

核技术利用建设项目

数字减影血管造影机应用项目

环境影响报告表

建设单位：安阳市第三人民医院

编制时间：二〇二三年五月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

数字减影血管造影机应用项目

环境影响报告表

建设单位：安阳市第三人民医院（加盖公章）

法人代表：（签名或盖章）

通讯地址：河南省安阳市北关区东风路 363 号

邮政编码：455000 联系人：侯 扬

电子邮箱：/ 联系电话：0372-3360515

目 录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	13
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.....	17
表 8 环境质量和辐射现状.....	21
表 9 项目工程分析与源项.....	26
表 10 辐射安全与防护	31
表 11 环境影响分析	37
表 12 辐射安全管理	50
表 13 结论与建议	60
表 14 审批.....	64

附 件

- 附件 1 本项目环境影响评价委托书
- 附件 2 建设单位辐射安全许可证及台帐明细
- 附件 3 原有核技术应用项目环评验收手续文件
- 附件 4 本项目所在区域辐射环境现状检测报告
- 附件 5 建设单位辐射安全管理制度及辐射事故应急预案
- 附件 6 本项目职业照射及公众照射附加年剂量管理限值
- 附件 7 建设单位辐射工作人员 2022 年个人剂量检测报告

表 1 项目基本情况

项目名称		安阳市第三人民医院数字减影血管造影机应用项目			
建设单位		安阳市第三人民医院（统一社会信用代码：12410500417345549K）			
法人代表		王国辉	联系人	侯 扬	联系电话 0372-3360515
注册地址		安阳市北关区东风路 363 号			
建设地点		安阳市第三人民医院门诊病房综合楼 5 楼导管室			
总 投 资		850 万元	环保投资	40 万元	环保投资比例 4.71%
项目性质		☐ 新建 ☒ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它			占地面积 约 80 (m ²)
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
		☐ 使用	☐ I 类（医疗使用） ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类		
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类		
		☒ 使用	☒ II 类 ☐ III 类		
	其他	/			

1、建设单位概况

安阳市第三人民医院（安阳市心血管病医院）于 1954 年建院，是一所集医疗、教学、科研、预防保健和院内、外急救为一体的以诊治心脑血管疾病为特色的国家三级医院。地址位于安阳市北关区东风路 363 号，总占地面积 14573.64 平方米，21.862 亩，开放病床 1000 张，设有临床医技科室 50 余个，24 个病区。其中心血管内科、神经内科、微创骨科被确定为安阳市临床重点专科，泌尿外科绿激光治疗前列腺增生被确定为安阳市重点专病，神经内科被市卫健委评为市重点学科建设“两快”专科，“心衰中心”被确定为安阳市重中之重亚专科建设先进单位；心胸外科、脑外科、妇产科、内分泌科、皮肤科、体检服务中心等专科在市内外享有良好声誉。

医院现有职工 1027 人，其中高级职称人员 148 名，中级职称人员 345 名，拥有博士硕士生 37 名，卫生技术人员占在职职工总数的 86%。医院现有美国 GE3.0T 核磁共振仪、德国西门子双源 CT、德国西门子 64 排 CT、飞利浦数字平板大型 C 臂、飞利浦火山血管内超声、美国 GE 全数字 DR 等 200 多台大中型现代化诊疗仪器设备。

表 1 项目基本情况

2、项目建设背景及由来

建设单位现有两台数字减影血管造影机（以下简称“DSA”），分别为飞利浦 CV20 型和飞利浦 FD20 型，均位于门诊病房综合楼 5 楼导管室，两者已按要求完成了环境影响评价和竣工环境保护验收，环保手续齐全。

由于飞利浦 CV20 型 DSA 的投运时间较早，近年来设备故障率不断升高，已无法满足广大患者的介入诊疗需求。为解决此问题，建设单位本次在现有核技术利用的基础上，拟将飞利浦 CV20 型 DSA 予以报废拆除，同时对该 DSA 机房进行升级改造，并在此安装使用 1 台飞利浦 Azurion 5 M20 型 DSA。本次新购 DSA 投入运行后，与原有飞利浦 FD20 型 DSA 由导管室统一管理，介入诊疗工作模式保持原状不变。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》及《建设项目环境保护管理条例》等法律、法规的相关规定，本项目应在实施前开展环境影响评价；根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年本）》的规定，本项目属于“172 核技术利用建设项目”类别中的“使用 II 类射线装置”，应编制环境影响报告表。为此，建设单位委托河南蔚蓝环保科技有限公司对本项目开展环境影响评价；评价单位接受委托后，立即组织技术人员对本项目开展实地踏勘，收集了相关技术资料，最终按照相应技术规范要求整理编制完成了本报告表。

3、项目建设内容及规模

本次核技术应用项目的建设内容及规模：拆除原飞利浦 CV20 型 DSA，对该 DSA 机房进行升级改造，并在此新安装使用 1 台飞利浦 Azurion 5 M20 型 DSA，其最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，属于医用 II 类射线装置。项目建设地点位于门诊病房综合楼 5 楼导管室。

表 1-1 本项目射线装置主要信息参数一览表

装置名称	生产厂家	设备型号	最大管电压	最大管电流	类别
DSA	飞利浦	Azurion 5 M20	125kV	1000mA	II 类

表 1-2 本项目 DSA 机房改造前后建设情况对照表

指标名称	改造前	改造后	备注
外尺寸	长×宽×高：10.15m×6.45m×4.5m	长×宽×高：10.15m×6.45m×4.5m	无变化
净尺寸	长×宽×高：9.25m×5.05m×2.9m	长×宽×高：9.25m×5.05m×2.9m	无变化

表 1 项目基本情况

净面积	46.71m ²	46.71m ²	无变化
四周屏蔽墙	方钢龙骨结构+3mm 铅板	方钢龙骨结构+3mm 铅板（利旧） +2mm 铅板（新增）	增加 2mmPb
顶棚	50mm 硫酸钡水泥+120mm 混凝土	50mm 硫酸钡水泥+120mm 混凝土	无变化
地板	50mm 硫酸钡水泥+120mm 混凝土	50mm 硫酸钡水泥+120mm 混凝土	无变化
医生通道门	电动平开式不锈钢复合门，内衬 3mm 铅板，门体尺寸：1.0m×2.1m	电动平开式不锈钢复合门，内衬 4mm 铅板，门体尺寸：1.0m×2.1m	增加 1mmPb
患者通道门	电动推拉式不锈钢复合门，内衬 3mm 铅板，门体尺寸：1.5m×2.1m	电动推拉式不锈钢复合门，内衬 4mm 铅板，门体尺寸：1.5m×2.1m	增加 1mmPb
污物通道门	电动平开式不锈钢复合门，内衬 3mm 铅板，门体尺寸：0.9m×2.1m	电动平开式不锈钢复合门，内衬 4mm 铅板，门体尺寸：0.9m×2.1m	增加 1mmPb
观察窗	20mm 厚整块铅玻璃，4mmPb 窗口尺寸：1.2m×1.0m	20mm 厚整块铅玻璃，4mmPb 窗口尺寸：1.2m×1.0m	无变化

注：硫酸钡水泥 $\rho \geq 3.2\text{g/cm}^3$ ，混凝土 $\rho \geq 2.35\text{g/cm}^3$ ，铅板 $\rho \geq 11.3\text{g/cm}^3$ 。

4、现有核技术利用情况

建设单位已取得辐射安全许可证，证书编号：豫环辐证[10222]，许可的种类和范围：使用Ⅱ、Ⅲ类射线装置，有效期至：2028年5月18日。建设单位现共有8台射线装置，其中Ⅱ类射线装置2台，Ⅲ类射线装置6台，详见下表。

表 1-3 现有核技术利用情况一览表

序号	装置名称	设备型号	类别	环评情况	验收情况
1	数字减影血管造影机	CV20	Ⅱ类	豫环审 [2016]330 号	已完成 自主验收
2	数字减影血管造影机	FD20	Ⅱ类		
3	双源 CT	SOMATOM Definition	Ⅲ类	豫环辐审 [2013]2801 号	安环辐验字 [2013]16 号
4	双排 CT	SOMATOM Spirit	Ⅲ类		
5	X 光机	XG5-125	Ⅲ类		
6	数字胃肠机	R-100	Ⅲ类		
7	碎石机	MZ-ESWL-V	Ⅲ类	豫环辐表 [2007]80 号	以评代验
8	DR 机	FT6000	Ⅲ类		

建设单位自开展核技术利用以来，始终严格遵守《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的相关规定，积极配合生态环境部门的监督检查，现有核技术利用项目均按要求履行了相应的环保手续。

表 1 项目基本情况

建设单位成立了辐射安全环境保护管理机构，设置了专职管理人员，制定并落实了详细、完整、可操作性较好的辐射安全管理制度和辐射事故应急预案，按要求开展了辐射安全与防护年度评估、场所辐射环境检测、职业人员健康体检及个人剂量检测等工作，建立并保持了完整的辐射安全管理档案。

综上所述，建设单位辐射安全管理工作执行情况较好，符合《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关要求，现有核技术利用项目运行以来，未发生辐射事故。

5、项目周围环境简况

1) 医院所在地理位置

安阳市第三人民医院位于安阳市北关区东风路 363 号，西侧紧邻东风路，东侧为院外居民区，北侧由西向东依次为移动公司 4 层商业办公楼和安漳大道 54 号院 6 层居民楼，南侧为六府园胡同。

医院所在地理位置详见图 1-1。

2) 本项目外环境关系

本项目 DSA 机房位于门诊病房综合楼 5 楼导管室内，该门诊病房综合楼位于医院中部，建筑结构为地上 22 层、地下 1 层，其东侧为住院三部南楼和行政办公楼，南侧为住院二部，西侧为院内停车场，北侧为住院一部。

医院整体平面布置详见图 1-2，本项目外环境关系详见图 1-3。

3) 本项目周围毗邻关系

本项目 DSA 机房位于 5 楼导管室内靠东侧中间位置，其东侧为污物通道和综合楼东墙，南侧为污物通道、消防电梯和步梯，西侧为手术室，北侧为洁净走廊、控制室和设备间，正上为手术部办公室、库房和走廊，正下为 ICU 办公室、走廊和仪器室。

本项目所在区域平面布置详见图 1-4，正上方区域平面布置详见图 1-5，正下方区域平面布置详见图 1-6。

6、评价内容

- 1) 评价本项目所采取的辐射防护措施是否符合相关标准或规范要求。
- 2) 估算职业人员及公众人员的年附加剂量，评价是否满足限值要求。
- 3) 依据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及《放射性同位素与射

表 1 项目基本情况

线装置安全许可管理办法》的规定，对建设单位从事辐射活动的能力进行评价。

7、评价目的

- 1) 对本项目所在区域开展辐射环境检测，掌握区域辐射环境现状水平。
- 2) 预测评价本项目正常运行后对职业人员及公众人员产生的辐射影响。
- 3) 分析评价本项目采取的辐射安全防护措施的合理性及有效性，并提出优化和完善意见，将辐射影响控制在“可合理达到的尽量低的水平”。
- 4) 从辐射环境保护的角度论证本项目建设的可行性，为建设单位的辐射安全管理提供支持，为生态环境主管部门的监督管理提供依据。

8、评价原则

- 1) 以项目实际为基础、法律法规为依据、政策方针为指导，使评价体现“来源于项目、服务于项目、指导于项目”的原则。
- 2) 突出项目特点，紧抓关键问题，坚持“科学严谨、实事求是、客观公正”的原则。
- 3) 保障职业人员及公众人员的安全与利益，坚持“辐射防护最优化”的原则。

9、产业政策相符性

对照《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，本项目既符合“第一类 鼓励类”项目中“十三、医药”第 5 款“数字化医学影像设备应用”，又符合“第一类 鼓励类”项目中“三十七、卫生健康”第 5 款“医疗卫生服务设施建设”，不属于该目录中的“限制类”和“淘汰类”产业，符合国家产业政策。

10、选址合理性

本项目 DSA 机房位于门诊病房综合楼 5 楼，该楼层除了北侧的电梯、步梯、前室，以及东南侧的消防电梯、步梯外，其他区域均在手术部和导管室内部，手术部和导管室采取封闭式管理，出入口设置有门禁系统，无关人员未经允许无法随意进出；另外，本项目 DSA 机房的位置相对偏僻，相对远离了周围的非辐射工作人员。因此，从辐射安全的角度认为本项目选址是合理的。

11、实践正当性

本项目 DSA 主要用于开展心脑血管、外周血管的造影及介入手术，其任务和目的是替代原有同级别老旧设备，以适应不断增加的介入诊疗需求，进一步提高医院医疗服务水平，改善患者就医条件，对保障人民群众的生命健康具有重大意义。通过采取合理

表 1 项目基本情况

有效的辐射安全防护措施，落实严格规范的辐射安全管理制度，本项目正常运行产生的不利影响能够满足相应的国家标准要求。综合来看，本项目带来的利益远大于所产生的危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的“辐射防护实践正当性”要求。

12、预计运行情况

根据建设单位提供的信息，现阶段全院的介入手术量为平均每月 200 台，考虑到后期随着患者就诊量增加，保守预计全院的介入手术量最多为平均每月 300 台。

本项目 DSA 投入运行后，与原有飞利浦 FD20 型 DSA 由导管室统一管理，介入诊疗工作模式保持原状不变。两台 DSA 根据任务调配使用，工作量基本相同，即各承担全院介入手术量的一半。

本项目 DSA 包括透视和摄影两种模式，由于不同类型介入手术 DSA 的累计出束时间不同，结合以往的实际运行情况，本次评价保守按平均每台介入手术 DSA 的累计出束时间为透视 15 分钟、摄影 2 分钟。

表 1-4 本项目预计运行情况一览表

工作模式	月最大工作量	年最大工作量	平均出束时间	累计年出束时间
透视	150 台	1800 台	15 分钟/台	450 小时
摄影	150 台	1800 台	2 分钟/台	60 小时

13、环保投资情况

本项目预算总投资 850 万元，其中环保投资 40 万元，占总投资的 4.71%。本项目的环保投资情况详见下表。

表 1-5 本项目环保投资情况一览表

序号	环保投资明细	金额（万元）
1	机房辐射防护改造设计、施工（含材料）	29.0
2	机房通风设计、改造施工（含设备）	4.5
3	辐射安全管理（人员培训、体检、个人剂量检测等）	1.5
4	环保技术咨询（环评、环保验收、辐射环境检测等）	5.0
环保投资合计		40.0



图 1-1 医院所在地理位置图

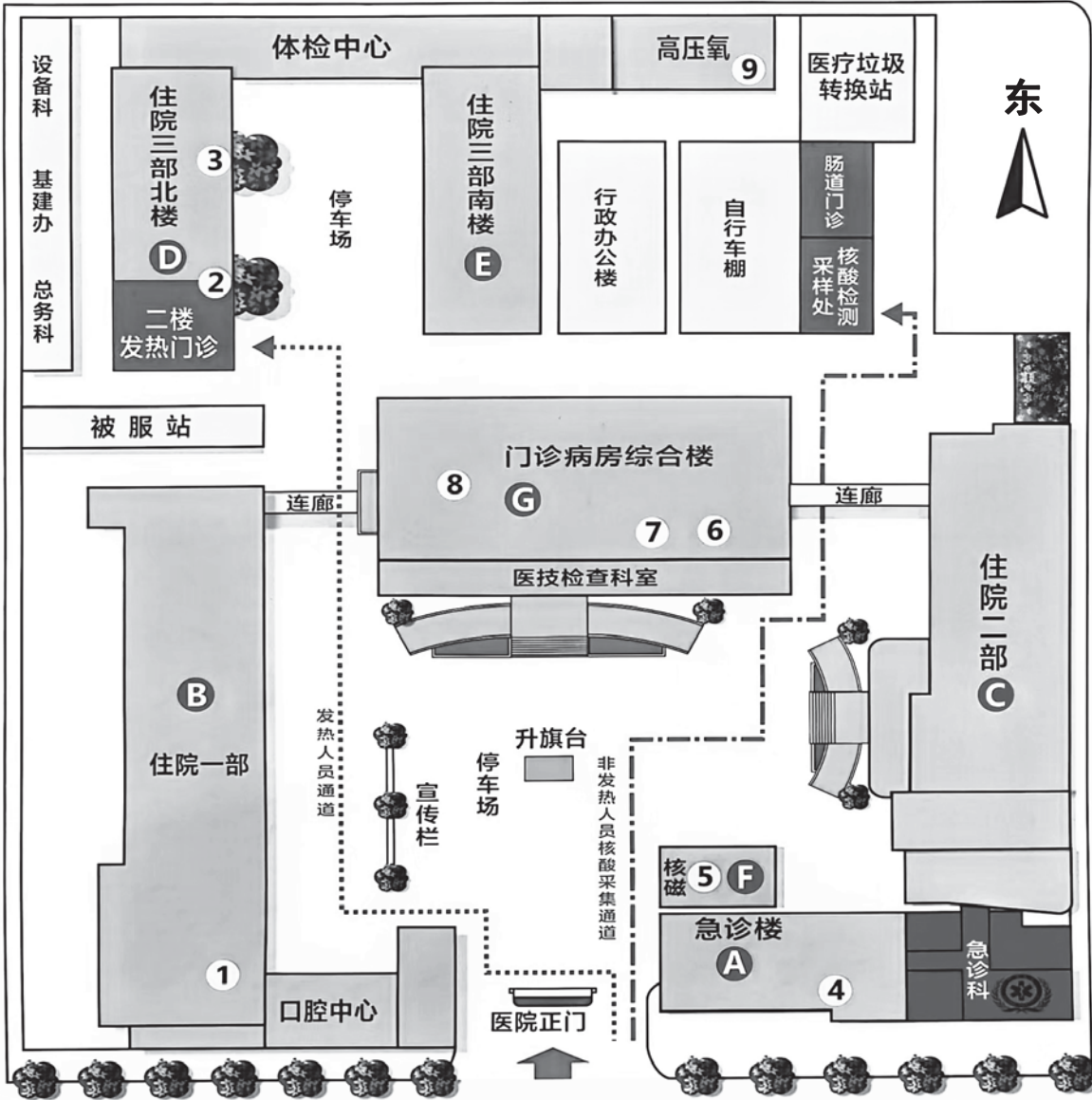


图 1-2 医院整体平面布置图



图 1-3 本项目外环境关系图（评价范围示意图）

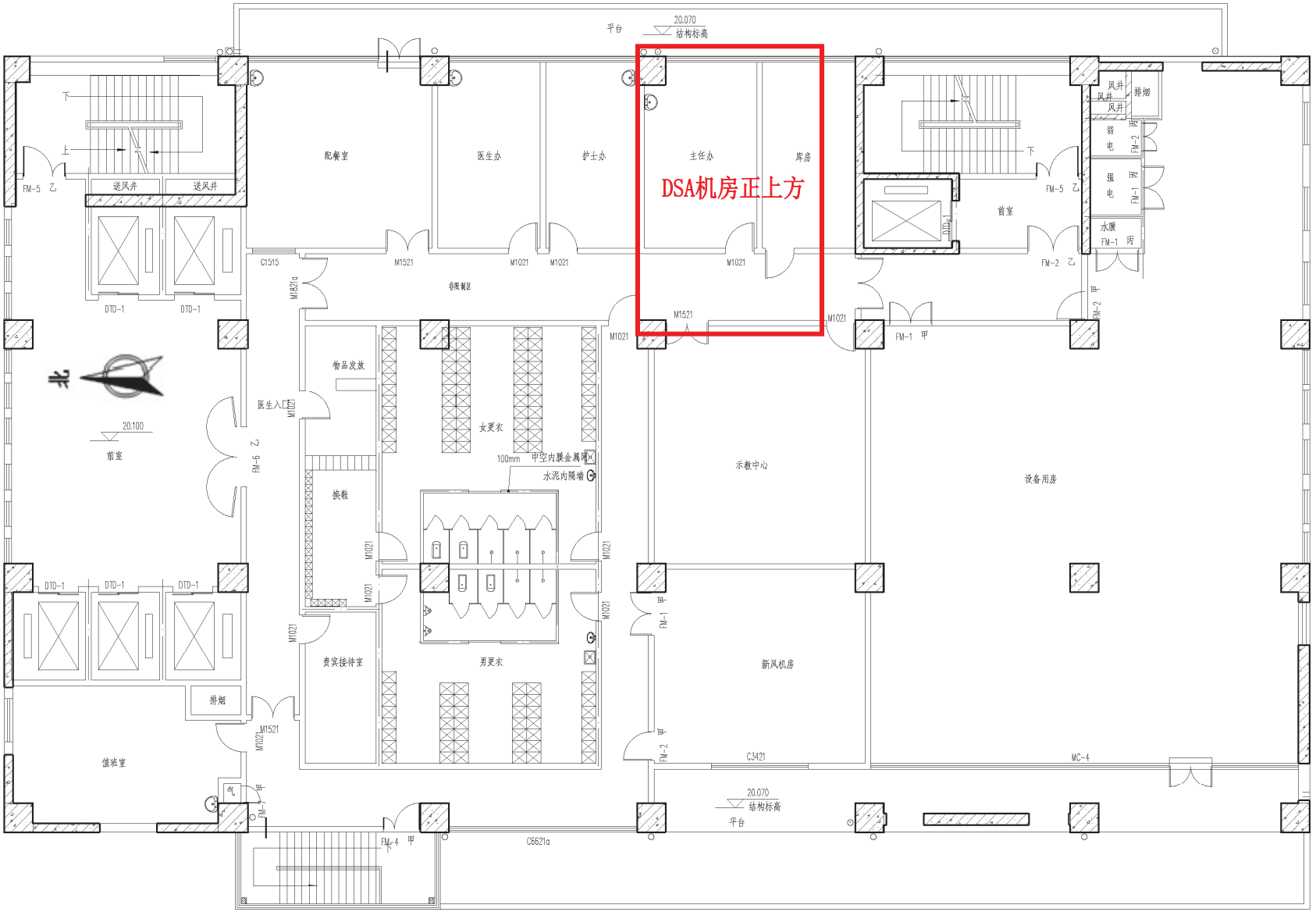


图 1-5 正上方区域平面布置图（门诊病房综合楼 6 楼）

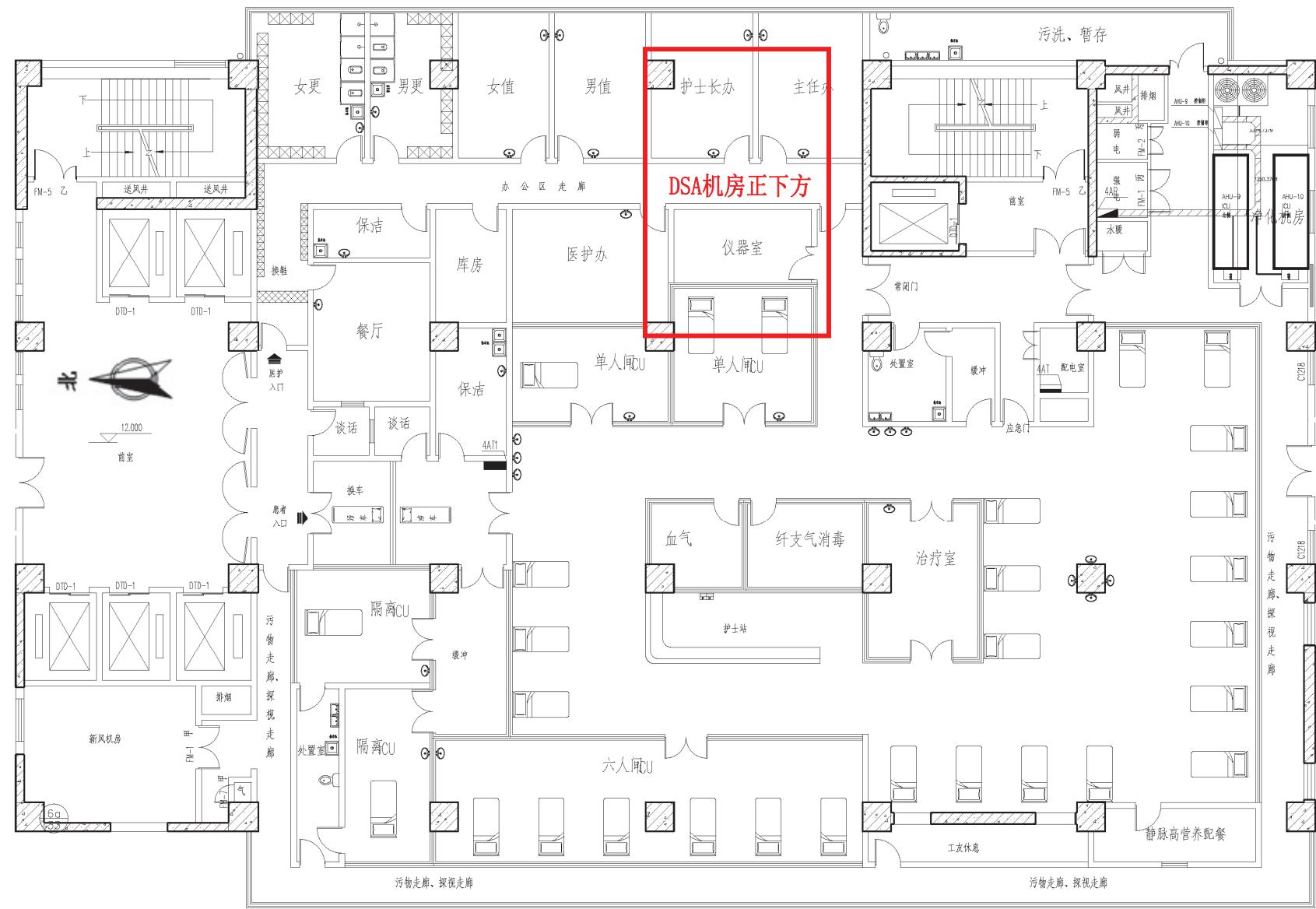


图 1-6 正下方区域平面布置图（门诊病房综合楼 4 楼）

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/
本项目不涉及放射源。								

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

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量（Bq）	日等效最大操作量（Bq）	年最大用量（Bq）	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
本项目不涉及非密封放射性物质。										

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												
装置名称	类别	数量	厂家&型号	加速 粒子	最大能量 (MeV)	额定电流（mA）/ 剂量率（Gy/h）		用途	工作场所		备注	
不涉及	/	/	/	/	/	/		/	/		/	
/	/	/	/	/	/	/		/	/		/	
(二) X 射线机：包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途												
装置名称	类别	数量	厂家&型号	最大管电压 (kV)		最大管电流 (mA)		用途	工作场所		备注	
DSA	Ⅱ类	1	飞利浦 Azurion 5 M20	125		1000		介入诊疗	门诊病房综合楼 5 楼导管室		新购	
/	/	/	/	/		/		/	/		/	
(三) 中子发生器：包括中子管，但不包括放射性中子源												
装置名称	类别	数量	厂家&型号	最大 管电压 (kV)	最大 靶电流 (μA)	中子 强度 (n/s)	用途	工作 场所	氚靶情况			备注
									活度（Bq）	贮存方式	数量	
不涉及	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素 名称	活度（Bq）	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧及氮氧化物	气态	/	/	/	/	/	不暂存	经通风系统排入 大气后稀释转化
本项目不产生放射性废弃物。								

注：1、常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/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

1、法规文件

- 1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日起施行；
- 2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日起施行；
- 3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起施行；
- 4) 《建设项目环境保护管理条例》，2017 年 10 月 1 日起施行；
- 5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，2019 年 3 月 2 日起施行；
- 6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2021 年 1 月 4 日起施行；
- 7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，2011 年 5 月 1 日起施行；
- 8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，2021 年 1 月 1 日起施行；
- 9) 《河南省辐射污染防治条例》，2016 年 3 月 1 日起施行。
- 10) 《关于发布<射线装置分类办法>的公告》，2017 年 12 月 6 日起施行；
- 11) 《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》，2020 年 1 月 1 日起施行。

2、技术标准

- 1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；
- 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》（HJ 10.1-2016）；
- 3) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）；
- 4) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；
- 5) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；
- 6) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）。

3、其他

- 1) 本项目环境影响评价委托书（详见附件 1）；
- 2) 建设单位辐射安全许可证及台账明细（详见附件 2）；
- 3) 原有核技术应用项目环评验收手续文件（详见附件 3）；
- 4) 本项目所在区域辐射环境现状检测报告（详见附件 4）；
- 5) 建设单位提供的其他相关技术资料。

表 7 保护目标与评价标准

1、评价范围

根据 X 射线能量随距离增加而衰减的特性，按照《辐射环境保护管理导则—核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中对射线装置评价范围的相关规定，即“射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）”，本项目以 DSA 机房四周屏蔽墙外 50m 作为评价范围，重点评价与机房四周相邻及正上和正下有人员活动的区域，详见图 1-3。

2、保护目标

本项目 DSA 机房位于导管室内部，导管室采取封闭式管理，出入口设置有门禁系统，无关人员未经允许无法随意进出，DSA 机房周围相邻区域内人员流动较少。根据本项目的环境污染特点，保护目标重点关注：DSA 辐射工作人员、在 DSA 机房四周及正上和正下方活动的公众人员。

表 7-1 本项目主要保护目标一览表

序号	主要保护目标	所在位置（方位）	距离	人员规模	照射类型
1	手术医生及护士	DSA 机房内	内部	45 人	职业照射
2	控制室操作人员	DSA 机房北侧控制室内	0~3m	1~2 人	
3	手术部医务人员	DSA 机房西侧手术室内	0~5m	12 人	公众照射
		DSA 机房东侧、南侧污物走廊内	0-2m		
		DSA 机房正上方办公室、走廊内	紧邻		
4	手术部受治疗患者	DSA 机房西侧手术室内	3m	流动	
5	ICU 医务人员	DSA 机房正下方办公室、走廊内	紧邻	8 人	
6	ICU 受治疗患者	DSA 机房正下方 ICU 病房内	紧邻	流动	

3、评价标准

1)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）

B1.1.1 职业照射剂量限值

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（但不可作任何追溯性平均），20mSv；

表 7 保护目标与评价标准

b) 任何一年中的有效剂量, 50mSv;

c) 眼晶体的年当量剂量, 150mSv;

d) 四肢(手和足)或皮肤的年当量剂量, 500mSv。

B1.2.1 公众照射剂量限值

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;

b) 特殊情况下, 如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv, 则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

2) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)

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

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

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

6.1.5 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外, 对新建、改建和扩建项目和技术改造、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下表的规定。

表 7-2 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

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

表 7-3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

设备类型	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上表的要求。

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护, 应满足下列要求:

表 7 保护目标与评价标准

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 $\mu\text{Sv/h}$; 测量时, X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间。

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 0.25 mSv。

6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置, 其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置, 并保持良好的通风。

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

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

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

6.5.1 每台 X 射线设备根据工作内容, 现场应配备不少于下表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 7-4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检测类型	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 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	不做要求

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

表 7 保护目标与评价标准

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

6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

3)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)

4.3.1 常规监测周期应综合考虑放射工作人员的性质、所受剂量大小、剂量变化程度及剂量计的性能等诸多因素。常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月。

5.3.2 对于介入放射学、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）。

8.2.1 个人剂量档案除了包括放射工作人员平时正常工作期间的个人剂量记录外，还包括其在异常情况（事故或应急）下受到的过量照射记录。

根据上述标准规定，结合建设单位的辐射安全管理要求，对本项目职业照射及公众照射的附加年剂量限值提出如下评价标准。

表 7-5 本项目职业照射及公众照射的附加年剂量管理限值

序号	照射类别	标准限值	管理限值
1	职业照射	20mSv/a	5mSv/a
2	公众照射	1mSv/a	0.1mSv/a

根据上述标准规定，结合建设单位的辐射安全管理要求，对本项目辐射工作场所关注点处的剂量率控制限值提出如下评价标准。

表 7-6 本项目辐射工作场所关注点处的剂量率控制限值

序号	工作模式	关注点位置	剂量率控制限值
1	透视模式	四周屏蔽墙、防护门及观察窗外 30cm 处	2.5 μ Sv/h
		正上方离地 100cm 处	
		正下方离地 170cm 处	
2	摄影模式	四周屏蔽墙、防护门及观察窗外 30cm 处	25 μ Sv/h
		正上方离地 100cm 处	
		正下方离地 170cm 处	

表 8 环境质量和辐射现状

1、项目地理和场所位置

安阳市第三人民医院位于安阳市北关区东风路 363 号，本项目 DSA 机房位于门诊病房综合楼 5 楼导管室内，该门诊病房综合楼位于医院中部，建筑结构为地上 22 层、地下 1 层，其东侧为住院三部南楼和行政办公楼，南侧为住院二部，西侧为院内停车场，北侧为住院一部。



门诊病房综合楼整体外观



门诊病房综合楼东侧通道和行政楼



门诊病房综合楼东侧通道



门诊病房综合楼东侧住院二部



门诊病房综合楼西侧停车场



门诊病房综合楼北侧通道

表 8 环境质量和辐射现状

	
门诊病房综合楼北侧住院一部	门诊病房综合楼东北侧住院三部
	
门诊病房综合楼北侧 6F 居民楼	本次拟改造 DSA 机房内部
	
本次拟改造 DSA 控制室	DSA 机房正上方办公室及走廊

图 8-1 本项目所在区域现状照片

2、辐射环境现状检测

为掌握本项目所在区域的辐射环境现状水平，建设单位委托具有电离辐射检测能力的河南博睿诚城检测服务有限公司（证书编号：181604090354，有效期至：2024 年 7 月 23 日）对本项目所在区域开展了辐射环境现状检测，具体情况如下。

表 8 环境质量和辐射现状

2.1、检测说明

1) 检测时间

2023 年 5 月 11 日

2) 环境条件

天气：多云、温度：(21.8~28.5) °C、湿度：(39.2~46.4) %RH

3) 检测因子

环境 γ 辐射剂量率，nGy/h

4) 检测依据

《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)

《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)

5) 检测仪器

表 8-1 主要检测仪器信息一览表

仪器名称	环境级辐射检测仪	仪器型号	BG7030
制造厂商	中广核贝谷科技有限公司	出厂编号	IF09F0C4
检定证书	1023BY0500559	有效期限	2023.4.4~2024.4.3
量程范围	10nGy/h~200μGy/h	能量范围	0.015MeV~10MeV
检定单位	河南省计量科学研究院	检定结论	合格

6) 质量保证

① 所有项目按国家有关规定及检测机构质控要求进行质量控制。

② 检测分析方法采用国家颁布的标准（或推荐）分析方法，检测人员经过考核并持有合格证书。

③ 所有检测仪器经过计量部门检定合格并在有效期内，每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

④ 所有记录及分析结果均经过三级审核。

2.2、检测点位

详见检测点位示意图。

表 8 环境质量和辐射现状

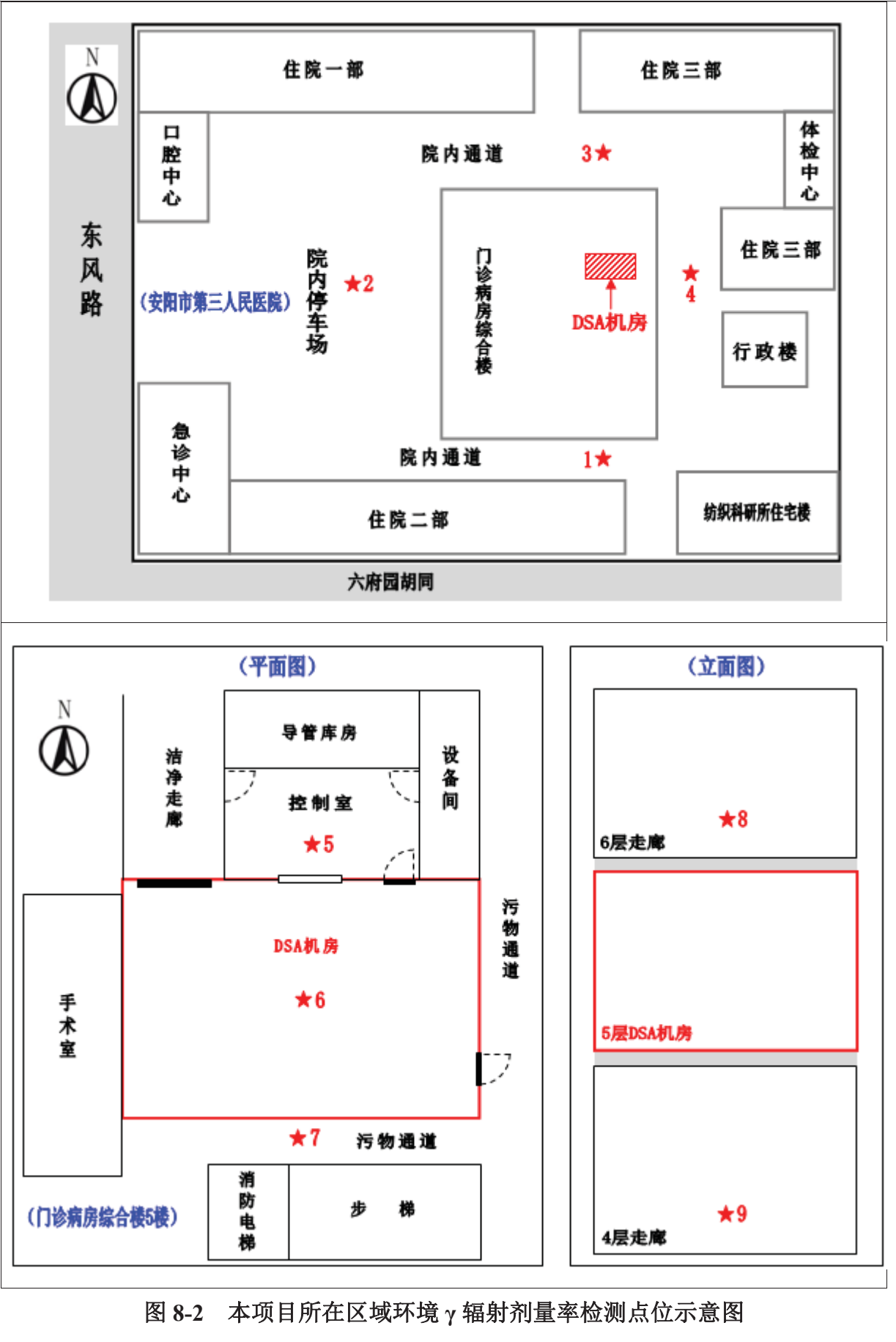


图 8-2 本项目所在区域环境 γ 辐射剂量率检测点位示意图

表 8 环境质量和辐射现状

2.3、检测结果

表 8-2 本项目所在区域环境 γ 辐射剂量率检测结果

编号	检测点位描述	环境 γ 辐射剂量率 (nGy/h)		备注
		均值	标准差	
1	门诊病房综合楼南侧 (院内道路)	50.5	1.1	室外, 道路
2	门诊病房综合楼西侧 (院内停车场)	56.4	1.0	室外, 道路
3	门诊病房综合楼北侧 (院内道路)	59.3	1.5	室外, 道路
4	门诊病房综合楼东侧 (院内道路)	55.8	0.9	室外, 道路
5	DSA 机房北侧控制室内	64.7	1.3	室内, 楼房
6	DSA 机房内中央位置	73.6	1.4	室内, 楼房
7	DSA 机房南侧污物通道内	75.1	1.1	室内, 楼房
8	DSA 机房正上方走廊内	78.2	0.8	室内, 楼房
9	DSA 机房正下方走廊内	72.4	1.2	室内, 楼房

注：以上检测数据已扣除仪器宇宙射线响应值。

2.4、检测结论

根据《辐射防护手册》(潘自强主编, 科学出版社, 2011) P40, 河南省内的原野 γ 辐射剂量率范围为 (17.5~141.7) nGy/h, 道路 γ 辐射剂量率范围为 (15.5~129.8) nGy/h, 室内 γ 辐射剂量率范围为 (42.2~167.4) nGy/h。

本项目所在区域的环境 γ 辐射剂量率测量范围为室内: (64.7~78.2) nGy/h、室外道路: (50.5~59.3) nGy/h (均已扣除仪器宇宙射线响应值), 处于河南省的正常辐射环境背景水平, 无辐射异常情况。

表 9 项目工程分析与源项

1、工程设备和工艺分析

1.1、射线装置简述

数字减影血管造影机（简称“DSA”）是常规血管造影术和电子计算机影像处理技术相结合的新一代 X 射线血管造影成像设备，集数字电子技术、影像增强技术、计算机控制技术、影像处理技术等多种科技手段于一体，属于医用Ⅱ类射线装置。

DSA 的基本结构组成包括：产生 X 射线的 X 射线管、供给 X 射线管灯丝电压及管电压的高压发生器、控制 X 射线“量”和“质”及曝光时间的计算机控制系统、影像探测和显示系统、影像处理及传输系统、机架系统和导管床。

DSA 不仅能够完成心血管、脑血管、主动脉、腹部脏器血管、盆腔血管、四肢血管等全身各部位血管的成像，还能够完成全身各部位病变的介入手术，如肝癌的血管栓塞术、肺癌的灌注化疗术、脑动脉瘤的栓塞术、脑动静脉畸形的栓塞术、冠脉狭窄球囊扩张和支架植入术、先天性心脏病房间隔缺损和动脉导管未闭的堵闭术、二尖瓣和肺动脉瓣狭窄的球囊扩张术、胆道食道扩张和支架植入术、各种经皮穿刺活检和引流术等。

1.2、工作原理简述

产生 X 射线的射线管是工作在高电压下的真空二极管（阴极和阳极），阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用需要，由不同材料制成不同形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金、钽等）制成。阴极灯丝通电加热时会“蒸发”出电子，利用聚焦杯将电子聚集成束，利用两极间的高电压将电子束加速，被加速的高速电子径直射向嵌在金属阳极中的靶体，受靶面突然阻挡而产生 X 射线。X 射线管的管电压决定 X 射线的光子能量，管电流决定 X 射线的光子数量。

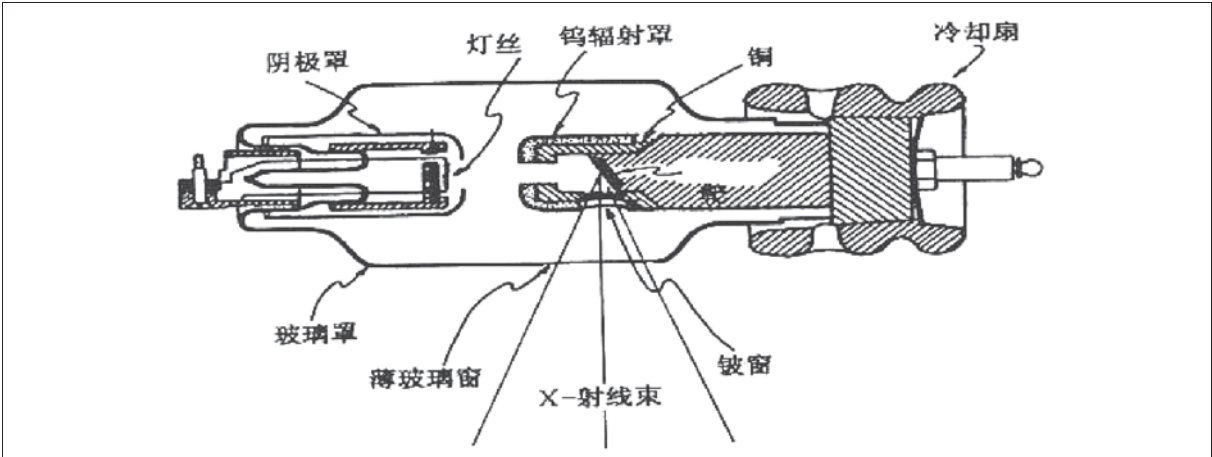


图 9-1 X 射线管的结构原理图

表 9 项目工程分析与源项

X 射线具有较强的穿透能力，对人体不同组织或造影剂表现出不同的穿透能力，透过人体的 X 射线能影像探测器、荧光屏或感光胶片显影，医生可借此来观察内脏形态变化、器官活动、病变情况等，辅助临床诊疗。

DSA 基本原理：为得到更为清晰的人体血管影像，应用计算机程序对受检部位注入造影剂前、后分别进行一次成像，并将摄取的影像进行数字化处理，再通过时间减影法，消除相同部分，转化成仅显示有造影剂充盈的血管影像。其特点是影像清晰，分辨率高，可为观察血管组织病变、肿瘤诊断及介入手术提供真实的立体影像，应用该设备进行诊断和介入手术远比在常规影像设备下操作更安全、有效。

DSA 运行特点：为了降低手术医生及患者的受照剂量，在影像数字化的基础上，利用 X 射线管栅控技术，采用脉冲方式控制 X 射线产生，减少了出束时间，做到了降低辐射剂量与保证影像质量的统一。

1.3、工作流程简述

1) 介入手术工作流程

- ① 技师对 DSA 进行开机各项检查，并确保各项安全防护设施处于正常运行状态。
- ② 医务人员在患者出入口接引患者，将其带入 DSA 机房，关闭患者通道防护门。
- ③ 医务人员根据诊疗计划及方案，对患者进行摆位，同时开展术前各项准备工作。
- ④ 医务人员退出 DSA 机房，控制室内操作人员对患者进行影像采集（隔室操作）。
- ⑤ 介入手术医生按要求穿戴防护用品、佩戴个人剂量计，进入 DSA 机房后，关闭医生通道防护门。
- ⑥ 介入手术医生按诊疗方案，在铅屏风或铅帘后，通过脚闸控制曝光，借助 DSA 脉冲透视影像对患者进行近台同室操作。
- ⑦ 介入手术医生将造影剂注入患者体内后，退出 DSA 机房，控制室操作人员对患者进行影像采集（隔室操作），手术医生位于通过观察窗观察机房内患者情况，并通过对讲系统与其交流。
- ⑧ 获得清晰的血管影像后，介入手术医生再次进入 DSA 机房，对患者实施介入手术，期间护士（如有需要）进入 DSA 机房配合开展术中护理工作。
- ⑨ 介入手术完毕后，关闭 DSA（停止出束），医务人员引导患者离开，然后开展术后清理及消毒工作，准备迎接下次介入手术。

表 9 项目工程分析与源项

2) 血管造影操作流程

- ① 患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺（或切开）股动脉。
- ② 医务人员操作送入引导钢丝及扩张管与外鞘，然后退出钢丝及扩张管，将外鞘保留于血管内。
- ④ 医务人员操作经外鞘插入导管，然后推送导管，在 X 射线图像引导下将其送达受检部位。
- ⑤ 医务人员操作将导管接上加压注射器，注入造影剂。
- ⑥ 医务人员退出机房，技师在操作台控制采集 X 射线影像。
- ⑦ 获得清晰的血管影像后，医务人员再次进入机房，撤出导管，然后对患者穿刺部位止血包扎。

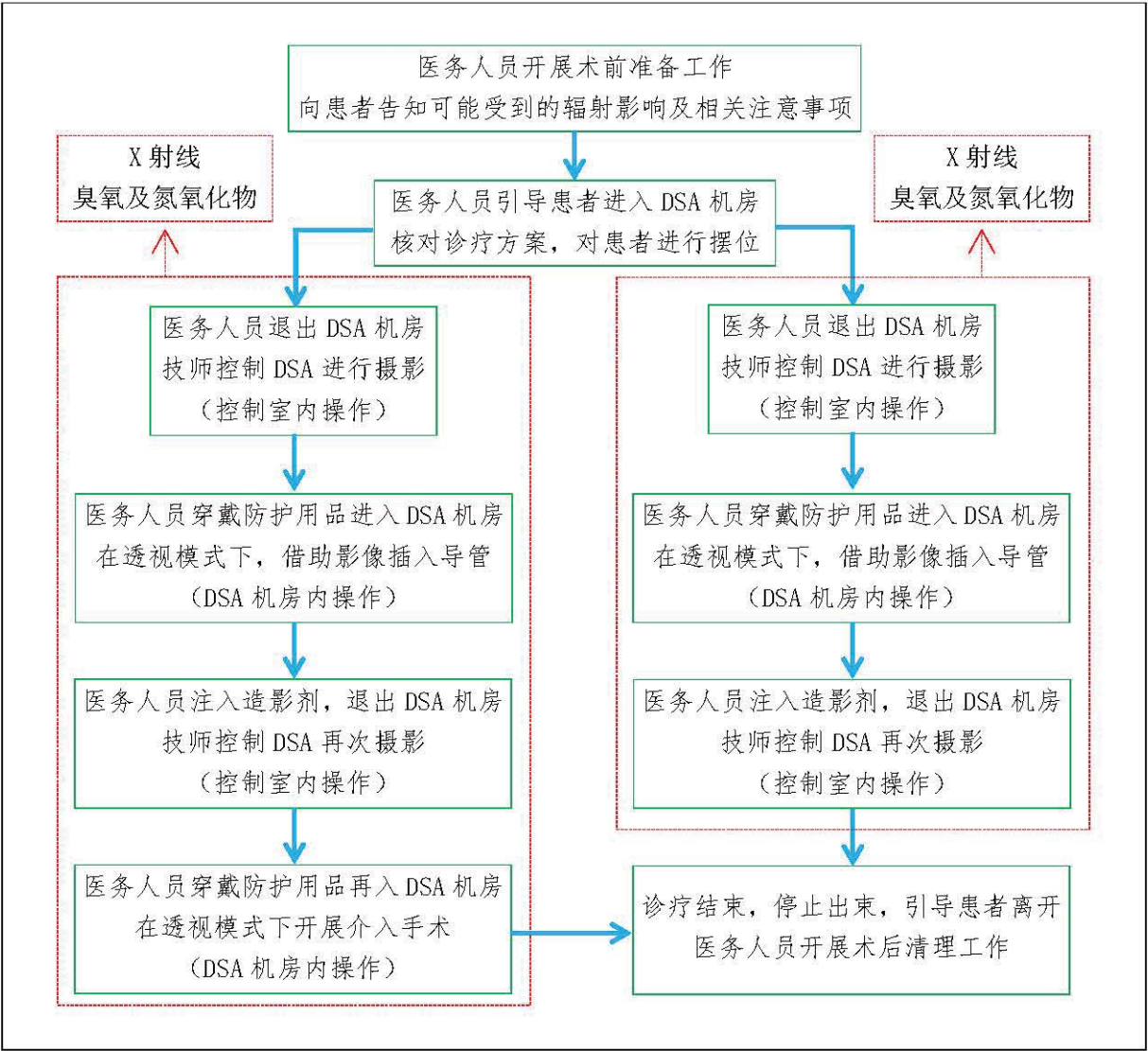


图 9-2 介入诊疗工作流程图

表 9 项目工程分析与源项

2、污染源项描述

2.1、正常工况

1) 放射性污染源项

由 DSA 的工作原理可知，其运行时产生的 X 射线为主要污染因子。在介入手术过程中，机房内手术医生需借助 DSA 影像进行操作，将受到一定的外照射影响；另外 X 射线贯穿屏蔽体后，也会对控制室内操作人员（技师）及机房周围的公众人员产生一定的外照射影响。

本项目 DSA 包括透视和摄影两种模式，均采用脉冲成像方式运行，在正常运行时会根据患者体型、照射部位、手术类型等不同情况，系统自动控制曝光条件。为了满足长时间曝光需求，延长球管使用寿命，在正常曝光时通常会保留一定裕量。本次评价以 DSA 常用的最大运行工况进行计算，根据《辐射防护导论》（方杰主编，原子能出版社，1991）P342 附图 3，推算出距辐射源点（靶点）1m 处的剂量率。

表 9-1 本项目 DSA 常用曝光条件一览表

曝光条件	透视模式		摄影模式	
	设定范围	常用工况	设定范围	常用工况
管电压	50~110kV	60~90kV	50kV~125kV	70~100kV
管电流	10~200mA	10~140mA	10~1000mA	100~700mA
脉冲宽度	1.0~20ms	10ms	1.0~120ms	60ms
脉冲（帧）率	3.75~30p/s	15p/s	0.5~30f/s	15f/s

表 9-2 本项目 DSA 距靶点 1m 处的剂量率

工作模式	管电压	管电流	距靶点 1m 处的发射率	距靶点 1m 处的剂量率
透视	90kV	140mA	1.2mGy/mA·min	$1.51 \times 10^6 \mu\text{Sv/h}$ （脉宽 10ms）
摄影	100kV	700mA	1.7mGy/mA·min	$6.43 \times 10^7 \mu\text{Sv/h}$ （脉宽 60ms）

注：DSA 自带多种过滤片，使用中由系统自动控制过滤条件，考虑到 X 射线管的固有过滤和附加过滤，总过滤一般不低于 0.5mmCu，距靶点 1m 处的发射率保守按 0.5mmCu 滤过曲线取值。

2) 非放射性污染源项

X 射线与空气作用会产生少量的臭氧和氮氧化物等有害气体，若空气流通不畅，将在机房内累积，具有一定的危害性；本项目 DSA 运行产生的有害气体量相对较少，且

表 9 项目工程分析与源项

其在常温常压下稳定性较差，可在空气中迅速得到稀释、转化，对周围环境的影响较小，因此，保证 DSA 机房具有良好的通风即可。

2.2、事故工况

本项目 DSA 在事故工况下的主要污染途径如下：

- 1) 人员未及时从 DSA 机房撤离，DSA 便开始出束，使其受到误照射。
- 2) 安全警示装置发生故障，人员误入正在出束的 DSA 机房，造成误照射。
- 3) 射线装置检修、维护期间，维修人员误操作或者参数设置错误，造成误照射。
- 4) 安全联锁系统发生故障，防护门未完全关闭，射线装置便开始出束，对附近人员造成误照射。
- 5) 控制系统或电器系统故障，射线装置不能及时停止出束，使患者或机房内辐射工作人员受到额外照射。

表 10 辐射安全与防护

1、工作场所布局

本项目 DSA 机房位于 5 楼导管室内靠东侧中间位置，其东侧为污物通道和综合楼东墙，南侧为污物通道、消防电梯和步梯，西侧为手术室，北侧为洁净走廊、控制室和设备间，正上为手术部办公室、库房和走廊，正下为 ICU 办公室、走廊和仪器室。

2、工作场所分区

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的相关规定，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。

控制区：需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域。本项目将 DSA 机房内部设为“控制区”，在 DSA 正常工作时，除手术医生及护士外，严禁其他人员进入。

监督区：控制区以外，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的区域。本项目将 DSA 机房北侧控制室、设备间和患者通道门外 1m 区域，东侧和南侧污物通道，以及西侧屏蔽墙外 1m 区域设为“监督区”，在 DSA 正常工作时，限制公众人员居留。

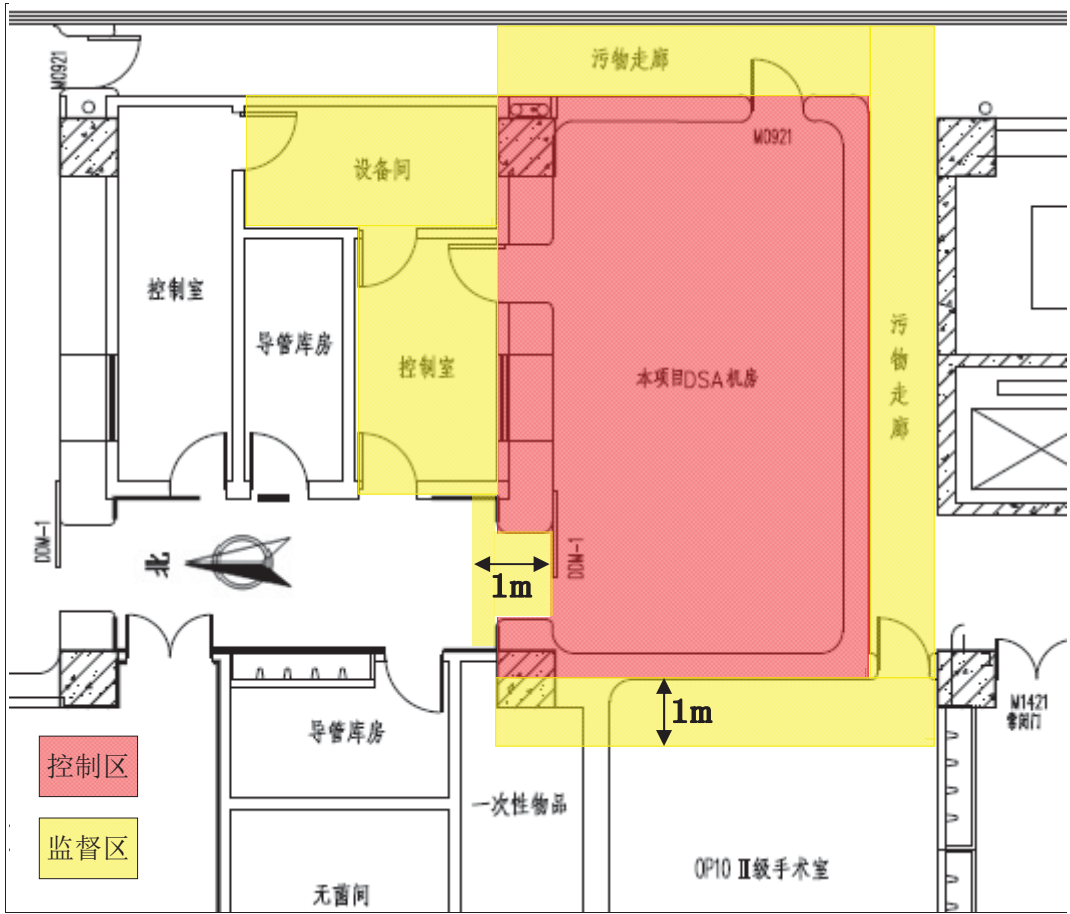


图 10-1 本项目辐射工作场所分区管理示意图

表 10 辐射安全与防护

3、机房建设及防护情况

表 10-1 本项目 DSA 机房建设及防护情况一览表

指标名称	机房建设情况	标准要求	符合性
机房净尺寸	长×宽×高：9.25m×5.05m×2.9m	最小单边长度 3.5m	符合要求
机房净面积	46.71m ²	最小有效使用面积 20m ²	符合要求
四周屏蔽墙	3mm 铅板（利旧）+2mm 铅板（新建） （方钢龙骨结构）	有用线束方向 2mmPb 非有用线束方向 2mmPb	符合要求
顶棚	50mm 硫酸钡水泥+120mm 混凝土 （等效铅当量 4.5mmPb）		符合要求
地板	50mm 硫酸钡水泥+120mm 混凝土 （等效铅当量 4.5mmPb）		符合要求
医生通道门	不锈钢复合门，内衬 4mm 铅板		符合要求
患者通道门	不锈钢复合门，内衬 4mm 铅板		符合要求
污物通道门	不锈钢复合门，内衬 4mm 铅板		符合要求
观察窗	20mm 厚整块铅玻璃（4mmPb）		符合要求

注：1、硫酸钡水泥 $\rho \geq 3.2\text{g/cm}^3$ ，混凝土 $\rho \geq 2.35\text{g/cm}^3$ ，铅板 $\rho \geq 11.3\text{g/cm}^3$ 。

2、根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C，X 射线能量为 125kV 时，120mm 混凝土近似等效 1.5mmPb；根据《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）表 3.3，以 X 射线能量为 150kV 做保守估算，50mm 钡水泥近似等效 3mmPb。

4、辐射安全与防护措施

1) 标准要求的安全防护措施

表 10-2 本项目 DSA 机房采取的安全防护措施一览表

指标名称	本项目情况	标准要求	符合性
观察窗或摄像 监控装置	本项目 DSA 机房北墙设置观察窗，其位置均易于观察到受检者状态及防护门开闭情况。	6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置，设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。	符合要求
动力通风装置	本项目 DSA 机房采用层流净化系统，在 DSA 工作期间净化空调机组始终正常运行，确保机房保持良好的通风。	6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。	符合要求

表 10 辐射安全与防护

警告标志和警示灯	本项目 DSA 机房各防护门外均张贴符合要求的电离辐射警告标志；患者通道门上方设置工作状态指示灯，设置“手术中”的可视警示语。	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。	符合要求
自动闭门装置	本项目 DSA 机房的医生通道门和污物通道门采用平开式，安装有自闭器。	6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置，工作状态指示灯能与机房门有效关联。	符合要求
门灯联动装置	本项目 DSA 机房的患者通道门上方设置工作状态指示灯，并与防护门建立联动，门开灯灭，门关灯亮。		符合要求
防夹装置	本项目 DSA 机房的患者通道门采用电动推拉式，安装红外感应防夹装置。	6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。	符合要求

2) 其他安全防护措施

在满足标准要求的基础上，本项目 DSA 还采取了如下辐射安全与防护措施。

① **紧急停机：**在机房内手术床旁及控制室内操作台处设置紧急停机按钮。

② **对讲系统：**在机房内部与控制室操作台之间设置语音对讲系统。

③ **门禁系统：**对导管室采取封闭式管理，出入口设置有门禁系统，无关人员未经允许无法随意进出。

④ **电缆下穿：**设备电缆通过地坪以下预埋线槽穿过屏蔽墙，并在下穿处外侧增加铅板进行防护补偿，不降低屏蔽墙的屏蔽能力。

5、机房动力通风装置

本项目 DSA 机房采用层流净化系统，在机房顶部中央设置专用洁净送风天花，在南、北两侧墙体底部各设置两个 90cm×35cm 的回风窗，回风管道在吊顶上方汇集后从西侧屏蔽墙穿出，然后连接回风主管道，经净化空调机组过滤净化后产生的新风，沿送风主管道穿过西侧屏蔽墙进入 DSA 机房。在 DSA 工作期间净化空调机组始终处于正常运行状态，确保机房内保持良好的通风。

表 10 辐射安全与防护

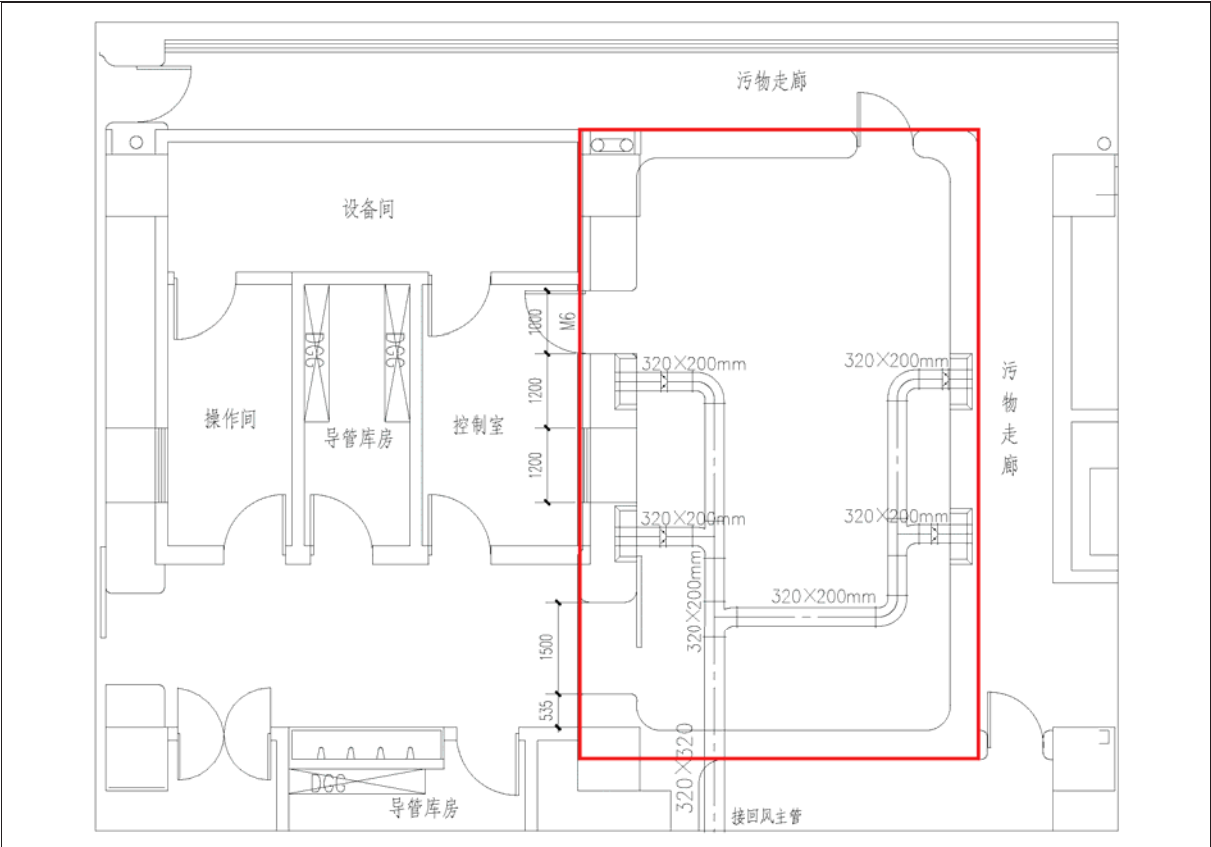


图 10-2 本项目 DSA 机房回风管道示意图

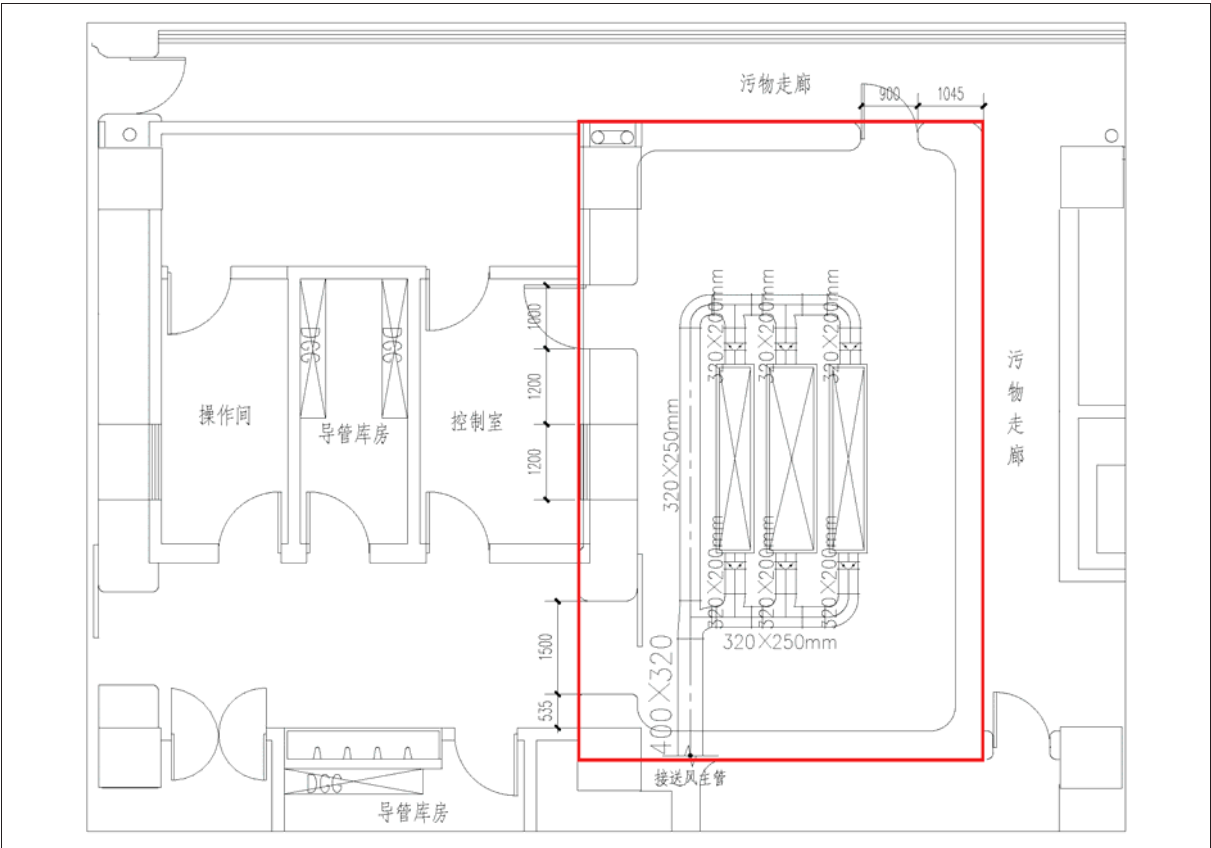


图 10-3 本项目 DSA 机房送风管道示意图

表 10 辐射安全与防护

6、检测设备及防护用品

表 10-3 本项目检测设备及防护用品配置情况一览表

类别	设备或用品名称	数量	备注
辐射检测设备	辐射检测仪	1 台	现有 1 台 RP6000 型
	个人剂量报警仪	2 台	本项目拟新购 2 台
	个人剂量计	2 个/人	手术医生及护士 (铅衣内、外各 1 个)
		1 个/人	控制室操作人员
辅助防护设施	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘	1 套	0.5mmPb
	床侧防护帘/床侧防护屏	1 套	0.5mmPb
职业人员 个人防护用品	铅围裙	8 件	现有, 0.5mmPb
	铅颈套(铅围脖)	8 件	现有, 0.5mmPb
	铅眼镜	5 副	现有, 0.5mmPb
	铅帽	8 件	现有, 0.5mmPb
	介入防护手套	5 副	现有, 0.025mmPb
受检人员 (成人) 个人防护用品	铅围裙(或铅方巾)	2 件	现有, 0.5mmPb
	铅颈套(铅围脖)	2 件	现有, 0.5mmPb
	铅帽	2 件	现有, 0.5mmPb
受检人员 (儿童) 个人防护用品	铅围裙(或铅方巾)	2 件	现有, 0.5mmPb
	铅颈套(铅围脖)	2 件	现有, 0.5mmPb
	铅帽	2 件	现有, 0.5mmPb

相关要求: 辐射检测设备应定期开展计量校检或比对验证, 确保日常检测数据的准确性和有效性; 个人剂量计应按要求佩戴, 并定期交有资质的单位进行检测; 个人防护用品应注意妥善保管, 避免长时间挂放、折叠, 从而降低防护能力。

7、三废的治理

本项目正常运行期间不产生放射性“三废”, 维修更换的废旧 X 射线管、废靶等器件属于危险废物, 委托有资质的单位进行处置。

本项目正常运行期间产生的医疗废物属于危险废物, 在医院内已设置的医疗废物暂存间进行集中收集, 委托有资质的单位进行处置。

表 10 辐射安全与防护

本项目正常运行期间医务人员及患者产生的生活垃圾，由保洁人员集中收集，最后统一委托市政环卫部门清运。

本项目正常运行期间医务人员及患者产生的生活污水，依托医院现有的污水处理设施进行处理，符合排放要求后，排入市政污水管网。

本项目正常运行期间产生的少量臭氧和氮氧化物等有害气体，不具有放射性，且在常温常压下其稳定性较差，通过 DSA 机房设置的机械通风系统直接排入外环境，并迅速得以稀释、转化，不会对外环境产生影响。

表 11 环境影响分析

1、建设阶段环境影响

1.1、施工期环境影响分析

本项目施工期主要作业内容包括：原有设备及设施拆除，机房防护升级改造装修。施工期的主要污染因子为施工噪声、施工固体废弃物及施工人员产生的生活废水和生活垃圾。本项目施工期拟采取如下污染防治措施。

1) 加强施工管理，做到文明施工，提前做好施工规划，合理安排作业时间，施工期间选用低噪声机械设备，减少对周围的噪声影响。

2) 限定施工作业范围，对施工产生的固体废弃物进行集中存放，并及时清运，对含粉状的固体废弃物清运时采取遮盖措施，防止沿途倾洒。

3) 本项目施工人员相对较少，施工期较短，生活污水产生量很小，依托医院现有的污水收集、处理设施进行处置，不外排。

4) 本项目施工人员产生的生活垃圾在施工现场进行集中收集，并及时清运至医院现有的垃圾箱内，不随意丢弃。

综上所述，本项目施工期较短、施工范围较小，施工期的环境影响是短暂的、微弱的，并随着施工期的结束而消失；施工单位应严格落实各项污染防治措施，同时加强施工管理，尽可能将施工期的环境影响降至最低水平。

1.2、安装调试期环境影响分析

本项目 DSA 的安装、调试均由设备厂家委派专业人员完成，在设备调试期间，会进行多次曝光操作，建设单位应加强辐射安全管理，避免无关人员在机房周围活动，另外调试人员在调试过程中应全程携带个人剂量报警仪，发现辐射异常情况，应立即停止调试工作，待问题解决后方可再次开机。

综上所述，通过采取合理有效的辐射防护措施，设备安装调试期间产生的辐射环境影响是可控的、微弱的。

2、运行阶段环境影响分析

2.1、关注点处剂量率计算

根据 NCRP REPORT No.147 第 4.1.6 节，在血管造影术中将使用影像增强器，可阻挡主射线。初级辐射的强度会大幅度地被患者、影像增强器和支撑结构减弱。由于 DSA 正常运行时 X 射线主束照向患者，且主束限定在影像增强器的屏蔽范围内，因此 DSA

表 11 环境影响分析

的屏蔽计算可不考虑主束影响。

根据《医用外照射源的辐射防护》（国际放射防护委员会第 33 号出版物）P86，在缺乏 X 射线散射资料的情况下，90°散射可被认为是散射的主要成分，因此 DSA 机房屏蔽体外各关注点处重点考虑机头漏射和患者散射。

根据本项目 DSA 机房的平面布局，机房外尺寸为长×宽×高：10.15m×6.45m×4.5m，净尺寸为长×宽×高：9.25m×5.05m×2.9m，治疗床高按 1.2m，按第一术者距患者约 0.4m、距辐射源点约 0.5m，第二术者距患者约 0.8m、距辐射源点约 1.0m，辐射源点距患者受照表面约 0.5m（减少患者受照射剂量，出束端尽量远离患者），结合机房墙体及顶棚厚度，可推算出各关注点与辐射源点的距离。

表 11-1 DSA 机房各关注点位置一览表

序号	关注点位	具体位置描述	与辐射源点距离	备注
1	A1	手术医生操作位处（第一术者位）	0.5m	漏射+散射
2	A2	手术医生操作位处（第二术者位）	1.0m	漏射+散射
3	B	观察窗外 30cm 处	4.3m	漏射+散射
4	C	医生通道门外 30cm 处	3.5m	漏射+散射
5	D	患者通道门外 30cm 处	6.3m	漏射+散射
6	E	东侧墙外 30cm 处	3.1m	漏射+散射
7	F	污物通道门外 30cm 处	3.7m	漏射+散射
8	G	南侧墙外 30cm 处	3.6m	漏射+散射
9	H	西侧墙外 30cm 处	7.6m	漏射+散射
10	I	正上方离地 100cm 处	3.7m	漏射+散射
11	J	正下方离地 170cm 处	5.0m	漏射+散射

表 11 环境影响分析

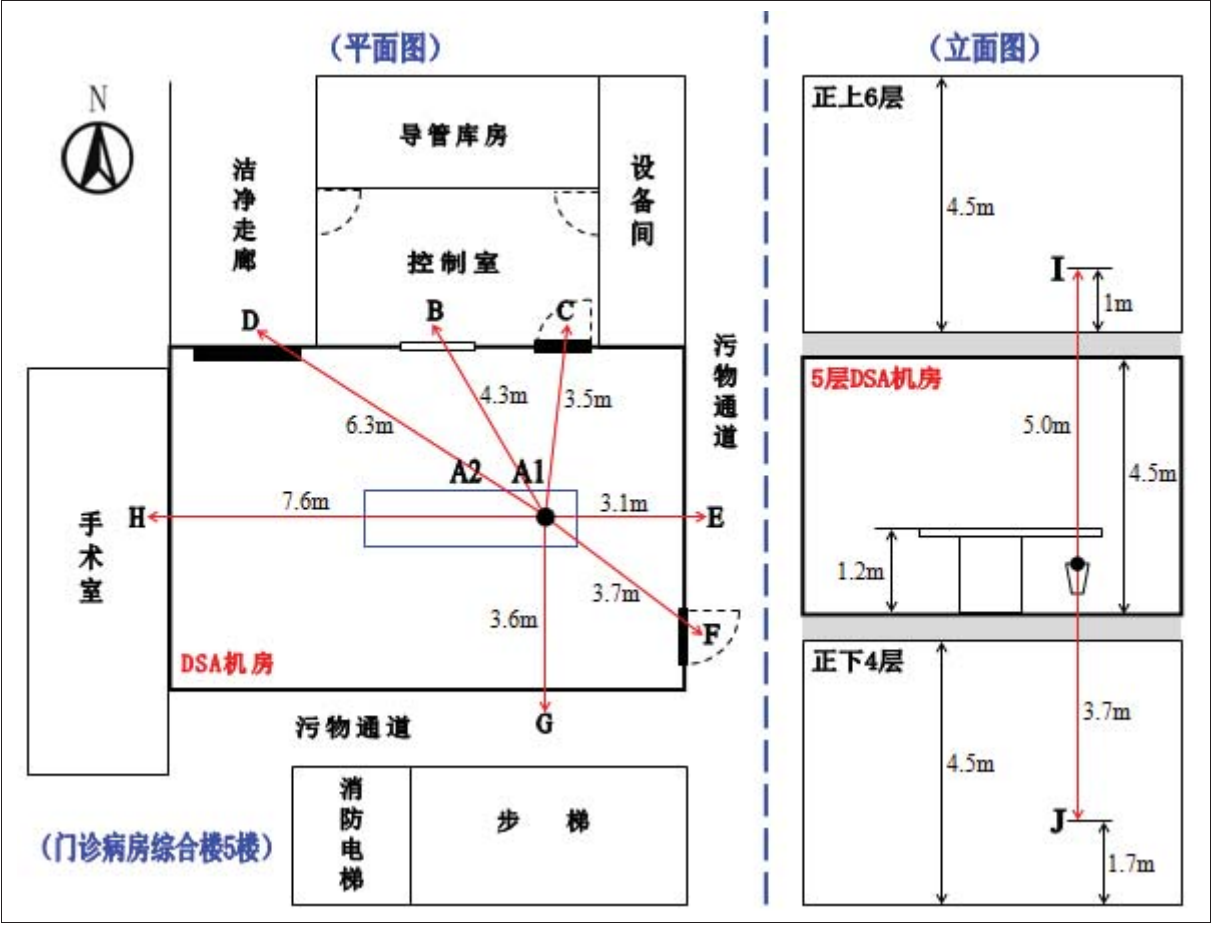


图 11-1 关注点处剂量率计算示意图

1) 泄漏辐射

根据《辐射防护导论》（方杰主编，原子能出版社，1991）P115，泄漏辐射所致关注点处的剂量率按如下公式计算。

$$H_L = \frac{H_0 \cdot f \cdot B}{R^2}$$

式中：

H_L ：泄漏辐射所致关注点处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

f ：泄漏射线比率，保守取 0.1%；

H_0 ：距辐射源点（靶点）1m 处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

R ：辐射源点（靶点）与关注点处的距离，m；

B ：屏蔽透射因子，按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 中的公式计算。

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

表 11 环境影响分析

式中：

X：屏蔽材料铅当量厚度，mm；

α 、 β 、 γ ：铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数。

2) 散射辐射

根据《辐射防护导论》（方杰主编，原子能出版社，1991）P117，散射辐射所致关注点处的剂量率按如下公式计算。

$$H_S = \frac{H_0 \cdot B \cdot S \cdot (\alpha/400)}{R_0^2 \cdot R_s^2}$$

式中：

H_S ：散射辐射所致关注点处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_0 ：距辐射源点（靶点）1m 处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

B：屏蔽透射因子，同上；

S：散射面积，取典型值 100cm^2 ；

α ：患者受照表面对 X 射线的散射比（相对于 400cm^2 散射面积），根据《辐射防护导论》（方杰主编，原子能出版社，1991）P116 表 3.8，散射角 90° ，90kV 取 0.0011（内插法估算）、100kV 取 0.0013；

R_0 ：辐射源点（靶点）与患者受照表面的距离，m；

R_S ：患者受照表面照射野中心点与关注点的距离，m。

表 11-2 透视模式下 DSA 机房各关注点处辐射剂量率计算结果一览表

关注点位	具体位置描述	H ₀ (μSv/h)	f	X (mmPb)	拟合参数			B	R (m)	α	S (cm ²)	R ₀ (m)	R _s (m)	漏射 H _L (μSv/h)	散射 H _s (μSv/h)
					α	β	γ								
A1	手术医生操作位处（第一术者位）	1.51E+06	0.001	1.0	3.067	18.83	0.7726	4.08E-03	0.5	0.0011	100	0.5	0.4	2.47E+01	4.24E+01
A2	手术医生操作位处（第二术者位）	1.51E+06	0.001	1.0	3.067	18.83	0.7726	4.08E-03	1.0	0.0011	100	0.5	0.8	6.16E+00	1.06E+01
B	观察窗外 30cm 处	1.51E+06	0.001	4.0	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07	4.3	0.0011	100	0.5	4.3	3.02E-05	3.32E-05
C	医生通道门外 30cm 处	1.51E+06	0.001	4.0	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07	3.5	0.0011	100	0.5	3.5	4.56E-05	5.01E-05
D	患者通道门外 30cm 处	1.51E+06	0.001	4.0	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07	6.3	0.0011	100	0.5	6.3	1.41E-05	1.55E-05
E	东侧墙外 30cm 处	1.51E+06	0.001	5.0	3.067	18.83	0.7726	1.72E-08	3.1	0.0011	100	0.5	3.1	2.70E-06	2.97E-06
F	污物通道门外 30cm 处	1.51E+06	0.001	4.0	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07	3.7	0.0011	100	0.5	3.7	4.08E-05	4.48E-05
G	南侧墙外 30cm 处	1.51E+06	0.001	5.0	3.067	18.83	0.7726	1.72E-08	3.6	0.0011	100	0.5	3.6	2.00E-06	2.21E-06
H	西侧墙外 30cm 处	1.51E+06	0.001	5.0	3.067	18.83	0.7726	1.72E-08	7.6	0.0011	100	0.5	7.6	4.50E-07	4.95E-07
I	正上方离地 100cm 处	1.51E+06	0.001	4.5	3.067	18.83	0.7726	7.96E-08	3.7	0.0011	100	0.5	3.2	8.80E-06	1.29E-05
J	正下方离地 170cm 处	1.51E+06	0.001	4.5	3.067	18.83	0.7726	7.96E-08	5.0	0.0011	100	0.5	5.5	4.82E-06	4.38E-06

注：1、手术医生操作位处第一术者和第二术者均考虑铅屏风或铅帘（0.5mmPb）+铅衣（0.5mmPb）防护。

2、透视模式下，拟合参数取《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 表 C.2 中管电压 90kV 对应的值。

表 11-3 摄影模式下 DSA 机房各关注点处辐射剂量率计算结果一览表

关注点位	具体位置描述	H ₀ (μSv/h)	f	X (mmPb)	拟合参数（漏射）			拟合参数（散射）			B		R (m)	α	S (cm ²)	R ₀ (m)	R _s (m)	漏射 H _L (μSv/h)	散射 H _s (μSv/h)
					α	β	γ	α	β	γ	漏射	散射							
B	观察窗外 30cm 处	6.43E+07	0.001	4.0	2.500	15.28	0.7557	2.507	15.33	0.9124	3.39E-06	5.14E-06	4.3	0.0013	100	0.5	4.3	1.18E-02	2.32E-02
C	医生通道门外 30cm 处	6.43E+07	0.001	4.0	2.500	15.28	0.7557	2.507	15.33	0.9124	3.39E-06	5.14E-06	3.5	0.0013	100	0.5	3.5	1.78E-02	3.51E-02
D	患者通道门外 30cm 处	6.43E+07	0.001	4.0	2.500	15.28	0.7557	2.507	15.33	0.9124	3.39E-06	5.14E-06	6.3	0.0013	100	0.5	6.3	5.48E-03	1.08E-02
E	东侧墙外 30cm 处	6.43E+07	0.001	5.0	2.500	15.28	0.7557	2.507	15.33	0.9124	2.78E-07	4.19E-07	3.1	0.0013	100	0.5	3.1	1.86E-03	3.64E-03
F	污物通道门外 30cm 处	6.43E+07	0.001	4.0	2.500	15.28	0.7557	2.507	15.33	0.9124	3.39E-06	5.14E-06	3.7	0.0013	100	0.5	3.7	1.59E-02	3.14E-02
G	南侧墙外 30cm 处	6.43E+07	0.001	5.0	2.500	15.28	0.7557	2.507	15.33	0.9124	2.78E-07	4.19E-07	3.6	0.0013	100	0.5	3.6	1.38E-03	2.70E-03
H	西侧墙外 30cm 处	6.43E+07	0.001	5.0	2.500	15.28	0.7557	2.507	15.33	0.9124	2.78E-07	4.19E-07	7.6	0.0013	100	0.5	7.6	3.09E-04	6.06E-04
I	正上方离地 100cm 处	6.43E+07	0.001	4.5	2.500	15.28	0.7557	2.507	15.33	0.9124	9.70E-07	1.47E-06	3.7	0.0013	100	0.5	3.2	4.55E-03	1.20E-02
J	正下方离地 170cm 处	6.43E+07	0.001	4.5	2.500	15.28	0.7557	2.507	15.33	0.9124	9.70E-07	1.47E-06	5.0	0.0013	100	0.5	5.5	2.49E-03	4.05E-03

注：1、摄影模式下，手术医生及护士暂时离开 DSA 机房，不在手术位处停留。

2、摄影模式下，拟合参数取《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 表 C.2 中管电压 100kV 对应的值。

表 11-4 DSA 机房各关注点处辐射剂量率计算结果一览表

关注 点位	具体位置描述	透视模式			摄影模式		
		泄漏辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	总的辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	泄漏辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	总的辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
A1	手术医生操作位处（第一术者）	2.47E+01	4.24E+01	6.70E+01	/	/	/
A2	手术医生操作位处（第二术者）	6.16E+00	1.06E+01	1.68E+01	/	/	/
B	观察窗外 30cm 处	3.02E-05	3.32E-05	6.34E-05	1.18E-02	2.32E-02	3.50E-02
C	医生通道门外 30cm 处	4.56E-05	5.01E-05	9.57E-05	1.78E-02	3.51E-02	5.28E-02
D	患者通道门外 30cm 处	1.41E-05	1.55E-05	2.95E-05	5.48E-03	1.08E-02	1.63E-02
E	东侧墙外 30cm 处	2.70E-06	2.97E-06	5.68E-06	1.86E-03	3.64E-03	5.50E-03
F	污物通道门外 30cm 处	4.08E-05	4.48E-05	8.56E-05	1.59E-02	3.14E-02	4.73E-02
G	南侧墙外 30cm 处	2.00E-06	2.21E-06	4.21E-06	1.38E-03	2.70E-03	4.08E-03
H	西侧墙外 30cm 处	4.50E-07	4.95E-07	9.45E-07	3.09E-04	6.06E-04	9.15E-04
I	正上方离地 100cm 处	8.80E-06	1.29E-05	2.17E-05	4.55E-03	1.20E-02	1.65E-02
J	正下方离地 170cm 处	4.82E-06	4.38E-06	9.20E-06	2.49E-03	4.05E-03	6.55E-03

表 11 环境影响分析

由上述计算结果可知：

① 本项目 DSA 正常运行后，透视模式下 2#DSA 机房周围各关注点处的辐射剂量率在（2.91E-07~8.12E-05）μSv/h 之间，满足本次评价提出的透视模式下不大于 2.5μSv/h 的剂量率控制限值要求。

② 本项目 DSA 正常运行后，摄影模式下 2#DSA 机房周围各关注点处的辐射剂量率在（4.57E-04~4.48E-02）μSv/h 之间，满足本次评价提出的摄影模式下不大于 25μSv/h 的剂量率控制限值要求。

2.2、人员附加年剂量计算

人员附加年有效剂量参考联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）2000 年报告附录 A 中的公式计算。

$$H_{E-r} = H \times t \times T \times 10^{-3}$$

式中：

H_{E-r} ：附加年有效剂量，mSv/a；

H：关注点处的剂量率，μSv/h；

t：年受照射时间，h/a；

T：关注点处人员居留因子。

1) 年受照射时间

根据建设单位提供的信息，现阶段全院的介入手术量为平均每月 200 台，考虑到后期随着患者就诊量增加，保守预计全院的介入手术量最多为平均每月 300 台。

不同类型介入手术分别由心血管内科、神经内科、神经外科、肾病内科、骨科等不同科室的医师共同承担，通常每台介入手术的医生数量为 1~2 人，另外设置 1 名技师负责在控制室内操作设备，1~2 名护士负责开展术前准备、术中护理及术后整理工作。

本项目共涉及 45 名辐射工作人员，包括：37 名介入手术医生、2 名技师和 6 名护士；结合以往运行情况，本次评价保守按同一名介入手术医生最多承担年最大工作量的 1/10 考虑；2 名技师实行轮班制，工作量基本相同，即按每名技师承担年最大工作量的 1/2 考虑；6 名护士按两人一组进行轮班，工作量基本相同，即按每名护士承担年最大工作量的 1/3 考虑。另外按介入手术期间护士全程在机房内进行同室操作考虑，并以第二术者位做保守计算。

表 11 环境影响分析

表 11-5 本项目职业人员年受照射时间

人员类别	工作模式	年最大工作量	累计年出束时间	人员数量	年受照射时间
介入手术医生	透视	1800 台	450 小时	37 人	45 小时
	摄影	1800 台	60 小时		6 小时
护士	透视	1800 台	450 小时	6 人 (分为 3 班)	150 小时
	摄影	1800 台	60 小时		20 小时
控制室 操作人员	透视	1800 台	450 小时	2 人 (2 人轮班)	225 小时
	摄影	1800 台	60 小时		30 小时

2) 居留因子

根据《辐射防护导论》(方杰主编, 原子能出版社, 1991) P101, 对于居留因子 T 的取值: 全居留 $T=1$ 、部分居留 $T=1/4$ 、偶然居留 $T=1/16$ 。

本项目介入手术医生、护士及控制室操作人员所在位置属于全居留, 居留因子取 1; 机房西侧手术室、东侧和南侧污物通道属于部分居留, 居留因子取 $1/4$; 机房正上方办公室、正下方办公室及 ICU 病房属于全居留, 居留因子取 1; 机房正上方及正下方走廊属于部分居留, 居留因子取 $1/4$ 。

表 11-6 人员附加年有效剂量计算结果一览表

人员类别	关注点位	具体位置描述	总的辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年受照射时间 (h/a)	居留因子	附加年有效剂量 (mSv/a)	管理限值 (mSv/a)	照射类型
介入手术 医生	A1	手术医生操作位处（第一术者）	6.70E+01（透视）	45（透视）	1	3.02	5	职业照射
	C	医生通道门外 30cm 处	5.28E-02（摄影）	6（摄影）	1	3.17E-04		
护士	A2	手术医生操作位处（第二术者）	1.68E+01（透视）	150（透视）	1	2.52	5	职业照射
	C	医生通道门外 30cm 处	5.28E-02（摄影）	20（摄影）	1	1.06E-03		
控制室 操作人员	B	观察窗外 30cm 处	6.34E-05（透视）	225（透视）	1	1.43E-05	5	职业照射
			3.50E-02（摄影）	30（摄影）	1	1.05E-03		
	E	东侧墙外 30cm 处	5.68E-06（透视）	450（透视）	1/4	6.39E-07	0.1	公众照射
			5.50E-03（摄影）	60（摄影）	1/4	8.25E-05		
	F	污物通道门外 30cm 处	8.56E-05（透视）	450（透视）	1/4	9.63E-06	0.1	公众照射
			4.73E-02（摄影）	60（摄影）	1/4	7.10E-04		
	G	南侧墙外 30cm 处	4.21E-06（透视）	450（透视）	1/4	4.74E-07	0.1	公众照射
			4.08E-03（摄影）	60（摄影）	1/4	6.12E-05		
公众人员	H	西侧墙外 30cm 处	9.45E-07（透视）	450（透视）	1/4	1.06E-07	0.1	公众照射
			9.15E-04（摄影）	60（摄影）	1/4	1.37E-05		
	I	正上方离地 100cm 处 （办公室内）	2.17E-05（透视）	450（透视）	1	9.77E-06	0.1	公众照射
			1.65E-02（摄影）	60（摄影）	1	9.90E-04		
	J	正下方离地 170cm 处 （办公室及 ICU 病房内）	9.20E-06（透视）	450（透视）	1	4.14E-06	0.1	公众照射
			6.55E-03（摄影）	60（摄影）	1	3.93E-04		

注：摄影时介入手术医生离开 DSA 机房进入控制室，摄影模式下以医生通道门外 30cm 处的剂量率估算介入手术医生受到的附加剂量。

表 11 环境影响分析

由上述计算结果可知：

① 本项目 DSA 正常运行后，介入手术医生的附加年有效剂量最大约为 3.02mSv/a，护士的附加年有效剂量最大约为 2.52mSv/a，控制室操作人员的附加年有效剂量最大约为 1.06E-03mSv/a，均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的职业照射 20mSv/a 的标准限值要求，亦满足本次评价提出的职业照射 5mSv/a 的管理限值要求。

② 本项目 DSA 正常运行后，机房周围活动的公众人员的附加年有效剂量最大约为 1.00E-03mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的公众照射 1mSv/a 的标准限值要求，亦满足本次评价提出的公众照射 0.1mSv/a 的管理限值要求。

2.3、年有效剂量类比分析

本项目新购 DSA 与其所替代的飞利浦 CV20 型 DSA 属于同级别设备，两者的最大管电压、最大管电流等主要技术参数一致，新购 DSA 投入运行后，介入诊疗工作模式保持原状不变，辐射工作人员保持原有不变。可根据建设单位以往正常开展介入诊疗活动期间，辐射工作人员的外照射个人剂量检测结果，类比分析本项目正常运行后，辐射工作人员的年有效剂量情况。

建设单位的辐射工作人员外照射个人剂量检测委托具有相应资质的河南普华检测技术有限公司开展，根据建设单位提供的《安阳市第三人民医院放射工作人员个人剂量年度检测报告》（报告编号：HPH【2022】JL-395 号，检测日期：2022 年 1 月 1 日~2022 年 12 月 30 日），从事介入诊疗活动的辐射工作人员 2022 年度个人剂量检测结果最大值为 1.69mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的职业照射 20mSv/a 的标准限值要求，亦满足本次评价提出的职业照射 5mSv/a 的管理限值要求，由此类比分析可知，本项目 DSA 正常运行后，相关辐射工作人员的年有效剂量亦能够满足上述标准限值及管理限值要求。

2.4、手术医生眼部、手部剂量估算

假设辐射源点与第一术者眼部的距离为 1.0m，与患者受照表面的距离为 0.5m，患者受照表面与第一术者眼部的距离为 0.5m，手术医生穿戴 0.5mmPb 铅防护眼镜，并在 0.5mmPb 铅屏风后方操作。按照上述计算方法，可推算出第一术者眼部的泄漏辐射剂量

表 11 环境影响分析

率为 $6.16\mu\text{Sv/h}$ 、散射辐射剂量率为 $27.12\mu\text{Sv/h}$ ，进而推算出第一术者眼部受到的年当量剂量约为 1.50mSv/a ，满足眼晶体的年当量剂量不大于 150mSv/a 的标准限值要求。

假设辐射源点与第一术者手部的距离为 0.6m ，与患者受照表面的距离为 0.5m ，患者受照表面与第一术者手部的距离为 0.2m ，手术医生穿戴 0.025mmPb 介入手套，并在 0.5mmPb 铅帘后方操作。按照上述计算方法，可推算出第一术者手部的泄漏辐射剂量率为 $95.31\mu\text{Sv/h}$ 、散射辐射剂量率为 $943.56\mu\text{Sv/h}$ ，进而推算出第一术者手部受到的年当量剂量约为 46.75mSv/a ，满足四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不大于 500mSv/a 的标准限值要求。

3、事故影响分析

3.1、辐射事故类别

- 1) 人员未及时从 DSA 机房撤离，DSA 便开始出束，使其受到误照射。
- 2) 安全警示装置发生故障，人员误入正在出束的 DSA 机房，造成误照射。
- 3) 射线装置检修、维护期间，维修人员误操作或者参数设置错误，造成误照射。
- 4) 安全联锁系统发生故障，防护门未完全关闭，射线装置便开始出束，对附近人员造成误照射。
- 5) 控制系统或电器系统故障，射线装置不能及时停止出束，使患者或机房内辐射工作人员受到额外照射。

正常情况下无关人员无法随意进入 DSA 机房，若发生人员误入情况，控制室操作人员可通过观察窗及时发现，使用紧急停机按钮，迅速停止出束。本项目发生的最大可信辐射事故为：人员未及时从 DSA 机房撤离，DSA 便开始出束，造成误照射事故；或者安全警示装置发生故障，人员误入正在出束的 DSA 机房，造成误照射事故。

3.2、辐射事故等级

根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，将辐射事故分为：特别重大辐射事故、重辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。本项目潜在发生的辐射事故属于一般辐射事故登记。

3.3、误照射剂量率计算

假设发生误照射事故时，DSA 恰好进行摄影工作，按照前述计算方法，屏蔽透射因子 B 取 1，辐射源点或散射点与计算点的距离 R/R_s 分别取 1.0m 、 2.0m 、 3.0m 、 4.0m 、

表 11 环境影响分析

5.0m，可推算出人员在不同距离处总的剂量率水平，届时如果发生误照射事故，可根据其停留位置和时间，估算出所受到的附加剂量。

表 11-7 误照射剂量率计算结果一览表

序号	H_0 ($\mu\text{Sv/h}$)	R/R_s (m)	f	α	S (cm^2)	R_0 (m)	漏射 H_L ($\mu\text{Sv/h}$)	散射 H_S ($\mu\text{Sv/h}$)	总的剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
1	6.43E+07	1.0	0.001	0.0013	100	0.5	6.43E+04	8.35E+04	1.48E+05
2	6.43E+07	2.0	0.001	0.0013	100	0.5	1.61E+04	2.09E+04	3.69E+04
3	6.43E+07	3.0	0.001	0.0013	100	0.5	7.14E+03	9.28E+03	1.64E+04
4	6.43E+07	4.0	0.001	0.0013	100	0.5	4.02E+03	5.22E+03	9.24E+03
5	6.43E+07	5.0	0.001	0.0013	100	0.5	2.57E+03	3.34E+03	5.91E+03

3.4、事故防范措施

1) 强化日常管理，辐射工作人员严格执行各项辐射安全管理制度和操作规程，履行岗位职责。

2) 射线装置发生故障不能工作时，应立即关闭设备，断开电源，记录发生故障时的状态，设置“禁止使用”标识，并及时上报检修。

3) 辐射工作人员通过辐射安全与防护考核后方可从事辐射工作，无关人员严禁随意进入辐射工作场所，严禁操作设备。

4) 辐射工作人员应熟悉各射线装置的组成结构、操作规程及安全防护设施，确保发生事故时，能够及时采取有效措施，控制事故影响。

5) 定期对辐射工作场所的安全防护设施进行检查，确保安全连锁、警示标识、紧急停机、工作状态指示灯等保持正常运行。

6) 配备相适应的检测设备及防护用品，辐射工作人员在工作时正确佩戴个人剂量计和剂量报警仪。

7) 每年委托有资质的机构进行辐射防护检测和设备质量控制检测，发现问题或隐患及时予以整改。

综上所述，通过采取合理有效的防范措施，本项目发生辐射事故的概率极低，建设单位制定了详细完整的辐射事故应急预案，一旦发生辐射事故，能够迅速启动应急处理程序，将辐射事故影响控制到最低。

表 12 辐射安全管理

1、辐射安全与环境保护管理机构

1.1、机构设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定，建设单位成立了辐射安全与环境保护管理小组，具体成员如下：

组 长：李任增

副组长：侯 扬

成 员：金豫峰 王艳敏 乔红英 胡爱民 许 涛 宋现习 程 苗

管理小组办公室设在设备科（联系电话：0372-3360515），辐射安全与防护专职管理人员为程苗（联系电话：13837201397），负责日常辐射安全管理工作。

管理机构职责范围：（一）贯彻执行辐射安全与防护相关的法律、法规、政策、方针，负责辐射安全与环境保护管理工作的整体部署，制定或修订辐射安全管理工作计划和方案，并予以监督落实。（二）针对从事的核技术应用项目按要求办理相关环保手续，监督辐射工作人员合理、合法、合规开展各项辐射活动。（三）按要求组织开展辐射安全与防护自查及年度评估，并积极配合生态环境部门开展的监督检查，针对自查或监督检查中发现的问题指导并监督相关人员落实整改。（四）制定或修订辐射工作人员培训计划与方案，以及辐射工作场所检测计划与方案。（五）建立、健全辐射安全管理档案，组织开展辐射工作人员个人剂量检测和职业健康体检工作。（六）按要求组织开展辐射安全与防护的宣教活动。

1.2、人员培训

按照《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（公告 2019 年第 57 号）的规定，对于新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全与防护培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部培训平台报名并参加考核。2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效。

本项目共涉及 45 名辐射工作人员，包括：37 名介入手术医生、2 名技师和 6 名护士，其中 12 名介入手术医生的辐射安全与防护培训考核合格证书已过期，受新冠疫情影响，未及时参加培训考核，建设单位已暂停其从事相关辐射活动，待通过考核后，方可继续开展相关工作。

表 12 辐射安全管理

2、辐射安全管理规章制度

按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《II类非医用 X 线装置监督检查技术程序》的相关要求，建设单位制定了如下辐射安全管理制度。

表 12-1 辐射安全管理制度制定情况一览表

序号	许可管理办法要求的制度	监督检查程序要求的制度	制定情况及主要内容
1	/	辐射安全与环境保护管理机构	以文件形式发布了辐射安全与环境保护管理小组成员名单，同时明确了机构的主要职责以及各成员的职责分工。
2	操作规程	操作规程	已制定《数字减影血管造影机操作规程》，明确了 DSA 在使用前后的各项操作要求。
3	岗位职责	/	已制定《辐射工作人员岗位职责》，明确了辐射工作人员的各项岗位职责要求，并对辐射工作人员应具备的职业素养及能力条件提出了明确要求。
4	辐射防护和安全保卫制度	/	已制定《辐射防护与安全保卫管理制度》，明确了射线装置的安全保卫管理要求。
5	设备检修维护制度	辐射安全和防护设施的维护与维修制度	已制定《辐射安全防护设施维护维修制度》，明确了设备及辐射安全防护设施的维护维修内容及要求，制定了重大问题管理措施。
6	监测方案	场所及环境监测方案	已制定《场所辐射环境检测计划与方案》，制定了详细、完整的辐射环境检测计划及检测方案，内容全面，具有较强的可操作性。
7	/	监测仪表使用管理制度	已制定《监测仪表使用与校验管理制度》，对检测仪器仪表提出了管理和使用要求，制定了校验或比对验证计划。
8	人员培训计划	辐射工作人员培训/再培训管理制度	已制定《辐射工作人员培训管理制度》，规定了辐射工作人员的培训范围及相关要求。
9	/	辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定《辐射工作人员个人剂量管理制度》，对个人剂量检测及日常管理提出要求。

除上述管理制度外，建设单位还制定了其他管理制度，包括：《辐射工作人员职业健康管理制度》、《防止误操作和意外照射的安全措施》及《射线装置管理规定》等。

建设单位制定的辐射安全管理制度内容全面、具有较强的针对性和可操作性，符合项目实际，满足正常开展工作的需要，符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办

表 12 辐射安全管理

法》及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定。本项目正常运行后，应将各项辐射安全管理制度张贴在控制室内，同时在日常工作中不断更新、完善，使其能够为辐射工作提供有力支撑，保障核技术应用项目顺利开展。

3、辐射检测

3.1、场所辐射环境检测

1) 检测计划

① DSA 投入运行前，对辐射工作场所周围开展 1 次全面的辐射环境检测，评估辐射安全与防护状况，确保辐射水平达标。

② DSA 正常运行后，每年委托有资质的检测机构开展 1 次年度检测。

③ 每月对辐射工作场所开展 1 次日常检测，并根据运行情况增加检测频次。

④ 当 DSA 的 X 射线系统组件发生更换或经过较大维修时，增加临时性检测，视情况自行组织开展或委托有资质的检测机构开展。

2) 检测方案

① 年度检测

年度检测由委托的检测机构开展，检测机构负责按照相关技术规范要求，制定检测方案，辐射安全与环境保护管理机构负责安排人员对检测方案进行审核。

② 日常检测

检测人员：日常检测由辐射安全与环境保护管理机构组织开展，每次检测由至少两名辐射工作人员共同完成，检测人员应熟悉检测仪器的性能和正确操作方法，并在检测期间按要求佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。

检测仪器：便携式辐射检测仪。

检测内容：本项目正常运行时，辐射工作场所各关注点处的 X- γ 辐射剂量率。

检测布点：分别在 DSA 机房四周防护墙外 30cm 处、观察窗外 30cm 处、防护门外 30cm 处及四周门缝处、正上方离地 1m 处、正下方离地 1.7m 处布点，具体检测点位可在国家相关标准要求的基础上，结合实际情况进行适当调整。

3) 相关要求

① 建立辐射环境检测管理档案，委托检测机构出具的《检测报告》由专人负责妥善保管，并按要求向生态环境主管部门上报。

表 12 辐射安全管理

② 检测仪器由专人负责妥善保管，定期开展计量校检或比对验证，确保检测仪器满足日常检测使用要求。

③ 日常检测必须保证独立性，任何人员不得干扰检测工作的顺利开展，不得人为干预检测结果，影响准确性判断。

④ 日常检测记录应清晰完整，数据真实有效，由专人负责归档妥善保存。

⑤ 检测结果应及时告知相关人员，发现异常时，应停止辐射工作，及时查找原因并进行整改，整改完成经复测确认满足相关要求后，方可重启辐射工作。

3.2、人员个人剂量检测

1) 检测计划

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）的相关规定，个人剂量的检测周期通常为 1~3 个月，每期佩戴结束后，安排专人负责收集，换领新的个人计量卡，目前建设单位辐射工作人员个人剂量检测周期为 3 个月。

2) 相关要求

① 个人剂量检测委托取得相应资质的技术服务机构承担。

② 辐射工作人员应自觉接受个人剂量检测，在工作中按要求正确佩戴个人剂量计，同时注意妥善保管，不得随意放置和人为损坏，若意外损坏或丢失，应及时上报。

③ 对于比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，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。

④ 个人剂量检测结果应及时告知相关人员，当结果异常或明显偏高时，应及时查明原因，并将有关情况及时报告许可证发证机关，采取必要的改进措施。

⑤ 建立个人剂量检测管理档案，个人剂量检测报告由专人负责妥善终身保存，并按要求向生态环境及卫生健康主管部门上报。

⑥ 个人剂量档案除了包括放射工作人员平时正常工作期间的个人剂量记录外，还包括其在异常情况（事故或应急）下受到的过量照射记录。

3.3、现有核技术利用项目辐射检测情况

建设单位每年均按要求委托有资质的单位开展了工作场所辐射环境检测和个人剂量检测，各项检测报告均已分类归档，并由专人妥善保管；另外，建设单位每年均按要求开展了辐射安全与防护状况年度评估，辐射环境检测报告和个人剂量检测报告随着年

表 12 辐射安全管理

度评估报告一并向生态环境主管部门及全国核技术利用申报系统予以提交。

4、辐射事故应急

为规范及强化辐射事故应急响应能力，明确各部门及人员在事故应急工作中的职责，提高全员的风险防范意识，最大程度的预防辐射事故，保障人员生命安全。根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等法律、法规的相关规定，建设单位制定了《辐射事故应急预案》。

4.1、应急响应机构

成立辐射事故应急响应工作小组，具体成员如下：

组 长：李任增

副组长：侯 扬

成 员：程 苗 胡爱民 王 军 周国峰

4.2、成员职责分工

1) 组长

- ① 负责组织人员制定或修改本公司的辐射事故应急预案。
- ② 负责辐射事故应急响应工作的整体部署与实施。
- ③ 负责组织人员进行讨论、研究，分析事故原因，总结经验教训，落实防范措施，避免类似事故再次发生。

2) 副组长

- ① 负责协助组长做好应急工作的协调组织、分工安排及具体实施。
- ② 负责调配应急物资，充分调动人力、物力资源，采取各种快速有效的措施，最大限度的控制事故影响。
- ③ 负责向生态环境、卫生健康及公安部门报告辐射事故和应急救援情况，配合开展事故调查和定性定级工作。

3) 成员

- ① 负责按照应急方案要求，落实各项应急处理工作。
- ② 负责封锁事故现场，组织人员撤离，维持现场秩序。
- ③ 负责安排受照人员进行必要的医学检查，稳定人员情绪。

表 12 辐射安全管理

④ 负责应急物资的购置和日常维护管理，做好应急准备工作。

⑤ 负责整理或变更应急机构及上级行政主管部门的应急联络方式。

4.3、应急响应程序

1) 发生误照射事故时，现场辐射工作人员应第一时间按下紧急停机按钮或切断射线装置电源，停止 X 射线出束。

2) 现场辐射工作人员迅速组织受照射人员撤离事故区域，并有序疏散周边人员，同时保护好事故现场，为后期事故调查、处理保留证据。

3) 现场辐射工作人员及时将事故基本情况上报应急小组，应急小组收到报告后，迅速启动事故应急响应，组织相关人员赶赴事故现场。

4) 应急小组组织分析人员受照射情况，并及时安排受照射人员进行必要的健康检查或医疗救治。

5) 应急小组准确研判事故性质，在事故发生后 2 小时内向当地生态环境和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应向当地卫生健康部门报告。禁止缓报、瞒报、谎报或者漏报辐射事故。

6) 应急小组根据掌握的事故有关情况，组织相关人员配合生态环境部门开展事故调查和定性定级工作。

7) 事故妥善处理，应急小组组织相关人员进行讨论、研究，总结经验教训，组织开展隐患排查，完善预防措施，同时加强日常管理，避免类似事故再次发生。

8) 发生射线装置运行故障，现场辐射工作人员立即停止使用，上报应急小组联系设备厂家或委托专业机构进行检修，待故障排除并经确认无异常后方可恢复运行。

4.4、应急培训

应急小组根据辐射工作的实际开展情况，定期组织开展辐射事故应急培训，主要内容包括：辐射安全与防护基本知识和相关法律、法规；潜在发生的辐射事故及其应急处理措施；国内外典型辐射事故及其应急处理经验；本单位的辐射事故应急预案和应急响应程序；医学急救知识和基本操作技能；辐射检测仪器性能和操作方法。

4.5、应急演练

应急小组根据辐射工作的实际开展情况，定期组织开展辐射事故应急演练，不断提高应急响应能力。演练活动结束后，组织开展总结，评估和验证辐射事故应急预案的可

表 12 辐射安全管理

行性和有效性，必要时予以修改完善。

5、职业人员健康管理

建设单位制定了职业人员健康体检计划，每两年至少组织一次职业健康体检，对于体检中发现不宜从事辐射工作的人员，及时安排其调岗；另外，若有人员离开辐射工作岗位，安排其在离岗前进行一次健康体检。

建设单位已建立职业人员健康管理档案，由专人负责管理，职业人员的健康体检报告全部归档长期妥善保存。

6、从事辐射活动的能力

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关要求，对建设单位从事辐射活动的能力进行评价。

表 12-2 场所及人员安全和防护要求对照表

场所及人员安全和防护要求 (原环境保护部令第 18 号)	建设单位或本项目情况	符合情况
第五条 生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号。 射线装置的生产调试和使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	本项目 DSA 机房各防护门外均张贴电离辐射警示标识；患者通道门上方安装工作状态指示灯，并设置门灯联锁；DSA 机房内手术床旁及控制室内操作台处设置紧急停机按钮，另外在控制室与机房之间安装对讲系统。	设计符合
第九条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。	建设单位制定了《场所辐射环境检测计划与方案》，配备 1 台便携式辐射检测仪，本项目正常运行后，每月开展 1 次日常检测，每年委托有资质的检测机构开展 1 次年度检测。	符合
第十二条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。	建设单位每年均按要求向生态环境主管部门提交了上一年度的辐射安全与防护年度评估报告。	符合

表 12 辐射安全管理

第十七条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。	本项目部分辐射工作人员的培训合格证书已过期，建设单位已要求其及时参加再培训、考核，确保项目正常运行后，辐射工作人员全部持证上岗。	近期符合
第二十三条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。	建设单位制定了《辐射工作人员个人剂量管理制度》，辐射工作人员全部按要求配备个人剂量计，每期佩戴 3 个月，统一交由资质的检测机构开展检测。	符合

表 12-3 申领许可证应具备的条件对照表

申领许可证应具备的条件 (生态环境部令第 20 号)	建设单位或本项目情况	符合情况
使用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。	建设单位成立了辐射安全与环境保护管理领导小组，安排专人负责日常辐射安全管理工作。	符合
辐射工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	本项目部分辐射工作人员的培训合格证书已过期，建设单位已要求其及时参加再培训、考核，确保项目正常运行后，辐射工作人员全部持证上岗。	近期符合
射线装置使用场所防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	本项目 DSA 机房防护门外张贴电离辐射警示标识；患者通道门上方安装工作状态指示灯，并设置门灯连锁；DSA 机房内手术床旁及控制室内操作台处设置红色紧急停机按钮，另外在控制室与机房之间安装对讲系统。	设计符合
配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。	建设单位已配置 1 台便携式辐射检测仪，目前正在用，本项目拟新购 2 台个人剂量报警仪，为职业人员和受检人员配置满足工作要求的个人防护用品，对职业人员全部按要求配备个人剂量计。	设计符合

表 12 辐射安全管理

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、人员培训计划、监测方案等。	建设单位已制定一套完整、可行的管理规章制度和操作规程，满足项目正常开展工作的需要。	符合
有完善的辐射事故应急措施。	建设单位已制定完整、可行的《辐射事故应急预案》。	符合

建设单位成立了辐射安全和环境保护管理机构，制定了完整、可行的辐射安全管理制度和辐射事故应急预案，符合本项目实际，满足正常开展工作的需要。通过落实本报告提出的各项辐射安全防护措施及管理要求，建设单位从事辐射活动的的能力能够满足《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关要求。

7、环境保护自主验收

建设单位是建设项目竣工环境保护验收的责任主体，应当按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》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，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用，并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。

7.1、信息公开要求

除按照国家需要保密的情形外，建设单位应当通过其网站或其他便于公众知晓的方式，向社会公开下列信息：

- 1) 建设项目配套建设的环境保护设施竣工后，公开竣工日期；
- 2) 对建设项目配套建设的环境保护设施进行调试前，公开调试的起止日期；
- 3) 验收报告编制完成后 5 个工作日内予以公开，公示期限不得少于 20 个工作日。

建设单位公开上述信息的同时，应当向所在地县级以上环境保护主管部门报送相关信息，并接受监督检查。

7.2、验收期限要求

除需要取得排污许可证的水和大气污染防治设施外，其他环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月；需要对该类环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过 12 个月。

7.3、验收内容及要求

表 12 辐射安全管理

表 12-4 本项目竣工环保验收内容及要求一览表		
序号	验收项目	验收内容及要求
1	项目建设情况	建设内容、建设规模及建设地点等与环评文件及其批复的内容一致。
2	机房防护情况	与 P32，表 10-1 的内容一致。
3	安全防护措施	与 P32~P33，第 4 节的内容一致。
4	人员年剂量限值	满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的年剂量标准限值要求，亦满足职业人员 5mSv/a、公众人员 0.1mSv/a 的年剂量管理限值要求。
5	场所剂量率限值	满足 P20，表 7-6 提出的剂量率控制水平要求。
6	检测设备及防护用品	与 P35，表 10-3 的内容一致。
7	辐射安全管理	1) 建立辐射安全管理档案、辐射环境检测档案、人员培训管理档案、个人剂量管理档案及职业健康监护档案，设置专职管理人员。 2) 辐射工作人员全部通过辐射安全与防护培训考核，持证上岗。 3) 辐射工作人员全部按要求配备个人剂量计，委托有资质的单位开展个人剂量检测。 4) 辐射安全管理制度齐全，具有可操作性，在辐射工作场所张贴相关管理制度和操作规程。 5) 制定详细、完整的辐射事故应急预案，开展应急培训。 6) 按要求重新申领辐射安全许可证。

表 13 结论与建议**1、结论****1.1、项目建设内容及规模**

本次核技术应用项目的建设内容及规模：拆除原飞利浦 CV20 型 DSA，对该 DSA 机房进行升级改造，并在此新安装使用 1 台飞利浦 Azurion 5 M20 型 DSA，其最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，属于医用Ⅱ类射线装置。项目建设地点位于门诊病房综合楼 5 楼导管室。

本项目预算总投资 850 万元，其中环保投资 40 万元，占总投资的 4.71%。

1.2、现有核技术利用情况

建设单位已取得辐射安全许可证，证书编号：豫环辐证[10222]，许可的种类和范围：使用Ⅱ、Ⅲ类射线装置，有效期至：2028 年 5 月 18 日。建设单位现共有 8 台射线装置，其中Ⅱ类射线装置 2 台，Ⅲ类射线装置 6 台。现有核技术利用项目均按要求履行了相应的环保手续。

1.3、产业政策相符性

对照《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，本项目既符合“第一类 鼓励类”项目中“十三、医药”第 5 款“数字化医学影像设备应用”，又符合“第一类 鼓励类”项目中“三十七、卫生健康”第 5 款“医疗卫生服务设施建设”，不属于该目录中的“限制类”和“淘汰类”产业，符合国家产业政策。

1.4、选址合理性

本项目 DSA 机房位于门诊病房综合楼 5 楼，该楼层除了北侧的电梯、步梯、前室，以及东南侧的消防电梯、步梯外，其他区域均在手术部和导管室内部，手术部和导管室采取封闭式管理，出入口设置有门禁系统，无关人员未经允许无法随意进出；另外，本项目 DSA 机房的位置相对偏僻，相对远离了周围的非辐射工作人员。因此，从辐射安全的角度认为本项目选址是合理的。

1.5、实践正当性

本项目 DSA 主要用于开展心脑血管、外周血管的造影及介入手术，其任务和目的是替代原有同级别老旧设备，以适应不断增加的介入诊疗需求，进一步提高医院医疗服务水平，改善患者就医条件，对保障人民群众的生命健康具有重大意义。通过采取合理有效的辐射安全防护措施，落实严格规范的辐射安全管理制度，本项目正常运行产生的

表 13 结论与建议

不利影响能够满足相应的国家标准要求。综合来看，本项目带来的利益远大于所产生的危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的“辐射防护实践正当性”要求。

1.6、辐射环境现状

为掌握本项目所在区域的辐射环境现状水平，建设单位委托具有电离辐射检测能力的河南博睿诚城检测服务有限公司（证书编号：181604090354，有效期至：2024 年 7 月 23 日）对本项目所在区域开展了辐射环境现状检测。

检测结果表明，本项目所在区域的环境 γ 辐射剂量率测量范围为室内：（64.7~78.2）nGy/h、室外道路：（50.5~59.3）nGy/h（均已扣除仪器宇宙射线响应值），处于河南省的正常辐射环境背景水平，无辐射异常情况。

1.7、建设阶段环境影响结论

1）本项目施工期较短、施工范围较小，施工期的环境影响是短暂的、微弱的，并随着施工期的结束而消失；施工单位应严格落实各项污染防治措施，同时加强施工管理，尽可能将施工期的环境影响降至最低水平。

2）本项目 DSA 的安装、调试均由设备厂家委派专业人员完成，通过采取合理有效的辐射防护措施，设备安装调试期产生的辐射环境影响是可控的、微弱的。

1.8、运行阶段环境影响结论

1）本项目 DSA 正常运行后，透视模式下 2#DSA 机房周围各关注点处的辐射剂量率在（ $2.91\text{E-}07\sim 8.12\text{E-}05$ ） $\mu\text{Sv/h}$ 之间，满足本次评价提出的透视模式下不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的剂量率控制限值要求。

2）本项目 DSA 正常运行后，摄影模式下 2#DSA 机房周围各关注点处的辐射剂量率在（ $4.57\text{E-}04\sim 4.48\text{E-}02$ ） $\mu\text{Sv/h}$ 之间，满足本次评价提出的摄影模式下不大于 $25\mu\text{Sv/h}$ 的剂量率控制限值要求。

3）本项目 DSA 正常运行后，介入手术医生的附加年有效剂量最大约为 3.02mSv/a ，护士的附加年有效剂量最大约为 2.52mSv/a ，控制室操作人员的附加年有效剂量最大约为 $1.06\text{E-}03\text{mSv/a}$ ，均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的职业照射 20mSv/a 的标准限值要求，亦满足本次评价提出的职业照射 5mSv/a 的管理限值要求。

表 13 结论与建议

4) 本项目 DSA 正常运行后, 机房周围活动的公众人员的附加年有效剂量最大约为 $1.00\text{E-}03\text{mSv/a}$, 满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中规定的公众照射 1mSv/a 的标准限值要求, 亦满足本次评价提出的公众照射 0.1mSv/a 的管理限值要求。

5) 建设单位从事介入诊疗活动的辐射工作人员 2022 年度个人剂量检测结果最大值为 1.69mSv , 满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中规定的职业照射 20mSv/a 的标准限值要求, 亦满足本次评价提出的职业照射 5mSv/a 的管理限值要求, 由此类比分析可知, 本项目 DSA 正常运行后, 相关辐射工作人员的年有效剂量亦能够满足上述标准限值及管理限值要求。

7) 本项目 DSA 正常运行后, 介入手术医生眼部受到的年当量剂量约为 1.50mSv/a , 满足眼晶体的年当量剂量不大于 150mSv/a 的标准限值要求; 手部受到的年当量剂量约为 46.75mSv/a , 满足四肢(手和足)或皮肤的年当量剂量不大于 500mSv/a 的标准限值要求。

1.9、事故影响分析结论

通过采取合理有效的防范措施, 本项目发生辐射事故的概率极低, 建设单位制定了详细完整的辐射事故应急预案, 一旦发生辐射事故, 能够迅速启动应急处理程序, 将辐射事故影响控制到最低。

1.10、辐射安全管理情况

1) 建设单位已成立辐射安全与环境保护管理小组, 明确了管理机构及成员的职责范围, 管理小组办公室设在设备科, 日常辐射安全管理工作由程苗负责。

2) 本项目共涉及 45 名辐射工作人员, 包括: 37 名介入手术医生、2 名技师和 6 名护士, 其中 12 名介入手术医生的辐射安全与防护培训考核合格证书已过期, 受新冠疫情影响, 未及时参加培训考核, 建设单位已暂停其从事相关辐射活动, 待通过考核后, 方可继续开展相关工作。

3) 建设单位已制定的辐射安全管理制度内容全面、具有较强的针对性和可操作性, 符合项目实际, 满足正常开展工作的需要。

4) 建设单位已制定辐射工作场所环境检测计划与方案, 配置了辐射检测仪器, 每月至少开展 1 次日常检测, 每年委托有资质的检测机构开展 1 次年度检测。

表 13 结论与建议

5) 建设单位已制定辐射工作人员个人剂量管理制度, 个人剂量检测周期为 3 个月, 委托取得相应资质的技术服务机构承担。

6) 建设单位每年均按要求开展了辐射安全与防护状况年度评估, 向生态环境主管部门及全国核技术利用申报系统提交了年度评估报。

7) 建设单位已制定职业人员健康体检计划, 每两年至少组织一次健康体检。

8) 建设单位制定了详细、完整、可行的《辐射事故应急预案》, 成立了应急响应机构, 若发生辐射事故, 能够迅速启动应急响应程序, 将辐射事故影响控制到最低。

1.11、从事辐射活动的的能力评价

建设单位成立了辐射安全和环境保护管理机构, 制定了完整、可行的辐射安全管理制度和辐射事故应急预案, 符合本项目实际, 满足正常开展工作的需要。通过落实本报告提出的各项辐射安全防护措施及管理要求, 建设单位从事辐射活动的的能力能够满足《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关要求。

1.12、评价综合结论

安阳市第三人民医院数字减影血管造影机搬迁项目选址合理, 符合实践正当性要求, 在严格落实本报告提出的各项污染防治措施和辐射安全管理措施的前提下, 项目正常运行产生的辐射影响能够满足辐射安全及环境保护的相关要求。因此, 从辐射安全的角度认为本项目的建设是可行的。

2、建议

1) 项目运行后, 每月对各项辐射安全与防护设施进行一次全面检查, 包括: 门灯联锁装置、紧急停机按钮、工作状态指示灯等, 确保其保持正常运行。

2) 项目建成后, 按要求申领《辐射安全许可证》, 并及时按照规定程序对配套建设的环保设施进行验收, 验收合格后方可投入正式运行。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

经办人：

单位公章
年 月 日

审批意见：

经办人：

单位公章
年 月 日