

# 核技术利用建设项目

## X 射线诊断系统应用项目 环境影响报告表 (公示本)

钦州市妇幼保健院

二〇二二年七月

核工业二三〇研究所

# 核技术利用建设项目

## X 射线诊断系统应用项目 环境影响报告表 (公示本)

建设单位名称：钦州市妇幼保健院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：钦州市安州大道 1 号

邮政编码：535099

联系人：\*\*\*

电子邮箱：\*\*\*\*\*@sina.com 联系电话：\*\*\*\*\*



打印编号: 1644985167000

## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	k8v221		
建设项目名称	钦州市妇幼保健院X射线诊断系统应用项目		
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
<b>一、建设单位情况</b>			
单位名称 (盖章)	钦州市妇幼保健院		
统一社会信用代码	12450700499708138H		
法定代表人 (签章)	翁勋锦		
主要负责人 (签字)	赖广平		
直接负责的主管人员 (签字)	郑候华		
<b>二、编制单位情况</b>			
单位名称 (盖章)	核工业二三〇研究所		
统一社会信用代码	121000004448853130		
<b>三、编制人员情况</b>			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
姚勇	2016035430350000003509430360	BH008193	姚勇
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
姚勇	全文本	BH008193	姚勇

## 目 录

表 1 项目基本情况 .....	1
表 2 放射源 .....	6
表 3 非密封放射性物质 .....	6
表 4 射线装置 .....	7
表 5 废弃物（重点是放射性废物） .....	8
表 6 评价依据 .....	9
表 7 保护目标与评价标准 .....	11
表 8 环境质量和辐射现状 .....	15
表 9 项目工程分析与源项 .....	18
表 10 辐射安全与防护 .....	22
表 11 环境影响分析 .....	27
表 12 辐射安全管理 .....	43
表 13 结论与要求 .....	49
表 14 审批 .....	51

### 附件

附件 1 委托函

附件 2 辐射安全许可证（副本）

附件 3 关于调整放射安全与防护工作管理领导小组成员的通知

附件 4 放射科辐射事故应急处理预案

附件 5 部分规章制度

附件 6 个人剂量检测报告

附件 7 介入人员培训证书

附件 8 控评报告

附件 9 监督检查情况通知

附件 10 现状监测报告

附件 11 登记信息单

附件 12 钦州市妇幼保健院辐射监测制度

### 附图

附图 1 项目地理位置示意图

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		X 射线诊断系统应用项目				
建设单位		钦州市妇幼保健院				
法人代表	翁勋锦	联系人	郑候华	联系电话	13877743531	
注册地址		钦州市安州大道 1 号				
建设地点		钦州市妇幼保健院 2 号楼一楼东南角 6 号室				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		500	项目环保投资 (万元)	30	投资比例(环保 投资/总投资) 6%	
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改扩建 <input checked="" type="checkbox"/> 其他			占地面积 (m <sup>2</sup> )	53
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				
<b>项目概述</b>						
<b>1.1 医院简介</b>						
<p>钦州市妇幼保健院（钦州市红十字医院）创建于 1974 年，是钦州市唯一一所集医疗、妇幼保健、科研、教学、健康教育指导为一体的国家三级甲等妇幼保健院。</p> <p>医院现有在职职工 1210 人，专业技术人员占 86.8%，其中：正高职称 16 人，副高职称 102 人，中级职称 301 人。钦州市拔尖人才 5 人，优秀青年科技人才 5 人，博士 2 人，研究生学历（含在读）101 人。科研课题有 19 项获省部级、41 项获地市级科技进步奖。医院现在床位 600 张，近年门诊量 50 万人次，年住院病人 3 万余人次。医院专业设备齐全，拥有 1.5T 磁共振、64 排螺旋 CT、DR、大型 X 光机、高能超声聚焦无创手术系统、实时三维，四维彩超、用于乳腺肿块微创切除的麦默通旋切系统、奥林巴斯腹腔镜、宫腔镜、基因测序仪、无创产前</p>						

诊断系统等先进仪器设备。医院的高危孕产妇重症监护中心（MICU）、小儿急重症监护中心（PICU）、新生儿急重症监护中心（NICU）及手术室配备有国内最先进的空气层流净化系统，拥有目前广西最大的空气层流净化新生儿病房。

## 1.2 任务由来

钦州市妇幼保健院现有一台 ULTIMAX80 DREX-ULT80 型 X 射线诊断系统（胃肠机），该设备已按 III 类射线装置进行了环境影响评价并办理了辐射安全许可证，2020 年广西壮族自治区生态环境厅进行辐射安全监督检查时发现该设备兼有外周血管介入手术功能，属于 II 类射线装置。因此，需重新进行环境影响评价，并重新申领《辐射安全许可证》，手续完成后，方可开展外周血管介入手术，医院现已停止使用该设备的外周血管介入手术功能。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《建设项目环境保护管理条例》（国务院令 682 号）以及《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，本项目需编制环境影响报告表。因此，钦州市妇幼保健院委托核工业二三〇研究所对医院 ULTIMAX80 DREX-ULT80 型 X 射线诊断系统（胃肠机）进行环境影响评价（委托书见附件 1）。评价单位在现场调查和收集有关资料的基础上，按照国家对辐射项目环境影响评价技术规范的要求，编制完成了该项目环境影响报告表。

## 1.3 项目建设规模

- 1、项目名称：钦州市妇幼保健院 X 射线诊断系统应用项目
- 2、建设单位：钦州市妇幼保健院
- 3、建设地点：钦州市妇幼保健院 2 号楼一楼东南角 6 号室
- 4、建设内容：本次环评的 X 射线诊断系统（胃肠机）最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA（机房已建成，设备已投入使用），本次环评的设备装置参数详见表 1-1。

表 1-1 本次环评射线装置参数一览表

设备名称	台数	位置	型号	最大管电压	最大管电流	类别
X 射线诊断系统	1	2 号楼放射科 一楼 6 号室	ULTIMAX80 DREX-ULT80	125kV	1000mA	II

## 1.4 核技术利用的目的

X 射线装置是利用肌体密度不同对 X 射线吸收能力也不同，根据病情需要对

病人的某部位或全身进行显像，拍出 X 光片或保存数字影像以供临床诊断，有时医生需在 X 射线影像的指引下进行骨科复位、体内取异物、介入手术等工作。

### 1.5 项目选址及周边环境

本项目机房位于医院 2 号楼一楼东南角 6 号室，2 号楼东侧为院内道路、停车场和绿化、医院外居民楼；南侧为停车场及绿化；西侧为停车场、院内道路；北侧为停车场、绿化及医院 1 号楼（内外科大楼）。

本项目介入室（透视室/造影室）东侧为院内道路；南侧为院内道路、停车场；西侧为控制室和走廊；北侧为钼靶机房以及乳腺钼靶控制室；上方为天台，人员不可达；下方为泥土层，无建筑。机房所在位置示意图见图 1-1，机房所在楼层平面图见图 1-2。介入室 50m 范围内保护目标主要包括 2 号楼东侧的居民楼、2 号楼和 1 号楼工作人员及来院就诊的患者及陪护人员。



图 1-1 机房位置示意图

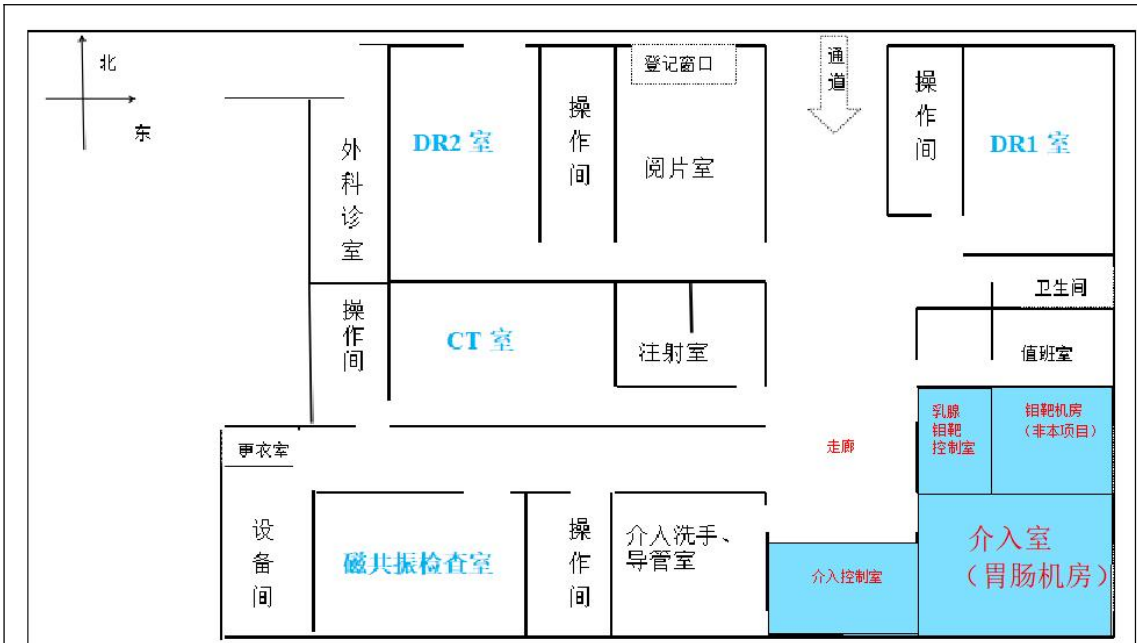


图 1-2 机房所在楼层平面示意图

## 1.6 现有核技术利用项目情况

### (1) 现有许可种类和范围

医院现有辐射安全许可证编号为桂环辐证[N0288]，许可种类和范围：使用 III 类射线装置。医院现有射线装置见表 1-2。

表 1-2 现有射线装置一览表

序号	装置名称	型号	类别	工作场所	备注
1	双排螺旋 CT	Hispeed Dual	III	CT 室	/
2	医用诊断 X 射线系统	XR6000	III	DR 室	/
3	X 射线诊断系统(胃肠机)	ULTIMAX80/ DREX-ULT80	III	介入室（透视室/ 造影室）	本次评价 设备
4	数字化医用 X 射线摄影系统 (DR)	uDR596i	III	DR2 室	/
5	移动式数字化医用 X 射线摄影系统	uDR370i	III	病房 ICU、NICU、 PICU、手术室	/
6	微焦点牙科 X 射线机	MSD-III	III	牙片室	/
7	乳腺钼靶机	Performa	III	钼靶检查室	/

### (2) 现有放射工作人员

医院现有 13 名放射工作人员，医院定期对放射工作人员进行了个人剂量检测和职业健康体检，现有放射工作人员均进行了辐射安全和防护知识培训并取得了相应的培训证书。本项目拟配备 3 名放射工作人员，均为医院现有放射工作人员，其个人剂量检测、职业健康体检及培训情况详见表 1-3。



**表 1-3 本项目放射工作人员一览表**

姓名	个人剂量检测结果 mSv (2020.10.1-2021.9.30)	职业健康体检结果	培训证书编号
李向红	0.04	可以继续从事原放射工作	桂辐培[2018]0797 号
陆富华	0.06	可以继续从事原放射工作	桂辐培[2019]0352 号
陈树秋	0.06	可以继续从事原放射工作	FS21GX0101343

**1.7 产业政策符合性**

本项目 X 射线诊断系统应用项目属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中第十三项“医药”中第 5 款“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

**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
/	/	/	/	/	/	/	/	/
	以下空白							

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		以下空白								

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》(GB18871-2002)

**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 (MeV)	额定电流 (mA) /剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	以下空白									

(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	X 射线诊断系统	II	1	ULTIMAX80 DREX-ULT80	125	1000	介入诊断	2 号楼放射科一楼 6 号室	现有
	以下空白								

(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 (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	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
					以下空白								



表 6 评价依据

<p>法规文件</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订，2015 年 1 月 1 日施行）；</li> <li>2、《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修正，2018 年 12 月 29 日施行）；</li> <li>3、《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日施行）；</li> <li>4、《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令，2017 年 6 月 21 日修订，2017 年 10 月 1 日起实施）；</li> <li>5、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年 3 月 2 日修订实施）；</li> <li>6、《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（2021 年 1 月 1 日施行）；</li> <li>7、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年 1 月 4 日修改）；</li> <li>8、《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 日施行）；</li> <li>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）；</li> <li>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》（环保总局公告[2006]第 145 号）；</li> <li>11、《产业结构调整指导目录》（2019 年本）。</li> </ol>
<p>技术标准</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、《建设项目环境影响评价技术导则-总纲》（HJ2.1-2016）；</li> <li>2、《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1—2016）；</li> <li>3、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</li> <li>4、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</li> <li>5、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）；</li> <li>6、《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）（2021 年 5 月</li> </ol>

	<p>1 日起实施);</p> <p>7、《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)(2021 年 5 月 1 日起实施);</p> <p>8、《工作场所职业病危害警示标识》(GBZ158-2003);</p> <p>9、《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分: 化学有害因素》(GBZ2.1-2019)。</p>
其他	<p>1、环境影响评价委托书(见附件 1);</p> <p>2、李德平、潘自强主编《辐射防护手册 第一分册 辐射源与屏蔽》、《辐射防护手册 第三分册 辐射安全》, 原子能出版社, 1987 年;</p> <p>3、<u>李星洪 《辐射防护基础》, 原子能出版社, 1982 年;</u></p> <p>4、医院提供的其他资料</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

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》(HJ10.1—2016)中“第 1.5 评价范围和保护目标: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(无实体边界项目视具体情况而定,应不低于 100m 的范围),对于I类放射源或I类射线装置的项目可根据环境影响的范围适当扩大”。

本项目为医院核技术应用的环境影响评价,运营过程中产生的电离辐射经有效的屏蔽后对周围影响较小,主要影响人员是射线装置所在机房的职业工作人员和工作场所周围的公众。因此,本项目以 X 射线诊断系统机房实体边界外 50m 的区域为评价范围。

本项目中的射线装置在开机过程中会产生 X 射线,所以,确定主要评价因子为: X 射线。评价范围示意图见图 7-1。



图 7-1 评价范围示意图

## 保护目标

本项目环境保护目标为：本项目从事辐射工作的人员以及评价范围内相邻区域的公众。根据本项目射线装置机房布局及外环境特征，确定本项目环境保护目标见表 7-1 所示。

表 7-1 环境保护目标一览表

环境保护对象		相对方位	距离	规模	年有效剂量约束值
职业工作人员	X射线诊断系统操作医生、护士	/	/	2 人	5mSv
	X射线诊断系统控制室操作人员	机房相邻控制室内	/	1 人	
公众成员	居民楼	机房东侧	20-50m	约 300 人	0.1mSv
	2号楼工作人员	机房西侧、西南侧	0m--50m	约 150 人	
	放射科其它工作人员以及往来公众	机房北侧	0m-20m	约 10 人	
	1号楼工作人员	机房北侧	44m--50m	约 180 人	
	停车场、绿化带以及其他往来公众	机房屏蔽体外	0m-50m	流动人口	

## 评价标准

### 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源的安全性

#### （1）剂量限值

第 4.3.2.1 款，应对个人受到的正常照射加以限值，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 B）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。

第 B1.1.1.1 款，应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：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 作为职业照射剂量限值。

#### 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: 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;

c) 眼晶体的年当量剂量, 15mSv;

d) 皮肤的年当量剂量, 50mSv。

按防护与安全的最优化要求, 本项目放射工作人员取上述剂量限值的四分之一作为剂量约束值, 确定本项目辐射工作人员的职业照射年有效剂量约束值为 5mSv/a; 公众取上述剂量限值的十分之一作为剂量约束值, 则公众的年有效剂量约束值为 0.1mSv/a。

## 2、《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)(节选)

### 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; 每台牙椅独立设置诊室的, 诊室内可设置固定的口内牙片机, 供该设备使用, 诊室的屏蔽和布局应满足口内牙片机房的防护要求。

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 2(本报告中表 7-2)的规定。本项目 X 射线诊断系统机房参照单管头 X 射线设备机房的要求。

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(含 C 形臂、乳腺 CBCT)	20	3.5

### 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 3（本报告中表 7-3）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

机房类型	有用线束方向铅当量 mm	非有用线束方向铅当量 mm
C 型臂 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（本报告中表 7-3）的要求。

### 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 4（本报告中表 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

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

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

表 7-4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求（节选介入相关）

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、床边防护帝/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。

注 2：各类个人防护用品和辅助防护设施，指防电离辐射的用品和设施。鼓励使用非铅材料防护用品，特别是非铅介入防护手套。

### 3、《工作场所有害因素职业接触限值第1部分 化学有害因素》(GBZ2.1-2019) (节选)

工作场所空气中臭氧最高容许浓度 $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ ，氮氧化物时间加权平均容许浓度 $5\text{mg}/\text{m}^3$ 。

综上，本项目 X 射线诊断系统机房内最小有效使用面积不小于  $20\text{m}^2$ ，最小单边长度不小于  $3.5\text{m}$ ；机房屏蔽体外周围剂量当量率不大于  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；X 射线诊断系统介入工作人员剂量约束值为  $5\text{mSv}/\text{a}$ ，公众剂量约束值为  $0.1\text{mSv}/\text{a}$ 。

## 表 8 环境质量和辐射现状

### 一、辐射现状监测方案

为了解项目所在机房及其周围的辐射环境本底水平，根据《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）和《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）中有关布点原则，评价单位核工业二三〇研究所委托广西辐卫安环保科技有限公司于2021年12月18日对本项目场址及周边环境进行了环境 $\gamma$ 辐射剂量率现状监测工作。

（1）监测因子：环境 $\gamma$ 辐射剂量率

（2）监测方法：监测时 $\gamma$ 外照射测量探头（探测器灵敏体积中心）距地面 1m 高度，每个测点读取 10 个数据求平均值。

（3）监测仪器：监测仪器信息见表 8-1：

表 8-1 监测所使用的仪器情况

仪器名称	SCK-200 型多功能辐射监测仪
仪器型号	SCK-200 型
仪器编号	21001
仪器厂家	上海钴景环境科技有限公司
能量响应范围	20keV ~ 7MeV
量程	1nGy/h ~ 100 $\mu$ Gy/h
检定证书	检定单位：上海市计量测试技术研究院；证书编号：2021H21-20-3562189001；有效期：2022 年 09 月 26 日止。

（4）监测依据

《辐射环境监测技术规范》HJ 61-2021；

《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》HJ 1157-2021；

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB18871-2002。

（5）质量保证

该项目测量所用的仪器性能参数均符合国家标准方法的要求，均有有效的国家计量部门检定的合格证书，并有良好的日常质量控制程序。监测人员均经具有相应资质的部门培训，考试合格持证上岗，数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。

（6）监测点位

根据项目实际情况，结合规范要求现状监测布点见图 8-1、图 8-2。

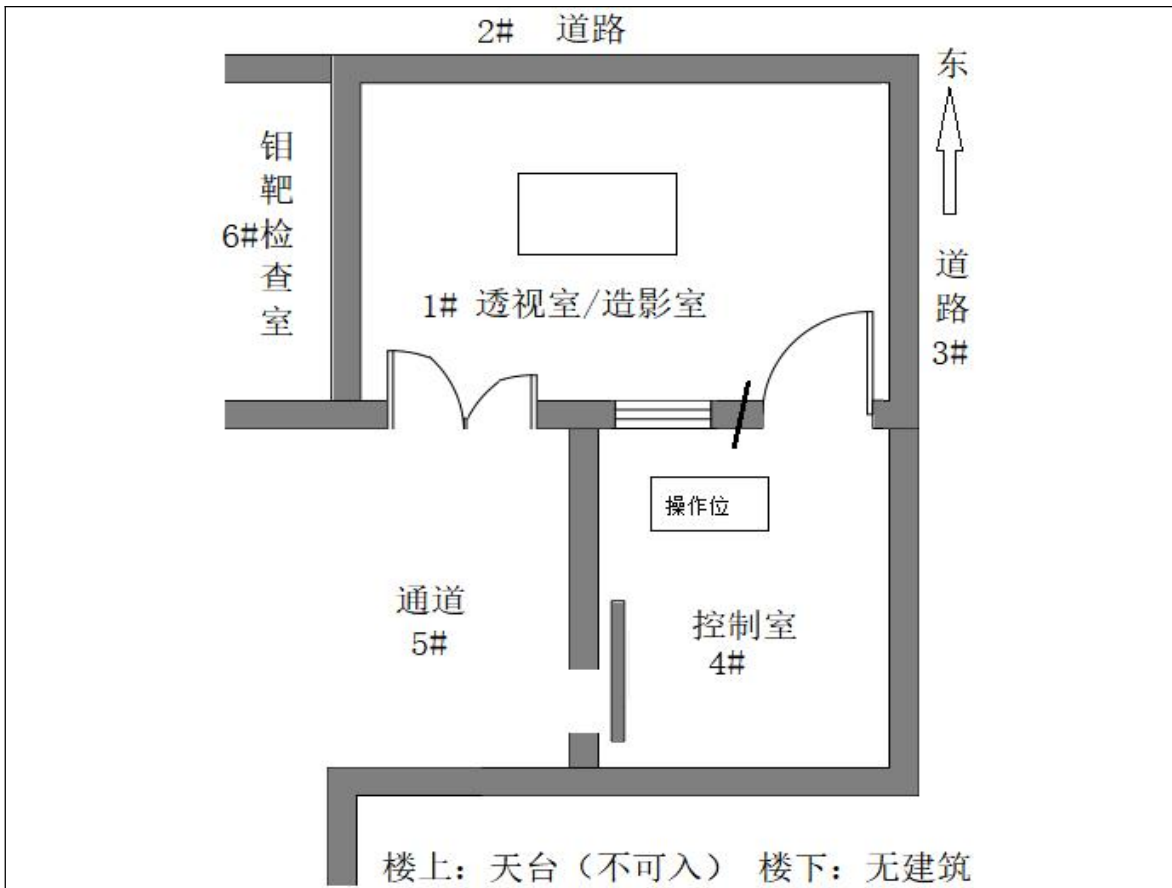


图 8-1 机房本底监测布点图 1



图 8-2 机房本底监测布点图 2

## (二) 辐射现状监测结果

项目所在场址环境 $\gamma$ 辐射剂量率监测结果见下表。

表 8-2 X 射线诊断系统机房周边环境 $\gamma$ 辐射剂量率监测结果

监测点号	测量位置	$\gamma$ 辐射空气吸收剂量率 (nGy/h)		备注
		平均值	标准差	
1#	透视室/造影室	86	1.7	室内
2#	道路	79	3.1	室外
3#	道路	72	3.2	室外
4#	控制室	75	3.0	室内
5#	通道	87	2.7	室内
6#	钼靶检查室	73	2.5	室内
7#	2 号楼	66	2.0	室内
8#	停车场	84	4.4	室外
9#	居民楼	74	2.6	室内
10#	停车场	80	2.2	室外
11#	停车场	84	3.4	室外
室内测量范围		66-87	/	/
室外测量范围		72-84	/	/

注：监测结果均已扣除仪器对宇宙射线的响应值。

由表 8-2 的监测结果可知，项目场址及其周边环境 $\gamma$ 辐射剂量率监测结果值范围为 66~87nGy/h，根据《中国环境天然放射性水平》可知，广西壮族自治区室内天然辐射水平监测数据在 11.0~304.3nGy/h 内（已扣除宇宙射线的影响），原野天然辐射水平监测数据范围为 10.7~238.7nGy/h（已扣除宇宙射线的影响），由检测结果可知本项目所在地辐射环境质量状况未见异常。

## 表 9 项目工程分析与源项

### 工程设备和工艺分析

#### 一、项目的组成

本次核技术利用项目为使用 1 台具有外周血管介入功能的数字胃肠机，该射线装置最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA。

#### 二、射线装置工作原理、工作流程、产污环节

##### 1、工作原理

本项目射线装置是采用 X 射线进行摄影的技术设备。该设备中产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成，本项目实物见图 9-1。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。



图 9-1 X 射线诊断系统实物图

靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。成像装置是用来采集透过人体的 X 线信号的，由于人体各部组织、器官密度不同，对 X 线的衰减程度各不一样，成像装置根据接收到的不同信号，利用平板探测器将透过人体后已衰减的未造影图像的 X 线信号增强，再用高分辨率的摄像机对增强后的图像作一系列扫描。扫描本身就是把整个图像按一定的矩阵分成许多小方块，即像素。所得到的各种不同的信息经模 / 数(A / D)转换成不同值的数字信号，然后存储起来。再把造影图像的数字信息与未造影图像的

数字信息相减，所获得的不同数值的差值信号，经数 / 模(D / A)转制成各种不同的灰度等级，在监视器上构成图像。由此，骨骼和软组织的影像被消除，仅留下含有造影剂的血管影像，从而大大提高血管的分辨率。

## 2、工作流程

本项目开展的介入手术类型主要是外周血管介入手术。具体工作流程及产污环节见图 9-2。

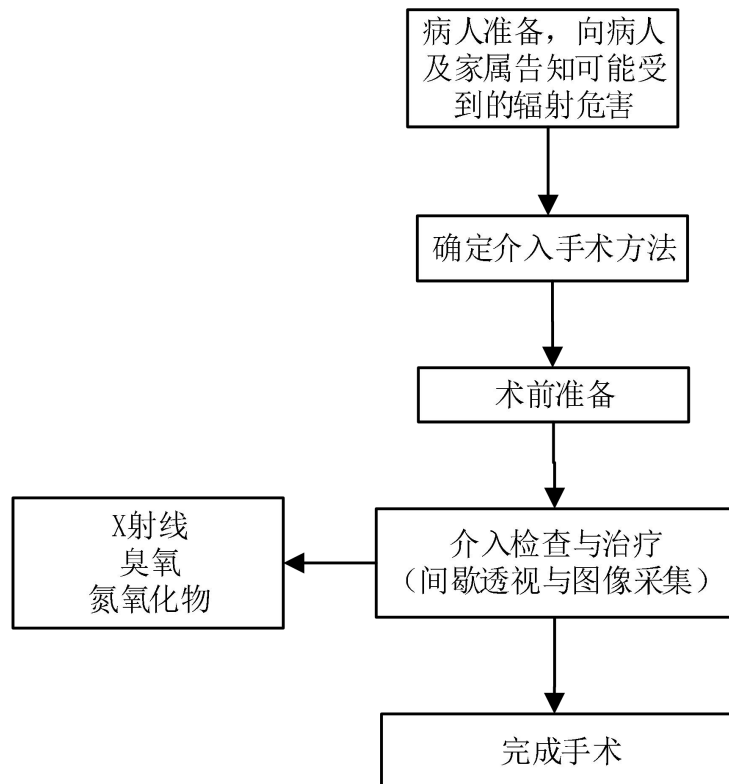


图 9-2 介入手术工作流程及产污环节示意图

X 射线诊断系统在进行介入作业时，处于机房内的放射工作人员需穿戴防护服，佩戴个人剂量计进行操作。

## 3、工作负荷

本项目手术类型为外周血管介入，射线装置的曝光时间和工作量见表 9-1。

表 9-1 X 射线诊断系统的曝光时间及预估工作量

设备	位置	每人每次曝光时间		预估工作量(台次/a)	曝光时间 (h/a)
X 射线诊断系统	2 号楼一楼东南角 6 号室	透视	10min	500	83.3
		摄影	20s		2.8



## 污染源项描述

由 X 射线装置的工作原理可知，只有在开机并处于出线状态时才会发出 X 射线，产生 X 射线辐射污染，由于射线能量较低，不必考虑感生放射性问题，因此，在开机期间，X 射线为污染环境的主要因子。此外，X 射线与空气作用，会产生少量的臭氧和氮氧化物。

本项目 DSA 最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，实际使用时，为防止球管烧毁并延长使用寿命，管电压和管电流通常会预留约 30%余量。经与医院核实，该 DSA 透视模式下管电压在 50~70kV 范围内、管电流在 5~60mA 范围内，采集（摄片）模式下管电压在 70~100kV 范围内、管电流在 50~500mA 范围内。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），DSA 的等效总滤过不小于 2.5mmAl，因此本评价 DSA 的等效总滤过保守按 2.5mmAl 考虑；根据《辐射防护手册》（第三分册）图 3.1 可知，当球管工作参数为（70kV、60mA）时，距靶 1m 处的输出量约为  $0.05\text{mGy}/(\text{mA}\cdot\text{s})=0.05\times 60\times 3600\times 1000=1.08\times 10^7\mu\text{Gy}/\text{h}$ ；当球管工作参数为（100kV、500mA）时，距靶 1m 处的空气比释动能率约  $0.09\text{mGy}/(\text{mA}\cdot\text{s})=0.09\times 500\times 3600\times 1000=1.62\times 10^8\mu\text{Gy}/\text{h}$ 。参照 GBZ/T201.1-2007 的第 4.8.3 款，为了机房屏蔽剂量估算和评价的方便及统一，在辐射屏蔽及其设计范畴内，不进行诸物理量（周围剂量当量 Sv、空气比释动能 Gy、有效剂量 Sv）之间的转换系数修正。

### 一、运行期间正常工况下污染源分析

本项目射线装置在正常运行时，主要有 X 射线产生，但机房采取了辐射防护设计，在设备安全和防护硬件及措施到位的正常情况下，大部分 X 射线被屏蔽与射线机房内，因此对机房外的工作人员（技师等）及公众受到的 X 射线照射非常有限。介入手术过程中，机房内进行手术操作的医生和护士需要在 X 射线造影装置出束的状态下（透视模式）进行手术操作，属于同室近台操作，会受到来自于漏射线和散射线所致的外照射影响。

本项目射线装置是在显示屏上观察显像结果，不会产生含有重金属银的废显影水、废定影水。此外，X 射线装置发射的 X 射线与空气因辐射作用会产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体。

### 二、运行期事故工况下污染源分析

(1) 无关人员误入正在运行的 X 射线机房，由 X 射线直接或散射照射对人体造成潜在的照射伤害。

(2) 非介入工作人员还未全部撤离机房，启动设备，造成有关人员被误照。

(3) 进行介入手术的医生或护士未按规定穿戴铅围裙、防护手套、防护帽和防护眼镜等防护用具，而受到超剂量外照射。

(4) 检修时，误开机时，维修人员受到潜在的照射伤害。

**表 10 辐射安全与防护**

**项目安全设施**

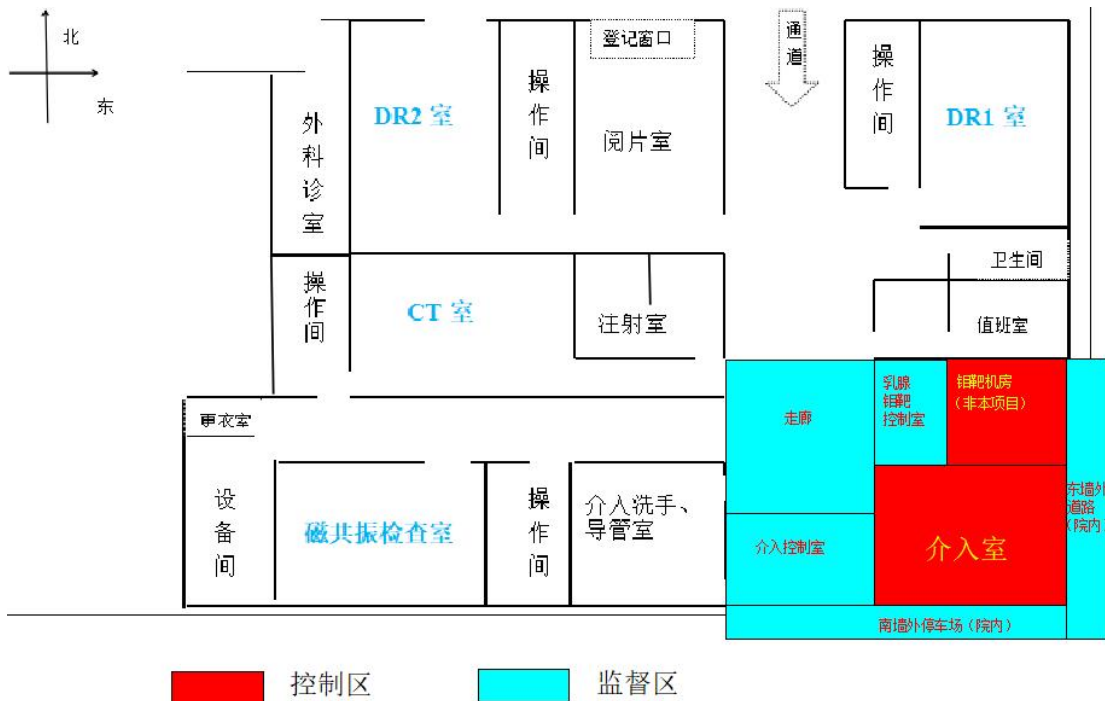
**1 、辐射工作场所分区**

根据国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定，将辐射工作场所分为控制区和监督区，便于辐射防护管理和职业照射控制。该场所的分区如下：

（1）控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。

（2）监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的指定区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标识；并定期检查工作的状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的要求，本项目控制区为介入室，监督区为本项目控制室以及介入室周边临近区域，详见图 10-1：



注：图中本项目北侧钼靶机房为医院现有辐射工作场所控制区，不属于本项目

**图 10-1 本项目辐射工作场所分区示意图**

## 2、辐射屏蔽设计

1、X射线诊断系统机房辐射防护措施见表 10-1。本次机房屏蔽材料密度分别为铅： $11.3\text{g}/\text{cm}^3$ ，混凝土： $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ ，硫酸钡水泥： $3.2\text{g}/\text{cm}^3$ ，铅玻璃： $4.2\text{g}/\text{cm}^3$ ，实心砖： $1.6\text{g}/\text{cm}^3$ 。

表 10-1 机房辐射防护措施一览表

指标		参数
几何尺寸	长×宽×高 (m)	6.2×5.4×3.8
	机房面积	33.48m <sup>2</sup>
屏蔽设计	机房顶板	10cm 混凝土+2cm 硫酸钡水泥
	机房底部	10cm 混凝土+2cm 硫酸钡水泥
	四周墙体	24cm 实心砖+2cm 硫酸钡水泥
	防护门	铅门, 2.5mmPb
	观察窗	铅玻璃, 3mmPb 当量

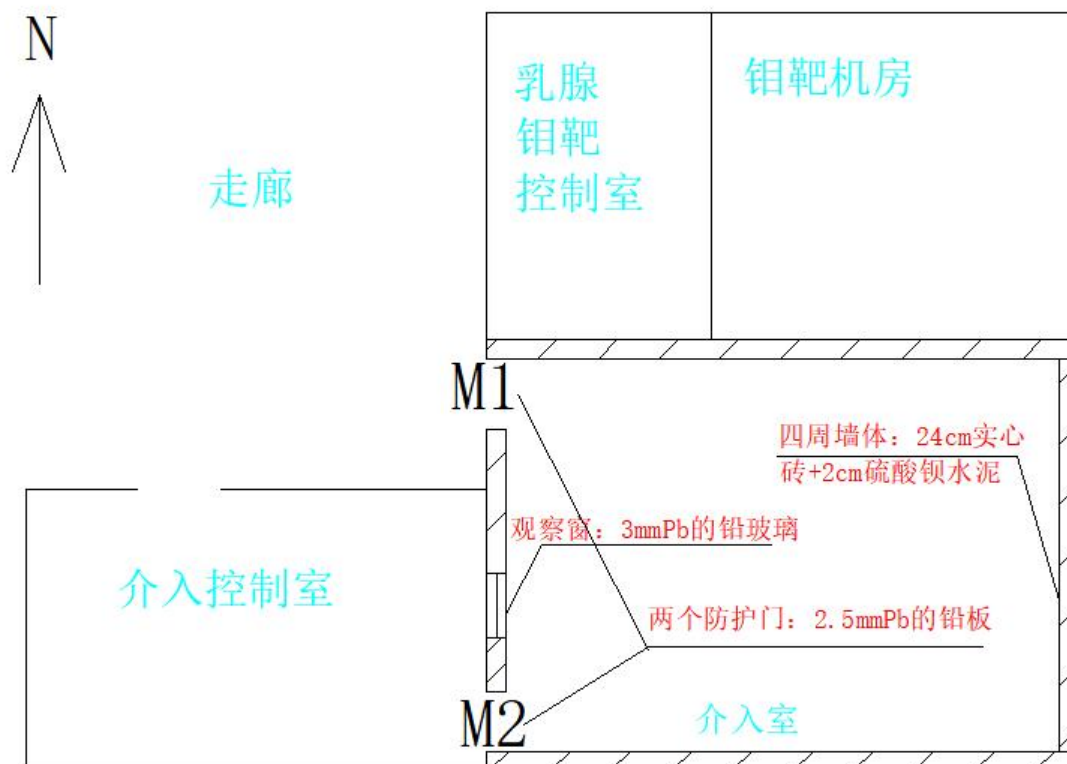


图 10-2 机房平面布局及屏蔽示意图

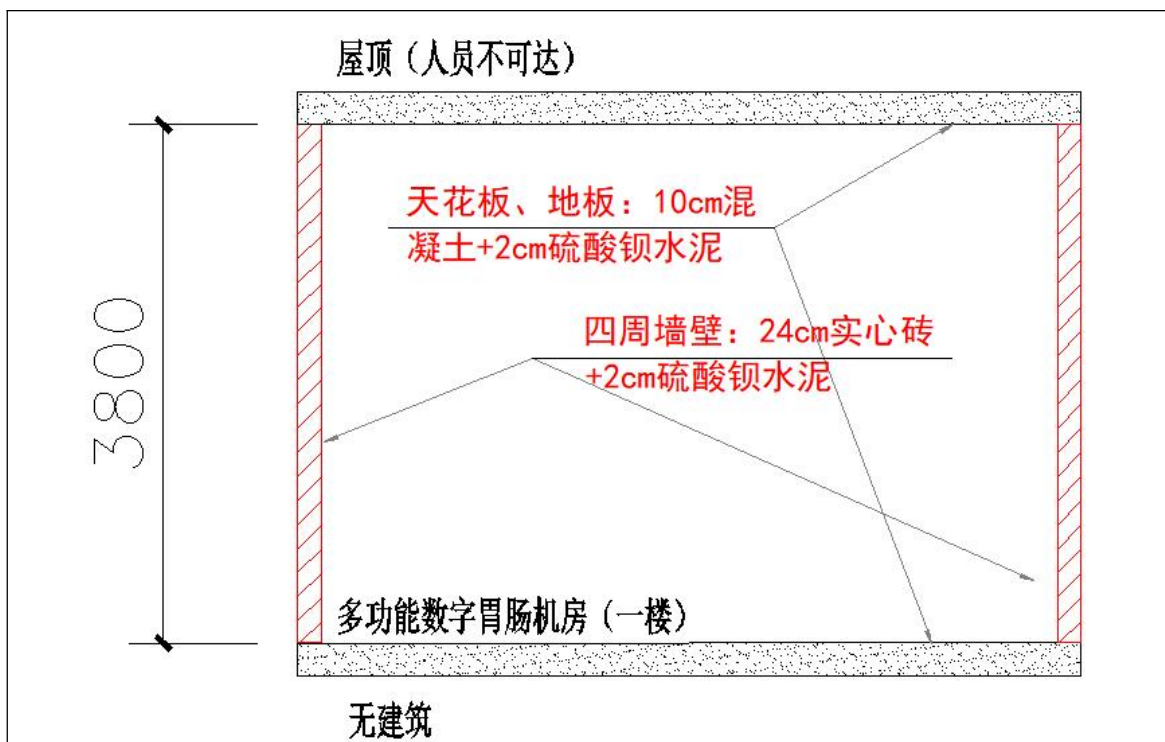


图 10-3 机房剖面屏蔽示意图

## 2、X 射线诊断系统机房通风设计

本项目 X 射线诊断系统机房设置有一个机械排风扇，在排风扇外侧设铅百叶窗作为补偿屏蔽。

## 3、电离辐射警告标志

《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 中要求“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”。

医院在受检者防护门外醒目位置粘贴“当心电离辐射”的警示标志，受检者防护门上方安装工作状态指示灯，灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的警示语句，经现场核实，工作指示灯能正常运行。受检者防护门与工作状态指示灯能有效联动。

医院还应在控制室机房门上及机房内醒目位置粘贴“穿防护服”、“戴防护眼镜”等警示标志，同时在受检者防护门上增加“禁止停留”、“电离辐射”标志。

## 4、对讲、视频装置

医院在 X 射线诊断系统操作室和机房内设了对讲装置，以便操作室医生和介入手术医生之间更好的沟通，避免由于沟通不畅导致重复照射。本次评价建议安装摄像头监控病人出入的防护门，显示器位于操作室，便于操作室人员观察防护门开

闭情况。

## 5、辐射安全措施

(1) 医院需在操作间内张贴相应的操作规程、岗位职责、应急预案等规章制度。

(2) 医院需补充符合防护要求的辅助防护用品，具体见表 10-3。

(3) X 射线诊断系统机房布局合理，应避免有用线束直接照射门、窗和管线口位置；不得堆放与该设备诊断工作无关的杂物；X 射线诊断系统机房设置动力排风装置，并保持良好的通风。

(4) X 射线诊断系统机房门口 1m 处的地面用红线标出，告知公众成员在红线外等待。

## 6、安全操作及管理措施

介入放射需要长时间的透视和大量的摄片，对病人和医务人员来说辐射剂量较高，因此在评估介入放射的效应和操作时，其辐射损伤必须加以考虑。由于需要医务人员在机房内，X 射线球管工作时产生的散射线对医务人员有较大影响，根据辐射防护“三原则”，还应在以下方面加强对介入放射的防护工作：

①工作中减少透视时间和减少摄影的次数可以显著降低工作人员的辐射剂量，医院应结合工作实际情况，增加介入医生，对医生进行轮岗，减少工作人员的辐射剂量。

②一般说来，降低病人的剂量的措施可以同时降低工作人员的辐射剂量，应加强对介入人员的培训，包括放射防护的培训，参与介入的人员应该技术熟练、动作迅速，以减少病人和介入人员的剂量。

③所有在介入诊断的工作人员都应开展个人剂量监测，并对介入机房内的工作人员实行轮岗，医院应结合工作人员个人剂量监测的数据采取措施，控制和减少工作人员的受照剂量。

④加强 X 射线诊断系统设备的质量保证工作，设备的球管与发生器、透视和数字成像的性能以及其它相关设备应该定期进行检测。

临床介入手术时，介入医生需站在 X 射线诊断系统床边操作，床下球管机对医务人员的辐射剂量，由头、颈、胸至腹部呈现剂量逐渐上升的趋势，故操作人员除个人防护用品（铅衣、铅围脖、铅帽及铅眼镜等）外，应着重考虑 X 射线机操作侧的屏蔽，该屏蔽要做到既不影响操作者的操作，又能达到防护目的。

## 7、防护用品

个人防护用品和辅助防护设施配置要求见表 7-4，X 射线诊断系统已经配备防护用品见表 10-2。

表 10-2 X 射线诊断系统已配备防护用品清单

工作场所	防护用品名称	规格	数量	备注
X 射线诊断系统机房	铅防护服	0.35mmPb	3 件	满足要求
	铅橡胶手套	0.35mmPb	3 副	满足要求
	铅围脖	0.35mmPb	4 件	不满足要求
	铅眼镜	0.35mmPb	3 副	满足要求
	铅短裤	0.35mmPb	3 件	不满足要求

根据 GBZ130-2020“6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求”，本项目需新增以下防护用品，需增加的防护用品见表 10-3。

表 10-3 本项目需增配备防护用品及检测设备清单

使用对象	防护用品和辅助防护设施名称	数量
工作人员	铅橡胶围裙 (0.5mmPb)	4 件
	铅橡胶颈套 (0.5mmPb)	4 个
	铅防护眼镜 (0.5mmPb)	4 副
	铅橡胶帽子 (0.5mmPb)	4 件
	介入防护手套 (0.025mmPb)	4 副
	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘 (0.5mmPb)	1 块
	床侧防护帘/床侧防护屏 (0.5mmPb)	1 块
受检者	铅橡胶性腺防护围裙 (方形) 或方巾、铅橡胶颈套 (0.5mmPb)	1 套
监测设备	X-γ辐射剂量率仪	1 个

## 三废的治理

本项目所使用的射线装置拍片后采用数字成像技术，采用打印胶片，不产生洗片废水。因此，本项目 X 射线装置无废水产生。医护人员的生活废水经排水管网汇入医院污水处理系统。

X 射线开机时与空气作用，会产生少量的臭氧和氮氧化物，通过排风扇排除机房外。

射线装置在运行时无固体废物产生。在进行介入手术时会产生少量医疗废物，在机房内放置医疗废物收集桶，手术结束后及时清理，与医院其他科室的医疗废物一并处理。在操作室设生活垃圾桶，由保洁人员定时清理工作人员的办公垃圾，与医院其他生活垃圾一并处理。

**表 11 环境影响分析**

**建设阶段对环境的影响**

本项目设备已经装机并且运行。从现场来看建设阶段对环境的影响已经消失，没有对周围环境造成不可逆的影响。

**运行阶段对环境的影响**

**一、辐射屏蔽设计与评价**

**1、X 射线诊断系统机房辐射屏蔽设计介绍和评价**

(1) X 射线诊断系统机房屏蔽设计情况与标准对比情况见表 11-1。

**表 11-1 X 射线诊断系统机房屏蔽设计及与标准对比情况**

机房名称		面积 m <sup>2</sup>	最小单边 长度 m	四周 墙体	天花板	地板	防护门	观察窗
位置	机房							
放射科一 楼 6 号室	X 射线诊 断系统机 房	33.48	5.4	24cm 实心 砖+2cm 硫 酸钡水泥	10cm 混凝土 +2cm 硫酸钡 水泥	10cm 混凝土 +2cm 硫酸钡 水泥	2.5 mm 铅板	3mmPb 铅玻璃
折算铅当量		/	/	3.8mmPb	2.7mmPb	2.7mmPb	2.5mmPb	3mmPb
GBZ130-2020 中 规定的要求		20	3.5	2mmPb	2mmPb	2mmPb	2mmPb	2mmPb
是否满足要求		是	是	是	是	是	是	是

注：表中换算等效铅当量时保守按照 125kV 有用线束来考虑，实心砖、混凝土铅当量根据 GBZ130-2020 附录 C 计算得出，硫酸钡铅当量参照《辐射防护手册 第三册》表 3.3 中“钡水泥”采用内插法计算得出。

从表 11-1 的结果看，X 射线诊断系统机房的面积及最小单边长度可以满足标准中规定的要求，墙体、地板、天花板、门窗的各屏蔽厚度设计方案能够符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）标准要求。

**2、现状检测**

由于项目已运营，本次评价引用开机时检测报告。检测结果详见表11-2和表11-3。检测布点示意图见图11-1。

从表 11-2 和表 11-3 的结果可知，在开机状态下，本项目机房屏蔽体外 30cm 处的剂量率小于 2.5μSv/h。

**表 11-2 X 射线诊断系统透视模式正常运行时机房周围辐射剂量率检测结果一览表**

监测点号	监测位置	辐射剂量率 (nSv/h)	设备状态
1	操作位	122	
2	观察窗外 30cm	122	



3	工作人员防护门左缝 30cm	161	正常运行 (104kV,2.9 mA)
4	工作人员防护门右缝 30cm	164	
5	工作人员防护门上缝 30cm	167	
6	工作人员防护门下缝 30cm	169	
7	工作人员防护门中心 30cm	171	
8	受检者防护门左缝 30cm	143	
9	受检者防护门右缝 30cm	159	
10	受检者防护门上缝 30cm	149	
11	受检者防护门下缝 30cm	146	
12	受检者防护门中心 30cm	156	
13	机房东侧墙外 30cm (道路)	154	
14	机房南侧墙外 30cm (道路)	151	
15	机房西侧墙外 30cm (通道和控制室)	159	
16	机房北侧墙外 30cm (钼靶检查室)	151	
17	线缆沟	145	
18	排风口	158	
19-1	第一术者位 (无铅衣)	$2.3 \times 10^4$	
19-2	第一术者位 (有铅衣)	$1.5 \times 10^3$	
20-1	第二术者位 (无铅衣)	$1.2 \times 10^5$	
20-2	第二术者位 (有铅衣)	$8.6 \times 10^3$	

注：监测结果均未扣除本底值。

**表 11-3 X 射线诊断系统数字减影模式正常运行时机房周围辐射剂量率检测结果一览表**

监测点号	监测位置	辐射剂量率 (nSv/h)	设备状态
1	操作位	125	
2	观察窗外 30cm	138	
3	工作人员防护门左缝 30cm	147	
4	工作人员防护门右缝 30cm	125	
5	工作人员防护门上缝 30cm	145	
6	工作人员防护门下缝 30cm	141	
7	工作人员防护门中心 30cm	141	

8	受检者防护门左缝 30cm	136	正常运行 (94kV,40 0mA)
9	受检者防护门右缝 30cm	148	
10	受检者防护门上缝 30cm	158	
11	受检者防护门下缝 30cm	165	
12	受检者防护门中心 30cm	163	
13	机房东侧墙外 30cm (道路)	135	
14	机房南侧墙外 30cm (道路)	156	
15	机房西侧墙外 30cm (通道和控制室)	149	
16	机房北侧墙外 30cm (钼靶检查室)	141	
17	线缆沟	151	
18	排风口	159	
19-1	第一术者位 (无铅衣)	$6.0 \times 10^4$	
19-2	第一术者位 (有铅衣)	$6.9 \times 10^3$	
20-1	第二术者位 (无铅衣)	$6.8 \times 10^5$	
20-2	第二术者位 (有铅衣)	$3.7 \times 10^4$	

注：监测结果均未扣除本底值

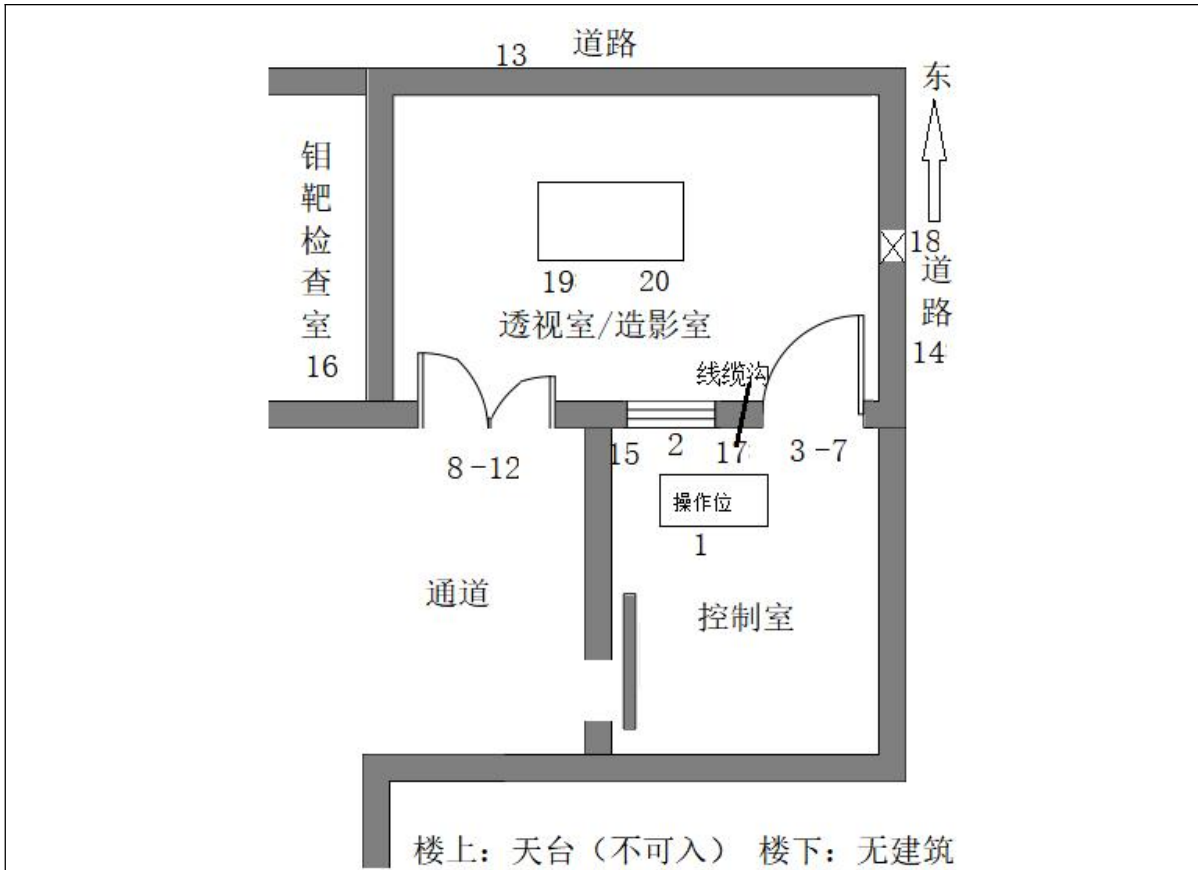


图 11-1 X 图射线诊断系统（胃肠机）机房防护检测布点图

### 3、放射工作人员剂量

本项目设备已经投入使用，在监督检查后，停止了外周血管介入手术功能的使用。从收集到的个人剂量监测报告（佩戴时间2020.10.01-2021.9.30）可知，现有3名介入医生最大年有效剂量为0.06mSv，小于5mSv/a的剂量约束值。

### 4、理论计算

#### 1、机房周围剂量率预测

在开展外周血管介入手术时，设备主束照向患者，根据《Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities》（NCRP147 号出版物）第4.1.6节指出，介入屏蔽估算时不需要考虑主束照射。因此，本次评价重点考虑泄漏辐射和散射辐射对周围环境的辐射影响。手术时，医生在待诊病人旁进行操作，操作过程中受到泄漏辐射及病人体表散射照射。因此，本次评价重点考虑泄漏辐射和散射辐射对周围环境的辐射影响。

本项目 DSA 辐射源的位置距地面 0.8m，距四周墙壁的距离详见图 11-2。结合场所布局，各关注点距射线装置出束点距离详见表 11-4；8#关注点距离按最不利情况

考虑，取垂直距离，图 11-3 中为机头位置，治疗床在机头上方约 20cm，因此计算泄露辐射距离取 4.12m，散射辐射取 3.92m），各点位示意图见图 11-2 和图 11-3。

表 11-4 本项目机房外预测点位

序号	位置	与射线装置出束点距离 (m)	屏蔽设计	等效铅当量 (mmPb)	备注
1#	控制室操作位	3.72	3mmPb 的铅玻璃	3	职业照射
2#	控制室防护门外 30cm	4.5	2.5mm 铅板	2.5	
3#	控制室墙外 30cm	3.76	24cm 实心砖+2cm 硫酸钡水泥	3.8	
4#	机房防护门外 30cm	3.9	2.5mm 铅板	2.5	公众照射
5#	机房北墙外 30cm (钼靶机房)	2.91	24cm 实心砖+2cm 硫酸钡水泥	3.8	
6#	机房东墙外 30cm (院内道路)	3.56	24cm 实心砖+2cm 硫酸钡水泥	3.8	
7#	机房南墙外 30cm (院内停车场)	3.61	24cm 实心砖+2cm 硫酸钡水泥	3.8	
8#	机房正上方 (天台)	4.12 (漏射) / 3.92 (散射)	10cm 混凝土+2cm 硫酸钡水泥	2.7	

注：机房四周预测点位与射线装置出束点距离=出束点到屏蔽体的距离（见图 11-2）+屏蔽体厚度（观察窗、防护门厚度忽略）+30cm（根据 GBZ130-2020，机房四周预测点为距屏蔽体外 30cm 处）；机房上方预测点位与射线装置出束点距离=出束点到屏蔽体的距离（见图 11-3）+屏蔽体厚度+100cm（根据 GBZ130-2020，楼上预测点为距顶棚地面 100cm 处）。

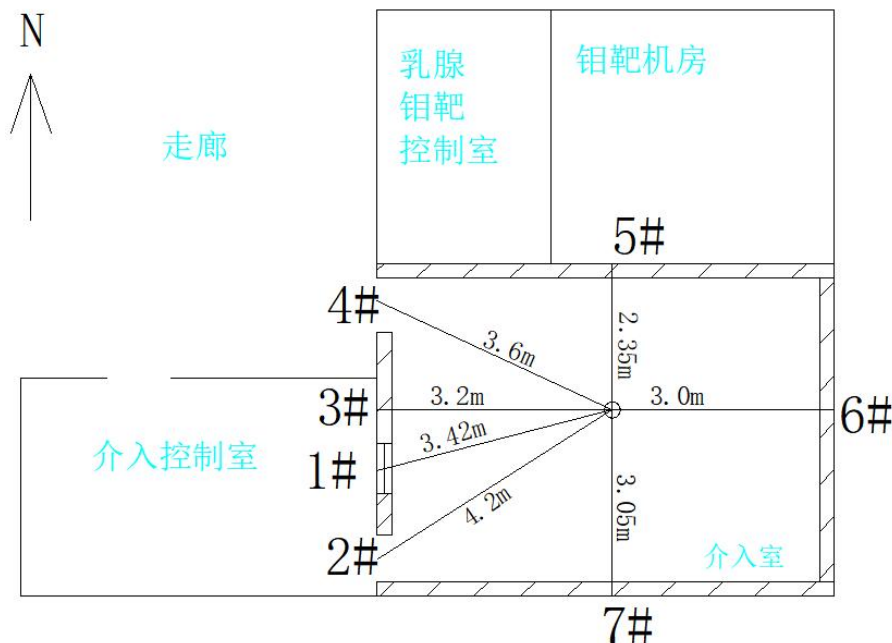


图 11-2 关注点位置示意图（平面）

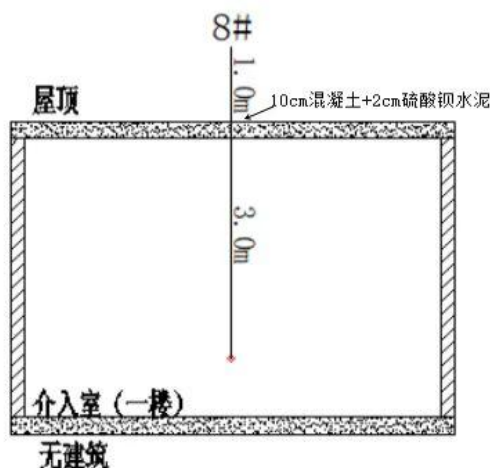


图 11-3 关注点位置示意图 (剖面)

图 11-3 关注点位置示意图 (剖面)

本项目 DSA 最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，实际使用时，为防止球管烧毁并延长使用寿命，管电压和管电流通常会预留约 30% 余量。经与医院核实，该 DSA 透视模式下管电压在 50~70kV 范围内、管电流在 5~60mA 范围内，采集（摄片）模式下管电压在 70~100kV 范围内、管电流在 50~500mA 范围内。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），DSA 的等效总滤过不小于 2.5mmAl，因此本评价 DSA 的等效总滤过保守按 2.5mmAl 考虑；根据《辐射防护手册》（第三分册）图 3.1 可知，当球管工作参数为 70kV、60mA 时，距靶 1m 处的输出量约为  $0.05\text{mGy}/(\text{mA}\cdot\text{s})=0.05\times 60\times 3600\times 1000=1.08\times 10^7\mu\text{Gy}/\text{h}$ ；当球管工作参数为 100kV、500mA 时，距靶 1m 处的空气比释动能率约  $0.09\text{mGy}/(\text{mA}\cdot\text{s})=0.09\times 500\times 3600\times 1000=1.62\times 10^8\mu\text{Gy}/\text{h}$ 。参照 GBZ/T201.1-2007 的第 4.8.3 款，为了机房屏蔽剂量估算和评价的方便及统一，在辐射屏蔽及其设计范畴内，不进行诸物理量（周围剂量当量 Sv、空气比释动能 Gy、有效剂量 Sv）之间的转换系数修正。

#### （1）泄漏辐射

泄漏辐射剂量率计算，参考《辐射防护手册第一分册》（李德平、潘自强主编）中给出的公式计算。透射因子的计算模式，参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 中给出的公式。

$$H_L = \frac{H_0 \cdot B \cdot f}{d^2} \dots\dots\dots \text{（公式 1）}$$

式中：

$H_L$  ——关注点漏射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

$f$  ——设备射线泄漏率，0.1%；

$H_0$  ——距焦点 1m 处剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

$d$  ——关注点至靶点距离，m；

$B$  ——透射因子。

透射因子  $B$  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：

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

式中：

$B$  ——透射因子；

$X$  ——屏蔽材料铅当量厚度，mm；

$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  ——对不同的管电压 X 射线辐射衰减拟合参数（取自 GB130-2020 附录 C 的表 C.2）。

根据公式计算各关注点处泄漏辐射 X- $\gamma$  辐射剂量率见表 11-5。

表 11-5 各关注点处泄漏辐射 X- $\gamma$  辐射剂量率估算结果（ $\mu\text{Gy/h}$ ）

工作模式	关注点	$H_0$	$f$	$d$	$X$	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$H_L$
透视模式	1#	$1.08 \times 10^7$	0.001	3.72	3	5.369	23.49	0.5881	$4.52 \times 10^{-6}$
	2#	$1.08 \times 10^7$	0.001	4.5	2.5	5.369	23.49	0.5881	$4.53 \times 10^{-5}$
	3#	$1.08 \times 10^7$	0.001	3.76	3.8	5.369	23.49	0.5881	$6.03 \times 10^{-8}$
	4#	$1.08 \times 10^7$	0.001	3.9	2.5	5.369	23.49	0.5881	$6.03 \times 10^{-5}$
	5#	$1.08 \times 10^7$	0.001	2.91	3.8	5.369	23.49	0.5881	$1.01 \times 10^{-7}$
	6#	$1.08 \times 10^7$	0.001	3.56	3.8	5.369	23.49	0.5881	$6.73 \times 10^{-8}$
	7#	$1.08 \times 10^7$	0.001	3.61	3.8	5.369	23.49	0.5881	$6.54 \times 10^{-8}$
	8#	$1.08 \times 10^7$	0.001	4.12	2.7	5.369	23.49	0.5881	$1.85 \times 10^{-5}$
采集模式	1#	$1.62 \times 10^8$	0.001	3.72	3	2.500	15.28	0.7557	0.48
	2#	$1.62 \times 10^8$	0.001	4.5	2.5	2.500	15.28	0.7557	1.16
	3#	$1.62 \times 10^8$	0.001	3.76	3.8	2.500	15.28	0.7557	0.06

	4#	1.62×10 <sup>8</sup>	0.001	3.9	2.5	2.500	15.28	0.7557	1.55
	5#	1.62×10 <sup>8</sup>	0.001	2.91	3.8	2.500	15.28	0.7557	0.11
	6#	1.62×10 <sup>8</sup>	0.001	3.56	3.8	2.500	15.28	0.7557	0.07
	7#	1.62×10 <sup>8</sup>	0.001	3.61	3.8	2.500	15.28	0.7557	0.07
	8#	1.62×10 <sup>8</sup>	0.001	4.12	2.7	2.500	15.28	0.7557	0.84

(2) 散射辐射

散射辐射剂量率计算参考《辐射防护手册 第一分册》(李德平、潘自强主编), 对于病人体表的散射的 X 射线可以采用反照射率法估算, 按以下公式进行计算。

$$H_s = \frac{H_0 \cdot \delta \cdot S \cdot B}{(d_0 \cdot d_s)^2} \dots\dots\dots \text{(公式 3)}$$

式中:

H<sub>s</sub> ——关注点散射剂量率, μGy/h;

H<sub>0</sub> ——距焦点 1m 处剂量率, μGy/h;

δ ——患者对 X 射线的散射比, 取自李星洪主编《辐射防护基础》中表 5-12, 70kV 时, 散射与入射 X、γ 射线照射量之比值 a 为 0.0005 (90° 散射), 100kV 时, 散射与入射 X、γ 射线照射量之比值 a 为 0.0013 (90° 散射), δ=a/400;

S ——散射面积, 取典型值 100cm<sup>2</sup>;

d<sub>0</sub> ——源与病人的距离, 取 0.4m;

d<sub>s</sub> ——病人与预测点的距离, m;

B ——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, 本次报告中公式 2;

X ——铅屏蔽厚度, mm;

α、β、γ ——针对不同管电压 X 射线辐射衰减拟合参数 (取自 GB130-2020 附录 C)。

根据公式计算各关注点处散射辐射 X-γ 辐射剂量率见表 11-6。

表 11-6 各关注点处散射辐射 X-γ 辐射剂量率估算结果

工作模式	关注点	H <sub>0</sub>	δ	S	d <sub>0</sub>	d <sub>s</sub>	X	α	β	γ	H <sub>s</sub> (μGy/h)
透视模式	1#	1.08×10 <sup>7</sup>	1.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.4	3.72	3	5.369	23.49	0.5881	3.53×10 <sup>-6</sup>
	2#	1.08×10 <sup>7</sup>	1.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.4	4.5	2.5	5.369	23.49	0.5881	3.54×10 <sup>-5</sup>

	3#	$1.08 \times 10^7$	$1.25 \times 10^{-6}$	100	0.4	3.76	3.8	5.369	23.49	0.5881	$4.71 \times 10^{-8}$	
	4#	$1.08 \times 10^7$	$1.25 \times 10^{-6}$	100	0.4	3.9	2.5	5.369	23.49	0.5881	$4.71 \times 10^{-5}$	
	5#	$1.08 \times 10^7$	$1.25 \times 10^{-6}$	100	0.4	2.91	3.8	5.369	23.49	0.5881	$7.87 \times 10^{-8}$	
	6#	$1.08 \times 10^7$	$1.25 \times 10^{-6}$	100	0.4	3.56	3.8	5.369	23.49	0.5881	$5.26 \times 10^{-8}$	
	7#	$1.08 \times 10^7$	$1.25 \times 10^{-6}$	100	0.4	3.61	3.8	5.369	23.49	0.5881	$5.11 \times 10^{-8}$	
	8#	$1.08 \times 10^7$	$1.25 \times 10^{-6}$	100	0.4	3.92	2.7	5.369	23.49	0.5881	$1.59 \times 10^{-5}$	
	采集模式	1#	$1.62 \times 10^8$	$3.25 \times 10^{-6}$	100	0.4	3.72	3	2.507	15.33	0.9124	1.50
		2#	$1.62 \times 10^8$	$3.25 \times 10^{-6}$	100	0.4	4.5	2.5	2.507	15.33	0.9124	3.60
3#		$1.62 \times 10^8$	$3.25 \times 10^{-6}$	100	0.4	3.76	3.8	2.507	15.33	0.9124	0.20	
4#		$1.62 \times 10^8$	$3.25 \times 10^{-6}$	100	0.4	3.9	2.5	2.507	15.33	0.9124	4.79	
5#		$1.62 \times 10^8$	$3.25 \times 10^{-6}$	100	0.4	2.91	3.8	2.507	15.33	0.9124	0.33	
6#		$1.62 \times 10^8$	$3.25 \times 10^{-6}$	100	0.4	3.56	3.8	2.507	15.33	0.9124	0.22	
7#		$1.62 \times 10^8$	$3.25 \times 10^{-6}$	100	0.4	3.61	3.8	2.507	15.33	0.9124	0.21	
8#		$1.62 \times 10^8$	$3.25 \times 10^{-6}$	100	0.4	3.92	2.7	2.507	15.33	0.9124	2.87	

### (3) 辐射环境影响预测结果分析

分析预测结果，DSA 工作场所各关注点处辐射剂量率见表 11-7 所示。

表 11-7 DSA 工作场所各关注点处 X-γ 辐射剂量率

工作模式	关注点	位置	泄漏辐射剂量率 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	散射辐射剂量率 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	总附加剂量率 ( $\mu\text{Gy/h}$ )
透视模式	1#	控制室操作位	$4.52 \times 10^{-6}$	$3.53 \times 10^{-6}$	$8.05 \times 10^{-6}$
	2#	控制室防护门外 30cm	$4.53 \times 10^{-5}$	$3.54 \times 10^{-5}$	$8.07 \times 10^{-5}$
	3#	控制室墙外 30cm	$6.03 \times 10^{-8}$	$4.71 \times 10^{-8}$	$1.07 \times 10^{-7}$
	4#	机房防护门外 30cm	$6.03 \times 10^{-5}$	$4.71 \times 10^{-5}$	$1.07 \times 10^{-4}$
	5#	机房北墙外 30cm (钼靶机房)	$1.01 \times 10^{-7}$	$7.87 \times 10^{-8}$	$1.80 \times 10^{-7}$
	6#	机房东墙外 30cm (院内道路)	$6.73 \times 10^{-8}$	$5.26 \times 10^{-8}$	$1.20 \times 10^{-7}$
	7#	机房南墙外 30cm (院内停车场)	$6.54 \times 10^{-8}$	$5.11 \times 10^{-8}$	$1.17 \times 10^{-7}$
	8#	机房正上方(天台)	$1.85 \times 10^{-5}$	$1.59 \times 10^{-5}$	$3.44 \times 10^{-5}$
采集模式	1#	控制室操作位	0.48	1.50	1.98
	2#	控制室防护门外 30cm	1.16	3.60	4.76



3#	控制室墙外 30cm	0.06	0.20	0.26
4#	机房防护门外 30cm	1.55	4.79	6.34
5#	机房北墙外 30cm (钨靶机房)	0.11	0.33	0.44
6#	机房东墙外 30cm (院内道路)	0.07	0.22	0.29
7#	机房南墙外 30cm (院内停车场)	0.07	0.21	0.28
8#	机房正上方(天台)	0.84	2.87	3.71

由表 11-7 可知, 本项目在正常运行期间, 透视模式下机房外各关注点处 X- $\gamma$  辐射剂量率在  $(1.07 \times 10^{-7} \sim 1.07 \times 10^{-4}) \mu\text{Gy/h}$  之间, 采集模式下机房外各关注点处 X- $\gamma$  辐射剂量率在  $(0.26 \sim 6.34) \mu\text{Gy/h}$  之间, 满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 中规定的, 透射模式下屏蔽体外表面 30cm 处剂量率不大于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 、摄影模式下屏蔽体外表面 30cm 处剂量率不大于  $25 \mu\text{Sv/h}$  的要求。

此外, 上述评价是基于保守假设进行的。实际运行时, DSA 工作场所周围的附加剂量率比估算值更小。

## 2、人员剂量估算

个人年有效剂量估算按下列公式计算:

$$H_E = D_\gamma \times t \times W \times R \times 10^{-6} (\text{mSv}) \dots\dots\dots (\text{公式 4})$$

其中:  $H_E$ ——年有效剂量, (mSv/a);

$D_\gamma$ ——X- $\gamma$ 辐射剂量率, nSv/h;

t——年受照射时间, h;

W——物理权重因子, 对 X、 $\gamma$ 取 1;

R——组织权重因子, 评价全身均匀照射, R 取 1;

参照《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019) 中关于剂量评价方法的相关规定, 采用下面公式对职业照射人员有效剂量 E 进行估算:

$$E = \alpha H_u + \beta H_o \quad (\text{公式 5})$$

其中:

E——有效剂量中的外照射分量, 单位为毫希沃特 (mSv);

$\alpha$ ——系数, 有甲状腺屏蔽时, 取 0.79 (本项目工作人员均佩戴铅围脖);

$H_u$ ——铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的  $H_p(10)$ , 单位为毫希沃特 (mSv);

本项目为根据公式 11-4 计算得出的有屏蔽状态下的年累积剂量；

$\beta$ —系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051（本项目工作人员均佩戴铅围脖）；

$H_o$ —铅围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的  $H_p(10)$ ，单位为毫希沃特（mSv）；本项目为根据公式 4 计算得出的无屏蔽状态下的年累积剂量。

根据医院提供资料，该射线装置预计年手术量为 500 台。在手术时主要有透视、采集（摄影）两种工作模式，每台手术出束时间：透视状态平均 10min、摄影状态平均 20s。因此，年最大出束时间透视曝光 83.3 小时、采集曝光 2.8 小时。

#### （1）机房外职业人员及公众剂量估算

依据上述公式对项目运行后致职业人员、公众的个人年有效剂量估算结果，见表 11-8。

表 11-8 机房外个人剂量估算结果

预测点位置	透视模式		采集模式		居留因子	年有效剂量 (mSv/a)	照射类型
	附加剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	出束时间 (h/a)	附加剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	出束时间 (h/a)			
1#	$8.05 \times 10^{-6}$	83.3	1.98	2.8	1	0.006	职业照射
2#	$8.07 \times 10^{-5}$	83.3	4.76	2.8	1	0.013	
3#	$1.07 \times 10^{-7}$	83.3	0.26	2.8	1	0.001	
4#	$1.07 \times 10^{-4}$	83.3	6.34	2.8	1/4	0.004	公众照射
5#	$1.80 \times 10^{-7}$	83.3	0.44	2.8	1/2	0.001	
6#	$1.20 \times 10^{-7}$	83.3	0.29	2.8	1/4	0.0002	
7#	$1.17 \times 10^{-7}$	83.3	0.28	2.8	1/4	0.0002	
8#	$3.44 \times 10^{-5}$	83.3	3.71	2.8	1/20	0.001	

由表 11-8 可知，项目运行后控制室职业人员最大年有效剂量为 0.013mSv/a，低于职业人员年有效剂量约束值（5mSv/a）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对职业人员剂量限值（20mSv/a）的要求；公众最大年有效剂量为 0.004mSv/a，低于公众成员年有效剂量约束值（0.1mSv/a）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对公众成员剂量限值（1mSv/a）的要求。

#### （2）机房内职业人员剂量估算

经医院核实，手术中，医生如需透视则在室内直接操作曝光，如需摄片（减影）则移步到控制室内，由控制室技术人员隔室操作曝光。机房内操作曝光透视，以第

一术者为代表估算室内操作人员最大年有效剂量。设备自带铅帘为 0.5mmPb，医生所穿铅服为 0.5mmPb，第一术者胸部位置距离球管为 1m、距离病人距离为 0.5m。

根据上述参数及公式计算室内第一术者位置处泄漏 X-γ辐射剂量率见表 11-9。

表 11-9 透视模式下第一术者位置处泄漏辐射 X-γ辐射剂量率估算结果 (μSv/h)

防护情况	$H_0$	$f$	$d$	$X$	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$H_L$ (μSv/h)
有铅服	$1.08 \times 10^7$	0.001	1	1	5.369	23.49	0.5881	3.06
无铅服	$1.08 \times 10^7$	0.001	1	0.5	5.369	23.49	0.5881	57.72

根据上述参数及公式计算室内第一术者位置处散射 X-γ辐射剂量率见表 11-10。

表 11-10 透视模式下第一术者位置处散射辐射 X-γ辐射剂量率估算结果

防护情况	$H_0$	$\delta$	$S$	$d_0$	$d_s$	$X$	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$H_S$ (μSv/h)
有铅服	$1.08 \times 10^7$	$1.25 \times 10^{-6}$	100	0.4	0.5	1	5.369	23.49	0.5881	9.56
无铅服	$1.08 \times 10^7$	$1.25 \times 10^{-6}$	100	0.4	0.5	0.5	5.369	23.49	0.5881	180.37

综上所述，室内第一术者位置处总辐射剂量率见表 11-11 所示。

表 11-11 室内第一术者位置处总 X-γ辐射剂量率 (μSv/h)

工作模式	总附加剂量率 (有铅服)	总附加剂量率 (无铅服)
透视模式	$3.06+9.56=12.62$	$57.72+180.37=238.09$

根据相关参数及公式计算，可估算出以第一术者为代表的一名手术医生因本项目运行受照剂量为  $1.84\text{mSv/a} = (0.79 \times 12.62\mu\text{Sv/h} \times 83.3\text{h/a} + 0.051 \times 238.09\mu\text{Sv/h} \times 83.3\text{h/a}) \div 1000$ ，低于职业人员年有效剂量约束值 (5mSv/a) 和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 对职业人员剂量限值 (20mSv/a) 的要求。

## 二、机房辐射防护措施符合性分析

医院介入机房辐射措施合理性根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 进行分析，辐射防护措施符合性分析结果见表 11-12。

表 11-12 医院射线装置的辐射防护措施符合性分析表

射线装置类型	标准防护要求	本项目方案	符合性

X 射线诊断系统机房	每台 X 射线机应设有单独的机房，机房应满足使用设备的空间要求。单管头 X 射线设备（含 C 形臂）机房最小有效使用面积为 20m <sup>2</sup> ，最小单边长度为 3.5m。	介入机房为独立机房，机房面积为 33.48m <sup>2</sup> ，最小单边长度为 5.4m。	符合
	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。	机房与控制室之间设置铅玻璃观察窗，能观察到受检者状态；拟安装摄像头监控病人出入的防护门	安装摄像头后符合
	介入 X 射线设备机房：有用线束方向铅当量 2mmPb，非有用线束方向铅当量 2mmPb。	X 射线诊断系统机房四侧墙体、天花板、地板的铅当量不小于 2mmpb，防护门铅当量为 2.5mmpb，防护窗铅当量为 3mmpb。	符合
	（1）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；	通过实测，设备在正常使用条件下，机房周围辐射剂量率能满足 GBZ130-2020 标准的要求。	符合
	（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。 （2）机房应设置动力排风装置，保持良好的通风。	设备的有用线束未直接照射门和管线口位置。机房内设置动力排风装置，能保持良好通风。	符合
	（1）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。 （2）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。	（1）机房门外设置电离辐射警告标志和工作指示灯，灯箱上设置如“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。 （2）机房门有闭门装置，且工作状态指示灯和与机房相同的门能有效联动。	符合
其他	配备适量的符合防护要求的各种辅助防护用品，如铅衣、铅手套、铅围裙等。	需按表 10-3 增配相应的防护用品	增加防护用品后符合

由表 11-12 可知，医院 X 射线诊断系统机房按相关标准要求进行了设计施工，加装摄像头、补充防护用品后，辐射防护措施可以满足相关规定要求。

### 三、建设单位从事辐射活动的技术能力评价

通过对医院的现场调查，结合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条使用放射性同位素、射线装置的单位申请领取许可证所要求的申请条件，

医院在各方面的执行情况见表 11-13。

**表 11-13 使用射线装置单位申请领取许可证条件对比表**

标准要求	单位执行情况	符合情况
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。	医院成立了放射安全与防护工作管理领导小组，小组成员由院领导、医务部、放射科、设备科等科室主任和副主任组成。	符合
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。	医院已安排辐射工作人员参加辐射安全和防护培训，并取得合格证。医院要求新增的辐射工作人员取得合格证后方可上岗。	符合
放射性同位素与射线装置使用场所防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	机房门口设置电离辐射警告标志及工作指示灯。	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。	医院现已配置了3件铅防护服、3副铅橡胶手套、3副铅眼镜，需按表10-4增配相应的防护用品，并为每个介入工作人员配备双个人剂量计，控制室工作人员配备1个人剂量计。	落实后符合
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。	医院制定了一系列辐射防护管理制度包括《多功能数字胃肠机机器使用规程》、《钦州市妇幼保健院辐射监测制度》、《介入人员培训计划》、《技师、科主任、副主任医师、主治医师、住院医师）岗位职责》、《钦州市妇幼保健院辐射防护制度》等。	符合
有完善的辐射事故应急措施。	医院制定了辐射事故应急预案。	符合

由表 11-13 可知，医院在贯彻执行《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的过程中做了大量切合实际的工作，医院的辐射防护基本可满足相关要求，辐射管理制度合理可行。

#### 四、产业政策符合性

X 射线诊断系统应用项目属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2019 年修订，国家发展和改革委员会 2019 年第 29 号令）中第十三项“医药”中第 5 款“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等 高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材 制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程

诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

## 五、选址可行性

本项目位于 2 号楼一楼东南角 6 号室，介入室东侧为院内道路，南侧为院内道路、停车场，西侧为控制室和走廊，北侧为钼靶检查室。本项目建设的 DSA 机房设置防护铅门及防护墙体，在门口设置电离辐射警告标志，将机房划分为控制区，无关人员不得进入。设备运行过程中产生的电离辐射，经过屏蔽防护和距离衰减后，对周围工作人员和公众所致的辐射剂量符合剂量约束值的要求。对周围环境影响小，从环境保护角度分析，项目选址可行。

## 六、事故影响分析

本项目使用的射线装置属 II 类射线装置，可能的事故工况主要有以下情况：

1、工作人员在防护门关闭后尚未撤离机房，X 射线诊断系统运行可能产生误照射。

2、X 射线诊断系统发生 X 射线无法停束故障。

3、安全装置发生故障状况下，人员误入正在运行的 X 射线诊断系统机房。

因此，医务人员必须严格按照 X 射线装置操作程序进行诊断，防止事故照射的发生，避免工作人员和公众接受不必要的辐射照射。工作人员每次上班时首先要检查防护门上的灯光警示装置是否正常。如果失灵，应立即修理，恢复正常。在工作过程中应确定没有无关人员后才开机曝光。

## 七、辐射事故处理原则

工作人员平时必须严格执行各项管理制度，严格遵守设备的操作规程，进行辐射工作前检查是否已按要求穿戴好各种辐射防护用品，并定期检查机房的性能，及有关的安全警示标志是否正常工作，避免无关人员误入正在使用的机房内。

一旦发生辐射事故，处理的原则是：

①立即消除事故源，防止事故继续蔓延和扩大，即第一时间断开电源，停止射线的产生。

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。尽可能缩小事故影响，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事故处理后应累计资料，及时总结报告。

医院须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。

发生辐射事故时，事故单位应当立即切断电源、保护现场，并立即启动本单位的辐射事故应急处理预案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填报《辐射事故初始报告表》。对于发生的误照射事故，应首先向当地生态环境部门报告，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。

## 表 12 辐射安全管理

### 辐射安全与环境保护管理机构的设置

#### 1、辐射安全领导小组

按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，医院成立了放射安全与防护工作管理领导小组，并于 2020 年 4 月 14 日调整了放射安全与防护工作管理领导小组，领导小组具体组成见下表：

表 12-1 辐射防护和安全管理领导小组成员一览表

职务		人员
领导小组	组长	黄国盛、范琼瑛
	副组长	姚秋妹、郑候华
	成员	何浏铭、宁儒凤、黄海燕、苏坤俊、翟文庆、陆媛媛、林振宁、张伟业、卓永光、梁品宇、李惠勤

领导小组下设办公室，办公室设在放射科，郑候华同志任办公室主任，为专职放射防护管理人员。

领导小组主要职责包括：制定放射诊疗何放射防护管理制度，并组织落实执行；定期组织对放射诊疗工作场所、设备、人员等进行放射防护检测、监测及检查；每个季度的第一周对本单位的放射诊疗安全与防护管理进行自查并记录；组织本机构放射诊疗工作人员接受专业技术、放射防护知识及有关规定的培训，并组织放射诊疗工作人员进行健康检查；制定放射事件应急预案并组织演练；记录本机构发生的放射事件，及时报告卫生行政主管部门。

医院现有放射安全与防护工作管理领导小组配置的工作人员有一定的管理能力。本项目开展后，目前医院的管理人员也能满足配置要求。

#### 2、辐射工作人员的配置

医院现有 3 名介入放射学的工作人员。现有介入工作人员已全部取得了放射安全与防护培训证书；已按要求进行了职业健康体检，且体检结果均表明可以继续从事原放射工作；均已配备了个人剂量计，并按照 3 个月一次的频次进行了个人剂量检测。

### 辐射安全管理规章制度

为保障 X 射线诊断系正常运行时周围环境的安全，确保公众、操作人员避免遭受意外照射和潜在照射，医院制定了相关的规章制度，具体如下：

(1) 钦州市妇幼保健院放射科辐射事故应急处理预案



(2) 多功能数字胃肠机机器使用规程

(3) 介入人员培训计划

(3) 辐射环境及个人剂量监测方案

(4) (技师、科主任、副主任医师、主治医师、住院医师) 岗位职责

(5) 钦州市妇幼保健院辐射监测制度

(6) 钦州市妇幼保健院辐射防护制度

针对本项目，提出如下要求：

(1) 按照《关于进一步优化辐射安全考核的公告要求》，组织本项目所有辐射工作人员参加生态环境部门的辐射安全和防护知识考核，经考核合格并取得相应资格上岗证后才能上岗，并按每5年一次的要求进行复训，同时为辐射工作人员建立个人剂量档案和职业健康档案。

(2) 环评批复后，需及时向相关部门申领辐射安全许可证。

医院现有的各项规章制度可以满足日常开展核技术利用项目的需要，在核技术实践过程中，应进一步加强管理，严格落实执行相关规章制度，同时根据国家法律法规的相关要求和运营情况，及时修订和完善相关规章制度。

## 辐射监测

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《职业性外照个人监测规范》(GBZ128-2019)等要求，须对个人剂量、诊疗设备、工作场所进行监测。辐射监测内容包括个人剂量与工作场所及周围环境的监测。工作人员配发的个人剂量计，定期进行检测。医院委托有资质单位每年对工作场所辐射环境进行一次监测，对院内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。此外，医院应根据本项目产生的污染因子特点，制定日常防护监测计划，配备X- $\gamma$ 剂量率仪进行自主监测。

### (1) 个人剂量监测

医院需对放射工作人员开展个人剂量监测，个人剂量常规监测周期最长不超过90天，医院需配合委托单位及时收发个人剂量卡。个人剂量监测档案包括放射工作人员姓名、性别、起始工作时间、监测年份、职业类别、年有效剂量、多年累积有效剂量等内容。对放射性工作人员个人剂量档案的保管，要求终生保存，放射性工作人员调动工作单位时，个人剂量档案应随其转给调入单位。

## (2) 工作场所和周围环境辐射监测

根据国家相关要求，使用射线装置的单位，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，可以委托有资质的监测机构进行监测。

表 12-2 监测计划一览表

监测（检查）项目	具体内容	监测频次
辐射工作人员个人剂量	外照射剂量	90 天为一周期，一年监测四次
工作场所周围环境辐射水平	屏蔽体外 30cm 处 辐射剂量率	每年委托监测 1 次， 每个季度自主监测一次

## 放射工作人员管理

医院现有放射工作人员，以及今后可能增加的放射工作人员，均应按照以下要求进行管理：

(1) 放射工作人员上岗前应当进行上岗前的职业健康检查，符合放射工作人员健康标准的，方可参加相应的放射工作；项目运行后医院还应当组织放射工作人员定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不应超过 2 年，必要时可增加临时性检查。放射工作人员脱离放射工作岗位时，医院应当对其进行离岗前的职业健康检查。

(2) 放射工作单位对职业健康检查中发现不宜继续从事放射工作的人员，应当及时调离放射工作岗位，并妥善安置；对需要复查和医学随访观察的放射工作人员，应当及时予以安排。

(3) 对参加应急处理或者受到事故照射的放射工作人员，医院应当及时组织健康检查或者医疗救治，按照国家有关标准进行医学随访观察。

(4) 放射工作人员上岗前应当接受放射防护和有关法律知识培训，考核合格方可参加相应的工作。医院应当定期组织本单位的放射工作人员接受放射防护和有关法律知识培训。医院应当建立并按照规定期限妥善保存培训档案。培训档案应当包括每次培训的课程名称、培训时间、考试或考核成绩等资料。

(5) 放射工作人员进入放射工作场所，应正确佩戴个人剂量计。

(6) 医院不得安排怀孕的妇女参与应急处理和有可能造成职业性内照射的工作。哺乳期妇女在其哺乳期间应避免接受职业性内照射。

(7) 加强对放射性工作人员个人剂量档案、个人健康档案的保管，要求终身保

存，放射性工作人员调动工作单位时，个人剂量、个人健康档案应随其转给调入单位。医院还应关注工作人员每一次的累积剂量监测结果，对监测结果超过剂量管理限值的原因进行调查和分析，优化实践行为，同时应建立并终生保存个人剂量监测档案，以备放射工作人员查看和管理部门检查。放射工作人员有权查阅、复印本人的职业健康监护档案。放射工作单位应当如实、无偿提供。

### 辐射事故应急

为建立健全辐射事故应急机制，及时处置突发辐射事故，提高应急处置能力，最大程度地减少辐射事故及其可能造成的人员伤害和财产损失，医院已制定了《放射科辐射事故应急处理预案》：

(1) 医院根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《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》等法规的有关规定，开展辐射事故预防与应急处置。

(2) 医院对其辐射活动中辐射事故的应急准备与响应负首要责任，必须遵照国家和地方政府有关规定，依据所操作的射线装置以及潜在事故的特性和可能后果，考虑制定辐射事故应急计划或应急程序，并按规定报当地政府有关部门审查批准或备案。

(3) 发生辐射事故时，医院将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》，向当地生态环境部门和公安部门报告，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。

(4) 医院将切实执行并落实辐射安全管理规章制度，加强实体保卫，切实有效地防止辐射事故（件）的发生。主要履行以下职责：

- ① 全面负责本单位辐射环境和人员安全的管理；
- ② 负责编制和修订本单位辐射突发环境事件应急预案；
- ③ 加强辐射应急队伍建设，购置必要的辐射应急装备器材；
- ④ 负责本单位辐射工作场所和环境的应急监测；
- ⑤ 负责本单位辐射突发环境事件的紧急处置和信息报告；
- ⑥ 对可能造成超剂量照射的人员送到指定医院进行救治；
- ⑦ 负责本单位辐射突发环境事件恢复重建工作，并承担相应的处置经费；

⑧ 积极配合行政主管部门的调查处理和定性定级工作；

⑨ 负责组织本单位辐射突发环境事件相关应急知识和应急预案的培训，在环境保护行政主管部门的指导下或自行组织演练。

#### (5) 报告程序

一般报告程序为：发现者报告给医院辐射事故应急工作小组成员，由其向市公安局、市生态环境局，并同时向省生态环境厅报告，设备被损应同时向公安机关报告，造成人员受到超剂量照射应同时向卫生部门报告。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条之规定，结合本项目实际应用情况，医院应进一步完善现有的辐射事故应急处理预案，需明确应急处理的组织机构、职责、应急原则、应急人员的组织、培训、事故报告、应急处置程序等。

医院本项目运行后，还应做好以下工作：

- (1) 医院每年应组织人员进行应急演练，并记录；
- (2) 医院应定期修改完善应急预案等相关规章制度。

#### (3) 竣工环保验收

医院此次项目内容取得环评批复并竣工后，根据国务院第 682 号（国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定）中的第十一条：“编制环境影响报告书、环境影响报告表的建设项目竣工后，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告”，医院应组织相关人员进行竣工环保验收并编制验收报告，项目竣工环境保护验收清单见表 12-3。

表 12-3 环境保护竣工验收一览表

序号	验收项目	验收要求	依据
1	环保文件	项目建设的环境影响评价文件、环评批复、有资质单位出具验收监测报告	《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》
2	环境管理制度、应急措施	设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，制定相应的规章制度和事故应急预案，有相应的设备操作规程，落实各项制度，有关制度上墙。	《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》

3	放射工作人员管理	①本项目放射工作人员应具备相应的岗位技能；②医院应每季度对工作人员进行个人剂量监测，每2年进行放射人员健康体检，并将资料存档管理；③放射工作人员参加辐射安全知识培训并通过考核，5年进行一次复训。	《放射工作人员职业健康管理 办法》
4	防护用品	防护监测设备和防护用品按报告中(表 10-3)要求落实	GBZ130-2020 GB18871-2002
5	辐射屏蔽设计及安全防护措施	①X 射线诊断系统机房屏蔽防护按环评报告表的要求落实到位；②X 射线诊断系统机房内不得堆放无关杂物，保持良好的通风；③X 射线诊断系统机房防护门上方设置工作状态指示灯，并且指示灯工作正常，射线装置机房门灯有效关联。防护门上均贴辐射警示标识及中文说明。	GBZ130-2020 GB18871-2002
6	辐射监测	①每年委托有资质的单位对工作场所周围环境进行常规监测，并出具监测报告；②配备相应的自检设备(辐射剂量率检测仪)，防护用品及人员，定时自检。	《放射性同位素与射线装置安 全许可管理办法》
7	剂量限值	①辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv； ②公众成员年有效剂量约束值不超过 0.1mSv。	GB18871-2002 及环评批复
	墙体外剂量率控制	距离机房屏蔽体外 30cm 处的周围剂量当量率不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。	GBZ130-2020
8	室内	X 射线诊断系统机房设置动力排风装置，保持机房内通风良好。	GBZ130-2020

**表 13 结论与要求**

一、结论

1、项目概况

钦州市妇幼保健院 2 号楼一楼东南角 6 号室安装一台具有外周血管介入手术功能的 X 射线诊断系统，该射线装置属于 II 类射线装置。X 射线诊断系统最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA。在广西壮族自治区生态环境厅监督检查前医院按 III 类射线装置使用，在监督检查后，设备停止该设备外周血管介入手术的功能。

2、实践正当性

本项目的建设对保障健康、拯救生命起着十分重要的作用。项目营运以后提高了医院急诊科救治病人的效率，医院在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。因此，本项目的实施对受照个人和社会所带来的利益远大于其引起的辐射危害，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“实践的正当性”的原则与要求。

3、产业政策符合性

本项目使用的 X 射线诊断系统等属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中第十三项“医药”中第 5 款“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

4、选址可行性

本项目位于 2 号楼一楼东南角 6 号室，介入室东侧为院内道路，南侧为院内道路、停车场，西侧为控制室和走廊，北侧为钼靶检查室。本项目建设的 DSA 机房设置防护铅门及防护墙体，在门口设置电离辐射警告标志，将机房划分为控制区，无关人员不得进入。设备运行过程中产生的电离辐射，经过屏蔽防护和距离衰减后，对周围工作人员和公众所致的辐射剂量符合剂量约束值的要求。对周围环境影响小，从环境保护角度分析，项目选址可行。

5、辐射现状

通过对项目周围环境的调查结果表明，本项目所在地辐射环境质量状况未见异常。

6、环境影响分析结论

(1) 本项目机房墙壁、地板、天花板、防护门、观察窗均采取了相应的辐射屏蔽措施，能满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)标准要求。

(2) 通过理论计算，介入医生及机房外技师的年有效剂量低于剂量约束值。

(3) 医院需配备相应的个人防护用品，按环评报告表要求配备后能满足医院放射性工作的开展。

(4) 医院成立了放射安全与防护工作管理领导小组，制定了相关的射线装置管理制度及辐射事故应急预案。

(5) 医院组织放射工作人员进行了个人剂量监测、职业健康监护检查，并建立了相应的档案，新增放射工作人员按规定进行相应的检查与培训。

综上所述，钦州市妇幼保健院新增 X 射线诊断系统项目实施符合相关法律法规和标准要求，医院认真贯彻落实本报告表中提到的环保措施后，从环境保护和辐射防护角度考虑，该项目的开展是可行的。

## 二、建议和承诺

1、医院按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的要求，做好自主管理，制定工作场所和周围环境监测、防护性能监测等相关监测计划以及职业健康体检工作计划，并配备相应的辐射检测设备进行自检，确保周围环境的辐射安全和职工健康。

2、医院应配备相应的防护用品，以满足现有放射工作要求，此外，医院应加强管理，确保各防护用品能正常使用，并要求进入机房的介入手术医生和护士正确佩戴两个剂量计，1 个佩戴在铅衣（铅围裙）里面，另外 1 个佩戴在铅衣（铅围裙）外面，以估算铅防护用品的防护效果以及工作人员的受照剂量。

3、医院应加强内部管理，明确管理职责，杜绝各类辐射事故的发生。根据实际情况修改完善各项制度，及时修订应急预案，严格按照各项规章制度、操作规程执行。

4、负责介入手术的所有医生、护士均应按放射工作人员进行管理，按时开展辐射防护知识培训、个人剂量监测和职业健康体检。

5、医院要加强设备档案管理，制定相应的设备台账管理制度。

6、在取得本次环评报告批复文件后，医院应当重新申请领取《辐射安全许可证》。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

经办人：

公章：

年 月 日

审批意见：

经办人：

公章：

年 月 日