



核技术利用建设项目

吉林大学第一医院核医学科扩建回旋加速器辐射项目

环 境 影 响 报 告 表

（报批版）

吉林大学第一医院

2026 年 8 月

吉林大学第一医院核医学科扩建回旋加速器辐射项目
环境影响报告表修改意见单

序号	专家意见	修改页码
专家组意见		
1	完善项目组成和环境保护目标。	P2、P3、P15、P16
2	复核辐射环境影响预测分析内容。	P53、P54、P55、P56、P57、P58、附图 8
3	细化辐射安全与防护措施及现有辐射安全管理内容。	P42、P44、P45、P46、P48、P49、P64、P67、附图 4、附图 9、附图 10

核技术利用建设项目

吉林大学第一医院

核医学科扩建回旋加速器辐射项目

环境影响报告表

建设单位名称：吉林大学第一医院

建设单位法人代表：刘彬

通讯地址：长春市新民大街 1 号

邮政编码：130021

联系人：陈玉坤

电子邮箱：cyk0503@qq.com

联系电话：13756660128

编制单位和编制人员情况表

项目编号	ytwom2		
建设项目名称	吉林大学第一医院核医学科扩建回旋加速器辐射项目		
建设项目类别	55--172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	吉林大学第一医院		
统一社会信用代码	121000004127550472		
法定代表人 (签章)	刘彬		
主要负责人 (签字)	陈玉坤		
直接负责的主管人员 (签字)	于立娜		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	吉林省艺格环境科技有限公司		
统一社会信用代码	91220101MA0Y65C43H		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
王婧	2016035220352015220921000282	BH010528	王婧
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
黄海旭	项目基本情况、射线装置、非密封放射性物质、废弃物、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状	BH068783	黄海旭
王婧	项目工程分项与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论与建议	BH010528	王婧

表 1 项目基本情况

建设项目名称		吉林大学第一医院核医学科扩建回旋加速器辐射项目			
建设单位		吉林大学第一医院			
法人代表	刘彬	联系人	陈玉坤	联系电话	13756660128
注册地址		长春市新民大街 1 号			
项目建设地点		长春市新民大街 1 号，吉林大学第一医院 2 号楼（门诊楼）地下二层核医学科生产场所			
医院中心坐标		东经：125° 18' 16.79"，北纬：43° 52' 37.95"			
立项审批部门		——		批准文号	——
建设项目总投资（万元）		1824.5	项目环保投资（万元）	125.5	投资比例（环保投资/总投资） 6.88%
项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其它			建筑面积（m ² ） 150
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
		☐ 使用	☐ I 类(医疗使用) ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☒ 使用	☒ 乙级 ☐ 丙级		
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类		
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类		
		☐ 使用	☒ II 类 ☐ III 类		
	其他	——			

项目概述

1. 项目单位情况、项目由来及项目规模

1.1 项目单位情况

吉林大学第一医院始建于 1949 年，其前身是白求恩医科大学第一临床医院，现已为吉林大学所属，是一所集医疗、教学、科研、预防、保健、康复于一体的大型综合性三级甲等医院、全国百佳医院和“爱婴医院”。

医院总建筑面积 54.95 万平方米，现有职工 9600 余人。医院现有 1 个国家级重点学科，17 个国家临床重点专科建设项目，68 个临床科室，5 个门诊科室，12 个医技、辅助科室，92 间手术室，1 个转化医学研究院，并设有基因检测中心、体检中心、国际健康促进中心、I 期药物临床试验病房、日间病房等。

经过 75 年的建设，吉林大学第一医院已发展成为学科门类齐全，医疗技术精湛，诊疗设备先进，科研实力强大的综合性研究型临床医学院及教学医院。

1.2 项目由来

为提高医院核医学科的医疗服务质量和应急能力，满足医院发展需求，医院计划在2号楼地下二层核医学科核素生产区域北侧预留房间扩建1座回旋加速器机房，并应用1台回旋加速器。

本项目所在的医院2号楼（门诊楼）于2005年完成建设项目环境影响评价手续，原长春市环境保护局于2005年7月以长环保[2005]76号文《关于吉林大学第一医院扩建工程项目（一期）环境影响报告书的批复》对项目环评文件予以批复，批复文件详见附件1。

医院核医学科于2006年履行了环境影响评价手续，原吉林省环境保护局于2006年11月以吉辐环建[2006]01032号文进行了批复，并于2011年4月通过竣工环保验收，验收批复文号为吉环审验字[2010]号；核医学科核素生产场所于2020年12月增加了放射性核素 ^{11}C 、 ^{64}Cu 、 ^{68}Ge （ ^{68}Ge - ^{68}Ga ），于2025年7月增加了放射性核素 ^{13}N 、 ^{15}O 。核医学科核素生产场所现有核技术项目环评批复、验收文件以及辐射安全分析评审意见详见附件2。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》中有关规定以及吉林省生态环境厅对建设项目环境管理等规定，吉林大学第一医院委托吉林省艺格环境科技有限公司承担本项目的环评工作，环评单位在现场踏勘和收集有关资料的基础上，编制完成了《吉林大学第一医院核医学科扩建回旋加速器辐射项目环境影响报告表》。

1.3 项目规模

吉林大学第一医院拟在2号楼地下二层核医学科核素生产区域北侧预留房间扩建1座回旋加速器机房（回旋加速器2室），应用1台16.5MeV回旋加速器，属II类射线装置。本项目建成后，核医学科核素生产场所不新增核素种类，只增加 ^{18}F 生产量（ ^{18}F 日最大操作量由 $2.11 \times 10^{10}\text{Bq}$ 增加至 $7.4 \times 10^{10}\text{Bq}$ ）。本项目建成后，核医学科生产场所非密封放射性核素日等效最大操作量为 $8.71 \times 10^8\text{Bq}$ ，仍为一处乙级非密封放射性物质工作场所。

本期回旋加速器2室与其西侧的预留固体靶热室的混凝土屏蔽墙体同时建设，预留固体靶热室本期只浇筑屏蔽墙体，不安装设备。放射性药物利用原有合成室和质控室进行合成、分装、质控及转运；扩建回旋加速器操作系统安装于原有回旋加速器操作室内。

1.4 人员配置

核医学科现有辐射工作人员均参加了“核医学”辐射安全与防护考核，并取得成绩报告单。本项目建成后，核医学科仍沿用现有辐射工作人员。核素生产场所设3名工作人员，包括回旋加速器操作人员1人，质控人员1人，合成、分装、转运人员1人。

1.5 工作制度

本项目回旋加速器建成后，与原有回旋加速器不在同一天使用，2台回旋加速器“一备一用”。本项目回旋加速器年最大工作时间为300天，每个工作日生产放射性药物2次（早晨6:30~6:50，中午12:00~12:20）；放射性药物的合成、质控、转运在早晨6:50~7:30和中午12:20~13:00进行，放射性药物在每个工作日的早晨7:30前和下午13:00前通过合成室运药电梯运送至核医学科地上一层PET区域注射室。

2. 地理位置和周边保护目标关系

2.1 地理位置

吉林大学第一医院位于长春市新民大街1号，地理位置见附图1，医院院区周边环境关系情况见附图2。

2.2 工作场所周围环境

本项目回旋加速器2室位于医院2号楼地下二层核医学科生产场所，如附图2~附图5所示，本项目50m评价范围除北侧外均在医院院区内，距本项目回旋加速器2室北侧约30m（水平距离）为解放大路。本项目回旋加速器2室东侧为放疗科区域（CT模拟定位2室、操作间、风机房、办公室、更衣室、观察室、处置室、检查室、候诊区、诊室等）和医院药品库区域；南侧为核医学科走廊、办公室、质控室、更衣室、回旋加速器1室、合成室、操作室等，以及放疗科X模拟定位室、后装治疗室、直线加速器治疗室、控制室、制模室等；西侧为预留固体靶热室、更衣室、设备间、楼梯间、走廊、储气室、风机房等，以及3号楼地下二层的高低压配电间、贮油间、滤毒室、门厅、走廊、电梯间等；北侧为自然土层；楼上为2号楼地下一层停车场、工具间等；地板以下为自然土层，无其他建筑物。

本项目周边保护目标具体情况见本报告表第7章“保护目标一览表”。

3. 项目合理性分析

3.1 选址合理性

本项目涉及区域进行了集中布置，回旋加速器2室周围无妇产科、儿科和食堂等人

员密集区域，有单独的出入口，与非放射性工作场所隔开，选址符合《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）和《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中相关要求，选址合理。

3.2 产业政策符合性分析

本项目属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中第一类鼓励类中“十三、医药：4、新型基因、蛋白和细胞诊断设备， 新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用”，符合国家现行产业政策。

3.4 项目建设正当性

本项目的实施能够完善吉林大学第一医院整体医疗服务设施水平，改善区域就医环境，提高当地医疗条件，促进地区经济可持续发展和社会和谐稳定。

本项目涉及的射线装置用于医院放射性药物生产并用于核医学诊断，目的是减轻病患痛苦和去除疾病，其利益大于可能引起的辐射危害。本项目的建设对保障健康、拯救生命有着十分重要的作用。项目营运以后，将为患者提供一个优越的诊疗条件，具有明显的社会效益，同时将提高医院档次及服务水平，吸引更多的就诊人员。本项目的实施在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。因此，本项目的实施对受照个人和社会所带来的利益远大于其引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

4. 环保投资

项目总投资为 1824.5 万元，其中环保投资 125.5 万元， 占总投资的 6.88%。本项目环保投资情况见表 1-1。

表 1-1 工程环保投资情况一览表

序号	项目名称	费用（万元）
1	回旋加速器机房屏蔽（混凝土屏蔽墙、铅防护门等）	91.5
2	合成室热室柜等辐射防护设施	利旧
3	安全联锁装置、红外监控设备、工作状态指示灯、门禁系统等	8.5
4	铅服、铅眼镜等个人防护用品以及药物转运罐	利旧
5	个人剂量计、辐射剂量报警装置、工作场所监测仪器等	利旧
6	1 套固定式剂量率报警仪	1.5
7	辐射标志、规章制度等	1
8	设备机房排风装置	13

9	放射性固体废物收集设施	2
10	环境影响咨询、日常环境管理等	8
本期环保投资合计		125.5

5. 项目依托情况

本项目回旋加速器 2 室建成后并投入使用后, 操控系统设置在原有回旋加速器的操作室内, 放射性药物通过地下管道传送至核医学科现有合成室进行合成、分装、转运, 在现有质控室进行质控, 质控过程产生的放射性废物通过运药电梯转运至地上一层核医学科放射性废物库。本项目依托情况如下表所示:

表 1-2 本项目依托场所/设施一览表

活动内容	依托场所/设施
回旋加速器操作	现有回旋加速器操作室
药物合成、分装	现有合成室热室柜
药物质控	现有质控室
药物转运	现有合成室运药电梯
放射性废物转运	现有合成室运药电梯
放射性废物贮存衰变	核医学科现有放射性废物库

本项目依托场所/设施辐射防护屏蔽情况如下表所示:

表 1-3 本项目依托场所/设施辐射防护屏蔽一览表

场所/设施		尺寸（m）	屏蔽单元	屏蔽参数
合成室		7.6×4.5 (长)×(宽)	四周墙体	500mm 混凝土
			棚顶	500mm 混凝土
			地板	地下无其他建筑
			防护门	10mmPb 铅防护门
热室柜	合成柜 （4个）	1.05×1.05×2.8 (宽)×(深)×(高)	前侧	75mm 铅板
			上下左右后侧	60mm 铅板
	分装柜 （1个）	1.05×1.05×2.8 (宽)×(深)×(高)	前侧	75mm 铅板
			上下左右后侧	60mm 铅板
质控室		4.0×3.0 (长)×(宽)	东侧墙体	3mmPb 硫酸钡水泥
			南、北侧墙体	200mm 混凝土
			西侧墙体	500mm 混凝土
			棚顶	200mm 混凝土
			地板	地下无其他建筑
			药物传输防护门	10mmPb 铅防护门
			人员出入防护门	3mmPb 铅防护门

注: 混凝土密度为 2.35g/cm³; 硫酸钡水泥密度为 3.15g/cm³; 铅密度为 11.3g/cm³。

本项目所依托的医院已有环保设施满足本项目建设需求, 同时本项目建设不占用现

有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。

6. 核技术利用及辐射安全管理现状

6.1 原有核技术利用项目许可情况

吉林大学第一医院于 2007 年 12 月 20 日取得原吉林省环境保护局为其核发的辐射安全许可证，许可证号：吉环辐证[00101]，经过延续以及多次变更后，医院于 2026 年 4 月 17 日获得的辐射安全许可证的许可种类和范围包括：使用Ⅲ类、Ⅴ类放射源；使用Ⅱ类、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。有效期至 2027 年 12 月 19 日。辐射安全许可证见附件 3。

医院核技术利用项目均已履行环保手续，详见表 1-4。

表 1-4 医院核技术利用项目环保手续履行情况

项目名称	内容	环评手续	验收手续
吉林大学第一医院新建辐射项目	Ⅲ类放射源 1 枚，Ⅴ类放射源 8 枚；Ⅱ类射线装置 8 台、Ⅲ类射线装置 19 台；核磁共振仪 4 台；乙级非密封放射性物质工作场所 2 处，包括门诊楼地下二层(核素生产场所)和门诊楼地上一层(核医学科诊断、治疗区域)，应用 ^{18}F 、 ^{32}P 、 ^{89}Sr 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{125}I 、 ^{131}I 等非密封放射性物质。	2006 年通过环评审批，吉辐环建[2006]01032 号	2011 年，除 2 台直线加速器和 1 台后装机外，均通过验收，吉环审验字[2010] 号 2012 年，1 台后装机(^{192}Ir)通过验收，吉环审验字[2012]45 号 2012 年，加速器二室(1 台直线加速器)通过验收，吉环审验字[2012]166 号
干部病房体检中心辐射项目	Ⅲ类射线装置 5 台；核磁共振仪 1 台。	2011 年通过环评审批，吉环审(表)字[2011]986 号	2012 年通过验收，吉环审验字[2012]138 号
外科楼放射线科新建辐射项目	Ⅱ类射线装置 1 台、Ⅲ类射线装置 5 台、核磁共振仪 2 台。	2013 年通过环评审批，吉环审(表)字[2013]280 号	2014 年，除 1 台 C 型臂未建，其余均通过验收，吉环审验字[2014]204 号
DSA 辐射项目	Ⅱ类射线装置 1 台、Ⅲ类射线装置 2 台。	2015 年通过环评审批，吉环审(表)字[2015]64 号	医院已于 2020 年 6 月组织了自验收
SPECT、SPECT/CT 改扩建辐射项目	新建 1 台 SPECT/CT(Ⅲ类射线装置)，原有 1 台 SPECT 迁址。	2015 年通过环评审批，吉环审(表)字[2015]43 号	2016 年通过验收，吉环审验字[2016]65 号
急诊外科 DSA、CT 辐射项目	Ⅱ类射线装置 1 台、Ⅲ类射线装置 1 台。	2016 年通过环评审批，吉环审(表)字[2016]18 号	医院已于 2020 年 6 月组织了自验收
粒子植入辐射项目	应用 ^{125}I 粒子进行粒子植入治疗	2015 年通过环评审批，吉环审(表)字[2015]54 号	医院已于 2019 年 11 月组织了自验收

DSA 辐射项目	II 类射线装置 1 台、III 类射线装置 3 台	2015 年通过环评审批, 吉环审(表)字 [2015]64 号	医院已于 2018 年 9 月组织了自验收
PET-MRI 辐射项目	新建 1 台 PET-MRI, 应用非密封放射性物质 ^{18}F	2015 年通过环评审批, 吉环审(表)字 [2015]92 号	未建成, 未验收
急诊外科 DSA、CT 辐射项目	II 类射线装置 1 台、III 类射线装置 1 台	2016 年通过环评审批, 吉环审(表)字 [2016]18 号	医院已于 2018 年 10 月组织了自验收
改建医用射线装置应用项目	III 类射线装置 3 台	已于 2018 年 9 月填报环境影响登记表	——
X 射线装置辐射项目	III 类射线装置 15 台	已于 2018 年 11 月填报环境影响登记表	——
核医学科扩建 PET-CT 辐射项目	扩建 1 台 PET-CT, 乙级非密封放射性物质工作场所	2019 年通过环评审批, 吉环审(表)字 [2019]91 号	医院已于 2022 年 11 月组织了自验收
2019 年度新增射线装置辐射项目	III 类射线装置 6 台	已于 2019 年 11 月填报环境影响登记表	——
射线装置辐射项目	III 类射线装置 24 台	已于 2019 年 11 月填报环境影响登记表	——
核医学科 SPECT/CT 及骨密度仪工作场所安全分析报告	2 台 SPECT/CT 和 1 台骨密度仪器	2019 年 1 月	——
核医学科新增放射性核素项目辐射安全分析报告	新增使用放射性核素 ^{11}C 、 ^{64}Cu 、 ^{68}Ga 、 ^{177}Lu 、 ^{223}Ra , 增加 ^{89}Sr 用量	2020 年 12 月	——
核医学科扩建 PET-CT 核技术利用项目	扩建 1 台 PET-CT, 乙级非密封放射性物质工作场所, V 类放射源 1 枚	2020 年通过环评审批, 吉环审(表)字 [2020]102 号	医院已于 2022 年 11 月组织了自验收
扩建加速器三室辐射项目	II 类射线装置 1 台	2020 年通过环评审批, 吉环审(表)字 [2020]103 号	医院已于 2022 年 1 月组织了自验收
新建乳腺钼靶机辐射项目	III 类射线装置 1 台	已于 2021 年 3 月填报环境影响登记表	——
二部口腔 CT 辐射项目	III 类射线装置 1 台	已于 2021 年 2 月填报环境影响登记表	——
新建 CT 及血液辐照仪辐射项目	III 类射线装置 2 台	已于 2021 年 6 月填报环境影响登记表	——
新建方舟 CT 辐射项目	III 类射线装置 1 台	已于 2021 年 11 月填报环境影响登记表	——
新增锗-68 校准源项目	V 类放射源 2 枚	已于 2022 年 6 月填报环境影响登记表	——
二部新建移动式 C 型臂 X 射线机辐射项目	新增 III 类射线装置 1 台, 迁建 III 类射线装置 1 台	已于 2022 年 8 月填报环境影响登记表	——
2022 年度新增射线装置辐射项目	新增 III 类射线装置 6 台, 更换 III 类射线装置 1 台, 迁建 III 类射线装置 1 台	已于 2022 年 9 月填报环境影响登记表	——

3 号楼 8 层手术室新增 CT 辐射项目	III类射线装置 1 台	已于 2022 年 9 月填报环境影响登记表	——
新增锗-68 校准源项目	V 类放射源 5 枚	已于 2022 年 11 月填报环境影响登记表	——
核医学科改建 PET-MR 核技术利用项目	改造后应用 1 台 PET-MR, 乙级非密封放射性物质工作场所	2023 年 3 月通过环评审批, 吉环审(表)字[2023]20 号	医院已于 2024 年 4 月组织了自验收
2023 年度新增第一批射线装置辐射项目	III类射线装置 2 台	已于 2023 年 2 月填报环境影响登记表	——
2023 年度新增第二批射线装置辐射项目	III类射线装置 5 台	已于 2023 年 9 月填报环境影响登记表	——
内分泌代谢科新增骨密度仪辐射项目	III类射线装置 1 台	已于 2023 年 9 月填报环境影响登记表	——
2023 年度新增第三批移动式射线装置辐射项目	III类射线装置 7 台	已于 2023 年 12 月填报环境影响登记表	——
卒中中心更换 DSA 项目辐射安全分析报告	卒中中心更换 1 台 DSA	2024 年 4 月	——
人类疾病动物模型实验室新增生物学 X 射线辐照仪项目	III类射线装置 2 台	已于 2024 年 3 月填报环境影响登记表	——
转化医学研究院新增生物学 X 射线辐照仪项目	III类射线装置 1 台	已于 2024 年 6 月填报环境影响登记表	——
新增体外冲击波碎石机辐射项目	III类射线装置 1 台	已于 2024 年 6 月填报环境影响登记表	——
新增移动 DR 辐射项目	III类射线装置 1 台	已于 2024 年 7 月填报环境影响登记表	——
急诊科改造区新建 DSA 核技术利用项目	II 类射线装置 3 台	2024 年 7 月通过环评审批, 吉环审(表)字[2024]53 号	医院已于 2025 年 8 月组织了自验收
新增钇-90 树脂微球治疗项目	新增使用放射性核素 ^{90}Y	2024 年 7 月通过环评审批, 吉环审(表)字[2024]55 号	医院已于 2025 年 3 月组织了自验收
2025 年度新增第一批射线装置辐射项目	III类射线装置 5 台	已于 2025 年 1 月填报环境影响登记表	——
乐群院区 2025 年度新增第一批射线装置辐射项目	新增 III 类射线装置 2 台 更换 III 类射线装置 4 台	已于 2025 年 1 月填报环境影响登记表	——
核医学科新增锗-90 敷贴器辐射项目	V 类放射源 2 枚	已于 2025 年 4 月填报环境影响登记表	——
钇-90 核素增量项目辐射安全分析报告	增加 ^{90}Y 用量	2025 年 4 月	——
放疗科扩建辐射项目	II 类射线装置 2 台	2025 年 6 月通过环评审批, 吉环审(表)字[2025]23 号	医院已于 2026 年 6 月组织了自验收
核医学科新增放射性核素项目辐射安全分析	新增使用放射性核素 ^{13}N 、 ^{15}O 、 ^{43}Sc 、 ^{44}Sc 、 ^{45}Ti 、 ^{61}Cu 、 ^{89}Zr 、 ^{123}I 、 ^{124}I 、 ^{225}Ac	2025 年 7 月	——

钇-90 树脂微球治疗项目扩建工程	急诊区介入导管室增加使用放射性核素 ^{90}Y 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$	2025 年 12 月通过环评审批，吉环审（表）字（2025）43 号	医院已于 2026 年 6 月组织了自验收
I 期药物临床试验病房碳-14 标记药物研究项目	新增使用放射性核素 ^{14}C	2025 年 12 月通过环评审批，吉环审（表）字（2025）42 号	未建成，未验收
介入科更换 DSA 项目辐射安全分析	介入科更换 1 台 DSA	2025 年 12 月	——
放疗科新建 CT 模拟定位机辐射项目	新增 III 类射线装置 1 台	已于 2026 年 2 月填报环境影响登记表	——
实验动物中心新建小动物 Micro-CT 辐射项目	新增 III 类射线装置 1 台	已于 2026 年 2 月填报环境影响登记表	——
2026 年度新增第一批射线装置辐射项目	新增 III 类射线装置 5 台	已于 2026 年 2 月填报环境影响登记表	——
心内科更换 DSA 项目辐射安全分析	心内科更换 2 台 DSA	2026 年 6 月	——

截至目前为止，医院放射源、非密封放射性物质工作场所、射线装置运行情况良好，无辐射安全事故发生。

6.2 辐射安全管理现状

6.2.1 辐射安全管理小组及管理制度

按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，医院成立了放射防护管理应急领导小组，负责全院的辐射安全与防护管理日常工作。同时，医院已制定了完善的辐射安全管理规章制度和放射事故应急预案，详见附件 11、附件 12。

医院放射防护管理应急领导小组成员如下：

组 长：刘彬

副组长：魏锋

组 员：陈玉坤 于 洋 李 欣 周 微 赵晓甦 林承赫 董丽华
张惠茅 佟 倩 李佳睿 孙 欣

6.2.2 辐射工作人员

吉林大学第一医院现有辐射工作人员 359 名，均配备有个人剂量计，并定期（三个月）送检，建立有个人剂量检测报告和放射工作人员职业健康管理档案。目前医院现有辐射工作人员个人剂量检测结果和职业健康体检结果均无异常。

本项目建成并投入运营后，核医学科不新增工作人员。

6.2.3 个人剂量检测及环境监测

（1）个人剂量监测

医院辐射工作人员均已配备个人剂量计，并由资质单位进行检测，根据检测报告，医院外照射个人剂量未出现异常。个人剂量检测合同详见附件 8。

（2）工作场所辐射水平监测

根据《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 18 号令）的要求，医院每年委托有资质单位对射线装置工作场所进行 1 次场所辐射水平监测。同时，医院购置了相应电离辐射检测仪器，制定了监测方案，并按监测方案不定期对医院核技术利用工作场所自行监测，并将监测结果存档备案，均满足相关法律法规和标准要求。

6.2.4 年度评估

吉林大学第一医院每年均对现有核技术利用项目开展年度评估工作，医院各核技术利用项目相关手续合格，规章制度健全，工作场所防护设施及措施符合相关要求。目前，医院核技术利用场所各项辐射安全设施均能正常运行，辐射工作场所辐射环境监测结果均满足相关标准要求，各辐射工作场所辐射防护状况良好，未发现突出的环境问题。

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
——	——	——	——	——	——	——	——	——

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	活动类别	实际日最大 操作量 (Bq)	日等效最大 操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	操作方式	生产场所	贮存方式与地 点
1	¹⁸ F	液体	生产	7.4×10 ¹⁰	7.4×10 ⁸	2.22×10 ¹³	简单操作	2号楼地下二层 核医学科 核素生产场所	核医学科 核素生产场所 合成室热室柜
——	——	——	——	——	——	——	——	——	——

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

表 4 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速 粒子	最大能量 (MeV)	最大 X 射线 能量 (MV)	额定电流 (mA) / 剂 量率 (cGy/min)	用途	工作场所	备注
1	回旋加速器	II 类	1	PETtrace 鲲鹏	质子	16.5	——	0.1mA	制备 PET 用放射性 物质	核医学科 回旋加速器 2 室	——

(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
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(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 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

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
回旋加速器退役废靶	固态	^{56}Co 、 ^{57}Co 、 ^{54}Mn	/	/	/	/	不暂存	委托有资质单位回收处理。
废活性炭	固态	^{18}F	/	/	10kg	$<10^4\text{Bq/kg}$	核医学科放射性废物库 铅容器中	暂存超过 30d 后, 经检测符合排放标准后, 按照医疗废物交由资质单位进行处置
废试剂瓶、注射器、一次性手套、滤纸、吸水纸等	固态	^{18}F	/	/	25kg	$<10^4\text{Bq/kg}$		
放射性废气	气体	^{18}F	/	/	/	极低	不暂存	经活性炭过滤后, 经高出所在建筑屋脊的专用排风管道排出。
感生放射性废气	气体	^{41}Ar 、 ^{15}O 、 ^{13}N 、 ^{11}C	/	/	/	极低	不暂存	

表 6 评价依据

法规文件	1. 《中华人民共和国环境保护法》，修订后自 2015 年 1 月 1 日起施行； 2. 《中华人民共和国环境影响评价法》，修订后自 2018 年 12 月 29 日起施行； 3. 《中华人民共和国放射性污染防治法》，自 2003 年 10 月 1 日起施行； 4. 《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》，国务院令 第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行； 5. 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年 3 月 2 日修订施行）； 6. 《放射性废物安全管理条例》国务院令 第 612 号，2012 年 3 月 1 日起施行； 7. 《生态环境监测条例》，国务院令 第 820 号，2026 年 1 月 1 日起施行； 8. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，原国家环境保护总局令 第 31 号公布，2021 年 1 月 4 日修改）； 9. 《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，2011 年 5 月 1 日起施行； 10. 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，2021 年 1 月 1 日起施行； 11. 《射线装置分类》，原环境保护部、原国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年 第 66 号，2017 年 12 月 5 日发布； 12. 《关于发布〈放射性废物分类〉的公告》，原环境保护部、工业和信息化部、国家国防科技工业局公告 2017 年第 65 号，2017 年 12 月 1 日发布； 13. 《吉林省生态环境保护条例》，2021 年 1 月 1 日起施行； 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； 15. 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2023 年 12 月修订，2024 年 2 月 1 日实施）；
------	--

	16. 《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； 17. 《吉林省生态环境厅关于核技术利用辐射安全与防护培训考核有关事项的通告》吉林省生态环境厅，2020 年 5 月 13 日。
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. 《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）； 4. 《粒子加速器辐射安全与防护规定》（GB5172—2025）； 5. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； 6. 《表面污染测定 第一部分：β 发射体（$E_{\beta \max} > 0.15\text{MeV}$）和 α 发射体》（GB/T 14056.1-2008）； 7. 《建设项目环境影响评价技术导则-总纲》（HJ2.1-2016）； 8. 《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》（HJ10.1-2016）； 9. 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188—2021）； 10. 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； 11. 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； 12. 《核安全导则 核技术利用放射性废物最小化》（HAD401/11-2020）； 13. 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 1 部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）； 14. 《中国环境天然放射性水平》（原国家环境保护局，1995 年）； 15. 《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）。
其他	1. 《辐射防护手册》原子能出版社； 2. 《放射性同位素手册》科学出版社； 3. 医院提供的与本项目相关的技术资料等； 4. 建设单位与吉林省艺格环境科技有限公司签订的技术咨询合同。

表 7 保护目标与评价标准

评价范围：

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的规定，非密封放射性物质工作场所项目的评价范围，以实体边界为中心，乙级取半径 50m 的范围；射线装置应用项目的评价范围取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 范围。根据本项目的实际情况，确定本项目评价范围为辐射工作场所屏蔽体外 50m 范围。

保护目标：

本项目 50m 评价范围除北侧外均在医院院区内，距本项目回旋加速器 2 室北侧约 30m（水平距离）为解放大路。结合项目现场踏查以及设计资料可知，本项目保护目标主要包括回旋加速器 2 室周围房间内的职业人员和公众，以及本项目评价范围内北侧室外公共环境的公众。

回旋加速器 2 室东侧为放疗科区域（CT 模拟定位 2 室、操作间、风机房、办公室、更衣室、观察室、处置室、检查室、候诊区、诊室等）和医院药品库区域；南侧为核医学科走廊、办公室、质控室、更衣室、回旋加速器 1 室、合成室、操作室等，以及放疗科 X 模拟定位室、后装治疗室、直线加速器治疗室、控制室、制模室等；西侧为预留固体靶热室、更衣室、设备间、楼梯间、走廊、储气室、风机房等，以及 3 号楼地下二层的高低压配电间、贮油间、滤毒室、门厅、走廊、电梯间等；北侧为自然土层；楼上为 2 号楼地下一层停车场、工具间等；地板以下为自然土层，无其他建筑物。本项目评价范围内保护目标情况见表 7-1。

表 7-1 项目辐射工作场所周围保护目标情况一览表

工作场所	周围环境情况	人员类别	位置关系	人数 (人次/d)
回旋加速器 2 室	放疗科 CT 模拟定位 2 室、操作间、风机房、办公室、更衣室、观察室、处置室、检查室、候诊区、诊室等和医院药品库区域。	职业人员、公众	东侧 0~50m	120~150
	核医学科走廊、办公室、质控室、更衣室、回旋加速器 1 室、合成室、操作室等，以及放疗科 X 模拟定位室、后装治疗室、直线加速器治疗室、控制室、制模室等。	职业人员、公众	南侧 0~50m	180~200
	预留固体靶热室、更衣室、设备间、楼梯间、走廊、储气室、风机房等。	职业人员、公众	西侧 0~20m	20~30

3 号楼地下二层的高低压配电间、贮油间、 滤毒室、门厅、走廊、电梯间等	公众	西侧 27~50m	10~20
2 号楼地下一层停车场、工具间等	公众	楼上	10~30
室外道路（医院院区）	公众	北侧地上 水平距离 0~30m	300~500 (偶尔居留)
室外道路（解放大路）	公众	北侧地上 水平距离 30~50m	500~800 (偶尔居留)

注：本项目评价范围内的医院院内（楼内）公众人数根据医院门诊量统计估算。

评价标准：

1. 剂量限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定，工作人员的职业照射和公众照射的剂量限值如下：

第 B1.1.1.1 款：应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均）20mSv。

第 B1.2.1 款：实践使公众中有关关键人群组成的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：年有效剂量不超过 1mSv。

根据第 11.4.3.2 款中规定：剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内。

2. 剂量约束值

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中第 4.9 款规定：

4.4.2 剂量约束值

4.4.2.1 一般情况下，职业照射的剂量约束值不超过 5mSv/a；

4.4.2.2 公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。

根据《粒子加速器辐射安全与防护规定》（GB5172—2025）中第 4.3 款规定：

4.3 应结合粒子加速器特点和应用场景合理确定剂量约束值，一般情况下，职业照射剂量约束值不超过 5 mSv/a，公众照射剂量约束值不超过 0.1 mSv/a。

3. 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）的规定：

工作人员体表、内衣、工作服、以及工作场所的设备和地面等表面放射性的控制应遵循附录 B（标准的附录 B）B2 所规定的限制要求。

第 B2.1 款：工作场所的表面污染控制水平如下表所列。

表 7-2 工作场所的放射性表面污染控制水平 单位：Bq/cm²

表面类型		β 放射性物质
工作台、设备、墙壁、地面	控制区 ¹⁾	4×10
	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		4×10 ⁻¹

注：1) 该区内的污染子区除外。

第 B2.2 款：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上述表 7-2 所列设备类的控制水平的五十分之一以下时，经审管部门或监管部门授权的部门确认同意后，可当作普通物品使用。

4. 非密封放射性物质工作场所的分级

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定：

非密封放射性物质工作场所的分级应按附录 C（标准的附录）的规定进行。

第 C1 款，应按表 2 将非密封放射性物质工作场所按放射性核素日等效最大操作量的大小分级。

表 7-3 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	>4×10 ⁹
乙	2×10 ⁷ ~4×10 ⁹
丙	豁免活度值以上~2×10 ⁷

5. 放射性固体废物处理

5.1 依据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的第 7.2.3 款：

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，α 表面污染小于 0.08 Bq/cm²、β 表面污染小于 0.8Bq/cm²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。

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 0.1mSv/h，表面污染水平对 β 和 γ 发射体以及低毒性 α 发射体应小于 4 Bq/cm²、其他 α 发射体应小于 0.4Bq/cm²。

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。

5.2 依据《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）的要求：

8.8 每袋废物的表面剂量率应不超过 0.1mSv/h，质量不超过 20kg。

8.9 储存场所应具有通风设施，出入口设电离辐射警告标志。

8.10 废物袋、废物桶及其他存放废物的容器应安全可靠，并在显著位置标有废物类型、核素种类、存放日期等说明。

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

6. 气态放射性废物的管理

6.1 依据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的第 7.4 款：

7.4.1 产生气态放射性废物的核医学场所应设置独立的通风系统，合理组织工作场所的气流，对排出工作场所的气体进行过滤净化，避免污染工作场所和环境。

7.4.2 应定期检查通风系统过滤净化器的有效性，及时更换失效的过滤器，更换周期不能超过厂家推荐的使用时间。更换下来的过滤器按放射性固体废物进行收集、处理。

6.2 依据《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）第 5.2 款：

合成和操作放射性药物所用的通风柜应有专用的排风装置，风速应不小于 0.5m/s，排气口应高于本建筑物屋顶并安装专用过滤装置，排出空气浓度应达到环境主管部门的要求。

7. 放射性废水总量排放控制要求

7.1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定,满足下列条件的低放废液可以直接排入流量大于10倍排放流量的普通下水道:

每月排放的总活度不超过10ALImin,每次排放活度不超过1ALImin。ALImin的含义为相应于职业照射的食入和吸入年摄入量限值(ALI)中的较小者。

医院放射性废水排放执行《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)规定:总 $\beta < 10\text{Bq/L}$ 。

7.2 执行《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)中7.3款规定:

7.3.1.1 核医学工作场所应设置有槽式或推流式放射性废液衰变池或专用容器,收集放射性药物操作间、核素治疗病房、给药后患者卫生间、卫生通过间等场所产生的放射性废液和事故应急清洗产生的放射性废液。

7.3.3.1 对于槽式衰变池贮存方式:

a) 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;

b) 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),监测结果经审管部门认可后,按照GB18871中8.6.2规定方式进行排放。放射性废液总排放口总 α 不大于 1Bq/L 、总 β 不大于 10Bq/L 、碘-131的放射性活度浓度不大于 10Bq/L 。

7.3.3.3 放射性废液的暂存和处理应安排专人负责,并建立废物暂存和处理台账,详细记录放射性废液所含的核素名称、体积、废液产生起始日期、责任人员、排放时间、监测结果等信息。

8. 《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)(节选)

5.3 工作场所的防护水平要求

5.3.1 核医学工作场所控制区的用房,应根据使用的核素种类、能量和最大使用量,给予足够的屏蔽防护。在核医学控制区外人员可达处,距屏蔽体外表面0.3m处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$,控制区内屏蔽体外表面0.3m处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $25\mu\text{Sv/h}$,宜不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$;

核医学工作场所的分装柜或生物安全柜，应采取一定的屏蔽防护，以保证柜体外表面 5cm 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 25 μ Sv/h；同时在该场所及周围的公众和放射工作人员应满足个人剂量限值要求。

9. 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188—2021）（节选）

6.1.5 距核医学工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于 2.5 μ Sv/h，如屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留的设备间等区域，其周围剂量当量率应小于 10 μ Sv/h。

6.1.6 放射性药物合成和分装的箱体、通风柜、注射窗等设备应设有屏蔽结构，以保证设备外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率小于 2.5 μ Sv/h，放射性药物合成和分装箱体非正对人员操作位表面的周围剂量当量率小于 25 μ Sv/h。

6.1.7 固体放射性废物收集桶、曝露于地面致使人员可以接近的放射性废液收集罐体和管道应增加相应屏蔽措施，以保证其外表面 30cm 处的周围剂量当量率小于 2.5 μ Sv/h。

10. 空气 γ 辐射剂量率

本次环评 γ 辐射空气吸收剂量率水平参照原国家环境保护局《中国环境天然放射性水平》（1995 年 10 月）中关于吉林省、长春地区 γ 辐射空气吸收剂量率数据。具体数据摘录列于表 7-4。

表 7-4 陆地、室内 γ 辐射空气吸收剂量率范围 单位：nGy/h

地 市	陆地 γ 辐射剂量率范围	室内 γ 辐射剂量率范围
吉林省	18.9~128.6	30.8~208.6
长春地区	39.3~115.9	55.6~144.4

表 8 环境质量和辐射现状

1. 项目地理和场所位置 吉林大学第一医院位于长春市朝阳区新民大街 1 号，地理位置见附图 1。 本项目回旋加速器 2 室位于医院 2 号楼地下二层核医学科生产场所，场所位置详见附图 2 和附图 3。 2. 环境现状评价对象 本项目环境现状评价只针对区域辐射环境质量、土壤中项目应用的放射性核素含量和水中项目应用的放射性核素含量进行评价。 3. 辐射环境质量现状调查与评价 3.1 监测因子 γ 辐射空气吸收剂量率、β 表面污染、中子辐射剂量率。 3.2 监测点位 本次监测在辐射项目拟建区域及其周围共布设 15 个 γ 辐射空气吸收剂量率监测点位、8 个中子辐射剂量率监测点位和 6 个 β 表面污染监测点位。点位布设情况详见附图 5 和附图 6，监测报告详见附件 4。 3.3 监测时间及监测条件 2025 年 8 月 6 日，天气晴，天气情况满足检测仪器使用要求。监测期间，核医学科核素生产场所未处于生产状态和操作核素状态，且该场所已进行去污处理，不存在放射性废物。 3.4 监测方法 严格按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《辐射防护仪器中子周围剂量当量(率)仪》（GB/T14318-2019）和《表面污染测定 第一部分：β 发射体（$E_{\beta \max} > 0.15\text{MeV}$）和 α 发射体》（GB/T 14056.1-2008）中相关要求执行。 3.5 监测仪器 监测仪器详见表 8-1、表 8-2 和表 8-3。			
表 8-1 X-γ 辐射剂量率仪相关情况			
仪器名称	X- γ 辐射剂量率仪	仪器型号	FN-800B 型
仪器编号	HWYQ-37（出厂编号 3800B1）		
测量范围	0.01 $\mu\text{Gy/h}$ ~20 $\mu\text{Gy/h}$		
校准证书编号	校准字第 202506102407 号	签发日期	2025 年 6 月 11 日

校准单位	中国测试技术研究院
监测规范	《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021） 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）

表 8-2 中子周围剂量当量仪

仪器名称	中子周围剂量当量仪	仪器型号	FH40G-L/FHT762 型
仪器编号	HWYQ-22（出厂编号 50333/10696）		
测量范围	100nSv/h~100mSv/h		
检定证书编号	DLjs2025-01213	检定日期	2025 年 7 月 28 日
校准单位	中国计量科学研究院		
监测规范	《辐射防护仪器中子周围剂量当量(率)仪》（GB/T14318-2019）		

表 8-3 α 、 β 表面污染测量仪

仪器名称	α 、 β 表面污染测量仪	仪器型号	XH-3206 型
仪器编号	HWYQ-19（出厂编号 20131101）		
测量范围	0~9999CPS	测量面积	50cm ²
检定证书编号	检定字第 202507082647 号	检定日期	2025 年 7 月 18 日
校准单位	中国测试技术研究院		
监测规范	《表面污染测定 第一部分： β 发射体（ $E_{\beta\max}>0.15\text{MeV}$ ）和 α 发射体》（GB/T 14056.1-2008）		

3.6 质量保证措施

- （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。
- （3）监测仪器经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- （4）每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。
- （5）由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- （6）监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术负责人审定。

3.7 监测结果

γ 辐射空气吸收剂量率监测结果见表 8-4，中子辐射剂量率监测结果见表 8-5， β 表面污染监测结果见表 8-6。

表 8-4 项目拟建区域 γ 辐射空气吸收剂量率

序号	点位描述	监测结果（nGy/h）
1	医院 2 号楼北侧解放大路	65.6
2	医院 2 号楼北侧院区内	68.0
3	拟建回旋加速器 2 室西侧楼梯间	65.8

4	拟建回旋加速器 2 室西侧风机房	64.6
5	拟建回旋加速器 2 室西侧预留热室	79.6
6	拟建回旋加速器 2 室	80.3
7	拟建回旋加速器 2 室东侧预留机房	78.1
8	拟建回旋加速器 2 室南侧医护走廊	80.2
9	拟建回旋加速器 2 室南侧医护走廊	79.0
10	拟建回旋加速器 2 室南侧医护走廊	79.5
11	拟建回旋加速器 2 室南侧办公室	80.4
12	拟建回旋加速器 2 室南侧质控室	79.7
13	拟建回旋加速器 2 室南侧合成室	80.4
14	拟建回旋加速器 2 室南侧操作室	77.6
15	拟建回旋加速器 2 室棚顶停车场	80.2

注： γ 辐射空气吸收剂量率监测结果均扣除宇宙射线响应值。

表 8-5 项目拟建区域中子辐射剂量率

序号	点位描述	监测结果 (nSv/h)
1	拟建回旋加速器 2 室西侧预留热室	<100
2	拟建回旋加速器 2 室	<100
3	拟建回旋加速器 2 室东侧预留机房	<100
4	拟建回旋加速器 2 室南侧医护走廊	<100
5	拟建回旋加速器 2 室南侧医护走廊	<100
6	拟建回旋加速器 2 室南侧办公室	<100
7	拟建回旋加速器 2 室南侧质控室	<100
8	拟建回旋加速器 2 室棚顶停车场	<100

注：中子周围剂量当量率仪最低检测下限为 100nSv/h；检测结果均包含本底。

表 8-6 β 表面污染监测结果

序号	点位描述	监测结果 (Bq/cm ²)
1	拟建回旋加速器 2 室西侧预留热室	0.12
2	拟建回旋加速器 2 室	0.10
3	拟建回旋加速器 2 室南侧医护走廊	0.13
4	拟建回旋加速器 2 室南侧医护走廊	0.12
5	拟建回旋加速器 2 室南侧合成室	0.14
6	拟建回旋加速器 2 室南侧操作室	0.13

3.8 辐射环境现状评价

3.8.1 γ 辐射空气吸收剂量率

由表 8-4 可知，本项目建设前，2 号楼周围各监测点室外 γ 辐射空气吸收剂量率范围为 65.6nGy/h~68.0nGy/h，均在长春地区陆地 γ 辐射空气吸收剂量率

变化范围内。拟建区域及其周围环境各室内监测点 γ 辐射空气吸收剂量率范围为 64.6nGy/h~80.4nGy/h，均在长春地区室内 γ 辐射空气吸收剂量率变化范围内。

3.8.2 中子辐射剂量率

由表 8-5 可知，本项目建设前，拟建区域各监测点中子辐射剂量率监测结果均小于监测仪器的探测下限，中子辐射剂量率未检出。

3.8.3 β 表面污染

由表 8-6 可知，本项目建设前，拟建区域各监测点 β 表面污染水平在 0.10Bq/cm²~0.14Bq/cm² 范围内， β 表面污染现状水平满足本次评价提出的“控制区：40Bq/cm²，监督区：4Bq/cm²”评价标准。

4. 土壤中放射性核素含量现状调查与评价

4.1 监测点布设

本次评价采用医院现有钇-90 树脂微球治疗项目竣工环境保护验收中数据，在医院门诊楼南侧设置 1 个土样采集点，于 2025 年 3 月 14 日进行采集，检测报告详见附件 5。

4.2 检测依据

- (1) 《高纯锗 γ 能谱分析通用方法》（GB/T11713-2015）；
- (2) 《土壤中放射性核素的 γ 能谱分析方法》（GB/T11743-2013）。

4.3 检测结果

检测数据来源于吉林省安全生产检测检验有限公司出具的《吉林大学第一医院土壤检测报告》（报告编号：HF2024259），土壤中本项目涉及放射性核素 ¹⁸F 含量检测结果详见表 8-7。

表 8-7 土壤中涉及放射性核素含量检测结果

样品编号	核素类型	检测结果[单位：Bq/kg（干）]
FH2024259-001	¹⁸ F	<0.412 ^①

注：①为高纯锗 γ 谱仪探测下限。

由上表可知，项目拟建位置周围土壤中涉及放射性核素含量均低于仪器探测下限，涉及放射性核素 ¹⁸F 未检出。

5. 水中放射性核素浓度现状调查与评价

5.1 监测点布设

本次评价采用医院现有钇-90 树脂微球治疗项目竣工环境保护验收中数据，

在医院核医学科衰变池采样口设置采集点，于 2025 年 3 月 14 日进行采集，检测报告详见附件 6。

5.2 分析测量方法

- (1) 《高纯锗 γ 能谱分析通用方法》（GB/T11713-2015）；
- (2) 《水中放射性核素的 γ 能谱分析方法》（GB/T16140-2018）；
- (3) 《水中总 α 放射性浓度的测定 厚样法》（EJ/T1075-1998）；
- (4) 《水中总 β 放射性测定 蒸发法》（EJ/T900-94）。

样品用 GEM40-76 高纯锗 γ 谱仪测量。

5.3 检测结果

检测数据来源于吉林省安全生产检测检验有限公司出具的《吉林大学第一医院水样检测报告》（报告编号：HF2024260），水中本项目涉及放射性核素 ¹⁸F 浓度及总 α、总 β 检测结果详见表 8-8。

表 8-8 水中涉及放射性核素浓度及总 α、总 β 检测结果

样品编号	核素类型	检测结果[单位：Bq/L]
FH2024260-001	¹⁸ F	<0.319 ^①
FH2024098-001	总 α	0.038±0.008
	总 β	0.061±0.012

注：①为高纯锗 γ 谱仪探测下限。

通过检测，由上表可知，医院放射性废水衰变池采样口采集的污水中涉及放射性核素 ¹⁸F 未检出，污水中总 α、总 β 的含量为 0.038Bq/L、0.061Bq/L，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中规定的槽式衰变池放射性废液总排放口总 α 不大于 1Bq/L、总 β 不大于 10Bq/L 的要求。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1. 设备组成及工作方式

医院拟购买 PETtrace 型回旋加速器用于生产放射性核素。本项目回旋加速器系统主要包括回旋加速器和多功能正电子放射性示踪剂化学合成柜 2 部分。其中回旋加速器主要包括自屏蔽系统、磁场系统、射频系统、离子源系统、引出系统、真空系统、靶系统、冷却系统和控制系统。

本项目使用的回旋加速器情况如下：

- I、回旋加速器 1 台，自带自屏蔽体功能；
- II、型号：PETtrace 800 series；
- III、外形尺寸：4.8m×3.1m×2.8m；
- IV、加速质子能量：≤16.5MeV、最大束流强度：≤100uA；
- V、放射性同位素在小直径的管中运输，覆盖 100mmPb 的铅块。

回旋加速器自屏蔽系统由 8 个充水不锈钢罐组成，通过使用夹心结构来衰减中子和 γ 辐射。夹心结构内层采用铅减少 γ 辐射，含硼聚乙烯（PE）层缓和中子。外层铅层捕获由回旋加速器组件中的慢中子产生的 γ 辐射，冲满硼化水的水箱阻止剩余中子。

核素发生器放置在合成室的合成柜中，合成柜主要是由铅板构成的自屏蔽体，其中合成柜正面铅屏蔽 75mmPb，其余 5 面铅屏蔽 60mmPb，分装柜正面铅屏蔽 75mmPb，侧面铅屏蔽 60mmPb。计算机合成程序控制合成器进入自动合成过程，放置在一个密闭的铅罐中的无菌真空瓶，铅罐侧面预留一小管道供接收及抽取药品。

回旋加速器及化学合成系统工作方式为：加速两级真空泵支持其具有的高真空环境，高压射频提供粒子加速所需的能量，强磁场改变粒子运动方向，使粒子作近似圆周运动。自屏蔽系统较好地屏蔽了核反应过程中产生的中子及高能 γ 光子。加速器生产结束后，其气态或者液态产品都是从主屏蔽内部用气体推送方式，通过小的传输管道再穿过套在地沟中铅块覆盖的管道内传送到化学合成系统。合成前在合成器中加入合成前体，回旋加速器产生的放射性粒子经特殊管道传到合成器后，计算机合成程序使进入自动合成过程。合成结束后，

采用气体推送方式将放射性药物传递到一个无菌真空瓶中。无菌真空瓶放置在一个密闭的铅罐中，铅罐侧面预留一小管道供接收及抽取药剂用。放射性药物完全传递到无菌真空瓶后，工作人员将铅罐放置在分装柜中，然后在分装柜中利用自动分装仪根据病人所需的放射性药物分装相应的剂量，将药物放置在钨合金防护罐中，再将钨合金防护罐通过运药电梯运送至核医学科地上一层 PET 区域注射室。

本项目回旋加速器和核素发生器制备放射性核素 ^{18}F ，用于 PET/CT 核素显像检查。

2. 工作原理、工艺流程及产污环节

本项目 PETtrace 型回旋加速器通过电流和磁场使带电粒子得到加速轰击靶核后引起的核反应生产放射性核素。在回旋加速器中心部位的粒子源经高压电弧放电而使气体电离发射出粒子束流，该粒子束流在半圆形电极盒中运动。电极盒与高频振荡电源相连为加速粒子提供交变的电场。在磁场和电场的作用下被加速的粒子在近似于螺旋的轨道中运动飞行。带电粒子经多次加速后，圆周轨道直径达到最大而接近电极盒的边缘并具有最大的能量，在该电粒子经过束流提取系统的剥离碳膜。被加速的负离子在通过碳膜期间被脱去两个电子，变成带正电的阳离子，此时，在磁场中粒子的运行轨道是逆时针方向偏转，直接将具有最大能量的带电粒子从真空室引出，通过调整提取膜的位置使引出的束流引导进入所确定的同位素生产靶系统，以一定的初始速度轰击靶体内充填的物质引发核反应。根据靶物质的不同，该系统在离子加速打靶后，形成半衰变期很短的新原子核。在化学合成系统发生化学反应，将新原子核标记到葡萄糖、氨基酸、胆碱等生理性代谢物质上，生成 PET 检查所需的放射性药物。

本项目制备的放射性药物衰变参数见表 9-1。

表 9-1 本项目制备的放射性药物衰变参数

核素	半衰期	衰变模式	粒子能量 (MeV)	光子能量 (MeV)	剂量率常数 ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1} / \text{MBq}$)
^{18}F	109.8min	β^+ , EC	0.63	0.511	0.143

放射性药物制备工艺流程如下：

① 药物制备辐射工作人员根据预约病人量和就诊情况选择靶材及综合制剂，做好放射性药物制备物料准备。

②回旋加速器开机前，药物制备辐射工作人员进入回旋加速器机房巡视，确保机房内无人，靶物质、冷却系统、通风系统等各个环节均准备就绪后，关闭回旋加速器机房防护门，进入回旋加速器操作室内，开启回旋加速器。

③回旋加速器产生的高能粒子打击靶物质，产生所需核素，通过靶产物传输管道进入合成室的合成柜，化学合成放射性药物。加速器打靶及化学合成等过程为全自动化控制，药物制备辐射工作人员在回旋加速器操作室监控整个药物制备过程的执行情况。

④药物化学合成后，辐射工作人员在合成柜中取 $20\ \mu\text{Ci}$ ($7.4\text{E}+5\text{Bq}$) 药物进行质控操作，每次质检时间约 10min。

⑤放射性药物质检合格后，辐射工作人员利用自动分装仪分装出当天预约患者的药量，将药物装入钨合金防护罐中，再将防护罐从分装柜取出，通过运药电梯运送至核医学科地上一层 PET 区域注射室，对预约的患者进行放射性药物注射。

⑥放射性药物生产结束后，关闭回旋加速器，当日药物制备过程结束。

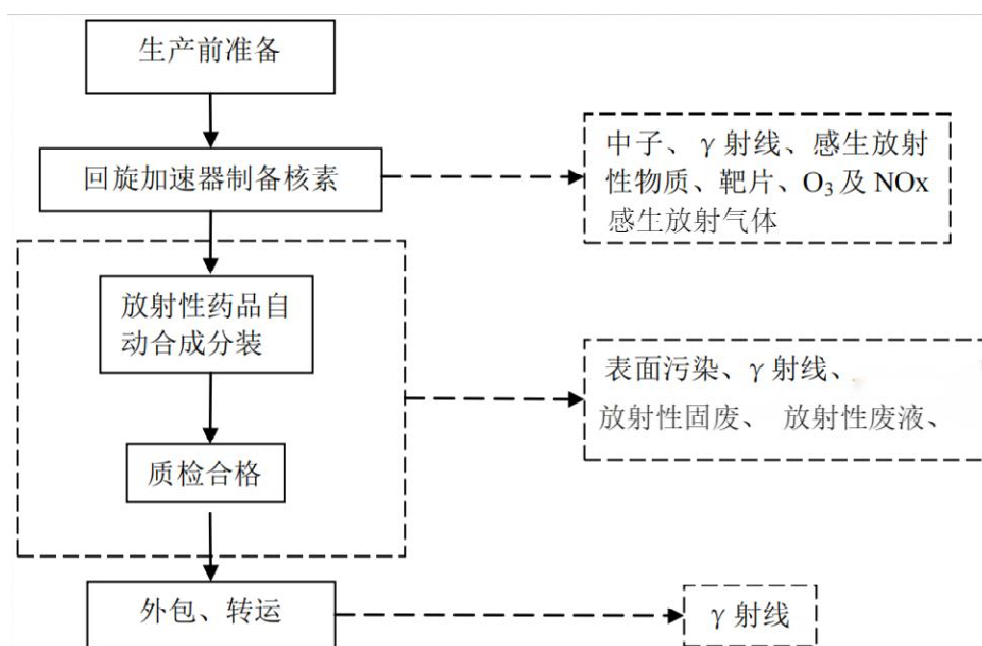


图 9-1 回旋加速器制备放射性药物工艺流程及产污环节

3. 工作负荷

本项目回旋加速器与原有回旋加速器不在同一天使用。本项目回旋加速器年最大工作时间为 300 天，每个工作日生产放射性药物 2 次（早晨 6:30~6:50，

中午 12:00~12:20), 放射性核素 ^{18}F 每个工作日最大生产量 $7.4 \times 10^{10}\text{Bq}$ (每次最大生产量 $3.7 \times 10^{10}\text{Bq}$); 放射性药物的合成、分装、质控在早晨 6:50~7:30 和中午 12:20~13:00 进行, 每次合成、分装时间按 30min 计, 每次质控时间按 10min 计; 放射性药物在每个工作日的早晨 7:30 前和下午 13:00 前通过合成室运药电梯运送至核医学科地上一层 PET 区域注射室, 每次转运时间不超过 1min。

4. 人员配备

本项目建成后, 核医学科仍沿用现有辐射工作人员。核素生产场所设 3 名工作人员, 包括回旋加速器操作人员 1 人, 质控人员 1 人, 合成、分装、转运人员 1 人。

5. 人员、放射性药物和放射性废物流通路径

(1) **辐射工作人员路线:** 如附图 7 所示, 回旋加速器操作人员以及药物合成、分装、转运人员由办公室沿医护走廊向南, 再向西由更衣室、走廊进入回旋加速器操作室、合成室, 工作结束后原路返回办公室; 药物质控人员由办公室沿医护走廊向南, 再向西经缓冲间进入质控室, 工作结束后原路返回办公室。

(2) **药物路线:** 如附图 7 所示, 回旋加速器生产结束后, 其气态或者液态产品从回旋加速器主屏蔽内部用气体推送方式, 通过小的传输管道再穿过套在地沟中铅块覆盖的管道内传送到合成室的合成柜中; 合成结束且完成质控后, 工作人员将装有放射性药物的钨合金防护罐放入运药电梯, 通过运药电梯运送至核医学科地上一层 PET 区域注射室。

在每次药品运输后, 工作人员对运药通道进行监测, 以防运输过程中不慎将药品溅洒对周围人员造成辐射影响。监测合格后方可开展医学诊疗活动。

(3) **放射性废物路线:** 本项目放射性废物主要是药物生产、合成以及质控过程中产生的如废试剂瓶、注射器、一次性手套、滤纸、吸水纸等带微量放射性核素的固体废弃物。如附图 7 所示, 本项目拟在回旋加速器 2 室设置 1 个铅屏蔽废物箱 (20mm 铅当量), 并利用合成室、质控室现有铅屏蔽废物箱 (20mm 铅当量), 采用塑料包装袋专门收集, 包装袋表明收集时间、种类及数量等内容, 封闭暂存于铅屏蔽废物箱内。放射性废物于每日生产结束后直接通过运药电梯转移至核医学科放射性废物库内。

每次放射性废物转移后, 工作人员对放射性废物转移通道进行监测, 以防

转移过程中不慎将放射性废物洒落对周围人员造成辐射影响。

由于本项目放射性废物为短半衰期核素，在放射性废物库贮存衰变超过30d，经检测符合排放标准后，按照医疗废物交由资质单位进行处置。

污染源项描述

1. 环境影响因子

本项目应用射线装置、非密封放射性物质过程中产生 β 射线、 γ 射线、中子、感生放射性和表面污染及放射性三废对周围环境产生辐射影响。

(1)回旋加速器拟生产的放射性核素为 ^{18}F ，其产生的放射性污染因子包括： γ 射线、中子和 β 射线表面污染。

(2)放射性核素 ^{18}F 衰变方式为 β^+ 衰变，粒子能量为0.63MeV，在衰变时伴随发射0.511MeV的 γ 射线。

(3)放射性废液：本项目放射性药物质量控制过程中有放射性废液产生。

(4)放射性废物：本项目放射性废物来自操作非密封放射性物质过程，废物包括废试剂瓶、注射器、一次性手套、滤纸、吸水纸等以及使用过的废靶等。

(5)放射性废气：本项目放射性废气来自分装、质控放射性核素时的挥发和溅洒药物挥发形成的放射性气溶胶以及感生放射性废气。

2. 源项

放射性同位素在生产过程中伴随回旋加速器使用产生中子（平均能量为5MeV）以及中子慢化过程中产生的 γ 射线（平均能量为8MeV）。 ^{18}F 的衰变方式为 β^+ 衰变，粒子能量为0.63MeV，在衰变时伴随发射0.511MeV的 γ 射线，回旋加速器每次打靶生产放射性药物 ^{18}F 不超过 $3.7 \times 10^{10}\text{Bq}$ （1Ci）。

2.1 非密封放射性物质工作场所分级

2.1.1 工作场所分级标准

在辐射防护状况相同的条件下，操作放射性物质的活度（即操作量）越大，可能对工作场所和环境造成的污染程度也越严重。为了便于对操作量大小不同的工作场所在防护设施上提出不同的要求，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录C（非密封场所分级）规定，将非密封放射性物质工作场所按操作量的大小分为三个等级，具体分级情况列于下表。

表 9-2 非密封放射性物质工作场所的分级标准

工作场所级别	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 $\sim 2 \times 10^7$

注: ^{90}Y 豁免活度为 $1 \times 10^5 \text{Bq}$; $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 豁免活度为 $1 \times 10^7 \text{Bq}$ 。

2.1.2 非密封放射性核素使用量参数选取

核算日等效操作量所需参数选取, 参照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 附录 C (非密封场所分级) 及《关于明确核技术辐射安全监管有关事项的通知》环办辐射函[2016]430 号文中相应规定。

2.1.3 放射性核素的日等效操作量计算及辐射工作场所分级

放射性核素的日等效操作量, 等于放射性核素的实际日操作量 (Bq) 与该核素毒性因子的积除以与操作方式有关的修正因子所得的商, 即:

$$\text{等效操作量} = \frac{\text{实际操作量} \times \text{核素毒性组别修正因子}}{\text{操作方式修正因子}}$$

本项目非密封放射性物质工作场所日等效操作量核算结果详见下表。

表 9-3 核医学科核素生产场所日等效最大操作量核算表

项目	核素	理化性质	实际日最大操作量 (Bq)	毒性组别	修正因子	操作方式	修正因子	日等效最大操作量 (Bq)	合计 (Bq)
本项目新增	^{18}F	液体	5.29×10^{10}	低毒	0.01	简单	1	5.29×10^8	8.71×10^8
核素生产场所原有项目	^{18}F	液体	2.11×10^{10}	低毒	0.01	简单	1	2.11×10^8	
	^{11}C	液态	1.85×10^9	低毒	0.01	简单	1	1.85×10^7	
	^{13}N	液态	3.70×10^9	低毒	0.01	简单	1	3.70×10^7	
	^{15}O	液态	3.70×10^9	低毒	0.01	简单	1	3.70×10^7	
	^{64}Cu	液态	1.85×10^9	低毒	0.01	简单	1	1.85×10^7	
	$^{68}\text{Ge} (^{68}\text{Ga})$	液态	1.85×10^9	中毒	0.1	贮存	100	1.85×10^6	
	^{68}Ga	液态	1.85×10^9	低毒	0.01	简单	1	1.85×10^7	

本项目涉及区域属于核医学科核素生产场所的一部分, 经核算, 本项目建成后, 核医学科核素生产场所非密封放射性物质日等效最大操作量为 $8.71 \times 10^8 \text{Bq}$, 仍属于乙级非密封放射性物质工作场所。

2.2 放射性污染

2.2.1 电离辐射及 β 表面污染

回旋加速器出束时产生 γ 射线、中子和感生放射性，放射性药物制备、合成、分装、转运等过程中产生 γ 射线和 β 表面沾污。

2.2.2 放射性废物源项

本项目产生的放射性固体废物主要含有非密封放射性物质 ^{18}F ，具体如下：

(1) 放射性药物生产、合成以及质控过程中产生的如废试剂瓶、注射器、一次性手套、滤纸、吸水纸等带微量放射性核素的固体废弃物，产生量约为25kg/a。

(2) 辐射工作场所产生的含放射性核素的废活性炭，年产生量约为10kg/a。

(3) 回旋加速器利用高能质子 p 轰击靶物质(H_2^{18}O)，通过 $^{18}\text{O}(p, n)^{18}\text{F}$ 反应产生 ^{18}F 。高能质子 p 在轰击靶物质的过程中，也轰击了靶体的真空膜、靶膜以及固定它们的金属圈，高能质子 p 与其中某些稳定核素同样发生 (p, n) 反应，从而产生感生放射性核素 ^{56}Co （半衰期77d， γ 射线能量847keV）、 ^{57}Co （半衰期272d， γ 射线能量122keV）、 ^{54}Mn （半衰期312d， γ 射线能量835keV）等。靶体维护需更换真空膜、靶膜以及固定它们的金属圈，一般4~6个月更换一次，这些更换下来的固体废物（退役废靶）成为放射性较强的固体废物。

2.2.3 放射性废气

(1) 放射性药物合成、分装过程中会产生微量放射性气体，由于放射性药物合成、标记、分装等操作在合成柜内进行，合成柜内均设置独立的通风系统，通风系统设置活性炭过滤装置，排放口高出项目所在建筑物屋脊。本项目应用非密封放射性核素 ^{18}F ，半衰期仅为109.7min，放射性气体不会对项目周围环境带来明显影响。放射性气体对放射工作人员的影响可以忽略。

(2) 回旋加速器运行时，加速器机房室内空气受中子照射后将生成放射性活化气体，主要核素有 ^{11}C （半衰期20.4min）、 ^{13}N （半衰期10min）、 ^{15}O （半衰期2.1min）和 ^{41}Ar （半衰期110min）等，其中关键核素为 ^{41}Ar 。由于空气中可以生成 ^{41}Ar 的 ^{40}Ar 只占1.3%，加上产生 ^{41}Ar 的活化反应截面很小，所以 ^{41}Ar 的生成率极低。本项目放射性核素生产为自动化工艺，停机后，工作人员无需进入回旋加速器机房内进行操作，放射性气体对辐射工作人员的影响可以忽略。

2.3 非放射性污染

本项目运行过程中产生的非放射性污染主要是回旋加速器工作过程中时产生的射线电离空气产生的少量臭氧和氮氧化物。

2.4 非正常运行状态下污染途径分析

- (1) 由于管理不善，放射性药物被盗、丢失，造成放射性污染事故。
- (2) 放射性药物在转移过程中由于操作人员违反操作规定或误操作引起意外泄漏而造成放射性表面污染。
- (3) 工作人员未按要求穿戴个人防护用品等，造成额外附加照射剂量。
- (4) 回旋加速器门机联锁失效，人员误入工作中的机房。
- (5) 放射性固体废物管理不善进入环境中，对环境造成污染。
- (6) 合成器排风发生故障，排风扇反转导致放射性气体富集，对人员造成危害和对环境造成污染。
- (7) 药物传输管道断裂，造成药物泄漏，导致工作人员误照射或放射性核素污染相关工作场所。
- (8) 滤膜堵塞、破裂，使药物因意外停留在传输管道中，或药物泄漏，导致工作人员误照射或放射性核素污染相关工作场所。
- (9) 检修时，由于误开机致使维修人员受到潜在的照射伤害。

表 10 辐射安全与防护

辐射防护原则

辐射防护的目的是为了防止发生对健康有害的非随机效应，并将随机效应的发生率降至可以接受的水平。为了达到这一目的，必须遵从辐射防护原则。

1. 实践的正当性

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。

本项目涉及的放射性同位素和射线装置用于医学诊断，目的在于准确诊断疾病，其利益大于可能引起的辐射危害，因此，符合实践的正当性原则。

2. 辐射防护的最优化

在辐射实践中所使用的辐射源（包括射线装置）所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束的前提下，在充分考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照的可能性均保持在可合理达到的尽量低的水平。

本项目辐射工作场所采取了有效合理的屏蔽防护措施、分区管理等安全防护措施，可以使个人受照剂量的大小、受照的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低的水平。

3. 个人剂量的限制

除医疗照射外，对于一项实践中的任一特定的源，其剂量约束应不大于审管部门对这类源规定或认可的值，并不大于可能导致超过剂量限值值和潜在照射危险限值的值；对任何可能向环境释放放射性物质的源，剂量约束还应确保对该源历年释放的累积效应加以限制，使得在考虑了所有其他有关实践和源可能造成的释放累积和照射之后，任何公众成员（包括其后代）在任何一年里所受到的有效剂量均不超过相应的剂量限值。

为控制辐射工作人员及公众所受照射剂量在尽可能低的水平，对职业人员的职业照射取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值的 25%，即 5mSv/a 作为本项目辐射工作人员剂量约束值，对公众中有关关键人群组的成员，取 0.1mSv/a 作为本项目公众剂量约束值，符合剂量限制和潜在照射危害限制的原则。

项目安全设施

通过污染源分析可知，本项目产生的主要污染物为 γ 射线、中子辐射、 β 表面污染、韧致辐射，同时放射性药物生产、质控过程还会产生放射性废物。针对这些污染物，建设单位在设计阶段均制定了相应的污染防治措施。

1. 工作场所选址、布局及分区

1.1 工作场所选址

本项目回旋加速器2室位于医院2号楼地下二层核医学科核素生产场所的北部，如附图3、附图4所示，回旋加速器2室东侧为放疗科区域；南侧为核医学科核素生产场所以及放疗科区域；西侧为预留固体靶热室、更衣室、设备间、楼梯间等；北侧为自然土层；楼上为停车场、工具间等；地板以下为自然土层，无其他建筑物。

本项目涉及区域进行了集中布置，回旋加速器2室周围无妇产科、儿科和食堂等人员密集区域，有单独的出入口，与非放射性工作场所隔开，选址符合《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）和《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中相关要求，选址合理。

1.2 工作场所布局

本项目回旋加速器2室位于核医学科生产场所的北部，项目所在建筑的最北端，其东侧为放疗科CT模拟定位2室，西侧为预留的固体靶热室（本期只浇筑屏蔽墙体，不安装设备），本项目回旋加速器2室放射性药物通过地下管道传送至核医学科现有合成室进行合成、质控、分装、转运，质控过程产生的放射性废物通过运药电梯转运至地上一层核医学科放射性废物库。

核医学科核素生产场所内设有工作人员专用通道，同时规划管理放射性药物和放射性废物路径，在放射性药物生产结束后、PET开展工作前运送放射性药物和转移生产、质控过程中产生的放射性废物。工作人员进出控制区门口设立卫生通过间，进行污染检测，控制区的出入口设置门锁权限控制等安全措施，布局合理。

1.3 工作场所分区

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定，将辐射工作场所分为控制区和监督区，以便辐射安全管理和职业照射控制。如附图4和附图5所示，本项目如下划分辐射工作场所进行监督管理：

控制区：本项目回旋加速器 2 室为控制区。控制区的入口应设置规范的电离辐射警告标志及标明控制区的标志。

监督区：与控制区域相邻的区域，包括回旋加速器 2 室南侧走廊、预留固体靶热室区域以及楼上对应区域内的工具间、停车场等区域划为监督区。监督区入口处应设置标明监督区的标志。

综上，本项目布局满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188—2021）和《核医学放射防护要求》（GBZ120—2020）中相关要求。

2. 辐射防护与安全措施

2.1 屏蔽防护

2.1.1 回旋加速器机房

本项目回旋加速器 2 室辐射防护设计情况见表 10-1。

表 10-1 回旋加速器 2 室辐射防护设计

位置		防护材料和厚度	备注
回旋加速器 2 室	东侧屏蔽墙	600mm 混凝土	利用原有建筑墙体
	南侧屏蔽墙	600mm 混凝土	拆除原有建筑并新建
	西侧屏蔽墙	600mm 混凝土	拆除原有建筑并新建
	北侧屏蔽墙	600mm 混凝土	利用原有建筑墙体
	顶棚屏蔽墙	600mm 混凝土	利用原有建筑顶棚
	防护门	20mmPb+200mm 含硼聚乙烯	新建

注：①混凝土密度为 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ ；铅密度为 $11.3\text{g}/\text{cm}^3$ ；含硼聚乙烯密度为 $0.97\text{g}/\text{cm}^3$ 。

②回旋加速器自屏蔽系统由 8 个充水不锈钢罐组成，通过使用夹心结构来衰减中子和 γ 辐射。夹心结构内层采用铅减少 γ 辐射，含硼聚乙烯（PE）层缓和中子。外层铅层捕获由回旋加速器组件中的慢中子产生的 γ 辐射，冲满硼化水的水箱阻止剩余中子。

依据《核医学放射防护要求》（GBZ120—2020）中相关要求，回旋加速器机房的建造应避免采用富含铁矿物质的混凝土，避免混凝土中采用重晶石或铁作为骨料。

根据辐射环境影响分析预测结果可知（表 11 环境影响分析），本项目回旋加速器 2 室屏蔽厚度可满足辐射防护要求。

2.1.2 药物合成、质控场所

本项目回旋加速器 2 室放射性药物通过地下管道传送至核医学科现有合成室进行合成、分装、转运，在质控室进行质控。合成室内现有一套热室柜（包括 4 个合成柜和 1 个分装柜）。对于上述功能房间和设施，本次评价通过理论计算的方法对本项目涉及辐射工作场所及设施屏蔽情况是否符合辐射防护要求进行

核对，具体如下：

根据本项目工艺流程，采用《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）中附录 I.1 公式计算本项目屏蔽防护情况：

$$X = TVL \times Lg\left(\frac{A \times \Gamma}{\dot{H} \times R^2}\right) \quad \text{公式(10-1)}$$

式中： $\dot{H}$ —屏蔽体外 30cm 关注点剂量率控制值， $\mu\text{Sv/h}$ ；

A —放射源的放射性活度，MBq；

Γ —放射源比释动能率常数， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{h}\cdot\text{MBq})$ ；

R —辐射源至关注点的距离，m；

X —屏蔽层厚度，mm；

TVL —辐射在屏蔽物质中的平衡什值层厚度，mm。

本项目应用非密封放射性物质 ^{18}F ，每个工作日生产 2 次，单次生产量最大为 1Ci ($3.7 \times 10^{10}\text{Bq}$)。 ^{18}F 在 1m 处的剂量率常数为 $0.143 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h} \cdot \text{MBq}$ ，TVL 铅 ($11.3\text{g}/\text{cm}^3$) 为 16.6mm，TVL 混凝土 ($2.35\text{g}/\text{cm}^3$) 为 176mm。

本项目回旋加速器生产的 ^{18}F 通过地下管道流至合成室内的热室柜（正面 75mmPb、侧面 60mmPb）内，经过制药后自动分装至 70mmPb 的密封铅罐中，本项目放射性药物合成后，取约 $20 \mu\text{Ci}$ ($7.4 \times 10^5\text{Bq}$) 在质控室内进行酸碱度、核纯度等质控检测，则质控室源强取 $20 \mu\text{Ci}$ ($7.4 \times 10^5\text{Bq}$)。检测后盛装放射性药物的铅罐通过运药电梯转移至 PET 区域注射室手套箱内。

预测点位详见附图 8，计算结果详见表 10-2。

表 10-2 药物合成、质控场所屏蔽设计核实结果

房间	关注点	距离 m	控制 标准 $\mu\text{Sv/h}$	计算 厚度 mmPb	设计屏蔽能力	设计屏蔽 折算铅当 量mmPb	是否符合 屏蔽 要求
传送管道 (37000MBq)	距地面 30cm	0.6	2.5	62.6	100mmPb	100	是
热室柜 (37000MBq)	正面 30cm	0.5	2.5	65.2	75mmPb	75.0	是
	侧面 30cm	0.5	25	48.6	60mmPb	60.0	是
合成室 (37000MBq)	东侧 8	1.3	2.5	51.4	60mmPb+500mm混凝土	107.2	是
	东侧 9	1.6	2.5	48.4	60mmPb+10mmPb	70	是
	南侧 10	4.0	2.5	35.2	75mmPb+500mm混凝土	122.2	是
	南侧 11	4.2	2.5	34.5	75mmPb+10mmPb	85.0	是
	西侧 12	3.7	2.5	36.3	60mmPb+500mm混凝土	107.2	是

	北侧 13	1.2	2.5	52.6	60mmPb+500mm混凝土	107.2	是
	楼上 14	3.8	2.5	36.0	60mmPb+500mm混凝土	107.2	是
质控室 (0.74MBq)	东侧 15	2.7	2.5	<0.1	3mmPb铅防护门	3.0	是
	东侧 16	2.3	2.5	<0.1	3mmPb硫酸钡水泥	3.0	是
	南侧 17	1.3	2.5	<0.1	200mm混凝土	18.9	是
	西侧 18	2.9	2.5	<0.1	500mm混凝土	47.2	是
	西侧 19	2.8	2.5	<0.1	500mm混凝土	47.2	是
	西侧 20	3.2	2.5	<0.1	10mmPb铅防护门	10.0	是
	北侧 21	2.7	2.5	<0.1	200mm混凝土	18.9	是
	楼上 22	3.8	2.5	<0.1	200mm混凝土	18.9	是

注：混凝土密度为 2.35g/cm³；硫酸钡水泥密度为 3.15g/cm³；铅密度为 11.3g/cm³。

由上表可知，本项目涉及辐射工作场所及设施屏蔽情况可满足辐射防护要求。

2.2 工作场所分类

根据《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)中 5.2.2 “应依据计划操作最大量放射性核素的加权活度对开放性放射性核素工作场所进行分类管理，把工作场所分为 I、II、III 三类”，对本项目设计的核医学科工作场所进行分类。根据建设单位提供的放射性核素日最大操作量，计算出日操作最大量放射性核素的加权活度及相应的类型，其结果详见表 10-3 和 10-4。

表 10-3 辐射工作场所分类一览表

分类	日操作最大量放射性核素的加权活度 (MBq)
I	>50000
II	50~50000
III	<50

表 10-4 本项目辐射工作场所分类情况

序号	工作区域	核素	实际日最大操作量 (MBq)	毒性权重因子	操作性质修正因子	日最大操作量加权活度 (MBq)	工作场所类别
1	回旋加速器机房	¹⁸ F	74000	1	0.1	740000	I
2	合成室	¹⁸ F	74000	1	1	74000	I
3	质控室 (质控)	¹⁸ F	0.74	1	1	0.74	III

医院应根据《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)中“不同核医学工作场所用房室内表面及装备结构的基本放射防护要求”进行设计和施工。I、III 类开放型同位素工作场所的要求见表 10-5。

表 10-5 室内表面及基本装备结构要求		
类别	I 类	III类
结构屏蔽	需要	不需要
地面	与墙壁接缝无缝隙	易清洗
表面	易清洗	易清洗
分装柜	需要	不必
通风	应设抽风机	一般自然通风
管道	特殊的管道 ^a	普通管道
盥洗与去污	洗手盆 ^b 和去污设备	洗手盆 ^b
^a 下水道宜短，大水流管道应有标记以便维修检测。 ^b 洗手盆应为感应式或脚踏式等手部非接触开关控制。		
2.3 工作场所拟采取的辐射防护措施 2.3.1 回旋加速器机房辐射防护措施 本项目回旋加速器 2 室拟设置相应的辐射安全装置和保护措施，主要有： （1）回旋加速器机房进入许可 回旋加速器机房出入口设置门禁，限制非本室工作人员和其他人员进入。外来人员须经本室工作人员允许方可进入该工作区。 （2）加速器操作许可 回旋加速器控制台用户操作控制界面，设置有用户密码，只有被专门授权许可的操作人员才能进行回旋加速器的开机操作。 （3）门机联锁 回旋加速器机房入口门与加速器的高压拟设置联锁（即门机联锁）和延时开门措施，当防护门未关闭到位时，加速器无法开启高压出束，无法进行生产；当加速器工作过程中误操作打开防护门时，加速器立即停止出束。 （4）紧急开门开关 回旋加速器机房内侧靠近防护门处拟设置 1 个开门开关，当人员被关在机房内时，紧急情况下按下开关，可实现防护门从内部打开，同时因门机联锁装置，门一打开加速器停止运行。 （5）急停按钮 回旋加速器机房内和操作台上拟设置急停按钮，并在醒目处设置标签，标明使用方法，紧急状态下，按下急停按钮，即终止加速器的运行，防止误照射，急停按钮按下后需要手动复位。		

(6) 巡检按钮

回旋加速器机房内拟设置巡检按钮，并与控制台联锁。加速器门开启后，开机前，操作人员进入机房内按序按动巡检按钮，巡查有无人员误留，完成巡检流程后，加速器才能开启高压。

(7) 信号警示装置

机房防护门外拟设置红黄绿 3 色工作指示灯和音响警告信号，并与加速器联锁，用于提示机房内设备的运行状态。红灯亮表示加速器正在出束工作，同时音响警告信号发出音响报警；黄灯亮表示加速器已停机，但停机时间较短，机房内感生放射性影响较大，人员暂不能进入；绿灯亮表示加速器已停机一段时间，人员可进入加速器机房。

(8) 固定式辐射剂量监测系统

回旋加速器机房内的近防护门处拟设置 1 套固定式辐射剂量监测系统，用于连续测量回旋加速器制药区内的 γ 辐射的剂量率值，当剂量超过所设定阈值时，自动给出声光报警信号，并给出报警触点，可接报警灯铃。

(9) 安全联锁系统

回旋加速器机房拟设置门机联锁装置和延时开门措施，机房内拟设置紧急停机开关、紧急开门按钮及清场措施，并安装固定式剂量率报警仪。机房门口拟设置声光报警装置和工作状态指示灯，并与加速器联锁。设置门-机安全联锁装置，只有当防护门关闭，回旋加速器才能启动生产制药；反之，如果生产制药过程中机房防护门被打开，系统将自动停止出束。设置紧急停机按钮，分别安装在操作室的操作台上、回旋加速器机房内，并设明显的标志，当遇到意外情况，可随时按动急停开关，切断设备高压，停止生产制药。紧急停止开关必须采用手动方式才能复位。本项目回旋加速器机房内辐射安全逻辑图如下图 10-1 所示：



图 10-1 回旋加速器机房联锁装置逻辑关系示意图

(10) 视频监控系统和通讯设施

回旋加速器机房内拟安装视频监控和应急对讲设施，监视器设置于控制室内，工作人员可及时掌握回旋加速器机房内部情况。

(11) 电离辐射警告标志

回旋加速器机房入口醒目位置拟设置符合 GB18871-2002 规范的电离辐射警告标志，用于提醒无关人员不要靠近和逗留。



图 10-2 电离辐射警示标志

(12) 回旋加速器机房的电缆管沟、通风管道等穿过屏蔽体时，应采用地沟或 S 型、V 型、Z 型穿过墙壁，并进行屏蔽补偿，确保满足屏蔽体墙外的防护要求。防护门与墙体连接处应进行有效搭接，避免出现防护薄弱环节。

本项目回旋加速器机房电缆线布设拟采用了地下“U”型穿墙管道，管道埋地深约 40cm，未破坏屏蔽墙体的屏蔽效果，能够满足辐射防护要求。

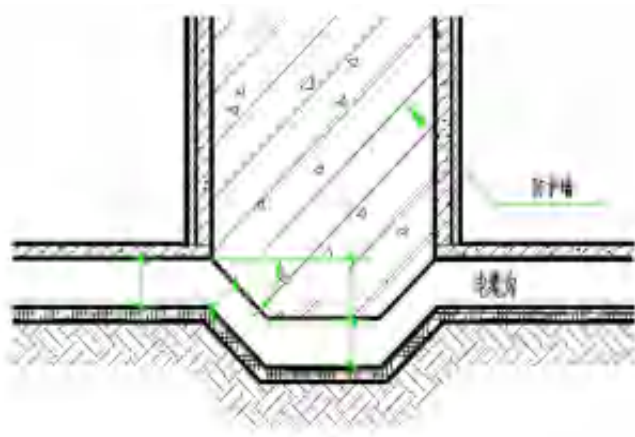


图 10-3 机房电缆管道示意图

本项目回旋加速器机房送排风管道拟采取“Z”型穿墙（如图 10-4 所示），能够满足辐射防护要求。

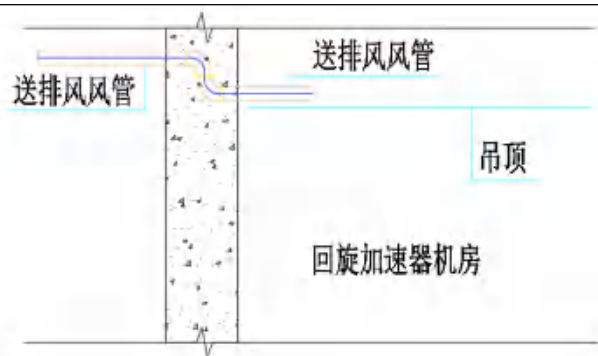


图 10-4 机房送排风管道穿墙示意图

自屏蔽回旋加速器废气由回旋加速器下方基坑预埋直径 80mm 的排废气管道引出，管道采用 PVC 硬管，引至墙边后抬高 1m，后升至棚顶并引出回旋加速器机房。如下图所示：

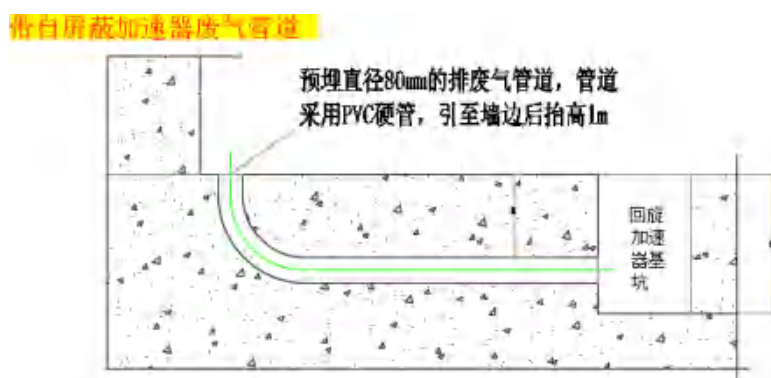


图 10-5 自屏蔽回旋加速器废气管道引出示意图

本项目回旋加速器机房放射性药物通过地面以下的管道沟中的输送管运输，混凝土墙底部开 300mm×250mm 的洞口，放射性药物在小直径的管中运输，覆盖 100mmPb 的铅块。如下图所示：

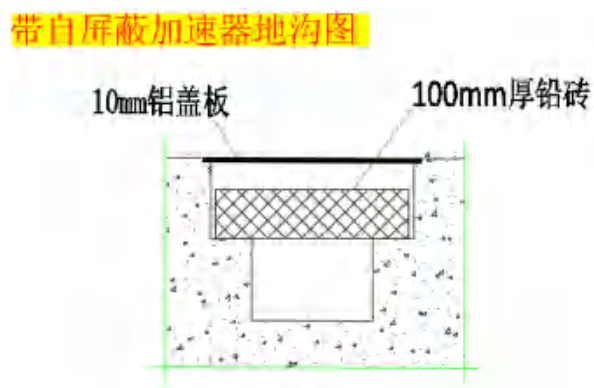


图 10-6 放射性药物运输地沟示意图

本项目回旋加速器机房防护门设计制作时，除要考虑足够的防护厚度外，拟考虑防护门与周围墙壁及地面的重叠搭接，以防止门缝处射线泄漏。参考《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第1部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）中4.8.8相关要求，防护门宽于门洞的部分应大于“门-墙”间隙的十倍。

2.3.2 核医学科生产场所的辐射防护措施

本项目回旋加速器2室建成后并投入使用，依托核医学科现有合成室进行合成、分装、转运，在质控室进行质控过程产生的放射性废物通过运药电梯转运至地上一层核医学科放射性废物库。上述场所通过采取以下措施，能满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）及《粒子加速器辐射安全与防护规定》（GB5172-2025）中的相关要求。

（1）医院在核医学科的控制区出入口、控制区内各房间门口、热室柜等核素操作场所表面、放射性废物桶表面等醒目位置均设置了电离辐射警告标志，用于提醒无关人员不要靠近和逗留。

（2）核医学科工作场所内不得安排与放射性无关的工作。

（3）核医学科合成室、质控室等工作场所的放射性核素操作设备的表面、工作台台面等平整光滑，室内地面与墙壁衔接处无接缝，易于清洗、去污。

（4）核医学科辐射工作场所配备了表面污染监测仪器。在核医学科控制区和监督区内不得进食、饮水、吸烟，也不得进行无关工作及存放无关物件。辐射工作人员操作后离开控制区前洗手并做表面污染监测，如其污染水平超过规定限值，采取去污措施。从控制区取出任何物件都应进行表面污染水平监测，以保证超过规定限值的物件不携出控制区。

（5）核医学科辐射工作场所设置了门禁系统，无关人员无法入内。

（6）核医学科建立有放射性同位素台账管理制度和使用登记制度并及时登记，确保账物相符。

（7）核医学科辐射工作场所服务期满后，承诺对场所进行退役，制定退役方案，对放射性物料进行监测，达到解控要求后，按相关规定处理，并履行相应环评手续。

3. 辐射安全与防护措施符合性分析

对照《粒子加速器辐射安全与防护规定》（GB5172-2025），本项目辐射安

全与防护措施符合性分析如表 10-6 所示。

表 10-6 本项目辐射安全与防护措施符合性分析一览表

《粒子加速器辐射安全与防护规定》 (GB5172-2025) 相关要求		本项目设计情况	符合情况
辐射工作场所分区	粒子加速器辐射工作场所应分为控制区和监督区。应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，主要包括加速器室、束流终端室和放射性废物贮存区域等。与控制区相邻的、通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域划定为监督区。	本项目将回旋加速器 2 室为控制区；与控制区域相邻的区域，包括回旋加速器 2 室南侧走廊、预留固体靶热室区域以及楼上对应区域内的工具间、停车场等区域划为监督区。	符合
	控制区、监督区的入口应设置控制区和监督区标识，控制区出入口和其他适当位置还应设置明显的电离辐射警告标志。	控制区的入口拟设置规范的电离辐射警告标志及标明控制区的标志；监督区入口处拟设置标明监督区的标志。	符合
辐射屏蔽	加速器室、束流终端室应设置足够的屏蔽体以达到辐射屏蔽设计目标，并确保人员受照剂量满足“职业照射剂量约束值不超过 5mSv/a，公众照射剂量约束值不超过 0.1mSv/a”的要求。	本项目回旋加速器机房四周屏蔽墙及顶棚采用 600mm 混凝土进行屏蔽，防护门采用 20mmPb 铅板+200mm 含硼聚乙烯进行屏蔽。在机房建设时不采用富含铁矿物质的混凝土，不采用重晶石或铁作为骨料。 根据辐射环境影响分析预测结果可知（表 11 环境影响分析），本项目回旋加速器 2 室屏蔽厚度可满足辐射防护要求。	符合
	风管、电缆和水管等需要贯穿屏蔽体时，贯穿开口宜避开束流前向和全居留场所，采用 S 型或 U 型等非直通方式，必要时应增设局部屏蔽体以达到辐射屏蔽设计目标。	本项目回旋加速器机房电缆线布设拟采用了地下“U”型穿墙管道，管道埋地深约 40cm；自屏蔽回旋加速器废气由回旋加速器下方基坑预埋直径 80mm 的排废气管道引出，管道采用 PVC 硬管，引至墙边后抬高 1m，后升至棚顶并引出回旋加速器机房；回旋加速器机房送排风管道拟采取“Z”型穿墙；回旋加速器机房放射性药物通过地面以下的管道沟中的输送管运输，混凝土墙底部开 300mm×250mm 的洞口，放射性药物在小直径的管中运输，覆盖 100mmPb 的铅块。	符合
辐射安全联锁系统	加速器室和束流终端室出入口应设有出入管控措施以防止人员未经授权进入。	本项目回旋加速器机房出入口拟设置门禁，限制非本室工作人员和其他人员进入。外来人员须经本室工作人员允许方可进入该工作区。	符合
	粒子加速器主要控制系统应利用开关钥匙或具有类似功能的装置控制，并设置控制系统操作人员的	本项目回旋加速器控制台用户操作控制界面设置有用户密码，只有被专门授权许可的操作人员才能	符合

权限，确保开关钥匙或装置处于受控状态。	进行回旋加速器的开机操作。	
加速器室和束流终端室出入口的门应设置门-机联锁，某区域联锁门未完全关闭时该区域不能供束。	本项目回旋加速器机房入口门与加速器的高压拟设置联锁（即门机联锁）和延时开门措施，当防护门未关闭到位时，加速器无法开启高压出束，无法进行生产；当加速器工作过程中误操作打开防护门时，加速器立即停止出束。	符合
加速器室和束流终端室内部及其各出入口、控制室/台的显著位置，应设有必要数量的急停装置。急停装置周围应设有醒目标识及文字显示。	本项目回旋加速器机房内和操作台上拟设置急停按钮，并在醒目处设置标签，标明使用方法，紧急状态下，按下急停按钮，即终止加速器的运行，防止误照射，急停按钮按下后需要手动复位。	符合
粒子加速器出束前应对加速器室和束流终端室内人员可达区域进行清场巡检。对于设置清场巡检按钮的场所，应设定清场巡检的顺序和响应时间，未按规定顺序或超出响应时间的清场无效。对于设置分区清场的情况，各分区出入口门应纳入联锁，确保清场完成且联锁门关闭后相应分区联锁方可生效。	本项目回旋加速器机房内拟设置巡检按钮，并与控制台联锁。加速器门开启后，开机前，操作人员进入机房内按序按动巡检按钮，巡查有无人员误留，完成巡检流程后，加速器才能开启高压。	符合
粒子加速器工作场所应设置工作状态指示装置。其中，加速器室、束流终端室内部应设有工作状态指示及警示装置，在加速器准备运行前发出警示信号。加速器室和束流终端室出入口应设置与区域内束流状态联锁的工作状态指示装置并配有中文说明。	本项目回旋加速器机房防护门外拟设置红黄绿3色工作指示灯和音响警告信号，并配中文说明，与加速器联锁，用于提示机房内设备的运行状态。红灯亮表示加速器正在出束工作，同时音响警告信号发出音响报警；黄灯亮表示加速器已停机，但停机时间较短，机房内感生放射性影响较大，人员暂不能进入；绿灯亮表示加速器已停机一段时间，人员可进入加速器机房。	符合
加速器室和束流终端室内应设紧急开门装置。	本项目回旋加速器机房内侧靠近防护门处拟设置1个开门开关，当人员被关在机房内时，紧急情况下按下开关，可实现防护门从内部打开，同时因门机联锁装置，门一打开加速器停止运行。	符合
辐射安全联锁系统被触发时（如联锁门被打开），应立即切断联锁被触发区域的束流和可能的暗电流，确保区域安全。	本项目回旋加速器机房拟设置门机联锁装置和延时开门措施，机房内拟设置紧急停机开关、紧急开门按钮及清场措施，并安装固定式剂量率报警仪。机房门口拟设置声光报警装置和工作状态指示灯，并与加速器联锁。设置门-机安全联锁装置，只有当防护门关闭，回旋加速器才能启动生产制药；反之，如	符合

		果生产制药过程中机房防护门被打 开，系统将自动停止出束。设置紧 急停机按钮，分别安装在操作室 的操作台上、回旋加速器机房内，并 设明显的标志，当遇到意外情况， 可随时按动急停开关，切断设备高 压，停止生产制药。	
	辐射安全联锁系统被触发后， 必须按照规程查明原因，复核故障 设备或恢复系统功能后并通过控制 系统才可重新启动束流。	本项目拟制定回旋加速器操作 规程，并规定辐射安全联锁系统被 触发后，必须按照规程查明原因， 复核故障设备或恢复系统功能后并 通过控制系统才可重新启动束流。	符合
通风系统	可能产生感生放射性气体或臭 氧等有害气体的粒子加速器工作场 所应设置通风系统，通风系统的设 计应确保气流方向由低污染区流向 高污染区，并根据放射性气体或臭 氧等有害气体的产生量和工作需要 确定换气次数。	本项目拟设置“回旋加速器机 房排风”和“回旋加速器自屏蔽体 内排风”等两套单独排风系统。 回旋加速器机房内设置排风 口，排风口设置在机房墙体靠近地 面位置，送风口设置在机房顶部， 两者呈对角线布置。排风口设置止 逆阀，并相对于清洁区域呈负压状 态，通风换气次数为6次/h，排风 量为2100m ³ /h。	符合
	应合理布置粒子加速器工作场 所内进风口和排风口的位置，室外 进风口应避免受到排风的污染。排 风口的位置和高度应结合放射性气 体或有害气体排放量、周围建筑的 高度、当地气象条件等综合考虑后 确定，避免设置在门、窗和人流较 大的过道等位置。	回旋加速器自屏蔽体内设单独 排气管道，并相对回旋加速器机房 呈负压状态。 本项目各排风管道由核医学科 专用管道井引至所在建筑屋脊的楼 顶，经高效排风过滤器+活性炭吸附 处理达标后排放，处理效率不低于 90%，可满足相关要求。	符合

4. 人员的辐射安全和防护

4.1 时间防护

无论医务人员和公众都要尽可能地减少与放射性核素的接触时间，如对辐射工作人员限定工作时间，轮岗工作，降低在辐射场所的停留时间，减少不必要的辐射照射。

4.2 配备防护用品

由医院提供资料可知，合成室内现有一套热室柜（包括4个合成柜和1个分装柜），为自屏蔽体，正面75mmPb、侧面60mmPb。整个合成、分装过程由计算机自动控制，分装好的药物储存在70mmPb密封铅罐中，根据需要送至质控室（质控）和PET区注射室（注射）。辐射工作人员配备0.5mmPb的个人防护用品，包括穿戴铅衣、铅眼镜、铅帽、铅围裙、铅手套和铅围脖等。本项目拟在回旋加速

器 2 室增设 1 个 20mmPb 铅屏蔽废物箱。

4.3 配备监测仪器

核医学科配有 2 台便携 X- γ 辐射剂量率监测仪、2 台表面污染监测仪，5 台个人剂量报警仪，用于日常环境监测工作。本项目拟在回旋加速器 2 室安装 1 套固定式辐射剂量监测系统。

4.4 配戴个人剂量计

所有辐射工作人员工作时应配备个人剂量计并定期进行检测。医院核医学科为现有辐射工作人员配备个人剂量计，要求工作时佩戴，并由资质单位进行检测，将个人剂量显示结果存入工作人员健康档案，终生保存。

4.5 设备安装

为了防止工作人员的误操作或者由于机器控制失灵而造成工作人员遭受意外辐射危害，本项目拟建的回旋加速器 2 室设置安全联锁装置和报警装置，配备相应的安全报警系统，包括警灯、警示铃、剂量控制、视频监控、钥匙开关、门机联锁系统、紧急停机按钮等，上述辐射安全与防护设施同时配套安装，在设备安装后，确保各项防护措施有效可行。

4.6 设备调试

回旋加速器设备调试已委托设备厂家进行调试。此外，医院要经常检查回旋加速器设备的精准度，发现问题要及时处理、修复，严禁在回旋加速器设备异常的情况下进行放射性药物制备。

“三废”的治理

1. 废水治理措施

根据医院提供资料，核医学科现每年产生放射性废水约 46.75m³。医院门诊楼地下一层北部现有一座三级衰变池，有效容积为 40m³。衰变池为 3 组槽式池体，可交替贮存、衰变和排放废液。在衰变池前端设有污泥池，污泥池池底有防止和去除污泥硬化淤积的措施。核医学科内的排水通过下水管道排入衰变池，待衰变到解控水平后，排入医院污水处理站。衰变池材料为混凝土浇筑，并设有防渗、防腐蚀隔层。衰变池性能满足 HJ1188-2021 中相关要求。

本项目建成后，核医学科核素生产场所每日生产次数和质控次数不变，核医学科诊断场所患者量不变，不新增放射性废水产生量。

医院医护人员产生的生活污水经医院已有污水管网排入医院现有污水处理系统处理达标后排入市政污水管网，本项目辐射工作人员均为医院已有工作人员，不新增生活污水，医院现有污水处理系统满足本项目废水处理需求。

2. 废气治理措施

核医学科现有合成室热室柜已设有专用的独立的排风管道，放射性废气经活性炭过滤后，经高出所在建筑屋脊的专用排风管道排出。

根据《核医学放射防护要求》（GBZ120—2020）和《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188—2021）相关规定：本项目分别设置了：①回旋加速器机房排风，②回旋加速器自屏蔽体内排风等两套单独排风系统。气流走向详见附图 9，具体描述如下：

①工作场所排风：使用回旋加速器制备放射性药物的工作场所设置单独的排风系统，在回旋加速器机房内设置排风口，排风口设置止逆阀，并相对于清洁区域呈负压状态，通风换气次数为 6 次/h，排风量为 $2100\text{m}^3/\text{h}$ 。

②回旋加速器自屏蔽体通风：回旋加速器自屏蔽体内设有单独排气管道，并相对回旋加速器机房呈负压状态。

本项目各排风管道由核医学科专用管道井引至所在建筑屋脊的楼顶，经高效排风过滤器+活性炭吸附处理达标后排放，处理效率不低于 90%，可满足相关要求。

3. 固体废物治理措施

本项目放射性固体废物主要有回旋加速器机房内产生的退役废靶。放射性药物生产、合成以及质控过程中产生的如废试剂瓶、注射器、一次性手套、滤纸、吸水纸等带微量放射性核素的固体废弃物，产生量约为 $25\text{kg}/\text{a}$ 。本项目核素生产场所的排风过滤系统活性炭每季度更换一次，含放射性核素的废活性炭年产生量约为 $10\text{kg}/\text{a}$ 。

本项目在拟在回旋加速器 2 室设置 1 个 20mmPb 铅屏蔽废物箱，合成室与质控室利用现有 20mmPb 铅屏蔽废物箱，采用塑料包装袋专门收集，包装袋表明收集时间、种类及数量等内容，放射性废物每袋重量不超过 20kg 。封闭暂存于铅屏蔽废物箱内，确保其外表面 30cm 处的周围剂量当量率小于 $2.5\ \mu\text{Sv}/\text{h}$ ，最后转移至核医学科放射性废物库内，让放射性物质自行衰变，由于本项目放射性废

物均为短半衰期核素，暂存超过 30d 后，经检测符合排放标准后，按照医疗废物交由资质单位进行处置。

回旋加速器产生的退役的废靶，委托有资质单位回收处理，不在医院内贮存。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目施工期均仅在楼内部对现有房间（顶棚、管线等）进行拆除、改造和装修。本项目施工期主要为原有房间的拆除、机房主体建筑及配套用房的修筑、防护工程、表面装修、设备安装和电路铺设，可能的污染因素主要为常规环境要素（施工废水、施工噪声、施工废气及施工固体废弃物影响）。设备安装时不通电源，因此不会对周围环境产生辐射污染。设备安装完成后，会有少量的废包装材料产生。

本项目施工期较短，且在封闭空间内进行建设，影响有限。

本项目回旋加速器在安装调试阶段会产生 γ 射线、中子辐射。设备的运输、安装和调试均由设备厂家安排的专业人员进行。在设备安装调试期间，医院应配合设备厂家专业人员加强安装调试现场的辐射安全管理，保证在此期间本项目回旋加速器 2 室设置的各类辐射安全防护措施正常运行。在设备进行调试期间，应关闭机房防护门，在门外设置醒目的电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近；安装人员离开机房期间，机房必须关闭上锁，钥匙交由专人看管或安排专人看守。

综上分析，只要工程施工期严格做到以上要求，可以使其对环境的影响降至最低程度。施工结束后，项目施工期环境影响将随之消除。

运行阶段对环境的影响

本项目回旋加速器 2 室建成后与原有回旋加速器不在同一天使用。回旋加速器 2 室生产的放射性药物通过地下管道传送至核医学科现有合成室进行合成、分装、转运，在质控室进行质控。

本项目建成投入使用后，核医学科核素生产场所每日生产次数和质控次数不变，各岗位、环节操作时间与之前相同。

本项目主要对新建回旋加速器、药物合成、分装、质控以及转运等涉源环节对周围辐射环境的影响进行预测分析。

1. 辐射照射

1.1 回旋加速器机房周围辐射剂量评价

本项目回旋加速器主要用于生产核素 ^{18}F ，根据生产厂家提供资料，本项目回旋加速器屏蔽体外表面中子和 γ 射线剂量分布图见图 11-1 和图 11-2。

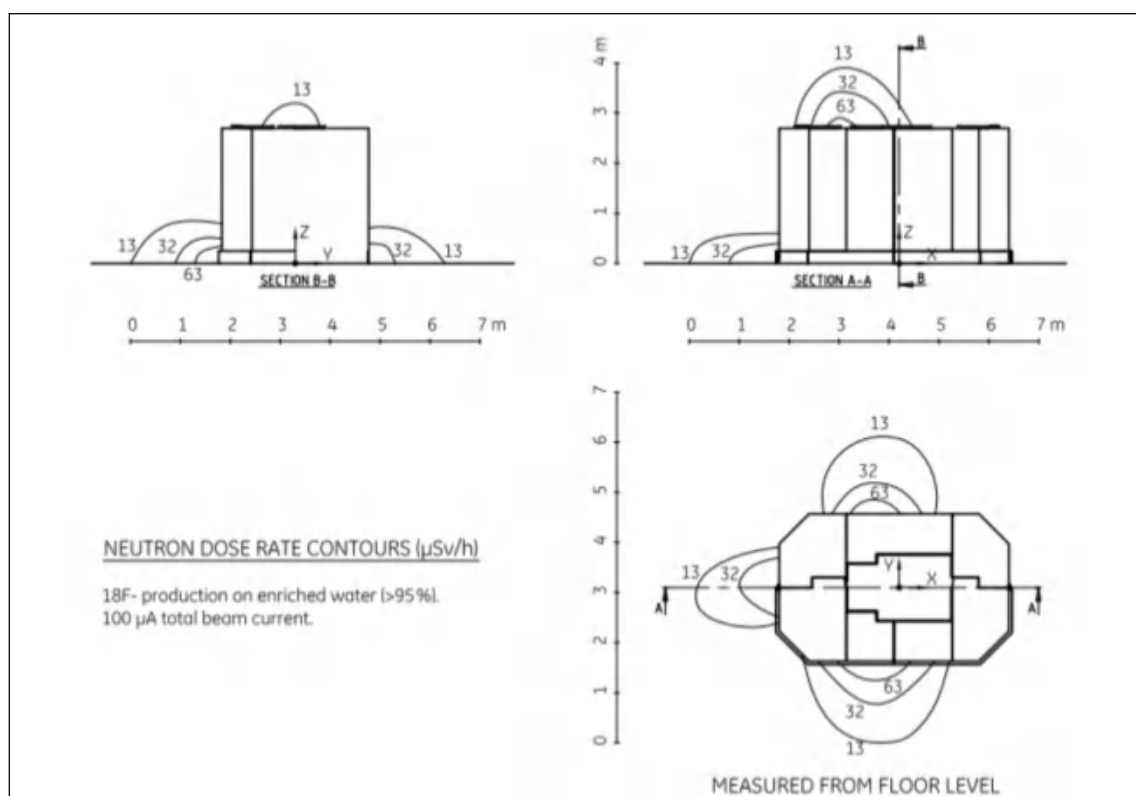


图 11-1 回旋加速器屏蔽体外表面中子剂量分布图

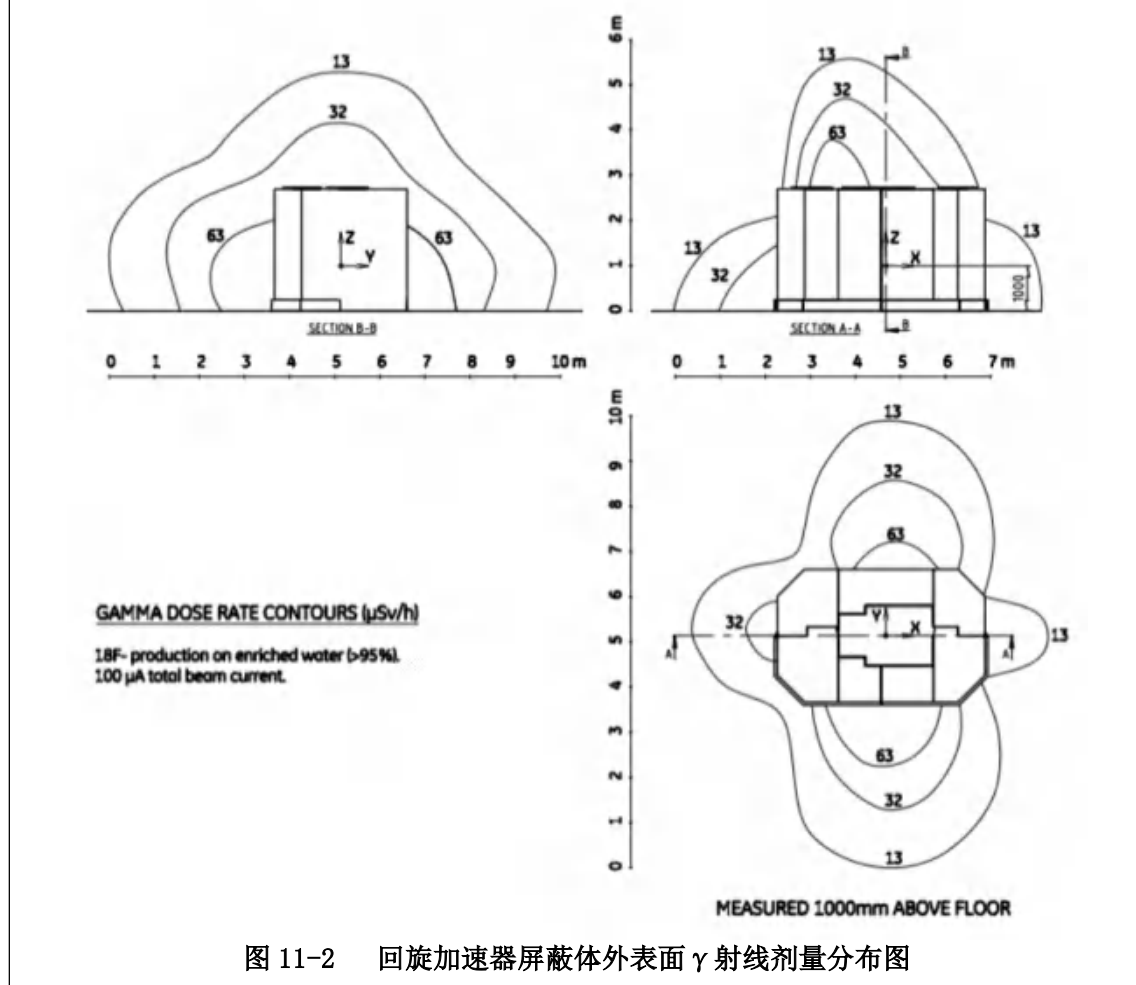


图 11-2 回旋加速器屏蔽体外表面 γ 射线剂量分布图

自屏蔽体各表面外不同距离参考点的中子和 γ 射线的当量剂量率，见表11-1。

表 11-1 回旋加速器自屏蔽体表面不同距离处剂量当量率

射线类型	方位	至靶心的距离 (m)	剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
中子	左侧 (西) 1.51m	4.06	13
	右侧 (东) 0m	2.05	0
	正面 (南) 1.57m	3.04	13
	背面 (北)	——	——
	上方 0.58m	2.38	32
γ 射线	左侧 (西) 2.06m	4.61	13
	右侧 (东) 1.30m	3.35	13
	正面 (南) 2.30m	3.77	32
	背面 (北)	——	——
	上方 0.93m	2.73	63

注：1. 回旋加速器自屏蔽体尺寸为 4.8m (长) $\times$ 3.1m (宽) $\times$ 2.8m 高；
2. 靶心位于自屏蔽体中心位置，距地面 1m 处；
3. 回旋加速器 2 室北侧屏蔽墙外为自然土层，本次评价不考虑对北侧的辐射影响；
4. 回旋加速器四周中子剂量率和 γ 射线剂量率按最大值考虑。

对于自屏蔽型回旋加速器，机房外的剂量率可采用生产厂家提供的泄漏辐射剂量率，采用近似方法估算。采用 GBZ120—2020 中公式 I.2 计算，估算公式见下：

$$\dot{H}_R = \left(\frac{r_0}{R} \right)^2 \cdot \left(\dot{H}_n \times 10^{-X/TVL_n} + \dot{H}_\gamma \times 10^{-X/TVL_\gamma} \right) \dots\dots\text{公式 11-1}$$

式中： $\dot{H}_R$ —回旋加速器室外关注点剂量率，单位为微希沃特每小时 ($\mu\text{Sv/h}$)；

r_0 —参考点距靶心的距离，单位为米 (m)；

R —屏蔽墙外 30cm 关注点距靶心的距离，单位为米 (m)；

$\dot{H}_n$ —参考点 r_0 处的中子剂量率，单位为微希沃特每小时 ($\mu\text{Sv/h}$)；

x —屏蔽墙厚度，单位为厘米 (cm)；

TVL_n —中子射线的十分之一减弱层厚度，单位为厘米 (cm)；

$\dot{H}_\gamma$ —参考点 r_0 处的 γ 射线剂量率，单位为微希沃特每小时 ($\mu\text{Sv/h}$)；

TVL_γ — γ 射线的十分之一减弱层厚度，单位为厘米 (cm)。

本项目自屏蔽体回旋加速器能量为 16.5MeV，回旋加速器在机房外参考点见附图 8，参考《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)附录 I 中“I.3 自屏蔽回

旋加速器机房的屏蔽估算方法”，本项目屏蔽防护计算参数及计算结果见表 11-2 至表 11-4。

表 11-2 回旋加速器机房屏蔽防护外中子剂量计算参数及结果

射线类型	防护墙	X (cm)	计算距离 R (m)	r_0 (m)	$\dot{H}_n$ ($\mu\text{Sv/h}$)	TVL _n (cm)	中子剂量 ($\mu\text{Sv/h}$)
中子	东侧 1	60cm 混凝土	4.50	2.05	0	43	0.00
	南侧 2	60cm 混凝土	4.87	3.02	13	43	0.20
	南侧 3	60cm 混凝土	4.58	3.04	13	43	0.23
	门口 4	2cm 铅+20cm 含硼聚乙烯	5.45	2.96	13	铅 47.8 聚乙烯 24	0.51
	西侧 5	60cm 混凝土	5.13	4.06	13	43	0.33
	西侧 6	60cm 混凝土	4.95	4.06	13	43	0.35
	楼上 7	60cm 混凝土	4.30	2.38	32	43	0.39

表 11-3 回旋加速器机房屏蔽防护外 γ 剂量计算参数及结果

射线类型	防护墙	X	计算距离 R (m)	r_0 (m)	$\dot{H}_\gamma$ ($\mu\text{Sv/h}$)	TVL _{γ} (cm)	γ 剂量 ($\mu\text{Sv/h}$)
γ	东侧 1	60cm 混凝土	4.50	3.35	13	38	0.19
	南侧 2	60cm 混凝土	4.87	3.75	32	38	0.50
	南侧 3	60cm 混凝土	4.58	3.77	32	38	0.57
	门口 4	2cm 铅+20cm 含硼聚乙烯	5.45	2.84	32	铅 5 聚乙烯 80	1.95
	西侧 5	60cm 混凝土	5.13	4.61	13	38	0.28
	西侧 6	60cm 混凝土	4.95	4.61	13	38	0.30
	楼上 7	60cm 混凝土	4.30	2.73	63	38	0.67

表 11-4 回旋加速器机房屏蔽防护外辐射总剂量计算结果

防护墙	中子剂量 ($\mu\text{Sv/h}$)	γ 剂量 ($\mu\text{Sv/h}$)	总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	标准 ($\mu\text{Sv/h}$)	与标准 符合性
东侧 1	0.00	0.19	0.19	2.5	符合
南侧 2	0.20	0.50	0.70	2.5	符合
南侧 3	0.23	0.57	0.80	2.5	符合
门口 4	0.51	1.95	2.46	2.5	符合
西侧 5	0.33	0.28	0.60	2.5	符合
西侧 6	0.35	0.30	0.65	2.5	符合
楼上 7	0.39	0.67	1.06	2.5	符合

注：回旋加速器 2 室防护门口处剂量当量率预测值接近标准，应作为运营期重点监控位置。

根据表 11-4 预测结果可知，本项目回旋加速器机房周围辐射剂量率最大约为 2.46 $\mu\text{Sv/h}$ ，位于回旋加速器 2 室防护门口处，能够满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中剂量当量率限值的要求。

1.2 辐射工作场所和主要防护设施屏蔽体外辐射剂量评价

本项目依托的现有合成室、质控室和主要防护设施屏蔽计算源强和计算参数详见本报告表 10 章节中屏蔽计算部分，计算公式详见公式 10-1，辐射剂量率计算结果详见表 11-5。

表 11-5 药物合成、质控场所屏蔽设计核实结果

房间	关注点	距离 m	设计屏蔽能力	设计屏蔽 折算铅当 量mmPb	屏蔽体外 辐射剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	控制 标准 $\mu\text{Sv/h}$	是否符合控制 标准
传送管道 (37000MBq)	距地面 30cm	0.6	100mmPb	100	1.39×10^{-2}	2.5	是
热室柜 (37000MBq)	正面 30cm	0.5	75mmPb	75	6.42×10^{-1}	2.5	是
	侧面 30cm	0.5	60mmPb	60	5.14	25	是
合成室 (37000MBq)	东侧 8	1.3	60mmPb+500mm混凝土	107.2	1.09×10^{-3}	2.5	是
	东侧 9	1.6	60mmPb+10mmPb	70	2.70×10^{-4}	2.5	是
	南侧 10	4.0	75mmPb+500mm混凝土	122.2	1.44×10^{-5}	2.5	是
	南侧 11	4.2	75mmPb+10mmPb	85.0	2.27×10^{-3}	2.5	是
	西侧 12	3.7	60mmPb+500mm混凝土	107.2	1.35×10^{-4}	2.5	是
	北侧 13	1.2	60mmPb+500mm混凝土	107.2	1.28×10^{-3}	2.5	是
	楼上 14	3.8	60mmPb+500mm混凝土	107.2	1.28×10^{-4}	2.5	是
质控室 (0.74MBq)	东侧 15	2.7	3mmPb铅防护门	3.0	9.57×10^{-3}	2.5	是
	东侧 16	2.3	3mmPb硫酸钡水泥	3.0	1.32×10^{-2}	2.5	是
	南侧 17	1.3	200mm混凝土	18.9	4.55×10^{-3}	2.5	是
	西侧 18	2.9	500mm混凝土	47.2	1.80×10^{-5}	2.5	是
	西侧 19	2.8	500mm混凝土	47.2	1.94×10^{-5}	2.5	是
	西侧 20	3.2	10mmPb铅防护门	10.0	2.58×10^{-3}	2.5	是
	北侧 21	2.7	200mm混凝土	18.9	1.06×10^{-3}	2.5	是
	楼上 22	3.8	200mm混凝土	18.9	5.33×10^{-4}	2.5	是

注：混凝土密度为 2.35g/cm^3 ；硫酸钡水泥密度为 3.15g/cm^3 ；铅密度为 11.3g/cm^3 。

通过上文计算可知，本项目核医学科合成室热室柜侧面关注点辐射剂量率最大值为 $5.14 \mu\text{Sv/h}$ ，低于 $25 \mu\text{Sv/h}$ 的辐射剂量率控制标准；药物合成、质控场所主要辐射防护设施外的其他各关注点辐射剂量率最大值为 $6.42 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ ，均低于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的辐射剂量率控制标准。

1.3 辐射工作人员和公众年有效剂量评价

本项目回旋加速器工作场所工作人员安排 1 名工作人员负责操作回旋加速器，1 名工作人员负责合成、分装和转运放射性药品，1 名工作人员负责质控。

1.3.1 回旋加速器 2 室

本项目回旋加速器每天生产放射性药物 2 次，每次回旋加速器打靶约 20min，每年工作 300 天，年打靶时间约 200h，操作人员在操作室远程操作回旋加速器打靶。

按照联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）—2000 年报告附录 A，辐射产生的个人外照射年有效剂量当量按下列公式计算：

$$H_{\text{Er}} = D_r \times t \times q \times 10^{-3} \text{ (mSv)} \cdots \cdots \cdots \text{公式 11-2}$$

式中： H_{Er} ：外照射人均年有效剂量当量，mSv；

D_r ：辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t ：照射时间，h；

q ：居留因子。

通过计算回旋加速器周围人员受照剂量详见表 11-6。

表 11-6 本项目回旋加速器机房周围人员受照剂量计算结果

防护墙	人员受照类型	总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	工作时间 (h/a)	居留因子	有效剂量 (mSv/a)
东侧 1	公众	0.19	200	1/2	0.019
南侧 2	公众	0.70	200	1/4	0.035
南侧 3	职业人员	0.80	200	1/4	0.040
门口 4	职业人员	2.46	200	1/8	0.061
西侧 5	职业人员	0.60	200	1/4	0.030
西侧 6	职业人员	0.65	200	1/4	0.032
楼上	公众	1.06	200	1/20	0.011
核素传送通道	职业人员	1.39×10^{-2}	200	1/4	0.001

注：居留因子取值参考《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中相关要求。

通过上表可知，受本项目回旋加速器 2 室影响，周围工作人员受到年有效剂量最大为 0.061mSv/a；周围公众人员受到年有效剂量最大为 0.035mSv/a。

回旋加速器 2 室投入运行后，其周围人员除受到回旋加速器 2 室影响之外，同时还受到回旋加速器 2 室东侧 CT 模拟定位 2 室的影响。因此，保守考虑，采用吉林省查德威克科技有限公司 2026 年 1 月 4 日出具的《吉林大学第一医院 X 射线计算机体层摄影设备检测报告》（45A100L，见附件 7）中相应监测点位的监测数据进行叠加，来预测回旋加速器 2 室周围人员受到的累积影响。

CT 模拟定位 2 室周围相应点位停留人员受到的年有效剂量统计结果详见表 11-7。

表 11-7 CT 模拟定位 2 室周围人员受照剂量统计结果

检测位置 ①	点位序号 ①	检测数据 ① ($\mu\text{Sv/h}$)	本底值① ($\mu\text{Sv/h}$)	CT 模拟定位 2 室工作时间② (h/a)	居留 因子	有效剂量 (mSv/a)
南侧走廊	#18	0.16	0.14	2000	1/4	0.08 (未扣本底) 0.01 (扣除本底)
楼上	#20	0.15	0.14	2000	1/20	0.015 (未扣本底) 0.001 (扣除本底)

注：①相关数据引自《吉林大学第一医院 X 射线计算机体层摄影设备检测报告》(45A100L)；
②数据由吉林大学第一医院放疗科提供。

根据表 11-6 和表 11-7 的统计结果可以预测，本项目回旋加速器 2 室周围工作人员受到的年有效剂量最大为 0.141mSv/a，周围公众人员受到年有效剂量最大为 0.045mSv/a。

1.3.2 合成、分装和质控辐射工作人员年有效剂量评价

本项目回旋加速器 2 室每年生产放射性药物约 600 次，每次生产放射性药物合成、分装时间按 30min 计，则年合成、分装时间约为 300h。回旋加速器运行中打击靶物质生成所需核素后，通过靶产物传输管道进入合成室中的热室柜进行化学合成，再进入分装柜进行分装，以上整个过程（包括加速器打靶及合成、分装）为全自动控制，无工作人员参与，只在取样检测（质控）和转运过程中需要工作人员靠近处理，因此，偏安全考虑，工作人员靠近热室柜的居留因子取 1/4。

辐射工作人员每次取出 $20\mu\text{Ci}$ ($7.4\times 10^5\text{Bq}$) 在质控室内进行酸碱度、核纯度等质控检测，年操作 600 次，每次操作时间不超过 10min，则年操作时间约 100h，居留因子取 1。

核素生产场所制备的放射性药物通过合成室运药电梯转运至 PET 区域注射室的手套箱中，转运时药品盛装在 70mm 厚的铅罐中，辐射工作人员年转运 600 次，每次转运不超过 1min（只需将热室柜中存放放射性药物的密封铅罐搬运至运药电梯中即可），则年转运时间约 10h，居留因子取 1。

根据公式 11-2，计算结果详见表 11-8。

表 11-8 药物制备工作场所合成、分装和质控工作人员剂量计算结果

操作 过程	源强 MBq	计算 距离 (m)	屏蔽铅当量 (mmPb)		受照时间 (h/a)	居留 因子	有效剂量 (mSv/a)	
			铅屏蔽	个人防护				
合成、分装	37000	0.5	手套箱 75	铅衣 0.5	300	1/4	0.045	0.057
转运	37000	0.5	铅罐 70	铅衣 0.5	10	1	0.012	
质控	0.74	0.5	——	铅衣 0.5	100	1	0.040	0.040

根据上表理论估算结果可知，负责合成、分装、转运人员的年有效剂量为 0.057mSv，负责质控人员的年有效剂量为 0.040mSv。

1.3.3 公众成员剂量估算

根据工作场所布局设计、工作流程以及辐射防护管理制度分析，本项目核医学科核素生产场所属于乙级非密封放射性物质工作场所，公众无法进入。核素生产场所周围公众可达位置为楼上工具间、停车场以及回旋加速器 2 室东侧的 CT 模拟定位 2 室。对于工作场所周围公众受照剂量预测，主要考虑核素操作活度、屏蔽措施等因素，选取回旋加速器 2 室东侧及楼上、合成室楼上、质控室（质控场所）楼上等位置，本次评价针对上述位置进行预测，详见下表 11-9。

表 11-9 核医学科非密封放射性物质工作场所周围公众受照剂量计算结果

位置	源强 (MBq)	计算距离 (m)	屏蔽防护能力 (mmPb)		受照时间 (h/a)	居留 因子	有效剂量 (mSv/a)
合成室楼上	37000	3.8	60mmPb+500mm混凝土	107.2	310	1/20	1.98×10^{-6}
质控室楼上	0.74	3.8	200mm 混凝土	18.9	100	1/20	2.66×10^{-6}
回旋加速器 2 室周围公众受照剂量由前文计算获得，直接列计。							0.045

由上表可知，本项目核医学科核素生产场所周围公众成员可达位置，公众成员年受到有效剂量最大约为 0.045mSv，低于公众成员受照射剂量标准限值 0.1mSv/a。

1.3.4 与核医学科人员原有受照剂量叠加分析

本项目回旋加速器建成后，与原有回旋加速器不在同一天使用，2 台回旋加速器“一备一用”。回旋加速器 2 室生产的放射性药物通过地下管道传送至核医学科现有合成室进行合成、分装、转运，在质控室进行质控。本项目建成投入使用后，核医学科核素生产场所每日生产次数和质控次数不变，各岗位、环节操作时间与之前相同。

由于从事本项目的核医学科辐射工作人员年有效工作剂量除了考虑本项目所致的年有效剂量，还应考虑在参与核医学科其他辐射工作的受照情况。因此，偏安全考虑，本次评价引用核医学科辐射工作人员 2025 年度的个人剂量检测结果（附件 10 所示），进一步估算本项目建成投运后核医学科辐射工作人员所受到的年有效剂量。

核医学科辐射工作人员参与核医学科其他操作的受照情况统计结果及新增本项目后所致的年有效剂量估算见表 11-10。

表 11-10 扩建本项目后的年有效剂量估算表

人员类别	其他项目所致年有效剂量 (mSv/a)	本项目所致年有效剂量最大值 (mSv/a)	新增本项目后的年有效剂量 (mSv/a)	管理目标值 (mSv/a)
职业人员	2.06	0.141	2.201	5

综上所述，本项目建成后，核医学科辐射工作人员所受有效剂量约为 2.201mSv/a，低于工作人员剂量约束值 5mSv/a；公众所受最大剂量约为 0.045mSv/a，低于公众成员剂量约束值 0.1mSv/a。根据剂量率与距离平方成反比的关系，距离辐射工作场所越远，辐射剂量率越低，因此，本项目 50m 评价范围内公众受照剂量也能满足公众剂量约束值不超过 0.1mSv/a 的要求。

1.4 表面污染分析

本项目操作非密封放射性物质，工作人员在对带有放射性药物的各种操作中，可能会引起工作台、设备、墙壁、地面、工作服、手套等产生放射性沾污，造成放射性表面污染，对职业人员和公众造成辐射影响，因此，为了使本项目非密封放射性物质工作场所的 β 表面污染水平达到 GB18871-2002 规定的要求，环评要求建设方要做到以下防护措施：

- (1) 操作放射性核素的人员应经过培训，具备相应的技能与防护知识；
- (2) 开瓶、合成、分装等易产生放射性物质逸出或飞散的操作，其操作须在手套箱内进行；
- (3) 操作液态放射性物质应在易去除污染的工作台上放置的搪瓷盘内进行，并铺以吸水性好的材料；
- (4) 吸取液体的操作必须用合适的器具，严禁用口吸取；
- (5) 不允许用裸露的手直接接触放射性物质或进行污染物件操作；
- (6) 放射性操作之后应对工作台、设备、地面及个人防护用品等进行表面污染检查、清洗、去污，工作人员应进行淋浴；
- (7) 放射性药物用后应及时存放在专用手套箱内，需防盗、防水、防火、手套箱外应有电离辐射标志；
- (8) 如 β 表面污染水平超过 GB18871-2002 规定值，医院应暂停开展核医学活性区的相关业务，去污染经监测符合标准后方可重新开展业务，同时辐射工作人员出现手、皮肤、内衣、工作袜等出现污染情况（超过 $0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ ）需及时进行去污操作并暂停放射性物质操作，评估其受照射剂量，并根据评估结果采取下

一步措施（调整工作或接受治疗等）。

2. 废气、废水及固废的环境影响分析

2.1 废水影响分析

根据医院提供资料，核医学科现每年产生放射性废水约 46.75m^3 。医院门诊楼地下一层北部现有一座三级衰变池，有效容积为 40m^3 。衰变池为 3 组槽式池体，可交替贮存、衰变和排放废液。在衰变池前端设有污泥池，污泥池池底有防止和去除污泥硬化淤积的措施。核医学科内的排水通过下水管道排入衰变池，待衰变到解控水平后，排入医院污水处理站。衰变池材料为混凝土浇筑，并设有防渗、防腐蚀隔层。衰变池性能满足 HJ1188-2021 中相关要求。

本项目建成后，核医学科核素生产场所每日生产次数和质控次数不变，核医学科诊断场所患者量不变，不新增放射性废水产生量。

医院医护人员产生的生活污水经医院已有污水管网排入进入医院现有污水处理系统处理达标后排入市政污水管网，本项目辐射工作人员均为医院已有工作人员，不新增生活污水，医院现有污水处理系统满足本项目废水处理需求。

2.2 废气影响分析

核医学科现有合成室热室柜已设有专用的独立的排风管道，放射性废气经活性炭过滤后，经高出所在建筑屋脊的专用排风管道排出。

根据《核医学放射防护要求》（GBZ120—2020）和《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188—2021）相关规定：本项目分别设置了：①回旋加速器机房排风，②回旋加速器自屏蔽体内排风等两套单独排风系统。本项目各排风管道由核医学科专用管道井引至所在建筑屋脊的楼顶，经高效排风过滤器+活性炭吸附处理达标后排放，处理效率不低于 90%，可满足相关要求。

2.3 固废的环境影响分析

本项目放射性固体废物主要有回旋加速器机房内产生的退役废靶。放射性药物生产、合成以及质控过程中产生的如废试剂瓶、注射器、一次性手套、滤纸、吸水纸等带微量放射性核素的固体废弃物，产生量约为 25kg/a 。本项目核素生产场所的排风过滤系统活性炭每季度更换一次，含放射性核素的废活性炭年产生量约为 10kg/a 。

本项目在拟在回旋加速器 2 室设置 1 个 20mmPb 铅屏蔽废物箱，合成室、质

控室利用现有 20mmPb 铅屏蔽废物箱，各采用塑料包装袋专门收集，包装袋表明收集时间、种类及数量等内容，放射性废物每袋重量不超过 20kg。封闭暂存于铅屏蔽废物箱内，确保其外表面 30cm 处的周围剂量当量率小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，最后转移至核医学科放射性废物库内，让放射性物质自行衰变，由于本项目放射性废物均为短半衰期核素，暂存超过 30d 后，经检测符合排放标准后，按照医疗废物交由资质单位进行处置。

回旋加速器产生的退役的废靶，委托有资质单位回收处理，不在医院内贮存。

事故影响分析

1. 事故风险危害识别分析

实践表明，在核技术的应用过程中，如果发生意外事故，会使工作人员或公众受到辐射照射，有时甚至会对受照人员的健康产生严重影响。本项目在应用中可能发生以下几种事故：

（1）在操作放射性核素的过程中，因容器破碎、药物泼洒等，有可能污染工作台、地面、墙壁、设备等，甚至造成手和皮肤的污染。

（2）放射性药物丢失或被盗，造成放射性事故；放射性药物在转移过程中由于操作人员违反操作规定或误操作引起意外泄漏而造成放射性表面污染。

（3）因受到火灾等各种自然或人为灾害的破坏，可能会导致放射性药物包容破损、放射性液体泄漏、放射性释放，若处置不当，会对人员和环境造成危害。

（4）放射性废物处置或管理不当，造成环境放射性污染。

（5）合成器排风发生故障，排风扇反转导致放射性气体富集，对人员造成危害和对环境造成污染。

（6）药物传输管道断裂，造成药物泄漏，导致工作人员误照射或放射性核素污染相关工作场所。

（7）滤膜堵塞、破裂，使药物因意外停留在传输管道中，或药物泄漏，导致工作人员误照射或放射性核素污染相关工作场所。

2. 预防措施

（1）对所有操作场所进行严格的分区管理，设置控制区和监督区，控制区禁止无关人员进入，非密封放射性工作场所出入口设置门禁系统，控制区入口悬挂电离辐射警示标识。射线装置机房门外设置电离辐射警告标识和工作状态指示

灯，提醒无关人员不要靠近或误入；

（2）辐射工作人员配备个人剂量报警仪、一体式铅衣、铅帽、围领、手套、防护眼镜、防护面罩等必要的个人防护用品。

（3）建立放射性药物的安全管理制度，加强放射性药物安全管理，落实放射性物质安保措施，以防止放射性药物丢失。

（4）对工作人员进行岗前培训合格后上岗，工作人员须熟练掌握放射性药物操作技能和熟悉辐射防护基本知识，能正确处置意外情况。

（5）对放射性废物制定放射性三废的处理制度，设置放射性废物兼职管理员，对放射性废物单独收集，按照国家规定处理。

（6）各操作场所配备防护面罩、吸水滤纸、纱布、酒精、便携式剂量监测仪等应急物资和灭火器材。

（7）建立健全辐射安全设施维修维护制度和操作规程并严格落实，确保设备运行正常。在发现安全防护设备故障时，应及时报告和检修，重大维修后应委托第三方进行辐射防护核实。

（8）针对回旋加速器装置失灵、损坏、调试和操作失误等，导致放射性核素因意外停留在传输管道中，回旋加速器应立即停机，经过 24 小时后再进行去污。如发生传输管道脱落或破裂等导致放射性核素泄漏事故，应及时采取去污措施防止污染扩散，并对去污后的工作场所进行必要检测，如发现异常需再去污。

（9）加强安全防护培训教育，增强工作人员的辐射安全意识，培育良好的核安全文化。

（10）制定严格的使用管理规定和操作规程，禁止违章操作，并做好日常维护保养、定期检查，保证辐射安全设施始终处于正常状态。

（11）制定监测计划，按计划对辐射工作场所和周围环境进行辐射监测，防止屏蔽性能发生变化，从而使周围工作人员和公众成员受到不要的辐射照射。

（12）辐射工作人员通过辐射安全知识考核，取得成绩报告单。

3. 应急方案的启动

（1）一旦发生辐射事故，及时启动《辐射事故处理应急预案》。发生辐射事故时，当事人应即刻报告辐射事故应急处理小组组长，组长随即通知辐射事故应急处理小组有关成员采取应急响应救助措施。

- (2) 发生辐射事故时，应急处理小组各成员应认真履行各项职责，各相关部门应积极协调配合，以便能妥善处理所发生的辐射事故。
- (3) 各类应急救助物资应准备充分、调配及时。
- (4) 发生事故后应在 2h 内报告生态环境部门、卫生行政部门。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据法律法规要求，项目单位设置辐射安全与环境保护管理机构，明确相关人员职责，开展环境保护管理工作。

1. 环境保护管理机构设置及成员

医院成立了以院长为组长的环境保护管理机构。

组 长：刘彬

副组长：魏锋

组 员：陈玉坤 于 洋 李 欣 周 微 赵晓甦 林承赫
董丽华 张惠茅 佟 倩 李佳睿 孙 欣

2. 辐射防护领导小组职责：

2.1 组长职责：

- (1) 组织贯彻落实有关辐射安全与防护管理工作的方针、政策。
- (2) 每季度至少召开一次会议，听取辐射安全与防护管理工作情况汇报，讨论解决辐射安全与放射防护管理工作中存在的问题和采取的措施。
- (3) 组织开展射线装置安全检查，对违反辐射安全与放射防护管理制度和操作规程的人员进行批评教育，并与绩效考核挂钩。
- (4) 组织制定和完善射线装置管理制度和操作规程，监督检查各项规章制度的执行落实情况，杜绝辐射事故隐患。

2.2 副组长职责：

- (1) 指导、协调医院辐射安全与放射防护管理工作并进行监督检查。
- (2) 贯彻执行国家及上级部门辐射安全与放射防护管理的方针、政策、法律、法规、标准、规定等。
- (3) 按上级主管部门要求组织放射工作人员参加培训。

2.3 组员职责：

- (1) 对放射诊疗科室辐射安全与放射诊疗管理工作全面负责。
- (2) 遵守放射诊疗科室各项规章制度，严格执行仪器操作规程，制止违章操作行为。
- (3) 督促、检查本科室人员正确使用放射性安全防护用品，做好辐射安全

防护设备及日常维护工作。

(4) 检查工作区设备及各岗位辐射安全情况，制定预防辐射事故的安全措施。发现隐患及时组织整改，暂时不能整改的应采取防范措施，并立即向主管院长报告。

(5) 本科室如发生辐射安全事故，应立即向主管院长和院长报告，迅速识别辐射事故现场危害因素，采取相应的辐射防护措施组织抢救并保护好现场。

辐射安全管理规章制度

1. 规章制度

医院已制定了一系列制度，包括：《辐射人员职业健康管理制度》、《辐射工作场所自检和年度评估制度》、《辐射工作场所监测方案》、《辐射工作人员培训制度》、《放射性同位素使用登记制度》、《设备维护制度》、《操作规程》和《吉林大学第一医院放射事故应急预案》等。

医院已制定的制度规定了医院辐射相关管理要求，内容全面、具有较强的针对性和可操作性，符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定。上述规章制度得到了有效的落实，使医院现有辐射工作场所在规范的程序下运行，避免了对环境产生危害性的影响。

另外，医院每年组织编制医院本年年度评估报告，并按时提交生态环境部门。医院现有辐射安全与防护相关规章制度及辐射事故应急预案涵盖了放射防护管理、事故处理、辐射安全管理组织及职责等，认真执行以上制度能够从管理上保证现有放射诊疗工作的正常、稳定运行。

2. 工作人员培训

辐射工作人员应当接受有关法律法规、专业技术、安全防护和事故应急响应处理的培训和考核，使其掌握相关的辐射防护知识，熟悉和掌握设备的操控技能。

核医学科现有辐射工作人员均参加了“核医学”辐射安全与防护考核，并取得成绩报告单，详见附件 9。

根据《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 18 号令）、《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 2019 年 57 号公告）和《吉林省生态环境厅关于核技术利用辐射安全与防护

培训考核有关事项的通告》（吉林省生态环境厅 2020 年 5 月 13 日通告）规定，医院今后新增辐射工作人员需通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识，并参加考试，取得成绩报告单。

辐射监测

1. 辐射监测计划

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定：使用放射性同位素、射线装置的单位应配备与辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。

针对本项目应用的核技术利用项目的具体情况，提出以下监测计划，监测包括个人剂量监测和工作场所的监测。

1.1 个人剂量监测

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）中要求，对放射工作人员进行个人剂量监测，要求放射工作人员在操作放射性核素及射线装置时佩戴个人剂量计，按规定定期送资质单位检测，并将个人剂量显示结果存入工作人员健康档案，终生保存。

1.2 工作场所监测

为确保辐射工作场所的辐射安全，建设单位应制定监测方案，详见下表：

表 12-1 工作场所监测方案

监测内容	监测点位	日常监测频次	环境监测频次
X-γ 辐射剂量率监测	核医学科控制区和监督区所有工作人员和公众可能居留的有代表性的点位和存有放射性物质的装置/设备的表面。	日常监测不少于 1 次/月，	委托有资质的监测机构对工作场所周围环境的辐射水平进行监测，监测频次应不少于 1 次/年。
中子辐射剂量率监测	回旋加速器应按照常用最大生产条件下制药，在制药临近结束期间对机房四周屏蔽墙外 30cm 处、顶棚、防护门开展中子辐射剂量率监测。		
表面放射性污染	放射性核素操作台面、设备表面、墙壁和地面等，放射性废物桶和包装袋表面，工作人员的手、皮肤暴露部分及工作服、手套、鞋、帽等。	每次工作结束（出现放射性药物洒落应及时进行监测）	

2. 仪器设备

2.1 辐射工作场所监测

医院核医学科配有 2 台便携 X-γ 辐射剂量率监测仪、2 台表面污染监测仪，

5 台个人剂量报警仪，用于日常环境监测工作。本项目拟在回旋加速器 2 室安装 1 套固定式辐射剂量监测系统，对辐射工作场所进行日常监测。

医院每年委托有资质单位对放射源、射线装置和非密封放射性物质工作场所进行 1 次场所辐射水平监测。同时医院不定期对核技术利用工作场所自行监测，并将监测结果存档备案，可均满足相关法律法规和标准要求。

2.2 个人剂量检测

所有辐射工作人员工作时应配备个人剂量计并定期进行检测。

医院为现有辐射工作人配备了个人剂量计，要求工作时佩戴，并由资质单位进行检测，根据检测报告，医院外照射个人剂量未出现异常。

辐射事故应急

1. 辐射事故应急响应机构

医院制定了辐射事故预防措施及应急处理预案。医院成立了放射事故应急工作领导小组, 组织、开展放射事件的应急处理救援工作，领导小组成员名单如下：

组 长：刘彬

副组长：魏锋

组 员：陈玉坤 于 洋 李 欣 周 微 赵晓甦 林承赫

董丽华 张惠茅 佟 倩 李佳睿 孙 欣

应急预案包括日常管理、辐射射线意外泄漏应急预案、辐射源失窃应急预案、辐射源遗失应急预案等。医院现有应急预案可涵盖本项目新增放射性核素和新增非密封放射性物质工作场所。建设单位在制定的应急预案的基础上，每年组织一次放射事故应急演练，由放射事故应急小组成员及核医学科、放疗科等辐射相关科室参加，提高了医院事故应急能力。

2. 辐射事故应急

在发生辐射安全事故时，在医院辐射安全事故应急领导小组的统一领导下，启动本单位应急预案，并向上级行政主管部门报告，通知相应科室，组织所需人员和物资等，有序进行。

（1）如发生人体受超剂量照射事故时，对危险源采取应急安全处理措施，迅速安排受照射人员接受医学检查或在指定的医疗机构救治。

（2）如发生工作场所放射性同位素污染事故时，立即组织现场所有人员转

移到安全区域，封锁现场，切断一切可能扩大污染范围的环节，迅速开展检测，严防对周围其他区域的污染。对可能受到放射性同位素辐射照射人员，立即采取暂时隔离和应急救援措施，在采取有效个人防护措施的情况下，组织人员清除污染，并根据需要实施其他医学救治及处理措施，迅速确定核素种类、活度、污染范围和污染程度。

(3) 如发生放射性物质丢失、被盗事故时，应当保护好现场，并认真配合公安机关、环保部门和卫生行政部门进行调查、侦破。

3. 应急人员培训演习

针对可能发生的辐射安全事故，在制定应急预案的基础上，定期进行演练，加强应急人员培训，以提高应急人员的应急反应速度和能力，不断完善应急预案。

3.1 应急预案演练计划：每年至少组织一次，由核技术项目应用科室负责应急预案演练，增强应急人员的应急水平和应急反应速度。

5.2 应急预案演练内容：模拟事故发生，演练应急预案的流程和现场各种处置的方式、方法，以及各个相关科室和人员的互相协作的方式。

5.3 要求：各核技术项目应用科室的人员要全体参加预案演练。相关部门应急救援人员同时参加预案演练，并能够熟练掌握预案的流程及救援的方式、方法，参演人员要高度重视预案演练工作，认真完成预案演练过程，以便日后发生事故时能够从容应对。

5.4 效果评价：考核参加演练的人员是否能够熟练掌握应急救援的知识、流程及救援的方式、方法，相互协作的情况，是否应急救援存在不合理或不足的情况，如有，将立即进行整改、完善，使之发挥有效的作用。

4. 辐射活动能力分析

医院成立了放射事故应急工作领导小组，制定了完整、可行的辐射安全管理制度和辐射事故应急预案，符合项目实际，满足正常开展工作的需要。通过落实本报告提出的各项辐射安全防护措施及辐射安全管理要求，建设单位从事相关辐射活动的的能力基本满足《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关要求。

安全许可管理要求

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求,应严格按照以下管理要求对本单位进行管理:

表 12-2 安全许可管理要求

序号	安全许可管理要求
1	应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构,或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护工作。
2	从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。
3	应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备;
4	射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。
5	应配备相应的防护用品和监测仪器,包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。
6	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等。
7	有完善的辐射事故应急措施。
8	产生放射性废气、废液、固体废物的,还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。
9	应当对本单位射线装置的安全和防护状况进行年度评估,并与每年 1 月 31 日前向发放辐射安全许可证的环境保护主管部门提交上一年度的评估报告

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》相关规定,本项目建成后,在调试运行前,医院应依法申请重新申领辐射安全许可证,内容包括新增非密封放射性物质工作场所及新增射线装置。

竣工环保验收

本项目竣工后,建设单位应当按照《建设项目环境保护管理条例》和《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》的相关规定,对配套建设的环境保护设施进行验收。具体验收内容如下表所示:

表 12-3 项目环境保护措施竣工验收内容一览表

环保措施	内容要求
辐射环境监测	制定并实施个人剂量监测计划、工作场所监测计划、药物活度监测、配备 X- γ 辐射剂量监测仪、表面污染监测仪,拟外委中子辐射剂量率监测。
屏蔽防护	辐射工作场所屏蔽能力必须满足报告表提出的屏蔽要求,必须满足辐射防护要求。
分区情况	按照报告提出的要求,划分控制区和监督区
辐射防护用品	配备足够的个人防护用品、个人剂量计、个人剂量报警仪等。

警示标识		设置电离辐射警告标识和警示灯等。
管理措施		辐射工作人员上岗前须通过辐射安全与防护考核。严格执行各项辐射防护规章制度。建立辐射工作人员健康档案、非密封放射性物质、射线装置使用台账、放射性固废废物台账。
安全防护和风险应急措施		设置联锁装置、警示灯等，做好维护工作，使其正常工作。完善辐射事故应急预案并定期演练。
放射性三废处理	放射性废物	产生的固体废物应放置于医院放射性废物库的铅容器中贮存衰变，低活度放射性废物存储 30 天，经检测符合排放标准后，按照医疗废物交由资质单位进行处置。 回旋加速器更换下来的废靶件委托有资质单位回收处理，不在医院内贮存。
	放射性废气	回旋加速器排风：使用回旋加速器制备放射性药物的工作场所设单独的通风系统，回旋加速器自屏蔽体内设单独排气管道，并相对加速器室呈负压状态。 工作场所房间排风：核医学科放射性工作场所设置独立的排风系统，各房间通风口设置止逆阀。 核医学科各排风管道至排气口高于所在建筑楼顶，经活性炭吸附装置处理达标后排放。
	放射性废液	核医学科放射性废水需排入衰变池内衰变处理，达到解控水平后排入医院总污水处理设施。

表 13 结论与建议

结论

1. 项目概况

吉林大学第一医院拟对 2 号楼地下二层核医学科生产场所北侧预留区域进行改造，在改造区建设 1 座回旋加速器机房（回旋加速器 2 室），应用 1 台 16.5MeV 回旋加速器，属 II 类射线装置。本项目建成后，核医学科核素生产场所不新增核素种类，只增加 ^{18}F 生产量（ ^{18}F 日最大操作量由 $2.11 \times 10^{10}\text{Bq}$ 增加至 $7.4 \times 10^{10}\text{Bq}$ ）。本项目建成后，核医学科生产场所非密封放射性核素日等效最大操作量为 $8.71 \times 10^8\text{Bq}$ ，仍为一处乙级非密封放射性物质工作场所。

2. 选址合理性

本项目涉及区域进行了集中布置，回旋加速器 2 室周围无妇产科、儿科和食堂等人员密集区域，有单独的出入口，与非放射性工作场所隔开，选址符合《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）和《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中相关要求，选址合理。

3. 产业性政策符合性

本项目属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中第一类鼓励类中“十三、医药：4、新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用”，符合国家现行产业政策。

4. 实践的正当性

本项目涉及的射线装置用于医院放射性药物生产并用于核医学诊断，目的是为减轻病患痛苦和去除疾病，其利益大于可能引起的辐射危害。本项目的建设对保障健康、拯救生命有着十分重要的作用。项目营运以后，将为患者提供一个优越的诊疗条件，具有明显的社会效益，同时将提高医院档次及服务水平，吸引更多的就诊人员。因此，本项目的实施对受照个人和社会所带来的利益远大于其引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

5. 辐射安全与防护分析结论

5.1 工作场所分区

本项目将回旋加速器 2 室划为控制区；将与控制区相邻区域划定为监督区。对控制区运用四面屏蔽墙体、天棚、地板、防护门进行屏蔽防护，并运用门禁装置和连锁装置限制无关人员进入。本项目监督区、控制区划分明确、独立，设置合理，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求。

5.2 人员、药物运输通道

本项目辐射工作场所分别设置医生通道、药物运输通道、放射性废物运输通道，并进行时间控制，运源和放射性废物时间和诊疗时间错开，同时设置门禁系统，控制无关人员进入控制区。在采取上述空间和时间控制措施后，本项目布局满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188—2021）和《核医学放射防护要求》（GBZ120—2020）中相关要求。

5.3 屏蔽防护

本项目回旋加速器 2 室四周屏蔽墙及顶棚均设计为 600mm 混凝土屏蔽，防护门采用 20mm 铅板+200mm 含硼聚乙烯，辐射工作场所的屏蔽防护设计能够满足辐射防护要求。

5.4 辐射安全和防护设施

医院拟在本项目辐射工作场所的控制区出入口、控制区内各房间门口、热室柜等核素操作设施表面、放射性废物桶表面等醒目位置设置电离辐射警告标志；在核医学科回旋加速器机房门口设置工作状态指示灯；在本项目辐射工作场所的控制区内安装监控设备；核医学科工作场所内不得安排与放射性无关的工作；在控制区和监督区内不得进食、饮水、吸烟，也不得进行无关工作及存放无关物件；放射性核素操作人员配戴个人防护用品，应避免皮肤直接接触放射性物质。回旋加速器机房拟设置加速器操作许可、门机联锁、信号警示装置、电离警告标志、紧急开门开关、急停按钮、固定式辐射剂量监测系统、视频监控系统，巡检按钮等辐射安全装置。

5.5 “三废”排放治理措施

5.5.1 废气治理

本项目回旋加速器机房设置机械排风系统，进风口设在机房上部，排风口设

在机房下部，进风口与排风口位置对角设置，以确保室内空气充分交换，排风口设置止逆阀，并相对于清洁区域呈负压状态，通风换气次数不小于 6 次/h；回旋加速器自屏蔽体内设置单独排气管道，并相对回旋加速器机房呈负压状态。室外排风口设置于 2 号楼楼顶，经高效排风过滤器+活性炭吸附处理达标后排放，处理效率不低于 90%，可满足相关要求。

5.5.2 废水治理

本项目建成后，核医学科核素生产场所每日生产次数和质控次数不变，核医学科诊断场所患者量不变，不新增放射性废水产生量。核医学科现每年产生放射性废水约 46.75m³。医院门诊楼地下一层北部现有一座三级衰变池，有效容积为 40m³。衰变池为 3 组槽式池体，可交替贮存、衰变和排放废液。在衰变池前段设有污泥池，污泥池池底有防止和去除污泥硬化淤积的措施。核医学科内的排水通过下水管道排入衰变池，待衰变到解控水平后，排入医院污水处理站。衰变池材料为混凝土浇筑，并设有防渗、防腐蚀隔层。衰变池性能满足 HJ1188-2021 中相关要求。

本项目不新增工作人员。医院非放射性废水主要为医务人员产生的生活废水，通过排入医院现有污水处理设施处理，达标后排入市政管网。

5.5.3 固废治理

本项目在拟在回旋加速器 2 室设置铅屏蔽废物箱，合成室、质控室利用现有铅屏蔽废物箱，放射性药物生产、合成、质控过程中产生的放射性废物以及被更换下来的废活性炭封闭暂存于铅屏蔽废物箱内，最后转移至核医学科放射性废物库内，让放射性物质自行衰变，暂存超过 30d 经检测符合排放标准后，按照医疗废物交由资质单位进行处置。

回旋加速器产生的退役的废靶，委托有资质单位回收处理，不在医院内贮存。

医护人员产生的少量办公、生活垃圾依托医院已有的收集系统进行回收后由当地环卫部门清运。医疗废物收集后，交由有资质单位处理。

5.6 辐射安全管理

根据法律法规要求，医院设置了辐射安全与环境保护管理机构，明确相关人员职责，开展环境保护管理工作。制定了辐射安全管理规章制度及监测方案，配备了监测设备，定期对工作场所及个人剂量进行监测，制定了辐射事故应急预案，

并定期演练。

6. 环境影响分析结论

6.1 环境质量现状

本项目建设前，项目拟建位置及其周围各监测点位 γ 辐射空气吸收剂量率变化范围均在长春地区 γ 辐射空气吸收剂量率本底范围内；拟建区域各监测点 β 表面污染水平满足本次评价提出的“控制区：40Bq/cm²，监督区：4Bq/cm²”评价标准；拟建区域各监测点中子辐射剂量率监测结果均小于监测仪器的探测下限，中子辐射剂量率未检出。项目拟建位置周围土壤中拟应用放射性核素未检出，水中拟应用放射性核素未检出，污水中总 α 、总 β 的含量满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中规定的槽式衰变池放射性废液总排放口总 α 不大于 1Bq/L、总 β 不大于 10Bq/L 的要求。

6.2 辐射环境影响

经预测，本项目辐射工作人员所受有效剂量低于工作人员管理限值 5mSv/a，公众成员所受有效剂量低于公众成员管理限值 0.1mSv/a。

放射性药物操作之后对工作台面、设备、地面及个人防护用品等进行表面污染检查、清洗、去污，在采取上述必要的去污措施后，可使表面污染水平低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的标准要求。

7. 可行性分析结论

本项目属于医疗卫生服务设施建设项目，符合国家产业政策。本项目涉及的射线装置和放射性同位素用于医用放射性核素生产和医学诊断，其利益大于可能引起的辐射危害，符合实践的正当性原则。项目在具有合理的防护设计的基础上，落实报告中提出各项污染防治措施后，能够保证项目对周围环境的影响低于标准要求，项目可行。

建议和承诺

通过对本项目进行工程及环境影响分析，针对本报告提出的防护措施及管理制度，医院以承诺的形式提出并立即执行。

1. 认真落实报告中提出的各项污染防治措施。制定并严格执行环境保护管理相关制度。

2. 项目竣工后，经竣工环境保护验收合格后，正式投入使用。

3. 项目运营前配备个人防护用品和监测设备。
4. 完善应急预案并定期进行演练。
5. 主动向当地辐射环境管理部门申报登记，配合监督，做好辐射防护宣传。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

经办人

公 章

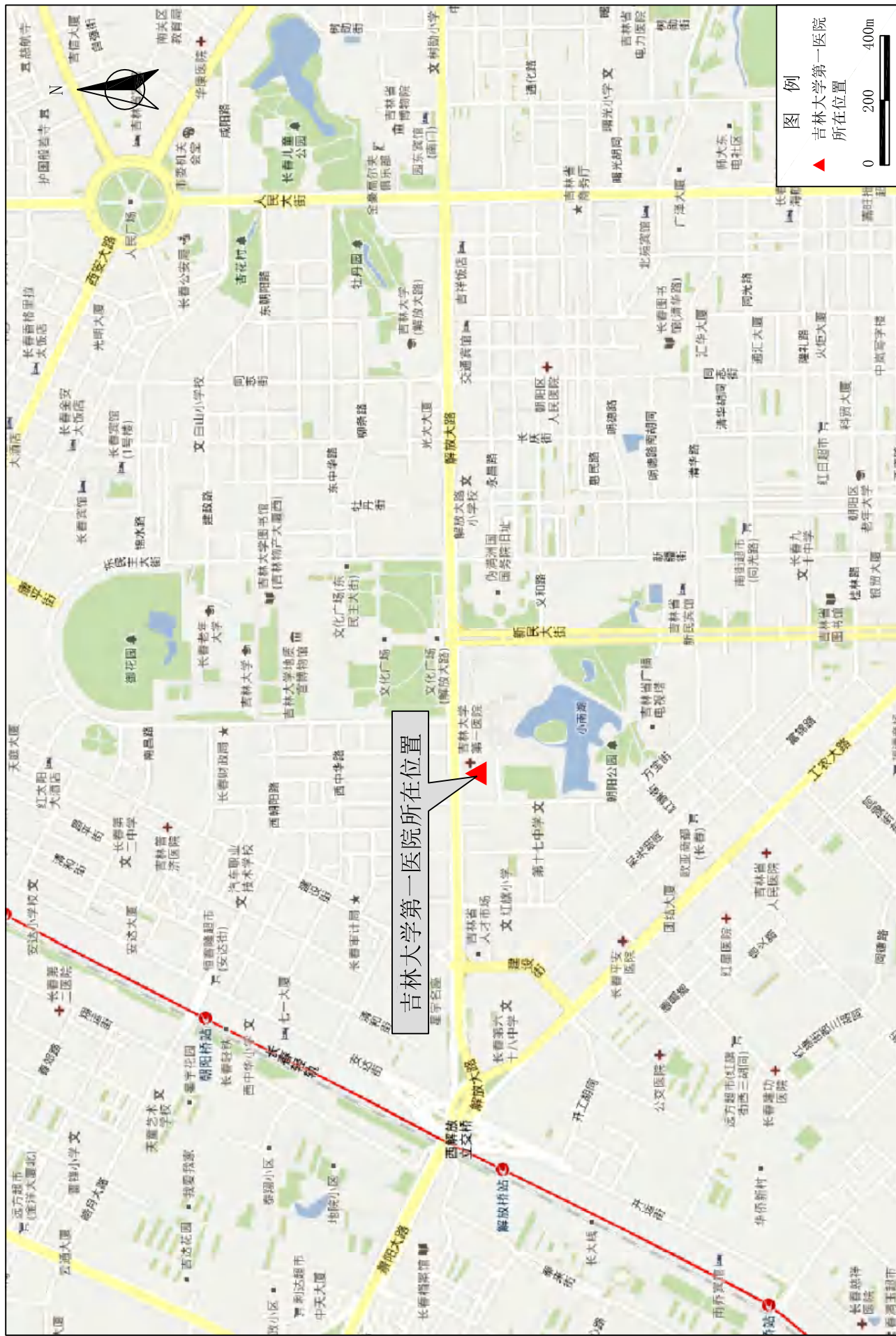
年 月 日

审批意见：

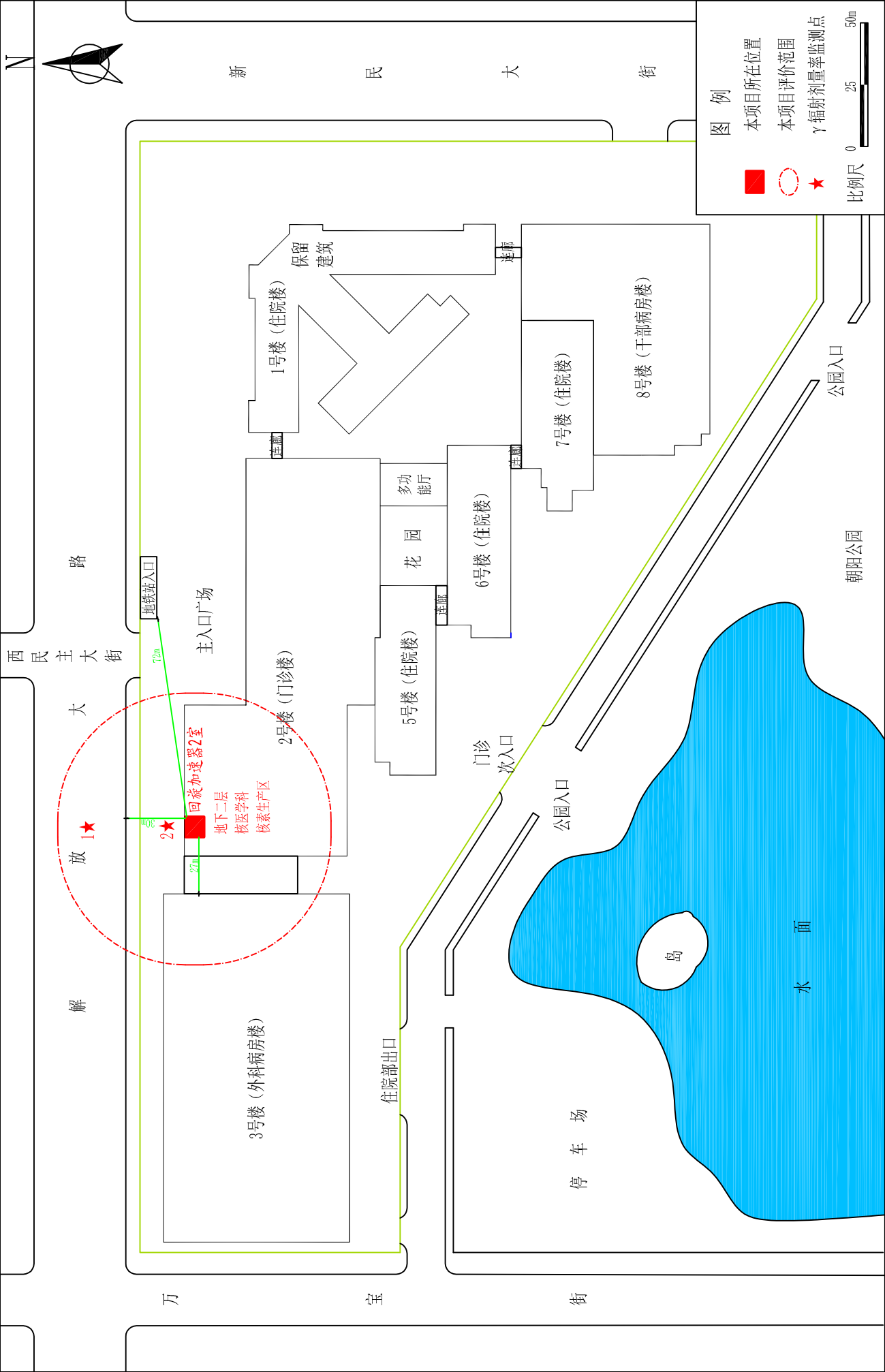
经办人

公 章

年 月 日



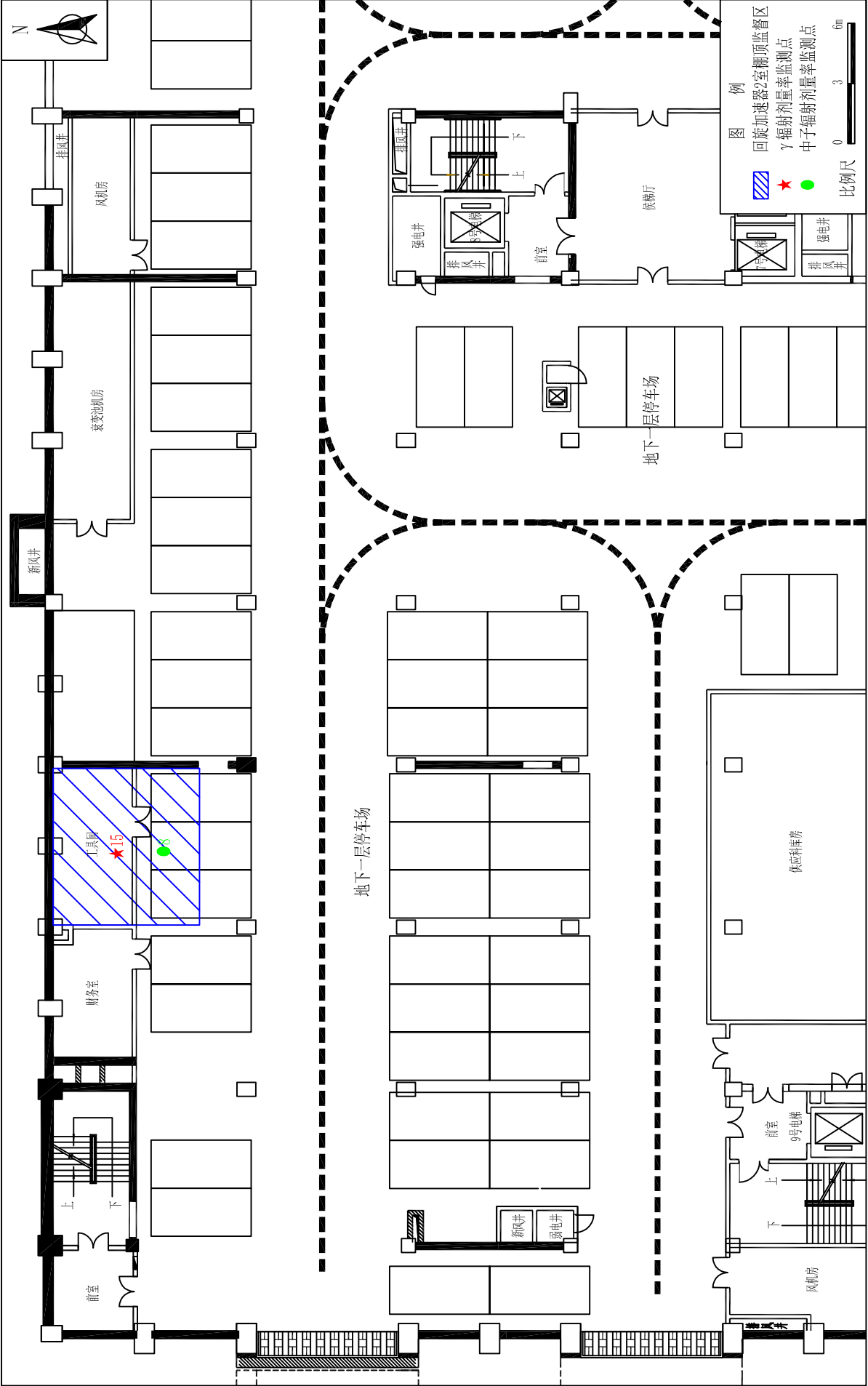
附图1 吉林大学第一医院地理位置图



附图2 医院本项目周边环境关系及院区监测布点示意图



附图4 本项目回旋加速器2室拟建区域及周围环境分区管理示意图



附图5 回旋加速器2室棚顶（地下一层）区域环境布局及分区管理示意图



附图6 本项目回旋加速器2室拟建区域周围环境监测布点示意图



附图7 本项目人流、物流示意图



附图9 本项目回旋加速器2室所在区域排风管线示意图

长春市环境保护局文件

长环保[2005]76 号

签发人：张俊先

关于吉林大学第一医院扩建工程项目（一期）环境影响报告书的批复

吉林大学第一医院：

你院委托长春市环境保护研究所编制的《吉林大学第一医院扩建工程项目（一期）环境影响报告书》收悉。我局组织有关专家对报告书进行了评审，环评单位根据专家评审会意见做了认真修改。经研究，原则同意。请你单位根据报告书所拟内容及下列补充意见认真组织落实。

一、按照“以新带老”原则，你单位必须拆除现有污水处理站，新建一座污水日处理能力 2500 吨的污水处理站，处理后的废水必须达到 GB8978-1996《污水综合排放标准》和 GB18466-2001《医疗机构污水排放要求》的要求，即 BOD 排放浓度低于 150mg/l，COD 排放浓度低于 30mg/l，总余氯

附件1 医院扩建工程项目（一期）环评批复（2）

≥2.5(接触时间≥1h),粪大肠菌群低于 MPN/L,肠道致病菌不得检出。

二、污水站设计方案必须另报我局批准,并必须安装自动监测仪,与我局的监控中心相联,实现在线监测。

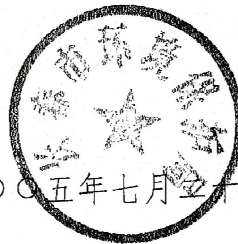
三、项目实施后,原有锅炉房必须全部拆除,实现集中供热。

四、医疗垃圾必须做到日产日清,送长春市环卫医用废弃物处理有限公司统一处理;污水站产生的污泥送填埋场处理,不得存放。

五、医院的放射性污染源应另做环境影响评价,并报有审批权的环境保护行政主管部门批准。

六、项目的污染防治措施必须与主体工程同时设计、同时、施工、同时投入使用。项目竣工时,必须经我局验收合格后方可投入运营。

七、加强管理,定期监测,确保排放的污染物长期稳定达标。



二〇〇五年七月二十九日

主题词: 环保 项目 环评 批复

长春市环境保护局办公室

2005年7月29日印发

附件2 医院核医学科现有核技术项目环保手续(1)

审 批

(吉辐环建[2006]01032号)

省级环保部门审批意见:

一、该报告表(送审版)由吉林省辐射环境评估技术组组织专家进行了评估,报告表编制单位按照专家意见及评估技术组的评估意见进行了修改,修改后的报告表(报批版)内容详实,编制规范,结论客观,可以作为吉林大学第一医院项目建设及日常管理的依据。

二、该医院本次改扩建辐射项目主要为医用直线加速器(3台)、回旋加速器(1台)、后装机(^{192}Ir)、 ^{90}Sr 、CT、X射线机检验设备及核磁共振等诊断及治疗设备,并将原有的核医学科进行搬迁,该项目在建设过程中必须认真论证报告表中提出的辐射防护和环境管理措施,落实各项要求和承诺。

项目建成后申请省辐射环境监督机构进行验收,经验收合格并办理辐射工作安全许可后方可正式投入使用。

三、该医院应加强射线装置和放射源使用中的安全管理,及时制定并落实操作规程、岗位职责辐射防护和安全保卫等各项管理制度,制定详细周密的辐射事故应急预案,确保辐射项目的安全运行。

四、辐射项目工作场所必须设立清晰的“电离辐射”标志和中文警示说明。

五、该项目的锅炉烟气、固体废物及污水处理等其它环境问题按照长春市经济开发区对本报告表的审批意见执行。

经办人签字

范治国

2006年11月25日

单位盖章

2006年11月25日



附件 2 医院核医学科现有核技术项目环保手续（2）

表三

验收组（委员会）验收意见：

2010 年 12 月 14 日，吉林省环境保护厅在长春市主持召开了吉林大学第一医院新建辐射项目环境保护竣工验收会议。参加会议的有吉林省辐射环境监督站、长春市环保局、吉林大学第一医院的代表和邀请的专家，会议组成了验收小组（名单附后）。会议首先对项目工作现场进行了检查，随后听取了建设单位对项目建设环境保护执行情况和吉林省辐射环境监督站对工程竣工环境验收监测情况的介绍，与会代表审查有关资料，经验收小组认真讨论，形成如下验收意见：

一、项目基本情况

该项目位于长春市新民大街 71 号，吉林大学第一医院在医技楼地下二层和地上一层设核医学科，应用 1 台回旋加速器（放射性核素 ^{11}C 、 ^{13}N 、 ^{15}O 、 ^{18}F ）、1 台 ECT、1 台 PET-CT 和 ^{125}I 、 ^{32}P 、 ^{90}Sr 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 等放射性核素；在医技楼内地下二层设放疗科，应用 1 台电子直线加速器、1 台 CT 模拟定位机和 1 台 X 射线模拟机定位机；在门诊楼地上一层设影像中心，应用 X 射线装置共 20 台（套）和 3 台核磁共振仪。吉林大学第一医院二部门门诊住院楼一层设射线科，应用 5 台 X 射线机和 1 台核磁共振仪。

经验收检查，本项目与环评时相比，吉大一院放疗科本期 2 台电子直线加速器和 1 台 ^{125}I 后装治疗机未安装（本次验收未包括这三台设备）。

二、项目竣工环境保护验收调查情况

该项目建设符合建设项目管理规定程序，落实了环境影响报告审批的主要意见和要求。经现场检查，各项环保要求均得到了有效落实，环保和辐射防护设施建设基本达到了规定标准。

三、验收结论

验收组经现场检查、审查有关资料和认真讨论，认为该项目基本符合环境保护验收条件，原则同意该工程通过环保验收。

四、建议和要求

1、项目单位在项目使用过程中，必须严格执行辐射防护和环境管理的各项要求，进一步完善各项管理制度和安全措施。

2、认真落实验收要求及建议。

3、核实源项，核实放射性废液贮存及处置方式，补充部分监测数据。

4、落实辐射安全管理责任，做好日常辐射安全管理工作，确保辐射安全。

附件 2 医院核医学科现有核技术项目环保手续（3）

表五

负责验收的环境保护主管部门意见：

吉环审验字[2010] 号

原则同意吉林大学第一医院新建辐射项目通过环保验收。并提出如下要求：

1. 核技术应用项目在使用过程中，必须严格执行辐射防护和环境管理的各项要求，进一步健全各项管理制度和安全措施。
2. 落实辐射安全管理责任，做好日常辐射安全管理工作，确保辐射环境安全。

你单位须在 15 日内将审批的验收申请表和验收监测表报送长春市环保局。

请长春市环保局做好日常监督管理工作。



二〇一一年四月十九日

附件 2 医院核医学科现有核技术项目环保手续（4）

核技术项目安全分析报告专家函审意见表

项目名称	吉林大学第一医院核医学科新增放射性核素项目 核技术利用（辐射）安全分析报告		
建设地点	长春市新民大街 71 号，吉林大学第一医院门诊楼核医学科		
专家姓名	孙尤良	职 称	高级工程师
工作单位	吉林省辐射环境监督站	联系电话	13514300822

函审意见：

本项目为吉林大学第一医院核医学科计划利用现有工作场所新增放射性核素 ^{11}C 、 ^{64}Cu 、 ^{68}Ga 、 ^{177}Lu 、 ^{223}Ra ，增加 ^{90}Sr 用量，开展放射性诊断、治疗及临床试验工作。

吉林大学第一医院辐射安全许可范围为：使用 III、V 类放射源；乙级非密封放射性物质工作场所；使用 II、III 类射线装置，本项目在原许可范围之内，且不涉及土建工程，不改变非密封放射性物质工作场所等级，根据原环境保护部《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》中的相关规定，可编制核技术利用项目安全分析报告。

该安全分析报告中，核医学科原有核技术利用内容调查、分析详实，编写认真，图文简练，附件完整，分析合理，结论可信。可以作为建设单位辐射安全管理的技术依据，作为生态环境部门执法监督、辐射安全许可的参考。

因拟新增应用中含有极毒组核素，建议吉大一院在核素使用过程中要十分注意安全，防治非密封放射性物质不受控。

专家签字：孙尤良 2020 年 12 月 29 日

附件 2 医院核医学科现有核技术项目环保手续（5）

核技术项目安全分析报告专家函审意见表

项目名称	吉林大学第一医院核医学科新增放射性核素项目 辐射安全分析报告		
建设地点	长春市新民大街 71 号，吉林大学第一医院门诊楼核医学科		
专家姓名	王立臣	职务/职称	高 2
工作单位	吉林省恒春环保公司	联系电话	13944071880
函审意见：			
一、项目概况 吉林大学第一医院核医学科目前已取得乙级非密封放射性工作场所的辐射安全许可，核医学科计划利用现有工作场所内的相关功能区域（房间）新增放射性核素 ^{11}C、^{64}Cu、^{67}Ga（锗-镓发生器淋洗 ^{67}Ga）、^{177}Lu、^{223}Ra 开展放射性诊断及临床试验工作，并增加 ^{90}Sr 用量。本项目投运后，核医学科核素生产场所和诊断场所仍属于乙级非密封放射性物质工作场所，未超过已许可的活动种类、范围和等级，且本项目利用核医学科现有工作场所内的相关功能区域（房间）进行设置，不涉及土建施工。 二、修改建议 1. 复核原有工作场所 ^{125}I、^{131}I 的使用量、日等效操作量，并重新复核辐射工作场所分级。 2. 本项目新增治疗核素，设有专用卫生间，复核新增放射性废液量，补充核医学科衰变池容积可行性分析内容。 3. 补充新增放射工作人员培训和考核方式； 专家签字：王立臣 2020 年 12 月 28 日			

附件 2 医院核医学科现有核技术项目环保手续（6）

核技术项目安全分析报告专家函审意见表

项目名称	吉林大学第一医院核医学科新增放射性核素项目		
建设地点	长春市新民大街1号，吉林大学第一医院门诊楼核医学科		
专家姓名	孙允良	职务/职称	高工
工作单位	吉林省辐射环境监督站，退休	联系电话	13514300822

函审意见：

本项目为吉林大学第一医院核医学科计划利用现有工作场所内的相关功能区域（房间）新增使用放射性核素¹⁴N、¹⁵O、⁴⁵Sc、⁴⁶Sc、⁴⁷Ti、⁶⁴Cu、⁸⁶Zr、¹²⁵I、¹²⁵I、²²⁵Ac开展放射性诊断和治疗工作。

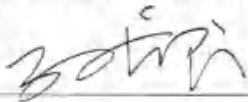
吉林大学第一医院已取得辐射安全许可证，证书编号：吉环辐证[00101]，许可活动种类和范围：*使用Ⅲ类、V类放射源，使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置，使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。

本项目利用原有辐射防护设施，不涉及土建施工，应用非密封放射性物质未超过已许可的活动等级。根据原环境保护部《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）中的相关规定，可编制核技术利用项目安全分析报告，用于辐射安全许可证变更、备案等事宜。

该核技术利用项目安全分析报告调查认真，图表清晰，分析详实，措施得体，可以作为技术支撑性文件。

同时建议吉林大学第一医院：

1. 随着放射性核素的新增，患者数量、频次势必有所增加，会导致排放放射性污水量增加，密切观察、调度衰变池的使用情况，切忌超警戒、溢出使用；
2. 外购放射性药品，要遵守国家法律法规，从正规药品生产商购药，切忌从无辐射安全许可的生产商进货；
3. 核医学科监测布点时，宜将控制区与监督区分开，因其要求不一样，所以监测报告也应该区分开；
4. 进一步完善有关规章、制度，必要时更新辐射事故应急预案并演练。

专家签字：  2025 年 7 月 3 日

附件 2 医院核医学科现有核技术项目环保手续（7）

核技术项目安全分析报告专家函审意见表

项目名称	吉林大学第一医院核医学科新增放射性核素项目		
建设地点	长春市新民大街1号，吉大一院门诊楼核医学科		
专家姓名	吴玉鹏	职务/职称	高工
工作单位	长春市博煜环保工程有限公司	联系电话	17743003695

函审意见：

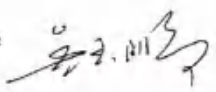
吉林大学第一医院核医学科新增放射性核素项目计划在医院核医学科新增¹⁸F、¹⁵O、¹⁸Sc、¹³¹I、⁶⁷Ge、⁶⁴Cu、⁹⁰Y、¹²⁵I、²²³Rn。应用场所已取得辐射安全许可，证书编号：吉环辐证[00101]。

本项目不涉及土建施工，拟应用放射性核素未超过本单位已许可的活动种类、范围等级。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）中的相关规定，本项目可编制辐射安全分析报告。

报告在对照标准，进一步细化现有辐射安全防护设施符合性，以及完善辐射影响分析内容后，能够满足辐射安全要求。可以作为建设单位辐射安全管理的技术依据，作为生态环境部门执法监督、辐射安全许可的参考。

辐射安全分析报告修改建议如下：

1. PET 检查患者数不变，核实现有及新增核素的日等效操作量的核算，是否涉及原有核素生产及检查使用量的减少。
2. 核实衰变池容积的满足性，衰变池承接碘治疗病房废水，住院人员按每周5个工作日核算是否合适。
3. 核素操作量增加，考虑增加部分操作对公众及工作人员的附加影响分析内容，确保新增项目与原有项目合并后，环境影响可以接受。

专家签字：  2015年7月3日

附件 3 辐射安全许可证（1）



辐射安全许可证

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称：吉林大学第一医院

统一社会信用代码：121000004127550472

地址：吉林省长春市朝阳区新民大街1号

法定代表人：刘彬

证书编号：吉环辐证(00101)

种类和范围：使用Ⅲ类、Ⅴ类放射源；使用Ⅱ类、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（具体范围详见副本）。

有效期至：2027年12月19日



发证机关：
(公章)

发证日期：2026年04月17日

中华人民共和国生态环境部监制

附件 3 辐射安全许可证（2）



辐射安全许可证

(副本)



中华人民共和国生态环境部监制



根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审批准予在许可范围内从事活动。

单位名称
吉林大学第一医院

统一社会信用代码
2100000412750472

地址
吉林省长春市朝阳区新城大街15号

法定代表人
姓名
刘伟

姓名
刘伟

性别
男

出生日期
1978.12.22

身份证号
38782222

职务
院长

学历
本科

专业
医学

职称
主任医师

执业类别
放射医学

执业范围
放射医学

执业地点
吉林省长春市朝阳区新城大街15号

执业时间
2018年04月

发证机关
吉林省生态环境厅

发证日期
2018年04月

有效期
2027年04月

备注
(盖章)

1/44

附件 3 辐射安全许可证（3）



根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审批准予在下列种类放射源和射线装置从事活动。

单位名称 晋林小学第一食堂				
统一社会信用代码 12100000417550472				
地址 晋林省长寿市峨边县新镇大街1号				
法定代表人	姓名	性别	身份证号	负责人
峨边县妇幼保健院	1 号设备 1	晋林省长寿市峨边县新镇大街1号1-2楼放射科	83782222	负责人
	2 号设备 2	晋林省长寿市峨边县新镇大街1号1-2楼放射科		负责人
	3 号设备 3	晋林省长寿市峨边县新镇大街1号1-2楼放射科		负责人
	4 号设备 4	晋林省长寿市峨边县新镇大街1号1-2楼放射科		负责人
	5 号设备 5	晋林省长寿市峨边县新镇大街1号1-2楼放射科		负责人
	6 号设备 6	晋林省长寿市峨边县新镇大街1号1-2楼放射科		负责人
	7 号设备 7	晋林省长寿市峨边县新镇大街1号1-2楼放射科		负责人
	8 号设备 8	晋林省长寿市峨边县新镇大街1号1-2楼放射科		负责人
	9 号设备 9	晋林省长寿市峨边县新镇大街1号1-2楼放射科		负责人
	10 号设备 10	晋林省长寿市峨边县新镇大街1号1-2楼放射科		负责人

注册编号	2027 4 15 晋林省长寿市峨边县新镇大街1号1-2楼放射科	有效期	2028 年 04 月 15 日
发证机关	峨边县卫生健康局		
发证日期	2028 年 04 月 15 日		

2/44



根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审批准予在下列种类放射源和射线装置从事活动。

单位名称 晋林小学第一食堂				
统一社会信用代码 12100000417550472				
地址 晋林省长寿市峨边县新镇大街1号				
法定代表人	姓名	性别	身份证号	负责人
峨边县妇幼保健院	1 号设备 1	晋林省长寿市峨边县新镇大街1号1-2楼放射科	83782222	负责人
	2 号设备 2	晋林省长寿市峨边县新镇大街1号1-2楼放射科		负责人
	3 号设备 3	晋林省长寿市峨边县新镇大街1号1-2楼放射科		负责人
	4 号设备 4	晋林省长寿市峨边县新镇大街1号1-2楼放射科		负责人
	5 号设备 5	晋林省长寿市峨边县新镇大街1号1-2楼放射科		负责人
	6 号设备 6	晋林省长寿市峨边县新镇大街1号1-2楼放射科		负责人
	7 号设备 7	晋林省长寿市峨边县新镇大街1号1-2楼放射科		负责人
	8 号设备 8	晋林省长寿市峨边县新镇大街1号1-2楼放射科		负责人
	9 号设备 9	晋林省长寿市峨边县新镇大街1号1-2楼放射科		负责人
	10 号设备 10	晋林省长寿市峨边县新镇大街1号1-2楼放射科		负责人

注册编号	2027 4 15 晋林省长寿市峨边县新镇大街1号1-2楼放射科	有效期	2028 年 04 月 15 日
发证机关	峨边县卫生健康局		
发证日期	2028 年 04 月 15 日		

2/44

附件 3 辐射安全许可证（4）



根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予行政许可，颁发辐射安全许可证。

单位名称	吉林大学第一医院			
统一社会信用代码	121000004127550472			
地址	吉林省长春市朝阳区南湖大街1号			
法定代表人	姓名	职称	联系方式	负责人
辐射安全许可	王树强	主任医师	13943121212	王树强
	王树强	主任医师	13943121212	王树强
	王树强	主任医师	13943121212	王树强
	王树强	主任医师	13943121212	王树强
	王树强	主任医师	13943121212	王树强
	王树强	主任医师	13943121212	王树强
	王树强	主任医师	13943121212	王树强
	王树强	主任医师	13943121212	王树强
	王树强	主任医师	13943121212	王树强
	王树强	主任医师	13943121212	王树强
	王树强	主任医师	13943121212	王树强
	王树强	主任医师	13943121212	王树强

证书编号	吉环辐证[2020]000001			
有效期	2020年12月31日			
发证机关	吉林省生态环境厅			
发证日期	2020年12月31日			



根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予行政许可，颁发辐射安全许可证。

单位名称	吉林大学第一医院			
统一社会信用代码	121000004127550472			
地址	吉林省长春市朝阳区南湖大街1号			
法定代表人	姓名	职称	联系方式	负责人
辐射安全许可	王树强	主任医师	13943121212	王树强
	王树强	主任医师	13943121212	王树强
	王树强	主任医师	13943121212	王树强
	王树强	主任医师	13943121212	王树强
	王树强	主任医师	13943121212	王树强
	王树强	主任医师	13943121212	王树强
	王树强	主任医师	13943121212	王树强
	王树强	主任医师	13943121212	王树强
	王树强	主任医师	13943121212	王树强
	王树强	主任医师	13943121212	王树强
	王树强	主任医师	13943121212	王树强
	王树强	主任医师	13943121212	王树强

证书编号	吉环辐证[2020]000001			
有效期	2020年12月31日			
发证机关	吉林省生态环境厅			
发证日期	2020年12月31日			

附件 3 辐射安全许可证（5）



根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可范围内从事辐射工作。

单位名称	吉林大学第一医院			
统一社会信用代码	121000004171550472			
地 址	吉林省长春市朝阳区南湖社区南湖大街1号			
法定代表人	姓 名	职 称	联系方式	负责人
辐射安全许可证	3 号位 1	吉林省长春市朝阳区南湖社区南湖大街1号1211	18782222	负责人
	4 号位 2	吉林省长春市朝阳区南湖社区南湖大街1号1211	18782222	负责人
	5 号位 3	吉林省长春市朝阳区南湖社区南湖大街1号1211	18782222	负责人
	6 号位 4	吉林省长春市朝阳区南湖社区南湖大街1号1211	18782222	负责人
	7 号位 5	吉林省长春市朝阳区南湖社区南湖大街1号1211	18782222	负责人
	8 号位 6	吉林省长春市朝阳区南湖社区南湖大街1号1211	18782222	负责人
	9 号位 7	吉林省长春市朝阳区南湖社区南湖大街1号1211	18782222	负责人
	10 号位 8	吉林省长春市朝阳区南湖社区南湖大街1号1211	18782222	负责人
	11 号位 9	吉林省长春市朝阳区南湖社区南湖大街1号1211	18782222	负责人
	12 号位 10	吉林省长春市朝阳区南湖社区南湖大街1号1211	18782222	负责人
	13 号位 11	吉林省长春市朝阳区南湖社区南湖大街1号1211	18782222	负责人
	14 号位 12	吉林省长春市朝阳区南湖社区南湖大街1号1211	18782222	负责人
	15 号位 13	吉林省长春市朝阳区南湖社区南湖大街1号1211	18782222	负责人
	16 号位 14	吉林省长春市朝阳区南湖社区南湖大街1号1211	18782222	负责人
	17 号位 15	吉林省长春市朝阳区南湖社区南湖大街1号1211	18782222	负责人
证书编号	吉辐射证0000011			
有效期满	2027年12月31日			
发证机关	吉林省生态环境厅			
发证日期	2026年04月17日			

8 / 14

(盖章)



根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可范围内从事辐射工作。

单位名称	吉林大学第一医院			
统一社会信用代码	121000004171550472			
地 址	吉林省长春市朝阳区南湖社区南湖大街1号			
法定代表人	姓 名	职 称	联系方式	负责人
辐射安全许可证	3 号位 1	吉林省长春市朝阳区南湖社区南湖大街1号1211	18782222	负责人
	4 号位 2	吉林省长春市朝阳区南湖社区南湖大街1号1211	18782222	负责人
	5 号位 3	吉林省长春市朝阳区南湖社区南湖大街1号1211	18782222	负责人
	6 号位 4	吉林省长春市朝阳区南湖社区南湖大街1号1211	18782222	负责人
	7 号位 5	吉林省长春市朝阳区南湖社区南湖大街1号1211	18782222	负责人
	8 号位 6	吉林省长春市朝阳区南湖社区南湖大街1号1211	18782222	负责人
	9 号位 7	吉林省长春市朝阳区南湖社区南湖大街1号1211	18782222	负责人
	10 号位 8	吉林省长春市朝阳区南湖社区南湖大街1号1211	18782222	负责人
	11 号位 9	吉林省长春市朝阳区南湖社区南湖大街1号1211	18782222	负责人
	12 号位 10	吉林省长春市朝阳区南湖社区南湖大街1号1211	18782222	负责人
	13 号位 11	吉林省长春市朝阳区南湖社区南湖大街1号1211	18782222	负责人
	14 号位 12	吉林省长春市朝阳区南湖社区南湖大街1号1211	18782222	负责人
	15 号位 13	吉林省长春市朝阳区南湖社区南湖大街1号1211	18782222	负责人
	16 号位 14	吉林省长春市朝阳区南湖社区南湖大街1号1211	18782222	负责人
	17 号位 15	吉林省长春市朝阳区南湖社区南湖大街1号1211	18782222	负责人
证书编号	吉辐射证0000011			
有效期满	2027年12月31日			
发证机关	吉林省生态环境厅			
发证日期	2026年04月17日			

8 / 14

(盖章)

附件3 辐射安全许可证(6)



根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定,应当遵循下述几种类型范围开展监测。

[illegible]

39 / 44



他指「中华人民共和国放射性污染防治法」和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经与查核于在许可种类和范围内从事活动。

[illegible]

10/2/01

附件 3 辐射安全许可证（7）



根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审批准予许可可辐射工作单位从事活动。

单位名称	吉林大学第一医院			
统一社会信用代码	12100004127550472			
地 址	吉林省长春市朝阳区新民大街1号			
法定代表人	姓 名	职 称	联系方式	18782222
辐射工作单位	王 强	院长	法定代表人	王 强
	王 强	院长	法定代表人	王 强
	王 强	院长	法定代表人	王 强
	王 强	院长	法定代表人	王 强
	王 强	院长	法定代表人	王 强
	王 强	院长	法定代表人	王 强
	王 强	院长	法定代表人	王 强
	王 强	院长	法定代表人	王 强
	王 强	院长	法定代表人	王 强
	王 强	院长	法定代表人	王 强
	王 强	院长	法定代表人	王 强
	王 强	院长	法定代表人	王 强
	王 强	院长	法定代表人	王 强
	王 强	院长	法定代表人	王 强
	王 强	院长	法定代表人	王 强
证书编号	吉核证字第001001号			
有效期至	2027年04月01日			
发证机关	吉林省生态环境厅			
发证日期	2026年04月01日			

12 / 18



根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审批准予许可可辐射工作单位从事活动。

单位名称	吉林大学第一医院			
统一社会信用代码	12100004127550472			
地 址	吉林省长春市朝阳区新民大街1号			
法定代表人	姓 名	职 称	联系方式	18782222
辐射工作单位	王 强	院长	法定代表人	王 强
	王 强	院长	法定代表人	王 强
	王 强	院长	法定代表人	王 强
	王 强	院长	法定代表人	王 强
	王 强	院长	法定代表人	王 强
	王 强	院长	法定代表人	王 强
	王 强	院长	法定代表人	王 强
	王 强	院长	法定代表人	王 强
	王 强	院长	法定代表人	王 强
	王 强	院长	法定代表人	王 强
	王 强	院长	法定代表人	王 强
	王 强	院长	法定代表人	王 强
	王 强	院长	法定代表人	王 强
	王 强	院长	法定代表人	王 强
	王 强	院长	法定代表人	王 强
证书编号	吉核证字第001001号			
有效期至	2027年04月01日			
发证机关	吉林省生态环境厅			
发证日期	2026年04月01日			

12 / 18

附件 3 辐射安全许可证（8）

(二) 非密封放射性物质

证书编号：吉环辐证[00101]

序号	活动种类和范围								备注		
	辐射活动场所名称	场所等级	核素	物理状态	活动种类	用途	日最大操作量 (贝可)	日等效最大操作量 (贝可)	年最大用量 (贝可)	申请单位	监管部门
1	3 号楼 3 层急诊区介入导管室	乙级	Tc-99m	液态	使用	放射性药物诊断	3E+8	3E+5	1.5E+10		
2			Y-90 微球注射液 (抗癌药)	液态	使用	放射性药物治疗	4.2E+9	4.2E+7	2.1E+11		
3	核素生产场所	乙级	Ge-68(Ga-68)	固态	使用	放射性药物生产	1.85E+9	1.85E+6	3.85E+10		
4	核素诊断场所	乙级	Y-90 微球注射液 (抗癌药)	液态	使用	放射性药物治疗	6E+9	6E+7	4.5E+11		
5			Ra-223	液态	使用	放射性药物治疗	3.7E+7	3.7E+8	1.85E+9		

16 / 44

(二) 非密封放射性物质

证书编号：吉环辐证[00101]

序号	活动种类和范围								备注		
	辐射活动场所名称	场所等级	核素	物理状态	活动种类	用途	日最大操作量 (贝可)	日等效最大操作量 (贝可)	年最大用量 (贝可)	申请单位	监管部门
						疗					
6			Cu-64	液态	使用	放射性 药物诊 断	1.85E+9	1.85E+7	3.85E+10		
7			Ga-68	液态	使用	放射性 药物诊 断	1.85E+9	1.85E+7	3.85E+10		
8			N-13	液态	使用	放射性 药物诊 断	3.7E+9	3.7E+7	3.7E+11		
9			I-123	液态	使用	放射性 药物诊 断	3.7E+8	3.7E+6	3.7E+10		
10			Cu-61	液态	使用	放射性 药物诊 断	3.7E+8	3.7E+6	3.7E+10		
11			I-124	液态	使用	放射性 药物诊 断	3.7E+8	3.7E+7	3.7E+10		
12			I-	固态	使用	放射性	5.18E+9	5.18E+6	2.59E+11		

17 / 44

注：辐射安全许可证“（一）放射源”内容不涉及本项目，因此未附。

附件 3 辐射安全许可证（9）



(二) 非密封放射性物质

证书编号：吉环辐证[00101]

序号	活动种类和范围				备注						
	辐射活动 场所名称	场所等级	核素	物理状态	活动种类	用途	日最大操作量 (贝可)	日等效最大操作量 (贝可)	年最大用量 (贝可)	申请 单位	监管 部门
			I-125(粒 子源)			药物治 疗					
13			Se-44	液态	使用	放射性 药物诊 断	6E+8	6E+6	6E+10		
14			Lu-177	液态	使用	放射性 药物治 疗	5.55E+9	5.55E+8	2.78E+11		
15			C-11	液态	使用	放射性 药物诊 断	1.85E+9	1.85E+7	4.63E+11		
16			I-131	液态	使用	放射性 药物诊 断	2E+6	2E+5	6E+7		
17			Sr-89	液态	使用	放射性 药物治 疗	1.48E+8	1.48E+7	3.7E+10		
18			P-32	液态	使用	放射性 药物治 疗	1.85E+9	1.85E+8	2.22E+9		

18 / 44



(二) 非密封放射性物质

证书编号：吉环辐证[00101]

序号	活动种类和范围				备注						
	辐射活动 场所名称	场所等级	核素	物理状态	活动种类	用途	日最大操作量 (贝可)	日等效最大操作量 (贝可)	年最大用量 (贝可)	申请 单位	监管 部门
19			F-18	液态	使用	放射性 药物诊 断	2.11E+10	2.11E+7	6.33E+12		
20			Tc- 99m	液态	使用	放射性 药物诊 断	3.7E+10	3.7E+7	9.25E+12		
21			Tl-45	液态	使用	放射性 药物诊 断	3.7E+8	3.7E+6	3.7E+10		
22			Zr-89	液态	使用	放射性 药物诊 断	9E+8	9E+7	3.85E+10		
23			Ac-225	液态	使用	放射性 药物治 疗	3.7E+7	3.7E+8	3.7E+9		
24			O-15	液态	使用	放射性 药物诊 断	3.7E+9	3.7E+7	3.7E+11		
25			Sc-43	液态	使用	放射性 药物治 疗	6E+8	6E+6	6E+10		

19 / 44

附件 3 辐射安全许可证（10）



(二) 非密封放射性物质

证书编号：吉环辐证[00101]

序号	活动种类和范围					备注					
	辐射活动场所名称	场所等级	核素	物理状态	活动种类	用途	日最大操作量 (贝可)	日等效最大操作量 (贝可)	年最大用量 (贝可)	申请 单位	监管 部门
26	核素治疗场所	乙级	I-131	液态	使用	放射性 药物治 疗	3.7E+10	3.7E+9	3.7E+12		
27	手术七间 (DSA 机 房)	乙级	Tc-99m	液态	使用	放射性 药物诊 断	3E+8	3E+5	7.5E+9		
28			Y-90 微球注 射液 (抗癌 药)	液态	使用	放射性 药物治 疗	4.2E+9	4.2E+7	1.05E+11		

20 / 44



(三) 射线装置

证书编号：吉环辐证[00101]

序号	活动种类和范围				使用台数					备注		
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台 (套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数 (最大)	生产厂家	申请 单位	监管 部门
1	1号楼2 层儿科 ICU	医用诊断 X射线装置	Ⅲ类	使用	1	移动 DR	NeuVision 550M Plus	NV550MP- 180300CT	管电压 150 kV 管电流 500 mA	沈阳东软		
2	1号楼2 层小儿重 症监护室	医用诊断 X射线装置	Ⅲ类	使用	1	移动 DR	DRX Revolution	800869	管电压 150 kV 管电流 400 mA	锐珂公司		
3	2号楼-2 层 CT 定 位 1 室	放射治疗模 拟定位装置	Ⅲ类	使用	1	X 射线计算机 断层摄影设备	Brilliance CT Big Bore	76198	管电压 140 kV 管电流 500 mA	飞利浦医疗 系统（北京）有 限公司		
4	2号楼-2 层 CT 定 位 2 室	放射治疗模 拟定位装置	Ⅲ类	使用	1	CT 模拟定位 机	uCT610Si m	11CT140023	管电压 140 kV 管电流 667 mA	上海联影		
5	2号楼 1 层 CT1	医用 X 射 线计算机断 层扫描 (CT) 装 置	Ⅲ类	使用	1	CT	SOMATO M Pro.Pulse	173593	管电压 140 kV 管电流 825 mA	上海西门子 医疗器械有限 公司		
6	2号楼 1	医用 X 射	Ⅲ类	使用	1	螺旋 CT 室	NeuViz	N128170227	管电压 140	沈阳东软医		

21 / 44

注：辐射安全许可证“（三）射线装置”内容中不涉及本项目的未附。

附件 4 本项目辐射环境监测报告（1）


240721340090

正本



吉林华威辐射检测有限公司

检 测 报 告

报告编号：HWJC20252024

项目名称：吉林大学第一医院核医学科扩建回旋加速器辐射项目

委托单位：吉林大学第一医院

检测类别：委托检测

报告日期：2025 年 08 月 07 日

吉林华威辐射检测有限公司

检测业务专用章
检测专用章
2201021709907

吉林华威辐射检测有限公司
检测

附件 4 本项目辐射环境监测报告（2）

声 明

1. 报告无本单位检测业务专用章、骑缝章及  章无效。
2. 复制报告未重新加盖本单位检测业务专用章无效。
3. 报告涂改无效。
4. 自送样品的委托检测，其检测结果仅对来样负责。
5. 对不可复现的检测项目，结果仅对采样（或检测）所代表的时间和空间负责。
6. 对检测报告如有异议，请于收到报告之日起两个月内以书面形式向本公司提出，逾期不予受理。
7. 本单位保证检测的客观公正性，对委托单位的商业信息、技术文件、检测报告等商业秘密履行保密义务。

地 址：吉林省长春市万科新都会 S5-504 室

邮 编：130000

电 话：0431-80851705

E-mail: huaweijiance@163.com

附件 4 本项目辐射环境监测报告（3）

报告编号: HWJC20252024

第 1 页 共 5 页

检测 报 告

项目名称	吉林大学第一医院核医学科扩建回旋加速器辐射项目		
委托单位	吉林大学第一医院		
客户地址	长春市新民大街 1 号		
项目地址	医院 2 号楼地下二层核医学科核素生产场所北部		
检测类别	委托检测	检测方式	现场检测
委托日期	2025 年 08 月 06 日	检测日期	2025 年 08 月 06 日
检测所使用的主要仪器设备名称、型号规格及编号	1. 名称: 剂量仪; 型号: FN-800B; 编号: HWYQ-37。 2. 名称: α、β 表面污染测量仪; 型号: XH-3206; 编号: HWYQ-19。 3. 名称: 中子周围剂量当量仪; 型号: FH40G-X; 编号: HWYQ-22。		
检测方法所依据的技术文件名称及代号	《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021) 《表面污染测定 第一部分: β 发射体 (Eβmax>0.15MeV) 和 α 发射体》(GB/T14056.1-2008) 《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021) 《辐射防护仪器中子周围剂量当量(率)仪》(GB/T14318-2019)		
检测条件	/		
备注	本次在项目涉及区域共布设 15 个 γ 辐射空气吸收剂量率监测点位、8 个中子辐射剂量率监测点位和 6 个 β 表面污染监测点位。监测点位布设示意图见附图 2、附图 3、附图 4。		
编制人:	李贺	审核人:	王 强
签发人:	杨 中		
2025 年 8 月 7 日			

附件 4 本项目辐射环境监测报告（4）

报告编号：HWJC20252024

第 2 页 共 5 页

检 测 报 告

表 1 项目拟建区域 γ 辐射空气吸收剂量率

序号	点位描述	监测数值 (nGy/h)
1	医院 2 号楼北侧解放大路	65.6
2	医院 2 号楼北侧院区内	68.0
3	拟建回旋加速器 2 室西侧楼梯间	65.8
4	拟建回旋加速器 2 室西侧风机房	64.6
5	拟建回旋加速器 2 室西侧预留热室	79.6
6	拟建回旋加速器 2 室	80.3
7	拟建回旋加速器 2 室东侧预留机房	78.1
8	拟建回旋加速器 2 室南侧医护走廊	80.2
9	拟建回旋加速器 2 室南侧医护走廊	79.0
10	拟建回旋加速器 2 室南侧医护走廊	79.5
11	拟建回旋加速器 2 室南侧办公室	80.4
12	拟建回旋加速器 2 室南侧资料室	79.7
13	拟建回旋加速器 2 室南侧合成室	80.4
14	拟建回旋加速器 2 室南侧操作室	77.6
15	拟建回旋加速器 2 室棚顶停车场	80.2

注： γ 辐射空气吸收剂量率监测结果均已扣除宇宙射线响应值。

表 2 项目拟建区域中子辐射剂量率

序号	点位描述	数值 (nSv/h)
1	拟建回旋加速器 2 室西侧预留热室	<100
2	拟建回旋加速器 2 室	<100
3	拟建回旋加速器 2 室东侧预留机房	<100
4	拟建回旋加速器 2 室南侧医护走廊	<100
5	拟建回旋加速器 2 室南侧医护走廊	<100
6	拟建回旋加速器 2 室南侧办公室	<100
7	拟建回旋加速器 2 室南侧资料室	<100
8	拟建回旋加速器 2 室棚顶停车场	<100

注：中子周围剂量当量率仪最低检测下限为 100nSv/h；检测结果均包含本底。

附件 4 本项目辐射环境监测报告（5）

检 测 报 告

表 3 项目拟建区域β表面污染

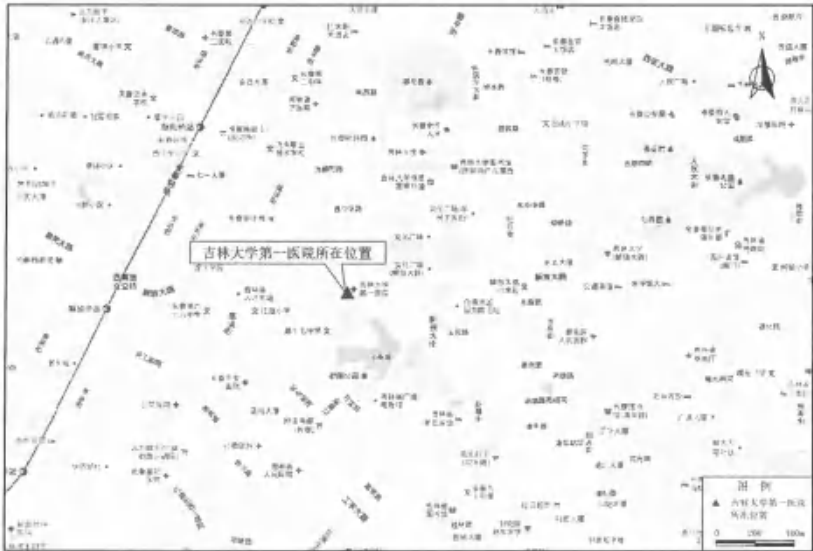
序号	点位描述	监测数值 (Bq/cm2)
1	拟建回旋加速器 2 室西侧预留热室	0.12
2	拟建回旋加速器 2 室	0.10
3	拟建回旋加速器 2 室南侧医护走廊	0.13
4	拟建回旋加速器 2 室南侧医护走廊	0.12
5	拟建回旋加速器 2 室南侧合成室	0.14
6	拟建回旋加速器 2 室南侧操作室	0.13

(本页以下空白)

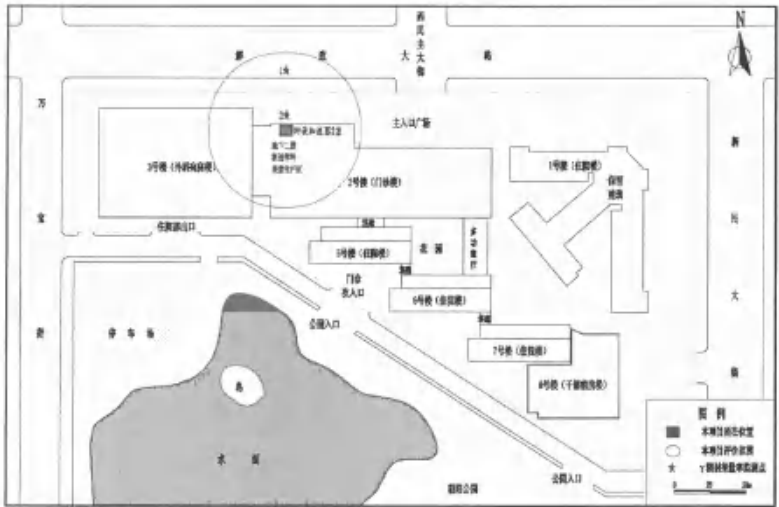
第 3 页 共 5 页

附件 4 本项目辐射环境监测报告（6）

检 测 报 告



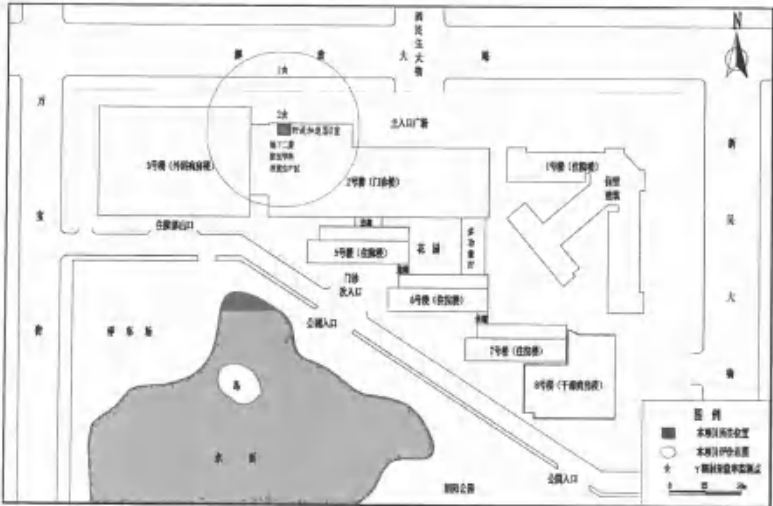
附图 1 地理位置图



附图 2 监测布点图一

附件 4 本项目辐射环境监测报告（7）

检 测 报 告



附图 3 监测布点图二



附图 4 监测布点图三

(以下空白)

附件 4 本项目辐射环境监测报告（8）

E00546404

NIMTT

中国测试技术研究院

National Institute of Measurement and Testing Technology

国家法定计量检定机构授权证书号: (国) 法计 (2022) 01002 号
Metrological Authorization Certificate No.

校准证书

Calibration Certificate

证书编号: 校准字第 202506102407 号
Certificate No.

防伪码
16122cee2023402a
985aeb3b2171828a
4c5015b6a50b453a
a0dc323cc62992a0

客户名称
Client Name

吉林华威辐射检测有限公司

联络信息
Contact Information

长春市

器具名称
InstrumentName

X-γ 辐射剂量率仪

型号 / 规格
Model

FN-800B

器具编号
Serial No.

3800B1

制造单位
Manufacturer

飞诺飞科技 (深圳) 有限公司

中国
证书 / 表

校准专用章

1010279939

批准人
Approved by

黄平

签发日期
Issue Date

2025 年 06 月 11 日
Year Month Day

地址: 中国·四川·成都玉双路 10 号
Address: No.10, Yushuang Road, Chengdu, Sichuan, China
邮编: 610021
Post Code
网址: www.nimtt.cn
Web

电话: 028-60828828
Telephone
传真: 028-84404149
Fax
邮箱: kfzx@nimtt.com
E-mail

第 1 页 共 3 页
Page of

附件 4 本项目辐射环境监测报告（9）

中国测试技术研究院校准证书		证书编号 校准字第 202506102407 号		
Calibration Certificate of NIMTT		Certificate No.		
接收日期 Receive Date	2025-06-09	校准日期 Calibrate Date	2025-06-11	
本次校准所依据的技术文件 Reference Documents for the Calibration				
JJG 393-2018 便携式 X、γ 辐射周围剂量当量（率）仪和监测仪				
本次校准所使用的社会公用计量标准 Measurement Standards for Public Service Used in the Calibration				
名称 Name	测量范围 Measuring Range	不确定度或准确度等级或 最大允许误差 Uncertainty or Accuracy Class or Maximum Permissible Error	证书编号 Certificate No.	有效期至 Due Date
X、γ 射线空气比释动能 （防护水平）标准装置	(1×10 ⁻⁸ ~1) Gy/h	U _{rel} =5.0% (k=2)	[1992]国社量标测 证字第 168 号	2028-05-21
校准地点及环境条件 Location and Environment Conditions				
地点： Location 四川省成都市成华区玉双路 10 号中国测试技术研究院第 1 实验楼附楼				
环境温度： Temperature 25.0 °C 湿度： Humidity 60 %RH 其它： Others 气压：95.3 kPa				
声明： Declaration 1. 本单位仅对加印“中国测试技术研究院校准专用章”的完整证书负责。 2. 校准结果仅对被校器具的本次校准有效。 3. 本次校准使用的标准器具均可溯源到中国国家计量基准。				
证书续页（v202101） Continued Page		第 2 页 共 3 页 Page of		

附件 4 本项目辐射环境监测报告（10）

中国测试技术研究院校准证书
Calibration Certificate of NIMTT

证书编号 校准字第 202506102407 号
Certificate No.

校准结果
Results of Calibration

一、校准条件：
(1) 用¹³⁷Cs-γ 辐射源确定由计量标准提供的量值与相应指示值之间关系；
(2) 被校准仪器按其校准方向置于辐射场中，且其参考点放置在检验点上；
(3) 此次校准时，本院未进行任何调试或维修。

二、校准结果：

$H^*(10)$ 约定值 (μSv/h)	指示值 (μSv/h)	相对误差 (%)	C_F (约定值/指示值)	备 注
4.84	4.69	-3.1	1.03(1±6%),k=2	/
44.1	41.6	-5.6	1.06(1±6%),k=2	/
77.8	70.8	-9.0	1.10(1±6%),k=2	/
245	208	-15	1.18(1±6%),k=2	/

备注：检定规程要求相对误差不超过-15 %~+22 %。

(以下空白)

说明
Remarks

核验员
Checked by

校准员
Calibrated by

证书续页 (v202101)
Continued Page

第 3 页 共 3 页
Page of

技术研究院
骑缝章

附件 4 本项目辐射环境监测报告（11）

中国计量科学研究院



检定证书

证书编号 DLjs2025-01213

送检单位 吉林华威辐射检测有限公司

计量器具名称 中子周围剂量当量仪

型号 / 规格 FH 40 G-L/FHT762

出厂编号 50333/10696

制造单位 Thermo

检定依据 JJG852-2019 中子周围剂量当量（率）仪

检定结论 合格



批准人

核验员

检定员

检定日期 2025 年 07 月 28 日

有效期至 2026 年 07 月 27 日

地址：北京北三环东路 18 号

电话：010-64525569/74

网址：<http://www.nim.ac.cn>

邮编：100029

传真：010-64271948

电子邮箱：kchufuwu@nim.ac.cn

附件 4 本项目辐射环境监测报告（12）

中国计量科学研究院



证书编号 DLjs2025-01213

中国计量科学研究院（NIM）是国家最高的计量科学研究中心和国家级法定计量技术机构。1999 年授权签署了国际计量委员会（CIPM）《国家计量基(标)准和国家计量院签发的校准与测量证书互认协议》（CIPM MRA）。质量管理体系符合 ISO/IEC17025 标准，通过中国合格评定国家认可委员会（CNAS）和亚太计量规划组织（APMP）联合评审的校准和测量能力（CMCs）在国际计量局（BIPM）关键比对数据库中公布。2020 年，NIM 和 CNAS 就认可领域的技术评价活动签署了谅解备忘录，承认 NIM 的计量支撑作用和出具的校准/检测结果的溯源效力。

检定环境条件及地点：
温度：22 ℃ 地点：和-10-后钴源室
湿度：29 % RH 其它：/

检定使用的计量基（标）准装置（含标准物质）

名称	测量范围	不确定度/ 准确度等级	证书编号	证书有效期至 (YYYY-MM-DD)
中子剂量当量率标准装置	中子注量率 φ : (2~395.7) $\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$	U=5% (k=2)	[2000] 国量标计证字第 020 号	2026-03-30

附件 4 本项目辐射环境监测报告（13）

中国计量科学研究院



证书编号 DLjs2025-01213

检定结果

一、检定方法

将仪器置于采用 Am-Be 中子源的参考辐射场中。有效测量点为探测器几何中心，中子从探测器侧面入射。测量采用半经验法，并用简化拟合法复核。中子注量-中子周围剂量当量转换系数为 $391\text{pSv}\cdot\text{cm}^2$ ，不确定度为 4%（见 ISO8529-1：2000 表 1）。

二、检定结果

中子周围剂量当量率测量结果相对固有误差：-6.1%；

中子周围剂量当量率响应因子：0.942；

中子周围剂量当量率校准因子：1.061；

中子周围剂量当量率校准因子不确定度：4.4%（ $k=1$ ）。

仪器重复性：1.0%。

三、检定结果说明

仪器响应因子等于测量值除以参考值，校准因子为响应因子的倒数。

检定响应因子采用的中子周围剂量当量率：(22.09~353.5) $\mu\text{Sv/h}$ ；

检定重复性的中子周围剂量当量率：9.02 $\mu\text{Sv/h}$ 。

-----以下空白-----

声明：

1. 我院仅对加盖“中国计量科学研究院检定专用章”的完整证书负责。
2. 本证书的检定结果仅对本次所检定的计量器具有效。

附件 4 本项目辐射环境监测报告（14）

A 00325257

编号: F-00d.

NIMTT

中国测试技术研究院

National Institute of Measurement and Testing Technology

国家法定计量检定机构授权证书号: (国) 法计 (2022) 01002 号
Metrological Authorization Certificate No.

检 定 证 书

Verification Certificate

证书编号: 检定字第 202507082647 号
Certificate No.

防伪码
df5663758ce4c82
bf3bf362512260c3
b10f61e448c94a51
baaa4c944f0d3044

送 检 单 位
Applicant

吉林华威辐射检测有限公司

计 量 器 具 名 称
Instrument Name

α 、 β 表面污染测量仪

型 号 / 规 格
Model

XH-3206

出 厂 编 号
Serial No.

20131101

制 造 单 位
Manufacturer

西核实业

检 定 依 据
Verification Regulation

JJG 478-2016

检 定 结 论
Conclusion

合 格



批准人
Approved by

黄平

扫码验真
1010039340

核 验 员
Checked by

但玉娟

检定日期
Verification Date

2025 年 07 月 18 日
Year Month Day

有效期至
DueDate

2026 年 07 月 17 日
Year Month Day

检定员
Verified by

于英

地址: 中国·四川·成都玉双路 10 号
Address: No.10, Yushuang Road, Chengdu, Sichuan, China
邮编: 610021
Post Code
网址: www.nimtt.cn
Web

电话: 028-60828828
Telephone
传真: 028-84404149
Fax
邮箱: kfzx@nimtt.com
E-mail

第 1 页 共 3 页
Page of

中国测试技术研究院检定证书		证书编号 检定字第 202507082647 号	
Verification Certificate of NIMTT		Certificate No.	
本次检定所使用的社会公用计量标准 Measurement Standard for Public Service Used in The Verification			
名 称 Name	测量范围 Measuring Range	不确定度或准确度等级或 最大允许误差 Uncertainty or Accuracy Class or Maximum Permissible Error	证书编号 Certificate No.
			有效期至 Due Date
α、β 表面污染仪检定 装置	α: (10 ² ~10 ⁵) / (min·2πsr) β: (10 ³ ~10 ⁶) / (min·2πsr)	U ₉₅ =3.5% (k=2)	[2007]国社量标测 证字第 184 号
			2028-04-22
检定地点及环境条件 Location and Environment Conditions			
地点: Location	四川省成都市玉双路 10 号中国测试技术研究院第二实验楼。		
环境温度: Temperature	20 ℃	湿度: Humidity	55 %RH
		其它: Others	/
声明: Declaration 1. 本单位仅对加盖“中国测试技术研究院计量检定专用章”的完整证书负责。 2. 检定结论仅对被检器具的本次检定有效。 3. 本次检定使用的社会公用计量标准均可溯源到中国国家计量基准。			
证书续页 (v202101)		第 2 页 共 3 页	
Continued Page		Page of	

附件 4 本项目辐射环境监测报告（16）

中国测试技术研究院检定证书
Verification Certificate of NIMTT

证书编号 检定字第 202507082647 号
Certificate No.

检 定 结 果

Results of Verification

一、检定条件:

标准源名称	α 标准平面源	β 标准平面源
核素	^{241}Am	^{36}Cl
放射源有效面积(cm^2)	19.6	150
探测器窗栅距源表面距离(mm)	5	10

二、检定结果:

粒子种类	α	β
本底计数率 $B (\text{s}^{-1})$	0	0.8
表面发射率响应 R	0.39	0.27
相对固有误差 $E(\%)$	-3.4	-4.9
重复性 $\nu(\%)$	2.3	1.5

三、表面发射率响应计算公式:

$$R = \frac{(\bar{N} - N_b)}{q}$$

式中:

R ——被检仪器的表面发射率响应, 无量纲;

$\bar{N}$ ——被检仪器对标准源的读数平均值, s^{-1} ;

N_b ——被检仪器的本底计数率, s^{-1} ;

q ——标准源于探测器窗对应面积上的表面发射率, s^{-1} 。

(以下空白)

附件 5 本项目土样检测报告（1）



项目编号: FH2024259



检 测 报 告

委托单位: 吉林大学第一医院
检测项目: 土壤中 ^{18}F 、 ^{90}Y 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 测定
检测类型: 委托检测
检测日期: 2025 年 3 月 14 日

吉林省安全生产检测检验股份有限公司



附件 5 本项目土样检测报告（2）





检验检测机构 资质认定证书

证书编号：220720130048

名称：吉林省安全生产检测检验股份有限公司

地址：吉林省长春市高新开发区卓越东街888号

经审查，你机构已具备国家有关法律、行政法规规定的基本条件和能力，现予批准，可以向社会出具具有证明作用的数据和结果，特发此证。资质认定包括检验检测机构计量认证。

检验检测能力及授权签字人见证书附表。

你机构对外出具检验检测报告或证书的法律责任由吉林省安全生产检测检验股份有限公司 承担。

许可使用标志



220720130048

发证日期：2022年12月02日

有效期至：2028年12月01日

发证机关：吉林省市场监督管理局

本证书由国家认证认可监督管理委员会监制，在中华人民共和国境内有效。

附件 5 本项目土样检测报告（3）

声 明

1. 本报告依据国家有关法律法规、标准、协议和技术文件进行编制，本检测报告只对来样或采样检测结果负责；
2. 本报告无报告编制人、审核人、授权签字人签名无效；对检测报告涂改、增删及未加盖检测单位印章无效；
3. 检测报告上的检测结果和检测单位名称，未经检测单位同意不得用于标签、广告、评优及商业宣传等；
4. 未经检测单位批准，本检测报告不得部分复制；
5. 委托单位对本报告有异议者，请于收到报告之日起十五日内以书面形式向本检测单位提出，逾期不予受理。

单位名称：吉林省安全生产检测检验股份有限公司

单位地址：长春市高新开发区卓越东街888号

邮政编码：130000

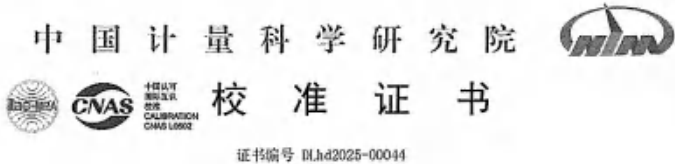
电 话：0431-88029770 88029771 880297

附件 5 本项目土样检测报告（5）



项目编号: FH2024259

附件 1 高纯锗 γ 谱仪校准证书



客户名称 吉林省安全生产检测检验股份有限公司

器具名称 高纯锗 γ 谱仪

型号/规格 GEM40-76

出厂编号 57-P43087A

生产厂商 ORTEC

联络信息 长春市高新开发区卓越东街 888 号

校准日期 2025 年 01 月 02 日

接收日期 2025 年 01 月 02 日

批准人: 蔡明



发布日期: 2025 年 01 月 22 日

地址: 北京北三环东路 18 号
电话: 010-64525569/74
网址: <http://www.nim.ac.cn>

邮编: 100029
传真: 010-64271948
电子邮箱: kehufuwu@nim.ac.cn

2019-jz-R0520

第1页共3页

附件 5 本项目土样检测报告（6）



项目编号: FH2024259

中国计量科学研究院



证书编号 DLbd2025-00044

中国计量科学研究院（NIM）是国家最高的计量科学研究中心和国家法定计量技术机构。1999 年授权签署了国际计量委员会（CIPM）《国家计量基（标）准和国家计量院签发的校准与测量证书互认协议》（CIPM MRA）。质量管理体系符合 ISO/IEC17025 标准，通过中国合格评定国家认可委员会（CNAS）和亚太计量规划组织（APMP）联合评审的校准和测量能力（CMCs）在国际计量局（BIPM）关键比对数据库中公布。2020 年，NIM 和 CNAS 就认可领域的技术评价活动签署了谅解备忘录，承认 NIM 的计量支撑作用和出具的校准/检测结果的溯源效力。校准结果不确定度的评估和表述均符合 JJF1059 系列标准的要求。

校准所依据/参照的技术文件（代号、名称）

参照 JJF 1850-2020 锕 γ 射线谱仪校准规范

校准环境条件及地点:

温度: 20.4 °C 地点: 长春市高新区卓越东街 888 号

湿度: 40 % RH 其它: /

校准使用的计量基（标）准装置（含标准物质）/主要仪器

名称	测量范围	不确定度/准确度等级	证书编号	证书有效期至 (YYYY-MM-DD)
γ 能谱活度标准装置	能量: (3~3000) keV; 活度: (1~3.7×10 ⁵) Bq	$U_{95}=0.8\%-6.5\%$ (k=2)	[1988]国量标计 证字第 027 号	2026-03-02

2019-jz-R0520

第2页共3页

吉林省安全生产检测检验股份有限公司

第 3 页 共 4 页

附件 5 本项目土样检测报告（7）



吉林安检

项目编号: FH2024259

中国计量科学研究院



证书编号 DLHd2025-00044

校准结果

1、能量分辨率: 1.90 keV (对 Co-60 的 1332.5 keV 能峰)。

2、相对探测效率: 63.5%。

3、效率 (点源距高探头中心 25 cm 处):

全能峰能量 (keV)	全能峰效率	相对扩展不确定度 (k=2)
59.54	1.10E-03	3.2%
80.99	2.39E-03	3.5%
121.78	2.97E-03	3.2%
244.69	2.41E-03	3.3%
344.27	1.94E-03	3.2%
443.96	1.61E-03	3.7%
661.66	1.20E-03	3.1%
778.90	1.07E-03	3.3%
964.08	9.55E-04	3.3%
1112.08	8.40E-04	3.3%
1173.23	8.24E-04	3.1%
1332.49	7.62E-04	3.1%
1408.01	7.23E-04	3.2%

下次送校请携带此证书复印件。
-----以下空白-----

声明:

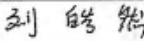
1. 我院仅对加盖“中国计量科学研究院校准专用章”的完整证书负责。

2. 本证书的校准结果仅对本次所校准的计量器具有效。

校准员:



核验员:



2019-jz-R0520

第3页共3页

吉林省安全生产检测检验股份有限公司

第 4 页 共 4 页

附件 6 本项目水样检测报告（1）



项目编号: FH2024260



检 测 报 告

委托单位: 吉林大学第一医院

检测项目: 水中 ^{18}F 、 ^{90}Y 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 测定以及水中总 α 和总 β 放射性分析

检测类型: 委托检测

检测日期: 2025 年 3 月 14 日

吉林省安全生产检测检验股份有限公司



附件 6 本项目水样检测报告（2）





检验检测机构 资质认定证书

证书编号：220720130048

名称：吉林省安全生产检测检验股份有限公司

地址：吉林省长春市高新开发区卓越东街888号

经审查，你机构已具备国家有关法律、行政法规规定的基本条件和能力，现予批准，可以向社会出具具有证明作用的数据和结果，特发此证。资质认定包括检验检测机构计量认证。

检验检测能力及授权签字人见证书附表。

你机构对外出具检验检测报告或证书的法律责任由吉林省安全生产检测检验股份有限公司 承担。

许可使用标志


220720130048

发证日期：2022年12月02日

有效期至：2028年12月01日

发证机关：吉林省市场监督管理局

本证书由国家认证认可监督管理委员会监制，在中华人民共和国境内有效。

附件 6 本项目水样检测报告（3）

声 明

1. 本报告依据国家有关法律法规、标准、协议和技术文件进行编制，本检测报告只对来样或采样检测结果负责；
2. 本报告无报告编制人、审核人、授权签字人签名无效；对检测报告涂改、增删及未加盖检测单位印章无效；
3. 检测报告上的检测结果和检测单位名称，未经检测单位同意不得用于标签、广告、评优及商业宣传等；
4. 未经检测单位批准，本检测报告不得部分复制；
5. 委托单位对本报告有异议者，请于收到报告之日起十五日内以书面形式向本检测单位提出，逾期不予受理。

单位名称：吉林省安全生产检测检验股份有限公司

单位地址：长春市高新开发区卓越东街888号

邮政编码：130000

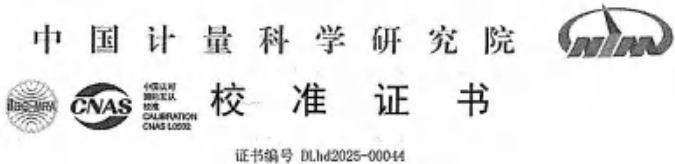
电 话：0431-88029770 88029771 880297

附件 6 本项目水样检测报告（6）



项目编号: FH2024260

附件 1 高纯锗 γ 谱仪校准证书



客户名称 吉林省安全生产检测检验股份有限公司
器具名称 高纯锗 γ 谱仪
型号/规格 GEM40-76
出厂编号 S7-P43087A
生产厂商 ORTEC
联络信息 长春市高新开发区卓越东街 888 号
校准日期 2025 年 01 月 02 日
接收日期 2025 年 01 月 02 日

批准人: 蔡明



发布日期: 2025 年 01 月 22 日

地址: 北京北三环东路 18 号
电话: 010-64525569/74
网址: <http://www.nim.ac.cn>

邮编: 100029
传真: 010-64271948
电子邮箱: kehufuwu@nim.ac.cn

2019-jz-R0520

第 1 页共 3 页

附件 6 本项目水样检测报告（7）



项目编号: FH2024260

中国计量科学研究院



证书编号 DLhd2025-00044

中国计量科学研究院（NIM）是国家最高的计量科学研究中心和国家法定计量技术机构。1999 年授权签署了国际计量委员会（CIPM）《国家计量基（标）准和国家计量院签发的校准与测量证书互认协议》（CIPM MRA）。质量管理体系符合 ISO/IEC 17025 标准，通过中国合格评定国家认可委员会（CNAS）和亚太计量规划组织（APMP）联合评审的校准和测量能力（CMCs）在国际计量局（BIPM）关键比对数据库中公布。2020 年，NIM 和 CNAS 就认可领域的技术评价活动签署了谅解备忘录，承认 NIM 的计量支撑作用和出具的校准/检测结果的溯源效力。校准结果不确定度的评估和表述均符合 JJF1059 系列标准的要求。

校准所依据/参照的技术文件（代号、名称）
参照 JJF 1850-2020 锗 γ 射线谱仪校准规范

校准环境条件及地点：
温度：20.4 °C 地点：长春市高新区卓越东街 888 号
湿度：40 % RH 其它：/

校准使用的计量基（标）准装置（含标准物质）/主要仪器

名称	测量范围	不确定度/ 准确度等级	证书编号	证书有效期至 (YYYY-MM-DD)
γ 能谱活度标准装置	能量： (3~3000) keV； 活度： (1~3.7×10 ⁵)Bq	$U_{95}=0.8\%-6.5\%$ ($k=2$)	[1988]国家标计 证字第 027 号	2026-03-02

2019-jz-R0520

第2页共3页

附件 6 本项目水样检测报告（8）



项目编号: FH2024260

中国计量科学研究院



证书编号 DLHd2025-00044

校准结果

1、能量分辨率: 1.90 keV (对 Co-60 的 1332.5 keV 能峰)。

2、相对探测效率: 63.5%。

3、效率 (点源距离探头中心 25 cm 处):

全能峰能量 (keV)	全能峰效率	相对扩展不确定度 (k=2)
59.54	1.10E-03	3.2%
80.99	2.39E-03	3.5%
121.78	2.97E-03	3.2%
244.69	2.41E-03	3.3%
344.27	1.94E-03	3.2%
443.96	1.61E-03	3.7%
661.66	1.20E-03	3.1%
778.90	1.07E-03	3.3%
964.08	9.55E-04	3.3%
1112.08	8.40E-04	3.3%
1173.23	8.24E-04	3.1%
1332.49	7.62E-04	3.1%
1408.01	7.23E-04	3.2%

下次送校请携带此证书复印件。

-----以下空白-----

声明:

1. 我院仅对加盖“中国计量科学研究院校准专用章”的完整证书负责。

2. 本证书的校准结果仅对本次所校准的计量器具有效。

校准员: 张明

核验员: 刘皓然

2019-jp-R0520

第3页共3页

吉林省安全生产检测检验股份有限公司

第 5 页 共 8 页

附件 6 本项目水样检测报告（9）



项目编号: FH2024260

附件 2 二路低本底 α β 测量仪检定证书

中国计量科学研究院



检定证书

证书编号 DLhd2024-05214

送检单位

吉林省安全生产检测检验股份有限公司

计量器具名称

低本底 α 、 β 测量仪

型号 / 规格

LB-2

出厂编号

210

制造单位

北京高能科迪科技有限公司

检定依据

JJG 853-2013 低本底 α 、 β 测量仪

检定结论

合格

批准人

梁明

核验员

刘皓然

检定员

张明

检定日期

2024 年 08 月 02 日

有效期至

2026 年 08 月 01 日

地址: 北京北三环东路 18 号

邮编: 100029

电话: 010-64525569/74

传真: 010-64271948

网址: <http://www.nim.ac.cn>

电子邮箱: kehufuwu@nim.ac.cn

第 1 页 共 3 页

2019-01-20520

吉林省安全生产检测检验股份有限公司

第 6 页 共 8 页

附件 6 本项目水样检测报告（10）



项目编号: FH2024260

中国计量科学研究院

证书编号 DLHd2024-05214

中国计量科学研究院（NIM）是国家最高的计量科学研究中心和国家法定计量技术机构。1999 年授权签署了国际计量委员会（CIPM）《国家计量基(标)准和国家计量院签发的校准与测量证书互认协议》（CIPM MRA）。

质量管理体系符合 ISO/IEC17025 标准，通过中国合格评定国家认可委员会（CNAS）和亚太计量规划组织（APMP）联合评审的校准和测量能力（CMCs）在国际计量局（BIPM）关键比对数据库中公布。

2011 年，NIM 和 CNAS 就认可领域的技术评价活动签署了谅解备忘录，承认 NIM 的计量支撑作用和出具的校准/检测结果的溯源效力。

检定环境条件及地点：
温度：25 °C 地点：长春市高新区卓越东街 888 号
湿度：35 % RH 其它：/

检定使用的计量基（标）准装置（含标准物质）

名称	测量范围	不确定度/ 准确度等级	证书编号	证书有效期至 (YYYY-MM-DD)
低本底 α、β 测量仪标准装置	α: (8.0E-03~4.0E+04)s ⁻¹ β: (1.6E+00~4.5E+04)s ⁻¹	U ₉₅ = 1.5%~3.5% (k=2)	[2010]国量标计证字第 230 号	2027-07-11

第2页共3页

2019-11-05/20

吉林省安全生产检测检验股份有限公司

第 7 页 共 8 页

附件 6 本项目水样检测报告（11）



项目编号: FH2024260

中国计量科学研究院



证书编号 DLhd2024-05214

检 定 结 果

仪器检定结果

项目 \ 通道	一通道		二通道	
测量类型	α	β	α	β
本底计数率 ($\text{min}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$)	0.0026	0.25	0.0015	0.35
效率	80.9%	60.6%	80.2%	60.0%
重复性	1.0%	0.8%	0.4%	0.6%
串道比	0.40%	0.02%	0.50%	0.01%

下次送检请携带此证书复印件。
-----以下空白-----

声明:
1. 我院仅对加盖“中国计量科学研究院检定专用章”的完整证书负责。
2. 本证书的检定结果仅对本次所检定的计量器具有效。

第3页共3页

2019-jd-r0020

吉林省安全生产检测检验股份有限公司

第 8 页 共 8 页

附件 7 医院 CT 模拟定位 2 室周围辐射剂量检测报告（1）

吉林省查德威克科技有限公司	
检 测 报 告	
45A100L	
样品名称: X 射线计算机体层摄影设备	
委托单位: 吉林大学第一医院	
检测类型: 委托检测	
发出日期: 2026 年 1 月 4 日	

附件 7 医院 CT 模拟定位 2 室周围辐射剂量检测报告（2）

报告编号: 45A100L

第 3 页 共 4 页

二、工作场所放射防护检测

委托单位 吉林大学第一医院 样品数量 1 台

检测地点 长春市新民大街 1 号 联系电话 15804300830

检测项目 工作场所放射防护检测 检测时间 2025 年 12 月 25 日

检测依据 《放射诊断放射防护要求》GBZ130-2020

(一) 设备参数 见表 2-1。

表 2-1 设备参数						
序号	设备名称	生产厂家	设备型号	设备编号	主要参数	所在场所
1	X 射线计算机体层摄影设备	上海联影医疗科技股份有限公司	uCT 610 Sim	11CT340023	140kV 667mA	2 号楼负二层 CT 定位 2 室

(二) 检测仪器设备 见表 2-2。

表 2-2 检测仪器设备信息			
序号	仪器设备名称	型号/规格	编号
1	辐射剂量仪	AT1123	55130
2	CT 体模	C102	CT-003

(三) 检测方法

在巡测的基础上，对关注点的局部屏蔽和缝隙进行重点检测，以发现可能出现的高辐射水平区域。在辐射水平最大点位置，测量 3 次取平均值。关注点包括：四面墙体、顶棚、机房门、操作室门、观察窗、工作人员操作位、管线洞口，距墙体、门、窗、管线洞口 30cm，顶棚上方(楼上)距顶棚地面 100cm。

(四) 工作场所检测示意图 见图 2-1。

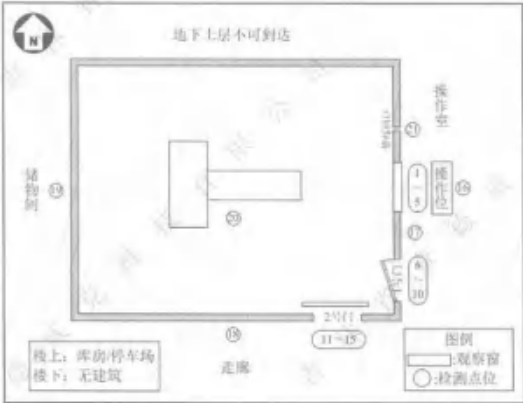


图 2-1 CT 定位 2 室检测示意图

附件 7 医院 CT 模拟定位 2 室周围辐射剂量检测报告（3）

报告编号: 45A100L

第 4 页 共 4 页

(五) 检测结果 见表 2-3。

表 2-3 CT 定位 2 室周围剂量当量率检测结果

检测条件			
120kV, 180mAs; 散射模体为 CT 体模。			
检测点位	检测位置	周围剂量当量率($\mu\text{Sv/h}$)	标准要求
1	观察窗上缝	0.15	$\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$
2	观察窗下缝	0.15	
3	观察窗左缝	0.16	
4	观察窗右缝	0.15	
5	观察窗中部	0.15	
6	1 号门上缝	0.21	
7	1 号门下缝	0.37	
8	1 号门左缝	0.21	
9	1 号门右缝	0.25	
10	1 号门中部	0.25	
11	2 号门上缝	0.35	
12	2 号门下缝	0.48	
13	2 号门左缝	0.67	
14	2 号门右缝	0.74	
15	2 号门中部	0.70	
16	操作位	0.15	
17	东墙	0.15	
18	南墙	0.16	
19	西墙	0.15	
20	顶棚	0.15	
21	管线洞口	0.15	
说明: 1.表内数据包括本底, 本底范围为 0.14~0.15 $\mu\text{Sv/h}$, 本底平均值为 0.14 $\mu\text{Sv/h}$; 2.该机房北墙外为地下土层不可到达; 3.该机房楼下无建筑。			

(六) 结论

CT 定位 2 室屏蔽体外周围剂量当量率最大值为 0.74 $\mu\text{Sv/h}$, 符合《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中 6.3 条的要求不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 。

检测人:

陈晨

校核人:

孟佳

签发人:

王继平

2026 年 1 月 4 日

吉林省查德威克科技有限公司

102163223

附件 8 个人剂量检测合同（1）

1 / 4

合同编号: FW-25104CS250603-33

放射诊疗年度检测服务（放射诊疗设备性能与辐射工作场所年度检测及放射工作人员个人剂量监测）技术服务合同

委托方(甲方): 吉林大学第一医院

受托方(乙方): 吉林省查德威克科技有限公司

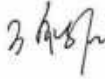
签 订 时 间: 2025 年

服 务 期 限: 3 年

签 订 地 点: 长春

中华人民共和国科学技术部印制

制作人: 

审核人: 

合同号: FW-25104CS250603-33

附件 8 个人剂量检测合同（2）

2 / 4

放射诊疗年度检测服务技术服务合同

委托方(甲方):	吉林大学第一医院	项目联系人:	陈玉坤
联系人手机:	13943100008	办公电话:	88782436
通讯地址:	长春市朝阳区新民大街 1 号		
受托方(乙方):	吉林省查德威克科技有限公司	项目联系人:	李春苗
联系人手机:	13943100001	办公电话/传真:	0431-84648285
通讯地址:	长春市南关区中海国际广场 B 座 1405 室		

甲乙双方经过平等协商,在真实、充分地表达各自意愿的基础上,根据民法典的规定,达成如下协议,并由双方共同恪守。

第一条 甲方委托乙方进行技术服务的内容如下:

1. 技术服务目标:依据中华人民共和国相关法律法规、标准,包括但不限于《医用 X 射线诊断放射防护要求》等,由乙方对吉林大学第一医院放射诊疗年度检测服务(放射诊疗设备性能与辐射工作场所年度检测及放射工作人员个人剂量监测)进行现场检测。服务期限内免费协助甲方办理放射诊疗许可证校验,辐射安全许可证延续;免费进行环保部门要求的检测,职业卫生部门要求的检测,直至各项检测达到符合标准通过相应部门检测为准。

2. 技术服务的内容:由乙方出具吉林大学第一医院放射诊疗年度检测及放射工作人员个人剂量监测报告。

第二条 乙方应按下列要求完成技术服务工作:

1. 技术服务地点: 吉林大学第一医院

2. 技术服务期限: 2025 年 6 月 1 日至 2028 年 5 月 31 日

3. 技术服务质量:检测过程中乙方会提前做好沟通协调工作,保证检测项目内容符合国家最新标准,检测报告符合《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130—2020)、《核医学放射防护要求》(GBZ 120—2020)、《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121—2020)、《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》(WS76-2020),确保甲方顺利通过年检校验工作,并提供技术服务支持。

第三条 甲方义务

为保证乙方有效进行技术服务工作,甲方应当向乙方提供相应的测量条件以及被检设备的相关技术资料;并在现场为乙方配置至少 1 名熟悉情况的技术人员协助工作。

第四条 甲方向乙方支付技术服务报酬及支付方式为:

制单人:

审核人:

合同号: FW-25104C9250603-33

附件 8 个人剂量检测合同（3）

3/4

1. 每年度技术服务费: _____

2. 每年度报告出具时间:

乙方应于每年的 12 月 31 日前完成检测工作,检测完成后 30 日内完成报告的编制。
报告一式两份,提交给医院感染控制部。

3. 付款方式:每年检测完成经甲方验收合格,且甲方顺利通过年检校验工作后,乙方向甲方开具年度技术服务费的全额发票,甲方收到发票后 30 日内一次性支付年度技术服务费。

第五条 指定联系人

双方确定,在本合同有效期内,甲方指定陈玉坤为甲方项目联系人,联系电话 1 _____ 128,乙方指定李春苗为乙方项目联系人,联系电话 1 _____ 41。

第六条 违约责任

1. 双方确定,发生不可抗力情形,致使本合同的履行成为不必要或不可能时,可以解除本合同,双方互不承担违约责任。

2. 乙方应按合同约定的时间完成技术服务并提交技术成果,每逾期一日,需向甲方支付年度技术服务费 1%的违约金,逾期十日以上的,甲方有权解除本合同,并有权要求乙方支付年度技术服务费 30%的违约金。

3. 乙方应按合同约定的内容及相关标准完成技术服务,因乙方原因导致检测报告不合格或导致甲方无法通过年检校验的,甲方有权要求乙方重新进行检测,因重新检测延误提交报告的时间的,乙方还应按本条第 2 款约定承担违约责任,重新检测后仍无法通过甲方验收或无法通过年检校验的,甲方有权解除本合同,并有权要求乙方支付合同总价款 30%的违约金。因甲方防护设施和机器指标等方面原因导致检测报告不合格,乙方将会在甲方整改后重新免费检测。

4. 如因乙方提交的检测报告不客观、不真实、不科学,给甲方造成损失的,乙方应承担全部赔偿责任,包括甲方的直接损失和间接损失。

5. 乙方不得将检测服务进行转包或分包,否则甲方有权解除本合同,并有权要求乙方支付合同总金额 30%的违约金,给甲方造成损失的,乙方还应承担赔偿责任。

第七条 廉洁条款

1. 甲方不得以任何形式向乙方索要回扣,不得要求乙方代支任何费用开支。

2. 甲方工作人员不得以任何形式索要回扣、提成、有价证券、现金、购物卡等。如甲方工作人员以任何形式索要回扣、提成、有价证券、现金、信用卡、购物卡等,乙方应予拒绝,并有责任如实向甲方纪检监察部门反映情况。

3. 乙方(包括其工作人员)不得以任何形式给予甲方回扣,不得以提成和赠送有价证券、现金、购物卡、宴请、娱乐及提供国内或境外学术活动等手段影响甲方的选择权。

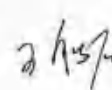
4. 乙方在销售经营活动中,要自觉遵守国家和地方的有关法律、法规,乙方给予甲方工作人员以财物或者其他利益,有下列情形之一的,将被列入商业贿赂不良记录:

(1)经人民法院判决认定构成行贿犯罪,或者犯罪情节轻微,不需要判处刑罚,人民法院依照刑法判处免于刑事处罚的;

制作者:



审核人:



合同号: FW-25104CS250603-33

附件 8 个人剂量检测合同（4）

4 / 4

(2)行贿犯罪情节轻微，人民检察院作出不起诉决定的;

(3)由纪检监察机关以贿赂立案调查，并依法作出相关处理的;

(4)因行贿行为被财政、工商行政管理、食品药品监管等部门作出行政处罚的;

(5)法律、法规、规章规定的其他情形。

5.若乙方被一次列入商业贿赂不良记录，甲方有权终止本协议，不需承担违约或赔偿责任。且取消供应资格。

6.甲方、乙方工作人员如违反以上条款的，将按国家有关法律、法规规定给予处理。并被追究行政责任、刑事责任。

第八条 争议解决

双方因履行本合同而发生的争议，应协商、调解解决。协商、调解不成的，依法向甲方所在地人民法院起诉。

第九条 其他

1、本合同一式三份，甲方执两份，乙方执壹份，具有同等法律效力。

2、本合同经双方签字盖章后生效。

甲

方： 吉林大学第一医院 (盖章)

法定代表人/委托代理人： 姜 (签名)

2025年6月1日

乙

方： 吉林省查德威克科技有限公司 (盖章)

法定代表人/委托代理人： 罗保军 (签名)

2025年6月1日

制作人： 姜

审核人： 姜

合同号：FW-25104CS250603-33

附件9 核医学科辐射工作人员考核成绩报告单（1）

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

林永强，男，1967年08月18日生，身份证号：225112196709190379，于2024年07月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：F524JL030012 有效期：2024年08月16日至2029年08月15日

核医学监管部门：Sutha.mha.gov.th



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

熊永昌，男，1984年08月18日生，身份证号：410604198408180034，于2024年07月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：F524JL030020 有效期：2024年07月26日至2029年07月25日

核医学监管部门：Sutha.mha.gov.th



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

代玉强，男，1982年04月07日生，身份证号：210222198204070034，于2023年04月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：F82JL030097 有效期：2023年08月16日至2028年08月15日

核医学监管部门：Sutha.mha.gov.th



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

徐同，男，1979年02月28日生，身份证号：2204031979022801510，于2023年04月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：F823JL030016 有效期：2023年07月22日至2028年07月21日

核医学监管部门：Sutha.mha.gov.th



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

李高峰，女，1977年08月11日生，身份证号：220102197708112626，于2023年05月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：F823JL0300103 有效期：2023年08月16日至2028年08月15日

核医学监管部门：Sutha.mha.gov.th



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

唐晓红，女，1979年05月18日生，身份证号：220302197905180021，于2023年06月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：F823JL030007 有效期：2023年07月22日至2028年07月21日

核医学监管部门：Sutha.mha.gov.th



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

陈万强，男，1992年02月26日生，身份证号：220221199202261632，于2023年10月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：F823JL0300100 有效期：2023年10月26日至2028年10月25日

核医学监管部门：Sutha.mha.gov.th



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

廖琳，女，1987年04月16日生，身份证号：2207021987041619434，于2023年11月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：F823JL0300120 有效期：2023年11月20日至2028年11月19日

核医学监管部门：Sutha.mha.gov.th



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

刘慧娟，女，1977年11月11日生，身份证号：220404197711110328，于2023年12月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：F823JL0300133 有效期：2023年12月20日至2028年12月19日

核医学监管部门：Sutha.mha.gov.th



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

孙永强，男，1993年03月30日生，身份证号：2207251993033040115，于2023年12月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：F823JL0300132 有效期：2023年12月20日至2028年12月19日

核医学监管部门：Sutha.mha.gov.th



附件 9 核医学科辐射工作人员考核成绩报告单（2）

核医学科辐射安全与防护考核

成绩报告单

邵日，女，1985年11月11日生，身份证号：350571198511010217，于2023年10月参加核医学科辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：F523A0200405 有效期：2023年10月20日至2025年10月20日

核医学科辐射安全与防护考核

核医学科辐射安全与防护考核

成绩报告单

王海，男，1977年11月08日生，身份证号：220602197711080816，于2023年10月参加核医学科辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：F523A0200407 有效期：2023年10月20日至2025年10月20日

核医学科辐射安全与防护考核

核医学科辐射安全与防护考核

成绩报告单

关辉，男，1972年07月14日生，身份证号：220601197207140017，于2023年05月参加核医学科辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：F524A0200015 有效期：2023年06月16日至2025年06月16日

核医学科辐射安全与防护考核

核医学科辐射安全与防护考核

成绩报告单

林利玉，女，1983年02月02日生，身份证号：220405198302020022，于2023年05月参加核医学科辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：F524A0200014 有效期：2023年06月16日至2025年06月16日

核医学科辐射安全与防护考核

核医学科辐射安全与防护考核

成绩报告单

吴淑丹，女，1992年10月17日生，身份证号：220104199210170021，于2023年11月参加核医学科辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：F525A0200078 有效期：2023年11月20日至2025年11月20日

核医学科辐射安全与防护考核

核医学科辐射安全与防护考核

成绩报告单

赵江北，女，1981年01月11日生，身份证号：220104198101110014，于2023年05月参加核医学科辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：F524A0200009 有效期：2023年06月16日至2025年06月16日

核医学科辐射安全与防护考核

核医学科辐射安全与防护考核

成绩报告单

吕通，女，1990年04月15日生，身份证号：220122199004150207，于2023年05月参加核医学科辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：F524A0200006 有效期：2023年06月16日至2025年06月16日

核医学科辐射安全与防护考核

核医学科辐射安全与防护考核

成绩报告单

曹楠，男，1993年12月11日生，身份证号：220405199312110114，于2023年05月参加核医学科辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：F524A0200010 有效期：2023年06月16日至2025年06月16日

核医学科辐射安全与防护考核

核医学科辐射安全与防护考核

成绩报告单

董重光，男，1990年10月03日生，身份证号：220112199010030435，于2023年05月参加核医学科辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：F524A0200016 有效期：2023年06月16日至2025年06月16日

核医学科辐射安全与防护考核

核医学科辐射安全与防护考核

成绩报告单

李艳妮，女，1994年01月16日生，身份证号：220102199401160017，于2023年05月参加核医学科辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：F524A0200001 有效期：2023年06月16日至2025年06月16日

核医学科辐射安全与防护考核

附件 10 医院 2025 年度核医学个人剂量检测报告 (1)

吉林省通克科技有限公司

检测报告

报告编号: SA0001-141

共 2 页 第 1 页

检测项目	个人防护装备	检测方法	标准
委托人	吉林工业大学 基础制造学	委托单位	吉林工业大学 基础制造学
检测评价依据	GB12326-2019		
检测员名称	杨林东 王松坚	检测员姓名	李化生 杨林东
检测区域名称及编号	吉林省通克科技有限公司 基础制造学 (C2123-2019)	检测日期	2019-01-01

检测结果:

编号	姓名	性别	服装类别	检测日期	检测次数 (次)	个人检测量 及/或 (pcs)
10001	林永刚	男	棉质学 (C2)	2019-01-01	50	0.12
10002	刘强	男	棉质学 (C2)	2019-01-01	50	0.10
10003	王刚	男	棉质学 (C2)	2019-01-01	50	0.09
10004	杨森	男	棉质学 (C2)	2019-01-01	50	0.10
10005	林林玉	女	棉质学 (C2)	2019-01-01	50	0.10
10006	吴晓芬	女	棉质学 (C2)	2019-01-01	50	0.12
10007	康源江	女	棉质学 (C2)	2019-01-01	50	0.11
10008	李俊华	女	棉质学 (C2)	2019-01-01	50	0.10
10009	代玉娟	女	棉质学 (C2)	2019-01-01	50	0.10
10010	赵红亮	男	棉质学 (C2)	2019-01-01	50	0.10
10012	吕磊	女	棉质学 (C2)	2019-01-01	50	0.10
10013	熊本通	男	棉质学 (C2)	2019-01-01	50	0.10
10014	罗旦	女	棉质学 (C2)	2019-01-01	50	0.10
10015	赵东军	男	棉质学 (C2)	2019-01-01	50	0.10
10016	姜楠	男	棉质学 (C2)	2019-01-01	50	0.10
10017	孙景峰	男	棉质学 (C2)	2019-01-01	50	0.10

检测结论:

序号	姓名	性别	身份证号	检测日期	检测人数	个人检测数量
20038	王森田	男	身份证号 (20)	2025-01-01	50	0.38
20039	李松明	男	身份证号 (20)	2025-01-01	50	0.29
20040	孙静珍	女	身份证号 (20)	2025-01-01	50	0.11

(以下空白)

有限公司

备注:

本检测数据水平参考值为: 1.25m/s² * 检测结论为: 合格

检测人: 王松明

审核人: 李松明

2025年5月14日

附件 10 医院 2025 年度核医学科个人剂量检测报告 (2)

吉林省壹德威克科技有限公司

检测报告

报告受理编号: SAM001-2-41

共 2 页, 第 1 页

检测项目

个人剂量监测

检测方法

热释光

委托人

吉林大学第一医院核医学

委托单位

吉林大学第一医院核医学

检测评价依据

GBZ128-2019

检测日期

2025-04-01

检测地点

吉林大学第一医院

检测目的

委托检测

检测仪器名称

热释光剂量计(RD-505)

检测日期

2025-04-01

检测仪器编号

RD-505-2025-04-01

检测日期

2025-04-01

检测项目

个人剂量监测

检测方法

热释光

检测日期

2025-04-01

检测地点

吉林大学第一医院核医学

检测仪器名称

热释光剂量计(RD-505)

检测日期

2025-04-01

检测仪器编号

RD-505-2025-04-01

检测日期

2025-04-01

检测项目

个人剂量监测

检测方法

热释光

检测日期

2025-04-01

检测地点

吉林大学第一医院核医学

检测仪器名称

热释光剂量计(RD-505)

检测日期

2025-04-01

检测仪器编号

RD-505-2025-04-01

检测日期

2025-04-01

共 2 页, 第 2 页

检测结果:

编号	姓名	性别	职业类别	检测日期	检测结果 (mSv)	个人剂量限值 (mSv)
20038	王鑫	男	核医学(DC)	2025-04-01	0.16	0.16
20039	李松	男	核医学(DC)	2025-04-01	0.12	0.12
20040	李松	女	核医学(DC)	2025-04-01	0.12	0.12

备注:

本检测项目的参考值为: 1.25mSv

检测结果: 0.16

检测结果: 0.12

检测结果: 0.12

检测人: 王鑫

审核人: 李松

日期: 2025 年 4 月 4 日

附件 10 医院 2025 年度核医学科个人剂量检测报告 (3)

吉林省壹德威克科技有限公司

检测报告

共 2 页 第 1 页

报告编号: SAM001.3 (4)

检测项目: 个人剂量监测

检测日期: 2025-07-01

检测地点: 吉林省肿瘤医院

检测人员: 吉林大学第一医院核医学

检测单位: 吉林省肿瘤医院

检测目的: 核医学诊疗目的

检测标准: GB 18801.3-2019

检测仪器: 热释光剂量计(TLD-2000)

检测仪器编号: 热释光剂量计(TLD-2000)

检测仪器校准: 热释光剂量计(TLD-2000)

检测日期: 2025-07-01

检测地点: 吉林省肿瘤医院

检测人员: 吉林大学第一医院核医学

检测单位: 吉林省肿瘤医院

检测目的: 核医学诊疗目的

检测标准: GB 18801.3-2019

检测仪器: 热释光剂量计(TLD-2000)

检测仪器编号: 热释光剂量计(TLD-2000)

检测仪器校准: 热释光剂量计(TLD-2000)

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计类型	剂量计位置	剂量计读数 (μSv)	个人剂量限值 (μSv)
10001	林永强	男	核医学(TC)	2025-07-01	92	0.12	
10002	关伟	男	核医学(TC)	2025-07-01	92	0.14	
10003	王强	男	核医学(TC)	2025-07-01	92	0.12	
10004	张强	男	核医学(TC)	2025-07-01	92	0.12	
10005	林林玉	女	核医学(TC)	2025-07-01	92	0.12	
10006	吴淑芬	女	核医学(TC)	2025-07-01	92	0.11	
10007	廖淑红	女	核医学(TC)	2025-07-01	92	0.12	
10008	李强华	女	核医学(TC)	2025-07-01	92	0.12	
10009	代玉和	男	核医学(TC)	2025-07-01	92	0.12	
10010	赵红杰	女	核医学(TC)	2025-07-01	92	0.12	
10011	吕晶	女	核医学(TC)	2025-07-01	92	0.12	
10012	陈永强	男	核医学(TC)	2025-07-01	92	0.12	
10013	尹日	女	核医学(TC)	2025-07-01	92	0.12	
10014	赵永强	男	核医学(TC)	2025-07-01	92	0.12	
10015	赵永强	男	核医学(TC)	2025-07-01	92	0.12	
10016	赵永强	男	核医学(TC)	2025-07-01	92	0.12	
10017	赵永强	男	核医学(TC)	2025-07-01	92	0.12	
10018	赵永强	男	核医学(TC)	2025-07-01	92	0.12	
10019	赵永强	男	核医学(TC)	2025-07-01	92	0.12	
10020	赵永强	男	核医学(TC)	2025-07-01	92	0.12	

检测报告

共 2 页 第 2 页

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计类型	剂量计位置	剂量计读数 (μSv)	个人剂量限值 (μSv)
10021	关伟	男	核医学(TC)	2025-07-01	92	0.12	
10022	李永强	男	核医学(TC)	2025-07-01	92	0.12	
10023	李永强	男	核医学(TC)	2025-07-01	92	0.12	
10024	李永强	男	核医学(TC)	2025-07-01	92	0.12	
10025	李永强	男	核医学(TC)	2025-07-01	92	0.12	
10026	李永强	男	核医学(TC)	2025-07-01	92	0.12	
10027	李永强	男	核医学(TC)	2025-07-01	92	0.12	
10028	李永强	男	核医学(TC)	2025-07-01	92	0.12	
10029	李永强	男	核医学(TC)	2025-07-01	92	0.12	
10030	李永强	男	核医学(TC)	2025-07-01	92	0.12	

检测日期: 2025-07-01

检测地点: 吉林省肿瘤医院

检测人员: 吉林大学第一医院核医学

检测单位: 吉林省肿瘤医院

检测目的: 核医学诊疗目的

检测标准: GB 18801.3-2019

检测仪器: 热释光剂量计(TLD-2000)

检测仪器编号: 热释光剂量计(TLD-2000)

检测仪器校准: 热释光剂量计(TLD-2000)

检测日期: 2025-07-01

检测地点: 吉林省肿瘤医院

检测人员: 吉林大学第一医院核医学

检测单位: 吉林省肿瘤医院

检测目的: 核医学诊疗目的

检测标准: GB 18801.3-2019

检测仪器: 热释光剂量计(TLD-2000)

检测仪器编号: 热释光剂量计(TLD-2000)

检测仪器校准: 热释光剂量计(TLD-2000)

附件10 医院2025年度核医学个人剂量检测报告(4)

吉林省壹维威点科技有限公司

检测报告

样品名称: 20240414 (1)		委托单位: 吉林	
检测项目	个人在籍居留	检测地点	吉林省公安厅
委托人姓名	吉林省公安厅-刑侦总队	检测日期	2024-04-14
检测地点	吉林省公安厅	检测人员	吉林省公安厅
检测日期	2024-04-14	检测地点	吉林省公安厅

检测结果:

编号	姓名	性别	出生日期	检测项目	检测结果 (天)	个人在籍居留
10001	张三	男	1980-01-01	2024-04-14	30	1.17
10002	李四	女	1985-01-01	2024-04-14	32	1.18
10003	王五	男	1990-01-01	2024-04-14	35	1.19
10004	赵六	女	1995-01-01	2024-04-14	38	1.20
10005	孙七	男	2000-01-01	2024-04-14	40	1.21
10006	周八	女	2005-01-01	2024-04-14	42	1.22
10007	吴九	男	2010-01-01	2024-04-14	45	1.23
10008	郑十	女	2015-01-01	2024-04-14	48	1.24
10009	冯十一	男	2020-01-01	2024-04-14	50	1.25
10010	陈十二	女	2025-01-01	2024-04-14	52	1.26
10011	林十三	男	2030-01-01	2024-04-14	55	1.27
10012	黄十四	女	2035-01-01	2024-04-14	58	1.28
10013	宋十五	男	2040-01-01	2024-04-14	60	1.29
10014	孙十六	女	2045-01-01	2024-04-14	62	1.30
10015	周十七	男	2050-01-01	2024-04-14	65	1.31
10016	吴十八	女	2055-01-01	2024-04-14	68	1.32
10017	郑十九	男	2060-01-01	2024-04-14	70	1.33
10018	冯二十	女	2065-01-01	2024-04-14	72	1.34
10019	陈二十一	男	2070-01-01	2024-04-14	75	1.35
10020	林二十二	女	2075-01-01	2024-04-14	78	1.36
10021	黄二十三	男	2080-01-01	2024-04-14	80	1.37
10022	宋二十四	女	2085-01-01	2024-04-14	82	1.38
10023	孙二十五	男	2090-01-01	2024-04-14	85	1.39
10024	周二十六	女	2095-01-01	2024-04-14	88	1.40
10025	吴二十七	男	2100-01-01	2024-04-14	90	1.41
10026	郑二十八	女	2105-01-01	2024-04-14	92	1.42
10027	冯二十九	男	2110-01-01	2024-04-14	95	1.43
10028	陈三十	女	2115-01-01	2024-04-14	98	1.44

检测报告:

共 2 页 第 2 页

检测项目: 水质检测

检测日期: 2023-10-01

检测地点: 广州市天河区

编号	姓名	性别	采样位置	检测项目	检测结果	单位
10001	李小明	男	广州市天河区	水质检测	0.15	mg/L
10002	张小红	女	广州市天河区	水质检测	0.15	mg/L
10003	王小明	男	广州市天河区	水质检测	0.15	mg/L
10004	李小明	男	广州市天河区	水质检测	0.15	mg/L
10005	张小红	女	广州市天河区	水质检测	0.15	mg/L
10006	王小明	男	广州市天河区	水质检测	0.15	mg/L
10007	李小明	男	广州市天河区	水质检测	0.15	mg/L
10008	张小红	女	广州市天河区	水质检测	0.15	mg/L
10009	王小明	男	广州市天河区	水质检测	0.15	mg/L
10010	李小明	男	广州市天河区	水质检测	0.15	mg/L
10011	张小红	女	广州市天河区	水质检测	0.15	mg/L
10012	王小明	男	广州市天河区	水质检测	0.15	mg/L

检测人: 李小明

检测日期: 2023-10-01

检测地点: 广州市天河区

检测项目: 水质检测

附件 11 辐射安全领导小组成立文件

吉林大学第一医院文件

院发〔2025〕6号

吉林大学第一医院
关于成立放射防护管理应急领导小组的决定

院内各科室：

根据国家《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》《放射诊疗管理规定》(以下简称《规定》)的要求，为使本院一旦发生放射性诊疗事件时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，保护工作人员及公众及环境的安全，决定成立放射防护管理应急领导小组。

组 长：刘 彬

副组长：魏 锋

组 员：陈玉坤 于 洋 李 欣 周 微 赵晓甦
林承赫 董丽华 张惠茅 佟 倩 李佳睿
孙 欣



附件 12 辐射安全事故应急预案（1）

吉林大学第一医院文件

院发〔2025〕7号

关于印发《吉林大学第一医院
放射事故应急预案》的通知

院内各科室：

根据国家《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》《放射诊疗管理规定》的要求，为使我院在发生放射性诊疗事件时能够及时响应，有效保护我院员工及公众健康免收侵害，特制定本应急预案，望周知。

附件：吉林大学第一医院放射事故应急预案



附件 12 辐射安全事故应急预案（2）

附件

吉林大学第一医院放射事故应急预案

根据国家《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》及《放射诊疗管理规定》（以下简称《规定》）的要求，确保一旦发生放射事故时，迅速采取必要和有效的应急响应行动，保护工作人员、公众及环境的安全，制定本应急预案。

一、放射事故等级划分

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。

（一）特别重大辐射事故，是指Ⅰ类、Ⅱ类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致3人以上（含3人）急性死亡。

（二）重大辐射事故，是指Ⅰ类、Ⅱ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致2人以下（含2人）急性死亡或者10人（含10人）以上急性重度放射病、局部器官残疾。

（三）较大辐射事故，是指Ⅲ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致9人以下（含9人）急性重度放射病、局部器官残疾。

（四）一般辐射事故，是指Ⅳ类、Ⅴ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限制的照射。

附件 12 辐射安全事故应急预案（3）

二、放射事件应急处理机构与职责

（一）成立放射事故应急工作领导小组

成立放射事故应急处理工作领导小组，组长为院长，副组长为主管医疗、主管后勤、和主管放射线科副院长组成，组员由感控部、后勤中心、安全生产、药品供应中心主任及相关科室领导组成，领导小组成员名单如下：

组 长：刘 彬

副组长：魏 锋

组 员：陈玉坤 于 洋 李 欣 周 微 赵晓甦
林承赫 董丽华 张惠茅 佟 倩 李佳睿
孙 欣

（二）主要职责

1. 定期组织对放射诊疗场所、设备和人员进行放射防护情况进行自查和监测，发现事故隐患及时上报至院办并落实整改措施；
2. 发生人员受超剂量照射事故，应启动本预案；
3. 事故发生后立即组织有关部门和人员，划分事故等级并进行放射性事故应急处理；
4. 负责向卫生行政部门及时报告事故情况；
5. 负责放射性事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作；
6. 放射事故中人员受照时，要通过个人剂量计或其它工具、方法迅速估算受照人员的受照剂量；
7. 负责迅速安置受照人员就医，组织控制区内人员的撤离工作，并及时控制事故影响防止事故的扩大蔓延。

附件 12 辐射安全事故应急预案（4）

（三）领导小组下设工作组，成员及职责如下：

1. 应急指挥中心

总指挥：刘 彬

成 员：魏 锋 陈玉坤 于 洋 李 欣 周 微
赵晓甦

主要职责：

（1）负责组织应急准备工作，调度人员、设备、物资等，指挥其他各应急小组迅速赶赴现场，开展工作；

（2）对放射事故的现场进行组织协调、安排救助，指挥放射事故应急救援行动；

（3）负责向上级行政主管部门（市生态环境局、市公安局、市卫生健康委）报告放射污染事件应急救援情况；

（4）负责恢复工作秩序。

2. 现场处置组

组 长：李 欣

成 员：应急办公室、相关科室工作人员

主要职责：

（1）接到放射事故发生的报告后，立即赶赴现场，首先采取措施保护工作人员和公众的生命安全，保护环境不受污染，最大限度控制事态发展；

（2）负责现场警戒，划定紧急隔离区，不让无关人员进入，保护好现场；

（3）迅速、正确判断事件性质，将事故情况报告应急指挥中心；

（4）配合上级相关主管部门（市生态环境部门、市公安局、

附件 12 辐射安全事故应急预案（5）

市卫生健康委)进行检测和现场处理等各项工作。

3. 现场救护组

组 长：魏 锋 赵晓甦

成 员：医务科、护理部及相关科室的工作人员

主要职责

（1）接到指挥中心命令后，迅速赶赴现场；

（2）现场进行伤员救助，并根据现场情况向指挥中心报告人员伤亡情况；

（3）联系相关医院，跟随救治；

（4）将人员恢复情况随时报指挥中心。

4. 后勤保障组

组 长：于 洋

成 员：后勤部各部门工作人员

主要职责

（1）接到指挥中心命令后，立即启动应急人员和设施；

（2）保证水、电供应，交通运输；

（3）保证食物用餐。

三、放射性事故应急救援应遵循的原则

（一）迅速报告原则；

（二）主动抢救原则；

（三）生命第一的原则；

（四）科学施救，控制危险源，防止事故扩大的原则；

（五）保护现场，收集证据的原则。

四、放射性事故应急处理程序

附件 12 辐射安全事故应急预案（6）

一旦发生辐射事故，必须立即采取措施防止事故继续发生和蔓延而扩大危害范围，并在第一时间向我院应急领导小组报告，同时启动应急指挥系统，具体程序如下：

（一）迅速报告

发生事故的科室首先启动科室内应急预案，发现事故的工作人员将事故情况汇报给本科室科主任→科主任必须立即将发生事故的现场情况、时间、地点、科室名称、联系人、电话等报告给放射事故应急领导小组办公室负责人陈玉坤（电话：88782436），同时进一步调查应急处理措施实施情况→陈玉坤接到信息后立即通知后勤部主任于洋（电话：88783333），组织人员保护现场、维持秩序→陈玉坤立即通知应急指挥中心总指挥刘彬（电话：88782032），刘彬负责统筹相关科室的应急处理措施实施的情况，并组织协调现场处置组组长李欣（电话：88786119），进行现场应急安全处置；组织协调现场救护组组长魏锋、赵晓甦（电话：88782535、88782341），对伤员进行现场救助和临时护理，并及时运送伤员到相关专业医院进行进一步检查和救治→医院感染控制部陈玉坤立即通知政府主管部门（市公安部门、市生态环境部门等）。

（二）现场控制

现场处置小组接到事故发生报告后，立即赶赴现场，首先采取措施保护工作人员和公众的生命安全，保护环境不受污染，最大限度控制事态发展；负责现场警戒，划定紧急隔离区，不让无关人员进入，保护好现场；迅速、正确判断事件性质及等级，将事故情况报告应急指挥中心。

（三）启动应急系统

附件 12 辐射安全事故应急预案（7）

放射事故应急指挥中心接到现场报告后，立即启动应急指挥系统，指挥其他各应急小组迅速赶赴现场，开展工作；后勤保障组同时进行物资准备。

（四）现场报告

根据现场情况，由应急指挥中心通知医院感染控制部将事故发生时间、地点、造成事故的危害程度和范围等主要情况报告市生态环境局、市公安局、市卫生健康委等相关部门。

（五）现场处置

1. 迅速安排受照人员接受医学检查或者在指定的医疗机构救治，同时对危险源采取应急安全处理措施。

2. 发生工作场所放射性同位素污染事故时应当立即采取下列措施：

（1）立即撤离有关工作人员，封锁现场；切断一切可能扩大污染范围的环节，迅速开展检测，严防对食物及水源的污染；

（2）对可能受放射性核素污染或者放射损伤的人员，立即采取暂时隔离和应急救援措施，在采取有效个人安全防护措施的情况下组织人员彻底清除污染并根据需要实施其他医学救治及处理措施；

（3）迅速确定放射性同位素种类、活度、污染范围和污染程度；

（4）污染现场尚未达到安全水平以前，不得解除封锁。

3. 发生放射源丢失、被盗事故时，要保护好现场，并认真配合市公安机关、市卫生行政部门进行调查、侦破。

4. 配合上级有关部门（市生态环境局、市公安局、市卫生健

附件 12 辐射安全事故应急预案（8）

康委)对现场进行勘查以及安全技术处理,检测等工作,查找事故发生的原因,进行调查处理。

5.总结经验教训,制定或修改防范措施,加强日常环境安全管理,杜绝类似事故发生。

(六)宣传教育

通过多种形式对员工开展核事故与放射事故医学应急知识的宣传教育,提高员工的自我保护意识和应急时的心理承受能力,注意心理效应的防治。宣传内容包括核辐射的一般知识,核事故与放射事故的危害及防护措施,事故发生后有关部门可能采取的应急措施等。

六、附则

本应急预案仅适用于本院放射单位的放射事故的发生,由感染控制办公室负责解释,自公布之日起生效

七、应急电话

院内主管部门电话:

医院感染控制办公室(0431-88782436 13756660128)

上级主管部门应急联系电话:

吉林省生态环境厅:0431-89963153、0431-89963089

吉林省辐射环境监督站:0431-82717484

长春市生态环境局:0431-85378260

长春市公安局(七处):0431-88908403

吉林省卫生健康委:0431-88905570

长春市卫生健康委员会卫生应急办公室(突发公共卫生事件应急指挥中心):0431-84692036

关于吉林大学第一医院核医学科扩建回旋加速器辐射项目环境影 响评价工作的委托函

吉林省艺格环境科技有限公司：

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》等法律法规的要求，我单位委托贵公司完成吉林大学第一医院核医学科扩建回旋加速器辐射项目环境影响评价工作，请按照进度要求完成相关工作，并请各相关部门配合。

特此函告。

委托单位：吉林大学第一医院（盖章）



保 证 声 明

根据《建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）》的有关规定，本单位对《吉林大学第一医院核医学科扩建回旋加速器辐射项目环境影响报告表》做出如下声明：

本单位申请上报的《吉林大学第一医院核医学科扩建回旋加速器辐射项目环境影响报告表》不含涉及国家机密、商业机密、个人隐私以及国家安全、公共安全、经济安全和社会稳定的内容。

吉林大学第一医院（盖章）



2026 年 7 月 22 日

吉林大学第一医院核医学科扩建回旋加速器辐射项目

环境影响报告表专家评审意见

吉林省辐射环境监督站于2026年5月29日主持召开了《吉林大学第一医院核医学科扩建回旋加速器辐射项目环境影响报告表》技术评估会，应邀参加会议的有吉林省生态环境厅、长春市生态环境局、吉林大学第一医院（建设单位）、吉林省艺格环境科技有限公司（评价单位）等，会议聘请3名专家。

在对建设项目选址及周边环境状况现场踏查的基础上，与会专家听取了建设单位对项目的概要介绍、评价单位对环境影响报告表的汇报，会议进行了认真的讨论，形成如下意见：

一、项目基本情况及环境可行性

（一）本项目位于长春市新民大街1号，吉林大学第一医院2号楼（门诊楼）地下二层核医学科生产场所。医院拟对2号楼地下二层核医学科生产场所北侧预留区域进行改造，在改造区建设1座回旋加速器机房（回旋加速器2室），应用1台16.5MeV回旋加速器，属II类射线装置。本项目核医学科核素生产场所不新增核素种类， ^{18}F 生产量 $7.4\times 10^{10}\text{Bq}$ 。项目建成后，核医学科生产场所非密封放射性核素日等效最大操作量为 $8.71\times 10^8\text{Bq}$ ，仍为一处乙级非密封放射性物质工作场所。

（二）吉林大学第一医院核医学科扩建回旋加速器辐射项目总投资为1824.5万元，其中环保投资125.5万元，占总投资的6.88%。

（三）本项目50m评价范围除北侧外均在医院院区内，距本项目回旋加速器2室北侧约32m（水平距离）为解放大路。本项目保护目标主要包括放射治疗机房周围房间内的职业人员和公众，以及本项目评价范围内的室外公共环境的公众。

（四）本项目回旋加速器2室处于所在建筑的最底层，机房地下无建筑，机房周围无妇产科、儿科和食堂等人员密集区域，设有单独出入口，与非放射性工作场所隔开，选址符合《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）和《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中相关要求。

（五）通过现场调查及监测，本项目建设前，项目所在区域 γ 辐射空气吸收剂量率变化范围均在长春地区本底范围内，数据未现异常。

（六）通过预测可知，本项目辐射工作人员所受附加剂量低于5.0mSv/a的工作人员职业照射剂量约束值；公众所受附加剂量低于0.1mSv/a的公众照射剂量约束值。

（七）本项目将回旋加速器2室划为控制区；将加回旋加速器2室南侧走廊、西侧预留固体靶热室以及楼上对应区域内的工具间、停车场等区域划为监督区。

（八）本项目回旋加速器机房（包括防护门）采用实体屏蔽措施；防护门外设立电离辐射警告标志和中文警示说明，防护门上方安装工作状态指示灯，并和加速器设备出束

关联；回旋加速器机房内安装固定式辐射剂量监测报警装置；设置门机安全联锁、紧急停机开关；安装视频监控、对讲系统。

（九）本项目回旋加速器机房设置机械排风系统，进风口设在机房上部，排风口设在机房下部，进风口与排风口位置对角设置，以确保室内空气充分交换；回旋加速器自屏蔽体内设置单独排气管道，并相对回旋加速器机房呈负压状态。室外排风口设置于2号楼楼顶。

（十）放射性药物生产、合成、质控过程产生的含 ^{18}F 的放射性固体废物暂存于核医学科放射性废物库铅容器中，达到清洁解控水平后按照医疗废物交由有资质单位进行处置；回旋加速器产生的退役废靶不在医院暂存，直接委托有放射性固废处理资质的单位处理。

（十一）医院制定了《辐射工作场所监测方案》、《辐射工作人员培训制度》、《放射性同位素使用登记制度》、《设备维护制度》、《操作规程》和《吉林大学第一医院放射事故应急预案》等辐射安全和防护规章制度，并成立了放射防护管理应急领导小组，负责全院的放射安全与防护管理日常工作。

该项目如按照本报告表中提出的要求进行建设，保证辐射防护措施正常运转，对个人剂量和工作场所进行日常监测，设置醒目、规范的电离辐射警示标志，健全操作规程、岗位职责、安全保卫等规章制度，加强辐射安全培训并制定详细、周密的辐射事故应急预案，则可减少项目运行后对环境造成的影响，并可以保证本项目对工作人员及公众产生的辐射影响不超过相关标准要求。

二、环境影响报告表质量评审意见

与会专家认为，该报告表符合我国现行《环境影响评价技术导则》的有关规定，同意该报告表通过审查。根据专家审议，该报告表质量为：合格（平均分数：73.7分）。

三、环境影响报告表修改与补充完善的建议

为进一步提高该报告表的科学性与实用性，建议评价单位对报告表进行必要修改。具体修改意见：

- （一）完善项目组成和环境保护目标；
- （二）复核辐射环境影响预测分析内容；
- （三）细化辐射安全与防护措施及现有辐射安全管理内容。

专家组组长签字： 张之峰

2026年5月29日

《吉林大学第一医院核医学科扩建回旋加速器辐射项目环境影响报告表》（报批版）复核意见

根据 2026 年 5 月 29 日《吉林大学第一医院核医学科扩建回旋加速器辐射项目环境影响报告表》评审会专家意见，对《吉林大学第一医院核医学科扩建回旋加速器辐射项目环境影响报告表》（报批版）进行了复核，认为吉林省艺格环境科技有限公司提供的《吉林大学第一医院核医学科扩建回旋加速器辐射项目环境影响报告表》（报批版）按专家评审意见进行了修改和补充，同意上报吉林省生态环境厅。

复核人：張山峰

2026 年 7 月 27 日