核技术利用建设项目

长春影和医学影像诊断中心有限公司
核医学科迁建核技术利用建设项目

生态环境影响报告表

（报批版）

长春影和医学影像诊断中心有限公司

2026 年 9 月

核技术利用建设项目

长春影和医学影像诊断中心有限公司
核医学科迁建核技术利用建设项目
生态环境影响报告表

建设单位名称：长春影和医学影像诊断中心有限公司

建设单位法人代表：汤晓兵

通讯地址：吉林省长春市朝阳区东民主大街 482 号

邮政编码：130000　　联系人：[redacted]

电子邮箱：gaowf@united-imaging.com

联系电话：[redacted]

打印编号：1789553324000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	e8qg3s
建设项目名称	长春影和医学影像诊断中心有限公司核医学科迁建核技术利用建设项目
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）	长春影和医学影像诊断中心有限公司
统一社会信用代码	91220104MA14QY2R9M
法定代表人（签章）	
主要负责人（签字）	
直接负责的主管人员（签字）	
二、编制单位情况	
单位名称（盖章）	吉林省恒泰环保科技有限公司
统一社会信用代码	91220102MA177A37R
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
王立成	0635224350622025 7	BH019012	

2. 主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
王立成	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	BH019012	
马铭杰	项目基本情况、射线装置、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量与辐射现状	BH069314	

《长春影和医学影像诊断中心有限公司核医学科迁建核技术利用建设项目生态环境影响报告表》依据专家意见内容修改单

序号	专家意见	修改页码
1	完善辐射安全防护措施内容；	P38-42
2	细化放射性废液进衰变池路径、防护及管理要求；	P44-45，附图15-17
3	补充现有辐射环境管理情况描述。	P4-5，P62-63

目 录

表 1　项目基本情况..... 1
表 2　放射源..... 6
表 3　非密封放射性物质..... 6
表 4　射线装置..... 7
表 5　废弃物（重点是放射性废弃物）..... 8
表 6　评价依据..... 9
表 7　保护目标与评价标准..... 11
表 8　环境质量和辐射现状..... 18
表 9　项目工程分析与源项..... 21
表 10　辐射安全与防护..... 32
表 11　环境影响分析..... 47
表 12　辐射安全管理..... 61
表 13　结论与建议..... 68
表 14　审批..... 72

表 1　项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="6">长春影和医学影像诊断中心有限公司核医学科迁建核技术利用建设项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="6">长春影和医学影像诊断中心有限公司</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td>汤晓兵</td><td>联系人</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="6">吉林省长春市朝阳区东民主大街 482 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="6">吉林省长春市经开区自由大路 6308 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">——</td><td>批准文号</td><td colspan="3">——</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资（万元）</td><td>2040</td><td>项目环保投资（万元）</td><td>348</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td>17%</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="3">☑新建 □改建 □扩建 □其它</td><td>占地面积（m^2）</td><td>1852</td></tr>
<tr><td rowspan="8">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>□销售</td><td colspan="5">□Ⅰ类 □Ⅱ类 □Ⅲ类 □Ⅳ类 □Ⅴ类</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="5">□Ⅰ类(医疗使用) □Ⅱ类 □Ⅲ类 □Ⅳ类 □Ⅴ类</td></tr>
<tr><td rowspan="3">非密封放射性物质</td><td>□生产</td><td colspan="5">□制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="5">/</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="5">☑乙 □丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>□生产</td><td colspan="5">□Ⅱ类 □Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="5">□Ⅱ类 □Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="5">□Ⅱ类 ☑Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="6">/</td></tr>
</table>

项目概述

1.项目单位情况、项目由来及建设规模

1.1 项目单位情况

长春影和医学影像诊断中心有限公司前身是长春中医药大学联影医学影像诊断中心有限公司，成立于 2017 年，由吉林长中医院管理有限责任公司与上海联影智慧医疗投资管理有限公司共同出资设立，依据国家及吉林省高校校办企业体制改革相关文件要求，高校所属企业不得使用高校冠名，原则上不得持股。2021 年 5 月 26 日完成股权调整，正式完成企业更名，变更为长春影和医学影像诊断中心有限公司。现公司由上海联影智慧医疗投资管理有限公司独家投资，专注于高端医学影像诊断服务，是吉林省正规第三方独立医学影像诊断机构（营业执照见附件 1），现位于吉林省长春市朝阳区东民主大街 482 号。中心配备 PET-CT、3.0T 磁共振、多层螺旋 CT、DR 等高端医学影像设备。中心汇聚资深影像诊断医师团队，依托联影 AI 影像技术，开展肿瘤筛查、神经、骨关节、胸腹部等各类影像检查与诊断服务，承接各级医疗机构影像会诊业务。中心秉持客

观精准的诊断理念，助力区域分级诊疗建设，为广大患者及医疗机构提供高质量、标准化的医学影像解决方案。

1.2 项目由来

为满足日益增长的医学影像诊断服务需求，优化诊疗环境，提升服务能力，长春影和医学影像诊断中心有限公司计划将现有核医学科及放射线科设备从长春市朝阳区东民主大街 482 号搬迁至吉林省长春市经开区自由大路 6308 号吉林省吉刚汽车贸易有限公司主楼(整栋租赁，租赁协议详见附件 2，1-2 层作为影像检查场所，3 层为普通诊室，4 层为会议室、学术报告厅，5 层为行政办公室，6 层为专家诊室)继续使用；计划对 1-2 层辐射防护设施进行整体升级改造；待新使用场所投入使用后，现有场所实施退役（另行评价）。2026 年 8 月 11 日，对租用场所用于医学诊断进行环境影响评价备案登记（详见附件 3）。

根据《中华人民共和国生态环境法典》、《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版）中有关规定，应用放射性同位素及射线装置必须依法履行环境影响评价审批手续。受长春影和医学影像诊断中心有限公司的委托，吉林省恒春环保科技有限公司承担本项目的环境影响评价工作。

1.3 项目规模

长春影和医学影像诊断中心有限公司拟建新址辐射项目涉及的科室包括核医学科、放射线科 2 个科室。本次建设内容：①核医学科：建设乙级非密封物质工作场所，使用非密封放射性物质 ^{18}F，应用 1 台 PET-CT（III类射线装置）进行核素影像检查，应用含 ^{18}F 棒源水模进行校准。②放射线科：2 台 CT、2 台 DR，均为III类射线装置（另行评价，单独填写环境影响登记表）。

2、劳动定员

公司搬迁后，核医学科劳动定员 7 人；其中医师 3 人，技师 2 人，护士 2 人，全部为东民主院区现有人员，无新增。

3.项目选址及周边保护目标

长春影和医学影像诊断中心有限公司拟建新址位于长春市经开区自由大路 6308 号吉林省吉刚汽车贸易有限公司主楼，诊断中心东侧为长城汽车销售中心；南侧为汽车维修车间；西侧为农业农村厅办公楼；北临自由大路，隔街为长春市二道区法院；项目建

设区域图见附图 1。本项目建设周边环境关系图见附图 2，周围环境现场照片详见附图 19。

核医学科位于长春市经开区自由大路 6308 号吉林省吉刚汽车贸易有限公司主楼的 2 层西侧的一端，楼上 3 层规划为本公司诊室（现有租户在本项目投运前搬离），楼下 1 层为放射线科影像检查场所，未毗邻儿科、妇产科和食堂，设有单独的出入口，并与非放射性工作场所隔开，选址合理。

4.规划符合性分析

长春影和医学影像诊断中心有限公司位于长春市经开区自由大路 6308 号，地块规划用地性质为商业用地（B 类），用地权属清晰，本项目为独立医学影像诊断中心（社会办医疗机构），属于健康服务业。依据《促进社会办医持续健康规范发展意见》（国卫医发〔2019〕42 号）：经产权方同意，闲置商业用房改造用于举办医疗机构，可在 5 年内继续按原土地用途和权利类型使用土地，无需立即变更用地性质。独立医学影像诊断中心属于非住院类、无传染病诊疗的社会办医疗服务设施，不属于必须占用医疗卫生用地的大型综合医院，在商业用地内属于允许兼容的服务业态。

项目不在生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界外限制建设区域；地块地处经开区建成区自由大路临街商业板块，周边以商业、办公类建筑为主，无集中居住敏感建筑紧邻，区位符合城市公共配套布局导向，符合《长春市国土空间总体规划（2021-2035 年）》用地布局要求。

5.产业性政策符合性分析

本项目为核技术利用医学领域，属高新技术。根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号），本项目 PET-CT 属于国家鼓励类第十三类医药中的“十三、医药”中第 4 条“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”项目，属于国家鼓励类产业，符合国家现行产业政策。

6.核技术利用项目许可情况

长春影和医学影像诊断中心有限公司辐射安全许可证号为吉环辐证[01158]，许可种类和范围包括:使用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，许可证有效期至 2028 年 7 月 25 日，辐射安全许可证见附件 4。截至目前为止，公司现有射线装置、非密封放射性物质工作场所运行情况良好，无辐射安全事故发生。

7.现有辐射项目环评及验收履行情况

长春影和医学影像诊断中心有限公司（前身为：长春中医药大学联影医学影像诊断中心有限公司）现有 5 台Ⅲ类射线装置（1 台 PET-CT、2 台 DR、2 台 CT）、乙级非密封放射性物质工作场所编制了核技术应用项目环境影响评价报告表,环评批复详见附件 5，并已办理竣工验收，验收意见详见附件 6。

表 1-2 建设项目环境评价及竣工验收落实情况

项目名称	建设内容	环评批复文号	类别	竣工验收时间	竣工验收文号	备注
长春中医药大学联影医学影像诊断中心有限公司核技术利用项目	放射线科：2 台 CT、2 台 DR、1 台乳腺钼靶 核医学科：1 台 PET-CT、1 台 PET-MRI；应用非密封放射性物质 18F，乙级非密封放射性物质工作场所。	吉环审（表）字[2018]11 号	环境影响评价报告表	2020.1.16	自主验收	（1）验收时：1 台 PET-MRI 未建设，Ge 放射源未购置； （2）1 台乳腺钼靶后期停用

8.辐射安全管理现有情况

8.1 辐射安全管理机构

按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，公司成立了辐射安全管理小组，汤晓兵任组长，负责全中心的辐射安全与防护管理日常工作。

8.2 管理制度

长春影和医学影像诊断中心有限公司现已制定了《放射诊疗管理制度》、《核医学科设备操作流程》（详见附件 7）、《放射诊疗岗位职责》、《安全和防护管理制度》、《PET-CT、CT、DR 保养、维修制度》、《辐射工作人员培训计划》、《个人剂量和健康监测管理制度》等辐射安全管理制度，并建立了台账制度、个人剂量档案等。医院制定了《长春影和医学影像诊断中心有限公司辐射事故应急预案》（详见附件 8），每 2 年进行 1 次演练。

长春影和医学影像诊断中心有限公司自成立至今，制定了辐射安全管理的相关制度，并严格落实并执行，公司运行至今未发生辐射安全事故。

8.3 个人剂量检测及环境监测

8.3.1 个人剂量检测

长春影和医学影像诊断中心有限公司核医学科现有辐射工作人员 7 名，配备有个人剂量计；并定期（3 个月）送检，建立有个人剂量检测报告档案，个人剂量检测结果详见附件 9。目前公司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。

8.3.2 工作场所辐射水平监测

公司每年委托有资质单位对非密封物质、射线装置工作场所进行 1 次场所辐射水平监测。同时，公司购置了相应检测仪器，制定了监测计划，并按监测计划定期对公司核技术利用工作场所自行监测，并将监测结果存档备案，可满足相关法律法规和标准要求。

8.4 人员培训情况

公司核医学科现有工作人员 7 名，全部取得国家核技术利用辐射安全与防护平台“核医学”专业类别的考核成绩单。此外有 1 人已取得国家核技术利用辐射安全与防护平台“辐射安全管理”类别的考核成绩单，公司核医学科的核技术利用辐射与安全考核成绩报告单详见附件 10。

8.5 应急管理

公司制定了辐射事故应急预案，成立辐射安全与防护管理领导小组，负责组织、开展放射事件的应急处理和救援工作，领导小组成员名单如下：

组长:汤晓兵

副组长:梁勇、高万丰、刘丽娟

组 员:杨毅、孙祥睿、赵丽秋、张效榕、孙博

公司未发生过辐射事故，根据预案中相关内容，每年组织相关工作人员进行定期演练，在以往演练过程中，《长春影和医学影像诊断中心有限公司辐射安全事故应急处置预案》能够得到有效执行，辐射工作人员和辐射事故应急处理工作领导小组能够快速反应、科学应对各种辐射事故，并将发现的问题归纳总结，及时修订应急预案，可以确定长春影和医学影像诊断中心有限公司有辐射事故应急处理的能力。

8.6 年度评估

长春影和医学影像诊断中心有限公司每年均对现有核技术利用项目开展年度评估工作。目前，公司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，各辐射工作场所辐射防护能力良好，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
1	/	/	/	/	/	/	/	/
2	/	/	/	/	/	/	/	/

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	使用场所	贮存方式与地点
1	^{18}F	液体	使用	2.11×10^{10}	2.11×10^{7}	5.28×10^{12}	很简单操作	2 层核医学科分装室、注射室、PET 机房	按需订购，当天供给，当天使用，暂存在 PET 储源室铅罐内
2									
3									
4									

注：①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）	剂量率	用途	工作场所	备注
1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2										

（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	PET-CT	III 类	1	uMI780	140	833	影像诊断	核医学科 2 层 PET-CT 机房	设备：联影医疗科技 校准：应用棒源水模 ^{18}F（3.7E+7Bq）进行校准
2	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3									
4									
5									

（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	
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
PET-CT诊断放射性废物（一次性注射器、试管、棉球以及放射性气体吸附产生的废活性炭等）	固态	^{18}F	/	约 4.2kg	约 50kg	小于核素清洁解控水平	废物室铅容器中贮存衰变	含核素 ^{18}F 半衰期小于 24 小时的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 0.08Bq/cm^2、β 表面污染小于 0.8Bq/cm^2的，可解控作为普通医疗废物处理。
PET-CT诊断放射性废液	液态	^{18}F	/	约 10.5m^3	约 126m^3	总 β ＜ 10Bq/L	槽式废液衰变池	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
PET-CT 诊断臭氧、氮氧化物	气态	/	/	/	/	/	/	PET-CT 机房通过排风系统排放至室外

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

表 6　评价依据

法规文件	1.《中华人民共和国生态环境法典》，2026 年 8 月 15 日起施行； 2.《建设项目环境保护管理条例》，国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日起施行； 3.《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院第 449 号令，2005 年 12 月起施行，2019 年 3 月修订； 4.《放射性废物安全管理条例》国务院令 612 号，2012 年 3 月 1 日施行； 5.《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； 6.《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； 7.《建设项目环境影响评价分类管理名录》，2021 年 1 月 1 日施行； 8.《射线装置分类》，原环境保护部、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； 9.《关于发布<放射性废物分类>的公告》（环保部、工信部、科工局公告 2017 年第 65 号）； 10.《吉林省生态环境保护条例》（吉林省第十三届人大常务委员会第二十五次会议于 2020 年 11 月 27 日通过）； 11.《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； 12.《关于核医学标准相关条款咨询的复函》（国家核安全局辐射函〔2023〕20 号）。 13.《国家危险废物名录（2025 年版）》；

技术标准	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.《核安全导则 核技术利用设施退役》（HAD 401/14-2021）； 4.《生态环境影响评价技术导则 核技术利用项目退役》（HJ1479-2026）； 5.《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； 6.《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； 7.《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）； 8.《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）； 9.《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）； 10.《职业性内照射个人监测规范》（GBZ129-2016）； 11.《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； 12.《放射工作人员健康监护要求及监护规范》（GBZ98-2020）； 13.《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）。 14.《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005（含2026年修改单））； 15.《医疗机构污水处理工程技术标准》（GB51459-2024）； 16.《医院污水处理工程技术规范》（HJ2029-2013）；
其他	1.《辐射防护手册》主编：李德平、潘自强，原子能出版社； 2.《中国环境天然放射性水平》（原国家环境保护局，1995 年）； 3.《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，2020.5.13； 4.公司提供的与本项目相关的管理制度和技术资料等； 5.委托书。

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，乙级非密封放射性物质工作场所评价范围取 50m 范围；放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围；根据本项目的实际情况，确定本项目评价范围乙级非密封放射性物质工作场所和射线装置应用机房实体屏蔽房间外 50m 范围，详见附图 2。

保护目标：

结合项目设计资料以及现场踏查可知，本项目核医学科位于长春市经开区自由大路 6308 号吉林省吉刚汽车贸易有限公司主楼的 2 层，楼上 3 层为本公司诊室，楼下 1 层为放射线科影像检查场所。本项目非密封放射性物质工作场所周围 50m 范围保护目标详见下表。

表 7-1　本项目评价范围内保护目标情况一览表

建设位置	辐射科室周围环境情况	人员类别	位置关系	人数（人）
核医学科（2F）	核医学科工作人员	职业人员	-	7 人
	2 层：检查前候诊区、等候休闲区、问诊室、血糖体重检测室、DR 室 2、CT 室 2、联合控制室、更衣室、候诊通道、VIP 休息室 1、VIP 休息室 2、男卫生间、女卫生间、清洁间、电梯间、楼梯间	职业、公众	东侧 0-30m	80-100 人次/d
	3 层：诊室、处置室、抢救室、清洗消毒间 4 层：会议室、学术报告室 5 层：综合办公室、库房 6 层：专家诊室、VIP 室	公众	楼上	20-300 人次/d
	1 层：CT 机房 1、联合控制室、更衣室、候诊区、清洁间、女卫生间、男卫生间、注射抢救室、VIP 休息室 1、消防控制室、检后出口、电梯间、配电间	职业、公众	楼下	80-120 人次/d
周围环境	长城汽车销售中心	公众	东侧室外 30-50m	300 人次/d
	汽车维修车间	公众	南侧室外 0-50m	100 人次/d
	农业农村厅办公楼	公众	西侧室外 30-50m	200 人次/d
	东侧、西侧、北侧停车场过道	公众	东侧、西侧、北侧室外	无常驻人员

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）中附录 B 部分规定：

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

2.1 根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中第 4.4.2 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 5 mSv/a；

4.4.2.2 公众照射的剂量约束值不超过 0.1 mSv/a。

2.2 本项目的剂量约束值

工作人员职业照射的剂量约束值不超过 5 mSv/a；

公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/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）该区内的高污染子区除外。		

本项目工作场所控制区工作台、设备、墙壁、地面 β 表面污染控制水平：40Bq/cm²，工作服、手套、工作鞋控制区 β 表面污染控制水平：4Bq/cm²。人员手、皮肤、内衣、工作袜 β 表面污染控制水平：0.4Bq/cm²。

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	*>4×10⁹*
乙	*2×10⁷～4×10⁹*
丙	*豁免活度值以上～2×10⁷*

本项目核医学科工作场所为乙级非密封放射性物质工作场所，具体详见“表 9 项目工程分析与源项”。

5.放射性废液排放控制要求

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 $10ALI_{min}$，每次排放活度不超过 $1ALI_{min}$。ALI_{min} 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。

5.2《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。

5.3 根据《医疗机构水污染排放标准》（GB18466-2006（含 2026 修改单））中规定：

综合医疗机构衰变池出口总 α 排放标准为 1Bq/L，总 β 排放标准为 10Bq/L。

5.4《医疗机构污水处理工程技术标准》（GB51459-2024）中“6.1 放射性污水”规定：

6.1.4 半衰期不大于 100d 的放射性污水宜设衰变池处理，并应符合下列规定:

1 衰变池应按同位素种类和强度设计，容积宜按最长半衰期同位素的 10 个半衰期进行计算或按同位素的衰变公式及排放出口允许浓度进行计算;

2 衰变池宜采用间歇式运行方式，间歇式衰变池不应少于 2 格；

3 连续式衰变池应采用推流式，并设槽式排放口；

4 衰变池应有防渗、防腐和防辐射措施；

*5 放射性污水处理后应直接排放，**不得进入医疗机构污水处理站。***

5.5《医院污水处理工程技术规范》（HJ2029-2013）中“6.3.1.1 特殊性质污水预处理”规定：

(6)放射性废水处理

*F）放射性废水处理后直接排放，**不进入医院污水综合处理系统。***

综上，本项目核医学科放射性废液采用槽式衰变池贮存衰变，共 3 个池体，诊断使用的 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，直接排放，不进入污水处理站。

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 0.8Bq/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 ^{18}F 半衰期为 109.7min，小于 24 小时，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 0.08Bq/cm^2、β 表面污染小于 0.8Bq/cm^2 的，可解控作为普通医疗废物处理。

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。

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，出入处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：β＜0.4Bq/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）6.3 和 7.4 款：

6.3 密闭和通风要求

6.3.1 核医学工作场所应保持良好的通风，工作场所的气流流向应遵循自清洁区向监督区

再向控制区的方向设计，保持工作场所的负压和各区之间的压差，以防止放射性气体及气溶胶对工作场所造成交叉污染。

6.3.4 放射性物质的合成、分装以及挥发性放射性核素的操作应在手套箱、通风橱等密闭设备中进行，防止放射性液体泄漏或放射性气体及气溶胶逸出。手套箱、通风橱等密闭设备应设计单独的排风系统，并在密闭设备的顶壁安装活性炭或其他过滤装置。

6.3.5 通风橱应有足够的通风能力。制备放射性药物的回旋加速器工作区域、碘-131 治疗病房以及设有通风橱、手套箱等场所的通风系统排气口应高于本建筑物屋顶，尽可能远离邻近的高层建筑。

7.4 气态放射性废物的管理

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。

本项目核医学科 PET-CT 分装手套箱设有专用、独立的排风装置，操作口设计风速为 1m/s，满足“风速应不小于 0.5m/s”的要求。手套箱气体在排放前配有高效活性炭过滤器，经过滤达标后，经专用排风口在建筑物 6 层顶部排放。

8.核医学科控制区剂量率

8.1.《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 2.5μSv/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 25μSv/h，宜不大于 2.5μSv/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 25μSv/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。

8.2《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188—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 2.5μSv/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 10μSv/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 2.5μSv/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 25μSv/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 2.5μSv/h。

8.3《关于核医学标准相关条款咨询的复函》（国家核安全局辐射函〔2023〕20 号）关于控制区剂量率，《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021，以下称核医学标准）第 6.1.5 节规定，本条规定的具体含义为：

1.控制区内工作人员经常性停留的场所（人员居留因子≥1/2），周围剂量当量率应小于 2.5μSv/h；

2.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 10μSv/h。

本项目核医学控制区按 8.3《关于核医学标准相关条款咨询的复函》（国家核安全局辐射函〔2023〕20 号）规定的具体含义执行，分装/注射室、抢救室、留观室、PET 注射后休息室门外、PET-CT 机房、公共卫生间、核医学科患者走廊等区域执行周围剂量当量率应小于 10μSv/h；其余控制区内工作人员经常性停留的场所（人员居留因子≥1/2），周围剂量当量率应小于 2.5μSv/h。

9.《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

表 7-4　　X 射线设备机房使用面积及单边长度要求

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

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

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	

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a）具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5 μSv/h；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；

b）CT 机、乳腺摄影、乳腺 CBCT、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影、口腔 CBCT 和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率应不大于 2.5 μSv/h；

c）具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于 25 μSv/h，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于 0.25 mSv；

10.空气γ辐射剂量率

本项目位于长春地区，γ辐射剂量率本底水平参考原国家环境保护局《中国环境天然放射性水平》(1995年10月)中吉林省和长春地区陆地、室内γ辐射剂量率，摘录列于表7-6。

表7-6　　环境本底γ辐射空气吸收剂量率范围　　单位：nGy/h

地　市	陆地γ辐射空气吸收剂量率范围	室内γ辐射空气吸收剂量率范围
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

1.1 地理位置

长春影和医学影像诊断中心有限公司拟建新址位于长春市经开区自由大路6308 号，地理位置及周围环境情况见附图 1 和附图 2。

1.2 场所位置

本项目核医学科主要位于租赁的吉林省吉刚汽车贸易有限公司主楼的 2 层西侧一端。

2.环境现状评价对象

本项目环境现状评价只针对区域γ辐射空气吸收剂量率进行评价。

核医学科属于乙级非密封放射性物质工作场所，应用非密封放射性物质为^{18}F，属于短半衰期核素，无需给出大气、地表水、土壤等环境介质中与该项目相关的放射性核素含量。

3.辐射环境质量现状

3.1 监测因子

γ辐射空气吸收剂量率。

3.2 监测点位

本次监测共布设 36 个γ辐射空气吸收剂量率监测点位。点位布设情况详见附图 2-5，监测报告详见附件 11。

3.3 监测时间及监测条件

2026 年 7 月 30 日，天气阴，气温 31℃，天气情况满足检测仪器使用要求。

3.4 监测方案

为了解本项目使用地点周围区域辐射环境质量现状，委托黑龙江源宁环境检测有限公司（已在吉林省生态环境厅完成生态环境监测技术服务机构备案）对该区域进行辐射环境监测，并出具监测报告，编号为黑源检字[2026]0820-02 号。

3.5 监测仪器

仪器名称：多功能辐射测量仪

检测仪型号：FH40G-X+FHZ672E-10

测量范围：1nSv/h～100μSv/h

检定有效期：2025 年 12 月 24 日~2026 年 12 月 24 日

检定单位：上海市计量测试技术研究院有限公司

校准证书编号：2025H21-10-6288117001

3.6 监测方法

依据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）中相关规定，测量 γ 辐射剂量率时，手持探测仪器，探头灵敏体距地面 1m 高，每个测点连续测 10 个数值，每个数值的时间间隔为 10 秒。

3.7 质量保证措施

3.7.1 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。

3.7.2 监测方法采用国家有关部门颁布的标准。

3.7.3 监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。

3.7.4 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

3.7.5 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

3.8 监测结果

监测结果见表 8-1，表中监测数值均已扣除仪器宇宙射线响应值。

表 8-1　环境γ辐射空气吸收剂量率监测结果（已扣除宇宙射线）　单位：nGy/h

序号	点位描述		检测数值（nGy/h）
1	院区陆地环境		73
2	院区陆地环境		74
3	长城汽车销售中心（室内）		85
4	院区陆地环境		75
5	汽车维修车间（室内）		94
6	吉林省农业农村厅办公楼（室内）		93
7	影像诊断中心一层	拟建候诊区	92
8		拟建候诊区	89
9		拟建 DR 机房 1	88
10		拟建 CT 机房 1	93
11		拟建 检后出口	94
12		拟建 检后出口	92
13	影像诊断中心二层	拟建等候休闲区	91
14		拟建检查候诊区	90
15		拟建 PET-CT 控制室	87
16		拟建医生办公室	92
17		拟建 PET-CT 机房	91
18		拟建走廊	89
19		拟建走廊	87

续表 8-1　环境γ辐射空气吸收剂量率监测结果（已扣除宇宙射线）　单位：nGy/h

序号	点位描述		检测数值（nGy/h）
20	影像诊断中心二层	拟建留观室	91
21		拟建卫生间	93
22		拟建注射后休息室	88
23		拟建通道	92
24		拟建卫生间	86
25		拟建抢救室	92
26		拟建注射室	95
27		拟建储源室	84
28		拟建分装/注射室	86
29		拟建废物室	87
30		拟建淋浴/缓冲间	93
31		拟建 DR 机房 2	92
32		拟建 CT 机房 2	87
33	影像诊断中心三层	拟建诊室走廊	88
34		拟建诊室走廊	90
35		二层屋顶	86
36		二层屋顶	90

3.9 辐射环境现状评价

由监测数值可以看出，本项目院区陆地环境γ辐射空气吸收剂量率变化范围为 73～75nGy/h，评价范围内环境敏感目标室内环境γ辐射空气吸收剂量率变化范围为 85～94nGy/h；本项目拟建位置室内环境本底γ辐射空气吸收剂量率变化范围为 84～95nGy/h。各点位监测数据均在吉林省、长春地区陆地及室内环境γ辐射空气吸收剂量率本底范围内，数据未见异常。

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和治疗，具体包括如下：

表 9-1　　放射性同位素和射线装置应用情况

序号	放射性同位素和射线装置	功能	工作方式	工作地点
1	PET-CT	X 射线检查诊断	设置独立机房，隔室操作	2 层 核医学科
2	非密封放射性物质 ^{18}F	PET 检查诊断	分装、注射在设置独立房间进行，扫描设备设置独立机房	
		PET-CT 校准	利用标记的 ^{18}F 棒状水模进行 PET-CT 校准	

长春影和医学影像诊断中心有限公司核医学科主要使用 PET-CT 用于患者影像检查。

PET-CT 是一种医学影像检查技术，结合了正电子(PET)发射断层成像和计算机断层扫描(CT)的优势，设备主要由 PET 探测系统、CT 探测系统、计算机系统、图像重建和显示系统等几个方面组成。PET 探测系统主要用于探测放射性药物注入体内后放出的正电子自发发射的光子。CT 探测系统用于 CT 扫描来获得不同组织的密度和结构信息。计算机系统负责数据的采集、存储和处理，还原出人体器官的内部结构和功能状态；图像重建是指根据已采集的数据生成最终的图像，采用的是层析重建算法，通过不同方向的多个扫描片层次的数据加，生成一系列切片图像。这些切片图像可以用于观察人体各个部位的代谢情况及异常变化。图像显示系统用于将重建的图像显示在屏幕上，供医生进行观察和分析。利旧的 PET-CT 外形见图 9-1。



图 9-1　PET-CT 外形图

2.工作原理、工艺流程及产污环节

2.1 放射性同位素诊断

公司放射性同位素检查的科室为核医学科，应用的放射性同位素 ^{18}F，为非密封放射性物质。

2.2PET-CT 检查工作原理及诊疗流程

公司核医学科拟建设 PET-CT 室，应用放射性核素 ^{18}F 进行诊断，药品来源为外购。

2.2.1 PET-CT 原理

（1）PET 原理

PET 是 Positron Emission Computed Tomography（正电子断层显像）的缩写。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。本项

目应用 ^{18}F 进行核素显像。

（2）CT 原理

CT，即计算机断层扫描，核心原理是利用 X 射线穿透人体，结合计算机重建断层图像。X 线管发射窄束 X 射线，环绕受检部位旋转；射线穿过人体不同组织时发生不同程度衰减，探测器采集透射后的射线信号。人体各组织密度存在差异，骨骼密度高，吸收 X 射线多；软组织、液体吸收量中等；空气吸收最少。探测器将强弱不一的射线转化为电信号传输至计算机。计算机依据不同位置的衰减数据，通过数学算法重建出人体横断面灰度图像，图像灰度对应组织密度，区分正常组织与病变。不同于普通 X 光重叠投影，CT 可获得无组织重叠的断层影像，清晰地显示病灶位置、大小与密度。现代多层螺旋 CT 可快速连续扫描，实现薄层成像与三维重建，广泛用于全身脏器、骨骼病变筛查诊断。

（3）PET-CT 原理

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。

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 装置探测器所接收，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。

2.2.2PET-CT 设备校准

联影医疗科技有限公司生产的 uMI 系列 PET-CT，厂家推荐使用^{18}F 棒源（37MBq）水模扫描作为交叉校准验证，用来核对活度计与 PET 系统的定量系数，评估 SUV 准确度；使用频次：每周 1 次。设备厂商出具的 PET-CT 校准、调试说

明详见附件 14。

联影原厂交叉校准棒源水模结构：

①外壳：透明亚克力圆筒，长度约 300 mm，外径约 200 mm；可开盖，整体灌满纯水（作衰减介质）。





②中心（棒源管）：一根长的可灌注的密封塑料管（内径 4mm、外径 6mm、有效长度 260mm，容积 3.27 mL），沿模体 Z 轴贯穿；向管内注入已知活度 ^{18}F-FDG（37 MBq），管两端密封，管外全部是纯水。

③定位标记：模体外有激光对位标记，用来对齐 PET-CT 的激光灯，保证棒源管落在 FOV 中心、与 Z 轴平行。

④配套：专用支撑夹具，夹具要放在 PET 视野以外，避免干扰计数。

2.2.3 PET-CT 诊疗流程及产污环节

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根据用药量预订药品；

③在开始诊疗前，核医学科将标记的 ^{18}F 药品运至储源室，核对药品种类和数量，并登记、签字；

④在分装/注射室手套箱内进行分装。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，完成分装；

⑤医务人员将带屏蔽的注射器转移至注射室，通过带屏蔽的注射台为受检者注射药物；

⑥受检者按约定时间在 PET-CT 检前候诊区准备和等候；根据叫号在专用注射窗口接受注射，完成注射后，进入注射后休息室（扫描前候诊室），静坐候诊约 30min；

⑦受检者进入 PET-CT 机房，接受扫描检查约 10min（进入+上床+摆位+扫描+下床+出机房约 15min）；

⑧检查完成，受检者在扫描后留观室休息一段时间后，从西北侧专用电梯离开。

核医学核素检查过程中，污染来自放射性药物、注药后的患者候诊、检查等环节，包括校准用棒源水模（^{18}F,37MBq）、放射性药物、PET-CT 机对周围的辐射影响、废注射器等放射性废物、清洗和病人排泄产生的废液、药物分装等过程产生的放射性废气。

放射性核素应用流程及污染物产生情况如下图所示。

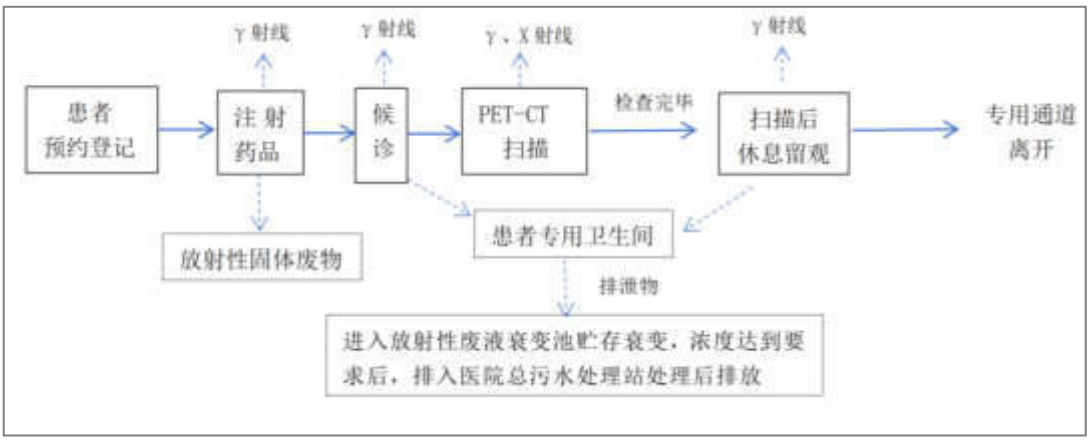


图 9-15　放射性核素诊疗流程及污染物产生情况

2.3 药物来源

项目使用的放射性药品 ^{18}F 直接从放射性药品生产厂家采购成品药物,公司根据预约人数及检查项目，提前向供药单位预订放射性药品使用量，药品运输由供药公司负责，负责将药品运输至核医学科的储源室。

2.4 人员配置及工作制度

人员配置：公司核医学科共配备 7 名工作人员。拟为 PET-CT 检查，配置 3 名医师、2 名技师、2 名护士；技师负责摆位和扫描，护士负责分装和注射工作。

工作制度：本项目辐射工作人员每年工作 250 天，实行白班单班制。PET-CT 预估检查量均为 5000 人次/年。每次分装操作约 30s，则年分装时间约为 42h（2 人轮换，每人 21h）；每次注射操作约 30s，则年注射时间约为 42h（2 人轮换，每人 21h）；每次指导受检者摆位操作约 1min，则年摆位时间约为 84h（2 人轮换，每人 42h）；每次扫描约 10min，则年扫描时间约为 834h（2 人轮换，每人

约 417h）。

2.5 人员、物流运输通道

2.5.1 医生通道

如附图 8-9 所示，核医学科 PET 药物分装、注射人员（护士），经东北侧电梯从一层进入二层，向西途经检前候诊区，再经核医学科东侧走廊进入核医学科，经缓冲间更衣，淋浴后进入分装/注射室，在手套箱内分装，在注射窗口为患者注射药品。工作结束后，经淋浴后由原路径退出工作场所。

核医学科办公的医生、技师等人员、主要是经东北侧电梯从一层进入二层，向西途经检前候诊区，进入北侧综合控制室和医生办公室。工作结束后，由原路径退出工作场所。

核医学科各场所工作人员出入口均设有门锁权限控制，防止无关人员误入辐射工作场所，门禁设置情况详见附图 13。

2.5.2 患者通道

PET-CT 检查患者经东北侧电梯从一层进入二层，向西进入核医学科，在问诊室进行登记，在检前候诊区进行候诊；经叫号后单向进入 PET 检查区域，在注射窗口接受注射，进入注射后休息室停留 30min 等候上机，经叫号后进入 PET-CT 机房接受检查，检查后进入留观室休息，最后乘坐西北侧核医学科专用电梯到一层，离开核医学科工作场所,直通室外地表。患者通道内所有防护门均设有单向门控制措施，注射放射性药物的患者在工作场所内根据地面标识单向行进，不与未注射药品的患者交叉。

患者进入核医学科通道详见附图 9（2 层），离开核医学科通道详见附图 8（1 层）。

2.5.3 药物运输通道

核医学科根据当日诊疗的患者的数量及每个人的用药量，提前向放射性药品销售公司提出用药需求。销售公司使用专用运输车辆，将药品在早 7:00 运输至 1 层西北侧的核医学科专用电梯，转运至 2 层，向南经核医学科内部走廊，左转向东将 ^{18}F 标记的放射性药品运送至核医学科的储源室内。

核医学科采用时间管理，在早 7:00 科室没有正式工作前、没有患者进入的情况下，规划出单独通道，将药品运送至核医学科的储源室。运源（药）路径详见附图 8（1 层）、附图 10（2 层）。

2.5.4 放射性废物运输通道

本项目拟在分装/注射室、PET-CT 机房、注射室、注射后休息室、留观室等房间设置 20mm 铅当量铅屏蔽废物箱，采用塑料包装袋专门收集，包装袋标明收集时间、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 2.5μSv/h。

分装/注射室放射性废物于每日注射（^{18}F）工作完成后直接转移至放射性废物间内；PET 扫描间、注射后休息室、检查后留观室等房间放射性废物于每日 PET 诊断工作完成且所有患者全部离开后转移至放射性废物室内。每次放射性废物转移至放射性废物室后，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。

PET-CT 检查产生的放射性废物所含核素（^{18}F）均为短半衰期核素，在放射性废物室贮存衰变超过 30d；经检测符合排放标准后，经核医学科走廊向北，通过核医学科西北侧专用电梯运至 1 层，经西北侧出口转移至医疗废物暂存间，按照普通医疗废物处置，废物运输通道详见附图 8（1 层）、附图 10（2 层）。

本项目通过时间控制，选择在核医学科下班后的无患者时段运送放射性废物，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；在每次放射性废物运输后，工作人员对运输通道进行监测，以防运输过程中不慎将放射性废物洒落对周围人员造成辐射影响。

污染源项描述

1.环境影响因子

1.1γ射线、β射线、X射线

本项目应用的放射性同位素和射线装置应用过程中产生射线，对周围环境产生辐射影响。具体如下：

表 9-2　　放射性同位素和射线装置应用的射线种类

诊疗项目	放射性同位素和射线装置	产生射线
PET 影像检查	1 台 PET-CT	X 射线
	^{18}F	β^+、γ射线

1.2 放射性废液

核医学科在使用和操作非密封放射性物质过程中，有放射性废液产生，病人排泄污水、工作人员淋浴用水、工作场所清洁废水等。

1.3 放射性固体废物

本项目放射性废物来自核医学运营过程中操作非密封放射性物质过程，废物包括废注射器、剩余（残留）药品瓶、试剂瓶、棉签、手套、一次性杯子、吸附废气的废活性炭等。

1.4 放射性废气

本项目放射性废气来自核医学运营过程中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，还包括注药后患者呼出的气体也含有少量放射性气体、衰变池外溢的气体。

1.5 其他

在 PET-CT 工作的过程中，机房内空气受电离辐射照射，会产生少量的臭氧（O_3）和氮氧化物（NOx）等气体。

2.源项

2.1 非密封放射性物质及标准源

2.1.1 ^{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%），本项目应用 ^{18}F 标记物产生的γ射线开展核素显像工作。

表 9-3　　核医学科拟使用的放射性同位素

核素种类	基本参数		使用状态及用途
	主要射线能量（衰变类型）	半衰期	
^{18}F	633.5 keV（96.7%， β^+）	109.77min	液态/显像

2.2 放射性废液源项

核医学科产生的放射性废液主要为患者排泄废液、医务人员淋洗水、工作场所清洁废水，主要含有非密封放射性物质 ^{18}F。

2.1 病人排泄废液

PET-CT 影像检查:按照满负荷每天 20 人 PET-CT 检查，全年 250 天工作时间，年最大患者量 5000 人设计。由设计单位给出的数据可知，每名患者按照消耗自来水 18L（按 1 次卫生间冲水 10L、2 次洗手 4L 计算），每天新鲜用水量约为 360L/d，生活污水排放比例取 0.9，污水排放量约为 324L/d。

2.2.2 工作人员淋浴用水

PET-CT 影像检查当班时各设置分装注射人员 1 名（2 人轮换），每天进出分装/注射室按 2 次计算，每次出辐射工作场所都需要淋洗，每次淋洗用水量为 30L/d，合计 60L/d。

2.2.3 工作场所清洁废水

核医学完成一天的分装和注射工作后需进行污染检测，并进行去污清洗而产生放射性废液，每天清洗废水产生量约为 120L。

综上，本项目核医学科 PET-CT 场所产生的含 ^{18}F 放射性废液合计量约 504L/d，年工作 250 天，核医学科年产生放射性废液约为 126m^3。

2.3 放射性固体废物源项

本项目核医学科放射性固体废弃物主要包括一次性注射器、检查剩余（残余）药品试剂瓶、使用后的 PET-CT 校准^{18}F 棒源水模、棉签、口服杯、手套、滤纸、吸水纸、废活性炭等物品。每年 PET 患者约 5000 人次/a，PET 患者人均产生量约为 0.01kg，则年产生量不超过 50kg。

核医学科衰变池长期运行后，将产生污泥，贮存衰变后达到解控水平，定期清掏。

2.4 非密封放射性物质工作场所分级

2.4.1 核素需求量

（1）PET-CT 棒源水模校准

根据公司提供资料可知，PET-CT 每周进行一次^{18}F 棒源水模 SUV 校准，每次向棒源塑料管内注射 37MBq 的^{18}F，年工作 50 周，校准年总用药量为 1.85×10^{9}Bq。

（2）影像检查用药

本项目核医学科 PET-CT 影像检查场所日诊患者约 20 人，应用核素为 ^{18}F，单人均用药量按 10mCi（3.7×10^{8}Bq）考虑，由于 ^{18}F 半衰期较短，仅为 109.7min，本项目采用 ^{18}F 核素衰减公式的变形公式计算核素需求量，具体公式如下：

$$N_t = N_0 \bullet 0.5^{(\frac{t}{T})}$$ 公式（9-1）

N_t——t 时刻衰变后留下的原子核数，单位 Bq；

N_0——初始的原子核数，单位 Bq；

t——衰变时间，单位 min；

T——核素半衰期，单位 min。

核医学科每天早晨进药 1 次，PET-CT 每次核素需求量按 20 人考虑，每次注射间隔按 15min 考虑，则购买核素所需初始活度计算结果见下表。

表 9-4　放射性药品所需初始活度核素结果一览表

核素	半衰期 T（min）	患者排序	衰变时间 t（min）	所需操作量（Bq）	活度初始量（Bq）
^{18}F	109.7	第 1 例	0	3.7×10^{8}	3.7×10^{8}
		第 2 例	15	3.7×10^{8}	4.07×10^{8}
		第 3 例	30	3.7×10^{8}	4.47×10^{8}
		……	……		
		第 19 例	270	3.7×10^{8}	20.4×10^{8}
		第 20 例	285	3.7×10^{8}	22.4×10^{8}
		合计			210.5×10^{8}

经计算，考虑核素衰减，PET-CT 影像检查，日最大实际用药量为 2.105×10^{10}Bq，年工作 250d，年实际最大用药量为 5.263×10^{12}Bq。

2.4.2 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 9-5　　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	$>4\times10^{9}$
乙	2×10^{7}～4×10^{9}
丙	豁免活度值以上～2×10^{7}

注：^{18}F 豁免活度为 1×10^{6}Bq。

2.4.3 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。

2.4.4 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：

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

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 9-6　　核医学科 PET 工作场所日等效最大操作量核算表

用途	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）
检查患者用药	^{18}F	2.11×10^{10}	低毒	0.01	很简单	10	2.11×10^{7}
PET-CT 校准	^{18}F	3.7×10^{7}	低毒	0.01	很简单	10	

经计算，本项目核医学科的日等效最大操作量为 2.11×10^{7}Bq；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确定性效应，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同位素和射线装置用于医学诊断和治疗，诊断目的在于准确诊断疾病，治疗的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，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可能低的水平。

本项目辐射工作场所采取了有效合理的的屏蔽防护措施、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可能低的水平。

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率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。

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 作为本项目管理限值，对公众中有关关键人群组的成员，取 10%，即 0.10mSv 作为管理限值，符合剂量限制和潜在照射危害限制的原则。

项目安全设施

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

拟建核医学科位于租赁吉林省吉刚汽车贸易有限公司主楼 2 层西侧一端。

核医学科规划的 PET-CT 检查区域的自北向南分别布置为医生办公室、PET-CT 控制室、PET-CT 机房、配电间、核医学科病人专用电梯、留观室（含病人专用卫生间）、卫生间、抢救室、注射后休息室、分装/注射室、注射室、储源室、废物室、淋浴室、缓冲间。在场所外设有问诊室、血糖体重测量室、检（注射）前候诊区等清洁区域。

核医学科南侧设有护士通道，北侧设置医生、技师通道，中间为患者通道，医务人员通道和患者通道不交叉。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 检查完成工作后转移放射性废物。护士进出控制区设立缓冲、淋浴间，进行污染检测。在患者入口和出口通道设置单向门（门禁系统），控制给药后患者行进方向唯一，不与给药前患者交叉。注射后休息室、留观室分别设有患者专用卫生间，布局合理。

1.2.2 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：

1.2.2.1 控制区

核医学科 2 层的分装/注射室、注射室、储源室、废物室、注射后休息室及其卫生间、抢救室、PET-CT 机房、留观室及其卫生间、患者通道、核医学科病人专用电梯；还包括 1 层的检后出口；将以上区域划为控制区。

1.2.2.2 监督区

与控制区域相邻的区域，包括 2 层的医生办公室及其控制室、缓冲间、淋浴间以及东侧走廊；1 层检后出口周围的配电间、清洁间、女卫生间、男卫生间、消防控制室等；3 层的处置室、抢救室、清洗消毒间、诊室等；还包括衰变池上方室外地面区域。布局及分区情况见附图 5-7。

2.射线装置机房空间要求符合性

根据标准要求，结合本项目射线装置机房设计内容，将射线装置机房空间符

合性列于下表。

表 10-1　射线装置机房空间符合性表

设备类型	标准要求		设计		是否符合
	最小有效使用面积（m^2）	最小单边长度（m）	有效使用面积（m^2）	最小单边长度（m）	
PET-CT 机房	30	4.5	51	5.96	符合

从上表可以看出，本项目 PET-CT 机房设计有效使用面积和最小单边长度均符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中相关要求。

3.辐射防护屏蔽

核医学科位于租赁吉林省吉刚汽车贸易有限公司主楼 2 层西侧。辐射工作场所屏蔽仅需考虑对四周及楼上、楼下的影响。租赁的 2 层目前为大开间状态，部分区域的墙体需要拆除重建，核医学科 2 层地面及顶棚需要进行屏蔽防护加固改造。

3.1 辐射工作场所屏蔽防护

核医学科位于主楼 2 层西侧，需要对核医学科 2 层地面和顶部进行加固施工，对 2 层的地面敷设硫酸钡水泥，对顶棚进行安装槽钢钢架，敷设硫酸钡板，辐射防护设计单位给出的设计结果详见表 10-2，核医学科墙体屏蔽情况详见附图 3-4；地面、顶棚屏蔽防护情况详见附图 11-12。

表 10-2　PET-CT检查（^{18}F）控制区工作区域屏蔽设计结果

房间	所在墙体名称	设计屏蔽能力	按 ^{18}F什值层折算铅当量mmPb
储源室	1-1	18cm重晶石砖+10cm硫酸钡涂料	35.8
	1-2	18cm 重晶+10cm 硫酸钡涂料	35.8
	1-3	18cm 重晶+10cm 硫酸钡涂料	35.8
	1-4	墙体：18cm重晶石砖+10cm硫酸钡涂料	35.8
		防护门：33mmPb铅门	33.0
	地面	12cm普通混凝土+12cm硫酸钡涂料+2mm铅板	30.6
	棚顶	12cm普通混凝土+14cm硫酸钡涂料	31.5
分装/注射室	2-1	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0
	2-2	墙体：18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0
		防护门：15mmPb铅门	15.0
	2-3	墙体：18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0
		防护门：10mmPb铅门	10.0
	地面	12cm普通混凝土+12cm硫酸钡涂料+2mm铅板	30.6
	棚顶	12cm普通混凝土+14cm硫酸钡涂料	31.5
废物室	3-1	墙体：18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0
		防护门：15mmPb铅门	15.0
	3-2	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0
	3-3	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0

续表 10-2　PET 检查（^{18}F）控制区工作区域屏蔽设计结果

房间	所在墙体名称	设计屏蔽能力	按 ^{18}F什值层折算铅当量mmPb
废物室	3-4	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0
	地面	12cm普通混凝土+12cm硫酸钡涂料	28.6
	棚顶	12cm普通混凝土+12cm硫酸钡涂料	28.6
注射室	4-1	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0
	4-2	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0
	4-3	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0
	地面	12cm普通混凝土+12cm硫酸钡涂料	28.6
	棚顶	12cm普通混凝土+12cm硫酸钡涂料	28.6
抢救室	5-1	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0
	5-2	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0
	5-3	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0
	5-4	墙体：18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0
		防护门：10mmPb铅门	10.0
	5-5	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0
	地面	12cm普通混凝土+12cm硫酸钡涂料+2mm铅板	30.6
	棚顶	12cm普通混凝土+14cm硫酸钡涂料	31.5
卫生间	6-1	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0
	6-2	12cm重晶石砖+8cm硫酸钡涂料	25.8
	6-3	12cm重晶石砖+8cm硫酸钡涂料	25.8
	6-4	墙体：18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0
		防护门：10mmPb铅门	10.0
	地面	12cm普通混凝土+12cm硫酸钡涂料	28.6
	棚顶	12cm普通混凝土+12cm硫酸钡涂料	28.6
留观室	7-1	12cm重晶石砖+8cm硫酸钡涂料	25.8
	7-2	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0
	7-3	墙体：12cm重晶石砖+8cm硫酸钡涂料	25.8
		防护门：8mmPb铅门	8.0
	7-4	12cm重晶石砖+8cm硫酸钡涂料	25.8
	地面	12cm普通混凝土+12cm硫酸钡涂料	28.6
	棚顶	12cm 普通混凝土+12cm 硫酸钡涂料	28.6
注射后休息室	8-1	18cm 重晶石砖+6cm 硫酸钡涂料	30.0
	8-2	18cm 重晶石砖+6cm 硫酸钡涂料	30.0
	8-3	墙体：18cm 重晶石砖+6cm 硫酸钡涂料	30.0
		防护门：10mmPb 铅门	10.0
	8-4	18cm 重晶石砖+6cm 硫酸钡涂料	30.0
	地面	12cm 普通混凝土+12cm 硫酸钡涂料+2mm 铅板	30.6
	棚顶	12cm 普通混凝土+14cm 硫酸钡涂料	31.5
PET-CT 机房	9-1	墙体：18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0
	9-2	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0
	9-3	墙体：18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0
		防护门：10mmPb铅门	10.0
	9-4	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0
		观察窗：10mmPb	10.0
	地面	12cm普通混凝土+12cm硫酸钡涂料	28.6
	棚顶	12cm普通混凝土+12cm硫酸钡涂料	28.6

续表 10-2　PET 检查（^{18}F）控制区工作区域屏蔽设计结果

房间	所在墙体名称	设计屏蔽能力	按 ^{18}F什值层折算铅当量mmPb
专用电梯	10-1	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0
	10-2	墙体：18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0
	10-3	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0
	10-4	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0
	棚顶	12cm普通混凝土+12cm硫酸钡涂料	28.6
患者通道	11-1	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0
	11-2	墙体：18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0
		防护门：10mmPb铅门	10.0
	地面	12cm普通混凝土+12cm硫酸钡涂料	28.6
	棚顶	12cm普通混凝土+12cm硫酸钡涂料	28.6
一层检后出口	12-1	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0
	12-2	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0
	12-3	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0
	棚顶	12cm普通混凝土+12cm硫酸钡涂料	28.6

注：

①混凝土密度为 2.35g/cm^3；铅（板）密度为 11.3g/cm^3，重晶石防护砖密度为 3.0-3.2g/cm^3，硫酸钡防护涂料（固化后）密度为 3.6-3.8g/cm^3。

②PET-CT 诊断区域应用非密封放射性物质 ^{18}F，TVL 铅（11.3g/cm^3）为 16.6mm，TVL 砖（1.65g/cm^3）为 263mm；TVL 混凝土（2.35g/cm^3）为 176mm。

③由厂家给出的参数可知（附件 15），**TVL** 重晶石防护砖（3.0-3.2g/cm^3）：**125～140mm**，本项目保守取 140mm；**TVL** 硫酸钡防护涂料（固化后 3.6-3.8g/cm^3）：**106～115mm**，本项目保守取 115mm；

④PET-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。

3.2 放射性废液衰变池、管道辐射屏蔽

本项目核医学科废液衰变池位于租赁的吉林省吉刚汽车贸易公司主楼西北侧，为地埋式放射性废液衰变池，衰变池为钢筋混凝土结构，衰变池顶部钢筋混凝土厚 300mm，池体上方上方覆土约 1800mm，对地表的辐射影响较小。核医学科建设放射性衰变池 1 座，采用“前置降解池（5m^3）+3 个独立的槽式衰变池（15m^3）”，总容量为 5m^3+3×15m^3。

放射性废液收集的管道走向、阀门和管道的连接应设计成尽可能少的死区，下水道宜短，大水流管道应有标记，不存在放射性废液集聚、逆流隐患。核医学科通向衰变池的放射性废液管道采用“3.5mm 机制铸铁管+6mm 铅皮包裹”，通过增加屏蔽措施，以保证其外表面 30cm 处的周围剂量当量率低于 2.5μSv/h。

4.辐射安全和防护、环保相关设施及其功能

本项目核医学科属于乙级非密封放射性工作场所，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。

4.1.场所的辐射安全与防护

4.1.1 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	分装/注射室	^{18}F	2.11E+10	1	1	21100	Ⅱ
2	注射室（患者）	^{18}F	3.7E+8	1	1	370	Ⅱ
3	储源室	^{18}F	2.11E+10	1	100	211	Ⅱ
4	废物室	^{18}F	2.11E+8	1	10	21.1	Ⅲ
5	注射后休息室	^{18}F	7.4E+8	1	10	74	Ⅱ
6	PET-CT 机房	^{18}F	3.7E+8	1	10	37	Ⅲ
7	留观室	^{18}F	7.4E+8	1	10	74	Ⅱ

公司应根据《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、Ⅱ、Ⅲ类开放型同位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	Ⅰ类	Ⅱ类	Ⅲ类
结构屏蔽	需要	需要	不需要
地面	与墙壁接缝无缝隙	与墙壁接缝无缝隙	易清洗
表面	易清洗	易清洗	易清洗
分装柜	需要	需要	不必
通风	应设抽风机	良好通风	一般自然通风
管道	特殊的管道[a]	普通管道	普通管道
盥洗与去污	洗手盆[b]和去污设备	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。

非密封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）。

4.1.2 表面污染防护

放射性药物的所有操作均在手套箱内，放射性药物移取等操作在铺有吸水纸的托盘上进行。操作台光滑、平整、易于去污。如果衣物和皮肤受到放射性污染，更衣和沐浴是有效的防护措施。如果皮肤污染的特别严重，则需要使用专用的去污剂，并需在医生和有关专业人员的指导监督下进行。

4.1.3 监控、对讲系统

核医学科各工作场所出入口设置安装监控及对讲设备，通过监控及对讲设备对控制区内注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，公司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。在 PET-CT 机房设置观察窗和对讲系统，以了解相关区域和检查患者的有关信息，发现异常情况立即处理。



图 10-1　电离辐射警示标志

4.1.4 工作指示灯及警示标志

核医学科的控制区出入口、控制区内各房间门口、控制室、手套箱等核素操作场所表面、放射性废物桶、药物转移箱（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。核医学科安全设施详见附图 13。

在 PET-CT 机房防护门上方设置联锁指示灯和文字说明，警告其他公众人员远离辐射工作场所。

4.1.5 密闭和通风要求

核医学工作场所应保持良好的通风，工作场所的气流流向应遵循自清洁区向监督区再向控制区的方向设计，保持工作场所的负压和各区之间的压差，以防止放射性气体及气溶胶对工作场所造成交叉污染。

4.1.6 手套箱

核医学科所有放射性药物的操作均应在手套箱内进行，注射/分装室设置手套箱，设有独立的通风管道，设计的风速为 1m/s（不小于 0.5m/s），并经活性炭等专用过滤装置净化后，排气口设置在建筑物屋顶。

4.1.7 单向门禁系统

公司拟在核医学科控制区的病患入口及病患出口处，设带远程控制的门禁系统（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，加强对控制区给药患者的管理，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。

4.1.8 病人专用卫生间

核医学科注射后休息室、留观室均设置病人专用卫生间，给药后的病人使用具有防护能力的专用卫生间，专用卫生间下水道通往衰变池；专用卫生间拟设置节水马桶，减少冲厕用水，从而减少放射性污水量。

4.1.9 放射性废液衰变池

本项目在主楼西北侧设置地埋式放射性衰变池 1 座，采用“前置降解池+3个独立的槽式衰变池”，容量为“$5m^3$+3×$15m^3$”。核医学科通向衰变池的放射性废液管道为“3.5mm 机制铸铁管+6mm 铅皮包裹”，增加屏蔽措施，以保证其外表面 30cm 处的周围剂量当量率低于 2.5μSv/h。

4.1.10 储源室管理

核医学科设置有储源室，储源室内设置 24 小时视频监控系统，并设置门锁，实行双人双锁管理，防止被盗事故发生。

4.1.11 辐射检测仪器

操作放射性药物的控制区出口应配有表面污染监测仪器，从控制区离开的人员和物品均应进行表面污染监测，如表面污染水平超出控制标准，应采取相应的去污措施（如淋浴）。核医学科辐射工作场所拟配备 1 台β表面污染监测仪（利旧）、1 台 X-γ辐射剂量率监测仪（利旧）。

4.1.12 台账管理

公司严格建立完善的放射性物质使用管理台账，做到交接账目清楚、账物相符。

4.1.13 场所管理

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。

4.1.14 清洁用品的管理

公司应做好清洁用品的管理工作，清洁用品分区使用，防止污染。

4.1.15 放射性药品运输

由放射性药品销售企业负责放射性药品的运输工作，将放射性药品运至核医学科药品储源室。本项目外购放射性药品的运输应满足国家标准《放射性物质安全运输规程》（GB11806-2019）的要求，确保运输安全。

4.2 场所退役

根据 2021 年 10 月 13 日国家核安全局批准发布的核安全导则-《核技术利用设施退役》（HAD 401/14-2021），第“3 选址、设计、建造和运行阶段便于退役的要求”

3.1 在核技术利用设施的选址、设计、建造和运行阶段应考虑下列便于退役的措施:

（1）减少污染区域的数量和规模；

(2)确保建(构)筑物、系统和部件的可达性；

(3)减少地下管道和建筑结构内嵌入管道的数量；

(4)采用便于退役拆除的模块化建造方式；

(5)分区布置放射性和非放射性的系统和部件；

(6)使用防护罩、覆面等易于去污和移除的结构；

(7)使用不易活化、耐化学降解、耐磨材料降低放射性污染扩散风险；

(8)采用避免化学或放射性物质非必要积聚的设计，并尽可能采用废物产生量少的工艺;

(9)在可能被污染区域采用光滑、无缝和非吸附性的工作表面和地面，或使用可剥离涂层；

(10)采取通风等措施预防或控制运行和退役期间放射性污染的扩散；

(11)汲取既往退役经验；

(12)运行产生的废物或临时贮存的废物要易于回取；

(13)尽量避免使用产生有害及放射性废物的物质或后期难以处理处置的物质；

(14)确认退役资金来源和筹措方式，并确保退役阶段有充足的资金完成退役活动。

本项目核医学科在选址、设计、建造和运行阶段应考虑上述措施，采用便于退役建造方式、使用易于去污的结构，采取措施防止放射性污染的扩散。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，按《生态环境影响评价技术导则 核技术利用项目退役》（HJ1479-2026）要求编写退役生态环境影响报告表。

4.3 人员的辐射安全和防护

4.3.1 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。

4.3.2 配备防护用品

公司为辐射工作人员及患者配备个人防护用品（利旧），如铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜、注射器防护套、注射器防护铅盒、个人剂量报警仪等。另外配备手套箱、放射性固体废物桶、废物衰变箱等屏蔽防护设施。

由建设单位提供资料可知，建设项目单位拟在注射/分装室设置 1 个 60mmpb 的手套箱。注射后休息室、留观室分别设置 2 张（把）病床（椅子），床（椅子）间配置移动铅防护屏风。配备药物转运器具（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 20mmpb，为护士配备的注射器铅筒屏蔽厚度为 10mmpb，为注射护士配备 0.5mmpb 的铅衣和个人剂量计。由建设单位提供资料可知，公司为 PET-CT 摆位人员配备 0.5mmpb 的铅衣和个人剂量计。上述拟配置的个人防护用品数量应能够满足相关人员的放射防护需求。

4.4CT 安全防护设施

本项目 PET-CT 设计有相应的辐射安全装置和保护措施，主要有：

4.4.1 控制台处设置观察窗、摄像监控装置，工作人员通过观察窗观察机房内患者状态。

4.4.2 在机房入口处设置工作警示灯，警示灯箱处设置警示语句，并在醒目位置张贴“当心电离辐射”以及放射防护注意事项。

4.4.3 安全逻辑关系

（1）门-灯关联：开机出束，机房防护门关闭良好，工作状态指示灯亮；停止出束时，指示灯熄灭。

（2）紧急停机开关：控制室内控制台上有紧急停机开关。紧急停机开关应为红色按钮，并带有中文标识，易于辨认。在误操作或出现紧急情况时，按下开关即可随时切断供电电源。

当 PET-CT 安全系统正常时，设备才能启动出束；机房内辐射安全逻辑关系图如下图所示。

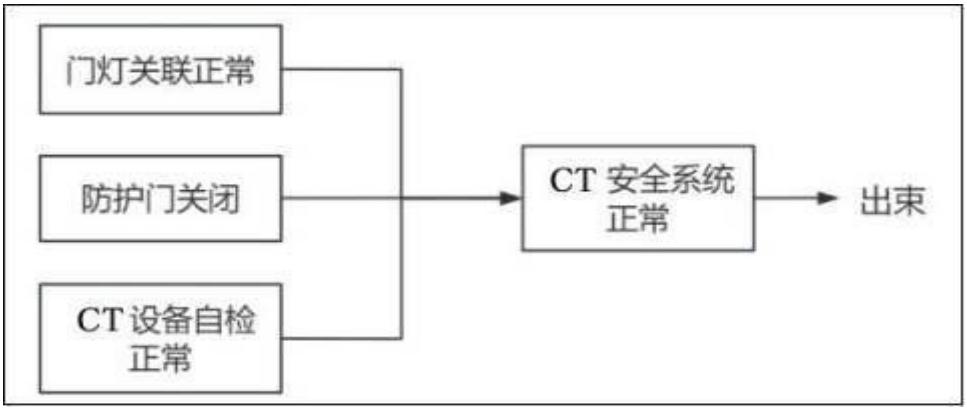


图 10-2　CT 辐射安全装置逻辑关系图

4.4.4 辐射工作人员均拟配备个人剂量计并定期送检，同时建立个人剂量档案，拟开展职业健康监护并建立个人职业健康监护档案。

4.4.5 机房内布局要合理，应避免有用线束直接照射门、窗和管线口位置；不得堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

放射性三废的治理

1.废气治理

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》（HJ1188—2021）相关规定：核医学工作场所应保持良好的通风，工作场所的气流流向应遵循自清洁区向监督区再向控制区的方向设计，保持工作场所的负压和各区之间的压差，以防止放射性气体及气溶胶对工作场所造成交叉污染。本项目针对核医学科设置了单独的排风系统，气流走向详见附图 14，具体描述如下：

1.1 核医学科房间排风

PET-CT 工作区域涉及核素操作的房间主要包括注射/分装室、注射室、储源室、废物室、注射后休息室、PET-CT 机房、留观室及卫生间等各房间内均设置排风口，排风口设置止逆阀，并相对于清洁区域呈负压状态。

1.2 手套箱排风

PET 使用的 F-18 分装药品均手套箱内进行，在密闭设备的顶壁安装活性炭，设有单独的排风管道；设计风速为 1m/s 以上。

综上所述，核医学科辐射工作场所产生的放射性气体，单独收集后经活性炭吸附过滤装置处理后，通过专用排风管道由管道井引至所在建筑屋顶，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。

1.3 过滤净化器

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（如废活性炭），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。

1.4 PET-CT 射线装置机房排风

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中对于射线装置机房的排风要求，本项目 PET-CT 机房应设置动力排风，并保持良好的通风。

1.5 衰变池废气

本项目的放射性废液衰变池设置排气管道，设置活性炭过滤装置，废气经净化后，通过专用排风管道由管道井引至所在建筑屋顶。

2.放射性废液治理

核医学排放的放射性废液含有核素有 ^{18}F，由建设单位给出的设计材料可知，放射性废液采用槽式贮存衰变法进行处理，将放射性废液置于衰变池中自然衰变，放射性废液暂存时间超过 30 天后可直接解控直接排放，不进入污水处理站。

公司拟在租赁的主楼外西北侧新建 1 座地埋式槽式放射性废液衰变池，池体结构为混凝土结构，内部采用玻璃钢防水面层，外侧采用 SBS 防水卷材，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188—2021）中“衰变池池体应坚固、耐酸碱腐蚀、无渗透性、内壁光滑和具有可靠的防泄漏措施”相关规定。本项目的衰变系统是自动化运行系统，通过设置液位传感器、放射性活度监测装置、压力传感器、铰刀式潜水排污泵等设施，可有效防止废液溢出、污泥硬化淤积、堵塞进出水口、废液衰变池超压的情况发生。衰变池排水口位置设置采样口，方便了解衰变池运行状态。本项目设置 1 套放射性废液处理系统，具体如下：

衰变池结构及运行方式：本项目应用的核素分别是 ^{18}F，属于短半衰期核素，其半衰期均小于 24 小时，设计 1 套槽式放射性废液衰变池，包含 1 个降解池（5m³）+3 个衰变池（3×15m³），共计 50m³。PET-CT 影像检查产生的含 ^{18}F 放射性废液合计量约 504L/d，2 个衰变池注满时间为 59.5d（＞30d），可以保证放射性废液能够贮存 30d，衰变池的池容能够满足废液处理的需要。本项目槽式废液衰变池由“前置降解池+3 个槽式衰变池”组成，3 个衰变池交替贮存、衰变和排放废液。在废液池上方预设取样口。为防止进出废液管发生污泥硬化淤积、异物堵塞进出水口，本项目进水、排水管均采用铰刀式潜水排污泵。处理流程如下：①放射性废液经专用管路首先排入降解池进行沉淀。②排入 1#衰变池，液位计发出池满信号关闭进水口，封存。③打开 2#衰变池进水口，液位计发出池满信号关闭进水口，封存。④打开 3#衰变池进水口，液位计发出池满信号关闭进水口，封存。⑤1#衰变池放射性废液贮存 30 天后，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。⑥1#衰变池排空后，放射性废液再重新进入 1#衰变池，循环往复、交替运行。

放射性废液管线路径：核医学科分装、淋浴、注射休息、患者排泄产生放射性废液通过管道，由南向西，紧贴西侧墙体再向北，汇入核医学科留观室的西北

角的专用废液管道，由 2 层核医学科沿西侧墙体垂直向下流至地下，再向北流入核医学科放射性废液衰变池，核医学科 2 层内部放射性废液收集管线详见附图 15，1 层通向衰变池排水管道示意图详见附图 16，放射性废液管线整体的系统分布图详见附图 17。

放射性废液管道屏蔽情况：放射性废液管道原则上尽量采用贴墙设计，如 2 层部分水平管道、2 层通向 1 层的竖管（外围利用 120mm 重晶石防护砖+40mm 硫酸钡防护涂料，对于核素 F18 相当于 20mmPb），紧贴建筑西侧墙体（墙体外为室外，无人居留）敷设，放射性废液管道采用“3.5mm 机制铸铁管+6mm 铅皮包裹”，以保证其外表面 30cm 处的周围剂量当量率低于 2.5μSv/h。

放射性废液收集的管道走向、阀门和管道的连接应设计成尽可能少的死区，下水道宜短，大水流管道应有标记，不存在放射性废液积聚、逆流隐患。废液排放要安排专人管理，放射性废液自动化运行系统应能够记录、保存放射性废液注入、排放的时间；排放时的核素浓度、排放量等参数；

综上所述，本项目放射性废液处理系统可满足存储衰变要求，项目废液经衰变后，废液经监测达到解控水平后直接排放，能满足相关标准要求，合理可行。

3.固废治理

本项目核医学科放射性固体废弃物主要包括废试剂瓶、剩余（残留）药品试剂瓶、使用后的 PET-CT 校准^{18}F 棒源水模、一次性注射器、棉签、废过滤器（活性炭）等物品。每年 PET 患者约 5000 人次，患者人均产生量约为 0.01kg，则年产生量不超过 50kg。

3.1 注射后剩余（残留）药品试剂瓶由于其活度可能很高，放置于分装/注射室的手套箱内铅罐内贮存衰变 10 个半衰期后，再转移至放射性废物室屏蔽废物箱继续贮存衰变；

3.2 校准使用后的 PET-CT 校准^{18}F 棒源水模（3.27ml，37MBq，1 支/周）塑料管单独收集，转移至放射性废物室专用铅屏蔽废物箱（20mm 铅当量）内贮存衰变，暂存 30d 后，将棒源管内 ^{18}F 溶液缓慢倒入放射性废液专用收集容器，排入衰变池；棒源管经冲洗后继续重复使用；

3.3 公司拟在分装/注射室、注射室、抢救室、注射后休息室、留观室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，包装袋标明

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 2.5μSv/h，最后转移至放射性废物室内贮存衰变。PET 检查含 ^{18}F 放射性废物为短半衰期核素，暂存超过 30d 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 0.08Bq/cm^2、β 表面污染小于 0.8Bq/cm^{2}的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理。

3.4 核医学科衰变池长期运行后，将产生污泥，经贮存衰变至本底水平后，与公司一体化污水处理装置的污泥经消毒后一同处置。

3.5 固体放射性废物的存储和处理应安排专人负责，并建立废物贮存和处理台账，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。

环保投资

项目总投资为 2040 万元，其中环保投资 348 万元。

表 10-5　　工程环保投资情况一览表　　单位：万元

序号	项目名称	费用
1	机房屏蔽（包括墙体屏蔽、防护门、观察窗）	255
2	手套箱、注射窗、注射台等辐射防护设施	利旧
3	安全联锁装置、急停开关、红外监控设备、工作状态指示灯、门禁系统、防夹人装置、紧急开门开关、闭门装置等	10
4	放射性废液处理装置（1 套槽式衰变池）	32
5	放射性固体废物收集设施（废物箱、废物桶）	利旧
6	通风、换气装置、放射性废气吸附装置	30
7	视频监控、对讲交流系统等	7
8	个人防护用品（铅衣、铅帽、铅眼镜、铅围脖、铅手套等）、铅屏风	利旧
9	固定剂量监测系统、辐射巡检仪、表面污染测定仪、个人剂量计、个人剂量报警仪	利旧
10	辐射标志、规章制度等	2
11	环境影响咨询、日常环境管理等	12
本期环保投资合计		348

表 11　环境影响分析

建设阶段对环境的影响

长春影和医学影像诊断中心有限公司拟实施异地新建项目，计划将现有核医学科及放射线科设备从长春市朝阳区东民主大街 482 号搬迁至租赁的吉林省长春市经开区自由大路 6308 号吉林省吉刚汽车贸易有限公司主楼 1-2 层继续使用，并对辐射防护设施进行升级改造，现有 1 层和 2 层目前处于大开间状态，2 层需要拆除部分墙体；需要对 2 层地面和顶棚楼板重新加固升级改造。根据辐射防护施工方案，对现有楼板进行加固、屏蔽防护施工、装修，安装通风设施、污水管线、消防管线，安装核医学科影像检查必要的辐射防护安全设施。本项目施工改造工程已取得城乡建设主管部门（长春市经济技术开发区建设发展局）的施工备案，详见附件 12。施工期主要在水、大气、声环境和固体废弃物方面对环境产生影响。

1.施工期水环境影响分析

本项目施工期废水主要为施工人员产生的生活污水，通过现有污水处理系统处理后排入城市污水管网，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为拆除 2 层现有墙体，安装新装饰板、材料切割等装修产生的噪声以及设备安装噪声，夜间不施工。通过采取使用低噪声设备，对高噪声设备进行减振处理后，封闭在楼内施工，对楼上及周围其他建筑影响有限。

3.施工期大气环境影响分析

施工期扬尘主要来自拆除墙体、运送建筑材料、装修过程中切割装饰材料产生的扬尘和烟尘，对环境空气质量影响也是短暂的。采取楼内封闭施工、洒水等防尘措施后，可有效降低扬尘对室外环境的影响。

4.施工期固体废弃物影响分析

施工现场产生的固体废物以拆除墙体、装修施工垃圾为主，只要做到及时清理，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.辐射影响分析

报告主要对 PET 影像诊断的分装/注射、注射后等候、PET-CT 扫描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 辐射工作场所剂量估算

1.1.1 点源原则

严格来讲点源的定义是参考点到源的距离要大于源长度 5 倍以上，可实际上核医学诊疗中并不是理想点源状态，计算中将患者视为理想“点源”，本报告给出的计算结果均使用点源公式得出。

1.1.2 评价核素药物

公司核素诊断场所使用 ^{18}F 进行 PET 显像诊断，本次评价以 ^{18}F 参数进行屏蔽计算。

1.1.3 计算距离

依据《核医学放射防护要求》（GBZ 120—2020）放射防护检测位置，本项目的计算关注点的原则，即四周屏蔽墙关注点位置在墙外 0.3m 处，屋顶关注点位置在楼板地面上方 0.3m 处，楼下关注点选在地面上方 1.7m 处（详见图 11-1）。本项目核医学科位于主楼 2 层西部区域，楼上 3 层为诊室，楼下 1 层为 CT 影像检查区域。辐射源以患者正常状态下停留时间最长的位置为原点，比如休息室的床、扫描时扫描架中心等。

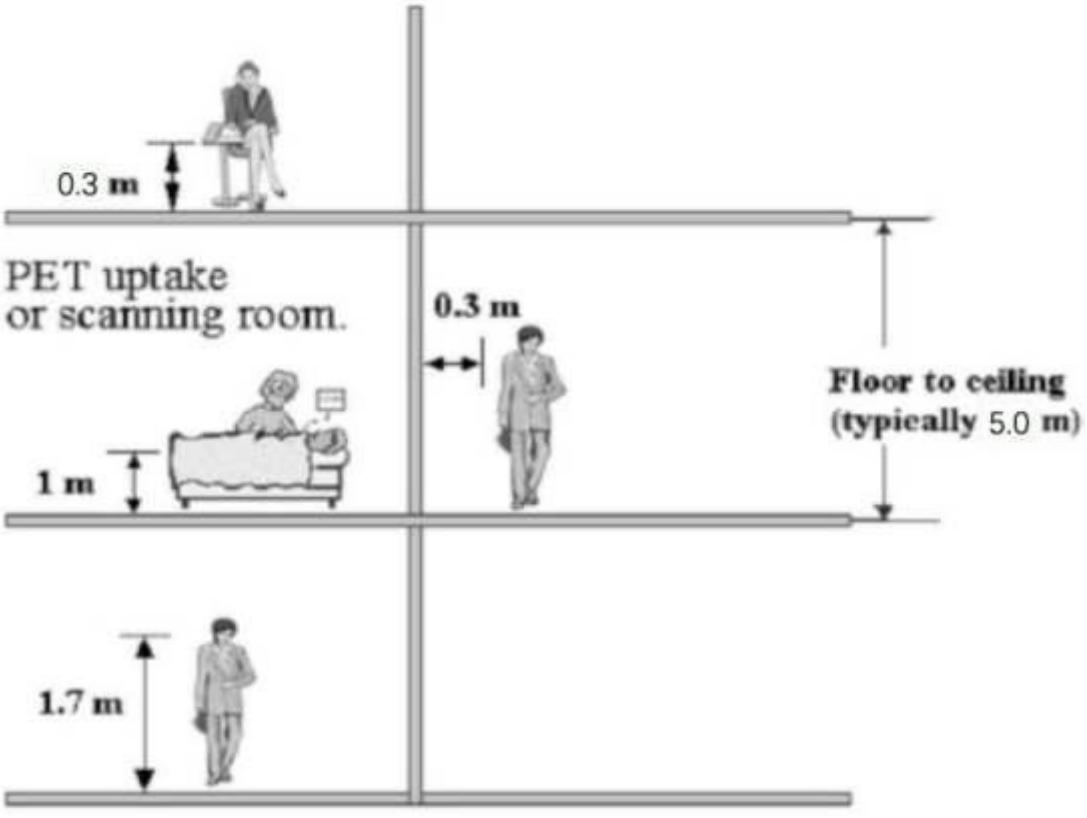


图 11-1 核医学屏蔽计算关注点示意图

1.1.4 计算公式

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：

$$\dot{H}=\frac{A\times\Gamma}{R^2\times10^{\frac{X}{TVL}}}$$ 公式(11-1)

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

A—放射源的放射性活度，MBq；

Γ—放射源比释动能率常数，μSv•m^2/（h•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。

1.1.5 有关参数

核素相关参数参考《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）中的数据：

PET-CT 影像检查应用非密封放射性物质 ^{18}F，PET 诊断患者的注射药量一般为 370MBq(10mCi)，^{18}F 在 1m 处的剂量率常数为 0.143 μSv·m^2/h·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按 0.092 μSv•m^2•MBq^{-1}•h^{-1} 计算。TVL 铅（11.3g/cm^3）为 16.6mm；TVL 混凝土（2.35g/cm^3）为 176mm；由厂家给出的参数（附件 15）可知，**TVL 重晶石防护砖（3.0-3.2g/cm^3）：125～140mm**，本项目保守取 140mm；**TVL 硫酸钡防护涂料**（固化后 3.6-3.8g/cm^3）：**106～115mm**，本项目保守取 115mm。

1.1.6 预测点位

核医学科 PET-CT 诊断区域设置了预测关注点位，2 层预测点位图详见附图 18，1 层预测点位详见附图 7。

1.1.7 关注点剂量率预测结果

本项目 ^{18}F 放射性药品装于 60mmPb 的密封铅罐中，转移至储源室暂存，正常工况下，铅罐足以屏蔽核素产生的射线，铅罐外壳采用硬钢材料，即使跌落也不会破碎，只会洒落少量放射性药品，以 ^{18}F 最大日操作量的 1/10 为源强计算储源室的墙体屏蔽，源强取 2105MBq 进行计算；废物室源强取日最大操作量的 1%作为源强，源强取 211MBq 进行计算。注射后休息室、留观室按 2 人进行考虑，则源强为 20mCi（7.4E+8Bq）；其余场所的 PET-CT 机房、注射室、分装/注射室、抢救室、

患者通道源强按 1 人进行考虑，则源强为 10mCi（3.7E+8Bq），预测点位详见附图 18。

表 11-1　核医学科 PET 检查（^{18}F）控制区域关注点剂量率预测结果

房间	关注点名称	距离 m	设计屏蔽能力	按 ^{18}F什值层折算铅当量 mmPb	关注点辐射剂量率（μSv/h）	剂量值（μSv/h）
注射/分装室手套箱（21050MBq）	表面 30cm	0.7	手套箱 60mmPb	60	1.493	2.5
注射窗（370MBq）	表面 30cm	0.7	铅防护套 10mmPb+注射窗 20mmPb	30	1.683	2.5
储源室（2105MBq）	1-1	1.20	18cm重晶石砖+10cm硫酸钡涂料	35.8	1.457	10*
	1-2	1.20	18cm 重晶+10cm 硫酸钡涂料	35.8	1.457	2.5
	1-3	1.20	18cm 重晶+10cm 硫酸钡涂料	35.8	1.457	2.5
	1-4	1.20	墙体：18cm重晶石砖+10cm硫酸钡涂料	35.8	1.457	2.5
		1.20	防护门：33mmPb铅门	33.0	2.149	2.5
	地面	4.10	12cm混凝土+12cm硫酸钡涂料+2mm铅板	30.6	0.257	2.5
	棚顶	4.30	12cm普通混凝土+14cm硫酸钡涂料	31.5	0.206	2.5
分装/注射室（370MBq）	2-1	1.50	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0	0.367	2.5
	2-2	1.80	墙体：18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0	0.255	2.5
		1.80	防护门：15mmPb铅门	15.0	2.039	2.5
	2-3	1.60	墙体：18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0	0.296	2.5
		1.60	防护门：10mmPb铅门	10.0	5.163	10*
	地面	4.10	12cm混凝土+12cm硫酸钡涂料+2mm铅板	30.6	0.045	2.5
	棚顶	4.30	12cm普通混凝土+14cm硫酸钡涂料	31.5	0.036	2.5
废物间（211MBq）	3-1	1.34	墙体：18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0	0.262	2.5
		1.34	防护门：15mmPb铅门	15.0	2.098	2.5
	3-2	2.01	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0	0.116	2.5
	3-3	1.34	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0	0.262	2.5
	3-4	1.34	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0	0.262	2.5
	地面	4.10	12cm普通混凝土+12cm硫酸钡涂料	28.6	0.034	2.5
	棚顶	4.30	12cm普通混凝土+12cm硫酸钡涂料	28.6	0.031	2.5
注射室（370MBq）	4-1	1.10	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0	0.682	2.5
	4-2	1.73	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0	0.276	2.5
	4-3	1.60	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0	0.322	2.5
	地面	4.10	12cm普通混凝土+12cm硫酸钡涂料	28.6	0.060	2.5
	棚顶	4.30	12cm普通混凝土+12cm硫酸钡涂料	28.6	0.054	2.5
抢救室（370MBq）	5-1	3.19	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0	0.052	2.5
	5-2	3.69	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0	0.039	2.5
	5-3	3.19	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0	0.052	2.5
	5-4	3.19	墙体：18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0	0.052	10*
		3.19	防护门：10mmPb铅门	10.0	0.836	10*
	5-5	3.69	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0	0.039	2.5
	地面	4.10	12cm普通混凝土+12cm硫酸钡涂料+2mm铅板	30.6	0.029	2.5
	棚顶	4.30	12cm普通混凝土+14cm硫酸钡涂料	31.5	0.047	2.5

卫生间（370MBq）	6-1	2.97	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0	0.060	2.5
	6-2	1.95	12cm重晶石砖+8cm硫酸钡涂料	25.8	0.250	2.5
	6-3	2.97	12cm重晶石砖+8cm硫酸钡涂料	25.8	0.108	10*
	6-4	1.95	墙体：18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0	0.140	2.5
		1.95	防护门：10mmPb铅门	10.0	2.236	2.5
	地面	4.10	12cm普通混凝土+12cm硫酸钡涂料	28.6	0.038	2.5
	棚顶	4.30	12cm普通混凝土+12cm硫酸钡涂料	28.6	0.035	2.5
留观室（740MBq）	7-1	3.76	12cm重晶石砖+8cm硫酸钡涂料	25.8	0.134	2.5
	7-2	2.03	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0	0.258	2.5
	7-3	3.76	墙体：12cm重晶石砖+8cm硫酸钡涂料	25.8	0.134	10*
		3.76	防护门：8mmPb铅门	8.0	1.588	10*
	7-4	2.03	12cm重晶石砖+8cm硫酸钡涂料	25.8	0.461	10*
	地面	4.10	12cm普通混凝土+12cm硫酸钡涂料	28.6	0.077	2.5
	棚顶	4.30	12cm 普通混凝土+12cm 硫酸钡涂料	28.6	0.070	2.5
注射后休息室（740MBq）	8-1	2.44	18cm 重晶石砖+6cm 硫酸钡涂料	30.0	0.178	2.5
	8-2	2.15	18cm 重晶石砖+6cm 硫酸钡涂料	30.0	0.230	10*
	8-3	1.54	墙体:18cm 重晶石砖+6cm 硫酸钡涂料	30.0	0.447	10*
		1.54	防护门：10mmPb 铅门	10.0	7.171	10*
	8-4	2.15	18cm 重晶石砖+6cm 硫酸钡涂料	30.0	0.230	2.5
	地面	4.10	12cm 普通混凝土+12cm 硫酸钡涂料 +2mm 铅板	30.6	0.058	2.5
	棚顶	4.30	12cm 普通混凝土+14cm 硫酸钡涂料	31.5	0.047	2.5
PET-CT 机房（370MBq）	9-1	3.52	墙体：18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0	0.043	2.5
	9-2	4.82	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0	0.023	2.5
	9-3	3.52	墙体：18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0	0.043	10*
		3.52	防护门：10mmPb铅门	10.0	0.686	10*
	9-4	4.82	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡涂料	30.0	0.023	2.5
		4.82	观察窗：10mmPb	10.0	0.366	2.5
	地面	4.10	12cm普通混凝土+12cm硫酸钡涂料	28.6	0.038	2.5
	棚顶	4.30	12cm普通混凝土+12cm硫酸钡涂料	28.6	0.035	2.5
专用电梯（370MBq）	10-1	1.46	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡	30.0	0.249	10*
	10-2	1.44	墙体：18cm重晶石砖+6cm硫酸钡	30.0	0.256	10*
	10-3	1.46	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡	30.0	0.249	2.5
	10-4	1.44	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡	30.0	0.256	2.5
	棚顶	4.30	12cm普通混凝土+12cm硫酸钡	28.6	0.035	2.5
患者通道（370MBq）	11-1	1.04	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡	30.0	0.491	2.5
	11-2	2.98	墙体：18cm重晶石砖+6cm硫酸钡	30.0	0.060	2.5
		2.98	防护门：10mmPb铅门	10.0	0.958	2.5
	地面	4.10	12cm普通混凝土+12cm硫酸钡	28.6	0.038	10*
	棚顶	4.30	12cm普通混凝土+12cm硫酸钡	28.6	0.035	10*
一层检后出口（370MBq）	12-1	2.39	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡	30.0	0.093	2.5
	12-2	1.04	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡	30.0	0.491	2.5
	12-3	2.39	18cm重晶石砖+6cm硫酸钡	30.0	0.093	2.5
	棚顶	4.30	12cm普通混凝土+12cm硫酸钡	28.6	0.035	2.5

注：①混凝土密度为 2.35g/cm^3；铅（板）密度为 11.3g/cm^3，重晶石防护砖密度为 3.0-3.2g/cm^3，硫酸钡防护涂料（固化后）密度为 3.6-3.8g/cm^3。

②PET-CT 诊断区域应用非密封放射性物质 ^{18}F，TVL 铅（11.3g/cm^3）为 16.6mm，TVL 砖（1.65g/cm^3）为 263mm；TVL 混凝土（2.35g/cm^3）为 176mm。

③由厂家给出的参数可知，TVL 重晶石防护砖（3.0-3.2g/cm^3）：**125～140mm**，本项目保守取 140mm；TVL 硫酸钡防护涂料（固化后 3.6-3.8g/cm^3）：**106～115mm**，本项目保守取 115mm；

④依据国家核安全局辐射函〔2023〕20 号《关于核医学标准相关条款咨询的复函》，核医学科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、以及核医学科患者走廊等位置，周围剂量当量率应小于 10μSv/h。

由上表可知，本项目核医学科 PET 诊断区域各功能房间、分装箱体、注射窗设计屏蔽效能可满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188—2021）6.1.5、6.1.6 中的剂量当量率的要求。

1.2 PET-CT 扫描机房环境影响分析

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，已经投入运行的国文（长春）国际医院核医学科使用 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	国文医院（类比对象）
设备类型		PET-CT	PET-CT
应用核素和活度		^{18}F，3.7×10^{8}Bq	^{18}F，2.96×10^{8}Bq
校准源		棒源水模 ^{18}F（3.7E+7Bq）	3 枚校准源 ^{68}Ge（1 枚 9.25E+7Bq，2 枚 4.625E+7Bq）
设备参数	最大管电压(kV)	140	140
	最大管电流(mA)	833	800
工作参数	常用最大管电压(kV)	120	120
	常用最大管电流(mA)	350	350
机房	四周墙体	18cm 重晶石砖+6cm 硫酸钡涂料（折合 15.2mmPb*）	12cm 红砖墙+180mm 重晶石混凝土（折合 12.3mmPb*）
	顶棚	12cm 普通混凝土+12cm 硫酸钡涂料（折合 10.2mmPb*）	150mm 混凝土+100mm 重晶石混凝土（折合 8.5mmPb*）
	防护门和观察窗	10mmPb	10mmPb
	面积（m^2）	51	43.9
	最小单边长度（m）	5.96	6.1

注：①*折合后的等效屏蔽厚度，是针对 CT 的 X 射线屏蔽厚度。

②根据建设方提供的重晶石砖/重晶石混凝土密度为 3.2t/m^3；硫酸钡涂料密度为 3.6t/m^3，混凝土密度为 2.3t/m^3。

③对于本项目材料对 X 射线的屏蔽效果，硫酸钡涂料和含铁重晶石砖根据密度按比例转换为重混凝土(3.2t/m^3)厚度，屏蔽材料有效铅当量按照《无损检测仪器 1MV 以下 X 射线设备的辐射防护规则第 3 部分:450kV 以下 X 射线设备辐射防护的计算公式和图表》表 5,150kV 条件下，铅厚度(mm)为重混凝土(3.2t/m^3)厚度除以换算因子 16.3；铅厚度(mm)为普通混凝土(2.3t/m^3)厚度除以换算因子 63；铅厚度(mm)为红砖(1.8t/m^3)厚度除以换算因子 95。

从上表的对比情况可以看出，本项目 PET-CT 扫描间屏蔽能力好于类比对象，应用环境相似；PET-CT 机最大管电压与类比对象相同，最大管电流相近，正常使用时的工作参数均相同，应用核素 ^{18}F 相同，活度略大于类比分析对象，机房面积略大于类比对象，最小单边长度略小于类比对象，同时机房屏蔽能力大于类比对

象，偏保守考虑，国文医院使用的 PET-CT 可作为本项目类比对象。

类比数据引用吉林省安全生产检测检验股份有限公司出具的检测报告（编号：FH2023063,详见附件 13）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	350	放药 ^{18}F，$2.96\times10^{8}Bq$ 3 枚校准源 ^{68}Ge （1 枚 9.25E+7Bq，2 枚 4.625E+7Bq）

表 11-4　　类比对象监测数据

序号	点位描述	监测数值（nGy/h）
1	东墙外（留观室）	155.0
2	东墙外（MIR 设备间）	182.6
3	南墙外（医护通道）	153.0
4	西墙外（控制室）	155.0
5	观察窗	173.4
6	西侧控制室防护门外	158.1
7	北墙外（设备间）	159.1
8	北侧防护门外	180.5
9	棚顶（库房）	161.2
10	控制室操作位	177.5
说明：表内数据包括本底，辐射水平本底为 133.6-162.2nGy/h。		

由上表可知，PET-CT 开机时，机房外监测点 X-γ 辐射剂量率为 153.0nGy/h-182.6nGy/h，PET-CT 屏蔽体外辐射剂量率均满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中所要求的“控制区内房间墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于 2.5μSv/h”。

1.3 核素操作

1.3.1 职业人员

（1）PET 工作场所

需要人员近距离操作放射性核素药品的步骤为分装、注射、摆位、扫描四个过程，本次评价采用理论计算的方法估算上述步骤对职业人员及工作场所对周围公众的影响。

患者注射活度约为 10mCi(370MBq)，分装过程源装在储源罐内，每次取出 1 人份药量。工作负荷详见下表。护士分装和注射，技师摆位和扫描均以 2 人轮流

操作核算，工作负荷如下：

表 11-5　　PET 工作场所检查工作负荷

操作过程	每例操作时间	年操作次数	年操作时间（h）	工作人员人均年操作时间（h）
分装	30S	5000	42	21
注射	30S	5000	42	21
摆位	1min	5000	84	42
扫描	10min	5000	834	417

由公式 11-1 可知，计算结果见下表：

表 11-6　　PET 工作场所的剂量计算结果

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 60	0.5 铅衣	21	0.001
注射	370	0.5	铅防护套 10、注射窗 20	0.5 铅衣	21	0.065
摆位	370	1.0	——	0.5 铅衣	42	1.334
扫描	370	4.1	铅玻璃窗 10	——	417	0.153

本项目核医学科设置 2 组人员轮流进行分装、注射、摆位、扫描操作，本次评价对单个人员进行的各操作环节所受有效剂量进行加和统计计算，统计结果详见表 11-7。

表 11-7　PET 工作场所单个工作人员的各操作过程受照剂量计算结果

操作人员	操作过程	有效剂量（mSv/a）
护士	分装、注射	0.066
技师	摆位、扫描	1.487

通过上表可知，本项目 PET 工作场所工作人员受照年有效剂量最大为 1.487mSv/a，低于本项目工作人员剂量约束值 5mSv/a。

1.3.2 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，核医学科属于乙级非密封放射性物质工作场所，核医学控制区公众无法进入。公众可到达的位置为楼上 3 层诊室、2 层东侧走廊、患者入口、1 层检后出口等处。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，选取注射室、分装/注射室、注射后休息室、留观室、抢救室、PET-CT 机房等剂量较高房间对楼上、楼下房间及东侧走廊公众的影响。

其中 PET-CT 扫描间楼上关注点公众同时受到 PET-CT 机的 CT 和受检人员体内放射性核素的外照射双重影响，由前文类比监测可知，机房四周防护墙外、顶棚外的辐射剂量率范围为 0.12-0.15 μSv/h。

本次评价针对上述位置进行预测，详见下表 11-8。

表 11-8　　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)
（一）楼上（3 层）公众							
分装/注射室楼上（2 层屋顶）	370	4.3	12cm混凝土+14cm硫酸钡涂料	31.5	42	1/16*	9.51E-05
注射室楼上（2 层屋顶）	370	4.3	12cm 混凝土+12cm 硫酸钡涂料	28.6	42	1/16*	1.42E-04
储源室楼上（2 层屋顶）	2105*	4.3	12cm混凝土+14cm硫酸钡涂料	31.5	1250	1/16*	1.61E-02
抢救室楼上（2 层屋顶）	370	4.3	12cm混凝土+14cm硫酸钡涂料	31.5	250	1/16*	5.66E-04
注射后休息室楼上（3 层诊室 12/13）	740	4.3	12cm混凝土+14cm硫酸钡涂料	31.5	1250	1/2	2.91E-02
PET 机房楼上（3 层诊室 5/6、走廊）	370	4.3	12cm 混凝土+12cm 硫酸钡涂料	28.6	918	1/2	1.60E-02
留观室楼上（3 层清洗消毒间）	740	4.3	12cm 混凝土+12cm 硫酸钡涂料	28.6	42	1/4	7.32E-04
注：*核医学科 2 层南侧屋顶为室外露台，有封闭栅栏，无人到达，居留因子取 1/16；							
（二）楼下（1 层）公众							
分装/注射室楼下（1 层更衣室）	370	4.1	12cm混凝土+12cm硫酸钡涂料+2mm铅板	30.6	42	1/2	9.48E-04
注射室楼下（1 层 CT 机房）	370	4.1	12cm 混凝土+12cm 硫酸钡涂料	28.6	42	1/2	1.25E-03
储源室楼下（1 层走廊）	2105	4.1	12cm混凝土+12cm硫酸钡涂料+2mm铅板	30.6	1250	1/4	8.03E-02
抢救室楼下（1 层控制室/医生办公）	370	4.1	12cm混凝土+12cm硫酸钡涂料+2mm铅板	30.6	250	1	7.26E-03
注射后休息室楼下（1 层候诊区）	740	4.1	12cm混凝土+12cm硫酸钡涂料+2mm铅板	30.6	1250	1	7.26E-02
PET 机房楼下（1 层消防控制室 、VIP 休息室、男卫生间、注射抢救室）	370	4.1	12cm 混凝土+12cm 硫酸钡涂料	28.6	918	1	3.52E-02
留观室楼下（1 层清洗间、女卫生间、走廊）	740	4.1	12cm 混凝土+12cm 硫酸钡涂料	28.6	42	1/4	8.05E-04
（三）核医学科东侧走廊（2 层）							
PET-CT 机房东侧走廊	370	3.52	18cm 重晶石砖+6cm 硫酸钡涂料	30.0	918	1/5	9.83E-03
注射休息室东侧走廊	740	2.44	18cm 重晶石砖+6cm 硫酸钡涂料	30.0	1250	1/5	5.57E-02
储源室东侧次要走廊	2105*	1.5	18cm 重晶石砖+10cm 硫酸钡涂料	35.8	1250	1/16	7.29E-02
分装/注射室东侧次要走廊	370	1.5	18cm 重晶石砖+6cm 硫酸钡涂料	30.0	42	1/16	9.62E-04

注：*^{18}F 放射性药品装于 60mmPb 的密封铅罐中，转移至储源室暂存，以 ^{18}F 最大日操作量的 1/10 为源强计算储源室的墙体屏蔽，源强取 2105MBq。

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 0.080mSv，低于公众成员受照射剂量标准限值 0.1mSv/a。

同理，距离核医学更远处的东侧长城汽车销售中心、南侧汽车维修车间、西侧农业农村厅办公楼场所内公众受到有效剂量也低于 0.1mSv/a 的标准限值。

2.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。为了解辐射工作场所的表面污染水平，本项目采用类比方法进行分析。类比引用吉林省安全生产检测检验股份有限公司出具的检测报告（编号：FH2023063,详见附件 13）中的监测数据，类比合理性已在“PET-CT 扫描机房环境影响分析”部分进行了阐述，本部分不再赘述。

表 11-9 类比分析对象β表面污染检测结果

布点编号	检测位置		检测结果(Bq/cm^2)
1	PET-CT 工作区域	工作人员手、皮肤暴露部分	0.22
2		工作人员工作服、手套、鞋、帽	0.19
3		PET 分装室地面	0.26
4		PET 分装室墙面	0.19
5		PET 分装室工作台面	0.26
6		PET 分装室洗手池	0.22
7		PET 注射室地面	0.22
8		PET 注射室墙面	0.19
9		PET 注射室工作台面	0.26
10		PET 注射室洗手池	0.24
11		VIP2 室地面	0.22
12		VIP2 室墙面	0.26
13	PET-CT 工作区域	VIP2 室床面	0.19
14		VIP3 室地面	0.19
15		VIP3 室墙面	0.22
16		VIP3 室床面	0.24
17		PET 区域患者走廊地面	0.19
18		PET 区域患者走廊墙面	0.26
19		PET 留观室地面	0.26
20		PET 留观室墙面	0.19
21		PET 留观室床面	0.26
22		PET 留观室洗手池	0.26
23		PET 留观室台面	0.22
24		PET2 检查室地面	0.24
25		PET2 检查室墙面	0.22
26		PET2 检查室床面	0.26
27		PET2 检查室设备表面	0.24
28		PET2 操作室地面	0.24
29		PET2 操作室墙面	0.24
30		PET2 操作室台面	0.19

31		PET2 操作室座椅	0.22
32		PET 区域医护通道地面	0.22
33		PET 区域医护通道墙面	0.19

由检测结果可知，放射性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，核医学科辐射工作场所控制区的β表面污染水平为0.19-0.26Bq/cm^2，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定的水平。

3.废气影响分析

核医学工作场所应保持良好的通风，工作场所的气流流向应遵循自清洁区向监督区再向控制区的方向设计，保持工作场所的负压和各区之间的压差，以防止放射性气体及气溶胶对工作场所造成交叉污染。

建设单位拟在PET分装/注射室配置手套箱和排风系统，预留排风管道，设计风速为1m/s以上。注射后休息室、留观室的患者卫生间、PET-CT机房也设置了排风口，放射性区域排风系统气流由清洁区开始流向监督区，最后经控制区排到室外，各区之间保持合理的压差，各房间通风口均设置止逆阀，排气口高于本建筑屋脊，可满足《核医学辐射防护和安全要求》中相关规定。

PET-CT机房内的空气还会被电离产生臭氧和氮氧化物，通过通风系统可将其排出机房。由于射线装置运行而产生的臭氧和氮氧化物的量很少，进入自然环境后浓度很低，不会对周围环境产生不良影响。

4.废液影响分析

PET-CT影像检查注药后患者在公司候诊排泄、注射休息、留观地面清洗、事故应急清洗会产生放射性废液，会对水环境产生影响。

PET检查应用的核素分别是^{18}F，属于短半衰期核素，其半衰期均小于24小时，设计1套槽式放射性废液衰变池（包含1个降解池（5m³）+3个衰变池（3×15m³））对放射性废液进行贮存衰变，超过30天后可直接解控排放，符合《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188—2021）废液处置要求。

核医学科2层放射性废液排水管道，采用地面板下敷设，排水管道采用“3.5mm机制铸铁管+6mm铅皮包裹”。核医学科运营过程中，放射性废液包括患者在等候和留观所产生废水、工作场所去污清洗废水，放射性废液收集的管道由2层南向西再向北敷设至留观室再向下至1层衰变池；应加强屏蔽，阀门和管道的连接应设计成尽可能少的死区，下水道宜短，大水流管道应有标记，废液管道保持合理

坡度，避免放射性废液发生积聚、逆流情况。核医学科投运后，应加强废液管道辐射剂量巡测，若发现辐射剂量异常，应采取有效的屏蔽防护补救措施，确保排水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 2.5μSv/h，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。

5.固体废物影响分析

本项目核医学科产生的放射性固体废物，主要为一次性注射器、试剂瓶、试管、棉签、卫生纸及废气过滤装置等，年产生量约 50kg。在注射室、分装/注射室、注射后休息室和留观室等房间设置铅屏蔽废物箱，收集后放置于废物室内铅容器中贮存衰变。PET 检查含 ^{18}F 放射性废物均为短半衰期核素，暂存超过 30d 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 0.08Bq/cm^2、β 表面污染小于 0.8Bq/cm^2 的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理，能够满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188—2021）中固体废物处置的要求。

6.土壤环境影响分析

本项目对周围土壤环境质量的影响途径主要为运输放射性药品时洒落、衰变池渗漏、放射性固体废物泄漏和放射性核素操作人员带出工作场所。放射性药品运输时均按相关规定采用密闭容器装于铅罐中；衰变池带有防渗、防腐功能；工作场所设有废物室；含 ^{18}F 废物暂存 30d 后达到清洁解控水平，经专用电梯运至 1 层，经检后出口外运出核医学科。核素分装操作区域均设有淋浴间，配备表面污染监测仪器，经过监测合格后，工作人员方可离开工作场所。同时基本不会带出放射性药品。

综上所述，项目对周围土壤环境影响很小。

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。该项目核医学科在应用中可能发生以下几种事故：

1.1 放射性同位素操作

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；放药在转移过程中由于操作人员违反操作规程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泄露，使环境受到污染，运输人员及公众受到外照射。

1.1.6 手套箱（通风橱）排风发生故障，或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。

1.1.7 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。

1.1.8 放射性废液排水管线破损、堵塞，使放射性废液溢出，导致人员误照射或放射性废液污染相关工作场所。

1.2 PET-CT 机房射线装置

1.2.1 对于射线装置发生事故的主要原因是操作人员的误操作,特别是设备安装、调试、检修等阶段由于工作状态指示灯及其机房门的联动失效等方面出现问题，无关人员在开机状态下进入机房，而受到不必要的较大剂量的辐射照射。

1.2.2 各种难以预料的原因会使射线装置机房屏蔽防护性能变化,可能对操作的人员产生较大剂量照射，应定期对机器进行检修。开机操作时严禁无关人员进入，必须关门操作。

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门设置门禁系统，控制区入口悬挂电离辐射警示标识。PET-CT 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 各操作场所及运输车辆配备防护面罩、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 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。

2.9 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。

2.10 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。

2.11 辐射工作人员通过辐射安全知识考核，取得成绩报告单。

2.12 加强非密封物质的安全管理，PET-CT 机房、储源室门口设置摄像头监控，防止非密封物质丢失、被盗。

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，项目单位拟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

计划成立以法人为组长的环境保护管理机构。

组长:汤晓兵

副组长:梁勇、高万丰、刘丽娟

组　员:杨毅、孙祥睿、赵丽秋、张效榕、孙博

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与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、协调核医学科的辐射安全与放射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 组员职责：

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 遵守射线装置各项规章制度，严格执行仪器操作规程，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。

2.3.5 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

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中的有关规定要求，项目建设单位应设置各项辐射安全管理规章制度，包括辐射防护制度、工作制度、岗位职责等，还应设专职从事辐射工作的操作和管理人员，建立职工安全防护教育和培训考核制度，对直接从事操作的辐射工作人员进行安全和防护知识教育培训，并进行考核，考核不合格的，不得上岗。制定相应的应急计划，认真执行和自觉遵守有关辐射防护和岗位操作规程。

公司已制定了《放射诊疗管理制度》、《核医学科设备操作流程》（详见附件 7）、《放射诊疗岗位职责》、《安全和防护管理制度》、《PET-CT 保养、维修制度》、《辐射工作人员培训计划》、《个人剂量和健康监测管理制度》等辐射安全管理制度，并建立了台账制度、个人剂量档案等。制定了《长春影和医学影像诊断中心有限公司辐射事故应急预案》（详见附件 8），每年进行 1 次定期演练。公司应根据国家法律、法规及开展的业务内容变化情况，定期修订相关制度及预案。

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。

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，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。

公司现有辐射工作人员 25 名，核医学科现有工作人员 7 名，均取得国家核

技术利用辐射安全与防护平台“核医学”专业类别的考核成绩单。并有 1 人取得“辐射安全管理”类别的考核成绩单，公司人员的核技术利用辐射与安全考核成绩报告单详见附件 10。

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

针对本项目应用的射线装置具体情况，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（包括多点执业医生、临时工作人员、实习人员）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个人剂量档案，终生保存。

对于核医学科药物分装、注射的工作人员，应根据场所的放射性气溶胶浓度开展内照射评价，当怀疑其体内受到放射性污染时，应进行体内放射性监测。

1.2 工作场所监测

公司每年委托有资质单位对非密封放射性物质和射线装置工作场所进行 1 次场所辐射水平监测。同时公司应配备相应检测仪器，不定期对公司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。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	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。 PET-CT 机房：应对机房四周屏蔽墙外 30cm 处、顶棚、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	核医学科分装/注射室核素操作台面、设备表面、墙壁和地面，给药后患者候诊室，核素治疗场所的设施、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。 辐射工作人员离开控制区出口应进行表面污染检测，低于控制标准方可离开辐射工作场所。	每次工作结束（出现放射性药物洒落应及时进行监测）	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。

2.仪器设备

2.1 辐射工作场所监测

公司搬迁至新址使用后，核医学科计划配备 1 套在线剂量报警仪，安装在 PET 区域的分装/注射室；利旧使用 1 台便携 X-γ辐射剂量率、1 台表面污染监测仪器，用于工作区域操作场所、工作台面的日常监测工作；另外辐射应用科室需要配备个人剂量报警仪。辐射监测仪器还应该送有资质单位定期检定，确保检测结果准确。

2.2 工作人员

所有辐射工作人员（包含临时工作人员和实习人员）工作时应配备个人剂量计并定期进行检测。

公司为辐射工作人配备个人剂量计，要求工作时佩戴，并由资质单位进行检测，根据检测报告，公司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

公司已制定辐射事故应急预案。公司计划成立放射事件应急领导小组,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:汤晓兵

副组长:梁勇、高万丰、刘丽娟

组 员:杨毅、孙祥睿、赵丽秋、张效榕、孙博

应急预案包括日常管理、非密封放射性物质意外泄漏应急预案、遗失、被盗应急预案、射线装置安全联锁失效导致意外照射的预案等。

2.辐射事故应急预案

在发生辐射安全事故时，在公司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。

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，确定污染范围，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、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。

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，并于每年 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，本项目机房建成后，设备在调试运行前，公司应依法重新申领辐射安全许可证。

竣工环保验收

根据中华人民共和国国务院第682号令《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》要求，由建设单位自主进行环境保护验收，编制验收报告。根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》中第十一条要求，建设单位应当通过其网站或其他便于公众知晓的方式，向社会公开验收相关信息；第十三条的要求，验收报告公示期满后5个工作日内，建设单位应当登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台，填报建设项目基本信息、环境保护设施验收情况等相关信息，环境保护主管部门对上述信息予以公开。验收内容见下表。

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，配备X-γ辐射剂量监测仪、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		辐射工作人员通过辐射安全相关考核。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、射线装置使用台账、放射性固废废物台账和放射性废液排放台账。
安全防护和应急措施		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	**核医学科**产生的固体废物应放置于废物室的铅容器中贮存衰变，PET检查含^{18}F废物，暂存超过30d后；经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平，可对废物清洁解控并作为普通医疗废物处理。
	放射性废气	**手套箱排风：**在分装/注射室配置手套箱，手套箱均设置单独的排风管道，设计风速为1m/s，同时设置活性炭吸附过滤装置。 **工作场所房间排风：**核医学科放射性工作场所通风走向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。 核医学科各排风管道气体经活性炭吸附装置处理后，通过专用管道井排至主楼屋顶，排气口高于楼顶，达标后排放。
	放射性废液	核医学科放射性废液需排入槽式衰变池内衰变处理，放射性废液暂存时间超过30天后可直接解控直接排放，不进入污水处理站。
工作场所通风		PET-CT设置动力排风装置，并保持机房内有良好的通风。

表 13　结论与建议

结论

1.项目概况

长春影和医学影像诊断中心有限公司拟实施异地新建项目，计划将现有核医学科从长春市朝阳区东民主大街 482 号搬迁至租赁的吉林省长春市经开区自由大路 6308 号吉林省吉刚汽车贸易有限公司主楼 1-2 层（商业用地）继续使用；并对辐射防护设施进行升级改造，具体如下：

建设乙级非密封物质工作场所，使用非密封放射性物质 ^{18}F；应用 1 台 PET-CT（Ⅲ类射线装置）进行核素影像检查。

2.选址合理性

长春影和医学影像诊断中心有限公司位于长春市经开区自由大路 6308 号租赁的吉林省吉刚汽车贸易有限公司主楼；核医学科位于主楼的 2 层西侧的一端，楼上 3 层为本公司诊室，楼下 1 层为放射线科影像检查场所，未毗邻儿科、妇产科和食堂，设有单独的出入口，并与非放射性工作场所隔开，选址合理。

3.产业性政策符合性

本项目为核技术利用医学领域，属高新技术。根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目 PET-CT 属于国家鼓励类第十三类医药中的产业，符合国家现行产业政策。

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。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，将为病人提供一个优越的诊疗环境，具有明显的社会效益，同时将提高公司档次及服务水平，吸引更多的就诊人员，公司在保障病人健康的同时也为公司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

5.1.1 控制区：核医学科 2 层的分装/注射室、注射室、储源室、废物室、注射后休息室及其卫生间、抢救室、PET-CT 机房、留观室及其卫生间、配电间、患者通道、核医学科病人专用电梯；还包括 1 层的检后出口；

5.1.2 监督区：与控制区域相邻的区域，包括 2 层的医生办公室及其控制室、缓冲间、淋浴间以及东侧走廊；1 层的专用电梯、检后出口周围的配电间、清洁间、女卫生间、男卫生间、消防控制室；3 层的处置室、抢救室、清洗消毒间、诊室等；还包括衰变池上方地面区域。

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相对独立的医生通道、患者通道和放射性物流运输通道，做得医生通道与注药后患者不交叉；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。

综上，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

本项目核医学科工作场所屏蔽和 PET-CT 机房屏蔽防护能够满足辐射防护要求。

5.4 辐射安全和防护设施

5.4.1 核医学科：①公司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设置电离辐射警告标志；②在核医学科控制区病患入口及病患出口处设带门禁系统的单向门，实现“入口只进不出，出口只出不进”的单向路线；③在核医学科的控制区内安装监控及视频对讲设备；④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；⑤核医学科工作场所内不得安排与放射性无关的工作；⑥核医学科所有放射性药物的操作均应在手套箱内进行；⑦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；⑧使用、操作放射性药品应在指定的工作台内进行，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。

5.4.2PET-CT 射线装置机房：①控制台处设置观察窗；②在机房入口处均设置工作警示灯，警示灯箱处设置警示语句，并在醒目位置张贴“当心电离辐射”以及放射防护注意事项；③机房防护门均设置闭门装置，且工作状态指示灯和与

机房相通的门能有效联动；④为工作人员配备个人剂量计。

5.5“三废”排放治理措施

5.5.1 废气治理

在 PET 分装/注射室设置手套箱，设置单独的排风管道，设计风速为 1m/s；核素工作场所排风系统各房间通风口均设置止逆阀，设置活性炭吸附装置，排气口高于所在建筑屋脊，可满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188—2021）中相关规定。同时 PET-CT 机房设置动力排风，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中有关通风要求。

5.5.2 废液治理

公司拟在租赁的主楼西北侧平行于核医学科位置新建 1 座地埋式槽式放射性废液衰变池（包含 1 个降解池（5m³）+3 个衰变池（3×15m³）），PET 检查应用的核素分别是 ^{18}F，属于短半衰期核素，其半衰期均小于 24 小时，经槽式放射性废液衰变池对放射性废液进行贮存衰变，超过 30 天后可直接解控排放，符合《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188—2021）废液处置要求。

核医学科通往衰变池的废液管道采用“3.5mm 机制铸铁管+6mm 铅皮包裹”屏蔽，确保其外表面 30cm 处的剂量当量率小于 2.5μSv/h，能够满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188—2021）中剂量当量率限值的要求。

5.5.3 固废治理

本项目核医学科产生的放射性固体废物，主要为一次性注射器、剩余（残留）药物试剂瓶、棒源水模塑料管、试管、棉签、卫生纸以及废气过滤装置等，年产生量约 50kg。在分装/注射室、注射后休息室和留观室等房间设置铅屏蔽废物箱，收集后放置于废物室内铅容器中贮存衰变。PET 检查产生的含 ^{18}F 放射性废物为短半衰期核素，暂存超过 30d 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 0.08Bq/cm^2、β 表面污染小于 0.8Bq/cm^2 的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理，能够满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188—2021）中固体废物处置的要求。

5.6 辐射安全管理

根据法律法规要求，公司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。制定完善的辐射安全管理规章制度，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和放射性废液排放台账。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。

6.环境影响分析结论

6.1 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长春地区γ辐射空气吸收剂量率本底范围内。

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0.10mSv/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。

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。涉及的放射性同位素和射线装置用于医学诊断和治疗，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，公司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，配合监管部门监督检查，做好辐射防护知识宣传。

表 14　审批

下一级生态环境部门预审意见：   公　章 经办人　　年　　月　　日
审批意见：   公　章 经办人　　年　　月　　日

附图目录

附图 1 长春影和医学影像诊断中心有限公司项目所在地的区域图

附图 2 长春影和医学影像诊断中心有限公司项目周边关系图（总平面布置及监测点位图）

附图 3 核医学科平面布置、防护情况及监测点位图（1 层）

附图 4 核医学科平面布置、防护情况及监测点位图（2 层）

附图 5 公司平面布置、防护情况及监测点位图（3 层）

附图 6 核医学科辐射防护分区示意图（2 层）

附图 7 核医学科辐射防护分区示意图（1 层）

附图 8 核医学科人流、物流示意图（1 层）

附图 9 核医学科人流通道示意图（2 层）

附图 10 核医学科物流通道示意图（2 层）

附图 11 核医学科 2 层地面防护图（2 层）

附图 12 核医学科 2 层顶面防护图（2 层）

附图 13 核医学科安全设施分布示意图（2 层）

附图 14 核医学科通风管道示意图（2 层）

附图 15 核医学科放射性废液收集管道示意图（2 层）

附图 16 核医学科放射性废液收集管道示意图（1 层）

附图 17 放射性废液管线系统分布图

附图 18 核医学科预测关注点示意图（2 层）

附图 19 公司周围环境现场照片

附件目录

附件 1 营业执照

附件 2 房屋租赁合同

附件 3 影像中心登记表

附件 4 辐射安全许可证

附件 5 现有辐射项目环评批复

附件 6 现有辐射项目验收意见

附件 7 核医学科操作规程

附件 8 辐射事故应急预案

附件 9 个人剂量检测报告

附件 10 辐射工作人员防护考核成绩单

附件 11 辐射环境检测报告

附件 12 城乡建设主管部门工程施工备案书

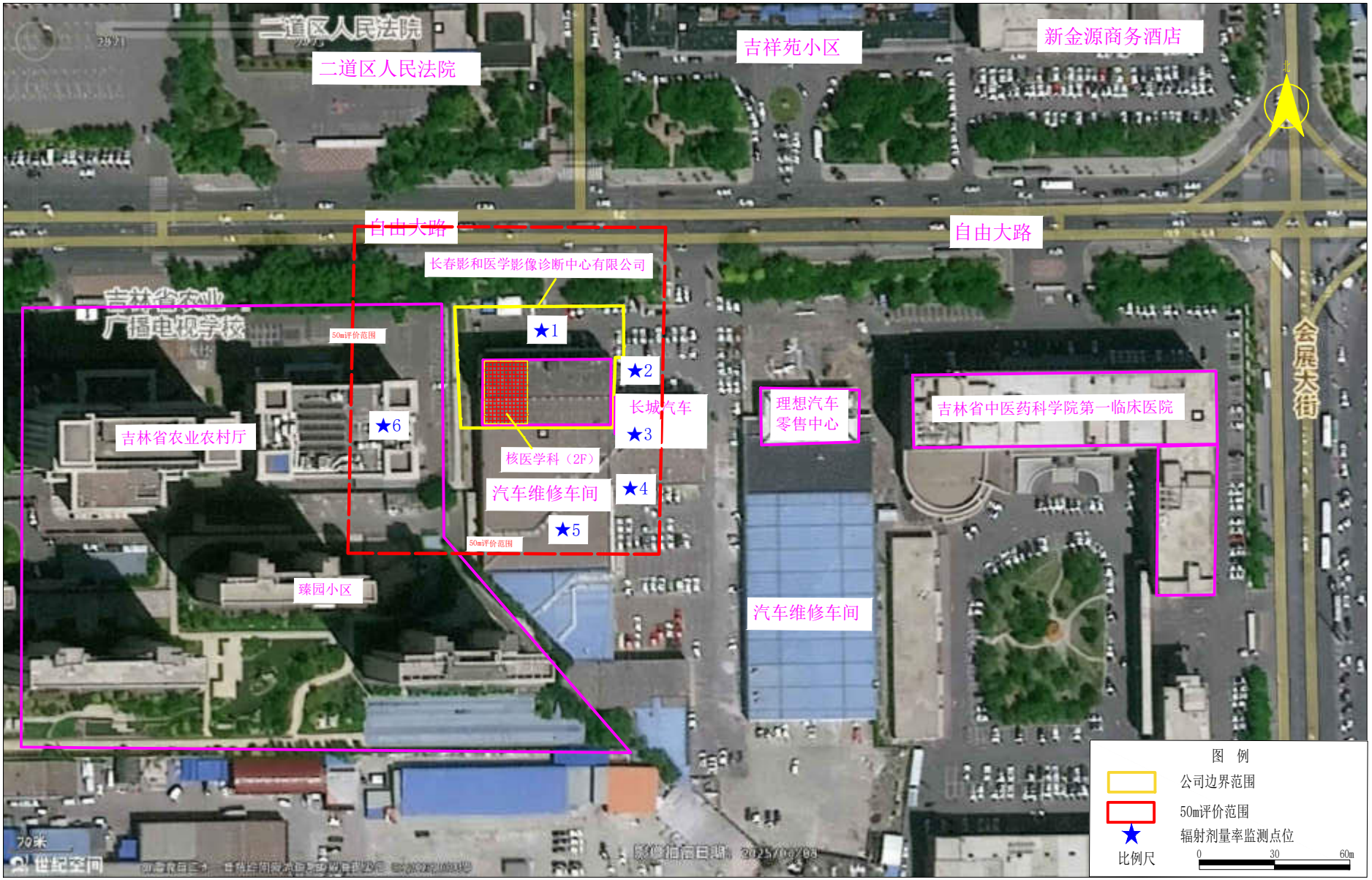
附件 13 PET-CT 机房辐射环境检测数据（类比数据）

附件 14 PET-CT 调试、校准说明

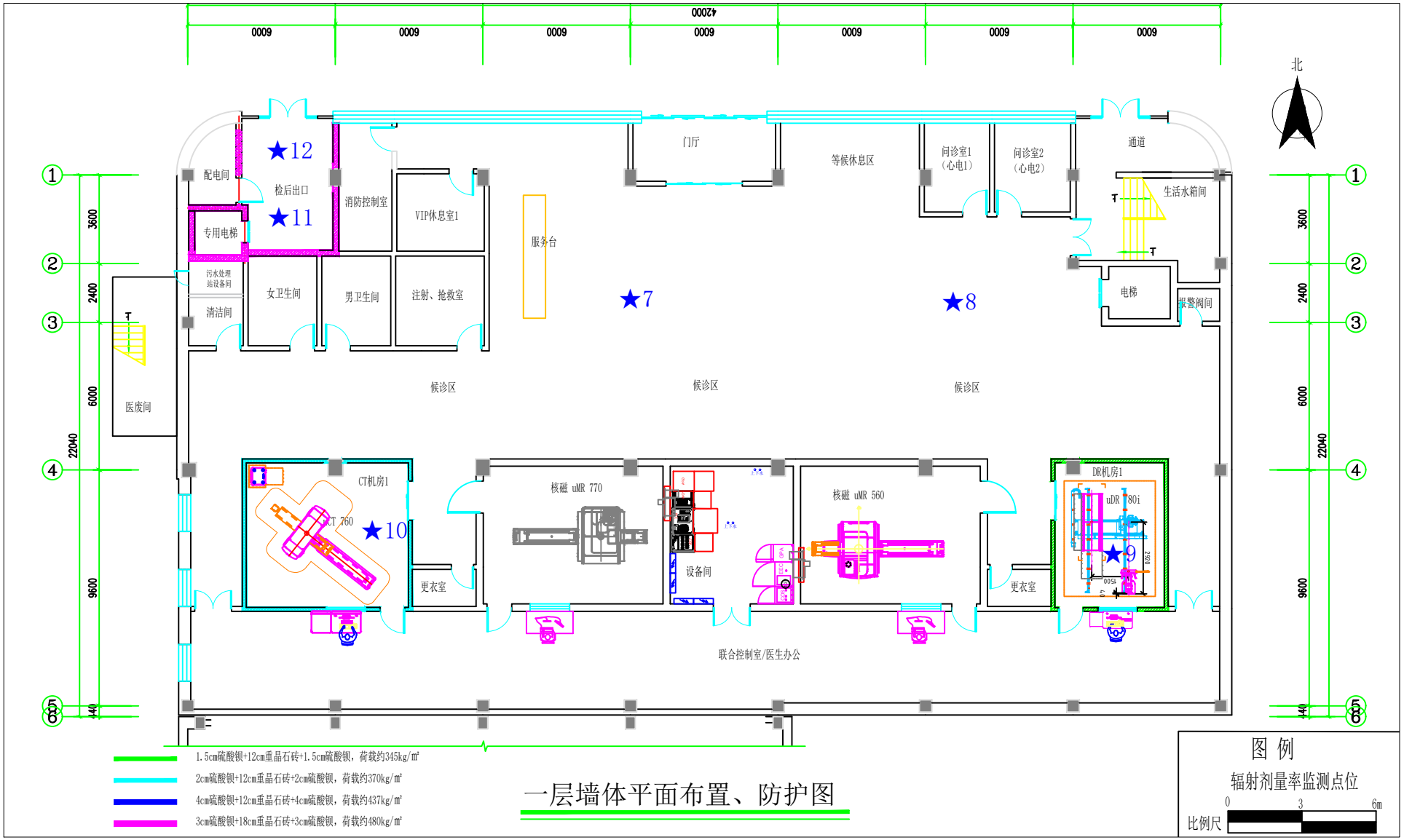
附件 15 厂家出具的防辐射屏蔽材料参数说明



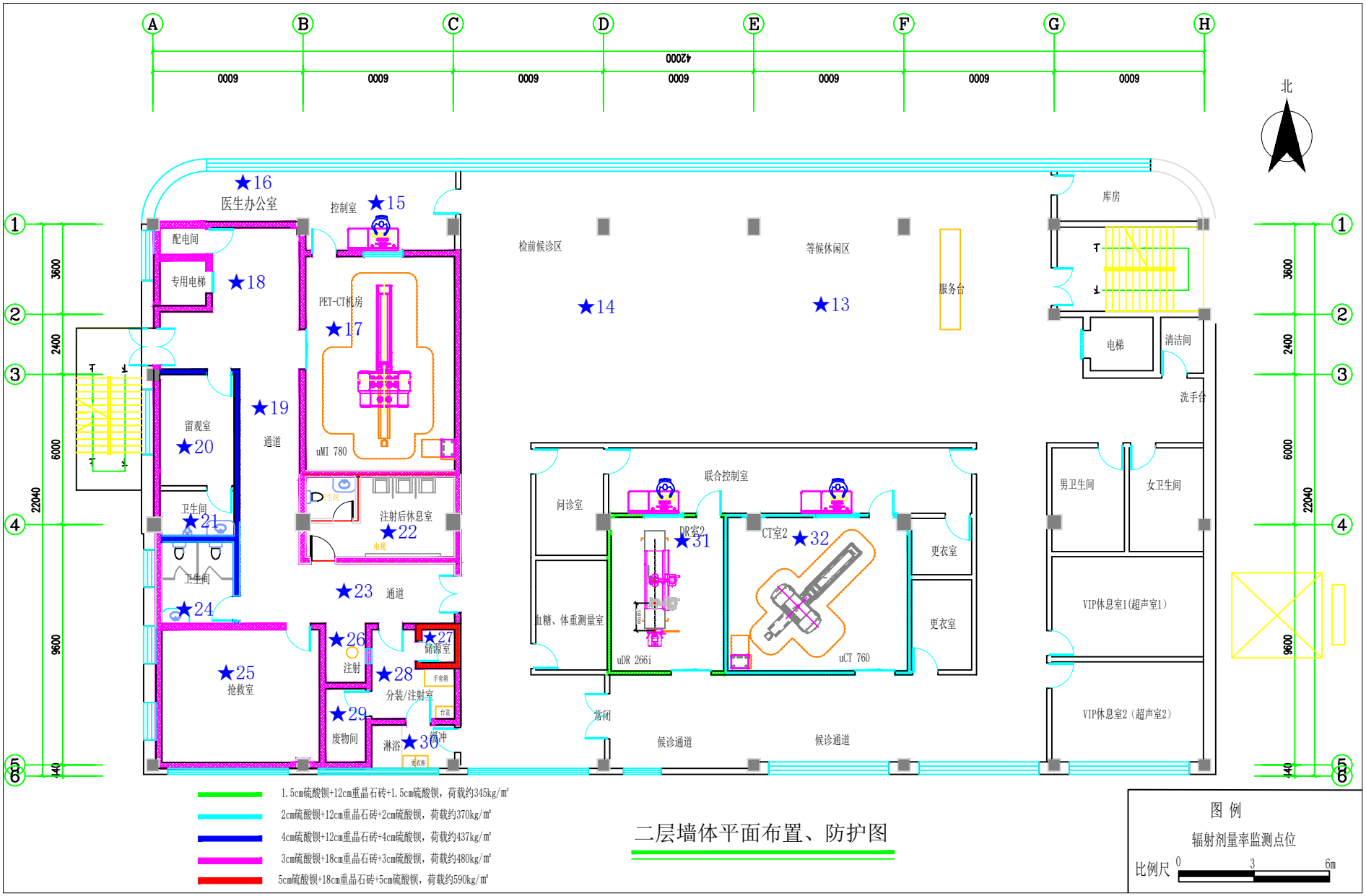
附图1　长春影和医学影像诊断中心地理位置（区域）图



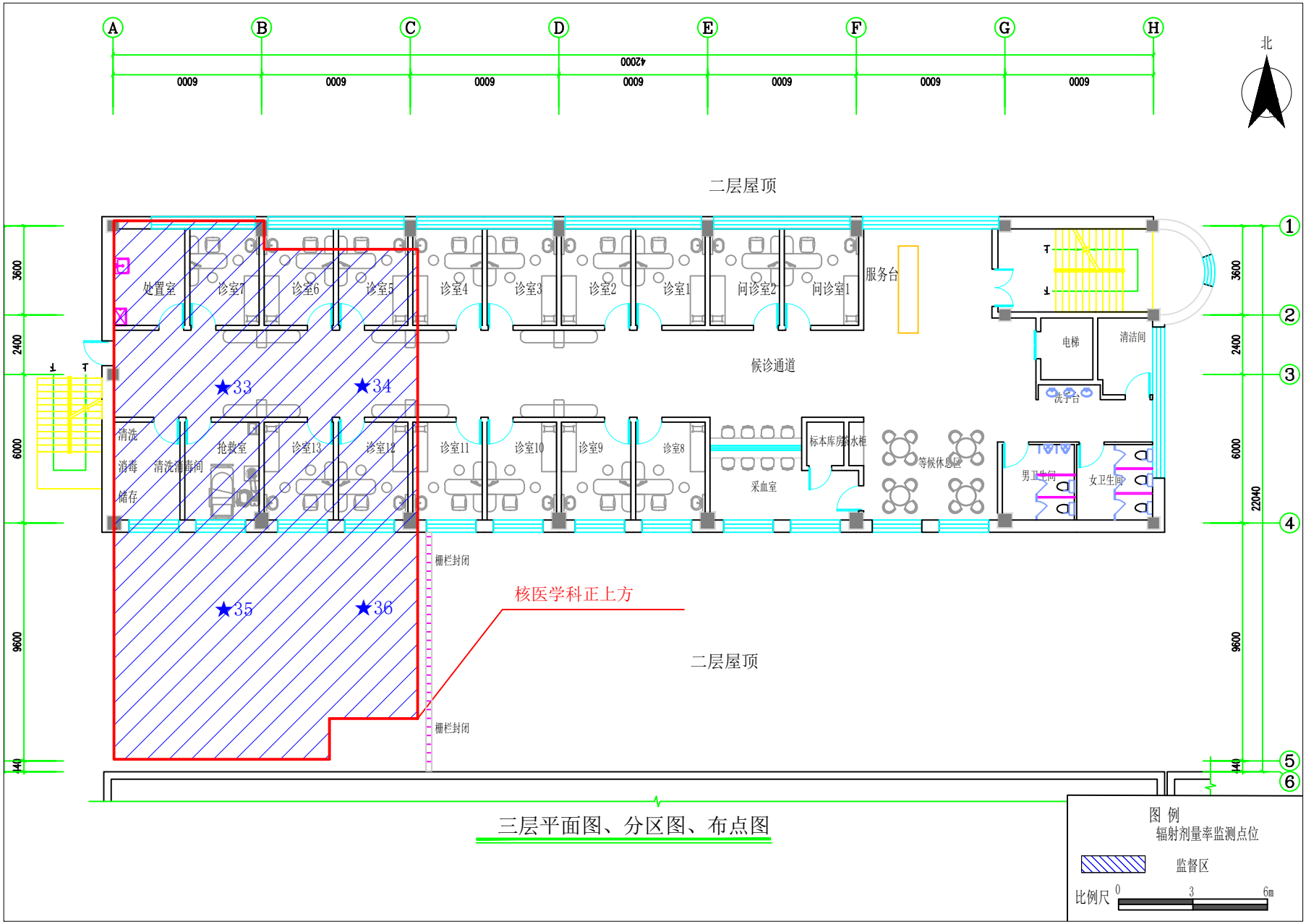
附图2 长春影和医学影像诊断中心总平面布置及监测点位图



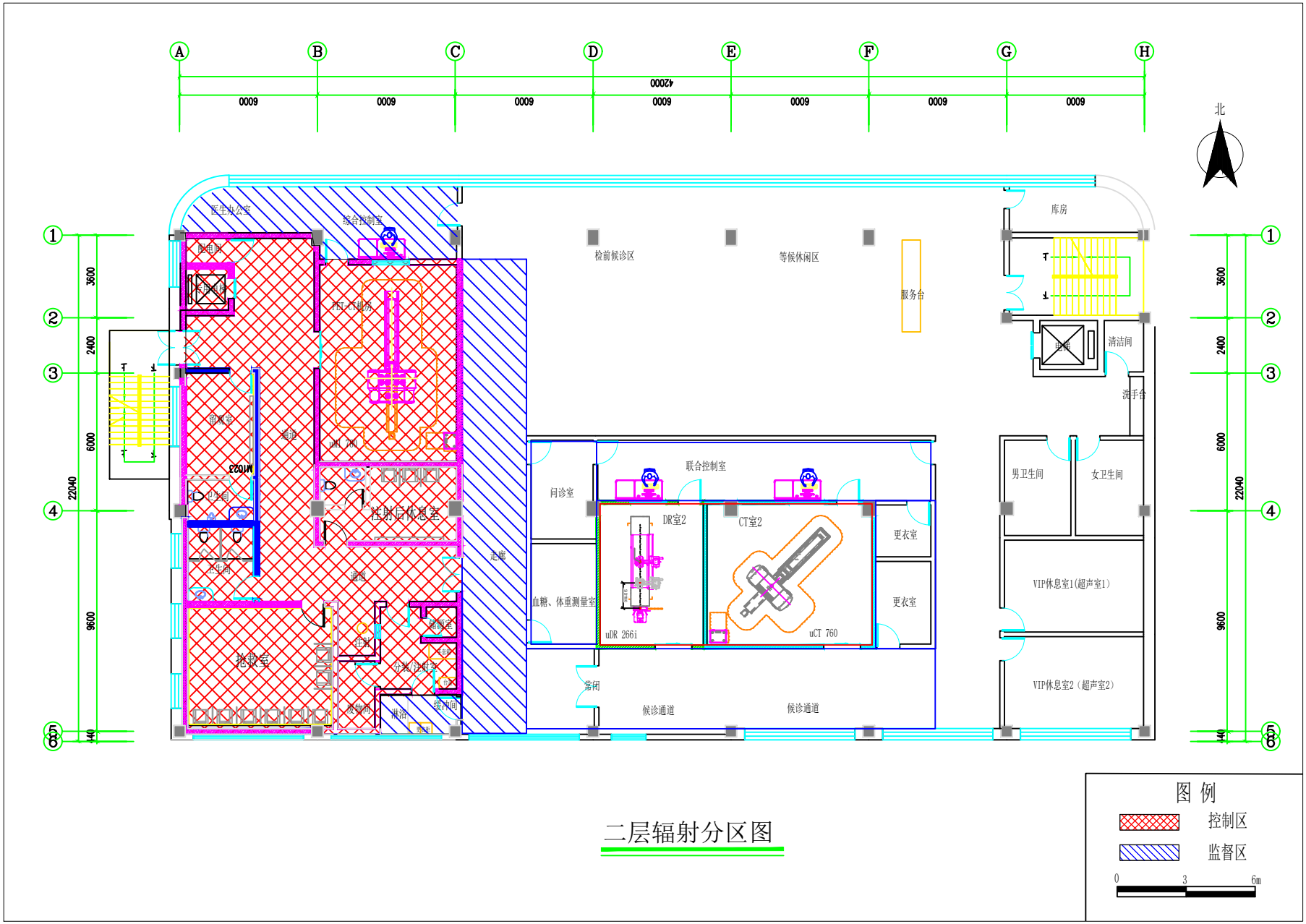
附图3 长春影和医学影像诊断中心平面布置、防护状况及监测布点图(一层)



附图4 长春影和医学影像诊断中心平面布置、防护状况及监测布点图(二层)

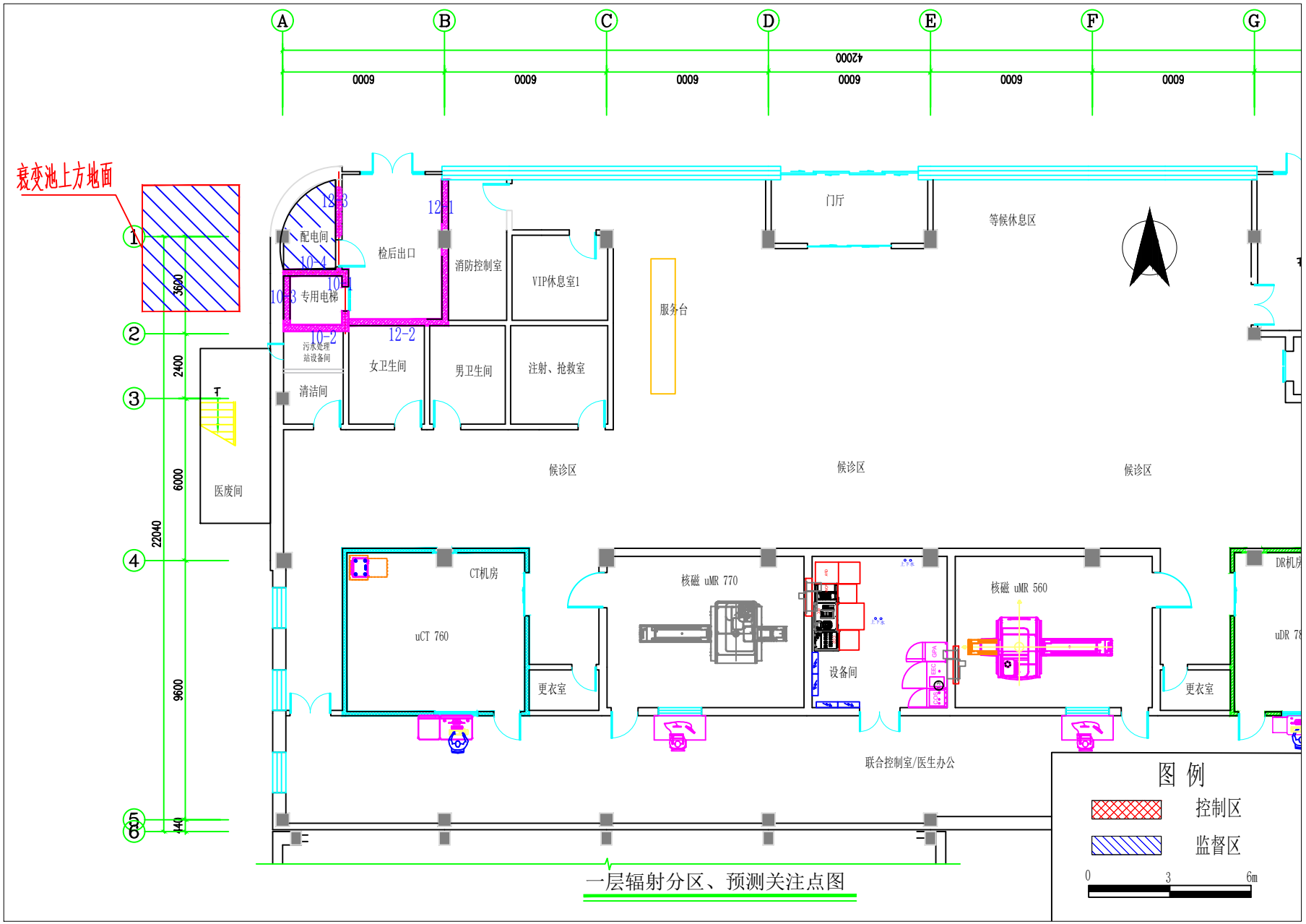


附图5 长春影和医学影像诊断中心平面布置、分区情况及监测布点图(三层)

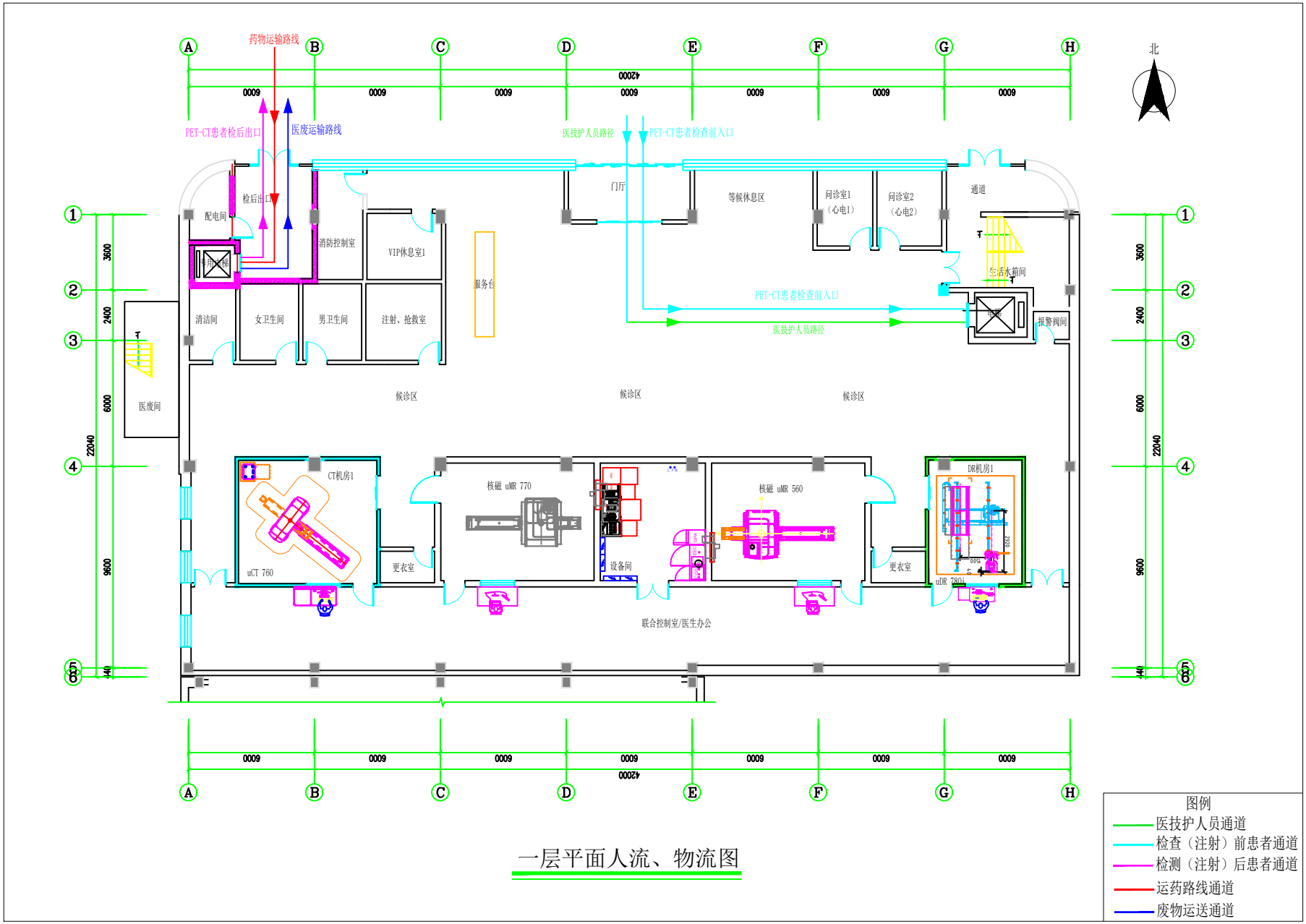


二层辐射分区图

附图6 长春影和医学影像诊断中心二层辐射防护分区图(二层)

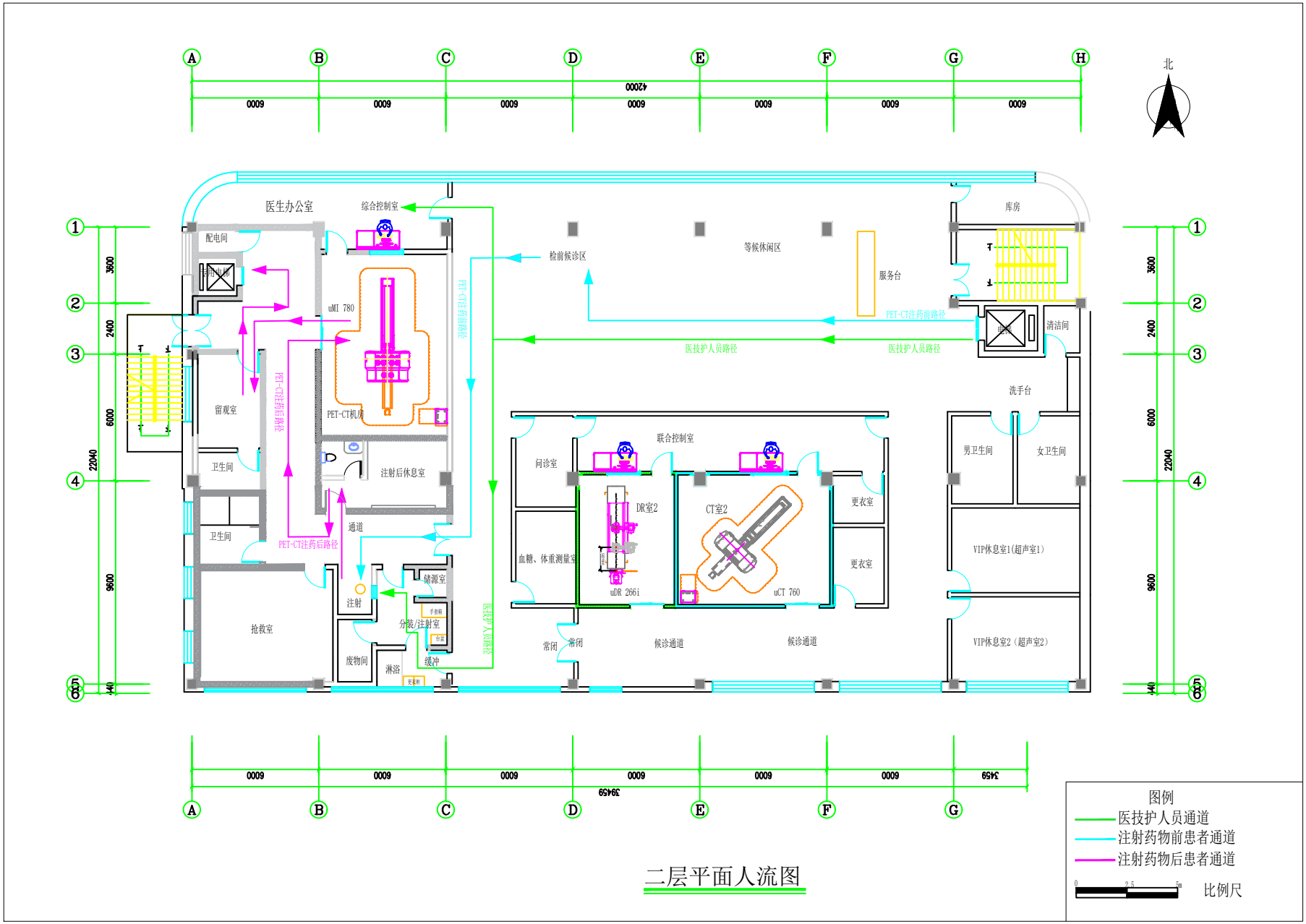


附图7 长春影和医学影像诊断中心一层辐射分区、预测关注点示意图(一层)



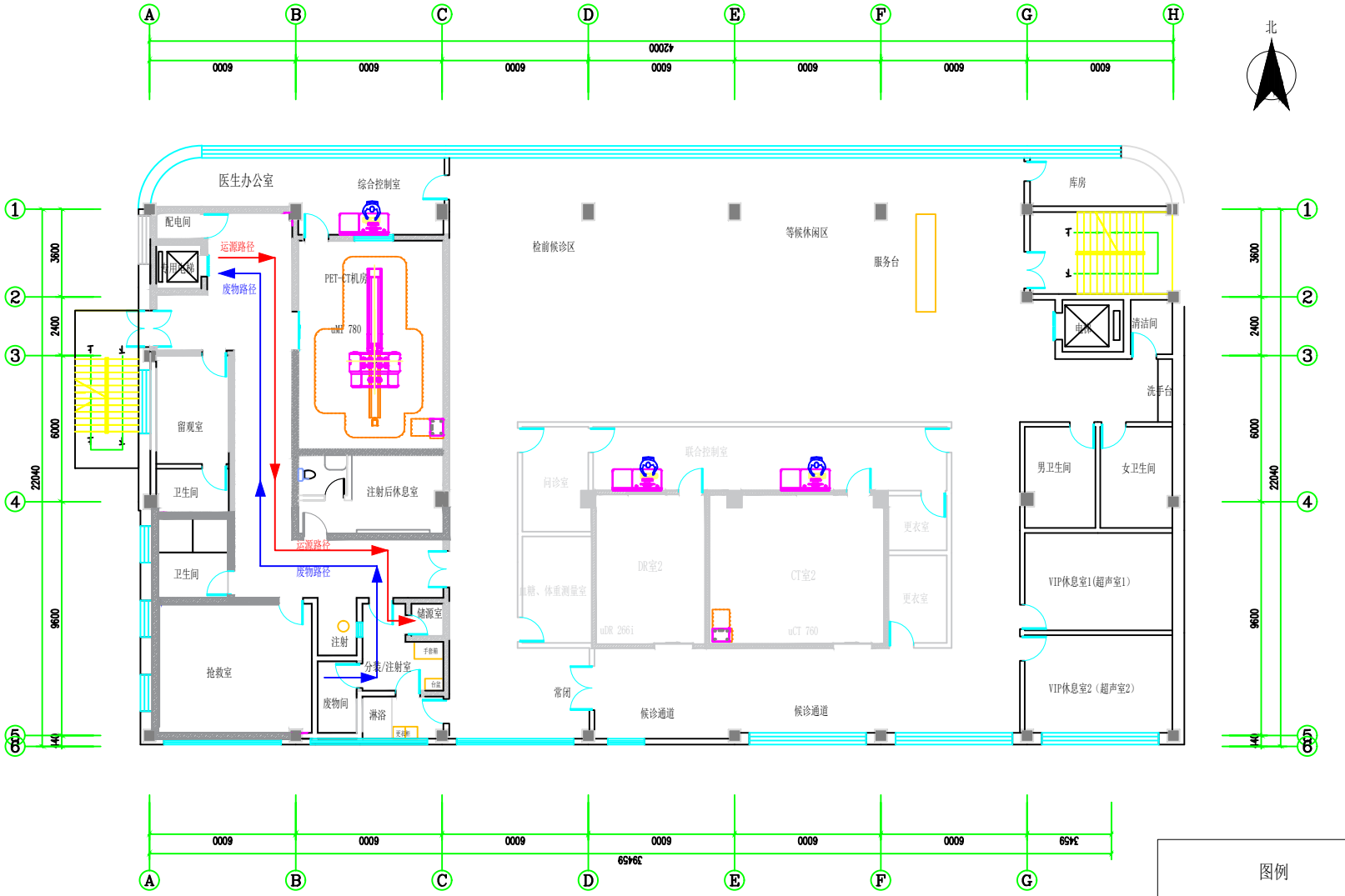
一层平面人流、物流图

附图8 长春影和医学影像诊断中心一层人流、物流路线图(一层)



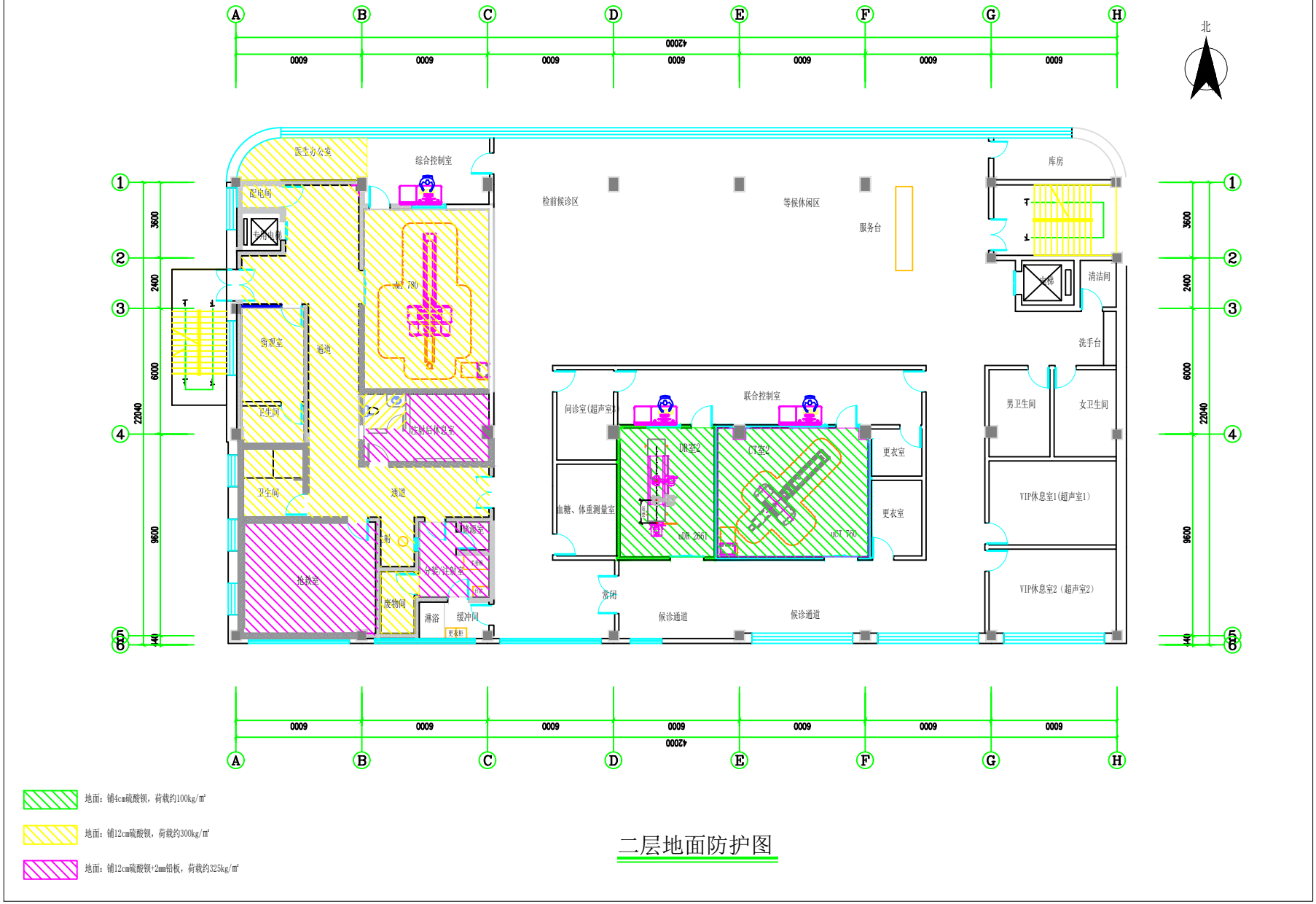
二层平面人流图

附图9 长春影和医学影像诊断中心二层人流通道(二层)



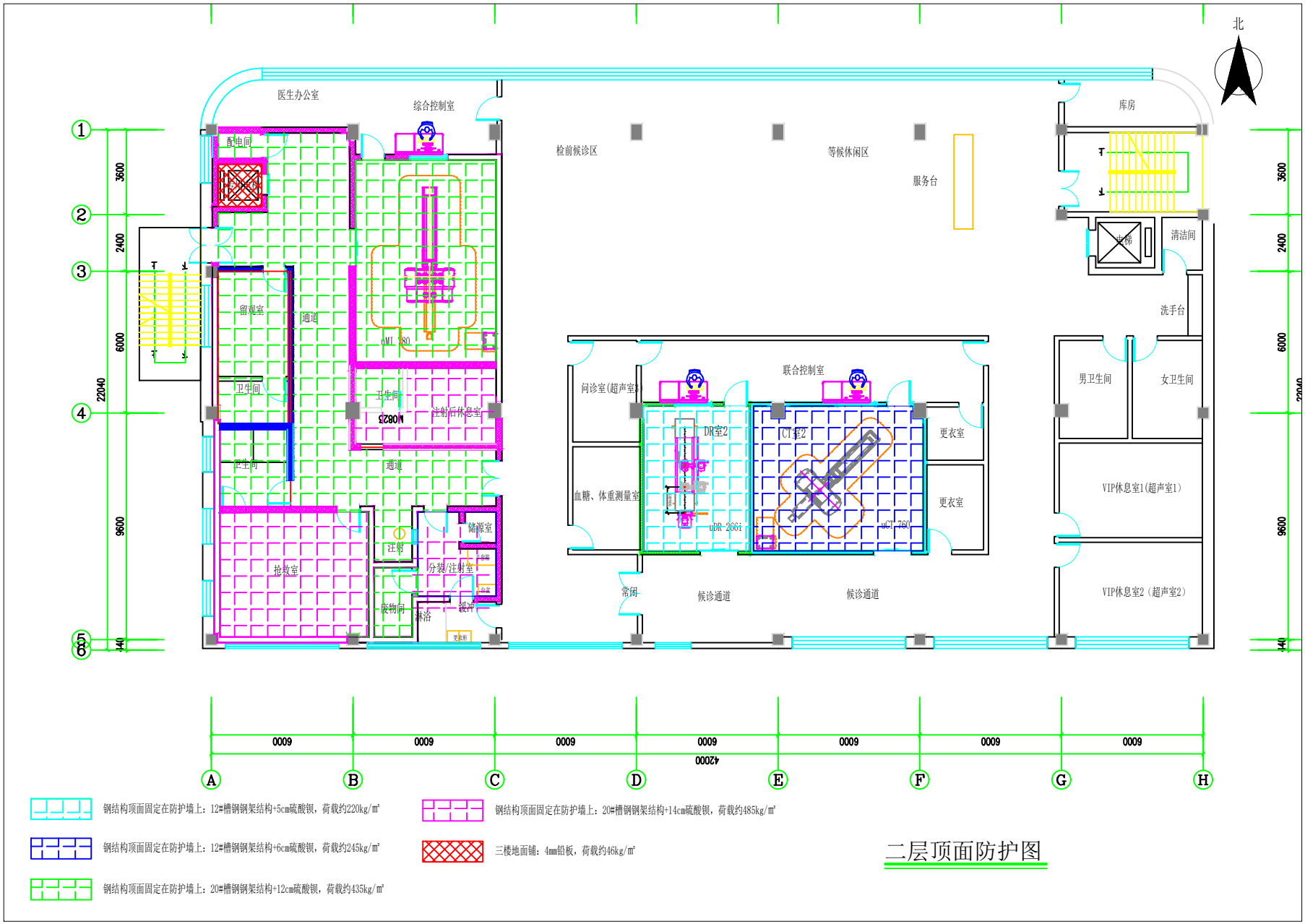
二层平面运药、废物通道图

附图10 长春影和医学影像诊断中心二层物流通道(二层)

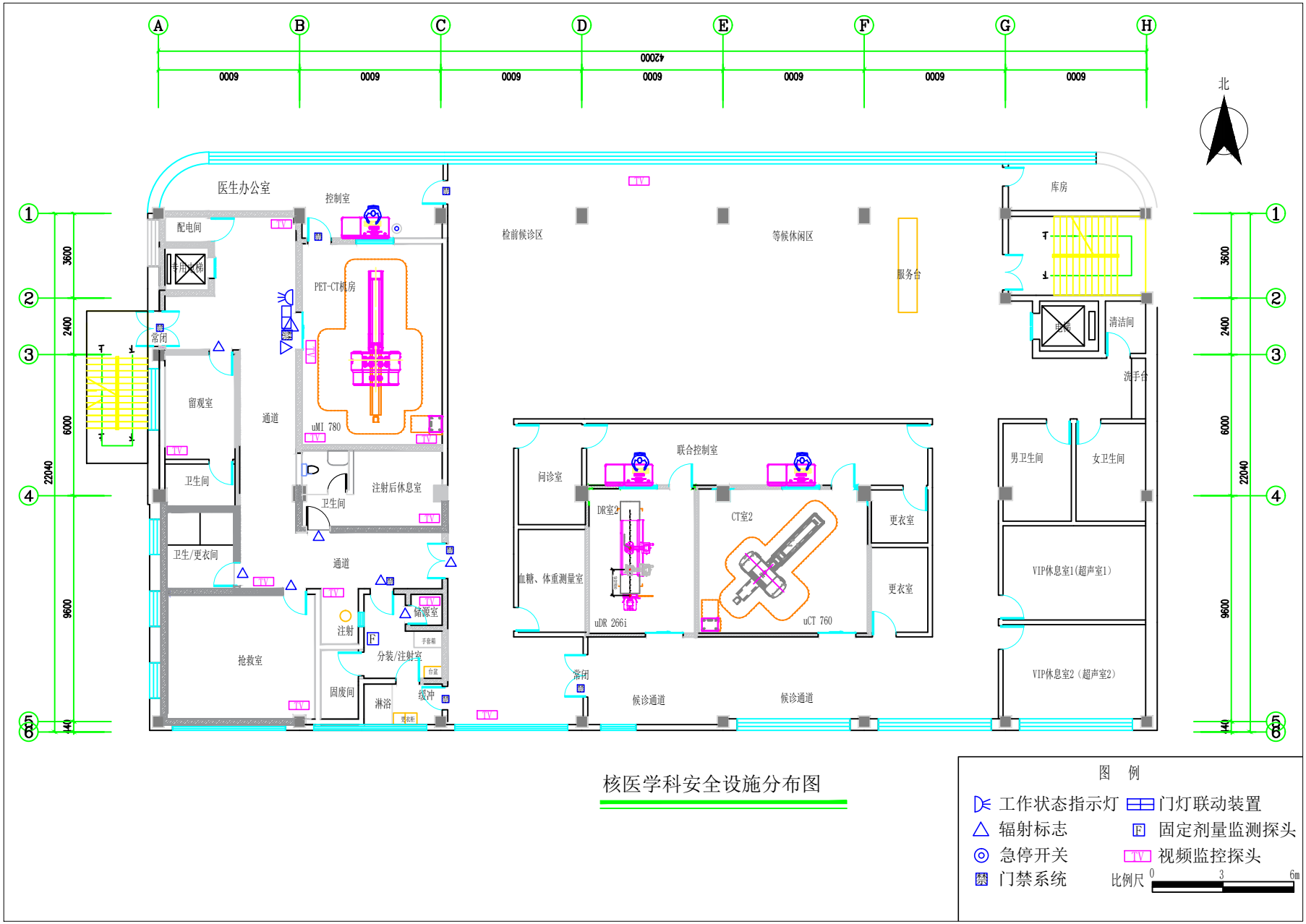


二层地面防护图

附图11长春影和医学影像诊断中心二层地面防护图(二层)

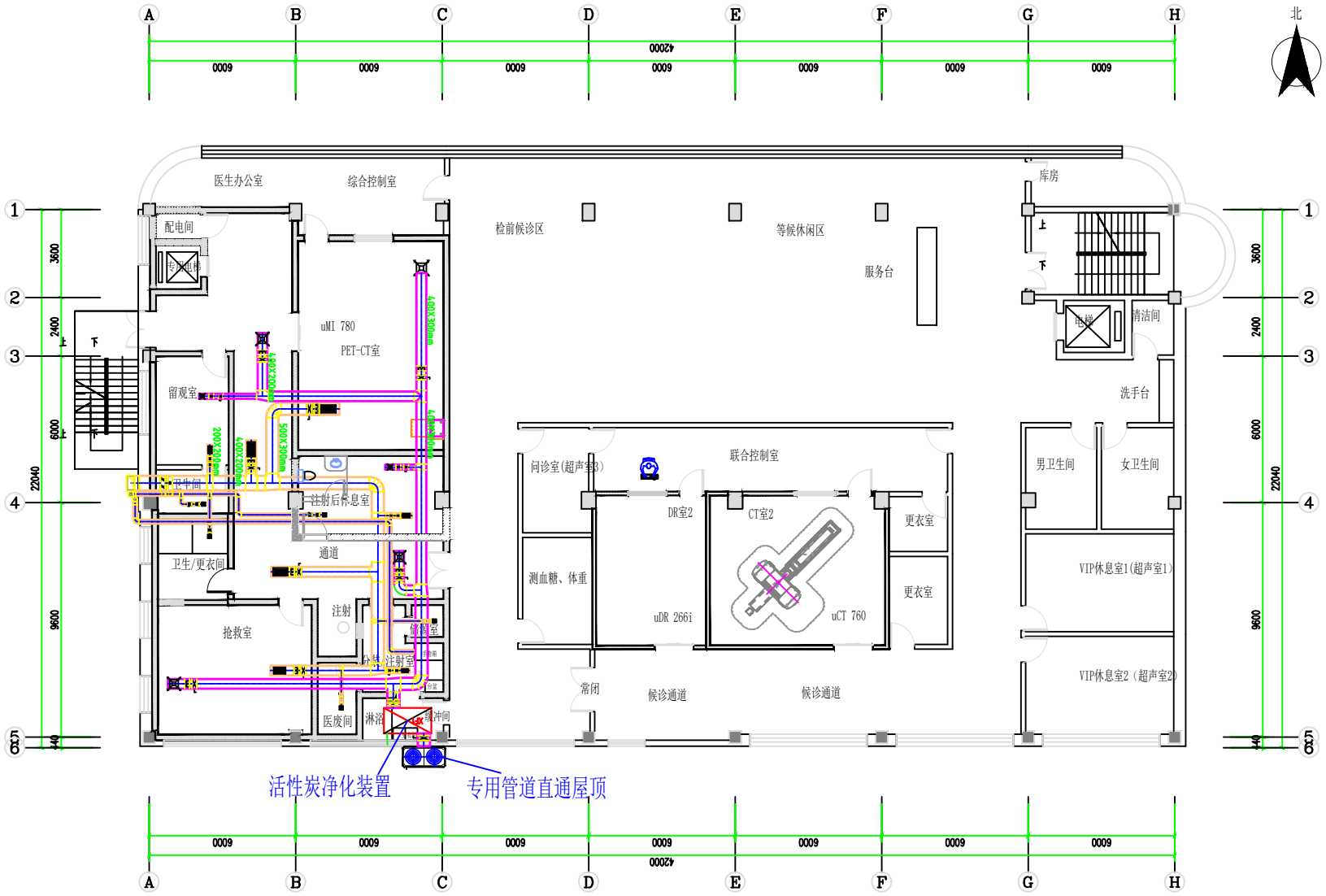


附图12 长春影和医学影像诊断中心二层顶面防护图(二层)



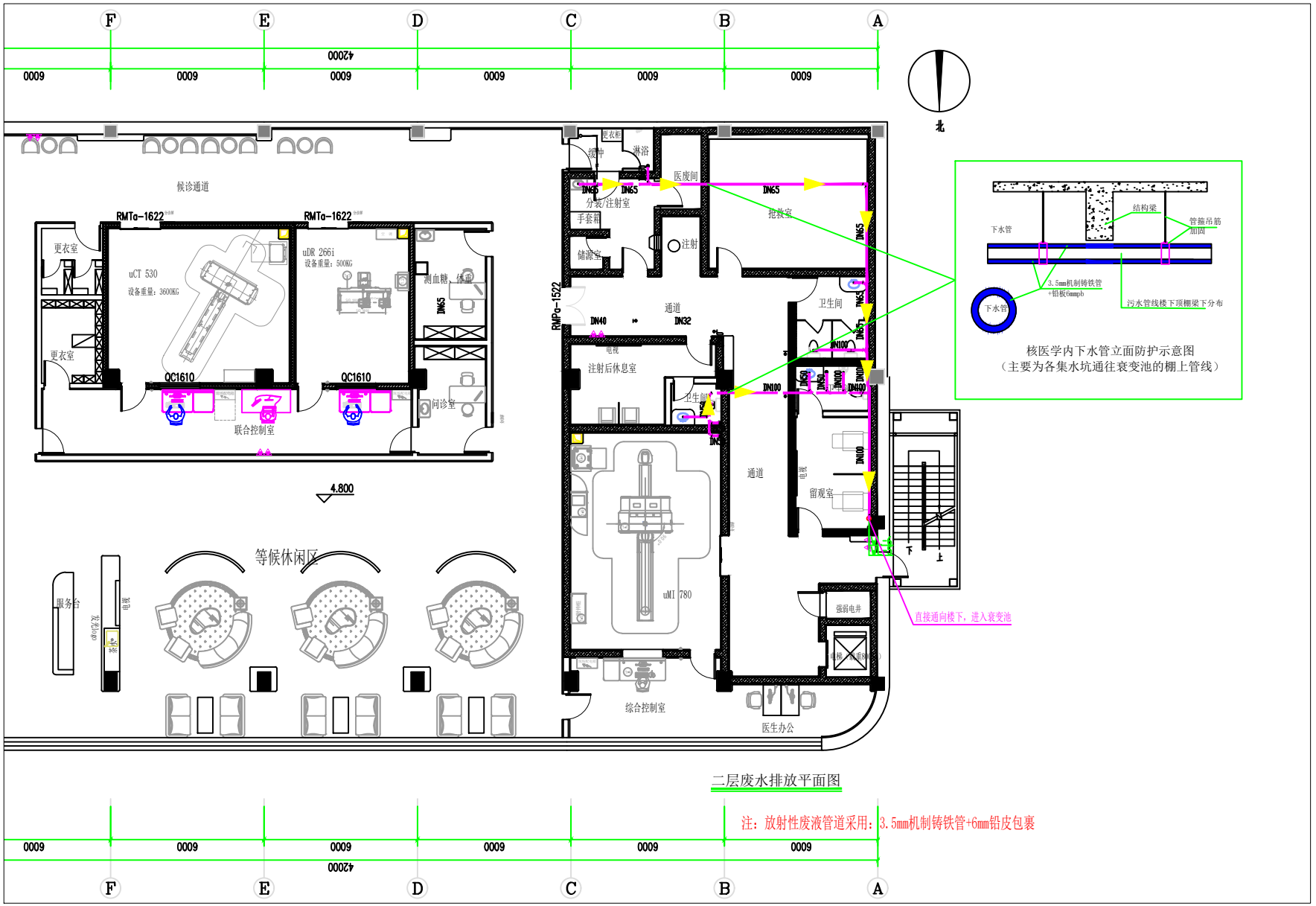
核医学科安全设施分布图

附图13 长春影和医学影像诊断中心PET-CT安全设施分布图(二层)

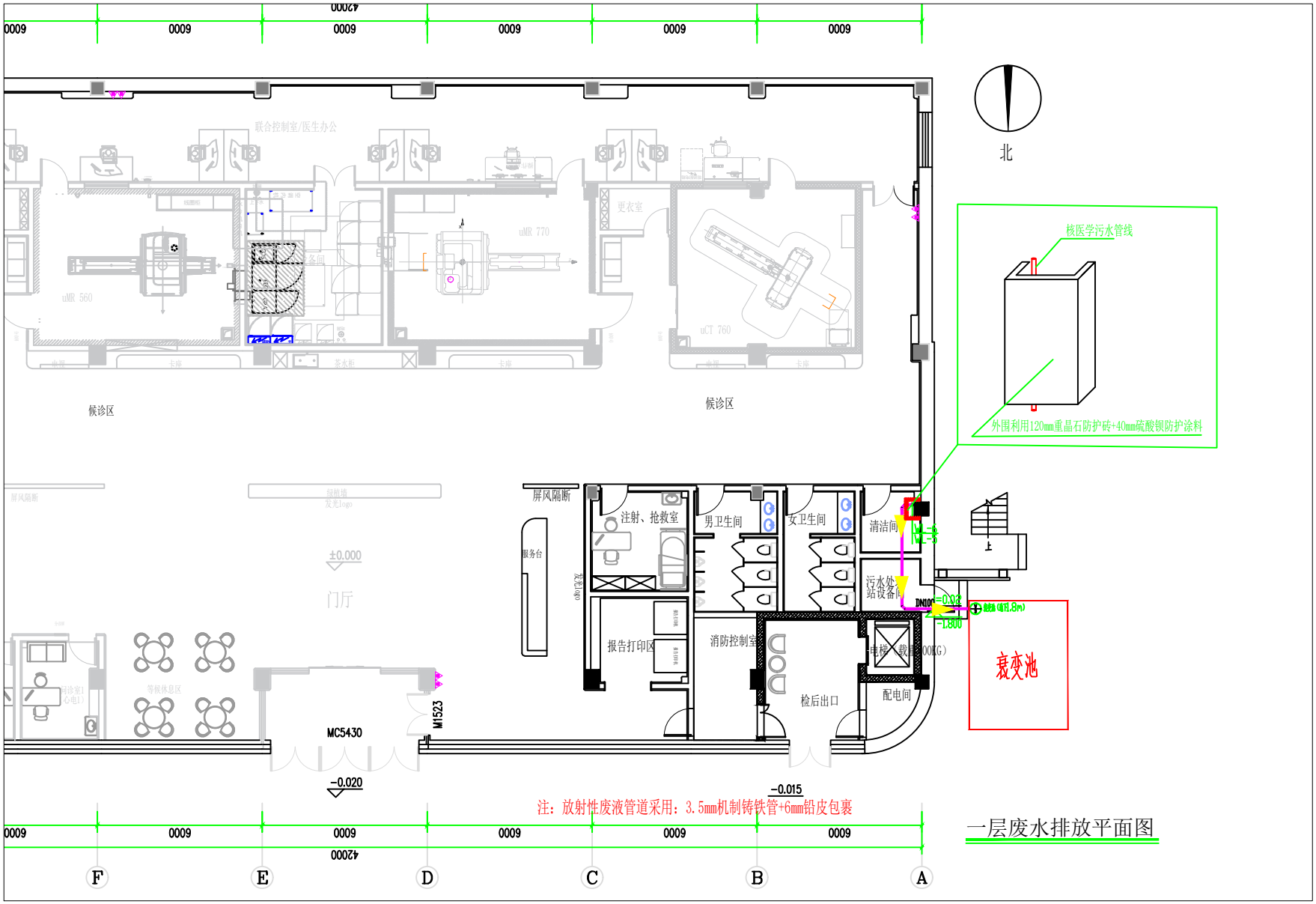


二层通风平面图

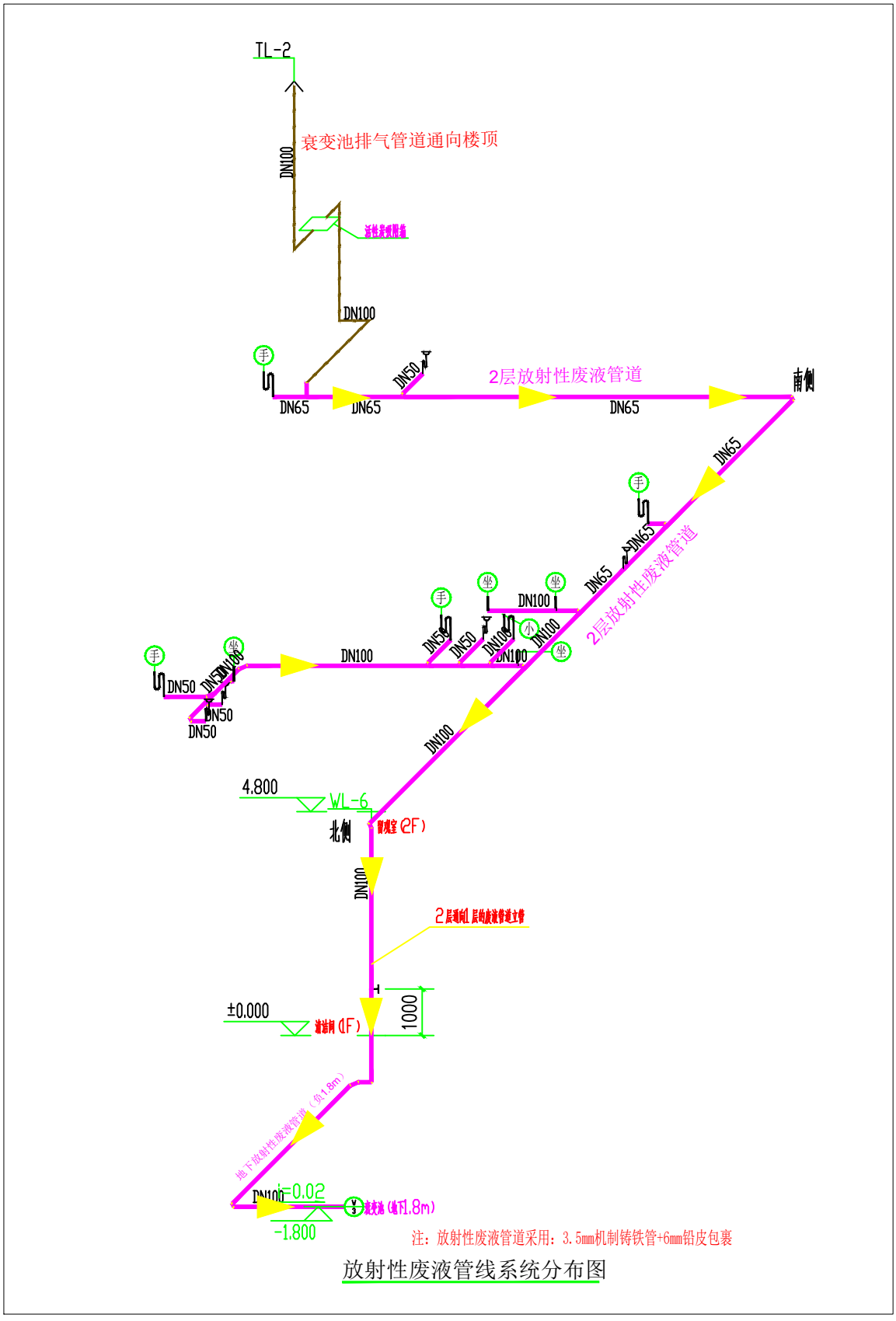
附图14 长春影和医学影像诊断中心核医学科通风管线分布图(二层)



附图15 长春影和医学影像诊断中心核医学科废水管线分布图(二层)

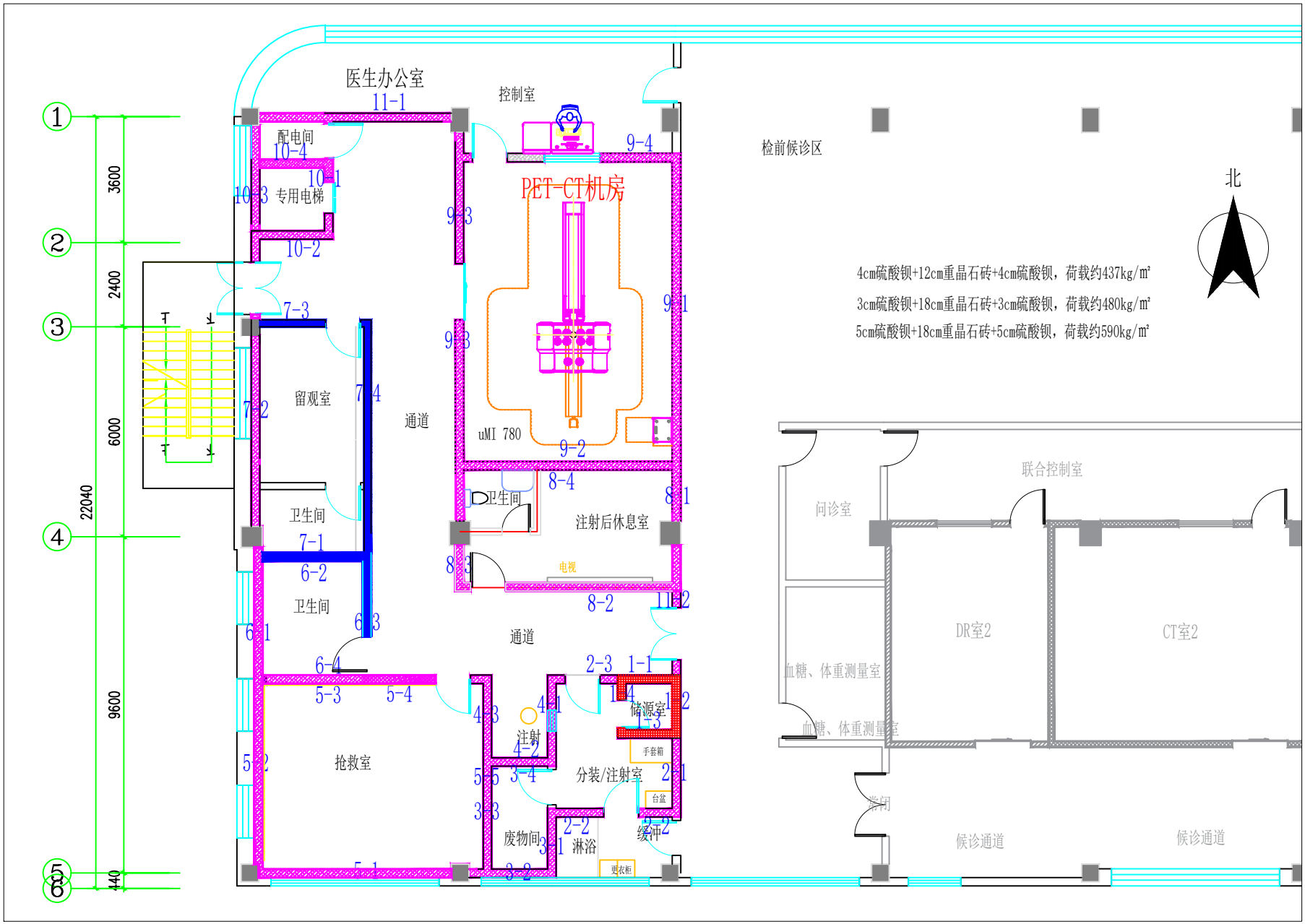


附图16 长春影和医学影像诊断中心核医学科废水管线分布图(一层)



放射性废液管线系统分布图

附图17 长春影和医学影像诊断中心核医学科废水管线系统分布图



附图18长春影和医学影像诊断中心核医学科预测关注点示意图(二层)



图 1 租赁影像中心大楼



图 2 东侧长城汽车销售中心



图 3 东侧的理想汽车销售中心



图 4 南侧售后服务中心



图 5 西侧农村农业厅办公楼



图 6 北侧长春市二道区人民法院

图 19-1 公司周围环境现场照片



图 1 拟建核医学科 1 层室内

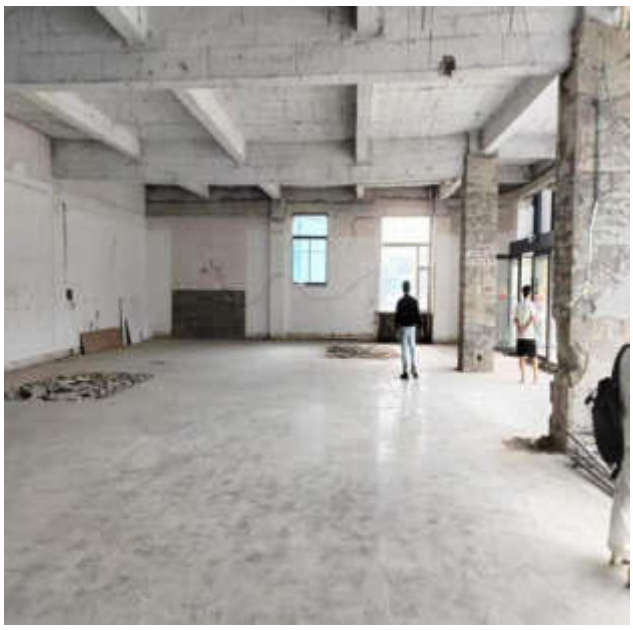


图 2 拟建核医学科 1 层室内



图 3 拟建核医学科 2 层室内



图 4 拟建核医学科 2 层室内

附图 19-2　拟建核医学科科室环境现场照片

附件1营业执照



统一社会信用代码

91220104MA140Y2R9M

营业执照



扫描二维码登陆"国家企业信用信息公示系统"，了解更多登记、备案、许可、监管信息。

（副 本） 1-1

名　　称　长春影和医学影像诊断中心有限公司

类　　型　有限责任公司（自然人投资或控股的法人独资）

法定代表人　汤晓兵

经营范围　许可项目：医疗服务；第三类医疗器械经营；第三类医疗设备租赁；检验检测服务。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动，具体经营项目以相关部门批准文件或许可证件为准）
一般项目：第一类医疗器械销售；第一类医疗设备租赁；第二类医疗器械销售；第二类医疗设备租赁；医院管理；信息技术咨询服务；教育咨询服务（不含涉许可审批的教育培训活动）；体育健康服务；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；健康咨询服务（不含诊疗服务）；远程健康管理服务；信息系统集成服务；专用设备修理；软件开发；计算机软硬件及辅助设备零售；软件销售；销售代理。（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）

注册资本　伍仟万元整

成立日期　2017年01月22日

住　　所　吉林省长春市朝阳区东民主大街482号长春中医药大学东民主校区301室

登记机关



2025 年 04 月 21 日

市场主体应当于每年1月1日至6月30日通过国家企业信用信息公示系统报送公示年度报告。

国家企业信用信息公示系统网址：http://www.gsxt.gov.cn　　国家市场监督管理总局监制

附件2 房屋租赁协议

房屋租赁合同

甲方（出租方）：吉林省吉刚汽车贸易有限公司
统一社会信用代码：_____
签约代表：陈岚
联系电话：_____

乙方（承租方）：长春影和医学影像诊断中心有限公司
统一社会信用代码：91220104MA140Y2R9M
签约代表：梁勇
联系电话：_____

依据《中华人民共和国民法典》租赁合同相关规定，甲乙双方本着平等、自愿、公平、诚信的原则，经友好协商，就乙方承租甲方房产用于经营医疗机构等事宜订立本合同。本合同为双方租赁事宜唯一有效书面约定。

第一条 租赁房屋基本情况

1. 房屋地址：吉林省长春市经开区自由大路 6308 号主楼 1-6 层，实际租赁面积约 4300 平方米；房屋产权相邻的场所、道路、停车区等一并交付乙方使用。（租赁面积以实际测量为准）

2. 产权承诺：甲方是房屋完整所有权人，房屋无抵押、查封、担保、产权纠纷。签订本合同后，甲方提供加盖公章的房屋产权复印件交给乙方留存。若因房屋产权问题导致乙方无法经营使用房屋，属于甲方根本违约。

3. 交付标准：房屋按现状交付，双方共同现场查验，签署《房屋交接清单》，同步拍摄房屋照片、视频留存。

第二条 租赁期限及免租期约定

一、自房屋、主楼前场场地交付乙方时计算租赁期，租赁期中包括免租期期间及非免租期期间，非免租期期间自免租期结束之日起 10 年期满。租赁期内甲方不得单方面缩短租期、提前收回房屋、场地、拒绝出租。

二、免租期约定：

1. 免租期规则：甲方给予乙方 5 个月整体免租期，整体免租期起算日为 4、5、6 层全部腾空并完整交付乙方当日（无论 4-6 层是到期按时清空，还是甲方提前完成清空，均以实际清空交付当日作为免租期起算节点）。

2. 分层使用约定：4、5、6 层现有第三方租户，原租期至 2026 年 5 月 31 日，甲方承诺 4、5、6 层在 2027 年 5 月 31 日前满足清空租户，交付条件（包括实地迁出及企业登记均迁出），

交付乙方。甲方与原租户的争议由甲方解决并承担相应责任。在4-6层腾空交付前，甲方先行交付1-3层及主楼前场地给乙方免费使用，乙方可正常装修、经营；1-3层此阶段使用时间计入免租期且1-3层的免租期顺延至4-6层的免租期期满，不另行计租。

3. 租金起算：5个月免租期届满次日起，乙方开始支付1-6层全部租金。

4. 双方配合义务：甲方负责协调原租户清场交付；若甲方逾期交付3-6层，免租期同步顺延；

5.如甲方未按照承诺的期限交付房屋的（2027年5月31），甲方承担乙方相应经营、收益损失（包括但不限于乙方不能正常开业所致的收益损失、乙方寻求替代场所支出的费用、租金等）、装修损失、施工损失、添置物品损失（装修损失、施工损失、置物品损失计算方法依次按照如下两种方式计算：①乙方在新场所装修、施工、添置物品花费的费用；②乙方在本房屋内支出的装修费、施工费、采购费按照10年均摊折旧，剩余未使用的期限对应比例价款即为损失，双方确认如不存在第①种损失时，则得用第②种方式计算损失）、搬迁损失（包括设备移机、办公搬运等）等。

第三条 租金约定（十年租金固定，永不涨价，无其他任何收费）

1. 租金：每年房屋固定租金人民币 900000.00 元（大写：玖拾万元整）。每年房屋主楼前方场地固定租金：人民币 180000.00 元（大写：壹拾捌万元整）。两项固定租金总计：人民币 1080000.00 元（大写：壹佰零捌万元整），该租金已包含全部税费。

2. 租金锁定约定：十年租赁全程租金价格固定不变，无论周边房租涨跌、物价上涨、政策变动，甲方都不得以任何形式提高租金，也不得通过各类杂费变相涨租。

3. 禁止额外收费：除每年约定租金以外，甲方不得收取管理费、房屋物业费、公摊费、场地使用费、协调费、配套服务费等任何名目费用，不得强制乙方接受任何附加条件、合作项目。甲方也不得指示、允许、放任其他第三方收取前述费用，如有发生的，乙方有权在应付甲方租金里扣减或者要求甲方赔偿。

4. 免租期内，乙方无需向甲方支付房屋及主楼前方场地租金；前期交付给乙方场地，装修期产生的水电费、采暖费、相关规费由乙方自行承担。

5. 租金支付：免租期结束后，双方选择按【半年】支付，乙方在每期用房开始前15个工作日，足额支付当期租金至甲方对公账户；甲方收到租金后3个工作日内，向乙方开具正规足额发票，发票种类为增值税专用发票。

6.双方同意如因国家调低增值税税率，则租金的含税金额相应调低。

7.租赁期内房产税等税费由甲方承担，如因税务部门无法联系甲方导致乙方垫付税费的，乙方有权从应付甲方租金中直接扣减，或者要求甲方返还垫付费用。

第四条 房屋改造与使用约定

1、乙方在施工前需向甲方支付装修及租赁保证金 30 万。保证金在乙方租期满或合同解除、终止后，经双方交接完成后七日内退还给甲方。

2. 乙方自行出资改造房屋水电、供暖、消防设施，办理电力增容、室内装修、医疗科室隔断施工，仅禁止破坏建筑主体承重结构（乙方对主体承重结构加固处理的不属于对主体承重结构的破坏）；全部施工、材料、行政审批相关费用均由乙方自行承担。

3. 甲方需无偿配合提供房屋产权资料、出具文件，协助乙方办理消防、卫健、电力、安监、环境、水务等经营所需审批手续，不得恶意阻挠、借机向乙方索要任何费用。甲方应在收到乙方通知 1 个工作日内提供产权资料、出具文件，如甲方拖延配合或者拖延提供、出具相应的文件的，乙方有权不支付拖延期间的租金，且甲方需要支付乙方延期期间租金 30%的违约金，延期后经乙方催告仍不能提供的，乙方有权解除合同，并要求甲方承担本合同约定的违约责任。

4. 租赁期限届满，依附于房屋、无法单独拆除的固定装修、消防管线等设施归甲方所有；乙方自有可移动医疗设备、器械、办公设施，由乙方自行拆除并搬离。

5.乙方有权将租赁场所作为医疗机构经营、作为办公场所使用、停车、设置广告牌等，乙方可以设立影像中心、体检中心等相关业态机构，乙方也可以就租赁房屋内设立销售公司等，乙方设立此类机构、企业，甲方不再收取费用，但是乙方应合法经营，租赁期满应当迁出。

6.乙方有权就空置的房屋转租给第三方，但租期不能超过本合同约定的租期。

7.甲方应当积极协调当地供水、供电、供暖（如有）、供气（如有）等部门为乙方独立开户，如果确实无法实现独立开户的，甲方允许乙方在租赁场所提供单独的水表、峰平谷电表、供暖表（如有）和燃气表（如有）等。若无法独立开户，则在非独立开户期间，乙方单独挂表计算用量，自行结算费用。

第五条 双方基础义务

（一）甲方义务

1. 全程保障租赁房屋可稳定正常开展经营活动，不得因甲方自身债务、产权问题引发第三方主张权利、司法查封，造成乙方停业、无法使用房屋。

2. 租赁期内如需转让、抵押房屋，必须提前书面通知乙方；房屋受让方、抵押权人需出具书面承诺，完整承接本合同全部条款，保证乙方 10 年租赁期限、固定租金标准不发生变更。

3. 房屋主体结构、公共主管道、主线自然损坏或非乙方故意破坏导致的不能使用的，甲方收到乙方书面通知 7 日内完成维修，并承担全部维修费用。

4. 合同履行全程，甲方不得新增本合同书面条款以外、约束乙方的任何附加条件、捆绑交

3. 合同附件：①房屋现场交接清单 ②房屋不动产权证书复印件（甲方加盖公章）

甲方（盖章）：吉林省吉刚汽车贸易有限公司

授权代表人签字：

签约日期：2026年7月31日

乙方（盖章）：长春影和医学影像诊断中心有限公司

授权代表人签字：

签约日期：2026年07月31

附件3 影像诊断中心环境影响登记表

建设项目环境影响登记表

填表日期：2026-03-11

项目名称	长春影和医学影像诊断中心有限公司新建项目		
建设地点	吉林省长春市经济技术开发区吉林省长春市经开区自由大路6308号	建筑面积(㎡)	1300
建设单位	长春影和医学影像诊断中心有限公司	法定代表人或者主要负责人	汤晓英
联系人	高万丰	联系电话	15241815319
项目投资(万元)	2000	环保投资(万元)	360
拟投入生产运营日期	2026 12 05		
建设性质	新建		
备案依据	该项目属于《建设项目环境影响评价分类管理名录》中应当填报环境影响登记表的建设项目，属于第105 医院：专科疾病防治院（所、站）；妇幼保健院（所、站）；急救中心（站）服务；采供血机构服务；基层医疗卫生服务项中住院床位20张以下的（不含20张住院床位的）。		
建设内容及规模	长春影和医学影像诊断中心有限公司新建项目，为长春市经开区提供医学影像诊断服务的医疗机构； 建设规模：诊疗人数100人次/d，无住院床位。		
主要环境影响	废水 生活污水 生产废水	采取的环保措施及排放去向	生活污水 有环保措施： 生活污水采取有效收集措施后通过排水管道排放至市政污水管网 生产废水 有环保措施： 医疗废水采取一体化污水处理设施消毒处理措施后通过排水管道排放至市政污水管网
	固废		环保措施： （1）医疗废物委托长春市环卫医疗废弃物处置有限公司进行处置；（2）生活垃圾委托环卫部门处理；
	噪声		有环保措施： (1)在设备选型时选购低噪声设备；(2)高噪声设应设隔振基石或铺设减振垫；(3)在设备运行过程中，注意设备的维护；

承诺：长卓影和医学影像诊断中心有限公司汤晓兵承诺所填写各项内容真实、准确、完整，建设项目符合《建设项目环境影响登记表备案管理办法》的规定。如存在弄虚作假、隐瞒欺骗等情况及由此导致的一切后果由长卓影和医学影像诊断中心有限公司汤晓兵承担全部责任。 法定代表人或主要负责人签字：
备案回执 该项目环境影响登记表已经完成备案，备案号：202622010000400000159。

附件4 辐射安全许可证

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： 长春影和医学影像诊断中心有限公司

地　　址： 吉林省长春市朝阳区东民主大街482号

法定代表人： 汤晓兵

种类和范围： 使用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。

证书编号： 吉环辐证[01158]

有效期至： 2028 年 07 月 25 日

发证机关：吉林省生态环境厅

发证日期：2023 年 07 月 26 日

中华人民共和国环境保护部制

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，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

<table>
<tr><td>单位名称</td><td colspan="4">长春影和医学影像诊断中心有限公司</td></tr>
<tr><td>统一社会信用代码</td><td colspan="4">91220104MA140Y2R9M</td></tr>
<tr><td>地　　址</td><td colspan="4">吉林省长春市朝阳区东民主大街 482 号</td></tr>
<tr><td>法定代表人</td><td>姓　名</td><td>汤晓兵</td><td>联系方式</td><td>13611122777</td></tr>
<tr><td rowspan="3">辐射活动场所</td><td>名　称</td><td colspan="2">场所地址</td><td>负责人</td></tr>
<tr><td>长春中医药大学联影医学影像诊断中心有限公司：影像中心二层</td><td colspan="2">吉林省长春市朝阳区东民主大街 482 号</td><td>闫聪轶</td></tr>
<tr><td>长春中医药大学联影医学影像诊断中心有限公司</td><td colspan="2">吉林省长春市朝阳区东民主大街 482 号</td><td>闫聪轶</td></tr>
<tr><td>证书编号</td><td colspan="4">吉环辐证[01158]</td></tr>
<tr><td>有效期至</td><td colspan="4">2028 年 07 月 25 日</td></tr>
<tr><td>发证机关</td><td colspan="3">吉林省生态环境厅</td><td>（盖章）</td></tr>
<tr><td>发证日期</td><td colspan="4">2023 年 07 月 26 日</td></tr>
</table>

（一）放射源

证书编号：吉环辐证[01158]

序号	活动种类和范围					使用台账						备注	
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度（贝可）×枚数	编码	出厂活度（贝可）	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
此页无内容													

（二）非密封放射性物质

证书编号：吉环辐证[01158]

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	长春中医药大学联影医学影像诊断中心有限公司	乙级	F-18	液态	使用	放射性药物诊断	2.96E+9	2.96E+7	7.4E+12		

（三）射线装置

证书编号：吉环辐证[01158]

序号	活动种类和范围					使用台账					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	长春中医药大学联影医学影像诊断中心有限公司	医用诊断X射线装置	III类	使用	2	DR	uDR 266i	512137	管电压 150 kV 管电流 630 mA	上海联影公司		
						DR	uDR780i	152009	管电压 150 kV 管电流 800 mA	上海联影公司		
2		医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	III类	使用	2	16排CT	uCT530	306016	管电压 140 kV 管电流 350 mA	上海联影公司		
						CT	uct960+	860193	管电压 140 kV 管电流 833 mA	上海联影公司		
3	长春中医药大学联影医学影像诊断中心有限公司：影像中心二层	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	PET-CT	uMI780	300019	管电压 140 kV 管电流 833 mA	上海联影公司		



MEE

（四）许可证条件

证书编号：吉环辐证[01158]

此页无内容

（五）许可证申领、变更和延续记录

证书编号：吉环辐证[01158]

序号	业务类型	批准时间	内容事由	申领、变更和延续前许可证号
1	延续	2023-07-26	延续，批准时间：2023-07-26	吉环辐证[01158]
2	变更	2021-07-26	变更，批准时间：2021-07-26	吉环辐证[01158]
3	变更	2020-08-13	变更，批准时间：2020-08-13	吉环辐证[01158]
4	申请	2018-07-26	申请，批准时间：2018-07-26	吉环辐证[01158]

（六）附件和附图

证书编号：吉环辐证[01158]

附件5 环评批复

吉林省环境保护厅文件

吉环审（表）字〔2018〕11号

吉林省环境保护厅关于长春中医药大学联影医学影像诊断中心有限公司核技术利用建设项目环境影响报告表的批复

长春中医药大学联影医学影像诊断中心有限公司:

你单位《长春中医药大学联影医学影像诊断中心有限公司核技术利用建设项目环境影响报告表》（报批版）及相关材料收悉。该项目环评审批事项在我厅网站公示期满。现批复如下:

一、项目概况

该项目位于长春市朝阳区东民主大街482号，长春中医药大学联影医学影像诊断中心。项目总投资为20000万元，其中环保投资770万元。项目建设内容如下:

放射线科：拟在影像中心一层应用1台CT、1台DR，拟在影像中心二层应用1台CT、1台DR、1台乳腺钼靶机。以上设备均

属于Ⅲ类射线装置。

核医学科：拟在影像中心一层应用 1 台 PET-MRI，属于Ⅲ类射线装置；PET-MRI 使用 1 枚校准源 ^{68}Ge，属于 V 类源，总活度为 7.4×10^{7} Bq。拟在影像中心二层应用 1 台 PET-CT，属于Ⅲ类射线装置；PET-CT 使用 1 枚校准源 ^{68}Ge，属于 V 类源，总活度为 7.4×10^{7} Bq。拟应用非密封放射性物质 ^{18}F，日等效最大操作量 2.96×10^{7}Bq，年最大用量 7.4×10^{12}Bq，为乙级非密封放射性物质物质工作场所。

二、批复意见

你单位在认真落实各项污染防治措施及本批复要求的前提下，原则同意按照环境影响报告表所列项目的地点、性质、规模、环境保护措施进行项目建设，并按照相关要求进行完善。

三、措施要求

（一）明确辐射管理机构和职责，完善操作规程、岗位职责、辐射防护、安全保卫、设备维修、台账管理、使用登记、辐射事故应急预案等规章制度，并严格执行。

（二）配备必要的辐射监测仪器和辅助防护用品，定期开展环境监测和个人剂量监测，并建立个人剂量和职业健康档案。

（三）辐射安全管理人员和辐射工作人员应按要求参加辐射防护培训并取得合格证书，做到持证上岗。

（四）严格按照国家有关安全和防护标准的要求划分监督区、控制区。辐射项目工作场所必须设立明显的“电离辐射”标志和中文警示说明。

（五）你单位在收到此批复后须及时办理辐射安全许可证相

关手续，收到此批复后20个工作日内将批准后的环境影响报告表及批复文件分送省辐射环境监督站和长春市环保局，并按规定接受各级环境保护行政主管部门的日常监督检查。项目竣工后，你单位须按规定标准和程序自行进行环保验收，并依法公开验收报告。

吉林省环境保护厅

2018年1月29日

抄送：省环境工程评估中心，省辐射环境监督站，长春市环保局。

吉林省环境保护厅行政审批办公室　　2018年1月29日印发

附件6 验收意见

长春中医药大学联影医学影像诊断中心有限公司核技术利用建设项目竣工环境保护验收意见

2020年1月16日，长春中医药大学联影医学影像诊断中心有限公司主持了长春中医药大学联影医学影像诊断中心有限公司核技术利用建设项目竣工环境保护验收会议，根据长春奥狮环境检测有限公司和吉林省安全生产检测检验股份有限公司出具的检测报告，严格依照国家有关法律法规、建设项目竣工环境保护验收技术要求、本项目环境影响报告表和原吉林省环境保护厅审批文件等要求，组成验收组对本项目进行验收，提出如下验收意见：

一、工程建设基本情况

（一）建设地点、规模、主要建设内容

长春中医药大学联影医学影像诊断中心有限公司在吉林省长春市朝阳区东民主大街482号影像中心楼内建设2座DR机房和相应功能房间，2座CT机房和相应功能房间，1座乳腺钼靶机机房及其相应功能房间；建设1座PET-CT机房和相应功能房间，应用非密封放射性物质^{18}F。

（二）环保审批情况

原吉林省环境保护厅于2018年1月29日对该项目环境影响评价文件给予批复，批复文号：吉环审（表）字[2018]11号。

（三）投资情况

本项目工程总投资为20000.0万元，其中环保投资为770.0万元。

（四）验收范围

本项目PET-CT机房、核医学科及5台X射线装置机房及周围环境。

二、工程变更情况

本项目除1台PET-MIR未建设及^{68}Ge放射源未使用外，其余实际建设内容与环评时一致，未发生变更。

三、工程环境保护执行情况

（一）本项目按相关要求进行了屏蔽防护，数据在验收调查表内进行了详细列举；设置了患者注射前后、医护人员以及药物进入的专用通道。

（二）本项目将 PET-CT 机房、核医学科、X 射线装置机房划分为控制区，与其相邻的走廊、操作室等划分为监督区，在控制区入口及监督区设置了工作指示灯、“电离辐射”标志和中文警示说明。

（三）设置了闭门装置、急停按钮等安全连锁措施；设置了机械通风设备。

（四）该项目配备了视频监控系统、辐射场所监测仪器、个人剂量计和个人防护用品。定期进行辐射场所监测和个人剂量检测。

（五）设置了 $4m^3$ 的四级衰变池。

（六）核医学科使用的非密封放射性物质 ^{18}F 来源为外购，销售公司负责送货至 长春中医药大学联影医学影像诊断中心有限公司核医学科。

（七）辐射工作人员参加了辐射安全相关培训，并取得合格证书。

（八）制定了辐射防护规章制度和辐射事故应急预案。

（九）长春中医药大学联影医学影像诊断中心有限公司取得辐射安全许可证，证号：吉环辐证[01158]。

四、环保设施调试效果

上述环境保护设施在调试期间运行正常。

五、环境风险防范

加强放射性同位素、射线装置使用中的辐射防护和安全管理，制定并落实了辐射防护规章制度及详细周密的辐射事故应急预案，确保辐射项目安全运行。

核医学科使用的非密封放射性物质 ^{18}F 来源为外购，运输过程的风险防范由销售公司负责。

核医学科产生的放射性废物已妥善保存在专用废物暂存间，及时送贮或在审管部门监督下安全处置。

六、环境监测结果、个人剂量监测结果及评价

关机状态下 PET-CT 机房周围 γ 辐射空气吸收剂量率范围为 67.2nGy/h～74.1nGy/h，开机状态下 PET-CT 机房周围辐射剂量率监测值范围为 73.9nGy/h～99.0nGy/h。

关机状态下 X 射线装置机房周围环境 X-γ 辐射剂量率变化范围为 68.1nGy/h～81.0nGy/h，开机状态变化范围为 77.1～553.7nGy/h。

开机时院区外环境敏感点 X-γ 辐射剂量率变化范围为 86.4nGy/h～

90.3nGy/h。

核医学科周围辐射环境γ辐射空气吸收剂量率范围为 76.5nGy/h～117.3nGy/h，均在长春地区室内γ辐射剂量率范围 55.6nGy/h～144.4nGy/h 内。

β表面污染水平变化最大值为 1.13Bq/cm²，低于工作场所控制区表面污染评价标准 40Bq/cm²及工作场所监督区表面污染评价标准 4Bq/cm²。

由《放射性核素检测报告》可知，本项目核医学科衰变池排放口的废水中总α、总β的含量为 0.029Bq/L、0.214Bq/L 与饮用水中总α、总β相当。

根据个人剂量检测报告，辐射工作人员单季度个人剂量监测最大值为 0.04mSv，其受到的年附加剂量约为 0.16mSv，工作人员年个人剂量满足工作人员剂量约束值 5mSv/a 的标准要求。

根根据本项目 PET-CT 机房外周围环境 X-γ辐射剂量率计算公众成员所受年个人剂量最大值约为 0.008mSv/a。公众个人剂量满足公众剂量约束值 0.25mSv/a 的标准要求。

根据 X 射线装置各机房外周围环境 X-γ辐射剂量率计算公众成员所受年个人剂量最大值约为 0.083mSv/a。公众个人剂量满足公众剂量约束值 0.25mSv/a 的标准要求。

七、验收结论及后续要求

依据该工程的实际建设情况、验收监测结果及现场勘查情况，认为长春中医药大学联影医学影像诊断中心有限公司核技术利用建设项目符合环境保护验收条件。同意该工程通过竣工环境保护验收。

建议长春中医药大学联影医学影像诊断中心有限公司继续加强辐射安全管理，结合辐射工作人员个人剂量检测结果，制定必要的轮岗制度，避免工作人员个人剂量超出剂量约束值。同时加强用药患者的管理，防止其对无关人员的附加照射。同时应关注辐射项目周围环境保护目标的辐射安全。

八、验收人员信息

长春中医药大学联影医学影像诊断中心有限公司核技术利用建设项目

	姓名	单位	电话	身份证号码	验收意见	签字
专业技术专家组	罗云舞	吉林大学第二医院	13514313285	220104196009153310	同意	罗云舞
	王刚龙	吉林省辐射环境监测站	13514300822	220105196204082604	同意验收	王刚龙
建设单位	孙松涛	长春中医药大学联影医学影像诊断中心	15604451333	210726199504183114	同意验收	孙松涛
设计单位						
施工单位						
环评单位	刘辉	吉林省松桥环保有限公司	13944869846	220121197009021116	同意验收	刘辉
验收单位	张春川	长春奥狮环境检测有限公司	17790097121	220882197804220748	同意验收	张春川

附件 7　核医学科设备操作规程

核医学科设备操作规程

1、PET/CT 操作人员必须具备相关知识，具有国家承认的大型医疗设备上岗资格。

2、开机前检查机房温度（18 摄氏度-25 摄氏度）、湿度（20%-60%）是否符合设备要求。

3、开机后先检查机器是否正常，有无提示错误等。

4、机器正常预热完成后，方可进行扫描程序。

5、扫描前必须熟悉申请单，了解病情，明确部位、检查目的。在扫描登记本上详细记录病人的相关信息。

6、扫描前必须向患者交代注意事项。患者被检查部位的所有饰物等金属物品必须摘除，以免干扰图像。

7、对于不能合作的病人，须事先给予镇静剂。

8、主班人员要了解当日检查病人的情况和检查顺序，根据检查项目不同选择适当的检查程序（protocol）。

9、根据病情需要，主班医师判断是否需进行增强扫描（多期扫描）、胃肠道准备、延迟显像等。病人需要注射增强造影剂者，主班医生要交代可能的副作用及注意事项，需要本人或亲属签定知情同意书，然后方可进行增强扫描。

10、心脏成像检查者需要口服倍他洛克控制心率在 70 次 / 分以下，并需要注射增强造影剂。

11、检查完毕，要观察图像质量是否满足要求，认可后通知病人离开，隔日取报告。

12、一般要求当日完成检查者图像拍摄、报告签发，对疑难病例需进行核医学科医师组和请相关专家会诊讨论。

13、主班人员工作完毕离岗时需要及时检查设备的磁盘容量，不高于50%，检查 PET 操作间的相关电脑、CT/MR 是否关机，并将操作台面整理清洁。

14、每日工作完毕，关好机器，清洁机器上的污物和血迹等。

15、出现故障时应立即停机，及时记录、上报。

长春影和医学影像诊断中心有限公司

签发人：汤晓兵

长春影和医学影像诊断中心有限公司
辐射安全事故应急预案

为及时有效处理放射性同位素与射线装置使用过程中发生的辐射事故，控制和减轻事故后果，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 449 号）等文件精神，结合本公司实际，制定本预案。本预案所指辐射事故，是指放射性同位素和射线装置失控受到异常照射的事故。

一、成立应急组织机构及其职责

为了加强辐射事故应急工作的统一指挥、及时应对、处理公司成立了辐射事故应急领导小组，负责公司内的辐射事故应急管理工作。

人员组成如下：

组　长：	汤晓兵（法人 ）	电话：13904309134
副组长：	梁　勇（总经理 ）	电话：13898150022
	高万丰（院长）	电话：15241815319
	刘丽娟	电话：13580513656
成　员：	杨 毅	电话：18943209091
	孙祥睿 （技师长）	电话：13689859982
	赵丽秋	电话：15043094100
	张效榕	电话：17629215247
	孙　博 （护士长）	电话：17743481306

（一）应急指挥中心

总指挥：汤晓兵

成　员：梁　勇 高万丰

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）对辐射事故的现场进行组织协调、安排救助，指挥辐射事故应急救援行动；

（3）负责向上级行政主管部门报告辐射安全事件应急救援情况；

（4）负责恢复本单位正常秩序。

（二）现场处置组：

组　长：高万丰

成　员：张效榕

主要职责：

（1）接到辐射事故发生的报告后，立即赶赴现场，若为射线装置辐射事故应立即切断控制台电源，中止射线装置持续出束工作。

（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、正确盘点事件性质，将事故情况报告应急指挥中心；

（4）配合上级相关主管部门（生态环境、卫生、公安）进行检测和现场处理等各项工作。

（三）现场救护组：

组　长：梁　勇

成　员：赵丽秋

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损伤情况；

（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。

（四）后勤保障组：

组　长：刘丽娟

成　员：孙　博

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）保证发生辐射事故的应急物资供应。

二、辐射事故分级

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。

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。

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人以上（含10人）急性重度放射病、局部器官残疾。

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。

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值的照射。

三、应急处置程序

本单位一旦发生辐射事故，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，并在第一时间向本单位领导小组报告，同时启动应急指挥系统，具体程序如下：

（一）迅速报告

发生事故的单位必须立即将发生事故的性质、时间、地点、科室名称、联系人、电话等报告给辐射事故应急领导小组办公室，办公室立即将情况向辐射事故应急领导指挥中心汇报，并做好准备。发生或者发现辐射事故，必须尽快向生态环境部门、卫生行政部门、公安机关报告，最迟不得超过二小时。填写《辐射事故报告卡》并在二十四小时内报出。造成环境放射污染的，还应当同时报告当地环境保护部门。应急电话如下：

吉林省生态环境厅（吉林省核安全监督局）：

0431-89963089

长春市生态环境局：	0431-85378233
长春市生态环境局经济技术开发区分局：	0431-84630074
长春经济技术开发区卫生健康局：	0431-89917630
长春市公安局（经开区分局）：	0431-84647111、110

（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，若为射线装置辐射事故首先采取措施应立即切断电源，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；封锁事故现场，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，将事故情况报告应急指挥中心。

（三）启动应急系统

当发生放射性同位素和射线装置失控等原因导致人员受到超过年剂量限值的照射时，当事人应立即报告科室负责人，科室负责人接报后应立即报告组长，由组长决定是否启动应急预案并通知相关人员参与应急处置。

（1）现场报告

根据现场情况，由本公司应急指挥中心将事故发生时间、地点、造成事故的射线装置名称等主要情况报告市生态环境局、卫健委、公安局等相关部门以及上级行政主管部门。

（2）现场应急处置

放射事件应急响应处置：

1、当射线装置发生人员超剂量照射时，应立即切断电源，封锁事故现场，禁止无关人员进入，划出警戒线，以免发生误照射。通知设备生产厂家，并立即报告当地生态环境部门、卫生部门，配合上述部门进行应急调查处理。

2、若非密封物质丢失、被盗、失控应紧急封闭现场，封锁事故现场，禁止无关人员进入，划出警戒线，以免发生误照射，快速找出放射性物质位置并及时归位。立即报告当地生态环境部门、卫生部门，配合上述部门进行应急调查处理。

3、当放射性同位素发生人员超剂量照射时，应立即封锁事故现场，禁止无关人员进入，划出警戒线，以免发生误照射。并立即报告当地生态环境部门、卫生部门，配合上述部门进行应急调查处理。

4、立即转移受照射人员，送至职防所医院(指定的或有条件救治辐射照射损

伤病人的医院)进行检查和疗。

四、应急准备

为了保证辐射事故应急工作的有效进行，辐射事故应急工作领导小组要做好事故应急的人员、物资的准备工作，主要包括以下内容：

（一）辐射事故应急工作的基本任务是减少危害、保护公众。

（二）有关科室要做好辐射事故应急准备和应急响应的详细方案，主要职责为：

（1）医务部门：负责组织医务人员对事故中的受伤害人员提供医疗救护。

（2）后勤部门：负责处理事故所需的后勤物资供给。

（3）综合部门：负责处理事故所需的救治器材和救治药品供给，提供防护设备。

（4）保卫部门：负责辐射事故向公安部门报告，维护正常医疗秩序，协助有关部门的调查。

（三）准备必要的应急设施、设备和相互之间快速可靠的通讯联络系统。

（四）准备辐射监测系统、辐射防护用品、药品和其他物资，用于辐射事故应急工作的设施、设备和通讯联络系统、辐射监测系统以及防护器材、药品等，应当处于良好状态。

（五）定期对职工进行辐射安全与防护事故应急知识的专门教育，对辐射事故应急工作人员进行培训，适时组织进行辐射事故应急演习。

五、应急计划

（一）当放射性同位素和射线装置失控事故时，操作人员应根据现场情况及时采取应急防护措施（若为射线装置意外事故关闭设备电源），人员及时撤离事故现场，并向预防保健科报告情况，公司进入应急待命状态，辐射事故应急工作领导小组根据情况及时向上报主管部门，并做好辐射事故后果预测与评价以及环境放射性监测等工作，为采取辐射事故应急对策和应急防护措施提供依据。

（二）辐射事故应急工作领导小组应当根据现场事故影响范围，实行有效的剂量监督。并做好辐射事故现场接受照射人员的救护、转运和医学处置工作。

（三）在辐射事故应急工作领导小组的统一指挥下，由辐射防护人员对事故现场进行处理，整个过程应实施有效的剂量监督。

六、应急状态终止

根据对现场的剂量监督情况，向生态环境行政主管部门申请解除现场应急状态。

七、恢复措施

（一）人员安置

在应急状态终止后，确定人员分工和安置，使他们能够回到正常工作中，也可考虑对人员进行培训和反馈。例如，提前通知所有工作人员明确工作职责和任务，及时为他们安排适当的工作内容和时间，帮助他们快速适应新的工作环境和要求。

（二）设备和物资的检查和存储

应急救援需要使用各种设备和物资，当应急工作结束后，需要对这些设备和物质进行检查和储存，为下一次应急救援预案储备物质和设备。

（三）信息储存

所有有关应急救援的信息需要保存至少三年，以备将来的查询和评估。在所有工作完成后，需要对所有信息进行整理和分类，并储存到指定的位置。在应急情况下，帮助后续工作更加高效和有序。

八、事故的调查及处理报告

辐射事故应急状态终止后，辐射事故应急工作领导小组应当组织相关人员进行事故的调查、分析，并向生态环境与公安等主管部门提交详细的事故处理报告。

九、应急演练

公司每年至少一次应急演练。

十、应急培训

若发生突发辐射事故人员采取的防护措施、撤离路线等内容，对公司所有人员进行培训。

长春影和医学影像诊断中心有限公司

2026 年 8 月 22 日

附件 9：个人剂量报告

吉林省查德威克科技有限公司

检 测 报 告

样品受理编号：6A1700-2　　共 2 页　第 1 页

检测项目	个人剂量监测	检测方法	热释光
用人单位	长春影和医学影像诊断中心	委托单位	长春影和医学影像诊断中心
检测/评价依据	GBZ128-2019		
检测室名称	热释光实验室	检测类别/目的	委托/常规监测
检测仪器名称/型号/编号	热释光剂量仪/RGD-3D/SC221005	探 测 器	热释光剂量计(TLD)-片状（圆片）-LiF(Mg,Cu,P)

检测结果：

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴起始日期	佩戴天数(天)	个人剂量当量 $H_p(10)$ (mSv)
24937	赵丽秋	女	诊断放射学(2A)	2026-04-01	91	0.11
24938	李岩	女	诊断放射学(2A)	2026-04-01	91	0.05
24939	侯宪斌	男	诊断放射学(2A)	2026-04-01	91	0.15
24944	王冬月	女	诊断放射学(2A)	2026-04-01	91	0.02*
24947	李盈盈	女	诊断放射学(2A)	2026-04-01	91	0.08
24948	孙祥睿	男	诊断放射学(2A)	2026-04-01	91	0.02*
24950	邵晴	女	诊断放射学(2A)	2026-04-01	91	0.02*
24951	陈静	女	诊断放射学(2A)	2026-04-01	91	0.02*
24953	孙莹	女	诊断放射学(2A)	2026-04-01	91	1.15
24956	陆月	女	诊断放射学(2A)	2026-04-01	91	0.04
26122	卢海军	男	诊断放射学(2A)	2026-04-01	91	0.06
26123	卢铁英	女	诊断放射学(2A)	2026-04-01	91	0.25
28361	刘丽娟	女	诊断放射学(2A)	2026-04-01	91	0.02*
28883	万紫萱	女	诊断放射学(2A)	2026-04-01	91	0.14
29870	唐旭	男	诊断放射学(2A)	2026-04-01	91	0.19
29871	李奕辰	男	诊断放射学(2A)	2026-04-01	91	0.09
30118	杨毅	男	诊断放射学(2A)	2026-04-01	91	0.09

检测结果：

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴起始日期	佩戴天数(天)	个人剂量当量 $H_p(10)$ (mSv)
31554	尚海龙	-	诊断放射学(2A)	2026-04-01	91	0.02*
31572	高万丰	-	诊断放射学(2A)	2026-04-01	91	0.02*
32284	闫一鸣	-	诊断放射学(2A)	2026-04-01	91	0.18
33828	左晓军	-	诊断放射学(2A)	2026-04-01	91	0.02*
34909	李馨怡	-	诊断放射学(2A)	2026-04-01	91	0.02*
34956	袁志斌	-	诊断放射学(2A)	2026-04-01	91	0.05
35295	景永生	-	诊断放射学(2A)	2026-04-01	91	0.02*
35296	李惠民	-	诊断放射学(2A)	2026-04-01	91	0.10
35297	常跃玲	-	诊断放射学(2A)	2026-04-01	91	0.02*
35298	王惠	-	诊断放射学(2A)	2026-04-01	91	0.06
35438	孙甜甜	-	诊断放射学(2A)	2026-04-01	91	0.43
35760	张炜烨	-	诊断放射学(2A)	2026-04-01	91	0.29
35830	张效相	-	诊断放射学(2A)	2026-04-01	91	0.29
37205	孙博	-	诊断放射学(2A)	2026-04-01	91	0.21
37470	辛中原	-	诊断放射学(2A)	2026-04-01	91	0.08

（以下空白）

备注：

本周期的调查水平的参考值为：1.25mSv　　* 标注的结果<MDL　　# 标注的结果为名义剂量

检测人：　　审核人：　　签发人：

2026 年 7 月 2 日

附件 10 核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

刘丽娟，女，1972年07月16日生，身份证：231022197207165122，于2026年09月参加辐射安全管理辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS26JL2200236　　有效期：2026年09月02日 至 2031年09月02日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

刘丽娟，女，1972年07月16日生，身份证：231022197207165122，于2023年09月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS23JL0300100　　有效期：2023年09月10日 至 2028年09月10日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

附件 10 核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单


核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

张效榕，男，1995年04月05日生，身份证：220402199504051415，于2026年09月参加 核医学 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS26JL0300075　　有效期：2026年09月10日 至 2031年09月10日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn


核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

赵丽秋，女，1990年09月14日生，身份证：220183199009143O4X，于2026年09月参加 核医学 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS26JL0300073　　有效期：2026年09月10日 至 2031年09月10日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

附件 10 核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单


核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

孙莹，女，1990年09月27日生，身份证：220103199009272720，于2026年09月参加 核医学 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS26JL0300072　　有效期：2026年09月10日 至 2031年09月10日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn


核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

杨毅，男，1966年06月03日生，身份证：220211196606039515，于2026年09月参加 核医学 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS26JL0300081　　有效期：2026年09月20日 至 2031年09月20日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

附件 10 核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

唐旭，男，1996年02月06日生，身份证：220122199602063515，于2026年09月参加 核医学 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS26JL0300083　　有效期：2026年09月20日　至 2031年09月20日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

孙祥睿，男，1996年07月15日生，身份证：220183199607154611，于2026年09月参加 核医学 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS26JL0300080　　有效期：2026年09月20日 至 2031年09月20日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

附件11 辐射环境检测报告

250812050086

监 测 报 告

黑源检字【2026】0820-02 号

项目名称：长春影和医学影像诊断中心有限公司核医学科迁建核技术利用建设项目

委托单位：长春影和医学影像诊断中心有限公司

监测类别：委托监测

报告日期：2026 年 08 月 20 日

黑龙江源宁环境检测有限公司

（检验检测专用章）

说　明

1、　报告无本单位测试报告专用章、骑缝章、CMA 章无效。

2、　复制报告未重新加盖本单位测试报告专用章无效。

3、　报告涂改无效。

4、　自送样品的委托测试，其监测结果仅对来样负责；对不可复现的监测项目，结果仅对采样（或监测）当时所代表的时间和空间负责。

5、　对监测报告如有异议，请于报告发出之日起的两个月之内以书面形式向本站提出，逾期不予受理。

单位名称：　黑龙江源宁环境检测有限公司　电　　话：13204518562

单位地址：哈尔滨市南岗区文景头道街115号1-2层3号

邮政编码：150000　　电子邮件：hljyuanningjc@163.com

监 测 报 告

监测项目	X-γ辐射空气吸收剂量率		
委托单位	长春影和医学影像诊断中心有限公司		
委托单位地址	吉林省长春市经开区自由大路 6308 号		
监测类别	委托监测	监测方式	现场监测
委托日期	2026 年 07 月 25 日		
环境条件	监测时间：2026 年 07 月 30 日 天气：阴，室外温度：31℃；监测湿度：68%		
监测地点	吉林省长春市经开区自由大路 6308 号		
监测仪器	仪器名称	多功能辐射测量仪	
	规格型号	FH40G-X+FHZ672E-10	
	测量范围	1nSv/h～100μSv/h	
	仪器校准有效日期	2025 年 12 月 24 日~2026 年 12 月 23 日	
监测方法	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）		
监测结果	监测结果见附表 1		
监测布点	监测布点示意图见附图 1		
监测结论	通过对公司陆地环境及核医学科拟建位置所在区域周围环境进行监测可知：本项目院区核医学科拟建位置所在区域及陆地环境 X-γ辐射空气吸收剂量率为 73nGy/h～95nGy/h。		

报告编写人：张伟　　审 核 人：王娟娟　　授权签字人：刘昊

审核日期：2026.08.20　授权日期：2026.08.20

（检验检测专用章）

附表 1

表 1　X-γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

序号	点位描述		X-γ 辐射空气吸收剂量率（nGy/h）		备注
			监测结果	标准差	
1	院区陆地环境		73	0.97	
2	院区陆地环境		74	1.02	
3	长城汽车销售中心（室内）		85	1.12	
4	院区陆地环境		75	1.06	
5	汽车维修车间（室内）		94	1.38	
6	吉林省农业农村厅办公楼（室内）		93	1.35	
7	影像诊断中心一层	拟建候诊区	92	1.31	
8		拟建候诊区	89	1.28	
9		拟建 DR 机房 1	88	1.29	
10		拟建 CT 机房 1	93	1.33	
11		拟建检查出口	94	1.37	
12		拟建检查出口	92	1.36	
13	影像诊断中心二层	拟建等候休闲区	91	1.32	
14		拟建检查候诊区	90	1.29	
15		拟建 PET-CT 控制室	87	1.25	
16		拟建医生办公室	92	1.31	
17		拟建 PET-CT 机房	91	1.30	
18		拟建走廊	89	1.28	
19		拟建走廊	87	1.26	
20		拟建留观室	91	1.34	
21		拟建卫生间	93	1.37	
22		拟建注射后休息室	88	1.26	
23		拟建通道	92	1.36	
24		拟建卫生间	86	1.25	
25		拟建抢救室	92	1.30	
26		拟建注射室	95	1.38	
27		拟建储源室	84	1.25	
28		拟建分装/注射室	86	1.26	
29		拟建医废间	87	1.30	
30		拟建淋浴/缓冲间	93	1.38	
31		拟建 DR 机房 2	92	1.34	
32		拟建 CT 机房 2	87	1.06	
33	影像诊断中心三层	拟建诊室走廊	88	1.15	
34		拟建诊室走廊	90	1.21	
35		二层屋顶	86	1.25	
36		二层屋顶	90	1.26	
注：上述数值已进行修正，已扣除宇宙射线响应值					

附图 1

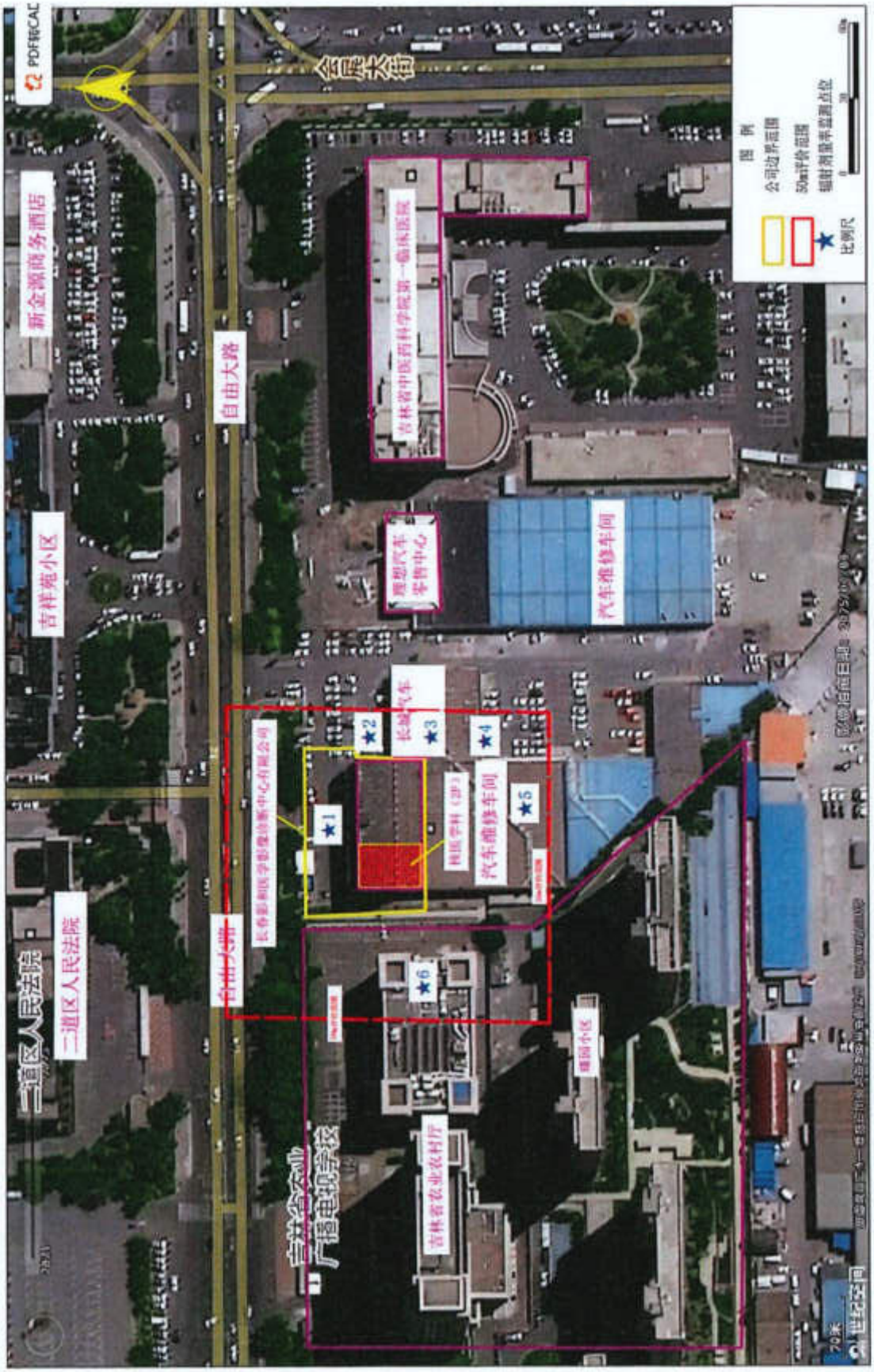


图 1　总平面监测布点示意图

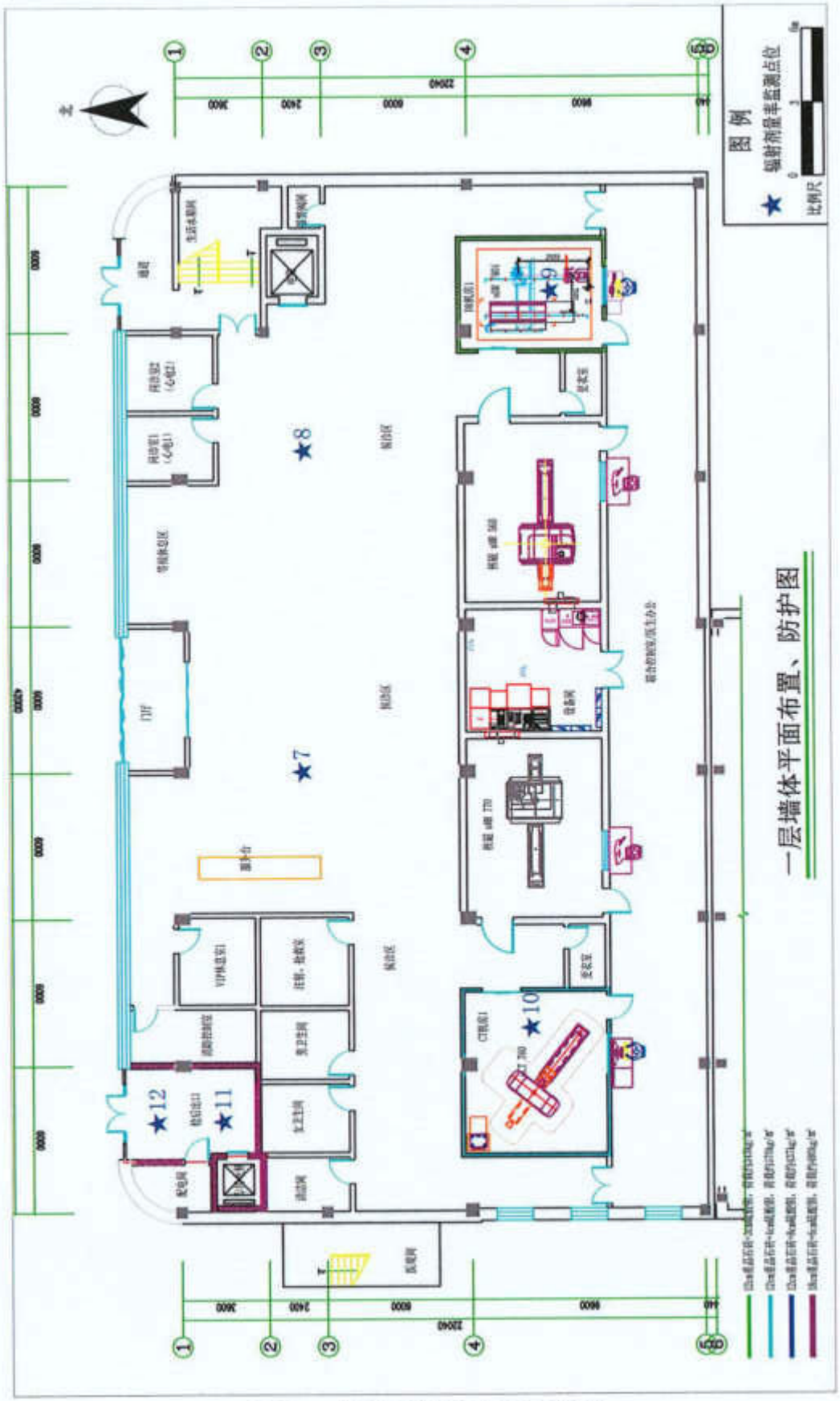


图 2　一层平面监测布点示意图



图 3　二层平面监测布点示意图

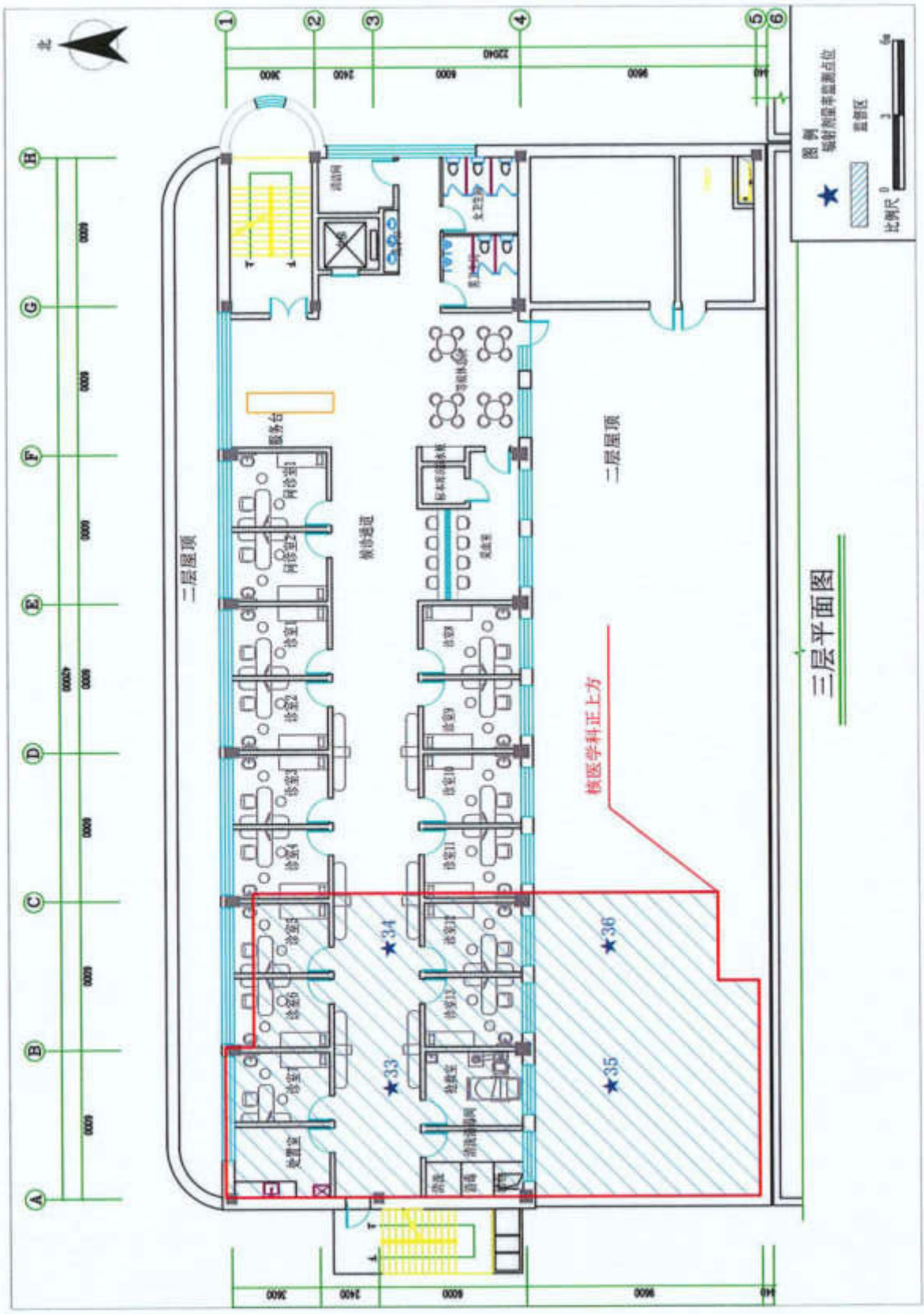


图 4 三层平面监测布点示意图

注：*为监测点。

监测员：

记录员：

校准证书编号：2025H21-10-6288117001
Calibration certificate series No.

上海市计量测试技术研究院有限公司
Shanghai Institute of Measurement and Testing Technology Co., Ltd.

华东国家计量测试中心
National Center of Measurement and Testing for East China

校准证书
Calibration Certificate

委托者 Customer	黑龙江源宁环境检测有限公司
联络信息 Contact Information	/
器具名称 Name of Instrument	便携式X、γ辐射周围剂量当量率仪
制造厂 Manufacturer	Thermo SCIENTIFIC
型号/规格 Model/Specification	FH40G-X+FHZ672E-10
器具编号 No. of Instrument	41546+10982
器具准确度 Instrument Accuracy	/

批准人 Approved by：忻智炜 忻智炜

核验员 Checked by：袁杰 袁杰

校准员 Calibrated by：白雪 白雪

发布日期 Issue date：2025 年 Year 12 月 Month 24 日 Day

地址：上海市张衡路1500号（总部）
Address No.1500 Zhangheng Road, Shanghai(headquarter)
咨询电话：800-820-5172
Inquiry line
实验室地址：上海市张衡路1500号
Lab Address No.1500, Zhangheng Road, Shanghai, China
投诉电话：021-50798262
Complaints line
网址：www.simt.com.cn
Website

SIMT

校准证书编号：2025H21-10-6288117001
Calibration certificate serial No.

本次校准所依据的技术规范（代号、名称）：
Reference documents for the calibration (code、name)

JJG 393-2018《便携式X、γ辐射周围剂量当量(率)仪和监测仪检定规程》

本次校准所使用的测量设备（含标准物质）：
Main measurement instruments used in this calibration

名称 Name	型号规格 Model	编号 Number	测量范围 Measurement range	不确定度或准确度等级或最大允许误差 Uncertainty/Accuracy Class/ Maximumpermissible error	溯源机构名称 Nameof traceability institution	证书编号有效期限 Certificate No. /Due date
防护水平电离室剂量计（γ）	T10022+32002	000459+000565	1×10^{-6} Gy/h~1×10^{-1} Gy/h	$U_{rel(\gamma)}$=3.2%（k=2）	NIM	DLj2025-00909/ 2026-01-19
防护水平电离室剂量计(X)	T10022+32002	000459+000565	1×10^{-6} Gy/h~1×10^{-1} Gy/h	$U_{rel(X)}$=2.6%（k=2）	NIM	DLj2025-02573/ 2026-03-02
/	/	/	/	/	/	/

以上测量设备的量值溯源至国家计量基准/社会公用计量标准。
Quantity values of above measurement instruments are traced to the National Primary Standards of P.R. China / the Measurement Standard for Public Service

其他校准信息：
Calibration information

地点：上海市张衡路1500号电离辐射楼103室
Location

温度：20℃； Ambient temperature　湿度：60%RH; Humidity　其他：气压：101.3kPa Others

受样日期 2025年12月23日 Received date　校准日期 2025年12月23日 Date for calibration

备注：/
Note

收费标准可通过本公司官方网站（www.simt.com.cn）>客户服务>办事指南>收费标准>委托计量服务收费标准进行查询，如有疑问可致电800-820-5172问询。

校准证书续页专用
Continued page of calibration certificate

第 2 页共 3 页
Page of total pages

SIMT

校准证书编号：2025H21-10-6288117001
Calibration certificate series No.

校准结果/说明：
Results of calibration and additional explanation

1. 剂量响应 （使用^{137}Cs γ参考辐射）

周围剂量当量率 μSv/h	70	5	1
校准因子C_f	1.11	1.13	1.14
相对误差(%)	-9.7	-11.6	-12.6

2. 能量响应

周围剂量当量率 μSv/h	70			
X管电压 kV	80	100	150	200
校准因子C_f	0.68	0.72	1.08	1.60
能量响应R'_E	1.62	1.53	1.03	0.69

3. 相对固有误差： -12.6%

4. 重复性： 0.7%

$$\text{校准因子}C_f=\frac{\text{周围剂量当量率}\dot{H}^*(10)\text{参考值}}{\text{仪器示值}}$$

校准因子C_f测量值的相对扩展不确定度 U_{rel} =6.5% （k =2）

校准项目	检定规程的技术要求
相对固有误差	-15%~+22%
重复性	≤1.255（16-$\dot{H}/\dot{H}_0$）%
能量响应R'_E-1	-23%~+43%

注：仪器相对固有误差按I不超过 （-15%-U_{rel}~+22%+U_{rel}）作合格判定。

U_{rel}=4.2% （k=2）为计量标准的相对不确定度

校准结果内容结束

本证书提供的结果仅对本次被校的器具有效，未经本公司/中心批准，部分采用本证书内容无效。
The data are valid only for the instrument(s). Partly using this report will not be admitted unless allowed by SIMT.

校准证书续页专用
Continued page of calibration certificate

第 3 页共 3 页
Page of total pages

检验检测机构
资质认定证书

证书编号：250812050086

名称：黑龙江源宁环境检测有限公司

地址：黑龙江省哈尔滨市南岗区文景头道街115号1-2层3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**黑龙江源宁环境检测有限公司**承担。

许可使用标志

CMA
250812050086

发证日期：2025 年 02 月 25 日

有效期至：2031 年 02 月 24 日

发证机关：黑龙江省市场监督管理局

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。

吉林省房屋建筑和市政基础设施工程
审查合格备案书

项目编号：2201072608199918

单体个数：1

工程名称：长春影和医学影像诊断中心装修及消防设施改造项目（含结构加固）

审查机构：吉林省阳光工程设计审查有限公司

备案部门：长春市城乡建设委员会

吉林省省住房和城乡建设厅监制

CS 扫描全能王

工程项目名称		长春彤和医学影像诊断中心装修及消防设施改造项目（含结构加固）	工程地址	吉林省长春市经济技术开发区自由大路 6308 号 1-2 层
建设单位名称		长春彤和医学影像诊断中心有限公司	建设单位项目负责人姓名	张青丰
建设性质		□新建 ☑改建 □扩建 □其他	工程设计规模	□大型 □中型 ☑小型
项目分类	□房屋建筑工程	□公共建筑 □住宅及小区 □工业建筑 □既有建筑加固、加层、改造、扩建(涉及结构体系、荷载变更) □石油化工 □其他 □海绵城市 □装配式建筑 □加装电梯		
	□市政基础设施工程	□给水 □排水 □城镇燃气 □城市道路 □综合管廊 □城市桥梁 □城市隧道 □公共交通 □载人索道 □环境卫生 □轨道交通 □热力 □园林 □海绵城市 □其他		
	☑消防专项审查	□新建装修 □改造装修 ☑装修合并消防设施改造 □建筑保温 □易燃易爆 ☑功能改变 ☑既有建筑加固、加层、改造、扩建(涉及结构体系、荷载变更) □其他		
立项批复		□有 ☑无 □不要求	建设工程规划许可证	□有 □无 ☑不要求
应建人防批件		□有 ☑无 □不要求	总投资(万元)	1500.00
本次送审投资(万元)		1500.00	总建筑面积（㎡）	2107.4500
其中结建人防地下室面积（㎡）		0.0000	设防烈度	7 度
项目标段总个数			本次送审标段个数	
项目总长度（米）			本次送审总长度（米）	
是否含超限高层建筑工程		□是 ☑否	建筑节能	☑50% □65% □75% □不要求
项目是否含海绵城市建设内容		□是 ☑否	项目汇水面积(㎡)	
年径流总量控制率(%)			ss 去除率(%)	
硬化地面中透水铺装面积比率(%)			下沉式绿地率(%)	
勘察单位名称		长春建工勘测规划设计有限公司	勘察单位资质类别及等级	岩土工程勘察 甲级
勘察单位项目负责人姓名、注册执业资格及印章注册号		毕铎 注册土木工程师（岩土） 2200986-AY012		
设计单位名称		司晨设计集团有限公司	设计单位资质类别及等级	建筑行业（建筑工程） 甲级
设计单位项目负责人姓名、注册执业资格及印		任丽 一级注册建筑师 3302562-014		

扫描全能王

审查受理情况	1. 审查合同委托方单位名称： 长春彤和医学影像诊断中心有限公司 2. 合同签订日期：2026-08-06 3. 审查费金额：7107.00
审查人员情况	1.政策性审查人：蔡羽 2.相关专业审查人：建筑(蔡羽)；电气(李鹏)；结构(王彬)；岩土勘察(王彬)；给排水(赵宏)；暖通空调(孙向阳)； 3.技术负责人：王彬
审查意见告知情况	☐ 一审合格，无告知意见。 ☑ 一审不合格。详见《审查意见告知书》(一审，编号：220107260819991 8CC03SY001) ☐ 二审及多审不合格。详见《审查意见告知书》(二审及多审，编号：)
各专业审查意见汇总	1. 严重违反勘察文件编制深度规定，无法指导设计和施工：0 条 2. 违反工程建设标准强制性条文规定，且存在严重安全隐患：0 条 3. 违反工程建设标准强制性条文规定：0 条 4. 宜改：0 条 5. 应复核：0 条 6. 应补充：0 条 7. 应改：6 条
问题整改及复审情况	☐一审合格，无需整改和二审； ☑勘察设计单位已根据一审意见进行修改和完善，经二审符合要求； ☐勘察设计单位已根据一审和二审意见进行修改和完善，经三审或以上符合要求；
审查合格书出具情况	☑ 勘察文件审查合格，详见《审查合格书》(编号：220107260819991 8CC03KH01) ☑ 设计文件审查合格，详见《审查合格书》(编号：220107260819991 8CC03SH01)
其他需要报告说明的情况	

CS 扫描全能王

长春市城乡建设委员会：

根据国务院《建设工程质量管理条例》、《建设工程勘察设计管理条例》、住房和城乡建设部《房屋建筑和市政基础设施工程施工图设计文件审查管理办法》、《吉林省省房屋建筑和市政基础设施工程施工图审查管理实施细则》的规定，本机构已完成长春影和医学影像诊断中心装修及消防设施改造项目（含结构加固）工程（☑勘察文件；☑施工图设计文件）施工图审查工作，审查结论为合格，现将有关情况报告如下，并请予以备案。

2026-09-20

审查机构法定代表人或其授权的负责人（签章或签字）

2026-09-20

（加盖审查机构章）

住房城乡建设主管部门备案意见

长春影和医学影像诊断中心有限公司：

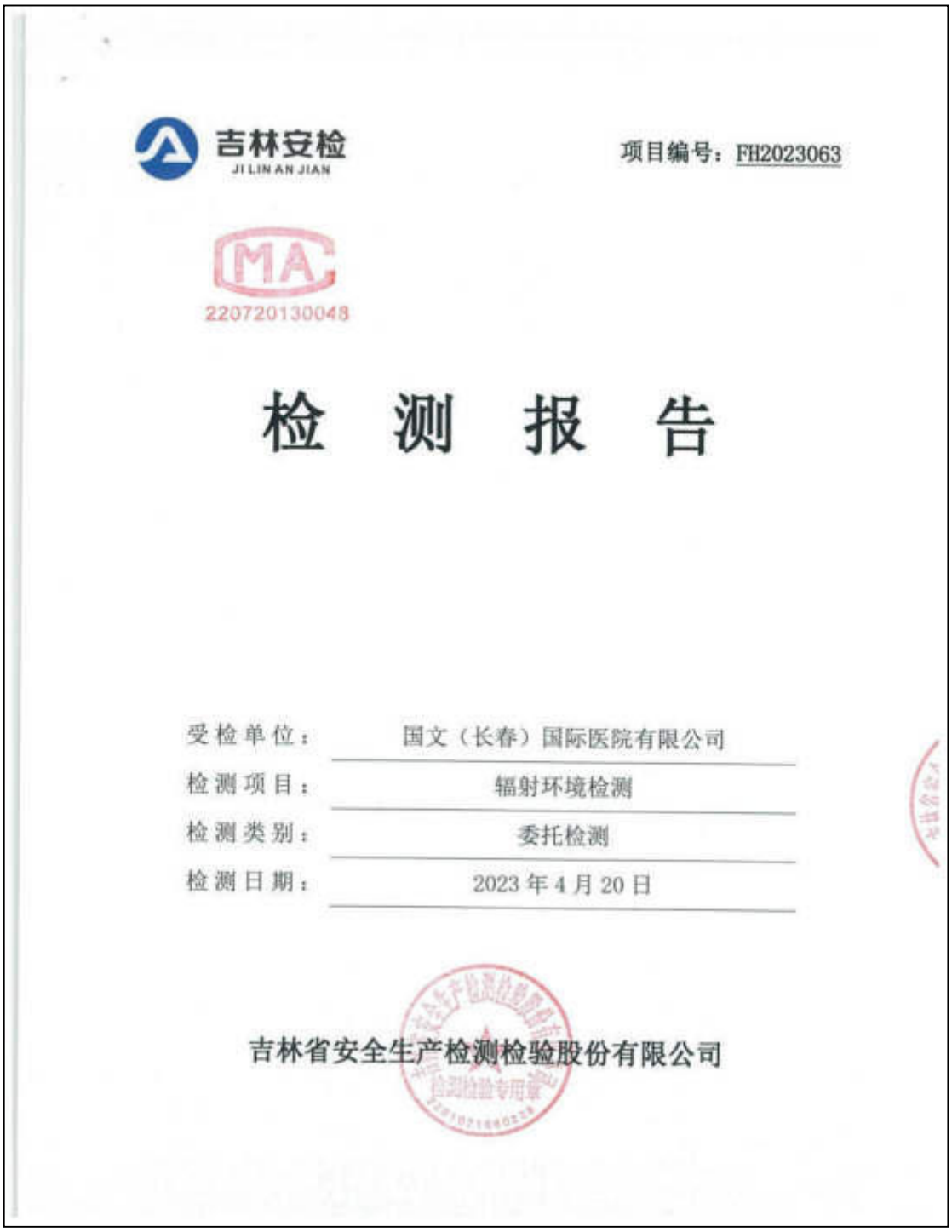
吉林省阳光工程设计审查有限公司报送的长春影和医学影像诊断中心装修及消防设施改造项目（含结构加固）工程（☑勘察文件；☑施工图设计文件）施工图审查情况知悉，根据住房和城乡建设部《房屋建筑和市政基础设施工程施工图设计文件审查管理办法》之规定，现准予备案。

经办人：签字

审核人：签字

（加盖住房城乡建设主管部门施工图审查备案专用章）

附件 13 **类比检测报告（PET-CT/表面污染）**



吉林安检
JI LIN AN JIAN

项目编号：FH2023063

CMA
220720130048

检 测 报 告

受检单位：国文（长春）国际医院有限公司

检测项目：辐射环境检测

检测类别：委托检测

检测日期：2023 年 4 月 20 日

吉林省安全生产检测检验股份有限公司

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

CMA
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。

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

检 测 报 告

受检单位	国文（长春）国际医院	单位地址	长春市南关区芳草街以东，丙五十三路以南，丙五十四路以北，景泰街以西
检测日期	2023 年 4 月 20 日	检测项目	辐射环境检测

一、基本信息

表 1 加速器参数

序号	设备名称	设备型号	设备编号	主要参数	生产厂家	使用位置
1	PET-CT	Biograph Vision	11111	管电压：140kV 管电流：800mA	西门子	地下三层核医学科 PET(2)室
2	SPECT-CT	NM/CT860 dvance	860A62078	管电压：140kV 管电流：440mA	GE	地下三层核医学科 SPECT(2)室

表 2 放射源明细表

序号	核素名称	编码	出厂活度（Bq）	类别	标号	工作场所（贮存场所）	来源
1	^{68}Ge	US22GE000225	4.6×10^{7}	V类	31945	核医学科 PET/CT2 室	美国
2	^{68}Ge	US22GE000235	4.6×10^{7}	V类	31946	核医学科 PET/CT2 室	美国
3	^{68}Ge	US22GE000215	9.25×10^{7}	V类	17963	核医学科 PET/CT2 室	美国
4	^{68}Ge	US21GE004495	7.0×10^{5}	V类	2276-46-3	核医学科 PET/CT2 室	美国
5	^{68}Ge	US21GE004485	3.5×10^{8}	V类	2276-45	核医学科储源库	美国
6	^{68}Ge	US21GE004455	5.5×10^{7}	V类	2264-99-1	核医学科储源库	美国
7	^{68}Ge	US21GE004475	7.0×10^{8}	V类	2276-46-1	核医学科储源库	美国
8	^{68}Ge	US21GE004485	7.0×10^{8}	V类	2276-46-2	核医学科储源库	美国

二、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）

三、检测仪器

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。

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。

四、检测条件

（1）环境条件：16℃、43%RH、晴、微风，天气情况满足检测仪器使用要求。

（2）设备运行条件：

①PET 分装室：约 2.96×10^{8}Bq（8mCi）的 ^{18}F 置于室内；

②PET 注射室：约 2.96×10^{8}Bq（8mCi）的 ^{18}F 置于室内；

表 3 γ 辐射空气吸收剂量率检测位置检测结果（续）

布点编号	检测位置		检测结果（nSv/h）
13	PET 注射室	西侧防护门外	1380.1
14		西墙外（分装室）	204.0
15		北墙外（VIP2 室专厕）	248.9
16		棚顶（库房卸货区）	161.2
17		注射位	985.3
18		距屏蔽容器 5cm 处	2671.4
19		距屏蔽容器 100cm 处	272.3
20		距放射性废物桶 5cm 处	309.1
21		距放射性废物桶 100cm 处	146.9
22	VIP2 室	东侧防护门外	1509.6
23		东墙外（患者通道）	286.6
24		南墙外（注射室）	182.6
25		西墙外（空调机房）	211.1
26		北墙外（VIP3 室）	313.1
27		棚顶（库房卸货区）	144.8
28	VIP3 室	东侧防护门外	1155.7
29		东墙外（患者通道）	147.9
30		南墙外（VIP2 室）	308.0
31		西墙外（医护通道）	222.4
32		北墙外（PET-MRI 控制室）	177.5
33		棚顶（库房卸货区）	173.4
34	PET2 检查室	东墙外（留观室）	155.0
35		东墙外（MIR 设备间）	182.6
36		南墙外（医护通道）	153.0
37		西墙外（控制室）	155.0
38		观察窗	173.4
39		西侧控制室防护门外	158.1
40		北墙外（设备间）	159.1
41		北侧防护门外	180.5
42		棚顶（库房）	161.2
43		控制室操作位	177.5

表 3 γ 辐射空气吸收剂量率检测位置检测结果（续）

布点编号	检测位置		检测结果（nSv/h）
106	储源室	东墙外（医护通道）	230.5
107		南墙外（走廊）	161.2
108		西墙外（污物间）	182.6
109		北墙外（医护通道）	163.2
110		棚顶（验货区）	154.0
111	衰变池	南墙外（停车场）	172.4
112		南侧门口（停车场）	169.3
113		西墙外（门厅）	149.9
114		北墙外（患者通道）	163.2
115		棚顶（补风机房）	154.0

注：检测结果均包含本底。

表 4 β 表面污染检测位置检测结果

布点编号	检测位置		检测结果（Bq/cm²）
1	PET-CT 工作区域	工作人员手、皮肤暴露部分	0.22
2		工作人员工作服、手套、鞋、帽	0.19
3		PET 分装室地面	0.26
4		PET 分装室墙面	0.19
5		PET 分装室工作台面	0.26
6		PET 分装室洗手池	0.22
7		PET 注射室地面	0.22
8		PET 注射室墙面	0.19
9		PET 注射室工作台面	0.26
10		PET 注射室洗手池	0.24
11		VIP2 室地面	0.22
12		VIP2 室墙面	0.26
13		VIP2 室床面	0.19
14		VIP3 室地面	0.19
15		VIP3 室墙面	0.22
16		VIP3 室床面	0.24
17		PET 区域患者走廊地面	0.19

表 4 β表面污染检测位置检测结果（续）

布点编号	检测位置		检测结果（Bq/cm²）
18	PET-CT 工作区域	PET 区域患者走廊墙面	0.26
19		PET 留观室地面	0.26
20		PET 留观室墙面	0.19
21		PET 留观室床面	0.26
22		PET 留观室洗手池	0.26
23		PET 留观室台面	0.22
24		PET2 检查室地面	0.24
25		PET2 检查室墙面	0.22
26		PET2 检查室床面	0.26
27		PET2 检查室设备表面	0.24
28		PET2 操作室地面	0.24
29		PET2 操作室墙面	0.24
30		PET2 操作室台面	0.19
31		PET2 操作室座椅	0.22
32		PET 区域医护通道地面	0.22
33		PET 区域医护通道墙面	0.19
34	SPECT 工作区域	工作人员手、皮肤暴露部分	0.24
35		工作人员工作服、手套、鞋、帽	0.19
36		SPECT 分装室地面	0.24
37		SPECT 分装室墙面	0.26
38		SPECT 分装室工作台面	0.26
39		SPECT 分装室洗手池	0.19
40		SPECT 注射室地面	0.24
41		SPECT 注射室墙面	0.24
42		SPECT 注射室工作台面	0.22
43		SPECT 注射室洗手池	0.19
44		VIP1 室地面	0.26
45		VIP1 室墙面	0.19
46		VIP1 室座椅	0.19
47		VIP1 室洗手池	0.19
48		SPECT 区域等候区地面	0.24

表 4 β表面污染检测位置检测结果（续）

布点编号	检测位置		检测结果（Bq/cm²）
49	SPECT 工作区域	SPECT 区域等候区墙面	0.22
50		SPECT 区域等候区座椅	0.26
51		SPECT 留观、抢救室地面	0.19
52		SPECT 留观、抢救室墙面	0.19
53		SPECT 留观、抢救室床面	0.22
54		SPECT2 检查室地面	0.19
55		SPECT2 检查室墙面	0.22
56		SPECT2 检查室床面	0.22
57		SPECT2 检查室设备表面	0.19
58		SPECT2 操作室地面	0.24
59		SPECT2 操作室墙面	0.26
60		SPECT2 操作室台面	0.19
61		SPECT2 操作室座椅	0.22
62		SPECT 区域医护通道地面	0.22
63		SPECT 区域医护通道墙面	0.19

注：检测结果均包含本底。

七、检测结论

根据现场检测结果可知，本项目核医学科检测点位的 γ 辐射空气吸收剂量率范围为（143.8～2671.4）nSv/h；β表面污染范围为（0.19～0.26）Bq/cm²。

报告编制人：　　审 核 人：

授权签字人：　　签发日期：2023 年 5 月 8 日

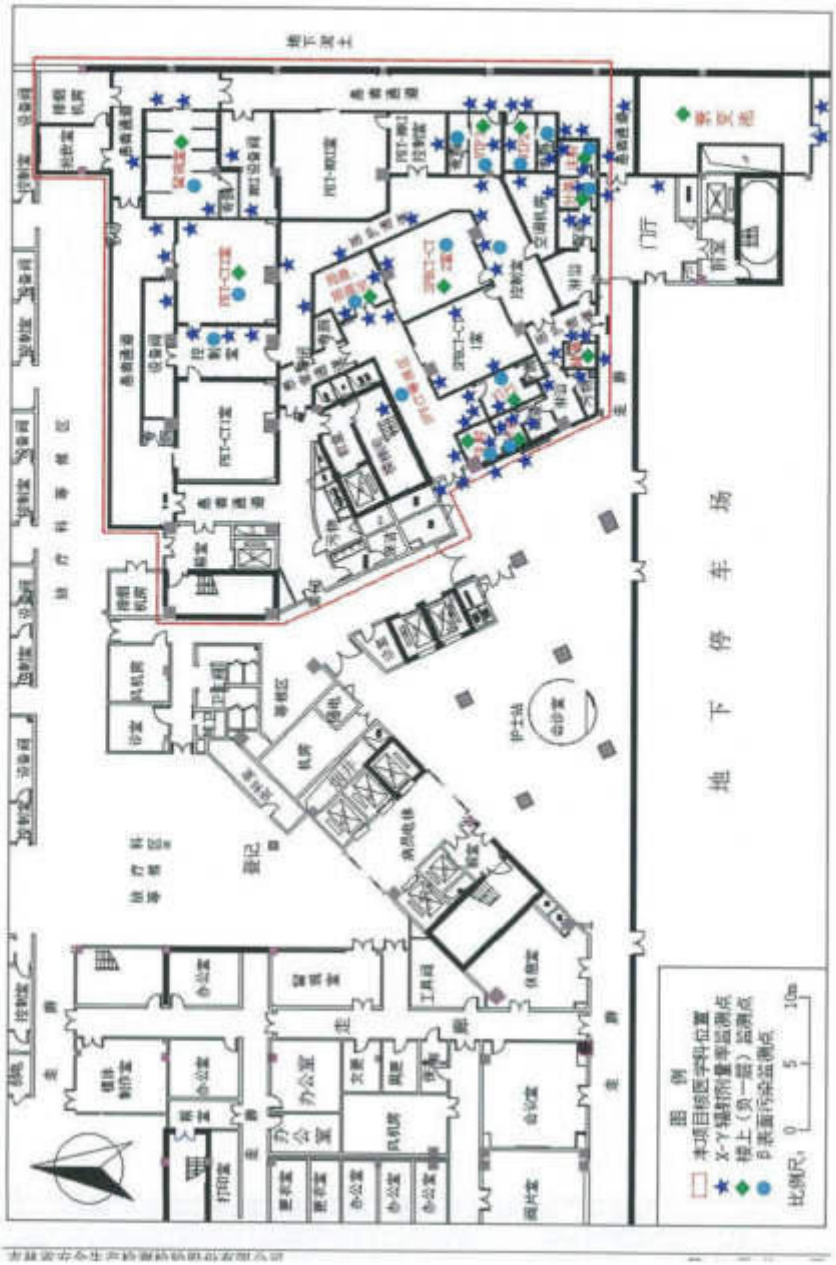
附图 1：地理位置图



附图 2：院区平面布局图


空地（规划开发土地）
空地（规划开发土地）
空地（规划开发土地）
空地（规划开发土地）
空地（规划开发土地）
空地（规划开发土地）
空地（规划开发土地）
八一水库
门诊医技楼
图例
土建项目名称
0
50
100m

附图 3：核医学科检测布点图



附件14 PET-CT调试、校准说明

PET-CT 调试、校准说明

事由：关于长春影和医学影像诊断中心有限公司 uMI780 设备调试、校准说明

尊敬的 领导 ，您好：

长春影和医学影像诊断中心有限公司使用的正电子发射及X射线计算机断层成像扫描系统型号为uMI780， 是上海联影医疗科技有限公司生产的新一代 PET-CT 系统。系统采用新的技术与工艺，在确保图像质量与设备性能的基础上，对于 PET 部分的调试、校准做了优化处理。PET部分的调试既可采用传统意义上的固体桶源、或固体棒源(Ge-68:1-2mCi)进行， 又可使用设备配套的棒源水模加放射性药物(F-18:1mCi) 进行校准。

本公司uMI780型PET-CT使用设备配套的棒源水模加放射性药物(F-18:1mCi)进行校准，校准频次：每周1次；每次需要1mCi的18F-FDG。

上海联影医疗科技股份有限公司（签章）

2026年9月21日

附件15

防辐射屏蔽材料参数说明

我公司是由鞍山禄鑫源防护工程有限公司、鞍山宇宏辐射防护工程有限公司、鞍山兴远防护门窗安装工程有限公司所组成的公司集团。是经国家疾病预防控制中心、辐射防护与核安全医学检测中心认可的全国的从事射线防护事业较早的企业。

本次，对长春影和医学影像中心防辐射施工所采用的重晶石防护砖与硫酸钡防辐射涂料均由我公司自行生产的，其参数如下：

1、重晶石防护砖

其比重约 3.0-3.2g/cm³，尺寸规格 240mm×115mm×53mm，核素(F-18)屏蔽材料十分之一值层厚度(TVL)：125～140mm。在施工过程中砖与砖之间使用硫酸钡防护砂浆砌筑，使用挤浆法进行施工，使得砖缝内的硫酸钡防辐射涂料密实且饱满。

2、硫酸钡防护涂料

其比重约 3.6-3.8g/cm³，尺寸规格 50kg/袋，核素(F-18)屏蔽材料十分之一值层厚度(TVL)为：106～115 mm。在施工过程中与水泥的配比为：

硫酸钡：水泥=4：1【水适量】。

鞍山禄鑫源防护工程有限公司（公章）

2026 年 8 月 15 日

长春影和医学影像诊断中心有限公司核医学科迁建核技术利用建设项目生态环境影响报告表评审会专家评审意见

吉林省辐射环境监督站于2026年9月14日主持召开了《长春影和医学影像诊断中心有限公司核医学科迁建核技术利用建设项目生态环境影响报告表》（以下简称报告表）评审会，应邀参加会议的有长春市生态环境局、长春影和医学影像诊断中心有限公司（建设单位）、吉林省恒春环保科技有限公司（评价单位），会议聘请3位专家。

在对建设项目选址及项目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、评价单位对环境影响报告表的汇报，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）长春影和医学影像诊断中心有限公司计划将现有核医学科从长春市朝阳区东民主大街482号搬迁至吉林省长春市经开区自由大路6308号吉林省吉刚汽车贸易有限公司（租赁的）主楼继续使用；建设乙级非密封物质工作场所，使用非密封放射性物质^{18}F，利旧使用1台PET-CT（III类射线装置）进行核素影像检查。

项目建成后，核医学科使用非密封放射性核素日等效最大操作量为2.11×10^{7}Bq，为乙级非密封放射性物质工作场所。

（二）项目总投资2040万元，环保投资348万元，环保投资所占比例为17%。

（三）核医学科位于长春市经开区自由大路6308号吉林省吉刚汽车贸易有限公司主楼的2层，楼上3层为本公司诊室，楼下1层为放射线科影像检查场所，未毗邻儿科、妇产科和食堂，设有单独的出入口，并与非放射性工作场所隔开，选址合理。

（四）核核医学科南侧设有护士通道，北侧设置医生、技师通道，中间为患者通道，医务人员通道和患者通道不交叉。护士进出控制区设立缓冲、淋浴间，进行污染检测。在患者入口和出口通道设置单向门（门禁系统），控制给药后患者行进方向唯一，不与给药前患者交叉。注射后休息室、留观室分别设有患者专用卫生间，布局合理。

（五）本项目院区陆地环境γ辐射空气吸收剂量率变化范围为73～75nGy/h，评价范围内环境敏感目标室内环境γ辐射空气吸收剂量率变化范围为85～

扫描全能王
3亿人都在用的扫描App

94nGy/h；本项目拟建位置室内环境本底γ辐射空气吸收剂量率变化范围为84～95nGy/h。各点位监测数据均在吉林省、长春地区陆地及室内环境γ辐射空气吸收剂量率本底范围内，数据未见异常。

（六）本项目核医学科按辐射防护要求进行相应的屏蔽防护；PET-CT机房设置门-灯关联、信号指示、监测系统、视频对讲装置、动力排风装置等。经预测，辐射工作人员年受到的有效剂量小于5mSv/a的剂量约束值；公众人员受到的有效剂量小于0.1mSv/a的剂量约束值。

（七）核医学科2层的分装/注射室、注射室、储源室、废物室、注射后休息室及其卫生间、抢救室、PET-CT机房、留观室及其卫生间、患者通道、核医学科病人专用电梯；还包括1层的检后出口；将以上区域划为控制区。

与控制区域相邻的区域，包括2层的医生办公室及其控制室、缓冲间、淋浴间以及东侧走廊；1层检后出口周围的配电间、清洁间、女卫生间、男卫生间、消防控制室等；3层的处置室、抢救室、清洗消毒间、诊室等；衰变池上方地面将以上区域划分为监督区。

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，工作场所严格划分控制区和监督区、对个人剂量和辐射工作场所进行日常监测，设置明显的电离辐射警告标志、工作状态指示灯等提示装置，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，可减少项目运行后对环境造成的影响，可以保证本项目对工作人员及公众产生的剂量影响不超过剂量约束值要求。

二、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，同意该报告表通过评审。根据专家审议，该报告表质量为：合格（平均分数：67.3分）。

三、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）完善辐射安全防护措施内容；

（二）细化放射性废液进衰变池路径、防护及管理要求；

扫描全能王
3亿人都在用的扫描App

（三）补充现有辐射环境管理情况描述。

专家组长签字：贺兆

2026 年 9 月 14 日

扫描全能王
3亿人都在用的扫描App

《长春影和医学影像诊断中心有限公司核医学科迁建核技术利用建设项目生态环境影响报告表》（报批版）复核意见

根据2026年9月14日《长春影和医学影像诊断中心有限公司核医学科迁建核技术利用建设项目生态环境影响报告表》评审会专家意见，对《长春影和医学影像诊断中心有限公司核医学科迁建核技术利用建设项目生态环境影响报告表》（报批版）进行了复核，认为吉林省恒春环保科技有限公司提供的《长春影和医学影像诊断中心有限公司核医学科迁建核技术利用建设项目生态环境影响报告表》（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：

2026年9月24日

扫描全能王
3亿人都在用的扫描App

关于长春影和医学影像诊断中心有限公司核医学科迁建核技术利用建设项目生态环境影响评价工作的委托函

吉林省恒春环保科技有限公司：

根据《中华人民共和国生态环境法典》的要求，我单位委托贵公司完成长春影和医学影像诊断中心有限公司核医学科迁建核技术利用建设项目生态环境影响评价工作，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。

长春影和医学影像诊断中心有限公司（公章）

2026 年 8 月 10 日

关于《长春影和医学影像诊断中心有限公司核医学科迁建核技术利用建设项目生态环境影响报告表》环评文件的确认函

我公司（单位）委托吉林省恒春环保科技有限公司编制的《长春影和医学影像诊断中心有限公司核医学科迁建核技术利用建设项目生态环境影响报告表》已完成，经认真审核，该环评文件中采用的文件、数据和图件等资料真实可靠，我公司同意环评文件的评价内容和结论。

特此确认。

长春影和医学影像诊断中心有限公司（公章）

2026 年 9 月 15 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《长春影和医学影像诊断中心有限公司核医学科迁建核技术利用建设项目生态环境影响报告表》做出如下声明：

本单位申请上报的《长春影和医学影像诊断中心有限公司核医学科迁建核技术利用建设项目生态环境影响报告表》不含涉及国家秘密、商业秘密、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。

特此声明。

长春影和医学影像诊断中心有限公司（公章）

2026 年 9 月 15 日