



核技术利用建设项目

通化市中医院
新建核医学科 PET-CT 核技术利用项目

环境影响报告表

(报批版)

通化市中医院

2023 年 11 月

**通化市中医院新建核医学科 PET-CT 核技术利用项目
环境影响报告表修改意见单**

序号	专家意见	修改页码
1	调整相关通道设置,充实布局、 选址合理性分析	P3、P4、P29、P30、 附图 6、附图 10、附图 11
2	完善辐射安全防护措施和辐射 影响分析内容	P34、P35、P37、P38、P42、P46、 P47

核技术利用建设项目

通化市中医院

新建核医学科 PET-CT 核技术利用项目

环境影响报告表

建设单位名称：通化市中医院

建设单位法人代表：宋岩

通讯地址：通化市东昌区江畅路 369 号

邮政编码：134001

联系人：佟波

电子邮箱：598403930@qq.com

联系电话：13180680006

编制单位和编制人员情况表

项目编号	q9uhh8		
建设项目名称	通化市中医院新建核医学科PET-CT核技术利用项目		
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）	通化市中医院		
统一社会信用代码	122205004129539249		
法定代表人（签章）	宋岩 		
主要负责人（签字）	佟波 		
直接负责的主管人员（签字）	佟波 		
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	
2 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
王婧	全部	BH010528	

表 1 项目基本情况

建设项目名称		通化市中医院新建核医学科 PET-CT 核技术利用项目			
建设单位		通化市中医院			
法人代表	宋岩	联系人	佟波	联系电话	13180680006
注册地址		通化市东昌区江畅路 369 号			
项目建设地点		通化市中医院综合楼地下一层西北部			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	1774.6	项目环保投资 (万元)	104.6	投资比例 (环保投资/总投资)	5.89%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积 (m ²)	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类(医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> 乙级 <input type="checkbox"/> 丙级		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> II 类 <input checked="" type="checkbox"/> III 类		
其他	/				
<p>项目概述</p> <p>1. 项目单位情况、项目由来及项目规模</p> <p>1.1 项目单位情况</p> <p>通化市中医院始建于 1955 年，是一所集医疗、教学、康复、保健、科研为一体的二级甲等综合性中医医院。医院新院区位于通化市江南新区江畅路 369 号，地理位置如附图 1 所示。</p> <p>通化市中医院建筑面积 12622 平方米，总床位数 400 床。新院区建成后，医院日门诊量可达 1400 人次。医院配有 CR、数字彩色超声诊断仪、动态心电监护系统、彩色经颅多谱勒诊断仪、全自动生化分析仪、血流变分析仪、酶标仪尿常规分析仪、血液粘度测试仪、血细胞计数仪、全自动血液分析仪、全自动微量元素检测仪、微波仪等医疗设施，是长春中医学院基地、康复医学质控中心、中医院发展研究所、食源性疾病预防哨点医院。医院设有内科、外科、肛肠科、骨伤科、妇科、儿科、脑病康复科、糖尿病科、口腔科、眼耳鼻喉科、皮肤科、性病科、急诊科、针灸科、推拿科、放射线、检验、电</p>					

诊、碎石科、微波治疗室等临床科室和医技科室，其中脑病科、骨伤科、儿科、针灸科为吉林省级重点专科。

1.2 项目由来

为提高医院的整体医疗服务质量，满足医院发展需求，医院拟在综合楼地下一层新建核医学科，并购置 1 台 PET-CT 安装于 PET-CT 扫描间，应用放射性核素 ^{18}F 。

核医学科计划设置在综合楼地下一层西北部，综合楼目前处于建设阶段，已履行环保手续，编制了《通化市中医院综合楼建设项目环境影响报告表》，于 2019 年 11 月 4 日取得了原通化市环境保护局东昌分局的环评批复，审批文号为：通昌环表字[2019]37 号，《关于“通化市中医院综合楼”建设项目环境影响报告表的批复》详见附件 1。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》、《建设项目环境保护管理条例》和吉林省生态环境厅对核技术利用建设项目的有关规定，医院应用放射性同位素和射线装置必须依法履行环境影响评价审批手续。

受通化市中医院委托，吉林省艺格环境科技有限公司承担本项目的环评工作，环评单位技术人员在现场踏勘和收集有关资料的基础上，编制完成了《通化市中医院新建核医学科 PET-CT 核技术利用项目环境影响报告表》。

1.3 项目规模

1.3.1 项目地点

本项目位于通化市中医院综合楼地下一层西北部。

1.3.2 项目内容

医院拟在综合楼地下一层西北部新建核医学科（只开展 PET 诊断，无其他业务），同时建设核医学科的配套设施和机房，应用 1 台 PET-CT，应用放射性核素 ^{18}F 。配套房间包括：PET-CT 扫描间及其控制室、储源室、废物间、分装注射室、抢救室、注射后等候室、留观室和放射性废液衰变池。

本项目主要建设内容详见表 1-1，本项目涉及新增核素 ^{18}F 信息一览表见表 1-2，本项目涉及非密封放射性核素及其工作场所一览表见表 1-3。

表 1-1 本项目主要建设内容

科室	建设内容	备注
核医学科	1 台 PET-CT	III类射线装置
	应用非密封放射性物质 ^{18}F	乙级非密封放射性物质工作场所

表 1-2 本项目涉及新增核素 ^{18}F 信息一览表

核素名称	每个病人最大使用量 (Bq)	每天诊断人数 (个)	日实际最大操作量 (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)	药物来源
				低毒	0.01	很简单	10		
^{18}F	3.7×10^8	10	2.96×10^{10}	低毒	0.01	很简单	10	2.96×10^7	外购

注：本项目应用放射性核素 ^{18}F 为外购，每日受检患者最多 10 人，每人 $3.7 \times 10^8 \text{Bq}$ ，考虑 ^{18}F 药物衰变，按最大用药量的 8 倍进行备药（每日一次购药），则本项目 ^{18}F 核素的日最大操作量约为 $2.96 \times 10^{10} \text{Bq}$ 。

表 1-3 本项目涉及非密封放射性物质及其工作场所一览表

核素名称	工作场所	操作方式	日实际最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	场所等级
^{18}F	核医学科	很简单操作	2.96×10^{10}	2.96×10^7	1.48×10^{12}	乙级

注：根据医院预计的患者量，本项目核医学科每周工作 1 天，每年工作 50 天，因此核医学科 ^{18}F 年最大用量为 $1.48 \times 10^{12} \text{Bq}$ 。

1.3.3 人员配置

本项目建成后，核医学科计划设置 6 名辐射工作人员，包括 2 名医师、2 名技师、2 名护士，上述人员均进行公开招聘。

1.3.4 工作制度

根据患者量及预约情况，核医学科每周核素检测工作为 1 天，按 8 小时工作制，每年核素检测工作累积 50 天。

2. 地理位置和周边保护目标关系

2.1 地理位置

通化市中医院位于通化市东昌区江畅路 369 号，医院地理位置见附图 1，院区周围环境情况见附图 2。

2.2 工作场所周围环境

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

本项目位于通化市中医院综合楼地下一层西北部，本项目平面示意图详见附图 3。

核医学科 PET 检查区拟建位置北侧为配电室和核医学科办公区（值班室、办公室、会诊室、资料室等）；东侧和南侧隔走廊为医院荧光原位杂交实验室预留区；西侧为杂物间和休息室；上层为综合楼一层医疗技术中心；下层为综合楼地下二层的放疗科诊室、办公室、CT 操作间及走廊。地下一层与地下二层之间为设备夹层，本项目核医学科放射性废液衰变池拟设置在设备夹层中，位于注射后等候室下方，放射性废液由患者专用

卫生间向下直接排入衰变池，最大限度缩短放射性废液管道长度。放射性废液衰变池下方为放疗科走廊及办公室。

本项目位于综合楼地下一层的一端（西北部），项目涉及区域进行了集中布置，内部设置单独的人员、物流通道，通过墙体与东侧和南侧的荧光原位杂交实验室预留区进行隔离，项目区域与非放射性工作场所隔开。本项目核医学科周围无妇产科、儿科和食堂等人员密集区域，有单独的出入口，诊疗患者出口不经过人员密集区域，可直通户外。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

本项目属于核技术在医学领域的应用，根据国家发展和改革委员会 2019 年第 29 号令《产业结构调整指导目录(2019 年本)》及 2021 年第 49 号令《国家发展改革委关于修改〈产业结构调整指导目录(2019 年本)〉的决定》相关规定，本项目属鼓励类第六项“核能”第 6 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”，符合国家产业发展政策。

4. 环保投资

项目总投资为 1774.6 万元，其中环保投资 104.6 万元，占总投资的 5.89%。本项目环保投资详见表 1-4。

表 1-4 环保投资情况一览表

序号	项目名称	费用（万元）
1	屏蔽墙（混凝土）、铅防护门、铅玻璃窗	43.0
2	手套箱、注射窗、注射台等辐射防护设施	7.5
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	4.5
4	铅服、铅眼镜等个人防护用品	2.3
5	辐射剂量报警装置、工作场所监测仪器等	6.5
6	个人剂量计、辐射标志、规章制度等	0.8
7	设备机房排风装置	4.5
8	放射性固体废物收集设施、放射性废液收集设施	27.0
9	环境影响咨询、日常环境管理等	8.5
本期环保投资合计		104.6

5. 原有核技术利用项目

通化市中医院辐射安全许可证编号：吉环辐证[01007]，经过多次延续以及变更后，医院于 2023 年 5 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 类射线

装置。有效期至 2028 年 5 月 16 日。辐射安全许可证见附件 2。

医院核技术利用情况如下表所示。

表 1-5 医院现有核技术利用项目明细表

序号	名称	型号	类别	工作场所
1	移动 DR	RayNova DRmc1	III类	门诊住院楼住院部
2	DR	东软 N800	III类	门诊住院楼 1 层 DR 室
3	CT	NeuViz Extra	III类	门诊住院楼 1 层 CT 室
4	*DSA	NeuAngio 33C	II类	门诊住院楼 11 层介入手术间

注：门诊住院楼 11 层介入手术间 DSA 设备已安装完成，尚未办理辐射安全许可证，未投入使用。

医院核技术利用项目均已履行环保手续。截至目前为止，医院现有III类射线装置运行情况良好，无辐射安全事故发生。

6. 原有辐射安全管理情况

6.1 辐射安全管理机构

医院成立了辐射安全管理领导小组，负责全院辐射安全与防护监督管理工作。领导小组成员如下：

组 长：宋 岩

副组长：佟 波 赵光岩

成 员：王 琛 姜成春 刘 倩 邹立民 张馨元 孙玉华等

6.2 现有辐射安全管理制度

医院已制定了一系列制度，包括：《通化市中医院辐射安全防护和管理制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《放射线科设备维修制度》、《辐射安全和防护培训制度》、《射线装置操作规程》和《通化市中医院辐射事故应急预案》等。

以上制度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内容，医院通过认真执行以上制度，从管理上保证了放射诊疗工作的正常运行。

6.3 放射性工作人员培训

医院辐射工作人员均已参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规考核，并取得了合格证或成绩报告单。

6.4 个人剂量检测及环境监测

6.4.1 个人剂量监测

医院辐射工作人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。

6.4.2 工作场所辐射水平监测

根据原环保部 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。

6.5 应急管理

医院制定了辐射事故应急预案，成立了辐射事故应急工作领导小组，具体负责辐射事件发生时的应急处理工作，包括应急预案的启动、应急预案相应处置及解除。医院每年进行一次放射事故应急演练，演练结束后，对辐射事故的演练过程进行了总结，有效提高了应急处置能力，杜绝类似事故发生。

辐射事故应急领导小组成员名单如下：

组 长：宋 岩

副组长：佟 波 赵光岩

成 员：王 琛 姜成春 刘 倩 邹立民 张馨元 孙玉华等

6.6 年度评估报告

医院对所有放射诊疗设备及辐射工作场所均进行了 2022 年度评估，各设备相关手续合格，规章制度健全，工作场所防护设施及措施符合相关要求，各设备运行至今未发生辐射事故，各设备运行良好并符合相关防护要求。

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
无							

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

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	日等效最大操作量(Bq)	年最大用量(Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
1	¹⁸ F	液体	使用	2.96×10^7	1.48×10^{12}	诊断	很简单的操作	PET-CT扫描间	药品外购，临时存放于核医学科分装注射室手套箱内
无									

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

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

表 4 射线装置

(二) X 射线机：包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	正电子发射计算机断层扫描仪 (PET-CT)	III类	1 台	NeuWise	140	420	诊断	PET-CT 扫描间	/
无									

表 5 废弃物 (重点是放射性废弃物)

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
放射性废水	液体	¹⁸ F	/	/	15m ³ /a	总 β < 10Bq/L	核医学科衰变池	经衰变达到解控水平后, 排入医院总污水处理设施处理后排放。
放射性废物 (一次性注射器、试管、棉球、废气过滤器等)	固体	¹⁸ F	/	/	50kg/a	< 10 ⁴ Bq/kg	核医学科废物间铅容器中	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
废活性炭	固态	¹⁸ F	/	/	10kg	< 10 ⁴ Bq/kg		
放射性废气	气体	¹⁸ F	/	/	/	极低	经活性炭过滤后排放	经高出所在建筑屋脊的专用排风管道排出。
无								

注：1. 常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³；年排放总量用 kg。
 2. 含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度 (Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³) 和活度 (Bq)。

表 6 评价依据

法规文件	<ol style="list-style-type: none">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. 《建设项目环境保护管理条例》，中华人民共和国国务院令 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）；7. 《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；8. 《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；9. 《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；10. 《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；11. 《吉林省生态环境保护条例》（2021 年 1 月 1 日）；12. 《吉林省辐射污染防治条例》（2004 年 7 月 28 日吉林省第十届人民代表大会常务委员会第十二次会议通过，2004 年 9 月 1 日起施行）；13. 《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；14. 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》生态环境部公告 2019 年第 57 号，2020 年 1 月 1 日起施行。
------	---

<p>技术标准</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； 2. 《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）； 3. 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； 4. 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； 5. 《中国环境天然放射性水平》（原国家环境保护局，1995 年）； 6. 《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）； 7. 《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）； 8. 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188—2021）； 9. 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）； 10. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； 11. 《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）； 12. 《关于核医学标准相关条款咨询的复函》（辐射函[2023]20 号）。
<p>其他</p>	<ol style="list-style-type: none"> 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. 通化市中医院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，以项目实体边界为中心，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新建核医学科辐射工作场所屏蔽体外 50m 范围。

保护目标：

结合项目设计资料及现场踏查可知，项目保护目标包括核医学科的相关功能房间和周围环境其他功能区，如核医学科 PET 控制室、分装注射室、办公室、值班室、准备室、休息室、荧光原位杂交实验室、走廊、候诊区以及楼上医疗技术中心和楼下放疗科相关功能房间、走廊等。通过现场调查和咨询地方生态环境保护行政主管部门，医院现无信访问题。评价范围内各科室周围保护目标情况见表 7-1。

表 7-1 项目辐射工作场所周围环境及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
核医学科 (综合楼 地下一层 西北部)	核医学科分装注射室、PET-CT 操作间、准备室、办公室、会诊室等	职业人员	核医学科内	6 人/d
	荧光原位杂交实验室	公众	东侧 7.5m	5 人/d
	荧光原位杂交实验室	公众	南侧 2m	5 人/d
	自然土层	——	西侧	——
	自然土层	——	北侧	——
	医疗技术中心	公众	楼上	30 人次/d
	放疗科诊室、办公室、CT 操作间及走廊等	公众、职业人员	楼下	20 人次/d
	儿科楼	公众	东侧约 32m	40 人次/d
江南嘉安小区住宅楼	公众	北侧约 38m	200 人次/d	

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。

3. 表面污染

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) 该区内的高污染子区除外。

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	$>4 \times 10^9$
乙	$2 \times 10^7 \sim 4 \times 10^9$
丙	豁免活度值以上 $\sim 2 \times 10^7$

5. 放射性废水总量排放控制要求

5.1 《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 的含意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 $\beta < 10\text{Bq/L}$ 。

5.2 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。

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。

本项目新建一座 13.5m^3 ($4.5\text{m}^3 \times 3$) 槽式放射性废液衰变池，本项目使用的

F-18 半衰期为 109.7min 小于 24 小时，因此放射性废液暂存时间超过 30 天后可直接解控排放至医院总污水处理设施。

6. 放射性固体废物处理

6.1 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/cm^2 、 β 表面污染小于 0.8 Bq/cm^2 的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理：

a) 所含核素半衰期小于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过 30 天。

本项目使用的 F-18 半衰期为 109.7min，小于 24 小时，因此放射性固体废物暂存时间超过 30 天后，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/cm^2 、 β 表面污染小于 0.8 Bq/cm^2 的，可解控作为医疗垃圾处理。

7.2.3.2 不能解控的放射性固体废物应该按照放射性废物处理的相关规定予以收集、整备，并送交有资质的单位处理。放射性废物包装体外的表面剂量率应不超过 0.1 mSv/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/cm^2 、其他 α 发射体应小于 0.4 Bq/cm^2 。

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

6.2 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 0.1 mSv/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： $\beta < 0.4 \text{ Bq/cm}^2$ 。

7. 气态放射性废物的管理

7.1 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。

7.2 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。

本项目分装注射室安装手套箱，操作口风速 1m/s。通风柜配套有高效活性炭过滤器，并设置独立的排风系统，排风口设在建筑物顶部。

8. 《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）

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 $25\mu\text{Sv/h}$ ；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）

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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，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 $10\mu\text{Sv/h}$ 。

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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，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 $25\mu\text{Sv/h}$ 。

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 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

根据《关于核医学标准相关条款咨询的复函》（辐射函[2023]20号），核医学工作场所“控制区内工作人员经常性停留的场所（人员居留因子 $\geq 1/2$ ），周围剂量当量率应小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；控制区内工作人员较少停留或无需到达的场所（人员居留因子 $< 1/2$ ），如给药/注射室防护门外、给药后患者候诊室防护门外、核素治疗住院病房防护门外以及核医学科患者走廊等位置，周围剂量当量率应小于 $10 \mu\text{Sv/h}$ ”。

10. 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

本项目 PET-CT 带有 CT 功能，因此本项目 PET-CT 设备机房使用面积、单边长度要求和屏蔽防护铅当量厚度要求执行表 7-4 和表 7-5 中相应标准要求。

表 7-4 X 射线设备机房使用面积及单边长度要求（节选）

设备类型	机房内最小有效使用面积 ^d (m ²)	机房内最小单边长度 ^e (m)
CT 机（不含头颅移动 CT）	30	4.5

注：机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形的面积。

机房内单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。

表 7-5 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求（节选）

机房类型	有用线束方向铅当量 (mmPb)	非有用线束方向铅当量 (mmPb)
CT 机房（不含头颅移动 CT）CT 模拟定位机房	2.5	

X 射线设备机房外的周围剂量当量率应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；

应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。X 射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。

12. 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、通化地区 γ 辐射空气吸收剂量率数据。具体数据摘录列于表 7-6。

表 7-6 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
通化地区	30.8~114.2	61.0~136.4

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

1. 项目地理和场所位置

通化市中医院位于通化市东昌区江畅路 369 号,医院地理位置如附图 1 所示。

本项目拟建区域位于医院综合楼地下一层西北部,场所位置如附图 2~附图 6 所示。

核医学科 PET 检查区拟建位置北侧为配电室和核医学科办公区(值班室、办公室、会诊室、资料室等),东侧和南侧隔走廊为医院荧光原位杂交实验室预留区,西侧为杂物间和休息室,上层为综合楼一层医疗技术中心,下层为综合楼地下二层的放疗科诊室、办公室、CT 操作间及走廊。

2. 环境现状评价对象

本项目环境现状评价只针对拟建区域辐射环境质量、土壤中应用放射性核素含量、水中应用放射性核素浓度进行评价。

3. 辐射环境质量现状调查与评价

3.1 监测因子

γ 辐射剂量率、 β 表面污染。

3.2 监测点位

本次监测在辐射项目拟建位置及周围共布设 28 个 γ 辐射空气吸收剂量率监测点位和 6 个 β 表面污染监测点位,点位布设情况详见附图 2、附图 7、附图 8 和附图 9,监测报告(报告编号: FH2023217)详见附件 3。

3.3 监测时间及监测条件

监测时间为 2023 年 9 月 30 日,监测条件: 15℃、49%RH、晴、微风,天气情况均满足监测仪器使用要求。

3.4 监测依据

3.4.1 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021);

3.4.2 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021);

3.4.3 《表面污染测定》(GB/T14056.1-2008)。

3.5 监测仪器

监测仪器详见表 8-1 和表 8-2。

表 8-1 环境级 X、 γ 剂量率仪相关情况

仪器名称	环境级 X、 γ 剂量率仪	仪器型号	6150AD6/H+6150ADb/H
检定证书编号	DLj12023-01612	有效期至	2024. 02. 12
检定单位	中国计量科学研究院		
检定结论	合格		

表 8-2 α 、 β 表面污染仪

仪器名称	α 、 β 表面污染测量仪	仪器型号	XH-3206
检定证书编号	检定字第 202211003985 号	有效期至	2023. 11. 11
检定单位	中国测试技术研究院		
检定结论	合格		

3.6 质量保证措施

- 3.6.1 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。
- 3.6.2 监测方法采用国家有关部门颁布的标准。
- 3.6.3 监测仪器经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- 3.6.4 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。
- 3.6.5 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- 3.6.6 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 8-3， β 表面污染监测结果见表 8-4。
 （辐射剂量率监测数值均已扣除宇宙射线，室外辐射剂量率扣除 16.5nGy/h，室内辐射剂量率扣除 13.2nGy/h）。

表 8-3 γ 辐射空气吸收剂量率（已扣除仪器宇宙射线响应值）

序号	点位描述	监测数值 (nGy/h)
1	综合楼西侧室外环境	71.8
2	综合楼西侧室外环境	73.6
3	综合楼南侧室外环境	70.9
4	综合楼北侧室外环境	73.3
5	综合楼西侧程北路	70.5
6	综合楼北侧江南西三路	72.2
7	综合楼北侧江南嘉安小区住宅楼	86.9
8	综合楼北侧江南嘉安小区住宅楼	88.3

续表 8-3 γ 辐射空气吸收剂量率（已扣除仪器宇宙射线响应值）

序号	点位描述	监测数值 (nGy/h)
9	综合楼东侧儿科楼	89.5
10	核医学科北侧走廊	85.1
11	PET-CT 控制室拟建位置	87.4
12	核医学科南侧走廊	84.8
13	核医学科候诊区域	85.5
14	分装、注射室拟建位置	86.2
15	注射后等候室拟建位置	88.6
16	抢救室拟建位置	87.0
17	核医学科控制区走廊位置	85.3
18	PET-CT 扫描间拟建位置	86.5
19	留观区拟建位置	90.4
20	综合楼地上一层医疗技术中心	84.8
21	综合楼地上一层医疗技术中心	85.3
22	综合楼地下二层办公室	83.7
23	综合楼地下二层走廊	85.9
24	综合楼地下二层走廊	84.4
25	综合楼地下二层 CT 操作间	87.2
26	综合楼地下二层诊室	85.6
27	综合楼地下二层诊室	83.8
28	综合楼地下二层污物间	89.5

表 8-4 β 表面污染监测结果

序号	点位描述	监测数值 (Bq/cm ²)
1	分装、注射室拟建位置	0.21
2	核医学科控制区走廊位置	0.19
3	注射后等候室拟建位置	0.22
4	抢救室拟建位置	0.22
5	PET-CT 扫描间拟建位置	0.19
6	留观区拟建位置	0.17

3.8 辐射环境现状评价

3.8.1 γ 辐射剂量率

由表 8-3 可知，本项目建设前，医院院区内及周围各监测点 γ 辐射空气吸收剂量率范围为 70.5nGy/h~73.6nGy/h，均在通化地区陆地 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 83.7nGy/h~90.4nGy/h，均在通化地区室内 γ 辐射空气吸收剂量率变化范围内。

3.8.2 β 表面污染

由表 8-4 可知，本项目建设前，拟建区域各监测点 β 表面污染水平在 0.17Bq/cm²~0.22Bq/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

根据项目建设位置周围情况，在项目拟建位置西侧设置 1 个土壤样品的采集点位，于 2023 年 9 月 30 日进行了采集，具体采样位置详见报告附图 2，检测报告详见附件 4（报告编号：FH2023219）。

4.2 检测依据

4.2.1 《高纯锗 γ 能谱分析通用方法》（GB/T11713-2015）；

4.2.2 《环境及生物样品中放射性核素的 γ 能谱分析方法》（GB/T16145-2022）。

4.3 检测结果

土壤中本项目应用放射性核素 ¹⁸F 含量检测结果详见表 8-5。

表 8-5 土壤中应用放射性核素含量检测结果

放射性核素	¹⁸ F
监测数据（Bq/kg）	<0.261 ^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拟应用放射性核素含量均低于仪器探测下限，拟应用放射性核素 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

本次评价在医院污水总排放口采集 1 个水样，检测医院污水总排放口水样中应用放射性核素 ¹⁸F 的浓度以及总 α 、总 β 放射性浓度，检测报告详见附件 5（报告编号：FH2023218）。

5.2 分析测量方法

5.2.1 《高纯锗 γ 能谱分析通用方法》（GB/T11713-2015）；

5.2.2 《环境及生物样品中放射性核素的 γ 能谱分析方法》（GB/T16145-2022）；

5.2.3 《水中总 α 放射性浓度的测定 厚样法》（EJ/T1075-1998）；

5.2.4 《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

水中本项目应用放射性核素 ^{18}F 浓度及总 α 、总 β 检测结果详见表 8-6。

表 8-6 水中应用放射性核素浓度及总 α 、总 β 检测结果

放射性核素	^{18}F	总 α	总 β
监测数据 (Bq/L)	<0.175 ①	0.032	0.053

注：①为高纯锗 γ 谱仪探测下限。

通过检测，由上表可知，医院污水总排放口采集的污水中应用放射性核素 ^{18}F 未检出，污水中总 α 、总 β 的含量为 0.032Bq/L、0.053Bq/L。

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

本项目应用放射性同位素和射线装置对患者进行诊断，具体包括如下：

表 9-1 放射性同位素和射线装置应用情况

射线装置	功能	工作方式	备注
PET-CT	核素诊断	设置独立机房，隔室操作	应用非密封放射性物质 ^{18}F

注：本项目拟应用的 PET-CT 设备中不含锞-68 校准源。

2. 工作原理、工艺流程及产污环节

2.1 工作原理

2.1.1 PET

PET 是 Positron Emission Computed Tomography（正电子发射计算机断层扫描）的缩写，是目前最先进的放射性核素显像技术。PET 的基本结构由探头（晶体、光电倍增管、高压电源）、电子学线路、数据处理系统、扫描机架及同步检查床组成。PET 工作的目的是显示正电子核素标记的示踪剂在体内的分布。通过化学方法，将发射正电子的核素与生物学相关的特定分子连接而成的正电子放射性药物注入体内后，正电子放射性药物参加人体相应的生物活动，同时发出正电子射线，湮灭后形成能量相同（511keV）、方向相反的两个 γ 光子。在 PET 的探测器接收光子过程中应用电子准直或符合探测技术，即可得到正电子放射性药物的分布情况，并经计算机图像重建后进一步转化为肉眼可视的图像。在很多情况下，它可提供其他方法所不能提供的重要诊断信息。用于显像的同位素都属于短半衰期的核素，如 ^{11}C 、 ^{13}N 、 ^{18}F 、 ^{68}Ga 等。

2.1.2 CT

核医学 PET-CT 具有 CT 功能，属于 III 类射线装置，原理如下：

CT 由 X 射线管和高压电源组成，X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成，高速电子轰击靶体产生 X 射线。

典型的 X 射线管结构见下图。

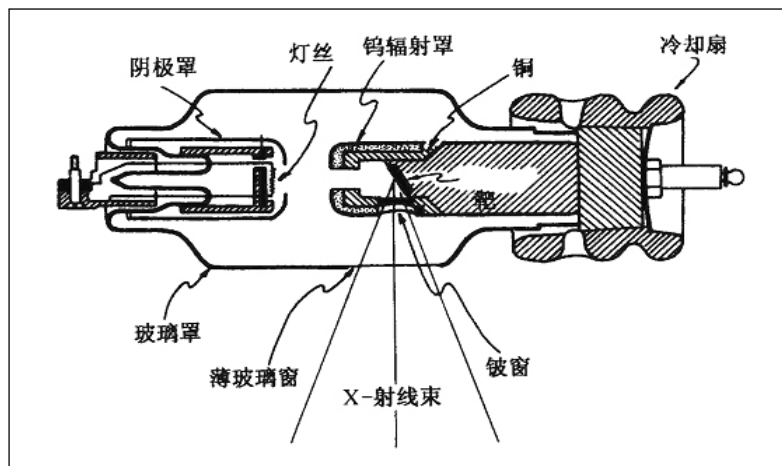


图 9-1 X 射线管结构原理图

CT 断层扫描是经过计算机数字化系统处理后获得组织的内部重建影像。X 射线是一种可以穿透人体的电磁波，可以使某些发光的物质产生可见光，由于人体不同组织、器官、及骨骼的穿透系数不同，医学上正式利用这一特点对人体进行 CT 断层扫描。

X 射线诊断工作流程中，污染来自于检查过程中设备产生的 X 射线，对周围产生的辐射影响。

2.1.3 PET-CT

PET-CT 是将 PET 和 CT 联合在一起，通过 PET 扫描和 CT 扫描重叠联合扫描，使两者的硬件和软件有机地结合在一起。这样就可以采用 CT 图像对 PET 功能图像进行解剖定位，同时又可以采用人体 X 射线衰变图的衰变系数对 γ 射线在人体内的衰减进行校正，它自身带有 1 部 CT 机，属于 III 类射线装置。

本项目 PET-CT 显像诊断使用的放射性核素为 ^{18}F 。

^{18}F 的半衰期是 109.7min，衰变方式是 β^+ 及轨道电子俘获，发射 0.635MeV 的 β^+ 射线（97%）及发生湮没反应产生 511keV 的 γ 射线（200%）。

放射性核素显像诊断工作原理主要用放射性核素注入人体内产生的湮没辐射 γ 光子构成影像。正电子只能瞬态存在，很快与组织中的负电子结合产生湮没辐射产生两个能量（511keV）相等、方向相反的 γ 光子，光子被 PET-CT 装置探测器所接受，产生的荧光辐射经光电转换器、放大器、脉冲幅度甄别器等处理后，通过计算机系统再现人体组织或器官的影像。正电子放射性核素可构成人体各部位的任何影像，包括平面影像、动态影像、断层影像及全身影像。

2.2 工作流程和产物环节

2.2.1 根据需要，接受显像检查的人员进行预约登记，确定用药量；

2.2.2 根据用药量外购 PET 用放射性药物；

2.2.3 核素检查场所接收、检查药物，并登记、签字；

2.2.4 在注射室手套箱内进行药物分装。受检者按约定时间在给药候诊区准备和等候；准备好的受检者在专用通道注射窗口接受注射，医务人员佩戴个人剂量计、穿戴好个人防护用品从贮药罐内用一次性注射器汲取计划的药量，通过过墙注射台为受检者注射药物；

2.2.5 受检者进入注射后等候室静坐候诊约 30 分钟；

2.2.6 受检者进入 PET-CT 扫描间接受检查约 10~20 分钟；

2.2.7 检查完成，受检者在留观室休息一段时间后，从专用通道离开。

放射性核素应用流程及污染物产生情况如下图所示。

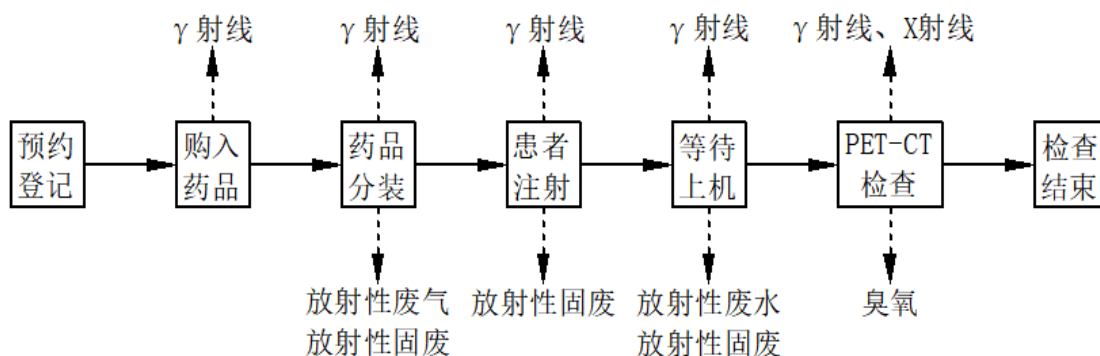


图 9-2 核素检查流程及产污环节图

核医学核素检查过程中，污染来自放射性药物购入、分装、注射以及注射药品的患者候诊、检查等环节，包括放射性药物、PET-CT 设备对周围的辐射影响、废注射器等放射性废物、清洗和病人排泄产生的废水、药物分装等过程产生的放射性废气。

X 射线诊断工作流程中，污染来自于检查过程中设备产生的 X 射线，对周围产生的辐射影响。

2.3 人员配置

医院拟为新建的核医学科配置 6 名辐射工作人员，其中，2 名护士采用轮班制，每班次 1 人负责分装和注射工作；2 名医师和 2 名技师采用轮班制，每班次 2 人负责摆位和扫描。

2.4 工作制度

本项目核医学科辐射工作人员每周核素检测工作 1 天,每年工作累积 50 天,实行白班轮班制。PET-CT 预估检查量约 500 人次/年。每次分装操作约 30s,则年分装时间约为 4.2h (每人 2.1h);每次注射操作约 30s,则年注射时间约为 4.2h (每人 2.1h);每次指导受检者摆位操作约 1min,则年摆位时间约为 8.4h (每人 2.1h);每次扫描按 20min 考虑,则年扫描时间约为 167h (每人约 42h)。

污染源项描述

1. 射线装置

1.1 环境影响因子

本项目射线装置应用过程中产生 X 射线,对周围环境产生辐射影响。

1.2 源项

本项目 PET-CT 集成有 CT 机,属于 III 类射线装置,诊疗过程中产生 X 射线对装置房间周围产生辐射影响,辐射有初级辐射、次级辐射和泄露辐射。应用射线装置最大管电压为 140kV,最大输出电流为 420mA。

2. 非密封放射性物质

2.1 环境影响因子

2.1.1 γ 射线和 β 射线

PET-CT 检查应用的非密封放射性物质为 ^{18}F ,应用过程中产生 γ 射线及 β 射线。

2.1.2 放射性废水

本项目应用的放射性同位素为 ^{18}F ,该场所为非密封放射性物质工作场所,操作过程中有放射性废水产生,如清洗废水、病人排泄污水等。

2.1.3 放射性固废

本项目放射性固废来自 PET-CT 检查过程中操作非密封放射性物质环节,废物包括废注射器、棉签等,以及核医学科排风过滤系统使用后的废活性炭。

2.1.4 放射性废气

本项目放射性废气来自 PET-CT 检查过程中操作非密封放射性物质环节,主要为分装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。

2.2 源项

2.2.1 非密封放射性物质辐射源项

^{18}F 的半衰期是 109.7min，衰变方式是 β^+ 及轨道电子俘获，发射 0.635MeV 的 β^+ 射线（97%）及发生湮没反应产生 511keV 的 γ 射线（200%），本项目应用 ^{18}F 标记物产生的 γ 射线开展核素显像工作。

2.2.2 放射性废水源项

核医学科操作过程中有放射性废水产生，按照满负荷每天 10 人 PET-CT 检查，每年 50 周，每周 1 天工作时间，年最大患者量 500 人设计。每名患者按照消耗自来水 20L（按一次卫生间冲水 12L、洗手 2 次 8L 计算），每天污水排放量约为 0.2m^3 ，辐射工作人员（注射室）洗刷 0.1m^3 ，核医学科每天放射性废水产生量共计 0.3m^3 ，年产生放射性废水约为 15m^3 。

2.2.3 放射性固废源项

核医学科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）药物使用过程中产生的注射器、棉签、试管、手套、擦拭纸等，产生量约为 50kg/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 。

2.3 非密封放射性物质工作场所分级

2.3.1 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： ^{18}F 豁免活度为 $1 \times 10^6\text{Bq}$ 。

2.3.2 非密封放射性核素使用量

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。

2.3.3 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：

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

根据现场调查及医院提供的相关资料，本项目的非密封放射性物质日等效操作量核算结果详见下表。

表 9-3 核医学科核素诊断场所日等效最大操作量核算表

序号	核素	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）	场所等级
			低毒	0.01	很简单	10		
1	¹⁸ F	2.96×10 ¹⁰	低毒	0.01	很简单	10	2.96×10 ⁷	乙级

本项目建成后，核医学科每日患者最多 10 人，每人 3.7×10⁸Bq，每天累计最大用药量为 3.7×10⁹Bq，考虑 ¹⁸F 药物衰变，按最大用药量的 8 倍进行备药（每日一次购药），则本项目 ¹⁸F 核素的日最大操作量约为 2.96×10¹⁰Bq，该场所 ¹⁸F 日等效最大操作量为 2.96×10⁷Bq，属于乙级非密封放射性工作场所。

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，必须遵从以下辐射防护原则。

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核素和射线装置用于医学诊断，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. 防护与安全最优化

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。

本项目核医学科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. 剂量约束

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。

通过影响预测计算可知，本项目辐射工作人员和周围公众人员所受到的辐射剂量低于国家相应标准限值。

项目安全设施

1. 工作场所布局及分区

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，应

把放射性工作场所分为控制区、监督区以便于辐射防护管理和职业照射控制。

1.1 布局

1.1.1 工作场所布局

如附图 3 所示，本项目新建核医学科位于医院综合楼地下一层西北部。

PET 检查区域自东向西分别为分装注射室、储源室、废物间、注射后等候室（设有专用卫生间）、抢救室、PET-CT 扫描间、留观室，在场所外设有注射前患者候诊区域、工作人员办公区域等清洁区域。

本项目涉及区域进行了集中布置，并通过实体墙与东侧和南侧的荧光原位杂交实验室预留区进行隔离，项目区域与非放射性工作场所隔开。本项目核医学科周围无妇产科、儿科和食堂等人员密集区域，有单独的出入口，诊疗患者出口不经过人员密集区域，可直通户外。

核医学科分别设有工作人员通道和患者通道，同时规划管理放射性药物和放射性废物路径，在 PET 开展工作前运送放射性药物，在 PET 完成工作后转移放射性废物。工作人员进出控制区门口设立卫生通过间，进行污染检测，在患者入口和出口通道防护门设置门锁权限控制和单向门，控制给药后患者行进方向唯一，不与给药前患者交叉。核医学科布局满足《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，布局合理。

1.1.2 放射性废液衰变池选址合理性分析

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“源的选址与定位”的规定：

9.3.2.1 为具有大量放射性物质和可能造成这些放射性物质大量释放的源选择场址时，应考虑可能影响该源的辐射安全的各种场址特征和可能受到该源影响的场址特征，并应考虑实施场外干预（包括实施应急计划和防护行动）的可行性。

9.3.2.2 在确定装置和设施（例如医院和制造厂）内的小型源的位置时，应考虑：

a) 可能影响该源的安全和保安的因素；

b) 可能影响该源引起职业照射和公众照射的因素，包括诸如通风、屏蔽、距人员活动区的距离等；

c) 考虑了上述因素后工程设计上的可行性。

据此，国标中只对“具有大量放射性物质和可能造成这些放射性物质大量释放的源”应考虑场址特征的规定，对其它源的选址未作明文规定，而医院内的小型源更关注辐射安全防护和工程设计的可行性。本项目在正常运行和事故工况下，均不会造成大量放射性物质释放。因此，本次环评仅针对衰变池的选址在辐射安全防护、工程设计及日常管理可行性进行分析其选址可行性。

本项目新建放射性废液衰变池组位于综合楼地下一层与地下二层之间的夹层中（核医学科注射后等候室下方），拟设置警示标志，防止无关人员在其周围逗留。衰变池组设 1 个污泥池和 3 个衰变池，衰变池组四侧以及底部和顶棚均由 300mm 混凝土浇筑而成，混凝土坚固、耐酸碱腐蚀，无渗透性，可确保辐射防护安全。衰变池上方设置有取样口，衰变池设有液位传感器和压力传感器，自动切换废水收集和排放。从注射后等候室专用卫生间垂直向下直接接入衰变池组的污泥池，废水管道外设有 3mm 铅皮包裹进行屏蔽防护。衰变池组与核医学科距离较近，可以最大程度上缩短放射性废水收集管线距离，有利于辐射防护与安全。

综上所述，本项目新建放射性废液衰变池选址在辐射安全防护、工程设计及日常管理可行性等方面是可行的。

1.2 分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，依据辐射水平不同，将该区域划分为控制区和监督区进行管理，如附图 3~附图 5 所示：

控制区：分装注射室、储源室、废物间、注射后患者走廊、注射后等候室、抢救室、PET-CT 扫描间、留观区、放射性废液衰变池。

监督区：与控制区域相邻的区域，包括候诊区、休息室、洗监室（缓冲区）、准备室、PET-CT 控制室、核医学科走廊、核医学科楼上对应的医疗技术中心区域和核医学科楼下对应的放疗科诊室、办公室、CT 操作间、走廊等区域以及放射性废液衰变池周围区域。

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，监督区入口处应设置标明监督区的标志。

1.3 人员、药物运输通道

医生通道、患者通道详见附图 10；放射性药物和放射性废物运输通道详见附图 11。

1.3.1 医生通道

医生由综合楼东北角楼梯进入核医学科办公区。药物注射人员由核医学科办公室（值班室）经走廊向南进入分装注射室东侧的休息室、再通过洗监室（缓冲区）进入分装注射室；PET-CT 扫描及摆位人员由核医学科办公室（值班室）经走廊向西直接进入 PET-CT 控制室。

核医学科各场所工作人员出入口均设有门锁权限控制，防止无关人员误入。

1.3.2 患者通道

核素检查患者预约后，按预约时间于早 7:30 之后逐个到达核医学科候诊区域，经叫号后进入控制区，在注射窗口进行注射；注射后在等候室等候约 30min；经再次叫号后进入 PET-CT 扫描间进行检查，检查时间约 10~20min；检查后进入留观区留观，然后经核医学科专用电梯离开核医学科直达户外。

1.3.3 药物运输通道

本项目放射性药品 ^{18}F 在开展核素检查的工作日早上 7:00~7:30 由综合楼西侧核医学科专用电梯运至地下一层核医学科，经过核医学科走廊和控制区走廊，由传递窗送至分装注射室，并存放于手套箱中。7:30 后开始开展核素诊疗活动，放射性药品由医生在手套箱内进行分装，并从手套箱内取出后在注射窗口为患者注射。

核医学科配备表面污染监测仪，在每次药品运输后，工作人员对运药通道（包括核医学科专用电梯）进行监测，以防运输过程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。医院在采取上述措施后，药物运输通道可行。

本项目放射性药品来源为外购，由有放射性药品生产资质的单位提供。放射性药品从生产单位至本项目应用场所由有资质单位进行运输，放射性药品运输过程另行评价，不在本次评价范围内。

1.3.4 放射性废物转移（运输）通道

本项目拟在分装注射室、抢救室、注射后等候室、留观区等房间设置铅屏蔽废物箱（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，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 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。分装注射室放射

性废物于每日注射工作完成后直接转移至废物间内；抢救室、注射后等候室、留观区等房间放射性废物于每日 PET 检查工作完成且所有患者全部离开后转移至废物间内。每次放射性废物转移至废物间后，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，在废物间贮存衰变超过 30d，经检测符合排放标准后，经传递窗运出，经控制区走廊、核医学科走廊，由核医学科专用电梯运出核医学科，按照医疗废物交由资质单位进行处置。

本项目通过时间控制，在开展诊疗工作前将放射性药品运至注射室，在核医学科下班后，即患者和非运输放射性废物的工作人员均已离开后运送放射性废物，在每次放射性药品和放射性废物运输后，工作人员对运输通道进行监测，以防运输过程不慎将放射性废物洒落对周围人员造成辐射影响。

综上，在采取上述空间和时间控制措施后，本项目核医学科布局满足《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。

1.4 射线装置扫描室空间要求符合性

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）相关要求，结合本项目 PET-CT 机房的设计内容，将机房空间符合性列于下表。

表 10-1 机房空间符合性一览表

场所	设计情况		标准要求		是否符合要求
	有效使用面积 (m ²)	最小单边长度 (m)	最小有效使用面积 (m ²)	最小单边长度 (m)	
PET-CT 扫描间	38.75	5.0	30	4.5	符合

2. 辐射防护屏蔽

2.1 计算公式和计算参数

对于核医学科各功能房间本次评价通过理论计算的方法对本项目辐射工作场所屏蔽设计是否符合辐射防护要求进行核对，具体如下：

根据诊断流程，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：

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

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 —距源 1m 处的周围剂量当量率常数， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{h}\cdot\text{MBq})$ ；

R —辐射源至关注点的距离，m；

X —屏蔽层厚度，mm；

TVL — γ 射线的十分之一值层厚度，mm。

本项目核医学科拟应用非密封放射性物质 ^{18}F ，核医学 PET 诊断患者的注药量一般为 370MBq， ^{18}F 在 1m 处的周围剂量当量率常数为 $0.143\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}\cdot\text{MBq}$ ，根据 GBZ120-2020 中表 L.1，受检者体内放射性核素 ^{18}F 致体外 1m 处的周围剂量当量率常数为 $0.092\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{MBq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 。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。

本项目放射性药品 ^{18}F 运送至医院后，暂时存放于注射室 70mmPb 的手套箱内。本项目 PET-CT 工作区域日最大操作量为 $2.96\times 10^{10}\text{Bq}$ ，则注射室源强取 $2.96\times 10^{10}\text{Bq}$ ，注射室内放射性废物间源强取日最大操作量的 1%作为源强，约为 $2.96\times 10^8\text{Bq}$ ；注射后等候室最多同时 3 人进行候诊，则源强为 $1.11\times 10^9\text{Bq}$ ；PET-CT 扫描间每次扫描 1 人，则源强为 $3.7\times 10^8\text{Bq}$ ，留观区最多同时有 2 人休息，则源强为 $7.4\times 10^8\text{Bq}$ 。预测点位详见附图 12。

3.2.2 计算结果

计算结果详见表 10-2。

表 10-2 核医学科各功能房间屏蔽设计核实结果

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
注射室手套箱 (29600MBq)	表面 30cm	0.6	2.5	61.0	70mmPb手套箱	70	是
注射室 (29600MBq)	1-1	1.2	2.5	51.0	70mmPb+350mm混凝土	103	是
	1-2	2.9	2.5	38.2	70mmPb+10mmPb防护门	80	是
	1-3	3.5	2.5	35.5	70mmPb+350mm混凝土	103	是
	1-4	4.6	10	21.6	70mmPb+300mm混凝土	98.3	是
	1-5	1.6	10	36.8	70mmPb+40mmPb玻璃窗	110	是
	1-6	1.2	10	41.0	70mmPb+350mm混凝土	103	是
	楼上	3.8	2.5	34.3	70mmPb+350mm混凝土	103	是
	楼下	5.0	2.5	30.4	70mmPb+350mm混凝土	103	是

续表 10-2 核医学科各功能房间屏蔽设计核实结果

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
废物间 (296MBq)	2-1	1.6	2.5	13.6	20mmPb铅桶+10mmPb防护门	30	是
	2-2	1.3	2.5	16.6	20mmPb铅桶+300mm混凝土	48.3	是
	2-3	0.9	10	11.9	20mmPb铅桶+300mm混凝土	48.3	是
	2-4	1.3	2.5	16.6	20mmPb铅桶+200mm混凝土	38.9	是
注射后等候室 (1110MBq)	3-1	1.6	2.5	20.0	300mm混凝土	28.3	是
	3-2	2.0	10	6.8	200mm混凝土	18.9	是
	3-3	2.0	10	6.8	10mmPb防护门	10	是
	3-4	2.1	10	6.1	200mm混凝土	18.9	是
	3-5	1.3	2.5	23.0	300mm混凝土	28.3	是
抢救室 (370MBq)	4-1	1.7	10	1.2	200mm混凝土	18.9	是
	4-2	2.6	10	<0.1	200mm混凝土	18.9	是
	4-3	2.3	10	<0.1	10mmPb防护门	10	是
	4-4	1.8	2.5	10.4	300mm混凝土	28.3	是
	4-5	2.4	2.5	6.2	300mm混凝土	28.3	是
PET-CT扫描间 (370MBq)	5-1	3.8	2.5	<0.1	10mmPb防护门	10	是
	5-2	3.4	2.5	1.2	300mm混凝土	28.3	是
	5-3	4.0	2.5	<0.1	300mm混凝土	28.3	是
	5-4	3.4	2.5	1.2	10mmPb防护门	10	是
	5-5	2.8	2.5	4.0	300mm混凝土	28.3	是
	5-6	5.1	2.5	<0.1	300mm混凝土	28.3	是
	5-7	4.9	2.5	<0.1	10mmPb玻璃窗	10	是
	5-8	5.1	2.5	<0.1	10mmPb防护门	10	是
留观区 (740MBq)	6-1	1.0	10	13.8	300mm混凝土	28.3	是
	6-2	2.5	10	0.6	10mmPb防护门	10	是
	6-3	2.9	2.5	8.5	10mmPb防护门	10	是
	6-4	3.3	2.5	6.6	200mm混凝土	18.9	是
	6-5	3.9	2.5	4.2	200mm混凝土	18.9	是
	6-6	3.4	2.5	6.2	10mmPb防护门	10	是
注射后患者通 道(370MBq)	7-1	2.0	2.5	8.8	10mmPb防护门	10	是
	7-2	2.0	2.5	8.8	10mmPb防护门	10	是
除分装注射室 外的工作场所 (1110MBq)	楼上	3.8	2.5	7.5	300mm混凝土	28.3	是
	楼下	5.0	2.5	3.5	300mm混凝土	28.3	是

注:PET-CT扫描间同时应考虑CT的屏蔽,根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)要求,PET-CT机房屏蔽能力应不低于2.5mmPb。

由上表可知，本项目核医学科各功能房间屏蔽设计均可满足辐射防护要求。且 PET-CT 扫描间的设计屏蔽能力远远高于计算值，可以满足对 CT 扫描与患者体内放射性核素叠加影响的屏蔽防护。

3. 辐射安全和防护、环保相关设施及其功能

根据辐射防护安全要求，结合项目实际情况，将项目涉及的需配备的相关的防护设施及其功能阐述如下：

3.1 工作场所建筑结构及材料要求

根据《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）和核医学科工作场所各房间的功能和使用放射性核素用量，计算得到核医学科工作场所操作量最大的加权活度，见表 10-3。

表 10-3 核医学科工作场所分类情况

序号	工作区域	核素	实际日最大操作量 (Bq)	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	注射室	¹⁸ F	2.96×10^{10}	1	1	29600	II
2	抢救室	¹⁸ F	3.7×10^8	1	10	37	III
3	注射后等候室	¹⁸ F	1.11×10^9	1	10	111	II
4	PET-CT 扫描间	¹⁸ F	3.7×10^8	1	10	37	III
5	留观区	¹⁸ F	7.4×10^8	1	10	74	II

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。II类和III类开放性放射性核素工作场所的要求见表 10-4。

表 10-4 室内表面及基本装备结构要求

类别	II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	不必须
通风	良好通风	一般自然通风
管道	普通管道	普通管道
盥洗与去污	洗手盆 ^a 和去污设备	洗手盆 ^a

注：a 洗手盆应为感应式或脚踏式等手部非接触开关控制。

3.2 医院拟在核医学科的控制区出入口、控制区内各房间门口、手套箱等核

素操作场所表面、放射性废物桶表面等醒目位置均拟设置电离辐射警告标志，用于提醒无关人员不要靠近和逗留。

3.3 医院拟在核医学科 PET-CT 扫描间门口设置工作状态指示灯，用于提示机房内设备的运行状态，同时拟在机房防护门安装闭门装置，确保防护门处于常闭状态，且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动。

3.4 医院拟在核医学科控制区病患入口及病患出口处设带远程控制的门禁系统且为单向门，由工作人员远程控制，实现“入口只进不出，出口只出不进”的单向路线，加强对控制区带药患者的管理，并防止无关人员入内。同时医务人员应告知检查完成后病人离开路线，防止其对其他公众造成不必要照射。

3.5 医院拟在核医学科的控制区内如注射后等候室、PET-CT 扫描间、留观室、患者出入口均配备监视设施和对讲装置，在 PET-CT 扫描间和操作室之间设置观察窗。

3.6 安装监控及对讲设备，通过监控及对讲设备对控制区内用药后患者进行有序管理，使患者有序进入核医学科用药就诊。同时，除了使用监控及对讲设备对患者进行逐个叫号注射以及扫描外，医院计划在地面设置指示箭头以及指示牌指示患者进行有序注射以及扫描，通过加强管理的方式减少患者的直接交叉辐射影响。

3.7 核医学科工作场所内不得安排与放射性无关的工作。

3.8 核医学科放射性药物的分装操作应在分装注射室的手套箱内进行。放射性药物操作时均应在衬有吸水纸的托盘内进行，药物在使用前有铅盒和铅套屏蔽，注射药物时工作人员穿戴个人防护用品，并尽可能缩短操作时间。

3.9 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。辐射工作人员操作后离开工作室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。

3.10 使用操作应在指定的工作台或搪瓷盘内进行，操作人员需配戴个人防护用品，应避免皮肤直接接触放射性物质。

3.11 非密封放射性物质工作场所门窗及内部结构应尽量简单，墙面、地面应采用易于去污的材料或涂料，并平整光滑；地面与墙面交接应做成圆角，且应

有一定的坡度朝向地漏（如设地漏）。

3.12 核医学科注射后等候室设置专用卫生间。专用卫生间内的排水管道与非污染区相对独立，放射性废水通过专用管道排入放射性废水衰变池。

3.13 核医学科放射性废水排水管道外设有 3mm 铅皮包裹。

3.14 项目核医学科服务期满后，承诺对放射性场所进行退役，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。

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的减少与辐射源的接触时间，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，拟在分装注射室设置 1 个 70mmpb 的手套箱，配备铅罐、放射性固体废物桶、废物衰变箱。注射室设置注射窗，其屏蔽厚度相当于 40mmpb，配备 10mmpb 的注射器铅筒，为所有分装注射护士、摆位扫描技师配备 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。

4.3 配备监测仪器

本项目拟购置 1 台便携 X- γ 辐射剂量率和 1 台表面污染监测仪器，用于日常环境监测工作，另外拟配备 6 台个人剂量报警仪。

三废的治理

1. 废气治理

根据《核医学放射防护要求》和《核医学辐射防护与安全要求》相关规定：本项目分别设置了五套单独的通风、排风系统，分别为①清洁区房间送风、②清洁区房间排风、③核素工作场所房间排风、④分装注射室手套箱排风、⑤放射性废物间排风。气流走向详见附图 13，具体描述如下：

清洁区房间送风、排风：核医学科医护走廊、注药前患者候诊区、办公区等清洁区域单独使用一套送风系统和一套排风系统。

核素工作场所房间排风：本项目涉及核素操作的房间内设置单独排风，包括：留观区、PET-CT 扫描间、注药后患者走廊、注射后等候室（卫生间）、废物间，通风走向遵循从低活度区向高活度区后通过独立管道排出，各房间通风口设置止逆阀，并相对于清洁区域呈负压状态。

手套箱排风：分装注射室手套箱设有单独的排风管道，风速为 1m/s 以上，同时设置活性炭吸附或过滤装置，并相对分装注射室呈负压状态。

放射性废物间排风：本项目放射性废物间内设置单独排风，通过独立管道排出，房间通风口设置止逆阀，并相对于清洁区域呈负压状态。

核医学科新风管道引自本建筑一层墙外，核素工作场所排风管道和分装注射室手套箱排风管道引至本建筑屋顶楼面，排气口高于楼顶，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。

综上所述，本项目核医学科排风系统可满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188—2021）相关要求。

2. 废水治理

本项目核医学科应用非密封放射性物质 ^{18}F ，放射性废水采用贮存衰变法进行处理，按照满负荷每天 10 人 PET-CT 检查，每年 50 周，每周 1 天工作时间，年最大患者量 500 人设计。每名患者按照消耗自来水 20L（按一次卫生间冲水 12L、洗手 2 次 8L 计算），每天污水排放量约为 0.2m^3 ，辐射工作人员（注射室）洗刷 0.1m^3 ，核医学科每天放射性废水产生量共计 0.3m^3 ，每月共计产生放射性废水约 1.2m^3 （每月开展 4 次 PET 检查业务），年产生放射性废水约为 15m^3 。

如附图 6 所示，医院拟在综合楼地下一层与地下二层中间的设备夹层中（核医学科注射后等候室下方）新建一座放射性废水衰变池，衰变池容积 $4.5\text{m}^3 \times 3$ 个，共计 13.5m^3 ，衰变池前设置污泥池（ 6m^3 ），废液池上方预设取样口。核医学科拟将放射性废水排入衰变池进行自然衰变。根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188—2021），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，排入医院总污水处理站，处理后的废水排入市政污水管网。

本项目放射性废水处理措施满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188—2021）中的相关要求。

3. 固废治理

本项目核医学科放射性固体废物，主要为放射性药物使用过程中产生的注射器、棉签、试管、手套、擦拭纸等，产生量约为 50kg/a；本项目放射性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。

项目在拟在分装注射室、抢救室、注射后等候室、留观区等房间设置铅屏蔽废物箱（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，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 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，最后转移至放射性废物间内，让放射性物质自行衰变，由于本项目放射性废物为短半衰期核素，暂存超过 30d 后，经检测符合排放标准后运出核医学科，按照医疗废物交由资质单位进行处置。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目核医学科拟建于医院综合楼地下一层西北部，医院综合楼主体工程已经建成，本项目施工期仅在现有建筑内部进行隔断和装修，施工期较短，影响有限。本项目施工期具体环境影响如下：

1. 施工期水环境影响分析

本项目施工期污水包括施工溢流水和生活污水。

施工溢流水主要为水泥搅拌等产生，其主要污染物为 SS，施工场地主要位于医院综合楼地下一层西北部封闭区域内，废水经简单沉淀处理后回用，对周围环境影响较小。施工期生活污水中主要污染物为有机物，其浓度分别为 COD：300mg/L、BOD₅：180mg/L、SS：300mg/L、氨氮：30mg/L。废水排入城市污水管网，对地表水环境影响较小。

2. 施工期声环境影响分析

施工阶段的噪声主要来自核医学科各功能房间及其防护设施建设。本项目施工场地位于楼内地下一层，夜间不施工，昼间噪声满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)中规定的 70dB (A) 的标准限值要求。

3. 施工期大气环境影响分析

本项目在楼内施工，施工期扬尘主要来自于核医学科各功能房间及其防护设施建设，对环境空气质量影响有限，且短暂。本项目采取封闭施工等防尘措施后，可有效降低扬尘对区域环境的影响。

4. 施工期固体废物影响分析

本项目施工期间固体废物主要为工程建筑垃圾以及施工人员的生活垃圾。

核医学科各功能房间及其防护设施施工现场产生的固体废物以建筑垃圾为主，产生量约为 5t，只要及时清运，不会对周围环境产生较大的影响。

施工人员生活垃圾由环卫部门收集，统一处置，不会对周围环境产生影响。

运行阶段对环境的影响

1. 辐射环境影响分析

本项目核医学科 PET-CT 不使用校准放射源，报告主要对 PET 诊断过程中放射性药物的分装、注射、注射后等候、PET-CT 扫描、检查后留观等涉源环节对

周围辐射环境的影响进行预测分析。

1.1 辐射工作场所和主要防护设施屏蔽体外辐射剂量率

核医学科辐射工作场所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 11-1。

表 11-1 核医学科各功能房间屏蔽外辐射剂量率计算结果

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 $\mu\text{Sv/h}$	是否符合屏蔽 要求
注射室手套箱 (29600MBq)	表面 30cm	0.6	70mmPb手套箱	70	7.14×10^{-1}	2.5	是
注射室 (29600MBq)	1-1	1.2	70mmPb+350mm混凝土	103	1.83×10^{-3}	2.5	是
	1-2	2.9	70mmPb+10mmPb防护门	80	7.63×10^{-3}	2.5	是
	1-3	3.5	70mmPb+350mm混凝土	103	2.16×10^{-4}	2.5	是
	1-4	4.6	70mmPb+300mm混凝土	98.3	2.40×10^{-4}	10	是
	1-5	1.6	70mmPb+40mmPb玻璃窗	110	3.91×10^{-4}	10	是
	1-6	1.2	70mmPb+350mm混凝土	103	1.83×10^{-3}	10	是
	楼上	3.8	70mmPb+350mm混凝土	103	1.83×10^{-4}	2.5	是
	楼下	5.0	70mmPb+350mm混凝土	103	1.06×10^{-4}	2.5	是
废物间 (296MBq)	2-1	1.6	20mmPb铅桶+10mmPb防护门	30	2.58×10^{-1}	2.5	是
	2-2	1.3	20mmPb铅桶+300mm混凝土	48.3	3.08×10^{-2}	2.5	是
	2-3	0.9	20mmPb铅桶+300mm混凝土	48.3	6.43×10^{-2}	10	是
	2-4	1.3	20mmPb铅桶+200mm混凝土	38.9	1.14×10^{-1}	2.5	是
注射后等候室 (1110MBq)	3-1	1.6	300mm混凝土	28.3	7.87×10^{-1}	2.5	是
	3-2	2.0	200mm混凝土	18.9	1.86	10	是
	3-3	2.0	10mmPb防护门	10	6.38	10	是
	3-4	2.1	200mm混凝土	18.9	1.68	10	是
	3-5	1.3	300mm混凝土	28.3	1.19	2.5	是
抢救室 (370MBq)	4-1	1.7	200mm混凝土	18.9	8.56×10^{-1}	10	是
	4-2	2.6	200mm混凝土	18.9	3.66×10^{-1}	10	是
	4-3	2.3	10mmPb防护门	10	1.61	10	是
	4-4	1.8	300mm混凝土	28.3	2.07×10^{-1}	2.5	是
	4-5	2.4	300mm混凝土	28.3	1.17×10^{-1}	2.5	是

续表 11-1 核医学科各功能房间屏蔽外辐射剂量率计算结果

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 $\mu\text{Sv/h}$	是否符合屏蔽 要求
PET-CT扫描间 (370MBq)	5-1	3.8	10mmPb防护门	10	5.89×10^{-1}	2.5	是
	5-2	3.4	300mm混凝土	28.3	5.81×10^{-2}	2.5	是
	5-3	4.0	300mm混凝土	28.3	4.20×10^{-2}	2.5	是
	5-4	3.4	10mmPb防护门	10	7.36×10^{-1}	2.5	是
	5-5	2.8	300mm混凝土	28.3	8.57×10^{-2}	2.5	是
	5-6	5.1	300mm混凝土	28.3	2.58×10^{-2}	2.5	是
	5-7	4.9	10mmPb玻璃窗	10	3.54×10^{-1}	2.5	是
	5-8	5.1	10mmPb防护门	10	3.27×10^{-1}	2.5	是
留观区 (740MBq)	6-1	1.0	300mm混凝土	28.3	1.34	10	是
	6-2	2.5	10mmPb防护门	10	2.72	10	是
	6-3	2.9	10mmPb防护门	10	2.02	2.5	是
	6-4	3.3	200mm混凝土	18.9	4.54×10^{-1}	2.5	是
	6-5	3.9	200mm混凝土	18.9	3.25×10^{-1}	2.5	是
	6-6	3.4	10mmPb防护门	10	1.47	2.5	是
注射后 患者通道 (370MBq)	7-1	2	10mmPb防护门	10	2.13	2.5	是
	7-2	2	10mmPb防护门	10	2.13	2.5	是
除分装注射室 外的工作场所 (1110MBq)	楼上	3.8	300mm混凝土	28.3	1.40×10^{-1}	2.5	是
	楼下	5	300mm混凝土	28.3	8.06×10^{-2}	2.5	是

通过上文计算可知,本项目核医学工作场所控制区内工作人员较少停留或无需到达的场地的辐射剂量率最大值为 $6.38 \mu\text{Sv/h}$, 小于 $10 \mu\text{Sv/h}$ 的控制标准;核医学工作场所其他功能房间和主要辐射防护设施外各关注点辐射剂量率最大值为 $2.13 \mu\text{Sv/h}$, 均小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的控制标准。

1.2 PET-CT 辐射影响分析

本环评选择与本项目设备参数相近、防护水平相当、通过环保竣工验收,已经投入运行的吉林大学第一医院使用的PET-CT机作为本次PET-CT影响评价的类比分析对象。

类比合理性情况见表 11-2。

表 11-2 本项目与类比对象合理性分析表

项目		本项目	类比对象
设备类型		PET-CT	PET-CT
设备参数	最大管电压 (kV)	140	140
	最大管电流 (mA)	420	300
工作参数	最大管电压 (kV)	120	120
	最大管电流 (mA)	200	200
机房	四周墙体	300m 混凝土 (28.3mmPb)	37cm 砖+2mmPb 防护涂料 (25.4mmPb)
	顶棚	300m 混凝土 (28.3mmPb)	17cm 混凝土+8mmPb 铅复合板 (24mmPb)
	地板	300m 混凝土 (28.3mmPb)	17cm 混凝土+4mmPb 硫酸钡 (20mmPb)
	防护门	10mmPb	8mmPb
	观察窗	10mmPb	8mmPb
	面积 (m ²)	38.75	45
	最小单边长度 (m)	5.0	5.0
机房周围环境		位于所在建筑的地下一层, 机房上层及下层均有建筑, 机房周围为医院其他科室功能房间。	位于所在建筑的一层, 机房上层及下层均有建筑, 机房周围为医院其他科室功能房间。

从上表的对比情况可以看出, 本项目 PET-CT 扫描间与类比项目相比, 应用环境相似; 虽然最大管电流高于类比对象, 但正常使用时的工作参数均相同; PET-CT 机最大管电压与类比对象相同; 机房最小单边长度相同, 机房面积略小于类比对象, 但机房四周墙体以及顶棚、地板的屏蔽能力均远大于类比对象。偏安全考虑, 吉林大学第一医院使用的 PET-CT 可作为本项目类比对象。

类比数据引用吉林省查德威克科技有限公司出具的检测报告 (编号: 41A059L, 详见附件 6) 中的监测数据, 类比监测时, 类比 PET-CT 设备工作工况详见表 11-3, 类比监测数据详见表 11-4。

表 11-3 类比监测工况

项目	管电压 (kV)	管电流 (mA)	机房内放射性核素及活度
监测工况	120	200	F-18, 2.22×10 ⁸ Bq

表 11-4 类比对象监测数据

序号	点位描述	监测数值 (μSv/h)
1	观察窗	0.13~0.15
2	1 号门	0.12~0.43
3	2 号门	0.13~0.28

续表 11-4 类比对象监测数据

序号	点位描述	监测数值 ($\mu\text{Sv/h}$)
4	3号门	0.12~0.15
5	操作位	0.13~0.15
6	东墙	0.13~0.15
7	西墙	0.14~0.15
8	南墙	0.13~0.15
9	北墙	0.12~0.15
10	顶棚	0.12~0.15
11	地面	0.13~0.15

说明：表内数据包括本底，辐射水平本底为 $0.12\sim 0.15\ \mu\text{Sv/h}$ 。

由上表可知，PET-CT 开机时，机房外 X- γ 辐射剂量率最大值为 $0.43\ \mu\text{Sv/h}$ ，该位置为防护门外 30cm 处。操作室内操作位以及四周防护墙外、顶棚、地面外的辐射剂量率范围为 $0.12\sim 0.15\ \mu\text{Sv/h}$ ，与其辐射本底水平相当。PET-CT 机房屏蔽体外辐射剂量率均符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中所要求的剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\ \mu\text{Sv/h}$ 。

1.3 核医学科排水管道辐射影响分析

核医学科运营过程中，放射性废水主要为患者在注射后等候室所产生废水以及注射室辐射工作人员的洗刷废水。如附图 13 所示，核医学科注射后等候室专用卫生间废水垂直向下直接接入位于综合楼地下一层与地下二层之间的设备夹层中的放射性废液衰变池中；洗监室废水排水管道采用地面板下敷设方式引入放射性废液衰变池。废水管道不经过核医学科控制区以外区域，且管道外设有 3mm 铅皮包裹。管道的屏蔽防护能够确保其外表面 30cm 处的剂量当量率小于 $2.5\ \mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）中剂量当量率限值的要求。

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核素药物的各种操作中，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，环评要求医院要做到以下防护措施：

1.4.1 使用、操作放射性同位素的人员应经过培训，具备相应的技能与防护知识；

1.4.2 开瓶、分装等易产生放射性物质逸出或飞散的操作，须在通风柜（手套箱）内进行；

1.4.3 操作液体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；

1.4.4 吸取液体的操作必须用合适的器具，严禁用口吸取；

1.4.5 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；

1.4.6 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；

1.4.7 放射性药品用后应及时存放在专用柜内，需防盗、防水、防火、柜外应有电离辐射标志；

1.4.8 做好就诊病人的管理，特别是已注射放射性药品的病人管理工作，严格划定好控制区和监督区，禁止无关人员随处走动。

1.4.9 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. 辐射工作人员和公众年有效剂量评价

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

$$H_{\text{Er}} = D_r \times t \times q \times 10^{-3} \dots\dots\dots \text{（公式 11-1）}$$

式中： H_{Er} ：X- γ 射线外照射人均年有效剂量当量，mSv；

D_r ：X- γ 射线空气吸收剂量率， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

t ：X- γ 射线照射时间，h；

q ：居留因子。

2.1 辐射工作人员年有效剂量评价

核医学科辐射工作人员进行 ^{18}F 核素的操作包括分装、注射、摆位和扫描过

程，人均注射活度约为 370MBq，分装和注射由 2 位工作人员承担，摆位和扫描以 2 组工作人员（每组 2 人）计算，工作负荷详见表 11-5。工作人员居留因子取 1，根据公式 11-1，计算结果详见表 11-6。

表 11-5 辐射工作人员 PET 诊断检查工作负荷

操作过程	每例操作时间	年操作次数	年操作时间 (h)	人均年操作时间(h)
分装	30s	500	4.2	2.1
注射	30s	500	4.2	2.1
摆位	1min	500	8.4	2.1
扫描	20min	500	167	42

表 11-6 核医学科辐射工作人员的受照剂量计算结果

操作过程	源强 MBq	计算距离 (m)	屏蔽铅当量 (mmPb)		受照时间 (h/a)	有效剂量 (mSv/a)	
			铅屏蔽	个人防护			
分装	370	0.5	手套箱 70	0.5 铅衣	2.1	2.52×10^{-5}	4.28×10^{-4}
注射	370	0.5	铅防护套 10、注射窗 40	0.5 铅衣	2.1	4.03×10^{-4}	
摆位	370	0.5	——	0.5 铅衣	2.1	2.67×10^{-1}	2.97×10^{-1}
扫描	370	3.9	观察窗 10	——	42	2.35×10^{-2}	
	类比 CT 影响，操作位 X-γ 辐射剂量率最大值为 0.15 μSv/h						6.30×10^{-3}

通过上表可知，本项目核医学科辐射工作人员受到年有效剂量最大为 0.297mSv/a，低于本项目工作人员剂量约束值 5mSv/a。

2.2 公众成员剂量估算

根据核医学科辐射工作场所布局设计、工作流程以及辐射防护管理制度分析，核医学科属于乙级非密封放射性物质工作场所，核医学科控制区内公众无法进入。核医学科控制区周围人员可达位置为核医学科楼上及楼下区域、PET 扫描间南侧卫生间、注射室（废物间、控制区走廊）南侧走廊、注射后候诊室（抢救室）北侧走廊、留观区北侧走廊、控制区走廊东侧候诊区域。

对于工作场所楼上及楼下公众受照剂量预测，主要考虑核素操作活度、屏蔽防护措施等因素，选取注射室、废物间、控制区走廊、注射后等候室、抢救室、PET-CT 扫描间、检查后留观区等位置。其中 PET-CT 扫描间周围关注点公众同时受到 PET-CT 设备的 CT 和受检人员体内放射性核素 ^{18}F 的外照射影响，由前文类比监测可知，机房四周防护墙外、顶棚的辐射剂量率范围为 0.12~0.15 μSv/h，与其辐射本底水平相当，基本无附加照射，可以忽略不计。

本次评价针对上述位置进行预测，详见下表 11-7。

表 11-7 核医学科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)
注射室楼上	29600	3.8	70mmPb+350mm混凝土	103	250	1	4.57×10^{-5}
注射室楼下	29600	5.0	70mmPb+350mm混凝土	103	250	1	2.64×10^{-5}
注射室南侧走廊	29600	3.5	70mmPb+350mm混凝土	103	250	1/4	1.35×10^{-5}
废物间楼上	296	3.8	20mmPb铅桶+300mm混凝土	48.3	400	1	1.44×10^{-3}
废物间楼下	296	5.0	20mmPb铅桶+300mm混凝土	48.3	400	1	8.34×10^{-4}
废物间南侧走廊	296	1.3	20mmPb铅桶+300mm混凝土	48.3	400	1/4	3.08×10^{-3}
控制区走廊楼上	370	3.8	300mm混凝土	28.3	25	1	1.16×10^{-3}
控制区走廊楼下	370	5.0	300mm混凝土	28.3	25	1	6.72×10^{-4}
控制区走廊南侧防护门外	370	2.0	10mmPb铅门	10	25	1/4	1.33×10^{-2}
控制区走廊东侧防护门外	370	2.0	10mmPb铅门	10	25	1/4	1.33×10^{-2}
注射后等候室楼上	1110	3.8	300mm混凝土	28.3	100	1	1.40×10^{-2}
注射后等候室楼下	1110	5.0	300mm混凝土	28.3	100	1	8.06×10^{-3}
注射后等候室北侧走廊	1110	1.3	300mm混凝土	28.3	100	1/4	2.98×10^{-2}
抢救室楼上	370	3.8	300mm混凝土	28.3	25	1	1.16×10^{-3}
抢救室楼下	370	5.0	300mm混凝土	28.3	25	1	6.72×10^{-4}
抢救室北侧走廊	370	2.4	300mm混凝土	28.3	25	1/4	7.29×10^{-4}
PET 扫描间楼上	370	3.8	300mm混凝土	28.3	175	1	8.14×10^{-3}
PET 扫描间楼下	370	5.0	300mm混凝土	28.3	175	1	4.70×10^{-3}
PET 扫描间南侧卫生间	370	4.0	300mm混凝土	28.3	175	1/16	4.59×10^{-4}
留观区楼上	740	3.8	300mm混凝土	28.3	125	1	1.16×10^{-2}
留观区楼下	740	5.0	300mm混凝土	28.3	125	1/4	1.68×10^{-3}
留观区北侧防护门外	740	3.4	10mmPb铅门	10	125	1/4	4.60×10^{-2}

由上表可知，本项目核医学科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 0.046mSv，低于公众受照射剂量约束值 0.1mSv/a。

由于人体所受辐射照射剂量和人与辐射源之间距离的平方成反比，即公众距离辐射工作场所越远，所受辐射剂量率越低。因此，本项目周围 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。

2.3 核医学科周围人员受照评价结论

综合上述评价结果，本项目核医学科辐射工作人员年受照剂量最大约为

0.297mSv/a，满足职业人员剂量约束值 5mSv/a 的标准要求。

本项目核医学科周围公众年受照剂量最大约为 0.046mSv/a，公满足公众剂量约束值 0.1mSv/a 的标准要求。

3. 废气影响分析

核医学科在分装注射室设置手套箱，手套箱设置单独的排风管道，风速为 1m/s 以上；核医学科分别设置清洁区域送风和排风系统、核素工作场所排风系统，核素工作场所排风系统各房间排风口均设置止逆阀，排气口高于本建筑物屋脊，设置活性炭吸附或其他过滤装置。本项目核医学科排风系统可满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188—2021）相关要求。

4. 废水影响分析

本项目核医学科每天放射性废水产生量共计 0.3m³，年产生放射性废水约为 15m³。医院拟在综合楼地下一层与地下二层之间的设备夹层（注射后等候室下方）新建一座放射性废水衰变池，衰变池容积 4.5m³×3 个，共计 13.5m³。

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188—2021），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。核医学科拟将放射性废水排入衰变池进行自然衰变，衰变 30 天后直接排入医院总污水处理站，处理后的废水排入市政污水管网，能满足相关标准要求。

综上所述，本项目放射性废水的收集、衰变、排放全过程均不会对周围环境及公众造成辐射影响。

5. 固体废物影响分析

本项目核医学科放射性固体废物，主要为放射性药物使用过程中产生的注射器、棉签、试管、手套、擦拭纸等，产生量约为 50kg/a；本项目放射性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。

项目在拟在分装注射室、注射后等候室、留观区等房间设置铅屏蔽废物箱（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，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 μSv/h，最后转移至核医学科废物间内，让放射性物质自行衰变，由于本项目放射性废物为短半衰期核素，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。

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。该项目在应用中可能发生以下几种事故：

1.1 核素诊断

1.1.1 在操作放射性同位素的过程中，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。

1.1.2 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。

1.1.3 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。

1.1.4 放射性废物处置或管理不当，造成环境放射性污染。

1.1.5 药物转运过程中，由于转运人员不慎跌倒导致放射性液体洒漏，使环境受到污染，运输人员及公众受到外照射。

1.1.6 放射性废水排水管线破损、堵塞，使放射性废水溢出，导致人员误照射或放射性废水污染相关工作场所。

1.2 X射线诊断

1.2.1 对于射线装置发生事故的主要原因是操作人员失误将剂量设置错误，使受检者和工作人员受到超剂量照射、在机房内尚有其它人员时操作人员误操作使射线装置出束。

1.2.2 各种难以预料的原因会使机房屏蔽防护性能变化。

1.2.3 人员误入射线装置机房未及时发现。

由于上述原因导致事故发生，使工作人员或公众成员受到不必要的较大剂量的辐射照射。

2. 事故预防措施

2.1 对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，非密封放射性物质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；

2.2 辐射工作人员全部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。

2.3 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。

2.4 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。

2.5 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。

2.6 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。

2.7 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。

2.8 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；

2.9 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；

2.10 辐射工作人员须经辐射安全培训，并取得成绩报告单。

2.11 加强放射性药物的辐射安全管理，设置摄像头监控，防止放射性药物被盗。

2.12 加强辐射事故应急演练，当发生辐射事故时严格按应急处置措施进行处理。

2.13 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。

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，医院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

医院成立了辐射安全管理领导小组，负责全院辐射安全与防护监督管理工作。领导小组成员如下：

组 长：宋 岩

副组长：佟 波 赵光岩

成 员：王 琛 姜成春 刘 倩 邹立民 张馨元 孙玉华等

2. 辐射防护领导小组职责：

2.1 组长职责：

2.1.1 组织贯彻落实有关辐射安全与防护管理工作的方针、政策。

2.1.2 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。

2.1.3 组织开展放射性同位素和射线装置安全检查，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。

2.1.4 组织制定和完善放射性同位素和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：

2.2.1 指导、协调放射诊疗科室辐射安全与防护管理工作并进行监督检查。

2.2.2 贯彻执行国家级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。

2.2.3 按上级主管部门要求组织放射工作人员参加培训。

2.3 成员职责：

2.3.1 对放射诊疗科室辐射安全与放射诊疗管理工作全面负责。

2.3.2 遵守放射性同位素和射线装置各项规章制度，严格执行器操作规程，制止违章操作行为。

2.3.3 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。

2.3.4 检查工作区设备及各岗位辐射安全情况，制定预防辐射安全措施。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。

2.3.5 本科室如发生辐射安全事故，应立即向主管副院长和院长报告，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：《通化市中医院辐射安全防护和管理制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《放射线科设备维修制度》、《辐射安全和防护培训制度》、《射线装置操作规程》和《通化市中医院辐射事故应急预案》等。以上制度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内容，医院通过认真执行以上制度，从管理上保证了现有放射诊疗工作的正常运行。

根据法律法规要求，医院新建核医学科后，应补充制定核医学科相关管理制度，如《核医学科安全管理制度》、《核医学放射性工作场所防护制度》、《核医学放射工作场所污染监测制度》、《放射性核素使用管理制度》、《放射性废物收集与处理制度》、《核素登记保管制度》、《PET-CT 设备操作规程》等。

项目投运前，在制定上述辐射安全管理规章制度的基础上，认真完善、落实，如辐射工作人员通过考核后上岗、工作人员熟悉安全操作规程等内容，确保辐射安全。

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。

医院现有辐射工作人员均已取得了辐射安全合格证书或成绩报告单。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，本项目新增辐

射工作人员上岗前，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

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。

1. 监测计划

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。

2.2 工作场所监测

为了确保辐射工作场所的辐射安全，建设单位应制定监测方案，主要内容详见下表。

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	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。 PET-CT 扫描间屏蔽墙外 30cm 处、楼上、楼下、操作位、观察窗、防护门，以及其他关注处点开展 X-γ 辐射周围剂量当量率监测；	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。
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，注射后等候室，PET-CT 扫描间的设施、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

除委托有资质单位对辐射工作场所进行年度监测外，医院应制定自行监测计划，并配备 1 台便携式 X-γ 辐射剂量率测量仪和 1 台表面污染监测仪，在核医

学科开展 PET 检查过程中，对核医学科辐射工作场所及周围环境进行自行监测，将自行监测结果存档。

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。医院成立了辐射事故应急领导小组，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：宋 岩

副组长：佟 波 赵光岩

成 员：王 琛 姜成春 刘 倩 邹立民 张馨元 孙玉华等

应急预案包括日常管理、辐射意外泄漏应急预案等。医院新增核医学科后应对现有应急预案进行完善，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，由辐射事故应急小组成员及核医学科等辐射相关科室参加，提高医院事故应急能力。

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。

2.1 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。

2.2 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。

2.3 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、生态环境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响应速度和能力,不断完善应急预案。

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辐射源暂存库或设备;
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

通化市中医院已取得辐射安全许可证,本项目环评审批后,医院应依法对本院辐射安全许可证进行重新申领。

竣工环保验收

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,本项目竣工后,医院应对配套建设的环境保护设施进行验收,经验收合格,方可投入生产或者使用;未经验收或者验收不合格的,不得投入生产或者使用。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、药物活度监测方案,配备1台X-γ辐射剂量监测仪、1台表面污染监测仪。
屏蔽防护	辐射工作场所屏蔽能力必须满足设计和报告表提出的屏蔽要求,必须满足辐射防护要求。
分区管理	按照报告提出的要求,划分控制区和监督区。

续表 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
警示标识	设置电离辐射警告标识和警示灯等。
辐射防护用品	配备足够的个人防护用品（6套）、个人剂量计、个人剂量报警仪等。
管理措施	辐射工作人员持证上岗。制定并落实各项辐射防护规章制度。建立辐射工作人员健康档案、放射性同位素、射线装置使用台账、放射性固废废物台账和放射性废水排放台账。
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。 制定风险应急预案并定期演练。
放射性固废	产生的固体废物应放置于放射性废物储存室的铅容器中贮存衰变，达到解控水平后按普通医疗废物处理。
放射性废气	手套箱和工作场所房间均单独设置排风系统，各房间通风口设置止逆阀，排气口高于项目所在建筑屋脊，经活性炭吸附或其他过滤装置处理达标后排放。
放射性废液	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

通化市中医院拟在综合楼地下一层西北部新建核医学科,同时建设核医学科的配套设施和机房,应用 1 台 PET-CT,应用放射性核素 ^{18}F 。配套房间包括:PET-CT 扫描间及其控制室、储源室、废物间、分装注射室、抢救室、注射后等候室、留观区、专用卫生间和放射性废液衰变池。本项目区域属乙级非密封放射性物质工作场所。

2. 选址合理性

本项目位于通化市中医院综合楼地下一层西北部,本项目涉及区域进行了集中布置,核医学科周围无妇产科、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,诊疗患者出口不经过人员密集区域,项目选址合理。

3. 产业政策符合性分析

本项目属于核技术在医学领域的应用,根据国家发展和改革委员会 2019 年第 29 号令《产业结构调整指导目录(2019 年本)》及 2021 年第 49 号令《国家发展改革委关于修改〈产业结构调整指导目录(2019 年本)〉的决定》相关规定,本项目属鼓励类第六项“核能”第 6 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”,符合国家产业发展政策。

4. 实践的正当性

本项目涉及的放射性同位素和射线装置均用于医学诊断,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。项目营运以后,将为患者提供一个优越的诊疗环境,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,医院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。

5. 辐射安全与防护分析结论

5.1 工作场所分区

医院核医学科将分装注射室、储源室、废物间、注射后患者走廊、注射后等

候室、抢救室、PET-CT 扫描间、留观区、放射性废液衰变池等区域划定为控制区，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

本项目核医学科辐射工作场所分别设置医生通道、患者通道和放射性物流运输通道，并进行时间控制，运源与放射性废物时间和诊疗时间错开，防止人流和物流交叉。在采取上述空间和时间控制措施后，本项目辐射工作场所布局合理。

5.3 屏蔽防护

本项目非密封放射性物质工作场所的屏蔽防护设计能够满足辐射防护要求，且 PET-CT 机房屏蔽防护设计满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的射线装置机房屏蔽要求。

5.4 辐射安全和防护设施

5.4.1 工作场所

本项目核医学核素诊断防护设施包括满足要求的工作场所建筑结构、建筑材料。设置门禁系统，从措施上控制患者人员流动。在辐射工作场所各防护门粘贴电离辐射标识。在扫描间防护门上方设置门-灯联动装置、工作状态指示灯和文字说明，警告其他公众人员远离辐射工作场所。

5.4.2 人员安全防护设施

无论辐射工作人员和公众都要尽可能的减少与辐射源的接触时间，降低在辐射场所的停留时间，减少不必要的辐射照射。工作场所内配备通风装置、放射性固体废物桶等辐射防护设置，为从事辐射工作人员配备个人防护用品。

5.5 “三废” 排放治理措施

5.5.1 废气治理

核医学科在分装注射室设置手套箱，手套箱设置单独的排风管道，风速为 1m/s 以上；核医学科分别设置清洁区域送风和排风系统、核素工作场所排风系统，核素工作场所排风系统各房间排风口均设置止逆阀，排气口高于本建筑物屋脊，设置活性炭吸附和过滤装置。本项目核医学科排风系统可满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188—2021）相关要求。

5.5.2 废水治理

本项目新建一座放射性废水衰变池，衰变池容积 13.5m³。核医学科拟将放射性废水排入衰变池进行自然衰变，衰变 30 天后直接排入医院总污水处理站，处理后的废水排入市政污水管网，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188—2021）中相关要求。

5.5.3 固废治理

本项目放射性固体废物，主要为废注射器、棉签等，以及核医学科排风系统使用后的废活性炭。核医学科在分装注射室、注射后等候室和留观区等房间设置铅屏蔽废物箱，收集后放置于核医学科废物间铅容器中贮存衰变，达到解控水平后作为普通医疗废物处理。

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。制定完善的辐射安全管理规章制度。配备监测设备，制定监测方案，定期对工作场所及个人剂量进行监测，制定完善的辐射事故应急预案，并定期演练。

5. 环境影响分析结论

5.1 环境质量现状

本项目各监测点位 γ 辐射空气吸收剂量率变化范围均在通化地区 γ 辐射空气吸收剂量率本底范围内；本项目建设前，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。

项目拟建位置周围土壤中拟应用放射性核素 ¹⁸F 未检出。

医院污水总排放口采集的污水中拟应用放射性核素 ¹⁸F 未检出，污水中总 α 、总 β 的含量为 0.032Bq/L、0.053Bq/L。

5.2 辐射环境影响

经预测，本项目辐射工作人员最大受照剂量为 0.297mSv/a，低于工作人员受照射剂量约束值 5mSv/a。公众成员最大受照剂量为 0.046mSv/a，低于公众成员受照射剂量约束值 0.1mSv/a。

放射性药品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。

核医学科放射性废水排入 13.5m³ 的衰变池贮存衰变，经衰变 30 天后直接排入医院总污水处理站，放射性废水的收集、衰变、排放全过程均不会对周围环境及公众造成辐射影响。

6. 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。本项目涉及的放射性核素和射线装置用于医学诊断，其利益大于可能引起的辐射危害，符合实践的正当性原则。项目在具备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，本项目可行。

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，通化市中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。完善并执行环境保护管理相关制度。
2. 项目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剂量报警仪、个人剂量计等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

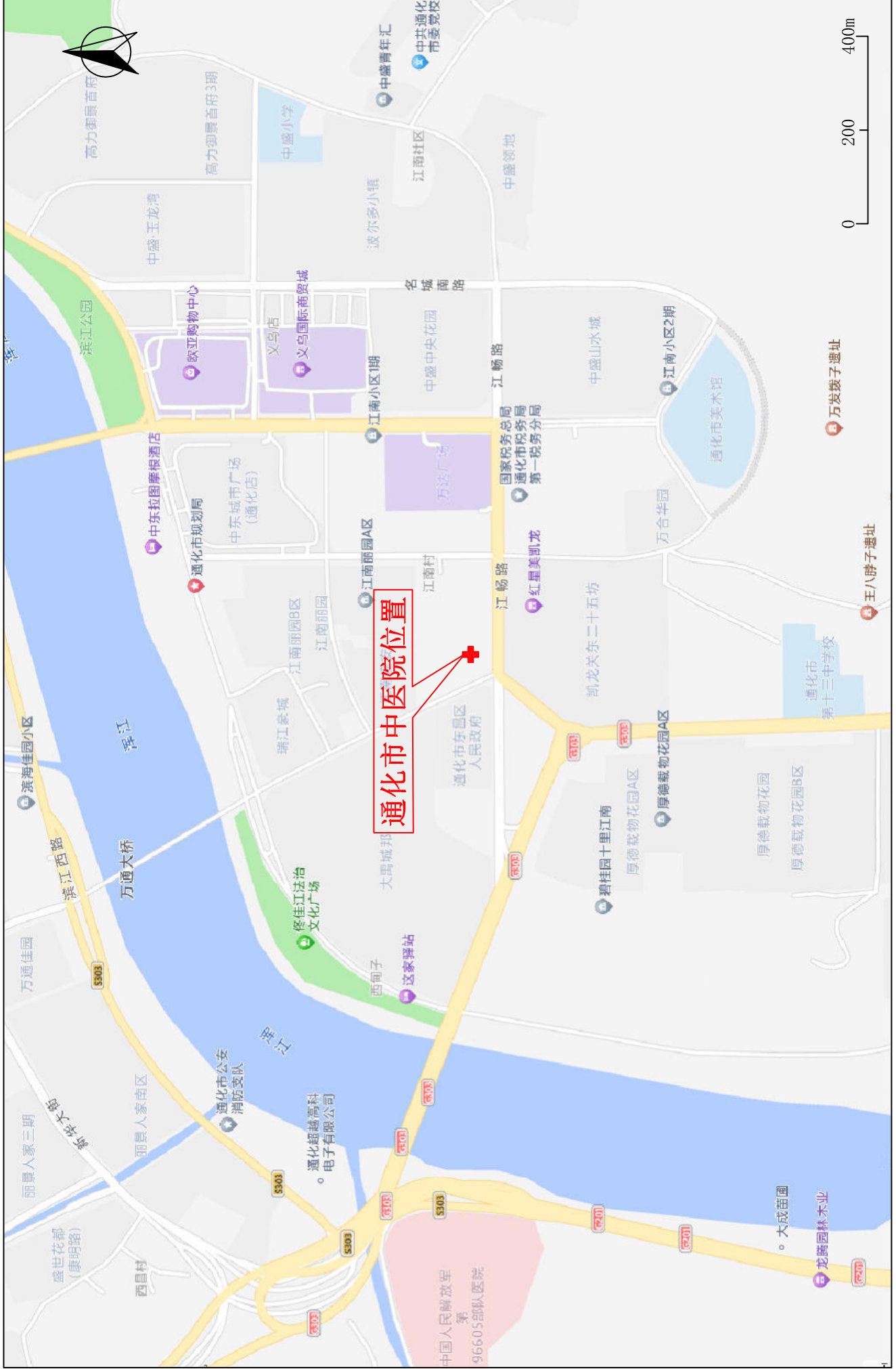
年 月 日

审批意见：

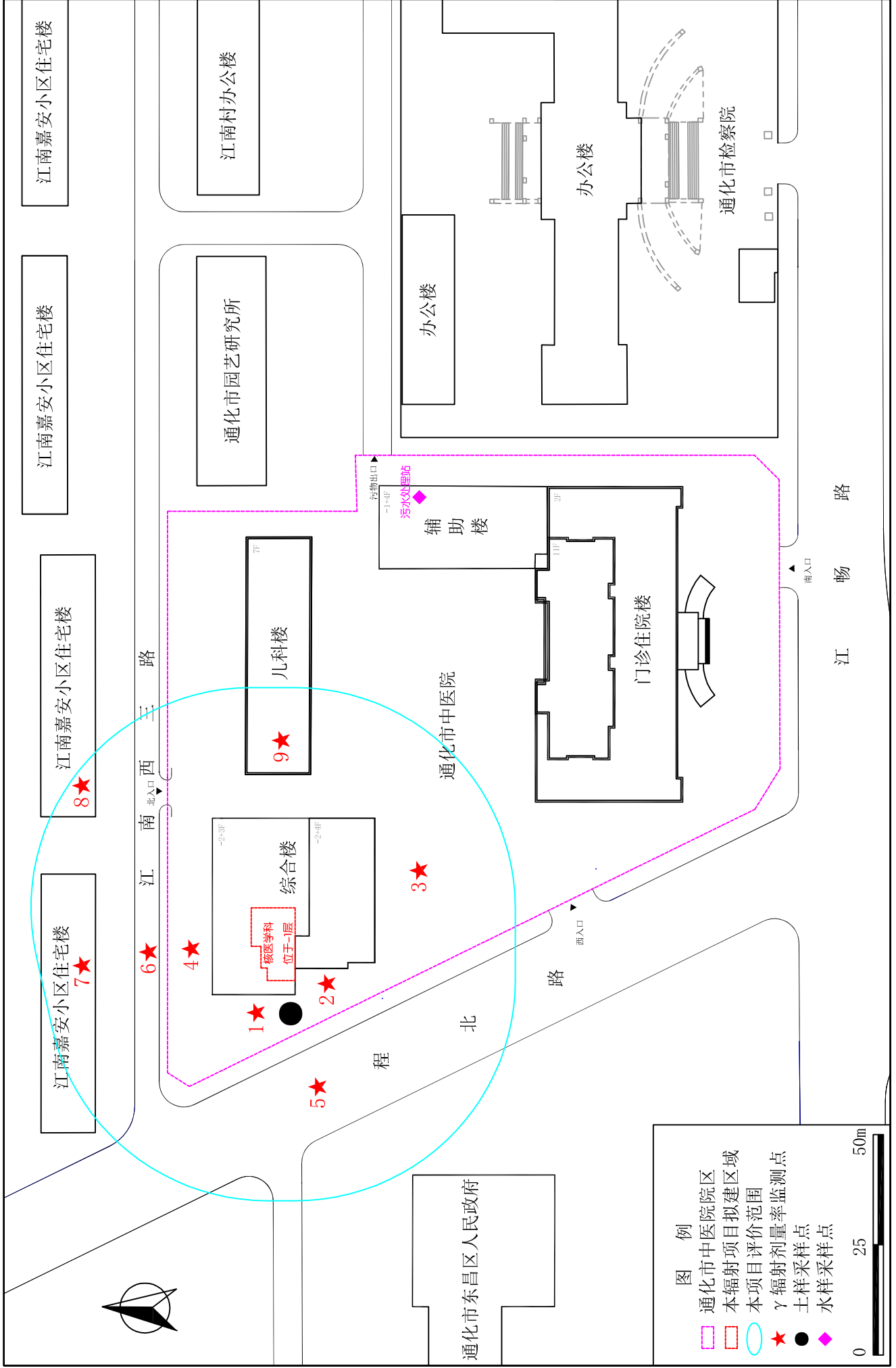
经办人

公 章

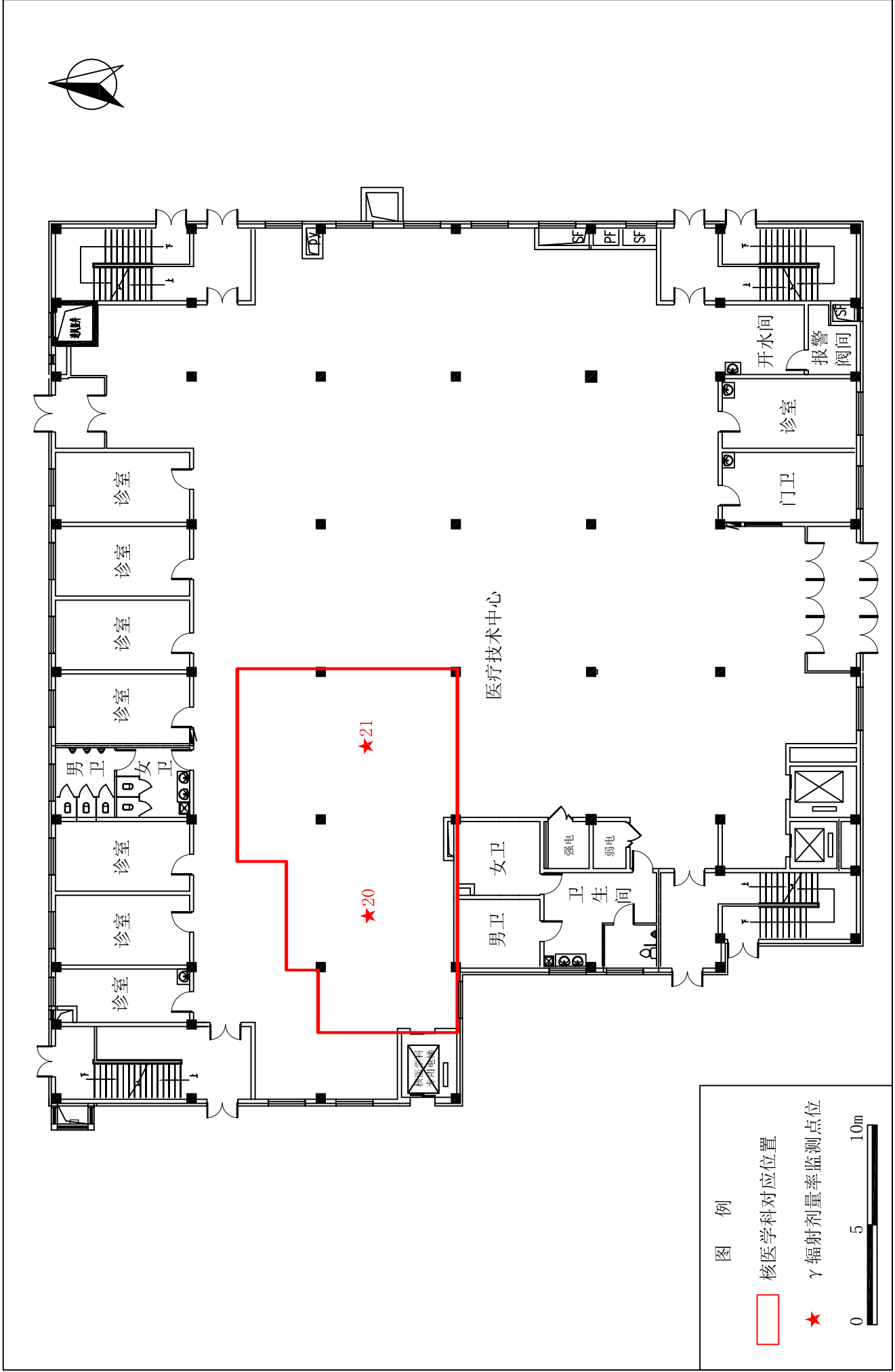
年 月 日



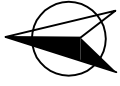
附图1 通化市中医院地理位置图



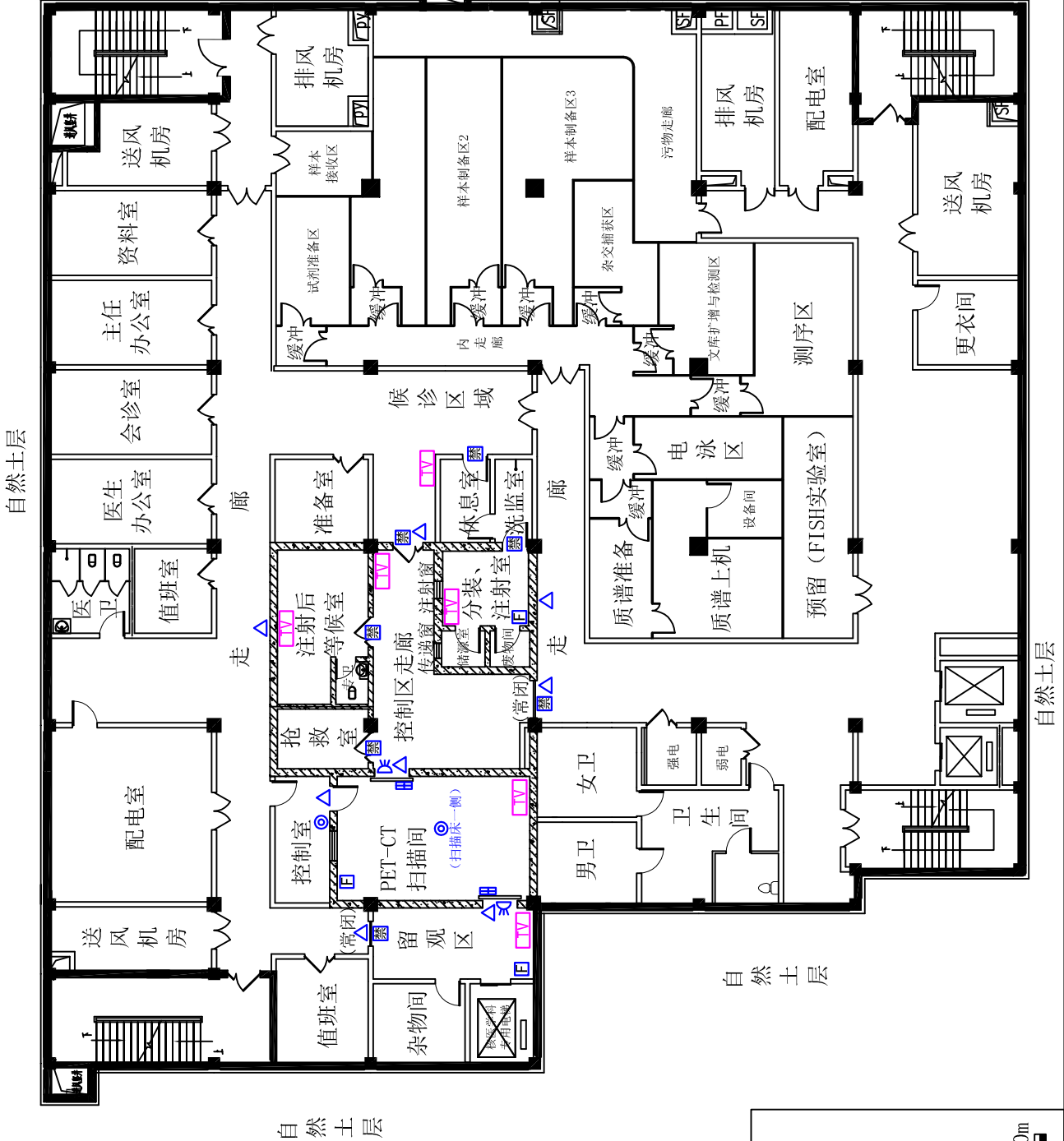
附图2 通化市中医院平面布局及监测布点图



附图8 综合楼地上一层监测布点示意图



自然土层



自然土层

走廊

自然土层

自然土层

自然土层

图例

- 工作指示灯
- 辐射标志
- 急停开关
- 门禁系统
- 门灯联动装置
- 固定剂量监测探头
- 视频监控探头

△

△

⊙

■

■

■

■



附图14 项目主要安全措施分布示意图

附件 1 医院综合楼建设项目环评情况（1）

通化市环境保护局东昌分局文件

通昌环表字[2019]37号



关于“通化市中医院综合楼” 建设项目环境影响报告表的批复

通化市中医院：

你单位《通化市中医院综合楼建设项目环境影响审批申请》和委托吉林岚璟环境技术咨询服务中心公司编制的《通化市中医院综合楼建设项目环境影响报告表》已收悉。该项目和环评报告经公示、专家审查，符合审批要求，现批复如下：

一、项目性质

你院拟投资 4650 万元，在通化市东昌区政府东侧（江畅路与江程北路交汇处东北侧）现通化市中医院住院门诊楼北侧建设综合楼项目。本项目为已建设的中医院门诊楼和住院楼的配套建设项目，环评报告 2016 年经市环境保护局批复（通市环建字[2016]42 号），由于资金等原因项目至今未开工建设；目前中医院决定融资重新启动本项目，

附件 1 医院综合楼建设项目环评情况 (2)

由于本项目的建筑面积和建设内容发生变化,本环评为重新报批环评。项目的建设内容为建设综合楼建筑面积为8000m²(四层楼)由康复药浴中心、血透中心、供应室、制剂室、戒毒中心、供应室、档案室、会议室和地下智能立体停车场等组成,附属用房2580m²由配电室、发电机房、医疗废物暂存间,消防控制室、厨房、职工食堂、中药制剂室、值班宿舍、污水处理站和消防水池等组成,其他相关配套工程由供水管线、污水管线、雨水管线、供电线路、供热线路、食堂废水隔油池和化粪池、道路硬化及绿化工程等组成。医院不设传染病科和感染性疾病科,无洗片室及同位素诊断及治疗项目,不产生含汞废水、洗片废水及放射性废水,化验室不使用含铬及含氰试剂,无含汞重金属废水。本项目取暖为集中供热;医疗消毒采用电加热消毒。

本项目为中医院建设项目,根据环评报告结论,符合产业政策和规划要求,在全面落实环评报告提出的各项污染防治措施后,我局原则同意环境影响报告中所列建设项目的性质、规模、工艺、场址和拟采取的环境保护措施,同意本项目建设。

二、本项目在设计、施工、验收和运行期间,应严格落实环境影响报告中提出的污染防治措施,并要做好以下环境保护工作

1、项目要做好医疗废物收集和管理工作的。医院要做好一次性医疗用品棉球、纱布、胶布、医疗器具、术后的废弃物和化验检查残余废弃物等医疗垃圾的收集和运送工作,按类别分置于专用包装物或容器内,确保包装物或容器无破损、渗漏和其他缺陷,破损的包装应按治疗废物处理,包装物注明科室和数量;分类收集,禁混合、禁撒漏、禁污染(利器放入利器盒内,非利器放入包装袋内);运送医疗废物应使用防渗透、放遗撒、无锐利边角、易于装卸和清洁的专用

附件 1 医院综合楼建设项目环评情况 (3)

运送工具,各种包装和运送工具应有专用医疗废物标识;医疗废物暂存处和收集设施,不得露天存放,并设专人负责管理;发生医疗废物流失、泄露、扩散和意外事故发生时,应在 48 小时内及时上报卫生行政主管部门和环保部门。

2、项目要制定医疗危险废物管理制度,做好医疗废物的暂存和转运工作。综合楼建设运营后将产生医疗危险废物,医院要重点抓好全院医疗危险废物工作,建立健全医疗危险废物管理责任制和工作流程,明确专人负责收集医疗废物及医疗废物暂存管理,做好医疗废物分类收集、院内运输、暂时贮存等环节工作。建设的 49m²医疗废物暂存间要满足《医疗废物集中处置技术规范》和《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)要求,医疗固体废物要按时送医疗固体废物处理中心处理;污水处理站产生的栅渣和污泥经消毒干化处理后封装暂存于医疗废物暂存间,由有危废处理资质的单位用专用车转运至专门的处置厂处置。

3、项目要做好医疗污水处理工作。建设的医疗污水处理能力 100t/d 污水处理站,采用“水质水量调节+水解酸化+接触氧化+沉淀+消毒”污水处理工艺,污水处理满足《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表 2 中预处理标准后,进入下水管网由城市污水处理厂处理达标排放。污水处理站产生的恶臭气体采取催化氧化等处理措施,恶臭气体排放满足《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)中表 3 标准限值后,由不低于 20m 并高于楼顶 3m 的排气筒排放。

4、项目食堂大灶要使用气体燃料或用电炉等清洁燃料;大灶产生的油烟气,经安装的高效油烟净化器处理满足《饮食业油烟排放标准》(GB18483-2001)排放限值后,由高于楼顶 3m 以上排气筒排放;餐饮废水要采取油脂回收措施,回收的油脂送有处理资质的单位处置。备用柴油发电机废气排放,满足《非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值

附件1 医院综合楼建设项目环评情况（4）

及测量方法（中国第三、第四阶段）》（GB20891-2014）中表2 第四阶段标准限值。

5、项目地下停车库安装排风设施，排气口离地面高度不低于3m 并每个排气口上方设一座防雨亭；地下车库废气排放浓度满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中表2 标准。项目煎药机采用电加热，煎药产生少量的异味（中药异味）收集后经高于楼顶排气筒排放。

6、项目施工期使用水泥混凝土要使用商砼，施工现场不设搅拌混凝土站；地下停车场施工时产生的大量工程弃土，要送有关部门指定的弃土场妥善处置，不得产生新的环境问题；施工现场均为市区人口稠密区，干粉等物料入临时封闭库；临时弃土要采取洒水、覆盖等抑尘措施，大风天禁止施工；设置施工车辆清洗池，防止现场尘土和车辆带土造成二次扬尘污染。

7、项目场址周边有居民和办公机关，施工场界噪声满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；夜间（22点-次日6点）不得进行产生噪声施工；如生产工艺要求必须连续作业的，要将噪声影响降低到最低限度，并向环保部门提出申请，得到批准后公告附近居民，并做好居民工作。运营期污水处理站和柴油发电机等产生噪声的设备间，要采取封闭、隔声、消声和设备基础减振等措施后，交通主干道侧厂界噪声满足《工业企业厂界噪声标准（GB12348-2008）》中4a类区标准限值，其它侧满足1类区标准限值。

8、本项目产生的医疗危险废物、污水处理站生产和使用二氧化氯消毒剂及化验用化学品等危险品要加强管理，制定医疗危险废物和污水处理站及化学品等发生环境事故的风险应急预案和防范措施；污水处理站建设不小于30m³防渗事故应急池，亚氯酸钠储罐与盐酸储罐间设置隔断分别设置围堰；对有关人员进行环境风险事故应急预案和防范措施培

附件 1 医院综合楼建设项目环评情况（5）

训、演练合格后上岗。

9、项目食堂餐厨设置餐厨废弃物收集容器，餐饮固废应实行分类投放专业收集和运输，委托具有相关处理资质单位进行处理。医疗区的生活垃圾经过消毒处理达标后，与煎药产生的中药渣一并送垃圾填埋场处理。

三、若该项目的性质、规模、厂址和采用的生产工艺或污染防治措施发生重大变化，应重新向我局报批环境影响评价文件；建设项目的环评文件自批准之日起超过 5 年的，要重新向我局报审环境影响评价文件。

四、项目建设必须严格执行建设项目环境保护设施，与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。项目竣工 3 个月内你局组织本项目环保验收，向社会公开主要污染物排放情况并将验收报告报送通化市环境保护局东昌分局备案。

五、请通化市东昌环境监察支队负责该项目“三同时”监督检查和管理工作。



主题词：建设项目 环境影响 报告表 批复

通化市环境保护局东昌分局

2019年11月4日印发

附件2 辐射安全许可证

ZHB



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：通化市中医院

地 址：吉林省通化市东昌区江畅路369号

法定代表人：宋岩

种类和范围：使用III类射线装置。

证书编号：吉环辐证[01007]

有效期至：2028 年 05 月 16 日



发证机关：通化市生态环境局

发证日期：2023 年 05 月 17 日

中华人民共和国生态环境部制

附件3 本项目环境检测报告（1）



项目编号: FH2023217



检 测 报 告

受检单位: 通化市中医院
检测项目: 辐射环境现状检测
检测类别: 委托检测
检测日期: 2023年9月30日

吉林省安全生产检测检验股份有限公司



附件3 本项目环境检测报告(2)

	
<h1>检验检测机构 资质认定证书</h1>	
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	发证日期：2022年12月02日
	有效期至：2028年12月01日
220720130048	发证机关：吉林省市场监督管理厅
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3 本项目环境检测报告（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，本检测报告只对本次检测项目负责；
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 88029773

电子邮件：jlajfs@163.com

附件3 本项目环境检测报告（4）



项目编号: FH2023217

检测报告

受检单位 通化市中医院 单位地址 通化市东昌区江畅路 369 号
检测日期 2023 年 9 月 30 日 检测项目 辐射环境现状检测

一、检测依据

- 《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 1 部分 β 发射体（ $E_{\beta \max} > 0.15\text{MeV}$ ）和 α 发射体》（GB/T 14056.1-2008）

二、检测仪器

- （1）环境级 X、 γ 剂量率仪：型号 6150AD6/H+6150ADb/H，编号 176629+176740，检定有效期至 2024 年 2 月 12 日。
- （2） α 、 β 表面污染测量仪：型号 XH-3206，编号 20131101，检定有效期至 2023 年 11 月 11 日。

三、检测环境条件

环境条件：15℃、49%RH、晴、微风、天气情况满足检测仪器使用要求。

四、检测结果

根据本项目的环境状况，本次环境监测共布设 28 个 γ 辐射空气吸收剂量率监测点位，6 个 β 表面污染监测点位。监测结果见表 2、表 3，监测点位布设示意图见附图。

表 2 γ 辐射空气吸收剂量率检测结果

序号	点位描述	检测数值 (nGy/h)
1	综合楼西侧室外环境	71.8
2	综合楼西侧室外环境	73.6
3	综合楼南侧室外环境	70.9
4	综合楼北侧室外环境	73.3
5	综合楼西侧程北路	70.5
6	综合楼北侧江南西三路	72.2
7	综合楼北侧江南嘉安小区住宅楼	86.9
8	综合楼北侧江南嘉安小区住宅楼	88.3
9	综合楼东侧儿科楼	89.5
10	核医学科北侧走廊	85.1
11	PET-CT 控制室拟建位置	87.4
12	核医学科南侧走廊	84.8

附件3 本项目环境检测报告（5）



项目编号: FH2023217

13	核医学科候诊区域	85.5
14	分装、注射室拟建位置	86.2
15	注射后等候室拟建位置	88.6
16	抢救室拟建位置	87.0
17	核医学科控制区走廊位置	85.3
18	PET-CT 扫描间拟建位置	86.5
19	留观区拟建位置	90.4
20	综合楼地上一层医疗技术中心	84.8
21	综合楼地上一层医疗技术中心	85.3
22	综合楼地下二层办公室	83.7
23	综合楼地下二层走廊	85.9
24	综合楼地下二层走廊	84.4
25	综合楼地下二层 CT 操作间	87.2
26	综合楼地下二层诊室	85.6
27	综合楼地下二层诊室	83.8
28	综合楼地下二层污物间	89.5

注: γ 辐射剂量率已扣除宇宙射线。

表3 β 表面污染检测结果

序号	点位描述	检测数值 (Bq/cm ²)
1	分装、注射室拟建位置	0.21
2	核医学科控制区走廊位置	0.19
3	注射后等候室拟建位置	0.22
4	抢救室拟建位置	0.22
5	PET-CT 扫描间拟建位置	0.19
6	留观区拟建位置	0.17

(本页以下空白)

报告编制人:

王淑伟

审核人:



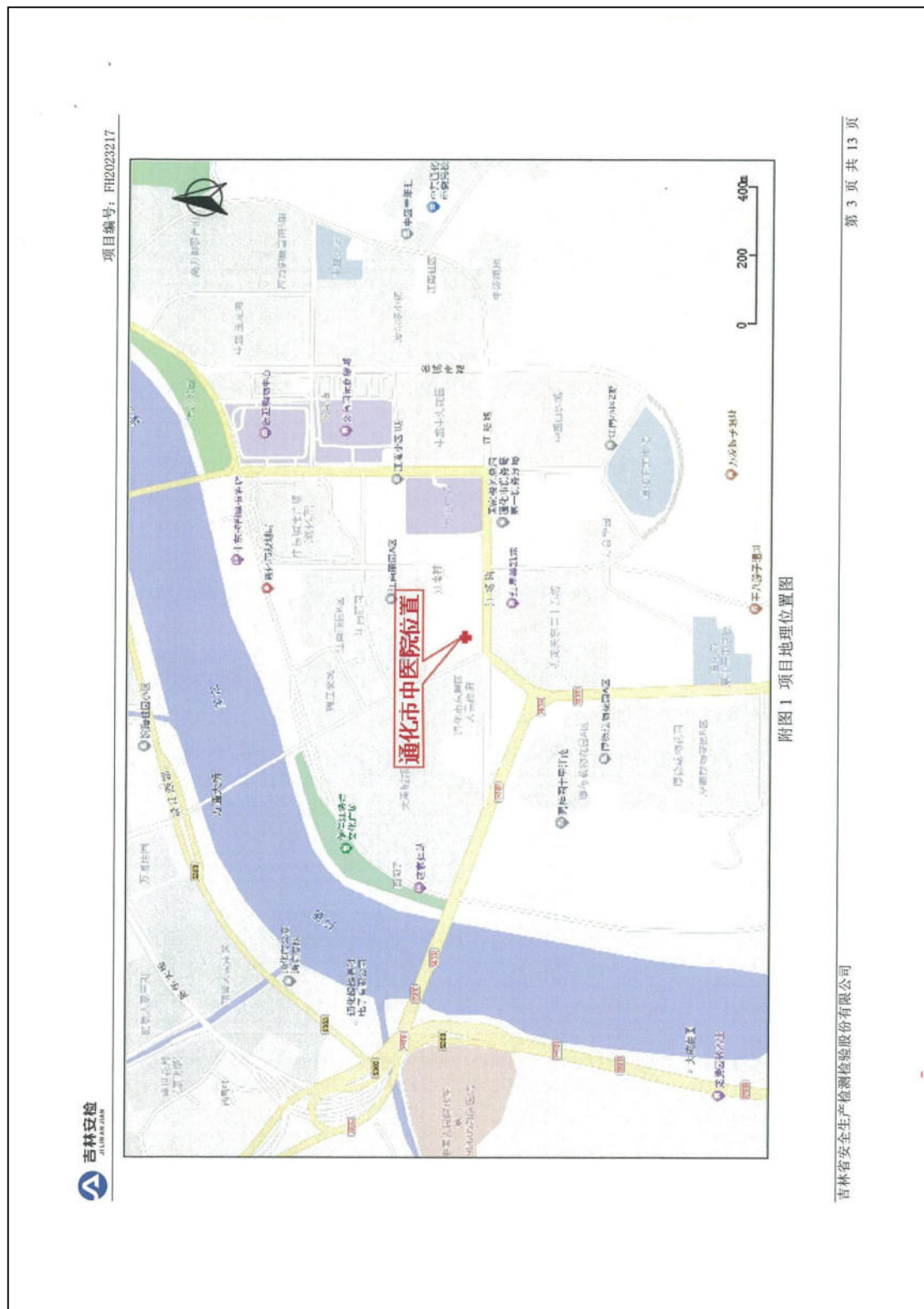
授权签字人:

于勇

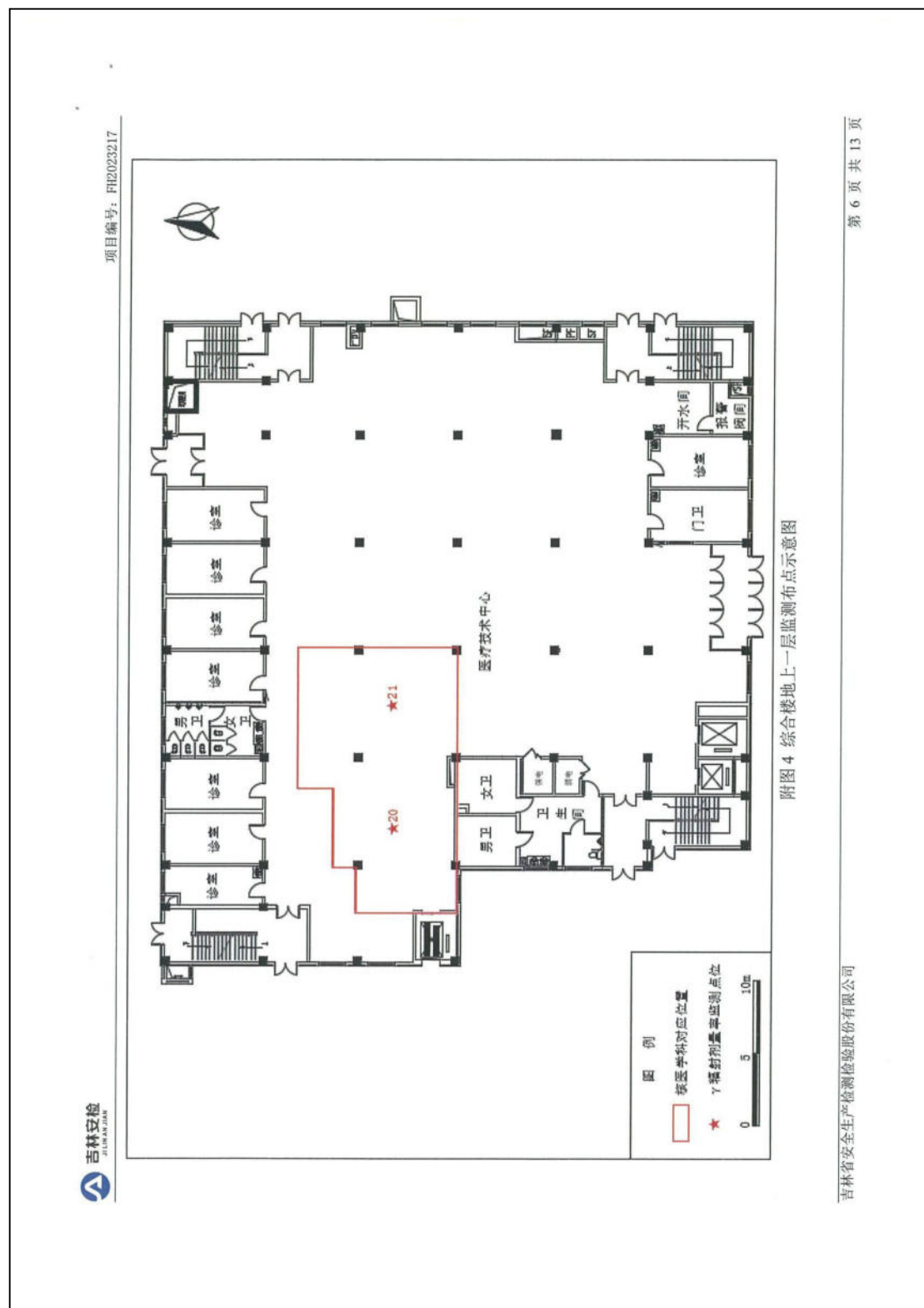
签发日期:

2023年12月10日

附件3 本项目环境检测报告(6)

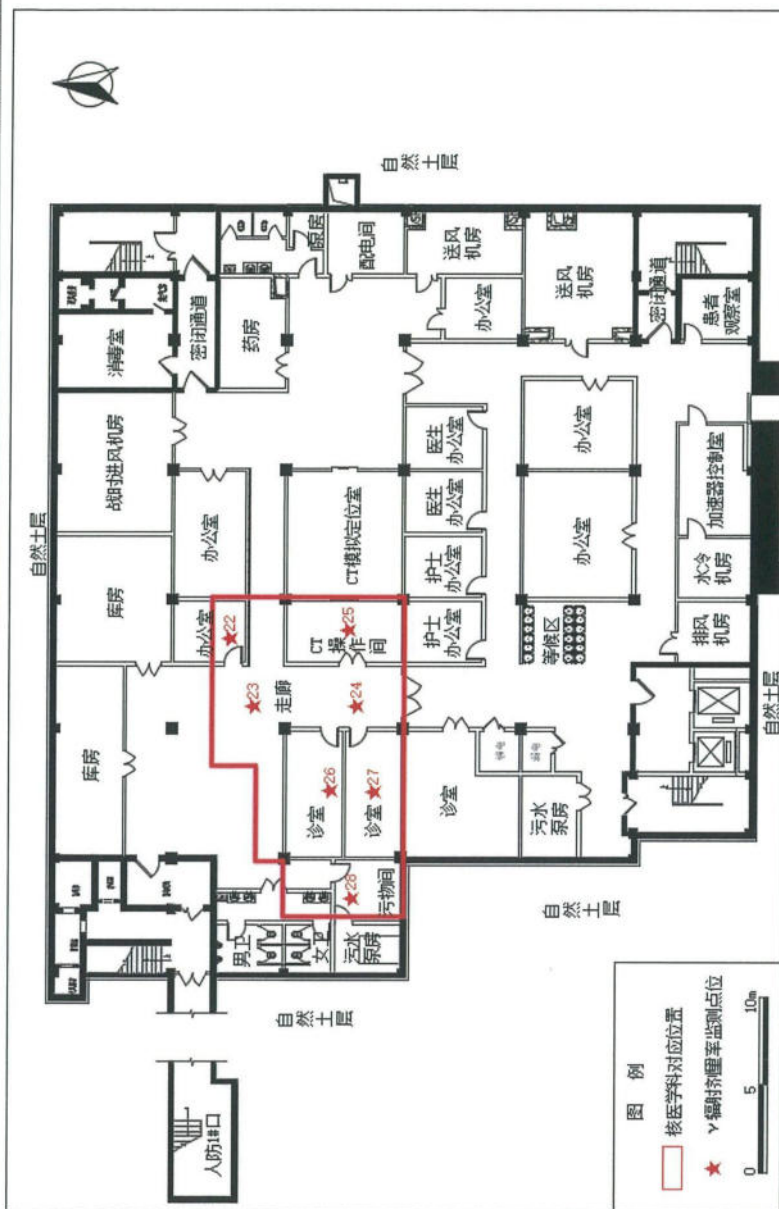


附件 3 本项目环境检测报告 (9)



附件 3 本项目环境检测报告 (10)

项目编号: FH2023217



附图 5 综合楼地下二层监测布点示意图

附件3 本项目环境检测报告（11）



项目编号: FH2023217

中国计量科学研究院



检定证书

证书编号 DLJ12023-01612

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 剂量仪

型号/规格 6150 AD 6/H + 6150 AD-b/H

出厂编号 176629 + 176740

制造单位 automess

检定依据 JJG 521-2006 《环境监测用 X、γ 辐射空气比释动能
(吸收剂量)率仪》

检定结论 合格



批准人 李德心

核验员 吕雅川

检定员 黄建微

检定日期 2023年2月13日

有效期至 2024年2月12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

第1页共3页

2019-jd-R0520

附件3 本项目环境检测报告（12）



项目编号: FH2023217

中国计量科学研究院



证书编号 DLJ12023-01612

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。

检定环境条件及地点：

温度：19.8 °C 地点：和-10-120
湿度：18.5 % RH 其它：气压：101.254 kPa

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)
γ射线空气比释动能（环境水平）标准装置	1×10 ⁻⁶ Gy/h~1×10 ⁻⁴ Gy/h	U ₉₅ =4.5% (k=2)	[2007]国量标计证字第096号	2023-05-08

附件3 本项目环境检测报告（13）

中国计量科学研究院



证书编号 DLJ12023-01612

检定结果

一、检定结果如下:

1. 校准因子:

校准点 ($\mu\text{Sv/h}$)	校准因子	相对固有误差
0.55	1.02	-2.4%
2.74	1.01	-1.3%
11.1	1.01	-1.2%

2. 校准因子的相对扩展不确定度 $U_{rel}=5.0\%$ ($k=2$).

3. 重复性: 0.9% (测量点的约定值为 $0.55 \mu\text{Sv/h}$).

二、检定结果使用方法按下式处理:

$$M_0 = M_i \times K_c$$

式中:

M_0 --- 实际值;

M_i --- 仪器示值;

K_c --- 校准因子。

-----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3 本项目环境检测报告(14)

	项目编号: FH2023217	
A00165768		
	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(2017)01002号 Metrological Authorization Certificate No.		
检定证书 Verification Certificate		
证书编号: 检定字第 202211003985 号 Certificate No.	防伪码 70b8885bcbdd4d0e2 586d262bdb4797a3 f0317ecb112b47b6 8d3c76e7d7cc99cd	
送检单位 Applicant	吉林省安全生产检测检验股份有限公司	
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	杨勇
	核验员 Checked by	但玉娟
扫码验真 1003397287	检定员 Verified by	干兵
检定日期 Verification Date	2022 年 11 月 12 日 Year Month Day	
有效期至 DueDate	2023 年 11 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: 028-84404337 Telephone 传真: 028-84404149 Fax 邮箱: kfzx@nimtt.com E-mail	
第 1 页 共 3 页 Page of		
吉林省安全生产检测检验股份有限公司		第 11 页 共 13 页

附件3 本项目环境检测报告（15）



项目编号: FH2023217

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 202211003985 号
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 ³)(min • 2π sr) β: (10 ¹ ~10 ²)(min • 2π sr)	U _{rel} =3.5% (k=2)	[2007]国社量标测 证字第 184 号	2023-07-23
/	/	/	/	/

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 °C	湿度: Humidity	60 %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)
Continued Page

第 2 页 共 3 页
Page of

附件3 本项目环境检测报告（16）



项目编号: FH2023217

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 202211003985 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	¹³⁷ Cs
放射源有效面积(cm ²)	19.6	150
探测器窗缝距源表面距离(mm)	5	10

二、检定结果:

粒子种类	α	β
表面发射率响应 R	0.34	0.27
相对固有误差 E(%)	-1.4	11.9
重复性 v(%)	1.7	0.6

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)

证书续页 (v202101)
Continued Page

第 3 页 共 3 页
Page of



附件 4 本项目土样检测报告（1）



项目编号: FH2023219

检 测 报 告

委托单位: _____ 通化市中医院
检测项目: _____ 土壤中 ¹⁹F 的测定
检测类型: _____ 委托检测
检测日期: _____ 2023 年 10 月 9 日

吉林省安全生产检测检验股份有限公司



附件 4 本项目土样检测报告（2）

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4 本项目土样检测报告（3）



项目编号: FH2023219

检测报告

委托单位	通化市中医院	样品地址	综合楼西侧
样品名称	土壤	检测项目	土壤中放射性核素 ^{137}F 的测定
样品来源	送样	送样日期	2023年9月30日
制样日期	2023年10月9日	检测日期	2023年10月9日

一、检测依据

《高纯锗 γ 能谱分析通用方法》(GB/T 11713-2015)

《环境及生物样品中放射性核素的 γ 能谱分析方法》(GB/T 16145-2022)

二、主要检测仪器及辅助设备

仪器名称	型号	编号	检定/校准单位	检定/校准日期
高纯锗 γ 谱仪	GEM40-76	57-P43087A	中国计量科学研究院	2022年8月10日

三、样品性状描述

样品为固态粉末, 样品量 2kg, 袋装, 无异常。

四、检测方法及条件

检测方法: 将过滤、研磨、烘干后的样品压入 $\Phi 75\text{mm} \times 70\text{mm}$ 样品盒中, 待测样品高度与土壤监测效率标准源一致, 测量时间: 84000s。

检测条件: 24°C, 48%RH。

五、检测结果

单位: Bq/kg; 参考时间 2023年10月9日

样品编号	^{137}F 检测结果
FH2023219	$< 0.261^{\text{①}}$

注: ①为高纯锗 γ 谱仪探测下限。

报告编制人:

王淑伟

审核人:



授权签字人:

于勇

签发日期:

2023年10月10日

附件 4 本项目土样检测报告（4）



项目编号: FH2023219

中国计量科学研究院 
校准证书

证书编号 DLhd2022-02912

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 吉林省长春市硅谷西街 566B 号
校准日期 2022 年 08 月 10 日
接收日期 2022 年 08 月 01 日

批准人: 



发布日期: 2022 年 08 月 22 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

2019-jz-R0520

第 1 页共 3 页

附件 4 本项目土样检测报告 (5)

中国计量科学研究院



证书编号 DLhd2022-02912

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 锗 γ 射线谱仪校准规范

校准环境条件及地点:

温度: 25 $^{\circ}\text{C}$ 地点: 吉林省长春市硅谷西街 566B 号

湿度: 35 % 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:($1\sim 3.7\times 10^5$)Bq	$U_{95} = (0.8\sim 6.5) \%$ ($k=2$)	[1988] 国量标计证字第 027 号	2026-03-02

2019-jz-R0520

第 2 页共 3 页

有限公司

附件 4 本项目土样检测报告 (6)

中国计量科学研究院



证书编号 DLhd2022-02912

校准结果

1、能量分辨力: 1.96 keV (对 ^{60}Co 的 1332.5 keV 峰)。

2、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	9.268E-04	3.5%
80.99	1.883E-03	3.6%
121.78	2.291E-03	3.4%
244.69	1.739E-03	4.5%
344.27	1.360E-03	3.7%
443.96	1.173E-03	6.9%
661.66	8.792E-04	3.1%
778.90	7.720E-04	4.8%
964.08	7.217E-04	5.6%
1112.08	6.899E-04	6.5%
1332.49	5.485E-04	4.0%
1408.01	5.342E-04	4.7%

3、相对探测效率:

根据 GB/T167-2008 《锗 γ 射线探测器测试方法》中 6.4 “探测器相对探测效率”的计算公式, 得出相对探测效率为: 45.7%。

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-jz-R0520

第 3 页共 3 页

附件 5 本项目水样检测报告（1）



项目编号: FH2023218

检 测 报 告

委托单位: 通化市中医院
检测项目: 水中¹⁸F、总 α 和总 β 的测定
检测类型: 委托检测
检测日期: 2023 年 10 月 7 日

吉林省安全生产检测检验股份有限公司



附件5 本项目水样检测报告（2）

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 88029773

电子邮件：jlajfs@163.com



附件5 本项目水样检测报告（3）



项目编号: FH2023218

检测报告

委托单位	通化市中医院	样品地址	医院污水总排出口
样品名称	水样	检测项目	水中 ¹⁹² Pf、总α和总β的测定
样品来源	送样	送样日期	2023年9月30日
制样日期	2023年10月7日	检测日期	2023年10月7日

一、检测依据

- 《高纯锗γ能谱分析通用方法》(GB/T 11713-2015)
- 《环境及生物样品中放射性核素的γ能谱分析方法》(GB/T 16145-2022)
- 《水中总α放射性浓度的测定 厚样法》(EJ/T 1075-1998)
- 《水中总β放射性测定 蒸发法》(EJ/T 900-94)

二、主要检测仪器及辅助设备

表1 主要检测仪器

仪器名称	型号	编号	检定/校准单位	检定/校准日期
高纯锗γ谱仪	GEM40-76	57-P43087A	中国计量科学研究院	2022年8月10日
二路低本底αβ测量仪	LB-2	210	华北国家计量测试中心	2022年10月14日

三、样品性状描述

样品为无色液体，每升样品中添加1毫升11.9mol/L浓盐酸。

四、检测方法及条件

检测方法：将样品装入Φ75mm×70mm样品盒中，待测样品高度与水体监测效率标准源一致；测量时间：84000s；

参考《水中总α放射性浓度的测定 厚样法》(EJ/T 1075-1998)和《水中总β放射性测定 蒸发法》(EJ/T 900-94)的方法对样品进行处理和检测。

检测条件：24℃，48%RH。

五、检测结果

表2 放射性核素检测结果

单位：Bq/L；参考时间2023年10月7日

样品编号	检测结果		
	¹⁹² Pf	总α	总β
FH2023218	<0.175 ^①	0.032	0.053

注：①为高纯锗γ谱仪探测下限。

附件 5 本项目水样检测报告（4）



项目编号: FH2023218

(本页及以下空白)

报告编制人:

王汉伟

审核人:



授权签字人:

于明

签发日期:

2023年10月10日

附件 5 本项目水样检测报告 (5)



项目编号: FH2023218

中国计量科学研究院



校准证书

证书编号 DLhd2022-02912

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 吉林省长春市硅谷西街 566B 号

校准日期 2022 年 08 月 10 日

接收日期 2022 年 08 月 01 日

批准人:



发布日期: 2022 年 08 月 22 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

2019-jz-R0520

第 1 页共 3 页

附件5 本项目水样检测报告（6）

中国计量科学研究院



证书编号 DLhd2022-02912

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 锶-90 射线谱仪校准规范

校准环境条件及地点：

温度：25 ℃ 地点：吉林省长春市硅谷西街 566B 号

湿度：35 % 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	$U_{95} = (0.8 \sim 6.5) \%$ (k=2)	[1988] 国量标计证字第 027 号	2026-03-02

2019-jz-R0520

第 2 页共 3 页

附件5 本项目水样检测报告（7）

中国计量科学研究院



证书编号 DLhd2022-02912

校准结果

1、能量分辨力: 1.96 keV (对⁶⁰Co的 1332.5 keV 峰)。

2、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	9.268E-04	3.5%
80.99	1.883E-03	3.6%
121.78	2.291E-03	3.4%
244.69	1.739E-03	4.5%
344.27	1.360E-03	3.7%
443.96	1.173E-03	6.9%
661.66	8.792E-04	3.1%
778.90	7.720E-04	4.8%
964.08	7.217E-04	5.6%
1112.08	6.899E-04	6.5%
1332.49	5.485E-04	4.0%
1408.01	5.342E-04	4.7%

3、相对探测效率:

根据 GB/T 7167-2008 《锗 γ 射线探测器测试方法》中 6.4 “探测器相对探测效率”的计算公式, 得出相对探测效率为: 45.7%。

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: 刘浩然

2019-jz-R0520

第 3 页共 3 页

附件 5 本项目水样检测报告 (8)



项目编号: FH2023218

编号: P-053

华北国家计量测试中心
National Center of Measurement and Test for North China



检定证书

Verification Certificate

证书编号: DD22H-DG100101
Certificate No.

客户名称: 吉林省安全生产检测检验股份有限公司
Client
计量器具名称: 低本底 α 、 β 测量仪
Name of Instrument
型号/规格: LB-2
Model/Specification
出厂编号: 210
Serial No.
制造单位: 北京高能科迪科技有限公司
Manufacturer
检定依据: [见本证书第二页检定依据]
Verification Regulation
检定结论: 合格
Conclusion



华北国家计量测试中心
证书封底

批准人: [Signature]
Approved by
核验员: [Signature]
Checked by
检定员: [Signature]
Verified by

检定日期: 2022 年 10 月 14 日
Date of Verification
有效期至: 2024 年 10 月 13 日
Date of Expiry

计量检定机构授权证书号: (国) 法计 (2022) 01037
电话(Tel): 400 890 0026
传真(Fax): 010-57521500
地址: 北京市朝阳区安苑东里一区12号
邮编(Post Code): 100629
电子信箱(E-mail): jly@bjjtl.cn

附件5 本项目水样检测报告（9）



项目编号: FH2023218

华北国家计量测试中心检定证书 Verification Certificate of NCMTNC

证书编号: DD22H-DG100101 第 2 页共 3 页
Certificate No. Page 2 of 3

华北国家计量测试中心是国家法定计量检定机构。
National Center of Measurement and Test for North China is the National Legal Metrological Verification Institution.

检定依据 Verification Regulation	JJG 853-2013 低本底 α 、 β 测量仪检定规程		
检定地点 Verification Location	北京高能利迪科技有限公司		
环境条件 Environmental conditions	温度(°C) temperature(°C)	22	相对湿度(%) Relative humidity(%)
			10 其它 Other

检定使用的计量标准 Measurement Standard for Verification.

名称 Name	测量范围 Measuring Range	不确定度/准确度等级 /最大允许误差 Uncertainty / Accuracy Class/MPE	证书编号 Certificate No.	有效期至 Date of Expiry
低本底 α 、 β 测量 仪检定装置	$(2.0E-04 \sim 1.2E+05)$ $(\text{min} \cdot 2 \pi \text{ sr}) \cdot \text{min}^{-1}$	$\alpha: E_{rel} = 2.7\%(k=2)$ $\beta: E_{rel} = 2.5\%(k=2)$	[2017]国军标 京证字第147号	2020/07/01

本次检定所使用的主要计量标准器具 Measurement Standards for Verification.

名称 Name	测量范围 Measuring Range	不确定度/准确度等级 /最大允许误差 Uncertainty / Accuracy Class/MPE	证书编号 Certificate No.	有效期至 Date of Expiry
率源	$\alpha: 0.995E-01(\text{min} \cdot 2 \pi \text{ sr})^{-1}$ $\beta: 5.541E-01(\text{min} \cdot 2 \pi \text{ sr})^{-1}$	$\alpha: E_{rel} = 2.5\%(k=2)$ $\beta: E_{rel} = 2.5\%(k=2)$	01613072 01981	2021-06-01

- 本证书以中英文两种语言表达, 准确含义以中文为准。
The certificate is reported in both English and Chinese, with the Chinese version as standard.
- 本证书的检定结果仅对所检定的计量器具有效且本证书未加盖检定专用章无效。
The results of verification are valid only for the instrument verified and the certificate is invalid without the verification seal.
- 被检计量器具修理后, 应立即重新检定。
Reverify the instrument as soon as it is repaired.
- 在使用过程中, 如对被检定计量器具的技术指标产生怀疑, 请重新检定。
Reverify the instrument if there are any doubts about its performance.

未经本院书面批准, 不得部分复制本证书。
This certificate shall not be reproduced except in full, without written approval of NCMTNC.

附件5 本项目水样检测报告（10）

华北国家计量测试中心检定证书 Verification Certificate of NCMTNC

证书编号:
Certificate No.

DD22H-DG100101

第 3 页共 3 页
Page 3 of 3

检定结果

Results of Verification

1. 外观及标识: 合格

2. 仪器本底

通道	1	2
α ($n \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$)	0.0028	0.0036
β ($n \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$)	0.18	0.14

3. 探测效率

通道	1	2
α (%)	80.3	77.3
β (%)	49.2	47.8

4. 重复性

通道	1	2
α (%)	1.5	0.8
β (%)	0.4	0.4

5. 串道比

通道	1	2
α (%)	1.1	1.1
β (%)	0.16	0.11

6. 探测效率的相对扩展不确定度: $U_{rel} = 7\%$ ($k=2$)

以下空白(End)



计量测试中心
专用章

未经本院书面批准, 不得部分复制本证书。
This certificate shall not be reproduced except in full, without written approval of BIM.

附件6 PET-CT 类比对象验收批复及类比监测报告 (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6 PET-CT 类比对象验收批复及类比监测报告（2）

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 6 PET-CT 类比对象验收批复及类比监测报告 (3)

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楼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 ^{131}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 ^{131}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 6 PET-CT 类比对象验收批复及类比监测报告 (4)



吉林省查德威克科技有限公司

检测报告

41A059L



样品名称: 核医学设备

委托单位: 吉林大学第一医院

检测类型: 委托检测

发出日期: 2021年12月13日

附件 6 PET-CT 类比对象验收批复及类比监测报告（5）

报告编号: 41A059L	第 1 页 共 8 页					
一、放射诊疗设备质量控制检测						
委托单位 吉林大学第一医院	样品数量 1 台					
单位地址 长春市新民大街 71 号	联系电话 13756661224					
检测项目 设备质量控制状态检测	检测日期 2021 年 12 月 11 日-12 日					
检测依据 《X 射线计算机体层摄影装置质量控制检测规范》WS519-2019 《放射性核素成像设备 性能和试验规则 第 1 部分: 正电子发射断层成像装置》 GB/T18988.1-2013						
(一) 设备参数 见表 1-1。						
表 1-1 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	PET-CT	德国西门子公司	Biograph 16	1461	140kV 300mA	2 号楼 1 层 PET01 室
(二) 检测仪器设备 见表 1-2。						
表 1-2 检测仪器设备信息						
序号	仪器设备名称	型号	编号			
1	多功能 X 射线剂量仪	RaySafe X2	275009			
2	CT 性能检测模体	Catphan500	500505			
3	CT 头模		/			
4	钢尺		/			
5	PET 性能检测模体		/			
本页以下空白						

附件 6 PET-CT 类比对象验收批复及类比监测报告（6）

报告编号：41A059L

第 2 页 共 8 页

检测结果 见表 1-3。

表 1-3 PET-CT 性能检测结果

序号	检测项目		判定标准	检测结果	备注
1	空间分辨力(mm)	横断面 1cm	≤ 4.6	4.2	合格
		横断面 10cm	≤ 5.0	4.8	合格
		轴向 1cm	≤ 5.3	4.7	合格
		轴向 10cm	≤ 6.1	5.7	合格
2	灵敏度($s^{-1} \cdot kBq^{-1}$)	0cm 位置	≥ 3.8	3.874	合格
		10cm 位置	≥ 3.8	3.951	合格
3	散射分数(%)		≤ 38	29.4	合格
4	噪声等效计数率峰值(kcps)		≥ 86	88.9	合格
5	诊断床定位精度	定位	$\pm 2mm$ 内	0.3mm	合格
		归位	$\pm 2mm$ 内	-0.3mm	合格
6	定位光精度		$\pm 3mm$ 内	1.0mm	合格
7	重建层厚偏差	$S > 2mm$	$\pm 1mm$ 内	0.2mm	合格
8	CTDI _w	头部模体	$\leq 50mGy$	40.0mGy	合格
9	CT 值(水)		$\pm 6HU$ 内	1.2HU	合格
10	均匀性		$\pm 6HU$ 内	1.0HU	合格
11	噪声		$< 0.45\%$	0.23%	合格
12	高对比分辨力	常规算法	$> 5.0lp/cm$	7.0 lp/cm	合格
13	低对比可探测能力		$< 3.0mm$	1.7mm	合格

(四) 结论

PET-CT 性能检测结果符合《X 射线计算机体层摄影装置质量控制检测规范》(WS519-2019)和《放射性核素成像设备 性能和试验规则 第 1 部分：正电子发射断层成像装置》(GB/T18988.1-2013)的要求。

附件 6 PET-CT 类比对象验收批复及类比监测报告（7）

报告编号: 41A059L	第 3 页 共 8 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 2 台

单位地址 长春市新民大街 71 号 联系电话 13756661224

检测项目 工作场所放射防护检测 检测日期 2021 年 12 月 11 日

检测依据 《核医学放射防护要求》GBZ120-2020

(一) 源项参数 见表 2-1~表 2-2。

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	PET-CT	德国西门子公司	Biograph 16	1461	140kV 300mA	2 号楼 1 层 PET01 室
2	回旋加速器	日本住友公司	HM12	201045330014	/	2 号楼-2 层回 旋加速器室

表 2-2 放射性核素

序号	核素种类	射线类型	最大能量	半衰期	用途
1	¹⁸ F	γ	511keV	109.7min	计数和显像

(二) 检测仪器设备 见表 2-3。

表 2-3 检测仪器设备信息

序号	仪器设备名称	型号	编号
1	辐射剂量仪	AT1123	55130
2	中子周围剂量当量仪	BH3105E	029
3	α、β表面污染仪	CoMo170	7896

(三) 检测方法

1. 周围剂量当量率检测: 在巡测的基础上, 对关注区域的局部屏蔽和缝隙进行重点检测, 记录检测范围。观察窗选取上缝、下缝、左缝、右缝和窗体中部进行检测, 防护门选取上缝、下缝、左缝、右缝和门体中部进行检测, 选取四面墙体、楼上、楼下进行检测。距屏蔽体外表面 30cm, 四面墙体标高为 130cm; 距楼上地面 100cm, 距楼下地面 170cm。

2. β表面污染检测: 在巡测的基础上, 对探测到的污染区进行重点检测。对地板、墙面、工作台、工作服、操作台、分装柜、床面、设备表面、手、皮肤暴露部分、工作服、手套、鞋等可能污染的位置进行检测, 对墙面检测时, 标高 130cm; 选取 1 名分装人员, 取工作服 1 件, 工作鞋 1 双。距被测表面 1cm。

附件 6 PET-CT 类比对象验收批复及类比监测报告 (8)

报告编号: 41A059L

第 4 页 共 8 页

(四) 核医学检测条件

1. 回旋加速器室及合成室: 生产合成约 1.91×10^{10} Bq (515mCi) 的 ^{18}F ;
2. 注射室: 约 2.22×10^8 Bq (6mCi) 的 ^{18}F 置于室内;
3. 候诊室: 约 1.48×10^9 Bq (40mCi) 的 ^{18}F 置于室内;
4. PET01 室: 约 2.22×10^8 Bq (6mCi) 的 ^{18}F 置于室内, CT 扫描条件: 120kV, 200mAs, 散射模体为 CT 体模。

(五) 工作场所检测示意图 见图 2-1~图 2-4。



图 2-1 回旋加速器室检测示意图

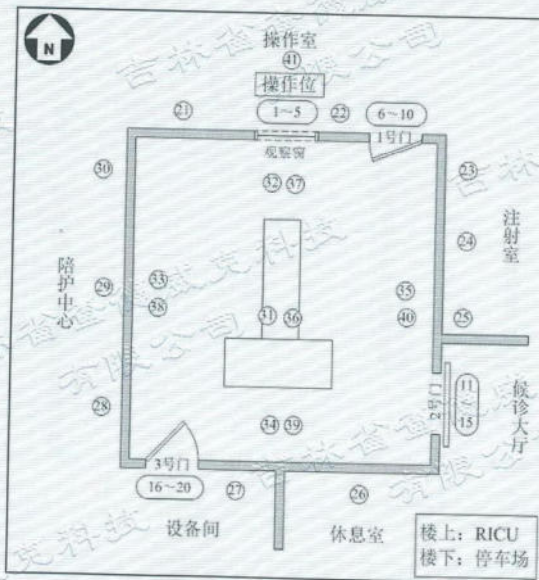


图 2-2 PET01 室检测示意图

附件 6 PET-CT 类比对象验收批复及类比监测报告 (9)

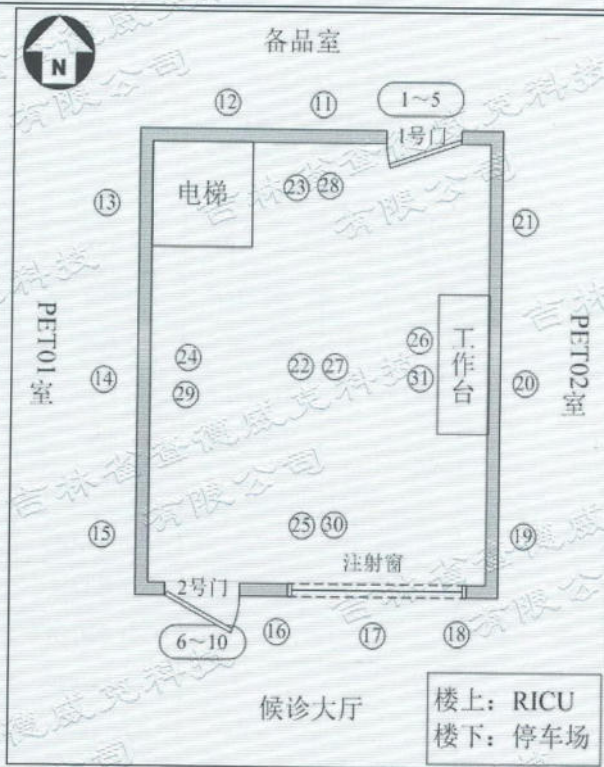


图 2-3 注射室检测示意图

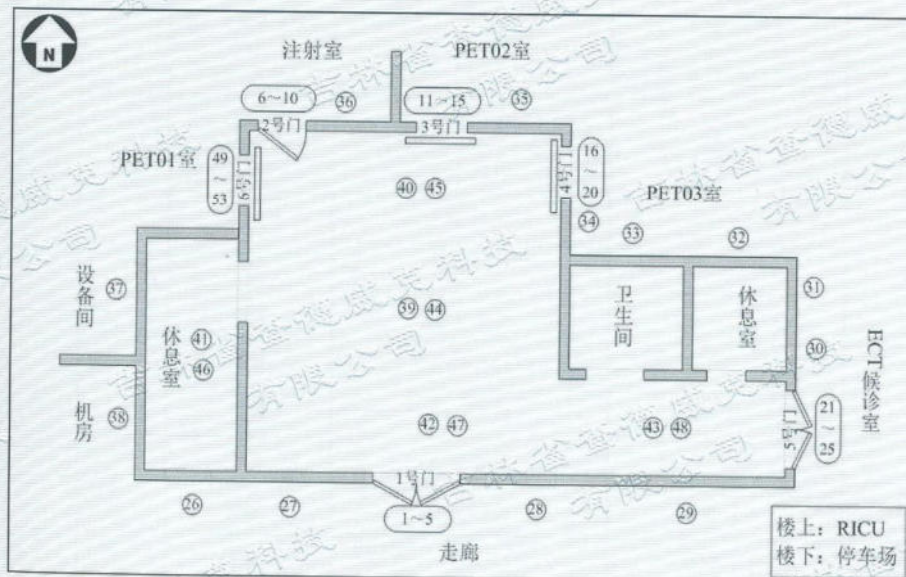


图 2-4 候诊室检测示意图

附件 6 PET-CT 类比对象验收批复及类比监测报告（10）

报告编号：41A059L

第 6 页 共 8 页

(六) 检测结果 见表 2-4~表 2-5。

表 2-4 核医学工作场所周围剂量当量率和表面污染水平检测结果

场所	单元	周围剂量当量率($\mu\text{Sv/h}$)		表面污染水平(Bq/cm^2)
		光子	中子	
回旋加速器室及合成室	1号门	0.12~0.37	0.1~0.8	—
	东墙	0.21~0.60	0.1~0.4	—
	西墙	0.13~0.25	<0.1~0.2	—
	南墙	0.26~0.39	0.1~0.2	—
	北墙	0.13~0.15	<0.1	—
	顶棚	0.14~0.15	<0.1	—
	合成柜观察窗	0.15~0.24		—
	合成柜手孔位	0.15~0.22		—
	合成柜操作位	0.14~0.22		—
	合成柜周围 5cm 处	0.15~0.60		—
	合成室地板	—	—	0.26~0.29
	合成室墙面	—	—	0.26~0.30
	合成室工作台	—	—	0.27~0.30
	手、皮肤暴露部分	—	—	0.26~0.29
工作服、手套、鞋	—	—	0.31~0.61	
注射室	注射窗	0.78~1.21		—
	1号门	1.31~1.69		—
	2号门	0.72~1.01		—
	东墙	0.33~7.6		—
	西墙	0.13~0.15		—
	南墙	1.77~2.01		—
	北墙	0.71~1.19		—
	顶棚	0.14~0.15		—
	地板	0.12~0.14	—	0.40~0.49
	墙面	—	—	0.37~0.39

附件 6 PET-CT 类比对象验收批复及类比监测报告 (11)

报告编号: 41A059L

第 7 页 共 8 页

续表 2-4 核医学工作场所周围剂量当量率和表面污染水平检测结果

注射室	工作台	—	0.38~0.50
	注射台	—	0.41~0.54
	操作位	1.14~1.26	—
候诊室	1 号门	1.22~1.73	—
	2 号门	0.12~0.15	—
	3 号门	1.08~1.87	—
	4 号门	0.49~1.45	—
	5 号门	0.12~0.88	—
	6 号门	0.12~0.15	—
	东墙	0.13~0.15	—
	西墙	0.13~0.14	—
	南墙	0.12~0.15	—
	北墙	0.14~0.15	—
	顶棚	0.12~0.14	—
	地板	0.13~0.15	0.46~0.49
	墙面	—	0.49~0.52
	座椅	—	0.46~0.49
	PET01 室	观察窗	0.12~0.15
1 号门		0.12~0.43	—
2 号门		0.13~0.28	—
3 号门		0.12~0.15	—
操作位		0.13~0.15	—
东墙		0.13~0.15	—
西墙		0.14~0.15	—
南墙		0.13~0.15	—
北墙		0.12~0.15	—
顶棚		0.12~0.15	—
地板	0.13~0.15	0.27~0.29	

附件 6 PET-CT 类比对象验收批复及类比监测报告（12）

报告编号：41A059L

第 8 页 共 8 页

续表 2-4 核医学工作场所周围剂量当量率和表面污染水平检测结果

PET01 室	墙面	—	0.26~0.30
	床面	—	0.26~0.29
	设备表面		0.26~0.29
说明：表内数据包括本底，其中辐射水平本底为 0.12~0.15 μ Sv/h，表面污染本底为 0.25~0.29Bq/cm ² 。			

表 2-5 核医学工作场所监督区表面污染水平检测结果

检测位置	表面污染水平(Bq/cm ²)
操作室地面	0.26~0.29
操作室墙面	0.28~0.29
操作室工作台	0.28~0.31
候诊室外走廊地面	0.30~0.33
候诊室外走廊墙面	0.28~0.29
备品室地面	0.27~0.30
备品室墙面	0.26~0.29
备品室洗手池	0.29~0.34
合成室外走廊地面	0.27~0.29
合成室外走廊墙面	0.27~0.30
说明：表内数据包括本底，其中表面污染本底为 0.25~0.29Bq/cm ² 。	

(七) 结论

核医学工作场所表面污染水平检测结果符合《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)中 5.3 条的要求。屏蔽体外周围剂量当量率最大值为 7.6 μ Sv/h，合成柜外表面 5cm 处周围剂量当量率最大值为 0.60 μ Sv/h，符合《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)中 5.3 条的要求。

本页以下空白

检测人：

秦成

校核人：

宋金阳

签发人：

李红兵

2021年11月13日

吉林省查德威克科技有限公司

关于通化市中医院新建核医学科 PET-CT 核技术利用项目
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通化市中医院新建核医学科 PET-CT 核技术利用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：通化市中医院（盖章）



2023年9月28日

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《通化市中医院新建核医学科 PET-CT 核技术利用项目环境影响报告表》做出如下声明：

本单位申请上报的《通化市中医院新建核医学科 PET-CT 核技术利用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。



通化市中医院新建核医学科 PET-CT 核技术利用项目

环境影响报告表专家评审意见

吉林省生态环境厅（吉林省核安全监督局）于 2023 年 10 月 25 日主持召开《通化市中医院新建核医学科 PET-CT 核技术利用项目环境影响报告表》评审会，应邀参加会议的有通化市生态环境局、通化市中医院（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进行现场踏查的基础上，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 impact 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）通化市中医院位于通化市东昌区江畅路 369 号。医院拟在综合楼地下一层西北部新建核医学科，同时建设核医学科的配套设施和机房，应用 1 台 PET-CT（属 III 类射线装置），应用放射性核素 ^{18}F ，日等效最大操作量为 $2.96 \times 10^7 \text{Bq}$ ，属乙级非密封放射性物质工作场所。

（二）本项目投资 1774.6 万元，其中环保投资 104.6 万元，环保投资所占比例 5.89%。

（三）本项目拟建位置北侧为配电室和核医学科办公区，东侧和南侧隔走廊为医院荧光原位杂交实验室预留区，西侧为杂物间和休息室，上层为综合楼一层医疗技术中心，下层为综合楼地下二层的放疗科诊室、办公室、CT 操作间及走廊。

（四）通过现场监测，本项目拟建区域及其周围环境 γ 辐射剂量率范围均在通化地区 γ 辐射剂量率本底范围内。拟建区域及其周围环境 β 表面污染满足“控制区： $40\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，监督区： $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ ”的评价标准。

项目所在位置周围土壤中拟应用放射性核素 ^{18}F 未检出；医院污水总排放口采集的污水中拟应用放射性核素 ^{18}F 未检出，污水中总 α 、总 β 的含量为 $0.032\text{Bq}/\text{L}$ 、 $0.053\text{Bq}/\text{L}$ 。

（五）通过类比预测可知，本项目辐射工作人员所受附加剂量低于 $5.0\text{mSv}/\text{a}$ 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。

(六) PET 工作区域分装注射室拟配置手套箱和排风系统，排气口高于本建筑屋脊，拟设置活性炭吸附过滤装置，可满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188—2021) 相关要求。

(七) 本项目核医学科拟设置 13.5m³ 放射性废水衰变池，放射性废水达到解控水平后排入医院总污水处理设施。

(八) 本项目放射性固体废物收集后放置于核医学科放射性废物间中贮存衰变，贮存时间超过 30 天且达到解控水平后按普通医疗废物处置。

综上所述，该项目如按本报告表提出的要求进行建设，保证辐射防护设施正常运转，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、辐射防护、安全保卫等规章制度，加强辐射安全培训，制定详细、周密的辐射事故应急预案并定期演练，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，该报告表满足我国现行《环境影响评价技术导则》的有关规定，同意该报告表通过技术评估审查。根据专家审议，该报告表质量为：合格 (平均分数：68.7 分)。

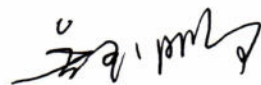
三、环境影响报告表修改与补充完善的建议

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。

具体修改意见如下：

- (一) 调整相关通道设置，充实布局、选址合理性分析；
- (二) 完善辐射安全防护措施和辐射影响分析内容。

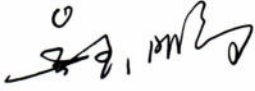
专家组长签字：



2023 年 10 月 25 日

《通化市中医院新建核医学科 PET-CT 核技术利用项目环境
影响报告表》（报批版）复核意见

根据 2023 年 10 月 25 日《通化市中医院新建核医学科 PET-CT 核技术利用项目环境影响报告表》评审会专家意见，对《通化市中医院新建核医学科 PET-CT 核技术利用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《通化市中医院新建核医学科 PET-CT 核技术利用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：

2023 年 11 月 8 日