安徽省庐江县人民医院核医学科建设项目环境影响报告表

安徽省庐江县人民医院

二 O 二〇年三月

环境保护部监制

安徽省庐江县人民医院核医学科建设项目环境影响报告表

建设单位名称：安徽省庐江县人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：安徽省合肥市庐江县文明中路 32 号

邮政编码：231501 联系人：李 滨

电子邮箱：2382085450@qq.com 联系电话：13966348480

填表说明

1.此环境影响报告表按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的要求进行编制；

2.以下核技术利用建设项目需填报此环境影响报告表：

1）制备 PET 用放射性药物的；

2）医疗使用Ⅰ类放射源的；销售Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类放射源的；

3）使用Ⅱ类、Ⅲ类放射源的；

4）生产、使用Ⅱ类射线装置的；

5）乙、丙级非密封放射性物质工作场所；

6）在野外进行放射性同位素示踪试验的。

放射源分类见《关于发布放射源分类办法的公告》（国家环境保护总局公告 2005 年第 62 号），射线装置的分类见《关于发布射线装置分类的公告》（环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号）。

3.此环境影响报告表中当量剂量与有效剂量等效使用。

表 1 项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="5">安徽省庐江县人民医院核医学科建设项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="5">安徽省庐江县人民医院</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td>莫桂森</td><td>联系人</td><td>李滨</td><td>联系电话</td><td>13966348480</td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="5">安徽省庐江县文明中路 32 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="5">安徽省庐江县庐城镇城东大道 12 号安徽省庐江县人民医院东区内</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">庐江县发展和改革委员会</td><td>批准文号</td><td colspan="2">庐发项[2019]213 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资（万元）</td><td>700</td><td>项目环保投资（万元）</td><td>70</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td>10.00%</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（m²）</td><td>—</td></tr>
<tr><td rowspan="9">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>□销售</td><td colspan="4">□Ⅰ类 □Ⅱ类 □Ⅲ类 □Ⅳ类 □Ⅴ类</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="4">□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="4">□制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="4">/</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="4">☑乙 □丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>□生产</td><td colspan="4">□Ⅱ类 □Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="4">□Ⅱ类 □Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="4">□Ⅱ类 ☑Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="5">—</td></tr>
</table>

项目概述：

1、建设单位概况、项目建设规模、目的和任务由来

1.1 建设单位概况

安徽省庐江县人民医院坐落于巢湖南岸，素有小九华之称的冶父山下。医院创建于 1949 年，现有县医院本部及东区两个院区，其中本部占地 52 余亩，东区占地 201.9 亩，两院区建筑面积总计 15 万余平方米。

至 2019 年底，两院区在岗职工总数 1375 人，其中高级专家 10 人，副高级专家 114 人，硕士研究生 36 人；共有 41 个临床科室、19 个医技科室。

60 多年来，经过一代又一代庐医人的艰苦创业和不懈努力，医院不断发展壮大。

进入新世纪后，面对医疗行业的不断改革，在院领导班子带领下，依靠创新管理、科技进步、提升服务、人才培养、文化建设，医院进入了一个快速发展时期，走出了一条以“优质、高效、低耗”为特色的改革与发展之路。医院始终坚持以人为本，以病人为中心，以“敦、仁、博、爱、勤、廉、恕、明”为院训，开展人性化服务，现已成为集医疗、急救、预防、保健、康复、教研于一体的二级甲等综合性医院，担负着全县及毗邻地区近 200 万人民的医疗保健服务和危急重症患者的救治工作。医院先后荣获第五、六、七、八届“省文明单位”、“省先进集体”、“省模范职工之家”、省“先进基层党组织”、省级与市级“诚信医院”、第十二届合肥市文明单位等殊荣 20 余项。

1.2 建设目的及规模

为了适应卫生事业和医疗技术的发展，更好地服务于临床，满足病人日益增长的医疗需求，安徽省庐江县人民医院拟在医院东区门诊医技楼西侧紧邻新建核医学科（两层平顶结构），建筑面积约 900m^2，并将在拟建场所开展核医学科（拟开展 ^{131}I 甲亢、甲癌治疗，^{89}Sr 骨转移癌治疗，^{125}I 粒籽植入治疗，^{99}Mo-^{99m}Tc 显像诊断——配套购置 1 台 SPECT-CT）。

因此，此次评价内容为：医院新建核医学科楼建设期环境影响评价，核医学科（拟开展 ^{131}I 甲亢、甲癌治疗、^{89}Sr 骨转移癌治疗、^{125}I 粒籽植入治疗、^{99}Mo-^{99m}Tc 显像诊断——配套购置 1 台 SPECT-CT）运营期的环境影响评价。本次评价内容见表 1-1。

表 1-1 本次评价内容一览表

项目组成	建设内容	建设规模
新建工程		
主体工程	1、一层：SPECT-CT 机房、医生办公室、注射后休息室、服药室、运动负荷室、甲功室、留观室等； 2、二层：甲癌病房、^{125}I 粒子植入病房、医生办公室、抢救室、给药间等。	占地面积约 414m^2，建筑面积约 900m^2。
环保工程	1、施工场界建设围墙或彩钢板围栏，总长约 100m、高 1.8m，满足降噪、防尘要求； 2、选用低噪声施工机械与施工方式、施工期隔声减震等降噪措施、洒水抑尘措施（定期洒水，视情况可适当增加洒水频率）、沉砂池等施工期的临时环保工程； 3、机房设置防护门、工作状态指示灯及警告标志；	/
依托工程	1、医院现有的供水管网； 2、污水处理站，处理能力 1000m^3/d； 3、普通固体废弃物委托环卫部门处理；	/

	4、医疗废弃物设置暂存点，委托巢湖市万山医疗废物处置有限责任公司处置。	

设备运行

非密封放射性物质

序号	工作场所等级	核素名称	拟申请的日等效最大操作量（Bq）	工作场所名称	使用情况	备注
1	乙级	碘-131	3.33×10^{9}	核医学科楼一层、二层	拟购	甲癌治疗
			2.22×10^{8}		拟购	甲亢治疗
2		锶-89	7.40×10^{7}		拟购	骨转移癌治疗
3		钼-99	1.85×10^{7}		拟购	显像诊断
4		锝-99m	1.85×10^{7}		拟购	显像诊断
5		碘-125	4.44×10^{6}		拟购	粒子植入

射线装置

序号	射线装置名称	数量	管电压（kV）	管电流（mA）	射线装置类别	工作场所名称	使用情况	备注
1	SPECT-CT	1	≤140	≤1000	III	核医学科楼一层	拟购	显像诊断

该项目已获得庐江县发展和改革委员会的批复（详见附件二：庐江县发展改革委关于同意庐江县人民医院核医学科建设项目建议书的复函），项目总投资 700 万元。主要用于设备采购、场所建设以及屏蔽防护和防护用品采购，该项目具体投资估算详见表 1-2。

表 1-2 本项目总投资估算一览表

序号	投资分类	环保投资（万元）
1	设备采购	550
2	场所建设	80
3	环保投资	70
合计		700

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《建设项目环境保护管理条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的规定，本项目应在申请许可证前编制环境影响评价文件。受安徽省庐江县人民医院委托，核工业二七 O 研究所承担该项目环境影响评价的工作。通过资料调研、现场监测、评价分析，编制此环境影响报告表。

1.3 项目选址及周边环境概况

安徽省庐江县人民医院东区位于安徽省庐江县庐城镇城东大道 12 号，其所在地区域图详见附图一。医院东区东侧和北侧为东顾山，南侧隔城东大道为庐江名人馆，西侧紧盛侨路，隔盛桥路为碧桂园小区。

本项目位于新建核医学科楼东侧和北侧紧邻门诊医技楼，南侧和西侧为院区空地。核医学科楼地下为土壤层，楼上不可上人。本项目所在地周边环境关系示意图详见图 1-1，各楼层平面布置图详见附图三和附图四。

1.4 “三线一单”符合性分析

项目不在生态保护红线范围内，项目未改变区域环境质量底线，其水、电等能源利用未突破资源利用上线；符合环境准入负面清单要求；因此本项目的建设符合“三线一单”要求，详见下表：

表 1-3 项目与“三线一单”符合性分析

内容	本项目概况	符合与否
生态保护红线	本项目涉及的场所与最近的生态红线（东顾山森林公园）最近距离约为 180m，本项目场所与生态红线图位置关系详见附图二。因此，本项目涉及的场所均不在安徽省生态保护红线范围内。	符合
环境质量底线	根据项目对污染源的预测评价，项目各污染物在本环评提出的防治措施处理的前提下，对所在区域的环境影响甚微，不会突破环境质量底线。	符合
资源利用上线	本项目运营期间，消耗一定量的电源、水资源，该项目涉及的职工食堂、给排水、应急电源等相关公、辅工程均利用现有设施，基本不会增加资源的利用量，符合资源利用上线要求。	符合
环境准入负面清单	对照《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，该项目属于国家鼓励类的全科医疗服务、医疗卫生服务设施建设项目，符合当前国家产业政策要求，符合环境准入负面清单的要求。故不属于环境准入负面清单内的项目。	符合

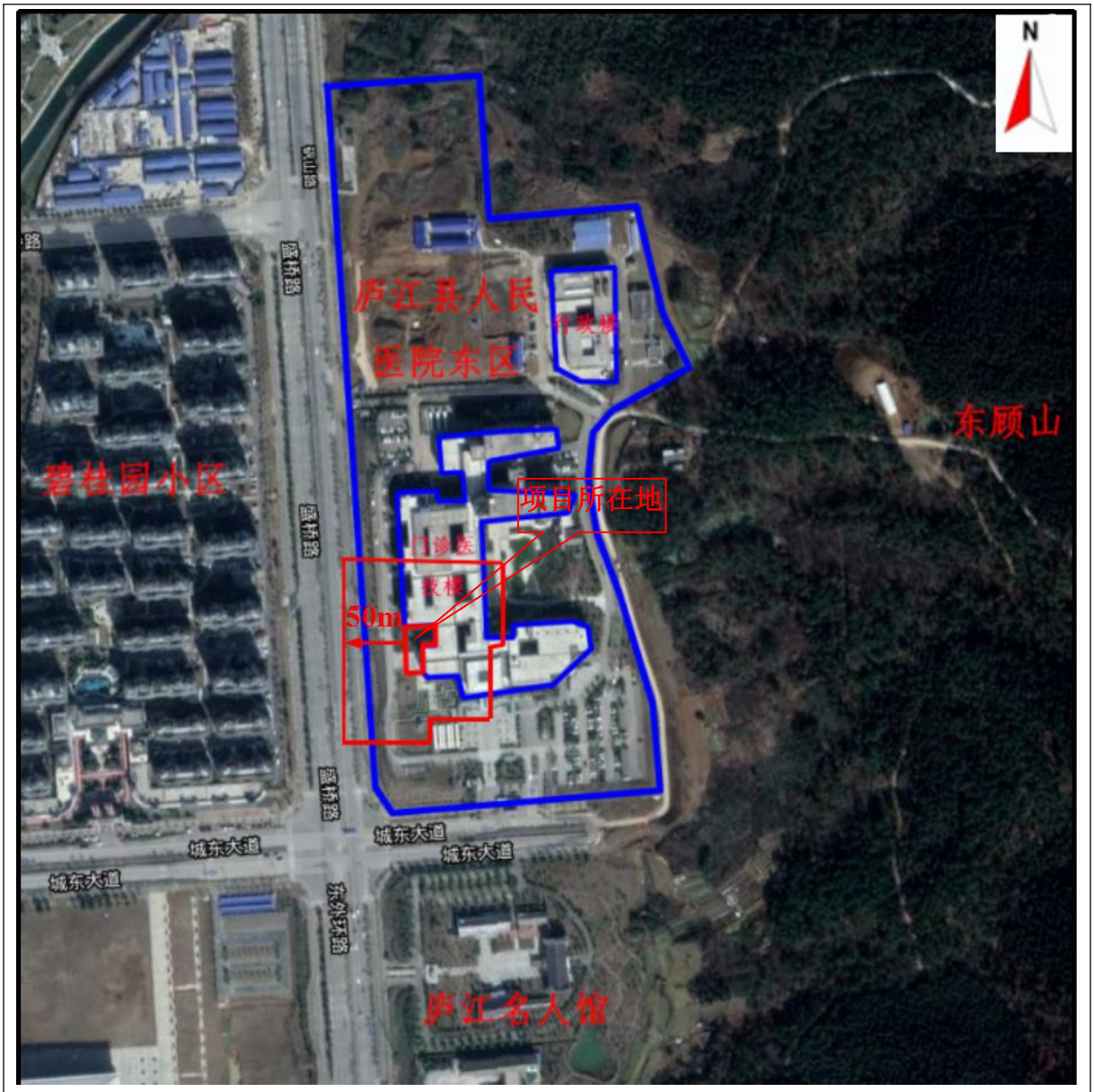

图 1-1 项目所在地周边环境关系示意图

3、原有核技术利用项目许可情况

安徽省庐江县人民医院现使用射线装置 25 台（其中 II 类射线装置 3 台、III类射线装置 22 台）。医院于 2017 年 9 月 25 日取得了原安徽省环境保护厅颁发的辐射安全许可证，证书编号为：皖环辐证[00304]，其许可种类和范围为：使用 II 类、III类射线装置，有效期至 2022 年 12 月 177 日（见附件五）。

医院于 2014 年 2 月 18 日取得原安徽省环境保护厅的批复，批复文号为皖辐射报告表[2014]09 号，批复同意医院使用 1 台 DSA 及 10 台III类射线装置；2014 年 4 月 11 日取得了合肥市环保局的批复，批复文号为合环辐审[2014]025 号，批复同意医院使用 3 台III类射线装置；2015 年 8 月 19 日取得了原安徽省环境保护厅的批复，批复文

号为皖环函[2015]1024 号，批复同意医院使用 1 台直线加速器及 1 台Ⅲ类射线装置；2017 年 12 月 26 日取得了原安徽省环境保护厅的批复，批复文号为皖环函[2017]1569 号，批复同意医院使用 1 台 DSA，另外 8 台Ⅲ类射线装置分别与 2017 年和 2019 年进行了网上登记表备案，备案编号分别为 201734012400000091、201934012400000204 和 201934012400000272。

医院于 2018 年 11 月 3 日对医院现有 1 台直线加速器和本部的 1 台 DSA 进行了自主验收，并取得了自主验收意见（见附件四），另外 1 台 DSA 已安装还未使用。医院现有射线装置均于 2019 年底委托合肥金浩峰检测研究院有限公司进行了放射防护检测，检测结果显示，医院现有射线装置辐射防护情况均满足要求（部分检测报告详见附件八）。医院现有核技术应用情况一览表见表 1-4。

表 1-4 安徽省庐江县人民医院现有核技术应用情况一览表

序号	射线装置名称	数量	管电压（kV）	管电流（mA）	射线装置类别	工作场所名称	使用情况	环评及许可情况	备注
1	直线加速器	1	X 线：6、10MV		Ⅱ	东区放疗中心	在用	已许可、已验收	Precise Digital Accelerator
2	DSA	1	125	1000	Ⅱ	本部影像科介入室	在用	已许可、已验收	Innova IGS 530
3	DSA	1	125	1000	Ⅱ	东区影像科介入室	已安装未使用	已许可、未验收	Innova IGS 530
4	模拟定位机	1	150	630	Ⅲ	东区放疗中心	在用	已许可、已验收	HMD-1B
5	数字胃肠机	1	135	800	Ⅲ	本部影像科	在用		RTP12302J-G9
6	DR	1	150	800	Ⅲ	东区体检科	在用		VX3733-SYS
7	DR	1	150	630	Ⅲ	本部影像科	在用		Multix Fusion
8	16 排 CT	1	140	440	Ⅲ	本部 CT2 室	在用		OPtima CT 540
9	16 排 CT	1	135	500	Ⅲ	本部 CT1 室	在用		ACTVION-16TSX-031A
10	碎石机	1	110	200	Ⅲ	本部影像科第 5 机房	在用		HK.ESWL-V
11	口腔全景机	1	76	6.4	Ⅲ	东区影像科口腔机房	在用		XP52
12	口腔 CT	1	90	16	Ⅲ	本部影像科 1 号机房	在用		Planmeca ProMax 3D
13	移动式 C 型臂	1	110	20	Ⅲ	本部第 3 手术室	在用		Brivo OEC 715
14	DR	1	150	630	Ⅲ	东区影像科	在用		Multix

									Fusion
15	数字胃肠机	1	150	800	III	东区影像科	在用	已许可、已验收	Luminos select
16	透视机	1	80	200	III	东区影像科	报废		XG70
17	16排CT	1	140	400	III	东区影像科	在用		UCT510
18	移动式C型臂	1	120	30	III	本部第2手术室	在用		PLX112C
19	移动式C型臂	1	110	20	III	东区第8手术室	在用		Brivo OEC 715
20	数字钼靶机	1	35	200	III	东区影像科	在用		FDRMS-3500
21	数字钼靶机	1	35	200	III	本部影像科	在用		FDRMS-3500
22	DR	1	150	1000	III	本部影像科	在用		Multix Fusion Max
23	64排CT	1	140	515	III	本部影像科	在用		OPtima CT 670
24	移动式X射线机	1	150	640	III	本部影像科	在用		MobiEye 700P
25	口内牙片机	1	70	8	III	本部口腔科牙片机房	在用		Planmeca ProX

根据本次现场调查可知，现有核技术利用项目环保执行情况如下：

3.1 关于辐射安全与环境保护管理机构

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》2019修正版（国家环境保护部第7号令）的要求，安徽省庐江县人民医院根据核技术应用现状，建立了以院长莫桂为组长的放射防护领导小组，负责全院放射卫生防护监督管理工作，保障放射工作人员、社会公众的健康与安全。该领导小组的基本组成涵盖医院核技术应用各使用部门及相关科室。

3.2 关于监测计划和监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》2019修正版（国家环境保护部第7号令）的要求，安徽省庐江县人民医院为对辐射工作人员所受辐射剂量进行控制，委托了安徽达申卫生检测技术有限公司对放射工作人员进行例行个人累积剂量检测，医院现有162名辐射工作人员中159人于2018年12月至2019年12月期间均配带个人剂量计，并进行了个人剂量检测，其中张娟、朱小燕由于处于哺乳期，未从事辐射相关工作，徐冉于2018年12月怀孕后未从事辐射相关工作，因此该3人未佩戴

个人剂量计。2018 年 12 月至 2019 年 12 月的个人剂量计送检报告详见附件十。

送检结果表明：医院辐射工作人员年累积剂量在 0.06mSv~1.58mSv 范围内，现有辐射工作人员所受累积剂量均不会超过项目剂量约束限值，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GBl8871-2002）关于职业人员的剂量限值（20mSv）的要求。

医院在以后的日常工作中加强辐射管理工作，加大检查力度并及时对不符合项进行整改，对医院所有在职辐射工作人员进行个人剂量监测，并按规定周期送检，不允许漏测和个人不交个人剂量计，建立剂量管理限值和剂量评价制度，对受到超过剂量管理限值的应进行评价，跟踪分析高剂量的原因，优化实践行为，做好个人剂量档案及身体健康检查。

目前，安徽省庐江县人民医院已制定了辐射工作场所及周围辐射水平日常监测计划，已配置了 2 台 FJ2000 型个人剂量报警仪、1 台射线报警仪、1 台 FD-3013B 型智能化 γ 辐射仪用于开展日常监测工作，并且配备了 21 件铅橡胶围裙、26 顶铅橡胶帽子、28 个铅橡胶颈套、2 个铅防护眼镜、2 扇铅屏风、29 件铅衣等个人防护用品。

3.3 关于辐射安全与防护培训

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》2019 修正版（国家环境保护部第 7 号令）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令）的要求，安徽省庐江县人民医院为提高辐射工作人员的专业技能和放射防护工作重要性的认识，一直积极组织辐射工作人员参加辐射安全与防护培训，目前医院 162 名辐射工作人员中 161 名辐射工作人员参加了辐射安全培训并取得培训合格证，另外 1 人（方红）已退休，部分辐射工作人员辐射安全与防护培训证书详见附件九。

3.4 关于职业健康体检

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》2019 修正版（国家环境保护部第 7 号令）和《放射工作人员职业健康管理办法》（卫生部第 55 号令）的要求，安徽省庐江县人民医院制定了《放射工作人员健康体检制度》，制度规定对放射工作人员定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不超过 2 年。医院现有辐射工作人员在分别在 2018 年 6 月和 2019 年 8 月均进行了职业健康体检，体检结果显示 160 名辐射工作人员可继续从事辐射工作，徐国伟和陶利 2 名辐射工作人员体检结果显示需进行复查，医院应暂停该 2 名辐射工作人员从事辐射工作，及时进行复查。部分辐射工作人员的职业健康体检报告详见附件十一。

3.5 关于年度安全状况评估

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的相关要求，安徽省庐江县人民医院应对各核技术应用项目的安全和防护状况进行年度评估，编写年度评估报告（年度评估报告应当包括核技术应用台账、辐射安全和防护设施的运行与维护、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、事故和应急以及档案管理等方面的内容），并于每年年底上报省环保厅和当地环保局备案。发现安全隐患的，应当立即进行整改，安徽省庐江县人民医院已上将 2019 年年度评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。

3.6 关于操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫等制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》2019 修正版（国家环境保护部第 7 号令）要求，安徽省庐江县人民医院根据现有核技术应用情况，制定了《安徽省庐江县人民医院辐射事故应急预案》、《辐射防护和安全保卫制度》、《放射防护档案管理制度》、《放射防护管理制度》、《放射工作人员培训制度》、《放射工作人员职业健康管理制度》、《个人剂量监测制度》、《设备检修维护制度》、《影像质量保证方案》、《X 线摄片机岗位职责》、《设备检修和维护制度》等一系列规章制度，基本能满足现有核技术应用项目的管理需要。

3.7 2019 年度执法检查情况

医院已落实解决了 2019 年 9 月 24 日核技术应用辐射安全综合检查所发现的八个问题，具体详见表 1-5。

表 1-5 综合检查所发现问题整改情况一览表

序号	综合检查发现的问题	整改落实情况
1	新增口腔 CT、C 型臂未完成许可证重新申领	医院已于 2019 年 10 月 18 日向省生态环境厅申请办理辐射安全许可证，办件编号为 3400000161910180000257。
2	一台螺旋 CT 停用 10 年以上，一台透视机报废未变更辐射安全许可证	已对停用的螺旋 CT 机房和透视机房用封条进行了封存，正在办理国有资产报废手续和辐射安全许可证变更手续。
3	直线加速器为验收即投入使用	已完成验收，验收意见详见附件四。
4	加速器机房对讲系统未正常使用	已维修并能正常使用。
5	辐射工作场所监测未全覆盖	医院 2019 年底委托委托合肥金浩峰检测研究院有限公司对医院所有辐射工作场所进行了放射防护检测（部分检测报告详见附件八）
6	辐射安全负责人未培训	辐射安全负责人莫桂森已进行了辐射安全与防护

		培训，并培训合格，辐射安全与防护培训证书编号为：皖环辐培 B1935087
7	34 名辐射工作人员未参加培训	医院现有 162 名辐射工作人员中 161 名辐射工作人员参加了辐射安全与防护培训证书，另外 1 人（方红）已退休。
8	现场放射工作人员未佩戴个人剂量片	已要求各科室进一步加强个人剂量片的佩戴管理，管理部门不定期的开展巡查。

表 1-6 辐射工作人员个人剂量计送检、辐射安全培训及职业健康体检结果（单位：mSv）

序号	姓名	2018.12-2019.3	2019.3-2019.6	2019.6-2019.9	2019.9-2019.12	年计量	辐射安全培训证书编号	职业健康体检日期	继续从事辐射工作（是/否）
1	殷文兵	≤MDL	≤MDL	0.15	0.03	0.18	皖环辐 B1803071	2018.6	是
2	张子林	≤MDL	≤MDL	0.03	0.03	0.06	皖环辐 B1613030	2018.6	是
3	张海青	≤MDL	≤MDL	0.16	0.12	0.28	皖环辐 B1708051	2018.6	是
4	羊茂荣	0.20	0.24	0.19	0.55	1.18	皖环辐 B1613024	2018.6	是
5	马俊	≤MDL	0.20	0.14	0.07	0.41	皖环辐 B1708052	2018.6	是
6	黄玲玲	≤MDL	0.15	0.03	0.08	0.26	皖环辐 B1708057	2018.6	是
7	汪大武	≤MDL	0.28	0.27	0.15	0.70	皖环辐 B1613028	2018.6	是
8	章俊	≤MDL	0.11	0.26	0.03	0.40	皖环辐 B1823037	2018.6	是
9	严敏	≤MDL	0.13	0.03	0.07	0.23	皖环辐 B1704057	2018.6	是
10	韩羽凤	≤MDL	0.09	0.27	0.03	0.39	皖环辐 B1708056	2018.6	是
11	马绪海	≤MDL	≤MDL	0.10	0.09	0.19	皖环辐 B1613025	2018.6	是
12	夏志华	≤MDL	≤MDL	0.13	0.03	0.16	皖环辐 B1613026	2018.6	是
13	徐静	≤MDL	0.10	0.03	0.03	0.16	皖环辐 B1823036	2018.6	是
14	曹俊杰	≤MDL	0.11	0.07	0.03	0.21	皖环辐 B1613027	2018.6	是
15	占海生	≤MDL	≤MDL	0.18	0.03	0.21	皖环辐 B1708054	2018.6	是
16	徐寅生	≤MDL	0.28	0.15	0.24	0.67	皖环辐 B1613029	2018.6	是
17	宛新友	≤MDL	≤MDL	0.18	0.03	0.21	皖环辐 B1823041	2018.6	是
18	马清	≤MDL	0.25	0.27	0.03	0.55	皖环辐 B1708055	2018.6	是

19	杨晓元	≤MDL	0.50	0.42	0.03	0.95	皖环辐 B1708053	2018.6	是
20	王鹏超	≤MDL	≤MDL	0.03	0.03	0.06	皖环辐 B1613031	2018.6	是
21	王顺生	≤MDL	0.10	0.11	0.03	0.24	皖 2016061042	2018.6	是
22	宋琪	≤MDL	0.15	0.13	0.03	0.31	皖环辐 B1619117	2018.6	是
23	胡鹏飞	0.12	0.20	0.03	0.03	0.38	皖环辐 B1615104	2018.6	是
24	徐虹	≤MDL	0.62	0.15	0.16	0.93	皖环辐 B1704056	2018.6	是
25	沈倩丽	≤MDL	0.22	0.03	0.15	0.40	皖 2016061041	2018.6	是
26	徐薇	≤MDL	0.07	0.31	0.10	0.48	皖环辐 B1615105	2018.6	是
27	徐慧琴	≤MDL	0.07	0.19	0.07	0.33	皖环辐 B1619118	2018.6	是
28	王鹏	≤MDL	0.14	0.19	0.03	0.36	皖环辐 B1703041	2018.6	是
29	莫永兵	≤MDL	0.16	0.03	0.12	0.31	皖环辐 B1823039	2018.6	是
30	张敏	≤MDL	0.17	0.12	0.16	0.45	皖环辐 B1615103	2018.6	是
31	薛红玉	≤MDL	0.20	0.15	0.03	0.38	皖 2016061040	2018.6	是
32	夏能凤	≤MDL	≤MDL	0.12	0.10	0.22	皖环辐 B1703042	2018.6	是
33	高薇	≤MDL	0.13	0.17	0.28	0.58	皖环辐 B1615106	2018.6	是
34	朱月英	≤MDL	0.23	0.03	0.03	0.29	皖环辐 B1823038	2018.6	是
35	付真丽	≤MDL	0.22	0.19	0.17	0.58	皖环辐 B1823040	2018.6	是
36	贺　巍	≤MDL	0.13	0.03	0.12	0.28	皖环辐 B1619120	2018.6	是
37	汪久生	0.23	0.14	0.21	0.03	0.61	皖环辐 B16210049	2018.6	是
38	徐皖湘	≤MDL	0.14	0.41	0.16	0.71	皖环辐 B1623010	2018.6	是
39	沈冶中	0.09	0.09	0.46	0.21	0.85	皖 2014151056	2018.6	是

40	张春来	≤MDL	≤MDL	0.40	0.03	0.43	皖环辐 B1623012	2018.6	是
41	汪剑	0.18	0.27	0.03	0.14	0.62	皖环辐 B1623013	2018.6	是
42	汤权琪	≤MDL	0.07	0.37	0.10	0.54	皖环辐 B1623011	2018.6	是
43	洪俊	≤MDL	≤MDL	0.18	0.18	0.36	皖环辐培 B201401018	2018.6	是
44	陈珺	0.10	≤MDL	0.16	0.03	0.29	皖环辐培 B1823043	2018.6	是
45	袁勇刚	0.20	≤MDL	0.29	0.10	0.59	皖环辐培 B201401020	2018.6	是
46	周美玲	≤MDL	0.08	0.32	0.03	0.43	皖环辐培 B1823042	2018.6	是
47	杨宁	≤MDL	0.10	0.23	0.21	0.54	皖环辐培 B16210051	2018.6	是
48	李德凤	0.18	0.17	0.34	0.11	0.80	皖环辐培 B1623016	2018.6	是
49	姚远	≤MDL	0.10	0.55	0.15	0.80	皖环辐培 B1623015	2018.6	是
50	汪其存	≤MDL	0.30	0.30	0.03	0.63	皖环辐培 B1704052	2019.8	是
51	钱永安	≤MDL	0.11	1.10	0.10	1.31	皖环辐培 B1707023	2019.8	是
52	王芳	≤MDL	0.10	0.13	0.03	0.26	皖环辐培 B1704053	2018.6	是
53	张娟	哺乳期，暂未从事				0.00	皖环辐培 B1707026	2019.8	是
54	高文娟	≤MDL	0.11	0.13	0.03	0.27	皖环辐培 B1704055	2019.8	是
55	梁政	≤MDL	0.23	0.25	0.15	0.63	皖环辐培 B1707024	2019.8	是
56	陈言飞	≤MDL	0.26	0.15	0.19	0.60	皖环辐培 B1704054	2019.8	是
57	朱小燕	哺乳期，暂未从事				0.00	皖环辐培 B1707025	2019.8	是
58	霍小东	≤MDL	0.40	0.41	—	0.81	皖环辐培 B1803007	2018.6	是
59	朱海波	0.13	0.27	0.19	0.15	0.74	皖环辐培 B1803008	2018.6	是
60	马晓龙	0.27	0.26	0.21	0.18	0.92	皖环辐培 B1803009	2018.6	是

61	孙建平	0.10	0.36	0.32	0.43	1.21	皖环辐培 B1803012	2018.6	是
62	谢富友	0.20	0.50	0.03	0.52	1.25	皖环辐培 B1803013	2018.6	是
63	张银花	0.07	0.08	0.26	0.03	0.44	皖环辐培 B1703043	2018.6	是
64	郑治	0.27	0.36	0.25	0.15	1.03	皖环辐培 B1712061	2018.6	是
65	高佩林	≤MDL	0.60	0.22	0.41	1.23	皖环辐培 B1803015	2018.6	是
66	康甫	0.12	0.33	0.40	0.15	1.00	皖 2019091033	2018.6	是
67	朱孝勇	≤MDL	0.45	0.32	0.23	1.00	皖环辐培 B1803016	2018.6	是
68	殷宏伟	≤MDL	0.38	0.37	0.03	0.78	皖环辐培 B1712059	2018.6	是
69	张竹青	0.28	0.56	0.46	0.36	1.66	皖环辐培 B1803017	2018.6	是
70	朱智	≤MDL	0.23	0.40	0.37	1.00	皖环辐培 B1803018	2018.6	是
71	宋宏兴	0.30	0.32	0.31	0.38	1.31	皖环辐培 B1803019	2018.6	是
72	杨科	0.19	0.17	0.26	0.25	0.87	皖环辐培 B1803020	2018.6	是
73	宋丰强	≤MDL	≤MDL	0.15	0.07	0.22	皖环辐培 B1803021	2018.6	是
74	邢文韬	≤MDL	≤MDL	0.18	0.03	0.21	皖环辐培 B1803022	2018.6	是
75	吴健	≤MDL	≤MDL	0.17	0.03	0.20	皖环辐培 B1712060	2018.6	是
76	李腾云	≤MDL	≤MDL	0.08	0.03	0.11	皖环辐培 B1803023	2018.6	是
77	姚维海	≤MDL	0.08	0.18	0.03	0.29	皖环辐培 B1803024	2018.6	是
78	张林华	≤MDL	0.32	0.20	0.31	0.83	皖环辐培 B1803025	2018.6	是
79	胡杰	0.24	0.34	0.28	0.23	1.09	皖环辐培 B1803026	2018.6	是
80	吴福有	0.25	0.32	0.28	0.42	1.27	皖环辐培 B1803027	2018.6	是
81	杨海珠	≤MDL	0.28	0.41	0.44	1.13	皖环辐培 B1803028	2018.6	是

82	唐振萍	0.26	0.28	0.44	0.60	1.58	皖环辐培 B1803029	2018.6	是
83	胡文长	≤MDL	0.39	0.34	0.41	1.14	皖环辐培 B1803030	2018.6	是
84	孙孝松	≤MDL	0.46	0.09	0.34	0.89	皖环辐培 B1803031	2018.6	是
85	宫海洋	≤MDL	0.23	0.35	0.27	0.85	皖环辐培 B1803032	2018.6	是
86	吴昱辉	0.07	0.27	0.24	0.17	0.75	皖环辐培 B1803033	2018.6	是
87	许小明	≤MDL	0.36	0.23	0.38	0.97	皖环辐培 B1803034	2018.6	是
88	李林	≤MDL	0.31	0.15	0.14	0.60	皖环辐培 B1803035	2018.6	是
89	陈柏均	≤MDL	0.18	0.20	0.17	0.55	皖环辐培 B1803036	2018.6	是
90	洪少进	0.09	0.25	0.28	0.19	0.81	皖环辐培 B1803037	2018.6	是
91	魏朝焕	0.09	0.30	0.24	0.23	0.86	皖环辐培 B1803038	2018.6	是
92	倪孟茵	0.19	0.25	0.19	0.16	0.79	皖环辐培 B1803039	2018.6	是
93	吴鑫鑫	≤MDL	0.30	0.43	0.03	0.76	皖环辐培 B1803040	2018.6	是
94	周宗琼	≤MDL	≤MDL	0.35	0.16	0.51	皖环辐培 B1803041	2018.6	是
95	丁贝贝	0.14	0.27	0.27	0.03	0.71	皖环辐培 B1803042	2018.6	是
96	夏双双	0.07	0.20	0.24	0.21	0.72	皖环辐培 B1803043	2018.6	是
97	曹玉婷	0.15	0.33	0.37	0.19	1.04	皖环辐培 B1803044	2018.6	是
98	姚维广	0.11	0.32	0.20	0.03	0.66	皖环辐培 B1803045	2018.6	是
99	何敏	0.12	0.21	0.27	0.08	0.68	皖环辐培 B1803046	2018.6	是
100	刘江平	≤MDL	0.18	0.38	0.17	0.73	皖环辐培 B1803047	2018.6	是
101	王小乔	0.10	0.32	0.24	0.03	0.69	皖环辐培 B1803048	2018.6	是
102	徐冉	怀孕期，未从事辐射工作					皖环辐培 B1803006	2018.6	是

103	宋敏丽	≤MDL	0.14	0.13	0.03	0.30	皖环辐培 B1803049	2018.6	是
104	张桢桢	≤MDL	0.17	0.03	0.11	0.31	皖环辐培 B1803051	2018.6	是
105	张磊	≤MDL	0.23	0.03	0.03	0.29	皖环辐培 B1803052	2018.6	是
106	邓之亚	≤MDL	0.10	0.16	0.08	0.34	皖环辐培 B1803053	2018.6	是
107	张计	≤MDL	≤MDL	0.15	0.62	0.77	皖环辐培 B1803054	2018.6	是
108	朱国成	≤MDL	0.11	0.15	0.03	0.29	皖环辐培 B1803055	2018.6	是
109	潘正荣	≤MDL	0.20	0.11	0.14	0.45	皖环辐培 B1803056	2018.6	是
110	高佳	≤MDL	≤MDL	0.12	0.03	0.15	皖环辐培 B1803057	2018.6	是
111	吴超	0.08	≤MDL	0.41	0.03	0.52	皖环辐培 B16210052	2018.6	是
112	李蓝星	≤MDL	0.17	0.37	0.03	0.57	皖环辐培 B1803059	2018.6	是
113	叶家贵	≤MDL	≤MDL	0.29	0.12	0.41	皖 2019152020	2018.6	是
114	李继邦	≤MDL	0.18	0.25	0.03	0.46	皖环辐培 B1803046	2018.6	是
115	彭卫	0.07	0.11	0.14	0.03	0.35	皖环辐培 B1803062	2018.6	是
116	柯承乾	≤MDL	0.28	0.29	0.08	0.65	皖环辐培 B1803064	2018.6	是
117	魏居本	0.14	0.39	0.17	0.14	0.84	皖 2019152017	2018.6	是
118	刘何海	0.16	0.15	0.21	0.14	0.66	皖 2019152018	2018.6	是
119	柯德声	≤MDL	0.43	0.32	0.03	0.78	皖环辐培 B1803068	2018.6	是
120	王龙	≤MDL	0.42	0.30	0.26	0.98	皖 2019152019	2018.6	是
121	叶枝秀	0.19	0.47	0.19	0.03	0.88	皖环辐培 B1803070	2018.6	是
122	吴雪晴	≤MDL	0.26	0.18	0.17	0.61	皖环辐培 B1935045	2018.6	是
123	朱田生	0.15	0.42	0.28	0.22	1.07	皖环辐培 B1803010	2018.6	是

124	黄彩红	0.35	0.33	0.39	0.12	1.19	皖环辐培 B1803011	2018.6	是
125	程海生	≤MDL	0.13	0.11	0.03	0.27	皖环辐培 B1803004	2018.6	是
126	姚盈	0.08	0.35	0.12	0.16	0.71	皖 2019111027	2018.6	是
127	徐晓凤	0.07	0.35	0.40	0.13	0.95	皖 2019111029	2018.6	是
128	王敏	0.12	0.40	0.48	0.14	1.14	皖 2019091034	2018.6	是
129	方红	≤MDL	0.31	0.46	0.13	0.90	已退休	2018.6	是
130	郑绘	≤MDL	0.22	0.09	0.17	0.48	皖环辐培 B1935050	2018.6	是
131	吴克义	≤MDL	0.29	0.20	0.18	0.67	皖 2019152016	2018.6	是
132	王谊爱	≤MDL	0.35	0.36	0.03	0.74	皖 2019091036	2018.6	是
133	庞银凤	≤MDL	0.19	0.33	0.03	0.55	皖环辐培 B1942004	2018.6	是
134	王玲	≤MDL	0.37	0.25	0.09	0.71	皖环辐培 B1942006	2018.6	是
135	汪芳	≤MDL	0.22	0.32	0.03	0.57	皖环辐培 B1942003	2018.6	是
136	张梅	0.18	0.31	0.42	0.11	1.02	皖 2019111028	2018.6	是
137	崔龙霞	0.11	≤MDL	0.30	0.17	0.58	皖环辐培 B1935036	2018.6	是
138	姚姗姗	0.16	≤MDL	—	0.11	0.27	皖环辐培 B1935048	2018.6	是
139	丁媛	0.24	0.47	0.48	0.03	1.22	皖 2019091035	2018.6	是
140	洪阳	≤MDL	0.19	0.26	0.15	0.60	皖环辐培 B1935051	2018.6	是
141	施家韧	0.19	0.37	0.55	0.15	1.26	皖 2019152031	2018.6	是
142	陈萌萌	≤MDL	0.22	0.49	0.19	0.90	皖 2019152032	2018.6	是
143	程晨	≤MDL	0.19	0.27	0.09	0.55	皖环辐培 B1942005	2018.6	是
144	马珊珊	0.27	—	0.25	0.08	0.60	皖环辐培 B1803014	2018.6	是

145	张静	0.32	0.18	0.12	0.31	0.93	皖环辐培 B1935047	2018.6	是
146	李亚明	≤MDL	≤MDL	0.07	0.25	0.32	皖环辐培 B1935046	2018.6	是
147	张松	0.76	0.19	0.33	0.18	1.46	皖环辐培 B1935049	2018.6	是
148	梅秀龙	≤MDL	≤MDL	0.33	0.14	0.47	皖环辐培 B1935042	2018.6	是
149	张晗	≤MDL	0.17	0.25	0.26	0.68	皖环辐培 B1935044	2018.6	是
150	张勇	0.19	0.32	0.29	0.55	1.35	皖 2019152021	2018.6	是
151	范敏	0.07	0.15	0.22	0.21	0.65	皖 2019152024	2018.6	是
152	陶利	≤MDL	0.08	0.19	0.14	0.41	皖 2019152028	2019.8	需复查
153	徐勋	0.35	0.46	0.30	0.30	1.41	皖环辐培 B1942008	2018.6	是
154	徐玉原	≤MDL	0.23	0.13	0.10	0.46	皖环辐培 B1935043	2018.6	是
155	查惠捷	≤MDL	0.09	0.03	0.12	0.24	皖 2019152026	2019.8	是
156	王泡泡	≤MDL	0.22	0.03	0.13	0.38	皖 2019152027	2019.8	是
157	赵慧	≤MDL	0.23	0.19	0.33	0.75	皖 2019152029	2019.8	是
158	盛志鹏	≤MDL	0.21	0.12	0.09	0.42	皖 2019152030	2019.8	是
159	张祎杨	≤MDL	0.19	0.03	0.03	0.25	皖 2019152023	2019.8	是
160	徐国伟	≤MDL	0.17	0.07	0.35	0.59	皖 2019152022	2019.8	需复查
161	左小燕	0.09	≤MDL	—	0.03	0.12	皖 2019152025	2019.8	是
162	王萍	0.08	0.45	0.43	0.35	1.31	皖 2019101043	2019.8	是

注：“—”表示休假或外出参加培训。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度（Bq）/ 活度（Bq）×枚(套)数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/
以下空白								

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

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量（Bq）	日等效最大操作量（Bq）	年最大用量（Bq）	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
1	碘-131	液态	使用	3.33×10^{10}	3.33×10^{9}	8.33×10^{11}	甲癌	稀释口服	核医学科一层、二层	核医学科治疗区域储源室
		液态	使用	2.22×10^{9}	2.22×10^{8}	1.48×10^{11}	甲亢治疗	稀释口服		
2	锶-89	液态	使用	7.40×10^{8}	7.40×10^{7}	1.48×10^{10}	骨转移癌治疗	注射		
3	钼-99	液态	使用	1.85×10^{10}	1.85×10^{7}	2.78×10^{12}	显像诊断	淋洗、分装、注射		核医学科显像区域储源室
4	锝-99m	液态	使用	1.85×10^{10}	1.85×10^{7}	2.78×10^{12}	显像诊断			
7	碘-125	固态	使用	4.44×10^{9}	4.44×10^{6}	2.22×10^{11}	粒子植入治疗	植入		核医学科治疗区域储源室
以下空白										

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。

表 4 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

（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	SPECT-CT	Ⅲ	1	拟购待定	≤140	≤1000	显像诊断	核医学科一层	/
以下空白									

（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	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
以下空白													

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
^{99}Mo-^{99m}Tc 发生器	固体	^{99}Mo ^{99m}Tc	—	—	95 个	—		
试剂瓶	固态	^{131}I ^{89}Sr ^{99m}Tc	—	—	少量	—	放射性废物间	经十个半衰期后作医疗废物处置
手套	固态		—	—		—		
一次性注射器	固态		—	—		—		
活性炭	固态		—	—		—		
放射性废水	液态		—	—	240.9m^3	—	衰变池	接入医院污水处理站
放射性废气	气态		—	少量	少量	—	不暂存	通过排风系统经活性炭吸附后排入外环境
以下空白								

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）《中华人民共和国环境保护法》2015 年 1 月 1 日起施行； 2）《中华人民共和国环境影响评价法》2016 年 9 月 1 日起施行，2018 年 12 月 29 日修订； 3）《中华人民共和国放射性污染防治法》2003 年 10 月 1 日起施行； 4）《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，2005 年 12 月 1 日起施行；国务院令第 709 号修订，2019 年 3 月 2 日起施行； 5）《放射性物品运输安全管理条例》国务院令第 562 号，2010 年 1 月 1 日起施行； 6）《放射性废物品安全管理条例》国务院令第 612 号，2012 年 3 月 1 日起施行； 7）《建设项目环境保护管理条例》国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行； 8）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，原国家环境保护总局令第 31 号，2006 年 3 月 1 日起施行；2019 年 8 月 22 日生态环境部令第 7 号《生态环境部关于废止、修改部分规章的决定》第三次修正； 9）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国环境保护部第 18 号令，2011 年 5 月 1 日起施行； 10）《放射性物品运输安全许可管理办法》，中华人民共和国环境保护部第 11 号令，2010 年 11 月 1 日起施行； 11）《建设项目环境影响评价分类管理名录》，中华人民共和国环境保护部第 44 号令，2017 年 9 月 1 日起施行；生态环境部令第 1 号修订，2018 年 4 月 28 日起施行； 12）《关于发布射线装置分类办法的公告》，环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告，公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 6 日起实施； 13）《关于发布放射源分类办法的公告》，原国家环境保护总局公告，2005 年第 62 号，2006 年 12 月 23 日起实施； 14）《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》，

	原国家环保总局，环发[2006]145 号； 15）《关于加强放射性物品运输监督检查的通知》，中华人民共和国环境保护部，环办[2010]158 号； 16）《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》，中华人民共和国环境保护部，环办辐射函[2016]430 号； 17）《放射工作人员职业健康管理办法》，中华人民共和国卫生部令第 55 号，2007 年 3 月 23 日经卫生部部务会议讨论通过，2007 年 11 月 1 日起施行； 18）《安徽省环境保护条例》，安徽省第十二届人大常委会第四十一次会议审议通过，2018 年 1 月 1 日施行； 19）《安徽省放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，安徽省环保局 2008 年 9 月 18 日颁布。
技术标准	1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）； 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）《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）； 4）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； 5）《医疗照射放射防护基本要求》（GBZ179-2006）； 6）《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）； 7）《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ120-2006）； 8）《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ133-2009）； 9）《放射性核素敷贴治疗卫生防护标准》（GBZ134-2002）； 10）《粒籽源永久性植入治疗放射防护要求》（GBZ 178-2017）； 11）《医用 X 射线诊断卫生防护标准》（GBZ130-2013）； 12）《医用 X 射线 CT 机房的辐射屏蔽规范》（GBZ/T180-2006）； 13）《X 射线计算机断层摄影放射防护要求》（GBZ 165-2012）。
其他	1）安徽省庐江县人民医院核医学科建设项目环评委托书及相关基础技术资料； 2）庐江县发改委关于庐江县人民医院核医学科建设项目建议书的复函； 3）庐江县人民医院项目环评报告书及其批复。

表 7 保护目标与评价标准

评价内容及目的：

1）对项目拟建地址及周围进行环境质量本底现状监测，以掌握环境质量本底现状水平，并对运行后的环境影响进行预测评价。

2）对不利影响提出防治措施，把环境影响减少到“可合理达到的尽可能低水平”。

3）满足国家和地方环境保护部门对建设项目环境管理规定的要求，为项目的环境管理提供科学依据。

评价原则：

此次评价遵循《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的辐射防护“三原则”：

1）实践的正当性；

2）剂量限制和潜在照射危险限制；

3）防护与安全的最优化。

评价重点：

辐射环境：核医学科工作场所分级分区、屏蔽措施、放射性废物处置以及辐射工作人员和公众所受附加剂量评价。

非辐射环境：该项目建设期间产生废水、噪声和固废，此次评价对废水、噪声和固废简单分析处理措施的有效性；运行期间产生的废水和固废均依托院区处理措施处理（放射性废水经衰变池储存衰变十个半衰期后达标接入医院污水处理站，放射性废物储存衰变十个半衰期后达标与一般医疗废物一同收集处理），此次评价对废水和固废仅分析说明依托院区处理措施处理的可行性。

评价范围：

按照 HJ10.1-2016《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》的规定，并结合项目特点，确定辐射环境评价范围为该项目核技术应用场所周围 50m 的区域。

保护目标：

本项目位于医院西南角，东侧和北侧紧邻门诊医技楼，南侧和西侧为院区空地，核医学科楼下为土壤层，楼顶人员不可达。因此，本项目辐射环境保护目标主要是核医学科工作人员、项目应用场所周围其他非辐射工作人员和公众成员。

本项目环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 本项目周边敏感目标一览表

环境保护目标	方位与距离	规模（人数）	人员性质
核医学科工作人员	核医学科工作场所及周围 50m 范围内	8 人	职业人员
门诊医技楼其他工作人员	门诊医技楼内	约 80 人	公众人员
流动人员	核医学科周围 50m 范围内	/	

评价标准：

1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）：

① 剂量限值

表 7-2 附录 B1 剂量限值

对象	要求
职业照射剂量限值	①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；②任何一年中的有效剂量，50mSv；③四肢（手和足）或皮肤的年剂量限值，500mSv
公众照射剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值：①年有效剂量，lmSv；②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 lmSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv；③皮肤的年当量剂量，50mSv。

管理目标：职业人员和公众成员取国家标准的 1/4 作为剂量约束值（即职业人员年有效剂量不超过 5mSv；公众成员年有效剂量不超过 0.25mSv）。

② 表面污染控制水平

表 7-3 附录 B2 表面污染控制水平

表面类型		α放射性物质（Bq/cm²）		β放射性物质（Bq/cm²）
		极毒性	其他	
工作台、设备、墙壁、地面	控制区*	4	4×10	4×10
	监督区	4×10^{-1}	4	4
工作服、手套、工作鞋	控制区	4×10^{-1}	4×10^{-1}	4
	监督区			
手、皮肤、内衣、工作袜		4×10^{-2}	4×10^{-2}	4×10^{-1}

*该区内的高污染子区除外

③ 非密封源工作场所分级

表 7-4 附录 C1 非密封源工作场所分级

级别	日等效最大操作量（Bq）
甲	＞4×10^9
乙	2×10^7～4×10^9
丙	豁免活度值以上～2×10^7

④ 放射性废液向环境排放的控制

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定：不得将放射性废液排入普通下水道，除非经审管部门确认是满足下列条件的低放废液，方可直接排入流量大于 10 倍排放流的普通下水道，并应对每次排放做好记录：

a）每月排放的总活度不超过 $10ALI_{min}$； b）每一次排放的活度不超过 $1ALI_{min}$，并且每次排放后用不少于 3 倍排放量的水进行冲洗。

注：ALI_{min} 是相应职业照射的食入和吸入 ALI 值中的较小者，其数值可按照 B1.3.4 和 B1.3.5 条的规定获得，结果见表 7-5。

表 7-5 放射性废液排放限值

核素名称	$ALI_{吸入}$	$ALI_{食入}$	ALI_{min}	月排放限值	单次排放限值
^{131}I	1.08×10^6	9.08×10^5	9.08×10^5	9.08×10^6	9.08×10^5
^{99m}Tc	3.12×10^8	11.4×10^9	3.12×10^8	3.12×10^9	3.12×10^8
^{89}Sr	2.35×10^7	2.49×10^7	2.35×10^7	2.35×10^8	2.35×10^7

2）《医疗照射放射防护基本要求》（GBZ179-2006）；

3）《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）；

4）《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ120-2006）；

5）《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ133-2009）；

重点引用：5.1.2 产生放射性废液而可不设置放射性污水池的单位，应将仅含短半衰期核的废液注入专用容器中通常存放 10 个半衰期后，经审管部门准许，可作普通废液处理。

6）《粒籽源永久性植入治疗放射防护要求》（GBZ 178-2017）；

重点引用：3.1 应配备测量粒籽源活度测量仪器（如井型电离室）以及探测光子能量下限低于 20keV 的辐射防护监测仪。

3.2 应配备 CT 机、X 射线机、B 超等影像设备以及粒籽植入治疗的放射治疗计划系统。

3.3 应具备对放射性废物处置的设施和技术方案。

3.6 工作场所应配备铅衣、铅手套、铅玻璃眼镜、铅围脖、铅三角裤或三角巾等防护用品，每种应不少于 2 件。

3.7 治疗室与贮存室应分开。

4.1 待用的粒籽源应装入屏蔽容器内（当容器密闭达到最大装载量时，容器表面的辐射水平应低于 20μSv/h），并存放在专用房间。

4.5 废弃或泄漏的粒籽源应放置在铅罐内，退回厂家。

5.1 操作人员应站在屏风后分装粒籽源，屏风上方应有 1mmPb 的铅玻璃。

5.2 操作前要穿戴好防护用品。主要操作人员应穿铅防护衣，戴铅手套、铅玻璃眼镜、铅围脖等。防护衣厚度不应小于 0.25mm 铅当量。对性腺敏感器官，可考虑穿含 0.5mm 铅当量防护的三角裤或三角巾。

5.3 粒籽源分装操作室台面和地面应无渗漏易清洗，分装应在铺有吸水纸的托盘内完成。分装过程中使用长柄镊子（30cm），轻拿轻放，避免损伤或刺破粒籽源，禁止直接用手拿取粒籽源。

5.4 在实施粒籽源手术治疗前，应制定详细可行的实施计划，并准备好所需治疗设备，如定位模板、植入枪等，尽可能缩短操作时间。

5.5 拿取粒籽源应使用长柄器具（如镊子），尽可能增加粒籽源与操作人员之间的距离。在整个工作期间，应快速完成必要的操作程序，所有无关人员尽可能远离放射源。

5.6 如粒籽源破损引起泄漏而发生污染，应封闭工作场所，将源密封在屏蔽容器中，控制人员走动，以避免放射性污染扩散，并进行场所去污和人员应急处理。

7.1 植入粒籽源术后的患者，应当在植入部位对应的体表进行适当的辐射屏蔽。

7.2 植入粒籽源患者床边 1.5m 处或单人病房应划为临时控制区。控制区入口处应有电离辐射警示标志，除医护人员外，其他无关人员不得入内。医护人员查房，家属成员如需长时间陪护应与患者保持 1m 以上的距离。

7.3 接受植入粒籽源治疗的前列腺患者和胃肠道患者应使用专用便器或专用浴室和厕所。肺部或气管植入粒籽源患者，在住院期间应带口罩，以避免粒籽源咳出丢失在周围环境中，如发现粒籽源咳出，应报告主管医生并采取相应的应急措施。

7.4 植入粒籽源患者，住院期间需要在医院其他科室检查或治疗时，为了保证公

众的辐射安全，负责治疗科室应告知患者穿戴防护用品。

7.5 前列腺植入粒籽源的患者应戴避孕套，以保证放射性粒籽源植入体内后不丢失到周围环境。为防止随尿液排出，在植入后两周内，应使用容器接尿液。如果发现植入的粒籽源流失到患者的膀胱或尿道，应用膀胱内镜收回粒籽源并放入铅罐中贮存。

7.6 当患者或家庭成员发现患者体外的粒籽源时，不应用手拿，应当用勺子或镊子夹取粒籽源，放在预先准备好的铅容器内（主管医师事先给予指导）。该容器返还给主管医师。

7.7 临时控制区内，任何物品在搬离病房之前应进行监测，被污染物品按放射性废物处理。

7）《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）；

重点引用：5.1 X 射线设备机房（照射室）应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。

5.2 每台 X 射线机（不含移动式和携带式床旁摄影机与车载 X 射线机）应设有单独的机房，机房应满足使用设备的空间要求。

5.3 X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求：

a）不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护应不小于表 7-6 要求。

b）医用诊断 X 射线防护中不同铅当量屏蔽物质厚度的典型值参见附录 D。

c）应合理设置机房的门、窗和管线口位置，机房的门和窗应有其所在墙壁相同的防护厚度。设于多层建筑中的机房（不含顶层）顶棚、地板（不含下方无建筑物的）应满足相应照射方向的屏蔽厚度要求。

表 7-6 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（mm）	非有用线束方向铅当量（mm）
CT 机房	2（一般工作量）、2.5（较大工作量）	

5.4 在距机房屏蔽体外表面 0.3m 处，机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

b）CT 机、乳腺摄影、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h；其余各种类型摄影机房外人员可能受到照射的年有效剂量约束值应不大于 0.25mSv；测量时，测量仪器读出值应经仪器响应时间和剂量检定因子修正后得出实际剂量率。

5.5 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到患者和受检者状态。

5.6 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；机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风。

5.7 机房门外应有电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯，灯箱处应设警示语句；机房门应有闭门装置，且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动。

5.8 患者和受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。

5.9 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 7-7 基本种类要求的工作人员、患者和受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要。

表 7-7 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
CT 体层扫描（隔室）	—	—	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子	—

8）《医用 X 射线 CT 机房的辐射屏蔽规范》（GBZ/T180-2006）；

9）《X 射线计算机断层摄影放射防护要求》（GBZ 165-2012）。

参考资料：

1）根据《安徽省环境状况公报》（2018 年）中数据显示：全省伽玛辐射空气吸收剂量率（含宇宙射线贡献值）均值为 97nGy/h，范围为 58～138nGy/h；

2）AAPM Task Group 108；

3）《辐射防护手册》第一、三分册，李德平、潘自强主编。

表 8 环境质量和辐射现状

1、项目地理位置、布局和周边环境

安徽省庐江县人民医院东区位于安徽省庐江县庐城镇城东大道 12 号，其所在地区域图详见附图一。医院东区东侧和北侧为东顾山，南侧隔城东大道为庐江名人馆，西侧紧盛桥路，隔盛桥路为碧桂园小区。

本项目位于新建核医学科楼东侧和北侧紧邻门诊医技楼，南侧和西侧为院区空地。核医学科楼地下为土壤层，楼上不可上人。

各楼层平面布置图详见附图三和附图四。

2、辐射环境现状评价

核工业二七 O 研究所 2019 年 11 月 8 日接受安徽省庐江县人民医院委托，开展安徽省庐江县人民医院核医学科建设项目环境影响评价工作，并于 2019 年 11 月 12 日对该项目应用场所及周边环境进行辐射环境现状本底监测，采用 AT1123 型核辐射检测仪，在检定有效期范围内，监测仪器技术参数详见表 8-1。监测结果详见表 8-2，监测报告详见附件十五。

监测仪器：

表 8-1 测量仪器主要技术参数一览表

仪器名称	核辐射检测仪
仪器型号	AT1123
仪器编号	54504
能量响应、测量范围	0.015～10Mev；50nSv/h～10Sv/h
检定单位及检定证书编号	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心，检定证书编号为 2019H21-20-1872690003
有效期	2019 年 06 月 24 日～2020 年 06 月 23 日

监测方案：

监测布点：在建设项目周围及工作场所进行布点，共布点 5 个点位，监测时监测仪器探头离地高度 1m，监测点位详见监测报告。

监测因子：X-γ辐射剂量率。

监测工况：该项目均为拟建项目，未运行，为辐射环境本底监测。

质量保证措施：

①合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性。

②监测方法采用国家有关部门颁布标准，监测人员经考核持有合格证书上岗。

③监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格方 可使用。

④每次测量前后均检查仪器的工作状态是否正常。

⑤由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

⑥检测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定。

图 8-1 本项目应用场所及周边环境辐射环境现状监测布点图

监测结果：

表 8-2 环境质量现状监测结果

编号	监测点描述	测量结果（nSv/h）
1	拟建核医学科工作场所内	112
2	拟建核医学科工作场所东侧门诊医技楼内	113
3	拟建核医学科工作场所南侧院区空地	112
4	拟建核医学科工作场所西侧院区道路	114
5	拟建核医学科工作场所北侧门诊医技楼内	112

监测结果表明：该项目应用场所及周边环境辐射环境现状本底在 112～114nSv/h 范围内，与安徽省全省辐射环境现状水平（58～138nGy/h）基本保持一致，辐射水平未见明显异常。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析：

1、施工期

该项目拟在医院东区西南角新建核医学科楼，为地上二层建筑，并将在拟建场所开展核医学科。本次项目建设规模见下表：

1.1 主体工程

表 9-1 主体工程一览表

类别	建筑层数	分项名称和功能	建设规模（m^2）
主体工程	地上 2 层	一层：SPECT-CT 机房、医生办公室、注射后休息室、服药室、运动负荷室、甲功室、留观室等；二层：甲癌病房、^{125}I 粒子植入病房、医生办公室、抢救室、给药间等。	900
	占地面积	/	414

1.2 公辅及环保工程

表9-2 公辅及环保工程一览表

工程类别	工程名称	工程内容
依托工程	给水	由城市供水管网供给
	排水	预处理后经院区污水处理设施处理达标后排入市政污水管网
	供电	由城市区域供电系统提供
环保工程	废水处理	预处理后依托院区污水处理设施
	固废处理	经衰变后，依托院区固废处理措施，按照一般医疗垃圾处理。

1.3 产污环节分析

该项目拟在医院东区西南角新建核医学科楼。施工过程中产污环节图见图9-1所示。

本项目施工期主要进行核医学科应用场所的建设，在此期间主要产污环节和排污特征见表9-3。

表 9-3 本项目施工期主要产污环节和排污特征

类别	产生点	污染物	产生特征	去向
施工期废气	施工过程	粉尘、TSP	间断	无组织排放
	运输车辆、施工机械	CO、NOx、THC	间断	无组织排放
施工期废水	施工过程	COD、SS	间断	经临时沉淀池处理后，达到相关标准后，回用于建筑用

				水或者路面洒水降尘
	生活污水	COD、SS、氨氮	间断	依托院区污水处理措施
施工期噪声	机械设备	噪声	连续	距离衰减
	运输车辆	噪声	间断	
施工期固废	施工	建筑垃圾	间断	及时清运、填埋或回填
	施工人员生活	生活垃圾	间断	由环卫部门统一处理

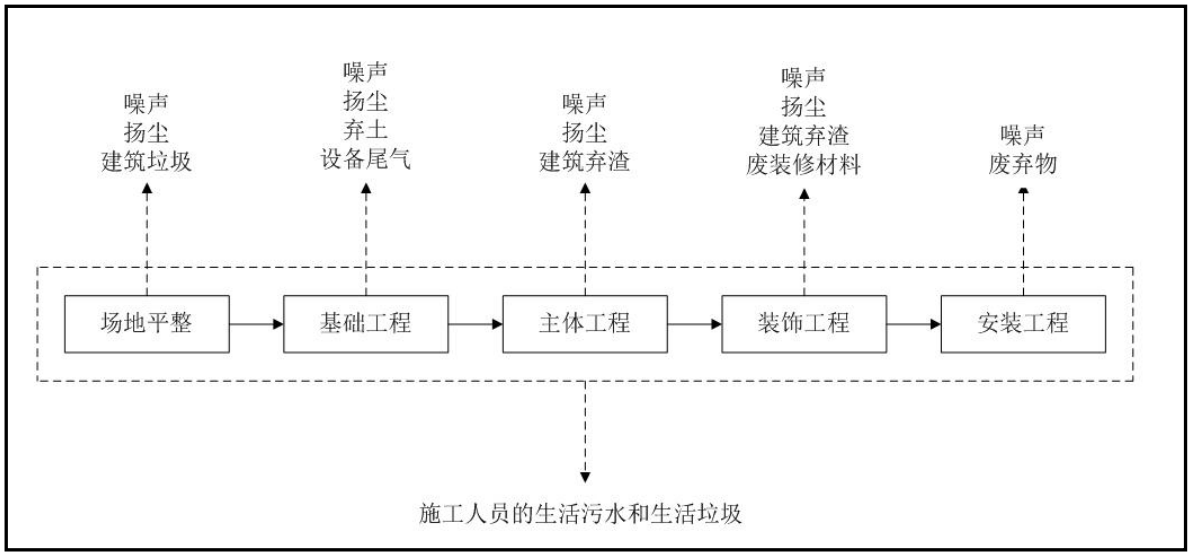

图 9-1 施工过程产污环节图

2、运行期

2.1 显像诊断

2.1.1 工作原理

单光子发射计算机断层成像术（SPECT）是核医学的一种 CT 技术，是对从病人体内（如 ^{99m}Tc 等）发射的γ射线成像，故统称为发射型计算机断层成像术（ECT），是计算机断层扫描的简称，是一种现代化诊断手段，其原理是：当某种放射性核素或其标记物通过注射或口服等方式进入体内后，依其化学及生物学特性不同，随血流等进入某些特定的组织器官，参与或模仿某些生命物质在人体内的病理生理、引流代谢的过程。由于正常组织和病变组织这个过程的差异，使其聚集这种放射性核素或其标记物的能力发生了变化。利用发射型计算机断层显像装置来探测这种放射性核素发射的γ射线在体内的分布状态并还原成图像，其影像不仅可以显示脏器和病变的位置、形态、大小等解剖结构，更重要的是可以显示脏器的功能、代谢情况，提供有关脏器血流、功能、代谢和引流等方面定性和定量的信息。而血流、功能和代谢的异常，常

是疾病的早期变化，出现在形态结构发生改变之前，有助于疾病的早期诊断。

2.1.2 操作流程

根据确定的放射性同位素注射剂量，在通风柜内对钼锝发生器进行淋洗标记。受检者到达注射窗口注射药物后，进入候诊区等待，以便药物被病变组织摄取，然后进入 SPECT-CT 扫描间进行扫描，扫描结束后离开。

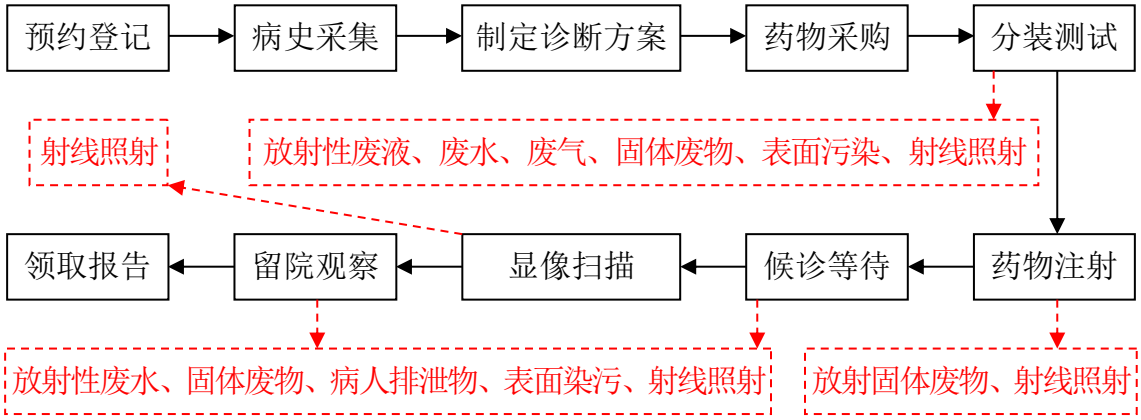

图 9-2 显像诊断流程及产污节点

2.2 I-131 治疗甲癌和甲亢

2.2.1 工作原理

甲状腺具有高度选择性摄取 ^{131}I 的功能。^{131}I 在甲状腺内停留的时间较长，在甲亢患者甲状腺内的有效半衰期约 3-5 天。^{131}I 衰变时主要发射 β^-粒子，射程短，仅为 2-3mm，对周围正常组织一般无影响。因此，大剂量 ^{131}I 进入甲状腺组织，这些组织在 β^-粒子集中且较长时间的作用下将遭受部分抑制或破坏，从而取得类似部分切除甲状腺的效果，达到治疗甲亢的目的。甲癌治疗一般用于甲状腺已经切除、为防治癌细胞残留的甲状腺癌患者，采取住院治疗，^{131}I 预约定购后直接服用。

2.2.2 操作流程

医生首先对甲癌和甲亢患者进行检查，根据病情确定服药量，与患者预约，根据患者数量订购 ^{131}I 药物，口服前由自动分装机进行分装，由摄像头和对讲系统指导病人口服。病人服药后，甲亢患者服碘后一般稍作观察后可直接离开，治疗甲癌的 ^{131}I 药物剂量较大，必须住院治疗，出院前进行 SPECT-CT 显像检查。

2.3 Sr-89 治疗恶性肿瘤的骨转移

2.3.1 工作原理

^{89}Sr 是物理半衰期为 50.55 天，β^-衰变，产生 1.46MeVβ射线，同时伴有 0.91MeV

γ射线产生，强度为 0.009％。锶为亲骨核素，静脉注射后，^{89}Sr 能与骨骼中的羟基磷灰石结合，其β线在骨组织内射程达为 3mm，通过其电离损伤作用破坏骨组织中的肿瘤转移灶，对前列腺癌、乳癌的骨转移灶治疗效果最好，镇痛效果可维持 3～6 个月，不会引起造血系统的损害。

2.3.2 操作流程

用于恶性肿瘤的骨转移治疗的 $^{89}SrCl_2$ 药物在预约病人后订购，每份用于治疗的 $^{89}SrCl_2$ 药物由供应商事先分装，治疗时不需再分装，直接进行静脉注射，采取门诊治疗。

2.4 I-125 粒籽源治疗

2.4.1 工作原理

I-125 粒籽植入治疗肿瘤是一种先进的活体内放射治疗技术，又称体内γ刀。它将低能量放射性核素研制成微小粒籽，采用现代先进的 TPS 系统，在 B 超、CT 或内镜引导下将“粒籽”植入预定的靶区，可以直接贴近肿瘤细胞，实现定点“爆破”，最大程度上达到抑制、破坏并杀灭肿瘤细胞，而且不破坏正常组织，持续效应可长达三个月以上，可作为肿瘤外照射治疗后的补充。I-125 粒籽源其外壳用钛合金密封，体积一般为直径 0.8mm、长度 4.5mm（见图 9-3）。

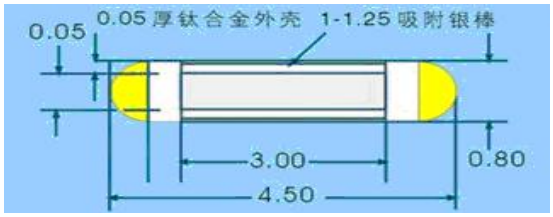

图 9-3 I-125 粒籽源结构示意图

2.4.2 操作流程

（1）医生根据病灶的大小，按照剂量学原理，科学、客观利用放射治疗原则、制定植入计划。根据计划向厂家订购粒子数量和活度。

（2）医院委托厂家出货前对所配送粒子源全面检查，保证粒子源完好无损。同时消毒后，装入弹夹，手术前一天运抵医院核医学科储源室中。

（3）病人进行局部麻醉， SPECT-CT 开机扫描，对病灶进行定位，关机后医生在病灶部位植入与弹夹匹配的穿刺针，刺入病灶，SPECT-CT 再次开机扫描，确认穿刺针刺入病灶。SPECT-CT 开机时，工作人员均在控制室内。

（4）操作人员从储源柜中取出装源的铅罐，用 30cm 的长镊子从铅罐中取出厂家

提供的灭菌消毒的弹夹，接入穿刺针。

（5）按动弹夹，粒子源弹出，用专门的推杆将粒子推入病灶部位。

（6）植入完成后，患者住院观察大约 3 天后出院。

主要污染源

1、施工期

（1）废气

本项目施工过程中，大气污染主要来自于施工场地的扬尘、施工机械的尾气。这些废气的影响是局部的、暂时的，影响的程度及范围有限，随着施工期的结束而逐渐消失。

①扬尘：场地平整、土方挖掘、建筑垃圾、建筑材料的运输等施工过程都会产生大量的扬尘。扬尘量的大小与施工现场条件、管理水平、机械化程度及天气诸多因素有关。据调查，扬尘的颗粒物粒径一般都超过 100μm，易于在飞扬过程中沉降；其浓度可达 1.5～30mg/m^3。

②尾气：施工期间，运输车辆及施工机械在运行中将产生机动车尾气，排放的主要污染物为 CO、NO_x、HC 等。机动车辆污染物排放系数见表 9-4。

表 9-4 机动车辆污染物排放系数

污染物	以汽油为燃料（g/L）	以轻柴油为燃料（g/L）	
	小汽车	载重车	机车
CO	169.0	27.0	8.4
NOx	21.1	44.4	9.0
HC	33.1	4.44	6.0

以载重车为例，其额定燃油量为 30.19L/100km，按上表排放系数测算，单车污染物平均排放量约为 CO 815g/100km，NO_X 1340g/100km，HC 134g/100km。

③油漆废气：房屋装修阶段产生的油漆废气，该废气的排放属无组织排放，其主要污染因子为二甲苯和甲苯，此外还有极少量的汽油、丁醇和丙醇等挥发性溶剂。

（2）噪声

施工噪声主要来源于施工机械噪声、施工作业噪声和运输车辆噪声、施工机械，如挖土机械、打桩机械等多为点声源，施工作业噪声主要只一些零星的敲打声、装卸车辆的撞击声等，多为瞬时噪声；运输车辆的噪声属于交通噪声。在这些施工噪声中，对声环境影响最大的是施工机械噪声。主要施工噪声源强见表 9-5。

表 9-5 主要施工机械设备的噪声声级 单位：dB（A）

序号	施工机械	距源 5m 处声压级（dB(A)）	序号	施工机械	距源 5m 处声压级（dB(A)）
1	静力压桩机	70～75	4	木工电锯	93～99
2	重型运输车	82～90	5	空机	88～92
3	商砼搅拌车	85～90			

由表 9-5 可知，机械设备噪声较大，在施工作业中需合理安排时间，尤其是夜间严禁进行施工，减少噪声对附近敏感目标的影响，同时对不同的施工阶段，对施工厂界进行噪声控制。

（3）废水

①生活废水

施工期工作人员约 10 人，用水按 250L/人·天计算，施工期共 40 天，则生活用水为 100m^3。排放系数为 0.8，则排放生活废水 80m^3。产生的生活废水依托医院现有污水处理系统进行处理。

②施工废水

本项目采取异地搅拌、现场施工的作业方式，因此施工废水主要产生于混凝土养护及墙面冲洗，构件与建筑材料的保湿，废水中主要污染物为泥沙等。产生的施工废水经沉淀处理后用作冲洗用水或场地抑尘洒水。浇筑混凝土的冲洗水量与天气状况有关，主要污染因子是 SS，其排放量均难以估算。该部分废水若不截流后集中处理将会把施工区的泥沙带入水环境中。

（4）固体废弃物

本项目产生的固体废弃物主要来自于施工中产生的建筑垃圾及施工人员的生活垃圾。

建筑垃圾：本项目建筑产生垃圾按 50kg/m^2 计算，拟建项目总建筑面积为 900 平方米，则建筑垃圾共 45 吨。

生活垃圾：施工过程中同时施工的人员按 10 人计，生活污染排放系数 0.5kg/人·天，施工期天数为 40 天，则生活垃圾产生量为 0.2 吨。该项目不设集中施工营地，施工人员的食宿由附近的商业提供。施工生活垃圾依托医院现有收集系统收集，由环卫部门统一处置。

其中部分建筑垃圾回收再利用，作为填土回填，其余做填埋处理。

2、运营期

2.1 正常工况

2.1.1 显像诊断

^{99}Mo 的衰变方式是，衰变时除发射β射线外还发射γ射线，^{99m}Tc 的主要衰变方式是同质异能跃迁，同时发射γ射线。

由于 ^{99}Tc 的半衰期长达 2.13×10^{5} 年，远远大于 ^{99}Mo 和 ^{99m}Tc 的半衰期，产生 ^{99}Tc 的相对活度量极小，经估算，如 1Ci（3.7×10^{10}Bq）^{99m}Tc99%衰变成 ^{99}Tc，^{99}Tc 的活度仅为 120Bq，因此，^{99}Tc 的放射性可以忽略不计。

^{99}Mo 及其衰变产物 ^{99m}Tc 等均非挥发性物质，洗脱过程在密闭发生器中负压条件下进行，洗脱一次的时间仅需 5 分钟左右，无放射性气体污染，但是放射性药物的分装、取药可能存在洒出污染危险，为安全起见，洗脱操作通常都在通风柜内进行。

SPECT-CT 显像诊断主要辐射源项为 ^{99}Mo-^{99m}Tc 衰变产生的γ射线和 CT 工作产生的 X 射线，操作放射性核素过程中对工作台面、地面等造成表面污染，以及产生放射性废液、废水和固体废弃物、病人排泄物。旧的 ^{99}Mo-^{99m}Tc 发生器由供源厂家回收，不会进入环境。

2.1.2 I-131 甲亢、甲癌治疗

I-131 发生β衰变时伴随发射 0.364MeV 的γ射线，物理半衰期 8 天，衰变量纲图见图 9-4。主要的辐射源项为γ射线、β表面污染、放射性废液、废水和固体废弃物、病人排泄物以及携带的 I-131 对他人的影响。

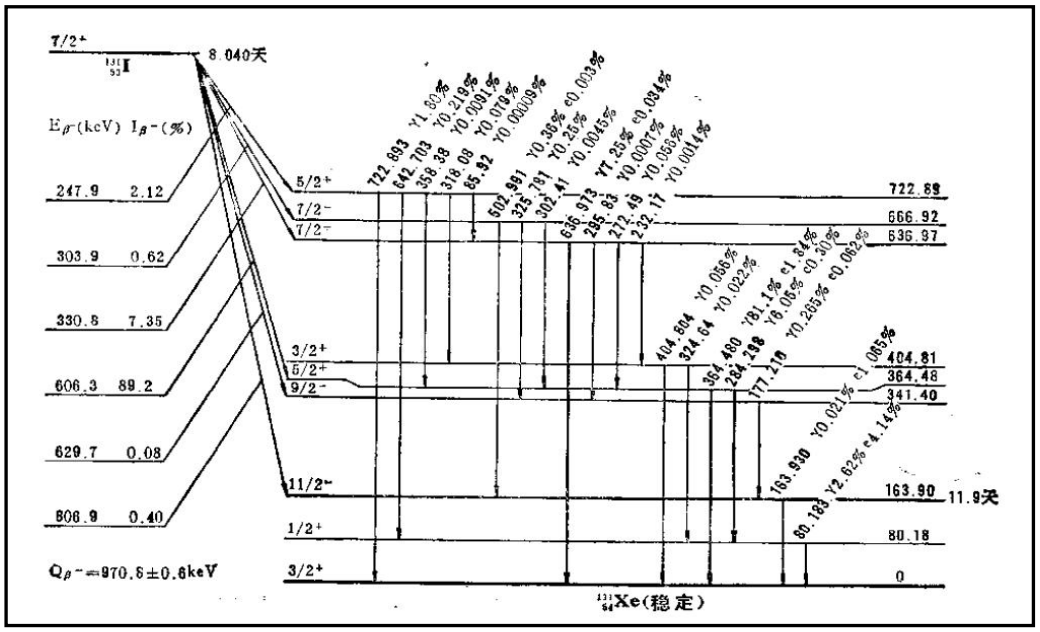

图 9-4 衰变量纲图

2.1.3 Sr-89 治疗恶性肿瘤的骨转移

Sr-89 是纯β射线体，不伴γ射线，其发射的β射线能量较高，在骨组织内的射程为3mm。主要的辐射源项为β表面污染、放射性废液、废水和固体废弃物、病人排泄物。

2.1.4 I-125 粒籽源治疗

I-125 半衰期 60.1 天，衰变方式是轨道电子俘获，主要发射 35.5KeV 的γ射线（6.8%）和 27.5KeV 的 X 射线（79.4%）。I-125 粒籽植入治疗（体内γ刀）辐射源项为 X 射线和γ射线外照射影响。

2.2 事故工况

1）操作人员违反操作规程或操作不慎打翻药物，产生了较多的放射性废物；

2）操作台面或仪器设备受到放射性沾污；

3）储源分装室内通风柜通风设备失效，导致放射性废气在储源分装室聚集，工作人员吸入后，造成内照射；

4）放射性核素被盗、丢失等，并可能通过食物链转移或伤口造成人体内照射危害。

事故工况下的污染因子与正常工况下基本相同，主要为：表面污染、β射线、γ射线、X 射线、放射性废液、废水、废气、固体废弃物。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施：

1、工作场所布局合理性

本项目位于拟新建核医学科楼内（二层平顶建筑），核医学科楼东侧和北侧紧邻门诊医技楼，南侧和西侧为院区空地。核医学科楼地下为土壤层，楼上不可上人。

从该项目所涉核医学科位置看，所处区域相对孤立，避开了人员往来密集区，一般的就诊人员很少到达，便于人员管理。

同时该项目控制区和监督区划分清晰，病人与医务人员能实行双通道通行，病人与医务人员能做到完全分离。布局基本合理。

2、工作场所分区

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防护工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基标准》（GB18871-2002）中的要求应将辐射工作场所划分控制区和监督区。

按照《临床核医学卫生防护标准》（GBZ120-2006）的要求，核医学科位于医院新建核医学科楼内，所处位置相对独立，有独立出入口，与其他科室和场所相对隔离，并按照控制区、监督区进行分区管理。①高活室/服药室、废物间、储源间、SPECT-CT 机房、SPECT-CT 注射后休息室、PET 注射后休息室、留观室、给药室、被服间、甲癌病房、碘-125 病房等划为控制区；②核医学科其他区域均划为监督区。各区之间通过门禁系统进行分隔，病人在用药后，分别进入相应侯诊室，病人与医务人员实行双通道通行，病人与医务人员能做到完全分离。

核医学科一层：病人由核医学科南侧进入，依次经过服药室、注射后休息室、SPECT-CT 机房、留观室后由核医学科西侧患者出口离开；医生由核医学科南侧通道进入高活室工作后，由原路返回到卫生通过间清洗后经医生通道走廊门禁出活性区，SPECT-CT 操作人员由核医学科北侧通道进入控制室。

核医学科二层：病人由核医学科二层北侧通道进入，依次经过给药室、病房后由核医学科南侧患者出口楼梯离开；医生由核医学科北侧通道进入给药室工作后，由原路返回到卫生通过间清洗后经医生通道走廊门禁出活性区。

药物通道：购进的放射性药物在开诊前无人时经医生通道门禁送至储源室、高活室或给药室内。

排风管道气流方向：放射工作场所采用统一的机械排风系统，排风管道气流方向

从低活度区到高活度区排至该建筑物屋脊上方。通风橱设单独机械排风装置，排至该建筑物屋脊上方。上述机械排风设有活性炭过滤措施。

因此，安徽省庐江县人民医院核医学科布局基本合理（详见图 10-1 和图 10-2）。

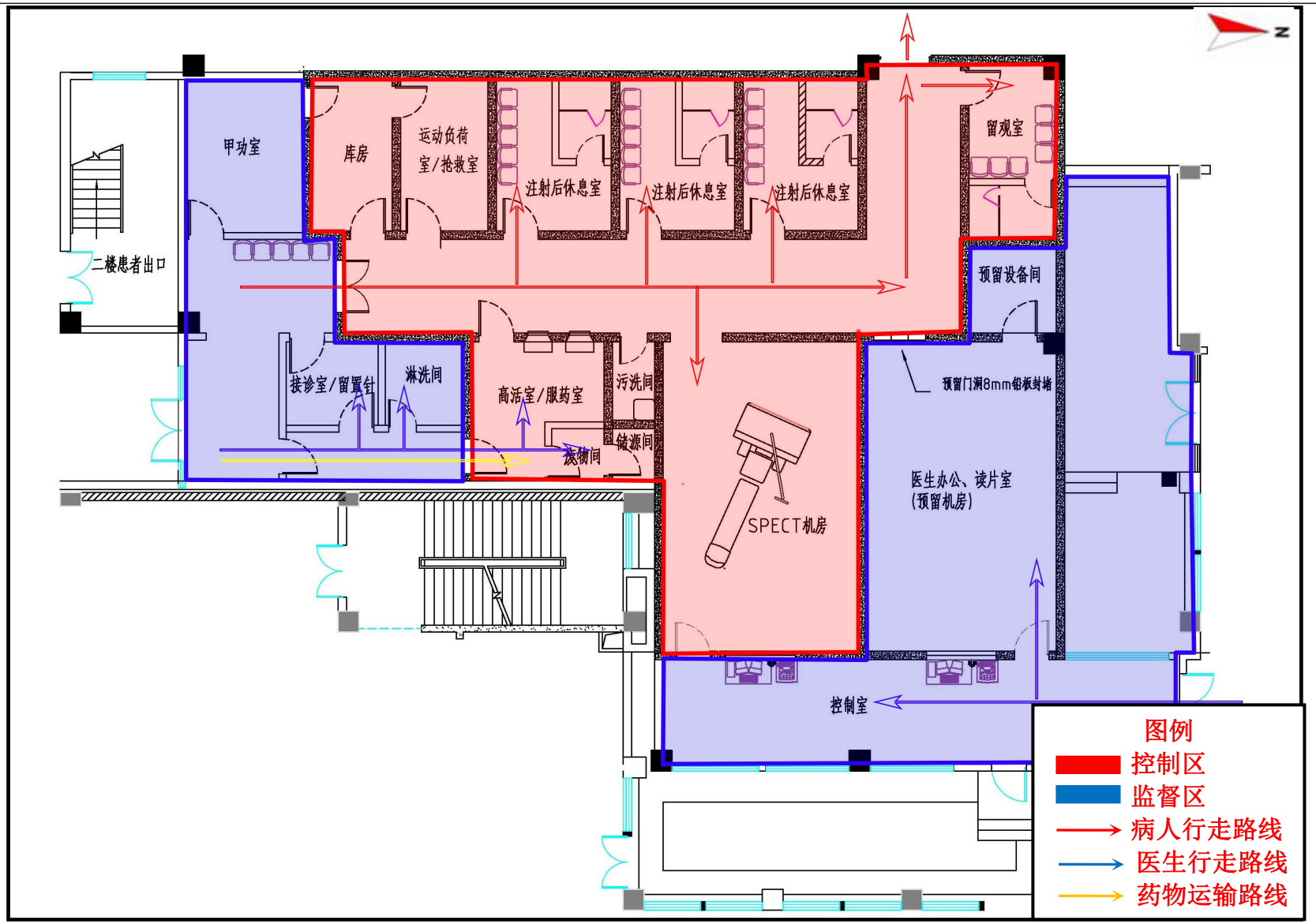

图 10-1 核医学科一层分区及病患流向图

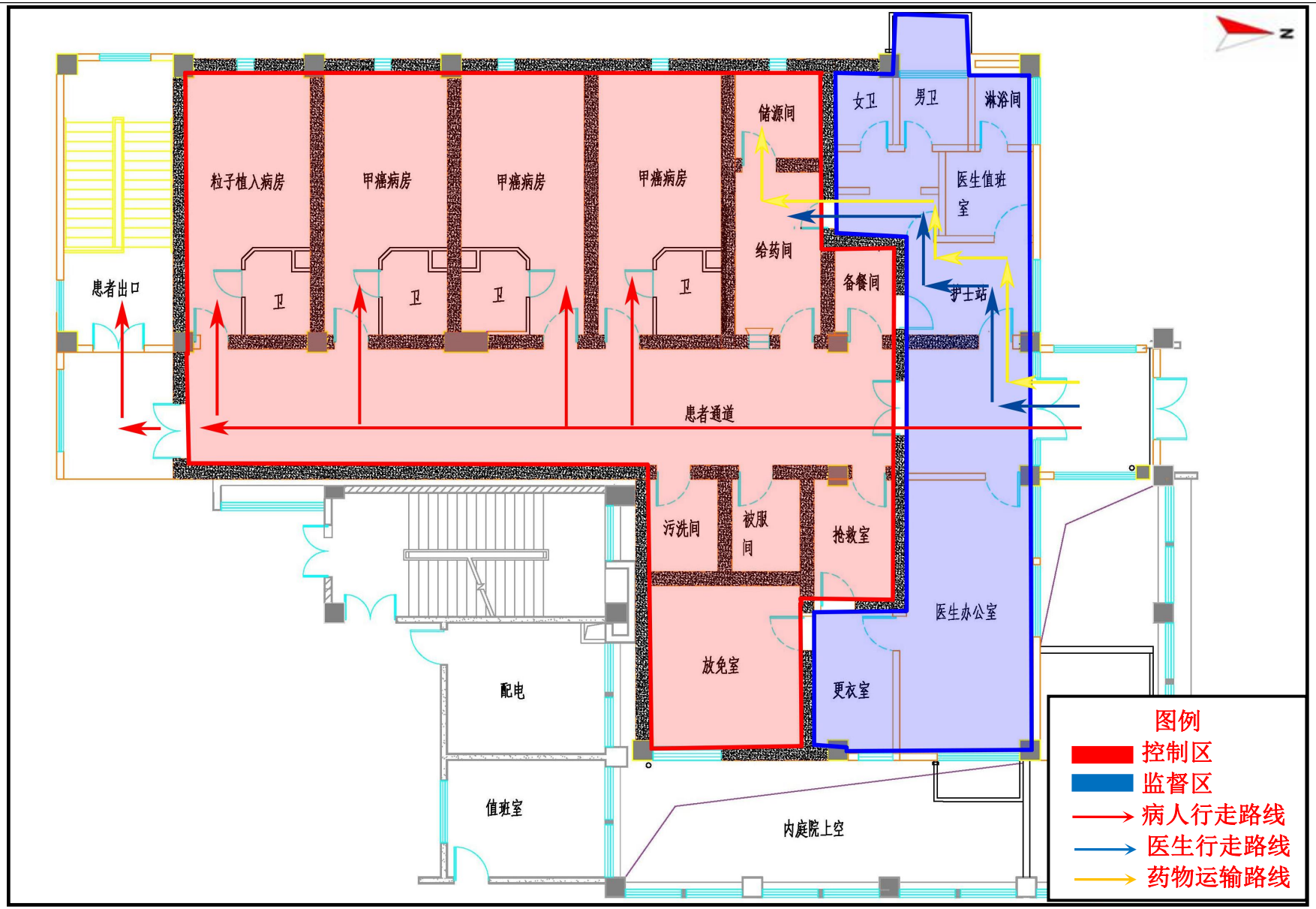

图 10-2 核医学科二层分区及病患流向图

3、安全防护措施

安徽省庐江县人民医院核医学科建设项目拟采取的污染防治措施见表 10-1。

表 10-1 污染防治措施

项目		已（拟）采取措施
辐射安全管理机构		医院已根据现有核技术应用情况，建立了以院领导莫桂森为组长的辐射安全与环境保护管理领导组，小组成员基本涵盖现有射线装置各使用部门及相关科室，本项目运行后，医院拟对辐射安全管理小组成员进行调整，使辐射安全管理小组成员涵盖本项目相关负责人。
防护措施	核医学科	①**废水**：在核医学科工作场所西侧设置两个地埋式衰变池，分别收集显像区域和治疗区域的放射性废水，经衰变池处理后排入医院污水处理站处理后接入城市污水管网，排至庐江县益民污水处理厂，经庐江县益民污水处理厂处理达标后，最终排入县河。用于收集处理核医学科显像区域产生的放射性废水的衰变池为三级衰变，并联布置，为钢筋混凝土结构，总容积为 $9m^3$。用于收集治疗区域产生的放射性废水的衰变池为三级衰变，并联布置，为钢筋混凝土结构，总容积约为 $90m^3$。 ②**废气**：医院在高活室/服药室设置通风柜，放射性药物的淋洗、分装等均在通风柜内操作，通风橱的顶部连接通风管道，其通风量应能保证在通风橱半开条件下风速不小于 1m/s，能有效防止放射性气溶胶逸出工作室内，外排风管口其高度应超出本建筑物屋脊，并且应设置活性炭过滤器。核医学科其他房间则通过空调系统进行通风换气。 ③**固废**：放射性药品瓶、一次性注射器、服用器皿、试管、手套和纱布等放射性废物则储存在储源室及注射准备室内的铅废物桶（20mmPb）中，10 个半衰期后作为一般医疗废物处置。 ④**废弃放射源**：^{99}Mo-^{99m}Tc 发生器一般使用一周后，因放射性活度下降已无实际医用价值，便连同原包装容器退还给供方，废 ^{125}I 粒籽源由供方回收。 ⑤**屏蔽措施**：①核医学科一层：高活室/服药室、运动负荷室、储源室、SPECT-CT 机房、注射后休息室、留观室四周墙体均为 250mm 混凝土（密度为 $2.35g/cm^3$），顶板均为 350mm 混凝土，防护门和观察窗均为 8mm 铅当量； ②核医学科二层：给药室、抢救室、废物间、被服间、甲癌病房、粒子植入病房四周墙体均为 400mm 混凝土（密度为 $2.35g/cm^3$），底板和楼板均为 350mm 混凝土，防护门和观察窗均为 8mm 铅当量； 高活室/服药室内通风柜铅当量为 20mmPb，针筒有专用防护盒和防护套，防护铅当量分别为20mmPb和2mmPb，高活室/服药室注射窗口防护铅当量为10mm，给药室指导服药窗口防护铅当量为 40mmPb。注射准备室和储源室设置铅当量为 20mm 的放射性废物储存衰变桶。
安全措施		核医学科严格分区管理，各区之间通过门禁系统进行分隔，限制人员流通
		机房外均张贴警示标志、安装工作指示灯，放射性废物桶张贴电离辐射标志
		岗位职责和操作规程等工作制度在合适位置张贴上墙
个人防护		医院拟为本项目新配置的 8 名辐射工作人员，均计划参加辐射安全与防护培训，考核合格后上岗

	已购置辐射巡测仪，拟购置表面沾污仪
	辐射工作人员均佩戴个人剂量计，开展个人剂量监测，
	配置铅衣、铅橡胶颈套、铅橡胶围裙、铅防护眼镜等防护用品
辐射安全管理制度	已制定了《安徽省庐江县人民医院辐射事故应急预案》、《辐射防护和安全保卫制度》、《放射防护档案管理制度》、《放射防护管理制度》、《放射工作人员培训制度》、《放射工作人员职业健康管理制度》、《个人剂量监测制度》、《设备检修维护制度》、《影像质量保证方案》、《X 线摄片机岗位职责》、《设备检修和维护制度》等一系列规章制度。拟制定《安徽省庐江县人民医院放射性同位素台账管理制度》、《安徽省庐江县人民医院医院核医学科管理制度》等规章制度。

三废的治理：

废水：医院拟在核医学科西侧设置两个地埋式衰变池，分别收集显像区域和治疗区域的放射性废水，用于收集处理核医学科显像区域产生的放射性废水的衰变池为三级衰变，并联布置，为钢筋混凝土结构，总容积为 $9m^3$。用于收集治疗区域产生的放射性废水的衰变池为三级衰变，并联布置，为钢筋混凝土结构，总容积约为 $90m^3$。放射性废水经衰变池处理后，依托医院自有污水处理站处理后接入城市污水管网，排至庐江县益民污水处理厂，经庐江县益民污水处理厂处理达标后，最终排入县河。

废气：该项目淋洗、分装和测试操作均在通风柜内进行，通风柜设有独立通风管道，引至门诊医技楼顶排放，能够有效减少放射性废气对工作人员的影响。核医学科其他房间则通过空调系统进行通风换气。

固废：放射性药品瓶、一次性注射器、服用器皿、试管、手套和纱布等放射性废物则储存在储源室及注射准备室内的铅废物桶（20mmPb）中，10 个半衰期后作为一般医疗废物处置。

废弃放射源：^{99}Mo-^{99m}Tc 发生器一般使用一周后，因放射性活度下降已无实际医用价值，便连同原包装容器退还给供方，废 ^{125}I 粒籽源由供方回收。

事故预防措施：

医务人员必须严格按照操作程序进行，防止事故照射的发生，避免工作人员和公众接受不必要的辐射照射，工作人员每次上班时首先要检查防护措施是否正常，若存在安全隐患，应立即修理，恢复正常。

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条和原国家环境保护总局 环发【2006】145 号文件之规定，发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告

表》，向当地生态环境部门报告，涉及人为故意破坏的还应向公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

该项目拟在医院东区西南角新建核医学科楼，为地上二层建筑。

1、环境空气污染影响分析

本项目施工过程中，大气污染主要来自于施工场地的扬尘、施工机械的尾气。这些废气的影响是局部的、暂时的，影响的程度及范围有限，随着施工期的结束而逐渐消失。

施工期的大气污染物主要为施工扬尘、施工机械尾气和油漆废气，其中又以施工扬尘最为严重。施工扬尘主要取决于施工作业方式、材料的堆放及风力等因素，其中受风力因素的影响最大，随着风速的增大，施工扬尘产生的污染程度和超标范围也将随之增强和扩大。根据市政施工的现场实测资料，在一般气象条件下，平均风速为 3.8m/s，建筑工地内 TSP 浓度为其上风向对照点的 2-2.25 倍，建筑施工扬尘影响范围可达 150m，影响范围内 TSP 浓度平均值可达 0.48mg/m³，是环境空气质量标准中二级标准值的 1.6 倍，当有围栏时，同等条件下其影响距离可缩短 40%，即影响范围缩小至 90m。尘粒在空气中传播的扩散情况与风速等气象条件有关，也与尘粒本身的沉降速度有关。以沙尘土为例，其沉降速度随粒径的增大而迅速增大。当粒径为 250μm 时，沉降速度为 1.005m/s，因此当尘粒大于 250μm 时，主要影响范围在扬尘点下风向近距离范围内，而真正对外环境产生影响的是一些微小尘粒。根据现场施工季节的气候情况不同，其影响范围和方向也有所不同。施工期间应特别注意施工扬尘的防治问题，须制定必要的防止措施，以减少施工扬尘对周围环境的影响。

为减少和防止扬尘，尽量减轻其污染程度，缩小其影响范围，最大程度降低施工扬尘对区域环境的影响，建设单位和施工单位应落实以下措施：

1）施工场地四周必须建设 1.8m 高的临时围墙，缩小施工扬尘扩散范围，以降低施工扬尘对大气环境的影响。

2）采用商品混凝土，不在施工现场进行混凝土搅拌等作业。

3）加强施工现场的管理，水泥、石灰等材料运送时，不得超载，并尽量采取遮盖、密闭措施，减少沿途抛洒，并及时清扫散落在路面上的泥土和建筑材料，冲洗轮胎，定时洒水抑尘，以减少运输过程中的扬尘；水泥、石灰等容易飞散的物料，应统一存放，并采取盖棚等防风措施；尽量减少搬运环节，搬运时做到轻举轻放，防止包

装袋破裂；砂石的筛料，水泥的拆包等应在避风处进行，起尘严重的场所四周要加设挡风尘设施。

4）为防止场地起尘，应配备洒水车，必要时对相关路段洒水处理，使表面有一定的湿度，减少扬尘。定期清扫施工场地的洒落物，并辅以必要的洒水抑尘等措施，以保证场地不起尘，最大程度减少扬尘对周围大气环境的危害，必要时采用水雾以降低和防止二次扬尘。

5）当风速过大时，应停止施工作业，并对堆存的砂粉等建筑材料采取遮盖措施。

施工机械采用清洁能源，安装尾气净化装置后污染物排放量大大减小，室内装修采用环保水性涂料，不会对大气环境产生明显影响。

各部分废气在采取相应措施后，均可以得到较好的控制，同时施工期的影响是暂时性的，随着施工作业结束，影响将随之消失。

2、环境噪声污染影响分析

施工噪声主要来源于施工机械噪声、施工作业噪声和运输车辆噪声、施工机械，如挖土机械、打桩机械等多为点声源，施工作业噪声主要只一些零星的敲打声、装卸车辆的撞击声等，多为瞬时噪声；运输车辆的噪声属于交通噪声。在这些施工噪声中，对声环境影响最大的是施工机械噪声。

建筑施工期的噪声源主要来自各种施工机械，其特点是间歇或阵发性的，并具备流动性、噪声较高的特征。施工过程使用的施工机械产生的主要为中低频噪声，将施工机械作为点声源进行预测，露天施工机械只考虑扩散衰减。预测采用《环境影响评价技术导则-声环境》（HJ2.4-2009）的模式进行：

$$L_A(r)=L_A(r_0)-20\lg(r/r_0)$$

式中：$L_A(r)$、$L_A(r_0)$分别为距声源 r、r_0 处的等效 A 声级（dB(A)）；

r、r_0 为接受点距声源的距离（m）。

根据预测主要施工机械在不同距离处的噪声影响值见表 11-1。

表 11-1 主要施工机械在不同距离处的噪声影响值

施工机械	距离施工机械不同距离处的噪声影响值（dB(A)）									
	5	10	20	40	60	80	100	200	300	400
基础工程										
静力压桩机	72	66	60	54	—	—	—	—	—	—

重型运输车	86	80	74	68	65	62	60	54	—	—
叠加影响值	86.2	80.1	74.1	**68.1**	65.0	62.0	60.0	54.0	—	—
主体工程										
商砼搅拌车	87	81	73	**69**	66	63	61	55	—	—
装修工程										
木工电锯	81	75	69	63	60	57	55	—	—	—
空压机	75	69	63	57	54	51	—	—	—	—
叠加影响值	81.9	75.9	**69.9**	63.9	60.9	57.9	55	—	—	—

由分析结果可知：基础工程和主体工程阶段噪声影响相对较大，昼间达标距离为40m。

建筑施工单位在建设期间，为了减轻施工噪声的影响，在施工期内必须遵照原国家环保总局《关于贯彻实施〈中华人民共和国环境污染防治法〉的通知》（环控［1997］066 号）的规定，建设施工单位在施工前应向环保部门申请登记，并服从环保有关部门的监督。除抢修、抢险作业和因生产工艺上要求或者特殊要求必须连续作业外，禁止夜间进行产生环境噪声污染的建筑施工作业，“因特殊要求必须连续作业的，必须有县级以上人民政府或者有关主管部门的证明”（《中华人民共和国环境噪声污染防治法》第三十条），并且必须公告附近公众。结合该项目实际情况，须采取的具体措施如下：

1）施工采取封闭作业的方式进行，即施工场界建设围墙或彩钢板围栏，减轻噪声对周围环境的影响。

2）加强施工管理，合理安排作业时间，避免强噪声设备同时施工、持续作业，严格按照施工噪声管理的有关规定，严禁夜间施工，施工中高噪声机械设备的使用尽量限制在 7:00～12:00、14:00～22:00 时间范围内。因特殊要求必须连续作业的，必须事先向有关部门申报批准并将审核批准的施工内容、施工时间张贴在可能受影响的区域，公告附近公众，争取公众谅解。

3）在不影响施工质量的前提下，尽量选用低噪声、低振动的施工机械与施工方式，并注意施工机械的维修保养，避免因设备性能减退而使噪声增强的现象发生。

4）使用商品混凝土，不在施工场地内设置混凝土搅拌机。

5）运用隔声、减震等降噪技术，降低施工机械作业噪声。如对高噪声源修建临时隔声间或安装隔声罩，隔声量可达 20dB(A)以上。

6）加强对运输车辆的管理，遵照城市管理部门的规定，沿规划路线行驶，尽量避开居民点，控制汽车鸣笛，另外应尽量压缩施工现场汽车数量和行车密度。

7）优化施工方案，在施工工程招投标时，将降低环境噪声污染的措施列为施工组织设计内容，并在签订的合同中予以明确。

8）采用或尽量少采用吆喝、吹哨进行指挥作业；严格管理，对车辆及设备限速、限制鸣笛。

只要严格落实上述措施并加以科学管理，施工期噪声对声环境的影响是可以得到控制的，同时施工期的影响是暂时性的，随着施工作业结束，影响将随之消失。

3、废水污染影响分析

（1）生活废水

施工期工作人员共 10 人，用水按 250L/人·天计算，施工期共 40 天，则生活用水为 100m^3。排放系数去 0.8，则排放生活废水 80m^3。因产生量较少，产生的生活废水可依托医院现有污水处理系统进行处理。

（2）施工废水

本项目采取异地搅拌、现场施工的作业方式，因此施工废水主要产生于混凝土养护及墙面冲洗，构件与建筑材料的保湿，废水中主要污染物为泥沙等。产生的施工废水经沉淀处理后用作冲洗用水或场地抑尘洒水。针对施工期的废水影响，拟采取的污染的防治措施如下：

①设置临时废水沉淀池一座，收集施工中所产生的各类排放水，在沉淀一段时间后，作为施工用水的一部分重复循环使用。

②施工场地的泥浆水必须经过沉淀池沉淀处理，对未能循环使用的废水经处理达标后外排，严禁向周围水体排放未经处理的废水。

③在施工过程中加强对机械设备的检修，以防止漏油的现象发生；施工设备的维修应在专业厂家进行，以防止施工现场地表油类污染。

在采取上述措施后，可以有效减少废水对周边环境的影响。

4、固体废物影响分析

施工期所产生的固体废弃物主要有建筑垃圾、弃土、施工人员生活垃圾等。根据相关经验，建筑垃圾产生系数在 50~60 kg/m^2 之间，本项目建筑产生垃圾按 50kg/m^2 计算，拟建项目总建筑面积为 900 平方米，则建筑垃圾共 45 吨。建设单位承诺委托

合格的施工单位，要求施工单位实行标准施工、规划运输，送至环保指定地点处理，不得随意倾倒建筑垃圾、制造新的“垃圾堆场”、造成水土流失，确保不会对周围环境造成影响。

生活垃圾：施工过程中同时施工的人员按 10 人计，生活污染排放系数 0.5kg/人 •天，施工期天数为 40 天 ，则生活垃圾产生量为 0.2 吨。该项目不设集中施工营地，施工人员的食宿由附近的商业提供。生活垃圾依托医院现有收集设施收集，由环卫部门统一处置。

综上所述：施工期间将对区域环境会造成一定影响，建设单位和施工单位在施工过程中应严格落实对施工产生的噪声、扬尘、废水、固体废物的管理和控制措施，将这类影响降到最低程度。同时由于施工期对环境产生的影响均为暂时的、可逆的，随着施工期的结束，影响即自行消除。

运行阶段对环境的影响：

1、废水处理措施依托可行性分析

医院东区现有污水处理站处理规模为 1000m^3/d，根据医院提供的资料，医院现每天产生废水量约为 200m^3/d，本项目核医学科日均产生放射性废水量约为 0.66m^3，现有污水处理站能满足本项目核医学科产生的废水量，同时，本项目核医学科废水经衰变池处理后，废水水质与普通生活污水基本相同，污水水质满足现有污水处理站的进水水质要求。因此经衰变池储存衰变后达标的核医学科放射性废水接入院区污水处理站是可行的。医院东区现有污水处理站现状见图 11-1。

图 11-1 医院东区现有污水处理站照片

2、固废处理措施依托可行性分析

医院现有医疗废物临时储存场所面积约为 28m^2，本项目产生的放射性废物很少，

经 10 个半衰期储存在医院现有医疗废物临时贮存点是可行的。暂存的医疗废物委托巢湖市万山医疗废物处置有限责任公司进行处置，医疗废物集中处置合同详见附件六，医院东区现有医疗废物临时储存场所现状照片见图 11-2。

图 11-2　医院东区现有医疗废物临时储存场所现状照片

3、非密封放射性物质环境影响分析

3.1 工作场所分级

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 C 提供的非密封源工作场所放射性核素日最大等效操作量计算方法，可以计算得出放射性核素的日等效最大操作量。

表 11-2　放射性核素毒性组别修正因子

毒性组别	极毒	高毒	中毒	低毒
毒性组别修正因子	10	1	0.1	0.01

表 11-3　操作方式与放射源状态修正因子

操作方式	放射源状态			
	表面污染水平较低的固体	液体，溶液和悬浮液	表面有污染的固体	气体，蒸汽，粉末，压力很高的液体、固体
源的贮存	1000	100	10	1
很简单的操作	100	10	1	0.1
简单操作	10	1	0.1	0.01
特别危险的操作	1	0.1	0.01	0.001

$$日等效操作量=\frac{实际日操作量\times核素毒性因子}{操作方式的修正因子}$$

表 11-4 非密封放射性核素使用情况

核素名称	物理、化学性状	实际操作量	操作方式	贮存方式与地点
^{131}I	液态碘化钠	甲癌每人每次平均用量 150mCi，年治疗 120 人次，一天最多治疗 6 人次	电脑自动分装稀释，口服（简单）	病人预约付费后订购，药到即用，最长暂存 15 小时，临时贮存在核医学科治疗区域储源室
		甲亢每人每次用量 10mCi，年治疗 400 人次，一天最多治疗 6 人次	电脑自动分装稀释，口服（简单）	
^{89}Sr	液态二氯化锶	每人每次用量 4mCi，年治疗 100 人次，每周开展一次，一天最多治疗 5 人次	注射（简单）	
^{125}I	固态 ^{125}I 粒籽源	单粒活度为 0.5-1mCi，年治疗 100 人次，每周开展一次，一天最多 2 人次，每人次最多植入 60 粒	手术植入（很简单）	
^{99}Mo-^{99m}Tc	液态高锝酸钠	每人每次用量 25mCi，年诊断 3000 人次，一天最多 20 人次	淋洗、分装、注射（很简单）	储存在核医学科显像区域储源室

表 11-5 非密封放射性核素日等效操作量核算

核素名称	日最大操作量（Bq）	毒性组别	毒性组别修正因子	操作方式	操作状态	操作方式及状态修正因子	日最大等效操作量（Bq）
^{131}I	3.33×10^{10}	中毒	0.1	简单	液态	1	3.33×10^{9}（甲癌）
	2.22×10^{9}	中毒	0.1	简单	液态	1	2.22×10^{8}（甲亢）
^{89}Sr	7.40×10^{8}	中毒	0.1	简单	液态	1	7.40×10^{7}
^{99}Mo	1.85×10^{10}	中毒	0.1	贮存	液态	100	1.85×10^{7}
^{99m}Tc	1.85×10^{10}	低毒	0.01	很简单	液态	10	1.85×10^{7}
^{125}I	4.44×10^{9}	中毒	0.1	很简单	固态	100	4.44×10^{6}
合计							3.67×10^{9}

注：1、日实际操作量以可能发生的最大情况取值；2、医院同时购买的最大量为一个初始活度 500mCi 和一个初始活度 300mCi 的钼锝发生器，^{99}Mo 保守以液态贮存确定修正因子。

所有非密封放射性同位素操作集中在核医学科，可视为同一工作场所，日最大等效操作量为 3.67×10^{9}Bq，属于乙级非密封源工作场所。

3.2 辐射防护措施

（1）屏蔽措施

①核医学科一层：高活室/服药室、运动负荷室、储源室、SPECT-CT 机房、注射后休息室、留观室四周墙体均为 250mm 混凝土（密度为 2.35g/cm^3），顶板均为 350mm

混凝土，防护门和观察窗均为 8mm 铅当量；

②核医学科二层：给药室、抢救室、废物间、被服间、甲癌病房、粒子植入病房四周墙体均为 400mm 混凝土（密度为 2.35g/cm^3），底板和楼板均为 350mm 混凝土，防护门和观察窗均为 8mm 铅当量；

高活室/服药室内通风柜铅当量为 20mmPb，针筒有专用防护盒和防护套，防护铅当量分别为 20mmPb 和 2mmPb，高活室/服药室注射窗口防护铅当量为 10mm，给药室指导服药窗口防护铅当量为 40mmPb。注射准备室和储源室设置 20mm 铅当量的放射性废物储存衰变桶。

该项目核医学科放射性废水的收集均采用含铅铸铁管道，具有一定的防护效果。本项目核医学科一层排水管道敷设在在土壤层中，二层排水管道安装在一层吊顶内，并在含铅铸铁管道外增加 5mm 铅皮防护。同时医院废水管道敷设需满足《综合医院建筑设计规范》GB51039-2014 的要求，即“排放含有放射性污水的管道应采用机制含铅铸铁管道，水平敷设在垫层内或专用防敷设吊顶内，立管应安装在壁厚不小于 150mm 的混凝土与管道井内”。

（2）清污

放射性核素操作过程中如果出现药品泼洒在地板或操作台可其他物体表面，立即进行标记，并用吸水纸吸取、棉纱擦拭、清洗等处理清洁方式处理。吸水纸及棉纱布等一次性清洁用品在衰变桶中存储十个半衰期后，作为一般医疗废物处置。

（3）放射性废气

本项目核医学科放射性药物的淋洗、分装、标记等均在通风柜内操作。核医学科其他房间则通过空调系统进行通风换气。核医学科通风图详见附图五。

操作放射性药物所使用的通风柜应有足够风速（一般风速不小于 1m/s），医院拟设置独立管道引至门诊医技楼楼顶排放。

（4）放射性废水

根据《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ133-2009）5.1.1 款规定，使用放射性核素其日等效最大操作量等于或大于 2×10^7Bq 的临床核医学单位和医学科研机构，应设置有放射性污水池以存放放射性废水直至符合排放要求时方可排放。放射性污水池应合理选址，池底和池壁应坚固、耐酸碱腐蚀和无渗透性，应有防渗漏措施。

由分析可知，医院的放射性废水中含有 ^{131}I、^{99m}Tc、^{89}Sr 三种核素。放射性废水

主要包括工作人员操作过程中产生少量含放射性核素的废水、核医学科病人排泄物、清洁用水等。

为限制排放总量，医院拟在核医学科西侧设置两个地埋式衰变池，分别收集显像区域和治疗区域的放射性废水，用于收集处理核医学科显像区域产生的放射性废水的衰变池为三级衰变，并联布置，为钢筋混凝土结构，总容积为 $9m^3$。用于收集治疗区域产生的放射性废水的衰变池为三级衰变，并联布置，为钢筋混凝土结构，总容积约为 $90m^3$。

核医学科放射性废水产生量，依据《建筑给排水设计规范》（GB50015-2010）中有关医院的用水定额，以及该项目核医学科的具体设置情况确定。

核医学科显像区域门诊病人预计年接待 3000 人次，每人次产生废水量按照 10L 计算，显像区域医务人员预计 4 人，年工作 250 天，每人每天产生放射性废水按 40L 计算，则日均产生放射性废水量约为 $0.19m^3$。因衰变池并联布置，则单池轮转时间约为（$3m^3/0.19m^3$）×2=31 天。单池装满废水时间约为 15 天。

核医学科核素治疗区域门诊病人预计年接待 600 人次，每人次产生放射性废水量按照 10L 计算，甲癌预计年接待 120 人次，人均住院 7 天，每天每人产生废水量按 150L 计算，医务人员 4 名，年工作 250 天，每人每天产生放射性废水量按 40L 计算，则日均产生放射性废水量约为 $0.47m^3$，因衰变池并联布置，则单池轮转时间约为（$30m^3/0.47m^3$）×2=127 天。单池装满废水时间约为 64 天。

根据北京市疾病预防控制中心放射卫生防护所王时进 2009 年国家放射防护职业评价培训课件：甲癌患者用药后的前 5 天 ^{131}I 随尿排出量约 85%。因此，该项目放射性核素 ^{131}I 和 ^{99m}Tc 进入废水均保守按 95%进行分析。本项目使用的放射性核素 ^{89}Sr 半衰期长，且一般病人注射药物后即离开场所，因此，该项目放射性核素 ^{89}Sr 进入废水按 5%进行分析。由年使用量可计算得单日排放量见表 11-6。

表 11-6 放射性废水日排放量

分类	核素名称	年使用量（Bq）	日平均使用量（Bq）	日平均排放量（Bq）
显像	^{99m}Tc	2.78×10^{12}	7.62×10^{9}	7.24×10^{9}
治疗	^{131}I	9.81×10^{11}	2.69×10^{9}	2.55×10^{9}
	^{89}Sr	1.48×10^{10}	4.05×10^{7}	2.03×10^{6}

对于处理显像区域废水的第一级衰变池，第一天进入的水将衰变 46 天，第二天进入的水将衰变 45 天，以此类推，第 15 天进入的水将衰变 32 天，由此计算当第一级衰变池排水时，单次核素 ^{99m}Tc 排放量为 2.27×10^{-29}Bq。

对于核素治疗区域第一级衰变池，第一天进入的水将衰变 190 天，第二天进入的水将衰变 189 天，以此类推，第 64 天进入的水将衰变 127 天，由此计算当第一级衰变池排水时，单次核素 ^{131}I 排放量为 5.32×10^{5}Bq，单次核素 ^{89}Sr 排放量为 1.52×10^{7}Bq。

衰变池放射性废水排放量与标准对照情况见表 11-7。

表 11-7 衰变池单次核素排放量与标准限值对照表

分类	核素名称	单次排放量（Bq）	单次排放限值（Bq）
显像	^{99m}Tc	2.27×10^{-29}	3.12×10^{8}
治疗	^{131}I	5.32×10^{5}	9.08×10^{5}
	^{89}Sr	1.52×10^{7}	2.35×10^{7}

根据分析结果可知：在医院预计的工作负荷且正常工作状态下，衰变池的设计容积能确保核医学科放射性废水中放射性核素排放量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“放射性废液排放限值”的要求。

（5）放射性固体废物

由工程分析可知，放射性固体废弃物主要包括放射性药品瓶、一次性注射器、服用器皿、试管、手套和纱布等物品。

病人采用食入方式进行检查或治疗时，服用药品的器皿一般均用饮用水荡洗三次，荡洗液均由病人服用。含放射性核素的废物分类放入废物袋专用污物桶内，再将污物桶内的固体废弃物连同垃圾袋暂存在放射性废物间，贮存 10 个半衰期后作为一般医疗废物处置。用来收集放射性固体废弃物的专用污物桶须贴上电离辐射标志，并把受不同核素污染的固体废物分开收储，每次收集时收集袋表面应贴上标签，标明废物类型、核素种类及最后一天的收集时间。

（6）废弃放射源

^{99}Mo-^{99m}Tc 发生器一般使用一周后，因放射性活度下降已无实际医用价值，便连同原包装容器退还给供方，废 ^{125}I 粒籽源由供方回收，医院应加强放射性废物间的管理工作，防止发生废 ^{125}I 粒籽源丢失事故。

（7）隔离管制

由于甲状腺癌和病人用药后的体表剂量水平较高。同时，其排泄物中含有活度较高的 ^{131}I。因此对甲状腺癌治疗病人在一定期间内须进行隔离管制。该项目核医学科设有 3 间甲癌病房，甲癌病房四周墙体采用 400mm 混凝土，顶板和地板均采用 300mm 混凝土。病人在用药后进入病房，病房内设有卫生间，病人限制在病房内休息和活动，减少其对其他病人及公众的影响。

（8）辐射源安全管理措施

储源室门钥匙由两人分别保管，实行双人双锁管理，并于储源室门口设置视频监控，纳入医院保卫科的安全监控网络，方便值班人员实现 24 小时实时监控。

（9）辐射源安全管理措施

①医务人员查房、家属成员如需长时间陪护应与患者保持 1m 以上的距离；

②接受植入粒籽源治疗的前列腺患者和胃肠道患者应使用专用便器或专用浴室和厕所。肺部或气管植入粒籽源患者，在住院期间应带口罩，以避免粒籽源咳出丢失在周围环境中，如发现粒籽源咳出，应报告主管医生并采取相应的应急措施。

③甲状腺癌病人、粒籽植入病人住院期间需要在医院其他科室检查或治疗时，为了保证公众的辐射安全，负责治疗科室应告知患者穿戴防护用品。

④前列腺植入粒籽源的患者应戴避孕套，以保证放射性粒籽源植入体内后不丢失到周围环境。为防止随尿液排出，在植入后两周内，应使用容器接尿液。如果发现植入的粒籽源流失到患者的膀胱或尿道，应用膀胱内镜收回粒籽源并放入铅罐中贮存。

⑤当患者或家庭成员发现患者体外的粒籽源时，不应用手拿，应当用勺子或镊子夹取粒籽源，放在预先准备好的铅容器内(主管医师事先给予指导)。该容器返还给主管医师。

3.3 核医学科屏蔽措施符合性分析

^{89}Sr 放射性核素由厂家进行分装，骨转移灶病变部位 ^{89}Sr 药物浓聚量很高，正常组织吸收很少，^{89}Sr 衰变产生能量 1.46MeV 的β^-射线穿透能力仅 2～3mm，对周围环境及人员无明显的辐射影响。

^{131}I 甲亢和甲癌治疗时采用自动分装方式，病人自行到自动分装室取药，医生在服碘窗口（40mmPb）后进行指导服药，分装给药过程不接触 ^{131}I。因此本项目 ^{131}I 核素治疗项目主要评价 ^{131}I 甲亢和甲癌治疗时服药过程对指导医生以及甲癌病房对周边

环境的影响。而 ^{125}I 衰变产生的γ射线能量比较低，只有 35.5keV，穿透能力相对较弱，很容易屏蔽，主要考虑射线对植入手术医生的影响。

核医学科屏蔽预测公式如下：

$$H=\frac{A\Gamma}{R^2}\bullet 10^{-\frac{d}{D}}\bullet t \quad \rightarrow \quad d=D\cdot lg\left(\frac{A\Gamma}{R^2}\cdot\frac{t}{H}\right) \qquad (1)$$

式中：*H*—所受剂量，mSv；*A*—放射性核素活度，MBq；*Γ*—放射性核素剂量率常数，$mSv\cdot h^{-1}\cdot MBq^{-1}\cdot m^2$；*R*—与放射性核素的距离，m；*d*—屏蔽体的厚度，mm；*D*—十值层厚度，mm；*t*—接触时间，h。

根据美国 AAPM108 号报告，给出了计算关注点的原则，计算中将患者视为理想“点源”并位于病房中央，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 0.5m 处。楼下关注点在地面上方 1.7 米处。

3.3.1 SPECT-CT 使用放射性核素 ^{99m}Tc、^{131}I 影响分析

^{99m}Tc 显像诊断，年诊断 3000 人次，每人次用量为 925MBq，^{99}Mo-^{99m}Tc 发生器每次淋洗分装的时间为 30 分钟，一年 250 次，淋洗分装时距离放射源的距离为 0.3m，每位病人摆位时间约为 0.5 分钟，摆位时距离约为 1m，每次扫描时间约为 15 分钟。淋洗分装人员每天分装的 ^{99m}Tc 核素量最大为 20×25mCi=18500MBq，每天淋洗分装时间约为 30 分钟，一年 250 次，年淋洗分装时间为 125 小时；注射医生每次注射时间为 20 秒，年诊治病人数 3000，则年注射时间为 16.7 小时；摆位医生每次摆位时间 0.5 分钟，年诊治病人数 3000，则年摆位时间为 25 小时。控制室医生每次扫描时间为 15 分钟，年诊治病人数 3000，则年扫描时间为 750 小时。本项目设置 3 间注射后休息室，每间注射后休息室最大停留 5 名病人，病人在候诊室内停留时间 15 分钟，则注射后休息室最大存在 5 名病人候诊时间为 750/3/5=50 小时。扫描后病人在留观室停留时间约为 30 分钟，留观室最大停留人数为 5 人，则留观室最大停留 5 人时间为 300 小时。

甲癌病人出院前需进行 SPECT-CT 扫描检查，按照病人离开时体内放射性活度最大 400MBq 进行计算，年扫描检查甲癌病人（^{131}I 扫描病人）120 人次，摆位时距离约为 1m，摆位医生每次摆位时间 0.5 分钟，则年摆位时间为 1 小时，每人次扫描时间为 15 分钟，年扫描时间 30 小时。

核医学科 SPECT-CT 应用场所各关注点的屏蔽符合性分析详见表 11-8 和表 11-9。

表 11-8 核医学科 SPECT-CT 应用场所各关注点的屏蔽要求预测参数及结果

预测点位		*A*（MBq）	*R*（m）	*Γ*（mSv·h^{-1}·MBq^{-1}）	*t*（h）	管理限值（mSv/a）	*D*（mm）	*d*（mm）	屏蔽要求	备注
高活室	分装医生	1.85×10^{4}	0.3	1.84×10^{-5}	125	5	1	2.0	2.0	^{99m}Tc
	注射护士	925	0.3	1.84×10^{-5}	16.7	5	1	0	0	^{99m}Tc
	楼上	925	4.0	1.84×10^{-5}	16.7×1/4	0.25	10	0	0	^{99m}Tc
	墙外	925	1.8	1.84×10^{-5}	16.7×1/4	0.25	10	0	0	^{99m}Tc
注射后休息室	楼上	925×5	4.0	1.84×10^{-5}	50×1/4	0.25	10	0	0	^{99m}Tc
	墙外	925×5	2.5	1.84×10^{-5}	250×1/4	0.25	10	5.3	5.3	^{99m}Tc
SPECT 机房	摆位医生	925	1.0	1.84×10^{-5}	25	5	1	0	0	^{99m}Tc
		400	1.0	5.22×10^{-5}	1	5	7.6	0		^{131}I
	楼上	925	4.0	1.84×10^{-5}	750×1/4	0.25	10	0	0	^{99m}Tc
		400	4.0	5.22×10^{-5}	30×1/4	0.25	100	0		^{131}I
	墙外	925	3.1	1.84×10^{-5}	750×1/4	0.25	10	1.2	1.2	^{99m}Tc
		400	3.1	5.22×10^{-5}	30×1/4	0.25	100	0		^{131}I
	防护门外	925	4.8	1.84×10^{-5}	750×1/4	0.25	1	0	0	^{99m}Tc
		400	4.8	5.22×10^{-5}	30×1/4	0.25	7.6	0		^{131}I
	观察窗外	925	4.8	1.84×10^{-5}	750	5	1	0	0	^{99m}Tc
		400	4.8	5.22×10^{-5}	30	5	7.6	0		^{131}I
留观室	楼上	925×5	4.0	1.84×10^{-5}	300×1/4	0.25	10	2.0	2.0	^{99m}Tc
	墙外	925×5	1.6	1.84×10^{-5}	300×1/4	0.25	10	10.0	10.0	^{99m}Tc

表 11-9 核医学科 SPECT-CT 应用场所各关注点的屏蔽设计符合性分析

预测点位		屏蔽设计（mm）	屏蔽要求（mm）	符合性
高活室	淋洗分装柜	20 铅当量	2.0 铅	符合
	^{99m}Tc 注射的针筒	2 铅当量	0 铅	符合
	顶板	350 混凝土	0 混凝土	符合
	墙体	250 混凝土	0 混凝土	符合
注射后休息室	顶板	350 混凝土	0 混凝土	符合
	墙体	250 混凝土	5.3 混凝土	符合
SPECT 机房	铅屏风	2 铅当量	0 铅	符合
	顶板	350 混凝土	0 混凝土	符合
	墙外	250 混凝土	1.2 混凝土	符合

	防护门	8 铅当量	0 铅	符合
	观察窗	8 铅当量	0 铅	符合
留观室	楼上	350 混凝土	2.0 混凝土	符合
	墙外	250 混凝土	10.0 混凝土	符合

从核医学科屏蔽设计符合性分析可知，安徽省庐江县人民医院核医学科 SPECT-CT 应用场所各屏蔽设计能确保辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv、公众年有效剂量不超过 0.25mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。

3.3.2 放射性核素 ^{131}I 影响分析

医院 ^{131}I 药物采取全自动分装仪自动分装，药物主要用于甲亢及甲癌治疗。由医院提供资料可知，甲癌患者人均服药量为 150mCi，日最大操作人次为 6 人；甲亢患者人均服药量为 10mCi，日最大操作人次为 20 人。由于本项目 ^{131}I 药物采取全自动分装仪自动分装。病人自取药物服用，医生通过摄像头和对讲系统对病人进行指导服药。因此，自动分装室主要考虑病人服药过程对周围环境的影响。甲癌病房对周边环境影响计算时，取其中具有代表性的甲癌病房进行计算。甲癌病房内按照均按照 2 位服用 5550MBq（150mCi）的甲癌患者，服药病人按点源考虑，位于病房中央位置。

医院 ^{131}I 甲癌治疗病人约 120 人/年，每人次病人服药时间约为 30 秒，则年服药时间为 1 小时；医院拟设置 3 间甲癌病房（6 个床位）供甲癌病人居住，按照每位病人住院 7 天计算，则病人年住院时间为 7×24×120/6=3360 小时。

医院 ^{131}I 甲亢治疗病人约 400 人/年，每人次病人服药时间约为 30 秒，年治疗病人 400 人，则年服药时间为 3.33 小时。

^{131}I 工作场所各关注点的屏蔽符合性分析详见表 11-10 和表 11-11。

表 11-10 ^{131}I 工作场所各关注点的屏蔽要求预测参数及结果

预测点位		*A*（MBq）	*R*（m）	*Γ*（mSv·h^{-1}·MBq^{-1}	*t*（h）	管理限值（mSv/a）	*D*（mm）	*d*（mm）	备注（材质）	用途
给药室	楼下	5550	2.8	5.22×10^{-5}	1×1/4	0.25	100	0	混凝土	甲癌
		370	2.8	5.22×10^{-5}	3.33×1/4	0.25	100	0	混凝土	甲亢
甲癌病房	墙外	5550×2	4.1	5.22×10^{-5}	3360×1/4	0.25	100	206.4	混凝土	/
	楼下	5550×2	2.8	5.22×10^{-5}	3360×1/4	0.25	100	239.5	混凝土	/

注：1、由《辐射安全手册》 潘自强主编，科学出版社。P135，表 6.2 查得 ^{131}I 的空气比释动能率常数为 1.45 × 10^{-17}Gy·m^2/(Bq·s)，则 ^{131}I 的空气比释动能率常数为 5.22 ×

10^{-5}mSv·h^{-1}·MBq^{-1}·m^2。2、本项目 ^{131}I 对于铅的十值层为 7.6mm，混凝土的十值层为 100mm。

表 11-11 ^{131}I 工作场所各关注点的屏蔽设计符合性分析

预测点位		屏蔽设计（mm）	屏蔽要求（mm）	符合性
给药室	楼下	350mm 混凝土	0	符合
甲癌病房	墙外	400mm 混凝土	206.4mm 混凝土	符合
	楼下	350mm 混凝土	239.5mm 混凝土	符合

从 ^{131}I 工作场所屏蔽设计符合性分析可知，安徽省庐江县人民医院 ^{131}I 工作场所各屏蔽设计能确保辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv、公众年有效剂量不超过 0.25mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。

3.3.3 ^{125}I 粒子植入影响分析

^{125}I 粒子植入治疗，年治疗 100 人次，每周开展一次，一天最多 2 人次，每人每次最多植入 60 粒，则每人次最大用量为 2.22×10^{3}MBq，粒子植入时医生穿戴 0.35mmPb 防护用品，距离放射源的距离为 0.5m，每位病人手术时间不超过 1h，年手术时间为 100h。

^{125}I 衰变产生的γ射线能量比较低，只有 35.5keV，穿透能力相对较弱，很容易屏蔽，本项目粒子植入拟采用 SPECT-CT 进行手术植入，机房四周墙体均采用 250mm 的混凝土，顶板为 350mm 混凝土，医生出入口门、病人进出防护门、观察窗均为 8mmPb。经过上述屏蔽后，本项目可不考虑粒子植入病房对周围公众的影响，主要考虑射线对植入手术医生的影响。

^{125}I 工作场所各关注点的屏蔽符合性分析详见表 11-12 和表 11-13。

表 11-12 ^{125}I 粒子植入手术关注点的屏蔽要求预测参数及结果

预测点位		*A*（MBq）	*R*（m）	*Γ*（mSv·h^{-1}·MBq^{-1}）	*t*（h）	管理限值（mSv/a）	*D*（mm）	*d*（mm）	备注（材质）
植入手术室	手术医生	2.22×10^3	0.5	3.55×10^{-5}	100	5	0.3	0.23	铅

注：1、由《辐射安全手册》 潘自强主编，科学出版社。P135，表 6.2 查得 ^{125}I 的空气比释动能率常数为 9.86 × 10^{-18}Gy·m^2/(Bq·s)，则 ^{125}I 的空气比释动能率常数为 3.55 × 10^{-5}mSv·h^{-1}·MBq^{-1}·m^2。2、^{125}I 对于铅的十值层小于 0.3mm，本项目按照十值层为 0.3mm 进行计算。

表 11-13 ^{125}I 粒子植入手术各关注点的屏蔽设计符合性分析

预测点位		屏蔽设计（mm）	屏蔽要求（mm）	符合性
植入手术室	手术医生	0.35 铅当量	0.23 铅当量	符合

从 ^{125}I 粒子植入手术时，医生穿戴 0.35mm 铅当量的铅衣进行手术，能确保辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv、公众年有效剂量不超过 0.25mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。

3.4 核医学科周围辐射工作人员和公众所受年有效剂量预测

3.4.1 辐射工作人员所受剂量

根据公式（1）及相关参数得出本项目辐射工作人员受照剂量预测结果见表 11-14。

表 11-14 辐射工作人员所受年剂量预测参数及结果

预测点位		*A*（MBq）	*R*（m）	*Γ*（mSv·h^{-1}·MBq^{-1}·m^2）	*t*（h）	*d*（mm）	*T*（mm）	*H*（mSv/a）		备注
高活室	分装医生	1.85×10^4	0.3	1.84×10^{-5}	125	20	1	4.73×10^{-18}	7.56×10^{-18}	^{99m}Tc
	注射护士	925	0.3	1.84×10^{-5}	16.7	2	1	3.16×10^{-2}	5.26×10^{-6}	^{99m}Tc
SPECT 机房	摆位医生	925	1.0	1.84×10^{-5}	25	/	1	0.43	0.45	^{99m}Tc
		400	1.0	5.22×10^{-5}	1	/	7.6	2.09×10^{-2}		^{131}I
	控制室医生	925	4.8	1.84×10^{-5}	750	8	1	5.54×10^{-9}	2.41×10^{-3}	^{99m}Tc
		400	4.8	5.22×10^{-5}	30	8	7.6	2.41×10^{-3}		^{131}I
植入手术室	植入医生	2.22×10^3	0.5	3.55×10^{-5}	100	0.35	0.3	2.14	2.14	^{125}I

由预测结果可知，核医学科的辐射工作人员受到的附加年有效剂量最大为 2.14mSv，满足项目管理限值 5mSv 的要求。

3.4.2 周围公众所受剂量

根据公式（1）及相关参数得出本项目周围公众人员年受照剂量预测结果见表 11-15。

表 11-15 公众成员所受年剂量预测参数及结果

预测点位		A（MBq）	R（m）	Γ（mSv·h^{-1}·MBq^{-1}）	t（h）	d（mm）	T（mm）	H（mSv/a）		备注
高活室	楼上	925	4.0	1.84×10^{-5}	16.7×1/4	350	10	4.44×10^{-38}	4.44×10^{-38}	^{99m}Tc
注射后休息室	楼上	925×5	4.0	1.84×10^{-5}	250×1/4	250	10	3.32×10^{-26}	3.32×10^{-26}	^{99m}Tc
SPECT 机房	楼上	925	4.0	1.84×10^{-5}	750×1/4	350	10	1.99×10^{-36}	3.10×10^{-6}	^{99m}Tc
		400	4.0	5.22×10^{-5}	30×1/4	350	100	3.10×10^{-6}		^{131}I
	南侧	925	3.1	1.84×10^{-5}	750×1/4	250	10	3.32×10^{-27}	5.15×10^{-5}	^{99m}Tc
		400	3.1	5.22×10^{-5}	30×1/4	250	100	5.15×10^{-5}		^{131}I
留观室	楼上	925×5	4.0	1.84×10^{-5}	300×1/4	350	10	3.99×10^{-36}	3.99×10^{-36}	^{99m}Tc
	西侧	925×5	1.6	1.84×10^{-5}	300×1/4	250	10	2.49×10^{-25}	2.49×10^{-25}	^{99m}Tc
	北侧	925×5	2.8	1.84×10^{-5}	300×1/4	250	10	8.14×10^{-26}	8.14×10^{-26}	^{99m}Tc
自动分装室	楼下	5550	2.8	5.22×10^{-5}	1×1/4	350	100	2.92×10^{-6}	2.92×10^{-6}	甲癌
		370	2.8	5.22×10^{-5}	3.33×1/4	350	100	6.49×10^{-7}	6.49×10^{-7}	甲亢
甲癌病房	楼下	5550×2	2.8	5.22×10^{-5}	3360×1/4	350	100	1.96×10^{-2}	1.96×10^{-2}	甲癌

由预测结果可知，本项目核医学科周围公众成员受到的附加年有效剂量最大为 1.96×10^{-2}mSv/a，低于项目管理目标（公众年有效剂量不超过 0.25mSv），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB188 71-2002）中关于“剂量限值”的要求。

3.5 SPECT-CT 机房屏蔽措施评价

3.5.1 对标分析（CT 部分）

根据安徽省庐江县人民医院医院采购计划，SPECT-CT 拟选用带 CT 功能的设备，管电压不超过 150kV。机房四周墙体均为 250mm 混凝土防护，顶板为 350mm 钢筋混凝土结构，机房防护门和观察窗均按照 8mm 铅当量要求进行招标采购。其机房屏蔽措施达标分析见表 11-16。

表 11-16 SPECT-CT 机房屏蔽措施达标分析

屏蔽结构	SPECT-CT 机房屏蔽材料及厚度	标准要求	达标分析
四周墙体	250mm 混凝土（相当于 3.0mm 铅当量）	一般工作量：2.0mm 铅当量；较大工作量：2.5mm 铅当量。	达标
顶板	350mm 混凝土（相当于 4.0mm 铅当量）		达标
防护门	8mm 铅当量		达标
观察窗	8mm 铅当量		达标
面积和单边长度	面积：49.84m^2；最小单边长度：5.60m	最小使用面积：30m^2；最小单边长度：4.5m	达标

从机房达标分析可知，安徽省庐江县人民医院 SPECT-CT 机房拟采取的屏蔽措施、机房面积及最小单边长度均能够满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ 130-2013）的要求。在投入使用前，医院还应在控制室适当位置张贴岗位职责和操作规程，防护门外应张贴电离辐射警示志，并设置醒目的工作状态指示灯。机房防护门和工作指示灯设置有效的联动，机房内设置机械排风系统。

3.5.2SPECT-CT 机房周围辐射剂量预测

根据公式（1）及上述相关参数可得 SPECT-CT 扫描显像时机房周围辐射剂量率，预测参数及结果见表 11-17。

表 11-17 SPECT-CT 机房周围辐射剂量率预测参数及结果

预测点位		*A*（MBq）	*R*（m）	*Γ*（mSv·h^{-1}·MBq^{-1}）	*d*（mm）	*D*（mm）	H_0（μSv/h）	备注
SPECT 机房	东侧	925	4.8	1.84×10^{-5}	250mm 混凝土	10	7.39×10^{-29}	^{99m}Tc
		400	4.8	5.22×10^{-5}	250mm 混凝土	100	2.87×10^{-6}	^{131}I
	防护门外	925	4.8	1.84×10^{-5}	8mmPb	1	7.39×10^{-12}	^{99m}Tc
		400	4.8	5.22×10^{-5}	8mmPb	7.6	8.03×10^{-5}	^{131}I
	观察窗外	925	4.8	1.84×10^{-5}	8mmPb	1	7.39×10^{-12}	^{99m}Tc
		400	4.8	5.22×10^{-5}	8mmPb	7.6	8.03×10^{-5}	^{131}I
	南侧	925	3.1	1.84×10^{-5}	250mm 混凝土	10	1.77×10^{-28}	^{99m}Tc
		400	3.1	5.22×10^{-5}	250mm 混凝土	100	6.87×10^{-6}	^{131}I
	北侧	925	3.1	1.84×10^{-5}	250mm 混凝土	10	1.77×10^{-28}	^{99m}Tc
		400	3.1	5.22×10^{-5}	250mm 混凝土	100	6.87×10^{-6}	^{131}I
	楼上	925	4.0	1.84×10^{-5}	350mm 混凝土	10	1.06×10^{-38}	^{99m}Tc

		400	4.0	5.22×10^{-5}	350mm 混凝土	100	4.12×10^{-7}	^{131}I

注：SPECT-CT 装置中的 CT 最大管电压为 150kV，参考《医用 X 射线 CT 机房的辐射屏蔽规范》（GBZ180-2006）有关 CT 机房墙壁厚度在较大工作量时应达到 20cm 混凝土或 37cm 砖或 2.5mm 铅当量的要求，SPECT-CT 机房的防护门和观察窗为 8mm 铅当量，可以将 SPECT-CT 扫描室外空气比释动能率降至较合理水平。

由表 11-17 可知，医院核医学科正常运行情况下，SPECT-CT 机房周边辐射剂量率满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ 130-2013）的要求，即“CT 机、乳腺摄影、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h”。

4、产业政策符合性分析

为了适应卫生事业和医疗技术的发展，更好地服务于临床，满足病人日益增长的医疗需求，安徽省庐江县人民医院拟在医院东区门诊医技楼西侧紧邻新建核医学科（两层平顶结构），建筑面积约 900m^2，并将在拟建场所开展核医学科（拟开展 ^{131}I 甲亢、甲癌治疗，^{89}Sr 骨转移癌治疗，^{125}I 粒籽植入治疗，^{99}Mo-^{99m}Tc 显像诊断——配套购置 1 台 SPECT-CT）。该项目已获得庐江县发展和改革委员会的批复（详见附件二：庐江县发展改革委关于同意庐江县人民医院核医学科建设项目建议书的复函），项目总投资 700 万元。

对照《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，该项目属于国家鼓励类的全科医疗服务、医疗卫生服务设施建设项目，符合国家产业政策。

5、实践正当性分析

核技术在医学上的应用在我国是一门成熟的技术，它在医学诊断、治疗方面有其他技术无法替代的特点，对保障健康、拯救生命起了十分重要的作用。安徽省庐江县人民医院核医学科建设项目符合地区医疗服务需要。因此，该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

6、选址合理性分析

本项目位于拟新建核医学科楼内（二层平顶建筑），核医学科楼东侧和北侧紧邻门诊医技楼，南侧和西侧为院区空地。核医学科楼地下为土壤层，楼上不可上人。

从该项目所涉核医学科位置看，所处区域相对孤立，避开了人员往来密集区，一般的就诊人员很少到达，便于人员管理。

同时该项目控制区和监督区划分清晰，病人与医务人员能实行双通道通行，病人与医务人员能做到完全分离。布局基本合理。

7、代价利益分析

安徽省庐江县人民医院核医学科建设项目，符合区域医疗服务需要，能有效提高区域医疗服务水平，核技术在医学上的应用有利于提高疾病的诊断正确率和有效治疗方案的提出，能有效减少患者疼痛和对患者损伤，总体上大大节省了医疗费用，争取了宝贵的治疗时间，该项目在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。

为保护该项目周边其他科室工作人员和公众，均加强了防护，从剂量预测结果可知，该项目周围公众年所受附加剂量满足项目管理限值 0.25mSv 的要求，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。因此，从代价利益分析看，该项目是正当可行的。

事故影响分析：

由工程分析可知：该项目最值得关注主要是核医学科操作人员由于操作不慎打翻放射性药物，从而导致操作台面、地面或仪器设备受到放射性沾污，并伴随着产生较多的放射性废水和废物。

当出现药物打翻的情况时，操作人员会立即进行标记（确定污染范围），并用吸水纸吸取、棉纱擦拭、清洗等进行多次擦拭后在用水清洗的清洁方式处理，通过采取上述方式处理后放射性核素绝大部分进入固体废物，约 90%，剩余仅约 10%则在最终清洗过程中进入废水，每次清污产生的废水量约 50L。因废水量较大，将减少事故前产生的放射性废水储存衰变时间。

事故状态下显像区域衰变池单池转换时间为（$3m^3$-$0.05m^3$）/$0.19m^3$×2=31 天，事故状态下治疗区域衰变池单池转换时间为（$30m^3$-$0.05m^3$）/$0.47m^3$×2=127 天，事故状态下，基本不会改变单池转换时间，因此衰变池的设计容积也能确保核医学科放射性废水中放射性核素排放量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“放射性废液排放限值”的要求。

由于病人服用放射性核素 ^{131}I 后，可能存在呕吐的现象，因此需在甲癌病房设置呕吐收集桶。

事故状态下产生的放射性固体废物，其处理方式与正常工况相同，在放射性废物间内贮存 10 个半衰期后作为一般医疗废物处置，不会造成二次污染。

对于违反操作规程、设备失效、管理不善等原因造成的事故情况，医院应完善制度、加强管理和教育培训，使射线装置始终处于监控状态，防止事故照射的发生，避

免工作人员和公众接受不必要的辐射照射，工作人员每次上班时首先要检查防护措施是否正常，若存在安全隐患，应立即修理，恢复正常。

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条和原国家环境保护总局 环发【2006】145 号文件之规定，发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门报告，涉及人为故意破坏的还应向公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

安徽省庐江县人民医院在本项目运行前拟对放射防护领导小组成员进行调整，使放射防护领导小组成员涵盖本项目的主要负责人员，并初步拟订了突发辐射事故应急预案等管理性文件，在进一步完善后能确保事故情况下的影响处于可控范围内。

表 12 辐射安全管理

安徽省庐江县人民医院已建立以院领导为第一责任人的辐射安全与环境保护管理领导小组，并制定了《安徽省庐江县人民医院辐射事故应急预案》、《辐射防护和安全保卫制度》、《放射防护档案管理制度》、《放射防护管理制度》、《放射工作人员培训制度》、《放射工作人员职业健康管理制度》、《个人剂量监测制度》、《设备检修维护制度》、《影像质量保证方案》、《X 线摄片机岗位职责》、《设备检修和维护制度》等一系列规章制度。拟制定《安徽省庐江县人民医院放射性同位素台账管理制度》、《安徽省庐江县人民医院医院核医学科管理制度》等。在该项目正式投入使用前，辐射安全与环境保护管理领导小组须牵头对辐射安全与防护相关管理制度进行系统修订，提高制度可操作性，做到所有辐射工作都有章可循，有制度保障。因此，该环评报告按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》2019 修正版（国家环境保护部第 7 号令）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号）的要求提出以下建议：

1、关于辐射安全与环境保护管理机构

安徽省庐江县人民医院应根据本项目核技术应用情况，及时对辐射安全与环境保护管理领导小组成员作相应调整，确保调整后的辐射安全与环境保护管理领导小组的人员组成涵盖本项目核技术利用所涉及的相关部门和科室，并根据管理需要明确领导小组职责。辐射安全和防护负责人须参加辐射安全与防护培训取得合格证。

2、关于监测计划和监测仪器

安徽省庐江县人民医院应制定完善的监测方案，明确监测点位、监测项目和频次，并购置相应的监测仪器（已购置 2 台 FJ2000 型个人剂量报警仪、1 台射线报警仪、1 台 FD-3013B 型智能化 γ 辐射仪，还需配置 1 台β表面污染仪），其能量响应范围应满足医院核技术利用项目监测需要，并按监测方案对核技术应用场所及周围辐射水平进行监测，同时做好记录分析工作。评价单位建议的医院本项目日常自查监测计划详见表 12-1。

表 12-1 日常监测计划

监测场所		监测项目	评价指标	监测频次
核医学科	高活室、给药室、注射后休息室、控制室和医生办公室等	X-γ剂量率	参考验收监测结果，不应明显升高	每月 1 次，发现异常时适当增加监测频次

	工作台、设备和墙壁、地面	表面沾污	满足 GB18871-2002 附录 B2 要求	每次操作使用放射性物质结束后

安徽省庐江县人民医院还应委托具有相应资质能力的单位对辐射工作人员个人剂量进行监测，并做好个人剂量档案管理工作。对于个人剂量异常情况应做到自查自纠，及时采取补救措施，自查自纠结果当事人、相关管理人员应签字、医院盖章后存档，对于个人剂量超标的情况公司还应立即向环保主管部门报告。每年公司应委托具有相应资质能力的单位对辐射工作场所及周边环境开展年度监测。

3、关于辐射安全与防护培训

安徽省庐江县人民医院应制定完善的辐射安全与防护培训计划，明确培训对象、周期和要求，并按计划组织本项目拟配置的 8 名辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台上学习并考核合格，考核不合格的不得继续从事辐射相关工作。

4、关于职业健康体检

安徽省庐江县人民医院应制定完善的职业健康体检计划，明确体检对象、周期和指标，并按计划组织本项目拟配置的 8 名辐射工作人员开展岗前、岗中（每 2 年按排一次再体检）和退岗职业健康体检，对于体检结果出现异常的，不得安排从事辐射相关工作。

5、关于年度安全状况评估

安徽省庐江县人民医院应在每年 1 月 31 日前编制上一年度评估报告并上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。年度评估报告应当包括辐射安全和防护设施的运行与维护情况；辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况；放射性同位素进出口、转让或者送贮情况以及放射性同位素、射线装置台账；场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；辐射事故及应急响应情况；核技术利用项目新建、改扩建和退役情况；存在的安全隐患及其整改情况；其他有关法律、法规规定的落实情况等方面的内容。

6、关于操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫等制度

已制定了《安徽省庐江县人民医院辐射事故应急预案》、《辐射防护和安全保卫制度》、《放射防护档案管理制度》、《放射防护管理制度》、《放射工作人员培训制度》、《放射工作人员职业健康管理制度》、《个人剂量监测制度》、《设备检修维护制度》、《影像质量保证方案》、《X 线摄片机岗位职责》、《设备检修和维护制度》等一系列规章制度。拟制定《安徽省庐江县人民医院放射性同位素台账管理制

度》、《安徽省庐江县人民医院医院核医学科管理制度》等。并在日后的工作实践中根据遇到的实际问题，按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》2019 修正版（国家环境保护部第 7 号令）的要求及时进行更新完善，提高制度可操作性，做到所有辐射相关工作都有章可循，有制度保障。

表 13 三同时验收

“三同时”验收一览表：

针对安徽省庐江县人民医院核医学科建设项目，提出以下“三同时”验收一览表，具体详见表 13-1。

表 13-1 “三同时”验收一览表

项目		“三同时”验收内容	验收要求
防护措施	核医学科	**清污：**放射性核素操作过程中如果出现药品泼洒在地板或操作台可其他物体表面，立即进行标记，并用吸水纸吸取、棉纱擦拭、清洗等处理清洁方式处理。	表面沾污满足 GB18871-2002 附录 B2 要求
		废水：放射性废水单独收集，经衰变池处理后排入医院污水处理站。医院在医学科工作场所西侧设置两个地埋式衰变池，分别收集显像区域和治疗区域的放射性废水，经衰变池处理后排入医院污水处理站处理后接入城市污水管网，排至庐江县益民污水处理厂，经庐江县益民污水处理厂处理达标后，最终排入县河。用于收集处理核医学科显像诊断区域产生的放射性废水的衰变池为三级衰变，并联布置，为钢筋混凝土结构，总容积约为 $9m^3$。用于收集处理核素治疗区域产生的放射性废水的衰变池为三级衰变，并联布置，为钢筋混凝土结构，总容积为 $90m^3$。	超过 10 个半衰期接入医院污水处理设施
		废气：医院在高活室/服药室设置通风柜，放射性药物的分装等均在通风柜内操作，通风橱的顶部连接通风管道，其通风量应能保证在通风橱半开条件下风速不小于 1m/s，能有效防止放射性气溶胶逸出工作室内，外排风管口其高度应超出本建筑物屋脊，并且应设置活性炭过滤器。核医学科其他房间则通过空调系统进行通风换气。	减少放射性废气对工作人员的影响
		固废：放射性药品瓶、一次性注射器、服用器皿、试管、手套和纱布等放射性废物则储存在储源室及注射准备室内的铅废物桶（20mmPb）中，10 个半衰期后作为一般医疗废物处置。	不会产生二次污染
		废弃放射源：^{99}Mo-^{99m}Tc 发生器一般使用一周后，因放射性活度下降已无实际医用价值，便连同原包装容器退还给供方，废 ^{125}I 粒籽源由供方回收。	不产生影响
		屏蔽措施：①核医学科一层：高活室/服药室、运动负荷室、储源室、SPECT-CT 机房、注射后休息室、留观室四周墙体均为 250mm 混凝土（密度为 $2.35g/cm^3$），顶板均为 350mm 混凝土，防护门和观察窗均为 8mm 铅当量； ②核医学科二层：给药室、抢救室、废物间、被服间、甲癌病房、粒子植入病房四周墙体均为 400mm 混凝土（密度为 $2.35g/cm^3$），底板和楼板均为 350mm 混凝土，防护门和观察窗均为 8mm 铅当量；高活室/服药室内通风柜铅当量为 20mmPb，针筒有专用防护盒和防护套，防护铅当量分别为 20mmPb 和 2mmPb，高活室/服药室注射窗口防护铅当量为 10mm，给药室指导服药窗口防护铅当量为 40mmPb。注射准备室和储源室设置铅当量为 20mm 的放射性废物	辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.25mSv

		储存衰变桶。	
安全措施		核医学科严格分区管理，各区之间通过门禁系统进行分隔，限制人员流通	满足（GBZ120-2006）要求
		机房外均张贴警示标志、安装工作指示灯，放射性废物桶张贴电离辐射标志	按要求张贴
		岗位职责和操作规程等工作制度在合适位置张贴上墙	按要求张贴
个人防护		医院拟配置的 8 名辐射工作人员，均计划参加辐射安全与防护培训，考核合格后上岗	辐射工作人员均取得培训合格证
		已购置辐射巡测仪，拟购置表面沾污仪	按要求送检，并确保运行正常
		辐射工作人员均佩戴个人剂量计，开展个人剂量监测，	按要求佩带/送检
		配置铅衣、铅橡胶颈套、铅橡胶围裙、铅防护眼镜、铅屏风等防护用品	按要求配置/佩带
管理措施	管理机构	医院拟对辐射安全管理小组成员进行调整，使辐射安全管理小组成员涵盖本项目相关负责人。	辐射安全负责人取得培训合格证
	管理制度	已制定了《安徽省庐江县人民医院辐射事故应急预案》、《辐射防护和安全保卫制度》、《放射防护档案管理制度》、《放射防护管理制度》、《放射工作人员培训制度》、《放射工作人员职业健康管理制度》、《个人剂量监测制度》、《设备检修维护制度》、《影像质量保证方案》、《X 线摄片机岗位职责》、《设备检修和维护制度》等一系列规章制度。拟制定《安徽省庐江县人民医院放射性同位素台账管理制度》、《安徽省庐江县人民医院医院核医学科管理制度》等规章制度。	根据要求制定

以上措施应在项目投入使用前落实到位。

该项目总投资 700 万元主要用于设备采购、场所建设以及屏蔽防护和防护用品采购，其中安排用于环境保护方面的投资约 70 万元，占项目总投资的 10.0%。该项目具体环保投资估算详见表 13-2。

表 13-2 环保投资估算一览表

序号	环保措施	环保投资（万元）
1	防护门	30
2	观察窗、注射窗、铅屏风、通风柜	20
3	工作指示灯及警示标志	2
4	送排风系统	3
5	衰变池建设	5

6	环境影响评价及竣工环保验收	10
合计		70

表 14 结论与建议

结论：

1、产业政策符合性

为了适应卫生事业和医疗技术的发展，更好地服务于临床，满足病人日益增长的医疗需求，安徽省庐江县人民医院拟在医院东区门诊医技楼西侧紧邻新建核医学科（两层平顶结构），建筑面积约 900m^2，并将在拟建场所开展核医学科（拟开展 ^{131}I 甲亢、甲癌治疗，^{89}Sr 骨转移癌治疗，^{125}I 粒籽植入治疗，^{99}Mo-^{99m}Tc 显像诊断——配套购置 1 台 SPECT-CT）。该项目已获得庐江县发展和改革委员会的批复（详见附件二：庐江县发展改革委关于同意庐江县人民医院核医学科建设项目建议书的复函），项目总投资 700 万元。

对照《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，该项目属于国家鼓励类的全科医疗服务、医疗卫生服务设施建设项目，符合国家产业政策。

2、实践正当性

安徽省庐江县人民医院核医学科建设项目，符合区域医疗服务需要，能有效提高区域医疗服务水平，核技术在医学上的应用有利于提高疾病的诊断正确率和有效治疗方案的提出，能有效减少患者疼痛和对患者损伤，总体上大大节省了医疗费用，争取了宝贵的治疗时间，该项目在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。

为保护该项目周边其他科室工作人员和公众，均加强了防护，从剂量预测结果可知，该项目周围公众年所受附加剂量满足项目管理限值 0.25mSv 的要求，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。

同时核技术在医学上的应用在我国是一门成熟的技术，它在医学诊断、治疗方面有其他技术无法替代的特点，对保障健康、拯救生命起了十分重要的作用。六安市人民医院核医学诊断建设项目符合地区医疗服务需要。因此，该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

3、从事辐射活动技术能力评价

安徽省庐江县人民医院已建立以院领导为第一责任人的辐射安全与环境保护管理领导小组，并制定了《安徽省庐江县人民医院辐射事故应急预案》、《辐射防护和安全保卫制度》、《放射防护档案管理制度》、《放射防护管理制度》、《放射工作人员培训制度》、《放射工作人员职业健康管理制度》、《个人剂量监测制度》、《设

备检修维护制度》、《影像质量保证方案》、《X 线摄片机岗位职责》、《设备检修和维护制度》等一系列规章制度。拟制定《安徽省庐江县人民医院放射性同位素台账管理制度》、《安徽省庐江县人民医院医院核医学科管理制度》等。对照环境保护部令第 7 号、环境保护部令第 18 号以及环评提出的要求认真落实后，安徽省庐江县人民医院具备从事相应核技术利用类型工作的能力。

4、环境现状评价

监测结果表明：该项目应用场所及周边环境辐射环境现状本底在 112～114nSv/h 范围内，与安徽省全省辐射环境现状水平（58～138nGy/h）基本保持一致，辐射水平未见明显异常。

5、建设阶段对环境的影响

5.1 环境空气污染影响分析

本项目施工过程中，大气污染主要来自于施工场地的扬尘、施工机械的尾气。这些废气的影响是局部的、暂时的，影响的程度及范围有限，随着施工期的结束而逐渐消失。各部分废气在采取相应措施后，均可以得到较好的控制。

5.2 环境噪声污染影响分析

施工噪声主要来源于施工机械噪声、施工作业噪声和运输车辆噪声、施工机械，如挖土机械、打桩机械等多为点声源，施工作业噪声主要只一些零星的敲打声、装卸车辆的撞击声等，多为瞬时噪声；运输车辆的噪声属于交通噪声。只要严格落实环评提出的措施并加以科学管理，施工期噪声对声环境的影响是可以得到控制的，同时施工期的影响是暂时性的，随着施工作业结束，影响将随之消失。

5.3 废水污染影响分析

本项目施工期主要产生生活废水和施工废水。产生的生活废水可依托医院现有污水处理系统进行处理；施工废水经沉淀处理后用作冲洗用水或场地抑尘洒水，在采取上述措施后，可以有效减少废水对周边环境的影响。

5.4 固体废物影响分析

施工期所产生的固体废弃物主要有建筑垃圾、弃土、施工人员生活垃圾等。

建设单位承诺委托合格的施工单位，要求施工单位实行标准施工、规划运输，送至环保指定地点处理，不得随意倾倒建筑垃圾、制造新的“垃圾堆场”、造成水土流失，确保不会对周围环境造成影响。

生活垃圾依托医院现有收集设施收集，由环卫部门统一处置。

6、运行阶段对环境的影响

6.1 废水处理措施依托可行性分析

医院东区现有污水处理站处理规模为 1000m^3/d，根据医院提供的资料，医院现每天产生废水量约为 200m^3/d，本项目核医学科日均产生放射性废水量约为 0.66m^3，现有污水处理站能满足本项目核医学科产生的废水量，同时，本项目核医学科废水经衰变池处理后，废水水质与普通生活污水基本相同，污水水质满足现有污水处理站的进水水质要求。因此经衰变池储存衰变后达标的核医学科放射性废水接入院区污水处理站是可行的。

6.2 固废处理措施依托可行性分析

医院现有医疗废物临时储存场所面积约为 28m^2，本项目产生的放射性废物很少，经 10 个半衰期储存在医院现有医疗废物临时贮存点是可行的。暂存的医疗废物委托巢湖市万山医疗废物处置有限责任公司进行处置。

6.3 辐射环境影响分析

（1）SPECT-CT 使用放射性核素 ^{99m}Tc、^{131}I 影响分析

安徽省庐江县人民医院核医学科 SPECT-CT 应用场所各屏蔽设计能确保辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv、公众年有效剂量不超过 0.25mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。

（2）放射性核素 ^{131}I 影响分析

从 ^{131}I 工作场所屏蔽设计符合性分析可知，安徽省庐江县人民医院 ^{131}I 工作场所各屏蔽设计能确保辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv、公众年有效剂量不超过 0.25mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。

（3）^{125}I 粒子植入影响分析

从 ^{125}I 粒子植入手术时，医生穿戴 0.35mm 铅当量的铅衣进行手术，能确保辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv、公众年有效剂量不超过 0.25mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。

（4）辐射工作人员及周围公众人员年附加有效剂量

由预测结果可知，核医学科的辐射工作人员受到的附加年有效剂量最大为

2.14mSv，满足项目管理限值 5mSv 的要求。核医学科周围公众成员受到的附加年有效剂量最大为 1.96×10^{-2}mSv/a，低于项目管理目标（公众年有效剂量不超过 0.25mSv），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB188 71-2002）中关于“剂量限值”的要求。

综上所述，安徽省庐江县人民医院核医学科建设项目符合实践正当性原则，拟采取的辐射安全和防护措施适当，辐射工作人员及周围公众受到的年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求，在认真落实环评提出的要求，进一步完善辐射安全与环境保护管理机构和各项制度的前提下，从辐射安全和环境影响的角度而言，安徽省庐江县人民医院核医学科建设项目的建设和运行是可行的。

建议和承诺：

1）该项目运行中，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和辐射工作人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

2）各项环保设施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。

3）定期进行辐射工作场所的检查及监测，对于监测结果偏高的地点应及时查找原因、排除事故隐患，把辐射影响减少到“可合理达到的尽可能低水平”。

4）尽早准备申请辐射安全许可证材料，待该环评报告审批后，及时申请辐射安全许可证，未取得辐射安全许可证相关设备不得投入使用。

5）项目投入使用前三个月内完成竣工环境保护验收手续。

表 15 审批

下一级环保部门预审意见： 公 章 经办人 年 月 日
审批意见： 公 章 经办人 年 月 日