

厦门长庚医院有限公司1台DSA机项目 竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：厦门长庚医院有限公司

编制单位：厦门亿科特检测技术有限公司

2024年4月

目录

表1	项目基本概况	1
表2	项目建设情况	4
表3	辐射安全与防护设施/措施	10
表4	建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定	22
表5	验收监测质量保证及质量控制	25
表6	验收监测内容	27
表7	验收监测	28
表8	验收监测结论	36
附件	38

表1 项目基本情况

建设项目名称		厦门长庚医院有限公司1台DSA机项目			
建设单位名称		厦门长庚医院有限公司			
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建			
建设地点		厦门市海沧区新阳街道霞飞路123号 门诊大楼三楼心导管检查室2			
源项		放射源	无		
		非密封放射性物质	无		
		射线装置	1台DSA机		
建设项目环评批复时间		2024年2月19日	开工建设时间	2024年2月20日	
取得辐射安全许可证时间		2024年4月19日	项目投入运行时间	2024年5月	
辐射安全与防护设施投入运行时间		2024年3月	验收现场监测时间	2024年3月16日	
环评报告表审批部门		福建省生态环境厅	环评报告表编制单位	湖北君邦环境技术有限责任公司	
辐射安全与防护设施设计单位		/	辐射安全与防护设施施工单位	厦门台乙装修装饰工程有限公司	
投资总概算	****万元	辐射安全与防护设施投资总概算	****万元	比例	****
实际总概算	****万元	辐射安全与防护设施实际总概算	****万元（实际防护设施价格提高）	比例	****
验收依据	<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，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修订），中华人民共和国主席令第七十七号，2018年12月29日起施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令第六号，2003年10月1日起施行；</p> <p>(4) 《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>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019年3月修改），中华人民共和国国务院令第709号，2019年3月2日起施行；</p> <p>(6) 《关于发布〈建设项目竣工环境保护验收暂行办法〉的公告》，国环环评〔2017〕4号，2017年11月20日施行；</p> <p>(7) 《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>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年1月第四次修</p>				

	<p>正），中华人民共和国环境保护部令第3，2021年1月14日起施行；</p> <p>（9）《关于发布<射线装置分类>的公告》，环境保护部·国家卫生和计划生育委员会，公告2017年第66号，2017年12月6日起施行；</p> <p>（10）《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》环保部，环办辐射函〔2016〕430号，2016年3月7日；</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》，环境保护总局文件，环发〔2006〕145号文，2006年9月26日；</p> <p>（12）《关于印发<建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）>的通知》，环办〔2013〕73号，2013年11月14日；</p> <p>（13）《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》中华人民共和国生态环境部，2019年12月23日；</p> <p>（14）《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》（中华人民共和国生态环境部令第16号），自2021年1月1日起施行；</p> <p>（15）关于发布《建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类》的公告，生态环境部公告2018年第9号，2018年5月16日印发；</p> <p>（16）《福建省环保厅关于印发<核技术利用单位辐射事故应急预案编制大纲>（试行）的通知》，闽环保辐射〔2013〕10号，2013年3月15日；</p> <p>（17）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>（18）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>（19）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>（20）《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范核技术利用》（HJ 1326-2023）；</p> <p>（21）《厦门长庚医院有限公司1台DSA机项目环境影响评价表》湖北君邦环境技术有限责任公司；</p> <p>（22）《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）；</p> <p>（23）《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ 98-2020）；</p> <p>（24）《医用X射线诊断设备质量控制检测规范》，WS 76-2020。</p>
<p>验收执行标准</p>	<p>执行福建省生态环境厅批复该项目的环评报告表中使用的标准和《福建省生态环境厅关于批复厦门长庚医院有限公司1台DSA机项目环境影响报告表的函》（闽环辐评〔2024〕9号）。</p> <p>1.《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）</p> <p>①剂量限值</p> <p>依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录B中规定：</p>

<p>B1.1.1 剂量限值</p> <p>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：</p> <p>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；</p> <p>依照环评批复，本项目工作人员取5mSv/a作为剂量约束值。</p> <p>B1.2.1 剂量限值</p> <p>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：</p> <p>b) 年有效剂量，1mSv。</p> <p>依照环评批复，本项目公众人员取0.1mSv/a作为剂量约束值。</p> <p>2. 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）</p> <p>6.3.1: 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2.5μSv/h。</p>
--

表2 项目建设情况

1.项目基本情况

厦门长庚医院有限公司位于厦门市海沧区新阳街道霞飞路123号，成立于2008年5月，是台塑企业设立的一所集医疗、保健、颐养、科研为一体的平民化、高等级的三甲甲等综合医院。医院土地面积32.6公顷，总建筑面积约24.2万平方米，总规划床位2000床。医院现设定临床专科37个、开放床位1000+张、员工1500+位，每日服务病患约3000人次。



图2-1 厦门长庚医院有限公司地理位置示意图

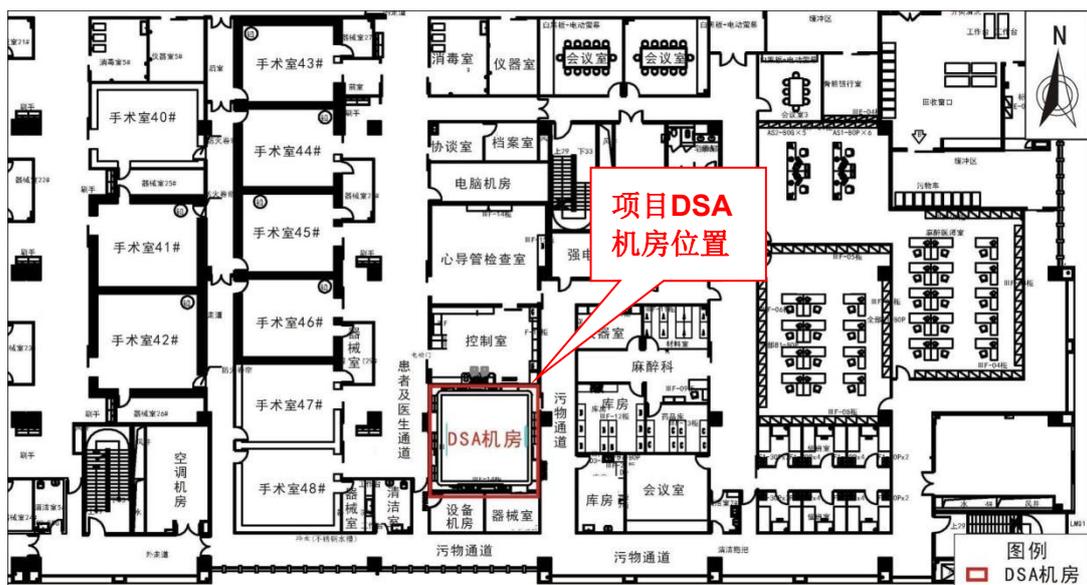


图2-2 厦门长庚医院有限公司门诊大楼三楼DSA机房区域平面布置图

经现场调查及收集有关资料文件可知，厦门长庚医院有限公司本次验收项目与环评阶段对比，建设地点、规模、性质及环境保护措施保持一致，详见表 2-1。

表2-1 本项目规模对比情况一览表

工程建设	环评阶段	验收阶段	对比情况
性质	新建	新建	一致
地点	厦门市海沧区新阳街道霞飞路 123 号门诊大楼三楼心导管检查室 2	厦门市海沧区新阳街道霞飞路 123 号门诊大楼三楼心导管检查室 2	一致
规模	新增 1 台 DSA 机；最大管电压：125kV；最大管电流：1000mA	新增 1 台 DSA 机；最大管电压：125kV；最大管电流：1000mA	一致
面积	49m ²	45.29m ²	最小有效使用面积因防护装修变小，但符合标准要求
辐射活动种类和范围	使用 II 类射线装置	使用 II 类射线装置	一致

2、主要环境保护目标

按照本项目的评价范围及项目的特殊性，确定本项目的主要环境保护目标。本项目评价范围内的主要环境保护目标详见表 2-2。

表2-2 验收调查范围内主要环境保护目标

序号	评价项目	方位	距离	场所	保护对象	人数	剂量约束值	
1	心导管检查室 2(DSA 机房)	DSA 机房内		手术室内操作位	辐射工作人员	4~6 人	5mSv/a	
2		北侧	紧邻	控制室				
3		东侧	0~3m		污物通道	公众人员（周边的医护人员、患者及其家属）	流动人群	0.1 mSv/a
4			3~13m		麻醉科、库房、会议室等		1~3 人	
5			13~38m		门诊大楼其他区域等		>50 人	
6			38~50m		停车场		流动人群	
7		南侧	0~5m		设备间、器械室、污物通道	1~2 人		
8			5~50m		院区道路、广场（花园、地面停车场等）	流动人群		
9		西侧	0~10m		患者通道、其他手术室等	3~5 人		
10			10~50m		其他手术室等区域	>20 人		
11		北侧	4~15m		心导管检查室 1 等其他手术室区域	6 人		
12			15~50m		门诊大楼其他区域	>30 人		
13		楼下	正下方		多媒体教室、会议室等	>10 人		
14		楼上	正上方		楼顶平台	无	人员不可达到	

3、源项情况

为满足医疗卫生服务需求，厦门长庚医院有限公司于 2024 年 2 月引入 1 台医用血管

造影 X 射线系统（简称：DSA 机，最大管电压：125kV；最大管电流：1000mA）。医院已于 2023 年 10 月 18 日委托湖北君邦环境技术有限责任公司对 1 台 DSA 机项目开展环境影响评价工作，2024 年 2 月 19 日取得福建省生态环境厅的批复（闽环辐评〔2024〕9 号），且于 2024 年 4 月 19 日向福建省生态环境厅重新申领了辐射安全许可证（许可证编号为：闽环辐证[00065]，详见附件 2），许可的种类和范围为：使用 II 类、III 类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所，现核技术利用项目具体明细见表 2-3、表 2-4。

医院于 2024 年 2 月 28 日委托厦门亿科特检测技术有限公司开展竣工环保验收调查和监测工作，接受委托后我公司派专业技术人员开展现场调查和监测，并形成验收监测报告表。

表2-3 厦门长庚医院有限公司核技术利用项目已许可射线装置明细表

序号	装置名称	规格型号	类别	数量	使用场所	许可情况
1	直线加速器	VARIAN 2300IX	II 类射线装置	1	住院楼负一楼放射治疗科加速器室	已环评,已取得辐射安全许可证,已验收
2	岛津 DSA	BRANSIS TSAFIRE V17		2	门诊楼负一楼放射科	
3	飞利浦 DSA	ALLURA XPERFD10/10		1	心脏内科三楼心导管室 1	
4	DSA	Azurion 7 B20		1	心脏内科三楼心导管室 2	已环评,已取得辐射安全许可证,此次验收
5	PET/CT	uMI780	III 类射线装置	1	门诊楼负一楼核医学科	已环评,已取得辐射安全许可证,已验收
6	模拟定位 CT	Brilliance 16		1	住院楼负一楼放射治疗科模拟定位室	已备案,已取得辐射安全许可证
7	东软 63 排 CT	NeuViz Extra	III 类射线装置	1	发热门诊	
8	C 臂机	OEC 9900 ELITE		1	门诊大楼三楼手术室	
9	C 臂机	OEC 9900 ELITE		1		
10	单牙 X 光机	HELIODE NTPLUS D3507		1	门诊楼二楼口腔科	
11	牙科 CT	MCT-1 EX-2 F17		1		
12	口腔内成像 X 射线机	Planmeca ProX		1		
13	牙科 X 射线机	Heliodent Plus D3507		1		
14	口腔三合一 X 光机	ORTHOP HOS XG 3D Ceph		1		
15	口腔 CBCT	ORTHOP HOS XG 3D Ceph		1		
16	日立 64CT	SCENARIA		1	门诊楼负一楼放射科	

续表2-3 厦门长庚医院有限公司核技术利用项目已许可射线装置明细表

序号	装置名称	规格型号	类别	数量	使用场所	许可情况
17	体外震波碎石机	HK.ESWL-Vm	III类射线装置	1	门诊楼一楼放射科	已备案, 已取得辐射安全许可证
18	数字胃肠机	Sonialvision SafireII		1	门诊楼一楼放射科	
19	联影 DR	UDR 780i		1		
20	岛津 DR	CH-200		1		
21	乳腺 DR	uMammo 890i		1		
22	床边 DR	MUX-200H		1		
23	床边 X 光机	MUX- 100H		1		
24	床边 X 光机	MUX- 100H		1		
25	GE64VCT	LightSpeedVCT		1	住院楼大楼二楼体检科	
26	西门子双源 CT	SOMATOM Force		1		
27	岛津 DR	CH-200		1		
28	岛津 DR	CH-200		1		
29	双能 X 射线骨质密度检测仪	PRODIGY	1			

表2-4 厦门长庚医院有限公司核技术利用项目已许可非密封放射性物质明细表

序号	核素	日等效最大操作量 (贝可)	年最大用量 (贝可)	使用场所	场所等级	环保落实情况
1	F-18	7.4×10^6	1.67×10^{12}	门诊大楼地下一楼核医学科	丙级	已环评, 已取得辐射安全许可, 已验收
2	Tl-201	5.55×10^6	2.63×10^{11}			已环评、已取得辐射安全许可证
3	Xe-133	1.11×10^7	8.6×10^{10}			
4	Sr-89	1.48×10^7	2.96×10^9			
5	Cr-51	7.4×10^5	5.62×10^7			
6	I-123	7.4×10^5	8.41×10^9			
7	Tc-99m	9.25×10^8	3.49×10^{12}		乙级	
8	I-131	1.85×10^8	1.54×10^{11}			已环评、已取得辐射安全许可
9	Ga-67	7.4×10^8	8.06×10^{10}			
10	I-125(粒子源)	1.48×10^9	7.4×10^{11}	住院大楼四楼B区碘 125 病房	乙级	已备案、已取得辐射安全许可证
11	I-131	3.7×10^8	1.84×10^{11}	住院大楼四楼B区碘 131 病房	乙级	已环评、已取得辐射安全许可证

根据现场调查, 本次验收内容: 在门诊大楼三楼心导管检查室 2 使用 1 台 DSA 机,

用于放射诊疗，详见表 2-5。

表2-5 本次验收项目一览表

序号	设备名称	型号	主要参数	类别	使用场所
1	DSA 机	Azurion 7 B20	最大管电压：125kV； 最大管电流：1000mA	II 类射线装置	门诊大楼三楼 心导管检查室 2

4、工程设备和工艺分析

4.1 DSA 机设备组成

DSA 为采用 X 射线进行摄影的技术设备，DSA 的主要装置包括带有影像增强器电视系统的 X 射线诊断机、机架系统、高压注射器、治疗床、操作台、磁盘或磁带机、多幅照相机，探测器、电子计算机图象处理系统等。

4.2 工作原理

DSA 为数字减影血管造影英文缩写，是通过计算机把血管影像上的骨与软组织影像消除而突出血管的一种成像技术，属介入治疗的一种方式，它成像基本原理是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。

4.3 工艺流程及产污环节

(1) DSA 工艺流程及产污环节

本项目 DSA 在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况：透视（几个到十几个毫安/小剂量曝光）。病人需要进行介入手术检查与治疗时，导管进入病变部位过程中需在 X 射线监视下，故有连续透视，其采用连续脉冲透视，操作医师位于铅帘后且身着铅橡胶围裙、铅防护眼镜在机房内对病人进行直接的近台介入手术操作。

第二种情况：连续图像采集（几十个到几百个毫安/大剂量曝光）。A.隔室曝光采集图像数据，医技人员在控制室内对病人进行曝光，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。B.医生近台操作，该种情况一般用于心脏介入手术。

主要工作主要流程如下：

- ①DSA 开机；
- ②病人术前宣教告知；
- ③医护人员按手术程序完成所有术前准备工作（包括给患者摆位）；
- ④完成手术穿刺，在 X 射线引导下，导管进入靶血管或目标区；
- ⑤根据不同手术目的，近台手推对比剂造影或医护人员撤离检查室至控制室，利用高压注射器与 X 射线曝光手闸联动注射对比剂，隔室曝光采集图像数据，并显示图像（或减影图像），医生根据图像结果决定下一步诊疗操作，如此往复，直至手术完成；
- ⑥介入手术结束，患者离开检查室；
- ⑦图像归档 PACS 存储。选择能反映疾病状态或治疗结果的图像打印成胶片给患者留存；
- ⑧按程序关机。

具体操作流程见图 2-3。

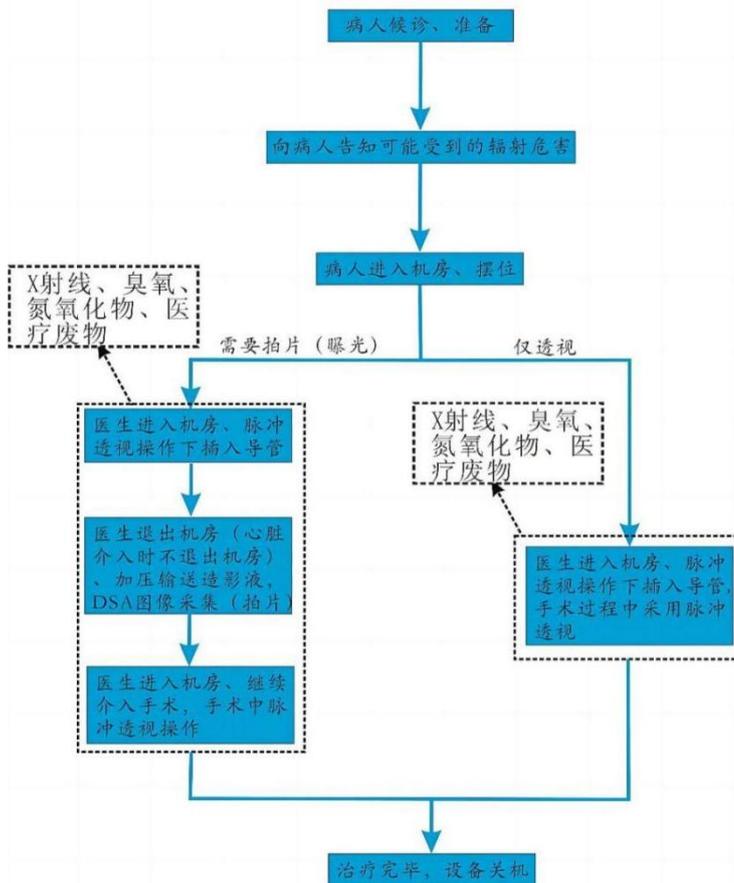


图2-3 DSA介入手术操作流程

从图2-3可见，DSA运行时产生X射线辐射、臭氧、医疗废物及氮氧化物等。

表3 辐射安全与防护设施/措施

我公司对厦门长庚医院有限公司使用 1 台 DSA 机项目辐射环境管理和辐射安全防护措施进行了现场调查，情况如下：

1.辐射工作场所安全防护措施落实情况

1.1 辐射工作场所的分区情况

项目工作场所分区示意图见图 3-1，控制区和监督区划分明显，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 6.4 款中有关辐射工作场所的分区规定。

表 3-1 DSA 机辐射工作场所分区

序号	辐射工作场所	控制区	监督区
1	门诊大楼三楼心导管检查室 2	导管检查室 2 (DSA 机房)	控制室、患者及医生通道、污物通道、设备机房

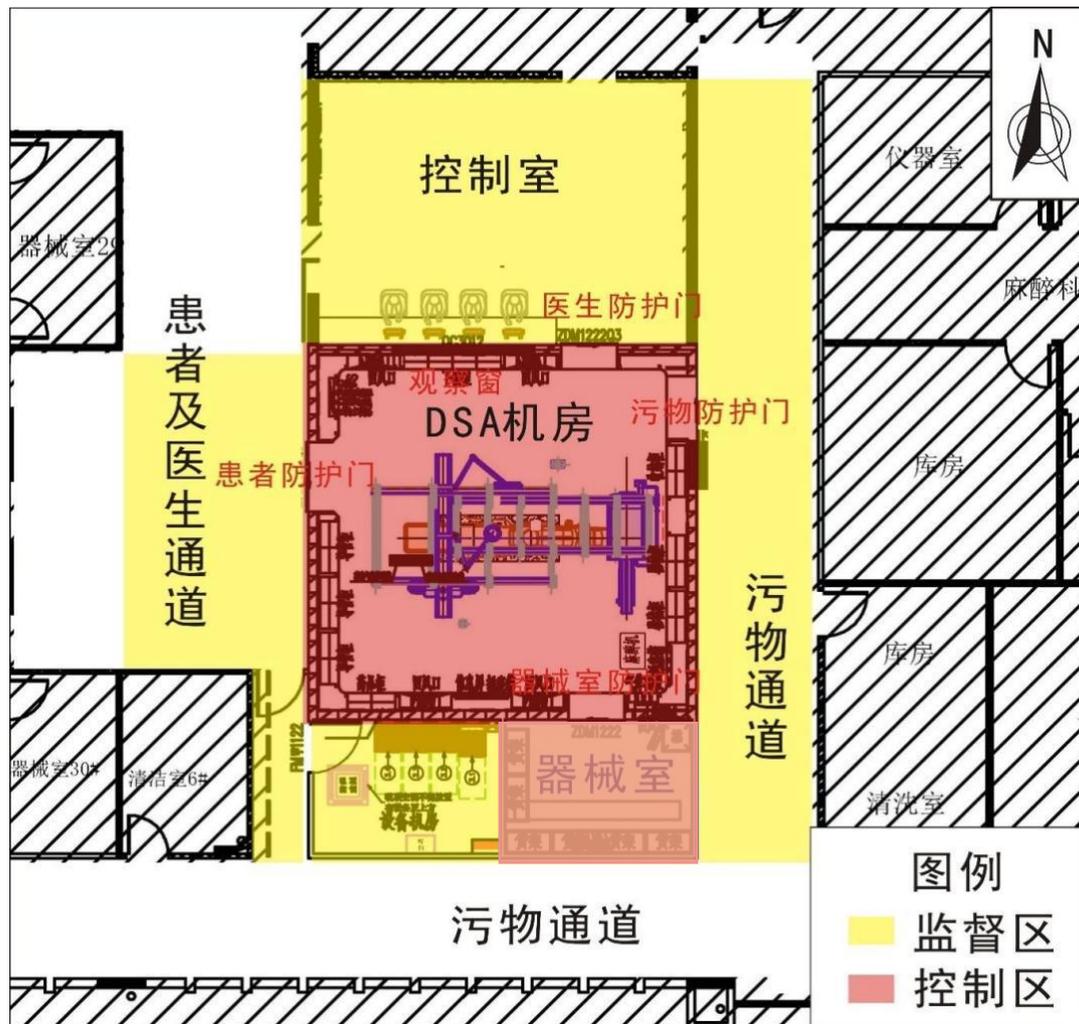


图 3-1 DSA 机辐射工作场所分区

1.2 辐射工作场所的防护设施

DSA 机辐射安全防护设施落实情况详见表 3-2，DSA 机辐射工作场所现场防护措施图片见图 3-2。

表 3-2 DSA 机辐射安全防护设施落实情况

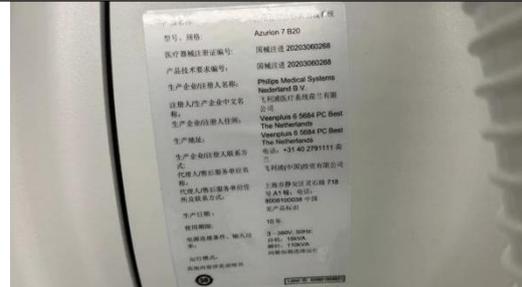
序号	辐射安全防护设施	环评时要求	验收落实情况	对比结果
1	墙体屏蔽防护	四周墙体：墙体（18cm 空心砖墙），在原墙体基础上安装 3mm 铅板（约 3mmPb）； 顶棚：原有墙体 20cm 厚混凝土（约 2.62mmPb）； 地面：在原有墙体 20cm 厚现浇混凝土基础上安装 1mm 铅板（约 3.62mmPb）。	四周墙体：墙体（18cm 空心砖墙），在原墙体基础上安装 3mm 铅板（约 3mmPb）； 顶棚：原有楼板 20cm 厚混凝土（约 2.62mmPb）； 地面：在原有楼板 20cm 厚现浇混凝土基础上安装 1mm 铅板（约 3.62mmPb）。	一致
2	机房防护门及观察窗	防护门（4 扇）：不锈钢板内夹 3.0mmPb 铅板； 观察窗：3.0mmPb 铅玻璃。	防护门（4 扇）：不锈钢板内夹 3.0mmPb 铅板； 观察窗：3.0mmPb 铅玻璃。	一致
3	工作状态指示灯	DSA 机房平开防护门设置自动闭门装置，电动推拉防护门设置曝光时关闭的管理措施；工作状态指示灯与机房门设置门灯联锁装置，用于显示机房内设备运行状态。	已在 DSA 机房病人进出防护门外顶部设置工作状态指示灯，灯箱上有“射线有害，灯亮勿入”，病人进出门能与工作状态指示灯连锁，设备使用时保持关门状态，关门时灯亮，指示灯为红色，以警示人员注意安全。	一致
4	紧急停机装置	DSA 机及操作位上设置紧急停机按钮（射线装置上已自带紧急停机按钮）。	DSA 机及操作位上设置有紧急停机按钮（射线装置上已自带紧急停机按钮）。	一致
5	对讲装置	DSA 机房设置有观察窗，同时设置对讲装置，工作人员在控制室内可及时观察患者情况及防护门开闭情况，防止意外情况的发生。	控制室与 DSA 机房之间安装有对讲装置，辐射工作人员可通过对讲机与机房内的患者联系。	一致
6	警告标志	DSA 机房各防护门外表面、通道门口均设置电离辐射警告标志，提醒无关人员勿靠近机房或在附近逗留。	DSA 机房各防护门上粘贴有电离辐射警告标志并附有中文说明。	一致
7	通风设施	DSA 机房内设置动力通风系统，并保持良好的通风。	DSA 机房设置有空调、排风口和新风口，采用“上送风，下排风”的排风模式，且均能正常运行，保持室内良好通风。	一致

续表 3-2 DSA 机辐射安全防护设施落实情况

序号	辐射安全防护设施	环评时要求	验收落实情况	对比结果
8	辐射防护用品及仪器	<p>DSA 设备上自带配套设施：铅悬挂屏风（0.5mmpb）1 件、铅防护吊帘（0.5mmpb）1 件、床侧防护帘（0.5mmpb）1 件。医院配备移动铅屏风（2mmpb）1 个。</p> <p>医院为本项目辐射工作人员配备个人剂量计，为每位辐射工作人员配备了个人剂量计，配备 1 台个人剂量报警仪，且为辐射工作人员配备铅橡胶颈套、铅橡胶围裙、铅防护眼镜、介入防护手套各 5 套，同时为患者配备铅围裙、铅帽、大铅颈套各 1 套，其中防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmpb，介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmpb，甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmpb，移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmpb。应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mmpb。</p>	<p>DSA 机设备上自带配套设施：铅悬挂防护屏（0.5mmPb）1 件、铅防护吊帘（0.5mmpb）1 件、床侧防护帘（0.5mmPb）1 件、移动铅屏风（2.0mmPb）1 个。医院为本项目每名辐射工作人员均配备了个人剂量计，并配备有 1 台辐射剂量报警仪和 2 台便携式辐射剂量仪。此外还为辐射工作人员配备了防辐射衣、防辐射围领、防辐射帽、防辐射眼镜各 8 套，均为 0.5mmPb，铅防护手套 4 副，均为 0.025mmPb，为患者配备了防辐射衣 1 套，为 0.5mmPb。</p>	一致



DSA 机



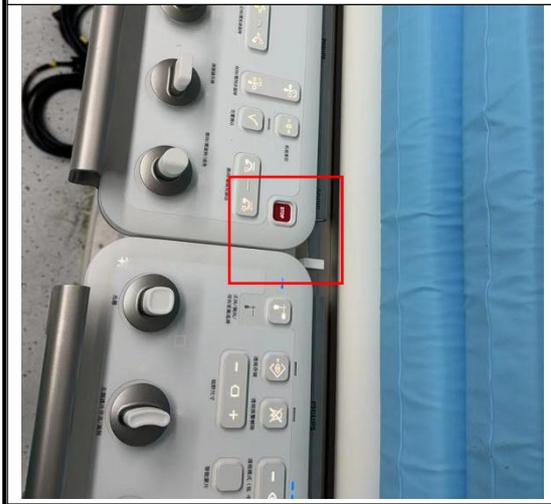
设备铭牌



工作状态指示灯、警告标志、红色警示线



排风装置、手术室专用送风天花



急停按钮



防夹装置



对讲装置



放射防护注意事项



防护用品、移动铅屏风



上墙制度



辐射剂量报警仪

便携式辐射剂量仪

图 3-2 DSA 机辐射防护措施图片

2、三废的治理

本项目运行过程中不产生放射性废气、放射性废水和放射性固体废物，产生的医疗废物依托医院原有处理措施进行处理。

本项目射线装置在开机过程中，会产生极少量臭氧及氮氧化物等有害气体，本项目射线装置机房采用中央空调系统和新风系统两者相结合的方式对机房进行通风，新风系统调节通风量，中央空调系统调节通风温湿度，在机房安装机械排风系统，排风管道穿过北侧墙体经控制室西侧墙穿墙到门诊大楼外进行排放，并在机房穿墙处采用铅板（3.0mmPb）进行补偿屏蔽，在机房内排气装置正常运行的情况下，臭氧及氮氧化物气体通过通风设施排至室外，很快被空气对流、扩散作用稀释。

3、辐射安全管理

3.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

厦门长庚医院成立了辐射防护安全管理委员会，辐射防护安全管理委员会专职负责辐射安全与环境保护管理工作，满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原国家环保总局令第31号）中规定的：“使用Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类放射源，使用Ⅰ类、Ⅱ类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。”

领导小组职责：

- （1）辐射安全许可证的申请、颁发、续发、换发、变更内容。
- （2）与射线装置设备的引入和场地的新建、改建、扩建均先上报各行政主管部门，取得相应级别行政许可后，方可购入或施工。
- （3）组织辐射工作人员参加辐射防护相关培训及考核。
- （4）组织辐射工作人员开展个人剂量检测和职业健康检查，建立人员职业健康档案。
- （5）定期组织对辐射工作场所进行日常监测，同时按要求每年委托有资质单位对辐射工作场所开展年度监测，并取得相应的监测报告。
- （6）领导整个应急工作，协调各部门的工作，为应急工作提供资金保障，并向当地生态环境、卫生健康、公安等主管部门报告。
- （7）负责单位辐射安全防护工作的指导、监督、检查和管理，每年12月31日前对单位辐射工作场所进行年度评估，并编制年度评估报告，上交管理部门备案。

3.2 辐射安全管理规章制度

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原国家环保总局令第31号）、《突发环境事件信息报告办法》（环保部令第17号）及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部令第18号）相关规定，厦门长庚医院制定了其中包括《放射科安全工作制度》、《辐射事故应急预案》、《导管室岗位职责》、《DSA导管工作制

度》、《辐射监测计划》、《辐射工作人员培训考核制度》、《个人剂量监测与档案管理制度》、《职业健康检查与档案管理制度》等辐射安全管理制度，相关制度见表 3-3。

表 3-3 厦门长庚医院管理制度建立情况

序号	医院已建立的管理制度	是否本次修订	内容	原有制度执行情况
1	辐射防护和安全管理	/	医院制定了《辐射安全和防护管理制度》对医院辐射工作人员职责、工作程序和个人防护做出要求	已建立
2	辐射事故应急预案	本次修订	医院制定了《辐射事故应急预案》，规定了发生辐射事故时医院相关人员职责和处理程序，将辐射事故的影响减少到最小	已建立
3	岗位职责	/	医院制定的《岗位职责》明确了辐射工作人员和管理人员在辐射工作中各自的责任	已建立
4	监测计划	本次修订	医院制定的《监测计划》中规定了委托监测和日常监测的频率和内容，并要求对监测结果存档保留	已建立
5	培训考核计划	/	医院制定的《辐射工作人员培训制度》中规定了辐射工作人员必须参加辐射安全与防护考核，直到考核通过，做到持证上岗，并对内部培训做了要求	已建立
6	操作规程	/	医院制定的《操作规程》中规定了辐射工作人员操作射线装置的详细流程，能减少辐射事故的发生	已建立
7	设备检修维护制度	/	医院制定的《设备管理、保养制度》中提出了对机房安全防护设备和射线装置的定期检修和维护要求，能防止因设备损坏造成辐射事故	已建立
8	职业健康监护制度	/	医院制定的《辐射工作人员个人剂量监测管理制度》、《辐射工作人员职业健康管理制度》、《辐射工作人员职业健康档案管理制度》中提出对辐射工作人员个人剂量监测和体检的要求，并要求辐射工作人员档案终身保存	已建立
9	辐射工作人员个人剂量档案制度	/		已建立

医院应严格执行辐射安全管理规章制度，并根据医院的发展，及时对辐射安全管理规章制度进行补充完善，在此基础上医院的辐射安全管理规章制度符合中华人民共和国环境保护部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等管理规定。

4、辐射工作人员管理情况

4.1 辐射工作人员培训

医院现有 70 名辐射工作人员，本项目 DSA 辐射工作人员为 8 名，8 名辐射工作人员均持有在有效期内的辐射安全与防护培训合格证书，其余 62 名辐射工作人员均持有在有效期内的辐射安全与防护培训合格证书，详见表 3-4。

表 3-4 DSA 辐射工作人员管理情况一览表

序号	姓名	持证情况
1	张****	持有辐射安全与防护培训合格证书（证书编号：****）
2	李****	持有辐射安全与防护培训合格证书（证书编号：****）
3	宋****	持有辐射安全与防护培训合格证书（证书编号：****）

续表 3-4 DSA 辐射工作人员管理情况一览表

序号	姓名	持证情况
4	陈****	持有辐射安全与防护培训合格证书（证书编号：****）
5	郑****	持有辐射安全与防护培训合格证书（证书编号：****）
6	华****	持有辐射安全与防护培训合格证书（证书编号：****）
7	胡****	持有辐射安全与防护培训合格证书（证书编号：****）
8	邹****	持有辐射安全与防护培训合格证书（证书编号：****）

4.2 个人剂量监测

医院定期委托有资质的单位（浙江多谱检测科技有限公司）进行外照射个人剂量监测工作，监测频率为 1 次/3 个月，每份个人剂量检测结果均存档备案。从最近 4 个周期的《外照射个人剂量监测报告》看，所有辐射工作人员的监测结果均未超过相应周期的调查水平。

4.3 体检情况

医院已安排所有辐射工作人员参加职业健康体检，并建立职业健康监护档案。根据医院提供的本项目相关的 8 名辐射工作人员的职业健康检查报告显示，8 名辐射工作人员的适任性处理意见均为：可以从事放射工作（详见附件 8）。

5. 环评建议及批复要求落实情况

截止本次验收调查，建设单位对本项目环评报告中建议及环评批复环保措施落实情况见表 3-5。

表 3-5 环保措施落实情况

措施来源	环保措施	本项目情况	落实情况
环评报告	进一步加强辐射工作场所管理、辐射工作人员管理（含职业健康监护档案、培训记录）。	医院已安排所有辐射工作人员参加职业健康体检，并建立职业健康监护档案。	已落实
	按照要求做好核技术利用辐射安全与防护考核自主考核工作，做好辐射工作人员（使用 III 类射线装置）的自主考试试卷、监考图视文件等的存档工作。	目前医院有辐射工作人员 70 名，其中 DSA 辐射工作人员现安排 8 名（张****、李****、宋****、陈****、郑****、华****、胡****、邹****），其余 62 名辐射工作人员中有 33 名为 II 类设备操作人员，其余 29 名为 III 类放射装置操作人员。8 名 DSA 辐射工作人员均参加全国核技术利用与辐射安全考核，持有在有效期内的辐射安全与防护培训合格证书，其余 62 名辐射工作人员均持有在有效期内的辐射安全与防护培训合格证书。	已落实

续表 3-5 环保措施落实情况

措施来源	环保措施	本项目情况	落实情况
环评批复	严格按照设计方案建设，确保 DSA 机房的屏蔽满足辐射防护要求。划分控制区和监督区，实行分区管理；防护门外应张贴明显的电离辐射警告标志并附中文说明；DSA 机房应设置工作状态指示灯并与机房门有效关联，机房门应设置防夹装置和自动闭门装置，防止人员受到误照射。	已严格按照设计方案开展建设，经监测表明，屏蔽防护后 DSA 机房外的周围剂量当量率均满足标准限值要求；DSA 机房出入口均安装有明显的工作状态指示灯和电离辐射警告标志。	已落实
	健全完善各项辐射安全和防护管理规章制度，完善辐射事故应急预案并定期开展演练，配备防护用品、防护设施及监测仪器，定期进行自主监测，发现问题立即整改，防止发生辐射事故。	已成立辐射防护管理组，制定了较为完善的规章制度，如《辐射事故应急预案》、《操作规程》、《设备管理、保养制度》和各项辐射安全管理制度，并严格执行，适时开展辐射事故应急演练。	已落实
	辐射工作人员应按要求参加辐射安全培训并取得合格证书，做到持证上岗；建立健全个人剂量和职业健康档案，所有辐射工作人员均应按要求佩戴个人剂量计并接受剂量监测。	8 名 DSA 辐射工作人员均参加全国核技术利用与辐射安全考核，持有在有效期内的辐射安全与防护培训合格证书。为完善辐射安全培训考核管理，医院现已制定《辐射工作人员培训制度》，今后将及时组织所有辐射工作人员进行辐射安全与防护学习，并统一参加全国核技术利用与辐射安全考核。已为所有辐射工作人员配备个人剂量计，并委托有资质单位开展个人剂量监测工作，建立个人剂量档案。已安排所有辐射工作人员进行职业健康体检，并建立职业健康档案。	已落实

6.相关法规文件执行情况

辐射防护制度应按照新修订和颁布的《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》（环境保护部令第 3 号）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）进行调查，调查结果见表 3-6。

表 3-6 辐射防护制度对照环保部 3 号令及 18 号令等法规要求的对照表

3 号令及 18 号令等法规条文规定	项目实际情况	符合情况
使用 II 类射线装置，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	医院已成立以陈****（副院长，本科及以上学历）为组长，刘****（经管部，本科及以上学历）为副组长，郑****（影像科）为秘书的辐射防护管理组，辐射防护管理组成员 15 名（黄****、沈****、张****、游****、张****、符****、叶****、郑****、李****、曾****、陈****、钟****、李****、连****、李****），负责辐射安全与环境保护管理具体工作。	符合

续表 3-6 辐射防护制度对照环保部 3 号令及 18 号令等法规要求的对照表

3 号令及 18 号令等法规条文规定	项目实际情况	符合情况
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。取得辐射安全培训合格证书的人员，应当每四年接受一次再培训。	8 名 DSA 辐射工作人员均参加全国核技术利用与辐射安全考核，持有在有效期内的辐射安全与防护培训合格证书。为完善辐射安全培训考核管理，医院现已制定《辐射工作人员培训制度》，今后将及时组织所有辐射工作人员进行辐射安全与防护学习，所有辐射工作人员统一参加全国核技术利用与辐射安全考核，每四年接受一次再培训和考核。	符合
放射性同位素与射线装置使用场所应当设置明显的放射性标志和中文警示说明，入口处应设置安全和防护设施以及必要的防护安全连锁、报警装置或者工作信号，有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射安全措施。	DSA 机房门口设置了电离辐射警示标志、工作状态指示灯、门灯连锁装置，机房内设置了紧急停止按钮，可防止因误操作工作人员和公众受到意外照射。	符合
配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。	本项目已配备铅衣、铅帽、铅围裙、铅眼镜、铅手套、铅围脖、床侧防护帘和铅悬挂防护屏等防护用品，此外配备了 1 台辐射剂量报警仪和 2 台便携式辐射剂量仪。	符合
有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	医院已制定一套较完善的辐射管理规章制度，如《辐射事故应急预案》、《操作规程》、《设备管理、保养制度》和各项辐射安全管理制度，并严格实施，并将部分文件张贴上墙。	符合
有完善的辐射事故应急措施。	已制定《辐射事故应急预案》。	符合
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评估报告。	项目正式投入运行后，医院将每年年底对医院射线装置应用的安全和防护状况进行年度评估，并在次年 1 月 31 日前编写辐射安全和防护状况年度评估报告省生态环境厅。	符合
生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。	医院的辐射工作人员均配备了个人剂量计，并委托有资质的单位开展个人剂量监测，为辐射工作人员建立个人剂量档案。	符合
生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。	医院已委托有资质单位对辐射工作场所进行监测，并出具监测报告，监测报告详见附件 9。	符合

7.环境风险防范措施落实情况

厦门长庚医院有限公司 DSA 机项目环评中提出的环境风险防范措施落实情况见表 3-7。

表 3-7 环境风险防范措施落实情况

环评中提出防范措施	验收中落实的情况
制定《辐射安全和防护管理制度》和《设备检维修制度》确保射线装置和防护措施完好，定期对监测仪器进行检查维护保证正常运行。	已落实。医院已制定一套较完善的辐射管理规章制度，如《辐射事故应急预案》、《操作规程》、《设备管理、保养制度》和各项辐射安全管理制度，并严格实施。制定有《设备管理、保养制度》和《辐射安全和防护管理制度》确保射线装置和防护措施完好，并定期对监测仪器进行检查维护，保证射线装置和防护措施正常运行。
为辐射工作人员配置个人剂量计、铅防护服等辐射防护用品，在射线装置机房防护门上张贴电离辐射警示标识，并安装安全连锁装置。	已落实。已为所有辐射工作人员配备个人剂量计并正常开展监测，建立个人剂量档案；本项目已配备铅衣、铅帽、铅围裙、铅眼镜、铅手套、铅围脖、床侧防护帘和铅悬挂防护屏等防护用品，此外配备了 1 台辐射剂量报警仪和 2 台便携式辐射剂量仪；病人进出防护门门外顶部均设置工作状态指示灯，防护门门外均张贴电离辐射警示标识并附中文说明，警示人员注意安全；防护门与工作状态指示灯有效关联，射线装置处于出束状态时，指示灯为红色，以警示人员注意安全。
制定《操作规程》等辐射安全管理相关制度，辐射工作人员经培训后上岗，严格按照操作规程操作。	已落实。已制定一套较完善的辐射管理规章制度，并严格实施，辐射工作人员经专业培训和辐射安全防护培训后再上岗，制定有《DSA 操作规程》，根据操作规程使用设备。

8.验收不合格项自查落实情况

根据环境保护部关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告第八条，建设项目环境保护设施存在表 3-8 情形之一的，建设单位不得提出验收合格的意见。

表 3-8 验收不合格项自查落实情况

序号	《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》提出的验收不合格项目	验收中落实的情况
1	未按环境影响报告书（表）及其审批部门审批决定要求建成环境保护设施，或者环境保护设施不能与主体工程同时投产或者使用的；	不存在此情况
2	污染物排放不符合国家和地方相关标准、环境影响报告书（表）及其审批部门审批决定或者重点污染物排放总量控制指标要求的；	不存在此情况
3	环境影响报告书（表）经批准后，该建设项目的性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染、防止生态破坏的措施发生重大变动，建设单位未重新报批环境影响报告书（表）或者环境影响报告书（表）未经批准的；	不存在此情况
4	建设过程中造成重大环境污染未治理完成，或者造成重大生态破坏未恢复的；	不存在此情况
5	纳入排污许可管理的建设项目，无证排污或者不按证排污的；	不存在此情况

续表 3-8 验收不合格项自查落实情况

序号	《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》提出的验收不合格项目	验收中落实的情况
6	分期建设、分期投入生产或者使用依法应当分期验收的建设项目，其分期建设、分期投入生产或者使用的环境保护设施防治环境污染和生态破坏的能力不能满足其相应主体工程需要的；	不存在此情况
7	验收报告的基础资料数据明显不实，内容存在重大缺项、遗漏，或者验收结论不明确、不合理的；	不存在此情况
8	其他环境保护法律法规规章等规定不得通过环境保护验收的。	不存在此情况
9.工程环境保护投资 本项目投资****万元，其中环保投资****万元，环保投资占总投资的****。		

表4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

厦门长庚医院有限公司于2023年10月18日委托湖北君邦环境技术有限责任公司对厦门长庚医院有限公司1台DSA机项目开展环境影响评价工作，并于2024年2月19日取得福建省生态环境厅的批复（闽环辐评〔2024〕9号）。

1.环评报告表主要结论

1.1 项目概况

厦门长庚医院有限公司位于厦门市海沧区新阳街道霞飞路123号，该院将门诊大楼三楼预留机房建设为一间DSA机房及其配套用房，使用1台DSA机（型号待定），其最大管电压为125kV，最大管电流为1000mA，主要用于医疗诊治。本项目辐射工作的种类和范围为使用II类射线装置。本项目总投资****万元，项目环保投资****万元。

1.2 选址合理性分析结论

本项目辐射工作场所选址毗邻场所中无产科、儿科、食堂等部门及人员密集区，本项目在辐射工作场所屏蔽防护有效的条件下，不会对医院外环境人员造成辐射影响。该地块为商业用地，本项目不属于《限制用地项目目录（2012本）》《禁止用地项目目录（2012年本）》中的限制、禁止用地项目，属于允许用地项目。符合项目用地的规划要求，故项目选址可行。

1.3 辐射安全与防护结论

（1）项目安全设施

本项目辐射工作场所设有相应的辐射安全和防护措施，辐射工作场所设置的各项辐射安全和防护措施符合中华人民共和国环境保护部令第18号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等相关文件的要求。

综上所述，本项目辐射工作场所采用的屏蔽材料和防护厚度能够有效屏蔽射线装置产生的X射线，对辐射工作场所采取的相应辐射安全与防护措施符合相关要求。故本项目安全设施是合理可行的。

（2）三废的治理

本项目运行过程中不产生放射性废气、放射性废水和放射性固体废物，本项目DSA机房在通风系统正常运行的情况下，臭氧及氮氧化物气体通过通风设施排至室外，很快被空气对流、扩散作用稀释，机房内能够保持良好的通风，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风”的要求，对大气环境影响较小。同时会产生少量的一般医疗废弃物，可依托医院已有的环保设施处理。

1.4 环境影响分析结论

（1）建设阶段对环境的影响

本项目应合理安排施工时间及施工场地的秩序，对施工场地进行适当的封闭，避免因本项目建设影响院内正常医疗活动及工作人员办公。由于本项目工程量小，对外界的影响是暂时的，随着施工期的结束，影响也将消失。通过采取相应的污染防治措施后，本项目施工期对外界的影响较小。

(2) 运行阶段对环境的影响

根据计算结果及类比分析结果可知，在开机工况下，DSA 机房周围的辐射空气吸收剂量率满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中规定的“具有透视功能的 X 射线机在透视条件下监测时，周围剂量当量率的控制目标值不大于 2.5 μ Sv/h”的要求。

根据剂量估算结果，厦门长庚医院 DSA 机房在正常工况时，辐射工作人员年有效剂量最大值为 3.865mSv，公众人员最大年有效剂量为 0.074mSv。因此本项目辐射工作场所的工作人员及周围公众人员的年有效剂量分别低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的辐射工作人员的连续五年有效剂量平均限值 20mSv 和公众人员年有效剂量限值 1mSv 的要求，同时满足辐射工作人员的剂量约束值 5mSv/a 和公众人员剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。

1.5 可行性分析结论

(1) 实践正当性分析

项目投入运行主要为医疗诊治，符合辐射防护“实践的正当性”原则。项目在加强管理后均满足国家相关法律、法规和标准的要求，不会给所在区域带来环境压力。同时，按照中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 29 号《产业结构调整指导目录（2019 年本）》鼓励类中第十三类医药中的“十三、医药”中第 5 点“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”之规定，本项目属于“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”类项目，属于鼓励类，符合国家产业政策。

(2) 代价利益分析

厦门长庚医院有限公司 1 台 DSA 机项目建成后，有利于厦门市及其周边地区医疗卫生服务水平，提高人民生活水平。该项目在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益和社会效益。

2. 环评报告建议

(1) 进一步加强辐射工作场所管理、辐射工作人员管理（含职业健康监护档案、培训记录）；

(2) 按照要求做好核技术利用辐射安全与防护自主考核工作，做好辐射工作人员（使

用 III 类射线装置)的自主考试试卷、监考图视文件等的存档工作。

3.审批部门审批意见

一、本项目的建设内容为：厦门长庚医院有限公司（厦门市海沧区新阳街道霞飞路 123 号)将门诊大楼三层的预留机房(心导管检查室 2)及其对应的控制室、电脑机房等区域建设为 1 间 DSA 机房及其配套用房，使用 1 台 DSA 机，属 II 类射线装置，用于医疗诊治。

二、在落实报告表提出的各项环境保护及辐射防护措施的前提下，同意你单位按照报告表的内容及采取的辐射防护措施建设项目。

三、你单位须全面落实报告表提出的各项辐射防护与安全管理措施，并着重做好以下工作：

(一)严格按照设计方案建设，确保 DSA 机房的屏蔽满足辐射防护要求。划分控制区和监督区，实行分区管理；防护门外应张贴明显的电离辐射警告标志并附中文说明；DSA 机房应设置工作状态指示灯并与机房门有效关联，机房门应设置防夹装置和自动闭门装置，防止人员受到误照射。

(二)健全完善各项辐射安全和防护管理规章制度，完善辐射事故应急预案并定期开展演练，配备防护用品、防护设施及监测仪器，定期进行自主监测，发现问题立即整改，防止发生辐射事故。

(三)辐射工作人员应按要求参加辐射安全培训并取得合格证书，做到持证上岗；建立健全个人剂量和职业健康档案，所有辐射工作人员均应按的要求佩戴个人剂量计并接受剂量监测。

四、根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的规定和报告表的预测，本项目的公众剂量约束值按 0.1 毫希沃特/年执行，职业人员剂量约束值按 5 毫希沃特/年执行。

五、你单位应按规定向我厅重新申领辐射安全许可证，在许可范围内从事核技术利用相关活动，按时报送辐射安全年度评估报告。

六、你单位应严格落实环保“三同时”制度，落实各项环境保护措施。项目竣工后，须按规定标准和程序开展竣工环境保护验收。经验收合格后，项目方可投入运行。

七、你单位应在收到本批复后 20 个工作日内将经审批的报告表送厦门市生态环境局。请厦门市生态环境局加强对项目的日常监督管理。

表5 验收监测质量保证及质量控制

厦门亿科特检测技术有限公司于2024年3月16日对厦门长庚医院有限公司1台DSA机项目的辐射工作场所进行了验收监测。验收监测按《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)和《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)中的有关布点原则和方法,结合本次监测的实际情况进行布点监测。

1、质量保证及控制措施方案

- ①合理布设监测点位,保证各监测点位布设的科学性;
- 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由专业人员按操作规程操作仪器,并做好记录。
- ⑤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。
- ⑥通过国家级计量认证及中国实验室国家认可委员会认可。

2、监测方法

本次验收监测方法依据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)提供的方法。仪器指标通用要求详见表5-1。

表5-1 仪器指标通用要求

项目	相关参数
量程范围	量程下限应不高于 $1\times 10^{-8}\text{Gy/h}$;量程上限按照辐射源的类型和活度进行选择,应急测量情况下,应确保量程上限符合要求,一般不低于 $1\times 10^{-2}\text{Gy/h}$ 。
相对固有误差	$<\pm 15\%$
能量响应	50KeV~3MeV,相对响应之差 $<\pm 30\%$ (相对 ^{137}Cs 参考 γ 辐射源)
角响应	$0\sim 180^\circ$ 角响应平均值(\bar{R})与刻度方向上的响应值(R)的比值应大于等于0.8(对 ^{137}Cs γ 辐射源)
使用温度	$-10\sim 40^\circ\text{C}$ (即时测量), $-25\sim 50^\circ\text{C}$ (连续测量)
相对湿度	$<95\%$ (35°C)

3、监测仪器

本次验收监测使用的仪器参数见表5-2,该仪器由上海市计量测试技术研究院检定。

表 5-2 监测仪器基本信息及参数

项目	相关参数
仪器名称	直读式 x、 γ 辐射剂量当量率仪
仪器型号	AT1123
仪器检定有效期限	2024 年 12 月 25 日
仪器检定编号	JL2396739991
量程范围	10nSv~10Sv
相对固有误差	$\leq \pm 10\%$ (^{137}Cs)
能量响应	15keV~10MeV
角响应	$0^\circ \sim \pm 75^\circ$
使用温度	温度-30 $^\circ\text{C}$ ~50 $^\circ\text{C}$
相对湿度	30%~80%
校准因子	0.992 (86kV)、1.001 (88kV)、1.036 (96kV)、1.029 (1 $\mu\text{Sv/h}$)

表6 验收监测内容

1.监测项目

根据本项目的工艺流程和污染特征，本次验收监测项目为 X- γ 辐射周围剂量当量率。本次验收监测厦门长庚医院有限公司 DSA 机项目辐射工作场所。

2.监测时间及环境参数

监测时间及环境参数见表 6-1。

表 6-1 监测时间及环境参数

项目	相关参数
监测时间	2024 年 3 月 16 日
天气情况	晴
温度	23.3℃
相对湿度	56.7%RH

3.监测点位

厦门长庚医院有限公司 1 台 DSA 机项目辐射工作场所四周监测点位示意图见图 6-1。

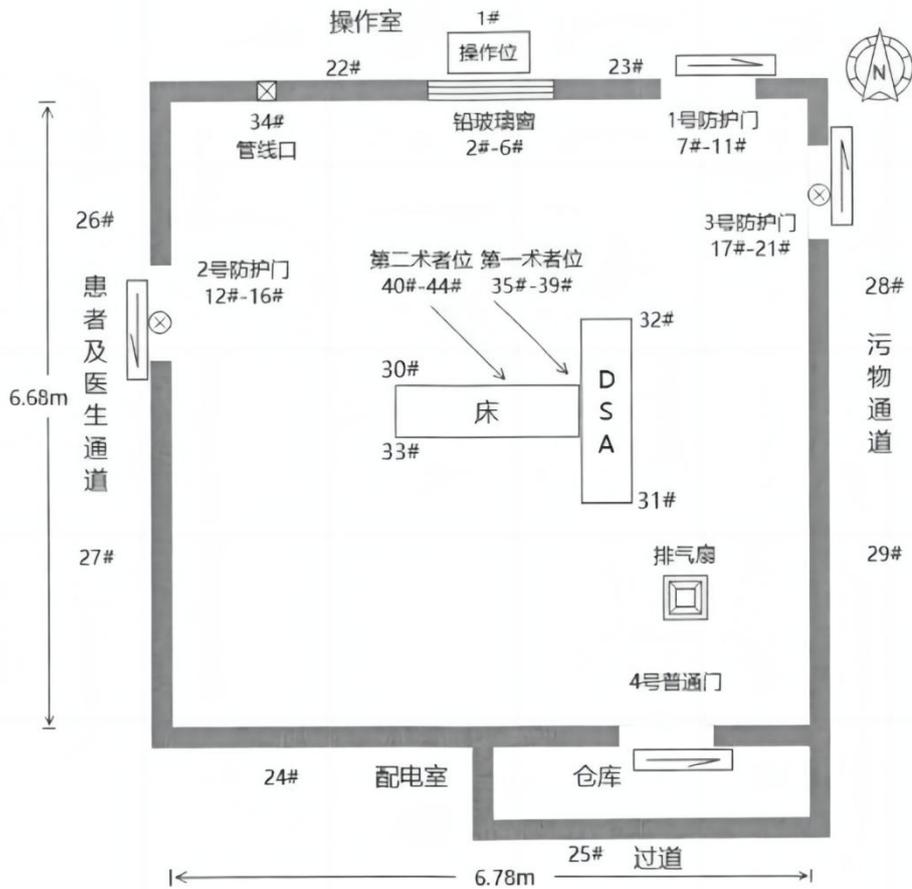


图6-1 DSA机房及四周辐射环境监测点位示意图

表7 验收监测

验收监测期间生产工况记录:

验收监测期间, 各辐射防护设施、设备均正常运行。

1. 辐射工作场所监测结果

厦门长庚医院有限公司 DSA 机项目辐射工作场所及周边监测结果见表 7-1、表 7-2、表 7-3。

表 7-1 DSA 机房及周边 X-γ 辐射周围剂量当量率监测结果 (关机工况下)

编号	监测点位描述		X-γ 辐射周围剂量当量率 (μSv/h)	标准偏差
1#	工作人员操作位		0.201	0.013
2#	观察窗 (铅玻璃) 外表面 30cm 处	上侧	0.200	0.012
3#		下侧	0.191	0.017
4#		左侧	0.193	0.014
5#		右侧	0.199	0.015
6#		中侧	0.197	0.015
7#	1 号防护门 外表面 30cm 处	上侧	0.197	0.014
8#		下侧	0.202	0.014
9#		左侧	0.200	0.013
10#		右侧	0.198	0.013
11#		中侧	0.203	0.014
12#	2 号防护门 外表面 30cm 处	上侧	0.201	0.011
13#		下侧	0.201	0.013
14#		左侧	0.201	0.013
15#		右侧	0.200	0.013
16#		中侧	0.200	0.010
17#	3 号防护门 外表面 30cm 处	上侧	0.200	0.015
18#		下侧	0.199	0.011
19#		左侧	0.203	0.015
20#		右侧	0.204	0.013
21#		中侧	0.200	0.013
22#	机房北墙 外表面 30cm 处	操作室	0.201	0.015
23#			0.202	0.012
24#	机房南墙 外表面 30cm 处	配电室、过道	0.200	0.012
25#			0.200	0.011
26#	机房西墙 外表面 30cm 处	患者及 医生通道	0.201	0.015
27#			0.201	0.011

续表 7-1 DSA 机房及周边 X-γ辐射周围剂量当量率监测结果（关机工况下）

编号	监测点位描述		X-γ 辐射周围剂量当量率 (μSv/h)	标准偏差
26#	机房西墙 外表面 30cm 处	患者及 医生通道	0.201	0.015
27#			0.201	0.011
28#	机房东墙 外表面 30cm 处	污物通道	0.201	0.013
29#			0.200	0.011
30#	机房楼上 离地 100cm 处	天台	0.200	0.013
31#			0.199	0.013
32#	机房楼下 离地 170cm 处	会议室	0.208	0.008
33#			0.199	0.013
34#	管线口外表面 30cm 处		0.203	0.013
35#	A 球管 透视防护区检测平面 上（介入导管室内第 一术者位）	足部	0.200	0.012
36#		下肢	0.201	0.013
37#		腹部	0.204	0.013
38#		胸部	0.200	0.012
39#		头部	0.201	0.011
40#	A 球管 透视防护区检测平面 上（介入导管室内第 二术者位）	足部	0.201	0.011
41#		下肢	0.201	0.013
42#		腹部	0.199	0.012
43#		胸部	0.201	0.013
44#		头部	0.203	0.012
35#	B 球管 透视防护区检测平面 上（介入导管室内第 一术者位）	足部	0.203	0.014
36#		下肢	0.202	0.010
37#		腹部	0.203	0.010
38#		胸部	0.200	0.012
39#		头部	0.201	0.011
40#	B 球管 透视防护区检测平面 上（介入导管室内第 二术者位）	足部	0.199	0.012
41#		下肢	0.204	0.011
42#		腹部	0.204	0.011
43#		胸部	0.203	0.012
44#		头部	0.200	0.013

注：（1）监测时间：2024 年 3 月 16 日，监测环境：23.3°C/56.7%RH；

（2）每个测量点测量十次，取平均值；

（3）表中监测数据均已乘以校准因子，校准因子为 1.029（1μSv/h），

其中序号 35#-44#的检测结果为 A、B 球管分开监测所得，未扣除宇宙射线响应值；

（4）监测布点见图 1。

表7-2 DSA机房及周边X-γ辐射周围剂量当量率监测结果（透视工况下）

编号	监测点位描述	X-γ辐射周围剂量当量率 (μSv/h)	标准偏差
1#	工作人员操作位	0.195	0.013
2#	观察窗（铅玻璃） 外表面 30cm 处	上侧	0.196
3#		下侧	0.196
4#		左侧	0.195
5#		右侧	0.194
6#		中侧	0.199
7#		1 号防护门 外表面 30cm 处	上侧
8#	下侧		0.196
9#	左侧		0.196
10#	右侧		0.199
11#	中侧		0.195
12#	2 号防护门 外表面 30cm 处	上侧	0.195
13#		下侧	0.197
14#		左侧	0.197
15#		右侧	0.193
16#		中侧	0.193
17#	3 号防护门 外表面 30cm 处	上侧	0.196
18#		下侧	0.195
19#		左侧	0.195
20#		右侧	0.194
21#		中侧	0.195
22#	机房北墙 外表面 30cm 处	操作室	0.195
23#			0.194
24#	机房南墙 外表面 30cm 处	配电室、过 道	0.197
25#			0.193
26#	机房西墙 外表面 30cm 处	患者及 医生通道	0.195
27#			0.198
28#	机房东墙 外表面 30cm 处	污物通道	0.198
29#			0.194
30#	机房楼上 离地 100cm 处	天台	0.197
31#			0.195
32#	机房楼下 离地 170cm 处	会议室	0.198
33#			0.195
34#	管线口外表面 30cm 处	0.195	0.011
35#	A 球管 透视防护区检测平面上 (介入导管室内第一术者 位)	足部	107
36#		下肢	127
37#		腹部	242
38#		胸部	136
39#		头部	132

续表7-2 DSA机房及周边X-γ辐射周围剂量当量率监测结果（透视工况下）

编号	监测点位描述	X-γ辐射周围剂量当量率 (μSv/h)	标准偏差	
40#	A球管 透视防护区检测平面上 (介入导管室内第二术者位)	足部	65	2.735
41#		下肢	78	2.928
42#		腹部	101	2.965
43#		胸部	115	3.947
44#		头部	123	3.474
35#	B球管 透视防护区检测平面上 (介入导管室内第一术者位)	足部	104	4.095
36#		下肢	114	3.079
37#		腹部	232	5.974
38#		胸部	124	2.281
39#		头部	121	4.149
40#	B球管 透视防护区检测平面上 (介入导管室内第二术者位)	足部	48	3.029
41#		下肢	66	3.634
42#		腹部	84	4.635
43#		胸部	94	5.151
44#		头部	105	4.293

注：（1）监测时间：2024年3月16日，监测环境：23.3°C/56.7%RH；

（2）每个测量点测量十次，取平均值；

（3）序号1#—34#的监测结果为A、B双球管同时曝光监测时所得，

监测条件：88kV、23.3mA（A球管），83kV、28.7mA（B球管），水模+1.5mm铜板；

序号35#—44#的监测结果为A、B球管分开曝光监测时所得，

监测条件：86kV、21.9mA（A球管），水模；79kV、24.6mA（B球管），水模；

（4）表中监测数据均已乘以校准因子，校准因子为1.001（88kV）、0.992（86kV）、0.965（79kV），未扣除宇宙射线响应值；

（5）监测布点见图1。

表7-3 DSA机房及周边X-γ辐射周围剂量当量率监测结果（减影工况下）

点号	监测点位描述	X-γ辐射周围剂量当量率 (μSv/h)	标准偏差	
1#	工作人员操作位	0.205	0.013	
2#	观察窗（铅玻璃） 外表面30cm处	上侧	0.205	0.013
3#		下侧	0.205	0.011
4#		左侧	0.202	0.013
5#		右侧	0.202	0.011
6#		中侧	0.203	0.014
7#		1号防护门 外表面30cm处	上侧	0.201
8#	下侧		0.208	0.011
9#	左侧		0.200	0.012
10#	右侧		0.205	0.013
11#	中侧		0.205	0.013

续表7-3 DSA机房及周边X-γ辐射周围剂量当量率监测结果（减影工况下）

点号	监测点位描述		X-γ辐射周围剂量当量率（μSv/h）	标准偏差
12#	2号防护门外表面30cm处	上侧	0.201	0.012
13#		下侧	0.202	0.013
14#		左侧	0.200	0.012
15#		右侧	0.204	0.012
16#		中侧	0.205	0.013
17#	3号防护门外表面30cm处	上侧	0.200	0.012
18#		下侧	0.204	0.014
19#		左侧	0.205	0.012
20#		右侧	0.204	0.012
21#		中侧	0.202	0.011
22#	机房北墙外表面30cm处	操作室	0.202	0.013
23#			0.201	0.012
24#	机房南墙外表面30cm处	配电室、过道	0.200	0.012
25#			0.203	0.012
26#	机房西墙外表面30cm处	患者及医生通道	0.204	0.014
27#			0.202	0.011
28#	机房东墙外表面30cm处	污物通道	0.202	0.013
29#			0.201	0.012
30#	机房楼上离地100cm处	天台	0.202	0.013
31#			0.204	0.012
32#	机房楼下离地170cm处	会议室	0.203	0.013
33#			0.205	0.014
34#	管线口外表面30cm处		0.201	0.012

注：（1）监测时间：2024年3月16日，监测环境：23.3°C/56.7%RH；

（2）每个测量点测量十次，取平均值；

（3）监测结果为A、B双球管同时监测曝光时所得，

监测条件：96kV、184mA（A球管），水模；89kV、201mA（B球管），水模；

（4）表中监测数据均已乘以校准因子，校准因子为1.036（96kV），未扣除宇宙射线响应值；

（5）监测布点见图1。

从监测结果可知：

DSA机在关机工况下，DSA机房周边X-γ辐射周围剂量当量率在0.191~0.208μSv/h范围内，DSA机房内术者位X-γ辐射周围剂量当量率在0.199~0.204μSv/h范围内；

DSA机在透视工况下，DSA机房周边X-γ辐射周围剂量当量率在0.193~0.198μSv/h范

围内，DSA 机房内术者位 X-γ辐射周围剂量当量率在 48~242μSv/h 范围内；

DSA 机在减影工况下，DSA 机房周边 X-γ辐射周围剂量当量率在 0.201~0.208μSv/h 范围内。

从监测结果可知，DSA机在正常工况下，DSA机房周边X-γ辐射周围剂量当量率在 0.191~0.208μSv/h范围内，满足《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020中规定的在距机房屏蔽体外表面0.3m处，周围剂量当量率的控制目标值不大于2.5μSv/h的要求；

DSA机房内术者位X-γ辐射周围剂量当量率在0.199~242μSv/h范围内，满足《医用X射线诊断设备质量控制检测规范》WS 76-2020中规定的透视防护区检测平面上周围剂量当量率不大于400μSv/h的要求。

2.年有效剂量估算

根据该院提供的资料可知，医院每台 DSA 机全年开展介入治疗的手术台数最多 550 台，其中冠脉造影手术预估一年诊疗量为 300 台，一台的曝光时间预估为 8 分钟（透视 7 分钟，摄影 1 分钟）；支架置入手术预估一年诊疗量为 150 台，一台的曝光时间预估为 25 分钟（透视 24 分钟，摄影 1 分钟）；栓塞手术预估一年诊疗量为 100 台，一台的曝光时间预估为 35 分钟（透视 34 分钟，摄影 1 分钟）。即年透视工作时间 151.7h，减影时间 9.2h，则年最大工作时间约 161h。

参考联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）—2000 年报告附录 A 的相关内容，年有效剂量采用下式进行估算：

$$D=TH/1000$$

式中：D—年所受外照射的附加剂量，mSv；

H—照射剂量率，μSv/h；

T—工作时间，h。

DSA 机房内辐射工作人员年有效剂量估算结果分别见表 7-4、表 7-5，公众年有效剂量估算结果见表 7-6。

表 7-4 DSA 机房术者位辐射工作人员年有效剂量估算结果

工作条件	照射剂量率(μSv/h)	年受照时间(h)	无防护用品屏蔽时人均年有效剂量(mSv)	有防护用品屏蔽时人均年有效剂量(mSv)	轮班下有防护用品屏蔽时人均年有效剂量(mSv)
透视	242	151.7	36.711	5.507	1.836

注：①透视工况下，DSA 机房术者位辐射工作人员年有效剂量取第一术者位腹部测量结果进行保守估算；
②防护用品的屏蔽效果按 85%进行估算。
③术者位正常情况下最多留 3 名职业人员，8 名职业人员轮流留在术者位。

表 7-5 操作室辐射工作人员年有效剂量估算结果

工作条件	照射剂量率 (μSv/h)	年受照时间 (h)	年有效剂量估算结果 (mSv)	合计年有效剂量 (mSv)
透视	0.199	151.7	3.02×10^{-2}	3.21×10^{-2}
减影	0.208	9.2	1.91×10^{-3}	

注：透视工况下，DSA 机控制室辐射工作人员年有效剂量取观察窗（铅玻璃）外表面 30cm 处（中侧）测量结果进行保守估算；减影工况下，DSA 机控制室辐射工作人员年有效剂量取 1 号防护门外表面 30cm 处（下侧）测量结果进行保守估算。

表 7-6 公众成员年有效剂量估算结果

工作条件	照射剂量率 (μSv/h)	年受照时间 (h)	居留因子	年有效剂量估算结果 (mSv)	合计年有效剂量 (mSv)
透视	0.199	151.7	1/16	1.89×10^{-3}	2.01×10^{-3}
减影	0.205	9.2	1/16	1.18×10^{-4}	

注：透视条件下，DSA 机房周边公众年有效剂量取 DSA 机房 4 号防护门外表面 30cm 处（右侧）测量结果进行保守估算；减影条件下，DSA 机房周边公众年有效剂量取 DSA 机房 2 号防护门外表面 30cm 处（中侧）测量结果进行保守估算。

根据年有效剂量估算结果，DSA 机在正常工况时，DSA 机房术者位每位辐射工作人员年有效剂量最大值为 1.836mSv，DSA 机控制室辐射工作人员年有效剂量最大值为 3.21×10^{-2} mSv，由于 DSA 机房术者位辐射工作人员和 DSA 机控制室辐射工作人员为同一批，则辐射工作人员的年有效剂量最大值为 $1.836\text{mSv} + 3.21 \times 10^{-2}\text{mSv} = 1.87\text{mSv}$ ，DSA 机房周边公众成员年有效剂量最大值为 $2.01 \times 10^{-3}\text{mSv}$ 。因此，辐射工作人员及周围公众人员的年有效剂量分别低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB 18871-2002 中规定的辐射工作人员的连续五年有效剂量平均限值 20mSv 和公众人员年有效剂量限值 1mSv 的要求，同时满足本项目辐射工作人员的剂量约束值 5mSv/a 和公众人员剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。

3. DSA 辐射工作人员年有效剂量分析

根据《职业性外照射个人监测规范》GBZ 128-2019 中 6.2.4 当按佩戴铅围裙内、外两个剂量计时，宜采用下式估算有效剂量：

$$E = \alpha H_u + \beta H_o$$

式中：

E ——有效剂量中的外照射分量，单位为毫希沃特（mSv）；

α ——系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.79，无屏蔽时，取 0.84；

H_u ——铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的 Hp(10)，单位为毫希沃特（mSv）；

β ——系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051，无屏蔽时，取 0.100；

H_o ——铅围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的 Hp(10)，单位为毫希沃特（mSv）。

DSA 辐射工作人员 2023 年第 1 季度至第 4 季度的个人剂量统计结果详见表 7-7。

表 7-7 个人剂量的统计结果

序号	人员	2023 年				四季度总有效剂量 (mSv)
		第一季度 (mSv)	第二季度 (mSv)	第三季度 (mSv)	第四季度 (mSv)	
1	胡****	0.025	0.017	0.096	0.048	0.186
2	华****	0.025	0.249	0.214	0.231	0.719
3	张****	0.190	0.056	0.099	0.073	0.418
4	李****	0.104	0.057	0.149	0.101	0.411
5	宋****	0.782	0.048	0.116	0.082	1.028
6	陈****	0.025	0.033	0.117	0.106	0.281
7	郑****	0.140	0.122	0.121	0.056	0.439
8	邹****	0.049	0.074	0.074	0.074	0.271

根据2023年第一季度至2023年第四季度有效剂量结果显示,宋****的连续四个季度的个人剂量监测最高,为1.028mSv,加上本项目工作负荷本项目1.836mSv,则辐射工作人员所受辐射剂量最高为2.864mSv,辐射工作人员四个季度的外照射剂量监测值均小于其最低探测水平,辐射工作人员年个人剂量均满足剂量约束值5mSv/a的要求。

表8 验收监测结论

1.调查的基本情况

对调查结果作进一步总结和分析，得出以下主要结论：

1.1 工程概况调查结果

根据现场调查，本次验收内容为：医院将在门诊大楼三楼心导管检查室 2（DSA 机房）使用 1 台 DSA 机，用于介入治疗。项目验收阶段与环评阶段对比，建设地点、规模、性质及环境保护措施保持一致。核技术项目投资****万元，其中环保投资****万元，环保投资占总投资的****。

1.2 环境保护措施执行情况调查结果

本项目执行了建设项目环境影响评价制度和环境保护“三同时”制度，落实了环评报告表及批复文件的各项污染防治措施。采取的主要环境保护措施如下：

①建设了满足辐射屏蔽要求的辐射工作场所，DSA 机房出入口安装明显的工作状态指示灯和电离辐射警告标志。

②医院为辐射工作人员和患者配备了个人防护用品，同时还配备辐射剂量报警仪和便携式辐射剂量仪等辐射监测设备。所有辐射工作人员均配备了个人剂量计，并委托有资质单位开展个人剂量监测。

③厦门长庚医院有限公司有辐射工作人员 70 名，其中 DSA 辐射工作人员现安排 8 名（张****、李****、宋****、陈****、郑****、华****、胡****、邹****）。8 名 DSA 辐射工作人员均参加全国核技术利用与辐射安全考核，持有在有效期内的辐射安全与防护培训合格证书。为完善辐射安全培训考核管理，医院现已制定《辐射工作人员培训制度》，今后将及时组织所有辐射工作人员进行辐射安全与防护学习，所有辐射工作人员统一参加全国核技术利用与辐射安全考核。

④医院成立了辐射防护领导机构，制定了完善的辐射安全管理制度，相关规章制度已上墙。

1.3 辐射工作场所验收监测结论

DSA 机在正常工况下，DSA 机房周边 X-γ辐射周围剂量当量率在 0.191~0.208μSv/h 范围内，满足《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 中规定的“在距机房屏蔽体外表面 0.3m 处，周围剂量当量率的控制目标值不大于 2.5μSv/h”的要求。

1.4 人员防护及管理制度调查结论

①年有效剂量估算结果：

根据年有效剂量估算结果，DSA 机在正常工况时，DSA 机房术者位每位辐射工作人员年有效剂量最大值为 1.836mSv，DSA 机控制室辐射工作人员年有效剂量最大值为

$3.21 \times 10^{-2} \text{mSv}$, 由于 DSA 机房术者位辐射工作人员和 DSA 机控制室辐射工作人员为同一批, 则辐射工作人员的年有效剂量最大值为 $1.836 \text{mSv} + 3.21 \times 10^{-2} \text{mSv} = 1.87 \text{mSv}$, DSA 机房周边公众成员年有效剂量最大值为 $2.01 \times 10^{-3} \text{mSv}$ 。因此, 辐射工作人员及周围公众人员的年有效剂量分别低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB 18871-2002 中规定的辐射工作人员的连续五年有效剂量平均限值 20mSv 和公众人员年有效剂量限值 1mSv 的要求, 同时满足本项目辐射工作人员的剂量约束值 5mSv/a 和公众人员剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。

②辐射工作人员监护情况调查结论:

医院为本项目辐射工作场所均配备了铅衣、铅帽、铅围裙、铅围脖、床侧防护帘和铅悬挂防护屏等防护用品。

③管理制度落实情况调查结论:

建设单位落实了环评中提出的要求, 成立了辐射防护领导机构, 制定了完善的辐射安全管理制度。

④辐射防护制度对照环保部 3 号令和 18 号令落实情况调查结论:

建设单位落实了环保部 3 号令及 18 号令提出的相关措施要求。

1.5 环境风险及防范措施调查结论

厦门长庚医院有限公司 DSA 机项目辐射工作场所落实了的环境风险防范措施, 并已制定《辐射事故应急预案》, 确保有序地组织开展事故救援工作, 能最大限度地减少或消除事故和紧急情况造成的影响, 避免事故蔓延和扩大, 保护人群健康。

综合上述, 厦门长庚医院有限公司 1 台 DSA 机项目满足辐射防护的要求, 严格执行了各项规章制度, 各种辐射安全防护措施达到了环评报告及批复文件提出的要求, 辐射环境监测结果能满足相关标准的要求。因此, 该项目符合环境保护竣工验收条件。

2. 存在问题及改进

(1) 每年度及时开展放射性同位素与射线装置的安全和防护状况年度评估, 并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度评估报告。

(2) 根据实际辐射工作情况适时修订辐射管理规章制度。

附件

附件1.委托书

附件2.辐射安全许可证

附件3.环评批复

附件4.年度评估报告

附件5.辐射事故应急预案

附件6.辐射安全培训

附件7.个人剂量监测报告

附件8.职业健康体检报告

附件9.环境监测报告

附件10.辐射防护相关管理制度

附件11.环境保护验收组名单及验收意见