

核技术利用建设项目

海口市第三人民医院核技术利用
二期项目环境影响报告表

(公示本)

海口市第三人民医院
(盖章)

二〇二〇年五月

生态环境部监制



核技术利用建设项目

海口市第三人民医院核技术利用 二期项目环境影响报告表



建设单位名称：海口市第三人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：



通讯地址：海南省海口市琼山区建国路 15 号

邮政编码：570100

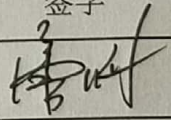
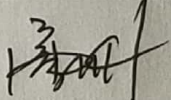
联系人：符文

电子邮箱：1979604216@qq.com

联系电话：18976778387

打印编号: 1589159447000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	ajr41h		
建设项目名称	海口市第三人民医院核技术利用二期项目		
建设项目类别	50_191核技术利用建设项目 (不含在已许可场所增加不超出已许可活动种类和不高于已许可范围等级的核素或射线装置)		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	海口市第三人民医院		
统一社会信用代码	12460100428392893G		
法定代表人 (签章)	邓高鹏		
主要负责人 (签字)	王斌		
直接负责的主管人员 (签字)	詹浴曦		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	海南建朋环保科技有限公司		
统一社会信用代码	914601003241967838		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
潘朋	2013035460350000003512460042	BH006563	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
刘丽红	表1项目基本情况、表2放射源、表3非密封放射性物质、表4射线装置、表5废弃物 (重点是放射性废弃物)、表6评价依据、表7保护目标与评价标准	BH007770	
潘朋	表8环境质量和辐射现状、表9项目工程分析与源项、表10辐射安全与防护表、11环境影响分析、表12辐射安全管理、表13结论与建议	BH006563	

目 录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	9
表 3 非密封放射性物质.....	10
表 4 射线装置.....	11
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	12
表 6 评价依据.....	13
表 7 保护目标与评价标准.....	15
表 8 环境质量和辐射现状.....	19
表 9 项目工程分析与源项.....	23
表 10 辐射安全与防护.....	26
表 11 环境影响分析.....	32
表 12 辐射安全管理.....	45
表 13 结论与建议.....	51
表 14 审批.....	52

附表：

建设项目环评审批基础信息表。

附件：

附件一 委托书；

附件二 海口市第三人民医院建设项目环境现状监测表备案回执（琼环辐清[2016]046号）；

附件三 个人剂量检测报告；

附件四 辐射工作人员职业健康体检报告（部分）；

附件五 辐射安全许可证；

附件六 放射诊疗安全与防护管理委员会及辐射安全管理相关规章制度；

附件七 辐射工作人员培训证书（部分）；

附件八 监测报告；

附件九 类比监测报告；

附件十 介入诊疗科放射事故应急预案

附件十一 补充监测报告

附件十二 海口市第三人民医院核技术利用二期项目环境影响报告表专家技术审查意见

附件十三 关于《海口市第三人民医院核技术利用二期项目环境影响报告表》专家评审意见的修改说明

表 1 项目基本情况

建设项目名称		海口市第三人民医院核技术利用二期项目			
建设单位		海口市第三人民医院			
法人代表	***	联系人	***	联系电话	189*****
注册地址		海南省海口市琼山区建国路 15 号			
项目建设地点		海南省海口市琼山区建国路 15 号海口市第三人民医院 6 号楼			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	***	项目环保投资 (万元)	***	投资比例 (环保投资/总投资)	***
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积(m ²)	机房面积 49m 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	<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"/> 乙级 <input type="checkbox"/> 丙级		
	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>1.1 建设单位情况</p> <p>海口市第三人民医院（原琼山区人民医院），位于海南省海口市琼山区建国路 15 号，建于 1896 年，占地面积约 30 亩，至今已有 124 年历史，1996 年被评为二级甲等综合性医院，海口 120 急救中心网络医院。2004 年被全国医院管理协会确认为首批“百姓放心医院”，先后被评为“医疗质量管理先进单位”、“海口市系列重大活动医疗卫生服务保障工作先进单位”、“2014 年海口市市民信赖的十佳医疗卫生机构”、“2014 年全国百姓放心示范医院”、“2015 年平安医院达标先进单位”、“国家中药示范单位”、“2016 年度海口市文明卫生单位”。</p> <p>医院现有员工 1004 人，其中正高职称 13 人、副高职称 100 人、中级职称 272 人、初级职称 590 人，技术人员占全院人数的 76%。2016 年医院总收入 2.73 亿元，同比增长 11.8%。实现业务收入 2.48 亿元，同比增长 12.9%；门诊诊疗人数 35.2 万人次，同比增长 6.58 %；出院人数 2 万人次，同比增长 1.24%。医院现有 3 个门诊部、一个社</p>					

区卫生服务站、29 个临床医技科室，医院开放病床 490 张，可容纳 700 人次/日门诊量，年门诊量 12 多万次，住院病人逾 5 千人次。历经几代人的艰辛拼搏，医院不断发展壮大，如今已是一所基础设施健全、功能完备、集医疗、教学、科研、预防、保健、康复为一体的二级甲等综合医院。

1.2 前期射线装置应用项目情况

医院于 2011 年购置一台二类射线装置血管造影介入治疗系统和四台三类射线装置（核技术利用一期项目），由于医院早年环保意识不强，原有射线装置并未及时履行环保手续。2016 年海南生态环境保护厅印发《辐射类建设项目历史遗留问题处置工作实施方案》，建设单位按照方案委托海口安康泰环评监测科技服务有限公司对核技术利用建设项目进行了环境现状监测，并于 2016 年 12 月获得原海南省生态环境保护厅的备案回执（附件 2，琼环辐清[2016]046 号）。建设单位于 2017 年 4 月取得海南省生态环境保护厅颁发辐射安全许可证（证书编号：琼环辐证[00130]，有效期至 2024 年 04 月 25 日），医院没有涉放射源和非密封放射性物质项目。

海口市第三人民医院现有射线装置基本情况，履行环评和许可手续的情况详见表 1-1。

表 1-1 医院核技术利用一期项目一览表

序号	设备名称	型号	工作场所	活动种类和范围	环评、许可情况	备注
1	数字胃肠机	LuminosFusion	门诊 1 楼	使用 III 类射线装置	琼环辐清[2016]046 号，已许可	在用
2	64 排 CT	BRTLLANCE64S LCE	门诊 1 楼			在用
3	数字化牙片机	PLANMECA	门诊 1 楼			在用
4	DR 机	DFRAY100	门诊 1 楼			在用
5	血管造影介入治疗系统	CCO-2100	门诊 1 楼	使用 II 类射线装置		停用

注：CCO-2100 血管造影介入治疗系统（DSA）于 2018 年故障停用，待二期项目申领辐射安全许可证时注销。

1.3 医院辐射安全管理概况

海口市第三人民医院自取得环保备案回执及辐射安全许可证后，环保意识不断提高，目前已按照《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关放射性法律、法规，配合各级环保部门监督和指导，辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，原核技术利用项目自运营以来没有发生过辐射安全事故和人员异常照射，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 医院已成立了放射诊疗安全与防护管理领导小组，设立兼职的辐射防护委员，负责医院的辐射防护与安全工作。
- ② 医院已制定了《放射防护安全操作规程》、《辐射防护和安全保卫制度》、《DSA操作规程及流程》、《人员培训制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《设备检修维护制度》、《射线装置使用登记制度》、《监测方案》及《放射科质量控制大纲》。
- ③ 医院已建立了放射事件应急处理预案。
- ④ 医院各射线装置工作场所均设置了通风装置，各机房门口设置工作指示灯和规范地张贴电离辐射警告标志，且各射线装置均制定了操作规程。医院核技术利用一期项目停用的 DSA 工作场所辐射防护设施运行良好，自运营以来没有发生过辐射安全事故，因此，医院各射线装置使用场所具备防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。
- ⑤ 医院配置了防辐射衣、防辐射帽、防护眼镜、防护手套等防护用品。
- ⑥ 医院所有辐射工作人员均配备了个人剂量计，进行辐射工作时均规范佩戴个人剂量计，并按季度送由海口市疾病预防控制中心进行个人剂量监测，根据 2018 年 4 个季度的个人剂量监测结果显示，均符合国家标准《职业性外照射个人监测规范》的卫生标准。辐射工作人员每两年进行职业健康检查，建立了个人剂量档案和职业健康监护档案。
- ⑦ 医院按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，于每年 1 月 31 日前上报上一年度的年度评估报告。
- ⑧ 医院现有一台 R-EGD 型便携式核辐射检测仪，自行定期对辐射工作场所周围辐射环境进行监测。

存在的问题及整改意见：

医院现有辐射工作人员 39 人（其中本项目 DSA 辐射工作人员 5 人已培训），尚有部分工作人员未参加辐射防护与安全考核，医院应尽快安排未参加培训辐射工作人员按批次参加考核并取得合格证。

1.4 项目由来

为改善病人治疗条件，提高医院服务质量及服务水平，医院目前现有的一台 DSA 已故障停用，海口市第三人民医院拟将 6 号楼 1 楼原有急诊输液留观室、抽血室及其治疗室、更衣室、公共卫生间等区域改造为核技术利用二期项目 DSA 的机房及其配套用房，并在 DSA 机房内新增了一台 DSA 用于介入治疗，由《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 449 号）可知，医院拟使用的 DSA 为 II 类医用射线装置。

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》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《建设项目环境保护管理条例》等法律法规的要求，为切实做好该项目的环境保护工作，该项目应编制辐射环境影响报告表。海口市第三人民医院于 2020 年 4 月委托海南建朋环保科技有限公司对该项目进行辐射环境影响评价（委托书见附件一）。我单位接受委托后，组织了专业技术人员进行现场踏勘与调查，充分收集了有关资料，在此基础上编制完成了该项目的辐射环境影响报告表，现呈报海南省生态环境厅审查批复。

1.5 建设项目概况

海口市第三人民医院核技术利用二期项目具体情况一览表见表 1-2。

表 1-2 海口市第三人民医院核技术利用二期项目一览表

序号	设备名称	数量 (台)	型号	管电压 (kV)	管电流 (mA)	类别	位置
1	数字减影血管造影机 (DSA)	1	GE Optima IGS 330 型	≤125	≤1000	使用 II 类射线装置	6 号楼 1 楼介入手术室

1.6 评价目的

(1) 对医院建设的射线装置机房周边的辐射环境现状进行现场调查和监测，以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，估算建设项目对其周围环境影响的程度和范围，提出环境污染控制对策，为建设项目的工程设计和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，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”。

(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环境保护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。

1.7 评价因子及评价重点

本项目的污染因子为 DSA 运行时产生的电离辐射。本次评价采用 X- γ 辐射剂量率作为评价因子，重点评价其产生的电离辐射对环境敏感点人群的影响。

1.8 选址合理性分析

海口市第三人民医院位于海南省海口市琼山区建国路 15 号（中心地理坐标为东经 110°21'50.53"，北纬 20°0'40.27"）。医院东侧为琼州大道，南侧为建国路，西侧为建国二横路，北侧为红城湖路。项目地理位置图见图 1-1，项目外环境关系图见图 1-2，医院总平面布置图见图 1-3。



图 1-1 项目地理位置图



图 1-2 项目外环境关系图

本项目拟建的 DSA 机房位于 6 号楼，6 号楼为 8 层建筑，其东侧为医院大门过道、南侧为建国路、西侧为建国一横路、北侧为 9 号楼和 8 号楼，无地下室。本项目位于 1 楼，现状为急诊输液留观室、抽血室。机房北侧为楼梯间和挂号收费室；东侧隔着操作室为医院眼镜服务部；南侧为建国路人行道；西侧为儿科门诊；楼上为二楼检验科实验室；楼下无地下一层。医院总平面布置图见图 1-3 项目所在 1 楼平面布置图见图 1-4，项目楼上 2 楼平面布置图见图 1-5。

DSA 机房为专用的工作场所，DSA 机房与控制室等其他房间分开单独布置，DSA 工作场所周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标，区域划分明确，布局基本合理。在采用良好的屏蔽措施后，对周围环境影响很小，选址合理。



图 1-3 医院总平面布置图

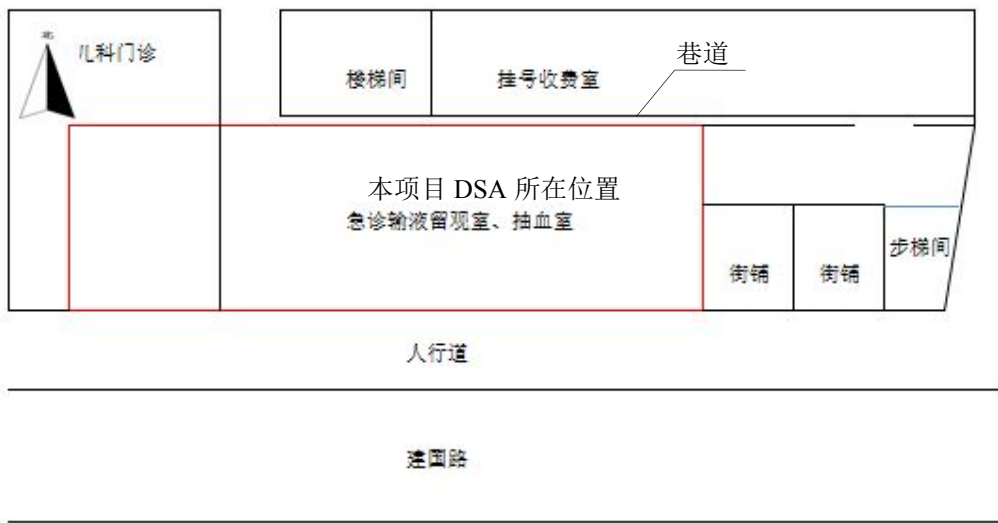


图 1-4 DSA机房所在 1 楼平面图



图 1-5 DSA机房楼上 2 楼平面图



图 1-6 拟建场地南侧人行道



图 1-7 拟建场地北侧挂号收费室



图 1-8 拟建场地东侧医院眼镜服务部



图 1-9 拟建场地西侧儿科门诊

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
无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无
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	数字减影血管造 影机 (DSA)	II	1	GE Optima IGS 330	≤125	≤1000	数字减影血 管造影装置	6号楼1楼 介入手术室	新建
以下空白									

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》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 12 月 29 日，第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议重新修订）；</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) 《中华人民共和国职业病防治法》（中华人民共和国主席令第 60 号，2002 年 5 月 1 日起施行，2011 年 12 月 31 日修订，第十二届全国人民代表大会常务委员会，2016 年 7 月 2 日第二次修订，2017 年 11 月 4 日第三次修订，2018 年 12 月 29 日第四次修订）；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》（中华人民共和国国务院令第 682 号），2017 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2005 年 9 月 14 日中华人民共和国国务院令第 449 号公布，根据 2014 年 7 月 29 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》修订，根据 2019 年 3 月 2 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》修订）；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006 年 1 月 18 日国家环境保护总局令第 31 号公布，根据 2008 年 11 月 21 日环境保护部 2008 年第二次部务会议通过的《关于修改〈放射性同位素与射线装置安全许可管理办法〉的决定》修正，根据 2017 年 12 月 12 日环境保护部第五次部务会议通过的《环境保护部关于修改部分规章的决定》第二次修正）；2019 年 8 月 22 日经《生态环境部关于废止、修改部分规章的决定》（生态环境部令第 7 号）修订）</p> <p>(8) 《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），2011 年 5 月 1 日起施行；</p> <p>(9) 《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，2017 年 12 月 5 日）。</p> <p>(10) 《关于印发辐射安全许可座谈会会议纪要的函》（国家环境保护总局办公厅 环办函[2006]629 号）；</p> <p>(11) 《放射工作人员职业健康管理暂行办法》（卫生部第 55 号令，2007 年）；</p>
------	--

	<p>(12) 《关于进一步加强环境影响评价管理工作的通知》（国家环境保护总局公告 51 号，2006 年）；</p> <p>(13) 《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》（环发[2006]145 号）；</p> <p>(14) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2017 年 6 月 29 日环境保护部令第 44 号公布 根据 2018 年 4 月 28 日公布的《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》修正）。</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》（HJ 10.1-2016）；</p> <p>(2) 《环境地表γ辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）；</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）。</p> <p>(4) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）</p> <p>(5) 《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）</p> <p>(6) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）</p>
<p>其 他</p>	<p>(1) 委托书；</p> <p>(2) 海口市第三人民医院提供的项目相关资料；</p> <p>(3) 《中国环境天然放射性水平》，国家环境保护局，1995 年 8 月。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目为数字减影血管造影机（DSA）应用项目，主要是 DSA 运行过程中产生的 X 射线对周围环境的影响，依据《辐射环境保护管理导则-核技术应用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016），结合医院使用 DSA 的辐射特点，本次项目评价范围为以拟建 DSA 所在机房屏蔽墙体外周边 50m 范围。

7.2 保护目标

经现场调查，DSA 机房位于 6 号楼 1 楼，机房屏蔽体外 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感点。DSA 机房 50m 范围内敏感目标主要为医院从事辐射工作的 DSA 机房工作人员、机房周边非放射性工作人员和公众成员。本项目的环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 主要环境保护目标

辐射工作场所	人员类别	周围场所	方位、距离	人数
DSA 机房周围	DSA 工作人员	手术室内	手术室内	4 人
		控制室	东侧、3.2m	1 人
	非放射工作人员	二层（实验室）	楼上、3.5m	6 人
		收费室	北侧、3.3m	5 人
		设备间	西侧、3.5m	2 人
	公众	人行道	南侧、3.3m	70 人
楼梯间		北侧、3.2m	30 人	
50m 范围内	公众	9 号楼	西北侧、30m	30 人
	公众	门诊楼	北侧、30m	120 人
	公众	等候区	北侧、25m	40 人
	公众	建国路	南侧、5-50m	200 人
	公众	建国一横路及附近	西侧、50m	150 人
	公众	临街铺面	东侧、50m	20 人

7.3 评价标准

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

①剂量限制

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作为管理限值。

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：a) 年有效剂量，1mSv；本项目取其四分之一即 0.25mSv作为公众成员的剂量管理值。

(2) 《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）

5 X射线设备机房防护设施的技术要求

5.1 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。

5.2 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 7-2 要求。

表 7-2 X射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度（摘录）

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 ^b	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。

5.3 X射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求：

a) 不同类型X射线设备机房的屏蔽防护应不小于表 3（见表 7-3）要求。

b) 医用诊断X射线防护中不同铅当量屏蔽物质厚度的典型值参见附录D。

表 7-3 不同类型X射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求（摘录）

机房类型	有用线束方向铅当量 mm	非有用线束方向铅当量 mm
标称 125kV 及以下的摄影机房、口腔CT、牙科全景机房（有头颅摄影）	2	1
介入X射线设备机房	2	2

c) 应合理设置机房的门、窗和管线口位置，机房的门和窗应有其所在墙壁相同的防护厚度。设于多层建筑中的机房（不含顶层）顶棚、地板（不含下方无建筑物的）应满足相应照射方向的屏蔽厚度要求。

d) 带有自屏蔽防护或距X射线设备表面 1m处辐射剂量水平不大于 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 时，可不使用带有屏蔽防护的机房。

5.4 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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；测量时，X射线机连续出束时间应大于仪器响应时间。

b) CT机、乳腺摄影、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；其余各种类型摄影机房外人员可能受到照射的年有效剂量约束值应不大于 0.25mSv ；测量时，测量仪器读出值应经仪器响应时间和剂量检定因子修正后得出实际剂量率。

5.5 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患者和受检者状态。

5.6 机房内布局要合理，应避免有用线束直接照射门、窗和管线口位置；不得堆放与该设备诊断工作无关的杂物；机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风。

5.7 机房门外应有电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯，灯箱处应设警示语句；机房门应有闭门装置，且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动。

5.8 患者和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。

5.9 每台X射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 4（见表 7-4）基本种类要求的工作人员、患者和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防护衣；防护用品和辅助设施的铅当量应不低于 0.25mmPb；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，防护用品和辅助设施的铅当量应不低于 0.5mmPb。

表 7-4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求（摘录）

放射检查类	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 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

8.1 调查范围及监测点布置

为了解项目所在区域的辐射环境现状，2020年4月17日海南建朋环保科技有限公司到评价项目现场进行资料收集，并委托海南瑞辐科技有限公司对拟建 DSA 机房使用场所及周边辐射环境进行现场监测。监测因子为 X 射线，监测范围机房周围 50m 范围内，监测布点图如下。

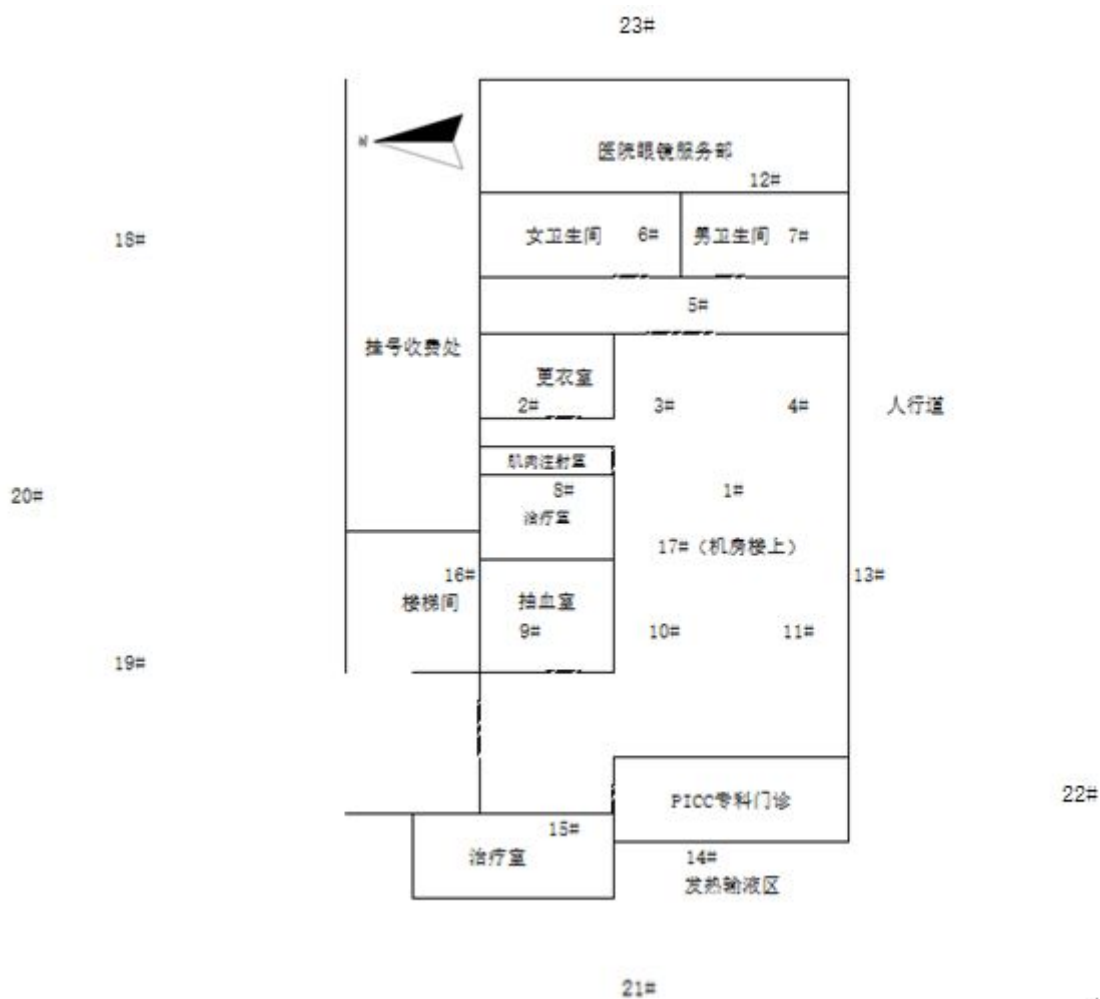


图 8-1 拟建 DSA 机房所在位置及周围监测布点图

8.2 监测因子

X 射线。

8.3 监测仪器及监测方法

辐射环境监测仪器为 AT1123/54061 环境监测用 X-γ辐射剂量率仪，仪器参数见表 8-1。

表 8-1 测量仪器主要技术参数一览表

仪器名称	X-γ辐射剂量率仪
仪器型号	AT1123/54061
生产厂家	白俄罗斯 ATOMTEX
能量响应、测量范围、时间响应	15keV~10MeV; 50nSv~10Sv/h; 10ns~30ms
检定证号及有效期限	检定证书编号为 Hnjln2019093-244, 有效期 2019 年 10 月 25 日至 2020 年 10 月 24 日

监测依据《环境地表γ辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）及《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）等有关规定进行。

8.4 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布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。
- 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，并用检验源对仪器进行校验；
- ⑤由专业人员按照操作规程操作监测仪器，并认真做好记录。
- ⑥监测报告严格实行校对、校核、审定三级审核制度，专人负责质量保证及核查、检查工作。

8.5 监测结果

现状监测结果列于表 8-2，监测报告见附件八。监测时间：2020 年 4 月 17 日。

表 8-2 项目拟建 DSA 机房周围环境 X-γ辐射剂量率监测结果

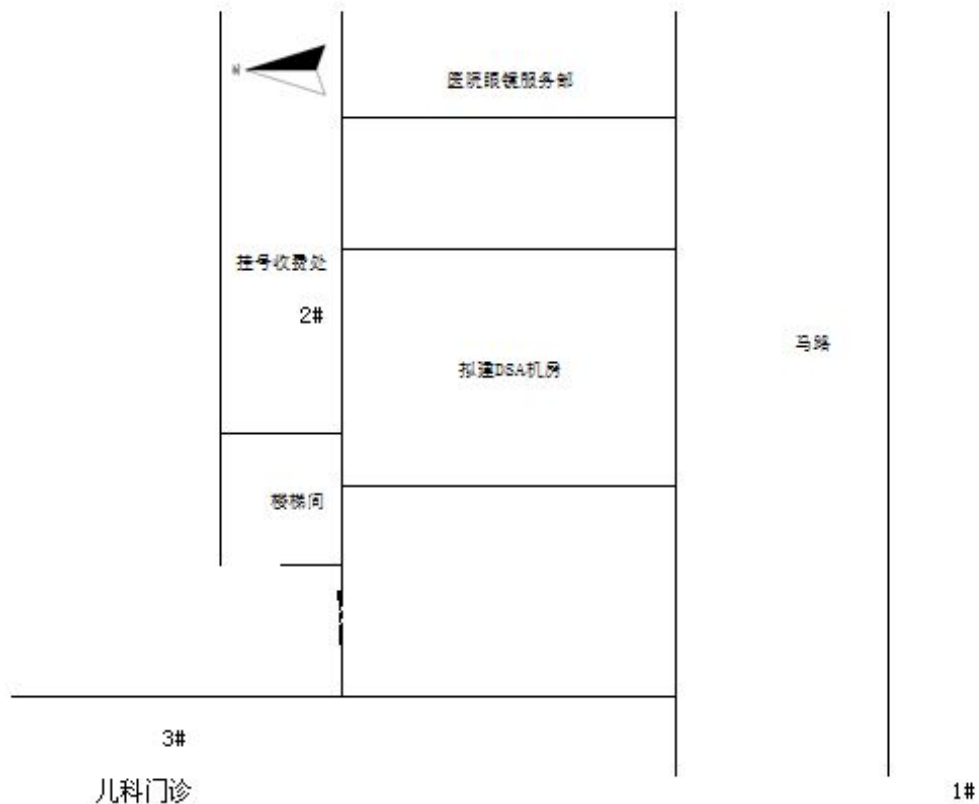
序号	监测位置	环境 X-γ辐射剂量率 (μSv/h)
1	拟建 DSA 机房中心位置	0.11
2	拟建 DSA 机房控制室医护进出防护门旁	0.11
3	拟建 DSA 机房控制室观察窗旁	0.11
4	拟建 DSA 机房手术器械室	0.11
5	拟建 DSA 机房更衣室	0.11
6	拟建 DSA 机房换鞋区	0.10

7		拟建 DSA 机房缓冲区	0.11
8		拟建 DSA 机房手术室北侧	0.11
9		拟建 DSA 机房污物通道门旁	0.11
10		拟建 DSA 机房病人通道门旁	0.11
11		拟建 DSA 机房设备间	0.10
12		拟建 DSA 机房东侧医院眼镜服务部	0.10
13		拟建 DSA 机房南侧人行道	0.10
14		拟建 DSA 机房西侧发热输液区	0.11
15		拟建 DSA 机房西侧治疗室	0.11
16		拟建 DSA 机房北侧楼梯间	0.09
17		拟建 DSA 机房二楼检验科实验室	0.10
18		拟建 DSA 机房东北侧 40 米处 8 号楼门口	0.09
19		拟建 DSA 机房北侧 10 米处 9 号楼门口	0.11
20		拟建 DSA 机房北侧 50 米处 9 号楼旁	0.09
21		拟建 DSA 机房西北侧 23 米处中国银行旁	0.11
22		拟建 DSA 机房西南侧 50 米处外贸大厦	0.11
23		拟建 DSA 机房东侧 50 米处急门诊室门口	0.11

注：以上数据均未扣除宇宙射线的贡献；

8.6 补充监测

(1) 补充监测布点图



(2) 补充监测结果

补充监测结果列于表 8-3，监测报告见附件十一。监测时间：2020 年 5 月 26 日。

表 8-3 项目拟建 DSA 机房周围环境 X-γ辐射剂量率补充监测结果

序号	监测位置	环境 X-γ辐射剂量率 (μSv/h)
1	拟建 DSA 机房西南侧 60m (对照点)	0.09
2	拟建 DSA 机房北侧挂号收费室	0.11
3	拟建 DSA 机房西北侧儿科门诊	0.10

8.7 小结

由监测结果可知：海口市第三人民医院本次环评拟建的 DSA 机房及周围环境 X-γ 辐射剂量率为 90~110nSv/h 之间，处于海南地区室外和室内辐射环境本底范围值内（注：海南地区室外辐射环境本底范围值 20.4~144.3nGy/h，室内辐射环境本底范围值 35.3~207.8nGy/h，来源于《中国环境天然放射性水平》）。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

(1) 工程设备及工作负荷

为满足患者就医需求，海口市第三人民医院新增在 6 号楼一楼介入室建设 1 间 DSA 机房，并配备 GE Optima IGS 330 型数字减影血管造影机(DSA)，额定管电压为 125kV，管电流为 1000mA，为床下单球管 X 射线机，用于血管造影检查和介入手术治疗。医院拟为该 DSA 机房配备 2 名医生、1 名技师及 2 名护士。

根据医院提供资料，医院 DSA 设备主要用于开展心血管等介入治疗手术。医院拟使用该台 DSA 开展介入手术预计年手术量约 400 台，每台手术 X 射线的出束曝光时间约 20min，年曝光时间为 133.3h。

(2) 工艺分析

1) 工作原理

DSA 为床下单球管 X 射线机，是利用 X 射线技术和造影剂，清晰显示血管影像，是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法。它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。

2) 设备组成

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

3) 操作流程

DSA 的工作流程如下：

- 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。

工作流程图见图 9-1。

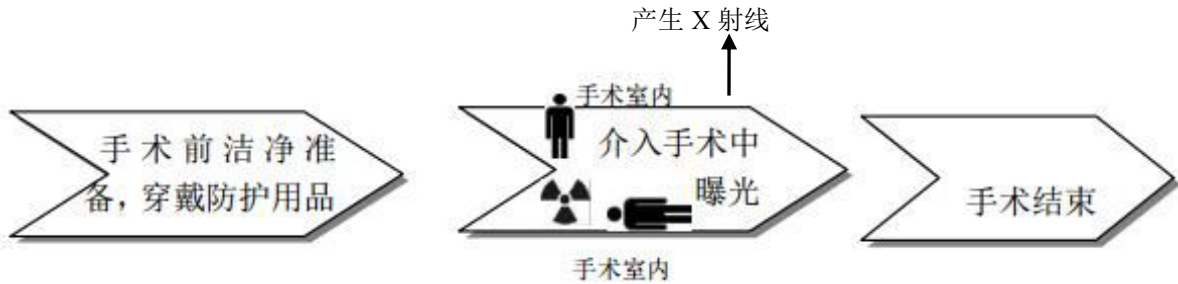


图 9-1 DSA 介入手术工作流程图

9.2 污染源项描述

1、辐射污染源分析

X 射线装置开机工作时，通过高压发生器和 X 光管产生高速电子束，电子束撞击钨靶，靶原子的内层电子被电离，外层电子进入内层轨道填补空位，放出具有确定能量的X射线，本项目 II 类射线装置产生的 X 射线能量最大为 125kV。X 射线装置关机状态不产生辐射。

(1) 正常工况

由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。DSA 机在非诊疗状态下不产生射线，只有在开机并处于出线状态下才会发出 X 射线。

DSA 机的使用只限于介入手术室内，在采取隔室操作的情况下，DSA 机房外的工作人员基本上不会受到 X 射线的照射，前提是设备安全和防护硬件及措施到位，而手术室内进行手术操作的医生和其他医务人员，则会受到一定程度的 X 射线外照射。DSA 在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况：透视。病人需要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。

第二种情况：减影摄片。医技在操作室内对病人进行曝光（隔室操作），通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。该种情况一般用于手术期间的图像保存，占整个手术很小的时间比例。

(2) 事故工况

X 线的照射量率与管电压和管电流有关，一般管电流增加照射量率也将增加。但是，当采用较大管电流时，开机时间将缩短至零点零几秒，因此，总照射量不会有明显的增加。DSA 受开机和关机控制，关机时没有射线发出。在意外情况下，可能出现的辐射事故（事件）如下：

1) 工作人员或病人家属在防护门关闭前尚未撤离照射室，DSA 运行可能产生误照射。

2) 安全装置发生故障状况下，人员误入正在运行的 DSA 照射室。

2、辐射工作场所拟采取的辐射防护措施

本项目DSA机房拟采取的防护措施情况见表 10-1。

表 10-1 DSA手术室辐射防护措施一览表

设备名称	项目	厚度	备注
DSA	机房面积及层高	长 7.1m, 宽 6.9m, 面积约 48.9m ² (去除设备间面积) 层高 4.7m (吊顶高度 2.9m)	
	四周屏蔽墙	24cm实心砖结构+2.5mmPb硫酸钡防护涂料 (相当于 4.5mm铅当量)	
	顶棚	15cm混凝土+2.0mmPb硫酸钡防护涂料 (相当于 4mm铅当量)	
	地板	无地下一层 (未做防护)	
	观察窗	密闭铅玻璃	4.0mm铅当量
	防护门	铅板屏蔽门	4.0mm铅当量
	其他	①设置对讲设备。 ②门外设置安全指示灯及电离辐射警告标志。 ③机房内设置动力排风装置。 ④工作人员在控制室操作并配戴个人剂量计。 ⑤配备 6 套防辐射衣、防辐射帽、防辐射围领、防辐射眼镜等防护用品 ⑥DSA自带床下铅帘及悬吊铅帘对室内介入操作人员进行防护。	
对照标准*	机房面积及铅当量	最小使用面积 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。 均符合标准要求。	

*: 《医用 X 射线诊断放射防护要求》 (GBZ 130-2013)

3、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机房内而发生误照射事故, 以及对工作人员和病人的辐射防护, 该院 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 检查室病人入口防护门上方拟设置工作状态指示灯, 入口显著位置粘贴电离辐射警告标志。工作状态指示灯和与防护门联动, 防护门关闭的情况下, 工作状态指示灯才亮。

(2) 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。

(3) DSA 机房内拟设置对讲装置, 方便工作人员实时关注机房内情况并与病人交流。

(4) DSA 介入治疗医生拟配备防护铅衣、防护铅围脖、铅眼镜、铅帽等个人防护用品, 临床介入手术时拟采用铅玻璃板、下铅帘等必要的屏蔽防护措施, 医院拟购

的各类防护用品均有 0.5mm 实际铅当量，医生工作时实际受到了自身穿戴及铅玻璃板（或下铅帘）两层防护，防护能力相当于 1mm 实际铅当量，能够有效降低介入手术工作人员的吸收剂量。

（5）介入手术时，曝光条件电压、电流、照射野面积以及脉冲透视频率均与介入手术医生的受照剂量相关。医院引入的 DSA 及配套设备须符合国际或者国家的标准，设备应调节到满足低剂量的有效范围内，在提高图像质量的同时也可减小不必要的照射。

（6）操作中减少透视时间和减少拍片的次数可以显著降低工作人员的辐射剂量，介入手术工作人员在操作时应尽量远离检查床。同时，加强辐射工作人员的培训，参与介入手术的工作人员应该技术熟练，以减少介入手术工作人员的剂量。

（7）医院将为辐射工作人员配备个人剂量计并定期送检，同时建立个人剂量档案，拟开展职业健康监护并建立个人职业健康监护档案。

（8）DSA 机房在对病人灶进行照射时，将对病人病灶以外的部位用铅橡胶布或其他防护用品进行遮盖，避免病人受到不必要的辐射照射。

（9）医院目前配备有一台便携式核辐射检测仪，适用于 X 射线辐射检测，将自行定期对 DSA 工作场所进行监测

（10）DSA 机房采用层流送风系统（设计排风量为 600m³/h），每小时换气次数为 4 次，满足至少每小时换气 3 次的要求。为保证通风良好，排风口设置在北墙距地面高度 30 厘米的位置，从机房排出的气体通过排风管道排往北墙户外的巷道，该巷道无人员长时间滞留。

4、法规符合情况

依据《关于修改〈放射性同位素与射线装置安全许可管理办法〉的决定》（环境保护部令第 3 号，2008 年）和《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）规定，现对海口市第三人民医院从事本项目辐射活动的的能力评价列于表 10-2 和表 10-3。

（1）对照“环保部 3 号令”要求的满足情况

环保部 2008 年第 3 号令《关于修改〈放射性同位素与射线装置安全许可管理办法〉的决定》第十六条对拟使用射线装置和放射性同位素的单位提出了具体条件，本项目具备的条件与“3 号令”要求的对照检查如表 10-2 所示。

表 10-2 安全许可管理要求满足情况

“3 号令”要求	落实情况	符合
----------	------	----

		情况
16.1 使用 II 类射线装置的工作单位，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 名技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。	海口市第三人民医院成立了放射诊疗安全与防护管理领导小组，任命陈先平同志专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	符合
16.2 从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	医院目前从事辐射工作的人员有 39 人，其中 28 人已取得培训合格证书，尚有 11 人未取得培训合格证书，医院计划安排辐射工作人员参加生态环境部门最新发布的辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的考核，并取得合格证书，持证上岗。	部分符合
16.3 使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。	本项目不涉及放射性同位素方面的内容。	不涉及该内容
16.4 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。	拟建 DSA 机房防护门粘贴电离辐射警告标志和中文警示说明，安装门灯联锁装置；机房上方设置工作状态指示灯。	符合
16.5 配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。	医院已购买 1 台便携式核辐射检测仪（测量范围：剂量率：0.01 μ Sv/h~15mSv/h），适用于 X 射线辐射检测。	符合
16.6 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、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	医院原有核技术利用项目已按照相关要求制定《人员培训制度》、《放射科质量控制大纲》、《射线装置操作规程》、《辐射防护和安全保卫制度》《放射事件应急处理预案》、《辐射工作安全责任书》、《设备检修维护制度》等相关制度，本项目建设后建设单位将对原有制度进行完善及修订。	符合
16.7 有完善的辐射事故应急措施。	医院按照相关要求制定《放射事故应急处理预案》。	符合
16.8 产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	该项目运行过程中不产生放射性废气、废液、固体废物。	不涉及

(2) 对“环保部 18 号令”要求的满足情况

环保部 2011 年第 18 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》对拟使用射线装置和放射性同位素的单位提出了具体条件，本项目具备的条件与“18 号令”要求的对照检查如表 10-3 所示。

表 10-3 安全和防护能力对照检查情况

安全和防护管理办法要求	单位情况	符合情况
第五条： 生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号。射线装置的生产调试和使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	在拟建 DSA 机房防护门处设置明显的电离辐射警告标识和中文警示说明，并安装门灯联锁装置，机房门口设置工作指示灯，且机房外禁止无关人员逗留。	符合
第九条： 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。	按照国家环境监测规范，建设单位定期自行监测和每年委托有资质单位进行环境监测和工作场所监测。	符合
第十三条： 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。	承诺每年提交年度评估报告。	符合
第十七条： 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。	医院拟为该项目配备 5 名工作人员，5 名工作人员均已参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的考核，并取得合格证书。	部分符合
第二十三条： 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	医院已为每名辐射工作人员配备个人剂量计，拟为该项目的辐射工作人员配备两枚个人剂量计，佩戴于铅衣内和铅衣外。并定期委托海口市疾病预防控制中心承担个人	符合

况及时报告辐射安全许可证发证机关。	剂量监测工作。	
-------------------	---------	--

10.2 三废的治理

本次评价的 DSA 机属于利用 X 射线进行介入诊疗和摄影诊断的医用设备，只有在设备开机的状态下才产生 X 射线，无废气、废水和固体废弃物产生。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目位于 6 号楼一楼原急诊输液留观室、抽血室内，建设阶段主要对其进行辐射防护改造和装潢。因此工程量较小，影响主要为施工废水、施工废气、施工噪声及施工固体废弃物影响，对环境会产生如下影响：

(1) 大气：本项目在施工期需进行的装修作业，将在施工区域产生地面扬尘，由于项目的工程量不大，设计的施工作业面较小，因此只要采取相应的洒水及围挡措施即可很大程度降低施工期的废气污染。

(2) 噪声：整个建筑施工阶段，建筑设备都将产生不同程度的噪声，对大楼内的医生和病人等人群造成一定的影响。因此，在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的标准，尽量使用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业。本项目施工工期相对较短，在严格执行噪声标准，并且合理安排施工时间的情况下，噪声对周围医生及病人等人群的环境是暂时的。

(3) 固体废物：项目施工期间，产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，医院将委托有资质的单位及时清运，尚未清运的建筑垃圾，需进行遮挡覆盖，在装载清运过程中，防止建筑垃圾在医院内途中散落。

(4) 废水：项目施工期间，会有少量含有泥浆的建筑废水产生，对这些废水不可随意外排，统一收集后由医院进行处理。

由于整个施工工期相对较短，医院在落实上述管理及污染防治措施后，施工期对周围环境的影响是可接受的。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 辐射防护措施分析

为分析此次环评项目 DSA 机房的辐射防护性能，根据医院提供的资料，将 DSA 机房的主要技术参数列表分析，并与《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中对诊断 X 射线机房的防护设施的技术要求对照，具体见表 11-1。

表 11-1 DSA 机房防护设施一览表及分析

项目		辐射防护措施情况	标准要求	符合性
机房位置		医院拟建 DSA 位于 6 号楼 1 楼西侧。	充分考虑周围场所的防护与安全,一般可设在建筑物底层的一端。	符合
DSA	墙体	四周墙体均为 24cm 实心砖批荡后,粉刷 2.5mmPb 硫酸钡防护涂料(相当于 4.5mm 铅当量)。	单管头 X 射线机:机房内最小有效使用面积不小于 20m ² ,最小单边长度不小于 3.5m; 介入 X 射线设备机房:有用线束方向铅当量:2mm;非有用线束方向铅当量:2mm;	符合
	顶棚和底板	顶棚:15cm 混凝土+2.0mm 铅当量硫酸钡防护涂料(相当于 4mm 铅当量);底板:未做防护(无地下一层)		
	防护门、观察窗	防护门:4mm 铅门,观察窗:4mm 铅玻璃		
	机房大小	DSA 机房:48.9m ² (6.9m×7.1m)		
机房通风		机房采用层流送风系统(设计排风量为 600m ³ /h),排风口设置在北墙距地面高度 30 厘米的位置,保证通风状况良好。	机房应设置动力排风装置,保持良好的通风。	符合
标志、警示灯		机房门外均安装醒目的电离辐射标志和工作指示灯。	机房门外应有电离辐射标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯,灯箱处应设警示语句;机房门应有闭门装置,且工作状态指示灯和与机房相同的门能有效联动。	符合
其他		医院介入室拟配备铅衣 6 套、铅帽 6 顶、铅围脖 6 个、铅方巾 6 件、三角铅围裙 6 件,上述防护用品铅当量 0.5mmPb。 医院拟为所有辐射工作人员配备个人剂量计,监测仪器依托医院现有的一台便携式核辐射检测仪。	配备适量的符合防护要求的各种辅助防护用品,如铅衣、铅手套、铅围裙等。 定期检查各设备性能。	符合

备注:根据《辐射防护手册》(第三分册)P63 表 3.4 可知,保守参考 150kV 的管电压下,24cm 实心砖(参考密度为 1.6g/cm³ 厚度 24cm 的黄砖)的铅当量为 2mm;15cm 混凝土(密度为 2.2g/cm³)的铅当量为 2.0mm。

根据表 11-1 中对照分析可见,该评价项目中的 DSA 机房面积大小、屏蔽物质厚度等满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)中的相关要求。

11.2.2 运行期的辐射环境影响分析

按照联合国原子辐射效应科学委员会(UNSCEAR)--2000 年报告附录 A, X-γ射线产

生的外照射人均年有效剂量当量按下列公式计算：

$$H_{E,\gamma} = D_{\gamma} \times t \times k \times T \quad (1)$$

其中， $H_{E,\gamma}$ —外照射附加年有效剂量， 10^{-3}mSv ；

D_{γ} —外照射附加剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t —年照射时间， h ；

T —居留因子，职业人员全居留取 1，公众成员部分居留取 1/4、偶然居留因子取 1/16；

k —剂量换算系数，取 1。

在介入手术过程中，机头有用线束直接照向患者，不会直射到机房四周墙体、顶棚、防护门及铅窗，故预测过程中仅考虑受到的泄露辐射和病人体表散射的影响。

11.2.3 泄露辐射环境影响分析

泄露辐射剂量率按初级辐射束的0.1%计算，根据《辐射防护手册》第一分册（李德平、潘自强主编，能子原出版社，1987年），计算公式如公式11-1所示：

$$H = \frac{f \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad (2)$$

式中：

H —关注点处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

f —泄漏射线比率，取 0.1%；

H_0 —距靶点 1m 处的最大剂量率；

R —靶点至关注点的距离， m ；

B —屏蔽透射因子，按照《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）附录 D 中公式计算，公式如下：

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad (3)$$

式中： B —屏蔽透射因子；

X —屏蔽材料铅当量厚度， mm ；

α 、 β 、 γ —保守近似取铅、混凝土对 125kV 管电压 X 射线辐射衰减的有关的三个拟合参数。

根据设备厂家提供的资料，透视工况为70kV/3mA时，1m处的空气比释动能率最大

值 $3.6 \times 10^5 \mu\text{Gy/h}$ ；摄影工况为75kV/200mA，1m处的空气比释动能率最大值 $1.2 \times 10^7 \mu\text{Gy/h}$ 。

本项目DSA机房四周各关注点的泄露辐射剂量率计算参数及结果如下表11-2~11-3所示。

表 11-2 DSA 机房四周关注点泄露辐射计算参数

关注点位	关注点位描述	防护铅当量	α	β	γ	B
医生手术位	机房内	0.5mmPb 铅衣 +2mmPb 屏风	2.219	7.923	0.5386	2.50E-04
北墙外 30cm 处	楼梯间、收费处	4.5mmPb	2.219	7.923	0.5386	2.76E-06
西墙外 30cm 处	设备间	4.5mmPb	2.219	7.923	0.5386	2.76E-06
东墙外 30cm 处	控制室	4.5mmPb	2.219	7.923	0.5386	2.76E-06
南墙外 30cm 处	人行道	4.5mmPb	2.219	7.923	0.5386	2.76E-06
观察窗外 30cm 处	控制室	4mmPb	2.219	7.923	0.5386	8.42E-06
患者防护门外 30cm 处	走廊	4mmPb	2.219	7.923	0.5386	8.42E-06
医生防护门外 30cm 处	控制室	4mmPb	2.219	7.923	0.5386	8.42E-06
顶棚外 30cm 处	实验室	4mmPb	2.219	7.923	0.5386	8.42E-06
地面	实验室	4mmPb	2.219	7.923	0.5386	8.42E-06

表 11-3 不同模式下各关注点处泄漏辐射剂量率计算结果一览表

工作模式	关注点位	关注点位置描述	R (m)	f	H_0 ($\mu\text{Sv/h}$)	B	H ($\mu\text{Sv/h}$)
透 视	医生手术位	机房内	0.5	0.001	3.6E+05	2.50E-04	3.60E-01
	北墙外 30cm 处	楼梯间、收费处	3.7	0.001		2.76E-06	7.26E-05
	西墙外 30cm 处	设备间	4.2	0.001		2.76E-06	5.63E-05
	东墙外 30cm 处	控制室	3.5	0.001		2.76E-06	8.11E-05
	南墙外 30cm 处	人行道	3.7	0.001		2.76E-06	7.26E-05
	观察窗外 30cm 处	控制室	3.5	0.001		8.42E-06	2.47E-04
	患者防护门外 30cm 处	走廊	4.2	0.001		8.42E-06	1.71E-04
	医生防护门外 30cm 处	控制室	3.5	0.001		8.42E-06	2.47E-04
	顶棚外 30cm 处	实验室	3.2	0.001		8.42E-06	2.96E-04
	地面	实验室	3.2	0.001		8.42E-06	2.96E-04

透 视	医生手术位	机房内	0.5	0.001	1.2E+07	2.50E-04	1.20E+01
	北墙外 30cm 处	楼梯间、收费处	3.7	0.001		2.76E-06	2.42E-03
	西墙外 30cm 处	设备间	4.2	0.001		2.76E-06	1.88E-03
	东墙外 30cm 处	控制室	3.5	0.001		2.76E-06	2.70E-03
	南墙外 30cm 处	人行道	3.7	0.001		2.76E-06	2.42E-03
	观察窗外 30cm 处	控制室	3.5	0.001		8.42E-06	8.25E-03
	患者防护门外 30cm 处	走廊	4.2	0.001		8.42E-06	5.73E-03
	医生防护门外 30cm 处	控制室	3.5	0.001		8.42E-06	8.25E-03
	顶棚外 30cm 处	实验室	3.2	0.001		8.42E-06	9.86E-03
	地面	实验室	3.2	0.001		8.42E-06	9.86E-03

11.2.4病人体表散射辐射环境影响分析

对于病人体表的散射的X射线可以采用反照射率法估算，引用李德平、潘自强主编的《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）。可按以下公式进行估算。

$$H_s = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot s}{(d_0 \cdot d_s)^2} \quad (4)$$

式中：H_s—关注点处的患者散射辐射剂量率，μSv/h；

H₀—距靶点 1m 处的最大剂量率，μSv/h；

α—患者对 X 射线的散射比，α=a/400 查《辐射防护手册 第一分册》P437 表 10.1 得 a=0.0016，故α=4×10⁻⁶（90° 散射）；

S—散射面积，取 100cm²；

d₀—源与患者的距离，取 0.3m；

d_s—患者与关注点的距离，m；

B—屏蔽因子，计算方法见公式（3）

本项目DSA机房四周各关注点的散射辐射剂量率计算参数及结果如下表11-4~11-5所示。

表 11-4 DSA 机房四周关注点散射辐射计算参数

关注点位	关注点位描述	防护铅当量	α	β	γ	B
医生手术位	机房内	0.5mmPb 铅衣+2mmPb	2.233	7.888	0.7295	4.83E-04

		屏风				
北墙外 30cm 处	楼梯间、收费处	4.5mmPb	2.233	7.888	0.7295	2.76E-06
西墙外 30cm 处	设备间	4.5mmpb	2.233	7.888	0.7295	2.76E-06
东墙外 30cm 处	控制室	4.5mmPb	2.233	7.888	0.7295	2.76E-06
南墙外 30cm 处	人行道	4.5mmPb	2.233	7.888	0.7295	2.76E-06
观察窗外 30cm 处	控制室	4mmPb	2.233	7.888	0.7295	8.42E-06
患者防护门外 30cm 处	走廊	4mmPb	2.233	7.888	0.7295	8.42E-06
医生防护门外 30cm 处	控制室	4mmPb	2.233	7.888	0.7295	8.42E-06
顶棚外 30cm 处	实验室	4mmPb	2.233	7.888	0.7295	8.42E-06
地面	实验室	4mmPb	2.233	7.888	0.7295	8.42E-06

表 11-5 不同模式下各关注点处散射辐射剂量率计算结果一览表

工作模式	关注点位	关注点位置描述	H ₀ (μSv/h)	α	S	d ₀ (m)	d _s (m)	B	H _s (μSv/h)
透视	医生手术位	机房内	3.6E+05	4×10 ⁻⁶	100	0.3	0.5	4.83E-04	3.09E-04
	北墙外 30cm 处	楼梯间、收费处		4×10 ⁻⁶	100	0.3	4.5	2.76E-06	2.18E-08
	西墙外 30cm 处	设备间		4×10 ⁻⁶	100	0.3	4.4	2.76E-06	2.28E-08
	东墙外 30cm 处	控制室		4×10 ⁻⁶	100	0.3	4.4	2.76E-06	2.28E-08
	南墙外 30cm 处	人行道		4×10 ⁻⁶	100	0.3	4.5	2.76E-06	2.18E-08
	观察窗外 30cm 处	控制室		4×10 ⁻⁶	100	0.3	4.4	8.42E-06	6.96E-08
	患者防护门外 30cm 处	走廊		4×10 ⁻⁶	100	0.3	4.5	8.42E-06	6.65E-08
	医生防护门外 30cm 处	控制室		4×10 ⁻⁶	100	0.3	4.4	8.42E-06	6.96E-08
	顶棚外 30cm 处	实验室		4×10 ⁻⁶	100	0.3	3.5	8.42E-06	1.20E-07
	地面	实验室		4×10 ⁻⁶	100	0.3	3.5	8.42E-06	1.20E-07
摄影	医生手术位	机房内	1.2E+7	4×10 ⁻⁶	100	0.3	0.5	4.83E-04	1.03E-02
	北墙外 30cm 处	楼梯间、收费处		4×10 ⁻⁶	100	0.3	4.5	2.76E-06	7.27E-07
	西墙外 30cm 处	设备间		4×10 ⁻⁶	100	0.3	4.4	2.76E-06	7.60E-07
	东墙外 30cm 处	控制室		4×10 ⁻⁶	100	0.3	4.4	2.76E-06	7.60E-07
	南墙外 30cm 处	人行道		4×10 ⁻⁶	100	0.3	4.5	2.76E-06	7.27E-07

	观察窗外 30cm 处	控制室		4×10^{-6}	100	0.3	4.4	8.42E-06	2.32E-06
	患者防护门外 30cm 处	走廊		4×10^{-6}	100	0.3	4.5	8.42E-06	2.22E-06
	医生防护门外 30cm 处	控制室		4×10^{-6}	100	0.3	4.4	8.42E-06	2.32E-06
	顶棚外 30cm 处	实验室		4×10^{-6}	100	0.3	3.5	8.42E-06	3.66E-076
	地面	实验室		4×10^{-6}	100	0.3	3.5	8.42E-06	3.66E-076

11.2.5 DSA 机房各关注点位受到的辐射剂量率之和

表 11-6 不同工作模式下各关注点处总的附加剂量率计算结果一览表

工作模式	关注点位	关注点位置描述	总的附加辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	标准 ($\mu\text{Sv/h}$)	是否满足
透视	医生手术位	机房内	3.60E-01	280 (400 $\mu\text{Gy/h}$)	满足
	北墙外 30cm 处	楼梯间、收费处	7.26E-05	2.5	满足
	西墙外 30cm 处	设备间	5.63E-05	2.5	满足
	东墙外 30cm 处	控制室	8.11E-05	2.5	满足
	南墙外 30cm 处	人行道	7.26E-05	2.5	满足
	观察窗外 30cm 处	控制室	2.47E-04	2.5	满足
	患者防护门外 30cm 处	走廊	1.71E-04	2.5	满足
	医生防护门外 30cm 处	控制室	2.47E-04	2.5	满足
	顶棚外 30cm 处	实验室	2.96E-04	2.5	满足
	地面	实验室	2.96E-04	2.5	满足
摄影	医生手术位	机房内	1.20E+01	280 (400 $\mu\text{Gy/h}$)	满足
	北墙外 30cm 处	楼梯间、收费处	2.42E-03	2.5	满足
	西墙外 30cm 处	设备间	1.88E-03	2.5	满足
	东墙外 30cm 处	控制室	2.70E-03	2.5	满足
	南墙外 30cm 处	人行道	2.42E-03	2.5	满足
	观察窗外 30cm 处	控制室	8.25E-03	2.5	满足
	患者防护门外 30cm 处	走廊	5.73E-03	2.5	满足
	医生防护门外 30cm 处	控制室	8.25E-03	2.5	满足
	顶棚外 30cm 处	实验室	9.86E-03	2.5	满足
	地面	实验室	9.86E-03	2.5	满足

通过估算预测可知，本项目 DSA 在运行情况下，机房四周及顶棚外环境各关注

点附加剂量率在 $(5.63 \times 10^{-5} \sim 9.86 \times 10^{-3}) \mu\text{Sv/h}$ 之间, 满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ 130-2013) 中规定的屏蔽体外表面 30cm 处剂量率不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$; 机房手术医生操作位处剂量率最大为 $12 \mu\text{Sv/h}$, 满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ 130-2013) 中规定的透视防护区测试平面上的空气比释动能率不大于 $400 \mu\text{Gy/h}$ ($280 \mu\text{Sv/h}$) 的要求。

11.2.6 类比可行性分析

为预测 DSA 机正常运行时对辐射工作人员的影响, 本项目拟采用海南医学院第一附属医院已验收 DSA 类比预测分析工作人员受照情况, 详细类比参数见表 11-7。

表 11-7 类比一览表

名称	海医一院 DSA	本项目 DSA
设备型号	Innova IGS 540	GE Optima IGS 330 型
设备参数	125kV/1000mA	125kV/1000mA
机房面积	45.36m ² (5.4m×8.4m)	48.99m ² (6.9m×7.1m)
防护措施	北、东、西墙体均为 18cm 实心砖+2mm 铅板, 南墙 2mm 铅板。	四周墙体均为 24cm 实心砖+2.5mm 硫酸钡防护涂料 (相当于 4.5mm 铅)
介入科医生数量	2 名	2 名
年最大工作量	约 600 台	约 400 台
单个医生最大工作量	约 300 台	约 200 台
手术类型	心内血管介入、外周介入手术	心内血管介入手术

本项目 DSA 的额定管电压和额定管电流与类比 DSA 一致, 本项目年手术最大工作量小于类比项目, 手术类型与类比项目基本一致, DSA 机房墙体屏蔽效果总体优于类比项目, 机房面积略大于类比 DSA 机房, 总体来看本项目 DSA 屏蔽效果优于类比项目, 因此本项目 DSA 对环境辐射影响可参照类比 DSA 监测数据。类比监测报告详见附件九。

因此, 本项目选用海南瑞辐科技有限公司编制的《海南医学院第一附属医院核技术利用项目辐射环境检测报告》(R20200313001) 中的检测数据进行类比分析是可行的。

(2) 类比监测结果

根据海南瑞辐科技有限公司编制的《海南医学院第一附属医院核技术利用项目辐射环境检测报告》(R20200313001) (见附件九) 可知, 类比 DSA 机房及周边环境辐射

水平检测结果见表 11-8。

表 11-8 DSA 类比检测结果表

检测点位	检测点位描述	环境本底 μSv/h	检测结果 μSv/h	备注
1#	操作位	0.11	0.12	检测工况
2#	观察窗与墙体左结合部	0.12	0.12	85kV
3#	观察窗中央表面外 5 厘米	0.12	0.12	298mA
4#	观察窗与墙体右结合部	0.11	0.12	
5#	观察窗与墙体上结合部	0.11	0.11	
6#	观察窗与墙体下结合部	0.11	0.12	
7#	操作室门左侧门缝	0.11	0.12	
8#	操作室门中央表面外 5 厘米	0.12	0.12	
9#	操作室门右侧门缝	0.11	0.12	
10#	操作室门上侧门缝	0.11	0.11	
11#	操作室门下侧门缝	0.11	0.11	
12#	防护门左侧门缝	0.11	0.11	
13#	防护门中央表面外 5 厘米	0.11	0.12	
14#	防护门右侧门缝	0.11	0.11	
15#	防护门上侧门缝	0.11	0.12	
16#	防护门下侧门缝	0.11	0.11	
17#	污物通道门左侧门缝	0.11	0.11	
18#	污物通道门中央表面外 5 厘米	0.11	0.11	
19#	污物通道门右侧门缝	0.11	0.11	
20#	污物通道门上侧门缝	0.11	0.12	
21#	污物通道门下侧门缝	0.11	0.11	
22#	东墙外 30cm	0.10	0.11	
23#	南墙外 30cm	0.11	0.11	
24#	北墙外 30cm	0.11	0.11	
25#	楼上：八楼呼吸道病房	0.11	0.11	
26#	楼下：六楼内镜中心	0.10	0.10	
27#	医生操作位（无铅帘、无防护服）	0.10	75.4	
28#	医生操作位（有铅帘、无防护服）	0.11	1.96	

29#	医生操作位（有铅帘、有防护服）	0.11	0.20	
30#	护士位（无铅屏风、无防护服）	0.11	2.38	
31#	护士位（有铅屏风、无防护服）	0.11	0.11	
32#	护士位（有铅屏风、有防护服）	0.11	0.11	

注：数据均未扣除宇宙射线响应值。

表 11-8 类比监测结果可知，DSA 正常运行期间，机房周围所有监测点位的 X-γ 剂量率在 0.10~0.12μSv/h 之间，符合《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ 130-2013）的相关要求，即满足机房外 30cm 处周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h 的要求，检测结果可见机房四周剂量率均处于较低水平，说明机房经过相应的屏蔽后辐射泄漏很小，机房屏蔽效果良好。根据海南医学院第一附属医院在用的 Innova IGS 540 型 DSA 的类比检测结果，可以认为类比的 DSA 项目验收检测结果说明本项目运行后的实际辐射环境影响比类比辐射影响小，因此可以推测本项目 DSA 正常运行后对机房四周的辐射环境影响较小，该院机房设计能够满足引进的 DSA 辐射防护标准的要求。

DSA 介入操作位的 X-γ 剂量率较高，在曝光室内操作时，工作人员必须佩戴好个人剂量计、穿好铅衣、铅帽、铅围脖等防护用品，同时合理安排操作人员轮流操作。操作时应尽可能缩短曝光时间、优化曝光条件，减少患者的受照剂量，在不影响诊疗的情况下给病人必要的屏蔽防护如铅衣、铅帽、铅围裙等。

3、剂量估算

为确定 DSA 机房辐射防护设计的有效性及其项目运行中对工作人员产生的附加辐射剂量，同时对医院使用 DSA 对公众以及周围辐射环境的影响程度进行分析，本次评价对项目运行过程中对医院职业工作人员和公众成员进行附加辐射剂量估算评价。

按照联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）--2000 年报告附录 A，X-γ 射线产生的外照射人均年有效剂量当量按下列公式计算：

$$H_{E,\gamma} = D_{\gamma} \times t \times k \times T \quad (1)$$

其中， $H_{E,\gamma}$ —外照射附加年有效剂量， 10^{-3}mSv ；

D_r —外照射附加剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t —年照射时间，h；

T —居留因子，职业人员全居留取 1，公众成员部分居留取 1/4；

k —剂量换算系数，取 1。

由医院提供资料可知，医院拟建 DSA 年手术量约 400 台，每台手术曝光出束时间约 20min，则年曝光出束时间为 133.3h。介入操作医生 2 人、护士 2 人及技师 1 人，介入手术室两名医生轮流操作。DSA 手术过程中医生一般在穿铅衣（0.5mmPb）屏蔽条件下工作，手部会曝露在无屏蔽措施的情况下，但眼部受到的辐射照射主要是漏射和散射；其余人员大部分时间处于穿铅衣（0.5mmPb）屏蔽条件下工作。本项目 DSA 运行时工作人员及公众人员受照有效剂量如下：

表 11-9 DSA 工作人员有效剂量估算表

设备名称	人员名称		剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年出束时间 (h)	年有效剂量 (mSv/a)	
DSA	工作人员	控制室技师操作位		0.10	133.3	0.014
		医生操作位	手部	75.4	133.3/2	5.025
			眼部	1.96	133.3/2	0.131
			身体	0.20	133.3/2	0.013
		护士位 (有铅屏风、有防护服)		0.11	133.3/2	0.007
	公众人员	南侧人行道		0.11	133.3	0.003
		北侧楼梯间和收费室		0.11	133.3	0.003
		西侧病人进出门		0.11	133.3	0.003

根据计算结果可知，医生手术时手部受照剂量为 5.025mSv，满足 100mSv/a 的剂量约束值的要求；医生手术时眼部受照剂量为 0.131mSv，满足 30mSv/a 的剂量约束值的要求；医生身体受照剂量为 0.013mSv/a，满足 5mSv/a 的剂量约束值的要求；其他辐射工作人员受照剂量为 0.007mSv/a，满足 5mSv/a 的剂量约束值的要求

在实际运行过程中，不允许公众在 DSA 机房四周逗留，根据类比监测结果并结合实际情况，公众在治疗室病人进出门附近受到的辐射剂量最大，取居留因子为 1/4，则公众受到的年最大辐射剂量为 0.003 mSv，故公众受到的年附加有效剂量很小，能够满足环评报告中提出的 0.25mSv/a 的管理限值要求。

因此，本项目投入运行后，对工作人员及公众人员造成的年有效剂量均低于本报

告提出的 5mSv 及 0.25mSv 的年剂量约束限值的要求。

4、辐射工作人员年有效剂量评价

本项目拟购的 DSA 自带铅悬挂防护屏及床侧防护帘，同时介入手术工作人员均按照《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）穿戴铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜等，能够有效降低 DSA 透视时漏射散射线对医务人员的照射。由于本项目辐射工作尚未开展，工作人员暂无个人剂量检测报告，可通过采取类比的方式考察本项目职业人员年有效剂量值，类比对象为海南医学院第一附属医院已验收 DSA 的辐射工作人员。

根据类比 DSA 辐射工作人员四个季度的个人剂量检测报告：海放检字 FG2019-121、海放检字 FG2019-126、海放检字 FG2019-191、海放检字 FG2019-271、将介入放射学（心内科）辐射工作人员四个季度的个人剂量检测结果进行相加，见表 11-10。

表 11-10 海南医学院第一附属医院 2019 年个人剂量监测结果

序号	姓名	性别	工作岗位	个人剂量计检测结果 (mSv)				
				2019 年第一 季度	2019 年第二 季度	2019 年第三 季度	2019 年第四 季度	年有效剂 量
1	林子义	男	心内科	0.018	0.015	0.01	0.010	0.053
2	谢春花	女	心内科	0.018	0.015	0.036	0.254	0.323
3	颜复昶	男	心内科	0.018	0.015	0.01	0.010	0.053
4	栾英欣	女	心内科	0.018	0.015	0.01	0.010	0.053
5	李天发	男	心内科	0.018	0.016	0.031	0.156	0.221

根据表 11-10，得其年个人剂量有效剂量最大值为 0.323mSv。本项目 DSA 年手术最大工作量小于类比项目，手术类型与类比项目基本一致，DSA 机房墙体屏蔽效果总体优于类比项目，机房面积略大于类比 DSA 机房，总体来看本项目 DSA 屏蔽效果优于类比项目，因此本项目在做好辐射防护及合理安排医护人员工作时间的同时，本项目 DSA 辐射工作人员年有效剂量将小于类比医院，即本项目 DSA 辐射工作人员预计年有效剂量小于 0.323mSv，该剂量能够满足 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中对职业人员有效剂量限值的要求，并满足本项目管理约束值：职业人员年有效剂量不超过 5mSv 的要求。

11.3 事故影响分析

(1) 事故工况

DSA 受开机和关机控制，关机时没有射线发出。在意外情况下，可能出现的辐射事故（事件）如下：

①工作人员或病人家属在防护门关闭前尚未撤离照射室，DSA 运行可能产生误照射。

②安全装置发生故障状况下，人员误入正在运行的 DSA 照射室。

③进行 DSA 介入手术的医护人员未穿戴铅衣等个人防护用品而受到不必要的照射，没有为患者穿戴个人防护用品而受到不必要的照射。

④维修期间的事故，维修工程师在检修期间误开机出束，造成辐射伤害。

⑤DSA 工作人员工作时不小心将头部、手部暴露在照射野内，受到不必要的辐射。

(2) 射线装置事故风险防范措施

①与当地环保部门密切配合，加强环境剂量和放射性的监督检测；

②不断完善放射性事故应急预案，在射线装置建设和运行过程中的适当时候进行演习；

③介入工作人员工作时必须穿铅衣、戴铅帽和铅围脖，以尽量减少所受的辐射照射；

④操作人员均须经培训合格后上岗，严格按照仪器操作程序进行诊疗，在开机诊断之前必须检查机房内有无人员逗留，确保无关人员全部撤离机房，防止事故照射的发生，避免工作人员和公众接受不必要的辐射照射。

⑤为避免此类事故的发生，要求工作人员每次上班时首先要检查防护门上灯光警示装置是否正常。如果警示装置失灵，应立即修理，恢复正常。

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

为保证建设项目建设期和运营期的辐射防护措施落实情况，医院已根据要求成立了放射诊疗安全与防护管理领导小组，以邓高鹏（院长）为组长，胡金牛（医务科主任）、王斌（放射科主任）为副组长，陈先平、王和良为组员，负责全院辐射安全监督管理工作，保障辐射工作人员、社会公众的健康与安全。放射诊疗安全与防护管理领导小组具体成员及委员会职责和工作制度见附件六。

在日后工作实践中，医院应根据核技术应用情况及时对该放射诊疗安全与防护管理领导小组成员作相应调整，确保调整后的放射诊疗安全与防护管理领导小组的基本组成涵盖当时核技术应用所涉及的相关部门和科室。

12.2 关于辐射安全与防护培训

海口市第三人民医院按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求，组织辐射工作人员参加辐射安全与防护考核。医院使用本次新增设备的辐射工作人员已参加辐射安全与防护培训，取得证书，但尚有部分辐射工作人员未参加辐射防护与安全考核，医院计划组织未取得合格证书的辐射工作人员参加生态环境部门发布的考核计划参加辐射安全与防护考核，取得合格证书，持证上岗。

医院为本项目配备5名辐射工作人员，具体名单如下表所示12-1所示，本项目所有辐射工作人员均参加辐射安全防护培训，做到持证上岗操作。

表 12-1 医院为本项目配备的辐射工作人员名单

序号	姓名	性别	工作岗位	学历	培训时间	培训证号	备注
1	王斌	男	医师	本科	2019年9月	H1915245	
2	陈先平	男	医师	本科	2019年9月	H1915246	
3	王连杰	男	技师	本科	2019年5月	琼 1900263	
4	吴雪南	女	护士	本科	2019年9月	H1915247	
5	胡诗丽	女	护士	本科	2019年5月	琼 1900264	

12.3 关于职业健康体检

海口市第三人民医院按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射工作人员职业健康管理暂行办法》的要求，每两年对现有辐射工作人员进行了职业健康体检，根据 2018 年健康体检结果显示，均符合国家相关标准规定。本项目投入运行前，应对新招的辐射工作人员进行岗前体检，日后运行过程中应组织辐射工作人员进行职业健康体检，并且两次体检时间间隔不得超过 2 年。

12.4 关于年度安全状况评估

针对现有的核技术利用一期项目，建设单位海口市第三人民医院按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，于每年 1 月 31 日前上报上一年度的年度评估报告，最近的一次为 2020 年 1 月 30 日前上报了 2019 年的年度评估报告。

本项目建设完成后，医院仍应按《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求对本项目的安全和防护状况进行年度评估，编写年度评估报告（年度评估报告应当包括辐射安全和防护设施的运行与维护情况；辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况；射线装置台账；场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；辐射事故及应急响应情况；核技术利用项目新建、改扩建和退役情况；存在的安全隐患及其整改情况；其他有关法律、法规规定的落实情况等方面的内容），并于每年 1 月 31 日前上报环保部门备案。

12.5 辐射安全管理规章制度

(1) 核技术利用一期项目的辐射安全管理规章制度

医院根据国家相关法律法规，并结合医院射线装置应用情况，制定和落实了相关规章制度。

表 12-2 医院已有辐射安全和防护制度目录

序号	类别	制度名称
1	操作规程	《放射防护安全操作规程》《DSA 操作规程及流程》
2	岗位职责	《辐射工作人员岗位职责》
3	辐射防护和安全	《辐射防护和安全保卫制度》
4	设备检修维护	《设备检修维护制度》

5	使用登记	《射线装置使用登记制度》
6	培训、监测方案	《人员培训制度》《监测方案》
7	事故应急	《放射事件应急处理预案》《介入诊疗科放射事故应急预案》

(2) 规章制度的可行性

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和核技术利用单位辐射安全管理档案标准化建设的要求，建设单位根据核技术应用具体情况，针对性的制定了《放射防护安全操作规程》和《DSA 操作规程及流程》，该制度明确辐射工作人员的资质条件要求、操作过程中采取的具体防护措施及操作程序等，制度合理并具有可行性，建设单位按要求执行该项制度。在日常工作中，工作人员在设备开机前检查机房情况，无异常后方可开机，经常检查设备运转情况，发现问题及时处理；工作人员合理选择曝光条件，使必要的照射保持在合理的并可达到的最低水平；禁止无关人员进入正在工作的环境，工作期间注意各通道铅门的关闭，严防辐射泄漏等。

为明确辐射工作人员的职责，建设单位制定了《辐射工作人员岗位职责》，该制度要求辐射工作人员必须爱护设备、保证射线装置的正常运行；与患者说明检查要求和注意事项；要求辐射工作人员严格遵守操作规程，按规定的性能条件进行工作；及时和相关岗位保持密切联系，不断反馈质量信息；辐射工作人员应坚守岗位、妥善处理医患纠纷；尽量减少患者不必要的照射等，该制度合理并具有可行性，建设单位辐射工作人员严格按照该制度执行。

建设单位制定的《辐射防护和安全保卫制度》，该制度要求遵守相关法律法规要求，依法办理相关手续，工作场所经验收合格后方可使用，对辐射工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查并建立监护档案；每年1月31日前上报年度评估至原发证机关。该制度合理并具有可行性，建设单位由于早年环保意识不强，原有射线装置并未及时履行环保手续，未严格执行该制度。自建设单位按要求办理辐射安全许可证后，环保意识不断提高，严格遵守相关法律要求，今后将严格执行该项制度。

建设单位制定的《设备检修维护制度》，要求对设备进行日常检查和定期检修维护；《射线装置使用登记制度》明确使用、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，并做好记录；《人员培训制度》要求辐射工作人员学习关于辐射安全和防护的专业知识及相关的法律法规，参加考核并取得合格证；《监测方案》包括了个人剂量监测和辐射工作场所监测，制度合理并具有可操作性，建设单

位按要求严格执行落实。

建设单位制定的《放射事件应急处理预案》，明确了放射事件应急处理机构与职责、放射性事故应急处理程序；《介入诊疗科放射事故应急预案》明确了导管室 DSA 设备故障的应急流程；应急预案合理并具有可行性，建设单位严格执行落实该项制度。

需要完善的制度有：《人员培训制度》、《监测方案》

环评要求：建设单位需将制定的相应规章制度张贴于辐射工作场所醒目的位置，同时建设单位需根据具体实践过程中出现的问题和最新的管理要求对原有规章的不足之处进行即时修订，以更适应后期运行需求。

综上所述，海口市第三人民医院在落实上述制度后，能够确保医院使用的 DSA 的安全使用，满足国家相关的管理及技术层面要求。

12.6 辐射监测

(1) 核技术利用一期项目的辐射监测开展情况

①辐射工作人员佩戴个人剂量计上岗，并每季度送海口市疾病预防控制中心进行监测，建立了个人剂量监测档案。

②辐射工作人员每年进行一次职业健康体检。

需完善以下常规辐射监测：

③每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行辐射环境的监测，包括 X 射线装置机房的各面屏蔽墙、观察窗和防护门等。

(2) 核技术利用二期项目辐射监测计划

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）及《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）等相关标准和规范的要求，医院针对此次核技术应用项目制定相应的辐射监测计划，包括：

① 医院必须加强管理，做好该项目射线装置的辐射防护和屏蔽工作，依托医院已有的一台 R-EGD 型便携式核辐射检测仪自行定期对 DSA 工作场所进行监测。

② 为本项目辐射工作人员配备 2 枚个人剂量计，佩戴于铅衣内和铅衣外，并委托海口市疾病预防控制中心进行个人剂量监测，并定期（每季度 1 次）送检。

③每年委托有资质的单位对 DSA 应用场所进行辐射环境的监测。具体监测方案、监测项目和监测频率见表 12-3。

表 12-3 辐射监测方案

监测对象	监测点位	监测方案	监测项目	监测频率
DSA	操作位、机房防护门、观察窗、四周墙壁等屏蔽体外表面 30cm 处	实测	X-γ辐射剂量率	每周一次
	辐射防护装置	检查防护装置	安全	每次使用前
外环境	机房周边	实测	X-γ辐射剂量率	每周一次
辐射工作人员	/	佩戴个人辐射剂量计	年累计剂量	每季度送检
		职业健康体检		每年一次或每两年一次

12.7 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》，医院根据可能发生的辐射事故的风险，成立海口市第三人民医院放射事件应急处理领导小组，领导小组组长由邓高鹏担任，副组长由梁宁和毛新龙担任。

医院根据可能发生的辐射事故的风险，制定了《介入诊疗科放射事故应急预案》（附件十），该制度建立了放射事件应急处理机构，明确了放射性事故应急救援应遵循的原则，制定了放射事故应急处理程序。发生辐射事故时，单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要的防护措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护主管部门、公安部门和卫生部门报告。禁止缓报、瞒报、谎报或者漏报辐射事故。

医院运行至今，未发生辐射事故。但本项目运行后，还应做好以下工作：

医院应定期、具有针对性的对可能发生的放射事故进行演练，演练内容包括放射事故应急处理预案的可操作性、针对性、完整性。并根据实际情况组织修订放射事故应急预案。

12.8 竣工环境保护验收监测

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，建设单位是建设项目竣工环境保护验收的责任主体，应当按照本办法规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产使用，并对验收内容、结论和所公开的信息真

实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。建设项目正式投产运行前，医院应自主组织项目竣工环保验收。

表 12-4 环境保护设施验收一览表

项目		环保设施（措施）
DSA 机房 (1 间)	辐射屏蔽措施	1 间 DSA 机房：包括四周墙体(4.5mmPb)、屋顶(4.0mmPb)和地面
		铅防护门 3 套 (4.0mmPb)
		铅玻璃观察窗 1 套 (4.0mmPb)
	安全装置	操作台和床体上“紧急制动”装置 1 套
		对讲装置 1 套
		门灯联锁装置
	监测仪器及警示装置	个人剂量报警仪 1 台
		个人剂量计 5 个
		警示标牌 2 个和工作状态指示灯 2 套
	个人防护用品	铅衣、铅围脖、铅帽、铅眼镜等 5 套，铅裤 1 套（辐射工作人员防护）
		铅橡胶布、铅围脖、铅帽、铅衣等 1 套（病人防护）
		铅防护吊屏和床下铅围裙等 1 套
通排风系统	净化空调一体机 1 台每小时换气不低于 4 次	
监测设备		便携式核辐射检测仪 1 台（依托医院已有检测仪）
其他		应急和救助的物资准备
		辐射工作人员、管理人员及应急人员的组织培训
综合管理	人员培训	所有辐射工作人员需参加辐射安全与防护考核，并取得相应的合格证书
	个人剂量管理	个人剂量档案，年平均有效剂量不得超过 5mSv
	规章制度	《放射防护安全操作规程》、《辐射防护和安全保卫制度》、《DSA 操作规程及流程》、《人员培训制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《设备检修维护制度》、《射线装置使用登记制度》、《监测方案》、《介入诊疗科放射事故应急预案》及《放射科质量控制大纲》

表 13 结论与建议

13.1 结论

海口市第三人民医院位于海南省海口市琼山区建国路 15 号。为了适应医疗保健事业和医院的发展需求，医院拟购置一台数字减影血管造影机（DSA），项目总投资 850 万元，其中环保投资 100 万元，占总投资的 11.76%。

（1）可行性分析结论

待海口市第三人民医院核技术利用二期项目运行后，能有效的改善居民就医环境，提高诊断治疗水平，对保障健康、拯救生命起到了十分重要的积极作用，并产生良好的经济效益和社会效益，该项目为医疗服务设施建设项目，符合国家大力加强卫生事业发展的总原则，属于国家鼓励类项目，符合国家的产业政策，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的“实践的正当性”要求。

根据《产业结构调整目录（2011 年）》（2013 修正本），本项目生产过程中没有涉及限制及淘汰的设备、工艺和产能，因此符合国家产业政策。

（2）选址合理性结论

根据现场调查，DSA 机房位于 6 号楼 1 楼。DSA 机房为专用的工作场所，在采用良好的辐射屏蔽措施后，对周围环境影响很小，选址合理。

（3）环境质量和辐射现状

DSA 机房及周围环境 X- γ 辐射剂量率为 90~110nSv/h 之间，处于海南地区室外和室内辐射环境本底范围值内（注：海南地区室外辐射环境本底范围值 20.4~144.3nGy/h，室内辐射环境本底范围值 35.3~207.8nGy/h，来源于《中国环境天然放射性水平》）。因此，本项目 DSA 机房周边辐射环境质量现状较好。

（4）辐射安全与防护分析结论

医院设立专门的放射诊疗安全与防护管理领导小组，并逐步建立完善的规章制度，落实安全、环保等措施，制定了辐射事故应急预案等。机房设计有满足辐射屏蔽要求的防护墙、防护门、观察窗等；机房门口设置明显的电离辐射警示标识、照射指示灯，辐射工作人员佩带个人剂量计等。

经现场调查及预测分析，由本项目引起的对工作人员和公众外照射剂量可控制在根据最优化原则设置的项目剂量管理目标值以下。因此本项目的开展，在给患者带来利益的同时，对工作人员和公众的外照射引起的年有效剂量低于根据最优化原则设置

的项目管理目标值，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”。

由机房辐射防护措施分析可知，拟建的 DSA 使用场所防护设施的技术要求总体上满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中的相关要求。

（5）环境影响分析结论

根据预测分析结果，海口市第三人民医院核技术利用二期项目在正常工况下，工作人员和公众受照剂量在项目管理限值以下，即工作人员小于 5mSv/a，公众小于 0.25mSv/a，均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求和本项目个人剂量管理限值要求。

（6）总结论

综上所述，海口市第三人民医院核技术利用二期项目，符合“实践的正当性”要求。机房的防护设计合理，辐射管理中的各项规章制度和防护措施较健全，具备从事使用射线装置的能力。只要切实落实并严格执行本评价中所提出的辐射管理、辐射防护、事故应急等各项措施，严格按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的有关规定进行管理，其运行后对放射工作人员和公众及其周围环境造成的辐射污染影响较小。因此，从辐射环境保护角度分析，该项目的建设是可行的。

13.2 建议

建议项目单位认真做好以下几项工作：

（1）医院此次项目环评批复后，医院应及时更换新的辐射安全许可证，运行后应按相关法律法规要求进行环保竣工验收。

（2）对于使用 DSA 装置的介入手术室内工作人员，进行手术操作时必须穿戴相应的铅围裙、铅围脖、铅帽等个人防护用具，并且采用铅玻璃屏风进一步屏蔽射线，能有效的降低 X 射线的外照射。

（3）对所有从事辐射工作的人员进行辐射安全与防护知识教育培训，培训考核合格方能上岗，使工作人员熟练掌握操作技能，减少操作时间，从而达到减少受照剂量。

（4）配置辐射监测仪，定期对辐射工作场所周围辐射环境进行监测并做好相应记录。

