

陕西省肿瘤医院 肿瘤防治研究所 文件

陕肿院字〔2021〕48号

签发人：张一力

关于《陕西省肿瘤医院核医学科核技术利用改造项目环境影响报告表》的审批请示

陕西省生态环境厅：

我单位拟进行陕西省肿瘤医院核医学科核技术利用改造项目的建设，根据《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》的有关规定，已委托西安桐梓环保科技有限公司编制完成了《陕西省肿瘤医院核医学科核技术利用改造项目环境影响报告表》，现呈报贵厅，请审核批复。

陕西省肿瘤医院

2021年11月9日



联系人及电话：许西京 13572031530

地址：西安市雁塔区雁塔西路 309 号

公示网址：<http://www.eiafans.com/thread-1374709-1-1.html>



陕西省肿瘤医院院务部

2021 年 11 月 9 日印发

市场主体环境信用承诺书

为践行绿色发展理念，努力营造诚实守信的社会环境，强化诚信意识，恪守环保信用，本单位自愿承诺，坚持守法生产经营，并自觉履行以下环境保护法律义务和社会责任。

一、依法申请办理环境保护行政许可，保证向环保行政机关提供资料合法、真实、准确、完整、有效。

二、严格遵守国家和陕西省有关环境保护法律、法规、规章、标准和政策规定，依法从事生产经营活动。

三、深入开展环境宣传教育，倡导科学发展理念，建立环境保护责任制度，积极实施清洁生产，减少污染排放并合法排污，制定突发环境事件预案，依法公开排污信息，自觉接受环境保护行政主管部门的监督检查等环境保护法律、法规、规章规定的义务。

四、自觉接受社会监督，将诚信理念贯穿于企业生产经营全过程，积极履行环境保护社会责任。

五、若违反本承诺，除依照《中华人民共和国环境保护法》等有关法律、法规规定接受行政处罚外，自愿接受惩戒和约束，并依法承担赔偿责任和刑事责任。

六、本单位同意将此《市场主体环境信用承诺书》上网公示，并将信用承诺和践诺信息纳入陕西省公共信用信息平台，接受社会监督。

承诺单位（盖章）：陕西省肿瘤医院

统一社会信用代码：126100004352035012

法定代表人（或授权人签字或盖章）：

法定代表人身份号码：610113197209050432

承诺用途：环境影响评价审批

承诺日期：2021 年 11 月 12 日

关于建设项目环境影响评价文件中删除不宜公开信息的说明

按照《建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）》（环办〔2013〕103号）要求，现就有关情况说明如下：

一、我单位《陕西省肿瘤医院核医学科核技术利用改造项目环境影响报告表》已委托西安桐梓环保科技有限公司编制完成。经审查，与项目实际相符。我单位已于2021年10月11日在环评爱好者网站（<http://www.eiafans.com/thread-1374709-1-1.html>）公开了拟报送的环境影响报告表。

二、我单位报送的《陕西省肿瘤医院核医学科核技术利用改造项目环境影响报告表》中，不含涉及国家秘密、商业秘密、个人隐私以及国家安全、公共安全、经济安全和社会稳定等内容。

三、我单位提交的《陕西省肿瘤医院核医学科核技术利用改造项目环境影响报告表》电子版和纸质版内容一致。



联系人及电话：许西京 13572031530

地址：西安市雁塔区雁塔西路309号

niu81



384621万

主题帖子金币

黄金元老



积分10339



niu81



384621万

主题帖子金币

黄金元老



积分10339



陕西省肿瘤医院核医学科核技术应用改造

项目环境影响评价公示

一、项目概况

为了全面提升医疗服务质量和工作效率，陕西省肿瘤医院现将住院科研楼B楼负一层核医学科工作场所进行改造，拆除原有设施，改建成新的核医学科诊断场所。

改造后新的核医学科工作场所拟安装使用1台骨密度仪（核医学科原有）、1台SPECT/CT机（新购）、1台PET/CT机（新购，配有两枚⁶⁸Ge密封校验源，活度均为7.4×10⁷Bq，属于V类放射源）、使用¹⁸F、⁶⁸Ga核素药物开展PET/CT显像诊断，使用^{99m}Tc、¹³¹I核素药物开展SPECT/CT显像诊断，使用⁸⁹Sr、³²P、¹³¹I、²²³Ra、²²⁵Ac核素开展核医学治疗。此外，建设豁免中心（使用¹²⁵I）、粒籽源储存场所（¹²⁵I粒籽源）、放射性核素治疗场所，并建设其他配套辅助用房，同时对原有的衰变池进行升级改造。经核定，本次改造后核医学科工作场所为乙级非密封源场所。

¹²⁵I粒籽植入操作位于住院科研楼B楼二楼6排CT室，属于介入科。放射性粒籽源植入建设项目已于2017年9月取得陕西省环境保护厅的批复文件（陕环批复[2017]433号）。本次改造项目建成后¹²⁵I粒籽源的用量增加，经核定，粒籽植入场所为丙级非密封源工作场所。

本项目总投资2300万元，其中环保投资163万元。

二、环评结论

在切实落实本报告表中提出的污染防治措施和建议，严格按照国家有关辐射防护规定执行，严格执行相关规章制度、应急预案，则该项目对放射性工作人员和公众产生的辐射影响可以控制在国家标准允许的范围之内，从环境保护和辐射防护角度论证，该项目是可行的。

三、联系方式

建设单位：陕西省肿瘤医院

地 址：西安市雁塔区雁塔西路309号

联 系 人：许科长029-85276111

评价单位：西安桐梓环保科技有限公司

地 址：西安市雁塔区西沣北路1159号万科汇智中心10915号

联 系 人：牛 工029-81134939

公众可在本工程公示之日起10个工作日内，向建设单位或环评机构提出环保方面的宝贵意见。

陕西省肿瘤医院

二〇二一年十月十一日

陕西省肿瘤医院核医学科核技术应用项目（公示稿）.pdf

3.34 MB, 下载次数: 0



核技术利用建设项目

陕西省肿瘤医院

核医学科核技术利用改造项目

环境影响报告表



核技术利用建设项目

陕西省肿瘤医院

核医学科核技术利用改造项目

环境影响报告表



建设单位名称：陕西省肿瘤医院

建设单位法人代表（签名或签章）：



通讯地址：西安市雁塔区雁塔西路 309 号

邮政编码：710061

联系人：许西京

电子邮箱：shaanxiszlyy@126.com

联系电话：13572031530



照
执
业
证

统一社会信用代码

91610131MA6UP95Y61



白銀、維納斯、國
家企業信用信息公
示系統”了解東莞西

建设单位：陕西省肿瘤医院

项目名称: 核医学科核技术利用改造项目

环评报告类型: 环境影响报告表

(副本)₍₃₋₁₎

名称 西安桐梓环球科技有限公司

类型

法定代表人 刘艳

范围

一般项目：环境影响评价技术咨询；竣工环境保护验收技术咨询；环境监理；环境监测；辐射检测；建设项目职业病危害放射防护预评价和控制效果评价；应急预案及环境风险评估技术咨询；污染物排放许可核定技术咨询；污染场地风险评估技术咨询；污染场地修复治理技术服务；职业卫生评价；安全评价；安全生产应急救援预案编制；可行性研究报告、社会稳定性评价、节能评估；水土保持技术咨询；交通影响评价；绿色建筑评价。（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）

注册资本 10 亿元人民币

成立日期 2017年10月07日

990 營業期限

住



安徽省安市雁
警字 10915 号



登记机关

2021年01月26日

国家企业信用信息公示系统网站: <http://www.gsxt.gov.cn>

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

国家市场监督管理总局监制

编制单位和编制人员情况表

项目编号	0qn67h		
建设项目名称	核医学科核技术利用改造项目		
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	陕西省肿瘤医院		
统一社会信用代码	126100004352035012		
法定代表人（签章）	张一力		
主要负责人（签字）	许西京		
直接负责的主管人员（签字）	许西京		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	西安桐梓环保科技有限公司		
统一社会信用代码	91610131MA6U-P95Y61		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
牛涛涛	12356143511610207	BH 004962	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
牛涛涛	报告全部内容	BH 004962	

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、环境保护部批准颁发。它表明持证
人通过国家统一组织的考试,取得环境影响评价
工程师的职业资格。

This is to certify that the bearer of the Certificate
has passed national examination organized by the
Chinese government departments and has obtained
qualifications for Environmental Impact Assessment
Engineer.



Ministry of Human Resources and Social Security

The People's Republic of China



Ministry of Environmental Protection
The People's Republic of China

编号: 0012260
建设单位: 陕西省肿瘤医院

项目名称: 核医学科核技术利用改造项目

环评报告类型: 环境影响报告表



持证人签名:

Signature of the Bearer

姓名:

牛涛涛

Full Name

性别:

男

Sex

出生年月:

1983.10.8

Date of Birth

专业类别:

Professional Type

批准日期:

2012.05.27

Approval Date

签发单位盖章:

Issued by

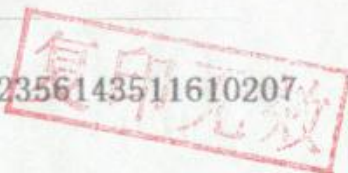
签发日期:

2013 年 1 月 3 日

Issued on

管理号: 12356143511610207

File No.:



目 录

表 1	项目基本情况.....	1
表 2	放射源.....	18
表 3	非密封放射性物质.....	23
表 4	射线装置.....	25
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）.....	26
表 6	评价依据.....	27
表 7	保护目标与评价标准.....	29
表 8	环境质量和辐射现状.....	50
表 9	项目工程分析与源项.....	55
表 10	辐射安全与防护.....	87
表 11	环境影响分析.....	101
表 12	辐射安全管理.....	139
表 13	结论与建议.....	151
表 14	审批.....	155

附图：

附图 1 改造前核医学科平面布置图

附图 2 改造后平面布置示意图及控制分区图

附图 3 核素、人员流向示意图

附图 4 安全设施安装位置示意图

附图 5 放射性废气排风平面图

附图 6-1 本项目衰变池进水平面示意图

附图 6-2 本项目衰变池出水平面示意图

附图 6-3 本项目衰变池剖面示意图

附图 7 放射性废水管道平面图

附件：

附件 1 建设项目环境影响评价委托书

附件 2 辐射安全许可证

附件 3 废旧放射源收贮证明及回收（收贮）备案表

附件 4 核医学科辐射工作人员辐射安全培训证书

附件 5 核医学科辐射工作人员职业健康体检报告

附件 6 陕西省肿瘤医院核医学科辐射工作人员的个人剂量监测报告及统计值

附件 7 医院现有辐射工作场所放射防护监测报告

附件 8 改造前监测报告

附件 9 陕西省肿瘤医院放射性粒籽源植入建设项目竣工环保验收监测报告

附件 10 情况说明

表 1 项目基本情况

建设项目名称		陕西省肿瘤医院核医学科核技术利用改造项目				
建设单位		陕西省肿瘤医院				
法人代表		张一力	联系人	许西京	联系电话	029-85276111
注册地址		陕西省西安市雁塔区雁塔西路 309 号				
项目建设地点		陕西省肿瘤医院住院科研楼 B 楼地下一层				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		2300	项目环保投资 (万元)	163	投资比例(环保投资/总投资)	7.09%
项目性质		☐ 新建 ☒ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其它			占地面积 (m ²)	1000
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类			
		☒ 使用	☐ I 类(医疗使用) ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☒ V 类			
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物			
		☐ 销售	/			
		☒ 使用	☒ 乙 ☒ 丙			
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类			
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类			
		☒ 使用	☐ II 类 ☒ III 类			
	其他	/				

项目概述

1.1 医院概况

陕西省肿瘤医院位于西安市雁塔区雁塔西路 309 号，是陕西省一所集肿瘤诊疗、科研、防控、教学、康复于一体的国家三级甲等肿瘤专科医院，承担着陕西省肿瘤普查、诊治、预防、医学基础及临床研究、肿瘤专业人才培养、本科院校教学实习和博、硕士研究生培养等任务。医院设有 4 个院中院（妇瘤病院、乳腺病院、放疗院、内科病院），1 个肿瘤外科区域手术平台（头颈肿瘤外科、胸部肿瘤外科、腹部肿瘤外科），11 个医技科室，三大省级临床诊疗中心（防癌健康体检中心、肿瘤康复治疗中心、患者服务中心）。其中放疗院、乳腺病院分别各下辖三个病区、妇瘤病院下辖四个病区，内科病院下辖三个内科病区以及一个中西医结合科、一个微创介入科；肿瘤外科区域手术平台下辖 5 个病区，包括头颈肿瘤外科、普外科（两个病区）、胸部肿瘤外科（两个病区）。

目前医院形成了实力强、优势专业多、专业学科完善、覆盖病种齐全的大学科平台，能够为患者提供手术、放疗、化疗、中医中药、介入、免疫、生物治疗、分子靶向、整形微创、生理、心理康复等“一条龙”式专业化医疗服务，在开展流行

病学调查、提高临床疗效、改善生活质量、控制恶性肿瘤复发和转移方面均取得良好成效，从而引领陕西省肿瘤临床及科研水平快速发展。医院拥有高水平的医教研队伍，全院现有职工 1300 余人，其中高级专业技术人员 214 人，国务院政府津贴专家 13 人，陕西省有突出贡献专家 4 人，省重点领域顶尖人才 1 人，科技新星 1 人，省新世纪三五人才 3 人，省卫生系统 215 人才 4 人，博士 43 人，临床博、硕士率 70%，硕士研究生导师 29 名、博士研究生导师 4 人。

医院配备了一大批具有国际先进水平的现代化临床诊疗及科研设备，拥有直线加速器、CT、乳腺摄影机、后装治疗机、数字拍片机等大中型设备多台，为肿瘤手术、放化疗等综合治疗以及基础研究提供技术保障。

医院现有编制床位 1000 张，年住院人数 3 万余人次，年门诊量 12 万余人次。

1.2 核技术应用的目的是任务的由来

为了全面提升医疗服务质量和工作效率，陕西省肿瘤医院现将住院科研楼 B 楼负一层核医学科工作场所进行改造，拆除原有设施，改建成新的核医学科诊断场所。

改造后新的核医学科工作场所，将安装使用 1 台骨密度仪（核医学科原有）、1 台 SPECT/CT 机（新购）、1 台 PET/CT 机（新购，配两枚 ^{68}Ge 密封校验源，活度均为 $7.4 \times 10^7 \text{Bq}$ ，属于 V 类放射源），建设一间 ^{125}I 粒籽源贮存场所（核医学科原有），以及放射性核素治疗工作场所，对原有的衰变池进行升级改造。同时使用 ^{18}F 、 ^{68}Ga 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 、 ^{125}I 、 ^{89}Sr 、 ^{32}P 、 ^{223}Ra 、 ^{225}Ac 等 9 种核素开展放射诊断、治疗等工作，其中 ^{68}Ga 由 ^{68}Ge - ^{68}Ga 发生器淋洗制备， $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 通过 ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 核素发生器淋洗获得，其余核素均外购。经核定，本次改造项目建成运行后，核医学科工作场所仍为乙级非密封源工作场所。

本次核医学科改建项目无甲癌治疗场所， ^{131}I 用于甲亢治疗、显像诊断； ^{125}I 粒籽植入操作位于现有住院楼 B 楼二楼 6 排 CT 室，属于介入科。放射性粒籽源植入建设项目已于 2017 年 9 月取得陕西省环境保护厅的批复文件（陕环批复[2017]433 号）。本次改造后 ^{125}I 粒籽源的用量增加，经核定，粒籽植入场所仍为丙级非密封源工作场所。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》等相关法律法规，以及《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）规定，本项目为“五十五、核与辐射—172、核技术利用建设项目—乙、丙级非密封放射性

物质工作场所”的核技术应用项目，应进行环境影响评价，需编制环境影响报告表。

2019年12月，陕西省肿瘤医院正式委托西安桐梓环保科技有限公司对该医院核医学科核技术利用改造项目进行环境影响评价工作（委托书见附件1）。我公司在接受委托后，随即组织有关技术人员进行现场踏勘并收集相关资料，在对资料进行分析和现状调研的基础上，依据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016），编制了《陕西省肿瘤医院核医学科核技术利用改造项目环境影响报告表》。

经现场调查，陕西省肿瘤医院核医学科已于2020年6月停止运行，在采取了一系列清洁去污及衰变措施后，经检测原有核医学科工作场所满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的清洁解控水平后，医院已于2020年12月对核医学科开始进行改造。现阶段核医学科改造项目主体结构除PET/CT工作场所尚未完成外其余场所已基本完成，其中SPECT/CT已安装调试，PET/CT尚未安装，核医学科未投入运行。本项目属于未批先建项目。根据调查，医院于2021年3月底停止施工建设活动。

1.3 核技术利用现状

1.3.1 现有环保手续

（1）2007年10月，陕西省肿瘤医院委托陕西椿源辐射咨询服务有限公司编制《核技术应用项目环境影响报告表》，该报告表于2008年4月2日取得原西安市环保局批复（市环批复[2008]80号）；2008年7月31日，陕西省肿瘤医院获得原陕西省环境保护局颁发的辐射安全许可证（编号为陕环辐证[00080]）；2009年12月20日，西安市环境监测站对陕西省肿瘤医院核技术应用项目进行竣工环保验收监测，并完成了验收监测报告。

（2）2012年8月，陕西省肿瘤医院新增一枚 ^{252}Cf IV类中子源，中子刀用源，并填报了该项目环境影响登记表；2012年8月20日，原西安市环境保护局对新增的 ^{252}Cf IV类中子源进行批复（市环批复[2012]165号）；2012年09月11日，医院重新申请获得原陕西省环保厅颁发的辐射安全许可证，证书编号：陕环辐证[00080]，许可种类和范围为：使用III类、IV类、V类密封放射源，使用II、III类射线装置，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所，有效期至2017年09月10日。

2012年12月25日，陕西省肿瘤医院对住院科研楼应用的2台CT射线装置（新

增 1 台，搬迁 1 台）编制《医用 X 射线 CT 核技术应用项目环境影响登记表》；2013 年 2 月 27 日，原西安市环境保护局以“市环批复[2013]93 号”文对《医用 X 射线 CT 核技术应用项目环境影响登记表》进行了批复。

2014 年 1 月 16 日，西安市环境监测站对陕西省肿瘤医院 2012 年新增的 1 枚 ^{252}Cf 中子源和 2 台 CT 射线装置应用项目进行了建设项目环境竣工验收监测，并出具了竣工验收监测报告。

（3）2015 年 11 月，陕西省肿瘤医院委托环评单位编制了《陕西省肿瘤医院放射性同位素与射线装置应用项目环境影响报告表》，拟新增 1 套伽马刀（内含一组 ^{60}Co 共 30 枚）；搬迁使用 1 台后装机（内含 1 枚 ^{192}Ir ，III 类源）；增加放射性同位素 ^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{89}Sr 、 ^{153}Sm 、 ^{32}P 、 ^{125}I 的用量，并搬迁使用场所（乙级非密封工作场所）；新增 2 台直线加速器；新增定位机、骨密度仪各 1 台，搬迁使用定位机 1 台。2015 年 12 月 17 日，原陕西省环境保护厅以“陕环批复[2015]713 号”对其进行了批复。

该项目分两次进行竣工环保验收。第一次验收：1 枚 ^{192}Ir III 类密封放射源，2 台 II 类、3 台 III 类射线装置，核医学科 ^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 非密封放射性物质乙级工作场所、 ^{125}I 非密封放射性物质丙级工作场所，于 2017 年 6 月 12 日取得原陕西省环境保护厅关于该项目的竣工环保验收批复（陕环批复[2017]245 号）。第二次验收：放射性同位素 ^{153}Sm 及 ^{89}Sr 、 ^{32}P （属于非密封放射性乙级工作场所），于 2017 年 9 月 4 日取得原陕西省环境保护厅关于该项目的竣工环保验收批复（陕环批复[2017]437 号）。

（4）2017 年 7 月，陕西省肿瘤医院委托重庆宏伟环保工程有限公司编制了《陕西省肿瘤医院放射性粒籽源植入建设项目环境影响报告表》，新增一个粒籽源储存场所，一个 ^{125}I 和 ^{103}Pd 粒籽源植入项目乙级非密封工作场所。2017 年 9 月取得原陕西省环境保护厅的批复文件，陕环批复[2017] 433 号。

2017 年 09 月 26 日，医院重新申请获得原陕西省环保厅颁发的辐射安全许可证，证书编号：陕环辐证[00080]，许可种类和范围为：使用 III 类、IV 类、V 类密封放射源，使用 II、III 类射线装置，使用非密封放射性物质，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所，有效期至 2022 年 09 月 25 日。

2018 年 3 月，陕西省肿瘤医院委托陕西晟达检测技术有限公司对放射性粒籽源植入建设项目进行了竣工环保验收监测。医院仅使用 ^{125}I 粒籽源，故只对 ^{125}I 粒籽源

内容进行了验收，并编制了《放射性粒籽源植入建设项目验收监测报告》，于3月30日通过了竣工环境保护验收小组的验收。

(5) 2020年7月，陕西省肿瘤医院委托西安旭奥环境科技有限公司编制了《陕西省肿瘤医院10MV医用电子直线加速器核技术利用项目环境影响报告表》，并于2021年1月25日取得陕西省生态环境厅关于该项目的批复文件，批复文号为：陕环批复〔2021〕12号，目前正在建设阶段，尚未建成投运。

1.3.2 核技术利用现状

根据医院提供的资料，2020年1月22日，陕西省肿瘤医院取得了最新的辐射安全许可证（见附件2）。辐射安全许可证许可种类和范围为：使用Ⅲ类、Ⅳ类、Ⅴ类放射源；使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所，有效期至2025年01月21日。

已许可的放射源、非密封放射性物质和射线装置使用情况见表1-1。

表 1-1 已许可的放射源、非密封放射性物质和射线装置使用情况

(一) 放射源						
序号	核素	类别	总活度(Bq)/活度(Bq)×枚数		工作场所	备注
1	¹⁹² Ir	Ⅲ类	3.7×10 ¹¹ Bq×1		放射治疗中心	后装机用源
2	⁶⁸ Ge	Ⅴ类	1.11×10 ⁸ Bq×1		核医学科	ECT 校正源，已报废
3	¹³⁷ Cs	Ⅴ类	1.85×10 ⁷ Bq×2		核医学科	ECT 校正源，已报废
4	²⁵² Cf	Ⅳ类	1.8×10 ¹⁰ Bq×1		放射治疗中心	中子刀用源
(二) 非密封放射性物质						
序号	核素	最大操作（用）量（Bq）		工作场所	场所等级	活动种类
		日等效	年最大用量			
1	^{99m} Tc	1.19×10 ⁹	3.7×10 ¹³	核医学科	乙级	使用
2	⁸⁹ Sr	1.19×10 ⁷	3.7×10 ¹⁰	核医学科	丙级	使用
3	¹⁵³ Sm	1.19×10 ⁸	3.7×10 ¹¹	核医学科	乙级	使用
4	³² P	1.19×10 ⁷	3.7×10 ¹⁰	核医学科	丙级	使用
5	¹³¹ I	2.39×10 ⁹	7.4×10 ¹²	核医学科	乙级	使用
6	¹²⁵ I（粒子源）	2.5×10 ⁷	7.4×10 ⁹	介入科	乙级	使用
7	¹²⁵ I	6.45×10 ⁵	2.0×10 ⁹	核医学科	丙级	使用
8	¹⁸ F	2.96×10 ⁴	7.4×10 ⁶	核医学科	丙级	使用
(三) 射线装置						
序号	名称		类别	数量	工作场所	活动种类
1	直线加速器		Ⅱ类	1台	放射治疗中心	使用
2	直线加速器		Ⅱ类	2台	放射治疗中心	使用
3	移动 DR 机		Ⅲ类	1台	放射科	使用
4	数字乳腺 X 射线摄影系统		Ⅲ类	1台	放射科	使用
5	数字剪影机		Ⅱ类	1台	放射科	使用

6	数字化乳腺 X 机	III类	1 台	放射科	使用
7	数字 X 射线透视摄影系统（胃肠机）	III类	1 台	放射科	使用
8	模拟定位机	III类	1 台	放射治疗中心	使用
9	骨密度仪	III类	1 台	核医学科	使用
10	DR 双板机（胸片机）	III类	1 台	放射科	使用
11	CT 定位机	III类	1 台	放射治疗中心	使用
12	64 排 CT	III类	1 台	CT 室	使用
13	256 排 CT	III类	1 台	CT 室	使用

根据现场调查，陕西省肿瘤医院一直未使用 ^{103}Pd 粒籽源，一枚 ^{68}Ge 、两枚 ^{137}Cs 已于 2014 年 1 月 13 日安全送至陕西省放射性废物库收贮，并于 2017 年 5 月办理了废旧放射源回收（收贮）备案表（见附件 3）。医院其余 X 射线装置、密封放射源、非密封放射性物质均与辐射安全许可证内容一致，并已完成了环评和竣工环保验收工作。

评价要求建设单位应根据医院实际建设内容建立动态的放射源、放射性同位素和射线装置的台账，放射源、放射性同位素和射线装置应做到账物相符，并及时申领新的辐射安全许可证。

1.3.3 辐射安全与管理现状

（1）辐射安全管理机构

陕西省肿瘤医院已成立了以张一力为主任委员、马长虹为副主任委员的医院辐射安全管理小组，负责全院的辐射安全管理工作，并明确了各工作人员的工作职责。

（2）规章制度

医院辐射安全管理制度较为完善，已先后制定了《陕西省肿瘤医院放射防护管理委员会职责、分工》、《辐射安全管理制度》、《辐射装置设备维护维修与维护保养制度》、《辐射装置修理与维护应急处理措施》、《放射诊疗设备、辐射防护检测仪器年检管理规定》、《放射工作人员培训管理制度及培训计划》、《放射工作人员职业健康管理制度》、《放射工作人员个人剂量监测管理制度》、《放射性药品管理办法》、《放射源与射线装置台账管理制度》、《放射源库房管理制度》、《辐射工作场所监测制度》、《辐射事故应急预案》、《全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度》等，并严格按照规章制度执行。

陕西省肿瘤医院每年按照相关法律法规对医院辐射工作的安全和防护状况进行年度评估，编制年度评估报告并及时上报给相关的生态环境管理部门。

（3）辐射工作人员培训情况

陕西省肿瘤医院制定有放射性工作人员培训制度。医院现有辐射工作人员共 180 人，其中 171 人持有辐射安全与防护培训合格证书且在有效期内，其余 9 人合格证书过期或无培训证书。核医学科现有 12 名辐射工作人员，其中有 2 名人员（代艳玲、丁泽恩）辐射安全培训证书过期，目前正在报名参加考核，其余 10 名人员辐射安全培训证书均在有效期内，证书详见附件 4。

评价要求，医院辐射工作人员必须持证上岗，医院应尽快安排 9 名无证人员报名参加辐射安全与防护考核。医院应按照《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部公告 2019 年第 57 号）要求，定期（五年一次）组织辐射工作人员通过生态环境部组织开发的培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）进行培训，并报名参加辐射安全与防护考核，取得合格证书后方可上岗。

（4）辐射工作人员职业健康体检

医院对从事放射性工作的医务人员每两年进行一次职业健康体检，建立了职业健康体检报告档案并存档。根据医院提供的 2019 年度放射工作人员职业健康检查报告（报告编号：ZJ-2019-12-06），共发现 10 名与职业相关的异常者，包括疑似放射性白内障 1 例，职业禁忌证 2 例（不适宜从事放射性作业），与职业健康监护技术相关的异常者 7 例（不适宜继续从事放射性作业）。根据调查，医院对该 10 名异常者进行了再次复检，检查结果可继续从事放射相关工作。根据职业健康检查报告（报告编号：ZJ-2019-12-06），核医学科现有 12 名辐射工作人员体检结果均显示“未见疑似放射性疾病或职业禁忌证”（体检报告见附件 5）。

2021 年 9 月 2 日，医院已组织所有从事放射性工作的医务人员（共 180 人）进行了职业健康体检。目前，尚未取得体检结果。

（5）非密封放射性同位素的安全管理

医院核医学科和 ^{125}I 粒子植入手术室等使用非密封性放射性同位素的科室，均制定有严格的放射性药品管理制度。放射性药品的订购由专业人员负责；放射性药品管理由专人负责；放射性药品在摄像头监控下施行“点对点”交接手续；放射性药品使用由指定人员进行。对放射性药品的采购、登记、使用、核对、保管和注销，药品的配制、质控和记录，以及放射性废物的处理，都作了明文规定。 ^{125}I 粒子源在核医学科保管，由核医学科人员进行质控，并送到植入场所。各项规定已在工作中

得到落实。

（6）放射性废物的管理

放射性废物分类收集于专用放射性废物桶内，注明产生日期、核素种类等信息，暂存于放射性废物暂存间内，待满足解控水平后作为一般医疗废物进行处理。

（7）辐射监测

①个人剂量监测

所有从事放射性工作的医护人员均佩戴个人剂量计，每季度进行一次监测，医院按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环境保护部令 18 号）要求建立个人剂量档案。

根据陕西省肿瘤医院提供的 2019 年 12 月~2020 年 12 月的外照射个人剂量监测报告（检测单位为陕西新高科辐射技术有限公司，报告编号为第 14907-2001-140002 号、第 14907-2002-140011 号、第 14907-2003-140018 号、第 14907-2004-140027 号）及 2020 年年度个人剂量统计值（见附件 6），医院现有辐射工作人员 2020 年连续四个季度的累积剂量最大值为 4.43mSv/a（蔡英全），全部满足不大于 5mSv/a 的剂量管理目标值要求，其中核医学科现有 12 名医务人员的个人剂量统计值最大为 2.96mSv/a（平焕霞），既满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的职业照射年有效剂量限值 20mSv/a，也满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中剂量约束值 5mSv/a 以及医院制定的剂量管理目标值 5mSv/a。

②辐射工作场所监测

医院每年对放射性工作场所及周围环境进行辐射监测，建立了监测档案，并向相关生态环境管理部门提交《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》。根据陕西省肿瘤医院提供的监测报告（报告编号：FHJC-SXGK-002020157、FHJC-SXGK-002020163，见附件 7），现有射线装置机房各屏蔽体周围的剂量当量率均符合相关标准限值要求。

（8）辐射事故及应急预案

医院现行的辐射安全许可证已许可使用Ⅲ类、Ⅳ类、Ⅴ类放射源，使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所。医院已针对上述许可使用中可能发生的放射性污染以及大剂量照射等事故，制定了相应的《辐射事故应急预案》，以保证一旦发生辐射事故时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，妥善

处理放射事故，保护工作人员和公众的健康与安全，同时在预案中进一步明确规定医院有关辐射事故处理的组织机构及其职责、事故报告、信息发布和应急处理程序等内容，能够满足医院实际辐射工作的需要。

综上，陕西省肿瘤医院严格执行相关环保法律法规要求以及陕西省生态环境厅的各项要求，并认真履行各项规章制度，每年接受陕西省生态环境厅、省辐射监督管理站等部门的监督检查和环境辐射监测，无环保投诉问题。

1.4 本项目建设内容

1.4.1 项目选址可行性及周边环境

陕西省肿瘤医院位于陕西省西安市雁塔区雁塔西路 309 号，地理位置图见图 1-1。



图 1-1 陕西省肿瘤医院地理位置图

陕西省肿瘤医院南邻雁塔西路，西邻含光路，东侧为郝佳城市花园，北侧为陕西省肿瘤医院家属区，周边交通便利。本次改造的核医学科位于住院科研楼 B 楼负一层，住院科研楼 B 楼为独立建筑，南侧约 26m 为住院科研楼 A 楼，西侧为规划的

C 楼（尚未建设，现为停车场），北侧约 24m 为后勤办公楼，东侧约 20m 为郝佳城市花园，东北侧约 40m 为综合办公及家属楼。本项目四邻关系见图 1-2。

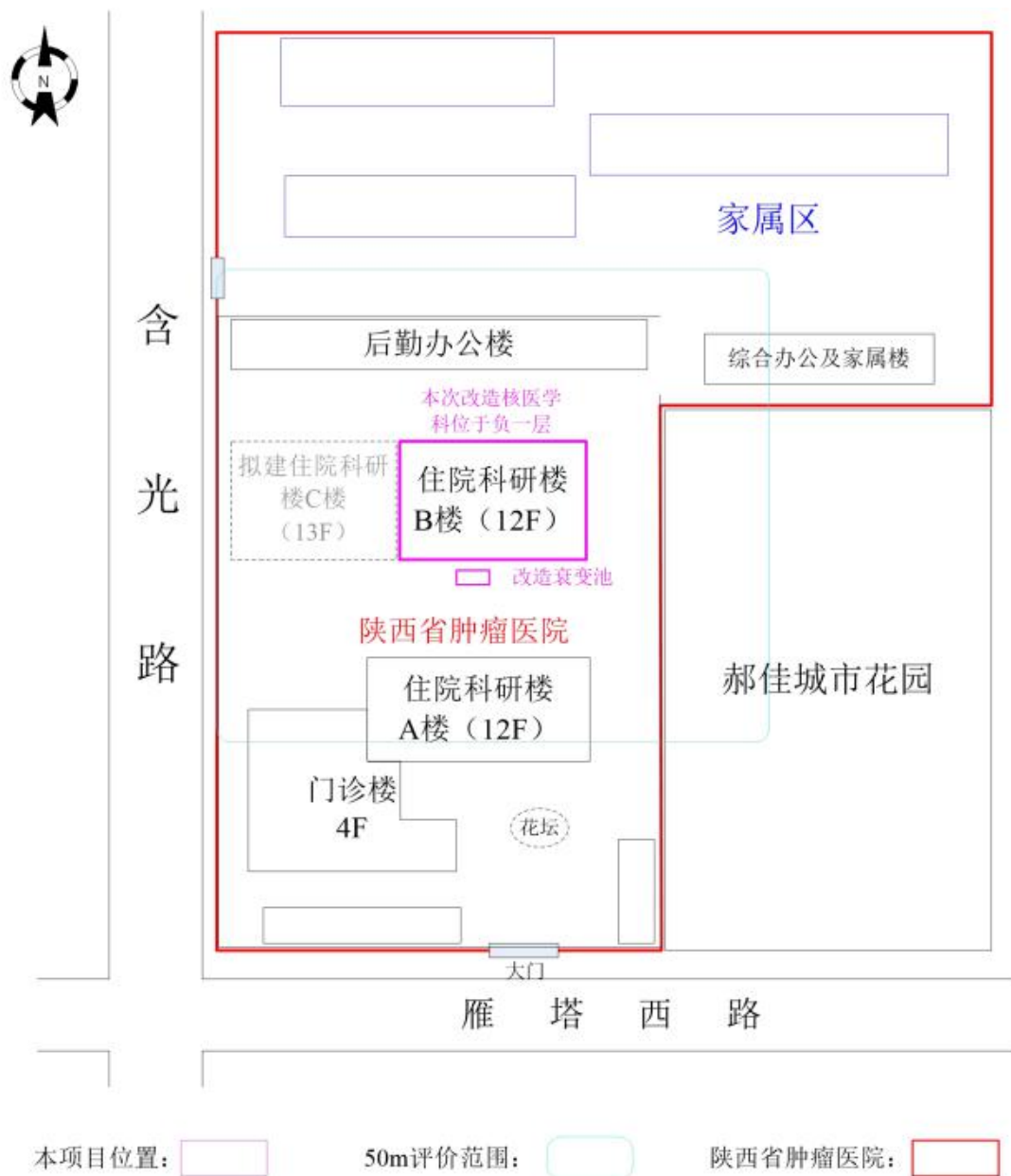


图 1-2 陕西省肿瘤医院四邻关系图及评价范围示意图

陕西省肿瘤医院核医学科位于医院内住院科研楼 B 楼负一层。核医学科诊断治疗区与其他科室分层布置，并配套建设相应的功能用房，核医学科工作场所自成一区，独立的进出通道不相交，且核医学科工作场所不毗邻产科、儿科、食堂等部门以及人员密集区，并于非放射性工作场所有明确的分界墙隔离，故拟建项目核医学科在布局上最大限度的考虑就医方便及辐射防护与环境安全。核医学科放射性废气引至住院科研楼 B 楼的楼顶排放，排风立管高出屋面 3m，排放口距离下风向最近建

筑住院科研楼 A 楼约 26m，同时废气经活性炭吸附处理后再排放，故项目产生的放射性废气在采取上述措施后对环境影响较小。从环境保护角度分析，本项目选址可行。

1.4.2 改扩建前后的平面布置

本次拟改造住院科研楼 B 楼地下一层的核医学科，改建前核医学科主要分为工作区和办公区，其中工作区位于南半部分，包括骨密度检查室、放免室、ECT 室、粒籽源贮存场所及相应的辅助用房；办公区位于西侧中部和西北侧，包括文件资料室、主任办公室、医生办公室、会议室、值班室等。原有 1 台 ECT、1 台骨密度仪，使用的放射性核素有 ^{99m}Tc 、 ^{89}Sr 、 ^{153}Sm 、 ^{32}P 、 ^{131}I 、 ^{125}I 、 ^{18}F 。改建前平面布置图见附图 1。

本次改建将核医学科原有工作区和办公区进行改造并重新布局，将医生办、放免中心布置于东南角，医生办西侧隔过道为骨密度检查室，粒籽源贮存场所位于西南侧，放射性核素治疗场所位于南侧中部，SPECT/CT 室位于西侧中部，在北侧的中部和东部新建 PET/CT 机房及配套辅助用房。核医学科的患者入口位于中部合用前室；患者出口位于西北角，为患者专用出口；医护人员出入口位于东侧合用前室。改建后平面布置图见附图 2。

1.4.3 本项目建设内容

本次改造将住院科研楼 B 楼负一层核医学科工作场所重新进行设计和布局，改建成新的核医学科。改造后新的核医学科工作场所拟安装使用 1 台骨密度仪（核医学科原有）、1 台 SPECT/CT 机（新购）、1 台 PET/CT 机（新购，配有两枚 ^{68}Ge 密封校验源，活度均为 $7.4 \times 10^7 \text{Bq}$ ，属于 V 类放射源），使用 ^{18}F 、 ^{68}Ga 核素药物开展 PET/CT 显像诊断，使用 ^{99m}Tc 、 ^{131}I 核素药物开展 SPECT/CT 显像诊断，使用 ^{89}Sr 、 ^{32}P 、 ^{131}I 、 ^{223}Ra 、 ^{225}Ac 核素开展核医学治疗。此外，建设放免中心（使用 ^{125}I ）、粒籽源贮存场所（ ^{125}I 粒籽源）、放射性核素治疗场所，并建设其他配套辅助用房，同时对原有的衰变池进行升级改造。

本项目使用 ^{18}F 、 ^{68}Ga 、 ^{99m}Tc 、 ^{131}I 、 ^{125}I 、 ^{89}Sr 、 ^{32}P 、 ^{223}Ra 、 ^{225}Ac 等 9 种核素开展放射诊断、治疗等工作，其中 ^{68}Ga 、 ^{99m}Tc 分别由 ^{68}Ge - ^{68}Ga 发生器、 ^{99}Mo - ^{99m}Tc 核素发生器淋洗获得，其余核素均外购，药物淋洗和分装均在防护通风橱内进行操作。核素 ^{18}F 、 ^{131}I 均采取全自动分装仪进行分装，核素 ^{223}Ra 按照患者体重确定用药量后

在通风橱内进行人工分装，操作核素 ^{32}P 在敷贴室通风橱内进行，核素 ^{89}Sr 、 ^{125}I （放免）、 ^{225}Ac 不涉及分装操作。经核定，本次改造后核医学科工作场所为乙级非密封源场所。

^{125}I 粒籽植入操作位于住院科研楼 B 楼二楼 6 排 CT 室，属于介入科。放射性粒籽源植入建设项目已于 2017 年 9 月取得陕西省环境保护厅的批复文件（陕环批复[2017]433 号）。本次改造项目建成后 ^{125}I 粒籽源的用量增加，经核定，粒籽植入场所为丙级非密封源工作场所。

本次改造项目组成见表 1-2。

表 1-2 本次改造项目组成一览表

序号	项目	组成	备注
一	主体工程		
1	放免中心	建设一间放免室，建筑面积约 60m ² 。	位于原粒籽源储存场所的位置
2	骨密度检查室	建设一间机房，建筑面积约 12m ² ；一间操作间，建筑面积约 10.2m ² 。	将原有骨密度仪搬入
3	^{125}I 粒籽源储存场所	建设一间粒籽源储存、质控室，建筑面积约 9.24m ² 。	将原有 ^{125}I 粒子源及储存保险柜等设备搬入
4	^{125}I 粒籽源植入	植入操作位于住院楼 B 楼二楼介入科 6 排 CT 室。	依托原有介入科 6 排 CT 室
5	放射性核素治疗场所	建设有 1#注射室（4.60m ² ）、敷贴室（11.06m ² ）、服碘室（10.6m ² ），以及候诊区、消毒室/更衣室、接诊登记室等辅助用房。	位于原放免实验室和 SPECT/CT 机房所在位置
6	SPECT/CT	建设一间 SPECT/CT 机房，建筑面积约 42.08m ² ；操作位布置于东侧走廊；配套辅助用房包括注射后的候诊区、留观区、抢救区，以及 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{68}Ga 制备间（8.08m ² ）、药物准备间（7.93m ² ）、1#注射室（4.60m ² ）、缓冲间（6.8m ² ）、质控室（6.56m ² ）、病卫等。	位于原办公区，新购一台 SPECT/CT
7	PET/CT	建设一间 PET/CT 机房，建筑面积约 43.45m ² ；操作位布置于西侧走廊；配套辅助用房包括注射后的候诊室（16m ² ）及候诊单间（3.05m ² ）、分装准备室（7.63m ² ）、2#注射室（2.6m ² ）、缓冲间（4.61m ² ）、质控室（3.08m ² ）、留观室（9.46m ² ），以及阅片室（25.64m ² ）、专卫等。	位于原值班室所在位置，新购一台 PET/CT
二	公用工程		
1	给水工程	由医院内主供水管网接入	依托主供水管网

2	排水工程	放射性废水经专用管道流进集水坑，集水坑储满后通过泵提升至衰变池内，衰变池处理达标后排入医院总污水处理系统，最终进市政污水管网。拆除住院科研楼 B 楼南侧的原有二级衰变池，在该位置重新建设一座有效容积为 607.5m^3 ($6 \times 101.25\text{m}^3$) 的六格间歇式衰变池。放射性废水管道外露部分，须进行防护补偿，选用 5mm 铅板包裹外露管道。	拆除原有衰变池，在该位置新建有效容积为 607.5m^3 的衰变池
3	供电工程	由院内配电室接入电源	依托供配电系统
4	通风系统	放免中心、骨密度检查室、粒籽源储存场所、放射性核素治疗场所、SPECT/CT、PET/CT 均设置机械通风系统，换气次数大于 4 次/h。淋洗间通风橱、放射性药物分装等产生的放射性废气拟采取高效活性炭过滤防护装置处理后楼顶排放。	新建
三	储运工程		
1	核素储存	项目核医学科执行预约制，除 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{68}Ga 淋洗制取外，其余核素均外购，购买当天用量，暂存于药物准备间。	
2	核素运输	外购的核素均直接由供货方在当天运至核医学科。	
四	环保工程		
1	废水	医护人员生活污水经院区污水处理系统处理后排往市政污水管网。拆除住院科研楼 B 楼南侧的原有二级衰变池，在该位置重新建设一座有效容积为 607.5m^3 ($6 \times 101.25\text{m}^3$) 的六格间歇式衰变池。放射性医疗废水经衰变池处理达标后排入医院总污水处理系统。	生活污水依托院区现有设施，将原有衰变池拆除，新建六级衰变池
2	固废	医护人员生活垃圾收集后交由环卫部门统一处置；废旧的 ^{68}Ge 密封源由厂家回收；建设一间放射性固废暂存间，面积约 4.02m^2 ；废弃活性炭滤料、含放射性核素的废弃物（药瓶、针管、手套、病人使用过的物品等）、放射性废液等按时间分类收集，暂存于放射性固废暂存间，暂存时间需满足 HJ1188-2021 要求，待放射性废物活度低于 GB18871 清洁解控水平后，作为一般固废（废活性炭）和医疗垃圾（其余放射性废物）处理。	新建
3	废气	放射性废气采取高效活性炭过滤防护装置处理后楼顶排放。	新建
4	辐射	骨密度仪	机房：四周墙体为 200mm 空心砖+2cm 抗辐射重晶石屏蔽板墙面，地面、房顶为

防 护		160mm 钢筋混凝土+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆。患者进出铅门：采取 2mmPb 防护，医生进出铅门：6mmPb 防护，观察窗：2mmPb 铅窗。	
	粒籽源储存场所	北墙、东墙、西墙采用 240mm 实心砖墙+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆，南墙为 400mm 钢筋混凝土；地面、房顶为 160mm 钢筋混凝土。铅门：采取 3mmPb 防护。	新建
	放射性核素治疗场所	敷贴间、服碘室四周墙体采用 240mm 实心砖墙+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆，地面、房顶为 160mm 钢筋混凝土+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆。给药室门采用 4mmPb 防护，并设置一套一体化落地注射装置（采取 10mmPb 防护）。敷贴室门采取 3mmPb 防护，设有 6mmPb 洁净防护传递窗。放射性固废间门采取 2mmPb 防护，并设有 10mmPb 洁净防护传递窗。	新建
	SPECT/CT	①SPECT/CT 机房：四周墙体采用 240mm 实心砖墙+4cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆，地面、房顶为 160mm 钢筋混凝土+1mm 厚高纯度防护铅板；患者进出门：4mmPb 防护，医生进出门：6mmPb 防护，观察窗：6mmPb 铅窗。 ②缓冲间、质控室、 ^{99m} Tc 制备间、药物准备室、给药室（1#）等配套辅助用房：四周墙体采用 240mm 实心砖墙+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆，地面、房顶为 160mm 钢筋混凝土+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆。缓冲间、质控室、 ^{99m} Tc 制备间、药物准备室的防护门均采取 4mmPb 防护，缓冲间、 ^{99m} Tc 制备间、药物准备室之间均设有 10mmPb 洁净防护传递窗。质控室门采取 4mmPb 防护，并设有 10mmPb 洁净防护传递窗。 ③留观室：西侧、南侧墙采用 240mm 实心砖墙+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆，东墙采用 200mm 空心砖+6cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆，北墙采用 400mm 钢筋混凝土，地面、房顶为 160mm 钢筋混凝土+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆。	新建
	PET/CT	①PET/CT 机房：北侧、东侧墙体采用 240mm 实心砖墙+4cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆，西侧、南侧墙体采用 240mm 实心砖墙+6cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆，PET/CT 患者通道北侧墙体为 200mm 空心砖+6cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆，患者通道的房顶和地面、机房的地面和房顶均	新建

		为 160mm 钢筋混凝土+2mm 厚高纯度防护铅板；患者进出门：8mmPb 防护，医生进出门：10mmPb 防护，观察窗：10mmPb 铅窗。 ②阅片室：四周墙体采用 240mm 实心砖墙，西侧加 4cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆，地面、房顶为 160mm 钢筋混凝土+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆。 ③留观室：西侧、北侧、东侧墙体采用 240mm 实心砖墙+4cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆，南侧墙体采用 240mm 实心砖墙+6cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆，地面、房顶为 160mm 钢筋混凝土+2mm 厚高纯度防护铅板；进出门采取 6mmPb 防护。 ④药物准备室和给药室（2#）的四周墙体、注射后候诊室的东南西侧墙体采用 240mm 实心砖墙+6cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆；注射后候诊室的北侧墙体采用 240mm 实心砖墙+8cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆，地面和房顶均为 160mm 钢筋混凝土+6mm 厚高纯度防护铅板，门采取 8mmPb 防护；质控室、候诊单间、专卫四周墙体采用 240mm 实心砖墙+4cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆；给药室（2#）、专卫、药物准备室、质控室的地面和房顶均为 160mm 钢筋混凝土+2mm 厚高纯度防护铅板，候诊单间的地面和房顶均为 160mm 钢筋混凝土+6mm 厚高纯度防护铅板；给药室（2#）门采取 10mmPb 防护，候诊单间、药物准备室、质控室门均采取 8mmPb 防护，专卫门采取 6mmPb 防护，给药室（2#）设有一套一体化落地注射装置（采取 50mmPb 防护），药物准备室设有落地式 20mmPb 防护传递窗。	
五	人员配置		
1	放射性核素治疗场所、放免分析	计划配备工作人员 2 人，其中敷贴室 1 人、放免中心 1 人。药物注射与 SPECT 给药共用 1 人。	依托医院现有放免中心及放射性核素治疗工作人员的工作人员
2	骨密度仪	计划配备工作人员 2 人	依托医院现有骨密度设备工作人员
3	粒籽源储存场所及植入治疗	/	依托医院现有粒籽源储存场所及治疗场所的工作人员
4	SPECT/CT	计划配备工作人员 4 人，其中淋洗、分装	核医学科现有工作人

		由 1 人担任, 注射由 1 人担任, 扫描操作由 2 人负责。	员
5	PET/CT	计划配备工作人员 4 人, 其中淋洗、分装由 1 人担任, 注射由 1 人担任, 扫描操作由 2 人负责。	依托核医学科现有工作人员

本次评价包含的放射源、放射性核素及射线装置见表 1-3。

表 1-3 本次环评涉及的放射源、非密封放射物质和射线装置情况一览表

(一) 放射源								
序号	核素	放射源种类	总活度（贝可）/活度（贝可）× 枚数			活动 种类	用途	
1	⁶⁸ Ge	V 类	1.48×10 ⁸ Bq/7.4×10 ⁷ Bq×2 枚			使用	PET/CT 校 准源	
(二) 非密封放射性物质								
序号	核素	日等效最大操 作量（Bq）	年最大用量 （Bq）	工作场所名称		活动种类		
1	¹⁸ F	9.25×10 ⁶	2.31×10 ¹²	核医学科 PET/CT 检查区		使用		
2	⁶⁸ Ge	3.7×10 ⁶	1.48×10 ¹⁰					
3	⁶⁸ Ga	3.7×10 ⁶	9.25×10 ¹⁰					
4	⁹⁹ Mo	1.11×10 ⁷	5.55×10 ¹¹	核医学科 SPECT/CT 检 查区		使用		
5	^{99m} Tc	4.63×10 ⁷	1.16×10 ¹³					
6	¹³¹ I	1.85×10 ⁸	4.63×10 ¹¹					
7	¹³¹ I	1.85×10 ⁹	4.63×10 ¹²	核医学科核素治疗场所		使用		
8	³² P	1.85×10 ⁷	4.63×10 ¹⁰					
9	⁸⁹ Sr	7.4×10 ⁷	1.85×10 ¹¹					
10	²²³ Ra	1.32×10 ⁸	1.98×10 ⁹					
11	²²⁵ Ac	1.48×10 ⁸	2.22×10 ⁹	核医学科放免中心		使用		
12	¹²⁵ I 放免	1.48×10 ⁶	3.7×10 ⁹					
13	¹²⁵ I 粒籽源	1.85×10 ⁶	4.63×10 ¹²	核医学科粒籽源储存室		贮存		
14	¹²⁵ I 粒籽源	1.85×10 ⁷		介入科		使用		
(三) 射线装置								
序号	射线装置名称	类别	数量	设备型号	最大管 电压	最大管 电流压	安装位 置	备注
1	骨密度仪	III类	1 台	MEDILINK OSTEOCORE	100kV	1mA	住院科 研楼 B 楼负一 层核医 学科	原有
2	SPECT/CT	III类	1 台	Discovery NM/CT 670pro	140kV	440mA		新购
3	PET/CT	III类	1 台	待定	140kV	420mA		新购

核医学科改造完成后, 使用的放射性同位素和密封放射源有所调整: (1) 停止使用原许可的 ¹⁵³Sm 核素; (2) 原许可的 ¹⁸F、⁸⁹Sr、³²P、¹²⁵I 粒籽源、¹²⁵I (放免分析) 核素用量增加, ^{99m}Tc、¹³¹I 核素用量减少; (3) 新增核素种类包括 ⁶⁸Ga、²²³Ra、²²⁵Ac; 新增 ⁶⁸Ge-⁶⁸Ga 核素发生器、⁹⁹Mo-^{99m}Tc 核素发生器分别淋洗获取 ⁶⁸Ga 核素、

^{99m}Tc 核素；（4）放射源种类不变仍为 ^{68}Ge ，但是活度有变化，本次新增两枚放射源 ^{68}Ge 的活度均为 $7.4 \times 10^7 \text{Bq}$ ，V 类放射源。

本项目拟使用放射性同位素用量明细见表 1-4，本次改造的核医学科非密封放射性同位素原有许可量及改造后增减量情况对比详见表 1-5。

经核定，本次改造完成后，核医学科工作场所为乙级非密封放射性物质工作场所，粒籽植入场所为丙级非密封源工作场所。评价要求，本次项目环评审批后，应按照本次建设内容及时变更辐射安全许可证。

表 1-4 本次环评拟使用的放射性同位素明细一览表

序号	核素名称	单人最大用量 (Bq)	日诊疗人数 (人)	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	周 (5 天) 诊疗人数 (人)	年最大用量(Bq)	主要用途	使用地点
1	^{18}F	3.7×10^8 (10mCi)	25	9.25×10^9	9.25×10^6	125	2.31×10^{12}	PET 显像检查	PET 检查区
2	^{68}Ge	/	/	3.7×10^9	3.7×10^6	/	1.48×10^{10}	^{68}Ge - ^{68}Ga 发生器, 每 3 月 1 个	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{68}Ga 制备间
3	^{68}Ga	1.85×10^8 (5mCi)	2	3.7×10^8	3.7×10^6	10	9.25×10^{10}	PET 显像检查	PET 检查区
4	^{99}Mo	/	/	1.11×10^{10}	1.11×10^7	/	5.55×10^{11}	^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 发生器, 每周 1 个	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{68}Ga 制备间
5	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	9.25×10^8 (25mCi)	50	4.63×10^{10}	4.63×10^7	250	1.16×10^{13}	SPECT 检查区	SPECT 检查区
6	^{131}I	1.85×10^8 (5mCi)	10	1.85×10^9	1.85×10^8	50	4.63×10^{11}		
		3.7×10^8 (10mCi)	50	1.85×10^{10}	1.85×10^9	250	4.63×10^{12}	甲亢治疗	服碘室
7	^{32}P	1.85×10^7 (0.5mCi)	10	1.85×10^8	1.85×10^7	50	4.63×10^{10}	敷贴治疗	敷贴间
8	^{89}Sr	1.48×10^8 (4mCi)	5	7.4×10^8	7.4×10^7	25	1.85×10^{11}	核素治疗	治疗区
9	^{223}Ra	6.6×10^6 (0.78mCi)	2	1.32×10^7	1.32×10^8	6	1.98×10^9	核素治疗	治疗区
10	^{225}Ac	7.4×10^6 (0.2mCi)	2	1.48×10^7	1.48×10^8	6	2.22×10^9	核素治疗	治疗区
11	^{125}I 放免	7.4×10^5 (0.02mCi)	20	1.48×10^7	1.48×10^6	100	3.7×10^9	放免分析	放免中心

12	^{125}I 粒 籽源	3.7×10^9 (100mCi)	5	1.85×10^{10}	1.85×10^7	25	4.63×10^{12}	粒籽植入治 疗	住院科研楼 B 楼二楼 6 排 CT 室
	^{125}I 粒 籽源	/	/	1.85×10^{10}	1.85×10^6	/	4.63×10^{12}	贮存	粒籽储源室

表 1-5 核医学科非密封放射性同位素原有许可量及改造后增减量情况对比一览表

序 号	核素	原有许可量		改造后使用量		用途	备注
		日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)		
1	^{18}F	2.96×10^4	7.4×10^6	9.25×10^6	2.31×10^{12}	PET 显像检查	原有核素， 用量增加
2	^{68}Ge	/	/	3.7×10^6	1.48×10^{10}	发生器母体核素	新增核素
3	^{68}Ga	/	/	3.7×10^6	9.25×10^{10}	PET 显像检查	
4	^{99}Mo	/	/	1.11×10^7	5.55×10^{11}	发生器母体核素	
5	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	1.19×10^{10}	3.7×10^{13}	4.63×10^7	1.16×10^{13}	SPECT 检查区	原有核素， 用量减少
6	^{131}I	2.39×10^9	7.4×10^{12}	2.04×10^9	5.10×10^{12}	甲亢治疗、显像检 查	
7	^{32}P	1.19×10^7	3.7×10^{10}	1.85×10^7	4.63×10^{10}	敷贴治疗	原有核素， 用量增加
8	^{89}Sr	1.19×10^7	3.7×10^{10}	7.4×10^7	1.85×10^{11}	核素治疗	
9	^{223}Ra	/	/	1.32×10^8	1.98×10^9	核素治疗	新增核素
10	^{225}Ac	/	/	1.48×10^8	2.22×10^9	核素治疗	新增核素
11	^{125}I 放免	6.45×10^5	2.0×10^9	1.48×10^6	3.7×10^9	放免分析	原有核素， 用量增加
12	^{125}I 粒籽源	2.5×10^7	7.4×10^9	1.85×10^7	4.63×10^{12}	粒籽植入治疗	
	^{125}I 粒籽源	2.5×10^7	7.4×10^9	1.85×10^6	4.63×10^{12}	贮存	
13	^{153}Sm	1.19×10^8	3.7×10^{11}	/	/	核素治疗	原有核素， 本次停用

1.5 实践正当性分析

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于辐射防护“实践的正当性”要求,对于一项实践,只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后,其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时,该实践才是正当的。

放射性同位素的应用在医疗诊断、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。辐射诊疗项目营运以后,将为患者提供一个优越的诊疗环境,具有明显的社会效益,同时将提高医院档次及服务水平,吸引更多的就诊人员,医院在保障患者健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。

执业医师和有关医技人员应根据诊疗目的和受照人员特征对医疗照射实践进行正当性判断,应尽可能使用与计划照射相关的患者先前已有的诊断信息和医学记录,避免不必要的重复照射。

因此,该医院放射性同位素的应用对受电离辐射照射的个人和社会所带来的利益远大于其引起的辐射危害,本项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

1.6 产业政策符合性分析

本项目属于《产业结构调整指导目录(2019年本)》中鼓励类“六、核能----6、同位素、加速器及辐照应用技术开发”项目,故项目符合国家产业政策。

1.7 本项目建成后医院放射源、放射性同位素及射线装置汇总

本项目建成后,医院使用的放射源、放射性同位素及射线装置清单汇总见下表。

表 1-6 本项目建成后医院放射源、非密封放射性物质和射线装置一览表

(一) 放射源						
序号	核素	类别	总活度(Bq)/活度(Bq)×枚数	工作场所	备注	
1	¹⁹² Ir	Ⅲ类	3.7×10 ¹¹ Bq/3.7×10 ¹¹ Bq×1	放射治疗中心	后装机用源	
2	²⁵² Cf	Ⅳ类	1.8×10 ¹⁰ Bq/1.8×10 ¹⁰ Bq×1	放射治疗中心	中子刀用源	
3	⁶⁸ Ge	Ⅴ类	1.48×10 ⁸ Bq/7.4×10 ⁷ Bq×2	核医学科	PET/CT 校验源	
(二) 非密封放射性物质						
序号	核素	最大操作（用）量（Bq）		工作场所	场所等级	活动种类
		日等效	年最大用量			
1	¹⁸ F	9.25×10 ⁶	2.31×10 ¹²	核医学科	乙级	使用
2	⁶⁸ Ge	3.7×10 ⁶	1.48×10 ¹⁰	核医学科		使用
3	⁶⁸ Ga	3.7×10 ⁶	9.25×10 ¹⁰	核医学科		使用

4	^{99}Mo	1.11×10^7	5.55×10^{11}	核医学科		使用
5	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	4.63×10^7	1.16×10^{13}	核医学科		使用
6	^{131}I	2.04×10^9	5.10×10^{12}	核医学科		使用
7	^{32}P	1.85×10^7	4.63×10^{10}	核医学科		使用
8	^{89}Sr	7.4×10^7	1.85×10^{11}	核医学科		使用
9	^{223}Ra	1.32×10^8	1.98×10^9	核医学科		使用
10	^{225}Ac	1.48×10^8	2.22×10^9	核医学科		使用
11	^{125}I 放免	1.48×10^6	3.7×10^9	核医学科		使用
12	^{125}I 粒籽源	1.85×10^6	4.63×10^{12}	核医学科		贮存
13	^{125}I 粒籽源	1.85×10^7	4.63×10^{12}	介入科	丙级	使用
(三) 射线装置						
序号	名称	类别	数量	工作场所	活动种类	
1	直线加速器	Ⅱ类	1 台	放射治疗中心	使用	
2	直线加速器	Ⅱ类	2 台	放射治疗中心	使用	
3	移动 DR 机	Ⅲ类	1 台	放射科	使用	
4	数字乳腺 X 射线摄影系统	Ⅲ类	1 台	放射科	使用	
5	数字减影机	Ⅱ类	1 台	放射科	使用	
6	数字化乳腺 X 机	Ⅲ类	1 台	放射科	使用	
7	数字 X 射线透视摄影系统 (胃肠机)	Ⅲ类	1 台	放射科	使用	
8	模拟定位机	Ⅲ类	1 台	放射治疗中心	使用	
9	骨密度仪	Ⅲ类	1 台	核医学科	使用	
10	DR 双板机 (胸片机)	Ⅲ类	1 台	放射科	使用	
11	CT 定位机	Ⅲ类	1 台	放射治疗中心	使用	
12	64 排 CT	Ⅲ类	1 台	CT 室	使用	
13	256 排 CT	Ⅲ类	1 台	CT 室	使用	
14	SPECT/CT	Ⅲ类	1 台	核医学科	使用	
15	PET/CT	Ⅲ类	1 台	核医学科	使用	

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) /活度 (Bq) ×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
1	⁶⁸ Ge	1.48×10 ⁸ Bq/7.4×10 ⁷ Bq×2 枚	V 类	使用	仪器校准	核医学科	铅罐储存, PET/CT 机房内	固态密封源
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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	¹⁸ F		半衰期：109.8min； 液态，低毒， 注射	使用	9.25×10 ⁹	9.25×10 ⁶	2.31×10 ¹²	诊断检查	很简单操作	PET/CT 检查区	暂存于核医学的药物准备间。
2	⁶⁸ Ge- ⁶⁸ Ga 发生器	⁶⁸ Ge	半衰期： 288d； 液态， 中毒	使用	3.7×10 ⁹	3.7×10 ⁶	1.48×10 ¹⁰	⁶⁸ Ge- ⁶⁸ Ga 发生器，每 3 月 1 个	源的贮存	^{99m} Tc、 ⁶⁸ Ga 制备间	
		⁶⁸ Ga	半衰期： 68.3min； 液 态，低毒， 注射	使用	3.7×10 ⁸	3.7×10 ⁶	9.25×10 ¹⁰	诊断检查	简单操作	PET/CT 检查区	
3	⁹⁹ Mo- ^{99m} Tc 发生器	⁹⁹ Mo	半衰期： 2.75d； 液 态，中毒	使用	1.11×10 ¹⁰	1.11×10 ⁷	5.55×10 ¹¹	⁹⁹ Mo- ^{99m} Tc 发生器，每 周 1 个	源的贮存	^{99m} Tc、 ⁶⁸ Ga 制备间	
		^{99m} Tc	半衰期： 6.02h； 液 态，低毒， 注射	使用	4.63×10 ¹⁰	4.63×10 ⁷	1.16×10 ¹³	诊断检查	很简单操作	SPECT/CT 检查区	
4	¹³¹ I		半衰期： 8.02d； 液 态，中毒， 口服	使用	2.04×10 ¹⁰	2.04×10 ⁹	5.10×10 ¹²	诊断检查、 核素治疗	简单操作	SPECT/CT 检查 区、核素治疗场所	
5	³² P		半衰期： 14.26d； 液 态，中毒， 敷贴	使用	1.85×10 ⁸	1.85×10 ⁷	4.63×10 ¹⁰	核素治疗	简单操作		
6	⁸⁹ Sr		半衰期： 50.53d； 液 态，中毒，	使用	7.4×10 ⁸	7.4×10 ⁷	1.85×10 ¹¹	核素治疗	简单操作		

		注射								
7	^{223}Ra	半衰期： 11.44d，液 态，极毒， 注射	使用	1.32×10^7	1.32×10^8	1.98×10^9	核素治疗	简单操作		
8	^{225}Ac	半衰期： 10.0d，液态 极毒，注射	使用	1.48×10^7	1.48×10^8	2.22×10^9	核素治疗	简单操作		
9	^{125}I 放免	半衰期： 59.4d，液态 中毒	使用	1.48×10^7	1.48×10^6	3.7×10^9	放免分析	简单操作	核医学科放免室	
10	^{125}I 粒籽源	半衰期： 59.4d，固 态，中毒	贮存	1.85×10^{10}	1.85×10^6	4.63×10^{12}	贮存	源的贮存	核医学科粒籽源 储存场所	使用前购买，暂存于核 医学科粒籽源储存场所 专用保险柜中
11	^{125}I 粒籽源	半衰期： 59.4d，固 态，中毒， 植入	使用	1.85×10^{10}	1.85×10^7	4.63×10^{12}	粒籽植入， 肿瘤治疗	很简单操作	介入科 6 排 CT 室	

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

表 4 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

（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 台	Discovery NM/CT 670pro	140	440	诊断检查	核医学科 SPECT/CT 室	新购
2	PET/CT	III	1 台	待定	140	420	诊断检查	核医学科 PET/CT 室	新购
3	骨密度仪	III	1 台	MEDILINKOSTEOCORE	100	1	诊断检查	核医学科骨密度机房	原有
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
废放射源	固态密封源	^{68}Ge	/	/	/	/	暂存于放射性固废间	由放射源生产厂家回收处置
废 ^{125}I 籽粒	固态	^{125}I	/	/	/	/	按时间分类收集，集中存放于籽粒储存室	在籽粒储存室暂存，由厂家回收处理
报废的发生器柱	固态	^{99}Mo 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$	/	/	约 50 个	/	暂存于放射性固废间	由生产厂家回收处理
		^{68}Ge 、 ^{68}Ga			约 4 个			
废弃活性炭滤料	固态	/	/	/	80kg/a	/	按时间分类收集，集中存放于放射性废物间	在放射性废物间存放，待放射性废物活度低于 GB18871 清洁解控水平后作为一般废物处理
受核素污染的废棉签、一次性手套、滤纸及清洁用的抹布等、患者的服用药杯等放射性固废	固体	^{18}F 、 ^{68}Ga 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 、 ^{125}I 、 ^{32}P 、 ^{89}Sr 、 ^{223}Ra 、 ^{225}Ac	/	/	1.96t/a	α 表面污染小于 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$		在放射性废物间存放，存放时间需满足 HJ1188-2021 要求，经监测放射性废物活度低于清洁解控水平后作为一般医疗废物处理
含放射性核素的废水	液态		/	/	333t/a	总 $\beta < 10\text{Bq}/\text{L}$ ；总 $\alpha < 1\text{Bq}/\text{L}$	排入衰变池	达到排放活度后排入医院污水管网
放射性废液	液体	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{99}Mo 、 ^{68}Ge 、 ^{68}Ga 、 ^{125}I 等	/	/	少量	/	按产生时间用铅桶分别收集，暂存于放射性废物间	放射性核素废液放置 10 个半衰期后排入衰变池处理
放射性废气	气态	^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{68}Ga	/	/	微量	/	/	采取高效活性炭过滤防护装置处理后楼顶排放
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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》（2015.1.1）； 2、《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003.10.01）； 3、《中华人民共和国环境影响评价法（2018 修正版）》（2018.12.29）； 4、《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令，2017.10.01）； 5、《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（2021.1.1）； 6、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修订）（2019.03.02）； 7、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修订）（原国家环境保护总局令第 31 号及生态环境部令第 20 号，2021.1.4）； 8、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环保部 18 号令，2011.05.01）； 9、《射线装置分类》（原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017.12.05）； 10、《放射性废物分类》（原环境保护部、工业和信息化部、国家国防科技工业局公告 2017 年第 65 号，2017.11.30）； 11、《陕西省放射性污染防治条例（2019 年修正）》（2019.11.06）； 12、《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（环办辐射函[2016]430 号）； 13、陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》的通知（陕环办发[2018]29 号，2018.6.6）； 14、《放射源分类办法》（原国家环境保护总局公告 2005 年第 62 号，2005.12.23）； 15、《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（原国家环保总局，环发〔2006〕145 号，2006.9.26）； 16、《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部 2019 年第 57 号公告，2019.12.23）； 17、关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告（国环规环评[2017]4 号，2017.11.20）。
------	--

技术标准	1、《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）； 2、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； 3、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）； 4、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）； 5、《裂变钼 99-锝 99m 色层发生器》（GB/T13172-2009）； 6、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； 7、《放射性废物管理规定》（GB14500-2002）； 8、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； 9、《辐射事故应急监测技术规范》（HJ1155-2020）； 10、《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）； 11、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）。
其他	1、陕西省肿瘤医院委托开展环境影响评价的委托书； 2、其他与项目有关的资料（设计图纸等资料）。

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

本项目的辐射环境污染为能量流污染，根据其能量流的传播与距离相关的特性，结合《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的规定：“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”，结合该项目特点，确定本项目辐射环境评价范围为：以核医学科用房为边界外 50m 区域作为辐射环境的评价范围。

保护目标

陕西省肿瘤医院核医学科位于住院科研楼 B 楼负一层，保护目标包括各工作场所的职业工作人员和周围公众成员。职业工作人员为从事放射性同位素、射线装置操作的医护工作人员，公众成员为核医学科用房实体屏蔽物边界外 50m 范围内其他医护人员及公众，评价范围图见图 1-2。本项目的保护目标见表 7-1。

表 7-1 本项目保护目标一览表

场所	保护对象		相对方位	人数	保护内容	控制目标
核医学科工作场所周围	本项目核医学科辐射工作人员		/	12 人	年有效剂量	不大于 5mSv
	-2F 职业工作人员	住院科研楼 B 楼负二层模拟定位机及 CT、后装、加速器、伽玛刀等控制室的工作人员	楼下，4.5m	10 人		
	公众成员	核医学科北侧变配电室检修人员	北侧，0.3m~7.5m	2 人	年有效剂量	不大于 0.1 mSv
		核医学科东侧空调机房、水泵房、高压配电室等检修人员	东侧，0.3m~23m	5 人		
		住院科研楼 B 楼一层药房、书吧、大厅、医保农合结算收费处、消毒供应科的办公人员及停留人员	楼上，4.5m	约 40 人		
		住院科研楼 B 楼负二层会议室、医生办公室、物理室的办公人员	楼下，4.5m	约 15 人		
核医学科所在大楼周围 50m 范围内	公众成员	住院科研楼 A 楼	S，26m	300 人	年有效剂量	不大于 0.1 mSv
		后勤办公楼	N，24m	50 人		
		综合楼	NE，40m	200 人		
		郝佳城市花园小区	E，20m	1000 人		

评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

7.4.4.3 接受放射性核素治疗的患者应在其体内的放射性物质的活度降至一定水平后才能出院，以控制其家庭与公众成员可能受到的照射。接受了碘 131 治疗的患者，其体内的放射性活度降至低于 400MBq 之前不得出院。必要时应向患者提供有关他与其他人员接触时的辐射防护措施的书而指导。

8.6.2 条规定：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 倍排放量的普通下水道，并应对每次排放做好记录：

a) 每月排放的总活度不超过 $10ALI_{min}$ （ ALI_{min} 是相应于职业照射的食入和吸入 ALI 值中的较小者，其具体数值可按 B1.3.4 和 B1.3.5 条的规定获得）；

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。

11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30% 的范围之内。

B2.1 工作场所的表面污染控制水平如表 B11 所列。

表 B11 工作场所的放射性表面污染控制水平单位：Bq/cm²

表面类型		α 放射性物质		β 放射性物质
		极毒性	其他	
工作台、设备、墙壁、地面	控制区 ¹⁾	4	4×10	4×10
	监督区	4×10^{-1}	4	4
工作服、手套、工作鞋	控制区、监督区	4×10^{-1}	4×10^{-1}	4
手、皮肤、内衣、工作袜		4×10^{-2}	4×10^{-2}	4×10^{-1}
1) 该区内的污染子区除外。				

B2.2 工作场所中的某些设备与用品，经去污使其污染水平降低到上述表 B11 中所列设备类的控制水平的五分之一以下时，经审管部门或监管部门授权的部门确认同意后，可当作普通物品使用。

附录 C 非密封源工作场所分级

C1 非密封源工作场所的分级

应按表 C1 将非密封源工作场所按放射性核素日等效最大操作量的大小分级。

表 C1 非密封源工作场所的分级

级别	日等效最大操作量/Bq
甲	$>4 \times 10^9$
乙	$2 \times 10^7 \sim 4 \times 10^9$

丙		豁免活度值以上~2×10 ⁷		
C2 放射性核素的日等效操作量的计算				
放射性核素的日等效操作量等于放射性核素的实际日操作量（Bq）与该核素毒性组别修正因子的积除以与操作方式有关的修正因子所得的商。放射性核素的毒性组别修正因子及操作方式有关的修正因子分别见表 C2 和表 C3。放射性核素的毒性分组见附录 D（标准的附录）。				
表 C2 放射性核素毒性组别修正因子				
毒性组别		毒性组别修正因子		
极毒		10		
高毒		1		
中毒		0.1		
低毒		0.01		
表 C3 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， 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
2、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）				
本标准适用于医疗机构开展核医学诊断、治疗、研究和放射性药物制备中使用放射性物质时的防护。				
5.1 工作场所平面布局和分区				
5.1.1 在医疗机构内部区域选择核医学场址，应充分考虑周围场所的安全，不应邻接产科、儿科、食堂等部门，这些部门选址时也应避开核医学场所。尽可能做到相对独立布置或集中设置，宜有单独出、入口，出口不宜设置在门诊大厅、收费处等人群稠密区域。				
5.1.2 核医学工作场所平面布局设计应遵循如下原则：				
a) 使工作场所的外照射水平和污染发生的概率达到尽可能小；				
b) 保持影像设备工作场所内较低辐射水平以避免对影像质量的干扰；				
c) 在核医学诊疗工作区域，控制区的入口和出口应设置门锁权限控制和单向门等安全措施，限制患者或受检者的随意流动，保证工作场所内的工作人员和公众免受不必要的照射；				
d) 在分装和给药室的出口处应设计卫生通过间，进行污染检测。				

5.1.4 核医学放射工作场所应划分为控制区和监督区。控制区一般包括使用非密封源核素的房间（放射性药物贮存室、分装及（或）药物准备室、给药室等）、扫描室、给药后候诊室、样品测量室、放射性废物储藏室、病房（使用非密封源治疗患者）、卫生通过间、保洁用品储存场所等。监督区一般包括控制室、员工休息室、更衣室、医务人员卫生间等。应根据 GB18871 的有关规定，结合核医学科的具体情况，对控制区和监督区采取相应管理措施。

5.2 放射防护措施要求

5.2.1 核医学的工作场所应按照非密封源工作场所分级规定进行分级，并采取相应防护措施。

5.2.2 应依据计划操作最大量放射性核素的加权活度对开放性放射性核素工作场所进行分类管理，把工作场所分为 I、II、III 三类。不同类别核医学工作场所用房室内表面及装备结构的基本放射防护要求见表 7-2，核医学工作场所分类的加权活度计算方法见附录 G。

表 7-2 不同核医学工作场所用房室内表面及装备结构的基本放射防护要求

种类	分类		
	I	II	III
结构屏蔽	需要	需要	不需要
地面	与墙壁接缝无缝隙	与墙壁接缝无缝隙	易清洗
表面	易清洗	易清洗	易清洗
分装柜	需要	需要	不必须
通风	特殊的强制通风	良好通风	一般自然通风
管道	特殊的管道 ^a	普通管道	普通管道
盥洗与去污	洗手盆 ^b 和去污设备	洗手盆 ^b 和去污设备	洗手盆 ^b
^a 下水道宜短，大水流管道应有标记以便维修检测。			
^b 洗手盆应为感应式或脚踏式等手部非接触开关控制。			

附录 G 核医学工作场所分类

G.1 核医学工作场所分类见表 G.1。

表 G.1 核医学工作场所分类一览表

分类	日操作最大量放射性核素的加权活度 MBq
I	>50000
II	50~50000
III	<50
注：加权活度=（计划的日操作最大活度×核素的毒性权重因子）/操作性修正因子。	

表 G.2 核医学常用放射性核素的毒性权重因子

类别	放射性核素	核素的毒性权重因子
A	⁷⁵ Se、 ⁸⁹ Sr、 ¹²⁵ I、 ¹³¹ I、 ³² P、 ⁹⁰ Y、 ⁹⁹ Mo、 ¹⁵³ Sm	100

B	^{11}C 、 ^{13}N 、 ^{15}O 、 ^{18}F 、 ^{51}Cr 、 ^{67}Ga 、 ^{99}Tcm 、 ^{111}In 、 ^{113}Inm 、 ^{123}I 、 ^{201}TI	1
C	^{14}C 、 ^3H 、 $^{81}\text{Kr}^{\text{m}}$ 、 ^{127}Xe 、 ^{133}Xe	0.01

表 G.3 不同操作性质的修正因子

操作方式和地区	操作性质修正因子
贮存	100
废物处理 闪烁法计数和显像 候诊区及诊断病床区	10
配药、分药以及施给药 简单放射性药物制备 治疗病床区	1
复杂放射性药物制备	0.1

注：数据来源自 INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY,Nuclear Medicine Resources Manual,IAEA,Vienna(2006)。

5.2.3 核医学工作场所的通风按表 7-2 要求，通风系统独立设置，应保持核医学工作场所良好的通风条件，合理设置工作场所的气流组织，遵循自非放射区向监督区再向控制区的流向设计，保持含放射性核素场所负压以防止放射性气体交叉污染，保证工作场所的空气质量。合成和操作放射性药物所用的通风橱应有专用的排风装置，风速应不小于 0.5m/s。排气口应高于本建筑物屋顶并安装专用过滤装置，排出空气浓度应达到环境主管部门的要求。

5.2.4 分装药物操作宜采用自动分装方式， ^{131}I 给药操作宜采用隔室或遥控给药方式。

5.2.5 放射性废液衰变池的设置按环境主管部门规定执行。暴露的污水管道应做好防护设计。

5.2.6 控制区的入口应设置电离辐射警告标志。

5.2.7 核医学场所中相应位置应有明确的患者或受检者导向标识或导向提示。

5.2.8 给药后患者或受检者候诊室、扫描室应配备监视设施或观察窗和对讲装置。

5.2.9 应为放射性物质内部运输配备有足够屏蔽的储存、转运等容器。容器表面应设置电离辐射标志。

5.2.10 扫描室外防护门上方应设置工作状态指示灯。

5.3 工作场所的防护水平要求

5.3.1 核医学工作场所控制区的用房，应根据使用的核素种类、能量和最大使用量，给予足够的屏蔽防护。在核医学控制区外人员可达处，距屏蔽体外表面 0.3m 处

的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，控制区内屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $25\mu\text{Sv/h}$ ，宜不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；核医学工作场所的分装柜或生物安全柜，应采取一定的屏蔽防护，以保证柜体外表面 5cm 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $25\mu\text{Sv/h}$ ；同时在该场所及周围的公众和放射工作人员应满足个人剂量限值要求。屏蔽计算中所涉及的常用放射性药物理化特性参见附录 H。PET 相关房间的辐射屏蔽计算方法和示例参见附录 I。

5.3.2 应根据使用核素的特点、操作方式以及潜在照射的可能性和严重程度，做好工作场所监测，包括场所周围剂量当量率水平、表面污染水平或空气中放射性核素浓度等内容，工作场所放射防护检测方法见附录 J。开展核医学工作的医疗机构应定期对放射性药物操作后剂量率水平和表面污染水平进行自主监测，每年应委托有相应资质的技术服务机构进行检测。核医学工作场所的放射性表面污染控制水平见表 7-3。

表 7-3 核医学工作场所的放射性表面污染控制水平 (Bq/cm^2)

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

^a 该区内的高污染子区除外。

6.1 个人防护用品、辅助用品及去污用品配备

6.1.1 个人防护用品及去污用品

开展核医学工作的医疗机构应根据工作内容，为工作人员配备合适的防护用品和去污用品（见附录 K），其数量应满足开展工作需要。对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。当使用的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 活度大于 800MBq 时，防护用品的铅当量应不小于 0.5mmPb ，个人防护用品及去污用品具体配置见附录 K；对操作 ^{68}Ga 、 ^{18}F 等正电子放射性药物和 ^{131}I 的场所，此时应考虑其他的防护措施，如：穿戴放射性污染防护服、熟练操作技能、缩短工作时间、使用注射器防护套和先留置注射器留置针等措施。

6.1.2 辅助用品

根据工作内容及实际需要，合理选择使用移动铅屏风、注射器屏蔽套、带有屏蔽的容器、托盘、长柄镊子、分装柜或生物安全柜、屏蔽运输容器/放射性废物桶等辅助用品。防护通风柜的典型屏蔽厚度参见附录 I。

6.2 放射性药物操作的放射防护要求

6.2.1 操作放射性药物应有专门场所，如临床诊疗需要在非专门场所给药时则需采取适当的防护措施。放射性药物使用前应适当屏蔽。

6.2.2 装有放射性药物的给药注射器，应有适当屏蔽。

6.2.3 操作放射性药物时，应根据实际情况，熟练操作技能、缩短工作时间并正确使用个人防护用品。

6.2.4 操作放射性碘化物等挥发性或放射性气体应在通风柜内进行。通风柜保持良好通风，并按操作情况必要时进行气体或气溶胶放射性浓度的监测；操作放射性碘化物等挥发性或放射性气体的工作人员宜使用过滤式口罩。

6.2.5 控制区内不应进食、饮水、吸烟、化妆，也不应进行无关工作及存放无关物品。

6.2.6 操作放射性核素的工作人员，在离开放射性工作场所前应洗手和进行表面污染检测，如其污染水平超过表 7-3 规定值，应采取相应去污措施。

6.2.7 从控制区取出物品应进行表面污染检测，以杜绝超过表 7-3 规定的表面污染控制水平的物品被带出控制区。

6.2.8 为体外放射免疫分析目的而使用含 ^3H 、 ^{14}C 、 ^{125}I 等核素的放射免疫分析试剂盒可在一般化学实验室进行。

6.2.9 放射性物质的贮存容器或保险箱应有适当屏蔽。放射性物质的放置应合理有序、易于取放，每次取放的放射性物质应只限于需用的部分。

6.2.10 放射性物质贮存室应定期进行放射防护监测，无关人员不应入内。

6.2.11 贮存和运输放射性物质时应使用专门容器，取放容器中内容物时，不应污染容器。容器在运输时应有适当的固定措施。

6.2.12 贮存的放射性物质应及时登记建档，登记内容包括生产单位、到货日期、核素种类、理化性质、活度和容器表面放射性污染擦拭试验结果等。

6.2.13 所有放射性物质不再使用时，应立即送回原地安全储存。

6.2.14 当发生放射性物质溢出、散漏事故时，应根据单位制定的放射事故处置应急预案，参照使用 6.1.2 和附录 K 所列用品，及时控制、消除放射性污染；当人员皮肤、伤口被污染时，应迅速去污并给予医学处理。

6.2.15 核医学放射工作人员应按 GBZ128 的要求进行外照射个人监测，同时对于

近距离操作放射性药物的工作人员，宜进行手部剂量和眼晶状体剂量监测，保证眼晶状体连续 5 年期间，年平均当量剂量不超过 20mSv，任何 1 年中的当量剂量不超过 50mSv；操作大量气态和挥发性物质的工作人员，例如近距离操作 ^{131}I 的工作人员，宜按照 GBZ129 的要求进行内照射个人监测。

7.2 患者出院的管理要求

7.2.1 接受 ^{131}I 治疗的患者，应在其体内的放射性活度降至 400MBq 或距离患者体表 1m 处的周围剂量当量率不大于 $25\mu\text{Sv/h}$ 方可出院，以控制该患者家庭与公众成员可能受到的照射。对接受其他放射性药物治疗的患者仅当患者体内放射性活度低于附录 L 中 L.2 要求时才能出院。患者体内活度检测控制应按附录 L 中 L.3 推荐的方法进行。

7.2.2 对甲亢和甲状腺癌患者，出院时应按附录 L 中 L.4 给出接触同事和亲属及到公众场所的合理限制和有关防护措施（限制接触时间及距离等）的书面建议。

7.3 陪护者、探视者和家属的防护管理要求

7.3.1 开展核医学工作的医疗机构应向陪护者、探视者和家庭成员提供有关的辐射防护措施（例如限定接触或接近患者或受检者的时间等）及其相应的书面指导（见附录 L），用附录 L 中 L.1 给出的剂量控制参考值对其所受剂量加以约束，使其在患者或受检者诊断或治疗期间所受的剂量不应超过 5mSv。儿童应尽量避免探视已施用放射性药物的患者或受检者，无法避免时所受剂量不应超过 1mSv。

7.3.2 对接受放射性药物治疗的患者，应对其家庭成员提供辐射防护的书面指导。对接受放射性药物治疗的住院患者，仅当其家庭成员中的成人所受剂量不能超过 5mSv、其家庭成员中的儿童以及其他公众所受剂量不能超过 1mSv，才能允许患者出院。探视者和家庭成员所受剂量的估算方法以及与剂量约束相对应的放射性药物施用量可见附录 L 中的方法。

8 医用放射性废物的放射防护管理要求

8.1 放射性废物分类，应根据医学实践中产生废物的形态及其中的放射性核素种类、半衰期、活度水平和理化性质等，将放射性废物进行分类收集和分别处理。核医学常用放射性核素的物理特性参见附录 H。

8.2 设废物储存登记表，记录废物主要特性和处理过程，并存档备案。

8.3 放射性废液衰变池应合理布局，池底和池壁应坚固、耐酸碱腐蚀和无渗透性，

并有防泄漏措施。

8.4 开展放射性药物治疗的医疗机构，应为住院治疗患者或受检者提供有防护标志的专用厕所，专用厕所应具备使患者或受检者排泄物迅速全部冲入放射性废液衰变池的条件，而且随时保持便池周围清洁。

8.5 供收集废物的污物桶应具有外防护层和电离辐射警示标志。在注射室、注射后病人候诊室、给药室等位置放置污物桶。

8.6 污物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物，装满后的废物袋应密封，不破漏，及时转送存储室，放入专用容器中存储。

8.7 对注射器和碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物，应先装入利器盒中，然后再装入专用塑料袋内。

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

8.9 储存场所应具有通风设施，出入处设电离辐射警告标志。

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

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

11.2 粒籽源贮存

11.2.1 待用的粒籽源应装入屏蔽容器内，并存放在专用房间。

11.2.2 应建立粒籽源出入库登记制度，详细记录日期时间、入库活度/数量、送货人、接收人、出库活度/数量、去往场所、出库经手人、接收人等。

11.2.3 应定期检查粒籽源实际库存数量及贮存场所，对库存中的粒籽源应标明其用途。

11.2.4 应建立显示每个贮存器的标签，在标签上标明取出的粒籽源数量。

11.2.5 消毒室（供应室）应注意检查是否有遗漏。

11.2.6 废弃或泄漏的粒籽源应放置在专用铅罐内，退回厂家。

11.3 工作人员的放射防护要求

11.3.1 操作人员应在铅当量不低于 0.5mmPb 的屏风后分装粒籽源，屏风上应有铅玻璃观察窗，铅玻璃铅当量不低于 0.5mmPb 。

11.3.2 工作人员防护用品配备见附录 K，操作前要穿戴好防护用品。防护衣厚度不应小于 0.25mmPb 铅当量。对性腺敏感器官，可考虑穿含 0.5mmPb 铅当量防护的

三角裤或三角巾。

11.3.3 粒籽源分装操作室台面和地面应无渗漏易于清洗，分装应采取防污染措施。分装过程中使用长柄镊子，轻拿轻放，避免损伤或刺破粒籽源，不应直接用手拿取粒籽源。

11.3.4 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。

11.3.5 拿取掉落的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，应尽快完成必要的操作程序，所有无关人员尽可能远离放射源。

11.3.6 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。

12 放射性核素敷贴治疗放射防护要求

12.1 放射性核素敷贴治疗器的放射防护要求

12.1.1 放射性核素应选用半衰期较长、 β 射线能量较高，不伴生 γ 辐射或仅伴生低能 γ 辐射的放射性核素，例如 ^{90}Sr - ^{90}Y 和 ^{32}P 敷贴器。

12.1.2 外购放射性核素敷贴器应具有生产厂家或制作者的说明书及检验合格证书，并应有生产批号和检验证书号。说明书应载明敷贴器编号、核素名称及化学符号、辐射类型及能量、放射性活度、源面空气吸收剂量率、表面放射性污染与泄漏检测、检测日期、使用须知和生产单位名称。

12.1.3 商品敷贴器除具有源箔、源壳、源面保护膜、铝合金保护环框和源盖外，尚应有防护屏和手柄或其它固定装置，敷贴器的安全分级应符合 GB4075 的要求。

12.1.4 商品敷贴源应封装严密，并规定推荐使用期限。超过使用期限或表面污染超过标准或疑有泄漏者应送回制作单位经检修后，再确定能否继续使用。

12.1.5 敷贴源投入临床使用前，除自制敷贴器（如 ^{32}P 敷贴器）外应有法定计量机构认可的源面照射均匀度和源面空气吸收剂量率或参考点空气吸收剂量率的测量数据，其不确定度不大于 $\pm 5\%$ ，并附带有剂量检定证书。

12.1.6 自制敷贴器的处方剂量应根据病变性质和病变部位确定，根据处方剂量和面积大小确定所用放射性核素活度。

12.1.7 眼科用敷贴器可根据病变需要做成不同形状（如圆形、船形、半圆形）或

开有上述不同形状的窗的防护套来适应治疗不同角膜、结膜病变的需要。

12.1.8 废弃商品敷贴器应按放射性废源管理，自制敷贴器可根据核素的性质按放射性废物管理。

12.2 自制 ^{32}P 敷贴器的特殊防护要求

12.2.1 ^{32}P 敷贴器的制作单位应配备活度计及 β 污染检查仪，并具有制作 ^{32}P 敷贴器的专用工具。

12.2.2 ^{32}P 敷贴器的制作间，其墙壁、地面及工作台面应铺易去除污染的铺料。

12.2.3 ^{32}P 敷贴器制作时应在通风橱内操作，制作者应戴乳胶手套。

12.2.4 自制 ^{32}P 敷贴器应保证不直接接触患者皮肤。

12.2.5 实施治疗时，应由医护人员操作，在不接触患者或受检者皮肤的一面用不小于 3mm 厚的橡皮覆盖屏蔽。

12.2.6 自制的 ^{32}P 敷贴器，应对其数量、活度、使用情况等进行登记。

12.3 敷贴器贮源箱的放射防护要求

12.3.1 贮源箱的外表面应标有放射性核素名称、最大容许装载放射性活度和牢固、醒目的电离辐射标志（见 GB2894）。

12.3.2 贮源箱的屏蔽层结构应分内外两层。内层为铝或有机玻璃等低原子序数材料，其厚度应大于 β 辐射在相应材料中的最大射程。外层为适当厚度的铅、铸铁等重金属材料，并具有防火、防盗的性能。

12.3.3 距离贮源箱表面 5cm 和 100cm 处因泄漏辐射所致的周围剂量当量率分别不应超过 $10\mu\text{Sv/h}$ 和 $1\mu\text{Sv/h}$ 。

12.4 敷贴治疗设施的放射防护要求

12.4.1 敷贴治疗应设置专用治疗室，该治疗室应与诊断室、登记值班室和候诊室分开设置。治疗室内使用面积应满足治疗要求。

12.4.2 治疗室内高 1.5m 以下的墙面应有易去污的保护涂层。地面，尤其在治疗患者位置，应铺有可更换的质地较软又容易去污染的铺料。

12.4.3 治疗室内患者座位之间应保持 1.2m 的距离或设置适当材料与厚度的防护屏蔽。

12.4.4 治疗室内应制定敷贴治疗操作规程及卫生管理制度，并配有 β 污染检查仪等检测仪器。

12.5 敷贴治疗中的放射防护要求

12.5.1 实施敷贴治疗前，应详细登记治疗日期、使用敷贴源的编号、辐射类型、活度、照射部位与面积，并发给具有患者姓名、性别、年龄、住址、诊断和照射次数等项目的治疗卡。

12.5.2 每次治疗前，先收回患者的治疗卡，再给予实施敷贴治疗。治疗完毕，先如数收回敷贴器再发给治疗卡。由工作人员收回敷贴器放回贮源箱内保存。

12.5.3 实施敷贴治疗时不应将敷贴源带出治疗室外。

12.5.4 实施治疗时，应用不小于 3mm 厚的橡皮泥或橡胶板等屏蔽周围的正常组织。对颜面部位的病变，屏蔽其周围正常皮肤；对其他部位的病变，则在病变周围露出正常皮肤不大于 0.5cm。并在周围已屏蔽的皮肤上覆盖一张玻璃纸或塑料薄膜后，将敷贴器紧密贴在病变部位。

12.5.5 敷贴治疗时，照射时间长的可用胶布等固定，请患者或陪同人员协助按压敷贴器，照射时间短的可由治疗人员亲自按压固定敷贴器，有条件者可利用特制装置进行远距离操作。

12.5.6 敷贴器应定期进行衰变校正，以调整照射时间。每次治疗时应有专人使用能报警的计时器控制照射时间。治疗过程中应密切观察治疗反应和病变治疗情况，及时调整照射剂量，防止产生并发症。

12.5.7 敷贴治疗中，医务人员应采取有效的个人防护措施，如戴有机玻璃眼镜或面罩和尽量使用远距离操作工具。

12.5.8 敷贴器使用中应避免锐器损坏源窗面。不应将敷贴器浸入水、酒精等溶剂中，使用后应存放于干燥处。

3、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

本标准适用于 X 射线影像诊断和介入放射学。

放射治疗和核医学中的 X 射线成像设备参照本标准执行。

6.1X 射线设备机房布局

6.1.1 应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。

6.1.2X 射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。

6.1.3 每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求；

6.1.5 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 7-4 的规定。

表 7-4 X 射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度的要求

设备类型	机房内最小有效使用面积 m ²	机房内最小单边长度 m
CT 机（不含头颅移动 CT）	30	4.5
乳腺机、全身骨密度仪	10	2.5

6.2X 射线设备机房屏蔽

6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 7-5 的规定。

表 7-5 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
骨密度仪机房	1.0	1.0
CT 机房(不含头颅移动 CT) CT 模拟定位机	2.5	

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 7-5 的要求。

6.2.4 距 X 射线设备表面 100cm 处的周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h 时且 X 射线设备表面与机房墙体距离不小于 100cm 时，机房可不作专门屏蔽防护。

6.3X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

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

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

6.4X 射线设备工作场所防护

6.4.1 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受检者状态及防护门开闭情况。

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护

注意事项告知栏。

6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

6.4.7 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。

6.4.9CT 装置的安放应利于操作者观察受检者。

6.4.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。

6.5X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

6.5.1 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 7-6 基本种类要求的工作人员、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，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。

6.5.3 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb；....；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb。

6.5.4 应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mmPb。

6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不用折叠放置，以防止断裂。

表 7-6 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		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
放射诊断学用 X 射线设备隔室透视、摄影	—	—	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	可调节防护窗口的立体防护屏； 选配：固定特殊受检者体位的各种设备
注：“—”表示不要求。				

4、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）

4.4.2 剂量限值与剂量约束值

核医学工作人员职业照射剂量限值应符合 GB18871 附录 B 中 B1.1 的相关规定，核医学实践使公众成员所受到的剂量照射限值应符合 GB18871 附录 B 中 B1.2 的相关规定。

4.4.2 剂量约束值

4.4.2.1 一般情况下，职业照射的剂量约束值不超过 5mSv/a。

4.4.2.2 公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。

本项目职业照射人员剂量约束值取 5mSv/a，公众人员剂量约束值取 0.1mSv/a。

4.5 服药患者出院要求

4.5.1 为确保放射性核素治疗患者出院后，布置于使接触患者的家庭成员及公众超过相关的剂量约束或剂量限值，出院患者体内放射性核素活度应符合附录 B 的相关规定。

本项目核素治疗患者给药量均低于附录 B 中要求的“患者出院时体内放射性活度要求”，故核素治疗患者给药后无异常可直接离开核医学科。

4.5.2 接受碘-131 治疗的患者，应在其体内的放射性活度降至 400MBq 以下或距离患者体表 1 米处的周围剂量当量率不大于 25 μ Sv/h 方可出院。

6.1 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 2.5 μ Sv/h,如屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留的设备间等区域，其周围剂量当量率应小于 10 μ Sv/h。

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

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

6.3 密闭和通风要求

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

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

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

7.2.3 固体放射性废物处理

7.2.3.1 固体放射性废物暂存时间满足下列要求的，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， α 表面污染小于 0.08Bq/cm^2 、 β 表面污染小于 0.8Bq/cm^2 的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理：

a)所含核素半衰期小于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过 30 天；

b)所含核素半衰期大于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过核素最长半衰期的 10 倍；

c)含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天。

7.2.3.2 不能解控的放射性固体废物应该按照放射性废物处理的相关规定予以收集、整备，并送交有资质的单位处理。放射性废物包装体外的表面剂量率应不超过 0.1mSv/h ，表面污染水平对 β 和 γ 发射体以及低毒性 α 发射体应小于 4Bq/cm^2 、其他 α 发射体应小于 0.4Bq/cm^2 。

7.3.1 放射性废液收集

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

7.3.1.2 核医学工作场所放射性药物标记、分装、注射后的残留液和含放射性核素的其他废液应收集在专用容器中。含有长半衰期核素的放射性废液应单独收集存放。盛放放射性废液的容器表面应张贴电离辐射标志。

7.3.1.3 核医学工作场所的上水需配备洗消处理设备（包括洗消液）。控制区和卫生通过间内的淋浴间、盥洗水盆、清洗池等应选用脚踏式或自动感应式的开关，以减少场所内的设备放射性污染。头、眼和面部宜采用向上冲淋的流动水。

7.3.1.4 放射性废液收集的管道走向、阀门和管道的连接应设计成尽可能少的死区，下水道宜短，大水流管道应有标记，避免放射性废液集聚，便于检测和维修。

7.3.2.1 经衰变池和专用容器收集的放射性废液，应贮存至满足排放要求。衰变池或专用容器的容积应充分考虑场所内操作的放射性药物的半衰期、日常核医学诊

疗及研究中预期产生贮存的废液量以及事故应急时的清洗需要；衰变池池体应坚固、耐酸碱腐蚀、无渗透性、内壁光滑和具有可靠的防泄漏措施。

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。

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 放射性废液排放

7.3.3.1 对于槽式衰变池贮存方式：

a)所含核素半衰期小于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 30 天后可直接解控排放；

b)所含核素半衰期大于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 10 倍最长半衰期(含碘-131 核素的暂存超过 180 天)，监测结果经审管部门认可后，按照 GB18871 中 8.6.2 规定方式进行排放。放射性废液总排放口总 α 不大于 1Bq/L、总 β 不大于 10Bq/L、碘-131 的放射性活度浓度不大于 10Bq/L。

7.3.3.2 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。

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

7.4 气态放射性废物的管理

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

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

处理。											
8 辐射监测											
8.1 一般要求											
8.1.1 开展核医学诊疗实践的医疗机构应制定辐射监测计划，并按照计划落实监测工作，不具备辐射监测能力的单位，可以委托有能力的单位进行监测。											
8.1.2 所有辐射监测记录应建档保存，测量记录应包括测量对象、测量条件、测量方法、测量仪器、测量时间和测量人员等信息。											
8.1.3 应定期对辐射监测结果进行评价，监测中发现异常情况应查找原因并及时报告，提出改进辐射防护工作的意见和建议。											
8.2 工作场所监测											
8.2.1 应根据使用放射性核素种类、数量和操作方式，对核医学工作场所的外照射剂量率水平和表面放射性污染水平进行监测。											
8.2.2 核医学工作场所辐射监测点位、内容和频次应包括但不限于表 7-7 的内容。											
表 7-7 核医学工作场所辐射监测关注点位 <table border="1"> <tr> <th>监测内容</th><th>监测点位</th><th>监测频次</th></tr> <tr> <td>辐射水平</td><td>控制区和监督区所有工作人员和公众可能居留的有代表性的点位和存有放射性物质的装置/设备的表面</td><td>不少于 1 次/月</td></tr> <tr> <td>表面放射性污染</td><td>放射性核素操作台面、设备表面、墙壁和地面，给药后患者候诊室，核素治疗场所的设施、墙壁和地面等，放射性废物桶和包装袋表面，工作人员的手、皮肤暴露部分及工作服、手套、鞋、帽等。</td><td>每次工作结束（出现放射性药物洒落应及时进行监测）</td></tr> </table>			监测内容	监测点位	监测频次	辐射水平	控制区和监督区所有工作人员和公众可能居留的有代表性的点位和存有放射性物质的装置/设备的表面	不少于 1 次/月	表面放射性污染	放射性核素操作台面、设备表面、墙壁和地面，给药后患者候诊室，核素治疗场所的设施、墙壁和地面等，放射性废物桶和包装袋表面，工作人员的手、皮肤暴露部分及工作服、手套、鞋、帽等。	每次工作结束（出现放射性药物洒落应及时进行监测）
监测内容	监测点位	监测频次									
辐射水平	控制区和监督区所有工作人员和公众可能居留的有代表性的点位和存有放射性物质的装置/设备的表面	不少于 1 次/月									
表面放射性污染	放射性核素操作台面、设备表面、墙壁和地面，给药后患者候诊室，核素治疗场所的设施、墙壁和地面等，放射性废物桶和包装袋表面，工作人员的手、皮肤暴露部分及工作服、手套、鞋、帽等。	每次工作结束（出现放射性药物洒落应及时进行监测）									
8.3 环境监测											
开展核医学相关活动的机构应自行或委托有能力的监测机构对工作场所周围环境的辐射水平进行监测，监测频次应不少于 1 次/年。											
8.4 个人剂量监测											
8.4.1 核医学工作场所的工作人员应佩戴个人剂量计，对个人外照射剂量进行监测。											
8.4.2 对于操作大量气态和挥发性放射性物质的工作人员，应根据场所的放射性气溶胶浓度开展内照射评价，当怀疑其体内受到放射性污染时，应进行体内放射性监测。											
8.4.3 个人剂量档案应按要求妥善保存，监测数据异常时，及时进行调查。											

5、《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（环办辐射函[2016]430号）

一、关于放射性药品生产、使用场所的管理

（二）常见的放射性药品生产、使用场所日等效操作量核算中操作因子的选取：

- 1、利用钼锝发生器淋洗 ^{99m}Tc 放射性药物时， ^{99}Mo 的操作视为“贮存”；
- 2、放射性药品生产中，分装、标记等活动视为“简单操作”；
- 3、医疗机构使用 ^{18}F 、 ^{99m}Tc 、 ^{125}I 粒籽源相关活动视为“很简单的操作”，使用 ^{131}I 核素相关活动视为“简单操作”。

6、《裂变钼 99-锝 99m 色层发生器》（GB/T13172-2009）

5.1.2 表面放射性污染

发生器表面放射性污染应低于 $0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。

5.1.3 表面辐射水平

由于发生器产品规格较多，不同规格产品表面辐射水平差异较大，但经包装后在运输过程中其表面污染应满足 GB11806 的相关规定。

7、《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）

《医疗机构水污染物排放标准》中相关条款规定见表 7-8。

表 7-8 综合医疗机构和其他医疗机构水污染物排放限值（日均值）

序号	控制项目	排放标准	预处理标准
22	总 α /（Bq/L）	1	1
23	总 β /（Bq/L）	10	10

8、小结

本评价根据《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）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）等标准以及医院制定的个人剂量管理目标，取 5mSv/a 作为放射工作人员的年有效剂量管理目标，取 0.1mSv/a 作为非放射工作人员及公众成员年管理目标值。综上所述，确定本项目的评价标准见表 7-9 所示。

表 7-9 本项目剂量限值及污染物排放指标一览表

剂量要求		执行依据
执行对象	年有效剂量管理目标（mSv/a）	HJ1188-2021
放射工作人员	5	
公众人员	0.1	

屏蔽体表面控制值			执行依据
核医学工作场所控制区的用房边界	距机房屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h		GBZ120-2020、HJ1188-2021
核素发生器表面控制值			执行依据
核素发生器表面	发生器表面放射性污染应低于 0.4Bq/cm²		GB/T13172-2009
机房面积控制			执行依据
设备名称	机房内最小有效使用面积（m²）	机房内最小单边长度（m）	GBZ130-2020
PET/CT、SPECT/CT	30	4.5	
骨密度仪	10	2.5	
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		GBZ120-2020、HJ1188-2021
	废物包装盒外表面：β<0.8Bq/cm²，α<0.08Bq/cm²。		
	a)所含核素半衰期小于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过 30 天； b)所含核素半衰期大于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过核素最长半衰期的 10 倍； c)含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天。		HJ1188-2021
表面污染	①工作台、设备、墙壁、地面：控制区：β<4×10Bq/cm²，α（极毒性）<4Bq/cm²、α（其他）<4×10Bq/cm²；监督区：β<4Bq/cm²，α（极毒性）<4×10 ⁻¹ Bq/cm²，α（其他）<4Bq/cm²；②工作服、手套、工作鞋：控制区、监督区：β<4Bq/cm²，α（极毒性、其他）<4×10 ⁻¹ Bq/cm²；③手、皮肤、内衣、工作袜：β<4×10 ⁻¹ Bq/cm²，α（极毒性、其他）<4×10 ⁻² Bq/cm²。		GB18871-2002、GBZ120-2020
放射性废水	放射性废液总排放口总α放射性<1Bq/L、总β放射性<10Bq/L、碘-131 的放射性活度浓度不大于 10Bq/L。		GB18466-2005、HJ1188-2021
	a)所含核素半衰期小于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 30 天后可直接解控排放；b)所含核素半衰期大于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 10 倍最长半衰期（含碘-131 核素的暂存超过 180 天），监测结果经审管部门认可后，按照 GB18871 中 8.6.2 规定方式进行排放。		HJ1188-2021
核医学通风要求			执行依据
通风橱	通风橱应有专用的排风装置，风速应不小于 0.5m/s。		GBZ120-2020
排气口	排气口应高于本建筑物屋顶并安装专用过滤装置，排出空气浓度应达到环境主管部门的要求。		
通风系统	（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，		HJ1188-2021

	避免污染工作场所和环境。 (2) 应定期检查通风系统过滤净化器的有效性，及时更换失效的过滤器，更换周期不能超过厂家推荐的使用时间。更换下来的过滤器按放射性固体废物进行收集、处理。	
医疗垃圾、医疗废水		执行依据
非放射性废水	经医院污水处理站处理达标后方可排放	GB18466-2005
医疗垃圾	交由有资质单位处理	GB18597-2001

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

陕西省肿瘤医院核医学科改造前，主要分布有骨密度检查室、放免室、ECT 室、粒籽源贮存场所及相应的辅助用房、办公区，使用 1 台 ECT、1 台骨密度仪，使用的放射性核素有 ^{99m}Tc 、 ^{89}Sr 、 ^{153}Sm 、 ^{32}P 、 ^{131}I 、 ^{125}I 、 ^{18}F 。改造前可能残留的主要污染因子为 γ 射线、 β 表面污染，沾有 ^{99m}Tc 、 ^{89}Sr 、 ^{153}Sm 、 ^{32}P 、 ^{131}I 、 ^{125}I 、 ^{18}F 的固体废物和放射性废水，此外还有一般固体废物等。医院核医学科于 2020 年 6 月停止运行，在采取了一系列清洁去污及衰变措施后，为了解清洁去污效果，医院于 2020 年 10 月委托西安桐梓环保科技有限公司对核医学科各场所地面、墙壁、工作台、洗手池、卫生间等以及核医学科墙体外四周环境进行了监测，监测时间为 2020 年 10 月 10 日，监测报告见附件 8。

(1) 监测项目： γ 辐射剂量率、 β 表面污染。

(2) 监测仪器：见表 8-1。

表 8-1 检测设备一览表

设备名称	设备型号	测量范围	设备编号	检定单位	检定证书编号及有效期
X、 γ 射线检测仪	BG9512P	0.01 $\mu\text{Gy/h}$ ~30 mGy/h	XATZ-YQ-002	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：2020H21-20-2391344001，有效期：2020 年 03 月 26 日~2021 年 03 月 25 日
α 、 β 表面污染仪	FJ-2207	α : 0~9999 cps β : 0~9999 cps	XATZ-YQ-004	陕西省计量科学研究院	检定证书编号：HX10200068J，有效期：2020 年 01 月 10 日~2021 年 01 月 09 日

(3) 监测方法和依据

表 8-2 监测方法和依据

监测项目	监测方法	监测依据
γ 辐射剂量率、 β 表面污染	仪器法	《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）； 《环境监测用 X、 γ 辐射测量仪 第一部分 剂量率仪型》（EJ/T984-95）； 《表面污染测定第 1 部分： β 发射体（ $E_{\beta\text{max}} > 0.15\text{MeV}$ ）和 α 发射体》（GB/T14056.1-2008）

(4) 质量保证

本项目监测按照《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T14583）和监测单位

编制的质量体系文件的要求，实施全过程质量控制。

①专人负责查清该项目污染源项及污染物排放途径，保证监测期间工况负荷符合核技术应用项目监测的相关要求；

②合理布设监测点位，保证各监测点位布设具有代表性、科学性和可比性；

③监测分析方法采用国家有关部门颁布的标准方法，监测人员持证上岗；

④所用监测仪器全部经过计量部门鉴定，并在有效期内；

⑤监测数据严格实行三级审核制度。

(5) 监测结果

监测数据见下表 8-3 和表 8-4，监测点位图见图 8-1、图 8-2。

表 8-3 改造前核医学科空气吸收剂量率监测结果

编号	监测点位描述		γ辐射剂量率（μGy/h）	备注
1	室外空地巡测		0.089~0.116	本底值
2	住院科研楼B楼一楼大厅巡测		0.090~0.124	
3	核医学科	办公区巡测	0.095~0.127	/
4		骨密度仪机房巡测	0.096~0.125	
5		放免测量室巡测	0.104~0.140	
6		放免实验室巡测	0.101~0.137	
7		ECT机房内巡测	0.100~0.132	
8		注射室巡测	0.106~0.131	
9		粒子室巡测	0.105~0.133	
10		低活室巡测	0.103~0.129	
11		高活室巡测	0.108~0.136	
12		固体废物存放间巡测	0.107~0.134	
13		衰变池表面巡测	0.106~0.133	
备注：上表监测值均未扣除宇宙射线。				

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021），宇宙射线响应值的扣除：在测量环境γ辐射空气吸收剂量率时，仪器读数中包含探测器对宇宙射线电离成分的响应值，不同类型探测器的宇宙射线响应值差别较大，在监测结果中应予扣除，否则监测结果无法比较，也不能进行剂量评价。在测量环境γ辐射空气吸收剂量率时，监测结果按以下公式进行宇宙射线响应的扣除：

$$\dot{D} = C_f (E_f \dot{X} - \mu_c \dot{X}_c)$$

式中： $\dot{D}$ ：环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果；

C_f ：仪器量程检定/校准因子，由法定计量部门检定或校准时给出；

E_f ：仪器检验源效率因子。 $E_f=A_0/A$ ，其中 A_0 、 A 分别是检定时和测量当天检验源的净计数，如仪器无检验源，则该值取 1；

$\dot{X}$ ：现场监测时仪器 n 次读数的平均值， $n \geq 10$ ；

μ_c ：建筑物对宇宙射线带电粒子和光子的屏蔽因子，楼房取值为 0.8，平房取值为 0.9，原野、道路取值为 1；

$\dot{X}_c'$ ：测点处仪器对宇宙射线的响应值。

表 8-3 所列监测结果为经校准后的 γ 剂量率值，即 $C_f \times E_f \times \dot{X} = 0.089 \mu\text{Gy/h} \sim 0.140 \mu\text{Gy/h}$ （即 $89 \sim 140 \text{nGy/h}$ ）。根据《陕西省环境伽马辐射剂量水平现状研究》（1994 年 7 月），宇宙射线电离成分所致室外辐射剂量率平均为 37.0nGy/h ，宇宙射线电离成分所致室内辐射剂量率平均为 33.0nGy/h ，即 $C_f \times \mu_c \times \dot{X}_c' = 37.0 \text{nGy/h}$ （室外）或 33.0nGy/h （室内）。故经扣除宇宙射线电离成分所致辐射剂量后，陕西省肿瘤医院室外环境 γ 辐射剂量率为 $52 \sim 79 \text{nGy/h}$ 、医院室内环境 γ 辐射剂量率为 $57 \sim 91 \text{nGy/h}$ ，核医学科场所改造前的 γ 辐射剂量率为 $62 \sim 107 \text{nGy/h}$ ，与《陕西省环境伽玛辐射剂量水平现状研究》（陕西省环境保护科学研究所，1988 年 11 月）中“西安市道路 γ 辐射剂量率为 $52 \sim 121 \text{nGy/h}$ ，西安市室内为 $79 \sim 130 \text{nGy/h}$ ”基本在同一水平，说明核医学科改造前辐射环境现状处于正常环境本底值水平。

表 8-4 改造前核医学科 β 表面污染监测结果

编号	监测点位描述			β 表面污染（Bq/cm ² ）	备注
1	室外空地巡测			未检出	本底值
2	住院科研楼B楼一楼大厅巡测			未检出	
3	核医学科	骨密度仪 机房	机房地面表面	未检出~0.024	/
4			控制室地板表面	未检出~0.024	
5		放免测量室	地板表面	0.024~0.074	
6			墙面	0.024~0.049	
7			操作台表面	0.074~0.099	
8			防护门表面及把手	未检出~0.024	

9		放免实验室	地板表面	0.024~0.049	
10			墙面	未检出~0.024	
11			操作台表面	0.024~0.074	
12			冲洗室地板表面	0.024~0.074	
13			控制室地板表面	未检出~0.024	
14			防护门表面及把手	未检出~0.049	
15		ECT机房	地板表面	0.024~0.049	
16			诊断床表面	0.024~0.074	
17			控制室地板表面	未检出~0.024	
18		病人留观室地板表面		未检出~0.074	
19		病人等候区	地板表面	未检出~0.024	
20			座椅表面	未检出~0.024	
21			卫生间地板表面	0.024~0.049	
22			洗手池表面	0.024~0.074	
23		注射室	地板表面	0.049~0.123	
24			墙面	0.024~0.074	
25			工作台表面	0.049~0.148	
26			防护门表面及把手	0.024~0.049	
27		粒子室	地板表面	0.049~0.074	
28			墙面	未检出~0.049	
29			工作台表面	0.024~0.074	
30			防护门表面及把手	未检出~0.049	
31		低活室	地板表面	0.024~0.099	
32			墙面	0.024~0.099	
33			工作台表面	0.049~0.099	
34			防护门表面及把手	0.024~0.074	
35		高活室	地板表面	0.074~0.123	
36			墙面	0.024~0.074	
37			工作台表面	0.074~0.246	
38			防护门表面及把手	0.049~0.099	
39		中活区过道地板表面		0.024~0.049	
40		衰变池表面		0.074~0.123	
41		高活区	地板表面	0.024~0.099	
42			清洗水池表面	0.074~0.148	

43	固体废物 存放间	地板表面	0.049~0.074	
44		废物桶表面	0.074~0.172	
45		防护门表面及把手	0.024~0.074	

由表 8-4 可知，核医学科改造前控制区的工作台、设备、墙壁、地面及衰变池表面等的 β 表面污染水平为未检出 $\sim 0.246\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，监督区的 β 表面污染水平为未检出 $\sim 0.049\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中工作场所的 β 污染解控水平（控制区 $<0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，监督区 $<0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ ）；废物包装桶表面 β 表面污染水平为 $0.074\sim 0.172\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，满足《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ133-2009）中废物包装体表面 β 污染控制水平 $0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，以及《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中“固体放射性废物 β 表面污染控制水平 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ”要求。

综上，核医学改造前各工作场所满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的清洁解控水平要求，放射性废物已作为一般医疗废物交由有资质单位进行合理处置，无放射性残留问题。

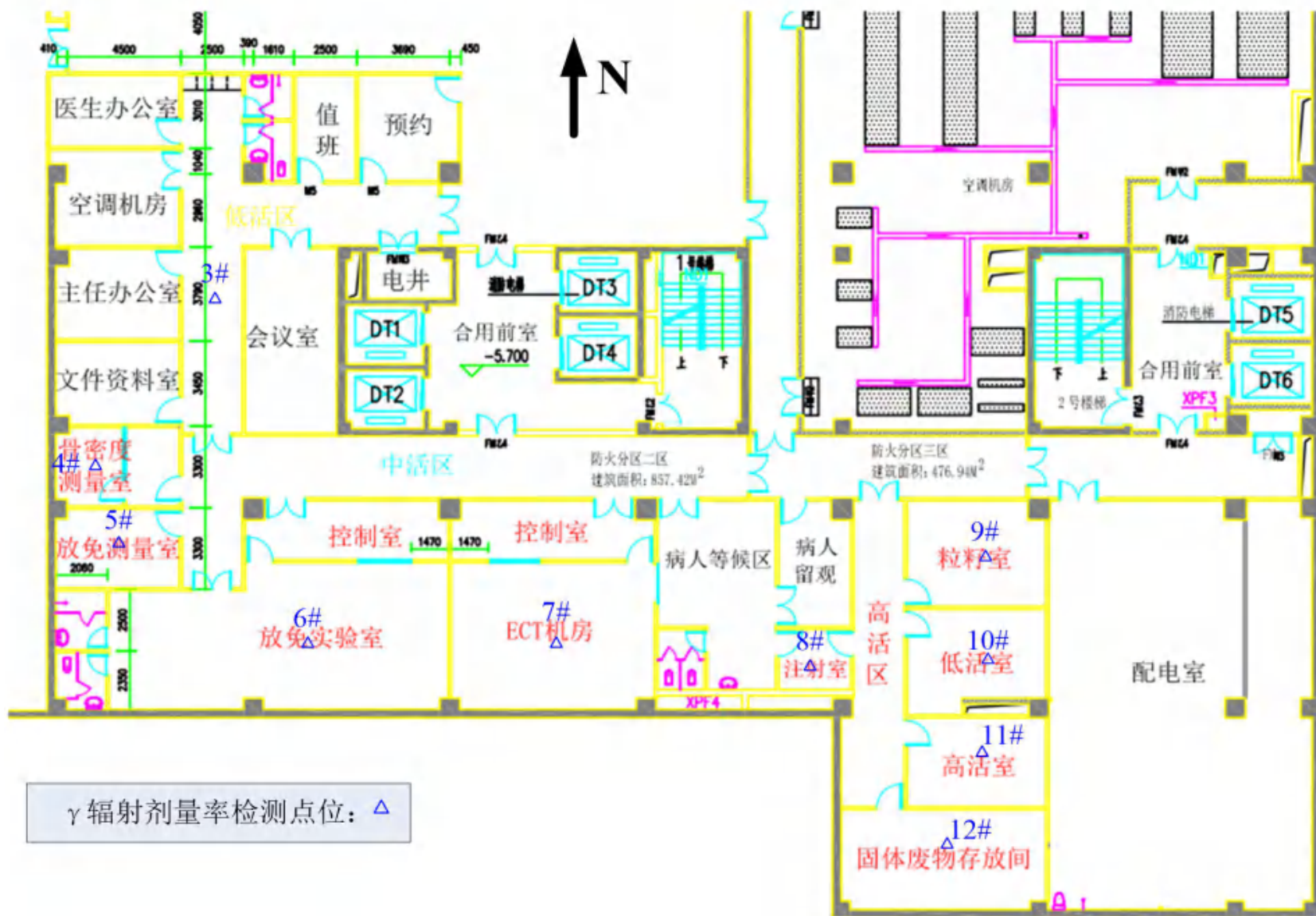


图 8-1 γ 辐射剂量率监测布点图

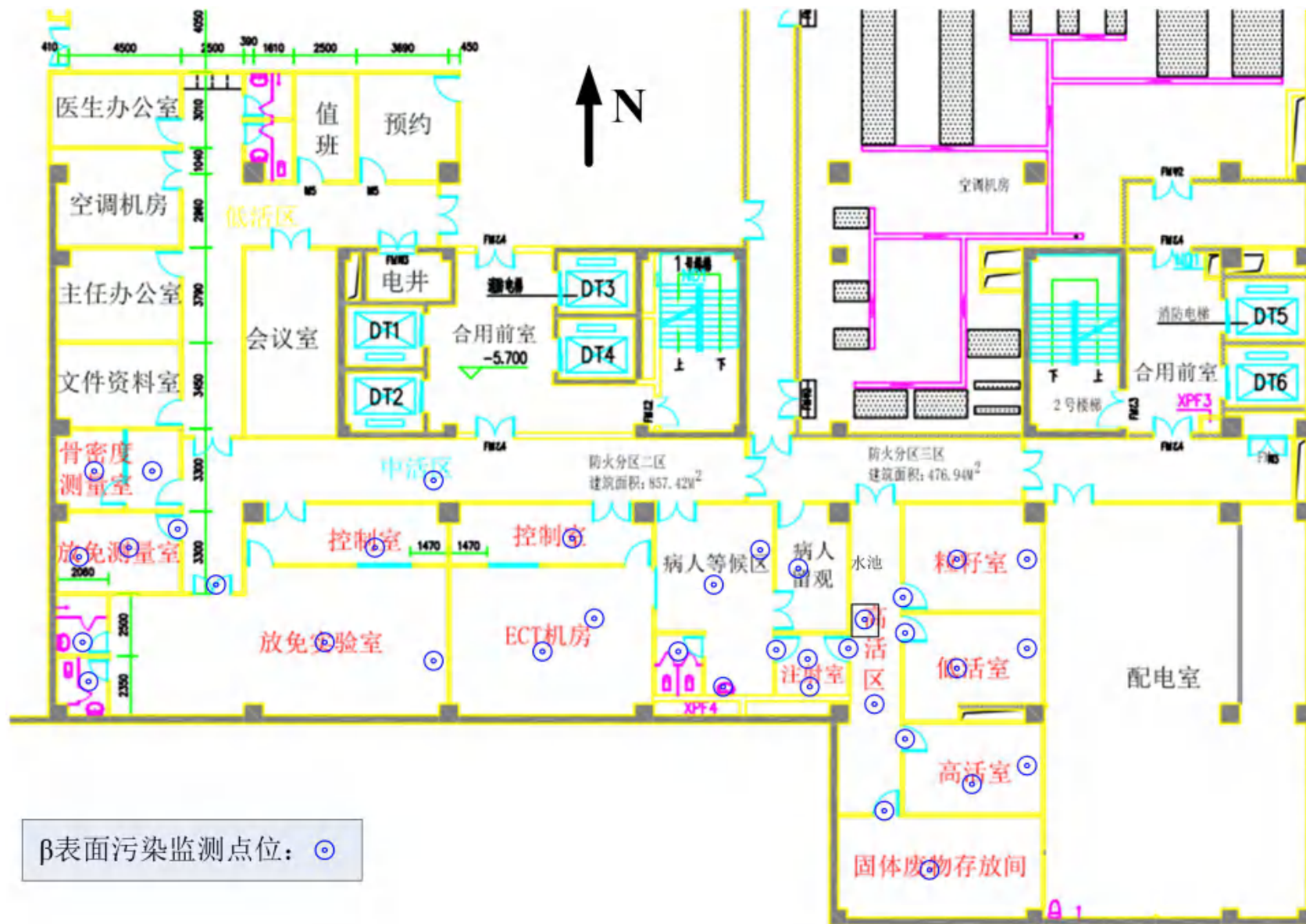


图 8-2 β表面污染监测布点图

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

9.1 改造后医院射线装置分类和非密封源工作场所分级、分类

本次改造项目拟新购 1 台 PET/CT, 属于 III 类射线装置, 配有两枚 ^{68}Ge 密封校验源, 活度均为 $7.4 \times 10^7 \text{Bq}$, 属于 V 类放射源, 使用 ^{18}F 、 ^{68}Ga 进行显像检查; 新购 1 台 SPECT/CT、安装原有 1 台骨密度仪, 均属于 III 类射线装置; SPECT/CT 使用 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 进行显像检查。此外, 使用非密封放射性物质 ^{131}I 、 ^{89}Sr 、 ^{32}P 、 ^{223}Ra 、 ^{225}Ac 进行核素治疗, ^{125}I 进行放免分析, ^{125}I 粒籽植入。

(1) 射线装置分类、非密封源工作场所分级

本项目射线装置分类见表 9-1, 核医学科使用放射性药物特征及工作场所分级见表 9-2。

表 9-1 射线装置分类表

	类别	安全归属	类别描述	项目使用放射源、射线装置
射线装置	III类	低危险射线装置	III类为低危险射线装置, 事故时一般不会造成受照人员的放射损伤。	PET/CT、SPECT/CT、骨密度仪均为III类射线装置

表 9-2 核医学科使用放射性药物特征及工作场所分级

场所	核素		半衰期	来源	毒性修正因子	操作修正因子	最大日操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)
PET/CT	^{18}F		109.8min	外购液态	低毒 0.01	很简单操作 10	9.25×10^9	9.25×10^6
	核素发生器	^{68}Ge	288d	外购液态	中毒 0.1	贮存 100	3.7×10^9	3.7×10^6
		^{68}Ga	68.3min	淋洗	低毒 0.01	简单操作 1	3.7×10^8	3.7×10^6
SPECT/CT	核素发生器	^{99}Mo	2.75d	外购液态	中毒 0.1	贮存 100	1.11×10^{10}	1.11×10^7
		$^{99\text{m}}\text{Tc}$	6.02h	淋洗	低毒 0.01	很简单操作 10	4.63×10^{10}	4.63×10^7
	^{131}I		8.02d	外购液态	中毒 0.1	简单操作 1	1.85×10^9	1.85×10^8
放免中心	^{125}I		59.4d	外购液态	中毒 0.1	简单操作 1	1.48×10^7	1.48×10^6
核素治疗场所	^{89}Sr		50.53d		中毒 0.1	简单操作 1	7.4×10^8	7.4×10^7
	^{32}P		14.26d		中毒 0.1	简单操作 1	1.85×10^8	1.85×10^7
	^{131}I		8.02d		中毒 0.1	简单操作 1	1.85×10^{10}	1.85×10^9
	^{223}Ra		11.44d		极毒 10	简单操作 1	1.32×10^7	1.32×10^8

	^{225}Ac	10.0d		极毒 10	简单操作 1	1.48×10^7	1.48×10^8
粒籽源储存场所	^{125}I	59.4d	外购固态	中毒 0.1	源的贮存 1000	1.85×10^{10}	1.85×10^6
核医学科小计	/	/	/	/	/	/	2.48×10^9
粒籽植入场所	^{125}I	59.4d	外购固态	中毒 0.1	很简单操作 100	1.85×10^{10}	1.85×10^7
介入科小计	/	/	/	/	/	/	1.85×10^7
注：放射性核素日等效操作量=实际日操作量×该核素毒性组别修正因子/操作修正因子							

根据建设提供的资料以及该项目使用的放射性核素的毒性组别、用量及操作因子，计算本项目核医学科的日等效最大操作量为 $2.48 \times 10^9 \text{Bq}$ 。住院科研楼 B 楼二层介入科的粒籽植入场所日等效最大操作量为 $1.85 \times 10^7 \text{Bq}$ 。根据 GB18871-2002 的分级，核定本项目核医学科的工作场所为乙级非密封源场所，介入科的粒籽植入场所为丙级非密封源场所。

(2) 核医学工作场所分类

本项目核医学科及粒籽植入治疗场所的分类见表 9-3。

表 9-3 本项目工作场所分类

场所	使用核素	日最大操作活度 (Bq)	核素的毒性权重因子	操作性质修正因子	操作加权活度 (MBq)		类别
PET/CT 机房、注射后候诊室、留观室	^{18}F	9.25×10^9	1	10	925	962	II类
	^{68}Ga	3.7×10^8	1	10	37		
PET/CT 给药室 (2#)	^{18}F	9.25×10^9	1	1	9250	9620	II类
	^{68}Ga	3.7×10^8	1	1	370		
药物淋洗制备间	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	4.63×10^{10}	1	1	46300	46670	II类
	^{68}Ga	3.7×10^8	1	1	370		
SPECT/CT 机房、注射后候诊室、留观区	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	4.63×10^{10}	1	10	4630	23130	II类
	^{131}I	1.85×10^9	100	10	18500		
1#给药室	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	4.63×10^{10}	1	1	46300	123100	I类

	^{89}Sr 、 ^{223}Ra 、 ^{225}Ac	7.68×10^8	100	1	76800		
放免中心	^{125}I	1.48×10^7	100	1	1480		II类
敷贴室	^{32}P	1.85×10^8	100	1	18500		II类
服碘室	^{131}I	2.04×10^{10}	100	1	2040000		I类
粒籽源储存场所	^{125}I	1.85×10^{10}	100	100	18500		II类
粒籽治疗场所	^{125}I	1.85×10^{10}	100	1	1850000		I类

由上表可知，住院科研楼 B 楼负一层核医学科内，1#给药室、服碘室为 I 类工作场所，其余功能用房、2#给药室、药物淋洗制备间、粒籽源储存场所等均为 II 类工作场所。住院科研楼 B 楼二层介入科的粒籽植入场所为 I 类工作场所。

(3) 核素特性

本项目使用的放射性核素主要有 ^{18}F 、 ^{68}Ga 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 、 ^{125}I 、 ^{89}Sr 、 ^{32}P 、 ^{223}Ra 、 ^{225}Ac 等 9 种核素，其中 ^{68}Ga 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 分别由 ^{68}Ge - ^{68}Ga 发生器、 ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 核素发生器淋洗获得，其余核素均外购。

本项目使用的放射性核素特性参数见表 9-4。

表 9-4 医院使用放射性同位素特性一览表

序号	核素		半衰期	衰变方式	α/β 最大能量 MeV	光子能量 MeV	周围剂量当量率 常数（裸源） $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{MBq} \cdot \text{h}$	毒性 分组	用途	来源
1	氟	^{18}F	109.8min	β^+ , EC	0.63 (+)	0.511	0.143	低毒	PET 显像	外购
2	锗	^{68}Ge	288d	EC	—	0.0103	0.0325	中毒	^{68}Ga 制备	^{68}Ge - ^{68}Ga 发生器制备
	镓	^{68}Ga	68.3min	β^+ , EC	1.9 (+)	0.511	0.134	低毒	PET 显像	
3	钼	^{99}Mo	2.75d	β^-	1.214	0.07394	未找到	中毒	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 制备	^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 发生器制备
	锝	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	6.02h	同质异能跃迁	—	0.140	0.0303	低毒	SPECT 显像	
4	碘	^{131}I	8.02d	β^-	0.602	0.284, 0.365, 0.637	0.0595	中毒	显像、甲亢治疗	外购
5	磷	^{32}P	14.26d	β^-	1.71	—	—	中毒	敷贴治疗	外购
6	锶	^{89}Sr	50.53d	β^-	0.5846	—	—	中毒	核素治疗	外购
7	镭	^{223}Ra	11.44d	α	5.8713 (α), 0.4270 (β)	0.0117, 0.0838, 0.2695	—	极毒	核素治疗	外购
8	锕	^{225}Ac	10.0d	α	5.8300	0.09980	未找到	极毒	核素治疗	外购
9	碘	^{125}I	59.4d	EC	—	0.027, 0.028, 0.031, 0.036	0.0165	中毒	放免分析、 粒籽源植入	外购

备注：EC 表示轨道电子俘获，“—”表示无值。上表数据主要来源于《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）附录 H。

9.2 核医学科改造项目运营期工艺分析

9.2.1 粒籽源储存场所

根据陕西省肿瘤医院提供的资料，2017 年 7 月，医院委托重庆宏伟环保工程有限公司编制了《陕西省肿瘤医院放射性粒籽源植入建设项目环境影响报告表》，2017 年 9 月取得陕西省环境保护厅的批复文件（陕环批复[2017]433 号）。粒籽源植入治疗在住院科研楼 B 楼二层介入科的 6 排 CT 机房，本次改造项目建成后 ^{125}I 粒籽源的用量增加，经核定，粒籽植入场所为丙级非密封放射性物质工作场所，与辐射安全许可证许可的场所等级一致。

根据《陕西省肿瘤医院放射性粒籽源植入建设项目环境影响报告表》内容， ^{125}I 粒籽源几何尺寸为长 4.5mm，直径 0.8mm，外壳为 0.05mm 厚的钛合金激光密封管，内为一枚直径 0.5mm，长度 3mm 的银丝，银丝表面镀有放射性核素。医院事先按量订购，供货商将定量的粒籽源颗粒密封于铅容器中供给医院。该医院粒籽源按病人需要量订购后，及时给已预约的病人治疗用。每位患者因肿瘤或残存癌床的大小不同，接受植入粒籽的个数也不相同。

9.2.1.1 性能参数

本项目使用的放射性密封源情况见表 9-5，使用的粒籽源的性能参数见表 9-6。

表 9-5 放射性密封源

核素名称	日等效最大操作量 (Bq)	年最大操作量 (Bq)	物化性状	储存方式及地点	使用地点
^{125}I 粒籽源	1.85×10^7	4.63×10^{12}	固态	住院科研楼 B 楼负一层核医学科粒籽源储存场所专用保险柜中	住院科研楼 B 楼二楼 6 排 CT 机房

表 9-6 粒籽源的性能参数

核素	半衰期	毒性	加权平均能量
^{125}I	59.4d	中毒	28.37keV

9.2.1.2 粒籽植入工作原理

粒籽源植入术，是一种用于近距离组织间植入的内放射治疗技术，在 CT、B 超等影像学引导下，通过手术或微创方式把放射性粒籽植入到肿瘤部位或相关的淋巴系统内。由于射线能在局部连续不间断地作用于肿瘤，使得任何进入活跃期的肿瘤细胞都被射线抑制和杀灭，从而使局部肿瘤得到最为有效的控制。

粒籽源植入到肿瘤部位及其可能发生转移的组织间，对肿瘤细胞及组织形式局部持续辐射，是不同于外放疗的持续性内放射治疗，可提高靶区的照射量，有效抑

制肿瘤细胞的有丝分裂和再增值。其精确性高，毒副作用小，对周围组织脏器及政策细胞损伤轻微，并发症发生率明显减少，经临床实践证明是一项有发展前景的先进方法。三维组织间立体定向放射治疗肿瘤的最主要特点是局部适形放疗，肿瘤靶区高剂量而周围正常组织受量较低，有效的提高治疗增益系数，减少了并发症，增加疗效。

9.2.1.3 植入流程

医院根据需要按量订购粒籽源，采购回来暂存于粒籽源贮存室，给已预约的病人治疗用。粒籽源使用，建立使用台账，在手术前后核实粒籽源数量，手术剩余粒籽应当放回粒籽源贮存室，手术后需采用检测仪器检查手术床和地面，确保无粒籽源遗留在手术室内。粒籽源植入手术的工作流程如下：

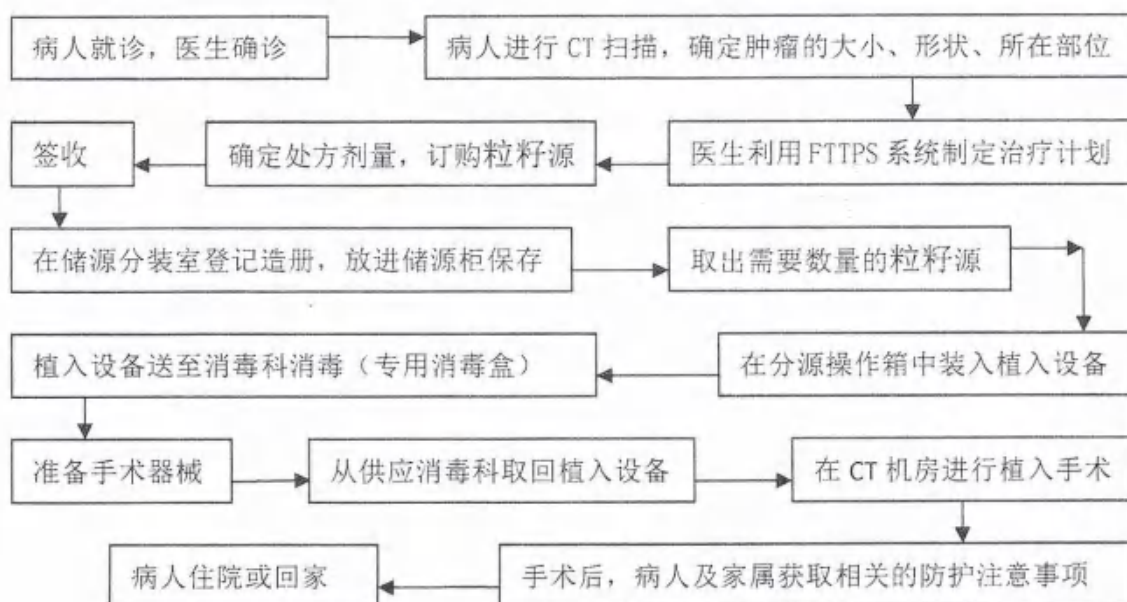


图 9-1 粒籽源植入手术流程

- (1) 应用 TPS 计划系统确定植入粒籽源剂量、活度和数量，得到最佳的剂量分布，向厂家订购粒籽源；
- (2) 粒籽源供货单位将粒籽源运送至贮存分装室，放入房间内的保险柜内；
- (3) 工作人员戴上防护手套，将粒籽源从保险柜内取出，操作人员在铅屏风后通过镊子将粒籽源装入“子弹夹”内（操作时间约 10 分钟）；
- (4) 将装好粒籽源的“子弹夹”和植入枪放入铅屏蔽箱内；用布包好后采用高压蒸汽进行消毒；
- (5) 将消毒好的装有“子弹夹”和植入枪的铅屏蔽箱提至 CT 植入室内；

- (6) 据 CT 图象确定靶区，常规消毒靶区及其周围皮肤；
- (7) 打开粒籽源植入包，戴无菌手套，铺孔巾；
- (8) 用 2%利多卡因或加 5mL 副肾 1/3 支左右进行局部麻醉；
- (9) 根据 CT 确定的位置，用穿刺针穿入肿瘤内，到达预定位置后，拔出穿刺针的针芯；
- (10) 再次通过 CT 观察确认穿刺到肿瘤病灶内，确认穿刺成功；
- (11) 通过粒籽植入枪将粒籽源均匀植入肿瘤病灶内部；
- (12) 植入粒籽源后，拔出穿刺针；
- (13) 撤孔巾、再次消毒穿刺部位后、用纱布敷上并固定好；
- (14) 测量血压及脉搏。

粒籽源进入前需先进行消毒处理。目前最常用的一种灭菌方法是高压灭菌法，粒籽源灭菌必须在可耐受的温度和压力条件下进行。通常使用的消毒方法是采用中华人民共和国卫生行业标准《医疗机构消毒技术规范》（WS/T367-2012）附录 C.1 压力蒸汽灭菌中的方法进行灭菌。具体操作方法是：

- (1) 将所有密封籽源装入弹夹中，
- (2) 将弹夹放入带有透气孔的专用不锈钢籽源消毒盒中，
- (3) 将装载好弹夹的不锈钢消毒盒经消毒巾包裹后，放入压力蒸汽灭菌器内进行灭菌处理。

粒籽源植入产污环节见图 9-2。

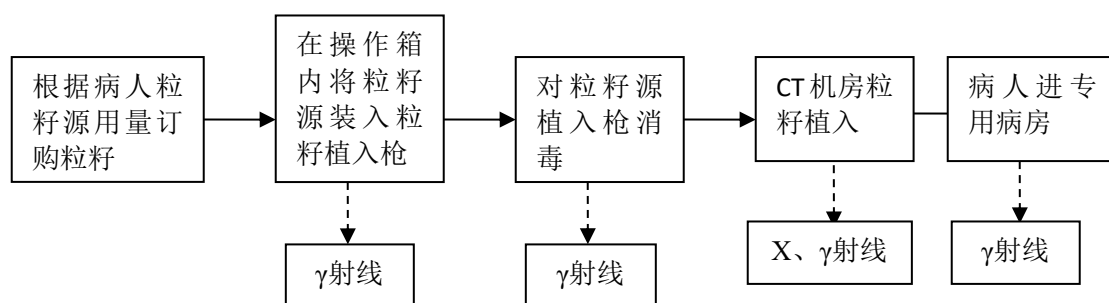


图 9-2 粒籽源植入产污环节图

同时，粒籽源在分装植入过程中会产生较少量的废源由院方暂存于贮存室的铅罐内，然后由厂家统一回收，植入期间不产生其它放射性废水、废气。本项目主要污染物排放情况见表 9-7。

表 9-7 本项目主要污染物情况统计汇总表

阶段	名称	污染物	主要污染因子	备注
运营期	粒籽源植入	电离辐射	γ 射线、X 射线	/
		放射性固体废物	废弃的粒籽源	废弃的粒籽源暂存于铅罐内，退回厂家

9.2.1.4 工作负荷

根据医院提供的资料， ^{125}I 粒籽植入每日最大受检人数 5 人，年工作 250d，单人使用核素最大量为 $3.7 \times 10^9 \text{Bq}$ (100mCi)。 ^{125}I 粒籽源使用情况见下表。

表 9-8 ^{125}I 粒籽源使用情况

核素	单人最大用量 (Bq)	每日最大受检人数	日最大操作量 (Bq)	年就诊人数	年最大操作量 (Bq)	使用场所
^{125}I 粒籽源	3.7×10^9	5 人	1.85×10^{10}	1250 人	4.63×10^{12}	住院科研楼 B 楼二层介入科的 6 排 CT 机房 (即粒籽植入场所)

9.2.2 放射性核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{68}Ga 的淋洗制备

本项目拟使用的 ^{18}F 、 ^{131}I 、 ^{125}I 、 ^{89}Sr 、 ^{32}P 、 ^{223}Ra 、 ^{225}Ac 核素均直接外购，使用的 ^{68}Ga 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 两种放射性核素则购买核素发生器制备。 ^{68}Ga 由 ^{68}Ge - ^{68}Ga 发生器淋洗制备， $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 由 ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 核素发生器淋洗制备。

1、放射性核素发生器的工作原理

^{68}Ge - ^{68}Ga 发生器是一种从半衰期较长的母体核素 ^{68}Ge 中分离出来半衰期较短的放射性子体核素 ^{68}Ga 的装置， ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 核素发生器是一种从半衰期较长的母体核素 ^{99}Mo 中分离出半衰期较短的放射性子体核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 的装置。

^{68}Ge - ^{68}Ga 发生器、 ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 核素发生器均属于色谱柱型发生器，其中 ^{68}Ge - ^{68}Ga 发生器采用 SnO_2 作吸附剂， ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 核素发生器采用 Al_2O_3 作吸附剂。 ^{68}Ge - ^{68}Ga 发生器中的 SnO_2 对母体核素 ^{68}Ge 有很强的亲和力，子体核素 ^{68}Ga 则几乎不被吸附。 ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 核素发生器中的 Al_2O_3 对母体核素 ^{99}Mo 有很强的亲和力，子体核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 几乎不被吸附。当用淋洗液淋洗放射性核素发生器的吸附柱时， ^{68}Ga 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 分别以 $^{68}\text{Ga}^{3+}$ 、 $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ 的形式洗脱出来，而母体核素仍留在放射性核素发生器内，整个过程称为“挤奶”。由于母体核素的不断衰变就不断地产生子体核素，因而核素发生器可以反复淋洗制得子体核素。典型放射性核素发生器内部结构示意图见图 9-3。

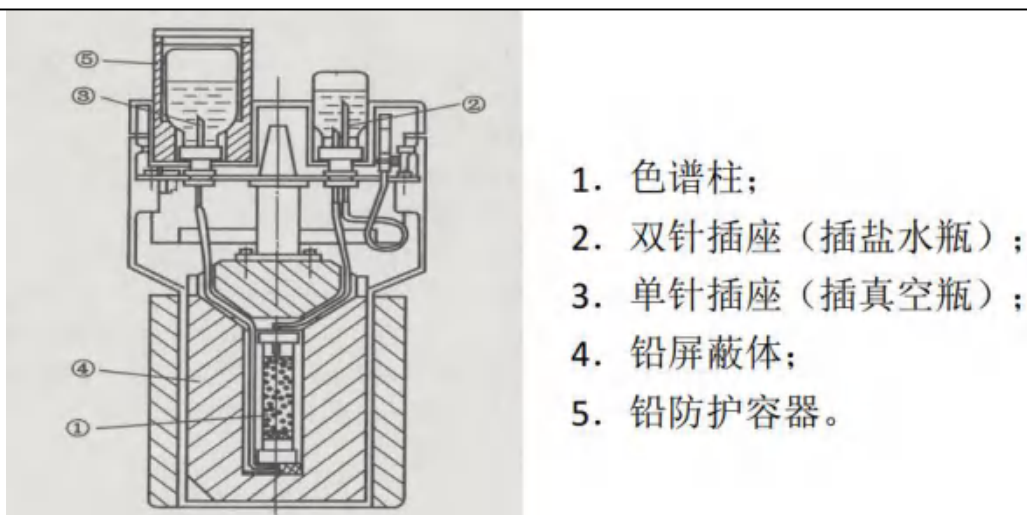


图 9-3 放射性核素发生器内部结构示意图

2、放射性核素发生器的操作流程

放射性核素发生器的操作流程见图 9-4 所示。

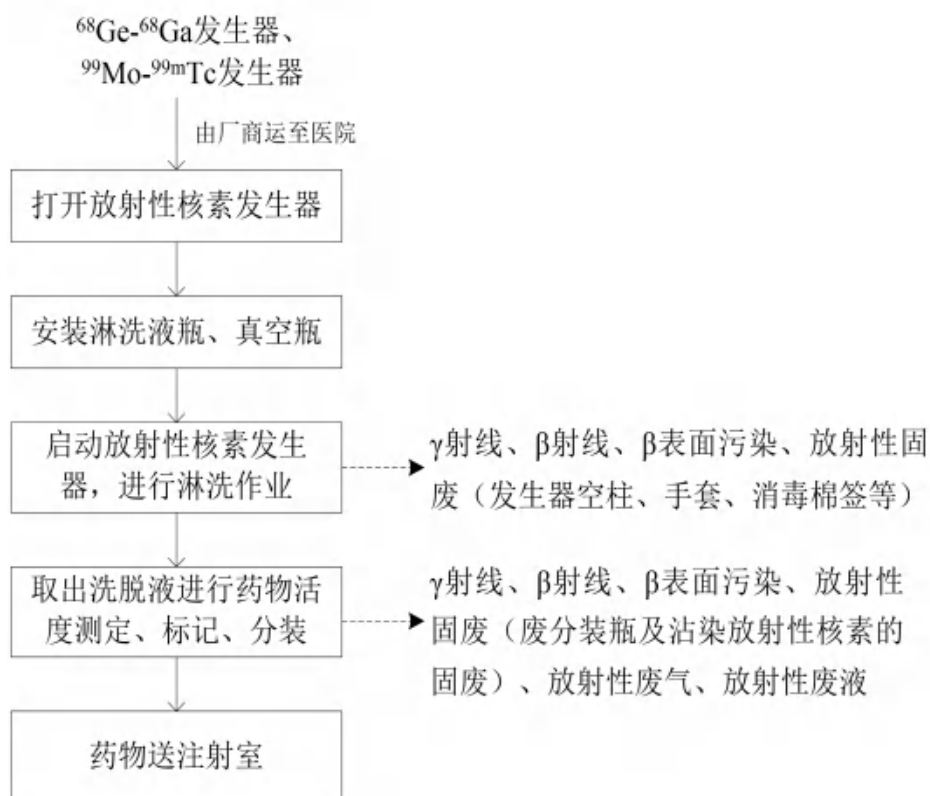


图 9-4 放射性核素发生器操作流程示意图

放射性核素发生器的操作流程为：

①医院使用的放射性核素发生器直接购买，由厂商直接送至核医学科药物制备间。

②开展淋洗工作前，将放射性核素发生器置于通风橱中，而后将放射性核素发

生器顶部的铅屏蔽盖打开。

③先将盛有淋洗液的小瓶插入发生器的双针，然后将置入铅罐的负压瓶插入发生器的单针。启动放射性核素发生器，借助负压瓶的负压，使淋洗溶液淋洗发生器的吸附柱，这时由母体衰变而得到的子体放射性核素即被洗脱入负压瓶中，获得含 ^{68}Ga 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 的洗脱液。取走铅罐后，用另一负压瓶插至单针上，吸干吸附柱。

④通风橱内配置有用于活度测量的活度计，工作人员用注射器吸取少量淋洗液，测量其放射性活度，得出该瓶淋洗液的比活度，同时可测量淋洗液的纯度。而后根据患者检查的需求，将真空负压瓶中的 ^{68}Ga 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物在通风柜内进行分装。

⑤最后将分装好的药物送至注射室使用。

3、污染物及污染源项

（1）正常工况

①辐射：本项目 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 淋洗、分装过程中， $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 会发生同质异能跃迁，产生能量为140keV的 γ 射线； ^{68}Ga 淋洗、分装过程中， ^{68}Ga 会发生 β 衰变、轨道电子俘获，产生 γ 射线、 β 射线，可能会对工作人员及周边环境产生辐射影响。

②放射性固废：淋洗过程中产生废的 ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 发生器柱（年产生量约50个）、 ^{68}Ge - ^{68}Ga 发生器柱（年产生量约4个），淋洗、分装过程中，产生的废淋洗真空瓶、手套、消毒棉签、废分装瓶、工作人员操作废手套、吸附放射性废气产生的废活性炭等。

③放射性废水：药物制备过程中使用的淋洗真空瓶为一次性使用，无容器的清洗操作，制备过程中无放射性废水产生；工作人员淋洗、分装完成后，需要对手部以及其他部位进行去污，此过程会产生清洗废水。

④放射性废气：整个淋洗过程在通风柜内进行，通风柜、发生器均负压条件下工作，此过程无溶液挥发，不产生放射性废气；其分装过程中，可能产生极少量放射性废气，放射性废气经通风柜排风管道排出，经活性炭吸附后，废气经专用管道引至楼顶排放。

（2）事故工况

^{68}Ga 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物淋洗、分装过程中，工作人员因操作不当，可能会出现放射性药品洒漏情况，进而可能对工作台面、地面、墙面造成表面污染；一般采取干法去污措施，首先使用吸水纸擦拭，然后用酒精棉球反复擦拭直至检测合格，擦拭用的

吸水纸、酒精棉球等作为放射性固废处理。

4、工作负荷

医院拟采用 ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 发生器、 ^{68}Ge - ^{68}Ga 发生器分别制取 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{68}Ga 核素。

^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 发生器：医院根据患者情况使用放射性核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ，拟购置最小规格 11.1GBq 的发生器， ^{99}Mo 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 半衰期短，故裂变钼 99-锝 99m 色层发生器有效期短，一般不超过 1 周。医院全年淋洗 250 次，使用最小规格 11.1GBq 的发生器数量约为 50 支，每次淋洗、质控时间约 20min。

^{68}Ge - ^{68}Ga 发生器：医院根据患者情况使用放射性核素 ^{68}Ga ，拟购置最小规格 3.7GBq 的发生器，医院全年进行 ^{68}Ga 显像诊断的患者约为 500 例，医院全年淋洗 250 次，使用最小规格 3.7GBq 的发生器数量约为 4 支，每次淋洗、质控时间约 3min。

9.2.3 PET/CT 扫描显像

9.2.3.1 工作原理

PET 是正电子发射计算机断层扫描显像装置，对患者注射短命核素如 ^{18}F 、 ^{68}Ga 正电子核素示踪剂，示踪人体内特定生物物质的生物活动，采用多层、环形排列于发射体周围的探头，由体外探测示踪剂引发正电子湮灭产生的一对 0.511MeV 光子，然后将获得的信息，通过计算机处理，以解剖影像的形式及其相应的生理参数，显示靶器官或病变组织的状况，借此诊断疾病，又称为生化显像或功能分子显像；PET/CT 则是将 PET 和 CT（计算机体层显像）有机结合在一起，使用同一个检查床和同一个图像处理工作站，将 PET 图像和 CT 图像融合，可精确地提供靶器官的解剖和功能双重信息，同时反映病灶的病理生理变化和形态结构，提高诊断的准确性。

9.2.3.2 工作流程

本项目使用 ^{18}F 、 ^{68}Ga 进行 PET/CT 显像检查。 ^{18}F 半衰期 109.8min，半衰期很短，故医院根据与患者预约情况提前向有资质的核素供应商定药，由核素供应商将药物运输至核医学科药物准备室。患者在核医学科窗口预约后，凭预约单在核医学科 PET 给药室（2#）窗口注射药物，患者注射后在 PET 注射后候诊室等待，待药物在体内代谢达到平衡后，进入 PET/CT 机房进行扫描。

^{68}Ga 采取 ^{68}Ge - ^{68}Ga 发生器淋洗制备。该部分内容详见本章 9.2.2。

^{18}F 采用正电子药物全自动分装仪完成 ^{18}F 的药物分装、稀释、活度测量等全过程。正电子药物全自动分装仪主要由核素分装仪、中心控制系统、活度计通信和打

印机四部分组成。正电子药物全自动分装仪安装在分装准备室的分装热室内。医院根据患者预约情况向核素供应商预定含 ^{18}F 的放射性药物，然后由核素供应商当天用专车运抵医院，因 ^{18}F 半衰期较短，计划分两个时段送药（上午 7:20 和中午 12:40），每个时段送 13 人次药量。核素供应商的专业技术人员通过泵吸将铅罐中的 ^{18}F 注入自动分装仪中，医生利用放置在外部的笔记本控制电脑，输入相关患者信息后，能够将 ^{18}F 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，并按指定活度或体积分别装至注射器内，满足每个患者所需要的单支剂量活度。同时避免了医生在药物分装过程中受到不必要的剂量照射，同时也保证了药物分装的准确度。当分装结束后，系统自动将分装信息存入数据库，便于操作者调阅或查询，并选择打印分装结果的标签，用于患者注射时的查对。注射器存放在注射器转运盒内运至注射室使用。典型的正电子药物全自动分装仪见图 9-5，典型的分装热室见图 9-6。



图 9-5 典型的正电子药物全自动分装仪（示图）



图 9-6 典型的分装热室（示图）

PET/CT 检查操作流程见图 9-7。



图 9-7 PET/CT 诊疗检查流程图

9.2.3.3 PET/CT 正常工况污染途径及污染因子

1、产污环节：PET/CT 场所产污环节见图 9-8。

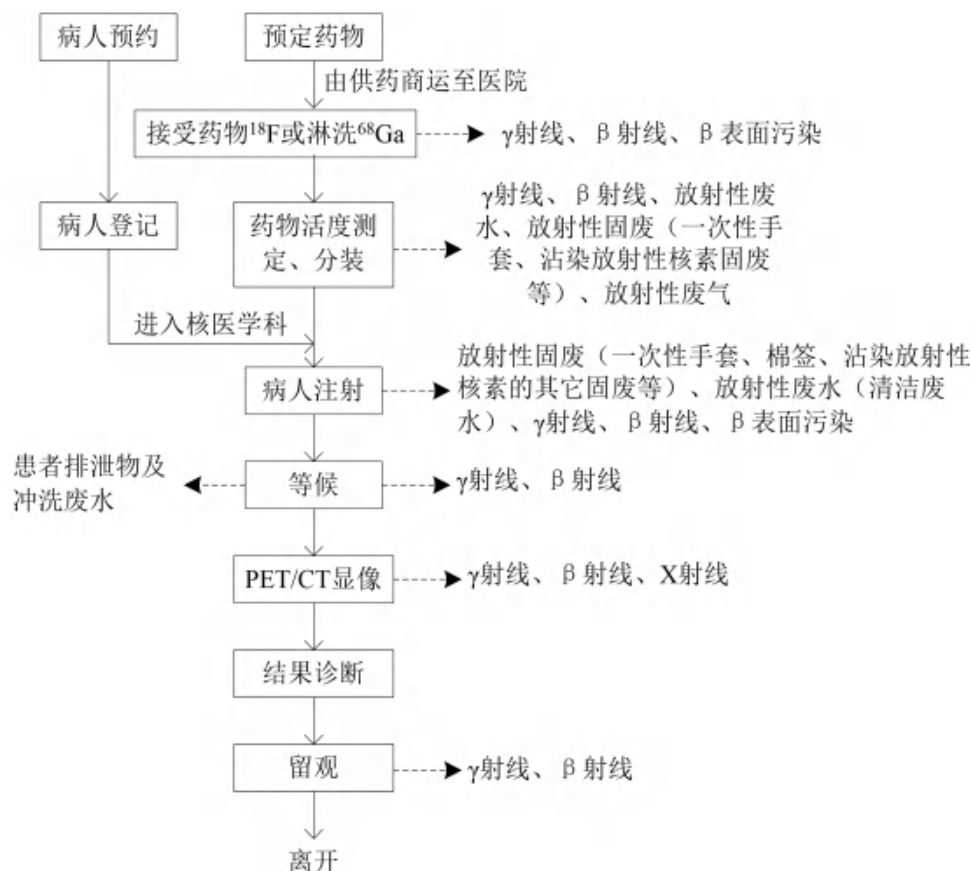


图 9-8 PET/CT 诊疗检查产污环节图

(1) 根据医生指导意见，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。对于 ^{68}Ga 药物，医院自行购买 ^{68}Ge - ^{68}Ga 发生器进行淋洗制备、人工分装，分装好的药物送至注射室（2#）； ^{18}F 药物根据病人用量，提前一天向有资质的供货商定量购买，由厂家送至核医学科，并将 ^{18}F 注入正电子药物全自动分装仪中。

(2) 受检者按约定时间在核医学科候诊区进行登记、准备。

(3) 医生根据患者相关信息，通过正电子药物全自动分装仪获取相应活度的 ^{18}F 药物，并分装至注射器内，而后通过注射器转运盒运至 2#注射室备用。 ^{68}Ga 药物也

通过注射器转运盒运至 2#注射室备用。

(4) 准备好的受检者经过核医学科患者通道进入给药室(2#), 注射工作人员穿戴好个人防护用品从注射器转运盒内取用相应患者的标记药物, 通过注射窗口为受检者注射药物, 注射时间平均约 1min/每人。

(5) 注射了放射性药物的受检者进入注射后候诊室等候(30min~60min), 进行检查前的准备。

(6) 注射药物的受检者从注射后候诊室直接进入 PET/CT 机房检查, 工作人员配合受检患者摆好位后进入操作间进行隔室操作, 摆位时间平均约 1min/人·次, PET 每次平均扫描时间约 15min/人·次, CT 每次平均扫描时间约 0.5min/人·次。

(7) 检查完成后, 受检者在留观室留观 5~10min, 经主管医生确认图像质量满意后, 受检者通过核医学科患者通道离开核医学区域。

2、污染因子: ^{18}F 、 ^{68}Ga 放射性药物产生的 γ 射线、 β 射线和 β 表面污染, CT 扫描时产生的 X 射线, 该项目使用过程中还伴随一定量的放射性废物、废气和废水。

PET/CT 设备配有两枚锗-68(^{68}Ge)密封校验源, 活度均为 $7.4 \times 10^7 \text{Bq}$ (2mCi), 属于V类放射源。 ^{68}Ge 半衰期为 288d。

3、污染途径

(1) PET 使用 ^{18}F 和 ^{68}Ga 放射性药物为注射针剂, 放射性药物衰变产生 γ 射线、 β 射线对工作人员在注射过程和对病人进行检查时产生一定照射, 同时产生 β 表面污染;

(2) CT 扫描时产生的 X 射线对操作人员和公众产生一定的影响;

(3) 使用的 ^{18}F 、 ^{68}Ga 药物为注射针剂, 所以会产生用过的注射针管、药瓶、棉签、一次性手套等放射性固体废物。

(4) 注射放射性药物被检人员产生的排泄物和擦洗台面的废水都属于放射性废液。

9.2.3.4 事故工况污染

(1) 对放射性药物和仪器校验源管理不善, 造成放射性药物丢失或被盗;

(2) 对注射放射性药物的被检者管理不善, 则被检者体内正电子放射性药物发出射线产生外照射对周围人员会产生一定的辐射影响;

(3) 给被检者注射时, 操作不当将药物滴洒在台面、地面或其他地方, 将造成

放射性表面污染；

(4) 对放射性废物管理不善，对社会和环境会造成一定影响；

(5) 防护门控制失灵或无警示标志，人员误入正运行的机房内而造成辐射损伤；

(6) 管理不善，无关人员在 PET/CT 开机时进入机房或开机时未离开机房，从而受到不必要的较大剂量辐射照射。

9.2.3.5 工作负荷

医院仅使用 ^{18}F 、 ^{68}Ga 开展 PET/CT 显像诊断工作，预计全年注射 ^{18}F 标记药物进行显像诊断的患者约 6250 人·次， ^{68}Ga 标记药物进行显像诊断的患者约 500 人·次。 ^{18}F 、 ^{68}Ga 使用情况见表 9-9。

表 9-9 ^{18}F 、 ^{68}Ga 使用情况

核素	单人最大用量 (Bq)	每日最大受检人数	日最大操作量 (Bq)	年就诊人数	年最大操作量 (Bq)	用途
^{18}F	3.7×10^8	25 人	9.25×10^9	6250 人	2.31×10^{12}	肿瘤显像诊断
^{68}Ga	1.85×10^8	2 人	3.7×10^8	500 人	9.25×10^{10}	
合计	/	27 人	9.62×10^9	6750 人	2.4025×10^{12}	/

PET/CT 显像时，医院计划分 9 批注射，每批注射 3 人，每批注射间隔时间约 40min。PET/CT 只进行放射性药物显像，工作负荷为 6750 人·次/年，PET/CT 采用 CT 模式扫描平均每次进行显像的有效开机时间约为 0.5min，年有效开机时间约为 56.25h。

9.2.4 SPECT/CT 扫描显像

9.2.4.1 SPECT/CT 工作原理

SPECT 是单光子发射型计算机断层仪的英文缩写，SPECT 检查采用 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 等某种放射性核素或其标记物作为示踪剂，通过注射或口服方式进入体内后，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在这个过程中的差异，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 SPECT 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，提供有关脏器的血流、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。

因此，SPECT 放射性核素显像有助于疾病的早期诊断。

CT 是计算机断层扫描，利用 X 射线对人体选定的断层面进行照射，通过测定透过的 X 线量，获得断层图像的一种成像装置。检查过程中，X 线球管及检测器不间断地进行扫描和数据采集。它可以清晰地显示人体的断层影像，准确描述病变的大小、位置、形态等解剖学特征；但仅靠病变的解剖学特征诊断疾病有一定的局限性，有些病灶性质 CT 难以做出准确的判断。

SPECT/CT 是单光子发射型计算机断层仪与计算机断层摄影同机融合显像系统，是将 SPECT 和 CT 两个设备有机地结合在一起，使用同一个检查床和同一个图像处理工作站。SPECT/CT 同时具有 SPECT 和 CT 的功能，但绝不是二者功能的简单叠加，由 SPECT 与 CT 优势互补，SPECT/CT 中的 SPECT 通过定性和定量分析，能提供有价值的功能和代谢方面的信息；同时，SPECT/CT 中的 CT 提供像地图一样的解剖信息；SPECT 和 CT 的融合图像如同路标，能帮助确定和查找病变的精确位置。

SPECT/CT 具有高检查效能、高灵敏度，能高质量短时间内完成如心肌、甲状腺、骨、肾、肾上腺、脑、唾液腺、胆囊等显像。SPECT 即单光子发射计算机断层扫描。它将发射单光子的核素药物如 ^{99m}Tc 、 ^{131}I 引入人体，其经代谢后在脏器内外或病变部位和正常组织之间形成放射性浓度差异，这些差异通过计算机处理成 SPECT 图像，为肿瘤的诊治提供多方位信息。SPECT 的基本结构分三部分，即旋转探头装置、电子线路、数据处理和图像重建的计算机系统。SPECT 除显示肿瘤病灶外，还可显示局部脏器功能的变化。

9.2.4.2 SPECT/CT 正常运行时污染途径及污染因子

1、产污环节及污染物

SPECT/CT 产污环节及污染因子见下图 9-9。

2、SPECT/CT 正常工况污染途径及污染因子

(1) 污染因子： γ 射线、 β 射线、 β 表面污染、X 射线、含 ^{99m}Tc 及 ^{131}I 放射性废水、含 ^{99m}Tc 及 ^{131}I 的放射性固体废物。

(2) SPECT/CT 诊断室污染途径分析：SPECT/CT 同位素扫描仪用的放射性同位素主要有 ^{99m}Tc 、 ^{131}I ，均为液体， ^{99m}Tc 、 ^{131}I 物理半衰期分别是 6.02h、8.02d。用 ^{99}Mo - ^{99m}Tc 发生器进行 ^{99m}Tc 制备、淋洗、对受检者进行注射 ^{99m}Tc 及 ^{131}I 核素时，操作人员将受到一定 γ 射线辐射影响，影响程度主要取决操作时间；再一个，受检者一

旦注射了 ^{99m}Tc 或口服了 ^{131}I 等放射性核素，就形成一个放射性污染源，将对周围的人群产生辐射影响，影响时间的长短和强弱，视受检者注射或口服放射性核素种类和用量，所以对注射或口服放射性核素的患者要有专用的候诊室，以避免对公众造成辐射影响。SPECT/CT 在诊断扫描过程中会产生 X 射线。 ^{99m}Tc 药物淋洗和分装、注射 ^{99m}Tc 及口服 ^{131}I 过程中会产生 γ 射线、 β 射线、 β 表面污染。

(3) 放射性废液：注射 ^{99m}Tc 、口服 ^{131}I 等放射性核素受检者的新陈代谢物—汗液、痰液、尿液及粪便，通过专用卫生间进入衰变池。经衰变池衰变处理后，待衰变时间满足 HJ1188-2021 标准要求（含碘-131 核素的暂存时间超过 180 天），且放射性废物活度低于 GB18871 清洁解控水平后排入医院总污水处理站，最终排入市政污水管网。

(4) 放射性固体废物：接触 ^{99m}Tc 、 ^{131}I 的药瓶、塑料管、注射器、棉签、注射台上的海棉、口罩、一次性乳胶手套、一次性杯子、医护人员工作服等被放射性物质污染的固体废物。按时间分类收集，存放于专用固废间，含 ^{99m}Tc 的放射性废物暂存时间超过 30 天，含 ^{131}I 的放射性废物暂存时间超过 180 天，待放射性废物活度低于 GB18871 清洁解控水平后作为一般医疗废物处理。

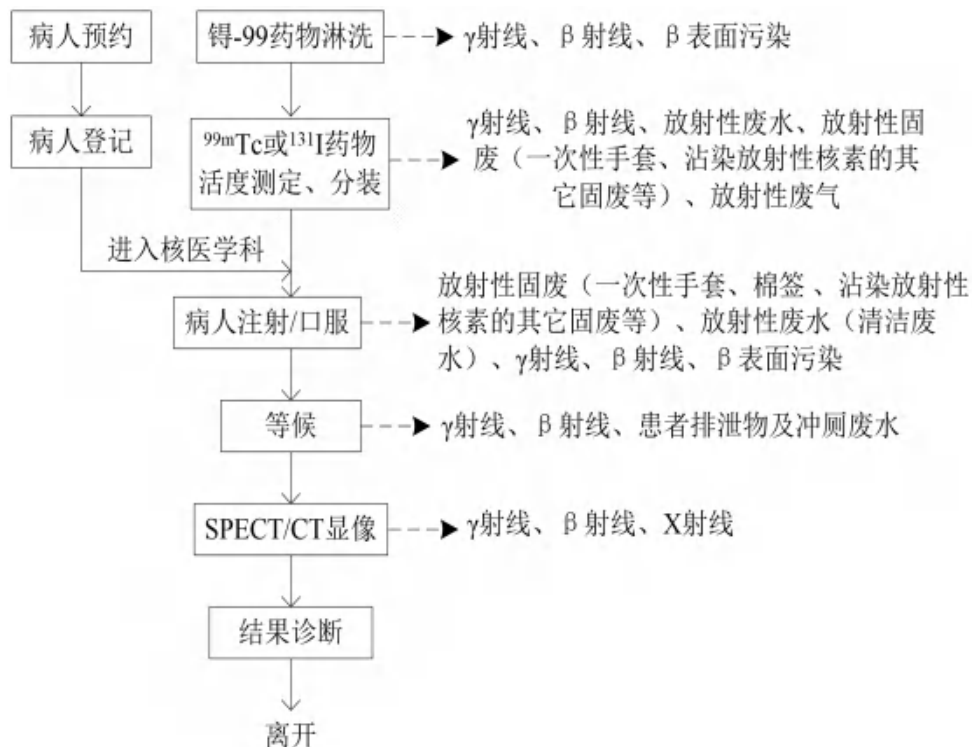


图 9-9 SPECT/CT 产污环节图

9.2.4.3 工作负荷

医院使用 ^{99m}Tc 、 ^{131}I 开展 SPECT/CT 显像诊断工作，预计全年注射 ^{99m}Tc 标记药物进行显像诊断的患者约 12500 人，全年口服 ^{131}I 标记药物进行显像诊断的患者约 2500 人。 ^{99m}Tc 、 ^{131}I 使用情况见表 9-10。

表 9-10 ^{99m}Tc 、 ^{131}I 使用情况

核素	单人最大用量 (Bq)	每日最大受检人数	日最大操作量 (Bq)	年就诊人数	年最大操作量 (Bq)	用途
^{99m}Tc	9.25×10^8	50 人	4.63×10^{10}	12500 人	1.16×10^{13}	全身肿瘤显像诊断
^{131}I	1.85×10^8	10 人	1.85×10^9	2500 人	4.63×10^{11}	神经外胚层肿瘤显像

SPECT 显像时，医院计划分 9 批注射，每批注射 7 人，每批注射间隔时间约 60min。SPECT/CT 只进行放射性药物显像，SPECT/CT 工作负荷约 15000 人/年。SPECT/CT 采用 CT 模式扫描平均每次进行显像的有效开机时间约为 0.5min，年有效开机时间约为 125h。

9.2.5 ^{125}I 放免污染分析

放免分析流程：采血→加样→温育→离心分离→放射性测量→计算结果。

放射性废液： ^{125}I 加入血清试管中进行化学反应后的上清液是含 ^{125}I 的主要废液，每月产生 3L，每年产生量为 36L，放免室设置一个废液桶收集含 ^{125}I 废液，废液桶装满后标明日期和类别转移到放射性废物间储存，暂存 594 天后，经检测活度浓度满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）排放限值（总 β 不大于 10Bq/L）后排入医院污水管网。



图 9-10 放免分析工艺流程图及产污环节图

放射性固体废物： ^{125}I 加入血清试管中进行化学反应后的沉淀物，对其沉淀物进行放射性测量后，该沉淀物就是含 ^{125}I 的主要固体废物；其次是接触 ^{125}I 的试剂瓶，取样器的咀管、上机测定样杯、乳胶手套、擦拭液管用过的滤纸等，该放射性固体废物由专用桶收集衰变贮存 10 个半衰期（即 594 天）后，待放射性废物活度低于 GB18871 清洁解控水平后按普通医疗废物处理。

9.2.6 放射性核素正常治疗的污染途径及污染因子

9.2.6.1 工作原理

本项目核医学科涉及的放射性核素治疗项目主要包括 ^{131}I 甲亢治疗、 ^{89}Sr 骨转移癌治疗、 ^{223}Ra 伴骨转移症状的去势抵抗前列腺癌治疗、 ^{225}Ac 神经内分泌肿瘤及前列腺癌治疗， ^{32}P 是通过人工方法把放射性核素放置于特定部位进行治疗（敷贴治疗）。

^{131}I ：半衰期 8.02d，发射 β 射线(99%)和 γ 射线(1%)， β 射线最大能量为 0.602MeV， ^{131}I 衰变方式为 β^- ，即衰变发射 β 射线，本项目主要用于甲亢治疗。

^{32}P ：半衰期为 14.26d，通过 ^{32}P 发射出的最大能量 1.71MeV 的 β 射线，用于敷贴治疗。

^{89}Sr ：半衰期为 50.53d，通过 ^{89}Sr 衰变发射出最大能量 0.5846MeV 的 β 射线，为趋骨性放射性药物，通过其发射的 β 射线对病变组织进行集中照射，来达到止痛和破坏肿瘤的目的。

^{223}Ra ：半衰期 11.44d，通过衰变释放出的 α 射线能量 5.8713MeV 和 β 射线能量 0.4270MeV，用于治疗伴骨转移症状的去势抵抗前列腺癌的治疗。

^{225}Ac ：半衰期为 10d， ^{225}Ac 衰变类型为 α 。 ^{225}Ac 可与特异性靶向癌细胞的蛋白质或抗体结合，有效杀死癌细胞而不会对周围健康细胞造成伤害。这种方法称为靶向 α 疗法。

1、 ^{131}I 甲亢治疗

^{131}I 甲亢治疗：全称甲状腺功能亢进症治疗。甲状腺细胞对碘化物具有特殊的亲和力，服用药物后 ^{131}I 能够被甲状腺高度选择性吸收，甲亢患者的甲状腺中功能亢进的病变组织比一般的甲状腺组织的摄碘率更高。医院拟使用的碘[^{131}I]化钠口服液（简称 ^{131}I ），用于甲状腺机能亢进（甲亢）的治疗。 ^{131}I 属中毒组核素，在甲状腺内有效半衰期约为 3.5~4.5d，有较长的停留时间； ^{131}I 衰变时发射的 β 射线射程平均约 1mm，几乎全部为甲状腺组织吸收；使用适当剂量的 ^{131}I ，其辐射生物效应使功能亢进的甲状腺细胞受破坏，甲状腺缩小、甲状腺激素的合成减少而达到治疗的目的。

2、 ^{32}P 敷贴治疗

^{32}P 半衰期为 14.26d，衰变方式为纯 β 衰变，当其衰变可放出能量为 1.71MeV 的 β 射线，从而产生治疗作用。 ^{32}P 敷贴治疗是将放射性核素 ^{32}P 液体滴在滤纸上，制成 ^{32}P 敷贴器敷贴在血管瘤部位进行治疗；操作 ^{32}P 药品时要受到药品的 β 辐射； ^{32}P 敷贴治疗产生用过的敷贴器是含 ^{32}P 固体废物， ^{32}P 用过的敷贴器由医院回收放置 10 个

半衰期后按普通垃圾处理。

3、 ^{89}Sr 、 ^{223}Ra 、 ^{225}Ac 治疗

(1) ^{89}Sr 治疗原理

锶-89 (^{89}Sr) 主要用于治疗骨转移癌，该放射性药物是趋骨性的，骨组织代谢活跃的部分浓聚更多的放射性药物。骨肿瘤病灶部位由于骨组织受到破坏，成骨细胞的修复作用及其活跃，所以浓聚大量的放射性药物。由于不是肿瘤细胞直接浓聚放射性药物，是肿瘤部位骨组织代谢活跃形成的放射性药物浓聚，因此是一种间接的浓聚机制。骨肿瘤病灶浓聚的放射性药物靶/非靶比值很高， ^{89}Sr 药物衰变过程中发射 β 射线，辐射作用引起肿瘤组织内毛细血管扩张、水肿，细胞结构不清，染色体淡或固缩，炎细胞浸润，进一步肿瘤细胞核消失或空泡形成，坏死或纤维化形成，从而治疗骨转移癌。

(2) ^{223}Ra 治疗原理

镭-223 (^{223}Ra) 主要释放 α 射线，半衰期 11.44 天，当一个 ^{223}Ra 原子衰变时 ^{223}Ra 及其子体核素发射的总能量为 28.2MeV，发射的 α 粒子能量占 95.3%，发射的 β 粒子能量占 3.6%，发射的光子能量占 1.1%。在衰变过程中发射的 α 、 β 射线穿透距离小，辐射范围不超过 100 μm ，可使其对邻近的健康组织的影响降到最小。 ^{223}Ra 作为一种发射 α 粒子的骨骼靶向放射性药物，用于治疗伴骨转移症状的去势抵抗前列腺癌。

$^{223}\text{RaCl}_2$ 注射液为即用型无菌水溶液，用于静脉注射，为无色透明溶液，包装在玻璃瓶中，用橡胶塞和铝盖密封。工作人员从药瓶自行抽取适当的药品剂量，每个药瓶约 6mL 药品，相当于 6.6MBq (0.178mCi)，放射性浓度为 1100kBq/ml ($\pm 5\%$)。订购的 ^{223}Ra 放射性药物在药物准备室的通风橱内进行取药，在 1#给药室给患者进行注射。本项目年治疗人数约 300 人次/年，根据患者体重计算用药量（如下式）：

$$\text{患者所需注射量 (mL)} = \frac{\text{患者体重 (kg)} \times (55\text{kBq/kg})}{\text{衰减系数 (Dk factor)} \times 1100\text{kBq/mL}}$$

衰减系数在药物说明书中可查询，用药量按 55kBq/kg 体重计，平均剂量约 3.85MBq/70kg 体重。

(3) ^{225}Ac 治疗原理

锕-225 (^{225}Ac) 是治疗神经内分泌肿瘤及前列腺癌治疗的放射性药物，相较于传统放射性较高的药物，其与镭-223 (^{223}Ra) 在辐射方面的安全性相当高，药物对骨髓及其他正常组织影响较低，避免影响造血功能。 ^{225}Ac 衰变过程中发射 α 射线， α

发射体的高线性能量转移导致相邻中高频率的 DNA 断裂，产生抗肿瘤作用， α 粒子能量散失较快，穿透能力在众多电离辐射中是最弱的，人类皮肤或一张纸已能阻隔 α 粒子，这限制了治疗过程中对周围正常组织的损坏。

9.2.6.2 工作流程及产污环节

1、甲亢治疗流程

医院根据患者预约情况向核素供应商预定含 ^{131}I 的放射性药物，然后由供药商当天用专车运抵医院，供药商的专业技术人员通过泵吸将铅罐内的 ^{131}I 注入自动分装仪中，然后医生通过电脑控制将蒸馏水注入自动分装仪中对购买的 ^{131}I 液态放射性药物进行稀释。医生在本机页面或远程计算机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。 ^{131}I 自动分装仪图见图 9-11。



图 9-11 ^{131}I 自动分装仪示意图

甲亢患者进入核医学科甲亢室听医生指挥自行在分装仪处取药、服药，服药之后通过核医学科西侧的患者专用通道和出口离开核医学科。甲亢治疗流程图见图 9-12。

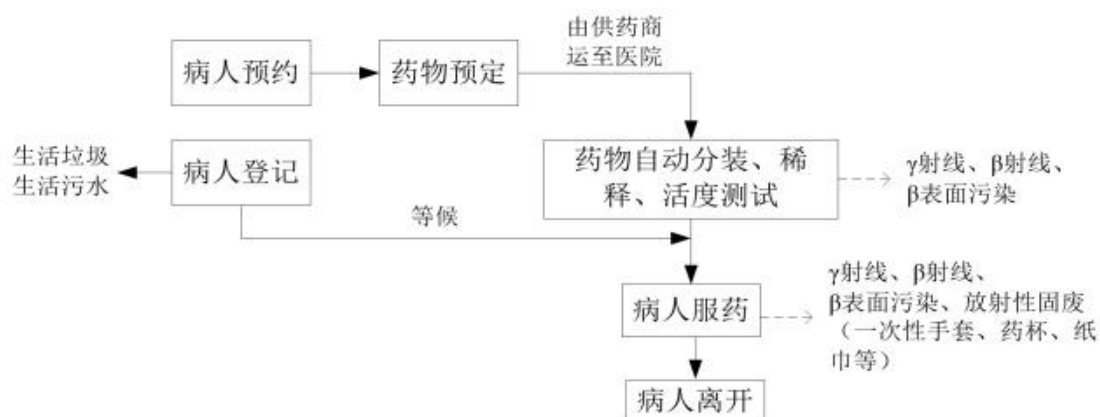


图 9-12 甲亢治疗流程及产污环节示意图

2、³²P 敷贴治疗流程

本项目使用磷酸[³²P]钠溶液制成专用敷贴器，将 ³²P 敷贴器贴在病损处进行治疗。操作流程及产污环节见下图 9-13。

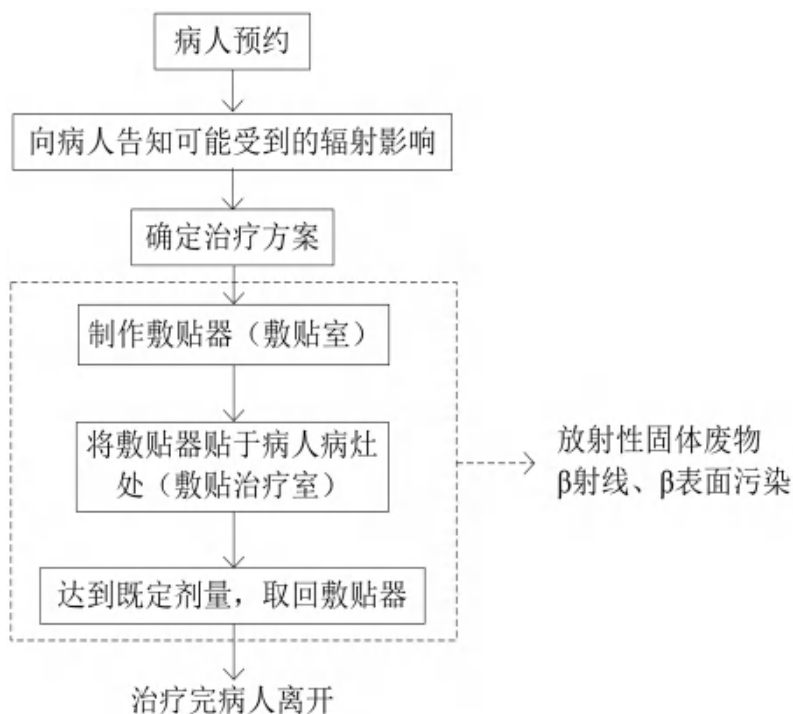


图 9-13 ³²P 敷贴治疗流程及产污环节示意图

具体操作流程如下：

（1）治疗前根据病变的部位、形状、面积、病变程度合理计算治疗方案，精确计算疗程的分次照射剂量和累积照射剂量。

（2）专业医生制作敷贴器时，须戴上乳胶手套在通风橱内进行操作，用吸液器从敷贴室铅罐内吸取计算量的核素经稀释后均匀涂抹于试纸上，并用三层优质塑料薄膜与胶布套封，以保证其密封性，敷贴器经检测表面无放射性污染后方能使用。

(3) 实施治疗时, 采用 3mm 厚的橡胶板屏蔽周围的正常组织。对颜面部部位的病变, 屏蔽其周围正常皮肤; 对其他部位的病变, 则在病变周围露出正常皮肤 0.5cm。在已屏蔽的皮肤上覆盖一张玻璃纸或塑料薄膜后, 将敷贴器紧密贴在病变部位。每次治疗时应由专人使用能报警的计时器控制照射时间, 单个病人单次敷贴时间约 2min。

(4) 每次治疗结束后, 由工作人员收回敷贴器, 检查治疗效果。

3、 ^{89}Sr 、 ^{223}Ra 、 ^{225}Ac 治疗流程

^{89}Sr 、 ^{223}Ra 、 ^{225}Ac 是注射液体, ^{89}Sr 用于骨转移癌患者, ^{223}Ra 用于伴骨转移症状的去势抵抗前列腺癌治疗、 ^{225}Ac 用于神经内分泌肿瘤及前列腺癌治疗。 ^{89}Sr 注射时操作人员要受到少量以上放射性核素的 β 和 γ 辐射影响, ^{223}Ra 、 ^{225}Ac 注射时操作人员要受到少量以上放射性核素的 α 和 γ 辐射影响。

医院根据患者预约情况预定 ^{89}Sr 、 ^{223}Ra 、 ^{225}Ac 放射性药物, 由药物供应商负责将药物运输至核医学科。患者在核医学科窗口凭预约单在核医学科 1#给药室窗口注射药物。 ^{89}Sr 、 ^{223}Ra 、 ^{225}Ac 属于简单的湿法操作, 患者注射放射性药物后, 如无特殊情况, 即由患者专用出口处离开回家。

(1) ^{89}Sr 治疗流程

锶-89 (^{89}Sr) 主要用于治疗骨转移癌。其治疗流程主要为病人预约、确定治疗方案并告知可能受到的辐射影响、预约药物、病人注射药物等, 注射完药物后患者即可离开核医学科。

(2) ^{223}Ra 治疗流程

镭-223 (^{223}Ra) 治疗流程主要为病人预约就诊、确定治疗方案并告知可能受到的辐射影响、剂量确定、病人注射药物等, 注射完药物后患者即可离开核医学科。

(3) ^{225}Ac 治疗流程

锕-225 (^{225}Ac) 是治疗神经内分泌肿瘤及前列腺癌治疗的放射性药物, 治疗流程主要为病人预约就诊、确定治疗方案并告知可能受到的辐射影响、病人注射药物等。注射完药物后患者即可离开核医学科。

^{89}Sr 治疗流程见图 9-14。 ^{223}Ra 、 ^{225}Ac 治疗流程见图 9-15。

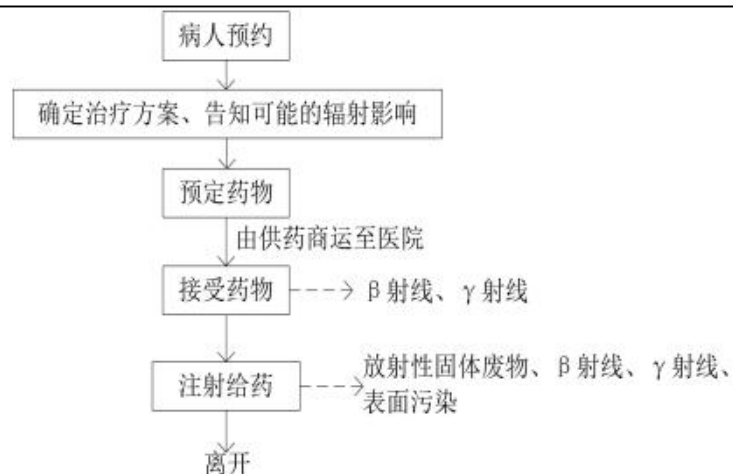


图 9-14 核素 ^{89}Sr 治疗流程及产污环节图

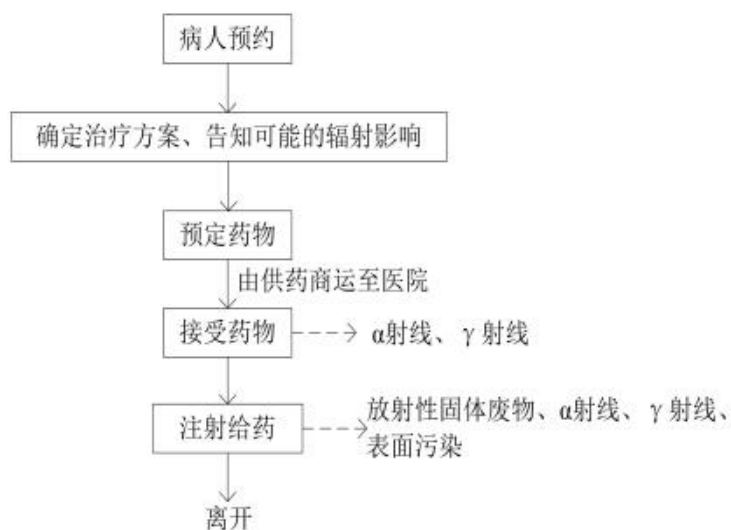


图 9-15 核素 ^{223}Ra 、 ^{225}Ac 治疗流程及产污环节图

9.2.6.3 工作负荷

医院使用 ^{131}I 、 ^{32}P 、 ^{89}Sr 、 ^{223}Ra 、 ^{225}Ac 开展放射性药物治疗，预计全年 ^{131}I 甲亢治疗约 12500 人、 ^{32}P 敷贴治疗约 2500 人、 ^{89}Sr 骨转移癌治疗约 1250 人、 ^{223}Ra 伴骨转移症状的去势抵抗前列腺癌治疗约 300 人、 ^{225}Ac 神经内分泌肿瘤及前列腺癌治疗约 300 人。治疗核素使用情况见表 9-11。

表 9-11 治疗用放射性核素使用情况

核素	单人最大用量 (Bq)	每日最大受检人数	日最大操作量 (Bq)	年就诊人数	年最大操作量 (Bq)	用途
^{131}I	3.7×10^8	50 人	1.85×10^{10}	12500 人	4.63×10^{12}	甲亢治疗
^{32}P	1.85×10^7	10 人	1.85×10^8	2500 人	4.63×10^{10}	敷贴治疗
^{89}Sr	1.48×10^8	5 人	7.4×10^8	1250 人	1.85×10^{11}	骨转移癌治疗
^{223}Ra	6.6×10^6	2 人	1.32×10^7	300 人	1.98×10^9	伴骨转移症状

						的去势抵抗前列腺癌治疗
^{225}Ac	7.4×10^6	2 人	1.48×10^7	300 人	2.22×10^9	神经内分泌肿瘤及前列腺癌治疗

9.2.6.4 放射性核素正常治疗的污染途径及污染因子

(1) 放射性表面沾污：以上放射性核素治疗都是开放性操作，容易使放射性药品洒落造成操作台面或地面的污染。

(2) 辐射影响： ^{131}I 、 ^{32}P 、 ^{89}Sr 治疗会产生 β 射线和 β 表面污染； ^{223}Ra 、 ^{225}Ac 治疗产生 α 射线、 γ 射线、 α 表面污染， α 射线在空气中、人体组织中的射程均很短，穿不透皮肤表层，因此，本评价不考虑 α 射线外照射影响。

(3) 放射性废液：正常治疗过程中，患者口服或注射完药物后可直接离开核医学科，不在核医学科长时间停留，且患者在给药前均被要求先如厕后再给药，给药后基本无如厕人员，但不排除存在极少数患者在给药后确需在核医学科如厕的可能，故可能产生少量患者排泄物；其次核医学科采用预约就诊制度，根据预约患者量和药量情况，淋洗或者外购相应放射性核素，一般无剩余放射性核素产生，如个别患者未如约来院就诊，剩余的放射性药物盛放在铅罐内，放置于通风橱自行衰变处置。故放射性核素正常治疗过程中产生放射性废液较少。

(4) 放射性固体废物： ^{131}I 口服给药会产生一次性口杯，以及操作核素时医护人员佩戴的乳胶手套、工作服、注射器、棉签、废药瓶、注射台面上的海绵、废敷贴器、台面清洁纸巾等均作为放射性固废处置等，收集在专用废物桶衰变贮存核素最长半衰期 10 倍后监测活度满足清洁解控水平后按普通医疗废物处理。

核素治疗过程中若发生放射性药品洒漏等情况，一般采取干法去污措施，首先使用吸水纸擦拭，然后用酒精棉球反复擦拭直至检测合格，擦拭用的吸水纸、酒精棉球等作为放射性固废处理，产生少量的放射性清洁废水单独采取专用废物桶收集，暂存时间超过核素最长半衰期 10 倍（含碘-131 核素的暂存超过 180 天）后，再排入医院衰变池进一步衰变处理。

9.2.7 骨密度仪

1、工作原理

骨密度仪通过 X 射线管球经过一定的装置所获得两种能量：即低能和高能光子峰。此种光子峰穿透身体后，扫描系统将所接受的信号送至计算机进行数据处理，

得出骨矿物质含量。该仪器可测量全身任何部位的骨量，精确度高，对人体危害较小，检测一个部位的放射剂量相当于一张胸片 1/30，QCT 的 1%。

2、工艺流程及产污环节

骨密度仪工艺流程及产污环节见下图。

- ①医生通过控制台将患者信息输入，根据需求设定曝光参数；
- ②根据照射需要对患者进行摆位，为患者作好必要的防护措施；
- ③医生退出机房，检查防护门等安全防护措施是否到位；
- ④曝光，密切注意各仪表的显示；
- ⑤记录，关机，患者退出房间，操作结束。

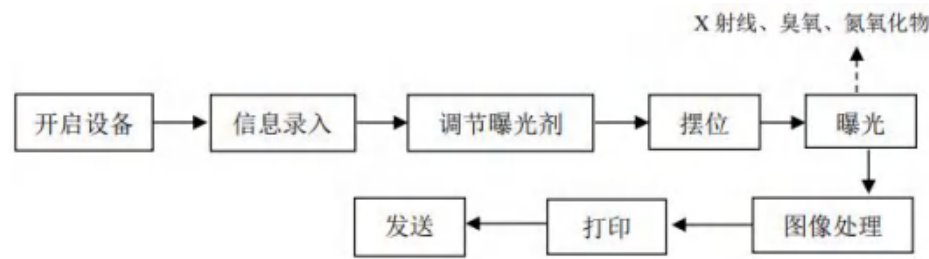


图 9-16 骨密度仪工艺流程及产污环节图

污染源项描述

1、粒籽源储存及治疗场所

(1) 正常工况污染途径

医院按需要向同位素生产厂商订购 ¹²⁵I 粒籽源，放射性药品到货后，直接运抵核医学科，¹²⁵I 粒籽源置于密封铅容器内，储于专用保险柜中。虽然贮源容器对放射源产生的γ射线有很好的屏蔽作用，但一般的贮源容器不可能将γ射线完全屏蔽，在其表面存在着符合国家规定要求的表面剂量率。这些污染的产生，将对医生作业场所及周围环境产生辐射影响。

(2) 事故工况下污染途径

事故工况下的污染途径主要有：

- ①粒籽源被盗；
- ②操作失误，粒籽源遗失在手术间内；
- ③粒籽源发生偶然性破损，如由于操作不当、暴露在高温中或受到挤压使其破碎造成粒籽源泄漏，从而对环境和公众健康造成辐射影响。

粒籽源被盗及遗失可通过核对粒籽源数量确定，如发现粒籽源遗失，立即采用

表面污染监测仪器寻找，确保粒籽源全部回收；同时，工作人员应熟练相关规程，减少误操作等引起的偶然性破损，将辐射影响减少到最低程度。另外，医院应加强管理，建立完善的使用台账，粒籽源在医院存贮和在手术间操作均需处于监控状态。

2、X 射线装置

X 射线在辐射场中可分为三种射线：由 X 射线管窗口处射的用于诊断检查的有用射线；由 X 射线管防护套泄漏出来的漏射线；以及由上述两种射线在诊断床、受检者身体上产生的散射线。X 射线装置在使用过程中产生的主要辐射影响及影响途径如下：

（1）正常工况

本项目涉及的 X 射线装置有 PET/CT、SPECT/CT、骨密度仪，在采取隔室操作的情况下，并且在设备安全和防护硬件及措施到位的正常情况下，X 射线机房外的工作人员及公众基本上不会受到 X 射线的照射。

本次评价项目中使用的 X 射线机均在显示屏上观察诊断结果，并采用数字打印机打印诊断结果，不使用胶片摄影，不会产生废显影水、定影水，因此不存在污水污染的问题。

（2）事故工况

在使用 X 射线装置发射 X 射线进行放射诊断时，人员误入机房引起误照射。

3、核医学科非密封源工作场所

由核医学科使用的放射性核素特性可知，本项目放射性核素使用过程中主要污染因子有： α 射线、 β 射线、 γ 射线、 α 表面污染、 β 表面污染，放射性“三废”。PET/CT、SPECT/CT 仅在使用 CT 模式下扫描产生 X 射线，骨密度仪工作时产生 X 射线。

（1）电离辐射

① α 射线

本项目核医学科使用 ^{225}Ac 、 ^{223}Ra 过程中会产生 α 射线， α 射线的最大能量分别为 5.83MeV、5.8713MeV， α 射线在空气中、人体组织中的射程均很短，穿不透皮肤表层。因此，本次评价不考虑 α 射线外照射影响。

② β 射线

本项目使用 ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 发生器、 ^{68}Ge - ^{68}Ga 发生器、 ^{18}F 、 ^{68}Ga 、 ^{131}I 、 ^{89}Sr 、 ^{32}P 、 ^{223}Ra 过程中会产生 β 射线，其 β 射线能量在 0.4270~1.9MeV 之间， β 射线在人体组织

中的射程较短，患者的身体完全能够阻挡 β 射线，同时人体皮肤也能有效阻挡 β 射线进入人体。因此，本项目评价时不考虑 β 射线的影响。

③ γ 射线

本项目使用 ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 发生器、 ^{68}Ge - ^{68}Ga 发生器、 ^{18}F 、 ^{68}Ga 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 、 ^{125}I 、 ^{223}Ra 、 ^{225}Ac 过程中会产生 γ 射线，其 γ 射线能量在 0.0103~0.637MeV 之间， γ 射线在人体组织中的射程较长，患者的身体不能完全阻挡 γ 射线，同时人体皮肤也不能有效阻挡 γ 射线进入人体。

^{225}Ac 的 γ 射线能量弱，其主要以 α 射线的辐射影响为主，故放射性核素 ^{225}Ac 的 γ 射线辐射影响可忽略不计。

本项目使用产生 β^+ 的放射性核素 ^{18}F 、 ^{68}Ga ，正电子本身是不稳定的，正电子放射性同位素衰变产生的正电子丧失动能后，与物质中的负电子结合，转化为一对运动方向相反、能量均为 0.511MeV 的 γ 光子，正电子与负电子自身消失，这种现象称为湮没反应，所产生的 γ 光子也称湮没辐射。使用正电子药物发生湮没辐射产生 0.511MeV 的 γ 射线。

④ β 表面污染

医生在操作放射性核素过程中，不可避免地会引起工作台、设备、墙壁、地面、工作服、手套等放射性沾污，造成 β 表面污染。

⑤ α 表面污染

医生在操作 ^{225}Ac 、 ^{223}Ra 过程中，不可避免地会引起工作台、设备、墙壁、地面、工作服、手套等放射性沾污，造成 α 表面污染。

⑥X 射线

使用的 PET/CT、SPECT/CT 装置使用 CT 模式扫描产生 X 射线，骨密度仪开机曝光出束产生 X 射线。以上装置在开机并曝光时产生 X 射线，在开机不曝光或不开机状态下均不产生 X 射线。X 射线能量在零和曝光管电压之间，为连续能谱分布，其穿透能力与 X 射线管的管电压和出口滤过有关。辐射场中的 X 射线包括有用线束、漏射线和散射线。

(2) 废水

本项目一般医疗废水、生活污水进入医院总污水处理系统进行处理，放射性废水进入衰变池进行衰变处理达标后再排入医院总污水处理系统进行处理，最终经市

政污水管网进入城市污水处理厂。

(3) 固废

核医学科开展诊断、治疗等活动过程中，将产生一定量的放射性固废、医疗垃圾、生活垃圾等。

①放射性固废

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中要求，所含核素半衰期小于 24 小时的放射性固废暂存时间超过 30 天（本项目主要有 ^{18}F 、 ^{68}Ga 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 三种核素衰变期小于 24 小时），所含核素半衰期大于 24 小时的放射性固废暂存时间超过核素最长半衰期的 10 倍，含碘-131 核素的放射性固废暂存超过 180 天。

本项目核医学科 ^{18}F 、 ^{68}Ga 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{89}Sr 、 ^{223}Ra 、 ^{225}Ac 均采用注射的方式进行给药， ^{32}P 敷贴治疗， ^{131}I 甲亢治疗采取口服方式，产生的固废有：一次性注射器、针头、手套、药瓶、废敷贴器、一次性空药杯、擦拭纸巾等，产生量约 50g/人·次。根据医院提供的年就诊患者人数约 38800 人，估算检查及治疗过程中患者和工作人员产生的放射性废物量约为 1.94t/a。核医学科清洁用的废抹布及拖布等产生量约 20kg/a。故放射性废物产生量约 1.96t/a，采取分类收集，根据核素种类单独衰减。含 ^{18}F 、 ^{68}Ga 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 核素的放射性固废暂存时间超过 30 天，含碘-131 核素的放射性固废暂存时间超过 180 天，含 ^{89}Sr 的放射性固废暂存时间超过 506 天，含 ^{125}I 的放射性固废暂存时间超过 594 天，其余核素的放射性固废暂存时间超过核素最长半衰期的 10 倍，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， α 表面污染小于 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，可对废物清洁解控作为医疗废物处理。

医院药物制备过程中将产生废核素发生器，废 ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 发生器柱年产生量约 50 个、废 ^{68}Ge - ^{68}Ga 发生器柱年产生量约 4 个。废核素发生器在放射性废物间暂存，而后交由生产厂家回收。

放射性废气处理系统采用高效活性炭过滤防护装置处理，环评要求活性炭过滤装置应加强维护，活性炭应每年更换一次，以保证过滤效果。废活性炭产生量约 80kg/a。

粒籽植入过程会产生废粒籽源，废粒籽源收集暂存于粒籽储存室专用铅罐内，交由厂家回收处理。

②非放射性固废

核医学科产生的非放射性医疗垃圾和生活垃圾，医疗垃圾运至医院的医疗垃圾暂存间暂存，定期交由有资质的单位处理，一般生活垃圾交由环卫部门处理。

(4) 放射性废气

核医学科使用放射性核素过程中，会产生微量的含 ^{18}F 、 ^{68}Ga 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 等核素的废气，放射性废气采取高效活性炭过滤防护装置处理后，经专用管道引至楼顶排放。

4、密封源使用

本项目 PET/CT 设备使用的密封源为 ^{68}Ge ，用做 PET/CT 的校准源，为 V 类密封源。密封源的放射性属性见表 9-12。

表 9-12 密封源的相关核素属性

核素名称	状态	半衰期	衰变方式
^{68}Ge	固态	288d	EC（轨道电子俘获）

使用过程中可能产生以下影响：

(1) 正常工况：由于放射源是密封源，源活性物质也不会泄露，因此在正常情况下， γ 射线将是对人体产生主要影响的外照射，而无放射性“三废”排放。废放射源交由放射源生产单位回收。

(2) 事故工况：

①放射源丢失或被盗，屏蔽罐被打开，对公众产生外照射。

②外力撞击导致放射源跌落裸露时，使工作人员或公众受到外照射。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

10.1 项目工作场所布局

1、布局合理性

陕西省肿瘤医院核医学科位于住院科研楼 B 楼负一层，改造后医生办、放免中心布置于东南角，医生办西侧隔过道为骨密度检查室，粒籽源储存场所位于西南角，放射性核素治疗场所位于南侧中部，SPECT/CT 室位于西侧中部，在北侧的中部和东部新建 PET/CT 机房及配套辅助用房。核医学科的患者入口位于中部合用前室；患者出口和核素输入口位于西北角，为专用楼梯通道；医护人员出入口位于东侧合用前室。本项目患者通道与医护人员分离，区域按控制区、监督区合理布局，核素流、工作人员、患者均有各自的走向，避免交叉污染。从环境保护角度分析，项目工作场所布局合理。本项目平面布置见附图 2。核素、人员流向图见附图 3。

2、分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），辐射工作场所应分为控制区及监督区，把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域定为监督区。

项目拟对辐射工作场所进行分区设置。PET/CT、SPECT/CT、粒籽源储存场所、放射性核素治疗场所、骨密度仪、放免中心均是独立而完整的工作区域，各自区域按控制区、监督区合理布局，人流与物流、工作人员与患者都有各自的走向，避免交叉污染。各场所分区图见附图 2 和表 10-1。

表 10-1 本项目各工作场所分区一览表

场所名称	控制区	监督区
PET/CT	PET/CT 机房、患者通道、注射后候诊室、VIP 候诊室、给药室（2#）、分装准备室、质控室、通过间	接诊室、给药前候诊区、阅片室、公用操作廊、医卫，楼上一层大厅及消毒供应科，楼下负二层医生办公室和加速器控制室及走廊、冷却机房
SPECT/CT	SPECT/CT 机房、患者通道、注射后候诊区、缓冲间、 ^{99m} Tc 制备间、分装准备室、质控室、给药室（1#），楼下负二层后装机房	接诊登记室、给药前候诊大厅、公用操作廊、一更、二更、医卫，楼上一层大厅及药房、办公室
粒籽源储存场所	粒籽源储存间，楼下负二层模拟定位机房	楼上一层书吧
粒籽植入场所	住院科研楼 B 楼二层 6 排 CT 室	西侧控制室、北侧过道、东侧处置室
放射性核素治疗场所	给药室（1#）、敷贴室、服碘室、放射性固废间	接诊登记室、医务走廊、给药前候诊大厅，楼上一层药房及大厅，楼下负

		二层热疗机房的控制室
放免中心	放免中心	医务走廊、医生办
骨密度检查室	骨密度仪室	操作间、医务走廊，楼上一层医保农合结算收费处，楼下负二层热疗机房的控制室

10.2 项目辐射安全与防护设施

本项目辐射工作场所的相关墙体、顶板、地板以及观察窗、防护门的设计均采取了辐射屏蔽。根据医院提供的资料可知，本次项目的项目安全设施如下：

1、X 射线装置

本项目骨密度仪、PET/CT、SPECT/CT 等 X 射线装置机房拟采取的防护措施见下表。

表 10-2 本项目 X 射线装置机房防护措施情况一览表

项目		辐射防护情况
PET/CT	墙体	北侧、东侧墙体采用 240mm 实心砖墙+4cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆，西侧、南侧墙体采用 240mm 实心砖墙+6cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆
	顶棚	160mm 钢筋混凝土+2mm 厚高纯度防护铅板
	地板	160mm 钢筋混凝土+2mm 厚高纯度防护铅板
	观察窗	10mmPb 铅窗
	防护门	患者进出防护门：8mmPb；医生进出防护门：10mmPb
	机房尺寸	长 7.8m×宽 5.57m，面积 43.45m ²
SPECT/CT	墙体	四周墙体采用 240mm 实心砖墙+4cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆
	顶棚	160mm 钢筋混凝土+1mm 厚高纯度防护铅板
	地板	160mm 钢筋混凝土+1mm 厚高纯度防护铅板
	观察窗	6mmPb 铅窗
	防护门	患者进出门：4mmPb 防护；医生进出门：6mmPb 防护
	机房尺寸	长 7.765m×宽 5.42m，面积 42.08m ²
骨密度仪	墙体	四周墙体为 200mm 空心砖+2cm 抗辐射重晶石屏蔽板墙面
	顶棚	160mm 钢筋混凝土+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆
	地板	160mm 钢筋混凝土+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆
	观察窗	2mmPb 铅窗
	防护门	患者进出铅门：采取 2mmPb 防护，医生进出铅门：6mmPb 防护
	机房尺寸	长 4.02m×宽 3m，面积 12m ²
机房通风		机房设计排气装置，保证通风状况良好，换气次数大于 4 次/h
标志、警示灯		防护门上均安装醒目的电离辐射标志和工作状态指示灯
防护措施		配备铅衣、铅围裙、铅橡胶颈套、铅帽等

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）相关要求，以及后文表 11-6 的屏蔽厚度核算表可

知，本项目各射线机房的防护厚度、机房尺寸及面积均满足标准要求。

2、室内表面及装备结构设计防护

本项目工作场所拟采取的室内设计与《核医学放射防护要求》（GB120-2020）要求的对照见下表。

表 10-3 本项目各工作场所内表面及装备结构设计防护与标准对照表

场所		本项目设计	GB120-2020 要求	分类	是否符合
核医学科	PETCT/CT 机房、给药室（2#）、注射后候诊室、留观室； ^{99m} Tc、 ⁶⁸ Ga 淋洗制备间；SPECT/CT 机房、注射室后候诊室、留观区、放免中心、敷贴室、籽源存储场所	地面：PVC 地板胶铺设，墙角线采用铝合金接缝处无缝隙； 表面：乳胶漆； 通风橱：分装室设置通风橱； 室内排风：废气独立机械排风系统； 管道：独立通风管道，所有管线、管道安装，放射性废水收集管外包铅皮； 清洗及去污设备：标识了各区域清洗的专用拖把及拖把池，控制区清洁废水排入衰变池。	结构屏蔽：需要 地面：与墙壁接缝无缝隙 表面：易清洗 分装柜：需要 通风：良好通风 管道：普通管道 盥洗与去污：洗手盆和去污设备	II	是
	给药室（1#）、服碘室		结构屏蔽：需要 地面：与墙壁接缝无缝隙 表面：易清洗 分装柜：需要 通风：特殊的强制通风 管道：特殊的管道 盥洗与去污：洗手盆和去污设备	I	是
介入科	籽源植入室	地面：PVC 地板胶铺设，墙角线采用铝合金接缝处无缝隙； 表面：乳胶漆； 通风橱：设置通风橱； 室内排风：废气独立机械排风系统； 管道：独立通风管道，所有管线、管道安装，放射性废水收集管外包铅皮； 清洗及去污设备：标识了各区域清洗的专用拖把及拖把池，控制区清洁废水排入衰变池。	结构屏蔽：需要 地面：与墙壁接缝无缝隙 表面：易清洗 分装柜：需要 通风：特殊的强制通风 管道：特殊的管道 盥洗与去污：洗手盆和去污设备	I	是

3、核医学科各工作场所屏蔽设计

表 10-4 各功能用房的辐射防护措施一览表

场所名称及屏蔽计算参考源	屏蔽体	设计值
PET/CT 机房	北、东墙	24cm 实心粘土砖+4cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆
	西、南墙	24cm 实心砖墙+6cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆
	地面、房顶	16cm 钢筋混凝土+2mm 厚高纯度防护铅板

PET 注射后候诊室	北墙	24cm 实心粘土砖+8cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆
	东、南、西墙	24cm 实心砖墙+6cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆
	地面、房顶	160mm 钢筋混凝土+6mm 厚高纯度防护铅板
PET 注射后候诊单间	四周墙体	24cm 实心砖墙+4cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆
	地面、房顶	16cm 钢筋混凝土+6mm 厚高纯度防护铅板
PET 药物分装准备室	四周墙体	24cm 实心砖墙+6cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆
	地面、房顶	16cm 钢筋混凝土+2mm 厚高纯度防护铅板
PET 给药室（2#）	四周墙体	24cm 实心砖墙+6cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆
	地面、房顶	16cm 钢筋混凝土+2mm 厚高纯度防护铅板
PET 留观室	西、北、东墙体	24cm 实心砖墙+4cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆
	南墙	24cm 实心砖墙+6cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆
	地面、房顶	16cm 钢筋混凝土+2mm 厚高纯度防护铅板
SPECT/CT 机房	四周墙体	24cm 实心粘土砖+4cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆
	地面、房顶	16cm 钢筋混凝土+1mm 厚高纯度防护铅板
^{99m} Tc、 ⁶⁸ Ga 制备间	四周墙体	24cm 实心砖墙+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆
	地面、房顶	16cm 钢筋混凝土+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆
药物分装准备室	四周墙体	24cm 实心砖墙+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆
	地面、房顶	16cm 钢筋混凝土+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆
SPECT/CT 及放射性核素治疗的给药室（1#）	四周墙体	24cm 实心砖墙+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆
	地面、房顶	16cm 钢筋混凝土+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆
服碘室、敷贴室	四周墙体	24cm 实心砖墙+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆
	地面、房顶	16cm 钢筋混凝土+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆
粒籽源储存场所	北、东、西墙	24cm 实心砖墙+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆
	南墙	400mm 钢筋混凝土
	地面、房顶	160mm 钢筋混凝土

4、辐射安全与防护措施

（1）控制区的入口应设置电离辐射警告标志及控制区标志，并标明控制区的范围；在监督区入口处设立监督区的标志。

（2）患者进、出控制区处均安装门禁系统，只允许患者单向通行（只进不出或只出不进），控制无关人员进入辐射工作场所和给药后病人的随意走动，避免工作人员和公众受到不必要的照射。

根据现场调查，本项目已设置有 7 套门禁系统，分别位于：医生进入核医学的入口、医务走廊通往患者候诊区入口、患者给药前候诊大厅门口、患者进入 PET 检

查区的入口、PET 检查区患者出口、医生 SPECT 等候区进口、SPECT 患者进入留观区入口。评价要求：医院还需在 SPECT 留观区出口、医生进入 PET 检查区的入口、医务通道出核医学科的楼道口处、一层楼梯患者出口处均应设置门禁系统，防止无关人员进入核医学科。

(3) 各 X 射线装置机房在建设时保证施工质量，防护门和观察窗的生产由有生产资质的厂家承担，其搭接长度不小于缝隙的 10 倍。机房内建设的穿越防护墙的导线、导管等应采用“U”型，不得影响墙体的屏蔽防护效果。

(4) PET/CT 扫描间、SPECT/CT 扫描间平开门设置闭门装置（共 2 套）、电动推拉门设置防夹装置（共 2 套），机房内设置有对讲装置、观察窗以及摄像监控装置。PET/CT 扫描间、SPECT/CT 扫描间设置门灯联锁装置，工作状态指示灯和与机房相同的门能有效联动，并在机房门上设置电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯，灯箱处设有警示语句。

经调查，本项目在 PET/CT 机房、SPECT/CT 机房、PET 注射后候诊室、候诊单间、给药室（1#、2#）、PET 留观室、SPECT 留观室、服碘室、SPECT 注射后候诊区、公共操作廊等处设有医患对讲装置共 12 套，在药物准备间（1#、2#）、接诊登记处、淋洗间、质控室、公共操作廊等处设有医护对讲装置共 6 套。

(5) 在给药室（1#、2#）、给药后的候诊室、药物准备间、患者通道、留观区、敷贴间、服碘室、药物制备间、放射性废物暂存间、患者进出核医学科场所的各进出口处、医务通道等处均设置有摄像监控装置，共 27 个。患者活动区域设置对讲、视频监控装置（共 2 套），指导患者就诊。

经现场调查，粒籽储存室内、患者出核医学科的楼梯口尚未安装摄像监控装置，评价要求应在这两处安装摄像监控装置。安全设施安装位置图见附图 4。

(6) 在该项目各相关放射工作用房如制备间、通风柜、放射性药物质控、分装、注射、候诊、给药、PET/CT 扫描间、SPECT/CT 扫描间等工作场所均拟设置电离辐射警示标志。

(7) 核医学科各工作场所设置专用通风管道，排风口安装高效活性炭吸附过滤装置，且经专用管道引至楼顶排放，管道内设置止回阀，防止气体回流；淋洗、分装、质控等放射性药物操作拟在通风橱内进行，通风橱通风速率应不小于 0.5m/s。

(8) 患者接受药物后均在相应区域候诊，不得随意走动，候诊室均设有患者专

卫，废水经专用管道收集排至衰变池进行处理。

(9) X 射线设备根据工作内容，现场应配备工作人员、患者和受检者防护用品与辅助防护设施，其数量满足开展工作的需要。

(10) 在质控室、注射室等场所设置工作人员专用洗手台盆和工作人员专用卫生间，洗手台水龙头采取脚踩式。

(11) 本项目设置专用放射性废水衰变池。

(12) 核医学所有能在屏蔽体内或屏蔽体后的操作均应设置屏蔽体；设置质检防护屏、注射台、给药防护屏、注射器防护套、注射器防护盒等。

(13) 核医学科工作场所控制区设置专门清洁间，该清洁间拖把仅用于核医学科工作场所控制区，不可与其他区域清洁拖把混用。

(14) 拟在核医学科工作场所控制区出入口、衰变池、粒籽储源室、放射性废物桶、核素贮存柜等设置电离辐射标志。

(15) 核医学科工作场所划分控制区、监督区，并标识相应区域，同时在地面设置患者、医生及候诊区在核医学科工作场所内的行走箭头指示标识，指引各类人员在核医学科工作场所的活动路径。

(16) 粒籽源贮存场所：

①项目一般按需订购粒籽源，订购回来的粒籽源货包带有铅罐屏蔽，使用前将粒籽源暂存于粒籽源储存分装室的专用保险柜中，保险柜上锁，钥匙由专人负责保管。粒籽源的暂存实现双人双锁，在贮源室门口设置电离辐射警告标志，贮源室由专人管理，无关人员不得入内。

②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 $20\mu\text{Sv/h}$ ），并存放在专用房间。

③建立粒籽源出入库登记制度，详细记录从容器中取出粒籽源编号、日期时间、源名称、入库活度/数量、送货人、接收人、出库活度/数量、去往场所、出库经手人、接收人等。

④定期检查粒籽源实际库存数量及贮存场所，对库存中的粒籽源应标明其用途。

⑤建立显示每个贮存器的标签，在标签上标明取出的粒籽源数量。

⑥废弃或泄漏的粒籽源应放置在铅罐内，退回厂家。

储存室北、东、西侧墙壁均为 240mm 实心砖墙+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆，

南侧为 400mm 钢筋混凝土，地面、房顶为 160mm 钢筋混凝土，铅门采取 3mmPb 防护，满足屏蔽要求。

（17）粒籽植入业务用房

①该项目在住院楼 B 楼二楼 6 排 CT 室进行植入治疗，机房建有铅轨道电动式防护门，外包不锈钢，防护门与墙体之间通过钢架铅板水泥密封搭结。防护门上设有“当心电离辐射”警示标志和工作指示灯，以防人员误入，工作指示灯与病人出入机房防护门为联锁装置。

②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。

③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。

④粒籽源分装操作室台面和地面应无渗漏易于清洗，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。

⑥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。

⑦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。

（18）工作场所表面污染防护：

①涉及放射性药物操作的工作场所采用易清洗且不易渗透材料（如 PVC 板等），拐角使用弧线处理。地面平整光滑，易于清洗，铺设塑料地坪或涂刷塑料油漆。

②墙面平整光滑，1 米以下部位采用易于清洗的涂料，瓷质面砖等。

③工作台面要求平整、光滑、易于清洗。

④墙面与地面、墙面与顶棚、墙面连接转角处以及工作台边沿宜采取弧形设计以尽可能减少表面污染。

⑤放射性药物注射和给药时，放射性药物应放在搪瓷盘内，搪瓷盘下部放置吸

水纸或布，防止放射性药物撒漏。

⑥除注射、给药外其余涉及放射性药物的所有操作均在通风橱内进行，通风橱操作台面要求光滑、平整、易于清洗去污。所有涉及放射性物质操作都必须在铺衬有吸水纸的瓷盘内进行。

（19）工作人员的防护措施。工作人员进入放射工作场所需更换服装，穿戴工作衣、裤、帽、鞋、防护口罩、胶质手套及相应个人防护用品。工作人员离开放射工作场所，需清洗、淋浴、更衣、并对手部等体表部位进行污染测定，确认未受放射污染，方可离开，进入非放射工作场所。

（20）对受检者进行防护。受检者根据预约按时来院，在给药处接受注射药物，到指定地点候诊，检查，不应随意走动，设有患者专用卫生间；检查完毕由专门出口处离开，尽量减少对其他人员的影响。

（21）防护用品配备。根据国家标准要求，放射诊疗过程中相关放射工作人员应佩戴防护用品，以减少不必要的照射。拟配备铅橡胶围裙或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子等的铅当量不低于 0.5mmPb。

本项目拟配备的个人防护用品及监测仪器见下表 10-5，工作场所防护用品见表 10-6。

表 10-5 拟配备的个人防护用品和监测设备

序号	名称	数量	使用场所
1	α 、 β 表面污染监测仪	1 台	核医学科场所
2	X- γ 剂量率检测仪	1 台	核医学科场所
3	个人剂量计	12 个	每名辐射工作人员
4	铅橡胶衣（铅当量 0.25mmPb）、铅橡胶围裙（铅当量 0.5mmPb）、放射性污染防护服（铅当量 0.25mmPb）、铅橡胶围脖（铅当量 0.25mmPb）、铅玻璃眼镜（铅当量 0.25mmPb）、铅橡胶帽（铅当量 0.25mmPb）	2 套	SPECT 核素操作场所、放免中心
5	放射性污染防护服（铅当量 0.25mmPb）	2 套	PET 核素操作场所
6	远距离操作工具、有机玻璃眼镜或面罩（铅当量 0.25mmPb）、不小于 3mm 厚的橡皮泥或橡胶板等	1 套	敷贴间
7	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾（铅当量 0.5mmPb）、铅橡胶颈套（成人铅当量 0.25mmPb、儿童铅当量 0.5mmPb）、铅橡胶帽子（成人铅当量 0.25mmPb、儿童铅当量 0.5mmPb）	3 套	PETCT/CT 机房、SPECT/CT 机房（成人两套、儿童一套）

表 10-6 核医学科工作场所防护用品

名称	性能要求	数量
FDG 转运铅防护罐	50mmPb	1 个
FDG 注射器用钨合金防护三节罐	36mmPb	1 个
镓 68 淋洗铅防护罐	50mmPb	1 个
钨 99 淋洗铅防护罐	10mmPb	2 个
碘 131 多功能用铅防护罐	50mmPb	1 个
粒籽储源室铅防护罐	10mmPb	1 个
一体化防护注射装置	1#给药室：10mmPb；2#给药室：50mmPb	2 台
放射性废物桶	50mmPb	5 个
	10mmPb	26 个
铅屏风	10mmPb	5 个
通风橱	药物淋洗、分装等操作均在通风橱内进行，放射性废气均采取高效活性炭过滤防护装置处理后，经管道引至楼顶排放，通风橱风速不低于 0.5m/s。 ^{99m} Tc 淋洗分装 1 个双帘通风柜（15mmPb）、 ⁶⁸ Ga 淋洗分装 1 个双帘通风柜（50mmPb）、PET 药物准备室 1 个通风柜（50mmPb）、服碘室 1 个通风柜（内置一台碘-131 全自动分装仪，整体防护铅当量 > 30mmPb）、粒籽室 1 个通风柜（15mmPb）。	5 套
分装热室	¹⁸ F 采取自动分装。在分装热室内置 1 台正电子药物全自动分装仪。整体防护铅当量 > 50mmPb。	1 套
应急及去污用品	一次性防水手套、气溶胶防护口罩、安全眼镜、防水工作服、胶鞋、去污剂和/或喷雾（至少为加入清洗洗涤剂 and 硫代硫酸钠的水）；小刷子、一次性毛巾或吸水纸、毡头标记笔（水溶性油墨）、不同大小的塑料袋、酒精湿巾、电离辐射警告标志、胶带、标签、不透水的塑料布、一次性镊子等。	5 套

（22）放射性药品及放射源管理

核医学科应设置放射性药品管理人员，具体负责放射性药品交接手续的办理。当送药单位将放射性药品运至核医学科内，核医学科放射性药品管理人员核对预定的放射性药品数量、活度，进行入库登记。储源室安装视频监控系统，并设置门锁，实行双人双锁管理，防止被盗事件发生。建设单位应建立放射性药品台账管理制度，明确购置、到货、暂存、使用等环节放射性药物量。

（23）放射性固废管理要求

①对核医学科操作过程中产生的放射性固体废物，按照核素种类收集至专用塑料袋中，将塑料袋放置在具备防护层的放射性废物桶。装满废物的塑料袋应密封，

及时转送至放射性废物间，含 ^{18}F 、 ^{68}Ga 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 核素的放射性固废暂存时间超过30天，含碘-131核素的放射性固废暂存时间超过180天，含 ^{89}Sr 的放射性固废暂存时间超过506天，含 ^{125}I 的放射性固废暂存时间超过594天，其余核素的放射性固废暂存时间超过核素最长半衰期的10倍，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， α 表面污染小于 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，可对废物清洁解控按医疗废物进行处理。

②本项目拟设置5个50mm铅当量的放射性废物铅桶，分别放置在淋洗间（1个）、2#药物准备间（1个）、2#给药室（1个）、放射性固废间（2个）；设置26个10mm铅当量的放射性废物铅桶，分别放置在淋洗间（1个）、1#给药准备间（2个）、1#给药室（1个）、敷贴室（1个）、服碘室（1个）、给药后候诊区（2个）、PET给药后候诊室及单间（2个）、PET留观室（1个）、SPECT留观室（1个）、粒籽储存间（1个）、放射性废物暂存间（10个）、放免室（1个）、2间质控室（2个）。使用过的放射性药物注射器、包装物、棉签、一次性手套、药瓶等废物放入放射性废物铅桶内，定期转移至放射性废物暂存间暂存，转移时封闭废物袋，标记时间、核素种类等信息。

③对注射器和碎玻璃器皿等放射性废物，应先装入硬纸盒或其他包装材料中，然后再装入专用塑料袋内。废物包装体表面辐射剂量率满足所处环境本底水平、 α 表面污染 $<0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，重量 $\leq 20\text{kg}$ 。贮存放射性废物的塑料袋、废物桶必须安全可靠，并应在显著位置标有该废物类型、核素种类、半衰期、存放日期等信息。

④在药物准备室、淋洗间、给药室、放射性废物暂存间、注射后候诊室等场所设置放射性专用废物桶，废物桶表面应有电离辐射警示标志。应使用有脚踏式开关的废物收集桶。

⑤放射性废物暂存间安装排风装置，内部设置用于贮存固体放射性废物袋的专用容器，不同类别的废物应分开存放，合理有序，易于取放。放射性废物暂存间不得堆放易燃、易爆、腐蚀性物品以及其它无关物品。

⑥固体放射性废物的存储和处理应安排专人负责，并建立废物存储和处理台账，详细记录放射性废物的产生量、污染核素名称、入库日期、解控或送贮日期、处置去向、责任人员等内容。

5、 ^{125}I 粒籽源运输路线

从生产厂家到医院粒籽源贮存室：医院需要进行该类手术前将通知粒籽源生产厂家将其运送到医院，厂家须在 24h 内送至医院粒籽源贮存室，期间需经过住院部 B 楼西侧专用楼梯（即患者出核医学科的专用楼梯）由一层运至负一层的粒籽源贮存室，运输过程中应避开人流高峰期或人流量较多处，在粒籽源接受过程中，医务人员远离粒籽源，在此过程中受到的剂量照射较小，在运送过程中厂家应尽量把对周围人群影响降至最小。

从粒籽源贮存室到粒籽源植入手术室：工作人员将采用高压蒸汽消毒后由布包裹的铅屏蔽箱（内装有植入枪、弹夹等）由院部 B 楼负一层的贮存室出发，经住院部 B 楼西侧专用楼梯（即患者出核医学科的专用楼梯，适时专用），再由过道到住院部 B 楼二层的 6 排 CT 植入室。运送前由专人负责劝离运输途中的公众人员，在确保人员疏散后再运送粒籽源。整个运输过程中粒籽源装在铅屏蔽箱内，由布包裹。在运送过程中谨慎小心，确保粒籽源铅屏蔽箱的密封性，确保粒籽源安全送达 CT 室内。同时，放疗中心应保证其卫生间的干燥，采取一定的防滑措施，避免运输过程中人员的摔倒，从而导致屏蔽箱中粒籽源遗漏。本项目确保安全在粒籽源运送过程中产生的辐射环境影响较小。

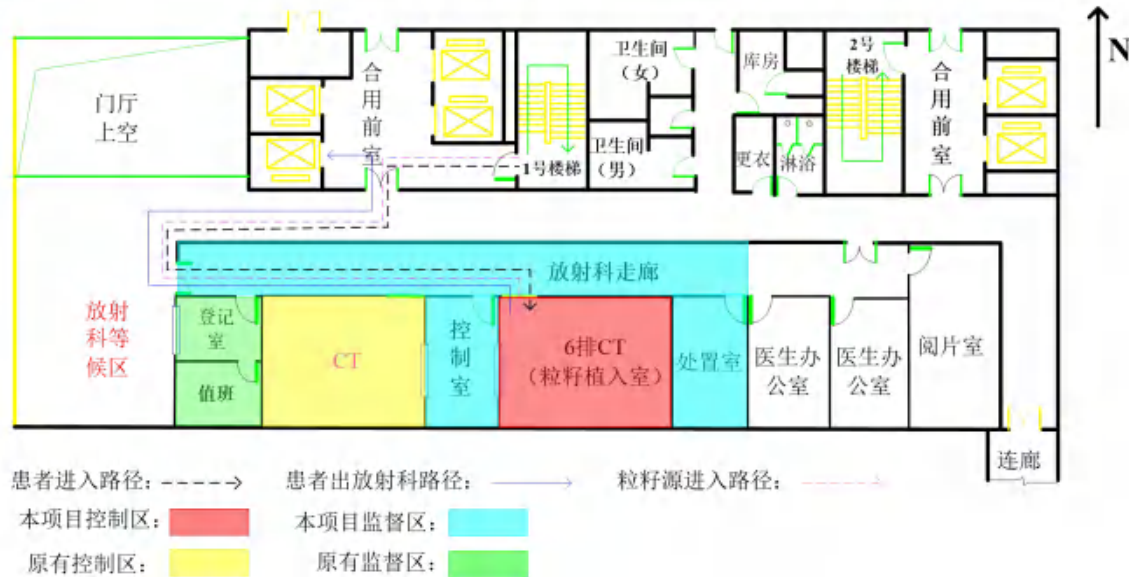


图 10-1 粒籽植入室平面布置示意图

6、通风措施

通风布局图如附图 5 所示。

(1) PET/CT 显像检查

该项目 PET/CT 药物分装通风橱设置独立排风系统，通风量为 1000m³/h，通风

换气次数设计 6 次/h，分装橱强通风管道拟设置高效活性炭过滤防护装置，并包裹 3mmPb 铅板防护处理，废气经专用管道引至楼顶排放。

PET/CT 扫描间、分装准备间、给药室（2#）、质控室、注射后候诊室及专卫、患者通道、留观室设置机械通风系统，通风量为 2500m³/h，通风换气次数设计 4 次/h，并在排风总管道设置高效活性炭过滤防护装置。排风系统的活性炭预计每年更换一次，拟将废活性炭暂存于放射性废物间，待放射性废物自行衰变十个半衰期后，经审管部门监测达到清洁解控水平后作为一般废物处理。为避免各功能房间通风互相串流并保持房间处于负压，采用房间通风器与屋面排风系统排风机联合运行方式，废气经专用管道引至楼顶排放。

PET/CT 中心所设计的机械排风系统能够符合《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）的相关要求。

（2）SPECT/CT 显像检查及核素治疗场所

该项目 ^{99m}Tc、⁶⁸Ga 制备间、服碘室分别设置 1 套独立的通风系统和通风橱，通风橱内的通风量为 1500m³/h，通风换气次数 6 次/h。通风橱管道连接专用防辐射排风管（包裹 2mmPb 铅板防护），使其风速不小于 0.5m/s，并采取设置高效活性炭过滤防护装置，废气经专用管道引至楼顶排放。

^{99m}Tc 和 ⁶⁸Ga 分装通风橱均设置 1 套独立的通风系统，通风量为 1000m³/h，通风换气次数 6 次/h，并采取设置高效活性炭过滤防护装置，管道采取包裹 2mmPb 铅板防护，废气经专用管道引至楼顶排放。

SPECT/CT 扫描间、给药室（1#）、放射性固废间、敷贴室、候诊区、缓冲间、专卫、粒籽源储存及质控室、患者通道等区域设置通风系统，为避免各功能房间通风互相串流并保持房间处于负压，并在各工作用房排风口设置止回阀，通风风向由低活区到高活区，将室内空气经风道由风机抽吸排出。采用房间通风器与室外排风系统排风机联合运行方式，并在总排管道上设置高效活性炭过滤防护装置；通风量为 4000m³/h，通风换气次数 6 次/h。服碘室通风橱设置专用通风系统，设计通风量为 1000m³/h，风速不小于 0.5m/s，通风换气次数 6 次/h。排风系统的活性炭预计每年更换一次，拟将废活性炭暂存于放射性废物间，待放射性废物自行衰变十个半衰期后，经审管部门监测达到清洁解控水平后作为一般废物处理。

SPECT/CT 显像检查和核素治疗场所设计的机械排风系统能够符合《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）的相关要求。

三废的治理（三废治理的设施、方案、预期效果；有废旧放射源的给出处理方案。）

1、X 射线装置

本项目正常使用过程中，X 射线装置应用过程中无放射性废水、放射性废气及放射性固体废物产生。

2、放射性废水

该项目的放射性废水的主要来源是工作人员操作过程手部受到微量污染或清扫工作台面、地坪的清洁工具清洗时可能会有带有微量放射性的废液以及患者冲洗排使用水。核医学科设计了独立的病人专用厕所，对病人的排泄物实施统一收集和管理。洗手和容器洗涤废水排入废水衰变池，经衰变达到排放活度后进入医院总污水处理站处理达标后，经审管部门核准排入市政管网。

该项目排放含有放射性废水的排水管道采用机制排水球墨铸铁管（含铅），室外排水检查井采用钢筋混凝土排水检查井；排放含有放射性废水的排水管道外包铅皮防护，排水管道外包 5mm 铅皮（或者相应厚度的混凝土）防护。

本项目拟改造住院科研楼 B 楼南侧的衰变池，改造后有效容积为 607.5m^3 （由六个衰变池并联组成，每个池体有效容积为 101.25m^3 ），为六格间歇式衰变池。经计算，本项目放射性废水日排放量约 $1.3324\text{m}^3/\text{d}$ ，每个池体储存满需要 15.2 周时间即 106 天（周末两天计入衰变时间），则排放时放射性废水最短衰变时间约为 530 天。本项目放射废水在衰变池衰变后，其衰变时间满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中的要求，且其排放浓度活度满足 GB18871 标准要求：一次不超过 1ALImin ，一个月内累计不超过 10ALImin ，然后排入医院的污水处理站处理达标后，最终排入城市污水管网。

本项目衰变池设计图见附图 6，放射性废水管网布置示意图见附图 7。

3、放射性废气

本项目核医学操作过程中会产生一定量的放射性气体，如核素分装和淋洗等。医院拟采取相应的防护措施，PET/CT 机房、SPECT/CT 机房及相关给药室、注射后候诊室等区域设置机械通风系统。给药室、敷贴室、淋洗间、分装储源室、服碘室

拟设置通风橱，通风橱连接专用防辐射排风管，使其风速不小于 0.5m/s，并采取设置高效活性炭过滤防护装置，废气经专用管道引至楼顶排放。本项目机械排风系统符合《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）的相关要求。

4、放射性固废

本项目设放射性废物暂存间。放射性固废主要为患者使用的注射器、棉签、废药瓶、一次性卫生防护用品、清洁时用过的抹布及拖布、排风系统更换下来的废滤料等。注射器、棉签、废药瓶、一次性卫生防护用品等产生量约为 50g/人·次，清洁时用过的抹布及拖布产生量约为 20kg/a，则放射性固废年产生量约为 1.96t/a。

排风系统的活性炭预计每年更换一次，每次填装量为 80kg，则废活性炭产生量为 80kg/a。

医院药物制备过程中将产生废核素发生器，废 ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 发生器柱年产生量约 50 个、废 ^{68}Ge - ^{68}Ga 发生器柱年产生量约 4 个。

医院拟将该项目运行时产生的放射性固废按时间分类收集在专用废物桶内，暂存于放射性废物间，根据核素种类单独衰减。半衰期小于 24 小时（主要为含 ^{18}F 、 ^{68}Ga 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 核素）的放射性固废暂存时间超过 30 天，含碘-131 核素的放射性固废暂存时间超过 180 天，含 ^{89}Sr 的放射性固废暂存时间超过 506 天，含 ^{125}I 的放射性固废暂存时间超过 594 天，其余核素的放射性固废暂存时间超过核素最长半衰期的 10 倍，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， α 表面污染小于 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，可对废物清洁解控作为一般固废（废活性炭）和医疗废物（其余放射性废物）处理。

校准源平时拟暂存于 PET/CT 设备内或存放在储源室保险柜内专用铅屏蔽容器中，校准时取出；储源室实行双人双锁管理，校准源的退役拟根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的相关要求进行处理。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响分析 经现场调查，陕西省肿瘤医院核医学科已于 2020 年 6 月停止运行，在采取了一系列清洁去污及放置衰变措施后，经检测原有核医学科工作场所满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的清洁解控水平后，放射性废物经检测满足清洁解控水平后已作为一般医疗废物交由有资质单位进行安全、妥善处置，无放射性残留问题。 医院已于 2020 年 12 月对核医学科开始进行改造。现阶段核医学科改造项目主体结构已基本完成，其中 SPECT/CT 正在安装调试阶段，其余设备尚未购置。目前医院未购置 PET/CT 和放射性核素，尚未建成运行。因施工期已基本结束，仅剩部分室内装修及设备安装工程，工程量较小，在采取有效的防治措施后，能确保污染物达标排放，故施工期对周围环境影响较小。
运行阶段对环境的影响 一、非密封放射性物质工作场所屏蔽效能核算 1、核医学科各功能用房设计墙体屏蔽核算 （1）计算公式 1）有用射线（主射线）所致的屏蔽体厚度和 30cm 处的瞬时剂量率计算公式如下： $d = TVL[\lg(H_s/H_p)] \quad (\text{式 1})$ $H_s = \frac{A \times \Gamma}{R^2} \quad (\text{式 2})$ 两式中：d—符合剂量率目标要求的墙体屏蔽厚度，单位 mm； TVL—γ射线在防护材料的十分之一值层厚度，单位 mm； A—放射源活度，单位 MBq； Γ—距源 1m 处的周围剂量当量率常数，单位$\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{MBq}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$； R—为参考点与放射源间距离，单位 m； H_p—对参考点处要求的瞬时剂量率控制水平，单位$\mu\text{Sv/h}$； H_s—距 R 米远处γ外照射剂量率，单位$\mu\text{Sv/h}$。 2）经屏蔽后关注点处的剂量率：

$$H_R = A \times \Gamma \times R^{-2} \times 10^{-\frac{X}{TVL}} \quad (\text{式 3})$$

式中： H_R —经屏蔽后关注点的剂量率，单位 $\mu\text{Sv/h}$ ；

R —为参考点与放射源间距离，单位 m ；

A —放射源活度，单位 MBq ；

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

TVL — γ 射线在防护材料的十分之一值层厚度，单位 mm ；

X —屏蔽体的屏蔽厚度， mm 。

(2) 计算参数

根据本项目核医学科使用的核素特性及使用量，PET/CT 扫描使用 ^{18}F 、 ^{68}Ga ，主要以 ^{18}F 为主，SPECT/CT 扫描使用 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I ，其中 ^{18}F 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 日操作量较大，故本次评价 PET/CT 工作场所以 ^{18}F 的相关参数进行核算，SPECT/CT 工作场所分别以 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 的相关参数进行核算。此外，放射性核素治疗场所中主要使用 ^{89}Sr 、 ^{32}P 、 ^{223}Ra 、 ^{225}Ac 进行治疗，使用 ^{125}I 进行放免分析， ^{89}Sr 、 ^{32}P 衰变时发射 β 射线，本项目核医学科放射性核素治疗场所对环境的影响十分微弱。使用 ^{131}I 进行甲亢治疗，故服碘室以 ^{131}I 的相关参数进行核算。计算参数见下表。

表 11-1 计算参数

核素	①对于裸源单位放射性活度所致体外 1m 处的周围剂量当量率 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2(\text{h}\cdot\text{MBq})^{-1}$	②患者体内单位放射性活度所致体外 1m 处的周围剂量当量率 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2(\text{h}\cdot\text{MBq})^{-1}$	TVL (mm)		
			铅 ($11.3\text{g}/\text{cm}^3$)	混凝土 ($2.35\text{g}/\text{cm}^3$)	砖 ($1.65\text{g}/\text{cm}^3$)
^{18}F	0.1430	0.0920	16.6	176	263
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	0.0303	0.0207	1	110	160
^{131}I	0.0595	0.0583	11	170	240

注：数据来源《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）附录 H、I、L。

核医学科各工作场所核算条件见下表。

表 11-2 核医学科各工作场所屏蔽计算核算条件

机房名称	核算条件	1m 处的辐射剂量率($\mu\text{Sv/h}$)
PET/CT 机房	PET/CT 机房按单个患者体内活度 370MBq 核算。把患者视为“点源”，考虑吸收因子和透射因子的影响， ^{18}F 剂量率常数取 $0.0920\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2(\text{h}\cdot\text{MBq})^{-1}$ 。	34.04
PET 注射后候诊室	给药后患者进入候诊室，考虑 4 名患者同时候诊，总活度为 1480MBq 。把患者视为“点源”，考虑吸收因子和透射因子的影响， ^{18}F 剂量率常	136.16

	数取 $0.0920\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2(\text{h}\cdot\text{MBq})^{-1}$ 。		
PET 注射后 候诊单间	考虑 1 名患者候诊，总活度为 370MBq。把患者视为“点源”，考虑吸收因子和透射因子的影响， ^{18}F 剂量率常数取 $0.0920\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2(\text{h}\cdot\text{MBq})^{-1}$ 。		34.04
PET 分装准 备室	放射性药物 ^{18}F 在分装热室内由正电子药物全自动分装仪自动分装，按照分装热室表面 5cm 处剂量当量率 $25\mu\text{Sv/h}$ 计算， ^{18}F 剂量率常数取 $0.143\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2(\text{h}\cdot\text{MBq})^{-1}$ 。		0.0625
PET 给药室 (2#)	考虑 1 名患者，单人用药量 370MBq。把患者视为“点源”，考虑吸收因子和透射因子的影响， ^{18}F 剂量率常数取 $0.092\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2(\text{h}\cdot\text{MBq})^{-1}$ 。		34.04
PET 留观室	考虑 1 名患者，总活度为 370MBq。把患者视为“点源”，考虑吸收因子和透射因子的影响， ^{18}F 剂量率常数取 $0.0920\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2(\text{h}\cdot\text{MBq})^{-1}$ 。		34.04
SPECT/CT 机房	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	SPECT/CT 机房按单个患者体内活度 925MBq 核算。把患者视为“点源”，考虑吸收因子和透射因子的影响， $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 剂量率常数取 $0.0207\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2(\text{h}\cdot\text{MBq})^{-1}$ 。	19.15
	^{131}I	SPECT/CT 机房按单个患者体内活度 185MBq 核算。把患者视为“点源”，考虑吸收因子和透射因子的影响， ^{131}I 剂量率常数取 $0.0583\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2(\text{h}\cdot\text{MBq})^{-1}$ 。	10.79
$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 制备间	考虑 50 名患者用药量，总活度为 46300MBq。放射性药物 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 在通风橱内进行淋洗、分装，按距柜体 5cm 处剂量当量率 $25\mu\text{Sv/h}$ 计算， $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 剂量率常数取 $0.0303\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2(\text{h}\cdot\text{MBq})^{-1}$ 。		0.0625
SPECT 药物 准备室	一次考虑 20 人药物，总活度为 18500MBq。放射性药物 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 在通风橱内，按距源 5cm 处剂量当量率 $25\mu\text{Sv/h}$ 计算， $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 剂量率常数取 $0.0303\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2(\text{h}\cdot\text{MBq})^{-1}$ 。		0.0625
SPECT 给药 室 (1#)	考虑 1 名患者，总活度为 925MBq。把患者视为“点源”，考虑吸收因子和透射因子的影响， $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 剂量率常数取 $0.0207\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2(\text{h}\cdot\text{MBq})^{-1}$ 。		19.15
SPECT 留观 室	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	考虑 5 名患者，总活度为 4625MBq。把患者视为“点源”，考虑吸收因子和透射因子的影响， $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 剂量率常数取 $0.0207\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2(\text{h}\cdot\text{MBq})^{-1}$ 。	95.74
	^{131}I	考虑 3 名患者，总活度为 555MBq。把患者视为“点源”，考虑吸收因子和透射因子的影响， ^{131}I 剂量率常数取 $0.0583\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2(\text{h}\cdot\text{MBq})^{-1}$ 。	32.36
服碘室	考虑 1 名患者，总活度为 370MBq。把患者视为“点源”，考虑吸收因子和透射因子的影响， ^{131}I 剂量率常数取 $0.0583\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2(\text{h}\cdot\text{MBq})^{-1}$ 。		21.57

(3) 核医学科墙体屏蔽防护效能核算

控制区各工作场所屏蔽效能核算结果见下表。

表 11-3 核医学科各工作场所屏蔽防护效能核算结果 ($\mu\text{Sv/h}$)

核算位置		预测距离 (m)	1m 处周围 剂量当量 率 ($\mu\text{Sv/h}$)	核算屏蔽厚 度	设计厚度	设计厚度 下墙体外 瞬时剂量 ($\mu\text{Sv/h}$)
PET/C T 机房	西墙	4.5	34.04	/	24cm 实心砖 墙+6cm 厚高 纯度硫酸钡防 护砂浆 (等效 20.81mmPb)	0.094
	南墙	3.35		22.1mm 砖	24cm 实心砖 墙+6cm 厚高 纯度硫酸钡防 护砂浆 (等效 20.81mmPb)	0.169
	东、北墙体	3.35		22.1mm 砖	24cm 实心粘 土砖+4cm 厚 高纯度硫酸钡 防护砂浆 (等 效 18.92 mmPb)	0.220
	观察窗	4.5		/	10mmPb	0.420
	医生出入防 护门	4.5		/	10mmPb	0.420
	患者出入防 护门	3.5		0.8mm 铅	8mmPb	0.916
	楼下	4.5		/	160mm 钢筋 混凝土+2mm 厚高纯度防护 铅板 (等效 17.09mmPb)	0.157
	楼上	4.5		/		0.157
PET 注 射后候 诊室	北墙	1.9	136.16	310mm 砖	24cm 实心粘 土砖+8cm 厚 高纯度硫酸钡 防护砂浆 (等 效 22.69mmPb)	1.620
	东墙、西墙	3.4		177mm 砖	24cm 实心砖 墙+6cm 厚高 纯度硫酸钡防 护砂浆 (等效 20.81mmPb)	0.657
	南墙	2		298.3mm 砖		1.899
	楼下	4.5		75.6mm 混 凝土	160mm 钢筋 混凝土+6mm 厚高纯度防护 铅板 (等效 21.09mmPb)	0.361
	楼上	4.5		75.6mm 混 凝土		0.361
PET 注	北墙	1.4	34.04	221.4mm 砖	24cm 实心砖	1.259

射后候 诊单间	东墙	2.8		63mm 砖	墙+4cm 厚高 纯度硫酸钡防 护砂浆（等效 18.92mmPb）	0.315
	南墙	1.4		221.4mm 砖		1.259
	西墙	1.8		164mm 砖		0.761
	楼下	4.5		/	16cm 钢筋混 凝土+6mm 厚 高纯度防护铅 板（等效 21.09mmPb）	0.09
	楼上	4.5		/		0.09
PET 分 装准备 室	北墙	2.8	0.0625	/	24cm 实心砖 墙+6cm 厚高 纯度硫酸钡防 护砂浆（等效 20.81mmPb）	4.45×10^{-4}
	东墙	1.8		/		1.08×10^{-3}
	南墙	1.1		/		2.88×10^{-3}
	西墙	1.3		/		2.06×10^{-3}
	楼下	4.5		/	16cm 钢筋混 凝土+2mm 厚 高纯度防护铅 板（等效 17.09mmPb）	2.88×10^{-4}
	楼上	4.5		/		2.88×10^{-4}
PET 给 药室 (2#)	北墙	1.7	34.04	177mm 砖	24cm 实心砖 墙+6cm 厚高 纯度硫酸钡防 护砂浆（等效 20.81mmPb）	0.657
	东墙	1.6		190.9mm 砖		0.742
	南墙	1.3		238.3mm 砖		1.124
	西墙	1.6		190.9mm 砖		0.742
	楼下	4.5		/	16cm 钢筋混 凝土+2mm 厚 高纯度防护铅 板（等效 17.09mmPb）	0.157
	楼上	4.5		/		0.157
PET 留 观室	北墙	2.1	34.04	128.8mm 砖	24cm 实心砖 墙+4cm 厚高 纯度硫酸钡防 护砂浆（等效 18.92mmPb）	0.559
	东墙	2.8		63mm 砖		0.315
	西墙	1.7		177m 砖		0.854
	南墙	1.8		164mm 砖	24cm 实心砖 墙+6cm 厚高 纯度硫酸钡防 护砂浆（等效 20.81mmPb）	0.586
	楼下	4.5		/		0.157
	楼上	4.5		/		0.157
SPECT /CT 机 房	北墙	4.7	19.15（注射 ^{99m}Tc 患者）	/	24cm 实心粘 土砖+4cm 厚 高纯度硫酸钡 防护砂浆（等 效 1.86mmPb）	0.012
	东墙	3.3		/		0.024
	南墙	4.2		/		0.015
	西墙	3.4		/		0.023

	观察窗	3.3		/	6mmPb	1.8×10^{-6}
	医生出入防护门	4.2		/	6mmPb	1.1×10^{-6}
	患者出入防护门	3.7		/	4mmPb	1.4×10^{-4}
	楼下	4.5		/	160mm 钢筋混凝土+1mm 厚高纯度防护铅板（等效 2.45mmPb）	0.0033
	楼上	4.5		/		0.0033
	北墙	4.7	10.79（注射 ¹³¹ I 患者）	/	24cm 实心粘土砖+4cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆（等效 13.59mmPb）	0.028
	东墙	3.3		/		0.058
	南墙	4.2		/		0.036
	西墙	3.4		/		0.054
	观察窗	3.3		/	6mmPb	0.282
	医生出入防护门	4.2		/	6mmPb	0.174
	患者出入防护门	3.7		/	4mmPb	0.341
	楼下	4.5		/	160mm 钢筋混凝土+1mm 厚高纯度防护铅板（等效 11.35mmPb）	0.049
	楼上	4.5		/		0.049
^{99m} Tc 制备间	北墙	1.4	0.0625	/	24cm 实心砖墙+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆（等效 17.09mmPb）	3.38×10^{-4}
	东墙	3.5		/		8.67×10^{-6}
	南墙	1.6		/		1.98×10^{-4}
	西墙	1.8		/		1.24×10^{-4}
	楼下	4.5		/	16cm 钢筋混凝土+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆（等效 1.64mmPb）	3.52×10^{-6}
	楼上	4.5		/		3.52×10^{-6}
SPECT 药物准备室	北墙	3.8	0.0625（ ^{99m} Tc）	/	24cm 实心砖墙+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆（等效 1.68mmPb）	6.24×10^{-6}
	东墙	2.3		/		4.65×10^{-5}
	南墙	2.2		/		5.55×10^{-5}
	西墙	1.4		/		3.38×10^{-4}
	楼下	4.5		/	16cm 钢筋混凝土 2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆（等效 1.64mmPb）	3.52×10^{-6}
	楼上	4.5		/		3.52×10^{-6}
SPECT 给药室	北墙	2.1	19.15（ ^{99m} Tc）	38.4mm 砖	24cm 实心砖墙+2cm 厚高	0.090
	东墙	1.3		105mm 砖		0.236

(1#)	南墙	1.5		85.1mm 砖	纯度硫酸钡防护砂浆（等效 1.68mmPb）	0.177
	西墙	2.1		38.4mm 砖		0.090
	楼下	4.5		/		0.022
	楼上	4.5		/		0.022
	西墙	2.1	95.74（注射 ^{99m} Tc 患者）	150.2mm 砖	24cm 实心砖墙+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆（等效 1.68mmPb）	0.452
	南墙	4.6		41.2mm 砖		0.094
	东墙	1.8		171.6mm 砖	20cm 空心砖+6cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆（等效 1.61mmPb）	0.732
	北墙	6.5		/	400mm 钢筋混凝土（等效 3.64mmPb）	0.001
	楼下	4.5		30.4mm 混凝土	160mm 钢筋混凝土+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆（等效 1.64mmPb）	0.109
	楼上	4.5		30.4mm 混凝土		0.109
	西墙	2.1	32.36（注射 ¹³¹ I 患者）	112.2mm 砖	24cm 实心砖墙+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆（等效 12.29mmPb）	0.560
	南墙	4.6		/		0.117
	东墙	1.8		144.4mm 砖	20cm 空心砖+6cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆（等效 11.66mmPb）	0.870
	北墙	6.5		/	400mm 钢筋混凝土（等效 25.88mmPb）	0.003
	楼下	4.5		/	160mm 钢筋混凝土+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆（等效 11.65mmPb）	0.140
	楼上	4.5		/		0.140
SPECT 留观室	西墙	2.1	95.74（注射 ^{99m} Tc 患者）	150.2mm 砖	24cm 实心砖墙+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆（等效 1.68mmPb）	0.452
	南墙	4.6		41.2mm 砖		0.094
	东墙	1.8		171.6mm 砖	20cm 空心砖+6cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆（等效 1.61mmPb）	0.732
	北墙	6.5		/	400mm 钢筋混凝土（等效 3.64mmPb）	0.001
	楼下	4.5		30.4mm 混凝土	160mm 钢筋混凝土+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆（等效 1.64mmPb）	0.109
	楼上	4.5		30.4mm 混凝土		0.109
	西墙	2.1		112.2mm 砖	24cm 实心砖墙+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆（等效 12.29mmPb）	0.560
	南墙	4.6		/		0.117
服碘室	东墙	1.8	32.36（注射 ¹³¹ I 患者）	144.4mm 砖	20cm 空心砖+6cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆（等效 11.66mmPb）	0.870
	北墙	6.5		/	400mm 钢筋混凝土（等效 25.88mmPb）	0.003
	楼下	4.5		/	160mm 钢筋混凝土+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆（等效 11.65mmPb）	0.140
	楼上	4.5		/		0.140
	北墙	2.9	21.57（服用 ¹³¹ I 患者）	2.7mm 砖	24cm 实心砖墙+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆（等效 1.68mmPb）	0.196
	东墙	2.7		17.6mm 砖		0.226
	南墙	1.4		154.5mm 砖		0.839
	西墙	3.8		/		0.114

					12.29mmPb)	
	楼下	4.5		/	16cm 钢筋混凝土+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆 (等效 11.65mmPb)	0.093
	楼上	4.5		/		0.093

注：①对于 PET/CT、SPECT/CT 的 X 射线能量所致的辐射剂量率尚纳入上表计算。CT 运行时的 X 射线影响详见表 11-7，患者释放的 γ 射线与 CT 散射的叠加剂量率详见表 11-8。

②铅密度 11.3g/cm³，混凝土密度 2.35g/cm³，实心砖密度 1.65g/cm³，空心砖密度 1.4g/cm³，高纯度硫酸钡防护砂浆密度 3.5g/cm³。

③等效厚度计算时， $10^{-X1/TVL1}=10^{-X2/TVL2}$ ，保守计算硫酸钡防护砂浆按混凝土的 TVL 值，故等效厚度折算值比较保守。

根据上表计算结果可知，核医学科各工作场所的墙体、防护门、观察窗、地板及顶棚设计厚度均满足辐射屏蔽的要求，各屏蔽体外的瞬时剂量小于 2.5 μ Sv/h，满足辐射防护要求。

2、防护通风柜屏蔽效能核算

根据《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）中 5.3.1 要求：核医学工作场所的分装柜或生物安全柜，应采取一定的屏蔽防护，以保证柜体外表面 5cm 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 25 μ Sv/h；同时在该场所及周围的公众和放射工作人员应满足个人剂量限值要求。因此，本项目核医学科各通风柜柜体外表面 5cm 处的周围剂量当量率按照 25 μ Sv/h 进行控制。

本项目使用 ⁹⁹Mo-^{99m}Tc 发生器、⁶⁸Ge-⁶⁸Ga 发生器制备 ^{99m}Tc、⁶⁸Ga，发生器本身自带铅屏蔽，由送药单位送至医院核医学淋洗间通风橱内，主要辐射影响来自于核素发生器的使用（淋洗、稀释、标记、分装）。⁹⁹Mo-^{99m}Tc 发生器淋洗以及分装过程中，^{99m}Tc 核素衰变产生能量为 0.140MeV 的 γ 射线；⁶⁸Ge-⁶⁸Ga 发生器淋洗以及分装过程中，⁶⁸Ga 核素发生 β^+ 衰变产生 0.511MeV 的 γ 射线，可能会对周围环境和工作人员产生辐射影响。

本项目 ⁹⁹Mo-^{99m}Tc 发生器、⁶⁸Ge-⁶⁸Ga 发生器淋洗操作以及药物分装均置于淋洗间的通风柜内进行，⁹⁹Mo-^{99m}Tc 发生器通风柜防护铅当量为 15mmPb，⁶⁸Ge-⁶⁸Ga 发生器通风柜防护铅当量为 50mmPb。操作时，工作人员距离发生器约 50cm，⁹⁹Mo-^{99m}Tc 发生器每天最大淋洗量为 4.63×10^{10} Bq，⁶⁸Ge-⁶⁸Ga 发生器每天最大淋洗量为 3.7×10^8 Bq。

根据公式 3 计算通风柜表面 5cm 处、工作人员淋洗、分装操作位处剂量率，计算结果见下表。

表 11-4 淋洗、分装通风柜表面及工作人员淋洗操作位处剂量率

计算点		操作核素活度 MBq	周围剂量当量率常数（裸源） $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$	预测点与放射源的距离（即柜体外表面 5cm 处）	屏蔽厚度 mmPb	剂量率 $\mu\text{Sv/h}$
^{99m} Tc 淋洗通风柜、分装通风柜	工作人员淋洗、分装操作位	46300	0.0303	0.5m	15+0.25	3.16×10^{-12}
	通风柜外表面 5cm 处			0.5m	15	5.61×10^{-12}
⁶⁸ Ga 淋洗通风柜、分装通风柜	工作人员淋洗、分装操作位	370	0.134	0.5m	50+0.25	1.86×10^{-1}
	通风柜外表面 5cm 处			0.5m	50	1.93×10^{-1}

备注：正电子药物 ⁶⁸Ga 对铅的十分之一值层厚度 TVL 参考 ¹⁸F 取值，即 16.6mm。^{99m}Tc、⁶⁸Ga 按照每天淋洗、分装一次估算。考虑工作人员穿戴 0.25mmPb 的防护用品。

根据上表核算，防护通风柜柜体外表面 5cm 处周围剂量当量率均低于 25 $\mu\text{Sv/h}$ ，满足《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）标准限值要求。

3、III类射线装置机房屏蔽体屏蔽 X 射线的的能力校核

（1）估算公式

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），CT 机房的屏蔽防护铅当量应不低于 2.5mmPb，骨密度仪机房的屏蔽防护铅当量应不低于 1.0mmPb。X 射线机房屏蔽能力校核采用《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 中的公式进行计算。

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha\gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad (\text{式 4})$$

式中：B—给定铅厚度的屏蔽透射因子；

α 、 β 、 γ —铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X—铅厚度，mm。

$$X = \frac{1}{\alpha\gamma} \ln \left(\frac{B^{-\gamma} + \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}} \right) \quad (\text{式 5})$$

式中：X—不同屏蔽物质的铅当量厚度；

α 、 β 、 γ —不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；
B—给定铅厚度的屏蔽透射因子。

(2) 计算参数

PET/CT、SPECT/CT 最大管电压为 140kV，骨密度仪最大管电压为 100kV，故选取 140kV（CT）的 α 、 β 、 γ 拟合参数对 PET/CT、SPECT/CT 机房屏蔽体进行核算，选取 100kV 的 α 、 β 、 γ 拟合参数对骨密度仪机房屏蔽体进行核算。预测参数见下表。

表 11-5 α 、 β 、 γ 核算参数

屏蔽材料	铅（密度 11.3g/cm ³ ）			混凝土（密度 2.35g/cm ³ ）			砖（密度 1.65g/cm ³ ）		
	α	β	γ	α	β	γ	α	β	γ
140kV（CT）	2.009	3.990	0.3420	0.0336	0.0122	0.5190	—	—	—
100kV（主束）	2.500	15.28	0.7557	0.03925	0.08567	0.4273	0.0352	0.0880	1.149
100kV（散射）	2.507	15.33	0.9124	0.0395	0.0844	0.5191	—	—	—

注：上表数据来源于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C。

(3) 估算结果

本次陕西省肿瘤医院拟配置 PET/CT、SPECT/CT、骨密度仪三台Ⅲ类射线装置开展显像诊断。根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 3 中的要求，各射线装置机房的屏蔽情况见下表。

表 11-6 各射线装置机房屏蔽厚度核算表

机房名称	屏蔽防护体	屏蔽防护设计厚度	折算过程	等效屏蔽防护厚度	标准要求	评价
PET/CT 机房(140kV)	西墙、南墙	24cm 实心砖墙+6cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆	24cm 实心砖（折成 1.8mmPb）+6cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆（折成 3mmPb）	4.8mmPb	2.5mmPb	符合
	北墙、东墙	24cm 实心粘土砖+4cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆	24cm 实心砖（折成相当于 1.8mmPb）+4cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆（折成相当于 2mmPb）	3.8mmPb	2.5mmPb	符合
	观察窗	10mmPb	10mmPb	10mmPb	2.5mmPb	防护过度，维持现状
	医生出入防护门	10mmPb	10mmPb	10mmPb	2.5mmPb	
	患者出入防护门	8mmPb	8mmPb	8mmPb	2.5mmPb	
	地面	16cm 钢筋混凝土	16cm 钢筋混凝土	3.7mmPb	2.5mmPb	

	屋顶	土+2mm 厚高纯度防护铅板	土（折成 1.7mmPb）+2mmPb 厚高纯度防护铅板			
SPECT/CT 机房 （140kV）	四周墙体	24cm 实心粘土砖+4cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆	24cm 实心砖（折成 1.8mmPb）+4cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆（折成 2mmPb）	3.8mmPb	2.5mmPb	符合
	观察窗	6mmPb	6mmPb	6mmPb	2.5mmPb	防护过度，维持现状
	医生出入防护门	6mmPb	6mmPb	6mmPb	2.5mmPb	
	患者出入防护门	4mmPb	4mmPb	4mmPb	2.5mmPb	
	地面	16cm 钢筋混凝土+1mm 厚高纯度防护铅板	16cm 钢筋混凝土（折成 1.7mmPb）+1mm 厚高纯度防护铅板	2.7mmPb	2.5mmPb	符合
	屋顶					
骨密度仪 （100kV）	四周墙体	200mm 空心砖+2cm 抗辐射重晶石屏蔽板墙面	200mm 空心砖（折成 1.33mmPb）+2cm 抗辐射重晶石屏蔽板墙面（折成 2.42mmPb）	3.75mmPb	1.0mmPb	防护过度，维持现状
	观察窗	2mmPb	2mmPb	2mmPb	1.0mmPb	
	医生出入防护门	6mmPb	6mmPb	6mmPb	1.0mmPb	
	患者出入防护门	2mmPb	2mmPb	2mmPb	1.0mmPb	
	地面	16cm 钢筋混凝土+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆	16cm 钢筋混凝土（折成 2.4mmPb）+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆（折成 2.42mmPb）	4.82mmPb	1.0mmPb	
	屋顶					

备注：①铅密度 11.3g/cm³，混凝土密度 2.35g/cm³，实心砖密度 1.65g/cm³，空心砖密度 1.4g/cm³，高纯度硫酸钡防护砂浆密度 3.5g/cm³，抗辐射重晶石屏蔽板密度 3.2g/cm³。

②根据《辐射防护手册 第三分册》第 62 页表 3.3，在管电压 150kV 条件下，7mm 硫酸钡水泥（3.2g/cm³）或 85mm 砖相当于 0.5mm 铅当量，15mm 硫酸钡水泥（3.2g/cm³）或 150mm 砖相当于 1mm 铅当量，33mm 硫酸钡水泥（3.2g/cm³）或 260mm 砖相当于 2mm 铅当量，51mm 硫酸钡水泥（3.2g/cm³）或 340mm 砖相当于 3mm 铅当量；在管电压。本项目 X 射线装置最大管电压 140kV，保守估算，则 6cm 高纯度硫酸钡防护砂浆相当于 3mmPb，4cm 高纯度硫酸钡防护砂浆相当于 2mmPb，使用内插法计算得 24cm 砖相当于 1.8mmPb。

③根据《辐射防护手册 第三分册》第 62 页表 3.3，在管电压 100kV 条件下，165mm 空心砖

($1.4\text{g}/\text{cm}^3$) 相当于 1mm 铅当量, 17mm 硫酸钡水泥 ($3.2\text{g}/\text{cm}^3$) 或 270mm 空心砖 ($1.4\text{g}/\text{cm}^3$) 或 140mm 混凝土 ($2.2\text{g}/\text{cm}^3$) 相当于 2mm 铅当量, 24mm 硫酸钡水泥 ($3.2\text{g}/\text{cm}^3$) 或 190mm 混凝土相当于 3mm 铅当量。使用内插法计算得 200mm 空心砖 ($1.4\text{g}/\text{cm}^3$) 相当于 1.33mm 铅当量, 2cm 抗辐射重晶石屏蔽板相当于 2.42mmPb, 16cm 混凝土相当于 2.4mm 铅当量。

根据上表可知, 本项目各 X 射线装置机房的屏蔽能力能够满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 的要求。

4、PET/CT 和 SPECT/CT 附加剂量率分析

PET/CT、SPECT/CT 进行 CT 扫描时, 机房周围存在 CT 散射与患者释放的 γ 射线的叠加辐射贡献, 故单独进行分析。

根据西门子厂家 140kV 工况下 CT 周围的剂量率分布曲线, 1m 处的杂散辐射为 $0.052\mu\text{Gy}/\text{mAs}$ (垂直) 和 $0.051\mu\text{Gy}/\text{mAs}$ (水平), CT 扫描通常不超过 300mA, 故 1m 处的杂散辐射剂量率最高约 $56.16\text{mGy}/\text{h}$ 。其它型号设备的 CT 散射辐射水平也在相同量级。

根据表 11-6 核算的 PET/CT 机房、SPECT/CT 机房屏蔽体的等效铅厚度以及《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 附录 C 计算得透射因子 B, 最终计算得出本项目 PET/CT 和 SPECT/CT 机房屏蔽体外表面 30cm 处的剂量见下表 11-7 所示。

表 11-7 PET/CT、SPECT/CT 机房屏蔽体外 CT 运行附加剂量率核算结果

机房名称	屏蔽防护体	屏蔽防护设计厚度等效铅厚度	透射因子 B	核算距离 (m)	屏蔽体外 30cm 处附加剂量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	居留因子	年附加有效剂量 (μSv)
PET/CT 机房 (140 kV)	西墙	4.8mmPb	2.85×10^{-6}	4.5	0.008	1/4	0.11
	南墙	4.8mmPb	2.85×10^{-6}	3.35	0.014	接诊台 1	0.80
						患者通道 1/4	0.20
	东、北墙	3.8mmPb	2.29×10^{-5}	3.35	0.114	1/4	1.61
	观察窗	10mmPb	7.70×10^{-11}	4.5	2.14×10^{-7}	1	1.2×10^{-5}
	医生出入防护门	10mmPb	7.70×10^{-11}	4.5	2.14×10^{-7}	1/4	3.0×10^{-6}
	患者出入防护门	8mmPb	4.31×10^{-9}	3.5	1.98×10^{-5}	1/4	2.78×10^{-4}
	楼下机房	3.7mmPb	2.82×10^{-5}	4.5	0.078	1	4.41
	楼上大厅		2.82×10^{-5}	4.5	0.078	1/16	0.28
SPECT/	北墙	3.8mmPb	2.29×10^{-5}	4.7	0.058	1/2	3.63

CT 机房 (140 kV)	东墙			3.3	0.118	1/4	3.68
	南墙			4.2	0.073	1	9.09
	西墙			3.4	0.111	1/4	3.47
	观察窗	6mmPb	2.45×10^{-7}	3.3	1.26×10^{-3}	1	0.16
	医生出入 防护门	6mmPb	2.45×10^{-7}	4.2	7.81×10^{-4}	1/4	0.02
	患者出入 防护门	4mmPb	1.50×10^{-5}	3.7	0.0615	1/4	1.92
	楼下后装 机房	2.7mmPb	2.48×10^{-4}	4.5	0.688	1	86.0
	楼上大厅			4.5		1/16	5.38

备注：PET/CT 的 CT 扫描时间按全年 56.25h 计，SPECT/CT 的 CT 扫描时间按全年 125h 计。

由上表可知，本项目 PET/CT、SPECT/CT 机房进行 CT 扫描时，对 PET/CT 机房、SPECT/CT 机房各屏蔽体外周围人员的年附加有效剂量最大值分别为 $6.43\mu\text{Sv/a}$ 、 $86.0\mu\text{Sv/a}$ 。

本项目 PET/CT、SPECT/CT 机房同时考虑患者释放的 γ 射线和 CT 散射的共同影响，则二者叠加的辐射影响结果见下表所示。

表 11-8 PET/CT、SPECT/CT 机房屏蔽体外患者和 CT 叠加辐射影响核算

机房名称	屏蔽防护体	患者辐射附加剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	CT 辐射附加剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	患者辐射和 CT 扫描叠加的瞬时附加剂量 ($\mu\text{Sv/h}$)
PET/CT 机房 (140kV)	西墙	0.094	0.008	0.102
	南墙	0.169	0.014	0.183
	东墙、北墙	0.220	0.114	0.334
	观察窗	0.420	2.14×10^{-7}	0.420
	医生出入防护门	0.420	2.14×10^{-7}	0.420
	患者出入防护门	0.916	1.98×10^{-5}	0.916
	楼下	0.157	0.078	0.235
	楼上	0.157	0.078	0.235
SPECT/CT 机房 (140kV) (注射 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 患者)	北墙	0.012	0.058	0.070
	东墙	0.024	0.118	0.142
	南墙	0.015	0.073	0.088
	西墙	0.023	0.111	0.134
	观察窗	1.8×10^{-6}	1.26×10^{-3}	1.26×10^{-3}
	医生出入防护门	1.1×10^{-6}	7.81×10^{-4}	7.82×10^{-4}
	患者出入防护门	1.4×10^{-4}	0.0615	0.062
	楼下	0.0033	0.688	0.691
	楼上	0.0033	0.688	0.691
SPECT/CT 机房 (140kV) (注射 ^{131}I)	北墙	0.028	0.058	0.086
	东墙	0.058	0.118	0.176
	南墙	0.036	0.073	0.109
	西墙	0.054	0.111	0.165

患者)	观察窗	0.282	1.26×10^{-3}	0.283
	医生出入防护门	0.174	7.81×10^{-4}	0.175
	患者出入防护门	0.341	0.0615	0.403
	楼下	0.049	0.688	0.737
	楼上	0.049	0.688	0.737

由上表可知，本项目 PET/CT、SPECT/CT 机房屏蔽体外同时考虑患者释放的 γ 射线和 CT 扫描散射对周围环境的辐射影响，则 PET/CT 机房、SPECT/CT 机房各屏蔽体外 30cm 处的瞬时附加剂量率最大值分别为 0.916 μ Sv/h、0.737 μ Sv/h，均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中 2.5 μ Sv/h 的限值要求。

5、剂量估算

（1）估算公式

人员受到的附加年有效剂量可由下式计算得到：

$$H_{Er}=H^*_{(10)} \times T \times t \times 10^{-3} \text{ (mSv)} \quad (\text{式 6})$$

式中： H_{Er} —X- γ 辐射外照射人均年有效剂量当量，mSv；

$H^*_{(10)}$ —X- γ 辐射剂量率， μ Sv/h；

t—一年工作时间，h；

T—居留因子，h。

（2）估算结果

1) 核医学科工作场所放射工作人员剂量估算

① ^{99}Mo - ^{99m}Tc 发生器淋洗制备、质控、分装 ^{99m}Tc

本项目 ^{99}Mo - ^{99m}Tc 发生器淋洗制备 ^{99m}Tc ，根据医院提供的资料，本项目 SPECT/CT 显像检查年使用 ^{99m}Tc 为 $1.16 \times 10^{13}\text{Bq}$ ，每天淋洗一次，一年共淋洗 250 次，每次淋洗、质控时间约 20min，全年淋洗、质控 ^{99m}Tc 的时间约 83.3h，发生器淋洗在带有排风装置的通风柜内进行，淋洗过程中工作人员穿戴 0.25mm 铅当量的铅衣等防护用品，其操作位处的剂量率为 $3.16 \times 10^{-12}\mu\text{Sv/h}$ ，则由公式 6 计算得出， ^{99m}Tc 淋洗、质控过程中工作人员的年附加有效剂量为 $2.63 \times 10^{-10}\mu\text{Sv/a}$ 。

^{99m}Tc 药物由钼锝发生器制备完成后，需要在通风柜内进行分装，工作人员分装操作位处剂量率为 $3.16 \times 10^{-12}\mu\text{Sv/h}$ ，年检查患者 12500 人次，每人次分装时间按 1min 计，年分装时间为 208.3h，则分装过程所致工作人员的年附加有效剂量为 $6.58 \times 10^{-10}\mu\text{Sv/a}$ 。

综上， ^{99}Mo - ^{99m}Tc 发生器淋洗制备、质控、分装 ^{99m}Tc 药物过程由 1 名工作人员

完成，则所致工作人员年附加有效剂量为 $9.21 \times 10^{-10} \mu\text{Sv/a}$ 。

② ^{68}Ge - ^{68}Ga 发生器淋洗制备、质控、分装 ^{68}Ga

本项目 ^{68}Ge - ^{68}Ga 发生器淋洗制备 ^{68}Ga ，根据医院提供的资料，本项目 PET/CT 显像检查年使用 ^{68}Ga 为 $9.25 \times 10^{10} \text{Bq}$ ，每天淋洗一次，一年共淋洗 250 次，每次淋洗、质控时间约 3min，全年 ^{68}Ga 淋洗、质控的时间约 12.5h，发生器淋洗在带有排风装置的通风柜内进行，淋洗过程中工作人员穿戴 0.25mm 铅当量的铅衣等防护用品，其操作位处的剂量率为 $1.86 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ ，则由公式 6 计算得出， ^{68}Ga 淋洗、质控过程中工作人员的年附加有效剂量为 $2.325 \mu\text{Sv/a}$ 。

^{68}Ga 药物由钼锝发生器制备完成后，需要在通风柜内进行分装，工作人员分装操作位处剂量率为 $1.86 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ ，年检查患者 500 人次，每人分装时间按 1min 计，年分装时间为 8.33h，则分装过程所致工作人员的年附加有效剂量为 $1.55 \mu\text{Sv/a}$ 。

③分装 ^{18}F 、 ^{131}I

本项目 ^{18}F 分装是由分装热室内的正电子药物全自动分装仪自动分装， ^{131}I 分装采取 ^{131}I 全自动分装仪自动分装，故不考虑 ^{18}F 、 ^{131}I 分装操作对药物师的辐射影响。

综上，本项目 ^{68}Ga 药物淋洗、质控、分装均由 1 名工作人员完成，则 PET 显像检查药物制备、质控、分装过程所致工作人员的年附加有效剂量为 $3.875 \mu\text{Sv/a}$ 。

④放射性药物注射所致工作人员年附加有效剂量

PET/CT 药物注射：本项目 PET 使用 ^{18}F 、 ^{68}Ga 进行显像检查，每天检查 27 人次，药物注射时间按 1min/人，全年累计约 112.5h。若 ^{18}F （ ^{68}Ga 患者用药量较小约为 185MBq， γ 光子能量和比释动能率常数较小，剂量估算均按 ^{18}F 进行考虑）检查按每名患者均注射最大药物量 370MBq 考虑，则可知距 370MBq ^{18}F 放射性药物 0.5m 处的辐射剂量率约为 $211.64 \mu\text{Sv/h}$ 。工作人员在不小于 50mm 铅当量（ TVL_{pb} 取 16.6mm）的一体化注射装置后给患者注射，衰减因子为 9.73×10^{-4} ，屏蔽后剂量率为 $0.206 \mu\text{Sv/h}$ 。则注射 ^{18}F 、 ^{68}Ga 药物的工作人员年附加有效剂量为 $23.175 \mu\text{Sv/a}$ 。

SPECT/CT 药物注射：本项目 SPECT 使用 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 药物进行显像检查，每天检查人数分别为 50 人次、10 人次。 ^{131}I 药物由自动分装仪自动分装，工作人员通过电脑输入患者相关信息， ^{131}I 自动分装仪即可自动分装处所需的 ^{131}I 溶液，并置于纸杯内，患者进入服药室可直接取药服用，工作人员全程不接触 ^{131}I 药物。注射 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物时间均按 1min/人计，全年累计约 208.3h。每名患者最大药物用量 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 为

925MBq, 则可知距 925MBq^{99m}Tc 放射性药物 0.5m 处的辐射剂量率约为 112.11μSv/h。工作人员在不小于 10mm 铅当量 (^{99m}Tc 的 TVL_{Pb} 取 1mm) 的一体化注射装置后给患者注射药物, 则对于 ^{99m}Tc 注射装置的衰减因子为 1.0×10^{-10} , 屏蔽后剂量率为 $1.12 \times 10^{-8} \mu\text{Sv/h}$ 。则 ^{99m}Tc 给药窗口的工作人员年附加有效剂量为 $2.33 \times 10^{-6} \mu\text{Sv/a}$ (即 $50 \times 250 \times 1 \div 60 \times 1.12 \times 10^{-8} = 2.33 \times 10^{-6} \mu\text{Sv/a}$)。

⑤PET/CT、SPECT/CT 显像检查所致工作人员年附加有效剂量

PET/CT 使用 ¹⁸F、⁶⁸Ga 进行显像检查, 根据建设单位提供的资料, 每天最多检查 27 人次。患者注射 ¹⁸F、⁶⁸Ga 药物后, 经候诊室候诊后, 进入 PET/CT 显像检查室进行检查。此过程中, 工作人员需穿戴防护用品 (0.25mm 铅当量铅衣) 指导患者进行摆位, 每位患者摆位按 0.5min 计, 全年累计摆位时间 56.25h。根据 “AAPM Task Group 108: PET-CT Shielding Requirements” 将患者视为 “点状放射源” 时, 病人进入机房时体表 0.3m 处的理论计算值为 222μSv/h, 1m 处摆位理论计算剂量率为 19.98μSv/h。则摆位所致工作人员年附加有效剂量为 1123.875μSv/a。

PET/CT 显像检查过程, 工作人员在控制室内进行操作, 每人次 PET 扫描时间约 15min, 则全年扫描时间为 1687.5h。保守考虑, 工作人员操作位置处剂量率取观察窗表面 30cm 处剂量率 0.42μSv/h (见表 11-8, 同时考虑患者辐射和 CT 扫描散射叠加影响) 进行计算, 则显像检查过程中所致工作人员年附加有效剂量为 708.75μSv/a。

SPECT/CT 使用 ^{99m}Tc、¹³¹I 药物进行显像检查, 每天最多检查人数 60 人。患者在检查过程中需要进行摆位, 每位患者摆位按 0.5min 计, 全年累计摆位时间 125h。注射 925MBq^{99m}Tc 药物的病人, 工作人员穿戴防护用品 (0.25mmPb 铅衣) 指导患者进行摆位, 计算得 1m 处摆位理论计算剂量率为 10.77μSv/h。口服 185MBq¹³¹I 药物的病人, 工作人员穿戴防护用品 (0.25mmPb 铅衣) 指导患者进行摆位, 计算得 1m 处摆位理论计算剂量率为 10.24μSv/h。则 SPECT/CT 摆位所致工作人员年附加有效剂量为 1335.21μSv/a (即 $50 \times 250 \times 0.5 \div 60 \times 10.77 + 10 \times 250 \times 0.5 \div 60 \times 10.24 = 1335.21 \mu\text{Sv/a}$)。

SPECT/CT 显像检查过程, 工作人员在控制室内进行操作, 每人次扫描时间约 15min, 则全年扫描时间为 3750h。保守考虑, 注射 ^{99m}Tc 药物的病人检查时, 工作人员操作位置处剂量率取观察窗表面 30cm 处剂量率 $1.26 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$ (见表 11-8, 同时考虑患者辐射和 CT 扫描散射叠加影响) 进行计算, 则显像检查过程中所致工作人

员年附加有效剂量为 $3.94\mu\text{Sv/a}$ ；注射 ^{131}I 药物的病人检查时，工作人员操作位置处剂量率取观察窗表面 30cm 处剂量率 $0.283\mu\text{Sv/h}$ （见表 11-8，同时考虑患者辐射和 CT 扫描散射叠加影响）进行计算，则显像检查过程中所致工作人员年附加有效剂量为 $176.88\mu\text{Sv/a}$ 。故 SPECT/CT 显像检查过程中，所致工作人员年附加有效剂量为 $180.82\mu\text{Sv/a}$ 。

综上，本项目 PET/CT、SPECT/CT 显像检查过程中所致工作人员的剂量统计详见下表所示。

表 11-9 核医学科显像检查过程工作人员附加剂量统计表

工作场所	工作岗位	剂量率 ^① ($\mu\text{Sv/h}$)	全年累计 工作时间 (h)	年剂量率 ($\mu\text{Sv/a}$)	岗位人 数(人)	每人年剂量 (mSv/a)
SPEC T/CT 场所	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 淋洗、质控	3.16×10^{-12}	83.3	2.63×10^{-10}	1	9.21×10^{-13}
	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 分装	3.16×10^{-12}	208.3	6.58×10^{-10}		
	注射 $^{99\text{m}}\text{Tc}$	1.12×10^{-8}	208.3	2.33×10^{-6}	1	2.33×10^{-9}
	摆位	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 患者	10.77	104.17	2	0.76
		^{131}I 患者	10.24	20.83		
	扫描 操作	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 患者	1.26×10^{-3}	3125		
		^{131}I 患者	0.283	625		
PET/ CT 场 所	^{68}Ga 淋洗、质控	1.86×10^{-1}	12.5	2.325	1	3.88×10^{-3}
	^{68}Ga 分装	1.86×10^{-1}	8.33	1.55		
	注射 ^{68}Ga 、 ^{18}F	0.206	112.5	23.175	1	0.023
	摆位	19.98	56.25	1123.875	2	0.92
	扫描操作	0.42	1687.5	708.75		

备注：①SPECT/CT、PET/CT 扫描操作位的剂量率取表 11-8 的叠加影响值。

由上表计算结果可知，本项目 PET/CT、SPECT/CT 检查所致工作人员职业照射的最大年有效剂量值为 0.92mSv/a ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的工作人员的职业照射水平控制限值 20mSv 以及本项目确定的年剂量约束限值 5mSv 。

2）公众成员剂量估算

核医学科工作场所控制区屏蔽体外公众成员年有效剂量估算结果见下表。

表 11-10 公众成员年有效剂量估算结果

工作场所		关注点	患者辐射影响				CT 扫描影响 (μSv/a)	年有效剂量 (mSv/a)
			控制区边界周围剂量当量率 (μSv/h)	受照射时间(h)	居留因子	患者辐射影响 (μSv/a)		
PET/CT 机房		南侧患者通道	0.169	1743.75	1/4	73.67	0.20	0.074
		楼上大厅	0.157	1743.75	1/16	17.11	0.28	0.017
PET 注射后候诊室		东侧医生走廊	0.657	1012.5	1/16	41.58	/	0.042
		北侧变配电室	1.620	1012.5	1/40	41.01	/	0.041
		楼上消毒供应科仓库	0.361	1012.5	1/16	22.84	/	0.023
PET 注射后候诊单间		楼上消毒供应科仓库	0.09	1012.5	1/16	5.70	/	0.006
		楼下控制室	0.09	1012.5	1	91.13	/	0.091
PET 分装准备室		南侧患者走廊	2.88×10 ⁻³	112.5	1/4	0.08	/	8×10 ⁻⁵
		楼上消毒供应科	2.88×10 ⁻⁴	112.5	1	0.032	/	3.2×10 ⁻⁵
		楼下办公室	2.88×10 ⁻⁴	112.5	1	0.032	/	3.2×10 ⁻⁵
PET 给药室(2#)		楼上消毒供应科	0.157	112.5	1	17.66	/	0.018
		楼下办公室	0.157	112.5	1	17.66	/	0.018
PET 留观室		楼上大厅	0.157	375	1/16	3.68	/	0.004
SPECT/CT 机房	^{99m} Tc 患者	北侧阅片室	0.012	3229.17	1/2	19.38	3.63	0.032
	¹³¹ I 患者		0.028	645.83	1/2	9.04		
	^{99m} Tc 患者	楼上大厅	0.0033	3229.17	1/16	0.67	5.38	0.008
	¹³¹ I 患者		0.049	645.83	1/16	1.98		
^{99m} Tc 制备间		楼上药房	3.52×10 ⁻⁶	291.6	1	1.03×10 ⁻³	/	1.03×10 ⁻⁶
		楼下热疗机房	3.52×10 ⁻⁶	291.6	1	1.03×10 ⁻³	/	1.03×10 ⁻⁶
SPECT 药物准备室		楼上药房	3.52×10 ⁻⁶	208.3	1	7.33×10 ⁻⁴	/	7.33×10 ⁻⁷
		楼下热疗机房	3.52×10 ⁻⁶	208.3	1	7.33×10 ⁻⁴	/	7.33×10 ⁻⁷
给药室 1#		北侧候诊区	0.090	208.3	1/4	4.69	/	4.69×10 ⁻³
		楼上药房	0.022	208.3	1	4.58	/	4.58×10 ⁻³

SPECT 留观室	^{99m} Tc 患者	西侧风机房	0.452	416.7	1/40	4.71	/	0.007
	¹³¹ I 患者		0.560	138.9		1.94	/	
	^{99m} Tc 患者	东侧变配电室	0.732	416.7	1/40	7.63	/	0.011
	¹³¹ I 患者		0.870	138.9		3.02	/	
	^{99m} Tc 患者	楼上办公室	0.109	416.7	1	45.42	/	0.065
	¹³¹ I 患者		0.140	138.9		19.45	/	
服碘室	东侧患者走廊		0.226	125	1/4	7.06	/	7.06×10^{-3}
	楼上大厅		0.093	125	1/16	0.73	/	7.3×10^{-4}
	楼下走廊		0.093	125	1/16	0.73	/	7.3×10^{-4}

注：①PET/CT 机房受照时间：摆位 56.25h+扫描操作 1687.5h=1743.75h。

②PET 注射后候诊时间：候诊室可容纳 4 人，候诊单间按 1 人候诊，按 5 人同时候诊计算，候诊时间按平均 45min 计，则候诊时间为 $6750 \text{ 人/年} \div 5 \text{ 人/次} \times 45 \text{ min/次} \div 60 \text{ min/h} = 1012.5 \text{ h}$ 。

③PET 留观时间：按 3 人同时留观计算，留观时间按最长 10min 计，则候诊时间为 $6750 \text{ 人/年} \div 3 \text{ 人/次} \times 10 \text{ min/次} \div 60 \text{ min/h} = 375 \text{ h}$ 。

④SPECT/CT 机房受照时间：^{99m}Tc：摆位 104.17h+扫描操作 3125h=3229.17h。¹³¹I：摆位 20.83h+扫描操作 625h=645.83h。

⑤SPECT/CT 留观时间：按 5 人同时留观计算，留观时间按最长 10min 计，则 ^{99m}Tc 患者候诊时间为 $12500 \text{ 人/年} \div 5 \text{ 人/次} \times 10 \text{ min/次} \div 60 \text{ min/h} = 416.7 \text{ h}$ ，¹³¹I 患者候诊时间为 $2500 \text{ 人/年} \div 3 \text{ 人/次} \times 10 \text{ min/次} \div 60 \text{ min/h} = 138.9 \text{ h}$ 。

⑥服碘室时间：甲亢治疗 12500 人/a，显像人数 2500 人/a，每位患者口服药时间每人按 0.5min，则年累计时间 125h。

由上表可知，核医学科工作场所控制区边界外的公众成员受到的年附加剂量最大为 0.091mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）标准限值、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）剂量约束值 0.1mSv/a 和医院制定的年有效剂量管理目标 0.1mSv/a。此外，核医学科是个相对封闭的区域，公众成员一般不会到达控制区，且公众在控制区边界外停留时间较短，故公众成员受到的附加剂量实际会比环评预测值小。

3）校验源的影响

PET/CT 配套使用两枚 ⁶⁸Ge 校验源，活度均为 $7.4 \times 10^7 \text{ Bq}$ ，属于 V 类放射源。校验时 ⁶⁸Ge 源在仪器内部活动，校验完毕源自动回到仪器蔽体内或储存在铅罐内。校验源活度较小，屏蔽体外基本无射线泄露，因此，校验源在使用过程中产生的辐射影响可忽略。

4）β射线影响

PET/CT 设备配备的 ^{68}Ge 校验源衰变模式为 EC (100%)，衰变后变为 ^{68}Ga ， ^{68}Ga 衰变模式为 EC 和 β^+ ，若密封源破损将可能导致工作场所受 β 表面污染，可能对周围环境产生辐射影响。

由于 β^+ 在富含电子的组织内移动大约 1mm 后会很快与负电子结合发生湮灭反应，故本次评价以负电子为例按照点源进行保守估算 ^{18}F 、 ^{68}Ge 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 等衰变产生的 β^+ 射线射程， β 射线在材料中的射程计算公式如下：

$$d = E_{\beta\text{max}} / 2\rho \quad (\text{式 7})$$

式中：

d —为防护厚度，cm；

ρ —屏蔽材料密度， g/cm^3 （塑料 $1.4\text{g}/\text{cm}^3$ ，铅 $11.3\text{g}/\text{cm}^3$ ）；

$E_{\beta\text{max}}$ — β 粒子最大能量，MeV。

在放射性药物 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 分装及注射过程中，辐射工作人员隔着铅屏蔽等防护措施可以有效屏蔽 β 射线， β 射线对工作人员的影响主要在手部，核素操作人员佩戴乳胶手套，利用一次性针筒进行注射，针筒屏蔽材质为钨，其中注射 ^{18}F 时针筒屏蔽材质等效为 50mm 厚的铅，注射 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 时针筒屏蔽材质等效为 10mm 厚的铅。 ^{68}Ge 校验源不用时在设备内部的铅罐内。

放射性药物 ^{18}F 的 β^+ 粒子最大能量为 0.63MeV，经计算，相同能量负电子在塑料中的射程为 2.25mm，在铅里的射程为 0.28mm； $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 每次衰变过程中，K 层电子约有 9.1% 的概率从处于高能态的核获得能量而脱离原子，电子能量约 0.119MeV，经计算，在塑料中的射程为 0.425mm，在铅里的射程为 0.053mm； ^{68}Ge 衰变后新核素为 ^{68}Ga ， ^{68}Ga 的 β^+ 粒子最大能量为 1.9MeV，经计算，相同能量负电子在塑料中的射程为 6.8mm，在铅里的射程为 0.84mm。

根据计算可知，药物 ^{18}F 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{68}Ga 和校验源 ^{68}Ge 衰变产生的 β 射线在塑料和铅中的射程均较短，已有的防护完全能够屏蔽 β 射线。因此，在正常工作过程中， ^{18}F 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{68}Ga 和校验源 ^{68}Ge 衰变产生的 β 射线对工作人员的影响较小。

6、骨密度仪机房外剂量核算

根据建设单位提供的资料，骨密度仪机房的防护厚度、机房尺寸及面积均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）等标准要求。骨密度仪为 III 类射线装置，其四周墙体外表面

0.3m 处的剂量率限值可以满足 2.5 μ Sv/h 标准要求。骨密度仪机房外剂量估算见下表。

表 11-11 骨密度仪机房外剂量估算结果

设备	射线类型	墙体外剂量率限值 (μ Sv/h)	年最大有效开机时间 (h/a)	年有效剂量当量 (mSv)	
				放射工作人员	公众
骨密度仪	X 射线	<2.5	11.1	0.03	<0.002

备注：放射工作人员取 1 进行估算，公众居留因子取 1/16 进行估算。

7、放射性核素治疗场所

本项目放射性核素治疗场所主要使用 ^{32}P 、 ^{89}Sr 、 ^{223}Ra 、 ^{225}Ac 等核素进行治疗， ^{131}I 进行甲亢治疗， ^{125}I 进行放免分析。 ^{32}P 、 ^{89}Sr 核素为 β 辐射体，使用过程中会产生 β 射线， β 射线在人体组织中的射程较短，患者的身体完全能够阻挡 β 射线，同时人体皮肤也能有效阻挡 β 射线进入人体，故对工作人员的影响十分微弱，可忽略。 ^{223}Ra 、 ^{225}Ac 核素为 α 辐射体， α 射线在空气中、人体组织中的射程均很短，穿不透皮肤表层，因此，本评价不考虑 α 射线外照射影响。

^{131}I 衰变时发射最大能量为 0.602MeV 的 β 射线，同时释放能量为 0.365MeV 的 γ 射线。根据医院提供的资料， ^{131}I 药物由自动分装仪自动分装，工作人员通过电脑输入患者相关信息， ^{131}I 自动分装仪即可自动分装处所需的 ^{131}I 溶液，并置于纸杯内，患者进入服药室可直接取药服用，甲亢治疗过程中工作人员全程不接触 ^{131}I 药物，也不接触服用 ^{131}I 后的患者。甲亢治疗时单人使用 ^{131}I 最大量为 370MBq（10mCi），其活度满足《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）及《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中规定的服药患者出院要求“接受 ^{131}I 治疗的患者，应在其体内的放射性活度降至 400MBq 以下或距离患者体表 1 米处的周围剂量当量率不大于 25 μ Sv/h 方可出院”，服药后可直接离开核医学科。故使用 ^{131}I 进行甲亢治疗时对工作人员产生的辐射影响较小。

8、 ^{125}I 籽粒植入影响分析

本项目 ^{125}I 籽粒在介入科 6 排 CT 室进行植入，患者 ^{125}I 籽粒的单次使用量最大为 $3.7\times 10^9\text{Bq}$ （100mCi），日进行 ^{125}I 籽粒植入的病人最多为 5 人（ $1.85\times 10^{10}\text{Bq}$ ），年最大用量为 $4.63\times 10^{12}\text{Bq}$ 。

（1）CT 植入室屏蔽能力分析

根据建设单位提供的资料，籽粒源植入项目配备固定工作人员 15 名，其中医生 5 名，技师 5 名，助手 5 名。根据工程分析可知，籽粒源植入是在 CT 引导下进行的，当对患者病进行 CT 扫描时，实施手术的医生和助手不会滞留在治疗室内，手术医生

和助手主要受植入手术过程中 γ 射线的影响；操作 CT 机的技师是隔室操作，主要受到 CT 机产生的 X 射线影响。

根据院方提供的资料，粒籽源植入治疗每次手术植入粒籽源最大量为 100 粒，每粒 ^{125}I 粒籽源活度以最大值 1.0mCi 来计算，则平均每台手术使用的粒籽源总活度为 $3.7 \times 10^9 \text{Bq}$ (100mCi)。进行手术的医生胸部距离粒籽源的距离约为 0.3m，助手距离粒籽源的距离约为 0.5m。手术医生进行手术时，需穿戴铅衣、铅帽、铅眼镜等个人防护用品，本评价考虑在植入手术过程中医生及助手均有 0.25mmPb 屏蔽。

根据现场调查，粒籽源植入室各侧的墙体厚度均为 24cm 实心页岩砖，天棚为 20cm 混凝土，底板厚度为 295cm 混凝土，防护铅门和铅玻璃均为 2mmPb。根据《陕西省肿瘤医院放射性粒籽源植入建设项目验收监测报告》中的监测数据（监测报告见附件 9），粒籽植入室在开机状态下各屏蔽体表面 30cm 处的 X- γ 辐射剂量率在 0.07~0.13 $\mu\text{Gy/h}$ 范围内，因此，粒籽植入室墙体外 0.3m 处周围剂量当量率能满足 < 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 屏蔽防护要求。

粒籽源贮存室北、东、西侧墙体厚度均为 24cm 实心砖+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆，南墙为 400mm 钢筋混凝土；地面、房顶为 16cm 钢筋混凝土，贮存期间粒籽源置于保险柜内，且按照《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）的要求，待用的粒籽源应装入屏蔽铅罐内，并建立出入库登记制度，定期检查粒籽源实际库存数量及贮存场所，同时粒籽源贮存的容器应使用铅块屏蔽，并在屏蔽铅块前放置防护铅屏风（不低于 0.5mmPb），屏风上方应有适当厚度的铅玻璃，铅玻璃铅当量不低于 0.5mmPb。根据《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）要求：“核医学工作场所的分装柜或生物安全柜应采取一定的屏蔽防护，以保证柜体外表面 5cm 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 25 $\mu\text{Sv/h}$ ”，本次评价按粒籽储源罐表面 5cm（即距源 0.3m 处）处剂量率最大 25 $\mu\text{Sv/h}$ 计算，则粒籽储存室各屏蔽体表面的剂量率见下表 11-12 所示。

表 11-12 粒籽储存室各屏蔽体表面 30cm 处剂量率估算结果

核算位置		预测点距粒籽源的距离 (m)	1m 处周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	设计屏蔽厚度	设计屏蔽厚度下墙体外瞬时剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
粒籽储源	北墙	0.9	2.25	240mm 实心砖墙+2cm 厚高纯度硫酸钡防护砂浆（等效 2mmPb）	<0.001
	东墙	3.8			<0.001
	西墙	1.1			<0.001

室	南墙	2.6		400mm 钢筋混凝土(等效 5mmPb)	<0.001
	铅门	3.7		3mmPb	<0.001
	地面、顶部	4.5		160mm 钢筋混凝土(等效 2mmPb)	<0.001
备注：碘-125 对铅的 TVL 为 0.083mm。					

因此，通过采取上述措施经贮存室墙体屏蔽后，墙体外 0.3m 处的周围剂量当量率能满足 < 2.5μSv/h 屏蔽防护要求。

（2）病人及病房评价

按照《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）的要求，植入粒籽源术后的患者，当有人接近时应当在植入部位对应的体表进行适当的辐射屏蔽，本项目患者在植入部位穿戴 0.25mm 铅当量的铅背心、围脖或腹带采取屏蔽。植入粒籽源患者使用专用病房并将其划为临时控制区，控制区入口设有电离辐射警示标志，除医护人员外，其他无关人员不应入内，患者也不应随便离开。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。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，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。前列腺植入粒籽源的患者为防止随尿液排出，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。当患者或家属发现患者体外的粒籽源时，不应用手拿，应用勺子或镊子夹取并放在预先准备好的铅容器内（主管医生事先给予指导），该容器返还给主管医师。本项目依托原有的四间专用病房，位于住院科研楼 B 楼的五层，为 3 人间，带专用卫生间。经 CT 室出口、专用电梯、过道，由专门医护人员推送至该病房。此间，医护人员及病人均配备有至少 0.25mmPb 当量的防护铅衣、铅背心、铅帽等防护用品，经过该防护用品的屏蔽后，其 1m 处的剂量为 0.123μSv/h，且在运送使用电梯过程中，应将该电梯设为临时控制区，避免与其它公众人员共乘一梯。因此运送过程中对病人、医护人员及周围公众影响较小。

此外，植入粒籽源出院患者应建立登记制度并给患者提供一张信息卡，该卡主要内容包括：患者姓名、住址、电话、年龄、个人身份证号、植入部位、医院及电话、植入粒籽源个数、植入时间、出院粒籽源数量、检查日期等。

（3）辐射工作人员及公众人员剂量估算

估算公式同前文（式 2）， ^{125}I 对应剂量当量率常数为 $0.03425\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{MBq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 。参照《放射性核素和辐射防护数据手册》，放射性核素 ^{125}I 产生的 γ 射线对铅屏蔽的 TVL 值为 0.083mm。

①辐射工作人员

本项目运行后，预计 ^{125}I 粒籽源最大日使用量为 $1.85\times 10^{10}\text{Bq}$ ，每日进行粒籽植入的病人最多 5 人。工作人员在 CT 室机房内给病人做植入手术的时间约为 10min/人，粒籽植入术由五名专职医生轮流实施，预计每名医师年最大操作量不超过 $9.26\times 10^{11}\text{Bq}$ ，每名医师年累积受照时间约为 41.7h，考虑医生和技师均穿 0.25mmPb 铅衣和铅手套，则其年最大受照剂量为 1.29mSv/a，低于本评价设定的剂量约束值 5mSv/a。

操作台装源及消毒人员按 2 人考虑，考虑穿 0.25mmPb 铅衣和铅手套，距源 0.3m 处的剂量率为 $1.37\mu\text{Sv/h}$ ，居留因子取 1，单次操作时间约 25min，平均每人年操作时间 260.42h，则每人年有效剂量为 0.357mSv/a。低于本评价设定的剂量约束值 5mSv/a。

本项目运行后，开展粒籽植入术的医师（包括粒籽分装及消毒、植入手术操作、助手）均不从事其他放射性工作，因而不存在剂量叠加的情况，工作人员的年受照剂量将低于本评价设定的剂量约束值 5mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求。

②周围公众人员受照分析

本项目运行过程中，对植入病人均配有不小于 0.25mmPb 的防护铅衣、铅帽等，根据计算，手术室外距离病人 2.5m 处剂量率约为 $0.02\mu\text{Sv/h}$ ，家属陪护人员距离病人 1m 处剂量率约为 $0.123\mu\text{Sv/h}$ ，与环境辐射本底水平相当，故对周围公众的辐射影响较小。根据《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）中要求，植入粒籽源的患者出院 2 个月内，陪护者或探视者与患者长时间接触时，距离至少应保持在 1m 远。此外，考虑到患者自身组织的屏蔽作用，故患者接受粒籽植入术后对陪护人员及周围其他人员的辐射影响较小，周围公众受照剂量低于本评价设定的剂量约束值 0.1mSv/a。

二、放射性“三废”环境影响分析

1、放射性废水

（1）放射性废水量

改造后核医学科放射性废水主要来自工作人员操作过程中手部可能受到微量核素液污染的洗手水、清洗室内地面、工作台等带有微量核素的清洗水、患者的排泄物等。

根据核医学科各种核素的使用情况以及显像诊断和核素治疗流程可知， ^{32}P 敷贴治疗不存在药物通过患者代谢而排放，故不考虑患者如厕废水；使用 ^{131}I 、 ^{89}Sr 、 ^{223}Ra 、 ^{225}Ac 等核素开展治疗的患者，在给药后患者可直接离开核医学科，给药后基本无如厕人员，但不排除存在极少数患者在给药后确需在核医学科如厕的可能，根据医院提供的经验数据（见附件 10），核素治疗患者给药后如厕概率最大不超过核素治疗人数的 10%，本次评价按最不利情况取核素治疗人数的 10% 计算这部分患者的废水。

PET/CT、SPECT/CT 显像检查的患者在核医学科停留时间较长，本次按显像检查的患者全部如厕考虑。

在注射药物过程中，工作人员均佩戴一次性手套， ^{131}I 口服给药会产生一次性口杯，以及注射药物产生的注射器、棉签、注射台面上的海绵、台面清洁纸巾等均作为放射性固废处置，故放射性核素正常治疗过程中不会产生放射性废液。核素治疗过程中若发生放射性药品洒漏等情况，一般采取干法去污措施，首先使用吸水纸擦拭，然后用酒精棉球反复擦拭直至检测合格，擦拭用的吸水纸、酒精棉球等作为放射性固废处理，产生少量的放射性核素人员洗手废水单独采取专用废物桶收集，暂存时间超过 10 倍最长半衰期（含碘-131 核素的暂存超过 180 天）后，再排入医院衰变池进一步衰变处理。

综上分析，核医学科废水主要来自于四部分：①PET/CT 显像检查区域药物分装准备室、给药室（2#）及注射后病人专用卫生间等高活区的放射性废水，含有 ^{18}F 、 ^{68}Ga ；②SPECT/CT 显像检查区域药物制备、分装准备室、给药室（1#）及注射后病人专用卫生间等高活区的放射性废水，主要含有 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I ，及微量 ^{32}P 、 ^{89}Sr 、 ^{223}Ra 、 ^{225}Ac ；③10%的核素治疗患者如厕废水，主要含 ^{131}I 、 ^{89}Sr 、 ^{223}Ra 、 ^{225}Ac ；④核医学科场所清洁废水。

根据医院提供的资料，核医学科 PET/CT 显像检查日接待患者量最大为 27 人·次，SPECT/CT 显像检查日接待患者量最大为 60 人·次，参考《节水型卫生洁具》（GB/T31436-2015），高效节水型蹲便器平均用水量应不大于 5L，患者洗手用水量

按 1L·次计，按照患者如厕 2 次计算，则显像检查患者用水量为 12L/人·次；核素治疗人数日最大 59 人·次（³²P 敷贴治疗除外），因患者给药后可直接离开核医学科，根据建设单位提供的经验数据，如厕患者按治疗人数的 10%考虑，则如厕人员最大约 6 人·次/d，本次按患者如厕 1 次考虑，参考《节水型卫生洁具》（GB/T31436-2015），高效节水型蹲便器平均用水量应不大于 5L，患者洗手用水量按 1L·次计，则核素治疗患者按 6L/人·次考虑；核医学科参与放射性药物的操作人员 5 人，参考《建筑给水排水设计标准》（GB50015-2019）表 3.2.2，门诊医务人员用水量平均为 60~80L/d，本次核素操作人员用水量按平均值 70L/人·d 计（含药物注射人员以及核素淋洗人员的清洗）；核医学科场所清洁用水按 0.05m³/d 计。则核医学科的放射性废水产生量见下表。

表 11-13 核医学科放射性废水排放情况表

用水类别		用水定额	用水规模	用水量		排水量		去向
				m³/d	m³/a	m³/d	m³/a	
核医学科工作场所	放射工作人员	70L/人·d	5 人	0.35	87.5	0.315	78.75	衰变池
	显像检查患者	12L/人·次	87 人	1.044	261	0.940	234.9	
	核素治疗患者	6L/人·次	6 人	0.036	9	0.0324	8.1	
	清洁用水	0.05m³/d	/	0.05	12.5	0.045	11.25	
合计				1.48	370	1.3324	333	
备注：按 250d 计算，排水系数取 0.9。								

由上表可知，本项目放射性废水日排放量约 1.3324m³/d，年排放量约 333m³/a。全部排入衰变池处理，衰变时间大于可能所含核素的 10 倍最长半衰期即 505.3 天后（本项目核素中 ⁸⁹Sr 半衰期最长为 50.53d，故 10 倍半衰期为 505.3 天），经监测放射性废液总排放口总α不大于 1Bq/L、总β不大于 10Bq/L、碘 131 的放射性活度浓度不大于 10Bq/L，即满足《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）及《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）标准要求后，再排入医院总污水处理站进一步处理。

（2）放射性废水收集系统

本项目拟拆除现有衰变池，在原址新建一座有效容积为 607.5m³（6×101.25m³）的衰变池，为间歇式放射性废水衰变系统，位于住院科研楼 B 楼南侧原有衰变池位置，为地下建造。每级池有效容积为 101.25m³，放射性废水先流入 1#衰变池，其内置液位计经检测达到预设定高液位时，经系统控制自动关闭 A1 电磁阀，同时开启 2#衰变池进水管电磁阀（A2）使放射性废水流入 2#衰变池。当 2#衰变池达到高液位

时关闭 A2 电磁阀，同时开启 3#衰变池进水管电磁阀（A3）使放射性废水流入 3#衰变池。当 3#衰变池达到高液位时关闭 A3 电磁阀，同时开启 4#衰变池进水管电磁阀（A4）使放射性废水流入 4#衰变池。当 4#衰变池达到高液位时关闭 A4 电磁阀，同时开启 5#衰变池进水管电磁阀（A5）使放射性废水流入 5#衰变池。当 5#衰变池达到高液位时关闭 A5 电磁阀，同时开启 6#衰变池进水管电磁阀（A6）使放射性废水流入 6#衰变池。当 6#衰变池达到高液位时，开启 1#衰变池出水管电磁阀（B1）使废水快速排入医院污水管网（此时已暂存至少 530 天而达标排空），待 1#衰变池排空后，关闭 1#衰变池出水管电磁阀 B1 和 6#衰变池进水管电磁阀 A6，开启 1#衰变池进水管电磁阀 A1，前级过滤池内废水再次进入 1#衰变池衰变，依次循环。

（3）衰变池的衰变能力

本评价按照《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）要求：所含核素半衰期小于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 30 天后可直接解控排放；所含核素半衰期大于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 10 倍最长半衰期（含碘-131 核素的暂存超过 180 天），监测结果经审管部门认可后，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中 8.6.2 规定方式进行排放。放射性废液总排放口总 α 不大于 1Bq/L、总 β 不大于 10Bq/L、碘 131 的放射性活度浓度不大于 10Bq/L。

根据前文分析，本项目正常运营过程中放射性废水主要含有 ^{18}F 、 ^{68}Ga 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 等核素，及微量 ^{32}P 、 ^{89}Sr 、 ^{223}Ra 、 ^{225}Ac 。其中 ^{18}F 、 ^{68}Ga 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 半衰期均小于 24h， ^{131}I 半衰期为 8.02d，治疗核素中半衰期最长的核素为 ^{89}Sr （半衰期为 50.53d），故放射性废水贮存时间必须超过 505.3 天。本次改造后，衰变池有效容积为 607.5m^3 （由六个衰变池并联组成，每个池体有效容积为 101.25m^3 ），经计算，本项目放射性废水日排放量约 $1.3324\text{m}^3/\text{d}$ ，每个池体储存满需要 15.2 周时间即 106 天（周末两天计入衰变时间），则排放时放射性废水最短衰变时间约为 530 天，大于 ^{89}Sr 的 10 倍半衰期 505.3 天，故衰变时间符合《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中要求。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，本项目放射性废水的排放应满足排放总量限值和浓度限值。医院核医学科衰变池应满足：

A、每月排放的总活度不超过 10ALImin （ALImin 是相应于职业照射的食入和吸入 ALI 值中的较小者）；

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。

①计算 ALI_{min} 值

年摄入量限值（ALI）：参考人在一年时间内经吸入、食人或通过皮肤所摄入的某种给定放射性核素的量，其所产生的待积剂量等于相应的剂量限值。ALI 用活度的单位表示。根据 GB18871-2002 计算：放射性核素 j 的年摄入量限值（I_{IL}）计算公式：

$$I_{iL} = \frac{D_L}{e_j} \quad (\text{式 } 8)$$

式中：D_L——相应的有效剂量的年剂量限值，mSv。

e_j——核素 j 的单位摄入量所致的待积有效剂量的相应值，Sv/Bq。

查 GB18871-2002 表 B3，计算得出各核素的 ALI_{min} 值和每月排放的总活度限值 10 ALI_{min}，详见下表 11-14 所示。

表 11-14 各核素的 ALI_{min} 值和 10ALI_{min} 值

核素	吸入		食入	ALI _{min} /Bq	10ALI _{min} /Bq
	e (g) 1μm	e (g) 5μm	e (g)		
¹⁸ F	6E-11	9.3E-11	4.9E-11	2.15E+08	2.15E+09
⁶⁸ Ga	5.1E-11	8.1E-11	1.0E-10	2.0E+08	2.0E+09
^{99m} Tc	1.9E-11	2.9E-11	2.2E-11	6.9E+08	6.9E+09
¹³¹ I	7.6E-09	1.1E-08	2.2E-08	9.09E+05	9.09E+06
³² P	3.2E-09	2.9E-09	2.4E-09	6.25E+06	6.25E+07
⁸⁹ Sr	7.5E-09	5.6E-09	2.6E-09	2.67E+06	2.67E+07
²²³ Ra	6.9E-06	5.7E-06	1.0E-07	2.9E+03	2.9E+04
²²⁵ Ac	7.9E-06	6.5E-06	2.4E-08	2.53E+03	2.53E+04

②衰变池处理效果核算

衰变计算公式如下：

$$A_{(n)} = A_0 \times 2^{-\frac{n}{T_{1/2}}} \quad (\text{式 } 9)$$

$$A_{\text{出水}} = \sum_{n=k}^m A_{(n)} \quad (\text{式 } 10)$$

式中：A₀——每天产生的初始放射性活度；

A_(n)——衰变 n 天后的放射性活度；

n——衰变天数，d；

T_{1/2}——核素半衰期，d；

m——单份放射性废水最长衰变时间，d；

n——单份放射性废水最短衰变时间，d。

③衰变池处理效果核算

根据 AAPM Task Group 108: PET and PET/CT Shielding Requirements, 给药 2 小时后, 膀胱排出活度约 15%~20%。本评价按照最不利情况考虑, 所有患者均排出给药量活度的 20% 进入衰变池。 ^{131}I 显像检查患者给药后在核医学科停留时间较长, 期间需要如厕, 从保守角度考虑, 按使用核素 80% 的量排入衰变池; ^{131}I 甲亢治疗患者如厕, 按使用核素 20% 的量排入衰变池; 从保守角度考虑, 核素操作人员清洗废水及核素治疗患者如厕废水中可能会含有微量的 ^{32}P 、 ^{89}Sr 、 ^{223}Ra 、 ^{225}Ac 等放射性核素, 按核素使用量的 10% 排入衰变池。

核医学科放射性废水排放活度见下表。

表 11-15 本项目患者最大给药情况下放射性废水排放活度估算表

核素	实际日最大操作量(Bq)	日排入衰变池核素量/Bq	半衰期	衰变 530 天后 单次核素排放活度/Bq	单一核素 ALI _{min} /Bq	评价
^{18}F	9.25×10^9	1.85×10^9	109.8min	0	2.15×10^8	满足
^{68}Ga	3.7×10^8	7.4×10^7	68.3min	0	2.0×10^8	满足
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	4.63×10^{10}	9.26×10^9	6.02h	0	6.9×10^8	满足
^{131}I	2.035×10^{10}	5.18×10^9	8.02d	6.62×10^{-11}	9.09×10^5	满足
其中	显像	1.85×10^9	8.02d	1.89×10^{-11}	9.09×10^5	满足
	甲亢治疗	1.85×10^{10}		4.73×10^{-11}	9.09×10^5	满足
^{32}P	1.85×10^8	1.85×10^7	14.26d	1.20×10^{-4}	6.25×10^6	满足
^{89}Sr	7.4×10^8	7.4×10^7	50.53d	5.15×10^4	2.67×10^6	满足
^{223}Ra	1.32×10^7	1.32×10^6	11.44d	1.49×10^{-8}	2.9×10^3	满足
^{225}Ac	1.48×10^7	1.48×10^6	10.0d	1.64×10^{-10}	2.53×10^3	满足

由上表可知, 本项目核医学科产生的放射性废水经衰变池处理, 放射性废水衰变 530 天后, 其活度满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 规定的低放废液一次排放活度 (1ALI_{min}) 和月排放活度 ($10\text{ALI}_{\text{min}}$) 要求。在每次排放之前, 委托有资质单位对放射性废水进行监测, 监测结果经审管部门认可后, 即排放活度浓度满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021) 中“放射性废液总排放口总 α 不大于 1Bq/L 、总 β 不大于 10Bq/L 、碘 131 的放射性活度浓度不大于 10Bq/L ”标准要求后, 再将放射性废水排入医院总污水处理站进一步处理后外排至市政污水管网。

环评要求：

A、衰变池池底和池壁应坚固、耐腐蚀和无渗透性，放射性衰变池应加以密封，应有防雨、防漏和防渗措施。

B、严格要求核医学科的患者应使用专用卫生间，专用卫生间应具备使病人排泄物迅速全部冲洗入池的条件，而且随时保持便池周围清洁。

C、含半衰期较长核素 ^{99m}Mo 、 ^{68}Ge 的淋洗废液应分别单独用具有屏蔽效果的铅罐收集，存放 10 个半衰期后，排入衰变池进行处理。

2、放射性废气

本项目核医学科控制区采取独立的排风系统，并根据各功能区的活性高低分别设置排风管道及高效活性炭吸附装置，不违背核医学科排风系统低活度往高活度转移的要求。同时， ^{99m}Tc 、 ^{68}Ga 制备间、分装准备室、给药室（1#、2#）、服碘室等高活区均单独对其产生的放射性废气进行收集处理，有利于减少其对核医学科工作场所其他区域的影响。

此外，核医学科工作场所主管道内保持负压，各支管设防倒灌装置；通风橱管道连接专用防辐射排风管，其风速不小于 0.5m/s，并采取设置高效活性炭过滤防护装置，各场所的通风换气次数不低于 4 次/h，放射性废气引至住院科研楼 B 楼的楼顶排放，排风立管高出屋面 3m，排放高度 53m。项目所在地主导风向为东北风，排放口距离下风向最近建筑约 26m（住院科研楼 A 楼），同时废气经活性炭吸附处理后再排放，可有效吸附放射性物质 80%左右。故项目产生的放射性废气在采取上述措施后对环境影响较小，核医学科各工作场所排风系统能够符合《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）及《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的相关要求。

3、放射性固废

本项目产生放射性固体废弃物分类收集在专用污物桶内，再将污物桶内的固体废弃物连同垃圾袋存放到指定的放射性废物间内暂存。根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）标准要求，含 ^{18}F 、 ^{68}Ga 、 ^{99m}Tc 核素的放射性固废暂存时间超过 30 天，含碘-131 核素的放射性固废暂存时间超过 180 天，含 ^{89}Sr 的放射性固废暂存时间超过 506 天，含 ^{125}I 的放射性固废暂存时间超过 594 天，其余核素的放射性固废暂存时间超过核素最长半衰期的 10 倍，经监测辐射剂量率满足所处环境本底

水平， α 表面污染小于 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，可对废物清洁解控作为一般固废（废活性炭滤料）和医疗废物（其余放射性废物）处理。

项目固废应严格采取以下治理措施：

（1）严格区分放射性废物与非放射性废物，不可混同处理。应力求控制和减少放射性废物产生量。

（2）对放射性固体废物应尽可能分核素分类收集。根据核素的性质，半衰期小于 24 小时的含 ^{18}F 、 ^{68}Ga 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 核素固废可收集在一起，含 ^{131}I 核素的放射性固废单独收集，含 ^{89}Sr 的放射性固废单独收集，含 ^{125}I 的放射性固废单独收集，含 ^{32}P 的固废单独收集，含 ^{223}Ra 、 ^{225}Ac 的放射性固废单独收集，单独衰减，达到衰变时间和要求的，再收集在一起作为医疗垃圾处理。放射性固废应按照医疗废物（危险废物）的管理要求，实行联单管理制度，并详细记录“放射性固废暂存、处置管理台账”，内容包括放射性固废种类、核素名称、重量、暂存起始时间、暂存截止时间、表面污染监测结果、辐射剂量率监测结果、是否符合解控要求、废物处置时间、处置操作人员、部门负责人审核、废物去向等，每袋放射性固废填写一行记录，详细跟踪固废的处理方式和最终去向，切实做好产生、衰变时间、数量等相关的记录台账。

（3）供收集的专用污物桶应具有外防护层和电离辐射标志。污物桶放置点应避开工作人员作业和经常走动的地方。

（4）内装注射器及碎玻璃等物品的废物袋应附加不易刺破的外套（如硬牛皮纸外套）。

（5）污物桶内应设置专用塑料袋直接收纳废物，装满后的废物袋应密封、不破漏，及时转送至放射性废物暂存间，放入专用容器中存储。

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

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

（8）废物包装体外表面的污染控制水平：表面污染水平对 β 和 γ 发射体以及低毒性 α 发射体应小于 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ （本项目涉及 ^{18}F 、 ^{68}Ga 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 、 ^{32}P 、 ^{89}Sr 、 ^{125}I 核素的放射性固废），其他 α 发射体应小于 $0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ （本项目涉及 ^{223}Ra 、 ^{225}Ac 核素的放射性固废）。

本项目放射性废物在放射性固废暂存间贮存，暂存 10 个半衰期及以上，其活度

浓度或总活度低于或者等于《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）及《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的清洁解控水平后，除废弃活性炭滤料作为一般固废处理外，其余固废作为一般医疗垃圾处理。

事故影响分析（分析项目运行中可能发生的辐射事故，并说明预防措施。）

1、粒籽植入事故影响分析及防范措施

粒籽植入风险主要来自粒籽源管理不善发生被盗、遗漏或丢失；粒籽源破损引起泄漏而发生污染；手术过程中遗失而发生污染。

（1）装有粒籽源的货包没有按预定的时间到达，可能发生运输过程中丢失事故。

应急对策：发生这种情况首先给供货方打电话，并通知他们货物没有收到，要求他们追踪货包，并找到有货包为止。同时，要求提供放射性货包的包装和运输能够满足《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）中规定的要求，即在常规运输条件下，在货包或集合包装的外表面上任意一点上的最高辐射水平应不超过2mSv/h；若按独家使用方式运输，货包或集合包装的外表面上任一点的最高辐射水平应不超过10mSv/h。

（2）由于管理不善，发生放射性物品失窃，造成放射性污染事故。

应急对策：为杜绝该事故的发生，医院应加强管理，严格按《放射性药品管理办法》制订“放射性药品的保管制度”。

（3）放射性药物发放错误：工作人员未认真核对姓名、药物名称、种类、给药途径、用量，致使他人植入过量而造成照射；显视设备灵敏度低，病员不得不植入过量的¹²⁵I，而受到不必要的照射。

应急对策：以上所涉及到的潜在照射都是不按规定操作引起的，医院必须制定严格的规章制度，工作人员必须加强专业知识学习，加强防护知识培训，了解应当做什么，怎么做，避免犯普通错误；加强职业道德修养，增强责任感，严格遵守操作规程和规章制度；管理人员应强化管理，落实安全责任制，经常督促检查。

（4）粒籽源从病人体内脱落

粒籽源使用植入枪植入病人病变体内治疗疾病。粒籽源脱落分两种情况，一种是病人或者其家属发现粒籽源脱落，另外一种即病人或家属不知道粒籽源脱落。¹²⁵I粒籽源植入后易脱落的病人（如前列腺粒籽源植入病人）一般情况下按照医生嘱托进行防护，只有在特殊情况下才可能脱落。

防范措施：使用粒籽源时，轻拿轻放，小心装入植入枪；准备相应器材，在发现粒籽源破损后及时处理现场，产生的固废应收集存放入专用铅罐内，交由厂家进行回收处理；为易于发生粒籽源脱落丢失的病人（如前列腺粒籽源植入病人）准备防粒籽源排出的措施，如避孕套、4cm×4cm 见方的药用纱布过滤等。为病人准备粒籽源排出后的取源工具，如勺子或镊子、盛放容器。加密病人的复查频率，并认真告诫病人相关注意事项，减少病人不必要的受照剂量。

如病人通过排泄等途径致使粒籽源进入环境中造成环境辐射污染，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发〔2006〕145 号）的规定，医院应根据可能发生的辐射事故风险，制定本单位的应急方案，做好应急准备。发生辐射事故时，医院应当立即启动辐射事故应急方案，采取必要的防护措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境管理部门、公安部门和卫生行政部门报告，禁止缓报、瞒报、谎报或者漏报辐射事故。

（5）由于操作不慎，出线粒籽源破裂、泄漏，污染工作台面和地面。

对策：从事放射诊疗的医师在粒籽源分装过程中应在专用托盘内，以确保泄漏的粒籽源能及时收集。同时，贮存室内的设施应确保表面易于清洗，室内有较好的通风。当出线粒籽源破裂、泄漏、散落，应立即用药棉或纸巾擦抹，应注意从污染区的边沿向中心擦抹，直到擦干污染区，擦拭操作台的抹布应统一收集在放射性污物桶内。

2、密封校验源事故影响分析及风险防范和应急措施

（1）事故风险类别识别

医用校验源发生事故的主要类型为：校验源由于管理不善造成放射源丢失、被盗，散落放射源对周围活动人员产生照射；校验源存放场所发生火灾等，致使放射源防护层损坏，导致所在场所辐射剂量率升高，甚至造成放射性物质泄漏。

（2）风险防范措施

①校验源抵达使用场所后，应及时进行人员安排，防止校验源处于无人监控的状态；

②医院应制定严格的校验源管理制度，除专人对校验源管理外，还应加强工作人员对校验源的监督管理；

③建立校验源使用台账记录，对校验源使用情况进行登记，存档备查；

④应制定放射源事故风险的应急预案，一旦发生事故能及时启动应急预案，使事故能得到及时有效的处理。

⑤校验源使用、存放场所配备防火器材、安装火灾报警器，加强防火安全管理，防止火灾事故的发生，以避免放射性物质发生泄漏。

（3）风险应急措施

①当发生校验源丢失、被盗事故时，应在第一时间将事故情况通报有关（生态环境管理部门、公安部门、卫生行政部门等）主管部门。

②分析确定校验源发生丢失、被盗事故的具体时间及发生事故的原因，向有关部门提供相关信息。

③根据有关线索，组织人员协同相关部门查找丢失、被盗校验源，在查找过程中应携带辐射监测仪器，防止事故处理人员受到照射。

④对校验源丢失前存放场所进行监测，根据现场辐射剂量率大小确定是否受污染。

⑤对受污染场所进行去污处理，在处理过程中，应随时进行辐射剂量率和表面沾污监测，保证经处理的现场达到《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）标准限值以内，即事故现场恢复到辐射本底水平。

⑥应对事故影响范围内的人员进行医学检查，确定接触放射源的人员所受到的辐射剂量水平。

3、放射性药物使用场所风险及防范和应急措施

（1）事故风险识别

①使用放射性核素可能产生的事故为液态放射性药物操作不慎可能洒落在操作台面、地面上，使操作台面、地面受污染。

工作人员在分装、注射或给药过程中，由于工作人员未按照操作规程要求或操作失误，可能导致盛装放射性药物的试剂瓶被打翻或者破碎，进而导致放射性药物洒漏在工作台面及地面上。对于发生放射性药品洒漏事故时的辐射影响，本次以半衰期较长的放射性核素 ^{131}I 为例进行理论估算，假设 ^{131}I 放射性药物活度为 $2.035 \times 10^{10}\text{Bq}$ （每天最大用药量），放射性药物全部洒漏在工作台面上，依据 γ 放射源裸源计算公式，则工作人员所接受到的有效剂量随时间和距离关系见下表所示。

表 11-16 ^{131}I 药物洒漏情况一定时间、距离处个人有效剂量

距源的距离 (m)	^{131}I 药物洒漏事故持续时间药物产生的 γ 射线所致人员外照射剂量 (mSv)				
	1min	2min	5min	10min	20min
0.3	0.224	0.448	1.121	2.242	4.485
0.5	0.081	0.161	0.404	0.807	1.614
1	0.020	0.040	0.101	0.202	0.404
2	0.005	0.010	0.025	0.050	0.101
5	0.001	0.002	0.004	0.008	0.016

由上表可知，假设发生洒漏事故，人员在其附近逗留时间越长，接受的剂量越大，同时距离事故点越近，所接受的剂量越大。对事故洒漏场地进行清污的人员，应加强防护，减少接触时间、尽可能的采取远距离清污操作，以减少辐射影响。

②放射性药品丢失、被盗，散落的放射性药物对周围活动人员产生照射。

本项目使用核素较多，本次选用核医学科使用量较大且放射性较大的 ^{18}F 药物进行理论估算，分析药品丢失情况下对人员的辐射影响程度。假设丢失 ^{18}F 药物活度为 $3.7 \times 10^8 \text{Bq}$ ，依据 γ 放射源裸源计算公式，可计算一定持续时间、距离处个人照射剂量，理论计算结果见下表。

表 11-17 ^{18}F 药物丢失情况一定时间、距离处个人有效剂量

距源的距离 (m)	^{18}F 药物丢失事故持续时间药物产生的 γ 射线所致人员外照射剂量 (mSv)				
	10min	30min	60min	90min	120min
0.3	0.098	0.294	0.588	0.882	1.176
0.5	0.035	0.106	0.212	0.317	0.423
1	0.009	0.026	0.053	0.079	0.106
2	2.2×10^{-3}	0.007	0.013	0.020	0.026
5	3.53×10^{-4}	0.001	0.002	0.003	0.004

备注：计算结果未考虑 ^{18}F 随时间的衰变。

由上表可知，事故持续时间 2h，距离 ^{18}F 药物 0.3m 处辐射剂量率为 1.176mSv。

(2) 风险防范措施

本项目拟购的 ^{68}Ge - ^{68}Ga 发生器、 ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 核素发生器贮存于核医学科淋洗室内，放射性药物贮存于核医学科药物准备室的铅罐内。为了防止放射性药物丢失或被盗、药物洒漏等事故出现，医院拟采取如下防范措施：

①放射性同位素抵达使用场所后，应及时进行人员安排，防止放射性同位素处于无人监控的状态。

②医院应制定严格的放射性同位素管理制度，除专人对放射性同位素的管理外，

还应加强工作人员对放射性同位素的监督管理。

③建立放射性同位素使用台账记录，对放射性同位素使用情况进行登记，存档备查。

④应制定事故风险的应急预案，一旦发生事故能及时启动应急预案，使事故能得到及时有效的处理。

⑤放射性同位素淋洗、使用、存放场所配备防火器材、安装火灾报警器，加强防火安全管理，防止火灾事故的发生，以避免放射性物质发生泄漏。

⑥加强人员培训，核医学科分装、注射或给药工作人员应严格按照操作规程进行操作，穿戴个人防护用品（铅衣、铅手套等），熟练操作、减少操作时间，以减少辐射影响。

（3）风险应急预案

①当发生放射性同位素丢失、被盗事故时，应在第一时间将事故情况通报医院辐射事故应急领导机构及有关主管部门（生态环境管理部门、公安部门、卫生行政部门等）。医院辐射事故应急领导机构接到报告后，立即启动辐射事故应急预案。

②分析确定放射性同位素发生丢失、被盗事故的具体时间及发生事故的原因，向有关部门提供相关信息。

③根据有关线索，组织人员协同相关部门查找丢失、被盗放射性同位素，在查找过程中应携带辐射监测仪器（X- γ 剂量率检测仪以及 α 、 β 表面污染监测仪），防止事故处理人员受到照射。

④对放射性同位素丢失前存放场所进行监测，根据现场辐射剂量率的大小确定是否受污染。如现场受到污染出现辐射剂量率异常情况，根据辐射剂量率大小划定警戒线，撤离警戒区域内的所有人员，事故处理人员应穿戴防护用品，佩戴个人剂量计进入事故现场。

⑤对受污染场所进行去污处理，被污染的物质进行固化处理，固化处理物应作为放射性废物按有关规定进行安全处置，在处理过程中，应随时进行辐射剂量率和表面沾污监测，保证经处理的现场达到《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）标准限值以内，即事故现场恢复到辐射本底水平。

⑥应对事故影响范围内的人员进行医学检查，确定接触放射源的人员所受到的辐射剂量水平。

⑦对于放射性同位素洒漏造成工作场所表面污染应采取的措施：如果由于操作不慎，致使液态同位素溅洒，发生这种事故应迅速用吸附衬垫吸干溅洒的液体，以防止污染扩散。然后用备用的塑料袋装清洁过程中产生的污染物品和湿的药棉、纸巾等，从溅洒处移去垫子，用药棉或纸巾擦抹，应注意从污染区的边缘向中心擦抹，直到擦干污染区。最后用表面污染监测仪监测污染区，如果 β 表面污染大于 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，或 α 表面污染大于 $0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，表明该污染区未达到控制标准，这时应用酒精浸湿药棉或吸附纸巾擦拭，直到该污染区 β 表面污染小于 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 且 α 表面污染小于 $0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 为止。

环评要求：清污过程中，产生少量的放射性核素人员洗手废水单独采取专用废物桶收集，暂存于放射性废物间内，详细记录所含核素种类、产生时间等信息，暂存时间超过 10 倍最长半衰期（含碘-131 核素的暂存超过 180 天）后，再排入医院衰变池进一步衰变处理。所有吸附、擦拭物质等均作为放射性固废，装入专用塑料袋中，存放于放射性固废间的专用铅桶内，并详细记录所含核素种类、产生时间等信息，暂存时间超过 10 倍最长半衰期（含碘-131 核素的暂存超过 180 天）后，其活度浓度或总活度低于或者等于《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）及《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的清洁解控水平后，再作为一般医疗废物处理。

4、X 射线装置事故影响分析及防范措施

（1）X 射线装置潜在照射（危险）分析

本项目 PET/CT、SPECT/CT、骨密度仪均为Ⅲ类射线装置，最大额定管电压为 140kV，由于 X 线的照射剂量率与管电压和管电流有关，一般管电流增加照射量率也将增加。X 射线装置受开机和关机控制，关机时没有射线发出。在意外情况下，可能出现的辐射事故（事件）如下：

①工作人员或病人家属在防护门关闭前尚未撤离机房，X 射线装置运行可能产生误照射。

②安全装置发生故障状况下，人员误入正在运行的 X 射线装置机房。

③滥用 X 射线对病人进行诊断、治疗，造成病人受到不必要的照射。

（2）X 射线装置风险防范措施

①按操作规程定期对各个联锁装置进行检查，发现故障及时清除，严禁在警示

灯失效的情况下违规操作。

②撤离机房时清点人数，必须按程序对机房进行全视角搜寻，对滞留机房内的无关人员强行劝离。有外来人员进入时，工作人员应根据情况，采取急停或相应措施，阻止外来人员受到误照射。

③辐射工作人员必须加强防护知识培训，提高防护技能，避免犯常识性错误；加强职业道德修养，增强责任感；严格遵守操作规程和规章制度；管理人员应强化管理，落实安全责任制度，经常督促检查。

④医院做好设备稳定性检测和状态检测，使设备始终保持在最佳状态下工作。

⑤医院应定期组织辐射工作人员学习专业业务知识，不断提高业务水平。

⑥定期组织相关人员进行辐射事故应急演练，确保在发生事故能及时启动应急预案。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置 按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条要求：使用Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类放射源，使用Ⅰ类、Ⅱ类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；其他辐射工作单位应当有 1 名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。 陕西省肿瘤医院目前使用Ⅲ类、Ⅳ类放射源，Ⅱ类、Ⅲ类射线装置，非密封放射性物质，并按照要求成立了以张一力为主任委员、马长虹为副主任委员的医院辐射安全管理小组，明确各工作人员工作职责，负责全院的辐射安全管理工作，并制定了相应的工作职责。故陕西省肿瘤医院的辐射安全管理机构符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》相关要求。 本项目运行后，医院目前的管理机构和人员配置也能满足要求。评价要求医院应根据人员变动情况定期更新辐射安全管理机构的人员及其工作职责。
辐射安全管理规章制度 1、放射工作人员的配置 根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条的规定：从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。根据生态环境部《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（公告 2019 年第 57 号），有辐射安全与防护培训需求的人员可通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：http://fushe.mee.gov.cn）免费学习相关知识；自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部培训平台报名并参加考核。 陕西省肿瘤医院开展放射性同位素与医用射线装置应用项目数十年来，培养了一批从事放射医疗影像诊断和治疗的医务人员，该诊疗工作人员均为大专及以上学历，医院现有辐射工作人员共 180 人，其中 171 人持有辐射安全与防护培训合格证书且在有效期内，其余 9 人合格证书过期或无培训证书。评价要求，放射工作人员应定期参加培训；医院所有辐射工作人员必须持证上岗，现有 9 名证书过期或无培训证书的人员应停止辐射工作，医院应尽快安排 9 名无证人员报名参加辐射安全与

防护考核，考核合格后持证上岗；若后期医院新增辐射工作人员也必须参加辐射安全与防护考核并持证上岗；原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部培训平台报名并参加考核。

本项目劳动定员 12 人，均为陕西省肿瘤医院核医学科现有人员，其中有 2 名人员（代艳玲、丁泽恩）辐射安全培训证书过期，目前正在报名参加考核，其余 10 名人员辐射安全培训证书均在有效期内，评价要求辐射工作人员均应定期参加辐射安全与防护知识培训，并持证上岗。

2、管理制度

（1）辐射安全管理规章制度

根据《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》的通知（陕环办发[2018]29 号）相关规定，陕西省肿瘤医院已制定了一系列辐射安全管理制度，并认真落实各项规章制度，对规范放射工作的正常运行、防止放射事故发生、保障放射工作人员与公众健康与安全会起到积极作用。

陕西省肿瘤医院已制定的放射防护相关管理制度主要有：《陕西省肿瘤医院放射防护管理委员会职责、分工》、《辐射安全管理制度》、《辐射事故应急预案》、《辐射装置设备维护维修与维护保养制度》、《辐射装置修理与维护应急处理措施》、《放射诊疗设备、辐射防护检测仪器年检管理规定》、《放射工作人员培训管理制度及培训计划》、《放射工作人员职业健康管理制度》、《放射工作人员个人剂量监测管理制度》、《放射性药品管理办法》、《放射源与射线装置台账管理制度》、《放射源库房管理制度》、《辐射工作场所监测制度》、《全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度》等，以及各辐射设备的操作规程等一系列规章制度，并严格按照规章制度执行。

根据本项目的建设内容，医院将本次环评内容纳入现有的规章安全制度之中，修改并完善医院相关的管理制度，根据密封放射源、非密封放射性物质和射线装置实际使用情况，不断完善操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案，使其具有更强的针对性和可操作性。

环评要求医院应针对本次新建的 PET/CT 及校验源、SPECT/CT、放射性核素治疗场所等，根据新增核素种类及淋洗、分装等操作，制定相应的《放射性同位素与射线装置岗位职责、操作规程》、《核医学科辐射工作场所监测制度》、《PET/CT、

SPECT/CT 设备维护、维修制度》、《PET/CT、SPECT/CT 辐射装置修理与维护应急处理措施》、《放射诊疗设备、辐射防护检测仪器年检管理规定》、《 ^{99m}Tc 、 ^{68}Ga 淋洗、分装操作规程》、《放射性同位素使用登记制度》、《监测仪表使用与校验制度》、《质量保证大纲和质量控制检测计划》等放射防护管理制度，修订并完善原有的《放射源与射线装置台账管理制度》、《放射性药品管理办法》、《放射源库房管理制度》等制度。根据本项目运行中可能出现的辐射事故，补充完善医院现有的《辐射事故应急预案》内容，并在生态环境管理部门备案，定期组织相关人员进行应急演练。

（2）档案管理

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二十三条规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。

医院按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，建立了放射工作人员个人剂量档案，包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料，并且组织上岗后的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。

本项目放射工作人员到位后，应认真落实相关制度，将放射工作人员的健康体检报告、个人剂量监测报告、辐射安全培训合格证等建立档案保存。档案信息和保存等按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》相关规定执行。

辐射安全档案资料分以下十大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“放射源和射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“年度评估”、“辐射应急资料”、“废物处置记录”。医院应根据自身辐射项目开展的实际情况将档案资料整理后分类管理。

（3）年度评估

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

医院建立了年度评估报告提交制度，2020 年已提交过年度评估报告。年度评估

报告包括医用 X 射线装置台账、密封放射源台账、非密封放射性物质台账、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。

3、辐射活动能力评价

医院从事辐射活动能力评价见下表。

表 12-1 从事辐射活动能力评价

应具备条件	落实情况
使用I类、II类、III类放射源，使用I类、II类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；其他辐射工作单位应当有 1 名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。	已成立辐射防护领导小组，并指定专人负责射线装置运行时的安全和防护工作，有 1 名具有本科学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。
从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	医院承诺所有的放射工作人员均进行辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训，持证上岗。
使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。	医院设有储源室，并设置防盗门，由专人保管钥匙。
放射性同位素与射线装置使用场所防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施	拟在设备机房设置门灯联锁装置、相关场所张贴辐射警告标识，核医学科工作场所地面指示箭头指导患者就诊。
配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪	专职放射工作人员均拟配备个人剂量计，配备一定数量的辐射防护用品供放射工作人员和患者使用。
有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等	医院将制定完整的辐射防护制度，建立健全本项目的相关规章制度，将制度贴上墙。
有完善的辐射事故应急措施	已制定《辐射事故应急预案》，应完善应急预案并定期演练。
产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案	根据分析，医院放射性废气、废液、固体废物的处理方案可行。
放射性同位素应当单独存放，不得与易燃、易爆、腐蚀性物品等一起存放，并指定专人负责保管	本项目放射性核素暂存设有储源柜，放射源设有放射源贮存室，室内无其它易燃、易爆、腐蚀性物品，并指定专人负责保管，均已落实。
对放射性同位素贮存场所应当采取防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、放射线泄漏的安全措施	本项目储源室拟落实各项安全措施

根据上表可知，因此本项目的管理工作依托医院现有的管理体系，已具备了一定的能力，但还应在本项目运营前，针对本项目完善相应管理制度，认真落实上述要求后，医院具备从事本项目辐射活动的能力。

辐射监测

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）等要求，开展核医学诊疗实践的医疗机构应制定辐射监测计划，并按照计划落实监测工作，不具备辐射监测能力的单位，可以委托有能力的单位进行监测。所有辐射监测记录应建档保存，测量记录应包括测量对象、测量条件、测量方法、测量仪器、测量时间和测量人员等信息。应定期对辐射监测结果进行评价，监测中发现异常情况应查找原因并及时报告，提出改进辐射防护工作的意见和建议。

辐射监测内容包括：

1、竣工环保验收监测

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》要求，医院是项目竣工环境保护验收的责任主体，本项目竣工后，应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的程序和标准，及时对项目配套建设的环境保护设施进行自主验收，编制验收报告；验收报告编制完成后 5 个工作日内，公开验收报告，公示的期限不得少于 20 个工作日。

验收报告公示期满后 5 个工作日内，医院应当登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台，填报建设项目基本信息、环境保护设施验收情况等相关信息，生态环境主管部门对上述信息予以公开。项目建成后，环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月。竣工验收监测内容详见表 12-2。

2、放射工作场所日常监测

医院已配备 1 台 X- γ 辐射检测仪和 1 台 α 、 β 表面污染检测仪，并每年送至具备相应资质的单位进行检定，检定合格后方可使用。医院给所有辐射工作人员配备个人剂量计，并定期（每季度 1 次）送检。本项目建成后，医院将制定日常监测方案，并利用检测仪器对项目各辐射工作场所及周边环境进行日常监测，监测数据存档备查。

①监测频度：医院每年不定期进行日常监测

②监测范围：核医学科所有放射工作场所、设备及周围环境、籽粒植入治疗场所及周围环境（详见表 12-2）

③监测项目：X- γ 辐射剂量率及 α 、 β 表面污染

根据《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）、《辐射环境监测技术规范》

(HJ61-2021)、《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)等相关要求,针对本项目特点提出监测计划详见下表。

表 12-2 陕西省肿瘤医院辐射监测计划一览表

监测项目	监测点位	监测频率
X-γ辐射空气吸收剂量率	①核医学科各功能用房四周墙体、顶棚、防护门(缝隙和中央)、观察窗外 30cm 处、操作位、管线洞口/通风口,机房顶棚 30cm 处,机房地面下方(楼下)距楼下地面 1.7m 高度处。以及核医学科工作场所控制区边界外 30cm 处。 ②粒籽植入用房(贮存室、植入室、病房)墙体、防护门、观察窗外及楼上、地面屏蔽体外 0.3m 处。 ③淋洗装置的观察窗、操作位、装置周围 5cm 处。 ④分装柜的观察窗、手孔位、操作位、柜身周围 5cm 处。 ⑤药物屏蔽容器表面 5cm 及表面 100cm 处;注射台的观察窗、手孔位、操作位。 ⑥敷贴治疗贮源箱的箱体表面 5cm 及表面 100cm 处、操作位。 ⑦粒籽源贮存装置表面 5cm 及表面 100cm 处、操作位。 ⑧核素治疗操作位、地面、台面等,放射性废物桶表面 5cm 及表面 100cm 处。	竣工验收监测:项目投运前监测 1 次,医院自主监测每季度 1 次;委托有资质单位每年进行一次管理监测
α、β表面污染	放射性药物淋洗、分装、给药、注射后候诊、核素治疗场所等场所:工作台面、设备表面、墙壁、地面、座椅、洗手池、患者卫生间地面、床面以及可能受到污染位置。	竣工验收监测:项目投运前监测 1 次;医院自主监测:每次工作结束(出现放射性药物洒落应及时进行监测)
	核医学科工作人员手、皮肤暴露部分以及工作服手套、手套、鞋、帽等。	每次人员离开前
	放射性废物桶表面 5cm 及表面 100cm 处。放射性固废包装袋外表面。	每次处理前
总α、总β	放射性废水衰变池总排口。	每次排放前
个人剂量	辐射工作人员佩戴的剂量计	每 3 个月送有资质机构检测 1 次
职业健康检查	所有涉及放射性的工作人员	入职前体检一次,工作期间至少每两年检查一次

评价要求,医院应按照监测计划定期对项目辐射工作场所及周围环境进行日常监测,做好日常监测记录,存档备查。若出现监测结果超出标准限值时,应立即查明原因并采取相应的整改措施,确保其剂量率、表面污染控制水平满足标准要求。

3、年度监测

医院每年应委托有资质的单位对辐射工作场所进行辐射环境的年度管理监测,并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

4、个人剂量监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019 年修正）》第二十九条规定：生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，对直接从事生产、销售、使用活动的工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案。

医院为所有辐射工作人员配备个人剂量计，辐射工作人员按照要求佩戴，个人剂量计每季度委托有资质单位进行监测，并建立个人剂量档案，安排专人负责个人剂量监测管理。

如果在单个季度出现个人剂量超过 1.25mSv 时需进行干预，并进行剂量异常原因调查，最终形成正式调查报告，并本人签字。年剂量超过 5mSv 的管理限值时，暂停该辐射工作人员继续从事放射性作业，并进行剂量异常原因调查，形成正式调查报告，由本人签字并上报。

5、职业健康体检

按照《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ 98-2020）第 5.1.4 条要求，放射工作人员在岗期间职业健康检查周期按照卫生行政部门的有关规定执行，一般为 1a~2a，不得超过 2a，必要时，可适当增加检查次数。按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）第 8.2.2 条要求，职业照射个人剂量档案终生保存。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。按照《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ98-2020）第 7.2 条要求，放射工作单位应当为放射工作人员建立并终生保存职业健康监护档案。

医院为辐射工作人员安排岗前、在岗、离岗放射性职业健康检查，在岗检查至少每 2 年进行一次，并建立职业健康档案且终身保存。

辐射事故应急

1、应急组织与职责

陕西省肿瘤医院根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》及《放射性核素与射线装置安全许可管理办法》等相关法律法规的要求，医院已制定了《辐射事故应急预案》，并成立了放射防护管理委员会和辐射事故应急领导小组，明确了小组成员及其主要职责。辐射事故应急领导小组负责放射事故的应急处置。该项目投入使用后，将纳入原有管理体系。

2、应急预案

陕西省肿瘤医院已制定了《辐射事故应急预案》，预案针对可能发生的辐射事故类型，指明了环境风险因素，严格按照事故应急处理程序进行事故处理，采取应急处置措施；明确了事故状态下信息报告与联系方式；日常工作中，加强对医院辐射事故应急小组成员的培训，提高领导小组成员应对辐射突发公共事件的知识能力。针对辐射工作人员，加强教育，严格按照规程操作，提高核安全文化素养。

医院制定的《辐射事故应急预案》已经具备一定的辐射事故应急处置能力，能够基本满足辐射安全管理要求。

评价要求：医院还应结合本项目放射源、放射性核素和射线装置的应用情况，对应急预案进行补充修改、完善，将本项目新增的 PET/CT、SPECT/CT、新增核素（ ^{68}Ga 、 ^{223}Ra 、 ^{225}Ac ）等纳入医院辐射事故应急预案。删除原有核素 ^{153}Sm 核素使用过程中的可能出现的辐射事故，补充针对新增放射性核素（ ^{68}Ga 、 ^{223}Ra 、 ^{225}Ac ）操作过程、以及淋洗（ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{68}Ga ）和分装药物（ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{68}Ga 、 ^{18}F 、 ^{131}I ）等操作过程中可能出现的辐射事故（放射性药品洒漏、丢失、被盗等事故情况），以及 PET/CT 密封校验源辐射事故（放射源丢失、被盗等事故）等事故，提出针对性的应急措施，对医院辐射事故应急预案进行修订。依据国家相关法律法规、标准要求等，不断对应急预案进行补充修改和完善，使应急预案更具有操作性、可行性。同时应加强应急预案的演练，提高事故应急处置能力。辐射事故应急预案应报所在地区级生态环境行政主管部门备案。

项目环保投资及竣工环境保护验收清单

1、环保投资

本项目总投资共计 2300 万元，环保投资 163 万元，环保投资主要为辐射安全设施购置费、辐射环境监测仪器购置费、“三废”污染防治措施费、个人防护用品配置费、人员培训费、个人剂量及职业健康检查费、辐射环境监测费等。环保投资估算表见表 12-3。

表 12-3 项目环保投资估算表

项目		设施（措施）	金额（万元）
核医学科	辐射安全与防护措施	门机联锁、门灯联锁、视频监控及对讲设施、紧急停机按钮、工作状态指示灯、警示标识、防夹装置、门禁系统等	80.0
	监测设备	1 台 X- γ 剂量率监测仪（利用原有）	/
		辐射工作人员配备个人剂量计 12 个（利用原有）	
		1 台 α 、 β 表面污染监测仪（利用原有）	

个人防护用品	2 套铅橡胶衣（铅当量 0.25mmPb）、铅橡胶围裙（铅当量 0.5mmPb）、放射性污染防护服（铅当量 0.25mmPb）、铅橡胶围脖（铅当量 0.25mmPb）、铅玻璃眼镜（铅当量 0.25mmPb）、铅橡胶帽（铅当量 0.25mmPb）；2 套放射性污染防护服（铅当量 0.25mmPb）；1 套远距离操作工具、有机玻璃眼镜或面罩（铅当量 0.25mmPb）、不小于 3mm 厚的橡皮泥或橡胶板等；3 套铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾（铅当量 0.5mmPb）、铅橡胶颈套（成人铅当量 0.25mmPb、儿童铅当量 0.5mmPb）、铅橡胶帽子（成人铅当量 0.25mmPb、儿童铅当量 0.5mmPb）	10.0
辅助防护设施	1 个 FDG 转运铅防护罐（50mmPb）、1 个 FDG 注射器用钨合金防护三节罐（36mmPb）、1 个镓 68 淋洗铅防护罐（50mmPb）、2 个锝 99 淋洗铅防护罐（10mmPb）、1 个碘 131 多功能用铅防护罐（50mmPb）、1 个粒籽储源室铅防护罐（10mmPb）、2 台一体化防护注射装置（1#给药室：10mmPb；2#给药室：50mmPb）、5 个 50mmPb 放射性废物桶、26 个 10mmPb 放射性废物桶、5 个铅屏风（10mmPb）。	20.0
通风橱	^{99m} Tc 淋洗分装 1 个双帘通风柜（15mmPb）、 ⁶⁸ Ga 淋洗分装 1 个双帘通风柜（50mmPb）、PET 药物准备室 1 个通风柜（50mmPb）、服碘室 1 个通风柜（内置一台碘-131 全自动分装仪，整体防护铅当量>30mmPb）、粒籽室 1 个通风柜（15mmPb）。	25.0
分装热室	在分装热室内置 1 台正电子药物全自动分装仪。整体防护铅当量>50mmPb。	
通排风系统	核医学科通风系统，废气经活性炭吸附后，引至楼顶排放	10.0
环境监测	核医学科工作场所监测费用	5.0
应急设备	应急和救助的物资准备	3.0
人员管理	辐射工作人员个人剂量检测，至少每 2 年进行一次职业健康体检，定期组织培训等	10.0
合计		163

2、竣工环保验收清单

根据《建设项目环境保护管理条例》，工程建设执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4 号）规定，在项目竣工后，建设单位应自主进行竣工环保验收工作，验收合格后方可投入使用。竣工环境保护验收清单见表 12-4。

表 12-4 项目竣工环境保护验收清单

序号	验收内容	验收要求	备注
1	环保资料	项目建设的环境影响评价文件、环评批复等文件	/
2	辐射安全管理制度	根据环评要求以及陕环办发[2018]29 号文件要求，按照项目的实际情况，建立完善、内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。针对使用的放射性同位素	主要包括操作规程，岗位职责，辐射防护和

		和射线装置使用过程中可能存在的风险，完善《辐射事故应急预案》，落实必要的应急物资。定期进行辐射事故应急演练。		安全保卫制度，设备检修维护制度，放射性药品管理办法，人员培训计划，放射源与射线装置台账管理制度，辐射工作场所监测制度，辐射事故应急预案等规章制度
3	辐射防护与安全措施	①项目核医学科工作场所设置电离辐射警告标志，划分控制区和监督区，在地面设置患者、医生的行走箭头标识，规定各类人员的活动路径。 ②设置卫生通过间，工作人员离开时进行表面污染监测，放射性废物暂存间设防盗门。 ③设置放射性废气活性炭吸附装置，并设置电离辐射警告标志。 ④机房墙体、防护门、观察窗防护当量满足标准限值要求，设置有门灯联锁和门机联锁装置、急停开关、电离辐射警告标志、工作状态指示灯等。 ⑤门与墙搭接满足要求、机房内通风良好。 ⑥机房内设置对讲装置，观察窗或摄像监控装置。 ⑦建立完善的就医流程、放射性药物、放射性废物管理台账。 ⑧配备个人防护用品及辅助防护设施，每个放射工作人员佩戴个人剂量计（12个），项目核医学科工作场所配置1台表面污染监测仪、1台X-γ剂量率仪，以及个人防护用品（如铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜等，详见表12-3）。 ⑨配备相应的防护设施：铅防护罐、一体化防护注射装置、铅屏风、放射性废物桶等（详见表12-3）。 ⑩配备通风橱：^{99m}Tc淋洗分装1个双帘通风柜（15mmPb）、⁶⁸Ga淋洗分装1个双帘通风柜（50mmPb）、PET药物准备室1个通风柜（50mmPb）、服碘室1个通风柜（内置一台碘-131全自动分装仪，整体防护铅当量>30mmPb）、粒籽室1个通风柜（15mmPb）。		/
4	人员要求	依托现有12名辐射工作人员，持证上岗，定期参加培训；每季度进行个人剂量检测，至少每两年进行一次职业健康检查，并建立个人剂量档案和职业健康监护档案。		环境保护部令 第3号、第18号
5	机房面积	骨密度仪机房：≥10m²，机房内最小单边长度≥2.5m。SPECT/CT、PET/CT机房：≥30m²，机房内最小单边长度≥4.5m。		GBZ130-2020
6	设备	SPECT/CT最大管电压140kV、管电流440mA；PET/CT最大管电压140kV、管电流420mA；骨密度仪最大管电压100kV、管电流1mA。		/
7	电离辐射	剂量限制	工作人员年有效剂量≤5mSv； 公众成员年有效剂量≤0.1mSv	GB18871-2002、 HJ1188-2021

		墙体外剂量率控制	屏蔽墙体外表面 30cm 处、防护门表面及缝隙 30cm、管线穿墙孔洞处空气吸收剂量率 $<2.5\mu\text{Sv/h}$ 。核医学科各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。放射性药物合成和分装的箱体、通风柜、注射窗等设备应有屏蔽结构, 以保证设备外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$, 放射性药物合成和分装箱体非正对人员操作位表面的周围剂量当量率小于 $25\mu\text{Sv/h}$ 。敷贴治疗贮源箱的箱体表面 5cm 及表面 100cm 处剂量当量率分别不应超过 $10\mu\text{Sv/h}$ 、 $1\mu\text{Sv/h}$ 。	GBZ130-2020、HJ1188-2021
		表面污染	①工作台、设备、墙壁、地面: 控制区: $\beta < 4 \times 10 \text{Bq/cm}^2$, α (极毒性) $< 4 \text{Bq/cm}^2$, α (其他) $< 4 \times 10 \text{Bq/cm}^2$; 监督区: $\beta < 4 \text{Bq/cm}^2$, α (极毒性) $< 4 \times 10^{-1} \text{Bq/cm}^2$, α (其他) $< 4 \text{Bq/cm}^2$; ②工作服、手套、工作鞋: 控制区/监督区: $\beta < 4 \text{Bq/cm}^2$, α (极毒性、其他) $< 4 \times 10^{-1} \text{Bq/cm}^2$; ③手、皮肤、内衣、工作袜: $\beta < 4 \times 10^{-1} \text{Bq/cm}^2$, α (极毒性、其他) $< 4 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$ 。	GB18871-2002、GBZ120-2020
8	放射性废水	核医学科衰变池排口设置标准采样口, 医院污水处理站总排口: 总 β 放射性 $<10 \text{Bq/L}$, 总 α 放射性 $<1 \text{Bq/L}$, 碘-131 的放射性活度浓度不大于 10Bq/L 。		GB18466-2005、HJ1188-2021
		a) 所含核素半衰期小于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 30 天后可直接解控排放; b) 所含核素半衰期大于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 10 倍最长半衰期 (含碘-131 核素的暂存超过 180 天), 监测结果经审管部门认可后, 按照 GB18871 中 8.6.2 规定方式进行排放。 本项目放射性废水在衰变池衰变约 530 天后, 由有资质单位进行监测, 监测结果经审管部门认可后, 再排入医院总污水处理站。		HJ1188-2021
9	放射性废气	设置专用排风管道, 放射性废气采取活性炭过滤装置处理后, 由楼顶排放。通风橱应有专用的排风装置, 风速应不小于 0.5m/s 。		GBZ120-2020
		(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。 (2) 应定期检查通风系统过滤净化器的有效性, 及时更换失效的过滤器, 更换周期不能超过厂家推荐的使用时间。更换下来的过滤器按放射性固体废物进行收集、处理。		HJ1188-2021
10	放射性固废	设置放射性废物暂存间, 有放射性废物处理台账。待放射性废物活度浓度或总活度能满足低于或者等于 GB18871 清洁解控水平的要求后, 除废活性炭作为		GBZ120-2020

		一般固废处理，其余放射性固废均作为医疗废物处理。	
		每袋废物(重量≤20kg)的表面辐射剂量率≤0.1mSv/h。废物包装盒外表面： $\beta < 0.8\text{Bq/cm}^2$ ， $\alpha < 0.08\text{Bq/cm}^2$ 。	GBZ120-2020、HJ1188-2021
		a)所含核素半衰期小于 24 小时（主要为含 ^{18}F 、 ^{68}Ga 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 核素）的放射性固体废物暂存时间超过 30 天； b)含 ^{89}Sr 的放射性固废暂存时间超过 506 天；含 ^{131}I 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天；含 ^{125}I 核素的放射性固体废物暂存超过 594 天；含其余核素的放射性固体废物暂存时间超过核素最长半衰期的 10 倍。	HJ1188-2021
11	辐射安全管理标准化	按照陕西省环境保护厅关于印发新修订的《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》的通知（陕环办发[2018]29 号）文件进行建设。	陕环办发[2018]29 号

表 13 结论与建议

结论

1、项目概况

为了全面提升医疗服务质量和工作效率，陕西省肿瘤医院拟将住院科研楼 B 楼负一层核医学科工作场所进行改造，拆除原有设施，改建成新的核医学科诊断场所。

经现场调查，陕西省肿瘤医院核医学科已于2020年6月停止运行，在采取了一系列清洁去污及衰变措施后，经检测原有核医学科工作场所满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的清洁解控水平后，医院已于2020年12月对核医学科开始进行改造。现阶段核医学科改造项目主体结构除PET/CT工作场所尚未完成外其余场所已基本完成，其中SPECT/CT已安装调试，PET/CT尚未安装，核医学科未投入运行。本项目属于未批先建项目。根据调查，医院于2021年3月底停止施工建设活动。

改造后新的核医学科工作场所拟安装使用 1 台骨密度仪（核医学科原有）、1 台 SPECT/CT 机（新购）、1 台 PET/CT 机（新购，配有两枚 ^{68}Ge 密封校验源，活度均为 $7.4\times 10^7\text{Bq}$ ，属于V类放射源），使用 ^{18}F 、 ^{68}Ga 核素药物开展 PET/CT 显像诊断，使用 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 核素药物开展 SPECT/CT 显像诊断，使用 ^{89}Sr 、 ^{32}P 、 ^{131}I 、 ^{223}Ra 、 ^{225}Ac 核素开展核医学治疗。此外，建设放免中心（使用 ^{125}I ）、粒籽源储存场所（ ^{125}I 粒籽源）、放射性核素治疗场所，并建设其他配套辅助用房，同时对原有的衰变池进行升级改造。经核定，本次改造后核医学科工作场所为乙级非密封源场所。

^{125}I 粒籽植入操作位于住院科研楼 B 楼二楼 6 排 CT 室，属于介入科。放射性粒籽源植入建设项目已于 2017 年 9 月取得陕西省环境保护厅的批复文件（陕环批复[2017]433 号）。本次改造项目建成后 ^{125}I 粒籽源的用量增加，经核定，粒籽植入场所为丙级非密封源工作场所。

本项目总投资 2300 万元，其中环保投资 163 万元。

2、产业政策符合性

本项目属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中鼓励类“六、核能----6、同位素、加速器及辐照应用技术开发”项目，故项目符合国家产业政策。

3、实践正当性

医院放射性同位素的应用、SPECT/CT、PET/CT、骨密度仪的使用对受电离辐射照射的个人和社会所带来的利益远大于其引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防

护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

4、选址可行性及布局合理性

陕西省肿瘤医院核医学科改造项目位于医院内住院科研楼 B 楼负一层。核医学科诊断治疗区与其他科室分层布置，并配套建设相应的功能用房，核医学科工作场所自成一区，独立的进出通道不相交，且核医学科工作场所不毗邻产科、儿科、食堂等部门以及人员密集区，并于非放射性工作场所有明确的分界墙隔离，故拟建项目核医学科在布局上最大限度的考虑就医方便及辐射防护与环境安全。核医学科放射性废气引至住院科研楼 B 楼的楼顶排放，排风立管高出屋面 3m，排放口距离下风向最近建筑住院科研楼 A 楼约 26m，同时废气经活性炭吸附处理后再排放，故项目产生的放射性废气在采取上述措施后对环境影响较小。从环境保护角度分析，本项目选址、平面布局可行。

5、辐射安全与防护分析结论

根据评价分析和理论计算，项目骨密度仪机房、PET/CT 机房、SPECT/CT 机房、粒籽源储存及治疗场所设计的屏蔽体均满足辐射防护屏蔽要求。各设备机房使用面积、最短单边长度均满足相应标准的要求，并按照规定拟配置相关的安全防护措施（门机联锁、系统联锁、急停开关、门禁系统、个人防护用品等）。

拟建项目核医学科平面布局合理，控制区、监督区分区布置合理。核医学科人流、物流存在交叉污染的风险较低；排风系统按照活度的高低分别收集，并经过活性炭吸附处理后引至住院科研楼的楼顶排放；放射性废水进行了单独收集，并设置了衰变池进行衰变处理达标后再排放。

6、环境影响分析

根据前述评价，项目骨密度仪机房、PET/CT 机房、SPECT/CT 机房面积和单边尺寸满足标准要求。根据预测计算，核医学科用房及骨密度仪机房、PET/CT 机房、SPECT/CT 机房的屏蔽体设计厚度均能满足辐射屏蔽的要求。医院在现有设计条件下各功能用房控制区边界墙体外的瞬时剂量不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，满足相应标准要求。

通过核算，本项目核医学科放射工作人员的年附加有效剂量最大为 0.92mSv/a ，公众成员的年附加有效剂量最大为 0.091mSv/a ，此外，核医学科是个相对封闭的区域，公众成员一般不会到达控制区，且公众在控制区边界外停留时间较短，故公众成员受到的附加剂量实际会比环评预测值小；粒籽植入辐射工作人员的年附加有效

剂量最大为 1.29mSv/a，公众成员的年附加有效剂量低于 0.1mSv/a。故本项目辐射工作人员和公众的年附加有效剂量均满足本环评的剂量管理目标的要求（放射工作人员 5mSv/a，公众成员 0.1mSv/a），符合《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）及相关标准的要求。

经核算，本项目核医学科产生的放射性废水经衰变池处理，放射性废水衰变 530 天后，其活度满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的低放废液一次排放活度（1ALI_{min}）和月排放活度（10ALI_{min}）要求。在每次排放之前，委托有资质单位对放射性废水进行监测，监测结果经审管部门认可后，即排放活度浓度满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中“放射性废液总排放口总α不大于 1Bq/L、总β不大于 10Bq/L、碘 131 的放射性活度浓度不大于 10Bq/L”标准要求后，再将放射性废水排入医院总污水处理站进一步处理后排入市政污水管网。

核医学科使用独立机械通风系统，主管道内保持负压，各支管设防倒灌装置；通风橱管道连接专用防辐射排风管，其风速不小于 0.5m/s，并采取设置高效活性炭过滤防护装置，各场所的通风换气次数不低于 4 次/h，放射性废气引至住院科研楼 B 楼的楼顶排放，排风立管高出屋面 3m，排放高度 53m。同时废气经活性炭吸附处理后再排放，可有效吸附放射性物质 80%左右。故项目产生的放射性废气在采取上述措施后对环境影响较小，核医学科各工作场所排风系统能够符合《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）及《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的相关要求。

本项目产生放射性固体废弃物分类收集在专用污物桶内，再将污物桶内的固体废弃物连同垃圾袋存放到指定的放射性废物间内暂存，根据核素种类单独衰减。根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）标准要求，含 ¹⁸F、⁶⁸Ga、^{99m}Tc 核素的放射性固废暂存时间超过 30 天，含碘-131 核素的放射性固废暂存时间超过 180 天，含 ⁸⁹Sr 的放射性固废暂存时间超过 506 天，含 ¹²⁵I 核素的放射性固体废物暂存超过 594 天；其余核素的放射性固废暂存时间超过核素最长半衰期的 10 倍，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平，α表面污染小于 0.08Bq/cm²、β表面污染小于 0.8Bq/cm²，可对废物清洁解控作为一般固废（废活性炭）和医疗废物（其余放射性废物）处理。放射性固废应按照医疗废物（危险废物）的管理要求，实行联单管理

制度，跟踪固废的处理方式和最终去向，做好产生、衰变时间、数量等相关的记录台账。

校准源平时拟暂存于 PET/CT 设备内或存放在储源室保险柜内专用铅屏蔽容器中，校准时取出；储源室实行双人双锁管理，校准源的退役拟根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的相关要求进行处理。

7、辐射与环境保护管理

医院成立了辐射安全管理委员会，各项规章制度、操作规程、应急处理措施健全、具有可操作性，但仍应加强日常应急响应的准备工作及应急演练。医院应严格执行各项规章制度执行，辐射工作人员在工作时必须佩戴个人剂量计，定期进行检测并安排健康检查。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。

综上所述，“陕西省肿瘤医院核医学科核技术利用改造项目”在严格按照环评及设计要求进行建设后，核医学科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。陕西省肿瘤医院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，从辐射环境保护角度分析，该项目的辐射影响是可以接受的。

建议和承诺

（1）严格按照相关标准和本次环评要求，落实各项辐射安全防护设施，确保其有效性。

（2）本项目环评批复后，应及时申领新的辐射安全许可证。

（3）不断完善辐射事故应急预案，加强日常演练，做到有备无患。

（4）严格执行辐射环境监测制度，每年应对医院核技术应用的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向辐射安全许可证颁发部门报送上一年度辐射安全年度评估报告。

（5）根据《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》的通知（陕环办发[2018]29 号）相关规定，对本项目进行标准化建设和竣工环保验收。

（6）在实施诊断、诊治之前，应事先告知患者或被检查者辐射对健康的潜在影响。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见:

经办人:

单位公章

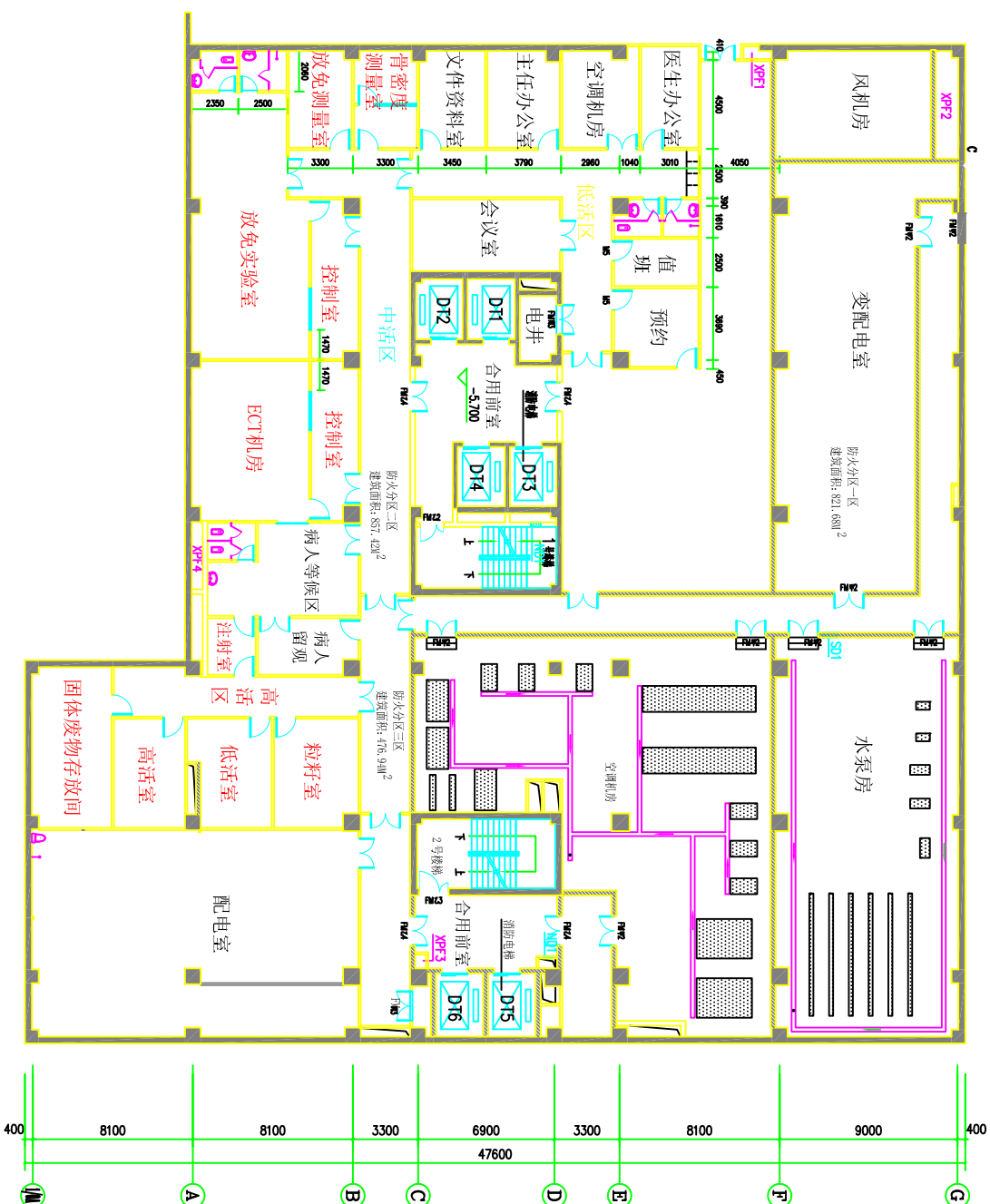
年 月 日

审批意见:

经办人:

单位公章

年 月 日

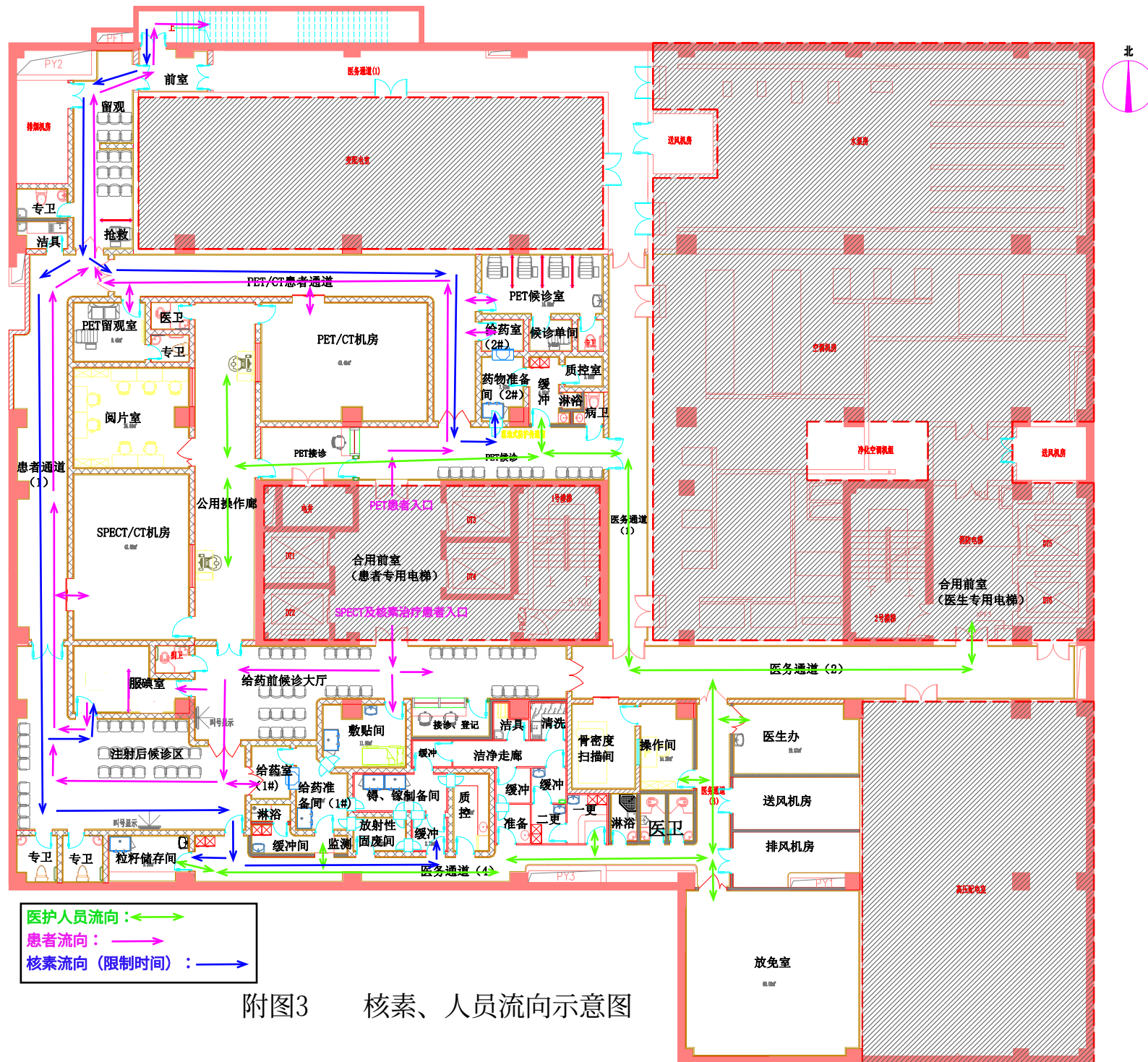


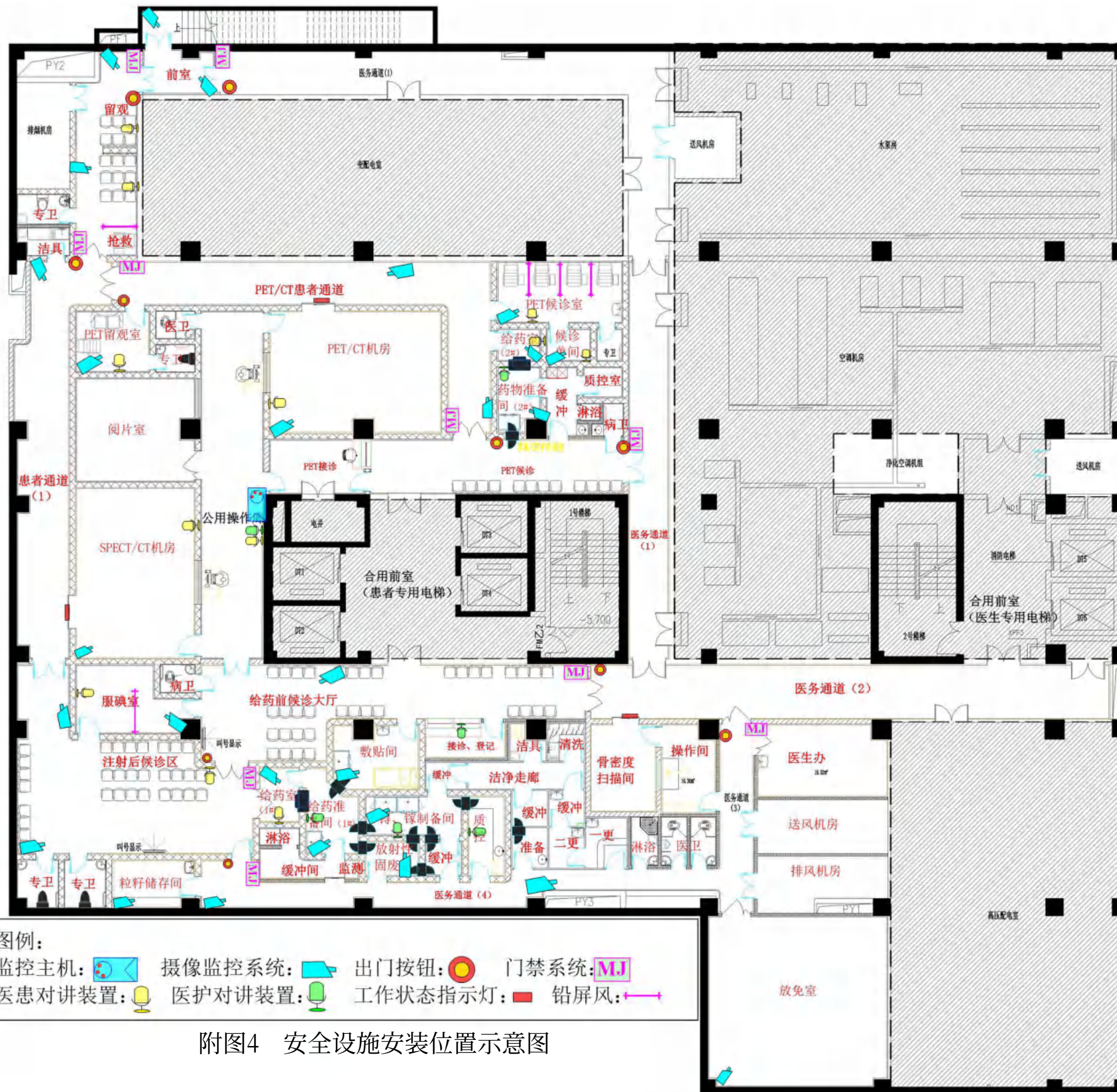
地下一层核医学平面图 (改造前) 1:150

附图1 改造前核医学科平面布置图

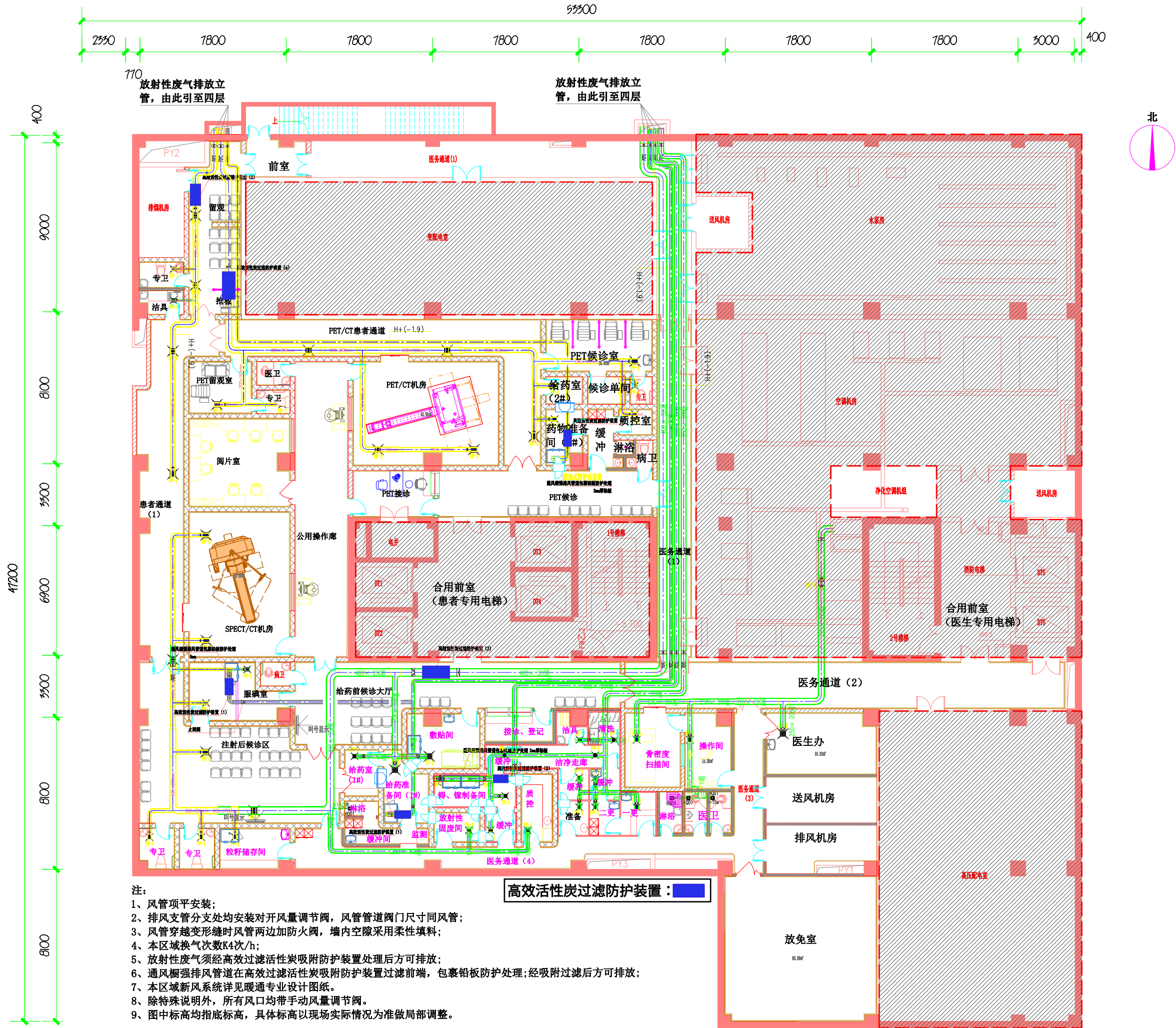
广东粤建设计研究院有限公司				设计工程地址: 西安市雁塔区... 邮编: 710065			
审 定	罗 伟	审 核	罗 伟	建 设	单位	陕西省肿瘤医院	丁 程 号
项 目 设 计	罗 伟	项 目 设 计	罗 伟	工 程	名称	陕西省肿瘤医院住院楼	专 业
专 业 设 计	罗 伟	专 业 设 计	罗 伟	图 纸	图 号	附 图-01	建 筑
设 计	罗 伟	设 计	罗 伟	内 容	地下一层平面图	图 号	附 图-01
				日期			
				2010.03			







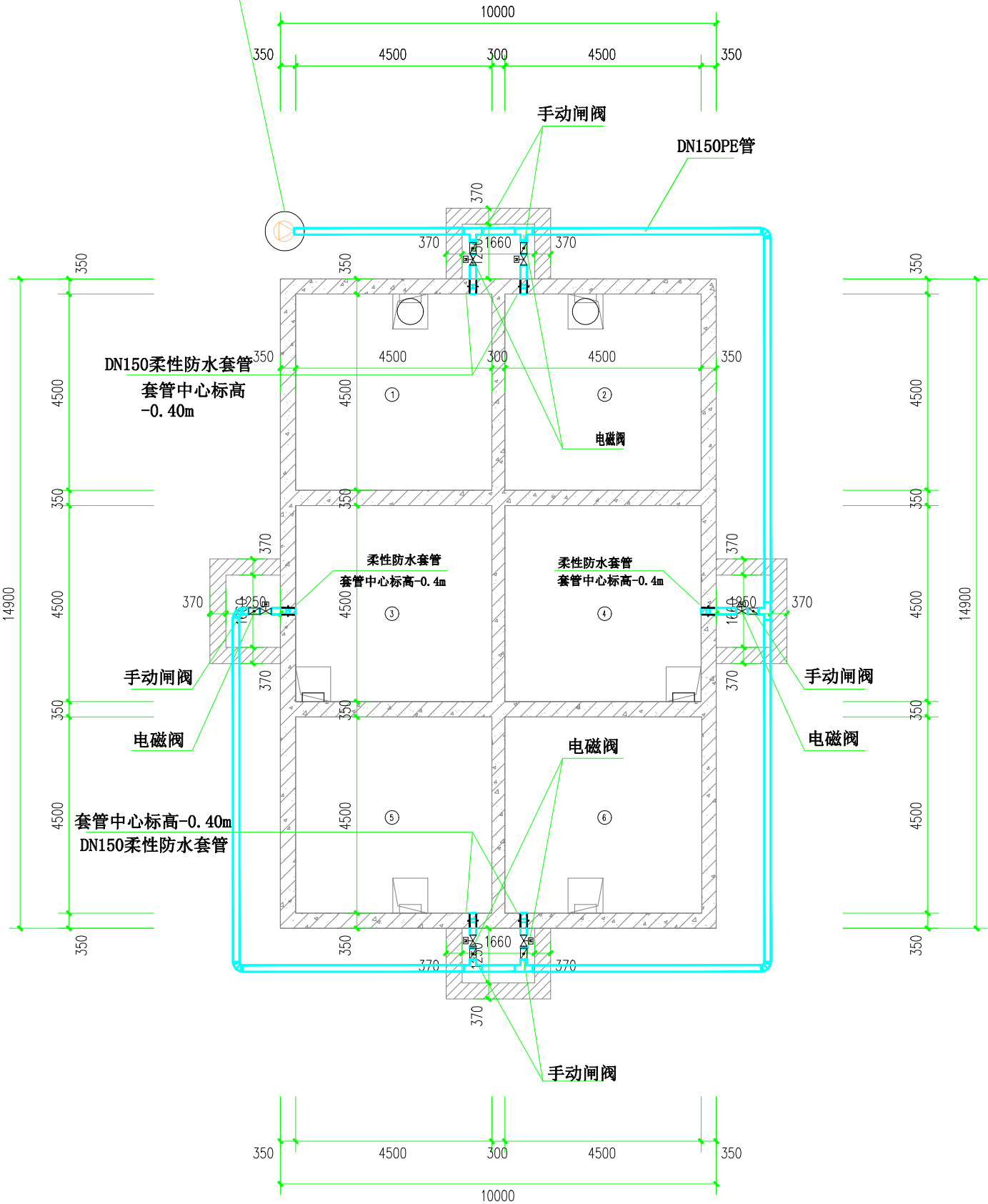
附图4 安全设施安装位置示意图



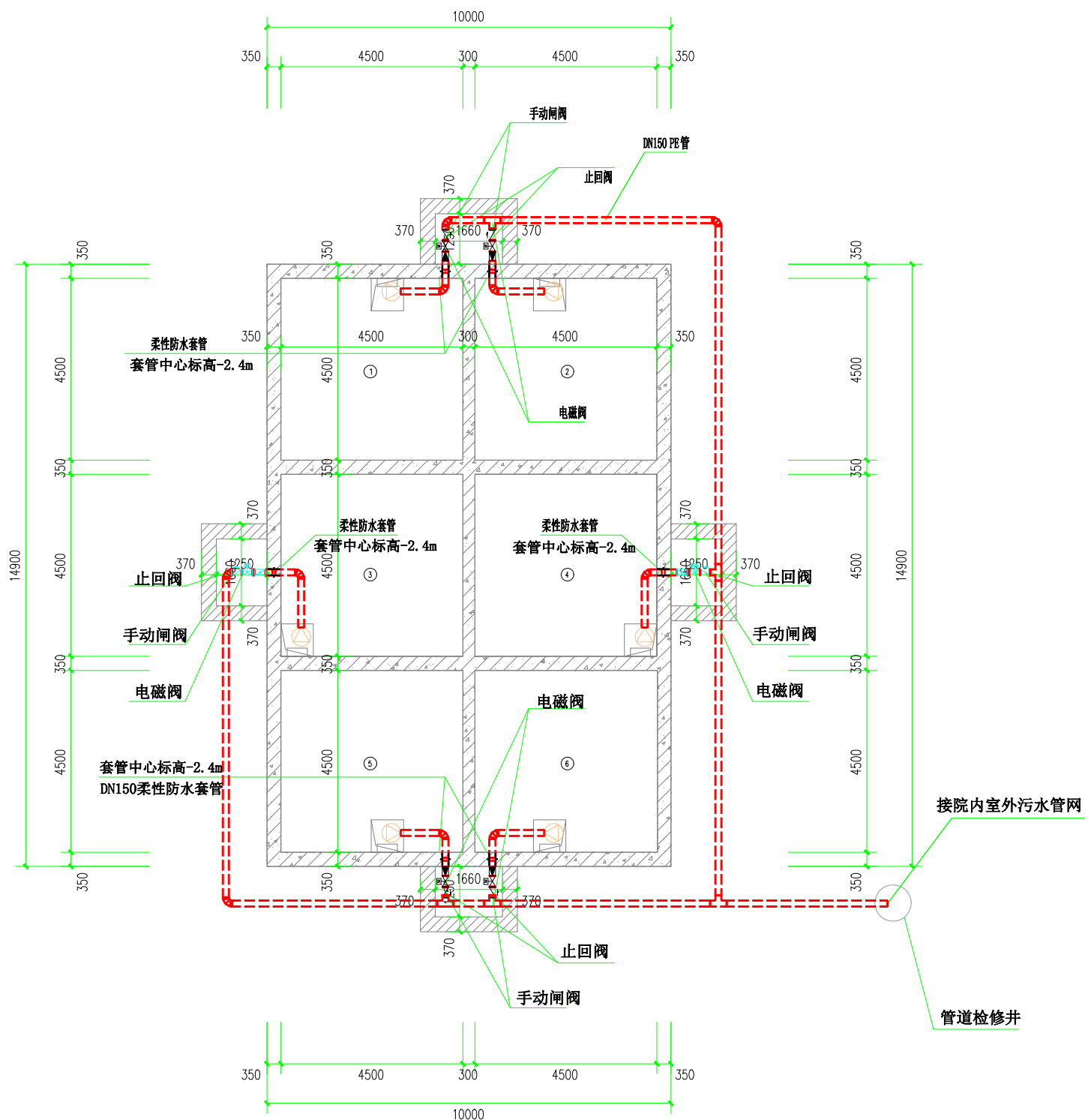
- 注:
- 1、风管顶平安装;
 - 2、排风支管分支处均安装对开风量调节阀, 风管道阀门尺寸同风管;
 - 3、风管穿越变形缝时风管两边加防火阀, 墙内空隙采用柔性填料;
 - 4、本区域换气次数K4次/h;
 - 5、放射性废气须经高效过滤活性炭吸附防护装置处理后方可排放;
 - 6、通风橱强排风管道在高效过滤活性炭吸附防护装置过滤前端, 包裹铅板防护处理; 经吸附过滤后方可排放;
 - 7、本区域新风系统详见暖通专业设计图纸。
 - 8、除特殊说明外, 所有风口均带手动风量调节阀。
 - 9、图中标高均指底标高, 具体标高以现场实际情况为准做局部调整。

附图5 放射性废气排风平面图 1:120

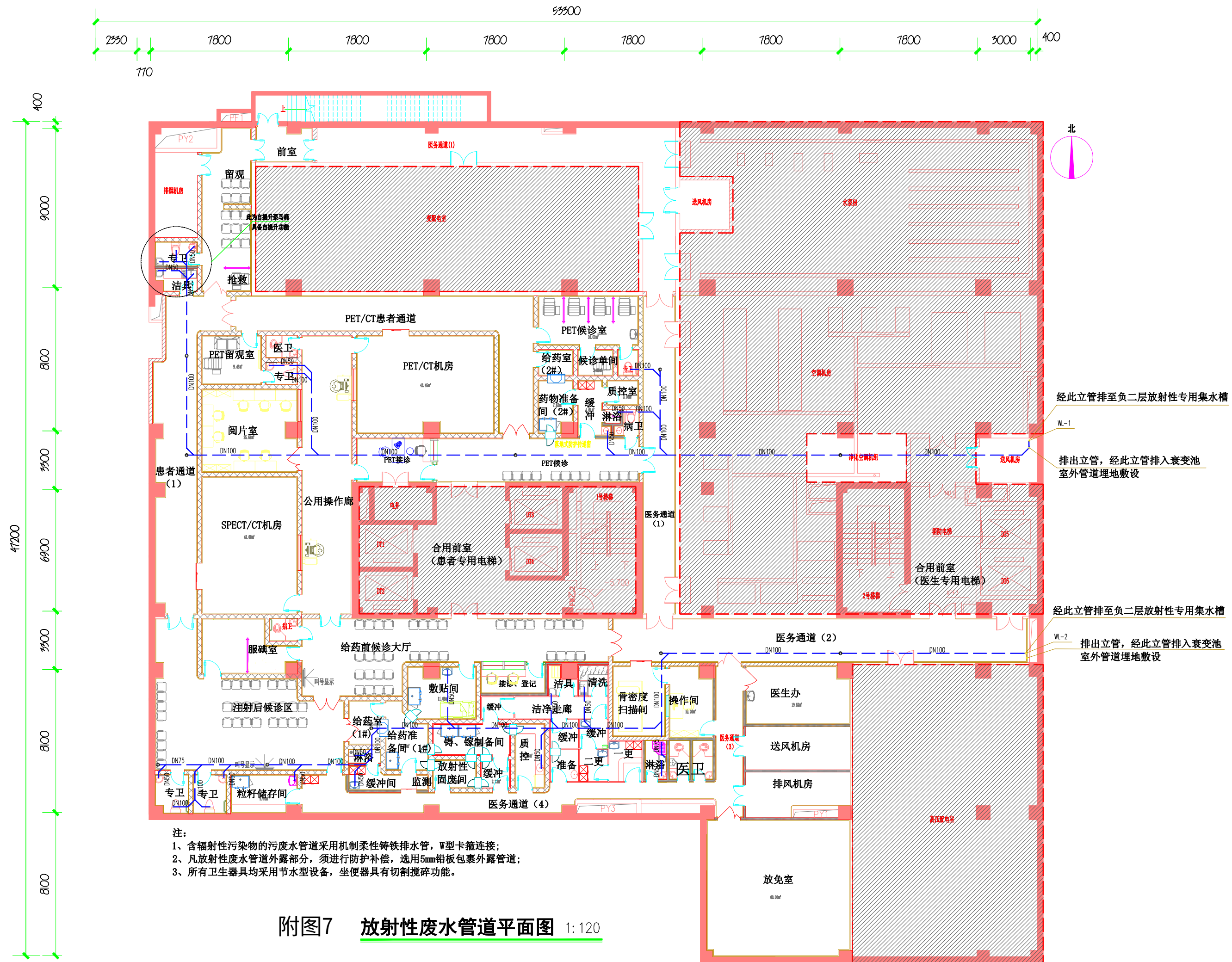
接地下室核医学废水排放管道
由核医学集水坑切割式潜
污泵提供管路所需压力



附图6-1 本项目衰变池进水平面示意图



附图6-2 本项目衰变池出水平面示意图



附图7 放射性废水管道平面图 1:120

建设项目环境影响评价 委 托 书

委托单位：陕西省肿瘤医院

受托单位：西安桐梓环保科技有限公司

委托事项：

我单位拟进行 陕西省肿瘤医院核医学科核技术利用改造
项目 的建设，根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华
人民共和国环境影响评价法》等环保法律、法规的规定，特委托
西安桐梓环保科技有限公司承担该项目的环境影响评价工作。

委托单位：陕西省肿瘤医院
2019 年 12 月 20 日





辐射安全许可证

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

单位名称：陕西省肿瘤医院

地 址：陕西省西安市雁塔区雁塔西路309号

法定代表人：张一力

种类和范围：使用Ⅲ类、Ⅳ类、Ⅴ类放射源；使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所。

证书编号：陕环辐证[00080]

有效期至：2025 年 01 月 21 日



发证机关：陕西省生态环境厅

发证日期：2020 年 01 月 22 日



中华人民共和国环境保护部制

(一) 放射源

证书编号: 陕环辐证[00080]

[illegible]

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

单位名称	陕西省肿瘤医院		
地 址	陕西省西安市雁塔区雁塔西路309号		
法定代表人	张一力	电话	029-85276002
证件类型	身份证	号码	610113197209050432
涉 源 部 门	名 称	地 址	负责人
	介入科	陕西省西安市雁塔区雁塔西路309号	余国政
	放射科	陕西省西安市雁塔区雁塔西路309号	梁秀芬
	核医学科	陕西省西安市雁塔区雁塔西路	施常备
	放射治疗中心	陕西省西安市雁塔区雁塔西路309号	梁增奇
	CT	陕西省西安市雁塔区雁塔西路309号	赵学武
种类和范围	妇科		
	陕西省西安市雁塔区雁塔西路309号		
种类和范围	使用Ⅲ类、Ⅳ类、Ⅴ类放射源；使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所。		
许可证条件			
证书编号	陕环辐证[00080]		
有效期至	2025 年 01 月 22 日		
发证日期	2020 年 01 月 22 日 (发证机关章)		

(二) 非密封放射性物质

证书编号: 陕环辐证[00080]

[illegible]

(三) 射线装置

证书编号: 陕环辐证[00080]

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类
1	直线加速器	II类	1	使用
2	直线加速器	II类	2	使用
3	移动DR机	III类	1	使用
4	数字乳腺X射线摄影系统	III类	1	使用
5	数字剪影机	II类	1	使用
6	数字化乳腺X机	III类	1	使用
7	数字X射线透视摄影系统(胃肠机)	III类	1	使用
8	模拟定位机	III类	1	使用
9	骨密度仪	III类	1	使用
10	DR双板机(胸片机)	III类	1	使用
11	CT定位机	III类	1	使用
12	64排CT机	III类	1	使用
13	256排CT	III类	1	使用
	以下空白			

陕西省放射性废物收贮管理中心

废旧放射源收贮证明

陕西省肿瘤医院：

你单位共 3 枚废旧放射源 ^{Ge-68} Cs-137 (编码：US07CSA58974、^(Cs-137)
^(Cs-137) US07CSA58984、^(Ge-68) US07GEA58995)，经陕西省放射性废物收贮管理中心技术处理后，于 2014 年 1 月 13 日安全送至陕西省放射性废物库。

特此证明

经办人：何降琪



2014 年 1 月 16 日

废旧放射源回收（收贮）备案表

受理编号:

文号: 陕环辐备(2017) 34号

名称(盖章): 陕西省肿瘤医院
编号: 陕环病证[00080]
地址: 陕西省西安市雁塔西路309号
人: 李娟
/传真: 18991884629
710061

接收单位填写

单位名称(盖章): 陕西省放射性废物收贮管理中心
证书编号: 国环辐证[160366]
通讯地址: 陕西省宝鸡市眉县营头镇
经办人: 何降琪
电话/传真: 0917-5791702
邮编: 722309

(收贮) 时间	2014 年 01 月 13 日
---------	------------------

☒ 接收单位许可证☐ 其他

放射源清单 (总计 3 枚)

[illegible]

单位所在地省级环保部门备案:	
----------------	--

☒ 已备案

日期:

单位所在地省级环保部门备案:

(盖章)

日期:

表说明:

表说明:
本表一式四份,送交单位、接收单位及各自所在地的省级环境保护部门各1份,有效期为6个月。

本表格式与内容不得擅自更改。放射源清单容量不够的，可另附放射源清单，并加盖送交单位和接收单位公章。
共 1 页 第 1 页

附件4 核医学科辐射工作人员辐射安全培训证书

	合格证书 该同志于2018年9月19日至2018年9月20日，参加了初级辐射安全与防护培训班学习，完成规定的课程学习，考试成绩合格。 特发此证。 (印章) 2018年9月25日 证件有效期至2022年9月25日
身份证号 610113196310170522	
姓名 陈民肖 性别 女	
工作单位 陕西省肿瘤医院	
编号 陕41819072G	

	合格证书 该同志于2018年8月14日至2018年8月16日，参加了初级辐射安全与防护培训班学习，完成规定的课程学习，考试成绩合格。 特发此证。 (印章) 2018年8月25日 证件有效期至2022年8月25日
身份证号 612722199309270870	
姓名 李治伟 性别 男	
工作单位 陕西省肿瘤医院	
编号 陕31814031G	

	合格证书 该同志于2018年9月11日至2018年9月18日，参加了初级辐射安全与防护培训班学习，完成规定的课程学习，考试成绩合格。 特发此证。 (印章) 2018年9月25日 证件有效期至2022年9月25日
身份证号 320721197810302024	
姓名 穆道姝 性别 女	
工作单位 陕西省肿瘤医院	
编号 陕41818064G	



身份证号 610113199301110425

姓名 李倩 性别 女

工作单位 陕西省肿瘤医院

编号 陕 41821071G

合格证书

该同志于2018年10月19日至2018年10月20日，参加了初级辐射安全与防护培训班学习，完成规定的课程学习，考试成绩合格。

特发此证。

(印章)

2018年10月20日

证件有效期至2022年10月28日



身份证号 610104196901092144

姓名 孙英 性别 女

工作单位 陕西省肿瘤医院

编号 陕 41821070G

合格证书

该同志于2018年10月19日至2018年10月20日，参加了初级辐射安全与防护培训班学习，完成规定的课程学习，考试成绩合格。

特发此证。

(印章)

2018年10月20日

证件有效期至2022年10月28日



身份证号 32102819731106003X

姓名 许建林 性别 男

工作单位 陕西省肿瘤医院

编号 陕 41818058G

合格证书

该同志于2018年9月17日至2018年9月18日，参加了初级辐射安全与防护培训班学习，完成规定的课程学习，考试成绩合格。

特发此证。

(印章)

2018年9月26日

证件有效期至2022年9月26日



身份证号 610630199004020021

姓名 平焕霞 性别 女

工作单位 陕西省肿瘤医院

编号 陕41819073G

合格证书

该同志于 2018 年 9 月 19 日
至 2018 年 9 月 20 日，参加了初
级辐射安全与防护培训班学
习，完成规定的课程学习，考
试成绩合格。

特发此证。

(印章)

2018 年 9 月 26 日

证件有效期至 2022 年 9 月 25 日



身份证号 610102196312289536

姓名 刘定静 性别 男

工作单位 陕西省肿瘤医院

编号 陕41819060G

合格证书

该同志于 2018 年 9 月 19 日
至 2018 年 9 月 20 日，参加了初
级辐射安全与防护培训班学
习，完成规定的课程学习，考
试成绩合格。

特发此证。

(印章)

2018 年 9 月 26 日

证件有效期至 2022 年 9 月 25 日



身份证号 610323198806263805

姓名 牛亚宁 性别 女

工作单位 陕西省肿瘤医院

编号 陕31814030G

合格证书

该同志于 2018 年 8 月 14 日
至 2018 年 8 月 16 日，参加了初
级辐射安全与防护培训班学
习，完成规定的课程学习，考
试成绩合格。

特发此证。

(印章)

2018 年 8 月 27 日

证件有效期至 2022 年 8 月 26 日



身份证号 610102197110143517

姓名 施常备 性别 男

工作单位 陕西省肿瘤医院

编号 陕 41819059G

合格证书

该同志于 2018 年 9 月 19 日
至 2018 年 9 月 20 日，参加了初
级辐射安全与防护培训班学
习，完成规定的课程学习，考
试成绩合格。

特发此证。



证件有效期至 2022 年 9 月 25 日

陕西省肿瘤医院 放射工作人员职业性健康检查报告 (2019 年度)

报告编号: ZJ-2019-12-06



123	惠金子	女	30	核医学科	医师	X、 γ 射线	岗前	放射性作业岗前体检发现甲状腺功能异常(T4减低);尿常规异常:尿潜血+,尿白细胞土。建议:不适宜从事放射性作业;复查尿常规,对症处理。	2019年8月1日
124	刘定静	男	56	核医学科	医师	β 、 γ 射线	19	放射性作业体检未见疑似放射性疾病或职业禁忌证;白细胞增高($10.4 \times 10^9/L$)。建议:复查血常规,对症处理。	2019年7月31日
125	施常备	男	48	核医学科	医师	β 、 γ 射线	24	放射性作业体检未见疑似放射性疾病或职业禁忌证;肌酐增高($99\mu\text{mol/L}$)。建议:复查肾功,对症处理。	2019年7月31日
126	许建林	男	46	核医学科	医师	β 、 γ 射线	23	放射性作业体检未见疑似放射性疾病或职业禁忌证;谷丙转氨酶增高($\text{ALT}54\text{U/L}$)。建议:复查肝功,对症处理。	2019年7月31日
127	孙英	女	50	核医学科	检验	^{125}I	10	放射性作业体检未见疑似放射性疾病或职业禁忌证;谷丙转氨酶增高($\text{ALT}54\text{U/L}$)。建议:复查肝功,对症处理。	2019年7月31日
128	穆道姝	女	40	核医学科	技师	γ 射线	15	放射性作业体检未见疑似放射性疾病或职业禁忌证。	2019年8月1日
129	平焕霞	女	29	核医学科	技师	β 、 γ 射线	8	放射性作业体检未见疑似放射性疾病或职业禁忌证。	2019年7月31日
130	丁泽恩	男	27	核医学科	技师	β 、 γ 射线	4	放射性作业体检未见疑似放射性疾病或职业禁忌证。	2019年7月31日
131	李治伟	男	26	核医学科	技师	β 、 γ 射线	2	放射性作业体检未见疑似放射病或职业禁忌证;肝功示ALT升高: 67U/L 。建议:复查肝功。	2019年7月31日
132	陈民肖	女	56	核医学科	医师	β 、 γ 射线	36	放射性作业体检未见疑似放射病或职业禁忌证;尿白细胞: +。建议:复查尿常规。	2019年7月31日
133	代艳玲	女	43	核医学科	技师	X射线	16	放射性作业体检未见疑似放射性疾病或职业禁忌证。	2019年7月31日
134	李倩	女	26	核医学科	技师	γ 射线	4	放射性作业体检未见疑似放射性疾病或职业禁忌证。	2019年7月31日
135	牛亚宁	女	31	核医学科	技师	γ 射线	3	放射性作业体检未见疑似放射性疾病或职业禁忌证。	2019年7月31日
136	田朝花	女	23	核医学科	技士	γ 射线	岗前	放射性作业岗前体检未见职业禁忌证。建议:可以从事放射性作业;注意防护,定期查体。	2019年11月19日
137	李超伟	男	32	介入科	技术	X射线	10	放射性作业体检未见疑似放射性疾病或职业禁忌证。	2019年8月1日
138	程媛	女	36	介入科	医师	X射线	8	放射性作业体检未见疑似放射性疾病或职业禁忌证;尿蛋白+2、尿潜血+3。建议:复查尿常规。	2019年8月1日
139	张文娟	女	51	介入科	护士	X射线	22	放射性作业体检未见疑似放射性疾病或职业禁忌证;血压增高: $164/108\text{mmHg}$ 。建议:监测血压,合理控制血压。	2019年8月1日
140	刘群秩	男	42	介入科	医师	X射线	9	放射性作业体检未见疑似放射性疾病或职业禁忌证。	2019年8月1日
141	李小龙	男	41	介入科	医师	X射线	24	放射性作业体检未见疑似放射性疾病或职业禁忌证。	2019年8月1日

附件 6 陕西省肿瘤医院核医学科辐射工作人员的个人剂量监测报告及统计值

陕西省肿瘤医院 2020 年度核医学科工作人员的个人剂量统计表 (mSv)

序号	姓名	性别	工作岗位	第一季度	第二季度	第三季度	第四季度	合计
1	施常备	男	核医学	0.06	0.01	0.09	0.09	0.25
2	许建林	男	核医学	0.14	0.10	0.17	0.07	0.48
3	刘定静	男	核医学	0.07	0.02	0.12	0.09	0.3
4	孙英	女	核医学	0.01	0.15	0.10	0.11	0.37
5	穆道姝	女	核医学	0.05	0.01	/	/	0.06
6	陈民肖	女	核医学	0.02	0.01	0.11	0.01	0.15
7	平焕霞	女	核医学	0.14	0.11	0.45	2.26	2.96
8	丁泽恩	男	核医学	0.06	0.01	0.09	0.03	0.19
9	李治伟	男	核医学	1.54	0.05	0.11	0.14	1.84
10	牛亚宁	女	核医学	0.05	0.01	0.04	0.07	0.17
11	李倩	女	核医学	0.07	0.13	0.12	0.06	0.38
12	代艳玲	女	核医学	0.05	0.01	0.13	0.16	0.35



162721340385

有效期至2022年06月14日

个人剂量检测报告

报告编号：第 14907-2001-140002 号

检测项目：职业性外照射个人剂量监测

委托单位：陕西省肿瘤医院

检测单位：陕西新高科辐射技术有限公司

检测类别：常规

2020年04月14日





162721340385

有效期至 2022 年 08 月 14 日

陕西新高科辐射技术有限公司

检 测 报 告

报告编号: 第 14907-2001-140002 号

样品受理编号: 2020-14-0002

共 7 页 第 1 页

委托单位	陕西省肿瘤医院	委托单位编号	14907
检测单位	陕西新高科辐射技术有限公司	检测单位代码	91610103MA6U6DMF64
检测项目	职业性外照射个人剂量监测	检测方法	热释光法
检测/评价依据	GBZ128-2019《职业性外照射个人监测规范》/GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》		
检测室	个人剂量监测室	检测类别	常规
检测仪器名称/型号/编号	热释光剂量仪/RGD-3D/SC1905029	探测器	TLD-LiF(Mg,Cu,P)玻璃管
剂量计发放/收回	发放 165+1 个; 收回 165+10 个	收回日期	2020 年 04 月 08 日
测量环境	室温 20℃; 湿度 56%; 大气压 96kPa	测量日期	2020 年 04 月 09 日

检测结果:

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴天 数(天)	个人剂量当量 (mSv) $H_p(10)$
0014907000000	本 底	—	—	2019-12-03	91	0.40
00149072D0001	梁增奇	男	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.01
00149072D0002	吴湘阳	女	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.11
00149072D0003	常晓斌	男	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.01
00149072D0004	冯 涛	男	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.01
00149072D0005	冯 庆	男	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.04
00149072D0006	赵 臻	男	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.13
00149072D0007	刘美社	男	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.10
00149072D0008	李 楠	男	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.11
00149072D0009	李德全	男	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.12
00149072D0010	白兰兰	女	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.92
00149072D0011	陈 力	男	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.04
00149072D0012	张 坤	男	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	3.64
00149072D0013	王 佳	男	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.05
00149072D0014	江 攀	男	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.01
00149072D0015	李 剑	男	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.11

检测结果:

共 7 页 第 2 页

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴天 数(天)	个人剂量当量 (mSv) $H_p(10)$
00149072D0016	何 博	男	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.10
00149072D0017	冯 冰	男	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.05
00149072D0018	姚 婷	女	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.10
00149072D0019	屈喜梅	女	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.01
00149072D0020	唐旭宁	女	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.03
00149072D0021	陈荣辉	男	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.06
00149072D0022	卢世航	男	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.03
00149072D0023	赵 强	男	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.01
00149072D0024	李 涛	女	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.11
00149072D0025	赵 晨	男	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.01
00149072D0026	王学敏	女	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.01
00149072D0027	杨 迪	男	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.01
00149072D0028	刘秋芳	女	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.03
00149072D0029	王天权	男	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.09
00149072D0030	王天昶	男	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.09
00149072D0031	高艳梅	女	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.08
00149072D0032	吴 磊	男	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.10
00149072D0033	戴 震	男	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.03
00149072D0034	张永彤	男	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.07
00149072D0035	王锋刚	男	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.06
00149072D0036	李 量	男	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.11
00149072D0037	袁 渊	男	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.08
00149072D0038	陶 凯	男	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.10
00149072D0040	姚安梅	女	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.12
00149072D0041	田小飞	女	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.06
00149072D0042	王 慧	女	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.05
00149072D0043	王 平	女	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.03
00149072D0044	景 卫	男	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.07
00149072D0045	杨雪梅	女	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.07
00149072D0046	韩志红	女	放射治疗 (2D)	2019-12-03	91	0.10

检测结果:

共 7 页 第 3 页

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴天 数(天)	个人剂量当量 (mSv) $H_p(10)$
00149072D0047	王 倩	女	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.07
00149072D0048	蔡英全	男	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	4.24
00149072D0050	刘慧娟	女	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.08
00149072D0051	郭俊俊	女	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.09
00149072D0052	李 勤	男	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.08
00149072D0053	谢小卫	男	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.06
00149072D0054	廖 娟	女	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.08
00149072D0055	赵 金	女	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.10
00149072D0056	梁 静	女	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.04
00149072D0057	闫 涛	女	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.10
00149072D0058	张秀珍	女	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.01
00149072D0059	孙 萍	女	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.07
00149072D0060	冯海波	男	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.01
00149072D0061	张 曦	男	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.12
00149072D0064	赵 华	男	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.09
00149072D0065	杨栓雀	女	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.08
00149072D0066	张 靖	男	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.07
00149072D0067	周 敏	女	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.08
00149072D0068	胡丽娟	女	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.01
00149072D0070	王 静	女	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.03
00149072D0071	赵西侠	女	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.06
00149072D0074	贺清波	男	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.04
00149072D0075	张 竣	男	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.07
00149072D0076	徐 静	女	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.12
00149072D0077	白丽华	女	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.07
00149072D0078	何晓丽	女	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.06
00149072D0079	胡 艳	女	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	1.88
00149072D0082	雷 磊	男	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.06
00149072D0083	惠 慧	女	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.66
00149072D0084	付玉兰	女	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.10

检测结果:

共 7 页 第 4 页

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴天 数(天)	个人剂量当量 (mSv) $H_p(10)$
00149072D0085	陈红梅	女	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.10
00149072D0086	穆允凤	女	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.07
00149072D0087	李 敏	女	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.10
00149072D0088	付改发	男	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.08
00149072D0090	雷光焰	男	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.10
00149072D0091	付 民	男	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.01
00149072D0092	高 巍	男	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.02
00149072D0093	刘 佳	男	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.01
00149072D0094	程 嵩	男	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.09
00149072D0096	王 华	女	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.05
00149072D0098	成碧荣	女	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.03
00149072D0099	张新伟	男	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.01
00149072D0100	强 准	男	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.01
00149072D0101	刘 鹏	男	放射治疗(2D)	2019-12-03	91	0.06
00149072C0102	施常备	男	核医学(2C)	2019-12-03	91	0.06
00149072C0103	许建林	男	核医学(2C)	2019-12-03	91	0.14
00149072C0104	孙 瑛	女	核医学(2C)	2019-12-03	91	0.01
00149072C0105	陈民肖	男	核医学(2C)	2019-12-03	91	0.02
00149072C0106	代艳玲	女	核医学(2C)	2019-12-03	91	0.05
00149072C0107	穆道姝	女	核医学(2C)	2019-12-03	91	0.05
00149072C0108	牛亚宁	女	核医学(2C)	2019-12-03	91	0.05
00149072C0109	平焕霞	女	核医学(2C)	2019-12-03	91	0.14
00149072C0110	李治伟	男	核医学(2C)	2019-12-03	91	1.54
00149072C0111	丁泽恩	男	核医学(2C)	2019-12-03	91	0.06
00149072C0112	李 倩	女	核医学(2C)	2019-12-03	91	0.07
00149072C0113	刘定静	男	核医学(2C)	2019-12-03	91	0.07
00149072E0114	徐鲜艳	女	介入放射学(2E)	2019-12-03	91	0.07
00149072E0115	李朱斌	男	介入放射学(2E)	2019-12-03	91	铅衣内 0.01
00149072E0115	李朱斌	男	介入放射学(2E)	2019-12-03	91	铅衣外 0.03
00149072E0116	胡 洋	男	介入放射学(2E)	2019-12-03	91	铅衣内 0.01

检测结果:

共 7 页 第 5 页

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴天 数(天)	个人剂量当量 (mSv) $H_p(10)$
00149072E0116	胡 洋	男	介入放射学(2E)	2019-12-03	91	铅衣外 0.03
00149072E0117	邱发凯	男	介入放射学(2E)	2019-12-03	91	铅衣内 0.01
00149072E0117	邱发凯	男	介入放射学(2E)	2019-12-03	91	铅衣外 0.01
00149072E0120	穆旭东	男	介入放射学(2E)	2019-12-03	91	0.02
00149072E0121	张文娟	女	介入放射学(2E)	2019-12-03	91	0.01
00149072E0122	余国政	男	介入放射学(2E)	2019-12-03	91	铅衣内 0.01
00149072E0122	余国政	男	介入放射学(2E)	2019-12-03	91	铅衣外 0.01
00149072E0123	李晓龙	男	介入放射学(2E)	2019-12-03	91	0.01
00149072E0124	李超伟	男	介入放射学(2E)	2019-12-03	91	铅衣内 0.01
00149072E0124	李超伟	男	介入放射学(2E)	2019-12-03	91	铅衣外 0.01
00149072E0125	刘群轶	男	介入放射学(2E)	2019-12-03	91	铅衣内 0.01
00149072E0125	刘群轶	男	介入放射学(2E)	2019-12-03	91	铅衣外 0.02
00149072E0126	李 梅	女	介入放射学(2E)	2019-12-03	91	铅衣内 0.01
00149072E0126	李 梅	女	介入放射学(2E)	2019-12-03	91	铅衣外 0.01
00149072E0127	程 媛	女	介入放射学(2E)	2019-12-03	91	铅衣内 0.01
00149072E0127	程 媛	女	介入放射学(2E)	2019-12-03	91	铅衣外 0.01
00149072E0128	翟鹏涛	男	介入放射学(2E)	2019-12-03	91	铅衣内 0.01
00149072E0128	翟鹏涛	男	介入放射学(2E)	2019-12-03	91	铅衣外 0.01
00149072A0130	刘 瑞	男	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.10
00149072A0131	杨少锋	男	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.01
00149072A0132	冀焕梅	女	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.09
00149072A0133	李志强	男	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.05
00149072A0134	戴 强	男	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.04
00149072A0135	刘小春	女	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.05
00149072A0136	向天虎	男	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.05
00149072A0137	李宏娟	女	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.05
00149072A0138	闫 斌	男	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.07
00149072A0139	曹佳乐	男	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.01
00149072A0140	王 菲	女	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.03
00149072A0141	刘 谨	男	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.05

检测结果:

共 7 页 第 6 页

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴天 数(天)	个人剂量当量 (mSv) $H_p(10)$
00149072A0142	刘 速	男	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.06
00149072A0143	邓 颖	女	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.01
00149072A0144	吕宇飞	女	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.06
00149072A0146	潘历波	女	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.01
00149072A0147	李 军	男	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.01
00149072A0148	曹冬花	女	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.04
00149072A0149	谢小玉	女	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.03
00149072A0150	李若豪	男	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.03
00149072A0152	赵学武	男	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.03
00149072A0153	赵 森	男	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.01
00149072A0154	李博明	男	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.01
00149072A0156	习 攀	男	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.09
00149072A0159	王曙升	男	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.08
00149072A0160	马佳琪	女	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.04
00149072A0161	吴文安	男	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.07
00149072A0162	周 明	男	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.05
00149072A0163	梦龄婷	女	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.01
00149072A0164	许 昭	男	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.11
00149072A0167	刘德春	男	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.05
00149072A0168	刘俊丽	女	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.08
00149072A0170	吴 涛	男	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.05
00149072A0171	王 琪	女	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.03
00149072A0172	薛龙梅	女	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.01
00149072A0173	薛 娇	女	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.01
00149072A0174	邓 佳	女	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.01
00149072A0175	杨怡萍	女	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.01
00149072A0177	张 贝	女	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.01
00149072A0178	迟敏学	男	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.02
00149072A0180	刘志刚	男	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.12
00149072A0181	贾 霞	女	诊断放射学(2A)	2019-12-03	91	0.01

检测结果:

共 7 页 第 7 页

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴天 数(天)	个人剂量当量 (mSv) $H_p(10)$
—	实验室本底	—	—	—	—	0.56
00149072D0059	孙 萍	女	放射治疗(2D)	2019-09-03	前期	0.15
00149072D0072	王国庆	男	放射治疗(2D)	2019-09-03	前期	0.14
00149072D0081	邹红燕	女	放射治疗(2D)	2019-09-03	前期	0.12
00149072D0100	强 准	男	放射治疗(2D)	2019-09-03	前期	0.45
00149072A0154	李博明	男	诊断放射学(2A)	2019-09-03	前期	0.04
00149072A0155	韩 乐	男	诊断放射学(2A)	2019-09-03	前期	0.15
00149072A0169	张鹏闯	男	诊断放射学(2A)	2019-09-03	前期	0.01
00149072A0176	雷渊杰	男	诊断放射学(2A)	2019-09-03	前期	0.01
—	实验室本底	—	—	—	—	0.64
00149072A0151	樊 涛	男	诊断放射学(2A)	2019-06-03	前期	0.01

备注:

①本年度该测量系统的 1/2MDL 为 0.01 mSv;

②铅衣外个人剂量当量用于铅衣内年剂量当量接近限值时估算有效剂量使用。

检测结果评价:

本周期个人剂量监测结果,放射工作人员个人剂量当量均未超过按 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》推算的放射工作人员季度个人剂量当量限值。张坤、蔡英全、胡艳、李治伟个人剂量当量稍高(≥ 1.25 mSv/季度),请注意防护。

(以下空白)

检测人: 姜心伟

2020 年 4 月 14 日

校核人: 邓亚光

2020 年 4 月 14 日

审核人: 李红娟

2020 年 4 月 16 日

签发人: 林东王

2020 年 4 月 17 日





102721340385

有效期至2022年08月14日

个人剂量检测报告

报告编号：第 14907-2002-140011 号

检测项目：职业性外照射个人剂量监测

委托单位：陕西省肿瘤医院

检测单位：陕西新高科辐射技术有限公司

检测类别：常规

2020年07月31日





162721340385

有效期至2022年08月14日

陕西新高科辐射技术有限公司

检 测 报 告

报告编号: 第 14907-2002-140011 号

样品受理编号: 2020-14-0011

共 7 页 第 1 页

委托单位	陕西省肿瘤医院	委托单位编号	14907
检测单位	陕西新高科辐射技术有限公司	检测单位代码	91610103MA6U6DMF64
检测项目	职业性外照射个人剂量监测	检测方法	热释光法
检测/评价依据	GBZ128-2019《职业性外照射个人监测规范》/GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》		
检测室	个人剂量监测室	检测类别	常规
检测仪器名称/型号/编号	热释光剂量仪/RGD-3D/SC1905029	探测器	TLD-LiF(Mg,Cu,P)玻璃管
剂量计发放/收回	发放 170+1 个; 收回 170+8 个	收回日期	2020 年 06 月 10 日
测量环境	室温 28℃; 湿度 68%; 大气压 95kPa	测量日期	2020 年 06 月 11 日

检测结果:

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴天 数(天)	个人剂量当量 (mSv) $H_p(10)$
0014907000000	本 底	—	—	2020-03-03	92	0.18
00149072D0001	梁增奇	男	放射治疗(2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0002	吴湘阳	女	放射治疗(2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0003	常晓斌	男	放射治疗(2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0004	冯 涛	男	放射治疗(2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0005	冯 庆	男	放射治疗(2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0006	赵 臻	男	放射治疗(2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0007	刘美社	男	放射治疗(2D)	2020-03-03	92	0.02
00149072D0008	李 楠	男	放射治疗(2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0009	李德全	男	放射治疗(2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0010	白兰兰	女	放射治疗(2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0011	陈 力	男	放射治疗(2D)	2020-03-03	92	0.10
00149072D0013	王 佳	男	放射治疗(2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0014	江 攀	男	放射治疗(2D)	2020-03-03	92	0.13
00149072D0015	李 剑	男	放射治疗(2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0016	何 博	男	放射治疗(2D)	2020-03-03	92	0.10

检测结果:

共 7 页 第 2 页

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴天 数(天)	个人剂量当量 (mSv) $H_p(10)$
00149072D0017	冯 冰	男	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.06
00149072D0018	姚 婷	女	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.04
00149072D0019	屈喜梅	女	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.07
00149072D0020	唐旭宁	女	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0021	陈荣辉	男	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0022	卢世航	男	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0023	赵 强	男	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0024	李 涛	女	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.09
00149072D0025	赵 晨	男	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0026	王学敏	女	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0027	杨 迪	男	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0029	王天权	男	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0030	王天昶	男	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.11
00149072D0031	高艳梅	女	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0032	吴 磊	男	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0033	戴 震	男	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0034	张永彤	男	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.02
00149072D0035	王锋刚	男	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0036	李 量	男	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0037	袁 渊	男	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0038	陶 凯	男	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.12
00149072D0040	姚安梅	女	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.12
00149072D0041	田小飞	女	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.02
00149072D0042	王 慧	女	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.02
00149072D0044	景 卫	男	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0045	杨雪梅	女	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.19
00149072D0046	韩志红	女	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0047	王 倩	女	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0048	蔡英全	男	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0049	张智策	男	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01

检测结果:

共 7 页 第 3 页

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴天 数(天)	个人剂量当量 (mSv) $H_p(10)$
00149072D0050	刘慧娟	女	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0051	郭俊俊	女	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.13
00149072D0052	李 勤	男	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.05
00149072D0053	谢小卫	男	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0054	廖 娟	女	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0056	梁 静	女	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0058	张秀珍	男	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0060	冯海波	男	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0061	张 曦	男	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0064	赵 华	男	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0065	杨栓雀	女	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0066	张 靖	男	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0067	周 敏	女	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0068	胡丽娟	女	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0070	王 静	女	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0072	王国庆	男	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.02
00149072D0073	李东红	男	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.50
00149072D0074	贺清波	男	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0075	张 竣	男	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.03
00149072D0076	徐 静	女	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.03
00149072D0077	白丽华	女	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0078	何晓丽	女	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0079	胡 艳	女	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0081	邹红燕	女	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0082	雷 磊	男	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0083	惠 慧	女	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0084	付玉兰	女	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.17
00149072D0085	陈红梅	女	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0086	穆允凤	女	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0087	李 敏	女	放射治疗 (2D)	2020-03-03	92	0.01

检测结果:

共 7 页 第 4 页

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴天 数(天)	个人剂量当量 (mSv) $H_p(10)$
00149072D0088	付改发	男	放射治疗(2D)	2020-03-03	92	0.04
00149072D0090	雷光焰	男	放射治疗(2D)	2020-03-03	92	0.10
00149072D0091	付 民	男	放射治疗(2D)	2020-03-03	92	0.07
00149072D0093	刘 佳	男	放射治疗(2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0094	程 嵩	男	放射治疗(2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0095	吕卫东	男	放射治疗(2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0096	王 华	女	放射治疗(2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0097	张 婷	女	放射治疗(2D)	2020-03-03	92	0.03
00149072D0098	成碧荣	女	放射治疗(2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072D0099	张新伟	男	放射治疗(2D)	2020-03-03	92	0.03
00149072D0100	强 准	男	放射治疗(2D)	2020-03-03	92	0.02
00149072D0101	刘 鹏	男	放射治疗(2D)	2020-03-03	92	0.01
00149072C0102	施常备	男	核医学(2C)	2020-03-03	92	0.01
00149072C0103	许建林	男	核医学(2C)	2020-03-03	92	0.10
00149072C0104	孙 瑛	女	核医学(2C)	2020-03-03	92	0.15
00149072C0105	陈民肖	男	核医学(2C)	2020-03-03	92	0.01
00149072C0106	代艳玲	女	核医学(2C)	2020-03-03	92	0.01
00149072C0107	穆道姝	女	核医学(2C)	2020-03-03	92	0.01
00149072C0108	牛亚宁	女	核医学(2C)	2020-03-03	92	0.01
00149072C0109	平焕霞	女	核医学(2C)	2020-03-03	92	0.11
00149072C0110	李治伟	男	核医学(2C)	2020-03-03	92	0.05*
00149072C0111	丁泽恩	男	核医学(2C)	2020-03-03	92	0.01
00149072C0112	李 倩	女	核医学(2C)	2020-03-03	92	0.13
00149072C0113	刘定静	男	核医学(2C)	2020-03-03	92	0.02
00149072E0114	徐鲜艳	女	介入放射学(2E)	2020-03-03	92	0.01
00149072E0115	李朱斌	男	介入放射学(2E)	2020-03-03	92	铅衣内 0.01
00149072E0115	李朱斌	男	介入放射学(2E)	2020-03-03	92	铅衣外 0.03
00149072E0116	胡 洋	男	介入放射学(2E)	2020-03-03	92	铅衣内 0.01
00149072E0116	胡 洋	男	介入放射学(2E)	2020-03-03	92	铅衣外 0.01
00149072E0117	邱发凯	男	介入放射学(2E)	2020-03-03	92	铅衣内 0.01

检测结果:

共 7 页 第 5 页

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴天 数(天)	个人剂量当量 (mSv) $H_p(10)$
00149072E0117	邱发凯	男	介入放射学(2E)	2020-03-03	92	铅衣外 0.01
00149072E0120	穆旭东	男	介入放射学(2E)	2020-03-03	92	0.01
00149072E0121	张文娟	女	介入放射学(2E)	2020-03-03	92	0.01
00149072E0122	余国政	男	介入放射学(2E)	2020-03-03	92	铅衣内 0.01
00149072E0122	余国政	男	介入放射学(2E)	2020-03-03	92	铅衣外 0.03
00149072E0123	李晓龙	男	介入放射学(2E)	2020-03-03	92	0.01
00149072E0124	李超伟	男	介入放射学(2E)	2020-03-03	92	铅衣内 0.01
00149072E0124	李超伟	男	介入放射学(2E)	2020-03-03	92	铅衣外 0.01
00149072E0125	刘群轶	男	介入放射学(2E)	2020-03-03	92	0.01
00149072E0126	李 梅	女	介入放射学(2E)	2020-03-03	92	铅衣内 0.01
00149072E0126	李 梅	女	介入放射学(2E)	2020-03-03	92	铅衣外 0.01
00149072E0127	程 媛	女	介入放射学(2E)	2020-03-03	92	铅衣内 0.01
00149072E0127	程 媛	女	介入放射学(2E)	2020-03-03	92	铅衣外 0.01
00149072E0128	翟鹏涛	男	介入放射学(2E)	2020-03-03	92	铅衣内 0.01
00149072E0128	翟鹏涛	男	介入放射学(2E)	2020-03-03	92	铅衣外 0.01
00149072A0130	刘 瑞	男	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.05
00149072A0131	杨少锋	男	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.01
00149072A0132	冀焕梅	女	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.28
00149072A0133	李志强	男	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.01
00149072A0134	戴 强	男	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.01
00149072A0136	向天虎	男	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.01
00149072A0137	李宏娟	女	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.01
00149072A0138	闫 斌	男	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.01
00149072A0139	曹佳乐	男	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.01
00149072A0140	王 菲	女	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.01
00149072A0141	刘 谨	男	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.09
00149072A0142	刘 速	男	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.01
00149072A0144	吕宇飞	女	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.01
00149072A0146	潘历波	女	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.01
00149072A0147	李 军	男	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.01

检测结果:

共 7 页 第 6 页

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴天 数(天)	个人剂量当量 (mSv) $H_p(10)$
00149072A0148	曹冬花	女	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.01
00149072A0149	谢小玉	女	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.01
00149072A0150	李若豪	男	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.01
00149072A0151	樊 涛	男	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.01
00149072A0152	赵学武	男	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.01
00149072A0153	赵 森	男	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.02
00149072A0154	李博明	男	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.11
00149072A0155	韩 乐	男	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.08
00149072A0156	习 攀	男	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.01
00149072A0158	王 成	男	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.01
00149072A0159	王曙升	男	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.01
00149072A0160	马佳琪	女	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.07
00149072A0161	吴文安	男	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.01
00149072A0162	周 明	男	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.01
00149072A0163	梦龄婷	女	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.01
00149072A0164	许 昭	男	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.03
00149072A0167	刘德春	男	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.01
00149072A0168	刘俊丽	女	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.01
00149072A0169	张鹏闯	男	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.06
00149072A0170	吴 涛	男	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.01
00149072A0171	王 琪	女	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.01
00149072A0172	薛龙梅	女	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.01
00149072A0173	薛 娇	女	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.01
00149072A0174	邓 佳	女	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.01
00149072A0175	杨怡萍	女	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.40
00149072A0176	雷渊杰	男	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.01
00149072A0177	张 贝	女	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.10
00149072A0178	迟敏学	男	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.01
00149072A0180	刘志刚	男	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.19
00149072A0181	贾 霞	女	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.10

检测结果:

共 7 页 第 7 页

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴天 数(天)	个人剂量当量 (mSv) $H_p(10)$
00149072A0182	席儒兴	男	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.10
00149072A0183	余彦平	男	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.02
00149072A0184	张小妮	女	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.01
00149072A0185	胡小君	男	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.01
00149072A0186	杨 斌	男	诊断放射学(2A)	2020-03-03	92	0.69
—	实验室本底	—	—	—	—	0.36
00149072D0049	张智策	男	放射治疗(2D)	2019-12-03	前期	0.09
00149072D0062	车 宇	男	放射治疗(2D)	2019-12-03	前期	0.01
00149072D0063	梁 晶	女	放射治疗(2D)	2019-12-03	前期	0.01
00149072D0089	宋养荣	男	放射治疗(2D)	2019-12-03	前期	0.06
00149072D0095	吕卫东	男	放射治疗(2D)	2019-12-03	前期	0.01
00149072A0129	梁秀芬	女	诊断放射学(2A)	2019-12-03	前期	0.01
00149072A0143	邓 颖	女	诊断放射学(2A)	2019-12-03	前期	0.01

备注:

- ①本年度该测量系统的 1/2MDL 为 0.01 mSv;
 ②铅衣外个人剂量当量用于铅衣内年剂量当量接近限值时估算有效剂量使用;
 ③*为经剂量调查确定的名义剂量。

检测结果评价:

本周期个人剂量监测结果, 经核查放射工作人员个人剂量当量均未超过按 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》推算的放射工作人员季度个人剂量当量限值。

检测人: 苏小伟

2020 年 7 月 31 日

校核人: 邓西尧

2020 年 7 月 31 日

审核人: 柯 斌

2020 年 8 月 3 日

签发人: 林东生

2020 年 8 月 3 日





162721340385

有效期至2022年08月14日

个人剂量检测报告

报告编号: 第 14907-2003-140018 号

检测项目: 职业性外照射个人剂量监测

委托单位: 陕西省肿瘤医院

检测单位: 陕西新高科辐射技术有限公司

检测类别: 常规

2020年12月15日





162721340385

有效期至2022年08月14日

陕西新高科辐射技术有限公司

检 测 报 告

报告编号: 第 14907-2003-140018 号

共 8 页 第 1 页

样品受理编号: 2020-14-0018

委托单位	陕西省肿瘤医院	委托单位编号	14907
检测单位	陕西新高科辐射技术有限公司	检测单位代码	91610103MA6U6DMF64
检测项目	职业性外照射个人剂量监测	检测方法	热释光法
检测/评价依据	GBZ128-2019《职业性外照射个人监测规范》/GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》		
检测室	个人剂量监测室	检测类别	常规
检测仪器名称/型号/编号	热释光剂量仪/RGD-3D/SC1905029	探测器	TLD-LiF(Mg,Cu,P)玻璃管
剂量计发放/收回	发放 180+1 个; 收回 180+4 个	收回日期	2020 年 09 月 14 日
测量环境	室温 26℃; 湿度 58%; 大气压 96kPa	测量日期	2020 年 09 月 15 日

检测结果:

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴 时间	个人剂量当量 (mSv) $H_p(10)$
0014907000000	本 底	—	—	2020-06-03	3 个月	0.40
00149072D0001	梁增奇	男	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.08
00149072D0002	吴湘阳	女	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.11
00149072D0003	常晓斌	男	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.01
00149072D0004	冯 涛	男	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.01
00149072D0005	冯 庆	男	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.12
00149072D0006	赵 臻	男	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.06
00149072D0007	刘美社	男	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.13
00149072D0008	李 楠	男	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.15
00149072D0009	李德全	男	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.03
00149072D0010	白兰兰	女	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.13
00149072D0011	陈 力	男	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.08
00149072D0012	张 坤	男	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.08
00149072D0013	王 佳	男	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.12
00149072D0014	江 攀	男	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.10
00149072D0015	李 剑	男	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.12

检测结果:

共 8 页 第 2 页

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴 时间	个人剂量当量 (mSv) $H_p(10)$
00149072D0016	何 博	男	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.16
00149072D0017	冯 冰	男	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.14
00149072D0018	姚 婷	女	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.07
00149072D0019	屈喜梅	女	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.01
00149072D0020	唐旭宁	女	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.10
00149072D0021	陈荣辉	男	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.10
00149072D0022	卢世航	男	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.11
00149072D0023	赵 强	男	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.01
00149072D0024	李 涛	女	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.13
00149072D0025	赵 晨	男	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.17
00149072D0026	王学敏	女	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.01
00149072D0027	杨 迪	男	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.06
00149072D0028	刘秋芳	女	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.05
00149072D0030	王天昶	男	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.11
00149072D0031	高艳梅	女	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.13
00149072D0032	吴 磊	男	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.06
00149072D0033	戴 震	男	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.10
00149072D0034	张永彤	男	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.12
00149072D0035	王锋刚	男	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.12
00149072D0036	李 量	男	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.12
00149072D0037	袁 渊	男	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.14
00149072D0038	陶 凯	男	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.11
00149072D0040	姚安梅	女	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.15
00149072D0041	田小飞	女	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.10
00149072D0042	王 慧	女	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.07
00149072D0043	王 平	女	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.11
00149072D0044	景 卫	男	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.08
00149072D0046	韩志红	女	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.13
00149072D0047	王 倩	女	放射治疗 (2D)	2020-06-03	3 个月	0.10

检测结果:

共 8 页 第 3 页

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴 时间	个人剂量当量 (mSv) $H_p(10)$
00149072D0048	蔡英全	男	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.07
00149072D0049	张智策	男	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.09
00149072D0050	刘慧娟	女	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.12
00149072D0051	郭俊俊	女	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.09
00149072D0052	李 勤	男	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.05
00149072D0053	谢小卫	男	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.10
00149072D0055	赵 金	女	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.43
00149072D0056	梁 静	女	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.15
00149072D0057	闫 涛	女	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.06
00149072D0058	张秀珍	男	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.12
00149072D0060	冯海波	男	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.07
00149072D0061	张 曦	男	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.13
00149072D0062	车 宇	男	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.04
00149072D0063	梁 晶	女	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.07
00149072D0064	赵 华	男	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.16
00149072D0066	张 靖	男	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.11
00149072D0067	周 敏	女	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.12
00149072D0068	胡丽娟	女	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.10
00149072D0070	王 静	女	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.10
00149072D0072	王国庆	男	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.13
00149072D0073	李东红	男	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.21
00149072D0074	贺清波	男	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.05
00149072D0075	张 竣	男	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.07
00149072D0076	徐 静	女	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.11
00149072D0077	白丽华	女	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.13
00149072D0078	何晓丽	女	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.10
00149072D0079	胡 艳	女	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.06
00149072D0081	邹红燕	女	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.10
00149072D0082	雷 磊	男	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.15

检测结果:

共 8 页 第 4 页

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴 时间	个人剂量当量 (mSv) $H_p(10)$
00149072D0083	惠 慧	女	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.11
00149072D0084	付玉兰	女	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.09
00149072D0085	陈红梅	女	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.12
00149072D0086	穆允凤	女	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.07
00149072D0087	李 敏	女	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.01
00149072D0088	付改发	男	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.12
00149072D0089	宋养荣	男	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.08
00149072D0090	雷光焰	男	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.17
00149072D0093	刘 佳	男	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.08
00149072D0094	程 嵩	男	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.05
00149072D0095	吕卫东	男	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.13
00149072D0096	王 华	女	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.14
00149072D0097	张 婷	女	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.13
00149072D0098	成碧荣	女	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.12
00149072D0099	张新伟	男	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.13
00149072D0100	强 准	男	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.06
00149072D0101	刘 鹏	男	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.13
00149072C0102	施常备	男	核医学(2C)	2020-06-03	3 个月	0.09
00149072C0103	许建林	男	核医学(2C)	2020-06-03	3 个月	0.17
00149072C0104	孙 瑛	女	核医学(2C)	2020-06-03	3 个月	0.10
00149072C0105	陈民肖	男	核医学(2C)	2020-06-03	3 个月	0.11
00149072C0106	代艳玲	女	核医学(2C)	2020-06-03	3 个月	0.13
00149072C0108	牛亚宁	女	核医学(2C)	2020-06-03	3 个月	0.04
00149072C0109	平焕霞	女	核医学(2C)	2020-06-03	3 个月	0.45
00149072C0110	李治伟	男	核医学(2C)	2020-06-03	3 个月	0.11*
00149072C0111	丁泽恩	男	核医学(2C)	2020-06-03	3 个月	0.09
00149072C0112	李 倩	女	核医学(2C)	2020-06-03	3 个月	0.12
00149072C0113	刘定静	男	核医学(2C)	2020-06-03	3 个月	0.12
00149072E0114	徐鲜艳	女	介入放射学(2E)	2020-06-03	3 个月	0.13

检测结果:

共 8 页 第 5 页

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴 时间	个人剂量当量 (mSv) $H_p(10)$
00149072E0115	李朱斌	男	介入放射学(2E)	2020-06-03	3 个月	铅衣内 0.03
00149072E0115	李朱斌	男	介入放射学(2E)	2020-06-03	3 个月	铅衣外 0.06
00149072E0116	胡 洋	男	介入放射学(2E)	2020-06-03	3 个月	铅衣内 0.04
00149072E0116	胡 洋	男	介入放射学(2E)	2020-06-03	3 个月	铅衣外 0.04
00149072E0117	邱发凯	男	介入放射学(2E)	2020-06-03	3 个月	铅衣内 0.01
00149072E0117	邱发凯	男	介入放射学(2E)	2020-06-03	3 个月	铅衣外 0.04
00149072E0120	穆旭东	男	介入放射学(2E)	2020-06-03	3 个月	0.01
00149072E0121	张文娟	女	介入放射学(2E)	2020-06-03	3 个月	0.19
00149072E0122	余国政	男	介入放射学(2E)	2020-06-03	3 个月	铅衣内 0.01
00149072E0122	余国政	男	介入放射学(2E)	2020-06-03	3 个月	铅衣外 0.05
00149072E0123	李晓龙	男	介入放射学(2E)	2020-06-03	3 个月	0.01
00149072E0124	李超伟	男	介入放射学(2E)	2020-06-03	3 个月	铅衣内 0.05
00149072E0124	李超伟	男	介入放射学(2E)	2020-06-03	3 个月	铅衣外 0.06
00149072E0125	刘群轶	男	介入放射学(2E)	2020-06-03	3 个月	铅衣内 0.04
00149072E0125	刘群轶	男	介入放射学(2E)	2020-06-03	3 个月	铅衣外 0.09
00149072E0126	李 梅	女	介入放射学(2E)	2020-06-03	3 个月	铅衣内 0.02
00149072E0126	李 梅	女	介入放射学(2E)	2020-06-03	3 个月	铅衣外 0.02
00149072E0127	程 媛	女	介入放射学(2E)	2020-06-03	3 个月	铅衣内 0.01
00149072E0127	程 媛	女	介入放射学(2E)	2020-06-03	3 个月	铅衣外 0.04
00149072E0128	翟鹏涛	男	介入放射学(2E)	2020-06-03	3 个月	铅衣内 0.01
00149072E0128	翟鹏涛	男	介入放射学(2E)	2020-06-03	3 个月	铅衣外 0.03
00149072A0129	梁秀芬	女	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.09
00149072A0130	刘 瑞	男	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.06
00149072A0131	杨少锋	男	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.14
00149072A0132	冀焕梅	女	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.11
00149072A0133	李志强	男	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.06
00149072A0134	戴 强	男	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.07
00149072A0135	刘小春	女	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.02
00149072A0136	向天虎	男	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.06

检测结果:

共 8 页 第 6 页

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴 时间	个人剂量当量 (mSv) $H_p(10)$
00149072A0137	李宏娟	女	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.09
00149072A0138	闫 斌	男	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.13
00149072A0139	曹佳乐	男	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.18
00149072A0140	王 菲	女	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.08
00149072A0141	刘 谨	男	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.13
00149072A0143	邓 颖	女	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.05
00149072A0144	吕宇飞	女	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.04
00149072A0145	张 毅	女	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.40
00149072A0146	潘历波	女	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.09
00149072A0147	李 军	男	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.12
00149072A0148	曹冬花	女	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.09
00149072A0149	谢小玉	女	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.01
00149072A0150	李若豪	男	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.06
00149072A0151	樊 涛	男	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.11
00149072A0152	赵学武	男	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.05
00149072A0153	赵 森	男	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.06
00149072A0154	李博明	男	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.01
00149072A0155	韩 乐	男	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.12
00149072A0156	习 攀	男	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.16
00149072A0157	樊维民	男	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.21
00149072A0158	王 成	男	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.13
00149072A0159	王曙升	男	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.11
00149072A0160	马佳琪	女	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.11
00149072A0161	吴文安	男	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.13
00149072A0162	周 明	男	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.06
00149072A0163	梦龄婷	女	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.13
00149072A0164	许 昭	男	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.12
00149072A0167	刘德春	男	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.10
00149072A0168	刘俊丽	女	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.09

检测结果:

共 8 页 第 7 页

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴 时间	个人剂量当量 (mSv) $H_p(10)$
00149072A0169	张鹏闯	男	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.08
00149072A0170	吴 涛	男	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.10
00149072A0172	薛龙梅	女	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.06
00149072A0173	薛 娇	女	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.06
00149072A0174	邓 佳	女	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.01
00149072A0175	杨怡萍	女	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.01
00149072A0176	雷渊杰	男	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.01
00149072A0178	迟敏学	男	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.01
00149072A0181	贾 霞	女	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.05
00149072A0182	席儒兴	男	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.01
00149072A0183	余彦平	男	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.11
00149072A0184	张小妮	女	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.15
00149072D0187	邵 帅	男	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.08
00149072D0188	傅神波	男	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.79
00149072D0189	李元龙	男	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.01
00149072D0190	张豆豆	女	放射治疗(2D)	2020-06-03	3 个月	0.14
00149072E0191	孟君琦	女	介入放射学(2E)	2020-06-03	3 个月	0.23
00149072A0192	马 晶	女	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.04
00149072A0193	严 明	男	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.01
00149072A0194	罗锦文	女	诊断放射学(2A)	2020-06-03	3 个月	0.08
—	实验室本底	—	—	2020-03-03	—	0.56
00149072D0189	李元龙	男	放射治疗(2D)	2020-03-03	前期	0.32
00149072E0166	侯爱东	男	介入放射学(2E)	2020-03-03	前期	0.64
00149072E0191	孟君琦	女	介入放射学(2E)	2020-03-03	前期	0.93

备注:

①本年度该测量系统的 1/2MDL 为 0.01 mSv;

②铅衣外个人剂量当量用于铅衣内年剂量当量接近限值时估算有效剂量使用;

③*为经剂量调查确定的名义剂量。

检测结果评价:

共 8 页 第 8 页

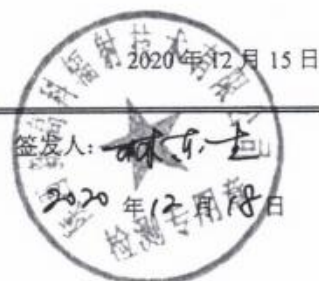
本周期个人剂量监测结果, 经核查放射工作人员个人剂量当量均未超过按 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》推算的放射工作人员季度个人剂量当量限值。

(以下空白)

检测人: 苏怡
2020 年 12 月 15 日

校核人: 邓亚兰
2020 年 12 月 15 日

审核人: 何明
2020 年 12 月 17 日





162721340385

有效期至2022年08月14日

个人剂量检测报告

报告编号：第 14907-2004-140027 号

检测项目：职业性外照射个人剂量监测

委托单位：陕西省肿瘤医院

检测单位：陕西新高科辐射技术有限公司

检测类别：常规





162721340385

有效期至2022年08月14日

陕西新高科辐射技术有限公司

检测报告

报告编号: 第 14907-2004-140027 号

样品受理编号: 2020-14-0027

共 7 页 第 1 页

委托单位	陕西省肿瘤医院	委托单位编号	14907
检测单位	陕西新高科辐射技术有限公司	检测单位代码	91610103MA6U6DMF64
检测项目	职业性外照射个人剂量监测	检测方法	热释光法
检测/评价依据	GBZ128-2019《职业性外照射个人监测规范》/GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》		
检测室	个人剂量监测室	检测类别	常规
检测仪器名称/型号/编号	热释光剂量仪/RGD-3D/SC1905029	探测器	TLD-LiF(Mg,Cu,P)玻璃管
剂量计发放/收回	发放 172+1 个; 收回 171+7 个	收回日期	2020 年 12 月 12 日
测量环境	室温 22℃; 湿度 40%; 大气压 97kPa	测量日期	2020 年 12 月 12 日

检测结果:

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴 时间	个人剂量当量 (mSv) $H_p(10)$
0014907000000	本底	—	—	2020-09-03	3 个月	0.37
00149072D0001	梁增奇	男	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.13
00149072D0003	常晓斌	男	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.01
00149072D0004	冯涛	男	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.03
00149072D0005	冯庆	男	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.11
00149072D0006	赵臻	男	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.05
00149072D0007	刘美社	男	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.05
00149072D0008	李楠	男	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.08
00149072D0009	李德全	男	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.14
00149072D0010	白兰兰	女	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.12
00149072D0011	陈力	男	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.06
00149072D0013	王佳	男	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.12
00149072D0014	江攀	男	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.10
00149072D0015	李剑	男	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.14
00149072D0016	何博	男	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.12
00149072D0018	姚婷	女	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.01

检测结果:

共 7 页 第 2 页

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴 时间	个人剂量当量 (mSv) $H_p(10)$
00149072D0019	屈喜梅	女	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.03
00149072D0020	唐旭宁	女	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.14
00149072D0021	陈荣辉	男	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.08
00149072D0022	卢世航	男	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.06
00149072D0023	赵 强	男	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.01
00149072D0024	李 涛	女	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.10
00149072D0025	赵 晨	男	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.05
00149072D0026	王学敏	女	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.04
00149072D0027	杨 迪	男	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.01
00149072D0030	王天昶	男	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.07
00149072D0031	高艳梅	女	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.11
00149072D0032	吴 磊	男	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.08
00149072D0033	戴 震	男	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.01
00149072D0034	张永彤	男	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.10
00149072D0035	王锋刚	男	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.01
00149072D0036	李 量	男	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.03
00149072D0037	袁 渊	男	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.09
00149072D0038	陶 凯	男	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.12
00149072D0040	姚安梅	女	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.15
00149072D0041	田小飞	女	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.06
00149072D0042	王 慧	女	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.11
00149072D0043	王 平	女	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.04
00149072D0044	景 卫	男	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.05
00149072D0045	杨雪梅	女	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.09
00149072D0046	韩志红	女	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.14
00149072D0047	王 倩	女	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.09
00149072D0048	蔡英全	男	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.11
00149072D0049	张智策	男	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.10
00149072D0050	刘慧娟	女	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.11

检测结果:

共 7 页 第 3 页

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴 时间	个人剂量当量 (mSv) $H_p(10)$
00149072D0051	郭俊俊	女	放射治疗(2D)	2020-09-03	3 个月	0.05
00149072D0052	李 勤	男	放射治疗(2D)	2020-09-03	3 个月	0.10
00149072D0053	谢小卫	男	放射治疗(2D)	2020-09-03	3 个月	0.06
00149072D0054	廖 娟	女	放射治疗(2D)	2020-09-03	3 个月	0.06
00149072D0056	梁 静	女	放射治疗(2D)	2020-09-03	3 个月	0.12
00149072D0058	张秀珍	男	放射治疗(2D)	2020-09-03	3 个月	0.10
00149072D0059	孙 萍	女	放射治疗(2D)	2020-09-03	3 个月	0.05
00149072D0061	张 曦	男	放射治疗(2D)	2020-09-03	3 个月	0.11
00149072D0062	车 宇	男	放射治疗(2D)	2020-09-03	3 个月	0.05
00149072D0064	赵 华	男	放射治疗(2D)	2020-09-03	3 个月	0.11
00149072D0065	杨栓雀	女	放射治疗(2D)	2020-09-03	3 个月	0.12
00149072D0066	张 靖	男	放射治疗(2D)	2020-09-03	3 个月	0.04
00149072D0067	周 敏	女	放射治疗(2D)	2020-09-03	3 个月	0.14
00149072D0068	胡丽娟	女	放射治疗(2D)	2020-09-03	3 个月	0.07
00149072D0070	王 静	女	放射治疗(2D)	2020-09-03	3 个月	0.01
00149072D0071	赵西侠	女	放射治疗(2D)	2020-09-03	3 个月	0.10
00149072D0074	贺清波	男	放射治疗(2D)	2020-09-03	3 个月	0.03
00149072D0075	张 竣	男	放射治疗(2D)	2020-09-03	3 个月	0.09
00149072D0076	徐 静	女	放射治疗(2D)	2020-09-03	3 个月	0.11
00149072D0078	何晓丽	女	放射治疗(2D)	2020-09-03	3 个月	0.07
00149072D0079	胡 艳	女	放射治疗(2D)	2020-09-03	3 个月	0.12
00149072D0081	邹红燕	女	放射治疗(2D)	2020-09-03	3 个月	0.01
00149072D0082	雷 磊	男	放射治疗(2D)	2020-09-03	3 个月	0.10
00149072D0083	惠 慧	女	放射治疗(2D)	2020-09-03	3 个月	0.13
00149072D0084	付玉兰	女	放射治疗(2D)	2020-09-03	3 个月	0.08
00149072D0085	陈红梅	女	放射治疗(2D)	2020-09-03	3 个月	0.10
00149072D0087	李 敏	女	放射治疗(2D)	2020-09-03	3 个月	0.08
00149072D0088	付改发	男	放射治疗(2D)	2020-09-03	3 个月	0.10
00149072D0090	雷光焰	男	放射治疗(2D)	2020-09-03	3 个月	0.05

检测结果:

共 7 页 第 4 页

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴 时间	个人剂量当量 (mSv) $H_p(10)$
00149072D0091	付 民	男	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.01
00149072D0092	高 巍	男	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.03
00149072D0093	刘 佳	男	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.07
00149072D0094	程 嵩	男	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.04
00149072D0095	吕卫东	男	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.11
00149072D0096	王 华	女	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.05
00149072D0097	张 婷	女	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.11
00149072D0099	张新伟	男	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.08
00149072D0100	强 准	男	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.08
00149072D0101	刘 鹏	男	放射治疗 (2D)	2020-09-03	3 个月	0.07
00149072C0102	施常备	男	核医学 (2C)	2020-09-03	3 个月	0.09
00149072C0103	许建林	男	核医学 (2C)	2020-09-03	3 个月	0.07
00149072C0104	孙 瑛	女	核医学 (2C)	2020-09-03	3 个月	0.11
00149072C0105	陈民肖	男	核医学 (2C)	2020-09-03	3 个月	0.01
00149072C0106	代艳玲	女	核医学 (2C)	2020-09-03	3 个月	0.16
00149072C0108	牛亚宁	女	核医学 (2C)	2020-09-03	3 个月	0.07
00149072C0109	平焕霞	女	核医学 (2C)	2020-09-03	3 个月	2.26
00149072C0110	李治伟	男	核医学 (2C)	2020-09-03	3 个月	0.14
00149072C0111	丁泽恩	男	核医学 (2C)	2020-09-03	3 个月	0.03
00149072C0112	李 倩	女	核医学 (2C)	2020-09-03	3 个月	0.06
00149072C0113	刘定静	男	核医学 (2C)	2020-09-03	3 个月	0.09
00149072E0114	徐鲜艳	女	介入放射学 (2E)	2020-09-03	3 个月	铅衣内 0.01
00149072E0114	徐鲜艳	女	介入放射学 (2E)	2020-09-03	3 个月	铅衣外 0.12
00149072E0115	李朱斌	男	介入放射学 (2E)	2020-09-03	3 个月	铅衣内 0.01
00149072E0115	李朱斌	男	介入放射学 (2E)	2020-09-03	3 个月	铅衣外 0.03
00149072E0116	胡 洋	男	介入放射学 (2E)	2020-09-03	3 个月	铅衣内 0.01
00149072E0116	胡 洋	男	介入放射学 (2E)	2020-09-03	3 个月	铅衣外 0.01
00149072E0117	邱发凯	男	介入放射学 (2E)	2020-09-03	3 个月	铅衣内 0.01
00149072E0117	邱发凯	男	介入放射学 (2E)	2020-09-03	3 个月	铅衣外 0.09

检测结果:

共 7 页 第 5 页

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴 时间	个人剂量当量 (mSv) $H_p(10)$
00149072C0119	田朝花	女	核医学(2C)	2020-09-03	3 个月	0.01
00149072E0120	穆旭东	男	介入放射学(2E)	2020-09-03	3 个月	0.04
00149072E0121	张文娟	女	介入放射学(2E)	2020-09-03	3 个月	0.01
00149072E0122	余国政	男	介入放射学(2E)	2020-09-03	3 个月	铅衣内 0.01
00149072E0122	余国政	男	介入放射学(2E)	2020-09-03	3 个月	铅衣外 0.01
00149072E0123	李晓龙	男	介入放射学(2E)	2020-09-03	3 个月	0.01
00149072E0124	李超伟	男	介入放射学(2E)	2020-09-03	3 个月	铅衣内 0.01
00149072E0124	李超伟	男	介入放射学(2E)	2020-09-03	3 个月	铅衣外 0.02
00149072E0125	刘群轶	男	介入放射学(2E)	2020-09-03	3 个月	铅衣内 0.01
00149072E0125	刘群轶	男	介入放射学(2E)	2020-09-03	3 个月	铅衣外 0.03
00149072E0126	李 梅	女	介入放射学(2E)	2020-09-03	3 个月	铅衣内 0.01
00149072E0126	李 梅	女	介入放射学(2E)	2020-09-03	3 个月	铅衣外 0.01
00149072E0127	程 媛	女	介入放射学(2E)	2020-09-03	3 个月	0.01
00149072E0128	翟鹏涛	男	介入放射学(2E)	2020-09-03	3 个月	铅衣内 0.01
00149072E0128	翟鹏涛	男	介入放射学(2E)	2020-09-03	3 个月	铅衣外 0.04
00149072A0130	刘 瑞	男	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.10
00149072A0131	杨少锋	男	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.05
00149072A0133	李志强	男	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.02
00149072A0134	戴 强	男	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.01
00149072A0135	刘小春	女	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.08
00149072A0136	向天虎	男	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.01
00149072A0137	李宏娟	女	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.02
00149072A0138	闫 斌	男	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.05*
00149072A0139	曹佳乐	男	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.08
00149072A0140	王 菲	女	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.10
00149072A0141	刘 谨	男	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.06
00149072A0142	刘 速	男	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.05
00149072A0143	邓 颖	女	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.01
00149072A0145	张 毅	女	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.01

检测结果:

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴 时间	个人剂量当量 (mSv) $H_p(10)$
00149072A0146	潘历波	女	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.03
00149072A0147	李 军	男	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.03
00149072A0148	曹冬花	女	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.07
00149072A0149	谢小玉	女	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.04
00149072A0150	李若豪	男	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.07
00149072A0151	樊 涛	男	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.03
00149072A0152	赵学武	男	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.01
00149072A0153	赵 森	男	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.01
00149072A0156	习 攀	男	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.11
00149072A0158	王 成	男	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.10
00149072A0159	王曙升	男	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.10
00149072A0161	吴文安	男	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.13
00149072A0162	周 明	男	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.09
00149072A0163	梦龄婷	女	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.09
00149072A0164	许 昭	男	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.09
00149072A0167	刘德春	男	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.09
00149072A0168	刘俊丽	女	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.10
00149072A0169	张鹏闯	男	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.08
00149072A0172	薛龙梅	女	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.01
00149072A0173	薛 娇	女	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.01
00149072D0174	邓 佳	女	放射治疗(2D)	2020-09-03	3 个月	0.01
00149072A0175	杨怡萍	女	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.09
00149072A0176	雷渊杰	男	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.03
00149072A0177	张 贝	女	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.01
00149072A0178	迟敏学	男	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.01
00149072A0181	贾 霞	女	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.01
00149072D0182	席儒兴	男	放射治疗(2D)	2020-09-03	3 个月	0.05
00149072D0183	余彦平	男	放射治疗(2D)	2020-09-03	3 个月	0.03
00149072A0184	张小妮	女	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.10

检测结果:

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴 时间	个人剂量当量 (mSv) $H_p(10)$
00149072A0185	胡晓君	男	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.01
00149072A0186	杨 斌	男	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.09
00149072D0187	邵 帅	男	放射治疗(2D)	2020-09-03	3 个月	0.09
00149072D0188	傅神波	男	放射治疗(2D)	2020-09-03	3 个月	0.01
00149072D0190	张豆豆	女	放射治疗(2D)	2020-09-03	3 个月	0.07
00149072A0192	马 晶	女	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.01
00149072A0193	严 明	男	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.02
00149072A0194	罗锦文	女	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.07
00149072D0195	李小龙	男	放射治疗(2D)	2020-09-03	3 个月	0.04
00149072A0196	张红星	男	诊断放射学(2A)	2020-09-03	3 个月	0.70
0014907000197	空白 1	—	—	2020-09-03	3 个月	0.09
0014907000198	空白 2	—	—	2020-09-03	3 个月	0.09
—	实验室本底	—	—	2020-06-03	—	0.53
00009072D0059	孙 萍	女	放射治疗(2D)	2020-06-03	前期	0.19
00009072D0091	付 民	男	放射治疗(2D)	2020-06-03	前期	0.25
00009072D0092	高 巍	男	放射治疗(2D)	2020-06-03	前期	0.16
00009072A0186	杨 斌	男	诊断放射学(2A)	2020-06-03	前期	0.20
00009072A0199	翟振波	男	诊断放射学(2A)	2020-06-03	前期	0.75
—	实验室本底	—	—	2020-03-03	—	0.55
00009072D0028	刘秋芳	女	放射治疗(2D)	2020-03-03	前期	0.51

备注:

- ①本年度该测量系统的 1/2MDL 为 0.01 mSv;
 ②铅衣外个人剂量当量用于铅衣内年剂量当量接近限值时估算有效剂量使用;
 ③因剂量计丢失,故*为经剂量推算确定的名义剂量。

检测结果评价:

本周期个人剂量监测结果,放射工作人员个人剂量当量均未超过按 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》推算的放射工作人员季度个人剂量当量限值。平焕霞个人剂量当量稍高(≥ 1.25 mSv/季度), 请注意防护。

检测人:

2020 年 12 月 16 日

校核人:

2020 年 12 月 16 日

审核人:

2020 年 12 月 18 日

签发人:

2020 年 12 月 18 日



附件 7 医院现有辐射工作场所放射防护监测报告



检 测 报 告

报告编号: FHJC-SXGK-002020157

项目名称: 放射工作场所辐射防护检测

委托单位: 陕西省肿瘤医院

检测类别: 委托检测

报告日期: 2020 年 11 月 6 日

陕西新高科辐射技术有限公司



放射工作场所辐射防护检测报告

委托单位： 陕西省肿瘤医院

检测单位： 陕西新高科辐射技术有限公司

地 址： 西安市雁塔区雁塔西路 309 号

地 址： 西安市碑林区雁塔中路 19 号鹏博大厦 A 座 701 室

邮 编： 710061

邮 编： 710054

联系人： 李志强

证书编号： (陕)放卫技字(2018)第 001 号

电 话： 13609253709

电 话： 029-85366621/85366629

一、检测内容

受陕西省肿瘤医院委托，对该院下述射线装置进行了工作场所环境辐射水平年度检测。

射线装置信息见表 1-1。

表 1-1 射线装置信息表

序号	装置名称	型 号	设备编号	生产厂家	装置类型
1	DSA 机	Integris Allura	02100008	飞利浦医疗器械有限公司	II 类
2	CT 机①	Revolution CT	REVCV1800031CN	通用电气医疗系统有限公司	III 类
3	CT 机②	SOMATOM Definition AS	66108	西门子医疗器械有限公司	III 类
4	模拟定位 CT 机	Brilliance CT BigBore	—	飞利浦医疗器械有限公司	III 类
5	DR 机	Digital Diagnost 3	16010059	飞利浦医疗器械有限公司	III 类
6	移动 DR 机	iDR5500A	AE11017090336	河南柏斯生物科技有限公司	III 类
7	数字胃肠机	EXAVISTA	GE00050116	株式会社日立医疗器械	III 类
8	乳腺机①	ASY-00676	194031012434	美国 Hologic	III 类
9	乳腺机②	Selenia Dimensions	SDM170200106	美国 Hologic	III 类

二、检测仪器及模体

表 2-1 检测仪器信息

检测仪器 名称、型号、编号	测量范围	检定/校准 单位	证书编号	证书有效期
X、 γ 辐射剂量当量率仪 AT 1123-55627	0.05 μ Sv/h~ 10Sv/h	中国计量科学 研究院	DLj12020- 05276	2020.7~2021.7

检测模体:

- (1) RTI 型 CT 剂量体模;
- (2) 300mm $\times$ 300mm $\times$ 200mm 标准水模;
- (3) 300mm $\times$ 300mm $\times$ 1.5mm 铜板;
- (4) 乳腺防护检测专用模体。

三、检测时间、地点

检测时间: 2020 年 10 月 20 日、10 月 28 日和 10 月 30 日;

检测地点: 陕西省肿瘤医院。

四、检测点位的选取

机房的人员门、观察窗、机房屏蔽墙外、邻室、机房楼上及其它关注点。距墙体、门、窗表面 30 cm; 顶棚上方(楼上)距顶棚地面 100 cm, 机房地面下方(楼下)距楼下地面 170 cm。其他关注点。移动 DR 机工作场所的放射工作人员操作位及距机头 1m、2m、3m 处。

五、检测和评价依据

检测依据:

《辐射环境监测技术规范》, HJ/T61-2001。

评价依据:

- (1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》, GB18871-2002;
- (2) 《放射诊断放射防护要求》, GBZ130-2020;

表 5-1 放射工作场所辐射剂量限值要求

项 目	工作人员	公众关键人群组成员
剂量限值	连续五年的年平均有效剂量不超过 20mSv，且任何一年有效剂量不超过 50mSv。	年有效剂量 1mSv；但连续五年的年平均有效剂量不超过 1mSv 时，某一单一年可为 5mSv。
周围剂量当量率控制水平	1. 具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时，机房屏蔽体外 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$； 2. CT 机、乳腺摄影机房外的周围剂量当量率应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$； 3. 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于 $25 \mu\text{Sv/h}$，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于 0.25 mSv。	

六、检测结果

（见下页）

表 6-1 DSA 机房检测结果

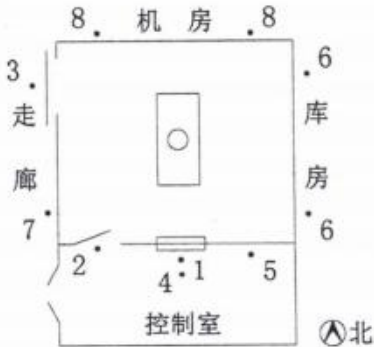
基本情况	规格型号	Integris Allura		检测地点	介入手术室	
	生产厂家	飞利浦医疗器械有限公司		设备编号	02100008	
	警示标志	有		状态指示灯	有，亮	
检测结果	检测点	检测位置	周围剂量当量率 $\mu\text{Sv/h}$	检测点	检测位置	周围剂量当量率 $\mu\text{Sv/h}$
	1	观察窗中心	0.14	3	受检者门中心	0.15
		观察窗上缝	0.14		受检者门上缝	0.16
		观察窗下缝	0.14		受检者门下缝	0.15
		观察窗左缝	0.14		受检者门左缝	0.20
		观察窗右缝	0.14		受检者门右缝	0.16
	2	工作人员门中心	0.14	4	操作位	0.16
		工作人员门上缝	0.14	5	控制室墙面	0.15
		工作人员门下缝	0.14	6	东墙外（库房）	0.16
		工作人员门左缝	0.14	7	西墙外（走廊）	0.15
		工作人员门右缝	0.14	8	北墙外（机房）	0.14
	—	控制室线沟	0.15	—	机房楼下（检测室）	0.15
	—	机房楼上（诊室）	0.17	—	机房楼下（实验室）	0.15
	1. 检测条件：电压 105kV，电流 17mA，出束时间 20s；					
	2. 表中数据未扣除本底，仪器本底示值 $\times k_t$ ：0.139~0.155 $\mu\text{Sv/h}$ 。					
现场照片				检测点位图		

表 6-1 CT①机房检测结果

基本情况	规格型号	Revolution CT		检测地点	检查室 2	
	生产厂家	通用电气医疗系统有限公司		设备编号	REVCV1800031CN	
	警示标志	有		状态指示灯	有, 亮	
检测结果	检测点	检测位置	周围剂量当量率 $\mu\text{Sv/h}$	检测点	检测位置	周围剂量当量率 $\mu\text{Sv/h}$
	1	观察窗中心	0.09	3	人员门中心	0.12
		观察窗上缝	0.09		人员门上缝	0.12
		观察窗下缝	0.10		人员门下缝	0.12
		观察窗左缝	0.09		人员门左缝	0.12
		观察窗右缝	0.10		人员门右缝	0.12
	2	操作位	0.12	4	控制室墙面	0.13
	—	机房楼上 (ICU)	0.13	5	东邻 (值班室)	0.12
	—	机房楼下 (药房)	0.13	6	北墙外 (走廊)	0.13
	—	控制室线沟	0.12	7	北墙上 (配电箱)	0.13
	1. 检测条件: 电压 120kV, 管电流时间积 250mAs; 2. 表中数据未扣除本底, 仪器本底示值 $\times k_x$: 0.089~0.140 $\mu\text{Sv/h}$ 。					
现场照片				检测点位图 		

表 6-3 CT②机房检测结果

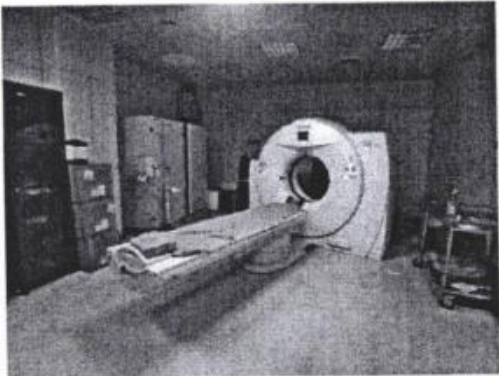
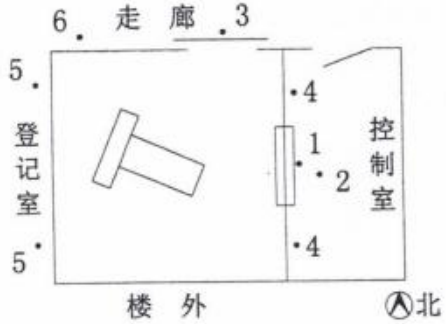
基本情况	规格型号	SOMATOM Definition AS		检测地点	检查室 1	
	生产厂家	西门子医疗器械有限公司		设备编号	66108	
	警示标志	有		状态指示灯	有，亮	
检测结果	检测点	检测位置	周围剂量当量率 $\mu\text{Sv/h}$	检测点	检测位置	周围剂量当量率 $\mu\text{Sv/h}$
	1	观察窗中心	0.10	3	人员门中心	0.10
		观察窗上缝	0.10		人员门上缝	0.09
		观察窗下缝	0.10		人员门下缝	0.33
		观察窗左缝	0.10		人员门左缝	0.10
		观察窗右缝	0.10		人员门右缝	0.10
	2	操作位	0.10	4	控制室墙面	0.12
	—	机房楼上 (ICU)	0.13	5	西邻 (登记室)	0.12
	—	机房楼下 (药房)	0.13	6	北墙外 (走廊)	0.12
	—	控制室线沟	0.13	—	—	—
	1. 检测条件: 电压 120kV, 管电流时间积 320mAs;					
	2. 表中数据未扣除本底, 仪器本底示值 $\times k_r$: 0.089~0.123 $\mu\text{Sv/h}$ 。					
现场照片				检测点位图		

表 6-4 模拟定位 CT 机房检测结果

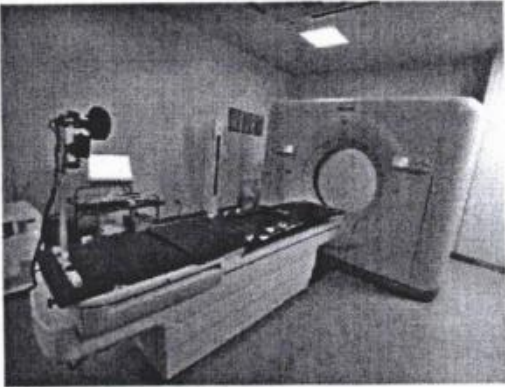
基本情况	规格型号	Brilliance CT BigBore		检测地点	CT 定位室	
	生产厂家	飞利浦医疗器械有限公司		设备用途	诊断摄影	
	警示标志	有		状态指示灯	有, 亮	
检测结果	检测点	检测位置	周围剂量当量率 $\mu\text{Sv/h}$	检测点	检测位置	周围剂量当量率 $\mu\text{Sv/h}$
	1	观察窗中心	0.16	4	人员门中缝	0.15
		观察窗上缝	0.15		人员门上缝	0.15
		观察窗下缝	0.15		人员门下缝	0.15
		观察窗左缝	0.16		人员门左缝	0.16
		观察窗右缝	0.15		人员门右缝	0.15
	2	操作位	0.16	5	东邻(制模室)	0.15
	3	控制室墙面	0.15	6	西邻(模拟定位室)	0.15
	—	控制室线沟	0.16	—	—	—
	1. 检测条件: 电压 120kV, 管电流时间积 150mAs;					
	2. 表中数据未扣除本底, 仪器本底示值 $\times k_x$: 0.139~0.154 $\mu\text{Sv/h}$ 。					
现场照片				检测点位图		

表 6-5 DR 机房检测结果

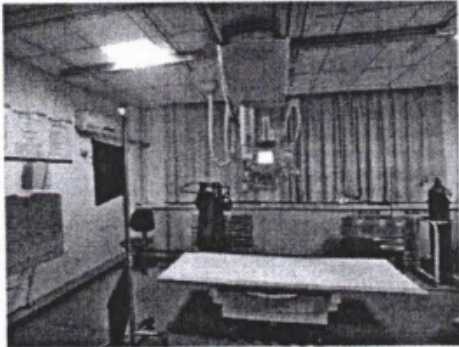
基本情况	规格型号		Digital Diagnost 3		检测地点		放射 2 室	
	生产厂家		飞利浦医疗器械有限公司		设备编号		16010059	
	警示标志		有		状态指示灯		有，亮	
检测结果	检测点	检测位置	周围剂量当量率 $\mu\text{Sv/h}$		检测点	检测位置	周围剂量当量率 $\mu\text{Sv/h}$	
			主束方向	检测结果			主束方向	检测结果
	1	观察窗中心	下	0.11	5	受检者门中心	下	0.14
		观察窗上缝	下	0.11		受检者门上缝	下	0.12
		观察窗下缝	下	0.11		受检者门下缝	下	0.12
		观察窗左缝	下	0.12		受检者门左缝	下	0.12
		观察窗右缝	下	0.12		受检者门右缝	下	0.12
	2	工作人员门中心	下	0.11	6	东邻（阳台）	下	0.11
		工作人员门上缝	下	0.11	7	东墙外（封窗）	下	0.11
		工作人员门下缝	下	0.11	8	南邻（乳腺控制室）	下	0.12
		工作人员门左缝	下	0.11	9	西墙外（走廊）	下	0.12
		工作人员门右缝	下	0.10	10	北墙外（洗手池）	北	0.13
	3	操作位	下	0.12	11	北邻（库房）	北	0.12
	4	控制室墙面	下	0.12	—	机房楼下（休息室）	下	0.12
	—	控制室线沟	下	0.11	—	机房楼上（输血科）	下	0.12
	1. 检测条件：电压 120kV，管电流时间积 24mAs；							
	2. 表中数据未扣除本底，仪器本底示值 $\times k_x$ ：0.110~0.134 $\mu\text{Sv/h}$ 。							
现场照片					检测点位图			

表 6-6 移动 DR 机工作场所检测结果

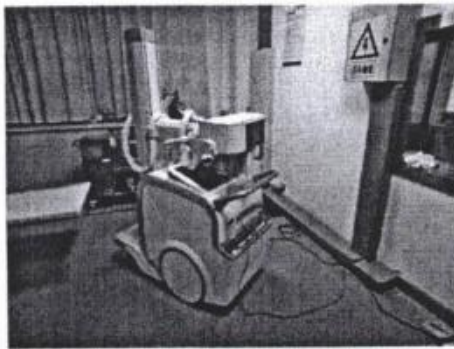
基本情况	规格型号	iDR5500A	设备用途	摄 影
	生产厂家	河南柏斯生物科技 有限公司	设备编号	AE11017090336
检测 结果	检测点	检测点 检测位置	周围剂量当量率 $\mu\text{Sv/h}$	
	1	机头 1m 处	4200	
	2	机头 2m 处	1700	
	3	机头 3m 处	850	
	4	操作位	0.13	
	1. 测试条件：电压 80kV，管电流时间积 20mAs； 2. 表中数据未扣除室内本底，仪器本底示值 $\times k_x$ ：0.115~0.129 $\mu\text{Sv/h}$ 。			
现场照片			检测点位图	

表 6-7 数字胃肠机房检测结果

基本情况	规格型号		EXAVISTA		检测地点		放射 3 室			
	生产厂家		株式会社日立医疗器械		设备编号		GE00050116			
	警示标志		有		状态指示灯		有, 亮			
透视状态										
检测结果	检测点	检测位置	周围剂量当量率 $\mu\text{Sv/h}$		检测点	检测位置	周围剂量当量率 $\mu\text{Sv/h}$			
			主束方向	检测结果			主束方向	检测结果		
	1	观察窗中心	下	0.12	4	受检者进出门中缝	下	0.14		
							西	0.13		
		观察窗上缝	下	0.13		受检者进出门上缝	下	0.14		
							西	0.13		
		观察窗下缝	下	0.13		受检者进出门下缝	下	0.14		
							西	0.13		
		观察窗左缝	下	0.12		受检者进出门左缝	下	0.14		
							西	0.13		
		观察窗右缝	下	0.13		受检者进出门右缝	下	0.14		
							西	0.13		
		2	工作人员门中心	下		0.13	5	控制室墙面	下	0.13
			工作人员门上缝	下		0.13	6	东墙外(封窗)	下	0.17
	工作人员门下缝		下	0.13	7	东墙外(走廊)	下	0.13		
	工作人员门左缝		下	0.13	8	北邻 (磁共振设备间)	下	0.12		
	工作人员门右缝		下	0.13	9	西墙外(周六)	西	0.12		
	3	操作位	下	0.12	—	机房楼上(诊断室)	下	0.17		
	—	控制室线沟	下	0.13	—	机房楼上(技术室)	下	0.16		
	—	机房楼下 (服务中心)	下	0.16	—	—	—	—		
	1. 检测条件: 电压 92kV, 电流 2.5mA, 出束时间 20s; 2. 表中数据未扣除本底, 仪器本底示值 $\times k_{\text{f}}$: 0.110~0.139 $\mu\text{Sv/h}$ 。									

表 6-7 (续)

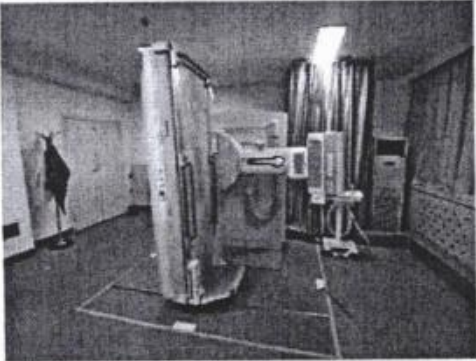
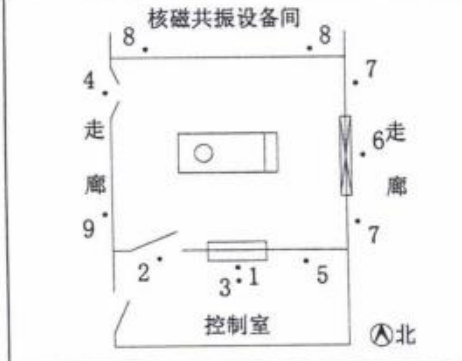
拍片状态							
检测点	检测位置	周围剂量当量率 $\mu\text{Sv/h}$		检测点	检测位置	周围剂量当量率 $\mu\text{Sv/h}$	
		主束方向	检测结果			主束方向	检测结果
检测结果	1	观察窗中心	下 0.13	4	受检者进出门中缝	下 0.14	
						西 0.15	
		观察窗上缝	下 0.13		受检者进出门上缝	下 0.15	
						西 0.15	
		观察窗下缝	下 0.13		受检者进出门下缝	下 0.17	
						西 0.15	
		观察窗左缝	下 0.13		受检者进出门左缝	下 0.16	
						西 0.15	
		观察窗右缝	下 0.13		受检者进出门右缝	下 0.16	
						西 0.16	
	2	工作人员门中心	下 0.13	5	控制室墙面	下 0.13	
		工作人员门上缝	下 0.13	6	东墙外 (封窗)	下 0.16	
		工作人员门下缝	下 0.13	7	东墙外 (走廊)	下 0.14	
		工作人员门左缝	下 0.15	8	北邻 (磁共振设备间)	下 0.12	
		工作人员门右缝	下 0.15	9	西墙外 (走廊)	西 0.12	
	3	操作位	下 0.13	—	机房楼上 (诊断室)	下 0.17	
	—	控制室线沟	下 0.13	—	机房楼上 (技术室)	下 0.16	
	—	机房楼下 (服务中心)	下 0.16	—	—	—	—
	1. 检测条件: 电压 120kV, 电流 100mA, 曝光时间 200ms;						
	2. 表中数据未扣除本底, 仪器本底示值 $\times k_x$: 0.121~0.144 $\mu\text{Sv/h}$ 。						
现场照片				检测点位图			

表 6-8 乳腺机房①检测结果

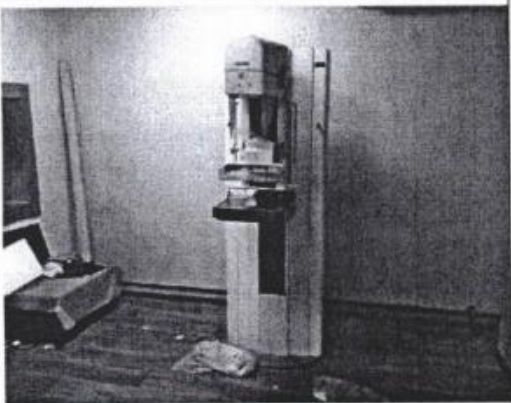
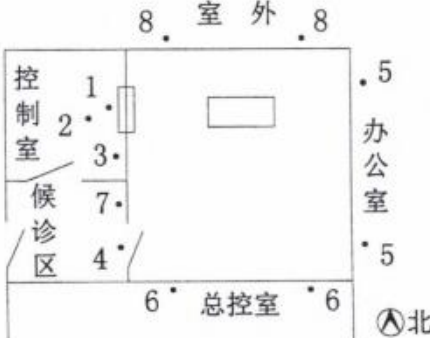
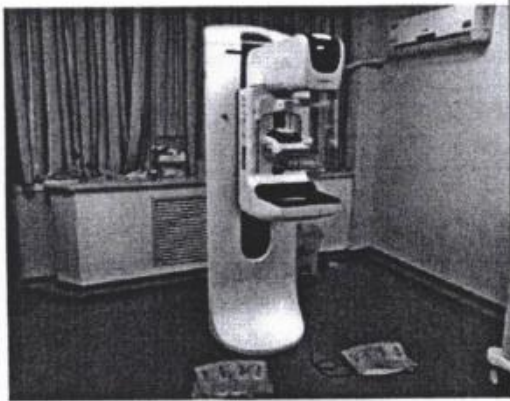
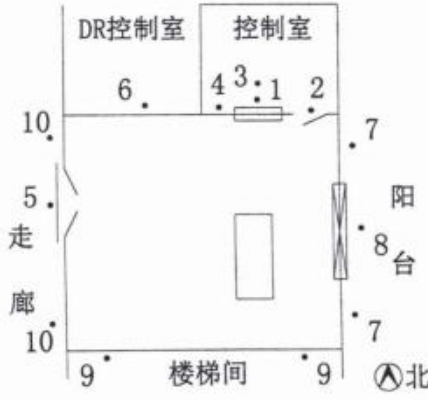
基本情况	规格型号	ASY-00676		检测地点	乳腺钼靶室	
	生产厂家	美国 Hologic		设备编号	194031012434	
	警示标志	有		状态指示灯	有, 亮	
检测结果	检测点	检测位置	周围剂量当量率 $\mu\text{Sv/h}$	检测点	检测位置	周围剂量当量率 $\mu\text{Sv/h}$
	1	观察窗中心	0.11	4	人员门中心	0.09
		观察窗上缝	0.10		人员门上缝	0.10
		观察窗下缝	0.11		人员门下缝	0.10
		观察窗左缝	0.11		人员门左缝	0.10
		观察窗右缝	0.11		人员门右缝	0.10
	2	操作位	0.10	5	东邻(办公室)	0.12
	3	控制室墙面	0.10	6	南邻(总检室)	0.12
	—	机房楼上(走廊)	0.10	7	西邻(候诊区)	0.10
	—	机房楼上(接待室)	0.11	8	北墙外(室外)	0.12
	—	控制室线沟	0.11	—	—	—
	1. 检测条件: 电压 28kV, 管电流时间积 60mAs;					
	2. 表中数据未扣除本底, 仪器本底示值 $\times k_1$: 0.085~0.135 $\mu\text{Sv/h}$ 。					
现场照片				检测点位图		

表 6-9 乳腺机房②检测结果

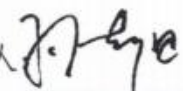
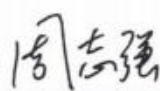
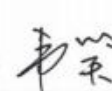
基本情况	规格型号		Selenia Dimensions		检测地点		放射 1 室			
	生产厂家		美国 Hologic		设备编号		SDM170200106			
	警示标志		有		状态指示灯		有，亮			
检测结果	检测点	检测位置		周围剂量当量率 $\mu\text{Sv/h}$		检测点	检测位置		周围剂量当量率 $\mu\text{Sv/h}$	
	1	观察窗中心		0.12		5	受检者门中心		0.11	
		观察窗上缝		0.12			受检者门上缝		0.12	
		观察窗下缝		0.12			受检者门下缝		0.12	
		观察窗左缝		0.12			受检者门左缝		0.12	
		观察窗右缝		0.12			受检者门右缝		0.12	
	2	工作人员门中心		0.12		6	北邻（DR 控制室）		0.12	
		工作人员门上缝		0.12		7	东邻（阳台）		0.12	
		工作人员门下缝		0.12		8	东墙（封窗）		0.12	
		工作人员门左缝		0.12		9	南墙外（楼梯间）		0.12	
		工作人员门右缝		0.13		10	西墙外（走廊）		0.12	
	3	操作位		0.12		—	机房楼上（输血科）		0.12	
	4	控制室墙面		0.13		—	机房楼下（实验室）		0.12	
	—	控制室线沟		0.12						
1. 检测条件：电压 28kV，管电流时间积 50mAs；										
2. 表中数据未扣除本底，仪器本底示值 $\times k_x$ ：0.106~0.126 $\mu\text{Sv/h}$ 。										
现场照片					检测点位图					

七、结论

依据相关法规标准，对该院上述射线装置进行了工作场所环境辐射水平年度检测，经现场测试：

(1) 1台DSA机、2台CT机、1台模拟定位CT机、1台DR机、1台数字胃肠机和2台乳腺机在正常工作状况下，各机房及工作场所的放射工作人员操作位、观察窗、污物门、人员进出门、四周墙体外、机房楼上及楼下的环境辐射水平均符合GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》和GBZ130-2020《放射诊断放射防护要求》的要求。

(2) 移动DR机的使用和防护应符合GBZ130-2020《放射诊断放射防护要求》第7.7的要求。

检测人:  编制人:  审核人:  签发人: 
2020年11月27日 2020年11月27日 2020年11月27日 2020年11月27日





162721340385
有效期至2022年08月14日



陕西高科
SHAANXIGAOKE

检 测 报 告

报告编号: FHJC-SXGK-002020163

项目名称: 放射工作场所辐射防护检测

委托单位: 陕西省肿瘤医院

检测类别: 委托检测

报告日期: 2020 年 12 月 21 日

陕西新高科辐射技术有限公司



放射工作场所辐射防护检测报告

委托单位： 陕西省肿瘤医院

检测单位： 陕西新高科辐射技术有限公司

地 址： 西安市雁塔区雁塔西路 309 号

地 址： 西安市碑林区雁塔中路 19 号鹏博大厦 A 座 701 室

邮 编： 710061

邮 编： 710054

联系人： 薛晓蛟

证书编号： (陕)放卫技字(2018)第 001 号

电 话： 13468620556

电 话： 029-85366621/85366629

一、检测内容

受陕西省肿瘤医院委托，对该院下述 5 台射线装置进行了工作场所环境辐射水平年度检测。

射线装置信息见表 1-1。

表 1-1 射线装置信息表

序号	装置名称	型 号	生产厂家	设备编号	装置类型
1	医用直线加速器①	Precise Treatment System™	瑞典医科达公司	1239	II 类
2	医用直线加速器②	TrueBeam	瓦里安医疗设备有限公司	1697	II 类
3	医用直线加速器③	Precise Treatment System™	瑞典医科达公司	153306	II 类
4	后装机	GMplux iX	瓦里安医疗设备有限公司	1062	III 类源
5	模拟定位机	SIMULIX	荷兰核通	02110003	III 类

二、检测仪器及模体

表 2-1 检测仪器信息

检测仪器 名称、型号、编号	测量范围	检定/校准 单位	证书编号	证书有效期
X、 γ 辐射剂量当量率仪 AT 1123-54637	0.05 μ Sv/h~ 10Sv/h	中国计量科学 研究院	DLj12019- 01852	2019.12~2020.12
X、 γ 辐射剂量当量率仪 AT 1123-53059	0.05 μ Sv/h~ 10Sv/h	中国计量科学 研究院	DLj12020- 03910	2020.6~2021.6
中子周围剂量当量仪 BH3105E 2013-010	0 μ Sv/h ~999.9mSv/h	中国计量科学 研究院	DLjs2019- 00307	2019.12~2020.12

检测模体：(1) 标准剂量水箱；

(2) 300mm×300mm×200mm 标准水模；

(3) 300mm×300mm×1.5mm 铜板。

三、检测时间、地点

检测时间：2020 年 11 月 21 日、12 月 21 日；

检测地点：陕西省肿瘤医院。

四、检测点位的选取

机房的人员门、观察窗、机房屏蔽墙外、机房楼上及其它关注点。距墙体、门表面 30 cm；加速器机房顶棚上方（楼上）距顶棚地面 30cm；模拟定位室顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm。后装机闭源状态下检测点位设在储源器表面 5cm 和 100cm 处。

五、检测和评价依据

- (1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》，GB18871-2002；
- (2) 《电子加速器放射治疗放射防护要求》，GBZ126-2011；
- (3) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》，GBZ/T201.1-2007；
- (4) 《放射诊断放射防护要求》，GBZ130-2020；
- (5) 《后装 γ 源近距离治疗放射防护要求》，GBZ121-2017。

表 5-1 放射工作场所辐射剂量限值要求

项 目	工作人员	公众关键人群组成员
剂量限值	连续五年的年平均有效剂量不超过 20mSv, 且任何一年有效剂量不超过 50mSv。	年有效剂量 1mSv; 但连续五年的年平均有效剂量不超过 1mSv 时, 某一单一年可为 5mSv。
周围剂量当量率控制水平	1. 在加速器机房迷宫门处、控制室和加速器机房墙外 30cm 处的周围剂量当量率应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$。 2. 治疗室屏蔽体外 30cm 处因透射辐射所致的周围剂量当量率应不超过 $2.5 \mu\text{Sv/h}$; 3. 距离贮源器表面 5cm 处的任何位置所致周围剂量当量率不大于 $50 \mu\text{Sv/h}$; 距离贮源器表面 100cm 处的球面上, 任何一点所致周围剂量当量率不大于 $5 \mu\text{Sv/h}$; 4. 具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时, 周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$。	

六、检测结果

(见下页)

表 6-1 医用直线加速器①机房检测结果

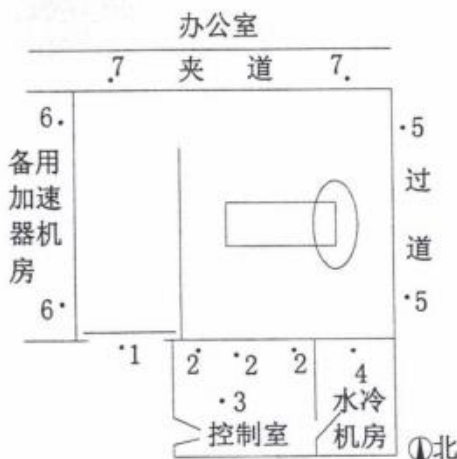
基本情况	型号名称	Precise Treatment System™	检测地点	加速器一室		
	生产厂家	瑞典医科达公司	设备序列号	1239		
	警示标志	有	状态指示灯	有, 亮		
检测结果	检测点	检测位置	周围剂量当量率 (μSv/h)			
			机头向南	机头向北	机头向上	机头向下
	1	人员门中心	0.14	0.16	0.11	0.12
		人员门上缝	0.14	0.16	0.10	0.11
		人员门下缝	0.15	0.16	0.10	0.11
		人员门左缝	0.14	0.14	0.10	0.11
		人员门右缝	0.15	0.14	0.11	0.10
	2	控制室墙面 副屏蔽	0.12	0.11	0.11	0.11
		控制室墙面 主屏蔽	0.20	0.12	0.15	0.13
		控制室墙面 副屏蔽	0.13	0.12	0.11	0.12
	3	操作位	0.15	0.14	0.10	0.11
	4	南侧 (水冷机房)	0.14	0.14	0.14	0.13
	5	东侧 (过道)	0.13	0.14	0.13	0.13
	6	西侧 (备用加速器机房)	0.12	0.12	0.14	0.13
7	北侧 (夹道)	0.13	0.21	0.12	0.11	
—	控制室线沟	0.12	0.12	0.12	0.14	
1. 检测条件: X 射线 8MV, 照射野 40cm×40cm, 剂量率 600cGy/min, 准直器角 45° ;						
2. 表中数据未扣除本底, 仪器本底示值×k _x : 0.084~0.109 μSv/h.						
现场照片			检测点位图			

表 6-2 医用直线加速器②机房检测结果

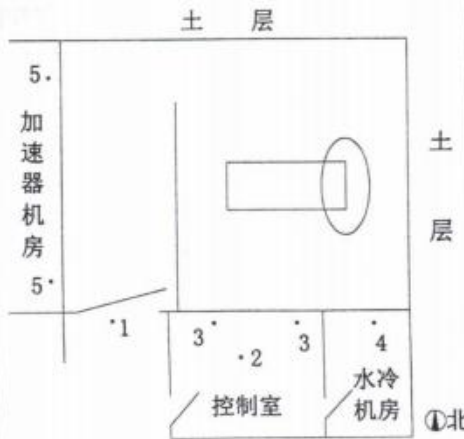
基本情况	型号名称	TrueBeam		检测地点		加速器 3 室	
	生产厂家	瓦里安医疗设备有限公司		设备序列号		1697	
	警示标志	有		状态指示灯		有, 亮	
检测结果	检测点	检测位置	光子周围剂量当量率 (μSv/h)				中子 (μSv/h)
			机头 向南	机头 向北	机头 向上	机头 向下	机头 向南
	1	人员门中心	0.36	0.28	0.20	0.18	0.23
		人员门上缝	0.46	0.35	0.18	0.16	0.18
		人员门下缝	0.64	0.39	0.17	0.17	0.35
		人员门左缝	0.28	0.19	0.22	0.20	0.25
		人员门右缝	0.63	0.31	0.18	0.18	0.23
	2	操作位	0.15	0.12	0.14	0.13	—
	3	控制室墙面	0.16	0.13	0.14	0.14	—
	4	南侧 (水冷机房)	0.15	0.13	0.13	0.13	—
	5	西侧 (加速器机房)	0.13	0.13	0.13	0.13	—
	—	机房楼上 (走廊)	0.11	0.12	0.30	0.15	—
	—	控制室线沟	0.14	0.13	0.14	0.12	—
	1. 检测条件: X 射线 15MV, 照射野 40cm×40cm, 剂量率 600cGy/min, 准直器角 45° ;						
2. 表中数据未扣除本底, 仪器本底示值×k _s : 0.122~0.136 μSv/h;							
3. 中子本底未检出。							
现场照片			检测点 位图				

表 6-3 医用直线加速器③机房检测结果

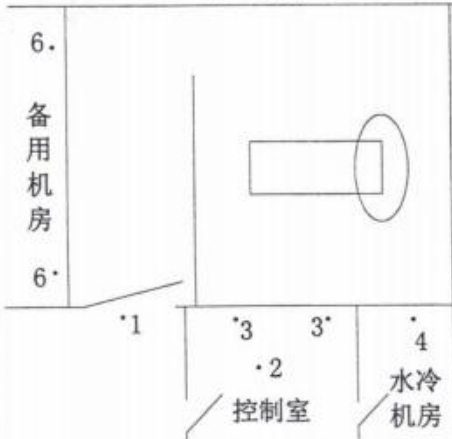
基本情况	型号名称	Precise Treatment System™	检测地点	加速器 4 室		
	生产厂家	瑞典医科达公司	设备序列号	153306		
	警示标志	有	状态指示灯	有，亮		
检测结果	检测点	检测位置	周围剂量当量率（μSv/h）			
			机头向南	机头向北	机头向上	机头向下
	1	人员门中心	0.22	0.12	0.13	0.13
		人员门上缝	0.27	0.15	0.13	0.12
		人员门下缝	0.28	0.13	0.13	0.12
		人员门左缝	0.23	0.12	0.12	0.12
		人员门右缝	0.30	0.13	0.13	0.13
	2	操作位	0.18	0.12	0.13	0.14
	3	控制室墙面	0.30	0.11	0.12	0.11
	4	南侧（水冷机房）	0.19	0.12	0.13	0.12
	5	东侧（加速器机房）	0.13	0.13	0.13	0.13
	6	西侧（备用机房）	0.13	0.13	0.12	0.13
	—	机房楼上（消毒供应室）	0.11	0.12	0.19	0.13
	—	控制室线沟	0.26	0.13	0.17	0.18
1. 检测条件：X 射线 10MV，照射野 40cm×40cm，剂量率 580cGy/min，准直器角 45°； 2. 表中数据未扣除本底，仪器本底示值×k _f ： 0.08~0.11 μSv/h。						
现场照片			检测点位图			

表 6-4 后装机房检测结果

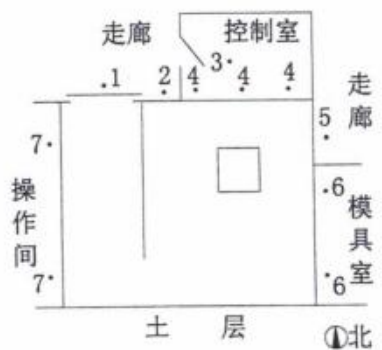
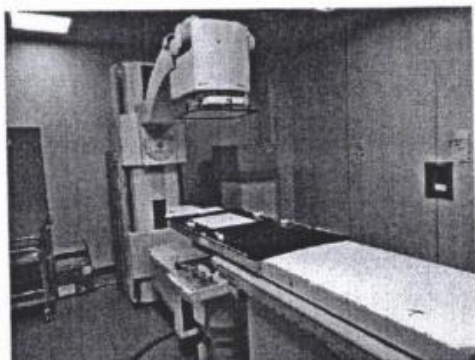
基本情况	规格型号		GMplux iX		检测地点		放射治疗室	
	生产厂家		瓦里安		设备编号		1062	
	警示标志		有		状态指示灯		有, 亮	
检测结果	源状态	检测点	检测位置	周围剂量当量率 $\mu\text{Sv/h}$	检测点	检测位置	周围剂量当量率 $\mu\text{Sv/h}$	
	—	—	储源器东侧 5cm	0.53	—	储源器东侧 100cm	0.39	
			储源器南侧 5cm	1.17		储源器南侧 100cm	0.23	
			储源器西侧 5cm	0.61		储源器西侧 100cm	0.23	
			储源器北侧 5cm	2.53		储源器北侧 100cm	0.43	
			储源器上侧 5cm	1.43		储源器上侧 100cm	0.24	
		1	人员门中心	0.17	4	控制室墙面左	0.17	
			人员门上缝	0.18		控制室墙面中	0.17	
			人员门下缝	0.18		控制室墙面右	0.18	
			人员门左缝	0.18	5	东邻 (走廊)	0.18	
			人员门右缝	0.18	6	东邻 (模拟定位室)	0.18	
	2		北邻 (走廊)	0.18	7	西邻 (操作间)	0.18	
	3		操作位	0.18	—	—	—	
	1. 检测条件: 辐射源 ^{192}Ir , 出厂活度 370GBq;							
	2. 表中数据未扣除本底, 仪器本底示值 $\times k_f$: 0.174~0.181 $\mu\text{Sv/h}$ 。							
现场照片					检测点位图 			

表 6-5 模拟定位机房检测结果

基本情况	型号名称	SIMULIX		检测地点	模拟定位室	
	生产厂家	荷兰核通		设备序列号	02110003	
	警示标志	有		状态指示灯	有, 亮	
检测结果	检测点	检测位置	周围剂量当量率 (μSv/h)			
			机头向下	机头向东	机头向上	机头向西
	1	观察窗中心	0.17	0.17	0.17	0.17
		观察窗上缝	0.17	0.17	0.16	0.17
		观察窗下缝	0.16	0.18	0.17	0.17
		观察窗左缝	0.16	0.17	0.17	0.17
		观察窗右缝	0.17	0.16	0.17	0.17
	2	操作位	0.17	0.17	0.17	0.17
	3	控制室墙面	0.17	0.17	0.17	0.18
	4	人员门中缝	0.17	0.17	0.16	0.17
		人员门上缝	0.17	0.17	0.17	0.17
		人员门下缝	0.17	0.17	0.17	0.17
		人员门左缝	0.18	0.17	0.18	0.17
		人员门右缝	0.17	0.17	0.18	0.17
	5	北邻 (走廊)	0.17	0.17	0.17	0.18
	6	东邻 (CT 定位室)	0.17	0.17	0.17	0.17
	—	机房楼上 (核医学科)	0.18	0.17	0.17	0.17
—	控制室线沟	0.16	0.17	0.17	0.18	
1. 检测条件: 电压 101kV, 电流 8mA, 出束时间 15s; 2. 表中数据未扣除本底, 仪器本底示值×k _r : 0.162~0.168 μSv/h.						
现场照片			检测点位图			

七、结论

依据相关法规标准对该院上述放射工作场所进行了环境辐射水平年度检测，经现场测试：

(1) 3台医用直线加速器在正常工作条件下，机房的人员门、四周屏蔽体外及机房楼上的环境辐射水平均符合 GBZ126-2011《电子加速器放射治疗放射防护要求》和 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的要求。

(2) 后装机在非治疗状态下，距设备表面 5cm 处周围剂量当量率是 $0.53 \sim 2.53 \mu\text{Sv/h}$ ，距设备表面 1m 处周围剂量当量率是 $0.23 \sim 0.43 \mu\text{Sv/h}$ 均符合 GBZ121-2017《后装 γ 源近距离治疗放射防护要求》中“后装机非治疗状态下设备表面 5cm 处小于 $50 \mu\text{Sv/h}$ ，100cm 处小于 $5 \mu\text{Sv/h}$ ”的要求；后装机在治疗状态下，机房的放射工作人员操作位、人员门，四周墙体外的周围剂量当量率符合 GBZ121-2017《后装 γ 源近距离治疗放射防护要求》和 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的要求。

(3) 模拟定位机在正常工作条件下，机房观察窗、人员门、四周墙体外及机房楼上的环境辐射水平均符合 GBZ130-2020《放射诊断放射防护要求》和 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的要求。

检测人：苗乃平

编制人：刘正

审核人：李策

签发人：林永生

2020 年 12 月 25 日

2020 年 12 月 25 日

2020 年 12 月 25 日

2020 年 12 月 25 日

检测专用章

附件 8 改造前监测报告

192712050143
有效期至2026年10月27日

检 测 报 告

XATZ-FS-2020-048 号

项目名称: 陕西省肿瘤医院原核医学科场所退役检测

委托单位: 陕西省肿瘤医院

被测单位: 陕西省肿瘤医院

西安桐梓环保科技有限公司

2020 年 10 月 12 日

说 明

1. 报告封面及检测数据处无本公司检验检测专用章无效，报告无骑缝章无效。
2. 本检测报告只对本次放射防护的检测结果负责。
3. 送样委托监测，应书面说明样品来源，我公司仅对委托样品负责。
4. 本检测报告涂改、增删等无效；报告无相关责任人签字无效。
5. 本检测报告无西安桐梓环保科技有限公司“检验检测专用章”、骑缝章、章及审核、签发人签字无效。
6. 未经本单位批准，不得部分或者全部复制本报告，复印报告未重新加盖本单位“检验检测专用章”无效。
7. 本检测报告的检测结果及我公司的名称未经同意不得用于广告、评优及商业宣传。
8. 对本报告有异议者，请于收到报告之日起十五日内向我检测公司书面提出方予受理。

西安桐梓环保科技有限公司

电 话：029-81134939

传 真：029-81134939

邮 编：710065

邮 箱：XATZ2017@163.com

地 址：陕西省西安市高新区丈八街办唐延南路 11 号逸翠园二期 3 幢 1 单元
15 层 11552 号房

西安桐梓环保科技有限公司

检 测 报 告

XATZ-FS-2020-048 号

第 1 页 共 6 页

项目名称	陕西省肿瘤医院原核医学科场所退役检测		
监测日期	2020.10.10		
监测项目	γ 辐射剂量率, β 表面污染		
监测依据标准	1、《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》GB/T14583-93 2、《环境监测用X、 γ 辐射测量仪 第一部分剂量率仪型》EJ/T 984-95 3、《表面污染测定第 1 部分: β 发射体 ($E_{\beta\max} > 0.15\text{MeV}$) 和 α 发射体》GB/T14056.1-2008 (4.2, 4.3)		
监测仪器	仪器名称	仪器型号	仪器编号
	X、 γ 射线检测仪	BG9512P	XATZ-YQ-002
	测量范围	检定单位	检定证书编号及有效期
	0.01 $\mu\text{Gy/h}$ ~ 30mGy/h	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: 2020H21-20-2391344001 有效期: 2020 年 03 月 26 日~2021 年 03 月 25 日
	α 、 β 表面污染仪	FJ-2207	XATZ-YQ-004
	测量范围	检定单位	检定证书编号及有效期
	α : 0~9999 cps β : 0~9999 cps	陕西省计量科学研究院	检定证书编号: HX10200068J, 检定有限期: 2020 年 01 月 10 日~2021 年 01 月 09 日
监测类别	委托监测		
监测地点	陕西省肿瘤医院原核医学科场所		
结论	/		
备注	1、本次监测均未扣除宇宙射线数值。 2、本次监测数据只对本次监测结果负责。 3、现场监测人员: 刘云瀚、李宇翔, 委托方人员: 许西京。		

西安桐梓环保科技有限公司 检 测 报 告

XATZ-FS-2020-048 号

第 2 页 共 6 页

序号	工作场所及设备名称	监测点位描述	γ 剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	备注
1	本底	室外空地巡测	0.089~0.116	/
2		住院科研楼 B 楼一楼大厅 巡测	0.090~0.124	
3	拟退役核医 学科	办公区巡测	0.095~0.127	
4		骨密度仪机房巡测	0.096~0.125	
5		放免测量室巡测	0.104~0.140	
6		放免实验室巡测	0.101~0.137	
7		ECT 机房内巡测	0.100~0.132	
8		注射室巡测	0.106~0.131	
9		粒子室巡测	0.105~0.133	
10		低活室巡测	0.103~0.129	
11		高活室巡测	0.108~0.136	
12		固体废物存放间巡测	0.107~0.134	
13		衰变池表面巡测	0.106~0.133	

西安桐梓环保科技有限公司

检测报告

XATZ-FS-2020-048 号

第 3 页 共 6 页

序号	工作场所及设备名称	监测点位描述		β 表面污染 (Bq/cm ²)	备注
1	本底	室外空地巡测		未检出	/
2		住院科研楼 B 楼一楼大厅巡测		未检出	
3	拟退役核医学科	骨密度仪 机房	机房地面表面	未检出~0.024	
4			控制室地板表面	未检出~0.024	
5		放免测量室	地板表面	0.024~0.074	
6			墙面	0.024~0.049	
7			操作台表面	0.074~0.099	
8			防护门表面及把手	未检出~0.024	
9		放免实验室	地板表面	0.024~0.049	
10			墙面	未检出~0.024	
11			操作台表面	0.024~0.074	
12			冲洗室地板表面	0.024~0.074	
13			控制室地板表面	未检出~0.024	
14			防护门表面及把手	未检出~0.049	
15		ECT 机房	地板表面	0.024~0.049	
16			诊断床表面	0.024~0.074	
17			控制室地板表面	未检出~0.024	
18		病人留观室地板表面		未检出~0.074	
19		病人等候区	地板表面	未检出~0.024	
20			座椅表面	未检出~0.024	
21			卫生间地板表面	0.024~0.049	
22			洗手池表面	0.024~0.074	
23		注射室	地板表面	0.049~0.123	
24			墙面	0.024~0.074	
25			工作台表面	0.049~0.148	

西安桐梓环保科技有限公司 检 测 报 告

XATZ-FS-2020-048 号

第 4 页 共 6 页

序号	工作场所及设备名称	监测点位描述		β 表面污染 (Bq/cm ²)	备注
26	拟退役核医学科	注射室	防护门表面及把手	0.024~0.049	/
27		粒子室	地板表面	0.049~0.074	
28			墙面	未检出~0.049	
29			工作台表面	0.024~0.074	
30			防护门表面及把手	未检出~0.049	
31		低活室	地板表面	0.024~0.099	
32			墙面	0.024~0.099	
33			工作台表面	0.049~0.099	
34			防护门表面及把手	0.024~0.074	
35		高活室	地板表面	0.074~0.123	
36			墙面	0.024~0.074	
37			工作台表面	0.074~0.246	
38			防护门表面及把手	0.049~0.099	
39		中活区过道地板表面		0.024~0.049	
40		衰变池表面		0.074~0.123	
41		高活区	地板表面	0.024~0.099	
42			清洗水池表面	0.074~0.148	
43		固体废物存放间	地板表面	0.049~0.074	
44			废物桶表面	0.074~0.172	
45			防护门表面及把手	0.024~0.074	

图1 γ 辐射剂量率监测布点示意图

附件：检测点位示意图



图 2 表面污染监测布点示意图

编制人：刘云翔
2020年10月12日

审核人：王振宇
2020年10月12日

签发人：王振宇
2020年10月12日



附件 9 陕西省肿瘤医院放射性粒籽源植入建设项目竣工环保验收监测报告



152712050309
有效期至2021年09月26日

正本

监测报告

陕晟辐监字（2018）第 008 号

项目名称: 陕西省肿瘤医院放射性粒籽源植入建设项目
委托单位: 陕西省肿瘤医院
被测单位: 陕西省肿瘤医院
报告日期: 二〇一八年三月十日



陕西晟达检测技术有限公司

监测报告

陕晟辐射监字(2018)第 008 号

共 4 页 第 1 页

项目名称	陕西省肿瘤医院放射性粒籽源植入建设项目		
项目地址	陕西省西安市雁塔西路 309 号(美院对面)		
联系人	薛 工	联系电话	13468620556
委托单位	陕西省肿瘤医院		
监测地点	β 表面污染	储源室、植入室	
	环境 X- γ 辐射剂量率	植入室	
设备名称及型号	β 表面污染	储源室	I ₁₂₅
		植入室	
	环境 X- γ 辐射剂量率	植入室	BRILANCE CT 6 SLICE 以色列-飞利浦
监测目的	日常监测	监测日期	2018 年 03 月 08 日
监测项目	β 表面污染、环境 X- γ 辐射剂量率		
监测依据	GB/T 14583-93 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》 HJ/T 61-2001 《辐射环境监测技术规范》 β 表面污染: GB/T 14056.1-2008 《表面污染测定 第一部分: β 发射体 ($E_{\beta\max}>0.15\text{MeV}$) 和 α 发射体》		
评价依据	《1988 年全省天然放射性水平调查》西安室内: $0.1171\sim 0.1667\mu\text{Gy/h}$; 西安室外: $0.0815\sim 0.1571\mu\text{Gy/h}$; 2017 年第 3 季度, 陕西省 5 个辐射环境自动监测站 γ 辐射空气吸收剂量率(未扣除宇宙射线)监测结果在 $(0.0674\sim 0.1103)\mu\text{Gy/h}$ 之间; 《医用 X 射线诊断放射防护要求》GBZ 130-2013 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB 18871-2008		

监测报告

陕晟辐射监字(2018)第 008 号

共 4 页 第 2 页

监测结论

依据 HJ/T 61-2001《辐射环境监测技术规范》、GB/T 14583-93《环境地 γ 辐射剂量率测定规范》及 GB/T 14056.1-2008《表面污染测定 第一部分： β 发射体 ($E_{\beta\max}>0.15\text{MeV}$) 和 α 发射体》对陕西省肿瘤医院放射性粒籽源植入建设项目进行监测，结果显示：

1、该项目环境本底现状监测范围：草地：0.06~0.11 $\mu\text{Gy/h}$ 、水泥地：0.07~0.10 $\mu\text{Gy/h}$ 。

该项目环境本底监测值与《1988 年全省天然放射性水平调查》中陕西省西安市 γ 辐射空气吸收剂量率天然辐射水平及 2017 年第 3 季度，陕西省 5 个辐射环境自动监测站 γ 辐射空气吸收剂量率（未扣除宇宙射线）（0.0674~0.1103） $\mu\text{Gy/h}$ 进行比较无明显差异。

2、植入室 X- γ 辐射剂量率监测结果：

BRILANCE CT 6 SLICE 以色列-飞利浦在关机状态下的 X- γ 辐射剂量率监测值在 0.05~0.14 $\mu\text{Gy/h}$ 范围内；

BRILANCE CT 6 SLICE 以色列-飞利浦在开机状态下的 X- γ 辐射剂量率监测值在 0.07~0.13 $\mu\text{Gy/h}$ 范围内。

该项目开机、关机状态下的周围环境 X- γ 辐射剂量率监测值与本底监测值无明显差异，且满足 GBZ 130-2013《医用 X 射线诊断放射防护要求》中标准要求。

3、 α 、 β （主要为 β ）表面污染监测结果：

草地本底：0.0007~0.0014 Bq/cm^2 、水泥地本底：0.0007~0.0017 Bq/cm^2 。储源室 α 、 β （主要为 β ）表面污染监测值在：0.0014~0.0043 Bq/cm^2 ，植入室 α 、 β （主要为 β ）表面污染监测值在：0.0007~0.0029 Bq/cm^2 ，

β 表面污染监测结果符合 GB 18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》表 B11 标准限值。

监 测 报 告

陕晟辐监字（2018）第 008 号

共 4 页 第 3 页

监测分析方法/依据				
监测项目	监测分析方法/依据		监测仪器名称、型号及出厂编号	监测人员
环境 X-γ辐射剂量率	《环境地表γ辐射剂量率测定规范》 GB/T 14583-93 《辐射环境监测技术规范》 HJ/T 61-2001		便携式辐射检测仪 RJ38-3602 010504	高 博、刘卓
β表面污染	《表面污染测定 第一部分：β发射体（ $E_{\beta\max}>0.15\text{MeV}$ ）和α发射体》 GB/T 14056.1-2008		α、β表面污染仪 RJ32-2060 110162	
监测时间	2018 年 03 月 08 日			
本底现状监测				
监测项目	监测点位	点位描述	监测结果	
			监测范围	平均值
环境 X-γ辐射剂量率 (单位：μGy/h)	1 [#]	草地本底	0.06~0.11	0.08
	2 [#]	水泥地本底	0.07~0.10	0.09
β表面污染 (单位：Bq/cm ²)	1 [#]	草地	0.0007~0.0014	0.0010
	2 [#]	水泥地	0.0007~0.0017	0.0011
植入室关机状态监测结果（单位：μGy/h）				
监测项目	监测点位	点位描述	监测结果	
			监测范围	平均值
环境 X-γ辐射剂量率	3 [#]	操作位	0.05~0.09	0.07
	4 [#]	北墙外 30cm 处	0.05~0.10	0.08
	5 [#]	楼上室内	0.08~0.14	0.11
	6 [#]	西墙外 30cm 处	0.07~0.11	0.09
	7 [#]	患者出入防护门上	0.06~0.08	0.07
	8 [#]	患者出入防护门中	0.06~0.09	0.08
	9 [#]	患者出入防护门下	0.05~0.11	0.08
	10 [#]	患者出入防护门左	0.08~0.12	0.10
	11 [#]	患者出入防护门右	0.07~0.10	0.08
	12 [#]	观察窗上	0.09~0.14	0.11
	13 [#]	观察窗中	0.07~0.12	0.09
	14 [#]	观察窗下	0.07~0.11	0.08
	15 [#]	观察窗左	0.07~0.11	0.09
	16 [#]	观察窗右	0.07~0.11	0.09

监测报告

陕晟辐监字(2018)第008号

共4页 第4页

植入室开机状态监测结果(单位: $\mu\text{Gy/h}$)				
监测项目	监测点位	点位描述	监测结果	
			监测范围	平均值
环境 X- γ 辐射剂量率	3 [#]	操作位	0.07~0.13	0.10
	4 [#]	北墙外 30cm 处	0.07~0.11	0.09
	5 [#]	楼上室内	0.10~0.13	0.11
	6 [#]	西墙外 30cm 处	0.07~0.11	0.09
	7 [#]	患者出入防护门上	0.08~0.10	0.09
	8 [#]	患者出入防护门中	0.07~0.10	0.08
	9 [#]	患者出入防护门下	0.07~0.12	0.09
	10 [#]	患者出入防护门左	0.09~0.13	0.11
	11 [#]	患者出入防护门右	0.08~0.11	0.09
	12 [#]	观察窗上	0.09~0.13	0.11
	13 [#]	观察窗中	0.09~0.12	0.10
	14 [#]	观察窗下	0.08~0.12	0.10
	15 [#]	观察窗左	0.09~0.12	0.10
	16 [#]	观察窗右	0.09~0.12	0.10
储源室监测结果(单位: Bq/cm^2)				
监测项目	监测点位	点位描述	监测结果	
			监测范围	平均值
β 表面污染	3 [#]	操作台	0.0014~0.0043	0.0028
	4 [#]	室内地面	0.0029~0.0043	0.0034
	5 [#]	水池	0.0014~0.0043	0.0027
植入室监测结果(单位: Bq/cm^2)				
监测项目	监测点位	点位描述	监测结果	
			监测范围	平均值
β 表面污染	6 [#]	操作台	0.0007~0.0029	0.0016
	7 [#]	垃圾桶	0.0014~0.0029	0.0020
	8 [#]	室内地面	0.0007~0.0014	0.0012

编制人:

复核人:

审核人:

签发人:

2018年3月10日

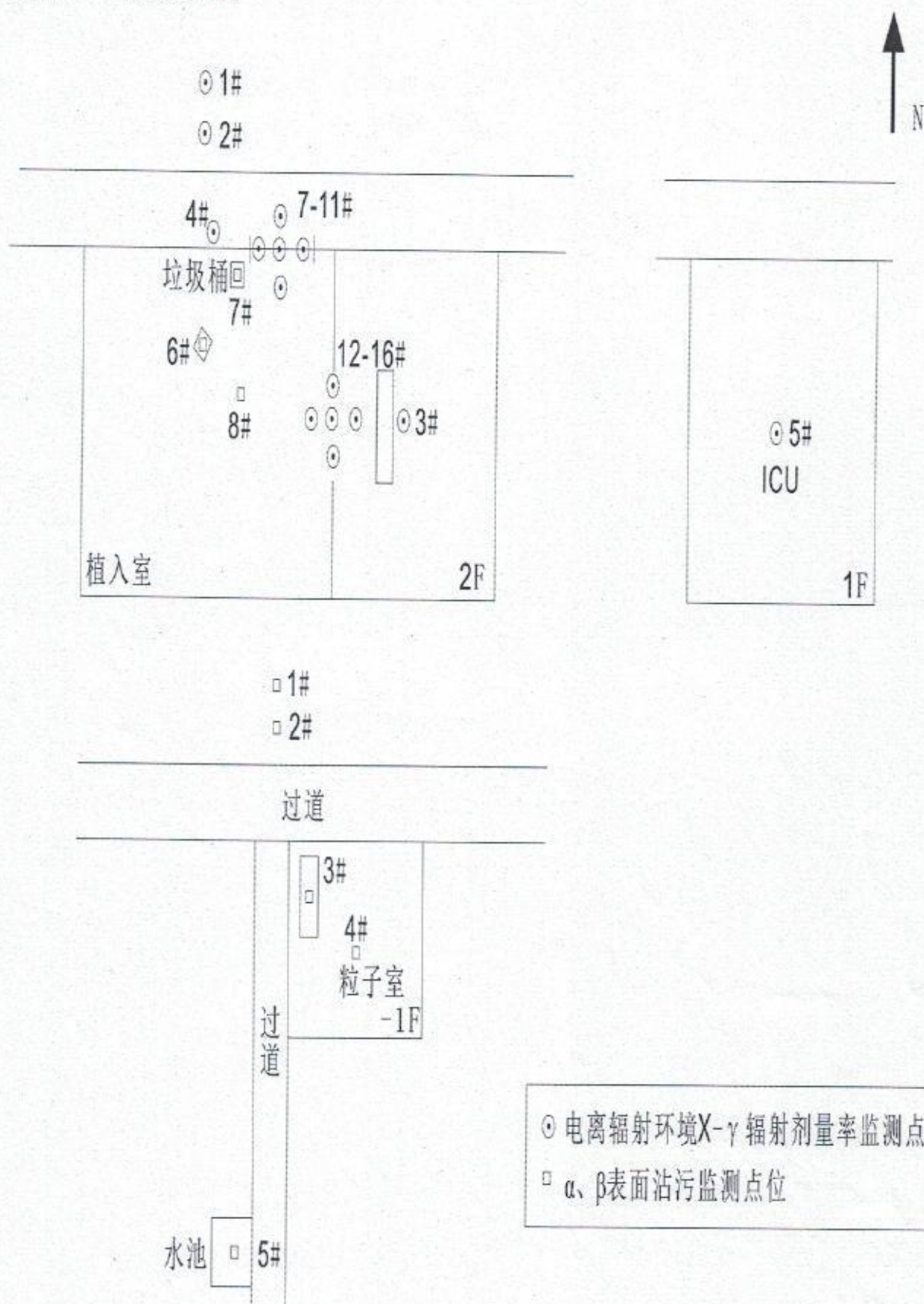
2018年3月10日

2018年03月10日

2018年3月10日



附件：监测点位图



情况说明

陕西省肿瘤医院拟使用 ^{131}I 、 ^{32}P 、 ^{89}Sr 、 ^{223}Ra 、 ^{225}Ac 等核素开展核素治疗，根据本院及其他同行医院核医学科相关工作经验及核医学治疗实际情况，核素治疗的患者在给药后无异常情况即可离开，几乎无人如厕。但不排除存在极少数患者在给药后需在核医学如厕的可能，核素治疗患者给药后如厕概率最大不超过治疗人数的 10%。

特此说明！



