辐射应急资料”，存放在医疗装备部。 环评要求：建设单位应按《四川省环境保护厅关于印发《四川省核技术利用

辐射安全监督检查大纲（2016）》的通知》内要求，落实本次新增治疗项目的档案资料归档工作。

二、规章制度

根据《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序》和《关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）>的通知》（川环办发[2016]1400号）的相关要求中的相关规定，建设单位规章制度制定及落实情况见表 12-1。

表 12-1 管理制度汇总对照表

序号	检查项目	落实情况
1	辐射安全和防护管理规定（综合性文件）	已制定辐射安全管理制度和辐射防护制度
2	放射性药物管理规定（购买、领用、保管和盘存）	已制定放射药品使用管理制度
3	辐射工作场所安全保卫制度	已制定辐射工作场所安全管理制度
4	场所分区管理规定（含人流、物流路线图）	需补充
5	放射性同位素及射线装置台账管理制度	已制放射性同位素台账管理制度
6	非密封放射性物质操作规程（分操作核素或诊治类别进行制定）	需补充本次甲癌治疗项目的操作规程
7	去污操作规程	未制定
8	辐射安全和防护设施维护维修制度（包括机构人员、维护维修内容与频度）	已制定辐射安全设施维护与维修制度
9	患者管理规定	需新增本次新增甲癌治疗患者管理规定
10	监测方案	需补充甲癌治疗区的辐射监测方案
11	监测仪表使用与校验管理制度	需补充
12	辐射工作人员培训/再培训管理制度	已制定辐射工作人员培训制度
13	辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定辐射工作人员个人剂量管理制度
14	辐射事故/事件应急预案	已制定辐射事故报告制度、辐射事故应急预案、和辐射事故应急响应程序
15	放射性“三废”管理规定	需针对本项目新建衰变池完善废水管理规定
16	放射性治疗保证大纲及质量控制计划	已制定放射诊疗质量保证大纲和质量控制计划

根据建设表 1-7，建设单位环评要求建设单位需补充制定：场所分区管理规定（含人流、物流路线图）、去污操作规程、患者管理规定、监测仪表使用与校验管理制度等。同时建设单位在后期实践过程中需定期对已有制度进行修订完善，使其能更好的指导辐射安全管理。

建设单位需根据原四川省环境保护厅关于印发《四川省核技术利用辐射安全

监督检查大纲（2016）》要求，《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射工作设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》应悬挂于新增辐射工作场所。医院对于各项制度在日常工作中要加强检查督促，认真组织实施。上墙制度的内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸大小应不小于 400mm×600mm。

医院应根据规章制度内容认真组织实施，并且应根据国家发布的新的相关法规内容，结合医院实际及时对各项规章制度补充修改，使之更能符合实际需要。

辐射监测

建设单位已建立了《辐射工作场所监测制度和辐射环境监测方案》，包括工作场所监测、辐射环境监测，应结合上节对《辐射工作场所监测制度和辐射环境监测方案》内容的完善要求，并按照以下监测方案、频次、监测因子实施。

一、个人监测

个人监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测，监测周期为 1 次/季。当单个季度个人剂量超过 1.25mSv 时，影像中心要对该辐射工作人员进行干预，要进一步调查明确原因，并由当事人在情况调查报告上签字确认；当全年个人剂量超过 5mSv 时，建设单位需进行原因调查，并最终形成正式调查报告，经本人签字确认后，上报发证机关。检测报告及有关调查报告应存档备查。

辐射工作人员个人剂量档案内容应包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料，个人剂量档案应终身保存。

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019），就本项目而言，辐射主要来自前方，个人剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般放置在左胸前。对于工作中穿铅衣的情况，通常应根据佩戴在铅衣里的个人剂量计估算工作人员的实际有效剂量。

二、工作场所监测

委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为 1 次/年。该辐射监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

三、建设单位自我监测

定期（监测周期为 1 次/月）对辐射工作场所进行监测，随时掌握辐射工作场所剂量变化情况，发现问题及时维护、整改。做好监测数据的审核，制定相应的报送程序，监测数据及报送情况存档备案。影像中心可以购买便携式辐射监测仪自行监测，也可以委托有资质的单位对辐射工作场所进行监测。

四、监测内容与要求

①监测内容： γ 辐射剂量率、 β 表面污染水平和废水总 β 等。

②监测范围：控制和监督区域及周围环境。

③监测布点方案：

表 12-2 本项目监测布点方案

监测内容	监测点位
γ 辐射剂量率	1#甲癌病房、2#甲癌病房、放射性废物间、抢救室房间内
β 表面沾污	1#甲癌病房、2#甲癌病房、放射性废物间、抢救室等人员易接触的工作台、地面、墙面、病床、桌椅等，以及辐射工作人员工作服、手套、工作鞋、手和皮肤
总 β	衰变池排放口

*注：核医学科其他辐射工作场所监测计划按《攀枝花市中西医结合医院核医学科搬迁项目环境影响报告表》（2015 年 11 月版）和《攀枝花市中西医结合医院非密封放射性物质增项项目辐射安全分析报告》（2019 年 11 月版）制定的监测计划执行。

④监测布点及数据管理：监测布点应与环评监测布点、验收监测布点一致，监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

⑤监测范围：控制和监督区域及周围环境

⑥监测质量保证：

a.制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用监测部门的监测数据与影像中心监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案；也可委托有资质的单位对监测仪器进行校验；

b.采用国家颁布的标准方法或推荐方法，自我监测可参照有资质的监测机构出具的监测报告中的方法；

c.制定辐射环境监测管理制度。

此外，核医学科需定期或不定期对辐射工作场所进行监测，随时掌握辐射工作场所剂量变化情况，发现问题及时维护、整改。做好监测数据的审核，制定相应的报送程序，监测数据及报送情况存档备查。

五、年度监测报告情况

建设单位应于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，近一年（四个季度）个人剂量检测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

建设单位应按照《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函[2016]1400 号）规定的格式编写《安全和防护状况年度评估报告》。建设单位必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”（网址 <http://rr.mep.gov.cn/>）中申报登记。延续、变更许可证，新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

辐射事故应急

目前建设单位成立攀枝花市中西医结合医院院内辐射事件应急处置领导小组，应急领导办公室设在医疗装备部，负责具体日常及应急工作。同时制定了制定了辐射事故报告制度、辐射事故应急预案、和辐射事故应急响应程序。其主要内容已涵盖：①应急机构和职责分工；②应急人员的组织；③培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；④辐射事故分级及应急响应措施；辐射事故调查、报告和处理程序。经分析并对照相关要求，其相关应急预案具有可操作性。

在运行过程中，建设单位应定期开展应急演练，并根据实际情况进行应急预案的修订和完善，使其更能结合实际开展工作。一旦发生辐射事故，建设单位应立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要响应应急措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射事故应急领导小组逐级上报地方及省级生态环境主管部门，同时上报公安部门，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告，并及时组织专业技术人员排除事故，配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

项目名称：碘-131（甲癌）非密封放射性物质核技术利用项目

建设单位：攀枝花市中西医结合医院

建设性质：扩建

建设地点：拟在门诊医技楼北侧和外科大楼东侧交界处负一层外对现有科医学科进行扩建，并新建分药室、服药室，甲癌病房（4 张床位）、抢救室、放射性废物间等，涉及使用碘-131 非密封放射性物质，日等效最大操作量 2.22×10^9 ，年最大用量 $1.11 \times 10^{11} \text{Bq}$ ，属于乙级非密封放射性物质工作场所。

二、本项目产业政策符合性分析

本项目将核和辐射技术用于医学领域，属高新技术。根据《产业结构调整指导目录》（2019 年本）相关规定，本项目属鼓励类第六项“核能”第 6 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”，符合国家产业发展政策。

三、本项目选址及平面布局合理性分析

医院所在区域道路、给排水、电力等城市基础配套设施完善，为项目建设提供了良好条件；医院周围没有项目建设的制约因素，且该辐射工作场所相对独立，为专门的辐射工作场所，本项目产生的辐射通过采取相应的治理措施后对周围环境的影响较小，其选址是合理的。本项目辐射工作场所根据工作要求、有利于辐射防护和环境保护来进行布置，功能分区明确，既能有机联系，又不互相干扰，且最大限度避开了人流量较大的门诊区或其它人流活动区；在设计阶段，所有辐射工作场所均进行了合理的优化布局，同时兼顾了病人就诊的方便性。综上所述，项目总平面布置是合理的。

四、工程所在地区环境质量现状

项目拟建地周围 X- γ 辐射剂量率范围为 $84.3 \text{nSv/h} \sim 125.1 \text{nSv/h}$ （折算成 X- γ 空气吸收剂量率为 $84.3 \text{nGy/h} \sim 125.1 \text{nGy/h}$ ），属于攀枝花市空气吸收率正常水平（ $73.8 \text{nGy/h} \sim 146 \text{nGy/h}$ ，平均值 86.9nGy/h ），数据来源于《中华人民共和国生

态环境部 2018 年全国辐射环境质量报告》)。

五、环境影响评价结论

1、辐射环境影响分析

经现场监测和模式预测，在正常工况下，对职业人员造成的年附加有效剂量低于本次评价 5mSv 的职业人员年剂量约束值；对公众造成的年附加有效剂量低于本次评价 0.1mSv 的公众人员年剂量约束值。

2、大气的环境影响分析

本项目在运行过程中产生的放射性废气经经过滤排放后对周围辐射环境影响较小。

3、废水的环境影响分析

本项目放射性废水先排入衰变池，放射性废水在衰变池停留 10 个半衰期后，经监测达标后排入医院污水处理站，达标处理后排入市政污水管网，对周围环境影响较小。

4、固体废物的环境影响分析

本项目放射性固废采用专门固废收集桶分类收集后，衰变 10 个半衰期并监测达标后转移至医疗废物暂存库，按照普通医疗废物执行转移联单制度，由攀枝花清洁技术有限责任公司统一回收处理，不外排；更换下的活性炭过滤器经暂存衰变 10 个半衰期并监测达标后作为普通固废处置，对周围环境影响较小。

六、事故风险与防范

建设单位需按本报告提出的要求补充制定相关安全管理规章制度并完善辐射事故应急预案，项目建成投运后，应认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

七、环保设施与保护目标

建设单位需按环评要求配备较全、效能良好的环保设施，使本次环评中确定的绝大多数保护目标，所受的辐射剂量，保持在合理的、可达到的尽可能低水平。

八、辐射安全管理的综合能力

建设单位辐射安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，辐射工作人员配置合理，考试（核）合格，有辐射事故应急预案与安全规章制度；环保设施总体效能良好，可满足防护实际需要。对新增辐射工作场所而言，建设单位也已具备辐射安全管理的综合能力。

九、项目环保可行性结论

建设单位在坚持“三同时”的原则，并采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施后，本评价认为，本项目在四川省攀枝花市东区炳草岗桃源街 27 号攀枝花市中西医结合医院内进行建设，从环境保护和辐射安全角度看是可行的。

建议和承诺

1、建设单位每年要对放射性同位素和射线装置的使用情况、辐射防护情况进行年度评估，评估结果报送四川省生态环境厅和当地生态环境主管部门；

2、建设单位在申请辐射安全许可证前，注册并登录全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>），对建设单位所用射线装置及非密封放射性物质的相关信息进行填写。

3、按照《中华人民共和国生态环境部公告》（2019 年第 57 号）要求，建设单位所有辐射工作人员需通过国家生态环境部的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）学习并考核合格后上岗。

4、应履行向病人实施告知义务的要求；

5、若今后该核医学科不再使用，建设单位必须进行乙级非密封放射性工作场所退役环评后，并确保场所达到清洁解控水平后方可另行使用；

6、根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4 号）规定：

（1）建设单位可登陆生态环境部网站查询建设项目竣工环境保护验收相关技术规范（kjs.mpe.gov.cn/hjbhbz/bzwb/other）。

（2）项目竣工后，建设单位应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编制验收（调查）报告。

（3）本项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，方可投入使用，未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

(4) 除按照国家需要保密的情形外，建设单位应当通过其网站或其他便于公众知晓的方式，向社会公开下列信息：

①本项目配套建设的环境保护设施竣工后，公开竣工日期；

②对项目配套建设的环境保护设施进行调试前，公开调试的起止日期；

③验收报告编制完成后 5 个工作日内，公开验收报告，公示的期限不得少于 20 个工作日。

建设单位公开上述信息的同时，应当向所在地生态环境主管部门报送相关信息，并接受监督检查。

表 13-1 环境保护竣工验收一览表

项目	设施（措施）	数量
辐射屏蔽措施	1#甲癌病房、2#甲癌病房、抢救室、放射性废物间铅防护门	6 扇
	移动铅屏风（6mm 铅当量）	5 扇
	带屏蔽效果（50mm 铅当量）的通风橱	1 台
	备用铅罐	1 个
个人防护用品	个人剂量报警仪	2 个
	个人剂量计	4 个
	辐射工作人员防护铅服、铅帽、铅眼镜、铅围脖、铅围巾（0.5mm 铅当量）等	2 套
安全装置/设施	甲癌治疗区监控系统	1 套
	电离辐射警告（甲癌病房入口、出口）	2 个
	甲癌病房门禁系统	2 个
	禁止串门的标志	2 个
	甲癌治疗区控制区、监督区划分标识	1 套
	污染表面清洗剂	/
“三废”治理	卫生间独立下水系统及排水管道	1 套
	地理式并联池衰变池	2 座
	放射性固废收集桶	3 个
	放射性固废贮存容器	2 个
	放射性废物间	1 间
	场所独立通排风系统	1 套
	通风橱独立排风系统	1 套
	甲癌治疗区活性炭除碘过滤器	1 套
	分药室通风橱活性炭除碘过滤器	1 套
监测	X-γ辐射剂量率监测仪	1 台
	β表面沾污仪	1 台