# 核技术利用建设项目

# 浙江省人民医院

# 新增 DSA 应用项目环境影响报告表

（公示稿）

浙江省人民医院

2024 年 09 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

# 浙江省人民医院

# 新增 DSA 应用项目环境影响报告表

建设单位名

建设单位法

通讯地址:

邮政编码:

电子邮箱:



打印编号：1727058205000

# 编制单位和编制人员情况表

| | |
|---|---|
| 项目编号 | 7i0y24 |
| 建设项目名称 | 浙江省人民医院新增DSA应用项目 |
| 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 | [redacted] |
| **一、建设单位情况** | |
| 单位名称（盖章） | |
| 统一社会信用代码 | |
| 法定代表人（签章） | |
| 主要负责人（签字） | |
| 直接负责的主管人员（ | |
| **二、编制单位情况** | |
| 单位名称（盖章） | |
| 统一社会信用代码 | |
| **三、编制人员情况** | |

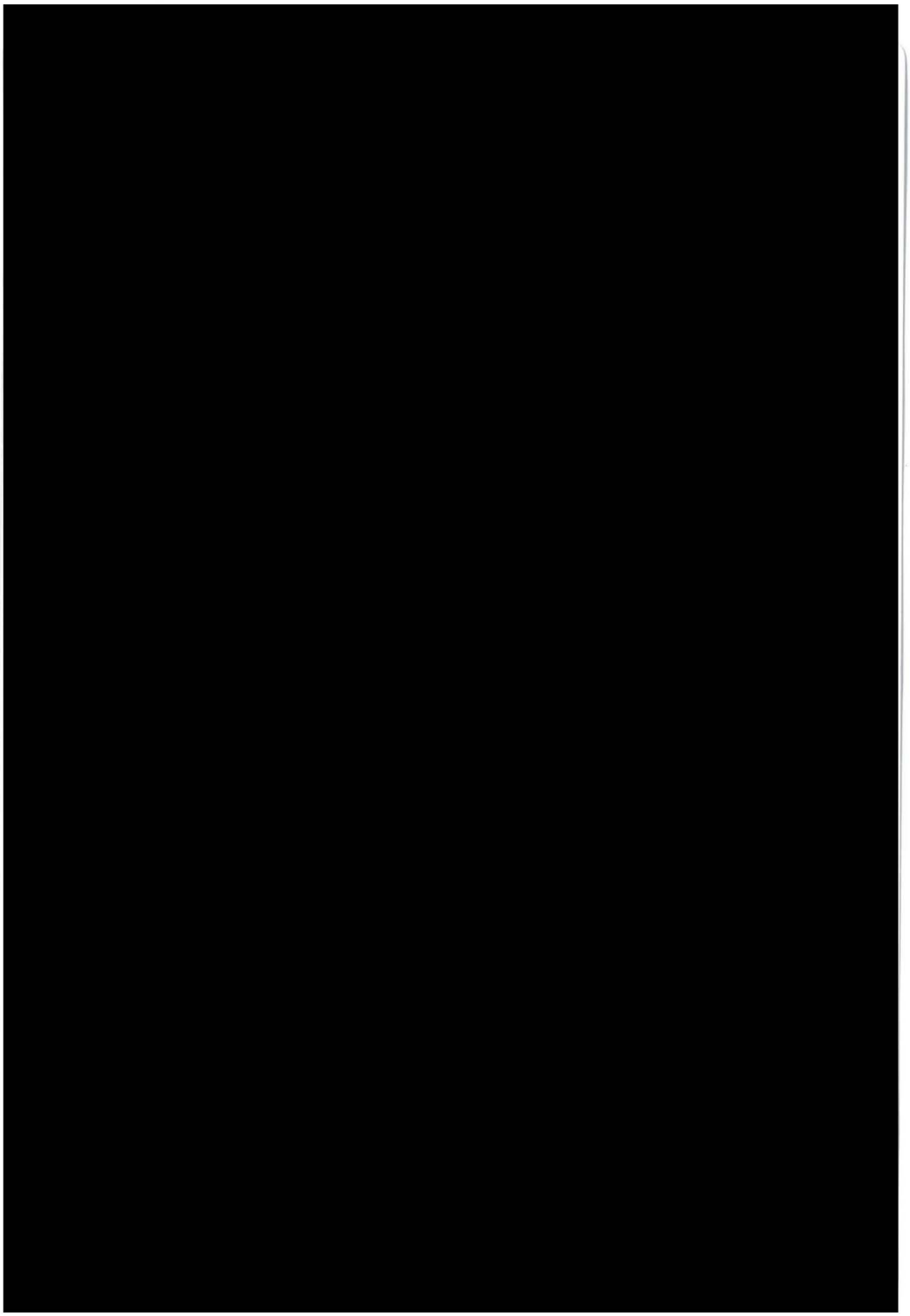
1. 编制主持人

| 姓名 | 职业资格证书管理号 | 信用编号 | 签字 |
|---|---|---|---|
| 莫圣浩 | 2023050353300000014 | BH064685 | 莫圣浩 |

2. 主要编制人员

| 姓名 | 主要编写内容 | 信用编号 | 签字 |
|---|---|---|---|
| 潘立成 | 表9、表10、表11、表12、表13 | BH038966 | 潘立成 |
| 金莎 | 表1、表2、表3、表4、表5、表6、表7、表8 | BH053676 | 金莎 |

# 环评项目负责人职业资格证书（复印件）



# 目录

目录 ..... I
表 1 项目基本情况 ..... 1
表 2 放射源 ..... 26
表 3 非密封放射性物质 ..... 26
表 4 射线装置 ..... 26
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） ..... 27
表 6 评价依据 ..... 28
表 7 保护目标与评价标准 ..... 30
表 8 环境质量和辐射现状 ..... 36
表 9 项目工程分析与源项 ..... 41
表 10 辐射安全与防护 ..... 48
表 11 环境影响分析 ..... 61
表 12 辐射安全管理 ..... 83
表 13 结论与建议 ..... 91
表 14 审批 ..... 98

附图 1 建设项目地理位置图 ..... 99
附图 2 医院总平面布局图和建设项目外环境关系图 ..... 100
附图 3 6 号楼六层平面布置图 ..... 101
附图 4 6 号楼七层平面布置图 ..... 102
附图 5 6 号楼八层平面布置图 ..... 103
附图 6 2 号楼一层平面布置图 ..... 104
附图 7 2 号楼二层平面布置图 ..... 105
附图 8 2 号楼三层平面布置图 ..... 106

附件 1 事业单位法人证书 ..... 107
附件 2 建设单位土地使用证 ..... 108
附件 3 辐射安全许可证 ..... 110
附件 4 本项目辐射环境现状监测报告 ..... 129
附件 5 辐射工作管理组织文件和辐射制度 ..... 138
附件 6 辐射工作人员培训情况 ..... 166

附件 7 职业健康检查报告.....183
附件 8 最近季度个人剂量检测报告.....201
附件 9《浙江省人民医院新增 DSA 应用项目环境影响报告表》专家评审意见.....210
附件 10 修改说明.....211

# 表 1 项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="6">浙江省人民医院新增 DSA 应用项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="6">浙江省人民医院</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td colspan="6">[redacted]</td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="6">浙江省杭州市拱墅区上塘路 158 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="6">浙江省杭州市拱墅区上塘路 158 号，医院 2 号楼二层，6 号楼七层</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">/</td><td>批准文号</td><td colspan="2">/</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资（万元）</td><td>[redacted]</td><td>项目环保投资（万元）</td><td>[redacted]</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td>[redacted]</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="3">□新建☑改建☑扩建 □其它</td><td>占地面积($m^2$)</td><td>/</td></tr>
<tr><td rowspan="10">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>□销售</td><td colspan="5">□I类 □II类 □III类 □IV类 □V类</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="5">□I类（医疗使用） □II类 □III类 □IV类 □V类</td></tr>
<tr><td rowspan="3">非密封放射性物质</td><td>□生产</td><td colspan="5">□制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="5">/</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="5">□乙 □丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>□生产</td><td colspan="5">□II类 □III类</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="5">□II类 □III类</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="5">☑II类 □III类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="6">/</td></tr>
</table>

## 1.1 项目概述

### 1.1.1 建设单位情况简介

浙江省人民医院成立于 1984 年，目前有朝晖、望江山和越城 3 个院区，滨江、富阳和萧山 3 个在建院区，以及浙江省人民医院绍兴医院和毕节医院 2 个国家区域医疗中心，是浙江省卫生健康委直属的集医疗、科研、教学、预防、保健、康复于一体的大型综合性三级甲等医院。**（详见附件 1：《事业单位法人证书》）**

作为省内大型公立医院龙头之一，医院承担着国家紧急医学救援队、国家核辐射救治基地、浙江省急救指挥中心、浙江省康复中心等 21 个国家和省级机构任务。2023 年门急诊量、出院量和总手术量分别达 269.67 万人次、14.24 万人次和 9.34 万台次。

根据《中华人民共和国土地管理法》和《中华人民共和国城市房地产管理法》等相关法律法规，建设单位在项目所在院区申请土地使用权证。土地证规划显示，土地用途

为医卫慈善用地，地址位于下城区上塘路 158 号，土地使用权面积为 51323m$^2$，主体建筑建设包含本项目涉及的 2 号楼和 6 号楼**（详见附件 2：建设单位土地使用证：杭下国用（2011）第 100104 号）**。杭州市于 2022 年重新进行地市级行政区划分，医院所属行政区由下城区变更为拱墅区，医院实际地理位置和现有环境未作改变。建设单位暂未变更《事业单位法人证书》。

本项目涉及院区为朝晖院区（简称“医院”），位于浙江省杭州市拱墅区上塘路 158 号。医院东面和东北面与小区（朝晖四区）相邻，西北面与杭州整形医院相邻，南邻南应家河，西邻上塘高架路。医院占地面积18.6万平方米，拥有医疗用房16.7万平方米，主要建筑自西向东分布为 1 号楼（病房综合楼）、2 号楼（门急诊综合楼）、3 号楼（医技综合楼）、5 号楼（病房综合楼）、6 号楼（病房综合楼）、7 号楼（行政楼）、8 号楼（食堂楼）、9号楼（科教楼）、10号楼（采购维修楼）、11号楼（环保楼）、12号楼（公寓楼）和15号楼（行政楼），另设有其他附属用房。

**1.1.2 项目由来**

浙江省人民医院已取得浙江省生态环境厅核发的《辐射安全许可证》（浙环辐证[01021]），允许使用种类和范围为：使用I类、III类、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。**（详见附件3：《辐射安全许可证》）**

浙江省人民医院在伽马刀治疗中心使用 $Co^{60}$ 放射源（I类）进行放射治疗，核医学科使用 $Ge^{68}$ 放射源（V类）作为校准源，放疗科后装机使用 $Ir^{192}$ 放射源（III类）进行放射治疗。在核医学科设置丙级非密封放射性工作场所，使用 $^{125}I$ 粒子源进行粒子植入治疗。核医学设置乙级非密封放射性工作场所，使用 $Ac^{225}$、$Sm^{153}$、$Re^{188}$、$P^{32}$、$Tc^{99m}$、$Sr^{89}$、$Ga^{68}$、$I^{124}$、$F^{18}$、$I^{131}$、$Zr^{89}$、$Ga^{67}$、$Ti^{201}$、$Ra^{223}$进行核素检查/治疗。在甲癌病房设置乙级工作场所，使用 $Lu^{177}$、$I^{131}$ 进行癌症/肿瘤治疗。在手术室设置丙级工作场所，使用 $I^{125}$ 进行放射治疗。朝晖院区、望江山院区和越城院区设置含II类和III类的射线装置共 78 台。

朝晖院区 6 号楼已有 3 台 DSA 在用，放射科 2 楼机房有 3 台 DSA 在用。随着诊疗量逐年增长，现有 DSA 设备由多个科室预约使用，使用频率持续增加。此外，设备在定期维护或故障维修时属于停用阶段，病人就诊高峰期时不易于及时安排患者接诊和手术，医院原有 DSA 无法满足患者日益增长的诊疗需求。

为更好的开展医疗技术服务工作，保障患者得到及时的诊断和治疗，医院拟将 2 号楼二层东侧自北向南的 1 间治疗中心、1 间教研室和 1 间阅览室改建为 DSA 机房④及其控制室；另拟将南侧 3 间办公室改建为 DSA 机房⑤及其控制室，新购置 2 台 DSA 分别置于其机房内使用。拟将 6 号楼七层北侧的 1 间示教室改建为心导管室（3）及其控制室，新购置 1 台 DSA 置于该机房内使用。

综上，医院拟新购置 3 台 DSA 设备（II类，拟定最大管电压：125kV，最大管电流：1000mA，厂家待定，型号待定）。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，医院在申请《辐射安全许可证》前，应组织编制或者填报环境影响评价文件，并依照国家规定程序报环境保护主管部门审批。

根据《省生态环境主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单（2023 年本）》内容规定，“除生态环境部审批项目和本清单所列项目外，其余项目由设区市生态环境主管部门审批”。该项目清单涉及的核技术利用建设项目为：“生产放射性同位素，使用I 类、II类放射源，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，乙级非密封放射性物质工作场所（非密封放射性物质生产、甲癌治疗）；在野外进行放射性同位素示踪试验的；由省生态环境主管部门颁发辐射安全许可证的核技术利用项目退役。”本项目涉及使用 3 台 DSA（II 类射线装置），不在该项目清单内，属于区市生态环境主管部门审批。

对照《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号），该设备属于血管造影用 X 射线装置的分类范围，为 II 类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（中华人民共和国生态环境部令第 16 号），本项目属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目—使用 II 类射线装置”的要求，该项目使用II类射线装置应编制环境影响报告表。

为保护环境，保障公众健康，浙江省人民医院委托浙江君安检测技术有限公司对该项目进行辐射环境影响评价。评价单位在现场踏勘和收集有关资料的基础上，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）中环境影响报告表的内容和格式，编制了本项目的环境影响报告表。

## 1.2 项目概况

**1.2.1 项目名称、建设单位、建设性质、建设地点**

项目名称：浙江省人民医院新增 DSA 应用项目

建设单位：浙江省人民医院

项目性质：改扩建

建设地点：浙江省杭州市拱墅区上塘路 158 号，浙江省人民医院朝晖院区 2 号楼二层和 6 号楼七层内。

**1.2.2 项目建设内容及规模**

本项目拟将 2 号楼二层东侧和 6 号楼七层北侧的部分办公用房改建为 3 间 DSA 机房，拟新购置 3 台 DSA 分别置于机房内使用，DSA 设备信息尚不明确，型号待定，厂家待定，拟定参数：125kV，1000mA。具体如下：

①拟将 2 号楼二层东侧自北向南的 1 间治疗中心、1 间教研室和 1 间阅览室改建为 DSA 机房④及其控制室，改建情况：拟拆除教研室和阅览室顶棚的钢架吊顶后利旧 120mm 混凝土楼板并新增钢架支撑 30mm 硫酸钡板；拟拆除教研室西墙和北墙部分墙体后在拆除位置开设门洞，新增 2 扇内衬 4mm 铅的防护门，教研室北墙中部新增一扇 20mm 厚铅玻璃观察窗；拟将教研室和阅览室东墙原有窗口用 120mm 实心砖封堵，拟拆除教研室和阅览室之间的墙体后合并的房间作为 DSA 机房④。机房四周墙体均拟新增 30mm 硫酸钡防护涂料，机房地面地胶铲平后利旧 120mm 混凝土楼板并新增 30mm 硫酸钡涂料，拟将治疗中心作为 DSA 机房的控制室。机房内防护高度：3200m。

②拟将 2 号楼二层东侧 3 间办公室改建为 DSA 机房⑤及其控制室，改建情况：拟拆除工程师办公室和护士办公室顶棚的钢架吊顶后利旧 120mm 混凝土楼板并新增钢架支撑 30mm 硫酸钡板；拟拆除工程师办公室西墙和北墙部分墙体后在拆除位置开设门洞，新增 2 扇内衬 4mm 铅的防护门；工程师北墙拟新增 1 扇 20mm 厚铅玻璃观察窗；拟将工程师办公室和护士办公室的原有门洞用 120mm 实心砖封堵，拟拆除工程师办公室和护士办公室之间的墙体后合并的房间作为 DSA 机房⑤；机房未改造墙体拟利旧 240mm 实心砖墙。机房四周墙体均拟新增 30mm 硫酸钡防护涂料，地面地胶铲平后拟利旧 120mm 混凝土楼板并新增 30mm 硫酸钡涂料；拟将北侧办公室作为 DSA 机房的控制室。机房内防护高度：3200m。

③拟将 6 号楼 7 层北侧 1 间示教室改建为心导管室（4）及其控制室，改建情况如下：新增 1 台 DSA：拟拆除示教室顶棚的钢架吊顶后利旧 120mm 混凝土楼板并新增钢

架支撑 30mm 硫酸钡板；拆除示教室南墙原有 2 扇普通门后用 240mm 实心砖封堵，并拟在南墙中部开设新门洞后新增 1 扇内衬 4mm 铅的防护门；拟拆除示教室东墙后新砌一面 240mm 实心砖墙作为心导管室（4）的东墙，拟在新砌东墙上新增一扇 20mm 厚铅玻璃观察窗和一扇内衬 4mm 铅的防护门，拟将北墙原有窗洞用 120mm 实心砖封堵。机房四周墙体均拟新增 30mm 硫酸钡涂料，地面地胶铲平后拟利旧 120mm 混凝土楼板并新增 30mm 硫酸钡涂料，机房内防护高度：3000m。



**图 1-1　DSA 机房④改建前后平面布置图**



**图 1-2　DSA 机房⑤改建前后平面布置图**



**图 1-3　心导管室（4）改建前后平面布置图**

项目总投资 5000 万元，其中环保投资 150 万元，约占总投资的 0.03%。本项目主要

组成内容及可能产生的环境问题见表 1-1。

**表 1-1　项目组成及主要的环境问题表**

| 名称 | 建设内容及规模 | 可能产生的环境问题 | |
|---|---|---|---|
| | | 施工期 | 营运期 |
| 主体工程 | （1）拟将 2 号楼二层东侧自北向南的 1 间治疗中心、1 间教研室和 1 间阅览室改建为 DSA 机房④及其控制室，拟新增一台 DSA 用于开展介入手术，该设备为II类射线装置，机房内有效使用面积为 42.13m²（8070mm×5220mm）。<br>（2）拟将 2 号楼二层东侧 3 间办公室改建为 DSA 机房⑤及其控制室，拟新增一台数字减影血管造影 X 射线系统（DSA）用于开展介入手术，该设备为II类射线装置，机房内有效使用面积为 40.18m²（7200mm×5580mm）。<br>（3）拟将 6 号楼 7 层北侧 1 间示教室改建为心导管室（4）及其控制室，拟新增一台数字减影血管造影 X 射线系统（DSA）用于开展介入手术，该设备为II类射线装置，机房内有效使用面积为 52.96m²（8000mm×6620mm）。<br>（4）改建后 6 号楼七层心导管室（4）防护结构：东墙新砌 240mm 实心砖墙+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料，南墙和西墙利旧 240mm 实心砖墙+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料，北墙新砌 120mm 实心砖墙+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料，顶棚利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 3mm 厚硫酸钡板板，地坪利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料，新增 2 扇内衬 4mm 铅的防护门和 1 扇 20mm 的铅玻璃。<br>改建后 2 号楼二层 DSA 机房④和 DSA 机房⑤防护结构：东墙新砌 120mm 实心砖墙+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料，南、西和北墙利旧 240mm 实心砖墙+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料，顶棚利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 3mm 厚硫酸钡板，地坪利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料，每间机房各新增 2 扇内衬 4mm 铅的防护门和 1 扇 20mm 的铅玻璃。<br>（5）项目涉及三间 DSA 机房，每间 DSA 机房每年约 500 台手术，平均单次手术透视 20min，拍片 1min，每间 DSA 机房的总照射时间为 175h（透视 166.7h，拍片 8.3h）。 | 施工噪声、扬尘、固体废弃物、生活污水 | X 射线、臭氧、氮氧化物、噪声、医疗固体废物 |
| 辅助工程 | 配套建设控制室、病人通道、设备间等设施 | | / |
| 公用工程 | 配电、供电和通讯系统等 | | / |
| 办公及生活设施 | 办公用房等 | | 生活废水，生活垃圾 |

### 1.2.3 主要原辅材料

本项目采用数字成像设备，电脑成像，不使用显影液、定影液及胶片。主要原辅材料及能耗情况见表 1-2。

**表 1-2 主要原辅材料及能耗情况表**

| 类别 | 名称 | 年耗量 | 来源 | 用途 |
|---|---|---|---|---|
| 能源 | 电 | 1000kW·h | 市政电网 | 机房用电 |
| 水 | 生活用水 | 300m³/a | 市政管网 | 生活用水 |
| 手术耗材 | 造影注射液 | 1200瓶/a | 每年供应商招标 | 造影剂 |
| 手术耗材 | 手套 | 80kg/a | 每年供应商招标 | 介入手术 |
| 手术耗材 | 纱布 | 80kg/a | 每年供应商招标 | 介入手术 |
| 手术耗材 | 棉签 | 80kg/a | 每年供应商招标 | 介入手术 |

### 1.2.4 设备配置及主要技术参数

本项目主要设备配制及技术参数见表 1-3。

**表 1-3 主要设备配置及主要技术参数表**

| 设备名称 | 型号 | 厂家 | 数量 | 设备参数 | 管理类别 | 使用场所 | 年出束时间 | 主束方向 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DSA | 待定 | 待定 | 3 台 | 125kV，1000mA | II类 | 分别位于心导管室（4）、DSA 机房④、DSA 机房⑤ | 减影模式：8.3h<br>透视模式：166.7h | 朝下 | 新购 |

### 1.2.5 劳动定员及工作制度

工作制度：本项目采用全日制工作制度，年工作时间约 250 天。辐射工作人员具体工作情况在医院的统一管理下，根据实际需诊人员进行轮班调配。

劳动定额：根据 DSA 介入工作流程，每台介入手术医护人员基本配置为：专业主刀医生、护士和影像技师。本项目运行后，医院拟从内部调配或社会外招符合人员资质要求的辐射工作人员专职开展介入相关工作，采用轮岗制度，并定期安排辐射工作人员参加培训。本项目辐射工作人员均不参与其他科室与机房的工作。

**表 1-4 本项目拟涉及辐射工作人员情况一览表**

| 序号 | 姓名 | 培训时间 | 培训结果 | 体检时间 | 体检结果 | 个人剂量 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | [redacted] | 2023.9.29 | 合格 | 2023.3.17 | 可继续原放射工作 | 监测周期内正常 |
| 2 | | 2023.8.20 | 合格 | 2023.3.17 | 可继续原放射工作 | 监测周期内正常 |
| 3 | | 2023.8.28 | 合格 | 2023.3.17 | 可继续原放射工作 | 监测周期内正常 |
| 4 | | 2023.5.8 | 合格 | 2023.3.17 | 可继续原放射工作 | 监测周期内正常 |
| 5 | | 2023.9.27 | 合格 | 2023.3.17 | 可继续原放射工作 | 监测周期内正常 |
| 6 | | 2023.10.22 | 合格 | 2022.12.5 | 可继续原放射工作 | 监测周期内正常 |
| 7 | | 2023.9.26 | 合格 | 2023.3.17 | 可继续原放射工作 | 监测周期内正常 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | [redacted] | 2023.12.19 | 合格 | 2022.12.5 | 可继续原放射工作 | 监测周期内正常 |
| 9 | | 2023.8.28 | 合格 | 2023.3.17 | 可继续原放射工作 | 监测周期内正常 |
| 10 | | 2023.7.5 | 合格 | 2023.3.17 | 可继续原放射工作 | 监测周期内正常 |
| 11 | | 2023.8.20 | 合格 | 2023.3.17 | 可继续原放射工作 | 监测周期内正常 |
| 12 | | 2023.12.11 | 合格 | 2022.12.5 | 可继续原放射工作 | 监测周期内正常 |
| 13 | | 2023.12.11 | 合格 | 2022.12.5 | 可继续原放射工作 | 监测周期内正常 |
| 14 | | 2023.11.3 | 合格 | 2022.12.5 | 可继续原放射工作 | 监测周期内正常 |
| 15 | | 2023.10.10 | 合格 | 2022.12.5 | 可继续原放射工作 | 监测周期内正常 |
| 16 | | 2023.10.9 | 合格 | 2022.12.5 | 可继续原放射工作 | 监测周期内正常 |
| 17 | | 2022.5.29-2027.5.29 | 合格 | 2022.12.5 | 可继续原放射工作 | 监测周期内正常 |
| 18 | | 2023.9.27 | 合格 | 2023.3.17 | 可继续原放射工作 | 监测周期内正常 |

**1.2.6 项目依托环保设施情况**

**污水处理：**医院废水经医院的污水处理站处理后由市政管网排入污水处理厂处理。本项目 DSA 射线装置运行采用数字化电子成像系统，不产生成像废水和放射性废水，废水主要为人员产生的一般生活污水，经医院污水站处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 预处理标准后，排入市政污水管网进入污水处理厂，不会对当地水质产生影响。

**噪声处理：**本项目产噪设备为风机，声级较小，相应系统拟采用低噪设备并设置减振降噪装置，一般可降噪约 10-20dB（A），最终噪声值不超过 60dB（A），且设备均处于室内，根据工作流程，设备仅在昼间运行，再经距离衰减后，噪声影响不大。综上，经各项措施后，噪声排放可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准限值要求，不会改变区域声环境功能区规划。

**固体废物：**医院运营后产生的医疗废物收集暂存后定期依托有资质单位清运处置，生活垃圾交由市政环卫清运。本项目 DSA 运营过程不产生放射性固体废物，仅产生少量生活垃圾，依托环卫清运。施工期产生的少量建筑垃圾每天运至医院垃圾站由环卫统一清运。

**废气排放：**本项目射线装置运行时由于射线与室内空气中的氧在辐射作用下电离产生臭氧和氮氧化物，产生量较少，后经机房内的通风系统排出室外，经大气自然分解、稀释或转化为其他无危害气体。

本项目所依托的环保设施均已通过环境影响评价，现有环保设施处理能力可以满足

本项目产生的生活废水、生活垃圾、医疗废物处置等需求，做到达标排放，不存在原有环境污染问题和环境现状问题，不会对周边环境造成污染。

## 1.3 项目选址及周边环境保护目标

### 1.3.1 项目地理位置

浙江省人民医院位于浙江省杭州市拱墅区上塘路 158 号，医院东侧和东北侧隔室外道路为小区（朝晖四区），南侧隔室外道路和河道（南应家河）为小区（朝晖二区），西侧为上塘路辅路和上塘路高架，西北侧隔室外道路为杭州整形医院和小区（朝晖四区）。**（详见附图 1：建设项目地理位置）**

### 1.3.2 本次环评辐射工作场所周边关系

医院建筑有 1 号楼（病房综合楼）、2 号楼（门急诊综合楼）、3 号楼（医技综合楼）、5 号楼（病房综合楼）、6 号楼（病房综合楼）、7 号楼（行政楼）、8 号楼（食堂楼）、9 号楼（科教楼）、10 号楼（采购维修楼）、11 号楼（环保楼）、12 号楼（公寓楼）和 15 号楼（行政楼）。其中项目涉及的 2 号楼在医院西南侧，6 号楼在医院东侧。

拟在 2 号楼二层东侧自北向南设置 DSA 机房④和 DSA 机房⑤，两间机房整体四周情况：两间 DSA 机房中间为卫生间，西侧为室内过道，东侧临空，北侧为医办，南侧为楼道和配电间。两间机房整体边界外环境情况 ：机房北侧边界外 115m 为室外道路，115m 内为 2 号楼内部、院内道路和 7 号楼（行政楼），其中 7 号楼（行政楼）距机房北侧边界 47m。机房东侧边界外 118m 内为院内道路和朝晖四区（33 幢）。机房南侧边界外 50m 内为 2 号楼建筑内部、院内道路和沿河绿化带，沿河绿化带距机房南侧边界最近约 37m。机房西侧边界外 128m 为 2 号楼建筑内部、院内道路河上塘路，其中上塘路距机房西侧边界 128m。

拟在 6 号楼七层北侧设置心导管室（4），机房四周相邻情况：东侧为过道，南侧为值班室和过道，西侧临空，北侧为控制室。机房边界外环境情况 ：心导管室（4）北侧边界外 60m 为室外道路，60m 内为院内道路和 8 号楼（食堂楼）。机房东侧边界外 50m 内为 6 号楼建筑内部、院内道路、朝晖四小区（33、34 和 35 幢）和小区道路，小区与机房东侧边界最近距离约 34m。心导管室（4）南侧外 107m 为沿河绿化带，107m 内为 6 号楼建筑内部、院内道路和 12 号楼（公寓楼），其中 12 号楼（公寓楼）距机房南侧边界 70m。心导管室（4）西侧 238m 为上塘路，238m 内为 6 号楼建筑内部、院内倒楼、7 号楼（行政楼）、1 号楼（病房综合楼），其中 7 号楼（行政楼）距机房西侧边界 69m，1

号楼（病房综合楼）距机房西侧边界 120m。**（外环境关系详见附图 2）**

综上分析，本项目涉及的三间 DSA 机房北侧、南侧和西侧边界外 50m 评价范围内为医院大楼内部、院内道路和室外沿河绿化带，不存在自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等敏感目标。项目中 6 号楼七层北侧的心导管室（4）东侧边界 50m 范围内涉及小区楼房（东侧边界外 34m 为朝晖四小区 33、34 和 35 幢），本项目为医用II类射线装置，主照射方向朝下或朝上，不在东侧住户方向，环评要求机房四周设置屏蔽防护设施，须达《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中机房屏蔽体外 30cm 处不高于 2.5μSv/h 要求，并对机房四周人员所受到的有剂量进行分析，保障机房外人员所受剂量在标准要求内，项目运营过程产生的电离辐射，经采取一定的防护治理措施后对周围环境造成的辐射影响是可接受的，故本项目的选址是可行的。

**1.3.3 选址合理性分析**

（1）土地利用总体规划符合性、区域规划符合性分析

根据《杭州市朝晖单元（XC03）控制性详细规划（2015 版）》规划，项目所在地为 A5 医疗卫生用地。本项目建于浙江省人民医院现有建筑内，位于医院 2 号楼二层东侧和 6 号楼七层北侧，不涉及新增土地。本项目内容为医院配套诊疗项目，不属于二类、三类工业项目，符合土地利用总体规划和区域规划要求。

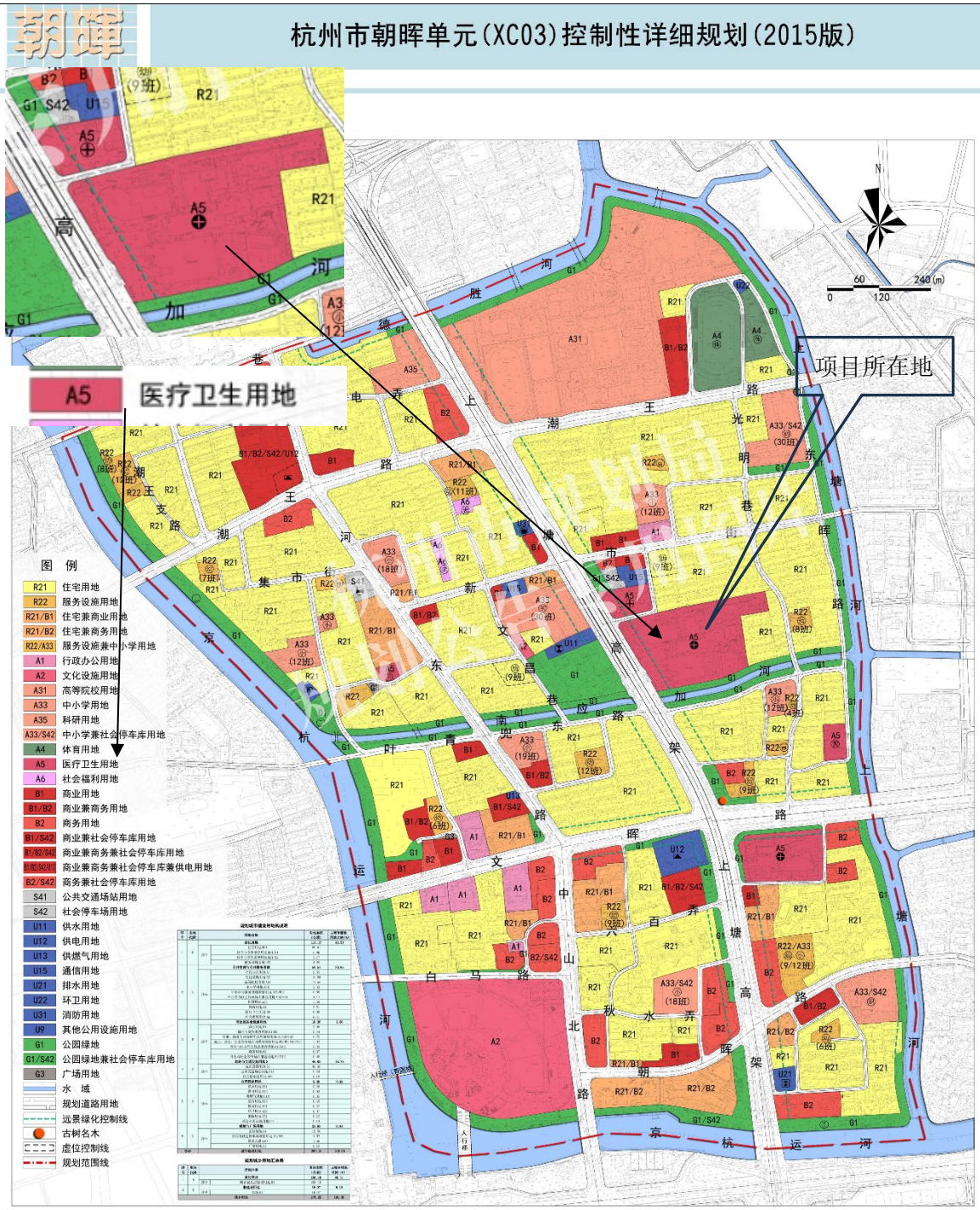



**图 1-4　项目所在地用地规划图**

（2）产业政策符合性分析

根据国家发展和改革委员会《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）“第一类鼓励类”中“十三、医药”中的第 4 条“4、新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射

治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应”，本项目属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

**1.3.4 项目与周边环境兼容性分析**

医院内现有的水资源供给系统完善，废水经医院的污水处理站处理后由市政管网排入污水处理厂处理。本项目 DSA 射线装置运行采用数字化电子成像系统，不产生成像废水和放射性废水，废水主要为人员产生的一般生活污水，经医院污水站处理后排入市政污水管网，不会对当地水质产生影响。

本项目产噪设备为风机，声级较小，相应系统拟采用低噪设备并设置减振降噪装置，一般可降噪约 10-20dB（A），再经距离衰减后，且设备仅在昼间运行，噪声影响不大，经各项措施后，可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准限值要求，不会改变区域声环境功能区规划。

项目产生的医疗废物收集暂存后定期由有资质单位清运处置，生活垃圾交由市政环卫清运。因此本项目的建设没有对周边产生新的环境污染，项目与周边环境相容。

**1.3.5“三线一单”符合性分析**

①本项目与生态保护红线符合性分析

根据《杭州市“三线一单”生态环境分区管控方案》和浙江省生态环境厅的浙江省“三线一单”数据应用管理系统，以及对照《浙江省生态保护红线图》，本工程不涉及生态保护红线区，工程建设与浙江省生态保护红线要求相符。

医院西侧边界外约 1000m 为京杭大运河，根据《浙江省大运河核心监控区建设项目准入负面清单》（浙发改社会〔2023〕100 号），本项目运行从事 DSA 诊断和介入治疗等医疗服务，项目性质符合该地块已规划的城镇建设项目，不涉及建设妨碍行洪的建筑物、构筑物，不会破坏原有历史文化空间，不会改变空间形态和景观风貌。项目运营期产生的废水、废气和固废均经预处理措施后排放，不直接排入环境，不新增排污口，项目污染因子危害小，总量很少。

综上，本项目工程不涉及生态保护红线区。工程建设与浙江省生态保护红线和大运河核心监控区建设项目准入负面清单要求相符。

②本项目与环境质量底线符合性分析

根据《浙江省水功能区水环境功能区划分方案》（浙江省环境保护厅浙江省水利厅

2016年2月），本工程不涉及饮用水源等水环境功能区。

根据项目所在地情况，本工程位于环境空气二类区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。施工期产生少量灰尘，废气随施工结束停止，期间经洒水措施有效降低空气环境中尘埃浓度；运营期产生的少量臭氧和氮氧化物排入大气环境后，可经自然分解和稀释，浓度远低于《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）的二级标准的要求，对区域大气环境影响轻微。施工期和运营期对周围的环境空气影响很小，不会导致项目所在地大气环境质量下降。

本项目仅为医院主体建筑内的部分装修改建，占地较小，无临时占地，本工程的实施不会改变所在地土壤性质。

综上所述，本项目的实施不会对周边水、大气、土壤环境产生明显的不利影响。因此，工程建设符合环境质量底线要求。

③本项目与资源利用上线符合性分析

本项目为核技术利用项目，在医院主体建筑内进行建设，不新增土地指标，不涉及水资源利用，工程建设符合资源利用上线的要求。

④本项目与环境准入负面清单符合性分析

根据《杭州市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本工程管控单元分类为城镇生活区。杭州市于 2022 年重新进行地市级分区划分，医院所述行政区由下城区变更为拱墅区，医院实际地理位置和现有环境为作改变，除行政区名称外，环境管控单元属性和管控要求仍适用于本项目。

**表 1-5 本项目涉及环境管控单元一览表**

| “三线一单”环境管控单元-单元管控空间属性 | | | 管控要求 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 环境管控单元编码 | 环境管控单元名称 | 管控单元分类 | 空间布局约束 | 污染物排放管控 | 环境风险防控 | 资源开发效率要求 | 重点管控对象 |
| ZH33010320001 | 下城区城镇生活重点管控单元 | 重点管控单元 | 除工业功能区（小微园区、工业集聚点）外，原则上禁止新建其他二类工业项目，现有二类工业项目改建、扩建，不得增加污染物排放总量。严格执行畜禽养殖禁养区规定 | 推进生活小区“零直排”区建设。加强噪声和臭气异味防治，强化餐饮油烟治理，严格施工扬尘监管。 | 合理布局商业、居住、科教等功能区块，严格控制噪声、恶臭、油烟等污染排放较大的建设项目布局。 | 全面开展节水型社会建设，推进节水产品推广普及，限制高耗水服务业用水。 | 下城区（武林街道、天水街道、朝晖街道、潮鸣街道、长庆街道、石桥街道、东新街道、文晖街道）城镇生活区。（一）产业集聚点：下城区数字产业园；（二）小微园区：杭州经纬国际创意产业园、博济滨江智谷、长城 F317 创意产业园、下城区电 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 子商务产业园。 |

项目为医院配套诊疗项目，不属于二类工业项目，不属于重点环境风险管控企业，工程符合相关管控单元准入清单要求。

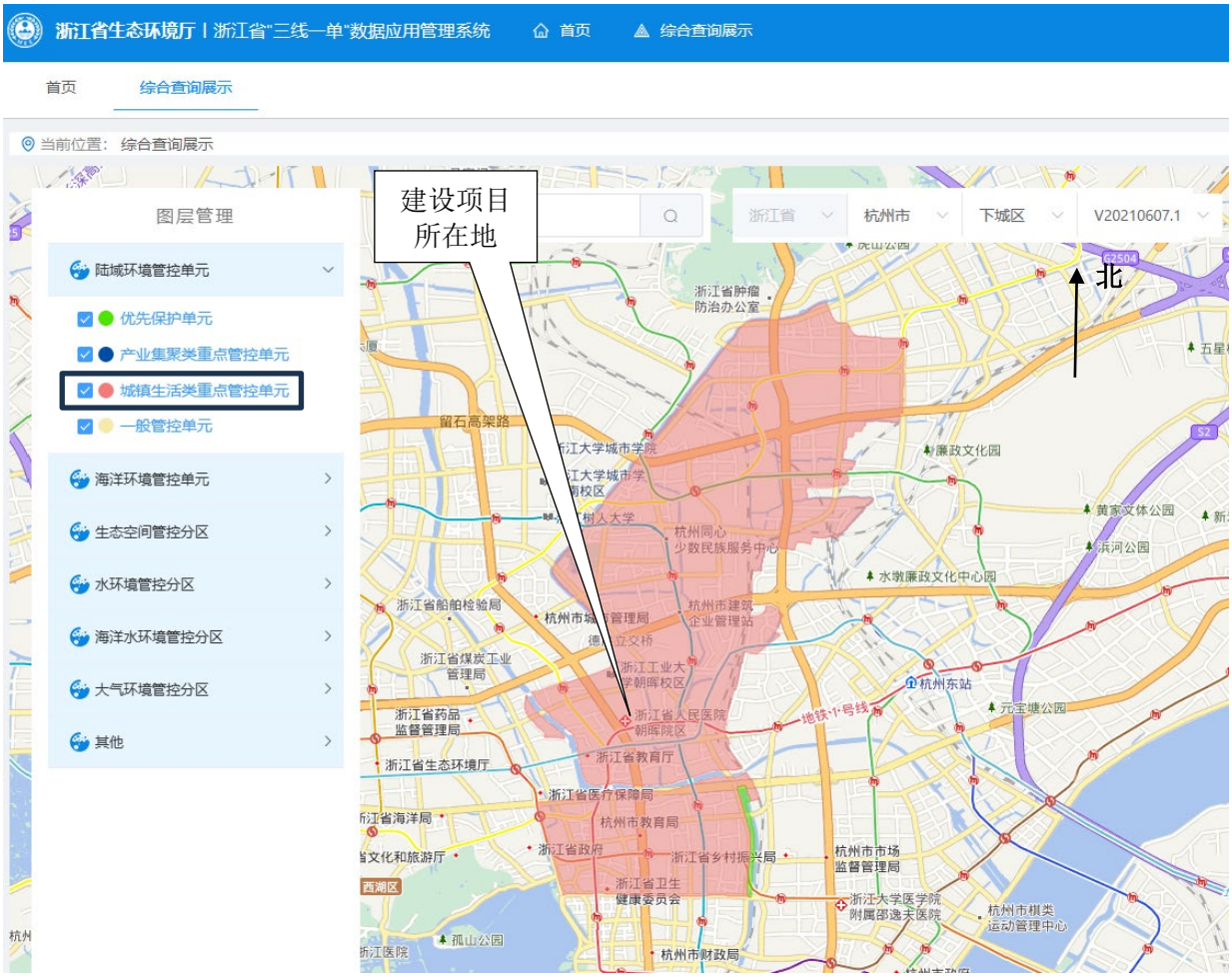



**图 1-5 杭州市环境管控分区图**

⑤本项目与“三区三线”要求的符合性分析

根据《自然资源部办公厅关于浙江等省（市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函[2022]2080 号）、《自然资源部办公厅关于依据“三区三线”划定成果报批建设项目用地用海有关事宜的函》（自然资办函[2022]2072 号），以及《杭州市国土空间总体规划（2021-2035 年）（草案）》的空间格局，本项目拟建地位于浙江省杭州市拱墅区上塘路 158 号，地处杭州市主城区内，且在城镇开发边界范围内，不在永久基本农田和基本生态保护红线范围内，符合“三区三线”相关规划要求。

⑥本项目与《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号）中“四性五不批”要求的符合性分析

项目与“四性五不批”相符性分析见表 1-6。

**表 1-6　项目与“四性五不批”相符性分析表**

| 建设项目环境保护管理条例 | | 符合性分析 | 是否符合 |
|---|---|---|---|
| 四性 | 建设项目的环境可行性 | 项目所在区域大气环境现状达标，项目环保措施可确保污染物排放达到国家和地方排放标准。 | 符合 |
| | 环境影响分析预测评估的可靠性 | 项目根据《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》要求分析。 | 符合 |
| | 环境保护措施的有效性 | 项目根据各污染物特点及相关要求分别设置污染防治措施。 | 符合 |
| | 环境影响评价结论的科学性 | 环境影响评价结论符合相关标准、整治规范要求。 | 符合 |
| 五不批 | （一）建设项目类型及其选址、布局、规模等不符合环境保护法律法规和相关法定规划 | 本项目属于医院配套诊疗建设项目，符合国家产业政策，项目符合总量控制制度，满足环境保护法律法规和相关法定规划。 | 符合 |
| | （二）所在区域环境质量未达到国家或者地方环境质量标准，且建设项目拟采取的措施不能满足区域环境质量改善目标管理要求 | 项目所在区域环境质量属于达标区，涉及的污染物经处理达标后排放，不会对周边环境质量造成明显影响。 | 符合 |
| | （三）建设项目采取的污染防治措施无法确保污染物排放达到国家和地方排放标准，或者未采取必要措施预防和控制生态破坏 | 项目涉及的污染物经相应的污染防治措施和处理后均可达标排放。 | 符 |
| | （四）改建、扩建和技术改造项目，未针对项目原有环境污染和生态破坏提出有效防治措施 | 本项目为改扩建项目，项目原有污染均具备有效的防治措施，污染物能达标排放，能有效符合国家、省规定的主要污染物排放总量控制指标，且不涉及生态污染，项目符合建设项目所在地环境功能区确定的环境质量要求。 | 符合 |
| | （五）建设项目的环境影响报告书、环境影响报告表的基础资料数据明显不实，内容存在重大缺陷、遗漏，或者环境影响评价结论不明确、不合理 | 本环评的基础资料数据真实，环境影响评价结论明确、合理。 | 符合 |

综上，本项目为医院增配医用射线装置（DSA，II类）应用项目，属于社会卫生医疗服务事业，符合国家产业政策，项目运行不产生放射性废水、放射性废气和放射性固废，仅产生少量非放射性的气体（氮氧化物、臭氧）、非放射性废水（一般生活废水）和非放射性固废（生活垃圾）和X射线。上述项目污染因子均设有相关污染防治措施：废气经排风管道收集处理达标后排出，废水经医院配套污水处理设施预处理达标后纳入市政污水管网后经市政污水处理厂处理达标后排环，医疗废物分类收集、密封打包及消

毒后由有资质的单位回收后处理，不直接外排，不会对区域环境功能造成污染和影响。另外，各 DSA 机房均拟建设有效的屏蔽体防治 X 射线辐射。此外，本项目环评基础资料和数据来源于相关公共平台公开数据、现场检测、区域现有政策文件调查和同类项目数据分析，评价结论明确、合理。所以，本项目符合条例中“四性五不批”要求。

## 1.4 现有核技术利用项目许可情况

（1）环评、验收情况

医院现有开展的辐射项目均已进行环评验收或进行备案。具体见表 1-7、1-8 和 1-9。

（2）许可情况

医院现有辐射活动均已取得浙江省生态环境厅核发的《辐射安全许可证》（浙环辐证[01021]），允许使用种类和范围为：使用I类、III类、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，有效期至2028年11月16日）。

**表 1-7 医院现有非密封放射性物质情况一览表**

| 序号 | 场所 | 核素 | 类别 | 总活度（贝克）/活度（贝克）×枚数 | 环评情况 | 验收情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 伽马刀治疗中心 | $^{60}Co$ | I类 | $7.3\times10^{12}$（Bq）*30 | 浙环辐[2012]72 号 | 浙环辐验[2011]13 号 |
| 2 | 核医学科 | $^{68}Ge$ | V类 | $4.6\times10^{7}$（Bq）*2 | 杭环辐评批[2011]7 号 | 浙环辐验[2016]22 号 |
| 3 | | $^{68}Ge$ | V类 | $9.3\times10^{7}$（Bq）*1 | 杭环辐评批[2011]7 号 | 浙环辐验[2016]22 号 |
| 4 | 放疗科 | $^{192}Ir$ | III类 | $3.7\times10^{11}$（Bq）*1 | 杭环辐评批[2017]18 号 | 自主验收 |

**表 1-8 医院非密封放射性物质情况一览表**

| 序号 | 场所 | 等级 | 核素 | 日最大操作量（Bq） | 日等效最大操作量（Bq） | 年最大操作量（Bq） | 环评情况 | 验收情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 放疗科 | 丙级 | $^{125}I$ | 1.036E+8 | 1.036E+7 | 2.07E+11 | 杭环辐评批[2017]18 号 | 自主验收 |
| 2 | 核医学科 | 乙级 | $^{225}Ac$ | 7.4E+6 | 7.4E+7 | 1.85E+9 | 杭环拱评批[2024]9 号 | 暂未使用 |
| 3 | | | $^{153}Sm$ | 4.4E+9 | 4.4E+8 | 2.5E+11 | 杭环辐批[2011]7 号 | 自主验收 |
| 4 | | | $^{188}Re$ | 1.85E+9 | 1.85E+8 | 2.22E+11 | 杭环辐评批[2017]18 号 | 自主验收 |
| 5 | | | $^{32}P$ | 1.48E+8 | 1.48E+7 | 1.776E+10 | 杭环辐评批[2017]18 号 | 自主验收 |
| 6 | | | $^{99m}Tc$ | 3.6E+11 | 3.6E+9 | 9.0E+13 | 杭环辐批[2011]7 号 | 浙环辐验[2016]22 号 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | | | $^{89}Sr$ | 1.2E+9 | 1.2E+8 | 3.0E+11 | 杭环辐批[2011]7 号 | 浙环辐验[2016]22 号 |
| 8 | | | $^{68}Ga$ | 3.7E+8 | 3.7E+5 | 1.85E+11 | 杭环拱评批[2024]9 号 | 暂未使用 |
| 9 | | | $^{124}I$ | 1.48E+8 | 1.48E+6 | 3.7E+10 | 杭环拱评批[2024]9 号 | 暂未使用 |
| 10 | | | $^{18}F$ | 4.0E+11 | 4.0E+9 | 2.0E+13 | 杭环辐批[2011]7 号 | 浙环辐验[2016]22 号 |
| 11 | | | $^{131}I$ | 8E+9 | 8E+8 | 2E+12 | 杭环辐批[2011]7 号 | 浙环辐验[2016]22 号 |
| 12 | | | $^{89}Zr$ | 1.48E+8 | 1.48E+6 | 3.7E+10 | 杭环拱评批[2024]9 号 | 暂未使用 |
| 13 | | | $^{67}Ga$ | 3.7E+9 | 3.7E+7 | 9.25E+11 | 杭环拱评批[2024]9 号 | 暂未使用 |
| 14 | | | $^{201}Ti$ | 3.7E+8 | 3.7E+5 | 9.25E+10 | 杭环拱评批[2024]9 号 | 暂未使用 |
| 15 | | | $^{223}Ra$ | 3.7E+6 | 3.7E+7 | 9.25E+8 | 杭环拱评批[2024]9 号 | 暂未使用 |
| 16 | 甲癌病房 | 丙级 | $^{177}Lu$ | 7.9E+9 | 7.4E+8 | 3.07E+11 | 杭环拱评批[2024]9 号 | 暂未使用 |
| 17 | | | $^{131}I$ | 3.7E+10 | 3.7E+9 | 1.85E+12 | 杭环辐评批[2020]13 号 | 自主验收 |
| 18 | 手术室机房 | 丙级 | $^{125}I$ | 1.036E+8 | 1.036E+7 | 7.77E+10 | 杭环辐评批[2017]18 号 | 浙环辐验[2017]15 号 |

**表 1-9 医院现有射线装置情况一览表**

| 序号 | 装置名称 | 规格型号 | 类别 | 最大管电压（kV） | 最大管电流（mA） | 工作场所 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 口腔 CT | ORTHOPHOSS L3D | III 类 | 90 | 16 | 口腔 CT 室：6 号楼保健中心 | 已领证 |
| 2 | 口腔 CT | SS-X9010D Pro-3DE | III 类 | 90 | 10 | 望江山院区放射科机 | |
| 3 | CT | Optima CT540 | III 类 | 140 | 380 | 6 号楼体检机房 | |
| 4 | CT | Brillance | III 类 | 120 | 500 | 发热门诊 CT 机房：发热门诊 CT 机房 | |
| 5 | CT | AS128 | III 类 | 140 | 666 | 放疗科 | |
| 6 | 多排 CT | DISCOVERY CT590RT | III 类 | 150 | 800 | 放疗科：放疗科 | |
| 7 | CT | AQUILION/ONE TSX-301A | III 类 | 135 | 550 | 放射科 1 楼机房 | |
| 8 | CT | 西门子 | III | 140 | 667 | 放射科 1 楼机 | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Incisive | 类 | | | 房：8 号机房 | |
| 9 | CT | SOMATOM | III 类 | 150 | 1300 | 放射科 1 楼机房：7 号机房 | |
| 10 | CT | AS40 | III 类 | 140 | 666 | 放射科 1 楼机房 | |
| 11 | PET-CT | MCT64 | III 类 | 140 | 666 | 核医学科 | |
| 12 | CT | BrightSpeedElite | III 类 | 140 | 380 | 望江山院区放射科机房 | |
| 13 | 骨密度仪 | LUNAR Prodigy | III 类 | 76 | 3 | 6 号楼体检机房 | |
| 14 | DR | DigitalDiagnost | III 类 | 150 | 500 | 6 号楼体检机房 | |
| 15 | CT | Optima CT540 | III 类 | 140 | 380 | 6 号楼体检机房 | |
| 16 | 骨密度仪 | Prodigy | III 类 | 76 | 3 | 6 号楼体检机房 | |
| 17 | 高频移动式 C 臂机 | XHX500 | III 类 | 120 | 5 | 放疗科 | |
| 18 | DR | DigitalDiagnost | III 类 | 150 | 900 | 放射科 1 楼机房 | |
| 19 | DR | DigiEye 680p | III 类 | 150 | 500 | 放射科 1 楼机房：4 号机房 | |
| 20 | 医用诊断 X 射线机 | Definium6000 | III 类 | 150 | 500 | 放射科 1 楼机房 | |
| 21 | CT | SOMATOMDefinitionAs | III 类 | 140 | 800 | 放射科 1 楼机房：9 号机房 | |
| 22 | 移动式 X 射线机 | XR220amx | III 类 | 140 | 800 | 放射科 1 楼机房 | |
| 23 | 移动式 X 射线机 | MobiEye700T | III 类 | 150 | 500 | 放射科 1 楼机房 | |
| 24 | 移动 DR 机 | MobiEye700T | III 类 | 150 | 500 | 放射科 1 楼：放射科 | |
| 25 | 移动 X 光机 | MOBILETTXP Digital | III 类 | 133 | 450 | 放射科 1 楼机房 | |
| 26 | 移动 X 光机 | MUX-100DJ | III 类 | 100 | 100 | 放射科 1 楼机房 | |
| 27 | 移动 X 光机 | MUX-100DJ | III 类 | 100 | 100 | 放射科 1 楼机房 | |
| 28 | DR | DigitalDiagnost | III 类 | 150 | 900 | 放射科 2 楼机房 | |
| 29 | 数字胃肠机 | LuminosFusion | III 类 | 150 | 800 | 放射科 2 楼机房：11 号机房 | |
| 30 | 乳腺钼靶机 | senographeEssential | III 类 | 49 | 100 | 放射科 2 楼机房：12 号机房 | |
| 31 | 骨密度仪 | iDAX | III 类 | 100 | 2.5 | 2 号楼四楼骨密度室 | |
| 32 | SPECT | InfiniaV | III | 120 | 200 | 核医学科 | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | G3 | 类 | | | | | |
| 33 | 牙片机 | PlanmecaProX | III类 | 70 | 8 | 口腔 CT 室 | | |
| 34 | 移动 X 光机 | OEC9900 | III类 | 120 | 40 | 内镜中心 | | |
| 35 | 移动式 C 臂 X 光机 | CiosSelect | III类 | 110 | 24 | 手术室机房 | | |
| 36 | 移动式 C 臂 X 光机 | CiosSelectS3 | III类 | 110 | 24 | 手术室机房 | | |
| 37 | 移动式 C 臂 X 光机 | Brivo0EC850 | III类 | 110 | 20 | 手术室机房 | | |
| 38 | 移动式 C 臂 X 光机 | OECEliteMiniView | III类 | 80 | 0.16 | 手术室机房 | | |
| 39 | 移动式 C 臂 X 光机 | CiosSelect | III类 | 110 | 24 | 手术室机房 | | |
| 40 | 碎石机 | DuetMagna | III类 | 110 | 9 | 碎石机房 | | |
| 41 | DR | DR-F | III类 | 150 | 320 | 望江山院区放射科机房 | | |
| 42 | DR | DigiEye680p | III类 | 150 | 800 | 望江山院区放射科机房：望江山 DR 机房 | | |
| 43 | 骨密度仪 | LunarProdigy | III类 | 75 | 8 | 望江山院区放射科机房 | | |
| 44 | 移动 DR 机 | MobiEye700T | III类 | 150 | 800 | 望江山院区放射科机房：望江山放射科 | | |
| 45 | 骨密度仪 | Lunar IDXA | III类 | 100 | 2.5 | 2 号楼四楼骨密度室 | | |
| 46 | 直线加速器 | 西门子 ONCOR Impress | II类 | — | — | 放疗科 | 浙环辐[2007]13 号 | 浙环辐射验收[2011]13 号 |
| 47 | 直线加速器 | ElektaInfinity | II类 | — | — | 放疗科：直线加速器机房 | 杭环辐评批[2017]18 号 | 自主验收 |
| 48 | DSA | UNIQFD10 | II类 | 150 | 1000 | 6 号楼 DSA 机房 | 杭环辐评批[2019]12 号 | |
| 49 | DSA | ArtiszeeIIIceiling | II类 | 150 | 1000 | 6 号楼 DSA 机房：DSA1 | | |
| 50 | DSA | IGS520 | II类 | 150 | 1000 | 6 号楼 DSA 机房 | | |
| 51 | DSA | AlluraXperFD20 | II类 | 125 | 820 | 放射科 2 楼机房 | 杭环辐射评批[2020]17 号 | |
| 52 | DSA | AXIOM Artis | II类 | 125 | 1000 | 放射科 2 楼机房 | 浙环辐[2007]13 | 浙环辐射验 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 53 | DSA | UNIQFD20 | II类 | 125 | 1000 | 放射科2楼机房：放射科DSA机房1 | 号 | 收[2011]13号 |
| 54 | DSA | DiscoveryIGS70R | II类 | 125 | 1000 | 手术室机房 | 杭环辐评批[2020]17号 | 设备未安装 |
| 55 | 回旋加速器 | — | II类 | — | — | 核医学科 | 浙环辐[2011]7号 | |
| 56 | 移动式X射线机 | MoniEye700T | III类 | 150 | 400 | 放射科（越城院区） | 已领证 | |
| 57 | 胃肠机 | LUMINOSImpulse | III类 | 65 | 800 | 放射科（越城院区） | | |
| 58 | DR | DigEye680P | III类 | 150 | 800 | 放射科（越城院区） | | |
| 59 | 数字乳腺X射线摄影系统 | SeleniaDifferentmensions | III类 | 49 | 200 | 放射科（越城院区） | | |
| 60 | DR | DigEye350T | III类 | 150 | 800 | 放射科（越城院区） | | |
| 61 | CT | RevolutionAPEX | III类 | 140 | 1300 | 放射科（越城院区） | | |
| 62 | CT | RevolutionMaxima | III类 | 140 | 600 | 放射科（越城院区） | | |
| 63 | DSA | Azurion5M20 | III类 | 125 | 1000 | 放射科（越城院区） | | |
| 64 | DR | DigiEye680E | III类 | 150 | 800 | 放射科（越城院区） | | |
| 65 | CT | uCT760 | III类 | 140 | 667 | 放射科（越城院区） | | |
| 66 | 骨密度仪 | LunariDXA | III类 | 100 | 2.5 | 骨密度中心（越城院区） | | |
| 67 | 牙片机 | FOCUS | III类 | 65 | 7 | 口腔科（越城院区） | | |
| 68 | 口腔CT机 | ORTHOPHOSS3D | III类 | 90 | 16 | 口腔科（越城院区） | | |
| 69 | 移动式C形臂X线机 | OEC OneCFD | III类 | 110 | 25 | 手术室（越城） | | |
| 70 | 移动式C形臂X线机 | OEC OneCFD | III类 | 100 | 25 | 手术室（越城） | | |
| 71 | DSA | Azurion7M20 | III类 | 100 | 1000 | 手术室（越城） | | |
| 72 | 碎石机 | Dornier Compact DeltaII | III类 | 100 | 4 | 碎石机房（越城院区） | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 73 | SPECT | NM/CT 870DR | III 类 | 140 | 440 | 核医学科 | |
| 74 | CT | uCT-768 | III 类 | 140 | 668 | 急诊中心 | |
| 75 | 口腔 CT | Planmeca Promax 3D | III 类 | 90 | 16 | 口腔 CT 室 | |
| 76 | 口腔 CT | NewTom VGi | III 类 | 110 | 32 | 口腔 CT 室 | |

（3）现有 DSA 的使用情况分析

①浙江省人民医院现有 3 台 DSA 位于医院 2 号楼，3 台 DSA 位于医院 6 号楼，1 台 DSA 位于医院手术室机房内使用。

②医院现有 DSA 均设置于医院主体建筑内，运行时由设备通电后球管产生 X 射线，不产生扬尘、放射性固体废物和放射性废水。使用中主要污染为 X 射线，仅在通电曝光时产生，曝光结束则不产生射线。X 射线经机房屏蔽后，其辐射剂量率降至标准限值以下，不会对周围人员和环境造成污染和危害。DSA 造影检查会产生少量造影剂、一次性棉球、纱布等医疗垃圾，经医院回收后由有资质的单位定期回收处理。DSA 介入手术过程产生的废少量血液和人体组织作为医疗废物统一分类收集、密封打包并消毒后由有资质的单位统一回收处理。DSA 运行不产生噪声，其工作场所配置的空调、风机等均为低噪声设备，经墙体和距离衰减，不会对周围人群造成噪音污染。所以，建设单位现有的 2 台 DSA 不会对周围环境和人员造成污染和危害。

（4）本项目拟新增配 3 台 DSA 的必要性分析

①医院原有 7 台 DSA，其中 3 台位于 2 号楼，3 台位于 6 号楼，1 台位于手术室。浙江省人民医院为三甲综合医院，日就诊量较大；医院 DSA 大量用于心内科、神经内科、外科和放射科等多个科室的造影检查和诊断，且各类手术过程中也需要 DSA 影像介入，手术过程时长不定。此外，当设备定期维护或发生故障需要检修时设备属于停用阶段，可能导致期间医院设备技术的供给不能支撑患者就诊量，不易于及时安排患者接诊和进行抢救手术。

为更好的满足医院 DSA 较大的使用量，为患者提供及时和必要的诊疗服务，医院拟在 2 号楼二层和 6 号楼七层各新增 3 台 DSA 用于介入手术治疗和诊断。

②根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，DSA 设备为《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中国家鼓励类项目，符合产业政策要求。

综上所述，为解决医院 DSA 需求量较大，多个科室诊断检查和手术使用紧张的问

题，拟在 2 号楼二层和 6 号楼七层各新增 3 台 DSA 使用。该项目符合产业政策要求，项目建设对于医院医疗服务工作的开展和患者的及时就诊和治疗是必要的。

## 1.5 辐射安全管理现状情况

### 1.5.1 辐射防护管理机构

医院遵守《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关放射性法律、法规，配合各级生态环境主管部门监督和指导，辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实以及档案管理等方面运行良好，医院至今未发生辐射事故。

建设单位已成立了放射安全管理工作组，明确了相关工作内容和职责，能够满足现有核技术利用项目运行过程中辐射防护管理和监督的需要。

### 1.5.2 辐射安全管理制度建立和执行情况

医院在现有核技术利用项目运行中已根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中相应要求，制定了《放射安全事件应急预案》、《放射科辐射防护与安全管理制度》、《放射工作人员培训计划》、《放射工作人员职业健康监护制度》、《个人剂量计监测管理制度》、《放射防护安全管理制度》、《放射卫生档案管理制度》、《辐射安全防护管理工作制度》、《辐射安全管理人员及辐射工作人员岗位职责》、《浙江省人民医院放射安全保卫管理制度》、《浙江省人民医院自行检查和年度评估制度》、《浙江省人民医院放射工作人员健康管理及培训制度》、《浙江省人民医院受检者放射防护管理制度》、《放射设备检修维护管理制度》、《辐射工作人员培训计划和监测计划》、《辐射设备检修维护制度》、《射线装置使用登记制度》等规章制度。同时，各科室根据项目开展特点，制定了相应的操作规程、岗位职责、管理制度等，并落实执行。

上述制度基本满足目前核技术利用项目开展的需要，实践过程中若发现与工作实践不符或采取的防护技术有变化的情况出现，医院会立即组织相关人员进行修订，以保持制度的适用性和规范性，最大限度保护环境和人员免受辐射影响。

### 1.5.3 辐射安全与防护培训

浙江省人民医院现有辐射工作人员涉及放射科、介入科、手术室等相关科室，放射工作人员经医院和科室统一调配，进行轮岗值班制度。根据相关要求，医院已定期安排辐射工作人员参加辐射相关培训，成绩合格。

本项目涉及 3 台 DSA 射线装置的使用，待项目投入使用后，医院根据实际诊疗情

况拟通过内部调配及社会外招辐射工作人员，并严格按照要求进行辐射防护培训，将涉及的辐射工作人员纳入职业健康档案管理。

**1.5.4 年度评估报告**

医院应按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求，每年对本单位射线装置安全和防护状况进行评估，并于每年 1 月 31 日前向管理部门提交上一年度评估报告。

**1.5.5 开展辐射监测的情况**

①个人剂量监测：医院现有辐射工作人员均已配备了个人剂量计，委托中国医学科学院放射医学研究所进行个人剂量监测，并建立了个人剂量档案。根据医院提供的最近一个年度辐射工作人员个人剂量监测报告，现有辐射工作人员的年有效剂量均满足 GB18871-2002 规定的职业剂量限值和剂量管理约束值要求。

医院定期对现有辐射工作人员进行个人剂量监测，根据建设单位提供的最近一季度的检测报告显示，监测周期内，现有辐射工作人员的个人剂量监测结果符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员要求的剂量限值。本项目运行后，医院拟按照要求，对辐射工作人员的个人剂量进行定期检测。

②工作场所和环境辐射水平监测：医院每年委托有资质单位对辐射工作场所和周围环境进行 1 次辐射水平监测，监测报告存档。根据医院提供的监测报告，各辐射工作场所监测结果均满足相关标准要求，医院现已采取的辐射工作场所防护措施能够满足已开展辐射活动的辐射安全防护要求。

**1.5.6 职业健康检查情况**

按照国家有关规定，对在岗人员每隔 1 到 2 年进行一次体检，对新上岗和离岗人员分别进行岗前和离岗时体检。医院现有辐射工作人员已定期进行职业健康检查，对检查结果进行人员告知和留存。

**1.5.7 辐射事故应急处理及演练执行情况**

医院在辐射安全和防护制度的建立、落实以及档案管理等方面运行良好，运行过程中未曾发生辐射事故，若发生辐射事故时应立即启动辐射事故应急预案。医院每年开展一次辐射事故应急演练但并对演习内容进行记录和保存。

**1.5.8 是否发生辐射安全事故**

通过查阅医院以往辐射安全管理工作的相关资料，医院自取得《辐射安全许可证》

| |
|---|
| 以来，未发生过辐射安全事故。 |

## 表 2 放射源

| 序号 | 核素名称 | 总活度（Bq）/<br>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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 以下空白 | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

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 | 实际日最大用量（Bq） | 日等效操作量(Bq) | 年最大用量（Bq） | 用途 | 操作方式 | 使用场所 | 贮存方式与地点 | 来源 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 半衰期 | 性状 | 毒性 | 衰变方式 | 使用 | | | | | | | | |
| | 以下空白 | | | | | | | | | | | | | |

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 | 装置名称 | 类别 | 数量 | 型号 | 加速粒子 | 最大能量 | 剂量率（Gy/h） | 用途 | 工作场所 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 以下空白 | | | | | | | | | |

（二）X 射线机，包括工业探伤、医用诊和治疗、分析等用途

| 序号 | 装置名称 | 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 X 射线系统（DSA） | II类 | 1 | 待定 | 125 | 1000 | 影像诊断和介入治疗 | 医院 2 号楼二层东侧 DSA 机房④ | 本次新增 |
| 2 | 数字减影血管造影 X 射线系统（DSA） | II类 | 1 | 待定 | 125 | 1000 | 影像诊断和介入治疗 | 医院 2 号楼二层东侧 DSA 机房⑤ | 本次新增 |
| 3 | 数字减影血管造影 X 射线系统（DSA） | II类 | 1 | 待定 | 125 | 1000 | 影像诊断和介入治疗 | 医院 6 号楼七层北侧心导管室（4） | 本次新增 |
| | 以下空白 | | | | | | | | |

（三）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

## 表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

| 名称 | 状态 | 核素名称 | 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 | 微量 | 不暂存 | 周边环境空气中 |
| 以下空白 | | | | | | | |

注：1、常见废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/m$^3$，气态为 mg/m$^3$；年排放总量用 kg；

2、含有放射性的废弃物要标明其排放浓度、年排放总量，单位分别为 Bq/L（kg、m$^3$）和活度（Bq）

# 表 6 评价依据

| | |
|---|---|
| 法规文件 | （1）《中华人民共和国环境保护法》（1989 年 12 月 26 日第七届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议通过；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），2015 年 1 月 1 日施行；<br>（2）《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第六号），2003 年 10 月 1 日施行；<br>（3）《建设项目环境保护管理条例》（1998 年 11 月 29 日中华人民共和国国务院令第 253 号发布施行；2017 年 7 月 16 日中华人民共和国国务院第 682 号令修订，自 2017 年 10 月 1 日起施行）；<br>（4）《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部令第 16 号），自 2021 年 1 月 1 日起施行；<br>（5）《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，2008 年 12 月 6 日经环境保护部令第 3 号修改，2017 年 12 月 20 日经环境保护部令第 47 号修改，2019 年 8 月 22 日经生态环境部令第 7 号修改，2021 年 1 月 4 日经生态环境部令第 20 号修改）；<br>（6）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（第二次修正）》，国务院令第 449 号，2019 年 3 月 2 日修正；<br>（7）浙江省生态环境厅关于发布《省生态环境主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单（2019 年本）》的通知（浙环发[2019]22 号）；<br>（8）《浙江省辐射环境管理办法》，浙江省人民政府第 289 号令，2021 年 2 月 10 日；<br>（9）《浙江省建设项目环境保护管理办法》，浙江省人民政府令第 388 号，2021 年 2 月 10 日；<br>（10）《关于发布<射线装置分类>的公告》，环境保护部国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日；<br>（11）《关于开展医疗机构辐射安全许可和放射诊疗许可办事流程优化工作的通知》（浙江省生态环境厅┃浙江省卫生健康委员会，浙环函【2019】248 号； |

| | |
|---|---|
| | （12）《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（生态环境部令第 9 号），2019 年 11 月 1 日施行；<br>（13）《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。 |
| **技术标准** | （1）《建设项目环境影响评价技术导则总纲》（HJ2.1-2016）；<br>（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》（HJ10.1-2016）；<br>（3）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；<br>（4）《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）；<br>（5）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；<br>（6）《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）；<br>（7）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；<br>（8）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）。 |
| **其他** | 浙江省人民医院提供的其它相关资料。 |

# 表 7 保护目标与评价标准

## 7.1 评价范围

根据本项目的特点，结合《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响报告书（表）的内容和格式》（HJ10.1-2016）的相关规定，本项目环境评价范围取心导管室（3）、DSA 机房④和 DSA 机房⑤实体边界外 50m 范围，**建设项目外环境关系图详见附图 2**。

## 7.2 保护目标

本项目主要环境影响因素为电离辐射。环境保护目标主要是工作人员和周边公众。由于电离辐射水平随着距离的增加而衰减，因此选取辐射工作场所较近、有代表性的环境保护目标进行分析。

根据附图 2 可知，本项目涉及 2 号楼二层东侧 2 间 DSA 机房四周边界、以及 6 号楼七层北侧 DSA 机房的北侧、南侧和西侧外 50m 评价范围内为医院大楼内部、院内道路和室外沿河绿化带，不存在自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等敏感目标。项目中 6 号楼七层北侧的心导管室（4）东侧边界 50m 范围内涉及小区楼房（东侧边界外 34m 为朝晖四小区 33、34 和 35 幢部分区域）。

综上，本项目环境保护目标为评价范围内从事本项目的辐射工作人员、周围其他非辐射工作人员和院内可能接近辐射工作场所的公众成员，以及 50m 评价范围内的行人、患者、陪同家属和小区内居民等公众人员，具体见表 7-1。

**表 7-1 主要环境保护目标**

| 类型 | 方位 | | 位置 | 保护目标 | 距离 | 人数 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 职业 | 心导管室（4） | 东侧 | 控制室 | DSA 操作人员 | 机房外 3.5m 内 | 2 人 |
| | | 机房内 | 机房内 | 介入医生 | 最近 0.5m | 4 人 |
| | | | | 介入护士 | 最近 1m | 2 人 |
| | DSA 机房④ | 北侧 | 控制室 | DSA 操作人员 | 机房外 3.5m 内 | 2 人 |
| | | 机房内 | 机房内 | 介入医生 | 最近 0.5m | 4 人 |
| | | | | 介入护士 | 最近 1m | 2 人 |
| | DSA 机房⑤ | 北侧 | 控制室 | DSA 操作人员 | 机房外 3.5m 内 | 2 人 |
| | | 机房内 | 机房内 | 介入医生 | 最近 0.5m | 4 人 |
| | | | | 介入护士 | 最近 1m | 2 人 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 公众 | 心导管室（4） | 东侧 | 心导管室（4）东侧建筑内部 | 患者、家属和非辐射工作医护人员 | 机房外 3.5-17m 内 | 约 10 人 |
| | | | 6 号楼东侧建筑外道路、部分小区住宅和道路 | 行人、患者、家属、非辐射医护和居民 | 机房外 17m-50m 内 | 约 60 人 |
| | | 南侧 | 6 号楼七层建筑内部 | 患者、家属和非辐射工作医护人员 | 机房外 39.5m 内 | 约 30 人 |
| | | | 6 号楼南侧建筑外道路 | 行人、患者、家属和非辐射工作医护人员 | 机房外 39.5-50m 内 | 约 10 人 |
| | | 西侧 | 医护值班室 | 非辐射工作医护人员 | 机房外 6.5m 内 | 约 5 人 |
| | | | 6 号楼西侧建筑外道路、5 号楼建筑内部 | 患者、家属和非辐射工作医护人员 | 机房外 6.5m-50m 内 | 约 30 人 |
| | | 北侧 | 6 号楼北侧建筑外道路、8 号楼建筑内部 | 患者、家属和非辐射工作医护人员 | 机房外 50m 内 | 约 50 人 |
| | | 上方 | 医生办公室、示教室 | 非辐射工作医护人员 | 机房顶棚上方 4m | 约 10 人 |
| | | 下方 | 网络分机房、泵房 | 非辐射工作医护人员 | 机房地坪下方 4m | 约 2 人 |
| | DSA 机房④和 DSA 机房⑤ | 东侧 | 2 号楼东侧建筑外道路、5 号楼建筑内 | 患者、家属和非辐射工作医护人员 | 机房外 50m 内 | 约 50 人 |
| | | 中间 | 卫生间 | 患者、家属和非辐射工作医护人员 | 最近 1m | 约 4 人 |
| | | 西侧 | 过道、2 号楼二层放射科（二） | 患者、家属和非辐射工作医护人员 | 机房外 50m 内 | 约 30 人 |
| | | 上方 | 推拿室、医生办公室 | 患者、家属和非辐射工作医护人员 | 房顶棚上面 4m | 约 8 人 |
| | | 下方 | 技师办公室 | 非辐射工作医护人员 | 机房地坪下方 4m | 约 3 人 |
| | DSA 机房⑤南侧 | | 2 号楼二层机房南侧楼道、强电间、过道、电梯 | 患者、家属和非辐射工作医护人员 | 机房外 20m 内 | 约 6 人 |
| | | | 2 号楼南侧建筑外道路、沿河绿化带 | 行人、患者、家属和非辐射工作医护人员 | 机房外 20m-50m 内 | 约 10 人 |
| | DSA 机房④北侧 | | 医生办公室 | 非辐射工作医护人员员 | 机房外 8m 内 | 约 3 人 |
| | | | 医生办公室、2 号楼北侧建筑外道路、7 号楼部分建筑内 | 行人、患者、家属和非辐射工作医护人员 | 机房外 8m-50m 内 | 约 20 人 |

## 7.3 评价标准

根据现行的环境保护标准及电离辐射相关标准申请，本项目应执行的环境保护标准如下：

**7.3.1《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）**

**7.3.1.1 防护与安全的最优化**

①对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件（治疗性医疗照射除外）。

②防护与安全最优化的过程，可以从直观的定性分析一直到使用辅助决策技术的定量分析，但均应以某种适当的方法将一切有关因素加以考虑，以实现下列目标：

a）相对于主导情况确定出最优化的防护与安全措施，确定这些措施时应考虑可供利用的防护与安全选择以及照射的性质、大小和可能性；

b）根据最优化的结果制定相应的准则，据以采取预防事故和减轻事故后果的措施，从而限制照射的大小及受照的可能性。

**7.3.1.2 剂量限值**

**表 7-2 剂量限制的相关内容**

| 对象 | 具体内容 |
|---|---|
| 职业照射剂量限值 | 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：<br>①由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量，20mSv；<br>②任何一年中的有效剂量，50mSv；<br>③眼晶体的年当量剂量，150mSv；<br>④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。 |
| 公众照射剂量限值 | 实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值：<br>①年有效剂量，1mSv；<br>②特殊情况下，如果5个连续年的年平均剂量不超过lmSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到5mSv。 |
| 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值10%~30%（即0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内。 | |

**本项目数字减影血管造影 X 射线系统（DSA）的辐射工作人员年有效剂量按上述表 7-2 中规定的照射剂量限制的 1/4 执行，即辐射工作人员剂量约束值不超过 5mSv；公众剂量约束值按照上述表 7-2 中标准的 1/4 执行，即不超过 0.25mSv；辐射工作人员眼晶体的年当量剂量约束值取 15mSv；辐射工作人员四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量约束值取 50mSv。**

**7.3.1.3 辐射管理分区**

控制区：

注册者和许可证持有者应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。

监督区：

注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的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。

**7.3.2《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）**

（1）X 射线设备机房（照射室）应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。

（2）每台 X 射线机（不含移动式或便携式床旁摄影机与车载 X 射线机）应设有单独的机房，机房应满足使用设备的空间要求。对新建、改建和扩建的 X 射线机房，其最小有效使用面积，最小单边长度应不小于表 7-3 要求。

**表 7-3 介入治疗室使用面积及单边长度**

| 设备类型 | 机房内最小有效使用面积㎡ | 机房内最小单边长度 m |
|---|---|---|
| 单管头X射线机[b]（含C形臂，乳腺CBCT） | 20 | 3.5 |
| b：单管头、双管头或多管头 X 射线机的每个球管各安装在 1 个房间内 | | |

（3）X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求

①不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护应不小于表 7-4 要求。

**表 7-4DSA 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 |
|---|---|---|
| C 形臂 X 射线设备机房 | 2 | 2 |

②医用诊断 X 射线防护中不同铅当量屏蔽物质厚度的典型值参见附录 D。

③应合理设置机房的门、窗和管线口位置，机房的门和窗应有其所在墙壁相同的防护厚度。设于多层建筑中的机房（不含顶层）顶棚、地坪（不含下方无建筑物的）应满足相应照射方向的屏蔽厚度要求。

（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：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 2.5μSv/h；测量时，X 射线机连续出束时间应大于仪器响应时间。

（5）机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到患者和受检者状态。

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

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

（8）患者和受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。

（9）根据工作内容现场应配备不少于表 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防护衣；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；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，防护用品和辅助防护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、铅防护眼镜、介入防护手套<br>选配：铅橡胶帽子 | 铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏<br>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<br>选配：铅橡胶帽子 | —— |
| 注：“——”表示不需要求。 | | | | |

### 7.3.3 其他环境执行标准

①环境质量标准

环境空气质量：执行国家《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准；

地表水环境质量：执行国家《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中 III 类标准；

声环境质量：执行国家《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 2 类标准；

②污染物排放标准

废水：废水执行《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466－2005），进入污水处理厂执行预处理标准；

废气：废气执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）的二级标准；

噪声：施工期执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；运营期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类功能区标准。

### 7.3.4 参考资料

《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》中杭州地区建筑物室内 γ 辐射剂量率在 $5.6\times10^{-8}$Gy/h~$44.3\times10^{-8}$Gy/h 之间，杭州地区道路上 γ 辐射剂量率在 $2.8\times10^{-8}$Gy/h~$22\times10^{-8}$Gy/h 之间。

# 表 8 环境质量和辐射现状

## 8.1 项目地理和场所位置

浙江省人民医院位于浙江省杭州市拱墅区上塘路 158 号，医院东侧和东北侧隔室外道路为小区（朝晖四区），南侧隔室外道路和河道（南应家河）为小区（朝晖二区），西侧为上塘路辅路和上塘路高架，西北侧隔室外道路为杭州整形医院和小区（朝晖四区）。**医院总平面布局图和建设项目外环境关系图见附图 2**。

医院 6 号楼位于医院东面，2 号楼位于医院南面。本项目涉及 3 间 DSA 机房，其中心导管室（4）位于 6 号楼七层北侧，DSA 机房④和 DSA 机房⑤并列位于 2 号楼二层东侧。

心导管室（4）北侧临空，东侧为控制室和心导管室（3），南侧为过道，西侧为医护值班室，上方为医生办公室和示教室，下方为辅助设备机房。DSA 机房④北侧为医生办公室，东侧临空，南侧为卫生间，西侧为过道，上方为推拿室，下方为医生办公室和技师办公室；DSA 机房⑤东侧临空，南侧为楼道和强电间，西侧为过道，北侧为控制室和卫生间，上方为医生办公室，下方为医生办公室、技师办公室和库房。

## 8.2 辐射环境现状

为了解本项目辐射工作场所周围辐射环境现状水平，浙江君安检测技术有限公司于 2024 年 06 月 07 日对拟建辐射工作场所周围辐射剂量率进行了监测。（**环境本底监测报告见附件 4**）

### 8.2.1 环境现状评价对象

6 号楼七层北侧拟建心导管室（4）、2 号楼二层东侧拟建 DSA 机房④和 DSA 机房⑤区域及周边环境。

### 8.2.2 监测项目

γ 射线剂量率。

### 8.2.3 监测点位

根据现场踏勘，项目所在地为 2 号楼二层东侧和 6 号楼北侧，根据本项目工作场所平面布置情况及《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）的相关要求，本次选择在建设地和周围布设监测点位以反映区域辐射环境质量本底状况（项目对心导管室（4）、DSA 机房④和 DSA 机房⑤进行环境现状监测时，其他 DSA 设备未运行），环境现状监测点位图见图 8-1，监测点位布

设合理。



图 8-1 拟建心导管室（4）周围环境现状监测点位示意图

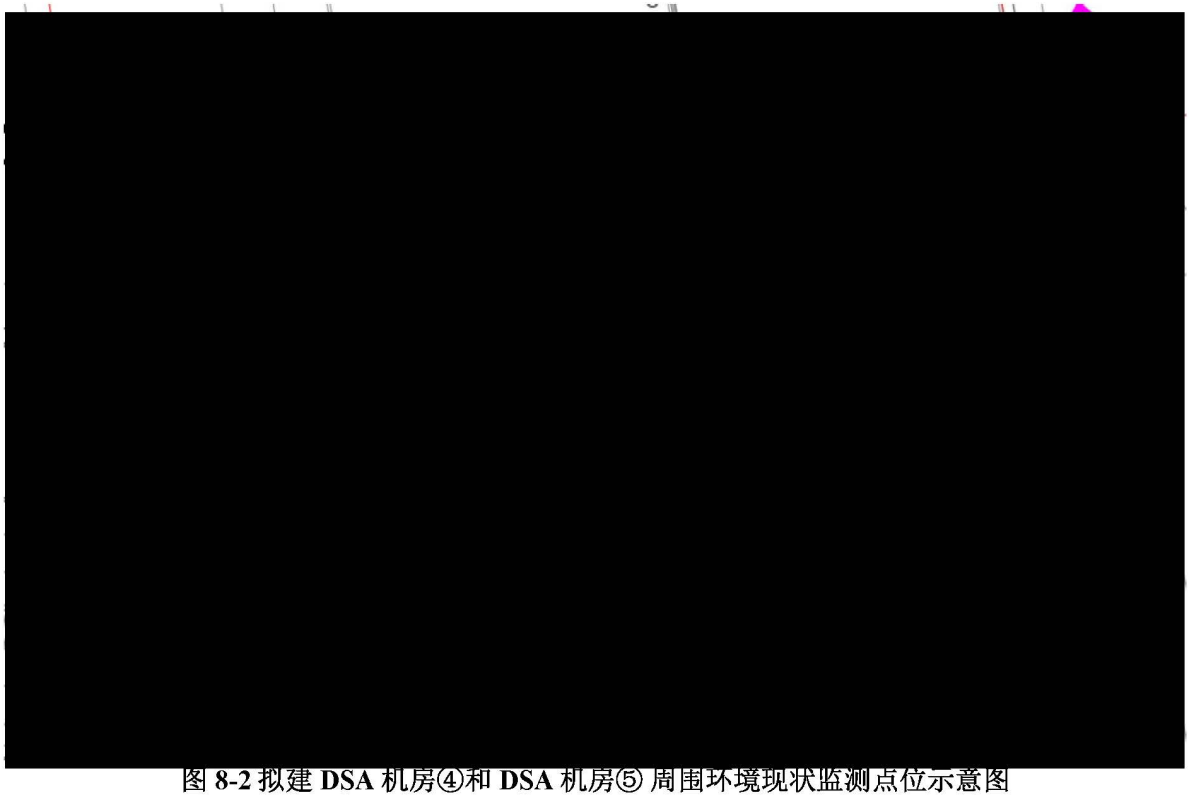


图 8-2 拟建 DSA 机房④和 DSA 机房⑤ 周围环境现状监测点位示意图

## 8.3 监测方案、质量保证措施及监测结果

**8.3.1 监测方案**

（1）监测单位：浙江君安检测技术有限公司

（2）监测日期：2024 年 06 月 07 日

（3）监测方式：现场检测

（4）监测依据：《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)

（5）监测频次：依据标准予以确定

（6）监测工况：辐射环境现状

（7）天气环境条件：温度：26℃；相对湿度：93%，阴~多云

（8）监测设备

**表 8-1 辐射防护用 X、γ辐射剂量当量率仪**

| | |
|---|---|
| **仪器名称** | X、γ辐射剂量当量率仪 |
| **仪器型号** | FH 40G-L10、FHZ 672E-10 |
| **仪器编号** | JAYQ-42 |
| **生产厂家** | Thermo SCIENTIFIC |
| **测定范围** | 10 nSv/h～100mSv/h，1nSv/h～100μSv/h |
| **能量响应** | 30kV～4.4MV，40kV～4.4MV |
| **校准因子** | 0.99 |
| **校准证书** | 2023H21-10-4716009001 |
| **校准单位** | 上海市计量测试技术研究院 |
| **校准日期** | 2023 年 07 月 25 日 |

**8.3.2 质量保证措施**

本次监测单位为浙江君安检测技术有限公司，该单位具有浙江省质量技术监督局颁发的资质认定证书（证书号：221112051686），并在允许范围内开展监测工作和出具有效的监测报告，保证了监测工作的合法性和有效性。具体质量保证措施如下：

（1）合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性；

（2）监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗；

（3）监测仪器按规定定期经计量部门检定，检定合格后方可使用；

（4）监测仪器经常参加国内各实验室间的比对，确保监测数据的准确性和可比性；

（5）每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否良好；

（6）由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录；

（7）监测报告实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术负责人审定。

### 8.3.3 监测结果

本项目辐射环境现状各监测点位的监测结果见表 8-2。

**表 8-2 心导管室（4）、DSA 机房④和 DSA 机房⑤及周围辐射现状剂量率检测结果**

| 监测场所 | 监测点号 | 监测点位 | 监测结果（nGy/h） | | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 测量值 | 标准差 | |
| 6 号楼心导管室（4） | 1 | 拟建心导管室（4）内部 | 120 | 0.5 | 室内 |
| | 2 | 拟建心导管室（4）东侧 | 119 | 1.7 | 室内 |
| | 3 | 拟建心导管室（4）南侧 | 119 | 1.6 | 室内 |
| | 4 | 拟建心导管室（4）西侧 | 116 | 1.6 | 室内 |
| | 5 | 拟建心导管室（4）上方 | 110 | 1.6 | 室内 |
| | 6 | 拟建心导管室（4）下方 | 107 | 1.7 | 室内 |
| | 7 | 6 号楼北侧室外道路 | 96 | 1.8 | 室外，道路 |
| | 8 | 6 号楼东侧室外道路 | 57 | 2.9 | 室外，道路 |
| | 9 | 6 号楼西侧室外道路 | 58 | 2.1 | 室外，道路 |
| | 10 | 6 号楼东侧朝晖四小区道路 | 53 | 1.3 | 室外，道路 |
| | 11 | 6 号楼东南侧朝晖四小区道路 | 46 | 1.3 | 室外，道路 |
| 2 号楼 DSA 机房④和 DSA 机房⑤ | 1 | 拟建 DSA 机房④内部 | 130 | 1.6 | 室内 |
| | 2 | 拟建 DSA 机房④北侧 | 120 | 1.9 | 室内 |
| | 3 | 拟建 DSA 机房④西侧 | 101 | 1.6 | 室内 |
| | 4 | 拟建 DSA 机房④南侧 | 105 | 1.0 | 室内 |
| | 5 | 拟建 DSA 机房④上方 | 102 | 1.1 | 室内 |
| | 6 | 拟建 DSA 机房④下方 | 101 | 0.9 | 室内 |
| | 7 | 拟建 DSA 机房⑤内部 | 121 | 2.5 | 室内 |
| | 8 | 拟建 DSA 机房⑤西侧 | 112 | 0.7 | 室内 |
| | 9 | 拟建 DSA 机房⑤南侧 | 100 | 1.0 | 室内 |
| | 10 | 拟建 DSA 机房⑤上方 | 99 | 3.2 | 室内 |
| | 11 | 拟建 DSA 机房⑤下方 | 97 | 1.0 | 室内 |
| | 12 | 2 号楼北侧室外道路 | 91 | 1.2 | 室外，道路 |
| | 13 | 2 号楼东侧室外道路 | 82 | 1.8 | 室外，道路 |

注：1、测量时探头距离地面约 1m；

2、每个监测点测量 10 个数据取平均值，以上监测结果均已对宇宙射线的响应值进行了修正；

3、环境 γ 辐射空气吸收剂量率=读数平均值×校准因子 $k_1$×仪器校验源效率因子 $k_2$-屏蔽修正因子 $k_3$×测量点宇宙射线响应值 $D_C$。$k_3$ 楼房取 0.8、平房取 0.9、原野和道路取 1，仪器对宇宙射线的响应值为 8.2nGy/h。

## 8.4 环境现状调查结果的评价

监测所用仪器已由计量部门年检，且在有效期内；测量方法按国家相关标准实施；测量不确定度符合统计学要求；布点合理、人员合格、结果可信，能够反映出辐射工作场所的客观辐射水平，可以作为本次评价的科学依据。

本项目拟建心导管室（4）、DSA 机房④和 DSA 机房⑤及周围室内的γ辐射空气吸收剂量率范围为 97nGy/h～130nGy/h，DSA 机房④和 DSA 机房⑤周围室外环境的γ辐射空气吸收剂量率范围为 47nGy/h～82nGy/h。符合《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》中杭州地区建筑物室内γ辐射剂量率 56nGy/h～443nGy/h，杭州地区道路上γ辐射剂量率 28nGy/h～220nGy/h 中的空气吸收剂量率范围，属于当地正常天然本底辐射水平。

辐射环境本底监测报告见**附件 4**。

# 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 设备组成

DSA 是数字减影血管造影数的简称，该 X 射线装置主要由高压发生器、X 线管、探测器、计算机系统、导管床和专用机架等部件组成。其他设备有：高压注射器、后处理工作站、激光相机及心电监测设备等。

### 9.1.2 工作原理

血管造影的影像通过数字化处理，把不需要的组织影像删除掉，只保留血管影像，这种技术叫做数字减影技术，其特点是图像清晰，分辨率高，对观察血管病变，血管狭窄的定位测量，诊断及介入治疗提供了真实的立体图像，为各种介入治疗提供了必备条件。

DSA 是利用 X 射线进行摄影诊疗。设备中产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，详见图 9-1。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。

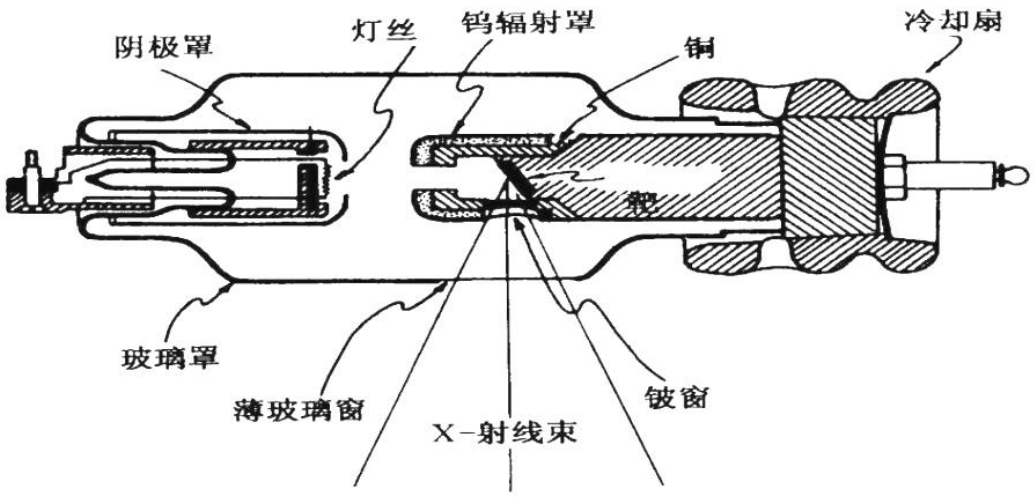



**图 9-1 典型 X 射线管结构图**

### 9.1.3 操作流程及产污环节

#### 9.1.3.1 施工期主要污染分析

（1）土建、装修施工的污染分析

本项目施工期主要是对已有建筑物内部进行改造和装饰施工、设备安装，最后进行竣工验收。其工艺流程及产物环节：

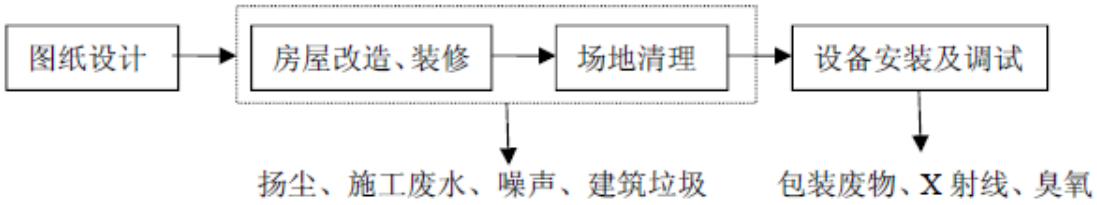



**图 9-2 项目施工期工艺流程及产污环节图**

（2）设备安装调试期间的污染分析

本项目DSA的安装调试阶段，会产生X射线，造成一定的辐射影响。设备安装完成后，会有少量的废包装材料产生。

本项目 DSA 装置运输、安装和调试均由设备厂家专业人员进行操作。在射线装置运输、安装、调试过程中，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，在运输设备和机房门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近；在设备的调试和维修过程中，射线源开关钥匙应安排专人看管，或由维修操作人员随身携带，并在机房入口等关键处设置醒目的警示牌，工作结束后，启动安全联锁并经确认系统正常后才能启用射线装置；人员离开时装置运输设备和机房上锁并派人看守。

**9.1.3.2 运营期主要污染分析**

**（1）DSA 工作流程**

a）病人候诊、准备：由主管医生写介入诊疗申请单，介入接诊医师检查是否有介入诊疗的禁忌症。

b）向病人告知有可能受到的辐射危害：介入主管医生向病人或其家属详细介绍介入诊疗的方法、途径、可能出现的并发症、可预期的效果、术中所用的介入材料及其费用等，告知后给病人一定时间考虑和决定。

c）检查：在确定病人自愿接受介入检查，并在排除禁忌症后，对病人进行术前检查，检查结果符合诊疗要求后预约诊疗时间，并告知病人。

d）设置参数、病人进入机房、摆位：根据不同手术及检查方案，设置 DSA 系统的相关技术参数，以及其他监护仪器的设定；引导病人进入机房并进行摆位。

e）根据不同的治疗方案，医师、护士及技师密切配合，完成介入手术或检查。摄影诊断时，应确保拍片前进入机房内的辐射工作人员均已撤离机房，且机房已正常关闭后再进行曝光拍摄。

f）治疗完毕关机：手术医师应及时书写手术记录，技师应及时处理图像，急诊病人应尽快将影像资料交给病人。对单纯接受介入造影检查的病人，手术医师应在24小时内将诊断报告写出由病人家属取回病房，报关病历。

DSA具体操作如下：

诊疗时，患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于动脉内，经鞘插入导管，推送导管，在 X 线透视下将导管送达目标部位，进行介入诊断，留 X 线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。在手术过程中，操作人员必须在床旁并在 X 线导视下进行。

DSA在进行曝光时分两种情况：

第一种情况（拍片）：技师采取隔室操作的方式，医生通过铅玻璃观察窗观察机房内病人的情况，并通过对讲系统与病人交流。

第二种情况（透视）：医生需要进行手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有连续曝光，并采取连续脉冲透视，此时操作医师位于铅屏风或铅帘后身着铅服、戴铅眼镜等在曝光室内对病人进行直接的手术操作。

**（2）产污环节分析**

DSA属于II类射线装置，X射线诊断机曝光时，主要污染因子为X射线。

由 DSA 医用射线装置的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。本项目使用的 DSA 医用射线装置只有在开机并处于出线状态时（曝光状态）才会发出X射线。因此，在开机曝光期间，X射线成为污染环境的主要因子。

DSA 装置在开机状态下，空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，可通过自动分解和机房安装的排风装置排风。注入的造影剂不含放射性，同时射线装置均采用先进的数字显影技术，不需洗片。故无放射性废水，固体废物产生。不会产生废显影液、废定影液和废胶片。DSA 操作流程及产污环节如图9-3所示。

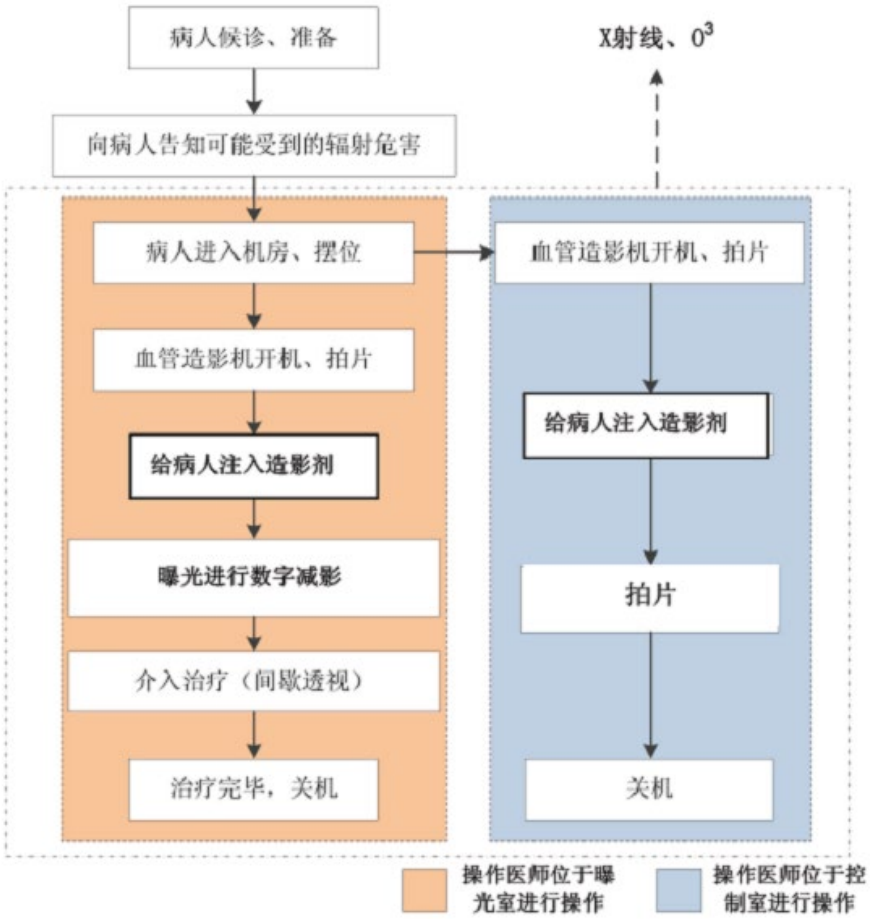



**图 9-3 DSA 操作流程及产污环节示意图**

## 9.2 污染源项描述

### 9.2.1 污染物种类分析

①电离辐射：本项目 DSA 医用射线装置为II类射线装置，由 DSA 医用射线装置的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。本项目使用的 DSA 医用射线装置只有在开机并处于出线状态时（曝光状态）才会发出 X 射线。因此，在开机曝光期间，X 射线成为污染环境的主要因子。

②废气：本项目涉及的 DSA 属于 X 射线装置，射线装置在曝光过程中产生的有害气体主要是射线与室内空气中的氧在辐射作用下电离产生的臭氧和氮氧化物，产生量较少，后经机房内的通风系统排出室外，经大气自然分解、稀释或转化为其他无危害气体。

③固体废物：本项目拟使用的 DSA 采用数字成像，不产生废显（定）影液及废胶片。DSA 造影检查会产生少量造影剂、一次性棉球、纱布等医疗垃圾，经医院回收后由有资质的单位定期回收处理。DSA 介入手术过程产生的废少量血液和人体组

织作为医疗废物统一分类收集、密封打包并消毒后由有资质的单位统一回收处理。工作人员工作中会产生的少量的生活垃圾和办公垃圾收集后由环卫每天清运。

④废水：本项目涉及的射线装置均采用先进的数字实时电子成像系统，无成像废水产生，无放射性废水产生。项目运行后，废水主要为人员产生的一般生活污水。

⑤噪声：本项目涉及的射线装置属于低噪音设备，运行时基本无噪声产生，噪声主要来源于机房配套通风风机运行噪音，项目拟选用低噪音节能风机，设置减振降噪装置，其噪声值不超过 60dB（A），且设备均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，对外界声环境影响较小。

**9.2.2 电离辐射分析**

DSA 在辐射场中产生的射线通常分为二类：一类为有用线束（又称初级辐射），是直接由 X 射线管出射口发出，经限束装置准直能使受检部位成像的辐射线束；另一类为非有用线束（又称次级辐射），包括有用线束照射到受检者身体或诊断床等其他物体时产生的散射线和球管源组件防护套泄漏发出的漏射线。

有用线束能量相对较高，剂量较大，而散射线和漏射线的辐射剂量相对较小。X 射线装置在使用过程中产生的主要辐射影响及影响途径如下：

**正常工况下污染源分析**

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

（2）进行介入手术治疗时，机房内进行手术操作的医生和医护人员会受到一定程度的 X 射线外照射。

本项目 DSA 运行时诊断结果在显示屏上观察或采用数字技术机打印，不使用胶片摄影，不会产生废显（定）影液、废胶片和报废感光原料。

X 射线装置运行时，机房内会有微量臭氧、氮氧化物等有害气体产生。

**事故工况下污染源分析**

本评价项目使用 DSA 射线装置主要发生的辐射事故有以下几点：

（1）工作人员尚未撤离 DSA 机房时误开机，会对工作人员产生不必要的 X 射线照射；

（2）工作人员误入机房引起误照射，污染途径为外照射；

（3）DSA 的 X 射线装置工作状态下，没有关闭防护门对人员造成的误照射。

事故工况产生的污染物与正常工况下相同。

## 9.3 三废的治理

本项目在运行期间不产生放射性废水、固废和废气。产生的非放射性污染物主要是臭氧和氮氧化物、噪声、医疗固体废物。具体治理措施如下：

### 9.3.1 废气治理措施

DSA每次曝光时间短，仅产生少量臭氧和氮氧化物，本项目拟在机房吊顶上部设置新风空调和排风口，通风量设计换气次数不小于3次/h，产生的废气通过通、排风系统抽出后和大楼整体排风系统连接，通过大楼整体排风管道最终在楼顶外空旷地方排放。该通风设施满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风”的要求。

本项目产生的废气经通风系统排入大气环境后，经自然分解和稀释，其浓度远低于《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）的二级标准的要求。

### 9.3.2 噪声治理措施

本项目噪声主要来源于通、排风系统运行时，风机产生的噪音，机房拟使用的通排风系统为低噪声节能排风机，响应系统拟采用低噪设备并设置减振降噪装置，一般可降噪约 10-20dB（A），再经距离衰减后，且设备仅在昼间运行。经各项措施后，其噪声值不会超过 60dB(A)，噪声较小，可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准限值要求。

### 9.3.3 固体废物理措施

本项目 DSA 造影检查会产生少量造影剂、一次性棉球、纱布等医疗废物，经医院回收后由有资质的单位定期回收处理。DSA 介入手术过程产生的废少量血液和人体组织等医疗废物分类收集、密封打包并消毒后由有资质的单位统一回收处理。

工作人员工作中会产生的少量的生活垃圾和办公垃圾作为一般固废收集后由环卫每天清运。

### 9.3.4 废水措施

本项目废水主要来源于职工和患者产生的生活废水。建设单位拟将废水引进医院配套污水处理站预处理达《医疗机构水污染排放标准》（GB18466-2005）中表 2 中预处理标准后，纳入市政污水官网，最终经市政污水处理厂处理达标后排入环境，

| |
|---|
| 不会对周围水环境产生影响。 |

# 表 10 辐射安全与防护

## 10.1项目安全设施

### 10.1.1 场所选址与布局

心导管室（4）位于医院 6 号楼七层北侧，机房东侧为控制室，南侧为过道，西侧为医护值班室，北侧临空，上方为医生办公室和示教室，下方为网络分机房和泵房。DSA 机房④和 DSA 机房⑤并列位于医院 2 号楼二层东侧，两间机房中间为卫生间，东侧临空；DSA 机房④北侧为控制室和设备间，西侧为过道，上方为推拿室，下方为医师办公室和技师办公室。DSA 机房⑤南侧为楼道和强电间，西侧为过道，上方为医师办公室和技师办公室，下方为技师办公室、主任办公室和库房。机房相邻区域布局情况见表 10-1，工作场所布局见图 10-1。

工作人员在控制室或同室近台操作。工作场所房间配置基本齐全，能够满足本项目辐射工作开展需要。本项目机房采取了防辐射的屏蔽措施，能够满足放射诊疗需求，并且保证相邻场所的防护安全。

**表 10-1 机房相邻区域布局一览表**

| 辐射场所 | 方位 | 周边房间及场所 |
|---|---|---|
| 心导管室（4） | 东侧 | 控制室 |
| | 南侧 | 过道 |
| | 西侧 | 值班室 |
| | 北侧 | 临空 |
| | 楼上 | 医生办公室、示教室 |
| | 楼下 | 网络分机房、泵房 |
| DSA 机房④ | 东侧 | 临空 |
| | 南侧 | 卫生间 |
| | 西侧 | 过道 |
| | 北侧 | 控制室、设备间 |
| | 楼上 | 推拿室 |
| | 楼下 | 技师办公室 |
| DSA 机房⑤ | 东侧 | 临空 |
| | 南侧 | 楼道、强电间 |
| | 西侧 | 过道 |
| | 北侧 | 卫生间 |
| | 楼上 | 医师办公室 |
| | 楼下 | 技师办公室 |

本项目心导管室（4）、DSA 机房④和 DSA 机房⑤的设置满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）平面布局的要求，采取了防辐射的屏蔽措施，能够满足放射诊疗需求，并且保证相邻场所的防护安全，因此本项目工作场所布局是合理的。

**10.1.2 辐射工作场所分区管理**

**10.1.2.1 分区原则**

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求在辐射性工作场所内划出控制区和监督区。

**控制区**：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。运用行政管理程序如进入控制区的工作许可证和实体屏蔽（包括门锁和连锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

**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，但要不断检查其职业照射状况的制定区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标记；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

**10.1.2.2 控制区和监督区划分情况**

本次环评根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对控制区和监督区的定义，结合项目诊治、辐射防护和环境情况特点，将心导管室（4）、DSA机房④和DSA机房⑤内部划为控制区；三间机房相邻过道、相邻控制室和相邻其他用房区域划为监督区，三间DSA机房的两区划分示意图见图10-1、图10-2、图10-3。

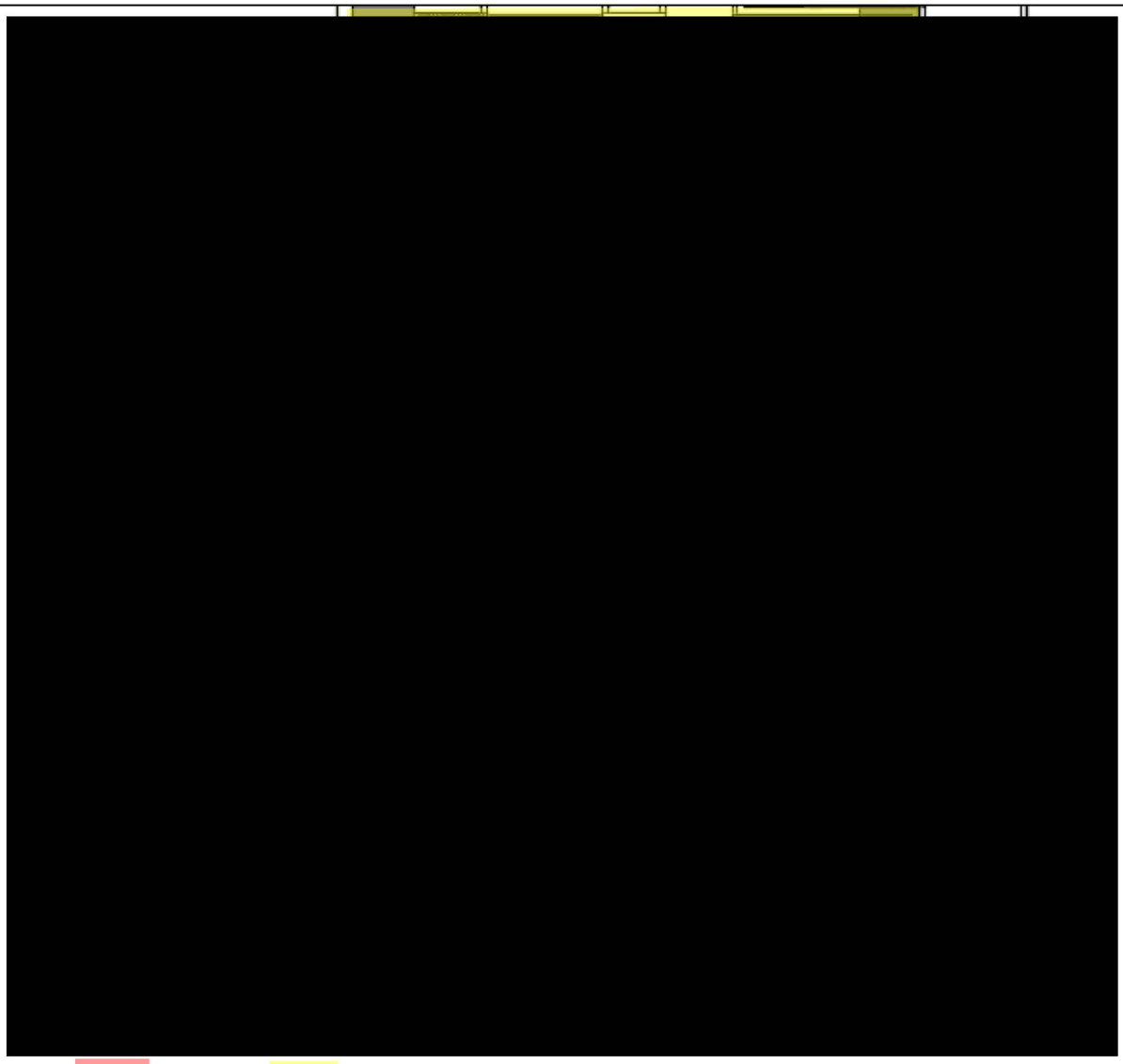



**图 10-1 心导管室（4）两区划分示意图**

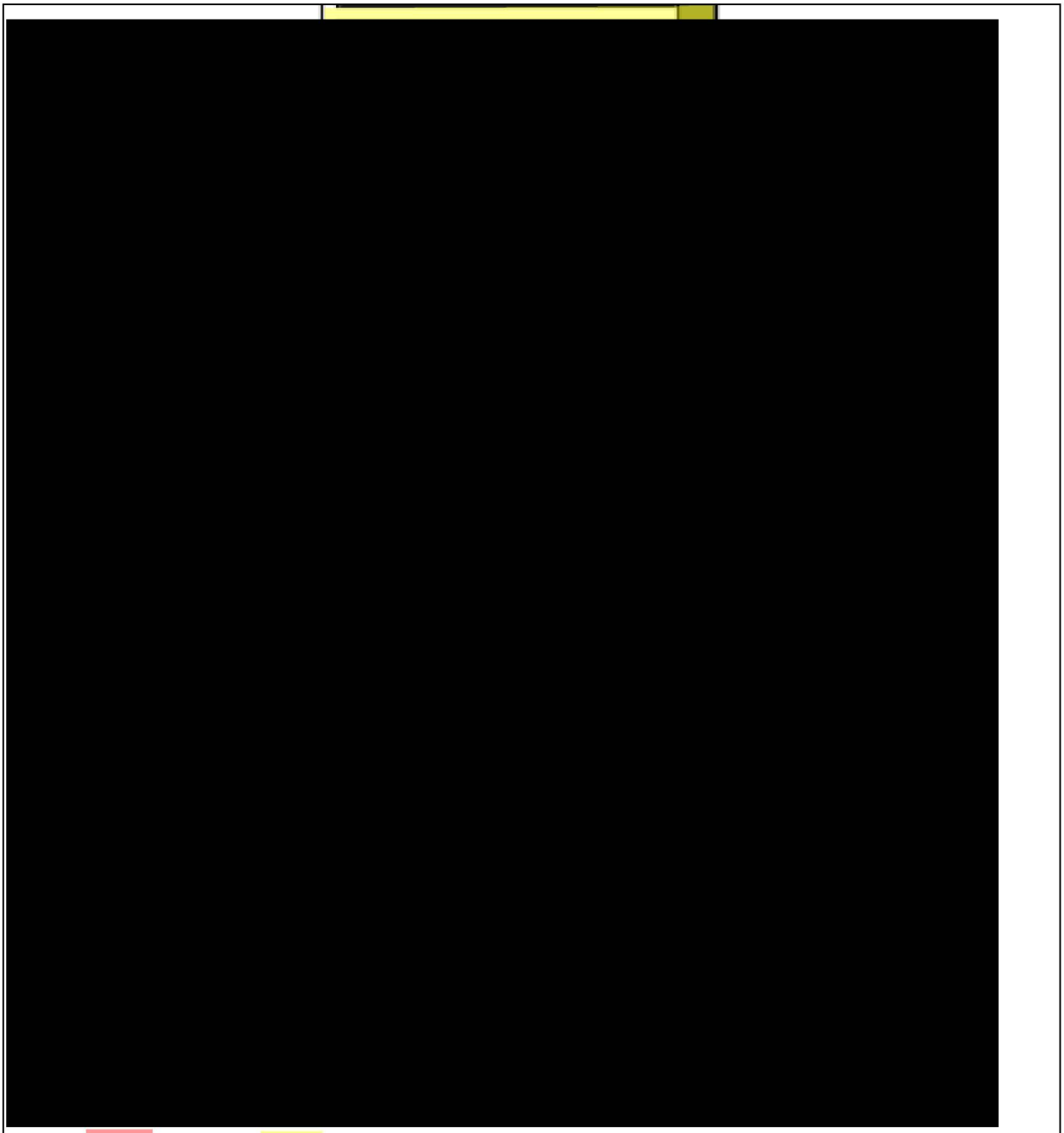
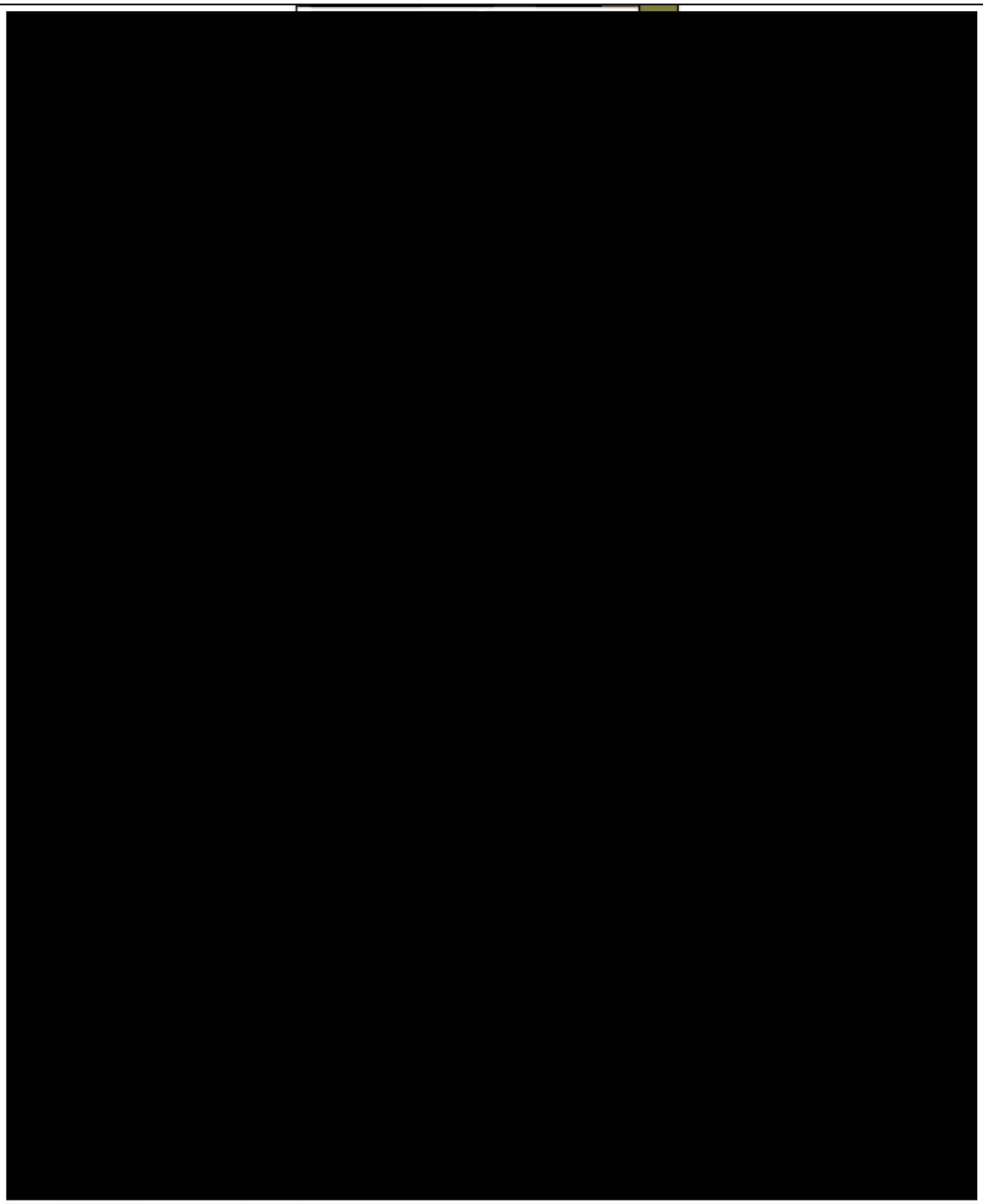



**图 10-2 DSA 机房④两区划分示意图**



图例：控制区　监督区　患者路径　工作人员路径　污物路径

**图 10-3 DSA 机房⑤两区划分示意图**

根据图 10-1、10-2、10-3，本项目涉及三间 DSA 机房，其患者缓冲区和医生缓冲区均独立区分，不涉及患者和医护的交叉影响。诊断时，患者从患者通道进入 DSA 机房内接受诊断，医生从医生通道进入控制室；需要介入手术时，医护人员从医生缓冲区进入，通过术前准备区、控制室和机房内（手术区），上述路径均属于从非洁净区进入洁净区，患者从患者通道进入 DSA 机房。污物从机房内运出，通过患者走廊出 DSA 区

域，由通道进入污物间内暂存，不进入手术洁净区，不会产生交叉污染。结合医院DSA 介入工作的流程和工作制度及要求，DSA 工作产生的污物每天定期统一清理运输至污物间内残存，对污物分类打包收集并消毒。

综上所述，根据医院对本项目涉及的三间 DSA 机房的平面布局的规划设计，本项目对工作场所监督区、控制区的划分明确、独立，设置合理，满足辐射防护管理和职业照射控制要求，符合 GB18871-2002 的规定。

### 10.1.3 辐射安全防护及环保设施

#### 10.1.3.1 机房设计及屏蔽参数评价

本项目三间DSA机房最小有效使用面积和最小单边长度如表10-2所示。

**表 10-2 最小有效使用面积和最小单边长度一览表**

| 场所名称 | 拟设置情况 | | 标准要求 | | 评价 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 最小单边长度（m） | 最小有效使用面积（㎡） | 最小单边长度（m） | 最小有效使用面积（㎡） | |
| 心导管室（4） | 6.62 | 52.96 | 3.5 | 20 | 符合 |
| DSA机房④ | 5.20 | 42.13 | 3.5 | 20 | |
| DSA机房⑤ | 5.22 | 40.40 | 3.5 | 20 | |

由表 10-2 可知，本项目涉及的三间 DSA 机房的最小有效使用面积及最小单边长度均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的相关要求。

本项目涉及的三间 DSA 机房四周墙体和顶棚均在原建筑墙体的基础上增加屏蔽防护材料，屏蔽防护设计详见表 10-3。

**表 10-3 机房屏蔽防护设计评价表**

| 场所名称 | 屏蔽体 | 屏蔽材料及厚度 |
|---|---|---|
| 心导管室（4） | 东墙 | 新砌 240mm 实心砖墙+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料 |
| | 南墙、西墙 | 利旧 240mm 实心砖墙+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料 |
| | 北墙 | 新砌 120mm 实心砖墙+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料 |
| | 顶棚 | 利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 3mm 厚硫酸钡板 |
| | 地坪 | 利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料 |
| | 过道候诊门 | 新增内嵌 4mm 厚铅板的防护门 |
| | 操作室工作门 | 新增内嵌 4mm 厚铅板的防护门 |
| | 观察窗 | 新增 20mm 厚铅玻璃（1mmPb/5mm） |
| DSA 机房④、DSA 机房⑤ | 东墙 | 新砌 120mm 实心砖墙+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料 |
| | 南墙、西墙、北墙 | 利旧 240mm 实心砖墙+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料 |
| | 顶棚 | 利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 3mm 厚硫酸钡板 |
| | 地坪 | 利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料 |
| | 过道候诊门 | 新增内嵌 4mm 厚铅板的防护门 |
| | 操作室工作门 | 新增内嵌 4mm 厚铅板的防护门 |
| | 观察窗 | 新增 20mm 厚铅玻璃（1mmPb/5mm） |

参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 的 C.1.2 中式 C.1 及式 C.2

对本项目 DSA 机房 A 和 DSA 机房 B 的屏蔽情况进行等效铅当量厚度的计算。

$$B=\left[\left(1+\frac{\beta}{\alpha}\right)e^{\alpha\gamma X}-\frac{\beta}{\alpha}\right]^{-\frac{1}{\gamma}}$$ （式10-1）

式中：

B—给定铅厚度的屏蔽透射因子；

α—铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

β—铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ—铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X—铅厚度。

$$X=\frac{1}{\alpha\gamma}\ln\left(\frac{B^{-\gamma}+\frac{\beta}{\alpha}}{1+\frac{\beta}{\alpha}}\right)$$ （式 10-2）

式中：

X——不同屏蔽物质的铅当量厚度；

α——不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

β——不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ——不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

B——给定铅厚度的屏蔽透射因子。

本项目 DSA 实际使用时一般达不到 125kV，本项目按 125kV 主束线估算 DSA 机房各屏蔽体铅当量。

**表 10-4　铅、砖、混凝土对射线装置管电压的 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数**

| 管电压（kV） | 铅 | | | 砖 | | | 混凝土 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | α | β | γ | α | β | γ | α | β | γ |
| 125（有用线束） | 2.219 | 7.923 | 0.5386 | 0.0287 | 0.067 | 1.346 | 0.03502 | 0.07113 | 0.6974 |

本项目 DSA 机房标准混凝土密度为 2.35g/cm$^3$，实心砖密度为 1.65g/cm$^3$。

根据上述公式，计算得出 120 mm 实心砖墙等效铅当量约为 0.9mmPb，240mm 实心砖墙等效铅当量约为 2.3mmPb，120mm 标准混凝土等效铅当量约为 1.4mmPb。

本项目拟使用的硫酸钡防护涂料密度不低于 2.79g/cm$^3$，参考《放射防护实用手册》（主编赵兰才、张丹枫）P105，管电压为 120kV 时，9.5mm 硫酸钡涂料折算为 1mmPb，19mm 硫酸钡涂料折算为 2mmPb。本报告保守考虑，以 20mm 硫酸钡涂料折算为 2mmPb，30mm 硫酸钡涂料折算为 3mmPb 计算。

根据本项目三间 DSA 机房墙体材料折算后的等效屏蔽铅当量，以及项目涉及 DSA 额定参数：管电压为 125kV，管电流为 1000mA。结合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中 6.2.2 表 3 要求的 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度，具体结果见表 10-5。

**表 10-5　DSA 机房的屏蔽材料的铅当量折算结果**

| 心导管室（4） | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 屏蔽体及线束方向 | 拟采取的屏蔽防护材料及厚度 | 等效铅当量（mmPb） | GBZ130-2020 标准要求 | 评价 |
| 东墙 | 新砌 240mm 实心砖墙+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料 | 5.3 | ≥2.0mmPb | 符合 |
| 南墙、西墙 | 利旧 240mm 实心砖墙+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料 | 5.3 | ≥2.0mmPb | 符合 |
| 北墙 | 新砌 120mm 实心砖墙+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料 | 3.9 | ≥2.0mmPb | 符合 |
| 顶棚（主束） | 利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 30mm 厚硫酸钡板 | 4.4 | ≥2.0mmPb | 符合 |
| 地坪（主束） | 利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料 | 4.4 | ≥2.0mmPb | 符合 |
| 过道候诊门 | 新增内嵌 4mm 厚铅板的防护门 | 4.0 | ≥2.0mmPb | 符合 |
| 操作室工作门 | 新增内嵌 4mm 厚铅板的防护门 | 4.0 | ≥2.0mmPb | 符合 |
| 观察窗 | 新增内嵌 4mm 厚铅板的防护门 | 4.0 | ≥2.0mmPb | 符合 |
| **DSA 机房④和 DSA 机房⑤** | | | | |
| 东墙 | 新砌 120mm 实心砖墙+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料 | 3.9 | ≥2.0mmPb | 符合 |
| 南墙、西墙、北墙 | 利旧 240mm 实心砖墙+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料 | 5.3 | ≥2.0mmPb | 符合 |
| 顶棚（主束） | 利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 30mm 厚硫酸钡板 | 4.4 | ≥2.0mmPb | 符合 |
| 地坪（主束） | 利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料 | 4.4 | ≥2.0mmPb | 符合 |
| 过道候诊门 | 新增内嵌 4mm 厚铅板的防护门 | 4.0 | ≥2.0mmPb | 符合 |
| 操作室工作门 | 新增内嵌 4mm 厚铅板的防护门 | 4.0 | ≥2.0mmPb | 符合 |
| 观察窗 | 新增内嵌 4mm 厚铅板的防护门 | 4.0 | ≥2.0mmPb | 符合 |

根据表 10-5 可知，本项目涉及三间 DSA 机房的四周墙体、防护门、观察窗、顶棚和地坪的屏蔽防护铅当量厚度均符合标准要求。

**10.1.3.2 辐射安全设施**

本项目射线装置主要辐射为X射线，对X射线的基本防护原则是优化辐射源项照射条件、减少照射时间、远离射线源以及加以必要的屏蔽。本项目对X射线外照射的防护措施主要有以下几方面。

**（1）设备固有安全性**

本项目DSA购买于正规厂家，设备各项安全措施齐备，仪器本身采取了多种安全防护措施：

①采用栅控技术：在每次脉冲曝光间隔向旋转阳极加一负电压，抵消曝光脉冲的启辉与余辉，起到消除软X 射线、提高有用射线品质并减小脉冲宽度作用。

②采用光谱过滤技术：在X 射线管头或影像增强器的窗口处放置合适铝过滤板，以消除软X 射线以及减少二次散射，优化有用X 射线谱。设备提供适应不同应用时所可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和铝过滤板。

③采用脉冲透视技术：在透视图像数字化基础上实现脉冲透视（如每秒25帧、12.5帧、6帧等可供选择），改善图像清晰度；并能明显地减少透视剂量。

④采用图像冻结技术：每次透视的最后一帧图像被暂存并保留于监视器上显示，即称之为图像冻结。充分利用此方法可以明显缩短总透视时间，达到减少不必要的照射。

⑤配备相应的表征剂量指示装置：配备能在线监测表征输出剂量的指示装置，例如剂量面积乘积（DAP）仪等。

⑥配备辅助防护设施：DSA 配备床下铅帘（0.5mm铅当量）和悬吊铅帘(0.5mm铅当量)、铅屏风等辅助防护用品与设施，则在设备运行中可用于加强对有关人员采取放射防护与安全措施。

⑦正常情况下，必须按规定程序并经控制台确认验证设置无误时，才能由“启动”键启动照射；同时在操作台和床体上均设置有“紧急止动”按钮一旦发现异常情况，工作人员可立即按下此按钮来停止照射。

⑧C型臂X射线设备的最短焦皮距应不小于20cm的要求，限制患者的受照射距离。

**（2）安全装置**

①警示标志及设施：DSA机房的防护门上要求设有电离辐射警告标志及工作状态警示灯，灯箱上应设置例如“射线有害，灯亮勿入”的可视警示语句。同时，监督区入口的控制室门及设备间等用房门上设置电离辐射警示标志，地面张贴警示线。

②闭门装置：建设单位拟为DSA机房的防护门设置自动闭门装置；推拉式机房门拟指定曝光时关闭机房门的管理措施；电动推拉门宜设置防夹装置。

③急停按钮：设备通常在床体和操作台自带1个急停按钮。建设单位拟在DSA机房防护门边墙上安装一个急停按钮，意外时可摁下按钮，避免发生意外。透视曝光开关为

常断式开关，并配有透视计时及限时报警装置。

④门灯联锁：拟在DSA机房的候诊防护门上安装一个工作状态指示灯。且拟设的工作状态指示灯能与机房防护门有效关联。

⑤对讲装置：开机时操作间机房内拟设置对讲装置，便于操作室内的辐射工作人员和机房内人员能进行有效沟通。

⑥防护用品：建设单位拟根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中相关要求，为DSA机房配置数量和铅当量足够的个人防护用品。

⑦监测仪器：医院拟配置两台便携式X-γ剂量监测仪，用于数字减影血管造影X射线系统（DSA）使用期间定期巡检。医院拟为DSA机房项目第一术位医生及护士各配置一个人剂量报警仪，项目运行后，辐射工作人员根据实际诊疗需求拟配备足量的个人剂量计，并定期送检。

⑧排风装置：本项目DSA 机房的排气口拟设置在机房吊顶上方，产生的废气拟采用机械排风系统经过吊顶上方的排风管道排至大楼通风管道后统一排出室外。排风扇与管道的衔接处、以及排气口位置拟补充铅板进行射线防护。该通风设施满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风”的要求。本项目产生的废气排入大气环境后，经自然分解和稀释，浓度远低于《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）的二级标准的要求。

**（3）防护用品**

①根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求：介入手术过程医护人员进入机房进行介入手术时，应佩戴好个人防护用具包括：铅衣、铅围裙、铅橡胶颈套、铅眼镜、铅橡胶帽子、介入防护手套等。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。

本项目同时在DSA机房内进行介入手术的辐射工作人员为4人，在配置辐射工作人员防护用品时，拟配备4套铅衣、4个铅橡胶颈套、4件铅围裙、4个铅橡胶帽子、4副介入防护手套、4副铅眼镜、1扇移动铅防护屏风，其中铅衣、铅橡胶帽子和铅眼镜具有0.35mm厚铅当量，铅橡胶颈套、铅围裙具有0.5mm厚铅当量，介入防护手套具有0.025mm厚铅当量，移动铅防护屏风具有2.0mm厚铅当量。

②根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求：第一术者位在进行透视

时，应使用床下铅帘及悬吊铅帘进行局部遮挡，其防护铅当量不低于0.25mmPb。

医院应在机房内各配备移动铅屏风1件，DSA设备上方应配置铅吊帘，床边悬挂铅帘，辅助防护设施应不小于0.25mm厚铅当量。

③根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求：医生对病人病灶进行照射时，应将病人病灶以外的部位用铅衣等进行遮盖，以避免病人受到不必要的照射。

本项目配置病人的防护用品时，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于0.25mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于2mmPb。应为儿童的X射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于0.5mmPb。

④在满足诊断要求的前提下，每次使用DSA装置进行诊断之前，应根据诊断要求和病人实际情况制定最优化的诊断方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照射时间，也避免病人受到额外剂量的照射。

⑤本项目所有辐射工作人员必须配备个人剂量计，个人剂量报警仪，同时医院应配备辐射剂量率监测设备，定期对放射场所周围辐射剂量率进行监测，并做好记录。

**（4）其他安全措施**

①本项目电缆以地沟形式在地坪以下部位布设，并在非主射方向以“U”字形从地坪下方穿越墙体。

②介入工作人员应严格遵守操作规程，避免因使用不当而引起的机器故障。辐射工作人员应按照生态环境部要求参加培训考试，取得了《辐射安全和防护培训》合格证书后方可上岗工作。

③场所周围醒目位置应张贴管理规章制度、应急预案、设备操作规程。

④本项目操作方式为在机房防护门外操作或同室近台操作，防护门下预留设备出线电缆沟，以保证仪器在透视过程中防护门能完全关闭，并对孔洞加以防护。

**10.1.4 三废分析**

**10.1.4.1 施工期三废治理**

①废气

施工过程中产生的废气，属于无组织排放，但影响仅局限在施工现场附近区域。拟采取湿法作业控制排放扬尘，通过洒水增湿可以在很大程度上减少粉尘飞扬现象，加强

管理。

②噪声

施工期噪声包括铺设电路时机器碰撞以及装修产生的噪声，由于施工范围小，施工期较短，施工噪声对周围环境的影响较小。

③废水

施工期废水主要包括施工废水和施工人员的生活污水，施工废水沉淀处理后回用，不外排。生活污水产量较小，拟依托医院污水处理设施进行处理。

④固体废物

施工中固体废物主要为装修过程产生的装修垃圾以及施工人员产生的生活垃圾。装修垃圾能回收利用的继续利用，不能的送建筑垃圾处理厂堆放。施工人员生活垃圾由场内垃圾桶手机，日产日清，交由市政环卫部门统一手机清运。

**10.1.4.2 运营期三废治理**

①废气

本项目DSA机房拟设有新风系统，通过新风机组、新风管道和风口，将室外新鲜空气经过处理后送入室内；另在机房吊顶设置排风口，将室内气体排出；同时保证室内压力的稳定。该通排风系统的设置、室内气流组织以及废气的排放都考虑道避免空气在建筑物内反复循环和避免各房间空气项目掺混，从而减少污染物累计和交叉污染的几率。该通排风系统符合《放射诊断放射防护要求》（CBZ130-2020）规定的“机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风”要求。废气经通风管道排入大气环境后，经自然分解和稀释后，浓度远低于《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）的二级标准的要求。

②噪声

本项目噪声主要来源于设备噪声和人流噪声，设备噪声主要为风机。机房的通排风系统均为独立的风机，噪声值在60dB（A）左右，声源位于室内，且建设单位拟在风机排风口安装管式消声器，采用减震基础、安装隔声、消声箱等措施，同时通过距离的衰减，噪声影响不大，噪声排放需满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中2类标准限值要求，不会改变区域声环境功能区规划。

③废水

本项目运行后，涉及的射线装置均采用先进的数字实时电子成像系统，无成像废水

产生，无放射性废水产生。废水主要为人员产生的一般生活污水。依托现有污水处理设施，拟将废水引进医院配套污水处理站预处理达《医疗机构水污染排放标准》（GB18466-2005）中表2中预处理标准后，纳入市政污水官网，最终经市政污水处理厂处理达标后排入环境，不会对周围水环境产生影响。

④固体废物

DSA机房投入运营后，预计产生少量药棉（120kg/a）、纱布（120kg/a）、手套（120kg/a）、废弃造影剂容量瓶（200kg/a）和少量手术过程的血液和人体组织（150kg/a）等医疗废物（共约710kg/a）。DSA手术过程中产生的医疗废物暂时收集在污物暂存间内，采用专门的收集容器集中处理，专业人员转运至院内医疗废物间暂存，定期委托有资质的单位外转运处置。

# 表 11 环境影响分析

## 11.1建设阶段对环境的影响

本项目拟将6号楼七层北侧的办公室和示教室改建为心导管室（4），拟将2号楼二层东侧的办公室改建为DSA机房④和DSA机房⑤。项目无土建施工，施工内容为房屋防护装修与设备安装，房屋防护装修阶段会产生施工噪声、施工扬尘、固体废弃物及废水，由于施工期短，施工范围小，通过对施工时间段的控制以及施工现场管理等手段，施工期对环境产生的影响较小，并且该影响随施工期的结束而消除。因此，本项目环境影响分析重点是运行阶段DSA对辐射环境影响分析、辐射安全防护等。

**施工期对环境的影响：**

①DSA机房在改建时会产生少量建筑垃圾、噪声和废水。现场应及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度。可有效扬尘会得到有效控制，对周围环境影响很小。

②尽量使用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业，使噪声对周围人群影响降到最小程度。

③固体废弃物，拟收集在临时设置的垃圾桶内，委托有资质的单位清运，并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。对周围环境影响很小。

④项目施工期间的生活污水产量较小，拟进入建设单位污水处理系统预处理后进入城市污水管网。

**安装调试期间对环境的影响：**

本项目射线装置的安装调试阶段会产生 X 射线，可能造成一定的辐射影响，因此要求安装和调试均在辐射防护建设完成后进行。本项目射线装置运输、安装和调试均由设备厂家专业人员进行操作。在射线装置运输、安装、调试过程中，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，在运输设备的车辆和机房门外设置电离辐射警示标志，禁止无关人员靠近，人员离开时，运输设备的车辆和机房上锁并派人看守。在设备的调试过程中，设备开关钥匙应安排专人看管，或由操作人员随身携带，并在机房入口处设置醒目的警示牌，工作结束后，确认各安全联锁装置正常后才能启用射线装置。

由于设备的安装和调试均在机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，医院方需及时回收包装材料及其它固体废物并作

为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

综上分析，建设项目施工期和安装调试期对环境产生的影响均为短期的，建设项目建成后，影响即消除。建设单位和施工单位在施工过程中应切实落实对施工产生的三废及噪声的管理和控制措施，施工期的环境影响将得到有效控制，建设项目施工期对周围环境影响较小。

## 11.2 运行阶段对环境的影响

### 11.2.1工作场所环境影响分析

DSA 设备在手术中分透视和摄影两种模式。DSA 摄影（拍片）模式是指 DSA 的 X 射线系统曝光时，工作人员位于控制室，即为隔室操作方式。DSA 透视模式是指在透视条件下，医护人员近台同室进行介入操作。本次评价分别对摄影、透视两种工况下机房周围的辐射水平进行了预测。

在介入手术过程中，机头有用线束直接照向患者，根据《Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities》（NCRP147 号出版物）第 4.1.6 节指出，在血管造影术中将使用图像增强器，可阻挡主射线，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 DSA 屏蔽估算时可不考虑主束照射。因此，本次评价重点考虑泄漏辐射和散射辐射对周围环境的辐射影响。

根据 DSA 设备的工作原理，设备在正常工况时，本项目 DSA 设备参数无法同时达到最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，正常工况时，不同手术类型和不同患者身体状况都会影响管电压和管电流的参数，实际使用时管电压通常在 90kV 以下，透视管电流通常为十几毫安，摄影时功率较大，管电流通常为几百毫安。根据目前一些医院的实际值统计，摄影模式下，普遍情况下 DSA 设备的管电压和管电流为 60~100kV/300~500mA；透视模式下管电压和管电流为 60~90kV/5~15mA，**本环评拟进行保守估算，采用摄影工况下的设备参数：管电压 100kV，管电流 500mA；透视工况下的设备参数：管电压 90kV，管电流 15mA。**

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），介入设备等效总滤过不小于 2.5mmAl，本项目购置正规生产厂家生产的设备，滤过参数满足标准要求，本次计算总滤过取 2.5mmAl 保守读数，采用摄影工况下的设备参数：管电压 100kV，管电流 500mA；透视工况下的设备参数管电压 90kV，管电流 15mA。根据《辐射防护手册》（第三分册） P58 图 3.1（见图 11-1）可得到不同总滤过情况下不同电压下距靶 1m 处

的空气比释动能，根据公式 11-1 计算可得到射线装置距靶 1m 处的最大剂量率，见表 11-1。

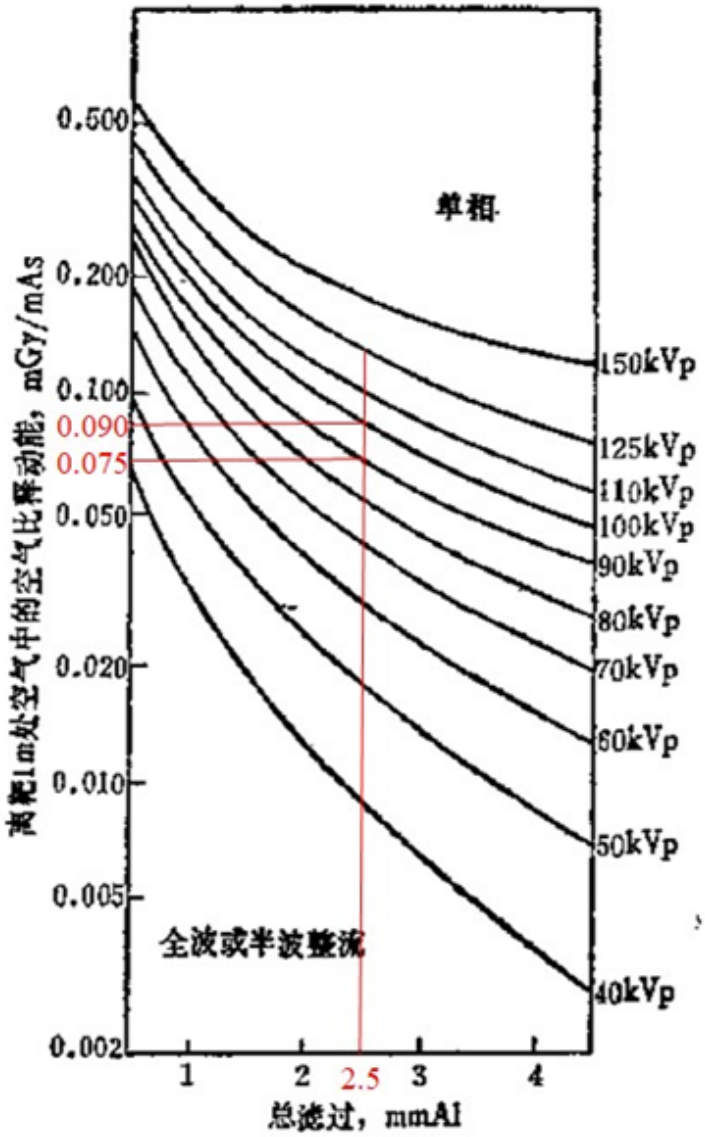



**图 11-1 距 X 射线源 1m 处的照射量率随管电压及总滤过厚度变化的情况**

根据《辐射防护导论》射线装置距靶 1m 处的空气比释动能率，按公式 11-1 计算：

$$\dot{K}=I\cdot\delta_x\cdot\frac{r_0^2}{r^2}\quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(11\text{-}1)$$

式中：

$\dot{K}$—离靶（m）处由 X 射线机产生的初级 X 射线束造成的空气比释动能率，mGy/min；

$I$—管电流（mA）；

$\delta_x$—管电流为 1mA，距靶 1m 处的发射率常数，mGy/( mA·min)；

$r_0$—取 1m；

r—源至关注点的距离，m。

**表 11-1　DSA 不同管电压下距靶 1m 处最大剂量率一览表**

| 设备 | 运行模式 | 滤过材料及厚度（mm） | 离靶 1m 处空气中的空气比释动能（mGy/mA·s） | 运行管电压（kV） | 运行管电流（mA） | 距靶 1m 处的最大剂量率（μGy/h） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DSA | 摄影 | Al，2.5 | 0.09 | 100 | 500 | 1.62E+08 |
| | 透视 | Al，2.5 | 0.075 | 90 | 15 | 4.05E+06 |

**（1）泄漏辐射环境影响分析**

泄漏辐射剂量率按初级辐射束的 0.1%计算，计算公式如公式 11-2 所示：

$$H = \frac{f \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad \text{……(11-2)}$$

式中：

H—关注点处的泄漏辐射剂量率，Sv/h；

f—泄漏射线比率，取 0.1%；

$H_0$—距靶点 1m 处的最大剂量率，Sv/h；

R—靶点至关注点的距离，m；

B—屏蔽透射因子。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）计算屏蔽透射因子，公式 11-3 如下：

$$B = \left[\left(1+\frac{\beta}{\alpha}\right)e^{\alpha\gamma X} - \frac{\beta}{\alpha}\right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad \text{……(11-3)}$$

式中：

B—屏蔽透射因子；

X—屏蔽材料铅当量厚度，mm；

**Gy 到 Sv 的转换因子取 1**。

α、β、γ—不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数，本项目拟合参数取值见表 11-2。

**表 11-2 不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数**

| 管电压（kv） | 材料 | α | β | γ |
|---|---|---|---|---|
| 90 | 铅 | 3.067 | 18.83 | 0.7726 |
| | 混凝土 | 0.04228 | 0.1137 | 0.469 |
| | 砖 | 0.03750 | 0.08200 | 0.8920 |
| 100（主束） | 铅 | 2.500 | 15.28 | 0.7557 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 混凝土 | 0.03925 | 0.08567 | 0.4273 |
| | 砖 | 0.03520 | 0.0880 | 1.149 |
| 100（散射） | 铅 | 2.507 | 15.33 | 0.9124 |
| | 混凝土 | 0.03950 | 0.08440 | 0.5191 |
| 注：拟合参数均取自于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），没有砖在 100kV 散射条件下的拟合参数，散射辐射影响时，保守用主束的拟合参数进行计算。 | | | | |

各预测点泄漏辐射剂量率计算参数及结果见表 11-3。

**表 11-3 各关注点处泄漏辐射剂量率计算结果一览表（Gy 到 Sv 的转换因子取 1）**

**心导管室（4）：**

| 工作模式 | 关注点位置描述 | $H_0$（μSv/h） | 屏蔽材料及厚度 | 靶点距关注点距离（m） | 屏蔽透射因子B | 辐射剂量率（μSv/h） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 摄影 | 东侧墙体外30cm处（控制室） | 1.62E+08 | 新砌240mm实心砖墙+新增30mm厚硫酸钡防护涂料 | 4.64 | 2.98E-09 | 2.24E-05 |
| | 南侧墙体外30cm处（过道） | 1.62E+08 | 利旧240mm实心砖墙+新增30mm厚硫酸钡防护涂料 | 3.55 | 2.98E-09 | 3.83E-05 |
| | 西侧墙体外30cm处（值班室） | 1.62E+08 | | 3.77 | 2.98E-09 | 3.40E-05 |
| | 距上一层地坪100cm处（示教室、医生办公室） | 1.62E+08 | 利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 30mm 厚硫酸钡板 | 4.20 | 3.11E-08 | 2.86E-04 |
| | 距下一层地坪170cm处（网络分机房、泵房） | 1.62E+08 | 利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料 | 4.50 | 3.11E-08 | 2.49E-04 |
| | 过道防护门外30cm处 | 1.62E+08 | 新增内嵌4mm厚铅板 | 4.24 | 3.39E-06 | 3.05E-02 |
| | 操作室防护门外30cm处 | 1.62E+08 | 新增内嵌4mm厚铅板 | 4.86 | 3.39E-06 | 2.33E-02 |
| | 观察窗外30cm处（操作位） | 1.62E+08 | 新增20mm厚铅玻璃 | 4.82 | 3.39E-06 | 2.36E-02 |
| 透视 | 东侧墙体外30cm处（控制室） | 4.05E+06 | 新砌240mm实心砖墙+新增30mm厚硫酸钡防护涂料 | 4.64 | 2.67E-10 | 5.02E-08 |
| | 南侧墙体外30cm处（过道） | 4.05E+06 | 利旧240mm实心砖墙+新增30mm厚硫酸钡防护涂料 | 3.55 | 2.67E-10 | 8.58E-08 |
| | 西侧墙体外30cm处（值班室） | 4.05E+06 | | 3.77 | 2.67E-10 | 7.61E-08 |
| | 距上一层地坪100cm处（示教室、医生办公室） | 4.05E+06 | 利旧120mm混凝土现浇板+新增30mm厚硫酸钡板 | 4.20 | 3.56E-09 | 8.17E-07 |
| | 距下一层地坪170cm处（网络分机房、泵房） | 4.05E+06 | 利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料 | 4.50 | 3.56E-09 | 7.12E-07 |
| | 过道防护门外30cm处 | 4.05E+06 | 新增内嵌 4mm 厚铅板 | 4.24 | 3.69E-07 | 8.31E-05 |
| | 操作室防护门外30cm处 | 4.05E+06 | 新增内嵌4mm厚铅板 | 4.86 | 3.69E-07 | 6.33E-05 |
| | 观察窗外30cm处（操作位） | 4.05E+06 | 新增20mm厚铅玻璃 | 4.82 | 3.69E-07 | 6.43E-05 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 机房内医师手术位（铅衣内） | 4.05E+06 | 0.5mmPb铅衣+0.5mmPb床侧防护帘 | 0.7 | 4.08E-03 | 3.37E+01 |
| | 机房内医师手术位（铅衣外） | 4.05E+06 | 0.5mmPb床侧防护帘 | 0.7 | 2.52E-02 | 2.08E+02 |
| | 机房内护士协作位（铅衣内） | 4.05E+06 | 0.5mmPb铅衣+0.5mmPb床侧防护帘 | 1.1 | 4.08E-03 | 1.37E+01 |
| | 机房内护士协作位（铅衣外） | 4.05E+06 | 0.5mmPb床侧防护帘 | 1.1 | 2.52E-02 | 8.43E+01 |

**DSA 机房④：**

| 工作模式 | 关注点位置描述 | $H_0$（μSv/h） | 屏蔽材料及厚度 | 靶点距关注点距离（m） | 屏蔽透射因子B | 辐射剂量率（μSv/h） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 摄影 | 南侧墙体外30cm处（卫生间） | 1.62E+08 | 利旧240mm实心砖墙+新增30mm厚硫酸钡防护涂料 | 3.07 | 2.98E-09 | 5.12E-05 |
| | 西侧墙体外30cm处（过道） | 1.62E+08 | | 3.23 | 2.98E-09 | 4.63E-05 |
| | 北侧墙体外30cm处（控制室） | 1.62E+08 | | 5.48 | 2.98E-09 | 1.61E-05 |
| | 距上一层地坪100cm处（推拿室） | 1.62E+08 | 利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 30mm 厚硫酸钡板 | 4.20 | 3.11E-08 | 2.86E-04 |
| | 距下一层地坪170cm处（技师办公室） | 1.62E+08 | 利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料 | 4.50 | 3.11E-08 | 2.49E-04 |
| | 过道防护门外30cm处 | 1.62E+08 | 新增内嵌4mm厚铅板 | 4.79 | 3.39E-06 | 2.39E-02 |
| | 操作室防护门外30cm处 | 1.62E+08 | 新增内嵌4mm厚铅板 | 5.92 | 3.39E-06 | 1.57E-02 |
| | 观察窗外30cm处（操作位） | 1.62E+08 | 新增20mm厚铅玻璃 | 5.48 | 3.39E-06 | 1.83E-02 |
| 透视 | 南侧墙体外30cm处（卫生间） | 4.05E+06 | 利旧240mm实心砖墙+新增30mm厚硫酸钡防护涂料 | 3.07 | 2.67E-10 | 5.02E-08 |
| | 西侧墙体外30cm处（过道） | 4.05E+06 | | 3.23 | 2.67E-10 | 8.58E-08 |
| | 北侧墙体外30cm处（控制室） | 4.05E+06 | | 5.48 | 2.67E-10 | 7.61E-08 |
| | 距上一层地坪100cm处（推拿室） | 4.05E+06 | 利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 30mm 厚硫酸钡板 | 4.20 | 3.56E-09 | 8.17E-07 |
| | 距下一层地坪170cm处（技师办公室） | 4.05E+06 | 利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料 | 4.50 | 3.56E-09 | 7.12E-07 |
| | 过道防护门外30cm处 | 4.05E+06 | 新增内嵌4mm厚铅板 | 4.79 | 3.69E-07 | 8.31E-05 |
| | 操作室防护门外30cm处 | 4.05E+06 | 新增内嵌4mm厚铅板 | 5.92 | 3.69E-07 | 6.33E-05 |
| | 观察窗外30cm处（操作位） | 4.05E+06 | 新增20mm厚铅玻璃 | 5.48 | 3.69E-07 | 6.43E-05 |
| | 机房内医师手术位（铅衣内） | 4.05E+06 | 0.5mmPb铅衣+0.5mmPb床侧防护帘 | 0.7 | 4.08E-03 | 3.37E+01 |
| | 机房内医师手术位（铅衣外） | 4.05E+06 | 0.5mmPb床侧防护帘 | 0.7 | 2.52E-02 | 2.08E+02 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 机房内护士协作位（铅衣内） | 4.05E+06 | 0.5mmPb铅衣+0.5mmPb床侧防护帘 | 1.1 | 4.08E-03 | 1.37E+01 |
| | 机房内护士协作位（铅衣外） | 4.05E+06 | 0.5mmPb床侧防护帘 | 1.1 | 2.52E-02 | 8.43E+01 |

**DSA 机房⑤：**

| 工作模式 | 关注点位置描述 | $H_0$（μSv/h） | 屏蔽材料及厚度 | 靶点距关注点距离（m） | 屏蔽透射因子B | 辐射剂量率（μSv/h） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 摄影 | 南侧墙体外30cm处（楼道、强电间） | 1.62E+08 | 利旧240mm实心砖墙+新增30mm厚硫酸钡防护涂料 | 3.38 | 2.98E-09 | 4.23E-05 |
| | 西侧墙体外30cm处（过道） | 1.62E+08 | | 3.23 | 2.98E-09 | 4.63E-05 |
| | 北侧墙体外30cm处（控制室） | 1.62E+08 | | 4.84 | 2.98E-09 | 2.06E-05 |
| | 距上一层地坪100cm处（医生办公室） | 1.62E+08 | 利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 30mm 厚硫酸钡板 | 4.20 | 3.11E-08 | 2.86E-04 |
| | 距下一层地坪170cm处（技师办公室） | 1.62E+08 | 利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料 | 4.50 | 3.11E-08 | 2.49E-04 |
| | 过道防护门外30cm处 | 1.62E+08 | 新增内嵌4mm厚铅板 | 4.34 | 3.39E-06 | 2.92E-02 |
| | 操作室防护门外30cm处 | 1.62E+08 | 新增内嵌4mm厚铅板 | 5.33 | 3.39E-06 | 1.93E-02 |
| | 观察窗外30cm处（操作位） | 1.62E+08 | 新增20mm厚铅玻璃 | 4.84 | 3.39E-06 | 2.34E-02 |
| 透视 | 南侧墙体外30cm处（楼道、强电间） | 4.05E+06 | 利旧240mm实心砖墙+新增30mm厚硫酸钡防护涂料 | 3.38 | 2.67E-10 | 9.47E-08 |
| | 西侧墙体外30cm处（过道） | 4.05E+06 | | 3.23 | 2.67E-10 | 1.04E-07 |
| | 北侧墙体外30cm处（控制室） | 4.05E+06 | | 4.84 | 2.67E-10 | 4.62E-08 |
| | 距上一层地坪100cm处（医生办公室） | 4.05E+06 | 利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 30mm 厚硫酸钡板 | 4.20 | 3.56E-9 | 8.17E-07 |
| | 距下一层地坪170cm处（技师办公室） | 4.05E+06 | 利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料 | 4.50 | 3.56E-9 | 7.12E-07 |
| | 过道防护门外30cm处 | 4.05E+06 | 新增内嵌4mm厚铅板 | 4.34 | 3.69E-07 | 7.93E-05 |
| | 操作室防护门外30cm处 | 4.05E+06 | 新增内嵌4mm厚铅板 | 5.33 | 3.69E-07 | 5.26E-05 |
| | 观察窗外30cm处（操作位） | 4.05E+06 | 新增20mm厚铅玻璃 | 4.84 | 3.69E-07 | 6.38E-05 |
| | 机房内医师手术位（铅衣内） | 4.05E+06 | 0.5mmPb铅衣+0.5mmPb床侧防护帘 | 0.7 | 4.08E-03 | 3.37E+01 |
| | 机房内医师手术位（铅衣外） | 4.05E+06 | 0.5mmPb床侧防护帘 | 0.7 | 2.52E-02 | 2.08E+02 |
| | 机房内护士协作位（铅衣内） | 4.05E+06 | 0.5mmPb铅衣+0.5mmPb床侧防护帘 | 1.1 | 4.08E-03 | 1.37E+01 |
| | 机房内护士协作位（铅衣外） | 4.05E+06 | 0.5mmPb床侧防护帘 | 1.1 | 2.52E-02 | 8.43E+01 |

**（2）病人体表散射辐射环境影响分析**

对于病人体表的散射的 X 射线可以采用反照射率法估算，可按以下公式 11-4 进行估算。

$$H_S = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot \mathrm{s}}{\left(\mathrm{d}_0 \cdot \mathrm{d}_\mathrm{s}\right)^2} \quad \text{……(11-4)}$$

式中：

$H_s$—关注点处的患者散射辐射剂量率，μSv/h；

$H_0$—距靶点 1m 处的最大剂量率，μSv/h；

α—患者对 X 射线的散射比，α=a/400 查《辐射防护手册第一分册》P437 表 10.1 得 a=0.0013（90°散射）；

S—散射面积，取 100cm$^2$；

$d_0$—源与患者的距离，m；

$d_S$—患者与关注点的距离，m；

B—屏蔽透射因子。

各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果见表 11-4。

**表 11-4　各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果（Gy 到 Sv 的转换因子取 1）**

**心导管室（4）：**

| 工作模式 | 关注点位置描述 | 屏蔽材料及厚度 | $H_0$(μSv/h) | S(cm$^2$) | $d_0$(m) | $d_s$(m) | B | 辐射剂量率（μSv/h） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 摄影 | 东侧墙体外30cm处（控制室） | 新砌240mm实心砖墙+新增30mm厚硫酸钡防护涂料 | 1.62E+08 | 100 | 0.7 | 4.64 | 4.55E-09 | 2.27E-05 |
| | 南侧墙体外30cm处（过道） | 利旧 240mm 实心砖墙+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料 | 1.62E+08 | 100 | 0.7 | 3.55 | 4.55E-09 | 3.88E-05 |
| | 西侧墙体外30cm处（值班室） | | 1.62E+08 | 100 | 0.7 | 3.77 | 4.55E-09 | 3.44E-05 |
| | 距上一层地坪100cm处（示教室、医生办公室） | 利旧120mm混凝土现浇板+新增30mm厚硫酸钡板 | 1.62E+08 | 100 | 0.7 | 4.20 | 6.84E-08 | 4.17E-04 |
| | 距下一层地坪170cm处（网络分机房、泵房） | 利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料 | 1.62E+08 | 100 | 0.7 | 4.50 | 6.84E-08 | 3.63E-04 |
| | 过道防护门外30cm处 | 新增内嵌 4mm 厚铅板 | 1.62E+08 | 100 | 0.7 | 4.24 | 5.14E-06 | 3.07E-02 |
| | 操作室防护门外30cm处 | 新增内嵌4mm厚铅板 | 1.62E+08 | 100 | 0.7 | 4.86 | 5.14E-06 | 2.34E-02 |
| | 观察窗外30cm处 | 新增20mm厚铅玻璃 | 1.62E+08 | 100 | 0.7 | 4.82 | 5.14E-06 | 2.38E-02 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | （操作位） | | | | | | | |
| 透视 | 东侧墙体外30cm处（控制室） | 新砌240mm实心砖墙+新增30mm厚硫酸钡防护涂料 | 4.05E+06 | 100 | 0.7 | 4.64 | 2.67E-10 | 3.33E-08 |
| | 南侧墙体外30cm处（过道） | 利旧240mm实心砖墙+新增30mm厚硫酸钡防护涂料 | 4.05E+06 | 100 | 0.7 | 3.55 | 2.67E-10 | 5.69E-08 |
| | 西侧墙体外30cm处（值班室） | | 4.05E+06 | 100 | 0.7 | 3.77 | 2.67E-10 | 5.05E-08 |
| | 距上一层地坪100cm处（示教室、医生办公室） | 利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 30mm 厚硫酸钡板 | 4.05E+06 | 100 | 0.7 | 4.20 | 3.56E-09 | 5.42E-07 |
| | 距下一层地坪170cm处（网络分机房、泵房） | 利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料 | 4.05E+06 | 100 | 0.7 | 4.50 | 3.56E-09 | 4.72E-07 |
| | 过道防护门外30cm处 | 新增内嵌 4mm 厚铅板 | 4.05E+06 | 100 | 0.7 | 4.24 | 3.69E-07 | 5.51E-05 |
| | 操作室防护门外30cm处 | 新增内嵌4mm厚铅板 | 4.05E+06 | 100 | 0.7 | 4.86 | 3.69E-07 | 4.20E-05 |
| | 观察窗外30cm处（操作位） | 新增20mm厚铅玻璃 | 4.05E+06 | 100 | 0.7 | 4.82 | 3.69E-07 | 4.27E-05 |
| | 机房内医师手术位（铅衣内） | 0.5mmPb铅衣+0.5mmPb床侧防护帘 | 4.05E+06 | 100 | 0.7 | 0.7 | 4.08E-03 | 2.24E+01 |
| | 机房内医师手术位（铅衣外） | 0.5mmPb床侧防护帘 | 4.05E+06 | 100 | 0.7 | 0.7 | 2.52E-02 | 1.38E+02 |
| | 机房内护士协作位（铅衣内） | 0.5mmPb铅衣+0.5mmPb床侧防护帘 | 4.05E+06 | 100 | 0.7 | 1.1 | 4.08E-03 | 9.058E+00 |
| | 机房内护士协作位（铅衣外） | 0.5mmPb床侧防护帘 | 4.05E+06 | 100 | 0.7 | 1.1 | 2.52E-02 | 5.59E+01 |

**DSA 机房④：**

| 工作模式 | 关注点位置描述 | 屏蔽材料及厚度 | $H_0$(μSv/h) | S($cm^2$) | $d_0$(m) | $d_s$(m) | B | 辐射剂量率（μSv/h） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 摄影 | 南侧墙体外30cm处（卫生间） | 利旧 240mm 实心砖墙+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料 | 1.62E+08 | 100 | 0.7 | 3.07 | 4.55E-09 | 5.19E-05 |
| | 西侧墙体外30cm处（过道） | | 1.62E+08 | 100 | 0.7 | 3.23 | 4.55E-09 | 4.69E-05 |
| | 北侧墙体外30cm处（控制室） | | 1.62E+08 | 100 | 0.7 | 5.48 | 4.55E-09 | 1.63E-05 |
| | 距上一层地坪100cm处（推拿室） | 利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 30mm 厚硫酸钡板 | 1.62E+08 | 100 | 0.7 | 4.20 | 6.84E-08 | 4.17E-04 |
| | 距下一层地坪170cm处（技师办公室） | 利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料 | 1.62E+08 | 100 | 0.7 | 4.50 | 6.84E-08 | 3.63E-04 |
| | 过道防护门外30cm处 | 新增内嵌4mm厚铅板 | 1.62E+08 | 100 | 0.7 | 4.79 | 5.14E-06 | 2.41E-02 |
| | 操作室防护门外30cm处 | 新增内嵌4mm厚铅板 | 1.62E+08 | 100 | 0.7 | 5.92 | 5.14E-06 | 1.58E-02 |
| | 观察窗外30cm处 | 新增20mm厚铅玻璃 | 1.62E+08 | 100 | 0.7 | 5.48 | 5.14E-06 | 1.84E-02 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | （操作位） | | | | | | | |
| 透视 | 南侧墙体外30cm处（卫生间） | 利旧240mm实心砖墙+新增30mm厚硫酸钡防护涂料 | 4.05E+06 | 100 | 0.7 | 3.07 | 2.67E-10 | 7.61E-08 |
| | 西侧墙体外30cm处（过道） | | 4.05E+06 | 100 | 0.7 | 3.23 | 2.67E-10 | 6.87E-08 |
| | 北侧墙体外30cm处（控制室） | | 4.05E+06 | 100 | 0.7 | 5.48 | 2.67E-10 | 2.39E-08 |
| | 距上一层地坪100cm处（推拿室） | 利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 30mm 厚硫酸钡板 | 4.05E+06 | 100 | 0.7 | 4.20 | 3.56E-09 | 5.42E-07 |
| | 距下一层地坪170cm处（技师办公室） | 利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料 | 4.05E+06 | 100 | 0.7 | 4.50 | 3.56E-09 | 4.72E-07 |
| | 过道防护门外30cm处 | 新增内嵌4mm厚铅板 | 4.05E+06 | 100 | 0.7 | 4.79 | 3.69E-07 | 4.32E-05 |
| | 操作室防护门外30cm处 | 新增内嵌4mm厚铅板 | 4.05E+06 | 100 | 0.7 | 5.92 | 3.69E-07 | 2.83E-05 |
| | 观察窗外30cm处（操作位） | 新增20mm厚铅玻璃 | 4.05E+06 | 100 | 0.7 | 5.48 | 3.69E-07 | 3.30E-05 |
| | 机房内医师手术位（铅衣内） | 0.5mmPb铅衣+0.5mmPb床侧防护帘 | 4.05E+06 | 100 | 0.7 | 0.7 | 4.08E-03 | 2.24E+01 |
| | 机房内医师手术位（铅衣外） | 0.5mmPb床侧防护帘 | 4.05E+06 | 100 | 0.7 | 0.7 | 2.52E-02 | 1.38E+02 |
| | 机房内护士协作位（铅衣内） | 0.5mmPb铅衣+0.5mmPb床侧防护帘 | 4.05E+06 | 100 | 0.7 | 1.1 | 4.08E-03 | 9.058E+00 |
| | 机房内护士协作位（铅衣外） | 0.5mmPb床侧防护帘 | 4.05E+06 | 100 | 0.7 | 1.1 | 2.52E-02 | 5.59E+01 |

**DSA 机房⑤：**

| 工作模式 | 关注点位置描述 | 屏蔽材料及厚度 | $H_0$(μSv/h) | S($cm^2$) | $d_0$(m) | $d_s$(m) | B | 辐射剂量率（μSv/h） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 摄影 | 南侧墙体外30cm处（楼道、强电间） | 利旧 240mm 实心砖墙+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料 | 1.62E+08 | 100 | 0.7 | 3.38 | 4.55E-09 | 4.28E-05 |
| | 西侧墙体外30cm处（过道） | | 1.62E+08 | 100 | 0.7 | 3.23 | 4.55E-09 | 4.69E-05 |
| | 北侧墙体外30cm处（控制室） | | 1.62E+08 | 100 | 0.7 | 4.84 | 4.55E-09 | 2.09E-05 |
| | 距上一层地坪100cm处（医生办公室） | 利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 30mm 厚硫酸钡板 | 1.62E+08 | 100 | 0.7 | 4.20 | 6.84E-08 | 4.17E-04 |
| | 距下一层地坪170cm处（技师办公室） | 利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料 | 1.62E+08 | 100 | 0.7 | 4.50 | 6.84E-08 | 3.63E-04 |
| | 过道防护门外30cm处 | 新增内嵌4mm厚铅板 | 1.62E+08 | 100 | 0.7 | 4.34 | 5.14E-06 | 2.93E-02 |
| | 操作室防护门外30cm处 | 新增内嵌4mm厚铅板 | 1.62E+08 | 100 | 0.7 | 5.33 | 5.14E-06 | 1.94E-02 |
| | 观察窗外30cm处 | 新增20mm厚铅玻璃 | 1.62E+08 | 100 | 0.7 | 4.84 | 5.14E-06 | 2.36E-02 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | （操作位） | | | | | | | |
| 透视 | 南侧墙体外30cm处（楼道、强电间） | 利旧240mm实心砖墙+新增30mm厚硫酸钡防护涂料 | 4.05E+06 | 100 | 0.7 | 3.38 | 2.67E-10 | 6.28E-08 |
| | 西侧墙体外30cm处（过道） | | 4.05E+06 | 100 | 0.7 | 3.23 | 2.67E-10 | 6.87E-08 |
| | 北侧墙体外30cm处（控制室） | | 4.05E+06 | 100 | 0.7 | 4.84 | 2.67E-10 | 3.06E-08 |
| | 距上一层地坪100cm处（医生办公室） | 利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 30mm 厚硫酸钡板 | 4.05E+06 | 100 | 0.7 | 4.20 | 3.56E-09 | 5.42E-07 |
| | 距下一层地坪170cm处（技师办公室） | 利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料 | 4.05E+06 | 100 | 0.7 | 4.50 | 3.56E-09 | 4.72E-07 |
| | 过道防护门外30cm处 | 新增内嵌4mm厚铅板 | 4.05E+06 | 100 | 0.7 | 4.34 | 3.69E-07 | 5.26E-05 |
| | 操作室防护门外30cm处 | 新增内嵌4mm厚铅板 | 4.05E+06 | 100 | 0.7 | 5.33 | 3.69E-07 | 3.49E-05 |
| | 观察窗外30cm处（操作位） | 新增20mm厚铅玻璃 | 4.05E+06 | 100 | 0.7 | 4.84 | 3.69E-07 | 4.23E-05 |
| | 机房内医师手术位（铅衣内） | 0.5mmPb铅衣+0.5mmPb床侧防护帘 | 4.05E+06 | 100 | 0.7 | 0.7 | 4.08E-03 | 2.24E+01 |
| | 机房内医师手术位（铅衣外） | 0.5mmPb床侧防护帘 | 4.05E+06 | 100 | 0.7 | 0.7 | 2.52E-02 | 1.38E+02 |
| | 机房内护士协作位（铅衣内） | 0.5mmPb铅衣+0.5mmPb床侧防护帘 | 4.05E+06 | 100 | 0.7 | 1.1 | 4.08E-03 | 9.058E+00 |
| | 机房内护士协作位（铅衣外） | 0.5mmPb床侧防护帘 | 4.05E+06 | 100 | 0.7 | 1.1 | 2.52E-02 | 5.59E+01 |

根据表 11-3 和表 11-4 的计算结果，将各个预测点的总的辐射剂量率统计于下表 11-5。

**表 11-5 各个预测点的总辐射剂量率**

| 心导管室（4） | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 工作模式 | 关注点位置描述 | 泄漏辐射剂量率（μSv/h） | 散射辐射剂量率（μSv/h） | 总辐射剂量率(μSv/h) |
| 摄影 | 东侧墙体外30cm处（控制室） | 2.24E-05 | 2.27E-05 | 4.51E-05 |
| | 南侧墙体外30cm处（过道） | 3.83E-05 | 3.88E-05 | 7.71E-05 |
| | 西侧墙体外30cm处（值班室） | 3.40E-05 | 3.44E-05 | 6.84E-05 |
| | 距上一层地坪100cm处（示教室、医生办公室） | 2.86E-04 | 4.17E-04 | 7.02E-04 |
| | 距下一层地坪170cm处（网络分机房、泵房） | 2.49E-04 | 3.63E-04 | 6.12E-04 |
| | 过道防护门外30cm处 | 3.05E-02 | 3.07E-02 | 6.13E-02 |
| | 操作室防护门外30cm处 | 2.33E-02 | 2.34E-02 | 4.66E-02 |
| | 观察窗外30cm处（操作位） | 2.36E-02 | 2.38E-02 | 4.74E-02 |
| 透视 | 东侧墙体外30cm处（控制室） | 5.02E-08 | 3.33E-08 | 8.35E-08 |
| | 南侧墙体外30cm处（过道） | 8.58E-08 | 5.69E-08 | 1.43E-07 |
| | 西侧墙体外30cm处（值班室） | 7.61E-08 | 5.05E-08 | 1.27E-07 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 距上一层地坪100cm处（示教室、医生办公室） | 8.17E-07 | 5.42E-07 | 1.36E-06 |
| | 距下一层地坪170cm处（网络分机房、泵房） | 7.12E-07 | 4.72E-07 | 1.18E-06 |
| | 过道防护门外30cm处 | 8.31E-05 | 5.51E-05 | 1.38E-04 |
| | 操作室防护门外30cm处 | 6.33E-05 | 4.20E-05 | 1.05E-04 |
| | 观察窗外30cm处（操作位） | 6.43E-05 | 4.27E-05 | 1.07E-04 |
| | 机房内医师手术位（铅衣内） | 3.37E+01 | 2.24E+01 | 5.61E+01 |
| | 机房内医师手术位（铅衣外） | 2.08E+02 | 1.38E+02 | 3.46E+02 |
| | 机房内护士协作位（铅衣内） | 1.37E+01 | 9.058E+00 | 2.27E+01 |
| | 机房内护士协作位（铅衣外） | 8.43E+01 | 5.59E+01 | 1.40E+02 |
| **DSA 机房④** | | | | |
| 工作模式 | 关注点位置描述 | 泄漏辐射剂量率（μSv/h） | 散射辐射剂量率（μSv/h） | 总辐射剂量率(μSv/h) |
| 摄影 | 南侧墙体外30cm处（卫生间） | 5.12E-05 | 5.19E-05 | 1.03E-04 |
| | 西侧墙体外30cm处（过道） | 4.63E-05 | 4.69E-05 | 9.31E-05 |
| | 北侧墙体外30cm处（控制室） | 1.61E-05 | 1.63E-05 | 3.24E-05 |
| | 距上一层地坪100cm处（推拿室） | 2.86E-04 | 4.17E-04 | 7.02E-04 |
| | 距下一层地坪170cm处（技师办公室） | 2.49E-04 | 3.63E-04 | 6.12E-04 |
| | 过道防护门外30cm处 | 2.39E-02 | 2.41E-02 | 4.80E-02 |
| | 操作室防护门外30cm处 | 1.57E-02 | 1.58E-02 | 3.14E-02 |
| | 观察窗外30cm处（操作位） | 1.83E-02 | 1.84E-02 | 3.67E-02 |
| 透视 | 南侧墙体外30cm处（卫生间） | 5.02E-08 | 7.61E-08 | 1.26E-07 |
| | 西侧墙体外30cm处（过道） | 8.58E-08 | 6.87E-08 | 1.55E-07 |
| | 北侧墙体外30cm处（控制室） | 7.61E-08 | 2.39E-08 | 1.00E-07 |
| | 距上一层地坪100cm处（推拿室） | 8.17E-07 | 5.42E-07 | 1.36E-06 |
| | 距下一层地坪170cm处（技师办公室） | 7.12E-07 | 4.72E-07 | 1.18E-06 |
| | 过道防护门外30cm处 | 8.31E-05 | 4.32E-05 | 1.26E-04 |
| | 操作室防护门外30cm处 | 6.33E-05 | 2.83E-05 | 9.16E-05 |
| | 观察窗外30cm处（操作位） | 6.43E-05 | 3.30E-05 | 9.73E-05 |
| | 机房内医师手术位（铅衣内） | 3.37E+01 | 2.24E+01 | 5.61E+01 |
| | 机房内医师手术位（铅衣外） | 2.08E+02 | 1.38E+02 | 3.46E+02 |
| | 机房内护士协作位（铅衣内） | 1.37E+01 | 9.058E+00 | 2.27E+01 |
| | 机房内护士协作位（铅衣外） | 8.43E+01 | 5.59E+01 | 1.40E+02 |
| **DSA 机房⑤** | | | | |
| 工作模式 | 关注点位置描述 | 泄漏辐射剂量率（μSv/h） | 散射辐射剂量率（μSv/h） | 总辐射剂量率(μSv/h) |
| 摄影 | 南侧墙体外30cm处（楼道、强电间） | 4.23E-05 | 4.28E-05 | 8.51E-05 |
| | 西侧墙体外30cm处（过道） | 4.63E-05 | 4.69E-05 | 9.31E-05 |
| | 北侧墙体外30cm处（控制室） | 2.06E-05 | 2.09E-05 | 4.15E-05 |
| | 距上一层地坪100cm处（医生办公室） | 2.86E-04 | 4.17E-04 | 7.02E-04 |
| | 距下一层地坪170cm处（技师办公室） | 2.49E-04 | 3.63E-04 | 6.12E-04 |
| | 过道防护门外30cm处 | 2.92E-02 | 2.93E-02 | 5.85E-02 |
| | 操作室防护门外30cm处 | 1.93E-02 | 1.94E-02 | 3.88E-02 |
| | 观察窗外30cm处（操作位） | 2.34E-02 | 2.36E-02 | 4.70E-02 |
| 透视 | 南侧墙体外30cm处（楼道、强电间） | 9.47E-08 | 6.28E-08 | 1.57E-07 |
| | 西侧墙体外30cm处（过道） | 1.04E-07 | 6.87E-08 | 1.72E-07 |
| | 北侧墙体外30cm处（控制室） | 4.62E-08 | 3.06E-08 | 7.68E-08 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 距上一层地坪100cm处（医生办公室） | 8.17E-07 | 5.42E-07 | 1.36E-06 |
| | 距下一层地坪170cm处（技师办公室） | 7.12E-07 | 4.72E-07 | 1.18E-06 |
| | 过道防护门外30cm处 | 7.93E-05 | 5.26E-05 | 1.32E-04 |
| | 操作室防护门外30cm处 | 5.26E-05 | 3.49E-05 | 8.75E-05 |
| | 观察窗外30cm处（操作位） | 6.38E-05 | 4.23E-05 | 1.06E-04 |
| | 机房内医师手术位（铅衣内） | 3.37E+01 | 2.24E+01 | 5.61E+01 |
| | 机房内医师手术位（铅衣外） | 2.08E+02 | 1.38E+02 | 3.46E+02 |
| | 机房内护士协作位（铅衣内） | 1.37E+01 | 9.058E+00 | 2.27E+01 |
| | 机房内护士协作位（铅衣外） | 8.43E+01 | 5.59E+01 | 1.40E+02 |

由上表计算结果可知：本项目心导管室（4）的射线装置在摄影模式下，机房外周围各关注点处的辐射剂量率最大值为 0.0613μSv/h；透视模式下，机房周围各关注点处的辐射剂量率最大值为 0.000138μSv/h。本项目 DSA 机房④的射线装置在摄影模式下，机房外周围各关注点处的辐射剂量率最大值为 0.048μSv/h；透视模式下，机房周围各关注点处的辐射剂量率最大值为 0.000126μSv/h。本项目 DSA 机房⑤的射线装置在摄影模式下，机房外周围各关注点处的辐射剂量率最大值为 0.0585μSv/h；透视模式下，机房周围各关注点处的辐射剂量率最大值为 0.000132μSv/h。

**本项目运行后，本项目工作场所附近原有辐射工作的叠加分析：**

本项目拟新增的心导管室（4）东侧原有一间心导管室（3），项目运行后与心导管室（4）共用一间控制室，根据该医院心导管室（3）在 2023 年 7 月进行的定期场所防护监测情况（检测报告编号：GABG-CF23235299），运行时，心导管室（3）外各监测 X 射线外照射剂量率最大为 0.055μSv/h（扣除开机前本底值）；其中控制室监测点 X 射线外照射剂量率最大为 0.045μSv/h（扣除开机前本底值）。则本项目运行时，叠加心导管室（3）的辐射剂量率后， 心导管室（4）和心导管室（3）的控制室内周围各关注点处的辐射剂量率为：摄影模式下，机房周围各处关注点辐射剂量率最大为 0.045μSv/h；透视模式下，机房周围各处关注点辐射剂量率最大为 0.045μSv/h。两间机房南侧过道周围各关注点处的辐射剂量率为：摄影模式下，机房周围各处关注点辐射剂量率最大为 0.12μSv/h；透视模式下，机房周围各处关注点辐射剂量率最大为 0.055μSv/h。

本项目 DSA 机房④和 DSA 机房⑤西侧原有一间 DSA 机房，根据该 DSA 在 2023 年 7 月进行的定期场所防护监测情况（检测报告编号：GABG-CF23235299），运行时，原有 DSA 机房外各监测点 X 射线外照射剂量率最大为 0.075μSv/h（扣除开机前本底值），则本项目运行后，三间机房外周围各关注点处的辐射剂量率为：摄影模式下，机房周围各处关注点辐射剂量率最大为 0.18μSv/h；透视模式下，机房周围各处关注点辐射剂量

率最大为 0.075μSv/h。

**11.2.2 DSA工作人员及公众个人剂量估算**

**（1）工作人员年有效剂量**

本项目每台 DSA 年手术台数约 500 台，3 台 DSA 年总手术台数为 1500 台，每台 DSA 平均分 2 组人员轮岗，每组放射工作人员至少由 1 名医生、1 名技师和 1 名护士组成。

其中单名医师年最大手术台数不超过 200 台，单名护士年最大手术台数预计为 250 台（护士在手术过程中护士承担记录手术情况、传递医疗器械及辅助医师手术的工作，既有同室操作又有隔室操作，同室时间按透视模式总时间的 1/3 考虑）。单名技师年最大手术台数不超过 250 台。

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）对于工作人员穿戴铅围裙的情况，按照以下公式进行估算有效剂量：

$$E_{外}=0.79H_U+0.051H_O \quad \text{……(11-5)}$$

0.79—系数，有甲状腺屏蔽时取 0.79，无屏蔽时取 0.84；

0.51—系数，有甲状腺屏蔽时取 0.051，无屏蔽时取 0.100；

$E_{外}$—有效剂量 E 中的外照射分量,单位为 mSv；

$H_u$—铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的 $H_p$（10），单位为 mSv；

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

**①介入手术医师四肢（手和足）或皮肤年当量剂量分析**

本次评价对 DSA 手术医生手部皮肤年当量剂量进行理论计算。进行介入手术时，使用床上 0.5mmPb 铅悬挂防护屏和 0.5mmPb 铅防护吊帘，医生手术时在推送导管时将手部置于床上 0.5mmPb 铅防护吊帘后，即手术医生手部皮肤处剂量率即为表 11-5 中“机房内医师手术位（铅衣外）”和“机房内护士协作位（铅衣外）”处的剂量率。

根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》(GBZ/T244-2017)和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)，有辐射场空气比释动能率信息时，皮肤吸收剂量用下式进行估算：

$$D_S=C_{KS}\left(\dot{k}\cdot t\right)\cdot 10^{-3} \quad \text{……(11-6)}$$

$$H=D_S\cdot W_R \quad \text{……(11-7)}$$

式中：$D_s$—皮肤吸收剂量（mGy）；

$C_{ks}$—空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数（Gy/Gy），从表 A.5 查空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数 $C_{ks}$＝1.156mGy/mGy；

$\dot{k}$—手术位置的空气比释动能率，μGy/h；

$t$—人员累积受照时间，h；

$H$—关注点的当量剂量，mSv；

$W_R$—辐射权重因数，X 射线取 1。

**②介入手术医师眼晶体年当量剂量**

DSA 设备上方带有 0.5mmPb 铅防护吊帘，手术医师和护士配戴 0.5mmPb 铅防护眼镜。即手术医生眼晶体处剂量率即为表11-5中“机房内医师手术位（铅衣内）”和“机房内护士协作位（铅衣内）”处的剂量率。

根据《电离辐射所致眼晶状体剂量估算方法》（GBZ/T301-2017）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），有辐射场空气比释动能率信息时，眼晶状体吸收剂量用下式进行估算：

$$D_L = C_{KL} \cdot k \cdot t \quad \text{……(11-8)}$$

$$H = D_L \cdot W_R \quad \text{……(11-9)}$$

式中：

$D_L$—眼晶状体吸收剂量（mGy）；

$C_{kL}$—空气比释动能到眼晶状体吸收剂量的转换系数（mGy/mGy），根据《电离辐射所致眼晶状体剂量估算方法》（GBZ/T301-2017），从表 A.4 查空气比释动能到眼晶状体吸收剂量的转换系数，保守取 0.07MeV～0.1MeV 中最大值 $C_{kL}$＝1.55mGy/mGy；

$k$—X、γ 辐射场的空气比释动能率（μGy/h）；

$t$—人员累积受照时间，h；

$H$—关注点的当量剂量，mSv；

$W_R$—辐射权重因数，X 射线取 1。

因每台介入手术过程中，医生和护士与辐射源项之间、与患者体表间距离差距不大，所以本项目在同一工况和受照时间下，手术医生和护士的手部皮肤和眼晶体年当量剂量可统一估算，介入手术医生手部皮肤和眼晶体年当量剂量结果见表 11-6。

**表 11-6 介入手术医生手部皮肤和眼晶体年当量剂量计算结果**

| 工作人员 | 关注点位置描述 | 关注点剂量率（μSv/h） | 年受照时间（h） | 年当量剂量（mSv） | 剂量约束值（mSv/a） |
|---|---|---|---|---|---|
| 手术医师 | 机房内医师手部皮肤处 | 346 | 83.3 | 33.32 | 50 |
| | 机房内医师眼晶体处 | 56.1 | 83.3 | 7.24 | 15 |
| 手术护士 | 机房内护士手部皮肤处 | 56 | 27.8 | 1.80 | 50 |
| | 机房内护士眼晶体处 | 140 | 27.8 | 6.03 | 15 |

本项目技师在控制室操作时，取 3 间控制室中最大有效剂量进行估算，DSA 辐射工作人员的年有效剂量估算结果见表 11-7。

**表 11-7 工作人员年有效剂量估算结果**

| 工作人员 | 项目 | 剂量率(μSv/h) | 单人手术台数（台） | 单台手术时间(min) | 工作时间（h） | 总年有效剂量（mSv） | 剂量约束值（mSv） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 医生 | 同室（铅衣内） | 56.1 | 200 | 20 | 66.7 | 4.13 | 5 |
| | 同室（铅衣外） | 346 | | | | | |
| | 隔室 | 0.12 | | 1 | 3.3 | | |
| 护士 | 同室（铅衣内） | 22.7 | 250 | 20 | 27.8 | 0.70 | 5 |
| | 同室（铅衣外） | 140 | | | | | |
| | 隔室 | 0.12 | | 1 | 59.7 | | |
| 技师 | 隔室 | 0.045 | 250 | 21 | 87.5 | 0.004 | 5 |

综上所述，本项目拟建 DSA 机房 A 和 DSA 机房 B 辐射工作人员年有效剂量最大为 4.13mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的平均年有效剂量限值（不高于 20 mSv/a）和本项目提出的辐射工作人员剂量约束值（不高于 5mSv/a）的要求；辐射工作人员手部皮肤的年当量剂量最大为 33.32mSv/a，辐射工作人员眼晶体的年当量剂量最大为 7.24mSv/a，均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的剂量限值要求。

**（2）公众有效剂量估算**

根据 6 号楼七层心导管室（4）周围环境保护范围内公众的可到达性及停留时间对公众的年受照剂量进行分析。据表 11-5 计算结果，取透视模式下机房外最大值 0.045μSv/h 和摄影模式下机房外最大值 0.12μSv/h 进行分析（保守不再考虑距离的衰减）。透视年出束时间为 166.67h，摄影年出束时间 8.33h。

根据 2 号楼二层 DSA 机房④和 DSA 机房⑤DSA 机房周围环境保护范围内公众的可到达性及停留时间对公众的年受照剂量进行分析。据表 11-5 计算结果，取透视模式下机房外最大值 0.075μSv/h 和摄影模式下机房外最大值 0.18μSv/h 进行分析（保守不再考虑距离的衰减）。透视年出束时间为 333.3h，摄影年出束时间 16.67h。

公众年有效剂量计算结果见表 11-8。

**表 11-8 公众有效剂量计算结果**

| 6号楼七层心导管室（4） | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 关注点位置描述 | 摄影模式辐射剂量率（μSv/h） | 摄影年出束时间（h） | 透视模式辐射剂量率（μSv/h） | 透视年出束时间（h） | 居留因子 | 年有效剂量（mSv） |
| 心导管室（4）南侧（过道） | 0.12 | 8.33 | 0.045 | 166.67 | 1/4 | 0.002 |
| 心导管室（4）西侧（值班室） | 0.12 | 8.33 | 0.045 | 166.67 | 1 | 0.008 |
| 心导管室（4）上方（示教室、医生办公室） | 0.12 | 8.33 | 0.045 | 166.67 | 1 | 0.008 |
| 心导管室（4）下方（网络分机房、泵房） | 0.12 | 8.33 | 0.045 | 166.67 | 1 | 0.008 |
| 50m范围（建筑内部、医院道路） | 0.12 | 8.33 | 0.045 | 166.67 | 1/8 | 0.001 |
| 50m范围（小区住宅） | 0.12 | 8.33 | 0.045 | 166.67 | 1 | 0.008 |
| **2 号楼二层 DSA 机房④和 DSA 机房⑤** | | | | | | |
| 关注点位置描述 | 摄影模式辐射剂量率（μSv/h） | 摄影年出束时间（h） | 透视模式辐射剂量率（μSv/h） | 透视年出束时间（h） | 居留因子 | 年有效剂量（mSv） |
| 两间机房中间（卫生间） | 0.18 | 16.67 | 0.075 | 333.3 | 1 | 0.028 |
| 两间机房西侧（过道） | 0.18 | 16.67 | 0.075 | 333.3 | 1/4 | 0.007 |
| DSA机房⑤南侧（楼道、强电间） | 0.18 | 16.67 | 0.075 | 333.3 | 1/4 | 0.007 |
| 两间机房上方（推拿室、医生办公室） | 0.18 | 16.67 | 0.075 | 333.3 | 1 | 0.028 |
| 两间机房下方（技师办公室） | 0.18 | 16.67 | 0.075 | 333.3 | 1 | 0.028 |
| 50m范围（建筑内部、医院道路、室外绿化） | 0.18 | 16.67 | 0.075 | 333.3 | 1/8 | 0.003 |

由上表可知，本项目机房外50m保护范围内公众受照剂量最大约为0.028mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值要求（不高于1mSv/a）和本项目提出的公众剂量约束值不超过0.25mSv/a的要求。根据剂量率与距离平方成反比的关系，距离机房越远，辐射剂量率越低，距离机房更远处的公众人员受照剂量不会大于0.028mSv/a。

医院须严格按照《职业性外照射个人监测规范》(GB128-2019)的相关要求，为每一名辐射工作人员配置个人剂量计，所有辐射工作人员按照规范的要求正确配戴个人剂量计，个人剂量委托有资质的单位检测并建立个人剂量档案。对所有辐射工作人员进行合理分工分组。医护人员在机房内手术时须做好防护措施。

**11.2.3“三废”影响分析**

**（1）废气**

本项目涉及3台DSA，运行时产生极少量的臭氧和氮氧化物。DSA机房内设置机械通风，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风”的要求。废气经通风管道排入大气环境后，经自然分解和稀释后，浓度远低于《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）的二级标准的要求。

**（2）废水**

本项目涉及 3 台 DSA 均采用先进的数字实时电子成像系统，无成像废水和放射性废水产生。废水主要为人员产生的一般生活污水，依托现有污水处理设施，拟将废水引进医院配套污水处理站预处理达《医疗机构水污染排放标准》（GB18466-2005）中表 2 中预处理标准后，纳入市政污水官网，最终经市政污水处理厂处理达标后排入环境，不会对周围水环境产生影响。

**（3）固体废物**

本项目运营期间固体废物主要为医护人员日常办公产生的生活垃圾。DSA 造影检查会产生少量造影剂、一次性棉球、纱布等医疗垃圾，经医院回收后由有资质的单位定期回收处理。DSA 介入手术过程产生的废少量血液和人体组织等医疗废物统一分类收集、密封打包并消毒后由有资质的单位统一回收处理。

医护人员产生的生活垃圾定点收集，每日由保洁人员收集至医院垃圾收集点，定期由当地环卫部门清运。

**（4）噪声**

本项目运营期噪声主要来源于设备噪声和人流噪声，设备噪声主要为风机。机房的通排风系统均为独立的风机，拟在风机排风口安装管式消声器，采用减震基础、安装隔声、消声箱等措施，同时通过距离的衰减，噪声影响不大，噪声排放需满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准限值要求，不会对周围声环境产生影响。

## 11.3 事故影响分析

**11.3.1辐射事故情况**

拟购置的DSA装置可能发生的辐射事故情况如下：

①人员还未全部撤出机房就启动射线装置，造成人员被误照，引发辐射事故。

②由于 DSA 设备故障、没有穿戴防护用品等情况下，辐射工作人员在同室操作时可能受到超剂量的 X 射线照射。

③门灯联锁装置和闭门装置出现故障，在防护门没有关闭的情况下出束，或射线装置工作时无关人员打开防护门并误入，对门外人员及误入人员造成误照射。

④射线装置检修、维护过程，工作人员误操作或者曝光参数设置错误，造成人员被误照射，引发辐射事故。

**11.3.2辐射事故预防措施**

医院拟采取的辐射事故防范措施主要包括辐射安全管理和设备固有安全设施两个方面。

（1）辐射安全管理

①制定经常性自检制度，对门-灯联锁、监视器、工作状态指示灯、电离辐射警告标志灯等防护设施进行定期和动态检查，并记录相关设施运行情况。如发现这些防护设施不够完善或失灵，立即维护、修复，防止运行故障的发生，确保实时有效。

②制定完善的操作规范，对操作人员定期培训，使之熟练操作，严格按照操作规范操作，减少意外照射事故的发生；

③医务人员必须严格按照X射线装置操作程序进行诊断，确定机房内工作人员及病人家属均离开机房后方可开机，以避免工作人员和公众接受不必要的辐射照射；

④医护人员进行DSA介入手术前，一定要穿好防护铅服，戴铅眼镜，佩戴个人剂量计后方可进行手术作业；

⑤项目应严格遵循所用辐射防护设备的安全使用年限，避免机械故障造成辐射事故，严禁超期使用；

⑥严格按照辐射监测计划进行辐射水平监测，如果辐射水平监测结果表明防护墙外辐射水平偏高，应查明原因并可适当增加防护墙厚度；

⑦制定事故应急预案，并定期进行演练，及时进行整改。

（2）设备固有安全设施

本项目拟购的DSA装置自身采取了多重安全措施，设备安全措施符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的技术要求。另外，DSA装置还设置了“紧急止动”按钮、工作状态指示灯与机房门联锁等安全设施。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免放射性事故的发生从而保证项目

的正常运营，也保障了工作人员、公众的健康与安全。

## 11.4 环境风险评价分析

### 11.4.1环境风险评价目的

本项目事故风险评价目的是分析和预测建设项目存在的潜在危害和有害因素，以及项目在建设、运营期间可能发生的事故（一般不包括自然灾害与人为破坏），引起有毒、有害（本项目为电离辐射）物质泄漏，所造成的环境影响程度和人身安全损害程度，并提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使项目事故发生率、损失和环境影响达到可以接受的水平。

### 11.4.2风险识别

本项目使用的DSA属于II类射线装置，运营期间存在的风险和潜在的危害及事故隐患如下：

**表 11-9 项目环境风险和潜在危害及事故隐患**

| 设备名称 | 类型 | 风险因子 | 可能发生的辐射事故 |
|---|---|---|---|
| 数字减影血管造影 X 射线系统（DSA） | II类射线装置 | X 射线 | ① 由于安全联锁系统失效，在防护门未关闭的情况即进行照射操作，对误入人员或防护门周围活动人员造成不必要的照射。<br>② 工作人员或病人家属还未全部撤离机房，操作间人员启动设备，造成机房滞留人员的误照射。<br>③ 在机房内对设备进行检修及维护等工作时，检修、维护人员误操作，造成人员误照射。 |

### 11.4.3源项分析及事故等级分析

本项目风险因子为X射线，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院449号令）第四十条关于事故的分级原则现本项目的环境风险因子、潜在危害及可能发生的事故等级列于下表11-10：

**表 11-10 项目的环境风险因子、潜在危害及事故等级**

| 事故等级 | 事故情形 |
|---|---|
| 特别重大辐射事故 | I类、II类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致3人以上（含3人）急性死亡。 |
| 重大辐射事故 | I类、II类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致2人以下（含2人）急性死亡或者10人以上（含10人）急性重度放射病、局部器官残疾。 |
| 较大辐射事故 | III类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致9人以下（含9人）急性重度放射病、局部器官残疾。 |
| 一般辐射事故 | IV类、V类放射源丢失、被盗、失控，或放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。 |

根据《实用辐射安全手册》（第二版）（丛慧玲，北京：原子能出版社）急性放射病的发生率以及急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系如下表11-11：

**表 11-11 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系**

| 辐射剂量/Gy | 急性放射病发生率/% | 辐射剂量/Gy | 死亡率/% |
|---|---|---|---|
| 0.70 | 1 | 2.00 | 1 |
| 0.90 | 10 | 2.50 | 10 |
| 1.00 | 20 | 2.80 | 20 |
| 1.05 | 30 | 3.00 | 30 |
| 1.10 | 40 | 3.20 | 40 |
| 1.20 | 50 | 3.50 | 50 |
| 1.25 | 60 | 3.60 | 60 |
| 1.35 | 70 | 3.75 | 70 |
| 1.40 | 80 | 4.00 | 80 |
| 1.60 | 90 | 4.50 | 90 |
| 2.00 | 99 | 5.50 | 99 |

### 11.4.4后果计算

假设考虑人员在无其他屏蔽的情况下处于DSA机房内，由于机房内人员易接触的位置设置有“急停”按钮，只要按下此按钮就可以停止出束，因此受照时间取30s。计算公众闯入时，距离按2米考虑，计算职业人员和检修人员受照时，距离按1米考虑。源强保守取摄影条件下距靶1m处输出剂量率计算，在事故状态下环境影响分析结果见表11-12。

**表 11-12 DSA 事故情况下人员受照剂量值**

| 人员类型 | 事故状况概述 | 距源距离（m） | 事故状态下源强（μSv/h） | 受照剂量（Sv） |
|---|---|---|---|---|
| 职业 | 职业人员无防护受照 | 1 | 1.62E+08 | 1.35 |
| 公众 | 公众无防护受照 | 2 | 4.05E+07 | 0.34 |
| 职业 | 检修人员无防护受照 | 1 | 1.62E+08 | 1.35 |

根据表11-12，DSA 在事故状态下短时间内可导致公众受照射剂量超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中公众年受照射剂量1mSv/a限值；可导致职业人员受照射剂量超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业人员平均年受照射剂量20mSv/a限值。

### 11.4.5事故情况下的环境影响分析与防范应对措施

#### 11.4.5.1 事故等级分析

根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院令第 449 号)，辐射事故从重到轻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，具体见表 11-10。

由前述事故工况下的辐射影响估算结果对照表 11-12，本项目事故可能引发的辐射事故等级分级情况见下表。

**表 11-13 本项目事故等级**

| 装置名称 | 主要环境风险因子 | 危害因素 | 危害结果 | 事故等级 |
|---|---|---|---|---|
| DSA | X 射线 | 超剂量照射 | 一般辐射事故 | 事故导致人员受到超过年剂量限制的照射。 |

根据表11-13的计算结果，本项目DSA可能发生的辐射可能发生的辐射事故为**一般辐射事故。**

**11.4.5.2 防范及应对措施**

本项目涉及的DSA属于II类射线装置，为中危险射线装置，事故时可使受照人员产生较严重的放射损伤，但由于 DSA 的特殊性，事故时使受照人员受大剂量照射甚至导致死亡的几率很小。DSA 开机时，医生与病人同处一室，且距 X 射线机的管头组装体约 1m 左右，距病人很近，主要事故是因曝光时间较长，防护条件欠佳对医生和病人引起的超剂量照射，其级别最高为一般辐射事故。

为了防止事故的发生，应做好以下工作：

①购置工作性能和防护条件均较好的介入诊疗设备；

②实施介入诊疗的质量保证；

③定期开展设备质量控制检测；做好工作人员的个人防护；做好受检患者非投照部位的防护工作；

⑥按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，当射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射，应即时上报市级以上生态环境部门，杭州市生态环境局电话：0571-89582148。

医院拟委托专业的人员进行检修和维护，维修人员在检修期间应佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪等个人防护用品，若机房内辐射剂量水平超过设定阈值，即可及时报警提醒。

# 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

### 12.1.1 机构设置

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，生产、销售、使用放射性同位素和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。

浙江省人民医院已经成立了辐射安全工作组，并明确了领导小组及各成员的职责。其人员设置满足辐射安全与环境保护管理工作要求。建设单位拟在运行后，根据实际人员配置情况，对该组织结构组成进行调整和完善。

### 12.1.2 辐射工作人员管理

（一）个人剂量监测管理

医院已委托中国医学科学院放射医学研究所对现有辐射工作人员进行定期的个人剂量监测工作，本项目运行后，医院拟继续委托该单位进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案，加强档案管理：个人剂量档案应保存至辐射工作人员年满 75 周岁或停止辐射工作满 30 年。

（二）辐射工作人员培训

医院已对现有辐射工作人员组织放射防护知识培训或辐射安全防护培训，取得培训合格证书。

项目投入使用后，医院拟继续定期组织从事辐射操作的工作人员参加相关辐射/放射培训。如有新增辐射人员需及时安排参加辐射安全和防护知识考核或放射诊疗培训，合格并取得相应资格上岗证才可上岗。

（三）职业健康体检

按照国家有关规定，对在岗人员每隔 1 到 2 年进行一次体检，对新上岗和离岗人员分别进行岗前和离岗时体检。

医院已组织现有辐射工作人员在杭州市职业病防治院进行职业健康检查，根据提供的体检报告显示，项目涉及辐射工作人员体检结果均为：可继续原放射工作。

医院建成投入使用后，拟新增的辐射人员应进行上岗前体检并每两年进行一次职业健康检查，建立个人健康档案。辐射工作的人员在离开该工作岗位时也要进行放射

性职业健康体检。

**要求：**

①本项目运营后，拟新增的辐射工作人员须在上岗前均参加辐射防护与安全培训后，持证上岗，并按时接受再培训；辐射工作人员须配备个人剂量计，定期委托有资质单位进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案；辐射工作人员应进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，每一年或两年委托相关资质单位对辐射工作人员进行职业健康检查，建立职业健康档案。原有辐射工作人员须继续定期组织辐射工作人员的培训、个人剂量监测和职业健康检查工作。

②本项目拟涉及辐射工作人员的职业卫生健康档案记录、人员培训合格证书、个人剂量监测档案三个文件上的人员信息应统一；辐射工作人员的个人剂量和职业健康档案应终身保存。医院应严格按照国家标准要求，对所有辐射工作人员均纳入职业健康档案管理。

### 12.1.3 年度评估报告

医院应于每年底对其辐射防护工作进行年度评估，辐射环境年度监测评估报告应于次年 1 月 31 日前上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。

## 12.2 辐射安全管理规章制度

### 12.2.1 档案分类

医院的辐射安全档案资料可分以下大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“放射源和射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“辐射应急资料”和“废物处置记录”。

### 12.2.2 需建立的主要规章制度

根据环境保护部令第 3 号《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2017 年修正版）第十六条的规定相关要求，使用射线装置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、监测方案等。

该医院已开展相关辐射工作，已有已申领辐射许可证的射线装置相关的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、监测方案等，因此该医院在现有管理制度的前提下应新增II类射线装置的相关制度，医院规章制度情况见下表 12-1：

**表 12-1 医院规章制度情况**

| 序号 | 应建立的规章制度 | 建立情况 |
|---|---|---|
| 1 | 辐射安全工作管理小组 | 已建立。 |
| 2 | 放射安全事件应急预案 | 已建立。 |
| 3 | 放射科辐射防护及安全管理制度 | 已建立，拟完善<br>应针对本项目建设情况新增介入科的制度。 |
| 4 | 放射科设备管理制度 | 已建立，拟完善<br>应针对本项目建设情况完善介入科工作场所的防护管理制度。 |
| 5 | 放射科新设备上岗培训及准入制度 | 已建立。 |
| 6 | 放射科质量与安全管理制度 | 已建立，拟完善<br>应针对本项目建设情况新增 DSA 的制度。 |
| 7 | X 线摄影室管理制度 | 已建立，拟完善<br>应针对本项目增加拟涉及的辐射工作场所的管理制度。 |
| 8 | 放射工作人员、受检者个人防护用品发放及使用管理制度 | 已建立，拟完善。<br>应针对本项目建设情况新增介入科的制度。 |
| 9 | 监测方案 | 已建立，拟完善<br>应针对本项目建设情况新增介入科的制度。 |
| 10 | DSA 操作规程 | 已建立。 |
| 11 | 辐射工作人员岗位职责 | 已建立。 |
| 12 | 医院台账管理制度 | 已建立，拟完善。<br>应针对本项目情况对拟新增的三间 DSA 机房涉及拟新增人员的档案进行管理 |
| 13 | 电离辐射危害告知 | 已建立。 |
| 14 | 质量控制方案 | 已建立，拟完善。<br>应针对本项目建设情况完善介入放射治疗质量控制方案 |
| 15 | 医疗设备维修制度 | 已建立，拟完善。<br>应针对本项目建设情况对新增 DSA 的维修制度补充。 |
| 16 | 登记制度 | 已建立，拟完善。<br>应针对本项目建设情况补充介入设备的使用维修登记制度和相关要求。 |
| 17 | 辐射防护和安全保卫制度 | 已建立。 |
| 18 | 辐射工作人员教育培训计划 | 已建立。<br>应针对本项目建设情况补充新增介入工作人员的教育培训要求。 |

医院应根据规章制度内容认真组织实施，并且应根据国家发布的新的相关法规内容，结合医院实际及时对各项规章制度补充修改，使之更能符合实际需要。并且有专人监督各相关部门和人员对规章制度的执行情况，建设单位应组织相关人员进行学习，强化辐射安全意识

**12.2.3 需上墙的规章制度**

①《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射工作设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》相关制度应悬挂于辐射工作场所。

②上墙制度的内容应字体醒目，简单清楚，体现现场操作性和实用性，尺寸大小合适。

## 12.3 辐射监测

**12.3.1 监测仪器和防护设备**

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，项目运行时，医院应配备X-γ辐射剂量率巡检仪，应为辐射工作人员配备个人剂量计，并建立个人剂量档案。

**12.3.2 监测计划**

**定期监测和自主监测：**

①每年医务部负责联系有放射防护监测资质的机构对医院有射线装置及放射源的科室进行一次环境辐射影响安全防护监测。出具评估报告并存档。

②每年医务部负责联系有资质部门对全院有射线装置及放射源的科室进行安全防护及性能测试，出具评估报告并存档。

③对新增加射线设备做到环评后再建设，手续齐全后再使用。

④内部监测：由医院环保辐射专职监测人员每三月对全院有辐射装置及有放射源的科室进行一次安全监测并记录存档。

⑤应急监测：应急情况下，为查明放射性污染情况和辐射水平，可进行不定期的内部或外部监测。

医院应委托有资质的单位，定期（每年至少 1 次）对辐射工作场所周围环境进行辐射监测，并将监测数据汇总同年度评估报告一并上传至环保主管部门。

**验收监测：**

本次评价项目竣工后，建设单位应根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号）对配套建设的环境保护设施进行验收，建设单位应如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，自行或委托有能力的技术机构编制验收报告，报告编制完成 5 个工作日内，建设单位应公开验收报告，公示的期限不得少于 20 个工作日。建设单位在提出验收意见的过程中，可组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以

及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

**表 12-2 工作场所年度监测和日常监测计划一览表**

| 监测类别 | 监测因子 | 监测频度 | 监测设备 | 监测范围 | 监测类型 |
|---|---|---|---|---|---|
| 年度监测 | X-γ 空气吸收剂量率 | 每年不少于 1 次 | 按照国家规定进行计量检定 | 墙体四周外侧、操作人员操作位、防护门外、门缝、管线口、机房上方和下方、机房外敏感点等 | 委托监测 |
| 自主监测 | X-γ 空气吸收剂量率 | 自行开展 | 按照国家规定进行计量检定 | | 自行监测 |
| 验收监测 | X-γ 空气吸收剂量率 | 项目竣工后 1 次 | 按照国家规定进行计量检定 | | 委托监测 |

### 12.3.3 环保竣工验收

根据核技术利用项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号）、《建设项目竣工环境保护验收技术指南-污染影响类》（生态环境部公告 2018 年第 9 号）的相关要求，建设项目正式投产运行前应对配套建设的环境保护设施进行验收。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。除按照国家需要保密的情形外，医院应当通过其网站或其他便于公众知晓的方式，向社会公开下列信息：

①本项目配套建设的环境保护设施竣工后，及时办理《辐射安全许可证》，并在取得《辐射安全许可证》3 个月内完成本项目自主验收；

②对项目配套建设的环境保护设施进行调试前，公开和项目竣工时间和调试的起止日期；

③验收报告编制完成后 5 个工作日内，公开验收报告，公示的期限不得少于 20 个工作日。

建设单位公开上述信息的同时，应当在全国建设项目环境影响评价管理信息平台（http://114.251.10.205 /#/pub-message）中备案，且向项目所在地生态环境主管部门报送相关信息，并接受监督检查。

本项目环保竣工验收检查内容见表 12-3。

**表 12-3 本项目环保竣工验收检查一览表**

| 检查项目 | 环保设施 | 备注 |
|---|---|---|
| 场所实体设施 | 四周墙体、顶棚、地坪辐射防护落实情况 | 1、6 号楼七层心导管室（4）东墙为新砌 240mm 实心砖墙+新增 30mm 厚硫 |

| | | |
|---|---|---|
| | | 酸钡防护涂料，南墙和西墙为利旧240mm实心砖墙+新增30mm厚硫酸钡防护涂料，北墙为新砌120mm实心砖墙+新增30mm厚硫酸钡防护涂料，顶棚利旧120mm混凝土现浇板+新增3mm厚硫酸钡板；地坪利旧120mm混凝土现浇板+新增30mm厚硫酸钡防护涂料。<br>2、2号楼二层DSA机房④和DSA机房⑤的东墙为新砌120mm实心砖墙+新增30mm厚硫酸钡防护涂料，南、西和北墙为利旧240mm实心砖墙+新增30mm厚硫酸钡防护涂料，顶棚为利旧120mm混凝土现浇板+新增3mm厚硫酸钡板，地坪为利旧120mm混凝土现浇板+新增30mm厚硫酸钡防护涂料。 |
| | 防护门 | 新增内嵌4mm厚铅板的防护门 |
| | 观察窗 | 20mm厚铅玻璃（1mmPb/5mm） |
| 警示装置 | 入口处电离辐射警示标志 | 张贴至明显位置，无遮挡 |
| | 入口处工作状态警指示灯 | 工作状态警指示灯运行良好 |
| | 曝光过程警示装置 | 设备曝光时运行良好 |
| 防护设施 | 工作人员防护用品：铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、防护手套（选配：铅橡胶帽子）、介入铅手套 | 每间机房内铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、防护手套（选配：铅橡胶帽子）0.5mmPb，介入铅手套铅当量不小于0.025mmPb，防护用品数量不少于7套 |
| | 患者防护用品：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）0.35mmPb | 每间机房内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）0.35mmPb，防护用品数量不少于2套 |
| | 铅悬挂防护屏、床侧防护帘 | 每间机房内铅悬挂防护屏、床侧防护帘0.5mmPb，数量不少于1套 |
| | 通风系统 | 满足良好的通风换气要求 |
| 辐射监测 | 便携式X-γ监测仪 | 拟利旧 |
| 个人剂量报警仪 | 个人剂量报警仪 | 拟利旧 |
| 个人剂量 | 个人剂量计 | 拟利旧 |
| 对讲装置 | DSA机房和控制室的对讲系统 | 3套，各DSA机房和控制室能进行对讲 |
| 其它 | 人员培训、制度、应急救治物资准备 | 新增人员培训、制度和应急救治物资应落实 |

## 12.4 辐射事故应急

### 12.4.1 辐射事故应急预案内容

为了应对放射诊疗中的事故和突发事件，医院已应制订辐射事故应急预案，具体如下：

组长：[redacted]

副组长：[redacted]

组员：[redacted]

联络员：[redacted]

环境保护局：[redacted]

**辐射安全与防护管理领导委员会职责包括：**

①负责医院辐射防护与环境保护工作的监督与检查，并经常检查各项相关规章制度、辐射防护措施及环境保护措施落实情况；

②根据相关法律法规政策组织修订辐射事故应急预案及规章制度；

③负责辐射工作人员个人剂量和健康管理，并组织开展对辐射工作场所进行年度监测和年度评估报告的编制工作；

④组织实施辐射安全与防护相关法律法规的培训学习，并落实辐射工作人员上岗培训计划；

⑤负责对医院所有辐射安全与防护设施、设备进行定期保养，做好保养记录，如有损坏及时协同相关部门进行处理。

⑥组织医院开展辐射事故应急演练及辐射事故应急处置及调查公众。

**12.4.2 医院辐射事故应急预案现状**

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等有关放射防护法律、法规的规定，结合医院实际情况，医院已制定了《浙江省人民医院放射事故应急处置预案》等应急管理制度和措施。并成立了放射事故应急处置组，应急处置组成员包含相关职能部门的负责人及辐射相关临床医技科室负责人，制度明确了应急处置组的主要职责。预案内容主要包括：

（1）目的；

（2）组织架构及职责；

（3）放射工作管理制度；

（4）应急处置措施；

（5）保障措施。

建设单位的应急预案内容较完善，并且具有较好的针对性和可操作性，能够满足拟开展核技术利用项目的事故应急需求。

项目单位应按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保护部令第 18 号）第六章第四十三条规定，结合本项目实际情况，对原有辐射事故应急预案予以补充、完善，增加应急设备、应急演练计划等内容。

**12.4.3 应急措施**

若本项目发生了辐射事故，医院应迅速、有效的采取以下应急措施：

（1）发现误照射事故时，工作人员应立即切断电源，将病人撤出机房，关闭机房门，同时向医院主管领导报告。

（2）医院根据估算的超剂量值，尽快安排误照人员进行检查或在指定的医疗机构救治；对可能受放射损伤的人员，应立即采取暂时隔离和应急救援措施。

（3）事故发生后的 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向生态环境主管部门和公安部门报告。造成或可能造成超剂量照射的，还应同时向当地卫健部门报告。

（4）最后查清事故原因，分清责任，消除事故隐患。

医院应按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保护部令第 18 号）第六章第四十三条规定，结合本项目实际情况，对原有辐射事故应急预案予以补充、完善，增加应急设备、应急演练计划等内容。

# 表 13 结论与建议

## 13.1 结论

### 13.1.1 项目概况

项目名称：浙江省人民医院新增 DSA 应用项目

建设性质：改扩建

建设单位：浙江省人民医院

建设地点：浙江省杭州市拱墅区上塘路 158 号，浙江省人民医院 1 号楼三层北侧

本项目建设内容及规模：拟将 2 号楼二层东侧自北向南的 1 间治疗中心、1 间教研室和 1 间阅览室改建为 DSA 机房④及其控制室，机房内有效使用面积为 42.13m$^2$（8070mm×5220mm）。拟将 2 号楼二层东侧 3 间办公室改建为 DSA 机房④及其控制室，机房内有效使用面积为 40.18m$^2$（7200mm×5580mm）。

改建后的 DSA 机房④和 DSA 机房⑤的东墙为新砌 120mm 实心砖墙+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料，南墙、西墙和北墙为利旧 240mm 实心砖墙+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料，顶棚为利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 30mm 厚硫酸钡板，地坪为利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料，新增 2 扇内衬 4mm 铅的防护门和 1 扇 20mm 的铅玻璃。

拟将 6 号楼 7 层北侧 1 间示教室改建为心导管室（4）及其控制室，机房内有效使用面积为 52.96m$^2$（8000mm×6620mm）。改建后心导管室（4）东墙为新砌 240mm 实心砖墙+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料，南墙和西墙为利旧 240mm 实心砖墙+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料，北墙为新砌 120mm 实心砖墙+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料，顶棚为利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 30mm 厚硫酸钡板，地坪为利旧 120mm 混凝土现浇板+新增 30mm 厚硫酸钡防护涂料，新增 2 扇内衬 4mm 铅的防护门和 1 扇 20mm 的铅玻璃。

本项目涉及的 3 间 DSA 机房内各拟新增一台数字减影血管造影 X 射线系统（DSA）用于开展介入手术，该设备为II类射线装置， 型号和厂家待定，拟设置最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，

### 13.1.2 本项目产业政策符合性分析

本项目的建设属于《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）“第一类鼓励类”中“十三、医药”中的第4条“4、新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

本项目按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用实践具有正当性，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践正当性”的要求。

**13.1.3 本项目选址合理性分析**

浙江省人民医院位于浙江省杭州市拱墅区上塘路 158 号，医院东侧和东北侧隔室外道路为小区（朝晖四区），南侧隔室外道路和河道（南应家河）为小区（朝晖二区），西侧为上塘路辅路和上塘路高架，西北侧隔室外道路为杭州整形医院和小区（朝晖四区）。

医院主要建筑有 1 号楼（病房综合楼）、2 号楼（门急诊综合楼）、3 号楼（医技综合楼）、5 号楼（病房综合楼）、6 号楼（病房综合楼）、7 号楼（行政楼）、8 号楼（食堂楼）、9 号楼（科教楼）、10 号楼（采购维修楼）、11 号楼（环保楼）、12 号楼（公寓楼）和 15 号楼（行政楼）。其中项目涉及的 2 号楼在医院西南侧，6 号楼在医院东侧。

本项目涉及的心导管室（4）位于 6 号楼七层北侧，机房东侧为控制室，南侧为过道，西侧为值班室，北侧临空，上方为办公室和示教室，下方为网络分机房和泵房。

本项目涉及的 DSA 机房④和 DSA⑨位于医院 2 号楼二层东侧，DSA 机房④东侧临空，南侧为卫生间，西侧为过道，北侧为控制室，上方为推拿室，下方为技师办公室。DSA 机房⑤东侧临空，南侧为楼道和强电间，西侧为过道，北侧为控制室，上方为医生办公室，下方为技师办公室。

心导管室（4）北侧边界外 60m 为室外道路，60m 内为院内道路和 8 号楼（食堂楼）。机房东侧边界外 50m 内为 6 号楼建筑内部、院内道路、朝晖四小区（33、34 和 35 幢）和小区道路，小区与机房东侧边界最近距离约 34m。心导管室（4）南侧外 107m 为沿河绿化带，107m 内为 6 号楼建筑内部、院内道路和 12 号楼（公寓楼），其中 12 号楼（公寓楼）距机房南侧边界 70m。心导管室（4）西侧 238m 为上塘路，238m 内

为 6 号楼建筑内部、院内倒楼、7 号楼（行政楼）、1 号楼（病房综合楼），其中 7 号楼（行政楼）距机房西侧边界 69m，1 号楼（病房综合楼）距机房西侧边界 120m。

DSA 机房④和 DSA 机房⑤整体北侧边界外 115m 为室外道路，115m 内为 2 号楼内部、院内道路和 7 号楼（行政楼），其中 7 号楼（行政楼）距机房北侧边界 47m。机房东侧边界外 118m 内为院内道路和朝晖四区（33 幢）。机房南侧边界外 50m 内为 2 号楼建筑内部、院内道路和沿河绿化带，沿河绿化带距机房南侧边界最近约 37m。机房西侧边界外 128m 为 2 号楼建筑内部、院内道路河上塘路，其中上塘路距机房西侧边界 128m。

本项目位于医院 2 号楼和 6 号楼内，涉及的三间 DSA 机房北侧、南侧和西侧边界外 50m 评价范围内为医院大楼内部、院内道路和室外沿河绿化带，不存在自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等敏感目标。项目中 6 号楼七层北侧的心导管室（4）东侧边界 50m 范围内涉及小区楼房（东侧边界外 34m 为朝晖四小区 33、34 和 35 幢），本项目为医用Ⅱ类射线装置，主照射方向朝下或朝上，不在东侧住户方向，环评要求机房四周设置屏蔽防护设施，须达《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中机房屏蔽体外 30cm 处不高于 2.5μSv/h 要求，并对机房四周人员所受到的有剂量进行分析，保障机房外人员所受剂量在标准要求内，项目运营过程产生的电离辐射，经采取一定的防护治理措施后对周围环境造成的辐射影响是可接受的，故本项目的选址是可行的。

**13.1.4 项目所在地区环境质量现状**

本项目拟建心导管室（4）、DSA 机房④和 DSA 机房⑤及周围室内的γ辐射空气吸收剂量率范围为 97nGy/h～130nGy/h，DSA 机房④和 DSA 机房⑤周围室外环境的γ辐射空气吸收剂量率范围为 47nGy/h～82nGy/h。符合《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》中杭州地区建筑物室内γ辐射剂量率 56nGy/h～443nGy/h，杭州地区道路上γ辐射剂量率 28nGy/h～220nGy/h 中的空气吸收剂量率范围，属于当地正常天然本底辐射水平。

**13.1.5 环境影响评价分析结论**

**13.1.5.1 施工期**

本项目中心导管室（4）位于医院6号楼七层北侧、DSA机房④和DSA机房⑤位于医院2号楼二层东侧，项目施工周期短，医院强化施工期环境管理，严格落实施工期各

项环保措施，尽可能减缓施工期对环境产生的影响。

**13.1.5.2 营运期**

（1）辐射环境影响分析

经模式预测，在正常工况下，本项目涉及机房外周围各关注点处的辐射剂量率能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h；具有短时、高剂量率曝光的摄影程序，机房外的周围剂量当量率应不大于 25μSv/h。”的要求。

本项目各职业人员和公众所受辐射年有效剂量符合《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，也低于本评价提出的 5.0mSv 和 0.25mSv 的年管理剂量约束值。

（2）大气的环境影响分析

项目涉及的三间 DSA 机房内设置机械排风装置，该设施满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风”的要求。工作时产生的废气经排风系统排出后进去大气中，经自然分解和稀释，其浓度远低于《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）的二级标准的要求，对区域大气环境影响轻微。

（3）废水的环境影响分析

本项目辐射工作场所不产生成像废水和放射性废水，废水主要为生活废水。医院产生的废水依托医院现有污水处理站进行预处理，处理达《医疗机构水污染排放标准》（GB18466-2005）中表 2 中预处理标准后，纳入市政污水官网，最终经市政污水处理厂处理达标后排入环境，不会对周围水环境产生影响。

（4）固体废弃物的环境影响分析

本项目拟使用的 DSA 采用数字成像，不产生废显（定）影液及废胶片。DSA 造影检查会产生少量造影剂、一次性棉球、纱布等医疗废物，经医院回收后由有资质的单位定期回收处理。DSA 介入手术过程产生的废少量血液和人体组织等医疗废物统一分类收集、密封打包并消毒后由有资质的单位统一回收处理。

工作人员工作中会产生的少量的生活垃圾和办公垃圾收集后由环卫每天清运，不会对环境造成二次污染。

（5）噪声环境影响分析

机房通排风系统工作时将产生一定的噪声，相应系统拟采用低噪设备并设置减振降噪装置，一般可降噪约10-20dB（A），再经距离衰减，其噪声值不会超过60dB(A)，噪声较小，且设备仅在昼间运行。经各项措施后，可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中2类标准限值要求。

**13.1.6 事故风险与防范**

医院制订的安全规章制度内容应结合本项目新增的内容修改并完善，并认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

**13.1.7 环保设施与保护目标**

医院现有环保设施配置较全，总体运行良好。为使本次环评中确定的保护目标所受的辐射剂量保持在合理的、可达到的尽可能低的水平，医院须按环评要求配备更全、效能良好的环保设施。

**13.1.8 医院辐射安全管理的综合能力**

医院已成立了辐射安全工作组，并指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作；医院现有辐射安全管理小组基本能满足当下工作需求，运营后可根据实际情况及本报告要求，制定和完善相关辐射管理制度，以适应当前环保的管理要求；医院的辐射工作人员须进行定期培训、职业健康监护和个人剂量监测，建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。

**13.1.9 项目环保可行性结论**

**在坚持“三同时”的原则，采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施后，评价认为，本项目运行时对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。**

## 13.2 建议与承诺

### 13.2.1 建议

（1）施工时应请专门的施工单位进行施工，使用的屏蔽防护材料应向专业厂家购置；防护门、窗安装时注意搭接处的防护，防护门与墙、窗与墙、墙体之间搭接处重叠宽度应不小于空隙的 10 倍。

（2）根据生态环境部《关于做好 2020 年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》（环办辐射函〔2019〕853 号）和《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（2019 年，第 57 号）精神，医院应尽快组织新增辐射工作人员与原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员到生态环境部培训平台（http:/fushe.mee.gov.cn）报名并参加考核。

（3）本项目竣工环境保护验收之前，确保拟制定的管理制度完成；原有制度应结合本项目实际情况予以补充、完善。

（4）严格执行本项目在医疗工作过程中对控制区和监督区管理措施，控制人流管理措施，落实分区管理措施。

（5）医院应进一步加强环保档案管理，由专人或兼职人员负责。加强对辐射工作人员个人剂量的管理，若发现季度监测数据超过 1.25mSv，应及时进行调查、查找原因，并采取相应的干预管理措施；定期将辐射监测设备送至有检定资质的单位进行检定，保证监测设备监测数据的有效性。

（6）医用射线装置报废前，医院应采取去功能化措施妥善处理，确保报废装置无法再次通电使用。

（7）定期进行辐射工作场所的检查及监测，如发现监测结果超过管理限制，应及时查找原因、排除事故隐患影响，把辐射影响减少到“可以合理达到的尽可能低的水平”。

（8）医院应配备相应的辐射巡测仪，并将按照规定开展日常监测工作，同时对辐射工作场所的警示装置、防护设施经行检查，若出现松动、脱落或损坏，应及时修复或更换。

（9）医院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。

（10）建设单位必须实施申报登记。申领、延续、更换《辐射安全许可证》、新增

或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

**13.2.2承诺**

（1）医院承诺在本次环评报告取得环评批复后及时申领辐射安全许可证；在本项目新增 DSA 装置正式运行前根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号），在规定的验收期限内（一般不超过 3 个月），对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告；

（2）医院承诺按照国家相关法律法规及环评报告的要求更新、补充和完善辐射事故应急预案和应急措施，使其具有针对性和可操作性。

（3）医院承诺严格按照本报告的屏蔽防护设计方案、辐射安全措施、辐射安全设施及装置、“三废”治理装置及措施等辐射环保内容进行建设。加强辐射工作人员的管理，监督人员防护用具的使用。

（4）定期组织辐射工作人员参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训与考核，证书有效期满前，应组织复训。

（5）医院承诺严格执行辐射监测计划，发现问题及时整改。定期检查 DSA 机房工作警示灯，确保工作警示灯正常工作，避免无关人员误入机房。