合川区人民医院二期建设项目
（放射诊疗）--核医学科

竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：重庆市合川区人民医院

编制单位：重庆宏伟环保工程有限公司

二〇二六年一月

建设单位法人代表： 邹翰林 （签字）

编制单位法人代表： 李传福 （签字）

项 目 负 责 人： 肖英

报 告 编 写 人： 肖英

建设单位	重庆市合川区人民医院	编制单位	重庆宏伟环保工程有限公司
电话	17830031080	电话	023-68182682
传真	/	传真	/
邮编	401520	邮编	400039
地址	重庆市合川区南津街希尔安大道 1366 号	地址	重庆市九龙坡区火炬大道 99 号 3 栋 28 楼

表 1　项目基本情况

<table>
<tr><td>建设项目名称</td><td colspan="5">合川区人民医院二期建设项目（放射诊疗）--核医学科</td></tr>
<tr><td>建设单位名称</td><td colspan="5">重庆市合川区人民医院</td></tr>
<tr><td>建设项目性质</td><td colspan="5">■新建　□改扩建　□技改　□迁建</td></tr>
<tr><td>建设地点</td><td colspan="5">重庆市合川区南津街希尔安大道 1366 号
医院综合楼①一层</td></tr>
<tr><td rowspan="3">源项</td><td colspan="2">放射源</td><td colspan="3">无</td></tr>
<tr><td colspan="2">非密封放射源</td><td colspan="3">乙级非密封工作场所，使用放射性核素 ^{99m}Tc 和 ^{131}I 开展诊疗工作</td></tr>
<tr><td colspan="2">射线装置</td><td colspan="3">配置 1 台 SPECT/CT（III类）</td></tr>
<tr><td>建设项目环评批复时间</td><td>2018 年 02 月 02 日</td><td>开工建设时间</td><td colspan="3">项目所在楼：2017 年 4 月 24 日</td></tr>
<tr><td>取得辐射安全许可证时间</td><td>2024 年 12 月 2 日</td><td>项目投入
运行时间</td><td colspan="3">尚未投入运营</td></tr>
<tr><td>辐射安全与防护设施投入运行时间</td><td>/</td><td>验收现场
监测时间</td><td colspan="3">2025 年 09 月 28 日
2025 年 12 月 22 日</td></tr>
<tr><td>环评报告表审批部门</td><td>重庆市生态环境局</td><td>环评报告表编制单位</td><td colspan="3">重庆宏伟环保工程有限公司</td></tr>
<tr><td>辐射安全与防护设施设计单位</td><td>重庆大学建筑规划设计研究总院有限公司</td><td>辐射安全与防护设施施工单位</td><td colspan="3">广西桂林地建建设有限公司（土建）
深圳市博大建设集团有限公司（装修）</td></tr>
<tr><td>投资总概算</td><td>4500（项目总体）</td><td>辐射安全与防护设施投资总概算</td><td>450(项目总体)</td><td>比例</td><td>10%</td></tr>
<tr><td>实际总概算</td><td>1000（核医学科）</td><td>辐射安全与防护设施实际总概算</td><td>105(核医学科)</td><td>比例</td><td>10.5%</td></tr>
</table>

表 1　项目基本情况

验收依据	**1.法律法规和部门规章** （1）《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日施行修订版； （2）《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日施行； （3）《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日施行修订版； （4）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日施行修订版； （5）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2021 年 1 月 4 日第四次修正； （6）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起实施； （7）《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，国环规环评〔2017〕4 号，2017 年 11 月 20 日实施； （8）《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函〔2025〕313 号，2025 年 8 月 29 日； （9）《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序（第三版）》，2012 年； （10）《放射性废物分类》，环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 65 号，2018 年 1 月 1 日起施行； （11）《医疗废物管理条例》，中华人民共和国国务院令第 380 号； （12）《重庆市环境保护条例》，2025 年 7 月 31 日最新修订； （13）《重庆市辐射污染防治办法》，重庆市人民政府令第 338 号，2021 年 1 月 1 日起施行。

表 1　项目基本情况

验收依据	**2.建设项目竣工环境保护验收技术规范** （1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； （2）《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）； （3）《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）； （4）《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)； （5）《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ133-2009）； （6）《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）； （7）《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）； （8）《关于核医学科标准相关条款咨询的复函》，辐射函〔2023〕20 号； （9）《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》，生态环境部公告，2018 年第 9 号； （10）《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）； （11）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； （12）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）。 **3.环境影响报告表及其审批部门审批决定** （1）《合川区人民医院二期建设项目（放射诊疗）环境影响报告表》，重庆宏伟环保工程有限公司，2017 年 12 月； （2）《重庆市建设项目环境影响评价文件批准书》，渝（辐）环准〔2018〕005 号，2018 年 02 月 02 日，附件一。 **4.其他相关资料** （1）《辐射安全许可证》，渝环辐证[00291]号； （2）监测报告：渝泓环（监）[2025]1306号； （3）《重庆市合川区人民医院核医学及X射线影像诊断建设项目放射性职业病危害预评价报告书》，2025年4月； （4）建设单位提供的竣工资料、辐射安全管理制度等相关资料。

表 1　项目基本情况

验收执行标准

根据《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》和《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）规定，建设项目竣工环境保护验收污染物排放标准原则上执行环境影响报告书（表）及其审批部门审批决定所规定的标准。在环境影响报告书（表）审批之后发布或修订的标准对建设项目执行该标准有明确时限要求的，按新发布或修订的标准执行。因此，本次验收项目执行环境影响报告表及环境影响评价文件批准书所规定的标准，与本次验收相关的控制限值指标等具体见表1-1。

表 1-1　项目验收执行相关指标表

年剂量限值要求		执行依据
放射工作人员	年有效剂量管理目标值 5 mSv/a	GB18871-2002 及医院管理要求
公众成员	年有效剂量管理目标值 0.1 mSv/a	
剂量控制值		**执行依据**
辐射工作人员及公众人员活动场所	辐射工作场所控制区外 30cm 处的周围剂量当量率≤2.5μSv/h	/
表面污染	（1）工作台、设备、墙壁、地面，控制区：β≤4×10Bq/cm^2 监督区：β≤4Bq/cm^2 （2）工作服、手套、工作鞋，控制区/监督区：β≤4Bq/cm^2 （3）手、皮肤、内衣、工作袜，β≤4×10^{-1}Bq/cm^2	GB18871-2002
放射性废物排放		**执行依据**
放射性固体废物	每袋废物（重量≤20kg）的表面辐射剂量率≤0.1mSv/h	GBZ133-2009
	废物包装盒外表面：β<0.4 Bq/cm^2	
放射性废水	衰变池排放口：总β<10Bq/L	GB18466-2005
核医学通风要求		**执行依据**
通风	通风橱废气口一般风速不小于 1m/s。	GBZ120-2006
排气口	应高于本建筑屋脊、并酌情设有活性炭过滤或其他专用过滤装置，排出空气浓度不应超过有关法规标准规定的限值。	

本项目审批后，《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ120-2006）更新为《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020），并替代了部分其他标准，新发布了《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）及《关于核医学科标准相关条款咨询的复函》（辐射函〔2023〕20号）。本次将按照新标准要求对项目提出达标考核意见。

表 2　项目建设情况

项目建设内容：

2.1 建设单位概况

环评阶段的建设单位：重庆市合川城市建设投资（集团）有限公司（以下简称“合川城投公司”）为“合川区人民医院二期建设项目”及其内部放射诊疗项目的代建单位，项目建设完成后，交付给重庆市合川区人民医院使用，医院负责项目日常运营管理。因此，本次验收以重庆市合川区人民医院作为建设单位开展相关工作。目前，医院已经取得了综合楼①的“不动产权证”（001091567号）。

重庆市合川区人民医院始建于1932年，其前身是合川县救济院施医所，现已发展成为集临床医疗、医学教育、科研、预防保健于一体的国家三级甲等综合性医院。医院现占地130亩，建筑面积15万平方米，开放床位1600张，设有职能科室19个、临床医技及其它科室43个。现有在岗职工1400余人。

2.2 验收项目背景

2017 年 12 月，重庆市合川城市建设投资（集团）有限公司委托重庆宏伟环保工程有限公司编制了《合川区人民医院二期建设项目（放射诊疗）环境影响报告表》，2018 年 2 月，重庆市生态环境局（原重庆市环境保护局）以渝（辐）环准〔2018〕005 号批复了该项目。项目主要建设内容和规模包括：拟在待建的综合医学大楼（综合楼①）一层东侧开设核医学科，并设置 4 间甲癌病房，建筑面积约 1051m²，配置 1 台 SPECT/CT(III类射线装置)，使用含 ^{99m}Tc 和 ^{131}I 核素的非密封放射性物质开展放射诊疗工作(共**开展 ^{99m}Tc 影像诊断，^{131}I 甲吸诊断、甲亢治疗和甲癌治疗(4 张病床)工作**，日等效最大操作量 7.789×10^{8}Bq，年用量总活度 3.10×10^{12}Bq，乙级工作场所)；在一层西侧开设放疗中心，建筑面积约 1109m²，配置 2 台 15MV 直线加速器(II类射线装置)以及模拟定位机(III类射线装置)和定位 CT(III类射线装置)各 1 台；在二层体检中心配置 2 台 DR(III类射线装置)和 1 台骨密度仪(III类射线装置)。

综合楼①于2017年1月完成环评手续，2017年4月24日正式开工建设，2022年12月楼栋及基础装修建设完成。辐射诊疗项目与所在建筑一起施工建设。

到目前为止，放疗中心配置了1台直线加速器、1台定位CT（模拟定位机已取消），体检中心配置了2台DR机和1台骨密度仪，以上辐射工作场所和射线装置已经陆续进行了验收，并取得了《辐射安全许可证》。

表 2　项目建设情况

放射诊疗项目中的核医学科土建工程及基础装修工作与综合楼①一起于2022年12月竣工，核医学科内部工作场所的辐射防护与安全设施、设备配置等陆续配置，前期拟先开展^{131}I诊疗工作，因此，除SPECT/CT外，核医学科于2024年底建设完成。根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）的要求，核医学科应开展竣工验收工作。建设单位特委托我公司对该核医学科开展竣工环境保护验收调查工作。

医院于2024年12月2日取得了核医学科工作场所的辐射安全许可，为开展竣工验收做准备。在开展验收工作期间，比对环评后新出台的新标准要求，我公司对核医学科的建设在布局、路径规划、防护要求、排风管网布置等方面提出了优化调整意见，医院按要求实施。并在此过程中，医院医疗规划有所调整，于2025年9月配置了1台SPECT/CT，并于当月22日安装调试完成，准备在开展^{131}I诊疗工作的同时也开展^{99m}Tc影像诊断的影像诊断工作。

医院优化整改完成后，2025年9月28日，重庆泓天环境监测有限公司受委托对核医学科进行了验收监测，监测后建设单位对科室防护等不能满足要求位置进一步的整改，监测单位于2025年12月22日进行了复测达标。

我公司在现场调查、资料收集、验收监测等基础上编制了《合川区人民医院二期建设项目（放射诊疗）--核医学科竣工环境保护验收监测报告表》。

根据医院运营规划及与国家最新标准（HJ1188-2021）的符合情况，核医学科诊疗项目分时间段运营。近期开展项目为：开展^{99m}Tc影像诊断、使用^{131}I开展甲吸诊断和甲亢治疗工作，后期根据情况再行开展甲癌治疗工作。

本次验收后，合川区人民医院二期建设项目（放射诊疗）中仅剩余放疗中心的**1台直线加速器**（含配套的2#直加机房、辅助用房）、**核医学科甲癌治疗**未验收。后期根据医院运营规划再另行验收。

2.3 项目建设内容和规模

（1）项目建设地点

项目核医学科位于合川区人民医院东南角综合楼①的一层东侧。

（2）项目建设内容和规模

核医学科总建筑面积约1051m²，目前已经全部建成，主要包括卫生通过间、储

表 2 项目建设情况

源室、固废室、分装室、注射室、ECT检查室、抢救室、检查前等候区、检查后留观区、专卫，甲吸室、碘分装控制室、碘治疗服药室、洗涤室、污洗间、甲亢留观室，以及相关过道等，使用非密封放射性物质^{99m}Tc开展影像诊断和使用^{131}I核素开展甲吸诊断、甲亢治疗工作。

另外，甲癌治疗区设置防护病房（2间4床）、被服间及住院廊，该区域按照控制区实行封闭管理。

根据核医学科目前使用核素的情况，场所核素的日等效最大操作量**8.34×10^{7}Bq**，年用量总活度**2.26×10^{12}Bq**，属于乙级非密封放射性工作场所。

（3）防护设施及监测仪器

本项目已配置的防护设施和监测仪器见表2-1。

表2-1 本项目配置的设施、设备一览表

序号	名称	数量	型号/尺寸 mm	用途	位置	备注
1	防护手套箱	1 台	重庆中吕 ZL-RHP-40	放射性药品储存、分装	分装室	40mmPb 单联
2	全自动核素分药仪	1 台	ZL-HSD005	碘放射性溶液自动分装	碘治疗服药室	单独配置 10mmPb 外壳
3	储源铅罐	1 个	重庆中吕 ZL-QG-40	放射源存储	储源室	40mmpb
4	储源柜	1 个	重庆中吕 ZL-CYG-10	放射源罐存储	储源室	10mmPb
5	甲状腺吸碘功能测量仪	1 台	JXY-II型	甲状腺功能测定	甲吸室	/
6	放射废物桶	8 个	重庆中吕 ZL-FWT-10	放射性废物收集和衰变	固废室、碘治疗服药室、注射室、检查前等候区、检查后留观区等	10mmPb
7	放射性废物箱	1 个	/	放射性废物收集和衰变	固废室	10mmPb
8	一体化注射窗	1 个	/	药物注射	注射室间	10mmPb
9	活度计	1 台	HD-175B	放射性药品活度计量检测	分装室	/
10	多功能表面污染测量仪	1 台	HA3100AB-15	表面污染检测	卫生通过间/碘分装控制室	/
11	辐射巡测仪	1 台	HA3100G-N10	X、γ剂量率检测	核医学科使用	/
12	个人剂量报警仪	7 台	HA3800G	个人剂量监测及报警	医护人员佩戴	/
13	固定式剂量报警仪	1 套	HA1100C/ HA1100Med-P	环境辐射剂量监测及报警	场所出入口	4 个探头

表 2　项目建设情况

14	排风系统	3 套	/	核医学科排风	核医学科	/
15	监控系统	1 套	/	核医学科监控	核医学科	/
16	对讲系统	1 套	/	医患沟通	核医学科	/
17	衰变处理设施	1 套	/	放射性废水衰变	综合楼①南侧	/
18	防辐射衣	4 件	苏州开铠 KK-Y-04B	医护穿戴	核医学科	0.5mmPb
19	射线防护眼镜	4 副	苏州开铠 KK-J-02	医护穿戴	核医学科	0.5mmPb
20	射线防护手套	4 双	苏州开铠 KK-S-02	医护穿戴	核医学科	0.5mmPb
21	超柔软铅围脖	4 件	苏州开铠 KK-L-02B	医护穿戴	核医学科	0.5mmPb
22	防辐射帽	4 件	苏州开铠 KK-M-02	医护穿戴	核医学科	0.5mmPb
23	核沾染防护服	多件	/	医护穿戴	核医学科	/
24	铅屏风	1 个	重庆中吕 ZL-PF-10	辐射防护	核医学科	10mmPb
25	个人剂量计	多个	/	医护佩戴	/	/
26	抢救车（内含基本的抢救药品和器械）	1 辆	/	应急抢救	核医学科	/

根据相关要求和同类型核医学科运行情况来看，核医学科配置的个人防护用品及监测仪器可以满足使用需要。与环评阶段相比，为了减少放射性药物沾染、撒泼污染的范围，所以将 ^{131}I 的服药房间由两间集中到碘治疗服药室内，因此减少了一个全自动核素分药仪的配置，其余辐射安全设施、辐射防护用品类型和数量等与环评阶段基本一致。

2.4 总平面布置

①项目总平面布置

核医学科位于综合楼①东侧，主要分为诊疗区和办公区，办公区主要位于北侧，西侧为候诊区和诊室，其余区域为诊疗区。办公区主要布置护士站、医生办公室、医护通道、资料室、库房、控制室、值班室、预留用房、示教室、防护更衣室等。诊疗区中诊断区位于西侧，治疗区位于东侧，中间为医护人员活动的分装室等用房。诊断区主要布置甲吸室、ECT 检查室、注射室、病人廊、抢救室（兼运动负荷室）、检查前等候区、检查后留观区、专卫；治疗区主要包括治疗廊、洗涤室、污洗间、甲亢留观室、防护病房、被服间、住院廊；中间主要布置卫生通过间、医护廊、碘分装控制室、碘治疗服药室、分装室、储源室、固废室。

项目核医学科诊疗区域共设置 1 个病人入口、3 个病人出口（其中甲癌病人出口封闭），1 个医护入口。

表 2　项目建设情况

核医学科衰变池布置在综合楼①室外南侧，废气排放口布置在绿化带排放。

②变化情况

与环评阶段的用房总平面布置相比，房间布置不变，部分功能作了适当优化。因 ^{131}I 的服药房间由两间集中到碘治疗服药室内，个别用房功能有所调整，主要调整的有：①在给药室新开设两个防护门（甲亢甲吸病人进出门、医护人员进出门），将 ^{131}I 服药病人集中到一间房间中服药，并命名为碘治疗服药室；②甲亢观察室改为抢救室，污物储藏间改为甲亢留观室，治疗室改为被服间，便于病人合理走向。③减少 M2 门，在护士站旁开门新增一个普通门连通等候区和甲吸室，便于将病人廊全部设置为控制区，能更好地将用药后病人与用药前病人相隔离。

环评阶段核医学科平面布置图见附图 5，验收阶段核医学科平面布局见附图 6(1）所示。

2.5 项目周围环境及保护目标

项目所在的综合楼①塔楼（9F）位于东侧，裙楼（4F）位于西侧；塔楼的部分区域（中部及东部）有-1F，布置为车库用房。

综合楼①北侧为院内道路、停车场、绿化带等，之外约 58m 为行政楼、中心血站等；东侧为院内绿化、道路及院外高阳路等；南侧为院内道路、污水处理站、垃圾中转站等；西侧隔院内道路约 32m 为感染科楼等；西北侧为院内道路、绿化带等，约 62m 为住院楼。综合楼①外环境情况详见附图 2、附图 3 所示。

本次验收的核医学科位于 1 层东侧。虽然住院区本次不运营验收，但已经划为控制区进行封闭管理，一般人员无法进入。因此环保目标以整个核医学科控制区周围来确定。

项目调查范围为控制区外 50m。根据核医学科布局及周围环境情况，确定的环境保护目标列表见表 2-2 所示。

表2-2　项目环境保护目标表

序号	敏感点名称		方向	最近水平距离(m)	环境特征	影响人员
1	建筑内	核医学科办公区用房，主要包括：防护更衣室、库房、控制室、资料室、护士站、甲吸室、医生办公室、预留用房、值班室、示教室、楼梯/电梯间等	北	0～14m	核医学科辅助用房，约 10 人	公众成员，放射工作人员

表 2　项目建设情况

2		核医学科护士站、诊室等	西	0～3m	核医学科用房，主要为甲吸室、办公室、值班室、护士站、资料室、库房、ECT 控制室	公众成员，放射工作人员
		核医学科候诊区	西	0～8m	核医学科用房，候诊区、诊室等，约 30 人	公众成员
3		放疗科相关用房	西	8～50m	放疗科用房，约 50 人	公众成员
4		体检中心	楼上	/（高于核医学科地面约 4m）	项目所在楼的 2F，约 100 人	公众成员
		康复医学科、全科医学科、肿瘤科病房、信息中心等	楼上	/（高于核医学科地面≥8m）	项目所在楼的 3F-9F，约 200 人	公众成员
5		车库	楼下	/（低于核医学科地面约 4m）	项目所在楼的-1F，约 30 人	公众成员
6	建筑外	院内道路、停车场、绿化带等	北	0～50m	医院公共区域，道路、停车场、绿化带，约 50 人	公众成员
7		院内绿化、道路及院外高阳路等	东	0～50m	医院公共区域，绿化、道路等，约 10 人；院外道路，约 50 人	公众成员
8		院内道路、污水处理站、垃圾中转站等	南	0～50m	医院公共区域和设施，约 10 人	公众成员

备注：项目影响因素均为电离辐射。

根据调查，项目核医学科周围环境保护目标未发生变化。

项目所在位置及周围环境见附图 3 所示。

2.6 项目建设内容

本次验收建设内容与环评阶段对应建设内容的对比情况见表2-3所示。

表2-3　核医学科建设变更情况统计

分类	项目	环评内容及批复	实际建设情况	变更情况及说明
主辅工程	核医学科	位于综合医学大楼 1F 东侧，主要涉及核素为 ^{99m}Tc 和 ^{131}I（日操作量 1.462×10^{10} Bq，日等效最大操作量 7.789×10^{8}Bq，年用量总活度 3.10×10^{12}Bq，非密封源乙级工作场所），其中 ^{131}I 主要用于甲吸诊断、治疗甲亢、甲癌（设 4 张病床）等疾病；^{99m}Tc 用于显像。	位于综合楼①1F 东侧，涉及核素 ^{99m}Tc 和 ^{131}I（日操作量 9.63×10^{9}Bq，日等效最大操作量 8.34×10^{7}Bq，年用量总活度 2.26×10^{12}Bq，非密封源乙级工作场所）。^{131}I 主要用于甲吸诊断、治疗甲亢等疾病诊疗，^{99m}Tc 用于显像。	项目分期验收，本次不涉及甲癌治疗。工作场所等级不变。
储运工程	储存	^{99m}Tc采用从原子高科购买液体试剂的方式，核医学科内新建有储源室（短时间放置）和分装室，经分装后对患者进行注射；^{131}I运抵医院后直接在分装设备内稀释后使用，不设储源和分装室。	^{99m}Tc 采用外购液体试剂的方式，核医学科内设置有储源室（短时间放置）和分装室，经分装后对患者进行注射；^{131}I 运抵医院后在储源室储存，在分装室手动分装（甲吸用药）、在碘治疗服药室自动分装（甲亢甲癌用药）。	储源室、分装室中增加碘的使用，布局不变。 甲癌治疗本次不验收。
	运输	直接由供货方运至项目所在楼外，由专人将放射性药物通过 M7、M6 运输至储源室。		不变
公用工	给水	依托院内供水管网。		不变
	排水	雨污分流，污污分流，综合医学大楼（验收时为综合楼①，下同）非放射性废水经收集后排入医院现有废水处理站（1 座，位于综合楼①南侧，处理能		不变

表 2 项目建设情况

程		力 1040m^3/d），处理达到 GB18466-2005 预处理标准后接入市政污水管网进入合川菜坝污水处理厂处理。		
	供配电	依托项目所在楼供配电系统。		不变
环保工程	废水	采取污污分流，一般性医疗废水经室内单独管网收集后进入医院废水处理站。 核医学科产生的放射性废水在核医学科南侧新建 1 座地埋式推溢式衰变设施(化粪池 35m^3，衰变池分别为 30m^3，20m^3，20m^3，总有效体积 105m^3)，待衰变达标后排入医院废水处理站处理。	废水采取污污分流。一般性医疗废水经室内单独管网收集后进入医院废水处理站。 放射性废水收集后引至综合楼①南侧的衰变池处理后排入医院废水处理站。 衰变池为地埋式三级推溢式衰变设施(化粪池 35m^3，3 个衰变池均为 22m^3，总有效体积 101m^3)。	衰变设施类型不变，衰变池总有效体积基本不变
	废气	核医学科新建抽排风系统，放射性废气总体由低活性区向高活性区收集。共设置 2 套放射性废气管网。手套箱上方设置活性炭吸附装置；废气管网经排风井引至 9 楼顶后经活性炭吸附后高于楼顶排放。 衰变处理设施废气引至综合楼顶放。	核医学科新建抽排风系统。放射性废气总体由低活性区向高活性区收集。共设置 3 套放射性废气管网。手套箱单独 1 套，其上方设置活性炭吸附装置；废气管网经排风井引至 9 楼顶经活性炭吸附后高于楼顶排放。 衰变处理设施废气在绿化带内排放。	按照 HJ1188-2021 的要求，手套箱单独设置 1 套废气收集管网 衰变设施的废气排放口位置调整
	固废	一般医疗垃圾暂存间和生活垃圾暂存间。放射性废物在核医学科新建有专用的废物暂存间，定期按要求进行转运。	分类收集，放射性废物收集后暂存于固废室，衰变达到要求（HJ1188 的时间要求，并监测合格）后作为一般医疗废物交有资质单位处理；其余固体废物分类收集，医疗废物交有资质的单位处理，一般固体废物交环卫部门处理。	不变 衰变时间按照 HJ1188-2021 的要求执行
	辐射防护	采用足够厚度的墙体及铅门、铅窗等屏蔽材料，设置监控、门禁等措施控制人员流向。		不变

根据上表可知，项目建设内容与项目环评及其审批意见的建设内容基本一致。

源项情况：

2.7 验收核素特性参数

本次验收的核素为 ^{99m}Tc、^{131}I，特性表如下。

表 2-4 核医学科拟使用放射性同位素特性参数表

核素	半衰期	衰变模式	β最大能量 MeV	光子能量 MeV	毒性分组	Γ	物理状态	操作方式	主要用途	摄入方式	使用场所	来源
锝 ^{99m}Tc	6.02h	同质异能跃迁	—	0.140	低毒	0.0303	液态	很简单的操作	SPECT/CT 显像	注射	分装室 注射室	外购成品
碘 ^{131}I	8.02d	β^-	0.602	0.284，0.365，0.637	中毒	0.0595	液态	简单操作	甲吸测定	口服	碘治疗服药室	外购成品
									甲亢治疗	口服		

备注：Γ 表示距源 1m 处的周围剂量当量率常数，单位μSvm²/MBq·h；“—”表示无相关数据。

2.8 验收核素用量及工作场所情况

核医学科核素 ^{99m}Tc、^{131}I。每次使用前根据病人用量提前订购。根据医院医疗规划，甲癌治疗工作暂不开展，因此，本次验收核医学科工作场所为除甲癌病房区域

外的其余工作场所。

核医学科工作场所及核素使用已经取得相关许可。核医学科工作场所使用核素情况环评阶段、许可情况及验收阶段涉及的非密封放射性物质情况见表 2-5。

表2-5　非密封放射性物质情况一览表

阶段	核素名称	日最大操作量（Bq）	毒性因子	操作方式	操作方式修正因子	日等效最大操作量（Bq）	年用量（Bq）
环评阶段	^{99m}Tc	7.59×10^{9}	0.01	简单操作	1	7.59×10^{7}	2.59×10^{12}
	^{131}I	7.03×10^{9}	0.1	简单操作	1	7.03×10^{8}	5.10×10^{11}
	合计	1.46×10^{10}	/	/	/	**7.79×10^{8}**	**3.10×10^{12}**
辐射安全许可	^{99m}Tc	7.59×10^{9}	--	--	--	7.59×10^{7}	2.59×10^{12}
	^{131}I	7.03×10^{9}	--	--	--	7.03×10^{8}	5.10×10^{11}
	合计	1.46×10^{10}	--	--	--	**7.79×10^{8}**	**3.10×10^{12}**
验收阶段	^{99m}Tc	8.88×10^{9}	0.01	很简单的操作	10	8.88×10^{6}	2.22×10^{12}
	^{131}I	7.46×10^{8}	0.1	简单操作	1	7.46×10^{7}	3.88×10^{10}
	合计	9.63×10^{9}	/	/	/	**8.34×10^{7}**	**2.26×10^{12}**

从上表可知，核医学科许可的核素种类和用量与环评阶段一致。验收阶段，因核医学科调整了日工作负荷（具体见表 2-8），较环评阶段和许可量，验收阶段非密封放射性物质日最大操作量有所减少，年用量减少，按照现有标准规范修正了 ^{99m}Tc 的操作方式修正因子后，日等效操作量也减少。工作场所等级仍为乙级工作场所，未发生变化。

2.9 验收射线装置

本次验收的射线装置为 1 台 SPECT/CT，具体情况见表 2-6 所示。

表2-6　本次验收射线装置一览表

射线装置名称	射线装置厂家及型号	数量	类别	射线种类	额定参数	工作场所	与环评阶段对比
SPECT/CT	北京通用电气华伦医疗设备有限公司 NM/CT 860	1 台	III类	X 射线	最大电压 140kV，最大电流 200mA	核医学科 ECT 检查室	使用场所一致，最大管电压相同，管电流减小

从上表可知，本项目验收阶段，SPECT/CT 最大管电流减小，其他无变化。

工程设备与工艺分析：

2.10 应用 ^{99m}Tc 的诊断流程及产污环节

（1）设备组成及工作方式

表 2　项目建设情况

SPECT（Single Photon Emission Computerized Tomography，单光子发射型计算机断层显像）系统一般由探测器、机架、控制台、计算机（包括接口）和外围设备五部分构成。SPECT/CT 同样是将 SPECT 和 CT 结合成一体化的设备，使用同一个检查床和同一个图像处理工作站，将 SPECT 图像和 CT 图像融合，可以同时反映病灶的病理生理变化和形态结构，明显提高诊断的准确性。

SPECT/CT 工作时操作人员隔室操作。

（2）工作原理及工作方式

SPECT 是利用 ^{99m}Tc 放射性核素的示踪作用，不同的显像剂在体内有其特殊的分布和代谢规律，能够选择性地聚集在特定脏器、组织或病变部位，使其与邻近组织之间的放射性分布形成一定程度浓度差，而显像剂中的放射性核素可发射出具有一定穿透力的γ射线，利用 SPECT 探头对这些光子进行探测和记录，通过计算机处理从而获得脏器、组织或者病变部位的形态、位置、大小以及脏器功能图像数据。

在注射了 ^{99m}Tc 的受检者待药物代谢至组织、脏器，根据技师语音指导摆位，进行 SPECT/CT 扫描，其工作方式及流程与 CT 类似。

（3）工作流程

应用 ^{99m}Tc 的患者在 SPECT/CT 下作显像诊断具体流程描述如下：

①根据医务人员指导意见，需要接受全身或脏器显像检查的人员提前预约登记，确定用药量。本项目使用的诊断药物为含 ^{99m}Tc 放射性药物，为直接外购成品针剂。医务人员根据用药量提前向有资质的药物供货商/生产商订药，由其负责将药物运输至核医学科储源室内。

②医护人员穿戴好个人防护用品等，将含 ^{99m}Tc 的放射性药物转移至分装室内的手套箱内进行活度测定、简单分装（取药，即注射器吸药），然后再利用注射器转运盒将 ^{99m}Tc 药物针剂转至注射室（内）的一体化注射窗口。对成品针剂进行活度测定、注射器吸药总体按 30s/人次考虑。

③受检者按约定时间在核医学科诊室进行登记、准备。听到呼叫后从指定入口进入核医学科的注射室（外）的注射窗口。其中进行 ^{99m}Tc 心功能显像检查的受检者沿诊断廊直接进入抢救室（兼运动负荷室），通过跑步机跑步达一定运动负荷，再接受药物注射。

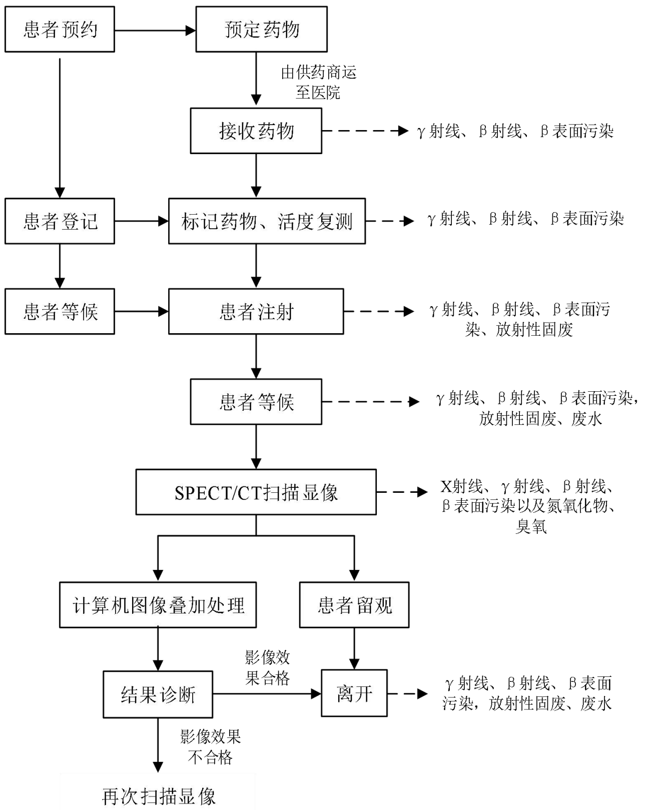
表 2　项目建设情况

④操作核素的医护人员核实受检者相关信息，确认无误后为受检者注射，常规的在 SPECT 注射窗口注射。注射、给药时间平均约 30s/每人，每日计划最多注射 16 人次。

⑤注射了 ^{99m}Tc 放射性药物的受检者进入检查前等候区等候，等待药物在体内分布达到平衡。显像部位不同，等候时间不同，骨扫描显像等候时间约 2.5h，肾扫描显像在注射后即可进行扫描，对胰腺显像等的等候时间约 5～10min。

⑥检查前等候区的受检者达到要求后进入 ECT 检查室进行检查。SPECT 平均扫描时间约 10min/次，CT 平均扫描时间约 2min/次。SPECT/CT 技术人员辅助受检者上机检查摆位按总人数的 1/10 考虑，单次摆位时间平均约 1min。

⑦检查完成后，受检者在检查后留观区进行留观，留观时间为 5～10min，经医务人员确认图像质量满意后，受检者通过 M3 门直接离开综合楼①。应用单光子放射性药物 ^{99m}Tc 的受检者在 SPECT/CT 下做显像诊断流程如下图 2-1。



备注：上述分装为简单分装，即注射器吸药。

图 2-1　应用单光子放射性药物 ^{99m}Tc 在 SPECT/CT 下显像诊断流程图

表 2　项目建设情况

项目应用 ^{99m}I 的工艺流程和产排污环节与环评阶段一致，未发生变化。

2.11 应用 ^{131}I 诊疗流程及产污环节

（1）应用 ^{131}I 甲吸诊断流程及产污环节

甲状腺吸碘功能测定主要用于甲亢治疗、甲癌治疗患者服碘量的计算以及亚急性甲状腺炎患者的诊断，其主要流程包括患者准备、标准源的准备和服用、甲功测定和结果判定。

医院根据患者预约情况向有资质的供货商/生产商预定含 ^{131}I 的放射性药物，然后由有资质的供货商/生产商当天用专车运抵医院储源室暂存，需要使用时转运至分装室手套箱内操作（一般在甲亢治疗用药后剩余药液即可）。

甲吸测定使用的 ^{131}I 放射性药物量少，故需要进行手动活度测定、稀释、分装。本项目 ^{131}I 放射性药物在手套箱内进行，活度测定、稀释、分装时间不超过 3min。操作核素的医务人员将分装好的 ^{131}I 放射性药物放置在碘治疗服药室内，而后患者到达碘治疗服药室后听取医务人员的指挥取药、服药，通过治疗廊从 M7 门自行离开核医学科（综合楼①）。待服药后 3h、6h、24h 在甲吸室用甲功测定仪测定甲状腺部位的放射性计数，测量前先测定室内自然本底的计数及标准源计数。三次测量之间间隔时间较长，患者可离开医院自由活动。根据测量结果计算出的甲状腺吸碘率值可判定受检者甲状腺功能，检查后即可离开。

根据了解和调查，本项目购买的自动分装仪分装精度为 0.1mL。一次分装可使用一周，分装稀释剩余的药物放在通风橱内。一次自动分装、手动稀释等工作用时约 10min。

甲吸测定流程及产排污见图 2-2。

表 2　项目建设情况

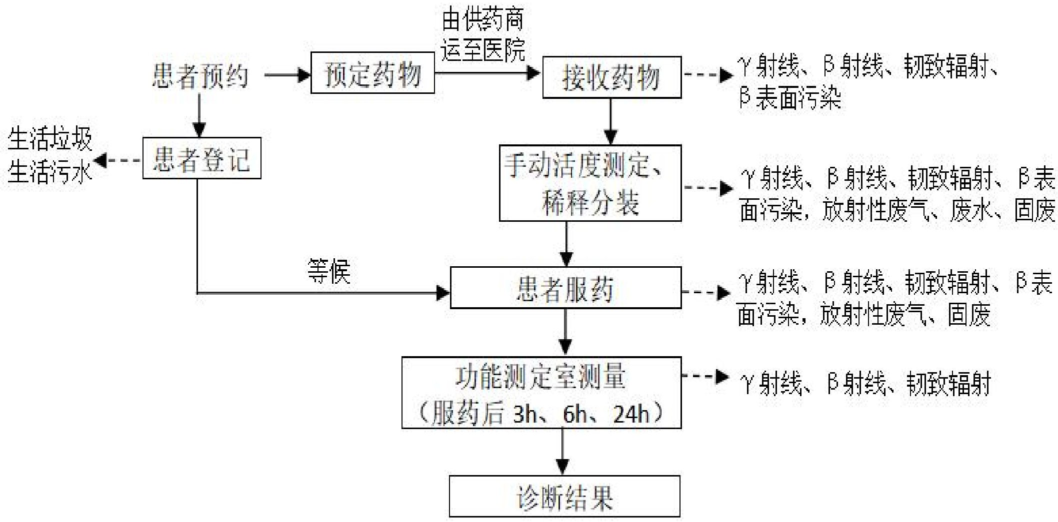


图2-2　甲吸测定流程及产排污示意图

（2）应用 ^{131}I 甲亢治疗流程及产排污

医院根据患者预约情况向有资质的供货商/生产商预定含 ^{131}I 的放射性药物，然后由有资质的供货商/生产商当天用专车运抵医院储源室暂存。使用前将铅罐安装在全自动核素分药仪内，然后医务人员通过全自动核素分药仪电脑控制将蒸馏水注入全自动核素分药仪中对购买的 ^{131}I 液态放射性药物进行稀释。操作护士在隔室操作界面上设定样品的分配活度、体积和计划使用时间，系统会自动完成将放射性原料（母液）进行稀释处理、定量分配、在线活度测量和样品体积配比的全部工作，测试合格的溶液可用于患者服用。

甲亢治疗病人用药全部为自动分装。

甲亢治疗流程：医生首先根据甲状腺吸碘率或吸碘量，确定服药量之后，通过电脑控制从全自动核素分药仪内放出适量药物，药物用纸杯盛装，并通过视频、对讲设施指导病人在服药室取药并服用。甲亢病人服药不超过10mCi，患者服药后通过治疗廊从M7门自行离开核医学科（综合楼①）。个别需要留观的在甲亢留观室短时间留观后离开。

应用含 ^{131}I 甲亢治疗工艺流程及产污环节见图 2-3。

表 2　项目建设情况

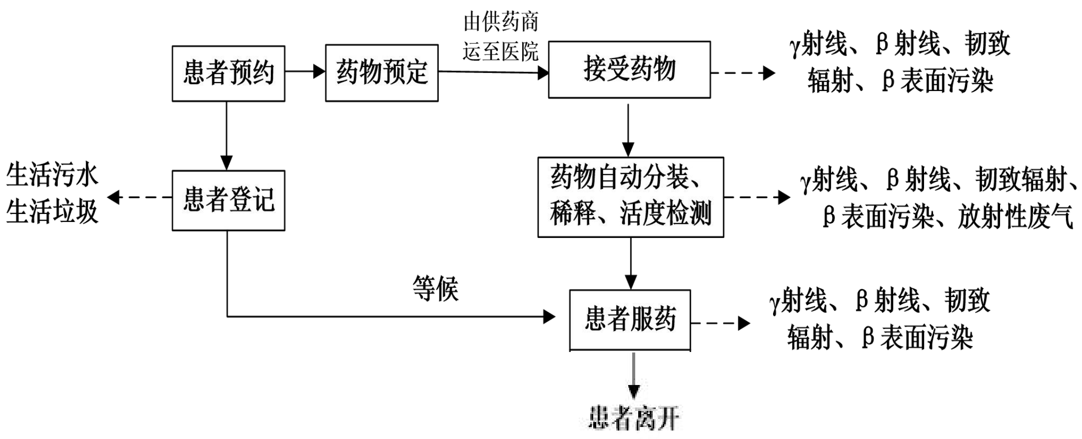


图 2-3 应用 ^{131}I 甲亢治疗流程图

项目应用 ^{131}I 的工艺流程和产排污环节与环评阶段一致，未发生变化。

2.12 污染因子

由核医学科操作流程及核素辐射特性表可知，本次放射性同位素使用过程中主要污染因子包括：γ射线、β表面污染、放射性“三废”，另外，SPECT/CT 在使用 CT 模式下还会产生 X 射线。除此之外还有诊疗过程中产生的非放射性“三废”。

项目产生的污染因子与环评阶段一致，未发生变化。

2.13 人员配置及工作负荷

（1）人员配置

根据建设单位提供资料，核医学科在院内调配了 5 名放射工作人员和 1 名兼职病理学医师从事核医学相关工作。5 名放射工作人员中 3 名已经到岗，尚有 2 人正在参加培训考核，待考核通过后到岗。放射工作人员名单见表 2-7。

表 2-7　核医学科放射工作人员名单表

姓名	性别	年龄	岗位	职称	学历	辐射安全与防护培训合格证号	2024.9.26-2025.9.25 个人剂量监测结果
彭　鸥	男	38	核医学医师	中级	本科	FS24CQ 0300006	0.061
唐　怡	女	36	护理人员	初级	本科	待考核	0.055
杨伟琼	女	23	核医学技师	初级	本科	FS25CQ 0300008	0.146
游兴攀	男	50	医学影像	副主任医师	本科	待考核	0.176
张瑾昱	男	28	核医学	中级	研究生	FS26CQ 0300004	新入职员工

表 2　项目建设情况

项目核医学科配置人员能满足本次验收运营项目的需要，医院承诺放射工作人员取得“核医学”辐射安全与防护考核合格单后才能从事核医学工作。放射工作人员均已开展了岗前职业健康体检，能从事放射工作，均配置了个人剂量计。

2.14 工作负荷

根据医院确认，因核医学科暂不开展甲癌治疗，因此对门诊的工作负荷有所调整。核医学科环评阶段核素使用情况及验收阶段的核素使用情况见表 2-8 所示。

表 2-8　核医学科核素使用情况表

阶段	核素名称	单人次最大用量（Bq）	最大就诊人次		最大用量	
			人次/日	人次/年	Bq/日	Bq/年
环评阶段	^{99m}Tc-全身骨显像	9.25×10^{8}（25mCi）	7	2500	6.48×10^{9}	2.31×10^{12}
	^{99m}Tc-肾动态显像	5.55×10^{8}（15mCi）	2	500	1.11×10^{9}	2.78×10^{11}
	^{99m}Tc 小计	/	**9**	**3000**	**7.59×10^{9}**	**2.59×10^{12}**
	^{131}I-甲吸	3.7×10^{5}（0.01mCi）	3	800	1.11×10^{6}	2.96×10^{8}
	^{131}I-甲亢	3.7×10^{8}（10mCi）	1	300	3.7×10^{8}	1.11×10^{11}
	^{131}I-甲癌	6.66×10^{9}（180mCi）	1	60	6.66×10^{9}	3.99×10^{11}
	^{131}I 小计（含甲癌）	/	**5**	**1160**	**7.03×10^{9}**	**5.10×10^{11}**
	合计（含甲癌）	/	**14**	**4160**	**1.46×10^{10}**	**3.10×10^{12}**
	^{131}I 小计（不含甲癌）	/	**4**	**1100**	**3.71×10^{8}**	**1.11×10^{11}**
	合计（不含甲癌）	/	**13**	**4100**	**7.96×10^{9}**	**2.70×10^{12}**
验收阶段小计	^{99m}Tc	5.55×10^{8}（15mCi）	**16**	**4000**	**8.88×10^{9}**	**2.22×10^{12}**
	^{131}I（甲吸）	3.70×10^{5}（0.01mCi）	15	780	5.55×10^{6}	2.89×10^{8}
	^{131}I（甲亢）	3.70×10^{8}（10mCi）	2	104	7.40×10^{8}	3.85×10^{10}
	^{131}I 小计	/	**17**	**884**	**7.46×10^{8}**	**3.88×10^{10}**
	合计	/	**33**	**4884**	**9.63×10^{9}**	**2.26×10^{12}**

根据上表可知，核医学科年最多接待诊疗病人 4884 人次，较环评阶段有所增加；核素日最大用量和年最大用量与环评阶段相比均有所减少。

同时，从上表可知，环评阶段不考虑甲癌治疗时，核医学科预计接待诊疗病人数较环评阶段有所增加，核素日最大用量较环评阶段有所增加，年最大用量较环评阶段有所减少。

核医学科放射工作人员工作负荷具体情况如下表 2-9 所示。

表 2-9　核医学科射线装置及人员工作负荷统计表

设备名称	工作内容	诊断人数（人次/年）	单次所需时间	年有效开机时间
SPECT/CT（^{99m}Tc）	SPECT 显像	4000	10min/人次	666.7 h/年
	CT 扫描		2min/人次	133.3 h/年

表 2　项目建设情况

核素名称	工作内容	诊疗人数（人次/年）	单次所需时间	放射工作人员接触时间
^{99m}Tc	活度测定、注射器吸药	4000	30s/人次	33.3 h/年
	注射	4000	30s/人次	33.3h/年
	SPECT/CT 辅助摆位	4000×1/10=400	1min/人次	6.7 h/年
^{131}I（甲吸测定）	手动稀释分装	1 次/周，52 周/年	10min/次	8.7h/年
^{131}I（甲亢治疗）	自动分装	104	自动分药仪	/

2.15 项目变更情况

本项目建成前后工程情况及变化情况见表2-10。

表2-10　项目变化情况统计表

项目	环评阶段	验收阶段	变化原因及结果
建设单位	重庆市合川城市建设投资（集团）有限公司	重庆市合川区人民医院	环评阶段为代建公司，验收阶段为运营单位。
设备	在注射室、服药室内各设置1台自动分装仪。	将^{131}I服药区域集中在碘治疗服药室，配置1台自动分装仪。	将碘诊疗病人与锝诊断病人就诊区域完全分开，减少碘核素沾染区域；加强甲癌病人的管理，正常情况下其住院区域可以完全独立，减少对医护人员的影响。方便甲吸检查的反复进出；在考虑结合HJ1188-2021、GBZ120-2020的布局要求，在较小调整的情况使布局、路径更合理。
项目用房设置	设置碘分装控制室、给药室、污物储藏间、治疗室、甲亢观察室等。	给药室更名为碘治疗服药室，甲亢观察室变更为抢救室（兼运动负荷室），污物储藏间调整为甲亢留观室，治疗室变更为被服间、其余用房名称不变。	
路径规划及进出口	病人从西侧通过M1，在M2处进入诊疗区。甲亢甲吸病人在注射室服药，^{99m}Tc注射病人、甲亢甲吸病人从M3门离开；给药室开1个门，医护人员和甲癌病人共用该门，甲癌病人在给药室服药后住院，并从M9离开；放射性药物和放射性废物从M7门进出。	取消病人廊中的M2，将甲吸室的入口由病人廊改为候诊大厅；病人从西侧M1直接进入诊疗控制区。^{99m}Tc注射病人单独从M3门离开，将碘治疗服药室新开2个门，共3个门，分别供医护人员、甲吸甲亢病人、甲癌病人进出；甲亢甲吸病人在碘治疗服药室服药后从M7门离开，后期甲癌病人在服药室服药住院后从M9离开；放射性药物和放射性废物从M7门进出，进出时间与甲吸甲亢病人离开时间错开。	
排风管网	设置2套管网。甲吸、甲亢及锝显像诊断区为1套；甲癌病房区域及服药室等用房为1套；其中通风橱上方设置活性炭吸附，管道设置止回阀，防止高活废气倒流；2套废	设置3套管网。锝显像诊断区为1套，手套箱1套，碘诊疗区域及服药室、分装室、储源室、固废室等用房为1套。手套箱上方设置活性炭吸附，管道设置止回阀，防止高活废气倒流；3套废气管网在排风井处合并后经排风井引至楼顶经活性炭吸附后	按照HJ1188-2021要求将手套箱单独设置1套废气收集管网。 衰变设施的废气在绿化带排放。废气主要为臭

	气管网经排风井引至楼顶经活性炭吸附后高于楼顶排放。 衰变池废气经大楼排风井引至楼顶排放。	高于楼顶排放。 衰变池的废气主要为臭气等，对周围环境的影响小，直接在绿化带排放。	气，排放口周围活动人员较少，项目废水量少，对环境的影响很小。
屏蔽体厚度	储源室、分装室、给药室及防护病房四周墙体及所有用房顶棚和地板均采用足够厚度的混凝土防护，控制区其余用房采用实心页岩砖墙防护，用房门窗采用铅防护门和铅窗防护。	储源室、分装室、碘治疗服药室及防护病房四周墙体及所有用房顶棚和地板均采用足够厚度的混凝土防护，控制区其余用房采用实心页岩砖墙防护，用房门窗采用铅防护门和铅窗防护。仅ECT检查室防护门和观察窗的铅当量由5mmPb减少到3mmPb，其余屏蔽厚度均不低于环评阶段，具体见表3-2所示。	ECT检查室配置的SPECT/CT管电流降低，根据附件核算及现场监测，ECT检查室屏蔽体外的剂量率均为本底值，不会导致不利影响加重。

从上表可知，项目的变化主要是根据环评后新发布的《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）进行的调整，使其布局、路径规划等能更合理。

根据《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函〔2025〕313号文件），项目变化情况与之对比情况见下表 2-11。

表 2-11　与《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》对比情况表

序号	内容	环评阶段	验收阶段	是否重大变动
性质				
1	由核技术利用建设项目变更为其他类别建设项目。	核技术利用建设项目	核技术利用建设项目	否
建设地点				
2	重新选址。	项目位于合川区希尔安大道 1366 号合川区人民医院新建综合楼①一层东侧		否
3	调整辐射工作场所位置（包括总平面布置变化）导致调整后评价范围内出现新的环境保护目标。	/	总体用房布局和面积等均未调整，控制区内部部分用房功能调整，未因以上原因出现新的环境保护目标	否
规模				
4	放射源类别升高。	无放射源	无放射源	否
5	射线装置类别升高。	III类	III类	否
6	非密封放射性物质工作场所级别升高。	乙级	乙级	否
7	放射源的总活度或放射源数	无放射源	无放射源	否

表 2 项目建设情况

	量增加 50%及以上。			
8	射线装置额定功率或输出剂量率或中子产生率增大 50%及以上。	最大管电压均为 140kV，最大管电流为 500mA	最大管电压 140kV 最大管电流 200mA	否
9	放射性核素活度或种类增加导致非密封放射性物质工作场所的日等效最大操作量增加 50%及以上。	使用 ^{99m}Tc、^{131}I，日等效最大操作量为 7.79×10^8Bq	使用 ^{99m}Tc、^{131}I，日等效最大操作量为 8.34×10^7Bq。	否
10	增加新的辐射工作场所。	核医学科诊断区和治疗区	核医学科诊断区和治疗区	否
工艺				
11	生产工艺或使用方式变化导致不利影响加重，含主要工艺装置、配套设备及放射性三废处理设施任何一项变化。	/	核素使用方式、废气收集处理系统、衰变设施的类型未发生变化，有效体积基本不变。	否
辐射安全与防护措施				
12	辐射防护措施改变导致不利影响加重。	/	衰变设施废气排放口位置变化，ECT 检查室防护门和观察窗铅当量减薄，其余辐射防护措施未发生变化。根据预测，屏蔽体外剂量率达标，根据监测，ECT 检查室屏蔽体外为本底值，根据剂量估算，放射工作人员受照剂量基本不变，不会导致不利影响加重。	否
13	辐射安全联锁系统的联锁方式、联锁逻辑发生改变导致联锁功能减弱。	门灯联锁等	门灯联锁、联锁逻辑等等，未发生变化。	否
14	非密封放射性物质工作场所功能和布局变化导致增加控制区。	/	核医学科工作场所功能未变化，布局未变化，仅根据 HJ1188- 2021 等标准优化了个别用房的功能，将全部病人廊和卫生通过间划设为控制区。	否
15	新增放射性液态流出物排放口或气载流出物排放口。	2 套放射性废气管网在楼顶设置 1 个排放口，衰变设施在楼顶设置 1 个排放口。 废水衰变设施设置 1 个排放口。	3 套放射性废气管网在楼顶设置 1 个排放口，衰变设施在绿化带排放，减少 1 个排放口。 废水衰变设施设置 1 个排放口。	否

综上，项目核医学科变化情况较小，项目的建设性质、建设地点、规模、工艺、辐射安全与防护措施等均未发生重大变动。

表 3　辐射安全与防护设施/措施

主要污染源、污染物处理和排放：

3.1 工作场所布局

1）工作场所布局

核医学科的总平面布置见报告中 2.4 及附图 6（1）所示。

2）人流物流路径

①病人路径

影像检查受检者：核医学科候诊厅→M1→病人廊→注射室（外）→检查前等候区→ECT检查室→检查后留观室→M3离开。

甲吸甲亢用药病人：核医学科候诊厅→M1→病人廊→M5→治疗廊→碘治疗服药室→治疗廊→M7离开。

甲吸测定病人：核医学科候诊厅→甲吸室→核医学科候诊厅。

②工作人员路径

核素操作人员：核医学科候诊厅→医护通道→控制室，工作完成后再原路返回。

技师：核医学科候诊厅→医护通道→防护更衣→卫生通过间→医护廊→碘分装控制室等用房；工作完成后再原路返回。

③放射性药物运输路径

每日核医学科运营前，放射性药物运输从 M7→治疗廊→储源室。

放射性药物一般在每天的早上送药，送药时核医学科内无门诊病人活动。

④废物路径

每日诊疗工作结束后或者住院病人出院后，由专人将各处产生的放射性废物收集到固废室，进行整理打包登记后进行衰变，待其衰变时间及剂量满足要求后，从固废室→治疗廊→M7 运出核医学科。

项目核医学科人流、物流路径见附图 6（2）所示。

核医学科采用预约制。影像诊断受检者与甲亢、甲吸病人分开预约不同的用药时间段。放射性药物和放射性废物的运输在无就诊病人的情况下再行运输。

与环评阶段相比，影像诊断受检者、送药、废物路径均不变，甲亢甲吸病人的服药位置从注射室调整到碘治疗服药室，出口从 M3 门调整到 M7 门，路径有所调整，调整后的人流、物流相对独立，同种核素使用更集中，病人路径更清晰。同时，

路径设置也满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）与《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）的要求。

3）布局合理性

项目按照开展的诊疗工作需求设置功能用房，功能用房齐全，能满足项目用房需求。办公区主要位于北侧，西侧为候诊区和诊室；诊疗区域中，诊断区域位于西侧，治疗区域位于东侧，中间为核素操作区域及医护人员活动区域，用房分区明确，能做到清污分区。诊疗区域与其他区域以墙体物理分隔，做到清污分区布置。

核医学科各功能用房按照低活性区向高活性区、清洁区向污染区分布的原则进行排列，诊疗流程、路线清晰，人流物流能相对独立。核医学科采用预约，核医学科医护人员、患者、放射性药物及放射性废物通道通过时间和交通控制能做到相对独立，可有效避免交叉污染。核医学科的路径规划较合理。

核医学科用房按要求进行了控制区、监督区的划分，控制区集中布置。放射性药物操作场所出入口处设置了卫生通过间（设置洗手盆、淋浴），工作人员离开时在卫生通过间进行清洗和污染检测；设置了病人用药后的专用卫生间；甲吸甲亢病人服药后即离开核医学科，个别甲亢病人需要留观的设置了甲亢留观室；住院区域独立，病房设置了专用厕所；项目布局将注射诊断病人和治疗病人用药处分开，便于病人就诊，并能很好地将放射性废物分类收集和打包；医患通道的控制区进出口处均设置门禁，保证单向线路唯一，控制无关人员进入辐射工作场所和给药后病人的随意流动，避免工作人员和公众受到不必要的照射。

项目放射性废气经收集后在综合楼①楼顶并高于楼顶排放。排放口与高层建筑住院楼较远（大于100m），且其不在排放口主导风向上。废气经处理后再排放，对环境的影响小。

综上，从辐射防护角度，核医学科总体平面布局合理。

3.2 辐射工作场所分区管理

医院对核医学科用房进行了分区管理，虽然甲癌住院区域本次不纳入验收，其实行封闭管理，因此，核医学科按照整个场所进行分区管理。具体分区情况见表 3-1。

表 3　辐射安全与防护设施/措施

表3-1 项目分区情况

阶段	控制区范围	监督区范围
环评阶段	储源室、分装室、注射室、给药室、放射性废物储存室、检查后留观区、检查前等候区、甲亢观察室、ECT 检查室、患者专用卫生间、甲癌病房、治疗室、洗涤室/污洗间、被服储藏间、内部走廊、碘分装控制室等。	核医学科候诊区、护士站（预约登记）、诊室、控制室、甲吸室、库房、资料室、医护廊（清洁区）、卫生通过间、防护更衣、女更衣。
验收阶段	储源室、分装室、注射室、碘分装控制室、碘治疗服药室、固废室、检查后留观区、检查前等候区、抢救室（兼运动负荷室）、ECT 检查室、患者专用卫生间、甲癌病房、被服间、洗涤间/污洗间、甲亢留观室、内部走廊（医护廊、住院廊、治疗廊、病人廊）、卫生通过间等。	核医学科候诊区、护士站（预约登记）、诊室、甲吸室、控制室、库房、资料室、医护廊（清洁区）、防护更衣、女更衣、电梯/楼梯，其余控制区相邻区域(包含建筑外及楼上楼下）。
变化情况	控制区增加卫生通过间，医护廊全部划为控制区。	监督区增加了其余控制区相邻区域（包含建筑外及楼上楼下）。

备注：环评阶段分区结合报告表正文和附图来确定。

与环评阶段相比，分区原则基本一致。仅将卫生通过间由监督区调整为控制区，增加了其余控制区相邻区域（包含建筑外及楼上楼下）划为监督区。

该分区的调整主要是根据《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）的相关要求进行，此分区能更好的保护周围公众，减少项目运营对公众成员的影响。

核医学科的控制区满足环评、批复文件和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的要求，同时也满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）与《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）要求。

3.3 各房间防护厚度建设情况

根据环评报告等，核医学科用房屏蔽墙体环评阶段及验收阶段情况如下表。

表3-2 主要功能用房屏蔽体情况

名称	防护方案		变化情况
	环评阶段	验收阶段	
分装室	四周墙体：300mm 砼 顶棚、地板：300mm 砼 防护门：2mmPb	四周墙体：300mm 砼 顶棚、地板：300mm 砼 防护门：北 2mmPb，东 5mmPb	东防护门增厚
储源室	四周墙体：300mm 砼 顶棚、地板：300mm 砼 防护门：2mmPb 传递窗：12mmPb	四周墙体：300mm 砼 顶棚、地板：300mm 砼 防护门：5mmPb 传递窗：12mmPb	防护门增厚
固废室	四周墙体：东墙南墙 370mm 砖、西墙和北墙 300mm 砼 顶棚、地板：200mm 砼 防护门：2mmPb	四周墙体：东墙南墙 370mm 砖、西墙和北墙 300mm 砼 顶棚、地板：200mm 砼 防护门：2mmPb	不变

表 3　辐射安全与防护设施/措施

碘分装控制室	四周墙体：东墙南墙 300mm 砼、西墙和北墙 370mm 砖 顶棚、地板：200mm 砼 防护门：/	四周墙体：东墙南墙 300mm 砼、西墙和北墙 370mm 砖 顶棚、地板：200mm 砼 防护门：/	不变
碘治疗服药室	四周墙体：300mm 砼 顶棚、地板：300mm 砼 防护门：2mmPb	四周墙体：东墙 360mm 砼、其余墙体 300mm 砼 顶棚、地板：300mm 砼 防护门：5mmPb	东墙和防护门增厚
注射室（内）	四周墙体：南墙 300mm 砼、其余墙体 370mm 砖 顶棚、地板：200mm 砼 防护门：2mmPb	四周墙体：南墙 300mm 砼、其余墙体 370mm 砖 顶棚、地板：200mm 砼 防护门：2mmPb	不变
注射室（外）	四周墙体：东墙部分 300mm 砼、其余墙体 370mm 砖 顶棚、地板：200mm 砼 防护门：2mmPb 注射窗：未定	四周墙体：东墙部分 300mm 砼、其余墙体 370mm 砖 顶棚、地板：200mm 砼 防护门：2mmPb 注射窗：10mmPb	不变
ECT 检查室	四周墙体：370mm 砖 顶棚、地板：200mm 砼 防护门、观察窗：5mmPb	四周墙体：370mm 砖 顶棚、地板：218mm 砼 防护门、观察窗：3mmPb	防护门观察窗减薄顶棚地板增厚
抢救室(兼运动负荷室)	四周墙体：370mm 砖 顶棚、地板：200mm 砼 防护门、观察窗：2mmPb	四周墙体：西墙 400mm 砼、其余墙体 370mm 砖 顶棚、地板：200mm 砼 防护门、观察窗：2mmPb	西墙增厚
检查前等候区/检查后留观区	四周墙体：370mm 砖 顶棚、地板：200mm 砼 防护门：2mmPb	四周墙体：370mm 砖 顶棚、地板：200mm 砼 防护门：2mmPb	不变
甲吸室	四周墙体：370mm 砖 顶棚、地板：常规	四周墙体：西墙 400mm 砼，其余 370mm 砖 顶棚：120mm 砼，地板：150mm 砼 防护门：南 2mmPb	增加防护
卫生通过间防护更衣医护廊	四周墙体：370mm 砖 顶棚、地板：常规	四周墙体：370mm 砖 顶棚、地板：200mm 砼	增加防护
甲亢留观室洗涤室/污洗间	四周墙体：370mm 砖 顶棚、地板：常规	四周墙体：370mm 砖 顶棚、地板：200mm 砼 防护门：邻走廊 2mmPb	增加防护
场所内走廊	M2、M4、：370mm 砖/2mmPb 治疗廊南侧 370mm 砖 顶棚、地板：200mm 砼	M1、M4：370mm 砖/2mmPb M7：2mmPb 治疗廊南侧 370mm 砖 顶棚、地板：200mm 砼	增加 M7 的防护
衰变池	池壁、池底、池顶：240mm 砼 顶盖：4mmPb	池壁、池顶：300mm 砼　池底：500mm 砼 人孔顶盖：100mm 砼	顶盖增厚

备注：①砼为混凝土，$\rho=2.35g/cm^3$，砖为实心页岩砖，$\rho=1.65g/cm^3$，铅$\rho=11.3g/cm^3$；
②环评阶段部分屏蔽参考环评报告附图。
③按 ^{131}I 考虑，人孔顶盖 100mm 砼相当于 6.5mmPb。

根据表3-2可知，除ECT检查室防护门观察窗屏蔽厚度减薄外，其余屏蔽体的实际建设厚度均不低于环评阶段的设计厚度。ECT检查室配置的SPECT/CT管电流降低，^{99m}Tc单人次用量减少，根据附件核算及现场监测，ECT检查室屏蔽体外的剂量

率均为本底值。

根据监测，核医学科控制区用房屏蔽体的屏蔽能力均能满足标准要求。

由于核医学科尚未投入运行，本次未监测衰变池和废水管网，待核医学科运行有放射性废水经衰变后排放时，再行委托有资质单位对排放口的废水进行采样监测，对衰变设施顶部、放射性废水管网等进行监测。

3.4 辐射安全与防护措施的设置和功能实现情况

（1）安全防护措施

核医学科辐射安全与防护措施包括辐射分区、警告标志、视频监控、语音对讲、引导标识等辐射安全与防护状况等，具体布置位置见附图 6（5），现场照片见附图 7。核医学科的辐射安全与防护设施设置情况与环境影响报告表及其审批部门审批决定对比情况见表 3-3。

表 3-3　核医学科安全防护措施落实情况表

序号	环评报告表及其批复中的安全防护措施	实际采取的安全防护措施	检验方式	检验结果
1	表面易清洗	在容易发生药物撒泼的碘治疗服药室地面设置环氧树脂地坪漆，并回翻墙面；其余地面采用 PVC 地板胶铺设；墙面采用质感漆；均易清洁。	现场查看	已按要求设置并达到效果
2	工作场所分区	在核医学科内划分控制区和监督区，地面贴分区标识。	现场查看	达到分区管控效果
3	放射性药物等安全保卫措施	储源室防护门设置门锁、门禁，室内外设置监控探头，专人保管放射源。在固废室设置门锁，室外设置监控探头。	现场查看	已按要求设置
4	电离辐射警告标志	在储源室、碘治疗服药室、固废室、控制区进出口、ECT 检查室等门上，以及放废桶上设置电离辐射警告标志。储源铅罐表面张贴电离辐射标志。	现场查看	已按要求设置
5	门禁系统	在控制区进出口设置门禁（密码、护士站控制）或在病人出口通道内设置开门按钮，防止无关人员进出；受检者出入口达到单向通行，技师、护士工作区域无关人员不可进入。	现场查看	已按要求设置并达到效果
6	监视和通讯装置	在核医学科工作场所必要位置设置监控探头，监控显示在护士站，并设置了对应的语音/对讲装置，方便医护人员指导患者或者与患者沟通。	现场查看和试验	已按要求设置并达到效果
7	剂量报警仪	在病人入口、病人出口、护士站等处设置剂量报警仪。	现场查看	已按照要求设置，能正常工作

表 3　辐射安全与防护设施/措施

8	就诊引导标识	在病人廊、治疗廊设置地面导向提示，引导受检者就诊。	现场查看	已按照要求张贴标识
9	清洁去污	置卫生通过间作为辐射工作人员卫生通过，各水出口置感应式开关。卫生通过间、洗涤室/污洗间等处配置核素洗消液及配备应急去污用品，操作放射性药物的护士离开控制区前应清洗并进行表面污染监测。	现场查看	已按照要求设置
10	射线装置机房辐射安全措施	在ECT检查室各防护门上方设置工作状态指示灯，并设置门灯联锁。病人进出门为推拉门，设置防夹装置；技师进出门为平开门，设置自动闭门装置。设备上和控制台设置急停按钮，按下设备停止出束。	现场查看及实际操作	已按照要求设置
11	传递窗	为单向开启式，即传递窗的两侧，仅能在一侧关闭完全的时候，另一侧才能打开，两侧不能同时打开。	现场查看	已按照要求设置

通过现场查看及检验，本项目落实了环评报告及其批复中的安全防护措施，安全防护措施照片见附图7。

（2）监测设施及防护用品

医院按照环境影响报告表及其审批部门审批决定的要求为辐射工作人员配备了防护用品及表面污染监测仪、剂量报警仪、个人剂量计等。监测设施基本情况见表3-4。

表 3-4　核医学科个人防护用品和检测仪表

序号	设备名称	数量	存放或使用位置	备注
1	防护铅衣、防护铅围领、防护铅眼镜、防护铅帽、防护手套	4 套	防护更衣室	0.5mmPb
2	放射性污染防护服	多套	防护更衣室	/
3	表面污染监测仪	1 台	卫生通过间/分装室	HA3100AB-15
4	个人剂量报警仪	7 台	医务人员随身佩戴	HA3800G
5	固定式剂量报警仪	1 套	在病人入口 M1、影像检查病人出口 M3、甲癌病人出口 M9、护士站，共 4 个探头	HA1100C/HA1100Med-P
6	活度计	1 台	分装室	HD-175B
7	个人剂量计	若干	医护人员随身佩戴（铅衣内外各 1 枚）	/
8	辐射巡测仪	1 台	控制室	HA3100G-N10

根据表3-4可知，医院核医学科配置的防护用品和检测仪表满足核医学科运营的

需要，也满足环评及批复要求。

3.5 放射性三废处理设施的建设和处理能力

（1）放射性废气

核医学科工作场所共设置 3 套废气主管收集核医学科控制区（含部分监督区）的废气，各分支管道内设置防倒灌装置，并保持负压。各套管网将废气在排风井处合并后经排风井引至所在楼 9F 楼顶经活性炭吸附后高于楼顶排放，另外手套箱上方设置独立的活性炭吸附装置。放射性废水衰变设施的废气在顶部的绿化带内排放。

废气收集管网收集情况见表 3-5 及附图 6（6）。

表3-5　核医学科工作场所废气收集管基本情况表

排气管道	主要收集范围	排风量（m^3/h）
1	抢救室（兼运动负荷室）、甲吸室、ECT检查室、检查前等候区、检查后留观区、专卫、注射室	5100
2	手套箱	
3	防护病房、甲亢留观室、洗涤室、被服间、分装室、储源室、碘分装控制室、固废室、碘治疗服药室	

核医学科控制区废气收集处理系统的风机考虑了各用房的情况，保证废气从低活性区到高活性区，并有一定的负压，其中手套箱处合理配置风机，保证手套箱风速不低于 0.5m/s。

综合楼①楼顶日常上锁，无人到达，综合楼①与周围建筑间隔较远，因此，控制区废气的排放，对周围环境影响可接受。

根据现场调查，核医学科工作场所内放射性废气处理系统运行良好，系统安装时间短，工作场所尚未运行，活性炭尚未更换。核医学科运行后，定期检查防护手套箱、通风风机运行效能，形成检查记录，定期更换活性炭，更换下来的废活性炭作为放射性废物处置。

（2）放射性废水处理

根据调查，医院在综合楼①南侧新建了一座地埋式的化粪池+衰变池处理核医学科的放射性废水。放射性废水先进入化粪池处理后再进入衰变池衰变处理，达标后排入综合楼①南侧的医院污水处理站进一步处理。

衰变池为地埋式自流式混凝土结构，为长方体，其外部尺寸为：长×宽×高=7.5m×

3.6m ×6.6m（不含人孔）。衰变池体内由混凝土隔墙分隔为4个小池体：1个粪池体和3个衰变池体，衰变池体上部设置漫流管道，形成三级自流式衰变方式。化粪池有效体积为35m^3，衰变池有3个，单个衰变池有效体积为22m^3。放射性废水首先进入化粪池，然后再依次经过各衰变池衰变后，最后从排水口排出。衰变池基础为500mm混凝土，各池池体及顶部均为300cm混凝土，人孔盖板为水泥盖板（可打开采样）。核医学科放射性废水管网采用防腐蚀材料的管道。衰变池上方设置警示标识，池壁做防渗、防漏处理。衰变池的平立面图见附图6（7）和附图6（8）。

与环评阶段设计相比，衰变池类型不变，有效体积基本一致。

根据环评预测，项目衰变池的体积能满足要求，理论上能满足放射性废水排放低于总β小于10Bq/L，满足环评及其批复文件的要求。根据医院规划，暂不开展甲癌治疗工作，^{131}I甲亢治疗病人服药量不高于10mCi，留观人次少，排泄进入废水中^{131}I将大大减少；^{99m}Tc就诊病人量稍有增加，但其半衰期很短。因此，衰变池的有效体积能满足要求，放射性废水能达标排放。

（3）放射性固废处理

核医学科设置了固废室，收集暂存核医学科所有放射性废物。内部配置2个放射废物桶和1个放射废物箱，均为10mmPb。固废室日常关闭，仅当有废物进出才开门。

核医学科另配置了6个10mmPb的放射废物桶，放置在分装室、碘治疗服药室、注射室（内）、甲亢留观室、检查前等候区、检查后留观区，收集包括注射器、针头、棉签、一次性纸杯、手套等放射性废物。

放射废物桶和废物箱上设置了电离辐射警告标志。固废室设置放射性废物登记及管理台账，能准确记录每次产生放射性废物的种类、核素类别、重量、暂存起止时间、涉及人员等基本信息。医院按照医用放射性废物管理要求进行管理，衰变满足相应时间（含^{99m}Tc的暂存30天，含^{131}I的暂存180天），经监测合格后作为一般医疗废物送至医院医疗垃圾暂存间，再交有资质单位处置。

3.6　非放射性三废处理设施的建设和处理能力

（1）废气

SPECT/CT运行时产生的非放射性废气主要为臭氧、氮氧化物（主要为二氧化氮），ECT检查室废气接入了放射性废气管网，引至所在楼楼顶高于楼顶排放。

表 3　辐射安全与防护设施/措施

本项目衰变池位于综合楼①南侧绿化带下，项目排水量较小，废水衰变过程中可能会产生少量的臭气，直接在绿化带排放。

（2）废水

核医学科常规放射性废水单独设置废水收集管网，然后接入医院污水管网进入综合楼①南侧的污水处理站进行处理，对周围环境影响小。

（3）固废

项目控制区外的工作人员、病人等产生的生活垃圾收集后交环卫部门处理。

控制区外医务人员、病人诊疗过程产生少量的医疗废物，医疗废物转存于医院医疗废物暂存间内，医院与有资质单位签订医疗废物处置协议，最后交有资质单位收集、处置。

铅防护用品在使用一定年限后屏蔽能力减弱，不能达到原有使用功能后成为报废铅防护用品，由医院收集妥善保存，交有资质单位处置，并做好相应记录。

SPECT/CT 报废后，去功能化后按照医院相关规定处理，保留相关手续和记录存档。

3.7 辐射环境安全管理落实情况

（1）辐射安全管理机构

医院成立了放射防护与辐射安全工作领导小组，并于 2023 年底以文件的形式进行了人员调整。文件明确了放射防护与辐射安全工作领导小组组成及各科室职责，并配置专职管理人员，满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求。

（2）管理制度

医院制定了一系列辐射环境管理制度，主要有《放射诊疗安全防护管理制度》《放射诊疗工作人员职业卫生管理制度》《放射工作人员个人计量监测制度》《核医学科安全防护管理规章制度》《核医学科辐射防护和安全保卫制度》，以及《核医学科检查服务控制程序》《核医学科主任医师/副主任医师职责》《核医学科技师职责》《核医学科甲功测量人员职责》《核医学科监测仪表使用与校验管理制度》《核医学科交接班制度》《核医学科受检者及周围人员的防护措施》《核医学科放射性药物订购、领取、保管、使用制度》《核医学科放射源管理制度》《核医学科辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》《核医学科药物撒泼制度》《核医学科清

洁卫生制度》《核医学科仪器管理操作保养和维修制度》《核医学科放射废物的处理原则和方法》《核医学科 SPECT/CT 操作规程》《核医学科应急处置程序》《放射安全事件卫生应急预案及流程图》。

上述管理制度和应急预案考虑到了医院现有核技术利用项目类别以及相关辐射设备的操作使用和安全防护，制度基本健全，具有一定的可操作性。医院按上述制度执行，到目前为止未曾发生过辐射事故。部分制度均在合适的位置张贴上墙。

（3）其他

医院建立了放射工作人员个人剂量档案及健康体检档案，将定期安排辐射工作人员进行职业健康体检、辐射防护与安全考核，合格并在有效期内才能上岗。

本项目核医学科放射工作人员均参加了职业健康体检，能继续从事辐射工作，均配置了个人剂量计，按照医院要求定期进行监测；3 人取得了“核医学”类的辐射安全与防护考核成绩合格单，并在有效期内。医院承诺，其余人员在取得“核医学”类的辐射安全与防护考核成绩合格单后才能从事核医学辐射工作。

综上，医院按照环境影响报告表及其审批部门审批决定的要求进行辐射环境管理，对按照环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序对建设单位的辐射环境安全管理检查结果见表 3-6。

表 3-6　辐射环境安全管理检查结果表

序号	类别	分类	项目	本项目是否具备
1	辐射安全防护设施与运行	场所设施	入口电离辐射警告标志	是
2			场所分区布局是否合理及有无相应措施/标识	是
3			通风柜（半开口处风速 1m/s 以上）	是
4			易去污的工作台面和防污染覆盖材料	是
5			移动放射性液体时容器不易破裂或有不易破裂的套	是
6			放射性下水系统或暂存设施	是
7			放射性下水系统标识	是
8			放射性同位素暂存库或设施	是
9			安保设施（贮存场所必须）	是
10			放射性固体废物暂存设施	是
11		监测设备	便携式辐射检测仪器仪表（表面污染、辐射水平等）	是
12			个人剂量计	是
13		防护器材	个人防护用品	是
14			去污用品和试剂	是

表 3　辐射安全与防护设施/措施

1	管理制度	综合	辐射安全管理	是
2		放射性物质	非密封放射性物质的管理规定（购买、领用、保管盘存和运输）	是
3			物料平衡管理规定	是
4		场所	场所分区管理规定（含人流、物流路线图）	是
5			操作规程（操作、贮存及包装等）	是
6			去污操作规程	是
7			保安管理规定	是
8		监测	监测方案	是
9			监测仪表使用与校验管理制度	是
10		人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度	是
11			辐射工作人员个人剂量管理制度	是
12		应急	辐射事故/事件应急预案	是
13		三废	放射性“三废”管理规定	是

根据上述要求，医院核医学科采取的措施等满足检查要求，核医学科具备运营的条件。

3.8 环保设施投资及“三同时”落实情况

（1）环保投资

核医学科建设总投资约 1000 万元，其中环保投资 105 万元，主要用于工作场所辐射屏蔽、各项辅助防护设施、监测仪器、个人防护用品，以及放射性三废的处理等。

环保投资情况见下表所示。

表3-7　项目环保设施及投资一览表

序号	辐射安全与防护设施名称	投资（万元）
1	防护铅门、铅玻璃、传递窗等	45
2	放射废物桶、手套箱、注射防护套、储源罐等设施设备	24
3	个人防护用品及监测仪器、制度上墙、监控系统、门禁系统、语音/对讲系统等	10
4	废气收集管网、处置	10
5	废水管网、化粪池、衰变池	10
6	监测、环评、验收、办证等	6
合计		105

（2）“三同时”落实情况

项目配套建设的环境保护设施（如废气收集处理系统、放射性废水收集处理系统等）与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。项目建设满足“三同时”要求。

（3）场所许可等管理

核医学科正式投入运行前，医院依据有关规定向重庆市生态环境局重新申请办理了《辐射安全许可证》（渝环辐证[00291]，有效期至 2028 年 3 月 20 日）。本次自主验收合格后将按照要求向社会公开验收报告，在公示期满 5 个工作日内，登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台，填报验收等相关信息。

3.9 环评及其批复文件要求落实情况

通过现场查阅医院竣工资料，与医院工作人员一同检查、验证各防护设施的运行状态。项目监控装置有效，监测仪器正常运行，防护门控制系统运行良好，废气排风装置运行良好，制度标识等张贴规范。

本项目环境影响报告表及审批部门审批决定落实情况见表 3-8。

表3-8　环境影响报告表及审批部门审批决定落实情况

环评报告和批复要求的环保措施	实际采取的环保措施	落实情况
应严格遵守国家有关法规标准要求，严格执行对应的排放标准及辐射控制指标限值，有效控制项目对环境的电离辐射影响。其中，附加给工作人员、公众的年有效剂量分别控制在 5mSv、0.1mSv 内；所有辐射工作场所控制区及射线装置机房外 30cm 处的辐射剂量率不大于 2.5μSv/h。	根据后文监测结果及最大工作负荷估算，本项目附加给放射工作人员、公众的年有效剂量分别小于5mSv、0.1mSv。核医学工作场所控制区屏蔽墙体外30cm处周围剂量当量率均小于2.5μSv/h，满足要求。同时，根据监测，工作场所的β表面污染满足要求。	已落实
严格按照非密封放射性物质工作场所分区原则，对核医学科分区进行合理优化布局；在控制区的出口处应设置卫生通过间，工作人员须在卫生通过间清洁去污、更衣，进行污染检测，预防与控制放射性污染。	核医学科按照环评及相关标准要求进行分区管理，合理优化了布局。在放射工作人员离开核医学科控制区边界处设置了卫生通过间，放射工作人员须在卫生通过间清洁去污、更衣，进行污染监测，预防和控制放射性污染。	已落实
按规定要求设置放射性废水衰变池，并采取防渗漏处理，在放射性废水进入医院总污水处理设施前设置专门的采样口，放射性废水需达到国家规定的排放标准（总β放射性不超过 10Bq/L）后方能进入医院总污水处理设施；按照有关标准要求设置通风装置；固体废物	核医学科建设了放射性废水收集管网及地埋式三级推溢式衰变池（含1个化粪池）。衰变池池壁池底采取防渗措施，耐酸碱腐蚀、无渗透。采取了防渗漏处理。化粪池、衰变池有效体积与环评阶段一致，放射性废水经衰变处理后能满足相应标准的要求，废水排放处可采样监测，待项目	已落实

表 3　辐射安全与防护设施/措施

按国家有关规定分类收集、处理，控制和减少放射性废物的产生量。	运行后有放射性废水经处理后排放时，委托有资质单位对废水进行监测，确保放射性废水衰变达标后排放。 核医学科按照有关标准要求设置通风装置；固体废物按国家有关规定分类收集、处理，控制和减少放射性废物的产生量。	
进一步合理优化放射诊断机房的设置、布局，辐射屏蔽设计应按照辐射防护最优化原则进行，并满足辐射防护安全要求；合理设置通风系统，且所有进出风口、穿墙管线等处均应采取相应的防射线泄漏措施。	核医学科按照环评及相关标准要求合理优化了布局。辐射屏蔽设计按照设计进行建设，满足辐射防护安全要求；按照新标准要求合理设置了通风系统，且所有进出风口、穿墙管线道等处均采取了相应的防射线泄漏措施。根据监测结果，穿墙管线等不影响墙体的屏蔽能力。	已落实
按有关规定对放射诊断进行管理与控制，各辐射工作场所应设置明显的电离辐射标志和中文警示说明，落实防止误操作、避免工作人员和公众受到意外照射的安全措施，采取有效措施，防止设施设备运行故障，强化风险防范管理。	核医学科各处设置了明显的电离辐射警告标志和中文说明，采用自动分装仪进行分药，减少对放射工作人员的影响；控制区进出口设置门禁，避免工作人员和公众受到意外照射的安全措施，采取经常巡查检查等有效措施，防止设施设备运行故障，强化风险防范管理。	已落实
健全辐射安全责任制，落实辐射相关人员岗位职责，完善辐射安全操作规程和设备维护保养制度等辐射安全防护管理规章制度及辐射事故应急方案，使其具备针对性、可操作性。	医院制定了核医学科相关的管理制度，如岗位职责、操作规程、设备维护保养制度、应急预案，具有针对性和可操作性。	已落实
严格执行环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环境保护“三同时”制度。项目竣工后，运营单位重庆市合川区人民医院应重新办理辐射安全许可证，并按照规定程序组织开展环境保护竣工验收，经验收合格后方可正式投入运行。	核医学科严格执行了环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环境保护“三同时”制度。医院已经重新办理了辐射安全许可证，正在按照规定程序组织开展环境保护竣工验收，经验收合格后方可正式投入运行。	已落实

项目建设情况与环境影响报告表竣工验收要求一览表对比情况见表 3-9。

表 3-9　项目建设情况与环境影响报告表验收一览表对比情况

序号	验收内容	环评报告表中验收要求	完成情况
1	环保资料	项目建设的环境影响评价文件、环评批复、有资质单位出具的验收监测报告。	环评文件、环评批复、验收监测报告等齐全。
2	环境管理制度	有专人负责，制度上墙。	医院成立了放射防护与辐射安全工作领导小组负责医院辐射环境的管理，并制定了一系列核医学科的辐射安全管理制度，具体见 3.7。制度已在合适的位置张贴上墙。

表 3　辐射安全与防护设施/措施

3	环保措施		核医学科：设置多个监控探头、门禁；墙体按环评要求建设；病房设置对讲机、家属防护服等；辐射警示标志张贴正确；设置人流走向标志；控制区、监督区设置明显标志；^{99m}Tc 注射区和 ^{131}I 服药区设置铅屏风进行隔离；配备β表面污染监测仪。	核医学科设置了多个监控探头、门禁，实际建成的墙体材质、厚度与环评阶段基本一致；在核医学科各处张贴电离辐射警告标志；在病人走廊上设置了人流走向标识，指导病人就诊；控制区边界设置了分区标识；^{131}I 服药区与 ^{99m}Tc 注射区分开，不需要设置铅屏风进行隔离；配备了β表面污染检测仪。
4	人员要求		配备医学影像专业医生、护士、技师等，持证上岗，4 年进行 1 次复训。	医院为核医学科配备有核医学医师、护士、技师等，核医学科放射工作人员部分取得了辐射安全与防护培训，并考核合格，在有效期内。医院承诺其余人员取得辐射安全与防护考核合格后才能从事核医学辐射工作。
5	电离辐射	剂量管理目标	工作人员年有效剂量≤5mSv 公众成员年有效剂量≤0.1mSv	根据监测报告及剂量估算结果，核医学科运营满足年剂量管理目标。
		墙体外剂量率控制	控制区外 30cm 处的周围剂量当量率控制目标值应小于 2.5μSv/h。	根据监测报告，核医学科控制区边界的周围剂量当量率小于 2.5μSv/h。项目工作场所周围剂量当量率满足要求。
		表面污染	控制区的表面污染控制水平<40Bq/cm^2，监督区的表面污染控制水平<4Bq/cm^2，其他的表面污染控制水平<0.4Bq/cm^2	根据监测报告，项目工作场所表面及各类设施表面的β表面污染监测值均满足标准限值要求。
5	放射性废物	废水	核医学科衰变池总排口，设置采样口：总β放射性<10Bq/L；对衰变池盖顶及周边区域进行γ射线检测。	核医学科尚未运行，尚无放射性废水排放。待核医学科运行有放射性废水经衰变后排放时，再委托有资质单位对排放口的废水进行采样监测，对衰变池顶部及周边区域进行监测。
		废气	^{131}I 自动分装处设置通风橱；分源室以外的工作场所采用抽风机进行强制通风。在废气排放口处设置活性炭吸附装置，排放口高于大楼楼顶。	本项目控制区采用单独的排风系统，手套箱设置在分装室，供 ^{131}I 和 ^{99m}Tc 分装共同使用，上方设置活性炭吸附装置；^{131}I 自动分装的碘治疗服药室内设置排风口；区域的放射性废气按照低活度区到高活度区收集工作场所控制区各用房的废气，废气收集管内设置防倒灌装置并保持负压。废气收集后引至综合楼①楼顶经活性炭吸附后高于楼顶排放。
		固废	设置固废室，设置放废桶；分类收集和暂存，暂存10个半衰期，其活度低于GB18871清洁解控水平后，并经审管部门确	设置固废室，配置了足够的放废桶在各房间使用。放射性废物拟分类收集，按类别和日期打包，每袋废物质量≤20kg。含 ^{99m}Tc 的暂存 30 天，其余暂存 180 天，经监测

			认后，作为普通医疗废物处理。每袋废物质量≤20kg，运输时表面的固定污染所引起的辐射水平应不超过5μSv/h，表面β辐射应不大于0.4 Bq/cm²。	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医疗废物处理。

由上表可知，建设单位落实了环境影响报告表竣工验收要求，满足验收要求。

3.10 达标考核建议

核医学科环评完成后，新发布的《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)、《关于核医学科标准相关条款咨询的复函》（辐射函〔2023〕20 号）、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）中对核医学科的建设、放射性废物的处理等有新的要求，以及更新了《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)。

核医学科在建设过程中已经按照新标准进行一些必要的调整和整改，如布局、路径规划、配套设施、通风等。与新标准新要求的对比情况见下表。

表3-10　本项目建设与新标准的新要求对比情况表

标准要求		本项目建设情况	达标考核建议
《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）及辐射函〔2023〕20号			
布局	5.2.1 核医学工作场所应合理布局，住院治疗场所和门诊诊断场所应相对分开布置；同一工作场所内应根据诊疗流程合理设计各功能区域的布局，控制区应相对集中，高活室集中在一端，防止交叉污染。	核医学科已调整了部分用房功能，使门诊诊断和治疗场所分开布置，住院治疗区单独一区（暂未运营，本次不验收）；布局按照诊疗流程合理建设，控制区相对集中，高活室相对集中布置。	满足标准要求
屏蔽要求	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。	根据监测，核医学科控制区各功能用房外30cm处周围剂量当量率满足要求。	满足标准要求
	辐射函〔2023〕20 号 二： 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达到的场所(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”。		
	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。	配置40mmPb的手套箱；单独为全自动核素分药仪配置10mmPb的铅防护罩（设备内含40mmPb配套铅罐），通过监测，设备的表面剂量率满足标准要求。	满足标准要求
	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。	配置10mmPb的放射废物桶和放射废物箱，通过监测，设备的表面剂量率满足标准要求。	满足标准要求

表 3　辐射安全与防护设施/措施

密闭和通风要求	6.3.3 碘-131 治疗病房应设有单独的通风系统，病房的门窗应有封闭措施，保持治疗区域内的负压，治疗区域内的空气应经单独的排气管道有组织排放。	手套箱单独设置1套废气收集管网，并设置活性炭吸附装置过滤处理。 含碘区域单独设置1套管网，各收集口设置止回阀，防止高活废气倒流。 放射性废气引至楼顶经活性炭吸附后高于楼顶排放。	满足标准要求
	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。		
固体放射性废物的管理	7.2.2.2 放射性废物贮存场所应安装通风换气装置，放射性废物中含有易挥发放射性核素的，通风换气装置应有单独的排风管道。入口处应设置电离辐射警告标志，采取有效的防火、防丢失、防射线泄漏等措施。		
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。		
/	辐射函〔2023〕20 号 三： 单独的排风系统意为手套箱、通风橱等设备的排风管道在汇入“主排风管道前”的部分，应独立设置，防止发生气体回流和交叉污染。经过滤后的气体汇入一个主管道中排放不违反标准要求。		
液态放射性废物的管理	7.3.2.2 含碘-131 治疗病房的核医学工作场所应设置槽式废液衰变池。槽式废液衰变池应由污泥池和槽式衰变池组成，衰变池本体设计为 2 组或以上槽式池体，交替贮存、衰变和排放废液。在废液池上预设取样口。有防止废液溢出、污泥硬化淤积、堵塞进出水口、废液衰变池超压的措施。	本项目建设了一座地埋式的三级推溢式的衰变处理设施，包含1个化粪池和3个衰变池，池内设置导流墙。定期对化粪池进行搅拌破碎等处理，使之生化后与放射性废水一并进入下一级衰变池处理后排出，防止污泥硬化淤积。衰变池有便于取样监测的位置。 核医学科的碘治疗住院区暂不运营。核医学科运营后拟按照要求每年委托有资质单位对排放的废液进行监测。	本次验收时，碘治疗住院区不运营，满足标准要求。 后期碘治疗住院区域运营前，建议另行建设槽式衰变处理设施。
	7.3.2.3 核医学诊断和门诊碘-131 治疗场所，可设置推流式放射性废液衰变池。推流式衰变池应包括污泥池、衰变池和检测池。应采用有效措施确保放射性废液经污泥池过滤沉淀固形物，推流至衰变池，衰变池本体分为 3-5 级分隔连续式衰变池，池内设导流墙。污泥池池底有防止和去除污泥硬化淤积的措施。		
	7.3.3.2 对于推流式衰变池贮存方式，所含核素半衰期大于 24 小时的，每年应对衰变池中的放射性废液进行监测，碘-131 和最长半衰期核素的放射性活度浓度应满足 GB18871 附录 A 表 A1 的要求。		
《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）			
工作场所平面布局和分区	5.1.5 核医学工作场所的布局应有助于开展工作，避免无关人员通过。治疗区域和诊断区域应相对分开布置。根据使用放射性药物的种类、形态、特性和活度，确定核医学治疗区(病房)的位置及其放射防护要求，给药室应靠近病房，尽量减少放射性药物和给药后患者或受检者通过非放射性区域。	核医学科已调整了部分用房功能，使诊断区域和治疗区域相对分开布置，治疗区域中门诊治疗和住院治疗也相对分开布置（住院治疗暂未运营，本次不验收）；碘治疗服药室靠近住院病房。给药后的患者/受检者均不通过非放射性区域。需要完成住院/检查等后经专用通道才能到达非放射性区域。 核医学科为预约制，可通过时间空间交通模式来控制辐射源	满足标准要求
	5.1.6 通过设计合适的时间空间交通模式来控制辐射源(放射性药物、放射性废物、给药后患者或受检者)的活动，给药后患者或受检者与注射放射性药物前患者或受检者不交叉，给药后患者或受检者与工作人员不交叉，人员与放射性药物通道不交叉。合理设置放		

表 3　辐射安全与防护设施/措施

	射性物质运输通道，便于放射性药物、放射性废物的运送和处理；便于放射性污染的清理、清洗等工作的开展。	的活动，做到：给药后患者或受检者与注射放射性药物前患者或受检者不交叉，给药后患者或受检者与工作人员不交叉，人员与放射性药物通道不交叉。 储源室、固废室与M7仅间隔过道，便于放射源/放射性废物衰变后的运出。	

根据上表可知，在甲癌住院区不运行的情况下，核医学科建设满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）等标准的要求。后期甲癌病房区运营前，应建设槽式衰变处理设施处理甲癌病房区的放射性废水，以满足新标准要求。

表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

4.1 建设项目环境影响报告表主要结论

4.1.1 辐射安全与防护分析结论

根据评价理论计算，项目核医学科、直线加速器机房及相关III类射线装置机房现有设计墙体满足辐射防护屏蔽要求。各场所和机房设计建设情况满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ120-2006）、《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T 201.2-2011）、《医用 X 射线诊断卫生防护标准》（GBZ130-2013）等相关标准要求。同时各场所均已考虑配备较为完善的安全防护装置与防护措施。

建设单位在配备报告表中各项安全防护装置与防护措施，以及拟采取的辐射安全与防护措施落到实处后，项目的建设能够满足辐射防护和管理的要求。

4.1.2 环境影响分析结论

（1）辐射环境影响分析结论

核医学科：拟建项目核医学科各墙体能满足屏蔽防护要求，核医学科墙体屏蔽后至室外辐射水平均低于 2.5μSv/h，对相邻区域的工作人员及其他人员均是安全的。

（2）年有效剂量

通过评价核算，项目核医学科、放疗中心及III类射线装置的辐射工作人员、非辐射工作人员和公众人员的年附加有效剂量均满足本环评的剂量管理限值的要求（工作人员 5mSv/a，非辐射工作人员和公众人员 0.1mSv/a），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及相关标准的要求。

4.1.3 辐射与环境保护管理

由于合川区人民医院新建综合大楼目前正在积极筹备中，项目投运前，应保证辐射工作人员持证上岗，工作时必须佩戴个人剂量计，定期进行检查并安排职业健康体检。制定相关辐射安全操作、管理及辐射防护以及人员培训、工作场所监测等制度。制定翔实、可操作性强的应急预案，配备相关应急物资并定期开展应急演练。医院还应在今后的工作中，不断完善相关管理制度，加强管理，杜绝辐射事故的发生。

4.1.4 综合结论

综上所述，重庆市合川城市建设投资（集团）有限公司拟开展的“合川区人民医

表 4　建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

院二期建设项目（放射诊疗）”在严格按照环评要求进行建设后，核医学科及各射线装置应用运行时对周围环境产生的辐射影响符合环境保护的要求。该项目对环境的辐射影响是可接受的。重庆市合川城市建设投资（集团）有限公司在落实了本环评提出的各项环境保护及污染防治措施的前提下，从环境保护的角度来看，本环评认为该建设项目是可行的。

4.2 审批部门审批意见

本项目于 2018 年 02 月 02 日取得了《重庆市建设项目环境影响评价文件批准书》（渝（辐）环准〔2018〕005 号），批复内容如下。

一、该项目的环境影响评价文件经有关专家技术评审认为，项目评价结论可信。根据《中华人民共和国环境影响评价法》等法律法规的有关规定，我局原则同意重庆宏伟环保工程有限公司编制的该项目环境影响报告表结论及其提出的辐射防护安全、污染防治等环境保护措施，该项目在重庆市合川区南津街希尔安大道 1366 号合川区人民医院内建设可行。

二、该项目建设地点为医院新建综合医学大楼一层、二层。其中在一层东侧开设核医学科，并设置 4 间甲癌病房，建筑面积约 1051m²，配置 1 台 SPECT/CT(III类射线装置)，使用含 ^{99m}Tc 和 ^{131}I 核素的非密封放射性物质开展放射诊疗工作（日等效最大操作量 7.789×10^{8}Bq，年用量总活度 3.10×10^{12}Bq，乙级工作场所）；在一层西侧开设放疗中心，建筑面积约 1109m²，配置 2 台 15MV 直线加速器（II类射线装置）以及模拟定位机（III类射线装置）和定位 CT（III类射线装置）各 1 台；在二层体检中心配置 2 台 DR（III类射线装置）和 1 台骨密度仪（III类射线装置）。项目总投资 4500 万元，其中环保投资 450 万元。

三、你单位应严格遵守国家有关法规标准要求，严格执行对应的排放标准及辐射控制指标限值，有效控制项目对环境的电离辐射影响。其中，附加给工作人员、公众的年有效剂量分别控制在 5mSv、0.1mSv 内；所有辐射工作场所控制区及射线装置机房外 30cm 处的辐射剂量率不大于 2.5μSv/h。

四、在项目设计、建设和运行过程中，应认真落实环境影响评价文件提出的辐射防护安全、放射性污染防治等环境保护措施，重点做好以下工作，确保辐射环境安全。

表 4　建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

（一）严格按照非密封放射性物质工作场所分区原则，对核医学科分区进行合理优化布局；在控制区的出口处应设置卫生通过间，工作人员须在卫生通过间清洁去污、更衣，进行污染检测，预防与控制放射性污染。

（二）按规定要求设置放射性废水衰变池，并采取防渗漏处理，在放射性废水进入医院总污水处理设施前设置专门的采样口，放射性废水需达到国家规定的排放标准（总β放射性不超过 10Bq/L）后方能进入医院总污水处理设施；按照有关标准要求设置通风装置；固体废物按国家有关规定分类收集、处理，控制和减少放射性废物的产生量。

（三）进一步合理优化放射诊断机房的设置、布局，辐射屏蔽设计应按照辐射防护最优化原则进行，并满足辐射防护安全要求；合理设置通风系统，且所有进出风口、穿墙管线等处均应采取相应的防射线泄漏措施。

（四）按有关规定对放射诊断进行管理与控制，各辐射工作场所应设置明显的电离辐射标志和中文警示说明，落实防止误操作、避免工作人员和公众受到意外照射的安全措施，采取有效措施，防止设施设备运行故障，强化风险防范管理。

（五）健全辐射安全责任制，落实辐射相关人员岗位职责，完善辐射安全操作规程和设备维护保养制度等辐射安全防护管理规章制度及辐射事故应急方案，使其具备针对性、可操作性。

五、建设项目应严格执行环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环境保护“三同时”制度。项目竣工后，运营单位重庆市合川区人民医院应重新办理辐射安全许可证，并按照规定程序组织开展环境保护竣工验收，经验收合格后方可正式投入运行。

六、该项目的性质、规模、地点、设计使用功能、辐射防护安全与污染防治措施发生重大变化时，你单位应当重新报批建设项目的环境影响评价文件。

七、你单位应在收到本批准书后 20 个工作日内，将批准后的环境影响报告表报送合川区环境保护局，并按规定接受各级环境保护行政主管部门的监督检查。

表 5　验收监测质量保证及质量控制

5.1 监测单位资质

本次验收监测单位为重庆泓天环境监测有限公司，该公司具有重庆市市场监督管理局颁发的在中华人民共和国境内有效的检验检测机构资质认定证书，保证了监测工作的合法性和有效性。

5.2 人员能力

本次参加验收监测人员全部具有出具数据的合法资格，监测数据实行了审核制度，最后由授权签字人签发。

5.3 验收监测过程中的质量保证和质量控制

验收监测过程中的质量保证和质量控制措施如下：

（1）合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性。

（2）每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否良好。

（3）由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

5.4 验收监测质量保证及质量控制

本次测量所用的仪器性能参数均符合国家标准方法的要求，均为有效的国家计量部门检定的合格证书，并有良好的日常质量控制程序。监测人员均考核合格后上岗。数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和监测技术规范有关要求进行数据处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。因此，本次验收监测有良好的质量保证，监测结果真实可信。

表 6　验收监测内容

6.1 验收监测内容

重庆泓天环境监测有限公司于 2025 年 9 月 28 日和 12 月 22 日对“合川区人民医院二期建设项目（放射诊疗）--核医学科”进行了验收监测。监测报告号为：渝泓环（监）[2025]1306 号。本次验收相关工作场所，监测时，核医学科尚未运营，采用 ^{131}I、^{99m}Tc 药物进行模拟监测。

因监测时核医学科尚未运营，无放射性废水排放，因此，本次未监测放射性废水中核素情况。

6.2 监测项目

工作场所监测因子：周围剂量当量率（μSv/h）、β表面污染（Bq/cm^2）

监测因子的选择满足环评及其批复的要求。

6.3 监测点位

（1）监测布点

在放射性药物进场前对核医学科多个用房内开展了辐射水平和β表面污染本底监测。

放射性药物进场后，监测时在核医学科使用的相关工作场所控制区边界、控制区内各用房屏蔽体外、控制区用房楼上楼下对应区域、手套箱表面、自动分装仪表面、放射废物桶表面等进行了周围剂量当量率监测，对放射性药物使用的相关工作场所各用房的墙面、地面、台面、设施设备表面等位置均进行了β表面污染监测，并在监督区设置了部分β表面污染监测代表点。因病房区本期不验收，其实行封闭管理，纳入控制区，因此项目控制区边界以整个核医学科控制区边界进行控制。

根据统计，现场共布设了 234 个周围剂量当量率监测点位，91 个β表面污染监测点位。监测布点具体情况见表 7 及监测报告。

（2）监测布点合理性分析

本次监测点位布置符合项目环评及批复要求，监测布点按照核医学科 ^{131}I 正常使用区域进行了监测，按照使用流程对控制区、监督区主要控制点及人流、物流路径周围剂量当量率、β表面污染进行了监测布点。

因监测时核医学科尚未运营，无放射性废水排放，未对放射性废水及放射性废

表 6　验收监测内容

水管网进行布点监测。

综上，项目监测布点满足环评及其批复的要求，也满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）要求。因此，本次验收监测布点全面，满足环境保护竣工验收要求，监测布点合理。

6.4 监测仪器和监测分析方法

验收监测使用监测仪器见表 6-1。监测方法为仪器法，具体见表 6-2。

表 6-1　验收监测所使用的仪器情况表

监测时间	仪器名称	仪器型号	仪器编号	测量范围	计量检定证书编号	有效期至	校准因子
9月28日	X、γ辐射剂量仪	AT1123	58494	0.05μSv/h-10Sv/h	20250227 01488	2026.3.4	0.98
	α、β表面污染仪	RS2100	7015010 21006	$1\sim1\times10^5$cps	20241114 05896	2025.11.20	/
12月22日	X、γ辐射剂量仪	AT1123	58494	0.05μSv/h-10Sv/h	20250227 01488	2026.3.4	0.98
	α、β表面污染仪	RS2100	7015010 21006	$1\sim1\times10^5$cps	20251103 09970	2026.11.09	/

表 6-2　验收监测方法

监测项目	监测方法	监测、评价依据
周围剂量当量率	仪器法	《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020） 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020） 《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010） 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）及《关于核医学科标准相关条款咨询的复函》（辐射函〔2023〕20 号） 《重庆市建设项目环境影响评价文件批准书》，渝（辐）环准渝（辐）环准〔2018〕005 号
β表面污染	仪器法	《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020） 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021) 《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010） 《表面污染测定（第一部分）β发射体 EβMax＞0.15MeV 和α发射体》（GB/T14056.1-2008） 《重庆市建设项目环境影响评价文件批准书》，渝（辐）环准〔2018〕005 号

表 7　验收监测

7.1 验收监测期间生产工况记录

监测期间，核医学科尚未运营，无就诊病人，采用药物模拟监测。监测时核医学工作场所监测工况情况如下表。

表7-1　工作场所防护监测工况一览表

序号	工作场所	监测条件	实际运行中对应用药量	周围剂量当量率满负荷校核
监测时间：9月28日				
1	核医学科工作场所	放射性药物进场前	/	/
2	注射内室	约740MBq的^{99m}Tc药物置于注射内室	555MBq(15mCi)^{99m}Tc	
3	注射外室	约740MBq的^{99m}Tc药物置于注射外室	555MBq(15mCi)^{99m}Tc	监测量大于实际用量
		约740MBq的^{99m}Tc药物置于注射窗外	555MBq(15mCi)^{99m}Tc	监测量大于实际用量
4	检查前等候区	约740MBq的^{99m}Tc药物置于检查前等候区	2人等候 1110MBq(30mCi)^{99m}Tc	1.5
5	检查后留观区	约740MBq的^{99m}Tc药物置于检查后留观区	2人等候 1110MBq(30mCi)^{99m}Tc	1.5
6	抢救室	约740MBq的^{99m}Tc药物置于抢救室	555MBq(15mCi)^{99m}Tc	监测量大于实际用量
7	SPECT/CT室	约 740MBq 的 ^{99m}Tc 药物位于SPECT/CT 室 CT 诊疗床上，SPECT/CT工作条件：140kV，电流：160mA，扫描时间：21.0s	555MBq(15mCi)^{99m}Tc	监测量大于实际用量
8	储源室	约1406MBq的^{131}I药物置于铅罐并放置于储源柜内，储源柜关闭放置于储源室	746MBq的^{131}I （一天的^{131}I用量）	监测量大于实际用量
9	分装室	约1406MBq的^{131}I置于分装室手套箱里	746MBq的^{131}I （一天的^{131}I用量）	监测量大于实际用量
10	碘治疗服药室	约1406MBq的^{131}I药物置于碘治疗服药室	746MBq的^{131}I （一天的^{131}I用量）	监测量大于实际用量
11	固废室	污物桶内有一定的放射性废物	/	/
12	衰变池	/	/	/
监测时间：12月22日				
1	核医学科工作场所	放射性药物进场前	/	/
2	病人廊	约1073MBq的^{99m}Tc药物置于距M1门1m的地面上	555MBq(15mCi)^{99m}Tc	监测量大于实际用量
3	治疗廊	约777MBq的^{131}I药物置于M7门1m的地面上	370MBq的^{131}I （单个甲亢病人用量）	监测量大于实际用量
4	治疗廊	约777MBq的^{131}I药物置于距M2门1m的地面上	370MBq的^{131}I （单个甲亢病人用量）	监测量大于实际用量
5	洗涤室（含污洗间）	约777MBq的^{131}I药物置于洗涤室	/	/

6	甲亢留观室	约777MBq的^{131}I药物置于甲亢留观室	370MBq的^{131}I（单个甲亢病人用量）	监测量大于实际用量
7	碘分装控制室	约777MBq的^{131}I药物置于自动分装仪铅罐内，铅罐打开	746MBq的^{131}I（一天的^{131}I用量）	监测量大于实际用量

根据项目环评报告表放射性药物使用情况及上表监测时工况可知，除个别房间外，本次验收监测结果为满负荷条件下的监测结果。

7.2 验收监测结果

（1）^{131}I工作场所监测布点

核医学科布局示意图见图 7-1。

（2）本底监测布点

项目工作场所辐射水平本底监测结果见表7-1和表7-2。

表 7-1　项目所在地辐射环境本底监测结果统计表

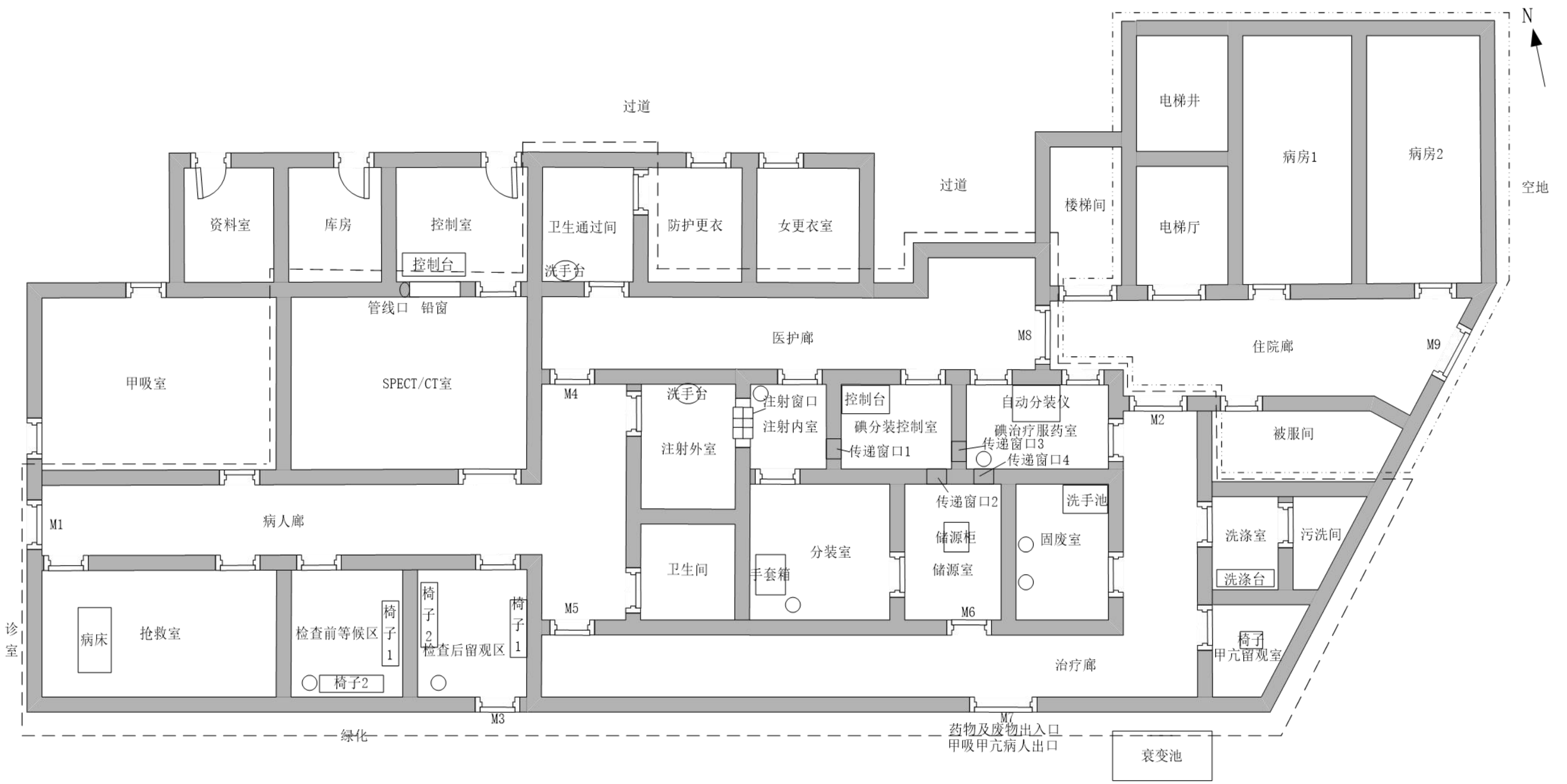
监测时间	序号	监测点位描述	周围剂量当量率（μSv/h）
9 月 28 日	1	SPECT/CT 控制室	0.104
	2	检查前等候区	0.104
	3	分装室	0.104
	4	楼上体检科	0.102
	5	楼下车库	0.101
12 月 22 日	1	病人廊	0.104
	2	治疗廊	0.105
	3	洗涤室	0.102
	4	楼上体检科	0.101
	5	楼下车库	0.101

表 7-2　项目所在地β表面污染水平本底监测结果统计表

监测时间	序号	场所名称	测量位置	本底结果（cps）
9 月 28 日	1	核医学科	碘分装控制室	0.36
	2		检查前等候区	0.35
	3		医生手部表面	0.30
12 月 22 日	1	核医学科	碘治疗服药室	0.32
	2		病人廊	0.31
	3		医生手部表面	0.27

根据监测结果，项目核医学科工作场所辐射水平本底监测结果在0.101～0.105μSv/h范围内，β表面污染本底水平在0.27～0.36cps之间。

表7 验收监测



备注：内为控制区，内为封闭管理区，○为放射性废物垃圾桶。（上图M2门在验收报告中为M10）

图7-1　项目监测布点示意图

表7 验收监测

（3）核医学科工作场所监测结果

核医学科工作场所周围剂量当量率监测结果见表7-3，β表面污染监测结果见表7-4所示。

表7-3 周围剂量当量率（γ射线）监测结果表

点位编号	场所名称	监测点描述	周围剂量当量率监测值（μSv/h）	执行标准限值（μSv/h）
监测时间：9 月 28 日				
1	注射内室	分装室侧防护门左门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
2		分装室侧防护门下门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
3		分装室侧防护门右门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
4		分装室侧防护门上门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
5		分装室侧防护门中间表面 30cm	＜MDL	2.5
6		分装室侧墙表面 30cm	＜MDL	2.5
7		碘分装控制室侧墙表面 30cm	＜MDL	2.5
8		碘分装控制室侧传递窗表面 30cm	＜MDL	2.5
9		医护廊侧防护门左门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
10		医护廊侧防护门下门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
11		医护廊侧防护门右门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
12		医护廊侧防护门上门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
13		医护廊侧防护门中间表面 30cm	＜MDL	2.5
14		医护廊侧墙表面 30cm	＜MDL	2.5
15		楼上体检科距地面 30cm	＜MDL	2.5
16		楼下车库距地面 170cm	＜MDL	2.5
17	注射外室	医护廊侧墙表面 30cm	＜MDL	2.5
18		病人廊侧防护门左门缝表面 30cm	＜MDL	10
19		病人廊侧防护门下门缝表面 30cm	＜MDL	10
20		病人廊侧防护门右门缝表面 30cm	＜MDL	10
21		病人廊侧防护门上门缝表面 30cm	＜MDL	10
22		病人廊侧防护门中间表面 30cm	＜MDL	10
23		病人廊侧墙表面 30cm	＜MDL	10
24		卫生间侧墙表面 30cm	＜MDL	10
25		分装室侧墙表面 30cm	＜MDL	2.5
26		楼上体检科距地面 30cm	＜MDL	2.5
27		楼下车库距地面 170cm	＜MDL	2.5
28		注射内室侧墙表面 30cm	＜MDL	2.5
29		注射内室侧注射窗表面 30cm	＜MDL	2.5
30		注射内室侧左手洞（关闭）	＜MDL	2.5
31		注射内室侧右手洞（关闭）	＜MDL	2.5
32		注射内室侧左手洞（打开）	135.2	/
33		注射内室侧右手洞（打开）	133.6	/
34	检查前等候区	病人廊侧防护门左门缝表面 30cm	＜MDL	10
35		病人廊侧防护门下门缝表面 30cm	＜MDL	10
36		病人廊侧防护门右门缝表面 30cm	＜MDL	10

表7 验收监测

37		病人廊侧防护门上门缝表面 30cm	＜MDL	10
38		病人廊侧防护门中间表面 30cm	＜MDL	10
39		病人廊侧墙表面 30cm	＜MDL	10
40		检查后留观区侧墙表面 30cm	＜MDL	10
41		抢救室侧墙表面 30cm	＜MDL	10
42		室外绿化侧墙表面 30cm	＜MDL	2.5
43		楼上体检科距地面 30cm	＜MDL	2.5
44		楼下车库距地面 170cm	＜MDL	2.5
45	检查后留观区	病人廊侧防护门左门缝表面 30cm	＜MDL	10
46		病人廊侧防护门下门缝表面 30cm	＜MDL	10
47		病人廊侧防护门右门缝表面 30cm	＜MDL	10
48		病人廊侧防护门上门缝表面 30cm	＜MDL	10
49		东侧病人廊侧防护门中间表面 30cm	＜MDL	10
50		北侧病人廊侧防护门中间表面 30cm	＜MDL	10
51		病人廊侧墙表面 30cm	＜MDL	10
52		治疗廊侧墙表面 30cm	＜MDL	10
53		防护门 M3 左门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
54		防护门 M3 下门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
55		防护门 M3 右门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
56		防护门 M3 上门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
57		防护门 M3 中间表面 30cm	＜MDL	2.5
58		室外绿化侧墙表面 30cm	＜MDL	2.5
59		楼上体检科距地面 30cm	＜MDL	2.5
60		楼下车库距地面 170cm	＜MDL	2.5
61	抢救室	病人廊东侧防护门左门缝表面 30cm	＜MDL	10
62		病人廊东侧防护门下门缝表面 30cm	0.122	10
63		病人廊东侧防护门右门缝表面 30cm	0.154	10
64		病人廊东侧防护门上门缝表面 30cm	0.053	10
65		病人廊东侧防护门中间表面 30cm	0.072	10
66		病人廊侧墙表面 30cm	0.139	10
67		病人廊西侧防护门左门缝表面 30cm	0.053	10
68		病人廊西侧防护门下门缝表面 30cm	0.050	10
69		病人廊西侧防护门右门缝表面 30cm	＜MDL	10
70		病人廊西侧防护门上门缝表面 30cm	＜MDL	10
71		病人廊西侧防护门中间表面 30cm	＜MDL	10
72		诊室侧表面 30cm	＜MDL	2.5
73		室外绿化侧墙表面 30cm	＜MDL	2.5
74		楼上体检科距地面 30cm	＜MDL	2.5
75		楼下车库距地面 170cm	＜MDL	2.5
76	SPECT/CT 室	控制室侧防护门左门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
77		控制室侧防护门下门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
78		控制室侧防护门右门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
79		控制室侧防护门上门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
80		控制室侧防护门中间表面 30cm	＜MDL	2.5
81		控制室侧墙表面 30cm	＜MDL	2.5
82		铅窗左侧表面 30cm	＜MDL	2.5
83		铅窗下侧表面 30cm	＜MDL	2.5

表7 验收监测

84		铅窗右侧表面 30cm	＜MDL	2.5
85		铅窗上侧表面 30cm	＜MDL	2.5
86		铅窗中间表面 30cm	＜MDL	2.5
87		管线口表面 30cm	＜MDL	2.5
88		工作人员操作位	＜MDL	2.5
89		库房侧墙表面 30cm	＜MDL	2.5
90		甲吸室侧墙表面 30cm	＜MDL	2.5
91		南侧病人廊墙表面 30cm	0.055	2.5
92		病人廊侧防护门左门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
93		病人廊侧防护门下门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
94		病人廊侧防护门右门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
95		病人廊侧防护门上门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
96		病人廊侧防护门中间表面 30cm	＜MDL	2.5
97		东侧病人廊墙表面 30cm	＜MDL	2.5
98		医护廊墙表面 30cm	＜MDL	2.5
99		楼上体检科距地面 30cm	＜MDL	2.5
100		楼下车库距地面 170cm	＜MDL	2.5
101	储源室	储源柜表面 30cm	0.90	/
102		分装室侧防护门左门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
103		分装室侧防护门下门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
104		分装室侧防护门右门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
105		分装室侧防护门上门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
106		分装室侧防护门中间表面 30cm	＜MDL	2.5
107		分装室侧墙表面 30cm	＜MDL	2.5
108		治疗廊侧防护门左门缝表面 30cm	＜MDL	10
109		治疗廊侧防护门下门缝表面 30cm	＜MDL	10
110		治疗廊侧防护门右门缝表面 30cm	＜MDL	10
111		治疗廊侧防护门上门缝表面 30cm	＜MDL	10
112		治疗廊侧防护门中间表面 30cm	＜MDL	10
113		治疗廊侧墙表面 30cm	＜MDL	10
114		碘分装控制室侧墙表面 30cm	＜MDL	2.5
115		碘分装控制室侧传递窗表面 30cm	＜MDL	2.5
116		碘治疗服药室侧墙表面 30cm	＜MDL	10
117		碘治疗服药室侧传递窗表面 30cm	＜MDL	10
118		固废室侧墙表面 30cm	＜MDL	10
119		楼上体检科距地面 30cm	＜MDL	2.5
120		楼下车库距地面 170cm	＜MDL	2.5
121	分装室	手套箱左侧表面 5cm	0.67	25
122		手套箱左侧表面 30cm	0.47	2.5
123		手套箱右侧表面 5cm	0.81	25
124		手套箱右侧表面 30cm	0.57	2.5
125		手套箱前面表面 5cm	0.74	25
126		手套箱前面表面 30cm	0.41	2.5
127		手套箱观察窗表面 30cm	0.54	2.5
128		手套箱左手洞（关闭）	0.39	2.5
129		手套箱右手洞（关闭）	0.76	2.5
130		手套箱左手洞（打开）	161.6	/

表7 验收监测

131		手套箱右手洞（打开）	142.0	/
132		注射内室侧防护门左门缝表面 30cm	0.06	2.5
133		注射内室侧防护门下门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
134		注射内室侧防护门右门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
135		注射内室侧防护门上门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
136		注射内室侧防护门中间表面 30cm	＜MDL	2.5
137		注射内室侧墙表面 30cm	＜MDL	2.5
138		注射外室侧墙表面 30cm	＜MDL	10
139		碘分装控制室表面 30cm	＜MDL	2.5
140		卫生间墙表面 30cm	＜MDL	10
141		治疗廊墙表面 30cm	＜MDL	10
142		楼上体检科距地面 30cm	＜MDL	2.5
143		楼下车库距地面 170cm	＜MDL	2.5
144	碘治疗服药室	医护廊侧防护门左门缝表面 30cm	0.060	2.5
145		医护廊侧防护门下门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
146		医护廊侧防护门右门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
147		医护廊侧防护门上门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
148		医护廊侧防护门中间表面 30cm	＜MDL	2.5
149		医护廊侧墙表面 30cm	＜MDL	2.5
150		住院廊侧防护门左门缝表面 30cm	＜MDL	10
151		住院廊侧防护门下门缝表面 30cm	0.070	10
152		住院廊侧防护门右门缝表面 30cm	＜MDL	10
153		住院廊侧防护门上门缝表面 30cm	＜MDL	10
154		住院廊侧防护门中间表面 30cm	＜MDL	10
155		住院廊侧墙表面 30cm	＜MDL	10
156		治疗廊侧防护门左门缝表面 30cm	0.051	10
157		治疗廊侧防护门下门缝表面 30cm	0.082	10
158		治疗廊侧防护门右门缝表面 30cm	＜MDL	10
159		治疗廊侧防护门上门缝表面 30cm	＜MDL	10
160		治疗廊侧防护门中间表面 30cm	＜MDL	10
161		治疗廊侧墙表面 30cm	＜MDL	10
162		固废室侧墙表面 30cm	＜MDL	10
163		碘分装控制室侧墙表面 30cm	0.091	2.5
164		碘分装控制室侧传递窗表面 30cm	0.105	2.5
165		楼上体检科距地面 30cm	＜MDL	2.5
166		楼下车库距地面 170cm	＜MDL	2.5
167	固废室	放射性废物垃圾桶表面 30cm	＜MDL	2.5
168	衰变池	衰变池上方距地面 30cm	＜MDL	2.5
监测时间：12 月 22 日				
1	病人廊	防护门 M1 左门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
2		防护门 M1 下门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
3		防护门 M1 右门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
4		防护门 M1 上门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
5		防护门 M1 中间表面 30cm	＜MDL	2.5
6		楼上体检科距地面 30cm	＜MDL	2.5
7		楼下车库距地面 170cm	＜MDL	2.5
8		甲吸室防护门左门缝表面 30cm	＜MDL	2.5

表7 验收监测

9		甲吸室防护门下门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
10		甲吸室防护门右门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
11		甲吸室防护门上门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
12		甲吸室防护门中间表面 30cm	＜MDL	2.5
13		甲吸室墙表面 30cm	＜MDL	2.5
15		防护门 M4 左门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
16		防护门 M4 下门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
17		防护门 M4 右门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
18		防护门 M4 上门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
19		防护门 M4 中间表面 30cm	＜MDL	2.5
20		楼上体检科距地面 30cm	＜MDL	2.5
21		楼下车库距地面 170cm	＜MDL	2.5
22	治疗廊	防护门 M7 左门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
23		防护门 M7 下门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
24		防护门 M7 右门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
25		防护门 M7 上门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
26		防护门 M7 中间表面 30cm	＜MDL	2.5
27		楼上体检科距地面 30cm	＜MDL	2.5
28		楼下车库距地面 170cm	＜MDL	2.5
29		防护门 M9 左门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
30		防护门 M9 下门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
31		防护门 M9 右门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
32		防护门 M9 上门缝表面 30cm	＜MDL	2.5
33		防护门 M9 中间表面 30cm	＜MDL	2.5
34		防护门 M9 旁墙表面 30cm	＜MDL	2.5
35		楼梯间墙表面 30cm	＜MDL	2.5
36		楼上体检科距地面 30cm	＜MDL	2.5
37		楼下车库距地面 170cm	＜MDL	2.5
38	洗涤室（含污洗间）	治疗廊防护门左门缝表面 30cm	＜MDL	10
39		治疗廊防护门下门缝表面 30cm	＜MDL	10
40		治疗廊防护门右门缝表面 30cm	＜MDL	10
41		治疗廊防护门上门缝表面 30cm	＜MDL	10
42		治疗廊防护门中间表面 30cm	＜MDL	10
43		治疗廊墙表面 30cm	＜MDL	10
44		被服间墙表面 30cm	＜MDL	10
45		甲亢留观室侧墙表面 30cm	＜MDL	10
46		室外绿化侧墙表面 30cm	＜MDL	2.5
47		楼上体检科距地面 30cm	＜MDL	2.5
48		楼下车库距地面 170cm	＜MDL	2.5
49	甲亢留观室	防护门左门缝表面 30cm	＜MDL	10
50		防护门下门缝表面 30cm	＜MDL	10
51		防护门右门缝表面 30cm	＜MDL	10
52		防护门上门缝表面 30cm	＜MDL	10
53		防护门中间表面 30cm	＜MDL	10
54		治疗廊墙表面 30cm	＜MDL	10
55		东侧室外绿化侧墙表面 30cm	＜MDL	10
56		南侧室外绿化侧墙表面 30cm	＜MDL	2.5

57		楼上体检科距地面 30cm	＜MDL	2.5
58		楼下车库距地面 170cm	＜MDL	2.5
59	碘分装控制室	自动分装仪右侧 5cm	0.45	25
60		自动分装仪右侧 30cm	0.35	2.5
61		自动分装仪左侧 5cm	1.29	25
62		自动分装仪左侧 30cm	0.36	2.5
63		自动分装仪前面 5cm	2.21	25
64		自动分装仪前面 30cm	0.093	2.5
65		自动分装仪下方 5cm	0.25	25
66		自动分装仪下方 30cm	0.061	2.5
备注：以上检测结果均已扣除本底值。MDL 为最低探测水平，为 0.05μSv/h。				

表7-4 核医学科β表面污染水平监测结果表

监测时间	序号	场所名称	测量位置	表面污染结果 A_s（Bq/cm^2）	执行标准限值（Bq/cm^2）
9 月 28 日	1	^{99m}Tc 医生手部及用品	医生手部表面	L	0.4
	2		医生工作服表面	L	4
	3		医生鞋子表面	L	4
	4	注射内室	地面	L	40
	5		墙表面	L	40
	6		注射台表面	L	40
	7		废物桶表面	L	40
	8	注射外室	地面	L	40
	9		墙表面	L	40
	10		注射台表面	L	40
	11		洗手台表面	L	40
	12	检查前等候区	地面	L	40
	13		墙表面	L	40
	14		椅子 1 表面	L	40
	15		废物桶表面	L	40
	16	检查后留观区	地面	L	40
	17		墙表面	L	40
	18		椅子 1 表面	L	40
	19		废物桶表面	L	40
	20	SPECT/CT 室	地面	L	40
	21		墙表面	L	40
	22		SPECT/CT 机表面	L	40
	23		床表面	L	40
	24	抢救室	地面	L	40
	25		墙表面	L	40
	26		病床表面	L	40
	27	病人廊	地面	L	40
	28		墙表面	L	40

表7 验收监测

	29	M3 出口	门口地面	L	40
	30		门外墙表面	L	4
	31	^{131}I 医生手部及用品	医生手部表面	L	0.4
	32		医生工作服表面	L	4
	33		医生鞋子表面	L	4
	34	储源室	地面	L	40
	35		墙表面	L	40
	36		储源柜表面	L	40
	37		传递窗表面	L	40
	38	分装室	地面	L	40
	39		墙表面	L	40
	40		手套箱表面	0.15	40
	41		废物桶表面	L	40
	42	碘分装控制室	地面	L	40
	43		墙表面	L	40
	44		控制台表面	L	40
	45		传递窗表面	L	40
	46	碘治疗服药室	地面	L	40
	47		墙表面	L	40
	48		自动分装仪表面	0.14	40
	49		传递窗表面	L	40
	50		废物桶表面	L	40
	51	固废室	地面	L	40
	52		墙表面	L	40
	53		放射性废物垃圾桶表面	0.06	40
	54		洗手池表面	0.06	40
	55	医护廊	地面	L	40
	56		墙表面	L	40
	57	治疗廊	地面	L	40
	58		墙表面	L	40
	59	M7 出口	门口地面	L	40
	60		门外墙表面	L	4
12 月 22 日	1	^{99m}Tc 医生手部及用品	医生手部表面	L	0.4
	2		医生工作服表面	L	4
	3		医生鞋子表面	L	4
	4	病人廊门 M1	门口地面	L	40
	5		门外墙表面	L	4
	6	病人廊门 M4	门口地面	L	40
	7		门外墙表面	L	4
	8	^{131}I 医生手部及用品	医生手部表面	L	0.4
	9		医生工作服表面	L	4

10		医生鞋子表面	L	4
11	碘治疗服药室	地面	L	40
12		墙表面	L	40
13		自动分装仪器表面	L	40
14	碘治疗服药室	地面	L	40
15		墙表面	L	40
16		椅子表面	L	40
17	洗涤室	地面	L	40
18		墙面	L	40
19		洗涤台表面	L	40
20	污洗间	地面	L	40
21		墙表面	L	40
22	医护廊	地面	L	40
23		墙表面	L	40
24	治疗廊	地面	L	40
25		墙表面	L	40
26	治疗廊门 M7	门口地面	L	40
27		门外墙表面	L	4
28	治疗廊门 M2	门口地面	L	40
29		门外墙表面	L	40
30	治疗廊门 M9	门口地面	L	4
31		门外墙表面	L	4

备注：表面污染结果已扣除本底值，L 表示未检出（＜0.05Bq/cm²）。地面、墙面为巡测最大值。

根据表 7-3，检查前等候区、检查后留观区屏蔽体外周围剂量当量率均未检出，考虑效核因子 1.5，其屏蔽体外周围剂量当量率最大为 0.075μSv/h。

根据表 7-3 监测结果可以得出，核医学科控制区外人员可达处、控制区内屏蔽体外表面 30cm 处的周围剂量当量率最大为 0.154μSv/h。因此，核医学科控制区屏蔽体外的周围剂量当量率均满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）及项目环评批复文件的相关要求（不大于 2.5μSv/h）。SPECT/CT 机房屏蔽体外的周围剂量当量率低于最低探测水平，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中 CT 机房屏蔽体外周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h 的要求。

根据上表7-3可知，自动分装仪外表面5cm处周围剂量当量率最大值为2.21μSv/h，外表面30cm处人员操作位的周围剂量当量率最大为0.36μSv/h；手套箱外表面5cm处周围剂量当量率最大值为0.81μSv/h，外表面30cm处人员操作位的周围剂量当量率最

大为0.57μSv/h，均满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的要求；注射窗、放射性污物桶表面30cm处周围剂量当量率未检出，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中固体放射性废物收集桶外表面30cm处的周围剂量当量率小于2.5μSv/h的要求。

根据表7-4可知，医护人员手部表面的表面污染均未检出，低于0.4Bq/cm^2；医护人员工作服表面、鞋子表面，监督区的墙壁、地面以及工作台面等表面的表面污染均未检出，低于4Bq/cm^2；控制区的墙壁、地面以及工作台面、设备表面等的表面污染最大为0.15Bq/cm^2，低于40Bq/cm^2。因此，核医学科工作场所的表面污染监测结果满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）及环评批复中规定的β表面污染水平限值要求。

综上，根据以上监测结果分析可知，本项目核医学场所及周围环境的周围剂量当量率、表面污染水平均能满足环评及其批复文件的要求。

7.3 放射工作人员及公众受照剂量估算

7.3.1 估算公式

本次验收调查通过放射工作人员工作位监测结果及满负荷情况下参与放射工作的时间估算工作人员年受照剂量。满负荷工作量与环评阶段工作量一致。

X-γ射线产生的外照射人均年受照剂量按下列公式计算：

$$H_{E\mathrm{r}} = H_{(10)} \times \mathrm{t} \times 10^{-3}$$

其中：H_{Er}：X 或γ射线外照射人均年有效剂量，mSv；

$H^*_{(10)}$：X 或γ射线周围剂量当量率，μSv/h；

t：X 或γ射线照射时间，小时。

7.3.2 放射工作人员

根据上述公式和验收监测结果，项目放射工作人员年受照剂量估算结果见表7-5。

表7-5　放射工作人员年有限剂量估算表

分类		受照来源	操作时间（h/a）	受照剂量率（μSv/h）	年有效剂量（mSv/a）	
护士(核素操作)-全身	Tc-99m	活度测定、分装	33.3	0.76(手套箱表面5cm)	2.53×10^{-2}	0.027
		注射	33.3	0.05(注射窗手洞关闭)	1.67×10^{-3}	

护士 (核素操作)-手部	Tc-99m	活度测定、分装	33.3	161.6 (手套箱手孔打开)	5.38	9.88
		注射	33.3	135.20 (注射窗手洞打开)	4.50	
护士 (核素操作)-全身	I-131	甲吸稀释分装	8.7	0.76 (手套箱表面5cm)	6.61×10^{-3}	
护士 (核素操作)-手部	I-131	甲吸稀释分装	8.7	161.6 (手套箱手孔打开)	1.41	
技师	SPECT/CT	摆位	6.7	67.27	0.45	0.49
		显像、扫描	800	0.05 (控制室)	0.04	

备注：①上述核算未考虑铅衣的防护。
②本次模拟监测无病人，未模拟摆位情况，摆位时剂量按照理论预测值。
③上述核算未考虑注射器防护套等的屏蔽防护作用。
④甲吸稀释分装的受照剂量率保守按照模拟监测时分装室内手套箱的剂量率（大于 ^{131}I 1 天用量）计算。
⑤未检出的按照监测设备最低探测水平 0.05μSv/h 考虑。

从上表可知，满负荷工作时，放射工作人员全身年有效剂量能满足环评批复、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）等的年有效剂量管理目标5mSv/a。手部受到的有效剂量最大为11.29mSv/a（9.88+1.41=11.29）的要求，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

建设单位应加强管理，合理安排放射工作人员操作时间和工作内容，做好放射工作人员个人剂量监测及档案管理工作，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告。

7.3.3 公众成员受照剂量估算

公众成员所受照剂量主要为在辐射工作场所周围停留所致。根据前文监测结果，项目核医学科控制区边界周围剂量当量率均未检出，说明核医学科运营后，对控制区外的环境保护目标和公众成员基本无影响，能低于医院的管理目标值0.1mSv/a。因此，项目运行对周围环境保护目标的影响满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）等以及项目环评批复的要求。

表 8　验收监测结论

8.1 验收监测结论

由验收监测结果可知，本项目核医学科工作场所使用 ^{99m}Tc、^{131}I 模拟诊疗时，各周围剂量当量率、β表面污染监测点位的监测值均满足环评及批复文件的标准要求，同时也满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）的要求。

8.2 职业照射和公众照射

根据估算，^{99m}Tc、^{131}I 正常使用的情况下，本项目放射工作人员及周围公众成员受到的年有效剂量均小于医院管理目标值（放射工作人员 5mSv/a，公众成员 0.1mSv/a），满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

医院应继续做好放射工作人员个人剂量监测及档案管理工作，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告。

8.3 环保设施/措施设置情况

项目核医学科已配套建设通风设施，废气收集后引至综合楼①楼顶经活性炭吸附后高于楼顶排放，手套箱上方另外设置活性炭吸附装置。已配套建设化粪池+推溢式衰变池，处理项目运行产生的放射性废水，保证废水经处理后达标排放。已配置设置 1 个固废室，并配置多个放射废物桶，每天下班由专人统一放至固废室内放射废物桶内暂存，含 ^{99m}Tc 的暂存 30 天，其余暂存 180 天后，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平，对废物清洁解控并作为医疗废物处理，医疗废物交由有资质的单位处理。项目放射性三废处理满足相关标准的要求。

核医学科实施了分区管理，在控制区出入口设置了分区标识。核医学科设置了电离辐射警示标志、监控设施、对讲系统，配置了自动分装仪、手套箱，减少放射工作人员受照剂量。核医学科设置了病人走向标识，指导病人有序就诊和进出。储源室设置门禁并上锁，实行双人双锁，并设置了监控，能保证放射性药物的安全。设置了放射工作人员专用卫生通过间，各水出口置感应式开关。卫生通过间、清洁间等处配置核素洗消液及配备应急去污用品，操作放射性药物的护士离开控制区前应清洗并进行表面污染监测。射线装置机房设置了工作状态指示灯、门灯联锁、红外线防夹、自动闭门装置、急停按钮等。

放射性药物分装、注射及给药场所与操作台面设计建造为易清洗且不易渗透，易于去除污染，核医学室内表面及装备结构满足标准要求。

工作场所配备了防护铅衣、防护铅围脖、防护铅眼镜、防护铅帽等防护用品，表面污染监测仪、个人剂量报警仪、固定式剂量报警仪及辐射巡测仪等监测设备。控制区内上水设置洗消设备（含洗消液），各水出口设置感应式或脚踏式开关。

医院成立有专门的辐射安全与环境保护管理机构，制定了各项辐射安全管理制度、辐射事故应急预案及操作规程、人员岗位职责、放射性废物处理制度、放射性物品台账管理制度等。

因此，医院核医学科辐射安全与防护设施齐全有效，能保证核医学科安全运行，满足相关标准的要求。

8.4 变更情况

与环评阶段相比，项目核医学科主要变化的有：项目按照新标准要求将卫生通过间纳入控制区进行管理；项目用房布局不变，仅个别用房功能进行优化调整，将^{131}I服药位置集中在碘治疗服药室，与^{99m}Tc的门诊诊断区域分开，同时甲亢甲吸病人路径随之进行部分调整，减少了1台自动分装仪的配置；能更好地满足新标准的布局和路径规划要求；ECT检查室的防护门和观察窗铅当量减少，因SPECT/CT管电流减小，屏蔽体外周围剂量当量率，通过预测能达标，通过监测均为本底值，未造成不利影响加重。

经过对比分析，项目未发生《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函〔2025〕313号文件）中的重大变动。

8.5 综合结论

合川区人民医院二期建设项目（放射诊疗）--核医学科认真落实了环境影响评价报告及其批复文件的各项辐射防护与安全措施和管理措施，核医学科运行对放射工作人员、公众人员及周围环境产生的影响很小，满足国家辐射安全相关标准。因此，从辐射环境保护角度分析，合川区人民医院二期建设项目（放射诊疗）--核医学科碘诊疗满足竣工环境保护验收条件，验收合格。

8.6 后续要求

医院应尽快安排核医学科放射工作人员中尚未通过辐射安全与防护考核的人员，尽快参加“核医学”类型的考核并取得合格成绩单，才能从事核医学的辐射

工作。

医院应加强对核医学科工作场所和衰变处理设施的管理。核医学科正常运行后，每次操作后对工作场所进行清洁，保证工作场所各区域的表面污染达标。待放射性废水衰变完成排放前，对衰变设施顶部进行周围剂量当量率监测，并进行放射性废水采样监测，确保其达标排放；定期更换活性炭，确保核医学科产生的废气得到有效处理。

后期甲癌病房区运营前需建设配套的槽式衰变处理设施，并另行完善相关环保手续。

附 录

附图

附图 1　项目地理位置图

附图 2　医院总平面布置图

附图 3　项目环境保护目标布置卫星示意图

附图 4　（1）综合楼①一层平面布置图

（2）综合楼①二层平面布置图

附图 5　环评阶段核医学科平面布置及人流气流走向图

附图 6　（1）验收阶段核医学科平面布置图

（2）验收阶段核医学科人流物流走向示意图

（3）验收阶段核医学科分区布置图

（4）验收阶段核医学科屏蔽方案布置图

（5）验收阶段核医学科环保设施布置示意图

（6）验收阶段核医学科废气管网布置图

（7）验收阶段核医学科放射性废水管网布置图

（8）衰变处理设施平立面布置图

附图 7　项目现场及辐射防护与安全设施/措施现场检查照片

附件

附件 1　环境影响评价文件批准书

附件 2　辐射安全许可证

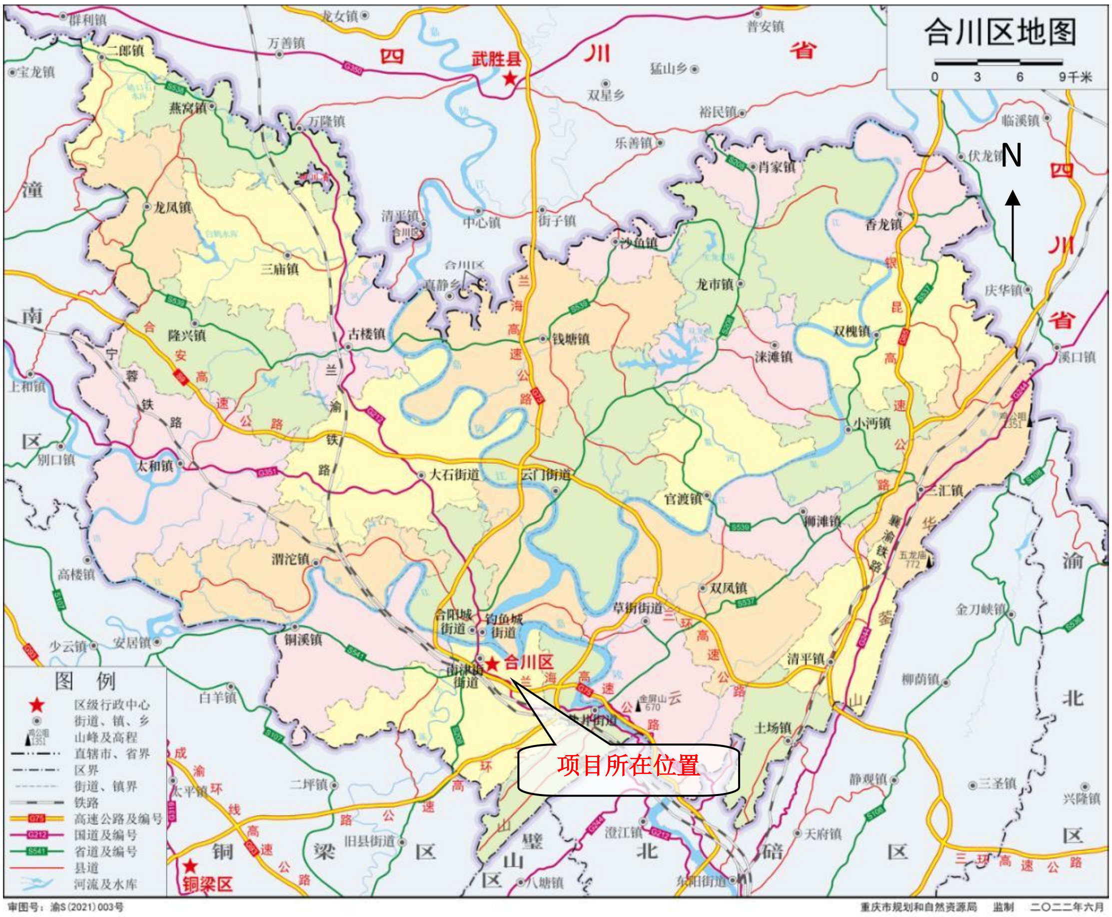
附件 3　核医学科放射工作人员相关资料

附件 4　验收监测报告

附件 5　辐射防护管理机构及相关制度

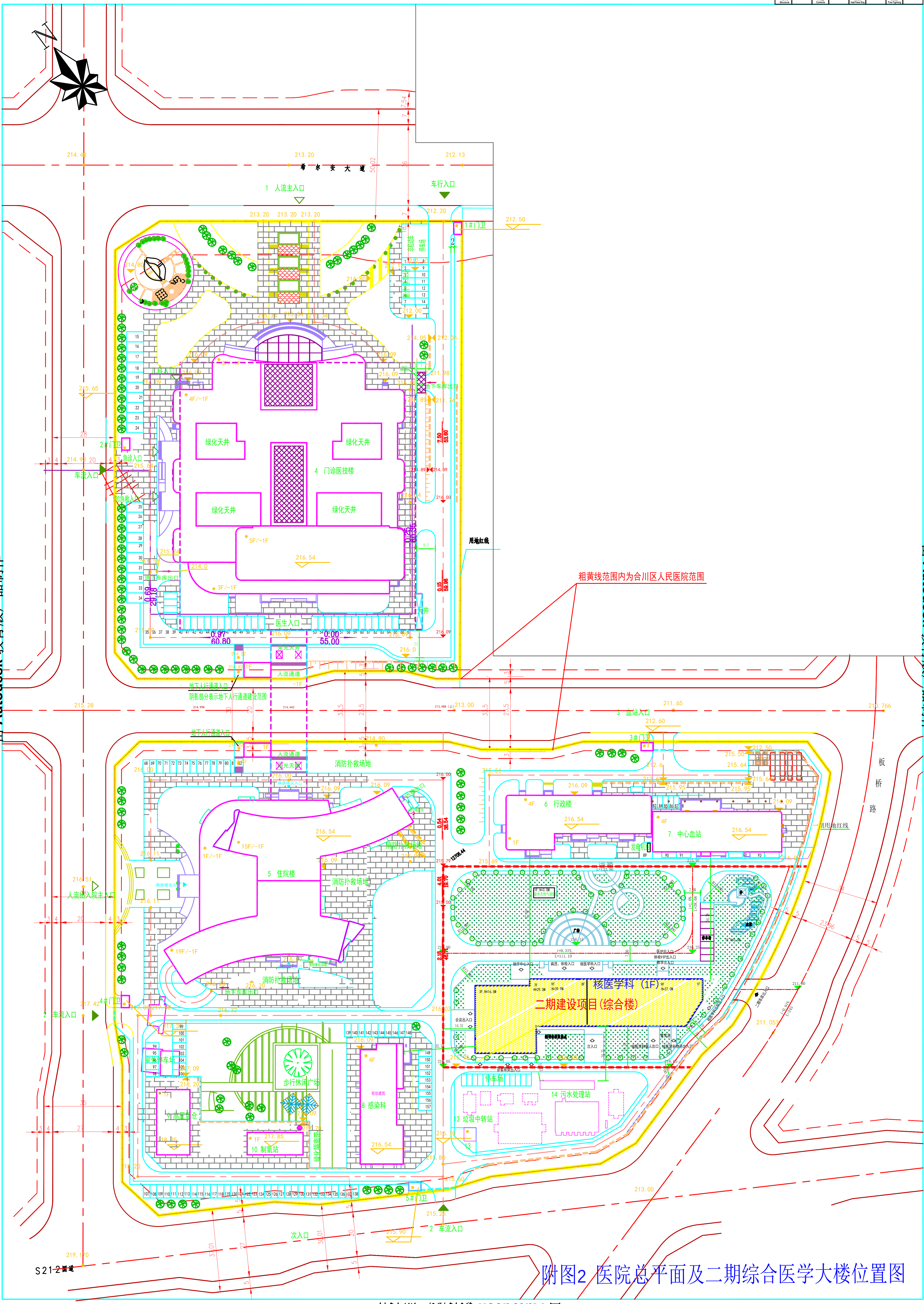
附件 6　医院承诺

附件 7　相关理论预测


合川区地图
项目所在位置
审图号：渝S(2021)003号
重庆市规划和自然资源局　监制　二〇二二年六月

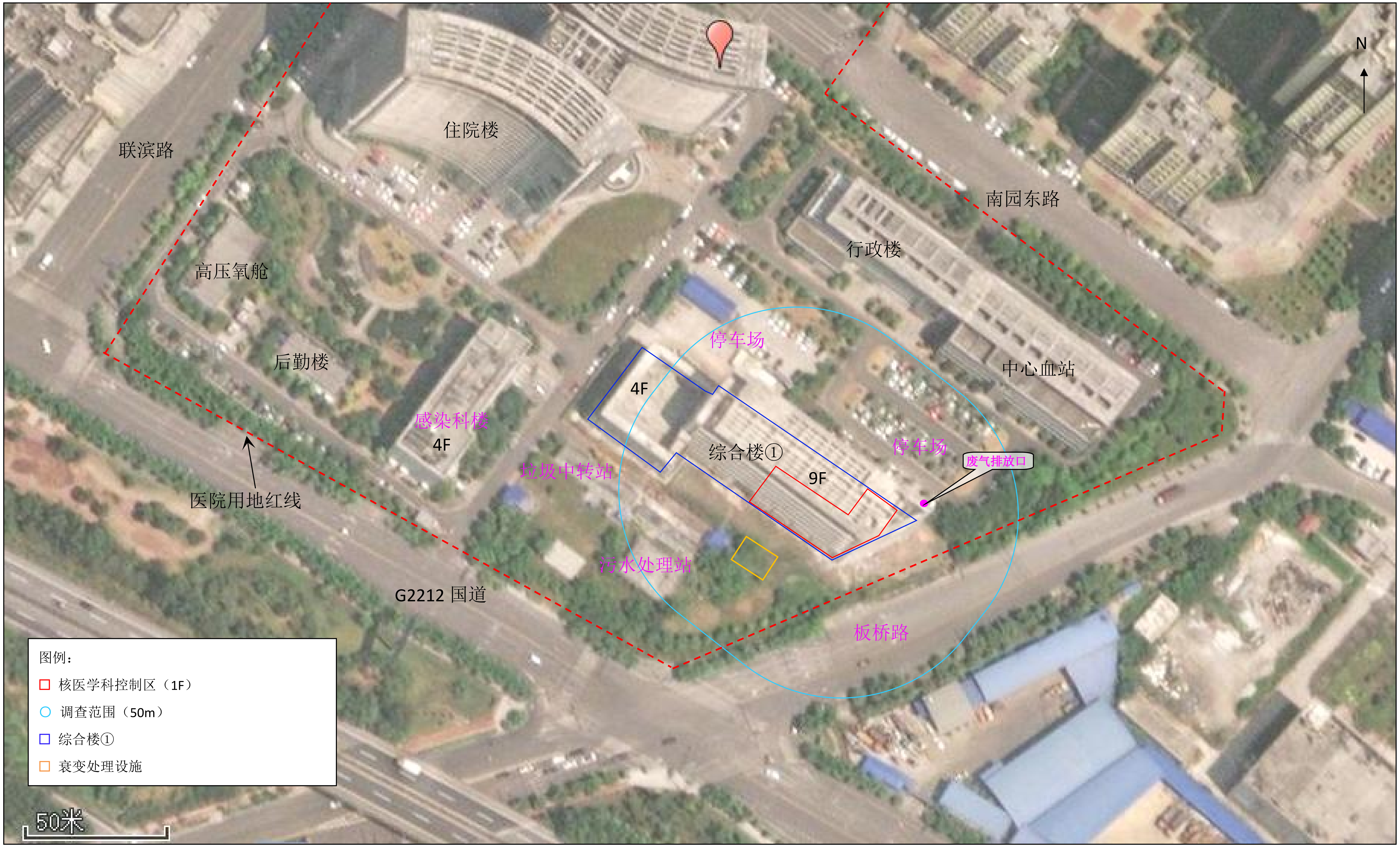

N
项目所在位置
兰海高速
合州大道
200 米

附图 1　项目地理位置图



附图2 医院总平面及二期综合医学大楼位置图

由 Autodesk 教育版产品制作



附图 3　项目环境保护目标布置卫星示意图