

旬阳市中医院
DSA 射线装置核技术利用项目
环境影响报告表

建设单位：旬阳市中医院

环评单位：核工业二〇三研究所

二〇二三年二月

目 录

表 1 项目基本情况.....	- 1 -
表 2 放射源.....	- 15 -
表 3 非密封放射性物质.....	- 15 -
表 4 射线装置.....	- 16 -
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	- 17 -
表 6 评价依据.....	- 18 -
表 7 保护目标和评价标准.....	- 20 -
表 8 环境质量和辐射现状.....	- 26 -
表 9 项目工程分析与源项.....	- 28 -
表 10 辐射安全与防护.....	- 32 -
表 11 环境影响分析.....	- 41 -
表 12 辐射安全管理.....	- 55 -
表 13 结论与建议.....	- 62 -
表 14 审批.....	- 65 -
附件 1 委托书	
附件 2 辐射安全许可证正本及副本	
附件 3 医院辐射防护与环境保护管理机构	
附件 4 医院现有射线装置工作场所 2022 年度监测报告	
附件 5 医院辐射工作人员辐射安全与防护考核成绩报告单	
附件 6 医院现有辐射工作人员职业健康检查报告	
附件 7 旬阳市中医院 DSA 射线装置核技术利用项目现状监测报告	
附件 8 旬阳县中医院迁建项目环评批复	
附件 9 医院辐射工作人员个人剂量检测报告	
附件 10 市场主体环境信用承诺书	
附件 11 关于建设项目环境影响评价文件中删除不宜公开信息的说明	
附件 12 报告公示截图	

表 1 项目基本情况

建设项目名称		旬阳市中医院 DSA 射线装置核技术利用项目			
建设单位		旬阳市中医院			
法人代表	李举军	联系人	高晓娟	联系电话	/
注册地址		旬阳市祝尔慷大道 4 号			
项目建设地点		旬阳市城关镇江南社区三组新院区住院楼			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	880	项目环保投资 (万元)	26	投资比例 (环保投资/总投资)	2.95%
项目性质		☐新建 ●改建 ●扩建 ●其他		占地面积	约 96.06m 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	/			
	<p>1.1 单位简介</p> <p>旬阳市中医院位于陕西省安康市旬阳市祝尔慷大道 4 号,是安康市首批数字化二甲中医院和全国农村中医先进县医院。目前医院开放病床 350 张,拥有医学专业技术人员 300 人。医院目前正规划新建一所占 80 亩、开放床位 500 张的现代化中医院,建成后将成为旬阳市首家三级规模县级中医院。医院现阶段拥有飞利浦 16 排螺旋 CT1 台、GE 四维彩超 1 台及全身多普勒彩超 1 台、柯尼卡全身数字拍片机、芬兰口腔全景拍片机、C 型臂 X 机、胃肠造影透视机等现代化诊疗设备 100 余台件。旬阳市中医院迁建项目位于城关镇江南社区三组,占地 45 亩,建设门诊楼、住院楼、中医药科研教学综合楼各一栋,建筑面积 47000m²。院区迁建项目已编写《旬阳县中医院迁建项目环境影</p>				

响报告书》已于2017年10月17日取得批复。

1.2 核技术应用的目的

为了进一步满足群众就医需求，实现医院高质量发展，旬阳市中医院拟在住院楼九层西北侧建设 DSA 机房和相关辅助用房，在机房内安装 1 台数字减影血管造影机（DSA），设备型号为 Azurion5 M20。用于介入诊断及辅助治疗。

1.3 项目由来

旬阳市中医院新院区位于旬阳市城关镇江南社区三组，医院拟在住院楼九层西北侧 DSA 机房内使用的 1 台 DSA 设备，根据原环境保护部和国家卫生和计划生育委员会《关于发布<射线装置分类>的公告》相关规定，DSA 设备属于 II 类射线装置。根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》等相关法律法规，以及《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版）中“五十五、核与辐射 172、核技术利用建设项目”中“.....生产、使用 II 类射线装置的.....”相关要求，该项目需进行环境影响评价，编制环境影响报告表。为此，2022年11月14日，旬阳市中医院正式委托核工业二〇三研究所对该项目进行环境影响评价工作。接受委托后，我所组织专业技术人员对项目所在地及周围环境进行现场监测、实地调查，并收集相关基础资料，根据国家、陕西省有关环保法规和《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），编制完成了该项目环境影响报告表。

1.4 实践正当性分析

本项目 DSA 对提高心脑血管疾病治疗水平具有重大意义，在保障病人健康的同时，进一步提高了医院的医疗水平，推动医院整体发展。因此，项目建设所带来的个人和社会利益远大于可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“实践的正当性”要求。

1.5 相关政策符合性

本项目 DSA 属于鼓励类中“十三、医药-数字化医学影像设备”，满足国家相关法律法规和政策规定，符合国家产业政策。

1.6 编制目的

（1）对旬阳市中医院现有核技术项目环保手续以及辐射安全管理现状进行调查，查明是否遗留有环境问题，提出改进建议。

(2) 通过对旬阳市中医院该项目拟建地进行辐射环境现状监测，得到项目拟建地辐射环境本底数据。

(3) 通过对本项目运行过程中辐射环境影响进行理论估算，确定其对周边环境的影响范围、影响程度，分析拟采取辐射防护措施的有效性，并提出合理的意见与建议。

(4) 满足国家和地方生态环境部门对建设项目环境管理规定，为生态环境部门和医院的辐射环境保护管理提供科学依据。

1.7 原有核技术利用情况及辐射管理现状

1.7.1 许可的射线装置

旬阳市中医院现有 CT 机 1、DR1 台、C 型臂 2 台、医用诊断 X 射线机 1 台，位于陕西省安康市旬阳县中医院医技综合楼二楼及七楼，2018 年 7 月 9 日，医院对 CT 机 1 台、DR1 台、C 型臂 1 台等上述 3 台射线装置填报了建设项目环境影响登记表，并完成备案（备案文号：201861092800000216），2021 年 8 月 23 日，医院对 C 型臂 1 台、医用诊断 X 射线机 1 台等上述 2 台射线装置填报了建设项目环境影响登记表，并完成备案（备案文号：202161092800000051）。2017 年 1 月 5 日旬阳市中医院现持有安康市生态环境局核发的辐射安全许可证（陕环辐证（80009），许可种类为：使用Ⅲ射线装置，许可证有效期至 2023 年 8 月 1 日，已许可射线装置为：5 台Ⅲ类射线装置，具体情况见表 1-1。

表 1-1 许可的射线装置统计表

序号	名称	型号	类别	装置数量	场所	备注
1	飞利浦 16 排螺旋 CT 机	MX-16	Ⅲ	1	CT 室	
2	东软 DR	DXRVision	Ⅲ	1	X 线检查室	
3	北京万东医用 X 线电视透视系统	FII3-5	Ⅲ	1	肠胃造影室	
4	西安集智 C 型臂 X 光机	J206-1	Ⅲ	1	手术室	
5	芬兰英迈杰口腔全景 X 线机	OC200	Ⅲ	1	X 线检查室	

按照相关要求在 2022 年 8 月 5 日对放射工作场所进行了辐射监测，未见异常，并提交了《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》

1.7.2 辐射安全管理现状

(1) 辐射工作人员个人剂量检测结果

旬阳市中医院已为现有辐射工作人员配备了个人剂量计，定期送检，并建立个人剂量档案。根据医院提供的 2021 年 10 月~2022 年 10 月期间辐射工作人员个人剂量检测报告（兵器工业卫生研究所职业卫生技术服务中心，报告编号：FSG2021002-4、FSG2022002-1、FSG2021002-2、FSG2021002-3），医院辐射工作人员年有效剂量为 0.16mSv~0.34mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的职业人员年有效剂量 20mSv 基本限值要求。

(2) 辐射工作人员职业健康体检结果

根据医院提供的资料，旬阳市中医院在 2020 年、2021 年对部分辐射工作人员进行了职业健康体检，2022 年未进行放射性职业健康体检，应尽快安排体检。

(3) 辐射工作人员培训

医院现有辐射工作人员、直接辐射管理人员共 7 人，取得辐射安全与防护培训合格证书，所有放射性工作人员均持证上岗。其中 2 人证件过期，应尽快参加辐射安全与防护考核。

(4) 辐射安全管理机构及辐射制度

旬阳市中医院已根据陕西省生态环境厅核技术利用单位辐射安全管理标准化建设相关要求，成立了辐射安全与防护管理小组，明确机构成员组成、相关工作职责，安排有专人负责医院的辐射安全管理工作。医院辐射工作管理逐步规范，制定了较为完善的规章制度。医院已制定的制度主要有：《辐射防护和安全保卫制度》、《射线装置工作人员岗位职责》、《射线装置工作人员操作规程》、《设备使用登记制度》、《设备检修维护制度》、《射线装置工作人员辐射监测方案》、《个人剂量档案和职业健康档案管理制度》、《学习培训制度》、《辐射事故预防措施及应急处理预案》。

1.8 本次环评内容与规模

1.8.1 项目简况

项目名称：旬阳市中医院 DSA 射线装置核技术利用项目

建设单位：旬阳市中医院

建设地点：旬阳市城关镇江南社区三组新院区住院楼

建设内容：拟在住院部九层西北侧建设 DSA 机房和相关辅助用房，在机房内安装 1 台数字减影血管造影机（DSA），用于介入诊断及辅助治疗。

建设性质：新建

1.8.2 交通地理位置

旬阳市中医院新建院区位于陕西省旬阳市城关镇江南社区三组，医院地理位置优越，交通便利，处于江南路南侧，医院西侧为江南社区，东侧为江南社区，南侧为旬阳市大河南社区工厂详细见图1-1。



图 1-1 旬阳市中医院新建院区交通地理位置图

1.8.3 医院周边环境情况

根据现场踏勘，医院处于江南路南侧，医院北侧为江南路，南侧旬阳市大河南社区工厂，西侧为江南社区，东侧为江南社区。医院周边四邻关系情况见图 1-2 所示。



图 1-2 医院周边四邻关系情况

1.8.4 医院总平面布置图

旬阳市中医院新建院区位于陕西省旬阳市城关镇江南社区三组，院区内设有门诊楼、住院楼、中医药科研教学综合楼、医养结合楼等，其中，门诊楼与住院楼已经建成，中医药科研教学综合楼、医养结合楼为拟建项目。本项目 DSA 机房位于住院大楼内九层西北侧，住院楼位于院区的南侧。医院总平面布置图见图 1-3 所示。

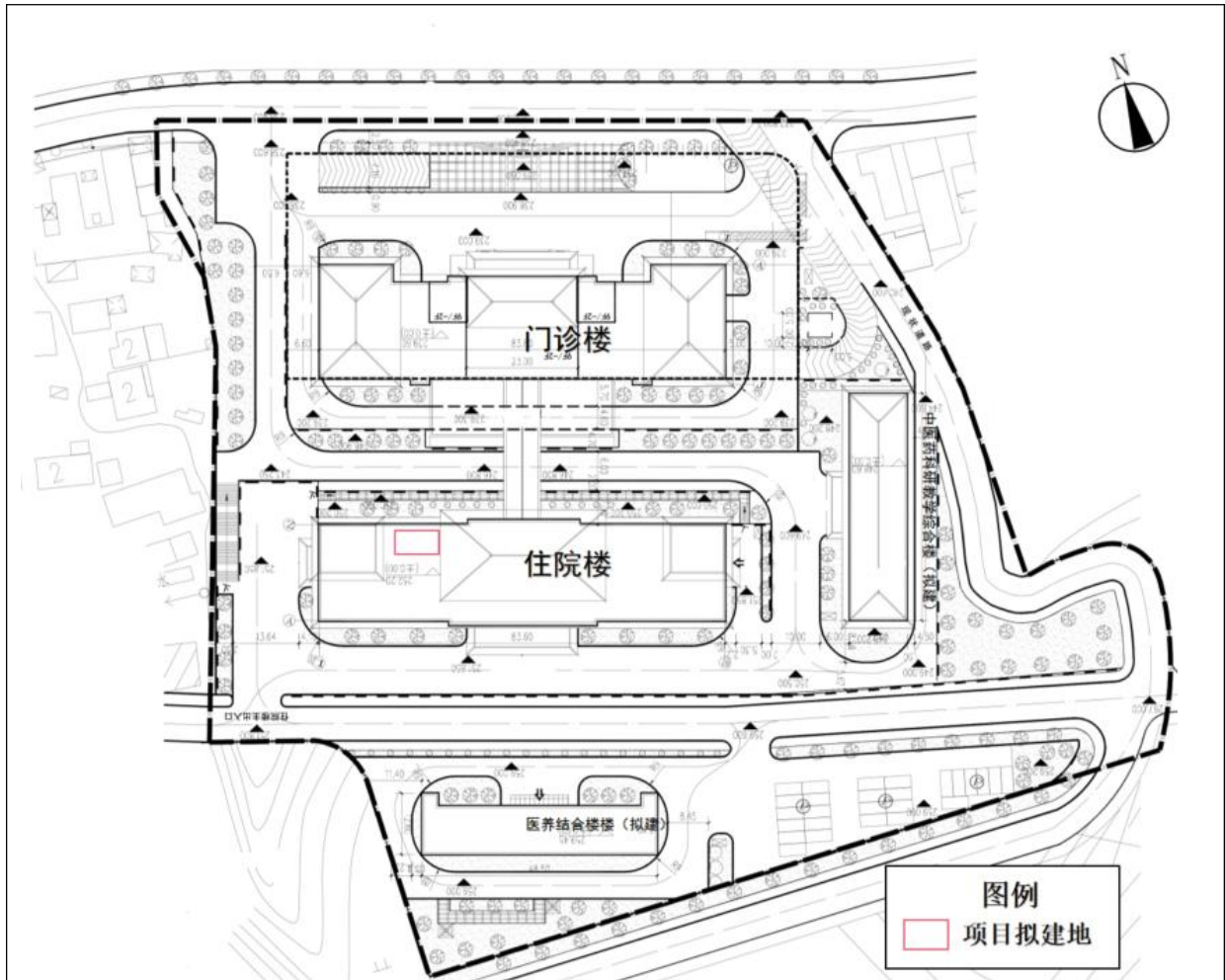


图 1-3 医院总平面布置图

1.8.5 本次环评建设内容与规模

(1) 建设内容

本次旬阳市中医院核技术利用项目具体建设内容为：拟在住院楼九层西北侧建设 DSA 机房和相关辅助用房，在机房内安装 1 台数字减影血管造影机（DSA），用于介入诊断及辅助治疗。

(2) 项目规模

本项目拟在机房内新增 1 台 DSA 设备，该设备属于 II 类射线装置，新增设备参数情况见表 1-1 所示。机房尺寸参数见表 1-2 所示。

表 1-1 本项目新增数字减影血管造影机设备参数情况

射线装置名称	厂家型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	数量	使用场所	类别	备注
数字减影血管造影机 (DSA)	Azurion5 M20	125	800	1 台	DSA 机房	II 类	新增

表 1-2 本项目 DSA 机房尺寸参数一览表

序号	设备名称	位置	建设规模
1	DSA	住院楼九层西北侧	DSA 机房内净尺寸：长 11.4m、宽 5.5m、高 4.2m，有效使用面积 62.7m ²

1.8.6 劳动定员和工作负荷

(1) 劳动定员

本项目 DSA 机房拟配备控制室工作人员 3 人，进行介入手术的医护人员拟配备 3 人（医生 1 人，护士 2 人）。均为医院现有非辐射工作人员。

(2) 工作负荷

根据医院提供的资料，本项目 DSA 每周最多进行 4 台手术，每年工作时间为 50 周，则本项目 DSA 每年最多进行 200 台手术。

每台 DSA 手术平均曝光时间取 14min（透视时间 13min、采集时间 1min），则本项目 DSA 年曝光时间约为 46.7h，包括透视时间约 43.3h 及采集时间（医护人员在介入室内）约 3.4h。

1.8.7 项目平面布局

本项目 DSA 机房位于住院楼九层，DSA 机房平面布局示意图见图 1-4 所示，根据布局图可知，本项目 DSA 机房室内净尺寸为：长 11.4m、宽 5.5m、高 4.2m，控制室位于机房的南侧，设备间位于机房的西北侧。

本项目 DSA 机房为新建机房，其所在九层平面布局图见图 1-5、图 1-6 所示，由图可知，本项目 DSA 机房位于九层西北侧，机房西侧为楼梯间、消防电梯，机房东侧为会议就餐间，机房南侧为手术室；DSA 机房楼上、楼下环境关系图见图 1-7、图 1-8、图 1-9，由图可知，DSA 机房楼上为屋顶，楼下为去污区。

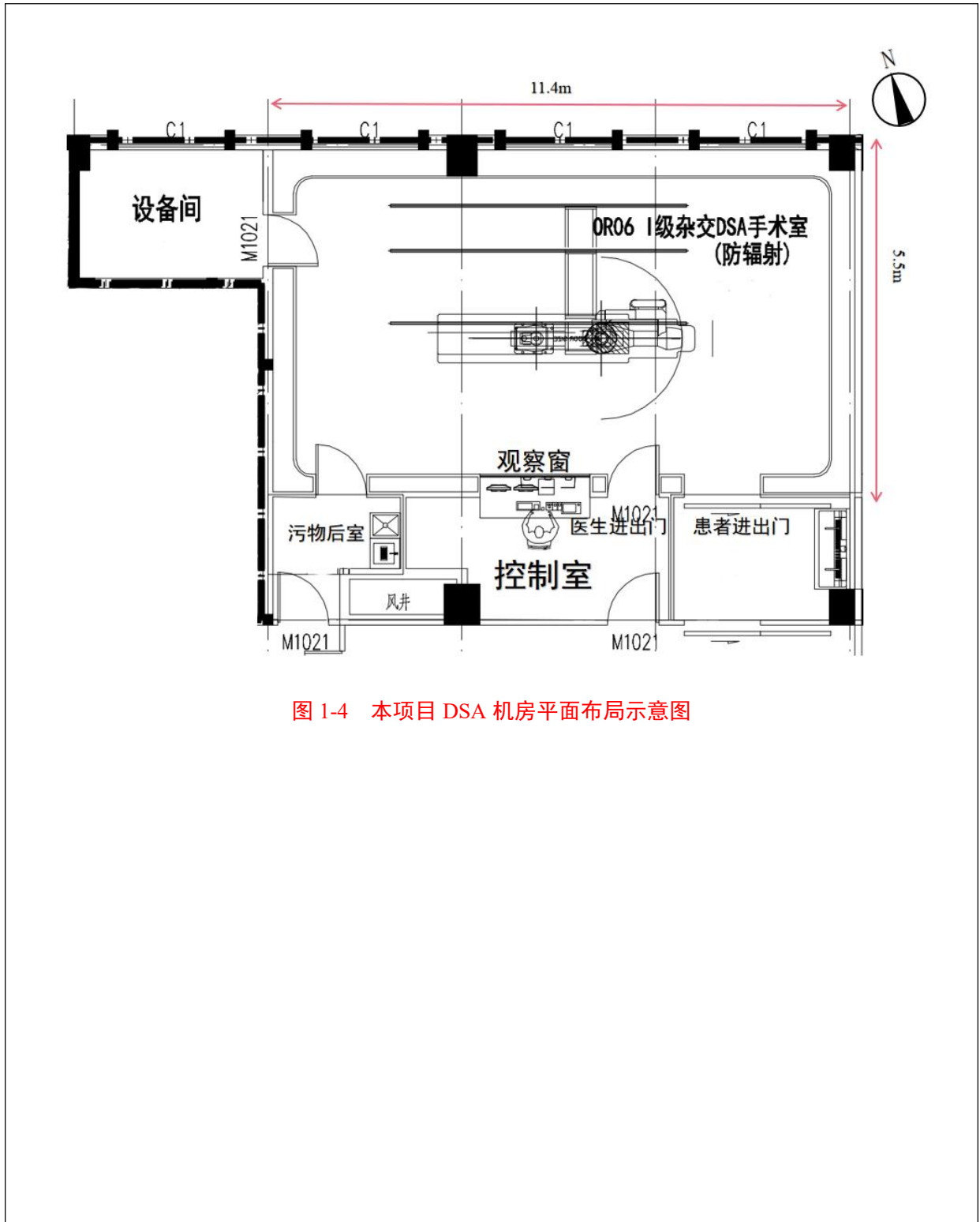


图 1-4 本项目 DSA 机房平面布局示意图

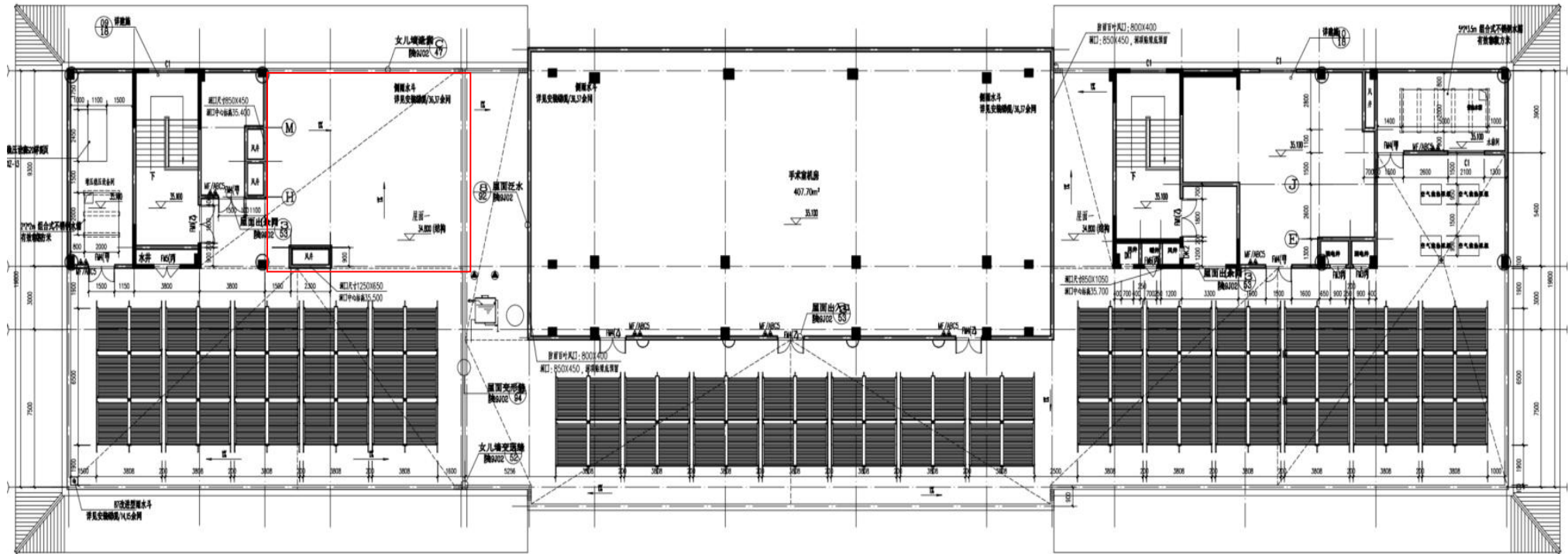


图 1-7 本项目 DSA 机房楼上（楼顶）平面布局示意图

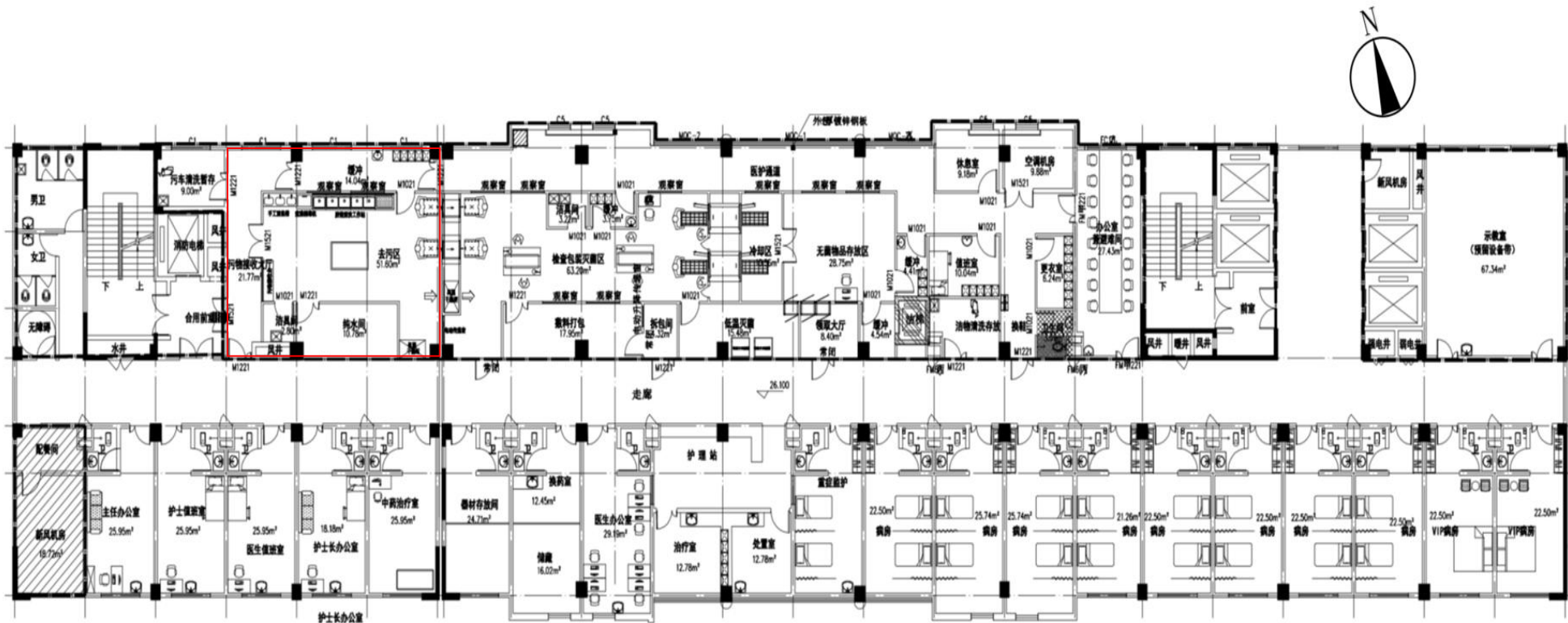


图 1-8 本项目 DSA 机房楼下（八层）平面布局示意图

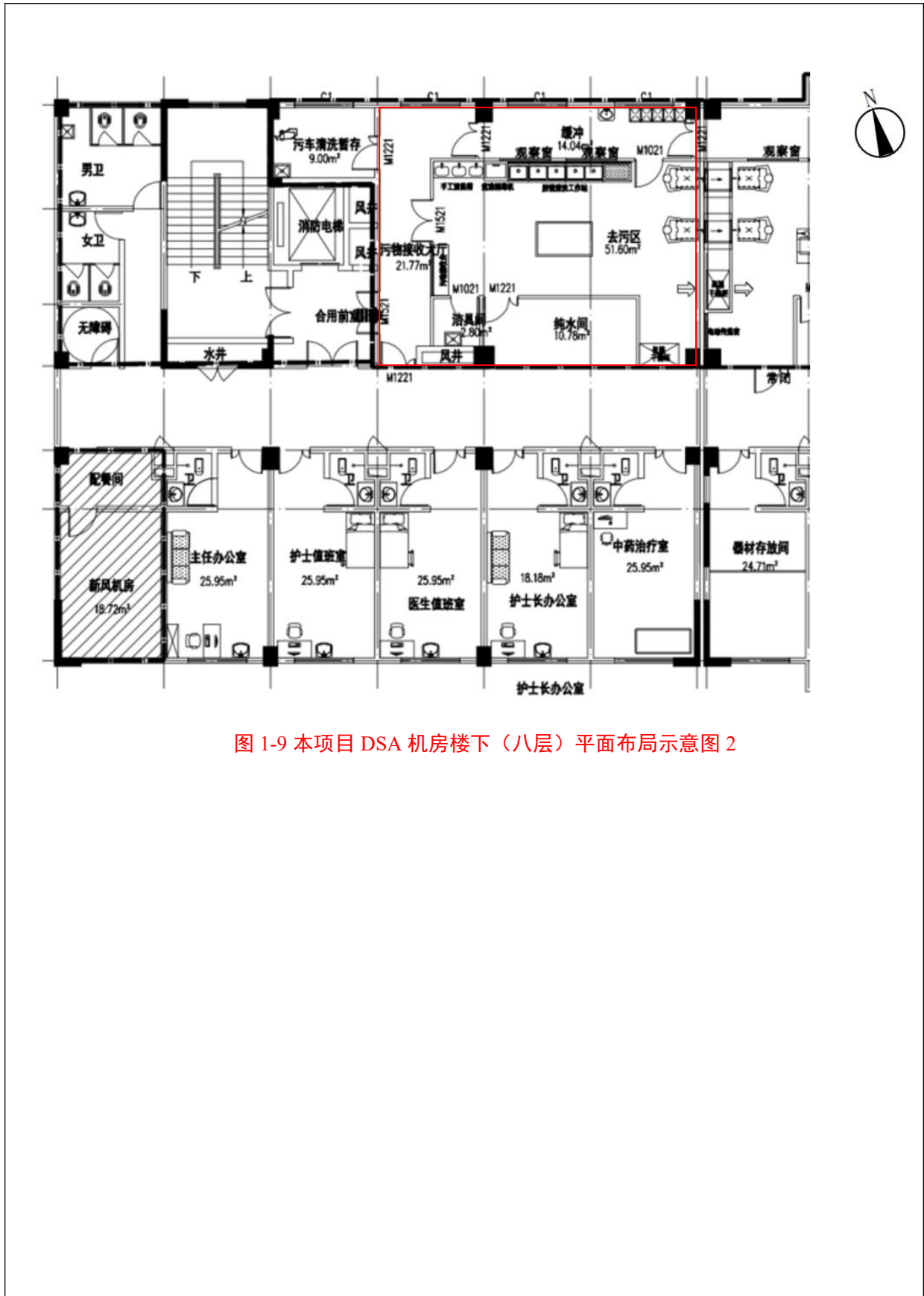


图 1-9 本项目 DSA 机房楼下（八层）平面布局示意图 2

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) ×枚数	类别	活动类别	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注: 1.放射源包括放射性中子源, 对其要说明是何种核素以及生产的中子流强度 (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: 日最大等效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	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	

(二) X 射线机：包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II	1 台	Azurion5 M20	125	800	介入诊断、辅助治疗	住院楼九层 DSA 机房内	

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (mA)	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、氮氧化物等	气态	/	/	/	较少	/	/	由新风净化系统净化
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，气态单位为 mg/kg；年排放总量用 kg。
 2.含有放射性的废弃物要注明，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

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法（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（修订）》，2018 年 12 月 29 日起施行；</p> <p>(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；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号修改，2017 年 10 月 1 日发布施行；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号第二次修订，2019 年 3 月 2 日；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（修订）》，生态环境部令第 20 号第四次修改，2021 年 1 月 4 日；</p> <p>(8) 《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，2017 年 12 月 6 日起施行；</p> <p>(9) 《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；</p> <p>(10) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》国家环保总局，环发〔2006〕145 号，2006 年 9 月 26 日起施行；</p> <p>(11) 《放射工作人员职业健康管理辦法》，中华人民共和国卫生部令第 55 号，2007 年 11 月 1 日施行；</p> <p>(12) 《陕西省放射性污染防治条例（2019 年修正）》，陕西省人大，2019 年 7 月 31 日起施行；</p> <p>(13) 陕西省环境保护厅关于印发新修订《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》的通知（陕环办发〔2018〕29 号），2018 年 6 月 6 日起施行；</p>
-------------	--

	<p>(14) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》(生态环境部公告 2019 年第 57 号), 自 2020 年 1 月 1 日起施行。</p> <p>(15) 《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), 自 2021 年 3 月 15 日起施行。</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》(HJ 10.1-2016);</p> <p>(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021);</p> <p>(5) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021);</p> <p>(6) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020);</p> <p>(7) 《职业性外照射个人检测规范》(GBZ128-2019);</p> <p>(8) 《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》(WS76-2020);</p>
其他	<p>(1) 环境影响评价委托书;</p> <p>(2) 医院提供的其他相关资料。</p>

表 7 保护目标和评价标准

7.1 评价范围

本项目拟安装的 DSA 为 II 类射线装置，根据《辐射环境保护管理导则—核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”的要求，确定项目辐射环境影响评价的范围为：DSA 所在机房实体屏蔽体外 50m 范围内区域。评价范围示意图见图 7-1。

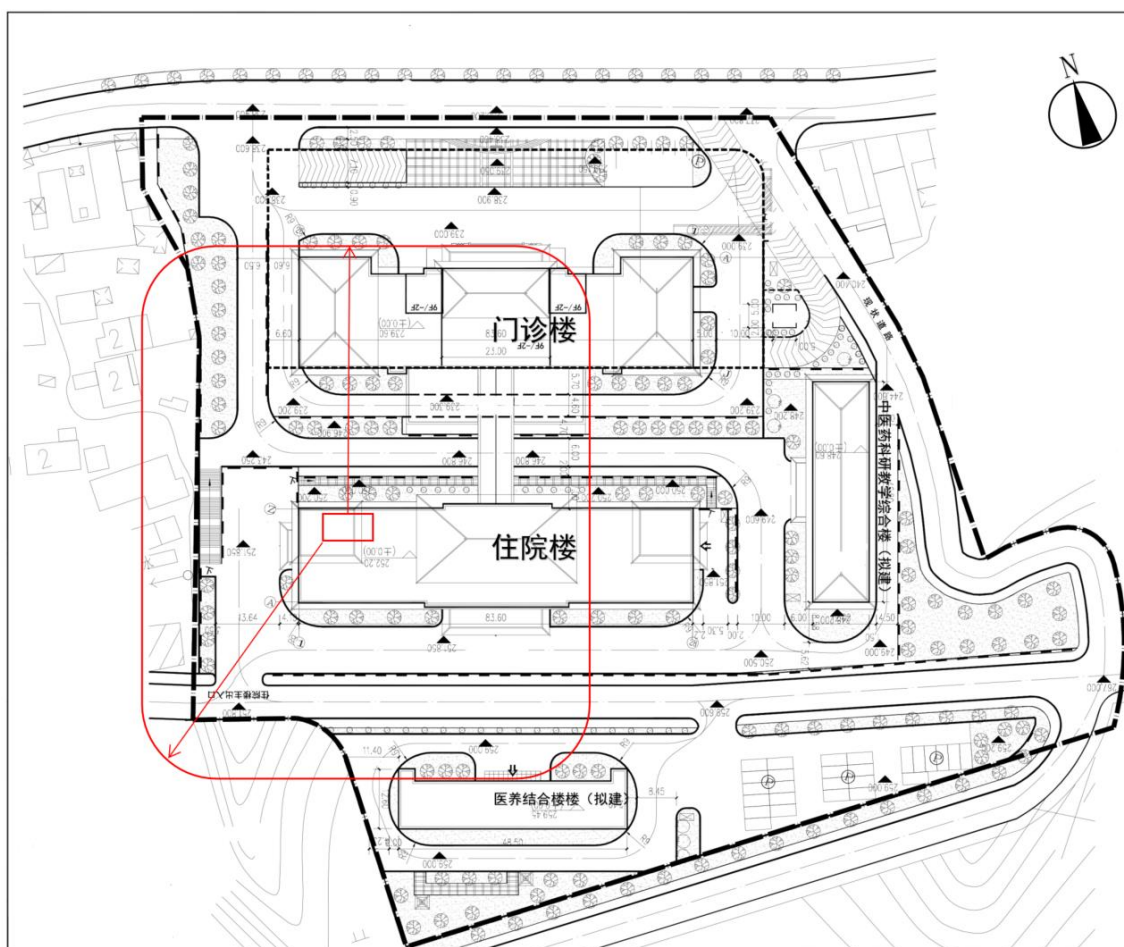


图 7-1 本项目评价范围图

7.2 主要环境保护目标

结合图 7-1，项目主要环境保护目标为职业人员和公众，其中，职业人员为从事 DSA 操作的医护人员，公众为 DSA 机房实体屏蔽物边界外 50m 范围内的其他工作人员及公众。本项目主要环境保护目标详见表 7-1。

表 7-1 本项目环境保护目标一览表

工作场所	保护对象	类型	人员规模	相对位置关系		年有效剂量约束值
				方位	最近距离(m)	
DSA 机房	DSA 机房介入医生、护士	职业人员	3 人	位于机房内	0.5*	≤5mSv
	DSA 控制室工作人员		3 人	DSA 机房南侧	0.3	
	机房南侧缓冲区、污物间	公众	约 2 人	S	0.3	≤0.1mSv
	机房西侧楼梯间		约 3 人	W	0.3	
	机房西侧设备间		约 1 人	W	0.3	
	机房东侧会议就餐间		约 10 人	E	0.3	
	洁净走廊、污物通道内人员		流动人员	W、S	3.8	
	DSA 介入手术室楼下去污区停留人员		约 10 人	楼下	3.2	
	DSA 介入手术室楼上屋顶停留人员		流动人员	楼上	1.0	
	住院楼 50m 范围内医务人员、患者及其家属家属		约 350 人	E	50m 范围内	
	江南社区住宅楼人员		约 100 人	S	约 32	
	门诊楼医务人员、患者及其家属		约 300 人	S	30	

备注：表中*表示距射线装置距离，其余距离为距射线装置所在机房屏蔽体表面距离。

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）

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中的源的安全。

①剂量限制和潜在照射危险限制

第 4.3.2.1 款 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量当量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

B1 剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

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：

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；本项目取其四分之一即 5mSv 作为管理限值。

B1.2 公众照射

B1.2.1 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，1 mSv；本项目取其十分之一即 0.1mSv 作为管理限值。

7.3.2 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

本标准适用于 X 射线影像诊断和介入放射学。

5 X 射线设备防护性能的技术要求

5.1.1 X 射线设备出线口上应安装限束系统（如限束器、光阑等）。

5.1.2 X 射线管组件上应有清晰的焦点位置标志。

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

5.2 透视用 X 射线设备防护性能的专用要求

5.2.1 C 形臂 X 射线设备的最小焦皮距应不小于 20 cm，其余透视用 X 射线设备的最小焦皮距应不小于 30 cm。

5.2.2 透视曝光开关应为常断式开关，并配有透视计时及限时报警装置。

5.2.3 用于介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）的 X 射线透视设备防护性能专用要求见 5.8。

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

5.8.1 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备应满

足其相应设备类型的防护性能专用要求。

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

5.8.3 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。

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

6 X 射线设备机房防护设施的技术要求

6.1 X 射线设备机房布局

6.1.1 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表 7-2 的规定。

表 7-2 X 射线设备机房(照射室)使用面积及单边长度的要求

设备类型	机房内最小有效使用面 (m ²)	机房内最小单边长 (m)
单管头X射线设备 (含C形臂、乳腺CBCT) ^注	20	3.5

注:单管头、双管头或多管头 X 射线设备的每个管球各安装在 1 个房间内。

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 7-3 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

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

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

6.4 X 射线设备工作场所防护

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

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

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

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

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

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

6.4.10 机房出入口宜处于散射辐射相对低的位置。

6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

6.5.1 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 7-4 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

放射检查 类型	工作人员		受检者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护用品
介入放射 性操作	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/床侧防护屏/床侧防护帘 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	—

注：“—”表示不需要。

6.5.3 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25 mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025 mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5 mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2 mmPb。

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

6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

7.3.3 环评要求年剂量约束值及控制水平

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）和《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“辐射防护安全与最优化原则”。本次评价对职业照射和公众照射的年受照剂量约束值分别进行了以下设定：

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002），个人受照剂量的大小与受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平，根据预测结果，结合医院管理目标值，放射工作人员的年附加剂量约束值取5mSv/a，周围公众的年附加剂量约束值取0.1mSv/a。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目拟建地辐射环境现状监测

2022 年 11 月 30 日，受旬阳市中医院委托，核工业二〇三研究所分析测试中心对本项目 DSA 工作场所拟建地以及周边环境进行了 γ 辐射剂量率监测，监测内容如下：

(1) 监测项目： γ 辐射剂量率

(2) 监测仪器名称、型号、测量范围以及检定情况见表 8-1

表 8-1 监测仪器、测量范围、监测方法及检定情况

监测项目	仪器名称	设备编号	测量范围	检定单位	检定证书	有效期
γ 辐射剂量率	便携式 X- γ 剂量率仪 (FH40G-10 主机 + FHZ672E-10 探头)	主机编号： FHP003-2018 探头编号： FHP004-2018	1nSv/h ~ 100 μ Sv/h	中国计量科学研究院	DLj1202 2-05895	2022/06/27 ~2023/06/26
监测方法	《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)					

(3) 质量保证：

- ①. 监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用；
- ②. 测量前、后均检查仪器工作状态是否良好，并用检验源对仪器进行校验；
- ③. 监测方法采用国家发布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗；
- ④. 由专业人员按照操作规程操作监测仪器，并认真做好记录；

(4) 监测布点图

本项目 DSA 拟建地及周围环境 γ 辐射剂量率监测布点示意图见图 8-1 所示。

(5) 监测结果

本项目拟建地及周围环境 γ 辐射剂量率监测结果见表 8-2 所示。

表 8-2 项目拟建地 γ 辐射剂量率监测结果

序号	监测点位描述	监测结果 (nGy/h)	备注
1	DSA 机房拟建地地面	106	
2	机房所在九层楼层过道地面	113	
3	住院楼顶棚棚顶	114	
4	住院楼八层过道地面	109	
5	住院楼门口地面	104	
6	门诊楼地面	101	
7	江南社区地面	105	

说明：1、表中监测结果已扣除仪器对宇宙辐射响应值；
 2、按照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》HJ 1157-2021，使用 ^{137}Cs 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数为 1.20Sv/Gy；
 3、本报告仅对本次监测点位及结果负责。

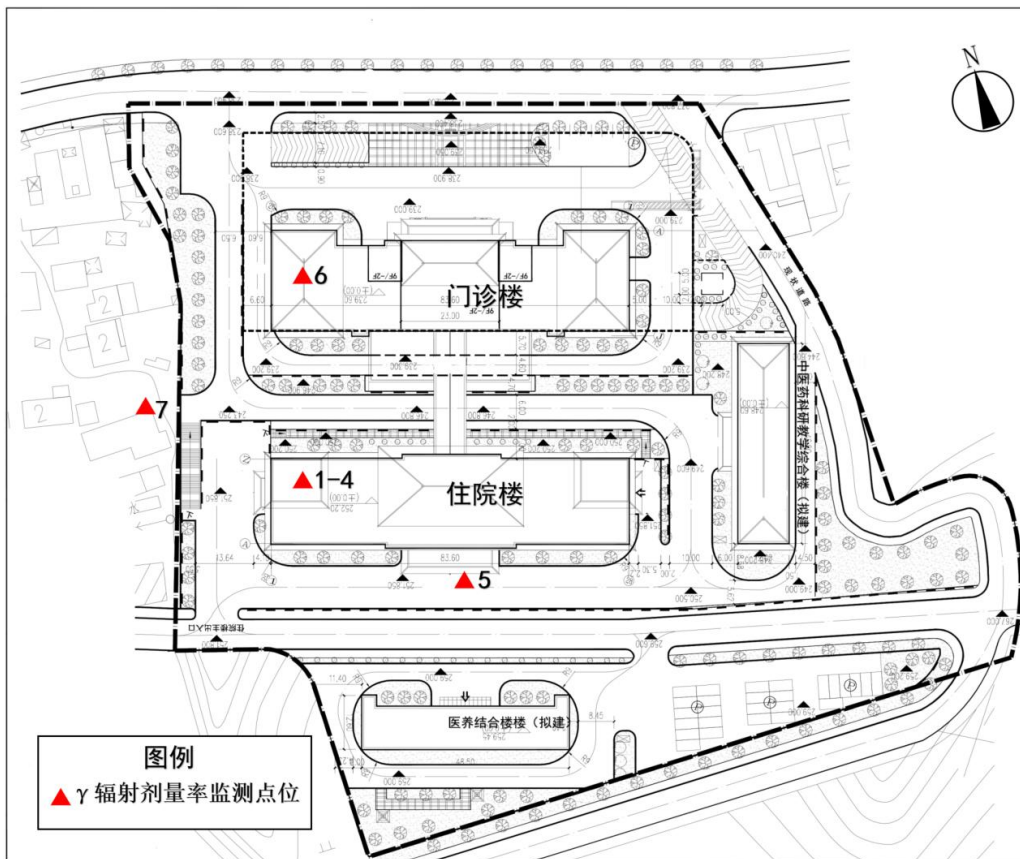


图 8-1 本项目 DSA 拟建地及周围环境 γ 辐射剂量率监测布点示意图

由表 8-2 可知，本项目拟建地的 γ 辐射剂量率监测值为 101~114nGy/h。监测结果表明：本项目所在地及周边环境 γ 辐射剂量率与旬阳市天然贯穿辐射剂量率调查结果（室外：107nGy/h，室内：135nGy/h，数据来源：《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年版）处于同一水平，项目所在地辐射环境质量良好。

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

DSA（Digital Substraction Angiography，数字减影血管造影设备）因其整体结构像大写的“C”，因此也称作 C 型臂 X 光机。DSA 设备主要由 X 射线发生系统、影像接收器和显示系统、影像处理和系统控制部分、机架系统和导管床、影像存储和传输系统、防护屏及防护铅帘等构成。

常见数字减影血管造影设备外观见图 9-1。

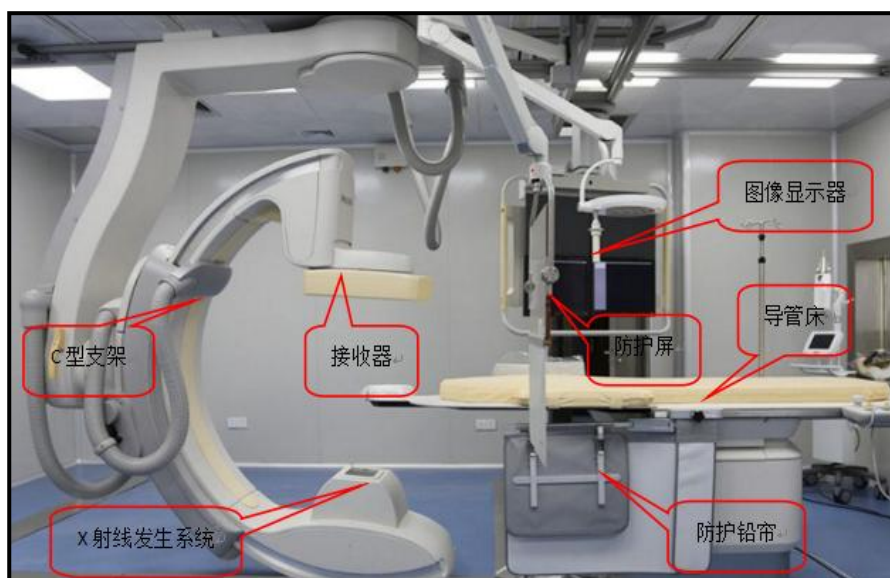


图 9-1 数字减影血管造影设备外观图

9.1.2 工作原理

DSA是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，它是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来。注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号。两次数字相减，消除相同的信号，得到一个只有造影剂的血管图像。这种图像较以往所用的常规脑血管造影所显示的图像更清晰和直观，一些精细的血管结构亦能显示出来，对比度分辨率高，减去了血管以外的背景，尤其使与骨骼重叠的血管能清楚显示。由于造影剂用量少，浓度低，损伤小，较安全。通过DSA处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。在进行DSA手术时，医务人员将介入导

管经皮下血管注入，通过DSA自带的X射线成像系统，将导管在血管内的影像显现出来。通过DSA处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。DSA 工作示意图见图 9-2。

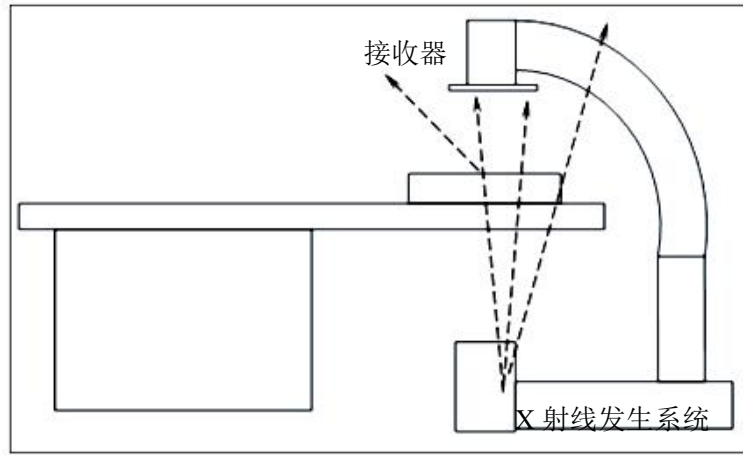


图 9-2 DSA 工作示意图

9.1.3 操作流程及产污环节图

本项目 DSA 在进行曝光时分为检查和介入治疗两种情况：

(1) 检查

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

(2) 介入治疗

采用近台同室操作方式。通过控制射线装置的X射线系统曝光，对患者的部位进行透视。具体方式是受检者位于手术床上，介入手术医生、护士位于手术床一旁，距射线装置的X线管0.5~1.0m处，在非主射束方向，穿戴个人防护用品（如铅衣、铅帽、铅围脖、铅围裙等），同时在手术床旁设有屏蔽挂帘和移动式防护帘的防护下，根据操作需求，踩动手术床下的脚踏开关启动X射线系统进行透视（射线装置的X线系统连续发射X射线），通过悬挂显示屏上显示的连续画面，完成介入操作。每台手术射线装置的X线系统进行透视的次数及每次透视时间因患者的部位、手术

的复杂程度而不同。介入手术完成后关机，病人离开介入手术室。DSA的操作流程及产污环节图见图9-3。

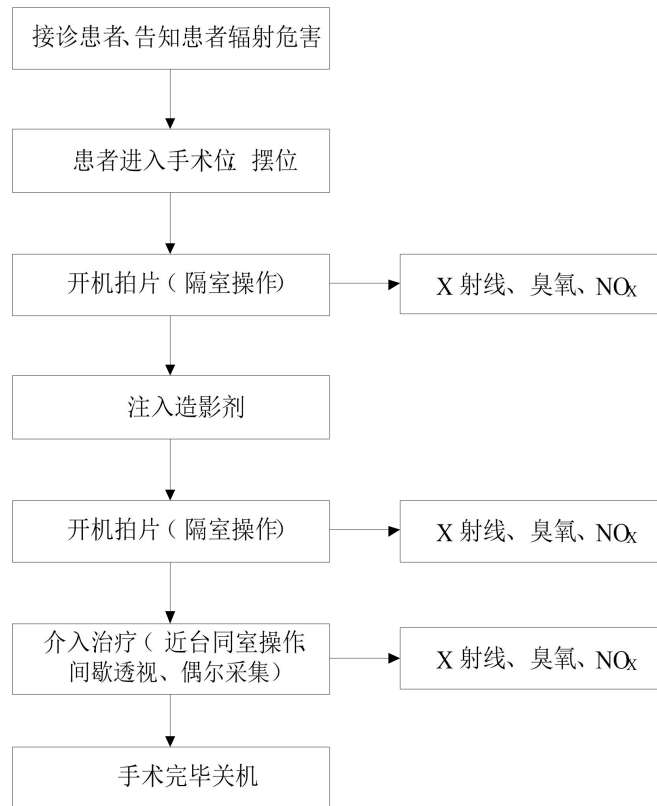


图 9-3 操作流程及产污环节图

9.2 污染源项描述

9.2.1 正常工况下污染途径

①X 射线

DSA 开机时发出 X 射线，X 射线贯穿手术室的屏蔽墙进入外环境，对控制室内职业工作人员及手术室周围公众产生外照射影响；在介入手术过程中，对手术室内医护人员造成较高剂量的外照射。

②废气

X 射线与空气作用会产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，由于项目射线装置的管电压、管电流较小，产生的有害气体相对较少，通过在手术室内安装动力通风装置，可满足手术室通风换气要求。

③废水

项目注入的造影剂不含放射性,采用数字显影技术,无废显影液和定影液产生。本项目拟配备的工作人员均从现有工作人员中抽调,未增加生活污水。

④固体废物

DSA 采用数字显影技术,不会产生废胶片。DSA 手术室产生的医用器具和药棉、纱布、手套等医疗废物在手术室由专用包装袋、容器分类收集后,由北侧的污物走廊运出,经污物走廊运至污物暂存间,定期送往医疗废物中心,最终委托有资质的单位处置。

9.2.2 事故工况下污染途径

项目 DSA 属于II类射线装置,运行中可能发生的辐射安全事故如下:

- ① 射线装置发生控制系统或电器系统故障或人员疏忽将照射参数设置错误,使受检者或职业人员受到超剂量照射。
- ② 与诊疗无关的人员在未撤离手术室,射线装置开始运行,对其造成额外误照射。
- ③ 医生在手术室内为患者摆位或进行其它术前准备工作时,控制台处操作人员误开机出束,对手术室内医生造成误照射。
- ④ 介入治疗时,医生未穿戴防护用品进入手术室,或未配置合格的防护用品,使医生受到较高剂量的附加照射。
- ⑤ 安全警示装置发生故障,其他医护人员误入正在运行的手术室造成额外照射。

表 10 辐射安全与防护

10.1 辐射工作场所分区与布局

(1) 平面布局

本项目 DSA 机房位于住院楼九层西北侧,机房内安装 1 台 DSA 设备,对照《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020),该项目 DSA 机房符合性分析见表 10-1。

表 10-1 DSA 机房平面布局合理性分析

《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)	本项目情况
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	一般情况下,DSA 设备向上进行照射,控制室工作人员操作位于机房控制室,介入人员透视状态下在 DSA 设备旁操作,操作位避开了有用线束照射方向
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	机房各面墙及观察窗、防护门的设计满足标准规定的辐射防护屏蔽要求,对周围环境以及工作人员影响满足相关标准要求
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 DSA 设备设有单独机房,机房布局满足使用要求
单管头 X 射线机机房最小有效使用面积不小于 20m ² ,最小单边长度不小于 3.5m	本项目一间机房的有效使用面积为 62.7m ² ,最小单边长度为 5.5m

综上,DSA 机房平面布局符合《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)要求,布局较为合理。

(2) 工作场所分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002),辐射工作场所应分为控制区及监督区,以便辐射防护管理和职业照射控制。本项目将 DSA 机房防护门以及屏蔽墙体以内的区域划分为控制区,在各机房防护门显著位置粘贴符合规定的电离辐射警告标志。将 DSA 机房之间的控制室、设备间及通道、楼上示教室、净化缓冲区,楼下医生办公室以及室外区域划为监督区。

本项目 DSA 机房控制区、监督区划分示意图见图 10-1、图 10-2、图 10-3。

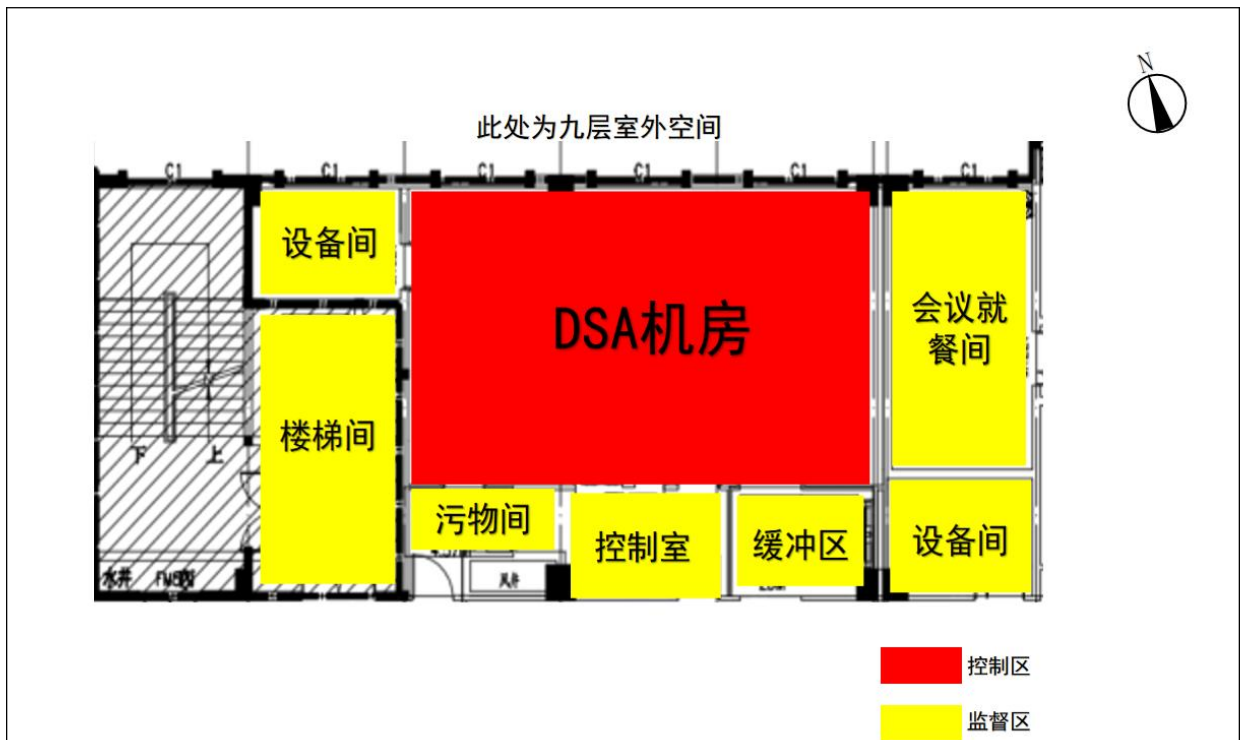


图 10-2 DSA 机房工作场所控制区、监督区划分示意图 2

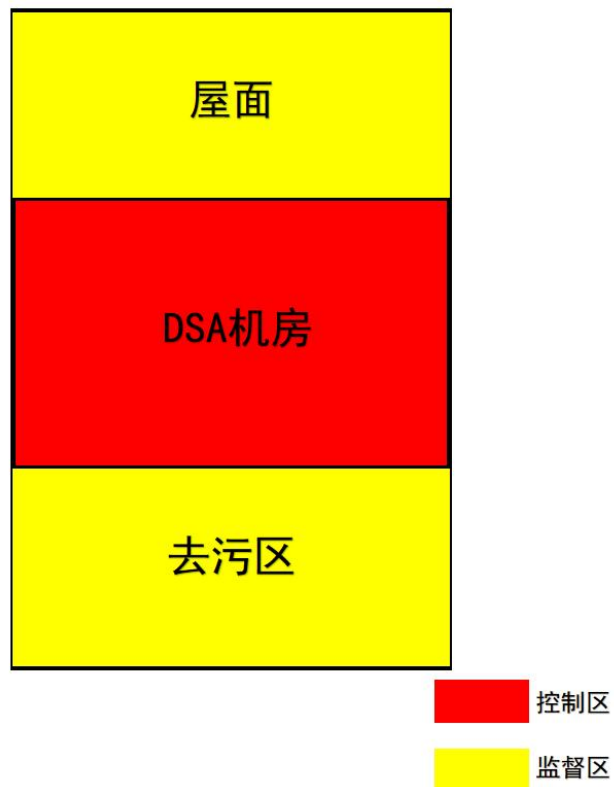


图 10-3 DSA 机房工作场所控制区、监督区划分示意图 3

10.2 辐射防护屏蔽设计

根据建设单位提供的图纸，本项目 DSA 机房屏蔽防护参数详见表 10-2 所示。

表 10-2 本项目 DSA 机房辐射防护屏蔽参数一览表

位置	具体设计参数	等效铅当量
西侧墙体	240mm 实心砖墙+3mmPb 铅板	5.28
北侧墙体	240mm 实心砖墙+3mmPb 铅板	5.28
东侧墙体	240mm 实心砖墙+3mmPb 铅板	5.28
南侧墙体	240mm 实心砖墙+3mmPb 铅板	5.28
观察窗	3mmPb 防护窗	3.00
工作人员进出门	3mmPb 铅防护电动平移门	3.00
患者进出门	3mmPb 铅防护电动平移门	3.00
设备间进出门	3mmPb 铅防护门	3.00
污物间进出门	3mmPb 铅防护门	3.00
机房顶面	120mm 混凝土+钢架+12mm 防水纸面石膏板 +3mmPb 铅板	4.49
机房地面	120mm 混凝土+40mm 硫酸钡水泥+20mm 混凝土 保护层	4.13

备注：根据《辐射防护手册 第三分册》第62页表3.3，在管电压150kV条件下，33mm硫酸钡水泥相当于2mm铅当量，51mm硫酸钡水泥相当于3mm铅当量，那么在管电压125kV条件下，40mm硫酸钡水泥（密度2.7g/cm³）可保守取值为2.4mm铅当量。

由上表可知，本项目 DSA 机房西侧、南侧、东侧、北侧墙体的等效铅当量为 5.28mmPb，防护门窗的铅当量均为 3.00mmPb；地面等效铅当量为 4.13mmPb，顶面防护的等效铅当量均为 4.49mmPb，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“介入 X 射线设备机房有用线束方向铅当量 2mm，非有用线束方向铅当量 2mm”的要求。本项目 DSA 机房屏蔽设计示意图见图 10-4、图 10-5 所示。

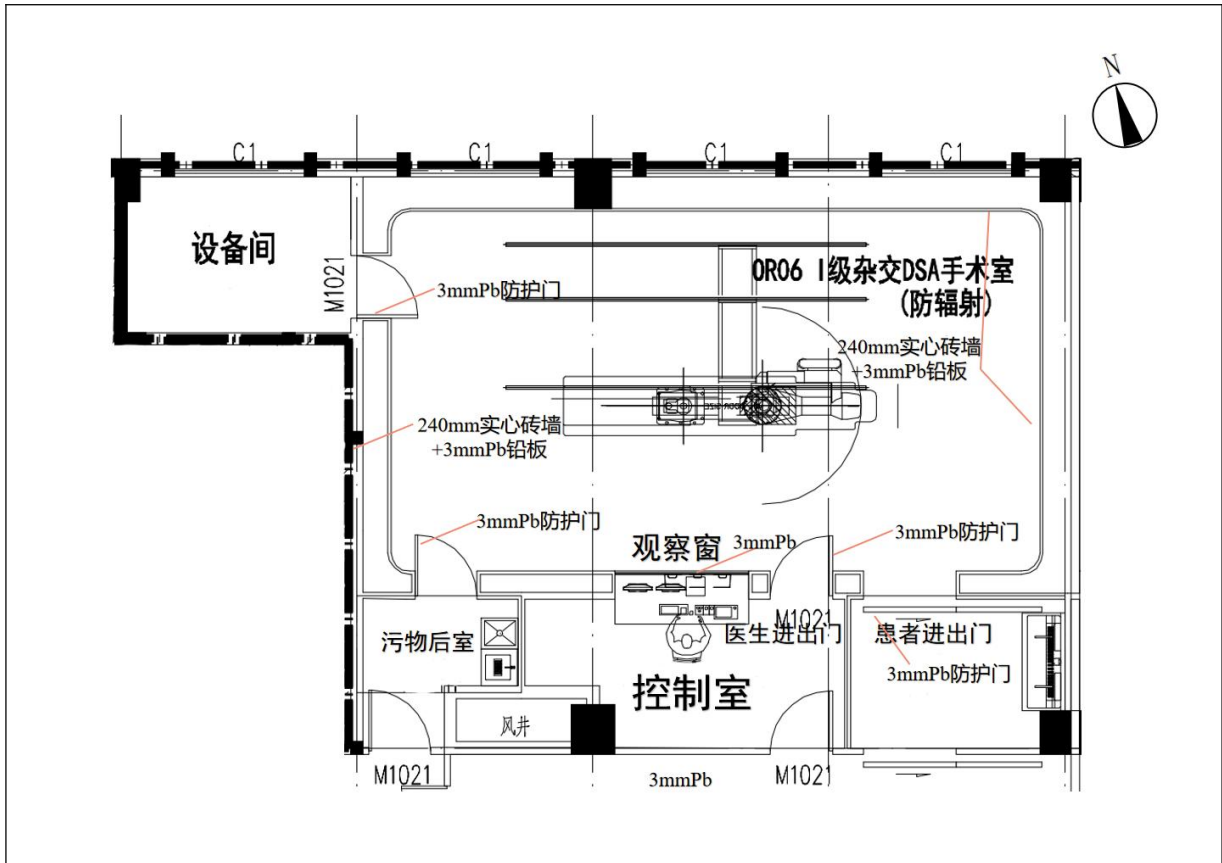


图10-4 本项目DSA机房屏蔽设计示意图

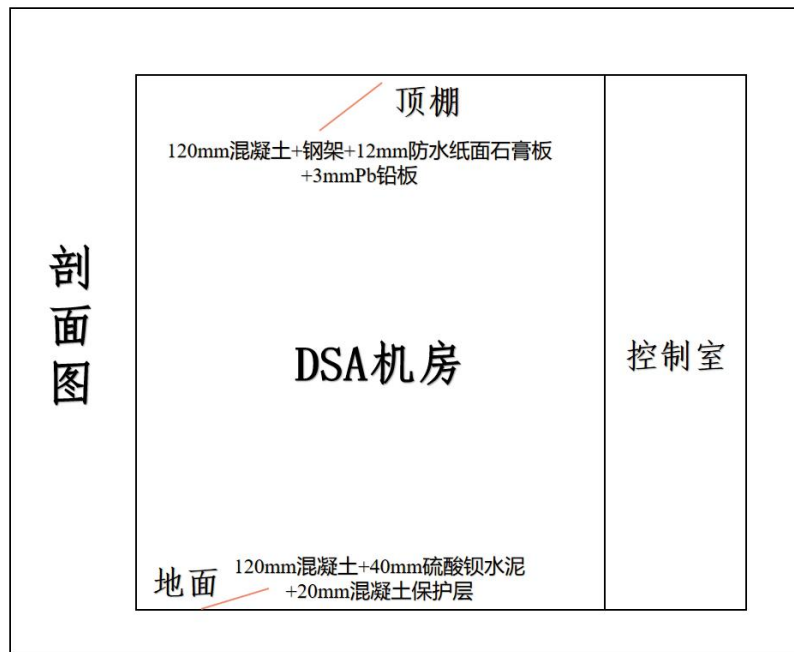


图10-5 本项目DSA机房屏蔽设计示意图2

10.3 辐射安全设施与防护

本项目 DSA 机房拟采取的辐射安全设施如下：

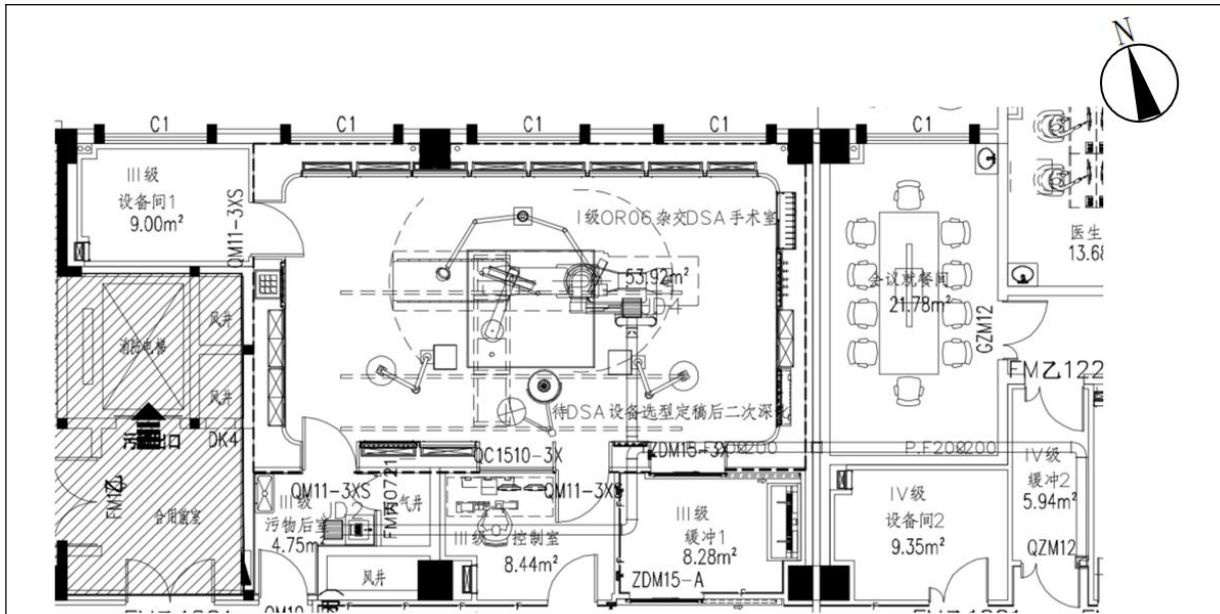


图 10-7 DSA 机房介入手术室通风口示意图

⑤设置观察窗及监控对讲装置，便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。

⑥辐射防护用品：DSA 机房拟配备满足工作人员数量的铅围裙、铅围脖、铅衣、铅帽、铅眼镜、铅方巾；DSA 设备自带铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘、床侧防护屏等辅助防护设施。此外，应为受检者配备至少 1 套铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套，具体配备要求见表 10-3。

表 10-3 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、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	—

注 1：“—”表示不做要求。

⑦手术室内不堆放与诊断工作无关的杂物。

⑧电缆、管道等穿过 DSA 机房介入手术室墙面的孔道应避开有用线束及人员经常驻留的区域，并采用弧状孔、曲路或地沟形式。本项目 DSA 介入手术室机房电缆、管道等穿过机房墙面的孔道拟采用 U 型管形式，示意图见图 10-8。

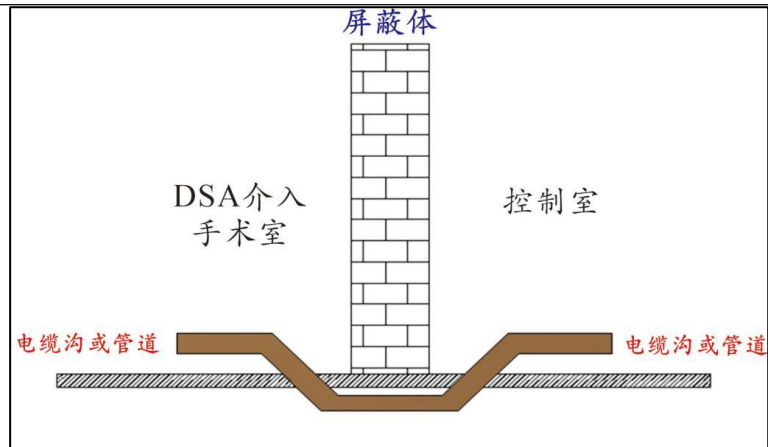


图 10-8 电缆、管道穿过 DSA 机房介入手术室示意图 (U 型管)

⑨针对本项目新增人员，医院应配备满足工作人员数量的个人剂量计，其中 DSA 机房介入工作人员每人应配备 2 个（铅衣内外各配备 1 个），其余工作场所工作人员每人 1 个。新增人员应纳入个人剂量监测制度中，每季度进行个人剂量监测并建立档案。

本项目辐射防护与安全措施图见图 10-9。

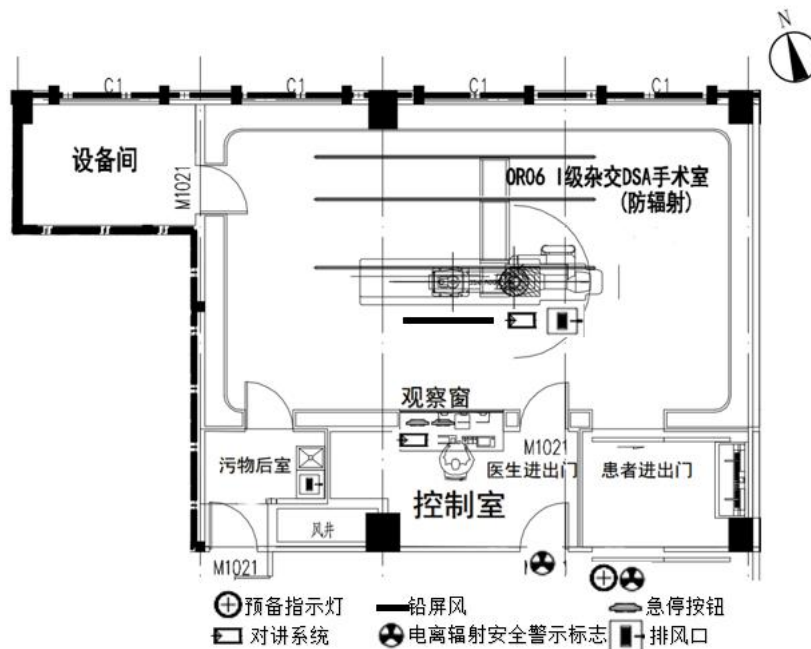


图 10-9 辐射防护与安全措施布局图

10.4 “三废”的治理

10.4.1 废水

本项目 DSA 在运行过程中不产生放射性废水。

10.4.2 废气

DSA 设备在开机并处于出束状态时，X 射线与空气作用会产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，由于项目射线装置的管电压、管电流较小，产生的有害气体相对较少。《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求：机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

本项目机房在吊顶上装有独立的动力换气装置及新风送风口，排风量为 500m³/h，同时加装两台空气净化装置。机房通风设施能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风”的要求。

10.4.3 固体废物

DSA 机房采用先进的数字显影技术，不会产生废胶片，介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套等医疗废物，采用专用容器集中收集，在机房内就地打包，最终委托有资质单位处置。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

旬阳市中医院拟在住院楼九层建设 DSA 机房，机房为新建机房，机房及其辅助用房建设阶段对环境的影响主要为施工过程产生的少量施工噪声、废气、废水、建筑垃圾等以及设备安装调试阶段产生影响。

1、机房土建阶段

① 废气

建设过程中基础、土方等施工将产生扬尘，此外机械作业时排放废气，但以上影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染拟采取以下措施：a)施工现场进行围挡；b)及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度。

② 噪声

施工期机械设备在运行中将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的标准，尽量使用噪声低的先进设备。

③ 固体废物

项目施工期产生废金属、废混凝土块及包装材料等建筑垃圾，建设单位应集中收集，可利用部分回收利用，其余部分清运至建筑垃圾填埋场，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落。施工人员生活垃圾由市政环卫部门统一收集处理。

④ 废水

施工期间生活污水经化粪池处理达标后排入市政管网。

通过以上措施，可将施工期的影响控制在项目局部区域，对周围环境影响较小。

2、设备安装调试阶段

项目设备安装、调试、检测和维修等均由设备供应商的放射工作人员负责。在安装前设备供应商对机房进行初步的安装验收，在满足相关条件后再进行设备的安装、调试。在设备安装、调试阶段，医院及设备供应商应加强辐射防护管理，在此过程中应保证机房各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。人员离开时机房必须上锁并派人看守。在设备安装、调试阶段，不允许其他无关

人员进入机房所在区域，防止辐射事故发生。

11.2 运行阶段对环境的影响

(1) 关注点选取

关注点的选取主要考虑可能对放射工作人员或公众产生影响的区域。

(2) DSA 机房屏蔽体设计厚度

根据建设单位提供的资料，项目DSA机房屏蔽设计参数见表11-1。

表 11-1 本项目 DSA 机房辐射防护屏蔽参数一览表

位置	具体设计参数	等效铅当量
西侧墙体	240mm 实心砖墙+3mmPb 铅板	5.28
北侧墙体	240mm 实心砖墙+3mmPb 铅板	5.28
东侧墙体	240mm 实心砖墙+3mmPb 铅板	5.28
南侧墙体	240mm 实心砖墙+3mmPb 铅板	5.28
观察窗	3mmPb 防护窗	3.00
工作人员进出门	3mmPb 铅防护电动平移门	3.00
患者进出门	3mmPb 铅防护电动平移门	3.00
设备间进出门	3mmPb 铅防护门	3.00
污物后室进出门	3mmPb 铅防护门	3.00
机房顶面	120mm 混凝土+钢架+12mm 防水纸面石膏板+3mmPb 铅板	4.49
机房地面	120mm 混凝土+40mm 硫酸钡水泥+20mm 混凝土保护层	4.13

备注：根据《辐射防护手册 第三分册》第62页表3.3，在管电压150kV条件下，33mm硫酸钡水泥相当于2mm铅当量，51mm硫酸钡水泥相当于3mm铅当量，那么在管电压125kV条件下，40mm硫酸钡水泥（密度2.7g/cm³）可保守取值为2.4mm铅当量。根据GBZ130-2020放射诊断防护要求，附录C，公式C2，在管电压125kV条件下，120mm混凝土（密度2.35g/cm³）可保守取值为1.44mmPm，140mm混凝土（密度2.35g/cm³）可保守取值为1.73mmPb。在管电压125kV条件下，240mm砖块（密度1.65g/cm³），可保守取值为2.28mmPb，在管电压125kV条件下，12mm石膏板（密度0.705g/cm³），可保守取值为0.05mmPb。

由表11-1可知，本项目DSA机房西侧、南侧、东侧、北侧墙体的等效铅当量为5.28mmPb，防护门窗的铅当量均为3.00mmPb；地面等效铅当量为4.13mmPb，顶面防护的等效铅当量均为4.49mmPb，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“介

入X射线设备机房有用线束方向铅当量2mm，非有用线束方向铅当量2mm”的要求。本项目各关注点位置示意图见图11-1所示。

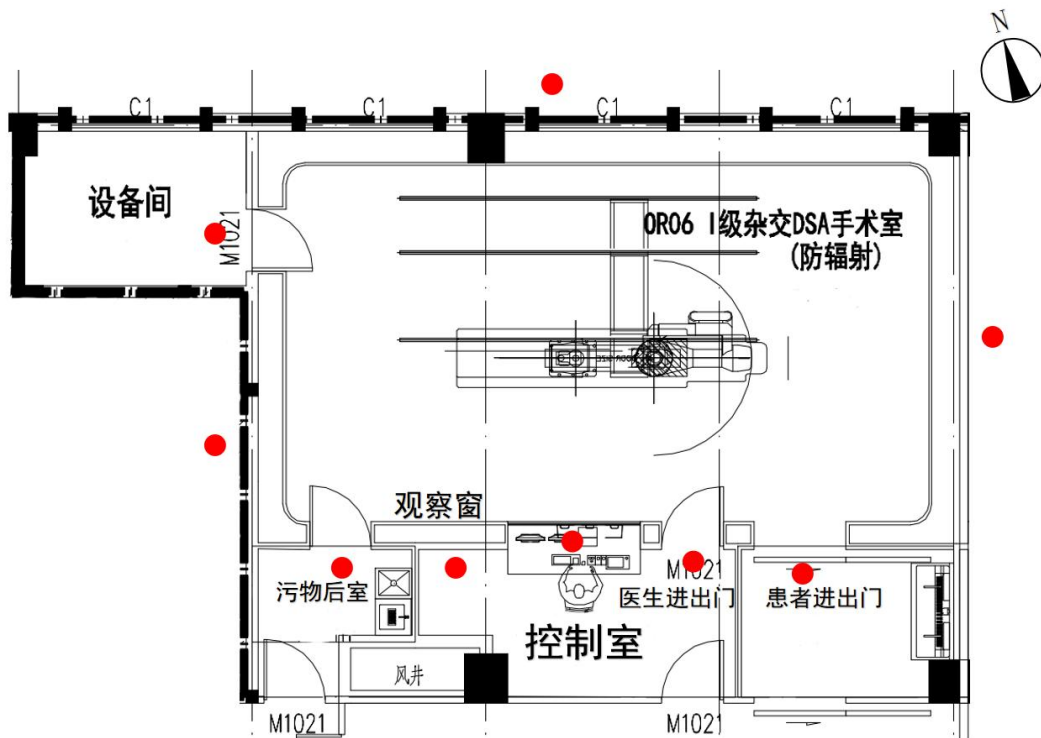


图 11-1 本项目各关注点位置示意图

(3) 各关注点剂量率估算

本项目拟在 DSA 机房内新增一台 DSA 设备（最大管电压为 125kV，最大管电流为 800mA），DSA 包括透视和采集（采集）两种工作模式，在实际使用过程中，透视、采集状态下管电压一般控制在 90kV 以下，从保守角度考虑，取 DSA 设备最大管电压 125kV，最大管电流运行参数，计算 DSA 机房屏蔽体外各关注点剂量率。

根据 ICRP 33《医用外照射源的辐射防护》P55 图 2，在 X 射线管管电压 125kV 时，2mmAl 滤过下，离靶 1m 处的剂量率约为 11mGy/mA·min。根据同类型设备运行情况，该设备在其最大管电压运行状态下，DSA 透视、采集状态下管电流分别不会超过 25mA、520mA。则计算出 DSA 透视距靶点 1m 处的最大剂量率为 $1.65 \times 10^7 \mu\text{Gy/h}$ ；DSA 采集时距靶点 1m 处的最大剂量率为 $3.432 \times 10^8 \mu\text{Gy/h}$ 。

项目射线装置主束照向患者，各关注点处仅考虑泄漏线和散射线影响，一般射线泄漏率按 0.1% 估算。

a. 泄漏辐射剂量率估算

1) 估算方法

泄漏辐射剂量率计算公式参考《辐射防护手册第一分册 辐射源与屏蔽》（李德平、潘自强主编，原子能出版社，1987）。对于给定的屏蔽物质，屏蔽透射因子依据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 计算。

$$H = \frac{f \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad (\text{公式 11-1})$$

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad (\text{公式 11-2})$$

式中：H—关注点处的泄漏辐射剂率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

f—泄漏射线比率，取 0.1%；

H_0 —距靶点 1m 处的最大剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

R—靶点至关注点的距离，m；

B—屏蔽透射因子；

X—铅厚度，mm；

α 、 β 、 γ 为铅对 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数见表 11-2。

表 11-2 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

管电压	材料	参数		
		α	β	γ
125kV（主射线）	铅	2.219	7.923	0.5386
125kV（散射线）	铅	2.233	7.888	0.7295
125kV（主射线）	混凝土	0.03502	0.7113	0.6974
125kV（散射线）	混凝土	0.03510	0.6600	0.7832
125kV（有用线束）	砖	0.02870	0.06700	1.346
125kV（有用线束）	石膏板	0.01192	0.02670	1.079

注： α 、 β 、 γ 取值参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 表 C.2

2) 估算结果

不同模式下，各关注点的泄漏辐射剂量率估算见表 11-3 所示。

表 11-3 本项目 DSA 机房不同模式下各关注点泄漏辐射剂量率计算结果一览表

工作模式	关注点位置描述		屏蔽铅当量 (mm)	R (m)	H ₀ (μGy/h)	H (μGy/h)
透视	北侧	墙体外表面 30cm 处	5.28	3.3	1.65E+07	7.38E-04
	西侧	墙体外表面 30cm 处 (楼梯间)	5.28	6.2	1.65E+07	2.09E-04
		设备间铅防护门外表面 30cm 处	3	6.4	1.65E+07	3.21E-02
	东侧	墙体外表面 30cm 处 (会议就餐间)	5.28	6.2	1.65E+07	2.09E-04
	南侧	墙体外表面 30cm 处 (控制室)	5.28	3.3	1.65E+07	7.38E-04
		观察窗外表面 30cm 处	3	1.9	1.65E+07	3.64E-01
		工作人员进出门外表面 30cm 处	3	1.9	1.65E+07	3.64E-01
		污物后室铅防护门外表面 30cm 处	3	3.8	1.65E+07	9.10E-02
		患者进出门外表面 30cm 处	3	2.7	1.65E+07	1.80E-01
		楼上距地面 1m 处	4.49	4.2	1.65E+07	2.64E-03
	楼下距地面 1.7m 处	4.13	3.5	1.65E+07	8.48E-03	
	江南社区住宅楼人员	5.28	32	1.65E+07	7.85E-06	
	门诊楼内医务人员、患者及其家属	5.28	30	1.65E+07	8.93E-06	
	采集	北侧	墙体外表面 30cm 处	5.28	3.3	3.43E+08
西侧		墙体外表面 30cm 处	5.28	6.2	3.43E+08	4.35E-03
		设备间铅防护门外表面 30cm 处	3	6.4	3.43E+08	6.67E-01
东侧		墙体外表面 30cm 处 (会议就餐间)	5.28	6.2	3.43E+08	4.35E-03
南侧		墙体外表面 30cm 处 (控制室)	5.28	3.3	3.43E+08	1.53E-02
		观察窗外表面 30cm 处	3	1.9	3.43E+08	7.57E+00
		工作人员进出门外表面 30cm 处	3	1.9	3.43E+08	7.57E+00
		污物后室铅防护门	3	3.8	3.43E+08	1.89E+00

	外表面 30cm 处				
	患者进出门外表面 30cm 处	3	2.7	3.43E+08	3.75E+00
	楼上距地面 1m 处	4.49	4.2	3.43E+08	5.49E-02
	楼下距地面 1.7m 处	4.13	3.5	3.43E+08	1.76E-01
	江南社区住宅楼人员	5.28	32	3.43E+08	1.63E-04
	门诊楼内医务人员、患者及其 家属	5.28	30	3.43E+08	1.86E-04

b. 散射辐射剂量率估算

1) 估算方法

关注点处的散射辐射剂量率参考《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）中给出的公式计算。

$$H = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot (S/400)}{(d_0 \cdot d_s)^2} \quad (11-23)$$

式中：H—关注点处的患者散射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_0 —距靶点 1m 处的最大剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

α —患者对 X 射线的散射比，取自《辐射防护手册 第一分册》P437 表 10.1，125kV 射线散射与入射 X、 γ 射线照射量之比值 a 为 0.0015（90°散射，相对于 400cm² 散射面积）；

S—散射面积，取典型值 400cm²；

d_0 —源与患者的距离，一般取 0.5；

d_s —患者与关注点的距离，m；

B—屏蔽透射因子。

2) 估算结果

不同模式下，DSA 机房外各关注点处散射辐射剂量率计算结果见表 11-4 所示。

表 11-4 DSA 机房外各关注点处散射辐射剂量率计算结果

工作模式	关注点位置描述		屏蔽铅当量 (mm)	R (m)	H_0 ($\mu\text{Gy/h}$)	H ($\mu\text{Gy/h}$)
透视	北侧	墙体外表面 30cm 处	5.28	3.3	1.65E+07	4.43E-07
	西侧	墙体外表面 30cm 处 (楼梯间)	5.28	6.2	1.65E+07	1.25E-07

		设备间铅防护门外表面 30cm 处	3	6.2	1.65E+07	1.93E-05	
	东侧	墙体外表面 30cm 处 (会议就餐间)	5.28	6.2	1.65E+07	1.25E-07	
	南侧	墙体外表面 30cm 处 (控制室)	5.28	3.3	1.65E+07	4.43E-07	
		观察窗外表面 30cm 处	3	3.3	1.65E+07	2.18E-04	
		工作人员进出门外表面 30cm 处	3	3.3	1.65E+07	2.18E-04	
		污物后室铅防护门外表面 30cm 处	3	3.3	1.65E+07	5.46E-05	
		患者进出门外表面 30cm 处	3	3.3	1.65E+07	1.08E-04	
			楼上距地面 1m 处	4.49	4.2	1.65E+07	1.58E-06
		楼下距地面 1.7m 处	4.13	3.5	1.65E+07	5.09E-06	
		江南社区住宅楼人员	5.28	32	1.65E+07	4.71E-09	
		门诊楼内医务人员、患者及其家属	5.28	30	1.65E+07	5.36E-09	
采集	北侧	墙体外表面 30cm 处	5.28	3.3	3.43E+08	9.21E-06	
	西侧	墙体外表面 30cm 处	5.28	6.2	3.43E+08	2.61E-06	
		设备间铅防护门外表面 30cm 处	3	6.2	3.43E+08	4.00E-04	
	东侧	墙体外表面 30cm 处 (会议就餐间)	5.28	6.2	3.43E+08	2.61E-06	
	南侧	墙体外表面 30cm 处 (控制室)	5.28	3.3	3.43E+08	9.21E-06	
		观察窗外表面 30cm 处	3	3.3	3.43E+08	4.54E-03	
		工作人员进出门外表面 30cm 处	3	3.3	3.43E+08	4.54E-03	
		污物后室铅防护门外表面 30cm 处	3	3.3	3.43E+08	1.14E-03	
		患者进出门外表面 30cm 处	3	3.3	3.43E+08	2.25E-03	
			楼上距地面 1m 处	4.49	4.2	3.43E+08	3.29E-05
			楼下距地面 1.7m 处	4.13	3.5	3.43E+08	1.06E-04
			江南社区住宅楼人员	5.28	32	3.43E+08	9.79E-08

门诊楼内医务人员、患者及其家属	5.28	30	3.43E+08	1.11E-07
-----------------	------	----	----------	----------

备注：表中距离为射线装置所在到机房屏蔽体表面外 30cm 处的距离。

c.辐射有效剂量率

考虑泄漏辐射、散射辐射综合影响，本项目 DSA 机房不同模式下各关注点处总的辐射有效剂量率见表 11-5。

表 11-5 本项目 DSA 机房不同模式下各关注点处总的辐射有效剂量率

工作模式	关注点位置描述		泄漏辐射剂量率 μSv/h	散射辐射剂量率 μSv/h	总辐射剂量率 μSv/h	
透视	北侧	墙体外表面 30cm 处	7.38E-04	4.43E-07	7.38E-04	
	西侧	墙体外表面 30cm 处 (楼梯间)	2.09E-04	1.25E-07	2.09E-04	
		设备间铅防护门外 表面 30cm 处	3.42E-02	2.05E-05	3.42E-02	
	东侧	墙体外表面 30cm 处 (会议就餐间)	2.09E-04	1.25E-07	2.09E-04	
	南侧	墙体外表面 30cm 处 (控制室)	7.38E-04	4.43E-07	7.38E-04	
		观察窗外表面 30cm 处	1.21E-01	7.24E-05	1.21E-01	
		工作人员进出门外 表面 30cm 处	1.21E-01	7.24E-05	1.21E-01	
		污物后室铅防护门 外表面 30cm 处	1.21E-01	7.24E-05	1.21E-01	
		患者进出门外表面 30cm 处	1.21E-01	7.24E-05	1.21E-01	
		楼上距地面 1m 处		2.64E-03	1.58E-06	2.64E-03
		楼下距地面 1.7m 处		8.48E-03	5.09E-06	8.49E-03
		江南社区住宅楼人员		7.85E-06	4.71E-09	7.85E-06
		门诊楼内医务人员、患者及其 家属		8.93E-06	5.36E-09	8.93E-06
	采集	北侧	墙体外表面 30cm 处	1.53E-02	9.21E-06	1.54E-02
西侧		墙体外表面 30cm 处	4.35E-03	2.61E-06	4.35E-03	
		设备间铅防护门外 表面 30cm 处	7.11E-01	4.27E-04	7.12E-01	
东侧		墙体外表面 30cm 处	4.35E-03	2.61E-06	4.35E-03	

	(会议就餐间)			
南侧	墙体外表面 30cm 处 (控制室)	1.53E-02	9.21E-06	1.54E-02
	观察窗外表面 30cm 处	2.51E+00	1.51E-03	2.51E+00
	工作人员进出门外表面 30cm 处	2.51E+00	1.51E-03	2.51E+00
	污物后室铅防护门外表面 30cm 处	2.51E+00	1.51E-03	2.51E+00
	患者进出门外表面 30cm 处	2.51E+00	1.51E-03	2.51E+00
	楼上距地面 1m 处	5.49E-02	3.29E-05	5.49E-02
	楼下距地面 1.7m 处	1.76E-01	1.06E-04	1.77E-01
	江南社区住宅楼人员	1.63E-04	9.79E-08	1.63E-04
	门诊楼内医务人员、患者及其家属	1.86E-04	1.11E-07	1.86E-04

备注：表中距离为射线装置所在到机房屏蔽体表面外 30cm 处的距离。

由上表可知，在透视状态下，DSA 机房四周屏蔽体外表面 0.3m 处的最大周围剂量当量率为 $1.21 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ （在辐射屏蔽计算时有效剂量率与空气吸收剂量换算系数通常取 1Sv/Gy ）、机房顶棚上方、机房下方人员停留处最大周围剂量当量率分别为 $2.64 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$ 、 $8.49 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$ ，DSA 机房屏蔽防护能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

（4）个人剂量估算

根据建设单位提供的资料，DSA 每周最多进行 4 台手术，每年 50 周，则 DSA 每年最多进行 200 台手术。每台手术平均曝光时间取 14min（透视时间 13min、采集时间 1min），则 DSA 年曝光时间约为 50h，包括透视时间约 46.7h 及采集时间（医护人员在介入室内）约 3.3h。不同工作模式下的曝光时间见表 11-6 所示。

表 11-6 不同工作模式下的曝光时间一览表

设备名称	工作模式	管电压 (kV)	管电流 (mA)	单台手术平均出束时间	年预计手术次数(台)	年累积出束时间
DSA	透视	125	25	14min	200	46.7h
	采集	125	520	1min	200	3.3h

1) 估算方法

相关人员受到的年有效剂量计算公式如下：

$$H_w = H_R \times K \times t \times T \times 10^{-3} \quad (\text{式 11-24})$$

式中：

H_w —年有效剂量，mSv/a；

H_R —手术室外周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

K —有效剂量与吸收剂量换算系数，取 1Sv/Gy；

t —出束时间，h/a；

T —人员居留因子，参照 HJ1198-2021 附录 A 取值。

2) 职业人员年附加剂量

在采集模式下，放射工作人员采取隔室操作的方式，通过观察窗和操作台上监控系统观察手术室内病人情况，并通过对讲系统与病人交流；在透视模式下，医护人员在 DSA 手术室内对患者进行手术。介入手术时第一术者位医生穿戴铅衣、头戴铅帽、铅眼镜等防护用品，位于铅吊屏和床侧铅帘后；第二术者位护士/助手穿戴铅衣等防护用品，位于移动铅屏风后。

A 控制室内职业人员年附加有效剂量估算

根据表 11-5 的计算结果，根据个人剂量估算公式，控制室内职业人员可能受到的年有效剂量见表 11-7。

表 11-7 DSA 机房控制室的职业人员附加年有效剂量估算结果一览表

关注点位置描述	模式	总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	出束时间 (h/a)	年有效剂量 (mSv/a)	总剂量 (mSv/a)
DSA 机房 控制室人员	透视	0.121	46.7h	5.65×10^{-3}	0.01393
	采集	2.51	3.3h	8.28×10^{-3}	

备注：表示从保守角度考虑，本次计算选取观察窗外表面 0.3m 剂量率作为控制室工作人员操作位剂量率。

B 第一术者位（医生）、第二术者位（护士）年附加有效剂量估算：

根据《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）附录 B 中表 B.1 X 射线透视设备的检测项目及技术要求“7、非直接荧光屏透视设备透视防护区检测平面上周围剂量当量率不大于 400 μ Gy/h”，因此本次评价保守按照 X 射线设备在确保铅防护屏和床侧铅挂帘等防护设施正常使用的情况下，手术医生和护士铅衣外按照在透视防护区测试平面上的空气比释动能率为 400 μ Gy/h 进行计算。

根据公式 11-2 计算可知，管电压 125kV 时，手术医生穿 0.5mm 厚铅衣的辐射透射因子 B 为 5.57×10^{-2} ，护士穿 0.5mm 厚铅衣与采用 2mm 厚移动铅屏风的辐射透射因子 B 为 2.50×10^{-4} 。项目 DSA 手术透视情况下年累积出束时间 46.7h，则介入手术所致手术室内操作医生年剂量为 1.04mSv，护士年剂量为 4.67×10^{-3} mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中年剂量限值（职业人员 20mSv）及本次评价所取的年剂量约束限值（职业人员 5.0mSv）。

表 11-8 职业人员附加年有效剂量估算结果一览表

人员	剂量率 (μ Sv/h)	铅防护当量 (mmPb)	透射因子	时间 (h)	年有效剂量 (mSv/a)
介入手术医生	400	0.5	5.57×10^{-2}	46.7	1.04
介入手术护士	400	2.5	2.50×10^{-4}	46.7	4.67×10^{-3}

事实上，上述估算偏保守，忽略了 DSA 设备材料的衰减作用和人体的吸收作用，此外项目 DSA 设备床边操作系统、床边剂量控制系统等防护设施可实时显示剂量率、调节运行档位。因此，项目 DSA 在正常运行情况下，医护人员实际受到的年附加剂量率小于理论计算值。

3) 公众年附加有效剂量

本项目 DSA 正常运行时，周围公众受到的年附加有效剂量见表 11-9。

表 11-9 公众人员附加年有效剂量估算结果一览表

保护对象	透视		采集		居留因子	年附加有效剂量 mSv	年有效剂量约束值
	剂量率 (μ Sv/h)	时间 /h	剂量率 (μ Sv/h)	时间 /h			
机房西侧楼梯间内人员	2.09E-04	46.7	4.35E-03	3.3	1/40	6.03E-07	≤ 0.1 mSv
机房西侧设备间内人员	3.42E-02	46.7	7.12E-01	3.3	1/20	1.97E-04	
机房东侧会议就餐间内人员	2.09E-04	46.7	4.35E-03	3.3	1/5	4.82E-06	

机房南侧缓冲区、污物间内人员	1.21E-01	46.7	2.51E+00	3.3	1/2	6.97E-03
洁净走廊、污物通道内人员	1.59E-04	46.7	3.32E-03	3.3	1/5	3.68E-06
DSA 介入手术室楼下去污区停留人员	8.49E-03	46.7	1.77E-01	3.3	1/2	4.90E-04
DSA 介入手术室楼上屋顶停留人员	2.64E-03	46.7	5.49E-02	3.3	1/20	1.52E-05
江南社区住宅楼人员	7.85E-06	46.7	1.63E-04	3.3	1.000	9.06E-07
门诊楼医务人员、患者及其家属	8.93E-06	46.7	1.86E-04	3.3	1	1.03E-06
住院楼 50m 范围内医务人员、患者及其家属	3.45E-02	46.7	1.61E-03	3.3	1	1.62E-03

由估算结果可知，本项目 DSA 正常运行时，DSA 机房周围公众受到的年有效剂量最大值为 $6.97 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中年剂量基本限值（公众人员 1mSv）及本次评价所取的年剂量约束限值（公众人员 0.1mSv）。

11.3 三废环境影响分析

11.3.1 废气环境影响分析

设备在开机并处于出束状态时，X射线与空气作用会产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，由于项目射线装置的管电压、管电流较小，产生的有害气体相对较少。根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求：机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

11.3.2 废水影响分析

项目采用先进的数字显影技术，注入的造影剂不含放射性，无废显影液和定影液产生。项目医护人员产生少量的生活污水，统一纳入医院污水处理系统。

11.3.3 固体废物影响分析

项目采用先进的数字显影技术，不会产生废胶片。介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套等医疗废物，在手术室均由专用包装袋、容器分类收集。

11.4 事故环境影响分析

1、可能发生的辐射事故

(1) 射线装置发生控制系统或电器系统故障或人员疏忽将照射参数设置错误，使受检者或职业人员受到超剂量照射。

(2) 人员在防护门关闭后未撤离手术室，射线装置开始运行，造成额外照射。

(3) 医生在手术室内为患者摆位或进行其它术前准备工作时，控制室操作台处操作人员误开机出束，对手术室内医生造成误照射。

(4) 介入治疗时，医生未穿戴防护用品进入手术室，或未配置合格的防护用品，使医生受到较高剂量的附加照射。

(5) 安全警示装置发生故障，医护人员误入正在运行手术室造成额外照射。

2、采取的预防措施

(1) 定期对 DSA 设备的安全和防护措施进行检查，对发现的安全隐患及时采取有效措施，妥善处置。

(2) 加强放射工作人员的管理与业务培训，确认各项管理制度的执行情况。除存在临床不可接受的情况下，图像采集时工作人员应尽量不在机房内停留；对患者实施照射时，禁止与诊疗无关的其他人员在机房内停留。**针对 DSA 制定相关的操作规程，规程应满足 GBZ1307.8 节，并做到“制度上墙”（即将操作规程张贴在控制室醒目位置），放射工作人员必须严格按照操作规程进行操作，以避免因误操作造成工作人员和公众受到意外辐射。**

(3) 射线装置发生故障而紧急停机后，在未查明原因和维修结束前，不得重新启动射线装置。

(4) 介入医生做好个人防护，介入手术前配备必要的铅衣、铅眼镜、铅围裙、铅屏风及铅帘等防护用品，按照 GBZ128 规定正确佩戴个人剂量计。

(5) 手术室门外明显处应设置电离辐射警示标志，并安装醒目的工作状态指示灯。

定期检查门灯联锁装置，确保门灯联锁装置正常运行，防止人员误入。

(6) 定期对辐射工作场所的安全防护装置进行维护、保养。配备必要的辐射监测仪器，对工作场所实施必要辐射环境监测，及时发现使用过程中可能存在的射线的泄漏。

(7) 辐射应急管理机构应对本项目的应急组织人员、救护计划和方法、救护器材和设备以及联络方式进行明确布置和安排，一旦事故发生时可立即执行。

一旦发生辐射事故，处理的原则是：

(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，如果受照剂量较高，应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，缩小事故影响，减少事故损失。

(4) 在事故处理过程中，要在可合理做到的条件下，尽可能减少人员照射。

(5) 事故处理后应收集资料，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。

(6) 对可能发生的辐射事故，应采取措施避免事故的发生。制定相关制度在事故发生时能妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，并接受监督部门的处理。同时上报生态环境主管部门和卫生部门。当发生辐射照射事故时，应在第一时间通报当地生态环境主管部门和公安部门。

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》第十六条规定：使用I类、II类、III类放射源，使用I类、II类射线装置的工作单位，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具有 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和环境保护管理工作。

旬阳市中医院已成立以院长为组长，主管院长为副组长，放射科科室主任为组员的辐射安全与环境保护领导小组，辐射安全与环境保护领导小组职责为：

- (1) 认真贯彻落实国家法律法规的有关规定；
- (2) 对使用的射线装置的安全和防护工作负责，并依法对其成的放射性危害承担责任。
- (3) 组织制定并落实辐射防护相关管理制度；
- (4) 每年年初对本年度辐射工作做出计划，年底对本年度辐射安全与防护工作进行总结，对医院的射线装置安全和防护状况进行辐射防护监测和年度评估，报辐射安全许可证发证部门和当地环境主管部门；发现安全隐患的，及时进行整改、确保设备正常使用、安全有效；
- (5) 组织对放射性操作人员进行辐射与安全防护培训，进行个人剂量检查、职业健康检查，并建立个人剂量档案和职业健康监护档案；
- (6) 制定辐射事故应急预案并定期组织演练；
- (7) 记录发生的辐射事故并及时报告公安局、卫生行政部门、环境保护主管行政部门，配合相关部门完成事后处理。

本项目建成后，医院应对照《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》（陕环办发〔2018〕29号文），完善分院区的相关制度与文件，进一步明确决策层、辐射防护负责人、放射性作业人员职责，并落实相关管理要求，详见表 12-1。

表 12-1 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表（一）

辐射安全管理部分

管理内容		管理要求	本项目情况
人员管理	决策层	就确保辐射安全目标做出明确的文字承诺，并指派有决策层级的负责人分管辐射安全工作。	已按要求设置
		年初工作安排的和年终工作总结，应包含辐射环境安全管理工作内容。	
		明确辐射安全管理部和岗位的辐射安全职责。	
		提供确保辐射安全所需的人力资源及物质保障。	
	辐射防护负责人	参加辐射安全与防护培训并通过考核取得合格证，持证上岗；熟知辐射安全法律法规及相关标准的具体要求并向员工和公众宣传辐射安全相关知识。	按规定执行
		负责编制辐射安全年度评估报告，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度评估报告。	本项目建成后应完善
		建立健全辐射安全管理制度，跟踪落实各岗位辐射安全职责。	
		建立辐射安全管理档案。	
	对辐射工作场所定期巡查，发现安全隐患及时整改，并有完善的巡查及整改记录。		
	直接从事放射工作的作业人员	岗前进行职业健康体检，结果无异常。	新增人员应按规定进行培训体检等
参加辐射安全与防护培训并通过考核取得合格证，持证上岗。			
了解本岗工作性质，熟悉本岗位辐射安全职责，并对确保岗位辐射安全做出承诺。			
熟悉辐射事故应急预案的内容，发现异常情况后，能有效处理。			
机构建设	设立辐射环境安全管理机构和专（兼）职人员，以正式文件明确辐射安全与环境保护管理机构和负责人。	已设置	

12.2 辐射安全管理规章制度

旬阳市中医院为开展核技术利用项目，确保放射性核素和射线装置的安全使用，已制定了《辐射防护和安全保卫制度》、《射线装置工作人员岗位职责》、《射线装置工作人员操作规程》、《设备使用登记制度》、《设备检修维护制度》、《射线装置工作人员辐射监测方案》、《个人剂量档案和职业健康档案管理制度》、《学习培训制度》、《辐射事故预防措施及应急处理预案》。

医院应根据《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》（陕环办发〔2018〕29 号文）进一步补充完善相关制度，使其具有更强的针对性和可操作性，详见表 12-2。

**表 12-2 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表（二）
辐射安全管理部分**

管理内容	管理要求	制度建设情况
制度建立与执行	建立全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度，指定专人负责系统使用和维护，确保业务申报、信息更新真实、准确、及时、完整	需进一步完善
	建立放射性同位素与射线装置管理制度，严格执行进出口、转让、转移、收贮等相关规定，并建立放射性同位素、射线装置台账	有
	建立本单位放射性同位素与射线装置岗位职责、操作规程，严格按照规程进行操作，并对规程执行情况进行检查考核，建立检查记录档案	有
	建立辐射工作人员培训管理制度及培训计划，并对制度的执行情况及培训的有效性进行检查考核，建立相关检查考核资料档案	有
	建立辐射工作人员剂量管理制度，每季度对辐射工作人员进行个人剂量监测，对剂量超标人员及时复查，保证职业人员健康档案的连续有效性	有
	建立辐射安全防护设施的维护与维修制度（包括维护维修内容与频次、重大问题管理措施、重新运行审批级别等内容），并建立维护、维修工作记录档案（包括检查项目、检查方法、检查结果、处理情况、检查人员、检查时间）	有
	建立辐射环境监测制度，定期对辐射工作场所及周围环境进行监测，并建立有效的监测记录或监测报告档案	有
	建立辐射环境监测设备使用与检定管理制度，定期对监测仪器设备进行检定，并建立检定档案	有
应急管理	结合本单位实际，制定可操作性的辐射事故应急预案，定期进行辐射事故应急演练	有
	应急预案应当包括下列内容：①可能发生的辐射事故及危害程度分析；②应急组织指挥体系和职责分工；③应急人员培训和应急物资准备；④辐射事故应急响应措施；⑤辐射事故报告和处理程序	有

本项目建成后，建设单位应针对本次新增的 DSA，完善相应的质量保证大纲、操作规程及岗位职责、放射性同位素及射线装置使用登记台帐管理制度、环境监测设备使用与检定管理制度等，并将本次评价内容纳入现有的管理培训等规章安全制度之中，修改并完善相关的管理制度。根据本项目运行中可能出现的辐射事故，结合项目实际情况，完善现有的《辐射事故应急预案》。

12.3 辐射监测计划

12.3.1 监测仪器

医院应配备 X-γ辐射剂量率仪，并定期进行仪器检定。

12.3.2 验收监测

项目正式投运前，医院应委托有资质的监测单位对 DSA 工作场所以及周边环境进行竣工环境保护验收监测，并检查各项辐射安全设施的有效性，确保其处于正常的工作状态。验收通过后，方可投入正常使用。

12.3.3 日常监测

运行期医院应安排人员，利用监测仪器定期对项目所在地以及周边环境日常监测，制定日常监测方案，监测数据存档备查。

(1) 监测因子：X- γ 辐射剂量率

(2) 监测点位：本项目日常监测可参考环评提出的监测计划建议或竣工验收监测布点方案进行日常监测。

医院应对配备的便携式监测仪器每年进行检定或校准，确保仪器处于有效的范围之内。按照监测计划定期对项目所在地及周边环境进行日常监测，将监测结果与标准规定值进行比较，做好日常监测记录，存档备查。当测量值高于标准规定值时，应立即查明原因并采取相应的整改措施，确保其剂量率控制水平满足标准限值要求。

表 12-3 项目辐射监测计划一览表

序号	监测点位	监测内容	监测频次
1	透视条件下，机房屏蔽墙体外表面 30cm 处、防护门窗及缝隙外表面 30cm 处、机房顶棚 30cm 处，机房地坪下方 1.7m 高度人员可达处，工作人员操作位，管线洞口及通风口处。	X- γ 辐射剂量率	每季度自检 1 次

12.3.4 年度监测

医院每年应委托有资质的监测单位对放射性工作场所以及周边环境进行年度监测，每年至少监测一次。

12.3.5 个人剂量监测

旬阳市中医院已为现有辐射工作人员配备个人剂量计，辐射工作人员按照相关要求佩戴，每季度送有资质单位检测 1 次，并建立了个人剂量档案，个人剂量档案终生保存。

针对本项目新增人员，医院应配备满足工作人员数量的个人剂量计，其中 DSA 机房介入工作人员每人应配备 2 个（铅衣内外各配备 1 个），其余工作场所工作人员每人 1 个。新增人员应纳入个人剂量监测制度中，每季度进行个人剂量监测并建立档案。

12.3.6 职业健康检查

旬阳市中医院已为现有辐射工作人员安排了岗前、在岗、离岗放射性职业健康检查，在岗检查至少每 2 年进行一次，并建立了职业健康监护档案。

针对本项目新增人员，医院应安排岗前及在岗体检，并建立健康监护档案。

根据国家以及陕西省地方法律法规要求，医院每年应对放射性工作场所以及周边环境进行安全和防护状况评估，需要将日常监测、年度监测、个人剂量监测、职业健康检查等内容纳入该年度评估报告，对医院存在的安全隐患及时提出整改方案，安全评估报告应于每年 1 月 31 日前报辐射安全许可证发证机关。

12.4 辐射事故应急

旬阳市中医院已根据《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与防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等相关法律法规规定，制定了《旬阳市中医院辐射事故应急预案》。

在应急预案文件中，医院已明确了应急机构组成及职责，分别成立了辐射事故应急处理小组，以院长为组长，其它科室主任为组员。针对现有核技术利用项目可能发生的辐射事故类型，明确了报告和处理程序、应采取的应急处置措施、信息报告与联系方式。日常工作中，医院安排每年组织一次院内辐射事故应急演练。医院制定的辐射事故应急预案已经具备了一定的辐射事故应急处置能力，能够基本满足现有辐射安全管理要求。

针对本项目新增的 DSA 机房，旬阳市中医院应进一步修订、完善辐射事故应急预案，对 DSA 人员误照射等提出针对性的应急措施。依据国家相关法律法规、标准，不断对进行补充修改、完善，使应急预案更具有操作性、可行性。同时加强应急预案演练，提高事故应急处置能力。

12.5 环保投资和环保验收

12.5.1 环保投资

本项目总投资 880 万元，环保投资 26 万元，为项目投资额的 2.95%，环保投资比例适宜。环保投资主要为辐射安全设施购置费用、个人防护用品的购置费用、辐射环境监测费用、监测仪器的购置及检测费用、职业病健康检查费用等。本项目环保投资一览表见表 12-4。

表 12-4 环保投资估算表

实施阶段	类别	污染源或污染物	污染防治措施或设施	费用
项目准备阶段	环境咨询	—	—	4.8
施工期	废气	施工扬尘等	定期洒水	0.1
	固体废物	生活垃圾	统一纳入医院生活垃圾清运系统	0.1
项目验收阶段	竣工验收监测	—	—	4
运行期	废气	DSA 机房产生的 NO _x 、臭氧	通过排风装置排出	1.0
	辐射安全设施		门-机联锁、视频监控等辐射安全设施	10.0
			机房防护墙、防护门及观察窗进行屏蔽	计入工程投资
环境管理	制定环境管理制度			—
	配备个人防护用品			2.0
环境监测	配备辐射环境检测仪器，定期自检			2.0
人员管理	辐射工作人员配备个人剂量计，定期送检			1.0
	辐射工作人员至少每 2 年进行放射性职业健康体检			1.0
总投资（万元）				26

12.5.2 项目竣工环境保护验收

为规范项目竣工环境保护验收的程序和标准，强化医院环境保护主体责任，根

据《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日起实施）以及《建设项目竣工环境保护验收管理办法》的规定，项目竣工后应及时进行自主验收，编制验收监测报告。验收合格后，并取得新的辐射安全许可证后，方可投入生产或使用。项目竣工环境保护验收清单见表 12-5。

表 12-5 项目竣工环境保护验收清单

序号	验收内容	验收要求
1	辐射安全管理机构	设立辐射安全与环境保护管理委员会并明确成员职责，负责项目辐射安全与环境管理工作。
2	辐射安全管理制度	根据环评要求以及陕环办发〔2018〕29 号文件要求，按照项目的实际情况，建立完善、内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。针对使用的放射性核素和射线装置使用过程中可能存在的风险，完善应急预案，落实必要的应急物质。定期进行辐射事故应急演练。
3	辐射屏蔽措施	DSA 机房平面布局与报告中描述一致，各工作场所机房屏蔽能力分别满足相关标准屏蔽要求。
4	辐射安全防护措施	DSA 机房：防护门外有电离辐射警告标志、防护门上方有醒目的工作状态指示灯、灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的可视警示标志、设有门灯联锁装置、候诊区设有放射防护注意事项告知栏、手术室内有动力通风装置、手术室设有观察窗或摄像监控装置等、电动推拉门设有防夹装置、平开门设有自动闭门装置。放射工作人员及受检者防护用品与辅助防护设施的数量应满足开展工作需要，保证放射工作人员及公众安全。
5	防护用品	防护用品数量应满足实际工作需求。包括：个人剂量计、个人剂量报警仪。DSA：铅围裙、铅围脖、铅衣、铅帽、铅眼镜、铅方巾等。
6	环境监测仪器	配备至少 1 台 X-γ 剂量监测仪器，每年检定 1 次。应定期对辐射工作场所及周围环境进行监测，详细记录监测数据并归档。
7	职业教育培训	放射工作人员应定期参加辐射安全和防护知识培训，经考核合格并取得合格证后方可上岗。
8	个人剂量档案	为每名放射工作人员配备个人剂量计，放射工作时要求佩戴，并保存放射工作人员个人剂量监测档案。
9	健康档案	定期对放射工作人员进行职业健康体检，并建立职业健康检查档案。
10	剂量率限值	DSA 机房屏蔽体外表面 30cm 处剂量率满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定限值。
11	年有效剂量	项目所致公众、辐射工作人员最大年附加有效剂量分别 ≤0.1mSv/a、≤5mSv/a。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况以及实践正当性分析

为了进一步满足群众就医需求，实现医院高质量发展，旬阳市中医院拟在住院楼九层建设DSA机房和相关辅助用房，在机房内安装1台数字减影血管造影机（DSA），设备型号为Azurion5 M20型，用于介入诊断及辅助治疗。该项目对提高心脑血管疾病治疗水平具有重大意义，在保障病人健康的同时，进一步提高了医院的医疗水平，推动医院整体发展，符合辐射防护“实践正当性”原则。

本项目DSA属于鼓励类中“十三、医药-数字化医学影像设备”，满足国家相关法律法规和政策规定，符合国家产业政策。

13.1.2 选址合理性分析

本项目DSA机房位于住院大楼内九层西北侧位置，50m范围内无敏感区，项目手术区内一般出现的人员较少，主要为控制室和手术室的医务工作人员与需要手术的患者，项目选址符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）相关标准要求。

13.1.3 辐射环境现状质量

本项目拟建地的 γ 辐射剂量率监测值为101~114nGy/h。监测结果表明：本项目所在地及周边环境 γ 辐射剂量率与安康市天然贯穿辐射剂量率调查结果处于同一水平，项目所在地辐射环境质量良好。

13.1.4 辐射安全设施

本项目DSA机房设置门灯联动装置、观察窗或摄像监控装置、工作状态指示灯、防夹装置、自动闭门装置、辐射工作场所明显位置张贴电离辐射警示标识，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）相关要求。

本次对DSA工作场所拟划分控制区、监督区，并按照国家相关规定进行分区管理，最大程度减少对工作人员、公众辐射影响。根据诊断工作需要，为辐射工作人员、患者配备相应数量的个人防护用品。

13.1.4 环境影响分析结论

(1) 经估算，DSA 透视状态下，DSA 机房屏蔽墙体、防护门表面 30cm 处剂量率满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）剂量率限值要求。

(2) 本项目 DSA 机房已设置机械通排风装置，通过排风机将机房内产生的废气排出室外，通过通风装置可以大幅降低机房内臭氧、氮氧化物浓度，不会影响到环境空气质量。

(3) 经估算，本项目 DSA 运行所致辐射工作人员、公众年最大附加有效剂量分别为 1.01mSv、 6.97×10^{-3} mSv；满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的年剂量基本限值（职业人员 20mSv、公众人员 1mSv）及环评提出的年剂量约束值要求（职业人员 5mSv、公众人员 0.1mSv）。

13.1.5 辐射安全管理

旬阳市中医院已按照《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》（陕环办发〔2018〕29 号）要求，设置了辐射安全防护领导小组，制定了各项辐射安全管理规章制度。针对本项目，医院应制定相应的操作规范、岗位职责，及时更新完善辐射事故应急预案、并将本项目纳入现有辐射安全管理培训制度、监测制度等。在完善环评相关要求前提下，具备相应的辐射安全管理能力。

13.1.6 总结论

综上所述，旬阳市中医院新增数字减影血管造影设备核技术利用建设项目符合国家产业政策以及辐射防护实践正当性原则，选址合理，项目在严格落实设计、本报告提出的各项污染防治措施和辐射安全管理措施后，具备辐射活动相适应的核技术应用能力，项目所致职业人员和公众年附加有效剂量满足国家相关标准规定限值要求。从辐射环境保护角度，该项目建设可行。

13.2 建议与要求

(1) 严格按照本报告表中设计参数以及相关要求进行建设，保证施工质量，确保工程辐射防护效果满足相关标准要求。

(2) 按照报告表中相关要求配备辐射安全设施，定期对辐射安全设施进行维护、维修，确保其正常使用。

(3) 对照陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的《陕西省核技术利用单

位辐射安全管理标准化建设项目表》的通知（陕环办发〔2018〕29号）相关要求，规范管理与操作，建立健全核技术利用项目各项档案管理，认真开展自查自评工作，发现问题及时整改。

