

表 1 项目基本情况

建设项目名称		海南医学院第一附属医院 DSA 应用项目				
建设单位		海南医学院第一附属医院				
法人代表		李丽	联系人	李光磊	联系电话	*****
注册地址		海南省海口市龙华路 31 号				
项目建设地点		海南省海口市龙华路 31 号				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）		800	环保投资（万元）	20	投资比例	2.5%
项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其他			占地面积（m ² ）	/
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类			
		☐ 使用	☐ I 类（医疗使用） ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类			
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物			
		☐ 销售	/			
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙			
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类			
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类			
		☒ 使用	☒ II 类 ☐ III 类			
	其他	/				

1、建设单位情况简述

海南医学院第一附属医院位于海南省海口市龙华路 31 号，地理位置详见图 1-1。医院成立于 1973 年，为原海南医学院附属医院 2016 年更名而来（更名文件见附件 14）。该院是集医疗、教学、科研、预防、保健、急救、社区服务于一体的三级甲等综合医院。目前全院编制床位 1500 张，临床科室 44 个，全院职工 2316 人。年门诊量 110.41 万人次，住院病人 3.58 万人次，年住院手术 12508 台，医疗与临床教学资源丰富，是海南省重要的骨干医疗机构。

2、核技术利用项目建设规模、目的和任务的由来

为了改善病人治疗条件，满足广大患者就医的需要，海南医学院第一附属医院拟在门诊急诊楼七楼新增 1 台 DSA 用于介入治疗。

由《关于发布射线装置分类办法的公告》（国家环境保护总局公告 2006 年第 26 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》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令 第 44 号）可知，海南医学院第一附属医院 DSA 应用项目应进行辐射环境影响评价并编制辐射环境影响报告表。为此医院于 2017 年 1 月正式委托江西省核工业地质局测试研究中心（国环评证乙字第 2306 号）进行辐射环境影响评价。江西省核工业地质局测试研究中心则立即组织人员进行了现场踏勘和资料收集等相关工作，在此基础上编制完成了该医院的辐射环境影响报告表。

3、核技术利用项目概况

本项目内容为将门急诊楼七楼原洁净手术室改建成 DSA 机房，新增使用 1 台 DSA 用于介入治疗。

医院本项目具体建设内容见表 1-1。

表 1-1 医院本次环评射线装置一览表

名 称	型 号	数 量（台）	用 途	活动种类和范围	设备位置	年预计手术量
DSA	Innova	1	介入治疗	使用 II 类射线装置	门急诊楼七楼介入室	500 台/a

4、项目周围环境概述

海南医学院第一附属医院位于海南省海口市龙华路 31 号。医院西北面为华龙路和海南医学院宿舍，东北面为义龙横路和龙华商城，西南面为医院职工生活区和居民区。医院的地理位置详见图 1-1。

本项目拟建的 DSA 机房设置在门急诊楼七楼，门急诊楼为八层建筑。门急诊楼东面为内科大楼和医技楼；南面为中心药房、检验楼和外科楼；西、北面为龙华路和停车场。医院总平面及外环境关系图见图 1-2。

本项目拟建 DSA 楼下为胃肠镜室、储藏室，楼上为呼吸内科病房。DSA 机房南面为洁净走廊和污物通道，西面为设备间、配电房以及污洗打包室，北面临空，东面为控制室和洁净走廊。项目所在七楼平面布置图见图 1-3。楼上楼下的平面布置图见图 1-4 和图 1-5，项目场址及周边环境的现场照片见图 1-6。

由图 1-2 可知，本项目 DSA 工作场所周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标，项目选址合理。



图 1-1 项目地理位置图

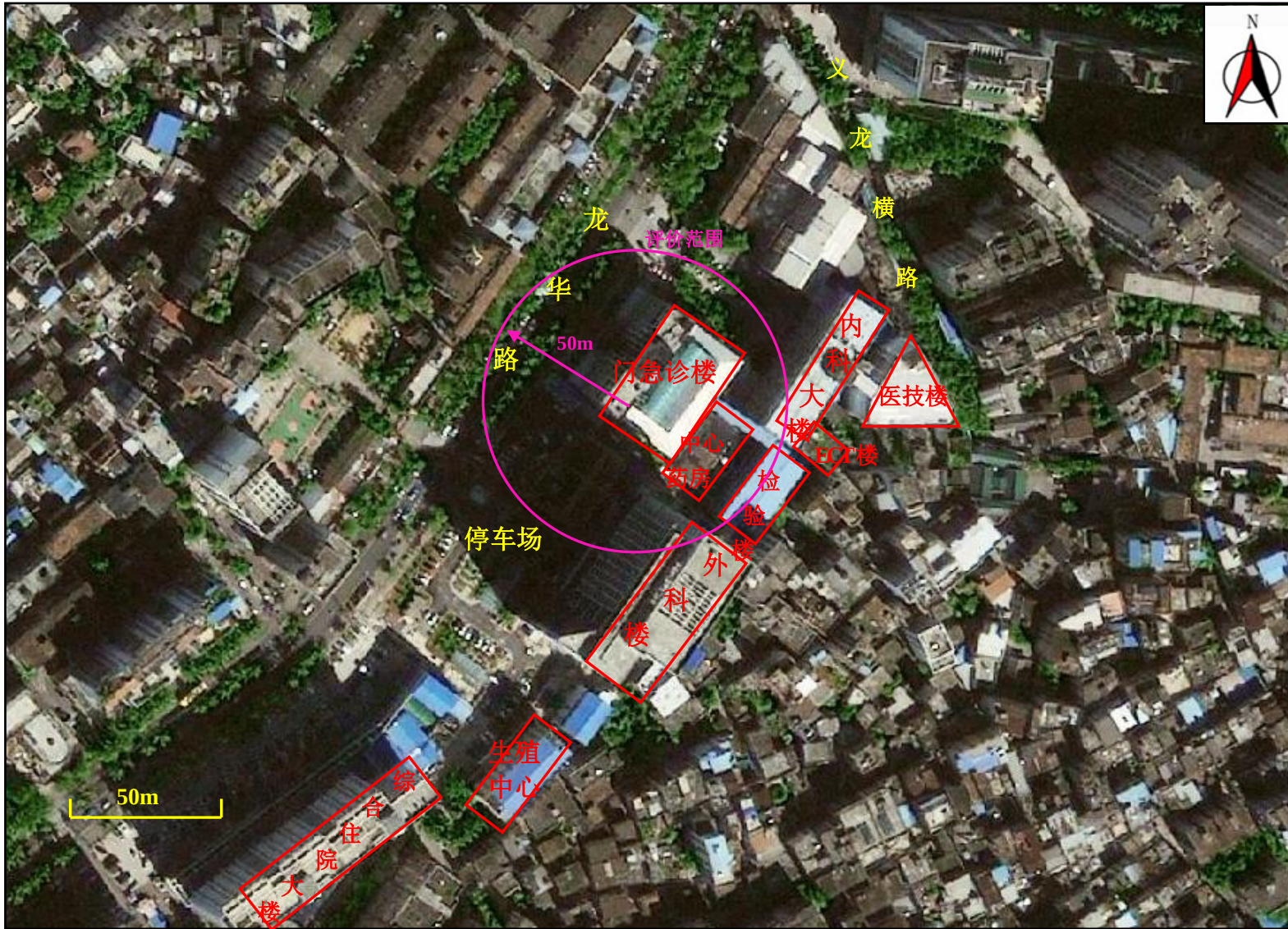


图 1-2 项目周边外环境关系图

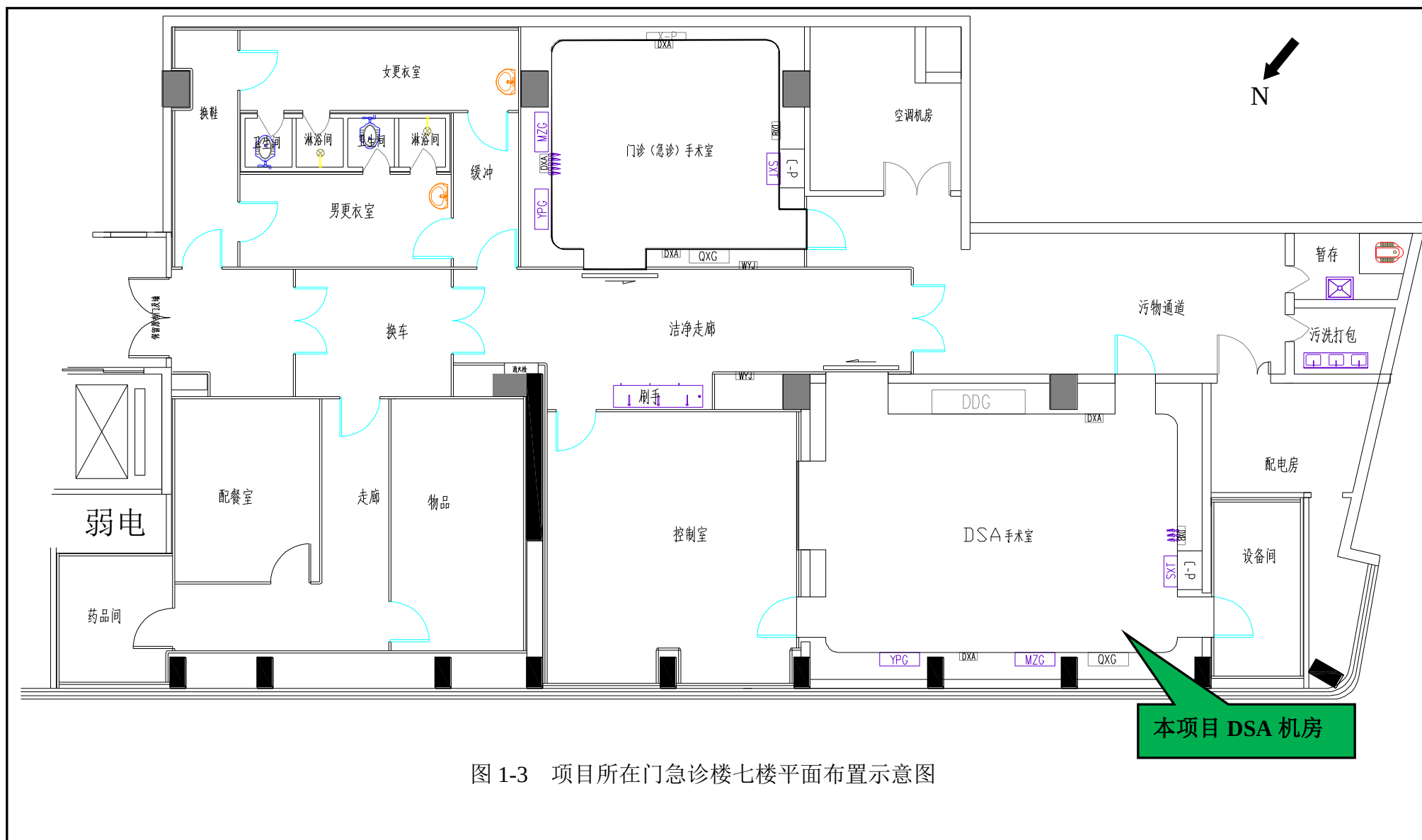


图 1-3 项目所在门急诊楼七楼平面布置示意图

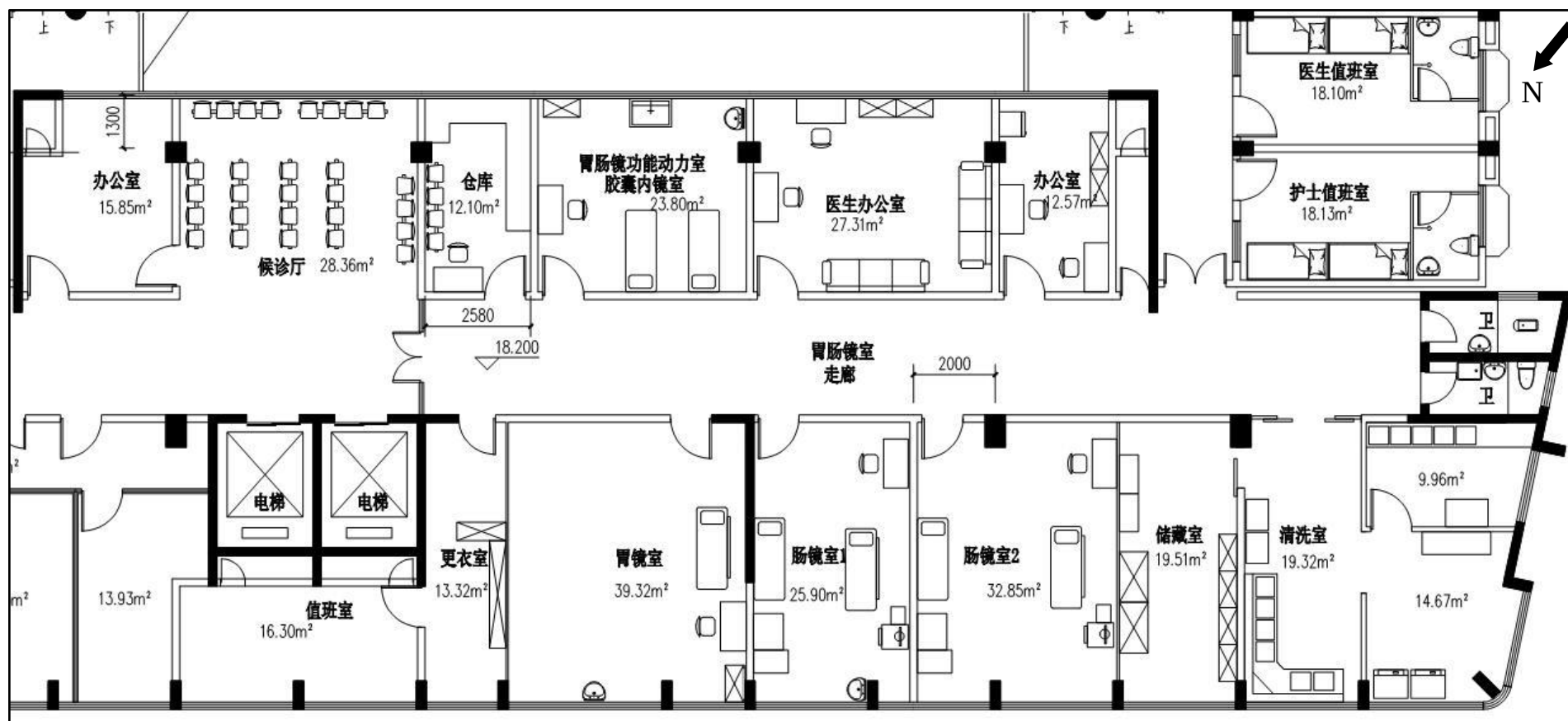


图 1-4 门急诊楼六楼平面布置示意图

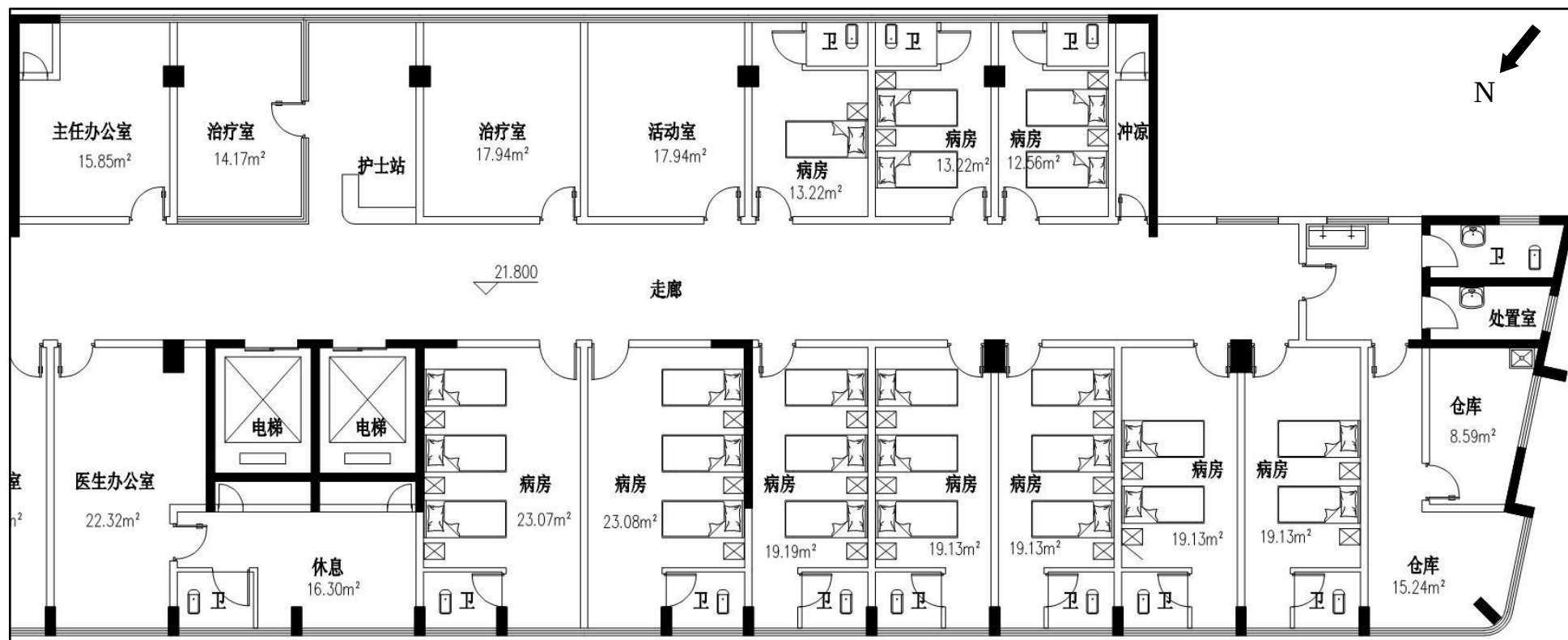


图 1-5 门急诊楼八楼平面布置示意图

图 1-6 项目所在场址及楼上楼下用房的现场照片



介入室楼上为呼吸内科病房



介入室楼下为胃镜室



DSA 机房病人进出防护门照片



DSA 机房内照片



DSA 机房控制室现场照片

5、医院原有核技术应用项目许可情况

医院放射性同位素与射线装置（一期）项目于 2007 年履行了辐射环境影响评价手续，并于 2007 年获得原海南省国土环境资源厅的环评报告表批复（附件 2，琼土环资核表字[2007]2 号）；医院于 2009 年 2 月 16 日委托海南省辐射环境监测站完成一期项目竣工环境保护验收报告，并于 2009 年 5 月 25 日获得原海南省国土环境资源厅的项目环境保护设施竣工验收批复（附件 3，琼土环资审字[2009]90 号）。医院办理了辐射安全许可证，证书编号琼环辐证[00014]。

医院于 2016 年委托编制完成了《海南医学院附属医院医用辐射项目（二期）环境影响报告表》，并于 2016 年 5 月 3 日获得海南省生态环境保护厅的环评报告表批复（附件 4，琼环函[2016]620 号）。二期核技术应用项目已于 2016 年 9 月委托海南省辐射环境监测站进行竣工环境保护验收，验收合同见附件 5。

医院于 2016 年委托编制完成了《海南医学院附属医院 PET-CT 中心建设项目环境影响报告表》，并于 2017 年 2 月 3 日获得海南省生态环境保护厅的环评报告表批复（附件 6，琼环函[2017]31 号）。目前医院 PET-CT 中心正在建设中，尚未正式投入运行。

医院现有放射性同位素与射线装置基本情况，履行环评和验收手续的情况详见表 1-5~1-7。

表 1-5 医院现有密封源一览表

序号	核素名称	使用场所	放射性活度 (Bq)	活动种类和范围	环评情况	验收情况	备注
1	^{192}Ir	核医学科一楼后装机房	4.44×10^9	使用 III 类放射源	琼土环资核表字 [2007]2 号	琼土环资审字 [2009]90 号	在用
2	^{125}I 粒籽	外科大楼四楼手术室	2.22×10^9	使用 V 类放射源			在用
3	^{90}Sr	核医学科	4.4×10^9	使用 V 类放射源			在用
4	^{68}Ge	医技楼二楼 PET-CT 中心 (PET-CT 用校准源)	9.25×10^7	使用 V 类放射源	琼环函 [2017]31 号	尚未验收	已购置，尚未使用
5	^{68}Ge		4.6×10^7				
6	^{68}Ge		4.6×10^7				

表 1-6 医院现有非密封放射性物质一览表

序号	核素名称	使用场所	年等效最大用量 (Bq/a)	日等效最大操作量 (Bq)	活动种类和范围	环评情况	验收情况	备注
1	^{125}I	放免室	5.55×10^6	1.85×10^4	使用、乙级非密封放射性物质工作场所	琼土环资核表字 [2007]2 号	琼土环资审字 [2009]90 号	已停用
2	^{131}I	核医学科	1.48×10^{10}	7.4×10^8				在用
3	^{32}P		7.4×10^9	3.7×10^7				在用

4	^{99m}Tc	核医学科	8.88×10^9	7.4×10^8	使用、乙级非密封放射性物质工作场所	琼土环资核表字[2007]2号	琼土环资审字[2009]90号	在用
5	^{153}Sm		1.2×10^9	5.55×10^8				已停用
6	^{201}Tl		5.92×10^7	1.48×10^6				已停用
7	^{18}F	医技楼二楼 PET-CT 中心	1.85×10^9	7.4×10^6	使用、乙级非密封放射性物质工作场所	琼环函[2017]31号	尚未验收	尚未开展
8	^{11}C		6.94×10^9	2.78×10^7				

表 1-7 医院现有射线装置一览表

序号	设备名称	型号	工作场所	活动种类和范围	环评情况	验收情况	备注
1	模拟定位机	山东新华 SL-1	医技楼一楼机房	使用Ⅲ类射线装置	琼土环资核表字[2007]2号	琼土环资审字[2009]90号	在用
2	数字胃肠机	意大利 GMMopera	医技楼三楼机房				在用
3	床边 X 线机	日本岛津 KL-95	医技楼四楼机房				在用
4	床边 X 线机	日本东芝 ME-10L	医技楼四楼机房				在用
5	乳腺机	GESENOGRAHE 2000P	医技楼四楼机房				在用
6	数字 X 线机	美国 GE Definium6000	医技楼四楼机房		琼土环资核表字[2007]2号	琼土环资审字[2009]90号	在用
7	CT	Light speed VCT	医技楼三楼机房				在用
8	C 臂血管造影装置	美国 GE INNOUA3100	医技楼五楼机房	使用Ⅱ类射线装置			在用
9	小 C 臂血管造影装置	OEC9600	手术室, 新外科楼 3 楼 3 号间	使用Ⅲ类射线装置	琼环函[2016]620号	已委托海南省辐射环境监测站验收	在用
10	术中 X 线三维成像系统 C 臂	ARCADIS Orbic 3D	外科楼手术室 4 楼 13 号间				在用
11	DR	Axiom Aristos VX Plus	新外科楼 M 层				在用
12	数字胃肠机	AXIOM LaminosDrf	医技楼四楼				在用
13	16 排 CT	Somatome	放射科 医技楼四楼				在用
14	移动 X 线机	Polymobil Plus	移动使用, 医技楼四楼				在用
15	移动 X 线机	Polymobil Plus	移动使用, 医技楼四楼				在用
16	全景 X 线机	Planmeca	口腔科, 新址二楼				在用
17	X 线数字牙片机	ESX	口腔科, 新址二楼				在用
18	口腔全景 X 线机	III ECM Auto	口腔科, 新址二楼				在用
19	DR	Digieye560	体检中心, 门诊二楼				在用
20	DR 机	Millennium saturn 9000	体检车 (车里面)				在用

21	骨密度仪	Explorer	核医学室一楼	使用Ⅲ类 射线装置	琼环函 [2016]6 20 号	已委托海 南省辐射 环境监测 站验收	在用
22	数字化医用 X 线摄影系统	Digita Diagnost 3	海医广场病区 (综合内科 4 楼)				在用
23	直线加速器	美国瓦里安 VARIAN CX	放疗科 医技楼一楼	使用Ⅱ类 射线装置			在用
24	DR	Digita Diagnost3	医技楼四楼	使用Ⅲ类 射线装置			在用
25	CT	/	拟定新门急诊楼负 一楼				尚未购 置
26	PET-CT	西门子 Biograph mCT Flow 64	医技楼二楼 PET-CT 中心	使用Ⅲ类 射线装置	琼环函 [2017]3 1 号	尚未验收	已购 置，尚 未使用

由表 1-5~1-7 可知，一期辐射项目现今医院实际仅使用 ^{90}Sr 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{32}P 、 ^{125}I 粒籽、 ^{131}I 、 ^{192}Ir 等 6 种放射性同位素以及 DSA、CT、DR 等 10 台射线装置（Ⅱ类射线装置 2 台，Ⅲ类射线装置 8 台）。针对上述情况医院于 2015 年 9 月 25 日向海南省生态环境保护厅申请变更了辐射安全许可证（许可证见附件 7）。

医院辐射安全管理现状如下：

海南医学院第一附属医院严格遵守了《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，在辐射安全和防护制度的建立、落实以及档案管理方面运行良好。

①医院已建立《放射安全防护管理制度》、《放射工作人员健康检查制度》、《个人剂量计监测制度》、《放射性药品登记、使用、核对、保管及注销制度》、《放射性药品配置、质控、记录制度》、《放射防护及废物处理制度》、《放射性药品污染处理制度》、《体内放射性药品使用观察制度》、《放射性药品不良反应及报告制度》、《高活度区防护隔离制度》、《核医学科个人防护措施》、《安全管理措施》、《放射诊疗患者防护措施》、《核医学科仪器设备的使用、管理措施》、《放射防护检测制度》、《保证影像诊断质量的相关措施》、档案保管制度》等制度，并严格按照规章制度执行。

②为加强对辐射安全和防护管理工作，医院成立了放射防护领导小组，明确辐射防护责任，并加强了对射线装置的监督和管理。

③医院从事辐射工作的工作人员定期参加了环保部门组织的上岗培训，接受辐射防护安全知识和法律法规教育，提高守法和自我防护意识。

④辐射工作期间，辐射工作人员佩戴个人剂量计，接受剂量监测，建立剂量健康档案并存档。从 2016 年 1 月到 2016 年 12 月个人剂量检测报告可知，医院现有辐射工作人员连续四个季度的累积剂量为 $0.01\text{mSv} \sim 3.033\text{mSv}$ ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》

(GB18871-2002)的要求,也低于年平均剂量约束值 5mSv。个人剂量检测报告具体见附件 8。

⑤医院放射性工作场所均设置有电离辐射警示牌和工作指示灯。

⑥医院按照有关规定每年向环保主管部门提交年度评估报告

⑦医院所有辐射工作人员均定期参加了职业健康体检,并建立了完善的职业健康监护档案。体检报告见附件 9。

存在问题:

①医院现有辐射工作人员其中 5 人参加了辐射防护与安全培训并取得合格证书(培训证书见附件 10),尚有大部分工作人员未参加环保部门组织的辐射防护与安全培训,医院应尽快安排未参加培训辐射工作人员按批次参加培训并取得合格证。

②医院将尽快向海南省生态环境保护厅申请更换辐射安全许可证,将已履行了环评手续的二期辐射项目和 PET-CT 中心核技术利用项目内容纳入新的辐射安全许可证中。

6、评价目的

(1)对医院拟建 DSA 机房及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,预测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。

7、评价因子及评价重点

本项目的污染因子为射线装置应用产生的电离辐射。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。

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
本项目不涉及								

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
本项目不涉及										

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）。

表 4 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
本项目不涉及										

（二）X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II 类	1	Innova	125	1000	介入治疗	门急诊楼七楼介入室	拟建

（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	
本项目不涉及													

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

[illegible]

注：1. 常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³；年排放总量用 kg。
2. 含有放射性的废弃物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg，或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》(2014 年修订 中华人民共和国主席令第九号) (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2016 年修订 中华人民共和国主席令第七十七号) (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) (4) 《中华人民共和国职业病防治法》(2016 年修订 中华人民共和国主席令第五十二号) (5) 《建设项目环境保护管理条例》(2017 年修订 国务院第 253 号令) (6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院第 449 号令) (7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2008 年修订 国家环境保护部令第三号) (8) 《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) (9) 《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) (10) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(环境保护部令第四十四号) (11) 《关于发布射线装置分类办法的公告》(原国家环境保护总局 2006 年第二十六号公告)
技术标准	(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) (2) 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-93) (3) 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T 61-2001) (4) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) (5) 《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)
其他	(1) 委托书 (2) 《中国环境天然放射性水平》(国家环境保护局, 1995 年)

表 7 保护目标与评价标准

一、评价范围

本项目为 DSA 应用项目，运行过程中主要为电离辐射对周围环境的影响，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)，考虑到该项目的实际情况，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。

二、保护目标

经现场调查，医院拟建 DSA 机房位于门急诊楼七楼，机房屏蔽体外 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感点。本项目环境保护目标主要为医院内的辐射工作人员、医院内的其他医护人员、患者及陪同家属等。本项目的环境保护目标见表 7-1：

表 7-1 环境保护目标一览表

保护名单		距离 (m)	具体位置	规模 (人)
职业人员	DSA 机房及周边操作人员	紧邻	西侧操作室	约 9 人
公众人员	门急诊楼内工作人员	四周	5-50m	约 100 人
	门急诊楼内患者和陪同家属	四周	5-50m	约 150 人
	中心药房工作人员	25m	东南面	约 60 人
	中心药房内患者和陪同家属	25m	东南面	约 70 人
	检验楼内工作人员	45m	东南面	约 100 人
	检验楼内患者和陪同家属	45m	东南面	约 60 人

三、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 作为管理限值。

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

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
CT 机	30	4.5
单管头 X 射线机 ^b	20	3.5
透视专用机 ^c 、碎石定位机、口腔 CT 卧位扫描	15	3
乳腺机、全身骨密度仪	10	2.5
牙科全景机、局部骨密度仪、口腔 CT 坐位扫描 / 站位扫描	5	2
口内牙片机	3	1.5
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。		
c 透视专用机指无诊断床、标称管电流小于 5mA 的 X 射线机。		

5.3 X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求：

表 7-3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mm	非有用线束方向铅当量 mm
标称 125kV 以上的摄影机房	3	2
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
透视机房、全身骨密度仪机房、口内牙片机房、牙科全景机房（无头颅摄影）、乳腺机房	1	1
介入 X 射线设备机房	2	2
CT 机房	2（一般工作量） ^a 2.5（较大工作量） ^a	
a 按 GBZ/T180 的要求		

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影装置, 其设置的位置便于观察到患者和受检者的状态。

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。

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

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
放射诊断学用 X 射线设备隔室透视、摄影	——	——	铅橡胶性腺防护围裙 (方形) 或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子	或可调节防护窗口的立位防护屏; 固定特殊受检者体位的各种设备
口内牙片摄影	——	——	大领铅橡胶颈套	——
牙科全景体层摄影口腔 CT	——	——	铅橡胶帽子、大领铅橡胶颈套	——
放射诊断学用 X 射线设备同室透视、摄影	铅橡胶围裙选配: 铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅橡胶手套、铅防护眼镜	或铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙 (方形) 或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子	或可调节防护窗口的立位防护屏; 固定特殊受检者体位的各种设备
CT 体层扫描 (隔室)	——	——	铅橡胶性腺防护围裙 (方形) 或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子	——
床旁摄影	铅橡胶围裙选配: 铅橡胶帽子、铅橡胶颈	或铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙 (方形) 或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子	——

	套			
骨科复位等设备旁操作	铅橡胶围裙 选配：铅橡胶帽子、 铅橡胶颈套、铅橡胶 手套	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	——
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）或方巾、铅橡 胶颈套、铅橡胶帽子、 阴影屏蔽器具	——
注：“——”表示不需要				

表 8 环境质量和辐射现状

一、监测计划

1、监测内容与点位

为了解项目所在区域的环境现状，江西省核工业地质局测试研究中心于 2016 年 12 月 30 日至评价项目现场进行资料收集和环境调查并对使用场所以及周边辐射环境进行了现状监测。监测因子为 X- γ 辐射剂量率。监测布点图见图 8-1 和图 8-2。

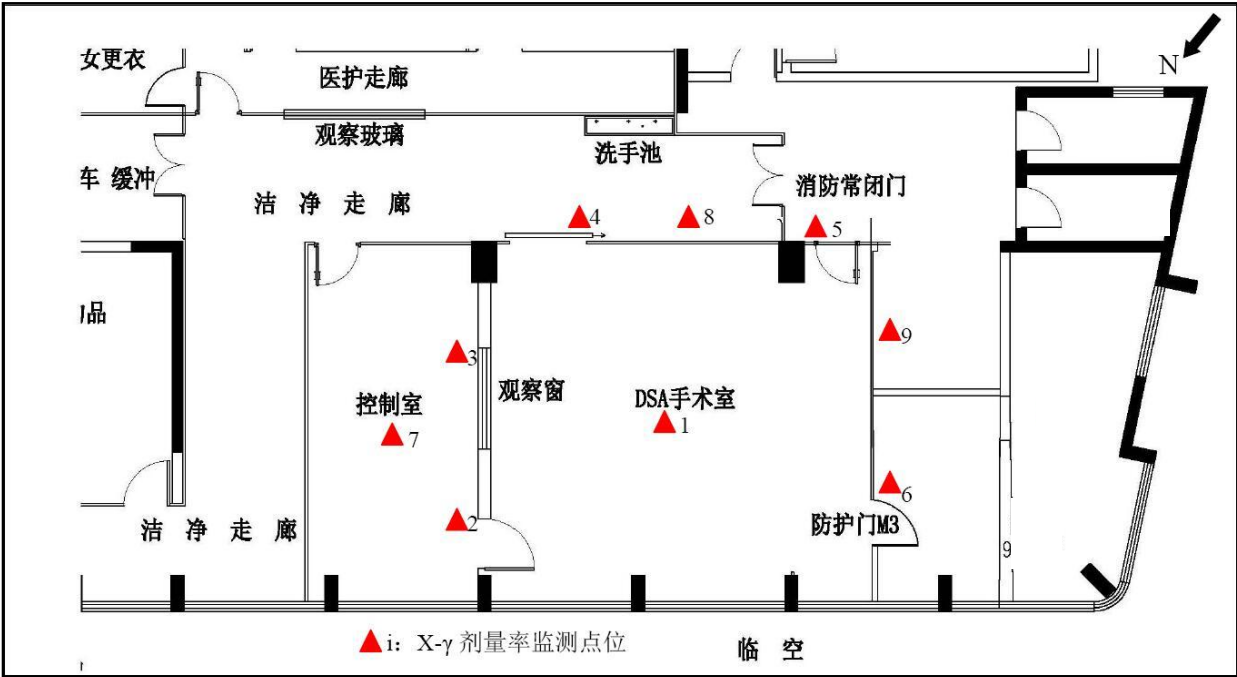


图 8-1 本项目拟建 DSA 机房周围环境 X- γ 辐射剂量率监测布点示意图

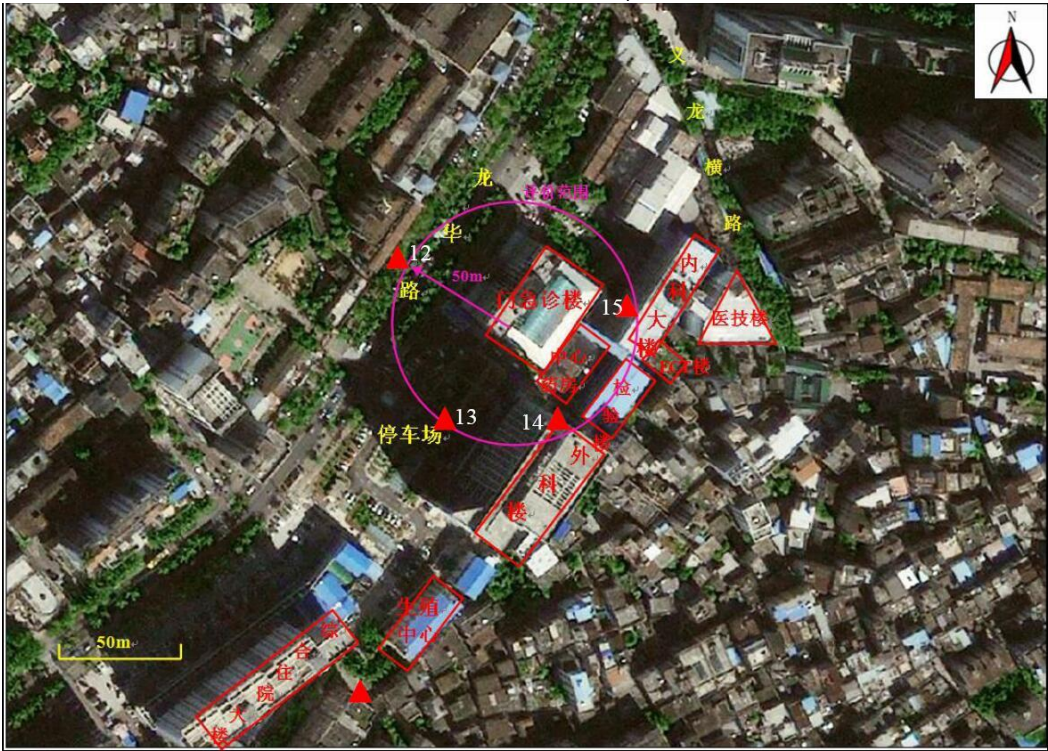


图 8-2 本项目所在门、急诊楼周边环境 X- γ 辐射剂量率监测布点示意图

2、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

仪器名称	X- γ 剂量率仪
仪器型号	FH 40G（主机）+FHZ 672 E-10（探头）
生产厂家	Thermo 公司
测量范围	1nSv/h~1Sv/h
监测规范	《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）
监测单位	江西省核工业地质局测试研究中心
监测时间	2016 年 12 月 30 日
检定证书编号	hnjln2016012-90
有效日期	2016 年 4 月 5 日至 2017 年 4 月 4 日
检定单位	湖南省电离辐射计量站

3、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，并用检验源对仪器进行校验。
- 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。

二、辐射环境质量现状监测结果

项目应用场所及周边辐射环境检测数据见表 8-2，监测报告见附件 12。

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（nSv/h）		
			范围值	平均值	标准偏差
1	拟建 DSA 机房（门、急诊楼七楼介入室）	DSA 机房内	61.5~72.8	66.9	4.1
2		DSA 机房控制室防护门外 30cm 处	70.2~77.5	74.8	2.8
3		DSA 机房控制室观察窗 30cm 处	69.0~72.4	71.2	1.4
4		DSA 机房东南侧防护门外 30cm 处	75.6~80.3	77.7	2.0
5		DSA 机房南侧防护门外 30cm 处	70.2~75.4	72.8	2.2
6		DSA 机房西侧防护门外 30cm 处	73.7~84.4	77.7	4.1
7		介入室东北侧控制室	67.7~71.8	69.7	1.4
8		介入室东侧洁净走廊	67.2~72.8	70.5	2.2
9		介入室南侧洁净走廊	69.3~76.2	72.3	2.4

10	楼下胃肠镜室	70.0~76.7	72.4	2.9
11	楼上呼吸内科病房	70.0~85.9	79.5	5.8
12	门急诊楼北面道路（室外）	64.9~73.7	69.5	3.3
13	门急诊楼南面停车场（室外）	64.4~71.0	68.0	2.6
14	门急诊楼东南面外科大楼（室内）	76.2~83.9	80.8	3.2
15	门急诊楼东面内科大楼（室内）	71.1~81.9	75.2	4.2

注：以上数据均未扣除宇宙射线的贡献；

从现场检测结果可见，海南医学院第一附属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 61.5nSv/h~85.9nSv/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

一、工程设备和工艺分析

1、工程设备概况

为满足患者就医需求，海南医学院第一附属医院在门急诊楼七楼介入室建设 1 间 DSA 机房，并配备 1 台 Innova 型 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 5 名医生、2 名技师及 3 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，平均每台手术时间 40min。医院使用该台 DSA 开展介入手术预计年手术量约 500 台，每台手术 X 射线的出束曝光时间约 22min，年曝光时间为 183.3h。

2、DSA 工艺分析

(1) DSA 工作原理

DSA 是数字减影血管造影（digital subtraction angiography）的简称，因其整体结构像大写的“C”，因此也称作 C 型臂 X 光机，DSA 由 X 线发生装置，包括 X 线球管及其附件、高压发生器、X 线控制器等，和图像检测系统，包括光栅、影像增强管、光学系统、线束支架、检查床、输出系统等部件组成。数字减影血管造影技术是常规血管造影术和电子计算机图像处理技术相结合的产物。DSA 的成像基本原理为：将受检部位没有注入造影剂和注入造影剂后的血管造影 X 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存储起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得的不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换成普通的模拟信号，获得了去除骨骼、肌肉和其他软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。通过 DSA 处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

介入治疗是在医学影像设备（如 DSA）的引导下，通过置入体内的各种导管（约 1.5-2 mm 粗）的体外操作和独特的处理方法，对体内病变进行治疗。介入治疗具有不开刀、创伤小、恢复快、效果好的特点，目前，基于数字血管造影系统指导的介入治疗医生已能把导管或其他器械，介入到人体几乎所有的血管分支和其他管腔结构（气管、鼻管、心脏、消化道、胆道等），以及某些特定部位，对许多疾病实施局限性治疗。

(2) 工作流程

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。

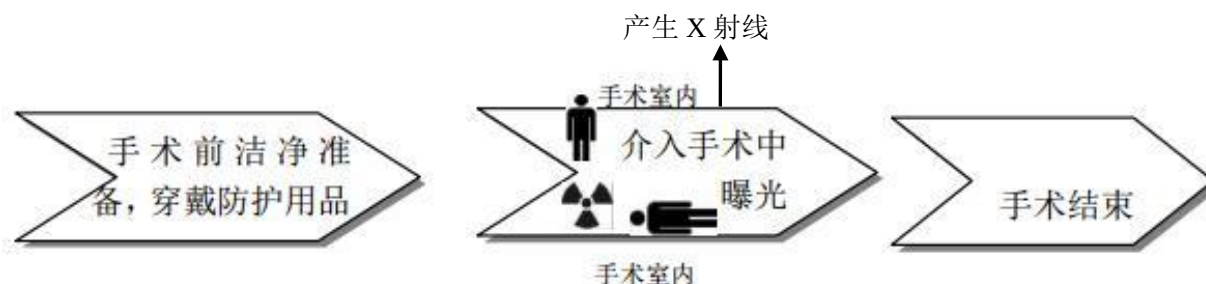


图 9-1 DSA 介入手术工作流程图

项目 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。

二、污染源项

DSA 的核心部件是 X 射线管。X 射线管两端加有高压时阴极的灯丝热致发射电子, 形成具有一定动能的高速运动电子, 撞击靶材料, 产生 X 射线。DSA 机产生 X 射线的原理与一般 X 射线机相似。

X 射线在辐射场中可分为三种射线: 由 X 射线管窗口出射的用于诊断检查的有用射线; 由 X 射线管防护套泄漏出来的漏射线; 以及由上述两种射线在诊断床、受检者身体上产生的散射线。DSA 在使用过程中产生的主要辐射影响及影响途径如下:

①正常工况

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

B、使用 DSA 进行介入手术操作时，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。

本次评价项目中使用的 DSA 在显示屏上观察影像情况或检测结果，并采用数字打印机打印诊断结果，不使用胶片摄影，不会产生废显影水、定影水，因此不存在污水污染的问题。

② 事故工况

a、在使用 DSA 发射 X 射线进行介入治疗时，人员误入机房引起误照射。

b、操作介入手术的医生或护士未穿戴铅围裙、防护手套、防护帽和防护眼镜等防护用具，而受到超剂量外照射。

表 10 辐射安全与防护

一、项目安全设施

1、工作场所布局

医院拟建 DSA 位于门急诊楼七楼介入室内，介入室工作场所设置有 DSA 机房、污洗打包、暂存室、设备间、配电房、污物通道、洁净走廊、控制室、物品室、配餐室、缓冲区、更衣室。DSA 机房设置 4 个防护门，其中防护门 2、3、4 为供医护人员出入，防护门 3 供病人出入，医生和病人通道不交叉，控制室设置观察窗。DSA 机房与控制室等其他房间分开单独布置，区域划分明确，布局基本合理。

本项目拟对 DSA 辐射工作场所实行分区管理，将 DSA 机房划为控制区，在控制区入口设置电离辐射警告标志及工作指示灯，防止人员误闯入或误照。将 DSA 机房屏蔽体外的控制室、洁净走廊、打包洗污室、暂存室、污物通道、设备间、配电房划为监督区。本项目 DSA 机房及周边用房的分区情况见图 10-1。

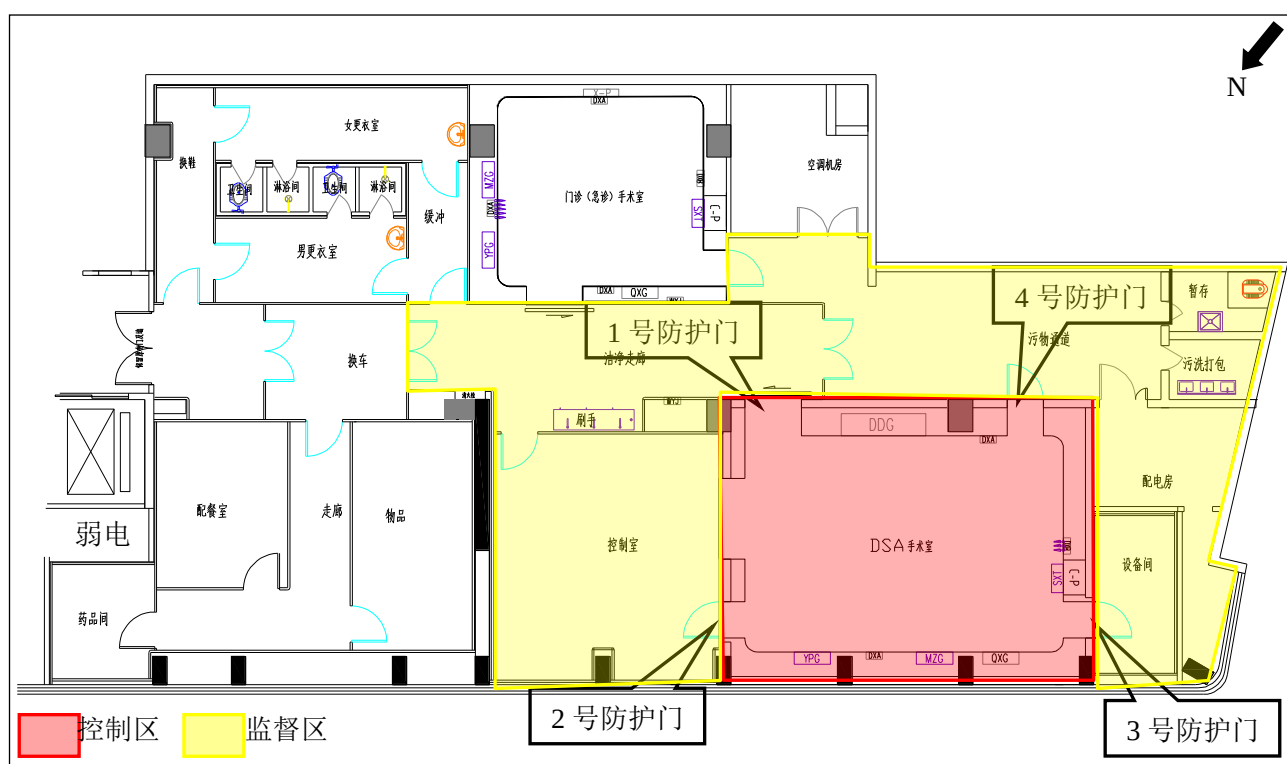


图 10-1 本项目拟建 DSA 机房平面布置示意图

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 机房拟采取防护措施情况一览表

项目		辐射防护措施情况
机房位置		医院拟建 DSA 位于门急诊楼七楼西北端。
DSA	墙体	北、东、西墙体均为 18cm 实心砖批荡后，将木板固定在墙内侧，木板外侧用胶体贴 2mm 铅当量铅板（相当于 3.8mm 铅*）； 南面临空面外侧为玻璃墙，内侧架钢骨架焊接固定后，内侧贴 2mm 铅板（相当于 2mm 铅*）。
	顶棚	18cm 混凝土+2mmPb 铅板（相当于 4.3mm 铅*）；
	底板	18cm 混凝土+2mmPb 铅板（相当于 4.3mm 铅*）；
	防护门、观察窗	防护门：3mmPb 铅板，观察窗：3mmPb 铅玻璃
	机房大小	DSA 机房：53.28m ² （7.4m×7.2m）
机房通风		机房设计排气装置，保证通风状况良好
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。
其他		医院介入室拟配备铅衣 5 套、铅帽 5 顶、铅围脖 5 个、铅方巾 5 件、三角铅围裙 5 件，上述防护用品铅当量 0.5mmPb。 医院拟给所有辐射工作人员配备个人剂量计，剂量仪 1 台。

注：*中铅当量由《辐射安全手册 第三分册 辐射安全》表 3.4（P63）中 150kV 条件下混凝土、砖等材料与铅的相互转换关系折算而来。查表时，屏蔽物质厚度介于二者之间时，采用内插值法计算得到。

$$\text{内插值公式：} t = t_1 + \frac{(t_2 - t_1) \times (d - d_1)}{d_2 - d_1}$$

式中：t、t₂、t₁ 为屏蔽物质对应的铅厚度，mm；
d、d₂、d₁ 为屏蔽物质的厚度，mm。

由表 10-1，并对照《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ 130-2013）可见，该项目 DSA 机房四周屏蔽墙、顶棚、底板及防护门、观察窗屏蔽厚度均不小于 2mm 铅当量，能够满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GB130-2013）中介入 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度满足 2mm 铅当量的要求。同时，本项目最小有效使用面积和最小单边长度满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ 130-2013）中单管头 X 射线设备机房的要求，能够满足放射诊疗工作的需要。

另外，为减少接缝处射线的泄漏，病人进出防护大门两侧搭接 130mm，上沿搭接 100mm，门体与墙之间的缝隙小于 10mm。医生进出防护门与框之间缝隙为 2mm，两边搭接 50mm。防护门两侧铅板搭接宽度均大于缝隙宽度的 10 倍。

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 机房内拟安装视频监控装置，在操作室内可以全方位监控检查室内的情况，当发生意外情况（有人误入或滞留）时，操作室内操作人员可以及时发现并采取应急措施。

(5) 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。

(6) 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。

(7) 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。

(8) 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。

(9) 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。

二、三废的治理

本项目为 DSA 应用项目，使用过程中无放射性废水、放射性废气及放射性固体废物产生。

表 11 环境影响分析

一、建设阶段对环境影响

医院拟使用的 DSA 只有在通电的状态下才会对环境产生影响，建设期不涉及 X 射线装置的使用，故建设过程中对环境的影响非常小。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。

二、运行阶段对环境的影响

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 位于门急诊楼七楼西北端。	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	北、东、西墙体均为 18cm 实心砖批荡后，将木板固定在墙内侧，木板外侧用胶体贴 2mm 铅当量铅板（相当于 3.8mm 铅）；南面临空面外侧为玻璃墙，内侧架钢骨架焊接固定后，内侧贴 2mm 铅板（相当于 2mm 铅）。	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	18cm 混凝土+2mmPb 铅板（相当于 4.3mm 铅）；		
	防护门、观察窗	防护门：3mmPb 铅板，观察窗：3mmPb 铅玻璃		
	机房大小	DSA 机房：53.28m ² （7.4m×7.2m）		
机房通风		机房设计排气装置，保证通风状况良好	良好	
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。	机房门外要有电离辐射标志，并安设醒目的工作指示灯	
其他		医院介入室拟配备铅衣 5 套、铅帽 5 顶、铅围脖 5 个、铅方巾 5 件、三角铅围裙 5 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，拟配备 X-γ 剂量率仪 1 台。		

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。

2、DSA 运行期的辐射环境影响分析

医院此次环评的 DSA 未运行，故采取类比监测的方法预测其运行后的环境影响。

(1) 类比可行性分析

本项目选择南昌大学第二附属医院住院大楼 13 楼介入室在用的 Allura Xper FD10 型 DSA 进行类比分析，该类比设备已于 2017 年 9 月通过了江西省环保厅的现场验收，类比可行性参数对比情况见表 11-2～表 11-4。

表 11-2 本项目 DSA 与类比 DSA 主要设备技术参数情况比较一览表

设备型号		设备主要技术参数		正常运行常用管电压 (kV)	正常运行时常用管电流 (mA)	备注
		额定电压 (kV)	额定电流 (mA)			
本项目	Innova	125	1000	80	200	根据医院提供该设备在实际使用中的常用工况
类比项目	Allura Xper FD10	125	1250	84	837	根据验收检测报告中的数据（见附件四）

表 11-3 本项目 DSA 机房与类比 DSA 机房屏蔽效果情况比较一览表

名称	本项目 DSA 机房	类比 DSA 机房	对比情况
四周墙体屏蔽厚度	北、东、西墙体均为 18cm 实心砖+2mm 铅当量铅板（相当于 3.8mm 铅）；南墙为玻璃+钢骨架+2mm 铅板（相当于 2mm 铅）。	20cm 实心砖墙+2mm 铅当量硫酸钡水泥	屏蔽效果总体优于类比项目
顶棚	18cm 混凝土+2mm 铅板	11cm 现浇混凝土	
底板	18cm 混凝土+2mm 铅板	11cm 现浇混凝土+2mm 铅当量硫酸钡水泥	
防护门	3mm 铅板	2mm 铅板	
观察窗	3mm 铅当量铅玻璃	2mm 铅当量	
机房内尺寸及面积	面积 53.28m ² （长 7.4m×宽 7.2m）	面积 51m ² ，（长 7.5m×宽 6.8m）	机房面积大于类比机房

表 11-4 本项目 DSA 与类比 DSA 机房周边辐射环境监测仪器比较表

项目	本项目拟建 DSA 机房及周边环境辐射本底监测仪器	类比 DSA 机房及周边环境辐射水平监测仪器	对比情况
仪器名称	X-γ 剂量率仪	便携式 X-γ 辐射剂量当量率仪	相同
仪器型号	FH 40G（主机）+FHZ 672 E-10（探头）	FH 40G（主机）+FHZ 672 E-10（探头）	
生产厂家	Thermo 公司	Thermo 公司	
测量范围	1nSv/h～1Sv/h	1nSv/h～1Sv/h	

由表 11-2 可知，本项目 DSA 的额定管电压与类比 DSA 一致，额定电流比类比 DSA 小。

正常运行时管电压、管电流与类比的 DSA 验收检测工况水平相当；由表 11-3 可知，本项目 DSA 机房墙体与类比 DSA 机房墙体屏蔽效果相当，顶棚和底板、防护门、观察窗铅当量厚度均大于类比 DSA 机房，机房面积大于类比 DSA 机房，由表 11-4 可知，本项目拟建 DSA 机房及周边环境的辐射环境本底水平监测仪器与类比 DSA 机房及周边辐射环境监测仪器相同，且总体来看本项目 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。

因此，本项目选用江西省辐射环境监督站编制的《南昌大学第二附属放射性同位素与射线装置应用项目监测报告》（赣辐测字 [2016]第 QT001 号）中的 Allura Xper FD10 型 DSA 竣工验收监测数据进行类比分析是可行的。

（2）类比监测结果

根据江西省辐射环境监督站编制的《南昌大学第二附属医院放射性同位素与射线装置应用项目监测报告》（赣辐测字 [2016]第 QT001 号）（见附件 13）可知，类比 DSA 机房及周边环境辐射水平监测结果见表 11-5。

表 11-5 DSA 类比监测结果表

监测点位描述			X-γ 剂量率（nSv/h）	
			范围值	平均值±标准偏差
住院大楼 13 楼介入室 Allura Xper FD10 型 DSA (检测条件: 管电压 84kV, 管电流 837mA、机头朝上)	观察窗外 30cm 处	开机	104~140	122.2±13.2
		关机	104~140	121.8±11.6
	控制室操作位	开机	106~141	122.3±11.9
		关机	106~138	120.1±11.5
	控制室防护门门缝 30cm 处	开机	178~250	220.1±23.8
		关机	112~143	129.5±11.2
	病人进出防护门门缝 30cm 处	开机	189~375	303.0±61.1
		关机	147~182	163.9±11.9
	北侧（设备间）防护门门缝 30cm 处	开机	142~163	153.4±6.9
		关机	147~160	153.1±5.3
	介入操作位	曝光（无屏蔽）	32880~52420	42203.0±7015.5
		曝光（有屏蔽）	11560~17240	14231.0±1859.2
		关机	117~150	132.7±10.3

表 11-5 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（104~375）nSv/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。根据南昌大学第二附属医院在用的 Allura Xper FD10 型 DSA 的类比监测结果，可以认为类比的 DSA 项目验收监测结果基本反映了本项目运行后的实际辐射环境影响，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、个人剂量估算

由《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）可知，有效剂量的计算公式如下：

$$E = \sum_T w_T \cdot \sum_R w_R \cdot D_{T,R}$$

w_R ——辐射 R 的辐射权重因子；由 GB18871-2002 附录 J 可知，光子（所有能量）的辐射权重因子为 1；

w_T ——组织或器官 T 的组织权重因数；由 GB18871-2002 附录 J 可知，人体各组织或器官的组织权重因数 w_T 合计为 1；

$D_{T,R}$ ——辐射 R 在器官或组织 T 内产生的平均吸收剂量，Gy；数值上约等于空气比释动能；

由医院提供资料可知，医院拟建 DSA 年手术量约 500 台，每台手术曝光出束时间约 22min，则年曝光出束时间为 183.3h，公众人员居留因子取 1/4。介入操作医生 5 人轮流操作。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 11-6 DSA 工作人员及公众人员受照有效剂量估算表

设备名称	人员名称		剂量率（μSv/h）	出束时间（h）	年有效剂量（mSv/a）
DSA	工作人员	控制室操作位	0.141	183.3	0.026
		介入操作位铅衣内	17.24	183.3/5	0.632
	公众人员		0.375	45.8	0.017

由表 11-6 可知，本项目 DSA 正常运行时，对工作人员（控制室操作位）的职业照射的最大年有效受照剂量值为 0.026mSv，低于管理限值 5mSv/a；对机房周边公众照射的最大年有效受照剂量值为 0.017mSv，低于管理限值 0.25mSv/a，医院 DSA 介入操作位的辐射工作人员铅衣内的年有效剂量最大为 0.632mSv/h，低于管理限值 5mSv/a。本项目运行后建议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。

三、事故影响分析

本项目可能发生的辐射事故情形主要为以下几种：

（1）在进行 DSA 介入手术期间时，无关人员误入机房引起误照射；

（2）手术室防护门未关到位的情况下，X 射线曝光，导致手术室外的人员收到意外照射。

（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。

DSA 应用项目可能发生的辐射事故及风险的发生主要是在管理上出问题，工作人员平时必须严格执行各项管理制度，严格遵守设备的操作规程，进行辐射工作前检查是否已按要求穿戴好各种辐射防护用品，并定期检查机房的性能及有关的安全警示标志是否正常工作，避免无关人员误入正在使用出束曝光的手术室。

一旦发生辐射事故，处理的原则是：

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。

③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。

④在事故处理过程中，要在可合理做到的条件下，尽可能减少人员照射。

⑤事故处理后应累计资料，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，所有涉及的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。

对可能发生的放射事故，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。同时上报环保部门和卫生部门。

表 12 辐射安全管理

一、辐射安全与环境保护管理机构的设置

为保证项目建设期和运营期的辐射防护措施落实情况，医院成立了以郝新宝为组长，吴国平、高炳玉、林书安、陈赛明、符传胜为副组长，施玉森、王顺、张大水、潘为民、金桂云、李天发、郑立平、郑根建、孟志斌、徐宇杰、伍保忠、颜卫民、王如亮等为组员的海南医学院第一附属医院放射防护领导小组。领导小组下设以高炳玉为主任，王如亮为副主任，以张大水、顾卫文、伍保忠为成员的办公室，办公室各部门主要职责如下：

（1）医务部负责项目立项审批；

（2）人力资源部负责放射工作人员岗位设置和安排，禁止无证上岗；

（3）后勤管理部负责放射工作场所、机房的改扩建、及其放射防护预评价和控制效果评价；负责场所张贴辐射警示标志及辐射影响告知；负责非厂家回收放射性废物的处置。

（4）设备管理部负责《辐射安全许可证》、《放射诊疗许可证》办理；负责定期检测设备性能和机房防护效果；负责放射线装置、放射源、防护用品的配备；负责协调规范相关管理；

（5）疾病预防控控制科负责放射工作人员职业健康监护管理，建立人员健康监护档案，按规定组织放射工作人员放射防护知识培训和健康体检，定期安排佩戴个人剂量计及定期监测个人剂量。

（6）相关项目开展科室职责：规范从事项目的设备使用操作、放射源使用储存、场所及人员管理，确保安全操作，负责须厂家回收的放射性废物的回收联系。

二、辐射安全管理规章制度

医院根据国家相关法律法规，并结合项目内容情况，制定了《放射安全防护管理制度》、《放射工作人员健康检查制度》、《个人剂量计监测制度》、《放射性药品登记、使用、核对、保管及注销制度》、《放射性药品配置、质控、记录制度》、《放射防护及废物处理制度》、《放射性药品污染处理制度》、《体内放射性药品使用观察制度》、《放射性药品不良反应及报告制度》、《高活度区防护隔离制度》、《核医学科个人防护措施》、《安全管理措施》、《放射诊疗患者防护措施》、《核医学科仪器设备的使用、管理措施》、《放射防护检测制度》、《保证影像诊断质量的相关措施》、《档案保管制度》、《辐射装置操作规程》等制度，并得到了有效的落实，有利的保障了医院放射性同位素与射线装置的安全运行。

本项目建成后，针对本次扩建的核技术应用项目，提出如下要求：

（1）要求组织所有新增辐射工作人员参加省环保厅组织的辐射安全和防护知识培训，

并经考核合格并取得相应资格上岗证后才能上岗，并按每四年一次的要求进行复训。

(2) 所有新增辐射工作人员均应配备个人剂量计，并要求正确使用个人剂量计，定期送检，并建立完善的个人剂量档案。

(3) 所有辐射工作人员均应定期参加职业健康体检，并建立完善的职业健康档案。

三、辐射监测

1、已有项目的辐射监测开展情况

①验收监测：医院已运行项目，部分已完成环保竣工验收监测。医院已履行了环评手续并已运行的二期核技术利用项目已委托海南省辐射环境监测站对辐射工作场所的辐射防护设施进行全面的验收监测。PET-CT 中心核技术利用项目目前尚未运行，待运行后将委托有资质的监测单位对其进行环保验收。

②常规监测：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、观察窗和防护门等以及非密封源工作场所，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。

③辐射工作人员佩戴个人剂量计上岗，并每季度送海南省疾病预防控制中心进行监测，建立了个人剂量监测档案。

2、此次项目辐射监测计划

根据《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）、《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）等的要求，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给新增辐射工作人员配备个人剂量计，并定期（每季度 1 次）送检。

②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，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。

③医院利用已有或配备新的 X-γ 辐射监测仪自行定期对医院 DSA 应用场所进行监测。

表 12-1 辐射监测计划

监测对象		监测方案	监测项目	监测频率
DSA	防护性能	四周屏蔽墙外 30cm 处、操作位、防护门门缝处、观察窗、楼上、楼下等	X-γ 辐射剂量率	每年 1 次
	安全联锁	实测并检查	安全	每次使用前
辐射工作人员		佩带个人辐射剂量计	年有效剂量	操作时，每季度送检 1 次
外环境		实测	X-γ 辐射剂量率	每年 1 次

四、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，成立了以郝新宝为组长，吴国平、高炳玉、林书安、陈赛明、符传胜为副组长，施玉森、王顺、张大水、潘为民、金桂云、李天发、郑立平、郑根建、孟志斌、徐宇杰、伍保忠、颜卫民、王如亮等为组员的海南医学院第一附属医院放射事故救援领导小组负责本单位的放射事故应急管理工作。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。

医院运行至今，未发生放射性事故。但本项目运行后，还应做好以下工作：

- （1）医院每年应组织人员进行应急演练，并记录；
- （2）医院应定期修改完善应急预案等相关规章制度。

表 13 结论与建议

1、结论

海南医学院第一附属医院拟开展 DSA 应用项目，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。

根据预测分析结果，海南医学院第一附属医院 DSA 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。海南医学院第一附属医院 DSA 应用项目也符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值及防护要求。

综上所述，本评价项目基本符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的要求，在完善本次评价对该项目提出的各项要求及措施的情况下，从环境保护和辐射防护角度论证，该评价项目是可行的。

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）所有辐射工作人员均应进行个人累积剂量的监测并建立个人档案，定期进行职业健康体检并建立职业健康档案。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

经办人：盖 章

年 月 日

审批意见：

经办人：盖 章

年 月 日