

编号：GZDS 环评 2025028

核技术利用建设项目

广东省博济医院有限公司核技术利用建设项目 环境影响报告表

(送审稿)

广东省博济医院有限公司

2026 年 1 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

广东省博济医院有限公司核技术利用建设项目

环境影响报告表

(送审稿)

建设单位名称：广东省博济医院有限公司

建设单位法人代表（签名或盖章）：

通讯地址：广州市白云区永平街白云大道北 345 号

邮政编码：510000

联系人：张雪

电子邮箱：

联系电话：

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: HP 00014084
No.



持证人签名:

Signature of the Bearer

黄雪琴

管理号: 2013035610350000003510610194
File No.

姓名: 黄雪琴
Full Name

性别: 女
Sex

出生年月: 1985. 08
Date of Birth

专业类别:

Professional Type

批准日期: 2013. 05. 26

Approval Date

签发单位盖章:

Issued by

签发日期: 2013年12月20日

Issued on



目 录

表 1	项目基本情况	1
表 2	放射源	12
表 3	非密封放射性物质	13
表 4	射线装置	14
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	15
表 6	评价依据	16
表 7	保护目标与评价标准	19
表 8	环境质量和辐射现状	24
表 9	项目工程分析与源项	30
表 10	辐射安全与防护	36
表 11	环境影响分析	47
表 12	辐射安全管理	65
表 13	结论与建议	73
表 14	审批	76
附件 1	委托书	77
附件 2	辐射安全许可证	77
附件 3	原有核技术利用项目环保手续	87
附件 4	拟建项目环境辐射现状监测报告	89
附件 5	辐射安全相关管理制度	98

表 1 项目基本情况

建设项目名称		广东省博济医院有限公司核技术利用建设项目			
建设单位		广东省博济医院有限公司			
法人代表	覃运中	联系人	张雪	联系电话	
注册地址		广州市白云区永平街白云大道北 345 号			
项目建设地点		广州市白云区永平街白云大道北 345 号广东省博济医院一楼			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	3000	项目环保投资 (万元)	300	投资比例（环保 投资/总投资）	10%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积（m²） 104.1
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		
	非密封性 放射性物 质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制作 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input 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	/			

1.1 建设单位情况、目的和任务、项目建设规模

1.1.1 单位概况

广东省博济医院有限公司位于广州市白云区永平街白云大道北 345 号，医院是一家现代化二级综合性医院，是广州市医保定点医院，工伤定点医院，公务员体检定点医院。建筑面积 1 万 2000 平方米，集临床、科研、预防、保健、康复为一体，展开床位 207 张。医院科室设置齐全，内设内科、外科、骨科、麻醉科、妇科、儿科、康复医学科、口腔科、急诊科、中医科等专科门诊与病房，实行“大专科、小综合”的发展特色，每一专科都由资深专家主诊，确保医疗护理高质量。医院现有 200 多名医护人员，其中中高级专业人员占比超过 35%。

医院现已持有《辐射安全许可证》，许可种类和范围：使用 III 类射线装置；证书编号：粤环辐证[A2825]；有效期至：2030 年 12 月 3 日。本次核技术利用项目拟建于位于广州市白云区永平街白云大道北 345 号广东省博济医院一楼。

1.1.2 项目目的和任务

医院为进一步满足群众就医的需求和医院自身发展的需要，于 2023 年 12 月至今，停业进行升级改造，拟在门诊综合楼一楼影像中心改扩建 3 间数字减影血管造影（以下简称“DSA”）机房（命名为 DSA 1-3 室）及其辅助用房，并分别在机房内新增使用 1 台 DSA 装置（最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA），用于介入手术中的放射诊疗。

对照《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），DSA 属于血管造影用 X 射线装置的分类范围，为 II 类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部令第 16 号），本项目属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目—使用 II 类射线装置”，环境影响评价类别应为编制环境影响报告表。

为此，广东省博济医院有限公司委托广州达盛检测技术服务有限公司开展广东省博济医院有限公司核技术利用建设项目环境影响评价报告表的编制工作。接受委托后，环评单位组织技术人员对项目进行了实地踏勘、资料收集，并根据建设单位提供的资料和国家环保法律法规的有关规定，编制了《广东省博济医院有限公司核技术利用建设项目环境影响报告表》。

1.1.3 项目建设规模

医院拟在门诊综合楼一楼影像中心建设 3 间数字减影血管造影（以下简称“DSA”）机房（命名为 DSA 1-3 室）及其辅助用房，并分别在机房内新增使用 1 台 DSA 装置，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，属Ⅱ类射线装置，用于介入手术中的放射诊疗。本项目建设内容和规模见表 1-1。

表 1-1 本项目建设内容及规模一览表

名称	厂家	型号	主要技术参数	类别	单/双球管	数量	拟安装位置	备注
DSA	待定	待定	最大管电压 125kV 最大管电流 1000mA	Ⅱ类	单球管	3 台	门诊综合楼一楼影像中心 DSA 1~3 室	拟新购

1.2 项目周边环境概述以及选址合理性分析

1.2.1 医院地理位置及周边环境

医院地址位于广州市白云区永平街白云大道北 345 号，北侧为云谷里美食街，东侧为白云大道，南侧为解放庄北街，西侧为停车场。医院及项目地理位置见图 1-1。

1.2.2 项目选址及合理性分析

根据医院总平面图，医院现有 1 栋门诊住院综合大楼（地上 8 层建筑，无地下室），本项目位于一楼。

（1）项目机房与外部建筑环境关系

本项目拟建 DSA 手术室均位于门诊综合楼内，机房实体屏蔽墙南面约 16m 为解放庄北街，北面约 29m 为云谷里美食街，西侧约 5m 处为停车场，其余周围 50m 范围内为院内外道路。医院总平面布局图和工作场所外部环境关系见图 1-3。

（2）项目机房四至环境关系

本项目拟建各 DSA 手术室位于门诊综合楼一楼影像中心（无地下层），各辐射工作场所相邻场所无儿科、新生儿科和产科等敏感科室。

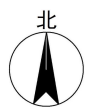
医院总平面布局图和工作场所外部环境关系见图 1-2，改造前门诊综合楼一楼平面布局见图 1-3，改建后的门诊综合楼一楼平面布局见图 1-4，门诊综合楼二楼平面布局见图 1-5，本项目拟建各 DSA 手术室及相邻区域情况见表 1-2。

表 1-2 拟建 DSA 手术室相邻区域情况一览表

机房	东侧	南侧	西侧	北侧	上方	下方
DSA1 室	过道	库房、设备间、医护通道	洁净通道	操作室（DSA1 室）、污物暂存间	外科诊室	土层
DSA2 室	洁净通道	开关站、医护活动区	污物通道、设备间、库房	操作室（DSA2-DSA3 室）	专家休息室	土层
DSA3 室	洁净通道	操作室（DSA2-DSA3 室）	污物通道、设备间、库房	洁具间、更衣室	特需门诊	土层

参考《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）确定本次项目的评价范围为拟建辐射工作场所实体屏蔽物边界外 50m 的区域，本项目评价范围内主要为医院门诊综合楼以及院内外道路，以上场所内环境保护目标主要是本项目辐射工作人员及医院内部医务人员、接诊患者、出入医院及周边的公众人员。

本项目拟建 DSA 手术室相邻区域未毗邻儿科、新生儿科和产科等敏感科室，根据表 11 的环境影响分析，本项目按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）做好机房屏蔽防护措施和安全防护措施、严格执行辐射安全管理制度的情况下，对周围环境及人员的辐射影响低于本报告提出的年受照剂量约束值，故本环评认为本项目选址可行。



广州市地图

行政区划图

项目所在地

200m

拟建 DSA 手术

博济医院

比例尺:



图注: ● 项目机房位置。

图 1-1 医院及项目地理位置图



图 1-2 医院总平面布局图和工作场所外部环境关系图

改造前布局

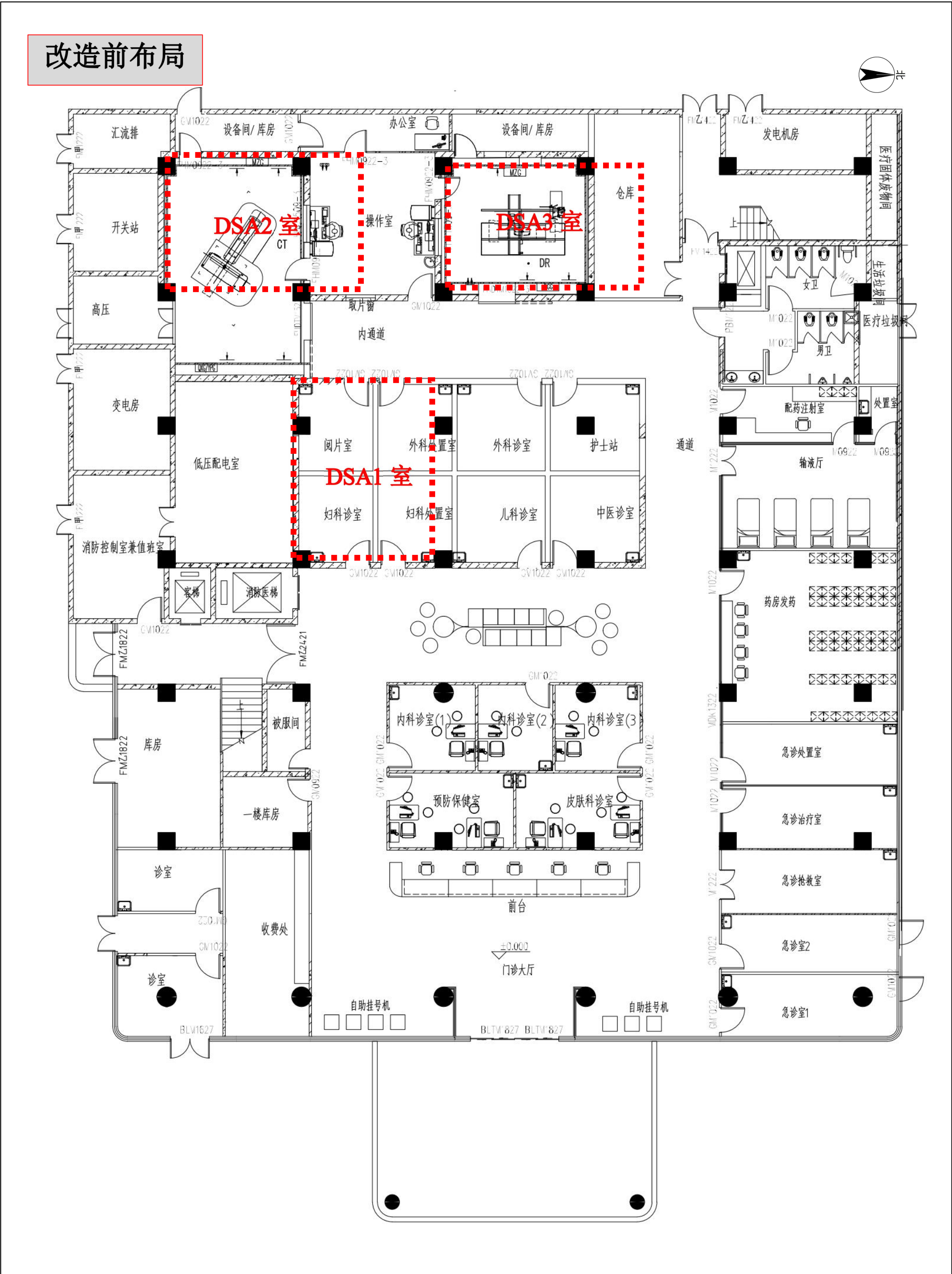


图 1-3 (改造前) 门诊综合楼一楼平面布局图

改造后布局

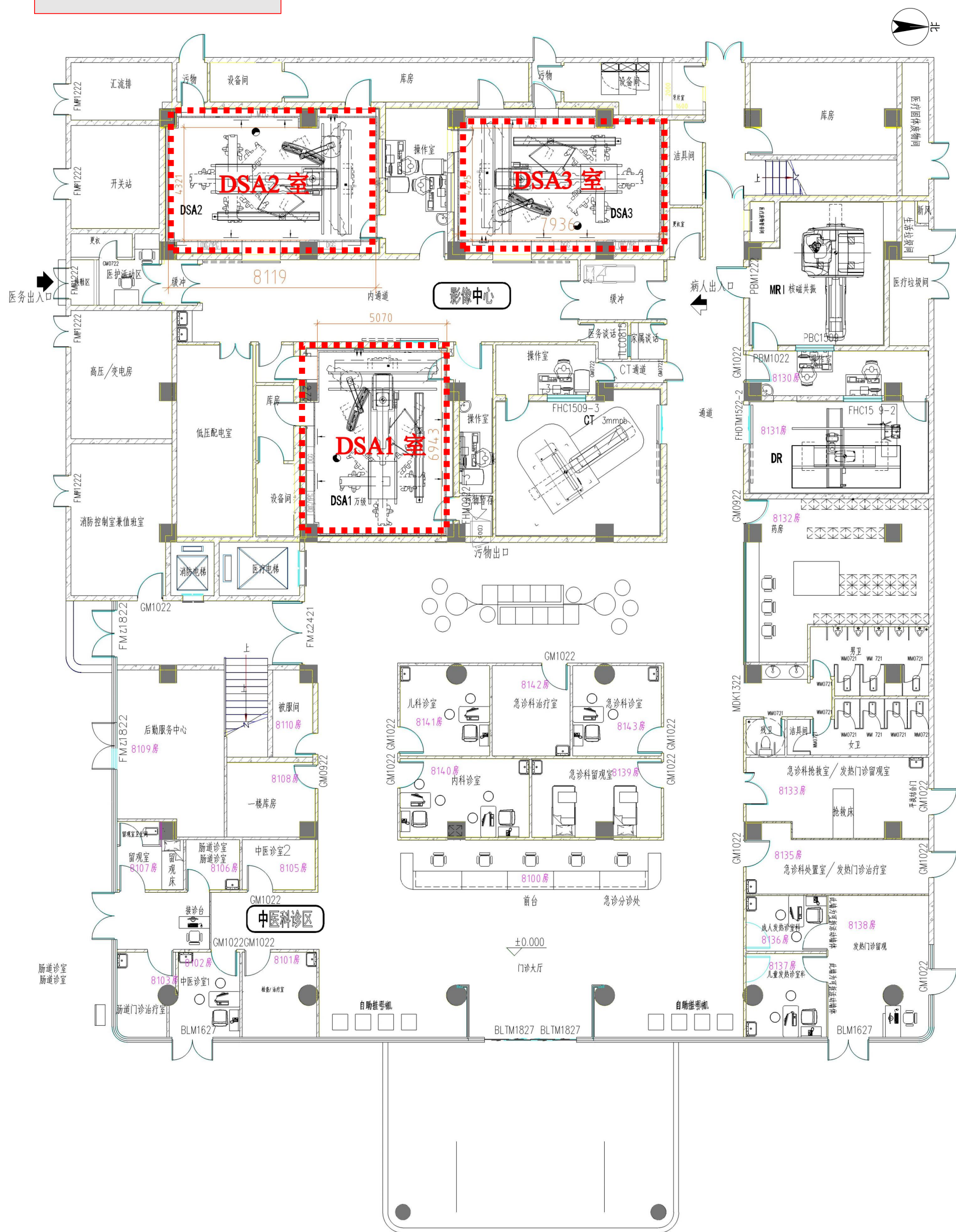


图 1-4 改建后的门诊综合楼一楼平面布局图

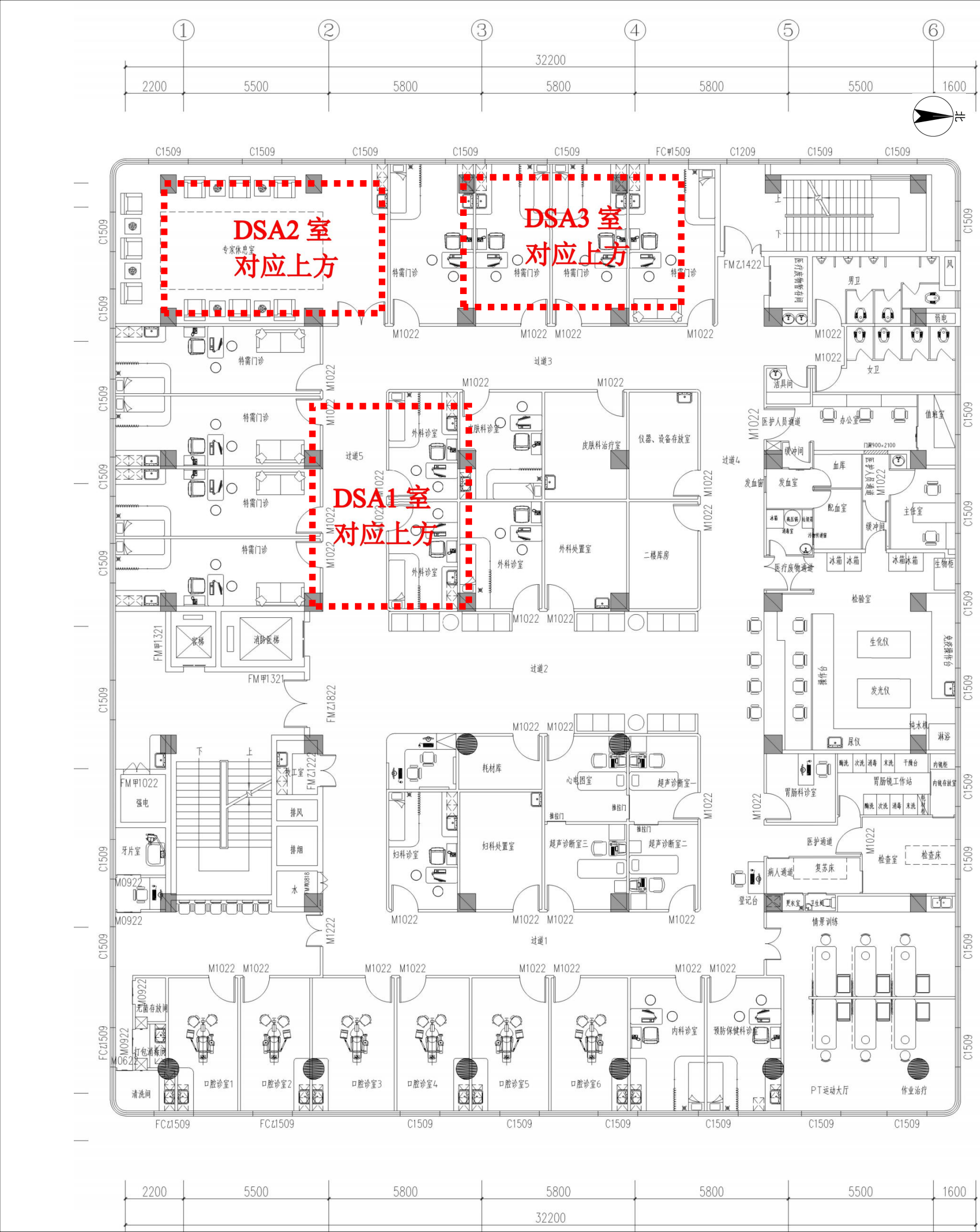


图 1-5 门诊综合楼二楼平面布局图

1.3 原有核技术利用项目情况

1.3.1 原有核技术利用项目环保手续情况

医院现已持有《辐射安全许可证》，许可种类和范围：使用 III 类射线装置；证书编号：粤环辐证[A2825]；有效期至：2030 年 12 月 3 日。医院原核技术利用项目许可管理情况如下：

医院在辐射安全许可证登记使用医用 III 类射线装置 3 台，均按要求履行了环保手续，医院原有核技术利用项目环保手续落实统计情况见表 1-3。

表 1-3 原有射线装置环保手续统计情况

序号	装置分类名称	类别	台数	环评备案登记表/环评批复	辐射安全许可证
1	EMOTION-16 型 CT 机	III	1	备案号：202544011100000156	粤环辐证[A2825]
2	RAYNOVA DRsg 型医用 X 射线机	III	1		
3	BG9000 型 C 型 臂 X 射线机	III	1		

1.3.2 原有核技术利用项目管理情况

医院自 2023 年 12 月起停业，对医院整体进行升级改造，医院原已开展核技术利用项目，已制定有《辐射安全管理制度》、《辐射事故应急处理预案》、《辐射安全防护和保卫制度》、《个人剂量、辐射场所监测计划》、《人员培训计划》、《设备检修维护制度》、《辐射工作岗位职责》等规章制度，各项制度较完善，能够满足目前医院核技术利用项目开展的需要。

1.4 原有项目与本项目的依托关系

医院原已开展核技术利用项目，包括 CT、DR 等放射诊断项目，停业升级改造期间未使用原有放射设备，本项目与原有项目的依托关系如下：

（1）辐射工作人员：在停业升级改造期间，无在岗辐射工作人员，本次项目后续将新聘相关辐射工作人员。

（2）辐射监测设备：医院为确保本项目辐射工作场所及辐射工作人员的辐射监测工

作正常开展，并同时结合监测工作开展的实际性和合理性，拟新配备 1 台满足标准要求的 X、 γ 辐射检测仪用于开展本项目的辐射日常监测。

（3）辐射安全装置和防护用品：项目所需的个人防护用品、电离辐射警告标志、工作状态指示灯等辐射安全装置均为新配置。

（4）辐射管理制度：医院已制定有一系列较为完善的辐射管理制度，针对本项目将会新增制定设备相关操作规程，将本项目的相关内容纳入原有管理制度体系中。只要在日常工作中严格执行落实，能够满足核技术利用项目的管理要求。

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速 粒子	最大能量	额度电流 (mA) /剂量 率 (cGy/min)	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	DSA	II	3	待定	125	1000	介入手术中的放射诊疗	一楼 DSA1~3 室	新增使用

(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	型号	最大管电压(kV)	最大靶电流 (uA)	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
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	/	/	/	不暂存	经动力通风系统排至楼外环境大气

注：1、常规废物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固态为 mg/kg，气态为 mg/m³；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/m³）和活度（Bq）

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（1989 年 12 月 26 日第七届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议通过；2014 年 4 月 24 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订），2015 年 1 月 1 日施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2002 年 10 月 28 日通过，中华人民共和国主席令第 77 号公布，自 2003 年 9 月 1 日起施行；2016 年 7 月 2 日第一次修正；2018 年 12 月 29 日第二次修正）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第 6 号，2003 年 6 月 28 日通过，2003 年 10 月 1 日起施行）；</p> <p>(4) 《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》（国务院第 682 号令，2017 年 6 月 21 日通过，2017 年 10 月 1 日施行）；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2005 年 9 月 14 日中华人民共和国国务院令 449 号公布，根据 2014 年 7 月 29 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第一次修订，根据 2019 年 3 月 2 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修订）；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令 18 号，2011 年 3 月 24 日公布，2011 年 4 月 18 日公布，2011 年 5 月 1 日施行）；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006 年 1 月 18 日国家环境保护总局令 31 号公布；根据 2008 年 12 月 6 日环境保护部令 3 号修订；根据 2017 年 12 月 20 日环境保护部令 47 号修订；根据 2019 年 7 月 11 日由生态环境部令 7 号修改；根据 2021 年 1 月 4 日生态环境部令 20 号修订）；</p> <p>(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部令 16 号，2020 年 11 月 30 日公布，2021 年 1 月 1 日施行）；</p> <p>(9) 《关于发布《射线装置分类》的公告》（环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日公布实施）；</p> <p>(10) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（生态环境部</p>
------	---

	<p>令第9号，于2019年9月20日公布，自2019年11月1日起施行）；</p> <p>（11）《核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项公告》（中华人民共和国生态环境部公告2019年第57号，2020年1月1日公布实施）；</p> <p>（12）《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（国家生态环境部2021年第9号公告）；</p> <p>（13）《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》2019年9月20日生态环境部令第9号公布 自2019年11月1日起施行）；</p> <p>（14）核技术利用辐射安全考核专业分类参考目录（2021年版）；</p> <p>（15）《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）；</p> <p>（16）《产业结构调整指导目录》（2024年本）；</p> <p>（17）《广东省未成年人保护条例》。</p>
技术标准	<p>（1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；</p> <p>（2）《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）；</p> <p>（3）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>（4）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>（5）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>（6）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</p> <p>（7）《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）；</p> <p>（8）《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）；</p> <p>（9）《外照射放射防护剂量转换系数标准》（WS/T830-2024）；</p> <p>（10）《放射事故医学应急预案编制规范》（WS/T 328-2011）；</p> <p>（11）《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）。</p>
其他	<p>（1）《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社2015年7月第1版）；</p> <p>（2）联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）--2000年报告；</p> <p>（3）《Structural Shielding DesignFor Medical X-Ray Imaging Facilities》</p>

（NCRP147 号出版物）；

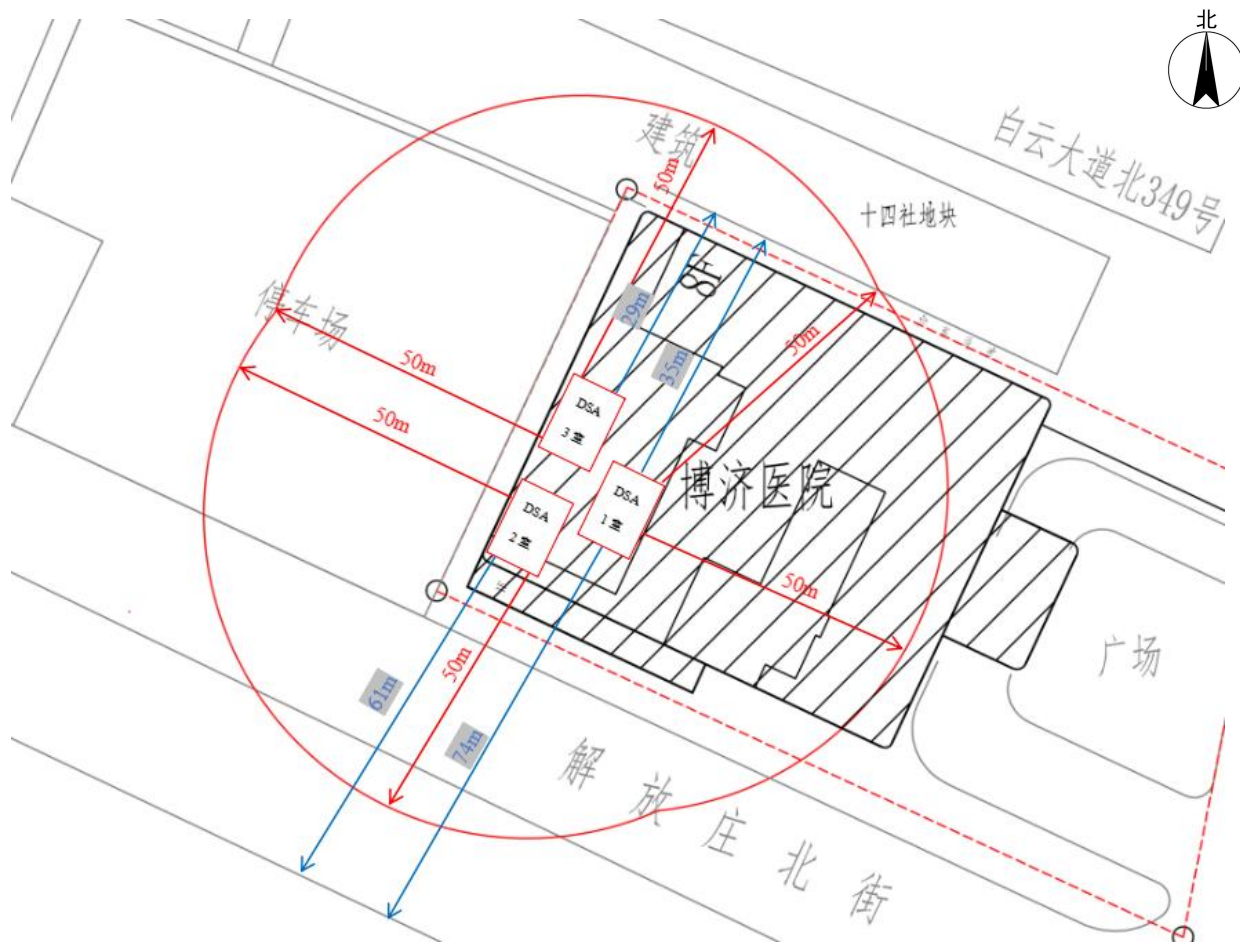
（4）《辐射防护手册第一分册》、《辐射防护手册第三分册》（李德平、潘自强主编，原子能出版社，1987）；

（5）委托书（附件 1）及业主提供的相关资料。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

参考《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)对核技术利用建设项目环境影响报告书的评价范围和保护目标的相关规定,并结合项目特点,确定本次项目的评价范围为拟建 DSA 手术室四侧实体屏蔽墙外 50m 的区域,本项目评价范围示意图见图 7-1。



图注: 标注为拟建机房位置, 标注为本项目 50m 评价范围。

图 7-1 项目评价范围示意

7.2 保护目标

该建设项目的评价范围内的环境保护目标主要是医院本项目辐射工作人员及其他内部医务人员、接诊患者、出入医院及周边的公众人员,见表 7-1。

表 7-1 环境保护目标一览表

评价项目	方位	距离	场所	保护人员类别及性质	人数	剂量约束值
一楼拟建 DSA 1 室	/	/	机房内	辐射工作人员（手术 医生、护士）	约 6 人	不超过 5mSv/a
	北面	墙外 相邻	操作室 （DSA1 室）、 污物暂存间	辐射工作人员（手术 医生、护士、技师）	约 8 人	
	南面		库房、设备 间、医护通道	公众	约 4 人	不超过 0.25mSv/a
	西面		洁净通道	公众	流动人员	
	东面		过道	公众	流动人员	
	楼上		外科诊室	公众	约 2 人	
DSA 2 室	/	/	机房内	辐射工作人员（手术 医生、护士）	约 6 人	不超过 5mSv/a
	北面	墙外 相邻	操作室 （DSA2-DS A3 室）	辐射工作人员（手术 医生、护士、技师）	约 8 人	
	东面		洁净通道	公众	约 4 人	不超过 0.25mSv/a
	西面		污物通道、设 备间、库房	公众	流动人员	
	南面		开关站、医护 活动区	公众	流动人员	
	楼上		专家休息室	公众	约 2 人	
DSA 3 室	/	/	机房内	辐射工作人员（手术 医生、护士）	约 6 人	不超过 5mSv/a
	南面	墙外 相邻	操作室 （DSA2-DS A3 室）	辐射工作人员（手术 医生、护士、技师）	约 8 人	
	北面		洁具间、更衣 室	公众	约 4 人	不超过 0.25mSv/a
	西面		污物通道、设 备间、库房	公众	流动人员	
	东面		洁净通道	公众	约 2 人	
	楼上		特需门诊	公众	流动人员	
项目 50m 评价范围	北侧	约 29m~50m	云谷里美食 街	公众	约 100 人	
	东侧	约 2m~50m	门诊综合楼	公众	约 80 人	
	南侧	约 5m~50m	解放庄北街	公众	流动人员	

	西侧	约 5m~50m	停车场	公众	约 30 人	
	院内外道路			公众	流动人员	

7.3 评价标准

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

表 7-2 剂量限值的相关内容

相关条款	具体内容
B1.1 职业照射	<p>B1.1.1.1 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：</p> <p>a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv</p>
B1.2 公众照射	<p>B1.2.1 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：</p> <p>a) 年有效剂量，1mSv</p>

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）照射剂量约束和潜在照射危险约束的防护要求，剂量约束值通常应在公众照射剂量限值的 10%~30%范围之内。本次评价以剂量限值的四分之一作为年有效剂量约束值进行管理。即取不超过 5mSv 作为辐射工作人员的年有效剂量约束值，取不超过 0.25mSv 作为公众的年有效剂量约束值。

7.3.2 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

6.1 X 射线设备机房布局

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、改建和扩建项目和技术改造、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 7-3 的规定。

表 7-3 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

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 b (含 C 形臂，乳腺 CBCT)	20	3.5

- a. 管头或多管头 X 射线设备的所有管球安装在同一间机房内。
- b. 机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形的面积。
- c. 机房内单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。

6.2 X 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小于表 7-4 要求。

表 7-4 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

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 7-4 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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 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。

6.3 X 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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；

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

6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

6.5.3 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 ；介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb ；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低于 0.5mmPb 。

表 7-5 个人防护用品及辅助防护设施配置要求

放射诊断类型	工作人员	患者和受检者
--------	------	--------

	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
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、铅橡胶帽子（选配）	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏、移动铅防护屏风（选配）	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子（选配）	---

注：“---”表示不要求。

7.3.3 本次核技术利用项目限值要求汇总

表 7-6 本项目相关限值要求汇总

标准依据		《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）	
		限值/要求	
项目	人员年受照剂量约束值	辐射工作人员	不大于 5mSv/a
		公众人员	不大于 0.25mSv/a
标准依据		《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）限值/要求	
项目	面积要求	DSA 手术室最小有效使用面积不小于 20m²，最小单边长度不小于 3.5m（参考 GBZ 130-2020 表 2 中的“单管头 X 射线设备 b（含 C 形臂，乳腺 CBCT）”类型机房）	
	防护要求	DSA 手术室屏蔽防护铅当量不小于 2.0mmPb（参考 GBZ 130-2020 表 3 中的“C 形臂 X 射线设备机房”类型机房）	
	剂量率限值要求	(1) 透视模式下，机房外 30cm 处周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h； (2) 摄影模式下，机房外 30cm 处周围剂量当量率应不大于 25μSv/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。	
	排风要求	设置动力通风装置，并保持良好的通风	

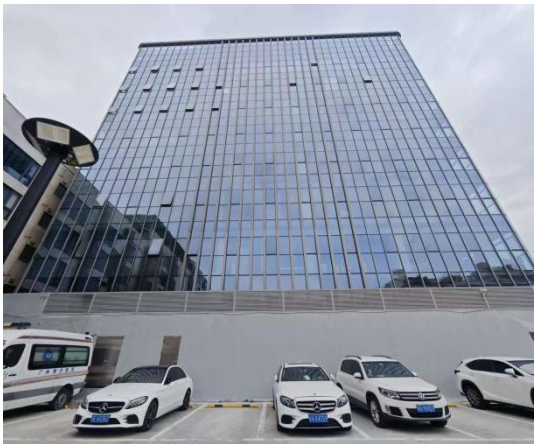
表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置及场所位置

医院地址位于广州市白云区永平街白云大道北 345 号，本项目拟建各 DSA 手术室位于门诊综合楼一楼，项目地理位置见图 1-2，项目总体布置见图 1-3，本项目拟建辐射工作场所平面布置图见图 1-4 和图 1-5，相邻区域情况见表 1-3，项目周边现状环境见图 8-1。



拟建机房所在门诊综合楼现状



项目西侧（停车场）



项目北侧（云谷里美食街）

图 8-1 项目周边现状环境图

8.2 辐射环境现状

为掌握项目周围辐射环境现状,2025 年 10 月 30 日广州达盛检测技术服务有限公司监测人员对该项目选址及周围环境进行了监测，监测报告见附件 4。

8.2.1 监测因子

本项目环境现状监测因子为环境γ辐射空气吸收剂量率。

8.2.2 监测内容

对项目场所及周围辐射水平进行现状调查。

8.2.3 监测仪器

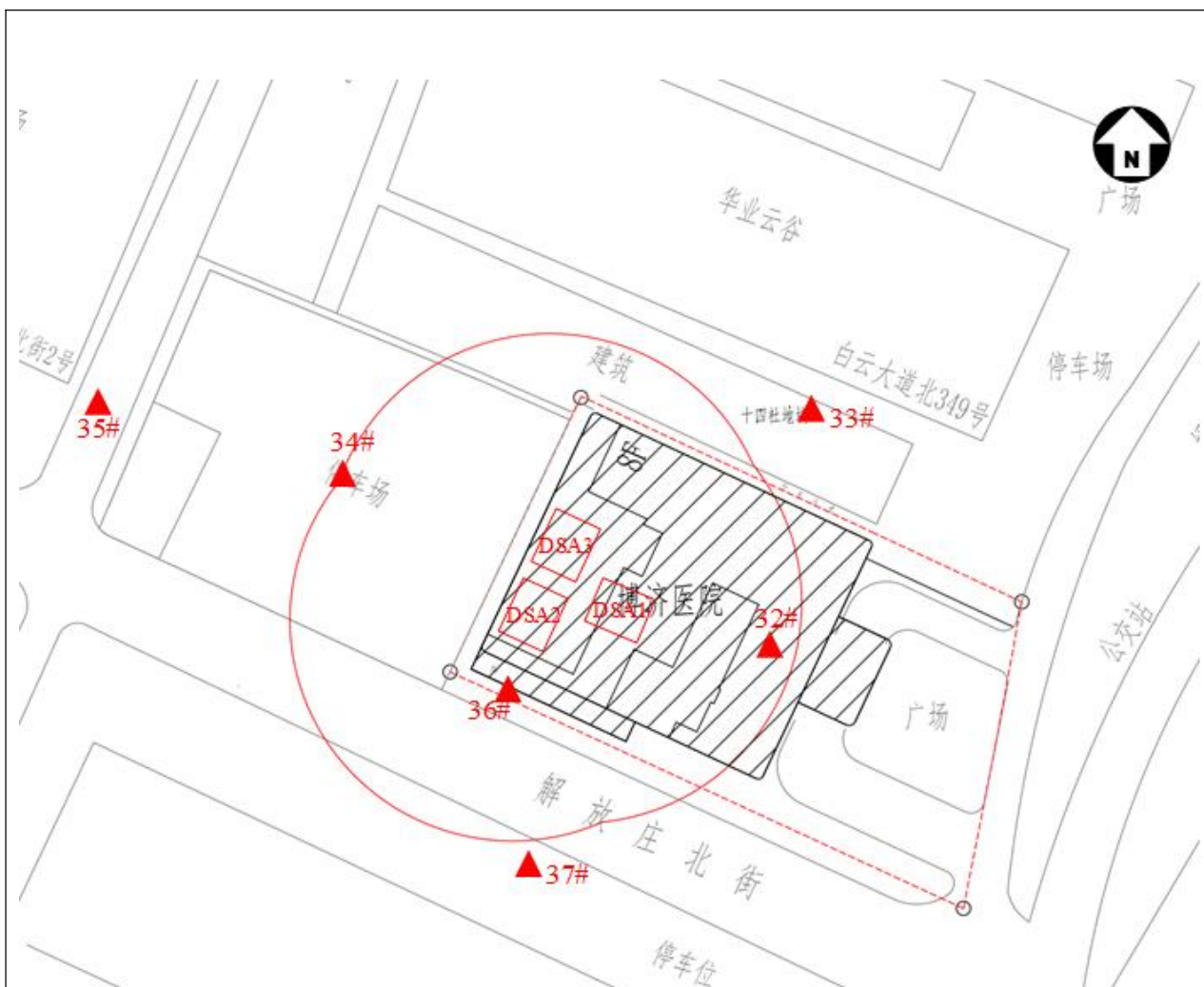
本项目环境现状监测使用的辐射环境测量仪器主要技术参数见表 8-1。

表 8-1 辐射环境测量仪器主要技术参数一览表

仪器名称	环境级 Xγ辐射检测仪
仪器型号	6150 AD 6/H+6150 AD-b/H
仪器编号	179244+180769
生产厂家	Automess
能量范围	20keV-7MeV（无保护罩）/38keV-7MeV（有保护罩）
测量范围	1nSv/h—99.9μSv/h
检定单位	中国计量科学研究院
检定日期	2025 年 9 月 15 日
证书编号	DLjl2025-12113
有效日期	2025 年 9 月 15 日-2026 年 9 月 14 日

8.2.4 监测布点

依据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）和《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中的方法布设监测点，结合本评价项目的评价范围确定本次辐射环境现状监测布点，共布设 20 个监测点位，现状监测布点图见图 8-2 所示。



建设项目 50m 评价范围周边

图 8-2 项目评价范围内周边辐射环境现状监测布点示意图

8.2.5 质量保证措施

- (1) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性。
- (2) 监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。
- (3) 监测仪器每年定期经计量部门检定或校准，检定合格或经校准确认后方可使用。
- (4) 对监测仪器进行各种比对（多台监测仪器互相比对，人员互相比对）。
- (5) 每次测量前检查仪器的工作状态是否良好、检查仪器比对结果是否合格、检查仪器检定或校准是否在有效期内后，方可安排进行监测。
- (6) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- (7) 监测报告严格实行三级审核制度。

8.2.6 监测结果与评价

表 8-2 环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

测点 编号	测点位置	监测结果	地面 介质	备注
		测量值±标准差 (nGy/h)		
1#	拟建 DSA1 室中心位置	116 ± 2	水泥	室内楼房
2#	拟建 DSA1 室东侧（走廊）	163 ± 2	瓷砖	
3#	拟建 DSA1 室南侧（设备间）	120 ± 3	水泥	
4#	拟建 DSA1 室南侧（库房）	122 ± 3		
5#	拟建 DSA1 室南侧（医护通道）	118 ± 3		
6#	拟建 DSA1 室西侧（内通道）	110 ± 3		
7#	拟建 DSA1 室北侧（操作室）	118 ± 2		
8#	拟建 DSA1 室北侧（污物暂存间）	119 ± 2		
9#	拟建 DSA2 室中心位置	138 ± 4		
10#	拟建 DSA2 室东侧（内通道）	111 ± 3		
11#	拟建 DSA2 室南侧（医护活动区）	111 ± 3		
12#	拟建 DSA2 室南侧（开关站）	120 ± 2		
13#	拟建 DSA2 室西侧（污物通道）	115 ± 3		
14#	拟建 DSA2 室西侧（设备间）	116 ± 3		
15#	拟建 DSA2 室西侧（库房）	116 ± 2		
16#	拟建 DSA2 室北侧（操作室）	144 ± 2		
17#	拟建 DSA3 室中心位置	120 ± 2	瓷砖	
18#	拟建 DSA3 室东侧（缓冲间）	145 ± 2		
19#	拟建 DSA3 室东侧（内通道）	110 ± 3		
20#	拟建 DSA3 室西侧（库房）	117 ± 4		
21#	拟建 DSA3 室西侧（污物通道）	117 ± 3		
22#	拟建 DSA3 室西侧（设备间）	118 ± 3		
23#	拟建 DSA3 室北侧（洁具间）	132 ± 3		
24#	拟建 DSA3 室北侧（更衣室）	141 ± 3		
25#	拟建 DSA1 室楼上（过道）	143 ± 2		
26#	拟建 DSA1 室楼上（外科诊室服务台）	146 ± 2		
27#	拟建 DSA1 室楼上（外科诊室 1）	157 ± 2		
28#	拟建 DSA2 室楼上（专家休息室）	123 ± 2		
29#	拟建 DSA3 室楼上（特需门诊）	147 ± 2		
30#	拟建 DSA3 室楼上（特需门诊）	147 ± 3		

31#	拟建 DSA3 室楼上（特需门诊）	142 ± 2		室外道路
32#	医院一楼出入口处大厅	116 ± 4		
33#	拟建 DSA1 室东北侧菜武门饭店门口	112 ± 3	地砖	
34#	拟建 DSA3 室西侧停车场	120 ± 3	水泥	
35#	拟建 DSA3 室西侧花悦荟电梯旁	105 ± 2	地砖	
36#	拟建 DSA2 室南侧楼外过道	108 ± 3		
37#	拟建 DSA2 室南侧停车场内车道	110 ± 3	水泥	

注：1.测量点位距地面高度 1m，仪器探头垂直地面向下，每个测量点测量 10 个数据取平均值，以上监测结果均已扣除仪器对宇宙射线的响应值；

2.依据 HJ 61—2021 标准，监测结果=校准因子 C_f ×（仪器检验源效率因子 E_f ×仪器 10 次读数平均值 \dot{X} -建筑物对宇宙射线带电粒子和光子的屏蔽因子 μ_c ×测量点宇宙射线响应值 \dot{X}_c' ）；其中校准因子 C_f 为 0.91，本台设备测量值 \dot{X} 的单位为 nSv/h（仪器使用 ^{137}Cs 进行检定/校准，换算系数取 1.20 Sv/Gy），效率因子 E_f 取 1，测量点宇宙射线响应值 \dot{X}_c' 为 43nSv/h；建筑物对宇宙射线带电粒子和光子的屏蔽因子 μ_c 楼房取 0.8，道路取 1；

3. a) 测量点宇宙射线响应值 \dot{X}_c' 在河源万绿湖测得，海拔高度约 120m，经纬度：东经 114.5777°，北纬 23.7896°；
b) 各监测点海拔高度约 14~18m，经纬度：东经 113.2936°，北纬 23.2164°；
c) 依据 HJ 61—2021 标准，海拔高度≤200m，经度差别≤5°，纬度差别≤2°，故不进行测量点宇宙射线响应值 \dot{X}_c' 修正。

由监测结果表明，本项目拟建辐射工作场所及周边环境的室外环境γ辐射剂量率为 105~120nGy/h，室内环境γ辐射空气吸收剂量率为 110~163nGy/h。对照《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社 2015 年 7 月第 1 版）中广州地区：广州市原野γ辐射剂量率为 51.8~164.8nGy/h、道路γ辐射剂量率为 52.5~165.7nGy/h、室内γ辐射剂量率为 104.6~264.1nGy/h，可知本次拟建项目所在地的环境γ辐射空气吸收剂量率与《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年 7 月第 1 版）中对广州市的环境γ辐射剂量率调查水平相当。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 设备组成

医用血管造影用 X 射线装置（简称“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体的系统。DSA 射线装置主要由 X 射线发生系统、C 型支架、接收器、图像显示器导管床、操作台等系统组成。X 射线发生系统位于接收器正对方向；操作台集合控制系统和设备状态显示等功能，位于操作间内；机房内控制装置一般为脚闸控制，通过设备电缆引出、位于地面。常见 DSA 的设备外观图见图 9-1。



图 9-1 常见 DSA 装置整体外观示意图

9.1.2 工作原理

产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成，X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。典型 X 射线管结构详见图 9-2。

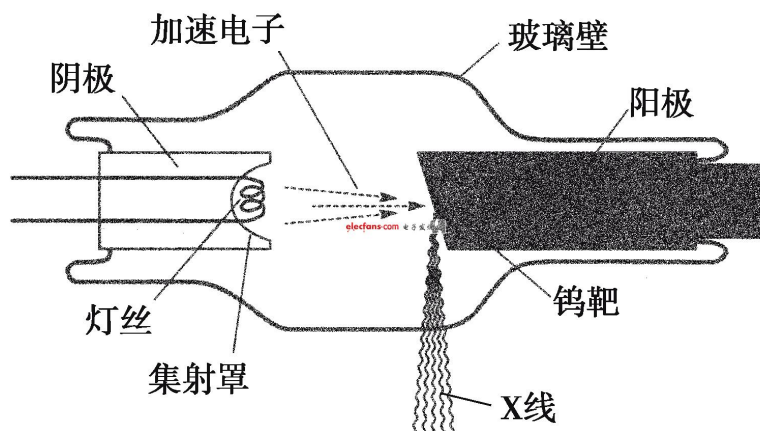


图 9-2 典型 X 射线管结构图

9.1.3 操作流程及产污环节

项目 DSA 在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况：透视。患者需要进行介入手术治疗时，为更清楚的了解患者情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时介入人员穿戴铅服、铅眼镜、铅围脖等防护用品以及使用床侧防护帘、铅悬挂帘等辅助防护措施，同时为患者穿戴铅围脖、铅围裙等防护用品后，在机房内同室操作进行介入手术。

第二种情况：摄影。为患者穿戴铅围脖、铅围裙等防护用品后，所有医技人员退至操作间内，对患者进行隔室操作曝光，通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内患者情况。一般用于介入手术期间的图像保存及单独的血管造影拍片，占 DSA 实际工作中的时间比例较小。

介入放射手术的工作流程如下：

①患者候诊、准备、检查：由主管医生写介入诊疗申请单；介入接诊医师检查是否有介入诊疗的适应症，在排除禁忌症后完善术前检查和预约诊疗时间。

②向患者告知可能受到的辐射危害：介入主管医生向患者或其家属详细介绍介入诊疗的方法、途径、可能出现的并发症、可预期的效果、术中所用的介入材料及其费用等。

③接引患者进入机房、摆位、穿戴防护用品、设置参数：由护士接引患者进入机房，为其穿戴个人防护用品，摆位完成后，根据不同手术及检查方案，设置 DSA 系统的相关技术参数，以及其他监护仪器的设定。

④医师及护士换鞋更衣，穿戴个人防护用品刷手后进入 DSA 手术室，根据不同治疗方案密切配合，完成介入手术或检查。

⑤治疗完毕关机：手术医师应及时书写手术记录，技师应及时处理图像、刻录光盘或照片，并通知病人家属接引术后患者前往苏醒间或住院留观。

产污环节分析：DSA 的 X 射线诊断机曝光时，主要污染因子为 X 射线。注入的造影剂不含放射性，同时射线装置均采用先进的数字成像技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。DSA 手术操作流程及产污环节如图 9-3 所示。

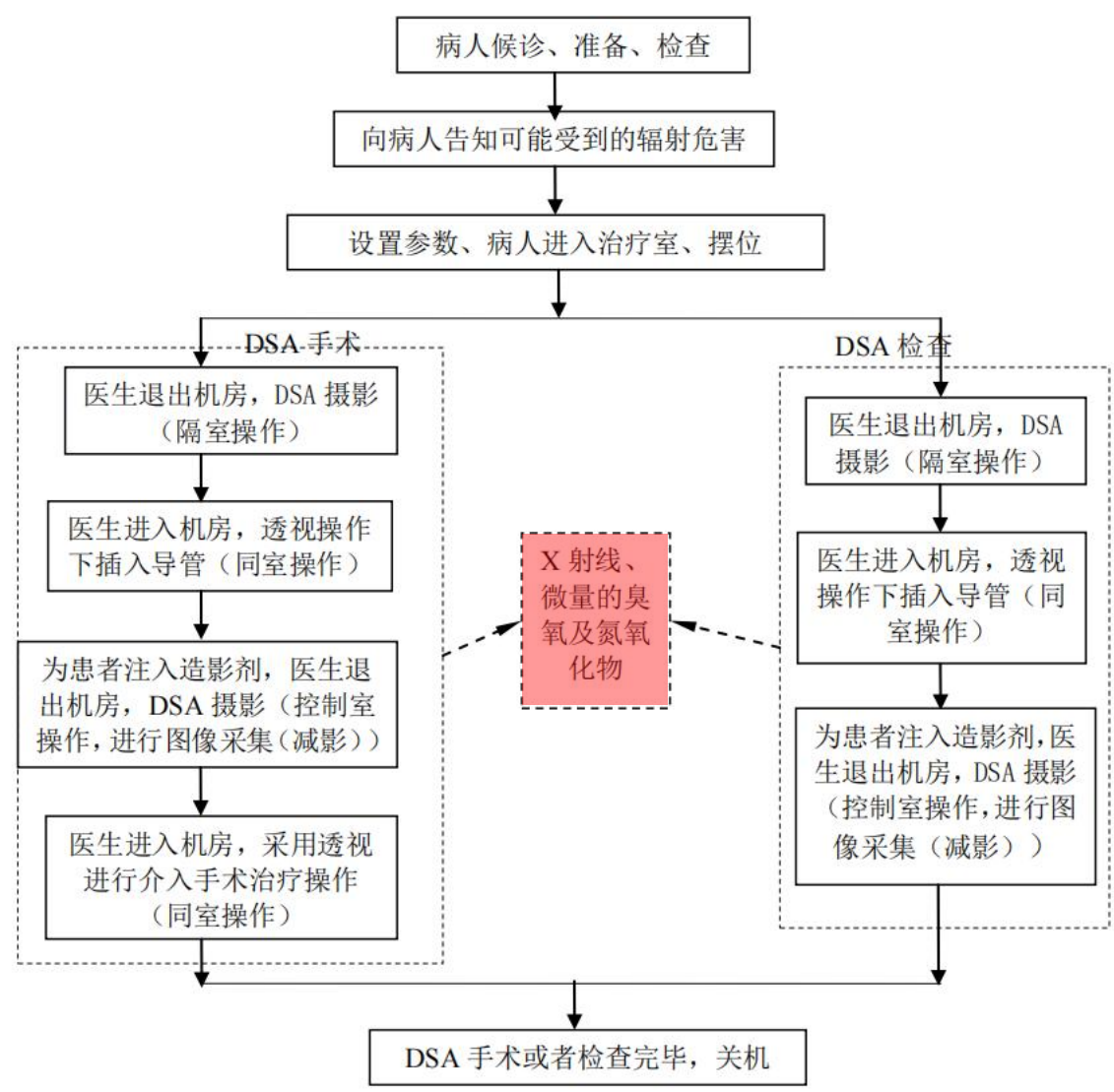


图 9-3 DSA 手术工作流程及产污环节示意图

9.1.4 人员配置及工作负荷

(1) 人员配置

目前介入放射学项目相关工作尚在筹备阶段，工作人员尚未落实，因此医院暂拟为介入放射学项目配备内外科医师、技师和护士等岗位，各岗位工作人员配备计划见表 9-1。

表 9-1 人员配置及工作制度计划表

项目	岗位	人数（人）	工作制度	人员来源
每间 DSA 手术室 （共 3 间）	医师	4	分两组轮值， 8h/d、5d/week	新增辐射工作人员
	护士	2		
	操作技师	2		

备注：三间手术室共拟配置 12 名医师、6 名护士、6 名操作技师。

（2）工作负荷及操作时间

根据医院提供的相关资料，DSA 项目中在摄影工作状态下，平均每台 DSA 手术最长出束时间为 1 分钟；透视工作状态下，平均每台 DSA 手术最长出束时间为 15 分钟。保守预计本项目每台 DSA 全年开展介入手术不超过 400 台，预计进行同室操作的单名介入医师和护士最大年工作量不会超过 200 台（两组轮流），进行隔室操作的单名技师最大年工作量不会超过 200 台。DSA 项目工作负荷见表 9-2。

表 9-2 本项目 DSA 计划最大手术量

项目	岗位	操作方式	工作模式	单人最大手术量 （台/年）	年受照时间 （h/a）
DSA （每台）	医师	隔室操作	摄影（1min/台）	200	3.33
		同室操作	透视（15min/台）		50
	护士	隔室操作	摄影（1min/台）	200	3.33
		同室操作	透视（15min/台）		50
	操作技师	隔室操作	摄影（1min/台）	200	3.33
			透视（15min/台）		50

9.2 污染源项描述

9.2.1 建设期

建设期环境影响主要是建筑施工过程中的建筑材料运输、施工设备装配等行为产生的扬尘、噪声、弃渣、废水等方面的污染问题。但因施工期短，施工范围小，通过控制作业时间、

加强施工现场的管理等手段，对周围声环境产生较小的影响，该影响是暂时的，随着建设期的结束而消除。

9.2.2 运营期

X 射线装置在辐射场中产生的射线主要分为两类：一类为有用线束（又称初级辐射），是直接由 X 射线管出射口发出，经限束装置准直能使受检部位成像的辐射线束，依据 NCRP147 号报告，由于影像增强器充当了初期射线挡板，所在机房中不含初级辐射束；另一类为非有用线束（又称次级辐射），包括有用线束照射到受检者身体或诊断床等其他物体时产生的散射线和球管源组件防护套泄漏发出的漏射线。

本项目中 DSA 为拟新购设备，厂家型号待定，因此本环评报告参考《辐射防护手册》（第三分册）估算设备距靶 1m 处辐射剂量率（距靶 1m 处辐射剂量率与设备运行工况相关，本项目 DSA 最大运行工况描述详见 11.2.1 节）。本项目辐射源项相关技术参数见表 9-3。

表 9-3 辐射源项技术参数一览表

设备名称	型号	滤过材料及厚度	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	距靶 1m 处的最大剂量率 (μSv/h)	泄漏率
DSA	待定	2.5mmAl	125	1000	摄影模式：2.67E+08 透视模式：9.29E+06	0.1%

注：1.根据《辐射防护手册》（第三分册，李德平、潘自强主编）P58 图 3.1，可以查得在管电压 90kV 工况下，距离靶 1m 处空气比释动能率为 0.075mGy/mAs，在管电压 100kV 工况下，距离靶 1m 处空气比释动能率为 0.090mGy/mAs；

2.根据《外照射放射防护剂量转换系数标准》（WS/T830-2024）表 G.1 中，90kV 透视工况保守取光子能量 0.080MeV 下 $H^*(10)/K_a \text{ Sv}\cdot\text{Gy}^{-1}$ 换算系数 1.72，100kV 摄影工况保守取光子能量 0.100MeV 下 $H^*(10)/K_a \text{ Sv}\cdot\text{Gy}^{-1}$ 换算系数 1.65；

3.泄漏率参照《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2-2011）及常规低电压医用放射诊断设备的情况，通常取 0.1%。

(1) 正常工况

在射线装置正常运行时产生的主要污染源项为 X 射线，X 射线随着射线装置的开关而产生和消失。X 射线在辐射场中可分为三类：第一类由 X 射线管窗口出射的用于诊疗检查的有用射线；第二类是由 X 射线管防护套泄漏出来的漏射射线；第三类是由有用射线和漏射线经散射体散射的散射线。在介入手术过程中，机头有用线束直接照向患者，根据

《Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities》（NCRP147 号出版物）第 4.1.6 节指出，“普通透视、心脏和外周血管造影术中的影像增强器以及乳腺 X 射线摄影中

的乳房托盘充当初级辐射束挡板（FDA，2003c），这些房间通常不含初级辐射束。”因此，本次评价屏蔽估算时不考虑第一类的有用线束照射，重点考虑漏射辐射和散射辐射对周围环境及人员造成的影响。

除此之外，在射线装置运行中，在 X 射线辐射源的照射下，空气吸收辐射能量并通过电离离子的作用可产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）等非放射性有害气体，本项目各机房拟设置动力排风装置，可以最大限度降低有害气体的浓度。

（2）事故工况

①在防护门未关闭情况下，射线装置曝光，导致防护门一侧人员受到误照射。

②无关工作人员或患者家属在防护门关闭后尚未撤离机房，射线装置曝光造成误照射。

③操作人员责任心不强，对 X 射线检查的不正当判断，造成受检者不必要的额外检查及重复照射，可能增加随机性效应发生概率。

④机房屏蔽防护措施、防护用品或其他辅助防护措施老化，达不到防护要求，造成射线泄漏，受到误照射。

⑤室内操作设备过程中，工作人员未使用防护用品和辅助防护设施，受到超剂量照射。

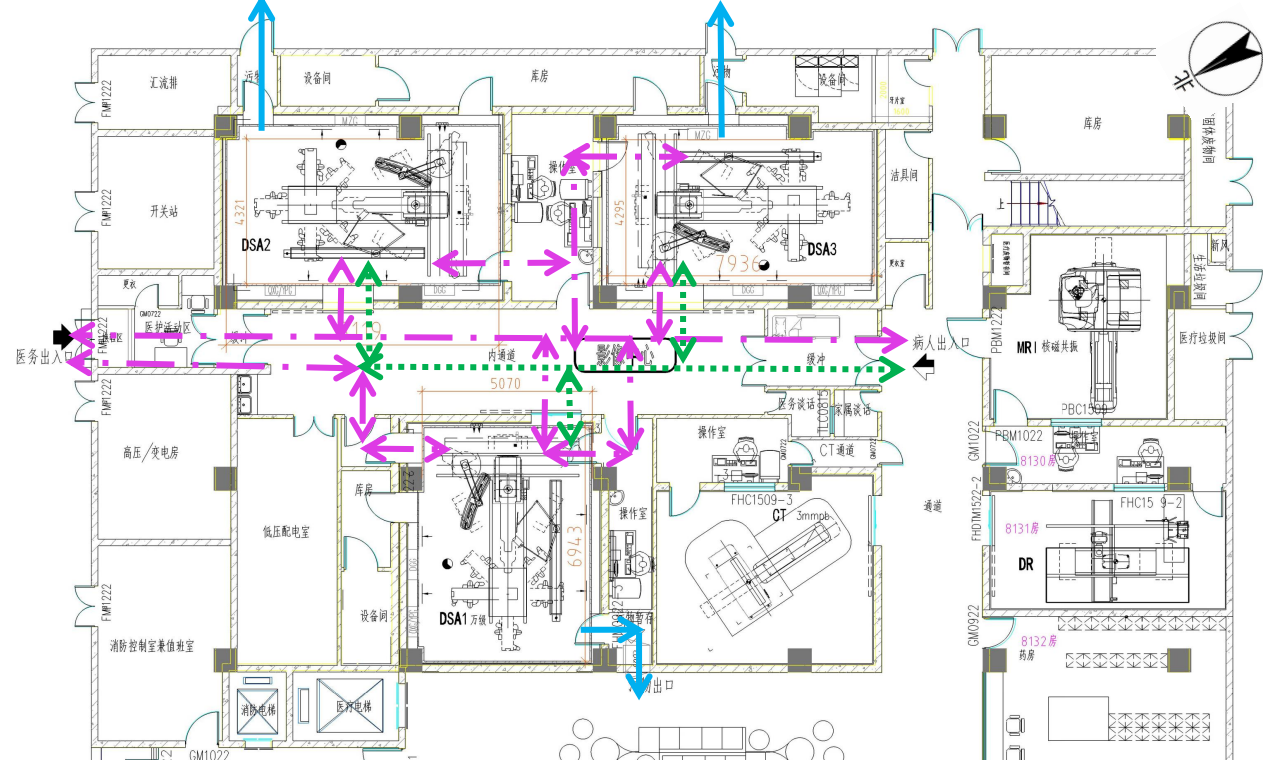
⑥射线装置安装调试及维修情况下，设备异常出束，导致调试和维修人员的误照射。

表 10 辐射安全与防护

10.1.项目安全设施

10.1.1 工作场所布局

本项目拟建 DSA 手术室位于一楼，辐射工作场所平面布局见图 10-1，辐射工作场所周围功能用房设计情况见表 1-3。由图 10-1 和表 1-3 可知，拟建 DSA 手术室周围未设置儿科、新生儿科和产科等敏感人群专属功能用房；拟建 DSA 手术室相邻设有操作间、设备间等辅助用房，机房设计有医、患、污物通道，各路线相对独立，通过时间管控可避免各转移路线交叉。



图注： ← · → ：医护人员路线 <····> ：患者路线 ———> ：污物路线

图 10-1 拟建 DSA 手术室项目平面布局图及人流、物流路径示意图

本项目各辐射工作场所布局与《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）对照分析见表 10-1。

表 10-1 本项目辐射工作场所布局与标准要求对照一览表

项目	《放射诊断放射防护要求》 （GBZ 130-2020）要求	机房设计情况	评价 结果
----	----------------------------------	--------	----------

机房设置 和布局	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。	本项目使用的各 DSA 运行期间有用线束一般向上或向下直接照向患者,并为设备的影像接收器及其支撑结构所阻挡,不会直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。	满足
	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。	本项目拟建各 DSA 手术室采取了相应的屏蔽防护措施,充分考虑邻室(含楼上)及周围场所的人员防护与安全。	满足
	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。	本项目使用的 DSA 设有单独的机房使用,机房最小有效使用面积及最小单边长均满足设备的布局要求。	满足
	单管头 X 射线设备(含 C 形臂,乳腺 CBCT)机房最小有效面积不小于 20m ² ,最小单边长度不小于 3.5m。	DSA1 室: 8.12m×4.32m=35.1m ² DSA2 室: 7.94m×4.26m=33.8m ² DSA3 室: 6.94m×5.07m=35.2m ²	满足

经对照分析可知,本项目拟建的 DSA 手术室的设置满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)平面布局的要求,拟采取的防辐射屏蔽措施,能够满足放射诊断需求,并且充分考虑了相邻场所的防护安全,因此,本项目辐射工作场所布局合理。

10.1.2 辐射防护分区及管理

(1) 分区依据和原则

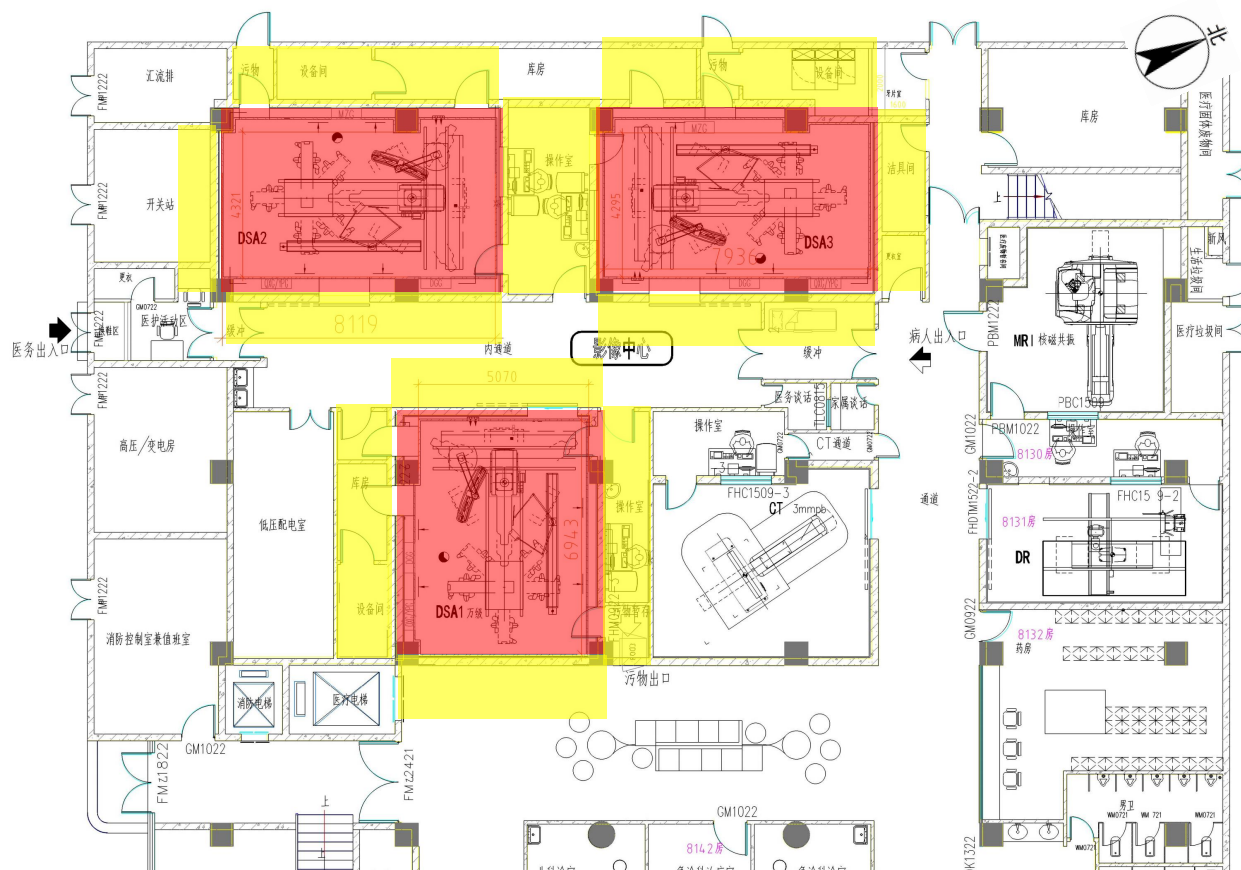
为了便于加强管理,切实做好辐射安全防护工作,按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求,在辐射工作场所内划出控制区和监督区,在项目运营期间采取分区管理措施。

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电离辐射警告标志,并给出相应的辐射水平和污染水平指示。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(包括门锁和联锁装置)限制进出控制区,放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

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区域。在监督区合适位置张贴标明监督区的标志;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。

(2) 本项目分区管理情况

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等相关标准对控制区和监督区的定义，结合本项目辐射防护情况，将医院辐射工作场所进行分区管理，设立监督区和控制区。如图 10-2 所示，将 DSA 手术室内划为控制区，除了患者、操作的医生和护士，设备运行时禁止其他的任何人进入此区域；机房四周墙外如操作间、机房等相邻用房和过道外 30cm 等区域划为监督区，监督区区域张贴相应的警告标志，提醒无关人员尽量避开该区域，并定期检查其辐射水平，如发现异常应立即进行整改，整改完成后方可继续使用射线装置。



图注： ：本次项目控制区 ：本次项目监督区

图 10-2 拟建 DSA 手术室项目分区图

10.1.3 辐射防护屏蔽措施

根据本项目防护设计方案，现将机房的防护主要技术参数列表分析，并根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中对 X 射线机房防护设计的技术要求和本次评价项目的实际施工规格对照分析，结果见表 10-2~表 10-3。

参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 的 C.1.2 中（式 C.1）及（式 C.2）进行等效铅当量厚度的计算。

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

式中：

B——给定铅厚度的屏蔽透射因子；

X——铅厚度（mm）；

α ——铅对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数；

β ——铅对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数；

γ ——铅对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数。

$$X = \frac{1}{\alpha \gamma} \ln \left(\frac{B^{-\gamma} + \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}} \right) \quad \text{公式 C.2}$$

式中：

B——给定铅厚度的屏蔽透射因子；

X——不同屏蔽物质的铅当量厚度（mm）；

α ——不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数；

β ——不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数；

γ ——不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数。

保守考虑所有屏蔽体均按照 125kV 主线束的拟合参数进行计，本项目 DSA 手术室顶棚和地板为 12cm 混凝土，根据公式 C.1，DSA 采用 125kV（有用线束）的拟合参数计算，计算得 DSA 手术室顶棚 12cm 混凝土屏蔽透射因子 B 为 3.21×10^{-3} ，24cm 实心砖屏蔽透射因子 B 为 4.17×10^{-4} ，将 B 代入公式 C.2，得 DSA 手术室顶棚 12cm 混凝土折算为 1.4mmPb，24cm 实心砖折算为 2.3mmPb。

表 10-2 本项目不同厚度屏蔽材料等效铅当量计算结果

屏蔽物质厚度	铅			混凝土			实心砖			拟合出铅当量厚度 X
	α	β	γ	α	β	γ	α	β	γ	
12cm 混凝土	2.219	7.923	0.5386	0.03502	0.07113	0.6974	/	/	/	1.4mm
24cm 实心砖	2.219	7.923	0.5386	/	/	/	0.0287	0.067	1.346	2.3mm

表 10-3 本项目拟建机房主要屏蔽厚度及评价表

机房	屏蔽体	屏蔽防护设计	等效铅当量 /mmPb	标准要求	评价
DSA1 室	北墙	新增 24cm 实心砖+钢骨架+新增 3mmPb 硫酸钡防护涂料	5.3	≥2mmPb	符合
	西墙、东墙	原有门洞部分：新增 24cm 实心砖+钢骨架+新增 3mmPb 硫酸钡防护涂料	5.3		符合
		其他部分：利旧 24cm 实心砖+钢骨架+新增 3mmPb 硫酸钡防护涂料			
	南墙	利旧 24cm 实心砖+钢骨架+新增 3mmPb 硫酸钡防护涂料	5.3		符合
	顶棚	原有 12cm 混凝土楼板（利旧）+新增 3mmPb 硫酸钡防护涂料	4.4		符合
	地板	/（土层）	/		符合
	患者通道门/医护通道门/污物通道门	新增 3mmPb 铅板防护门	3.0		符合
	观察窗	新增 3mmPb 铅玻璃	3.0		符合
	排风管道穿墙洞口	新增 3mmPb 铅皮	3.0		符合
DSA2 室	北、东墙	新增 24cm 实心砖+钢骨架+新增 3mmPb 硫酸钡防护涂料	5.3	≥2mmPb	符合
	西、南墙	利旧 24cm 实心砖+钢骨架+新增 3mmPb 硫酸钡防护涂料	5.3		符合
	顶棚	原有 12cm 混凝土楼板（利旧）+新增 3mmPb 硫酸钡防护涂料	4.4		符合
	地板	/（土层）	/		符合
	患者通道门/医护通道门/污物通道门	新增 3mmPb 铅板防护门	3.0		符合
	观察窗	新增 3mmPb 铅玻璃	3.0		符合
DSA3 室	北墙	新增 24cm 实心砖+钢骨架+新增 3mmPb 硫酸钡防护涂料	5.3	≥2mmPb	符合
	西墙、东墙	北侧：新增 24cm 实心砖+钢骨架+新增 3mmPb 硫酸钡防护涂料	5.3		符合
		其他部分：利旧 24cm 实心砖+钢骨架+新增 3mmPb 硫酸钡防护涂料			

	南墙	利旧 24cm 实心砖+钢骨架+新增 3mmPb 硫酸钡防护涂料	5.3		符合
	顶棚	原有 12cm 混凝土楼板（利旧）+新增 3mmPb 硫酸钡防护涂料	4.4		符合
	地板	/（土层）	/		符合
	患者通道门/医护通道门/污物通道门	新增 3mmPb 铅板防护门	3.0		符合
	观察窗	新增 3mmPb 铅玻璃	3.0		符合

注：混凝土密度 $\geq 2.35\text{t/m}^3$ ；实心砖密度 $\geq 1.65\text{t/m}^3$ ；铅密度 $\geq 11.34\text{t/m}^3$ ；钡水泥密度 $\geq 2.8\text{t/m}^3$ 。

通过以上对照分析，本项目拟建 DSA 手术室的四面墙体、顶棚地板、防护门以及观察窗的屏蔽设计均符合标准要求。从 X 射线放射诊断场所的屏蔽方面考虑，本项目拟建 DSA 手术室的辐射防护屏蔽措施的技术要求满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的相关屏蔽防护措施的技术要求。

10.1.4 机房墙体和顶棚地板屏蔽结构及材料示意说明

（1）机房剖面图

为更加直观地了解本项目拟建的 DSA 手术室结构及上下层关系（地板下方无地下室，不另外增加屏蔽防护），本报告给出机房剖面示意图，剖面图见图 10-4。

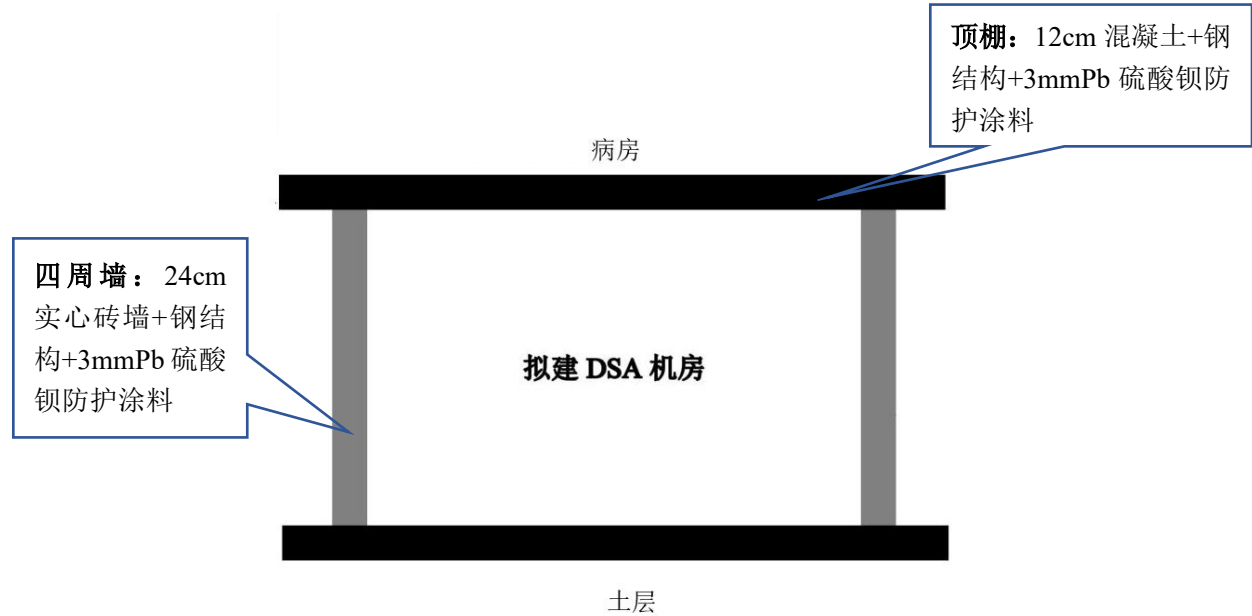


图 10-4 拟建 DSA 手术室剖面示意图

（2）屏蔽材料说明

本项目机房墙面及顶棚屏蔽防护设计施工节点大样图见图 10-5。

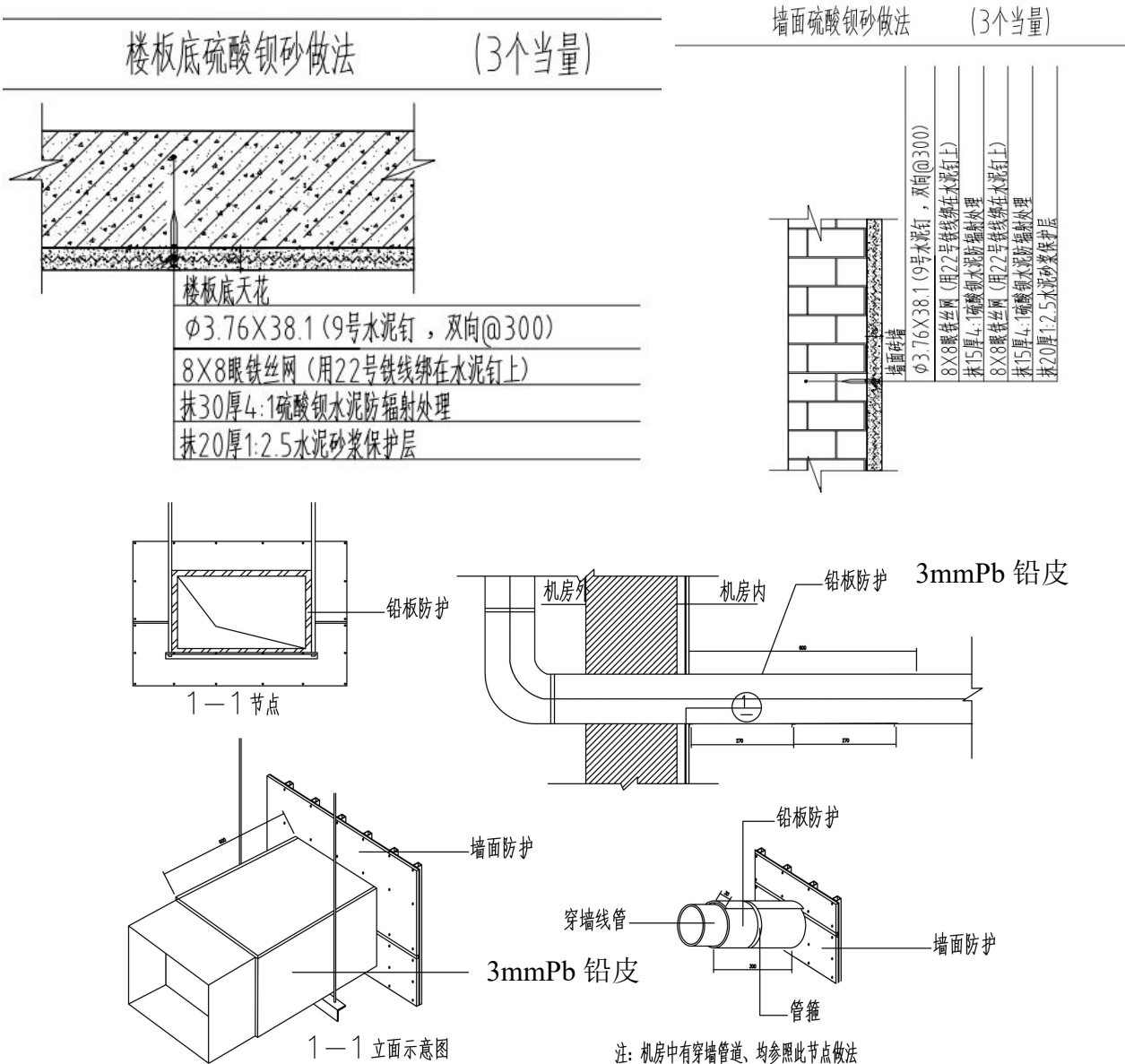


图 10-5 墙面、顶棚、风管接口防护设计大样图

10.1.5 工作场所防护措施

本项目工作场所防护措施与标准要求对照情况见表 10-4，机房安全防护措施设计情况见图 10-6，可知本项目工作场所防护措施符合国家标准 GBZ 130-2020 的要求。

表 10-4 工作场所防护措施与标准要求对照一览表

机房	标准 GBZ 130-2020 的要求	设计情况	评价
各 DSA 手术室	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。	各 DSA 手术室内均拟设置观察窗和影像监控装置，设置位置便于观察手术室内患者情况及防护门开闭情况。	符合

	机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。	各 DSA 手术室内拟设置动力通风装置，根据设计单位提供的相关资料以及本报告分析可知，各 DSA 手术室拟设置的通风设施可确保场所通风效果良好。	符合
	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。	各 DSA 手术室各防护门上拟设置电离辐射警示标识；各患者通道门上方拟设置工作状态指示灯，灯箱拟设置“射线有害、灯亮勿入”的警示语句；手术室外候诊区拟张贴放射防护注意事项告知栏。	符合
	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。	各 DSA 手术室的医护通道门和污物通道门为手动平开防护门，均拟设计自动闭门装置；患者通道门为电动推拉防护门。设备操作规程要求设备曝光前，关闭防护门；工作状态指示灯与患者通道防护门拟设置联动装置。	符合
	电动推拉门宜设置防夹装置。	各 DSA 手术室的电动推拉防护门，拟设置红外线防夹感应装置。	符合

10.1.6 通风管道设计及穿墙补偿

本项目拟在 DSA 手术室内设置动力通风装置，机房内均拟设置有新排风系统，各通风管道沿水平方向穿机房防护处采用 3mmPb 铅板包裹（铅板包裹铅板包裹至墙面，并与墙面形成有效搭接），防止射线泄露，风管穿墙处的防护措施满足机房屏蔽要求。

根据设计单位提供的机房通风设计图可知，DSA 手术室内排风口连接独立排风管道（图 10-7 橙色标注）穿墙后延伸排至室外，外墙排风口距地高约 4m，西墙外为停车场，南墙外为室外过道，相关区域周围未设置等候椅及其他建筑，无人员长时间驻留。DSA 手术室通风设计示意图见图 10-7，风管穿墙大样图见图 10-8，机房电缆沟走向示意图见图 10-9。

医院应委托专业的施工单位进行机房防护施工，严格施工管理，施工时需要特别注意机房墙体的缝隙、通风口、电缆地沟等可能产生局部漏射的部位，在两种不同密度材料的搭接

Figure 1: Plan view of the medical equipment layout for the West Wing (西). The plan shows various rooms including DSA1, DSA2, DSA3, DSA4, DSA5, DSA6, DSA7, DSA8, DSA9, DSA10, DSA11, DSA12, DSA13, DSA14, DSA15, DSA16, DSA17, DSA18, DSA19, DSA20, DSA21, DSA22, DSA23, DSA24, DSA25, DSA26, DSA27, DSA28, DSA29, DSA30, DSA31, DSA32, DSA33, DSA34, DSA35, DSA36, DSA37, DSA38, DSA39, DSA40, DSA41, DSA42, DSA43, DSA44, DSA45, DSA46, DSA47, DSA48, DSA49, DSA50, DSA51, DSA52, DSA53, DSA54, DSA55, DSA56, DSA57, DSA58, DSA59, DSA60, DSA61, DSA62, DSA63, DSA64, DSA65, DSA66, DSA67, DSA68, DSA69, DSA70, DSA71, DSA72, DSA73, DSA74, DSA75, DSA76, DSA77, DSA78, DSA79, DSA80, DSA81, DSA82, DSA83, DSA84, DSA85, DSA86, DSA87, DSA88, DSA89, DSA90, DSA91, DSA92, DSA93, DSA94, DSA95, DSA96, DSA97, DSA98, DSA99, DSA100. The plan also shows various corridors, stairs, and service areas. The layout is color-coded to show different functional zones.

图 10-7 DSA 手术室通风设计示意图



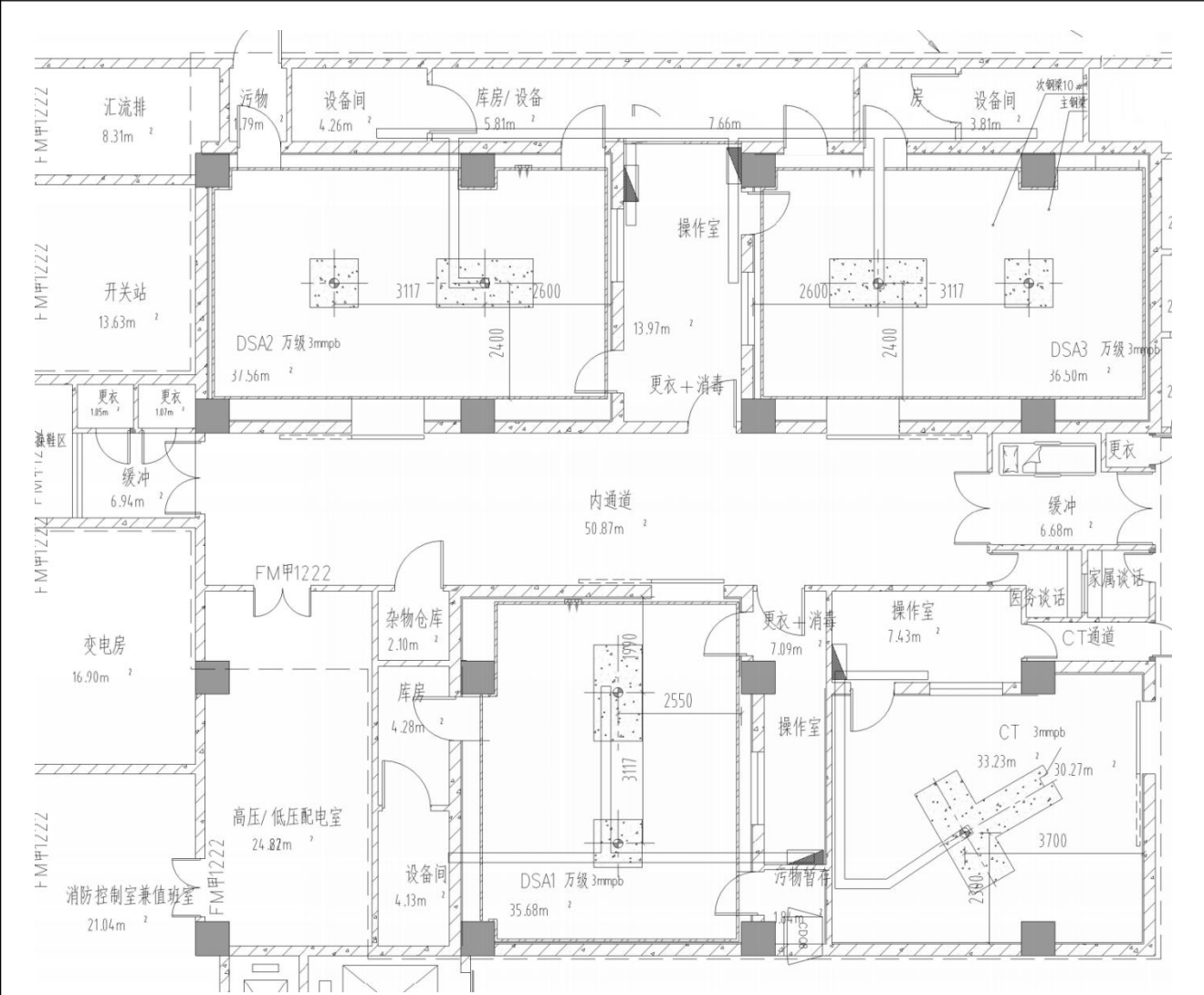


图 10-9 机房电缆沟走向示意图

10.1.7 个人防护用品措施

医院拟为辐射工作人员和受检者分别配备相应的个人防护用品，包括铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜以及铅橡胶手套等，拟使用设备出厂配备的铅悬挂防护屏和床侧防护帘等辅助防护设施，详见表 10-5。在辐射工作中应做好个人的放射防护，以达到辐射防护的目的。

表 10-5 拟配备的个人防护用品及辅助设施与标准要求对照一览表

机房名称	使用对象		拟配备的防护用品（mmPb）	标准要求（mmPb）	评价
各 DSA 手术室	受检者	个人防护用品	铅橡胶性腺防护围裙（0.5）、铅橡胶颈套（0.5）、铅橡胶帽子（0.5）各 1 件； 儿童铅橡胶方巾（0.5）、铅橡胶颈套（0.5）、铅橡胶帽子（0.5）各 1 件	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾（≥0.5）、铅橡胶颈套（≥0.5） 选配：铅橡胶帽子（≥0.25）	符合要求

		辅助防护设施	---	---	
	工作人员	个人防护用品	铅橡胶围裙（0.5）、铅橡胶颈套（0.5）、铅防护眼镜（0.5）、铅橡胶帽子（0.5）、铅防护衣（0.5）各 4 件；介入防护手套（0.025）4 件	铅橡胶围裙（≥0.5）、铅橡胶颈套（≥0.5）、铅防护眼镜（≥0.25）、介入防护手套（≥0.025）	符合要求
		辅助防护设施	铅悬挂防护屏（0.5）、铅防护吊帘（0.5）、床侧防护帘（0.5）各 1 件	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘（≥0.25）、床侧防护帘/床侧防护屏（≥0.25） 选配：铅橡胶帽子（≥0.25）、移动铅防护屏风（≥2）	

本项目 DSA 手术室拟配的个人防护用品、防护设施配置类型以及防护用品铅当量均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）要求，拟配备的防护用品数量能满足使用需求。

10.2 三废的治理

本项目的辐射源为 X 射线发生装置，接通电源时，X 射线发生装置产生 X 射线；断开电源时，X 射线消失。设备运行时无放射性废气、废液和固体废弃物产生。

在 X 射线辐射源的照射下，空气吸收辐射能量并通过电离离子的作用可能会产生臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），它们是具有刺激性作用的非放射性有害气体，根据设计单位提供的相关资料以及本报告 10.1.6 分析可知，本项目拟在 DSA 手术室内均设置动力通风装置，可以确保机房内通风效果良好，可以最大限度降低室内有害气体的浓度，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）标准的要求。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本次评价内容为医院拟开展的核技术利用项目运行期对环境的辐射影响，本项目涉及的射线装置使用的辐射工作场所建设施工过程主要为非辐射类影响，在项目的建设过程中，建设单位应采取污染防治措施，减轻对周边环境的影响。

（1）施工扬尘主要产生于施工过程中粉状物料运输、暂存，属无组织排放，在施工过程中应对施工现场实行合理化管理，使砂石料、水泥统一堆放，用苫布遮盖，并尽量减少搬运环节，搬运时做到轻举轻放，防止包装袋破裂。

（2）施工期废水主要来自施工过程的少量物料拌和用水，本项目所在场地的生活、卫生设施和排水管网完善，施工人员少量的生活污水将通过医院现有的生活、卫生设施排入管网，物料拌和用水随物料用于建筑施工，通过自然蒸发耗散。

（3）本项目施工建设阶段的噪声主要来自建筑装修、设备安装等阶段，但项目的建设期短暂，对周围环境影响随着施工结束而消除。建设阶段应加强环保措施，尽可能采取有效的降噪措施，避免在同一时间集中使用大量的动力机械设备，加强对施工噪声的治理，合理安排施工时间：22：00-6：00 禁止施工作业。

（4）固体废物主要为施工人员的生活垃圾和建筑垃圾。施工期的生活垃圾和建筑垃圾应分别堆放，及时清运或定期运至环卫部门指定的地点合理处理处置。

本项目施工区域较小且均在室内施工，施工期较短，在采取一定的施工防护措施情况下，建设阶段环境影响范围较小，并且随施工期的结束而消失。

射线装置只有在项目建成、开机使用过程才会产生射线，建设阶段不会对周围环境产生电离辐射影响。由于设备在安装和调试时，机房各屏蔽防护措施已建设完成，经过墙体屏蔽和距离衰减后对环境的辐射影响能够达标。设备安装完成后，建设单位须及时回收包装材料及其它固体废物，并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 辐射环境影响分析

（1）辐射源强

根据操作流程及产污环节分析可知，DSA 设备在手术中分透视和摄影两种模式。摄影（拍片）模式是指射线装置的 X 射线系统曝光时，工作人员位于操作间，即为隔室操作方

式。透视模式是指在透视条件下，医护人员近台同室进行介入操作。本次评价分别对摄影、透视两种工况下介入手术室周围的辐射水平进行了预测。

在介入手术过程中，机头有用线束直接照向患者，根据《Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities》（NCRP147 号出版物）第 4.1.6 节指出，“普通透视、心脏和外周血管造影术中的影像增强器以及乳腺 X 射线摄影中的乳房托盘充当初级辐射束挡板（FDA，2003c），这些房间通常不含初级辐射束。”因此，本次评价屏蔽估算时不考虑主束照射，重点考虑漏射辐射和散射辐射对周围环境的影响。

根据设备的工作原理，设备在正常工况时，本项目设备运行参数无法同时达到最大管电压和最大管电流，正常工况时，不同手术类型和不同患者身体状况都会影响管电压和管电流的参数，透视管电流通常为十几毫安，摄影时功率较大，管电流通常为几百毫安。根据医院的实际值统计，本环评拟按保守进行估算，DSA 采用摄影工况下的设备参数：管电压 100kV，管电流 500mA；透视工况下的设备参数：管电压 90kV，管电流 20mA。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），介入设备等效总滤过不小于 2.5mmAl，本项目均为正规生产厂家生产的设备，滤过参数满足标准要求。根据《辐射防护手册》（第三分册）P58 图 3.1（见图 11-1）可得到不同总滤过情况下不同电压下距靶 1m 处的空气比释动能，根据公式 11-1 计算可得到射线装置距靶 1m 处的最大剂量率，见表 11-1。

表 11-1 本项目 DSA 设备技术参数一览表

设备名称	运行模式	距靶 1m 处空气中的空气比释动能（mGy/mAs）	运行管电压（kV）	运行管电流（mA）	距靶 1m 处的最大剂量率（μSv/h）
DSA	摄影	0.090	100	500	2.67E+08
	透视	0.075	90	20	9.29E+06

注：1.根据《辐射防护手册》（第三分册，李德平、潘自强主编）P58 图 3.1，可以查得在管电压 90kV 工况下，距离靶 1m 处空气比释动能率为 0.075mGy/mAs，在管电压 100kV 工况下，距离靶 1m 处空气比释动能率为 0.090mGy/mAs；

2.根据《外照射放射防护剂量转换系数标准》（WS/T830-2024）表 G.1 中，90kV 透视工况保守取光子能量 0.080MeV 下 $H^*(10)/Ka\text{ Sv}\cdot\text{Gy}^{-1}$ 换算系数 1.72，100kV 摄影工况保守取光子能量 0.100MeV 下 $H^*(10)/Ka\text{ Sv}\cdot\text{Gy}^{-1}$ 换算系数 1.65。

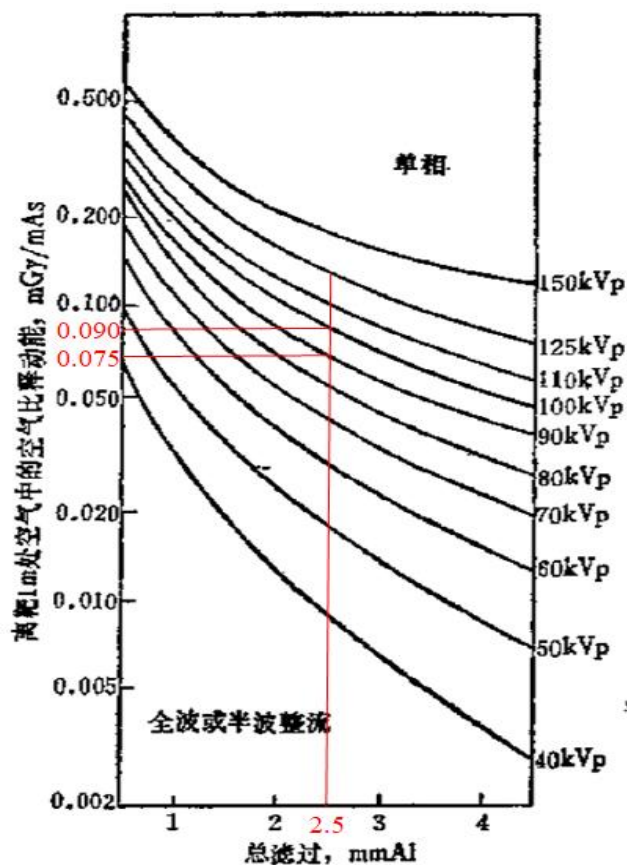


图 11-1 距 X 射线源 1m 处的照射量率随管电压及总滤过厚度变化的情况

根据《辐射防护导论》射线装置距靶 1m 处的空气比释动能率，按公式 11-1 计算：

$$\dot{K} = I \cdot \delta_x \frac{r_0^2}{r^2} \quad (\text{式 11-1})$$

式中：

\dot{K} —离靶 r (m) 处由 X 射线机产生的初级 X 射线束造成的空气比释动能率，mGy/min；

I —管电流 (mA)；

δ_x —管电流为 1mA，距靶 1m 处的发射率常数，mGy/mAs；

$r_0=1\text{m}$ ；

r —源至关注点的距离，m。

(2) 关注点

根据医院提供的相关参数和设计方案，保守按照如下情况进行理论预测计算：选取机房四面墙壁、防护门和观察窗外表面 30cm 以及顶棚上方 1m 处作为关注点（机房楼上关注点距离选取时保守不考虑楼板厚度，机房楼下无地下室，故不设关注点），本项目选取配套规格为 2.0m×0.8m 的病床作为散射辐射源点（即患者位置），详见图 11-2。

(3) 计算公式

①泄露辐射

根据《辐射防护手册》第一分册（李德平、潘自强主编，原子能出版社，1987 年），按泄漏辐射剂量率保守取初级辐射束的 0.1% 计算各关注点泄漏辐射剂量率：

$$\dot{H}_L = \frac{\dot{H}_0 \cdot B \cdot f}{d^2} \quad (\text{式 11-2})$$

式中： H_L —关注点漏射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_0 —射线装置在正常工作条件下，距靶点 1m 处 X 射线的剂量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

B —屏蔽透射因子；

f —设备射线泄漏率，取 0.1%（参照《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》(GBZ/T201.2-2011)及常规低电压医用放射诊断设备的情况，通常取 0.1%)；

d —关注点至靶点的距离，m。

②散射辐射

对于患者体表的散射 X 射线可以用反照率法估计。关注点散射剂量率计算如下（采用李德平、潘自强主编《辐射防护手册第一分册 辐射源与屏蔽》（[M]北京：原子能出版社，1987）：

$$H_s = \frac{H_0}{(d_0)^2 (d_r)^2} \alpha \cdot s \cdot B \quad (\text{式 11-3})$$

式中：

H_s —关注点处的散射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_0 —射线装置在正常工作条件下，距靶点 1m 处 X 射线的剂量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

α —患者对 X 射线的散射比；根据《辐射防护手册第一分册 辐射源与屏蔽》表 10.1 查表取 $a=0.0013$ ， $\alpha=0.0013/400$ ；

s —散射面积， cm^2 ，根据《辐射防护手册》第一分册，取 100cm^2 ；

d_0 —X 射线球管与患者的距离，取 0.7m；

d_r —患者与关注点的距离，m；

B —屏蔽透射因子。

③屏蔽透射因子

根据 GBZ 130-2020 附录 C，对于给定铅厚度，依据下式计算屏蔽透射因子。

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

(式 11-4)

式中：

- B

——

给定铅厚度的屏蔽透射因子；

β

——

铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

α

——

铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

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。

(4) α、β、γ因子

根据 GBZ 130-2020 附录 C 表 C.2 中给出的不同管电压 X 射线辐射在铅中衰减的α、β、γ拟合值，摄影工况α、β、γ值保守取 100kV 对应值，透视工况α、β、γ值保守取 90kV 对应值，不同能量α、β、γ值见表 11-2。

表 11-2 X 射线辐射衰减拟合参数

管电压	材料	α	β	γ
90	铅	3.067	18.83	0.7726
100（主束）	铅	2.500	15.28	0.7557
100（散射）	铅	2.507	15.33	0.9124

注：拟合参数均取自于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）。

(5) 关注点剂量率估算结果

根据辐射源强及式 11-2~11-4，机房外各关注点处漏射辐射和散射辐射剂量率计算结果见表 11-3，机房内工作人员接受剂量计算结果见表 11-4。

表 11-3 DSA1 室各关注点处辐射剂量率计算结果一览表

工作模式	关注点	关注点场所	H_0 ($\mu\text{Sv/h}$)	屏蔽体铅当量厚度 (mm)	B (漏射)	B (散射)	d (m)	d_0 (m)	d_r (m)	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)		总辐射剂量($\mu\text{Sv/h}$)
										漏射	散射	
摄影	A1	北墙污物通道外 (污物暂存间)	2.67E+08	3	4.14E-05	6.31E-05	3.5	0.7	3.5	9.02E-01	9.12E-01	1.81E+00
	B1	北墙外 (DSA1 室操作室)		5.3	1.31E-07	1.97E-07	2.9	0.7	2.9	4.17E-03	4.16E-03	8.33E-03
	C1	北墙观察窗外 (DSA1 室操作室)		3	4.14E-05	6.31E-05	2.9	0.7	2.9	1.31E+00	1.33E+00	2.64E+00
	D1	北墙操作室门外 (DSA1 室操作室)		3	4.14E-05	6.31E-05	3.3	0.7	3.3	1.02E+00	1.03E+00	2.04E+00
	E1	西墙患者通道门外 (医护通道)		3	4.14E-05	6.31E-05	3.7	0.7	3.7	8.07E-01	8.16E-01	1.62E+00
	F1	西墙外 (医护通道)		5.3	1.31E-07	1.97E-07	3.2	0.7	3.2	3.42E-03	3.42E-03	6.84E-03
	G1	南墙医护通道防护门外 (医护通道)		3	4.14E-05	6.31E-05	4.1	0.7	4.1	6.58E-01	6.65E-01	1.32E+00
	H1	南墙防护门外 (库房)		3	4.14E-05	6.31E-05	3.3	0.7	3.3	1.02E+00	1.03E+00	2.04E+00
	I1	南墙外 (库房)		5.3	1.31E-07	1.97E-07	3.3	0.7	3.3	3.22E-03	3.21E-03	6.43E-03
	J1	东墙外 (过道)		5.3	1.31E-07	1.97E-07	3.1	0.7	3.1	3.65E-03	3.64E-03	7.29E-03
	K1	楼上 (外科诊室)		4.4	1.52E-05	2.41E-01	3.42	0.7	4.12	2.84E-02	1.97E-02	4.81E-02
透视	A1	北墙污物通道外 (污物暂存间)	9.29E+06	3	7.93E-06	7.93E-06	3.5	0.7	3.5	6.01E-03	3.99E-03	1.00E-02
	B1	北墙外 (DSA1 室操作室)		5.3	6.85E-09	6.85E-09	2.9	0.7	2.9	7.56E-06	5.02E-06	1.26E-05
	C1	北墙观察窗外 (DSA1 室操作室)		3	7.93E-06	7.93E-06	2.9	0.7	2.9	8.76E-03	5.81E-03	1.46E-02
	D1	北墙控制室门外 (DSA1 室操作室)		3	7.93E-06	7.93E-06	3.3	0.7	3.3	6.76E-03	4.49E-03	1.13E-02
	E1	西墙患者通道门外 (医护通道)		3	7.93E-06	7.93E-06	3.7	0.7	3.7	5.38E-03	3.57E-03	8.95E-03
	F1	西墙外 (医护通道)		5.3	6.85E-09	6.85E-09	3.2	0.7	3.2	6.21E-06	4.12E-06	1.03E-05
	G1	南墙医护通道防护门外 (医护通道)		3	7.93E-06	7.93E-06	4.1	0.7	4.1	4.38E-03	2.91E-03	7.29E-03
	H1	南墙防护门外 (库房)		3	7.93E-06	7.93E-06	3.3	0.7	3.3	6.76E-03	4.49E-03	1.13E-02
	I1	南墙外 (库房)		5.3	6.85E-09	6.85E-09	3.3	0.7	3.3	5.84E-06	3.87E-06	9.72E-06
	J1	东墙外 (过道)		5.3	6.85E-09	6.85E-09	3.1	0.7	3.1	6.62E-06	4.39E-06	1.10E-05
	K1	楼上 (外科诊室)		4.4	1.08E-07	1.08E-07	3.42	0.7	4.12	8.60E-05	3.93E-05	1.25E-04

注：考虑球设备运行期间主射束向上或向下情况，表中计算楼上和楼下关注点的漏射辐射时，保守取距离 d (关注点至靶点的距离) = 图中标注距离 d_r (患者与关注点的距离) - d_0 (X 射线球管与患者的距离)，例如计算关注点 G 漏射辐射时，距离 $d=4.12\text{m}-0.7\text{m}=3.42\text{m}$

表 11-4 DSA 2 室各关注点处辐射剂量率计算结果一览表

工作模式	关注点	关注点场所	H_0 ($\mu\text{Sv/h}$)	屏蔽体铅当量厚度 (mm)	B (漏射)	B (散射)	d (m)	d_0 (m)	d_r (m)	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)		总辐射剂量($\mu\text{Sv/h}$)
										漏射	散射	
摄影	A2	北墙操作室门外 (DSA2-3 室操作室)	2.67E+08	3	4.14E-05	6.31E-05	3.9	0.7	3.9	7.27E-01	7.35E-01	1.46E+00
	B2	北墙外 (DSA2-3 室操作室)		5.3	1.31E-07	1.97E-07	3.7	0.7	3.7	2.56E-03	2.55E-03	5.11E-03
	C2	北墙观察窗外 (DSA2-3 室操作室)		3	4.14E-05	6.31E-05	3.7	0.7	3.7	8.07E-01	8.16E-01	1.62E+00
	D2	西墙防护门外 (库房)		3	4.14E-05	6.31E-05	4.1	0.7	4.1	6.58E-01	6.65E-01	1.32E+00
	E2	西墙外 (设备间)		5.3	1.31E-07	1.97E-07	2.9	0.7	2.9	4.17E-03	4.16E-03	8.33E-03
	F2	西墙污物通道防护门外 (污物暂存间)		3	4.14E-05	6.31E-05	3.4	0.7	3.4	9.56E-01	9.67E-01	1.92E+00
	G2	南墙外 (开关站)		5.3	1.31E-07	1.97E-07	3.8	0.7	3.8	2.43E-03	2.42E-03	4.85E-03
	H2	东墙医护通道防护门外 (医护通道)		3	4.14E-05	6.31E-05	3.1	0.7	3.1	1.15E+00	1.16E+00	2.31E+00
	I2	东墙外 (医护通道)		5.3	1.31E-07	1.97E-07	3.1	0.7	3.1	3.65E-03	3.64E-03	7.29E-03
	J2	楼上 (专家休息室)		4.4	1.25E-06	1.89E-06	3.42	0.7	4.12	2.84E-02	1.97E-02	4.81E-02
透视	A2	北墙操作室门外 (DSA2-3 室操作室)	9.29E+06	3	7.93E-06	7.93E-06	3.9	0.7	3.9	4.84E-03	3.21E-03	8.06E-03
	B2	北墙外 (DSA2-3 室操作室)		5.3	6.85E-09	6.85E-09	3.7	0.7	3.7	4.65E-06	3.08E-06	7.73E-06
	C2	北墙观察窗外 (DSA2-3 室操作室)		3	7.93E-06	7.93E-06	3.7	0.7	3.7	5.38E-03	3.57E-03	8.95E-03
	D2	西墙防护门外 (库房)		3	7.93E-06	7.93E-06	4.1	0.7	4.1	4.38E-03	2.91E-03	7.29E-03
	E2	西墙外 (设备间)		5.3	6.85E-09	6.85E-09	2.9	0.7	2.9	7.56E-06	5.02E-06	1.26E-05
	F2	西墙污物通道防护门外 (污物暂存间)		3	7.93E-06	7.93E-06	3.4	0.7	3.4	6.37E-03	4.23E-03	1.06E-02
	G2	南墙外 (开关站)		5.3	6.85E-09	6.85E-09	3.8	0.7	3.8	4.41E-06	2.92E-06	7.33E-06
	H2	东墙医护通道防护门外 (医护通道)		3	7.93E-06	7.93E-06	3.1	0.7	3.1	7.67E-03	5.08E-03	1.28E-02
	I2	东墙外 (医护通道)		5.3	6.85E-09	6.85E-09	3.1	0.7	3.1	6.62E-06	4.39E-06	1.10E-05
	J2	楼上 (专家休息室)		4.4	1.08E-07	1.08E-07	3.42	0.7	4.12	8.60E-05	3.93E-05	1.25E-04

注：考虑球设备运行期间主射束向上或向下情况，表中计算楼上和楼下关注点的漏射辐射时，保守取距离 d (关注点至靶点的距离)=图中标注距离 d_r (患者与关注点的距离) - d_0 (X 射线球管与患者的距离)，例如计算关注点 G 漏射辐射时，距离 $d=4.12\text{m}-0.7\text{m}=3.42\text{m}$

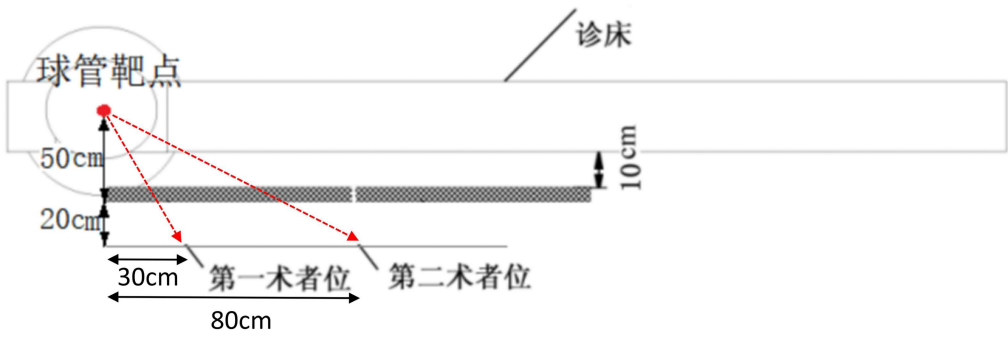
表 11-5 DSA 3 室各关注点处辐射剂量率计算结果一览表

工作模式	关注点	关注点场所	H ₀ (μSv/h)	屏蔽体铅当量厚度 (mm)	B（漏射）	B（散射）	d (m)	d ₀ (m)	d _r (m)	剂量率（μSv/h）		总辐射剂量(μSv/h)
										漏射	散射	
摄影	A3	北墙外（洁具间）	2.67E+08	5.3	1.31E-07	1.97E-07	3.6	0.7	3.6	2.70E-03	2.70E-03	5.40E-03
	B3	西墙外（设备间）		5.3	1.31E-07	1.97E-07	2.9	0.7	2.9	4.17E-03	4.16E-03	8.33E-03
	C3	西墙污物通道防护门外(污物通道)		3	4.14E-05	6.31E-05	2.9	0.7	2.9	1.31E+00	1.33E+00	2.64E+00
	D3	西墙防护门外（库房）		3	4.14E-05	6.31E-05	3.5	0.7	3.5	9.02E-01	9.12E-01	1.81E+00
	E3	南墙操作室门外（DSA2-3 室操作室）		3	4.14E-05	6.31E-05	3.9	0.7	3.9	7.27E-01	7.35E-01	1.46E+00
	F3	南墙外（DSA2-3 室操作室）		5.3	1.31E-07	1.97E-07	3.7	0.7	3.7	2.56E-03	2.55E-03	5.11E-03
	G3	南墙观察窗外（DSA2-3 室操作室）		3	4.14E-05	6.31E-05	3.7	0.7	3.7	8.07E-01	8.16E-01	1.62E+00
	H3	东墙医护通道防护门外(医护通道)		3	4.14E-05	6.31E-05	3.6	0.7	3.6	8.53E-01	8.62E-01	1.72E+00
	I3	东墙外（医护通道）		5.3	1.31E-07	1.97E-07	3.0	0.7	3.0	3.89E-03	3.89E-03	7.78E-03
	J3	楼上（特需门诊）		4.4	1.25E-06	1.89E-06	3.42	0.7	4.12	2.84E-02	1.97E-02	4.81E-02
透视	A3	北墙外（洁具间）	9.29E+06	5.3	6.85E-09	6.85E-09	3.6	0.7	3.6	4.91E-06	3.26E-06	8.16E-06
	B3	西墙外（设备间）		5.3	6.85E-09	6.85E-09	2.9	0.7	2.9	7.56E-06	5.02E-06	1.26E-05
	C3	西墙污物通道防护门外(污物通道)		3	7.93E-06	7.93E-06	2.9	0.7	2.9	8.76E-03	5.81E-03	1.46E-02
	D3	西墙防护门外（库房）		3	7.93E-06	7.93E-06	3.5	0.7	3.5	6.01E-03	3.99E-03	1.00E-02
	E3	南墙操作室门外（DSA2-3 室操作室）		3	7.93E-06	7.93E-06	3.9	0.7	3.9	4.84E-03	3.21E-03	8.06E-03
	F3	南墙外（DSA2-3 室操作室）		5.3	7.93E-06	7.93E-06	3.7	0.7	3.7	5.38E-03	3.57E-03	8.95E-03
	G3	南墙观察窗外（DSA2-3 室操作室）		3	7.93E-06	7.93E-06	3.7	0.7	3.7	5.38E-03	3.57E-03	8.95E-03
	H3	东墙医护通道防护门外(医护通道)		3	7.93E-06	7.93E-06	3.6	0.7	3.6	5.68E-03	3.77E-03	9.45E-03
	I3	东墙外（医护通道）		5.3	6.85E-09	6.85E-09	3.0	0.7	3.0	7.07E-06	4.69E-06	1.18E-05
	J3	楼上（特需门诊）		4.4	1.08E-07	1.08E-07	3.42	0.7	4.12	8.60E-05	3.93E-05	1.25E-04
注：考虑球设备运行期间主射束向上或向下情况，表中计算楼上和楼下关注点的漏射辐射时，保守取距离 d（关注点至靶点的距离）=图中标注距离 d _r （患者与关注点的距离）-d ₀ （X 射线球管与患者的距离），例如计算关注点 G 漏射辐射时，距离 d=4.12m-0.7m=3.42m												

表 11-4 机房内工作人员剂量率估算

机房	关注点位置	辅助屏蔽设施	距离 (m)	屏蔽透射因子 B	\dot{H}_0 ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)		
						漏射	散射	总和
DSA 手术室	第一术者位 铅衣内	0.5mmPb 的铅衣+0.5mmPb 的悬挂防护吊帘和床侧防护屏	1.1(漏射) 0.8(散射)	4.08E-03(漏射) 4.08E-03(散射)	9.29E+06	3.13E+01	3.92E+01	7.05E+01
	第一术者位 铅衣外	0.5mmPb 的悬挂防护吊帘和床侧防护屏	1.1(漏射) 0.8(散射)	2.52E-02(漏射) 2.52E-02(散射)		1.93E+02	2.42E+02	4.35E+02
	第二术者位 铅衣内	0.5mmPb 的铅衣+0.5mmPb 的悬挂防护吊帘和床侧防护屏	1.3(漏射) 1.0(散射)	4.08E-03(漏射) 4.08E-03(散射)		2.24E+01	2.51E+01	4.75E+01
	第二术者位 铅衣外	0.5mmPb 的悬挂防护吊帘和床侧防护屏	1.3(漏射) 1.0(散射)	2.52E-02 漏射) 2.52E-02(散射)		1.38E+02	1.55E+02	2.93E+02

注：医护人员手术时均穿戴 0.5mmPb 铅衣（或铅围裙）和 0.025mmPb 铅手套，并使用 0.5mmPb 铅防护吊帘或者（铅防护吊屏）进行防护。



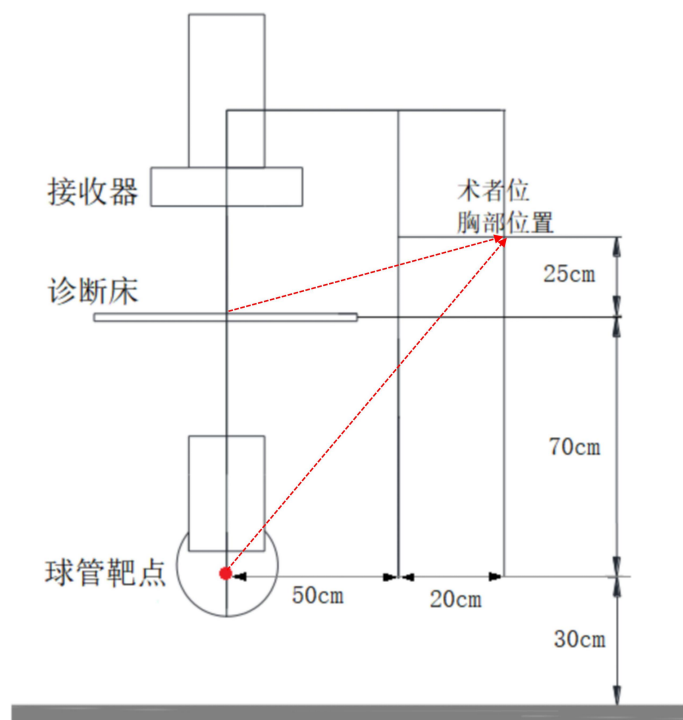


图 11-3 术者位距离示意图

由表 11-3 和表 11-4 计算结果可知，本项目 DSA 手术室在摄影模式下，机房外周围各关注点处的辐射剂量率最大值为 $2.64\mu\text{Sv/h}$ ；在透视模式下，机房周围各关注点处的辐射剂量率最大值为 $1.46\times 10^{-2}\mu\text{Sv/h}$ 。本项目机房外周围各关注点处的辐射剂量率能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；具有短时、高剂量率曝光的摄影程序，机房外的周围剂量当量率应不大于 $25\mu\text{Sv/h}$ 。”的要求。

11.2.2 工作人员及公众年有效剂量估算

根据 9.1.4 章节人员配置及工作负荷分析，本项目各岗位人员接触辐射危害因素时间及设备出束时间统计见表 11-5。

表 11-5 各岗位人员接触辐射危害因素时间及设备出束时间统计情况一览表

项目	操作方式	工作模式	最大手术量 (台/年)	年受照时间 (h/a)
DSA (单台设备)	/	摄影 (1min/台)	400	6.67
		透视 (15min/台)		100
医师	隔室操作	摄影 (1min/台)	200 (单人)	3.33
	同室操作	透视 (15min/台)		50

护士	隔室操作	摄影（1min/台）	200（单人）	3.33
	同室操作	透视（15min/台）		50
操作技师	隔室操作	摄影（1min/台）	200（单人）	3.33
		透视（15min/台）		50

（1）计算公式

①机房外工作人员及公众年有效剂量

参照联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）--2000 年报告附录 A 公式，机房外人员受照射的有效剂量可按照以下公式估算：

$$H=\dot{H} \cdot T \cdot t \cdot 10^{-3} \quad (\text{式 11-5})$$

式中：

H —X 射线外照射人均有效剂量，mSv；

\dot{H} —关注点周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

T —居留因子，参考《辐射防护手册第三分册辐射安全》居留因子 T 按三种情况取值：

1) 全居留因子 $T=1$ ；2) 部分居留 $T=1/4$ ；3) 偶然居留 $T=1/16$ ；

t —X 射线年照射时间，h/a。

②机房内工作人员年有效剂量

介入手术人员穿戴铅衣，年受照剂量计算公式按照国家标准 GBZ 128-2019 见式 11-6：

$$E=\alpha H_u+\beta H_o \quad (\text{式 11-6})$$

式中：

E —有效剂量中的外照射分量；

α —系数，工作人员穿戴铅围脖，有甲状腺屏蔽，取 0.79；

H_u —铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的 $H_p(10)$ ；按照公式 11-5 理论进行理论计算；

β —系数，工作人员穿戴铅围脖，有甲状腺屏蔽，取 0.051；

H_o —铅围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的 $H_p(10)$ ；按照公式 11-5 理论进行理论计算。

（2）工作人员年有效剂量

根据机房外关注点剂量率和机房内剂量率估算结果（见表 11-3 和表 11-4），结合医院提供的工作负荷情况（见表 11-5），对本项目机房工作人员有效剂量进行理论计算，计算

结果见表 11-6。

表 11-6 本项目机房工作人员年有效剂量计算结果一览表

工作场所	工作人员	工作模式	工作时间（h）	剂量率（μSv/h）		居留因子	年有效剂量（mSv）	
DSA1室	医师	隔室摄影	3.33	控制室	2.64	1	8.79E-03	3.90
		同室透视	50	第一术者位（铅衣内）	7.05E+01		3.89	
				第一术者位（铅衣外）	4.35E+02			
	护士	隔室摄影	3.33	控制室	2.64	1	8.79E-03	2.63
		同室透视	50	第二术者位（铅衣内）	4.75E+01		2.62	
				第二术者位（铅衣外）	2.93E+02			
	操作技师	隔室摄影	3.33	控制室	2.64	1	8.79E-03	9.52E-03
		隔室透视	50	控制室	1.46E-02		7.35E-04	
	公众（E1）	隔室摄影	6.66	医护通道	1.62	1/4	2.69E-03	2.71E-03
		隔室透视	100		8.95E-03		2.24E-04	
DSA2室	医师	隔室摄影	3.33	控制室	1.62	1	5.39E-03	3.90
		同室透视	50	第一术者位（铅衣内）	7.05E+01		3.89	
				第一术者位（铅衣外）	4.35E+02			
	护士	隔室摄影	3.33	控制室	1.62	1	5.39E-03	2.63
		同室透视	50	第二术者位（铅衣内）	4.75E+01		2.62	
				第二术者位（铅衣外）	2.93E+02			
	操作技师	隔室摄影	3.33	控制室	1.62	1	5.39E-03	5.87E-03
		隔室透视	50	控制室	8.95E-03		4.48E-04	
	公众（H2）	隔室摄影	6.66	洁净通道	2.31	1/4	3.84E-03	3.87E-03
		隔室透视	100		1.28E-02		3.2E-04	
DSA3室	医师	隔室摄影	3.33	控制室	1.62	1	5.39E-03	3.90
		同室透视	50	第一术者位（铅衣内）	7.05E+01		3.89	
				第一术者位（铅衣外）	4.35E+02			
	护士	隔室摄影	3.33	控制室	1.62	1	5.39E-03	2.63
		同室透视	50	第二术者位（铅	4.75E+01		2.62	

				衣内)				
				第二术者位 (铅衣外)	2.93E+02			
	操作技师	隔室摄影	3.33	控制室	1.62	1	5.39E-03	5.87E-03
		隔室透视	50	控制室	8.95E-03		4.48E-04	
	公众 (H3)	隔室摄影	6.66	洁净通道	1.72	1/4	286E-03	3.80E-03
		隔室透视	100		9.45E-03		9.45E-04	

辐射工作人员剂量叠加：由于本项目各 DSA 手术室集中区域设置，为估算项目运行对辐射工作人员造成的最大附加剂量，考虑相邻设备同时运行对同一区域人员的叠加影响，结合表 11-13 可知：本项目各 DSA 手术室正常运行时所导致辐射工作人员年有效剂量最大值为 3.90mSv，在不考虑方位距离和居留因子的情况下，相邻 DSA 手术室对共用 DSA2 和 DSA3 操作间人员的年有效剂量为 9.52×10^{-3} mSv，叠加后为 3.90mSv/a，均能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和本项目提出的辐射工作人员剂量约束值不超过 5mSv/a 的要求。

此外，本项目通过最大瞬时剂量率预测人员受照剂量，所使用的计算公式及各项参数均为偏保守取值，本项目建成运行后，医院应按照标准要求为介入手术人员佩戴内、外双个人剂量计，进行个人剂量监测，以实际监测结果作为辐射工作人员职业照射剂量，当监测结果出现超剂量调查水平时，应根据实际情况进行调查分析，根据调查情况，采取相应的措施，保证辐射工作人员的年受照剂量低于年有效剂量约束值。

公众人员剂量叠加：由于本项目各 DSA 手术室集中区域设置，为估算项目运行对公众造成的最大附加剂量，考虑相邻设备同时运行对同一区域人员的叠加影响，结合表 11-13 可知：一楼影像中心 DSA 手术室相邻区域（洁净通道）的公众可能同时受到手术室设备运行的叠加影响，叠加后公众年有效剂量最大值为 1.04×10^{-2} mSv/a，能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和本项目提出的公众剂量约束值不超过 0.25mSv/a 的要求。

11.2.3 项目周围环境保护目标的辐射影响分析

根据表 11-9 可知，本项目 DSA 手术室在摄影模式下，机房外周围各关注点处的辐射剂量率最大值为 $2.64 \mu\text{Sv/h}$ ；在透视模式下，机房周围各关注点处的辐射剂量率最大值为 $1.46 \times 10^{-2} \mu\text{Sv/h}$ ，DSA 摄影时间为 6.66h/a，透视时间为 100h/a，保守取 50m 评价范围内公众的居留因子为 1，保守不考虑 50m 范围的其他各种障碍屏蔽，则本项目 DSA 所致评价范

国内公众受照剂量最大为 $1.90 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ($2.64 \mu\text{Sv/h} \times 6.66 \text{h/a} + 1.46 \times 10^{-2} \mu\text{Sv/h} \times 100 \text{h/a}$)，可知本项目 50m 评价范围内的公众年有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求和本项目提出的公众剂量约束值不超过 0.25mSv/a 的要求。

11.2.4 手术医生的防护要求

- （1）提高辐射防护和诊疗技术水平，全面掌握辐射防护法规与技术知识；
- （2）结合诊疗项目实际情况，综合运用时间、距离与屏蔽防护措施，以减少受照剂量；
- （3）建议佩带 2 枚个人剂量计，1 枚佩戴于铅围裙内胸部附近，1 枚佩戴于铅围裙外锁骨对应的领口位置，并且将内、外剂量计做明显标记（如以对比鲜明的颜色进行区分等），防止内、外剂量计混戴的情况发生；
- （4）严格开展介入手术医生的个人剂量监测，发现问题及时调查、整改；
- （5）时间防护：熟悉机器性能和介入操作技术，尽量减少照射和采集时间。避免与诊疗无关的曝光情况；
- （6）缩小照射野：在满足影像采集质量和诊疗需要的前提下，尽量缩小照射野、调节透视脉冲频率至最低状态；
- （7）缩短物片距：尽量让影像增强器或平板靠近患者，减少散射线；
- （8）充分利用各种防护器材：操作者穿戴铅衣、铅围脖、铅帽、铅眼镜或铅面罩；处于生育年龄者还可加穿铅三角裤；使用床侧防护帘及铅悬挂防护吊帘；重大手术需要技师、护师或其他人员在机房内时，除佩戴上述物品，最好配有铅屏风，让上述人员在屏风后待命，并做好其他个人防护。

另外，由于介入手术的特殊性，介入操作人员在为挽救他人生命的条件下，可能会因手术时间较长而使其受照剂量超过由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均） 20mSv 的情况，若发生此种情况，项目单位应根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“6.2.2 特殊情况的剂量控制”的相关要求，向审管部门提出正式申请，经审查认可后，方可进行例外的临时改变；未经审管部门认可，不得进行临时改变。

11.2.5 废气环境影响分析

本项目运行时，射线装置在开机过程中发射的 X 射线接触空气，会产生微量臭氧及氮氧化物等有害气体（主要为臭氧），根据设计单位提供的相关资料以及本报告 10.1.6 分析

可知，本项目拟在 DSA 手术室内设计动力通风装置，可保证机房内良好的通风效果，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中通风的要求。

11.3 事故影响分析

11.3.1 事故等级

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条对于事故的分级原则，根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，本项目设备属于Ⅱ类射线装置，主要环境风险因子为 X 射线，危害因素为 X 射线超剂量照射，射线装置只有在开机状态下才会产生 X 射线，一旦切断电源便不会再有射线产生。故本项目可能发生的辐射事故分级为一般辐射事故（Ⅳ级）。

11.3.2 事故类型及预防措施

本项目可能发生的辐射事故如下：

（1）射线装置安装调试阶段，可能由于设备参数设置不当、误操作、设备尚未具备正常运行的条件，或者人员未进行恰当的防护造成在场人员受到过量照射。

（2）射线装置投入运行后，由于设备故障、操作不当、辐射工作人员没有穿戴防护用品等情况下，医生在同室操作时可能受到超剂量的 X 射线照射。

（3）门灯联动装置和闭门装置出现故障，在防护门没有关闭的情况下出束，或射线装置工作时无关人员打开防护门误入，对门外人员及误入人员造成误照射。

（4）机房内无关人员未全部撤出机房，人员操作失误启动射线装置，造成人员误照射。

（5）设备检修维护时，设备维修人员违反操作规程或误操作，造成人员误照射。

针对本项目可能发生的辐射事故，医院计划采取以下预防措施：

（1）射线装置安装调试及维修时，由辐射安全管理人员监督，按照操作规程执行，防止误操作；

（2）制定辐射安全管理制度并进行培训，要求人员上岗时，需穿戴围脖、铅围裙和防护眼镜等防护用具，工作人员互相提醒；并为工作人员佩戴个人剂量计监测，每 3 个月送检一次，发现超剂量调查水平，配合监测单位调查并及时整改；

（3）定期对辐射工作场所及设备的辐射防护检测和检查，有异常及时整改；

（4）制定完善的操作规范，对操作人员定期培训，严格按照操作规范操作，在设备曝

光前确保各机房门关闭，方可使用设备出束检查；

(5) 组织辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台参加相应类别的培训学习，仅使用Ⅲ类射线装置的辐射工作人员，由核技术利用单位自行组织考核，其它辐射工作人员均应参加平台的统一考核，考核合格后方可上岗。

11.3.3 事故后果计算

项目估算射线装置运行最大潜在事故后果，本项目最大潜在事故状态为 DSA 运行时，对人员造成的误照射。假设考虑人员在无其他屏蔽的情况下处于射线装置机房内，由于 DSA 手术室内床旁和操作台等人员易接触的位置设置有急停按钮，只要按下此按钮就可以停止出束，因此 DSA 设备事故状态的受照时间取 30s。公众闯入时，距离按 2m 考虑，职业人员和检修人员受照时，距离按 1m 考虑。一般情况下，DSA 不会发生主射束直接向人体照射情况，本次初始源强保守取在透视条件下距靶 1m 处输出剂量率计算，在事故状态下环境影响分析结果见表 11-10。

表 11-10 事故情况下剂量率计算结果一览表

设备	事故类型	人员	事故状况概述	距离 (m)	事故状态下源强 (μSv/h)	受照剂量 (Sv)
DSA	(1)、(2)	辐射工作人员	人员无防护受照	1	9.29E+06	$9.29E+06 \times (30/3600) / (1 \times 1) = 0.08$
	(3)、(4)	公众		2		$9.29E+06 \times (30/3600) / (2 \times 2) = 0.02$
	(5)	辐射工作人员		1		$9.29E+06 \times (30/3600) / (1 \times 1) = 0.08$

根据上表可知，射线装置在事故状态下短时间内可导致公众受照射剂量超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中公众年受照射剂量 1mSv/a 限值；可导致辐射工作人员受照射剂量超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中辐射工作人员年受照射剂量 20mSv/a 限值，构成一般辐射事故。

11.3.4 辐射事故应急处理及报告

发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取应急措施，并在两小时内填写初始报告，向生态环境主管部门报告。若造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

一旦发生辐射事故，应按以下基本原则进行处理：

（1）第一时间断开电源，停止 X 射线的产生。

（2）及时检查、估算受照人员的受照剂量，根据估算结果，必要时及时安置受照人员就医检查。

（3）及时处理，出现事故后，应尽快集中人力、物力，有组织、有计划的进行处理，可缩小事故影响，减少事故损失。

（4）事故处理后应整理资料，及时总结报告。医院对于辐射事故进行记录：包括事故发生的时间和地点，所有涉及的事故责任人和受害者名单；对任何可能受到照射的人员所做的辐射剂量估算结果；所做的任何医学检查及结果；采取的任何纠正措施；事故的可能原因；为防止类似事件再次发生所采取的措施。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条第一款：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。

医院成立了辐射安全和防护管理领导小组，落实了小组的成员及其职责，并通过此领导小组进一步建立辐射安全防护责任制度，落实安全责任，制订辐射防护措施等。加强辐射安全管理，制定放射诊疗设备和放射性物质的相关操作规程、辐射事故应急处理预案等，并负责组织开展放射事件的应急处理救援工作。

(1) 领导小组成员

组 长：覃广豪

副组长：张雪

成 员：张毅 吴广贤 林燕玲

(2) 工作职责

①负责组织执行国家关于辐射安全与诊疗管理的法律法规。

②负责领导医院辐射环境安全和防护管理工作。

③负责组织研究制定和修订医院辐射安全和防护管理相关制度。

④负责研究制定医院辐射环境安全和放射诊疗防护方案。

⑤负责医院辐射环境安全和防护事故应急处理总协调，与上级行政管理部门、生态环境、公安、卫生等相关部门的联络、报告应急处理工作。

⑥负责定期组织专家对辐射工作场所和放射诊疗设备进行安全检查、评估和通报，督导有关放射诊疗科室的安全防护工作。

⑦负责辐射环境安全和放射诊疗防护基础设施建设达标。

⑧负责对辐射工作人员的资格进行审核，定期公布获得或取消辐射工作人员资格名单。

⑨负责辐射工作人员的管理，定期组织专家对辐射工作人员个人剂量和健康情况进行分

析、评估和通报。

医院成立文件中明确了辐射安全和防护管理领导小组组成架构及相关职责，设置的辐射安全与环境保护管理机构能够满足医院开展辐射安全与环保管理工作的要求。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用放射性同位素、射线装置的单位应有健全的操作规程、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；有完善的辐射事故应急措施。

医院针对原有的核技术应用项目，已制定了《辐射安全管理制度》、《辐射事故应急处理预案》、《辐射安全防护和保卫制度》、《个人剂量、辐射场所监测计划》、《人员培训计划》、《设备检修维护制度》、《辐射工作岗位职责》等规章制度。医院根据本项目情况进一步细化完善相关的辐射安全制度，包括人员辐射安全培训计划、个人剂量内外章佩戴管理、辐射工作场所监测计划等内容，进一步明确了辐射安全管理小组及人员的工作职责，辐射监测计划和辐射安全应急措施针对性强，可行性强。项目投入运行后，将制定的与本项目相关《DSA 操作规程》一并纳入原辐射安全管理制度执行，并将《辐射安全管理制度》、《辐射事故应急处理预案》、《DSA 操作规程》相关规章制度上墙。

12.3 辐射工作人员培训

根据《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（国家生态环境部 2021 年第 9 号公告）和《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考试有关事项的公告》（国家生态环境部 2019 年第 57 号公告）的有关要求，对于仅从事 III 类射线装置使用的辐射工作人员，医院可自行组织培训与考核，并妥善留存相关辐射工作人员考核记录；对于从事 II 类射线装置使用的辐射工作人员，应及时参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行网络培训学习，并报名辐射安全与防护现场考试，确保辐射工作人员持证上岗。

医院停业期间辐射工作人员暂停辐射工作，本项目所需的辐射工作人员均拟新招聘，本次新增使用的射线装置为 II 类，因此，在本项目建成投入使用前，医院拟安排新聘辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台参加相应类别培训和集中考核，考核合格后方可上岗(考核成绩报告单有效期五年)。

12.4 年度评估情况

本次评价的核技术利用项目正式运行后，医院应每年委托有相关监测资质的单位对辐射工作场所进行监测，对本单位核技术利用项目的安全防护状况进行评估，同时按要求每年编制辐射安全与防护状况年度评估报告，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

12.5 辐射监测

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》及《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的要求，医院须对使用射线装置、辐射工作场所及辐射从业人员开展辐射监测工作，以确保辐射工作人员的职业健康，保障环境安全，规范辐射工作防护管理。

12.5.1 竣工环境保护验收监测

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），建设单位是建设项目环境保护验收的责任主体，本项目竣工后，建设单位应按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》和《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范核技术利用》（HJ1326-2023）规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，验收报告分为验收监测（调查）报告、验收意见和其他需要说明的事项等三项内容。

建设单位应先进行验收自查，包括环保手续履行情况、项目情况以及辐射安全与防护设施建设情况。通过全面自查，发现环境保护审批手续不全的发生重大变动且未重新报批环境影响报告表或环境影响报告表未经批准的、未按照环境影响报告表及其审批部门审批决定要求建成辐射安全与防护设施、落实辐射安全与防护措施，应办理相关手续或整改完成后再继续开展验收工作。

建设单位应如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编制验收监测（调查）报告。建设单位不具备编制验收监测（调查）报告能力的，可以委托有能力的技术机构编制。验收监测（调查）报告编制完成后，建设单位应当根据验收监测（调查）报告结论，逐之检查是否存在验收不合格的情形，提出验收意见。存在问题的，建设单位应当进行整改，整改完成后方可提出验收意见。为提高验收的有效性，在提出验收意见的过程中，建设单位可以组织成立验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式，协助开展验收工作。验收工作组可以由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监

测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等组成，代表范围和人数自定。环保设施的验收期限一般不超过 3 个月。验收报告应通过全国建设项目竣工环境保护验收信息系统平台向社会公开，并形成验收档案。

本项目竣工环境保护验收一览表见表 12-1。

表 12-1 本项目竣工环境保护验收一览表

项目	设施（措施）	数量/验收要求
主要功能房间	DSA 手术室、控制室、设备间、污物通道、患者缓冲间等	各 1 间，共计 3 间
机房屏蔽措施及辐射剂量率	机房墙体、顶棚、地板、防护门窗等屏蔽防护措施和设施的施工及安装，具体防护参数见表 10-3	（1）透视模式下，机房外 30cm 处周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h； （2）摄影模式下，机房外 30cm 处周围剂量当量率应不大于 25μSv/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 0.25mSv。
安全装置	控制区、监督区标识，电离辐射警告标志	各机房按要求配置 1 套
	工作状态指示灯、门灯联动装置	
	放射防护注意事项告知栏	
	自动闭门装置	
	防夹装置	
	急停按钮	
个人防护用品（单个机房）	辐射工作人员铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅橡胶围裙、铅防护眼镜(以上防护用品铅当量不小于 0.25mmPb)、介入防护手套(铅当量不小于 0.025mmPb)	铅橡胶围裙（0.5mmPb）、铅橡胶颈套（0.5mmPb）、铅防护眼镜（0.5mmPb）、铅橡胶帽子（0.5mmPb）、介入防护手套（0.025mmPb）各 4 件
	受检者成人铅橡胶性腺防护围裙、成人铅橡胶颈套（铅当量不小于 0.25mmPb），儿童铅橡胶围裙、儿童铅橡胶帽子、儿童铅橡胶颈套（铅当量不小于 0.5mmPb）	铅橡胶性腺防护围裙（0.5mmPb）、铅橡胶颈套（0.5mmPb）、铅橡胶帽子（0.5mmPb）各 1 件； 儿童铅橡胶方巾（0.5mmPb）、铅橡胶颈套（0.5mmPb）、铅橡胶帽子（0.5mmPb）各 1 件
	铅防护吊帘、床侧防护帘(0.5mmPb)。	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘（0.5mmPb）、床侧防护帘/床侧防护屏（0.5mmPb）各 1 件
辐射监测仪器	拟配备 1 台 X、γ辐射剂量率检测仪	配备 1 台 X、γ辐射剂量率检测仪，并在投入使用前送检
通风设施	动力通风系统	各机房按要求配置 1 套

辐射安全管理措施	《辐射安全与防护管理制度》、《辐射事故（件）应急处理预案》、《DSA 操作规程》相关规章制度上墙	/
	本项目涉及所有辐射工作人员均按照辐射与安全防护培训，确保持证上岗；按要求进行职业健康体检和个人剂量监测	

12.5.2 辐射工作人员个人剂量监测

按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）的要求：

- （1）辐射工作人员应配备个人剂量计，并定期（每季度 1 次）送检；
- （2）介入手术操作的辐射人员手术时，辐射主要来自于前方，外剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般在左胸前或锁骨对应的领口位置，内剂量计应佩戴在铅围裙内躯干上，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）。
- （3）医院落实个人剂量监测制度，统一管理个人剂量计，避免出现工作人员剂量计丢失等现象，定期将个人剂量计送至监测单位检查，并建立个人剂量管理档案。

12.5.3 辐射工作场所监测

医院拟配备 1 台 X、 γ 辐射剂量率检测仪，每 3 个月对辐射工作场所进行 1 次监测，辐射工作场所 X、 γ 辐射剂量率日常监测布点应包括操作位、防护门、观察窗、四周墙壁等屏蔽体外表面 30cm 处和楼上 1m 处，每 3 个月 1 次；辐射防护设施日常检查，包括安全联锁装置、辐射警示标识等，频率每天一次，日常自行监测质量保证措施：

- （1）监测仪器应在投入使用前和每年定期经计量部门检定或校准，检定合格或经校准确认后方可使用。
- （2）严格按照日常监测计划的布点要求布置监测点位，确保布点合理性及科学性。
- （3）监测方法采用国家有关部门颁布的标准。
- （4）每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。
- （5）由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

针对本项目运行后的监测，医院制定了辐射监测计划（表 12-2），并将每次监测结果记录存档备查。

表 12-2 辐射监测计划一览表

监测对象		监测类别	监测方案	监测项目	监测频率
DSA 手术室	机房屏蔽	验收监测	机房四周屏蔽墙外 30cm、操作位、防护门及门缝、电缆沟、穿墙孔以及楼上 1m 处进行监测	周围剂量当量率	验收期限一般不超过 3 个月
	50m 范围外环境		机房四周屏蔽墙外 50m 范围内	周围剂量当量率	
	机房屏蔽	日常监测	机房四周屏蔽墙外 30cm、操作位、防护门及门缝、电缆沟、穿墙孔以及楼上 1m 处进行监测	周围剂量当量率	每 3 个月 1 次
	电离辐射警示标志、安全联锁、工作状态指示灯等安全装置		实测并检查	安全设施	每次使用前
	机房屏蔽	年度监测	机房四周屏蔽墙外 30cm、操作位、防护门及门缝、电缆沟、穿墙孔以及楼上 1m 处进行监测	周围剂量当量率	每年 1 次
	50m 范围外环境		机房四周屏蔽墙外 50m 范围内	周围剂量当量率	每年 1 次
辐射工作人员个人剂量监测		个人剂量监测	佩戴个人剂量计	个人剂量当量率	每季度送检 1 次

12.6 辐射事故应急

医院开展核技术利用项目多年，医院根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法律法规重新完善制定了《辐射事故应急处理预案》。本项目建成后，一并纳入该应急处理预案进行管理，并将在后续日常工作实践中根据实际工作经验不断完善辐射事故应急预案，确保应急预案的可操作性。

（一）应急领导小组

医院成立辐射事故应急救援工作小组，组织、开展辐射事故的应急救援工作, 其职责之一是辐射事故应急处理。成员如下：

组 长：覃广豪

副组长：张雪

成 员：张毅 吴广贤 林燕玲

应急联系电话：19128636481

广东省生态环境厅：020-87531393

广东省公安局： 020 8383 2980

广州市生态环境局应急联系电话：020 8320 3030

广州市卫生健康局应急联系电话：020 8108 6035

（二）应急处理领导小组职责：

1、定期组织对辐射诊疗场所、设备和人员的放射防护情况进行自查和监测，发现事故隐患及时上报至领导并落实整改措施；

2、发生射线装置失控及人员受超剂量照射事故等，应启动本预案；

3、事故发生后立即组织有关部门和人员进行辐射事故应急处理；

4、负责事故发生后 2 小时内向卫生健康行政部门、环保部门和公安部门及时报告事故情况；

5、负责辐射事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作；

6、辐射事故中人员受照时，要通过个人剂量计或其它工具、方法迅速估算受照人员的受照剂量。

7、负责迅速安置受照人员就医，组织控制区内人员的撤离工作，并及时控制事故影响，防止事故的扩大蔓延。

12.7 环保投资

本项目总投资 3000 万元，主要用于医疗设备购置和辐射防护屏蔽施工及防护设施等，其中用于环保方面的投资为 300 万元，占项目总投资的 10%。本项目环保投资估算详见表 12-3。

表 12-3 本项目环保投资一览表

序号	环保措施	环保投资
1	机房设置相关安全防护设施，包括机房进行土建设施施工、屏蔽防护工程施工（砌墙、安装铅板防护、增加硫酸钡防护涂料防护、增加防护补偿、安装防护门和观察窗等）	275 万元
2	设置动力通风系统，经通风系统排至楼外环境大气	8 万元

3	机房设置安全防护措施（张贴电离辐射警示标识、安装工作状态指示灯、购置个人防护用品、安装监控对讲等）	5 万元
4	进行个人剂量监测、辐射安全培训、职业健康体检、事故风险应急演练	2 万元
5	购置 X、 γ 辐射剂量率检测仪、对机房进行环境影响评价及竣工环保验收、年度监测和日常监测	10 万元
合计		300 万元

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 工程项目概况

广东省博济医院有限公司计划在门诊综合楼一楼影像中心改扩建 3 间数字减影血管造影（以下简称“DSA”）机房（命名为 DSA 1-3 室）及其辅助用房，并分别在机房内新增使用 1 台 DSA 装置（最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA），用于介入手术中的放射诊疗。

13.1.2 辐射环境现状评价

本项目位于广州市白云区永平街白云大道北 345 号广东省博济医院有限公司一楼内，本项目拟建辐射工作场所及周边环境的室外环境 γ 辐射剂量率为 105~120nGy/h，室内环境 γ 辐射空气吸收剂量率为 110~163nGy/h。室外 γ 辐射剂量率与室内 γ 辐射剂量率处于正常环境本底水平。

13.1.3 辐射安全与防护分析评价

（1）工作场所布局与分区评价

本项目射线装置均设有独立机房，并对辐射工作场所进行分区管理，设立监督区和控制区，分区、布局合理。

（2）辐射安全与防护措施评价

本项目辐射工作场所的屏蔽设施符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）等技术标准的相关要求；辐射工作场所充分考虑了邻室（含楼上）及周围场所的人员防护与安全。

（3）环境影响分析结论

根据本报告表 11 对本次核技术利用项目周边环境及人员的辐射影响分析可知，在正常情况下，本项目 DSA 手术室屏蔽体外关注点处的周围剂量当量率均能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h；具有短时、高剂量率曝光的摄影程序，机房外的周围剂量当量率应不大于 25 μ Sv/h。”的要求。辐射工作人员和公众年受照剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众受照剂量限值要求，同时

满足本项目提出的剂量约束值要求：职业照射的剂量约束值不超过 5mSv/a，公众照射剂量约束值不超过 0.25mSv/a。

13.1.4 辐射安全管理评价

医院成立了辐射安全和防护管理领导小组，落实了组织架构及其职责，制定了较完善及可行的辐射事故应急预案和辐射安全管理规章制度；结合本项目实际情况，制定了切实可行的辐射监测计划。制定了相关射线装置的操作规程，明确了相关科室及工作人员的岗位职责。综上所述，医院辐射安全管理符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关要求，具有一定的辐射安全管理能力。

13.1.5 项目建设可行性分析结论

（1）项目实践正当性分析

本项目建成后具有良好的社会经济效益，其建设有利于快速提升医疗服务能力和服务水平，可满足日益增长的医疗保障需求，促进医疗卫生事业发展，同时完善城市功能，为社会经济快速发展提供有力的民生保障。落实本项目各项污染防治措施，其获得的利益远大于辐射所造成的损害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

（2）项目选址合理性分析

本次项目的评价范围为拟建辐射工作场所实体屏蔽物边界外 50m 的区域，本项目评价范围内主要为医院门诊综合楼以及院内外道路，以上场所内环境保护目标主要是本项目辐射工作人员及医院内部医务人员、接诊患者、出入医院及周边的公众人员。本项目拟建机房相邻区域未毗邻儿科、新生儿科和产科等敏感科室，根据表 11 的环境影响分析，本项目按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）做好机房屏蔽防护措施和安全防护措施、严格执行辐射安全管理制度的情况下，对周围环境及人员的辐射影响低于本报告提出的年受照剂量约束值，故本环评认为本项目选址可行。

13.1.6 产业政策符合性分析

本次核技术利用项目的建设旨在提高诊断治疗水平，更好的解除病人痛苦、挽救病人生命，提高医疗质量、改善患者就医环境，符合国家卫生事业发展的政策要求。另外本项目的建设属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》鼓励类第三十七条、卫生健康，因

此，本项目符合国家产业政策。

13.1.7 环境影响评价结论

综上所述，项目建设方案按照环境保护法规和有关辐射防护要求进行设计，建设过程如能严格按照设计方案进行施工，质量能达到要求时，在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该单位将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施；本项目正常运行时，对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求，从环境保护和辐射安全角度论证，该建设项目可行。

13.2 建议与承诺

（1）根据《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》（国务院 682 号令），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。本项目竣工后，建设单位应根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》和《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》的相关要求对本项目进行验收。本项目经验收合格后，方可投入运营。

（2）本评价报告在建设单位所提资料的基础上编制而成，若建设单位在后期建设和经营活动中，发生内容重大变动，则必须向生态环境部门申报，并按要求做变更环评。

表 14 审批

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

附件 1 委托书

委 托 书

广州达盛检测技术服务有限公司：

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》等相关法律法规的规定和广东省生态环境厅的相关规定，我单位 广东省博济医院有限公司核技术利用建设项目 需做辐射环境影响评价，特委托贵单位承担该项目的辐射环境影响评价工作。

根据该项目环境影响评价的需要，我单位将提供项目的有关文件、技术资料和协助现场踏勘。

有关该项目环境影响评价的其它事宜，由双方共同协商解决。

广东省博济医院有限公司

2025年10月31日

附件 2 辐射安全许可证



辐射安全许可证

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

单位名称：广东省博济医院有限公司

统一社会信用代码：91440101MA5CK6UG48

地址：广州市白云区永平街白云大道北345号

法定代表人：覃运中

证书编号：粤环辐证[A2825]

种类和范围：使用Ⅲ类射线装置（具体范围详见副本）。

有效期至：2030年12月03日



发证机关：广州市生态环境局

(公章)

发证日期：2025年12月04日

中华人民共和国生态环境部监制

341096



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	广东省博济医院有限公司			
统一社会信用代码	91440101MA5CK6UG48			
地 址	广州市白云区永平街白云大道北 345 号			
法定代表人	姓 名	覃运中	联系方式	19128636481
辐射活动场所	名 称	场所地址		负责人
	八楼手术室	广东省广州市白云区永平街白云大道北 345 号		张雪
	一楼 CT 室	广东省广州市白云区永平街白云大道北 345 号		张雪
	一楼 DR 室	广东省广州市白云区永平街白云大道北 345 号		张雪
证书编号	粤环辐证[A2825]			
有效期至	2030 年 12 月 03 日			
发证机关	广州市生态环境局			
发证日期	2025 年 12 月 04 日			





辐射安全许可证

(副本)



中华人民共和国生态环境部监制



(一) 放射源

证书编号：粤环辐证[A2825]

证书编号：粤环辐证[A2825]		使用台账												备注	
活动种类和范围				使用台账										备注	
序号	辐射活动 场所名称	核素	类别	活动 种类	总活度(贝可)/ 活度(贝可) × 枚数	编码	出厂活度 (贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请 单位	监管 部门		
此页无内容															



(二) 非密封放射性物质

证书编号：粤环辐证[A2825]

附件 1：《辐射工作单位辐射安全许可证申请表》											
活动种类和范围											
序号	活动种类和范围						备注				
	辐射活动 场所名称	场所等级	核素	物理状态	活动种类	用途	日最大操作量 (贝可)	日等效最大操作量 (贝可)	年最大用量 (贝可)	申请 单位	监管 部门
此页无内容											



(三) 射线装置

证书编号：粤环辐证[A2825]

序号	活动种类和范围				使用台账				备注			
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
1	八楼手术室	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	移动式C臂X射线机	BG9000	2010-024	管电压 120 kV 管电流 70 mA	上海百腾医疗装备实业有限公司		
2	一楼CT室	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	III类	使用	1	全身X射线计算机断层螺旋扫描机	SOMATOM Emotion 16-slice configuration	86170	管电压 130 kV 管电流 345 mA	上海西门子医疗器械有限公司		
3	一楼DR室	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	数字化摄影X射线机	QTMDR-BS1	2BS1AG00063	管电压 150 kV 管电流 630 mA	宽腾(北京)医疗技术有限公司		



(四) 许可证条件

证书编号：粤环辐证[A2825]

此页无内容



5/7



(五) 许可证申领、变更和延续记录

证书编号: 粤环辐证[A2825]				
序号	业务类型	批准时间	内容事由	申领、变更和延续前许可证号
1	申请	2025-12-04	申请, 批准时间: 2025-12-04	粤环辐证[A2825]
2	申请	2021-08-13	申请, 批准时间: 2021-08-13	粤环辐证[A0432]





(六) 附件和附图

证书编号: 粤环辐证[A2825]



7/7

附件 3 原有核技术利用项目环保手续

建设项目环境影响登记表

填报日期：2025-11-14

项目名称	广东省博济医院有限公司使用三类医用射线装置		
建设地点	广东省广州市白云区永平街白云大道北345号	占地面积(m²)	128
建设单位	广东省博济医院有限公司	法定代表人或者主要负责人	覃运中
联系人	张雪	联系电话	
项目投资(万元)	1500	环保投资(万元)	200
拟投入生产运营日期	2025-12-30		
建设性质	新建		
备案依据	该项目属于《建设项目环境影响评价分类管理名录》中应当填报环境影响登记表的建设项目，属于第172 核技术利用建设项目项中销售 I 类、II 类、III 类、IV 类、V 类放射源的；使用 IV 类、V 类放射源的；医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的；销售非密封放射性物质的；销售 II 类射线装置的；生产、销售、使用 III 类射线装置的。		
建设内容及规模	1、在医院一楼医学影像中心DR室新购入1台：数字化摄影X射线机，厂家：宽腾（北京）医疗技术有限公司，型号：QTMDR-BS1，参数：150kV/630mA，序列号：2BS1AG00063。 2、搬迁1台CT机放置在一楼医学影像中心CT室：全身X射线计算机体层，厂家：上海西门子医疗器械有限公司，型号：SOMATOM Emotion 16-slice configuration，参数：130kV，345mA，序列号：86170。 3、搬迁1台移动C臂机放置在八楼手术室1与手术室2：移动式C臂X射线机，厂家：上海百腾医疗装备实业有限公司，型号：BG9000，参数：120kV，70mA，序列号：2010-024。		

主要环境影响	辐射环境影响	采取的环保措施及排放去向	环保措施： 污染防治措施1、警示标识：X射线装置工作场所设置电离辐射警示标志及中文警示说明，并安装工作警示灯，设备工作时开启警示灯，告诫无关人员勿靠近照射场地。2、屏蔽防护措施：X射线装置工作场所具有符合要求的机房屏蔽；3、防护用品：单位为工作人员配备了个人剂量计，并为检查人员配备了必要的防护用品。二、安全管理措施1、加强辐射安全管理，设立辐射安全机构，对工作人员进行有关辐射安全方面的教育和培训；2、工作人员持证上岗，并严格遵守操作规程；3、制订并执行辐射防护措施；4、工作人员使用放射性个人防护用品并进行个人剂量监测；5、制定辐射事故应急预案，防治辐射污染；6、机房门口安装出束警示灯，门口贴电离辐射标识。
<p>承诺：广东省博济医院有限公司覃运中承诺所填写各项内容真实、准确、完整，建设项目符合《建设项目环境影响登记表备案管理办法》的规定。如存在弄虚作假、隐瞒欺骗等情况及由此导致的一切后果由广东省博济医院有限公司覃运中承担全部责任。</p> <p style="text-align: center;">法定代表人或主要负责人签字：</p>			
<p>备案回执</p> <p>该项目环境影响登记表已经完成备案，备案号：202544011100000156。</p>			

附件 4 拟建项目环境辐射现状监测报告



监 测 报 告

报告编号：HJ20250057

项 目 名 称： Project name	广东省博济医院有限公司核技术利用建设项目辐射环境现状监测
委 托 单 位： Client	广东省博济医院有限公司
监 测 类 别： Monitoring Type	委托监测
报 告 日 期： Report Date	2025 年 11 月 5 日



说 明

1. 本公司保证检测的科学性、公正性和准确性，对检测数据负责，并对检测数据和受检单位所提供的样品的技术资料保密。
2. 未得到本公司书面批准，本检测报告不得以任何方式部分复制（全部复制除外）。
3. 检测结果及本公司名称等未经同意不得用于广告及商品宣传。
4. 本报告无编制人、审核人和签发人签名无效；未加盖本公司检测专用章（含骑缝章）无效。
5. 本报告仅对本次受检设备（样品）负责。
6. 受检单位对本公司出具的检测报告持有异议，请于收到报告之日起 15 个工作日内，以书面形式向本公司提出复核申请。

检测单位：广州达盛检测技术服务有限公司

地 址：广州市天河区灵山东路 5 号 8 层 801-9、801-10 房

邮 编：510665

电 话：020-82525688

电子信箱：gzdsjc@163.com

广州达盛检测技术服务有限公司
监测报告

报告编号: HJ20250057第 1 页 共 7 页

监测项目	广东省博济医院有限公司核技术利用建设项目		
委托单位	广东省博济医院有限公司		
委托单位地址	广州市白云区永平街白云大道北 345 号		
受检单位	广东省博济医院有限公司		
项目地址	广州市白云区永平街白云大道北 345 号		
监测类别	委托监测	监测方式	现场监测
监测日期	2025 年 10 月 30 日	监测时间	10:16~11:30
监测的环境条件	天气: 多云; 环境温度: 25℃; 相对湿度: 76%		
监测依据	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157—2021)		
监测因子	环境γ辐射空气吸收剂量率		
使用的主要仪器设备名称、型号规格及编号、主要技术指标	<p>仪器设备名称: 环境级 Xγ辐射检测仪</p> <p>型号: 6150 AD 6/H+6150 AD-b/H; 编号: 179244+180769</p> <p>生产厂家: Automess (德国)</p> <p>能量响应: 20keV-7MeV (无保护罩) /38keV-7MeV (有保护罩)</p> <p>测量范围: 1nSv/h—99.9μSv/h</p> <p>检定单位: 中国计量科学研究院</p> <p>检定日期: 2025 年 9 月 15 日</p> <p>检定证书编号: DLjl2025-12113</p> <p>证书有效期: 2025 年 9 月 15 日-2026 年 9 月 14 日</p>		
监测结果	监测结果见表 1, 监测布点见图 1~图 3		

编制人:  审核人:  签发人:  日期: 2025 年 11 月 5 日



广州达盛检测技术服务有限公司

监测报告

报告编号: HJ20250057

第 2 页 共 7 页

表 1 环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

测点 编号	测点位置	监测结果	地面 介质	备注
		测量值±标准差 (nGy/h)		
1#	拟建 DSA1 室中心位置	116 ± 2	水泥	室内楼房
2#	拟建 DSA1 室东侧（走廊）	163 ± 2	瓷砖	
3#	拟建 DSA1 室南侧（设备间）	120 ± 3	水泥	
4#	拟建 DSA1 室南侧（库房）	122 ± 3		
5#	拟建 DSA1 室南侧（医护通道）	118 ± 3		
6#	拟建 DSA1 室西侧（内通道）	110 ± 3		
7#	拟建 DSA1 室北侧（操作室）	118 ± 2		
8#	拟建 DSA1 室北侧（污物暂存间）	119 ± 2		
9#	拟建 DSA2 室中心位置	138 ± 4		
10#	拟建 DSA2 室东侧（内通道）	111 ± 3		
11#	拟建 DSA2 室南侧（医护活动区）	111 ± 3		
12#	拟建 DSA2 室南侧（开关站）	120 ± 2		
13#	拟建 DSA2 室西侧（污物通道）	115 ± 3		
14#	拟建 DSA2 室西侧（设备间）	116 ± 3		
15#	拟建 DSA2 室西侧（库房）	116 ± 2		
16#	拟建 DSA2 室北侧（操作室）	144 ± 2		
17#	拟建 DSA3 室中心位置	120 ± 2		
18#	拟建 DSA3 室东侧（缓冲间）	145 ± 2		
19#	拟建 DSA3 室东侧（内通道）	110 ± 3		
20#	拟建 DSA3 室西侧（库房）	117 ± 4		
21#	拟建 DSA3 室西侧（污物通道）	117 ± 3		
22#	拟建 DSA3 室西侧（设备间）	118 ± 3		
23#	拟建 DSA3 室北侧（洁具间）	132 ± 3		
24#	拟建 DSA3 室北侧（更衣室）	141 ± 3	瓷砖	
25#	拟建 DSA1 室楼上（过道）	143 ± 2		
26#	拟建 DSA1 室楼上（外科诊室服务台）	146 ± 2		
27#	拟建 DSA1 室楼上（外科诊室 1）	157 ± 2		
28#	拟建 DSA2 室楼上（专家休息室）	123 ± 2		
29#	拟建 DSA3 室楼上（特需门诊）	147 ± 2		

(接下页)

广州达盛检测技术服务有限公司

监测报告

报告编号: HJ20250057

第 3 页 共 7 页

测点 编号	测点位置	监测结果	地面 介质	备注
		测量值±标准差 (nGy/h)		
30#	拟建 DSA3 室楼上（特需门诊）	147 ± 3	瓷砖	室内楼房
31#	拟建 DSA3 室楼上（特需门诊）	142 ± 2		
32#	医院一楼出入口处大厅	116 ± 4		
33#	拟建 DSA1 室东北侧菜武门饭店门口	112 ± 3	地砖	室外道路
34#	拟建 DSA3 室西侧停车场	120 ± 3	水泥	
35#	拟建 DSA3 室西侧花悦荟电梯旁	105 ± 2	地砖	
36#	拟建 DSA2 室南侧楼外过道	108 ± 3		
37#	拟建 DSA2 室南侧停车场内车道	110 ± 3	水泥	

注: 1. 测量点位距地面高度 1m, 仪器探头垂直地面向下, 每个测量点测量 10 个数据取平均值, 以上监测结果均已扣除仪器对宇宙射线的响应值;

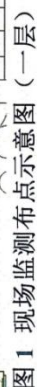
2. 依据 HJ 61—2021 标准, 监测结果=校准因子 C_f (仪器检验源效率因子 E_f 仪器 10 次读数平均值 \dot{X} - 建筑物对宇宙射线带电粒子和光子的屏蔽因子 μ_c 测量点宇宙射线响应值 \dot{X}_c'); 其中校准因子 C_f 为 0.91, 本台设备测量值 \dot{X} 的单位为 nSv/h (仪器使用 ^{137}Cs 进行检定/校准, 换算系数取 1.20 Sv/Gy), 效率因子 E_f 取 1, 测量点宇宙射线响应值 \dot{X}_c' 为 43nSv/h; 建筑物对宇宙射线带电粒子和光子的屏蔽因子 μ_c 楼房取 0.8, 道路取 1;

3. a) 测量点宇宙射线响应值 \dot{X}_c' 在河源万绿湖测得, 海拔高度约 120m, 经纬度: 东经 114.5777°, 北纬 23.7896°;

b) 各监测点海拔高度约 14~18m, 经纬度: 东经 113.2936°, 北纬 23.2164°;

c) 依据 HJ 61—2021 标准, 海拔高度 $\leq 200\text{m}$, 经度差别 $\leq 5^\circ$, 纬度差别 $\leq 2^\circ$, 故不进行测量点宇宙射线响应值 \dot{X}_c' 修正。

(以下空白)



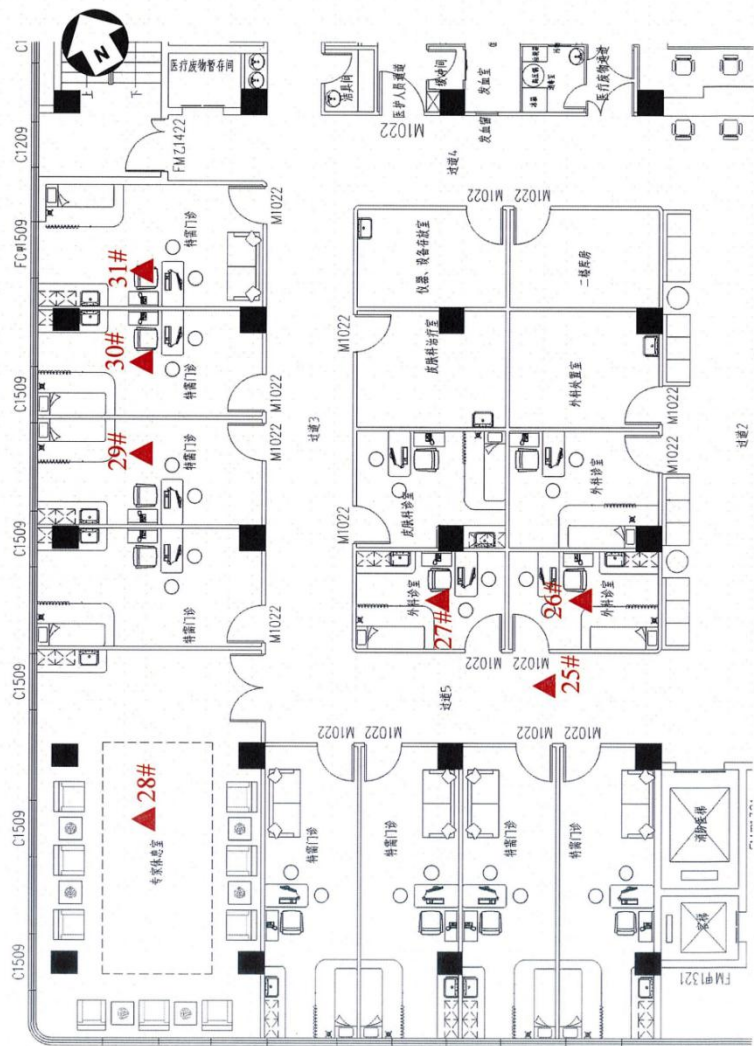
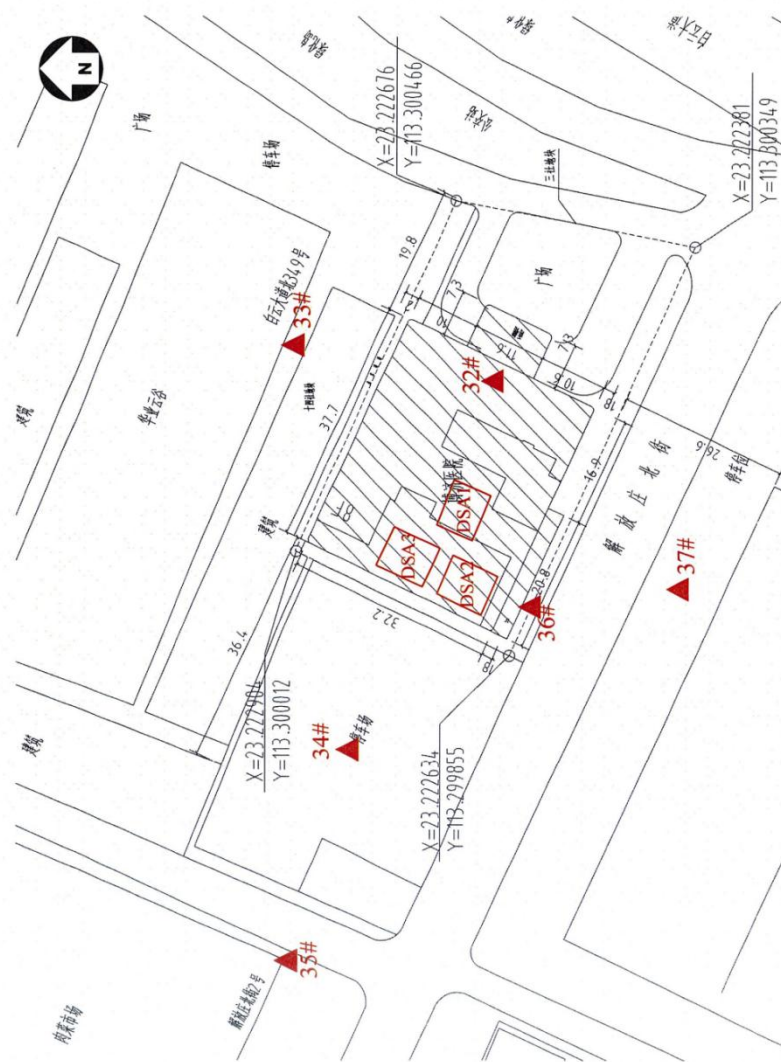


图2 现场监测布点示意图(二层)

监测报告

广州达盛检测技术有限公司

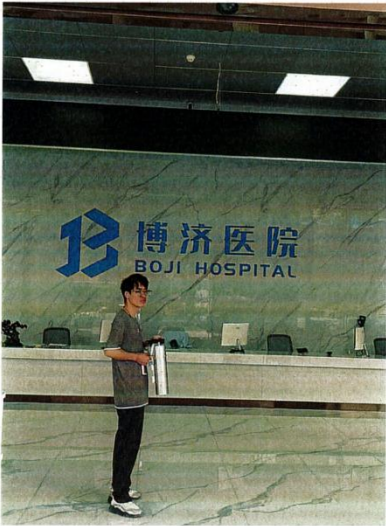
报告编号: HJ20250057



广州达盛检测技术服务有限公司
监测报告

报告编号: HJ20250057

第 7 页 共 7 页



测点 32#



测点 36#

本项目部分监测照片

附件 5 辐射安全相关管理制度

辐射（放射）事故应急处理预案

一、总则

根据国家《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》及《放射诊疗管理规定》（以下简称《规定》）的要求，为使本单位一旦发生放射诊疗事件时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，保护工作人员及公众及环境的安全，制定本应急预案。

二、辐射事件应急处理机构与职责

（一）本单位成立辐射事件应急处理领导小组，组织、开展辐射事件的应急处理救援工作，领导小组组成如下：

组 长：覃广豪

副组长：张雪

成 员：张毅 吴广贤 林燕玲

应急联系电话：19128636481

广东省生态环境厅：020-87531393

广东省公安局： 020 8383 2980

广州市生态环境局应急联系电话：020 8320 3030

广州市卫生健康局应急联系电话：020 8108 6035

（二）应急处理领导小组职责：

1、定期组织对辐射诊疗场所、设备和人员的放射防护情况进行自查和监测，发现事故隐患及时上报至领导并落实整改措施；

2、发生射线装置失控及人员受超剂量照射事故等，应启动本预案；



- 3、事故发生后立即组织有关部门和人员进行辐射事故应急处理；
- 4、负责事故发生后 2 小时内向卫生健康行政部门、环保部门和公安部门及时报告事故情况；
- 5、负责辐射事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作；
- 6、辐射事故中人员受照时，要通过个人剂量计或其它工具、方法迅速估算受照人员的受照剂量。
- 7、负责迅速安置受照人员就医，组织控制区内人员的撤离工作，并及时控制事故影响，防止事故的扩大蔓延。

三、应急准备

（一）应急物资和装备 有关部门及科室应做好辐射事故应急物资和装备准备，包括：个人剂量计、个人防护设备（铅防护服、铅眼镜、铅围脖、防护靴等）、辐射应急监测仪器（表面污染监测仪）等，并及时更新和维护。

（二）培训与演练 针对医院开展核技术应用的实际情况和需要，定期组织开展辐射应急培训与应急演练，对辐射事故应急技术人员和管理人员进行国家有关法规和应急专业知识培训和继续教育，使应急救援人员熟练掌握放射损伤医疗救治、应急处置、放射防护等知识，不断提高应急反应及救援能力，确保在突发辐射事故时能够及时、安全、有效开展卫生应急工作。

（三）资金保障 有关部门应做好辐射事故应急保障经费预算，用于人才培养、应急物资配备与更新、培训与演习，以确保辐射事故卫生应急所需资金到位。

四、辐射事故应急救援应遵循的原则：

- （一）迅速报告原则；
- （二）主动抢救原则；
- （三）生命第一的原则；
- （四）科学施救，控制危险源，防止事故扩大的原则；
- （五）保护现场，收集证据的原则。

五、放射性事故应急处理程序：

（一）事件报告制度

1. 放射科和介入科一旦发现超剂量照射发生辐射事故的情况，应立即将病人情况及具体照射量报告医务科。辐射事故发生后应立即停止使用有关仪器，并进行检修。

2. 射线装置丢失、被盗的放射事故由保卫科向公安部门报告，造成环境放射性污染的，还应当同时报告当地生态环境主管部门；人体受到超剂量照射的辐射事故由医务科向当地卫生主管部门报告。

3. 发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》。

（二）现场控制

现场处置小组接到事故发生报告后，立即赶赴现场，首先采取措施保护工作人员和公众的生命安全，保护环境不受污染，最大限度控制事态发展；负责现场警戒，划定紧急隔离区，不让无关人员进入，保护好现场；迅速、正确判断事件性质，将事故发生时间、地点、造



成事故的核素、核素现有活度、危害程度和范围及射线装置的名称等主要情况报告卫生局、环保局、公安局等相关部门以及上级行政主管部门。

（三）现场处置

等待相关部门到达现场的同时，采取相应措施，使危害、损失降到最小。

发生人体受超剂量照射事故时，事故单位应当迅速安排受照人员接受医学检查或者在指定的医疗机构救治，同时对危险源采取应急安全处理措施。

1. 事故发生后，当事人应立即切断射线装置供电电源，通知同工作场所的工作人员离开，并及时上报；

2. 记录辐射事故发生时，异常受照人员受照部位，放射设备曝光参数设置（管电压、管电流、曝光时间等）信息，撤离相关人员，封锁现场；

3. 妥善安置受照人员，将异常受照人员送至放射损伤救治定点医院进行诊治；

4. 如为设备故障引发的放射事故，故障设备需由维修人员修复，经有资质的机构检测合格后才能重新使用；

5. 分析辐射事故原因，吸取经验教训，进行善后处理。

六、辐射事故的调查

本单位发生辐射事故后，应立即成立由当事科室、本单位负责人参加的事故调查组。调查组遵循实事求是的原则对事故的发生时间、

地点、起因、过程和人员伤害情况及财产损失情况进行细致的调查分析，并认真做好调查记录，记录要妥善保管。配合中心应急处理领导小组编写、上报事故报告书方面的工作，同时，协助卫生行政部门、环保部门、公安部门进行事故调查、处理等各方面的相关事宜。

七、经验教训

事故处理完以后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故重复发生。

八、培训及演练

1. 单位定期通过讲座、网络、宣传资料等形式，对医务人员进行国家相关法律法规和应急专业知识培训和继续教育，提高应急技能。

2. 单位每年组织相关科室开展不少于一次的院内辐射事故卫生应急演练，积极参加上级部门举行的辐射事故应急演练。



DR 操作规程

一、开机

- 1、检查制冷设备状态，确保机房温度符合要求。
- 2、打开设备电源时注意仪器状态、系统自检信息，发现异常时记录相关信息，及时关闭总电源，并报告维修人员。
- 3、开机后，按要求进行校正和预热。

二、操作准备

- 1、检查主机的功能状态，磁盘空间(必要时清理)。
- 2、检查相关连入设备(图像处理工作站等)的性能、状态。

三、接诊操作

- 1、按次序从患者名单调取或手工输入并核对患者信息，准备开始检查。
- 2、接诊病人，关闭检查室的防护门，详细询问患者病史、检查需求，核对患者及检查申请单，确保符合检查适应症。
- 3、叮嘱患者除去影响照射部位成像质量的体外衣(异物)，指导患者使用个人防护用品。
- 4、向患者详细介绍检查方式、过程及注意事项，以取得最大程度的配合。
- 5、按要求摆设体位，精确调整以取得最佳的拍摄效果。
- 6、调准射线中心线、照射野，以提高影像质量，减少患者接受的额外辐射。
- 7、选择合适的检查部位和照射条件。

(A)自动曝光

根据接诊病人的摄片要求、部位、体型、年龄选择相应自动曝光参数条件。

(B)手动曝光

根据接诊病人的摄片要求、身体状况选择 KV、mAs、滤线栅。

- 8、曝光时注意仪器的工作状态，发现异常时应停止检查，记录相关信息，及时关闭总电源，并报告维护人员。
- 9、待显示影像满足要求后嘱患者按照规定时间取照片和报告。
- 10、结束摄影，及时打印照片。

四、关机

结束所有病人的检查后将机器复位至初始状态，并关闭设备电源，填写设备使用日志。

五、环境条件

使用空调及抽湿机，保证机房保持在合适的温湿度。

六、注意事项

- 1、非照射部位应给以适当屏蔽防护。
- 2、保持设备表面清洁，使用中性清洁剂擦拭设备表面。
- 3、为防止系统软件错误，请在系统连续使用时每 24 小时重启系统一次。

广东省博济医院有限公司



移动式 C 臂机操作规程

1、环境要求：C 臂机系统的供电电源应带有可靠接地线的三眼插座；电源电压要求 220V-240V，50-60HZ；环境温度：18~30℃；湿度：20~75%左右。

2、操作步骤

(1) 先连接 C 型臂和工作站的电缆，然后连接总电源；

(2) 按 C 型臂主控台开机键开机，机器开始自检，在这段时间内不能对机器进行操作；

(3) 在工作站上选择新建病人，输入病人相关信息及透视部位，然后选择检查按键进入透视界面；

(4) 指导病人穿戴好个人防护用品，根据检查部位，摆放好机器位置；

(5) 透视条件设置：首先选择透视条件（推荐使用默认的自动透视方式，然后调节束光器大小、图像位置等；

(6) 人员全部退出，操作人员在手术室门外按手柄透视键进行透视；

(7) 当透视完毕，按 C 型臂主控台关机键；

(8) 先断开总电源，然后断开工作站和 C 型臂的电缆，将电缆和机器归位。

3、常见问题及排除：

(1) 开机无反应：检查电源线及仪器两部分之间的连接情况是否正常；

(2) 没有图像输出：查看选择的部位及设置的条件是否正确；急停按钮是否被按下；

(3) 问题无法立即排除的，联系设备科进行维修。

4、注意事项与使用禁忌

(1) 机器属于放射设备，对人体有一定程度的伤害，使用过程中务必做好防护措施；

(2) 透视时尽量使影像增强器贴近被检查部位；

(3) 连接大电缆头时务必对准两个红点，切勿暴力操作，否则可能损坏电缆针脚；

(4) 关机后需等上 10 秒以后才能再次开机；

(5) 应先关闭电源，拔下电源插头，再拔下大电缆；机器开机时不能拔下大电缆；

(6) 使用或维护过程中注意不要让液体溅入或渗入机器内部；

(7) 在进行机械转动或移动时，务必确认刹车已释放；

(8) 避免连续三个月以上不使用机器，有可能导致损坏；

(9) 具有以下情况之一者不适合做 X 射线检查：

① 孕妇和其他不宜接触 X 射线病员（如再生障碍性贫血等）

② 严重心、肝、肾功能衰竭

③ 病情严重难以配合者

④ 各部位检查的特殊禁忌症。

5、日常维护保养

(1) 保持机器表面清洁，表面消毒推荐使用通用的表面消毒剂溶液（乙醛和/或两性的表面活性剂）；

(2) 放射球管每年需进行计量校准。

6、指定张毅医生负责该设备的保管和维护。



广东省博济医院有限公司

CT 操作规程

- 1、开机：操作人员在确认电源、房间温湿度、机房门窗等正常后，方可开机，先打开操作台面板下方的电源开关，然后开计算机电源，等系统启动完成后，运行球管预热和日常校准（通常每天上班前预热球管，使用 1 周或图像有伪影需进行日常校准），本机扫描架正常情况下不关机，如因停电等关机，必须等待 5 分钟以上才能再次开机，开机后确认机器一切正常才能使用。
- 2、扫描前准备：完成患者的扫描前准备工作，扫描前需对患者说明检查全过程和患者注意事项，进行必要的练习（如呼吸训练），指导患者穿戴好个人防护用品（儿童患者穿戴防护用品 $\geq 0.5\text{mmPb}$ ），对重要器官进行防护。正确摆放体位，清理扫描室内可能影响设备运转的物品，请无关人员离开机房，并关好防护门。
- 3、扫描：操作人员须按照会诊单的要求及预诊内容进行摆位和扫描定位，准确设计并完成扫描计划，仔细观察扫描图像，确定必要的补充扫描，确定已达到检查目的后方能让患者离开。
- 4、做好扫描记录：准确填写扫描技术参数，对三维重建、增强扫描、CTA 等特殊检查做好详细技术数据记录，并签名。
- 5、密切注意扫描中及增强后患者情况，如遇不良反应立即停止扫描组织抢救。
- 6、图像后处理：认真完成图像后处理、摄片、存档等工作。
- 7、关机：正常情况下只需系统关机，并关闭操作台面板下方主计算机和重建计算机的电源开关，另外，请注意工作站、高压注射器等设备及房间照明灯是否关闭。
- 8、操作人员发现设备异常时，请勿盲目自行处理，应立即向科主任反映情况，估计问题较复杂、恢复所需时间较久应同时向科主任及设备科报告，并联系厂家及时维修。
- 9、定期进行一次 CT 机清洁及维护保养、校正 CT 值。
- 10、扫描室及控制室的温度、湿度应符合 CT 机规定的要求，一般温度控制在：摄氏 18-24 度左右，相对湿度控制在 30-60%左右。
- 11、扫描室及控制室应保持清洁，如有污物、血迹、造影剂等污染设备及地板应立即清洁。扫描室及控制室内严禁存放无关的物品。



广东省博济医院有限公司

岗位职责

一、辐射管理人员职责

- 1、负责辐射安全和防护机构及人员的监督和管理工作的；
- 2、负责辐射安全和防护管理制度的贯彻实施；
- 3、组织本单位相关部门及人员开展辐射应急演练；
- 4、组织对本单位的辐射安全和防护状况进行评估；
- 5、核查本单位的《辐射安全许可证》有否过期，许可证所载与实际是否吻合，定期组织对放射源和射线装置的安全状况进行检查并记录；
- 6、负责全国核技术利用辐射安全申报系统中本单位数据维护；
- 7、组织开展相关辐射监测，并负责监测数据的记录及管理；
- 8、负责个人剂量计及辐射监测仪的维护、检定及比对；
- 9、负责辐射防护用品与应急物资的管理及发放；
- 10、参与本单位的辐射应急行动，控制应急人员的受照剂量；
- 11、负责对辐射工作人员进行辐射防护知识和监测仪表操作技能的培训。

二、辐射工作人员职责

- 1、遵守辐射安全和防护管理制度，执行相关的操作规程；
- 2、正确佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，熟练使用便携式剂量（率）仪；

3、负责作业前后对射线装置和工作场所辐射安全防护设施进行安全检查；

4、采取合理的防护措施减少人员受照剂量；

5、负责现场安全与防护设施设备状态监护,做好工作记录,发现问题及时停止作业并及时向辐射安全和防护负责人报告。



辐射防护和安全保卫制度

1、严格遵守《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等法规要求，依法履行本单位辐射安全管理工作的主体责任。

2、强化操作人员的辐射防护意识，严格遵守各项安全操作规程，切实落实辐射安全各项防护措施，有效避免人员超剂量照射和辐射事故的发生。

3、辐射工作人员开展辐射作业时应遵循照射正当化和防护最优化原则，正确操作设备，避免不当使用重复照射。

4、辐射工作人员上岗前须参加辐射防护知识和相关法规培训，通过考核后后方可上岗，考核成绩单有效期为五年，期满前应参加复训和再考核。

5、辐射工作人员须按规定配备个人剂量计，每季度定期送检，并按规定建立个人剂量管理档案。

6、辐射工作人员进入辐射工作场所前须佩戴个人剂量计，开机前须检查辐射防护设备运行情况，发现异常情况立即切断电源，报告辐射管理人员，待异常状况排除后方可开机工作。

7、辐射工作场所须配备“当心电离辐射”警示标志、工作状态指示灯、联锁装置、通风设施等防护设施，开展日常检查和维护，保证其正常运行。

8、工作场所划有辐射操作专区及安全警戒线，严禁无关人员进入。

9、放射源储存场所确保源设备独立和存放，装备视频监控设备，并配有管理双锁，确保防盗、防火、防爆和防泄漏。

10、辐射工作人员定期对辐射工作场所及储源场所进行清扫整理，做到无杂物、无积灰，地面整洁干净；检查的钥匙有无遗失，储源室防盗门或保险柜有无损坏。



广东省博济医院有限公司

设备检修维护制度

一、设备的定期维护（每一个月进行一次）：

1. 设备机械性能维护，配置块安全装置检查，各机械限位装置有效性检查，各运动运转装置检查，操作完整性检查。

2. 设备操作系统的维护，检查操作系统的运行情况，各配置块及软件的运行状况和安全，大型设备均由产品公司专业技术人员进行维护、升级、调校、备份、记录。发现设备系统结果异常，应立即停止使用，迅速查明原因，采取有效措施，及时消除辐射隐患，并上报相关维修部门进行维护。

3. 设备电器性能维护：各种应急开关有效性的检查，参数的检查等。

4. 定期维护保养的项目，设备故障时停止使用，及时维修；定期对射线装置及含源设备的性能、重要配件及安全措施进行检查、维护

二、设备的性能检测：每年进行一次，由本单位委托具有相应资质的第三方完成，本单位派人随同，并做好相关记录，检测报告应由放射科备案保存，同时复印一份给到医务科。

三、日常维护：

1. 每日设备开机后应检查机器是否正常，有无错误提示，记录并排除。

2. 做好设备损伤系统的重启，恢复设置工作，应做到每日一次。

3. 严格执行正确开关机程序，设备不工作期间应调至待机状态。

4. 每日工作完成后，做好设备的清洁工作，避免污染及粉尘等造成设备故障。

四、专人负责：

每台设备的维护保养由专人负责，日常工作做好工作记录，出现故障时应立即停用，并及时上报相关科室领导，如故障不能及时排除应能知设备科及相关部门，及时进行排障和维修，并作好记录。



人员培训计划

根据生态环境部门发布的《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）和《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 年第 9 号），为了提高本单位从事辐射工作人员的安全防护意识和工作技能，加强辐射安全管理，预防辐射事故，特制定本计划。

一、根据生态环境部门发布的《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），自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员（除仅操作 III 类射线装置）应在生态环境部辐射安全与防护培训平台上参加培训，并通过考核。根据考核合格者的成绩报告单日期，应及时进行再培训（考核合格后，成绩有效期为 5 年）。

二、根据生态环境部《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 年第 9 号）的相关要求，仅从事 III 类射线装置使用活动的辐射工作人员可由本单位自行组织考核。已参加集中考核并取得成绩报告单的，原成绩报告单继续有效。自行考核结果有效期 5 年，有效期届满的，由本单位组织再培训和考核。

三、仅从事 III 类射线装置使用活动的辐射工作人员由本单位自行组织考核的，需根据辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn/>）和辐射安全培训微信公众号

（“ 辐射安全培训” ）公布的参考题库及考核规则，在考试题库中按照考核规则选取题目进行考核。

本单位规定辐射工作人员应当具备下列基本条件：

（1）年满 18 周岁，经健康检查， 符合辐射工作职业要求。

（2）经职业健康检查，符合辐射工作人员职业健康要求。

（3 ）辐射防护和有关法律知识的培训考核合格。

（4）遵守辐射防护法规和规章制度， 接受职业健康监护和个人剂量监测管理。

四、本单位每年组织一次辐射工作人员技术与安全知识的培训、考核，加强人员技能知识和能力。

五、本单位每年组织相关人员进行辐射事故应急预案的知识培训和演习，加强员工对辐射防护的意识及辐射事故的应对能力。

六、本单位建立并按照规定期限妥善保存培训档案。培训档案应当包括每次培训的培训时间、考试或考核成绩等资

料。


广东省博济医院有限公司

辐射监测方案

根据《环境 γ 剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)、《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)、《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)等标准规范的要求,本单位制定以下辐射监测计划:

1、年度监测

每年委托有相关资质(取得CMA认证)的第三方辐射监测机构对本单位的辐射工作场所进行年度监测,机房外的周围剂量当量率应不大于标准值。年度监测数据将作为本单位辐射安全和防护状况年度评估报告的一部分,每年1月31日前上报生态环境主管部门。

2、个人剂量监测

委托有相关资质(取得CMA认证或CNAS认证或《放射卫生技术服务机构资质证书》中有个人剂量监测技术服务范围的)的监测机构对辐射工作人员进行个人剂量监测,参照国家标准,任何辐射工作人员,在正常情况下的职业照射水平应不超限值。监测周期一般不超过3个月,并建立完善的个人剂量监测档案。

3、日常监测

本单位配备辐射检测仪器,定期对辐射工作场所及周围环境进行监测,具体要求如下:

①工作场所监测

X射线诊断设备工作场所监测应在巡测的基础上,对机房四面墙体、地板、顶棚、机房门、控制室门、观察窗、采光窗/窗体、传片箱、管线洞口、工作人员操作位等位置进行重点检测。

②监测位置要求

a. 距离 X 射线诊断设备机房四面墙体、门、窗等位置 0.3m 处。

b. 顶棚上方（楼上）距顶棚地面 1m 处、机房地面下方（楼下）距楼下地面 1.7m 处。

c. 工作人员操作位距离地面 1m 处。

③周围环境监测

a. 应对 X 射线诊断设备周围公众可能停留的位置开展辐射环境监测。

b. 辐射环境监测点位高度距离地面 1m。

④监测仪器要求

a. 监测仪器的能量响应应当覆盖所监测的 X 射线诊断设备的射线能量。

b. 监测仪器的时间响应能满足所监测的射线诊断设备监测要求，当射线的出束时间短于仪器的响应时间，应参照 GBZ130 中的附录 D 对仪器读数进行时间响应修正。



质量保证大纲和质量控制检测工作方案

一、放射检查正当化和最优化的检测与评价

(一) 医疗照射必须有明确的医疗的目的, 严格控制受照剂量。严格执行检查资料的登记、保存、提取和借阅制度, 不得因资料管理、受检者转诊等原因使受检者接受不必要的重复照射。

1、放射机房外安装醒目的防辐射警示标志及工作指示灯, 提醒周围人员注意电离辐射。

2、放射工作人员和受照病人的各种防辐射屏蔽隔离设备应齐全、充足, 并保持完好、清洁, 随时可以使用。

3、对患者注意防护, 尽量缩小照射野, 减少曝光量和曝光次数, 对敏感部位应做屏蔽防护。

4、辐射工作人员必须持证上岗, 并严格按照设备的操作规程进行。

5、委托有资质的第三方机构对本单位辐射工作场所开展定期监测, 监测每年至少 1 次。委托有资质的第三方机构对本单位放射工作人员进行个人剂量监测, 监测周期为三个月。制定辐射剂量的质量检测计划, 保证照射质量, 做好个人剂量监测工作。

(二) 每次检查实施时工作人员必须检查机房门是否关闭。

1、注意周围人员的防护, 曝光前注意关好门窗, 防止

漏射线对他人的损伤。

2、无关人员不得随意进入机房内，确有必要关应作好周密的国有限护并尽可能远离辐射源。

二、设备维修保养

（一）工作人员必须坚守岗位，对机器的使用、保管、清洁负责，机房内保持清洁，不准放杂物，无关人员不得擅自用机器。每周对放射设备进行一次清洁、保养，每月对放射设备进行一次检修，每季度对放射设备进行维护，且对每次的检修、维护都必须进行详细记录。

（二）辐射工作人员每天开机前应仔细检查，保证设备处于安全工作状态。发现机器有异常辐射应立即关机、切断电源，并立即向负责人汇报。



广东省博济医院有限公司