

核技术利用建设项目

溧平县中医院  
医用血管造影X射线机应用项目  
环境影响报告表

溧平县中医院

二〇二五年三月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

溧平县中医院  
医用血管造影X射线机应用项目  
环境影响报告表

建设单位名称：溧平县中医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：溧平县溧平镇新建路保健道57号

邮政编码：068250

联系人：王振杰

电子邮箱：

联系电话：

# 建设项目环境影响报告书（表） 编制情况承诺书

本单位河北海宝卫生检测服务有限公司（统一社会信用代码9113010556736258XP）郑重承诺：本单位符合《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条第一款规定，无该条第三款所列情形，不属于（属于/不属于）该条第二款所列单位；本次在环境影响评价信用平台提交的由本单位主持编制的滦平县中医院医用血管造影X射线机应用项目环境影响报告书（表）基本情况信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密；该项目环境影响报告书（表）的编制主持人为马维汉（环境影响评价工程师职业资格证书管理号03520240513000000047，信用编号BH073609），主要编制人员包括马维汉（信用编号BH073609）（依次全部列出）等1人，上述人员均为本单位全职人员；本单位和上述编制人员未被列入《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》规定的限期整改名单、环境影响评价失信“黑名单”。

承诺单位(公章):

2025年3月26日

## 责任声明

我单位自愿委托河北海宝卫生检测服务有限公司编制滦平县中医院医用血管造影X射线机应用项目报告表，并已核实了该环评编制单位及编制人员在全国环境影响评价信用平台备案的情况。我单位已认真审查了本报告表，承诺本报告表中内容、公众参与情况、附图附件均真实、可靠、有效，复印件与原件内容一致，依法对本报告表的内容和结论负责。

滦平县中医院  
2025年3月26日

## 委 托 书

河北海宝卫生检测服务有限公司：

兹委托贵公司对我单位的滦平县中医院医用血管造影X射线机应用项目进行环境影响评价技术服务工作。请接受委托后按有关规定及时开展工作，保证报告质量符合相关技术审查要求。

特此委托！

滦平县中医院  
2025年3月26日

## 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	13
表8	环境质量和辐射现状	19
表9	项目工程分析和源项	24
表10	辐射安全与防护	31
表11	环境影响分析	40
表12	辐射安全管理	51
表13	结论和建议	55
表14	审批	59

**表1 项目基本情况**

建设项目名称		滦平县中医院医用血管造影X射线机应用项目			
建设单位		滦平县中医院			
法人代表	李志强	联系人	王振杰	联系电话	██████████
注册地址		滦平县滦平镇新建路保健道57号			
项目建设地点		滦平县中医院综合住院楼一层介入导管室一、介入导管室二			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资(万元)		1160	项目环保投资(万元)	80	投资比例(环保投资/总投资) 6.9%
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	/				

**项目概述**

**1.1 医院概况**

滦平县中医院成立于1983年，是一所以中医为主、中西医结合的现代化二级甲等中医院，2019年1月经河北省中医药管理局批准纳入三级中医医院管理，为河北省首批、承德市唯一一家纳入三级中医医院管理县级中医院。医院占地面积22亩，建筑面积4.5万平方米，在职人员498人，其中省级名医一人，市级名医三人，硕士研究生学历17人，正高20人副高69人，现有医疗设备包括医用电子直线加速器、GE-

DSA血管造影机（大C）、GE-16排螺旋CT、GE-DR X光机、GE-1.5T超导核磁等大型设备。

## 1.2 目的和任务由来

为提升介入诊疗水平，给患者提供更加智能化、人性化的就医环境，医院计划将综合住院楼一层南部位置的一间DR室改建为介入导管室一，将一层的登记值班室改建为介入导管室二，并从综合楼五楼DSA手术室移机1台Optima CL323i型医用血管造影系统（以下简称DSA1）安装在介入导管室一；新增1台Optima IGS Venus型医用血管造影X射线机（以下简称DSA2）安装在介入导管室二。2台DSA均属于II类射线装置。

根据《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（原环境保护部 国家卫生计生委公告2017年第66号），血管造影用X射线装置属于II类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年1月4日修正）及《建设项目环境影响评价分类管理名录2021年版》，该项目属于“五十五、核与辐射，172核技术利用建设项目-生产、使用II类射线装置的”，应当组织编制环境影响报告表，科学、客观地评价该医疗设备辐射工作场所核技术应用后对周围环境及人员（医务人员和公众）的辐射污染，从辐射安全角度论证该项目的可行性。

为了科学、客观地评价该项目辐射工作场所核技术应用后对周围环境及人员（医务人员和公众）的辐射污染，按照建设项目管理程序的规定，必须进行环境影响评价，从环境保护和辐射安全角度论证该项目的可行性。为此，滦平县中医院委托河北海宝卫生检测服务有限公司对该项目进行环境影响评价工作。接受委托后，河北海宝卫生检测服务有限公司组织相关技术人员，对该项目DSA的工作场所进行了实地勘查和资料收集，对项目的性质和基础资料进行分析，按照《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016），编制本环境影响报告表。

## 1.3 主体项目概况

该项目介入导管室一和介入导管室二所在综合住院楼环评文件《滦平县中医院扩建病房楼项目环境影响报告书》已于2013年8月23日由滦平县环境保护局进行了审

批，审批文号滦环评[2013]315号。项目审批文附后（附件1）。该主体项目在2016年12月，由滦平县环境保护局组织进行了环境保护竣工验收，验收意见文号：滦环验[2016]42号。

#### 1.4 辐射项目概况

该项目移机1台DSA固定安装在医院综合住院楼一层介入导管室一内，新增1台DSA固定安装在医院综合住院楼一层介入导管室二内，2台DSA均属于II类射线装置，主要用于介入治疗。射线装置参数详见表1-1。

表 1-1 本次评价射线装置参数一览表

装置名称	型号	生产厂家	数量 (台)	危害因素	主要技术参数	所在场所
数字血管造影系统	Optima CL323i	GE	1	X射线	125kV、 1000mA	综合住院楼一层 介入导管室一
医用血管造影X射线机	Optima IGS Venus	GE	1	X射线	125kV、 1000mA	综合住院楼一层 介入导管室二

#### 1.5 实践正当性分析

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定：对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。

该项目医用血管造影X射线机主要用于介入治疗，医院在采取了相应的防护措施后，对周围环境的影响符合国家标准要求。项目的开展有助于提高医院的服务水平，满足患者的就医需求，具有明显的社会效益，符合“实践的正当性”原则。

#### 1.6 项目选址及周边保护目标情况

医院位于滦平县滦平镇新建路保健道57号，中心地理坐标为：东经117° 19' 26.80"，北纬40° 55' 39.12"，医院东临华兴路，南临滦平县第一小学，西临宜兴路，北临滦平县妇幼保健院。医院地理位置示意图见附图1，周边关系示意图见附图2。

该项目2台DSA均位于综合住院楼一层南部中间位置，综合住院楼东侧为医院内部道路、停车场以及急诊楼，南侧为滦平县第一小学，西侧为院内道路、1号病房楼，北侧为滦平县妇幼保健院和老干部活动中心。两间机房东西布置，中间隔有操作室和缓冲间。综合住院楼一层整体平面布局图见附图3，各机房周边情况具体见表

1-2。

表 1-2 本次评价机房周边情况一览表

场所名称	东侧	南侧	西侧	北侧	上方	下方
介入导管室一	操作室、缓冲间	设备间、污物间	走廊	DR室	心脑科门诊室	地下室
介入导管室二	设备间、置物间、污物间	候诊大厅	操作室、缓冲间	医护走廊	B超室	地下室

### 1.7 原有核技术利用项目许可情况

#### (1) 原有核技术利用现状

滦平县中医院持有辐射安全许可证（冀环辐证 [H0086]），有效期至 2028 年 02 月 21 日，辐射安全许可证见附件 2，许可种类和范围为：使用 II 类、III 类射线装置。

该医院在用 II 类射线装置 2 台、III 类射线装置 14 台，总计 16 台，见表 1-3。

表 1-3 射线装置一览表

序号	装置名称	型号	场所名称	数量/台	类别	环评情况	验收情况
1	移动式摄影 X 射线机	MobileDiagnost wDR 型	综合楼五楼 ICU	1	III 类	备案号 :20201308240000471	/
2	移动式 C 形臂 X 射线机	BrivoOEC785 型	综合楼五楼 2 号手术室	1	III 类	备案号 :20201308240000342	/
3	移动式 C 形臂 X 射线机	Cios Select Diamond 型	综合楼五楼 1 号手术室	1	III 类	备案号 :20231308240000002	/
4	医用诊断 X 射线机（胃肠机）	DRF-1B 型	综合楼一楼胃肠造影室	1	III 类	备案号 :20201308240000342	/
5	医用电子直线加速器	XHA600E 型	电子直线加速器治疗室	1	II 类	承审批字 [2018]220 号	2023 年 7 月 1 日通过竣工环境保护验收
6	牙科 X 射线机	RAY68 (M) 型	门诊楼三楼口腔科拍片室	1	III 类	备案号 :20201308240000342	/
7	双能 X 射线骨密度仪	Horizon-Wi 型	综合楼一楼骨密度室	1	III 类	备案号 :20211308240000118	/
8	数字乳腺 X 射线系统	SN-DR3 型	综合楼一楼乳腺摄影室	1	III 类	备案号 :20201308240000342	/

9	数字化医用X射线摄影系统	Definium 6000	照相一室	1	III类	备案号:20221308240000102	/
10	口腔X射线数字化体层摄影设备	SS-X9010DPro-3DE型	门诊楼三楼曲面CT室	1	III类	备案号:20201308240000342	/
11	放射治疗模拟机	SL-ID型	一号住院楼一层模拟机房	1	III类	备案号:20201308240000471	/
12	X射线计算机体层摄影设备	Incisive CT	综合楼一层医学影像中心CT一室	1	III类	备案号:20211308240000161	/
13	X射线计算机体层摄影设备	Revolution CT ES型	综合楼医学影像中心CT检查二室	1	III类	备案号:20201308240000311	/
14	DSA	Optima CL323i型	综合楼五楼DSA手术室	1	II类	承环辐审[2016]25号	2017年11月12日通过竣工环境保护验收
15	DR	DRX Innovation-擎天型	综合楼医学影像中心照相二室	1	III类	备案号:20201308240000311	/
16	CT机	BrightSpeed	64排CT方舱	1	III类	备案号:20211308240000162	/

医院现有射线装置均已取得辐射安全许可证，各射线装置运行情况良好，运行至今无辐射安全事故发生。

## (2) 辐射安全管理情况

### 1) 辐射防护管理机构

为了加强辐射安全与环境保护管理工作，保障职工健康和安安全，确保射线装置正常使用，避免发生辐射事故，医院成立了辐射安全与环境保护管理领导小组，负责辐射安全管理，制定防护管理工作计划、规章制度，组织实施射线装置的定期监测和辐射工作人员的健康管理，并进行督促检查及考核总结。

### 2) 辐射安全管理制度

医院制定了《辐射安全与环境保护管理机构组成及职责》《质量保证大纲及质量控制检测计划》《辐射防护监测方案》《监测仪器的使用与校验管理制度》《辐射工作人员培训制度》《辐射监测及个人剂量管理制度》《辐射事故应急预案》《辐射防护与安全保卫制度》《放射设备的操作规程》《辐射工作人员岗位职责》

《辐射工作场所辐射安全管理制度》《辐射安全与防护设施维护维修制度》《射线装置使用登记制度》等规章制度（详见附件3）。经调查，滦平县中医院各辐射安全管理制度均得到有效落实，截止目前医院未发生辐射安全事故。

### 3) 工作人员培训情况

医院严格落实生态环境部辐射安全考核制度，定期对职业人员进行辐射安全培训，医院现有辐射工作人员均持有辐射安全与防护培训合格证书。另外，根据生态环境部 2021 年第 9 号文《关于进一步优化辐射安全考核的公告》的要求，医院对从事 II 类射线装置操作的工作人员实行集中考核，对医院从事 III 类射线装置的工作人员进行自主培训及考核，妥善留存辐射工作人员的自行考核记录。

该项目拟安排 4 名原 DSA 手术室工作人员从事介入治疗工作，并计划新增 4 名职业人员，医院计划安排该项目相关职业人员进行集中培训，培训合格后再安排其从事相关工作。

### 4) 个人剂量监测情况

医院所有辐射工作人员均已佩戴个人剂量计，每季度进行个人剂量监测，并建立个人剂量监测档案，终生保存。该项目拟安排的 4 名职业人员为原综合楼五楼 DSA 手术室工作人员，根据河北君圣检测检验技术有限公司出具的 2024 年第一季度~2024 年第四季度的个人剂量监测数据统计结果（详见附件 4），辐射工作人员所受年有效剂量均小于 5 mSv/a 的个人剂量约束值。新增 4 名职业人员按照要求进行每季度进行个人剂量监测，并建立个人剂量监测档案，终生保存。

### 5) 工作场所及辐射环境监测情况

根据医院提供资料，医院各辐射工作场所日常监测由有资质的监测单位承担，现有辐射工作场所的监测结果表明，周边的辐射水平符合相关防护要求，（详见附件 5）。

## 1.8 产业政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录(2024年本)》(国家发改委令2023年第7号)，该项目属于鼓励类项目“十三、医药4. 高端医疗器械创新发展：高性能医学影像设备”。

该项目不属于《市场准入负面清单(2022年版)》中的禁止准入类项目。因此，该项目符合相关国家及地方产业政策的要求。

**表2 放射源**

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

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

**表3 非密封放射性物质**

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作 量 (Bq)	日等效最大操 作量 (Bq)	年最大用 量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

## 表4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	X射线最大能量 (MV)	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	数字血管造影系统	II类	1台	Optima CL323i	125	1000	介入诊疗	综合住院楼一层介入导管室一	移机
2	医用血管造影X射线机	II类	1台	Optima IGS Venus	125	1000	介入诊疗	综合住院楼一层介入导管室二	新增

(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 ( $\mu\text{A}$ )	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	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧	气态	/	/	少量	少量	/	/	排入大气，臭氧约 50 分钟后自动分解为氧气
氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	/	排入大气
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

法 规 文 件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，主席令第九号，2015年1月1日起施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，主席令第六号，2003年10月1日起施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国环境影响评价法》，主席令第四十八号，2018年12月29日修改；</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709号，2019年3月2日（修订）；</p> <p>(5) 《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（修正）；</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18号令，2011年5月1日起施行；</p> <p>(7) 《关于发布&lt;射线装置分类&gt;的公告》（原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会第66号，2017年12月5日公布并实施）；</p> <p>(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录2021年版》；</p> <p>(9) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令682号，2017年10月1日）；</p> <p>(10) 《突发环境事件信息报告办法》，环境保护部令17号，2011年4月18日起施行；</p> <p>(11) 《产业结构调整指导目录(2024年本)》（国家发改委令 2023 年第 7 号）；</p> <p>(12) 《生态环境部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；</p> <p>(13) 《建设项目环境保护管理若干问题的暂行规定》，冀环办发[2007]65号，2008年4月8日施行；</p> <p>(14) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（生态环境部令 第 9 号，2019 年 11 月 1 日）</p>
------------------	--

法 规 文 件	<p>(15) 《河北省生态环境保护条例》，河北省十三届人大常委会第十六次会议，2020年7月1日起施行；</p> <p>(16) 《河北省辐射污染防治条例》，河北省第十三届人民代表大会常务委员会第十八次会议，2020年7月30日（修订）；</p>
技 术 标 准	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>(2) 《建设项目环境影响评价技术导则总纲》（HJ 2.1-2016）（2017年1月1日施行）；</p> <p>(3) 《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），2016年4月1日起施行；</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>(5) 《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>(5) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）；</p> <p>(6) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</p> <p>(7) 《医疗照射放射防护基本要求》（GBZ 179-2006）；</p> <p>(8) 《医学放射工作人员放射防护培训规范》（GBZ/T 149-2015）；</p> <p>(9) 《2015年河北省环境质量公报》。</p>
其 他	<p>(1) 滦平县中医院委托开展辐射环境影响评价委托书；</p> <p>(2) 滦平县中医院提供的其它相关资料；</p> <p>(3) 《中国环境天然放射性水平》。</p>

## 表7 保护目标与评价标准

### 7.1 评价范围

按照《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)要求,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50 m的范围。

该项目介入导管室一、介入导管室二均位于滦平县中医院综合住院楼一层南部中间位置。该项目选取介入机房屏蔽墙外50 m作为评价范围。主要包括综合住院楼、1号病房楼、门诊楼、停车场、道路、学校操场等,见图7-1及附图。



图7-1 该项目评价范围

## 7.2 保护目标

(1) 辐射工作职业人员即在介入导管室一、介入导管室二内从事放射诊断和治疗的医护人员；

(2) 机房50 m范围内可能受影响的公众成员。

表7-1 周围保护目标一览表

	机房	与屏蔽体距离 (m)	环境描述	保护目标	受影响人数	照射类型	
介入导管室一	东侧	0-4	操作室	介入工作人员	4	职业照射	
		0-4	缓冲间 (家属谈话间)	患者、家属	2	公众照射	
		5-10	介入导管室二	医生、护士、患者	10	公众照射	
		20-50	院内道路、停车场、急诊楼西部	医生、护士、患者、医院工作人员	50	公众照射	
	南侧	0-2	设备间、污物暂存间	医院工作人员	4	公众照射	
		3-10	家属等候区	公众	20	公众照射	
		10-20	院内道路	公众	50	公众照射	
		20-50	滦平县第一小学操场	公众	20	公众照射	
	西侧	0-15	走廊、空调机房、钼靶室	医生、护士、患者、医院工作人员	20	公众照射	
		25-50	1号病房楼南部	医生、护士、患者、医院工作人员	50	公众照射	
	北侧	0-50	DR室、胃肠室、大厅、CT室、核磁室	放射科工作人员、患者	50	公众照射	
	楼上	紧邻	心脑科门诊室	医生、护士、患者	50	公众照射	
	楼下	紧邻	地下车库	公众	50	公众照射	
	介入导管室二	东侧	0-2	设备间、污物暂存间	医院工作人员	4	公众照射
			2-7	物品制备间	医院工作人员	2	公众照射
7-50			院内道路、停车场、急诊楼西部	医生、护士、患者、医院工作人员	50	公众照射	

南侧	3-10	家属等候区	公众	20	公众照射
	10-20	院内道路	公众	50	公众照射
	20-50	滦平县第一小学操场	公众	20	公众照射
西侧	0-4	操作室	介入工作人员	4	职业照射
	0-4	缓冲间（家属谈话间）	患者家属	2	公众照射
	5-10	介入导管室一	医生、护士、患者	10	公众照射
	15-25	走廊、空调机房、钨靶室	医生、护士、患者、医院工作人员	20	公众照射
	30-50	1号病房楼南部	医生、护士、患者、医院工作人员	50	公众照射
北侧	0-50	DR室、胃肠室、大厅、CT室、核磁室	放射科工作人员、患者	50	公众照射
楼上	0-5	B超室	医生、护士、患者	50	公众照射
	5-50	门诊综合楼	门诊综合楼内的公众	200	公众照射
楼下	0-5	消防水池	维修人员	5	公众照射

### 7.3 评价标准

#### 7.3.1 职业照射和公众照射的年剂量限值

##### (1) 剂量限值

执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)的相关规定，工作人员的\*\*职业照射和公众照射的剂量限值如下：

##### ① 职业照射

应对任何工作人员职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

由审管部门决定连续5年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均)，20 mSv；任何一年的有效剂量，50 mSv。

##### ② 公众照射

实践使公众中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，1 mSv。

## (2) 剂量约束值

本项目运行后，工作人员职业照射的剂量约束值不超过5 mSv/a。

### 7.3.2 DSA装置机房屏蔽剂量率目标控制值

《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中规定“具有透视功能的X射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于2.5  $\mu$ Sv/h。”

因此，该项目采用2.5  $\mu$ Sv/h作为DSA装置机房墙体、观察窗、防护门、楼上及楼下屏蔽体外30 cm的剂量率评价目标控制值。

### 7.3.3 X射线设备机房使用面积及单边长度要求

满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中“6 X射线设备机房防护设施的技术要求”条款对机房防护要求：

#### (1) X射线设备机房布局

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。

②X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。

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。

④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、单边长度要求

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>a</sup>	20	3.5

注：<sup>a</sup>单管头X射线设备的管球安装在1个房间内。

### 7.3.4 X射线设备机房放射防护屏蔽设计要求

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020），不同类型X射线设备机房的屏蔽防护应不小于表7-3要求。

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

### 7.3.5 X射线设备工作场所防护

《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 6.4中规定：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关闭情况；②机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物；③机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风；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；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候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电动推拉门宜设置防夹装置；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。

### 7.3.6 X射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)的规定：

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、患者和受检者防护用品和辅助防护设施，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；

②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；

③应为儿童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；

④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

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	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏	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	选配：移动铅防护 屏风	选配：铅橡胶帽子	
注：“-”表示不作要求。				
<p>7.3.7 辐射工作人员个人剂量计佩戴</p> <p>辐射工作人员个人剂量计佩戴应满足 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)中相关要求：</p> <p>对于如介入放射学等全身受照不均匀的工作情况，应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计，并建议采用双剂量计监测方法（在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计），且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计(如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计等)。</p>				

## 表8 环境质量和辐射现状

### 8.1 地理位置

#### 8.1.1 项目地理位置

医院位于滦平县滦平镇新建路保健道 57 号，中心地理坐标为：东经 117° 19′ 26.80″，北纬 40° 55′ 39.12″，医院东临华兴路，南临滦平县第一小学，西临宜兴路，北临滦平县妇幼保健院。

#### 8.1.2 辐射活动场所位置

该项目 2 台 DSA 均位于综合住院楼一层南部中间位置，介入导管室一、介入导管室二自西向东布置，中间隔有操作室和缓冲间。

### 8.2 环境质量现状评价

#### 8.2.1 监测时间、评价对象

河北海宝卫生检测服务有限公司根据监测方案及布点要求，于 2024 年 10 月 29 日，对该项目辐射工作场所及周边辐射环境现状进行了监测，并出具了监测报告（报告编号：HBJC/HJFJ-2024-10-01601），见附件 6。

#### 8.2.2 监测因子和监测点位

监测因子：X- $\gamma$  辐射空气吸收剂量率；

监测点位：本次监测点位布设在介入导管室一、介入导管室二周围屏蔽墙体外、门外及周围保护目标处。

#### 8.2.3 监测仪器

多功能射线检测仪，仪器型号/规格：BG9512 型，仪器检定有效期至：2024 年 11 月 15 日。

#### 8.2.4 检测技术规范

《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》HJ1157-2021。

#### 8.2.5 质量保证体系

(1) 该项目监测单位为河北海宝卫生检测服务有限公司，该公司取得了河北省市场监督管理局颁发的资质认定证书(CMA认证)，证书编号:210303340149，有效期至 2027 年 10 月 12 日，公司具备完整、有效的质量控制体系；

(2) 根据《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)制定监测方案及

实施细则；

(3) 严格按照监测单位《质量手册》《程序文件》《作业指导书》开展现场工作；

(4) 监测仪器经计量部门检定后使用，且在有效期内；每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；

(5) 监测人员经考核并持有合格证书上岗；

(6) 合理布设监测点位置，兼顾监测技术规范和实际情况，监测结果具有代表性和针对性；

(7) 监测时获取足够的的数据量，以保证监测结果的统计学精度。监测中异常数据以及监测结果的数据处理按照统计学原则处理；

(8) 建立完整的文件资料。仪器检定、校准证书、监测方案、监测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留，以备复查；

(9) 监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由授权签字人审定。

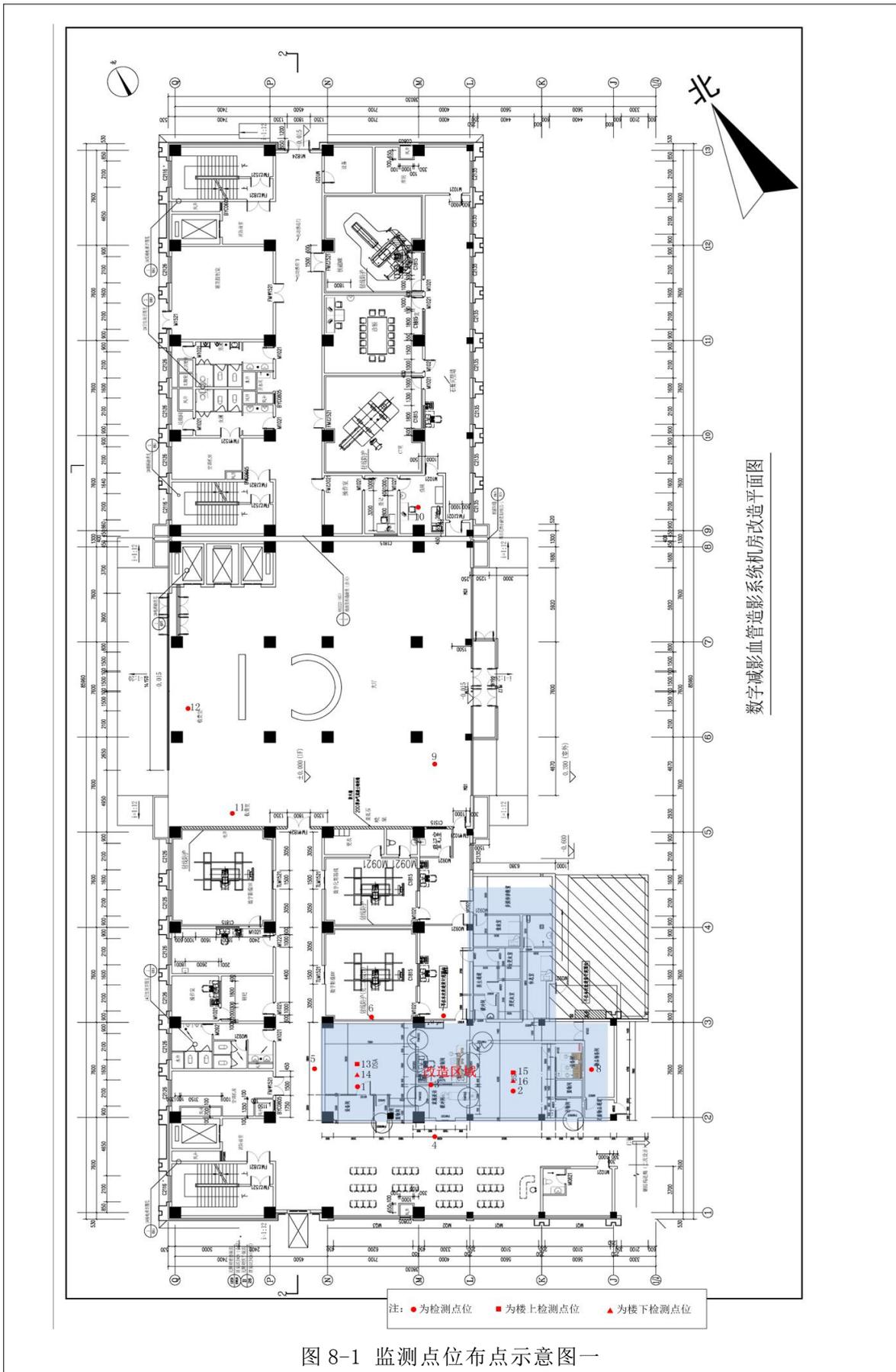
#### 8.2.6 监测方案

监测点位见本报告 8.2.2。

检测频率为每个监测点位各检测一次。

#### 8.2.7 监测布点图

监测布点示意图见图 8-1。



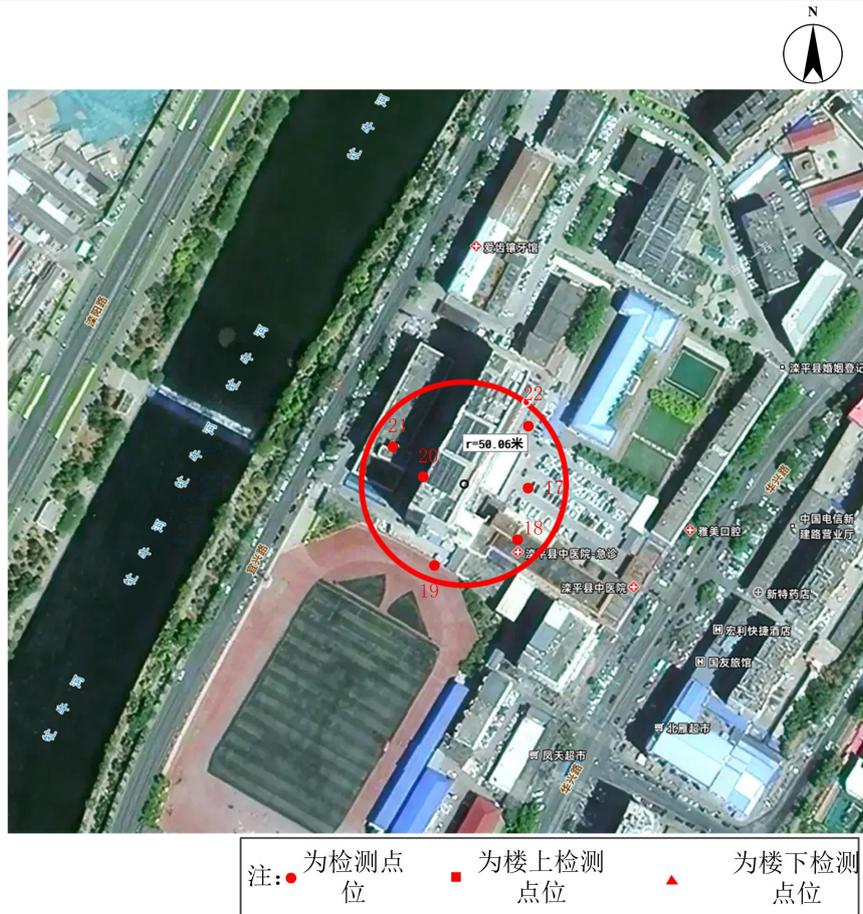


图8-2 监测点位布点示意图二

### 8.2.8 监测结果及统计分析

该项目辐射工作场所及周边环境空气吸收剂量率监测结果见表 8-1，监测布点示意图见图 8-1。

表 8-1 DSA工作场所周围辐射环境现状监测结果一览表

编号	点位名称	空气吸收剂量率 (nGy/h)	
		测量值	标准差
1	拟建介入导管室一	86	±5.9
2	拟建介入导管室二	91	±5.6
3	控制室	85	±5.6
4	家属等候区	84	±6.6
5	机房西侧走廊	85	±6
6	DR机房	85	±4.9
7	DR控制室	86	±7.9
8	物品制备间	82	±4.5

表 8-1 (续)

编号	点位名称	空气吸收剂量率 (nGy/h)	
		测量值	标准差
9	大厅	84	±6.6
10	值班室	86	±5.9
11	医保办	88	±4.8
12	收费室	83	±7.1
13	介入导管室一顶棚上	84	±5.2
14	介入导管室一地板下	87	±7.4
15	介入导管室二顶棚上	88	±5.4
16	介入导管室二地板下	92	±6.7
17	医院停车场	95	±4.3
18	急诊楼	89	±6.5
19	滦平小学操场	87	±5.7
20	综合住院楼西侧道路	92	±5.5
21	1号住院楼	94	±4.8
22	综合住院楼东北侧道路	93	±4.9

### 8.2.9 环境现状调查结果的评价

根据《中国环境天然放射性水平》中的调查数据，承德地区室内天然 $\gamma$ 辐射剂量率在66.4 nGy/h~148.9 nGy/h，承德地区道路天然 $\gamma$ 辐射剂量率在36.8 nGy/h~108.4nGy/h。

由表8-1的监测结果可知，该项目拟建介入导管室一、介入导管室二周围及主要保护目标处环境 X- $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率在82 nGy/h~95 nGy/h之间，处于承德地区天然辐射剂量率本底水平。

## 表9 项目工程分析和源项

### 9.1项目工程分析

#### 9.1.1 技术参数

因放射诊疗需要，医院拟移机1台DSA固定安装在医院综合住院楼一层介入导管室一内，拟新增1台DSA固定安装在医院综合住院楼一层介入导管室二内，2台DSA均属于II类射线装置，主要用于介入治疗。射线装置参数详见表1-1。

表 1-1 本次评价射线装置参数一览表

装置名称	型号	生产厂家	数量(台)	危害因素	主要技术参数	所在场所
数字血管造影系统	Optima CL323i	GE	1	X射线	125kV、1000mA	综合住院楼一层介入导管室一
医用血管造影X射线机	Optima IGS Venus	GE	1	X射线	125kV、1000mA	综合住院楼一层介入导管室二

#### 9.1.2 工程概况

滦平县中医院拟新购1台DSA、移机1台DSA，均属II类射线装置，位于综合住院楼一层南部中间位置的介入导管室一、二。介入导管室一所在区域原为DR室，本次改建医院计划将原DR室改建为介入导管室一、设备间和污物间，介入导管室一南墙为本次新增墙体；介入导管室二为登记值班室改建而成，本次改建医院计划将原登记值班室东墙和西墙北部墙体拆除，并新建北墙、东墙，将南墙的门窗进行封堵。该项目施工期短，施工范围小，通过对施工时间段的控制以及施工现场管理等手段，施工期对环境产生的影响较小，并且该影响随着施工期的结束而消除。

#### 9.1.3 工作原理

DSA是计算机与常规血管造影相结合的一种检查方法，是集电视技术、影像增强、数字电子学、计算机技术、图像处理技术多种科技手段于一体的系统。DSA的基本原理是把人体同一部位的两帧图像相减，从而得出他们的差值部分，不含对比剂的图像称为蒙片(maskimage)，注入对比剂后，得到的图像称为造影像。广义上说蒙片就是要被减的图像，而造影像则是减去的图像，相减之后得到减影像。由DSA的物理基础可知，减影后的图像信号与对比剂的厚度成正比，与对比剂和血管的吸收系数有关，与背景无关。因此，在减影图像中，骨骼和软组织等背景图像被消除(减掉)，只留下含有对比剂的血管图像。

时间减影是DSA最常用的方式，在注入对比剂进入受检部位之前，将一帧或多帧图像作为蒙片存储，并与按时间顺序出现的造影像意义相减。这样，两帧中相同的图像部分被消除(减掉)，而对比剂通过血管时形成的高密度部分被突出地显示，这种工作方式因蒙片和造影像获得的时间先后不同，称为时间减影。另外还有能量减影，也称双能减影，在进行受检部位血管造影时，几乎同时使用两种不同的管电压(如70kV和130kV)获取两帧图像，对它进行减影处理，由于两帧图像利用不同能量的X射线成像，所以称为能量减影。把能量减影技术和时间减影技术相结合，产生了混合减影技术，其基本原理是在对比剂未注入前，先做一次双能量减影，获得含少部分骨组织信号的图像，将此图像同血管注入对比剂后的双能减影像做减影处理，就得到单纯的血管图像。

DSA主要采用时间减影法，即将受检部位没有注入造影剂和注入造影剂后的血管造影X线荧光图像，分别经影像增强器增益后，再用高分辨率的电视摄像管扫描，将图像分割成许多的小方格，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别存储起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得的不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换成普通的模拟信号，获得了去除骨骼、肌肉和其它软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。

介入治疗按器械进入病灶的路径分为：血管内介入和非血管内介入。

①血管内介入：使用1~2mm粗的穿刺针，通过穿刺人体表浅动静脉，进入人体血管系统，医生凭借已掌握的血管解剖知识，在设备的引导下，将导管送到病灶所在的位置，通过导管注射造影剂，显示病灶血管情况，在血管内对病灶进行治疗的方法，包括：动脉栓塞术、血管成形术等，常用的体表穿刺点有：股动静脉、桡动脉、锁骨下动静脉、颈动静脉等。

②非血管介入：穿刺针没有进入人体血管系统，而是在影像设备的监测下，直接经皮肤穿刺至病灶，或经人体现有的通道进入病灶的治疗方法。包括：经皮穿刺肿瘤活检术、瘤内注药术、椎间盘穿刺减压术、椎间盘穿刺消融术等。

血管造影机示意图见图9-1。



图9-1 血管造影机示意图

#### 9.1.4 设备组成

主要由多轴落地式C机架、导管床、X线高压发生器、X线球管、非晶硅数字化探测器、数字图像采集处理系统、存储系统(含各种分析软件)、控制操作系统、防护设备、连接电缆以及附属设备等组成。

#### 9.1.5 工作流程

- (1) 术前准备：包括手术器械台的准备和操作台的准备，做好各项消毒工作；
- (2) 开机准备：检查设备是否正常，如有异常，待恢复正常状态后再开机。确定手术诊疗部位，根据手术部位选择对应的程序，根据患者检查部位调整设备位置；
- (3) 穿刺置鞘：在手术部位进行局部麻醉后，通过细针将导丝插入血管中。导丝的作用是曝光下引导合成导管到达需要的位置。
- (4) 造影：在血管中注射造影剂后，进行曝光拍片，可以显示不同器官的血管。曝光过程中应做好患者和医务工作人员的防护，正确配备合适的个人防护用品和防护设施。造影结束后，对相关图像进行存档，关闭系统；

(5) 术后恢复：术后拔鞘，按压穿刺部位（15~20）分钟，松开观察5分钟，无出血后加压包扎。

(6) 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。

该项目DSA工作流程及产物环节图如图9-2。

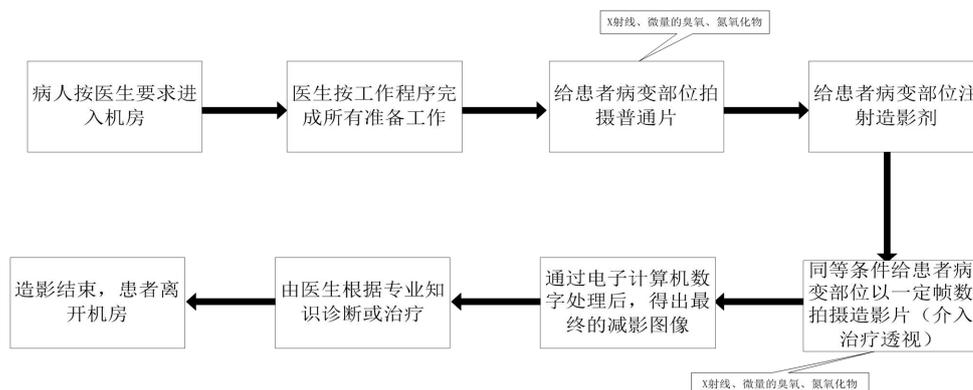


图9-2 DSA工作流程及产污环节示意图

### 9.1.6 人流、物流的路径规划

该项目介入诊疗工作场所根据工作人员、患者的走向，废物的产生及流向，按照减少辐射影响的原则，对人流、物流进行规划。

#### (1) 工作人员流向

大厅 → DR操作室 → 医护走廊 → 医护换鞋更衣 → 缓冲间 → 操作室 → 相关DSA机房（工作完成后原路返回）。

#### (2) 患者流向

病患梯 → 等候区 → 缓冲间 → 手术室 → 返回缓冲间 → 换床 → 病房。

#### (3) 废物流向

手术室 → 污物间（打包暂存、预清洗）。

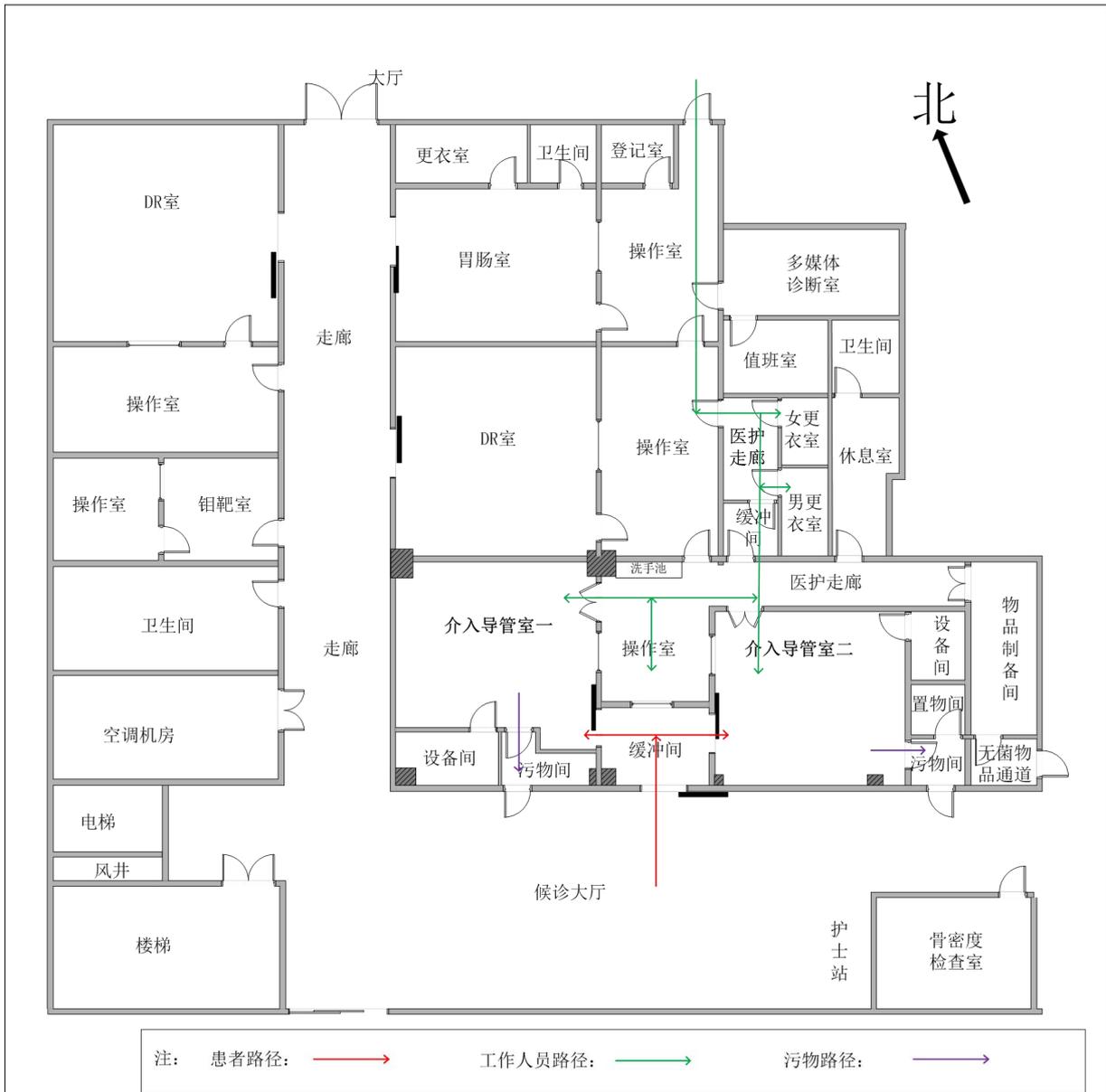


图9-3 人流、物流的路径规划

### 9.1.7 运行工况

由医院提供：医院预计每年进行约500例手术，平均每例手术透视时间为20 min，摄影时间为2 min，表9-2估算了血管造影机的年出束时间。

表9-2 DSA年出束时间

场所	设备	工作状态	平均出束时间	年手术量	年累计出束时间
介入导管室一	数字血管造影系统	透视	20 min/例	250	83.3h
		摄影	2 min/例		8.3h
介入导管室二	医用血管造影X射线机	透视	20 min/例	250	83.3h
		摄影	2 min/例		8.3h

## 9.2 污染源项描述

该项目DSA在工作状态下存在透视和摄影两种不同的功能状态，该两种状态医疗用途不同，但都会产生X射线，其产生的污染源项、可能存在的事故工况相同，主要为下述情况：

### 9.2.1 正常工况

(1) 当X射线开机出束时产生的X射线，有用线束、漏射和散射，对作业场所及其周围环境产生辐射影响。

(2) X射线与空气作用产生的极少量臭氧、氮氧化物等有害气体。

### 9.2.2 事故工况

(1) DSA装置失灵、损坏、调试和操作失误时，工作人员或患者可能受到误照射。

(2) 在防护门失效，工作人员或公众未撤离机房或者误入机房内，射线装置运行可能产生误照射。

### 9.2.3 主要污染因子

该项目DSA在运行时无其他放射性废气、废水和固体废弃物产生，医院使用电子胶片存贮、激光出片，不再使用显影定影液冲洗片的方式。避免了危险废物的产生。射线装置的污染因子均为X射线，X射线的最大能量为运动电子的最大能量，也即为管电压的值。X射线机只有在通电出束时，才会产生X射线，进而对周围产生辐射影响；在不通电时不会产生X射线，对周围环境无影响。

项目营运期间非放射性污染物主要为医护人员产生的生活污水、生活垃圾，诊疗过程产生的医疗废物，通排风系统产生的噪声，以及诊疗过程产生的少量的臭氧和氮氧化物气体。医护人员产生的生活污水、生活垃圾，诊疗过程产生的医疗废物均依托医院现有环保设施处理。

#### (1) 污水

该项目劳动定员8人，由医院4内部调剂，新增4名工作人员。生活污水利用医院现有污水处理设施处理。

#### (2) 固体废物

该项目医护人员由医院内部调剂，新增4名工作人员，生活垃圾由环卫部门定期清运。

该项目每年开展约500例手术，介入手术过程中产生的医疗废物按照1kg/人计算，则医疗废物产生量为500kg/a。医疗废物暂存于污物暂存间，然后交由有资质的单位处置。

### (3) 噪声

该项目噪声主要来自通风系统的风机，噪声值范围在50 dB (A) ~60 dB (A) 之间，噪声较小，处于室内，通过选用低噪声设备、隔声减振、距离衰减，能有效降低风机的噪声。

### (4) 有害气体

该项目射线装置工作时发射的X射线能使空气电离，会产生少量臭氧和氮氧化物。该医院计划在介入导管室一、介入导管室二的吊顶位置设置排风扇，接通风管道引至楼顶排放，可将产生的少量臭氧和氮氧化物及时排出机房，避免在局部聚集。

## 表10 辐射安全与防护

### 10.1 项目辐射安全设施

#### 10.1.1 工作场所布局、分区

##### (1) 工作场所布局

滦平县中医院位于滦平县滦平镇新建路保健道57号，该项目介入导管室一、介入导管室二均位于医院综合住院楼一层南部中间位置。

介入导管室一东侧为操作室、缓冲间，南侧为设备间、污物间，西侧为走廊，北侧为DR室，楼上为心脑科门诊室，楼下为地下室；介入导管室二东侧为设备间、置物间、污物间，南侧为设备间、置物间、污物间，西侧为操作室、缓冲间，北侧为医护走廊，楼上为B超室，楼下为地下室。介入导管室一、介入导管室二平面及剖面布局示意图见图10-1、图10-2。

介入导管室一、介入导管室二均拟设置四个铅防护门，介入导管室一东墙南侧缓冲间门为电动推拉门，东墙北侧操作室门、南墙污物间门、设备间门均为手动平开门，并且拟在机房与操作室之间的墙上设置一个铅玻璃观察窗；介入导管室二西墙缓冲间门为电动推拉门，北墙操作室门、东墙污物间门、设备间门均为手动平开门，并且拟在机房与操作室之间的墙上设置一个铅玻璃观察窗。2间DSA机房的电缆均通过“U”型埋设进入机房，且在电缆敷设后，在穿墙处管口和穿墙线缆洞内多余空间均以硫酸钡水泥或钢板屏蔽。电动推拉门门体和墙面搭接大于十倍门体与墙体间隙。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的规定，该项目布局合理性分析如下：

①应合理设置X射线设备、机房的门、窗和管线口的位置，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。

该项目DSA诊断过程中，机头用射线直接照射病人，DSA图像增强器对X射线主束有屏蔽作用，不会直接照射到机房四周墙壁、门、窗、管线口和工作人员操作位等位置。

②X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和安全。

该项目DSA四周墙体、门、窗、顶棚和地板均采取了防辐射措施，满足要求，

充分考虑了周围场所人员的防护与安全。

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；机房内最小有效使用面积 $20\text{ m}^2$ ，机房内最小单边长度 $3.5\text{ m}$ 。

该项目介入导管室一最小单边长度为 $5.20\text{ m}$ ，机房有效使用面积为 $36.71\text{ m}^2$ ；介入导管室二最小单边长度为 $5.70\text{ m}$ ，机房有效使用面积为 $37.62\text{ m}^2$ ，满足要求。

④机房应设有观察窗或监控装置，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。

该项目介入导管室一东墙、介入导管室二西墙上均拟设置观察窗，便于观察患者状态及防护门的开闭情况。

综上所述，该项目工作场所布局合理。

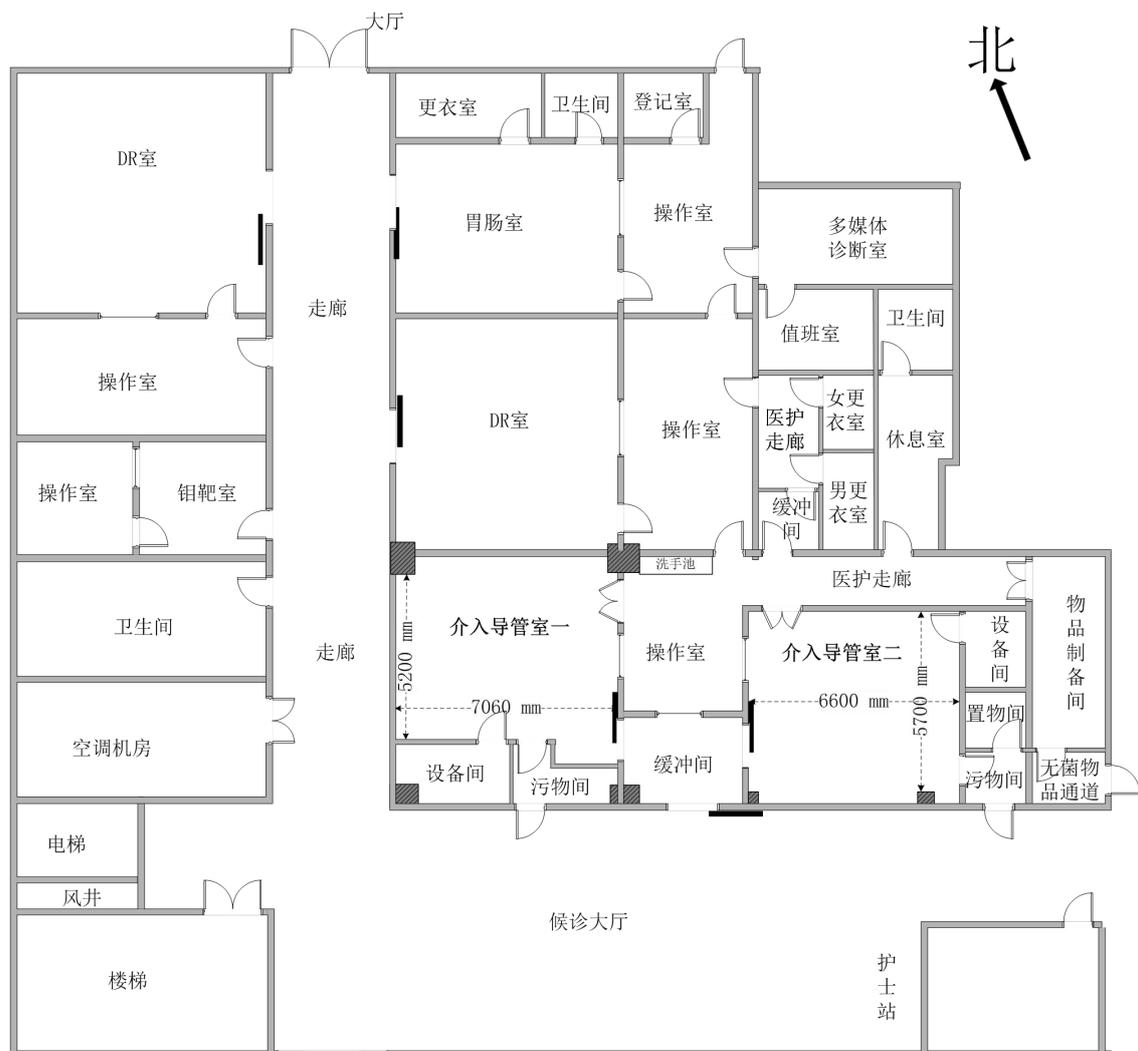


图10-1 介入导管室一、二平面布局示意图

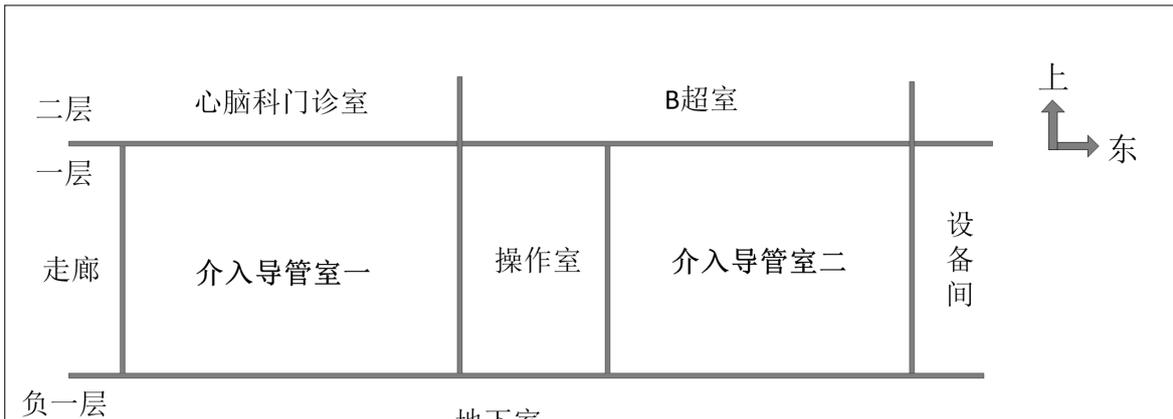


图 10-2 介入导管室一、二剖面布局示意图

表 10-1 机房单边长度及有效使用面积情况及评价

介入导管室一			
机房情况		GBZ 130-2020标准要求	评价
机房各边长度	南北方向: 5.20 m 东西方向: 7.06 m	机房内最小单边长度3.5 m	符合
机房有效使用面积	36.71 m <sup>2</sup>	机房内最小有效使用面积20 m <sup>2</sup>	符合
介入导管室二			
机房情况		GBZ 130-2020标准要求	评价
机房各边长度	南北方向: 5.70 m 东西方向: 6.60 m	机房内最小单边长度3.5 m	符合
机房有效使用面积	37.62 m <sup>2</sup>	机房内最小有效使用面积20 m <sup>2</sup>	符合

## (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》(GB 18871-2002)的规定, 应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定位控制区, 以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散, 并预防潜在照射或限制潜在照射的范围; 把不需要专门的防护手段或安全措施, 但需要经常对职业照射条件进行监督或评价的区域定为监督区。

该项目将介入导管室一、介入导管室二划为控制区, 严格限制无关人员进入, 以避免受到不必要的照射, 在控制区进出口及其他适当位置处设置醒目的电离辐射警告标志。将操作室、缓冲间、设备间等设为监督区, 不采取专门的防护手段或安全措施, 但定期对职业照射情况进行监测或评价。洁净走廊监督区两侧地面画警示线。辐射防护分区见图10-3。



图10-3 辐射防护分区图

### 10.1.2 辐射防护屏蔽措施

医院拟在介入导管室一、介入导管室二四周墙壁、顶棚、地板、观察窗及防护门设置相应的防护屏蔽措施，该项目介入导管室一、介入导管室二屏蔽设计具体见表10-2。根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)附录C中公式C.1和C.2进行折算。对给定的屏蔽材料的厚度，依据NCRP 147号报告中给出的不同管电压X射线辐射在屏蔽材料中衰减的 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 拟合值按式(C.1)计算屏蔽透射因子B:

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

依据NCRP147号报告中给出的不同管电压X射线辐射在其他屏蔽物质中衰减的 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 拟合值和B值，使用式(C.2)计算出各屏蔽物质的铅当量厚度X。

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

公式C. 1和C. 2中:

X为给定屏蔽材料的厚度;

B为屏蔽因子;

$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 为不同屏蔽物质对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数,根据GBZ 130-2020中表C. 2。混凝土对125 kV管电压X射线,  $\alpha$ 取0.03510,  $\beta$ 取0.06600,  $\gamma$ 取0.7832; 铅对125 kV管电压X射线,  $\alpha$ 取2.233,  $\beta$ 取7.888,  $\gamma$ 取0.7295。

混凝土等效铅当量计算依据前文 NCRP 147 号报告公式 C. 1-C. 2 计算可得。

表10-2 机房的屏蔽设计

介入导管室一				
屏蔽体	屏蔽设计	等效防护厚度 (mmPb)	标准要求 (mmPb)	符合情况
东墙	4 mm铅板 (4 mmPb)	4.0	不小于2.0	符合
南墙	4 mm铅板 (4 mmPb)	4.0	不小于2.0	符合
西墙	4 mm铅板 (4 mmPb)	4.0	不小于2.0	符合
北墙	4 mm铅板 (4 mmPb)	4.0	不小于2.0	符合
顶棚	120 mm混凝土浇筑 (1.5mmPb) +4 mm铅板 (4 mmPb)	5.5	不小于2.0	符合
地板	120 mm混凝土浇筑 (1.5mmPb) +2 mmPb硫酸钡水泥 (2 mmPb)	3.5	不小于2.0	符合
观察窗	4mmPb铅玻璃	4.0	不小于2.0	符合
缓冲间门	4mmPb电动推拉防护门	4.0	不小于2.0	符合
操作室门	4mmPb手动平开防护门	4.0	不小于2.0	符合
污物间门	4mmPb手动平开防护门	4.0	不小于2.0	符合
设备间门	4mmPb手动平开防护门	4.0	不小于2.0	符合
介入导管室二				
屏蔽体	屏蔽设计	等效防护厚度 (mmPb)	标准要求 (mmPb)	符合情况
东墙	4 mm铅板 (4 mmPb)	4.0	不小于2.0	符合
南墙	4 mm铅板 (4 mmPb)	4.0	不小于2.0	符合
西墙	4 mm铅板 (4 mmPb)	4.0	不小于2.0	符合
北墙	4 mm铅板 (4 mmPb)	4.0	不小于2.0	符合

顶棚	120 mm混凝土浇筑 (1.5 mmPb) +4 mm铅板 (4 mmPb)	5.5	不小于2.0	符合
地板	120mm混凝土浇筑 (1.5mmPb) +2 mmPb硫酸钡水泥 (2 mmPb)	3.5	不小于2.0	符合
观察窗	4 mmPb铅玻璃	4.0	不小于2.0	符合
缓冲间门	4 mmPb电动推拉防护门	4.0	不小于2.0	符合
操作室门	4 mmPb手动平开防护门	4.0	不小于2.0	符合
污物间门	4 mmPb手动平开防护门	4.0	不小于2.0	符合
设备间门	4 mmPb手动平开防护门	4.0	不小于2.0	符合

注：根据建设单位提供的资料，混凝土密度 $\geq 2.35 \text{ g/cm}^3$ ，铅板密度 $\geq 11.3 \text{ g/cm}^3$ ，铅玻璃密度 $\geq 3.27 \text{ g/cm}^3$ ，硫酸钡水泥密度 $\geq 2.79 \text{ g/cm}^3$ 。

综上所述，该项目介入导管室一、介入导管室二辐射防护屏蔽设计均符合《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)的要求。

### 10.1.3 辐射防护与安全措施

#### (1) 警示标志及紧急停机按钮

拟分别在介入导管室一、介入导管室二缓冲间门上张贴电离辐射警告标志及中文警示说明，告知无关人员不要在此逗留，需当心辐射、注意安全。在DSA操作台及射线装置上安装紧急停机按钮，当发生误照射事故时，人员能使射线装置停止出束，减少辐射危害。

#### (2) 工作指示灯及门灯联锁

拟分别在介入导管室一、介入导管室二缓冲间门上方设置工作状态指示灯，灯箱处设置“射线有害 灯亮勿入”的警示语句；缓冲间门为电动轨道门，并设置防夹装置；设置工作状态指示灯与机房门的联锁装置，机房门打开指示灯自动灭，机房门关闭指示灯自动亮，防止人员误入机房，受到不必要的照射。

#### (3) 对讲装置

拟分别在介入导管室一、介入导管室二与对应的操作室之间设置对讲装置，医护人员可以在操作室内与机房内的人员交流。

#### (4) 屏蔽措施

介入导管室一、介入导管室二拟采取符合《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)有关屏蔽要求的屏蔽措施，保证人员全居留场所、机房墙外及防护门外30 cm处辐射剂量率不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，工作人员和公众的受照剂量满足本评价提

出的剂量约束要求。

#### (5) 辐射防护用品

医院拟为该项目配备符合《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)要求的个人防护用品和辅助防护设施,供工作人员和患者使用,配备的个人防护用品和辅助防护设施见表10-3。

表10-3 个人防护用品和辅助防护设施一览表

GBZ130-2020标准要求		介入导管室一 拟配备情况	介入导管室二 拟配备情况
工作人员	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套, 铅当量不小于0.5mmPb 铅防护眼镜, 铅当量不小于0.25mmPb 介入防护手套, 铅当量不小于0.025mmPb 选配:铅橡胶帽子	铅橡胶围裙(3件) 铅橡胶颈套(3件) 铅防护眼镜(3副) 铅当量:0.5mmPb 介入防护手套(3副) 铅当量:0.025mmPb	铅橡胶围裙(3件) 铅橡胶颈套(3件) 铅防护眼镜(3副) 铅当量:0.5mmPb 介入防护手套(3副) 铅当量:0.025mmPb
受检者	铅橡胶性腺防护围裙(方形) 或方巾、铅橡胶颈套 铅当量不小于0.5mmPb 选配:铅橡胶帽子	铅橡胶方巾(1件) 铅橡胶颈套(1件) 铅当量:0.5mmPb	铅橡胶方巾(1件) 铅橡胶颈套(1件) 铅当量:0.5mmPb
辅助防护设施	铅悬挂防护屏/铅防护帘、 床侧防护帘/床侧防护屏 铅当量不小于0.25mmPb 选配:移动铅防护屏风	铅悬挂防护屏/铅防护帘、 床侧防护帘/床侧防护屏 铅当量:0.5mmPb	铅悬挂防护屏/铅防护帘、 床侧防护帘/床侧防护屏 铅当量:0.5mmPb

#### (6) 通风设置

医院计划分别在介入导管室一、介入导管室二吊顶位置设置排风扇,接通风管道引至楼顶排放,DSA工作时X射线与空气作用产生极少量的臭氧和氮氧化物等有害气体,通过通风装置排出机房,排放口远离人口密集处。

(7) 医院制定了《辐射安全与环境保护管理机构组成及职责》《质量保证大纲及质量控制检测计划》《辐射防护监测方案》《监测仪器的使用与校验管理制度》《辐射工作人员培训制度》《辐射监测及个人剂量管理制度》《辐射事故应急预案》《辐射防护与安全保卫制度》《放射设备的操作规程》《辐射工作人员岗位职责》《辐射工作场所辐射安全管理制度》《辐射安全与防护设施维护维修制度》《射线装置使用登记制度》等规章制度,尽可能的降低事故情况下对人员和环境的影响。

(8) 该项目使用符合要求的铅围裙、铅颈套等防护用品,对DSA操作进行规范

管理，严格控制医护人员的受照时间，减少相关人员连续、超时工作，规范并指导相关人员穿戴个人防护用品，必要时轮岗或倒休。

(9) 该项目拟配备 8 名辐射工作人员，均配备个人剂量计。若随着工作需要，需要增加或变换辐射工作人员，均需培训合格后持证上岗，并配备相应个人剂量计等防护用品。按每年 4 次的频率进行个人剂量监测，对血管造影用 X 射线装置操作进行规范管理，严格控制医务人员的受照时间，减少相关人员连续、超时工作，规范并指导相关人员个人防护用品的佩戴，必要时进行轮岗或倒休。

#### 10.1.4 其他

该项目计划安排 8 名工作人员专门从事 DSA 介入治疗工作，4 名为医院现有辐射工作人员，新增 4 名辐射工作人员。

设备定期检修，有规定使用寿命的部件，到时必须更换，防止因设备故障而发生辐射事故。

综上所述，该项目采取的辐射防护与安全措施符合《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)的相关规定。

## 10.2 三废的治理

该项目射线装置采用计算机图像存储管理系统，电脑成像，激光打印，不适用显影液和定影液，无洗片过程。因此该项目无洗片废水、废定（显）影液产生。项目营运期间非放射性污染物主要为医护人员产生的生活污水、生活垃圾、医疗废物、通排风系统产生的噪声以及少量的臭氧和氮氧化物。

### (1) 废水

该项目劳动定员 8 人，4 名由医院内部调剂。生活污水利用医院现有污水处理设施处理。

### (2) 固体废物

该项目医护人员 4 名由医院内部调剂，生活垃圾由环卫部门定期清运。

该项目每年开展约 500 例手术，介入手术过程中产生的医疗废物按照 1kg/例计算，则医疗废物产生量约为 500kg/a。医疗废物暂存于污物暂存间，暂存后交由有资质的单位处置。

### (3) 噪声

该项目噪声主要来自通风系统的风机，噪声值范围在50 dB (A) ~60 dB (A) 之间，噪声较小，处于室内，通过选用低噪声设备、隔声减振、距离衰减，能有效降低风机的噪声。

### (4) 有害气体

该项目射线装置工作时发射的X射线能使空气电离，会产生少量臭氧和氮氧化物。该医院计划在介入导管室一、介入导管室二的吊顶位置设置排风扇，接通风管道引至楼顶排放，可将产生的少量臭氧和氮氧化物及时排出机房，避免在局部聚集。

## 表11 环境影响分析

### 建设阶段对环境的影响

目前医院综合住院楼主体工程已建成，该项目涉及施工内容为综合住院楼一层南部局部施工、设备的安装、调试等工作，由于施工期短，施工范围小，通过对施工时间段的控制以及施工现场管理等手段，施工期对环境产生的影响较小，并且该影响随着施工期的结束而消除。

该项目设备的安装、调试由设备厂家专业人员进行，建设单位不得自行安装及调试设备。在设备安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在门上粘贴电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。由于设备的安装调试均在介入导管室一、介入导管室二内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响在可接受范围内。

### 运行阶段对环境的影响

本评价通过理论计算，对介入导管室一、介入导管室二辐射屏蔽效果进行估算。

#### 11.1 运行工况

DSA在进行介入手术时分透视和摄影(采集)两种模式。DSA 在正常工作时具有自动调强功能，如果受检者体型偏瘦，功率自动降低；如果受检者体型较胖，功率自动增强。为了防止球管烧毁并延长其使用寿命，实际使用时，管电压和功率通常留有余量。另外根据调查和查阅机器说明，该项目DSA一般情况下摄影和透视时电压不大于90 kV；摄影时电流不大于500 mA，透视时电流不大于20 mA。NCRP No. 33报告中给出的DSA设备运行典型工况为摄影时电压和电流分别为90 kV和500 mA，透视时电压和电流分别为90 kV和20 mA。因此，该项目分别对DSA摄影和透视两种工作状态进行预测，摄影时电压取90 kV、电流取500 mA，透视时电压取90 kV、电流取20 mA。

根据医院提供的资料，该项目每年进行手术约500例，每例手术摄影和透视所需平均时间为2 min和20 min。

表 11-1 单台DSA预计运行情况表

序号	工作状态	管电压	管电流	每例手术平均出束时间	年手术量	年累计出束时间
1	摄影	90kV	500mA	2min	250例	8.3h

2	透视	90kV	20mA	20min	250例	83.3h
---	----	------	------	-------	------	-------

## 11.2 剂量估算

### 11.2.1 计算点位

为考虑该项目运行后的最不利影响，本评价通过理论计算机房四周屏蔽墙外表面30cm、防护门外表面30cm、工作人员操作位、对应楼上、楼下位置处的辐射剂量值，使之与标准值进行比较，评价判断该项目介入导管室一和介入导管室二屏蔽防护措施是否满足屏蔽防护要求。本评价考虑最不利影响，以机房四周屏蔽体外对应的剂量值评估该项目评价范围内保护目标处的辐射剂量影响。

### 11.2.2 辐射剂量率计算

根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中“5.1.5c)”要求：“除牙科摄影和乳腺摄影用X射线设备外，X射线有用线束中的所有物质形成的等效总滤过，应不小于2.5mmAl，同时查询厂家提供资料，X射线管的最低固有滤过当量不小于3mmAl，故本次预测过滤板保守选取3mmAl，参考《辐射防护导论》附图3，当X射线机管电压为90kV，滤过条件为3mmAl时，距靶1m处的输出量 $H_0$ 为5.5 mGy/mA•min。

医用血管造影机的辐射场由三种射线组成：主射线、漏射线、散射线。由于DSA图像增强器对X射线主束有屏蔽作用，NCRP147号报告“Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities”4.1.6节指出，DSA屏蔽估算时不需要考虑主束照射，故本项目主要考虑泄漏辐射和散射辐射对周围环境的辐射影响。

### 11.2.2 辐射环境影响预测分析

#### (1) 泄漏辐射计算公式

$$K_a = D \cdot B \cdot r^{-2} \cdot r_0^2 \quad (11-1)$$

$$D = I \cdot H_0 \cdot f \quad (11-2)$$

式中：

$K_a$ ——关注点处的剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

$D$ ——无屏蔽条件下，距靶点1 m处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

$B$ ——屏蔽透射因子，根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)附录C计算

得出,  $B = [(1 + \frac{\beta}{\alpha})e^{\alpha\gamma X} - \frac{\beta}{\alpha}]^{-\frac{1}{\gamma}}$ , 其中  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  查《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 表C.2得出,  $X$ 为铅当量厚度;

$r$ ——关注点至靶点距离, m;

$r_0$ ——1 m;

$I$ ——X射线装置运行状态下管电流, 本项目摄影工况取值500 mA, 透视工况取值20 mA;

$H_0$ ——距靶点1 m处输出量;

$f$ ——泄漏辐射比率, 本项目保守取0.1%。

机房外周围剂量当量率计算公式

$$H = k \cdot K_a \quad (11-3)$$

式中:

$H$ ——机房外周围剂量当量率,  $\mu\text{Sv/h}$ ;

$k$ ——有效剂量与吸收剂量换算系数,  $\text{Sv/Gy}$ , 本项目参照《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)保守取1.2。

## (2) 散射辐射计算

散射辐射计算公式

$$K_a = \frac{H_0 \cdot I \cdot B \cdot \frac{F}{400} \cdot \alpha}{r_s^2 \cdot r_0^2} \quad (11-4)$$

式中:

$F$ —— $r_0$ 处的照射野面积, 本项目保守取照射野面积最大值 $20\text{cm} \times 20\text{cm} = 400\text{cm}^2$ ;

$\alpha$ ——散射因子, 入射辐射被面积为 $400\text{cm}^2$ 水模体散射至1m处的相对份额, 根据《辐射防护手册》(第一分册)表10.1, 本项目保守取100kV X射线 $90^\circ$  散射因子0.0013

;

$r_s$ ——为散射体中心点到关注点的距离, m;

$r_0$ ——为靶点至散射体的距离, 本项目保守取靶点至散射体的距离0.38m。

$K_a$ 、 $H_0$ 、 $I$ 、 $B$  同式11-1。

机房外周围剂量当量率计算公式详见公式11-3。

## (3) 计算结果

在设备正常运行情况下，介入导管室一和介入导管室二外空气比释动能率计算结果见表 11-2 和表 11-3。

表11-2 介入导管室一机房周围辐射剂量率

序号	点位描述	屏蔽材料 铅当量	距离 (m)	透射 因子	散射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )		泄漏剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )		叠加剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	
					摄影	透视	摄影	透视	摄影	透视
1	东侧墙外0.3m处	4mmPb	3.8	3.69E-07	6.46E-02	2.58E-03	7.18E-03	2.87E-04	7.18E-02	2.87E-03
2	南侧墙外0.3m处	4mmPb	3.1	3.69E-07	9.71E-02	3.88E-03	1.08E-02	4.31E-04	1.08E-01	4.32E-03
3	西侧墙外0.3m处	4mmPb	3.8	3.69E-07	6.46E-02	2.58E-03	7.18E-03	2.87E-04	7.18E-02	2.87E-03
4	北侧墙外0.3m处	4mmPb	3.1	3.69E-07	9.71E-02	3.88E-03	1.08E-02	4.31E-04	1.08E-01	4.32E-03
5	观察窗外0.3m处	4mmPb	3.8	3.69E-07	6.46E-02	2.58E-03	7.18E-03	2.87E-04	7.18E-02	2.87E-03
6	操作室门外0.3m处	4.0mmPb	4.1	3.69E-07	5.55E-02	2.22E-03	6.17E-03	2.47E-04	6.17E-02	2.47E-03
7	设备门外0.3m处	4.0mmPb	3.1	3.69E-07	9.71E-02	3.88E-03	1.08E-02	4.31E-04	1.08E-01	4.32E-03
8	缓冲间门外0.3m处	4.0mmPb	4.8	3.69E-07	4.05E-02	1.62E-03	4.50E-03	1.80E-04	4.50E-02	1.80E-03
9	污物通道门外0.3m处	4.0mmPb	3.1	3.69E-07	9.71E-02	3.88E-03	1.08E-02	4.31E-04	1.08E-01	4.32E-03
10	顶棚（距地面1m处）	5.5mmPb	2.9	3.71E-09	1.11E-03	4.46E-05	1.24E-04	4.95E-06	1.24E-03	4.95E-05
11	地板（距楼下地面1.7m处）	3.5mmPb	2.5	1.71E-06	6.92E-01	2.77E-02	7.69E-02	3.07E-03	7.69E-01	3.08E-02
12	操作室内 工作人员操作位	4.0mmPb	3.8	3.69E-07	6.46E-02	2.58E-03	7.18E-03	2.87E-04	7.18E-02	2.87E-03
13	介入导管室二	4.0mmPb	5	3.69E-07	3.69E-07	3.73E-02	1.49E-03	4.15E-03	4.15E-02	1.66E-03
14	院内道路、停车场、 急诊楼西部	4.0mmPb	20	3.69E-07	3.69E-07	2.33E-03	9.33E-05	2.59E-04	2.59E-03	1.04E-04
15	家属等候区	4.0mmPb	5	3.69E-07	3.69E-07	3.73E-02	1.49E-03	4.15E-03	4.15E-02	1.66E-03
16	院内道路	4.0mmPb	10	3.69E-07	3.69E-07	9.33E-03	3.73E-04	1.04E-03	1.04E-02	4.15E-04
17	滦平县第一小学 操场	4.0mmPb	20	3.69E-07	3.69E-07	2.33E-03	9.33E-05	2.59E-04	2.59E-03	1.04E-04
18	走廊、空调机房、 钼靶室	4.0mmPb	5	3.69E-07	3.69E-07	3.73E-02	1.49E-03	4.15E-03	4.15E-02	1.66E-03
19	1号病房楼南部	4.0mmPb	25	3.69E-07	3.69E-07	1.49E-03	5.97E-05	1.66E-04	1.66E-03	6.64E-05
20	DR室、胃肠室、 大厅、CT室、核 磁室	4.0mmPb	10	3.69E-07	3.69E-07	9.33E-03	3.73E-04	1.04E-03	1.04E-02	4.15E-04

表 11-3 介入导管室二机房周围辐射剂量率

序号	点位描述	屏蔽材料 铅当量	距离 (m)	透射 因子	散射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )		泄漏剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )		叠加剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	
					摄影	透视	摄影	透视	摄影	透视
1	东侧墙外0.3m处	4mmPb	3.2	3.69E-07	9.11E-02	3.65E-03	1.01E-02	4.05E-04	1.01E-01	4.05E-03
2	南侧墙外0.3m处	4mmPb	3.4	3.69E-07	8.07E-02	3.23E-03	8.97E-03	3.59E-04	8.97E-02	3.59E-03
3	西侧墙外0.3m处	4mmPb	3.2	3.69E-07	9.11E-02	3.65E-03	1.01E-02	4.05E-04	1.01E-01	4.05E-03
4	北侧墙外0.3m处	4mmPb	3.3	3.69E-07	8.57E-02	3.43E-03	9.52E-03	3.81E-04	9.52E-02	3.81E-03
5	观察窗外0.3m处	4mmPb	3.5	3.69E-07	7.62E-02	3.05E-03	8.46E-03	3.38E-04	8.46E-02	3.39E-03
6	操作室门外 0.3m处	4.0mmPb	3.8	3.69E-07	6.46E-02	2.58E-03	7.18E-03	2.87E-04	7.18E-02	2.87E-03
7	设备门外0.3m处	4.0mmPb	3.8	3.69E-07	6.46E-02	2.58E-03	7.18E-03	2.87E-04	7.18E-02	2.87E-03
8	缓冲间门外0.3m 处	4.0mmPb	3.7	3.69E-07	6.82E-02	2.73E-03	7.57E-03	3.03E-04	7.57E-02	3.03E-03
9	污物通道门外0.3m 处	4.0mmPb	3.8	3.69E-07	6.46E-02	2.58E-03	7.18E-03	2.87E-04	7.18E-02	2.87E-03
10	顶棚（距地面1m处 ）	5.5mmPb	2.9	3.71E-09	1.11E-03	4.46E-05	1.24E-04	4.95E-06	1.24E-03	4.95E-05
11	地板（距楼下地面 1.7m处）	3.5mmPb	2.5	1.71E-06	6.92E-01	2.77E-02	7.69E-02	3.07E-03	7.69E-01	3.08E-02
12	操作室内 工作人员操作位	4.0mmPb	3.5	3.69E-07	7.62E-02	3.05E-03	8.46E-03	3.38E-04	8.46E-02	3.39E-03
13	院内道路、停车场 、急诊楼西部	4.0mmPb	15	3.69E-07	4.15E-03	1.66E-04	4.61E-04	1.84E-05	4.61E-03	1.84E-04
14	家属等候区	4.0mmPb	5	3.69E-07	3.73E-02	1.49E-03	4.15E-03	1.66E-04	4.15E-02	1.66E-03
15	院内道路	4.0mmPb	10	3.69E-07	9.33E-03	3.73E-04	1.04E-03	4.15E-05	1.04E-02	4.15E-04
16	滦平县第一小学操 场	4.0mmPb	20	3.69E-07	2.33E-03	9.33E-05	2.59E-04	1.04E-05	2.59E-03	1.04E-04
17	介入导管室一	4.0mmPb	5	3.69E-07	3.73E-02	1.49E-03	4.15E-03	1.66E-04	4.15E-02	1.66E-03
18	走廊、空调机房、 钼靶室	4.0mmPb	15	3.69E-07	4.15E-03	1.66E-04	4.61E-04	1.84E-05	4.61E-03	1.84E-04
19	1号病房楼南部	4.0mmPb	30	3.69E-07	1.04E-03	4.15E-05	1.15E-04	4.61E-06	1.15E-03	4.61E-05
20	DR室、胃肠室、大 厅、CT室、核磁室	4.0mmPb	10	3.69E-07	9.33E-03	3.73E-04	1.04E-03	4.15E-05	1.04E-02	4.15E-04

根据上述计算结果可知，该项目DSA运行期间，两机房周围所有评价点均符合机房外空气比释动能率 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的控制值要求。

以上评价是基于保守假设进行的，事实上，患者身体对X射线会有部分的吸收，约衰减1-2个量级（NCRP147号报告），此外，设备图像增强器对主束有阻挡作用（NCRP147号报告），实际运行时，机房周围的附加剂量率远低于估算结果。

(4) 两导管室以及周边DR室叠加影响分析

本项目导管介入室一和导管介入室二自西向东并排设置，从西向东依次为介入导管一室、介入导管二室。考虑到机房布局和屏蔽情况，在两介入导管室之间的操作室处、上方的心脑科门诊室和B超室、下方的地下室处需考虑相邻设备同时开启时的叠加影响。本项目保守取地下室进行叠加，摄影状态下叠加剂量率为1.54 μSv/h，透视状态下叠加剂量率为0.06 μSv/h，仍能满足房外空气比释动能率2.5 μSv/h的控制值要求。DR操作室的剂量率取DR室年度报告操作人员位置剂量率0.12 μSv/h，导管介入室一对该位置的剂量率取值为0.11 μSv/h，叠加后剂量率为0.23 μSv/h。叠加后的仍能符合机房外空气比释动能率2.5 μSv/h的控制值要求。

11.2.3 年有效剂量计算

(1) 相关人员所受到的年有效剂量计算公式：

$$H_e = H \times t \times T \times 10^{-3} \dots \dots \dots (C.5)$$

式中：

$H_e$ —年有效剂量，mSv/a；

$H$ —机房周围辐射剂量率，μSv/h；

$t$ —年工作时间，h/a；

$T$ —居留因子。

(2) 计算结果

计算结果见下表11-4和表11-5。

表11-4 介入导管室一个人年有效剂量估算结果

序号	点位描述	摄影剂量率估算值(μSv/h)	透视剂量率估算值(μSv/h)	居留因子	年有效剂量(mSv/a)	照射类型
1	东侧墙外0.3m处	7.18E-02	2.87E-03	1	8.37E-04	职业
2	南侧墙外0.3m处	1.08E-01	4.32E-03	1	1.26E-03	公众

3	西侧墙外0.3m处	7.18E-02	2.87E-03	1	8.37E-04	公众
4	北侧墙外0.3m处	1.08E-01	4.32E-03	1	1.26E-03	公众
5	观察窗外0.3m处	7.18E-02	2.87E-03	1	8.37E-04	职业
6	操作室门外0.3m处	6.17E-02	2.47E-03	1	7.19E-04	职业
7	设备门外0.3m处	1.08E-01	4.32E-03	1/4	3.15E-04	公众
8	缓冲间门外0.3m处	4.50E-02	1.80E-03	1/4	1.31E-04	公众
9	污物通道门外0.3m处	1.08E-01	4.32E-03	1/4	3.15E-04	公众
10	顶棚（距地面1m处）	1.24E-03	4.95E-05	1	1.44E-05	公众
11	地板（距楼下地面1.7m处）	7.69E-01	3.08E-02	1/4	2.24E-03	公众
12	操作室内工作人员操作位	7.18E-02	2.87E-03	1	8.37E-04	职业
13	介入导管室二	4.15E-02	1.66E-03	1	4.84E-04	职业
14	院内道路、停车场、急诊楼西部	2.59E-03	1.04E-04	1	3.02E-05	公众
15	家属等候区	4.15E-02	1.66E-03	1	4.84E-04	公众
16	院内道路	1.04E-02	4.15E-04	1/4	3.02E-05	公众
17	滦平县第一小学操场	2.59E-03	1.04E-04	1/4	7.56E-06	公众
18	走廊、空调机房、钼靶室	4.15E-02	1.66E-03	1	4.84E-04	公众
19	1号病房楼南部	1.66E-03	6.64E-05	1/4	4.84E-06	公众
20	DR室、胃肠室、大厅、CT室、核磁室	1.04E-02	4.15E-04	1	1.21E-04	公众

表11-5 介入导管室二个人年有效剂量估算结果

序号	点位描述	摄影剂量率估算值(μSv/h)	透视剂量率估算值(μSv/h)	居留因子	年有效剂量(mSv/a)	照射类型
1	东侧墙外0.3m处	1.01E-01	4.05E-03	1	1.18E-03	公众
2	南侧墙外0.3m处	8.97E-02	3.59E-03	1	1.05E-03	公众
3	西侧墙外0.3m处	1.01E-01	4.05E-03	1	1.18E-03	职业
4	北侧墙外0.3m处	9.52E-02	3.81E-03	1	1.11E-03	公众
5	观察窗外0.3m处	8.46E-02	3.39E-03	1	9.87E-04	职业
6	操作室门外0.3m处	7.18E-02	2.87E-03	1	8.37E-04	职业
7	设备门外0.3m处	7.18E-02	2.87E-03	1/4	2.09E-04	公众
8	缓冲间门外0.3m处	7.57E-02	3.03E-03	1/4	2.21E-04	公众
9	污物通道门外0.3m处	7.18E-02	2.87E-03	1/4	2.09E-04	公众

10	顶棚（距地面1m处）	1.24E-03	4.95E-05	1	1.44E-05	公众
11	地板（距楼下地面1.7m处）	7.69E-01	3.08E-02	1/16	5.60E-04	公众
12	操作室内工作人员操作位	8.46E-02	3.39E-03	1	9.87E-04	职业
13	院内道路、停车场、急诊楼西部	4.61E-03	1.84E-04	1	5.37E-05	公众
14	家属等候区	4.15E-02	1.66E-03	1	4.84E-04	公众
15	院内道路	1.04E-02	4.15E-04	1/4	3.02E-05	公众
16	滦平县第一小学操场	2.59E-03	1.04E-04	1/4	7.56E-06	公众
17	介入导管室一	4.15E-02	1.66E-03	1	4.84E-04	职业
18	走廊、空调机房、钼靶室	4.61E-03	1.84E-04	1	5.37E-05	公众
19	1号病房楼南部	1.15E-03	4.61E-05	1/4	3.36E-06	公众
20	DR室、胃肠室、大厅、CT室、核磁室	1.04E-02	4.15E-04	1	1.21E-04	公众

#### ①职业工作人员的年有效剂量

职业工作人员主要为操作室工作人员和DSA介入操作人员，本次评价分别对其进行计算。

##### 1) 操作室工作人员

由表11-4和表11-5可知，本项目介入导管室一曝光时控制室工作人员最大年有效剂量约为 $8.37E-04\text{mSv}$ ，介入导管室二曝光时控制室工作人员最大年有效剂量约为 $1.18E-03\text{mSv}$ 满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中小于年剂量约束值 $5\text{mSv}$ 的要求。两DSA机房同时曝光时，工作人员年有效剂量按叠加考虑为 $2.02E-03\text{mSv}$ ，仍可以满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中小于年剂量约束值 $5\text{mSv}$ 的要求。

##### 2) 手术工作人员年有效剂量估算

根据《医用X射线诊断设备质量控制检测规范》（WS 76-2020）中“表B.1 X射线透视设备的检测项目与技术要求”规定：“非直接荧光屏透视设备，在透视防护区检测平面上周围剂量当量率应不大于 $400\ \mu\text{Sv/h}$ ”。

因此，估算在透视工况下，医生手术位置的剂量率水平为标准限值 $400\ \mu\text{Sv/h}$ ；在摄影工况下，由于管电流为透视工况下的25倍，则估算医生所在位置的剂量率水平为 $400\ \mu\text{Sv/h}$ 的25倍，即 $25 \times 400\ \mu\text{Sv/h}$ ，为 $10\ \text{mSv/h}$ 。手术工作人

员进行手术时在铅防护屏、铅帘后，穿戴铅围裙等个人防护用品（取0.5 mmPb）进行，则在90kV工况下进行摄影和透视时，透射因子为0.025，即医生在透视和摄影工况下，进行有效防护后的剂量率水平分别为10  $\mu$ Sv/h和250  $\mu$ Sv/h。

《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）7.8.3规定：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。该项目手术工作人员在摄影时尽量离开机房，因此保守取摄影工况居留因子为1/6，透视工况居留因子为1。

该项目每年开展手术500例，劳动定员8人，分为两组，手术工作人员年有效剂量估算见表11-5。

表11-5 手术工作人员年有效剂量估算

设备名称	工作状态	计算点剂量率 H ( $\mu$ Sv/h)	居留因子T	年工作时间 t (h)	年有效剂量 (mSv)	年剂量约束值 (mSv)
DSA	摄影	250	1/6	8.3	0.35	5
	透视	10	1	83.3	0.83	
	合计	--	--	--	1.18	

由上表可知，手术工作人员在进行有效屏蔽防护后，一位手术工作人员的年有效剂量约为1.18mSv。考虑到本项目手术工作人员在摄影工况时离开机房后会来到控制室内，所以手术工作人员年有效剂量需叠加控制室剂量，则手术工作人员受到的年有效剂量为0.002+1.18 $\approx$ 1.19 mSv，满足该项目设置的职业人员5 mSv/a的剂量约束值要求。

## ②DSA公众人员的年有效剂量估算

### 1) 计算结果

本项目公众人员保护目标居留因子按相关规定分别取值后，采用表11-2中的剂量率估算数据，依据式（C.5）计算，求得公众人员保护目标的估算结果见表11-4和表11-5。可知，该项目介入导管室一机房屏蔽体外公众人员的年有效剂量最大值为2.24E-03mSv，介入导管室一机房屏蔽体外公众人员的年有效剂量最大值为1.18E-03mSv，均满足本项目设置的公众成员0.1mSv/a的剂量约束值要求。

对于介入导管室一和介入导管室二外的公众，本项目保守取两机房屏蔽外最

大值进行叠加，叠加后最大年剂量为 $3.42E-03$  mSv，仍能满足该项目设置的公众成员 $0.1$  mSv/a的剂量约束值要求。对于DR操作室工作人员，取操作位置 $0.12$   $\mu$  Sv/h， $91.67$ h，全居留，年剂量为 $1.1E-02$  mSv，叠加介入导管室一北墙外的剂量 $1.26E-03$ mSv后，最大年剂量为 $1.2E-02$  mSv，仍满足本项目设置的公众成员 $0.1$ mSv/a的剂量约束值要求。

综上所述，该项目介入导管室一、介入导管室二的辐射防护能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的相关要求。

## 事故影响分析

### 1、事故影响分析

#### 1.1潜在辐射事故

在放射诊断与治疗过程中，可能发生的辐射事故包括：

- (1) 血管造影机工作中发生超剂量照射；
- (2) 血管造影机正常工作，铅防护门未关闭的情况下射线装置出束，致使射线泄漏，对周围人员造成额外照射；
- (3) 血管造影机门灯联锁装置失效，人员误入受到误照射。

#### 1.2事故预防措施

为了避免上述辐射事故的发生，医院应严格执行以下预防措施：

- (1) 严格执行操作规程；
- (2) 定期检查指示灯，使其处于良好工作状态；
- (3) 定期检查门灯联锁装置及紧急停机按钮，确保处于良好工作状态，防止无关人员进入正在运行的介入手术室；
- (4) 出束前，确保手术室内无不相关人员；
- (5) 一旦发现不相关人员进入，立即停止出束，并撤出相关人员。

一旦发生意外照射事故，立即启动《辐射事故应急处理预案》。

#### 1.3辐射事故的应急响应

##### (1) 应急准备

##### 1) 人员准备

一旦发生辐射事故，辐射事故应急处理小组立即到位。

## 2) 处置物资

配备应急设备和器材，包括铅防护服、铅手套、铅眼镜、通讯设备等。

### (2) 事故分级与报告

根据突发公共卫生事件的相关规定，在2小时内报蕙城区环保局、卫健局和公安局。同时在12小时内填写《放射事故报告卡》报送卫健局。

### (3) 启动应急预案

辐射事故应急处理领导小组统一指挥，工作人员服从指挥，相互配合、支持。

①现场控制：切断射线装置的电源，除了工作人员以外，禁止其他人员进出辐射污染区。

②病人救治：对受到辐射伤害的人员进行现场急救，而后转到指定医院进行治疗。

③现场保护：配合环保局、卫健局和公安局进行现场调查。

④观察病人：对超剂量辐射照射的病人，应定期进行体检。

⑤解除隔离：现场调查结束，查明原因，工作场所没有辐射污染，解除隔离。

(4) 评估和总结：对辐射事故造成的影响进行评估和总结，找出原因，为整改提供证据。

(5) 整改：对环保局、卫健局和公安局联合调查的结论进行整改，杜绝安全隐患，避免类似事件。

### (6) 应急响应能力的保持

保持随时具备应有的应急响应能力，除了定期进行培训和演练外，还应做到应急响应的人力、物力与日常工作“积极兼容”；对于应急响应的设备、器材和用品经常进行检查和维护。

## 表12 辐射安全管理

### 辐射安全与环境保护管理机构的设置

为了做好辐射防护的管理工作，保证设备正常运行，遵照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第 709 号令，2019 年 3 月 2 日修订）和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2019 年 8 月 22 日修订）的要求，并按生态环境部所颁发的相关管理办法的规定，医院成立了辐射安全与环境保护管理小组，全面负责辐射安全管理，贯彻国家、省有关法律规定，制定有关管理制度。

### 辐射安全管理规章制度

该医院成立了以院长为负责人、相关科室人员为成员的辐射安全与环境保护管理小组，指导、监督、检查放射设备管理和使用工作，制定了《辐射安全与环境保护管理小组》《辐射安全与环境保护管理小组职责》《辐射安全和防护设施的维护与维修制度》《辐射场所及环境监测方案》《辐射监测仪表使用与校验管理制度》《辐射工作人员培训管理制度》《辐射工作人员个人剂量管理制度》《辐射事故应急处理预案》《辐射防护和安全保卫制度》《辐射设备操作规程》等规章制度。

医院的各项规章制度符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条第六款的要求。医院在实际工作中，各项制度落实情况得到各科室主任、工作人员的充分重视，也成为各科室自查、改进工作的重点，各项制度执行情况良好。管理人员不定期到各相关科室检查制度落实情况并记录，发现问题及时反馈给科主任，对已制定的各项制度内容进行完善，提出整改意见，并督导落实。

### 辐射监测

#### 1、辐射工作场所监测

监测范围：DSA 屏蔽墙外、观察窗外、防护门外、操作室工作人员操作位、对应楼上、楼下及主要保护目标处等；

监测布点：X- $\gamma$  辐射：屏蔽墙、观察窗、防护门外 0.3m、操作室工作人员操作位、对应楼上、楼下及主要保护目标处等；

监测项目：X- $\gamma$  辐射空气吸收剂量率；

监测频次：X- $\gamma$  辐射空气吸收剂量率：自检 1 次/月，委托检测 1 次/年

医院自检：进行辐射工作场所的日常监测工作，并将监测数据记录存档保存。

委托监测：委托有资质单位对医院从事辐射工作的科室和其防护设施进行常规监测，并编制监测报告，按规定报环保部门。

## 2、个人剂量监测

辐射工作人员按要求正确佩戴个人剂量计，医院每季度进行一次个人剂量监测，并按《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）相关规定建立个人剂量档案，个人剂量档案终生保存。

## 辐射事故应急预案及演练

医院制定有《辐射事故应急处理预案》，设有辐射事故应急处理小组，书记为组长，院长为副组长，相关科室主任、工作人员为成员，规定全院每年进行一次演练。

一旦出现辐射事故，医院将立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要措施，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，还将向当地卫生行政部门报告。

## 从事射线装置的能力分析

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2019年8月22日修订）第十六条规定，依据国家环保部2011年发布的《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），该医院使用II类射线装置应具备相应的条件。见表12-1。

表 12-1 医院从事辐射活动能力分析表

	法规要求	单位情况	符合情况
《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2019年8月22日（修订）	(一)使用I类、II类、III类放射源，使用I类、II类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	医院已设有专门的辐射防护管理机构负责辐射安全与环境保护管理工作。	符合
	(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。	该项目拟安排4名工作人员从事射线装置工作，全部为医院现有辐射工作人员，已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。	符合

	(四)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的安全措施。	缓冲间门上方拟安装工作状态指示灯，门口及相关场所明显位置拟设置电离辐射标志及中文警示说明，设备出束由工作人员控制，有意外情况可随时停止出束。	符合
《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2019年8月22日（修订）	(五)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。	医院为该项目工作人员(共4人)配备个人剂量计(共4套，已有)，并为工作人员和患者配备符合要求的辐射防护用品和辅助防护设施，配备1台X-γ辐射剂量仪作为该项目监测仪器。	符合
	(六)有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	医院制定了《辐射安全与环境保护管理小组》《辐射安全与环境保护管理小组职责》《辐射安全和防护设施的维护与维修制度》《辐射场所及环境监测方案》《辐射监测仪表使用与校验管理制度》《辐射工作人员培训管理制度》《辐射工作人员个人剂量管理制度》《辐射防护和安全保卫制度》《辐射设备操作规程》等规章制度。	符合
	(七)有完善的辐射事故应急措施。	制定了《辐射事故应急处理预案》。	符合
	(八)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。	该项目不产生放射性的废气、废液、固体废物。	符合
《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）	<b>第五条</b> 生产、销售、使用、贮存放射性同位素和射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或工作信号。 射线装置的生产调试和使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	机房采取有效屏蔽，屏蔽门上方安装工作状态指示灯，门口及相关场所明显位置处设电离辐射标志及中文警示说明；为工作人员和患者配备足够的防护用品；设备出束可由职业工作人员控制，一旦发现不相关人员进入，可立即关闭开关，停止出束。	符合
	<b>第九条</b> 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。	每年委托有资质的环境监测机构对环境和场所周围的辐射水平进行监测。	符合

	<b>第十二条</b> 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。	承诺每年按照法规要求的时间节点及时提交年度评估报告。	符合
《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）	<b>第二十三条</b> 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。	该项目辐射工作人员均佩戴个人剂量计并定期进行个人剂量监测，承诺发现个人剂量监测结果异常的，将立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。	符合

由表 12-1 可知，滦平县中医院符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2019 年 8 月 22 日修订）第十六条要求应当具备的相关条件及国家环保部 2011 年发布的《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）的相关要求，具备从事放射性活动的技术能力。

## 表13 结论和建议

### 结论

#### 13.1 辐射安全与防护分析结论

滦平县中医院拟将综合住院楼一层南部中间位置的 DR 室改建为介入导管室一，将一层的登记值班室改建为介入导管室二，并移机 1 台 Optima CL323i 型医用血管造影系统（以下简称 DSA1）安装在介入导管室一，最大管电压 125kV、最大管电流 1000mA；新增 1 台 Optima IGS Venus 型医用血管造影 X 射线机（以下简称 DSA2）安装在介入导管室二，最大管电压 125kV、最大管电流 1000mA。介入导管室一和介入导管室二所采取的辐射安全屏蔽措施、防护能力以及空间尺寸，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）规定的 X 射线装置机房的屏蔽防护铅当量厚度要求、机房内最小有效使用面积和机房内最小单边长度要求。

医院按照法律、法规规定并根据放射设备的使用情况，成立了以院长为组长、各科室主任为组员的辐射防护管理机构，指导、监督、检查射线装置的使用，制定了管理制度，针对人员受到超剂量照射及职业人员受照剂量超标制定了应急预案。

该项目拟安排 4 名辐射工作人员从事血管造影介入治疗，已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。

该医院拟配备个人防护用品包括，介入导管室一：0.5mmPb 铅橡胶围裙 3 件、0.5mmPb 铅橡胶颈套 3 件、0.5mmPb 铅防护眼镜 3 副、0.025mmPb 介入防护手套 3 副、0.5mmPb 铅橡胶方巾 1 件、0.5mmPb 铅悬挂防护屏 1 个、0.5mmPb 铅防护吊帘 1 个、0.5mmPb 床侧防护帘 1 个、0.5mmPb 床侧防护屏 1 个；介入导管室二：0.5mmPb 铅橡胶围裙 3 件、0.5mmPb 铅橡胶颈套 3 件、0.5mmPb 铅防护眼镜 3 副、0.025mmPb 介入防护手套 3 副、0.5mmPb 铅橡胶方巾 1 件、0.5mmPb 铅悬挂防护屏 1 个、0.5mmPb 铅防护吊帘 1 个、0.5mmPb 床侧防护帘 1 个、0.5mmPb 床侧防护屏 1 个。另外配备个人剂量计 4 套（已有）、X- $\gamma$  辐射剂量仪 1 台，个人防护用品满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求。

#### 13.2 环境影响分析

##### (1) 机房屏蔽体外周围剂量当量率

该项目介入导管室一机房屏蔽墙外的周围剂量当量率最大值为  $7.69E-01 \mu Sv/$

h, 小于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ , 符合《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)的要求。介入导管室二机房屏蔽墙外的周围剂量当量率最大值为  $7.69\text{E-}01 \mu\text{Sv/h}$ , 小于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ , 符合《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)的要求。

### (2) 人员受照剂量

该项目两机房外公众人员和保护目标的年有效剂量最大值为  $2.24\text{E-}03\text{mSv}$ , 满足该项目设置的公众成员  $0.1 \text{mSv/a}$  的剂量约束值要求。职业工作人员年有效剂量最大值为  $1.19 \text{mSv}$ , 低于  $5\text{mSv/a}$  的剂量约束值。

### 13.3 可行性分析结论

该项目为医学放射诊断和治疗的应用, 符合《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)的规定和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中“实践的正当性”原则。

经分析, 该项目介入导管室一、介入导管室二基本具备了使用 II 类射线装置应具备的条件。在切实落实本报告中规定的防护安全和环保措施及各项规定制度后, 从辐射安全和环境保护的角度考虑, 滦平县中医院“医用血管造影 X 射线机应用项目”是可行的。

### 13.4 “三同时”竣工验收

新建、改建、扩建辐射工作场所的辐射防护设施, 应当与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用, 建设项目“三同时”验收内容和要求见表 13-1。

表 13-1 该目验收内容及要求

验收项目	验收内容及要求
剂量约束值/ 剂量率控制值	依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002), 职业工作人员所受职业照射的剂量限值为连续 5 年平均有效剂量不超过 $20\text{mSv}$ ; 公众成员每年所接受的平均有效剂量不超过 $1\text{mSv}$ 。结合辐射防护最优化原则, 综合考虑滦平县中医院射线装置的使用现状和未来发展, 并为其它辐射设施和实践活动留有余量, 按照要求剂量限值的四分之一取值, 该项目职业人员所受到的剂量约束值取 $5\text{mSv/a}$ , 公众成员所受到的剂量约束值取 $0.1\text{mSv/a}$ 。 依据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)要求, 射线装置机房外辐射剂量满足 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的剂量率控制值。
射线装置管理规章制度	医院成立了辐射安全与环境保护管理小组, 制定了《辐射安全与环境保护管理小组》《辐射安全与环境保护管理小组职责》《辐射安全和防护设施的维护与维修制度》《辐射场所及环境监测方案》《辐射监测仪表使用与校验管理制度》《辐射工作人员培训管理制度》《辐射工作人员个人剂量管理制度》《辐射事故应急处理预案》《辐射防护和安全保卫

	制度》《辐射设备操作规程》等规章制度，各项规章制度已得到落实，且记录完备。
辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训与考核	该项目配备 8 名辐射工作人员专门从事 DSA 操作，4 名为医院已有辐射工作人员内部调剂，4 名新增人员，均计划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，持证上岗。
电离辐射标识及中文警示说明	该项目缓冲间门明显位置处设电离辐射标识及中文警示说明，缓冲间门上方设工作状态指示灯。
辐射监测设备	该项目配备个人剂量计 8 套，1 台 X- $\gamma$ 辐射剂量仪。
联锁装置	该项目介入导管室一、介入导管室二缓冲间门与工作指示灯进行联锁。
屏蔽措施	介入导管室一：四周墙壁：4mm 铅板（4mmPb）；顶棚：120mm 混凝土浇筑+4mm 铅板（5.5mmPb）；地板：120mm 混凝土浇筑+40mm 硫酸钡水泥（3.5mmPb）；防护门（4 个）：4mmPb 铅防护门；观察窗（1 个）：4mmPb 铅玻璃。 介入导管室二：四周墙壁：4mm 铅板（4mmPb）；顶棚：120mm 混凝土浇筑+4mm 铅板（5.5mmPb）；地板：120mm 混凝土浇筑+40mm 硫酸钡水泥（3.5mmPb）；防护门（4 个）：4mmPb 铅防护门；观察窗（1 个）：4mmPb 铅玻璃。
机房面积	介入导管室一东西边长 7.06m，南北边长 5.20m，有效使用面积 36.71m <sup>2</sup> 。 介入导管室二东西边长 6.60m，南北边长 5.70m，有效使用面积 37.62m <sup>2</sup> 。
辐射防护用品	介入导管室一： 工作人员防护用品：0.5mmPb 铅橡胶围裙 3 件、0.5mmPb 铅橡胶颈套 3 件、0.5mmPb 铅防护眼镜 3 副、0.025mmPb 介入防护手套 3 副； 辅助防护设施：0.5mmPb 铅悬挂防护屏 1 个、0.5mmPb 铅防护帘 1 个、0.5mmPb 床侧防护帘 1 个、0.5mmPb 床侧防护屏 1 个； 患者防护用品：0.5mmPb 铅橡胶方巾 1 件、0.5mmPb 铅橡胶颈套 1 件。 介入导管室二： 工作人员防护用品：0.5mmPb 铅橡胶围裙 3 件、0.5mmPb 铅橡胶颈套 3 件、0.5mmPb 铅防护眼镜 3 副、0.025mmPb 介入防护手套 3 副； 辅助防护设施：0.5mmPb 铅悬挂防护屏 1 个、0.5mmPb 铅防护帘 1 个、0.5mmPb 床侧防护帘 1 个、0.5mmPb 床侧防护屏 1 个； 患者防护用品：0.5mmPb 铅橡胶方巾 1 件、0.5mmPb 铅橡胶颈套 1 件。
应急预案	成立辐射事故应急处理小组，并制定完善的辐射事故应急措施。
通风设施	该项目拟在介入导管室二的吊顶位置设置排风扇，接通风管道引至楼顶排放，可将产生的少量臭氧和氮氧化物及时排出机房，避免在局部聚集。排风系统排风量为 600m <sup>3</sup> /h，穿墙管道采用 3mmPb 铅板包裹防止射线泄漏。
个人剂量档案	建立个人剂量档案，按要求存档，个人剂量档案终生保存。

## 建议和承诺

### 1、建议

(1) 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。

(2) 制定监测计划，开展日常监测工作，并对监测结果进行存档。医院应做好职业工作人员的个人剂量监测和职业健康检查，并建立健全辐射防护工作档案。发现个人剂量监测结果超出剂量约束值的，应当立即核实和调查，必要时将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。对于有可能超出剂量约束值的，应加强个人防护，并进行跟踪调查，采取轮岗工作，必要时停止一线辐射工作。

(3) 明确辐射防护管理小组中各管理人员的责任，在事故工况下严格按照《放射事故应急处置预案》进行处理。

### 2、承诺

建设单位和环评单位承诺：本报告表中的环境影响基础数据和分析结果真实、有效，如有错误，愿承担相应责任。

## 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

## 本报告附件及附图

附图：

附图 1 医院地理位置示意图

附图 2 医院周围环境关系图

附图 3 医院平面布置图

附图 4 介入导管室一、介入导管室二平面布置示意图

附件：

附件 1 主体批复文件

附件 2 辐射安全许可证

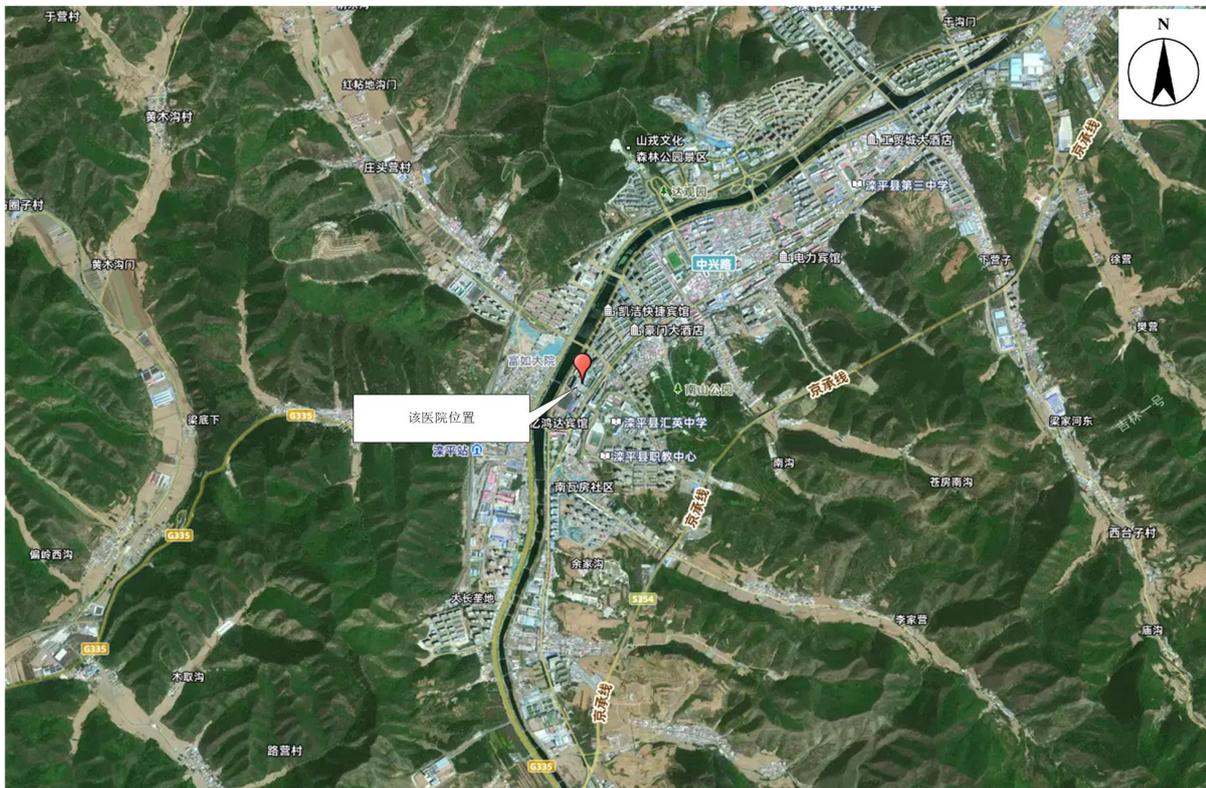
附件 3 医院辐射管理制度

附件 4 个人剂量报告

附件 5 现有设备场所防护检测报告

附件 6 现场环境辐射监测报告

附件 7 现有设备备案以及环评验收文件



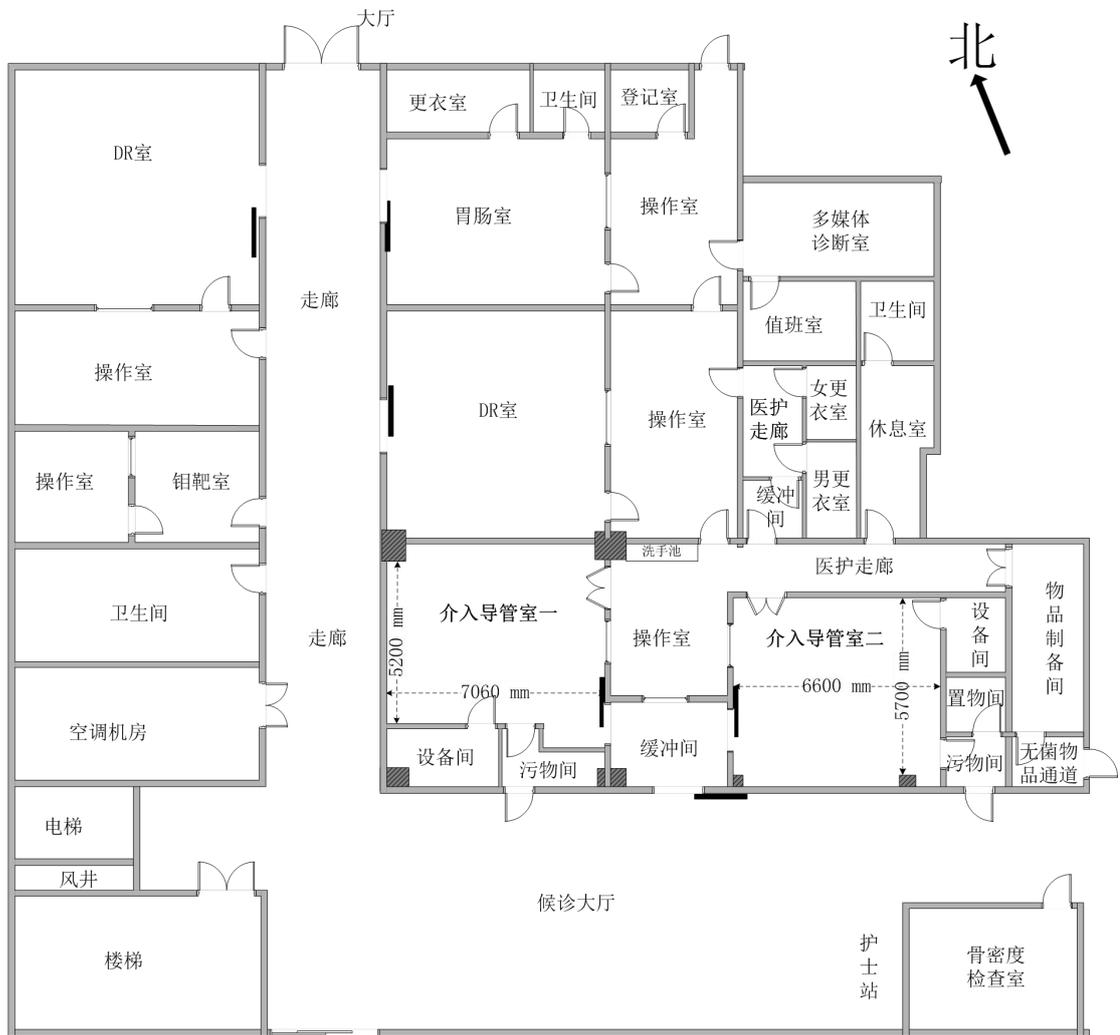
附图1 医院地理位置示意图



附图2 医院周围环境关系图



附图3 医院平面布置图



附图4 介入导管室（二）平面布置示意图

