

核技术利用建设项目
苏州市立医院（北区）
扩建 1 台 DSA 项目
环境影响报告表

苏州市立医院

2018 年 8 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目
苏州市立医院（北区）
扩建 1 台 DSA 项目
环境影响报告表

建设单位名称：苏州市立医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：苏州市姑苏区广济路 242 号

邮政编码： 215100

联系人：季如宁

电子邮箱： /

联系电话： 13913181044

表 1 项目基本情况

建设项目名称		扩建 1 台 DSA 项目			
建设单位		苏州市立医院			
法人代表	张洪	联系人	季如宁	联系电话	13913181044
注册地址		苏州市道前街 26 号			
项目建设地点		苏州市姑苏区广济路 242 号苏州市立医院（北区）			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		1300	项目环保投资（万元）	100	投资比例（环保投资/总投资）
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积（m ² ）	/
应用类型	放射源	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		
		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	生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		销售	/		
		使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
其他	/				
<p>1. 项目概述</p> <p>苏州市立医院由苏州市立医院本部（原市二院）、东区（原市四院）和北区（原市三院）三个综合性院区及多个社区卫生服务机构组成，是集医疗、教学、科研、保健于一体的医院，也是苏州市最大的公立医院，苏南地区规模最大的综合性三级医院，同时也是苏州市红十字医院、南京医科大学附属苏州医院和苏州市肿瘤治疗中心。为给病人就医创造良好条件，医院（北区）住院大楼（南楼）一层拟扩建 1 间介入手术室，并计划配备 1 台飞利浦 UNIQ FD20/10 型 DSA，主要用于医用诊断与介入手术治疗。本项目核技术应用情况见下表 1-1。</p>					

表 1-1 本项目核技术利用情况一览表

序号	射线装置名称	型号	数量(台)	双球管		射线装置类别	工作场所名称	活动种类	环评及审批情况	许可情况
				最大管电压 kV	最大管电流 mA					
1	DSA	UNIQ FD20/10	1	125	1000	II	(北区)住院大楼(南楼)一层介入手术室	使用	未环评	未许可

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》、《建设项目环境保护管理条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的规定，受苏州市立医院的委托，苏州热工研究院有限公司(国环评证甲字第 1904 号)承担了苏州市立医院(北区)扩建 1 台 DSA 设备项目的环境影响评价工作。通过资料调研、项目工程分析，并在结合现场勘察和监测(委托苏州热工研究院有限公司环境检测中心)等工作的基础上，编制了本项目环境影响报告表。

2. 项目周围环境概述及选址合理性分析

苏州市立医院(北区)位于苏州市姑苏区广济路 242 号，医院地理位置图见附图 1。医院边界东侧为外城河，南侧为北浩弄，西侧为广济路，北侧为清塘路。医院周围环境情况见附图 2。

本项目拟在医院住院大楼(南楼)一层门厅区域扩建 1 间介入手术室，手术室东侧为现有 DSA 机房的控制室，南侧为住院大楼(南楼)及门诊楼之间的室外通道，西侧为住院大楼(南楼)外院内道路，北侧为住院大楼(南楼)内一层过道及电梯，由于拟建区域所在的门厅挑高约 6m，正上方为三层病房底部，无地下建筑。DSA 工作场所周围 50m 范围除西侧边界位于广济路，其余方向均在医院边界内，无居民区、学校等环境敏感目标，项目选址合理。拟建 DSA 机房所在楼层平面布置见附图 3，拟建 DSA 机房平面布局示意图见附图 4，拟建机房位置及周围环境见附图 5。

3. 原有项目核技术利用和许可情况

目前，医院已取得江苏省环境保护厅颁发的辐射安全许可(苏环辐证 [00187])，有效期至 2022 年 7 月 29 日，种类和范围：使用 III 类放射源；使用 II、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。

医院北区、东区和本部核技术利用项目情况分别见表 1-2、1-3、1-4 所示。辐射安全许可证见附件五。

表 1-2 苏州市立医院核技术利用情况一览表（北区项目）

序号	射线装置名称	型号	数量 (台)	管电压 kV	管电 流 mA	射线装 置类别	工作场所 名称	许可情况	备注
1	数字减影血管造影装置 (DSA)	CV20	1	125	1250	II	放射科	已许可	在用, 苏环核验 [2013]E017 号
2	CT	Brilliance 6	1	140	500	III	放射科	已许可	在用, 苏环核验[2014]004 号
3	口腔 CT	Kavo 3D eXami	1	120	7	III	门诊三楼	已许可	已备案 (201732050300000040)
4	口腔牙片机	Expert DC	1	90	100	III	门诊三楼	已许可	已备案 (201732050300000040)
5	碎石机	CS-2012A-3	1	110	30	III	碎石室	已许可	已备案 (201732050300000040)
6	骨密度仪	DPX-NT	1	110	100	III	体检中心	已许可	已备案 (201732050300000040)
7	CT	Ingenuity core128	1	140	660	III	放射科	已许可	已备案 (201732050300000040)
8	DR	Digital	1	150	1000	III	放射科	已许可	已备案 (201732050300000040)
9	DR	Digital 3	1	125	1000	III	放射科	已许可	已备案 (201732050300000040)
10	胃肠机	OPERABO CS	1	150	500	III	放射科	已许可	已备案 (201732050300000041)

11	乳腺机	Nuance	1	49	50	III	放射科	已许可	已备案 (201732050300000041)
12	DR 摄片机	DR200A	1	150	500	III	体检中心	已许可	已备案 (201732050300000041)
13	移动 DR	Polymobilplus	1	110	300	III	放射科	已许可	已备案 (201732050300000041)
14	移动 DR	300R	1	150	500	III	放射科	已许可	已备案 (201732050300000041)
15	C 臂机	SIREMOBILEC OMPACTL	1	110	12.2	III	手术室	已许可	已备案 (201732050300000041)
16	C 臂机	BV Endurs	1	110	50	III	手术室	已许可	已备案 (201732050300000041)

表 1-3 苏州市立医院核技术利用情况一览表（东区项目）

(1) 非密封源

核素名称	场所等级	许可日等效最大操作量 (Bq)	许可年最大用量 (Bq)	工作场所名称	许可情况	备注
^{125}I	丙级	1.0E+7	9.2E+10	放疗科	已许可	在用；苏环核验[2008]86号
^{131}I	丙级	7.4E+6	1.85E+10	核医学科注射室、治疗室	已许可	在用；苏环核验[2014]004号
^{125}I	丙级	7.3E+3	1.85E+7	核医学科放免室	已许可	在用；苏环核验[2008]086号
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	乙级	3.0E+7	7.4E+11	核医学科注射室	已许可	在用；苏环核验[2014]004号

(2) 放射源

放射源名称	数量	单枚放射性活度 (Bq)	放射源类别	工作场所名称	许可情况	备注
^{192}Ir	1 枚	3.7×10^{11}	III	放疗科 后装机内	已许可	在用；苏环核验[2014]004号

(3) 射线装置

序号	射线装置名称	型号	数量(台)	管电压 kV	管电流 mA	射线装置类别	工作场所名称	许可情况	备注
1	直线加速器	23EX	1	X 射线: ≤15MV 电子束: ≤20MeV		II	放疗科	已许可	在用; 苏环核验[2008]86 号
2	模拟定位 X 射线机	HUESTIS	1	150	630	III	放疗科	已许可	在用; 苏环核验[2008]86 号
3	DSA	Integris allura	1	125	800	III	放射科	已许可	在用; 苏环核验[2008]86 号
4	C 臂机	BV.Libra	1	110	7.2	III	手术室	已许可	在用; 苏环核验[2008]86 号
5	DR 摄片机	BUCKY	1	100	50	III	住院楼放射科	已许可	在用; 苏环核验[2008]86 号
6	胃肠 X 射线机	EssentaRC	1	150	800	III	门诊楼	已许可	在用; 苏环核验[2014]004 号
7	DR 摄片机	Definium 8000	1	150	800	III	门诊楼一层	已许可	在用; 苏环核验[2014]004 号
8	DR 摄片机	Definium 8000	1	150	800	III	门诊楼一层	已许可	在用; 苏环核验[2014]004 号
9	DR 摄片机	DRX-EVOLUTION	1	150	1000	III	体检科	已许可	在用; 苏环核验[2014]004 号
10	碎石机定位 X 线机	CS-2012A-3	1	100	200	III	碎石室	已许可	在用; 苏环核验[2014]004 号

11	64 排 CT	Brilliance CT 64 Slice	1	140	500	III	门诊楼 1 楼	已许可	在用；苏环核验[2014]004 号
12	直线加速器	TrueBeam	1	X 射线： ≤15MV 电子束： ≤20MeV		II	放疗科	已许可	在用；已验收
13	乳腺 X 线机	Selenin Dimensions -05000-2D C	1	49	180	III	放射科	已许可	在用；已备案 (201732050300000039)
14	骨密度仪	Lunar dpx nt	1	76	5	III	核医学科	已许可	在用；已备案 (201732050300000039)
15	牙片机	Prox Prsensor	1	70	8	III	核医学科	已许可	在用；已备案 (201732050300000039)
16	CT	SOMATO MEmotion 16	1	130	345	III	放射科	已许可	在用；已备案 (201732050300000039)
17	模拟定位机	Disconery CT590RT	1	140	800	III	放疗科	已许可	在用；已备案 (201732050300000039)
18	口腔 CT	KAVO 3D eXami	1	120	7	III	放射科	已许可	在用；已备案 (201732050300000039)
19	碎石机定位 X 线机	CS-2012A- 3	1	100	200	III	碎石室	已许可	在用；已备案 (201732050300000039)
20	DR 摄片机	DRX-NOV A	1	150	1000	III	体检科	已许可	在用；已备案 (201732050300000039)

21	C 臂机	SIREMOBILE COMPACT L	1	110	12.2	III	手术室	已许可	在用；已备案 (201732050300000039)
22	床边机	UDR360i	1	150	400	III	放射科	已许可	在用；已备案 (201732050300000038)
23	床边机	TMS300R DR	1	125	300	III	放射科	已许可	在用；已备案 (201732050300000038)

表 1-4 苏州市立医院核技术利用情况一览表（本部项目）

序号	射线装置名称	型号	数量 (台)	管电压 kV	管电 流 mA	射线装 置类别	工作场所 名称	许可情况	备注
1	DSA	AXIOM ARTIS DTA	1	150	1000	II	介入科	已许可	在用；苏环核验[2008]86号
2	DSA	Plus top	1	150	1000	II	心内科	已许可	在用；苏环核验[2013]E017号
3	DR 摄片机	DR7100	1	150	800	III	放射科	已许可	在用；苏环核验[2008]86号
4	DR 摄片机	DR3100	1	150	800	III	放射科	已许可	在用；苏环核验[2008]86号
5	CT	64 排 Brilliance	1	100	800	III	CT 室	已许可	在用；苏环核验[2014]004号
6	乳腺钼靶机	SELSNIA	1	30	400	III	放射科	已许可	在用；苏环核验[2014]004号
7	口腔机	ORTHOPHOS XG PLUS DS	1	90	16	III	口腔科	已许可	已备案 (201732050300000037)
8	C 臂机	BV-Pulsera	1	110	125	III	介入科	已许可	已备案 (201732050300000037)
9	C 臂机	BV-LIBRA	1	110	50	III	手术室	已许可	已备案 (201732050300000037)
10	C 臂机	FD-VARIO-3 D	1	110	20	III	手术室	已许可	已备案 (201732050300000037)
11	移动 DR	SM-50HF-BD	1	125	450	III	放射科	已许可	已备案 (201732050300000037)

12	移动 DR	MOBILETT	1	125	450	III	放射科	已许可	已备案 (201732050300000037)
13	移动 DR	MOBILETT	1	125	450	III	放射科	已许可	已备案 (201732050300000037)
14	移动 DR	X-REVOLUTION	1	125	450	III	放射科	已许可	已备案 (201732050300000037)
15	DR 摄片机	X-REVOLUTION	1	150	1000	III	放射科	已许可	已备案(201732050300000036)
16	DR 摄片机	X-REVOLUTION	1	150	1000	III	放射科	已许可	已备案(201732050300000036)
17	DR 摄片机	YSIO	1	150	800	III	放射科	已许可	已备案(201732050300000036)
18	DR 摄片机	YSIO	1	150	800	III	放射科	已许可	已备案(201732050300000036)
19	胃肠机	AXIOM Lumions dRF	1	150	800	III	放射科	已许可	已备案 (201732050300000036)
20	碎石机	ESWL-V	1	150	800	III	泌尿科	已许可	已备案 (201732050300000036)
21	数字透视机 (ECRP)	EASY DIAGNOST ELEVA	1	125	800	III	内镜中心	已许可	已备案 (201732050300000036)
22	骨密度仪	LUNAR	1	50	5	III	体检中心	已许可	已备案 (201732050300000036)
23	牙片机	HELIDENT	1	70	7	III	口腔科	已许可	已备案 (201732050300000036)

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)	年最大操作 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	1台	UNIQ FD20/10	125	1000	医疗诊断/ 介入治疗	住院大 楼(南楼)一 层介入手术室	设备配置双球管(双C), 一个C臂垂向落地布置, 一个C臂侧向悬吊布置

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	无	最终排入大气，臭氧常温下约50分钟自行分解为氧气。

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

<p>法规文件</p>	<p>(1)《中华人民共和国环境保护法》(2014 年修订), 2015 年 1 月 1 日起实施;</p> <p>(2)《中华人民共和国环境影响评价法》(2016 年修正), 2016 年 9 月 1 日起实施;</p> <p>(3)《中华人民共和国放射性污染防治法》, 2003 年 10 月 1 日起实施;</p> <p>(4)《建设项目环境保护管理条例》(2017 年修订), 国务院令第 682 号, 2017 年 10 月 1 日起实施;</p> <p>(5)《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2014 年修订), 国务院令 653 号, 2014 年 7 月 29 日起实施;</p> <p>(6)《江苏省辐射污染防治条例》(2018 年修正), 江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第二次会议第 2 号公告修正, 2018 年 3 月 28 日通过, 自 2018 年 5 月 1 日起施行;;</p> <p>(7)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》, 环保部令第 18 号, 2011 年 5 月 1 日起实施;</p> <p>(8)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2017 年修正), 环境保护部令第 47 号, 自 2017 年 12 月 20 日起实施;</p> <p>(9) 关于修改《建设项目环境影响评价分类管理名录》部分内容的决定, 生态环境部令 (第 1 号), 自 2018 年 4 月 28 日起实施;</p> <p>(10) 关于发布《射线装置分类》的公告 (2017 年修订), 国家环保部、国家卫生和计划生育委员会, 2017 年第 66 号, 2017 年 12 月 5 日起实施;</p> <p>(11)《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》, 环发 (2006) 145 号, 2006 年 9 月 26 日起实施;</p>
<p>技术标准</p>	<p>(1)《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016);</p> <p>(2)《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/T 10.1-2016);</p> <p>(3)《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001);</p> <p>(4)《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-1993);</p> <p>(5)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);</p> <p>(6)《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ 130-2013);</p>

其他	<p>与本项目有关的文件</p> <p>附件一：环评委托书；</p> <p>附件二：射线装置使用情况承诺书；</p> <p>附件三：环境辐射本底检测报告，苏州热工研究院有限公司环境检测中心，2018年8月21日；</p> <p>附件四：类比检测报告，苏州热工研究院有限公司环境检测中心，2017年4月24日；</p> <p>附件五：苏州市立医院辐射安全许可证复印件；</p> <p>附件六：本项目辐射工作人员辐射安全与防护培训证书；</p> <p>附件七：苏州市立医院辐射安全管理规章制度；</p> <p>附件八：辐射工作安全责任书。</p>
----	--

表 7 保护目标与评价标准

<p>评价范围</p> <p>本项目为使用医用 II 类射线装置，根据《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》（HJ10.1-2016）的要求，本项目评价范围以 DSA 机房的屏蔽墙为边界，半径 50m 的范围。</p>														
<p>保护目标</p> <p>本项目 DSA 位于住院大楼（南楼）一层门厅区域拟扩建的介入手术室，周围 50m 范围除西侧边界位于广济路，其余方向均在医院边界内，无居民区、学校等环境敏感点。本项目环境保护目标是医院内辐射工作人员、医院内的其他医护人员及陪同家属等。</p>														
<p>评价标准</p> <p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）：工作人员职业照射和公众照射剂量限值：</p> <p style="text-align: center;">表 7-1 工作人员职业照射和公众照射剂量限值</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 70%;">剂量限值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">职业照射</td> <td> 工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： <ul style="list-style-type: none"> ① 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可做任何追溯平均），20mSv； ② 任何一年中有效剂量，50mSv； ③ 眼晶体的年当量剂量，150mSv； ④ 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。 </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">公众照射</td> <td> 实践使公众有关键人群组的成员所受的平均剂量估算不应超过下述限值： <p style="padding-left: 20px;">年有效剂量，1mSv；特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1 mSv，则某个单一年份的有效剂量可提高到 5 mSv。</p> </td> </tr> </tbody> </table> <p>(2) 《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ 130-2013）</p> <p>5.2 对新建、改建和扩建的 X 射线机房，其最小有效使用面积和最小单边长度要求见表 7-2。</p> <p style="text-align: center;">表 7-2 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">机房类型</th> <th style="width: 30%;">机房内最小有效使用面积，m²</th> <th style="width: 40%;">机房内最小单边长度，m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				剂量限值	职业照射	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： <ul style="list-style-type: none"> ① 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可做任何追溯平均），20mSv； ② 任何一年中有效剂量，50mSv； ③ 眼晶体的年当量剂量，150mSv； ④ 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。 	公众照射	实践使公众有关键人群组的成员所受的平均剂量估算不应超过下述限值： <p style="padding-left: 20px;">年有效剂量，1mSv；特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1 mSv，则某个单一年份的有效剂量可提高到 5 mSv。</p>	机房类型	机房内最小有效使用面积，m ²	机房内最小单边长度，m			
	剂量限值													
职业照射	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： <ul style="list-style-type: none"> ① 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可做任何追溯平均），20mSv； ② 任何一年中有效剂量，50mSv； ③ 眼晶体的年当量剂量，150mSv； ④ 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。 													
公众照射	实践使公众有关键人群组的成员所受的平均剂量估算不应超过下述限值： <p style="padding-left: 20px;">年有效剂量，1mSv；特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1 mSv，则某个单一年份的有效剂量可提高到 5 mSv。</p>													
机房类型	机房内最小有效使用面积，m ²	机房内最小单边长度，m												

双管头 X 射线机	30	4.5
-----------	----	-----

备注：本项目 DSA 属于双管头 X 射线机。

5.3 X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求：

不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护应不小于表 7-3 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
介入 X 射线设备机房	2	2

备注：本项目 DSA 机房属于介入 X 射线设备机房。

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 μ Sv/h；测量时，X 射线机连续出束时间应不大于仪器相应时间。

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 7-5）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 7-5 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射学操作	铅橡胶围裙、 铅橡胶颈套、 铅橡胶帽子、 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、床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性防护围裙（方巾）或方巾、铅橡胶颈套、 铅橡胶帽子、阴影屏蔽器具	—

(3) 辐射剂量管理约束值

出于“防护与安全的最优化”原则，对于某单一项目的剂量控制，可以取 GB 18871-2002 中剂量限值的几分之一进行管理，本项目年剂量管理目标值取剂量限值的 1/4，即：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.25mSv。

(4) 《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》，《辐射防护》1993 年 3 月第 13 卷第 2 期。

江苏省天然贯穿辐射水平调查结果* (单位: nGy/h)

	室外剂量率	室内剂量率
范围	73.3~ 81.8	108.9~ 123.6
均值	79.5	115.1
标准差 S	7.0	16.3

*: 结果含宇宙射线电离成分所致（空气吸收）剂量率。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

1、环境现状评价对象、监测因子和监测点位

本项目使用的 DSA 在运行期间的环境污染因子为 X 射线，在项目现场调查时，主要调查 DSA 机房拟建场址及周围环境的辐射水平。

环境现状评价对象：DSA 机房拟建场址及周围的辐射环境；

环境监测因子：空气中 X- γ 剂量率；

监测点位：DSA 机房拟建场址及周围共 9 个点位。

2、监测方案、质量保证措施、监测结果

(1) 监测方案

采用 6150AD 便携式环境 X- γ 剂量率仪，对 DSA 机房拟建场址及周围 X- γ 剂量率 X- γ 剂量率进行检测，仪器相关参数见表 8-1。根据《辐射环境监测技术规范》(HJ/T 61-2001) 及《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》

(GB/T14583-1993) 的要求进行，监测时仪器探头水平距离地面 1m，每组读 10 个数据，读数间隔 10s。

表 8-1 监测仪器及相关参数

仪器名称	公司/型号	能量响应	量程范围	检定日期
环境 X- γ 剂量率仪	美国 Thermo/ FH40G (主机) +(672E-10) (探头)	40keV~4.4MeV	1nSv/h~100 μ Sv/h	2017 年 12 月 04 日~2018 年 12 月 03 日

(2) 质量保证措施

①委托的检测机构已通过计量认证（证书编号：171012050252），具备有相应的检测资质和检测能力；

②委托的检测机构制定有质量体系文件，所有活动均按照质量体系文件要求进行，实施全过程质量控制；

③委托的检测机构所采用的监测设备均通过计量部门检定合格，并在检定有效期内；

④所有检测人员均通过专业的技术培训和考核，并取得检测上岗证；

(3) 监测结果及评价

2018 年 7 月 3 日苏州热工研究院有限公司环境检测中心对 DSA 机房拟建场址及周围环境开展环境辐射调查，共计布点 9 个。监测结果见表 8-1，监测点位见图 8-1，详细监测结果见附件三。

表 8-1 本项目 DSA 机房拟建场址及周围环境辐射本底检测结果(未扣宇响)

检测点序号	监测点位描述	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
1	拟建 DSA 机房检测点位 1	0.179
2	拟建 DSA 机房检测点位 2	0.178
3	拟建 DSA 机房检测点位 3	0.178
4	拟建 DSA 机房检测点位 4	0.179
5	拟建 DSA 机房东侧	0.177
6	拟建 DSA 机房南侧大门外	0.149
7	拟建 DSA 机房西侧室外	0.149
8	拟建 DSA 机房北侧二层走廊	0.178
9	拟建 DSA 机房正上方三层病房	0.176

注：监测期间东侧已有 DSA 机房设备未开机运行。

检测点位布设见图 8-1 所示。

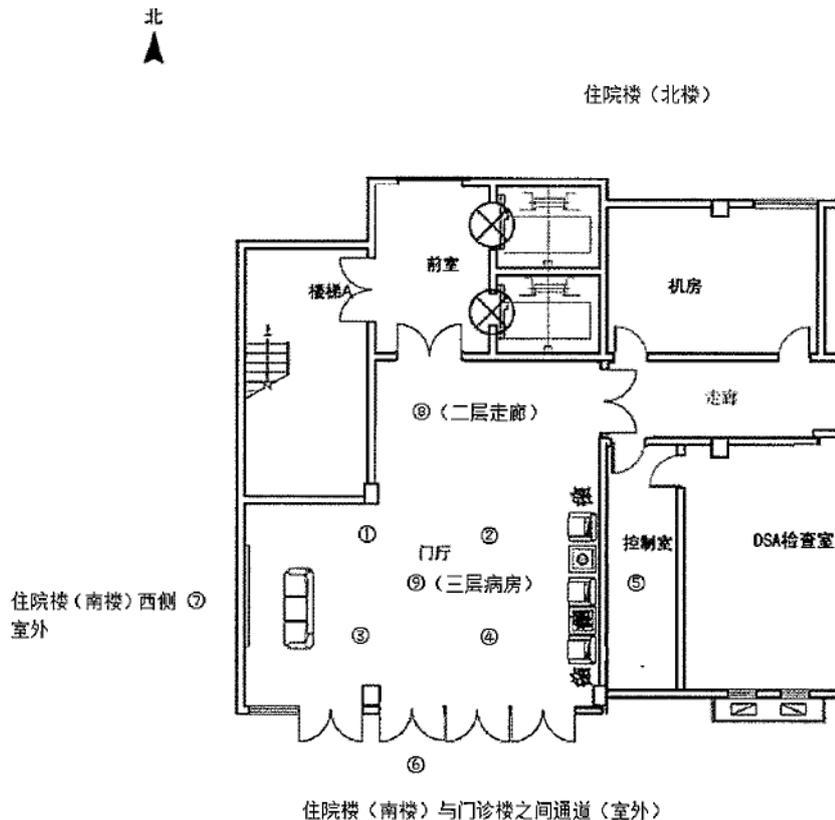


图 8-1 DSA 机房拟建场址及周围辐射环境本底检测点位示意图

从现场检测结果可见，医院本项目 DSA 机房拟建场所及周围环境 X- γ 辐射剂量率本底水平在 0.149~0.179 ($\mu\text{Sv/h}$) 之间，处于江苏省环境天然贯穿辐射水平范围。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 工程设备概况

为满足患者就医需求，苏州市立医院（北区）在住院大楼（南楼）一层拟扩建 1 间 DSA 机房，并配备 1 台 UNIQ FD20/10 型 DSA，为双球管 X 射线机，最大管电压均为 125kV，管电流均为 1000mA，用于医用诊断与介入手术治疗。医院将为该 DSA 机房配备 6 辐射工作人员。

经院方了解，本项目 DSA 设备主要用于开展心血管等介入治疗手术，项目投运后，估计年开展介入手术不超过 800 台，每台手术最长曝光时间约 20min（包括摄片 2min 及透视 18min），年曝光时间共约 267h（包括摄片 27h 及透视 240h）。

9.1.2 DSA 工艺分析

(1) DSA 工作原理

DSA 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。

(2) 工作流程及产物环节分析

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、铅眼镜在机房内对病人进行直接的介入手术操作。

第二种情况：摄片。医技在操作间内对病人进行曝光（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。该种情况一般用于介入手术期间的图像保存以及单独的血管造影拍片，占 DSA 实际工作中很小的时间比例。

主要工作主要流程如下：

①病人按医生要求进入机房，医生按工作程序完成所有准备工作（包括给患者摆位）；

②医生退出机房，DSA 开机，对病人进行摄片（未注入造影剂情况下）；

③医生进入机房，在脉冲透视操作下插入导管至病灶部位；

④医生退出机房，加压输送造影液，DSA 图像采集（减影）；

⑤医生进入机房开展介入手术治疗；

⑥治疗结束，关机，患者离开机房。

图 9-1 给出了 DSA 治疗流程及产物环节示意图。

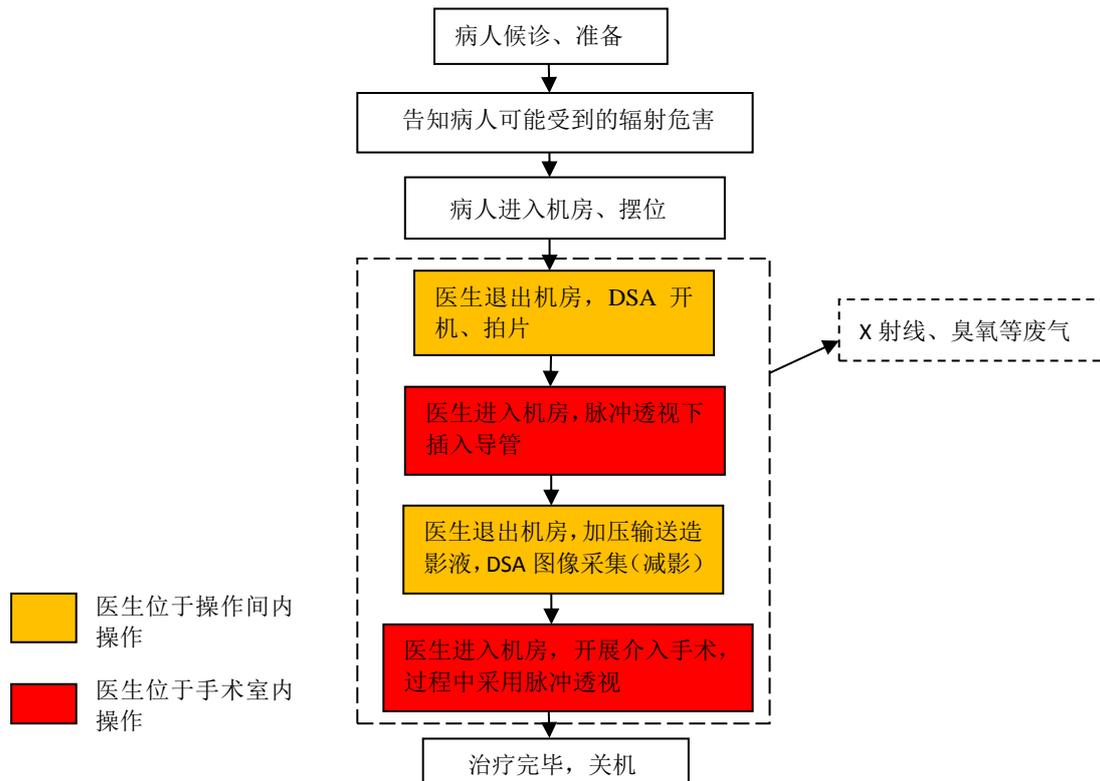


图 9-1 DSA 治疗流程及产物环节示意图

9.2 污染源项描述

9.2.1 辐射污染源分析

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 产生 X 射线的原理与一般 X 射线机相似。

DSA 机工作时，会对周围环境产生 X 射线贯穿辐射污染，由于 DSA 属于诊断、介入治疗，其中介入手术需要长时间的透视，会对工作人员特别是介入手术医生产生一定的附加照射。DSA 设备断电或关闭时不产生 X 射线，对环境没有影响。

因此，在 DSA 开机期间，X 射线是造成周围环境影响的主要污染因素。

9.2.2 非辐射污染源分析

DSA 在开机并处于出束状态时，会使机房内的空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物。

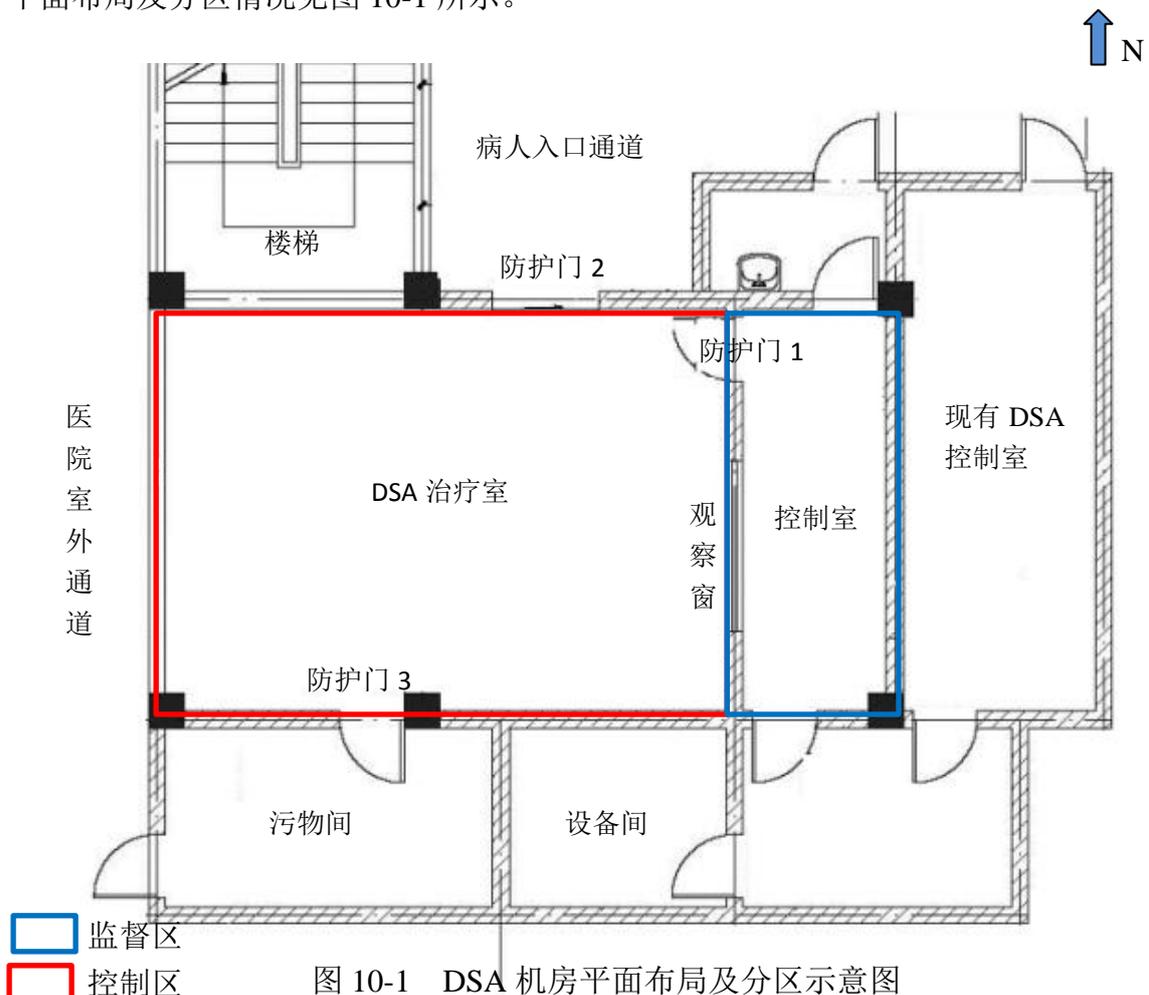
表 10 辐射安全与防护

项目采取的辐射安全措施

10.1 工作场所布局

医院拟将 1 台 UNIQ FD20/10 型 DSA 设备放置于住院大楼（南楼）一层扩建的介入手术室内使用，DSA 机房设有治疗室、控制室、设备间、污物间。DSA 治疗室共设有 3 个防护门，其中防护门 1 供医护人员出入，防护门 2 供病人出入，防护门 3 为污物门，控制室设置观察窗。治疗室与控制室等其他房间分开单独布置，区域划分明确，布局合理。机房平面示意图见图 10-1 所示。

为加强核技术利用项目医疗设备所在区域的管理，避免无关人员受到不必要的照射，将 DSA 治疗室作为辐射防护控制区，将控制室作为辐射防护监督区，在手术室各个防护门口显著处设置电离辐射警告标志及中文警示说明，防止非辐射工作人员闯入误照。将手术室屏蔽体外的控制室划为监督区，监督区的合适位置张贴电离辐射警告标志，监督区限制无关人员进入。本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。DSA 机房平面布局及分区情况见图 10-1 所示。



10.2 辐射屏蔽场所设计

DSA 运行过程中发射的 X 射线对人体的作用，主要是来自体外照射，该项目辐射源产生的 X 射线外照射，主要通过屏蔽墙、防护门来实现。

根据医院提供的资料，本项目 DSA 治疗室采取的屏蔽防护设施及其评价一览表见 10-1。

表10-1 DSA治疗室采取的屏蔽防护设施评价

位置参数	屏蔽材料及厚度	等效铅当量	标准要求	评价
西侧墙壁	24cm 实心砖墙 +3mm 铅板	5.0mm 铅当量	介入X射线设备机房屏蔽防护铅当量厚度要求：有用线束及非有用线束方向铅当量均为2mmPb	满足
南侧、东侧墙壁	24cm 水泥多孔 砖墙+3mm 铅板	3.0mm 铅当量		
北侧墙壁（相邻 楼梯）	24cm 实心砖墙 +3mm 铅板	5.0mm 铅当量		
北侧墙壁（相邻 病人通道）	24cm 水泥多孔 砖墙+3mm 铅板	3.0mm 铅当量		
顶部	钢骨架 6mm 铅 板	6.0mm 铅当量		
防护门	3mm 铅板	3.0mm 铅当量		
观察窗	15mm 铅玻璃	3.0mm 铅当量		
治疗室面积	面积44.3m ² （长7.82×宽5.66m）			

备注：根据《辐射防护手册》（第三分册）P63 表 3.4 可知，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 2.0mm。参考《GBZ/T184-2006》（医用诊断 X 射线防护玻璃板标准），15mm 厚度铅玻璃的铅当量约为 3mm。

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，机房的四周、顶部、防护门、观察窗屏蔽厚度均设计不小于 3mm 铅当量，另外机房地面无建筑，为减少成本，机房地面不做专门辐射防护设计，机房设计能够满足《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）中双管头 X 射线设备机房的要求，能够满足放射诊疗工作的需要。

10.3 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 治疗室病人入口防护门上方设置工作状态指示灯，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。防护门正面显著位置粘贴电离辐射警告标志和中文警示说明。污物间通向医院通道的门在 DSA 治疗期间为闭合上锁状态，外部人员不可进入。

(2) DSA 机房操作间的控制台及手术室内的治疗床侧边拟设置急停开关按钮（各按钮分别与 X 射线系统连接），在出现紧急情况下，按下急停按钮，即可停止 X 射线系统出束。

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

(4) DSA 介入手术工作人员拟配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜等个人防护用品，临床介入手术时设备上拟采用铅悬挂防护屏、床侧防护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避免不必要的照射。

(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。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。

三废的治理：

DSA 运行时不产生放射性废水、放射性废气及放射性固体废物。但其在开机并处于出束状态时，会使机房内的空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物，产生的臭氧和氮氧化物可通过机房的通风系统排出，臭氧常温下约 50 分钟可自行分解为氧气，对环境影响很小。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

由于拟扩建 DSA 机房位于住院大楼（南楼）一层，上方为病房，南侧为门诊大楼，西侧为医院内车辆及行人通道，因此在机房正式施工建设前，首先对拟建区域采取隔离措施，并在隔墙的醒目位置悬挂或粘贴类似“施工区域，请勿靠近”等警示标语，另外医院应加强施工期间的安全管理，及时疏导相邻道路上的人群和车辆，勿长时间停留。

建设过程中时将产生扬尘、噪声、建筑垃圾、废水等污染，施工过程的环境影响及污染防治措施如下分析：

（1）大气：本项目施工时将产生地面扬尘，同时机械和外部运输车辆作业时排放少量废气以及扬尘，针对上述大气污染采取以下措施：①对施工现场的堆场进行遮挡覆盖；②及时清扫施工场地，扫水保持一定的湿度；③对于车辆在运输建筑材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少在医院内沿途抛洒。

（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，对楼上住院病人、门诊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，同时施工过程中，避免在中午休息时间施工，另外考虑到夜间医院住院病人较多，严禁夜间进行噪声作业。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 DSA 设备运行期间辐射环境影响评价

本项目 DSA 尚未购买，不具备开机测试条件。为了更好的评价机房辐射防护效果，对 DSA 辐射环境影响采用类比分析结合模式预测的方法进行影响分析。

11.2.1.1 类比分析

在实际治疗中，一般 DSA 设备拍片的额定工况不小于脉冲透视的额定工况。因此，对于同一台 DSA 设备，在拍片情况下设备对机房外辐射剂量贡献值相对较大。结合 DSA 设备类型及其机房的屏蔽设计两方面考虑，为分析本项目机房屏蔽设计在实际运行中是否满足辐射防护要求，本报告选择其他相似 DSA 设备在拍片模式下对机房外的辐射环境影响，来类比分析本项目 DSA 运行对机房外人员的辐射环境影响。

(1) 类比可行性分析

本项目 DSA 类比选择江苏省肿瘤医院 1 台飞利浦 FD20 型 DSA，类比参数见表 11-1。

表 11-1 本项目 DSA 与类比 DSA 主要技术参数比较表

设备型号	数量 (台)	设备主要技术参数		运行管电压 (kV)	运行管电流 (mA)	备注
		最大电压 (kV)	最大电流 (mA)			
本项目 UNIQ FD20/10	1	125	1000	≤90	≤200	正常使用中的两个球管的最大拍片工况
类比项目 UNIQ FD20	1	125	800	85	106	根据监测报告中的数据（见附件四）

备注：本项目 DSA 设备为双球管，2 个球管最大管电压和管电流相同（125kV/1000mA），大多数手术情况下只使用单个球管，少数情况下（包括摄片及透视模式）使用双球管；类比项目 DSA 为单球管。

表 11-2 本项目 DSA 机房与类比 DSA 机房屏蔽效果比较表

名称	本项目 DSA 机房屏蔽厚度及材料	类比 DSA 机房屏蔽屏蔽厚度及材料	对比情况
四周墙体	24cm 实心砖墙+3mm 铅板（5.0mm 铅当量）； 24cm 水泥多孔砖墙+3mm 铅板（3.0mm 铅当量）	49cm 实心砖（4.0mm 铅当量）； 20cm 混凝土（2.2mm 铅当量）	屏蔽效果优于类比项目
房顶	钢骨架 6mm 铅板（6.0mm 铅当量）	180mm 混凝土+1mm 铅当量涂料（3.0mm 铅当量）	屏蔽效果优于类比项目
地板	地面（无地下建筑）无需防护	地面（无地下建筑）无需防护	/
防护门	3mm 铅板	3mm 铅板	屏蔽效果与类比项目一致

观察窗	15mm 铅玻璃 (3mm 铅当量)	15mm 铅玻璃 (3mm 铅当量)	
机房内尺寸及面积	面积 45.5m ² (长 7.0×宽 6.5m)	面积 44.3m ² (长 7.82×宽 5.66m)	机房面积与类比机房相当

由表 11-1 可知, 本项目 DSA 与类比 DSA 具有相同的最大管电压, 最大管电流略大于类比项目。本项目正常使用时的单个球管的最大拍片工况与类比项目 DSA 检测工况处于同一水平, 且大多数情况下本项目只使用单个球管, 少数情况下 (包括摄片及透视模式) 使用双球管, 因此两个 DSA 设备运行工况具有类比可比性。

由表 11-2 可知, 本项目 DSA 机房的四周墙体和顶部铅当量均优于类比 DSA 机房, 防护门和观察窗的铅当量与类比 DSA 机房一致, 本项目 DSA 机房面积与类比 DSA 机房相当, 总体来看本项目 DSA 屏蔽防护优于类比项目。

综上, 本项目选用江苏省肿瘤医院 1 台飞利浦 FD20 型 DSA 进行类比分析是可行的。

(2) 类比监测结果

根据苏州热工研究院有限公司环境检测中心编制的《2 台 DSA 辐射环境年度检测》检测报告 (SNPI 环检 (电离) 字[2017]第 224 号) (见附件四), 类比项目 DSA 周围 X-γ 辐射剂量率监测结果见表 11-3。

表 11-3 DSA 机房周围 X-γ 辐射剂量率监测结果

监测点序号	监测点位置	辐射剂量率 (μSv/h)
1	操作位	0.098
2	观察窗左缝外 30cm	0.099
3	观察窗中部外 30cm	0.103
4	观察窗右缝外 30cm	0.104
5	观察窗上缝外 30cm	0.100
6	观察窗下缝外 30cm	0.106
7	机房东墙 30cm	0.130
8	防护小门左缝外 30cm	0.119
9	防护小门中部外 30cm	0.106
10	防护小门右缝外 30cm	0.108
11	防护小门上缝外 30cm	0.115

12	防护小门下缝外 30cm	0.105
13	防护大门左缝外 30cm	0.100
14	防护大门中部外 30cm	0.097
15	防护大门右缝外 30cm	0.100
16	防护大门上缝外 30cm	0.101
17	防护大门下缝外 30cm	0.100
18	机房南墙外 30cm	0.106
19	机房正上方仓库	0.100

注：上述监测结果未扣除仪器宇响值。

根据监测结果可知，类比 DSA 设备在单个球管（86kV/106mA）工况下，机房周围所有监测点位的 X-γ 辐射剂量率在 0.098~0.130μSv/h 之间，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，考虑到本项目 DSA 设备在少数情况下会采用双球管模式，因此保守取上述检测结果的 2 倍考虑，则机房周围的 X-γ 辐射剂量率最大值为 0.230μSv/h，也能够满足剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h 的要求，可见机房四周剂量率均处于相对较低水平，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。

因此根据上述类比监测结果，可以推测本项目 DSA 正常运行后对机房外的辐射剂量贡献值较小，该手术室屏蔽设计能够满足本项目 DSA 辐射防护标准的要求。

（3）机房外人员年有效剂量的估算及评价

—机房外辐射工作人员

由于本项目为新增项目，辐射工作人员均未开展个人剂量工作，保守选取表 11-3 中类比医院 DSA 机房外辐射剂量率最大监测值的 2 倍即 0.230μSv/h，机房外控制室的辐射工作人员居留因子取 1，以及本项目 DSA 年曝光时间 267h 进行估算，得到机房外操作间的辐射工作人员的年有效剂量最大值为 0.061mSv/a，远低于 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。

—机房外公众

同样保守选取表 11-3 中类比医院 DSA 机房外辐射剂量率最大监测值的 2 倍即 0.230μSv/h，机房顶部三层病房内公众居留因子取 1，其余公众保守取 1/4，以及本项

目 DSA 年曝光时间 267h 进行估算，得到机房外三层病房内公众的年有效剂量最大值为 0.061mSv/a，其余公众的年有效剂量最大值为 0.015 mSv/a，由此可见项目周围的公众年有效剂量能够满足 GB18871-2002 中对公众有效剂量限值要求以及本项目剂量管理约束值要求：公众年有效剂量不超过 0.25mSv。

11.2.1.2 理论预测环境影响分析

根据工程分析可知，DSA 辐射工作人员是在手术室内采用脉冲透视曝光模式对病人开展介入治疗，由于介入工作人员需要近距离长时间操作，因此对介入工作人员的辐射影响较大，为了估算该过程对介入工作人员的受照剂量，采用理论预测进行分析。

计算思路及参数取值如下：

X 射线设备在确保铅屏风 and 床侧铅挂帘等防护设施正常使用的情况下，根据《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 的要求，在透视防护区测试平面上的空气比释动能率应不大于 400 $\mu\text{Gy/h}$ ，透视防护区测试平面即为医护人员在手术室内的站立操作位。医院预计年使用 DSA 做手术不超过 800 台，单台手术脉冲透视最大出束时间约为 18min，年出束时间约 240h。医院拟配备 6 名辐射工作人员，介入手术操作过程一般需两名医师（或一名医师一名护士），医院采取轮流操作方式，在合理安排医护人员工作时间的情况下，预计每名医护人员年手术量不超过 267 台，年受照时间不超过 80h。

第一手术操作位医师位于铅屏风后穿戴个人防护用品等对病人进行直接的手术操作；第二手术位的医生只穿戴个人防护用品，本项目防护用品铅当量均为 0.5mm，透视操作时 DSA 最大管电压一般不超过 75kV，查《辐射安全手册》表 6.7，铅的十分之一值层为 0.63mm，则 0.5mmPb 对 75kV X 射线的透射比 $B=10^{(-0.5/0.63)}=0.16$ 。

根据《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2016) 的要求，每名介入辐射工作人员均佩戴 2 枚个人剂量计，一般 1 个佩戴在铅围裙内腰部(个人剂量测得值 H_W)，1 个佩戴在铅围裙外颈部(个人剂量测得值 H_N)，有效剂量估算值 $E_{\text{外}}=0.5H_W+0.025H_N$ ，mSv。

根据上述计算思路及参数取值，保守考虑辐射工作人员只穿戴个人防护用品(即 0.5mm 铅当量防护)，则每名辐照工作人员年有效剂量最大值估算如下：

$$E_{\text{外}}=0.5 \times 400 \times 10^{-3} \times 80 \times 0.16 + 0.025 \times 400 \times 10^{-3} \times 80 = 3.4 \text{mSv/a}。$$

在未戴带铅眼镜的情况下，取透视防护区测试平面上的空气比释动能率最大值 $400 \mu\text{Gy/h}$ 进行估算，则每名辐射工作人员眼晶体的年剂量当量最大值均为 $400 \times 10^{-3} \times 80 = 32 \text{mSv/a}$ 。

另外手术期间，手部与身体（即站立位）的距离约 30cm ，取透视防护区测试平面上的空气比释动能率最大值 $400 \mu\text{Gy/h}$ ，根据其于距离平方的反比进行估算，手部所在位置的空气比释动能率最大值约 $4444.4 \mu\text{Gy/h}$ ，在未佩戴铅手套的情况下，则每名辐射工作人员手部的年剂量当量最大值为 $4444.4 \times 10^{-3} \times 80 = 355.6 \text{mSv/a}$ 。

上述结果分别满足 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管理目标值不超过 5mSv 的要求，以及眼晶体和手部的年剂量当量分别满足不超过 150mSv 和 500mSv 的要求。

对于介入手术，由于其实际工作中 DSA 透视工况及操作时间的不确定性，辐射工作人员需要依靠佩戴个人剂量计进行跟踪性监测才能准确的测定其受照剂量的大小，按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2016）要求进行佩戴，医院应加强对介入手术工作人员的个人剂量监测管理，当个人累积剂量将超过年有效剂量 5mSv 时，应及时告知本人，并减少其辐射工作量或为其调整工作岗位，同时 DSA 应尽可能采用小视野，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）穿戴防护用品（铅衣服、铅帽、铅眼镜、铅手套等），并充分利用自带的悬挂式铅防护屏及床边铅帘等做好自身防护，确保其年有效剂量满足标准限值要求。

综上所述，根据上述类比分析及理论估算结果，本项目 DSA 机房在经实体屏蔽后，对机房外辐射工作人员和周围公众的环境影响较小，同时在开展介入工作时，在采取有效的辐射防护措施和院方良好的管理情况下，辐射工作人员的年有效剂量可以满足标准限值要求。

11.2.2 DSA 设备运行三废的环境影响评价

DSA 运行时不产生放射性废水、放射性废气及放射性固体废物，但其在开机并处于出束状态时，会使机房内的空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物。产生的臭氧和氮氧化物可通过机房的通风系统排出，臭氧常温下可自行分解为氧气，对周围的环境影响很小。

11.3 事故影响分析

本项目使用的 DSA 为 II 类射线装置，当设备关机时不会产生 X 射线，只有当设备开机才会产生 X 射线等危害因素。人员误入或误照射的事故情况，均对人员造成不必要的照射。

本项目 DSA 主要事故风险为：

- (1) 防护门未关闭的情况下即进行曝光操作，可能给工作人员和周围活动的人员造成不必要的照射。
- (2) 其他医护人员还未全部撤离机房，即开展曝光操作，人员受到不必要的照射，照射剂量的大小与其离射线装置的距离有关，距离越近，受照剂量越大。
- (3) 当医护人员开展介入治疗时，未穿防护服或其他防护用品，以及违反操作规程或误操作等，造成超剂量照射。

针对上述可能发生的辐射事故，可采取以下的处理措施：

- (1) 当发生误照射时，工作人员应立即按下电源开关或急停开关，切断装置的电源，组织人员保护现场，迅速报告医院管理部门进行事故处理，并上报环保等部门；
- (2) 估算人员受照剂量，视情况安排人员接受医学检查或者救治；
- (3) 事故发生后，积极配合环保等管理部门做好事故调查和善后处理工作；
- (4) 对发生事故的射线装置或其他设备故障，请有关厂家或相关检测单位进行检测或维修，分析事故发生的原因，并提出改进意见；
- (5) 对于未穿防护服或其他防护用品，以及违反操作等受到超辐射剂量限值的医护人员应暂时调整工作岗位，视情况接受医学检查，同时对其加强辐射防护及安全操作方面的培训。

依照《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》的规定，根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。本项目 DSA 射线装置运行期间的最大可信事故为射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射，属于一般辐射事故。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《江苏省辐射污染防治条例》，当发生辐射事故或可能引发辐

射事故的设备运行故障时，医院应立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并在一个小时内向当地环境保护主管部门和公安部门报告，对于造成或可能造成人员受照剂量超标的，还应向卫生主管部门报告。

为此，医院均应加强管理，严格执行射线装置的操作规程，及工作场所分区管理要求。医院还要定期监测射线工作场所的辐射环境剂量率等，确保辐射工作场所安全。当发生或发现辐射事故后，当事人应立即向单位的辐射安全负责人报告，启动辐射事故应急预案。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用 II 类射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，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；辐射工作人员必须通过辐射防护和安全专业知识及相关法律法规的培训和考核。

医院已成立辐射安全管理小组，由组长、副组长、小组成员构成，并且分别制定各成员的职责。

医院为本项目 DSA 配备辐射工作人员 6 人，均已参加了辐射安全和防护的培训，并通过了考核，满足辐射工作人员岗位要求，培训证书见附件六。

辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用 II 类射线装置的单位，应有“健全的操作规程、岗位职责、辐射防护与安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射应急措施”。目前，苏州市立医院已制定相关制度，但根据法律法规的要求，并结合实际工作应不断对制度的内容进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。现对各项制度提出相应的建议和要求：

1) 操作规程：医院已对 DSA 制定操作规程。应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，重点是工作时必须佩戴个人剂量计和剂量报警仪，避免事故发生。

2) 岗位职责：医院已制定“岗位职责”，完善每一名与 DSA 相关的工作人员自己所在岗位的具体责任，并层层落实。

3) 辐射防护和安全保卫制度：医院已制定“辐射防护和安全保卫制度”，补充规定由专人负责 DSA 项目防护与安全保卫工作，并定期对辐射防护与安全保卫相关的用品、仪器进行检查的要求。

4) 设备维修制度：医院已制定“设备维护检修制度”，但应明确 DSA 和监测仪器维修的记录、在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，并做好记录存档。确保安全措施（警示标志、工作指示灯）保持良好工作状态。

5) 人员培训计划和健康管理制：医院已经制定“辐射工作人员培训计划”，建议补充对工作人员培训档案的管理，以及个人剂量报告的管理，做到有据可查。

6) 监测方案：医院已制定“辐射环境监测方案”，包括辐射工作人员剂量监测工作制度和工作场所定期监测制度，配置相应的辐射监测仪器，定期对工作场所辐射水平进行监测并做好监测记录，定期上报环境保护主管部门。补充对于辐射工作人员接受的剂量值超过 5mSv/a 个人剂量约束值的，需立即查明原因，采取改进措施，并根据要求上报环境保护主管部门。

7) 事故应急预案：医院已建立“辐射事故应急方案”，依据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发[2006]145 号文）的要求，当发生事故时，医院应当立即启动辐射事故应急方案，采取有效防范措施，及时制止事故的恶化，并向当地环境保护部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

辐射监测

1、环境监测方案

(1) 个人剂量检测

医院开展辐射工作人员个人剂量监测，辐射工作人员佩戴个人剂量计上岗，每个季度将个人剂量计收集后统一送有资质的单位检测。医院的辐射安全管理机构应对个人剂量监测结果（检测报告）统一管理，建立档案，长期保存。

(2) 工作场所辐射环境检测

医院委托有监测资质的单位对 DSA 机房的辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测，每年 1 次；同时应当对医院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，年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

医院已配置辐射巡测仪，定期（每月）用巡检仪对工作场所进行环境自检，保存相关记录。设备出现故障维修后，经巡检达到国家标准后再次启用。

2、环境监测仪器配备

根据国家环境保护部令第 3 号《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，医院为 DSA 机房已配置有 1 台 X-γ 环境辐射巡测仪，并为每名进入机房内的辐射工作人员配备个人剂量报警仪。

所有辐射工作人员每人均配备个人剂量计，工作时随身佩戴。

辐射事故应急

根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，本项目事故多为开机状态下的误照射，通常情况下属于一般辐射事故。按照《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）等相关规定，辐射事故应急预案主要包括以下几个方面：

- (1) 应急机构和职责分工；
- (2) 应急的具体人员和联系电话；
- (3) 应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- (4) 辐射事故分级及应急响应措施；
- (5) 辐射事故调查、报告和处理程序。

对于在医院定期监测或委托监测时发现异常情况的，应根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》等要求，向县（市、区）或者设置区的市环境保护主管部门报告。在发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，医院应立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并在一个小时内向当地环境保护主管部门和公安部门报告，对于造成或可能造成人员受照剂量超标的，还应向卫生主管部门报告。

医院应在日常工作中对辐射工作工人加强辐射防护知识的培训和安全意识教育，积极开展了辐射应急演习，发现问题能够及时解决，其应在以后实际工作中不断完善辐射安全管理制度。

分析认为，医院已经建立辐射事故应急响应机构，同时在完善并落实上述应急预案的内容后，本项目辐射事故应急方案是可行的。

附： 辐射污染防治“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预计投资 (万元)
辐射安全管理机构	建立辐射安全与环境保护管理机构，或配备不少于1名大学本科以上学历人员从事辐射防护和环境保护管理工作	已成立辐射安全管理小组，并明确小组各成员的职责。	/
辐射安全和防护措施	屏蔽措施	DSA机房的西侧墙壁、北侧墙壁（相邻楼梯）为24cm实心砖墙+3mm铅板，南侧、东侧、北侧墙壁（相邻病人通道）为24cm水泥多孔砖墙+3mm铅板，顶部钢骨架6mm铅板，防护门采用3mm铅板防护，观察窗为3mm铅当量。工作人员和周围公众的年有效剂量低于项目剂量约束值（职业人员5mSv/a，公众0.25mSv/a）。	100
	安全措施（联锁装置、警示标志、工作指示灯、急停开关等）	DSA机房病人出入口防护门正面显著位置粘贴电离辐射警告标志和中文警示说明，其防护门上方安装工作状态指示灯，并设置门灯联锁。DSA控制室工作及治疗床边配备急停按钮。DSA机房设置对讲装置。	
人员配备	辐射防护与安全培训和考核	辐射工作人员均参加辐射防护知识的培训，并且只有在通过考核后方可从事相关工作。	定期投入
	个人剂量监测	辐射工作人员应定期进行健康检查，委托资质单位开展进行个人剂量监测。	每年投入
	人员职业健康监护	医院应定期组织职业健康体检，按要求建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。	每年投入
监测仪器和防护用品	环境辐射剂量巡测仪	已配置1台环境辐射剂量巡测仪。	/
	个人剂量报警仪	每名进入机房辐射工作人员均配备个人剂量报警仪。	/
	个人防护用品	DSA项目已配置6套铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜等个人防护用品。病人配置1套铅围裙（或方巾）、铅颈套和铅帽子。	/
辐射安全管理制度	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、设备台账和使用登记制度、人员培训计划、监测制度、辐射事故应急措施	按照项目的实际情况，建立完善、内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。	/
总计	—	—	100

表 13 结论与建议

结论

(1) 选址、布局合理性评价

苏州市立医院（北区）位于苏州市姑苏区广济路 242 号，本项目拟在医院住院大楼（南楼）一层门厅区域扩建 1 间介入手术室，手术室东侧为现有 DSA 机房的控制室，DSA 工作场所周围 50m 范围除西侧边界位于广济路，其余方向均在医院边界内，无居民区、学校等环境敏感目标，项目选址合理。

本项目 DSA 机房包括治疗室与控制室等房间，控制室与治疗室等其他房间分开单独布置，辐射工作场所控制区和监督区划分明确。

(2) 辐射环境现状评价

本项目 DSA 机房场所及周围的环境 X- γ 辐射剂量率本底水平在 0.149 μ Sv/h ~0.179 μ Sv/h 之间，处于江苏省环境天然贯穿辐射水平正常范围。

(3) 辐射防护措施评价

本项目 DSA 机房四周墙体、顶部、防护门及观察窗屏蔽厚度均不低于 3mm 铅当量，能够满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）要求。机房最小有效使用面积和最小单边长度均满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ 130-2013）中双球管 X 射线机的标准要求。

(4) 辐射安全措施评价

DSA 机房病人出入口防护门正面显著位置粘贴电离辐射警告标志和中文警示说明，其防护门上方安装工作状态指示灯，并设置门灯联锁。防护门正面显著位置粘贴电离辐射警告标志和中文警示说明。污物间通向医院通道的门在 DSA 治疗期间为闭合上锁状态，外部人员不可进入。DSA 控制室工作台面和治疗床边设置急停按钮。DSA 机房设置对讲装置。同时为辐射工作人员配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜等防护用品，病人配置 1 套铅围裙（或方巾）、铅颈套和铅帽子。辐射工作人员均按要求佩戴个人剂量计。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

(5) 辐射环境影响评价

本项目 DSA 机房的四周墙体、防护铅门、观察窗、顶棚的屏蔽设计满足辐射防护的要求。本项目辐射工作人员在做好个人防护措施、安全措施的情况下，辐射工作人员和公众年有效剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和本项目管理约束值（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.25mSv）的要求。

(6) 辐射安全管理评价

医院已指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以院内文件的形式明确其主要职责。本项目为 DSA 辐射工作人员建立个人剂量档案；定期进行职业健康体检，建立个人职业健康档案。医院还应不断根据法律法规及实际情况对已制定的各项管理制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性，同时在工作中将其落到实处，确保辐射工作的安全。医院已经建立辐射应急响应机构、在完善并落实应急预案的内容后，本项目辐射事故应急方案是可行的。

(7) 辐射防护监测仪器

医院已配备 1 台环境辐射剂量巡测仪，并为进入机房的每名辐射工作人员配备个人剂量报警仪。

综上所述，苏州市立医院（北区）扩建 1 台 DSA 项目选址及布局合理，拟采取的辐射安全和防护措施适当，工作人员及公众受到的年有效剂量符合项目剂量管理约束值的要求。

从保护环境的角度而言，在严格执行本报告提出的“三同时”措施的基础上，本项目建设是可行的。

建议

1) 该项目运行中，辐射工作人员应严格遵循操作规程，医院需加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意，以避免意外事故造成对职业人员和公众的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

2) 各项环保设施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求使用，确保其安全可靠。

3) 定期进行辐射工作场所开展现场检查及监测，及时排除事故隐患。

4) 医院取得本项目环评批复后，应及时申请辐射安全许可证，按照法规要求开展竣工环保验收工作。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见:

公 章

经办人

年 月 日

审批意见:

公 章

经办人

年 月 日