

# 核技术利用建设项目

## 福建医科大学附属协和医院 1 台 DSA 机项目环境影响报告表 (公开版)

福建医科大学附属协和医院

二〇二二年十二月

**表 1 项目基本情况**

项目名称	福建医科大学附属协和医院 1 台 DSA 机项目				
建设单位	福建医科大学附属协和医院				
法人代表	陈*万	联系人	林*	联系电话	181****2315
注册地址	福建省福州市鼓楼区新权路 29 号				
项目建设地点	福建省福州市鼓楼区新权路 29 号				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）	**	环保投资（万元）	**	投资比例	**%
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			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	/			

**1.1 建设单位情况**

福建医科大学附属协和医院前身是福建基督教协和医院，为创建于 1860 年的福州圣教医院与创建于 1877 年的福州马高爱医院合并而成，是八闽现代医学的发祥地，现已成为一所集医疗、教学、科研、预防和保健为一体的大型三级甲等综合性医院。医院位于福建省福州市鼓楼区新权路 29 号，现有床位 2500 张，年门诊病人近 200 万人次，年收治住院病人 11 万余人次，开展各类手术 11 万余台。医院拥有 6 个国家临床重点专科、4 个福建省高水平临床医学中心、13 个福建省临床重点专科、8 个福建医科大学首批重点学科。医院现有员工 4100 余人，其中正、副高职称（含教授、副教授）500 余人，拥有国家级、省部级、享受政府特殊津贴专家等高层次人才百余名。

福建医科大学附属协和医院除院本部外，还拥有福建医科大学附属第三医院（协和医院西院）、福建医科大学附属平潭协和医院（协和医院平潭分院）和妈祖质子重离子医院（协和医院莆田分院）三个院区。

## 1.2 建设内容与项目由来

### 1.2.1 建设内容

为了适应卫生事业和医疗技术的发展，满足日益增长的医疗服务要求，提高医院服务质量和水平，建设单位拟在医院本部急诊楼一层新建1间DSA机房及其配套用房，使用1台DSA机，为II类射线装置。

本次环评涉及射线装置情况见表1-1。

表 1-1 本项目射线装置情况一览表

序号	设备名称	数量(台)	型号	技术参数	类别	应用目的	设备位置
1	数字平板减影血管造影机(DSA)	1	Innova IGS 530	125kV, 1000mA	II类	介入治疗	急诊楼一层 DSA机房

### 1.2.2 项目由来

根据《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）对射线装置的分类，本次拟建设的1台DSA机属于II类射线装置。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（修订本）（国务院令 第653号）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定，生态环境部部令第20号）、《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版，生态环境部部令第16号）等国家环境管理相关法律法规的规定，福建医科大学附属协和医院1台DSA机项目应进行辐射环境影响评价并编制环境影响报告表。

福建医科大学附属协和医院于2022年11月正式委托江西省地质局实验测试大队进行本项目环境影响评价（委托书详见附件1）。江西省地质局实验测试大队则立即组织人员进行现场踏勘和资料收集等相关工作，在此基础上编制完成了本项目环境影响报告表。

## 1.3 项目地理位置及周边环境

### （一）项目位置

本项目拟建DSA机房位于福建省福州市鼓楼区新权路29号福建医科大学附属协和医院急诊楼一层，中心地理坐标为：北纬26°4'40.25"，东经119°18'12.97"。急诊楼东侧为新权路，南侧为门诊楼和心血管病房楼，西侧为检验科，北侧为圣庙路和居民楼。

拟建DSA机房东侧为走道，南侧为工作站和水冷机房，西侧为手术前室、控制室和处置间，北侧为综合治疗室和走道，上方为急诊临时周转病房、无菌库房、一次性品库

房和走道，下方为检查换药、处置室、戊类库房、治疗室和走道。

表 1-2 项目周围场所一览表

位置	东侧	南侧	西侧	北侧	楼上	楼下
急诊楼	新权路	门诊楼、心血管病房楼	检验科	圣庙路、居民楼	/	/
DSA 机房	走道	工作站、水冷机房	手术前室、控制室和处置间	综合治疗室、走道	急诊临时周转病房、无菌库房、一次性品库房和走道	检查换药、处置室、戊类库房、治疗室和走道

本项目拟建 DSA 机房所处位置相对独立，与周边非放射性工作场所隔开，周边人员停留较少，机房大小、屏蔽物质厚度等符合相关标准要求。DSA 机房选址充分考虑了邻室及周围场所的人员防护与安全，避开了人群聚集点，本项目 DSA 机房辐射屏蔽防护墙体边界外周围 50m 评价范围内无学校等环境敏感区，且周围辐射环境现状质量良好，项目工作场所选址合理。

本项目地理位置见图 1-1，医院总平面布置图见图 1-2，评价范围示意图见图 1-3，DSA 机房平面布置图见图 1-4，DSA 机房上方投影区域见图 1-5，DSA 机房下方投影区域见图 1-6，本项目区域现状照片见图 1-7。

#### 1.4 可行性分析

本项目的建设有利于其周边区域医疗卫生服务水平的提升，改善患者的诊疗环境，在保障病人健康的同时也为医院创造了良好的经济效益，符合辐射防护“实践的正当性”原则。本项目考虑了经济和社会因素之后，通过采取机房辐射防护措施以将辐射环境影响保持在可合理达到的尽量低的水平，符合辐射防护“最优化”原则。本项目通过对潜在照射所致危险实施控制，使项目所引起的个人照射可满足剂量限值要求，符合辐射防护“剂量限值”原则。项目在加强管理后均满足国家相关法律、法规和标准的要求，不会给所在区域带来环境压力。

根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 29 号，2020 年 1 月 1 日起施行）及《国家发展改革委关于修改〈产业结构调整指导目录（2019 年本）〉的决定》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 49 号，2021 年 12 月 30 日起施行），本项目属于“第十三条 医药”中“第五款、新型医用诊断设备和试剂、**数字化医学影像设备**”，为鼓励类，因此本项目建设符合国家当前产业政策。

## 1.5 评价目的

(1) 对本项目核技术利用场所及周边的辐射环境现状进行现场调查和监测，掌握该场址的辐射水平和辐射环境质量现状。

(2) 通过环境影响评价，预测本项目对其周围环境影响的程度和范围，提出环境污染对策，为本项目的辐射环境管理提供科学依据。

(3) 对不利影响和存在的问题提出防治措施，使辐射环境影响满足相关标准要求并减少到“可合理达到的尽量低的水平”。

(4) 提出环境管理和环境监测计划，使该项目满足国家和地方生态环境部门对建设项目环境管理规定的要求，为辐射环境管理提供科学依据。

## 1.6 环保投资

项目总投资为\*\*万元，其中环保投资为\*\*万元，占总投资的\*\*%。环保投资情况见表1-3。

表 1-3 环保投资情况一览表

项目		环保投资金额（万元）	
DSA 机房	DSA 机房四面墙体和顶棚地板硫酸钡防护涂料。	**	合计： **
	3 扇铅制防护门、1 扇铅玻璃。	**	
	机房通风排风设施。	**	
	铅围裙、铅围脖、铅眼镜、介入防护手套、个人剂量计和个人剂量报警仪。	**	
	工作状态指示灯、电离辐射警告标志、规章制度上墙。	**	
	环境影响评价、竣工环境保护验收和年度监测费用等。	**	

## 1.7 原有核技术利用项目许可情况

### (一) 许可情况

医院已取得了辐射安全许可证，证书编号为闽环辐证【00113】，许可的种类和范围为“使用Ⅲ类、V类放射源；使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所”。

### (二) 环保手续履行情况

根据医院最近一期审批的《福建医科大学附属协和医院核医学科及 PET 中心项目环境影响报告表》（2022 年 9 月）及批复文件（闽环辐评[2022]40 号，详见附件 3）的有关内容，医院现有核技术利用项目许可情况见表 1-4~表 1-6。医院最近一期“闽环辐评[2022]40 号”批复的有关工程内容目前正在建设中。

表 1-4 医院已许可密封源一览表

序号	核素	活度(贝可)×枚数	类别	工作场所名称	环评情况	验收情况
1	Ir-192	9.25E+10	III类	后装机房	闽环辐评[2013]37号	已验收
2	Sr-90 (Y-90)	1.57E+9	V类	核医学科敷贴治疗室	已环评	已验收
3	Ge-68	3.5E+6	V类	2号楼一层 PET/CT 机房		
4	Ge-68	5.5E+7	V类			
5	Ge-68	(4.0E+8) ×2	V类			
6	Ge-68	6.0E+7	V类			

表 1-5 医院已许可非密封放射性物质一览表

序号	工作场所名称	场所等级	核素	日等效最大操作量(Bq)	年最大用量(Bq)	环评情况	验收情况
1	1号楼一层核医学科	乙级	Y-90	1.0×10 <sup>8</sup>	2.0×10 <sup>12</sup>	已环评	已验收
2		乙级	Tc-99m	3.7×10 <sup>7</sup>	6.66×10 <sup>12</sup>	闽环辐评[2014]14号	
3		乙级	Sr-89	2.96×10 <sup>7</sup>	1.48×10 <sup>10</sup>	已环评	
4		乙级	Sm-153	1.85×10 <sup>8</sup>	9.25×10 <sup>11</sup>		
5		乙级	Ra-223	6.66×10 <sup>7</sup>	6.66×10 <sup>9</sup>	已环评	
6		乙级	Mo-99 (Tc-99m)	3.7×10 <sup>7</sup>	1.85×10 <sup>12</sup>	闽环辐评[2014]14号	
7		乙级	Lu-177	5.55×10 <sup>8</sup>	7.4×10 <sup>11</sup>	已环评	
8		乙级	I-131	2.96×10 <sup>9</sup>	1.54×10 <sup>12</sup>	已环评	
9		乙级	I-125	7.4×10 <sup>7</sup>	1.78×10 <sup>12</sup>	闽环辐评[2014]14号	
10	2号楼一层 PET-CT 室	乙级	F-18	3.7×10 <sup>9</sup>	7.4×10 <sup>12</sup>	闽环辐评[2017]6号	

表 1-6 医院已许可射线装置一览表

序号	设备名称	类别	数量	环评情况	验收情况	使用场所
1	医用直线加速器	II类	1台	已环评	闽环辐[2012]验收 002号	放疗科一楼 1#加速器机房
2	医用直线加速器	II类	1台	闽环辐评[2013]37号	已验收	放疗科一楼 2#加速器机房
3	射波刀	II类	1台	闽环辐评[2016]12号	已验收	放疗科二楼射波刀机房
4	DSA	II类	1台	已环评	闽环辐[2012]验收 002号	8号楼第一导管室
5	DSA	II类	1台			8号楼第二导管室
6	DSA	II类	1台			8号楼第三导管室
7	DSA	II类	1台	闽环辐评[2016]23号	已验收	8号楼第四导管室
8	DSA	II类	1台	闽环辐评[2013]37号	已验收	8号楼第五导管室
9	DSA	II类	1台	闽环辐评[2019]19号	已验收	广电附属楼导管室

10	AB-BNCT	II类	1台	闽环辐评 [2022]7号	正在建设中	协和医院莆田 妈祖院区
13	CT、X线机、碎石机、 DR、口腔X光机、 乳腺X光机、移动X 线机、胃肠机、移动 血管造影机、骨密度 仪、ERCP、PET/CT 和SPECT/CT等	III类	共计38 台	已许可	/	分布于医院的1号 楼、2号楼、外科楼、 放疗楼、门诊楼、外 科楼、广电附属楼、 干部病房楼等

### (三) 辐射安全管理情况

福建医科大学附属协和医院现有辐射工作场所的辐射防护设施运行工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实以及档案管理等方面运行良好。

(1) 医院已成立放射防护管理委员会全面负责医院辐射安全及应急管理工作。医院已制订《放射安全防护管理制度》、《放射工作人员个人剂量监测与档案管理制度》、《放射工作人员职业健康管理制度》、《放射科工作人员岗位职责制度》、《个人放射用品使用和维护规定》、《人员培训计划》、《监测方案》、《放射诊疗装置和检测仪器仪表维护、保养与检测、校正制度》、《射线装置台账管理制度》和《射线装置使用登记制度》等规章制度，并要求工作人员严格按照规章制度要求执行。

(2) 医院每年委托有资质的单位对医院辐射工作场所进行监测，监测结果表明，医院各辐射工作场所周围剂量当量率均符合相关标准要求。

(3) 医院辐射工作场所均设置有电离辐射警示标识、工作指示灯和门灯联锁装置。

(4) 医院于每年1月31日前提交上一年度年度评估报告，2021年年度评估报告已上传至“全国核技术利用辐射安全申报系统”进行备案。

(5) 医院辐射工作人员培训、个人剂量监测和职业健康监护档案情况：

①辐射工作人员培训：医院现有辐射工作人员均已参加国家核技术利用辐射安全与防护知识培训或医院内部自主培训，并取得辐射安全与防护考核合格证书。

②医院所有工作人员均配有个人剂量计，接受剂量监测，建立个人剂量监测档案并存档，根据医院2021年度个人剂量监测报告，医院辐射工作人员年有效剂量均低于5mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）标准要求。

③医院辐射工作人员均已参加职业健康体检，建立健康体检档案。



图 1-1 项目地理位置图





图1-3 项目外环境关系图

表 2 放射源

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

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国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速 粒子	最大能量 (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	数字平板减影血管 造影机(DSA)	II类	1台	Innova IGS 530	125	1000	介入治疗	医院本部急诊楼一层 DSA 机房	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/



表 6 评价依据

<p>法律、 法规 文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，（2014年4月24日第十二届全国人民代表大会常务委 员会第八次会议修订，2015年1月1日起施行）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（中华人民共和国主席令第二十四号， 2018年12月29日起施行）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第六号，2003 年10月1日起施行）；</p> <p>(4) 《国务院关于修改&lt;建设项目环境保护管理条例&gt;的决定》（国务院令682 号，2017年10月1日起实施）；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（中华人民共和国国务院令第 709号，2019年修订）；</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版，生态环境部部令第16 号）；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（关于废止、修改部分生态 环境规章和规范性文件的决定，生态环境部部令第20号）；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（国家环境保护部令第18 号，2011年5月1日起施行）；</p> <p>(9) 《关于印发辐射安全许可座谈会会议纪要的函》（环办函〔2006〕629号，2006 年9月28日印发）；</p> <p>(10) 《关于明确核技术利用辐射安全监督有关事项的通知》（中华人民共和国环 境保护部，环办辐射函〔2016〕430号）；</p> <p>(11) 《关于发布射线装置分类办法的公告》（国家环境保护部、国家卫生和计划 生育委员会公告2017年第66号，2017年12月6日期实行）；</p> <p>(12) 《国家发展改革委关于修改&lt;产业结构调整指导目录（2019年本）&gt;的决定》 （中华人民共和国国家发展和改革委员会令第49号，2021年12月30日起施行）；</p> <p>(13) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》 （环发〔2006〕145号，2006年9月26日）；</p> <p>(14) 福建省环保厅关于印发《核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲》 （试行）的通知（闽环保辐射〔2013〕10号）；</p> <p>(15) 《福建省生态环境保护条例》（福建省第十三届人民代表大会常务委员会第 三十二次会议通过，2022年5月1日施行）。</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)；</p> <p>(2) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)；</p> <p>(3) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130—2020)</p> <p>(4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；</p> <p>(5) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；</p> <p>(6) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(7) 《医用电气设备第 1-3 部分：基本安全和基本性能的通用要求-并联标准：诊断 X 射线设备的辐射防护》(GB9706.103-2020)；</p> <p>(8) 《医用血管造影 X 射线机专用技术条件》(YY/T0740-2009)；</p> <p>(9) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 委托书(附件 1)；</p> <p>(2) 《中国环境天然放射性水平》(中国原子能出版社, 2015年)；</p> <p>(3) 《StructuralShielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities》；</p> <p>(4) 《辐射防护手册 第一分册》(李德平、潘自强主编)；</p> <p>(5) 现状监测报告；</p> <p>(6) 其他技术资料。</p>

**表 7 保护目标与评价标准**

**7.1 评价范围**

本项目为使用II类射线装置，依据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016），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）。考虑到本项目的实际情况，本次项目评价范围为 DSA 机房屏蔽墙体外周边 50m 范围。

**7.2 保护目标**

根据对本项目周围环境的现场踏勘和调查，本项目辐射工作场所实体屏蔽墙体外周边 50m 范围内无学校等环境敏感区域，职业工作人员包括 DSA 操作人员和介入人员，公众人员包括医院工作人员、病人、陪护人员以及医院外流动人员。结合图 1-2~图 1-7，本项目核技术利用工作场所周边具体环境保护目标见下表 7-1。

**表 7-1 环境保护目标一览表**

环境保护对象			与本项目 DSA 机房相对方位	与本项目 DSA 机房实体边界距离	规模	剂量约束值
职业人员	控制室	操作人员	西侧	紧邻	2 人	5mSv/a
	DSA 机房	介入人员	DSA 机房内	--	3~4 人	
公众人员	走道	患者家属等流动人员	东侧	紧邻	约 4~6 人	0.1mSv/a
	工作站	医生	南侧	紧邻	约 2~3 人	
	水冷机房	维修人员	南侧	紧邻	约 2 人	
	综合治疗室和走道	医生和患者	北侧	紧邻	约 2~3 人	
	急诊临时周转病房、无菌库、一次性用品库和走道	医生和患者	楼上	紧邻	约 4~5 人	
	检查换药、处置室、戊类库房、治疗室和走道	医生	楼下	紧邻	约 6~8 人	
	急诊楼区域内的病人、陪护人员及医院工作人员		位于 DSA 机房四周、楼上和楼下	≥4m	约 200 人	
	门诊楼区域内的病人、陪护人员及医院工作人员		南侧	≥12m	约 400 人	
	心血管病房楼区域内的病人、陪护人员及医院工作人员		西南侧	≥27m	约 400 人	
	检验科区域内的病人、陪护人员及医院工作人员		西侧	≥30m	约 100 人	
	圣庙路的流动人员		北侧	≥22m	流动人员	
居民楼的公众人员		北侧	≥40m	约 200 人		

## 7.3 评价标准

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

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

#### B1 剂量限值

##### B1.1 职业照射

###### B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），  
20mSv；

本项目取其四分之一即 5mSv/a 作为剂量约束值。

##### B1.2 公众照射

###### B1.2.1 剂量限值

实践使公众有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

年有效剂量，1mSv；

11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内。但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限。

本项目取其十分之一即 0.1mSv/a 作为剂量约束值。

表 7-2 本项目人员年有效剂量约束值

人员类别	标准限值	剂量约束值
职业照射	连续5年的年平均有效剂量小于20mSv	5mSv/a
公众照射	年平均剂量估计值不应超过1mSv	0.1mSv/a

### 二、《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)

#### 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）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。

6.1.3: 每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求。

6.1.5: 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 7-3 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 <sup>2</sup>	机房内最小单边长度 m
单管头 X 射线设备 <sup>b</sup> (含 C 形臂, 乳腺 CBCT)	20	3.5

b 单管头、双管头或多管头 X 射线机的每个管球各安装在 1 个房间内。

6.2: X 射线设备机房屏蔽

6.2.1: 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 7-4 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

机房类型	有线束方向铅当量 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
C 形臂 X 射线设备机房	2.0	2.0

6.2.3: 机房的门和窗关闭时应满足表 7-4 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 2.5μSv/h；测量时，X 射线机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影监控装置，其设置的位置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: 电动推拉门应设置防夹装置。

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。

6.5: 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（见下表 7-5）基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助设施，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。

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/铅防护帘帘、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	—

## 表 8 环境质量与辐射现状

### 8.1 监测计划

#### 1、项目地理和场所位置

本项目 DSA 机房位于福建省福州市鼓楼区新权路 29 号福建医科大学附属协和医院急诊楼一层，项目地理位置见图 1-1。为掌握项目所在地的辐射环境质量现状，江西省地质局实验测试大队于 2022 年 11 月 9 日对项目所在地进行了辐射环境现状监测。

#### 2、监测内容与点位

根据《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）并结合本项目的实际情况进行监测布点，本次监测主要针对拟建辐射工作场所及周边环境 $\gamma$ 辐射剂量率。

#### 3、监测仪器与规范

电离辐射监测仪器的参数与规范见表 8-1。

表 8-1 监测仪器与监测规范表

便携式 X、 $\gamma$ 辐射周围剂量当量率仪	仪器型号	FH40G+FHZ672E-10 (F197)
	生产厂家	Thermo SCIENTIFIC
	监测规范	《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）
	监测单位	江西省地质局实验测试大队
	监测时间	2022 年 11 月 9 日
	检定单位	上海市计量测试技术研究院
	检定证书编号	2022H21-10-3937894002
	有效日期	2022 年 6 月 27 日至 2023 年 6 月 26 日
	量程范围	**
能量响应范围	**	

#### 4、质量保证措施

- 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性，同时满足标准要求。
- 监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。
- 监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。
- 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- 监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定。

### 8.2 辐射环境质量现状监测结果

江西省地质局实验测试大队于 2022 年 11 月 9 日对评价项目场址及周边区域的辐射环境现状进行监测，监测条件见表 8-2，监测结果见表 8-3，测量布点见图 8-1~图 8-4，监测报告见附件 11。

表 8-2 项目监测条件一览表

温度	湿度	天气情况	采样频次
**°C	**%	晴	**次

表 8-3 项目周围环境 $\gamma$ 辐射剂量率监测数据

序号	测点位置	环境 $\gamma$ 辐射剂量率 (nGy/h) (平均值)	备注
1	拟建 DSA 机房	**	室内监测点位
2	拟建 DSA 机房东侧走道	**	
3	拟建 DSA 机房南侧工作站	**	
4	拟建 DSA 机房西侧控制室	**	
5	拟建 DSA 机房北侧走道	**	
6	拟建 DSA 机房北侧综合治疗室	**	
7	拟建 DSA 机房楼上病房	**	
8	拟建 DSA 机房楼下检查换药室	**	
9	急诊楼东侧新权路	**	室外监测点位
10	急诊楼南侧门诊楼一层	**	室内监测点位
11	急诊楼西侧院内道路	**	室外监测点位
12	急诊楼北侧圣庙路	**	

根据表 8-3，本项目周边室内环境的 $\gamma$ 辐射剂量率在\*\*~\*\*nGy/h，周边外环境 $\gamma$ 辐射剂量率在\*\*~\*\*nGy/h，处于福州市室内、室外辐射环境本底范围值内（注：福州市室内辐射环境本底范围值\*\*~\*\*nGy/h，福州市室外辐射环境本底范围值\*\*~\*\*nGy/h，来源于《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年 7 月第 1 版）第\*\*页表\*\*）。

## 表 9 项目工程分析与源项

### 9.1 工程设备和工艺分析

#### (一) 工作原理

DSA是利用X射线进行放射诊断的设备，产生X射线的装置主要由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，灯丝通电加热产生电子，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。

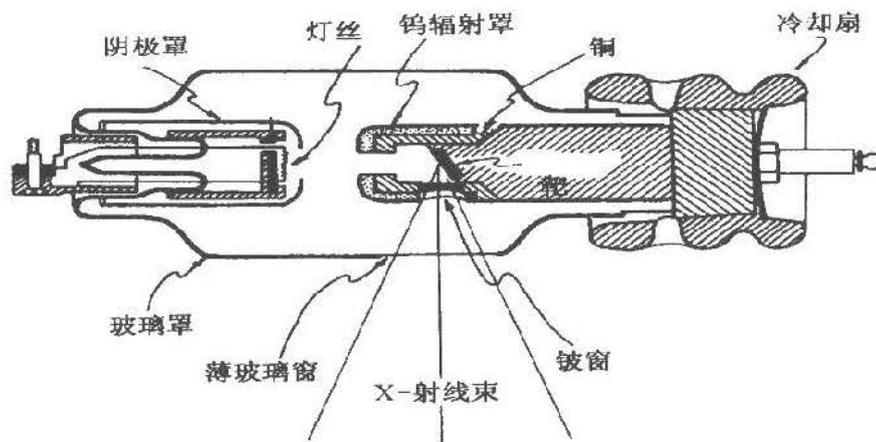


图 9-1 X 射线管结构及原理

数字平板减影血管造影机（DSA）是利用X射线技术和造影剂，清晰显示血管影像，并通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来。注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号，两次数字相减，消除相同的信号，得到一个只有造影剂的血管图像。这种图像较以往所用的常规脑血管造影所显示的图像更清晰和直观，一些精细的血管结构亦能显示出来。主要用于心脏、脑血管、外周血管的造影诊断及介入治疗，是心血管造影诊断及介入治疗的专用血管造影机。

#### (二) 设备组成

DSA主要由机架、导管床、高压发生器、X线球管、影像增强器、摄像系统、影像数字处理系统、图像显示和外部数据存储等部分组成。

### (三) 操作流程

介入放射手术的主要工作流程如下：

- ①根据预约接诊患者，医护人员做好手术前洁净准备，并穿戴好防护用品；
- ②根据患者检查部位，选择合适的曝光条件进行影像采集；
- ③医生在透视条件下插入导管，注入造影剂进行检查或进行介入治疗；
- ④注入造影剂后需再次进行影像采集，影像采集或介入治疗完成后由工作人员协助患者离开检查室。

DSA在进行曝光时分为两种情况：第一种情况，操作人员采取隔室操作的方式（即操作医师在控制室内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗观察DSA机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。

第二种情况，医生需进行手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师在曝光室内位于铅橡胶帘后身着铅围裙、铅围脖、介入防护手套等防护用品对病人进行直接的手术操作。

### (四) 劳动定员及工作制度

本项目DSA机房每周工作5天，年工作250天（按年工作50周考虑）。

DSA 机房控制室配备 1~2 名影像操作人员，介入手术人员为医院各科室根据临床需要安排进行介入手术，每台介入手术约 3~4 名介入手术人员进行同室操作。

表9-1 设备工作负荷

机房	年最大手术(台)	每台手术最大透视时间(min)	每台手术最大减影时间(min)	年最大透视时间(min)	年最大减影时间(min)
DSA 机房	***	**	***	***	***

## 9.2 污染源项描述

### 9.2.1 施工期的污染源项

本项目DSA机房建设阶段不产生放射性废物、放射性废水和放射性气体，主要是拟建DSA机房施工时产生的噪声、扬尘、废水、固体废物等环境影响。

#### (一) 废气

本项目的环境空气影响主要是扬尘，主要由防护涂料粉刷等施工活动产生。本项目的工程量小，产生的扬尘量很小。

#### (二) 噪声

本项目产生噪声来源的主要是装修电钻作业、设备安装等。噪声值一般在\*\*dB (A)

之间，施工场地的噪声对周围环境有一定的影响，但随着施工的结束而结束。

### （三）废水

施工期污水主要来自两个方面：一是施工废水，二是施工人员的生活污水。本项目施工期约为\*\*个月，本项目建设内容所需施工人员约\*\*人，根据给水排水设计规范，按每人每天用水\*\*L计算，则施工期总用水量约为\*\*t (\*\*t/d)，污水排放量按用水量的\*\*%计算，则生活污水总排放量约\*\*t。

### （四）固体废物

本项目固体废物主要为：生活垃圾、施工垃圾等。本项目建设内容所需施工人员约\*\*人，生活垃圾量按\*\*kg/人·d计算，则施工期内每天产生生活垃圾约\*\*kg/d，则施工期总生活垃圾约为\*\*kg。生活垃圾采取袋装分类收集，投放至指定地点，而后由环卫部门每日及时统一清运、处置。

## 9.2.2 运行期的污染源项

本项目 DSA 属于 X 射线装置，为采用 X 射线进行放射诊断的设备，X 射线是随 DSA 的开机、关机而产生和消失。其主要放射性污染途径为 X 射线对公众及辐射工作人员的外照射。项目运行期没有放射性的废气、废水和固体废弃物产生。

### （一）正常工况

①在采取隔室操作、并且设备正常运行和屏蔽防护措施到位的正常情况下，DSA 机房外的工作人员及公众受到 X 射线的外照射。

②对于使用 DSA 装置的介入手术项目，DSA 机房内进行手术操作的医生和其他医务人员，会受到一定程度的 X 射线外照射。

③X 射线与空气作用产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，但由于本项目 DSA 工作时的管电压、管电流较小，因此产生的臭氧和氮氧化物也较少。

### （二）事故工况

①当警示灯、门灯连锁损坏时，公众、检查管理人员或检修维护人员在 DSA 开机状态下误入 DSA 机房，致使人员受到额外的 X 射线照射。

②DSA 在铅玻璃老化和铅门破损未及时维修情况下，给周围活动人员及辐射工作人员造成额外的 X 射线照射。

③因违章操作，控制室操作人员在病人及医护人员未撤离 DSA 机房时进行曝光，给病人及医护人员造成额外的 X 射线照射。

④进行 DSA 介入手术的医护人员未穿戴铅围裙、铅围脖、介入防护手套等个人防护用品而受到不必要的 X 射线照射；没有为患者穿戴个人防护用品而受到不必要的 X 射线照射。

本次评价项目中使用的 DSA 为数字化显影设备，不会产生废显影水、定影水，因此不存在污水污染的问题。

仅限用于环评信息公示使用

表 10 辐射安全与防护

## 10.1 项目安全设施

### 一、工作场所布局

本项目拟建DSA机房建设地点位于福建省福州市鼓楼区新权路29号福建医科大学附属协和医院急诊楼一层。医院规划和设计时充分考虑了项目特点和本项目DSA机对周围环境可能存在的影响，有利于辐射防护和环境保护。

DSA机房东侧为走道，南侧为工作站和水冷机房，西侧为手术前室、控制室和处置间，北侧为综合治疗室和走道，上方为急诊临时周转病房、无菌库、一次性品库房和走道，下方为检查换药、处置室、戊类库房、治疗室和走道。本项目DSA机房区域各组成部分功能分区明确，既能有机联系，又不互相干扰，项目选址合理。DSA机房有效使用面积为44.45m<sup>2</sup>，最小单边为6.35m，DSA机房设有观察窗，DSA机房布局符合《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)等标准规定。本项目DSA机房平面布置图见图10-1。

### 二、控制区和监督区

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的规定，为了便于辐射防护管理和职业照射控制，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，将辐射工作场所分为控制区和监督区。

控制区：应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，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。

监督区：应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常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和评价。

根据分区原则，本项目辐射工作场所分区情况如下：把DSA机房划为控制区，控制室和防护门外等相邻区域划为监督区，实行分区管理，避免人员误闯入或误照。

### 三、辐射防护屏蔽设计

根据建设单位提供的有关设计资料，本项目DSA机房采取了符合标准的辐射防护措施，充分考虑邻室（含楼上）及周围场所的人员防护和安全。DSA机房拟采取的辐射防护措施情况见下表10-1，拟配备的防护用品见下表10-2。

表 10-1 DSA 机房辐射防护措施情况一览表

项目		辐射防护情况
DSA 机房	四周墙体	20cm 泡沫砖+4.0mmPb 硫酸钡防护涂料 (约 4.0mmPb)
	顶棚	11cm 混凝土+4.0mmPb 硫酸钡防护涂料 (约 5.0mmPb)
	地板	16cm 混凝土+3.0mmPb 硫酸钡防护涂料 (约 5.0mmPb)
	防护门	内衬 4.0mmPb 铅板防护门
	观察窗	4.0mmPb 铅玻璃
	机房大小	DSA 机房有效使用面积为 44.45m <sup>2</sup> (7.0m×6.35m)

表 10-2 本项目 DSA 配备防护用品一览表

《放射诊断放射防护要求》 (GBZ130-2020) 标准要求				防护用品配备情况	评价
工作人员		受检者		①医院 DSA 设备自带铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘。 ②医院拟为本项目工作人员配备 4 件铅围裙、4 件铅围脖、4 副介入防护手套、4 副铅眼镜、4 顶铅帽。 ③医院拟为受检者配备 1 件铅围裙、1 件铅围脖、1 顶铅帽。 ④医院配备 1 台辐射剂量率仪 (依托现有) 和 1 个人剂量报警仪。	符合要求
个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施		
铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套； 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏； 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙 (方形) 或矩形、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子			

#### 四、工作场所辐射安全和防护措施分析

为保障 DSA 的安全运行，避免在开机期间人员误留或误入 DSA 机房内而发生误照射事故，以及对工作人员和受检者的辐射防护，本项目拟建 DSA 机房设计有相应的辐射安全装置和保护措施，主要有：

(1) DSA 机房防护门上方设置工作状态指示灯，并在灯箱处设置“射线有害，灯亮勿入”等警示语句，入口显著位置粘贴电离辐射警示标志。工作状态指示灯和与防护门联锁，防护门关闭的情况下，工作状态指示灯才亮。

(2) 本项目手术前室防护门、处置间防护门和水冷机机房防护门为平开防护门，建设单位拟为平开防护门设置自动闭门装置。本项目患者进出防护门为电动推拉门，电动推拉门拟设置防夹装置，建设单位已制订操作规程，工作人员可根观察窗观察患者进出防护门是否关闭，当电动推拉门关闭时，才可以进行曝光。

(3) 本项目 DSA 机房及控制室内各设置 1 个急停开关按钮，在出现紧急情况下，

按下急停按钮，可以切断设备电源，X射线停止出束。

(4) 本项目 DSA 机房设置对讲装置，方便工作人员实时关注机房情况并与病人交流。

(5) 本项目 DSA 机房设置观察窗，在控制室内可以观察到 DSA 机房内的情况，当发生意外情况（有人误入或滞留）时，控制室内操作人员可以及时发现并采取应急措施。

(6) 为改善 DSA 机房内空气质量，本项目拟于 DSA 机房上方设置排气扇作为排风装置，排风管道经吊顶从西侧墙体接到室外。

(7) 本项目 DSA 机房电缆线管采用“U”型方式从地下穿过墙体。

(8) 医院为所有辐射工作人员和介入医生配备个人剂量计并定期送检，同时建立个人剂量档案；定期安排人员参加职业健康体检，并建立个人职业健康档案。

### **五、介入医生及护士的管理措施**

本项目 DSA 投入使用后，医院应加强介入手术中医生和护士的防护设施佩戴管理，从事介入手术的医生和护士应严格执行穿戴铅围裙、铅围脖和防护眼镜等个人防护用具以降低 X 射线的外照射。另外项目开展后，医院的介入手术操作医生需要配戴两个剂量计，一个佩带在围裙里面，另外一个佩带在围裙外面衣领上，以估算人体未被屏蔽部分的剂量。

DSA 介入手术需要工作人员近距离同室操作，其受照剂量大小与设备曝光时间、患者病情状况等均密切相关，同时也与手术操作人员的工作习惯、技术水平有关。因此，医院在 DSA 项目运行过程中还应严格落实以下要求：

#### **A) 介入医生和护士的防护要求**

①提高辐射防护和诊疗技术水平，全面掌握辐射防护法规与技术知识，介入医生和护士应参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）关于辐射安全与防护知识的学习，并报名现场考试，取得考核合格证书后方能上岗；

②结合诊疗项目实际情况，综合运用时间、距离与屏蔽防护措施，以减少受照剂量；

③必须佩带 2 枚个人剂量计，1 枚佩戴于防护用品内，1 枚佩带于防护用品外，并且将内、外剂量计做明显标记（如以对比鲜明的颜色进行区分等），防止内、外剂量计反戴的情况发生；

④严格开展介入手术医生的个人剂量监测，发现问题及时调查、整改。

#### **B) 介入治疗时的防护要求**

①时间防护：熟悉机器性能和介入操作技术，尽量减少照射和采集时间，特别避免未操作时仍踩脚间；

②缩小照射野：在满足影像采集质量和诊疗需要的前提下，尽量缩小照射野、调节透视脉冲频率至最低状态；

③缩短物片距：尽量让影像增强器或平板靠近患者，减少散射线；

④充分利用各种防护器材：操作者穿戴铅衣、铅围脖、铅帽、铅眼镜或铅面罩；处于生育年龄者还可加穿铅三角裤；使用床下铅帘及悬吊铅帘。

## 六、辐射防护措施符合性分析

为分析本项目 DSA 机房的辐射防护性能，根据医院提供的的设计资料，将 DSA 机房的主要辐射防护措施列表分析，并与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中对 DSA 机房的辐射防护设施的技术要求对照，具体见表 10-3。

表 10-3 本项目 DSA 机房辐射防护措施符合性分析表

设备名称	《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）要求	本项目方案	符合情况
DSA	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。	本项目 DSA 机有用线束朝上照射，避免直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。	符合
	6.1.5: 单管头 X 射线机（含 C 形臂，乳腺 CBCT）：机房内最小有效使用面积 20m <sup>2</sup> ，机房内最小单边长度 3.5m。	本项目 DSA 机房有效使用面积为 44.45m <sup>2</sup> （7.0m×6.35m）。	符合
	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的规定（C 形臂 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。）。	DSA 机房四周墙体为 20cm 泡沫砖+4.0mmPb 硫酸钡防护涂料（约 4.0mmPb）；顶棚为 11cm 混凝土+4.0mmPb 硫酸钡防护涂料（约 5.0mmPb）；地板为 16cm 混凝土+3.0mmPb 硫酸钡防护涂料（约 5.0mmPb）；防护门为内衬 4.0mmPb 铅板防护门；观察窗为 4.0mmPb 铅玻璃。满足有用线束方向铅当量 2mmPb，非有用线束方向铅当量 2mmPb 的标准要求。	符合
	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。	本项目 DSA 机房拟设有观察窗，其设置的位置能观察到受检者状态及防护门开闭情况。	符合
	6.4.2: 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	建设单位在项目运行期拟制订相关规章制度规定机房内不允许堆放与本项目无关的杂物。	符合
	6.4.3: 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。	本项目 DSA 机房拟设置动力通风装置，保障 DSA 机房具备良好的通风。	符合
	6.4.4: 机房门外应有电离辐射警告标志；	本项目 DSA 机房防护门外拟设置电离辐	符合

<p>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。</p>	<p>射警告标志、放射防护注意事项、工作状态指示灯，灯箱处设置有“射线有害、灯亮勿入”警示语句。</p>	
<p>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。</p>	<p>本项目 DSA 机房平开防护门拟设置自动闭门装置，工作状态指示灯能与机房门有效关联。</p>	符合
<p>6.4.6: 电动推拉门宜设置防夹装置。</p>	<p>本项目 DSA 机房患者进出防护门为电动推拉门，拟设有防夹装置。</p>	符合

## 10.2 三废的治理

本次评价的数字平板减影血管造影机（DSA）属于利用X射线进行介入诊疗和摄影诊断的医用设备，只有在DSA开机的状态下才产生X射线，本项目无放射性废气、废水和放射性固体废弃物产生。

### （一）废气

DSA运行时产生的少量氮氧化物和臭氧，通过DSA机房内设置的通风系统进行通风换气，工作时均开启，防止DSA机房内空气中臭氧和氮氧化物等有害气体累积，故产生的少量氮氧化物和臭氧对周围环境空气质量和辐射工作人员影响极小。

### （二）固体废物

①DSA达到设备使用年限或阴极射线管损坏进行更换时，产生的废旧阴极射线管属于危险废物（代码：900-044-49），应委托有资质单位处置。拆除X射线管的DSA在任何情况下均不会再产生X射线，医院可按照一般设备报废的相关规定进行处置。

②在进行介入手术过程中会产生纱布、针管、损伤废物、输液器等医疗废物，医疗废物收集后转移至医院医疗垃圾暂存间，由医院统一委托有资质单位处置。

### （三）废水

本项目DSA为数字化显影设备，无洗片废水、废定（显）影液。

本项目DSA正常运行时，如能落实本次环评提出的污染治理措施，即DSA机房安装通风设施和废旧阴极射线管委托有资质单位进行处理，则本项目DSA正常运行时产生的三废对周围环境基本无影响。

表 11 环境影响分析

### 11.1 建设阶段对环境的影响

本项目建设地点位于福建省福州市鼓楼区新权路29号福建医科大学附属协和医院急诊楼一层，原福州市环境保护局于2013年10月10日下发了《关于福建医科大学附属协和医院门诊楼、急诊楼及心血管病房楼工程环境影响报告书的审批意见》（榕环保综[2013]335号）（详见附件4）。本项目DSA机房建设阶段不产生放射性废物、放射性废水和放射性气体。项目工程量较小，没有大型机械设备进入施工场地，施工人员较少，施工期约为1个月，施工涉及的区域面积较小，施工期间以墙体建设和设备安装噪声为主，同时伴有少量扬尘、固体废物和废水产生。本项目施工期间产生的扬尘、噪声、固体废物、废水造成的影响均仅限于医院范围内，对医院周边环境基本不会造成影响。

#### （一）施工期扬尘影响分析

本项目在建设施工期需进行的粉刷防护涂料、电气安装、铅门安装等作业，各种施工将产生少量扬尘，另外材料运输车辆作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。

针对上述扬尘污染采取以下措施：a、及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；b、施工场地应进行围挡，设置洒水装置，车辆在运输材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；c、施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘。

#### （二）施工期噪声环境影响分析

机房装修电钻作业、设备安装等施工时产生间歇性噪声和振动，最大噪声级可达\*\*dB，对项目周边人员有一定的影响。

为了降低施工噪声对周围环境的影响，施工时应文明施工，合理安排施工时间，午间和夜间休息时间禁止施工；同时应选择噪声级尽可能低的施工机械进行施工，对施工机械采取消声降噪措施，施工场所应采取消声减震措施，避免对项目周边人员产生影响。

#### （三）施工期固体废物环境影响分析

项目施工期间固废主要为建筑垃圾、施工废物料及施工人员生活垃圾。对项目施工期间产生的建筑垃圾、施工废物料，可回收利用的部分应尽量予以回收，不可回收的部分运送至建筑垃圾定点收集处，统一交由有资质的渣土运输单位处置。建设单位应做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落。

本项目建设内容所需施工人员约\*\*人，生活垃圾量按\*\*\*kg/人·d计算，则施工期内每

天产生生活垃圾约\*\*kg/d。生活垃圾采取袋装分类收集，投放至指定地点，而后由环卫部门每日及时统一清运、处置。

#### **（四）施工期废水环境影响分析**

施工期废水主要有施工过程中产生的含泥浆建筑废水及施工人员生活污水。

项目施工期间，混凝土搅拌、砌墙等工序将产生少量含有泥浆的施工废水，这类废水产生量较小，经蒸发或沉淀处理后回用于施工区域用水，不外排，对项目周边水环境无影响。

本项目建设内容所需施工人员约\*\*人，根据给水排水设计规范，按每人每天用水 80L 计算，则施工期总用水量约为\*\*t (\*\*t/d)，污水排放量按用水量的\*\*%计算，则生活污水总排放量约\*\*t。生活污水经收集后再纳入院区污水处理站统一处理。

本项目为新建项目，建设期间不涉及射线装置的使用，不会对周边环境产生电离辐射影响。但在安装调试的过程当中，一定要严格按照相关使用说明、相关管理制度执行。

### **11.2 运行阶段对环境的影响**

#### **11.2.1 DSA机房周围辐射环境影响分析**

本项目DSA运行期对环境的影响主要是在介入诊疗和摄影拍片时产生的X射线对职业工作人员及公众人员的外照射，为分析本项目DSA的辐射环境影响，根据医院提供的相关参数及设计方案，对本项目DSA运行后辐射环境影响进行理论计算和类比分析。

##### **一、DSA机房周围剂量当量率理论计算**

###### **（一）关注点的选取**

评价选取 DSA 机房实体屏蔽墙体防护外人员活动区域作为关注区域；对于同室近台操作人员，由于人员所处位置不固定，防护水平及距射线源距离均有所不同，评价选取第一患者位作为 DSA 机房内关注点。

根据场所布局情况，本次评价选取控制室观察窗外 30cm 处（操作位）（A 点）、机房东墙外 30cm 处（B 点）、机房南墙外 30cm 处（C 点）、机房西墙外 30cm 处（D 点）、机房北墙外 30cm 处（E 点）、患者进出防护门外 30cm 处（F 点）、水冷机房防护门外 30cm 处（G 点）、手术前室防护门外 30cm 处（H 点）、处置间防护门外 30cm 处（I 点）、顶棚上方距顶棚地面 100cm 处（J 点）、地板下方距楼下地面 170cm 处（K 点）、介入操作位（L 点）。

## (二) 预测模式

根据典型数字减影血管造影设备工作原理，设备图像增强器对 X 射线主束有防护作用。根据《Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities》第\*\*节指出，DSA 防护设计不需要考虑主束照射。因此，评价考虑**泄漏辐射和散射辐射**造成的辐射影响。

### (1) 泄露辐射

泄漏辐射预测模式，参考李德平、潘自强主编《辐射防护手册第一分册 辐射源与屏蔽》（[M]北京：原子能出版社，1987）中给出的公式。透射因子 B 预测模式，参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录\*\*中给出的公式。

$$H_L = \frac{H_{CL} \cdot B}{d^2} \dots\dots\dots \text{式 (11-1)}$$

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

参考《医用电气设备第1-3部分：基本安全和基本性能的通用要求-并联标准：诊断X射线设备的辐射防护》（GB9706.103-2020）第\*\*章内容，X射线管组件和X射线源组件在加载状态下的泄漏辐射，当其在相当于规定的**1h**最大输入能量加载条件下以标称X射线管电压运行时，距焦点\*\*m处，\*\*h内在任一\*\*cm<sup>2</sup>的区域（主要线性尺寸不大于\*\*cm）的空气比释动能不应超过\*\*mGy。即距焦点\*\*m处，任一\*\*cm<sup>2</sup>的区域（主要线性尺寸不大于\*\*cm）的空气比释动能率不应超过\*\*mGy/h。

根据公式（11-1）和（11-2），本项目各关注点泄漏辐射剂量率见表11-1。

表11-1 关注点处泄漏辐射剂量率计算结果

机房	关注点	距焦点1m处剂量率 $H_L(\mu\text{Gy/h})$	X	d(m)	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	B	$H_L$ ( $\mu\text{Gy/h}$ )
D S A 机 房	A点	**	**	**	**	**	**	**	**
	B点		**	**				**	
	C点		**	**				**	
	D点		**	**				**	
	E点		**	**				**	
	F点		**	**				**	
	G点		**	**				**	
	H点		**	**				**	
	I点		**	**				**	
	J点		**	**				**	

	K点		**	**				**	**
	L点		**	**				**	**

## (2) 散射辐射

对于病人体表的散射X射线可以用反照率法估计。散射剂量率采用李德平、潘自强主编《辐射防护手册第一分册 辐射源与屏蔽》（[M]北京：原子能出版社，1987）中P\*\*页给出的公式计算：

$$H_s = \frac{H_{os} \cdot \alpha \cdot S}{d_o^2 \cdot d_s^2} \cdot B \dots\dots\dots \text{式 (11-3)}$$

**透视模式：**参考《医用血管造影 X 射线机专用技术条件》（YY/T0740-2009）第\*\*节要求，在管电压与管电流的任意组合下，透视入射空气比释动能率应不大于\*\*mGy/min。参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）第\*\*节要求，介入放射学、近台同室操作 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于\*\*cm 的装置。评价保守考虑，假设焦皮距为\*\*cm 情况下，透射模式下距靶\*\*m 处的空气比释动能率为\*\*μGy/h。

**减影模式：**参考《医用外照射源的辐射防护》（国际放射防护委员会第33号出版物）P\*\*图\*\*，当管电压为\*\*kV时，离靶\*\*m处的剂量率约为\*\*mGy/mA·min，参考同类型装置运行情况，减影模式管电流最大取\*\*mA，则本项目摄影状态\*\*m处的剂量率保守取\*\*μGy/h。

根据公式（11-2）、（11-3），本项目各关注点散射辐射剂量率见表 11-2。

表 11-2 关注点处散射辐射剂量率计算结果

关注区域	H <sub>os</sub> (μGy/h)	S (cm <sup>2</sup> )	d <sub>o</sub> (m)	d <sub>s</sub> (m)	α	β	γ	B	H <sub>s</sub> (μGy/h)
透视模式	A点	**	**	**	**	**	**	**	**
	B点	**	**	**	**	**	**	**	**
	C点	**	**	**	**	**	**	**	**
	D点	**	**	**	**	**	**	**	**
	E点	**	**	**	**	**	**	**	**
	F点	**	**	**	**	**	**	**	**
	G点	**	**	**	**	**	**	**	**
	H点	**	**	**	**	**	**	**	**
	I点	**	**	**	**	**	**	**	**
	J点	**	**	**	**	**	**	**	**
	K点	**	**	**	**	**	**	**	**

减影模式	L点		**	**	**	**	**	**	**	**
	A点	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	B点		**	**	**	**	**	**	**	**
	C点		**	**	**	**	**	**	**	**
	D点		**	**	**	**	**	**	**	**
	E点		**	**	**	**	**	**	**	**
	F点		**	**	**	**	**	**	**	**
	G点		**	**	**	**	**	**	**	**
	H点		**	**	**	**	**	**	**	**
	I点		**	**	**	**	**	**	**	**
	J点		**	**	**	**	**	**	**	**
	K点		**	**	**	**	**	**	**	**

(三) 本项目DSA机房各关注点总辐射剂量率

根据表11-1和表11-2，本项目DSA机房各关注点总辐射剂量率见表11-3。

表 11-3 本项目 DSA 机房各关注点总辐射剂量率

工作模式	关注区域描述	泄露剂量率 (μGy/h)	散射剂量率 (μGy/h)	总剂量率 (μGy/h)
透视模式	A点 观察窗外30cm (操作位)	**	**	**
	B点 东墙外30cm	**	**	**
	C点 南墙外30cm	**	**	**
	D点 西墙外30cm	**	**	**
	E点 北墙外30cm	**	**	**
	F点 患者进出防护门外30cm	**	**	**
	G点 水冷机房防护门外30cm	**	**	**
	H点 手术前室防护门外30cm	**	**	**
	I点 处置间防护门外30cm	**	**	**
	J点 顶棚上方距顶棚地面100cm处	**	**	**
	K点 地板下方距楼下地面170cm	**	**	**
	L点 介入操作位	**	**	**
减影模式	A点 观察窗外30cm (操作位)	**	**	**
	B点 东墙外30cm	**	**	**
	C点 南墙外30cm	**	**	**
	D点 西墙外30cm	**	**	**
	E点 北墙外30cm	**	**	**

F点	患者进出防护门外30cm	***	***	***
G点	水冷机房防护门外30cm	***	***	***
H点	手术前室防护门外30cm	***	***	***
I点	处置间防护门外30cm	***	***	***
J点	顶棚上方距顶棚地面100cm处	***	***	***
K点	地板下方距楼下地面170cm	***	***	***

根据表11-3，本项目DSA机房在透视模式下机房外各关注点辐射剂量率最大为 $***\mu\text{Gy/h}=***\mu\text{Sv/h}$ ，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“具有透视功能的X射线设备在透视条件下检测时，机房周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的标准要求。

## 二、类比分析

类比分析采用《\*\*\*医院 DSA 射线装置改扩建项目竣工环境保护验收监测报告表》中有关监测数据（报告编号：\*\*\*），该项目已于2019年11月21日通过竣工环保验收，类比监测报告详见附件12。

### ①类比可行性分析

本次拟建的 DSA 与类比 DSA 技术参数、防护措施及机房周边环境对比一览表见表11-4、表11-5。

表 11-4 DSA 技术参数、防护措施类比条件一览表

项目	本项目	类比项目	备注
型号	Innova IGS 330	***	/
管电压、管电流	125kV, 1000mA	**	相同
屏蔽墙	20cm 泡沫砖+4.0mmPb 硫酸钡防护涂料（约4.0mmPb）	***	优于类比项目
防护门铅当量	防护门为内衬4.0mmPb 铅板	**	优于类比项目
顶棚	11cm 混凝土+4.0mmPb 硫酸钡防护涂料（约5.0mmPb）	***	优于类比项目
地板	16cm 混凝土+3.0mmPb 硫酸钡防护涂料（约5.0mmPb）	***	/
观察窗铅当量	4.0mmPb 铅玻璃	**	优于类比项目
机房面积	44.45m <sup>2</sup> （7.0m×6.35m）	***	优于类比项目

表 11-5 机房周边环境对比表

机房	本项目	类比项目
	DSA 机房	***
机房上方	急诊临时周转病房、无菌库房、一次性品库房和走道	***
机房下方	检查换药、处置室、戊类库房、治疗室和走道	***
机房东侧	走道	***
机房南侧	工作站、水冷机房	***

机房西侧	手术前室、控制室和处置间	***
机房北侧	综合治疗室、走道	***

由表 11-4 可知，本项目 DSA 的最大管电压和最大管电流等同类比项目，DSA 机房各屏蔽措施均优于类比项目；由表 11-5 可知，本次评价的 DSA 机房周围环境与类比项目相似。综上所述，类比条件充分。

## ②类比监测结果

根据《\*\*医院 DSA 射线装置改扩建项目竣工环境保护验收监测报告表》中有关监测数据（报告编号：\*\*），本项目类比监测结果见下表 11-6。

表 11-6 DSA 机房周围 X- $\gamma$ 剂量率类比监测结果

序号	监测点位描述	周围剂量当量率监测结果 (nSv/h)		
		关机状态	开机状态	
			减影模式	透视模式
1	工作人员操作位	***	***	***
2	电缆地沟外表面 30cm	***	***	***
3	铅玻璃观察窗外表面 30cm (中部)	***	***	***
4	铅玻璃观察窗外表面 30cm (上端)	***	***	***
5	铅玻璃观察窗外表面 30cm (下端)	***	***	***
6	铅玻璃观察窗外表面 30cm (左侧)	***	***	***
7	铅玻璃观察窗外表面 30cm (右侧)	***	***	***
8	防护门 M1 外表面 30cm (中部)	***	***	***
9	防护门 M1 外表面 30cm (上端)	***	***	***
10	防护门 M1 外表面 30cm (下端)	***	***	***
11	防护门 M1 外表面 30cm (左侧)	***	***	***
12	防护门 M1 外表面 30cm (右侧)	***	***	***
13	防护门 M2 外表面 30cm (中部)	***	***	***
14	防护门 M2 外表面 30cm (上端)	***	***	***
15	防护门 M2 外表面 30cm (下端)	***	***	***
16	防护门 M2 外表面 30cm (左侧)	***	***	***
17	防护门 M2 外表面 30cm (右侧)	***	***	***
18	东墙外表面 30cm (左侧)	***	***	***
19	东墙外表面 30cm (中部)	***	***	***
20	东墙外表面 30cm (右侧)	***	***	***
21	南墙外表面 30cm (左侧)*	***	***	***
22	南墙外表面 30cm (中部)	***	***	***
23	南墙外表面 30cm (右侧)	***	***	***
24	西墙外表面 30cm (左侧)	***	***	***
25	西墙外表面 30cm (中部)	***	***	***
26	西墙外表面 30cm (右侧)	***	***	***
27	北墙外表面 30cm (左侧)	***	***	***
28	北墙外表面 30cm (中部)	***	***	***

检测工况：  
减影模式：  
76kV，  
683mA；  
透视模式：  
78kV，  
16.7mA。

29	北墙外表面 30cm (右侧)	***	***	***
30	机房正上方距地面 30cm 处	***	***	***
31	防护门 M3 外表面 30cm (中部)	***	***	***
32	防护门 M3 外表面 30cm (上端)	***	***	***
33	防护门 M3 外表面 30cm (下端)	***	***	***
34	防护门 M3 外表面 30cm (左侧)	***	***	***
35	防护门 M3 外表面 30cm (右侧)	***	***	***
36	防护门 M4 外表面 30cm (中部)	***	***	***
37	防护门 M4 外表面 30cm (上端)	***	***	***
38	防护门 M4 外表面 30cm (下端)	***	***	***
39	防护门 M4 外表面 30cm (左侧)	***	***	***
40	防护门 M4 外表面 30cm (右侧)	***	***	***
41	防护门 M5 外表面 30cm (中部)	***	***	***
42	防护门 M5 外表面 30cm (上端)	***	***	***
43	防护门 M5 外表面 30cm (下端)	***	***	***
44	防护门 M5 外表面 30cm (左侧)	***	***	***
45	防护门 M5 外表面 30cm (右侧)	***	***	***
46	第一术者位 (铅衣内)	***	***	***
47	第二术者位 (铅衣内)	***	***	***
48	第一术者位 (铅衣外)	***	***	***
49	第二术者位 (铅衣外)	***	***	***

由表11-6类比监测结果可知，类比DSA在正常使用条件时，减影模式下机房周围剂量当量率为\*\*\*nSv/h~\*\*\*nSv/h (\*\*μSv/h~\*\*μSv/h)，透视模式下机房周围剂量当量率为\*\*\*nSv/h~\*\*\*nSv/h (\*\*μSv/h~\*\*μSv/h)。本项目DSA实际运行电压、电流与类比项目相近，且机房的屏蔽措施优于类比项目，故可预测本项目DSA正常运行后周围各关注点辐射剂量率满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中“具有透视功能的X射线设备在透视条件下检测时，机房周围剂量当量率应不大于2.5 μSv/h”的标准要求。

### 11.2.2 职业工作人员和公众年有效剂量评价

为评价本项目拟建 DSA 机房屏蔽防护的有效性及其项目运行过程中对职业工作人员和公众产生的附加年有效剂量，采用理论计算对辐射工作人员和公众进行附加年有效剂量估算评价。

附加年有效剂量计算公式如下：

$$H = \dot{H} \cdot t \cdot T \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots \text{式 (11-4)}$$

根据医院提供的资料，DSA 年工作负荷情况见下表 11-7。

表11-7 设备工作负荷

机房	年最大手术(台)	每台手术最大透视时间(min)	每台手术最大减影时间(min)	年最大透视时间(min)	年最大减影时间(min)	总曝光时间 (min)
DSA 机房	***	***	***	***	***	***

## 一、职业工作人员年有效剂量

### (1) 介入操作人员

介入手术时，介入操作人员穿戴铅围裙、铅眼镜、铅围脖、铅手套等个人防护用品，位于铅防护屏和床侧铅帘后进行透视曝光。

DSA 介入手术是由相关内、外科等不同科室的人员构成，由于介入手术医生所受辐射剂量率较大，为方便管理和限制介入手术医生所受年有效剂量，建设单位规定每名介入手术医生每年最大介入手术量为\*\*\*台。当每名介入手术医生年介入手术量超过\*\*\*台时，建设单位应核查该名介入医生个人剂量检测报告年受照有效剂量，评估是否能继续从事介入手术工作，确保辐射工作人员最大年有效剂量低于 5mSv/年。

根据公式 11-4，介入操作人员最大附加年有效剂量估算结果见表 11-8。

表 11-8 介入操作人员最大附加年有效剂量估算表

机房	对象	附加辐射剂量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	年停留时间(h)	最大附加年有效剂量(mSv/a)
DSA 机房	介入医生和护士	***	***	***

### (2) 控制室操作人员

DSA 控制室操作人员的附加年有效剂量采用表 11-3 理论计算辐射剂量率进行年有效剂量估算。根据公式 11-4，则本项目控制室操作人员最大附加年有效剂量估算结果分别见表 11-9。

表11-9 控制室操作人员最大附加年有效剂量估算表

项目	工作人员	附加辐射剂量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	年停留时间(h)	最大附加年有效剂量(mSv/a)	备注
DSA 机房	控制室	减影	***	***	取表11-3关注点A点
	操作人员	透视	***		

综上所述，根据表11-8和表11-9职业人员年有效剂量估算结果，可以预测本项目DSA正常运行时对工作人员职业照射的最大附加年有效剂量值为\*\*\*mSv/a，本项目职业人员受到的年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求，也低于本报告提出的剂量约束值（职业人员5mSv/a）。

## 二、公众人员年有效剂量

DSA 机房周围公众人员的附加年有效剂量采用表 11-3 理论计算辐射剂量率进行年有

效剂量估算。本项目 DSA 机房公众人员居留因子取\*\*，根据公式 11-4，则本项目周围公众人员最大附加年有效剂量估算结果分别见表 11-10。

表11-10 公众人员最大附加年有效剂量估算表

项目	公众人员	$\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	t (h)	T	H (mSv/a)	备注	
DSA 机房	东侧走道人员	减影	**	**	**	**	取表11-3关注点B点
		透视	**	**	**	**	
	南侧工作站人员	减影	**	**	**	**	取表11-3关注点C点
		透视	**	**	**	**	
	西侧处置室人员	减影	**	**	**	**	取表11-3关注点I点
		透视	**	**	**	**	
	北侧综合治疗室人员	减影	**	**	**	**	取表11-3关注点E点
		透视	**	**	**	**	
	北侧走道人员	减影	**	**	**	**	取表11-3关注点E点
		透视	**	**	**	**	
	楼上病房人员	减影	**	**	**	**	取表11-3关注点J点
		透视	**	**	**	**	
	楼下检查换药人员	减影	**	**	**	**	取表11-3关注点K点
		透视	**	**	**	**	

根据表11-10公众人员最大附加年有效剂量估算结果，公众年附加有效剂量最大为\*\*mSv/a。本项目公众人员受到的年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求，也低于本报告提出的剂量约束值（公众人员0.1mSv/a）。

### 11.3 事故影响分析

按照《福建省环保厅关于印发<核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲>（试行）的通知》（闽环保辐射[2013]10号）要求，医院已编制《福建医科大学附属协和医院辐射事故/事件应急预案》。

#### （一）DSA 机可能发生的辐射事故

本项目 DSA 属于 X 射线装置，当设备关机时不会产生 X 射线，不存在影响辐射环境质量事故，只有当设备开机时才会产生 X 射线等危害因素。

①当警示灯、门灯联锁损坏时，公众、检查管理人员或检修维护人员在 DSA 开机状

态下误入本项目 DSA 机房。

② DSA 在铅玻璃老化和铅门破损未及时维修情况下，给周围活动人员及辐射工作人员造成额外的照射。

③ 因控制室操作人员违章操作，当人员未全部撤离 DSA 机房时进行曝光，DSA 运行给公众、辐射工作人员造成额外的照射。

④ 介入医生在 DSA 机房进行介入手术时，未穿戴好个人辐射防护用品，导致介入医生受到额外的照射。

## （二）辐射事故后果计算

结合事故风险识别内容，假设事故状态下受照射人员处于 DSA 机房内且无其他防护措施的情况。事故发生后，DSA 机房内人员按下紧急停机开关、开门装置，迅速撤离治疗机房，或控制室工作人员按下紧急停机开关。参考《医用外照射源的辐射防护》（国际放射防护委员会第 33 号出版物）P\*\*\*图\*\*\*，当管电压为\*\*kV 时，离靶 1m 处的剂量率约为\*\*mGy/mA·min，减影模式管电流最大取\*\*mA。如果受照射人员处于 DSA 机房内且无其他防护措施的情况\*\*s 内事故最大照射剂量为\*\*Gy，减影模式下不同居留条件对人员造成的事故照射剂量情况，见表 11-11。

表 11-11 不同居留条件下事故照射剂量

时间 (s)	1s	5s	15s	30s
距离 (m)				
1m	***	***	***	***

参考《辐射安全手册精编》第\*\*节关于急性放射病内容，各型急性放射病剂量阈值见表 11-12。

表 11-12 急性放射病剂量阈值

分型	受照剂量阈值 (Gy)	
骨髓型	轻度	***
	中度	***
	重度	***
	极重度	***
肠型	***	
脑型	***	

结合上表内容，对比不同居留条件下事故照射剂量分析，项目可致受照人员产生急性轻、中度放射病。

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第 40 条关于辐射事故分级要求，根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，见表 11-13。

表 11-13 辐射事故分级

事故等级	事故情形
特别重大辐射事故	指 I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。
重大辐射事故	指 I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	指 III 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故	指 IV 类、V 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

综上所述，本项目可能发生的事故为射线装置失控导致人员产生急性轻度放射病，属于一般辐射事故。

### （三）辐射事故处置方案

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条及《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》（原国家环境保护总局环发 145 号文件）等相关规定，发生辐射事故时，应当立即启动本单位事故应急预案，采取应急措施，并立即向当地生态环境主管部门、公安部门、卫生健康主管部门报告。

针对本项目 DSA 可能发生的辐射事故，本项目采取的处理原则是：

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 X 射线的产生。

②及时检查、估算受照人员的受照剂量，如果受照剂量较高，应及时安置受照人员就医检查；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。这样可缩小事故影响，减少事故损失。

③事故处理后分析相关资料，及时总结报告。医院对于辐射事故进行记录：包括事故发生的时间和地点、所有涉及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。

④对可能发生的辐射事故，应及时采取措施，妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，并接受监督部门的处理，同时及时上报生态环境主管部门和卫生健康主管部门。

#### (四) 辐射事故防范措施

针对本项目 DSA 机房可能发生的辐射事故，本项目采取的预防措施如表 11-14。

表 11-14 本项目采取的预防措施

辐射工作场所	环境风险因子	可能发生的辐射事故	采取的风险防范措施
DSA 机房	X射线	当警示灯、门灯联锁损坏时，公众、检查管理人员或检修维护人员在 DSA 开机状态下误入本项目 DSA 机房。	工作人员应每天检查安全联锁装置，且工作人员必须严格按照 DSA 操作程序进行操作，防止事故的发生。当发生事故时立即按下紧急按钮停止曝光，减少事故的影响。
		DSA 在铅玻璃老化和铅门破损未及时维修情况下，给周围活动人员及辐射工作人员造成额外的照射。	与当地生态环境部门密切配合，加强 DSA 机房辐射防护屏蔽效果的监督检查。 DSA 维修保养时，由专业检修人员进行操作，并在操作台处标识“维修中”，待检修完成后，将维修标识取走，工作人员方可进行治疗操作，可有效避免事故的发生。
		因控制室操作人员违章操作，当人员未全部撤离 DSA 机房，DSA 运行给公众、辐射工作人员造成额外的照射。	制订辐射安全管理相关制度，辐射工作人员需经培训后上岗，严格按照操作规程操作，杜绝因违章操作造成额外照射。
		介入医生在 DSA 机房进行介入手术时，未穿戴好个人辐射防护用品。	本项目介入人员均须经培训合格后上岗，且严格按照操作规程进行操作，防止事故的发生。为介入医生配备铅围裙、铅围脖、铅眼镜、介入防护手套等个人防护用品。

引起辐射事故（事件）的原因可分为人为因素、技术因素或其它因素。人为因素如蓄意破坏、偷盗、违反操作规程、操作失误、安全观念淡薄、管理缺失等；技术因素为设计不合理、设备故障等；其它因素如自然原因等。

为加强辐射安全管理工作，医院应从辐射安全管理、辐射安全意识两方面着手，提高辐射安全文化素养，加强辐射防护意识，预防辐射事故发生。为减少事故发生，医院需做好以下工作。

①定期组织辐射安全文化、法律法规培训，开展辐射安全实践活动，提高辐射安全文化素养，提高工作人员的核安全意识和专业技术知识。

②倡导严谨质疑的工作态度，树立知责任、负责任的责任意识，建立机制鼓励工作人员发现潜在的管理问题和安全隐患，建立有效的经验反馈机制，预防人因失误。

③定期对辐射安全与环境保护措施效果进行检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患立即进行整改，预防技术因素引起辐射事故。

④加强辐射分区管理，限制公众在监督区长期滞留。

⑤射线装置发生故障而紧急停机后，在未查明原因或维修结束前，不得重新启动辐射源。

⑥调试和维修时，应保证切断辐射源。

⑦调试和维修必须解除安全联锁时，需经负责人同意并通告有关人员。调试结束后，应及时恢复安全联锁并经确认系统正常。

#### 11.4 退役影响分析

DSA达到设备使用年限时，产生的废旧X射线阴极管属于危险废物（国家危险废物名录900-044-49），应委托有资质单位处置。拆除X射线管的DSA在任何情况下均不会再产生X射线，医院可按照一般设备报废的相关规定进行处置。DSA机X射线屏蔽材料含铅，必须按规定处置，不得随意废弃。

## 表 12 辐射安全管理

### 12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（生态环境部部令第 20 号）的相关规定：使用使用射线装置的单位，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构。

福建医科大学附属协和医院根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的有关规定，已成立了以洪\*山为主任，郑\*美、吴\*为副主任，郑\*美、侯\*盛、郑\*涛、严\*琳、陈\*、林\*娟、刘\*柏、魏\*、念\*霞、徐\*华、杨\*竹、陈\*龙、陈\*、刘\*革、石\*生、陈\*霖、郑\*、刘\*云、官\*彪、戴\*福、段\*、季\*友、林\*生、魏\*琴为成员组成的放射防护管理委员会，详见附件 5。

放射防护管理委员会下设放射防护工作办公室，挂靠医务部，统筹协调全院日常放射防护和环境保护管理工作。

### 12.2 辐射安全管理

#### （一）规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用射线装置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、放射防护和安全保卫制度、设备维修制度、人员培训计划、监测方案等，有完善的辐射事故应急措施。

福建医科大学附属协和医院已根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的有关要求制订规章制度，医院已制订相关制度见表12-1。

表12.1 医院已制订的规章制度一览表

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求成立的制度	医院已建立的管理制度	
	名称	内容
《操作规程》	《DSA机操作规程》	主要规定辐射工作人员操作射线装置的详细流程，能减少辐射事故的发生。
《岗位职责》	《放射科工作人员岗位职责制度》	主要明确了辐射工作人员和管理人员在放射工作中各自的责任。
《放射防护制度》 《安全保卫制度》	《放射安全防护管理制度》	对医院辐射工作人员职责、工作程序和个人防护做出要求。
《设备检修维护制度》	《放射诊疗装置和检测仪器仪表维护、保养与检测、校正制度》	提出了对射线装置的定期检修和维护要求，能防止因设备损坏造成辐射事故。
《人员培训制度》	《人员培训计划》	主要规定了辐射工作人员必须参加有资质单位组织的辐射安全与防护培训。
《台账管理制度》	《射线装置台账管理制度》 和《射线装置使用登记制度》	主要规定了工作人员在日常操作过程中记录射线装置使用时的管电压、管电流、曝光时间、使用人等情况。

《监测方案》	《监测方案》	主要规定了委托监测和日常监测的频率和内容，并要求对监测结果存档保留。
/	《放射工作人员个人剂量监测与档案管理制度》	主要规定了放射工作人员个人剂量监测的频率以及个人剂量计的佩戴要求。

福建医科大学附属协和医院制订的规则制度符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关要求。

## （二）辐射工作人员拟配备人数

根据建设单位提供的资料，本项目DSA机房控制室配备1~2名影像操作人员，介入手术人员为医院各科室根据临床需要安排进行介入手术，每台介入手术约3~4名介入手术工作人员进行同室操作。本项目依托介入科现有辐射工作人员，拟从介入科现有辐射工作人员中抽调从事本项目辐射工作，本项目不新增辐射工作人员，详细抽调人员名单在项目运行期将根据实际需要再进行调整。

## （三）辐射工作人员培训

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定，使用射线装置的单位，其辐射工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

本项目抽调的工作人员为医院现有工作人员，均已取得辐射安全与防护考核合格证书。建设单位应在本项目运行阶段安排工作人员每5年进行一次辐射安全和防护专业知识及相关法律法规复训，并取得辐射安全与防护考核复训合格证书。如果后期本项目拟新聘辐射工作人员，建设单位将严格根据相关法律法规的要求，督促本项目新聘辐射工作人员参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）关于辐射安全与防护知识的学习，并报名现场考试，取得考核合格证书后方能上岗。

## （四）辐射工作人员职业健康体检

根据《中华人民共和国职业病防治法》第三十五条：对从事接触职业病危害的作业的劳动者，用人单位应当按照国务院卫生行政部门的规定组织上岗前、在岗期间和离岗时的职业健康检查，并将检查结果书面告知劳动者。

本项目抽调的工作人员为医院现有工作人员，均已进行上岗前职业病健康体检。建设单位应在本项目运行阶段每2年一次安排本项目辐射工作人员进行在岗期间职业病健康体检。如果后期本项目拟新聘辐射工作人员，建设单位将严格根据相关法律法规的要求，安排本项目新聘辐射工作人员进行上岗前职业病健康体检，并对本项目辐射工作人员建立职业健康档案。

## 12.3 辐射监测

### （一）辐射工作人员个人剂量监测

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的有关要求，本项目DSA操作人员和介入医生等辐射工作人员配备个人剂量计，其中介入医生应配备2组个人剂量计（一组佩戴在左胸前铅衣内，一组戴在颈部铅围脖的外面），并定期（每季度1次）送个人剂量计至有资质的单位进行检测，建立个人剂量档案。

### （二）安全联锁装置检查

根据医院制订的操作规程，本项目辐射工作人员每天对DSA机房的安全联锁装置进行检查一次，确保安全联锁装置运行正常有效。

### （三）工作场所环境监测

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）第5.3.3.2条“X射线机的辐射环境监测”和《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录B，本项目DSA机房辐射环境监测计划见表12-2。

表 12-2 辐射监测计划

监测对象	DSA机房
监测计划	a.验收监测：项目建设完成后，委托有资质的单位进行竣工环境保护验收监测。 b.年度监测：每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行环境监测。 c.日常监测：项目运行期，使用配备的辐射监测设备，对辐射工作场所每季度进行一次环境监测。 d.个人剂量监测：辐射工作人员正确佩戴个人剂量计，其中介入医生应配备2组个人剂量计（一组佩戴在左胸前铅衣内，一组戴在颈部铅围脖的外面），并定期（每季度）送交有资质的单位进行检测。
监测因子	周围剂量当量率
监测点位	四周屏蔽墙及楼上楼下、操作位、防护门门缝处和观察窗外30cm
监测依据	《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）和《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

本项目制定的辐射监测计划符合医院实际情况，包括竣工环境保护验收监测、定期委托监测、自行检查以及辐射工作人员个人剂量监测，内容全面，符合《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）等要求。

综上所述，医院辐射监测计划较为全面，能够涵盖核技术利用项目的各个环节，且监测频率较为合理，辐射监测计划整体可行。

## 12.4 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《福建省环保厅关于印发〈核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲〉（试行）的通知》（闽环保辐射[2013]10号）要求，医院已编制《福建医科大学附属协和医院辐射事故/事件应急预案》。

根据《福建医科大学附属协和医院辐射事故/事件应急预案》，医院成立了放射事件防

范和处置应急小组，小组成员名单如下：

组长：洪\*山

副组长：吴\*、郑\*美

成员：魏\*、念\*霞、侯\*盛、郑\*涛、严\*琳、陈\*、林\*娟、刘\*柏、杨\*竹、  
陈\*龙、徐\*华、官\*彪、戴\*福、陈\*、刘\*革、石\*生、刘\*云、陈\*霖  
郑\*、段\*、季\*友、林\*生、魏\*琴

主要职责为：

(1) 组长职责：全面负责辐射事故应急处理的组织指挥工作及人员、物资的调配工作。

(2) 副组长职责：负责收集信息，及时向生态环境部门、公安部门及卫生行政部门上报，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》；同时做好受伤人员及家属的安抚工作；对于需要医学处理和医疗者进行妥善安排。

(3) 组员职责：负责辐射工作人员健康防护和辐射事故现场保护；协助上级主管部门调查事故、搜集证据、整理资料并做好记录；对设备维护人员实施监督管理。要加强对事故现场的治安维护工作，密切配合并协助上级主管部门做好事故现场的保卫工作，防止现场物资及财产被盗或者丢失，防止辐射事故次生危害。

(4) 参加辐射事故应急救援人员职责：要自觉遵守纪律，服从命令，听从指挥，为完成救援任务尽职尽责，通过积极工作最大限度地控制事故危害，为尽快恢复工作创造条件，为人员健康和社会稳定多做贡献。

## 12.5 建设项目竣工环境保护验收一览表

本项目竣工环境保护验收一览表见表 12-3。

表 12-3 辐射环境保护“三同时”验收清单

污染源或保护源	主要环保措施	验收标准
辐射防护措施	<p>DSA 机房有效使用面积为：44.45m<sup>2</sup>（7.0m×6.35m）；</p> <p>DSA 机房四周墙体为 20cm 泡沫砖+4.0mmPb 硫酸钡防护涂料（约 4.0mmPb）；顶棚为 11cm 混凝土+4.0mmPb 硫酸钡防护涂料（约 5.0mmPb）；地板为 16cm 混凝土+3.0mmPb 硫酸钡防护涂料（约 5.0mmPb）；防护门为内衬 4mmPb 铅板防护门；观察窗为 4.0mmPb 铅玻璃。</p>	<p>1、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）</p> <p>2、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）</p> <p>3、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》</p>
	<p>DSA 机房防护门外设置工作状态指示灯，并在灯箱处设置警示语句，防护门外设置电离辐射警告标志并实行门灯联锁。</p>	
	<p>DSA 机房平开防护门设置自动闭门装置；电动推拉门设置防夹装置，且设有曝光时关闭机房门的管理措施。</p>	
	<p>DSA 机房设有动力通风装置。</p>	
	<p>配备个人剂量计（所有辐射工作人员）、辐射剂量率仪、个人剂量报警仪、铅衣、铅帽、铅围脖、铅围裙、铅眼镜、介入防护手套等辐射监测仪器与防护用品。</p>	
	<p>将 DSA 机房划为控制区，控制室和防护门外等相邻区域划为监督区。</p>	
	<p>候诊区设置放射防护注意事项告知栏。</p>	
管理措施	<p>工作人员佩戴个人剂量计并建立个人剂量监测档案。</p>	
	<p>制定相应的规章制度和辐射事故事件应急预案，规章制度应张贴在控制室。</p>	
	<p>医院辐射工作人员参加生态环境部国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的培训和学习，并取得辐射安全与防护考核合格证书。</p>	
	<p>所有辐射工作人员参加职业病健康体检。</p>	
	<p>每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行辐射环境监测，并按时报送辐射安全年度评估报告。</p>	
	<p>本项目环评批复后，建设单位应向生态环境主管部门办理辐射安全许可证重新申领手续。</p>	

## 表 13 结论与建议

### 13.1 结论

福建医科大学附属协和医院位于福建省福州市鼓楼区新权路 29 号，建设单位为满足日益增长的医疗服务要求，拟于医院本部急诊楼一层新建 1 间 DSA 机房及其配套用房，使用 1 台 DSA 机，为 II 类射线装置。

#### (1) 辐射安全与防护分析结论

建设单位在设置辐射工作场所时已充分考虑了设备性能和运行特点、周围工作场所的防护与安全，对辐射工作场所选址和布局设计进行了综合考虑，辐射工作场所屏蔽设计符合辐射工作场所使用和辐射防护安全的要求。本项目 DSA 机房工作场所实行分区管理，严格限制无关人员进入控制区，避免人员误闯入或误照；DSA 机房各防护门外拟设置电离辐射警告标志，其中患者进出防护门外上方设置“工作状态指示灯”，工作状态指示灯与防护门设有门灯连锁装置；平开防护门拟设置自动闭门装置，电动推拉门拟设置防夹装置；排风装置等一系列辐射安全与防护措施。项目辐射安全与防护措施满足相关标准要求。

#### (2) 环境影响评价结论

由理论计算及类比分析结果可知，本项目 1 台 DSA 正常运行时，对工作人员职业照射的最大年有效剂量值为  $^{**}mSv/a$ ，对公众照射的最大年有效剂量值为  $^{**}mSv/a$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中的剂量限值要求（职业人员 20mSv/a，公众人员 1mSv/a），并不超过剂量约束值要求（职业人员 5mSv/a，公众人员 0.1mSv/a）。

#### (3) 可行性分析

##### ① 实践正当性分析

本项目的建设有利于其周边区域医疗卫生服务水平的提升，改善患者的诊疗环境。该项目在保障病人健康的同时也为医院创造良好的经济效益和社会效益，符合辐射防护“实践的正当性”原则。本项目考虑了经济和社会的因素之后，通过 DSA 机房辐射防护措施将辐射环境影响保持在可合理达到的尽量低的水平，符合辐射防护“最优化”原则。本项目通过对潜在照射所致危险实施控制，使本项目所引起的个人照射可满足剂量限值要求，符合辐射防护“剂量限值”原则。项目在加强管理后均满足国家相关法律、法规和标准的要求，不会给所在区域带来环境压力。

## ②产业政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2019年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第29号，2020年1月1日起施行）及《国家发展改革委关于修改〈产业结构调整指导目录（2019年本）〉的决定》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第49号，2021年12月30日起施行），本项目属于“第十三条 医药”中“第五款、新型医用诊断设备和试剂、**数字化医学影像设备**”，为鼓励类，因此本项目建设符合国家当前产业政策要求。

## （4）结论

综上所述，福建医科大学附属协和医院1台DSA机项目在落实本报告表提出的各项污染防治措施和辐射安全管理措施后，将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，项目正常运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从环境保护和辐射防护角度论证，该项目建设是可行的。

## 13.2 建议和承诺

（1）对本评价提出的辐射管理和辐射防护措施，建设单位应尽快落实，在项目建设同时，切实做到环保设施和主体工程“同时设计、同时施工、同时投产”。

（2）如需增加本报告表所涉及之外的射线装置或对其使用功能进行调整，则应按要求向生态环境主管部门进行申报，并按污染控制目标采取相应的辐射防护措施。

（3）本项目环评批复后，建设单位应及时向生态环境主管部门办理辐射安全许可证重新申领手续并按要求开展竣工环境保护验收工作。

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