

核技术利用建设项目

定州市第二医院 DSA 应用项目

环境影响报告表

定州市第二医院

2018 年 8 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

定州市第二医院 DSA 应用项目

环境影响报告表

建设单位名称：定州市第二医院

建设单位法人代表(签名或签章)：

通讯地址：定州市中兴西路（缔景城西侧）

邮政编码：073000

联系人：马建章

电子邮箱：846951325@qq.com 联系电话：13784970011

表 1 项目基本情况

建设项目名称		定州市第二医院 DSA 应用项目			
建设单位		定州市第二医院			
法人代表	张军祥	联系人	马建章	联系电话	13784970011
注册地址		定州市中兴西路（缔景城西侧）			
项目建设地点		定州市第二医院门诊楼一楼西南部导管室			
立项审批部门		/	批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		700	项目环保投资 (万元)	15	投资比例(环保 投资/总投资) 2.1%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积(m ²) /
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	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				
<p>项目概况</p> <p>1.1 建设单位概况</p> <p>定州市第二医院(即“定州市妇幼保健院”)是一所以妇产科、儿科为重点的全民所有制临床与保健相结合的综合性医院。定州市第二医院于 2017 年 11 月进行了搬迁,现址位于定州市中兴西路(缔景城西侧),占地 38.5 亩,总建筑面积 6.7 万 m²。医院设产科、妇科、儿科、呼吸内科、心血管内科、呼吸内科、内分泌科、外科、骨科等大临床科室,五官科、眼科、口腔科肛肠科等小临床科室,检验、功能、核磁、CT 等辅助科室。</p> <p>定州市第二医院迁址建设项目环境影响报告书于 2013 年 11 月 28 日取得了定州市环境保护局批复(定环书[2013]7 号),并于 2018 年 3 月 24 日取得定州市第二医院</p>					

迁址建设项目竣工环境保护验收意见。

1.2 项目概况

为提高放射诊疗水平，更好地服务群众，定州市第二医院购置 1 台医用血管造影 X 射线机(简称 DSA)，位于定州市第二医院门诊楼一楼西南部导管室。

根据《关于发布〈射线装置分类〉的公告》(环境保护部 国家卫生计生委公告 2017 年第 66 号)，医院所用 DSA 属 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》(环境保护部令第 47 号)、《建设项目环境影响评价分类管理名录》(环境保护部第 44 号)及《关于修改〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉部分内容的决定》(生态环境部令第 1 号)，使用 II 类射线装置的单位应当编制环境影响报告表，因此，定州市第二医院对其 DSA 应用项目委托河北省众联能源环保科技有限公司进行环境影响评价。

定州市第二医院 DSA 参数具体见表 1-1。

表 1-1 定州市第二医院 DSA 情况一览表

序号	装置名称	类别	设备型号	管电压(kV)	管电流(mA)	设备场所
1	DSA	II类	Optima IGS330	125	800	门诊楼一楼西南部导管室

1.3 项目选址及周边保护目标情况

定州市第二医院位于定州市中兴西路（缔景城西侧）。医院北侧为缔景城小区，东侧为杨庄子社区住户，南侧中兴西路，西侧为空地。定州市第二医院地理位置见附图 1。

定州市第二医院 DSA 所在导管室位于医院门诊楼一楼西南部。门诊楼位于医院南部，门诊楼北侧为住院楼，住院楼北侧自西向东依次为辅楼、综合办公楼、职工餐厅；门诊楼南侧为医院门口，东西侧为医院内空地，医院平面布置见附图 2。导管室北侧为操作间和污物通道；东侧为洗手间；南侧为设备间和缓冲区，隔设备间和缓冲区为走廊；西侧为中医科康复大厅；楼上为消毒中心；楼下为地下车库。导管室北距住院楼约 50m，西距医院外闲置房约 40m。

导管室周边具体情况见表 1-2，导管室平面布置见附图 3。

表 1-2 定州市第二医院导管室周边情况一览表

序号	场所名称	场所东侧	场所南侧	场所西侧	场所北侧	场所上方	场所下方
1	导管室	洗手间	设备间和缓冲区	中医科康复大厅	操作间和污物通道	消毒中心	地下车库

项目保护目标主要为操作射线装置的职业工作人员，射线装置使用场所周边 50m

范围内的其他工作人员、住院人员及候诊人员、周边偶尔停留的公众人员。

1.4 原有核技术利用项目许可情况

1.4.1 核技术利用现状情况

定州市第二医院现持有定州市环境保护局颁发的辐射安全许可证(持证单位名称:定州市妇幼保健院,证书编号:冀环辐证[M0001],有效期至2019年11月23日。定州市第二医院与定州市妇幼保健院位置相同、法人相同,为同一单位,两个名称均对外使用),许可种类和范围为使用III类射线装置,具体包括1台数字胃肠机,1台乳腺钼靶X光机,1台CT机,1台立柱式X光机(具体见附件)。其中,乳腺钼靶X光机、CT机、立柱式X光机已报废,数字胃肠机使用场所发生变更(已填写环境影响登记表并进行备案)。目前,定州市第二医院共设有III类射线装置6台(CT机2台、X线摄影系统1套、DR机1台、数字胃肠机1台及数字化乳腺X射线诊断系统1套),已进行环境影响登记表备案(备案号:201813068200000158),不在本次评价范围内。定州市第二医院现有射线装置情况具体见表1-3。

表 1-3 定州市第二医院 III 类射线装置情况

序号	装置名称	规格型号	数量	类别	用途	场所	环保手续情况
1	乳腺钼靶 X 光机	HAWK-2MIII	1	III类	诊断	放射科	老院区设备,已办理辐射安全许可证。其中乳腺钼靶 X 光机、CT 机、立柱式 X 光机已报废;
2	CT 机	TXS-021B	1	III类	诊断	CT 室	
3	立柱式 X 光机	FH-21HR	1	III类	诊断	放射科	
4	数字胃肠机	LWX-80DA	1	III类	诊断	门诊部一楼放射科透视造影室	数字胃肠机迁入新院区,使用场所发生变更,已进行环境影响登记表备案
5	CT	SOMATOM DefinitionAS	1	III类	诊断	门诊部一楼放射科 CT1 室	新购置设备,已进行环境影响登记表备案,设备已安装
6	CT	Alexion TSX-034A	1	III类	诊断	门诊部一楼放射科 CT2 室	
7	数字化医用 X 线摄影系统(DR)	JX7000-PTJ	1	III类	诊断	门诊部一楼放射科第二照相室	
8	数字化乳腺 X 射线诊断系统	FDR-MS-1000	1	III类	诊断	门诊部一楼放射科钼靶摄影室	
9	X 线摄影系统	RAD SPEED M	1	III类	诊断	门诊部一楼放射科第一照相室	

1.4.2 辐射安全管理情况

(1) 辐射防护管理机构基本情况

定州市第二医院成立了以院长为组长、副院长为副组长的辐射防护管理领导小组。辐射防护管理领导小组的主要职责为加强辐射安全和防护管理,做好射线装置的使用管理工作,保证设备正常使用,避免发生各类事故,保障各类人员的健康。

(2) 制定规章制度及落实情况

定州市第二医院制定了《定州市第二医院辐射防护管理领导小组》、《定州市第二医院辐射岗位职责》、《定州市第二医院辐射防护和安全保卫制度》、《定州市第二医院设备检修维护制度》、《定州市第二医院辐射工作人员安全培训制度》、《定州市第二医院辐射工作人员个人剂量检测制度》、《定州市第二医院辐射事故应急预案》、《定州市第二医院监测方案》《定州市第二医院监测仪表使用与校验管理制度》等规章制度，并得到有效落实。

(3) 工作人员培训情况

定州市第二医院所有辐射工作人员均取得辐射安全与防护培训合格证书。

(4) 个人剂量监测情况及防护用品情况

定州市第二医院所有辐射工作人员均佩戴个人剂量计，根据医院提供资料，医院委托保定市职业病防治所对医院个人剂量计进行了监测，未做到每个季度均进行个人剂量监测。定州市第二医院承诺将安排专人负责个人剂量监测管理工作，委托有资质的单位每个季度对个人剂量进行监测，建立个人剂量档案，认真落实辐射工作人员剂量监测制度，发现个人剂量监测结果异常的，将及时调查原因，并将有关情况及时报告医院辐射防护管理领导小组；医院配置了符合《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)表 4 要求的个人防护用品和辅助防护设施，供职业工作人员和受检者使用。

(5) 工作场所辐射环境监测情况

定州市第二医院每年委托有资质的监测单位对医院射线装置使用场所进行日常监测，并对监测报告记录存档。

根据定州市第二医院提供资料，2017 年现有射线装置使用场所年度监测由河北健翔放射卫生检测技术服务有限公司承担，对定州市第二医院现有射线装置使用场所进行了监测，现有射线装置机房屏蔽墙外及机房防护门、观察窗外的辐射剂量率监测结果表明，机房外的辐射剂量率水平为 0.09~0.46 μ Sv/h，在正常情况下，射线装置机房墙体外的辐射剂量率不超过 2.5 μ Sv/h，符合相关防护要求。

1.4.3 存在问题及解决方法

1、存在问题：定州市第二医院所有辐射工作人员均佩戴个人剂量计，未做到每个季度对个人剂量计进行监测。

解决方法：将安排专人负责个人剂量监测管理工作，委托有资质的单位每个季度对个人剂量计进行监测，建立个人剂量档案。

2、存在问题：定州市第二医院现未进行辐射工作场所自检；痕迹管理不完善。

解决方法：医院配备 1 台 X- γ 剂量率仪，每季度对辐射工作场所进行自检，并

对监测数据记录存档。

3、存在问题：定州市第二医院现未对射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并每年向发证机关提交上一年度的评估报告。

解决方法：医院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。

1.5 本项目实施后核技术利用情况

本项目实施后定州市第二医院核技术利用的具体情况见表1-4。

表1-4 本项目实施后医院核技术利用情况

序号	装置名称	规格型号	类别	数量	活动种类	场所	备注
1	CT	SOMATOM DefinitionAS	III类	1	使用	门诊部一楼放射科CT1室	已进行环境影响登记表备案
2	CT	Alexion TSX-034A	III类	1	使用	门诊部一楼放射科CT2室	
3	数字胃肠机	LWX-80DA	III类	1	使用	门诊部一楼放射科透视造影室	
4	数字化医用X线摄影系统(DR)	JX7000-PTJ	III类	1	使用	门诊部一楼放射科第二照相室	
5	数字化乳腺X射线诊断系统	FDR-MS-1000	III类	1	使用	门诊部一楼放射科钼靶摄影室	
6	X线摄影系统	RAD SPEED M	III类	1	使用	门诊部一楼放射科第一照相室	
7	DSA	Optima IGS330	II类	1	使用	门诊部一楼介入室	本次新增

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》(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

(二) X射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压(kV)	最大管电流(mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II类	1	Optima IGS330	125	800	介入治疗	导管室	门诊楼一楼西南部

(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(μ A)	中子强度(n/s)	用途	工作场所	氘靶情况			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

注: 1. 常规废弃物排放浓度, 对于液态单位为 mg/L, 固体为 mg/kg, 气态为 mg/m³; 年排放量用 kg。

2. 含有放射性的废物要注明, 其排放浓度、年排放总量分别用比活度(Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³)和活度(Bq)。

表 6 评价依据

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(2014 年 4 月 24 日修订); (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2016 年 7 月 2 日修改); (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003 年 10 月 1 日); (4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院第 449 号令, 2014 年 7 月 29 日修订); (5) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(环境保护部令第 47 号, 2017 年 12 月 12 日); (6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部令第 18 号, 2011 年 4 月 18 日); (7) 《建设项目环境保护管理条例》(国务院令第 682 号); (8) 《突发环境事件信息报告办法》(环境保护部令第 17 号, 2011 年 4 月 18 日); (9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(环境保护部第 44 号)及《关于修改〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉部分内容的决定》(生态环境部令第 1 号, 2018 年 4 月 28 日发布实施); (10) 《关于发布〈射线装置分类〉的公告》(环境保护部 国家卫生计生委公告 2017 年第 66 号); (11) 《河北省辐射污染防治条例》(河北省人民代表大会常务委员会 2013 年 9 月 27 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》(HJ10.1-2016); (2) 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001); (3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002); (4) 《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013); (5) 《医学放射工作人员放射防护培训规范》(GBZ/T149-2015); (6) 《医疗照射放射防护基本要求》(GBZ179-2006); (7) 《医用诊断 X 射线防护玻璃板标准》(GBZ/T184-2006); (8) 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-93); (9) 《医用电气设备 第一部分 安全通用要求三 并列标准 诊断 X 射线设备辐射防护通用要求》(GB9706.12-1997)。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 《定州市第二医院 DSA 应用项目检测报告》(ZXHJ2018040301); (2) 定州市第二医院提供的导管室防护措施及其它相关资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

本项目所用 DSA 运行过程中会产生 X 射线，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)，确定本项目评价范围为 DSA 所在导管室边界外 50m 的范围，包括住院楼西南部，医院西侧闲置房、导管室周边及楼上其他科室、导管室楼下地下车库。评价范围见图 7-1，周边环境情况见表 7-1。

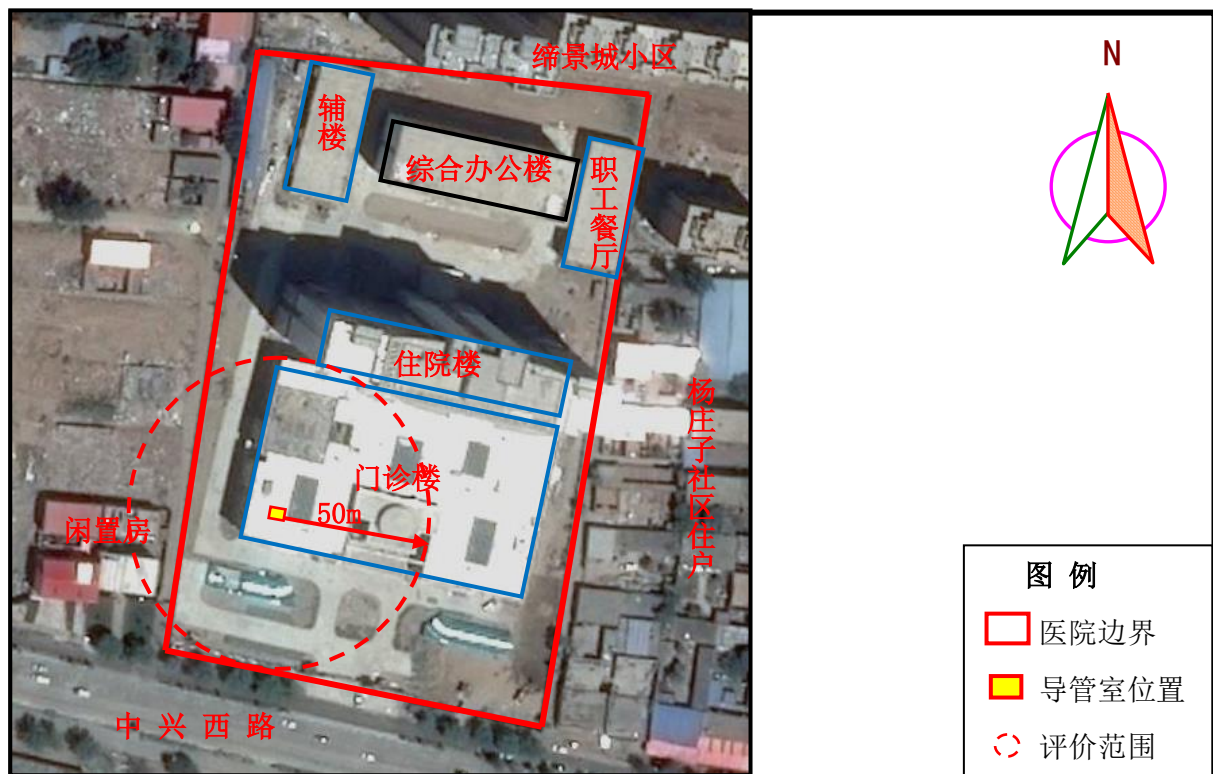


图 7-1 本项目评价范围示意图
 表 7-1 本项目导管室周边环境描述

表 7-1

方位	距离(m)	环境描述
N	0~10	导管室操作间、准备区和污物通道
N	10~48	门诊楼其他工作区
E	0~50	门诊楼其他工作区
S	0~3	导管室设备间和缓冲区
S	3~15	门诊楼其他工作区

续表 7-1

本项目导管室周边环境描述

方位	距离(m)	环境描述
W	0~6	导管室西侧中医科康复大厅
W	40~50	医院外西侧闲置房
上方	—	门诊楼其他工作区
下方	—	地下车库

保护目标

定州市第二医院导管室位于门诊楼一楼西南部，项目保护目标主要为操作射线装置的职业工作人员，射线装置使用场所周边 50m 范围内的其他工作人员、住院人员及候诊人员，周边偶尔停留的公众人员。

表 7-2 本项目导管室周围保护目标情况一览表

方位	距离(m)	环境描述
—	—	介入职业工作人员
N	0~10	导管室操作间、准备区和污物通道的职业工作人员
N	10~48	门诊楼其他工作区的其他工作人员、住院人员、候诊人员
E	0~50	门诊楼其他工作区的其他工作人员、住院人员、候诊人员
S	0~3	导管室设备间和缓冲区的其他工作人员、住院人员、候诊人员
S	3~15	门诊楼其他工作区的其他工作人员、住院人员、候诊人员
W	0~6	导管室西侧中医科康复大厅的其他工作人员、住院人员、候诊人员
W	40~50	医院外西侧闲置房偶尔停留的公众人员
上方	—	门诊楼其他工作区的其他工作人员、住院人员、候诊人员
下方	—	地下车库偶尔停留的公众人员
—	0~50	导管室周围 50m 范围内空地、道路偶尔停留的公众人员

评价标准

(1) 职业工作人员剂量约束值

根据《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 20mSv，根据辐射防护最优化原则，综合考虑定州市第二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，本项目取 5mSv/a 作为职业工作人员的剂量约束值。

(2) 公众人员剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871—2002)，公众人员的年有效剂量限值为 1mSv，参照《医用 X 射线 CT 机房的辐射屏蔽规范》(GBZ/T180-2006)，公众人员的年有效剂量目标值为 0.25mSv，本项目取 0.25mSv/a 作为公众人员的剂量约束值。

(3) 医用射线装置机房外周围剂量当量率控制值

根据《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)，“在距机房屏蔽体外表面 0.3m 处，机房的辐射屏蔽防护，应满足具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5 μ Sv/h 的要求。”，本项目 DSA 机房外 0.3m 处取 2.5 μ Sv/h 的剂量当量率控制值。

(4) X 射线设备机房使用面积及单边长度要求

根据《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130—2013)，每台 X 射线机(不含移动式 and 携带式床旁摄影机与车载 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。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表 7-3 要求。

表 7-3 X 射线设备机房(照射室)使用面积及单边长度

设备类型	机房内最小有效使用面积(m ²)	机房内最小单边长度(m)
单管头 X 射线机 ^a	20	3.5

注：^a单管头 X 射线机的每个管球安装在 1 个房间内。

(5) X 射线设备机房放射防护屏蔽设计要求

根据《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130—2013)，不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护应不小于表 7-4 要求。

表 7-4 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

放射检查类型	有用线束方向铅当量(mm)	非有用线束方向铅当量(mm)
介入 X 射线设备机房	2	2

(6) X 射线设备现场防护用品配备要求

根据《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130—2013)，每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于下表 7-5 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防护衣；防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低于 0.25 mmPb；应为不同年龄儿童的不同检查，配备有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低于 0.5 mmPb。

表 7-5 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		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜 选配：铅橡胶手套	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、铅橡胶帽子、阴影屏蔽器具	—

注：“—”表示不要求。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

本项目 DSA 位于定州市第二医院门诊楼一楼西南部导管室，本次环境质量现状对定州市第二医院导管室所在区域、周边区域及周边敏感点的 X-γ 辐射剂量率进行监测。

(1) 监测点位

导管室术者位置、导管室北侧防护墙外 0.3m 处(操作间)、导管室北侧观察窗外 0.3m 处(操作间)、导管室北侧防护门外 0.3m 处(操作间)、导管室北侧污物通道门外 0.3m 处(污物通道)、导管室东侧防护墙外 0.3m 处、导管室南侧防护墙外 0.3m 处(设备间)、导管室南侧防护墙外 0.3m 处(缓冲区)、导管室南侧防护门外 0.3m 处(缓冲区)、导管室西侧防护墙外 0.3m 处、导管室楼上二楼消毒中心对应位置、导管室楼下地下车库对应位置、住院楼西南角、医院西侧闲置房。具体监测点位见附图 3。

(2) 监测因子

X-γ 辐射剂量率。

(3) 监测单位和时间

河北中旭检验检测技术有限公司根据监测方案及监测布点要求，于 2018 年 4 月 4 日对本项目导管室及周边环境现状进行了监测，并出具了监测报告，报告编号为：ZXHJ2018040301。

(4) 监测仪器

FH40G+FHZ672E-10 环境级辐射检测仪(检定日期 2017 年 5 月 31 日，有效期至 2018 年 5 月 30 日)。

(5) 监测结果及统计分析

监测结果见表 8-1。

表 8-1 导管室及周边辐射环境检测结果

序号	监测点位	X-γ 辐射剂量率(nGy/h)
1	导管室术者位置	79.2
2	导管室北侧防护墙外 0.3m 处(操作间)	104
3	导管室北侧观察窗外 0.3m 处(操作间)	92.0
4	导管室北侧防护门外 0.3m 处(操作间)	104
5	导管室北侧污物通道门外 0.3m 处(污物通道)	97.2
6	导管室东侧防护墙外 0.3m 处	124
7	导管室南侧防护墙外 0.3m 处(设备间)	103
8	导管室南侧防护墙外 0.3m 处(缓冲区)	118

续表 8-1

导管室及周边辐射环境检测结果

序号	监测点位	X- γ 辐射剂量率(nGy/h)
9	导管室南侧防护门外 0.3m 处(缓冲区)	101
10	导管室西侧防护墙外 0.3m 处	117
11	导管室楼上二楼消毒中心对应位置	98.6
12	导管室楼下地下车库对应位置	73.0
13	住院楼西南角	70.9
14	医院西侧闲置房	75.4

根据《2015年河北省环境质量公报》可知，2015年全省辐射环境自动站连续 γ 辐射剂量率测值范围(未扣除宇宙射线响应值)为69.2~131.5nGy/h，与往年相比未见显著变化，维持环境本底水平。

由表8-1可知，本项目导管室及周围辐射剂量率水平为70.9~124nGy/h，处于河北省天然贯穿辐射剂量率本底水平。

表 9 项目工程分析和源项

工程设备与工艺分析

9.1 工程概况

本项目医用射线装置为 1 台 DSA，位于医院门诊楼一楼西南部导管室，型号为 Optima IGS330 型，管电压为 125kV，管电流为 800mA，属 II 类射线装置。

9.2 工作流程

9.2.1 医用 X 射线装置工作原理

医用 X 射线装置主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，详见图 9-1。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。靶体一般采用高原子序数的难熔金属如钨、铂、金等制成。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。

医用 X 射线诊断设备是利用人体不同的组织或者组织与造影剂密度的差别，对 X 射线吸收能力不同的特点，透射人体的 X 线使荧光屏、电子暗盒或感光胶片显影，来间接观察内脏形态的变化、器官活动情况等，辅助临床诊断。

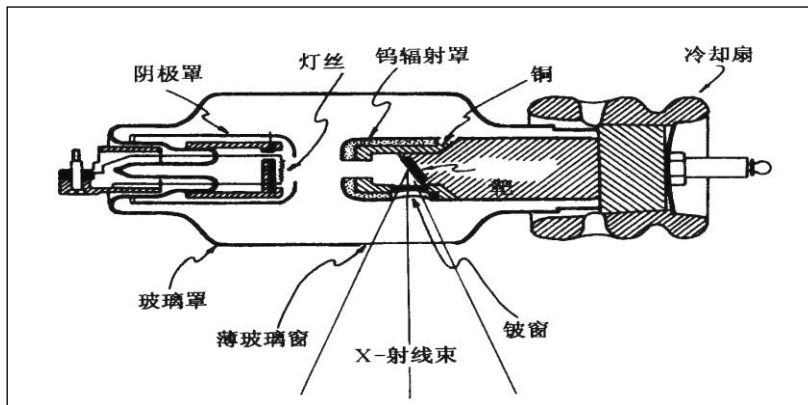


图 9-1 典型 X 射线管结构图

9.2.2 介入治疗分析

(1) 工作原理

DSA 是采用 X 射线进行成像的技术设备，是常规血管造影术和电子计算机图像处理技术相结合的产物。X 射线穿过人体各组织、器官形成荧光影像，经平板探测器(后附铅板)增强后由电视摄像管采集形成视频影像，再经对数增幅和模/数转换形成数字影像。这些数字信息输入计算机处理后，再经减影、对比度增强和数/模转换，产生数字减影图像。

介入治疗是在不开刀暴露病灶的情况下，在血管、皮肤上作直径几毫米的微小通道，或经人体原有的通道，在影像设备的引导下对病灶局部进行治疗的方法。

(2) 介入治疗分类

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。

(3) 介入治疗的主要操作流程

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。

治疗流程：关门→治疗定位→曝光→手术结束→关机→医务人员、患者退出。

(4) 介入治疗的特点

介入治疗特点：简便、安全、有效、微创和并发症少，在一定程度上，介入治疗等同于不用开刀的手术，介入治疗相对于传统的外科手术，优点在于：

①无需开刀，一般只需要局部麻醉而非全身麻醉，从而降低了危险性。

②损伤小，恢复快、效果好，对身体的干扰不大，在最大程度上保护正常器官。

③对于目前尚无根治方法的恶性肿瘤，介入治疗能够尽量把药物局限在病变的部位，而减少对身体和其它器官的副作用。

污染源项描述

本项目 DSA 主要的放射污染是 X 射线, X 射线装置只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线。在开机出束时, 有用线束和漏射、散射的 X 射线对周围环境造成辐射污染。此外, X 射线与空气作用产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体。本项目 DSA 不使用胶片, 无洗片过程, X 射线装置在使用过程中无其它放射性废气、废水和固体废弃物产生。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

10.1 工作场所布局

定州市第二医院位于定州市中兴西路（缔景城西侧），DSA 所在导管室位于医院门诊楼一楼西南部。导管室东西长 7.5m、南北长 5.0m，北侧为操作间和污物通道；东侧为洗手间；南侧为设备间和缓冲区，隔设备间和缓冲区为走廊；西侧为中医科康复大厅；楼上为消毒中心；楼下为地下车库。导管室平面布置图见附图 3。

10.2 辐射防护屏蔽及环保相关设施

定州市第二医院导管室四周墙壁、顶棚、地板及防护门均做了相应的防护屏蔽措施，并在患者通道防护门等明显位置设有电离辐射警示标识及中文警示说明，告示无关人员不要在此逗留，需当心辐射、注意安全。

定州市第二医院导管室设置的屏蔽防护措施具体见表 10-1。根据《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 中附录表 D.4~表 D.7，按照本项目 DSA 标称管电压、机房屏蔽材料及厚度，查表确定本项目 DSA 机房屏蔽防护措施的铅当量厚度。

表 10-1 本项目 DSA 位置、屏蔽措施及周边情况一览表

序号	场所名称	主照方向	机房尺寸	GBZ130-2013 要求	屏蔽墙外情况	墙体屏蔽材料及厚度	
1	导管室 (定州市第二医院门诊楼一楼)	朝上	面积 37.5m ² (7.5m×5.0m), 最小边长 5.0m	机房内最小有效使用面积 20m ² , 最小单边长度 3.5m, 有用线束方向铅当量 2mm, 非有用线束方向铅当量 2mm	北墙外为操作间和污物通道; 东墙外为洗手间; 南墙外为设备间和缓冲区; 西墙外为中医科康复大厅; 楼上为消毒中心; 楼下为地下车库	机房四面墙壁	240mm 厚混凝土实心砖+30mm 钡水泥, 相当于 3.5mmPb
						患者防护门	内置 3.5mm 铅板的不锈钢防护门, 相当于 3.5mmPb
						医生通道门	内置 3.5mm 铅板的不锈钢防护门, 相当于 3.5mmPb
						污物通道门	内置 3.5mm 铅板的不锈钢防护门, 相当于 3.5mmPb
						观察窗	18mm 厚铅玻璃, 相当于 3.5mmPb
						顶棚	180mm 厚混凝土+2mm 铅板, 相当于 4mmPb
						地板	300mm 厚混凝土+20mm 钡水泥, 相当于 4mmPb

通过对比可知，定州市第二医院射线装置机房辐射防护屏蔽措施均符合《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 的相关规定。

10.3 辐射防护与安全措施

(1) 警示标识及紧急停机按钮

定州市第二医院导管室患者防护门上方设置电离辐射警示标识，告示无关人员不要在此逗留，需当心辐射、注意安全。在射线装置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

本项目导管室防护门上方设置工作状态指示灯，灯箱处设置警示标语，机房门设置闭门装置，工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动，防止人员误入放射治疗室，受到不必要的照射。

(3) 对讲装置

本项目导管室与控制室之间设置对讲装置，医护人员可以在控制室内同治疗室内的人员交流。

(4) 屏蔽措施

本项目导管室采取符合《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)有用线束和非有用线束方向屏蔽要求的屏蔽措施。

(5) 辐射防护用品

医院配置符合《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)表 4 要求的个人防护用品和辅助防护设施，供职业工作人员和受检者使用，配备用品及数量具体见表 10-2。

表 10-2 医院配置个人防护用品和辅助防护设施一览表

设备名称	工作人员		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
DSA	铅橡胶围裙(0.5mm 铅当量)4 件、铅橡胶颈套 4 件、铅橡胶帽子 4 件、铅防护眼镜 3 副	铅悬挂防护屏(0.5mm 铅当量)1 件、铅防护吊帘(0.5mm 铅当量)1 件、床侧防护帘(0.5mm 铅当量)1 件、床侧防护屏风(0.5mm 铅当量)1 件	铅橡胶围裙(0.5mm 铅当量)2 件、铅橡胶颈套 2 件、铅橡胶帽子 2 件、阴影屏蔽器具 1 个	—

(6) 医院制定了《辐射事故应急预案》及各项规章制度，尽可能地降低事故情况下对人员和环境的影响。

(7) 本项目使用符合规范要求的铅衣、铅围裙等防护用品，对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。

三废的治理

本项目 X 射线装置只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线, X 射线与空气作用产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体, X 射线装置在使用过程中无其它放射性废气、废水和固体废弃物产生。本项目 X 射线装置机房及防护门均采取了符合要求的屏蔽措施, 机房内设置了新风系统, 保持良好的通风, 避免机房空气中臭氧和氮氧化物等有害气体的积累。

本项目射线装置在运行时无其它放射性废气、废水和固体废弃物产生, 医院现全部使用电脑存贮、激光出片, 不再使用显影液、定影液冲洗片的方式, 避免了危险废物的产生。

本项目进行介入治疗手术中会产生医疗废物, 由医院统一收集, 定期送有处理资质的单位进行处置。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目机房建设包含在医院主体工程中，目前定州市第二医院主体工程已建成。本项目建设阶段仅进行设备安装，工程量较小，不会对周围环境产生明显影响。

运行阶段对环境的影响

本项目 DSA 只有在开机并处于出束状态时，才会对周围产生辐射影响。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。本项目 X 射线设备的管电压最大值为 125kV，因此 X 射线的最大能量为 125keV，能量比较低，不会产生感生放射性。

DSA 在运行时无其它放射性废气、废水和固体废弃物产生，医院全部使用电子存储、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。

11.1 DSA 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。本项目对 DSA 的辐射影响保守取透视和摄影最大运行工况的参数进行估算。

根据医院提供资料，DSA 在透视时管电压最大约 90kV，管电流 30mA；摄影时，管电压最大约 90kV，管电流 500mA。

参考 NCRP No. 33，当 X 射线机管电压为 90kV 时，离靶 1m 处的剂量率为 5.5mGy/mA·min，计算得出本项目 DSA 正常运行工况下离靶 1m 处的剂量率透视时为 $9.9 \times 10^3 \text{mGy/h}$ ，摄影时为 $1.65 \times 10^5 \text{mGy/h}$ 。

机房周围通常受到射线装置泄露辐射和散射辐射影响，一般射线泄露和散射率按 0.1%估算，则本项目 DSA 透视时泄露和散射剂量率为 $9.9 \times 10^3 \mu\text{Gy/h}$ ，摄影时为泄露和散射剂量率为 $1.65 \times 10^5 \mu\text{Gy/h}$ 。

11.2 剂量估算

11.2.1 计算点位

根据 DSA 所在机房结构及周边情况，选取 13 个计算点位，分别为①导管室北侧防护墙外 0.3m 处(操作间)、②导管室北侧观察窗外 0.3m 处(操作间)、③导管室北侧医生通道门外 0.3m 处(操作间)、④导管室东侧防护墙外 0.3m 处(洗手间)、⑤导

管室南侧防护墙外 0.3m 处(设备间)、⑥导管室南侧患者防护门外 0.3m 处(缓冲区)、⑦导管室南侧防护墙外 0.3m 处(缓冲区)、⑧导管室西侧防护墙外 0.3m 处(中医科康复大厅)、⑨导管室北侧污物通道门外 0.3m 处(污物通道)、⑩导管室楼下地下车库对应位置距顶棚 0.3m 处(地下车库)、⑪导管室楼上消毒中心对应位置距地板 0.3m 处(消毒中心)、⑫医院西侧闲置房东侧、⑬住院楼西南角。各计算点位置见图 11-1。

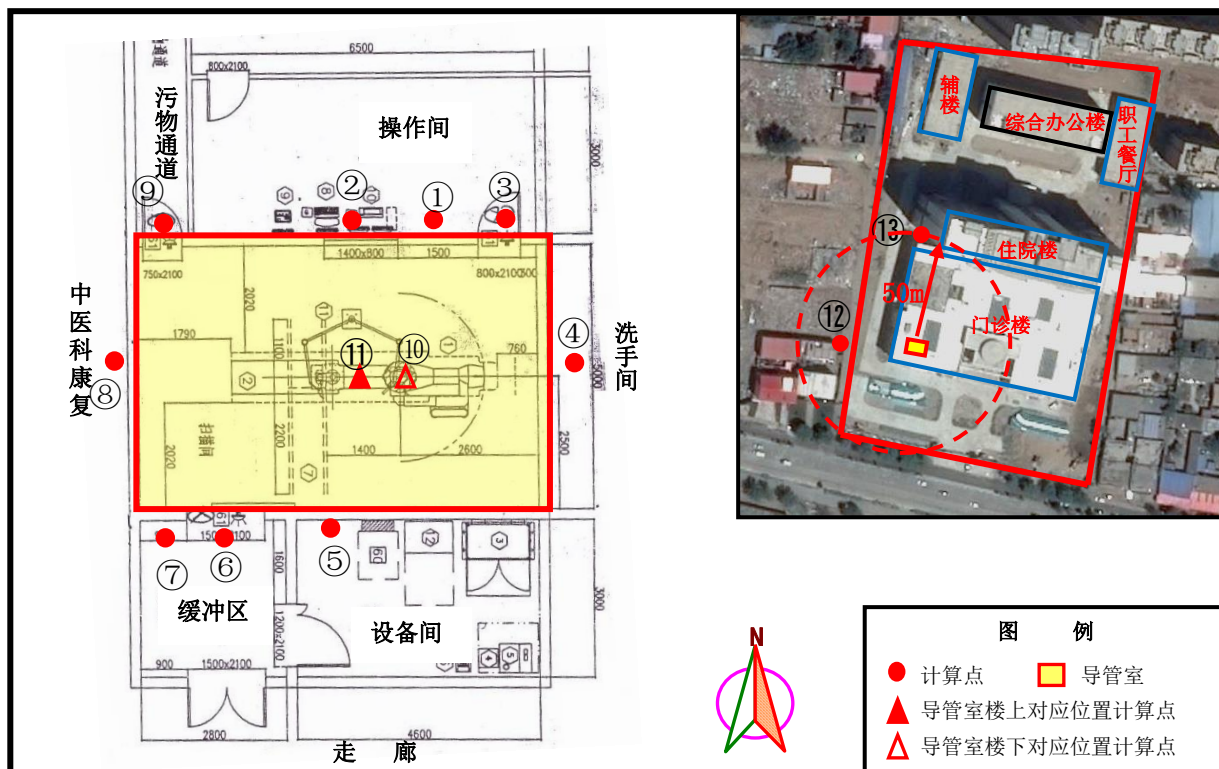


图 11-1 DSA 辐射预测计算点示意图

11.2.2 辐射剂量率计算

(1) 计算公式

① 机房外空气比释动能率的计算公式:

$$K_a = D \times \eta \times R_0^{-2} \times R_1^{-2}$$

式中:

K_a —机房外空气比释动能率, $\mu\text{Gy/h}$;

D —无屏蔽条件下, 距 X 射线管组件 1m 处的空气比释动能率, $\mu\text{Gy/h}$;

η —X 射线对屏蔽体的透射比, 无量纲, 根据《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 附录 D 计算得出;

R_0 —距 X 射线靶中心的距离, $R_0=1\text{m}$ 。

R_i —计算点到 X 射线管组件的距离, m。

②机房外剂量当量率的计算公式:

$$H=k \times K_a$$

式中:

H —机房外剂量当量率, $\mu\text{Sv/h}$;

K_a —机房外空气比释动能率, $\mu\text{Gy/h}$;

k —有效剂量与吸收剂量换算系数, Sv/Gy , 本项目保守取 1.0;

(2) 计算结果

在设备正常运行情况下, 计算导管室外剂量当量率计算结果见表 11-1。

表 11-1 导管室周围剂量当量率

点位	点位描述	屏蔽材料 铅当量	距离(m)	透射比 η	H($\mu\text{Sv/h}$)
1	导管室北侧防护墙外 0.3m 处(操作间)	3.5 mmPb	2.8	5.10×10^{-5}	透视: 0.064
					摄影: 1.073
2	导管室北侧观察窗外 0.3m 处(操作间)	3.5 mmPb	2.9	5.10×10^{-5}	透视: 0.060
					摄影: 1.001
3	导管室北侧医生通道门外 0.3m 处(操作间)	3.5mmPb	3.8	5.10×10^{-5}	透视: 0.035
					摄影: 0.583
4	导管室东侧防护墙外 0.3m 处(洗手间)	3.5 mmPb	2.9	5.10×10^{-5}	透视: 0.060
					摄影: 1.001
5	导管室南侧防护墙外 0.3m 处(设备间)	3.5 mmPb	2.8	5.10×10^{-5}	透视: 0.064
					摄影: 1.073
6	导管室南侧患者防护门外 0.3m 处(缓冲区)	3.5 mmPb	4.4	5.10×10^{-5}	透视: 0.026
					摄影: 0.435
7	导管室南侧防护墙外 0.3m 处(缓冲区)	3.5 mmPb	5.3	5.10×10^{-5}	透视: 0.018
					摄影: 0.299
8	导管室西侧防护墙外 0.3m 处 (中医科康复大厅)	3.5 mmPb	5.2	5.10×10^{-5}	透视: 0.019
					摄影: 0.311
9	导管室北侧污物通道门外 0.3m 处 (污物通道)	3.5 mmPb	5.4	5.10×10^{-5}	透视: 0.017
					摄影: 0.289
10	导管室楼下地下车库对应位置距顶棚 0.3m 处(地下车库)	4 mmPb	2.3	1.67×10^{-5}	透视: 0.031
					摄影: 0.519

续表 11-1

导管室周围剂量当量率

点位	点位描述	屏蔽材料 铅当量	距离(m)	透射比 η	H(μ Sv/h)
11	导管室楼上消毒中心对应位置距地板 0.3m处(消毒中心)	4 mmPb	2.3	1.67×10^{-5}	透视: 0.031
					摄影: 0.519

根据表 11-1 计算结果可知, DSA 透视出束时, 机房周围剂量当量率为 $0.017 \sim 0.064 \mu\text{Sv/h}$, 最大值位置位于导管室南、北侧防护墙外 0.3m 处为 $0.064 \mu\text{Sv/h}$; DSA 摄影出束时, 机房周围剂量当量率为 $0.289 \sim 1.073 \mu\text{Sv/h}$, 最大值位置位于介入室南、北侧防护墙外 0.3m 处为 $1.073 \mu\text{Sv/h}$, 所有评价点均符合机房外剂量当量率 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 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:

$$H = k \times 10^{-3} \times K_a \times t \times q$$

式中:

H—年有效剂量, mSv/a;

k—有效剂量与吸收剂量换算系数, Sv/Gy, 本项目保守取 1.0;

K_a —机房外空气比释动能率, $\mu\text{Gy/h}$;

t—工作时间, h/a;

q—居留因子。

(2) 出束时间

根据医院提供资料, DSA 预计年平均手术约 90 例, 平均每例手术出束时间约 50min, 其中透视出束时间不超过 30min, 摄影出束时间不超过 20min, 则设备透视出束时间约 45h/a, 摄影出束时间约 30h/a。

(3) 计算结果

① 职业工作人员的年有效剂量

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

1) 操作间工作人员

在设备正常运行情况下, 计算导管室外各点位 DSA 职业工作人员所受的年有效剂量, 计算结果见表 11-2。

表 11-2 导管室职业工作人员所受年有效剂量

点位	点位描述	q	K _a (μ Gy/h)	H(mSv/a)	总剂量(mSv/a)
1	导管室北侧防护墙 外 0.3m 处(操作间)	1	透视: 0.064	透视: 2.90×10^{-3}	0.035
			摄影: 1.073	摄影: 0.032	
2	导管室北侧观察窗 外 0.3m 处(操作间)	1	透视: 0.060	透视: 2.70×10^{-3}	0.033
			摄影: 1.001	摄影: 0.030	
3	导管室北侧医生通 道门外 0.3m 处 (操作间)	1	透视: 0.035	透视: 1.57×10^{-3}	0.019
			摄影: 0.583	摄影: 0.017	

由表 11-2 可知, 在透视和摄影状态下, 导管室北侧防护墙外 0.3m 处(操作间)的剂量率值最大, 职业工作人员的年附加剂量最大值为 0.035mSv/a, 不超过本项目设置的职业工作人员辐射剂量不超过 5mSv/a 的约束值。

2) DSA 介入操作人员

本项目 DSA 手术室设置工作人员 4 人, 分班轮流进行手术, 本次评价按保守估计, 本项目 DSA 手术室工作人员最大年出束时间为 75h。

本项目 DSA 设备型号为 Optima IGS330, 管电压为 125kV, 管电流为 800mA, 目前暂无医生手术位置的剂量率监测值。因此, 本评价引用与本项目 DSA 管电流、管电压相同的涉县医院新院区在用 DSA 医生手术位置的剂量率监测结果进行类比分析。

涉县医院新院区在用德国西门子 ArtisZeeIII floor 型数字减影血管造影机 1 台, 管电压最高为 125kV, 管电流最高为 800mA, 用于介入治疗, 安装在涉县医院新院区医技楼一楼放射科。与本项目 DSA 管电压、管电流相同, 因此本评价选用涉县医院新院区在用数字减影血管造影机医生手术位置的剂量率监测结果进行类比分析。即本项目 DSA 介入操作人员进行介入治疗时, 医生手术位置的附加剂量率水平最高可达 $290 \mu\text{Gy/h}$ 。

根据《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)附录 D.1.2: 对于给定的铅厚度, 依据 NCRP147 报告中给出的不同管电压 X 射线辐射在铅中衰减的 α 、 β 、 γ 拟合值, 计算可知 0.5mm 厚的铅衣的辐射透射因子 B 为 2.52×10^{-2} (辐射透射因子), 本项目 DSA 手术室工作人员年最大工作时间约为 75h, 工作人员的年受照最大剂量计算: $290 \mu\text{Gy/h} \times 75\text{h} \times 2.52 \times 10^{-2} = 549.99 \mu\text{Sv/a} = 0.550\text{mSv/a}$, 小于本项目设置的职业工作人员 5mSv/a 的剂量约束值。

一般情况, 介入手术会安排给不同的职业工作人员, 每个人的受照时间会小于设备年出束时间, 因此介入操作人员的实际受照剂量会小于此数值。

②公众人员的年有效剂量

在设备正常运行情况下，计算各点位公众人员所受的年有效剂量，计算结果见表 11-3。

表 11-3 导管室周围公众人员所受年有效剂量

点位	点位描述	q	K _a (μGy/h)	H(mSv/a)	总剂量(mSv/a)
4	导管室东侧防护墙外 0.3m 处(洗手间)	1/4	透视: 0.060	透视: 6.75×10^{-4}	0.0082
			摄影: 1.001	摄影: 7.51×10^{-3}	
5	导管室南侧防护墙外 0.3m 处(设备间)	1/16	透视: 0.064	透视: 1.81×10^{-4}	0.0022
			摄影: 1.073	摄影: 2.01×10^{-3}	
6	导管室南侧患者防护门外 0.3m 处(缓冲区)	1/4	透视: 0.026	透视: 2.93×10^{-4}	0.0036
			摄影: 0.435	摄影: 3.26×10^{-3}	
7	导管室南侧防护墙外 0.3m 处(缓冲区)	1/4	透视: 0.018	透视: 2.02×10^{-4}	0.0024
			摄影: 0.299	摄影: 2.25×10^{-3}	
8	导管室西侧防护墙外 0.3m 处(中医科康复大厅)	1	透视: 0.019	透视: 8.40×10^{-4}	0.0101
			摄影: 0.311	摄影: 9.34×10^{-3}	
9	导管室北侧污物通道门外 0.3m 处(污物通道)	1/16	透视: 0.017	透视: 4.87×10^{-5}	5.9×10^{-4}
			摄影: 0.289	摄影: 5.41×10^{-4}	
10	导管室楼下地下车库对应位置距顶棚 0.3m 处(地下车库)	1/4	透视: 0.031	透视: 3.51×10^{-4}	0.0042
			摄影: 0.519	摄影: 3.90×10^{-3}	
11	导管室楼上消毒中心对应位置距地板 0.3m 处(消毒中心)	1	透视: 0.031	透视: 1.40×10^{-3}	0.0170
			摄影: 0.519	摄影: 0.0156	
12	医院西侧闲置房东侧	1/16	透视: 5.61×10^{-4}	透视: 1.58×10^{-6}	1.91×10^{-5}
			摄影: 9.35×10^{-3}	摄影: 1.75×10^{-5}	
13	住院楼西南角	1/4	透视: 2.19×10^{-4}	透视: 2.47×10^{-6}	2.99×10^{-5}
			摄影: 3.65×10^{-3}	摄影: 2.74×10^{-5}	

由表 11-3 可知，DSA 运行期间，公众人员能到达位置及周边保护目标处所受年有效剂量为 $2.99 \times 10^{-5} \sim 0.0170 \text{mSv/a}$ ，不超过本项目设置的公众人员辐射剂量 0.25mSv/a 的约束值。

事故影响分析

(1) 事故风险识别

- ①人员进入正在出束的设备机房，形成误照射。
- ②X 射线机出束时，人员在设备机房内没有撤离，形成误照射。

(2) 事故风险分析及剂量估算

非正常情形下，X 射线装置出束时，人员误入正在出束的 X 射线机房或人员没有及时撤离，导致意外照射。

下面定量估算人员误入正在出束的 X 射线机房或人员没有及时撤离所受照的剂量：根据 DSA 运行工况可知，射线装置 X 射线泄露和散射率一般按泄露和散射剂量率的 0.1%估算，则本项目 DSA 透视时泄露和散射剂量率为 $9.9 \times 10^3 \mu\text{Gy/h}$ ，摄影时为泄露和散射剂量率为 $1.65 \times 10^5 \mu\text{Gy/h}$ 。本项目按摄影时泄露和散射剂量率 $1.65 \times 10^5 \mu\text{Gy/h}$ 保守进行估算，假设人员进入射线装置机房距离 X 射线机的距离为 1~3m 远，考虑从有人员受到误照射到发现后采取措施停止照射，受照时长按 10s 进行估算。

下表给出人员误入机房，人在不同位置一次事故所受照剂量。

表 11-4 事故情况下的受照剂量估算

序号	距离(m)	时长(s)	剂量率(mGy/h)	剂量(mSv)
1	1	10	165	0.458
2	2	10	41.3	0.115
3	3	10	18.3	0.051

从表 11-4 可知：一次事故所受照剂量最大值为 0.458mSv/次，影响较大，应避免此类事件的发生。

(3) 事故风险预防措施及应急预案

为防止意外事故的发生，要采取如下措施，把事故风险降至最低：

- ①严格执行 DSA 的操作规程；
- ②定期检查屏蔽门外指示灯，使其处于良好工作状态；
- ③出束前，确认机房内无不相关人员并做好安全措施情况时方可启动出束开关；
- ④设备出束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。

一旦发生意外照射事故，立即启动《射事故应急预案》，详见附件。

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，确保设备正常运行，避免发生事故，定州市第二医院成立了以院长任组长，副院长任副组长的辐射防护管理领导小组，负责辐射安全管理，制定有关管理制度，针对防范措施失效和未落实防范措施的部门提出整改意见，对已发生放射事故的现场进行组织协调、上报、组织救援等工作。

本项目 DSA 亦纳入原有的辐射防护管理工作中，由原有的辐射事故应急处理工作领导小组统一协调处理相关工作。

辐射安全管理规章制度

12.1 规章制度

定州市第二医院已制订一系列辐射防护管理制度，所定制度包括：《定州市第二医院辐射防护管理领导小组》、《定州市第二医院辐射岗位职责》、《定州市第二医院辐射防护和安全保卫制度》、《定州市第二医院设备检修维护制度》、《定州市第二医院辐射工作人员安全培训制度》、《定州市第二医院辐射工作人员个人剂量检测制度》、《定州市第二医院辐射事故应急预案》、《定州市第二医院监测方案》《定州市第二医院监测仪表使用与校验管理制度》等规章制度，并得到有效落实。

本次针对本项目 DSA 使用具体情况，定州市第二医院对相关的规章制度进行修订，补充了《定州市第二医院血管造影机操作规程》，已符合现有射线装置的管理规定，相关规章制度具体见附件。

12.2 从事放射性活动的技术能力分析

国家环境保护部 2017 年修正的《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(环保部令第 47 号)第十六条提出了使用射线装置的单位申请领取许可证，应当具备的相关条件，环境保护部 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》(环保部令第 18 号)也对射线装置的安全与防护管理提出了要求，下面分别就环保部提出的相关要求同定州市第二医院达到的条件进行对比，并给出是否符合要求的结论，具体见表 12-1。

表 12-1 环保部令第 47 号及环保部令第 18 号要求及本项目达到条件对照表

法规要求	单位情况	符合情况
(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。	本项目安排 4 名工作人员从事射线装置工作, 均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。	患者防护门上方安装有工作状态指示灯, 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, 射线设备出束可由职业工作人员控制, 有意外情况可随时停止出束。	符合
(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。	本项目共 4 名辐射工作人员均配备个人剂量计, 并为职业工作人员和患者配备了符合要求的辐射防护用品和辅助防护设施。配备 1 台 X- γ 剂量率仪作为本项目监测仪器。	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。	制定了《定州市第二医院辐射防护管理领导小组》、《定州市第二医院血管造影机操作规程》、《定州市第二医院辐射岗位职责》、《定州市第二医院辐射防护和安全保卫制度》、《定州市第二医院设备检修维护制度》、《定州市第二医院辐射工作人员安全培训制度》、《定州市第二医院辐射工作人员个人剂量检测制度》、《定州市第二医院辐射事故应急预案》、《定州市第二医院监测方案》《定州市第二医院监测仪表使用与校验管理制度》等规章制度。	符合
(七) 有完善的辐射事故应急措施。	制定了专门的《辐射事故应急预案》。	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。	本项目不产生放射性的废气、废液、固体废物。	—

续表 12-1 环保部令第 47 号及环保部令第 18 号要求及本项目达到条件对照表

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和防护管理办法》(环保部令第 18 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,屏蔽门上方安装有工作状态指示灯,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
	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。	本项目竣工验收后,拟委托有资质的环境监测机构对环境和 workplaces 周围的辐射水平进行监测。	—
	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。	—
	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。	本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

从以上对比可知:定州市第二医院符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(环保部令第 47 号)第十六条要求应当具备的相关条件及《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)的相关要求,具备从事放射性活动的技术能力。

辐射监测

定州市第二医院的辐射监测方案及监测内容如下：

(1) 个人剂量监测：定州市第二医院辐射工作人员均佩戴个人剂量计，按每季度一次的频率进行个人剂量监测，并按《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2016)和《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)要求建立个人剂量档案，个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满 75 周岁，或者停止辐射工作 30 年。

(2) 工作场所自检：在设备运行状态下，采用 X- γ 剂量率仪，每一个季度对工作场所周围的剂量率水平进行 1 次监测。

监测点位：机房四周围墙外 0.3m 处，患者通道门外 0.3m 处，观察窗、医生通道门、污物通道门外 0.3m 处，南侧防护墙外设备间，楼上消毒中心、楼下地下车库，并将监测数据记录存档。

(3) 环境监测：每年委托有监测资质的单位对工作场所周围环境的辐射水平进行监测，并出具监测报告，监测频率 1 次/年。

辐射事故应急

定州市第二医院制定了辐射事故应急预案，应急预案中明确了辐射事故应急处理领导小组成员及职责，并对应急报告、现场报告、应急系统启动、应急终止等应急处置程序进行了规定。

定州市第二医院应加强对应急人员的培训演练，并制定培训演练计划，定期并根据人员的变动情况，对辐射应急技术人员和管理人员进行国家有关法规和应急专业知识培训和继续教育，提高应急技能。同时，定期组织开展医院内的辐射事故应急演练，根据定州市第二医院实际情况，在医院相关辐射工作人员有变动的情况下应重新组织应急演练，并根据医院实际情况定期修改应急预案并组织实施。每次演练应将培训演练情况通过文字、图片、影像等形式记录存档。

表 13 结论与建议

结论

13.1 建设项目概况

(1) 项目概况

项目名称：定州市第二医院 DSA 应用项目

建设性质：扩建

建设规模：使用 1 台 DSA，属 II 类射线装置，位于定州市第二医院门诊楼大楼一楼西南部导管室。

(2) 项目选址

定州市第二医院位于定州市中兴西路（缔景城西侧）。医院 DSA 所在导管室位于医院门诊楼一楼西南部。导管室北侧为操作间和污物通道；东侧为洗手间；南侧为设备间和缓冲区，隔设备间和缓冲区为走廊；西侧为中医科康复大厅；楼上为消毒中心；楼下为地下车库。

13.2 环境现状和区域主要环境问题

(1) 根据定州市第二医院导管室及周边的辐射环境质量现状监测结果，本项目 DSA 机房及周围辐射剂量率水平为 70.9~124nGy/h，处于河北省天然贯穿辐射剂量率水平。

(2) 本项目所使用 DSA 污染因素为 X 射线，项目保护目标主要为操作射线装置的职业工作人员，射线装置使用场所周边 50m 范围内的其他工作人员、住院人员及候诊人员，周边偶尔停留的公众人员。

13.3 辐射安全与防护分析

本项目的污染因子为 X 射线，无其它放射性的废气、废液、固废产生。

射线装置机房屏蔽厚度满足相关标准要求，射线装置配备符合要求的辐射防护用品，工作人员配备个人剂量计，有切实可行的射线装置操作规程。

13.4 环境影响分析

分析结果表明：正常情况下，预测公众人员的年有效剂量小于 0.25mSv/a 的剂量约束值要求，职业工作人员的年有效剂量小于 5mSv/a 的剂量约束值要求。

本项目机房的屏蔽厚度满足标准的要求；对于职业工作人员应合理安排其工作，严格控制其进行放射治疗检查的时间，密切关注其个人剂量记录，以使其所受剂量不超过 5mSv/a 的剂量约束值；对于公众，应作好宣传工作，设立警示标志和指示灯，尽量使公众远离辐射区域。

13.5 辐射环境管理

定州市第二医院针对射线装置的造影、透视、摄影等工作，成立了以院长任组长，副院长任副组长的射线装置管理领导小组，指导、监督、检查各部门射线装置的管理使用工作，制定了《辐射故应急预案》等各项防护措施及制度，具有可操作性。

13.6 项目的“正当性”

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)，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。定州市第二医院射线装置使用项目是为了提高医院服务及诊疗水平，保障公众健康，具有良好的社会效益和经济效益，其获得的利益远大于辐射所造成的损害，其使用符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中“实践的正当性”原则。

13.7 项目可行性分析

综上所述，定州市第二医院医用X射线装置使用项目实践正当；射线装置机房采取符合要求的屏蔽措施，配备符合要求的辐射防护用品，工作人员配备个人剂量计，有切实可行的射线装置操作规程；项目位置选择可行，工程的实施对周围环境产生影响较小。因此，本评价从环保角度认为，项目的建设是可行的。

建议和承诺

为了保护环境，确保各机房屏蔽措施良好，公众场所及职业人员场所辐射水平不超过机房外附加辐射剂量率的控制值，本评价提出以下建议，定州市第二医院应承诺严格按照要求实施：

(1)严格落实本项目所提出的各项屏蔽措施、管理措施及防护措施等环保措施，避免其超标引起职业工作人员及公众的伤害。

(2)穿越防护墙的导线、导管等，不得影响其防护效果，通过屏蔽墙检测管道必须斜向穿过。

(3)运行阶段，加强设备和作业人员的运行防护。

(4)加强对职业工作人员的宣传教育，相关岗位人员应取得上岗证及相应资质方可上岗工作。

13.8 环保设施“三同时”验收一览表

本项目建成试运行后进行“三同时”竣工验收，项目环保措施验收情况见表13-1。

表 13-1 本项目竣工环保验收一览表

验收项目	验收内容及要求
剂量约束值/控制值	职业工作人员一年所接受的有效剂量不超过 5mSv/a，公众人员一年所接受的有效剂量不超过 0.25mSv/a。射线装置机房外周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5 μ Sv/h
电离辐射标识及中文警示说明	本项目机房门口、机房防护门等明显位置处设电离辐射标识及中文警示说明，机房防护门上方设安全工作指示灯
辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训与考核	本项目辐射工作人员共 4 人，均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
射线装置管理规章制度	《定州市第二医院辐射防护管理领导小组》、《定州市第二医院血管造影机操作规程》、《定州市第二医院辐射岗位职责》、《定州市第二医院辐射防护和安全保卫制度》、《定州市第二医院设备检修维护制度》、《定州市第二医院辐射工作人员安全培训制度》、《定州市第二医院辐射工作人员个人剂量检测制度》、《定州市第二医院辐射事故应急预案》、《定州市第二医院监测方案》《定州市第二医院监测仪表使用与校验管理制度》等各项管理规章制度得到落实，记录完备
辐射防护用品	工作人员个人防护用品：铅橡胶围裙 4 件、铅橡胶颈套 4 件、铅橡胶帽子 4 件、铅防护眼镜 3 副；工作人员辅助防护设施：铅悬挂防护屏 1 件、铅防护帘 1 件、床侧防护帘 1 件、床侧防护屏风 1 件；患者和受检者个人防护用品：铅橡胶围裙 2 件、铅橡胶颈套 2 件、铅橡胶帽子 2 件、阴影屏蔽器具 1 个
剂量测量	本项目共配备个人剂量计 4 套，配备 1 台 X- γ 剂量率仪
DSA 机房尺寸	DSA 机房有效使用面积约 37.5m ² ，最小单边长度约 5.0m。
DSA 机房屏蔽措施	四周墙壁：240mm 厚混凝土实心砖+30mm 钡水泥；顶棚：180mm 厚混凝土+2mm 铅板；地板：300mm 厚混凝土+20mm 钡水泥；防护门：内置 3.5mm 铅板的不锈钢防护门；防护窗：18mm 铅玻璃

表 14 审批

下一级环境保护行政主管部门审查意见：

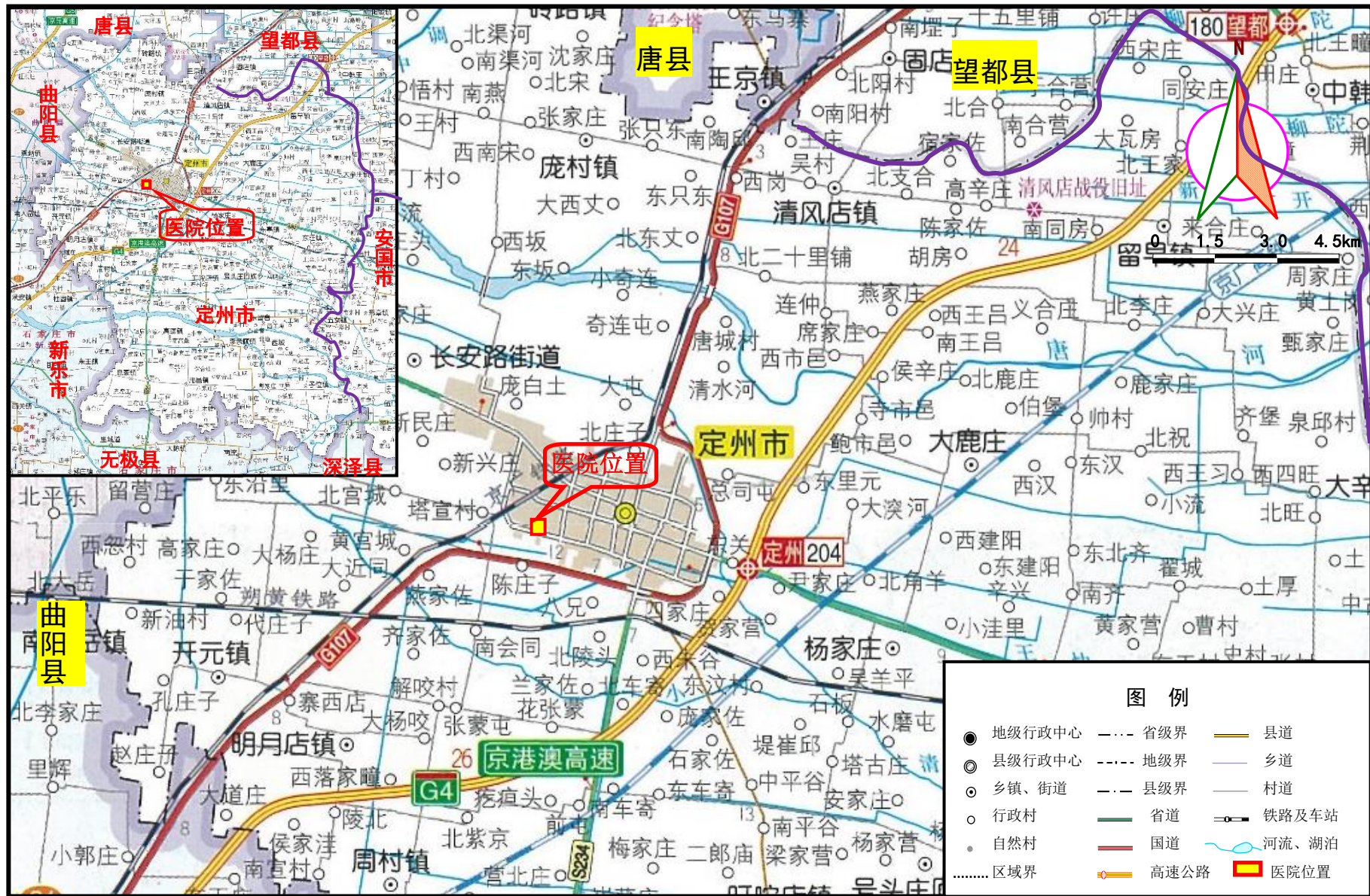
经办人：

公章
年 月 日

审批意见：

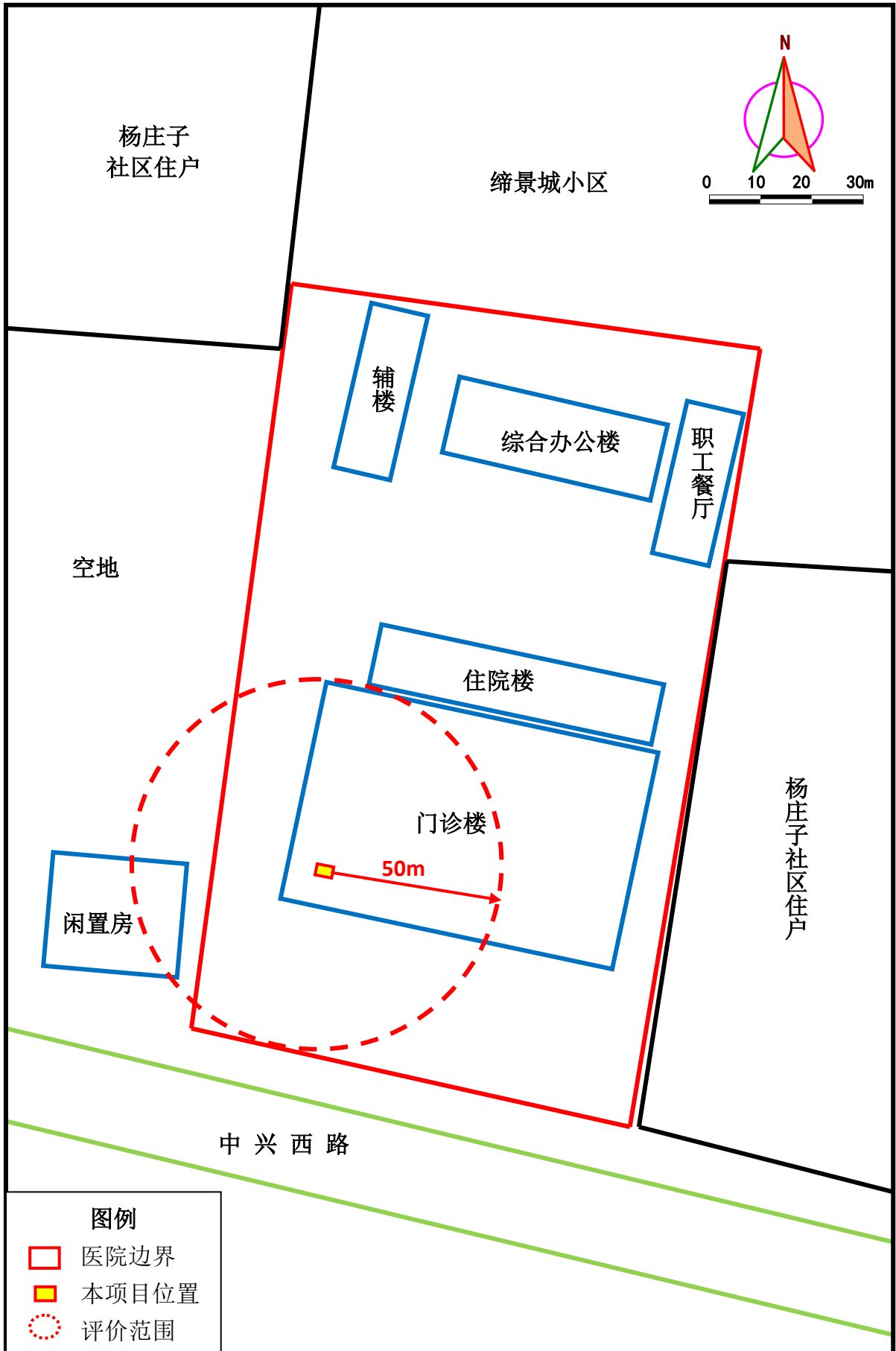
经办人：

公章
年 月 日

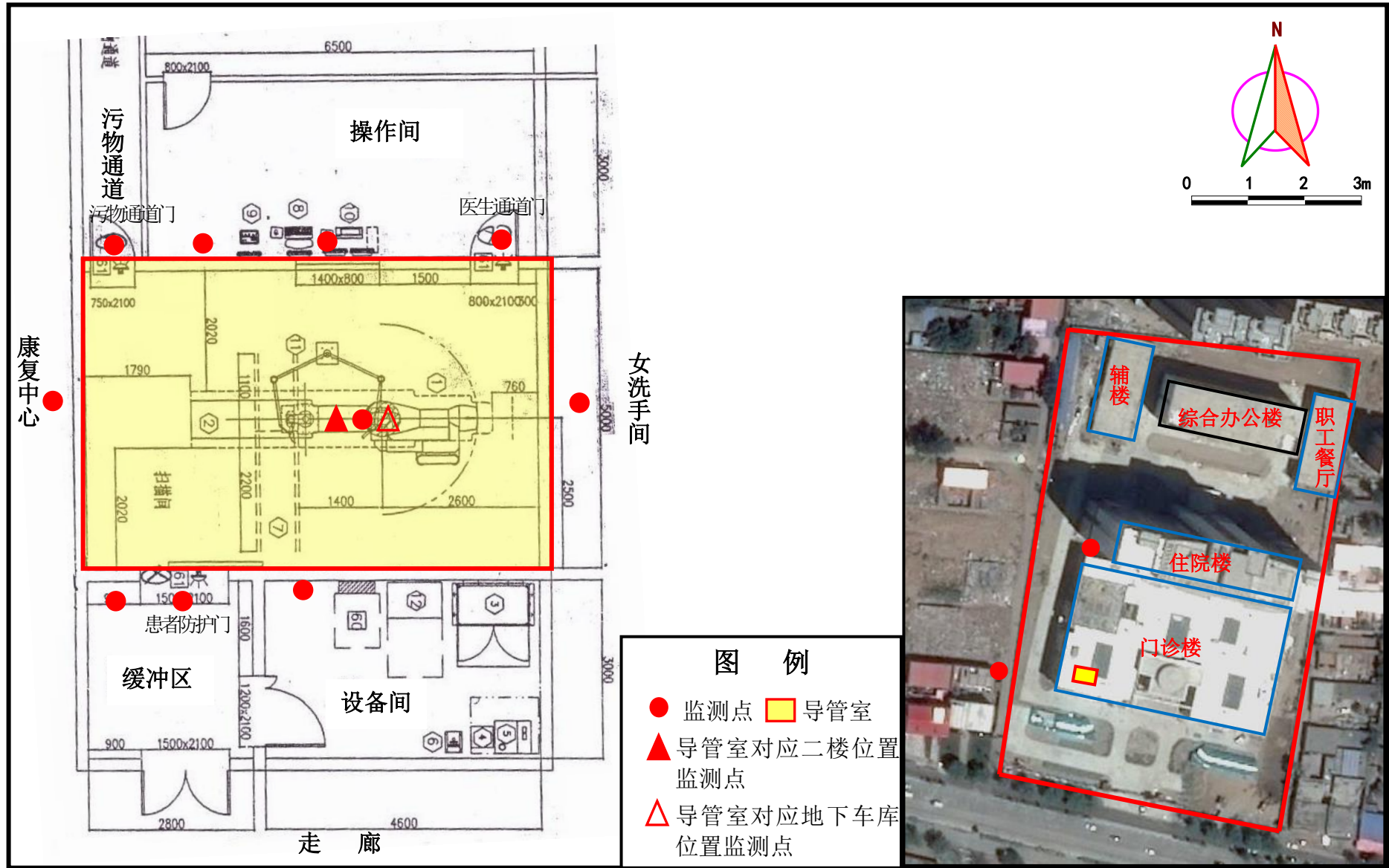


附图 1

地理位置图



附图 2 医院平面布置及周边关系图



附图 3

导管室平面布置、周边关系及监测布点图