

上海市肺科医院门诊楼  
射线装置使用项目  
环境影响报告表

(报批公示稿)

建设单位：上海市肺科医院

编制单位：普瑞法生态环境科技（上海）有限公司

二〇二五年十月



## 说 明

普瑞法生态环境科技（上海）有限公司（环评单位）受上海市肺科医院（建设单位）委托，完成了对“上海市肺科医院门诊楼射线装置使用项目”的环境影响评价工作。现根据国家及本市规定，在向具审批权的生态环境主管部门报批前公开环评文件全文。

本文本内容为拟报批的环境影响报告表全本，上海市肺科医院和普瑞法生态环境科技（上海）有限公司承诺本文本与报批稿全文完全一致，但不涉及个人隐私。

上海市肺科医院和普瑞法生态环境科技（上海）有限公司承诺本文本内容的真实性，并承担内容不实之后果。

本文本在报环保部门审查后，上海市肺科医院和普瑞法生态环境科技（上海）有限公司可能会根据各方意见对项目的建设方案、污染防治措施等内容进行修改和完善，“上海市肺科医院门诊楼射线装置使用项目”最终的环境影响评价文件，以其经生态环境主管部门批准的环境影响评价文件（审批稿）为准。

### 1、 建设单位联系方式

名称：上海市肺科医院  
地址：上海市杨浦区政民路 507 号  
联系人：陈瓚  
联系电话：021-65115006

### 2、 环评机构联系方式

环评机构名称：普瑞法生态环境科技（上海）有限公司  
环评机构地址：上海市杨浦区国定东路 233 号 3A07 室  
环评机构联系人：王工  
联系电话：021-55060711  
电子邮件：yeset2017@163.com

核技术利用建设项目

上海市肺科医院门诊楼

射线装置使用项目

环境影响报告表



生态环境部监制

# 核技术利用建设项目

## 上海市肺科医院门诊楼 射线装置使用项目 环境影响报告表



建设单位名称：上海市肺科医院

建设单位法人代表（签名或签章）：陈昶

通讯地址：上海市杨浦区政民路 507 号

邮政编码：200433

电子邮箱：/

联系人：陈瓚

联系电话：021-65115006

打印编号: 1758603799000

## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	66141h		
建设项目名称	上海市肺科医院门诊楼射线装置使用项目		
建设项目类别	55--172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
<b>一、建设单位情况</b>			
单位名称 (盖章)	上海市肺科医院		
统一社会信用代码	12310000425003733B		
法定代表人 (签章)	陈昶		
主要负责人 (签字)	陈瓚		
直接负责的主管人员 (签字)	陈瓚		
<b>二、编制单位情况</b>			
单位名称 (盖章)	普瑞法生态环境科技 (上海) 有限公司		
统一社会信用代码	91310110MA1G96RA2J		
<b>三、编制人员情况</b>			
<b>1. 编制主持人</b>			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
王现菊	2015035370350000003512370398	BH003225	
<b>2. 主要编制人员</b>			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
金可镂	项目基本情况、放射源、非密封放射性物质、射线装置、废弃物、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析	BH010456	
王现菊	评价依据、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状、辐射安全管理、结论与建议	BH003225	

上海市肺科医院门诊楼  
射线装置使用项目  
环境影响报告表

审核人员名单

审核：林丽英



普瑞法生态环境科技（上海）有限公司

2025年10月



## 目 录

表 1 项目基本情况 .....	1
表 2 放射源 .....	17
表 3 非密封放射性物质 .....	17
表 4 射线装置 .....	18
表 5 废弃物（重点是放射性废物） .....	19
表 6 评价依据 .....	20
表 7 保护目标与评价标准 .....	24
表 8 环境质量和辐射现状 .....	30
表 9 本项目工程分析与源项 .....	33
表 10 辐射安全与防护 .....	39
表 11 环境影响分析 .....	51
表 12 辐射安全管理 .....	64
表 13 结论与建议 .....	72
表 14 审批 .....	77
附图 1 项目地理位置图 .....	78
附图 2 项目区域位置图 .....	79
附图 3 肺科医院总平面布置图 .....	80
附图 4 本项目周围 50m 范围图 .....	81
附图 5 本项目与生态保护红线的位置关系图 .....	82
附图 6.1 门诊楼 1 层平面布置图 .....	83
附图 6.2 门诊楼 2 层平面布置图 .....	84

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		上海市肺科医院门诊楼射线装置使用项目			
建设单位		上海市肺科医院			
法人代表	陈昶	联系人	陈瓚	联系电话	13817755131
注册地址		上海市杨浦区政民路 507 号			
项目建设地点		上海市杨浦区政民路 507 号门诊楼地下 1 层			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	90	项目环保投资 (万元)	30	投资比例 (环保投资/总投资)	33.3%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积 (m <sup>2</sup> )	148.8
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 用放射性物质		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
		<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><b>1.1 建设单位概况</b></p> <p>上海市肺科医院(即同济大学附属上海市肺科医院、上海市职业病防治院)始创于 1933 年,是一家集医疗、教学与科研功能为一体的现代三级甲等专科教学医院,主要诊疗特色为呼吸系统常见病、多发病和疑难危重症疾病及其他相关疾病的诊断和治疗,连年跻身复旦医院管理研究所全国医院排行榜与中国医院科技量值排行榜双百强。</p> <p><b>1.2 项目基本情况</b></p> <p>因肺科医院 6 号楼内科室对 DSA 设备使用需求不高,医院为整合医疗资源,提高设备使用效率,拟将门诊楼地下 1 层现有 1 号 DSA 手术室东侧的更衣室和实验室部分区域改建为 3 号 DSA 手术室及相应控制室,将现有 6 号楼 4 层 DSA 手术室内的 1 台型号为 ARTIS pheno 的 DSA 设备搬迁至新建的 3 号 DSA 手术室;设备搬迁后 6 号楼 4 层 DSA 手术室改为普通手术室,不再开展放射类作业,原 DSA 手术室内相关辐射防护用品均搬至新建 3 号 DSA 手术室。</p> <p>为加强辐射环境管理,防止放射意外事故的发生,确保射线装置的使用不对周围环境和工作人员及公众产生不可接受的不良影响,根据《中华人民共和国</p>					

国环境保护法》《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》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等的规定和要求，项目需进行环境影响评价。

项目环境影响评价文件类别判定依据如下表所示：

**表 1.2-2 项目环境影响评价文件类别判别**

编制依据	项目行业类别	报告书	报告表	登记表	项目	
《〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉上海市实施细则（2021年版）》（沪环规〔2021〕11号）	五十五、核与辐射	172 核技术利用建设项目	生产放射性同位素的（制备 PET 用放射性药物的除外）；使用 I 类放射源的（医疗使用的除外）；销售（含建造）、使用 I 类射线装置的；甲级非密封放射性物质工作场所；以上项目的改、扩建（不含在已许可场所增加不超过已许可活动种类和不超过已许可范围等级的核素或射线装置，且新增规模不超过原环评规模的 50%）	制备 PET 用放射性药物的；医疗使用 I 类放射源的；使用 II 类、III 类放射源的；生产、使用 II 类射线装置的；乙、丙级非密封放射性物质工作场所（医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的除外）；在野外进行放射性同位素示踪试验的；以上项目的改、扩建（不含在已许可场所增加不超过已许可活动种类和不超过已许可范围等级的核素或射线装置的）	销售 I 类、II 类、III 类、IV 类、V 类放射源的；使用 IV 类、V 类放射源的；医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的；销售非密封放射性物质的；销售 II 类射线装置的；生产、销售、使用 III 类射线装置的	项目属于使用 II 类射线装置，应编制环境影响报告表

根据《上海市生态环境局关于印发〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉上海市实施细则规定（2021年版）的通知》，项目属“五十五、核与辐射-172、核技术利用项目-使用II类射线装置项目”，应编制环境影响报告表。

根据《上海市生态环境局关于发布〈实施建设项目环境影响评价文件行政审批告知承诺的行业名单（2024年版）〉的通知》（沪环评〔2024〕239号）以及《上海市生态环境局关于印发〈上海市建设项目环境影响评价文件行政审批告知承诺办法〉的通知》（沪环规〔2021〕9号）文件内容，核技术利用项目中“生产、使用II类射线装置的（加速器类射线装置除外）”行业可实施行政审批告知承诺。项目属于核技术利用项目-使用II类射线装置，使用设备种类为血管造影用 X 射线装置，根据文件要求可实施行政审批告知承诺。经与建设单位沟通确认，项目拟采取审批制。

因此，上海市肺科医院委托普瑞法生态环境科技（上海）有限公司对该项目进行辐射环境影响评价。在接受委托后，评价单位组织相关技术人员进行了现场勘察、现场监测、收集资料等工作，并结合项目特点，按照《辐射环境保

护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016) 等规定要求编制了《上海市肺科医院门诊楼射线装置使用项目环境影响报告表》。

### 1.3 项目建设内容和规模

#### 1.3.1 建设内容

本项目位于上海市杨浦区政民路 507 号门诊楼地下 1 层现有 1 号 DSA 手术室东侧。现有 1 号 DSA 手术室和设备间布局不变，东侧的女更衣室和实验室部分区域改造为 1 间 3 号 DSA 手术室及控制室，用于设置 6 号楼 4 层 DSA 手术室搬迁的型号为 ARTIS pheno 的 DSA 射线装置。现有设备间空间充足，本次搬迁的 DSA 射线装置辅助设备与现有 1 号 DSA 手术室设备共用设备间。

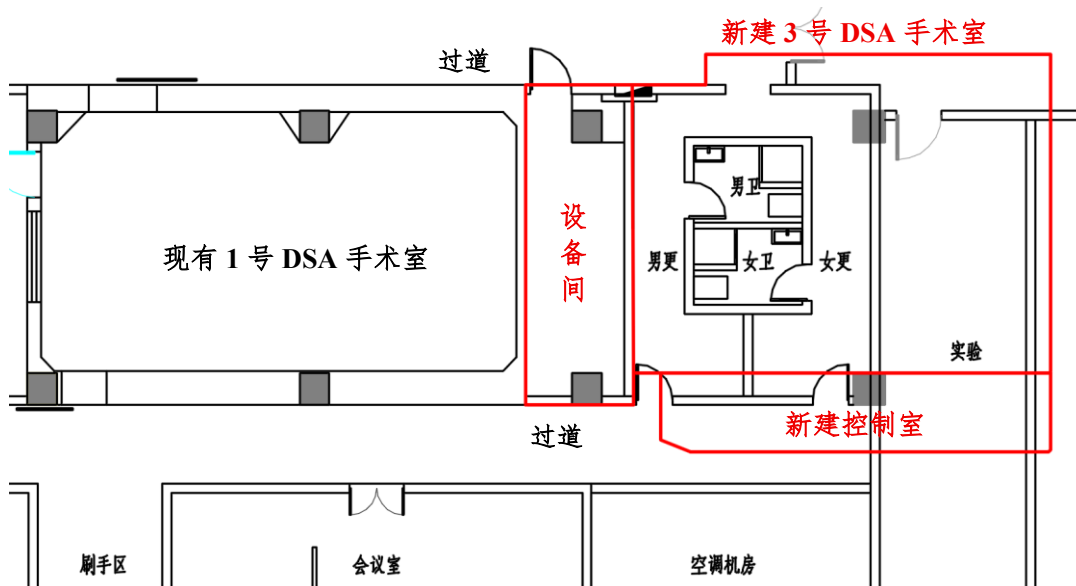


图 1.3-1 本项目拟建 DSA 手术室现状布局图

#### 1.3.2 射线装置基本参数

本项目射线装置为医院现有射线装置，具体参数如下。

表 1.3-1 本项目 DSA 设备基本参数

设备名称	型号	数量 (台)	类别	额定管电压/ 管电流	最大工作管电压/ 管电流 <sup>(1)</sup>	单次手术平均累积出束 时间 <sup>(2)</sup>	年最大手术次数 (次/a)	使用场所
数字减影血管造影(DSA) X 射线机	ARTIS pheno (单管头)	1	II类	125kV /1000mA	透视: 90kV/100mA 摄影: 100kV/500mA	透视: 20min 摄影: 30s×2	2000	门诊楼地下1层3号 DSA手术室

注：(1) 根据肺科医院相关医生沟通得知，肺科医院现有 DSA 设备透视模式管电压/管电流一般上限为 90kV/50mA，摄影模式管电压/管电流一般上限为 100kV/400mA，本次保守按照透视模式 90kV/100mA，摄影模式 100kV/500mA 进行剂量估算；

(2) 单次介入手术出束时长根据肺科医院现有 DSA 设备运行情况估计。DSA 装置在透视工作模式下，介入医生和护士进入机房于介入操作位采用脉冲透视开展介入手术。“脉冲透视”，即利用 X 射线管栅控技术，采用脉冲方式控制 X 射线的产生，探测器接

受脉冲式的 X 射线信号并转换为电信号所形成的 X 射线透视影像的一种透视方式。项目 DSA 装置在透视工作模式下，单次手术累计出束时间按 20min 计（采用“脉冲透视”，实际出束时间小于 20min），以此工况作为最不利工况。项目环境影响分析按照最不利工况计算。

### 1.3.3 劳动定员和工作负荷

肺科医院门诊楼地下 1 层介入影像科现有 2 间 DSA 手术室，共配置了 9 名放射工作人员。本项目新增 1 间 3 号 DSA 手术室，计划项目建成后新招聘 6 名放射工作人员（3 名医生、2 名护士、1 名技师）专门负责新增 3 号 DSA 手术室。新增放射工作人员需通过核技术利用辐射安全与防护培训和考核，经考核合格并达到放射工作人员职业健康要求后持证上岗。

现有 6 号楼 4 层 DSA 手术室年手术量为 500 台/年，目前由门诊楼地下 1 层现有 9 名放射工作人员负责。根据医院预计，新建 3 号 DSA 手术室年手术量为 2000 台/年，均由新招募放射工作人员负责。正常情况下每台介入手术 DSA 设备透视出束时间不超过 20min，保守考虑每间手术室年介入手术透视模式出束时长为 666.7h；每台介入手术开始前及介入手术完成后视患者情况安排摄影，正常情况下每次摄影出束时间最长不超过 30sec，保守考虑每台手术进行 2 次摄影，则年摄影模式出束时长为 33.3h。

### 1.3.4 项目工程组成

项目工程组成见下表。

表 1.3-2 本项目工程组成一览表

类型	项目内容		依托情况
主体工程	3 号 DSA 机房	位于门诊楼地下 1 层，手术室宽度为 8.6m，长度为 6.5m，手术室室内面积为 55.9m <sup>2</sup> 。	新建
辅助工程	3 号 DSA 控制室	3 号 DSA 手术室南侧设置 1 间 DSA 控制室，面积为 10m <sup>2</sup> 。	新建
	设备间	位于现有 1 号 DSA 手术室和新建 3 号 DSA 手术室之间，用于存放 DSA 辅助设备，室内面积为 16.4m <sup>2</sup> 。	依托
公用工程	供电	由市政电网供电，依托肺科医院现有供配电系统。	依托现有
	给排水	给排水依托肺科医院现有给排水系统。	依托现有
	通风	DSA 手术室均设置动力通风系统，保持机房内良好通风。	新建
环保工程	放射屏蔽防护	3 号 DSA 手术室四周墙采取 4mm 铅板屏蔽，顶部采取 140mm 混凝土+2mm 铅板屏蔽，观察窗为 20mm 铅玻璃，防护门为 4mm 铅板屏蔽。	新建
		DSA 手术室通风管道采用“一”字型穿越手术室，且在穿墙处管口采用与所在墙体相同屏蔽效果的铅补偿。设备电缆通过手术室地板下方的电缆沟引至相应设备间和 DSA 控制室，电缆沟下方为土层。	新建
	废气	DSA 射线装置的运行不产生气态放射性废物。 DSA 射线装置运行可能产生少量的臭氧、氮氧化物。手术室内设置动力通风系统。	新建
	废水	DSA 射线装置的运行不产生放射性废水。	依托

	本次新增放射工作人员生活污水与门诊楼其他科室产生的医疗废水和生活污水一并依托大楼管网送至肺科医院现有污水处理站处理后排入市政污水管网。	
固废	DSA 射线装置的运行不产生放射性固废。	/
	运行期间放射工作人员日常生活垃圾经分类收集后委托环卫部门清运。	依托
	介入手术过程中不涉及显影液、定影液的使用，不产生废显影液、定影液；产生的医疗废物主要为手术纱布、棉球、介入导管、导丝、介入针头及废造影剂瓶等，经收集后放置于肺科医院西侧医废暂存间，委托有资质单位处置。	依托
依托工程	<p>本项目医疗废物暂存依托医院现有医疗废物暂存间，现有暂存间位于医院西侧，面积为 20m<sup>2</sup>，最大贮存能力约为 10 吨；肺科医院现有医疗废物处置量约为 975.15t/a，每 2 日清运一次，现有医疗废物暂存间贮存能力最大使用量为 5.34t，本项目年医疗废物产生量为 1500kg/a，现有医废暂存间贮存能力满足需求；现有医废暂存间设置满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）的要求，满足《关于进一步加强上海市危险废物污染防治工作的实施方案》（沪环土（2020）50 号）的要求，依托可行。</p> <p>本项目新增放射工作人员新增的生活污水依托医院现有污水处理站处理。医院污水处理站采用 A/O+消毒的处理工艺，设计处理能力为 1150t/d，目前日处理量为 1000t/d，尚有余量，可处理本项目新增的生活污水。</p>	

#### 1.4 项目周围环境概况及选址合理性分析

##### 1.4.1 项目周围环境

项目所在区域位置图见附图 2，项目所在位置周边关系图如下：

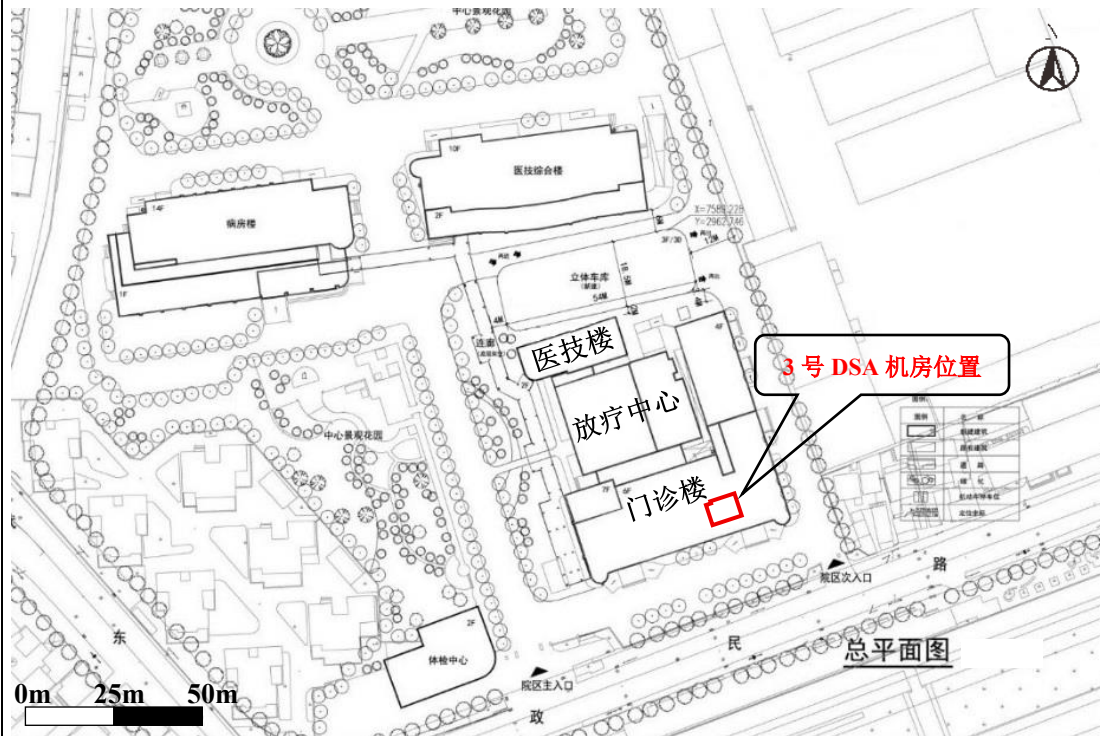


图 1.4-1 项目所在门诊楼周边关系图

项目所在场所位于上海市杨浦区政民路 507 号肺科医院内，肺科医院东侧为上海远洋船舶供应公司仓库，南侧为政民路，西侧为政民路 511 弄小区、汇

文苑、复光苑，北侧为上海财经大学。

本项目 3 号 DSA 手术室位于上海市杨浦区政民路 507 号门诊楼，该建筑东侧为院内道路及肺科医院围墙，与围墙最近距离约 15m，围墙外为上海远洋船舶供应公司仓库；南侧为政民路，距离为 18 米；西侧为院内道路，隔路最近建筑为发热门诊，距离为 20 米；北侧为放疗中心。最近距离约为 5 米。

#### 1.4.2 本项目 DSA 手术室所在建筑功能

本项目 3 号 DSA 手术室位于肺科医院现有门诊楼地下 1 层，门诊楼为地上 6 层、地下 1 层建筑。所在建筑各楼层功能见下表。

表 1.4-1 本项目 3 号 DSA 手术室所在建筑各楼层功能一览表

建筑名称	楼层	主要功能
门诊楼	地下 1 层	介入放射科、实验室、排风机房、配电间等
	1 层	收费大厅、药房、急诊
	2 层	门诊、检验
	3 层	ICU 病房
	4~6 层	门诊

#### 1.4.4 本项目 DSA 手术室周边位置关系

本项目 3 号 DSA 手术室周边位置关系见下表。

表 1.4-2 本项目 3 号 DSA 手术室周边位置关系一览表

位置	方位	布局
门诊楼 地下 1 层 3 号 DSA 手术室	东侧	过道
	西侧	设备间
	南侧	控制室、过道
	北侧	过道
	楼上	抢救室、走廊
	楼下	土层

本项目 3 号 DSA 手术室周边平面布置图及上层平面图如下。

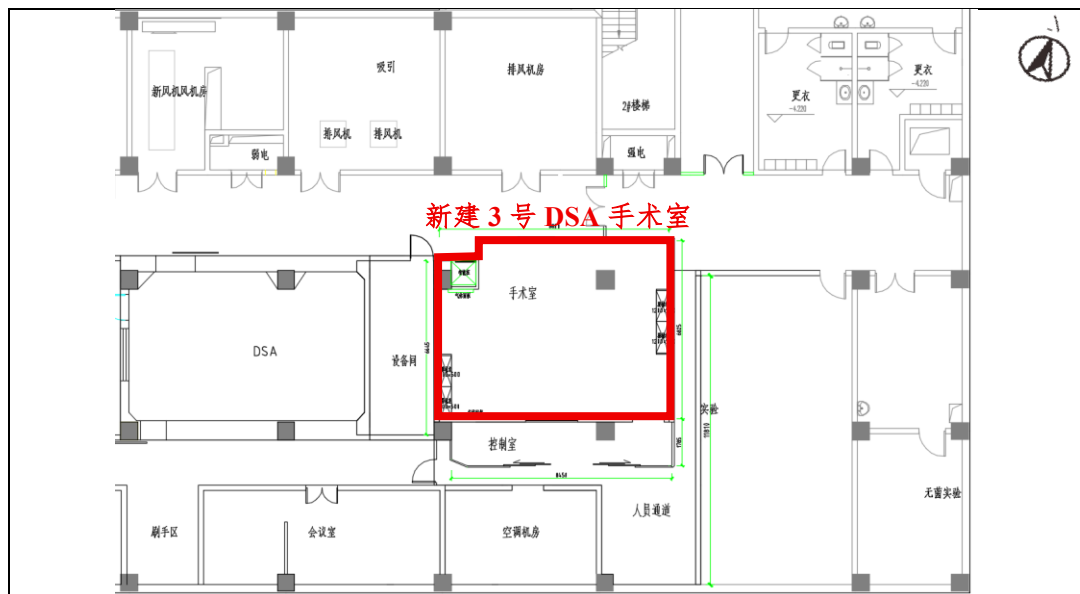


图 1.4-2 本项目门诊楼地下 1 层 3 号 DSA 手术室周边平面布置图

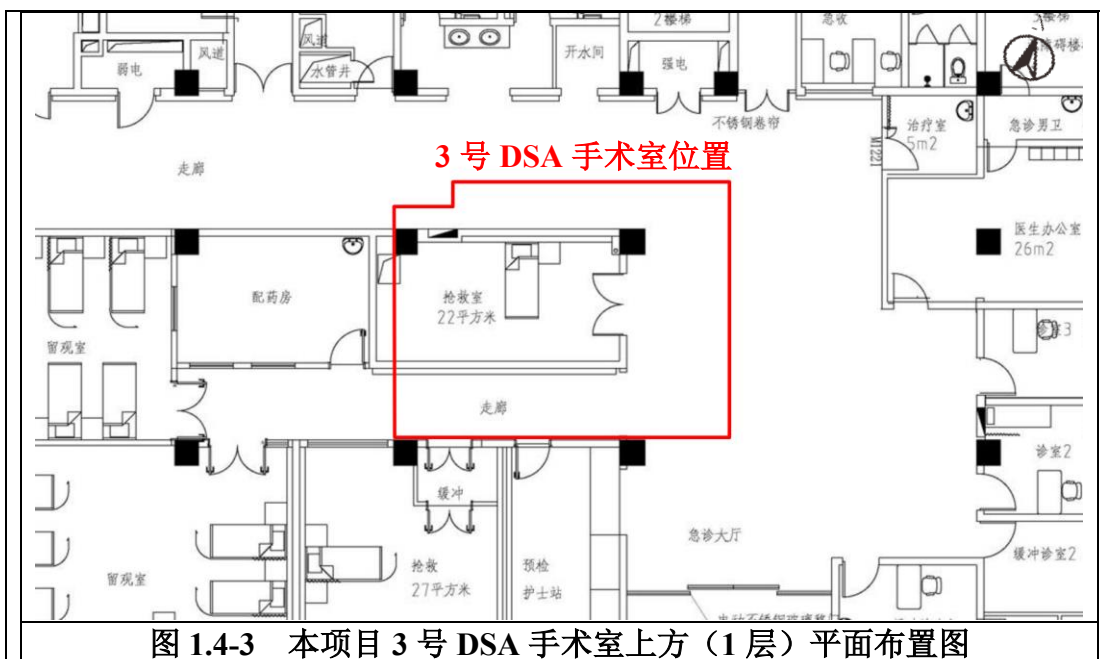


图 1.4-3 本项目 3 号 DSA 手术室上方（1 层）平面布置图

#### 1.4.4 项目选址合理性分析

本项目 3 号 DSA 手术室位于门诊楼地下 1 层，评价范围（手术室边界 50m 范围）内保护目标为项目放射工作人员以及机房评价范围内门诊楼、放疗中心、临街商铺、上海远洋船舶供应公司内公众。项目运营过程中产生的电离辐射，经采取一定的防护治理措施后满足国家相关防护标准，不会对周围环境与公众造成危害，故选址合理。手术室周边 50m 范围图见图 1.4-4，门诊楼 1 层平面布置图见附图 6-1。

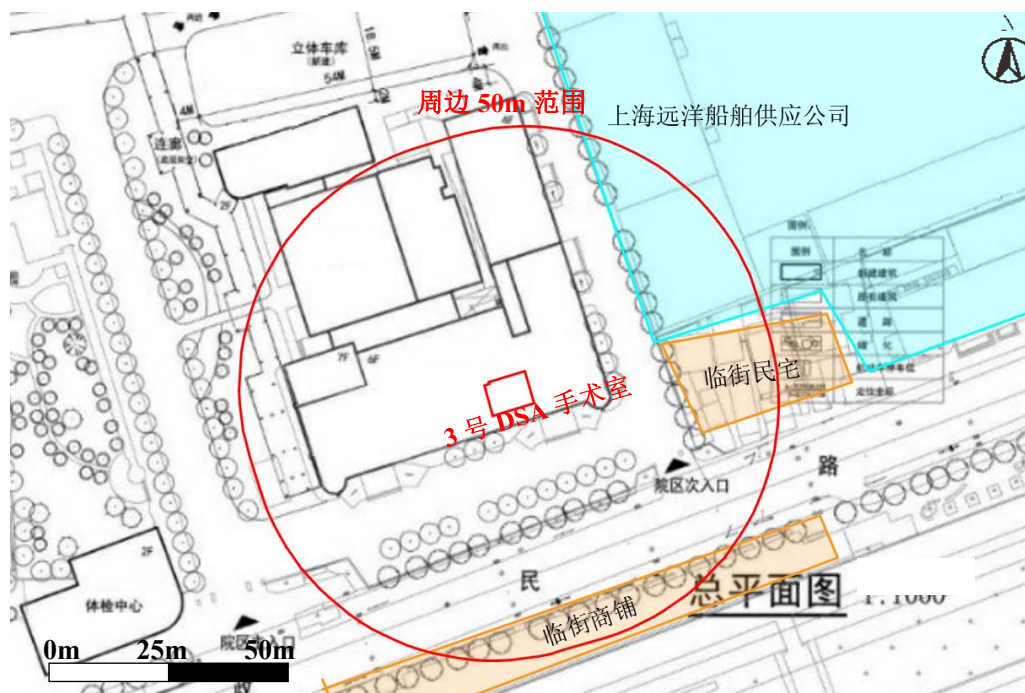


图 1.4-4 本项目 3 号 DSA 手术室周边 50m 范围图

#### 1.5 产业政策符合性

对照国家产业政策，本项目属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中“三十七、卫生健康—1、医疗卫生服务设施建设”，为鼓励类产业；未列入《上海工业及生产性服务业指导目录和布局指南（2014 年版）》中限制类、淘汰类目录；未列入《上海市产业结构调整指导目录 限制和淘汰类(2020 年版)》；未列入国家发展改革委、商务部、市场监管总局《关于印发<市场准入负面清单（2025 年版）>的通知》（发改体改规〔2025〕466 号），本项目的建设符合国家及地方产业政策。

### **1.6 实践正当性符合性**

本项目为使用 II 类射线装置开展介入放射学手术，为咯血、肺癌、肺血管畸形、血栓性病变等疾病提供技术支持，保障广大患者的健康和疾病治疗；**本项目建成后介入放射学手术区域集中，年介入手术量增加**，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践正当性”的原则。本项目在运行过程中可能对相关工作人员和公众产生一定的电离辐射照射，在采取相关辐射安全与防护措施后，电离辐射照射可达到相关标准要求，实践过程中采取了可靠的辐射防护措施，对周围环境、公众的辐射影响满足国家辐射防护安全标准的要求，其所获利益远大于因辐射实践可能造成的损害。

### **1.7 与“三线一单”符合性分析**

#### **1.7.1 生态保护红线**

本项目位于上海市杨浦区政民路 507 号，根据《上海市人民政府关于发布上海市生态保护红线的通知》（沪府发〔2023〕4 号）对于全市各区划定的生态保护红线，本项目建设地点不在生态红线范围内。

#### **1.7.2 资源利用上线**

本项目在已建医院内建设，不涉及新增用地；本项目不属于高耗能、高排放（简称“两高”）项目，本项目主要资源需求类型为电和自来水，电力引自市政供电管网，自来水由市政供水管网提供，均可满足本项目资源需求。本项目排放的污染物主要为设备运行期间产生的少量臭氧、氮氧化物及放射工作人员日常生活污水，经相应污染治理措施处理后排放，不会对周边环境质量产生影响。本项目的建设不会超出所在地资源利用上线。

#### **1.7.3 环境质量底线**

根据《2023 年度上海市杨浦区环境状况公报》，本项目所在上海市杨浦区

大气基本污染物均达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准；杨浦区 11 个市考断面水质中 9 个达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类标准，2 个达到 IV 类标准。

本项目产生的极少量臭氧、氮氧化物经手术室通风系统排出，由于本项目射线装置工作时的管电压、管电流较小，因此产生的臭氧及氮氧化物也较少，因而废气污染物对环境影响很小；项目产生的污废水依托门诊楼管网送至肺科医院现有污水处理站，经污水处理站处理、消毒达标后，排入市政污水管网；项目主要产噪设备为射线装置，均置于手术室和手术室附近的设备间内，采取减振和建筑隔声等措施，对门诊楼周边声环境影响较小；项目产生的固废均有效妥善处置。

本项目在落实相应的污染防治措施后，各类污染物达标排放，对周边环境影响较小。能维持环境功能区质量现状，不降低周边环境质量。

#### 1.7.4 与上海市“三线一单”的相符性分析

本项目位于上海市杨浦区政民路 507 号，根据《上海市生态环境局关于公布上海市生态环境分区管控更新成果（2023 版）的通知》，本项目所在区域属于陆域重点管控单元（中心城区），与相关管控要求的相符性分析见下表。

表 1.7-1 陆域重点管控单元（中心城区）管控要求符合性分析

管控领域	环境准入及管控要求	符合性分析	相符性
空间布局管控	1、发展高端生产性服务业和高附加值都市型工业，现有不符合发展定位的工业企业加快转型。 2、公园、河道等生态空间应严格执行相关法律法规，禁止开展和建设损害主导生态功能、法律法规禁止的活动和项目。	本项目为专科医院，不属于工业企业；项目所在地不涉及公园、河道等生态空间。	相符
能源领域污染治理	1、除燃煤电厂外，本市禁止新建、扩建燃煤、重油、渣油、石油焦等高污染燃料的设施。燃煤电厂的建设按照国家和本市有关规定执行。 2、新建、扩建锅炉应优先使用电、天然气或其他清洁能源。鼓励有条件的锅炉实施“油改气”、“油改电”清洁化改造。实施低效脱硝设施排查整治，深化锅炉低氮改造。	1、不涉及。 2、不涉及。	/
生活污染治理	1、加强生活领域污染治理，深化餐饮油烟污染防治。 2、加强城镇地表径流污染控制，实施雨水泵站旱流截污改造，有条件地区建设初期雨水截留、调蓄设施。	1、不涉及。 2、不涉及。	/
土壤污染风险防控	1、曾用于化工石化、医药制造、橡胶塑料制品、纺织印染、金属表面处理、金属冶炼及压延、非金属矿物制品、皮革鞣制、金属铸锻加工、危险化学品生产、农药生产、危险废物收集利用及处置、加油站、	1、本项目所在地不属于以上地块。 2、不涉及。	/

	<p>生活垃圾收集处置、污水处理厂等的地块，在规划编制中，征询生态环境部门意见，优先规划为绿地、林地、道路交通设施等非敏感用地。</p> <p>2、列入建设用地土壤污染风险管控和修复名录的地块，不得作为住宅、公共管理与公共服务用地，应当根据土壤污染风险评估结果，并结合相关开发利用计划，实施风险管控；确需修复的，应当开展治理与修复。未达到土壤污染风险评估报告确定的风险管控、修复目标的建设用地地块，禁止开工建设任何与风险管控、修复无关的项目。</p> <p>3、土地使用权人从事土地开发利用活动，企业事业单位和其他生产经营者从事生产经营活动，应当采取有效措施，防止、减少土壤污染，对所造成的土壤污染依法承担责任。禁止污染和破坏未利用地。</p>	3、不涉及。	
节能降碳	<p>1、实施城乡建设、交通等领域碳达峰方案。推动实施超低能耗建筑规模化发展、既有建筑规模化节能改造、建筑可再生能源规模化应用等举措。全面推进新能源汽车发展，加快公共领域车辆电动化，鼓励私有乘用车电动化，积极引导绿色低碳出行。</p> <p>2、建设项目能耗、水耗应符合《上海产业能效指南》相关限值要求。</p>	1、不涉及。 2、不涉及。	/
地下水资源利用	地下水开采重点管控区内严禁开展与资源和环境保护功能不相符的开发活动，禁止开采地下水和矿泉水。	不涉及。	/
岸线资源保护与利用	重点管控岸线按照港区等规划进行岸线开发利用，严格控制占用岸线长度，提高岸线利用效率，加强污染防治。	不涉及。	/

综上，本项目建设符合生态保护红线、资源利用上线、环境质量底线、陆域重点管控单元（中心城区）生态环境准入清单的要求。

## 1.8 现有核技术利用项目回顾

### 1.8.1 搬迁设备环保手续情况

肺科医院 2023 年 4 月于肺部疾病临床诊疗中心（6 号楼）4 层北侧设置 1 个 DSA 手术室，于 2023 年 8 月 17 日获上海市杨浦区生态环境局《关于上海市肺科医院肺部疾病临床诊疗中心新增 DSA 装置项目环境影响报告表的审批意见》。DSA 手术室于 2023 年 10 月完成建设并于 2024 年 1 月完成辐射安全许可证的申请。

### 1.8.2 辐射安全许可证情况

上海市肺科医院已有辐射安全许可证，证书编号：沪环辐证[28004]，有效期至 2026 年 11 月 14 日，详见附件 1。

许可证中活动种类和使用范围为：使用 V 类放射源，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，具体活

动种类和范围见下表。

表 1.8-1 放射源许可一览表

序号	核素	类别	总活度 (Bq) /活度 (Bq) ×枚数	活动种类
放疗中心楼 2 层 PET-CT 机房				
1	<sup>68</sup> Ge	V 类	9.25E+7*1	使用
2	<sup>68</sup> Ge	V 类	4.63E+7*2	使用
门诊楼 3 层核辐射科				
3	<sup>90</sup> Sr ( <sup>90</sup> Y)	V 类	2.5E+4*1	使用
4	<sup>152</sup> Eu	V 类	1E+5*1	使用
5	<sup>152</sup> Eu	V 类	1E+4*1	使用
6	<sup>137</sup> Cs	V 类	2E+5*1	使用
7	<sup>137</sup> Cs	V 类	5E+4*1	使用
8	<sup>60</sup> Co	V 类	2E+5*1	使用
9	<sup>241</sup> Am	V 类	1E+4*1	使用
10	<sup>241</sup> Am	V 类	2E+4*1	使用

表 1.8-2 非密封放射性物质许可一览表

序号	工作场所名称	场所等级	核素	日等效最大操作量 (贝可)	年最大用量 (贝可)	活动种类	备注
1	放疗中心楼 2 层 PET-CT 机房	乙级	<sup>18</sup> F	7.4E+7	1.85E+12	使用	/
2	放疗中心楼 2 层 SPECT/CT(1)机房	乙级	<sup>32</sup> P	2.95E+8	7.10E+10	使用	/
3			<sup>99m</sup> Tc	1.50E+9	1.92E+13	使用	/
4			<sup>153</sup> Sm	2.96E+8	7.10E+10	使用	/
5			<sup>89</sup> Sr	3.00E+7	3.60E+9	使用	/
6			<sup>125</sup> I	4.20E+5	1.05E+9	使用	/
7			<sup>67</sup> Ga	3.70E+8	2.70E+11	使用	/
8			<sup>201</sup> Tl	3.70E+6	2.70E+10	使用	/
9			门诊楼 3 层核辐射科	丙级	<sup>3</sup> H	5.00E+4	1.00E+5
10	<sup>40</sup> K	1.00E+2			1.00E+2	使用	/
11	<sup>241</sup> Am	3.00E+5			3.00E+7	使用	/
12	U-天然	7E+6			7E+6	使用	U、 <sup>226</sup> Ra 标准矿粉
13	<sup>14</sup> C	5E+4			5E+5	使用	/
14	<sup>60</sup> Co	2.5E+5			2.5E+5	使用	混合刻度源 ( <sup>109</sup> Cd、 <sup>57</sup> Co、 <sup>139</sup> Ce、 <sup>203</sup> Hg、 <sup>113</sup> Sn、 <sup>137</sup> Cs、 <sup>88</sup> Y、 <sup>60</sup> Co)
15	U-天然	1E+3			1E+4	使用	U 标准溶液
16	<sup>14</sup> C	1.50E+4			1.00E+5	使用	/
17	<sup>226</sup> Ra	3E+6			3E+6	使用	河流沉积物标准物质 (U、Th、 <sup>226</sup> Ra、 <sup>40</sup> K、 <sup>60</sup> Co、 <sup>137</sup> Cs)
18	<sup>137</sup> Cs	1.00E+5			3.00E+5	使用	/
19	<sup>226</sup> Ra	1.00E+6			5.00E+7	使用	/
20	<sup>90</sup> Sr	1.00E+4			3.00E+5	使用	/
21	<sup>3</sup> H	5.00E+3			5.00E+4	使用	/

22		$^{137}\text{Cs}$	2E+5	2E+5	使用	滤膜标准源 ( $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{133}\text{Ba}$ )
23		Th-天然	3E+2	3E+4	使用	Th 标准溶液
24		$^{226}\text{Ra}$	7E+6	7E+6	使用	模拟土壤标准源 (U、Th、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{40}\text{K}$ )
25		$^{226}\text{Ra}$	1E+6	1E+6	使用	茶叶灰标准源 (U、Th、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{40}\text{K}$ 、 $^{60}\text{Co}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ )
26		Th-天然	3E+4	3E+4	使用	Th 标准矿粉

表 1.8-3 射线装置许可一览表

序号	工作场所	装置名称	类别	装置数量 (台/年)	活动 种类
1	1、2、3、6 号楼全病房楼层及 发热门诊 2 楼	床旁机	III 类	6	使用
2	1 号楼 1 层 1 号机房	CT 机	III 类	1	使用
3	1 号楼 1 层 2 号机房	CT 机	III 类	1	使用
4	1 号楼 1 层 3 号机房	CT 机	III 类	1	使用
5	1 号楼 1 层 4 号机房	CT 机	III 类	1	使用
6	1 号楼 1 层 7 号机房	DR 机	III 类	1	使用
7	2 号楼 10 层重症监护室	CT 机	III 类	1	使用
8	2 号楼 2 层气管镜治疗室	C 臂机	III 类	1	使用
9	3 号楼地下 1 层 CT 室	CT 机	III 类	1	使用
10	6 号楼 4 层手术室 08	CT 机	III 类	1	使用
11	6 号楼 4 层手术室 09	DSA	II 类	1	使用
12	6 号楼地下 1 层 CT 室 01	CT 机	III 类	1	使用
13	发热门诊 1 层 CT 机房	CT 机	III 类	1	使用
14	放疗中心楼 1 层 3 号加速器机房	医用直线加速器	II 类	1	使用
15	放疗中心楼 1 层加速器室：机房 A	加速器	II 类	1	使用
16	放疗中心楼 1 层加速器室：机房 B	加速器	II 类	1	使用
17	放疗中心楼 1 层模拟定位室（二）	CT 模拟定位机	III 类	1	使用
18	放疗中心楼 1 层模拟定位室（一）	CT 模拟定位机	III 类	1	使用
19	放疗中心楼 2 层 PET-CT 机房	PET-CT	III 类	1	使用
20	放疗中心楼 2 层 SPECT/CT(1)机房	SPECT-CT	III 类	1	使用
21	放疗中心楼 2 层 SPECT/CT(2)机房	SPECT-CT	III 类	1	使用
22	门诊 2 层 CT 室	CT 机	III 类	1	使用
23	门诊 2 层 X 线拍片机房	DR	III 类	1	使用
24	门诊地下 1 层 1 号 DSA 机房	DSA	II 类	1	使用
25	门诊地下 1 层 2 号 DSA 机房	DSA	II 类	1	使用
26	体检车	车载 DR	III 类	2	使用
27	体检中心楼 1 层摄片室	DR	III 类	1	使用
28	延庆路门诊 1 层 CT 机房	CT 机	III 类	1	使用
29	移动 CT 方舱车	CT 方舱体验车	III 类	2	使用

### 1.8.3 近五年环保履行审批情况

肺科医院近五年来辐射相关的环保手续履行情况见下表。

**表 1.8-4 近五年环保手续履行情况**

序号	登记表备案号/ 环评批文号	项目名称	是否履行环保竣工验收
3	杨环保评辐（2023）3号 2023年8月17日	上海市肺科医院肺部疾病 临床诊疗中心新增 DSA 装置项目	2025年8月完成自主验收公示
4	杨环保评辐（2024）1号 2024年1月08日	上海市肺科医院新增1台医用电子 直线加速器使用项目	2025年5月完成自主验收
5	备案编号： 202131011000000469	上海市肺科医院 CT 方舱体检车项目	无需验收
6	备案编号： 202231011000000566	上海市肺科医院新增移动 CT 方舱 体检车项目	无需验收
7	备案编号： 202231011000000567	上海市肺科医院 1 号楼影像科 7 号机房新增移动 DR 项目	无需验收
8	备案编号： 202331011000000003	上海市肺科医院临床诊疗中心四 层手术室及 B1 地下室新增 CT 项目	无需验收
9	备案编号： 202331011000000307	上海市肺科医院更新 2 台 CT 项目	无需验收
10	备案编号： 202431011000000042	上海市肺科医院新增 2 台车载 X 射线机、3 台床旁 DR 机项目	无需验收
11	备案编号： 202431011000000259	上海市肺科医院 2 号楼 10 层重症 ICU 新增 1 台 CT 装置项目	无需验收
12	备案编号： 202531011000000002	上海市肺科医院门诊楼新增 1 台 移动式 C 形臂 X 射线机项目	无需验收

#### 1.8.4 辐射环境安全管理机构

为了加强辐射安全和防护管理工作，肺科医院设置有放射防护管理工作小组，全面执行本院的放射诊疗安全防护和质量保证工作，负责对肺科医院已有辐射工作场所的安全和防护状况进行评估，编写年度评估报告，上报生态环境主管部门。

#### 1.8.5 肺科医院现有已建立的辐射防护规章制度及执行情况

肺科医院已制定一套相对完善的辐射安全管理制度和操作规程，包括：

- 岗位职责：《上海市肺科医院放射防护管理组织机构及工作职责》；
- 管理制度：《放射工作人员管理制度》《放射源防护与安全保护制度》  
《放射诊疗工作场所防护管理制度》《医疗照射防护制度》；
- 操作规程：《放射性同位素安全管理及领用登记制度》《放射诊疗工作安全操作制度》《放射诊疗工作安全防护制度》《移动 X 射线影像诊断设备使用管理制度》；
- 个人管理制度：《放射工作人员健康管理制度》《放射工作人员培训制度》；
- 放射性废物处理方案：《放射性废物管理制度》《医用放射性废物管

理制度》；

- 监测计划：《上海市肺科医院辐射监测计划》；
- 设备维护检修制度：《放射诊疗设备管理及维护维修制度》；
- 应急响应预案：《放射事件应急预案》；

肺科医院目前辐射安全管理严格按照已制定的规章制度执行，尚未发生辐射事故，故医院现行的辐射安全管理规章制度可行。

### **1.8.6 现有射线装置项目放射工作人员培训考核**

肺科医院建立了辐射防护培训与考核的相关规章制度，要求所有放射工作人员均需参加核技术利用辐射安全与防护培训和考核，考核合格后方可上岗。肺科医院现有 139 名放射工作人员，其中 107 人通过了生态环境部门组织的辐射安全与防护考核，并取得合格证书，且均在有效期范围内；剩余人员均从事 III 类射线装置相关工作，并已通过医院自主辐射安全与防护知识培训与考核。

### **1.8.7 个人剂量监测和工作场所监测**

#### **(1) 个人剂量监测**

目前肺科医院所有放射工作人员均配置了个人剂量计，定期（不超过 3 个月）由专人负责收集更换，委托复旦大学放射医学研究所对个人剂量进行监测，每次的个人剂量监测结果和每年度的个人剂量监测报告均妥善存档。肺科医院按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）、《放射工作人员职业健康管理办法》（卫生部令第 55 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）等文件的要求，建立了个人剂量档案。

根据肺科医院《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告（2024 年度）》内容，肺科医院现有放射工作人员的个人受照剂量未超过 5mSv 的年度个人剂量约束值；医院门诊楼地下 1 层 2 间 DSA 手术室现有 9 名放射工作人员中个人受照剂量最大值为 0.602mSv/a。

#### **(2) 工作场所监测**

肺科医院 2024 年委托复旦大学放射医学研究所对院内现有的射线装置机房周边的辐射剂量率、非密封放射物质工作场所内部表面污染水平进行了检测。

根据 2024 年度的检测报告（复旦大学放射医学研究所，报告编号：FYS-2024-A-1505；FYS-2024-A-1452；FYS-2024-G-1457；FYS-2024-A-1458；FYS-

2024-A-1459; FYS-2024-A-1550; FYS-2024-A-1551; FYS-2024-H-1470; FYS-2024-H-1471; FYS-2024-H-1472; FYS-2024-G-0081; FYS-2024-G-0082; FYS-2024-G-0083) 结论: 肺科医院现有辐射工作场所房间外部辐射剂量率可满足《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)、《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)、《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)、《医用 X 射线诊断机房卫生防护与检测评价规范》(DB31/T 462-2020) 限值 (<2.5 $\mu$ Sv/h) 要求, 房间内部表面污染水平可满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)、《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 限值(控制区: 40Bq/cm<sup>2</sup>, 监督区: 4Bq/cm<sup>2</sup>) 要求。

根据 2024 年度的检测报告, 医院门诊楼地下 1 层现有 1 号 DSA 手术室周围剂量当量率最大值为 0.205 $\mu$ Sv/h; 2 号 DSA 手术室周围剂量当量率最大值为 0.594 $\mu$ Sv/h, 均满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)、《医用 X 射线诊断机房卫生防护与检测评价规范》(DB31/T 462-2020) 限值 (<2.5 $\mu$ Sv/h) 要求。

### 1.8.8 辐射监测仪器及防护用品配备情况

肺科医院现有辐射监测仪器和防护用品配备情况分别见表 1.8-5 和表 1.8-6。

**表 1.8-5 肺科医院现有辐射监测仪器配备情况一览表**

序号	仪器名称	型号	数量/台
1	射线检测仪	INSPECTOR 11790	1
2	固定式剂量监测报警装置	RAE	2
3	X- $\gamma$ 辐射个人报警仪	JB4020	19
4	表面污染检测仪	JB4100A	1
5	便携式 X、 $\gamma$ 辐射周围剂量当量率仪	451B-DE-SE-RYR	1
6	活度计	RM905a	2

**表 1.8-6 肺科医院现有辐射防护用品配备情况一览表**

序号	防护用品名称	数量
1	铅衣	13
2	铅帽	13
3	铅眼镜	12
4	铅围裙	24
5	铅围脖	23
6	铅屏风	4
7	个人剂量计(套)	139

### 1.8.9 辐射应急措施

肺科医院根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条，原国家环境保护总局《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）的规定，针对可能造成人员超剂量照射事故（件）、环境污染事故（件）及其他辐射环境突发事件（件）的意外情况，制定了《放射事件应急预案》，一旦发生辐射事故，肺科医院将立即启动医院的放射事故应急预案，采取必要防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境主管部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还将向当地卫生行政部门报告。肺科医院运行至今，未发生辐射事故（事件）。

#### **1.8.10 肺科医院排污许可证申领情况**

本项目所在院区上海市肺科医院已完成排污许可证的申领，许可证编号为12310000425003733B001V。

#### **1.8.11 投诉和行政处罚情况**

肺科医院现有院区内核技术利用项目近五年未引起核技术利用项目相关环保信访投诉，也未发生过环保行政处罚情况。

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	贮存方式和地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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	贮存方式和地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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 (DSA) X 射线机	II类	1	ARTIS pheno	125	1000	介入放射学手术	门诊楼地下 1 层 3 号 DSA 手术室	/

(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 (uA)	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	/	/	极少量	极少量	极少量	/	排风系统收集后排放
医疗废物	固态	/	/	/	1500kg	/	暂存于肺科医院西侧医废暂存间	委托有资质单位处理

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/m<sup>3</sup>，年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废弃物要注明，其排放浓度用比活度(Bq/l，或 Bq/kg，或 Bq/m<sup>3</sup>)，年排放总量分别用 Bq 和 kg。

表 6 评价依据

法 规 文 件	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年 4 月 24 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订）；</li> <li>2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年国家主席令第 6 号发布，2003 年 10 月 1 日起施行）；</li> <li>3) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 4 月 29 日第二次修订，2020 年 9 月 1 日实施）；</li> <li>4) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日第十三届全国人大常委会第七次会议第二次修正，2018 年 12 月 29 日起施行）；</li> <li>5) 《建设项目环境保护管理条例》（根据 2017 年 7 月 16 日《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》修订）；</li> <li>6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（根据 2019 年 3 月 2 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修订）；</li> <li>7) 《关于发布&lt;建设项目竣工环境保护验收暂行办法&gt;的公告》（2017 年 11 月 20 日，国环规环评〔2017〕4 号）；</li> <li>8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（2011 年 4 月 18 日环境保护部令第 18 号公布，自 2011 年 5 月 1 日起施行）；</li> <li>9) 《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，2021 年 1 月 4 日第四次修正）；</li> <li>10) 《关于发布&lt;射线装置分类&gt;的公告》（原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号），2017 年 12 月 5 日实施；</li> <li>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）；</li> <li>12) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2023 年 12 月 1 日经国家发展改革委第 6 次委务会通过，2023 年 12 月 27 日国家发展改革委令第 7 号公布，自 2024 年 2 月 1 日起施行）；</li> <li>13) 《国家发展改革委、商务部、市场监管总局关于印发&lt;市场准入负面清单（2025 年版）&gt;的通知》（2025 年 4 月 16 日国家发展改革委 商务部 市场监管总局发布，发改体改规〔2025〕466 号）。</li> </ol>
------------------	---

	<p>14) 《国家危险废物名录（2025年版）》（2024年11月26日生态环境部、国家发展和改革委员会、公安部、交通运输部、国家卫生健康委员会令第36号公布，自2025年1月1日起施行）；</p> <p>15) 《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函〔2025〕313号）；</p> <p>16) 《上海市环境保护条例》（2022年7月21日第七次修正）；</p> <p>17) 《上海市环境保护局关于贯彻落实新修订的&lt;建设项目环境保护管理条例&gt;的通知》（沪环保评〔2017〕323号）；</p> <p>18) 《上海市生态环境局关于印发&lt;建设项目环境影响评价分类管理名录&gt;上海市实施细化规定（2021年版）的通知》（沪环规〔2021〕11号），2021年9月1日起实施；</p> <p>19) 《上海市生态环境局关于印发&lt;上海市建设项目环境影响评价重点行业名录（2021年版）&gt;的通知》（沪环规〔2021〕7号），2021年9月1日起施行；</p> <p>20) 《上海市生态环境局关于发布&lt;实施建设项目环境影响评价文件行政审批告知承诺的行业名单（2024年版）&gt;的通知》（沪环评〔2024〕239号），2024年12月5日印发；</p> <p>21) 《上海市环境保护局关于贯彻落实&lt;建设项目竣工环境保护验收暂行办法&gt;的通知》（沪环保评〔2017〕425号，2017年12月12日印发）；</p> <p>22) 《上海市放射性污染防治若干规定》（2009年12月9日上海市人民政府令第23号发布，2024年11月25日上海市人民政府令第14号第二次修正并重新公布）；</p> <p>23) 《上海市人民政府关于发布上海市生态保护红线的通知》（沪府发〔2023〕4号）；</p> <p>24) 《上海市经济信息化委关于印发&lt;上海工业及生产性服务业指导目录和布局指南（2014年版）&gt;的通知》（2014年4月16日上海市经济和信息化委员会发布，沪经信规〔2014〕201号）；</p> <p>25) 《上海市经济信息化委关于印发&lt;上海市产业结构调整指导目录 限制和淘汰类（2020年版）&gt;的通知》（2020年5月25日上海市经济</p>
--	--

	<p>和信息化委员会发布，沪经信产〔2020〕342号）；</p> <p>26) 《上海市生态环境局关于公布上海市生态环境分区管控更新成果（2023版）的通知》。</p>
<p>技 术 标 准</p>	<p>1) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）；</p> <p>2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>3) 《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>4) 《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>5) 《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>6) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>7) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）；</p> <p>8) 《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS 76-2020）；</p> <p>9) 《医用 X 射线诊断机房卫生防护与检测评价规范》（DB31/T 462-2020）；</p> <p>10) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</p> <p>11) 《医用电气设备 第 1-3 部分：基本安全和基本性能的通用要求 并列标准：诊断 X 射线设备的辐射防护》（GB9706.103-2020）；</p> <p>12) 《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GBZ 2.1-2019）及第 1 号修改单（GBZ 2.1-2019/XG1-2022）、第 2 号修改单（GBZ 2.1-2019/XG2-2024）；</p> <p>13) 《手术室 X 射线影像诊断放射防护及检测要求》（DB31/T 1154-2019）；</p> <p>14) 《电离辐射所致眼晶状体剂量估算方法》（GBZ/T301-2017）；</p> <p>15) 《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）；</p> <p>16) 《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ98-2020）；</p> <p>17) 《室内空气质量标准》（GB/T18883-2022）；</p> <p>18) 《室内空气中氮氧化物卫生标准》（GB/T 17096-1997）；</p> <p>19) 《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）；</p>

	<p>20) 《排污许可证申请与核发技术规范 医疗机构》（HJ1105-2020）；</p> <p>21) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）。</p>
其他	<p>1) 《Structural Shielding Design for Medical X-Ray Imaging Facilities》（美国国家辐射防护委员会 NCRP Report No.147）；</p> <p>2) 《Protection of the Patient in Diagnostic Radiology》（国际放射防护委员会 ICRP 第 34 号出版物）；</p> <p>3) 《辐射防护手册（第一分册）辐射源与屏蔽》（李德平，潘自强主编）；</p> <p>4) 《辐射防护手册（第三分册）辐射安全》（李德平，潘自强主编）；</p> <p>5) 《国际辐射防护和辐射源安全基本安全标准》（IAEA 一般安全第三部分第 GSR Part 3 号）；</p> <p>6) 本项目射线装置所在层平面布置图及手术室的屏蔽设计方案；</p> <p>7) 《上海市环境天然贯穿辐射水平调查》(杨鹤鸣等)；</p> <p>8) 肺科医院提供的其他资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

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），射线装置应用项目的评价范围通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围。本项目评价范围取项目手术室屏蔽边界外 50m 的范围，具体见下图。

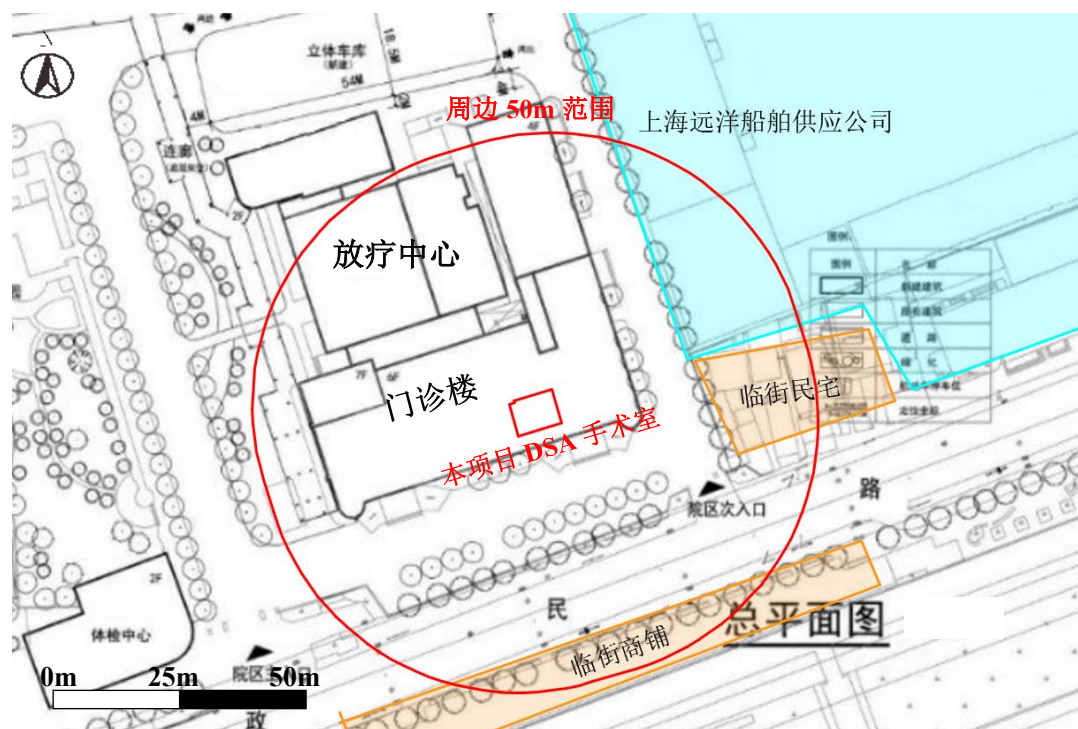


图 7.1-1 本项目 3 号 DSA 手术室边界外 50m 评价范围图

7.2 保护目标

本项目的辐射环境影响范围主要为手术室周边，评价范围（手术室屏蔽墙边界外 50m）内保护目标为项目放射工作人员以及机房评价范围内门诊楼、放疗中心、临街商铺、上海远洋船舶供应公司内公众。评价范围内的保护目标详见下表。

表 7.2-1 评价范围内保护目标一览表

分类	保护目标		方位	最近距离/m	常驻人员规模/人	保护要求 (剂量约束值)
本项目内 <sup>(1)</sup>	3 号 DSA 手术室+ 南侧 DSA 控制室		放射工作人员 内部	/	6	年有效剂量不大于 5mSv
本项目毗邻场所	3 号 DSA 手术室 <sup>(2)</sup>	过道	公众	东	紧邻	年有效剂量不大于 0.1mSv
		设备间	公众	西	紧邻	
		过道	公众	北	紧邻	
		抢救室、过道	公众	上	紧邻	
		实验室	公众	东	2	

本项目所在建筑（门诊楼）内	3号 DSA 手术室	空调机房、过道	公众	南	2	流动人员	年有效剂量不大于 5mSv
		1号 DSA 手术室	放射工作人员	西	2	1~6	
		排风机房、吸引室	公众	北	3	流动人员	
		抢救、留观室、急诊大厅	公众	上	5	流动人员	
本项目所在建筑（门诊楼）周围	院内道路		公众	四周	紧邻	0~50	年有效剂量不大于 0.1mSv
	上海远洋船舶供应公司仓库、政民路 499 号等临街民宅		公众	东	30	10~50	
	政民路、政民路 458 号等临街商铺		公众	南	40	20~100	
	放疗中心、结核门诊		公众	北	30	50~200	
注：（1）DSA 手术室开展介入手术前，需先对病患实施麻醉，麻醉医生在设备出束前离开设备手术室和控制室，于附近办公室待命，属于公众； （2）DSA 手术室下方为土层，无人员可到达区域。							

### 7.3 评价标准

#### 7.3.1 剂量限值及剂量约束值

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定职业照射连续 5 年的平均有效剂量不超过 20mSv，实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的年平均剂量值不应超过 1mSv；眼晶体的年当量剂量不超过 150mSv，四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv。

根据上述标准要求，确定本项目放射工作人员和公众的剂量限值和剂量约束值见下表。

表 7.3-1 放射工作人员和公众的剂量限值和剂量约束值

适用范围		职业工作人员	公众	
DSA 介入放射学手术	剂量限值	年有效剂量	20mSv/a	
		四肢（手和足）或皮肤（年当量剂量）	500mSv/a	
		眼晶体（年当量剂量）	150mSv/a	
	剂量约束值 <sup>(2)</sup>	年有效剂量	5mSv/a <sup>(1)</sup>	0.1mSv/a <sup>(1)</sup>
		四肢（手和足）或皮肤（年当量剂量）	125mSv/a	/
		眼晶体（年当量剂量）	20mSv/a	/

注：（1）与肺科医院已批准的放射工作人员和公众剂量约束值保持一致。

（2）根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中第 11.4.3.2 条“剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv~0.3mSv）的范围之内，但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限”。参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的相关要求，遵循“防护与安全的最优化”的原则，本项目年剂量管理目标值为：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。参照《国际辐射防护和辐射源安全基本安全标准》（GSR Part 3 - General Safety Requirement Part 3）p.124：职业照射 III.1(b)连续 5 年以上眼晶体接受的年平均当量剂量 20 毫希沃特（5 年内 100 毫希沃特），并且任何单位年份内当量剂量 50 毫希沃特。本项目眼晶体当量剂量约束值为 20mSv/a。

《手术室 X 射线影像诊断放射防护及检测要求》（DB31/T1154-2019）4.3

中规定：

- a) 控制区居留人员年有效剂量约束值应不大于 5mSv；

### 7.3.2 辐射分区

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中 6.4 辐射工作场所的分区：

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

### 7.3.3 剂量率要求

《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中 6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

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

- b) CT 机、乳腺摄影、乳腺 CBCT、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影、口腔 CBCT 和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h；

- c) 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于 25 $\mu$ Sv/h，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于 0.25mSv。

《医用 X 射线诊断机房卫生防护与检测评价规范》（DB31/T462-2020）

4.2 中规定：

- b) 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h，测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；CT 机、乳腺摄影、乳腺 CBCT、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影、口腔 CBCT 和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h；具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于 25 $\mu$ Sv/h。

《手术室 X 射线影像诊断放射防护及检测要求》（DB31/T1154-2019）4.3

中规定：

- b) 距手术室屏蔽体外表面 30cm 处及手术室内移动铅防护屏风后工作人

员位置处周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h;

#### 7.3.4 射线装置设备质量控制要求

《医用电气设备 第 1-3 部分：基本安全和基本性能的通用要求 并列标准：诊断 X 射线设备的辐射防护》（GB9706.103-2020）第 12.4 条款 加载状态下的泄漏辐射内容：X 射线管组件和 X 射线源组件在加载状态下的泄漏辐射，当其在相当于基准加载条件下以标称 X 射线管电压运行时，距焦点 1m 处，1h 内在任一 100cm<sup>2</sup> 区域（主要线性尺寸不大于 20cm）的空气比释动能不应超过 1.0mGy。

《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）中表 B.1 射线透视设备通用检测项目与技术要求中提到：透视防护区检测平面上周围剂量当量率检测要求，直接荧光屏透视设备（立位） $\leq 50.0\mu$ Sv/h，直接荧光屏透视设备（卧位） $\leq 150.0\mu$ Sv/h，非直接荧光屏透视设备 $\leq 400\mu$ Sv/h。对于本项目 DSA 手术室内手术医生和护士透视工况的附加剂量率保守按照 400 $\mu$ Sv/h 进行估算。

《手术室 X 射线影像诊断放射防护及检测要求》（DB31/T1154-2019）4.3 c)中规定：在透视防护区测试平面上的空气比释动能率应不大于 400 $\mu$ Gy/h。

《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）第 5.8 条款 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备防护性能的专用要求：

5.8.1 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备应满足其相应设备类型的防护性能专用要求。

5.8.2 在机房内应具备工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和摄影功能的控制键。

5.8.3 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。

5.8.4 介入操作中，设备控制台和机房内显示器上应能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录。

《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）第 5.1.5 条款规定：

c) 除牙科摄影和乳腺摄影用 X 射线设备外，X 射线有用线束中的所有物质形成的等效总滤过，应不小于 2.5mmAl。

#### 7.3.5 X 射线设备机房平面布置要求

《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）第 6.1.5 条款及表 2（对应表

7.3-3) 中提出 X 射线设备机房内最小有效使用面积、机房内最小单边长度应不小于下表的要求。

**表 7.3-3 X 射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度的要求**

设备类型	机房内最小有效使用面积 (m <sup>2</sup> )	机房内最小单边长度 (m)
单管头 X 射线设备 (含 C 形臂, 乳腺 CBCT)	20	3.5

### 7.3.6 射线装置及射线机房防护设施性能规定

《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 中 6.2.1 条款及表 3 (对应表 7.3-4) 对不同类型 X 射线设备 (不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备) 机房的屏蔽防护铅当量厚度做出了规定。

**表 7.3-4 本项目各机房的屏蔽防护铅当量厚度要求**

机房类型	有用线束方向铅当量 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
C 型臂 X 射线设备机房	2.0	2.0
标称 125kV 及以下的摄影机房	2.0	1.0

### 7.3.7 机房辐射安全防护要求

《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) :

5.8.1 介入放射学、近台同室操作 (非普通荧光屏透视) 用 X 射线设备应满足其相应设备类型的防护性能专用要求。

5.8.2 在机房内应具备工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和摄影功能的控制键。

5.8.3 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。

5.8.4 介入操作中, 设备控制台和机房内显示器上应能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录。

6.4.1 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受检者状态及防护门开闭情况。

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置, 并保持良好的通风。

6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志; 机房门上方应有醒目的工作状态指示灯, 灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句; 候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。

6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置; 推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施; 工作状态指示灯能与机房门有效关联。

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

6.4.7 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。

6.4.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。

### 7.3.8 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）：

6.5.1 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 4 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。

6.5.3 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb；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。

6.5.4 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。

6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

GBZ130-2020 表 4 相关内容

放射检查类型	工作人员		受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	—

### 7.3.9 室内氮氧化物和臭氧浓度要求

根据《室内空气中氮氧化物卫生标准》（GB/T 17096-1997），室内空气中氮氧化物（以二氧化氮计）日平均最高容许浓度规定为 0.10mg/m<sup>3</sup>；

根据《室内空气质量标准》（GB/T18883-2022）表 1 内容，室内臭氧浓度标准参考值为 0.16mg/m<sup>3</sup>（1 小时平均值）；NO<sub>2</sub> 室内空气质量指标及要求 ≤ 0.20mg/m<sup>3</sup>（1 小时平均值）。

### 7.3.10 危险废物贮存标准

项目依托的危险废物暂存间满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）要求。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

本项目位于上海市杨浦区政民路 507 号门诊楼地下 1 层。项目地理位置图见附图 1，本项目场所位置平面布置图见附图 6-1。

8.2 环境现状监测

为了说明本项目所在区域及周围辐射环境水平，本次评价委托中辐评检测认证有限公司（CMA 证书编号：220912342150）对项目所在地的辐射环境本底进行监测。

(1) 监测对象

监测对象：门诊楼地下 1 层 3 号 DSA 手术室及周边场所环境。

(2) 监测点位

本项目位于上海市杨浦区政民路 507 号，因实际监测进场时项目尚未开始建设，本次评价辐射本底现状检测点位选取拟建的 3 号 DSA 手术室周围环境及项目东侧临街民宅及南侧敏感点临街商铺。

根据 DSA 手术室位置条件，监测布点情况见表 8.2-1，实际监测点位置见图 8.2-1。

表 8.2-1 本项目监测布点情况

名称	监测点位（拟建手术室周边）
拟建3号DSA手术室	DSA 机房内部（1#）、东侧过道（2#）、南侧控制室（3#）、西南侧防护门门口（4#）、西侧设备间（5#）、北侧过道（6#）、上方抢救室（8#）
周边敏感点	院内空旷处（9#）
/	政民路北侧临街商铺（10#）、政民路南侧临街商铺（11#）

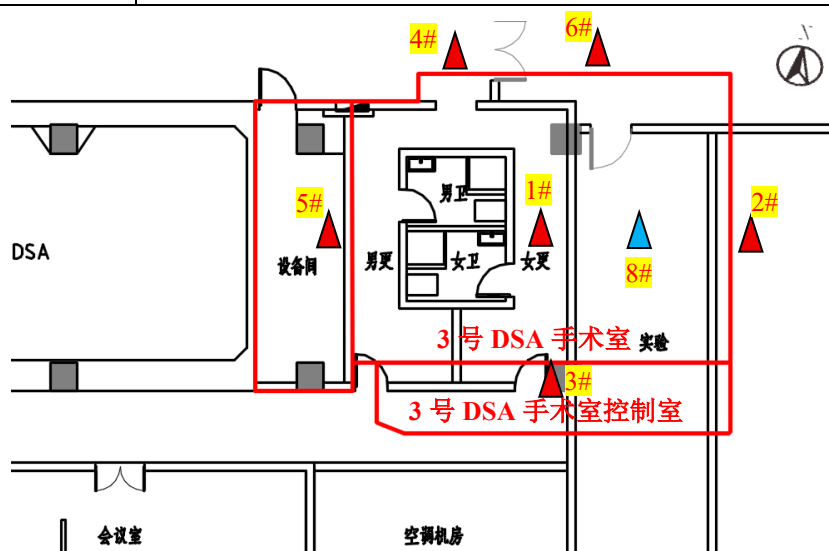


图 8.2-1 3 号 DSA 手术室监测点位示意图

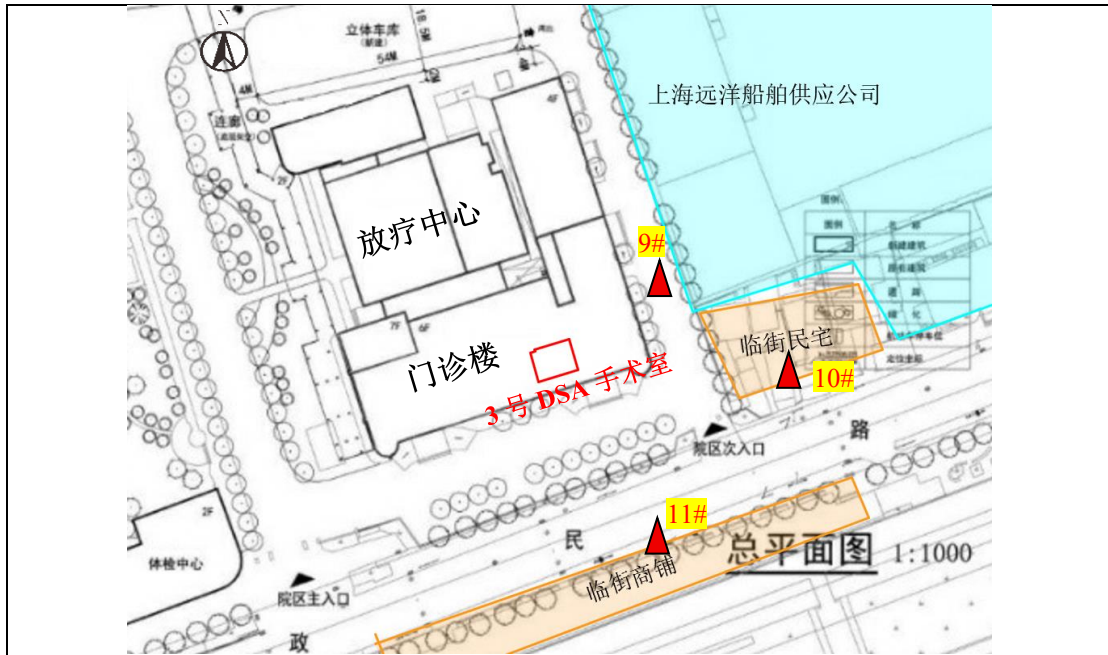


图 8.2-3 项目周边敏感点及院内空旷处监测点位示意图

(3) 监测因子

监测因子：环境  $\gamma$  辐射剂量率。

8.3 监测方案及结果

(1) 监测方案

本次环境现状监测方案基本情况如下表。

表 8.3-1 本次环境现状监测基本情况一览表

监测单位	中辐评检测认证有限公司
监测报告编号	2025ZFP04010FH01
监测时间	2025年4月11日
监测依据	《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)
主要监测仪器	便携式X、 $\gamma$ 辐射周围剂量当量率仪6150 AD5/H+6150 AD-b/H 主机编号158202, 探头编号160260; 仪器编号ZFPYQ-B-2; 能量响应: 38keV~7MeV; 量程: 99.9 $\mu$ Sv/hr (量程上限), 1nSv/h (量程下限) 检定有效期: 2025.02.07~2026.02.06; 检定证书编号: 2025H21-20-5729703004
校准因子	0.91
监测方法	按照《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)和《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)要求进行。监测时仪器探头水平距离地面1米高度, 每组读10个数据, 读数间隔10秒。
监测期间周边机房工况	监测期间1号DSA手术室和2号手术室内设备均处于停机状态, 手术室周边无其他放射性工作场所。

(2) 质量保证措施

1) 在本项目周边评价范围内选取监测点位, 充分考虑点位的代表性, 以

保证监测结果的科学性和可比性。

2) 监测方法依据《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)的相关规定, 采用即时测量方法进行。

3) 监测仪器每年定期经计量部门检定, 检定合格后方可使用。

4) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

5) 严格按照实验室体系文件中的《质量手册》《程序文件》及《作业指导书》执行监测任务, 监测人员经考核合格后持证上岗。

6) 监测报告严格实行校对、校核、审定三级审核制度。

### (3) 监测结果

监测报告见附件 2, 监测结果见表 8.3-2。

表 8.3-2 监测结果一览表

场所名称	编号	监测点位名称	监测结果 (单位: nGy/h)	
			监测结果	标准偏差
3 号 DSA 手术室 室内	1#	DSA 手术室内部	75	2
	2#	东侧过道	75	2
	3#	南侧控制室	75	2
	4#	西南侧防护门门口	77	2
	5#	西侧设备间	73	2
	6#	北侧过道	76	2
	8#	上方抢救室	75	2
周边环境 (室外)	9#	院内空旷处	70	2
	10#	政民路北侧临街民宅	68	2
	11#	政民路南侧临街商铺	70	2

注: (1) 按照《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021), 使用  $^{137}\text{Cs}$  作为检定/校准参考辐射源时, 空气比释动能与周围剂量当量转换系数取 1.20Sv/Gy;  
(2) 表中监测结果已扣除仪器对宇宙射线的响应值。

### 8.4 环境现状调查结果分析

参考《上海市环境天然贯穿辐射水平调查》(杨鹤鸣等), 上海市参考建筑物室内本底范围值为 0.0534~0.1517 $\mu\text{Gy/h}$ , 室外(水泥路)本底范围值为 0.0418~0.1046 $\mu\text{Gy/h}$ ; 表 8.3-2 的监测结果表明, 本项目建筑物室内环境  $\gamma$  辐射剂量率水平(0.073~0.077 $\mu\text{Gy/h}$ ) 和室外(水泥路)环境  $\gamma$  辐射剂量率水平(0.068~0.070 $\mu\text{Gy/h}$ ) 均处于上海市相应场所正常环境本底辐射水平范围内。

表 9 本项目工程分析与源项

## 9.1 工程设备和工艺分析

### 9.1.1 工作原理

DSA（数字减影血管造影）手术的工作原理是通过数字图像处理技术，消除骨骼和软组织的影像，从而清晰显示血管结构。手术过程中，首先在注射造影剂前获取目标区域的 X 光图像（蒙片图像），然后在注射造影剂后获取同一区域的增强图像，最后通过数字减影技术将两者相减，去除无关组织，仅保留血管影像。这种方法具有高分辨率、实时成像和图像处理灵活的优势，广泛应用于血管疾病的诊断和介入治疗，如血管狭窄、动脉瘤等。

本项目搬迁的型号为 ARTIS pheno 的数字减影血管造影（DSA）X 射线机现有 6 号楼 4 层现有 DSA 手术室现场照片如下：

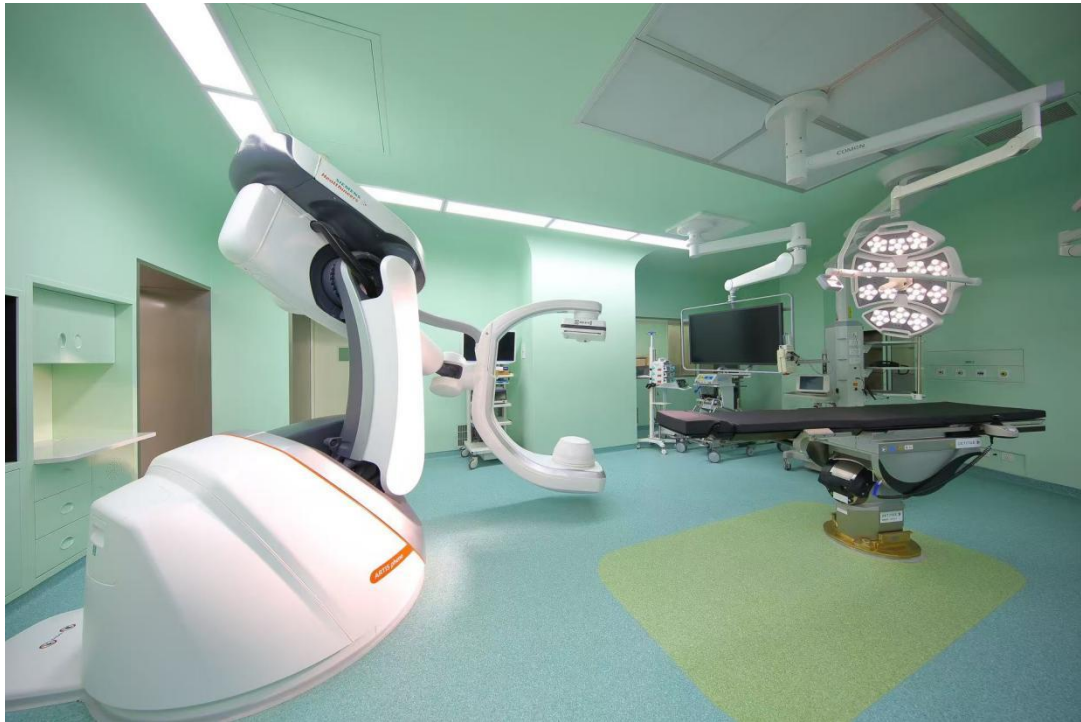


图 9.1-1 本项目搬迁的数字减影血管造影（DSA）X 射线机手术室现场照片（6 号楼 4 层现有 DSA 手术室）

### 9.1.2 设备组成

本项目 DSA 设备主要由 X 射线发生器、平板探测器、高压注射器、计算机图像处理系统和显示器等组成。X 射线发生器用于发射 X 射线，平板探测器负责接收穿透人体后的 X 射线信号并将其转换为数字图像，高压注射器用于快速注入造影剂以增强血管显影效果，计算机图像处理系统则对采集的图像进

行减影处理，消除骨骼和软组织影像，最终在显示器上清晰呈现血管结构。

### 9.1.3 工作流程

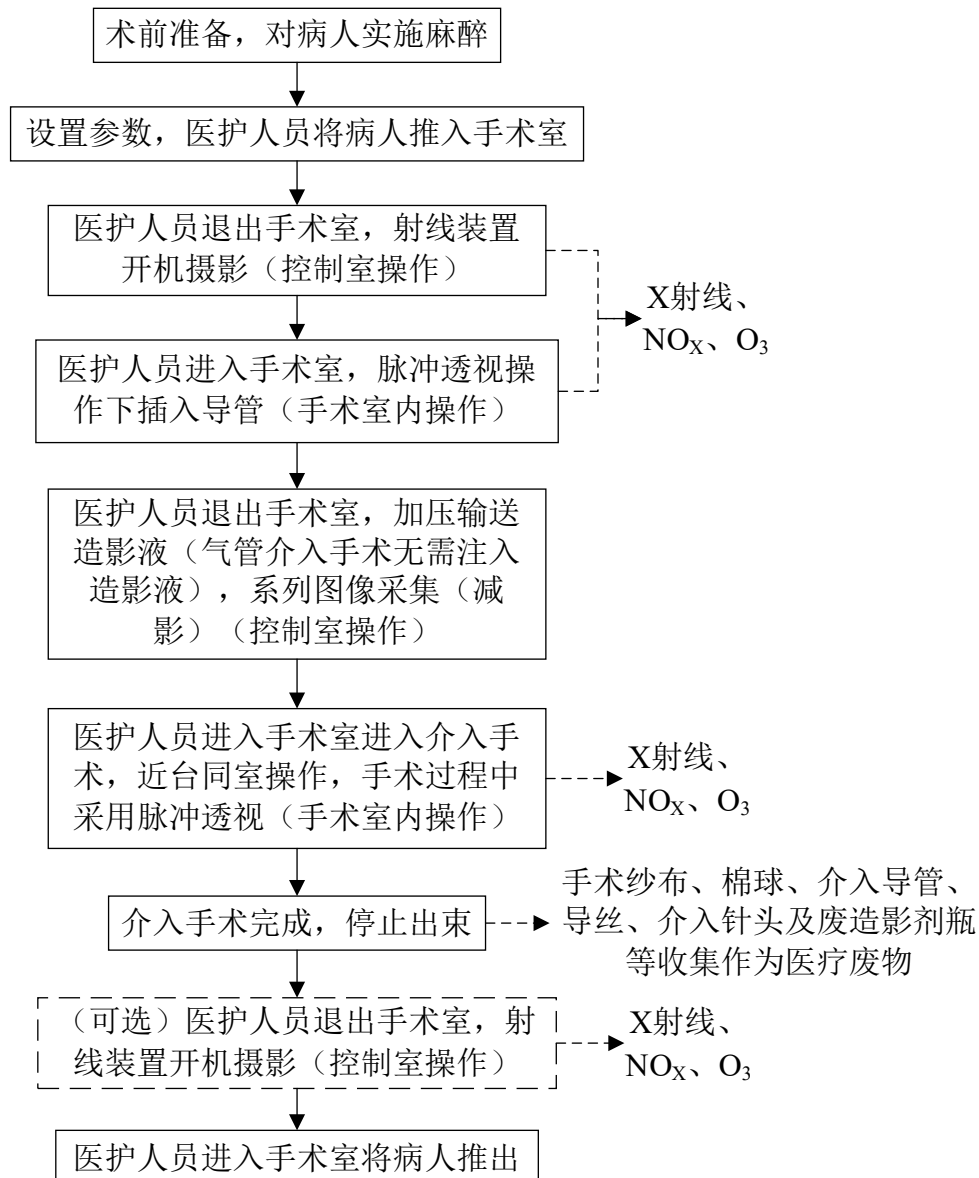


图 9.1-3 本项目数字减影血管造影（DSA）X 射线机工作流程

工作流程说明：

1) 术前准备，对病人实施麻醉：根据不同手术及检查方案，准备手术耗材，由麻醉医生对患者实施麻醉。

2) 放射工作人员根据不同手术及检查方案，设置射线装置的相关技术参数，以及其他监护仪器的设定；医护人员将麻醉后的患者推入手术室。

3) 开展介入手术：医护人员退出手术室进入控制室对患者进行图像采集（摄影）；医护人员进入手术室在射线装置脉冲透视工况下插入导管并注入造影液；医护人员退出手术室进入控制室对患者进行图像采集（摄影），通过减

影技术获取蒙片；医护人员进入手术室在射线装置脉冲透视工况下开展介入手术操作。此过程中射线装置出束会产生 X 射线、NO<sub>x</sub>、O<sub>3</sub>。

射线装置在进行曝光时分两种情况：

第一种情况隔室操作（图像采集（摄影））：操作人员采取隔室操作的方式（即医生在手术室外的控制室对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗观察手术室内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。

第二种情况同室操作（透视）：医生需要进行手术治疗时，为更清楚地了解病人情况时会有连续曝光，并采取连续脉冲透视，此时操作医生在手术室内同室操作，位于铅屏风或铅帘后身着铅服、戴铅眼镜等防护用品在曝光室内对病人进行直接的手术操作；医生操作期间护士在手术室内辅助手术。

4) 手术完成：完成介入手术后，停止射线装置出束。手术医生应及时书写手术记录，技师应及时处理图像。

5)（可选）术后检查：放射工作人员退出手术室进入控制室对患者进行图像采集（摄影）以检查介入手术效果。

#### **9.1.4 射线装置的安装和检修**

##### **(1) 射线装置的安装**

本项目 DSA 射线装置为现有设备，由设备厂家专业人员完成射线装置的搬迁和调试工作。

##### **(2) 射线装置的检修内容：**

1、外观检验：检查设备的外观是否有损伤、缺陷，如裂纹、划伤等。对于 X 射线管，需要检查玻璃管壁、阴极接线、灯丝等部件是否完好无损。

2、功能检验：检查设备的各项功能是否正常，包括真空度检查等。通过高频脉冲法或冷高压法检测管内真空度，确保设备在高度真空状态下工作。

3、性能检验：进行性能试验，确保设备在规定的工作电压和电流下正常工作。

## **9.2 污染源项描述**

### **9.2.1 正常工况的放射污染分析**

本项目 DSA 装置主要的放射污染是 X 射线，污染途径是 X 射线外照射。X 射线装置只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线。在开机出束时，有

用束和漏射、散射的 X 射线对周围环境造成辐射污染。在 X 射线装置使用过程中，X 射线贯穿手术室的屏蔽设施进入外环境中，将对操作人员及手术室周围人员造成辐射影响。

本项目 DSA 手术室工作负荷见下表。

**表 9.2-1 DSA 射线装置工作负荷**

射线装置名称	工作管电压/管电流	单次手术平均出束时间		年手术台数/台	年最大出束时间	
		20min (透视)	30s×2 (摄影)		666.7h (透视)	33.33h (摄影)
3 号 DSA 机房 DSA 射线装置	90kV/100mA (透视) 100kV/500mA (摄影)	20min (透视)	30s×2 (摄影)	2000	666.7h (透视)	33.33h (摄影)

在介入手术过程中，机头有用线束直接照向患者，根据 NCRP147 号出版物《Structural Shielding Design for Medical X-Ray Imaging Facilities》第 4.1.6 节：在血管造影术中将使用图像增强器，可阻挡主射线（有用线束），初级辐射的强度会大幅度地被病人、影像接收器和支撑影像接收器的结构减弱，因此血管造影用 X 射线装置屏蔽估算时可不考虑主束照射。本项目 DSA 射线装置在有用线束出束方向设有平板探测器作为影像接收器，因此，本次屏蔽计算重点考虑泄漏辐射和散射辐射对周围环境的辐射影响。

**(1) 泄漏辐射外照射源强**

根据 NCRP147 号出版物中 4.1.7 小节内容：射线装置必须将 1m 处的泄漏辐射控制在 0.876mGy/h 以下。本项目保守考虑按 1mGy/h 进行计算，Sv/Gy 转换系数取值为 1，即摄影和透视工况下泄漏辐射量均为 1000μSv/h；

**(2) 散射辐射外照射源强**

本项目 DSA 装置距靶 1m 处对最大辐射剂量率见表 9.2-2。

**表 9.2-2 本项目 DSA 装置离靶 1 米处最大辐射剂量率**

设备	运行模式	运行管电压 (kV)	运行管电流 (mA)	离靶 1m 处空气比释动能率* (mGy/mAs)	转换系数 Sv/Gy	离靶 1m 处最大辐射剂量率 $\dot{H}_0$ (μSv/h)
DSA	透视	90	100	0.07	1.0	2.5E+07
	摄影	100	500	0.09	1.0	1.6E+08

注：\*离靶1m处空气比释动能率来源于《Protection of the Patient Diagnostic Radiology》(ICRP Publication No.34)，如图9.2-1所示。其中设备总滤过参数符合GBZ130-2020第5.1.5条款的规定(≥2.5mmAl)，本次按照2.5mmAl总滤过进行估算。

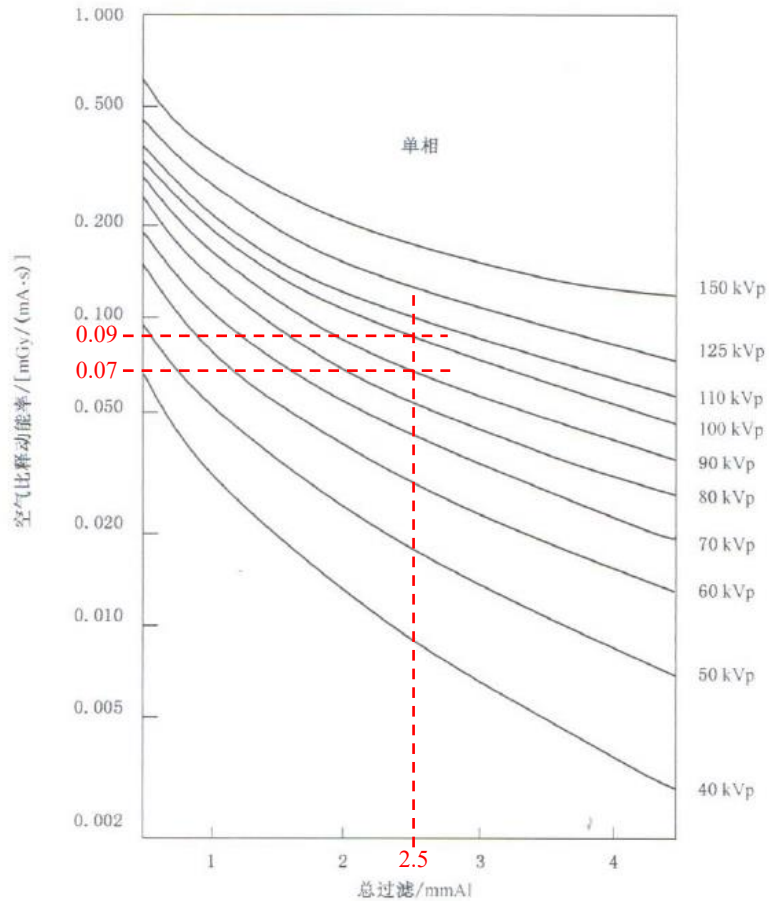


图 9.2-1 不管电压和滤过条件下离球管有效焦点 1m 处空气比释动能率的变化曲线

### 9.2.2 事故工况放射污染分析

1、门灯安全联锁系统失效，DSA 装置在手术室内有除负责介入手术作业的放射工作人员以外的其他人员停留或者手术室防护门未关闭的情况下启动出束；

2、放射工作人员对 DSA 装置进行误操作或 DSA 装置出现故障，导致出束剂量超过放射诊断要求；

3、DSA 装置所在手术室的局部屏蔽防护遭受损坏，导致射线泄漏，手术室外部辐射剂量率超标；

4、介入手术为近台同室操作，介入手术人员平时工作时不重视个人防护即可能受到超剂量照射。

### 9.2.3 “三废”产生情况

#### (1) 废气

DSA 手术室内射线装置运行不产生气态放射性物质。

DSA 装置产生的 X 射线与空气作用会产生微量的臭氧（O<sub>3</sub>）和氮氧化物（NO<sub>x</sub>）。

### **（2）废水**

DSA 手术室内射线装置运行不产生液态放射性物质。

本项目 DSA 手术室开展介入手术无废水产生；项目新增的 6 名放射工作人员生活污水依托大楼管网送至肺科医院现有污水处理站，经污水处理站处理、消毒达标后，排入市政污水管网统一收集处理。预计年生活污水排放量为 67.5m<sup>3</sup>/a，即 0.27m<sup>3</sup>/d。

### **（3）固体废物**

DSA 手术室内射线装置运行不产生放射性固废。

项目新增的 6 名放射工作人员产生的生活垃圾，委托市容环卫部门清运，年产生量为 0.75t/a；介入放射学手术装置运行过程中不涉及显影液、定影液的使用，不产生废显影液、定影液，产生的医疗废物主要为手术纱布、棉球、介入导管、导丝、介入针头及废造影剂瓶等，属危险废物，平均每次手术固废产生量为 1kg，则项目医疗废物产生量约 1500kg/a（现有 6 号楼 4 层手术室年手术量为 500 台/年，本项目建成后 3 号 DSA 手术室年手术量为 2000 台/年，本次增加 1500 台/年），经收集后放置于肺科医院西侧医废暂存间，委托有资质单位处置。

## 表 10 辐射安全与防护

### 10.1 项目安全设施

#### 10.1.1 工作场所布局

本项目拟于门诊楼地下 1 层新建 1 间 DSA 手术室。3 号 DSA 手术室东侧为库房和过道，南侧为控制室，西侧为设备间，北侧为过道，上方为抢救室和走廊，下方为土层。手术室相邻区域均无大量公众驻留，有用线束不直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。本项目 3 号 DSA 手术室的布局设置较为合理。

3 号 DSA 手术室周围布局情况见表 10.1-1。

表 10.1-1 3 号 DSA 手术室周围布局情况

设备名称	位置	方位	布局	有效使用面积 m <sup>2</sup>		最小单边长度 m	
				本项目	标准要求	本项目	标准要求
数字减影 血管造影 (DSA) X 射线机	门诊楼 地下 1 层 3 号 DSA 手术室	东侧	库房、过道	55.9	20	6.6	3.5
		西侧	设备间				
		南侧	控制室				
		北侧	过道				
		楼上	抢救室、走廊				
		楼下	土层				

由表 10.1-1 可知，本项目 3 号 DSA 手术室最小单边长度和有效使用面积均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中 6.1.5 条款表 2 中相关要求。

#### 10.1.2 分区管理

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制，其分区划分原则如下：

①控制区：把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围；

②监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的相关规定，划定为控制区、监督区。控制区和监督区以外区域对人员活动不限制。

根据上述划分原则，对本项目辐射工作场所进行辐射分区：

控制区：开展诊疗作业期间的3号 DSA 手术室划为控制区，当 DSA 手术室开展介入放射学手术作业时，手术室内仅允许相关病人及开展手术操作的医护人员停留；

监督区：3号 DSA 控制室、设备间及3号 DSA 手术室出入口防护门外1m划分为监督区，开展诊疗作业期间，仅允许放射工作人员进入。

具体控制区及监督区区域见图 10.1-1。

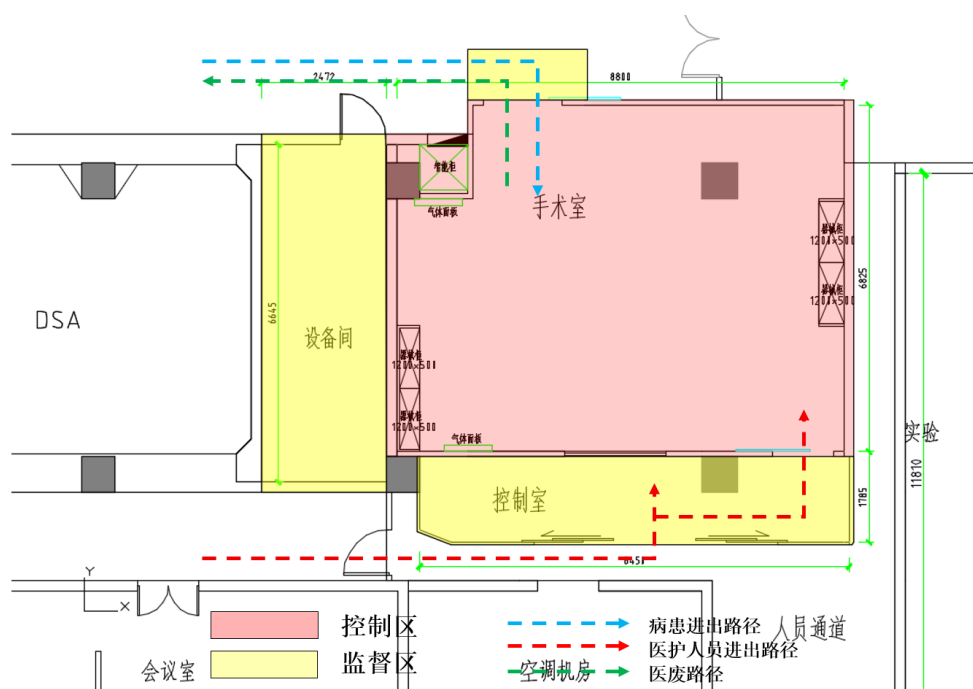


图 10.1-1 本项目 DSA 手术室两区划分图

### 10.1.3 辐射防护屏蔽设计

根据建设单位提供资料，本项目 DSA 手术室辐射防护屏蔽设计参数见表 10.1-2，手术室各侧墙体、防护门、观察窗、顶部屏蔽设计剖面图见图 10.1-2。

表 10.1-2 本项目 DSA 手术室屏蔽材料及厚度一览表

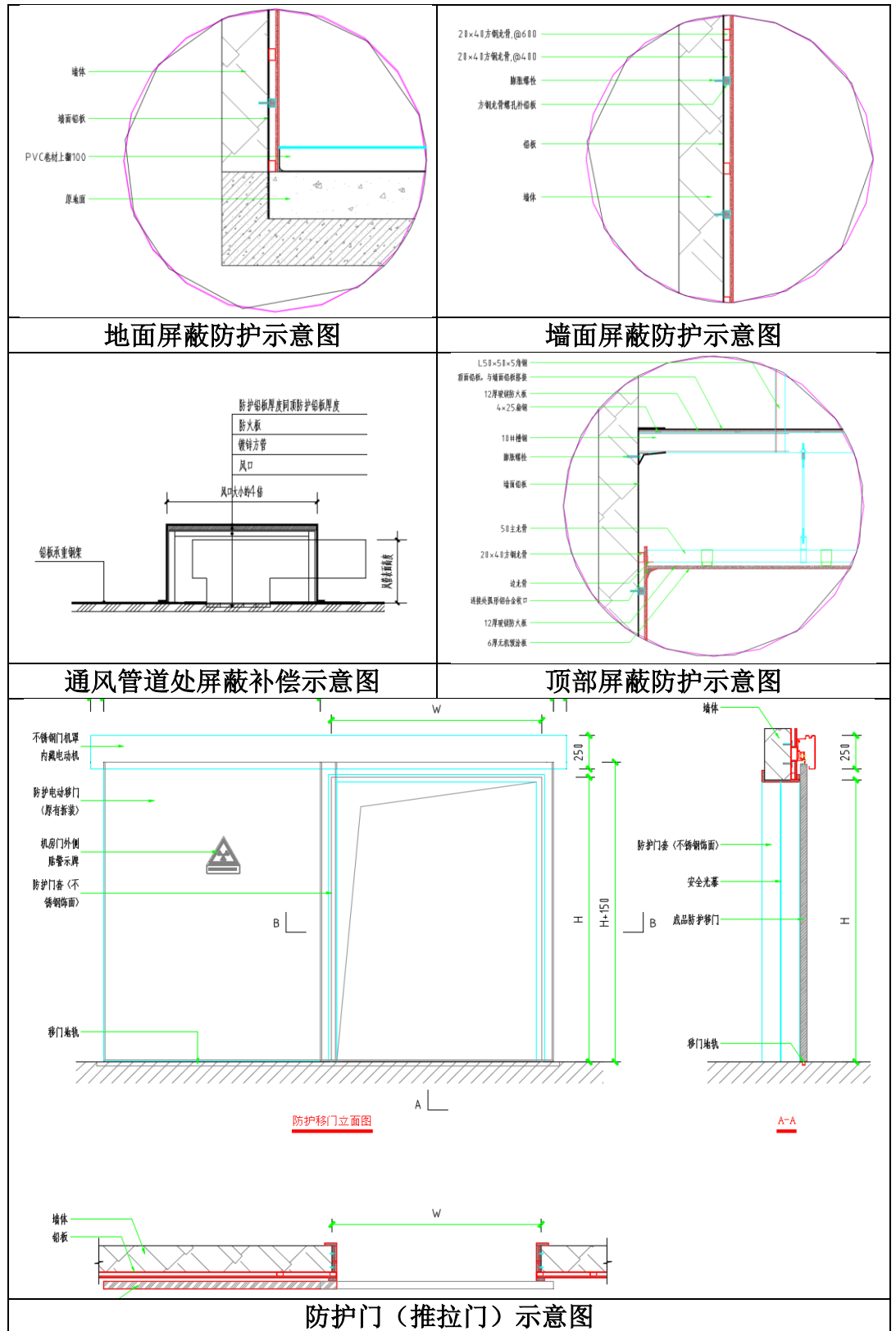
机房名称	屏蔽设施	屏蔽材料及厚度	等效铅当量 <sup>(1)</sup> (mmPb)	标准要求 <sup>(2)</sup> (mmPb)	评价结果
3号 DSA 机房	四周墙	4mm 铅板	4.0	2.0	符合
	顶部	140mm 混凝土+2mm 铅板	3.7 <sup>(3)</sup>	2.0	符合
	观察窗	20mm 铅玻璃	4.0	2.0	符合
	防护门	内衬 4mm 厚铅板	4.0	2.0	符合

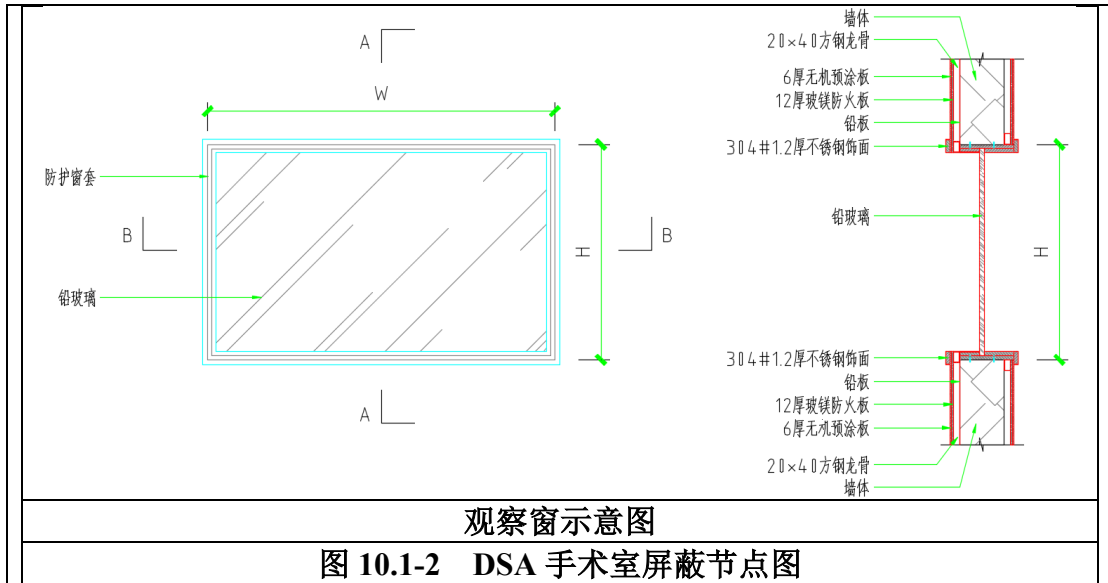
注：（1）根据业主提供资料混凝土密度为 2.35g/cm<sup>3</sup>，铅板纯度不低于 99.9%；铅玻璃密度为 4.2g/cm<sup>3</sup>。

（2）以上标准要求摘自《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 3。

（3）根据后文透射因子 B 的计算式 11.2-2 及 125kV 工况条件下铅和混凝土的拟合值参数（铅：2.219、7.923、0.5386；混凝土：0.03502、0.07113、0.6974），140mm 混凝土的铅当量计算值为 1.7mmPb；

根据上表，本项目 DSA 手术室屏蔽材料等效铅当量符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 3 中的要求。





本项目手术室内设备电缆通过手术室地板下方的电缆沟引至 DSA 设备间和 DSA 控制室，电缆沟呈“U”型穿越 DSA 设备间和 DSA 控制室的屏蔽墙，电缆沟下方为土层。

#### 10.1.4 辐射安全和防护措施

##### 1、射线装置安全与防护

①射线装置有明显的电离辐射标识和中文警示说明。

②在手术室内设置脚踏式开关，集中设置常断式透视曝光开关、常断式摄影开关，工作人员能在不变换操作位置的情况下成功切换透视和摄影功能并配有透视计时及限时报警装置。

③介入操作中，设备控制台和手术室内显示器上能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录。

##### 2、射线装置工作场所安全与防护

①3 号 DSA 手术室北侧和南侧防护门外设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标识，门上设置醒目的“射线有害、灯亮勿入”的工作状态指示灯；工作状态指示灯与防护门有效关联，工作状态指示灯亮时，防护门保持关闭。

②本项目 3 号 DSA 手术室北侧及控制室门为电动推拉门，设置有红外感应防夹装置，设置有曝光时关闭推拉式防护门的管理措施

③控制台设出束控制钥匙、急停按钮和对讲装置；手术室内设急停按钮和对讲装置。

④手术室和控制室之间设铅玻璃观察窗并配置对讲系统，能随时观察到受

检者状态及防护门开闭情况。

⑤手术室设置动力通风系统，能防止手术室空气中臭氧和氮氧化物等有害气体累积，保持良好的通风。手术室内不堆放与射线作业无关的杂物。

⑥除存在临床不可接受的情况外，DSA 摄影作业时，除受检者外，手术室内无其他人员停留；DSA 透视作业时，除受检者及负责介入放射学手术的放射工作人员外，手术室内无其他人员停留；非特殊情况，检查过程中陪检者不能滞留在手术室内。

⑦放射工作人员均佩戴个人剂量计，进行个人剂量监测。本项目拟新增 6 名放射工作人员（3 名医生、2 名护士、1 名技师），共需新增配备 11 枚个人剂量计（医生和护士每人配备 2 个人剂量计，技师配备 1 个人剂量计），建立新增放射工作人员的个人剂量档案；并按照医院现行辐射安全管理要求定期进行职业健康体检，建立个人职业健康档案。肺科医院已配备便携式 X、 $\gamma$  辐射周围剂量当量率仪等监测仪器，现有监测仪器可用于本项目手术室，无需额外配置监测仪器。

⑧肺科医院现有 6 号楼 4 层手术室配备的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等个人防护用品，为受检者配备铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套等个人防护用品拟移至新建门诊地下 1 层 3 号 DSA 手术室继续使用，无需重新购置。

综上，本项目 DSA 手术室、安全设施设置能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环保部 2011 年 第 18 号令）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局令第 31 号，2006 年 3 月 1 日起实施，2021 年 1 月 4 日第 4 次修正）的要求。

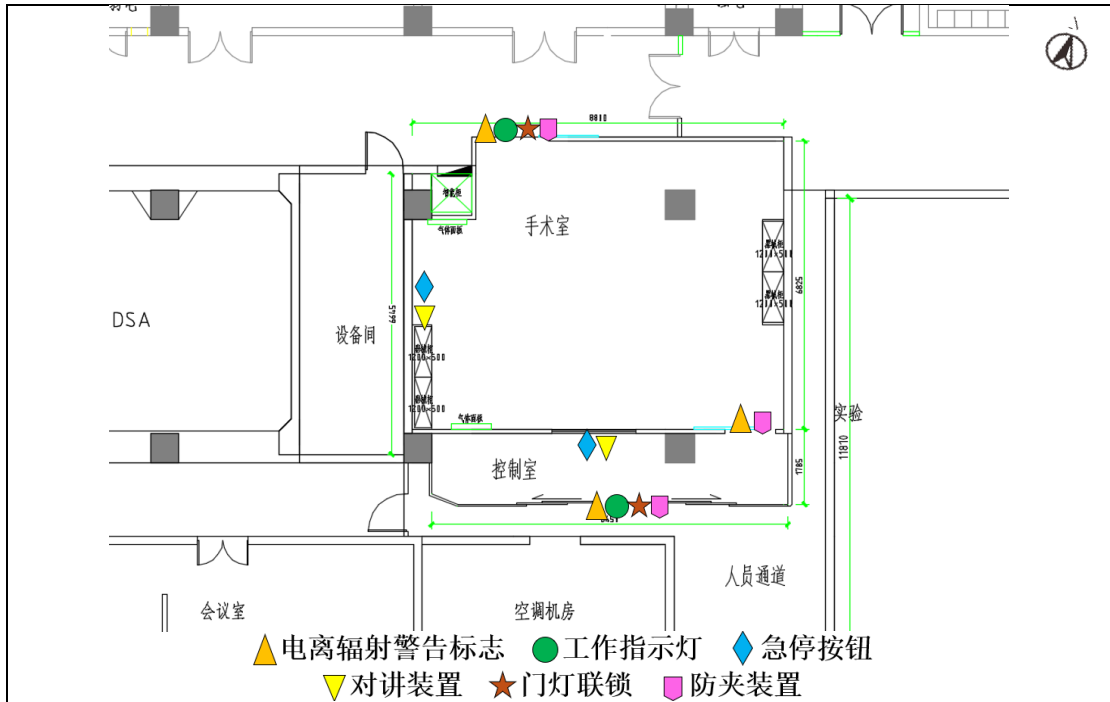


图 10.1-3 本项目 2 间 DSA 手术室主要辐射安全与防护措施示意图

### 3、射线装置工作场所防护用品及防护设施配置

根据 GBZ130-2020 标准 6.5 章节及表 4 的要求，肺科医院应配备相应的个人防护用品，包括铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜以及介入防护手套等（详见表 10.1-3）。在辐射工作中应做好个人的放射防护，以达到放射防护的目的。医院现有 6 号楼 4 层 DSA 机房内个人防护用品数量满足规范要求，本次搬迁后该手术室用于开展普通手术，不再进行放射操作，故该手术室个人防护用品可移至新建 3 号 DSA 手术室继续使用，无需重新购置。

表 10.1-3 本项目配置的个人防护用品/设施

机房名称	放射检查类型	标准配置要求			本项目配置的防护用品/设施情况		符合性评价
		防护用品和设施名称	铅当量 (mmPb)	配置对象	数量	铅当量 (mmPb)	
3 号 DSA 手术室	介入放射学操作	铅防护眼镜	≥0.25	手术医生、手术护士	5 副	0.5	符合
		铅橡胶围裙			5 个		
		铅橡胶颈套			5 个		
		介入防护手套	≥0.025	手术医生、手术护士	5 双	0.025	符合
		铅悬挂防护屏/铅防护吊帘	≥0.25		1 个	0.5	符合
		床侧防护帘/床侧防护屏	≥0.25	1 个	0.5	符合	
		铅橡胶性腺防护围裙/方巾	≥0.5	受检者	2 个	0.5	符合
铅橡胶颈套	2 个						

注：1.表中标准配置要求来源于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 4 中关于介入放射学操作的要求及附录 F 中相关要求。

2.铅防护眼镜、铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、介入防护手套具体数量根据项目建成运行后实际放射工作人员人数调整。

根据上表可知，本项目配置的防护用品和设施符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中相关标准要求。

### 10.1.5 对《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的满足情况

原环保部 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》对拟使用射线装置的单位提出了具体要求，本项目放射诊断具备的条件与“18 号令”要求的对照评估如表 10.1-4 所示。

**表 10.1-4 安全和防护能力对照评估情况**

序号	放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法要求	本项目落实情况	符合情况
1	<p>第五条</p> <p>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，其出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。</p> <p>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。</p>	<p>1.本项目新建 3 号 DSA 手术室北侧及南侧防护门外拟设置电离辐射警告标志及中文警示说明，并配备门灯联锁装置和工作状态指示灯；</p> <p>2.3 号 DSA 手术室内设备面板和控制室操作位设置急停开关；</p> <p>3.3 号 DSA 手术室拟实行分区管理，3 号 DSA 手术室内部设为控制区，控制室、设备间及 3 号 DSA 手术室出入口防护门外 1m 划为监督区，具体见图 10.1-1。</p> <p>4.本项目拟新增配备 11 枚个人剂量计。</p>	符合
2	<p>第九条</p> <p>生产、销售、使用射线装置的单位，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。</p>	<p>1.肺科医院拟在本项目建成后，对项目辐射工作场所开展自主监测和定期委托监测并保存监测记录；</p> <p>2.委托监测应委托有资质的机构对手术室四周、观察窗、防护门、操作位及手术室上方进行监测，频率为 1 次/年；</p> <p>3.自主监测的频率不少于 1 次/季。</p>	符合
3	<p>第十二条</p> <p>生产、销售、使用射线装置的单位，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。</p>	<p>肺科医院拟在本项目建成后，向生态环境主管部门重新申请辐射安全许可证，按要求于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的年度评估报告，并补充本项目的工作内容。</p>	符合
4	<p>第十七条</p> <p>生产、销售、使用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。</p>	<p>肺科医院拟新招聘 6 名放射工作人员负责本项目 1 台射线装置的操作，所有放射工作人员后续均需参加核技术利用辐射安全与防护培训和考核，且考核合格后方可上岗。</p>	符合
5	<p>第二十三条</p> <p>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</p>	<p>1.本项目所有放射工作人员均佩戴个人剂量计，委托有资质检测机构定期</p>	符合

	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。	（不超过3个月）进行个人剂量检测，并出具个人剂量检测报告。 2.如发现个人剂量监测结果异常的，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。 3.肺科医院设专人管理本项目放射工作人员个人剂量档案并长期保存；肺科医院现有放射工作人员的个人受照剂量未超过5mSv的年度个人剂量约束值。	
6	第二十四条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，不具备个人剂量监测能力的，应当委托具备条件的机构进行个人剂量监测。	肺科医院在本项目建成后，将本项目机房检测要求纳入现有检测计划，委托有资质的机构定期（不超过3个月）对本项目新增放射工作人员进行个人剂量检测，并出具个人剂量检测报告。	符合

由上表可知，如果按照上述要求开展介入放射学手术工作，本项目与《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中相关要求相符。

#### 10.1.6 对《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求的满足情况

表 10.1-5 汇总列出了本项目对照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》对使用放射性同位素和射线装置单位要求的对应评估情况。

**表 10.1-5 本项目执行《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》对照情况**

序号	放射性同位素与射线装置安全许可管理办法要求	本项目落实情况	符合情况
1	第十六条（一）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；其他辐射工作单位应当有1名具有大专以上学历的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；依据辐射安全关键岗位名录，应当设立辐射安全关键岗位的，该岗位应当由注册核安全工程师担任。	本项目涉及II类射线装置的使用，肺科医院已设置专门的放射防护管理工作小组，本项目辐射安全工作将纳入肺科医院现有的辐射安全管理体系。	符合
2	第十六条（二）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。	肺科医院拟新招聘6名放射工作人员负责本项目1台射线装置的操作，所有放射工作人员后续均需参加核技术利用辐射安全与防护培训和考核，且考核合格后方可上岗。	符合
3	第十六条（三）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使用。	/

4	第十六条（四）放射性同位素与射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	1.本项目新建3号DSA手术室北侧及南侧防护门外拟设置电离辐射警告标志及中文警示说明，并配备门灯联锁装置和工作状态指示灯； 2.3号DSA手术室内设备面板和控制室操作位设置急停开关； 3.3号DSA手术室拟实行分区管理，3号DSA手术室内部设为控制区，控制室、设备间及3号DSA手术室出入口防护门外1m划为监督区，具体见图10.1-1。	符合
5	第十六条（五）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。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪。	肺科医院为3号DSA手术室配备放射工作人员用的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等个人防护用品，为受检者配备铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套等个人防护用品（详见表10.1-3）。肺科医院现有辐射监测仪器可用于本项目。	符合
6	第十六条（六）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。	肺科医院已制定一套相对完善的辐射安全管理制度和操作规程，并严格按照管理制度执行。本项目涉及II类射线装置DSA设备的使用，与肺科医院现有放射科已有设备类似，故本项目建成后可参照肺科医院现有的应急预案和规章制度进行管理。	符合
7	第十六条（七）有完善的辐射事故应急措施。	本项目建成后，肺科医院将完善现有《辐射事件应急预案》，制定适用于本建设项目的辐射事故应急措施并纳入辐射事故应急响应体系。	符合
8	第十六条（八）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。	本项目手术室无放射性废弃物产生。	/

根据上表可知，如果按照上述要求开展介入放射学手术工作，本项目与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中相关要求相符。

### 10.1.7 与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的符合性分析

本项目与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中关于DSA手术室防护设施技术要求的符合性分析见表10.1-6。

**表 10.1-6 项目与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）符合性分析**

《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求	拟采取的措施	符合性分析
6.1.1 应合理设置X射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。	本项目DSA设备有用线束方向主要出束为向上，避开门、窗、管线口和工作人员操作位。	符合
6.1.2 X射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。	DSA手术室顶棚、墙体、防护门及观察窗均采取了符合标准要求的防护措施，手术室充分考虑邻室（含楼上）	符合

	及周围场所的人员防护与安全。	
6.1.3 每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求。 6.1.5 单管头 X 射线设备机房最小有效使用面积不小于 20m <sup>2</sup> ，最小单边长不小于 3.5m。	本项目 3 号 DSA 手术室为单独机房，有效使用面积为 55.9m <sup>2</sup> >20m <sup>2</sup> ，最小边长 6.5m>3.5m。满足单管头 X 射线设备机房对最小有效使用面积和最小单边长度的要求。	符合
6.2.1 C 形臂 X 射线设备机房：有用线束方向铅当量 2mmPb，非有用线束方向铅当量 2mmPb。 6.2.3 机房的门和窗关闭时，也要满足 6.2.1 的要求。	本项目 DSA 手术室各侧墙体、顶部屏蔽层、防护门及观察窗的铅当量均大于 3.7mmPb。满足 C 形臂 X 射线设备机房对有用线束方向铅当量和非有用线束方向铅当量的要求。	符合
6.4.1 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受检者状态及防护门开闭情况。 7.1.9 工作人员应在有屏蔽的防护设施内进行曝光操作，并应通过观察窗等密切观察受检者状态。	本项目 DSA 手术室与控制室之间设有铅玻璃观察窗，其设置的位置便于观察到患者和受检者的状态。	符合
6.1.1 应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。 6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。 6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。	本项目 DSA 射线装置有用线束未直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位，手术室内无杂物，手术室内设有通排风系统。	符合
6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志：机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。 6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。 6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。 7.1.5 X 射线设备曝光时，应关闭与机房相通的门、窗。	本项目 DSA 手术室北侧防护门及南侧控制室防护门处设置符合 GB18871-2002 附录 F 要求的电离辐射警告标志和工作状态指示灯，工作状态指示灯与防护门有效关联。工作状态指示灯拟设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句。电动推拉门设有防夹装置，制定有曝光时关闭防护门的管理措施。平开门设有自动闭门装置。设备曝光时，防护门窗处于紧闭状态。	符合
6.5.1 对于介入放射学，工作人员个人防护用品：铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套，辅助防护设施：铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏；受检者个人防护用品：铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套。	肺科医院为 DSA 手术室配备放射工作人员用的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等个人防护用品，为受检者配备铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套等个人防护用品（详见表 10.1-3）	符合
6.5.3 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb；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。	DSA 设备自带铅悬挂防护屏，床侧防护帘等辅助防护措施，铅当量均为 0.5mm，肺科医院配备铅当量为 0.5mm 的铅颈套、铅围裙，铅当量为 0.25mm 铅眼镜，铅当量为 0.025mm 防护手套等辐射防护用品。	符合
由上表可知，本项目 DSA 手术室的各项辐射防护设施和措施均能够满足		

《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的有关规定。

## 10.2 三废治理

本项目手术室不产生放射性废弃物。

### （1）废气

DSA 装置产生的 X 射线与空气作用会产生微量的臭氧（O<sub>3</sub>）和氮氧化物（NO<sub>x</sub>），由于本项目射线装置工作时的管电压、管电流较小，因此产生的臭氧及氮氧化物也较少，且本项目 DSA 手术室内设有动力通风系统将废气引至门诊楼排风系统，因而废气污染物对环境影响很小，能满足手术室的通风换气要求。

3 号 DSA 手术室通风管道采用“一”字型穿越手术室，且在穿墙处管口采用与所在墙体相同屏蔽效果的铅补偿，通风系统设置符合屏蔽要求。

### （2）废水

本项目 DSA 手术室开展介入手术无废水产生；项目新增的 6 名放射工作人员生活污水依托大楼管网送至肺科医院现有污水处理站，经污水处理站处理、消毒达标后，排入市政污水管网统一收集处理。预计年生活污水排放量为 67.5m<sup>3</sup>/a，即 0.27m<sup>3</sup>/d。

项目依托的现有污水处理站处理工艺为 A/O+消毒工艺，属于《排污许可证申请与核发技术规范 医疗机构》（HJ1105-2020）“附录 A 表 A.2 医疗机构排污单位污水治理可行技术参照表”中医疗污水的可行技术；现有污水处理站设计处理能力为 1150m<sup>3</sup>/d，目前处理量约为 1000m<sup>3</sup>/d，故项目废水依托现有污水处理站处理可行。

### （3）固废

项目新增的 6 名放射工作人员产生的生活垃圾，委托市容环卫部门清运，年产生量为 0.75t/a；介入放射学手术装置运行过程中不涉及显影液、定影液的使用，不产生废显影液、定影液，产生的医疗废物主要为手术纱布、棉球、介入导管、导丝、介入针头及废造影剂瓶等，属危险废物，平均每次手术固废产生量为 1kg，则项目医疗废物产生量约 1500kg/a（现有 6 号楼 4 层手术室年手术量为 500 台/年，本项目建成后 3 号 DSA 手术室年手术量为 2000 台/年，本次增加 1500 台/年），经收集后放置于肺科医院西侧医废暂存间，委托有资质

单位处置。

本项目医疗废物暂存依托医院现有医疗废物暂存间，现有暂存间位于医院西侧，面积为 20m<sup>2</sup>，最大贮存能力约为 10 吨；肺科医院现有医疗废物处置量约为 975.15t/a，每 2 日清运一次，则现有医疗废物暂存间贮存能力最大使用量为 5.34t，本项目年医疗废物产生量为 1500kg/a，现有医废暂存间贮存能力满足需求；现有医废暂存间设置满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597—2023）的要求，满足《关于进一步加强上海市危险废物污染防治工作的实施方案》（沪环土〔2020〕50 号）的要求，依托可行。

表 11 环境影响分析

### 11.1 建设阶段对环境的影响

本项目 3 号 DSA 手术室位于上海市杨浦区政民路 507 号门诊楼地下 1 层。

本项目 3 号 DSA 手术室由现有女更衣室和部分实验室区域改建而成，建设内容主要为墙体施工、屏蔽装修和设备安装调试。预计用时 1 个月，施工涉及的区域面积较小，施工期以施工噪声影响为主，同时伴有粉尘、废水和固体废物产生。

#### 11.1.1 施工期扬尘影响分析

本项目在建设施工期需进行的电气安装、铅门安装等作业，各种施工将产生少量扬尘，另外机械和运输车辆作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。装修作业不涉及墙面粉刷等操作，无有机废气产生。

针对上述扬尘污染采取以下措施：

- a) 及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；
- b) 施工场地应进行围挡，设置洒水装置，车辆在运输材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；
- c) 施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘。

#### 11.1.2 施工期废水环境影响分析

本项目 DSA 手术室装修作业不产生废水，施工人员生活污水依托肺科医院现有污水处理站处理，不会对周边河道水质产生影响。

#### 11.1.3 施工期噪声环境影响分析

本项目 DSA 手术室装修电钻作业、设备安装等施工时产生间歇性噪声和振动，最大噪声级可达 85dB(A)，对项目周边人员有一定的影响。

为了降低施工噪声对周围环境的影响，施工时应文明施工，合理安排施工时间，午间和夜间休息时间禁止施工；同时应选择噪声级尽可能低的施工机械进行施工，对施工机械及施工场所采取消声降噪措施，避免对项目周边人员产生影响。

#### 11.1.4 施工期固体废物环境影响分析

项目施工期间固废主要为建筑垃圾、施工废物料及施工人员生活垃圾。

对项目施工期间产生的建筑垃圾、施工废物料，可回收利用的部分应尽可能予以回收，不可回收的部分统一收集后交由有资质的渣土运输单位收运处置。建设单位应做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落。

### 11.1.5 设备调试期间环境影响分析

本项目射线装置安装后，在正式使用前需由设备厂家对设备进行调试，调试过程中无废气、废水和固体废物产生。因调试前设备手术室结构和屏蔽措施均已落实，调试期间设备运行产生噪声经建筑隔声后对外环境影响较小，设备调试出束期间手术室周边剂量当量率情况与后文辐射环境影响分析结论相同，均符合相关标准限值要求。

## 11.2 运行阶段辐射环境影响

根据肺科医院提供资料，本项目 DSA 的典型运行模式见表 11.2-1，项目使用设备均从正规生产厂家购置，滤过参数满足标准要求。

表 11.2-1 DSA 装置的辐射源项参数情况

位置	设备名称	典型运行模式		单次手术平均出束时间	年最大出束时间
		透视	摄影		
3 号 DSA 手术室	数字减影血管造影 (DSA) X 射线机	透视	90kV, 100mA	20min	666.7h
		摄影	100kV, 500mA	30s×2	33.33h

### 11.2.1 DSA 装置在手术室内作业期间所致周围辐射剂量率

#### (1) 关注点设置情况

本项目 DSA 手术室周边关注点分布情况见图 11.2-1 和图 11.2-2，关注点设置详细情况见表 11.2-2。

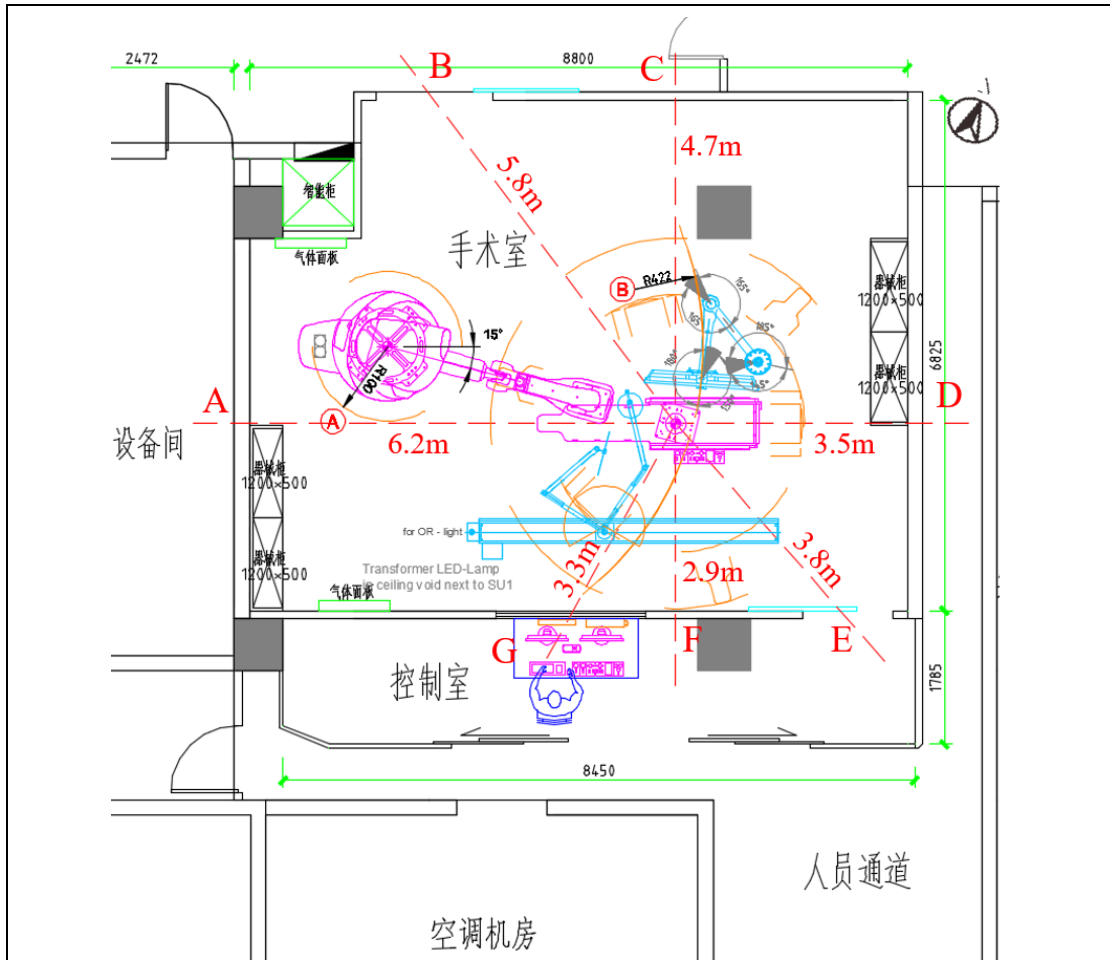


图 11.2-1 DSA 手术室周边关注点位置图（平面）

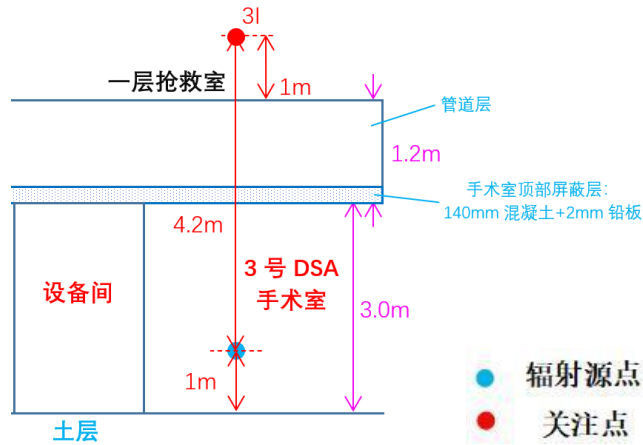


图 11.2-2 DSA 手术室周边关注点位置图（剖面）

表 11.2-2 DSA 手术室周边关注点设置详细情况

名称	关注点描述	屏蔽方式（铅当量）	关注点至靶点的距离
3号 DSA 手术室	西墙外 30cm, 设备间 (A 点)	4mm 铅板 (4mmpb)	6.2m
	北防护门外 30cm, 过道 (B 点)	4mm 铅板 (4mmpb)	5.8m
	北墙外 30cm, 过道 (C 点)	4mm 铅板 (4mmpb)	4.7m
	东墙外 30cm, 过道 (D 点)	4mm 铅板 (4mmpb)	3.5m
	南防护门外 30cm, 控制室 (E 点)	4mm 铅板 (4mmpb)	3.8m

	南墙外 30cm, 控制室 (F 点)	4mm 铅板 (4mmpb)	2.9m
	南观察窗外 30cm, 控制室 (G 点)	20mm 铅玻璃 (4mmpb)	3.3m
	上方一层抢救室距地面 100cm 处 (H 点)	140mm 混凝土+2mm 铅板 (3.7mmpb)	4.2m

## (2) 泄漏辐射计算 $\dot{H}_L$

对关注点的泄漏辐射剂量率结合《辐射防护手册（第一分册）辐射源与屏蔽》和《辐射防护导论》中内容，推导采用下列公式（11.2-1）计算。

$$\dot{H}_L = \frac{\dot{H}_{L0} \cdot B}{R^2} \quad \text{式 (11.2-1)}$$

式中：

$\dot{H}_L$ ：关注点处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{H}_{L0}$ ：距靶点 1m 处 X 射线管组件的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ 。本项目摄影和透视工况下泄漏辐射量均取  $1000\mu\text{Sv/h}$ ；

$R$ ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

$B$ ：透射因子，对给定的铅厚度，依据 GBZ 130-2020 中给出的不同管电压 X 射线辐射在铅中衰减的  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  拟合值按公式 11.2-2 计算屏蔽透射因子  $B$ ，见下式：

$$B = \left[ \left( 1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad \text{式 (11.2-2)}$$

式中：

$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ ：辐射衰减参数拟合值，对于透视和摄影工作模式下泄漏辐射计算，管电压按照 90kV 和 100kV（主束）计算，相应工况下铅的拟合值分别为 3.067、18.83、0.7726 和 2.500、15.28、0.7557。

$X$ ：有效铅当量，mmPb。

表 11.2-3 3 号 DSA 手术室外关注点处泄漏辐射剂量率计算结果

工作模式	关注点	X /mmPb	R/m	B	$\dot{H}_L/\mu\text{Sv/h}$
摄影 100kV 主束	西墙外 30cm, 设备间 (A 点)	4.0	6.2	3.39E-06	8.81E-05
	北防护门外 30cm, 过道 (B 点)	4.0	5.8	3.39E-06	1.01E-04
	北墙外 30cm, 过道 (C 点)	4.0	4.7	3.39E-06	1.53E-04
	东墙外 30cm, 过道 (D 点)	4.0	3.5	3.39E-06	2.77E-04
	南防护门外 30cm, 控制室 (E 点)	4.0	3.8	3.39E-06	2.35E-04
	南墙外 30cm, 控制室 (F 点)	4.0	2.9	3.39E-06	4.03E-04
	南观察窗外 30cm, 控制室 (G 点)	4.0	3.3	3.39E-06	3.11E-04
	上方一层抢救室距地面 100cm 处 (H 点)	3.7	4.65	7.17E-06	3.32E-04
透视 90kV	西墙外 30cm, 设备间 (A 点)	4.0	6.2	3.69E-07	9.60E-06
	北防护门外 30cm, 过道 (B 点)	4.0	5.8	3.69E-07	1.10E-05
	北墙外 30cm, 过道 (C 点)	4.0	4.7	3.69E-07	1.67E-05

东墙外 30cm, 过道 (D 点)	4.0	3.5	3.69E-07	3.01E-05
南防护门外 30cm, 控制室 (E 点)	4.0	3.8	3.69E-07	2.56E-05
南墙外 30cm, 控制室 (F 点)	4.0	2.9	3.69E-07	4.39E-05
南观察窗外 30cm, 控制室 (G 点)	4.0	3.3	3.69E-07	3.39E-05
上方一层抢救室距地面 100cm 处 (H 点)	3.7	4.65	9.26E-07	4.28E-05

注：因设备出束靶点位于病患正下方 0.45m 处，则对于泄漏射线，靶点距离上方关注点距离为 4.2+0.45=4.65m；

### (3) 散射辐射计算 $\dot{H}_s$

计算得到屏蔽透射因子 B 后，关注点的散射辐射剂量率 $\dot{H}_s$  ( $\mu\text{Sv/h}$ ) 可根据《辐射防护导论》(原子能出版社)第三章第三节 (P116-P117) 散射线的屏蔽计算公式 (3.66) 进行推导得出，本项目关注点的散射辐射剂量率计算公式如下：

$$\dot{H}_s = \frac{\dot{H}_0 \cdot B}{R_s^2} \times \frac{\alpha \cdot (S/400)}{R_0^2} \quad \text{式 (11.2-3)}$$

式中：

$\dot{H}_s$ ：关注点处的散射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{H}_0$ ：距辐射源点（即靶点）1m 处最大辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；根据前文表 9.2-2 计算结果，透视模式取  $2.5\text{E}+07\mu\text{Sv/h}$ ，摄影模式取  $1.6\text{E}+08\mu\text{Sv/h}$ ；

B：辐射屏蔽因子，计算方法同式 (11.2-2)，对于透视和摄影工作模式下泄漏辐射计算，管电压按照 90kV 和 100kV（散射）计算，相应工况下铅的拟合值分别为 3.067、18.83、0.7726 和 2.507、15.33、0.9124；

S：X 射线机有用束在患者身体上的散射面积，根据设备参数，本项目保守取  $400\text{cm}^2$ ；

$\alpha$ ：散射因子，定义为入射辐射被面积为  $400\text{cm}^2$  水模体散射至 1m 处的相对份额；根据《辐射防护手册（第一分册）》P437 表 10.1，100kV 下的  $\alpha$  值 0.0013（ $90^\circ$  散射）；

$R_s$ ：患者（散射体）至参考点的距离，m；

$R_0$ ：源与受检者的距离，本项目保守取 0.45m（符合 GBZ130-2020 中 5.2.1 小节关于最小焦皮距的要求）。

表 11.2-4 3 号 DSA 手术室外关注点处散射辐射剂量率计算结果

工作模式	关注点	$\dot{H}_0$ $\mu\text{Sv/h}$	X /mmPb	$d_s$ m	B	$\dot{H}_s/\mu\text{Sv/h}$
摄影 100kV 散射	西墙外 30cm, 设备间 (A 点)	$1.6 \times 10^8$	4.0	6.2	5.14E-06	0.14
	北防护门外 30cm, 过道 (B 点)		4.0	5.8	5.14E-06	0.16
	北墙外 30cm, 过道 (C 点)		4.0	4.7	5.14E-06	0.24

	东墙外 30cm, 过道 (D 点)		4.0	3.5	5.14E-06	0.44
	南防护门外 30cm, 控制室 (E 点)		4.0	3.8	5.14E-06	0.37
	南墙外 30cm, 控制室 (F 点)		4.0	2.9	5.14E-06	0.64
	南观察窗外 30cm, 控制室 (G 点)		4.0	3.3	5.14E-06	0.49
	上方一层抢救室距地面 100cm 处 (H 点)		3.7	4.2	1.09E-05	0.64
透视 90kV	西墙外 30cm, 设备间 (A 点)	2.5× 10 <sup>7</sup>	4.0	6.2	3.69E-07	1.79E-03
	北防护门外 30cm, 过道 (B 点)		4.0	5.8	3.69E-07	2.05E-03
	北墙外 30cm, 过道 (C 点)		4.0	4.7	3.69E-07	3.12E-03
	东墙外 30cm, 过道 (D 点)		4.0	3.5	3.69E-07	5.62E-03
	南防护门外 30cm, 控制室 (E 点)		4.0	3.8	3.69E-07	4.77E-03
	南墙外 30cm, 控制室 (F 点)		4.0	2.9	3.69E-07	8.19E-03
	南观察窗外 30cm, 控制室 (G 点)		4.0	3.3	3.69E-07	6.33E-03
	上方一层抢救室距地面 100cm 处 (H 点)		3.7	4.2	9.26E-07	9.80E-03

#### (4) 手术室外周围剂量当量率 $\dot{H}$ 估算结果

手术室周围各关注点位图见前文图 11.2-1 及图 11.2-2。本项目 3 号 DSA 手术室内射线装置在手术室内设备出束期间手术室周围关注点处的辐射剂量当量率见表 11.2-5。

表 11.2-5 3 号 DSA 手术室外周围关注点处的辐射剂量当量率

关注点	工作模式	$\dot{H}_L/\mu\text{Sv/h}$	$\dot{H}_s/\mu\text{Sv/h}$	$\dot{H}/\mu\text{Sv/h}$
西墙外 30cm, 设备间 (3A 点)	摄影	8.81E-05	0.14	0.14
	透视	9.60E-06	1.79E-03	1.80E-03
北防护门外 30cm, 过道 (3B 点)	摄影	1.01E-04	0.16	0.16
	透视	1.10E-05	2.05E-03	2.06E-03
北墙外 30cm, 过道 (3C 点)	摄影	1.53E-04	0.24	0.24
	透视	1.67E-05	3.12E-03	3.14E-03
东墙外 30cm, 过道 (3D 点)	摄影	2.77E-04	0.44	0.44
	透视	3.01E-05	5.62E-03	5.65E-03
南防护门外 30cm, 控制室 (3E 点)	摄影	2.35E-04	0.37	0.37
	透视	2.56E-05	4.77E-03	4.80E-03
南墙外 30cm, 控制室 (3F 点)	摄影	4.03E-04	0.64	0.64
	透视	4.39E-05	8.19E-03	8.24E-03
南观察窗外 30cm, 控制室 (3G 点)	摄影	3.11E-04	0.49	0.49
	透视	3.39E-05	6.33E-03	6.36E-03
上方一层留观室距地面 100cm 处 (1H 点)	摄影	3.32E-04	0.64	0.64
	透视	4.28E-05	9.80E-03	9.85E-03

由表 11.2-5 可知, 本项目 3 号 DSA 手术室内 DSA 设备在最大工况运行情况下, DSA 手术室周边各关注点剂量率在  $(1.80 \times 10^{-3} \sim 0.64) \mu\text{Sv/h}$  之间, 满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)、《医用 X 射线诊断机房卫生防护与检测评价规范》(DB31/T462-2020) 和《手术室 X 射线影像诊断放射防护及检测要求》(DB31/T1154-2019) 中机房周围剂量当量率应不大于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$  的要求。

### 11.2.3 DSA 手术室周边公众附加年有效剂量 $E$

本项目 DSA 手术室周边年有效剂量  $E$  计算公式如下：

$$E = \dot{H} \times t \times T \times 10^{-3} \quad \text{式 (11.2-4)}$$

式中：

$E$ ：年有效剂量，mSv；

$\dot{H}$ ：关注点处的辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$t$ ：年受照射时间，h；

$T$ ：居留因子，参考原子能出版社《辐射防护手册（第三分册）辐射安全》

3.4.1.1 (p80) “ $T$ 为居留因子，即人员在辐射是周围停留的几率，可按下列三种情况取值：（1）全居留（ $T=1$ ），包括控制室、实验室、诊室、办公室、候诊室、车间等经常有人的地方。（2）部分居留（ $T=1/4$ ），包括公共走廊、休息室、电梯等有时有人的地方。（3）偶然居留（ $T=1/16$ ），包括厕所、浴室、行人车辆通过的外部区域”。

**表 11.2-6 本项目 DSA 手术室射线装置工作负荷情况**

射线装置名称	单次手术平均出束时间	年手术台数/台	年最大出束时间	位置
数字减影血管造影 (DSA) X 射线机	透视 20min+ 摄影 30s×2	2000	透视 666.7h+ 摄影 33.33h	3 号 DSA 手术室

本项目 DSA 手术室周边公众的年有效剂量预测结果见表 11.2-7。

**表 11.2-7 3 号 DSA 手术室周边公众的年有效剂量**

位置	居留因子	剂量当量率 $\mu\text{Sv/h}$		年出束时间 h/a		年有效剂量 mSv/a
		摄影	透视	摄影	透视	
北防护门外 30cm, 过道 (3B 点)	1/4	0.16	2.06E-03	33.33	666.7	1.67E-03
北墙外 30cm, 过道 (3C 点)	1/4	0.24	3.14E-03	33.33	666.7	2.54E-03
东墙外 30cm, 过道 (3D 点)	1/4	0.44	5.65E-03	33.33	666.7	4.58E-03
上方一层抢救室距地面 100cm 处 (3I 点)	1	0.64	9.85E-03	33.33	666.7	2.80E-02

根据上表各关注点公众年附加有效剂量计算结果，本项目运行后，3号 DSA 手术室周边公众年有效剂量最大为 2.80E-02mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求，也低于本报告提出的剂量约束值（公众人员 0.1mSv/a）。评价范围内的其他保护目标（门诊楼、放疗中心、临街商铺、上海远洋船舶供应公司内公众）距离源项更远，根据辐射衰减的规律，该位置的公众人员的受照剂量更小，由此评价范围内保

护目标均可满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对公众人员的年有效剂量不超过 1mSv 的剂量限值要求，也满足本项目设定的公众人员年有效剂量不超过 0.1mSv 的剂量约束值要求。

评价范围内的其他保护目标（门诊楼、放疗中心、临街商铺、上海远洋船舶供应公司内公众）距离源项更远，根据辐射衰减的规律，该位置的公众人员的受照剂量更小，由此评价范围内保护目标均可满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对公众人员的年有效剂量不超过 1mSv 的剂量限值要求，也满足本项目设定的公众人员年有效剂量不超过 0.1mSv 的剂量约束值要求。

### 11.2.4 DSA 手术室放射工作人员年有效剂量

#### (1) 放射工作人员年有效剂量

本项目 DSA 装置属于 X 射线透视设备，参照《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020），本项目 DSA 装置透视工况下透视防护区检测平面上的剂量率水平 $\leq 400\mu\text{Sv/h}$ ，设定透视防护区检测平面处的辐射剂量率为手术医生位置处的受照剂量率，手术医生及手术护士采用 0.5mm 铅当量铅围裙作屏蔽措施，在 90kV 透视工况下屏蔽因子 B 为  $2.52\text{E-}02$ ，即 DSA 手术室内放射工作人员在透视工况下躯干部位受到最大剂量率水平为  $10.1\mu\text{Sv/h}$ 。该估算结果为同室作业的放射工作人员可能受到的剂量率最大值，实际人员受照剂量率因离中心点距离远近、设备出束功率等因素影响远低于该水平，本次评价按可能出现的最不利情况进行分析。

本项目 DSA 手术室由 6 名放射工作人员负责（3 名医生、2 名护士及 1 名技师），正常单次手术工况下，共需要医生 2 名，护士 1 名，技师 1 名。

表 11.2-8 本项目 3 号 DSA 手术室放射工作人员年有效剂量情况

放射工作人员	受照类型	年有效剂量 mSv/a	备注
手术医生	透视 (手术室内) 摄影 (控制室内)	4.50	1、共 3 名手术医生，单台手术安排 2 名手术医生； 2.透视过程中医生躯干部位剂量率为 $10.1\mu\text{Sv/h}$ ，透视过程累积持续时间 666.7h/年； 3.摄影过程剂量率为 $0.64\mu\text{Sv/h}$ ，摄影过程累积持续时间 33.33h/年； 4.汇总计算： $(10.1\mu\text{Sv/h}\times 666.7\text{h/a}+0.64\mu\text{Sv/h}\times 33.33\text{h/a})\times 1\text{mSv}/1000\mu\text{Sv}\div 3\times 2=4.50\text{mSv/a}$ 。
手术护士	透视 (手术室内) 摄影	3.38	1.共 2 名手术护士，单台手术安排 1 名手术护士； 2.透视过程中护士躯干部位剂量率为 $10.1\mu\text{Sv/h}$ ，透视过程累积持续时间 666.7h/年；

	(控制室内)		3.摄影过程剂量率为 0.64μSv/h, 摄影过程累积持续时间 33.33h/年; 4.汇总计算: (10.1μSv/h×666.7h/a+0.64μSv/h×33.33h/a)×1mSv/1000μSv÷2=3.38mSv/a。
手术 技师	透视 (控制室内) 摄影 (控制室内)	2.67E-02	1.共 1 名手术技师, 单台手术安排 1 名手术技师; 2.透视过程剂量率为 8.24E-03μSv/h, 透视过程累积持续时间 666.7h/年; 3.摄影过程剂量率为 0.64μSv/h, 摄影过程累积持续时间 33.33h/年; 3.汇总计算: (8.24E-03μSv/h×666.7h/a+0.64μSv/h×33.33h/a)×1mSv/1000μSv=2.67E-02mSv/a。

根据表 11.2-8 计算结果, 本项目 3 号 DSA 手术室内 DSA 装置运行所致辐射对手术医生年有效剂量为 4.50mSv/a, 手术护士年有效剂量为 3.38mSv/a, 手术技师年有效剂量为 2.67E-02mSv/a。本项目 DSA 手术室放射工作人员不再从事肺科医院其他放射工作, 故人员最大个人剂量为 4.50mSv/a, 满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于“剂量限值”的要求, 也低于本报告和 DB31/T1154-2019 中提出的剂量约束值(职业人员 5mSv/a)。

从事本项目作业的放射工作人员在开展作业时必须按照《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)表 4 个人防护用品和辅助防护设施配置, 穿戴铅防护服等辐射防护用品, 佩戴个人剂量计, 合理安排操作时间, 所致其年剂量值不得超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的职业照射剂量限值(20mSv/年)及本项目放射工作人员剂量约束值(5mSv/年)。

## (2) 介入手术医生和护士眼晶体吸收剂量估算

根据《电离辐射所致眼晶状体剂量估算方法》(GBZ/T 301-2017), 当有 X、γ 个人剂量当量  $H_p(d)$  监测或估算结果、并有射线能量和入射角等信息时, 应用式(11.2-6)估算眼晶状体吸收剂量:

$$D_L = f_{py} H_p(d) \quad \text{式(11.2-6)}$$

其中:  $D_L$ : 眼晶状体吸收剂量, 单位为毫戈瑞(mGy);

$f_{py}$ : 个人剂量当量到眼晶状体吸收剂量的转换系数(其值参见 GBZ/T 301-2017 附录 A 中 A.2), 单位为毫戈瑞每毫希沃特(mGy/mSv);

参照《电离辐射所致眼晶状体剂量估算方法》(GBZ/T 301-2017)附录 D 中 D2.1, 因本项目透视工况下 X 射线的平均能量约为 60keV, 而且可近似地视为 AP 入射方式的垂直入射, 从 GBZ/T301-2017 表 A.2 可查得空气比释动能

到  $H_p(10,0^\circ)$  的转换系数  $C_{kp}=1.892\text{mSv/mGy}$ ，从表 A.4 可查得空气比释动能到眼晶状体吸收剂量的转换系数  $C_{ke}=1.53\text{mGy/mGy}$ ，故  $f_{py}=C_{ke}/C_{kp}=1.53/1.892 \approx 0.81\text{mGy/mSv}$ 。

$H_p(d)$ ：个人剂量当量（对 X、 $\gamma$  射线，其能量  $>40\text{keV}$ ，或前向入射时，或各向同性入射时，一般采用  $H_p(10)$  进行眼晶状体吸收剂量估算，在其他情况下，宜用  $H_p(0.07)$  进行眼晶状体吸收剂量估算），单位为毫希沃特（mSv）；

项目尚无个人剂量监测结果，因介入手术医生和护士采取铅当量为  $0.5\text{mmPb}$  的铅眼镜作为屏蔽措施，铅当量与铅围裙一致，故将放射工作人员在透视工况下躯干部位受到最大剂量率水平  $10.1\mu\text{Sv/h}$  作为介入手术医生和护士眼晶体部位的剂量率，则当量剂量为  $10.1\mu\text{Sv/h} \times 666.7\text{h/a} = 6.73\text{mSv/a}$ ；

根据上式（11.2-6）计算，眼晶状体吸收剂量  $D_L = 6.73\text{mSv/a} \times 0.81\text{mGy/mSv} = 5.45\text{mGy/a}$ ；根据 GBZ/T301-2017 内容：“眼晶状体当量剂量为特定电离辐射在眼晶状体中产生的平均吸收剂量与该种辐射的辐射权重因子的乘积”，对于 X 射线，辐射权重因子为 1，则项目介入手术医生和护士眼晶状体年当量剂量为  $5.45\text{mSv/a}$ ，满足眼晶状体年当量剂量约束值  $20\text{mSv/a}$  的要求。

### （3）介入手术医生和护士四肢（皮肤）吸收剂量估算

根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017），当有 X、 $\gamma$  个人剂量当量  $H_p(d)$  监测或估算结果、并有射线能量和入射角等信息时，应用式（11.2-7）估算皮肤吸收剂量：

$$D_S = f_{py} H_p(d) \quad (11.2-7)$$

式中：

$D_S$ ：皮肤吸收剂量，单位为毫戈瑞（mGy）；

$f_{py}$ ：个人剂量当量到皮肤吸收剂量的转换系数（其值参见 GBZ/T244-2017 附录 A 中 A.2 的方法计算），单位为毫戈瑞每毫希沃特（mGy/mSv）；

参照《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）附录 B 中 B.2.1，因本项目 X 射线的平均能量为  $60\text{keV}$ ，而且可近似地视为 AP 入射方式的垂直入射，从 GBZ/T244-2017 表 A.2 可查得空气比释动能到  $H_p(10,0^\circ)$  的转换系数  $C_{kp}=1.892\text{mSv/mGy}$ ，从表 A.4 可查得空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换

系数  $C_{ks}=1.091\text{mGy/mGy}$ ，故  $f_{py}=C_{ks}/C_{kp}=1.091/1.892\approx 0.58\text{mGy/mSv}$ ；

$H_p(d)$ ：个人剂量当量（对 X、 $\gamma$  射线，一般应采用皮肤估算位置的 HP(0.07) 进行皮肤吸收剂量估算；无  $H_p(0.07)$  资料，且为强贯穿辐射所致均匀照射时，也可用  $H_p(10)$  进行皮肤吸收剂量估算），单位为毫希沃特（mSv）。

项目尚无个人剂量监测结果，因介入手术医生和护士采取铅当量为 0.025mmPb 的介入防护手套作为四肢屏蔽措施，在 90kV 透视工况下屏蔽因子 B 为 6.26E-01，即 DSA 手术室内放射工作人员在透视工况下四肢部位受到最大剂量率水平为 250.4 $\mu\text{Sv/h}$ ，则当量剂量为 250.4 $\mu\text{Sv/h}\times 666.7\text{h/a}=166.9\text{mSv/a}$ ；

根据上式（11.2-7）计算，四肢吸收剂量  $D_L=166.9\text{mSv/a}\times 0.58\text{mGy/mSv}=96.8\text{mGy/a}$ ；根据 GBZ/T244-2017 内容：“皮肤当量剂量为特定电离辐射在皮肤中产生的平均吸收剂量与该种辐射的辐射权重因子的乘积”，对于 X 射线，辐射权重因子为 1，则项目介入手术医生和护士四肢年当量剂量为 96.8mSv/a，满足四肢年当量剂量约束值 125mSv/a 的要求。

### 11.2.5 门诊楼地下 1 层 3 间 DSA 手术室相互影响分析

本项目建成后，医院门诊楼地下 1 层共设 3 间 DSA 手术室，从西至东布局分别为 2 号 DSA 手术室、1 号和 2 号 DSA 共用控制室、1 号 DSA 手术室、1 号和 3 号 DSA 共用设备间、3 号 DSA 手术室。

本项目 1 号 DSA 手术室和 3 号 DSA 手术室之间的设备间为监督区，设备出束期间无人员进入其中，故不考虑设备出束期间设备间内公众收到的辐射影响。

本项目建成后各手术室之间设有控制室和设备间，无相邻手术室，手术室内放射工作人员受附近手术室内 DSA 设备的辐射影响经 2 层屏蔽墙（均为 4mm 铅板）削减后，可忽略不计。

### 11.3 “三废”产生情况

本项目 DSA 手术室不产生放射性三废。

#### (1) 废气

DSA 装置产生的 X 射线与空气作用会产生微量的臭氧（O<sub>3</sub>）和氮氧化物（NO<sub>x</sub>），由于本项目射线装置工作时的管电压、管电流较小，因此产生的臭氧及氮氧化物也较少，且本项目 DSA 手术室内设有通风系统将废气引至门诊

楼排风系统，因而废气污染物对环境的影响很小，能满足手术室的通风换气要求。

### (2) 废水

本项目 DSA 手术室开展介入手术无废水产生；项目新增的 6 名放射工作人员生活污水依托大楼管网送至肺科医院现有污水处理站，经污水处理站处理、消毒达标后，排入市政污水管网统一收集处理。预计年生活污水排放量为  $67.5\text{m}^3/\text{a}$ ，即  $0.27\text{m}^3/\text{d}$ 。

项目依托的现有污水处理站处理工艺为 A/O+消毒工艺，属于《排污许可证申请与核发技术规范 医疗机构》（HJ1105-2020）“附录 A 表 A.2 医疗机构排污单位污水治理可行技术参照表”中医疗污水的可行技术；现有污水处理站设计处理能力为  $1150\text{m}^3/\text{d}$ ，目前处理量约为  $1000\text{m}^3/\text{d}$ ，故项目废水依托现有污水处理站处理可行。

### (3) 固体废物

项目新增的 6 名放射工作人员产生的生活垃圾，委托市容环卫部门清运，年产生量为  $0.75\text{t}/\text{a}$ ；介入放射学手术装置运行过程中不涉及显影液、定影液的使用，不产生废显影液、定影液，产生的医疗废物主要为手术纱布、棉球、介入导管、导丝、介入针头及废造影剂瓶等，属危险废物，平均每次手术固废产生量为  $1\text{kg}$ ，则项目医疗废物产生量约  $1500\text{kg}/\text{a}$ （现有 6 号楼 4 层手术室年手术量为 500 台/年，本项目建成后 3 号 DSA 手术室年手术量为 2000 台/年，本次增加 1500 台/年），经收集后放置于肺科医院西侧医废暂存间，委托有资质单位处置。

## 11.4 事故影响分析

本项目数字减影血管造影（DSA）X 射线机开展介入放射学手术或诊断作业时，可能发生的辐射事故包括：

(1) 射线装置的安全联锁系统失效，装置在手术室内有除负责介入放射学手术作业的放射工作人员以外的其他放射工作人员停留或者手术室防护门未关闭的情况下启动出束。

(2) 放射工作人员对数字减影血管造影（DSA）X 射线机进行误操作或装置出现故障，导致出束剂量超过放射诊断要求。

(3) 所在手术室的局部屏蔽防护遭受损坏，导致射线泄漏，手术室外部

辐射剂量率超标。

(4) 介入放射学手术为近台同室操作，介入放射学手术人员工作时若不重视个人防护，即可能受到超剂量照射。

为防止上述事故发生，建设单位采用以下预防措施：

(1) 手术室外设置电离辐射警示标志和中文警示说明，提醒无关人员远离。

(2) 对全体人员开展辐射安全教育，使全体员工了解 DSA 机用途、警示标志的含义以及电离辐射危害，自觉远离手术室区域。

(3) 放射工作人员做好定期辐射巡测工作

(4) 放射工作人员严格遵守装置使用的规章制度

(5) 设备定期进行维护，避免联锁系统失效及其他机器故障发生。

(6) 加强介入放射学手术工作人员个人防护，进入手术室内，必须穿戴防护服，并佩戴个人剂量计，严格执行手术操作规程，防止个人超剂量照射。

通过采取以上措施，基本可以有效防止误照射事故的发生。

一旦发生放射事故，必须尽快停止出束并完成手术，手术完成后马上关机，切断总电源开关，对相关被照射人员进行身体检查，确定对人身是否有损害，以便采取相应的救护措施，其次对仪器设备、设施进行检测，确定其影响状态。事故发生后，立即启动肺科医院的辐射事故应急方案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境主管部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射时，还应同时向当地卫生行政主管部门报告。事故处理完成后，应查找事故原因，分清事故责任，避免该类事故的再次发生。

此外，若放射工作人员由于不重视个人防护或个人剂量计佩戴不合规等，可能导致个人受照剂量超出剂限值要求等事故发生，针对此类事故，肺科医院应加强放射工作人员日常培训，严格进行个人剂量管理、个人健康管理，防止事故发生。

综上，在严格落实以上日常防范措施和应急处置措施后，项目的环境风险水平是可控的。

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

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，“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；其他辐射工作单位应当有 1 名具有大专以上学历的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”，“从事辐射工作的人员必须通过辐射安全与防护专业知识及相关法律法规的培训和考核”等辐射管理要求。

本项目射线装置使用将纳入肺科医院现有的放射防护管理体系。肺科医院已成立放射防护管理工作小组，领导本院的放射诊疗安全防护和质量保证工作。人员有明确的职责分工，负责肺科医院各放射工作场所的安全防护工作与日常监测等管理工作，小组成员如下：

组长：陈善豪；

组员：唐杰、陈瓚、刘潇潇、杨星、赵龙、柴一萍、叶影、陈晓文、孙志琴、王海、宫素岗、唐峰；

放射防护管理工作小组具体职责如下：

- 制修订本院放射防护管理制度；制修订大型医用设备（含放射设备）管理制度；
- 办理《辐射安全许可证》及变更、校验和注销；撰写《年度辐射安全工作报告》并上报环境保护部门；
- 委托相关机构进行环境辐射影响评价和竣工验收；
- 组织放射工作人员职业健康检查和个人剂量监测；
- 组织放射工作人员参加卫生、环保部门组织的培训；
- 建立放射工作人员职业健康监护档案；
- 督查放射诊疗设备的日常使用管理和维护维修管理；
- 联系检测机构对放射诊疗设备进行性能检测，对放射诊疗机房进行防护检测；
- 定期进行放射诊疗工作场所和设备、放射源安全管理情况的安全检查，发现隐患，及时消除，并完成检查和整改记录；

- 制定突发放射事件（含辐射事故）应急预案；
- 定期（每年一次）组织应急演练；

肺科医院现有 139 名放射工作人员，其中 107 人通过了生态环境部门组织的辐射安全与防护考核，并取得合格证书，且均在有效期范围内；剩余人员均从事 III 类射线装置相关工作，并已通过医院自主辐射安全与防护知识培训与考核。

## 12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第 449 号令，2019 年 3 月 2 日修订）和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局令第 31 号，2006 年 3 月 1 日起实施，2021 年 1 月 4 日第 4 次修正）的有关要求，使用射线装置的单位要“建立健全的操作规程、岗位职责、辐射防护制度、安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训制度、台帐管理制度和监测方案”，并“有完善的辐射事故应急措施”。

### （1）辐射安全管理规章制度制定情况

肺科医院已制定一套相对完善的辐射安全管理制度和操作规程，包括：

- 岗位职责：《上海市肺科医院放射防护管理组织机构及工作职责》；
- 管理制度：《放射工作人员管理制度》《放射源防护与安全保护制度》《放射诊疗工作场所防护管理制度》《医疗照射防护制度》；
- 操作规程：《放射性同位素安全管理及领用登记制度》《放射诊疗工作安全操作制度》《放射诊疗工作安全防护制度》《移动 X 射线影像诊断设备使用管理制度》；
- 个人管理制度：《放射工作人员健康管理制度》《放射工作人员培训制度》；
- 放射性废物处理方案：《放射性废物管理制度》《医用放射性废物管理制度》；
- 监测计划：《上海市肺科医院辐射监测计划》；
- 设备维护检修制度：《放射诊疗设备管理及维护维修制度》；
- 应急响应预案：《放射事件应急预案》；

肺科医院目前辐射安全管理严格按照已制定的规章制度执行，尚未发生辐

射事故，故医院暂行的辐射安全管理规章制度可行。本项目使用II类射线装置 DSA 设备，为现有设备，故本项目建成后可参照肺科医院现有的应急预案和规章制度进行管理。

## (2) 辐射安全管理要求

①现有的辐射安全管理制度较为健全，但应做到根据最新的相关法律法规、条例办法及现行标准的要求，定期更新和完善已有的规章制度。

②根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环境保护部第 18 号令）的要求，若需新增操作人员以及辐射安全负责人，应当按照生态环境部审定的辐射安全考试大纲，通过相应的核技术利用辐射安全与防护培训与考核；考核不合格的，不得上岗。

③需针对肺科医院全院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。

安全和防护状况年度评估报告应当包括：

①辐射安全和防护设施的运行与维护情况；

②辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；

③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；

④放射性同位素进出口、转让或者送贮情况以及放射性同位素、射线装置台账；

⑤场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；

⑥辐射事故及应急响应情况；

⑦核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；

⑧存在的安全隐患及其整改情况；

⑨其他有关法律、法规规定的落实情况。

## 12.3 辐射监测

### 12.3.1 辐射监测方案

#### 1、环境及工作场所监测

肺科医院现有辐射监测仪器配备情况见前文表 1.8-5，现有辐射监测仪器配备充足，项目投入运行后可对 DSA 手术室周围的辐射水平进行定期监测，并做好记录。同时，肺科医院每年应委托有资质的辐射监测机构对本项目 DSA

手术室周围环境进行监测，频率不低于 1 次/年，监测结果纳入肺科医院的辐射安全防护年度评估报告。

开展手术室防护检测时，应在巡测的基础上，对关注点的局部屏蔽和缝隙进行重点监测。重点关注点包括手术室的四侧墙体外 0.3m 处；手术室上方距地面 0.3m 处；控制室操作位处；手术室防护门外 0.3m 处；并对监测项目、监测点位、监测结果等进行记录存档。

肺科医院 2024 年委托复旦大学放射医学研究所对院内现有的射线装置机房周边的辐射剂量率、非密封放射物质工作场所内部表面污染水平进行了检测，检测结果均满足相应标准要求。

## 2、个人剂量监测

肺科医院委托复旦大学放射医学研究所定期对医院所有的放射工作人员的个人受照剂量进行检测，并出具相关检测报告，个人剂量监测遵照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）等相关规定执行，个人剂量监测的监测周期不得超过 3 个月；建立个人剂量档案和健康监护档案，做好工作人员的剂量数据登记和汇总工作。当发现职业操作人员年累积剂量接近或超过剂量约束值时，应立即停止该人员的放射工作，分析和查找剂量接近剂量约束值的原因，并采取相应的整改措施，使实际的屏蔽防护操作规范程度达到要求水平。

根据 2024 年委托复旦大学放射医学研究所对个人剂量进行的监测，肺科医院现有放射工作人员的个人受照剂量未超过 5mSv 的年度个人剂量约束值；医院门诊楼地下 1 层 2 间 DSA 手术室现有 9 名放射工作人员中个人受照剂量最大值为 0.602mSv/a。

## 3、监测仪器配备

肺科医院现有辐射监测仪器配备情况见前文表 1.8-5，能满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中“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”要求的监测仪器。

## 4、其他要求

肺科医院应对定期开展的辐射监测结果做好记录进行妥善保存，监测结果应纳入肺科医院的放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告。肺

科医院应定期和不定期的对辐射工作场所进行监测。在开展辐射监测期间,若发现监测数据异常或超过国家标准规定的限值,应立即查找监测数据异常原因(如手术室的屏蔽防护、装置屏蔽防护是否受到损坏等)并进行相应整改,整改后应再次开展辐射监测进行确认。整改记录应在肺科医院的安全防护年度评估报告有所反映。

**表 12.3-1 本项目日常监测计划一览表**

监测工作场所	监测类别	监测频次	监测因子	监测设备	监测点位
3号 DSA 手术室	验收监测	1次	X、 $\gamma$ 剂量率	便携式 X、 $\gamma$ 辐射监测仪	3号 DSA 手术室东、南、西、北侧墙体; 手术室顶部、防护门、控制室操作位、线缆口
	年度监测	1次/年			
	自主监测	1次/季度			
/	个人剂量检测	定期(不超过三个月)	外照射个人剂量	TLD 个人剂量计	所有放射工作人员(同室操作人员建议采用双剂量计监测方法(在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计),且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计))

## 12.4 辐射事故应急

### 12.4.1 辐射事故应急要求

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院令 449 号)第四十条、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环保部令 18 号)及《突发环境事件信息报告办法》(环保部令 17 号)有关规定,医院应制定辐射事故应急预案,辐射事故应急预案应包括下列内容:

- 1) 应急机构和职责分工;
- 2) 应急人员的组织、培训以及应急;
- 3) 可能发生辐射事故类别与应急响应措施;
- 4) 应急方案已明确应急的具体人员和联系电话;

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预案,采取必要防范措施,并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》,向当地生态环境主管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。

- 5) 辐射事故调查、报告和处理程序。

### 12.4.2 辐射事故应急响应机构

肺科医院已成立放射防护管理工作小组，负责辐射事故的应急处置，并制定了《辐射事故应急预案》，本项目新增II类射线装置，应结合本项目特点及II类射线装置的相关要求，更新和完善已有的规章制度，明确管理小组的成员及其职能，规定辐射事故的处理和辐射事故报告的制度。

#### **12.4.3 肺科医院现有辐射事故应急预案评价**

肺科医院制定有辐射事故应急预案，应急预案中设置了组织机构及相关职责、明确辐射事故分级和事故报告程序。

(1) 现场控制：切断射线装置的电源，除了工作人员外，禁止其他人员进入辐射污染区；对于同位素泄漏的立即疏散与事故处理无关的人员,保护现场避免扩散,对可能受放射性污染或者辐射损伤的工作人员，立即采取隔离和应急救援措施。污染工作服及时放入铅板下指定地点储放，自然衰变十个半衰期以上；工作人员身体受污染后立即用肥皂水冲淋去除污染，组织专业技术人员清除污染，整治环境，在污染现场达到安全水平前，不得解除封锁。

(2) 病人救治：对受到辐射伤害的人员进行现场急救，而后转到指定医疗机构治疗；

(3) 现场保护：配合卫生行政部门、公安部门、生态环境主管部门进行现场调查；

(4) 观察病人：对超剂量辐射照射的病人，应定期进行体检；

(5) 解除隔离：现场调查结束，查明原因，工作场所没有辐射污染，解除隔离。

(6) 如遇放射源丢失的，按照放射源管理制度应立即追查去向，并按规定报告上级部门。

#### **12.4.4 辐射事故应急执行情况**

截止目前，肺科医院未发生过辐射事故，未启动过辐射应急预案。

根据医院《放射事件应急预案》中每年度开展 1 次辐射事故应急演练工作的要求，肺科医院于 2024 年 10 月联合上海医疗急救中心等相关技术机构合作进行了《2024 年度突发核化事件医学救援应急演练》。

#### **12.5 竣工验收**

肺科医院应根据《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令）、

《上海市环境保护局关于贯彻落实新修订的<建设项目环境保护管理条例>的通知》（沪环保评〔2017〕323号）、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）、《上海市环境保护局关于贯彻落实<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的通知》（沪环保评〔2017〕425号）以及《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）的要求，在正式运行前对本项目开展竣工环保验收，竣工环境保护验收责任主体为上海市肺科医院。本项目环保竣工验收内容建议见下表。

**表 12.5-1 环保竣工验收内容建议一览表**

验收项目	验收标准	验收内容及要求
项目基本情况	《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函〔2025〕313号） 《关于规范本市建设项目环境影响评价调整变更工作的通知》（沪环规〔2023〕1号）附件2-建设项目（核与辐射类）重大变动清单（2022年版）	核实项目是否发生实际变化：环评对应申请《辐射安全许可证》的活动种类和范围发生变化（扩大或者升级）；射线装置参数发生变化后使环境影响因子发生变化导致不利环境影响增加的；使用场所位置变更（不含自屏蔽射线装置在原工作场所内位置变化）或新增使用场所；辐射安全防护设施变化或者工艺流程变化导致不利环境影响增加的。判断是否属于重大变动，属于重大变动的，应依法重新报批调整变更后的建设项目环境影响评价文件，不属于重大变动的，应按照规定编制建设项目非重大变动环境影响分析说明，并进行网上公示
工作场所周围环境剂量率控制水平	《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020） 《医用X射线诊断机房卫生防护与检测评价规范》（DB31/T462-2020） 《手术室X射线影像诊断放射防护及检测要求》（DB31/T1154-2019）	DSA手术室四周、顶、观察窗、防护门辐射屏蔽措施；各射线装置在正常工作状态下，手术室外周围剂量当量率不大于2.5μSv/h。
个人受照剂量约束*	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） 《手术室X射线影像诊断放射防护及检测要求》（DB31/T1154-2019）	职业工作人员年有效剂量约束值 5mSv/年； 眼晶体年当量剂量约束值 20mSv/a； 皮肤（四肢）年当量剂量约束值 150mSv/a。
	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）	公众年有效剂量约束值 0.1mSv/年。
工作场所分区	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）	DSA手术室内部为控制区，DSA手术室周围需要对职业照射条件进行监督和评价的区域划为监督区，具体控制区及监督区区域见图 10.1-1。
辐射安全设施	《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局令 第31号，2006年3月1日起	(1) DSA手术室辐射屏蔽措施满足“表 10.1-2”的要求； (2) DSA手术室门外设置电离辐射警告标志、工作指示灯、防夹装置、门灯连锁系统等；

	实施, 2021 年 1 月 4 日修正)、《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)	(3) DSA 手术室内、控制室关键部位设置急停按钮。
辐射监测仪器及个人防护用品	《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(国家环境保护总局令第 31 号, 2006 年 3 月 1 日起实施, 2021 年 1 月 4 日修正)	本项目配备放射工作人员的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套、铅防护吊帘、床侧防护帘, 及受检者的铅橡胶性腺防护围裙; 本项目辐射监测仪器依托肺科医院现有辐射监测仪器。
辐射环境监测	《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部第 18 号令)	建立辐射监测制度, 每季度对场所开展自行监测, 并做好记录; 外委有资质的机构对各机房四周、观察窗、防护门、操作位及各机房上方进行剂量率监测, 不低于 1 次/年。
规章制度	《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(国家环境保护总局令第 31 号, 2006 年 3 月 1 日起实施, 2021 年 1 月 4 日修正)	制定完善操作规程、岗位职责、辐射防护与安全保障制度、设备检修维护制度、人员培训制度、辐射监测制度、突发辐射事故应急处理预案等辐射安全管理制度, 并对上述制度进行宣贯落实。
辐射安全与环境保护管理机构	《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(国家环境保护总局令第 31 号, 2006 年 3 月 1 日起实施, 2021 年 1 月 4 日修正)	设有专门的辐射安全与环境保护管理机构。
人员配置及培训	《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(国家环境保护总局令第 31 号, 2006 年 3 月 1 日起实施, 2021 年 1 月 4 日修正)	①本项目拟新增的 6 名放射工作人员应参加生态环境部门组织的考核, 考核通过后持证上岗。
辐射事故应急预案	《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(国家环境保护总局令第 31 号, 2006 年 3 月 1 日起实施, 2021 年 1 月 4 日修正)	更新《辐射事故应急预案》, 定期开展辐射事故(件)应急演练。
辐射安全许可许可证	《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(国家环境保护总局令第 31 号, 2006 年 3 月 1 日起实施, 2021 年 1 月 4 日修正)	根据沪环保评[2017]425 号文件规定, 在投入调试前重新申请辐射安全许可证
注: *与肺科医院已批准的职业工作人员和公众剂量约束值保持一致		

表 13 结论与建议

### 13.1 项目概况

肺科医院为整合医疗资源，提高设备使用效率，拟将门诊楼地下 1 层现有 1 号 DSA 手术室东侧的更衣室和实验室部分区域改建为 3 号 DSA 手术室及相应控制室。将现有 6 号楼 4 层 DSA 手术室内的 1 台型号为 ARTIS pheno 的 DSA 设备（最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，属 II 类射线装置）搬迁至新建的 3 号 DSA 手术室。

### 13.2 辐射安全与防护分析

#### 13.2.1 选址布局基本合理

本项目 DSA 手术室位于门诊楼地下 1 层，评价范围（手术室边界 50m 范围）内保护目标为项目放射工作人员以及机房评价范围内门诊楼、放疗中心、临街商铺、上海远洋船舶供应公司内公众。项目运营过程中产生的电离辐射，经采取一定的防护治理措施后满足国家相关防护标准，不会对周围环境与公众造成危害，故选址合理。

本项目 DSA 手术室控制室与手术室分开单独布置，辐射工作场所控制区和监督区划分明确，布局基本合理。

#### 13.2.2 手术室屏蔽措施

本项目 DSA 手术室四周墙、顶部、观察窗、防护门采取的屏蔽措施均大于 3.7mmPb，屏蔽措施厚度满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 3 要求（ $\geq 2\text{mmPb}$ ）。

#### 13.2.3 辐射分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），对本项目射线装置工作场所进行分区管理，具体如下：

①控制区：3 号 DSA 手术室划为控制区，当 DSA 手术室开展介入放射学手术作业时，手术室内仅允许相关病人及开展手术操作的医护人员停留。

②监督区：3 号 DSA 控制室、设备间及 3 号 DSA 手术室出入口防护门外 1m 划分为监督区，开展诊疗作业期间，除相关病人外，仅允许放射工作人员进入。

#### 13.2.4 辐射安全管理

肺科医院已成立放射防护管理工作小组，为放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。肺科医院还需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。肺科医院在做好本报告提出应急预案相关内容后，本项目辐射事故应急是可行的。

### **13.2.5 辐射防护监测仪器**

肺科医院所有放射工作人员均配备个人剂量计，工作时随身佩戴。辐射巡测仪器配备齐全，由专人定期开展巡测。

## **13.3 环境影响分析结论**

### **13.3.1 建设阶段对环境的影响**

建设内容主要为墙体施工、屏蔽装修和设备安装调试。施工期以施工噪声影响为主，同时伴有粉尘、废水和固体废物产生。施工用时时长较短，施工涉及的区域面积较小，施工期对周围环境的影响较小。

### **13.3.2 工作场所周围剂量率**

经计算，本项目 3 号 DSA 手术室外的周围剂量当量率均满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)、《医用 X 射线诊断机房卫生防护与检测评价规范》(DB31/T462-2020)、《手术室 X 射线影像诊断放射防护及检测要求》(DB31/T 1154-2019) 规定：“在距机房屏蔽墙外表面 0.3m 处周围剂量当量率不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ” 标准要求。

### **13.3.3 职业照射有效剂量**

经估算，本项目 3 号 DSA 手术室内 DSA 装置运行所致辐射对手术医生年有效剂量为  $4.50\text{mSv/a}$ ，手术护士年有效剂量为  $3.37\text{mSv/a}$ ，手术技师年有效剂量为  $2.06\text{E-}02\text{mSv/a}$ ，均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 对职业人员的年有效剂量不超过  $20\text{mSv}$  的剂量限值要求，也满足本项目设定的职业人员年有效剂量不超过  $5\text{mSv}$  的剂量约束值要求。

本项目介入手术医生和护士眼晶状体年当量剂量为  $5.45\text{mSv/a}$ ，满足眼晶状体年当量剂量约束值  $20\text{mSv/a}$  的要求；介入手术医生和护士四肢年当量剂量为  $96.8\text{mSv/a}$ ，满足四肢年当量剂量约束值  $125\text{mSv/a}$  的要求。

#### 13.3.4 公众照射有效剂量

本项目 3 号 DSA 手术室射线装置对公众可能产生的年有效剂量为  $2.80E-02\text{mSv/a}$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的公众剂量限值（ $1\text{mSv/年}$ ）和公众照射剂量约束值（ $0.1\text{mSv/年}$ ）。评价范围内的其他保护目标（门诊楼、放疗中心、临街商铺、上海远洋船舶供应公司内公众）距离源项更远，根据辐射衰减的规律，该位置的公众人员的受照剂量更小，由此评价范围内保护目标均可满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对公众人员的年有效剂量不超过  $1\text{mSv}$  的剂量限值要求，也满足本项目设定的公众人员年有效剂量不超过  $0.1\text{mSv}$  的剂量约束值要求。

#### 13.3.5 “三废”治理和控制

**废气：** DSA 装置产生的 X 射线与空气作用会产生微量的臭氧（ $\text{O}_3$ ）和氮氧化物（ $\text{NO}_x$ ），由于本项目射线装置工作时的管电压、管电流较小，因此产生的臭氧及氮氧化物也较少，且本项目 DSA 手术室内设有动力通风系统将废气引至门诊楼排风系统，因而废气污染物对环境的影响很小，能满足手术室的通风换气要求。

**废水：** 本项目 DSA 手术室开展介入手术无废水产生；项目新增的 6 名放射工作人员生活污水依托大楼管网送至肺科医院现有污水处理站，经污水处理站处理、消毒达标后，排入市政污水管网统一收集处理。预计年生活污水排放量为  $67.5\text{m}^3/\text{a}$ ，即  $0.27\text{m}^3/\text{d}$ 。

项目依托的现有污水处理站处理工艺为 A/O+消毒工艺，属于《排污许可证申请与核发技术规范 医疗机构》（HJ1105-2020）“附录 A 表 A.2 医疗机构排污单位污水治理可行技术参照表”中医疗污水的可行技术；现有污水处理站设计处理能力为  $1150\text{m}^3/\text{d}$ ，目前处理量约为  $1000\text{m}^3/\text{d}$ ，故项目废水依托现有污水处理站处理可行。

**固废：** DSA 手术室内射线装置运行不产生放射性固废。

项目新增的 6 名放射工作人员产生的生活垃圾，委托市容环卫部门清运，年产生量为  $0.75\text{t/a}$ ；介入放射学手术装置运行过程中不涉及显影液、定影液的使用，不产生废显影液、定影液，产生的医疗废物主要为手术纱布、棉球、介入导管、导丝、介入针头及废造影剂瓶等，属危险废物，平均每次手术固废产

生量为 1kg，则项目医疗废物产生量约 1500kg/a（现有 6 号楼 4 层手术室年手术量为 500 台/年，本项目建成后 3 号 DSA 手术室年手术量为 2000 台/年，本次增加 1500 台/年），经收集后放置于肺科医院西侧医废暂存间，委托有资质单位处置。

#### 13.4 可行性分析结论

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于鼓励类中“三十七、卫生健康 1、医疗卫生服务设施建设”，为鼓励类产业；未列入《上海工业及生产性服务业指导目录和布局指南（2014 年版）》中限制类、淘汰类目录；未列入《上海市产业结构调整指导目录 限制和淘汰类（2020 年版）》；未列入《市场准入负面清单（2025 年版）》。本项目的建设符合国家及地方产业政策。

本项目为使用 II 类射线装置 DSA 设备，用于开展介入放射学手术，有利于提高肺科医院急诊的医疗水平，保障广大患者的健康和疾病治疗，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践正当性”的原则。本项目在运行过程中可能对相关工作人员和公众产生一定的电离辐射照射，在采取相关辐射安全与防护措施后，电离辐射照射可达到相关标准要求，实践过程中采取了可靠的辐射防护措施，对周围环境、公众的辐射影响满足国家辐射防护安全标准的要求，其所获利益远大于可能因辐射实践所造成的损害。

综上，在认真贯彻执行国家有关辐射环境管理的法规，严格实施本评价提出的环境保护措施，尤其是加强安全管理的前提下，本项目不会对周围环境产生不可接受的环境影响，因此，本项目从辐射安全和环境保护角度上是可行的。

#### 13.5 建议和承诺

为更好的做好本项目的环保工作，提出以下建议及要求：

- （1）本项目环评获批后，肺科医院应及时重新申请辐射安全许可证。
- （2）在设备安装的同时，应确保辐射防护措施和管理措施的建设，切实落实环境保护设施和主体工程“同时设计、同时施工、同时投产”。
- （3）本项目运行中，放射工作人员应严格遵守操作规程；肺科医院需加强对操作人员的培训，避免因意外事故造成对职业人员和公众的附加剂量影

响，确保项目对环境的辐射影响降到合理可达尽量低的水平。

（4）定期对辐射工作场所开展现场检查及监测，及时发现事故隐患并排除风险。

（5）根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》和《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）等文件的规定，项目建设并试运行后，按照规定程序开展竣工环境保护验收工作；通过验收后，本项目方可正式投入运行。

（6）本评价报告在建设单位所提资料的基础上编制而成，若建设单位在后期建设和运营活动中，建设项目发生重大变更，则必须向生态环境部门重新报批，并按要求做变更环评。

表 14 审批

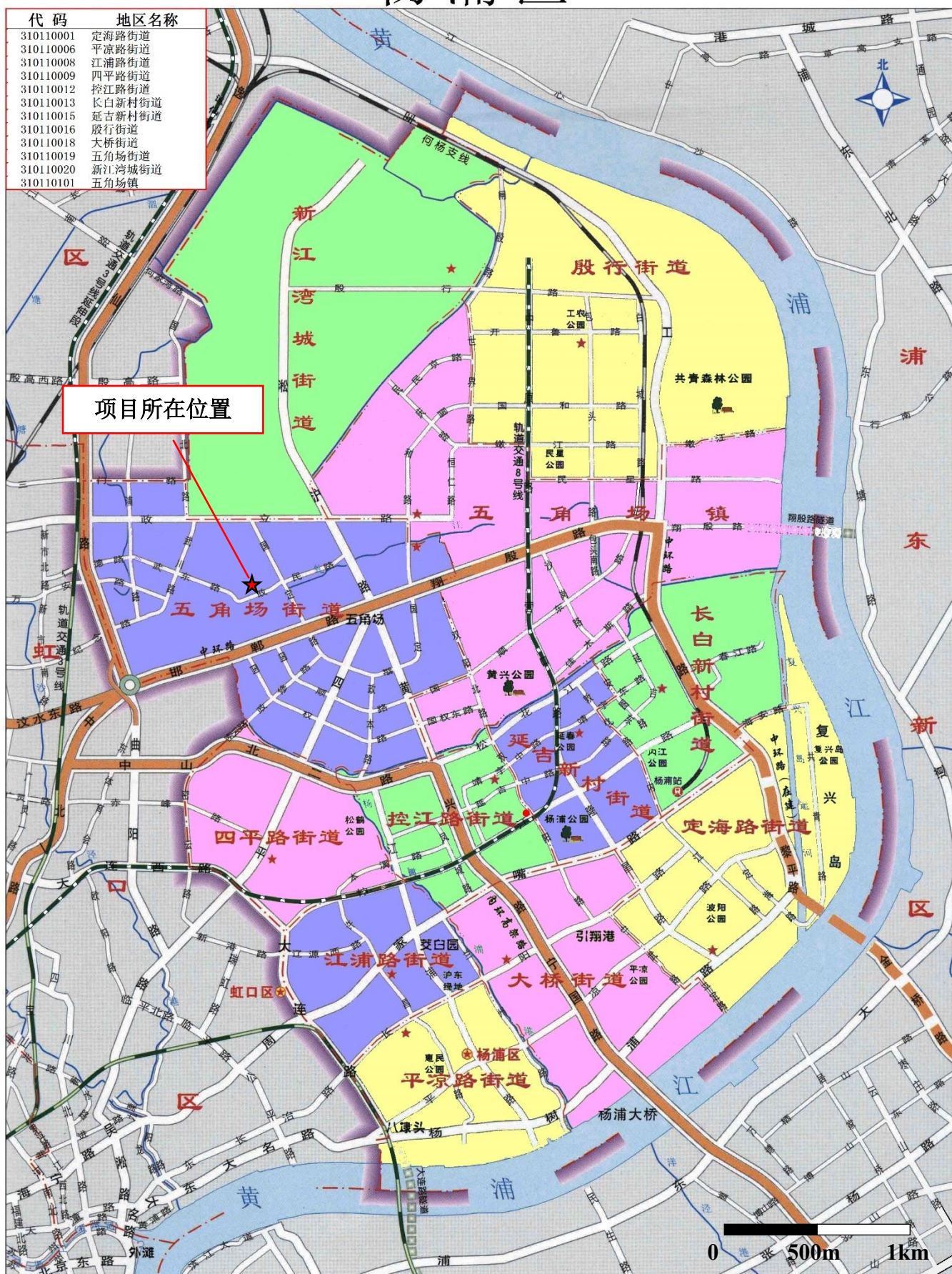
下一级环保部门预审意见		
经办人	公章	
	年	月 日
审批意见		
经办人	公章	
	年	月 日



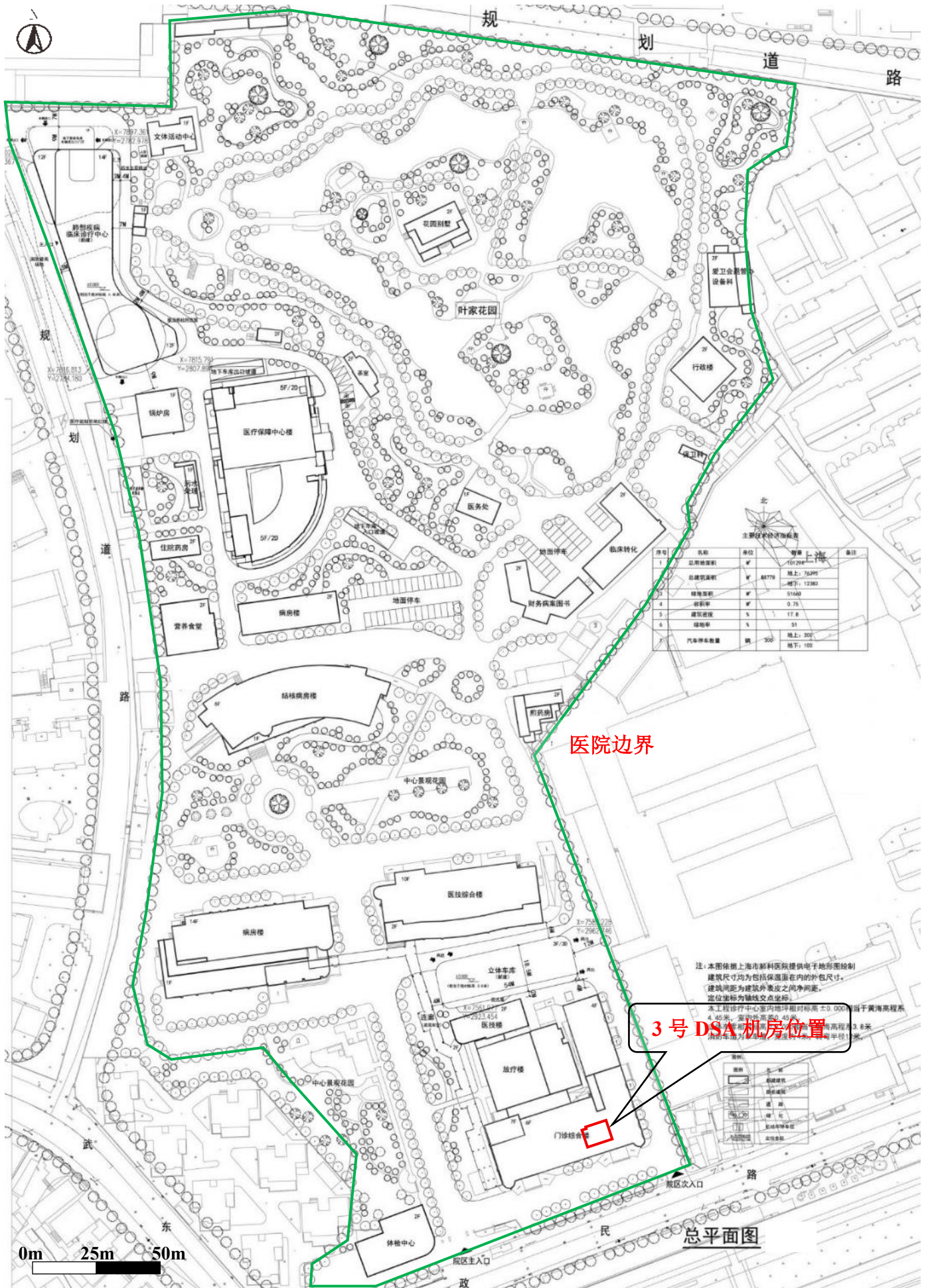
附图 1 项目地理位置图

# 杨浦区

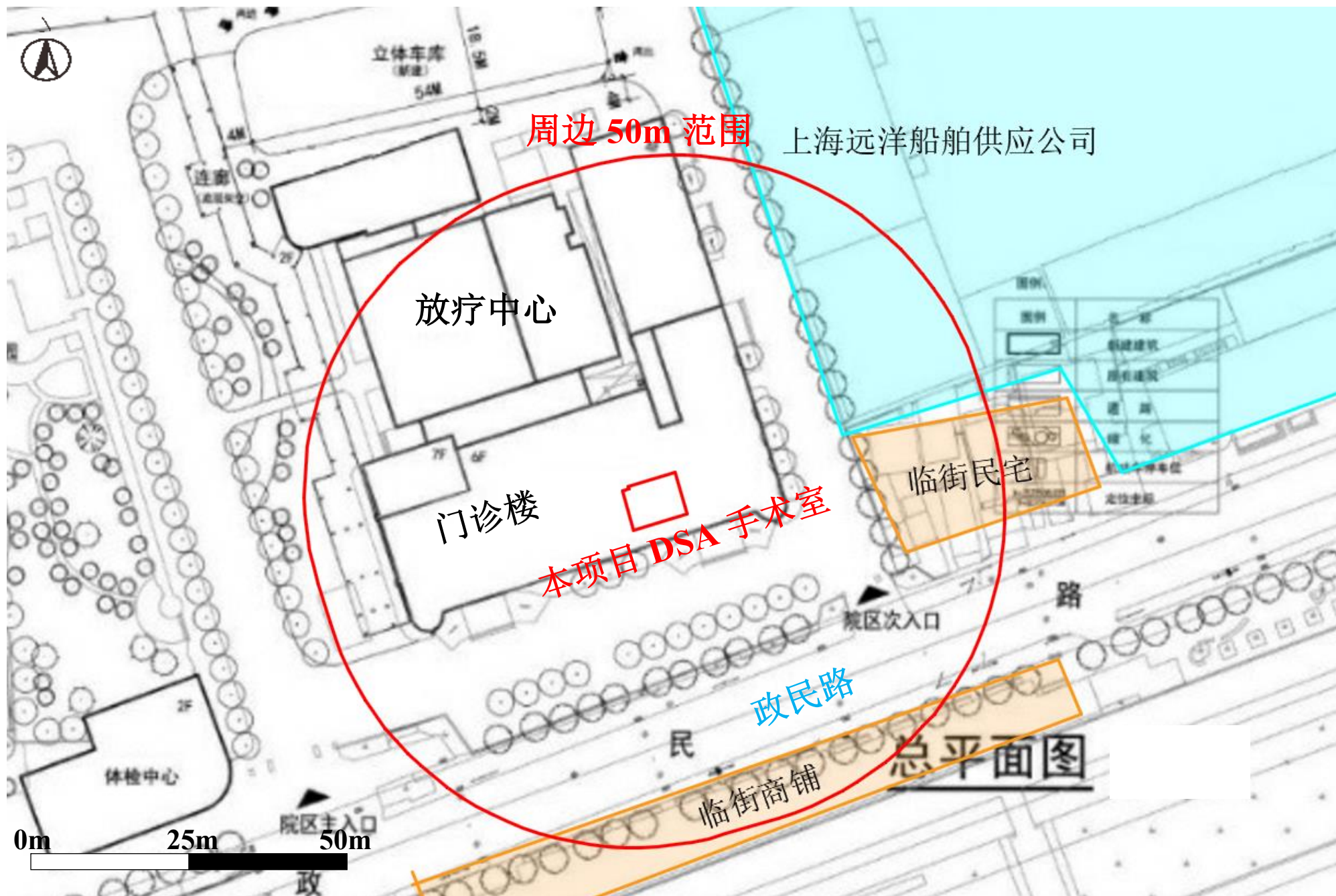
2017年



附图2 项目区域位置图



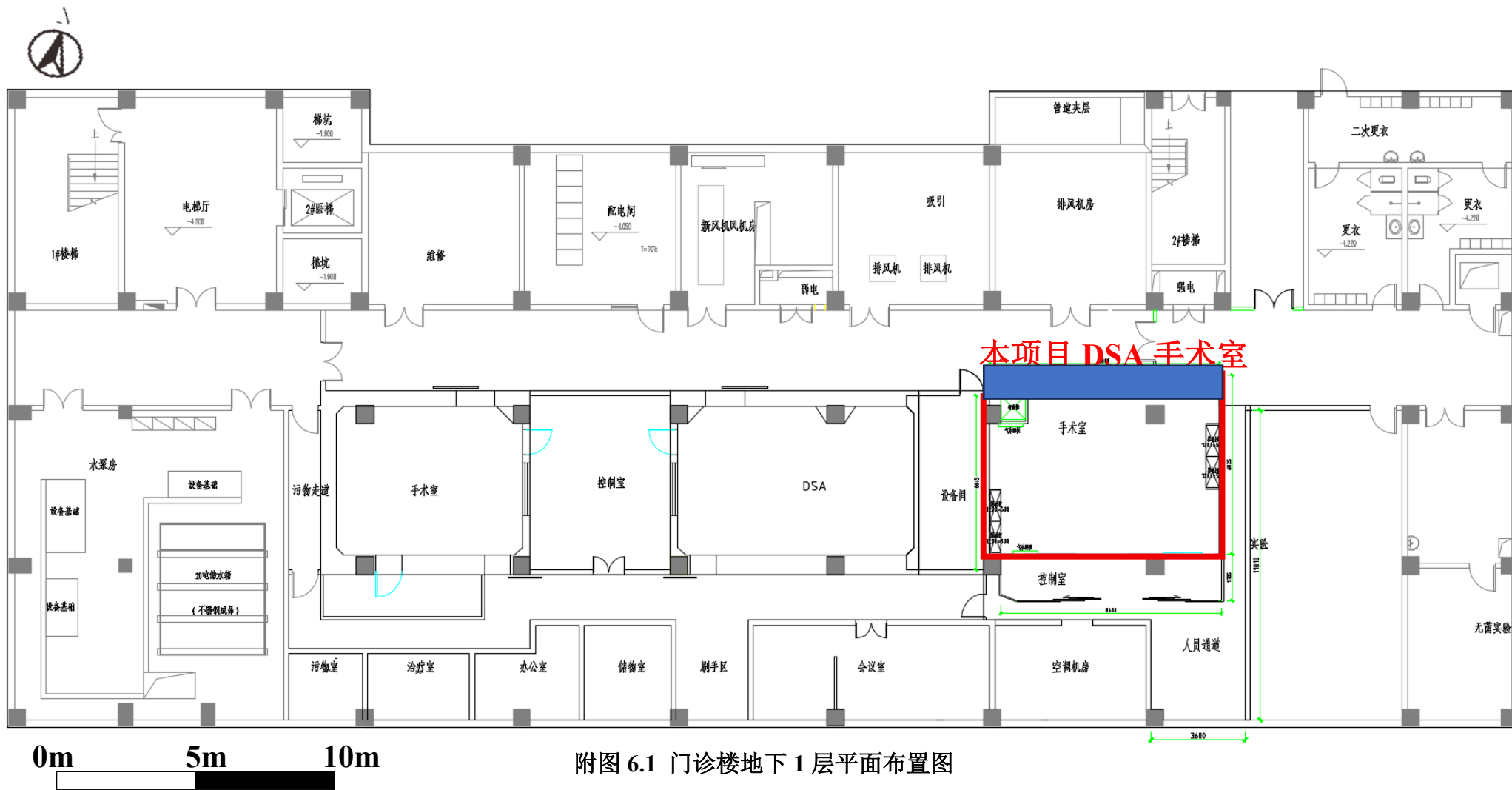
附图 3 肺科医院总平面布置图

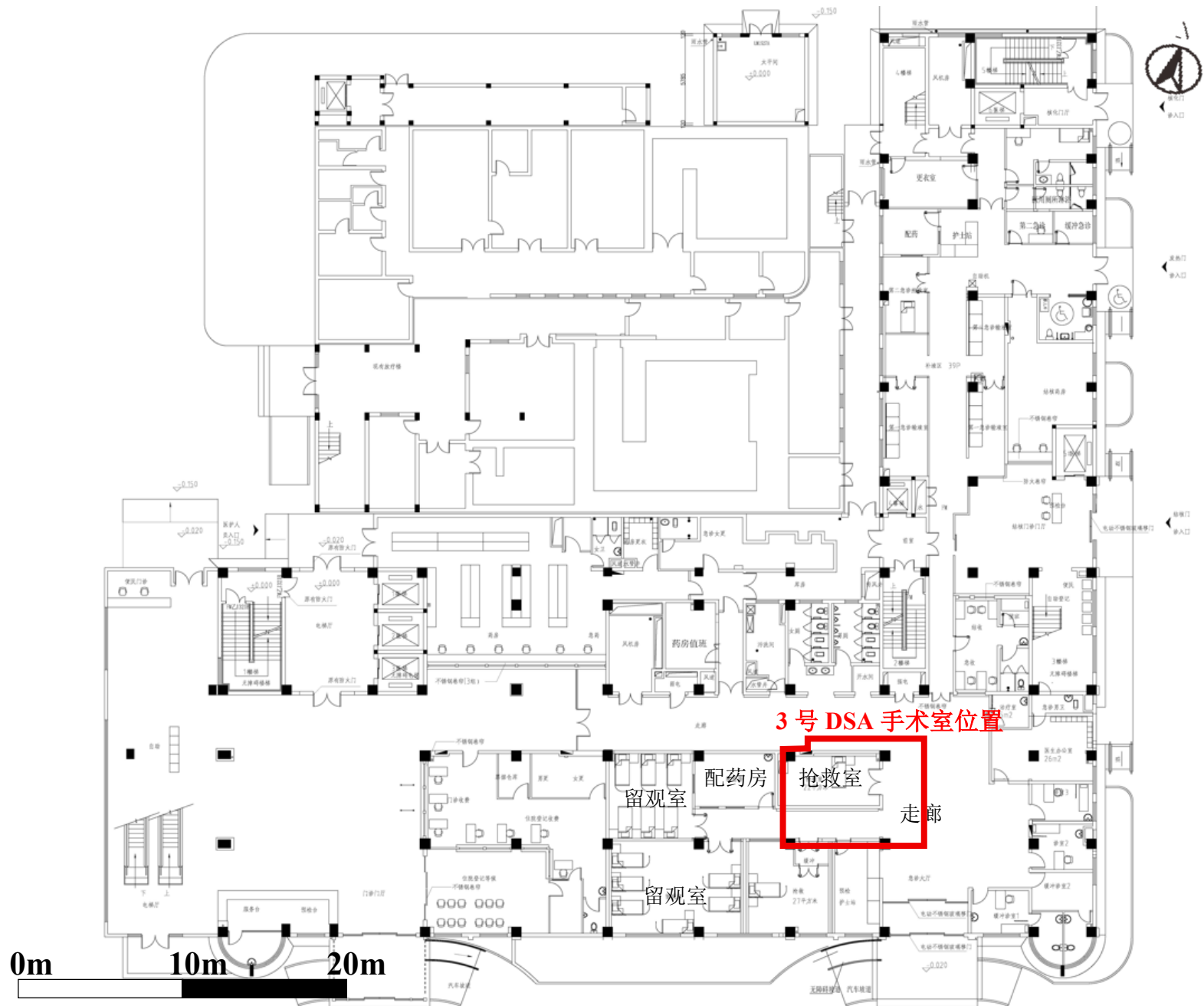


附图 4 本项目周围 50m 范围图



附图 5 本项目与生态保护红线的位置关系图





附图 6.2 门诊楼 1 层平面布置图