

编号：ZFHK-FB20220088

核技术利用建设项目

宁波市医疗中心李惠利医院  
(宁波大学附属李惠利医院)

DSA 射线装置迁建项目

环境影响报告表

(报批稿)

宁波市医疗中心李惠利医院 (宁波大学附属李惠利医院)

2020年12月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

宁波市医疗中心李惠利医院  
(宁波大学附属李惠利医院)

DSA 射线装置迁建项目  
环境影响报告表

建设单位名称：宁波市医疗中心李惠利医院

(宁波大学附属李惠利医院)

建设单位法人代表(签名或签章)：

通讯地址：宁波市柳汀街 339 号

邮政编码：315000



# 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.....	17
表 9 项目工程分析与源项.....	21
表 10 辐射安全与防护.....	25
表 11 环境影响分析.....	31
表 12 辐射安全管理.....	39
表 13 结论与建议.....	44
表 14 审批.....	47

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		宁波市医疗中心李惠利医院（宁波大学附属李惠利医院）DSA 射线装置迁建项目			
建设单位		宁波市医疗中心李惠利医院（宁波大学附属李惠利医院）			
法人代表		■	联系人	■	联系电话
注册地址		宁波市兴宁路 57 号、宁波市江南路 1111 号			
项目建设地点		宁波市兴宁路 57 号兴宁院区 3 号楼二层			
立项审批部门		/		批准文号	
建设项目总投资（万元）		500	项目环保投资（万元）	30	投资比例（环保投资/总投资）
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 迁建 <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	/			
	<b>1.1 项目概述</b>				
<b>1.1.1 建设单位简介</b>					
<p>宁波市医疗中心李惠利医院（宁波大学附属李惠利医院）（第二名称为“宁波大学附属李惠利医院”）是一家集医疗、科研、教学为一体的公立综合性医院。成立于 1993 年，是宁波市首批三级甲等综合性医院，先后获得全国卫生系统先进集体、浙江省文明单位、浙江省行风建设先进单位、宁波市文明单位、宁波市卫生行风建设优胜单位、宁波市文明单位创建示范点、宁波市劳动模范集体等荣誉。为推进宁波卫生健康事业快速发展，2011 年在东部新城动工兴建宁波市医疗中心李惠利东部医院，2015 年 12 月 19 日东部医院正式运行，近一半医护团队赴东部医院工作，经过三年多的发展，李惠利东部医院已经迅速成长为东部新城的医疗中心。2019 年 4 月，宁波市医疗中心李惠利医院（宁波大学附属李惠利医院）成为宁波大学直属附属医院，更名为“宁波大学附属李惠利医院”。</p>					

医院包括兴宁和东部两大院区，实施“一体化管理、同品质医疗”。兴宁院区占地面积 89 亩，总建筑面积约 7.19 万平方米，开放床位 1200 余张，职工 1800 余人。东部院区占地面积 80 亩，总建筑面积 16.47 万平方米，目前开放床位 1200 余张，职工 1700 余人。本项目位于医院兴宁院区。

### 1.1.2 项目建设目的和任务由来

为优化诊疗流程和诊疗服务体验，向人民群众提供更好的医疗服务，宁波市医疗中心李惠利医院（宁波大学附属李惠利医院）拟将兴宁院区住院部（一）DSA（1）机房内的 1 台 DSA（型号为：Allure Xper FD20）搬迁至 3 号楼二层西侧，并拟将原中心药房拆除并新建本项目 DSA 机房及其配套用房，DSA 最大管电压为 125kV，最大管电流为 1250mA，属于 II 类射线装置。

为保护环境，保障周围公众健康，根据《中华人民共和国环境保护法》、《建设项目环境保护管理条例》以及《中华人民共和国环境影响评价法》，本项目应进行环境影响评价。对照《射线装置分类》（环境保护部 国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号），DSA 属于血管造影用 X 射线装置的分类范围，为 II 类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令 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）的有关规定的要求，需编制环境影响报告表。

因此，宁波市医疗中心李惠利医院（宁波大学附属李惠利医院）委托中辐环境科技有限公司开展“宁波市医疗中心李惠利医院（宁波大学附属李惠利医院）DSA 射线装置迁建项目（简称‘本项目’）”的环境影响评价工作（委托书见附件 1）。

在接受委托后，评价单位组织相关技术人员进行了现场勘察、资料收集等工作，并结合项目特点，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）中环境影响报告表的内容和格式，编制了本项目的环境影响报告表。

### 1.1.3 项目建设内容和规模

本项目拟将兴宁院区住院部（一）的 1 台 DSA 搬迁至 3 号楼二层西侧，拟建场所为中心药房，拟将中心药房改建为本项目 DSA 机房，型号为：Allure Xper FD20，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1250mA，属 II 类射线装置，DSA 机房的控制室、更衣室、设备间等配套用房均为新建。

本项目建设内容和规模详见表 1-1。

表 1-1 本项目建设内容和规模一览表

序号	名称	型号	数量	拟安装位置	类别	额定参数	备注
1	DSA	Allure Xper FD20	1 台	兴宁院区 3 号楼二层 DSA 机房	II类	125kV/1250mA	搬迁

## 1.2 项目选址及周围环境保护目标

### 1.2.1 项目地理位置

宁波市医疗中心李惠利医院（宁波大学附属李惠利医院）现有 2 个院区，兴宁院区位于宁波市兴宁路 57 号，东部院区位于宁波市江南路 1111 号。本项目位于兴宁院区，地理位置图件附图 1。

本项目位于兴宁院区 3 号楼二层西侧。兴宁院区北侧为停车场；东侧为彩虹南路，隔路为蓬莱小区、蓬莱大酒店、四季青藤酒店；南侧为兴宁路，隔路为在建泛迪中心；西侧为文景街，隔路为王隘社区、贺丞路 258 弄小区。医院地理位置图见附图 1、附图 2。

### 1.2.2 项目周围环境概况

#### 1.2.2.1 项目机房与外部建筑四至环境关系

本项目拟建 DSA 机房位于医院兴宁院区 3 号楼（地上共 22 层，地下 2 层）二层西侧，北侧为临时门诊楼，距离本机房 40m；东侧为彩虹南路，隔路为蓬莱小区，距离本机房 115m；南侧为住院楼，距离本机房 73m；西侧为文景街，隔路为王隘社区，距离本机房 35m。北侧医院员工宿舍距本项目机房为 12m，东北侧辅房二距本项目机房为 84m；西南侧膳食科、高压氧科距本项目机房分别为 33m、89mm；西侧制剂楼距本项目机房为 17m。机房边界外 50m 范围四至示意图见附图 3。

#### 1.2.2.2 项目机房四至环境关系

本项目拟建 DSA 机房北侧为二级库（部分临空），东侧为控制室、更衣室，南侧为前室、缓冲间、办公室，西侧为设备间、无菌室（部分临空），楼上为换鞋区、男浴室、男更衣室，楼下为门厅、配线间与消防控制室，DSA 机房平面布局详见附图 4。

### 1.2.3 选址合理性分析

本项目拟建 DSA 机房位于兴宁院区 3 号楼二层，利用原中心药房改建，不新增土地，项目用地属于医疗卫生用地，周围无环境制约因素。本项目拟建 DSA 机房实体边界外 50m 评价范围内，敏感点主要为周边居民楼、院内宿舍，敏感点对应方位、距离见附图 3 所示。

范围内其他主要为其他医疗用房及道路，经预测分析，本项目机房的屏蔽能力能满足相关要求，运营过程中产生的电离辐射经采取相应的屏蔽防护和管理措施后，不会对周围环境和公众造成危害，故本项目的选址是合理的。

### 1.2.4 本项目人员配置

本项目 DSA 拟配备 20 名介入医生，一台介入手术配备 5 名辐射工作人员，共分为 4 组，介入医生拟沿用兴宁院区现有介入放射科辐射工作人员，本项目运行后，介入医生将轮岗操作本项目 DSA 及 3 号二楼原 2 台 DSA 共计 3 台设备，不再兼职其它辐射工作。

### 1.3 医院原核技术利用许可情况

医院最近于 2020 年 8 月 6 日取得辐射安全许可证，证书编号“浙环辐证[B0015]”；许可种类和范围为：使用 II 类、III 类射线装置，有效期至 2025 年 8 月 5 日。医院射线装置情况见表 1-2。辐射安全许可证见附件 2，现有射线装置的环评手续见附件 5。

表 1-2 现有射线装置

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	备注	
1	牙片机	expert DC	III类	诊断	门诊口腔科	甬东环辐表 [2014]1号	甬环辐验 (2014) 7号
2	口腔全景机	芬兰OC200d	III类	诊断	住院部（一） 放射科	已登记许可	甬环辐验 (2014) 7号
3	直线加速治疗仪	西门子 PRIMUS M	II类	放射治疗	放疗机房	浙环建 [2003]102号	甬环辐验 (2014) 7号
4	C臂机	SIREMOBIL Compact L	III类	诊断	住院部（二） 手术室	已登记许可	甬环辐验 (2014) 7号
5	C臂机	BV Libra	III类	诊断	住院部（二） 手术室	已登记许可	甬环辐验 (2014) 7号
6	骨密度仪	HOLOGIC Discovery/wi	III类	诊断	住院部（一） 放射科	甬东环辐表 [2014]1号	甬环辐验 (2014) 7号
7	移动式X射线机	Mobile DaRt Evolutio	III类	诊断	住院部（一） 放射科	已登记许可	甬环辐验 (2014) 7号
8	体外碎石治疗机	DORNIER COMPACT DELT	III类	诊断	住院部（一） 放射科	甬东环辐表 [2014]1号	甬环辐验 (2014) 7号
9	直接数字化摄片系统	飞利浦DR Optimus	III类	诊断	住院部（一） 放射科	已登记许可	甬环辐验 (2014) 7号
10	全数字乳腺钼靶机	Hologiclopad/ seleni	III类	诊断	住院部（一） 放射科	甬东环辐表 [2014]1号	甬环辐验 (2014) 7号
11	数字胃肠机	SONIALVISI ON VERSA 8	III类	诊断	住院部（一） 放射科	已登记许可	甬环辐验 (2014) 7号
12	胃肠机	PHILIPS Easy Diagnost	III类	诊断	住院部（一） 九楼内镜中心	已登记许可	甬环辐验 (2014) 7号
13	DSA	Allura Xper FD20	II类	诊断	住院部（一）	已登记许可	甬环辐验

					放射科	(本项目搬迁设备)	(2014) 7号
14	医用CT	Brilliance 16 slice	III类	诊断	住院部(一)放射科	已登记许可	甬环辐验(2014) 7号
15	医用CT	Brilliance 16 slice	III类	诊断	住院部(一)放射科	已登记许可	甬环辐验(2014) 7号
16	医用CT	Brilliance 16 slice	III类	诊断	住院部(一)放射科	甬东环辐表[2014]1号	甬环辐验(2014) 7号
17	移动床边摄片机	岛津MU150P	III类	诊断	住院部(一)放射科	已登记许可	甬环辐验(2014) 7号
18	移动床边摄片机	MUS-J10	III类	诊断	住院部(一)放射科	已登记许可	甬环辐验(2014) 7号
19	移动床边摄片机	西门子Pluse	III类	诊断	住院部(一)放射科	已登记许可	甬环辐验(2014) 7号
20	普通影像诊断	岛津UD-150B+佳能平板	III类	诊断	住院部(一)放射科	已登记许可	甬环辐验(2014) 7号
21	移动床边摄片机	飞利浦P300	III类	诊断	住院部(一)放射科	甬东环辐表[2014]1号	甬环辐验(2014) 7号
22	C臂机	FD Vario 3D	III类	诊断	住院部(二)手术室	已登记许可	甬环辐验(2014) 7号
23	直接数字化摄片系统(DR)	PHILIPS Digital Diag	III类	诊断	住院部(一)放射科	已登记许可	甬环辐验(2014) 7号
24	直接数字化摄片系统(DR)	飞利浦DR	III类	诊断	门诊4楼体检中心	已登记许可	甬环辐验(2014) 7号
25	模拟定位机	东芝ZX-40A	III类	诊断	放疗机房	已登记许可	甬环辐验(2014) 7号
26	DSA介入X线装置	UNIQ FD10	II类	诊断	住院部(二)2楼	已登记许可	甬环辐验(2014) 7号
27	DSA	Allura Xper FD10	II类	诊断	住院部(二)2楼	甬环发函(2015) 16号	自主验收2018.4.1
28	DSA介入X线装置	Allura Xper FD20	II类	诊断	东部院区	甬环发函(2013) 18号	自主验收2018.2.1
29	DSA介入X线装置	UNIQ FD20	II类	诊断	东部院区	甬环发函(2013) 18号	在验收中,尚未完成
30	直线加速器	trilogy	II类	放射治疗	东部院区	甬环发函(2013) 18号	自主验收2018.2.1
31	CT	Ingenuity Flex 16排	III类	诊断	东部院区	甬环发函(2013) 18号	自主验收2018.2.1
32	CT	Ingenuity Flex 16排	III类	诊断	东部院区	甬环发函(2013) 18号	自主验收2018.2.1
33	C臂机	BV Endura	III类	诊断	东部院区	甬环发函(2013) 18号	自主验收2018.2.1
34	DR	DigitalDiagnost	III类	诊断	东部院区	甬环发函(2013) 18号	自主验收2018.2.1
35	数字胃肠机	D2RS	III类	诊断	东部院区	甬环发函(2013) 18号	自主验收2018.2.1



36	DR	DigitalDiagnost 双板	III类	诊断	东部院区	甬环发函 (2013) 18号	自主验收 2018.2.1
37	乳腺机	MAMMOMAT Inspiration	III类	诊断	东部院区	备案号: 201833026400000023	
38	骨密度仪	Discovery Ci	III类	诊断	东部院区	甬环发函 (2013) 18号	自主验收 2018.2.1
39	DR	DigitalDiagnost	III类	诊断	东部院区	备案号: 201833026400000023	
40	移动DR	Udr 360i	III类	诊断	东部院区	备案号: 201833026400000023	
41	64排CT	Revolution CT	III类	诊断	东部院区	甬环发函 (2013) 18号	自主验收 2018.2.1
42	移动DR	TY-DR32W	III类	诊断	东部院区	备案号: 201833026400000023	
43	牙科全景机	PP1	III类	诊断	东部院区	甬环发函 (2013) 18号	自主验收 2018.2.1
44	碎石机	HK.ESWL -V	III类	诊断	东部院区	甬环发函 (2013) 18号	自主验收 2018.2.1
45	C臂机	OEC9900	III类	诊断	东部院区	甬环发函 (2013) 18号	自主验收 2018.2.1
46	牙片机	D630	III类	诊断	东部院区	备案号: 201833026400000023	
47	模拟定位 DR	SL-IE	III类	诊断	东部院区	甬环发函 (2013) 18号	自主验收 2018.2.1
48	模拟定位 CT	SOMATOM Definition AS	III类	诊断	东部院区	甬环发函 (2013) 18号	自主验收 2018.2.1
49	DR	PuraDlagrost	III类	诊断	东部院区	备案号: 201833026400000023	
50	CT	Ingenuity Elex	III类	诊断	东部院区	备案号: 202033026400000172	

医院上述射线装置运行使用多年,无辐射安全事故,无环保投诉情况。本次环评建议医院在本项目批复后,及时重新申领辐射安全许可证。

#### 1.4 现有射线装置管理情况

(1) 医院调整了放射诊疗安全与防护管理领导小组组成人员,制定了一系列的辐射工作管理制度,其中包括辐射安全事件应急预案、辐射(放射)安全防护和管理制度、辐射监测方案、辐射安全防护和管理制度、放射科轮转制度、放射防护用品管理规范、放射科人员培训计划、保健制度等。

医院现有管理制度内容较为全面,符合相关要求,现有规章制度基本满足医院从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。医院严格落实各项规章制度,各辐射防护设施运行、维护、检测工作良好,在辐射安全和防护制度的建立、落实及档案管理等方面运行较好。

本项目建成后,医院沿用现有的放射诊疗安全与防护管理领导小组,目前医院的管理人员也能满足本项目辐射管理成员的配置要求,现有辐射制度也可以满足本辐射项目的制

度要求。

(2) 辐射工作期间要求辐射工作人员佩戴个人剂量计，建立剂量档案并终生存档保存，个人剂量计每三个月送检一次。医院已委托宁波市疾病预防控制中心对医院所有辐射工作人员进行长期个人剂量监测，2019 年度个人剂量检测报告中相关辐射工作人员的个人剂量监测结果在 0.06mSv~0.64mSv 范围内，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员要求的剂量限值。

(3) 医院现有 181 名辐射工作人员，均已进行放射防护知识培训并考核合格，考核成绩均在有效期内。

(4) 医院已对现有辐射工作人员开展健康监护，并建有职业健康档案。辐射工作人员岗前、在岗期间和离岗前均进行职业健康体检，在岗期间体检周期不超过 2 年。根据医院提供的职业健康体检报告，部分辐射工作人员职业健康检查报告已逾 2 年有效期，建设单位已安排相关人员于 2020 年 7 月 1 日-31 日至宁波市第一医院进行上岗前（15 人）、在岗期间（79 人）的职业健康检查，暂未取得职业健康检查报告。建设单位应根据检查结果安排相关人员工作岗位。

(5) 医院现有辐射工作场所实行分区管理，并设置有电离辐射警示牌、报警装置和工作状态指示灯等。

(6) 医院每年定期委托有资质的单位对辐射工作场所和设备性能进行年度监测，根据建设单位提供的监测报告，各辐射工作场所监测结果均满足相关标准要求，医院现已采取的辐射工作场所防护措施能够满足已开展辐射活动的辐射安全防护要求。

#### (7) 辐射应急演练和年度评估

医院已制定有《辐射安全事件应急预案》，医院每年均定期开展辐射事故应急演练，并对演练结果进行总结，及时对放射事件应急处理预案进行完善和修订。经医院核实，自辐射活动开展以来，未发生过辐射事故。

医院执行年度评估制度，编制有《辐射安全和防护状况年度评估报告》，对现有放射性同位素和射线装置辐射工作场所防护状况、人员培训及个人剂量、放射性同位素和射线装置台账、辐射安全与防护制度执行情况等进行年度总结和评估，并及时提交至发证机关。

**表 2 放射源**

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

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

**表 3 非密封放射性物质**

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

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 (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	装置名称	类别	数量	型号	加速粒籽	最大能量	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
	以下空白									

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II	1	Allure Xper FD20	125	1250	影像诊断与介入治疗	兴宁院区 3 号楼二层 DSA 机房	搬迁

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
	以下空白												

**表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）**

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧和氮氧化物	气体	/	/	微量	微量	/	不暂存	通过排风系统接入大楼总排风管，由楼顶排放

注：1、常见废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/m<sup>3</sup>，气态为 mg/m<sup>3</sup>；年排放总量用 kg；

2、含有放射性的废弃物要标明其排放浓度、年排放总量，单位分别为 Bq/L（kg、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》(中华人民共和国主席令第九号), 自 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(2018 年修订)》(2018 年 12 月 29 日起实施);</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 日起实施;</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 号修订), 2019 年 3 月 2 日起施行;</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》(国务院令 682 号, 2017 年);</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(原环境保护部令 18 号), 2011 年 5 月 1 日实施;</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(国家环境保护总局第 31 号令; 根据 2019 年 7 月 11 日生态环境部部务会议审议通过《生态环境部关于废止、修改部分规章的决定》修正), 自 2019 年 8 月 22 日起施行;</p> <p>(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(环境保护部令 44 号), 2017 年 9 月 1 日起施行;</p> <p>(9) 《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 1 号), 2018 年 4 月 28 日起施行;</p> <p>(10) 《关于发布&lt;射线装置分类&gt;的公告》(环境保护部 国家卫生和计划生育委员会 公告 2017 年第 66 号), 2017 年 12 月 5 日起施行;</p> <p>(11) 《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》(国家环保总局, 环发[2006]145 号);</p> <p>(12) 《浙江省建设项目环境保护管理办法》(2018 年省政府令 364 号修订), 2018 年 3 月 1 日实施;</p> <p>(13) 《浙江省辐射环境管理办法》(省政府令 289 号), 2012 年 2 月 1 日起实施;</p> <p>(14) 《关于开展医疗机构辐射安全许可和放射诊疗许可办事流程优化工作的通知》(浙江省生态环境厅 浙江省卫生健康委员会, 浙环函【2019】248 号);</p>
------------------	--

	<p>(15) 《浙江省环境保护厅关于发布&lt;省环境保护主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单(2015年本)&gt;及&lt;设区市环境保护主管部门负责审批环境影响评价文件的重污染、高环境风险以及严重影响生态的建设项目清单(2015年本)&gt;的通知》(浙环发[2015]38号)；</p> <p>(16) 《省生态环境主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单(2019年本)》(浙江省生态环境厅,浙环发[2019]22号)。</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) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(3) 《环境地表<math>\gamma</math>辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-93)；</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001)；</p> <p>(5) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)；</p> <p>(6) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)。</p>
<p>其 他</p>	<p>(1) 环境影响评价委托书；</p> <p>(2) 辐射安全许可证,证书编号“浙环辐证[B0015]”；</p> <p>(3) 建设单位提供的其它资料。</p>

## 表 7 保护目标与评价标准

### 7.1 评价范围

本项目是在固有实体边界的机房内使用 II 类射线装置，参照《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)对射线装置应用项目的评价范围的相关规定，将本项目拟建 DSA 机房实体墙外 50m 的区域作为评价范围。评价范围示意图见附图 2、附图 3。

### 7.2 保护目标

根据本项目周边环境情况调查，本项目拟建场址外 50m 范围（评价范围）为医院内部区域、北侧宿舍和西侧王隘社区，无学校、自然保护区、文物保护单位、风景名胜区、水源保护区等其他环境敏感点和生态敏感点，项目四至示意图见附图 3。本项目保护目标的为 50m 评价范围内的 DSA 辐射工作人员、非辐射工作人员及公众，主要的环境敏感点的名称、规模及其与本项目的方位和距离详见表 7-1。

表 7-1 本项目主要环境敏感点信息

环境保护对象	位置描述	规模	方位及距离	年有效剂量
员工	宿舍	约 100 人	北侧，约 12-50m	0.25mSv
居民	王隘社区	约 100 人	西北侧，约 35-50m	0.25mSv

### 7.3 评价标准

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

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中的安全。

**4.3.3.1** 对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件(治疗性医疗照射除外)。

#### (1) 剂量限值

##### ① 职业人员

**4.3.2.1** 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和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录 B）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。



**B1.1.1.1** 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

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

b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；

②公众人员

**B1.2.1** 实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

b) 特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

## **(2) 年剂量约束值**

对辐射工作人员、公众的剂量控制不仅要满足剂量限值的要求，而应依据辐射防护最优化原则，按照剂量约束和潜在照射危险约束的防护要求，把辐射水平降低到低于剂量限值的一个合理达到的尽可能低的水平。因此，本次评价采用的年剂量约束值如下：

①对于职业人员，取年有效剂量限值的四分之一，即不超过 5mSv 作为年剂量约束值。

②对于公众，本项目取年有效剂量限值 1mSv 的四分之一，即不超过 0.25mSv 作为年剂量约束值。

## **(3) 分区**

### **6.4.1 控制区**

6.4.1.1 注册者和许可证持有者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。

### **6.4.2 监督区**

6.4.2.1 注册者和许可证持有者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。

## **7.3.2 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）**

### **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**

6.1.5 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 1 的规定。

## 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 2 的规定。

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 2 的要求。

## 6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a)具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5  $\mu\text{Sv/h}$ ；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；

## 6.5 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 3 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。

6.5.3 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25 mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025 mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5 mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2 mmPb。

**表 1 X 射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度的要求**

设备类型	机房内最小有效使用面积 $\text{m}^2$	机房内最小单边长度 $\text{m}$
单管头 X 射线机 <sup>b</sup>	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；  
d 机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形面积；  
e 机房内单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。

**表 2 不同类型 X 射线装置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	2

**表 3 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、床侧防护帘 /床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、 铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	——

注 1：“——”表示不要求。

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

<sup>a</sup>工作人员、受检者的个人防护用品和辅助防护设施任选其一即可。

## 表 8 环境质量和辐射现状

### 8.1 项目地理位置和场所位置

宁波市医疗中心李惠利医院（宁波大学附属李惠利医院）兴宁院区位于宁波市兴宁路 57 号。本项目拟建 DSA 机房位于兴宁院区 3 号楼二层西侧。兴宁院区北侧为停车场；东侧为蓬莱小区、蓬莱大酒店、四季青藤酒店；南侧为在建泛迪中心；西侧为王隘社区、贺丞路 258 弄小区。地理位置及周边环境关系见附图 1、附图 2。

### 8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

#### 8.2.1 辐射现状评价对象

项目拟建 DSA 机房及周边环境。

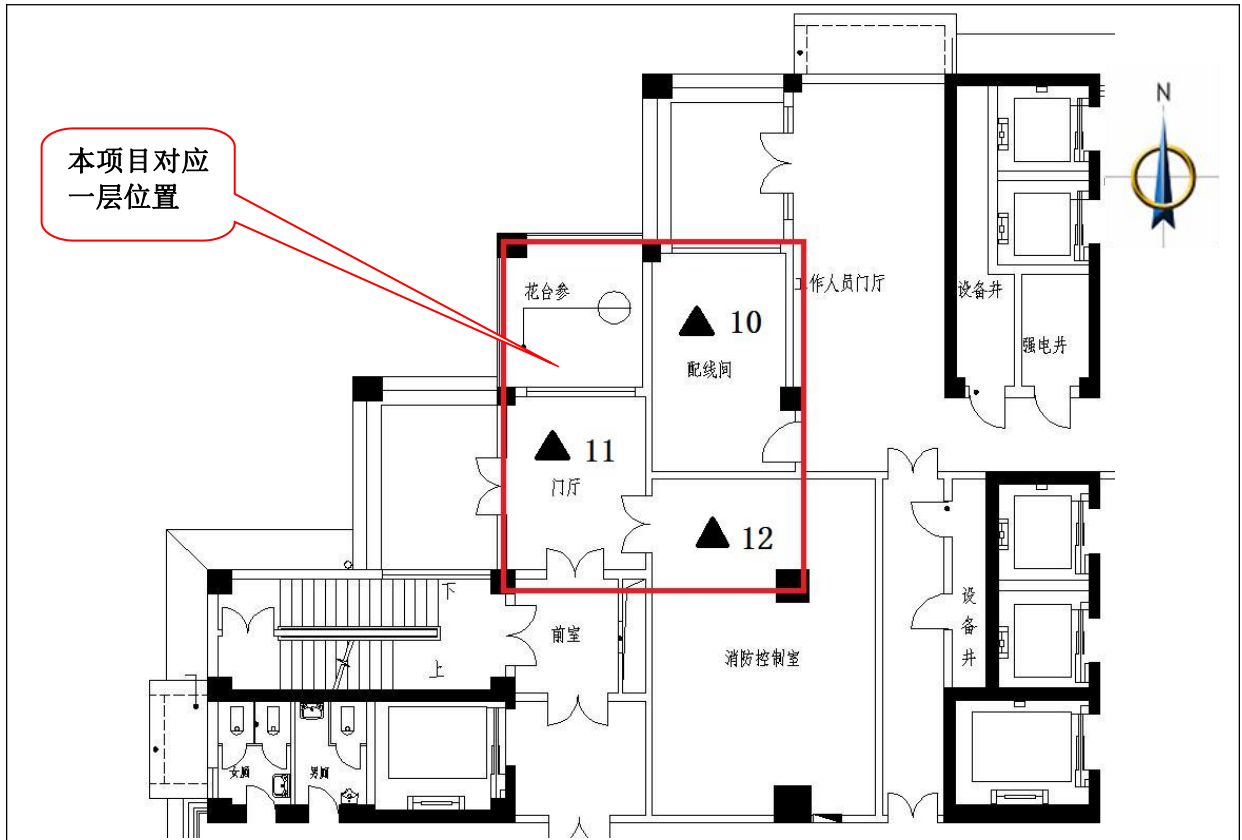
#### 8.2.2 监测因子

空气吸收剂量率。

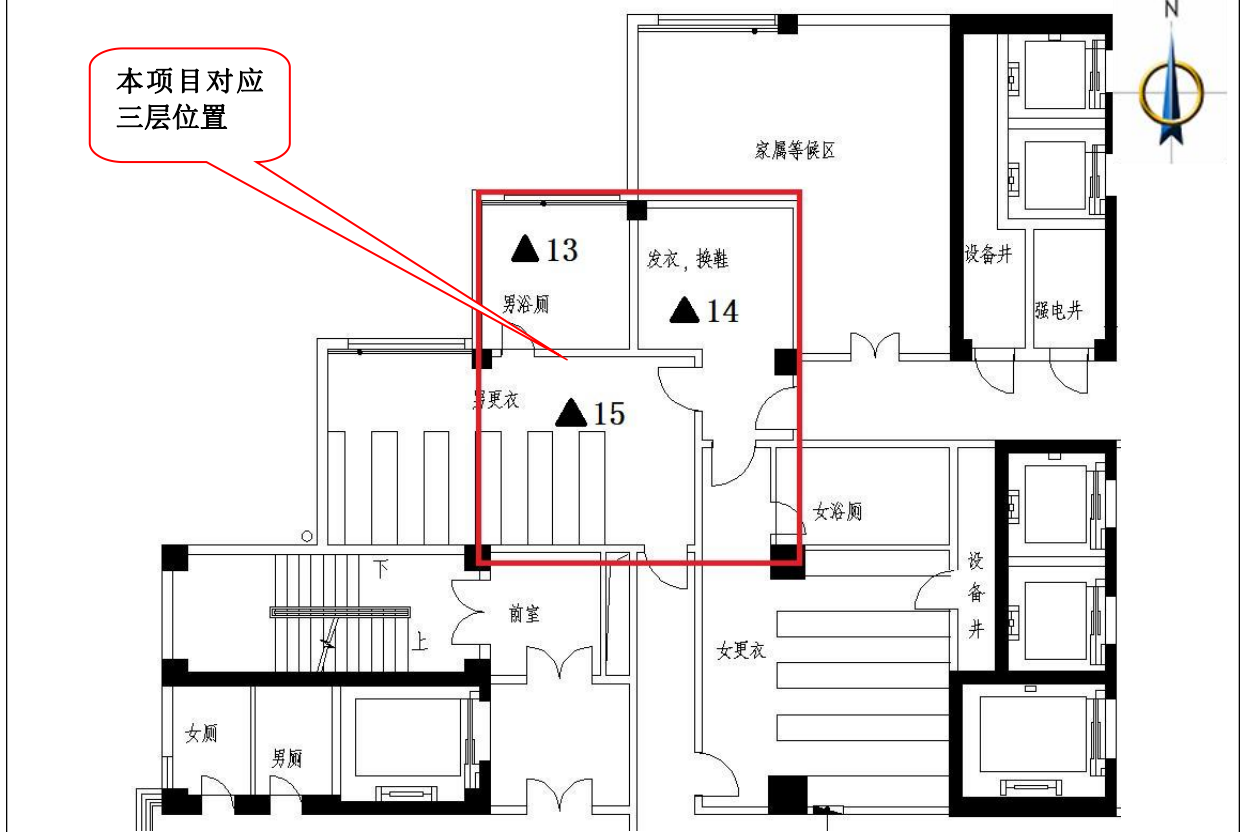
#### 8.2.3 监测点位

根据项目的平面布局和周围环境情况，监测布点示意图见图 8-1。





(b) 拟建 DSA 机房下方 (室内)



(c) 拟建 DSA 机房上方 (室内)

图 8-1 医院 3 号楼二层拟建 DSA 机房及周边辐射环境现状监测布点图

## 8.3 监测方案、质量保证措施及监测结果

### 8.3.1 监测方案

- (1) 监测单位：浙江建安检测研究院有限公司
- (2) 监测日期：2020年10月8日
- (3) 监测方式：现场检测
- (4) 监测依据：GB/T 14583-93《环境地表 $\gamma$ 辐射剂量率测定规范》等
- (5) 监测频次：依据标准予以确定
- (6) 监测工况：辐射环境背景监测
- (7) 天气环境条件：温度：23℃；相对湿度：61%。
- (8) 监测报告编号：GABG-HJ20380140（附件4）
- (9) 监测设备

表 8-1 X- $\gamma$ 剂量率仪参数

仪器型号	FH 40G-L10+ FHZ 672E-10
仪器名称	便携式 X、 $\gamma$ 辐射周围剂量当量率仪
生产厂家	Thermo SCIENTIFIC
仪器编号	05035404
能量范围	30KeV~4.4MeV
量 程	10nSv/h~100mSv/h,100nSv~1Sv
检定单位	上海市计量测试技术研究院
校准证书	2020H21-10-2370076005
校准日期	2020年03月17日

### 8.3.2 质量保证措施

- (1) 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；
- (2) 监测方法采用国家有关部门颁发的标准，监测人员经考核并持合格证书上岗；
- (3) 监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用；
- (4) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；
- (5) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

### 8.3.3 监测结果

本项目辐射环境现状监测结果见表 8-2。

表 8-2 拟建 DSA 机房周围环境辐射现状监测结果

检测点编号	检测点位置	检测结果 (nSv/h)	
		平均值	标准差
1#	拟建 DSA 机房内北侧	133	2
2#	拟建 DSA 机房内中心	126	2
3#	拟建 DSA 机房内南侧	130	1
4#	拟建 DSA 机房北侧二级库	154	2
5#	拟建 DSA 机房东侧控制室	134	2
6#	拟建 DSA 机房东侧更衣室	134	1
7#	拟建 DSA 机房南侧前室	144	2
8#	拟建 DSA 机房西侧无菌室	124	2
9#	拟建 DSA 机房西侧设备间	134	1
10#	拟建 DSA 机房下方配线间	151	2
11#	拟建 DSA 机房下方门厅	133	1
12#	拟建 DSA 机房下方消防控制室	138	2
13#	拟建 DSA 机房上方男浴厕	141	2
14#	拟建 DSA 机房上方发衣、换鞋区	134	1
15#	拟建 DSA 机房上方男更衣室	133	2

注：1、测量时探头距离地面约 1m；

2、所有测量值均未扣除宇宙射线，每个检测点测量 5 个数据取平均；

3、测量值经校准因子修正。

#### 8.4 环境现状调查结果的评价

由上述监测结果可知，本项目射线装置工作场所及周围环境 X- $\gamma$ 辐射剂量率范围为 0.124~0.154 $\mu$ Gy/h（Sv 和 Gy 转换系数保守取 1），根据《浙江省环境天然放射水平调查报告》可知，宁波市室内的 $\gamma$ 辐射剂量率在 0.080~0.194 $\mu$ Gy/h 之间，可见项目所在地的天然贯穿辐射水平处于正常范围内。

## 表 9 项目工程分析与源项

### 9.1 工程设备和工艺分析

#### 9.1.1 设备组成

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、图像处理技术等多种科技手段于一体的系统。DSA 射线装置主要由影像探测器、X 线管头、显示器、导管床、介入床、高压注射器、操作台、控制装置及工作站系统组成，本项目 DSA 的整体外观示意图如图 9-1 所示。

其整体外观示意图如图 9-1 所示。



图 9-1 DSA 射线装置整体外观示意图

#### 9.1.2 工作原理

X 射线诊断装置主要由 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阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装载聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，二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 射线管和两极之间，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。典型 X 射线管结构详见图 9-2。



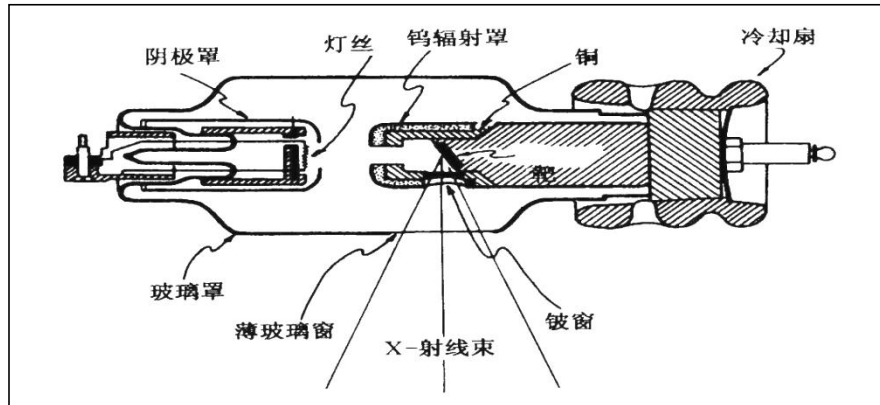


图 9-2 典型 X 射线管结构图

虽然不同用途的 X 射线机因诊疗目的不同有较大的差别，但其基本结构都是由产生 X 射线的 X 射线管、供给 X 射线管灯丝电压及管电压的高压发生器、控制 X 射线的“量”和“质”及曝光时间的控制装置，以及为满足诊断需要而装配的各种机械装置和辅助装置组成。

DSA 成像的基本原理是将受检部位注入造影剂之前和注入造影剂后的血管造影 X 射线荧光图像，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储存起来，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/模转换为普通的模拟信号，获得去除骨骼、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。

### 9.1.3 操作流程及产污环节

#### (1) 操作流程

接诊患者后根据其病情确认诊疗方法，告知患者及家属采用 DSA 治疗的辐射危害。患者进入机房后，技师或护士协助摆位后离开机房（患者留下）。开启 DSA 设备，技师在控制室内首次拍片初步确认病灶部位后，两名手术医生穿戴好防护用品进入机房，在透视操作下插入导管，输入造影剂，之后离开机房，技师在控制室内再次拍片，当确诊病灶部位后，手术医生穿戴好防护用品后再次进入机房进行介入治疗直到治疗结束，关机。

DSA 在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况，透视。进行介入手术治疗时，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，此时操作医师位于铅帘后身着铅服、铅眼镜在曝光室内对病人进行直接的介入手术操作。该种情况在实际运行中占绝大多数，是本次评价的重点。

第二种情况，拍片。操作人员采取隔室操作的方式（即技师在控制室内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况。

## (2) 产污环节分析

DSA 运行时，主要污染因子为 X 射线，注入的造影剂不含放射性，同时射线装置均采用先进的数字显影技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。DSA 操作流程及产污环节如图 9-3 所示。



图9-3 DSA操作流程及产污环节

综上所述，DSA 在开机状态下，产生的污染因子主要为 X 射线、臭氧和氮氧化物，无其他放射性废气、废水及固体废物产生。

## 9.2 污染源项描述

X射线装置在辐射场中产生的射线通常分为二类：一类为有用线束（又称初级辐射），是直接由X射线管出射口发出，经限束装置准直能使受检部位成像的辐射线束；另一类为非有用线束（又称次级辐射），包括有用线束照射到受检者身体或诊断床等其他物体时产生的散射线和球管源组件防护套泄漏发出的漏射线。

有用线束能量相对较高，剂量较大，而散射线和漏射线的辐射剂量相对较小。X

射线装置在使用过程中产生的主要辐射影响及影响途径如下：

### 9.2.1 正常工况

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

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

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

X 射线装置运行时，机房内会有微量臭氧、氮氧化物等有害气体产生。

### 9.2.2 事故工况

本评价项目使用 DSA 射线装置主要可能发生的辐射事故有以下几种：

(1) 工作人员或病人家属尚未完全撤离 DSA 机房时，设备开机，会对工作人员或病人家属产生不必要的 X 射线照射；

(2) 工作人员误入正在运行的机房引起误照射；

(3) DSA 的 X 射线装置工作状态下，没有关闭防护门对人员造成的误照射。

## 表 10 辐射安全与防护

### 10.1 项目安全设施

#### 10.1.1 工作场所布局合理性分析

本项目拟建 DSA 机房位于兴宁院区 3 号楼二层西侧，机房平面布局见附图 4。DSA 机房下方布局见附图 5，DSA 机房上方布局见附图 6。本次环评辐射工作场所位置及四周布局见表 10-1。

表 10-1 辐射工作场所位置及四周布局一览表

辐射场所	方位	周边房间及场所
DSA 机房	北侧	二级库、临空
	东侧	控制室、更衣室
	南侧	前室、缓冲间、办公室
	西侧	无菌室、设备间
	上方	男浴厕、发衣换鞋区、男更衣室、女更衣室
	下方	配线间、门厅、消防控制室

本项目机房均采取了防辐射的屏蔽措施，能够满足放射诊疗需求，并且保证相邻场所的防护安全，因此，本项目工作场所布局合理。

#### 10.1.2 辐射防护分区原则及区域划分

##### (1) 分区依据和原则

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防护工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，在辐射工作场所内划出控制区和监督区，在项目运营期间采取分区管理措施。

**控制区：**在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平指示。运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可证）和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

**监督区：**未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标

记；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

## (2) 本项目分区管理情况

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等相关标准对控制区和监督区的定义，结合项目辐射防护情况，将 DSA 机房内部区域划为控制区，将二级库、控制室、更衣室、无菌室、设备间、受检者防护门外 1m 范围等区域划为监督区。本项目辐射工作场所分区情况表 10-2，分区详见附图 4。

**表 10-2 项目“两区”划分表**

场所名称	控制区	监督区
DSA 机房	机房内部	二级库、控制室、更衣室、无菌室、设备间、受检者防护门外 1m 范围

控制区通过实体屏蔽措施、警示标志等进行控制管理，在射线装置使用时，除介入治疗的医护人员和患者外，禁止其他人员进入；监督区通过辐射危险警示标志提醒人员尽量避开该区域，并委托有资质的单位定期对监督区进行监测、检查，如果发现异常应立即进行整改，整改完成后方可继续使用射线装置。

## 10.1.3 辐射安全防护及环保设施

### 10.1.3.1 机房设计参数评价

本项目 DSA 机房有效使用面积和最小单边长度如表 10-3 所示。

**表 10-3 本项目 DSA 机房有效使用面积和最小单边长度一览表**

机房	拟设置情况		标准要求		符合性评价
	最小单边长度 (m)	有效使用面积 (m <sup>2</sup> )	最小单边长度 (m)	有效使用面积 (m <sup>2</sup> )	
DSA 机房	6.6	53.2	3.5	20	符合

由表10-3可知，DSA机房的有效使用面积和最小单边长度均可满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的有关防护要求。

### 10.1.3.2 辐射防护屏蔽设施

本项目 DSA 机房的屏蔽防护设计详见表 10-4。

由表10-4可知，DSA机房的屏蔽防护设计参数满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的有关防护要求。机房部分屏蔽防护过度，建设单位在不低于标准要求的前提下，可适当减薄屏蔽体防护厚度。

表10-4 DSA机房屏蔽防护设计评价表

机房名称	防护设施	屏蔽材料及厚度 (折算铅当量, mmPb)	标准要求	符合性
DSA 机房	东侧墙体	轻钢龙骨架+4mm 铅板 (4.0)	有用线束及 非有用线束 方向铅当量 2mmPb	符合要求
	其余三侧墙体	24cm 实心砖+3.5mm 铅板 (5.5)		防护过度
	顶棚	16cm 混凝土+3mm 铅板 (5.0)		防护过度
	地坪	16cm 混凝土+30mm 防护涂料 (5.0)		防护过度
	受检者防护门	内衬 4.0mm 铅板 (4.0)		符合要求
	无菌室防护门	内衬 4.0mm 铅板 (4.0)		符合要求
	工作人员护门	内衬 4.5mm 铅板 (4.5)		符合要求
	观察窗	4.5mmPb 铅玻璃 (4.5)		符合要求

注：按照实心砖密度不低于 1.65g/cm<sup>3</sup>，12cm 等效为 1mmPb；防护涂料密度不低于 2.79g/cm<sup>3</sup>，10mm 等效为 1.0mmPb；混凝土密度不低于 2.35g/cm<sup>3</sup>，8cm 等效为 1.0mmPb；铅板纯度不低于 99.9%进行折算。

施工工艺：东侧墙体为轻钢龙骨架+铅板，先做一层轻钢龙骨架，固定好铅板，铅板做好以后做第二层轻钢龙骨架，压住铅板，可以很好的固定好铅板，加强墙体结构稳定性。建设单位应选择资质较高，具有大量施工经验的单位施工，也应对施工全过程加强管理以确保工程高质量完成。日常维护则需要委托有资质的单位，定期（每年1次）对辐射工作场所周围环境进行辐射监测，以确保屏蔽的有效性。

### 10.1.3.3 辐射安全设施

本项目 DSA 运行时产生的射线主要为 X 射线，对 X 射线的基本防护原则是减少照射时间、远离射线源以及加以必要的屏蔽。本项目对 X 射线外照射的防护措施主要有以下几方面：

#### (1) 设备固有安全性

本项目 DSA 购买于正规厂家，设备各项安全措施齐备，仪器本身采取了多种安全防护措施：

①采用栅控技术：在每次脉冲曝光间隔向旋转阳极加一负电压，抵消曝光脉冲的启辉与余辉，起到消除软 X 射线、提高有用射线品质并减小脉冲宽度作用。

②采用光谱过滤技术：在 X 射线管头或影像增强器的窗口处放置合适的铜过滤板，以消除软 X 射线以及减少二次散射，优化有用 X 射线谱。设备提供适应 DSA 不同应用时所可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和铜过滤板。

③采用脉冲透视技术：在透视图像数字化基础上实现脉冲透视，改善图像清晰度；

并能明显地减少透视剂量。

④采用图像冻结技术：每次透视的最后一帧图像被暂存并保留于监视器上显示（即称之为图像冻结），利用此方法可以明显缩短总透视时间，以减少不必要的照射。

⑤正常情况下，必须按规定程序并经控制台确认验证设置无误时，才能由“启动”键启动照射；同时在操作台和床体上均设置有“紧急止动”按钮一旦发现异常情况，工作人员可立即按下此按钮来停止照射。

⑥机房门有闭门装置，且工作状态指示灯与机房门联锁。

## （2）安全装置

①门灯联锁：DSA 机房防护门外顶部设置工作状态指示灯。防护灯为红色，以警示人员注意安全；当防护门打开时，指示灯灭。

②紧急止动装置：控制台上、介入手术床旁设置紧急止动按钮（各按钮分别与 X 射线系统串联）。DSA 系统的 X 射线系统出束过程中，一旦出现异常，按动任一个紧急止动按钮，均可停止 X 射线系统出束。

③操作警示装置：DSA 系统的 X 射线系统出束时，控制台上蜂鸣器发出声音。

④对讲装置：在 DSA 机房与控制室之间安装对讲装置，控制室的工作人员通过对讲机与 DSA 机房内的手术人员联系。

⑤警告标志：DSA 机房的防护门外的醒目位置，设置明显的电离辐射警告标志。

## （3）防护用品

①根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）要求，介入手术过程医护人员进入机房进行透视时，应佩戴的个人防护用具包括：铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜、介入防护手套等，铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜等其防护铅当量不低于 0.5mmPb，介入防护手套防护铅当量不低于 0.025mmPb。

本项目拟沿用原有 20 名介入医生，同时在 DSA 机房内进行介入手术的人员最多为 5 人。拟配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜各 5 件，个人防护用品具有 0.5mm 厚铅当量；同时拟配备介入防护手套 5 副，防护铅当量不低于 0.025mmPb，满足标准要求。

②根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）要求，应为介入手术过程医护人员配备辅助防护用品，包括：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 1 件、移动铅防护屏风 1 件。

本项目 DSA 装置拟配备铅悬挂防护屏 1 件、铅防护吊帘 1 件、床侧防护帘 1 件、床侧防护屏 1 件，具有 0.5mm 厚铅当量；拟配备移动铅防护屏风 1 件，具有 2.0mm 厚铅当量，满足标准要求。

③根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）要求，对病人病灶进行照射时，应将病人病灶以外的部位用铅衣等进行遮盖，以避免病人受到不必要的照射，这些屏蔽体应具有不低于 0.25mm 厚的铅当量。

本项目拟配备有铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾等个人防护用品，成人规格及儿童规格各 1 套，应根据实际情况，对病人病灶以外的部位进行遮盖，个人防护用品具有 0.5mm 厚铅当量，满足标准要求。

④在满足诊断要求的前提下，每次使用射线装置进行诊断之前，应根据诊断要求和病人实际情况制定最优化的诊断方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照射时间，也避免病人受到额外剂量的照射。

⑤本项目所有辐射工作人员必须配备个人剂量计：建议采用双剂量计检测方法（分别佩戴于铅围裙外锁骨对应的领口位置、铅围裙内躯干上）；放射科已配置 1 台环境辐射巡测仪（型号为：fluke raysafe452）。

#### （4）其他安全措施

①电缆应以地沟形式在地坪以下部位布设，并在非主射方向以“U”形从地坪下方穿越墙体。

②机房门采取屏蔽防护时，应注意门与墙体的搭接应不小于缝隙距离的 10 倍。

③介入科医护人员等相关辐射工作人员应严格遵守操作规程，避免因使用不当而引起的机器故障。辐射工作人员参加辐射安全与防护培训或放射诊疗培训合格后方可上岗。

④DSA 机房控制室应张贴相应的规章制度、操作规程、辐射事故应急预案流程

⑤候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。

⑥机房内不应堆放与 DSA 设备诊断无关的杂物。

⑦针对于 50m 评价范围内的宿舍、王隘社区，建设单位应做好机房隐蔽工程的监理，留存不同阶段隐蔽工程施工照片备查。



## 10.2三废的治理

### (1) 废气治理措施

参照《工业企业涉及卫生标准》（GBZ1-2010）第 6.6.1 条：工作场所的新风应来自室外，新风口应设置在空气清洁区，新风量应满足下列要求：洁净室的人均新风量应 $\geq 40\text{m}^3/\text{h}$ 。

本项目 DSA 机房动力排风装置拟采用中央空调新风系统，排风口和送风口均位于机房吊顶处，管道布设于机房吊顶处，最终连接至建筑总排风井，由楼顶排至室外。应避免有用线束直接照射通排风系统的管线口位置，通排风系统管道宜采用非金属管材，管线口应使用铅板或辐射防护板进行屏蔽防护。

DSA 在曝光过程中产生的微量臭氧和氮氧化物经新风空调换气处理后对环境影响较小。

### (2) 射线装置报废处理

按照《浙江省辐射环境管理办法》要求：本项目 DSA 装置报废时，建设单位应对射线装置内的高压射线管进行拆解，并报颁发辐射安全许可证的生态环境保护部门核销。

## 表 11 环境影响分析

### 11.1 建设阶段对环境的影响

本项目 DSA 利用原中心药房进行简单装修改造，施工期短，施工范围小，通过对施工时段的控制以及施工现场严格管理等手段，可使本项目施工期环境影响的范围和强度进一步减小。因此，本项目不对施工期的环境影响进行具体分析。

射线装置只有在项目建成、开机使用过程才会产生射线，建设阶段不会对周围环境产生电离辐射影响。设备的安装、调试由设备厂家专业人员进行，医院方不得自行安装及调试；由于设备在安装和调试时，机房各屏蔽防护措施已建设完成，经过墙体屏蔽和距离衰减后对环境的辐射影响能够达标。设备安装完成后，医院方需及时回收包装材料及其它固体废物，并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

### 11.2 运行阶段对环境的影响

#### 11.2.1 辐射环境影响分析

本项目 DSA 射线装置额定参数为管电压 125kV，管电流 1250mA，由兴宁院区住院楼（一）DSA（1）机房搬迁至本项目 DSA 机房。为分析本项目 DSA 装置投入运行后对周围环境所造成的辐射影响，选取原 DSA（1）机房 2020 年度检测报告：《宁波市医疗中心李惠利医院（宁波大学附属李惠利医院）医用 X 射线影像诊断设备性能和辐射工作场所检测》（报告编号：GABG-XF/CF20235442）进行类比分析评价。本项目与类比项目可比性分析详见表 11-1。

表 11-1 本项目 DSA 机房类比可行性分析

类比内容		类比项目：原 DSA（1）机房	本项目 DSA 机房
设备参数 (最大管电压/管电流)		125 kV /1250mA	125 kV /1250mA
机房面积 (m <sup>2</sup> )		28.8	50.6
机房最小边长 (m)		/	6.0
防护设施	防护门	3.0mm 铅当量	4.0mm/4.5mm 铅当量
	铅玻璃窗	3.0mm 铅当量	4.5mm 铅当量
	四面墙体及 屋顶地板	四面墙体：3.0mm 铅当量 屋顶：3.0mm 铅当量 地面：3.0mm 铅当量	东侧墙体：4.0mm 铅当量 其余三侧墙体：5.5mm 铅当量 屋顶：5.0mm 铅当量 地面：5.0mm 铅当量

由上表可以看出，本项目 DSA 机房面积远大于类比对象原 DSA（1）机房面积，防护水平优于类比对象。通过类比对象的监测数据，可预测本项目运行后的辐射环境影响。类比监测结果详见表 11-2，类比项目监测点位图详见图 11-1。

表 11-2 类比项目 DSA（1）机房周围 X-γ辐射剂量率监测结果

设备与检测条件	检测点编号	检测点位置	检测结果 (μSv/h)
住院楼（一） DSA（1）机房 减影模式下： 73kV， 582mA， 8s	1	工作人员操作位	0.21
	2	控制室电缆地沟入口处	0.20
	3	铅玻璃观察窗 C 外表面 30cm 处（中央）	0.21
	4	铅玻璃观察窗 C 外表面 30cm 处（上端）	<0.20
	5	铅玻璃观察窗 C 外表面 30cm 处（下端）	0.20
	6	铅玻璃观察窗 C 外表面 30cm 处（左侧）	0.21
	7	铅玻璃观察窗 C 外表面 30cm 处（右侧）	<0.20
	8	工作人员防护门外表面 30cm 处（门体中部）	0.20
	9	工作人员防护门外表面 30cm 处（上端）	0.21
	10	工作人员防护门外表面 30cm 处（下端）	0.22
	11	工作人员防护门外表面 30cm 处（左侧）	0.21
	12	工作人员防护门外表面 30cm 处（右侧）	0.20
	13	受检者防护门外表面 30cm 处（门体中部）	0.21
	14	受检者防护门外表面 30cm 处（上端）	0.20
	15	受检者防护门外表面 30cm 处（下端）	<0.20
	16	受检者防护门外表面 30cm 处（左侧）	0.21
	17	受检者防护门外表面 30cm 处（右侧）	0.21
	18	防护墙体外表面 30cm（东墙）	0.21
	19	防护墙体外表面 30cm（南墙）	0.22
	20	防护墙体外表面 30cm（西墙）	0.20
	21	防护墙体外表面 30cm（北墙）	0.21
	22	顶棚上方距地面 30cm（上层地坪上方 30cm）	0.20
	23	顶棚上方距地面 100cm（上层地坪上方 100cm）	0.20
	24	地面下方距地面 170cm（下层地坪上方 170cm）	0.21
住院楼（一） DSA（1）机房 透视模式下： 78kV， 23.6mA， 8s	1	工作人员操作位	0.21
	2	控制室电缆地沟入口处	<0.20
	3	铅玻璃观察窗 C 外表面 30cm 处（中央）	0.20
	4	铅玻璃观察窗 C 外表面 30cm 处（上端）	0.21
	5	铅玻璃观察窗 C 外表面 30cm 处（下端）	0.20
	6	铅玻璃观察窗 C 外表面 30cm 处（左侧）	<0.20
	7	铅玻璃观察窗 C 外表面 30cm 处（右侧）	0.21
	8	工作人员防护门外表面 30cm 处（门体中部）	0.20
	9	工作人员防护门外表面 30cm 处（上端）	<0.20
	10	工作人员防护门外表面 30cm 处（下端）	0.20
	11	工作人员防护门外表面 30cm 处（左侧）	0.21
	12	工作人员防护门外表面 30cm 处（右侧）	0.21

	13	受检者防护门外表面 30cm 处 (门体中部)	0.20
	14	受检者防护门外表面 30cm 处 (上端)	0.21
	15	受检者防护门外表面 30cm 处 (下端)	<0.20
	16	受检者防护门外表面 30cm 处 (左侧)	0.20
	17	受检者防护门外表面 30cm 处 (右侧)	0.21
	18	防护墙体外表面 30cm (东墙)	0.21
	19	防护墙体外表面 30cm (南墙)	0.21
	20	防护墙体外表面 30cm (西墙)	0.21
	21	防护墙体外表面 30cm (北墙)	0.21
	22	顶棚上方距地面 30cm (上层地坪上方 30cm)	0.21
	23	顶棚上方距地面 100cm (上层地坪上方 100cm)	<0.20
	24	地面下方距地面 170cm (下层地坪上方 170cm)	0.20
第一术者位	头	距地面 155 cm	129
	胸	距地面 125 cm	101
	腹	距地面 105 cm	83
	下肢	距地面 80 cm	63
	足	距地面 20 cm	50
第二术者位	头	距地面 155 cm	154
	胸	距地面 125 cm	131
	腹	距地面 105 cm	102
	下肢	距地面 80 cm	78
	足	距地面 20 cm	61
本底值			<0.20

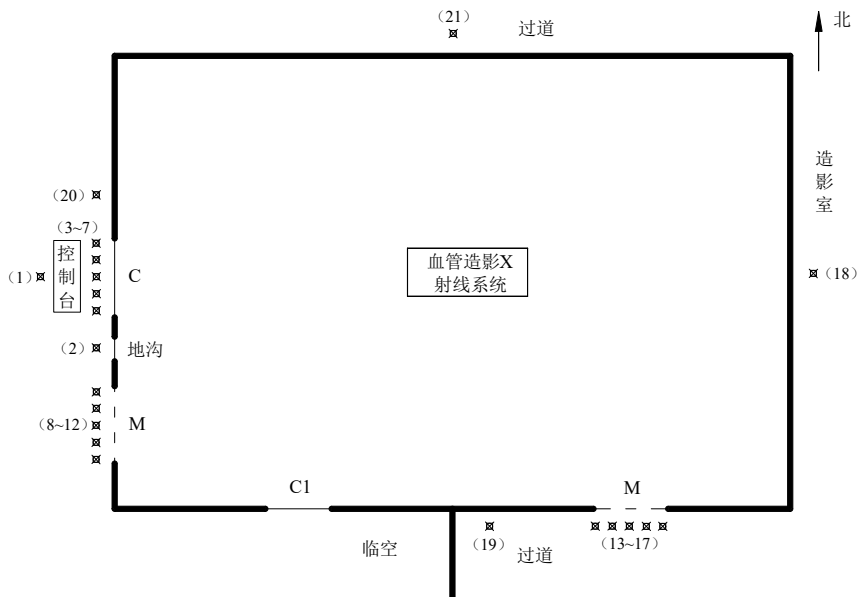


图 11-1 类比项目 (DSA 机房) 监测点位图

由表 11-2 类比项目监测结果可知，本项目 DSA 装置在原住院楼（一）DSA（1）机房运行时机房外辐射剂量率未显著提高，远低于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的 2.5 $\mu$ Sv/h 控制目标值。本项目 DSA 机房屏蔽设计略优于类比项目，机房屏蔽设计能够符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，对周围环境辐射影响较小。

### 11.2.3 保护目标所受剂量评价

#### （1）估算公式

根据表11-2类比监测结果，以及医院提供的资料，在严格按照设计提供的屏蔽防护方案建设后，辐射工作人员和周边公众年有效剂量计算结果如下：

##### ① 计算公式

$$H = D_r \cdot T \cdot t \cdot U \quad (11-1)$$

式中：

H：年有效剂量当量，Sv/a；

D<sub>r</sub>：空气吸收剂量率，Sv/h；

t：年受照时间，h/a；

T：居留因子；

U：使用因子，U取1。

##### ② 居留因子

本项目的居留因子参照《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第1部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）选取，具体数值见表11-3。

表 11-3 居留因子的选取

场所	居留因子（T）		停留位置
	典型值	范围	
全停留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制室、护士站、咨询台、有人护理的候诊室及周边建筑物中的驻留区
部分停留	1/4	1/2-1/5	1/2：相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的病人检查室 1/5：走廊、雇员休息室、职员休息室
偶然停留	1/16	1/8-1/40	1/8：各治疗室房门 1/20：公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室 1/40：仅有来往行人车辆的户外区域、无人看管的停车场，车辆自动卸货/卸客区域、楼梯、无人看管的电梯

#### （2）职业剂量估算

经与医院核实，本项目 DSA 机房年手术台数最大不超过 1000 台，DSA 在进行曝光时分为两种情况即造影拍片过程与脉冲透视过程，1 台手术拍片曝光时间取 5 分钟，透视时间取 20 分钟，则总拍片过程年总曝光时间为 83.3h，透视过程年总曝光时间为 333.3h。本项目拟配备辐射工作人员 20 名，一台介入手术配备 5 名放射工作人员，共分为 4 组，因而每组的年总曝光时间为  $333.3\text{h}/4=83.3\text{h}$ ，控制室拍片和阅片医生按全照射，拍片过程年受照时间为 83.3h，透视过程年受照时间为 333.3h。

#### ①控制室职业照射剂量估算

造影拍片过程：由类比项目监测数据可知，在正常使用条件下，DSA 机房控制室内辐射剂量率最大值是： $0.22\mu\text{Sv/h}$ ，居留因子取 1，扣除本底（本底值为  $0.20\mu\text{Sv/h}$ ）后，由公式（11-1）计算 DSA 机房控制室内的拍片和阅片医生接受的年有效剂量约为  $1.7\mu\text{Sv}$ 。

脉冲透视过程：在正常使用条件下，DSA 机房控制室内辐射剂量率最大值为： $0.22\mu\text{Sv/h}$ ，居留因子取 1，扣除本底（本底值为  $0.20\mu\text{Sv/h}$ ）后，由公式（11-1）计算 DSA 机房控制室内的拍片和阅片医生接受的年有效剂量约为  $6.7\mu\text{Sv}$ 。

叠加拍片与透视过程所收到的辐射影响，控制室医生身体受照的年有效剂量为  $8.4\mu\text{Sv}$ 。

#### ②机房内人员职业照射剂量估算

医生与护士位于铅屏风后身着铅服、戴铅眼镜等在机房内直接对病人进行手术操作，在近距离操作，因此 X- $\gamma$  辐射剂量率较高，身体所受最大辐射剂量率最大值位置是：第二束者位距地面 155cm 处，辐射剂量率为： $154\mu\text{Sv/h}$ 。

考虑铅防护衣（ $0.5\text{mmPb}$ ）的情况下，透视模式下 80kV 铅对 X 射线的半值层为  $0.17\text{mm}$ ，扣除本底数据后，则手术工作人员所受的辐射剂量率为  $154\mu\text{Sv/h}\times(2^{-0.5/0.17})-0.20\mu\text{Sv/h}=19.85\mu\text{Sv/h}$ ，居留因子取 1，由公式（11-1）计算：每组医生和护士身体受照的年有效剂量约最大为  $1.65\text{mSv}$ 。

#### ③职业照射剂量估算小结

由上述①~②的类比分析及剂量估算可知，本项目所致 DSA 工作人员年有效剂量均符合《电离辐射防护和辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，同时也满足本项目提出的职业照射年剂量约束值（不超过  $5\text{mSv}$ ）的要求。

### （3）公众剂量估算

### ①机房外相邻区域公众剂量估算

造影拍片过程：由类比项目监测数据可知，在正常使用条件下，DSA 机房周围公众成员活动范围内辐射剂量率最大值是：0.22 $\mu$ Sv/h，居留因子取 1/4，扣除本底（本底值为 0.20 $\mu$ Sv/h）后，由公式（11-1）计算 DSA 机房的相邻房间或区域可能停留人员接受的年有效剂量约为 0.4 $\mu$ Sv。

脉冲透视过程：在正常使用条件下，DSA 机房周围公众成员活动范围内辐射剂量率最大值是：0.22 $\mu$ Sv/h，居留因子取 1/4，扣除本底（本底值为 0.20 $\mu$ Sv/h）后，由公式（11-1）计算 DSA 机房的相邻房间或区域可能停留人员接受的年有效剂量约为 1.7 $\mu$ Sv。

叠加拍片与透视过程所收到的辐射影响，公众身体受照的年有效剂量为 2.1 $\mu$ Sv。

### ②机房楼上、楼下及评价范围内环境保护目标年有效剂量估算

对于机房楼上、楼下及表 7-1 本项目主要环境保护目标，本次采用类比预测法评价相关人员所受年有效剂量，楼下区域选用类比监测减影模式 24#、透视模式 24#点位，楼上区域选用类比监测减影模式 22#、透视模式 22#点位，其他区域选用 X- $\gamma$  辐射剂量率最大点位：减影模式 10#、透视模式 4#，仅考虑距离衰减（辐射剂量率与距离的平方成反比），不考虑其他墙体的屏蔽作用，结果如表 11-4 所示。

表 11-4 DSA 所致本项目楼上、楼下及评价范围内环境保护目标年有效剂量

保护对象	距离 (m)	居留因子	类比检测点位 减影/透视	X- $\gamma$ 辐射剂量率 ( $\mu$ Sv/h) 减影/透视 未扣除本底值	年出束时间 (h) 减影/透视	年有效剂量 (mSv/a) 减影/透视	总年有效剂量 (mSv/a)
楼上公众	0	1/4	22#/22#	0.20/0.21	83.3/333.3	0.07/0.28	0.35
楼下公众	0	1/4	24#/24#	0.21/0.20	83.3/333.3	0.07/0.27	0.34
宿舍员工	12	1	10#/4#	0.22/0.21	83.3/333.3	1.3 $\times 10^{-4}$ / 4.8 $\times 10^{-4}$	6.1 $\times 10^{-4}$
王隘社区公众	35	1	10#/4#	0.22/0.21	83.3/333.3	1.5 $\times 10^{-5}$ / 5.7 $\times 10^{-5}$	7.2 $\times 10^{-5}$

### ③公众剂量估算小结

根据估算结果可见，本项目机房邻近区域公众及评价范围内环境保护目标人员所受的年有效剂量满足《电离辐射防护和辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及本项目提出的公众年剂量约束值（不超过0.25mSv）的要求。

## 11.3 事故影响分析

### 11.3.1 辐射事故情况

DSA 装置可能发生的辐射事故情况如下：

(1) 工作人员或病人家属尚未完全撤离 DSA 机房时，设备开机，会对工作人员或病人家属产生不必要的 X 射线照射；

(2) 工作人员误入正在运行的机房引起误照射；

(3) DSA 的 X 射线装置工作状态下，没有关闭防护门对人员造成的误照射。

### 11.3.2 辐射事故等级分析

本项目为医院核技术应用项目，使用的是 II 类医用射线装置，X 射线能量较低，曝光时间比较短，为一般辐射事故。

### 11.3.3 辐射事故防范措施

(1) 建立健全辐射安全管理机构，加强管理

医院已调整放射诊疗安全与防护管理领导小组，负责制定放射诊疗管理相关制度与预案，拟定工作计划组织实施；对全院辐射安全管理工作进行监督、检查，定期对放射诊疗安全事件进行演练，针对演练不足进行持续改进。

(2) 完善各项管理制度

医院制定了辐射安全事件应急预案、辐射（放射）安全防护和管理制度、辐射监测方案、辐射安全防护和管理制度、放射科轮转制度、放射防护用品管理规范、放射科人员培训计划、保健制度等。要求医院对已有制度修订更新，将本项目所涉及的射线装置纳入辐射防护管理，各辐射工作场所日常工作中严格按照各种制度执行，防止辐射事故的发生。

(3) 定期对设备进行维护保养，使设备处于保持良好的工作状态。

(4) 为避免 9.2.2 辐射事故（1）的发生，机房应当设置信号指示灯和门灯联锁装置，划分警戒控制区。

如果职业人员在防护门关闭后未撤离机房，则可利用机房防护门内与操作间设置的人工紧急停机、开门按钮。防护门上设置警示信号灯，防护门与信号灯之间设置门灯联锁装置。

(5) 为避免 9.2.2 辐射事故（2）、（3）的发生，机房应设置门机连锁装置，射线装置工作状态下，防护门关闭。

(6) 对辐射工作场所定期开展巡查工作，主动询问辐射工作人员及时发现问题，定期联系有资质单位做好防护检测工作及机器性能检测。



#### 11.3.4 事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 709 号）第四十条、《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）有关规定，医院已制定了《辐射安全事件应急预案》。

医院在落实本次环评提出的环境事故风险防范措施，落实辐射事故应急预案，并定期进行演练的前提下，能够有效控制事故的发生，并将辐射事故的影响控制在可接受水平内。

**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**

### **12.1.1 机构设置**

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等有关法律法规，使用II、III类X射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，专职负责辐射安全与环境保护管理工作；辐射工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识的培训和考核。

本项目建设单位已按有关法律法规，结合卫生、环保等行政主管部门的规章制度，调整了放射诊疗安全与防护管理领导小组组成人员，落实安全责任制度，并明确了相关成员名单及职责，组成人员如下：

组 长：李志红

副组长：汪闻夕 吴光亮

组 员：张 剑 黄善定 竺军洋 董海波 张玉琴 朱海东 罗雪芬

陆妙珍 张占春 周昌龙 潘志浩 李瑾 陈斌辉 章慧斌 顾军民

### **12.1.2 辐射人员管理**

#### **(1) 辐射安全和防护专业知识培训**

根据生态环境部《关于做好 2020 年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》（环办辐射函〔2019〕853 号）和《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（2019 年，第 57 号）精神，辐射工作人员到生态环境部培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名培训并参加考。

另根据《关于开展医疗机构辐射安全许可和放射诊疗许可办事流程优化工作的通知》（浙环函〔2019〕248 号），各单位对辐射工作人员的辐射安全与防护培训或放射诊疗培训互相认可。

目前医院 181 名辐射工作人员，已分别于 2019 年 10 月、2019 年 11 月、2020 年 9 月参加浙江卫生计生监督微信公众号上的放射工作人员在岗考试，并考核合格，符合要求。

#### **(2) 职业健康检查**

环评要求辐射工作人员上岗前，应当进行上岗前的职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的放射工作。上岗后辐射工作人员应定期进行职业健

康检查，两次检查的时间间隔不超过 2 年，必要时可增加临时性检查。辐射工作人员脱离放射工作岗位时，放射工作单位应当对其进行离岗前的职业健康检查。

医院 181 名辐射工作人员，已分别于 2018 年、2019 年、2020 年至宁波市第一医院进行上岗前或在岗期间的职业健康检查，检查结果分别为“可以从事放射工作”、“可以继续从事放射工作”。部分辐射工作人员职业健康检查报告已逾 2 年有效期，建设单位已安排相关人员于 2020 年 7 月 1 日-31 日至宁波市第一医院进行上岗前（15 人）、在岗期间（79 人）的职业健康检查，暂未取得职业健康检查报告。建设单位应根据检查结果安排相关人员工作岗位。

该项目建成后，医院应继续安排辐射工作人员到有资质的单位进行职业健康检查，每 2 年一次。

### **（3）个人剂量管理**

环评要求医院应委托具有相应资质的单位对本单位辐射工作人员进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案，并保存职业照射记录。

医院已委托宁波市疾病预防控制中心对医院所有辐射工作人员进行长期个人剂量监测，符合要求。医院 2019 年度个人剂量检测报告中相关辐射工作人员的个人剂量监测结果在 0.06mSv~0.64mSv 范围内。

医院辐射工作人员个人剂量监测结果均无超标情况，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的标准要求。医院按照规定对每一个辐射工作人员建立了个人剂量和职业健康档案，并终生保存。

### **12.1.3 年度评估报告**

根据医院提供的资料，医院已按要求进行了辐射安全与防护状况评估，每年定期上报至发证机关。

本项目 DSA 射线装置迁建项目正式开展后，医院应将本项目射线装置纳入辐射安全与防护评估报告，定期上报至发证机关。

## **12.2 辐射安全管理规章制度**

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用放射性同位素、射线装置的单位，应有“健全的操作规程、岗位职责、辐射防护制度、安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训制度、台账管理制度和监测方案，并有完善的辐射事故应急措施”。

医院已制定的辐射防护相关环境管理办法与制度，内容较为全面，符合相关要求，现有规章制度基本满足医院从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。医院应认真落实各项规章制度，并根据本项目特点，对已制定的相关规章制度进行更新和完善。

## 12.3 辐射监测

### 12.3.1 监测仪器和防护设备

DSA 装置机房已配置 1 台剂量报警仪（型号为：KY-818）、1 台辐射巡测仪（型号为：fluke raysafe452），每个辐射工作人员均应配备个人剂量计，并建立个人剂量档案。

### 12.3.2 监测计划

医院可委托有资质的单位，定期（每年 1 次）对辐射工作场所周围环境进行辐射监测，监测数据每年年底须向生态环境主管部门上报备案。

建设单位制定了辐射监测计划，并将每次监测结果记录存档备查。

表12-1 工作场所年度监测和日常监测计划一览表

监测类别	工作场所	监测因子	监测频度	监测设备	监测范围	监测类型
年度监测	DSA机房	X-γ射线空气吸收剂量率	1次/年	按照国家规定进行计量检定	距墙体、门、窗表面30cm; 顶棚上方(楼上)距顶棚地面100cm, 机房地面下方(楼下)距楼下地面170cm	委托监测
日常监测	DSA机房	X-γ射线空气吸收剂量率	1次/季度	按照国家规定进行	距墙体、门、窗表面30cm; 顶棚上方(楼上)距顶棚地面100cm, 机房地面下方(楼下)距楼下地面170cm	自行监测

### 12.3.3 原有项目监测执行情况

医院目前所有辐射工作人员均进行了个人剂量监测，2019年度监测结果在0.06~0.64mSv，并为工作人员建立了个人剂量档案和职业健康监护档案。医院每年委托具有相应资质的单位对本院核技术利用项目进行一次设备性能和工作场所监测，监测结果均满足相应标准的要求。本项目建成后，建设单位应及时将本项目射线装置和新增工作场所的环境监测纳入医院原有的监测计划。

## 12.4 辐射事故应急

医院已经制定了《辐射安全事件应急预案》，明确了应急预案小组成员，以保证

本单位一旦发生辐射意外事件时，即能迅速采取必要和有效的应急响应行动，妥善处理辐射事故，保护工作人员和公众的健康与安全。医院原有应急预案内容较为简单，医院应根据人事变动情况及时调整辐射事故应急小组成员，并明确应急小组成员紧急联系电话（手机号码）。

为增强应急预案的可操作性和针对性，医院应根据国家有关法规的要求，针对核技术利用项目的具体情况重新制定在事故情况下的应急响应计划，以便能够快速有效的处理辐射事故，将放射危害的影响降低到最低水平。建议更新制定的辐射安全事件应急预案应包括：

（1）应急人员的培训及应急响应练习：应急人员应进行辐射安全知识的培训；医院应每半年组织一次辐射事故应急响应演习，确保各部门在事故发生后，有组织有条理的应对；

（2）应急物资：包括通讯设备、应急响应文件等；

（3）辐射事故分级：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。

医院应根据本单位开展辐射工作的变化，及时修订《辐射事故应急处理预案》，在日常工作中定期（至少 1 次/年）组织辐射事故应急演练，并认真记录、总结，发现隐患和不足应及时进行整改、完善。

一旦发生辐射事故，立即启动应急预案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射事故应急处理领导小组上报当地生态环境主管部门及省生态环境厅；同时上报公安部门，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。并及时组织专业技术人员排除事故。配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

安全医疗，重在防范，医院必须严格遵守《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 449 号）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（中华人民共和国环境保护部令第 18 号）等相关规定，按照医院的相关规章制度执行，将安全和防范措施落实到工作中的各个细节，防患于未然。

## 12.5 竣工验收

医院应根据项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国

环规环评[2017]4号)的相关要求,对配套建设的环境保护设施进行验收,自行或委托有能力的技术机构编制验收报告,并组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测(调查)报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组,采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后,其主体工程方可投入生产或者使用;未经验收或者验收不合格的,不得投入生产或者使用。

**表 13 结论与建议**

### **13.1 结论**

#### **13.1.1 辐射安全与防护分析结论**

##### **(1) 辐射安全防护措施结论**

本项目 DSA 机房屏蔽设计墙体使用实心砖+铅板或轻钢龙骨架+铅板，顶棚使用混凝土+铅板，地坪使用混凝土+防护涂料，机房设有铅防护门和铅玻璃防护窗，屏蔽厚度满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求。

DSA 机房控制室拟张贴相应的各项规章制度、操作规程。DSA 机房门外拟设电离辐射警告标志、醒目的工作状态指示灯，灯箱处拟设警示语句；DSA 设有“紧急止动”按钮，机房门拟设闭门装置，设工作状态指示灯与机房门联锁等安全设施。

DSA 机房应配备相应的防护用品与辅助防护设施，其配置要求需按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求进行配制。

##### **(2) 辐射安全管理结论**

管理机构：医院已调整放射诊疗安全与防护管理领导小组，明确了相关职责，并将加强监督管理。

医院已制定了包括《辐射安全事件应急预案》在内的一系列管理制度，并适时进行修订、完善。医院应根据本单位项目开展的情况，不断对各项管理制度进行调整、补充和完善，并在以后的实际工作中严格落实执行；医院按要求安排辐射工作人员参加辐射安全和防护培训或放射诊疗培训，考核合格后方能上岗，并且按时安排人员参加复训。

#### **13.1.2 环境影响分析结论**

(1) 根据类比分析，DSA 机房四周屏蔽墙体、地面、顶棚、地坪及观察窗外辐射剂量率均能满足本次评价采用的  $2.5\mu\text{Sv/h}$  的目标控制值。

(2) 经估算，DSA 机房内职业人员和周围公众人员可能受到的最大年有效剂量均满足本次评价提出的  $5\text{mSv}$  和  $0.25\text{mSv}$  的年剂量约束值的要求。

#### **13.1.3 可行性分析结论**

##### **(1) 产业政策符合性分析结论**

本项目的建设属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中第十三项“医药”中第 5 款“新型医用诊断设备和试剂、**数字化医学影像设备**，人工智能辅助医疗设备，

高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

### **(2) 实践正当性分析**

医院实施本项目，目的在于开展放射诊疗工作，最终是为了治病救人，在项目运行时采取了相应的屏蔽、个人防护和辐射安全管理等措施，其获得的利益远大于辐射所造成的损害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。

### **(3) 选址合理性分析**

本项目拟建 DSA 机房位于兴宁院区 3 号楼二层西侧，不新增土地，项目用地属于医疗卫生用地，周围无环境制约因素。射线装置与周围保护目标之间有防护机房、围墙和建筑物的阻隔，DSA 运行过程产生的电离辐射经采取相应的屏蔽防护和管理措施后，不会对周围环境和公众造成危害，故本项目的选址是合理的。

### **(4) 项目可行性结论**

综上所述，宁波市医疗中心李惠利医院（宁波大学附属李惠利医院）DSA 射线装置选址合理；项目符合产业政策和实践正当性，在落实本报告提出的各项辐射管理、辐射防护措施后，DSA 机房外的周围剂量当量率小于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，辐射工作人员和公众最大年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，运营期对周围环境产生的辐射影响在可接受范围，因此从环境保护和辐射安全角度分析，该项目的建设是可行的。

## **13.2 建议和承诺**

### **13.2.1 建议**

(1) 辐射监测仪器和其他辐射防护设备要落实专人负责定期检查、维护，确保其状况良好，以确保监测数据的可靠，为单位辐射防护提供可靠依据；

(2) 认真学习贯彻国家相关的环保法律、法规，进行核与辐射安全知识宣传，不断提高遵守法律的自觉性和安全文化素养，切实做好各项环保工作。

### **13.2.2 承诺**



(1)按照国家相关法律法规及环评报告的要求补充和更新相关辐射安全管理规章制度及辐射事故应急预案，保证各种规章制度和操作规程的有效执行，并对应急预案定期进行演练、总结。

(2) DSA 设备相关辐射工作人员参加辐射安全与防护培训或放射诊疗培训合格证后方可上岗，并按时接受再培训。相关辐射工作人员配备个人剂量仪，每三个月委托有资质单位进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案；相关辐射工作人员进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，每一年或两年委托委托相关资质单位对其进行职业健康检查，建立职业健康档案。

(3) 严格执行辐射监测计划，发现问题及时整改。

(4) 在本次环评报告取得批复后及时重新申领辐射安全许可证；在本项目搬迁 DSA 装置调试正常后，及时组织开展项目工程竣工环境保护验收，编制验收报告，经验收合格后方可正式投入运行。

## 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