

核技术利用建设项目

平舆县中医院

数字减影血管造影机项目

# 环境影响报告表

平舆县中医院

2023年2月

生态环境部监制

## 目 录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	8
表 3 非密封放射性物质.....	8
表 4 射线装置.....	9
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	10
表 6 评价依据.....	11
表 7 保护目标与评价标准.....	12
表 8 环境质量和辐射现状.....	19
表 9 项目工程分析与源项.....	21
表 10 辐射安全与防护.....	25
表 11 环境影响分析.....	29
表 12 辐射安全管理.....	45
表 13 结论与建议.....	52
表 14 审批.....	53

### 附图

附图一 病房楼三层平面布置图

附图二 病房楼四层平面布置图

附图三 病房楼五层平面布置图

### 附件

附件一 委托书

附件二 辐射安全许可证

附件三 辐射安全管理及相关制度

附件四 医院排污许可证

附件五 检测报告

# 平舆县中医院

## 数字减影血管造影机项目环评报告修改内容

序号	报告修改内容		
1	核实本期新增数字减影血管造影机型号及参数；完善院区使用放射源和射线装置情况（数量、位置分布、管理制度、人员从业证书等）；补充该医院建设运营中环境保护工作执行情况，排污许可制度落实情况。	P2-4、附件四	已核实本期新增数字减影血管造影机型号及参数；已完善院区使用放射源和射线装置情况（数量、位置分布、管理制度、人员从业证书等）；已补充该医院建设运营中环境保护工作执行情况，排污许可制度落实情况。
2	核实拟建区域工程辐射背景监测结果；补充完善相关规章制度。	P20、附件三	已核实拟建区域工程辐射背景监测结果；已补充完善相关规章制度。
3	核实并细化环保投资及验收一览表中相关内容。	P49-51	已核实并细化环保投资及验收一览表中相关内容。
报告中修改部分均加下划线。			

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称	平舆县中医院数字减影血管造影机项目				
建设单位	平舆县中医院				
法人代表	杨灿宇	联系人	王景龙	联系电话	15236363123
注册地址	平舆县建设街 218 号				
项目建设地点	医院院内				
立项审批单位	/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）	1000	项目环保投资（万元）	120.5	投资比例（环保投资/总投资）	12.05%
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积（m <sup>2</sup> ）	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input 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	/			
	<b>1 项目概述</b>				
<b>1.1 医院概况</b>					
<p>平舆县中医院是一家集中医医疗、康复、保健、教学、科研为一体的国家二级甲等中医院。医院技术力量雄厚，医疗设备齐全，环境优美，交通便利。医院现有在职人员 500 余人，开放床位 600 张，开设有内、外、妇、儿、急诊、骨伤、介入、五官、皮肤、肛肠、疼痛、理疗等临床科室 20 多个；检验、放射、碎石、功能等医技科室 15 个，门诊科室 20 个，拥有进口核磁共振、CT、大型 X 光机、美国进口彩超、四维彩超、全自动生化分析仪、多功能麻醉机、腹腔镜等大型医疗设备 50 余台（件）。</p>					
<b>1.2 项目由来</b>					

为了加强医院的技术力量，医院计划引进 1 台数字减影血管造影机，本项目数字减影血管造影机属于 II 类射线装置。设备用于全身血管疾病检查，可消除其余影像，清晰地显示血管的精细解剖结构并辅助介入治疗。

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》、《建设项目环境保护管理条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可办法》等法律法规规定，使用射线装置的单位应当在申请辐射安全许可证前组织编制环境影响评价文件。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，本项目属于其“五十五、核与辐射 172 核技术利用建设项目”中“使用 II 类射线装置”类别，应编制环境影响报告表。

受平舆县中医院委托，河南绿立方环保技术咨询有限公司承担其数字减影血管造影机项目的环境影响评价工作（委托书见附件一）。接到委托后，我公司对现场进行了调查和资料收集工作，并委托具有相应监测资质的深圳市源策通检测技术有限公司对现场辐射环境质量现状进行了监测，按照国家有关技术规范要求，编制完成《平舆县中医院数字减影血管造影机项目环境影响报告表》。

### 1.3 评价目的

- 1) 对本项目拟建址区域进行辐射环境现状监测，掌握区域辐射环境现状水平；
- 2) 评价本项目在运行中对职业人员、公众人员及对环境带来的辐射影响；
- 3) 评价本项目的辐射防护措施的有效性，为主管部门的环保管理提供依据；
- 4) 对本项目采取的辐射防护措施进行优化、完善，把辐射环境影响控制在“可合理达到的尽量低水平”，并为建设单位保护环境和公众利益安全给予技术支持。

### 1.4 现有核技术应用项目情况

医院于 2018 年 11 月 20 日取得原驻马店市环境保护局颁发的辐射安全许可证，证书编号：豫环辐证[Q0202]，种类和范围：使用 III 类射线装置，有效期：2023 年 11 月 19 日，医院现有射线装置见下表。

**表 1-1 医院现有射线装置明细**

序号	名称	型号	参数	使用场所	活动种类	台数
1	CT 机	Bright Speed	150kV/780mA	医技楼一层 CT 室	III 类	1
2	X 光机	Axiom	150kV/150mA	门诊楼一层放射科	III 类	1

医院已成立辐射安全与环境保护管理组织，制定有相关辐射安全管理制度，

现有制度符合性如下：

**表 1-2 医院现有制度符合性分析**

编号	检查项目	制定情况	符合性
1	辐射安全与环境保护管理机构	成立了辐射安全与环境保护领导小组	符合
2	操作规程	《X 射线安全操作规程》	符合
3	辐射安全和防护设施的维护与维修制度	《辐射安全和防护设施维护与维修制度》	符合
4	场所及环境监测方案	《辐射监测方案》	符合
5	监测仪表使用管理制度	《监测仪表使用与检验管理制度》	符合
6	辐射工作人员培训/再培训管理制度	《辐射工作人员培训/再培训管理制度》	符合
7	辐射工作人员个人剂量管理制度	《个人剂量监测管理制度》	符合
8	辐射事故应急预案	《辐射事故应急预案》	符合

医院现有辐射安全与防护管理制度适用于医院对维持辐射安全与环境保护的日常运行。医院现有辐射防护用品明细见下表：

**表 1-3 医院现有辐射防护用品明细**

名称		数量
防护用品	铅衣（0.5mmPb）	4 件
	铅帽（0.5mmPb）	4 件
	铅围领（0.5mmPb）	4 件
	铅围裙（0.5mmPb）	4 件

2020 年 12 月 28 日，平舆县中医院申请取得排污许可证，许可证编号为：12412827418965264N001Q。经现场踏勘与医院排污许可证执行报告（年报）对比，现有工程建设内容与排污许可证一致，不存在无证排污现象；医院已落实排污许可执行报告、台账记录及自行监测制度，满足排污许可管理条例相关要求。

医院现有辐射工作人员培训情况见下表：

**表 1-4 医院现有辐射防护用品明细**

姓名	证书编号	有效期
刘乾龙	FS20HA0101820	2020 年 10 月 1 日—2025 年 10 月 1 日
王华磊	FS20HA0102548	2020 年 12 月 7 日—2025 年 12 月 7 日
徐程豪	FS20HA0102561	2020 年 12 月 7 日—2025 年 12 月 7 日
韩培基	FS20HA0102533	2020 年 12 月 7 日—2025 年 12 月 7 日

### 1.5 本次项目概括

本次环评项目一览表见下表。

**表 1-5 本次环评项目一览表**

序号	射线装置	型号	参数	类别	数量	场所
1	数字减影血管造影机	Artis zee III ceiling	125kV/1000mA	II 类	1 台	病房楼四层介入手术室

### 1.6 建设项目位置及周围环境概况

医院位于平舆县建设街 218 号，医院北侧、东侧为清河南路，南侧为文化路，西侧为建设街；本项目设备机房位于医院病房楼四层介入手术室；病房楼北侧为治未病楼，西侧、南侧为院内空地，东侧为医院东边界。

医院地理位置图见图 1-1，医院平面布置图见图 1-2，医院数字减影血管造影机机房平面布置图见图 1-3。



图 1-1 平舆县中医院地理位置图

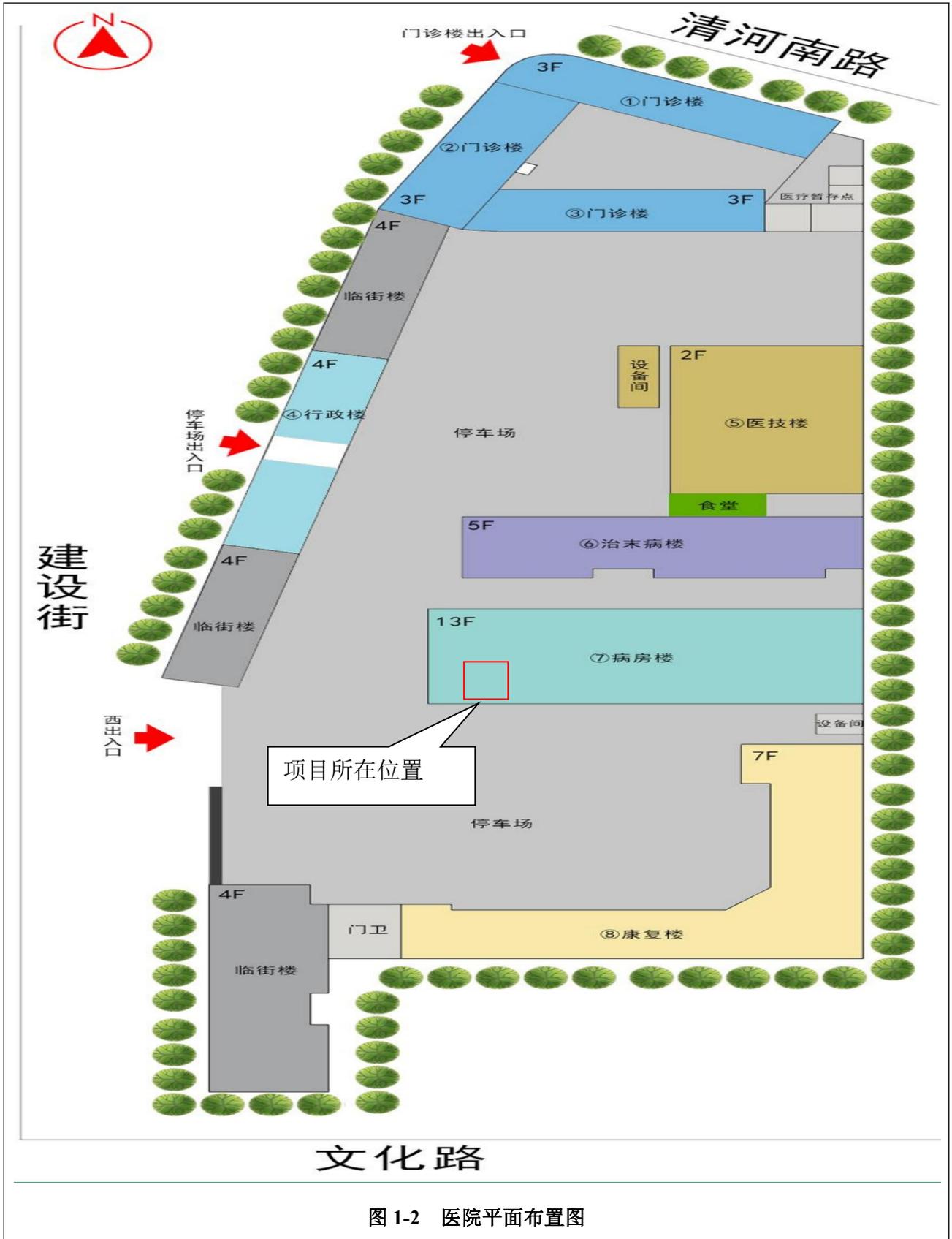


图 1-2 医院平面布置图

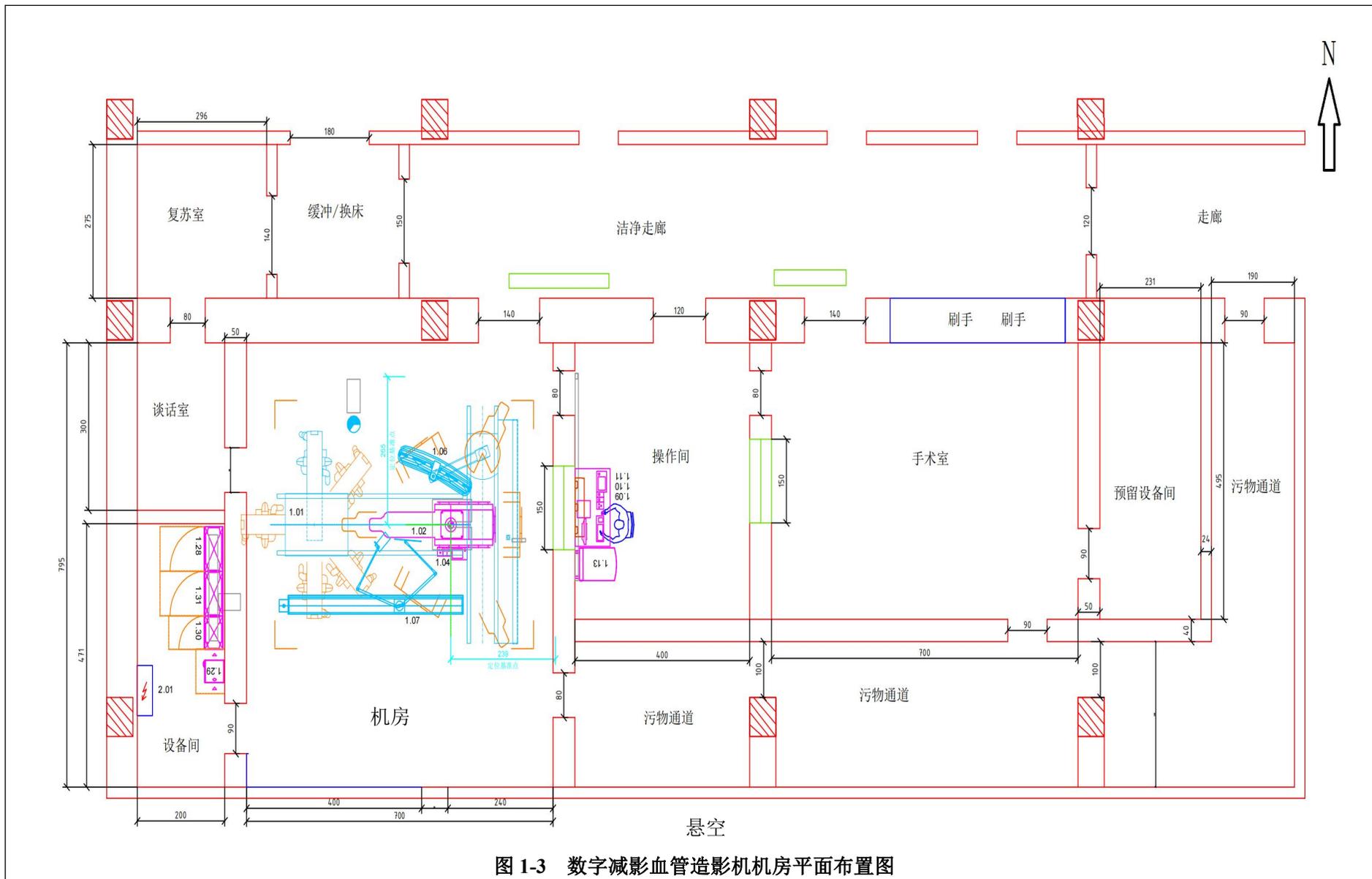


图 1-3 数字减影血管造影机机房平面布置图

**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、教学等用途的各类型加速器

序号	名称	类别	数量	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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二) X 射线装置，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	数字减影血管造影机	II类	1 台	Artis zee III ceiling	125	1000	诊疗	病房楼四层介入手术室	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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	气态	/	/	/	/	/	/	机房吊 顶上方 设置排 风扇通 过排气管 道向南排 出楼外
氮氧化物	气态	/	/	/	/	/	/	
废 X 射线管（设备报废时）	固态	/	/	/	/	/	不在院内暂存	厂家回收
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固态为 mg/m<sup>3</sup>；年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m<sup>3</sup>）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》2015 年 1 月 1 日；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》2018 年 12 月 29 日；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》2003 年 10 月 1 日；</p> <p>(4) 《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，2019 年修订；</p> <p>(5) 《国务院关于修改&lt;建设项目环境保护管理条例&gt;的决定》国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日起实施；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，生态环境部部令第 7 号，2021 年 1 月 4 日修订；</p> <p>(7) 《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）；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第 18 号令），2011 年 5 月 1 日起实施；</p> <p>(9) 《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；</p> <p>(10) 《河南省辐射污染防治条例》（2015 年 11 月 26 日河南省第十二届人民代表大会常务委员会第十七次会议通过），2016 年 3 月 1 日起实施；</p> <p>(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》（生态环境部公告 2019 年 第 57 号），2019 年 12 月 23 日。</p>
<p>技术标准</p>	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(3) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）；</p> <p>(4) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)；</p> <p>(5) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>(6) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 项目委托书，见附件一；</p> <p>(2) 医院提供的技术资料 and 辐射环境管理文件。</p>

表 7 保护目标与评价标准

**7.1 评价范围**

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。本项目属于射线装置应用项目,且均采用防护机房,故本次评价范围取机房边界外 50m 的范围。

**7.2 保护目标**

环境保护目标为该院从事诊断、治疗的辐射工作人员、机房周围其他非辐射工作人员和公众成员,本项目环境保护目标见下表。

表 7-1 项目环保目标一览表

分类	位置描述	方位	保护目标	最近距离 (m)	备注	剂量约束值(mSv/a)	备注
职业人员	介入手术室	机房内	手术医生、护士、工作人员	0.5	5 人	5	
	控制室	机房东侧		3.0			
公众人员	缓冲间、走廊	机房北侧	医生、护士、工作人员	3.65	流动人员	0.25	病房楼四层介入手术室
	更衣室	机房北侧		12			
	治未病楼患者	机房北侧		30			
	污物通道	机房东侧		4.3			
	谈话间	机房西侧		4.7			
	设备间	机房西侧		5.5			
	手术室	机房东侧		10			
	谈话间	机房下方	非本项目医院工作人员及公众	2.5	流动人员	0.25	
	病房	机房上方		4.0			

数字减影血管造影机机房划为控制区,机房周围划为监督区,通过实体屏蔽(包括门锁和联锁装置)严格限制无关人员进入,以避免不必要的照射,同时在控制区的出入口及其他适当位置设立醒目的警告标志并给出相应提示。

## 7.3 评价标准

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

本次环评引用以下条款:

#### B1 剂量限值(标准的附录 B)

##### 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

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

根据辐射防护和安全的最优化的要求,考虑自身的辐射防护体系条件,为加强辐射安全管理,限制个人附加年有效剂量,提出本次评价取其 1/4 即 5mSv/a 作为职业照射年有效剂量管理限值, 37.5mSv/a 作为眼晶体的年当量剂量管理限值, 125mSv/a 作为四肢(手和足)或皮肤的年当量剂量管理限值。

##### 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: 年有效剂量, 1mSv; 根据辐射防护和安全的最优化的要求,考虑自身的辐射防护体系条件,为加强辐射安全管理,限制个人附加年有效剂量,提出本次评价取其 1/4 即 0.25mSv/a 作为公众照射年有效剂量管理限值。

### (2) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)

本标准规定了放射诊断的防护要求,包括 X 射线影像诊断和介入放射学用设备防护性能、机房防护设施、防护安全操作要求及其相关防护检测要求。

本标准适用于 X 射线影像诊断和介入放射学。

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

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

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

5.8.3 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20 cm 的装置。

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

## 6 X 射线设备防护性能的技术要求

### 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 射线外，对新建、改建和扩建的 X 射线机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应不小于下表要求。

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 <sup>2</sup> )	机房内最小单边长度 (m)
单管头 X 射线设备 <sup>b</sup> (含 C 形臂、 乳腺 CBCT)	20	3.5

a 双管头或多管头 X 射线机的所有管球安装在同一间机房内。

b 单管头、双管头或多管头 X 射线机的每个管球各安装在 1 个房间内。

c 透视专用机指无诊断床、标称管电流小于 5mA 的 X 射线机。

### 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低于表 7-3 的规定。

6.2.2 医用诊断 X 射线防护中不同铅当量屏蔽物质厚度的典型值参见附录 C 中表 C.4~表 C.7。

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

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 3 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  $2.5\mu\text{Sv/h}$  且 X 射线设备表面与机房墙体距离不小于 100 cm 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  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；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；

6.3.2 机房的辐射屏蔽防护检测方法及检测条件按第 8 章和附录 B 的要求。

6.3.3 宜使用能够测量短时间出束和脉冲辐射场的设备进行测量，若测量仪器达不到响应时间要求，则应对其读数进行响应时间修正，修正方法参见附录 D。

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 机房出入门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。

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最应不小于 0.5 mmPb；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。

6.5.6 对于移动式 X 射线设备使用频繁的场合(如：重症监护、危重病人救治、骨科复位等场所)，应配备足够数量的移动铅防护屏风。

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	
	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	——

注：“——”表示不要求

7.8 介入放射学和近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备操作的防护安全要求

7.8.1 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的防护安全操作要求。

7.8.2 介入放射学用 X 射线设备应具有记录受检者剂量的装置，并尽可能将每次诊疗后受检者受照剂量记录在病历中，需要时，应能追溯到受检者的受照剂量。

7.8.3 除存在临床不可接受的情况外，图像采集时工作人员应尽量不在机房

内停留；对受检者实施照射时，禁止与诊疗无关的其他人员在机房内停留。

7.8.4 穿着防护服进行介入放射学操作的工作人员，其个人剂量计佩戴要求应符合 GBZ 128 的规定。

### (3) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)

#### 4 监测要求

##### 4.1 监测的量和单位

职业性外照射个人监测的量有 H(10)、H(3)、H(0.07)：

a)H(10)，适用于体表下 10mm 深处的器官或组织的监测，在特定条件下用于有效剂量评价，单位为毫希沃特 (mSv)；

b)H(3)，适用于体表下 3mm 深处的器官或组织的监测，用于眼晶状体剂量评价，单位为毫希沃特(mSv)；

c)H(0.07)，适用于体表下 0.07 mm 深处的器官或组织的监测，用于皮肤剂量评价，单位为毫希沃特(mSv)。

##### 4.2 监测类型

外照射个人监测类型可分为常规监测、任务相关监测和特殊监测。

##### 4.3 监测周期或频次

4.3.1 常规监测的周期应综合考虑放射工作人员的工作性质、所受剂量的大小、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。

4.3.2 任务相关监测和特殊监测应根据辐射监测实践的需要进行。

#### 8.1 记录

##### 8.1.1 一般要求如下：

a)记录包括：预处理、测量、校准、个人监测结果、质量保证和剂量评价等内容，必要时包括工作场所监测的结果；

b)清楚、扼要、准确地记录完整监测过程；

c)采用多种方式备份监测记录，妥善保存原始记录数据。便于在剂量估算方法变化时，对剂量数据的复核；

d)准许放射工作人员查询本人职业照射记录；职业健康管理查询相关职业照射记录及有关资料。

### 8.1.3 异常结果调查:

当工作人员职业外照射个人监测结果超过调查水平时,按附录 C 的 C.4 所示的内容进行调查。

## 8.2 档案

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,调查登记参见附录 C 的 C.4。

8.2.2 职业照射个人剂量档案终生保存。

**表 8 环境质量和辐射现状**

**1 环境质量和辐射现状**

2022 年 11 月 3 日，深圳市源策通检测技术有限公司对医院数字减影血管造影机项目拟建场所进行了 X-γ辐射环境进行了监测。

**2 监测仪器**

**表 8-1 本项目辐射环境现状监测情况说明表**

监测时间	2022 年 11 月 3 日	
监测地点	平舆县中医院	
监测环境	天气：阴；环境温度：12°C；相对湿度：55%	
监测因子	X-γ辐射空气吸收剂量率	
监测依据	GBZ130-2020《放射诊断放射防护要求》 HJ1157-2021《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》	
监测仪器	仪器名称	环境 X、γ辐射空气比释动能率仪
	出厂编号	201048+G-20084030
	仪器规格	MH1100-R+MH1100-G
	测量范围	1nGy/h~100μGy/h
	检定证书编号	JL2224866661
	有效期限	2022.08.15 至 2023.08.14
质量控制	1) 通过计量认证，建立完整的质量管理体系，确保数据科学、有效； 2) 根据国家发布的现行有效的监测标准及规范要求，制定监测方案； 3) 现场监测严格按照已制定的监测方案执行，并合理布设监测点位； 4) 现场监测人员均参加过电离辐射监测相关的培训，并经考核合格； 5) 每个点位测量 10 次，均读取稳定状态下的最大值，最后求平均值。	

**3 监测结果及监测点位**

医院数字减影血管造影机机房拟建址测量结果见下表。

**表 8-2 医院数字减影血管造影机机房拟建址测量结果（nGy/h）**

点位编号	点位描述	本底值	备注
1	病房楼四层介入手术室拟建址	89	PVC
2	病房楼四层介入手术室北侧走廊	87	PVC
3	病房楼四层介入手术室西侧谈话间	89	PVC
4	病房楼四层介入手术室西侧设备间	88	PVC

5	病房楼四层介入手术室东侧污物通道	88	PVC
6	病房楼四层介入手术室东侧控制室	89	PVC
7	介入手术室楼下谈话间	87	PVC
8	介入手术室楼上病房	89	地板砖
9	医院空地	88	水泥地

备注：未扣除宇宙射线影响值；每个测点测量 10 次，取平均值。

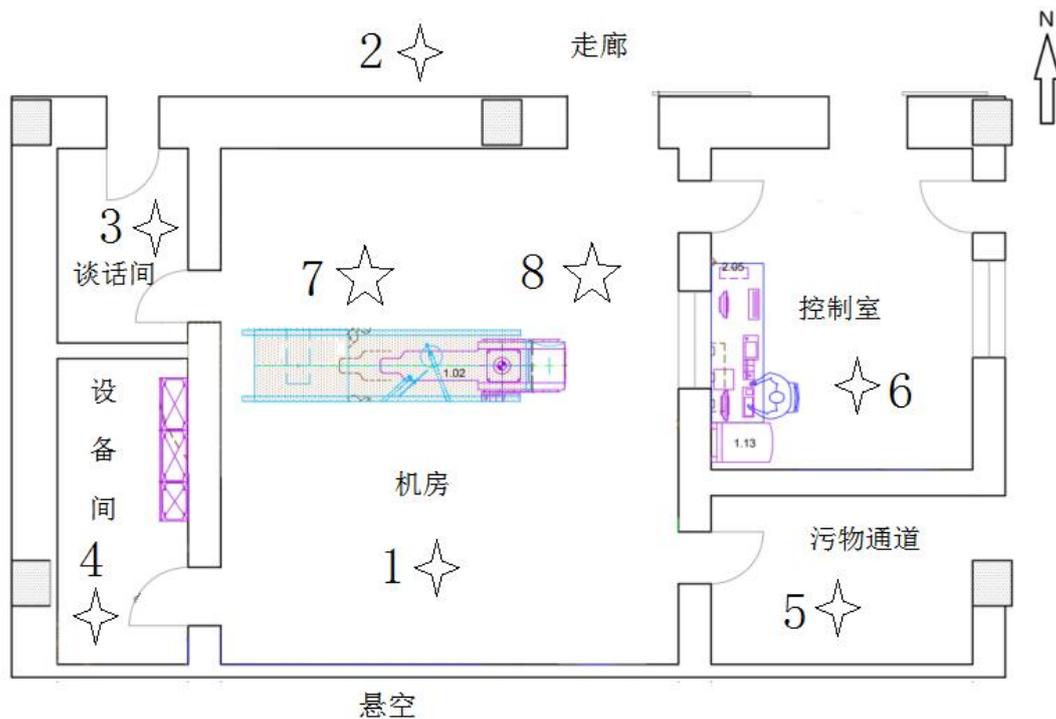


图 8-1 设备机房检测点位示意图

#### 4 结论

检测结果显示：平舆县中医院数字减影血管造影机项目拟建址所处环境周围辐射本底水平为 87~89nGy/h，根据河南省生态环境厅公布的 2021 河南省生态环境状况公报，河南省电离辐射环境质量中累积  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率范围为 86.4~118.0nGy/h，由上述检测结果可知，拟建项目周围辐射环境处于当地天然本底涨落范围内，无异常现象。

表 9 项目工程分析与源项

## 1 数字减影血管造影机工程设备和工艺分析

### (1) 工作原理

数字减影血管造影是计算机与常规血管造影相结合的一种检查方法，是集电视技术、影像增强、数字电子学、计算机技术、图像处理技术多种科技手段于一体的系统。数字减影血管造影机主要采用时间减影法，即将造影剂未达到欲检部位前摄取的蒙片与造影剂注入后摄取的造影片在计算机中进行数字相减处理，仅显示有造影剂充盈的结构，具有高精密度和灵敏度，常见数字减影血管造影机外观见下图。

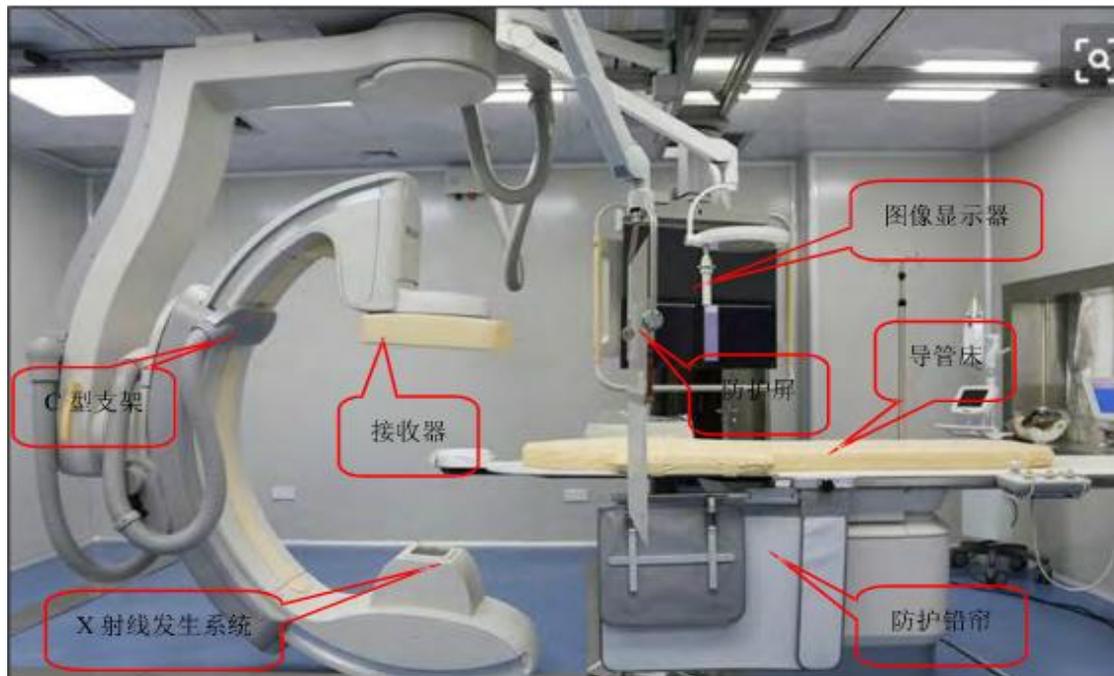


图 9-1 数字减影血管造影机外观图

装置采用 X 射线进行摄影或诊断的技术设备。因诊断目的不同有很大的差别，但其基本结构都是由产生 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 射线的“量”和“质”及曝光时间的控制装置等设备组成。X 射线管由阴极和阳极组成，阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金、钼等）制成。其典型 X 射线管示意图见图 9-2。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。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到很

高的速度，这些高速电子到达靶面被靶突然阻挡从而产生 X 射线。

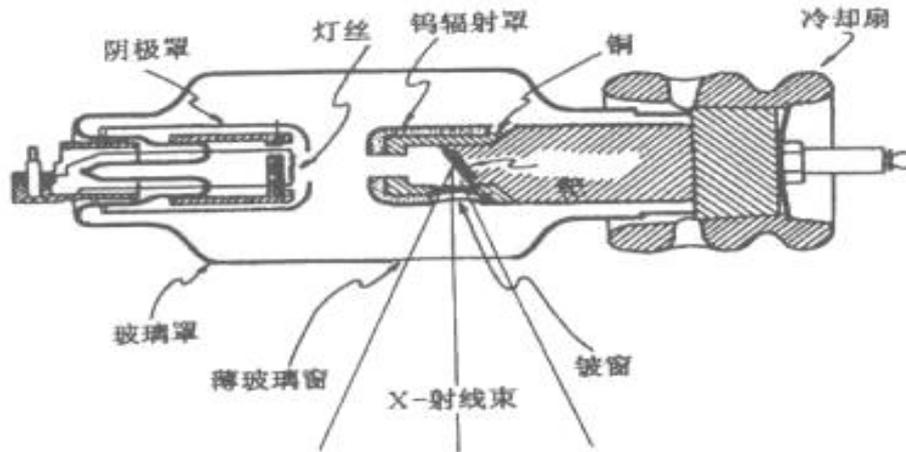


图 9-2 典型 X 射线管示意图

### (2) 设备组成

数字减影血管造影机设备自带有悬吊式铅玻璃防护屏、床侧防护板等，现代数字介入技术一般还采用数字脉冲技术，根据手术部位选择相应的脉冲透视；铜滤波技术，采用多种规格的铜滤片，根据不同需要，自动切换，在保持优质图像的同时，最大程度减少辐射剂量，达到最佳的滤过的效果；栅控技术，去除电压爬升与降落时低速电子产生的大量软射线；剂量监测系统，实时显示剂量率，供介入放射工作人员参考；在介入诊疗时，在可能的条件下，要尽量缩小照射野，降低管电压、管电流，缩短曝光时间，遮光器尽量调小，减少散射。

### (3) 操作流程

拍片时，患者平躺在治疗床上，护士对患者进行摆位。一切就绪后，医护人员离开机房，在确认机房内没有其他无关人员的情况下，开始拍片。

透视诊疗时，患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺静脉送入引导钢丝及扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于静脉内，经鞘插入导管，推送导管；佩戴铅衣、铅围裙和铅帽的主治医师于操作位，当患者处于 X 线透视模式时，将导管送达上腔静脉，护士在护士位辅助手术。顺序取血测定静、动脉，并留 X 线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。

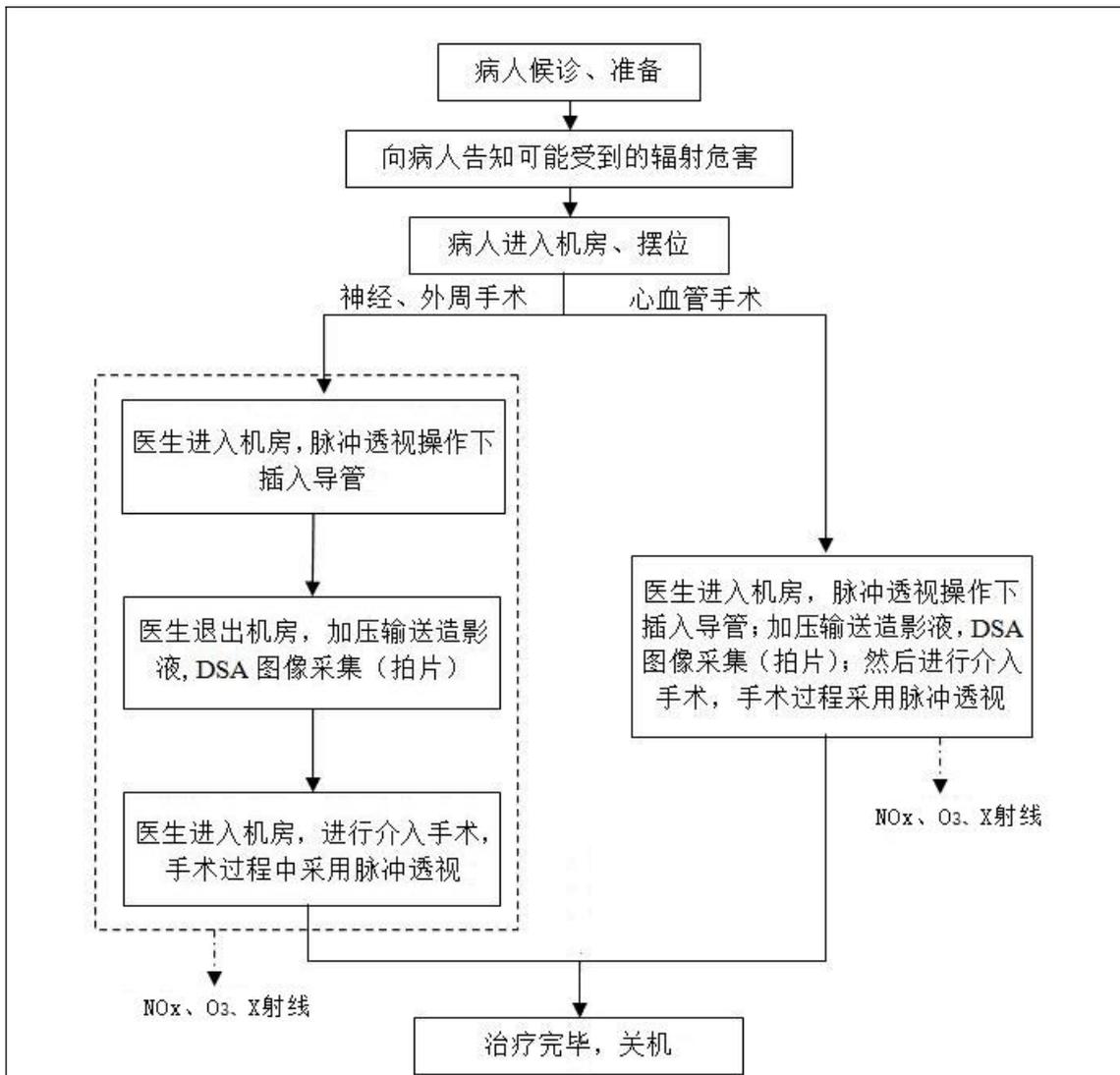


图 9-3 操作流程及产污环节示意图

#### (4) 工作人员防护情况

主治医师在操作位进行手术，穿戴防护用品，包括铅衣、铅围脖、铅眼镜和铅帽，腿部暴露于外部。护士穿戴防护用品位于护士位进行手术辅助工作，腿部暴露于外部。操作室工作人员位于操作室内，控制电子系统，由机房墙体，防护门，防护窗进行隔离防护。

## 2 污染源项简述

根据医院提供的信息，机房内介入操作医生按每台手术 2 人考虑，实行按天轮班制，预计每间数字减影血管造影机机房每周最大工作量为 10 台手术，年最大工作量为 500 台手术。平均每台手术最大开机照射时间包括：透视 10 分钟、摄影 2 分钟。

在进行介入检查或介入手术时，职业人员不可避免的会受到一定程度的 X 射线外照射。此外，尽管配有防护屏蔽设施，X 射线也可能贯穿到机房外，对周围公众产生一定的影响。手术中数字减影血管造影机设备分透视和摄影两种模式，设备具有自动调强功能，摄影时，如果受检者体型偏瘦，功率自动降低，如果受检者体型偏胖，功率自动增强；另外，通常为了延长使用寿命防止射线球管烧毁，在实际正常使用时，管电压和管电流均留有一定裕度。

### **(1) 正常工况**

1、采取隔室操作，并且在设备安全和防护硬件及措施到位的正常情况下，射线装置机房外的工作人员及公众基本上不会受到 X 射线的照射。

2、进行介入手术治疗时，机房内进行手术操作的医生和医护人员会受到一定程度的 X 射线外照射。

本项目 DSA 运行时诊断结果在显示屏上观察或采用数字技术机打印，不使用胶片摄影，不会产生废显（定）影液、废胶片和报废感光原料。

X 射线装置运行时，机房内会有微量臭氧、氮氧化物等有害气体产生。

### **(2) 事故工况**

1、工作人员或病人家属尚未撤离 DSA 机房时误开机，会对工作人员或病人家属产生不必要的 X 射线照射；

2、在射线装置出束时有人员误入机房，引起误照射；

3、联锁装置出现故障，在屏蔽门没有关闭的情况下出束，对门外人员造成的误照射。

4、医护人员开展介入手术时，未穿防护服或防护用品使用不当时进行手术操作所致收到的射线照射。

事故工况下的污染因子和污染途径与正常工况下相同，主要为 X 射线对辐射工作人员及周围公众造成外照射。

表 10 辐射安全与防护

1 项目安全设施

1.1 数字减影血管造影机机房工作场所防护设计及污染防治措施

本项目 1 台数字减影血管造影机，为 II 类射线装置，位于病房楼四层。数字减影血管造影机机房四周情况一览表见下表，机房的屏蔽措施见表 10-2。

表 10-1 机房四周情况一览表

机房名称	病房楼四层介入手术室
北侧	缓冲间、走廊
南侧	悬空
西侧	谈话间、设备间
东侧	控制室、污物通道
楼上	手术室
楼下	谈话间

表 10-2 数字减影血管造影机机房屏蔽措施一览表

机房名称	病房楼四层介入手术室	
机房设计 (长×宽×高)	7.95m×7m×2.71m	
四周屏蔽墙厚度	方管框架结构+3.0mmPb 铅板+15mm 硫酸钡复合板 (等效于 4.0mmPb)	
顶棚	150mm 混凝土+3.0mmPb 铅板 (等效于 5.0mmPb)	
地板	150mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料(等效于 4.0mmPb)	
防护门	工作人员出入门	4.0mmPb 单开门，设置自动闭门装置
	病人进出门	4.0mmPb 电动推拉门，设置防夹装置
	污物通道门	4.0mmPb 单开门，设置自动闭门装置
	设备间门	4.0mmPb 单开门，设置自动闭门装置
	谈话间门	4.0mmPb 单开门，设置自动闭门装置
观察窗	4.0mmPb 铅玻璃	
安全连锁	设计有门灯连锁	
通风设计	机械通风，换气扇，尺寸为 400mm×400mm，风量为 600m <sup>3</sup> /h，排气扇安装在机房吊顶上方，排气管道向南直接排出楼外。	
电缆设计	“U”型上方敷设 3.0mmPb 铅板，过墙部分使用 2.0mm 铅板防护，铅板尺寸不小于缝隙宽度 10 倍以上，能够有效防止射线泄漏。	

根据防护单位提供的资料，本项目使用的混凝土密度为 2.35g/cm<sup>3</sup>，铅板密

度为 11.3g/cm<sup>3</sup>，硫酸钡防护涂料密度为 2.7g/cm<sup>3</sup>。

根据李德平、潘自强编著《辐射防护手册》第三分册-辐射安全，125kV 条件下，钡水泥密度为 2.7g/cm<sup>3</sup> 时，40mm 钡水泥相当于 2mm 铅当量，15mm 硫酸钡复合板相当于 1mm 铅当量。按照 GBZ130-2020 附录 C，125kV (90° 非有用线束)条件下，147mm 混凝土相当于 2mm 铅当量，由此估算 125 kV 条件下 150m 混凝土约相当于 2m 铅当量，由此估算 150mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料约相当于 4mm 铅当量，3.0mmPb 铅板+15mm 硫酸钡复合板约相当于 4mm 铅当量，150mm 混凝土+3.0mmPb 铅板约相当于 5mm 铅当量。

数字减影血管造影机机房根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求，机房的屏蔽防护铅当量为 2mmPb。本项目射线装置机房的屏蔽防护均大于 2mmPb，满足要求，机房屏蔽设计合理。

由上表可知机房最小有效面积及最小单边长度均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的规定“单管头 X 射线机房内最小有效面积 20m<sup>2</sup>，机房内最小单边长度 3.5m”的要求。

（1）为保护医务人员和患者，医院拟为本次新增数字减影血管造影机机房配备一定数量的个人防护用品，可满足本项目的防护需求。防护用品应每半年检查一次，发现老化、断裂和损伤而降低防护质量的情况，及时进行更换。本项目每间机房拟配置的防护用品及数量见下表。

**表 10-3 本项目机房拟配置的防护用品及数量**

防护用品名称	数字减影血管造影机机房	防护说明	备注
铅帽	5 个	0.5mmPb	工作人员
铅衣	5 件	0.5mmPb	
铅围领	5 件	0.5mmPb	
铅眼镜	3 副	0.5mmPb	
个人剂量计	10 个	每名工作人员 2 个	
铅帽	1 个	0.5mmPb	患者
铅衣	1 件	0.5mmPb	
铅围领	1 件	0.5mmPb	
铅悬挂防护屏	1 块	0.5mmPb	机房
床侧铅防护帘	1 套	0.5mmPb	
个人剂量报警仪	2 个	/	
X-γ 辐射监测仪	1 台	/	

（2）医院为本项目辐射工作人员配备有个人剂量卡，并定期送检，建立有

个人剂量检测档案。

(3) 射线装置机房门口显著位置处拟设置电离辐射警告标志的中文警示说明,以及在防护门上方设置工作状态指示灯,且工作状态指示灯与机房防护门设置联锁。

(4) 数字减影血管造影机机房吊顶上方设置排风口,风量为  $600\text{m}^3/\text{h}$ 。

(5) 机房内的穿越防护墙的电电缆导线、导管等均拟采用“U”型。

(6) 医院拟配备 1 台 X、 $\gamma$ 辐射检测仪,定期进行辐射工作场所的检查及监测,及时排除事故隐患。

### 1.3 工作场所实行分区管理

数字减影血管造影机机房划为控制区,严格限制无关人员进入,以避免不必要的照射;与控制区相邻的人员活动密集的区域(包括设备间、谈话间、走廊、污物通道、控制室)均划为监督区,只有工作人员可以进入。机房分区图见下图。

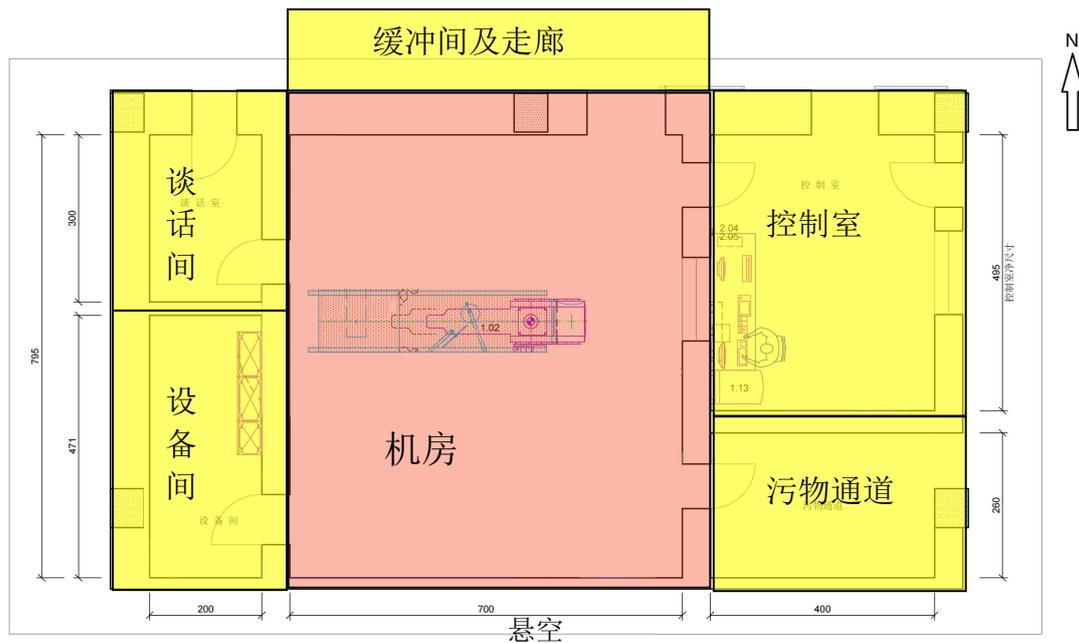


图 10-1(3) 病房楼四层数字减影血管造影机机房分区图



## 2 三废的治理

### 2.1 臭氧和氮氧化物影响分析

臭氧和氮氧化物的产生是随着 X 射线的发生而产生的,为防止臭氧和氮氧化物的积累,机房内设计通风系统,通过排风换气可有效降低设备运行时在空气

中产生的臭氧和氮氧化物的浓度。

环评建议出风口位置应避免有用线束的照射，出风口的设置应不破坏机房屏蔽防护效果，出风口采用铅防护罩，另外，医院要定期检查通风系统的运行状态，发现故障应停止运行，及时进行维修或更换。

## **2.2 放射性废水及固体废物**

本项目不产生放射性废水，设备报废时有废 X 射线管产生，废 X 射线管不在院内暂存，由厂家回收处置。

表 11 环境影响分析

### 1 建设阶段对环境的影响

医院拟购买的射线装置只有在通电的状态下才会对环境产生影响，关机状态下不会对周围环境产生影响。

### 2 运行阶段对环境的影响

#### 2.1 数字减影血管造影机机房环境影响分析

本项目机房屏蔽措施见表 10-2，在透视时医生在手术室内操作时，身穿 0.5mmPb 的铅衣，同时本项目数字减影血管造影机设备配备 0.5mmPb 的悬吊铅屏风。

本项目射线装置包括透视和摄影两种模式，根据建设单位提供的信息，本项目正常运行后，预计手术室每周最大工作量为 10 台手术，全年最大工作量为 500 台手术，每次手术的最大开机时间包括透视 10 分钟、摄影 2 分钟，本项目血管造影机的预计年开机时间如下。

表 11-1 不同工作模式下的预计开机时间一览表

工作模式	每次开机时间	年最大工作量	年开机时间
透视	10 分钟	500 台手术	85 小时
摄影	2 分钟	500 台手术	17 小时

由于介入手术分为不同类别，根据医院提供资料，项目每间机房配备 2 名操作医生，轮流手术。

#### 2.2 医生操作位剂量估算

##### 2.2.1 附加剂量率计算

本项目 DSA 不可手动调节曝光参数，在使用过程中，会根据患者的体型、照射部位等信息，自动调节曝光参数。

本项目拟购 DSA，其最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，而根据同类装置的运行情况，通常透视工况为 70~90kV/5~15mA，采集工况为 80~125kV/300-500mA，本次环评预测作保守估算，即透视模式下取管电压 90kV，管电流 15mA，采集模式下取管电压 125kV，管电流 500mA 的最不利情形进行估算，本项目 DSA 距靶点 1m 处的最大剂量率取值如下表所示。

表 11-2 本项目数字减影血管造影机距靶点 1m 处的最大剂量率

名称	工作模式	管电压	管电流	距靶点 1m 处的发射率 (mSv/mA·min)	距靶点 1m 处的最大剂量率 $H_0$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )
数字减影血管造影机	透视	90kV	15mA	0.2	1.80E+05
	摄影	125kV	500mA	0.7	2.10E+07

注：距靶点 1m 处的发射率参照《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) P55 图 2 得出《近似取 2.0mmCu 过滤》。

本项目关注点位置剂量率计算示意简图如下。

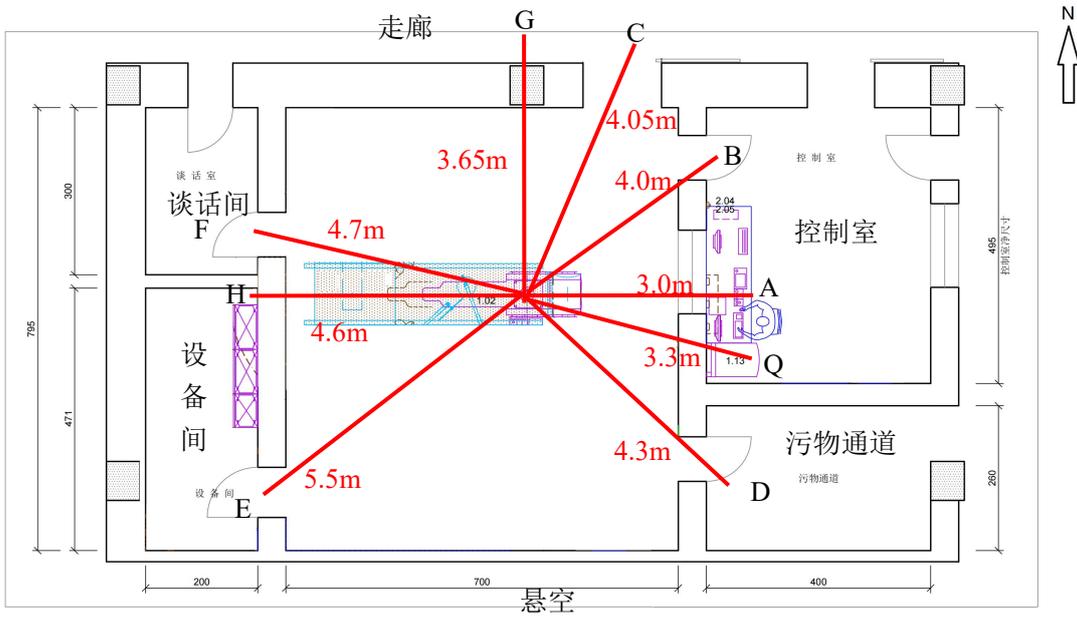


图 11-1 本项目机房关注点位置剂量率计算平面示意简图

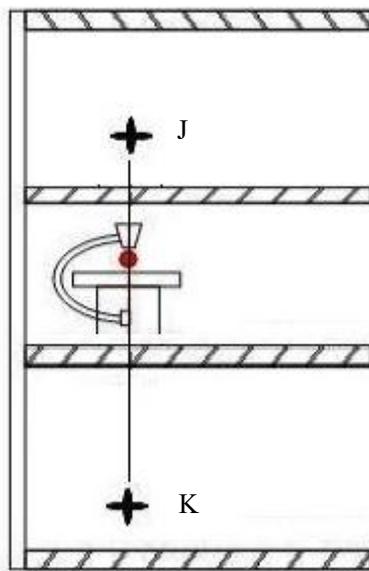


图 11-2 本项目关注点位置剂量率计算示意简图

1) 泄露辐射剂量率

关注点处的泄漏辐射剂量率参考《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）中给出的公示计算。

$$H = \frac{f \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

H—关注点处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

f—泄漏射线比率，取 0.1%；

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

R—靶点至关注点的距离，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 中给出的公式计算。

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

式中：

B—屏蔽透射因子；

X—屏蔽材料铅当量厚度，mm；

$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ —铅对 90kV、125kV 管电压 X 射线辐射衰减的有关的三个拟合参数。

将各关注点处泄漏辐射剂量率计算结果列表如下。

表 11-3 泄露辐射各关注点的屏蔽透射因子计算结果一览表

管电压	关注点位置描述	防护铅当量	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	B
90kV	第一手术医生操作位处（铅衣内）	1.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	4.08E-03
	第一手术医生手部（佩戴铅手套）	0.025mmPb				6.26E-01
	第一手术医生眼晶体（佩戴铅眼镜）	1.0mmPb				4.08E-03
	第二手术医生操作位处（铅衣内）	0.5mmPb				2.52E-02
	观察窗外 30cm 处（A）	4.0mmPb				3.69E-07
	工作人员防护门外 30cm 处（B）	4.0mmPb				3.69E-07
	病人进出门外 30cm 处（C）	4.0mmPb				3.69E-07
	污物通道防护门外 30cm 处（D）	4.0mmPb				3.69E-07
	设备间防护门外 30cm 处（E）	4.0mmPb				3.69E-07
	谈话间防护门外 30cm 处（F）	4.0mmPb				3.69E-07
	北侧墙外 30cm 处（G）	4.0mmPb				3.69E-07
	西侧墙外 30cm 处（H）	4.0mmPb				3.69E-07
	东侧墙外 30cm 处（Q）	4.0mmPb				3.69E-07
	楼上离地 100cm 处（J）	5.0mmPb				1.72E-08
楼下 170cm 处（K）	4.0mmPb	3.69E-07				
125kV	第一手术医生操作位处（铅衣内）	1.0mmPb	2.219	7.923	0.5386	1.07E-02
	第一手术医生手部（佩戴铅手套）	0.025mmPb				7.86E-01
	第一手术医生眼晶体（佩戴铅眼镜）	1.0mmPb				1.07E-02
	第二手术医生操作位处（铅衣内）	0.5mmPb				5.57E-02
	观察窗外 30cm 处（A）	4.0mmPb				8.42E-06
	工作人员防护门外 30cm 处（B）	4.0mmPb				8.42E-06
	病人进出门外 30cm 处（C）	4.0mmPb				8.42E-06
	污物通道防护门外 30cm 处（D）	4.0mmPb				8.42E-06
	设备间防护门外 30cm 处（E）	4.0mmPb				8.42E-06

谈话间防护门外 30cm 处 (F)	4.0mmPb				8.42E-06
北侧墙外 30cm 处 (G)	4.0mmPb				8.42E-06
西侧墙外 30cm 处 (H)	4.0mmPb				8.42E-06
东侧墙外 30cm 处 (I)	4.0mmPb				8.42E-06
楼上离地 100cm 处 (J)	5.0mmPb				9.07E-07
楼下 170cm 处 (K)	4.0mmPb				8.42E-06

注:  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 数据取自 (GBZ130-2020) 附录 C 中表 C.2。

表 11-4 不同模式下各关注点处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	R	f	$H_0$	B	H ( $\mu\text{Sv/h}$ )
透视	第一手术医生操作位处 (铅衣内)	0.5	0.001	$1.80 \times 10^5$	4.08E-03	2.93
	第一手术医生手部 (佩戴铅手套)	0.5	0.001	$1.80 \times 10^5$	6.26E-01	4.51E+02
	第一手术医生眼晶体 (佩戴铅眼镜)	0.5	0.001	$1.80 \times 10^5$	4.08E-03	2.93
	第二手术医生操作位处 (铅衣内)	1	0.001	$1.80 \times 10^5$	2.52E-02	4.53
	观察窗外 30cm 处 (A)	3.0	0.001	$1.80 \times 10^5$	3.69E-07	7.38E-06
	工作人员防护门外 30cm 处 (B)	4.0	0.001	$1.80 \times 10^5$	3.69E-07	4.15E-06
	病人进出门外 30cm 处 (C)	4.05	0.001	$1.80 \times 10^5$	3.69E-07	4.05E-06
	污物通道防护门外 30cm 处 (D)	4.3	0.001	$1.80 \times 10^5$	3.69E-07	3.59E-06
	设备间防护门外 30cm 处 (E)	5.5	0.001	$1.80 \times 10^5$	3.69E-07	2.20E-06
	谈话间防护门外 30cm 处 (F)	4.7	0.001	$1.80 \times 10^5$	3.69E-07	3.01E-06
	北侧墙外 30cm 处 (G)	3.65	0.001	$1.80 \times 10^5$	3.69E-07	4.99E-06
	西侧墙外 30cm 处 (H)	4.6	0.001	$1.80 \times 10^5$	3.69E-07	3.14E-06
	东侧墙外 30cm 处 (Q)	3.3	0.001	$1.80 \times 10^5$	3.69E-07	6.10E-06
	楼上离地 100cm 处 (J)	4.0	0.001	$1.80 \times 10^5$	1.72E-08	1.93E-07
	楼下 170cm 处 (K)	2.5	0.001	$1.80 \times 10^5$	3.69E-07	1.06E-05
摄影	手术医生操作位处	数据摄影时, 医生退出手术室				

观察窗外 30cm 处(A)	3.0	0.001	$2.1 \times 10^7$	8.42E-06	1.96E-02
工作人员防护门外 30cm 处 (B)	4.0	0.001	$2.1 \times 10^7$	8.42E-06	1.10E-02
病人进出门外 30cm 处 (C)	4.05	0.001	$2.1 \times 10^7$	8.42E-06	1.08E-02
污物通道防护门外 30cm 处 (D)	4.3	0.001	$2.1 \times 10^7$	8.42E-06	9.56E-03
设备间防护门外 30cm 处 (E)	5.5	0.001	$2.1 \times 10^7$	8.42E-06	5.84E-03
谈话间防护门外 30cm 处 (F)	4.7	0.001	$2.1 \times 10^7$	8.42E-06	8.00E-03
北侧墙外 30cm 处(G)	3.65	0.001	$2.1 \times 10^7$	8.42E-06	1.33E-02
西侧墙外 30cm 处(H)	4.6	0.001	$2.1 \times 10^7$	8.42E-06	8.35E-03
东侧墙外 30cm 处(Q)	3.3	0.001	$2.1 \times 10^7$	8.42E-06	1.62E-02
楼上离地 100cm 处 (J)	4.0	0.001	$2.1 \times 10^7$	9.07E-07	1.19E-03
楼下 170cm 处 (K)	2.5	0.001	$2.1 \times 10^7$	8.42E-06	2.83E-02

## 2) 散射辐射剂量率

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) 中给出的公示计算。

$$H = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot (s/400)}{(d_0 \cdot d_s)^2} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

H—关注点处的患者散射剂量率,  $\mu\text{Sv/h}$ ;

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

$\alpha$ —患者对 X 射线的散射比, 取 0.0013 (90° 散射, 相对于 400 $\text{cm}^2$  散射面积);

S—散射面积, 取典型值 100 $\text{cm}^2$ ;

$d_0$ —源与患者的距离, 取 0.3m;

$d_s$ —患者与关注点的距离, m;

B—屏蔽透射因子, 按式 (2) 计算。

将各关注点处散射辐射剂量率计算结果列表如下。

表 11-5 散射辐射各关注点的屏蔽透射因子计算结果一览表

管电压	关注点位置描述	防护铅当量 (mmPb)	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	B
90kV	第一手术医生操作位处 (铅衣内)	1.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	4.08E-03
	第一手术医生手部 (佩戴铅手套)	0.025mmPb				6.26E-01
	第一手术医生眼晶体 (佩戴铅眼镜)	1.0mmPb				4.08E-03
	第二手术医生操作位处 (铅衣内)	0.5mmPb				2.52E-02
	观察窗外 30cm 处 (A)	4.0mmPb				3.69E-07
	工作人员防护门外 30cm 处 (B)	4.0mmPb				3.69E-07
	病人进出门外 30cm 处 (C)	4.0mmPb				3.69E-07
	污物通道防护门外 30cm 处 (D)	4.0mmPb				3.69E-07
	设备间防护门外 30cm 处 (E)	4.0mmPb				3.69E-07
	谈话间防护门外 30cm 处 (F)	4.0mmPb				3.69E-07
	北侧墙外 30cm 处 (G)	4.0mmPb				3.69E-07
	西侧墙外 30cm 处 (H)	4.0mmPb				3.69E-07
	东侧墙外 30cm 处 (Q)	4.0mmPb				3.69E-07
	楼上离地 100cm 处 (J)	5.0mmPb				1.72E-08
楼下 170cm 处 (K)	4.0mmPb	3.69E-07				
125kV	第一手术医生操作位处 (铅衣内)	1.0mmPb	2.233	7.888	0.7295	1.70E-02
	第一手术医生手部 (佩戴铅手套)	0.025mmPb				7.89E-01
	第一手术医生眼晶体 (佩戴铅眼镜)	1.0mmPb				1.70E-02
	第二手术医生操作位处 (铅衣内)	0.5mmPb				7.37E-02
	观察窗外 30cm 处 (A)	4.0mmPb				1.67E-05
	工作人员防护门外 30cm 处 (B)	4.0mmPb				1.67E-05
	病人进出门外 30cm 处 (C)	4.0mmPb				1.67E-05

污物通道防护门外 30cm 处 (D)	4.0mmPb				1.67E-05
设备间防护门外 30cm 处 (E)	4.0mmPb				1.67E-05
谈话间防护门外 30cm 处 (F)	4.0mmPb				1.67E-05
北侧墙外 30cm 处 (G)	4.0mmPb				1.67E-05
西侧墙外 30cm 处 (H)	4.0mmPb				1.67E-05
东侧墙外 30cm 处 (Q)	4.0mmPb				1.67E-05
楼上离地 100cm 处 (J)	5.0mmPb				1.78E-06
楼下 170cm 处 (K)	4.0mmPb				1.67E-05

注:  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 数据取自 (GBZ130-2020) 附录 C 中表 C.2。

**表 11-6 不同模式下各关注点处散射辐射剂量率计算结果一览表**

工作模式	关注点位置描述	$H_0$	$\alpha$	S	$d_0$	$d_s$	B	H ( $\mu\text{Sv/h}$ )
透视	第一手术医生操作位处 (铅衣内)	$1.80 \times 10^5$	0.0013	100	0.3	0.5	4.08E-03	1.06E+01
	第一手术医生手部 (佩戴铅手套)	$1.80 \times 10^5$	0.0013	100	0.3	0.5	6.26E-01	1.63E+03
	第一手术医生眼晶体 (佩戴铅眼镜)	$1.80 \times 10^5$	0.0013	100	0.3	0.5	4.08E-03	1.06E+01
	第二手术医生操作位处 (铅衣内)	$1.80 \times 10^5$	0.0013	100	0.3	1.0	2.52E-02	1.63E+01
	观察窗外 30cm 处 (A)	$1.80 \times 10^5$	0.0013	100	0.3	3.0	3.69E-07	2.67E-05
	工作人员防护门外 30cm 处 (B)	$1.80 \times 10^5$	0.0013	100	0.3	4.0	3.69E-07	1.50E-05
	病人进出门外 30cm 处 (C)	$1.80 \times 10^5$	0.0013	100	0.3	4.05	3.69E-07	1.46E-05
	污物通道防护门外 30cm 处 (D)	$1.80 \times 10^5$	0.0013	100	0.3	4.3	3.69E-07	1.30E-05
	设备间防护门外 30cm 处 (E)	$1.80 \times 10^5$	0.0013	100	0.3	5.5	3.69E-07	7.93E-06

	谈话间防护门外 30cm 处 (F)	$1.80 \times 10^5$	0.0013	100	0.3	4.7	3.69E-07	1.09E-05
	北侧墙外 30cm 处 (G)	$1.80 \times 10^5$	0.0013	100	0.3	3.65	3.69E-07	1.80E-05
	西侧墙外 30cm 处 (H)	$1.80 \times 10^5$	0.0013	100	0.3	4.6	3.69E-07	1.13E-05
	东侧墙外 30cm 处 (Q)	$1.80 \times 10^5$	0.0013	100	0.3	3.3	3.69E-07	2.20E-05
	楼上离地 100cm 处 (J)	$1.80 \times 10^5$	0.0013	100	0.3	4.0	1.72E-08	6.98E-07
	楼下 170cm 处 (K)	$1.80 \times 10^5$	0.0013	100	0.3	2.5	3.69E-07	3.84E-05
	手术医生操作位处	摄影时, 医生退出手术室						
摄影	观察窗外 30cm 处 (A)	$2.1 \times 10^7$	0.0013	100	0.3	3.0	1.67E-05	1.40E-01
	工作人员防护门外 30cm 处 (B)	$2.1 \times 10^7$	0.0013	100	0.3	4.0	1.67E-05	7.90E-02
	病人进出门外 30cm 处 (C)	$2.1 \times 10^7$	0.0013	100	0.3	4.05	1.67E-05	7.71E-02
	污物通道防护门外 30cm 处 (D)	$2.1 \times 10^7$	0.0013	100	0.3	4.3	1.67E-05	6.84E-02
	设备间防护门外 30cm 处 (E)	$2.1 \times 10^7$	0.0013	100	0.3	5.5	1.67E-05	4.18E-02
	谈话间防护门外 30cm 处 (F)	$2.1 \times 10^7$	0.0013	100	0.3	4.7	1.67E-05	5.72E-02
	北侧墙外 30cm 处 (G)	$2.1 \times 10^7$	0.0013	100	0.3	3.65	1.67E-05	9.49E-02
	西侧墙外 30cm 处 (H)	$2.1 \times 10^7$	0.0013	100	0.3	4.6	1.67E-05	5.97E-02
	东侧墙外 30cm 处 (Q)	$2.1 \times 10^7$	0.0013	100	0.3	3.3	1.67E-05	1.16E-01
	楼上离地 100cm 处 (J)	$2.1 \times 10^7$	0.0013	100	0.3	4.0	1.78E-06	8.46E-03
	楼下 170cm 处 (K)	$2.1 \times 10^7$	0.0013	100	0.3	2.5	1.67E-05	2.02E-01

注:  $\alpha$ 数据取自《辐射防护手册 第一分册》P437 表 10.1。

### 3) 总空气吸收剂量率

根据表 11-4、11-6 的计算结果，将不同模式下各关注点处总空气吸收剂量率列于下表。

表 11-7 不同工作模式下各关注点处总空气吸收剂量率计算结果一览表

工作模式	关注点位置描述	泄露辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	散射辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	总空气吸收剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
透视	第一手术医生操作位处 (铅衣内)	2.93	1.06E+01	1.35E+01
	第一手术医生手部 (佩戴铅手套)	4.51E+02	1.63E+03	2.08E+03
	第一手术医生眼晶体 (戴铅眼镜)	2.93	1.06E+01	1.35E+01
	第二手术医生操作位处 (铅衣内)	4.53	1.63E+01	2.08E+01
	观察窗外 30cm 处 (A)	7.38E-06	2.67E-05	3.41E-05
	工作人员防护门外 30cm 处 (B)	4.15E-06	1.50E-05	1.92E-05
	病人进出门外 30cm 处 (C)	4.05E-06	1.46E-05	1.87E-05
	污物通道防护门外 30cm 处 (D)	3.59E-06	1.30E-05	1.66E-05
	设备间防护门外 30cm 处 (E)	2.20E-06	7.93E-06	1.01E-05
	谈话间防护门外 30cm 处 (F)	3.01E-06	1.09E-05	1.39E-05
	北侧墙外 30cm 处 (G)	4.99E-06	1.80E-05	2.30E-05
	西侧墙外 30cm 处 (H)	3.14E-06	1.13E-05	1.44E-05
	东侧墙外 30cm 处 (Q)	6.10E-06	2.20E-05	2.81E-05
	楼上离地 100cm 处 (J)	1.93E-07	6.98E-07	8.91E-07
楼下 170cm 处 (K)	1.06E-05	3.84E-05	4.90E-05	
摄影	手术医生操作位处	摄影时, 医生不在手术室内		
	观察窗外 30cm 处 (A)	1.96E-02	1.40E-01	1.60E-01
	工作人员防护门外 30cm 处 (B)	1.10E-02	7.90E-02	9.00E-02
	病人进出门外 30cm 处 (C)	1.08E-02	7.71E-02	8.79E-02
	污物通道防护门外 30cm 处 (D)	9.56E-03	6.84E-02	7.80E-02
	设备间防护门外 30cm 处 (E)	5.84E-03	4.18E-02	4.76E-02
	谈话间防护门外 30cm 处 (F)	8.00E-03	5.72E-02	6.52E-02
	北侧墙外 30cm 处 (G)	1.33E-02	9.49E-02	1.08E-01
	西侧墙外 30cm 处 (H)	8.35E-03	5.97E-02	6.81E-02
	东侧墙外 30cm 处 (Q)	1.62E-02	1.16E-01	1.32E-01
楼上离地 100cm 处 (J)	1.19E-03	8.46E-03	9.65E-03	

	楼下 170cm 处 (K)	2.83E-02	2.02E-01	2.30E-01
--	----------------	----------	----------	----------

由计算结果可知：数字减影血管造影机机房手术操作，医生仅在透视模式下停留在手术室内，数字减影血管造影机在正常运行时，透视模式下第一手术医生操作位空气吸收剂量率为 13.5 $\mu$ Sv/h，第二手术医生操作位空气吸收剂量率为 20.8 $\mu$ Sv/h，透视模式机房周围各关注点处的空气吸收剂量率在 (8.91 $\times 10^{-7}$ ~4.90 $\times 10^{-5}$ )  $\mu$ Sv/h 之间，摄影模式下机房周围各关注点处的空气吸收剂量率在 (9.65 $\times 10^{-3}$ ~0.23)  $\mu$ Sv/h 之间；能够满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 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 $\mu$ 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 $\mu$ Sv/h。

事实上，上述计算是偏保守的，忽略了设备材料的衰减作用和人体的吸收作用，实际预计本项目设备在正常运行情况下，机房周围的辐射剂量率将维持在当地的正常辐射环境本底水平。

### 2.2.2 附加年剂量计算

人员附加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 中给出的公式计算。

$$H_{E-r} = D_r \times t \times k \times T \times 10^{-3} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$H_{E-r}$ —X 或 $\gamma$ 射线外照射人均年有效剂量当量，mSv/a；

$D_r$ —X 或 $\gamma$ 射线空气吸收剂量率， $\mu$ Sv/h；

$t$ —X 或 $\gamma$ 射线照射时间，h；

$T$ —居留因子，职业人员全居留取 1，公众人员部分居留取 1/4、偶然居留取 1/8、1/16；

$k$ —剂量换算系数，一般取 1。

由于介入手术分为不同类型，根据医院提供资料，每间设备机房配备 2 名操作医生轮流操作，则每名操作医生工作时间平均为 51 小时。人员受到的附加年有效剂量计算结果详见下表。

表 11-8 人员受到的附加年有效剂量计算结果一览表

参考位置	工作模式	空气吸收剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	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
第一手术医生操作位处 (铅衣内)	透视	1.35E+01	51	1	0.689	5	职业照射
第一手术医生手部 (佩戴铅手套)	透视	2.08E+03	51	1	106	125	职业照射
第一手术医生眼晶体 (佩戴铅眼镜)	透视	1.35E+01	51	1	0.689	37.5	职业照射
第二手术医生操作位处 (铅衣内)	透视	2.08E+01	51	1	1.06	5	职业照射
观察窗外 30cm 处 (A)	透视	3.41E-05	85	1	2.72E-03	5	职业照射
	摄影	1.60E-01	17	1			
工作人员防护门外 30cm 处 (B)	透视	1.92E-05	85	1	1.53E-03	5	职业照射
	摄影	9.00E-02	17	1			
病人进出门外 30cm 处 (C)	透视	1.87E-05	85	1	1.50E-03	0.25	公众照射
	摄影	8.79E-02	17	1			
污物通道防护门外 30cm 处 (D)	透视	1.66E-05	85	1	1.33E-03	0.25	公众照射
	摄影	7.80E-02	17	1			
设备间防护门外 30cm 处 (E)	透视	1.01E-05	85	1	8.10E-04	0.25	公众照射
	摄影	4.76E-02	17	1			
谈话间防护门外 30cm 处 (F)	透视	1.39E-05	85	1	1.11E-03	0.25	公众照射
	摄影	6.52E-02	17	1			
北侧墙外 30cm 处 (G)	透视	2.30E-05	85	1	1.84E-03	0.25	公众照射
	摄影	1.08E-01	17	1			
西侧墙外 30cm 处 (H)	透视	1.44E-05	85	0.25	2.90E-04	0.25	公众照射
	摄影	6.81E-02	17	0.25			
东侧墙外	透视	2.81E-05	85	1	2.25E-03	5	职业

30cm 处 (Q)	摄影	1.32E-01	17	1			照射
楼上离地 100cm 处 (J)	透视	8.91E-07	85	1	1.64E-04	0.25	公众 照射
	摄影	9.65E-03	17	1			
楼下 170cm 处 (K)	透视	4.90E-05	85	1	3.91E-03	0.25	公众 照射
	摄影	2.30E-01	17	1			

由计算结果可知：本项目数字减影血管造影机在正常运行时，机房内职业人员操作位受到的附加年有效剂量最大为 1.06mSv/a，手部受到的附加年有效剂量最大为 106mSv/a，眼晶体受到的附加年有效剂量最大为 0.689mSv/a，控制室内职业人员受到的叠加年有效剂量最大为 0.00272mSv/a，公众人员受到的叠加年有效剂量最大为 0.00391mSv/a。项目职业人员及公众人员受到的附加年有效剂量均分别满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求，亦均分别满足本次评价职业人员 5mSv/a、眼晶体 37.5mSv、四肢（手和足）或皮肤 125mSv、公众人员 0.25mSv/a 的年剂量管理限值。由此说明，本项目血管造影机机房的防护设计满足要求，其正常运行后产生的辐射影响在国家允许的范围以内。

### 2.3 人员分工

项目投入运行后，计划数字减影血管造影机机房配备 5 名工作人员，每间机房人员分配及岗位职责见下表。

表 11-9 人员分配及岗位职责表

机房	每间机房人员分工
数字减影血管造影机机房	医师 2 名 护士 2 名 技师 1 名

## 3 事故影响分析

### 3.1 射线机房可能出现的辐射事故

(1) 安全联锁装置发生故障状况下，人员误入正在运行的治疗室而造成 X 射线误照射。

(2) 工作人员或病人家属在防护门关闭后尚未撤离治疗室，射线装置运行，会对工作人员或病人家属产生不必要的 X 射线照射。

(3) 工作人员在治疗室内为患者摆位或其它准备工作，控制台处操作人员误开机出束，发生事故性出束，对工作人员造成辐射伤害。

(4) 射线装置控制系统出现故障，照射治疗不能停止，病人受到计划外照射。

(5) 维修期间的事故，射线装置维修工程师在检修期间误开机出束，造成辐射伤害。

### 3.2 辐射影响分级

根据国务院《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（449 号令）第四十条，将辐射事故进行分级，按辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级的原则，本项目的环境风险因子、可能发生辐射事故的意外条件、潜在危害及可能发生的辐射事故等级见下表。

表 11-10 本项目的环境风险因子、潜在危害及事故等级

名称	环境风险因子	可能发生辐射事故的意外条件	危害结果	事故等级
设备机房	X 射线	a.工作人员或病人家属在防护门关闭后尚未撤离射线机房，工作人员启动设备，造成有关人员被误照射。 b.安全联锁装置或报警系统发生故障状况下，人员误入正在运行的仪器机房，造成误照射。	人员受到超年有效剂量限值照射	一般辐射事故

### 3.3 事故风险评价

(1) 如果工作人员或病人家属在防护门关闭后尚未撤离机房。可利用防护门内与控制室设置的开门按钮，只要未撤离人员了解该按钮的作用，可避免此类事故的发生。因此，在机房内应设置此按钮醒目的指示和说明，便于在紧急情况下使用。

(2) 如果安全联锁装置或报警系统发生故障状况下，人员误入正在运行的仪器机房。仪器机房防护门与设备门之间设有门机联锁，每当打开防护门时，设备会立即断电并停机，避免误照射。只有当联锁装置或报警系统发生故障情况下，医务人员强行运行机器，才可能发生此类事故。因此，医务人员必须严格按照设备操作规程进行诊断，有效防止事故照射的发生。

为避免此类事故的发生，要求工作人员每次上班时首先要检查防护门上的门灯联锁装置和报警系统是否正常。如果报警系统失灵，应立即修复，恢复正常。

### 3.4 事故防范措施

(1) 建立健全辐射安全管理机构，落实辐射安全责任人。

(2) 完善各项管理制度和事故应急预案；对辐射防护管理人员和操作人员进行必要的辐射防护知识培训并取得环保系统颁发的上岗证。

(3) 定期对设备进行维护保养，是设备处于保持良好的工作状态。

(4) 机房应当设有信号指示灯和报警装置，划分警戒控制区，禁止非工作人员进入。安全管理制度应张贴在各机房醒目位置。

### 3.5 风险应急预案

医院建立了《辐射事故应急方案》。本项目使用的射线装置属II类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中的规定，对可能发生的辐射事故，制定本单位的应急方案，做好应急准备，结合单位的实际情况，辐射事故应急方案包括以下内容：应急机构的设置与职责、应急处置措施、辐射事故报告等，其内容较全、措施具体，针对性较强、便于操作，在应对放射性事故和突发性事件时基本可行，环评要求将本项目所涉及的射线装置纳入应急适用范围，并做好应急人员的组织培训和应急及救助的装备、资金、物资准备。

### 3.6 风险防范措施

应制定辐射事故风险的应急预案，一旦发生事故能及时启动应急预案，使事故能得到及时有效的处理。对于医院射线装置，安装门灯联锁装置、警示灯等，工作人员严格按照操作规程操作，在开机前检查治疗室内是否还有无关人员在，防护门是否关好，在仪器开机时打开防护门上方警示信号灯，警示无关人员不要靠近，就可以有效地防止照射事故的发生。

### 3.7 风险应急措施

对于产生误照事故应采取的措施：

(1) 当发生误照事故时，应在第一时间将事故情况通报有关环保、公安、卫生等主管部门。

(2) 应对事故影响范围内的人员进行医学检查，确定接触射线的人员所受到的辐射剂量水平。对于医院射线装置，在工作过程中发现无关人员进入受照时，应立即停机，尽可能的降低人员受照射剂量。

(3) 应急方案还必须明确应急的具体人员和联系电话。

(4) 为避免此类事故的发生，要求工作人员每次上班时首先要检查防护门

上的门灯联锁装置和报警系统是否正常。如果报警系统失灵，应立即修理，恢复正常。

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条和国家环境保护总局《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发[2006]145号）规定，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，采取必要防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门报告，涉及人为故意破坏的还应向公安部门报告，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。

医院应按相关规定要求，完善和加强管理，使射线装置始终处于监控状态。

表 12 辐射安全管理

## 1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

遵照国务院第 449 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和环境保护部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求，并按环境保护部所颁发的相关管理办法的规定，平舆县中医院设有辐射安全与环境保护领导小组，组长：杨灿宇，副组长：杨玉红，成员：韩培基、李继峰、王景龙、姚改。

## 2 辐射安全管理规章制度

### 2.1 规章制度

医院按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的相关要求，并结合手术室的医疗操纵规范，已经制定了相关的规章制度，如《辐射安全管理制度》、《数字减影血管造影机操作规程》、《辐射工作人员培训/再培训管理制度》、《防止误操作和受到意外照射的安全措施》、《监测仪表使用与检验管理制度》、《辐射安全和防护设施维护与维修制度》、《个人剂量监测管理制度》、《辐射工作人员个人剂量管控限值》、《辐射监测方案》、《辐射事故应急预案》等。

本项目制定的辐射安全与防护管理制度适用于医院对本项目辐射安全与环境保护的日常运行。医院在认真制定和完善上述管理文件的同时，应加强在实践工作中的执行力度，加强工作人员的操作技能、法律法规和安全防护培训，进一步培养和提高工作人员的专业技术水平和安全防护素质。

### 2.2 健康管理

医院为辐射工作人员配有个人剂量计，并进行个人剂量检测，检测周期为 90 天。还应严格按照国家关于健康管理的规定，做好以下几个方面的工作：对新上岗工作人员，做好上岗前的健康体检，合格者才能上岗；对从事辐射工作的工作人员进行个人剂量监测，建立个人剂量档案和职业健康监护档案。职业健康检查的频率为每年 1 次。

同时，医院应为工作人员终生保存个人剂量监测档案和职业健康监护档案；在医院从事过辐射工作的人员在离开该工作岗位时也将进行健康体检。

### 2.3 人员培训

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令）第三章—人员安全和防护，使用 II 射线装置的单位，其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；考核不合格的，不得上岗。

根据生态环境部《关于做好 2020 年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》（环办辐射函[2019]853 号）和《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》（2019 年，第 57 号）精神，医院应及时组织持有的辐射安全培训合格证书到期的人员到生态环境部培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核，考核合格方可上岗。

本次数字减影血管造影机项目辐射工作人员共计 5 人，建设单位承诺在项目运行前，新增辐射工作人员经考核合格后持证上岗，确保所有射线装置操作人员以及辐射安全主管人员熟悉和掌握国家辐射安全和防护的相关法律、法规和专业知识，保障辐射安全场所无事故。

## 2.4 需完善的污染防治措施

根据《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）和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局第 31 号令）及其它有关规定，医院还需要补充、落实和实施以下污染防治措施：

（1）机房内不得堆放与诊疗作业无关的物件。

（2）医院应当编写射线装置安全和防护状况年度评估报告，于每年 1 月 31 日前报原发证机关。报送内容包括：①辐射安全和防护设施的运行与维护情况；②辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；③辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况；④场所辐射环境监测报告和个人剂量监测情况监测数据；⑤辐射事故及应急响应情况；⑥存在的安全隐患及其整改情况；⑦其他有关法律、法规规定的落实情况。

## 3 医院需具备的辐射安全管理能力分析

按照国务院第 449 号令中关于应用射线装置单位使用条件的规定，结合国家环保部第 18 号令、31 号令和环保部辐射安全与防护监督检查技术程序的相关要求，本项目从事辐射活动能力的评价详见表 12-1，医院辐射安全防护设施对照分析见表 12-2。

**表 12-1 本项目从事辐射活动能力评价**

应具备条件	环评要求
（一）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。	明确领导小组工作职责。确保有符合要求的辐射安全与环境保护工作管理人员开展工作。
（二）从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	辐射工作人员应在生态环境部辐射与防护培训平台参加与本项目类型相符合的培训并考核合格后方可上岗。
（三）放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射要求的安全措施。	辐射安全设施安装和运行时严格按照要求执行，定期维护，确保辐射安全。落实控制区、监督区的划分，设置警戒线和警示标志。
（四）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，包括个人剂量监测报警、辐射监测等仪器。	辐射工作人员配备个人剂量计，严格要求工作人员正确佩戴个人剂量计上岗，每个季度定期送检，并对检测结果及时分析，对检测结果存在超过个人剂量管理限值的情况及时上报查明原因，及时解决，个人剂量档案应终身保存。项目运行后每年至少委托有资质的单位进行一次辐射环境监测，建立监测技术档案，监测数据定期上报生态环境主管部门备案。
（五）有健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	医院要严格执行相关操作规程、检修、检验工作，定期维护，确保辐射安全。医院应进一步完善各项规章制度，并落实专人负责。从事辐射项目的工作人员必须严格按照制定的规章制度和应急处理措施进行辐射工作。
（六）有完善的辐射事故应急措施。	还应强化应急预案的可操作性，明确应急小组人员名单及职责，将本次工作场所纳入到应急预案中，及时对应急预案进行修订完善。
（七）产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	按报告要求做好通排风设计和建设。

**表 12-2 医院辐射安全防护设施对照分析表**

序号	项目	规定的措施和制度	落实情况	应增加的措施
1	场所设施	操作位局部屏蔽防护设施	/	需配置
2		医护人员的个人防护	设计已有	/
3		患者防护	设计已有	/
4		观察窗屏蔽	设计已有	/
5		机房防护门窗	设计已有	/

6		通风设施	设计已有	/
7		入口处电离辐射警示标志	设计已有	/
9	监测设备	辐射水平监测仪表	设计已有	/
10		个人剂量计	已配备	/

#### 4 辐射监测

建设单位已按规定制定辐射监测制度，包括个人剂量监测、工作场所及环境监测。

##### 1、个人剂量监测

工作人员除正确佩戴个人剂量计外，还应当携带剂量报警仪。外照射个人剂量监测周期一般为 30 天，最长不应超过 90 天，并建立个人剂量档案。个人剂量监测工作应当由具备资质的个人剂量监测技术服务机构承担。

##### 2、工作场所及环境监测

a、常规监测：医院拟配备 1 台 X、 $\gamma$ 辐射监测仪，对医院射线装置工作场所进行常规监测，并建立环境安全档案。常规监测一般每 3 个月进行一次。

b、定期监测：医院应委托有资质的单位定期（每年 1 次）对射线装置工作场所及周围环境进行辐射环境监测，并建立监测技术档案。监测数据每年年底向当地生态环境主管部门上报备案。

c、监测范围：射线装置工作场所和射线装置机房屏蔽墙 30cm 外，防护门及缝隙处，电缆及管道的出入口，候诊区、操作间，操作台等。

d、监测项目：X- $\gamma$ 辐射剂量率。

e、监测频度：医院常规监测每 3 个月一次、定期监测每年一次。

f、监测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存。

#### 5 辐射事故应急

医院需坚持以预防为主，常备不懈的方针，建立和完善相应的监测、应急制度，做到及时发现、及时报告、快速反应、及时控制。同时应具备应急反应机制和应急处理能力，实现应急工作的科学化、规范化。平舆县中医院已制定辐射事故应急预案。

#### 6 环保投资概算

本项目总投资 1000 万元，其中辐射环保投资 120.5 万元，占总投资的 12.05%，

本项目环保投资一览表见下表。

**表 12-3 项目环保投资一览表**

项目	环保及安全防护措施名称	内容	投资额(万元)
辐射安全防护和治理措施	屏蔽措施	机房四周墙体均增加 3mmPb 铅板+15mm 硫酸钡复合板(等效于 4mmPb)，顶棚在 150mm 混凝土基础上增加 3mmPb 铅板（等效于 5mmPb），地板在 150mm 混凝土基础上增加 40mm 硫酸钡防护涂料（等效于 4mmPb）	40
		“U”型电缆上方敷设 3.0mmPb 铅板，过墙部分使用 2.0mm 铅板防护，铅板尺寸不小于缝隙宽度 10 倍以上，能够有效防止射线泄漏。	60
		机房工作人员门(4mmPb)、污物通道门(4mmPb)、病人进出门(4mmPb)、设备间门(4mmPb)、谈话间门(4mmPb)、观察窗(4mmPb)	
	安全措施	联锁装置、监控设施、电离辐射标志、中文警示	5
	防护用品	机房辐射工作人员防护用品（5套）及患者个人防护用品（1套）	10
	废气治理	机械通风，换气扇，尺寸为 400mm×400mm，风量为 600m <sup>3</sup> /h。	1.5
	监测仪器	2 台个人剂量报警仪、1 台 X、γ辐射检测仪	2
人员配备	辐射防护与安全培训	辐射工作人员防护与安全培训	1.5
	个人剂量检测和职业健康监护	辐射工作人员个人剂量检测、个人职业健康监护档案和个人剂量档案	0.3
	监测	射线装置工作场所定期监测	0.2
合计			120.5

## 7 项目竣工环境保护验收内容

本项目竣工环境保护验收的建议列于下表，供项目单位和审管部门参考。

**表 12-4 项目竣工环保验收一览表**

项目	验收内容	验收达到的标准
相关资料、手续	环评文件及批复、辐射安全许可证	履行环评批复所列事项，将本项目射线装置列入重新申请的辐射安全许可证。
实际项目内容及方案设计情况	射线装置数量参数、射线装置机房防护情况	射线装置数量（1 台数字减影血管造影机）、管电压、管电流（125kV/100mA）情况，机房屏蔽防护材料及厚度情况与环评一致。
剂量限值	工作人员及公众剂量限值	满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标

	达标情况	准》(GB18871-2002)中“剂量限值要求,亦满足职业人员 5mSv/a、公众人员 0.25mSv/a 的年剂量管理限值。
辐射安全管理机构	辐射防护管理	及时更新完善辐射安全管理机构及相关管理制度,配备经过相关部门培训合格的辐射防护技术人员。
辐射安全防护措施	安全措施(联锁装置、警示标志、工作指示灯等)	<u>设备机房防护门上方安装工作状态指示灯,安装门-灯联锁;控制室内电源钥匙由专人保管,机房内控制台上设置紧急停机按钮,控制室与机房间安装对讲系统;机房内设置防护门紧急开门按钮,机房患者出入口设置防夹装置,工作人员出入口和污物通道门均设置自动闭门装置;设置动力排风装置。</u>
	机房四周墙体采用方管框架,并增加 3mmPb 铅板+15mm 硫酸钡复合板(等效于 4mmPb),地板采用 150mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料(等效于 4mmPb),顶棚采用 150mm 混凝土+3mmPb 铅板(等效于 5mmPb),铅玻璃为 4mmPb,工作人员出入口、污物通道铅防护门、设备间门、谈话间门及患者出入口为 4mmPb。“U”型电缆上方敷设 3.0mmPb 铅板,过墙部分使用 2.0mm 铅板防护,铅板尺寸不小于缝隙宽度 10 倍以上	屏蔽能力达标,屏蔽墙和防护门外 30cm 处的辐射剂量率满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)中规定的具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时,周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h,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 25μSv/h 的标准限值。
人员配备	辐射防护与安全培训和考核	辐射工作人员应全部参加辐射安全与防护培训,考核合格并取得上岗证书。
	个人剂量监测	为每名辐射工作人员配备个人剂量计,定期送检并建立个人计量档案。
	人员职业健康监测	辐射工作人员定期进行体检,并建立职业健康档案。
监测仪器	个人剂量报警仪 X、γ辐射检测仪	购买个人剂量报警仪和辐射剂量巡测仪,确保辐射工作现场配备至少 2 台个人剂量报警仪及 1 台 X、γ辐射检测仪。
监测计划	监测计划执行情况	落实日常环境监测,并有详细记录。
防护用品	工作人员及患者防护用品	为辐射工作人员配备铅衣、铅帽、铅围领、

		铅眼镜等个人防护用品 5 套（根据实际手术医生数量调整）；患者用铅帽、铅衣、铅围领各 1 件。
	机房防护措施	设备机房配备铅玻璃防护帘、铅床侧防护帘各 1 套。
辐射安全管理 制度	《辐射安全管理制度》、《数字减影血管造影机操作规程》、《辐射工作人员培训/再培训管理制度》、《防止误操作和受到意外照射的安全措施》、《监测仪表使用与检验管理制度》、《辐射安全和防护设施维护与维修制度》、《个人剂量监测管理制度》、《辐射工作人员个人剂量管控限值》、《辐射监测方案》、《辐射事故应急预案》等	及时更新、完善有关管理制度等

表 13 结论与建议

## 1 结论

### 1.1 辐射安全与防护分析结论

#### (1) 项目概况

平舆县中医院拟配备 1 台数字减影血管造影机（125kV，1000mA）用于诊疗服务，该设备属于 II 类射线装置。

#### (2) 项目选址合理性

本项目 1 台射线装置机房位于医院院内，机房位置选取周边非辐射工作人员活动较少的区域，机房的选址充分考虑了公众及周围场所的防护和安全，故本项目选址合理可行的。

#### (3) 辐射安全管理

医院成立了辐射安全与环境保护管理组织，辐射安全规章制度较全，基本适应现行辐射诊疗工作需要，辐射工作人员配备齐全，专业结构合理，有一定的安全文化素养，辐射工作场所的防护设施效能符合辐射防护要求。

### 1.2 环境影响分析结论

#### (1) 主要辐射污染因子分析

本项目数字减影血管造影装置主要污染因子是 X 射线。

#### (2) 辐射环境影响分析

经预测分析，本项目数字减影血管造影机机房相应屏蔽体外 30cm 处的辐射剂量率均能够满足相应要求。在正常工况下，本项目职业人员及公众人员受到的附加年有效剂量均分别满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求，亦均分别满足本次评价职业人员 5mSv/a、眼晶体 37.5mSv、四肢（手和足）或皮肤 125mSv、公众人员 0.25mSv/a 的年剂量管理限值。由此说明，本项目血管造影机机房的防护设计满足要求，其正常运行后产生的辐射影响在国家允许的范围以内。

#### (3) 射线装置机房辐射屏蔽能力分析结论

根据院方所提供的资料，医院拟采取的辐射安全和防护措施适当，满足标准的屏蔽防护要求，医院射线装置机房设计有工作指示灯和电离辐射警告标志，各

项规章制度较为完备，辐射工作场所的墙体及防护门等屏蔽措施有效，运行是可行的。

### 1.3 可行性分析结论

#### (1) 产业政策分析

本次环评项目是用于疾病的诊疗，提高医院诊治水平，造福于百姓，符合辐射防护实践的正当性要求。项目属于中华人民共和国国家发展和改革委员会第29号《产业结构调整指导目录》（2019年本）中第一类——鼓励类，符合国家产业政策。

#### (2) 实践正当性分析

平舆县中医院为满足了更多的就诊人员、保障病人健康，以及医院的发展需要，拟配备1台数字减影血管造影机，本项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

### 1.4 总体结论

综上所述，平舆县中医院数字减影血管造影机项目符合正当化原则，工作人员受到的年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求，也能符合本报告提出医院管理目标限值要求。机房选址及设计合理，防护屏蔽措施良好，从辐射安全和环境保护的角度而言，平舆县中医院数字减影血管造影机项目是可行的。

## 2 建议和要求

(1) 该项目运行中应严格遵循各项辐射管理制度，加强对操作人员的教育培训，持证上岗，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

(2) 在介入治疗手术中，需要进行多次曝光定位，手术医生靠近射线源，医生应注重自身防护，正确穿戴必须的防护用品，尽量减少使用脚踏开关时间、由于手部防护薄弱，应注意减少不必要的照射，从而降低手部受照剂量。

(3) 合理控制患者的照射野，减少射线的散射面积，降低医生及患者的受照剂量，加强非照射部位的防护，降低不必要的照射。

(4) 医院应配备辐射监测仪器定期进行辐射工作场所的检查及监测，及时排除事故隐患。

(5) 组织单位辐射工作人员参加辐射安全与防护培训，并取得合格证，确保达到全员培训。医院定期进行辐射防护知识的培训 and 安全教育，建立个人剂量监测制度，健全个人剂量档案。认真落实环评提出的管理措施和辐射防护措施要求，完善管理制度。

(6) 项目应重新申请辐射安全许可证。

(7) 医院应当编写射线装置安全和防护状况年度评估报告，于每年 1 月 31 日前报原发证机关。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见:

公 章

经办人

年 月 日

审批意见:

公 章

经办人

年 月 日