

西安国际医学中心医院新增
放射性核素 Y-90 核技术利用项目
竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：西安国际医学中心医院

编制单位：陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司

二〇二三年二月

1 工程概况

项目名称	西安国际医学中心医院新增放射性核素 Y-90 核技术利用项目				
建设单位	西安国际医学中心医院				
法人代表	孙文国	负责人	杨鹏	电话	173 9183 7290
注册地址	西安市高新区西太路 777 号				
项目建设地点	西安市高新区西太路 777 号西安国际医学中心医院主楼地下二层				
工程性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它				
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类(医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
	其他	/			
	项目内容规模	<p>借助 DSA 的血管造影技术将 Y-90 树脂微球经肝动脉插管直接输注肿瘤部位，以近距离直接给予癌细胞极高的辐射剂量达到消除肿瘤的目的。</p> <p>①医院将院内主楼地下二层原放免分析室改造为 DSA 机房，新增一台数字减影血管造影机（以下简称 DSA），开展 ^{99m}Tc、^{90}Y 药物注射；②依托 DSA 机房北侧原分装室进行 ^{99m}Tc、^{90}Y 药物暂存、抽取、活度测量；③依托原 SPECT-CT3 机房进行显像扫描；④在地下一层核医学科专用病房（治疗室 3、治疗室 4）留观；⑤DSA 机房产生的放射性固体废物暂存于 DSA 机房旁的放射性废物间。</p>			
环境影响报告表名称	西安国际医学中心医院新增放射性核素 Y-90 核技术利用项目环境影响报告表				
环境影响评价单位	中圣环境科技发展有限公司				
环境影响评价审批部门	陕西省生态环境厅	文号	陕环批复 (2022) 40 号	批复时间	2022 年 7 月 6 日
竣工时间	2022 年 12 月		现场监测时间	2023 年 01 月 17 日	
环保设施设计单位	陕西安特防护净化装饰工程有限公司				
环保设施施工单位	陕西安特防护净化装饰工程有限公司				
环境保护设施监测单位	陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司				
实际总投资 (万元)	1000	环保投资 (万元)	100	环保投资 占总投资 比例	10.0%

1.1 项目概述

西安国际医学中心医院是一所集医疗、科研、教学、预防、保健为一体，按照 JCI 国际认证和三甲标准建设的综合性医院。医学中心由西安国际医学投资股份有限公司投资建设，公司以大健康医疗服务和现代医学技术转化应用为主业。

西安国际医学中心医院地处陕西自贸试验区中心片区高新功能区，是西安国际医学城的核心医疗机构。医院建设投资约 55.75 亿元，引进各类设备 6000 余台（套），总价值近 10 亿元，占地面积：307 亩，建筑面积：53 万 m²。

西安国际医学中心医院现有医用电子直线加速器、螺旋断层放射治疗系统（TOMO）、DSA、伽马刀、后装机、血液辐照仪、振波碎石机、SPECT/CT、PET/CT、模拟定位机、CT 定位机、DR、CT、数字乳腺机、X 线骨密度、移动 C 型臂 X 射线机、数字胃肠机、ERCP 胆道摄影、放疗机、泌尿 X 射线机、数字化牙片扫描成像系统、口腔颌面锥形计算机体层摄影设备及核医学科等一批先进的放射诊断、治疗设备。

西安国际医学中心医院已取得陕西省生态环境厅颁发的《辐射安全许可证》（陕环辐证[00547]），批准的活动种类和范围和使用 I 类、II 类、III 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，乙级非密封放射性物质工作场所，具体内容见附件 4。各放射源、非密封放射性物质已完成转让审批流程。

1.2 项目概况

西安国际医学中心医院为进一步助推科室临床发展、提高医疗服务水平，更好的满足患者的医疗服务需求。医院开展 ⁹⁰Y 树脂微球治疗项目，借助 DSA 血管造影技术将 ⁹⁰Y 树脂微球经肝动脉插管直接输注至肿瘤病灶，以近距离直接给予癌细胞极高的辐射剂量，达到治疗的目的。

为满足本项目的需求，医院将院内主楼地下二层原放免分析室改造为 DSA 机房，新增一台数字减影血管造影机（以下简称 DSA），开展 ^{99m}Tc、⁹⁰Y 药物注射。并且依托 DSA 机房北侧原分装室进行 ^{99m}Tc、⁹⁰Y 药物暂存、抽取、活度测量，依托原 SPECT-CT3 机房进行显像扫描，在地下一层核医学科专用病房（治疗室 3、治疗室 4）留观。利用医院主楼地下二层已许可的核医学科场所，增加 ⁹⁰Y 放射性药品的暂存、分装、SPECT/CT 显像等活动。

西安国际医学中心医院于 2022 年 3 月委托中圣环境科技发展有限公司编制了《西安国际医学中心医院新增放射性核素 Y-90 核技术利用项目环境影响报告表》，并于 2022 年 7 月 6 日取得了陕西省生态环境厅的环评批复文件（陕环批复（2022）40 号），详见附件 2。2022 年 11 月 17 日，项目相关辐射工作场所已改造完成，相关设施均已到位，2022 年 12

月 8 日，该医院针对本项目重新申领取得辐射安全许可证，2023 年 1 月 4 日，该院使用的 ^{90}Y 放射性药品通过生态环境部放射性药品进口审批。目前该项目各项环境保护措施和安全措施运行正常，已具备了环保设施“三同时”验收条件。

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4 号）等的要求，医院委托陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司对该项目进行验收监测报告编制（见附件 1）。接受委托后，陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司组织技术人员于 2023 年 2 月对项目进行了现场调查和相关资料收集工作。在现场监测、调查和查阅相关工程资料的基础上，编制完成了《西安市国际医学中心医院新增放射性核素 Y-90 核技术利用项目竣工环境保护验收监测报告表》。

验收范围和内容为院内主楼地下二层 DSA 机房（含配套辅助用房）和 DSA 设备以及在其中开展的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 注射和 ^{90}Y 树脂微球治疗活动；院内主楼地下二层已许可的核医学科场所内增加 ^{90}Y 放射性药品的暂存、分装，以及对已注射 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{90}Y 患者的扫描显像等活动。

1.3 原有项目环保手续履行情况

验收范围和内容为院内主楼地下二层 DSA 机房（含配套辅助用房）和 DSA 设备以及在其中开展的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 注射和 ^{90}Y 树脂微球治疗活动；院内主楼地下二层已许可的核医学科场所内增加 ^{90}Y 放射性药品的暂存、分装，以及对已注射 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{90}Y 患者的扫描显像等活动。

根据医院提供的资料，西安国际医学中心医院自成立以来，共开展了 2 个核技术利用项目，均履行了环保审批手续。见表 1-1。

表 1-1 近几年履行环保审批手续情况表

编号	项目名称	环保审批	环保竣工验收
1	西安国际医学中心医院使用射线装置及非密封放射性物质 I-125 籽粒应用项目	备案号： 20196101000100001323	自主验收
2	西安国际医学中心医院核技术利用项目	陕环批复（2019）330 号 （见附件 2）	自主验收

西安国际医学中心医院在 2022 年 12 月 8 日取得陕西省生态环境厅核发的辐射安全许可证（见附件 4），证号为陕环辐证[00547]，有效期至 2025 年 07 月 29 日，批准的活动种类和范围为：使用 I 类、II 类、III 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，乙级非密封放射性物质工作场所。

表 1-2 医院现有放射源概况表

类别	核素	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) × 枚数	活动种类	用途	使用场所
II 类	Cs-137	3.7E+13×1	使用	放射治疗	主楼负 2 层放疗科伽马刀机房

I类	Co-60	9.6E+12×30	使用	血液治疗	E楼负1层输血科辐照仪机房
III类	Ir-192	3.7E+11×1	使用	后装治疗	主楼负2层1#后装机房

表 1-3 医院现有非密封源工作场所概述表

工作场所名称	场所等级	核素	日等效最大操作量(Bq)	年最大用量(Bq)	活动种类	用途
主楼负2层核医学科检查区	乙	Zr-89	3.700E+6	1.110E+11	使用	PET/CT 显像
主楼负1层核医学科治疗区	乙	Y-90	7.400E+7	2.220E+11	使用	核素治疗
	乙	W-188 (Re-188)	3.700E+5	3.700E+8	使用	188W-188Re 发生器, 每年1个
主楼负2层核医学科检查区	乙	Tc-99m	6.105E+7	1.8315E+13	使用	SPECT/CT 显像
主楼负1层核医学科治疗区	乙	Sr-89	7.400E+6	7.400E+9	使用	核素治疗
	乙	Sm-153	7.400E+6	7.400E+9	使用	核素治疗
	乙	S-35	3.700E+6	1.110E+10	使用	核素治疗
	乙	Re-188	3.700E+7	3.7E+10	使用	核素治疗
	乙	Re-186	1.850E+8	5.550E+11	使用	核素治疗
	乙	Ra-223	7.400E+7	2.220E+9	使用	核素治疗
主楼负2层核医学科检查区	乙	P-32	7.400E+6	7.400E+9	使用	核素治疗
	乙	O-15	1.655E+6	4.995E+11	使用	PET/CT 显像
	乙	N-13	1.655E+6	4.995E+11	使用	PET/CT 显像
	乙	Mo-99 (Tc-99m)	6.105E+7	3.050E+12	使用	放射性药物诊断
主楼负1层核医学科治疗区	乙	Lu-177	7.40E+8	1.110E+12	使用	核素治疗
	乙	In-111	1.850E+7	1.850E+10	使用	核素治疗
	乙	I-131	2.405E+9	7.215E+12	使用	核素治疗
主楼负2层 PET/CT 室	乙	I-125 (粒子源)	5.180E+6	1.554E+12	使用	放射性药物治疗
主楼负2层核医学科检查区	乙	I-125	7.400E+3	1.850E+7	使用	放射免疫分析
	乙	I-124	4.810E+5	1.443E+10	使用	PET/CT 显像
	乙	I-123	3.700E+5	1.110E+11	使用	SPECT/CT 显像
	乙	Ge-68 (Ga-68)	9.250E+5	2.775E+11	使用	PET/CT 显像
	乙	F-18	2.220E+7	6.660E+12	使用	PET/CT 显像
	乙	Cu-64	3.700E+5	1.110E+11	使用	PET/CT 显像
	乙	Cr-51	1.480E+4	4.440E+9	使用	SPECT/CT 显像
	乙	C-11	1.665E+6	4.995E+11	使用	PET/CT 显像
主楼负1层核医学科治疗区	乙	At-211	1.480E+8	1.480E+10	使用	核素治疗
	乙	Ac-225	7.40E+7	2.220E+9	使用	核素治疗实验

表 1-4 医院现有射线装置表

序号	装置名称	规格型号	类别	最大管电压(kV)	最大管电流(mA)	用途	场所
1	高端 CT	SOMATOM Force	III类	150kV	1300mA	影像诊断	E楼1层 CT5
2	高端 CT	IQON Spectral	III类	140kV	1000mA	影像诊断	E楼1层 CT6
3	64排 CT	Optima CT680E	III类	140kV	600mA	影像诊断	综合急救 D楼一层

4	64 排 CT	Ingenuity Core 128	III 类	120kV	655mA	影像诊断	E 楼 1 层 CT7
5	双板 DR	optima XR 648	III 类	150kV	800mA	影像诊断	综合急救 D 楼一层
6	双板 DR	DRX-Evolution PLUS	III 类	150kV	500mA	影像诊断	E 楼 1 层 DR1
7	单板 DR	DRX-Evolution PLUS	III 类	150kV	500mA	影像诊断	E 楼 1 层 DR2
8	单板悬吊 X 摄影	UDR 780i	III 类	150kV	800mA	影像诊断	E 楼 1 层 DR3
9	数字胃肠	SONIALVISION G4	III 类	150kV	800mA	影像诊断	E 楼 1 层 2#-46
10	数字乳腺	Selenia Dimensions	III 类	49kV	200mA	影像诊断	E 楼 1 层乳腺摄影
11	数字乳腺	Multi care	III 类	34kV	80mA	影像诊断、治疗	E 楼 1 层乳腺穿刺
12	骨密度	Lunar iDXA	III 类	70kV	3mA	影像诊断	E 楼 1 层骨密度
13	移动 DR	DRX-Revolution	III 类	150kV	400mA	影像诊断	病房
14	移动 DR	DRX-Revolution	III 类	150kV	400mA	影像诊断	病房
15	移动 DR	UDR 370i	III 类	150kV	320mA	影像诊断	病房
16	移动 DR	UDR 370i	III 类	150kV	320mA	影像诊断	病房
17	牙片机	Focus	III 类	140kV	7mA	影像诊断	D 楼 3 层
18	口内 X 射线机	PP3-1	III 类	90kV	16mA	影像诊断	D 楼 3 层
19	DSA1	FD10	II 类	125kV	1000mV	介入治疗	E 楼 1 层
20	DSA2	IGS520	II 类	125kV	1000mV	介入治疗	E 楼 1 层
21	DSA3	IGS520	II 类	125kV	1000mV	介入治疗	E 楼 1 层
22	DSA4	IGS630	II 类	125kV	1250mV	介入治疗	E 楼 1 层
23	DSA5	Biplane	II 类	125kV	1000mV	介入治疗	E 楼 1 层
24	消化 DSA	FD20	II 类	125kV	1000mV	介入治疗	B 楼 2 层
25	急诊 DSA	Flexmove	II 类	125kV	1000mV	介入治疗	综合急诊 D 楼 1 层
26	手术室 DSA	Flexmove	II 类	125kV	1000mV	介入治疗	E 楼 4 层
27	移动 C 形臂	OEC 7900	III 类	110kV	20mV	影像定位	E 楼 4 层
28	泌尿 X 线机	HK.UROT-I	III 类	150kV	630mV	影像定位	D 楼负一层
29	震波碎石机	X5	III 类	100kV	5mA	影像定位	D 楼负一层
30	ERCP	SONIALVISION G4	III 类	150kV	800mA	影像诊断	B 楼三层
31	SPECT\CT	670Pro	III 类	140kV	440mV	影像诊断	主楼负二层
32	PET\CT	UMI 550	III 类	140kV	420mV	影像诊断	主楼负二层
33	医用直线加速器	Halcyon	II 类	6mV X 射线 最高剂量率： 800cGy/min		放射治疗	主楼负二层 317 LA 机房
34	CT 模拟定位机	Brilliance CT Big	III 类	150kV	500mV	影像定位	主楼负二层 CT 定位室
35	医用直线加速器	Synergy	II 类	10mV X 射线 最高剂量率： 800cGy/min		放射治疗	主楼负二层 313 LA 机房
36	车载 DR	DR1000	III 类	150kV	630mA	影像诊断	体检车（陕

							AAC895)
37	X 射线计算机 体层摄影系统	NL3000	III 类	140kV	7mA	影像诊断	脑卒中车 (陕 AAC902)
38	X 射线计算机 体层摄影系统	SOMATOM go.now	III 类	130kV	400mA	影像诊断	车载 CT (陕 AAC963)
39	医用 X 射线摄 影装置	AXIOMAristosVXPI us	III 类	150kV	1000mA	影像诊断	发热门诊
40	方舱 CT	uCT520	III 类	140kV	350mA	影像诊断	一层发热门诊 西侧

2 验收依据

2.1 法规文件

- (1) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，主席令2003年第6号；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，主席令2018年第24号令；
- (3) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令2017年第682号；
- (4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令2005年第449号，2019年修订版；
- (5) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环保总局第31号令，2017年修订版；
- (6) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，国环规环评〔2017〕4号；
- (7) 《关于发布<射线装置分类>的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号；
- (8) 《关于发布<建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类>的公告》，生态环境部公告2018年第9号；
- (9) 《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）；
- (10) 《陕西省放射性污染防治条例》，2019年修正版；
- (11) 《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；
- (12) 《陕西省建设项目竣工环境保护验收指南》。

2.2 技术标准

- (1) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；
- (2) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；
- (3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；
- (4) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）；
- (5) 《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）；
- (6) 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）。

2.3 本项目环评报告表及批复

- (1) 《西安国际医学中心医院新增放射性核素Y-90核技术利用项目环境影响报告表》，中圣环境科技发展有限公司，2022年7月；

(2)《陕西省生态环境厅关于<西安国际医学中心医院新增放射性核素Y-90核技术利用项目环境影响报告表>的批复》，陕环批复〔2022〕40号。

3 项目建设情况

3.1 项目名称、地点

项目名称：西安国际医学中心医院新增放射性核素Y-90核技术利用项目

项目地点：西安市高新区西太路777号西安国际医学中心医院主楼地下二层核医学科DSA机房（医院地理位置示意图见图3-1，医院北院区平面布置示意图见图3-2，医院北院区康复医学中心楼二层裙房D区平面布置示意图见图3-3，DSA机房四邻关系图和机房平面布局图见图3-4，DSA机房剖面图见图3-5）。

西安国际医学中心医院位于西安市高新区西太路777号，地理坐标经度：108°50'6"，纬度34°8'41"。医院西邻西太路，西侧隔路为空地，南邻纬三十二路，南侧隔路为中海寰宇天下（正在建设），东南侧隔路为紫薇云璟时光小区（正在建设），东邻经十六路，东侧隔路为空地，北邻纬三十二路，北侧隔路为西安国际医学中心医院北院区。医院地理位置见图3-1，医院四邻关系图见图3-2。



图 3-1 西安国际医学中心医院地理位置示意图

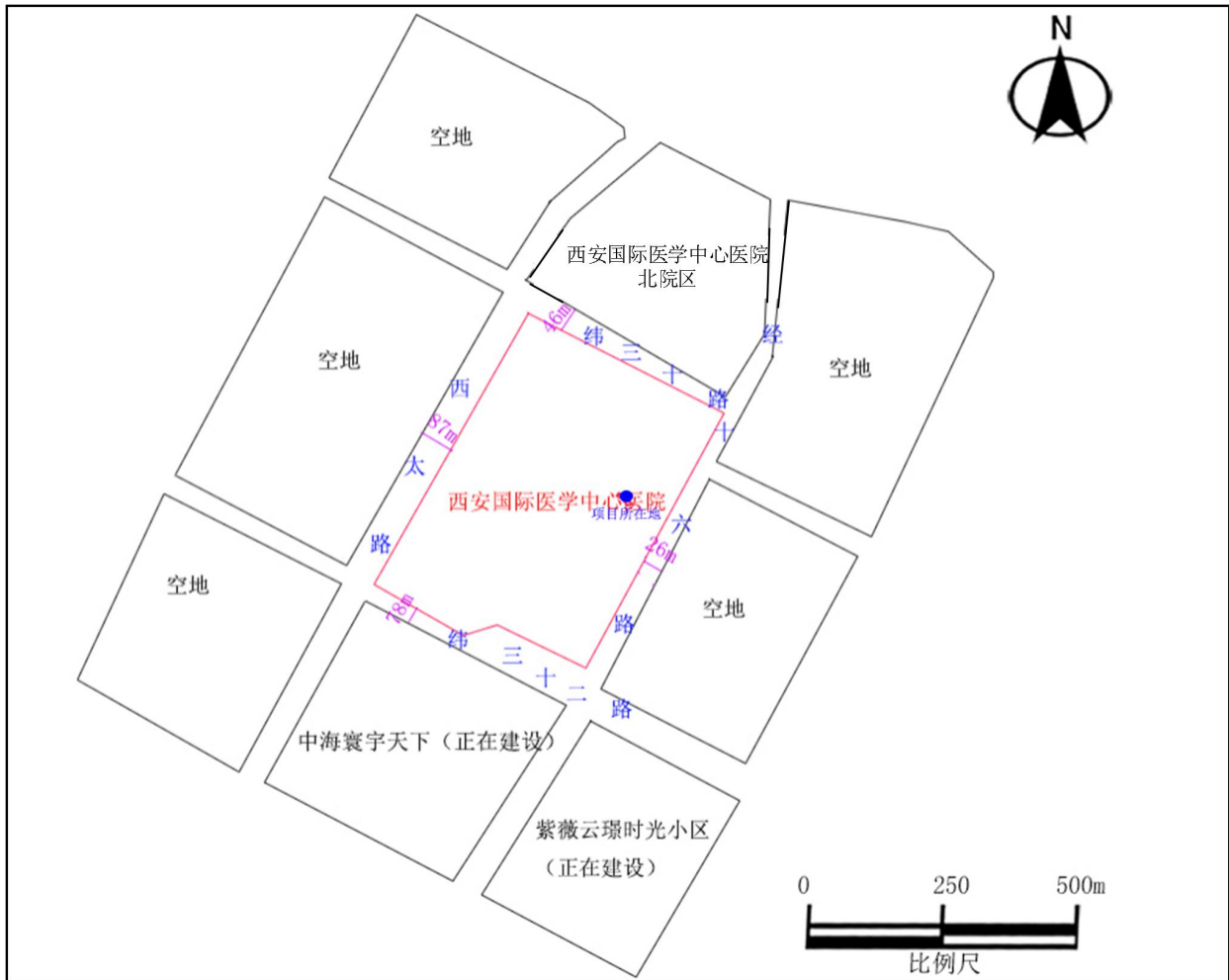


图3-2 西安国际医学中心医院四邻关系图

西安国际医学中心医院主楼分为 A、B、C、D、E 楼，放射治疗中心位于 C 楼地下二层，本项目 DSA 机房位于放射治疗中心原放免分析室。西安国际医学中心医院平面布置图见图 3-3，医院主楼地下二层平面布置图见图 3-4，医院主楼地下一层平面布置图见图 3-5。医院主楼地下三层均为停车场。

本项目 DSA 机房位于院内主楼地下二层放射治疗中心的原放免分析室，楼上为运维部、中心库房的排烟机房、过道，楼下为停车场，医院充分考虑邻近周围场所的防护和安全，将项目选址在统一规划的放射治疗区域，减少对医院周围公众及患者家属的影响。DSA 机房主要为医院 DSA 工作人员和患者进入，从满足安全治疗和辐射安全与防护的角度来看，在装置运行时，可有效减少受辐射的人群，更有利于科室射线装置管理。各辐射场所及其配套单元间功能布局分区明确，时间上不相互穿插，干扰。

根据现场核查， ^{90}Y 治疗项目 DSA 机房、分装室、专用病房和核医学科场所位置、布局、毗邻关系与环评方案一致。

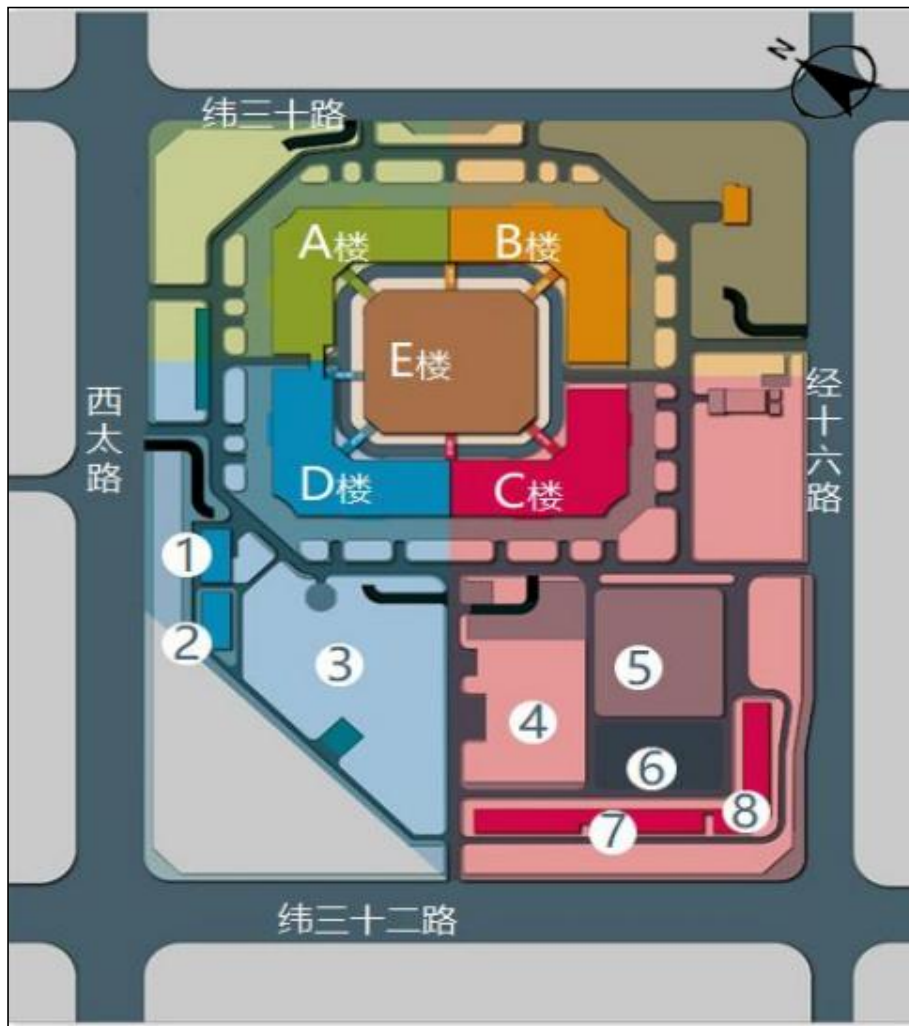


图3-3 西安国际医学中心医院平面布置图



图3-4 西安国际医学中心医院主楼地下二层平面布置图



图3-5 西安国际医学中心医院主楼地下一层平面布置图

3.2 建设内容

为进一步助推科室临床发展、提高医疗服务水平，更好地满足患者的医疗服务需求，医院开展⁹⁰Y树脂微球治疗项目，借助DSA血管造影技术将⁹⁰Y树脂微球通过肝动脉插管直接输注至肿瘤病灶，达到治疗的目的。为了解决核医学场所辐射安全管理等方面的要求，针对本项目涉及到的场所做如下改造。

医院将院内主楼地下二层原放免分析室改造为DSA机房，新增一台数字减影血管造影机（以下简称DSA），开展^{99m}Tc、⁹⁰Y药物注射；②依托DSA机房北侧原分装室进行^{99m}Tc、⁹⁰Y药物暂存、抽取、活度测量；③依托原SPECT-CT3机房进行显像扫描；④在地下一层核医学科专用病房（治疗室3、治疗室4）留观；⑤DSA机房产生的放射性固体废物暂存于DSA机房旁的放射性废物间。本项目涉及新增II类射线装置和乙级非密封放射性物质工作场所。数字减影血管造影机（DSA）

本次新增DSA设备参数见表3-1，DSA机房的屏蔽参数见表3-2。原放免分析室平面见图3-1，改造后DSA机房平面图见图3-2。

表3-1 DSA设备参数

装置名称	型号	生产厂家	数量	额定参数	类别	安装位置
医用血管造影X射线机	Innova IGS 5	通用电气医疗系统两合公司	1台	最大管电压 125kV 最大管电流 1000mA	II类	主楼C区地下二层改建DSA机房

表3-2 改造后的DSA机房屏蔽参数

类别	项目	建设内容		
主体工程	DSA机房	几何尺寸	长×宽×高：7.25m×6.3m×3.0m	
			面积：45.7m ²	
	核实屏蔽参数	防护墙：	东侧屏蔽墙为 240mm 实心砖+2mmPb 当量防护材料，西、南、北屏蔽墙均为 200mm 加气混凝土+3mmPb 板	
		屋顶：	120mm 钢筋混凝土+2mmPb 当量防护材料	
		地板：	120mm 钢筋混凝土+2mmPb 当量防护材料	
		医护人员进出防护门：	3mmPb	
		病人进出防护门：	3mmPb	
		铅观察窗：	3mmPb	
辅助工程	包括控制室、设备间、医生刷手间、医生更衣间、放射科走廊、核医学科走廊、患者等候区、医废间、保洁间、无性别卫生间、药物通道、医疗废物通道			

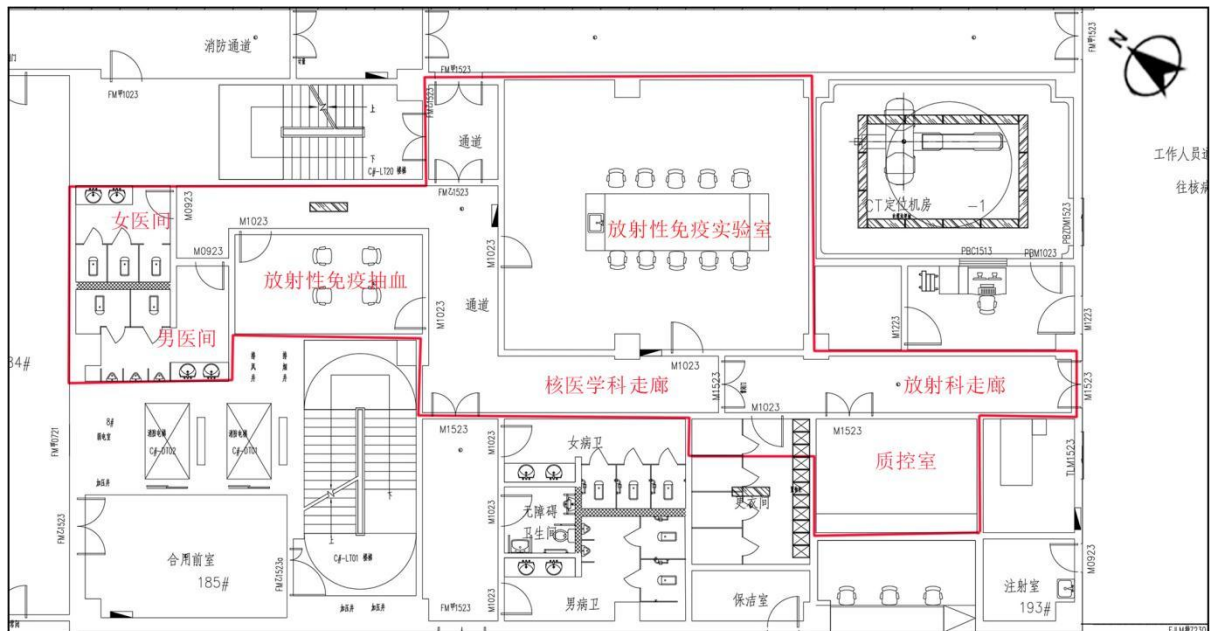


图 3-6 原放免分析室平面图

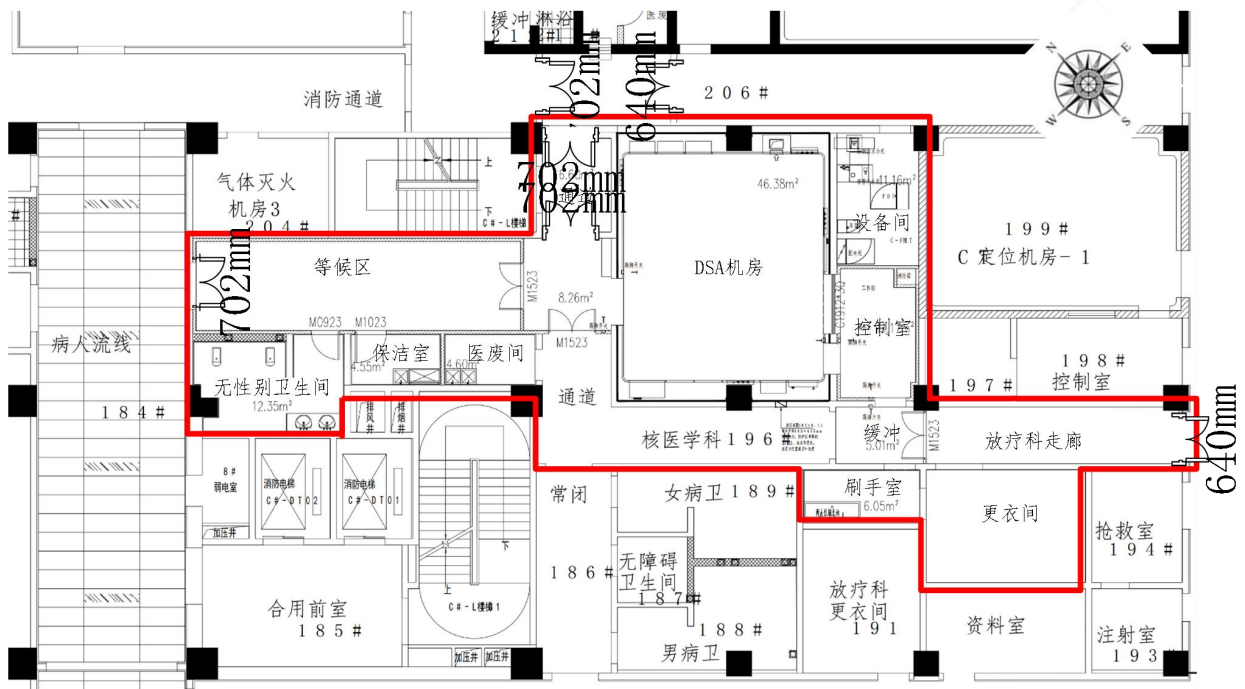


图 3-7 改造后的 DSA 机房平面图

(2) 非密封放射性物质工作场所

根据医院提供的资料，本项目使用的核素为 ⁹⁰Y，每瓶 ⁹⁰Y 树脂微球活度为 3×10⁹Bq，每个病人最大用量为 3×10⁹Bq (81mCi/人·次)。⁹⁰Y 树脂微球来源为外购，药物到达医院后直接通过货梯将药物送至分装室暂存、抽取、活度测量工作，然后送至 DSA 机房进行 ⁹⁰Y 树脂微球治疗手术，手术后患者通过患者专用通道至 SPECT-CT3 机房进行显像摄影，以进行剂量学评估；通过电梯至地下一层核医学科专用病房进行留观。

在 ⁹⁰Y 树脂微球手术前的 1-2 周时，医院使用 ^{99m}Tc 模拟 ⁹⁰Y 树脂微球在体内的分布。根据医院提供的资料，每个患者使用 ^{99m}Tc 的最大用量为 3.7×10⁸Bq (10mCi/人·次)，^{99m}Tc 在分装室进行药物存储、分装和活度测量工作，在 DSA 机房进行血管造影、放置导管和药物注射，然后在 SPECT-CT3 机房进行显像摄影，后离开医院。

本项目涉及新增 Y-90 核素信息见表 3-3，本项目涉及非密封放射源及其场所见表 3-4。

表 3-3 本项目涉及新增核素 ⁹⁰Y 信息表

核素	性质	用途	毒性因子	操作修正因子	药物来源	每个病人最大使用量 (Bq)	每天治疗人数 (个)	每年治疗人数 (个)	日等效最大操作量 (Bq)
⁹⁰ Y	悬浮液, 半衰期 64.2h	治疗	0.1(中毒)	10(很简单)	外购	3×10 ⁹ (81mCi/人·次)	1	200	3×10 ⁷

注：①根据医院提供的资料，本项目 ⁹⁰Y 每天最多治疗 1 个病人，每年最多 200 个病人。②⁹⁰Y 操作修正因子根据《钇-90 微球树脂微球使用过程辐射安全风险研究报告》（生态环境部核与辐射安全中心）进行取值。

表 3-4 本项目涉及非密封放射源及其场所表

使用场所	分装室		DSA 机房		SPECT-CT3 机房		核医学科病房
	^{99m}Tc	^{90}Y	^{99m}Tc	^{90}Y	^{99m}Tc	^{90}Y	^{90}Y
操作方式	分装、活度测量	抽取、活度测量	介入注射	介入注射	显像扫描	显像扫描	留观
实际日最大操作量 (Bq)	3.7×10^8	3.0×10^9	3.7×10^8	3.0×10^9	3.7×10^8	3.0×10^9	3.0×10^9
日等效最大操作量 (Bq)	3.7×10^5	3.0×10^7	3.7×10^5	3.0×10^7	3.7×10^5	3.0×10^7	3.0×10^7
年最大操作量 (Bq)	7.4×10^{10}	6.0×10^{11}	7.4×10^{10}	6.0×10^{11}	7.4×10^{10}	6.0×10^{11}	6.0×10^{11}

备注：①主楼地下二层核医学科检查区现有日等效最大操作量为 $1.68\times 10^8\text{Bq}$ ，新增放射核素 ^{90}Y 日等效最大操作量为 $3\times 10^7\text{Bq}$ ，通过计算，在增加用量和核素后，地下二层日等效最大操作量为 $1.98\times 10^8\text{Bq}$ ，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），核医学科非密封源工作场所级别仍然为乙级；②分装室现有日等效最大操作量为 $1.7\times 10^8\text{Bq}$ ，新增放射核素 ^{99m}Tc 、 ^{90}Y ，日等效最大操作量为 $3\times 10^7\text{Bq}$ 、 $3.7\times 10^5\text{Bq}$ ，通过计算，在增加用量和核素后，地下二层日等效最大操作量为 $2.00\times 10^8\text{Bq}$ ，根据 GB18871-2002 标准，分装室非密封源工作场所级别仍然为“乙级”；③原放免分析室有放射性核素情况： ^{125}I （最大等效日操作量 $7.4\times 10^5\text{Bq}$ ），已豁免，被改造为 DSA 机房，新增放射性核素 ^{99m}Tc 、 ^{90}Y ，日等效最大操作量为 $3\times 10^7\text{Bq}$ 、 $3.7\times 10^5\text{Bq}$ ，根据 GB18871-2002，DSA 机房非密封源工作场所级别为乙级；④SPECT-CT3 室原有放射性核素情况： ^{123}I （最大等效日操作量 $3.7\times 10^5\text{Bq}$ ）、 ^{51}Cr （最大等效日操作量 $1.48\times 10^4\text{Bq}$ ）、 ^{186}Re （最大等效日操作量 $1.85\times 10^8\text{Bq}$ ），新增放射性核素 ^{99m}Tc 、 ^{90}Y （日等效最大操作量为 $3\times 10^7\text{Bq}$ 、 $3.7\times 10^5\text{Bq}$ ）后，SPECT-CT3 室非密封源工作场所级别仍为乙级场所；⑤核医学科病房原有放射性核素情况： ^{131}I （最大等效日操作量 $2.4\times 10^9\text{Bq}$ ），新增放射性核素 ^{90}Y （日等效最大操作量为 $3\times 10^7\text{Bq}$ ）后，核医学科病房非密封源工作场所级别仍为乙级场所。

3.3 工程设备和工艺分析

（一）DSA

（1）工作原理

DSA 是计算机与常规血管造影相结合的一种检查方法，是集电视技术、影像增强、数字电子学、计算机技术、图像处理技术多种科技手段于一体的系统。DSA 主要采用时间减影法，即将造影剂未达到预检部位前摄取的蒙片与造影剂注入后摄取的造影片在计算机中进行数字相减处理，仅显示有造影剂充盈的结构，具有高精密度和灵敏度。利用计算机系统将注射造影剂前的透视影像转换成数字形式贮存于记忆盘中，称作蒙片。然后将注入造影剂后的造影区的透视影像也转换成数字，并减去蒙片的数字，将剩余数字再转换成图像，即成为除去了注射造影剂前透视图像上所见到的骨骼和软组织影像，剩下的只是清晰的纯血管造影像。

在血管造影时，X 射线照射人体后产生的影像，经影像增强器强化，有摄像机接收并把它变成模拟信号输入模—数转换器，把模拟信号转变成数字信号，然后把数字信号存入贮存器。同时电子计算机图像处理系统把图像分成许多像素，并通过数—模转换器把数字信号变成模拟信号，再输入监视器，从监视器屏幕上就可以见到实时纯血管的图像。

(2) 设备组成

DSA 是影像增强器技术、电视技术和计算机科学技术相结合的产物，是应用最多的数字化 X 射线透视设备。DSA 主要由带有影像增强器电视系统的 X 射线诊断机、高压注射器、电子计算机图像处理系统、治疗床、操作台、磁盘或磁带机和多幅照相机组成。

工作流程

DSA 在进行曝光时分为 DSA 检查和介入操作两种情况，对应的治疗流程及产污见图 3-8。

① DSA 检查

DSA 检查采用隔室操作方式，通过控制 DSA 的 X 线系统曝光，采集造影部位图像。具体方式是受检者位于检查床上，医护人员调整 X 线球管、人体、影像增强器三者之间的距离，然后进入操作间，关好防护门。医师、操作人员通过操作间的电子计算机系统控制 DSA 的 X 系统曝光，采集造影部位图像。医师根据该图像确诊患者病变的范围、程度，选择治疗方案。

② DSA 介入操作

DSA 介入操作采用近台同室操作方式。通过控制 DSA 的 X 线系统曝光，对患者的部位进行间歇式透视。具体方式是受检者位于手术床上，介入手术医生位于手术床一旁，距 DSA 的 X 线管 0.3~1.0m 处，在非主射束方向，配备个人防护用品（如铅衣、铅围脖、铅眼镜、铅手套等），同时手术床旁设有屏蔽挂帘和移动式防护帘。介入操作中，医生、护士佩戴防护用品，医师根据操作需求，踩动手术床下的脚踏开关启动 DSA 的 X 线系统进行透视（DSA 的 X 线系统连续发射 X 射线），通过悬挂显示屏上显示的连续画面，完成介入操作。介入操作完后关机，病人离开介入室。

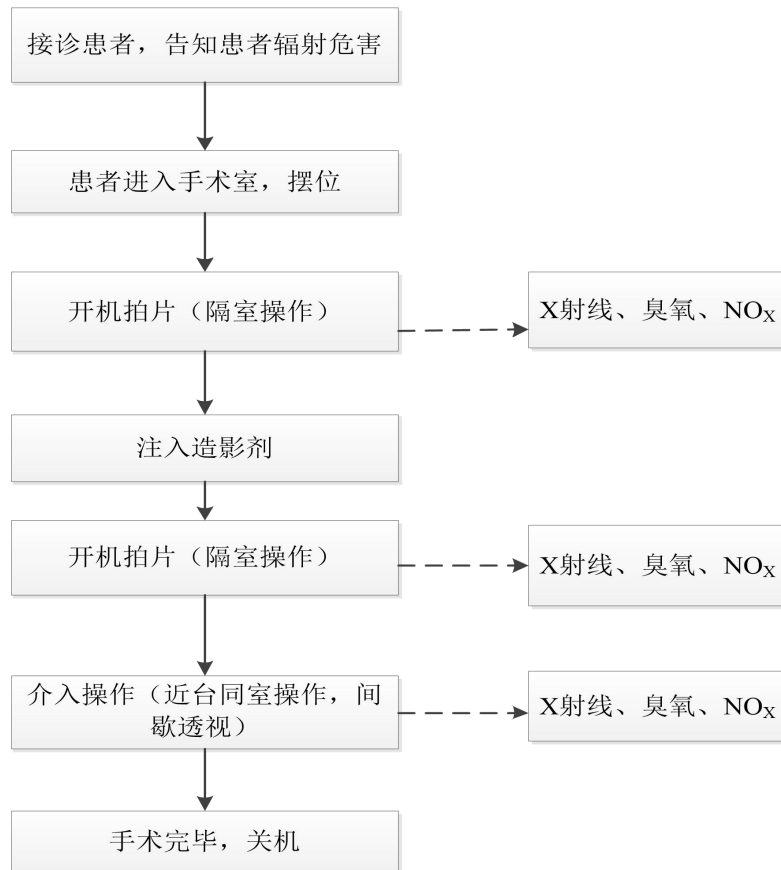


图 3-8 DSA 介入治疗流程及产污环节示意图

Y-90 肿瘤治疗

Y-90 微球以 DSA 介入的形式开展治疗，微球通过导管经由肝总动脉、右肝动脉或左肝动脉注射引导到肝脏肿瘤中，在输送到肝动脉后，微球被选择性输送并停留在肿瘤的微血管中，发挥局部放射治疗。Y-90 手术在本项目评价的 DSA 机房中进行。

(1) 工作原理

Y-90 半衰期为 64.2h，是通过化学方法从 Sr-90 中提取，将其离子键结合在树脂微球上制成微小颗粒，药物为悬浮液形式，通过选择性动脉插管的方法将载有 Y-90 放射性核素的颗粒注入肿瘤血管，使 Y-90 滞留于肿瘤组织内达到足够剂量杀死肿瘤细胞，此微球具有不能通过毛细血管网，且不被巨噬细胞所吞噬，生物相容性好、无毒、核素衰变基本完成后微球开始生物降解而不再栓塞血管的特点。⁹⁰Y 发出的β射线能量为 2.284MeV，在人体组织中的最大射程为 11mm，平均射程 2.5mm。

⁹⁰Y 树脂微球是一款靶向放射治疗产品，由含有钇的生物相容性树脂微球组成，直径为 20-60μm。该产品被广泛应用于肿瘤的选择性体内放射治疗（SIRT）中，即在肝脏病灶处，通过局部的大剂量高能量β辐射起到杀死癌细胞的目的，同时不伤害肝脏组织。被广泛用于手术治疗不可切除的肿瘤。

(2) 操作流程

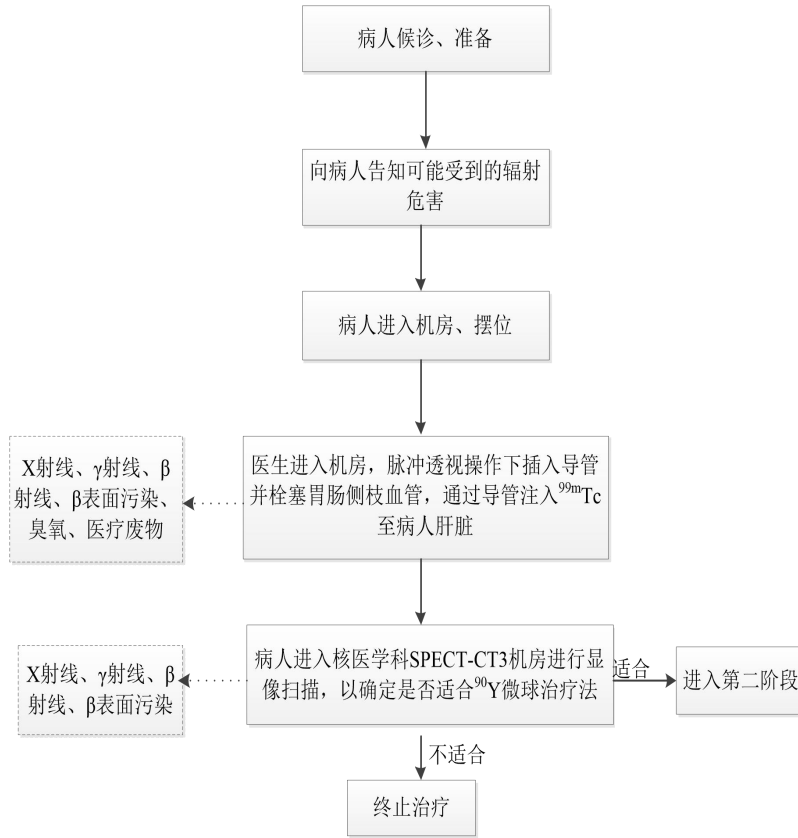


图 3-9 ⁹⁰Y 微球治疗第一阶段操作流程及产污环节图



图 3-10 ⁹⁰Y 微球治疗第二阶段操作流程及产污环节图

（三） ^{90}Y 树脂微球总活度测量和抽取

①在分装室先将无菌 V 瓶置于 15mm 有机玻璃 V 架上。工作人员手持内置 ^{90}Y 树脂微球西林瓶的防护罐（未打开）进行摇晃，持续时间大约 30s/例。摇匀后迅速打开防护罐盖子，使用长柄镊子夹取含 ^{90}Y 树脂微球西林瓶放置在活度计测井内，测量 ^{90}Y 树脂微球总活度并进行记录；

②将使用注射器（配有 15mm 有机玻璃注射器防护套）扎入西林瓶底部，快速抽压数次，使西林瓶中的 ^{90}Y 树脂微球混合均匀，抽取一定量 ^{90}Y 树脂微球注入 V 瓶，将剩余放射性药物放置在活度计测井中进行测量，直至抽取完成患者所需的剂量为止；

③注入结束后，拔出注射器并装好针管，将 V 瓶顶部塞盖好。

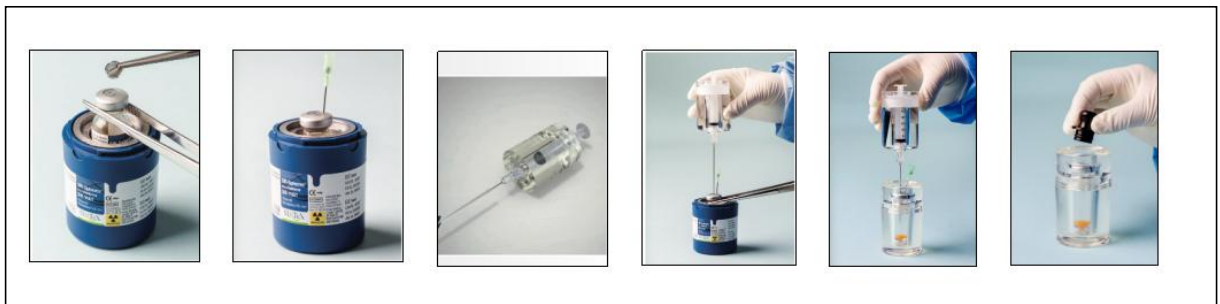


图 3-11 ^{90}Y 树脂微球总活度测量和抽取示意图

（四） ^{90}Y 介入注射

^{90}Y 树脂微球介入注射具体步骤描述如下：

①将测量完活度的含 ^{90}Y 树脂微球的 V 瓶放置于注射防护盒内，连接将输液管、三通旋阀、无菌水或者 5%右旋糖苷和造影剂等辅助材料；

②装配完毕后，先手动压注射防护盒外 B 口注射器注入造影剂，复查导管位置；其次使用 B 口另一个注射器注入无菌水或者 5%右旋糖苷冲洗导管，避免导管内与 ^{90}Y 树脂微球混合。通过 D 口脉冲注入无菌水使 V 瓶的微球回旋形成悬浮物，通过 V 瓶 C 口将 ^{90}Y 树脂微球经连接病人体内的导管 A 口压入患者体内，直达病灶；

③将微球分小剂量多次注入，过程大概持续 20min；

④通过 B 口无菌水或者 5%右旋糖苷注入导管，完成后将导管从病人体内取出，将注射器导管等放置于放射性废物桶内。

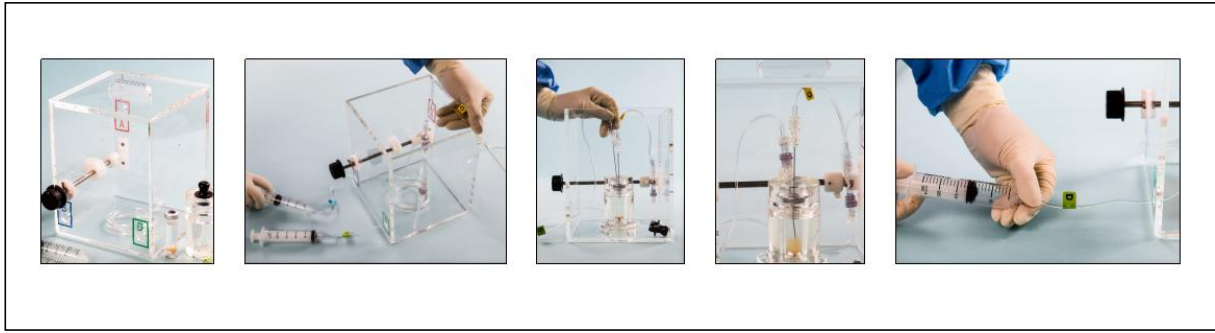


图 3-12 ^{90}Y 树脂微球介入注射示意图

(五) $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 的分装、介入注射

① $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 是事先由供药单位分装好，医院不再进行分装，在特殊情况下，需要临时调整药物使用量时才会进行简单分装。分装室设两个分装柜，用于药物的暂存、分装。特殊情况下药物的分装操作均在分装柜中进行。

② $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 介入注射：对患者的皮肤施行局部麻醉，使用经皮穿刺技术执行 HAG；将一条细小的导管插入腹股沟内的动脉中，并逆行进入肝动脉；在选择性地将血管造影导管置入肝动脉后，将 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 通过导管注入肝脏。然后取出导管。

3.4 污染源项描述

3.4.1 正常工况下污染物分析

1) 电离辐射

本项目使用 SPECT-CT3 进行扫描、DSA 进行介入手术时，会产生 X 射线。DSA 和 SPECT-CT3 产生的 X 射线是随机器的开、关而产生和消失。因此，在 DSA 和 SPECT-CT3 开机出束期间，会产生 X 射线。

患者在进行锝聚合白蛋白 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 扫描时，会产生 X 射线、 γ 射线以及表面沾污。

放射性核素 ^{90}Y 经静脉注射进入患者体内，分布到特定器官并主要产生 β 射线。 β 粒子能被有机注射器套、V 型架等完全阻挡。本项目辐射工作人员不会直接接触放射性核素，在操作时会佩戴医用手套，因此 β 射线、 γ 射线对本项目放射工作人员的影响较小。但 β 射线被其他物质阻止时产生韧致辐射，韧致辐射会对周围环境产生辐射污染，本项目考虑韧致辐射影响。

因此，本项目涉及的污染因子有 X 射线、 γ 射线、 β 表面污染、韧致辐射。

2) 废气

^{90}Y 树脂微球为悬浮液，悬浮溶液为无菌水，无挥发性，且在治疗全过程中， ^{90}Y 微球不暴露在空气，且游离的 ^{90}Y 核素以氯化钇形式存在，氯化钇不具备挥发性，故不产生放射性气体或气溶胶的辐射影响。

DSA 在开机并处于出束状态时，X 射线与空气作用会产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，由于项目射线装置的管电压、管电流较小，产生的有害气体相对较少。

3) 废水

本项目主要考虑注射 ^{90}Y 树脂微球后患者在病房产生的废水。

分装柜采用手动分装，本项目在分装室不产生废水。做手术前，病人需排空尿液，DSA 机房不产生放射性废水。手术做完后直接去 SPECT-CT3 机房进行显像检查，手术和检查时间较短，所以在 SPECT-CT3 机房也不产生废水。病人在 SPECT-CT3 机房做完检查后，乘坐核医学科专用电梯从地下二层到达地下一层核医学科治疗病房，在治疗病房产生废水。

4) 固体废物

医院使用 ^{90}Y 树脂微球治疗过程中产生的放射性固废包括：注射 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物产生的一次性手套、输液管、患者体内导管等； $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 和 ^{90}Y 树脂微球分装过程中产生的转移用的一次性手套、注射器、含剩余药物的西林瓶等；注射 ^{90}Y 药物产生的一次性手套、输液管、患者体内导管、V 瓶及有机玻璃防护罐等；病人在病房留观时产生的固体废物，患者在 SPECT-CT3 机房进行显像扫描时不产生放射性固体废物。

3.4.2 非正常工况

- ①在使用 DSA 发射 X 射线进行介入治疗时，人员误入机房引起误照射；
- ②工作人员未按要求穿戴个人防护用品时，造成额外附加照射剂量；
- ③使用 DSA 的医生或者护士在手术室内曝光时未穿戴铅围裙、防护手套、防护帽和防护眼镜等防护用具，而受到超剂量外照射；
- ④DSA 和 SPECT-CT3 控制系统出现故障，照射不能停止，患者受到计划外照射；
- ⑤核素转移过程中由于操作人员违反规程或误操作引起的意外泄露，造成台面、地面辐射污染及工作人员额外附加照射；
- ⑥由于管理不善，放射性药物被盗、丢失；
- ⑦给药后患者擅自离开病房，对医务人员、公众造成意外照射。

3.5 项目变动情况

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》和《污染影响类建设项目重大变动清单（试行）》（环办环评函〔2020〕688号）的相关规定。本项目变动情况见表3-5。

表3-5 项目变动情况核实表

项目		环评要求	验收核实	是否发生重大变动
建设性质		扩建	与环评一致。	否
活动种类和范围		使用 II 类射线装置，使用非密封放射性物质，新增非密封放射性物质使用场所	与环评一致。	否
建设地点		西安市高新区西太路 777 号西安国际医学中心医院主楼地下二层核医学科 DSA 机房	与环评一致。	否
建设规模		主楼地下二层原放免分析室改造为 DSA 机房，新增一台 DSA，开展 ^{99m}Tc 、 ^{90}Y 药物注射； ②依托 DSA 机房北侧原分装室进行 ^{99m}Tc 、 ^{90}Y 药物暂存、抽取、活度测量；③依托原 SPECT-CT3 机房进行显像扫描；④在地下一层核医学科专用病房（治疗室 3、治疗室 4）留观；⑤DSA 机房产生的放射性固体废物暂存于 DSA 机房旁的放射性废物间。本项目涉及新增 II 类射线装置和乙级非密封放射性物质工作场所。	与环评一致。	否
工作方式		见环评报告第九章第 1 节	与环评一致。详见本报告 3.3 节。	否
辐射防护措施	辐射屏蔽措施	见环评报告第十章第 1 节	DSA 机房设计尺寸为 $6.8\text{m}\times 8.4\text{m}\times 4.7\text{m}$ ，验收实测尺寸为 $7.25\text{m}\times 6.3\text{m}\times 3.0\text{m}$ ，较环评设计值小，其余与环评一致。详见本报告第 3.2 节表 3-2、第 4.4 节	否，DSA 机房实测尺寸较环评设计值小系机房内部硬装材料占用空间所致，不影响实际屏蔽效果及设备正常使用。不属于重大变动。
	平面布局合理性	见环评报告第十章第 2 节	与环评一致。项目平面布局符合《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）要求，	否

项目	环评要求	验收核实	是否发生重大变动
		选址符合《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）要求。	
人流物流路径规划	见环评报告第十章第3节	与环评一致。详见本报告第4.6节。	否
平面分区	见环评报告第十章第4节	与环评一致。详见本报告第4.7节。	否
辐射防治措施	见环评报告第十章第5节	与环评一致。详见本报告第4.1至4.4节。	否
三废治理措施	见环评报告第十章第6节	与环评一致。详见本报告第4.5节。	否

经现场核实，本次验收的DSA机房、分装室、治疗病房和核医学科场所建设情况和防护设施与环评方案基本一致，该建设项目的性质、规模、地点、工作方式和辐射防护措施未发生重大变动。

4 辐射安全防护措施运行

4.1 辐射安全防护措施

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》（陕环办发[2018]29号）的相关要求，对该项目辐射安全防护措施运行情况核实情况如表 4-1 所示：

表 4-1 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表

项目		具体要求	核实情况
核医学	*分区	按标准要求划分控制区、监督区。	符合。详见本报告4.6节。
		控制区：制备、分装放射性药物的操作室、给药室、治疗病人的床位区等。	
		监督区：使用放射性核素标记实验室、显像室、诊断病人的床位区、放射性核素或药物的贮存区、放射性废物贮存区等。	
	*布局	诊断用给药室应与检查室分开，候诊室靠近给药室与检查室。	符合。本项目给药室为单独DSA机房，检查室为SPECT-CT3室，使用原SPECT检查区候诊室。
	*通风	合成和操作放射性药物的操作室设置通风橱，并能满足有效通风的要求。	符合。分装室设专用通风橱，风速2.2m/s。
		排气口应高于建筑屋脊，酌情设置活性炭过滤或其他专用过滤装置。	符合。废气经活性炭过滤后通往排风井，排风口位于核医学治疗病房楼顶。
	*标牌标志	控制区、监督区入口处适当位置设置分区标牌。	符合。见图4-25
		控制区入口及其他适当位置处设置电离辐射警示标志	符合。见图4-27
	*辐射安全措施	场所表面易清洗，配备清洗或去污相关试剂、器材等设施。	符合。场所地面使用3mm自流平+3mm橡胶卷材，墙面使用无机板，设专用保洁室。
		候诊室设专用厕所。	符合。使用原SPECT检查区候诊室,设独立卫生间。
		操作放射性药物应在专门场所进行，操作用托盘内衬有吸水纸。	符合。分装及手术区域均为专用场所，操作过程铺设吸水纸。
		给药不在专门场所时采取适当的防护措施。	不涉及
		装有放射性药物的给药注射器应有适当屏蔽。	符合， ⁹⁰ Y注射使用15mm有机玻璃V型瓶和防护箱， ^{99m} Tc注射使用10mmPb铅防护套屏蔽。

项目		具体要求	核实情况	
核医学		工作人员操作时应穿戴个人防护用品。	符合。项目配备6套0.5mmPb铅防护用品套装	
	*放射性物质贮存容器	贮存放射性物质使用专门容器，应有适当屏蔽。	符合。药品包装均使用厂家提供的专用铅罐和三节套。容器外有放射性标识。	
		容器外设置电离辐射警示标志。		
	*放射性固体废物管理	收集	按长、短半衰期分别收集。	符合。分装和手术过程中产生的 ^{99m} Tc和 ⁹⁰ Y固废分别暂存于专用废物衰变铅桶。衰变桶外设电离辐射警示标志，桶中套厚质塑料袋。
			收集废物的污物桶具有外防护层，桶内放置专用塑料袋。	
			污物桶外设置电离辐射警示标志。	
			污物袋装满后应密封、不破漏，及时转送至贮存室，并放入专用容器中贮存。	
	*放射性固体废物管理	贮存	贮存室自然通风或设置通风设备。	符合。设专用废物贮存室，入口设电离辐射警示标识，室内设专用废物衰变铅桶，塑料袋张贴废物标签。
			贮存室出入口设置电离辐射警示标志。	
			贮存室内设置带防护层的专用收集容器。贮存容器外设置电离辐射警示标志和标有废物类型、核素种类、比活度水平和存放日期等说明的标牌。	
*放射性废液管理		乙级非密封源工作场所设置放射性污水池，放射性废水存放直至符合排放要求时排放。	符合。详见4.5（2）节。	
		放射性污水池合理选址，池底和池壁应坚固、耐酸碱腐蚀和无渗透性，有防泄漏设施。		
		产生放射性废液而可不设置放射性污水池的单位，仅含短半衰期核素的废液在专用容器中存放10个半衰期后，经审管部门审核准许，按普通废液处理。对含长半衰期核素的废液，应专门收集存放。		
医用X射线诊断	*布局	每台X射线机（不含移动式 and 便携式床旁摄影机与车载X射线机）设置单独的机房，机房满足使用设备的空间要求。	符合。DSA设独立机房，机房面积45.7m ² ，满足标准要求。	
		机房内布局合理，有用线束避开照射门、窗和管线口位置；不得堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	符合。DSA机房有用线束不经过门窗及管线口区域。场所整洁，无杂物堆放。	
	*通风	机房设置动力排风装置，并保持良好的通风。	符合。DSA机房设动力排风，通风量374m ³ /h，换气2.7次/h，符合标准要求。	
	*标志及指示灯	机房门外设置电离辐射警示标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯。	符合。见图4-3。	
	*防护性能	机房墙壁符合屏蔽防护标准要求，门、窗合理设置，并与其所在墙壁具有相同的防护性	符合，见表3-2。	

项目		具体要求	核实情况
		能。	
	*辐射安全与联锁	机房门设置闭门装置，且工作状态指示灯与机房门能有效联动。	符合。机房防护门为电动控制闭门，门灯联锁装置运行正常。
※监测设备及个人防护用品		X-γ剂量率监测仪、个人剂量计、个人剂量报警仪、铅手套、铅围裙、铅眼镜、铅衣、铅帽、铅护颈等。	符合。配备1台X-γ剂量率监测仪、1台表面沾污监测仪，25枚个人剂量计，6台个人剂量报警仪6套铅防护用品。

注：表中标注有“*”内容为关键项，为强制性规范要求。

4.2 DSA 机房现场照片



图 4-1 DSA 机

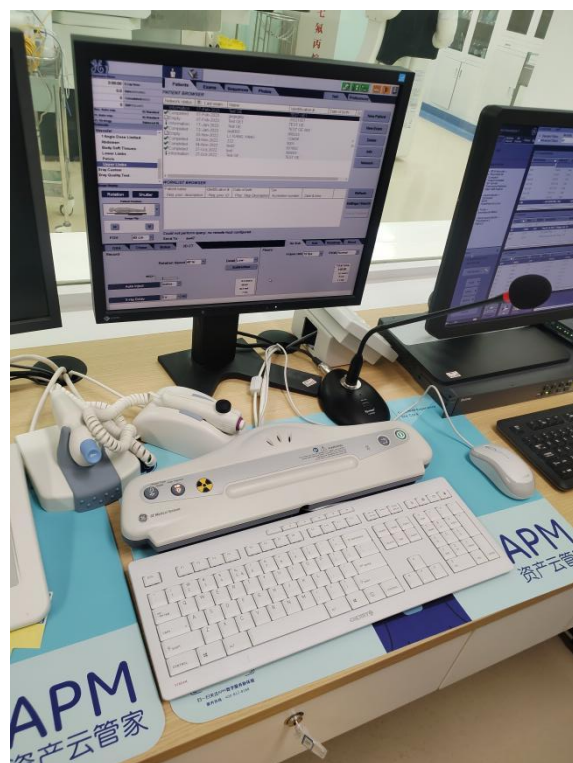


图 4-2 控制室内景



图 4-3 工作状态指示灯和警示语句



图 4-4 受检者门红外防夹和脚踩感应装置



图 4-5 移动铅屏风



图 4-6 个人防护用品



图 4-7 铅悬挂屏、铅悬挂吊帘、床侧铅防护屏和铅防护帘



图 4-8 机房内摄像监控装置



图 4-9 控制室墙上急停开关



图 4-10 诊断床侧紧急停机按钮



图 4-11 机房内排风口

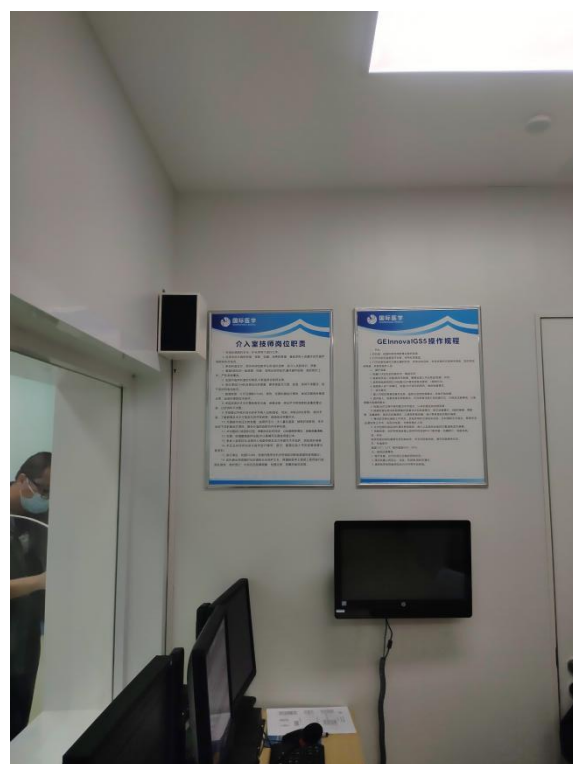


图 4-12 控制室上墙制度

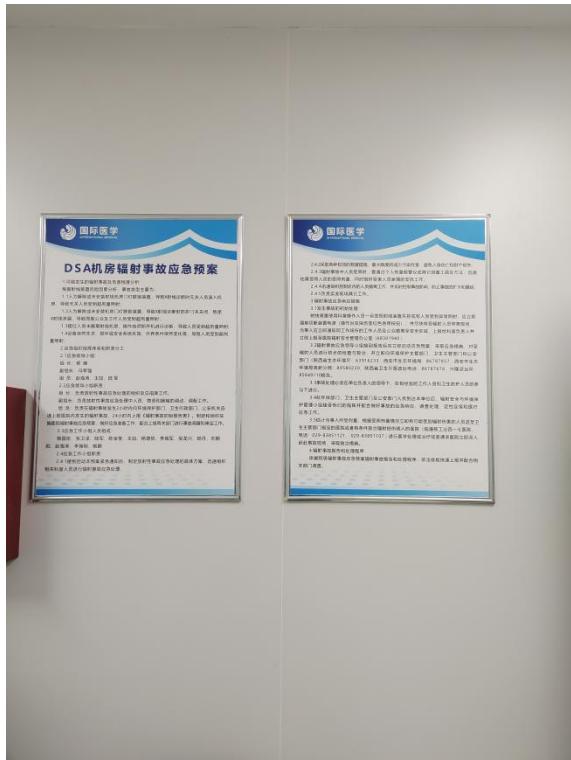


图 4-13 控制室辐射事故应急预案上墙



图 4-14 脚踏式电动推拉门（受检者门）

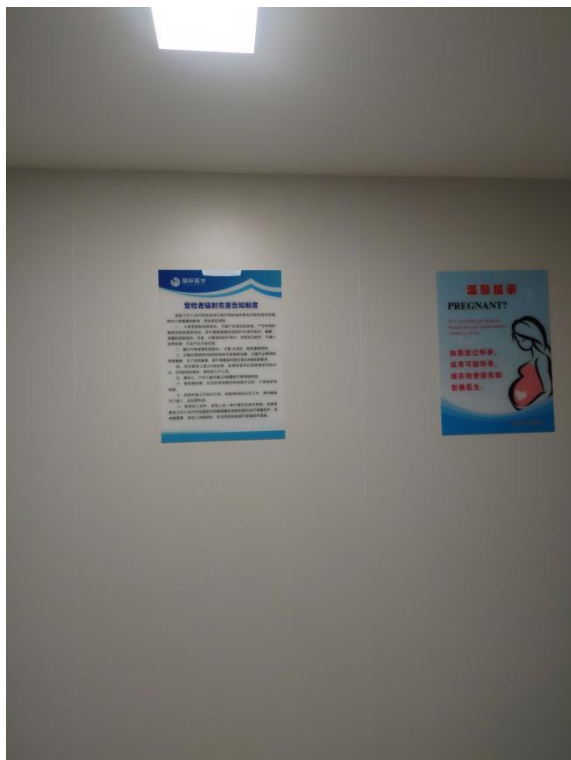


图 4-15 候诊区温馨提示和辐射危害告知



图 4-16 DSA 机房铅介入手套

4.3 分装室现场照片



图 4-17 分装室门禁和电离辐射标志



图 4-18 分装柜



图 4-19 分装室活度计



图 4-20 分装室排风口



图 4-21 分装室上墙制度 1



图 4-22 分装室上墙制度 2



图 4-23 分装室药物传递窗



图 4-24 分装室医废间铅废物桶



图 4-25 分区标识



图 4-26 辐射监测仪器



图 4-27 入口警示标识



4-28 脚踏式清洗池

4.4 机房屏蔽、安全防护装置及安全防护措施

(1) DSA 机房屏蔽措施核实与《环评报告表》对比符合情况见表 4-2。

表 4-2 DSA 机房屏蔽防护情况

位置	GBZ 130-2020 标准要求	环评要求	实际建设	评价
东墙	$\geq 2\text{mmPb}$	240mm 实心砖+2mmPb 防护材料	240mm 实心砖+2mmPb 硫酸钡	符合
其余墙体	$\geq 2\text{mmPb}$	200mm 加气混凝土 +3mmPb 铅板	200mm 加气混凝土 +3mmPb 铅板	符合
屋顶	$\geq 2\text{mmPb}$	120mm 钢筋混凝土 +2mmPb 防护材料	120mm 钢筋混凝土 +2mmPb 硫酸钡	符合
地板	$\geq 2\text{mmPb}$	120mm 钢筋混凝土 +2mmPb 防护材料	120mm 钢筋混凝土 +2mmPb 硫酸钡	符合
医护人员进 出防护门	$\geq 2\text{mmPb}$	3mmPb 当量防护门	3mmPb 电动平开防护门	符合
病人进出防 护门	$\geq 2\text{mmPb}$	3mmPb 当量防护门	3mmPb 内置电动推拉门	符合
铅观察窗	$\geq 2\text{mmPb}$	3mmPb 当量	3mmPb 铅玻璃	符合

DSA 机房尺寸见表 4-3。

表 4-3 DSA 机房使用面积和单边长度核实情况

场所	项目	要求值	环评设计值	核实值
DSA 机房	最小有效使用面积 (m^2)	≥ 20	57.12	45.7
	最小单边长度 (m)	≥ 3.5	6.8	6.3

经核实,本项目 DSA 机房实际最小单边长度和最小有效使用面积符合 GBZ 130-2020《放射诊断放射防护》的要求。

医院沿用主楼地下二层核医学科分装室、SPECT-CT3 机房和地下一层核医学病区治疗病房,其防护措施见表 4-4。

表 4-4 本项目沿用房间屏蔽防护措施

名称	位置	实际建设情况
地下二层分装室 (抽取、活度测量)	四侧墙体	37cm 实心砖
	屋顶	13cm 混凝土+8mmPb 铅板
	地板	12cm 混凝土+8mmPb 防护涂料
	防护门	8mmPb 铅防护门
	传递窗	20mmPb
	分装柜柜体	50mmPb
	分装柜铅玻璃	50mmPb
地下二层核医学科 SPECT-CT3 机房 (显像)	四侧墙体	25cm 混凝土
	工作人员防护门	3mmPb 手动平开门
	患者防护门	3mmPb 电动推拉门
	屋顶	25cm 混凝土
	地板	25cm 混凝土
	观察窗	3mm 铅玻璃
地下一层核医学科专用 病房 (治疗室 3、治疗室 4) (留观)	四侧墙体	40cm 混凝土
	屋顶	30cm 混凝土
	地板	30cm 混凝土
	内防护门+外防护门	12mmPb (6mmPb+6mmPb)

(4) DSA机房设置有受检者进出门设置有门-灯连锁系统和光幕式红外防夹装置 (位于受检者进出门两侧), 受检者门和工作人员门设置为脚踩式开关门; 机房外设置有电离辐射警告标志、中文警示说明、工作状态指示灯、灯箱处设置有警示语句 (射线有害灯亮勿入); 候诊区设置有辐射危害告知和温馨提示。

(5) DSA机房辐射工作场所采用分区管理, DSA机房机房内划为控制区, 机房外相邻区域 (控制室、设备间、走廊、排烟机房、过道、停车场) 划为监督区, 辐射工作场所分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中的相关规定。

(6) 机房东墙上设置有观察窗, 机房内天花板上设置有摄像监控装置, 方便观察受检者门状况和机房内情况, 确保机房内无视野盲区; DSA机设备旁和控制室操作台之间设置有1套语音对讲装置; 诊断床侧和控制室墙上各设置有1个急停开关按钮。

(7) 本项目所涉及全部辐射工作人员经供货方Y-90治疗规范诊疗操作培训, 并通过了辐射安全与防护知识培训考核; 辐射工作人员进行了职业健康体检, 已委托有资质的单位承担个人剂量监测, 建立了职业人员健康监护档案, 指定有专门的管理办公室和专人负责档案管理工作。

(8) 医院已为核医学科配备固定式剂量检测报警仪、个人剂量检测报警仪、X、 γ 辐射剂量当量率仪、个人剂量仪、表面沾污监测仪，定期巡检并建立自行监测数据档案。辐射监测仪器具体信息见表4-5。

表 4-5辐射监测仪器一览表

序号	仪器名称	型号	数量	校准日期	校准单位	状态
1	α 、 β 表面污染仪	IA-V2	1	2022.11.04	陕西省计量科学研究院	正常
2	个人剂量报警仪	RJ31-1155	2	2022.10.28	中国测试技术研究院	正常
3	便携式 X- γ 辐射检测仪	NK42-3602	1	2022.10.28	中国测试技术研究院	正常
4	活度计	CRC-55t	1	2022.6.29	CAPINTEC,INC.	正常
5	固定式剂量检测报警仪	QYJC-001	2	/	中核永泰	正常
6	个人剂量计	/	25	/	/	正常

(9) 医院已为核医学科SPECT场所配备有淋洗用铅罐、一体化注射防护台、放射性废物防护桶、铅防护用品（包括铅衣、铅眼镜、铅围脖、铅手套）及专用防护配件，配件一览表见表4-6。

表4-6 ^{90}Y 树脂微球手术专用的防护配件一览表

序号	防护用品	数量	备注
1	传输系统防护	1套/手术	一次性用品，手术完成后，集中收集送至DSA机房旁医废间专用的放射性废物桶
2	15mm有机玻璃V架	1个/手术	
3	西林瓶防护罐	1个/手术	
4	15mm有机玻璃注射器防护套	1个/手术	
5	3mmPb的铅玻璃	1个/手术	
6	一次性铺巾	按需配置	容纳任何意外泄漏的污染物
7	0.5mmPb铅衣	6	个人防护用品
8	0.5mmPb铅围领	6	
9	0.5mmPb铅眼镜	6	
10	0.5mmPb铅帽	6	
11	0.025mmPb介入防护手套	1	DSA机房辅助防护设施
12	0.5mmPb铅悬挂帘	1	
13	0.5mmPb床侧防护帘	1	
14	2mmPb移动铅屏风	1	

序号	防护用品	数量	备注
15	10mmPb放射性废物防护桶	5	DSA机房、分装室、固废间用
16	20mmPb放射性废物防护桶	4	病房用
17	10mmPb注射器防护套	1	^{99m} Tc-MAA介入注射用
18	20mmPb注射器运送防护筒	1	^{99m} Tc-MAA转运

⁹⁰Y树脂微球手术专用的防护配件是为了满足放射安全的基本原则以及协助手术中处理⁹⁰Y树脂微球产品而设计的，使用有机玻璃、铅材料及必备监测设备，此外，为防止放射性污染，需要在手术中可能存在放射性污染的地面粘贴一次性铺巾。导管的接头下方放置双层铺巾，防止手术中发生放射性污染。

(10) 核医学科病房内设置有具有屏蔽的废物桶，废物暂存间设有铅防护箱。见图4-29地面采用自流平地胶铺设，地面平整、光滑，易于清洗；墙面与地面连接处采用弧形设计，避免缝隙产生；除注射、给药外其余涉及放射性药物的所有操作均在分装柜内进行，分装柜操作台面光滑、平整，易于清洗去污；分装室工作台面材料采用不锈钢材料；病房控制区洗手盆采用光电感应开关，保洁室清洁水槽采用脚踏式开关，避免污染水龙头；分装室设置独立通风管道，采用机械通风方式。

(11) 核医学科⁹⁰Y治疗区域设置视频监控和对讲装置，即时监视患者活动轨迹，防止患者误入高活度区域收到意外照射，有效避免工作人员与受药人员近距离接触造成不必要照射。见图4-29。



图 4-29 场所视频监控、对讲装置及铅废物桶位置

4.5 放射性“三废”处理措施

(1) 废气治理措施

DSA 机房、分装室设置有独立通风管道，见图 4-30 和图 4-31。其中 DSA 机房排风由机房排风口与设备间排风口汇合后经机房北侧走廊、放疗科东侧走廊、西区核医学科北侧走廊、空调机房、排风机房后进入专用排风井。分装室排风由分装室排风口向北，经西区核医学科注射后等候室 1、西区核医学科北侧走廊、空调机房、排风机房后进入专用排风井，经活性炭吸附装置过滤后排放，满足 GBZ 130-2020、GBZ 120-2020、HJ1188-2021 的标准要求。



图 4-30 本项目 DSA 机房通风设计图

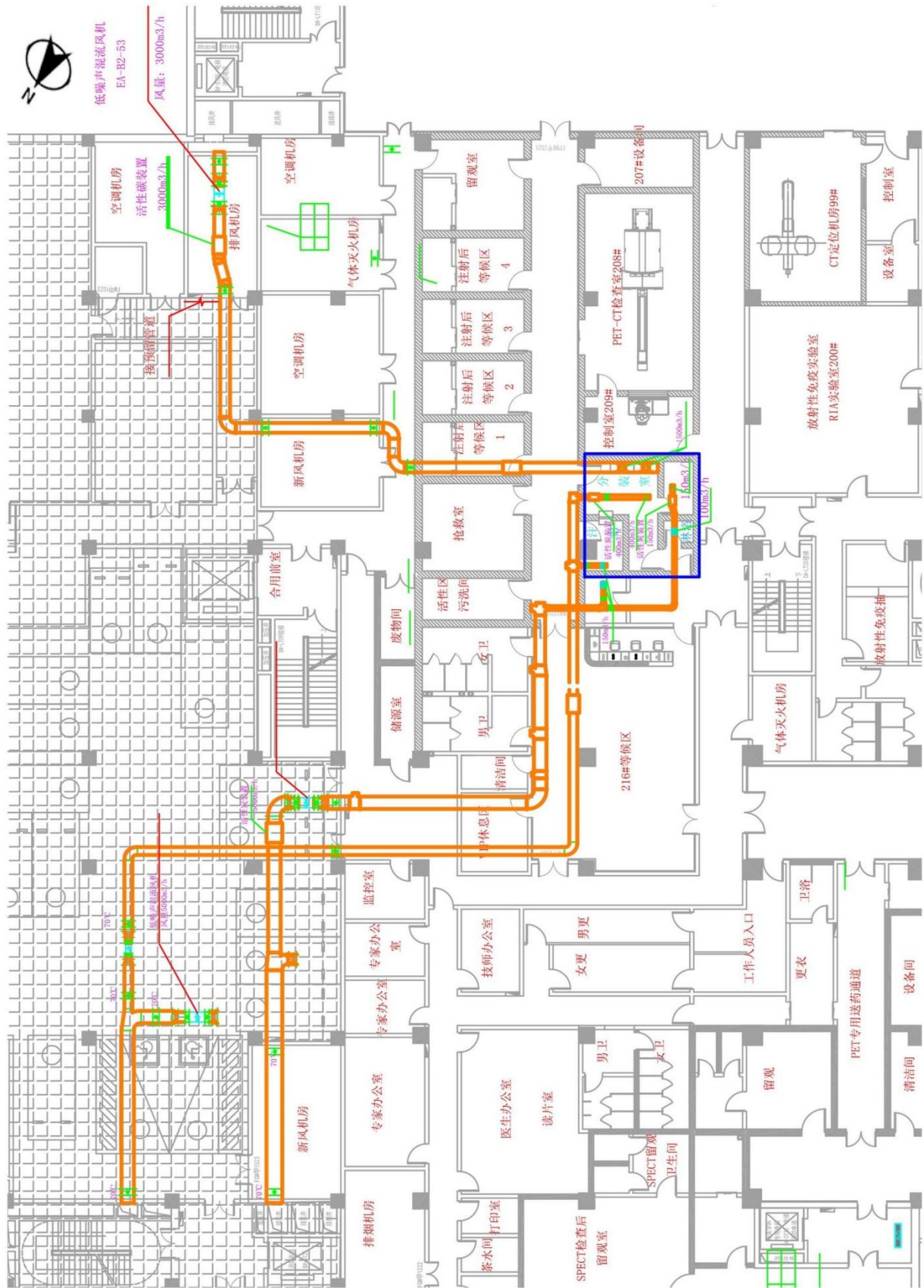


图 4-31 本项目核医学科分装室通风设计图

(2) 放射性废水

该项目核医学科产生的放射性废水包括：分装室及病人专用卫生间等高活区的放射性

废水，由独立下水管道统一集中到楼内负 2 层集水坑，机械泵入地面 1 层 2 号衰变池中，衰变十个半衰期满足排放标准后流入医院污水处理系统作为医疗废水处理。具体管道布置见图 4-34。

原核医学科病房共设置 11 间甲癌病房（双人间）。根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021），甲癌病房中产生的放射性废水需要暂存 180 天，经计算暂存 180 天 2 号衰变池容积就不满足要求。为满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中核医学科废水排放要求，医院已按照环评要求，将 11 间双人病房改成单人间，其中 2 间（治疗室 3、治疗室 4）专用于本项目 ^{90}Y 患者手术后留观，最长住院 2 天；剩余 9 间病房供甲癌患者使用。

按照最不利情况进行考虑，180 天在 11 间病房内可治疗病人最多为 1980 人/天。西安国际医学中心医院的甲癌治疗已经运行，根据医院现有甲癌住院患者的实际情况，甲癌病房区的日用水量为 80~110L/d，本次评价按照实际运行的用水量进行核算取最大值 110L/床。11 间病房内每天用水量为 1210L，考虑排污系数按 80%考虑，则患者每天产生废水 968L，该部分废水由独立下水管道统一集中到楼内负 2 层集水坑，机械泵入地面 1 层 2 号衰变池（槽式废液衰变池）。

2 号衰变池总容量为 240m³，为四级间歇式衰变池，每级衰变池容量均为 60m³。衰变池采用抗渗混凝土水池，内刷 1:2 混凝土防水砂浆防渗抗渗等级 P6，内部爬梯、水泵刷环氧沥青漆防腐，双层丙纶卷材防水层。衰变池位置见图 4-32，衰变池结构见图 4-33。每格衰变池可存放 61.98 天产生的放射性废水，每一格衰变池放射性废水存满后，经过 180 天后排放。因此，2 号衰变池容积满足 11 间病房放射性废水排水量。

放射性废液经专用排污管网进入 2 号衰变池，在储存衰变后，监测结果满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中规定的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 后，经审管部门核准后，可作为普通废液排入医院污水管网。



图 4-32 医院污废水管线衰变池位置图

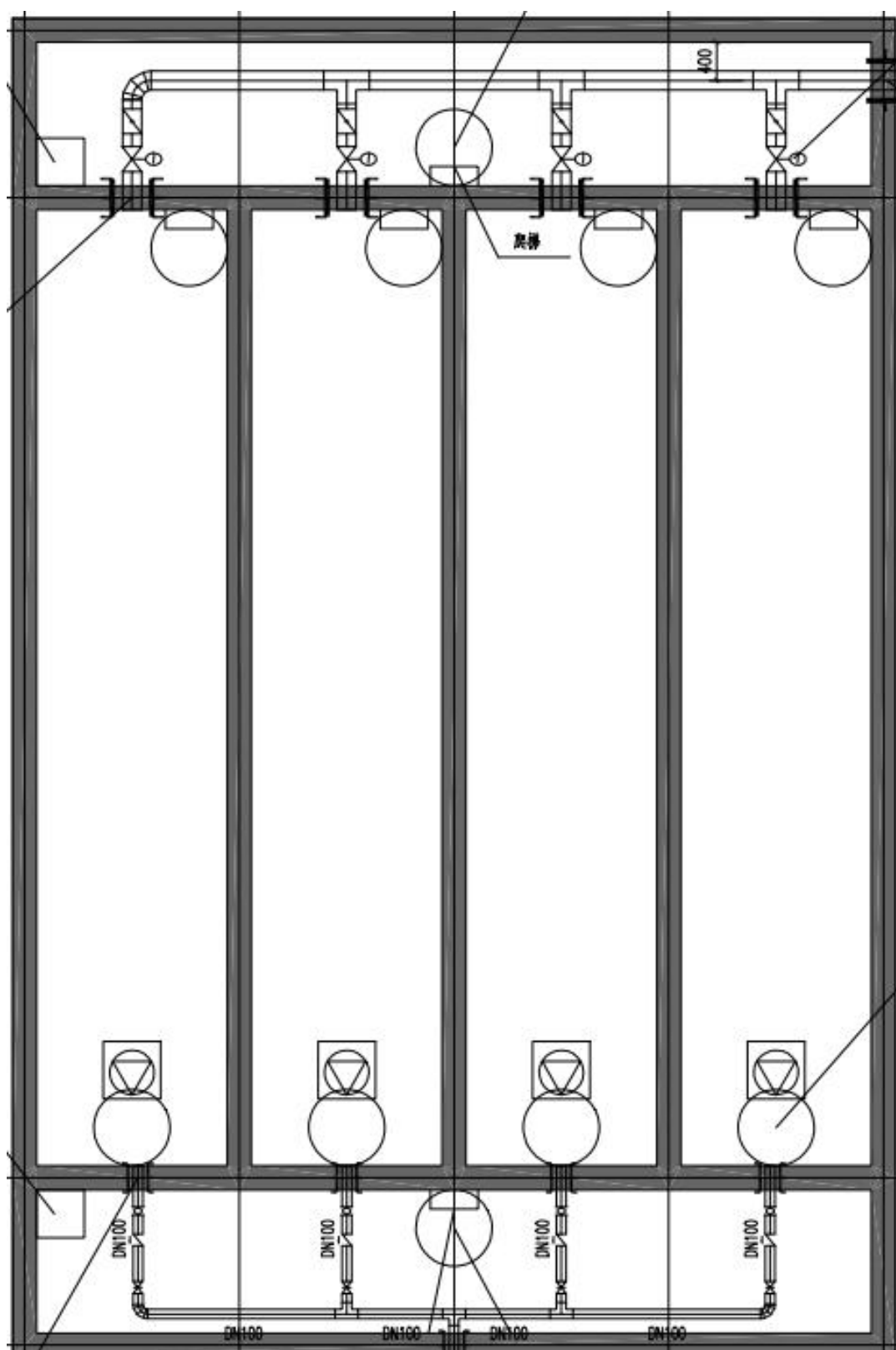


图 4-32 核医学科检查区 2 号衰变池平面图

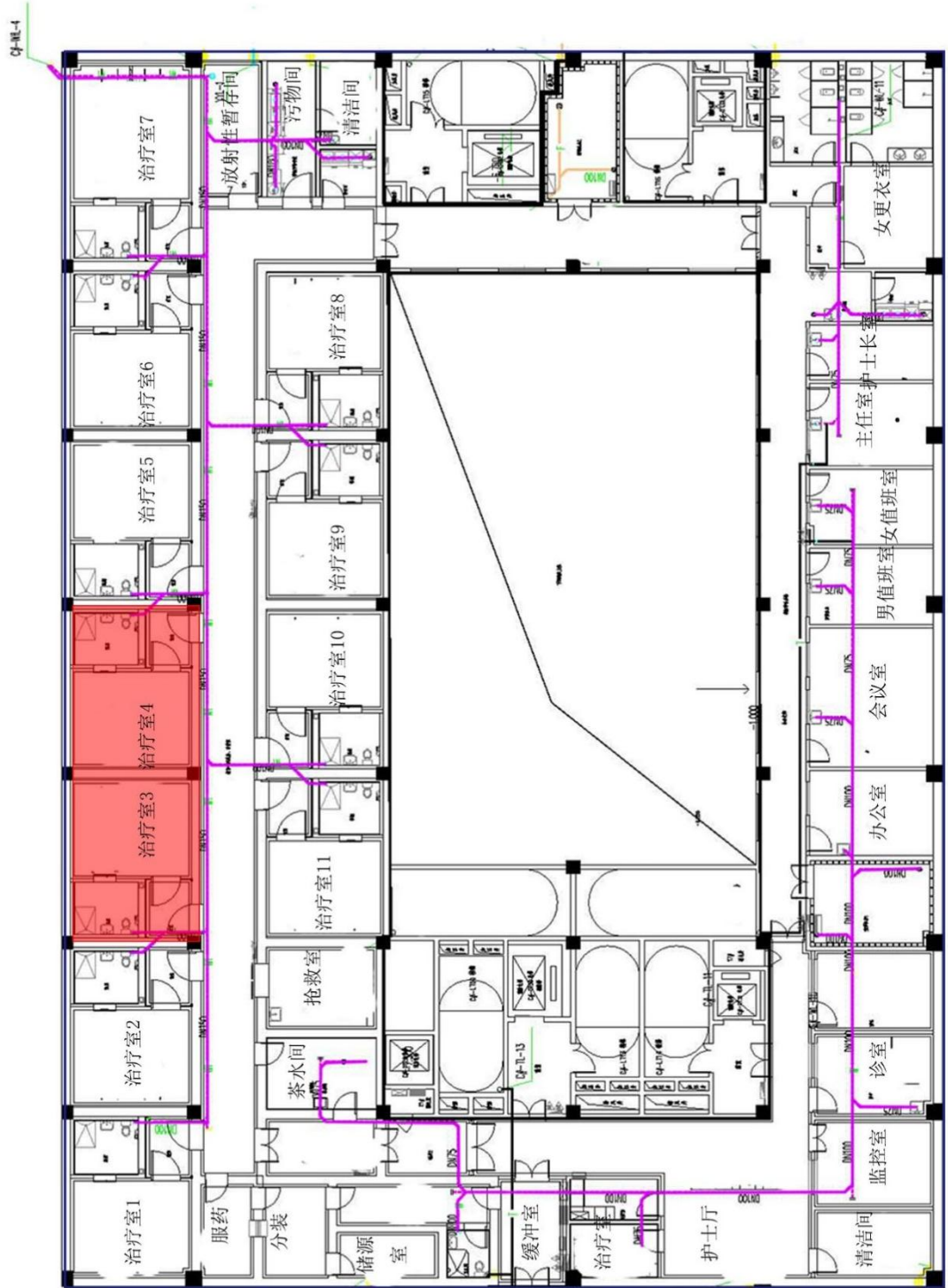


图 4-33 核医学治疗区域放射性废水排放管网图

(3) 放射性固废

本项目产生的放射性固体废物：注射 ^{99m}Tc 放射性药物产生的一次性手套、输液管、患者体内导管等，总重量 150g/例； ^{99m}Tc 和 ^{90}Y 树脂微球抽取过程中产生的转移用的一次性

手套、注射器、含剩余药物的西林瓶等放射性固体废物约 200g/例；注射 ^{90}Y 放射性药物产生的一次性手套、输液管、患者体内导管、V 瓶及有机玻璃防护罐等放射性固体废物合计约 450g。

用来收集放射性固体废弃物的专用污物桶粘贴电离辐射标志，并与普通医疗废物分开储存，每次收集时袋表面粘贴标签，标明废物类型、核素种类及封存时间。

综上，开展一次 ^{90}Y 树脂微球介入治疗产生放射性固体废物约 0.8kg，若手术中出现 ^{90}Y 树脂微球洒漏，则还需要产生吸水纸、去污用纸、医护人员手套、手术服、口罩、眼罩、有机玻璃盒子等，最大产生量为 2kg/例。每次治疗结束后采用专用的收集容器回收，转入放射性废物间暂存，经监测达标，可对废物清洁解控后作为医疗废物交由有资质单位回收处理。

病房内患者产生的固体废物利用原有专用的收集容器回收，转入病房内放射性废物间暂存，经监测达标，可对废物清洁解控后作为医疗废物交由有资质单位回收处理。

4.6 人流、物流路径

患者线路：DSA 机房位于地下二层核医学科，附近人员主要为医院核医学科的工作人员和患者，有利于医院管理。患者通过患者进出防护门直接进入 DSA 机房，手术完成后经患者防护门出来通过患者专用通道至 SPECT-CT3 机房进行显像扫描。见图 4-35。第一次注射 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 患者在扫描结束后通过北边普通患者电梯离开医院，第二次注射 ^{90}Y 患者在扫描结束后乘坐专用电梯到地下一层核医学科专用病房留观。

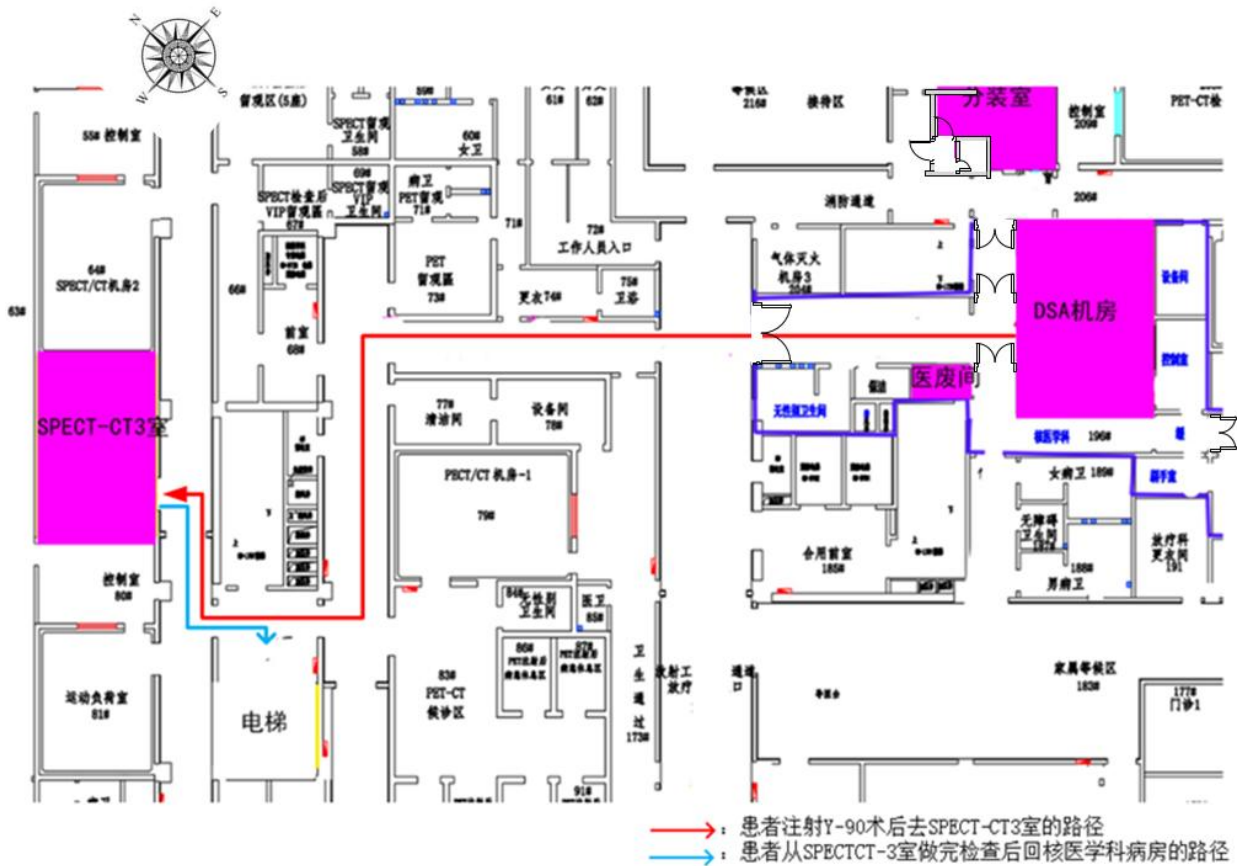


图 4-35 地下二层患者通道流线图

患者在做完显像检查后到核医学科病房之间的患者路线，见图 4-36，其中有一段是位于运维部、中心库房的公用通道，①该区域人数较少，周围一般为库房工作人员，好管理；患者通道采取时间管控措施。本项目将需要进行⁹⁰Y治疗的患者手术时间集中到下午。在手术快要结束时，派专人在运维部、中心库房公共通道拉警戒线，阻止其他人员进入，避免交叉影响；②病人留观设有专门病房，病房内有卫生间，要求患者不得随意走动，避免交叉影响。

工作人员线路：SPECT操作人员由南侧工作人员入口进入 SPECT-CT3 操作室；DSA操作人员及介入医护人员由放疗科工作人员东侧通道经放疗科抢救室旁通道门、更衣间、刷手室、缓冲间后进入 DSA 控制室和机房；药物分装人员由放疗科工作人员西侧通道西区核医学科候诊区南侧通道进入分装室。各工作人员结束工作后按原路线离开 Y-90 治疗区。见图 4-37。

药物路线：药物由货梯经西区核医学科候诊区送至分装室暂存、抽取、活度测量后，送至 DSA 机房进行注射手术，送药时间早于注射时间，送药期间 DSA 患者通道大门关闭，该区禁止无关人员进入，同时清空西区核医学科候诊区人员，不与患者、工作人员、放射性污物交叉影响。见图 4-37。

固废路线：手术过程中产生的医疗废物在手术完成后及时清理就地打包，待患者离开后，将废物进行标记送入废物暂存间内的铅废物桶暂存转移至放射性废物暂存间(医废间)暂存，经监测 β 表面污染物小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，作为普通医疗废物处理。见图 4-37。

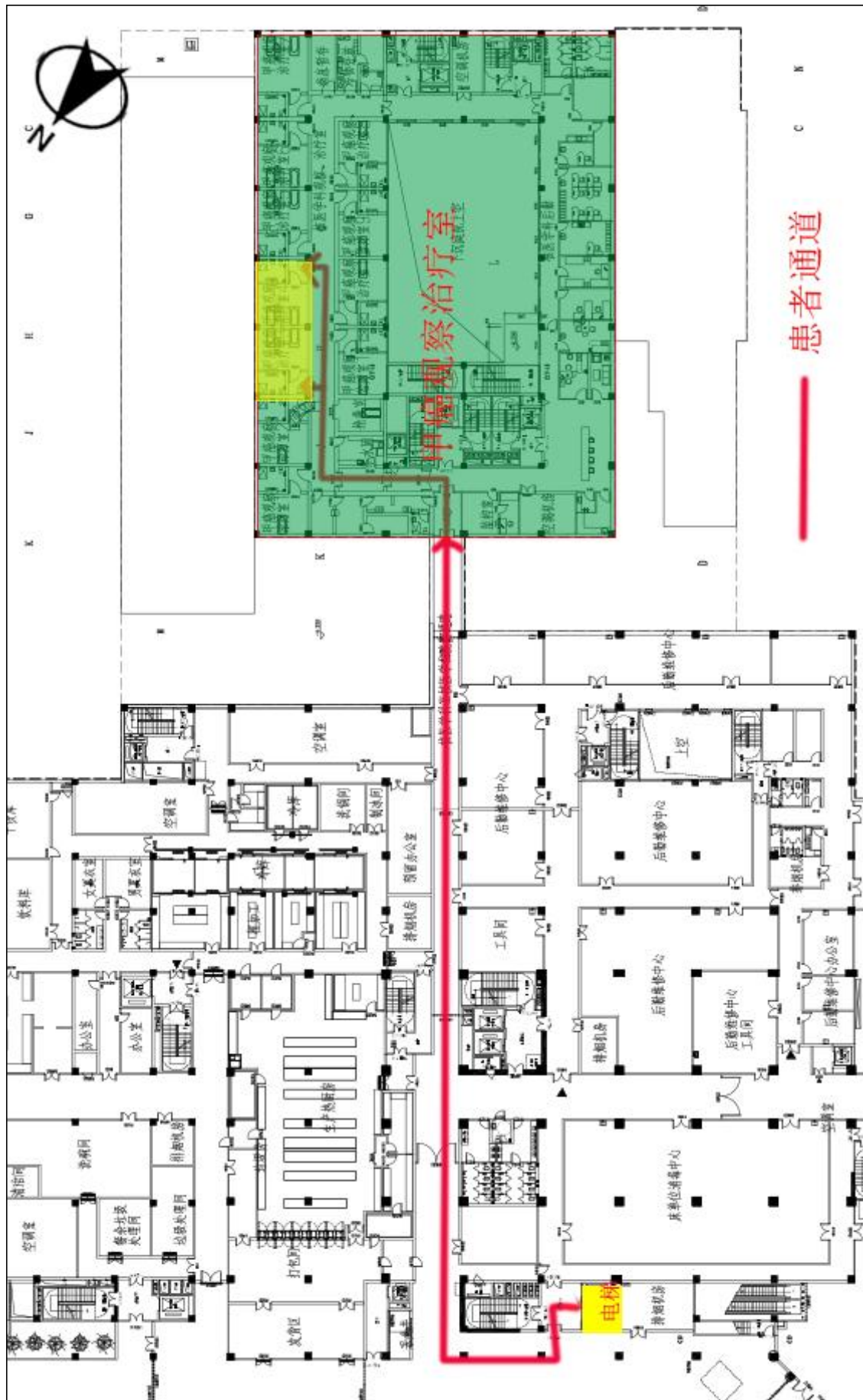


图 4-36 地下一层患者通道路线图（患者乘坐专用电梯从地下二层到地下一层）

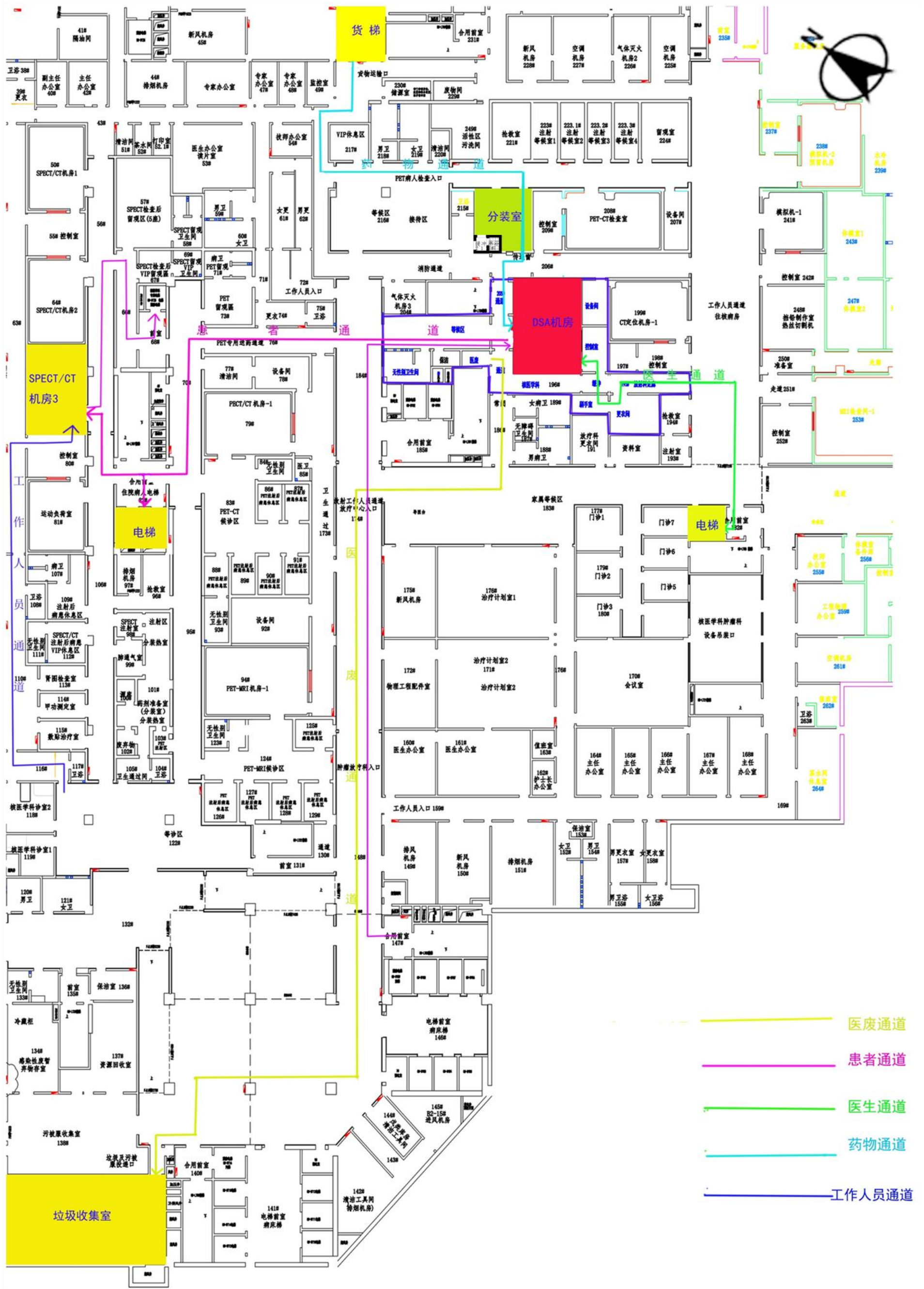


图 4-37 患者、工作人员、放射性药物、放射性污物路线图（地下二层）

4.7 平面分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的分区要求，把辐射工作场所分为控制区、监督区，便于辐射防护管理。

（1）控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。运用行政管理程序如进入控制区的工作许可证和实体屏蔽（包括门锁和连锁装置）限制进出控制区，辐射工作区与非辐射工作区隔开。控制区内禁止外来人员进入，职业工作人员在进行日常工作时候尽量不要在控制区内停留，以减少不必要的照射。本项目将 DSA 机房、分装室、分装室北侧患者通道、DSA 机房旁的医废间、SPECT-CT3 机房、SPECT-CT2 机房、SPECT-CT3 机房西侧患者通道、病房（治疗室 2、治疗室 3、治疗室 4、治疗室 5）、病房外患者通道划为控制区。

（2）监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的制定区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标记；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。监督区范围内应尽量限制无关人员进入，本项目监督区：将与 DSA 机房连接的控制室、设备间、通道以及楼上运维部、中心库房的排烟机房、过道；与分装室连接的消防通道、卫浴、淋洗间、PET-CT 检查室的控制室、楼上所对应的过道；与 SPECT-CT3 机房连接的控制室、过道；与病房连接的过道、楼下所对应的放射治疗区的水冷机房、控制室、合用前室。分区平面布置图见图 4-38 至图 4-41。

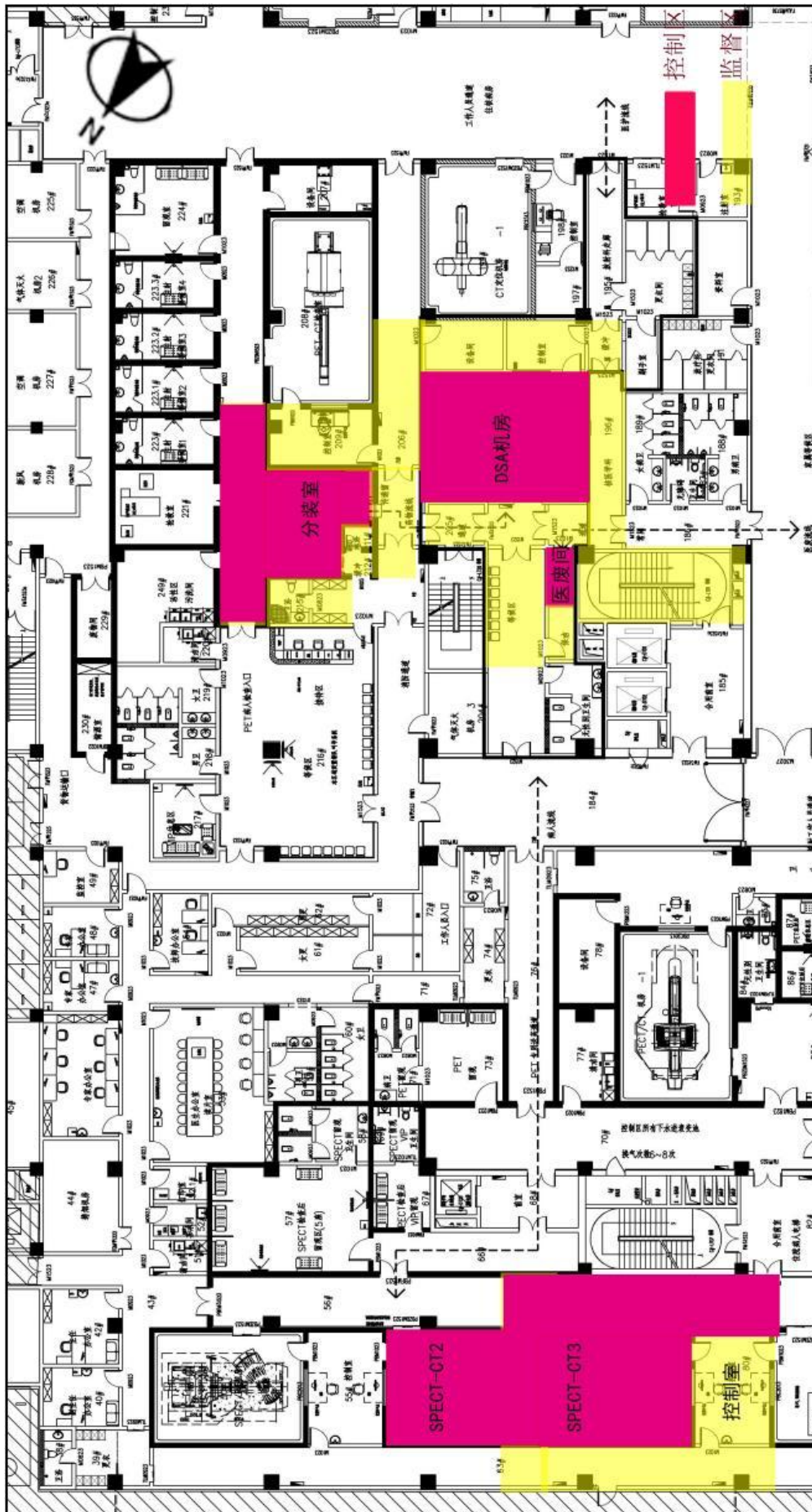


图 4-38 项目分区平面布置图（地下二层）

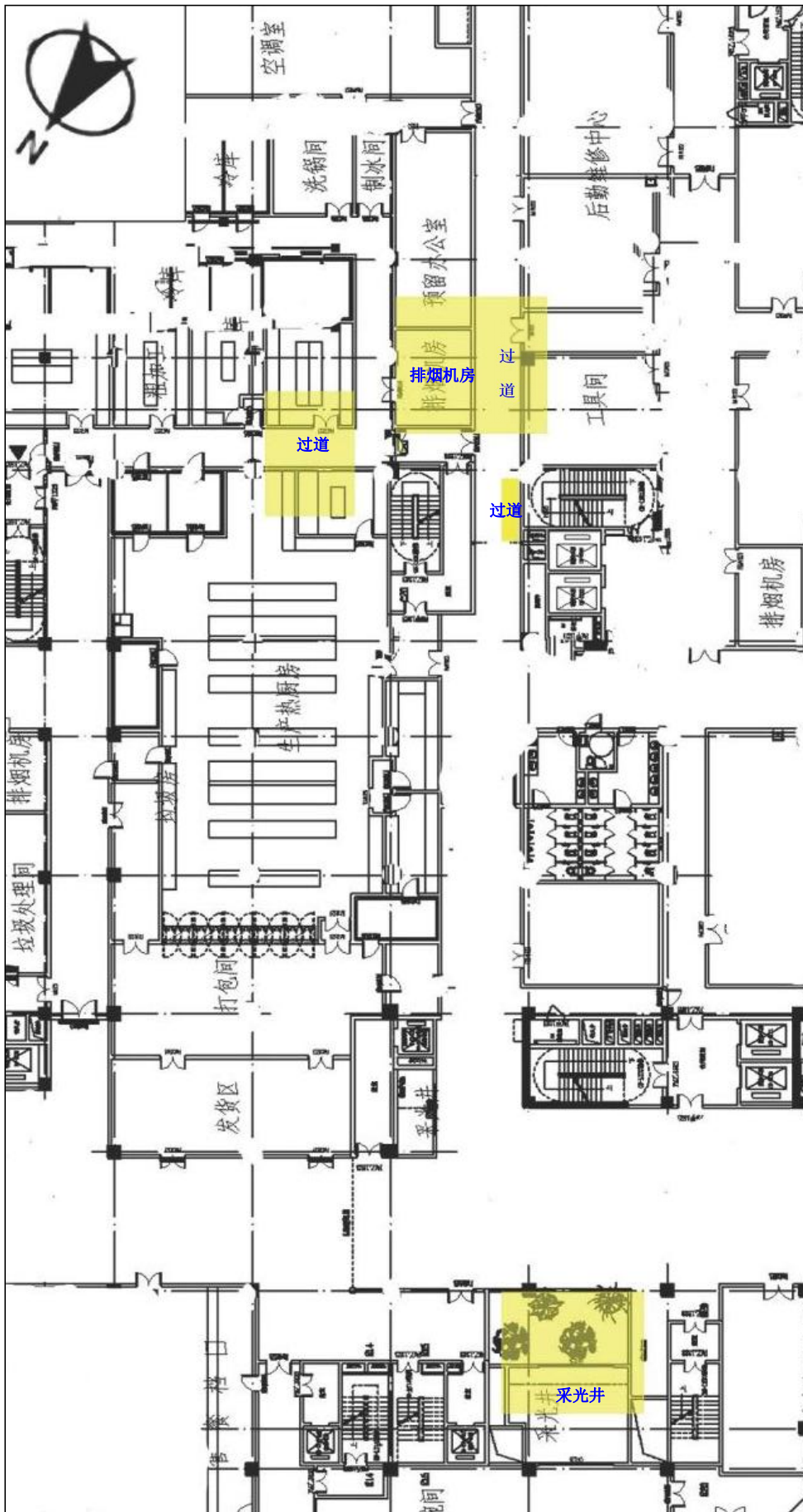


图 4-39 项目分区平面布置图（地下一层）

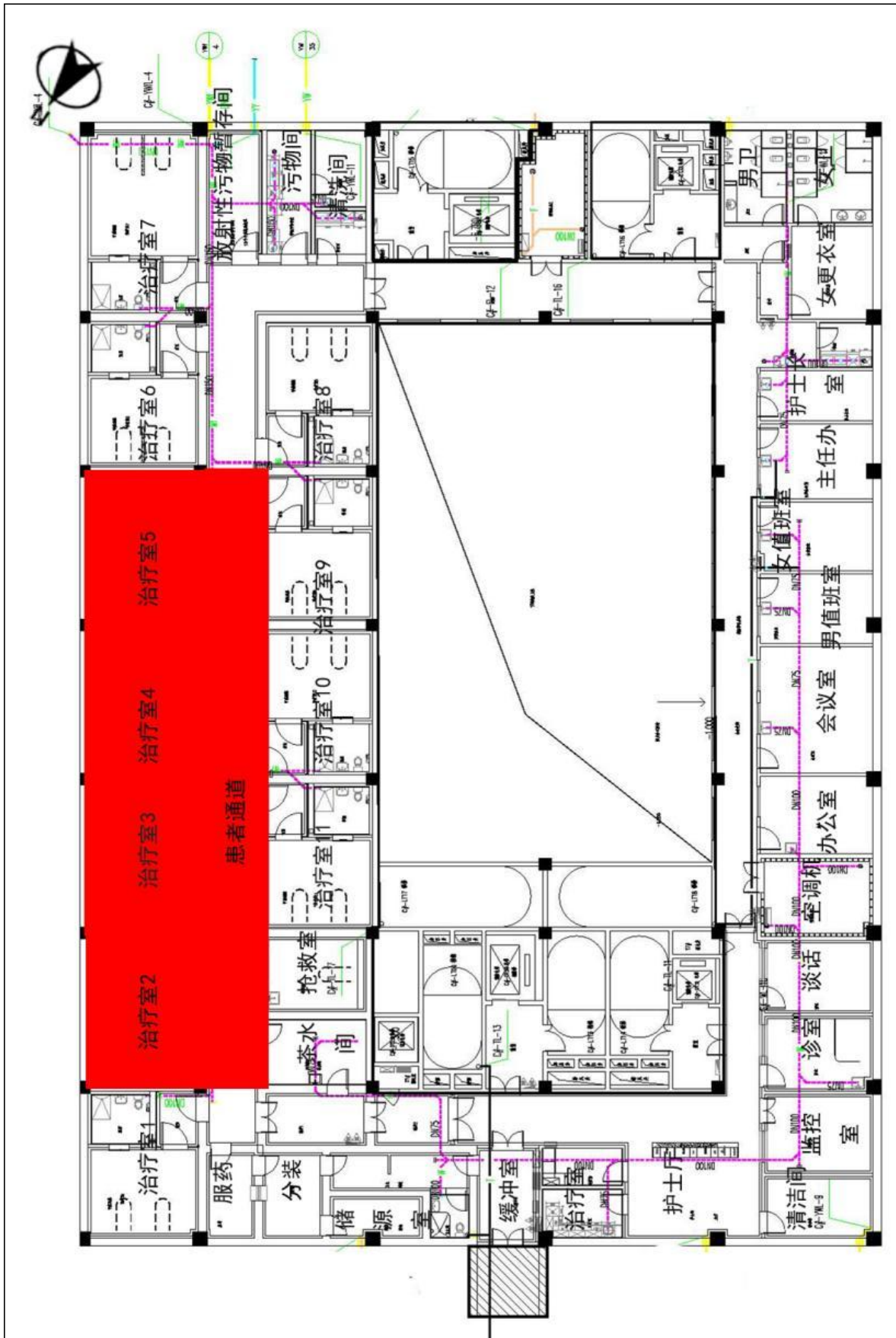


图 4-40 治疗病房分区平面布置图（地下一层）

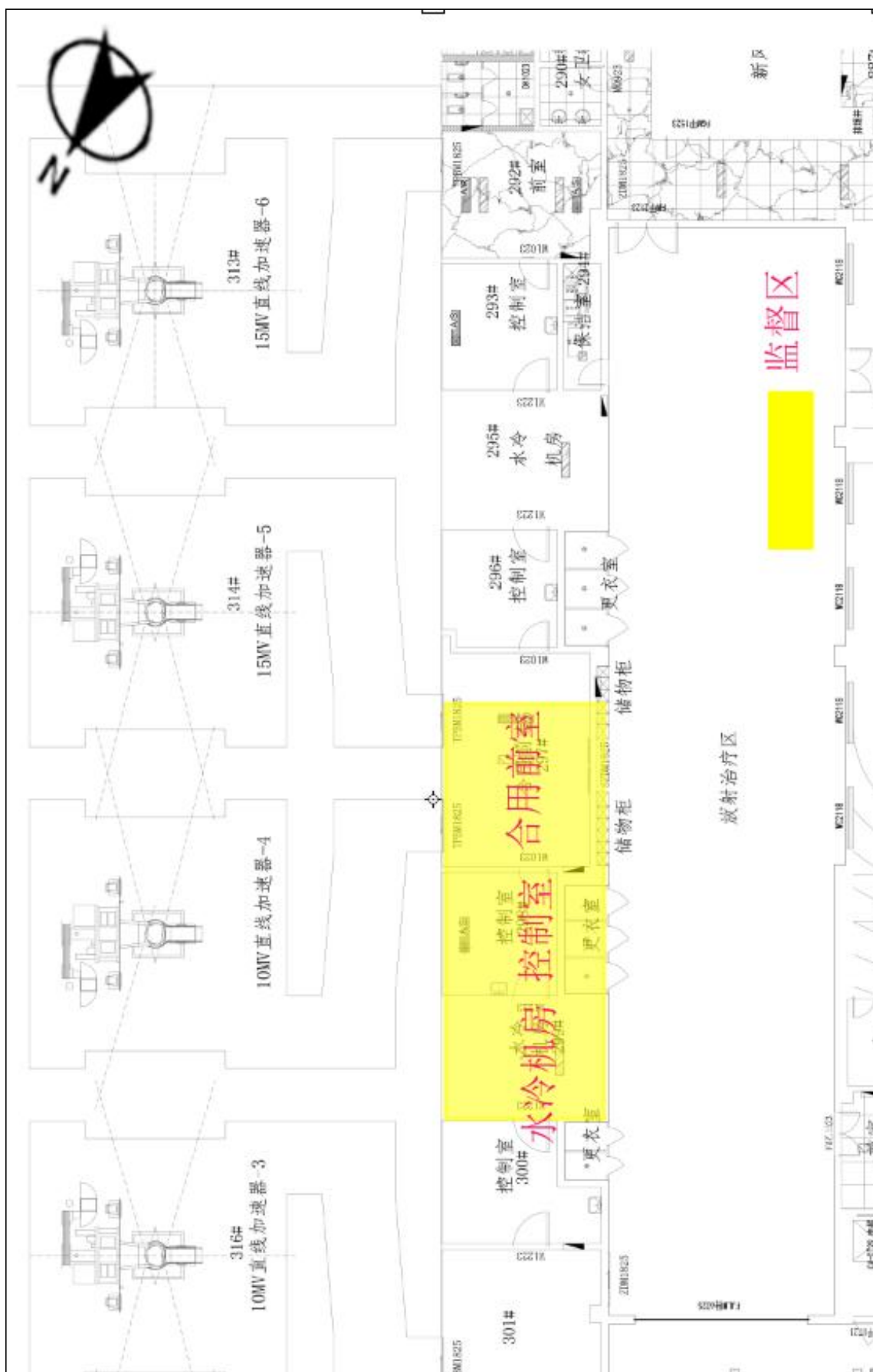


图 4-41 治疗病房楼下所对应分区图（地下二层）

5 环评、批复意见及其落实情况

本次验收根据西安市生态环境局对《西安国际医学中心医院新增放射性核素 Y-90 核技术利用项目环境影响报告表》批复意见以及环评报告提出的环境管理要求，对该院具体落实情况进行了现场核实，核实结果见表 5-1 和 5-2 所示。

表 5-1 本项目环评报告表批复意见与验收落实情况汇总表

环评报告表批复意见	本次验收时落实情况	评价
<p>一、项目概况</p> <p>西安国际医学中心医院位于西安市高新区西太路 777 号，在 2020 年 4 月 29 日取得陕西省生态环境厅核发的辐射安全许可证，证号为陕环辐证[00547]，有效期至 2025 年 04 月 23 日，批准的活动种类和范围为：使用 I 类、II 类放射源；使用 II 类、III 类射线装置，使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。</p> <p>为拓展业务范围，提高医疗服务水平，更好地满足患者的医疗服务需求，医院拟借助 DSA 的血管造影技术将 ⁹⁰Y 树脂微球经肝动脉插管直接输注肿瘤部位，以近距离直接给予癌细胞极高的辐射剂量达到消除肿瘤的目的。</p> <p>为满足本项目的需求，医院拟将院内主楼地下二层原放免分析室改造为 DSA 机房，新增一台数字减影血管造影机（以下简称 DSA），开展 ^{99m}Tc、⁹⁰Y 药物注射。并且依托 DSA 机房北侧原分装室进行 ^{99m}Tc、⁹⁰Y 药物暂存、抽取、活度测量，依托原 SPECT-CT3 机房进行显像扫描，在地下一层核医学科专用病房（治疗室 3、治疗室 4）留观。留观患者产生的放射性废液经排污管网进入现有 2 号衰变池，储存 180 天后，监测结果满足标准要求，经审管部门核准后，可作为普通废液排入医院污水管网。DSA 机房产生的放射性固体废物暂存于 DSA 机房旁的放射性废物间；分装室产生的放射性固体废物暂存于分装室原有的放射性废物间。项目总投资 1000 万元，其中环保投资 100 万元，占总投资的 10%。</p> <p>经审查，在全面落实环境影响报告表提出的辐射安全防护措施后，对项目作业人员和公众产生的辐射影响符合辐射剂量约束限值要求。该项目环境影响报告表中所列建设项目的性质、规模、地点和拟采取的环境保护措施可作为项目实施的依据。</p>	<p>该项目地点为西安市高新区西太路 777 号。医院将院内主楼地下二层原放免分析室改造为 DSA 机房，新增一台 DSA，开展 ^{99m}Tc、⁹⁰Y 药物注射。并且依托 DSA 机房北侧分装室进行 ^{99m}Tc、⁹⁰Y 药物暂存、抽取、活度测量，依托原 SPECT-CT3 机房进行显像扫描，在地下一层核医学科专用病房（治疗室 3、治疗室 4）留观。留观患者产生的放射性废液经排污管网进入现有 2 号衰变池，DSA 机房产生的放射性固体废物暂存于 DSA 机房旁的放射性废物间；分装室产生的放射性固体废物暂存于分装室原有的放射性废物间。项目总投资 1000 万元，其中环保投资 100 万元，占总投资的 10%。</p> <p>医院严格按照环评报告表中提出的要求进行建设，对项目作业人员和公众产生的辐射影响符合辐射剂量约束限值要求。该项目的建设性质、规模、地点和采取的环境保护措施均与环评报告表中要求的一致。</p>	符合
<p>二、项目实施运行过程中应重点做好以下工作</p> <p>(一)加强放射性药品的管理，细化、完善放射性药品台账。</p>	<p>医院在项目实施运行过程中做好如下工作：</p> <p>(一)加强放射性药品的管理，细化、完</p>	符合

环评报告表批复意见	本次验收时落实情况	评价
<p>定期对医院 DSA、SPECT-CT3 工作场所辐射防护和安全设施进行检查、维护，确保其可靠性和安全性。</p> <p>(二)严格落实各项污染防治与辐射安全防护措施。加强放射性废物的安全管理和分类收集，放射性废水的储存和排放，须严格按照《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021) 标准要求执行。</p> <p>(三)按相关要求编制辐射安全与防护年度评估报告，并报辐射安全许可证发证部门和当地生态环境部门。</p> <p>(四)结合本单位实际情况，及时修制订辐射事故应急预案并进行演练。</p>	<p>善放射性药品台账。定期对医院 DSA、SPECT-CT3 工作场所辐射防护和安全设施进行检查、维护，确保其可靠性和安全性。</p> <p>(二)严格落实了各项污染防治与辐射安全防护措施。加强放射性废物的安全管理和分类收集，放射性废水的储存和排放，严格按照《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021) 标准要求执行。</p> <p>(三)医院按相关要求编制了辐射安全与防护年度评估报告，并报辐射安全许可证发证部门和当地生态环境部门。</p> <p>(四)医院制订了辐射事故应急预案，2023 年度辐射安全管理工作计划要求“医学工程部负责于 6 月组织单位相关辐射工作和管理人员进行辐射事故应急演练，并妥善保存演练记录”。</p>	
<p>三、该项目建设必须严格执行环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度，严格落实各项环境保护措施。工程建成后，须按规定程序实施竣工环境保护验收</p>	<p>医院在项目建设中严格执行环境保护“三同时”制度，环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工，同时投入使用，落实各项环境保护措施。</p>	符合
<p>四、建设单位是建设项目选址、建设、运营全过程落实环境保护措施、公开环境信息的主体，应按照《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》等要求依法依规公开建设项目环评信息，畅通公众参与和社会监督渠道,保障可能受建设项目环境影响公众的环境权益。</p>	<p>医院按照《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》等要求依法依规公开了建设项目环评信息。</p>	符合
<p>五、环境影响报告表经批准后，项目的性质、规模、地点或者辐射防护措施发生重大变动的，应当重新报批该项目的的环境影响报告表。环境影响报告表自批准之日起，如超过 5 年，方决定该项目开工建设的，环境影响报告表应当报我厅重新审核。</p>	<p>环境影响报告表经批准后，项目的性质、规模、地点和辐射防护措施未发生重大变动。</p>	符合
<p>六、按照《建设项目环境保护事中事后监督管理办法（试行）》的要求，西安市生态环境局和西安市生态环境局高新分局负责对该项目实施事中事后监督管理。你院应在接到本批复 20 个工作日内，将批准后的《环境影响报告表》分别送上述生态环境部门并按规定接受各级生态环境主管部门的监督检查。</p>	<p>医院在接到本批复后将批准后的《环境影响报告表》分别送西安市生态环境局和西安市生态环境局高新分局并按规定接受各级生态环境主管部门的监督检查。</p>	符合

表 5-2 项目竣工环境保护验收清单

序号	项目	验收内容	现场核实	评价
1	机房防护状况	在正常工况下监测射线装置 DSA 机房、分装室、SPECT-CT3 机房的周围环境辐射剂量率，机房外表面 30cm 处剂量当量控制率不大于 2.5 μ Sv/h；个人剂量监测报告完整、连续，辐射工作人员 5mSv，公众人员 0.1mSv	监测报告的监测结果表明，DSA 机房、分装室、SPECT-CT3 机房机房外表面 30cm 处剂量当量控制率不大于 2.5 μ Sv/h；根据对该项目的年有效剂量计算，辐射工作人员小于 5mSv/a，公众人员小于 0.1mSv/a	符合
2	辐射安全设施及安全用品	DSA 机房墙体、观察窗、防护门屏蔽措施、15mm 有机玻璃 V 架、西林瓶的防护罐、15mm 有机玻璃注射器防护套、3mmPb 的铅玻璃、一次性铺巾	医院按照环评要求将原放免分析室改造为 DSA 机房，DSA 机房的墙体、观察窗、防护门屏蔽均按照环评报告表中的要求进行建设，医院购买了 15mm 有机玻璃 V 架、西林瓶的防护罐、15mm 有机玻璃注射器防护套、3mmPb 的铅玻璃、一次性铺巾等安全用品	符合
3	控制及日常辐射监测	配备有 X- γ 辐射剂量率仪、表面污染监测仪器，并建立有日常监测记录	医院配备有 1 台便携式 X- γ 辐射检测仪、1 台 α 、 β 表面污染仪，2 台设备均已送检，校准证书见附件 16，医院制订了日常监测计划，监测计划和原始记录见附件 15	符合
4	防护用品	按照辐射工作场所要求配备的防护用品	医院为 DSA 机房配备了 5 个铅衣、5 个大领铅颈套、5 个铅防护眼镜、1 双铅介入手套，5 个铅帽，1 个移动铅屏风，DSA 床旁设备自带 1 个铅悬挂屏、铅悬挂吊帘、床侧铅防护屏和铅防护帘	符合
5	辐射环境管理	严格辐射环境管理制度，并做好执行记录	医院制订了一系列的辐射安全管理制度，并严格按照制度执行	符合
6	个人剂量档案及健康档案	检查辐射工作人员个人剂量档案和健康档案完整、连续，个人剂量超标人员和疑似放射性疾病人员的调查、复检及处置结果	医院与西安查德威克辐射技术有限公司签订了 2022.7.1-2023.6.30 的个人剂量监测合同，详见附件 13，保证个人剂量监测的完整、连续，并设有专人负责个人剂量片的发放和回收，设有专人组织辐射工作人员进行体检，需要进行复查的及时复查，确保辐射工作人员安全	符合
7	培训	新增放射性工作人员均应参加辐射防护与安全培训，接受辐射防护安全知识和法律法规教育，并取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩合格报告单才能上岗；辐射安全管理人员也需要培训合格后上岗	辐射工作人员和辐射安全管理人员均参加辐射防护与安全培训，接受辐射防护安全知识和法律法规教育，并取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩合格报告单或培训合格证书	符合

8	安全措施	机房门口警示标志、状态指示灯、门灯联锁装置、急停装置、报警、视频监控、通风设施（动力通风装置）	机房受检者门上安装有门灯联动装置和工作状态指示灯,受检者门、工作人员门、污物门上均已粘贴电离辐射警示标志、机房和控制台内设置有急停装置、视频监控和动力通风装置	符合
9	健全规章制度	制定辐射工作设备操作规程; 辐射设备维护、维修制度; 辐射防护和安全保卫制度; 人员培训制度; 辐射人员岗位职责; 辐射工作场所监测制度; 辐射事故应急预案等规章制度	医院制订了《辐射事故应急预案》、《辐射安全防护设施维护与维修制度》、《职业健康体检管理制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射工作人员培训管理制度及培训计划》、《辐射自主监测方案》、《辐射环境监测设备使用与检定管理制度》、《放射性同位素与射线装置管理制度》、《全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度》、《钇 90 树脂微球分装流程》、《DSA 机房辐射事故应急预案》、《介入室技师岗位职责》、《GE Innova IGS5 操作规程》、《钇 90 药物接收流程》、《高活室（核素标记、分装、注射）工作制度》、《医用核素活度计操作规程》、《卫生防护和监测制度》、《放射性药品使用管理制度》、《放射污染应急处理预案》、《高活室工作人员职责》等一系列制度, 详见附件 15	符合
10	放射性废物桶	本项目在新建的医废间设置放射性废物桶(防护厚度应不低于5mmPb), 废物桶外张贴说明标牌等	在 DSA 机房旁的医废间和分装室的医废间设置了放射放射性废物桶, 废物桶外张贴了“当心电离辐射”的警告标志	符合

6 验收标准

本次验收执行陕西省生态环境厅已经批复的环境影响评价报告表中使用的标准以及项目审批后修订的标准：

6.1 剂量限制及剂量约束值

(1) 根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定：

1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a) 由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯平均)20mSv。

1.2 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：a) 年有效剂量1mSv。

(2) 根据《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021)规定：

4.9 从事放射治疗的工作人员职业照射和公众照射的剂量约束值应符合以下要求：

a) 一般情况下，从事放射治疗的工作人员职业照射的剂量约束值为5mSv/a；

b) 公众照射的剂量约束值不超过0.1mSv/a。

综合考虑医院未来的放射性同位素和射线装置发展，并为其他辐射设施和实践活动留有余地，本评价对职业照射和公众照射的年受照剂量约束值分别设定为：

(1) 取5mSv/a作为放射性工作人员的年受照剂量约束值；

(2) 取0.1mSv/a作为周围公众的年受照剂量约束值。

6.2 辐射分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定，应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

6.4.1 控制区

6.4.1.1 注册者和许可证持有者应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，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

6.4.2 监督区

6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

6.3 表面放射性污染的控制

工作人员体表、内衣、工作服、以及工作场所的设备和地面等表面放射性污染的控制应遵循附录 B（标准的附录 B）B2 所规定的限制要求。

第 B2 款表面污染控制水平

第 B2.1 款，工作场所的表面污染控制水平如表 6-1 所列。

表 6-1 工作场所的放射性表面污染控制水平（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。

6.4 非密封源工作场所的分级

非密封源工作场所的分级应按附录 C（标准的附录）的规定进行。

第 C1 款，应按表 6-2 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 6-2 非密封源工作场所的分级

级别	日等效最大量/Bq
甲	>4×10 ⁹
乙	2×10 ⁷ ~4×10 ⁹
丙	豁免活度值以上~2×10 ⁷

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 6-3 和表 6-4。

表 6-3 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 6-4 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，压力很高的固体
源的贮存	1000	100	10	1
很简单的操作	100	10	1	0.1
简单的操作	10	1	0.1	0.01
特别危险的操作	1	0.1	0.01	0.001

6.5 放射性废水排放标准

（1）排放总活度要求

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）不得将放射性废液

直接排入普通下水道，除非经审管部门确认是满足下列条件的低放废液，方可直接排入流量大于 10 倍排放流量的普通下水道，并应对每次做好记录：

- ①每月排放的总活度不超过 10ALImin（ALImin 是相对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）；
- ②每一次排放的活度不超过 1ALImin，并且每次排放后用不少于 3 倍排放量的水进行冲洗。根据 B1.3.4 和 B1.3.5 条规定，对于职业照射在一的假设下可将 $I_{j, L}$ 用作 ALI。由相应的单位摄入量的待积有效剂值得到放射性核素 j 的年摄入量限值 $I_{j, L}$ 计算公示：

$$I_{j, L} = DL / e_j \dots\dots\dots (7.1-1)$$

式中：DL—相应的有效剂量年限值，取 $5.0 \times 10^{-3} \text{Sv/a}$ ；

e_j —GB18871-2002 中表 B3 中给出的放射性核素 j 的单位摄入量所致待积有效剂量的响应值。

本项目涉及放射性核素排导出活度限值列于表 6-5。

表 6-5 含放射性核素废水排导出活度限值

核素	职业照射待积有效剂量 (Sv/Bq)		ALImin 一次排放限值 (Bq)	10 ALImin 月排放限值 (Bq)
	吸入 e_j	食入 e_j		
钇-90	1.7E-09	2.7 E-09	1.85E+06	1.85E+07

注： e_j 保守按《电离辐射防护与源安全基本标准》（GB18871-2002）表 B3 中最大值查得。

(2) 排放总活度浓度要求

①由于该项目产生的放射性废水最终排入市政管网，因此执行根据《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）4.1.2 规定的综合医疗机构和其他医疗机构水污染物排放限值总β放射性最高允许排浓度为 10Bq/L。

②根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中有关规定“7.3.3.1 放射性废液总排放口总 α 不大于 1 Bq/L、总 β 不大于 10 Bq/L、碘-131 的放射性活度浓度不大于 10 Bq/L”。

6.6 室内空气质量

室内空气质量臭氧和氮氧化物浓度限值执行《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2007），臭氧的最大容许浓度 0.3mg/m^3 ，NO₂ 的时间加权容许浓度为 5mg/m^3 ，短时间接触容许浓度为 10mg/m^3 。

6.7 放射性固体废物

根据《核医学科放射防护要求》（GBZ 120-2020），固体放射性废物暂存时间满足下列要求的，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平，α表面污染小于 0.08 Bq/cm^2 、β 表

面污染小 0.8 Bq/cm^2 ，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理：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。

6.8 控制剂量率水平

(1) 根据《放射诊断防护要求》(GBZ 130-2020) 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；

(2) 根据《核医学科放射防护要求》(GBZ 120-2020)，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 $25 \mu\text{Sv/h}$ ；核医学工作场所的分装柜或生物安全，应采取一定屏蔽防护，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 $25 \mu\text{Sv/h}$ ；

(3) 根据《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)，距核医学工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，如屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留设备区域其周围剂量当量率应小于 $10 \mu\text{Sv/h}$ 。放射性药物合成和分装的箱体、通风柜注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 $25 \mu\text{Sv/h}$ 。

6.9 《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)

本标准适用于 X 射线影像诊断和介入放射学。

5.X 射线设备机房防护要求

5.1 一般要求

5.1.1 X 射线设备出线口上应安装限束系统（如限束器、光阑等）。

5.1.2 X 射线管组件上应有清晰的焦点位置标志。

5.1.3 X 射线管组件上应标明固有滤过，所有附加滤过片均应标明其材料和厚度。

5.2 透视用 X 射线设备防护性能的专用要求 5.2.1 C 形臂 X 射线设备的最小焦皮距应不小于 20 cm ，其余透视用 X 射线设备的最小焦皮距应不小于 30 cm 。

5.2.2 透视曝光开关应为常断式开关，并配有透视计时及限时报警装置。

5.8 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备防护性能的专用要求

5.8.1 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备应满足其相应设备类型的防护性能专用要求。

5.8.2 在机房内应具备工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和摄影功能的控制键。

5.8.3 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20 cm 的装置。

5.8.4 介入操作中，设备控制台和机房内显示器上应能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录。

6.X 射线设备机房防护设施的技术要求

6.1 X 射线设备机房布局

6.1.1 机房内布局要合理，应避免有用线束直接照射门、窗和管线口位置。

6.1.5 新建、改建和扩建的 X 射线机房，其最小有效使用面积、最小单边长度要求、屏蔽厚度要求见表 6-6、表 6-7。

表 6-6 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
单管头 X 射线设备（含 C 形臂）	20	3.5

表 6-7 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
C 形臂 X 射线设备机房	2.0	2.0

6.4 X 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 机房应设置动力排风装置，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。

6.5 X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 6-8 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。

表 6-8 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
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏 选配：移动式铅防护屏风	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	--

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 0.25 mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025 mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5 mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2 mmPb。

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 0.5 mmPb。

6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

附录 B X 射线设备机房防护检测

B.1 检测条件

注 1：介入放射学设备按透视条件进行检测。

6.10 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128—2019）

5.3.2 对于如介入放射学、核医学放射药物分装与注射等全身受照不均匀的工作情况，应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计。

5.3.3 对于 5.3.2 所述工作情况，建议采用双剂量计监测方法（在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计），且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计（如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计等）。

6.11 《陕西省环境伽玛辐射剂量水平现状研究》（1988 年 11 月）

表 6-9 西安市环境天然放射性 γ 辐射（空气吸收）剂量率调查结果（nGy/h）

/	原 野	道 路	室 内
---	-----	-----	-----

范围	50~117	52~121	79~130
均值	71	76	111
标准差	17	20	17

7 验收监测内容与结果评价

7.1 检测及评价依据

- 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）
 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）
 《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）
 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）

7.2 质量保证措施

本项目监测按照陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司编制的质量体系文件的相关要求，实施全过程质量控制。

- (1) 专人负责查清该项目辐射源项相关情况，保证验收期间工况符合核技术应用项目竣工环境保护验收要求；
- (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，监测仪器由专业技术人员按操作规程操作仪器，并做好记录；
- (5) 监测数据严格实行三级审核制度。

7.3 验收监测内容

表 7-1 监测内容

监测时间	监测地点	监测项目	监测点位布设
2023.01.17	西安国际医学中心医院 主楼 C 区负二层核医学科、负一层核医学病区	γ 辐射周围剂量当量率、表面污染水平	核医学科各机房、分装室、病区、衰变池等的周围剂量当量率及表面污染水平

7.4 验收监测仪器

表 7-2 监测仪器信息一览表

仪器名称	仪器型号	仪器编号	测量范围	溯源单位/证书编号	有效期至
X、 γ 辐射剂量仪	AT1123	QNJC-YQ-10 1	1) 连续测试： 50nSv/h-10Sv/h 2) 单次脉冲或一系列脉冲： 5 μ Sv/h-10Sv/h	灰色保护帽：中国辐射防护研究院放射性计量站/ 校字第[2022]-RA202	2023.10.23

仪器名称	仪器型号	仪器编号	测量范围	溯源单位/证书编号	有效期至
α、β表面污染检测仪	HX-F1709	QNJC-YQ-059	1-1000000 cps	中国辐射防护研究院放射性计量站/检字第[2022]-D093A	2023.03.27

模体：标准水模；尺寸 30cm×30cm×20cm。

7.5 验收监测的射线装置和非密封放射性物质

表 7-3 射线装置基本信息^[1]

序号	装置名称	型号	编号	生产厂家	安装场所	类别
1	医用血管造影 X 射线机	Innova IGS 5	M4-22-038	通用电气医疗系统两合公司	主楼 C 区地下二层核医学科 DSA 机房	II类
2	单光子发射断层及 X 射线计算机体层摄影成像系统	Discovery NM/CT 670 Pro	PRGY52025	以色列通用电气医疗影像系统有限公司	主楼 C 区地下二层核医学科 SPECT/CT3 检查室	III类

注：[1] 委托方提供的信息。

表 7-4 非密封放射性物质基本信息^[2]

序号	工作场所名称	场所等级	核素	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	活动种类
1	主楼负 2 层核医学科 DSA 机房	乙级	Y-90	3.00E+7	6.00E+11	使用
2	主楼负 2 层核医学科 SPECT 检查区	乙级	Tc-99m	6.105E+7	1.8315E+13	使用

注：[2] 委托方提供的信息。

7.6 验收监测结果与评价

7.6.1 监测结果与评价

表 7-5 辐射环境监测结果

装置名称	医用血管造影 X 射线机		型号	Innova IGS 5	
编号	M4-22-038		生产厂家	通用电气医疗系统两合公司	
安装场所	主楼 C 区地下二层核医学科 DSA 机房		本底	(0.10~0.13) μSv/h	
监测条件	3.00GBq Y-90 裸源置于治疗床；DSA 条件 77kV，3.7mA、标准水模、透视条件下				
序号	监测点位描述	监测结果 (μSv/h)	序号	监测点位描述	监测结果 (μSv/h)
1	操作位	0.16	15	受检者门左缝	0.16
2	观察窗上缝	0.15	16	受检者门中表面 30cm	0.14
3	观察窗下缝	0.16	17	受检者门右缝	0.16

4	观察窗左缝	0.18	18	受检者门观察窗中表面 30cm	0.14
5	观察窗中表面 30cm	0.17	19	东墙表面 30cm (设备间、控制室)	0.15
6	观察窗右缝	0.16	20	南墙表面 30cm (过道)	0.14
7	工作人员门上缝	0.16	21	西墙表面 30cm (过道)	0.22
8	工作人员门下缝	0.15	22	北墙表面 30cm (过道)	0.15
9	工作人员门左缝	0.15	23	机房楼上 (过道、排烟机房、仓库)	0.14
10	工作人员门中表面 30cm	0.16	24	机房楼下 (停车场)	0.15
11	工作人员门右缝	0.16	25	管线口	0.14
12	工作人员门门上观察窗中表面 30cm	0.13	26	配电箱 1	0.20
13	受检者门上缝	0.14	27	配电箱 2	0.20
14	受检者门下缝	0.14	-	-	-

监测条件 DSA 条件 77kV, 3.7mA、标准水模、透视条件下

28	第一术者位 (铅屏风+铅衣屏蔽)	20.1	29	第二术者位 (铅屏风+铅衣屏蔽)	9.13
----	------------------	------	----	------------------	------

注：监测结果未扣除本底值。

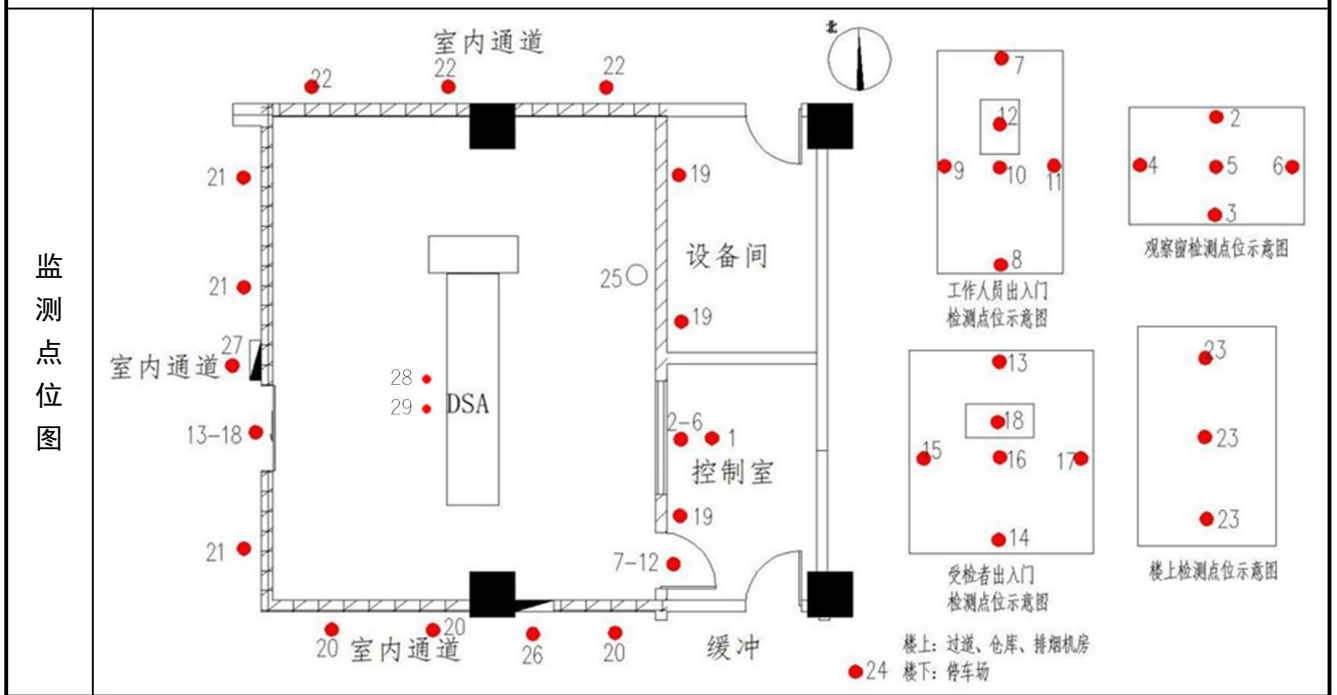


表 7-6 辐射环境监测结果

装置名称	单光子发射断层及 X 射线 计算机体层摄影成像系统	型 号	Discovery NM/CT 670 Pro
编 号	PRGY52025	生产厂家	以色列通用电气医疗影像系统有限公司
安装场所	主楼 C 区地下二层核医学科 SPECT/CT3 检查室	本 底	(0.10~0.13) $\mu\text{Sv/h}$
监测条件	2.55GBq Y-90 裸源置于扫描床, 标准水模 CT 条件: 120kV, 200mA		

序号	监测点位描述	监测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	序号	监测点位描述	监测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)
28	操作位	0.13	39	受检者门上缝	0.13
29	观察窗上缝	0.14	40	受检者门下缝	0.14
30	观察窗下缝	0.14	41	受检者门左缝	0.14
31	观察窗左缝	0.14	42	受检者门中表面 30cm	0.14
32	观察窗中表面 30cm	0.14	43	受检者门右缝	0.13
33	观察窗右缝	0.14	44	东墙表面 30cm (过道)	0.14
34	工作人员门上缝	0.14	45	南墙表面 30cm (控制室)	0.14
35	工作人员门下缝	0.14	46	西墙表面 30cm (过道)	0.14
36	工作人员门左缝	0.14	47	北墙表面 30cm (空机房)	0.14
37	工作人员门中表面 30cm	0.14	48	机房楼上 (过道、空调机房)	0.14
38	工作人员门右缝	0.14	49	机房楼下 (停车场)	0.14

注：监测结果未扣除本底值。

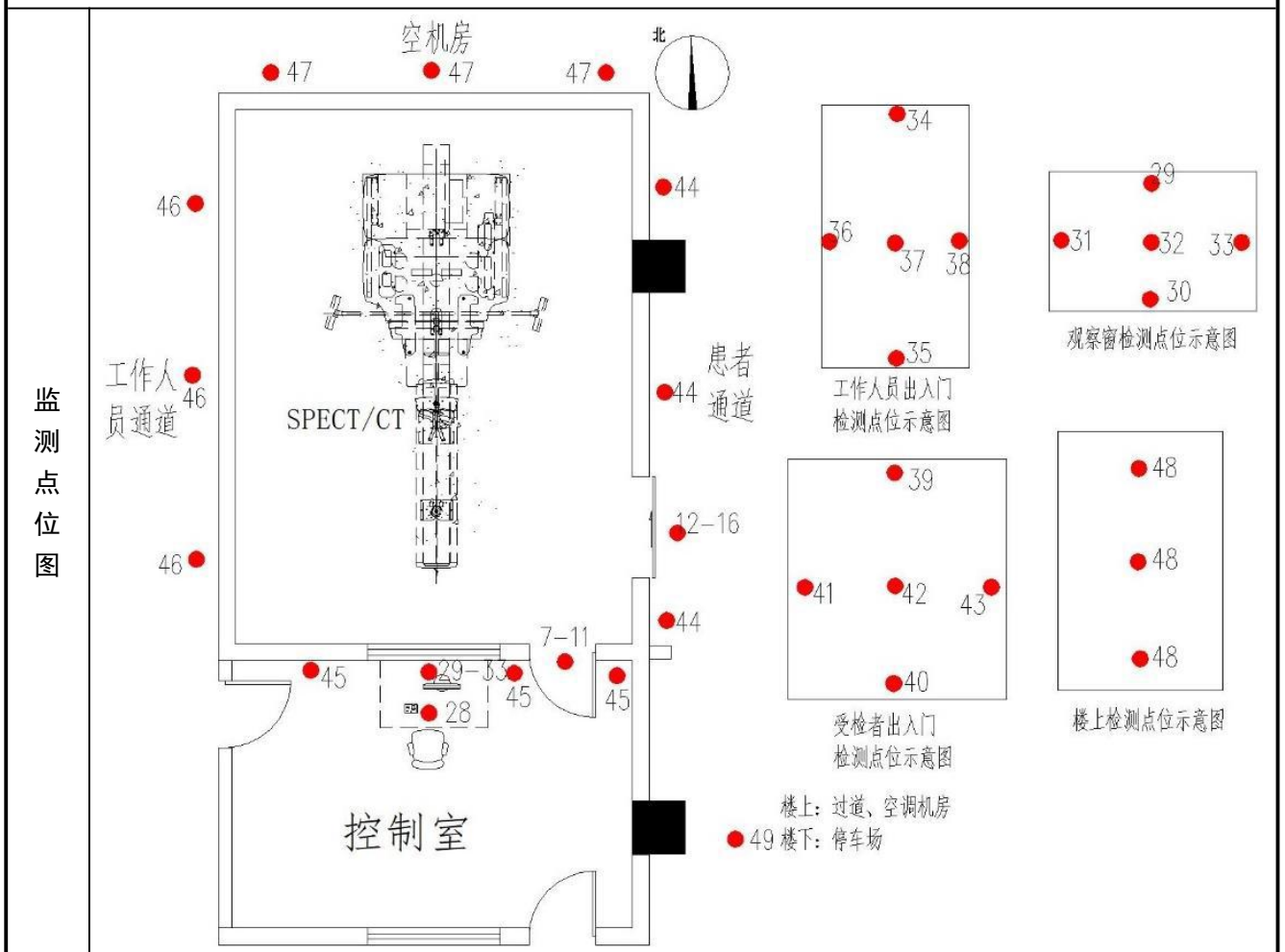


表 7-7 辐射环境监测结果

监测条件		3.00GBq 的 Y-90 置于铅罐内，盖打开，置于分装柜内			
序号	监测点位描述	监测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	序号	监测点位描述	监测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)
50	分装柜正前方表面 5cm 处 (头位)	0.11	59	分装柜正前方表面 1m 处(头位)	0.11
51	分装柜正前方表面 5cm 处 (腹位)	0.11	60	分装柜正前方表面 1m 处(腹位)	0.11
52	分装柜正前方表面 5cm 处 (腿位)	0.11	61	分装柜正前方表面 1m 处(腿位)	0.11
53	分装柜后侧 5cm 处	0.12	62	分装柜观察窗 1m 处	0.11
54	分装柜观察窗 5cm 处	0.11	63	分装柜手孔位 (左) 1m 处	0.10
55	分装柜手孔位 (左) 5cm 处	0.11	64	分装柜手孔位 (右) 1m 处	0.11
56	分装柜手孔位 (右) 5cm 处	0.11	65	分装柜左侧 1m 处	0.10
57	分装柜左侧 5cm 处	0.11	66	分装柜右侧 1m 处	0.10
58	分装柜右侧 5cm 处	0.10	-	-	-
监测条件		2.55GBq 的 Y-90 置于 V 瓶架、专用转运盒，置于分装室内			
67	东墙表面 30cm (控制室)	0.13	73	西侧注射室	0.14
68	西墙表面 30cm (注射室、过道)	0.15	74	注射台	0.14
69	南墙表面 30cm (过道)	0.15	75	北侧防护门	0.13
70	北墙表面 30cm (过道)	0.13	76	分装室楼上 (过道、库房)	0.13
71	南侧药物传递窗	0.15	77	分装室楼下 (停车场)	0.13
72	西侧防护门	0.15	-	-	-
注：监测结果未扣除本底值。					
监测 点 位 图					

表 7-8 辐射环境监测结果

监测条件		2.4GBq 的 Y-90 裸源置于负一层核医学病区治疗 4 室治疗床上			
序号	监测点位描述	监测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	序号	监测点位描述	监测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)
78	西墙表面 30cm (治疗 3 室)	0.17	81	治疗 4 室防护内门	0.15
79	南墙表面 30cm (过道)	0.15	82	治疗 4 室楼上 (一楼花园)	0.14
80	东墙表面 30cm (治疗 5 室)	0.15	83	治疗 4 室楼下 (放疗科过道)	0.14
监测条件		2.4GBq 的 Y-90 裸源置于负一层核医学病区治疗 3 室治疗床上			
84	西墙表面 30cm (治疗 2 室)	0.14	87	治疗 3 室防护内门	0.15
85	南墙表面 30cm (过道)	0.15	88	治疗 3 室楼上 (一楼花园)	0.14
86	东墙表面 30cm (治疗 4 室)	0.15	89	治疗 3 室楼下 (放疗科控制室、 水冷机房)	0.15
监测场所		衰变池			
90	衰变池 1 号盖板表面	0.14	92	衰变池 3 号盖板表面	0.14
91	衰变池 2 号盖板表面	0.14	93	衰变池 4 号盖板表面	0.14
监测条件		药物货包, 3.00GBq 的 Y-90 药物置于铅罐及货包内			
94	药物货包侧表面 5cm	20.47	97	药物货包上表面 1m	0.83
95	药物货包侧表面 1m	1.07	98	药物货包表面 30cm	5.56
96	药物货包上表面 5cm	14.36	-	-	-
监测条件		铅罐, 3.00GBq 的 Y-90 药物置于铅罐内			
99	铅罐侧表面 5cm	23.19	102	铅罐上表面 5cm	28.48
100	铅罐侧表面 30cm	3.71	103	铅罐上表面 30cm	4.79
101	铅罐侧表面 1m	0.82	104	铅罐上表面 1m	1.24
监测条件		标准水模, 2.55GBq 的 Y-90 裸源置于标准水模前			
105	表面 5cm (有水模)	16.64	107	表面 100cm (水模竖放)	1.35
106	表面 100cm (水模横放)	0.72	108	裸源表面 5cm	265
监测条件		药物传递箱表面, 2.55GBq 的 Y-90 置于 V 瓶架及专用转运盒			
109	药物传递箱南侧箱体 5cm	2.91	115	药物传递箱北侧箱体 5cm	3.02
110	药物传递箱南侧观察窗 5cm	3.54	116	药物传递箱北侧观察窗 5cm	2.35
111	药物传递箱南侧箱体 30cm	2.01	117	药物传递箱北侧箱体 30cm	1.68
112	药物传递箱南侧观察窗 30cm	0.87	118	药物传递箱北侧观察窗 30cm	1.39
113	药物传递箱南侧箱体 100cm	0.77	119	药物传递箱北侧箱体 100cm	0.67
114	药物传递箱南侧观察窗 100cm	0.67	120	药物传递箱北侧观察窗 100cm	0.52
监测条件		V 瓶架表面, 2.55GBq 的 Y-90 置于 V 瓶架内			
121	V 瓶架表面 5cm	176.80	122	V 瓶架表面 30cm	26.52
监测条件		注射防护盒, 2.55GBq 的 Y-90 置于 V 瓶架、注射防护盒			
123	注射防护盒表面 5cm	126.88	125	注射防护盒表面 100cm	6.76
124	注射防护盒表面 30cm	22.98	126	注射防护盒表面 200cm	1.01
注: 监测结果未扣除本底值。					

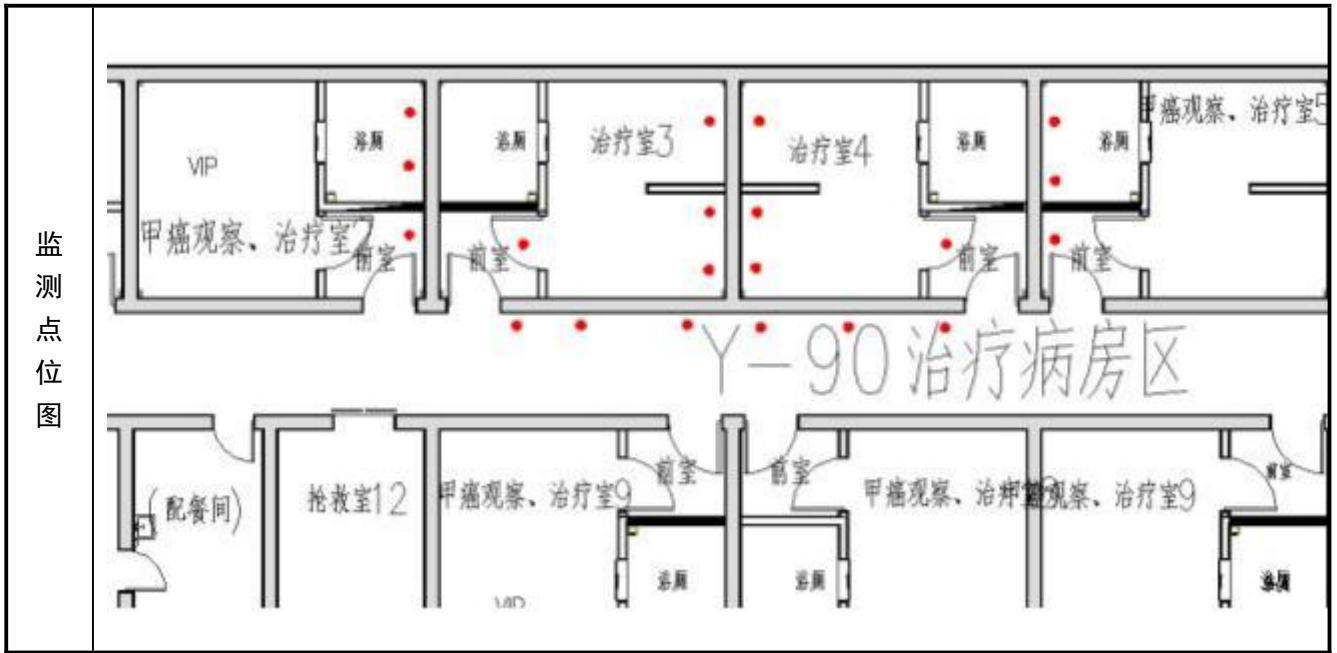


表 7-9 辐射环境监测结果

装置名称	医用血管造影 X 射线机		型 号	Innova IGS 5	
编 号	M4-22-038		生产厂家	通用电气医疗系统两合公司	
安装场所	主楼 C 区地下二层核医学科 DSA 机房		本 底	(0.10~0.13) $\mu\text{Sv/h}$	
监测条件	283MBq Tc-99m 裸源置于治疗床；标准水模、DSA 自动透视条件下				
序号	监测点位描述	监测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	序号	监测点位描述	监测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)
1	操作位	0.14	15	受检者门左缝	0.11
2	观察窗上缝	0.12	16	受检者门中表面 30cm	0.12
3	观察窗下缝	0.12	17	受检者门右缝	0.13
4	观察窗左缝	0.12	18	受检者门观察窗中表面 30cm	0.14
5	观察窗中表面 30cm	0.12	19	东墙表面 30cm (设备间、控制室)	0.15
6	观察窗右缝	0.11	20	南墙表面 30cm (过道)	0.12
7	工作人员门上缝	0.13	21	西墙表面 30cm (过道)	0.13
8	工作人员门下缝	0.13	22	北墙表面 30cm (过道)	0.14
9	工作人员门左缝	0.12	23	机房楼上 (过道、排烟机房、仓库)	0.13
10	工作人员门中表面 30cm	0.13	24	机房楼下 (停车场)	0.18
11	工作人员门右缝	0.13	25	管线口	0.18
12	工作人员门门上观察窗中表面 30cm	0.12	26	配电箱 1	0.11
13	受检者门上缝	0.12	27	配电箱 2	0.12
14	受检者门下缝	0.12	-	-	-

注：监测结果未扣除本底值。

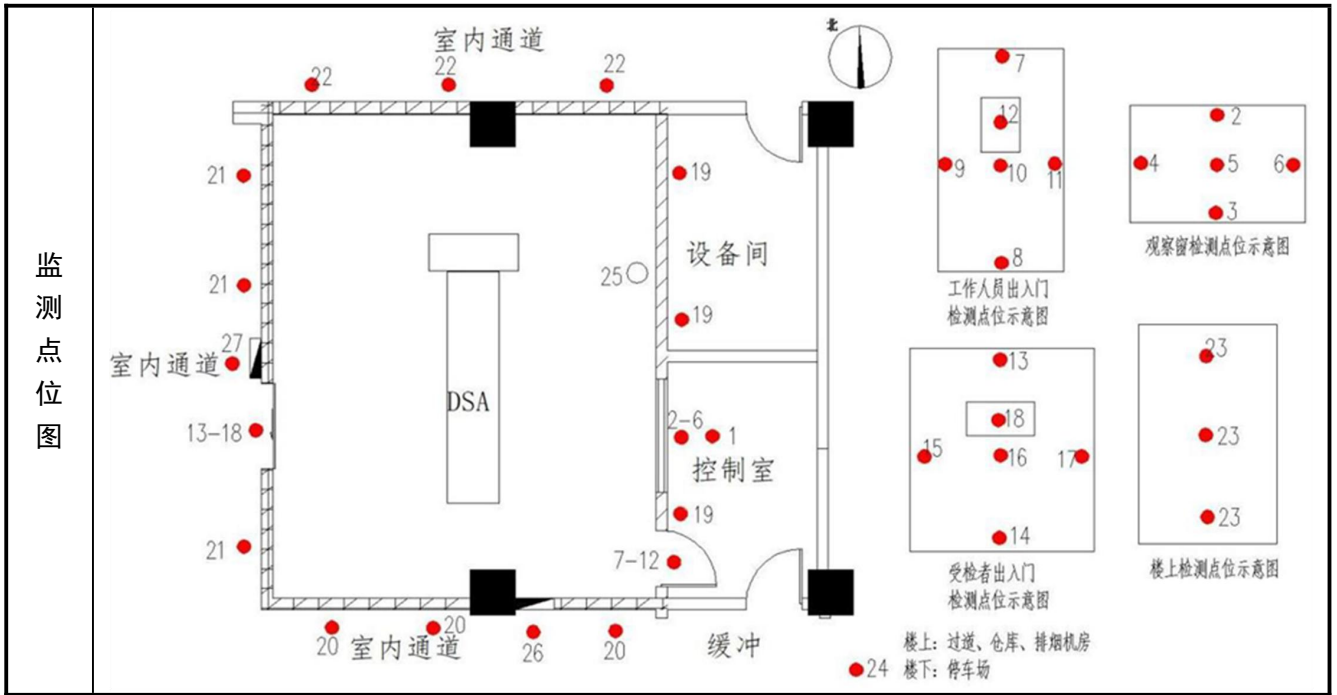


表 7-10 X、γ辐射环境监测结果

装置名称	单光子发射断层及 X 射线计算机体层摄影成像系统		型号	Discovery NM/CT 670 Pro	
编号	PRGY52025		生产厂家	以色列通用电气医疗影像系统有限公司	
安装场所	主楼 C 区地下二层核医学科 SPECT/CT3 检查室		本底	(0.10~0.13) μSv/h	
监测条件	283MBq Tc-99m 裸源置于扫描床，标准水模，CT 条件：120kV ， 200mA				
序号	监测点位描述	监测结果 (μSv/h)	序号	监测点位描述	监测结果 (μSv/h)
28	操作位	0.13	39	受检者门上缝	0.13
29	观察窗上缝	0.14	40	受检者门下缝	0.13
30	观察窗下缝	0.13	41	受检者门左缝	0.14
31	观察窗左缝	0.13	42	受检者门中表面 30cm	0.13
32	观察窗中表面 30cm	0.13	43	受检者门右缝	0.13
33	观察窗右缝	0.14	44	东墙表面 30cm (过道)	0.13
34	工作人员门上缝	0.13	45	南墙表面 30cm (控制室)	0.14
35	工作人员门下缝	0.14	46	西墙表面 30cm (过道)	0.13
36	工作人员门左缝	0.14	47	北墙表面 30cm (空机房)	0.13
37	工作人员门中表面 30cm	0.14	48	机房楼上 (过道、空调机房)	0.13
38	工作人员门右缝	0.14	49	机房楼下 (停车场)	0.13
注：监测结果未扣除本底值。					

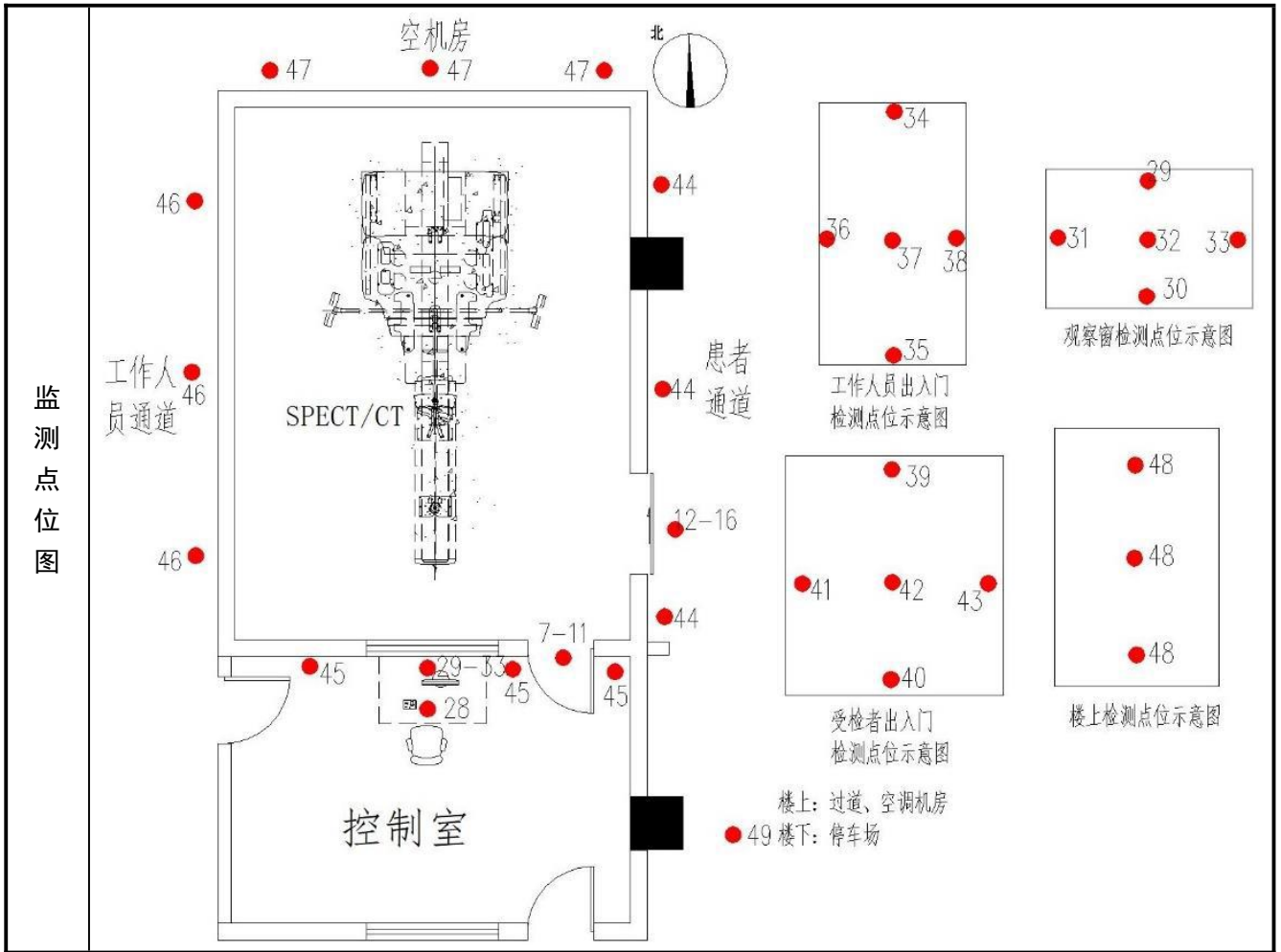


表 7-11 辐射环境监测结果

监测条件		283MBq 的 Tc-99m 裸源置于分装柜			
序号	监测点位描述	监测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	序号	监测点位描述	监测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)
50	分装柜正前方表面 5cm 处 (头位)	0.12	59	分装柜正前方表面 1m 处(头位)	0.11
51	分装柜正前方表面 5cm 处 (腹位)	0.12	60	分装柜正前方表面 1m 处(腹位)	0.11
52	分装柜正前方表面 5cm 处 (腿位)	0.11	61	分装柜正前方表面 1m 处(腿位)	0.11
53	分装柜后侧 5cm 处	0.12	62	分装柜观察窗 1m 处	0.11
54	分装柜观察窗 5cm 处	0.12	63	分装柜手孔位 (左) 1m 处	0.10
55	分装柜手孔位 (左) 5cm 处	0.11	64	分装柜手孔位 (右) 1m 处	0.11
56	分装柜手孔位 (右) 5cm 处	0.12	65	分装柜左侧 1m 处	0.10
57	分装柜左侧 5cm 处	0.12	66	分装柜右侧 1m 处	0.10
58	分装柜右侧 5cm 处	0.12	-	-	-
监测条件		283MBq 的 Tc-99m 置于转运铅罐, 放置在分装室内			
67	东墙表面 30cm (控制室)	0.12	72	西侧防护门	0.12
68	西墙表面 30cm (注射室、过道)	0.11	73	西侧注射室	0.14

69	南墙表面 30cm (过道)	0.12	74	北侧防护门	0.13
70	北墙表面 30cm (过道)	0.11	75	分装室楼上 (过道、库房)	0.13
71	南侧药物传递窗	0.12	76	分装室楼下 (停车场)	0.13

注：监测结果未扣除本底值。

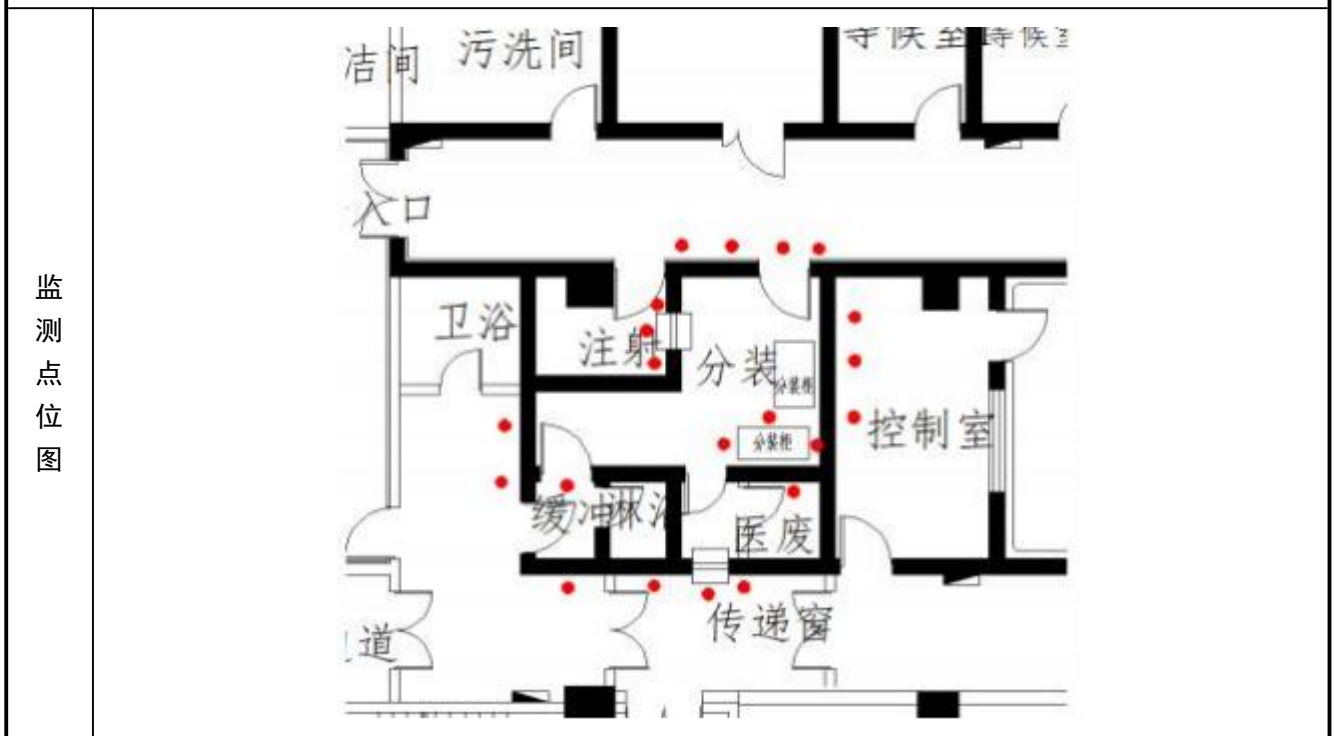


表 7-12 辐射环境监测结果

监测条件	转运铅罐, 283MBq 的 Tc-99m 置于转运铅罐内				
77	转运铅罐表面 5cm	0.11	78	转运铅罐表面 30cm	0.11
监测条件	药物传递箱, 283MBq 的 Tc-99m 置于转运铅罐, 放置在药物传递箱内				
79	药物传递箱南侧左表面 5cm	0.12	84	药物传递箱北侧左表面 5cm	0.11
80	药物传递箱南侧中表面 5cm	0.11	85	药物传递箱北侧中表面 5cm	0.12
81	药物传递箱南侧右表面 5cm	0.11	86	药物传递箱北侧右表面 5cm	0.12
82	药物传递箱南侧上表面 5cm	0.12	87	药物传递箱北侧上表面 5cm	0.12
83	药物传递箱南侧下表面 5cm	0.11	88	药物传递箱北侧下表面 5cm	0.12
监测条件	注射器防护套, 283MBq 的 Tc-99m 置于铅防护套内				
89	注射器防护套表面 5cm	5.49	91	注射器防护套表面 100cm	0.19
90	注射器防护套表面 30cm	0.57	-	-	-
监测条件	床旁剂量率, 283MBqTc-99m 裸源置于 0.5mmPb 铅帘前				
92	距铅帘表面 50cm	1.76	93	距铅帘表面 100cm	0.52
监测条件	铅废物桶, 0.35GBq 的 Y-90+111MBq 的 Tc-99m				
94	铅废物桶上部表面 5cm	0.28	99	铅废物桶上部表面 100cm	0.18
95	铅废物桶表面 5cm	0.26	100	铅废物桶表面 100cm	0.15
96	铅废物桶表面 5cm	0.24	101	铅废物桶表面 100cm	0.14
97	铅废物桶表面 5cm	0.24	102	铅废物桶表面 100cm	0.13
98	铅废物桶表面 5cm	0.25	103	铅废物桶表面 100cm	0.14

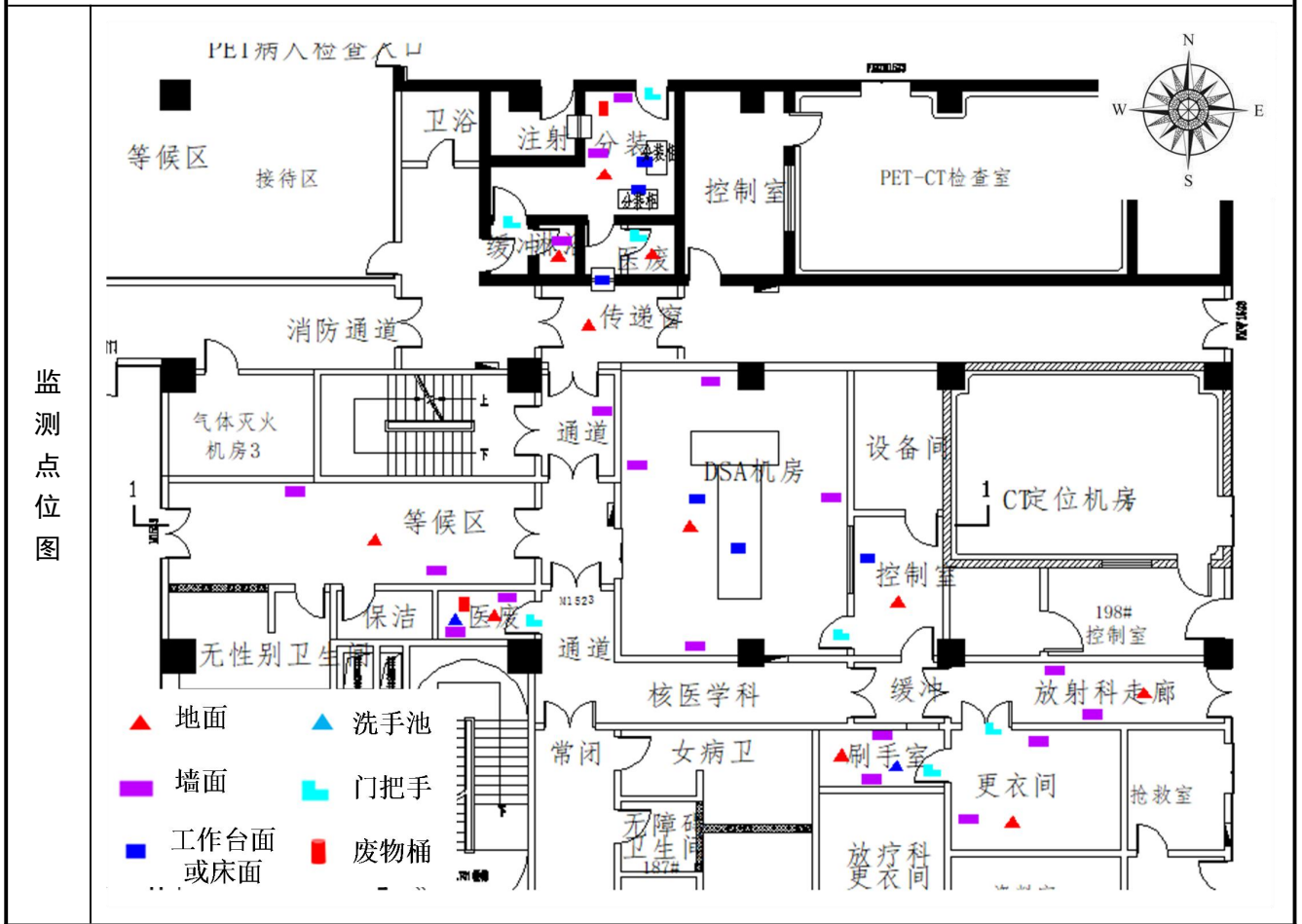
注：监测结果未扣除本底值。

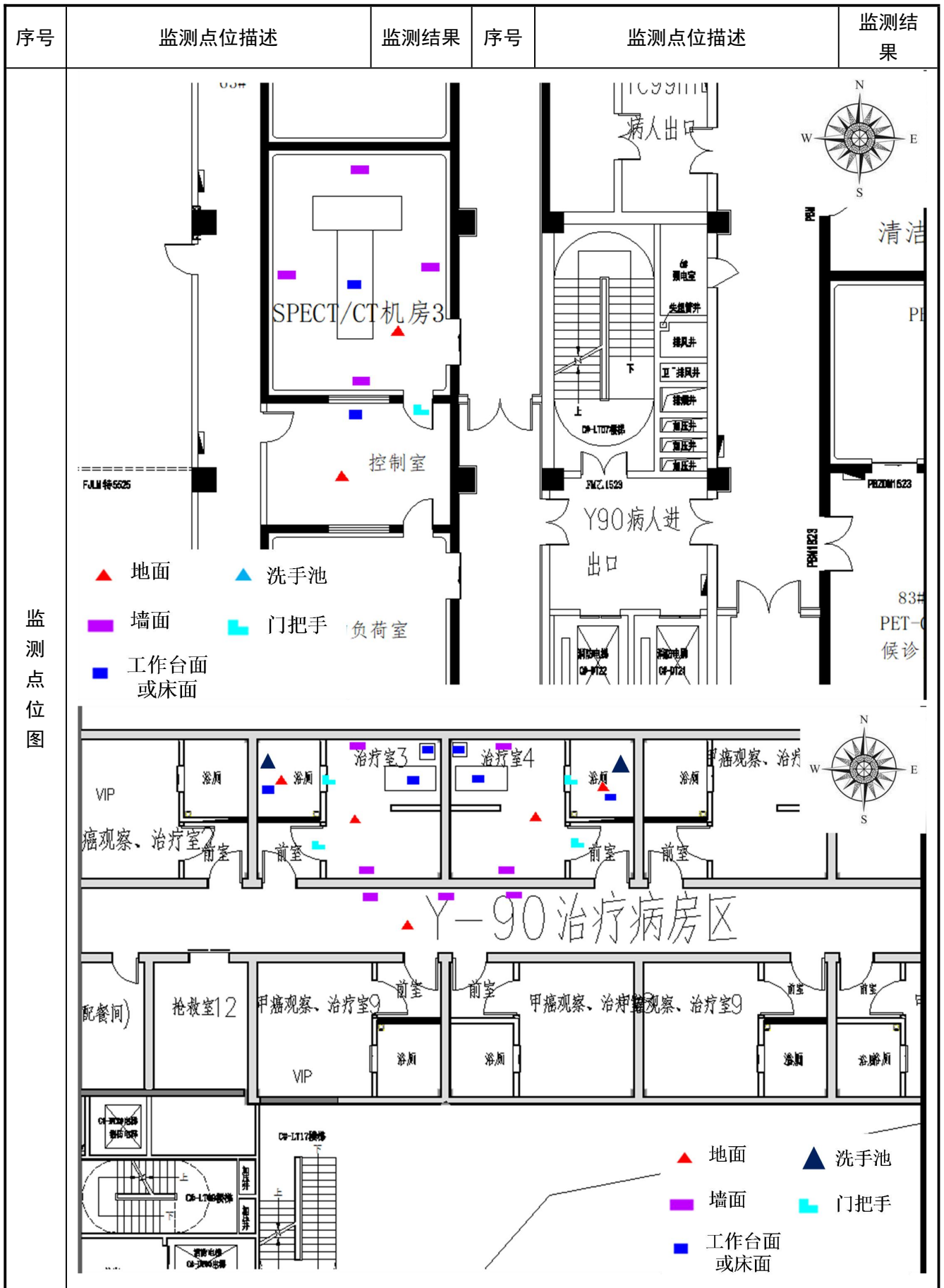
表 7-13 β 表面污染水平监测结果

序号	监测点位描述	监测结果	序号	监测点位描述	监测结果
1	DSA 机房地面	<LLD β	15	DSA 机房医废间墙面	<LLD β
2	DSA 机房墙面	<LLD β	16	DSA 机房医废间门把手	<LLD β
3	DSA 机房地面	<LLD β	17	DSA 机房医废间废物桶	<LLD β
4	DSA 机房操作台面	<LLD β	18	DSA 机房医废间清洗池表面	<LLD β
5	DSA 机房控制室控制台	<LLD β	19	刷手室地面	<LLD β
6	DSA 机房控制室地面	<LLD β	20	刷手室墙面	<LLD β
7	DSA 机房控制室门把手	<LLD β	21	刷手室洗手池表面	<LLD β
8	患者通道地面	<LLD β	22	刷手室门把手	<LLD β
9	患者通道墙面	<LLD β	23	更衣室地面	<LLD β
10	工作人员通道地面	<LLD β	24	更衣室墙面	<LLD β
11	工作人员通道墙面	<LLD β	25	更衣室门把手	<LLD β
12	传药通道地面	<LLD β	26	SPECT/CT3 检查室地面	<LLD β
13	传药通道地面墙面	<LLD β	27	SPECT/CT3 检查室墙面	<LLD β
14	DSA 机房医废间地面	<LLD β	28	SPECT/CT3 检查室扫描床面	<LLD β
29	SPECT/CT3 检查室控制室工作台	<LLD β	52	负一层核医学病区治疗 3 室门把手	<LLD β
30	SPECT/CT3 检查室控制室地面	<LLD β	53	负一层核医学病区治疗 3 室卫生间地面	<LLD β
31	SPECT/CT3 检查室控制室门把手	<LLD β	54	负一层核医学病区治疗 3 室卫生间墙面	<LLD β
32	分装室地面	<LLD β	55	负一层核医学病区治疗 3 室卫生间洗手池表面	<LLD β
33	分装室墙面	<LLD β	56	负一层核医学病区治疗 3 室卫生间马桶表面	<LLD β
34	分装室分装柜手孔位（左）	<LLD β	57	负一层核医学病区治疗 3 室卫生间门把手	<LLD β
35	分装室分装柜手孔位（右）	<LLD β	58	负一层核医学病区治疗 4 室地面	<LLD β
36	分装室分装柜表面	<LLD β	59	负一层核医学病区治疗 4 室病床表面	<LLD β
37	分装室西门表面	<LLD β	60	负一层核医学病区治疗 4 室床头柜表面	<LLD β
38	分装室西门门把手	<LLD β	61	负一层核医学病区治疗 4 室墙面	<LLD β
39	分装室北门表面	<LLD β	62	负一层核医学病区治疗 4 室门把手	<LLD β
40	分装室北门门把手	<LLD β	63	负一层核医学病区治疗 4 室卫生间地面	<LLD β
41	分装室药物传递窗内表面	<LLD β	64	负一层核医学病区治疗 4 室卫生间墙面	<LLD β
42	分装室废物桶表面	<LLD β	65	负一层核医学病区治疗 4 室卫生间洗手池表面	<LLD β

序号	监测点位描述	监测结果	序号	监测点位描述	监测结果
43	分装室医废间地面	<LLD _β	66	负一层核医学病区治疗4室卫生间马桶表面	<LLD _β
44	分装室医废间门表面	<LLD _β	67	负一层核医学病区治疗4室卫生间门把手	<LLD _β
45	分装室医废间门把手	<LLD _β	68	核医学病区患者通道地面	<LLD _β
46	淋浴间地面	<LLD _β	69	核医学病区患者通道墙面	<LLD _β
47	淋浴间墙面	<LLD _β	70	工作人员手套	<LLD _β
48	负一层核医学病区治疗3室地面	<LLD _β	71	工作人员鞋底	<LLD _β
49	负一层核医学病区治疗3室病床表面	<LLD _β	72	工作人员防护用品表面	<LLD _β
50	负一层核医学病区治疗3室床头柜表面	<LLD _β	73	工作人员手皮肤表面	<LLD _β
51	负一层核医学病区治疗3室墙面	<LLD _β	-	-	-

注：探测下限 LLD_β = 0.099 Bq/cm²。





以上各监测点位满足《核医学科放射防护要求》（GBZ120-2020）中，“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 μ 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 μ Sv/h;核医学工作场所的分装柜或生物安全，应采取一定屏蔽防护，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”的要求。

以上各监测点位满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中，“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设备等区域其周围剂量当量率应小于 10 μ Sv/h。放射性药物合成和分装的箱体、通风柜注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 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”的要求。

以上各监测点位满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中“工作场所的 β 放射性物质表面污染控制水平：工作台、设备、墙壁、地面控制区 4 \times 10Bq/cm²，工作台、设备、墙壁、地面监督区：4Bq/cm²；工作服、手套、工作鞋：4Bq/cm²；手、皮肤、内衣、工作袜：4 \times 10⁻¹Bq/cm²”的要求。

根据陕西华信检测技术有限公司出具的水样检测报告（报告编号：华信监字[2022]第 12014 号），详见附件 20，核医学科 2#衰变池总排放口废水样品中的总 α 放射性活度浓度最大值为 0.024Bq/L，总 β 放射性活度浓度最大值为 0.187Bq/L，满足 HJ 1188-2021 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”的要求。

7.5.2 职业人员与公众剂量估算

（1）职业照射

根据医院提供的相关资料及现场核实，项目正常运行后，预计本项目每天最多治疗 1 例病人，每年最大病人数 200 例。医院为该项目配备 25 名工作人员介入技师（控制室）1 人，介入医生 5 人，介入护理人员 3 人，核医学医师 5 人，核医学技师 3 人，核医学病房护理人员 8 人，除介入技师外，其余人员采用 3 组轮换制度。以上工作人员均为医院核医学科及消化科原有工作人员，本项目工作人员在项目运行过程中根据受到的职业照射不同共分为 3 类，具体如下：

I、药物分装人员

^{90}Y 和 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物分装准备时间均为 0.5h/例，年操作时间各为 100h；工作人员手动分装时，通过观察窗观察分装柜内药物分装情况，手动分装过程中工作人员年有效剂量按分装柜正前方 5cm 处剂量率最大值估算。

II、手术过程中工作人员

^{90}Y 微球注入过程最长时间为 20min，年操作时间为 66.67h。 ^{90}Y 注射手术过程中，药物置于 V 瓶，外面有 10mm 有机玻璃 V 瓶架和注射防护盒进行防护；注射 ^{90}Y 微球药物过程中工作人员年有效剂量按注射防护盒表面 30cm 检测值估算。

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 注入过程最长时间为 15min，年操作时间为 50h。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 注射过程中，药物置于带屏蔽的铅注射套内，注射 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物过程中工作人员年有效剂量按注射器防护套表面 30cm 检测值估算。

DSA 预计年平均手术 400 台（每个患者在注射 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、注射 ^{90}Y 时各 1 次），每台手术一般透视 15min，采集 1min。则设备透视出束时间为 100h/a，采集出束时间为 6.66h/a，年曝光总时间 106.66h。DSA 曝光过程中手术室内工作人员年有效剂量按术者位经 0.5mmPb 铅屏风及经 0.5mmPb 个人防护用品屏蔽后检测值估算，控制室内工作人员年有效剂量按 DSA 机房操作位检测值估算。

III、SPECT-CT 检查过程中工作人员

^{90}Y 和 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 介入手术后的 SPECT 检查阶段，均需要在 SPECT-CT3 室进行摆位和扫描。 ^{90}Y 和 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 每次摆位时间为 2min，年摆位时间各 6.7h，每次扫描时间为 30min，年扫描时间各 100h。SPECT 检查阶段摆位过程中工作人员年有效剂量按 ^{90}Y 水模表面 1m 处和 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 床旁 1m 处的剂量率检测值估算，扫描过程中工作人员年有效剂量按 SPECT-CT3 控制室操作位检测结果估算。

根据上述信息，本项目职业人员主要活动区域为 DSA 机床旁、DSA 控制室操作位、分装室、SPECT-CT3 控制室区域，按该项目涉及的职业人员各活动区域监测结果进行估算，并参考该项目环评报告中环境本底测量结果扣除场所室内本底值，则该项目涉及的职业人员剂量估算结果见表 7-14。

表 7-14 职业人员剂量核算结果

受照人员	活动类别	计算参数				有效剂量 (mSv/a)	总有效剂量 (mSv/a)
		受照时间 (h/a)	受照剂量 (μ Sv/h)	本底 (μ Sv/h)	居留因子		
分装 工作 人员	^{90}Y 分装	100	0.11	0.0625	1	0.0016	0.0035
	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 分装	100	0.12		1	0.0019	
介入 工作 人员	^{90}Y 注射	66.67	22.98	0.1145	1	0.5082	0.6934
	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 注射	50	0.57	0.1145	1	0.0759	
	DSA 采集	106.66	20.1	0.1145	1	0.1776	
DSA 操作 人员	DSA 操作	106.6	0.16	0.1145	1	0.0012	0.1776
SPE CT 检查 工作 人员	^{90}Y 摆位	6.7	1.35	0.1145	1	0.0028	0.0047
	^{90}Y 扫描	100	0.13	0.1145	1	0.0005	
	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 摆位	6.7	0.52	0.1145	1	0.0009	
	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 扫描	100	0.13	0.1145	1	0.0005	

〔注：根据《西安国际医学中心医院核技术利用项目环境影响报告表》和《西安国际医学中心医院新增放射性核素 Y-90 核技术利用项目工作情况说明》（见附件 12）中工作时间参数，均按最不利条件核算〕。

本项目涉及 SPECT-CT3 机房辐射工作人员和分装室的操作人员均利用现有机房内辐射工作人员。根据原核医学科验收报告，SPECT-CT3 机房辐射工作人员的年受照射剂量最大为 0.187mSv/a，叠加所受辐射剂量后最终年受照剂量约为 0.192mSv/a；分装室辐射工作人员的年受照射剂量最大为 0.004mSv/a，叠加本项目所受辐射剂量后年受照剂量约为 0.008mSv/a。本项目涉及 DSA 介入手术和操作人员均利用现有消化内科介入工作人员，根据医院 DSA 项目验收报告，DSA 介入手术工作人员年受照射剂量最大为 1.064mSv/a，叠加所受辐射剂量后最终年受照剂量约为 1.757mSv/a；DSA 操作辐射工作人员的年受照射剂量最大为 0.013mSv/a，叠加本项目所受辐射剂量后年受照剂量约为 0.014mSv/a。

（2）公众照射

建设单位对该项目核医学工作场所实行严格管理，采用区域隔离的方式，使公众成员不会到达控制区，病人有专门的出入通道且全程由专人运送，因此公众成员只可能受到监督区的照射，本项目分别取 DSA 机房楼上、分装室楼上、SPECT-CT3 室楼上、病房楼上检测值估算场所周围公众人员所受剂量。按涉及的公众人员活动区域中各关注点位的监测

结果进行估算，并扣除相应的场所本底值进行估算，相关公众人员年有效剂量估算结果如表 7-15 所示。

表 7-15 公众人员剂量核算结果

受照人员	活动类别	计算参数				有效剂量 (mSv/a)	总有效剂量 (mSv/a)
		受照时间 (h/a)	受照剂量 ($\mu\text{Sv/h}$)	本底 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子		
分装室楼上公众 (负一层)	^{90}Y 分装	100	0.13	0.104	1/4	6.50E-04	1.92E-04
	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 分装	100	0.12		1/4	4.00E-04	
分装室楼下公众 (停车场)	^{90}Y 分装	100	0.13		1/40	6.50E-05	1.30E-04
	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 分装	100	0.13		1/40	6.50E-05	
DSA 机房楼上公众 (负一层)	^{90}Y 注射	66.67	0.14		1/8	4.80E-04	7.40E-04
	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 注射	50	0.13		1/8	2.60E-04	
DSA 机房楼下公众 (停车场)	^{90}Y 注射	66.67	0.15		1/40	7.67E-05	1.72E-04
	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 注射	50	0.18		1/40	9.50E-05	
SPECT-CT3 室楼上公众 (负一层)	^{90}Y 摆位	6.7	0.14		1/8	3.02E-05	9.60E-04
	^{90}Y 扫描	100	0.14		1/8	4.50E-04	
	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 摆位	6.7	0.14		1/8	3.02E-05	
	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 扫描	100	0.14		1/8	4.50E-04	
SPECT-CT3 室楼下公众 (停车场)	^{90}Y 摆位	6.7	0.14		1/40	6.03E-06	1.92E-04
	^{90}Y 扫描	100	0.14		1/40	9.00E-05	
	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 摆位	6.7	0.14		1/40	6.03E-06	
	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 扫描	100	0.14		1/40	9.00E-05	
病房楼上公众 (一层)	病房留观	2848	0.14	1/4	2.56E-02	2.56E-02	
病房楼下公众	病房留观	2848	0.15	1/4	3.28E-02	3.28E-02	

原有核技术利用项目致公众年有效剂量最大值为 0.01mSv/a (负一层公众) 和

0.004mSv/a（一层公众），叠加本项目影响后各场所周围致公众年有效剂量最大值为0.011mSv/a（负一层公众）和0.030mSv/a（一层公众）。病房所致楼下（负二层）放疗科公众年有效剂量最大值为0.033mSv/a。

综上所述，该项目职业人员个人年有效剂量最高为1.757mSv/a，满足《环境影响报告表》中设定值，即“取5mSv/a作为放射性工作人员的年受照剂量约束值”。

该项目公众成员个人年有效剂量最高为0.033mSv/a，满足《环境影响报告表》中设定值，即“取0.1mSv/a作为周围公众的年受照剂量约束值”。

8 辐射安全管理与职业人员健康监护

8.1 辐射安全与环境保护管理机构

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第七条及主管部门的要求：建设单位应当“有专门的安全和防护管理机构或者专职、兼职安全防护和管理人员”，负责对放射源的常规检查和机房的辐射防护与安全工作，开展业务培训，组织应急演练，接受上级主管部门的检查。

西安国际医学中心医院已成立有辐射安全与防护领导小组（见附件7），小组成员组成如下：

组 长：杨 峰

副组长：冯军强

组 员：韩国宏、张卫泽、陆 军、王 喆、陈宝莹、倪龙兴、
杨增悦、李建军、陆 丹、李瑞刚、刘朝阳、赵海涛

秘 书：杨 鹏

放射安全与防护管理委员会下设办公室，设在医学影像科，办公室主任由刘连锋兼任，负责放射安全与防护管理的日常工作。

成员职责

组 长：负责辐射安全与防护的总体协调指挥。

副组长：负责辐射安全与防护的组织协调和管理工作。

组 员：根据职责权限和工作范围负责常态及应急状态下核医学质量与辐射安全管理方面的制度制定和防护措施的落实管理。

秘 书：专职负责具体辐射安全事务的处理及相关文件的交接传达，保证医院与上级主管部门及科室人员上下联络、沟通渠道的顺畅。保证核医学质量与辐射安全管理工作顺利实施。

建设单位采用正式文件形式成立了辐射安全和防护管理机构，其中明确了人员组成和工作职责，并指定有专项管理办公室、专（兼）职管理人员及相关科室负责人，符合要求。

依据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）相关规定要求，对辐射工作人员及辐射工作场所进行科学化、规范化管理。具体管理内容及管理要求见表8-1。

表 8-1 辐射安全管理标准化建设项目表（辐射安全管理）

序号	管理内容	管理要求	对照落实情况
1	决策层	就确保辐射安全目标做出明确的文字承诺,并指派有决策层级的负责人分管辐射安全工作	医院印发了《西安国际医学中心辐射安全与防护领导小组》、《辐射安全管理年度工作计划》、《社会主体信用承诺书》制度
		年初工作安排的和年终工作总结,应包含辐射环境安全管理工作内容	
		明确辐射安全管理部门和岗位的辐射安全职责	
		提供确保辐射安全所需的人力资源及物质保障	
	辐射防护负责人	参加辐射安全与防护培训并通过考核取得合格证,持证上岗;熟知辐射安全法律法规及相关标准的具体要求并向员工和公众宣传辐射安全相关知识	医院辐射管理人员已参加辐射安全与防护培训并通过考核取得合格证,持证上岗;辐射防护管理人员熟知辐射安全法律法规及相关标准的具体要求并向员工和公众宣传辐射安全相关知识
		负责编制辐射安全年度评估报告,并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度评估报告	项目投入使用后由辐射防护负责人负责编制辐射安全年度评估报告,并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度评估报告
		建立健全辐射安全管理制度,跟踪落实各岗位辐射安全职责	医院已建立《辐射人员个人剂量管理制度》《放射性药品使用管理制度》《辐射安全防护设施维护与维修制度》《放射性同位素与射线装置管理制度》等
		建立辐射安全管理档案	建立辐射安全管理档案
		对辐射工作场所定期巡查,发现安全隐患及时整改,并有完善的巡查及整改记录	项目投入使用后应定期对辐射工作场所巡查,发现安全隐患及时整改,并有完善的巡查及整改记录
		岗前进行职业健康体检,结果无异常	辐射工作人员已进行了职业健康体检,结果无异常
	直接从事放射工作的作业人员	参加辐射安全与防护培训并通过考核取得合格证,持证上岗	使用Ⅲ类射线装置的辐射工作人员完成了医院组织的考核培训,成绩合格,其余辐射工作人员取得了辐射安全与防护培训合格证书
		了解本岗位工作性质,熟悉本岗位辐射安全职责,并对确保岗位辐射安全做出承诺	工作人员了解本岗位工作性质,熟悉本岗位辐射安全职责并做出了《辐射工作人员岗位辐射安全承诺书》
		熟悉辐射事故应急预案的内容,发生异常情况后,能有效处理	已给工作人员进行了辐射事故应急预案培训
2	机构建设	设立辐射环境安全管理机构和专(兼)职人员,以正式文件明确辐射安全与环境保护管理机构和负责人	已设立辐射环境安全管理机构和专(兼)职人员,并以正式文件明确辐射安全与环境保护管理机构和负责人

3	制度执行	建立全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度,指定专人负责系统使用和维护,确保业务申报、信息更新真实、准确、及时、完整	医院核技术应用管理信息由医院辐射安全管理办公室负责,由专职辐射安全管理员进行维护,建立以及完善医院辐射环境管理制度及应急预案,定期完善射线装置台账,更新申报系统管理信息;负责射线装置购置、报废等审批备案手续办理,并及时更新相关辐射信息档案。
		建立放射性同位素与射线装置管理制度,严格执行进出口、转让、转移、收贮等相关规定,并建立放射性同位素、射线装置台账	建立了《放射性同位素与射线装置管理制度》
		建立本单位放射性同位素与射线装置岗位职责、操作规程,严格按照规程进行操作,并对规程执行情况进行检查考核,建立检查记录档案	建立了《核医学科制度规范手册》《放射性同位素与射线装置管理制度》《DSA操作规程》等
		建立辐射工作人员培训管理制度及培训计划,并对制度的执行情况及培训的有效性进行检查考核,建立相关检查考核资料档案	建立了《辐射工作人员培训管理制度及培训计划》《国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度》
		建立辐射工作人员个人剂量管理制度,每季度对辐射工作人员进行个人剂量监测,对剂量超标人员分析原因并及时报告相关部门,保证个人剂量监测档案的连续有效性	建立了《辐射工作人员个人剂量管理制度》,每季度对辐射工作人员进行个人剂量监测,对剂量超标人员分析原因并及时报告相关部门
		建立辐射工作人员职业健康体检管理制度,定期对辐射工作人员进行职业健康体检,对体检异常人员及时复查,保证职业人员健康监护档案的连续有效性	建立了《职业健康管理制度》,定期对辐射工作人员进行职业健康体检,对体检异常人员及时复查
		建立辐射安全防护设施的维护与维修制度(包括维护维修内容与频次、重大问题管理措施、重新运行审批级别等),并建立维护与维修工作记录档案(包括检查项目、检查方法、检查结果、处理情况、检查人员、检查时间)	建立了《辐射安全防护设施维护与维修制度》《辐射环境监测设备使用与检定管理制度》
		建立辐射环境监测制度,定期对辐射工作场所及周围环境进行监测,并建立有效的监测记录或监测报告档案	建立了《辐射自主监测方案》,定期对辐射工作场所及周围环境进行监测,并建立有效的监测记录和监测报告档案
4	应急管理	建立辐射环境监测设备使用与检定管理制度,定期对监测仪器设备进行检定,并建立检定档案	建立了《辐射环境监测设备使用与检定管理制度》,定期对监测仪器设备进行检定,并档案
		结合本单位实际,制定可操作性的辐射事故应急预案,定期进行应急演练 辐射事故应急预案应报所在地县级环境保护行政主管部门备案。应急预案应当包括下列内容:①可能发生的辐射事故及危害程度分析;②应急组织指挥体系和职责分工;③应急人员培训和应急物资准备;④辐射事故应急响应措施;⑤辐射事故报告和处理程序	建立了《西安国际医学中心医院辐射事故应急预案》、《核医学科辐射安全应急预案》、《DSA机房辐射事故应急预案》,应急预案包括下列内容:①可能发生的辐射事故及危害程度分析;②应急组织指挥体系和职责分工;③应急人员培训和应急物资准备;④辐射事故应急响应措施;⑤辐射事故报告和处理程序

8.2 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十一条及主管部门的要求：“建设单位应当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”。

建设单位制定有《西安国际医学中心医院辐射事故应急预案》（见附件9），其中明确了预案总则、应急组织架构与职责、可能发生的辐射事故及危害程度分析、应急响应程序、应急联系方式、应急处理程序和流程等相关内容，具有较好的可操作性，符合要求。

1、医院应急领导小组人员组成如下：

组 长：杨 峰

副组长：冯军强

成 员：赵海涛、陆 军、王 喆

2、应急领导小组职责

组长：负责放射性事故应急处理的组织及指挥工作。

副组长：负责放射性事故应急处理中人员、物资和器械的调动、调配工作。

组员：负责在放射性事故发生2小时内向环境保护部门、卫生行政部门、公安机关迅速上报医院内发生的辐射事故，在24小时内上报辐射事故初始报告表。制定和组织实施医院辐射事故应急预案，做好应急准备工作；配合上级有关部门进行事故调查和审定工作。

3、应急工作小组成员组成如下：

韩国宏、张卫泽、陆军、王喆、陈宝莹、倪龙兴、杨增悦、李建军、陆丹、李瑞刚、刘朝阳、赵海涛、杨鹏

4、医院应急工作小组职责

（1）接到启动本预案紧急通知后，制定放射性事故应急处理的具体方案，迅速组织相关科室人员进行辐射事故应急处理。

（2）采取各种有效的救援措施，最大限度的减少污染危害，避免人身伤亡和财产损失，消除对医院的负面影响。

（3）辐射事故中人员受照时，要通过个人剂量报警仪或其它测量工具及方法，迅速估算受照人员的受照剂量，同时做好受害人员家属的安抚工作。

（4）迅速组织控制区内的人员撤离工作，并及时控制事故影响，防止事故的扩大和蔓延。

（5）负责事发现场其他工作。

8.3 项目人员组成

该项目配备有25名辐射人员，人员名单如表8-1所示：

表 8-1 辐射工作人员信息表

序号	姓名	性别	科室/部门	工作岗位	学历	专业
1	王喆	男	核医学科	医生	博士	影像医学与核医学
2	刘玲玲	女	核医学科	医生	本科	医学影像学
3	高银娟	女	核医学科	医生	硕士	影像医学与核医学
4	周巧娣	女	核医学科	医生	本科	临床医学
5	李超	女	核医学科	技师	本科	医学影像学
6	彭德智	男	核医学科	技师	本科	医学影像学
7	李岩松	男	核医学科	技师	本科	临床医学
8	史璐	女	核医学科	护师	本科	护理学
9	于哲哲	女	核医学科	护师	本科	护理学
10	焦英	女	核医学科	护师	本科	护理学
11	赵娟	女	核医学科	护师	本科	护理学
12	张愿花	女	核医学科	护师	本科	护理学
13	卫金曼	女	核医学科	护师	本科	护理学
14	赵文娟	女	核医学科	护师	本科	护理学
15	程雪妮	女	核医学科	护师	本科	护理学
16	李鑫	男	核医学科	医生	硕士	影像医学与核医学
17	郭文刚	男	消化内科五病区	技师	本科	医学影像技术
18	李小梅	女	消化内科五病区	护士	本科	护理学
19	白苇	男	消化内科五病区	医生	硕士	中西医结合
20	夏冬东	男	消化内科五病区	医生	硕士	内科学
21	邱锦程	男	消化内科五病区	护士	大专	护理学
22	李瑞军	男	消化内科五病区	医生	本科	临床医学
23	李延宏	男	消化内科五病区	医生	本科	临床医学
24	袁洁	女	消化内科五病区	护士	本科	护理学
25	李冰	男	消化内科五病区	医生	本科	临床医学

本项目配备有 25 名辐射工作人员，部分辐射工作人员参加了辐射安全与防护培训班，经考核合格，并颁发了培训合格证书，其余辐射工作人员参加生态环境部核与辐射安全中心的网上考核（见附件 12）。

8.4 职业健康监护及档案管理

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第二十九条的要求：“使用射线装置的单位，应当严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，对直接从事使用的工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查”。

建设单位委托西安查德威克辐射技术有限公司对本项目的 25 名辐射工作人员进行个人剂量监测工作（见附件 13），辐射工作人员按相关规定正确佩戴个人剂量计。

25 名辐射工作人员在核工业四一七医院进行了职业健康检查，其中一人需要复查，复查结果合格，体检结果（见附件 14）表明 25 名辐射工作人员可以继续从事放射性作业，符合要求。

医院按要求建立了辐射工作人员职业健康监护和个人剂量监测档案，并指定有专门的管理办公室和专人对辐射人员个人剂量监测、职业健康体检和辐射安全培训等相关资料进行了专项管理，符合要求。

9 结论与建议

9.1 结论

根据陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司对核医学科和⁹⁰Y介入治疗项目的辐射监测结果，以及对项目各项安全防护设施的如实查验，总结以下几点：

(1) 本项目已按环境影响报告表及环评批复要求建成环境保护设施，环境保护设施与主体工程同时使用；

(2) 该建设项目的性质、规模、地点、工作方式和辐射安全防护措施未发生重大变动；

(3) 建设项目采取的屏蔽措施符合要求，现场检测结果表明辐射屏蔽控制效果良好，在正常运行时，该项目所涉及的辐射工作人员和公众所接受的最大年有效剂量满足剂量约束值的要求；

(4) 已按照法规要求办理了辐射安全许可证增项，并重新申领了辐射安全许可证；

(5) 核医学工作场所布局合理，满足标准中的相关要求，控制区和监督区划分合理，符合放射工作场所分区管理原则要求；

(6) 核医学工作场所已配备辐射监测仪器，并委托有资质的单位进行了校准，满足日常监测的需求；

(7) 核医学工作场所为介入工作人员配备的个人防护用品符合 GBZ130 2020《放射诊断放射防护要求》；

(8) 医院成立有辐射安全和防护管理机构，制定了各项辐射防护管理制度和辐射事故应急预案，并将相关制度等张贴上墙，配备了相应的个人防护用品和辅助防护设施；

(9) 辐射工作人员通过了辐射安全与防护知识培训考核；辐射工作人员进行了职业健康体检，已委托有资质的单位承担个人剂量监测，建立了职业人员健康监护档案，指定有专门的管理办公室和专人负责档案管理工作。

综上所述，西安国际医学中心医院落实了辐射安全管理制度和辐射安全防护等各项措施，该项目对辐射工作人员、周围公众及周围环境产生的影响很小，是安全的。故从辐射环境保护角度分析，该项目具备竣工环境保护验收条件，建议该项目通过竣工环境保护验收。

9.2 建议

认真学习《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目》等有关法律法规，进行标准化管理，不断提高医院安全文化素养和安全意识，积极配合各级生态环境部门的日常监督检查，确保射线装置和放射性物质的使用安全。