核技术利用建设项目

天津市胸科医院
扩建使用 7 台 II 类射线装置（血管造影机）项目
环境影响报告表

天津市胸科医院（盖章）

2023 年 6 月

核技术利用建设项目

天津市胸科医院
扩建使用 7 台 II 类射线装置（血管造影机）项目
环境影响报告表

建设单位名称：天津市胸科医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：天津市和平区西安道 93 号

邮政编码：[redacted] 联系人：[redacted]

电子邮箱：[redacted] 联系电话：[redacted]

目 录

附件

中华人民共和国

事业单位法人证书

（副本）

统一社会信用代码 [redacted]

名　　称	核工业北京地质研究院
宗旨和业务范围	开展核地质研究，促进核工业发展。 矿产地质和水文地质研究 工程地质研究 物化探研究 矿产资源研究与勘查 矿物分析测试 航测遥感技术研究与应用 环境质量和辐射环境监测 核废物处置研究 工程选址与评价 核事故应急监测 相关进出口业务 相关学历教育、专业培训、技术开发与技术服务
住　　所	北京市朝阳区安外小关东里10号院
法定代表人	陈亮
经费来源	财政补助、事业、经营收入
开办资金	￥2956万元
举办单位	中国核工业集团有限公司

gjsy.gov.cn

登记管理机关

国家事业单位登记管理局 证书专用章

有效期　自2023年02月24日　至2028年02月24日

此件仅供投标使用，盖院章有效。

国家事业单位登记管理局监制

打印编号：1686641028000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	62n12s
建设项目名称	天津市胸科医院扩建使用7台II类射线装置（血管造影机）项目环境影响报告表
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目
环境影响评价文件类型	报告表
一、建设单位情况	
单位名称（盖章）	天津市胸科医院
统一社会信用代码	121200004013544086
法定代表人（签章）	孙大强
主要负责人（签字）	张迎怡 张迎怡
直接负责的主管人员（签字）	周静 周静
二、编制单位情况	
单位名称（盖章）	核工业北京地质研究院
统一社会信用代码	12100000400001978XF
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
汪仲琼	2015035110352014110703000155	BH019244	汪仲琼

2. 主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
汪仲琼	表1 项目基本情况 表4 射线装置 表5 废弃物 表6 评价依据 表7 保护目标与评价标准 表8 环境质量和辐射现状 表9 项目工程分析与源项 表10 辐射安全与防护 表11 环境影响分析 表12 辐射安全管理 表13 结论与建议	BH019244	汪仲琼

姓名:
Full Name 汪仲琼

性别:
Sex 女

出生年月:
Date of Birth 1986年9月

专业类别:
Professional Type

批准日期:
Approval Date 2015年5月24日

持证人签名:
Signature of the Bearer

签发单位盖章:
Issued by

签发日期: 2015 年 11 月 11 日
Issued on

管理号
File No [redacted]

北京市人力资源和社会保障局 职称专用章 (1)

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部，环境保护部批准颁发，它表明持证人通过国家统一组织的考试，取得环境影响评价工程师的职业资格。

This is to certify that the bearer of the Certificate has passed national examination organized by the Chinese government departments and has obtained qualifications for Environmental Impact Assessment Engineer.

中华人民共和国人力资源和社会保障部

approved & authorized
by
Ministry of Human Resources and Social Security
The People's Republic of China

中华人民共和国环境保护部

approved & authorized
by
Ministry of Environmental Protection
The People's Republic of China

编号:
No. HP 00017644

北京市社会保险个人权益记录(单位职工缴费信息)

社会保险登记号: [redacted]
统一社会信用代码(组织机构代码):
单位名称: 核工业北京地质研究院

校验码: tlzrth
查询流水号: 105020230613165338
查询日期: 1992年10月至2023年05月

序号	姓名	社会保障号码	险种	缴费情况		本单位实际缴费月数
				起始年月	截止年月	
1	汪仲琼	[redacted]	养老			
			失业	2012年02月	2023年04月	135
			工伤	2012年02月	2023年04月	135
			医疗			
			生育			

备注:
1.如需鉴定真伪,请30日内通过登录 http://fuwu.rsj.beijing.gov.cn/bjdkhy/ggfw/,进入“社保权益单校验”,录入校验码和查询流水号进行甄别,黑色与红色印章效力相同。
2.为保证信息安全,请妥善保管个人权益记录。
3.养老、工伤、失业保险相关数据来源于社保经(代)办机构,医疗、生育保险相关数据来源于医保经办机构。医疗、生育保险暂不支持实时查询,系统维护中,将于近期完成开发上线。

北京市朝阳区社会保险基金管理中心

日期: 2023年06月13日

表 1 项目基本情况

<table>
<tr><td>建设项目名称</td><td colspan="6">天津市胸科医院扩建使用 7 台 II 类射线装置（血管造影机）项目</td></tr>
<tr><td>建设单位</td><td colspan="6">天津市胸科医院</td></tr>
<tr><td>法人代表</td><td>孙大强</td><td>联系人</td><td>周静</td><td>联系电话</td><td colspan="2">[redacted]</td></tr>
<tr><td>注册地址</td><td colspan="6">天津市和平区西安道 93 号</td></tr>
<tr><td>项目建设地点</td><td colspan="6">天津市和平区西安道 93 号，天津市胸科医院和平院区院内医疗综合楼二楼东北侧新建介入场所、三楼西北侧新建手术中心</td></tr>
<tr><td>立项审批部门</td><td colspan="2">—</td><td>批准文号</td><td colspan="3">—</td></tr>
<tr><td>建设项目总投资（万元）</td><td>3539.10</td><td>项目环保投资（万元）</td><td>93.9</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td colspan="2">2.65%</td></tr>
<tr><td>项目性质</td><td colspan="3">☑新建 □改建 □扩建 □其它</td><td>占地面积（m²）</td><td colspan="2">约 415</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="9">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>□销售</td><td>□ I 类 □ II 类 □III类 □IV类 □ V 类</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td>□ 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>□制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td>/</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td>□乙 □丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>□生产</td><td>□ II 类 □III类</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td>□ II 类 □III类</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td>☑ II 类 □III类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td>/</td><td>/</td></tr>
</table>

项目概述

1、建设单位情况

天津市胸科医院始建于 1947 年，是一所以治疗心、肺疾病，集医、教、研、防为一体的现代化三级甲等专科医院，天津大学胸科医院、南开大学附属胸科医院、天津医科大学胸科临床学院。胸科医院设有临床科室 24 个，医技科室 17 个，内设管理机构 21 个，群团组织 2 个，同时设有天津市心血管病研究所。截至 2022 年 8 月，医院共有职工 1765 人，其中专业技术人员 1595 人。医院现有两个院区，分别为津南院区和和平院区。

本项目位于和平院区，作为国家疑难病症诊治能力提升工程项目的和平院区原址于2019年12月动工重建，重建后的和平院区总建筑面积达5.89万平方米，规划床位数400张，预计2023年下半年投入使用，医院现持有辐射安全许可证，证书编号：津环辐证[00208]，目前证上登记的设备均为津南院区设备，均已履行环保手续。

2、项目由来

为提升医疗服务水平，满足患者诊断治疗的需要，天津市胸科医院计划在和平院区院内医疗综合楼二楼东北侧新建介入场所，于该介入场所新建5座DSA机房；同时拟于医院医疗综合楼三楼西北侧手术中心新建2座DSA手术室，7台DSA均用于医疗诊断及介入治疗。

根据原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017年第66号《关于发布射线装置分类的公告》，血管造影用X射线装置属于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），本项目属于“五十五、核与辐射—172、核技术利用建设项目”中“生产、使用Ⅱ类射线装置的”，应编制环境影响报告表。

受天津市胸科医院委托，核工业北京地质研究院承担本核技术利用项目的环境影响评价工作。技术人员在现场踏勘、资料调研的基础上编制完成《天津市胸科医院扩建使用7台II类射线装置（血管造影机）项目环境影响报告表》。

3.建设内容及规模

本项目建设规模：于医院医疗综合楼二楼东北侧新建一处介入场所，该场所共涉及5座DSA机房，其中北侧两座机房自西向东依次为机房1、机房2，南侧三座机房自西向东依次为机房3、机房4、机房5，拟购置4台飞利浦 Azurion 7 M12型血管造影机（DSA）分别安装在DSA机房1、DSA机房2、DSA机房3、DSA机房5，拟购置1台飞利浦 Azurion 7 M20型血管造影机（DSA），分别安装在DSA机房4内；拟于医院医疗综合楼三楼西北侧新建一处手术中心，该场所涉及2座DSA手术室，自东向西依次为杂交手术室2、杂交手术室3，各DSA手术室包括杂交手术室、控制室及设备机房等，拟购置2台飞利浦 Azurion 7 M20型血管造影机（DSA），安装于医疗综合楼三楼2间DSA杂交手术室内。三楼2间DSA开展的介入类型较为繁杂，因此称为杂交手术室。

建设内容详见表1-1。

表1-1　建设内容一览表

机房编号	DSA机房1	DSA机房2	DSA机房3	DSA机房4	DSA机房5	杂交手术室2	杂交手术室3
机房位	医疗综合	医疗综合	医疗综合	医疗综合	医疗综合	医疗综合	医疗综合

置	楼二楼东北侧	楼二楼东北侧	楼二楼东北侧	楼二楼东北侧	楼二楼东北侧	楼三楼西北侧	楼三楼西北侧
机房面积	50.2m²	65.5m²	52.3m²	51.7m²	51.1m²	66.1m²	76.17m²
新增设备	1 台 Azurion 7 M12	1 台 Azurion 7 M12	1 台 Azurion 7 M12	1 台 Azurion 7 M20	1 台 Azurion 7 M12	1 台 Azurion 7 M20	1 台 Azurion 7 M20
最大管电压	125kV	125kV	125kV	125kV	125kV	125kV	125kV
最大管电流	1000mA	1000mA	1000mA	1000mA	1000mA	1000mA	1000mA
生产厂家	飞利浦	飞利浦	飞利浦	飞利浦	飞利浦	飞利浦	飞利浦

4.劳动定员及工作时间

本项目拟设置固定工作人员 25 名，均为现有辐射工作人员。其中二层拟设置工作人员 15 人，包括 5 名医生、5 名护士、5 名技师，实行单班制，每天 8h，年工作 250 天，三人一组负责本项目二层 5 台 DSA 装置，不参与其他工作，人员名单见表 1-5。同时三层杂交手术室拟设置工作人员 10 名，均为现有辐射工作人员，实行单班制，每天 8h，年工作 250 天，5 人一组负责本项目三层 2 台 DSA 装置，不参与其他工作，目前人员名单尚未确定。

根据建设单位提供资料，本项目每台血管造影机年拍片 500 人，介入手术量最多 950 例。拍片时，摄影模式曝光时间约为 10s/人；手术时，摄影模式曝光时间约为 10s/人，透视模式曝光时间约为 10min/台。由此估算，每台血管造影机年累计最大照射时间约为 162.3h（摄影 4.0h，透视 158.3h）。

5.项目选址及周边环境等情况

天津市胸科医院和平院区位于天津市和平区西安道 93 号，院区中心坐标为东经 117° 11′ 50.46″，北纬 39° 6′ 59.74″。医院四至如下：东侧为复兴公园，南至西安道，西至柳州路，北至潼关道。本项目地理位置图见附图 1，周围环境图见附图 2。

本项目新建 7 座 DSA 机房均位于天津市胸科医院和平院区内。各 DSA 机房拟建区域现状均为空房间，具体布置及使用场所选址如下：

（1）DSA 机房 1

DSA 机房 1 位于医疗综合楼二楼东北侧，拟安装 1 台最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA 的 Azurion 7 M12 型 DSA，DSA 机房 1 北侧为控制室，东北侧为刷手区，西

侧为医护通道、卫生间等，东侧为设备间、DSA 机房 2、医护通道等，南侧为患者走廊、DSA 机房 3 等，楼上为输血科，楼下为主任办公区。

（2）DSA 机房 2

DSA 机房 2 位于医疗综合楼二楼东北侧，拟安装 1 台最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA 的 Azurion 7 M12 型 DSA，DSA 机房 2 北侧为控制室，西北侧为刷手区，西侧为设备间、DSA 机房 1、医护通道等，南侧为患者走廊、DSA 机房 4、DSA 机房 5 等，东侧为医护通道、电梯、库房、走廊等，楼上为辅助间，楼下为医生办公区。

（3）DSA 机房 3

DSA 机房 3 位于医疗综合楼二楼东北侧，DSA 机房 1 南侧，拟安装 1 台最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA 的 Azurion 7 M12 型 DSA，DSA 机房 3 北侧为患者走廊、DSA 机房 1，西侧为准备间、走廊等，东侧为 DSA 机房 4、DSA 机房 5 等，南侧为控制室、医护通道、B 超室等，楼上为医生办公区，楼下为拟建放射科机房。

（4）DSA 机房 4

DSA 机房 4 位于医疗综合楼二楼东北侧，DSA 机房 3 和 DSA 机房 5 中间，拟安装 1 台最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA 的 Azurion 7 M20 型 DSA，DSA 机房 4 北侧为患者走廊、DSA 机房 2，西侧为 DSA 机房 3、准备间、走廊等，东侧为 DSA 机房 5、刷手池、走廊、医生办公区等，南侧为控制室设备间、医护通道、B 超室等，楼上为病房，楼下为拟建放射科机房。

（5）DSA 机房 5

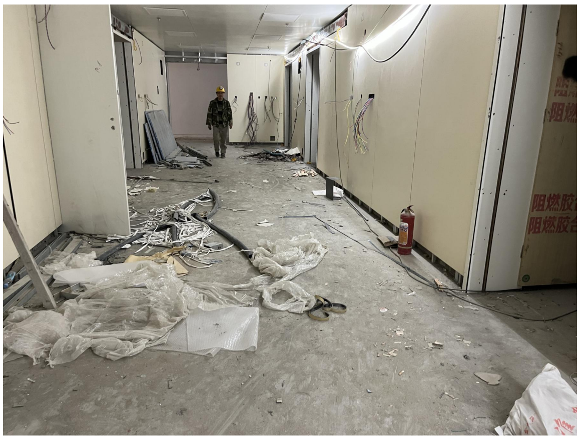
DSA 机房 5 位于医疗综合楼二楼东北侧，DSA 机房 4 东侧，拟安装 1 台最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA 的 Azurion 7 M12 型 DSA，DSA 机房 5 北侧为患者走廊、DSA 机房 2，西侧为 DSA 机房 4、DSA 机房 3、准备间、走廊等，东侧为刷手池、走廊、医生办公区等，南侧为控制室、医护通道设备间、B 超室等，楼上为病房，楼下为值班室。

（6）杂交手术室 2

杂交手术室 2 位于医疗综合楼三楼西北侧，拟安装 1 台最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA 的 Azurion 7 M20 型 DSA，杂交手术室 2 北侧为污物走廊、外环境，西侧为设备机房、控制室、杂交手术室 3 等，东侧为 1 号手术间等，南侧为患者走廊、电梯间等，楼上为物质供应科库房，楼下为急诊观察、空调机房、库房。

（7）杂交手术室 3

杂交手术室 3 位于医疗综合楼三楼西北侧，拟安装 1 台最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA 的 Azurion 7 M20 型 DSA，杂交手术室 3 北侧为污物走廊、外环境，西侧为污物走廊、院内道路，东侧为设备机房、控制室、杂交手术室 2 等，南侧为 4 号手术间等，楼上为物质供应科库房，楼下为隔离观察及急诊观察、空调机房、库房。

	
本项目所在医疗综合楼	二楼介入场所
	
DSA 机房 1	DSA 机房 2
	
DSA 机房 3	DSA 机房 4

	
DSA 机房 5	杂交手术室 2
	
杂交手术室 3	院内食堂
	/
大悦城	/

图 1-1 现场照片

本项目 7 座 DSA 机房屏蔽边界外 50m 范围内涉及主要环境敏感目标为院内食堂和院外北侧大悦城（商业及商务办公区）。涉及人员为辐射工作人员、非辐射工作人员、病患及途径公众，经后续理论计算分析，本项目对环境敏感目标影响较小。

6.产业政策符合性分析

依据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修订，国家发展和改革委员会第 49 号令），本项目属于第一类鼓励类第三十七项“卫生健康”中第 5 条“医疗卫生服务设施建设”。同时，本项目不属于《市场准入负面清单（2022 年版）》禁止事项。本项目符合国家和天津市的相关产业政策。

7.规划符合性分析

本项目位于天津市和平区西安道 93 号，天津市胸科医院和平院区内医疗综合楼二楼东北侧新建介入场所、三楼西北侧新建手术中心，根据建设单位提供的不动产权证（津（2020）和平区不动产权第 1000379 号），本项目用地性质为医卫慈善用地，选址符合用地规划要求。

8.实践正当性分析

本项目的建设可以更好地满足患者的就诊需求，提高对疾病的诊治能力。核技术应用项目的开展，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，因此，该项目的实践是必要的。

医院在放射诊疗过程中，对射线装置的使用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射工作人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危险，该核技术应用实践具有正当性。符合辐射防护“实践的正当性”原则，DSA 装置投入使用后，能有效提高区域医疗服务水平，有利于提高疾病的诊断正确率和有效治疗方案的提出，总体上大大节省了医疗费用，争取了宝贵的治疗时间，该项目在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。从代价利益分析看，本项目同样是正当可行的。

9.现有核技术利用项目许可情况

（1）医院原有项目辐射安全许可证情况

天津市胸科医院持有辐射安全许可证（证书编号：津环辐证[00208]），发证日期为 2022 年 02 月 21 日，有效期至 2024 年 03 月 14 日，许可种类和范围：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。

医院在用Ⅱ类射线装置 11 台，III类射线装置 15 台，使用 3 种非密封放射性物质，均已履行环保手续,，均属于津南院区在津南院区内使用，和平院区尚未建成，津南院区具体射线装置清单详见下表。

表 1-2　医院现有非密封放射性物质一览表

序号	核素名称	批准的日等效最大操作量（Bq）	批准的年最大使用量（Bq）	场所分级	工作场所
1	I-131	3.70E+7	3.56E+10	乙级	津南院区 D 座一层东侧
2	Sr-89	1.48E+7	1.43E+10	丙级	
3	Tc-99m	2.04E+7	5.09E+12	乙级	

表 1-3　医院现有射线装置一览表

序号	名称	类别	数量（台）	型号	用途	工作场所
1	直线加速器	II 类	1	Synergy-IGR	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	津南院区 D 座一层西侧：直线加速器机房
2	血管造影机	II 类	1	Allura XperFD20/10	血管造影用 X 射线装置	津南院区 A 座二层导管室：第四导管室
3	血管造影机	II 类	1	Allura XperFD10	血管造影用 X 射线装置	津南院区 A 座二层导管室：第六导管室
4	血管造影机	II 类	1	Allura XperFD10	血管造影用 X 射线装置	津南院区 A 座二层导管室：第三导管室
5	血管造影机	II 类	1	Allura XperFD10	血管造影用 X 射线装置	津南院区 A 座二层导管室：第二导管室
6	血管造影机	II 类	1	Allura XperFD10	血管造影用 X 射线装置	津南院区 A 座二层导管室：第五导管室
7	血管造影机	II 类	1	Allura XperFD10	血管造影用 X 射线装置	津南院区 A 座二层导管室：第八导管室
8	血管造影机	II 类	1	Allura XperFD20	血管造影用 X 射线装置	津南院区 A 座二层导管室：第八手术室
9	血管造影机	II 类	1	Aitis Zee Floor	血管造影用 X 射线装置	津南院区 A 座二层导管室：第一导管室
10	血管造影机	II 类	1	Allura XperFD10	血管造影用 X 射线装置	津南院区 A 座二层导管

						室：第七导管室
11	256 排 CT	III 类	1	PHLLIPS Brillianceict	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	津南院区 A 座一层：256 排 CT 检查室
12	16 排 CT	III 类	1	SOMTOM Emotion16-Slice congiguration	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	津南院区 A 座一层：西门子 16 排 CT 检查室
13	双源 CT	III 类	1	双源 SOMATOM Definition	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	津南院区 A 座一层：双源 CT 检查室
14	SPECT/CT 一体机	III 类	1	Symbia T6	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	津南院区 D 座一层东侧：ECT 检查室
15	大口径 CT	III 类	1	Philips Briliance CT Big Bore	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	津南院区 D 座一层西侧：CT 模拟定位室
16	16 排 CT	III 类	1	PHILIPS Mx16	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	津南院区发热门诊西侧：飞利浦 16 排 CT 检查室
17	胃肠机	III 类	1	万东 HF51-5	医用诊断 X 射线装置	津南院区 A 座一层：胃肠道检查室
18	床旁机	III 类	1	Ysio Dragon	医用诊断 X 射线装置	津南院区 A 座一层：DR 检查室 3
19	数字化 X 射线摄影系统	III 类	1	Ysio Dragon	医用诊断 X 射线装置	津南院区 A 座一层：DR 检查室 2
20	床旁机	III 类	1	Ysio Dragon	医用诊断 X 射线装置	津南院区 A 座一层：DR 检查室 2
21	数字化 X 射线摄影系统	III 类	1	Ysio Dragon	医用诊断 X 射线装置	津南院区 A 座一层：DR 检查室 1
22	X 线机	III 类	1	R-30H	医用诊断 X 射线装置	津南院区 E 座一层数字影响检查室
23	血管造影机	II 类	1	UNIQ FD10	血管造影用 X 射线装置	津南院区 A 座二层导管室：第九导管室
24	双源 CT	III	1	SOMATOM	医用 X 射线计算机	津南院区 A

		类		Force	断层扫描（CT）装置	座一层：新双源 CT 检查室
25	床旁机	III类	1	MUX-200D	医用诊断 X 射线装置	津南院区 A 座一层：储藏室
26	床旁机	III类	1	MUX-200D	医用诊断 X 射线装置	津南院区 A 座一层：储藏室

（2）人员持证情况

医院现有辐射工作人员 261 人，目前均在津南院区，后期根据和平院区需要进行调配，辐射工作人员均参加了核技术利用辐射安全与防护考核，考试均合格，均持证上岗，证书均在有效期内，本项目人员持证情况见表 12-2.

（3）个人剂量监测执行情况

医院现有 261 名辐射工作人员，已委托天津市疾病预防控制中心每三个月开展一次个人剂量计辐射剂量检测，并为辐射工作人员建立个人剂量监测档案，终生保存。本项目配备的 15 名辐射工作人员自 2022 年第一季度至 2022 年第四季度个人计量检测结果见下表。

表 1-5 辐射工作人员个人剂量计辐射剂量监测结果

序号	姓名	职业类别	H_P（10）（mSv）				
			2022 年第 1 季度	2022 年第 2 季度	2022 年第 3 季度	2022 年第 4 季度	合计
1	杨丽	2E	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	0.078
2	陈刚	2E	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	0.078
3	张晶	2E	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	0.078
4	周秀军	2E	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	0.078
5	马薇	2E	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	0.078
6	方亮	2E	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	0.078
7	周学伟	2E	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	0.078
8	李少亮	2E	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	0.078
9	刘才勇	2E	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	0.078
10	张宇	2E	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	0.078
11	常宏	2E	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	0.078
12	邓素君	2E	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	0.078
13	董红革	2E	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	0.078
14	郝丽娜	2E	<MDL	0.05	<MDL	<MDL	0.109

15	季玉红	2E	<MDL	0.04	<MDL	<MDL	0.098

注：监测结果＜MDL 的取 1/2MDL 作为监测结果，本项目最低探测结果 MDL 为 0.039（mSV）。

由检测结果可知，可知辐射工作人员年有效剂量最大为 0.109mSv/a 均满足职业人员年剂量约束值（2mSv/a）要求，目前辐射工作人员均未参与本项目工作。

（3）辐射安全与环境保护管理现状及制度建设情况

医院津南院区已成立辐射工作安全管理小组，成员见表 12-1。已制定相应的规章制度，包含《DSA 操作规程》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射防护及安全保卫制度》、《台账管理制度》、《辐射工作人员培训/再培训管理制度》、《辐射监测方案》、《辐射事故应急预案》、《辐射工作人员职业健康管理制度》、《放射科医疗照射质量保证方案及检测规范》、《设备检修维护制度》、《防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施》等。运行期间认真落实各项规章制度，按操作规程操作。后期和平院区将根据医院实际情况，对各项制度进行调整及修改，以满足和平院区需要。

（4）工作场所年度监测执行情况

医院 2022 年已委托天津市疾病预防控制中心对所有辐射工作场所开展辐射防护检测，并出具检测报告，根据 2022 年度的辐射工作场所辐射防护检测报告可知，场所周围的剂量当量率均满足相关标准要求。

（4）监测仪器、个人防护用品配备情况

津南院区已配备相应的监测仪器及个人防护用品，监测仪器包括：便携式 X-γ 剂量率仪、个人剂量报警仪等。个人防护用品包括：铅衣、铅帽、铅眼镜、铅围裙、铅手套、铅围脖、铅屏风等，和平院区后期根据需要配备相应仪器及防护用品。

医院原有核技术利用项目环保手续齐全，按规定制定辐射安全管理制度，配备辐射防护用品和监测设备，个人剂量计按期检测，辐射工作人员已进行职业健康体检，相关工作场所已开展例行检测等。医院自持有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）/ 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
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度（n/s）。

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量（Bq）	日等效最大操作量（Bq）	年最大用量（Bq）	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

表 4 射线装置

（一） 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

（二） X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量（台）	型号	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	用途	工作场所	备注
1	血管造影机	II 类	3	Azurion 7 M20	125KV	1000mA	血管造影用 X 射线装置	医疗综合楼二楼东北侧 DSA 机房 4 和三楼西北侧杂交手术室 2、3	/
2	血管造影机	II 类	4	Azurion 7 M12	125KV	1000mA	血管造影用 X 射线装置	医疗综合楼二楼东北侧 DSA 机房 1、2、3、5	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（三） 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
O_3	气态	/	/	少量	少量	少量	——	经 DSA 机房通风系统排入大气环境
NO_X	气态	/	/	少量	少量	少量	——	

注：1、常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/kg，气态为 mg/m^3；年排放总量用 kg。

2、含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/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》（中华人民共和国主席令第九号，2014 年 4 月 24 日修订，2015 年 1 月 1 日起施行）； （2）《中华人民共和国环境影响评价法》（中华人民共和国主席令第二十四号，2018 年 12 月 29 日第二次修正 并施行）； （3）《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第六号，2003 年 6 月 28 日通过，自 2003 年 10 月 1 日起施行）； （4）《中华人民共和国噪声污染防治法》(中华人民共和国主席令第一 O 四号 2021 年 12 月 24 日通过，自 2022 年 6 月 5 日起施行); （5)国务院令第 682 号《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》（2017 年 10 月 1 日）； （6）国务院令第 449 号《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2005 年 9 月 14 日发布，2019 年 3 月 2 日第二次修订并实施）； （7）原国家环保总局（总局令第 31 号）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006 年 1 月 18 日国家环境保护总局令第 31 号公布，2021 年 1 月 4 日生态环境部令第 20 号修改）； （8）原国家环保总局（环发〔2006〕145 号）《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（2006 年 09 月 26 日）； （9)原环保部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(2011 年 5 月 1 日）； （10）原环保部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号《关于发布<射线装置分类>的公告》（2017 年 12 月 5 日）； （11）生态环境部令第 9 号《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（自 2019 年 11 月 1 日起施行）； （12)生态环境部令第 16 号《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 年版)》（2021 年 1 月 1 日实施）； （13）《天津市生态环境保护条例》（2019 年 1 月 18 日通过，自 2019 年 3 月 1 日起施行）。

技术标准	（1）《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）； （2）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； （3）《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）； （4）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； （5）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； （6）《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）； （7）《电离辐射所致眼晶状体剂量估算方法》（GBZ/T301-2017）； （8）《职业性外照射个人剂量监测规范》（GBZ128-2019）； （9）《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ 98-2020）； （10）《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）。
其他	（1）天津市胸科医院扩建使用 II 类射线装置（血管造影机）项目环境影响评价委托书； （2）核与辐射安全管理体系（第三层级）《数字减影血管造影 X 射线装置（DSA）监督检查技术程序》（NNSA/HQ-08-JD-IP-035）； （3）李德平，潘自强．《辐射防护手册》（第三分册）[M]．北京：原子能出版社，1991； （4）李星洪．《辐射防护基础》[M]．北京：原子能出版社，1982； （5）方杰．《辐射防护导论》[M]．北京：原子能出版社，1991； （6）《天津市环境天然贯穿辐射水平调查研究》，辐射防护，第 13 卷第 3 期（唐旭兴、梁维华，田金池）； （7）国际放射防护委员会.《ICRP No.33》，1982； （8）国际原子能机构.《IAEA No.47》，2006； （9）European commission.The Basic Safety Standards Directive[S].Brussels: Official Journal of the European Union.2013； （10）天津市生态环境局.《2022 年天津市生态环境状况公报》，2022； （11）建设单位提供的其他相关资料。

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1—2016）规定："放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围"。

本项目为在 DSA 机房内使用射线装置，评价范围为 DSA 机房实体屏蔽边界外 50m 的范围，评价范围见附图 2。

保护目标

本项目 DSA 机房屏蔽边界外 50m 范围涉及主要环境敏感点分别为院内食堂和院外北侧大悦城。涉及人员为辐射工作人员和公众人员。本项目环境保护目标见下表。

表 7-1 本项目环境保护目标分布情况

保护目标		人数	方位、距离	特征
职业人员	本项目辐射工作人员	25 人	DSA 机房/杂交手术内近台操作位及相邻控制室内	—
公众成员	DSA 所在医疗综合楼内非本项目工作人员	约 150 人	周围 50m 范围内	3 层
	食堂	约 100 人	北侧约 7m	3 层
	大悦城	约 1500 人	北侧约 35m	6 层/22 层
	偶然经过的其他就诊人员及其他公众	—	周围 50m 范围内	—
注：以上距离为直线最近距离				

注：表中方位以本项目 DSA 机房中心点为参照点，距离为 DSA 机房屏蔽边界距环境敏感点的最近直线距离。

评价标准

1.《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

B1.1 职业照射的剂量限值

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：

a）由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；

b）任何一年中的有效剂量，50mSv；

c）眼晶体的年当量剂量，150mSv；

d）四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。

B1.2 公众照射的剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a）年有效剂量 1mSv；

b）特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv；

c）眼晶体的年当量剂量 15mSv；

d）皮肤的年当量剂量 50mSv。

2．《国际辐射防护和辐射源安全的基本安全标准》（IBSS）

根据国际放射防护委员会（ICRP）和国际原子能机构（IAEA）发布的《国际辐射防护和辐射源安全的基本安全标准》（IBSS）中眼晶状体剂量限值“即连续 5 年期以上眼晶状体接受的年平均当量剂量不超过 20mSv（5 年内不超过 100mSv），并且任何单一年份内当量剂量不超过 50mSv”。

3.《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

1 范围

本标准规定了放射诊断的防护要求，包括 X 射线影像诊断和介入放射学用设备防护性能、机房防护设施、防护安全操作要求及其相关防护检测要求。

本标准适用于 X 射线影像诊断和介入放射学

5 X 射线设备防护性能的技术要求

5.1 一般要求

5.1.1 X 射线设备出线口上应安装限束系统（如限束器、光阑等）。

5.1.2 X 射线管组件上应有清晰的焦点位置标示。

5.1.3 X 射线管组件上应标明固有滤过，所有附加滤过片均应标明其材料和厚度。

5.2 透视用 X 射线设备防护性能的专用要求

5.2.1 C 形臂 X 射线设备的最小焦皮距应不小于 20cm，其余透视用 X 射线设备的最小焦皮距应不小于 30cm。

5.2.2 透视曝光开关应为常断式开关，并配有透视计时及限时报警装置。

5.2.3 用于介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）的 X 射线透视设备防护性能专用要求见 5.8。

5.3 摄影用 X 射线设备防护性能的专用要求

5.3.1 200mA 及以上的摄影用 X 射线设备应有可安装附加滤过板的装置，并配备不同规格的附加滤过板。

5.3.2 X 射线设备应有能调节有用线束照射野的限束装置，并应提供可标示照射野的灯光野指示装置。

5.8 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备防护性能的专用要求

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

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

5.8.3 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。

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

6 X 射线设备机房防护设施的技术要求

6.1　X 射线设备机房布局

6.1.1 应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。

6.1.2X 射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。

6.1.3 每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求。

6.1.5 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 7-2 的规定。

表 7-2　X 射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度

设备类型	机房内最小有效面积（m^2）	机房内最小单边长度（m）
单头 X 射线设备	20	3.5
b 单管头、双管头或多管头 X 射线机的每个管球各安装在 1 个房间内		

6.2　X 射线设备机房屏蔽

6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 7-3 的规定。

6.2.2 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 C 中表 C.4～C.7。

表 7-3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量（mm）	非有用线束方向铅当量（mm）
C 形臂 X 射设备机房	2	2

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 7-3 的要求。

6.3　X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

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

6.4　X 射线设备工作场所防护

6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

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

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

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

6.4.7 受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。

6.4.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。

6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

6.5.1 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 7-4 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。

6.5.3 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb。

6.5.4 应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mmPb。

6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

表 7-4 个人防护用品和辅助设施配置要求

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

7.1 一般要求

7.1.1 放射工作人员应熟练掌握业务技术，接受放射防护和有关法律知识培训，满足放射工作人员岗位要求。

7.1.2 根据不同检查类型和需要，选择使用合适的设备、照射条件、照射野以及相应的防护用品。

7.1.3 合理选择各种操作参数，在确保达到预期诊断目标条件下，使受检者所受到的照射剂量最低。

7.1.4 如设备具有儿童检查模式可选项时，对儿童实施检查时应使用该模式；如无儿童检查模式，应适当调整照射参数（如管电压、管电流、照射时间等），并严格限制照

射野。

7.1.5 X 射线设备曝光时，应关闭与机房相通的门、窗。

7.1.6 放射工作人员应按 GBZ128 的要求接受个人剂量监测。

7.1.9 工作人员应在有屏蔽的防护设施内进行曝光操作，并应通过观察窗等密切观察受检者状态。

7.8 介入放射学和近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备操作的防护安全要求

7.8.1 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备应满足其相应设备的防护安全操作要求。

7.8.2 介入放射学用 X 射线设备应具有记录受检者剂量的装置，并尽可能将每次诊疗后受检者受照剂量记录在病历中，需要时，应能追溯到受检者的受照剂量。

7.8.3 除存在临床不可接受的情况外，图像采集时工作人员应尽量不在机房内停留；对受检者实施照射时，禁止与诊疗无关的其他人员在机房内停留。

7.8.4 穿着防护服进行介入放射学操作的工作人员，其个人剂量计佩戴要求应符合 GBZ128 的规定。

7.8.5 落地式 C 形臂 X 射线设备垂直方向透视时，球管应位于病人身体下方；悬吊式 C 型臂水平方向透视时，工作人员可位于影像增强器一侧，同时注意避免有用线束直接照射。

8 X 射线设备机房防护检测要求

8.1 X 射线设备机房防护设施和机房周围辐射剂量检测应满足下列要求：

a) X 射线设备机房防护检测指标和要求应符合 6.3 的规定；

b) X 射线设备机房的防护检测应在巡测的基础上，对关注点的局部屏蔽和缝隙进行重点检测。关注点应包括：四面墙体、地板、顶棚、机房门、操作室门、观察窗、采光窗/窗体、传片箱、管线洞口、工作人员操作位等，点位选取应具有代表性；

8.2 X 射线设备机房放射防护安全设施应进行竣工验收，在使用过程中，应进行定期检查和检测，定期检测的周期为一年。

8.3 在正常使用中，医疗机构应每日对门外工作状态指示灯、机房门的闭门装置进行检查，对其余防护设施应进行定期检查。

4、剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），辐射工作人员所受职业照射的剂量限值为连续5年内平均年有效剂量不超过20mSv，关键组公众成员的年有效剂量限值为1mSv。

对于职业照射，剂量约束是一种与源相关的个人剂量值，用于限制最优化过程所考虑的选择范围。对于公众照射，剂量约束是公众成员从一个受控源的计划运行中接受的年剂量的上界。剂量约束所指的照射是任何关键人群组在受控源的预期运行过程中、经所有照射途经所接受的年剂量之和。对每个源的剂量约束应保证关键人群组所受的来自所有受控源的剂量之和保持在剂量限值以内。因此根据辐射防护最优化原则并结合本项目特点，为确保辐射工作人员和公众人员的安全，本评价建设单位将2mSv/a作为辐射工作人员的年剂量约束值，将0.1mSv/a作为关键组公众人员的年剂量约束值。

综合考虑上述标准，本评价以2.0mSv/a作为职业人员年管理剂量约束值，以20mSv/a和500mSv/a作为职业人员眼晶体和四肢年管理剂量约束值；以0.1mSv/a作为公众人员的年管理剂量约束值。以2.5μSv/h作为DSA机房屏蔽层外剂量率目标控制值。

表 8 环境质量和辐射现状

1．地理位置

和平区，位于天津市区中部，海河干流西岸，介于北纬 39°06′—39°08′10″，东经 117°10′16″—117°12′53″之间，行政区域呈不规则四边形，东起海河，与河东区相望。西沿南门外大街、卫津路与南开区接壤，南抵徐州道、马场道、津河与河西区接壤，北部与河北区以海河、南马路为界，东西宽 3.72 千米，南北长 4.2 千米，总面积 9.98 平方千米。

天津市胸科医院位于天津市和平区西安道 93 号，院区中心坐标为东经 117° 11′ 50.463″，北纬 39° 6′ 59.742″。医院四至如下：东侧为复兴公园，南至西安道，西至柳州路，北至潼关道。

2．自然环境简况

（1）地质地貌

天津市位于华北地台北部,除北部蓟县山区有基岩出露外,其他地方都为新生界覆盖。地台基底由中、新太古界密云群和四合堂群片麻岩系夹磁铁石英岩组成。蓟县的中、新元古界层序连续、完整，顶、底界线清楚,也是燕山裂陷槽的标准剖面。和华北地台其他部分一样,天津自中元古代至石炭纪为稳定型浅海相地台沉积,二叠纪转为陆相环境,缺失南华纪、震旦纪、晚奥陶世—早石炭世沉积记录。中生代进入地台活化期,有花岗岩、霞石正长岩和霏细岩侵位。新生代初转入伸展构造体制,北北东向的阶梯状铲状正断层系形成一系列的断陷和断垒。在天津市及其周边地区自西向东有冀中断陷、沧县断隆和黄骅断陷,填充其中的新生界最大厚度可达 9500 米。大港、渤海等油气田都产于其中。

（2）气候气象

和平区，隶属天津市，位于天津市区中部，海河干流西岸，东起海河，与河东区相望。西与南开区接壤，南与河西区接壤，北部与河北区为界，总面积 9.98 平方千米。属温带半湿润大陆季风型气候，四季分明，温差较大。

（3）水文特征

根据场地周围已有水质分析实验资料，结合场地条件综合分析，初步判定本场地地表水及地下水对混凝土结构及混凝土结构中的钢筋均无腐蚀性。

3.辐射环境背景调查与监测

根据《天津市环境天然贯穿辐射水平调查研究》，天津市原野γ辐射剂量率范围为 36.0nGy/h~99.7nGy/h，天津市室内γ辐射剂量率范围为 48.0nGy/h~140.4nGy/h。根据《2022

年天津市生态环境状况公报》，天津市γ辐射实时连续空气吸收剂量率年均值范围为59.8nGy/h～78.3nGy/h，与 1989 年天津市环境天然辐射剂量调查结果（36.0~99.7）nGy/h 处于同一水平。

为进一步了解本项目 DSA 机房周边区域辐射环境现状，本次评价由核工业北京地质研究院分析测试研究中心核工业地质分析测试研究中心于 2023 年 4 月 14 日对本项目 7 台 DSA 机房拟建位置和 50m 评价范围内有代表性的环境保护目标进行了辐射环境现状监测，监测报告见附件 5。

（1）监测项目

DSA 机房位置和 50m 评价范围内有代表性的环境保护目标处的环境γ辐射剂量率。

（2）监测布点

监测布点见图 8-1、图 8-2、图 8-3。

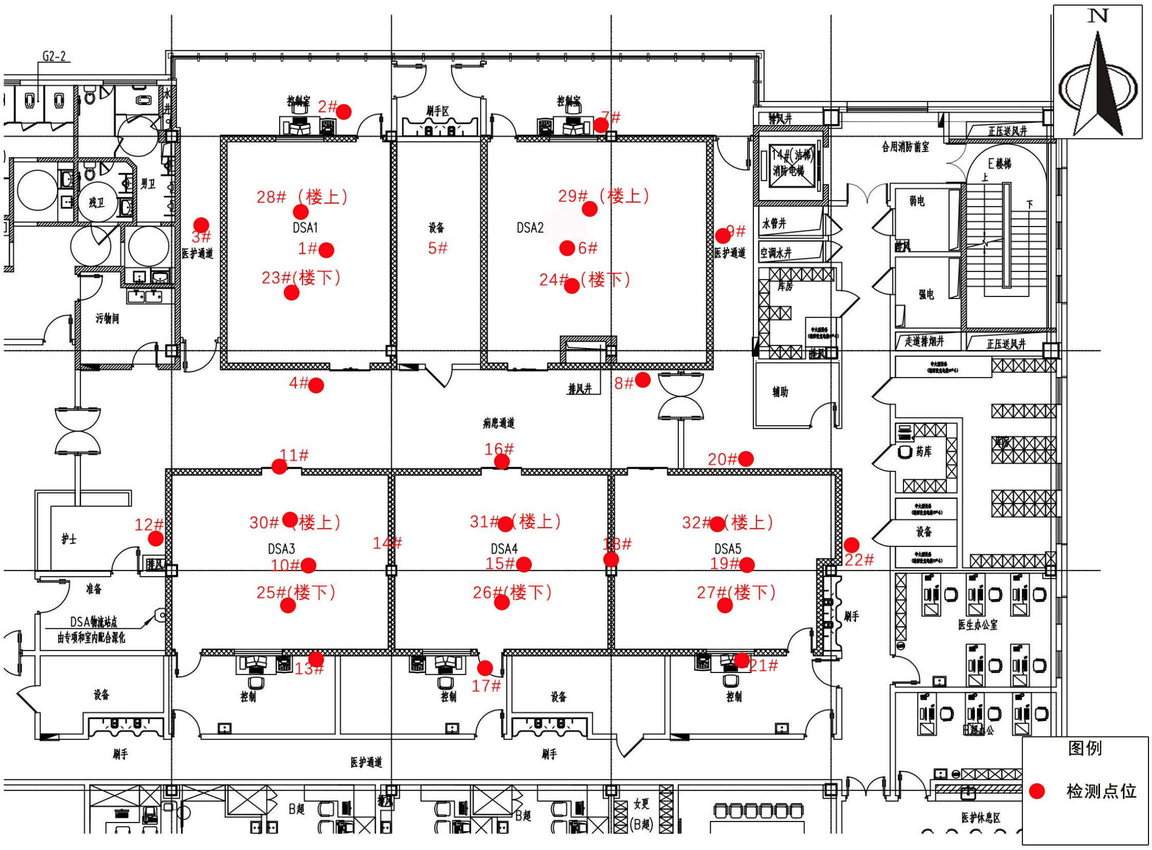


图 8-1 医疗综合楼二层辐射环境现状监测点位图

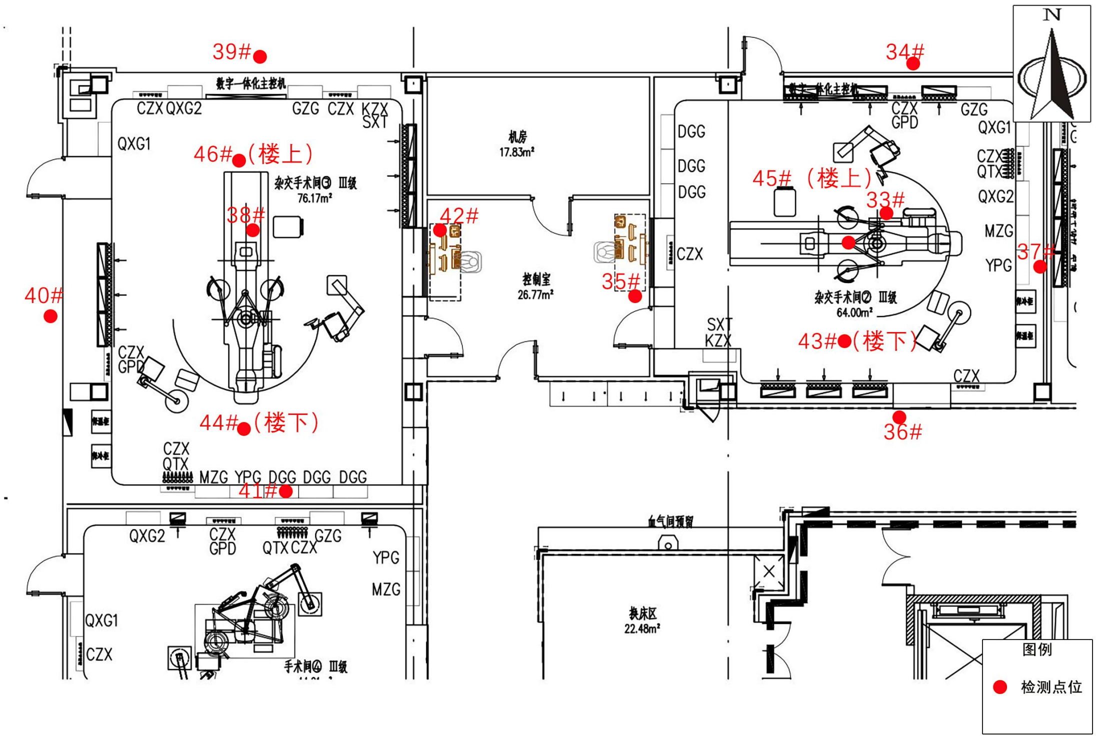


图 8-2 医疗综合楼三层辐射环境现状监测点位图

图 8-3 环境敏感点辐射环境现状监测点位图

（3）监测设备及方法

①监测设备：X-γ 剂量率仪　　型号：FH40G-L10+FHZ672E-1040224+11415　测量范围：1×10^{-8}Gy/h～1×10^{-4}Gy/h，检定证书有效期至 2024 年 2 月 12 日。

②监测方法：根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021），利用 X-γ剂量率仪对 DSA 机房周边环境进行监测，X-γ剂量率仪在距地面 1m 高处监测γ剂量率，每 10s 进行一次读数，每个测点读 10 次数。

（4）质量保证措施

①监测仪器经计量部门检定合格并在检定有效期限内。

②测量前、后检查仪器的工作状态是否均良好，并用检验源对仪器进行校验。

③监测方法采用国家有关部门颁布标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。

④由专业人员按照操作规程操作监测仪器，并认真做好记录。

⑤监测数据严格实行校对、校核、审定三级审核制度，专人负责质量保证及核查、检查工作。

（5）监测结果及分析

监测结果见表 8-1。

表 8-1　辐射环境现状监测结果一览表

编号	监测点位	监测结果（nGy/h）
1#	DSA 机房 1 拟建区域中间位置	83.6
2#	DSA 机房 1 拟建区域北侧	82.8
3#	DSA 机房 1 拟建区域西侧	97.1
4#	DSA 机房 1 拟建区域南侧	90.6
5#	DSA 机房 1 拟建区域东侧	88.5
6#	DSA 机房 2 拟建区域中间位置	86.4
7#	DSA 机房 2 拟建区域北侧	88.7
8#	DSA 机房 2 拟建区域南侧	93.5
9#	DSA 机房 2 拟建区域东侧	102
10#	DSA 机房 3 拟建区域中间位置	105
11#	DSA 机房 3 拟建区域北侧	87.7
12#	DSA 机房 3 拟建区域西侧	94.1
13#	DSA 机房 3 拟建区域南侧	86.2
14#	DSA 机房 3 拟建区域东侧	88.7
15#	DSA 机房 4 拟建区域中间位置	87.8
16#	DSA 机房 4 拟建区域北侧	105
17#	DSA 机房 4 拟建区域南侧	106
18#	DSA 机房 4 拟建区域东侧	101
19#	DSA 机房 5 拟建区域中间位置	96.3
20#	DSA 机房 5 拟建区域北侧	95.7

21#	DSA 机房 5 拟建区域南侧	96.2
22#	DSA 机房 5 拟建区域东侧	81.1
23#	DSA 机房 1 拟建区域楼下	82.3
24#	DSA 机房 2 拟建区域楼下	79.9
25#	DSA 机房 3 拟建区域楼下	109
26#	DSA 机房 4 拟建区域楼下	102
27#	DSA 机房 5 拟建区域楼下	99.4
28#	DSA 机房 1 拟建区域楼上	96.0
29#	DSA 机房 2 拟建区域楼上	93.4
30#	DSA 机房 3 拟建区域楼上	90.4
31#	DSA 机房 4 拟建区域楼上	88.9
32#	DSA 机房 5 拟建区域楼上	86.1
33#	DSA 杂交手术室 2 拟建区域中间位置	84.3
34#	DSA 杂交手术室 2 拟建区域北侧	82.7
35#	DSA 杂交手术室 2 拟建区域西侧	83.3
36#	DSA 杂交手术室 2 拟建区域南侧	88.7
37#	DSA 杂交手术室 2 拟建区域东侧	86.1
38#	DSA 杂交手术室 3 拟建区域中间位置	96.5
39#	DSA 杂交手术室 3 拟建区域北侧	99.7
40#	DSA 杂交手术室 3 拟建区域西侧	108
41#	DSA 杂交手术室 3 拟建区域南侧	102
42#	DSA 杂交手术室 3 拟建区域东侧	104
43#	DSA 杂交手术室 2 拟建区域楼下	98.8
44#	DSA 杂交手术室 3 拟建区域楼下	89.4
45#	DSA 杂交手术室 2 拟建区域楼上	86.3
46#	DSA 杂交手术室 3 拟建区域楼上	82.7
47#	北侧院内食堂	88.7
48#	北侧和平大悦城	93.6

由监测结果可知，本项目 DSA 机房周围辐射环境γ辐射剂量率监测结果范围为 79.9nGy/h～109nGy/h（未扣除宇宙射线响应值），处于天津市室内γ辐射剂量率（48.0nGy/h ~140.4nGy/h）范围内。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

血管造影机属于介入 X 射线机的一种，是应用于临床的一种 X 射线检查技术，广泛用于心脑及肢体血管等疾病的诊断和治疗。

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

1. 工作原理

血管造影机工作时，X 射线管中的电子束轰击阳极靶产生 X 射线，X 射线穿过人体，产生不同程度的衰减后照射在探测器上，形成 X 射线图像的电子信号，通过信号传输和转换最终将影像送入电子计算机存储并呈现在屏幕上。血管造影过程是应用计算机程序进行两次成像完成的，在注入造影剂之前，首先进行第一次 X 射线成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来。注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号。两次数字信号相减，消除相同的信号，得到一个只有造影剂的血管图像。

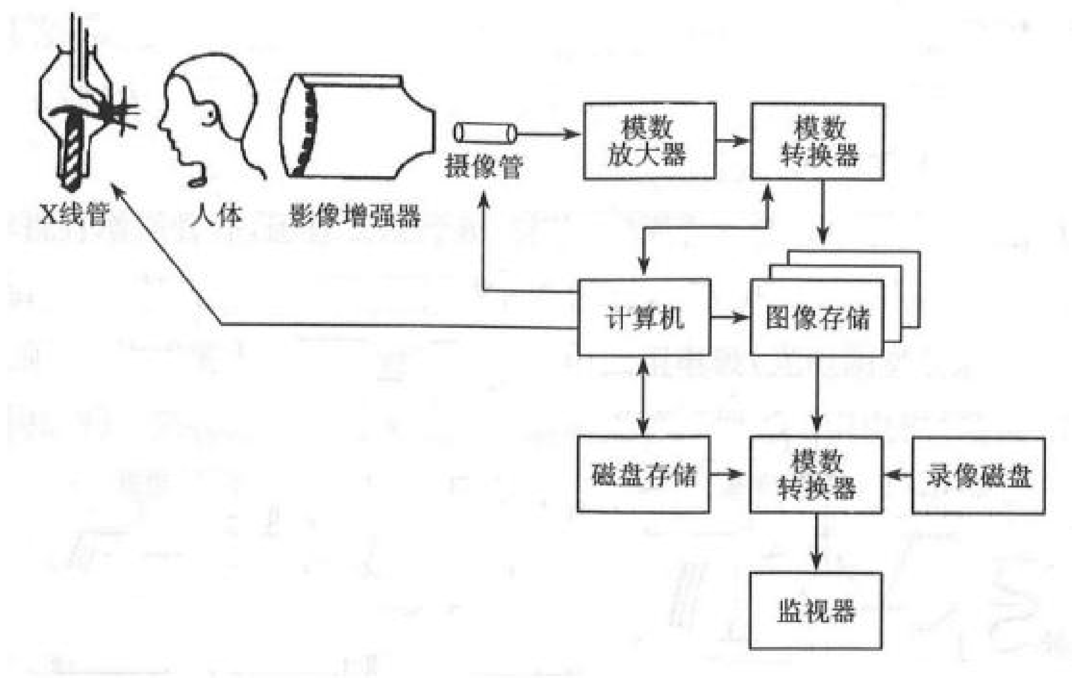


图 9-1　血管造影机系统示意图

2. 设备组成

本项目血管造影机主要组成部分如下：C 型臂机架，导管床，高压发生器，X 射线管，大平板影像接收器，数字图像处理系统，存储系统（含各种分析软件），控制操作系统，防护设备，连接电缆以及附属设备。

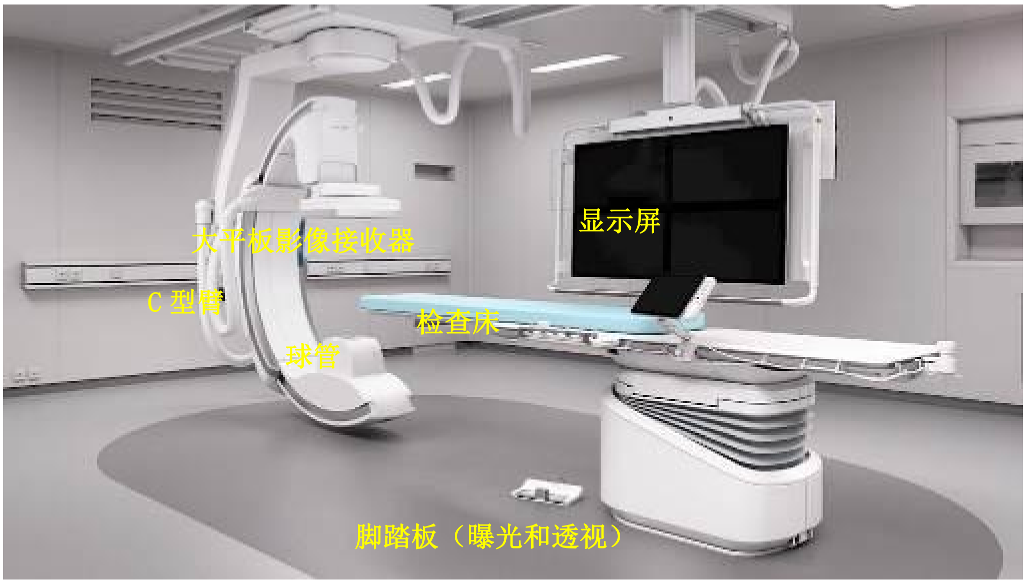


图 9-2　血管造影机示意图

3. 工作流程

拍片检查(摄影模式)：受检者预约，医师接诊受检者并告知在拍片过程中可能受到

的辐射危害。受检者登记，进入 DSA 机房/杂交手术室，被固定在检查床上，调整大平板影像接收器并对检查部位进行定位后，医师离开 DSA 机房/杂交手术室，关闭防护门。技师在控制室内分别对没有注入造影剂和注入造影剂的受检部位进行照射，得到的两幅血管造影 X 射线荧光图像经计算机减影处理后，在计算机显示屏上显示出血管影像的减影图像。医师根据该图像诊断受检者是否患有心血管病，若确诊没有问题，诊疗结束若确诊有问题，则根据受检者病变的范围、程度，选择治疗方案，开展介入治疗。

介入治疗(透视模式)：按照治疗方案对受检者实施介入治疗。介入操作中，医师根据操作要求，踩住手术床下的脚踏板开关启动血管造影机的 射线系统进行透视，通过大平板影像接收器显示的连续画面，完成介入操作。每台手术 DSA 进行透视的次数及每次透视时间因受检者的部位、手术的复杂程度而不同。介入手术完成后关机，受检者离开 DSA 机房/杂交手术室。

血管造影机检查与介入治疗流程及产污环节如图 9-3 所示。

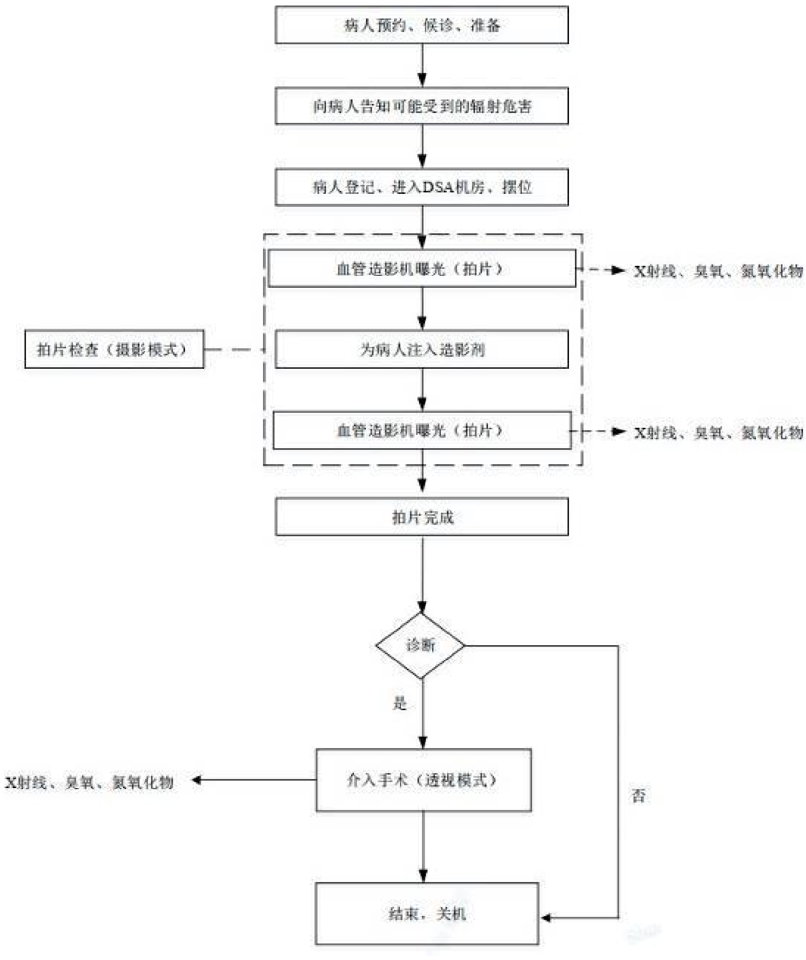


图 9-3　DSA 装置介入诊断工艺流程及产污环节示意图

4. 设备参数

本项目血管造影机设备参数情况见表 9-1。

表 9-1 本项目血管造影机设备参数情况一览表

<table>
<tr><th rowspan="2">序号</th><th rowspan="2">名称</th><th rowspan="2">型号</th><th rowspan="2">数量</th><th colspan="2">额定管电压（kV）</th><th colspan="2">额定管电流（mA）</th><th rowspan="2">用途</th><th rowspan="2">安装方式</th><th rowspan="2">主射方向</th></tr>
<tr><th>最大</th><th>常用</th><th>最大</th><th>常用</th></tr>
<tr><td>1</td><td>血管造影机</td><td>Azurion 7 M12</td><td>4</td><td>125</td><td>透视：60~70
摄影：90~125</td><td>1000</td><td>透视：5~20
摄影：100~250</td><td>医疗诊断和介入治疗</td><td rowspan="2">落地式安装</td><td>自下向上</td></tr>
<tr><td>2</td><td>血管造影机</td><td>Azurion 7 M20</td><td>3</td><td>125</td><td>透视：60~70
摄影：90~125</td><td>1000</td><td>透视：5~20
摄影：100~250</td><td>医疗诊断和介入治疗</td><td>自下向上</td></tr>
</table>

注：根据医院提供的资料，血管造影机偏置 C 臂（枢轴）可作一定角度的左/右斜位旋转，C 臂可作一定角度的头部/尾部转角，结合实际运行过程，血管造影机大部分操作的为主射方向为从下向上，正常工况下主射方向不会朝向四侧墙体。

污染源项描述

1．污染源分析

血管造影机的核心部件是 X 射线管。X 射线管两端加有高压时阴极的灯丝热致发射电子，形成具有一定动能的高速运动电子，撞击靶材料，产生 X 射线。射线装置释放 X 射线是瞬时辐射，即 X 射线只有在开机并处于出束状态下才会产生 X 射线，一旦切断电源，便不会再有 X 射线产生。

本项目血管造影机使用电子胶片存贮、激光出片，不再使用显影定影液冲洗片的方式，避免了危险废物的产生。因此，本项目主要污染因子为射线装置运行过程中产生的 X 射线、O_3、NO_X，无其他放射性废气、废水、固体废物产生。

2．正常工况污染途经

正常开机工况下，当 X 射线管发射的电子轰击靶物质时，产生韧致辐射，即 X 射线。X 射线经透射（有用线束）、漏射和散射，对工作场所机房及其周围环境产生辐射影响。同时血管造影机运行过程中，X 射线会使空气中的氧气发生电离继而产生 O_3 和 NOx。O_3 和 NOx 由 DSA 机房的排风系统排出。

3．事故工况污染途经

本项目使用血管造影机属Ⅱ类射线装置，可能发生的事故工况主要有以下几种：

（1）射线装置控制系统或电器系统发生故障或人员疏忽，造成人员受到超剂量照

射。

（2）拍片时，DSA 机房/杂交手术室内公众人员尚未退出，控制室操作人员启动设备出束，致使公众人员受到误照射。

（3）射线装置工作状态下，防护门未关闭或突然被打开，对附近经过或停留人员受到一定量的散射和漏射 X 射线照射。

（4）医生、护士、受检者进行介入手术治疗时，未落实个人辐射防护措施受到超剂量照射。

（5）DSA 机房屏蔽结构劳损，射线装置出束，致使 X 射线泄漏到 DSA 机房外面，给周围的辐射工作人员和公众造成不必要照射。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

1．工作场所布局与分区

1.1 工作场所平面布局

天津市胸科医院和平院区位于天津市和平区西安道 93 号，本项目分布于院内医疗综合楼二楼东北侧新建介入场所、三楼西北侧新建手术中心，共 7 台 DSA，7 台 DSA 的机房具体布置情况如下：

DSA 机房平面布局图及分区示意图见图 10-1、图 10-2。

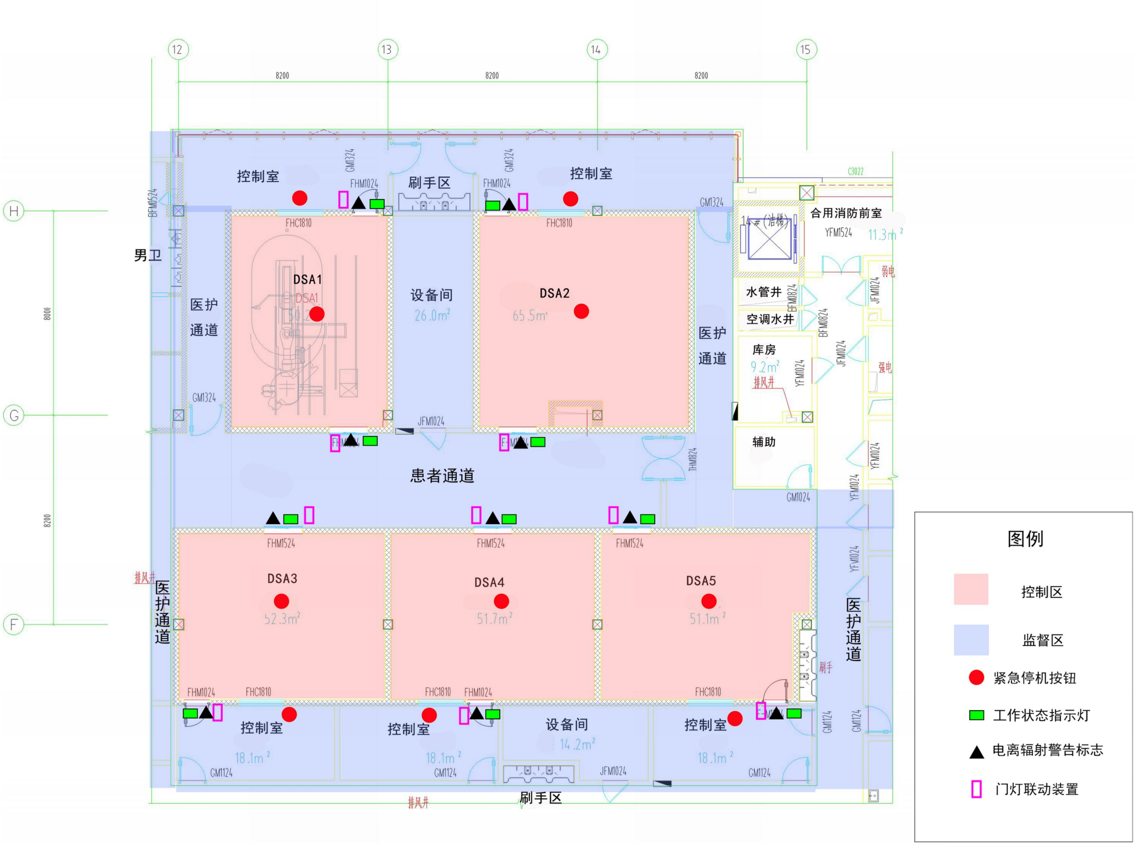


图 10-1 二层 DSA 机房及其辅助房间平面布局图及分区示意图

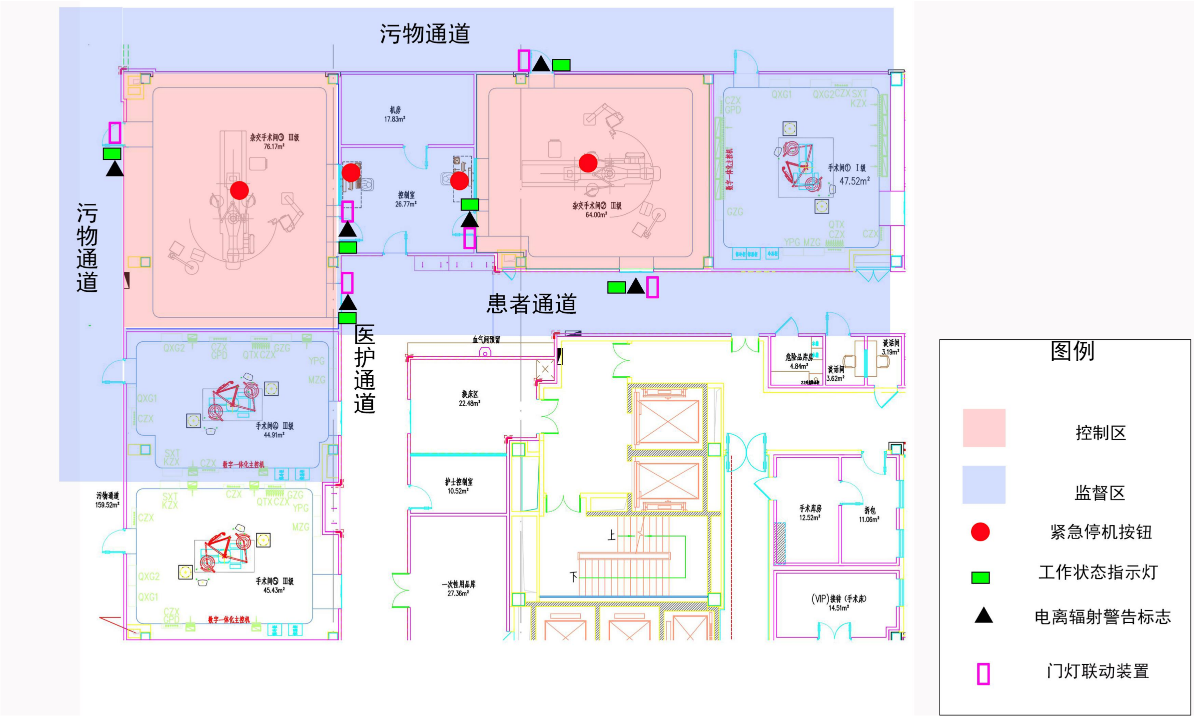


图 10-2 三层 DSA 机房及其辅助房间平面布局图及分区示意图

新增 7 台 DSA 均布置在单独的 DSA 机房中，机房尺寸见下表。

表 10-1 本项目机房尺寸

机房名称	DSA 机房 1	DSA 机房 2	DSA 机房 3	DSA 机房 4	DSA 机房 5	杂交手术室 2	杂交手术室 3
使用面积	50.2m^2	65.5m^2	52.3m^2	51.7m^2	51.1m^2	66.1m^2	76.17m^2
南北长（m）	8.26	8.26	6.50	6.50	6.50	9.12	10.06
东西宽（m）	6.09	8.19	8.65	7.96	7.54	7.25	7.57
层高（m）	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.0	4.0
注：表中机房面积为扣除排风井等后面积							

新建 7 间 DSA 机房(介入室)中的最小单边长度为 6.09m，最小使用面积为 50.2m^2，均能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中对面积和最小单边长度的要求（即面积不小于 20m^2，最小单边长度不小于 3.5m。

本项目拟新建的 7 间 DSA 机房与其操作室分开单独设置，且结合建成后的实际运行过程，血管造影机偏置 C 臂(枢轴)可作一定角度的左/右斜位旋转，C 臂可作一定角度的头部/尾部转角，血管造影机大部分操作的主射方向为从下往上，正常工况下主射方向不会朝向四侧墙体，其有用线束的照射方向避开了机房门、观察窗、管线口和技师操作位，布局基本合理。

1.2 工作场所分区

为加强核技术应用医疗设备所在区域的管理，限制无关人员受到不必要的照射，应对辐射工作场所划分控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中控制区和监督区的定义如下：

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

（2）监督区：未被定为控制区，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的区域。

结合上述定义与现场实际，本项目控制区和监督区划分见表 10-2，分区示意图见图 10-1、图 10-2。

表 10-2 本项目工作场所控制区和监督区的划分

分区	控制区	监督区
DSA 机房 1	DSA 机房 1 屏蔽墙内区域	控制室、刷手区、设备间、医护通道、患者通道、DSA 机房 3 西侧墙外 1m，DSA 机房 5 东侧墙外走廊
DSA 机房 2	DSA 机房 2 屏蔽墙内区域	
DSA 机房 3	DSA 机房 3 屏蔽墙内区域	
DSA 机房 4	DSA 机房 4 屏蔽墙内区域	
DSA 机房 5	DSA 机房 5 屏蔽墙内区域	
杂交手术室 2	杂交手术室 2 屏蔽墙内区域	污物走廊、机房、控制室、患者走廊、1 号手术间、4 号手术间
杂交手术室 3	杂交手术室 3 屏蔽墙内区域	
管理要求	控制区内禁止外来无关人员进入，辐射工作人员在进行日常工作时尽量不要在控制区内停留，以减小不必要的照射；控制区的进出口及其他适当位置设置醒目的电离辐射警告标志。	不采取专门的防护手段安全措施，但要定期检测其辐射剂量，确保满足相关标准限值。

2.辐射防护屏蔽设计

本项目共新建 7 间 DSA 机房，每间机房采用铅板、混凝土、实心砖、铅玻璃等进行屏蔽防护，根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C.4~C.7，不同屏蔽物质等效铅当量厚度如下：

表 10-3 不同屏蔽物质等效铅当量厚度

材料	材料厚度，mm			
	125kV（有用线束）			
铅厚	1.0	2.0	2.5	3.0
砖	127	--	258	298
混凝土	87	158	191	223

125kV（非有用线束）				
铅厚	1.0	2.0	2.5	3.0
砖	--	--	--	--
混凝土	80	147	179	221

根据表 10-3，可得工作场所的等效屏蔽效果，具体见表 10-4。

表 10-4 工作场所的辐射防护屏蔽设计一览表

场所名称	屏蔽方位	拟采取的屏蔽材料及厚度	等效屏蔽效果	标准要求
DSA 机房 1、机房 2、机房 3、机房 4、机房 5	四周墙体	240mm 实心砖+2mmPb	240×3/298+2=2.4+2=4.4mmPb 约 4.4mm 铅当量	2mm 铅当量
	屋顶	3mm 铅板+120mm 现浇混凝土板+50mm 厚的细石混凝土+20mm 水泥（20mm 水泥相当于 20×2.1/2.35≈18mm 混凝土)	（170+18）×2/158+3=5.4mmPb 约 5.4mm 铅当量	2mm 铅当量
	防护门	3mmPb	3.0mm 铅当量	2mm 铅当量
	观察窗	3mm 厚铅当量铅玻璃	3.0mm 铅当量	2mm 铅当量
	地面	1mm 铅板+120mm 现浇混凝土板+50mm 厚的细石混凝土+20mm 水泥+10mm 硫酸钡（20mm 水泥相当于 20×2.1/2.35≈18mm 混凝土)、（10mm 硫酸钡相当于 10×4.08/2.35≈17mm 混凝土）	（170+18+17）×2.5/179+1=3.9mmPb 约 3.9mm 铅当量	2mm 铅当量
杂交手术室 2/杂交手术室 3	四周墙体	240mm 加气块土建墙+3mmPb（240mm 加气块土建墙相当于 240×0.62/2.35≈63mm 混凝土）	63×1/80+3=0.8+3=3.8mmPb 约 3.8mm 铅当量	2mm 铅当量
	屋顶	120mm 混凝土楼板+60mm 硫酸钡+20mm 水泥（20mm 水泥相当于 20×2.1/2.35≈18mm 混凝土)	（120+18）×2/158+4.5=6.2mmPb 约 6.2mm 铅当量	2mm 铅当量
	防护门	3mmPb	3.0mm 铅当量	2mm 铅当量
	观察窗	3.5mm 厚铅当量铅玻璃	3.5mm 铅当量	2mm 铅当量
	地面	120mm 混凝土楼板+60mm 硫酸钡	120×2/147+4.5=6.0mmPb 约 6.0mm 铅当量	2mm 铅当量

注：1、本项目血管造影机最大管电压为 125kV，查表 10-3 可得近似铅当量厚度；

2、根据防护建设单位提供材料，三楼杂交手术室 10mm 硫酸钡相当于 0.75mmPb，本项目三楼杂交手术室采用 60mm 硫酸钡，相当于 4.5mmPb。

3、根据防护单位提供资料，水泥密度为 2.1g/cm^3，实心砖密度为 1.65g/cm^3，混凝土密度为 2.35g/cm^3，加气块土建墙密度为 0.62g/cm^3，硫酸钡密度为 4.08g/cm^3。

4、本项目治疗床床板及探测器均有一定防护效果，经与机器厂家（飞利浦）沟通核实，飞利浦无法提供床板及探测器的具体材质与防护效果，因此本次预测 DSA 上方剂量时，不考虑床板及探测器的防护；

5、四周墙体为非有用线束，因《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）没有非有用线束

下砖的参数，保守按有用线束考虑。

由表 10-3 可知，7 台血管造影机放置均在单独的机房内，机房四侧墙体、屋顶、地面、防护门、观察窗设有相应的屏蔽厚度，防护厚度均不小于 2mm 铅当量，能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中 6.2 X 射线设备机房屏蔽，表 3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度的要求（有用线束方向 2mm 铅当量，非有用线束方向 2mm 铅当量）。

3．辐射安全和防护设施

DSA设备和DSA机房设有多项安全措施，主要为：

（1）设备防护性能

①DSA出线口上安装限束系统（调节有用线束照射野），DSA组件上有清晰的焦点位置标示并标明固有滤过，所有附加滤过片均表明材料和厚度。

②DSA配备能阻止使用焦皮距小于20cm的装置。

③DSA的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。扫描床下设置脚踏板，踩住手术床下的脚踏板开关启动血管造影机的X射线系统进行透视，通过悬挂显示屏显示的连续画面，完成介入操作。松开脚踏板，血管造影机停止出束。

④DSA配备有可安装附加滤过板的装置，并配备有不同规格的附加滤过板。

⑤机房内拟配备在工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和摄影功能的控制键。

⑥控制台和DSA机房内设有能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录的显示器。

（2）DSA机房布局

①DSA设备安装在单独的DSA机房内，DSA机房的有效使用面积和最小单边长均满足最小有效使用面积20m²、最小单边长度3.5m的要求，满足使用设备的布局要求。

②建设单位拟合理设置DSA的摆放朝向、DSA机房的门、窗和管线口位置，DSA向上出束，避免了直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。

③DSA机房已充分考虑周围场所的人员防护与安全，与周围各房间分隔明确采取了有效的辐射屏蔽防护。

（3）DSA机房屏蔽防护

①DSA机房采用铅板、混凝土、实心砖、铅玻璃等进行屏蔽防护，满足屏蔽防护铅当量（有用线束方向铅当量2mm、非有用线束方向铅当量2mm）要求，DSA机房的

防护门、观察窗亦满足上述厚度要求。

②DSA机房和控制室之间拟设置铅玻璃观察窗，辐射工作人员在有屏蔽的防护设施的控制室内进行曝光操作，观察窗设置的位置便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。

③DSA机房内禁止堆放与介入手术无关的杂物。

④DSA机房内拟设置新风系统，并保持良好的通风，，排风管道末端为医疗综合楼楼顶，。

⑤DSA机房防护门外拟设置电离辐射警告标志、放射防护注意事项、工作状态指示灯，灯箱处设警示语句，警示人们注意可能发生的危险。等候区拟设置放射防护注意事项告知栏。

⑥受检者进出DSA机房的防护门为电动推拉门，电动推拉门拟设置防夹装置，同时设有曝光时关闭机房门的管理措施。电动推拉门上方拟设置工作状态指示灯，并与电动推拉门有效关联。控制室辐射工作人员进出DSA机房门为手动平开门，拟设置自动闭门装置，医院拟制定曝光时关闭防护门的管理措施。

⑦受检者不可在DSA机房内候诊，设有等候区；无特殊情况，陪检者不得在DSA机房内滞留。

⑧DSA机房防护门分别位于南侧和北侧，杂交手术室2防护门分别位于南侧、北侧、西侧，杂交手术室3防护门分别位于东侧、西侧、南侧，均处于散射辐射相对低的位置。

（4）防护用品及防护设施配备

表10-5 本项目拟配备的个人防护用品和辐射防护用品一览表

防护用品名称	为工作人员配备的防护器材	为患者配备的防护器材
铅衣（0.5mmPb）	25 件	/
铅橡胶围裙（0.5mmPb）	25 件	7 件
铅橡胶帽子（0.5mmPb）	25 件	7 个
铅橡胶颈套（0.5mmPb）	25 件	7 个
铅防护眼镜（0.5mmPb）	25 副	/
介入防护手套（0.025mmPb）	25 副	/
儿童防护用品（0.5mmPb）	/	7 套
防护吊屏（0.5mmPb）	每台 DSA 装置自带 1 个	/
床侧防护帘（0.5mmPb）	每台 DSA 装置自带 1 个	/
移动铅屏风	杂交手术室各配备 1 个	/

上述防护用品不使用时应存放于架子上，不应折叠放置，以防止断裂。

辐射工作人员和受检者的个人防护用品及辅助防护设施的数量和铅当量均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表4的要求。

③建设单位为本项目辐射工作人员配备个人剂量计，并按照GBZ128的要求进行佩戴和检测，建立个人剂量档案，并定期进行职业健康体检，建立个人职业健康档案。

（5）DSA操作的防护

①放射工作人员应熟练掌握业务技术，接受放射防护和有关法律知识培训，满足放射工作人员岗位要求。

②根据不同检查类型和需要，选择使用合适的设备、照射条件、照射野以及相应的防护用品。合理选择各种操作参数，在确保达到预期诊断目标条件下，使受检者所受到的照射剂量最低。

③DSA曝光时，需关闭与DSA机房相通的防护门。

④工作人员应在有屏蔽的防护设施内进行曝光操作，并应通过观察窗等密切观察受检者状态。

⑤DSA系统配备记录受检者剂量的装置，建设单位拟每次诊疗后将受检者受照剂量记录在病历中，需要时，应能追溯到受检者的受照剂量。

⑥摄影图像采集时辐射工作人员不在DSA机房内停留；对受检者实施照射时，禁止与诊疗无关的其他人员在DSA机房内停留。

⑦辐射工作人员拟配备双剂量计，一个佩戴在铅橡胶围裙内躯干上，一个佩戴在铅衣外领口位置。根据实际工作情况可在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计（如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计等）。

⑧设备垂直方向透视时，球管应位于病人身体下方，工作人员可位于影像增强器一侧，同时注意避免有用线束直接照射。

（6）其他措施

①扫描床尾端和悬吊装置上安装紧急停机按钮，按下此键可终止一切机械运动。

②控制台上设置紧急停机按钮（按钮与X射线系统连接）。血管造影机出束过程中，一旦出现异常，按动紧急停机按钮，可停止X射线系统出束。

③DSA机房与控制室之间拟安装对讲装置，控制室的工作人员通过对讲机与DSA机房内的手术人员联系。

④在保证影像清晰、不影响介入治疗的前提下，优化工作参数，以减少医护人员

和受检者受照剂量。在满足放射诊疗要求的前提下，制定最优化的诊疗方案；同时加强对手术工作人员的培训，参与手术的工作人员应该技术熟练、动作迅速，以尽量缩短透视和减影时间，使照射时间最小化。

4．医生、护士、受检者的辐射防护要求

介入治疗是一种解决临床疑难病的新方法，但介入治疗时X射线曝光量大，曝光时间长，距球管和散射体近，使介入治疗操作者受到较大剂量的X射线照射。为了减少介入治疗时X射线对操作者和其他人员的影响，医生、护士、受检者应做好辐射防护措施。

（1）医生、护士辐射防护要求

①加强教育和培训工作，提高辐射安全文化素养，全面掌握辐射防护法规和技术知识；

②结合诊疗项目实际情况，综合运用时间、距离与屏蔽防护措施；

③在介入手术期间，必须穿戴个人防护用品，并佩戴个人剂量计；

④定期维护DSA系统设备，制定和执行介入治疗的质量保证计划。

（2）受检者辐射防护要求

①严格执行GB18871-2002中规定的介入诊疗指导水平；

②选择最优化的检查参数，为保证影像质量可采用高电压、低电流、限制透视检查时间等措施；

③采用剂量控制与分散措施，通过调整扫描架角度，移动扫描床等办法，分散受检者的皮肤剂量，避免单一皮肤区域接受全部剂量；

④做好受检者非照射部位的保护工作。

5．辐射防护与环保投资

本项目辐射防护与环保投资主要包括：DSA 机房辐射防护屏蔽、个人剂量计、个人剂量报警仪、个人防护用品等，环保投资总计约 93.9 万，详见表 10-6。

表 10-6　辐射防护与环保投资

序号	项目	投资估算（万元）	备　注
1	DSA 机房辐射防护屏蔽	86.4	包括四侧墙体、屋顶、地面防护、防护门、观察窗等
2	个人剂量报警仪	1.0	新增 7 台个人剂量报警仪
3	个人剂量计	/	利用现有根据需要新增个人剂量计
4	X-γ剂量率仪	0.5	新增 1 台

5	个人防护用品	4.0	包括铅衣、铅眼镜、铅手套、共计25套，铅围脖、铅围裙、铅帽共25件、患者及儿童防护用品各7套
6	辅助防护设施	1.0	床侧防护屏、铅防护吊帘、移铅屏风、铅悬挂防护屏、床侧防护帘
7	其他	1.0	工作状态指示灯、警告标志
合计		93.9	—

三废的治理（三废治理的设施、方案、预期效果；有废旧放射源的给出处理方案）

本项目血管造影机采用计算机图像存储管理系统，电脑成像，使用电子胶片存贮、激光出片，不使用显影液和定影液，因此不产生废定影液和废胶片。

本项目主要污染因子为射线装置使用过程中产生的X射线，射线装置运行过程中无其他放射性废气、废水、固体废物产生。

血管造影机运行过程中，X射线会使空气中的氧气发生电离继而产生O_3和NOx。O_3和NOx由DSA机房/杂交手术室的排风系统排出，排风装置有效通风量不低于500m^3/h，通风次数每小时大于三次。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目建设内容主要为 DSA 机房屏蔽施工、设备安装、内部装修等，按作业性质具体分为：(1)对机房开展辐射防护设施施工；(2)在机房内安装血管造影机及配套设施；(3)清理现场等。建设施工过程无辐射环境影响

建设阶段产生的污染物主要包括施工扬尘、生活污水、固体废物、噪声、废包装物及生活垃圾。

施工扬尘主要来源于墙体施工产生的扬尘以及建筑材料的现场搬运及堆放、施工垃圾的清理及堆放等，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域，施工结束后即可消除影响。施工扬尘可以通过局部洒水或者加强通风措施减少对环境和公众的影响。

施工期废水主要包括施工人员产生的生活污水。施工人员生活污水利用医院内部卫生间排放，进入市政污水管网。

施工期固体废物主要包括废包装物和施工人员生活垃圾，废包装物运送政府指定的建筑垃圾消纳场处置:施工人员生活垃圾经收集后，送至医院内部垃圾堆放区，交当地环卫部门统一处理。固体废物在清运的同时应做好清运工作中的装载工作，防止在运输途中散落。

施工过程中施工机械在运行时都将产生不同程度的噪声。本项目施工期较短，在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的标准，使用噪声低的先进设备。合理安排施工作业计划，禁止当日 22 时至次日 6 时进行产生噪声污染的施工作业和建筑材料的运输。确需夜间施工作业的，必须提前 3 日向当地行政审批部门提出申请，经审核批准后，方可施工，并由施工单位公告当地居民。因特殊需要必须连续施工作业的，拟取得地方人民政府住房和城乡建设、生态环境主管部门或者地方人民政府指定的部门的证明，并在施工现场显著位置公示或者以其他方式公告附近居民。

医院拟严格贯彻《天津市环境噪声污染防治管理办法》、《天津市重污染天气应急预案》等文件，认真落实各项抑尘降噪减振措施，并对建筑垃圾等固体废物实行无害化管理，以避免对环境造成显著不利影响。

本项目建设阶段的环境影响是暂时性的，待施工结束后，受影响的环境因素大多可以恢复到现状水平

运行阶段对环境的影响

由工程分析可知，血管造影机运行期主要环境影响为工作时发射出的 X 射线在穿透屏蔽设施后对周围环境产生外照射。

1.核技术利用项目概况

天津市胸科医院拟在和平院区院医疗综合楼新建 7 座 DSA 机房，并在每间机房内安装 1 台血管造影机，用于医疗诊断及介入治疗，本项目血管造影机（DSA）装置最大管电压均为 125kV，最大管电流均为 1000mA。

2.辐射环境影响分析

本项 DSA 装置主要用于拍片和介入手术。医生在 DSA 机房内通过血管造影机引导对患者进行介入治疗，护士进行辅助，在进行介入治疗时，需穿铅衣、佩戴铅眼镜等防护用品，技师在控制室内进行隔室操作。

血管造影机在介入手术治疗过程中涉及两种操作方式：一种是在摄影模式下，技师在操作间进行造影拍片，此时仅有患者位于 DSA 机房/杂交手术室内；另一种是在透视模式下，医生近距离进行介入手术操作，设备主射束朝上，医生位于第一术者位，护士位于第二术者位。

本次环评采用理论计算方法，估算 DSA 装置在正常运行工况下，介入治疗对介入手术操作人员、控制室工作人员和机房外公众人员的辐射剂量。

本次环评选取介入手术的典型工况（减影：管电压 125kV、管电流 250mA，透视：管电压 70kV、管电流 20mA）进行详细的分析。

2.1 剂量关注点

根据 X 射线射束的朝向和机房外环境特征，选取 DSA 机房四周墙体外 0.3m 处、楼上距顶棚地面 100cm 处、楼下距楼下地面 170cm 处、与 DSA 机房紧邻的有代表性的辐射工作人员和公众居留处作为辐射剂量关注点，共 64 个关注点，剂量关注点情况详见图 11-1、图 11-2。

剂量关注点的具体位置说明见下表。

表 11-1　DSA 机房 1 剂量关注点情况一览表

关注点序号	关注点位置	位置特征	人员性质
1#	DSA 机房 1 近台操作位	近台操作位	辐射工作人员
2#	DSA 机房 1 北侧屏蔽墙外 30cm 处	控制室	辐射工作人员
3#	DSA 机房 1 北侧防护门外 30cm 处	控制室	辐射工作人员

4#	DSA 机房 1 北侧观察窗外 30cm 处	控制室	辐射工作人员
5#	DSA 机房 1 东侧屏蔽墙外 30cm 处	设备间	公众
6#	DSA 机房 1 南侧屏蔽墙外 30cm 处	患者走廊	公众
7#	DSA 机房 1 南侧防护门外 30cm 处	患者走廊	公众
8#	DSA 机房 1 西侧屏蔽墙外 30cm 处	医护通道	辐射工作人员、公众
9#	DSA 机房 1 楼上距顶棚地面 100cm 处	输血科	公众
10#	DSA 机房 1 楼上距楼下地面 170cm 处	主任办公区	公众

表 11-2　DSA 机房 2 剂量关注点情况一览表

关注点序号	关注点位置	位置特征	人员性质
11#	DSA 机房 2 近台操作位	近台操作位	辐射工作人员
12#	DSA 机房 2 北侧屏蔽墙外 30cm 处	控制室	辐射工作人员
13#	DSA 机房 2 北侧防护门外 30cm 处	控制室	辐射工作人员
14#	DSA 机房 2 北侧观察窗外 30cm 处	控制室	辐射工作人员
15#	DSA 机房 2 东侧屏蔽墙外 30cm 处	医护通道	辐射工作人员、公众
16#	DSA 机房 2 南侧屏蔽墙外 30cm 处	患者走廊	公众
17#	DSA 机房 2 南侧防护门外 30cm 处	患者走廊	公众
18#	DSA 机房 2 西侧屏蔽墙外 30cm 处	设备间	公众
19#	DSA 机房 2 楼上距顶棚地面 100cm 处	辅助间	公众
20#	DSA 机房 2 楼上距楼下地面 170cm 处	医生办公区	公众

表 11-3　DSA 机房 3 剂量关注点情况一览表

关注点序号	关注点位置	位置特征	人员性质
21#	DSA 机房 3 近台操作位	近台操作位	辐射工作人员
22#	DSA 机房 3 南侧屏蔽墙外 30cm 处	控制室	辐射工作人员
23#	DSA 机房 3 南侧防护门外 30cm 处	控制室	辐射工作人员
24#	DSA 机房 3 南侧观察窗外 30cm 处	控制室	辐射工作人员
25#	DSA 机房 3 东侧屏蔽墙外 30cm 处	DSA 机房 4	辐射工作人员、公众
26#	DSA 机房 3 北侧屏蔽墙外 30cm 处	患者走廊	公众
27#	DSA 机房 3 北侧防护门外 30cm 处	患者走廊	公众
28#	DSA 机房 3 西侧屏蔽墙外 30cm 处	设备间	公众
29#	DSA 机房 3 楼上距顶棚地面 100cm 处	医生办公区	公众
30#	DSA 机房 3 楼上距楼下地面 170cm 处	DR 机房	公众

表 11-4　DSA 机房 4 剂量关注点情况一览表

关注点序号	关注点位置	位置特征	人员性质

31#	DSA 机房 4 近台操作位	近台操作位	辐射工作人员
32#	DSA 机房 4 南侧屏蔽墙外 30cm 处	控制室	辐射工作人员
33#	DSA 机房 4 南侧防护门外 30cm 处	控制室	辐射工作人员
34#	DSA 机房 4 南侧观察窗外 30cm 处	控制室	辐射工作人员
35#	DSA 机房 4 东侧屏蔽墙外 30cm 处	DSA 机房 5	辐射工作人员、公众
36#	DSA 机房 4 北侧屏蔽墙外 30cm 处	患者走廊	公众
37#	DSA 机房 4 北侧防护门外 30cm 处	患者走廊	公众
38#	DSA 机房 4 西侧屏蔽墙外 30cm 处	DSA 机房 3	辐射工作人员、公众
39#	DSA 机房 4 楼上距顶棚地面 100cm 处	病房	公众
40#	DSA 机房 4 楼上距楼下地面 170cm 处	DR 机房	公众

表 11-5　DSA 机房 5 剂量关注点情况一览表

关注点序号	关注点位置	位置特征	人员性质
41#	DSA 机房 5 近台操作位	近台操作位	辐射工作人员
42#	DSA 机房 5 南侧屏蔽墙外 30cm 处	控制室	辐射工作人员
43#	DSA 机房 5 南侧防护门外 30cm 处	控制室	辐射工作人员
44#	DSA 机房 5 南侧观察窗外 30cm 处	控制室	辐射工作人员
45#	DSA 机房 5 东侧屏蔽墙外 30cm 处	刷手池	辐射工作人员
46#	DSA 机房 5 北侧屏蔽墙外 30cm 处	患者走廊	公众
47#	DSA 机房 5 北侧防护门外 30cm 处	患者走廊	公众
48#	DSA 机房 5 西侧屏蔽墙外 30cm 处	DSA 机房 4	辐射工作人员、公众
49#	DSA 机房 5 楼上距顶棚地面 100cm 处	病房	公众
50#	DSA 机房 5 楼上距楼下地面 170cm 处	值班室	公众

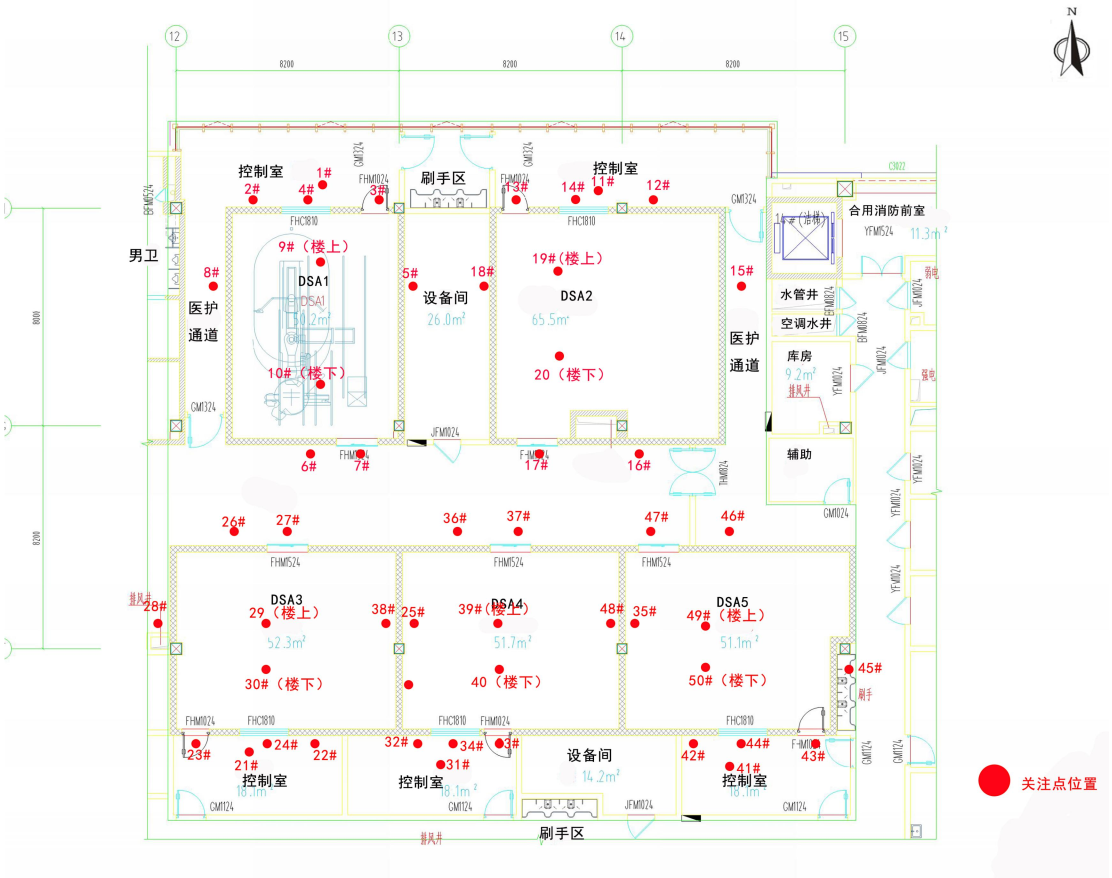


图 11-1 二层 DSA 机房外剂量关注点位示意图

表 11-6 杂交手术室 2 剂量关注点情况一览表

关注点序号	关注点位置	位置特征	人员性质
51#	杂交手术室 2 近台操作位	近台操作位	辐射工作人员
52#	杂交手术室 2 西侧屏蔽墙外 30cm 处	机房	辐射工作人员
53#	杂交手术室 2 西侧防护门外 30cm 处	控制室	辐射工作人员
54#	杂交手术室 2 西侧观察窗外 30cm 处	控制室	辐射工作人员
55#	杂交手术室 2 南侧屏蔽墙外 30cm 处	患者走廊	公众
56#	杂交手术室 2 南侧防护门外 30cm 处	患者走廊	公众
57#	杂交手术室 2 东侧屏蔽墙外 30cm 处	手术间 1	公众
58#	杂交手术室 2 北侧屏蔽墙外 30cm 处	污物走廊	公众
59#	杂交手术室 2 北侧防护门外 30cm 处	污物走廊	公众
60#	杂交手术室 2 楼上距顶棚地面 100cm 处	物资供应科库房	公众
61#	杂交手术室 2 楼上距楼下地面 170cm 处	急诊观察、空调机房、库房	公众

表 11-7 杂交手术室 3 剂量关注点情况一览表

关注点序号	关注点位置	位置特征	人员性质
62#	杂交手术室 3 近台操作位	近台操作位	辐射工作人员

63#	杂交手术室 3 东墙屏蔽墙外 30cm 处	机房	辐射工作人员
64#	杂交手术室 3 东墙防护门外 30cm 处	控制室	辐射工作人员
65#	杂交手术室 3 东墙观察窗外 30cm 处	控制室	辐射工作人员
66#	杂交手术室 3 东侧大防护门外 30cm 处	患者走廊	公众
67#	杂交手术室 3 南侧屏蔽墙外 30cm 处	手术间 4	公众
68#	杂交手术室 3 西侧屏蔽墙外 30cm 处	污物走廊	公众
69#	杂交手术室 3 西侧防护门外 30cm 处	污物走廊	公众
70#	杂交手术室 3 北侧屏蔽墙外 30cm 处	污物走廊	公众
71#	杂交手术室 3 楼上距顶棚地面 100cm 处	物资供应科库房	公众
72#	杂交手术室 3 楼上距楼下地面 170cm 处	隔离观察、急诊观察	公众

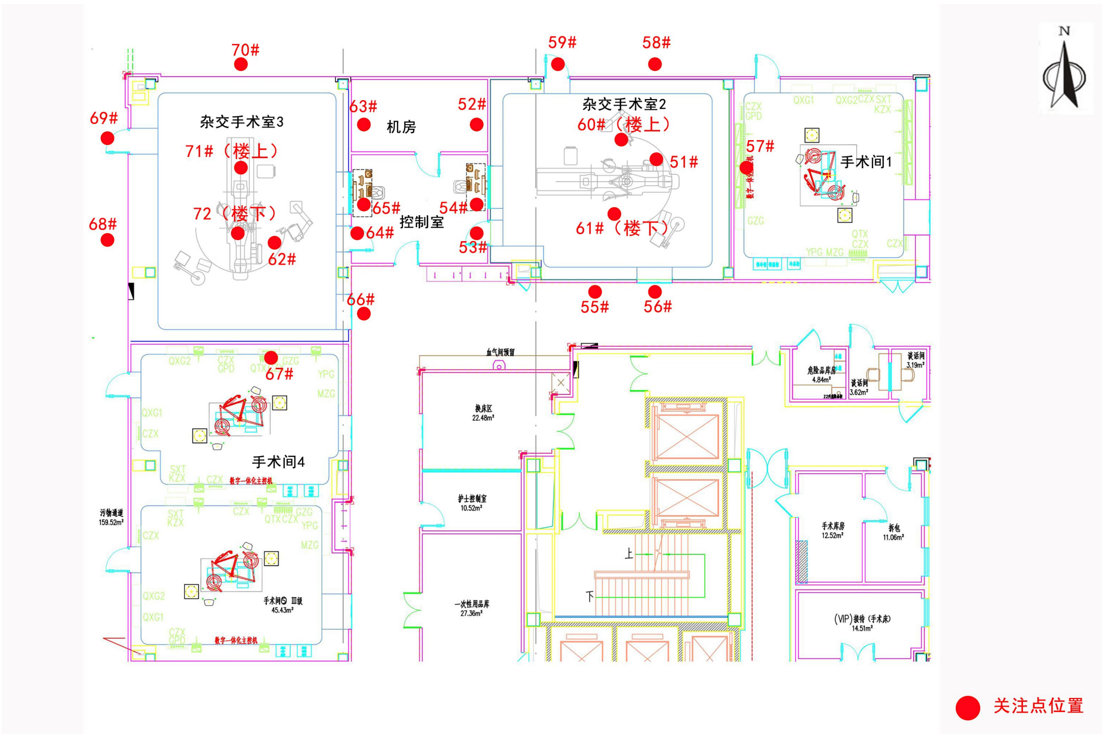


图 11-2 三层 DSA 杂交手术室外剂量关注点位示意图

表 11-8　7 台血管造影机所在场所楼外剂量关注点情况一览表

关注点序号	关注点位置	特征	人员性质
73#	院内食堂	食堂	公众
74#	大悦城	商场	公众

2.2 预测模式

本项目血管造影机工作时主射（有用线束）方向为从下向上，其他方向为散射束和漏射束。考虑到受照病人及接收器等影响，DSA 机房楼上受到的辐射以有用线束为主，

其余墙壁外受到的辐射以散射束和漏射束为主。

介入治疗时，医生位于第一术者位，手部受到有用线束的照射，眼晶状体受到漏射束和散射束的影响；护士位于第二术者位，眼晶状体受到漏射束和散射束的影响。因此本评价影响预测中，有用线束方向按照初级 X 射线进行考虑，其他方向按照漏射 X 射线和散射 X 射线进行考虑。漏射 X 射线、散射 X 射线保守按有用线束能量考虑。

（1）有用线束

根据《辐射防护导论》转换可得主射线在关注点处造成的辐射剂量当量率计算公式如下：

$$\dot{H}=\frac{60\times X_0\times I\times f\times B}{R^2}\times N \qquad (11\text{-}1)$$

式中：

$\dot{H}$——主射线在剂量关注点处造成的剂量当量率，μSv/h；

X_0——距血管造影机阳极靶 1m 处的发射率（$mGy\cdot mA^{-1}\cdot min^{-1}$），查 ICRP33 可知；

I——血管造影机在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

f——空气吸收剂量与当量剂量之间的转换因子，此处 $f=1\times10^3$μSv/mGy；

N——对有用束为 1，对泄漏辐射为泄漏辐射比率；

R——剂量关注点与 X 射线机靶的距离，m；

B——X 射线穿过屏蔽物质的衰减系数，由《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C.1 公式计算，具体如下：

$$B=\left[\left(1+\frac{\beta}{\alpha}\right)e^{\alpha\gamma X}-\frac{\beta}{\alpha}\right]^{-\frac{1}{\gamma}} \qquad (11\text{-}2)$$

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，mm。

（2）漏射

本项目 DSA 除有用线束方向外，其他方向均需考虑泄露辐射影响。

根据设备厂家提供资料，本项目 X 射线的泄漏率≤0.1%，因此本项目按 0.1%估算其泄漏方向的剂量率。按式（11-1）、式（11-2）进行计算。

（3）散射

散射X射线的辐射剂量当量采用反照率法估算：

$$\dot{H}_S=\frac{60\times X_0\times I\times B\times f\times \alpha\times S}{R_1^{\ 2}\times R_2^{\ 2}} \qquad （11-3）$$

式中：

$\dot{H}_s$——散射线在剂量关注点处造成的剂量当量率，μSv/h；

α——散射因子，受照物体对入射X射线的散射比，α=a/400，其中a是相对于400cm^{2}散射面积的受照物体对入射X射线的散射比，保守取0.0015（90°散射角），α取3.75×10^{-6}；

S——散射面积，cm^2，此处取225cm^2；

R_1——血管造影机靶与受照体的距离，m，此处取0.5m；

R_2——受照体与剂量关注点的距离，m；

其余参数意义与式（11-1）、式（11-2）相应参数相同。

（4）年有效剂量估算

$$H=\dot{H}\cdot t\cdot T\cdot 10^{-3} \ ....（11-4）$$

式中：

H——年有效剂量当量，Sv/a；

$\dot{H}$——主射线、散射线、漏射线在剂量关注点处造成的周围剂量当量率，μSv/h；

t——年出束时间，h/a；

T—居留因子，参照《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021），不同场所与环境条件下的居留因子取值如下表。

表11-9　不同场所与环境条件下的居留因子

场所	居留因子		示例
	典型值	范围	
全居留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制室、护士站、咨询台、有人护理的候诊室以及周边建筑物中的驻留区
部分居留	1/4	1/2～1/5	1/2：相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的病人检查室 1/5：走廊、雇员休息室、职员休息室

偶然居留	1/16	1/8～1/40	1/8：各治疗室房门 1/20：公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室 1/40：仅有来往行人车辆的户外区域、无人看管的停车场、车辆自动卸货（卸客）区域、楼梯、无人看管的电梯

（5）手部皮肤受照剂量计算

介入手术时，医生、护士在手术床边上进行介入手术，需穿戴铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套、铅橡胶帽子等防护用品，但是仍然有部分皮肤暴露在射线下受到照射，在手术过程中，医生腕部距离射线源最近，因X射线随着距离的增加呈现衰减趋势，故以医生腕部剂量估算结果核算医护人员手部皮肤照射年剂量，根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）中的公式估算DSA机房内辐射工作人员年皮肤吸收剂量。

$$D_S = C_{KS}\left(\dot{k}t\right)\times 10^{-3} \quad (11\text{-}5)$$

式中：D_S—皮肤吸收剂量，mGy；

$\dot{k}$—X、γ辐射场的空气比释动能率，μGy/h；

C_{KS}—空气比释动能到皮肤吸收剂量的转化系数（Gy/Gy）；本项目取1.12mGy/mGy；

t—人员累积受照时间，h；

10^{-3}—微戈瑞转换为毫戈瑞的转换系数。

（6）眼晶状体吸收剂量受照剂量计算

介入手术时，医生、护士在手术床边上进行介入手术，需佩戴铅防护眼镜，但眼睛仍然会受到照射。医生眼睛主要受到漏射和散射的影响，因X射线随着距离的增加呈现衰减趋势，故以医生眼部剂量估算结果核算医护人员眼晶状体照射年剂量，根据《电离辐射所致眼晶状体剂量估算方法》（GBZ/T301-2017）中的公式估算DSA机房内辐射工作人员年眼晶状体吸收剂量。

$$D_L = C_{KL}\times\dot{k}\times 10^{-3}\times t \quad (11\text{-}6)$$

式中：D_L—眼晶状体吸收剂量，mGy；

$\dot{k}$—X、γ辐射场的空气比释动能率，μGy/h；

C_{KL}—空气比释动能到眼晶状体吸收剂量的转化系数（Gy/Gy）；本项目取1.51mGy/mGy。

t—人员累积受照时间，h；

10^{-3}—微戈瑞转换为毫戈瑞的转换系数。

2.3 预测参数

由工程分析可知，DSA 用于介入手术时，运行模式为摄影和透视两种方式。近台操作位手术人员仅受透视模式影响，DSA 机房外工作人员和公众受摄影和透视模式的叠加辐射影响。

本项目每台血管造影机典型工况照射量率及出束时间见表 11-10。

表 11-10 本项目血管造影机典型工况照射量率及出束时间

DSA 序号	操作模式	常用管电压（kV）	常用管电流（mA）	靶点 1m 处发射率 $\dot{X}_0$（$mGy\cdot mA^{-1}\cdot min^{-1}$）	年最大出束时间（h）
DSA1	摄影	125	250	3.2	4.0
	透视	70	20	0.48	158.3
DSA2	摄影	125	250	3.2	4.0
	透视	70	20	0.48	158.3
DSA3	摄影	125	250	3.2	4.0
	透视	70	20	0.48	158.3
DSA4	摄影	125	250	3.2	4.0
	透视	70	20	0.48	158.3
DSA5	摄影	125	250	3.2	4.0
	透视	70	20	0.48	158.3
DSA6	摄影	125	250	3.2	4.0
	透视	70	20	0.48	158.3
DSA7	摄影	125	250	3.2	4.0
	透视	70	20	0.48	158.3

注：根据过滤板厚度（0.5mmCu）及管电压，查 ICRP33P 可得靶点 1m 处的发射率。

由《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 表 C.2 可知衰减系数的相关参数取值见表 11-11。

表 11-11 铅对 125kV 管电压 X 射线辐射衰减的有关的三个拟合参数

管电压（kV）	α	β	γ
70	5.369	23.49	0.5881
125（主束）	2.219	7.923	0.5386
125（散射）	2.233	7.888	0.7295

各关注点 X 射线辐射剂量计算所需的空间位置距离和屏蔽参数见表 11-12。

表 11-12 各关注点相关预测参数

关注点序号	关注点名称	射线类型	屏蔽材料与厚度	工作模式	X 射线能量（kV）	居留因子 T
DSA 机房 1						
1#	近台操作位	散射、漏射	个人防护用品和辅助防护设施等（1mm 铅当量，用于计算近台操作位辐射工作人员年有效剂量）	透视	70	1
2#	DSA 机房 1 北侧屏蔽墙外 30cm 处	散射、漏射	240mm 实心砖+2mmPb（约 4.4mm 铅当量）	摄影	125	1
				透视	70	
3#	DSA 机房 1 北侧防护门外 30cm 处	散射、漏射	3mmPb	摄影	125	1
				透视	70	
4#	DSA 机房 1 北侧观察窗外 30cm 处	散射、漏射	3mm 厚铅当量铅玻璃	摄影	125	1
				透视	70	
5#	DSA 机房 1 东侧屏蔽墙外 30cm 处	散射、漏射	240mm 实心砖+2mmPb（约 4.4mm 铅当量）	摄影	125	1/5
				透视	70	
6#	DSA 机房 1 南侧屏蔽墙外 30cm 处	散射、漏射	240mm 实心砖+2mmPb（约 4.4mm 铅当量）	摄影	125	1/5
				透视	70	
7#	DSA 机房 1 南侧防护门外 30cm 处	散射、漏射	3mmPb	摄影	125	1/5
				透视	70	
8#	DSA 机房 1 西侧屏蔽墙外 30cm 处	散射、漏射	240mm 实心砖+2mmPb（约 4.4mm 铅当量）	摄影	125	1/5
				透视	70	
9#	DSA 机房 1 楼上距顶棚地面 100cm 处	有用线束	3mm 铅板+120mm 现浇混凝土板+50mm 厚的细石混凝土+20mm 水泥（约 5.4mm 铅当量）	摄影	125	1/5
				透视	70	
10#	DSA 机房 1 楼上距楼下地面 170cm 处	散射、漏射	1mm 铅板+120mm 现浇混凝土板+50mm 厚的细石混凝土+20mm 水泥+10mm 硫酸钡(约 3.9mm 铅当量）	摄影	125	1
				透视	70	
73#	院内食堂	散射、漏射	240mm 实心砖+2mmPb（约 4.4mm 铅当量）	摄影	125	1
				透视	70	

74#	大悦城	散射、漏射	240mm 实心砖+2mmPb（约 4.4mm 铅当量）	摄影	125	1
				透视	70	
DSA 机房 2						
11#	DSA 机房 2 近台操作位	散射、漏射	个人防护用品和辅助防护设施等（1mm 铅当量，用于计算近台操作位辐射工作人员年有效剂量）	透视	70	1
12#	DSA 机房 2 北侧屏蔽墙外 30cm 处	散射、漏射	240mm 实心砖+2mmPb（约 4.4mm 铅当量）	摄影	125	1
				透视	70	
13#	DSA 机房 2 北侧防护门外 30cm 处	散射、漏射	3mmPb	摄影	125	1
				透视	70	
14#	DSA 机房 2 北侧观察窗外 30cm 处	散射、漏射	3mm 厚铅当量铅玻璃	摄影	125	1
				透视	70	
15#	DSA 机房 2 东侧屏蔽墙外 30cm 处	散射、漏射	240mm 实心砖+2mmPb（约 4.4mm 铅当量）	摄影	125	1/5
				透视	70	
16#	DSA 机房 2 南侧屏蔽墙外 30cm 处	散射、漏射	240mm 实心砖+2mmPb（约 4.4mm 铅当量）	摄影	125	1/5
				透视	70	
17#	DSA 机房 2 南侧防护门外 30cm 处	散射、漏射	3mmPb	摄影	125	1/5
				透视	70	
18#	DSA 机房 2 西侧屏蔽墙外 30cm 处	散射、漏射	240mm 实心砖+2mmPb（约 4.4mm 铅当量）	摄影	125	1/5
				透视	70	
19#	DSA 机房 2 楼上距顶棚地面 100cm 处	有用线束	3mm 铅板+120mm 现浇混凝土板+50mm 厚的细石混凝土+20mm 水泥（约 5.4mm 铅当量）	摄影	125	1/5
				透视	70	
20#	DSA 机房 2 楼上距楼下地面 170cm 处	散射、漏射	1mm 铅板+120mm 现浇混凝土板+50mm 厚的细石混凝土+20mm 水泥+10mm 硫酸钡（约 3.9mm 铅当量）	摄影	125	1
				透视	70	
73#	院内食堂	散射、漏射	240mm 实心砖+2mmPb（约 4.4mm 铅当量）	摄影	125	1
				透视	70	
74#	大悦城	散射、漏射	240mm 实心砖+2mmPb（约 4.4mm 铅当量）	摄影	125	1
				透视	70	
DSA 机房 3						
21#	DSA 机房 3	散射、	个人防护用品和辅助防护设施	透视	70	1

	近台操作位	漏射	等（1mm 铅当量，用于计算近台操作位辐射工作人员年有效剂量）			
22#	DSA 机房 3 南侧屏蔽墙外 30cm 处	散射、漏射	240mm 实心砖+2mmPb（约 4.4mm 铅当量）	摄影	125	1
				透视	70	
23#	DSA 机房 3 南侧防护门外 30cm 处	散射、漏射	3mmPb	摄影	125	1
				透视	70	
24#	DSA 机房 3 南侧观察窗外 30cm 处	散射、漏射	3mm 厚铅当量铅玻璃	摄影	125	1
				透视	70	
25#	DSA 机房 3 东侧屏蔽墙外 30cm 处	散射、漏射	240mm 实心砖+2mmPb（约 4.4mm 铅当量）	摄影	125	1/2
				透视	70	
26#	DSA 机房 3 北侧屏蔽墙外 30cm 处	散射、漏射	240mm 实心砖+2mmPb（约 4.4mm 铅当量）	摄影	125	1/5
				透视	70	
27#	DSA 机房 3 北侧防护门外 30cm 处	散射、漏射	3mmPb	摄影	125	1/5
				透视	70	
28#	DSA 机房 3 西侧屏蔽墙外 30cm 处	散射、漏射	240mm 实心砖+2mmPb（约 4.4mm 铅当量）	摄影	125	1/5
				透视	70	
29#	DSA 机房 3 楼上距顶棚地面 100cm 处	有用线束	3mm 铅板+120mm 现浇混凝土板+50mm 厚的细石混凝土+20mm 水泥（约 5.4mm 铅当量）	摄影	125	1
				透视	70	
30#	DSA 机房 3 楼上距楼下地面 170cm 处	散射、漏射	1mm 铅板+120mm 现浇混凝土板+50mm 厚的细石混凝土+20mm 水泥+10mm 硫酸钡(约 3.9mm 铅当量）	摄影	125	1/5
				透视	70	
73#	院内食堂	散射、漏射	240mm 实心砖+2mmPb（约 4.4mm 铅当量）	摄影	125	1
				透视	70	
74#	大悦城	散射、漏射	240mm 实心砖+2mmPb（约 4.4mm 铅当量）	摄影	125	1
				透视	70	
DSA 机房 4						
31#	DSA 机房 4 近台操作位	散射、漏射	个人防护用品和辅助防护设施等（1mm 铅当量，用于计算近台操作位辐射工作人员年有效剂量）	透视	70	1
32#	DSA 机房 4 南侧屏蔽墙外 30cm 处	散射、漏射	240mm 实心砖+2mmPb（约 4.4mm 铅当量）	摄影	125	1
				透视	70	

33#	DSA 机房 4 南侧防护门外 30cm 处	散射、漏射	3mmPb	摄影	125	1
				透视	70	
34#	DSA 机房 4 南侧观察窗外 30cm 处	散射、漏射	3mm 厚铅当量铅玻璃	摄影	125	1
				透视	70	
35#	DSA 机房 4 东侧屏蔽墙外 30cm 处	散射、漏射	240mm 实心砖+2mmPb（约 4.4mm 铅当量）	摄影	125	1/2
				透视	70	
36#	DSA 机房 4 北侧屏蔽墙外 30cm 处	散射、漏射	240mm 实心砖+2mmPb（约 4.4mm 铅当量）	摄影	125	1/5
				透视	70	
37#	DSA 机房 4 北侧防护门外 30cm 处	散射、漏射	3mmPb	摄影	125	1/5
				透视	70	
38#	DSA 机房 4 西侧屏蔽墙外 30cm 处	散射、漏射	240mm 实心砖+2mmPb（约 4.4mm 铅当量）	摄影	125	1/2
				透视	70	
39#	DSA 机房 4 楼上距顶棚地面 100cm 处	有用线束	3mm 铅板+120mm 现浇混凝土板+50mm 厚的细石混凝土+20mm 水泥（约 5.4mm 铅当量）	摄影	125	1
				透视	70	
40#	DSA 机房 4 楼上距楼下地面 170cm 处	散射、漏射	1mm 铅板+120mm 现浇混凝土板+50mm 厚的细石混凝土+20mm 水泥+10mm 硫酸钡（约 3.9mm 铅当量）	摄影	125	1
				透视	70	
73#	院内食堂	散射、漏射	240mm 实心砖+2mmPb（约 4.4mm 铅当量）	摄影	125	1
				透视	70	
74#	大悦城	散射、漏射	240mm 实心砖+2mmPb（约 4.4mm 铅当量）	摄影	125	1
				透视	70	
DSA 机房 5						
41#	DSA 机房 5 近台操作位	散射、漏射	个人防护用品和辅助防护设施等（1mm 铅当量，用于计算近台操作位辐射工作人员年有效剂量）	透视	70	1
42#	DSA 机房 5 南侧屏蔽墙外 30cm 处	散射、漏射	240mm 实心砖+2mmPb（约 4.4mm 铅当量）	摄影	125	1
				透视	70	
43#	DSA 机房 5 南侧防护门外 30cm 处	散射、漏射	3mmPb	摄影	125	1
				透视	70	
44#	DSA 机房 5 南侧观察窗外 30cm 处	散射、漏射	3mm 厚铅当量铅玻璃	摄影	125	1
				透视	70	

45#	DSA 机房 5 东侧屏蔽墙外 30cm 处	散射、漏射	240mm 实心砖+2mmPb（约 4.4mm 铅当量）	摄影	125	1/5
				透视	70	
46#	DSA 机房 5 北侧屏蔽墙外 30cm 处	散射、漏射	240mm 实心砖+2mmPb（约 4.4mm 铅当量）	摄影	125	1/5
				透视	70	
47#	DSA 机房 5 北侧防护门外 30cm 处	散射、漏射	3mmPb	摄影	125	1/5
				透视	70	
48#	DSA 机房 5 西侧屏蔽墙外 30cm 处	散射、漏射	240mm 实心砖+2mmPb（约 4.4mm 铅当量）	摄影	125	1/2
				透视	70	
49#	DSA 机房 5 楼上距顶棚地面 100cm 处	有用线束	3mm 铅板+120mm 现浇混凝土板+50mm 厚的细石混凝土+20mm 水泥（约 5.4mm 铅当量）	摄影	125	1
				透视	70	
50#	DSA 机房 5 楼上距楼下地面 170cm 处	散射、漏射	1mm 铅板+120mm 现浇混凝土板+50mm 厚的细石混凝土+20mm 水泥+10mm 硫酸钡(约 3.9mm 铅当量）	摄影	125	1/5
				透视	70	
73#	院内食堂	散射、漏射	240mm 实心砖+2mmPb（约 4.4mm 铅当量）	摄影	125	1
				透视	70	
74#	大悦城	散射、漏射	240mm 实心砖+2mmPb（约 4.4mm 铅当量）	摄影	125	1
				透视	70	
杂交手术室 2						
51#	杂交手术室 2 近台操作位	散射、漏射	个人防护用品和辅助防护设施等（1mm 铅当量，用于计算近台操作位辐射工作人员年有效剂量）	透视	70	1
52#	杂交手术室 2 西侧屏蔽墙外 30cm 处	散射、漏射	240mm 加气块土建墙+3mmPb（约 3.8mm 铅当量）	摄影	125	1
				透视	70	
53#	杂交手术室 2 西侧防护门外 30cm 处	散射、漏射	3mmPb	摄影	125	1
				透视	70	
54#	杂交手术室 2 西侧观察窗外 30cm 处	散射、漏射	3.5mmPb	摄影	125	1
				透视	70	
55#	杂交手术室 2 南侧屏蔽墙外 30cm 处	散射、漏射	240mm 加气块土建墙+3mmPb（约 3.8mm 铅当量）	摄影	125	1/5
				透视	70	
56#	杂交手术室 2 南侧防护	散射、漏射	3mmPb	摄影	125	1/5
				透视	70	

	门外 30cm 处					
57#	杂交手术室 2 东侧屏蔽墙外 30cm 处	散射、漏射	240mm 加气块土建墙+3mmPb（约 3.8mm 铅当量）	摄影	125	1/2
				透视	70	
58#	杂交手术室 2 北侧屏蔽墙外 30cm 处	散射、漏射	240mm 加气块土建墙+3mmPb（约 3.8mm 铅当量）	摄影	125	1/5
				透视	70	
59#	杂交手术室 2 北侧防护门外 30cm 处	散射、漏射	3mmPb	摄影	125	1/5
				透视	70	
60#	杂交手术室 2 楼上距顶棚地面 100cm 处	有用线束	120mm 混凝土楼板+60mm 硫酸钡+20mm 水泥（约 6.2mm 铅当量）	摄影	125	1/5
				透视	70	
61#	杂交手术室 2 楼上距楼下地面 170cm 处	散射、漏射	120mm 混凝土楼板+60mm 硫酸钡（约 6.1mm 铅当量）	摄影	125	1/5
				透视	70	
73#	院内食堂	散射、漏射	240mm 加气块土建墙+3mmPb（约 3.8mm 铅当量）	摄影	125	1
				透视	70	
74#	大悦城	散射、漏射	240mm 加气块土建墙+3mmPb（约 3.8mm 铅当量）	摄影	125	1
				透视	70	
杂交手术室 3						
62#	杂交手术室 3 近台操作位	散射、漏射	个人防护用品和辅助防护设施等（1mm 铅当量，用于计算近台操作位辐射工作人员年有效剂量）	透视	70	1
63#	杂交手术室 3 东墙屏蔽墙外 30cm 处	散射、漏射	240mm 加气块土建墙+3mmPb（约 3.8mm 铅当量）	摄影	125	1
				透视	70	
64#	杂交手术室 3 东墙防护门外 30cm 处	散射、漏射	3mmPb	摄影	125	1
				透视	70	
65#	杂交手术室 3 东墙观察窗外 30cm 处	散射、漏射	3.5mmPb	摄影	125	1
				透视	70	
66#	杂交手术室 3 东侧大防护门外 30cm 处	散射、漏射	3mmPb	摄影	125	1/5
				透视	70	
67#	杂交手术室 3 南侧屏蔽墙外 30cm 处	散射、漏射	240mm 加气块土建墙+3mmPb（约 3.8mm 铅当量）	摄影	125	1/2
				透视	70	

68#	杂交手术室3西侧屏蔽墙外30cm处	散射、漏射	240mm加气块土建墙+3mmPb（约3.8mm铅当量）	摄影	125	1/5
				透视	70	
69#	杂交手术室3西侧防护门外30cm处	散射、漏射	3mmPb	摄影	125	1/5
				透视	70	
70#	杂交手术室3北侧屏蔽墙外30cm处	散射、漏射	240mm加气块土建墙+3mmPb（约3.8mm铅当量）	摄影	125	1/5
				透视	70	
71#	杂交手术室3楼上距顶棚地面100cm处	有用线束	120mm混凝土楼板+60mm硫酸钡+20mm水泥（约6.2mm铅当量）	摄影	125	1/5
				透视	70	
72#	杂交手术室3楼上距楼下地面170cm处	散射、漏射	120mm混凝土楼板+60mm硫酸钡（约6.1mm铅当量）	摄影	125	1/5
				透视	70	
73#	院内食堂	散射、漏射	240mm加气块土建墙+3mmPb（约3.8mm铅当量）	摄影	125	1
				透视	70	
74#	大悦城	散射、漏射	240mm加气块土建墙+3mmPb（约3.8mm铅当量）	摄影	125	1
				透视	70	

注①：根据医院提供资料，每天都有人员驻留的地方（近台操作位、控制室、DSA机房楼上距顶棚地面100cm处），计算时居留因子取1；相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的病人检查室，计算时居留因子取1/2；不时有人停留的地方（走廊、准备室），计算时居留因子取1/5。

注②：本项目治疗床床板及探测器均有一定防护效果，经与机器厂家（飞利浦）沟通核实，飞利浦无法提供床板及探测器的具体材质与防护效果，因此本次预测DSA上方剂量时，不考虑床板及探测器的防护；

注③：漏射X射线、散射X射线能量保守按有用线束考虑。

2.4 计算结果

（1）关注点处周围剂量当量率

由公式（11-1）、（11-2）、（11-3）可计算得关注点处的周围剂量当量率，计算结果见表11-13。

表11-13 关注点处周围剂量当量率计算结果

关注点序号	关注点名称	工作模式	射线类型	X_0（mGy·mA^{-1}·min^{-1}）	I（mA）	源或散射点与剂量关注点的距离R（m）		衰减系数B	周围剂量当量率μSv/h	
						R_1	R_2		计算值	叠加值

DSA 机房 1										
1#	近台控制室操作位	透视	散射	0.48	20	0.5	0.5	2.83×10^{-4}	2.20	2.34
			漏射	0.48	20	1.1		2.83×10^{-4}	0.135	
2#	DSA 机房 1 北侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	4.4	6.82×10^{-6}	0.06	0.06
			漏射	3.2	250	4.43		3.45×10^{-6}	8.44×10^{-3}	
		透视	散射	0.48	20	0.5	4.4	3.15×10^{-12}	3.16×10^{-10}	4.09×10^{-10}
			漏射	0.48	20	4.43		3.15×10^{-12}	9.25×10^{-11}	
3#	DSA 机房 1 北侧防护门外 30cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	5.1	1.56×10^{-4}	0.97	1.12
			漏射	3.2	250	5.13		7.97×10^{-5}	0.15	
		透视	散射	0.48	20	0.5	5.1	5.79×10^{-9}	4.33×10^{-7}	5.60×10^{-7}
			漏射	0.48	20	5.13		5.79×10^{-9}	1.27×10^{-7}	
4#	DSA 机房 1 北侧观察窗外 30cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	4.2	1.56×10^{-4}	1.44	1.65
			漏射	3.2	250	4.23		7.97×10^{-5}	0.21	
		透视	散射	0.48	20	0.5	4.2	5.79×10^{-9}	6.38×10^{-7}	8.27×10^{-7}
			漏射	0.48	20	4.23		5.79×10^{-9}	1.86×10^{-7}	
5#	DSA 机房 1 东侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	3.7	6.82×10^{-6}	0.08	0.09
			漏射	3.2	250	3.73		3.45×10^{-6}	0.01	
		透视	散射	0.48	20	0.5	3.7	3.15×10^{-12}	1.30×10^{-10}	5.77×10^{-10}
			漏射	0.48	20	3.73		3.15×10^{-12}	4.47×10^{-10}	
6#	DSA 机房 1 南侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	4.0	6.82×10^{-6}	0.07	0.08
			漏射	3.2	250	4.03		3.45×10^{-6}	0.01	
		透视	散射	0.48	20	0.5	4.0	3.15×10^{-12}	3.83×10^{-10}	4.95×10^{-10}
			漏射	0.48	20	4.03		3.15×10^{-12}	1.12×10^{-10}	

7#	DSA 机房 1 南侧防护门外 30cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	4.5	1.56×10^{-4}	1.25	1.44
			漏射	3.2	250	4.53		7.97×10^{-5}	0.19	
		透视	散射	0.48	20	0.5	4.5	5.79×10^{-9}	5.56×10^{-7}	7.19×10^{-7}
			漏射	0.48	20	4.53		5.79×10^{-9}	1.63×10^{-7}	
8#	DSA 机房 1 西侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	2.4	6.82×10^{-6}	0.19	0.26
			漏射	3.2	250	2.43		3.45×10^{-6}	0.07	
		透视	散射	0.48	20	0.5	2.4	3.15×10^{-12}	1.06×10^{-9}	1.37×10^{-8}
			漏射	0.48	20	2.43		3.15×10^{-12}	3.07×10^{-10}	
9#	DSA 机房 1 楼上距顶棚地面 100cm 处	摄影	有用线束	3.2	250	4.5		1.07×10^{-8}	0.88	0.88
		透视		0.48	20			2.73×10^{-18}	4.18×10^{-10}	4.18×10^{-10}
10#	DSA 机房 1 楼上距楼下地面 170cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	2.5	1.17×10^{-9}	0.54	0.62
			漏射	3.2	250	2.5		2.20×10^{-9}	0.08	
		透视	散射	0.48	20	0.5	2.5	1.27×10^{-20}	1.44×10^{-8}	1.87×10^{-8}
			漏射	0.48	20	2.5		1.27×10^{-20}	4.25×10^{-9}	
73#	院内食堂	摄影	散射	3.2	250	0.5	7.0	6.82×10^{-6}	0.02	0.02
			漏射	3.2	250	7.0		3.45×10^{-6}	3.38×10^{-3}	
		透视	散射	0.48	20	0.5	7.0	3.15×10^{-12}	1.25×10^{-10}	1.62×10^{-10}
			漏射	0.48	20	7.0		3.15×10^{-12}	3.70×10^{-11}	
74#	大悦城	摄影	散射	3.2	250	0.5	35	6.82×10^{-6}	9.02×10^{-4}	1.04×10^{-3}
			漏射	3.2	250	35		3.45×10^{-6}	1.35×10^{-4}	
		透视	散射	0.48	20	0.5	35	3.15×10^{-12}	5.00×10^{-12}	6.48×10^{-12}
			漏射	0.48	20	35		3.15×10^{-12}	1.48×10^{-12}	

DSA 机房 2										
11#	DSA 机房 2 近台操作位	透视	散射	0.48	20	0.5	0.5	2.83×10^{-4}	2.20	2.34
			漏射	0.48	20	1.1		2.83×10^{-4}	0.135	
12#	DSA 机房 2 北侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	4.0	6.82×10^{-6}	0.07	0.08
			漏射	3.2	250	4.03		3.45×10^{-6}	0.01	
		透视	散射	0.48	20	0.5	4.0	3.15×10^{-12}	3.83×10^{-10}	4.95×10^{-10}
			漏射	0.48	20	4.03		3.15×10^{-12}	1.12×10^{-10}	
13#	DSA 机房 2 北侧防护门外 30cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	4.4	1.56×10^{-4}	1.31	1.50
			漏射	3.2	250	4.43		7.97×10^{-5}	0.19	
		透视	散射	0.48	20	0.5	4.4	5.79×10^{-9}	5.81×10^{-7}	7.51×10^{-7}
			漏射	0.48	20	4.43		5.79×10^{-9}	1.70×10^{-7}	
14#	DSA 机房 2 北侧观察窗外 30cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	4.1	1.56×10^{-4}	1.50	1.72
			漏射	3.2	250	4.13		7.97×10^{-5}	0.22	
		透视	散射	0.48	20	0.5	4.1	5.79×10^{-9}	6.70×10^{-7}	8.66×10^{-7}
			漏射	0.48	20	4.13		5.79×10^{-9}	1.96×10^{-7}	
15#	DSA 机房 2 东侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	4.3	6.82×10^{-6}	0.06	0.07
			漏射	3.2	250	4.33		3.45×10^{-6}	8.83×10^{-3}	
		透视	散射	0.48	20	0.5	4.3	3.15×10^{-12}	3.31×10^{-10}	7.50×10^{-10}
			漏射	0.48	20	4.33		3.15×10^{-12}	4.19×10^{-10}	
16#	DSA 机房 2 南侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	4.3	6.82×10^{-6}	0.06	0.07
			漏射	3.2	250	4.33		3.45×10^{-6}	8.83×10^{-3}	
		透视	散射	0.48	20	0.5	4.3	3.15×10^{-12}	3.31×10^{-10}	4.28×10^{-10}
			漏射	0.48	20	4.33		3.15×10^{-12}	9.68×10^{-11}	

17#	DSA机房2南侧防护门外30cm处	摄影	散射	3.2	250	0.5	4.9	1.56×10^{-4}	1.05	1.21
			漏射	3.2	250	4.93		7.97×10^{-5}	0.16	
		透视	散射	0.48	20	0.5	4.9	5.79×10^{-9}	4.69×10^{-7}	6.06×10^{-7}
			漏射	0.48	20	4.93		5.79×10^{-9}	1.37×10^{-7}	
18#	DSA机房2西侧屏蔽墙外30cm处	摄影	散射	3.2	250	0.5	3.8	6.82×10^{-6}	0.08	0.09
			漏射	3.2	250	3.83		3.45×10^{-6}	0.01	
		透视	散射	0.48	20	0.5	3.8	3.15×10^{-12}	4.24×10^{-10}	5.48×10^{-10}
			漏射	0.48	20	3.83		3.15×10^{-12}	1.24×10^{-10}	
19#	DSA机房2楼上距顶棚地面100cm处	摄影	有用线束	3.2	250	4.5		1.07×10^{-8}	0.88	0.88
		透视		0.48	20			2.73×10^{-18}	4.18×10^{-10}	4.18×10^{-10}
20#	DSA机房2楼上距楼下地面170cm处	摄影	散射	3.2	250	0.5	2.5	1.17×10^{-9}	0.54	0.62
			漏射	3.2	250	2.5		2.20×10^{-9}	0.08	
		透视	散射	0.48	20	0.5	2.5	1.27×10^{-20}	1.44×10^{-8}	1.87×10^{-8}
			漏射	0.48	20	2.5		1.27×10^{-20}	4.25×10^{-9}	
73#	院内食堂	摄影	散射	3.2	250	0.5	10	6.82×10^{-6}	0.02	0.02
			漏射	3.2	250	10		3.45×10^{-6}	3.38×10^{-3}	
		透视	散射	0.48	20	0.5	10	3.15×10^{-12}	1.25×10^{-10}	1.62×10^{-10}
			漏射	0.48	20	10		3.15×10^{-12}	3.70×10^{-11}	
74#	大悦城	摄影	散射	3.2	250	0.5	45	6.82×10^{-6}	9.02×10^{-4}	1.04×10^{-3}
			漏射	3.2	250	45		3.45×10^{-6}	1.35×10^{-4}	
		透视	散射	0.48	20	0.5	45	3.15×10^{-12}	5.00×10^{-12}	6.48×10^{-12}
			漏射	0.48	20	45		3.15×10^{-12}	1.48×10^{-12}	

<table>
<tr><td colspan="11">DSA 机房 3</td></tr>
<tr><td rowspan="2">21#</td><td rowspan="2">DSA 机房 3 近台操作位</td><td rowspan="2">透视</td><td>散射</td><td>0.48</td><td>20</td><td>0.5</td><td>0.5</td><td>2.83×10^{-4}</td><td>2.20</td><td rowspan="2">2.34</td></tr>
<tr><td>漏射</td><td>0.48</td><td>20</td><td colspan="2">1.1</td><td>2.83×10^{-4}</td><td>0.135</td></tr>
<tr><td rowspan="4">22#</td><td rowspan="4">DSA 机房 3 南侧屏蔽墙外 30cm 处</td><td rowspan="2">摄影</td><td>散射</td><td>3.2</td><td>250</td><td>0.5</td><td>3.2</td><td>6.82×10^{-6}</td><td>0.11</td><td rowspan="2">0.13</td></tr>
<tr><td>漏射</td><td>3.2</td><td>250</td><td colspan="2">3.23</td><td>3.45×10^{-6}</td><td>0.02</td></tr>
<tr><td rowspan="2">透视</td><td>散射</td><td>0.48</td><td>20</td><td>0.5</td><td>3.2</td><td>3.15×10^{-12}</td><td>5.98×10^{-10}</td><td rowspan="2">7.72×10^{-10}</td></tr>
<tr><td>漏射</td><td>0.48</td><td>20</td><td colspan="2">3.23</td><td>3.15×10^{-12}</td><td>1.74×10^{-10}</td></tr>
<tr><td rowspan="4">23#</td><td rowspan="4">DSA 机房 3 南侧防护门外 30cm 处</td><td rowspan="2">摄影</td><td>散射</td><td>3.2</td><td>250</td><td>0.5</td><td>4.2</td><td>1.56×10^{-4}</td><td>1.43</td><td rowspan="2">1.64</td></tr>
<tr><td>漏射</td><td>3.2</td><td>250</td><td colspan="2">4.23</td><td>7.97×10^{-5}</td><td>0.21</td></tr>
<tr><td rowspan="2">透视</td><td>散射</td><td>0.48</td><td>20</td><td>0.5</td><td>4.2</td><td>5.79×10^{-9}</td><td>6.38×10^{-7}</td><td rowspan="2">8.24×10^{-7}</td></tr>
<tr><td>漏射</td><td>0.48</td><td>20</td><td colspan="2">4.23</td><td>5.79×10^{-9}</td><td>1.86×10^{-7}</td></tr>
<tr><td rowspan="4">24#</td><td rowspan="4">DSA 机房 3 南侧观察窗外 30cm 处</td><td rowspan="2">摄影</td><td>散射</td><td>3.2</td><td>250</td><td>0.5</td><td>4.1</td><td>1.56×10^{-4}</td><td>1.50</td><td rowspan="2">1.72</td></tr>
<tr><td>漏射</td><td>3.2</td><td>250</td><td colspan="2">4.13</td><td>7.97×10^{-5}</td><td>0.22</td></tr>
<tr><td rowspan="2">透视</td><td>散射</td><td>0.48</td><td>20</td><td>0.5</td><td>4.1</td><td>5.79×10^{-9}</td><td>6.70×10^{-7}</td><td rowspan="2">8.66×10^{-7}</td></tr>
<tr><td>漏射</td><td>0.48</td><td>20</td><td colspan="2">4.13</td><td>5.79×10^{-9}</td><td>1.96×10^{-7}</td></tr>
<tr><td rowspan="4">25#</td><td rowspan="4">DSA 机房 3 东侧屏蔽墙外 30cm 处</td><td rowspan="2">摄影</td><td>散射</td><td>3.2</td><td>250</td><td>0.5</td><td>4.0</td><td>6.82×10^{-6}</td><td>0.07</td><td rowspan="2">0.08</td></tr>
<tr><td>漏射</td><td>3.2</td><td>250</td><td colspan="2">4.03</td><td>3.45×10^{-6}</td><td>0.01</td></tr>
<tr><td rowspan="2">透视</td><td>散射</td><td>0.48</td><td>20</td><td>0.5</td><td>4.0</td><td>3.15×10^{-12}</td><td>3.83×10^{-10}</td><td rowspan="2">4.95×10^{-10}</td></tr>
<tr><td>漏射</td><td>0.48</td><td>20</td><td colspan="2">4.03</td><td>3.15×10^{-12}</td><td>1.12×10^{-10}</td></tr>
<tr><td rowspan="4">26#</td><td rowspan="4">DSA 机房 3 北侧屏蔽墙外 30cm 处</td><td rowspan="2">摄影</td><td>散射</td><td>3.2</td><td>250</td><td>0.5</td><td>3.5</td><td>6.82×10^{-6}</td><td>0.09</td><td rowspan="2">0.10</td></tr>
<tr><td>漏射</td><td>3.2</td><td>250</td><td colspan="2">3.53</td><td>3.45×10^{-6}</td><td>0.01</td></tr>
<tr><td rowspan="2">透视</td><td>散射</td><td>0.48</td><td>20</td><td>0.5</td><td>3.5</td><td>3.15×10^{-12}</td><td>5.00×10^{-10}</td><td rowspan="2">6.46×10^{-10}</td></tr>
<tr><td>漏射</td><td>0.48</td><td>20</td><td colspan="2">3.53</td><td>3.15×10^{-12}</td><td>1.46×10^{-10}</td></tr>
</table>

27#	DSA机房3北侧防护门外30cm处	摄影	散射	3.2	250	0.5	4.3	1.56×10^{-4}	1.37	1.57
			漏射	3.2	250	4.33		7.97×10^{-5}	0.20	
		透视	散射	0.48	20	0.5	4.3	5.79×10^{-9}	6.09×10^{-7}	7.87×10^{-7}
			漏射	0.48	20	4.33		5.79×10^{-9}	1.78×10^{-7}	
28#	DSA机房3西侧屏蔽墙外30cm处	摄影	散射	3.2	250	0.5	3.9	6.82×10^{-6}	0.07	0.08
			漏射	3.2	250	3.93		3.45×10^{-6}	0.01	
		透视	散射	0.48	20	0.5	3.9	3.15×10^{-12}	7.40×10^{-7}	7.40×10^{-7}
			漏射	0.48	20	3.93		3.15×10^{-12}	1.17×10^{-5}	
29#	DSA机房3楼上距顶棚地面100cm处	摄影	有用线束	3.2	250	4.5		1.07×10^{-8}	0.88	0.88
		透视		0.48	20			2.73×10^{-18}	4.18×10^{-10}	4.18×10^{-10}
30#	DSA机房3楼上距楼下地面170cm处	摄影	散射	3.2	250	0.5	2.5	1.17×10^{-9}	0.54	0.62
			漏射	3.2	250	2.5		2.20×10^{-9}	0.08	
		透视	散射	0.48	20	0.5	2.5	1.27×10^{-20}	1.44×10^{-8}	1.87×10^{-8}
			漏射	0.48	20	2.5		1.27×10^{-20}	4.25×10^{-9}	
73#	院内食堂	摄影	散射	3.2	250	0.5	10	6.82×10^{-6}	0.01	0.01
			漏射	3.2	250	10		3.45×10^{-6}	1.66×10^{-3}	
		透视	散射	0.48	20	0.5	10	3.15×10^{-12}	6.12×10^{-11}	7.93×10^{-11}
			漏射	0.48	20	10		3.15×10^{-12}	1.81×10^{-11}	
74#	大悦城	摄影	散射	3.2	250	0.5	45	6.82×10^{-6}	5.46×10^{-4}	6.28×10^{-4}
			漏射	3.2	250	45		3.45×10^{-6}	8.15×10^{-5}	
		透视	散射	0.48	20	0.5	45	3.15×10^{-12}	3.02×10^{-12}	3.92×10^{-12}
			漏射	0.48	20	45		3.15×10^{-12}	8.96×10^{-13}	

DSA 机房 4										
31#	DSA 机房 4 近台操作位	透视	散射	0.48	20	0.5	0.5	2.83×10^{-4}	2.20	2.34
			漏射	0.48	20	1.1		2.83×10^{-4}	0.135	
32#	DSA 机房 4 南侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	3.5	6.82×10^{-6}	0.09	0.10
			漏射	3.2	250	3.53		3.45×10^{-6}	0.01	
		透视	散射	0.48	20	0.5	3.5	3.15×10^{-12}	5.00×10^{-10}	6.46×10^{-10}
			漏射	0.48	20	3.53		3.15×10^{-12}	1.46×10^{-5}	
33#	DSA 机房 4 南侧防护门外 30cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	4.5	1.56×10^{-4}	1.25	1.44
			漏射	3.2	250	4.53		7.97×10^{-5}	0.19	
		透视	散射	0.48	20	0.5	4.5	5.79×10^{-9}	5.56×10^{-7}	7.19×10^{-7}
			漏射	0.48	20	4.53		5.79×10^{-9}	1.63×10^{-7}	
34#	DSA 机房 4 南侧观察窗外 30cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	4.2	1.56×10^{-4}	1.43	1.64
			漏射	3.2	250	4.23		7.97×10^{-5}	0.21	
		透视	散射	0.48	20	0.5	4.2	5.79×10^{-9}	6.38×10^{-7}	8.24×10^{-7}
			漏射	0.48	20	4.23		5.79×10^{-9}	1.86×10^{-7}	
35#	DSA 机房 4 东侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	4.0	6.82×10^{-6}	0.07	0.08
			漏射	3.2	250	4.03		3.45×10^{-6}	0.01	
		透视	散射	0.48	20	0.5	4.0	3.15×10^{-12}	3.83×10^{-10}	4.95×10^{-10}
			漏射	0.48	20	4.03		3.15×10^{-12}	1.12×10^{-10}	
36#	DSA 机房 4 北侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	3.1	6.82×10^{-6}	0.11	0.13
			漏射	3.2	250	3.13		3.45×10^{-6}	0.02	
		透视	散射	0.48	20	0.5	3.1	3.15×10^{-12}	6.37×10^{-10}	8.22×10^{-10}
			漏射	0.48	20	3.13		3.15×10^{-12}	1.85×10^{-10}	

37#	DSA 机房 4 北侧防护门外 30cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	4.0	1.56×10^{-4}	1.58	1.82
			漏射	3.2	250	4.03		7.97×10^{-5}	0.24	
		透视	散射	0.48	20	0.5	4.0	5.79×10^{-9}	7.03×10^{-7}	9.08×10^{-7}
			漏射	0.48	20	4.03		5.79×10^{-9}	2.05×10^{-7}	
38#	DSA 机房 4 西侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	3.9	6.82×10^{-6}	0.28	0.29
			漏射	3.2	250	3.93		3.45×10^{-6}	0.01	
		透视	散射	0.48	20	0.5	3.9	3.15×10^{-12}	4.03×10^{-10}	5.20×10^{-10}
			漏射	0.48	20	3.93		3.15×10^{-12}	1.17×10^{-10}	
39#	DSA 机房 4 楼上距顶棚地面 100cm 处	摄影	有用线束	3.2	250	4.5		1.07×10^{-8}	0.88	0.88
		透视		0.48	20			2.73×10^{-18}	4.18×10^{-10}	4.18×10^{-10}
40#	DSA 机房 4 楼上距楼下地面 170cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	2.5	1.17×10^{-9}	0.54	0.62
			漏射	3.2	250	2.5		2.20×10^{-9}	0.08	
		透视	散射	0.48	20	0.5	2.5	1.27×10^{-20}	1.44×10^{-8}	1.87×10^{-8}
			漏射	0.48	20	2.5		1.27×10^{-20}	4.25×10^{-9}	
73#	院内食堂	摄影	散射	3.2	250	0.5	10	6.82×10^{-6}	0.01	0.01
			漏射	3.2	250	10		3.45×10^{-6}	1.66×10^{-3}	
		透视	散射	0.48	20	0.5	10	3.15×10^{-12}	6.12×10^{-11}	7.93×10^{-11}
			漏射	0.48	20	10		3.15×10^{-12}	1.81×10^{-11}	
74#	大悦城	摄影	散射	3.2	250	0.5	45	6.82×10^{-6}	5.46×10^{-4}	6.28×10^{-4}
			漏射	3.2	250	45		3.45×10^{-6}	8.15×10^{-5}	
		透视	散射	0.48	20	0.5	45	3.15×10^{-12}	3.02×10^{-12}	3.92×10^{-12}
			漏射	0.48	20	45		3.15×10^{-12}	8.96×10^{-13}	

DSA 机房 5										
41#	DSA 机房 5 近台操作位	透视	散射	0.48	20	0.5	0.5	2.83×10^{-4}	2.20	2.34
			漏射	0.48	20	1.1		2.83×10^{-4}	0.135	
42#	DSA 机房 5 南侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	3.2	6.82×10^{-6}	0.11	0.13
			漏射	3.2	250	3.23		3.45×10^{-6}	0.02	
		透视	散射	0.48	20	0.5	3.2	3.15×10^{-12}	5.98×10^{-10}	7.72×10^{-10}
			漏射	0.48	20	3.23		3.15×10^{-12}	1.74×10^{-10}	
43#	DSA 机房 5 南侧防护门外 30cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	4.0	1.56×10^{-4}	1.58	1.82
			漏射	3.2	250	4.03		7.97×10^{-5}	0.24	
		透视	散射	0.48	20	0.5	4.0	5.79×10^{-9}	7.03×10^{-7}	9.08×10^{-7}
			漏射	0.48	20	4.03		5.79×10^{-9}	2.05×10^{-7}	
44#	DSA 机房 5 南侧观察窗外 30cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	4.2	1.56×10^{-4}	1.43	1.64
			漏射	3.2	250	4.23		7.97×10^{-5}	0.21	
		透视	散射	0.48	20	0.5	4.2	5.79×10^{-9}	6.38×10^{-7}	8.69×10^{-7}
			漏射	0.48	20	4.23		5.79×10^{-9}	1.86×10^{-7}	
45#	DSA 机房 5 东侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	3.7	6.82×10^{-6}	0.08	0.09
			漏射	3.2	250	3.73		3.45×10^{-6}	0.01	
		透视	散射	0.48	20	0.5	3.7	3.15×10^{-12}	4.47×10^{-10}	5.77×10^{-10}
			漏射	0.48	20	3.73		3.15×10^{-12}	1.30×10^{-10}	
46#	DSA 机房 5 北侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	3.3	6.82×10^{-6}	0.10	0.11
			漏射	3.2	250	3.33		3.45×10^{-6}	0.01	
		透视	散射	0.48	20	0.5	3.3	3.15×10^{-12}	5.62×10^{-10}	7.26×10^{-10}
			漏射	0.48	20	3.33		3.15×10^{-12}	1.64×10^{-10}	

47#	DSA机房5北侧防护门外30cm处	摄影	散射	3.2	250	0.5	4.1	1.56×10^{-4}	1.50	1.72
			漏射	3.2	250	4.13		7.97×10^{-5}	0.22	
		透视	散射	0.48	20	0.5	4.1	5.79×10^{-9}	6.70×10^{-7}	8.66×10^{-7}
			漏射	0.48	20	4.13		5.79×10^{-9}	1.96×10^{-7}	
48#	DSA机房5西侧屏蔽墙外30cm处	摄影	散射	3.2	250	0.5	3.8	6.82×10^{-6}	0.08	0.09
			漏射	3.2	250	3.83		3.45×10^{-6}	0.01	
		透视	散射	0.48	20	0.5	3.8	3.15×10^{-12}	7.79×10^{-7}	9.03×10^{-7}
			漏射	0.48	20	3.83		3.15×10^{-12}	1.24×10^{-10}	
49#	DSA机房5楼上距顶棚地面100cm处	摄影	有用线束	3.2	250	4.5		1.07×10^{-8}	0.88	0.88
		透视		0.48	20			2.73×10^{-18}	4.18×10^{-10}	4.18×10^{-10}
50#	DSA机房5楼上距楼下地面170cm处	摄影	散射	3.2	250	0.5	2.5	1.17×10^{-9}	0.54	0.62
			漏射	3.2	250	2.5		2.20×10^{-9}	0.08	
		透视	散射	0.48	20	0.5	2.5	1.27×10^{-20}	1.44×10^{-8}	1.87×10^{-8}
			漏射	0.48	20	2.5		1.27×10^{-20}	4.25×10^{-9}	
73#	院内食堂	摄影	散射	3.2	250	0.5	10	6.82×10^{-6}	0.01	0.01
			漏射	3.2	250	10		3.45×10^{-6}	1.66×10^{-3}	
		透视	散射	0.48	20	0.5	10	3.15×10^{-12}	6.12×10^{-11}	7.93×10^{-11}
			漏射	0.48	20	10		3.15×10^{-12}	1.81×10^{-11}	
74#	大悦城	摄影	散射	3.2	250	0.5	45	6.82×10^{-6}	5.46×10^{-4}	6.28×10^{-4}
			漏射	3.2	250	45		3.45×10^{-6}	8.15×10^{-5}	
		透视	散射	0.48	20	0.5	45	3.15×10^{-12}	3.02×10^{-12}	3.92×10^{-12}
			漏射	0.48	20	45		3.15×10^{-12}	8.96×10^{-13}	

杂交手术室 2										
51#	杂交手术室 2 近台操作位	透视	散射	0.48	20	0.5	0.5	2.83×10^{-4}	2.20	2.34
			漏射	0.48	20	1.1		2.83×10^{-4}	0.135	
52#	杂交手术室 2 西侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	5.3	2.61×10^{-5}	0.15	0.17
			漏射	3.2	250	5.33		1.32×10^{-4}	0.02	
		透视	散射	0.48	20	0.5	5.3	7.90×10^{-11}	5.47×10^{-9}	7.07×10^{-9}
			漏射	0.48	20	5.33		7.90×10^{-11}	1.60×10^{-9}	
53#	杂交手术室 2 西侧防护门外 30cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	6.0	1.56×10^{-4}	0.70	0.81
			漏射	3.2	250	6.03		7.97×10^{-5}	0.11	
		透视	散射	0.48	20	0.5	6.0	5.79×10^{-9}	3.13×10^{-7}	4.05×10^{-7}
			漏射	0.48	20	6.03		5.79×10^{-9}	9.17×10^{-8}	
54#	杂交手术室 2 西侧观察窗外 30cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	5.3	5.1×10^{-5}	0.29	0.33
			漏射	3.2	250	5.33		2.58×10^{-5}	0.04	
		透视	散射	0.48	20	0.5	5.3	3.95×10^{-10}	2.74×10^{-8}	2.82×10^{-8}
			漏射	0.48	20	5.33		3.95×10^{-10}	8.02×10^{-9}	
55#	杂交手术室 2 南侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	3.7	2.61×10^{-5}	0.31	0.35
			漏射	3.2	250	3.73		1.32×10^{-4}	0.04	
		透视	散射	0.48	20	0.5	3.7	7.90×10^{-11}	1.12×10^{-8}	1.45×10^{-8}
			漏射	0.48	20	3.73		7.90×10^{-11}	3.26×10^{-9}	
56#	杂交手术室 2 南侧防护门外 30cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	3.9	1.56×10^{-4}	1.66	1.91
			漏射	3.2	250	3.93		7.97×10^{-5}	0.25	
		透视	散射	0.48	20	0.5	3.9	5.79×10^{-9}	7.40×10^{-7}	9.56×10^{-7}
			漏射	0.48	20	3.93		5.79×10^{-9}	2.16×10^{-7}	
57#	杂交手	摄影	散射	3.2	250	0.5	3.9	2.61×10^{-5}	0.28	0.32

	术室2东侧屏蔽墙外30cm处		漏射	3.2	250	3.93		1.32×10^{-4}	0.04	
		透视	散射	0.48	20	0.5	3.9	7.90×10^{-11}	1.01×10^{-8}	3.95×10^{-8}
			漏射	0.48	20	3.93		7.90×10^{-11}	2.94×10^{-8}	
58#	杂交手术室2北侧屏蔽墙外30cm处	摄影	散射	3.2	250	0.5	3.7	2.61×10^{-5}	0.31	0.36
			漏射	3.2	250	3.73		1.32×10^{-4}	0.05	
		透视	散射	0.48	20	0.5	3.7	7.90×10^{-11}	1.12×10^{-8}	1.45×10^{-8}
			漏射	0.48	20	3.73		7.90×10^{-11}	3.27×10^{-9}	
59#	杂交手术室2北侧防护门外30cm处	摄影	散射	3.2	250	0.5	4.5	1.56×10^{-4}	1.25	1.44
			漏射	3.2	250	4.53		7.97×10^{-5}	0.19	
		透视	散射	0.48	20	0.5	4.5	5.79×10^{-9}	5.56×10^{-7}	7.16×10^{-7}
			漏射	0.48	20	4.53		5.79×10^{-9}	1.63×10^{-7}	
60#	杂交手术室2楼上距顶棚地面100cm处	摄影	有用线束	3.2	250	5.0		6.31×10^{-8}	0.12	0.12
		透视		0.48	20			2.0×10^{-16}	4.61×10^{-12}	4.61×10^{-12}
61#	杂交手术室2楼上距楼下地面170cm处	摄影	散射	3.2	250	0.5	3.5	1.53×10^{-7}	2.00×10^{-3}	2.31×10^{-3}
			漏射	3.2	250	3.5		7.88×10^{-8}	3.09×10^{-4}	
		透视	散射	0.48	20	0.5	35	3.42×10^{-16}	5.43×10^{-14}	7.04×10^{-14}
			漏射	0.48	20	3.5		3.42×10^{-16}	1.61×10^{-14}	
73#	院内食堂	摄影	散射	3.2	250	0.5	20	2.61×10^{-5}	0.01	0.01
			漏射	3.2	250	20		1.32×10^{-4}	1.57×10^{-3}	
		透视	散射	0.48	20	0.5	20	7.90×10^{-11}	3.84×10^{-10}	4.98×10^{-10}
			漏射	0.48	20	20		7.90×10^{-11}	1.14×10^{-10}	
74#	大悦城	摄影	散射	3.2	250	0.5	35	2.61×10^{-5}	3.45×10^{-3}	3.97×10^{-3}

			漏射	3.2	250	35		1.32×10^{-4}	5.15×10^{-4}	
		透视	散射	0.48	20	0.5	35	7.90×10^{-11}	1.25×10^{-10}	1.62×10^{-10}
			漏射	0.48	20	35		7.90×10^{-11}	3.71×10^{-11}	
杂交手术室 3										
62#	杂交手术室 3 近台操作位	透视	散射	0.48	20	0.5	0.5	2.83×10^{-4}	2.20	2.34
			漏射	0.48	20	1.1		2.83×10^{-4}	0.135	
63#	杂交手术室 3 东墙屏蔽墙外 30cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	4.3	2.61×10^{-5}	0.23	**0.26**
			漏射	3.2	250	4.33		1.32×10^{-4}	0.03	
		透视	散射	0.48	20	0.5	4.3	7.90×10^{-11}	8.30×10^{-9}	1.07×10^{-8}
			漏射	0.48	20	4.33		7.90×10^{-11}	2.43×10^{-9}	
64#	杂交手术室 3 东墙防护门外 30cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	4.4	1.56×10^{-4}	1.31	1.50
			漏射	3.2	250	4.43		7.97×10^{-5}	0.19	
		透视	散射	0.48	20	0.5	4.4	5.79×10^{-9}	5.82×10^{-7}	7.51×10^{-7}
			漏射	0.48	20	4.43		5.79×10^{-9}	1.70×10^{-7}	
65#	杂交手术室 3 东墙观察窗外 30cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	4.8	5.1×10^{-5}	0.36	0.41
			漏射	3.2	250	4.83		2.58×10^{-5}	0.05	
		透视	散射	0.48	20	0.5	4.8	3.95×10^{-10}	3.34×10^{-8}	4.32×10^{-8}
			漏射	0.48	20	4.83		3.95×10^{-10}	9.76×10^{-9}	
66#	杂交手术室 3 东侧大防护门外 30cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	4.6	1.56×10^{-4}	1.19	1.37
			漏射	3.2	250	4.63		7.97×10^{-5}	0.18	
		透视	散射	0.48	20	0.5	4.6	5.79×10^{-9}	5.32×10^{-7}	6.88×10^{-7}
			漏射	0.48	20	4.63		5.79×10^{-9}	1.56×10^{-7}	
67#	杂交手	摄影	散射	3.2	250	0.5	3.1	2.61×10^{-5}	0.44	0.50

	术室 3 南侧屏蔽墙外 30cm 处		漏射	3.2	250	3.13		1.32×10^{-4}	0.06	
		透视	散射	0.48	20	0.5	3.1	7.90×10^{-11}	1.60×10^{-8}	2.06×10^{-8}
			漏射	0.48	20	3.13		7.90×10^{-11}	4.64×10^{-9}	
68#	杂交手术室 3 西侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	3.8	2.61×10^{-5}	0.29	0.33
			漏射	3.2	250	3.83		1.32×10^{-4}	0.04	
		透视	散射	0.48	20	0.5	3.8	7.90×10^{-11}	1.06×10^{-8}	1.37×10^{-8}
			漏射	0.48	20	3.83		7.90×10^{-11}	3.10×10^{-9}	
69#	杂交手术室 3 西侧防护门外 30cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	6.5	1.56×10^{-4}	0.60	0.69
			漏射	3.2	250	6.53		7.97×10^{-5}	0.09	
		透视	散射	0.48	20	0.5	6.5	5.79×10^{-9}	2.66×10^{-7}	3.44×10^{-7}
			漏射	0.48	20	6.53		5.79×10^{-9}	7.82×10^{-8}	
70#	杂交手术室 3 北侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	7.3	2.61×10^{-5}	0.08	0.09
			漏射	3.2	250	7.33		1.32×10^{-4}	0.01	
		透视	散射	0.48	20	0.5	7.3	7.90×10^{-11}	2.88×10^{-9}	3.72×10^{-9}
			漏射	0.48	20	7.33		7.90×10^{-11}	8.47×10^{-10}	
71#	杂交手术室 3 楼上距顶棚地面 100cm 处	摄影	有用线束	3.2	250	5.0		6.31×10^{-8}	0.12	0.12
		透视		0.48	20			2.0×10^{-16}	4.61×10^{-12}	4.61×10^{-12}
72#	杂交手术室 3 楼上距楼下地面 170cm 处	摄影	散射	3.2	250	0.5	3.5	1.53×10^{-7}	2.00×10^{-3}	2.31×10^{-3}
			漏射	3.2	250	3.5		7.88×10^{-8}	3.09×10^{-4}	
		透视	散射	0.48	20	0.5	35	3.42×10^{-16}	5.43×10^{-14}	7.04×10^{-14}
			漏射	0.48	20	3.5		3.42×10^{-16}	1.61×10^{-14}	
73#	院内食	摄影	散射	3.2	250	0.5	20	2.61×10^{-5}	0.01	0.01

	堂		漏射	3.2	250	20		1.32×10^{-4}	1.57×10^{-3}	
		透视	散射	0.48	20	0.5	20	7.90×10^{-11}	3.84×10^{-10}	4.98×10^{-10}
			漏射	0.48	20	20		7.90×10^{-11}	1.14×10^{-10}	
74#	大悦城	摄影	散射	3.2	250	0.5	35	2.61×10^{-5}	3.45×10^{-3}	3.97×10^{-3}
			漏射	3.2	250	35		1.32×10^{-4}	5.15×10^{-4}	
		透视	散射	0.48	20	0.5	35	7.90×10^{-11}	1.25×10^{-10}	1.62×10^{-10}
			漏射	0.48	20	35		7.90×10^{-11}	3.71×10^{-11}	

DSA 机房周围各关注点周围剂量当量率在（7.04×10^{-14}~2.34）μSv/h 之间，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的规定，即有透视功能的 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。

考虑本项目 7 台血管造影机的叠加影响，估算射线装置所在大楼外环境敏感目标受照剂量时进行叠加计算，结果如下。

表 11-19 周边环境敏感目标处的周围剂量当量率叠加结果

关注点序号	关注点名称	出束 DSA	工作模式	剂量当量率μSv/h	剂量当量率μSv/h		受照对象
					摄影叠加值	透视叠加值	
73#	院内食堂	DSA1	摄影	0.02	0.08	1.48×10^{-9}	公众
			透视	1.62×10^{-10}			
		DSA2	摄影	0.01			
			透视	7.93×10^{-11}			
		DSA3	摄影	0.01			
			透视	7.93×10^{-11}			
		DSA4	摄影	0.01			
			透视	7.93×10^{-11}			
		DSA5	摄影	0.01			
			透视	7.93×10^{-11}			
		DSA6	摄影	0.01			
			透视	4.98×10^{-10}			
		DSA7	摄影	0.01			
			透视	4.98×10^{-10}			
74#	大悦城	DSA1	摄影	1.04×10^{-3}	0.01	3.46×10^{-10}	公众
			透视	6.48×10^{-12}			
		DSA2	摄影	6.28×10^{-4}			
			透视	3.92×10^{-12}			
		DSA3	摄影	6.28×10^{-4}			
			透视	3.92×10^{-12}			

		DSA4	摄影	6.28×10^{-4}			
			透视	3.92×10^{-12}			
		DSA5	摄影	6.28×10^{-4}			
			透视	3.92×10^{-12}			
		DSA6	摄影	3.97×10^{-3}			
			透视	1.62×10^{-10}			
		DSA7	摄影	3.97×10^{-3}			
			透视	1.62×10^{-10}			

楼外周边环境敏感目标处周围剂量当量率最大值为 0.08uSv/h，满足《放射诊断放射防护要求》 (GBZ130-2020) 中周围剂量当量率应不大于 2.5uSv/h 的规定。

（2）人员年受照剂量

建设单位为本项目配备了 25 名固定辐射工作人员，每台 DSA 全年累计出束时间为 162.3h(摄影 4h，透视 158.3h)，其中医师年最大受照时间为 158.3h，护师年最大受照时间为 158.3h，技师年最大受照时间为 162.3h。按照(式 11-4)计算各关注点处人员的年受照剂量结果见表 11-20。

表 11-20 关注点处个人年受照效剂量计算结果

关注点序号	关注点名称	工作模式	剂量当量率μSv/h	年出束时间 h	年有效剂量 mSv/a		照射对象
					计算值	叠加值	
DSA 机房 1							
1#	近控制室台操作位	透视	2.34	158.3	0.37	0.37	辐射工作人员
2#	DSA 机房 1 北侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	0.06	4	2.40×10^{-4}	$2.4.\times10^{-4}$	辐射工作人员
		透视	4.09×10^{-10}	158.3	6.47×10^{-11}		
3#	DSA 机房 1 北侧防护门外 30cm 处	摄影	1.12	4	4.48×10^{-3}	4.48×10^{-3}	辐射工作人员
		透视	5.60×10^{-7}	158.3	8.87×10^{-8}		
4#	DSA 机房 1 北侧观察窗外 30cm 处	摄影	1.65	4	6.60×10^{-3}	6.6×10^{-3}	辐射工作人员
		透视	8.27×10^{-7}	158.3	1.31×10^{-7}		
5#	DSA 机房 1 东侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	0.09	4	7.20×10^{-5}	7.20×10^{-5}	公众
		透视	5.77×10^{-10}	158.3	1.83×10^{-11}		
6#	DSA 机房 1 南侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	0.08	4	6.40×10^{-5}	6.40×10^{-5}	公众
		透视	4.95×10^{-10}	158.3	1.57×10^{-11}		
7#	DSA 机房 1 南侧防护门外 30cm 处	摄影	1.44	4	1.15×10^{-3}	1.15×10^{-3}	公众
		透视	7.19×10^{-7}	158.3	2.28×10^{-8}		

8#	DSA 机房 1 西侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	0.26	4	2.08×10^{-4}	2.08×10^{-4}	辐射工作人员、公众
		透视	1.37×10^{-8}	158.3	4.34×10^{-10}		
9#	DSA 机房 1 楼上距顶棚地面 100cm 处	摄影	0.88	4	7.04×10^{-4}	7.04×10^{-4}	公众
		透视	4.18×10^{-10}	158.3	1.32×10^{-11}		
10#	DSA 机房 1 楼上距楼下地面 170cm 处	摄影	0.62	4	2.48×10^{-3}	2.48×10^{-3}	公众
		透视	1.87×10^{-8}	158.3	2.96×10^{-9}		
DSA 机房 2							
11#	DSA 机房 2 近台操作位	透视	2.34	158.3	0.37	0.37	辐射工作人员
12#	DSA 机房 2 北侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	0.08	4	3.20×10^{-4}	3.20×10^{-4}	辐射工作人员
		透视	4.95×10^{-10}	158.3	7.83×10^{-11}		
13#	DSA 机房 2 北侧防护门外 30cm 处	摄影	1.50	4	6.00×10^{-3}	6.00×10^{-3}	辐射工作人员
		透视	7.51×10^{-7}	158.3	1.19×10^{-7}		
14#	DSA 机房 2 北侧观察窗外 30cm 处	摄影	1.72	4	6.88×10^{-3}	6.88×10^{-3}	辐射工作人员
		透视	8.66×10^{-7}	158.3	1.37×10^{-7}		
15#	DSA 机房 2 东侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	0.07	4	5.60×10^{-5}	5.60×10^{-5}	辐射工作人员、公众
		透视	7.50×10^{-10}	158.3	2.37×10^{-11}		
16#	DSA 机房 2 南侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	0.07	4	5.60×10^{-5}	5.60×10^{-5}	公众
		透视	4.28×10^{-10}	158.3	1.35×10^{-11}		
17#	DSA 机房 2 南侧防护门外 30cm 处	摄影	1.21	4	9.68×10^{-4}	9.68×10^{-4}	公众
		透视	6.06×10^{-7}	158.3	1.92×10^{-8}		
18#	DSA 机房 2 西侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	0.09	4	7.20×10^{-5}	7.20×10^{-5}	公众
		透视	5.48×10^{-10}	158.3	1.73×10^{-11}		
19#	DSA 机房 2 楼上距顶棚地面 100cm 处	摄影	0.88	4	7.04×10^{-4}	7.04×10^{-4}	公众
		透视	4.18×10^{-10}	158.3	1.32×10^{-11}		
20#	DSA 机房 2 楼上距楼下地面 170cm 处	摄影	0.62	4	2.48×10^{-3}	2.48×10^{-3}	公众
		透视	1.87×10^{-8}	158.3	2.96×10^{-9}		

DSA 机房 3							
21#	DSA 机房 3 近台操作位	透视	2.34	158.3	0.37	0.37	辐射工作人员
22#	DSA 机房 3 南侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	0.13	4	5.20×10^{-4}	5.20×10^{-4}	辐射工作人员
		透视	7.72×10^{-10}	158.3	1.22×10^{-10}		
23#	DSA 机房 3 南侧防护门外 30cm 处	摄影	1.64	4	6.56×10^{-3}	6.56×10^{-3}	辐射工作人员
		透视	8.24×10^{-7}	158.3	1.30×10^{-7}		
24#	DSA 机房 3 南侧观察窗外 30cm 处	摄影	1.72	4	6.88×10^{-3}	6.88×10^{-3}	辐射工作人员
		透视	8.66×10^{-7}	158.3	1.37×10^{-7}		
25#	DSA 机房 3 东侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	0.08	4	1.60×10^{-4}	1.60×10^{-4}	辐射工作人员、公众
		透视	4.95×10^{-10}	158.3	3.92×10^{-11}		
26#	DSA 机房 3 北侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	0.10	4	8.00×10^{-5}	8.00×10^{-5}	公众
		透视	6.46×10^{-10}	158.3	2.05×10^{-11}		
27#	DSA 机房 3 北侧防护门外 30cm 处	摄影	1.57	4	1.26×10^{-3}	1.26×10^{-3}	公众
		透视	7.87×10^{-7}	158.3	2.49×10^{-11}		
28#	DSA 机房 3 西侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	0.08	4	6.40×10^{-5}	6.40×10^{-5}	公众
		透视	7.40×10^{-7}	158.3	1.73×10^{-11}		
29#	DSA 机房 3 楼上距顶棚地面 100cm 处	摄影	0.88	4	3.52×10^{-3}	3.52×10^{-3}	公众
		透视	4.18×10^{-10}	158.3	6.61×10^{-11}		
30#	DSA 机房 3 楼上距楼下地面 170cm 处	摄影	0.62	4	4.96×10^{-4}	4.96×10^{-4}	公众
		透视	1.87×10^{-8}	158.3	5.92×10^{-10}		

DSA 机房 4							
31#	DSA 机房 4 近台操作位	透视	2.34	158.3	0.37	0.37	辐射工作人员
32#	DSA 机房 4 南侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	0.10	4	4.00×10^{-4}	4.00×10^{-4}	辐射工作人员
		透视	6.46×10^{-10}	158.3	1.02×10^{-10}		
33#	DSA 机房 4 南侧防护门外 30cm 处	摄影	1.44	4	5.76×10^{-3}	5.76×10^{-3}	辐射工作人员
		透视	7.19×10^{-7}	158.3	1.14×10^{-7}		

34#	DSA 机房 4 南侧观察窗外 30cm 处	摄影	1.64	4	6.56×10^{-3}	6.56×10^{-3}	辐射工作人员
		透视	8.24×10^{-7}	158.3	1.30×10^{-7}		
35#	DSA 机房 4 东侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	0.08	4	1.60×10^{-4}	1.60×10^{-4}	辐射工作人员、公众
		透视	4.95×10^{-10}	158.3	3.92×10^{-11}		
36#	DSA 机房 4 北侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	0.13	4	1.04×10^{-4}	1.04×10^{-4}	公众
		透视	8.22×10^{-10}	158.3	2.60×10^{-11}		
37#	DSA 机房 4 北侧防护门外 30cm 处	摄影	1.82	4	1.46×10^{-3}	1.46×10^{-3}	公众
		透视	9.08×10^{-7}	158.3	2.87×10^{-7}		
38#	DSA 机房 4 西侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	0.29	4	5.80×10^{-4}	5.80×10^{-4}	辐射工作人员、公众
		透视	5.20×10^{-10}	158.3	4.12×10^{-11}		
39#	DSA 机房 4 楼上距顶棚地面 100cm 处	摄影	0.88	4	3.52×10^{-3}	3.52×10^{-3}	公众
		透视	4.18×10^{-10}	158.3	6.61×10^{-11}		
40#	DSA 机房 4 楼上距楼下地面 170cm 处	摄影	0.62	4	2.48×10^{-3}	2.48×10^{-3}	公众
		透视	1.87×10^{-8}	158.3	2.96×10^{-9}		
DSA 机房 5							
41#	DSA 机房 5 近台操作位	透视	2.34	158.3	0.37	0.37	辐射工作人员
42#	DSA 机房 5 南侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	0.13	4	5.20×10^{-4}	5.20×10^{-4}	辐射工作人员
		透视	7.72×10^{-10}	158.3	1.22×10^{-10}		
43#	DSA 机房 5 南侧防护门外 30cm 处	摄影	1.82	4	7.28×10^{-3}	7.28×10^{-3}	辐射工作人员
		透视	9.08×10^{-7}	158.3	1.44×10^{-7}		
44#	DSA 机房 5 南侧观察窗外 30cm 处	摄影	1.64	4	6.56×10^{-3}	6.56×10^{-3}	辐射工作人员
		透视	8.69×10^{-7}	158.3	1.38×10^{-7}		
45#	DSA 机房 5 东侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	0.09	4	7.20×10^{-5}	7.20×10^{-5}	辐射工作人员
		透视	5.77×10^{-10}	158.3	1.83×10^{-11}		
46#	DSA 机房 5 北侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	0.11	4	8.80×10^{-6}	8.80×10^{-6}	公众
		透视	7.26×10^{-10}	158.3	2.30×10^{-11}		
47#	DSA 机房 5	摄影	1.72	4	1.38×10^{-3}	1.38×10^{-3}	公众

	北侧防护门外 30cm 处	透视	8.66×10^{-7}	158.3	2.74×10^{-8}		
48#	DSA 机房 5 西侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	0.09	4	1.80×10^{-4}	1.80×10^{-4}	辐射工作人员、公众
		透视	9.03×10^{-7}	158.3	7.15×10^{-8}		
49#	DSA 机房 5 楼上距顶棚地面 100cm 处	摄影	0.88	4	3.52×10^{-3}	3.52×10^{-3}	公众
		透视	4.18×10^{-10}	158.3	6.61×10^{-11}		
50#	DSA 机房 5 楼上距楼下地面 170cm 处	摄影	0.62	4	4.96×10^{-4}	4.96×10^{-4}	公众
		透视	1.87×10^{-8}	158.3	5.92×10^{-10}		
杂交手术室 2							
51#	杂交手术室 2 近台操作位	透视	2.34	158.3	0.37	0.37	辐射工作人员
52#	杂交手术室 2 西侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	0.17	4	6.8×10^{-4}	6.8×10^{-4}	辐射工作人员
		透视	7.07×10^{-9}	158.3	1.11×10^{-9}		
53#	杂交手术室 2 西侧防护门外 30cm 处	摄影	0.81	4	3.24×10^{-3}	3.24×10^{-3}	辐射工作人员
		透视	4.05×10^{-7}	158.3	6.41×10^{-8}		
54#	杂交手术室 2 西侧观察窗外 30cm 处	摄影	0.33	4	1.32×10^{-3}	1.32×10^{-3}	辐射工作人员
		透视	2.82×10^{-8}	158.3	4.46×10^{-9}		
55#	杂交手术室 2 南侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	0.35	4	2.80×10^{-4}	2.80×10^{-4}	公众
		透视	1.45×10^{-8}	158.3	4.59×10^{-10}		
56#	杂交手术室 2 南侧防护门外 30cm 处	摄影	1.91	4	1.53×10^{-3}	1.53×10^{-3}	公众
		透视	9.56×10^{-7}	158.3	3.03×10^{-8}		
57#	杂交手术室 2 东侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	0.32	4	6.40×10^{-4}	6.40×10^{-4}	公众
		透视	3.95×10^{-8}	158.3	3.13×10^{-9}		
58#	杂交手术室 2 北侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	0.36	4	2.88×10^{-4}	2.88×10^{-4}	公众
		透视	1.45×10^{-8}	158.3	4.59×10^{-10}		
59#	杂交手术室 2 北侧防护门外 30cm 处	摄影	1.44	4	1.15×10^{-3}	1.15×10^{-3}	公众
		透视	7.16×10^{-7}	158.3	2.27×10^{-8}		
60#	杂交手术室 2	摄影	0.12	4	9.60×10^{-5}	9.60×10^{-5}	公众

	楼上距顶棚地面 100cm 处	透视	4.61×10^{-12}	158.3	1.46×10^{-13}		
61#	杂交手术室 2 楼上距楼下地面 170cm 处	摄影	2.31×10^{-3}	4	1.85×10^{-6}	1.85×10^{-6}	公众
		透视	7.04×10^{-14}	158.3	2.23×10^{-15}		
杂交手术室 3							
62#	杂交手术室 3 近台操作位	透视	2.34	158.3	0.37	0.37	辐射工作人员
63#	杂交手术室 3 东墙屏蔽墙外 30cm 处	摄影	0.26	4	1.04×10^{-3}	1.04×10^{-3}	辐射工作人员
		透视	1.07×10^{-8}	158.3	1.96×10^{-9}		
64#	杂交手术室 3 东墙防护门外 30cm 处	摄影	1.50	4	6.0×10^{-3}	6.0×10^{-3}	辐射工作人员
		透视	7.51×10^{-7}	158.3	1.19×10^{-7}		
65#	杂交手术室 3 东墙观察窗外 30cm 处	摄影	0.41	4	1.64×10^{-3}	1.64×10^{-3}	辐射工作人员
		透视	4.32×10^{-8}	158.3	6.84×10^{-9}		
66#	杂交手术室 3 东侧大防护门外 30cm 处	摄影	1.37	4	1.10×10^{-3}	1.10×10^{-3}	公众
		透视	6.88×10^{-7}	158.3	2.18×10^{-8}		
67#	杂交手术室 3 南侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	0.50	4	1.0×10^{-3}	1.0×10^{-3}	公众
		透视	2.06×10^{-8}	158.3	1.63×10^{-9}		
68#	杂交手术室 3 西侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	0.33	4	2.64×10^{-4}	2.64×10^{-4}	公众
		透视	1.37×10^{-8}	158.3	4.34×10^{-10}		
69#	杂交手术室 3 西侧防护门外 30cm 处	摄影	0.69	4	5.52×10^{-4}	5.52×10^{-4}	公众
		透视	3.44×10^{-7}	158.3	1.09×10^{-9}		
70#	杂交手术室 3 北侧屏蔽墙外 30cm 处	摄影	0.09	4	7.20×10^{-5}	7.20×10^{-5}	公众
		透视	3.72×10^{-9}	158.3	1.18×10^{-10}		
71#	杂交手术室 3 楼上距顶棚地面 100cm 处	摄影	0.12	4	9.60×10^{-5}	9.60×10^{-5}	公众
		透视	4.61×10^{-12}	158.3	1.46×10^{-13}		
72#	杂交手术室 3 楼上距楼下地面 170cm 处	摄影	1.20×10^{-13}	4	1.85×10^{-6}	1.85×10^{-6}	公众
		透视	9.29×10^{-4}	158.3	2.23×10^{-15}		
73#	院内食堂	摄影	0.08	4	3.2×10^{-4}	3.2×10^{-4}	公众

		透视	1.48×10^{-9}	158.3	2.34×10^{-10}		
74#	大悦城	摄影	0.01	4	4.0×10^{-5}	4.0×10^{-5}	公众
		透视	3.46×10^{-10}	158.3	5.48×10^{-11}		

由表 11-20 个人年有效剂量计算结果可知，辐射工作人员受照年有效剂量最大为 0.37mSv/a，公众受照年有效剂量最大为 1.0×10^{-3}mSv/a，均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于"剂量限值"的要求，也低于本报告提出的约束限值 2mSv/a 和 0.1mSv/a。

（3）辐射工作人员手部皮肤年吸收计量

介入手术时辐射工作人员的腕部距主射束的距离取 0.7m，佩戴介入防护手套（0.025mm 铅当量），有用线束穿透 4mm 床板（主要屏蔽材料为铁）对手部产生照射，透视模式下按（式 11-1）计算手部的空气比释动能率为 690.25μGy/h。从表 A.4、A.5 可查出 70kV 射线能量的空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数为（0.670~1.120）mGy/mGy（保守按最大计算），按（式 11-5）计算可得手术时辐射工作人员（受照时间为 158.3h）腕部皮肤吸收剂量为 122.4mGy/a，换算为当量剂量为 122.4mSv/a。由此可知，手部年当量剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准（GB18871-2002）中关于四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量的限值要求（500mSv）。

（4）辐射工作人员眼晶状体受照剂量

介入手术时辐射工作人员的眼睛距射线束的距离取 1m，佩戴 0.5mm 铅当量的铅防护眼镜，透视模式下按（式 11-1）计算眼晶状体的空气比释动能率为 12.85μGy/h。从表 A.4 可查出空气比释动能到眼晶状体吸收剂量的转换系数为 0.167~1.51mGy/mGy（保守按最大计算），按（式 11-6）计算可得手术时则手术时医生（受照时间为 158.3h）眼晶状体吸收剂量为 3.07mGy/a，换算为当量剂量为 3.07mSv/a。由此可知，眼晶状体年当量剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中眼晶体的年当量剂量的限值要求（20mSv）。

2.5 设备极限工作状态下周围辐射环境影响分析

根据介入手术临床实际操作可知，透视模式下 DSA 的剂量较小，而摄影模式下剂量较高。从安全的角度考虑，本次选取 DSA 机房屏蔽墙外 0.3m 处和楼上楼下为关注点，保守估摄影模式最大工况条件下关注点的周围剂量当量率。

需要说明的是，DSA 正常运行情况下仅使用典型工况，不会达到最大工况

2.5.1 预测模式

最大工况下的预测模式与典型工况相同

其中 X_0——距血管造影机阳极靶 1m 处的发射率（$mGy \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$）。本项目 DSA 射线管固有过滤为 0.5mm 铜。通过查《ICRPNo33》P55 图 2 可得，125kV 管电压下血管造影机阳极靶 1m 处的发射率为 $3.2mGy \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$；100kV 管电压，血管造影机阳极靶 1m 处的发射率分别为 $2.7mGy \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$。

2.5.2 预测参数

DSA 设备的额定功率为 100kW。DSA 系统具有自动控制调节照射量的功能，摄影模式下，可以到达的最大工况有两种情形：（1）额定功率下（100kW）达到最大管电压（125kV）；（2）额定功率下（100kW）达到最大管电流（100mA）。

本项目 DSA 在摄影模式最大工况下的发射率见下表

表 11-21　DSA 在摄影模式最大工况下的发射率

最大工况情形	管电压（kV）	管电流（mA）	靶点 1m 处发射率 $\dot{X}_0$（$mGy \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$）
第一种	最大管电压 125kV	最大管电压下能达到的最大管电流为 800mA	3.2
第二种	最大管电流下能达到的最大管电压 100kV	最大管电流 1000mA	2.7

由《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)附录 C 表 C.2 可知，最大工况下衰减系数的相关参数取值见下表

表 11-22　最大工况下铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的三个拟合参数

管电压（kV）	α	β	γ
125（主束）	2.219	7.923	0.5386
125（散射）	2.233	7.888	0.7295
100（主束）	2.500	15.28	0.7557
100（散射）	2.507	15.33	0.9124

2.5.3 预测结果

最大工况下，DSA 机房屏蔽防护措施、源或散射点与剂量关注点的距离 R（m）与典型工况相同。按照上述预测模式，计算两种最大工况情形可得（计算过程不再逐一列

出），摄影模式 7 台 DSA 机房周围外各关注点的周围剂量当量率在 6.10×10^{-4}～5.54uSv/h 范围内，满足《放射诊断放射防护要求》 (GBZ130-2020)中的规定“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 25uSv/h”。 考虑到特殊病人或特殊手术条件下，设备可能采取最大工况，保守估计最多占全年使用量的 1%，环境影响较小，对辐射工作人员和公众的年受照剂量附加值较小，不再进行叠加计算。 **2.6 三废环境影响分析** 本项目 DSA 装置在运行过程中不产生放射性废气、放射性废水和放射性固体废物。 DSA 在开机运行时，产生的 X 射线与空气作用可产生少量臭氧和氮氧化物拟采用新风系统向外排出，排风口末端位于所在医疗综合楼楼顶，位置不属于人员密集区，不会对周围环境和周围人员造成影响，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）第 6.4.3 款要求。
辐射事故影响分析 **1、可能发生的辐射事故** 本项目使用血管造影机属Ⅱ类射线装置，可能发生的事故工况主要有以下几种： （1）射线装置控制系统或电器系统发生故障或人员疏忽，造成人员受到超剂量照射。 （2）拍片前，DSA 机房内公众人员尚未退出，控制室操作人员启动设备出束，致使公众人员受到误照射。 （3）射线装置工作状态下，防护门未关闭或突然被打开，对附近经过或停留人员受到一定量的散射和漏射 X 射线照射。 （4）医生、护士、受检者进行介入手术治疗时，未落实个人辐射防护措施受到超剂量照射。 （5）DSA 机房屏蔽结构劳损，射线装置出束，致使 X 射线泄漏到 DSA 机房外面，给周围的辐射工作人员和公众造成不必要照射。 **2、防范措施** 为了杜绝事故发生，建设单位应设置门灯连锁装置、紧急停机按钮等安全设施及其他各项辐射防护措施，制定详细的安全管理制度和安全操作规程，并加强员工安全教育和培训，严格按照操作规程进行用于介入治疗，确保安全。具体如下： （1）加强辐射工作人员的辐射安全知识和操作培训，增强辐射工作人员的安全意识；

（2）建立健全相关规章制度，运行中严格执行操作规程和各项安全注意事项；

（3）重视对个人剂量的检测和工作场所的检测，及时发现可能存在的泄漏和超剂量辐射事故，按照规定使用个人剂量报警仪；

（4）定期检查场所辐射安全防护设施是否正常；

（5）医生、护士、受检者进行介入手术治疗时，严格落实个人辐射防护措施，穿戴个人防护用品，同时医生和护士应佩戴剂量计进行介入手术，严防超剂量照射。

3．应急处置措施

根据《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理和报告制度的通知》，该项目所使用的射线装置可能发生的事故是指射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。本项目辐射事故应急措施主要包括以下几个方面：

（1）切断电源，确保血管造影机停止工作；

（2）现场人员应迅速撤至安全区域，保护现场，通知防护人员和应急小组；

（3）辐射工作安全管理小组接到辐射事故报告后，应当立即派人赶赴现场，进行现场调查，采取有效措施，立即启动医院的《辐射事故应急预案》，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境主管部门和公安部门报告。应急小组应对受照情况作出初步判断，造成或可能造成人员超剂量照射的，立即采取暂时隔离和应急救援措施，还应同时向当地卫生行政部门报告。

（4）辐射事故发生后，建设单位应立即将可能受到辐射伤害的人员送至当地卫生主管部门指定的医院或者有条件救治辐射损伤病人的医院，进行检查和治疗，或者请求医院立即派人赶赴事故现场，采取救治措施。

（5）建设单位积极配合生态环境主管部门及卫生部门调查事故原因，并做好后续工作。

（6）事故未解决，现场未达到安全状态，不得解除封锁，将事故的后果和影响控制在最低限度。出现故障的装置经专业技术人员维修，经有资质的检测机构对其进行检测，合格后方可启用，达不到要求不得投入使用。

（7）建设单位应对辐射事故的起因、性质、影响、责任等问题进行调查评估，做出整改，总结经验教训。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

1.辐射工作安全管理小组建立

天津市胸科医院根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法律、法规的要求，已成立辐射工作安全管理小组，具体负责医院津南院区的辐射安全与防护工作，具体见表 12-1。后期和平院区根据实际情况，重新组建或调整辐射工作安全管理小组。

表 12-1 辐射工作安全管理小组人员表

姓名	管理人员	专（兼）职	主要职责
郭志刚	组长	兼职	第一责任人
王瑞莹	办公室主任	专职	负责全医院射线装置的辐射安全防护工作的指导、监督、检查和管理
周静	秘书	专职	
孙大强	副组长	兼职	安全管理人员，负责收集、整理、分析全院辐射防护的有关资料，及时制定并采取防护措施，负责制定射线装置操作维护规程，督促各有关科室人员采取有效的防护措施、合理使用个人防护用品，并对放射工作人员建立健康档案，负责辐射防护的培训、咨询及技术指导。
陈孝先	副组长	兼职	
张立	副组长	兼职	
吴巍	副组长	兼职	
庄媛	组员	兼职	
张平			
张晓旺			
从洪良			
刘寅			
田铁栓			
姚青海			
张洪			
王敏			
吴锋			
王茜			
法天锷			
张国春			
孙双起			
刘志刚			
张士军			

二、管理小组工作职责

1、定期组织对放射诊疗场所、设备和人员进行辐射防护情况进行自查和监测，发现事故隐患及时上报至医院并落实整改措施。

2、发生人员受超剂量照射事故，应启动辐射事故应急预案。

3、事故发生后立即组织有关部门和人员进行辐射事故应急处。

4、负责向卫生行政部门及时报告事故情况。5、负责辐射事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作。

6、负责迅速安置受照人员就医，组织控制区内人员的撤离工作，并及时控制事故影响，防止事故的扩大蔓延

三、管理小组办公室职责:

1、负责传达院辐射安全管理小组指令。

2、负责具体协调、安排抢险应急队伍和救护车辆，确保医护人员、相关人员及时赶到辐射事故现场开展工作。

3、负责信息的传递和情况上报等工作

四、各科室负责人职责:

主要负责辐射事故发生的报告、开展现场医疗救护、保护现场及现场人员疏散工作。

2.辐射工作人员持证情况及个人剂量

医院现有 261 名辐射工作人员，本项目拟设置固定工作人员 25 名，均为现有辐射工作人员。其中二层拟设置工作人员 15 人，包括 5 名医生、5 名护士、5 名技师，实行单班制，每天 8h，年工作 250 天，三人一组负责本项目二层 5 台 DSA 装置，不参与其他工作，人员名单见表 1-5。同时三层杂交手术室拟设置工作人员 10 名，均为现有辐射工作人员，实行单班制，每天 8h，年工作 250 天，5 人一组负责本项目三层 2 台 DSA 装置，不参与其他工作，目前人员名单尚未确定。从事辐射安全与环境保护管理工作的人员和直接从事辐射工作的人员，必须参加核技术利用辐射安全与防护考核，并取得考核合格证书，考核不合格者不得上岗。本项目已确定的辐射工作人员均通过考核，持证上岗，证书混在有效期内，具体见表 12-2。

表 12-2 辐射工作人员培训情况表

序号	姓名	编号	有效期至
1	杨丽	FS21TJ0100490	2026 年 4 月
2	陈刚	FS21TJ0101033	2026 年 8 月

3	张晶	FS21TJ0100575	2026 年 5 月
4	周秀军	FS21TJ0100788	2026 年 6 月
5	马薇	FS21TJ0100718	2026 年 6 月
6	方亮	FS21TJ0100457	2026 年 4 月
7	周学伟	FS21TJ0100556	2026 年 5 月
8	李少亮	FS21TJ0100574	2026 年 5 月
9	刘才勇	FS21TJ0100474	2026 年 4 月
10	张宇	FS21TJ0100607	2026 年 5 月
11	常宏	FS21TJ0100543	2026 年 5 月
12	邓素君	FS21TJ0100415	2026 年 4 月
13	董红革	FS21TJ0100416	2026 年 4 月
14	郝丽娜	FS21TJ0100705	2026 年 6 月
15	季玉红	FS21TJ0100590	2026 年 5 月

辐射安全管理规章制度

建设单位已按照《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》和核与辐射安全管理体系（第三层级）《数字减影血管造影 X 射线装置（DSA）监督检查技术程序》（NNSA/HQ-08-JD-IP-035）相关要求，制定了津南院区方茹射线装置使用、操作及管理等制度，主要包括：《DSA 操作规程》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射防护及安全保卫制度》、《台账管理制度》、《辐射工作人员培训/再培训管理制度》、《辐射监测方案》、《辐射事故应急预案》、《辐射工作人员职业健康管理制度》、《放射科医疗照射质量保证方案及检测规范》、《设备检修维护制度》、《防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施》等。

本项目建成后，建设单位将按照和平院区实际情况，对相关制度进行修改，补充《射线装置使用登记制度》，修改辐射工作安全管理小组及应急预案。

辐射监测

1.个人剂量监测

建设单位拟为辐射工作人员配备剂量计，个人剂量计应定期送交有资质的检测部门进行检测，监测量为 Hp（10）(有效剂量)、Hp（3）（眼晶状体剂量）、Hp（0.07）（皮肤剂量）常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月。当发现个人剂量监测结果异常时及时上报。已为辐射工作人员安排职业健康体检，建立个人职业健康档案。

2.常规监测

建设单位拟配置1台X-γ剂量率仪，每周测量一次辐射工作场所和周围环境的辐射水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处，并对监测结果进行记录。医院应每年委托有资质单位对设备性能和工作场所防护设施进行辐射监测，并出具监测报告，妥善保存。测量值应当与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止辐照工作并向核辐射防护负责人报告。X-γ剂量率仪应每年送至有资质单位检定。

3.环境监测

委托有检测资质的监测机构每年对DSA机房及周围环境辐射水平进行监测一次。

（1）监测项目

X-γ辐射剂量率。

（2）监测条件

透视（非普通荧光屏，有自动控制功能）监测条件：自动，散射膜体（标准水膜+1.5mm铜板）。

（3）监测设备及方法

①监测设备：便携式X-γ剂量率仪；

②监测方法：根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）对场所进行监测。

（4）监测布点

DSA机房四面墙体、控制室门、机房门、观察窗表面30cm处；顶棚上方（楼上）距顶棚100cm处；楼上距楼下地面170cm处；管线洞口、工作人员操作位、DSA机房北侧约7m院内食堂、北侧约35m的大悦城及50m评价范围内人员较多的区域。

4.质量保证措施

建设单位制定了《质量保证大纲和质量控制检测计划》，包含图像质量控制措施、医护人员和受检者质量控制措施、质量控制检测计划。通过对DSA的性能检测、维护和对X射线影像形成过程的监测和校正行动，以保证影像质量。通过对DSA剂量控制，以减少医护人员和受检者的受照剂量，有效保证人员安全。

4.1 图像质量控制措施

（1）定期由设备厂家工程师进行DSA设备维护保养，对剂量进行检测，对图像质量进行校准。

（2）实际操作中在确保能够看清图像、不影响介入治疗、能够正常操作的前提下，减少曝光量，降低射线能量。

4.2 医护人员和受检者受照剂量控制措施

（1）加强对手术工作人员的培训，参与手术的工作人员应该技术熟练、动作迅速，以尽量缩短透视和减影时间，使照射时间最小化。

（2）在保证影像清晰、不影响介入治疗、能够正常操作的前提下，优化工作参数，以减少医护人员和受检者受照剂量。

（3）设备厂家对 DSA 设备设定低剂量模式。医护人员根据受检者的具体情况（性别、体重、年龄等）选择相应的模式（儿童及多档体重模式）进行介入操作。

（4）对于受检者病变严重的情况，医护人员采取优先处理病变严重的方法，分次进行介入手术，减少受检者单次的受照剂量。

（5）根据当受检者累积皮肤表面入射剂量达到设定阈值时，DSA 操作台控

制面板数值变红，DSA 自动语音报警。同时设定每台介入手术受检者剂量面积 值的最大值，可有效保证受检者的受照剂量。

4.3 质量控制检测计划

建设单位制定了介入手术设备的质量控制检测计划，设置了质量控制检测记录，应每年委托有相应技术服务资质的机构对其进行设备质量控制检测。

（1）检测方法

按照《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）进行质量控制检测。

（2）检测项目

验收检测：DSA 新安装、重大维修或更换重要部件后（如更换球管或影像接收器），应进行验收检测。状态检测：使用中的 DSA 应每年进行一次状态检测。

稳定性检测：使用中的 DSA，应每 6 个月进行一次稳定性检测。

辐射事故应急

建设单位已制定《辐射事故应急预案》，发生辐射事故时，辐射工作安全管理小组接到辐射事故报告后，应当立即派人赶赴现场，进行现场调查，采取有效措施，立即启动本单位的《辐射事故应急预案》，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境主管部门和公安部门报告。应急小组应对受照情况作

出初步判断，造成或可能造成人员超剂量照射的，立即采取暂时隔离和应急救援措施，还应同时向当地卫生行政部门报告。

辐射事故应急预案内容已包括：

（1）应急组织机构和职责分工；

（2）辐射事故类型与应急响应程序；

（3）辐射事故现场处置方案；

（4）辐射事故调查、报告和处理程序；

（5）应急培训及应急演练计划。

工作场所应放置辐射事故应急处置规程（书），配备设备维护工具箱、辐射剂量监测报警仪和个人防护用品。按规定每年至少组织一次辐射事故处置应急演练。

从事辐射活动能力评价

1.与原国家环保总局（总局令第31号）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006年1月18日公布，2021年1月4日生态环境部令第20号修改）符合情况

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用放射性同位素、射线装置的单位申请领取许可证，应当具备相应条件。建设单位从事辐射活动能力的评价详见表12-3。

表12-3 从事辐射活动能力评价

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求具备条件	医院情况	是否符合
（一）使用Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类放射源，使用Ⅰ类、Ⅱ类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	医院津南院区已成立辐射工作安全管理小组负责全院辐射安全与环境保护管理工作。拟根据和平院区实际情况进行修改或重新制定。	建设单位按承诺落实后符合
（二）从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	医院已组织所有辐射工作人员参加核技术利用辐射安全与防护考核，均持证上岗。	符合
（三）使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。	本项目不涉及放射性同位素方面的内容。	不涉及
（四）放射性同位素与射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	DSA机房四周墙体、屋顶、观察窗、防护门拟采取辐射防护屏蔽设施，并按要求落实辐射防护和安全措施。	建设单位按承诺落实后符合
（五）配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护	拟配备剂量计，拟配备个人防护	建设单位

用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。	用品、个人剂量报警仪、X-γ剂量率仪。	按承诺落实后符合
（六）有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	已制定相关内容。	符合
（七）有完善的辐射事故应急措施。	已制定辐射事故应急措施。	
（八）产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。使用放射性同位素和射线装置开展诊断和治疗的单位，还应当配备质量控制检测设备，制定相应的质量保证大纲和质量控制检测计划，至少有一名医用物理人员负责质量保证与质量控制检测工作。	本项目运行过程中不产生放射性废气、废液、固体废物。医院已制定相应的质量保证大纲和质量控制检测计划，有一名医用物理人员负责质量保证与质量控制检测工作。	

以上分析表明，天津市胸科医院在落实各项辐射安全管理制度和辐射防护措施后（见附件 1），将具备申请领取许可证应当具备的条件。

2、与原环境保护部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》符合情况

原环保部 2011 年第 18 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》对拟使用射线装置和放射性同位素的单位提出了具体条件，本项目具备的条件与“18 号令”要求的对照情况见表 12-4。

表 12-4 与“18 号令”安全和防护能力对照检查情况

原环境保护部令第 18 号要求具备条件	医院情况	符合情况
第五条 生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号。射线装置的生产调试和使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	机房防护门外设置电离辐射警告标志、工作状态指示灯，且工作状态指示灯与机房门联锁。在容易触及处及配电箱上均设置紧急止动按钮，防止人员受到意外照射。	建设单位按承诺落实后符合
第九条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对检测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。	医院拟委托有资质单位对 DSA 机房进行辐射监测，并出具监测报告；利用 X-γ剂量率仪，定期对辐射环境进行自行监测，做好记录，并妥善保存。	

第十二条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报核。	医院拟对其射线装置的安全和防护进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前报发证机关。	
第十七条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的不得上岗。	医院已组织所有辐射工作人员参加核技术利用辐射安全与防护考核，均持证上岗。	符合
第二十三条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可发证机关。	医院为每名辐射工作人员配备个人剂量计并委托有资质单位承担个人剂量监测工作，建立了个人健康档案。	符合

综上所述，天津市胸科医院按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求采取辐射安全和防护管理措施，在落实各项措施后可满足管理办法要求。

3．与核与辐射安全管理体系（第三层级）《数字减影血管造影 X 射线装置（DSA）监督检查技术程序》（NNSA/HQ-08-JD-IP-035）对照情况

本项目拟设置安全防护设施和辐射安全管理制度，与核与辐射安全管理体系（第三层级）《数字减影血管造影 X 射线装置（DSA）监督检查技术程序》（NNSA/HQ-08-JD-IP-035）对比结果见表 12-5。

表 12-5 与“数字减影血管造影 X 射线装置（DSA）监督检查技术程序”对照情况

<table>
<tr><th colspan="3">数字减影血管造影 X 射线装置（DSA）监督检查技术程序检查内容</th><th>医院情况</th><th>是否符合</th></tr>
<tr><td rowspan="9">辐射安全防护设施与运行</td><td rowspan="8">场所设施</td><td>单独机房</td><td>已设置</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>操作部位局部屏蔽防护设施</td><td>拟设置</td><td rowspan="8">建设单位按承诺落实后符合</td></tr>
<tr><td>医护人员的个人防护</td><td>拟设置</td></tr>
<tr><td>患者防护</td><td>拟设置</td></tr>
<tr><td>机房门窗防护</td><td>拟设置</td></tr>
<tr><td>闭门装置</td><td>拟设置</td></tr>
<tr><td>入口处电离辐射警示标志</td><td>拟设置</td></tr>
<tr><td>入口处机器工作状态显示</td><td>拟设置</td></tr>
<tr><td>其他</td><td>监测设备</td><td>拟根据需要增加 X-γ剂量率仪和个人剂量报警仪</td></tr>
</table>

	个人剂量计	部分新增	
管理制度及执行情况	辐射安全与环境保护机构	已成立	符合
	操作规程	已制定	
	辐射安全和防护设施的维护与维修制度（包括机构人员、维护维修内容与频度）	已制定	
	场所及环境监测方案	已制定	
	监测仪表使用管理制度	拟制定	建设单位按承诺落实后符合
	辐射工作人员培训/再培训管理制度	已制定	符合
	辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定	符合
	辐射事故应急预案	已制定	符合

综上所述，本项目拟采取的其他各项安全防护设施和辐射安全管理制度在落实后可符合核与辐射安全管理体系（第三层级）《数字减影血管造影 X 射线装置（DSA）监督检查技术程序》（NNSA/HQ-08-JD-IP-035）的相关要求。

4、核技术应用项目环保手续办理流程

根据相关法律法规，核技术应用项目环保手续办理流程如图 12-1 所示。建设单位应按流程履行完环保手续后，建设项目方可投入运行。

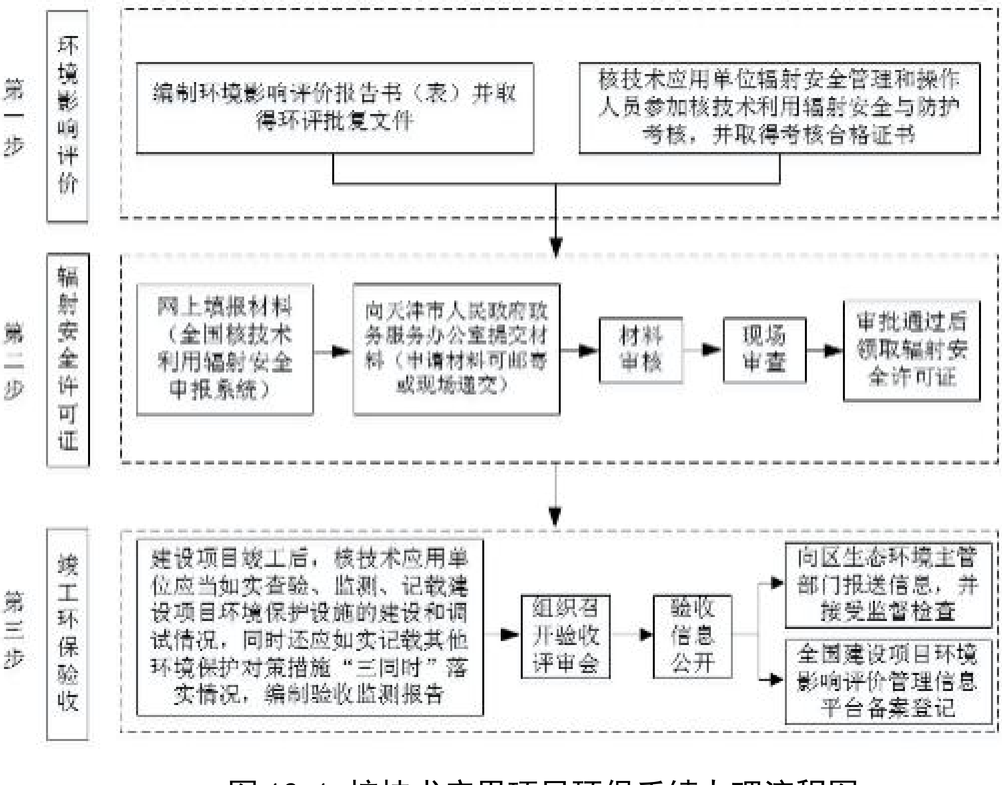


图 12-1 核技术应用项目环保手续办理流程图

表 13 结论与建议

结论

1.项目概况

为提升医疗服务水平，满足患者诊断治疗的需要天津市胸科医院计划在和平院区院内医疗综合楼二楼东北侧新建介入场所，于该介入场所新建 5 座 DSA 机房；同时拟于医院医疗综合楼三楼西北侧手术中心新建 2 座 DSA 手术室，7 台 DSA 均用于医疗诊断及介入治疗。本次新增 7 台 DSA，最大管电压均为 125kV，最大管电流均为 1000mA。

2.实践的正当性

本项目实施后可以观察人体内各组织和器官，寻找病灶部位，为介入治疗提供依据。在考虑社会、经济和其他有关因素后，对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，本项目的建设符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。

3.选址、布局的合理性

天津市胸科医院位于天津市和平区西安道 93 号。新建使用的血管造影机（DSA）均单独布置在采取了屏蔽防护措施的机房内，DSA 机房与周围各房间分隔明确，充分考虑了周围场所的安全与防护以及受检者就诊和临床应用的便利性，对辐射工作人员和公众的辐射影响较小。同时根据 DSA 出束方向可知，有用线束由下向上定向照射，有用线束的照射方向避开了机房门、观察窗、管线口和技师操作位，布局基本合理。同时 DSA 机房屏蔽墙外 50m 评价范围内存在两处环境敏感目标，为医院内部场所食堂和医院北侧大悦城，经预测环境敏感目标周围剂量当量符合标准要求，本项目选址和布局基本合理。

4.辐射安全与防护分析结论

本项目 DSA 机房均设有辐射屏蔽防护措施，DSA 机房内拟采取一系列辐射安全与防护措施，如常断式开关、紧急停机按钮、对讲装置、闭门装置、门灯连锁、警告标志、工作状态指示灯、通风装置等。医院已为辐射工作人员及受检者配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等个人防护用品，同时拟为辐射工作人员配备个人剂量计，场所拟配备 X-γ剂量率仪和个人剂量报警仪。

5.环境影响分析结论

根据预测 DSA 机房周围剂量当量率满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的规定，即具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大

于 2.5μSv/h。

本项目辐射工作人员和公众受照年有效剂量均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于"剂量限值"的要求，也低于本报告提出的约束限值 2mSv/a 和 0.1mSv/a。

5.利益代价分析

本项目符合区域医疗服务需要，DSA 装置投入使用后，能有效提高区域医疗服务水平，有利于提高疾病的诊断正确率和有效治疗方案的提出，总体上大大节省了医疗费用，争取了宝贵的治疗时间，该项目在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。根据上文剂量分析结果来看，该项目周围公众年所受附加剂量满足项目剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。因此，从代价利益分析看，本项目同样是正当可行的。

6.辐射安全管理

医院已成立辐射工作安全管理小组负责辐射安全与环境保护管理，已制定一系列辐射安全管理规章制度，已制定辐射事故应急预案，已制定辐射监测计划。医院已安排辐射工作人员参加核技术利用辐射安全与防护考核，持证上岗，在落实各项辐射安全管理措施后能够有效控制辐射风险。

7.结论

综上所述，在落实各项辐射安全和防护措施，加强环境管理的情况下，天津市胸科医院扩建使用 7 台 II 类射线装置（血管造影机）项目将具备从事相应辐射工作的技术能力和安全防护措施，对周围环境和人员的辐射影响满足国家剂量限值和本报告提出的约束值要求。因此，从辐射环境保护角度论证，本项目的建设具有环境可行性。

建议和承诺

（1）建议

①设备检修维护后，应对设备的防护性能和设备性能进行检测，检测合格后方可继续使用；

②医院应定期按法律法规的规定更新相关规章制度。

（2）承诺

①如新增辐射工作人员，应组织辐射工作人员参加核技术利用辐射安全与防护考核，确保所有辐射工作人员按要求持证上岗；

②健全完善各项规章制度，严格执行操作规程，落实各项辐射安全和防护措施；配

备与辐射工作相适应的监测仪器，严格落实监测计划；

③建设项目竣工后，重新申领《辐射安全许可证》并按照《建设项目环境保护管理条例》要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，验收合格后投入运行。

附图和附件

附图 1 本项目所在地理位置图；

附图 2 本项目周边影响环境图；

附图 3 医院总平面布置图；

附图 4 医疗综合楼一楼对应 DSA 所在区域平面布局图；

附图 5 医疗综合楼二楼 DSA 所在区域平面布局图；

附图 6 医疗综合楼三楼 DSA 所在区域平面布局图；

附图 7 医疗综合楼三楼对应 DSA 所在区域平面布局图；

附图 8 医疗综合楼二楼对应 DSA 所在区域平面布局图；

附图 9 医疗综合楼四楼对应 DSA 所在区域平面布局图。

附件 1 委托书；

附件 2 建设单位承诺书；

附件 3 建设单位现有辐射安全许可证；

附件 4 建设单位不动产权证；

附件 5 辐射环境本底监测报告。

附件 6 二楼防护单位承诺书

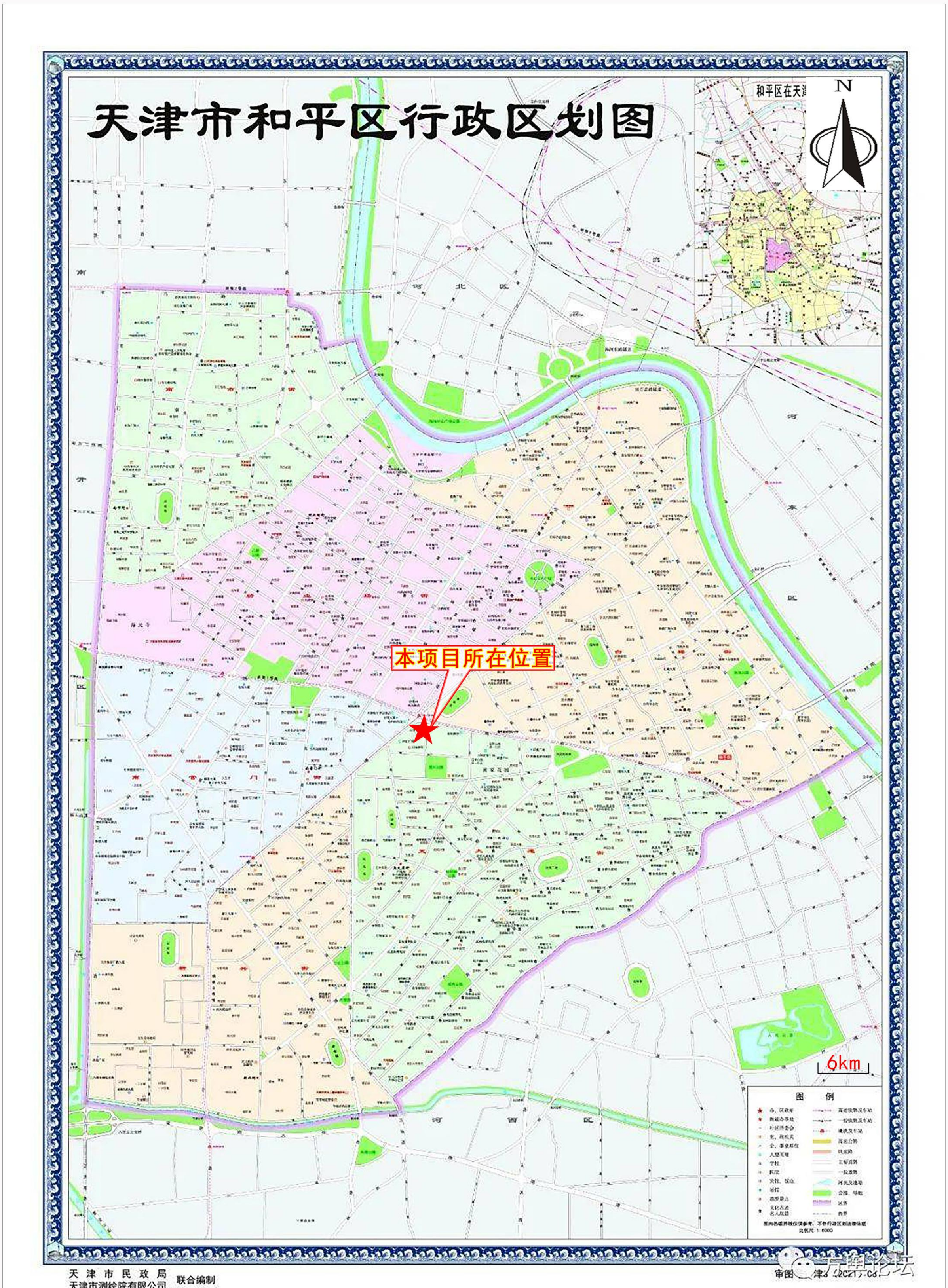
附件 7 三楼防护单位承诺书

表 14 审批

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

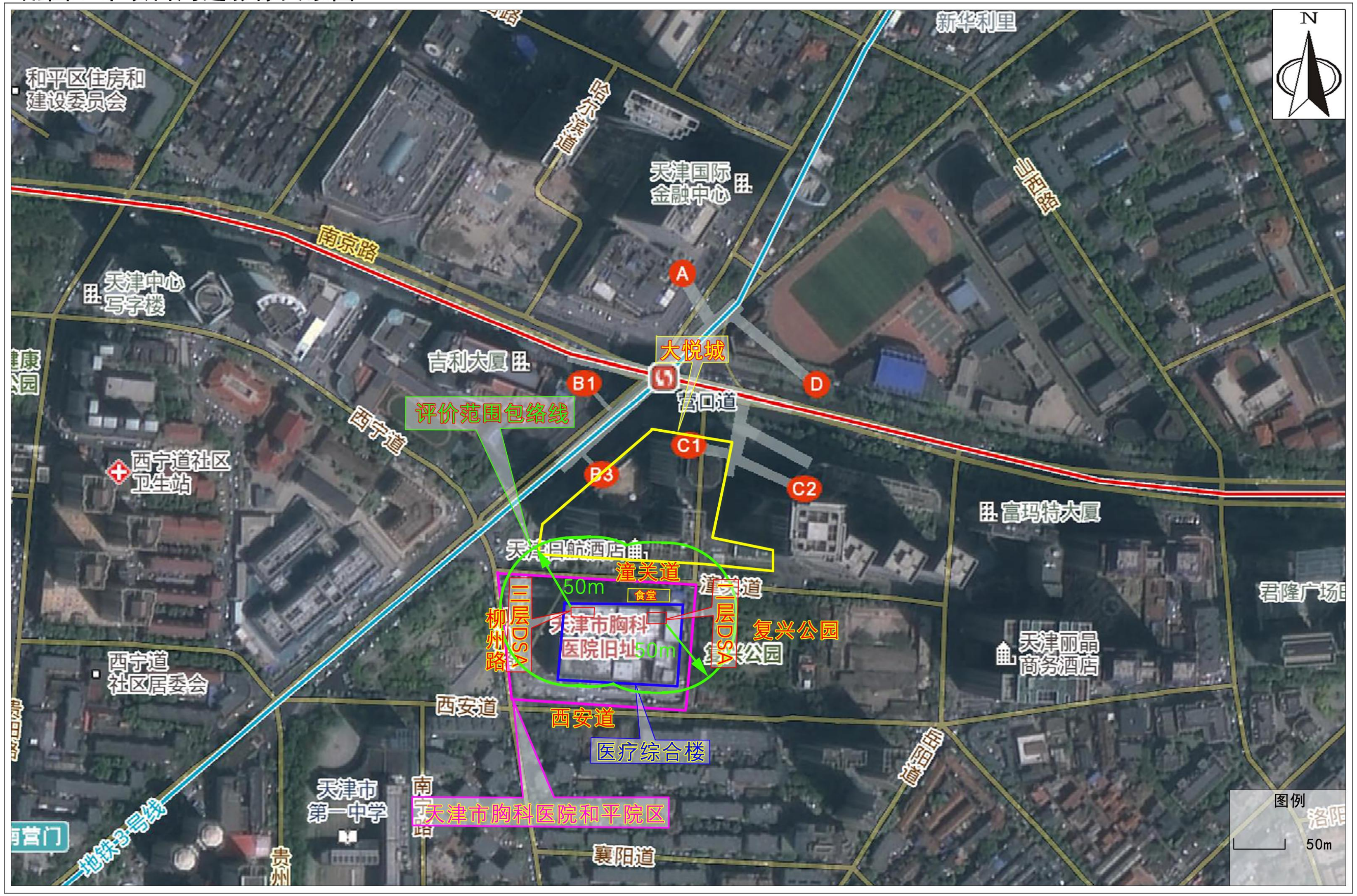
附图 1

附图1 本项目所在地理位置图



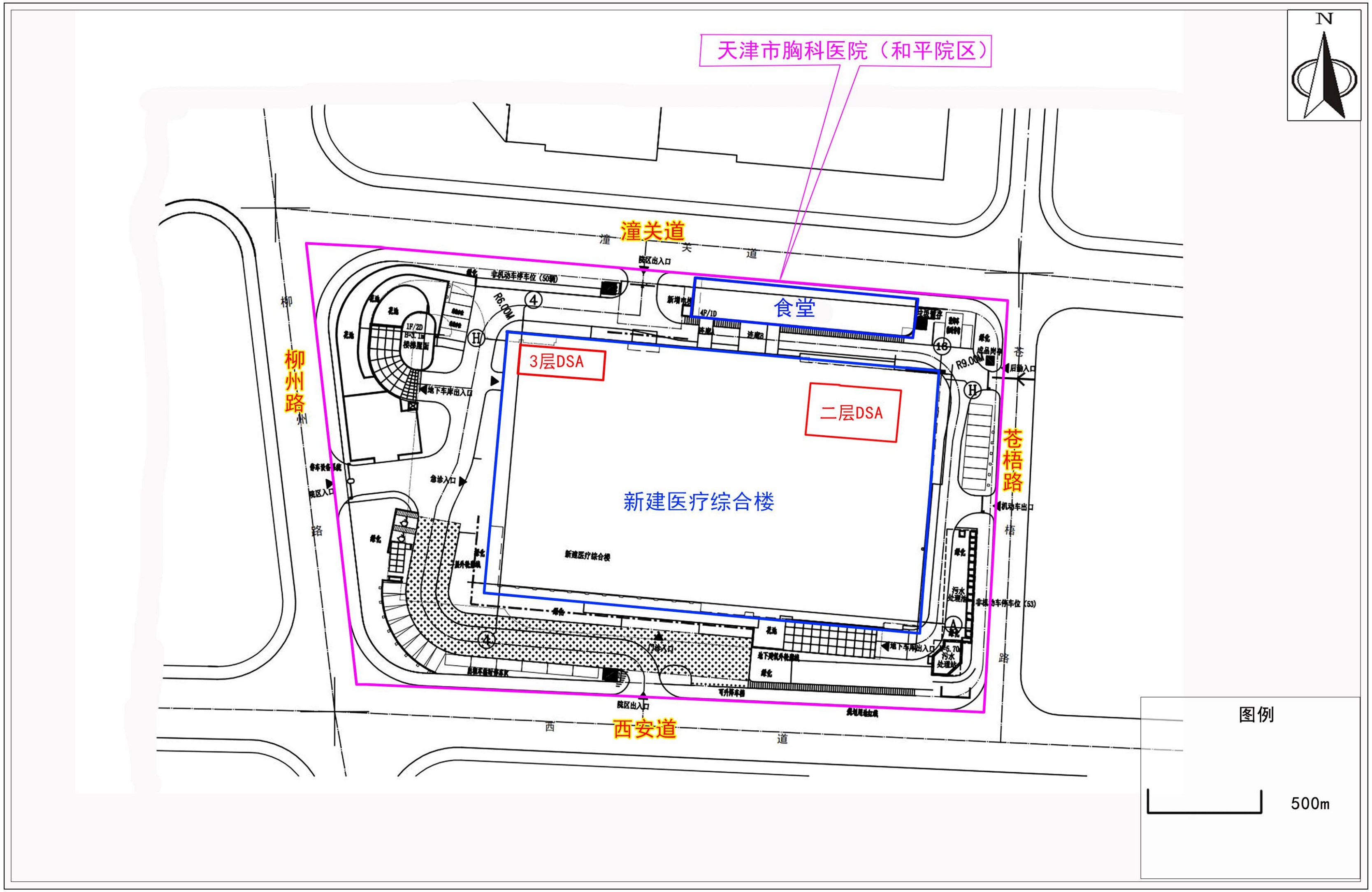
附图 2

附图2 本项目周边影像关系图

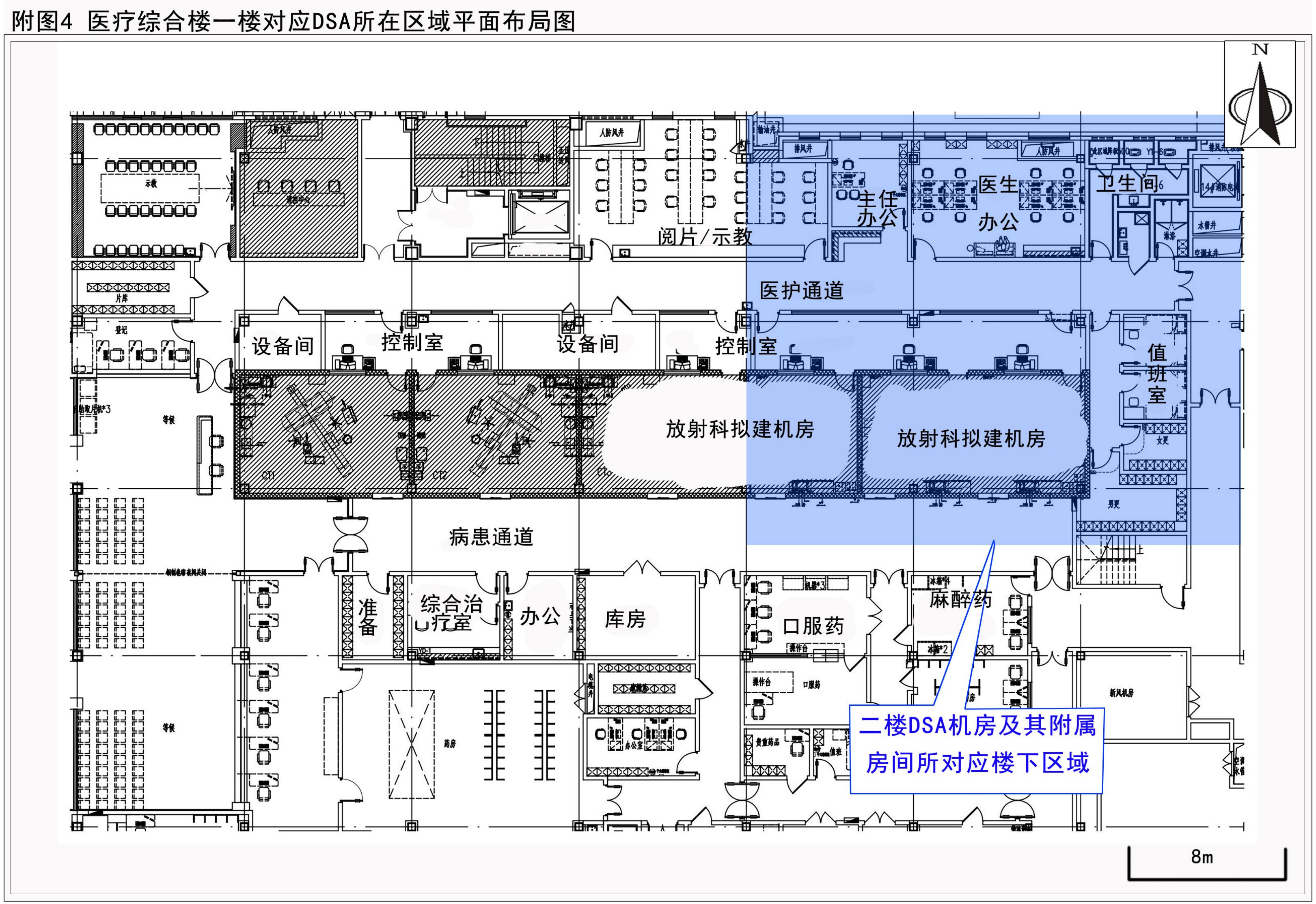


附图 3

附图3 医院总平面图布置图



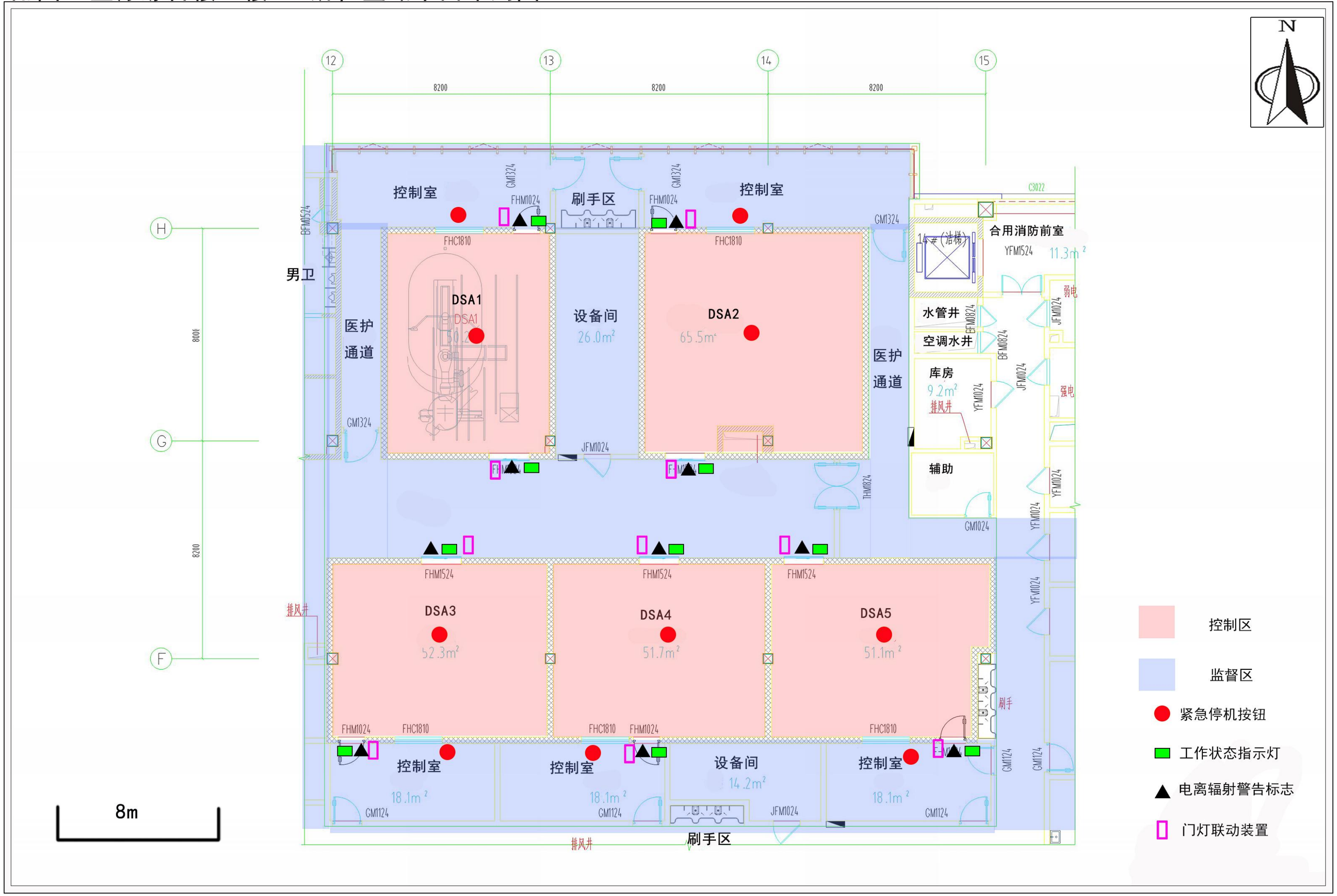
附图 4



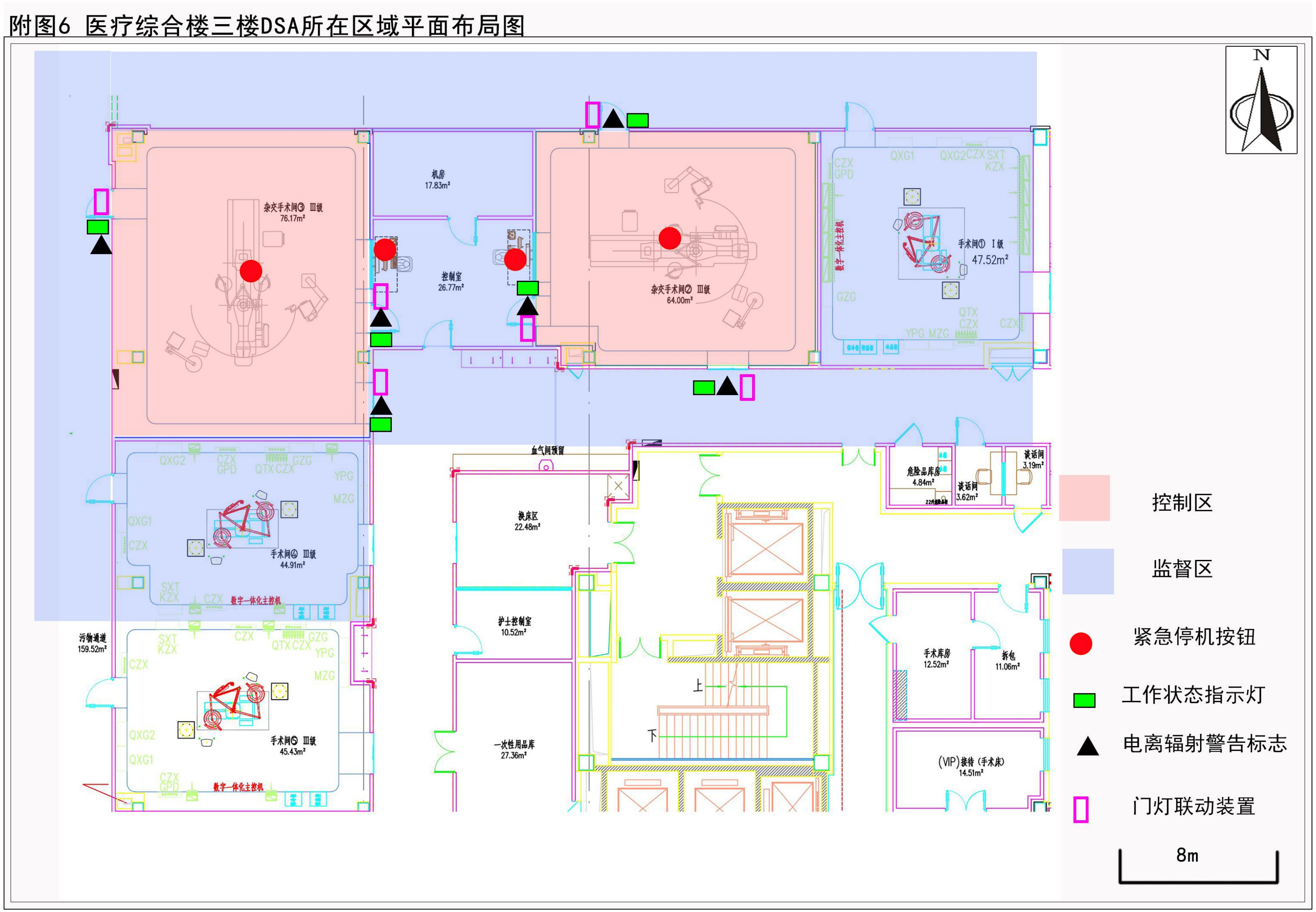
附图4 医疗综合楼一楼对应DSA所在区域平面布局图
N
阅片/示教
主任办公
医生办公
卫生间
医护通道
设备间
控制室
设备间
控制室
值班室
放射科拟建机房
放射科拟建机房
病患通道
准备
综合治疗室
办公
库房
口服药
麻醉药
二楼DSA机房及其附属房间所对应楼下区域
8m

附图 5

附图5 医疗综合楼二楼DSA所在区域平面布局图



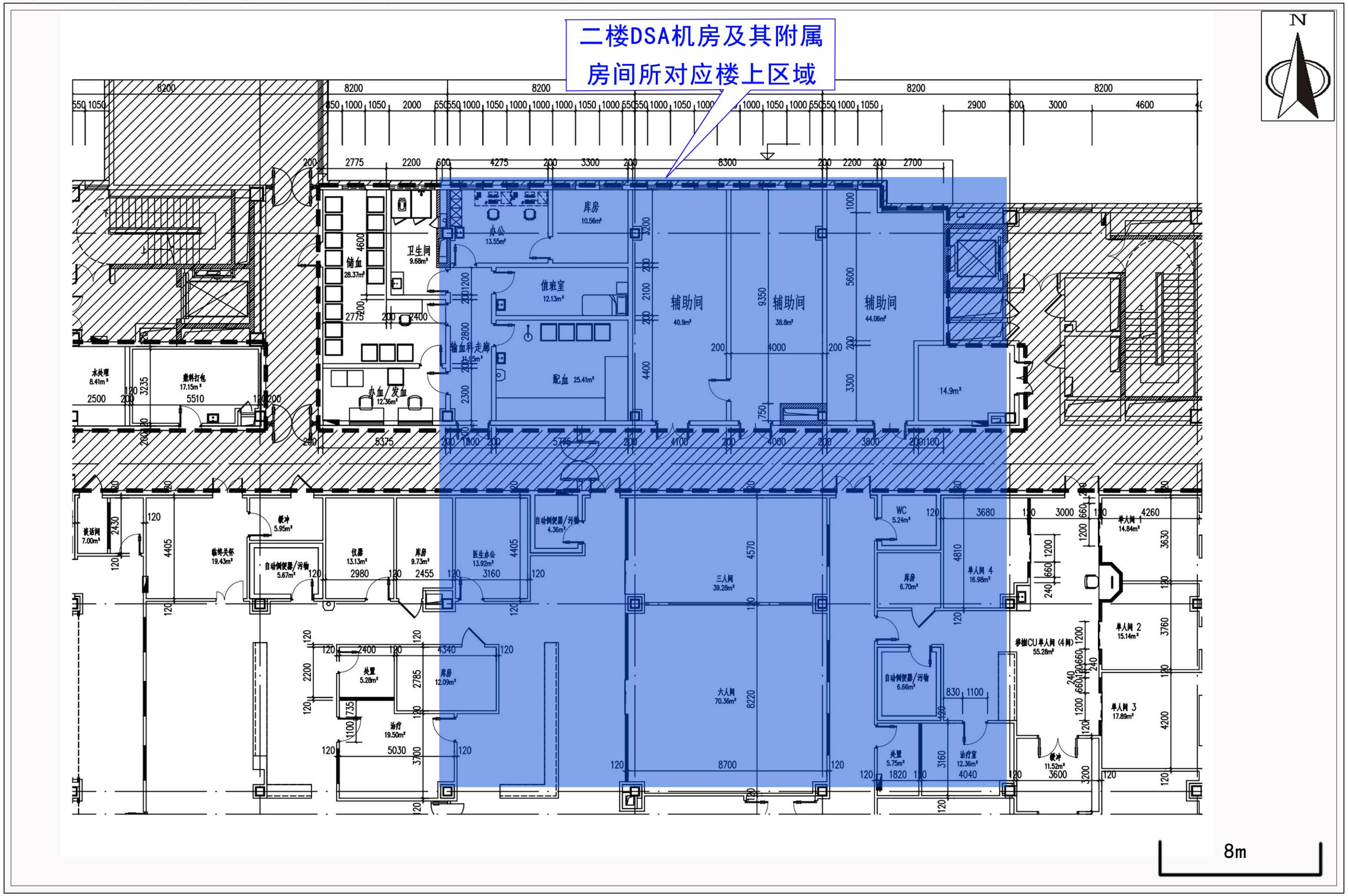
附图 6



附图6 医疗综合楼三楼DSA所在区域平面布局图
N
杂交手术间③ Ⅲ级
76.17m²
机房
17.83m²
控制室
26.77m²
杂交手术间② Ⅲ级
64.00m²
手术间① Ⅰ级
47.52m²
手术间④ Ⅲ级
44.91m²
手术间⑤ Ⅲ级
45.43m²
污物通道
159.52m²
换床区
22.48m²
护士控制室
10.52m²
一次性用品库
27.36m²
危险品库房
4.84m²
谈话间
3.19m²
谈话间
3.62m²
手术库房
12.52m²
拆包
11.06m²
(VIP)接待（手术床）
14.51m²
上
下
控制区
监督区
紧急停机按钮
工作状态指示灯
电离辐射警告标志
门灯联动装置
8m

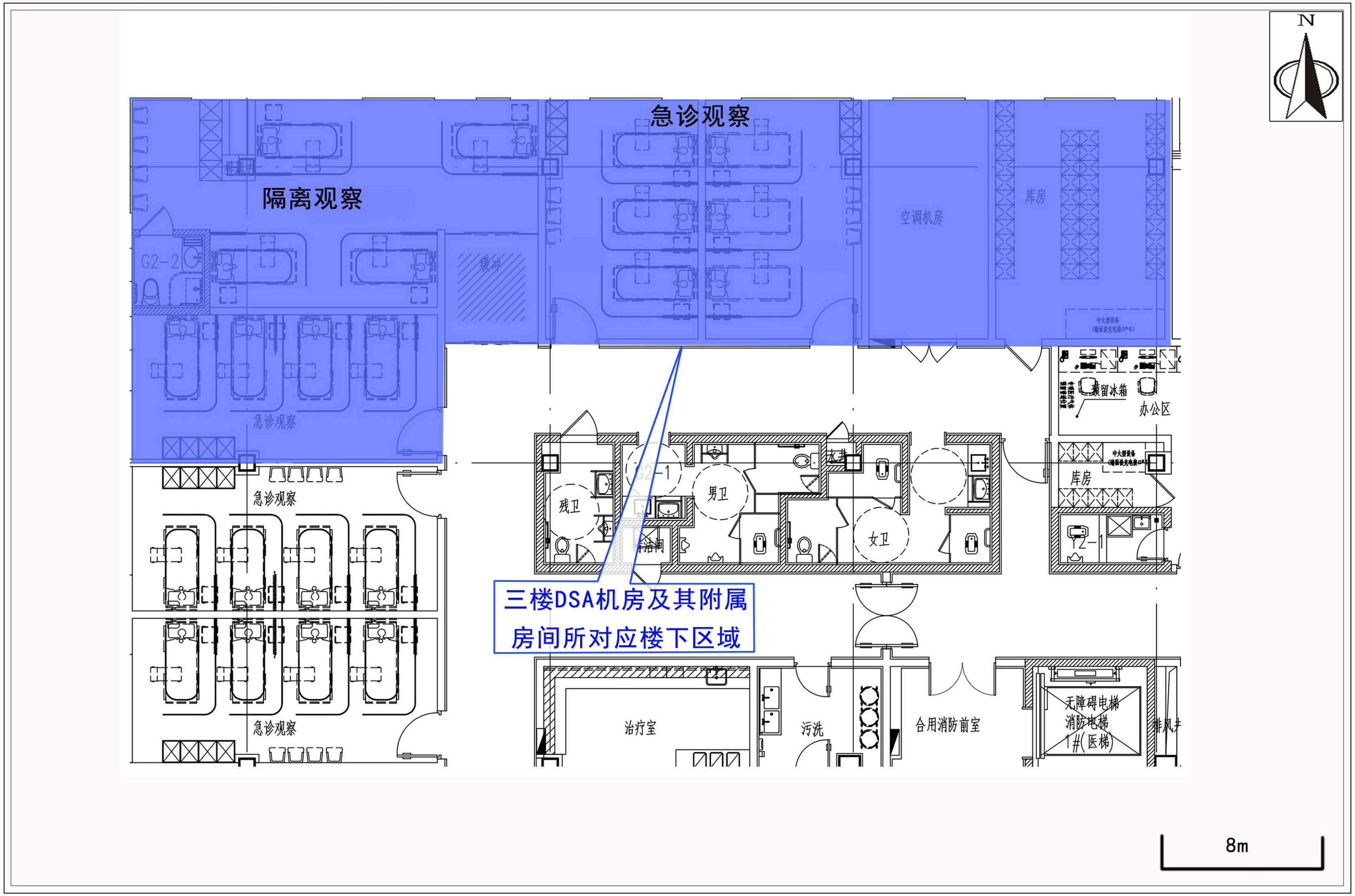
附图 7

附图7 医疗综合楼三楼对应DSA所在区域平面布局图

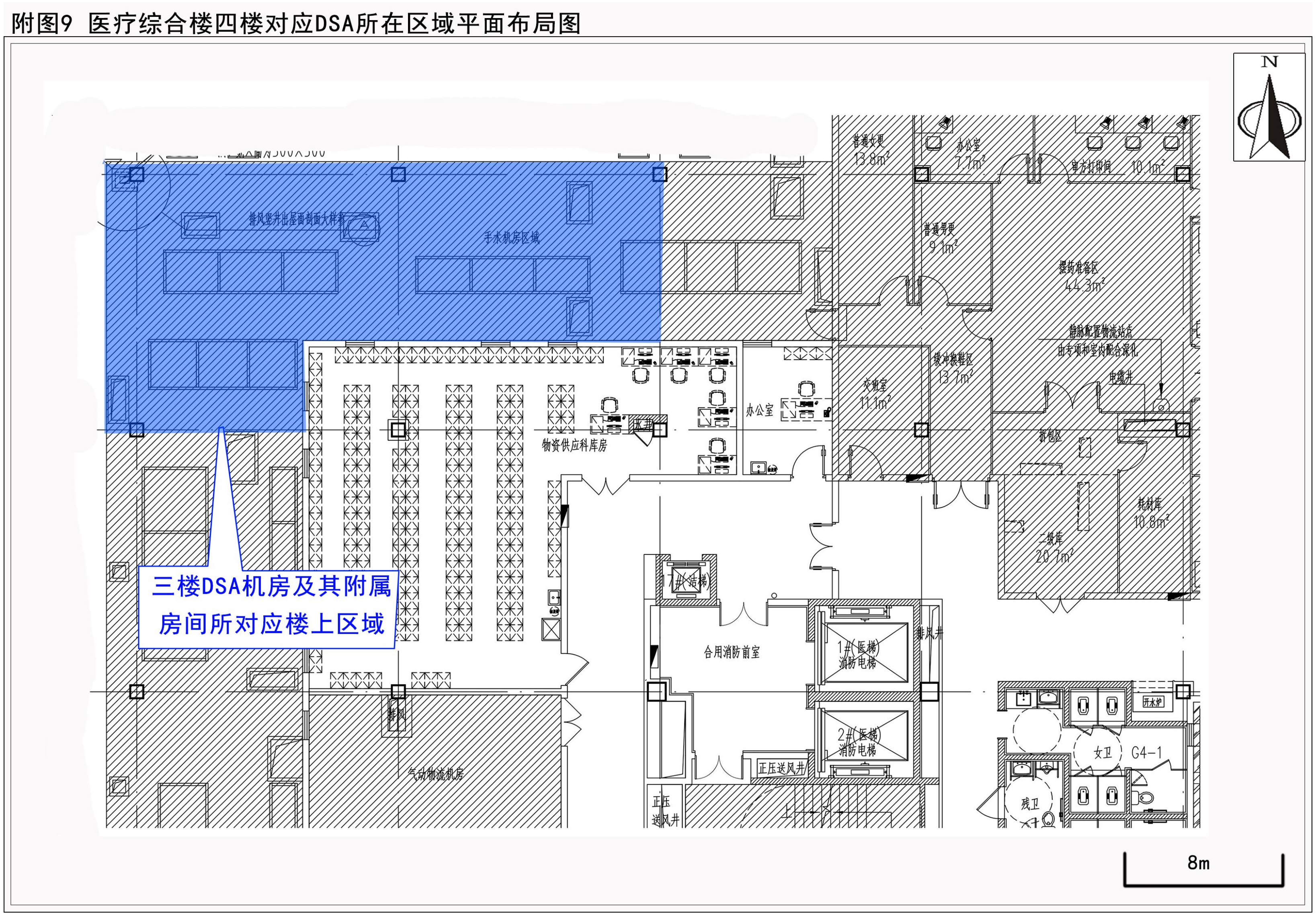


附图 8

附图8 医疗综合楼二楼对应DSA所在区域平面布局图



附图 9


附图9 医疗综合楼四楼对应DSA所在区域平面布局图
N
三楼DSA机房及其附属
房间所对应楼上区域
手术机房区域
物资供应科库房
办公室
合用消防前室
1#(医梯)
消防电梯
2#(医梯)
消防电梯
气动物流机房
正压送风井
提药准备区
44.3m²
缓冲换鞋区
13.7m²
二级库
20.7m²
耗材库
10.8m²
拆包区
女卫
G4-1
残卫
8m

附件 1 委托书

委 托 书

委托单位：天津市胸科医院

被委托单位：核工业北京地质研究院

工程名称：天津市胸科医院扩建使用 7 台 II 类射线装置（血管造影机）项目

工程地点：天津市和平区

委托内容：天津市胸科医院计划在和平院区院内医疗综合楼二楼东北侧新建介入场所，于该介入场所新建 5 座 DSA 机房；同时拟于医院医疗综合楼三楼西北侧手术中心新建 2 座 DSA 手术室，7 台 DSA 均用于医疗诊断及介入治疗。属使用 II 类射线装置。根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等有关法律法规的规定和要求，该项目需办理环境影响审批手续，现委托贵单位承担该项目环境影响评价工作。

特此委托

委托单位：天津市胸科医院

2023 年 4 月 15 日

附件 2 建设单位承诺书

附件 2 建设单位承诺书

建设单位承诺书

一、核技术利用情况

为提升医疗服务水平，满足患者诊断治疗的需要，天津市胸科医院计划在和平院区院内医疗综合楼二楼东北侧新建介入场所，于该介入场所新建 5 座 DSA 机房；同时拟于医院医疗综合楼三楼西北侧手术中心新建 2 座 DSA 手术室，7 台 DSA 均用于医疗诊断及介入治疗。射线装置明细见表 1。

表 1 射线装置明细表

序号	名称	型号	数量	额定管电压（kV）		额定管电流（mA）		用途	工作场所	主射方向
				最大	常用	最大	常用			
1	血管造影机	Azurion 7 M20	3	125	透视：60~70 摄影：90~125	1000	透视：5~20 摄影：100~250	介入治疗	DSA 机房	从下向上
2	血管造影机	Azurion 7 M12	4	125	透视：60~70 摄影：90~125	1000	透视：5~20 摄影：100~250	介入治疗	DSA 机房	从下向上

二、拟采取的辐射安全防护与管理措施

本项目拟采取的辐射安全防护与管理措施如下

表 2 辐射安全防护与管理措施

序类别	项目	具体内容
辐射安全防护设施	场所设施	操作部位采取局部屏蔽防护设施
		医护人员的个人防护
		患者采取防护
		设置机房门窗防护
		设置闭门装置
		设置通风设施
		入口处设置电离辐射警示标志
		入口处设置机器工作状态显示
	监测设施	配备个人剂量报警仪和 X-γ 剂量率仪
	防护器材	配备灭火器材
		配备个人防护用品
辐射安全管	管理机构	成立辐射工作安全管理小组负责全院辐射安全与环境保护管

理		理工作
	管理规章制度	制定相应的管理规章制度《DSA 操作规程》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射防护及安全保卫制度》、《台账管理制度》、《辐射工作人员培训/再培训管理制度》、《辐射监测方案》等
	辐射监测	为每名辐射工作人员配备个人剂量计并委托有资质单位承担个人剂量监测工作，建立了个人健康档案。
		配备 X-γ剂量率仪，定期对辐射环境进行自行监测，做好记录，并定期将仪器送检。
	辐射事故应急	制度辐射事故应急预案，每年开展一次辐射事故应急演练

我单位郑重承诺：以上信息及该《天津市胸科医院扩建使用 7 台 II 类射线装置（血管造影机）项目环境影响报告表》中报告内容、附图、附件等真实有效。我单位将严格落实以上辐射安全防护与管理相应措施，如存在瞒报、假报等情况，由此导致的一切后果由我单位承担全部责任。

建设单位：天津市胸科医院

附件 3 建设单位现有辐射安全许可证

辐射安全许可证

根据《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》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称：天津市胸科医院

地　　址：天津市津南区和平区西安道93号，台儿庄南路261号

法定代表人：孙大强

种类和范围：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。

证书编号：津环辐证[00208]

有效期至：2024 年 03 月 14 日

发证机关：天津市生态环境局

发证日期：2022 年 02 月 21 日

审批专用章

中华人民共和国生态环境部制

填写说明

一、本证由发证机关填写（正本尺寸为：25.7 × 36.4厘米，副本采用大32开本，14 × 20.3厘米）。

二、证书编号

证书编号形式为：A环辐证［序列号］。A为各省的简称，国家环保总局简称国；序列号为5位。

三、种类和范围

（一）种类分为生产、销售、使用。

（二）正本内，范围分为Ⅰ类放射源、Ⅱ类放射源、Ⅲ类放射源、Ⅳ类放射源、Ⅴ类放射源、Ⅰ类射线装置、Ⅱ类射线装置、Ⅲ类射线装置。

副本内，范围写明放射源的核素名称、类别、总活度，非密封放射性物质工作场所级别、日等效最大操作量，射线装置的名称、类别、数量。

（三）正本内，种类和范围填写种类和范围的组合，如生产Ⅰ类放射源和Ⅱ类放射源，销售和使用Ⅱ类射线装置。

特别的，生产、销售、使用非密封放射性物质的，种类和范围填写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或丙级非密封放射性物质工作场所。

建造Ⅰ类射线装置的填写销售（含建造）Ⅰ类射线装置。

四、“日等效最大操作量”、“工作场所等级”按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）确定。

五、许可内容明细表做成活页。

辐射工作单位须知

一、本证由发证机关填写，禁止伪造、变造、转让。

二、单位名称、地址、法定代表人变更时，须办理证书变更手续；改变许可证规定的活动种类或者范围及新建或者改建、扩建生产、销售、使用设施或者场所的，需重新申领许可证；证书注销时，应交回原发证机关注销。

三、本证应妥善保管，防止遗失、损坏。发生遗失的，应当及时到所在地省级报刊上刊登遗失公告，并持公告到原发证机关申请补发。

四、原发证机关有权对违反国家法律、法规的辐射工作单位吊销本证。

根据《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》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	天津市胸科医院		
地　址	天津市津南区和平区西安道93号，台儿庄南路261号		
法定代表人	孙大强	电话	022-88185550
证件类型	身份证	号码	23010219701011163X
涉源部门	名　称	地　址	负责人
	核医学科	天津市津南区台儿庄南路261号	姚青海
	影像科	天津市津南区台儿庄南路261号	张洪
	体检中心	天津市津南区台儿庄南路261号	王　敏
	放疗科	天津市津南区台儿庄南路261号	田铁栓
	第八手术室	天津市津南区台儿庄南路261号	庄媛
	导管室	天津市津南区台儿庄南路261号	刘寅
种类和范围	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。		
许可证条件			
证书编号	津环辐证[00208]		
有效期至	2024 年 03 月 14 日		
发证日期	2022 年 02 月 21 日（发证机关章）		

市生态环境局 审批专用章

活动种类和范围

（二）非密封放射性物质

证书编号： 津环辐证[00208]

序号	工作场所名称	场所等级	核素	日等效最大操作量（贝可）	年最大用量（贝可）	活动种类
1	D座一层东侧	乙级	I-131	3.70E+7	3.56E+10	使用
2	D座一层东侧	丙级	Sr-89	1.48E+7	1.43E+10	使用
3	D座一层东侧	乙级	Tc-99m	2.04E+8	5.09E+12	使用
	以下空白					

活动种类和范围

（二）非密封放射性物质

证书编号：

序号	工作场所名称	场所等级	核素	日等效最大操作量（贝可）	年最大用量（贝可）	活动种类

活动种类和范围

（三）射线装置

证书编号：津环辐证[00208]

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类
1	直线加速器Synergy-IGR	II类	1	使用
2	血管造影机	II类	10	使用
3	胃肠机	III类	1	使用
4	双源CT	III类	2	使用
5	数字化X射线摄影系统	III类	2	使用
6	大口径CT	III类	1	使用
7	床旁机	III类	4	使用
8	X线机	III类	1	使用
9	SPECT/CT一体机	III类	1	使用
10	256排CT	III类	1	使用
11	16排CT	III类	1	使用
12	16排CT	III类	1	使用
	以下空白			

活动种类和范围

（三）射线装置

证书编号：

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类

台帐明细登记

（三）射线装置

证书编号：津环辐证[00208]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
1	直线加速器	Synergy-IGR	II类	粒子能量小于100兆电子伏的医用加速器	D座一层西侧：直线加速器机房	来源	医科达	吕南丁	
						去向			
2	血管造影机	Allura Xper FD20/10	II类	血管造影用X射线装置	A座二层导管室：第四导管室	来源	荷兰飞利浦	吕南丁	
						去向			
3	血管造影机	Allura Xper FD10	II类	血管造影用X射线装置	A座二层导管室：第六导管室	来源	荷兰飞利浦	吕南丁	
						去向			
4	血管造影机	Allura Xper FD10	II类	血管造影用X射线装置	A座二层导管室：第三导管室	来源	荷兰飞利浦	吕南丁	
						去向			
5	血管造影机	AAllura Xper FD10	II类	血管造影用X射线装置	A座二层导管室：第二导管室	来源	荷兰飞利浦公司	吕南丁	
						去向			
6	血管造影机	Allura Xper FD10	II类	血管造影用X射线装置	A座二层导管室：第五导管室	来源	荷兰飞利浦	吕南丁	
						去向			
7	血管造影机	Allura Xper FD10	II类	血管造影用X射线装置	A座二层导管室：第八导管室	来源	荷兰飞利浦	吕南丁	
						去向			
8	血管造影机	Allura Xper FD20	II类	血管造影用X射线装置	A座二层导管室：第八手术室	来源	荷兰飞利浦	吕南丁	
						去向			

台帐明细登记

（三）射线装置

证书编号：津环辐证[00208]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
9	血管造影机	Artis Zee Floor	II类	血管造影用X射线装置	A座二层导管室：第一导管室	来源	德国西门子	吕南丁	
						去向			
10	血管造影机	Allura Xper FD10	II类	血管造影用X射线装置	A座二层导管室：第七导管室	来源	荷兰飞利浦	吕南丁	
						去向			
11	256排CT	PHILIPS Brilliance ict	III类	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	A座一层：256排CT检查室	来源	荷兰飞利浦	吕南丁	
						去向			
12	16排CT	SOMATOM Emotion16-Slice configuration	III类	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	A座一层：西门子16排CT检查室	来源	德国西门子公司	吕南丁	
						去向			
13	双源CT	双源-SOMATOM Definition	III类	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	A座一层：双源CT检查室	来源	德国西门子公司	吕南丁	
						去向			
14	SPECT/CT一体机	Symbia T6	III类	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	D座一层东侧：ECT检查室	来源	德国西门子	吕南丁	
						去向			
15	大口径CT	Philips Brilliance CT Big Bore	III类	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	D座一层西侧：CT模拟定位室	来源	荷兰飞利浦	吕南丁	
						去向			
16	16排CT	PHILIPS Mx16	III类	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	[illegible]：飞利浦16排CT检查室	来源	荷兰飞利浦	吕南丁	
						去向			

台帐明细登记

（三）射线装置

证书编号： 津环辐证[00208]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
17	胃肠机	万东HF51-5	III类	医用诊断X射线装置	A座一层:胃肠道检查室	来源	万东	吕树丁	
						去向			
18	床旁机	Ysio Dragon	III类	医用诊断X射线装置	A座一层:DR检查室3	来源	德国西门子	吕树丁	
						去向			
19	数字化X射线摄影系统	Ysio Dragon	III类	医用诊断X射线装置	A座一层:DR检查室2	来源	德国西门子	吕树丁	
						去向			
20	床旁机	Ysio Dragon	III类	医用诊断X射线装置	A座一层:DR检查室2	来源	德国西门子	吕树丁	
						去向			
21	数字化X射线摄影系统	Ysio Dragon	III类	医用诊断X射线装置	A座一层:DR检查室1	来源	德国西门子	吕树丁	
						去向			
22	X线机	R-30H	III类	医用诊断X射线装置	E座一层数字影像检查室	来源	日本岛津	吕树丁	
						去向			
23	血管造影机	UNIQ FD10	II类	血管造影用X射线装置	A座二层导管室:第九导管室	来源	飞利浦公司	[illegible]	20190613
						去向			
24	双源CT	SOMATOM Force	III类	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	A座一层:新双源CT检查室	来源	西门子		
						去向			

台帐明细登记

（三）射线装置

证书编号： 津环辐证[00208]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
25	床旁机	MUX-200D	III类	医用诊断X射线装置	A座一层:储藏室	来源	岛津		
						去向			
26	床旁机	MUX-200D	III类	医用诊断X射线装置	A座一层:储藏室	来源	岛津		
						去向			
	以下空白					来源			
						去向			
						来源			
						去向			
						来源			
						去向			
						来源			
						去向			
						来源			
						去向			
						来源			
						去向			

附件 4 建设单位不动产权证

根据《中华人民共和国物权法》等法律法规，为保护不动产权利人合法权益，对不动产权利人申请登记的本证所列不动产权利，经审查核实，准予登记，颁发此证。

登记机构（章）

年　月　日

中华人民共和国国土资源部监制

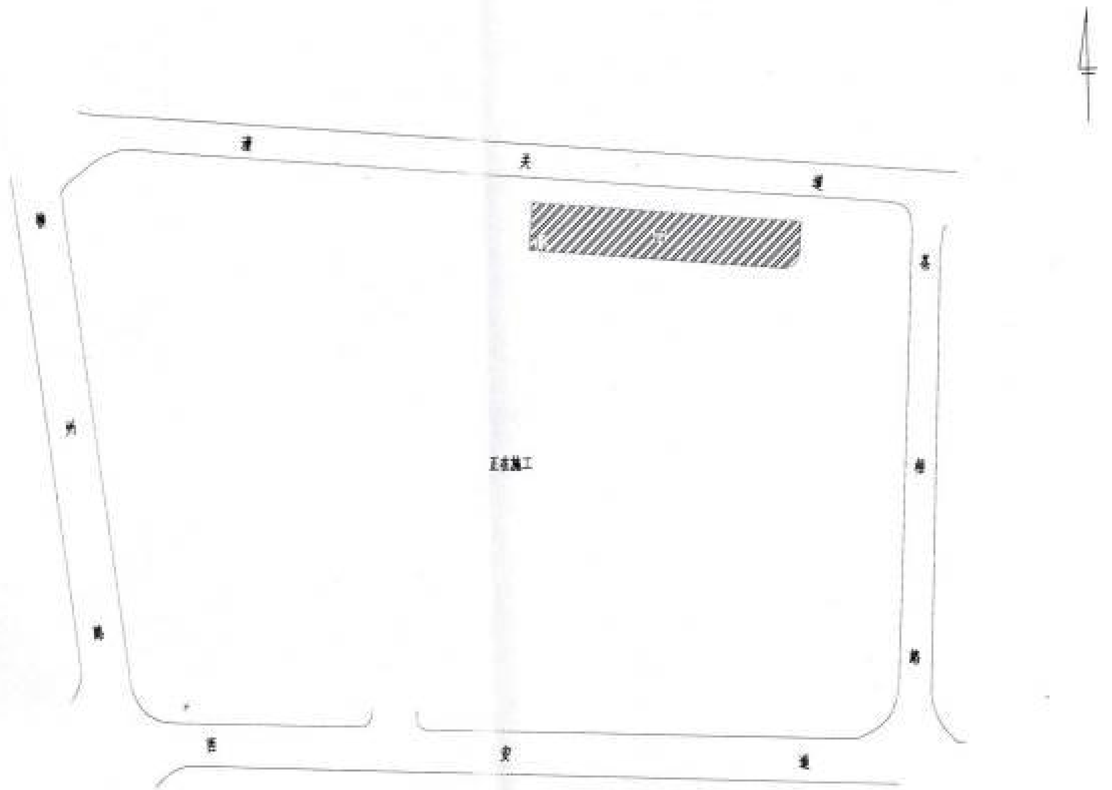
编号№ D 12000110130

津（2020）和平区不动产权第1000329号

权利人	天津市人民政府
共有情况	单位所有
坐落	和平区西安道70号
不动产单元号	120104005001GB00191F00010001
权利类型	国有建设用地使用权/房屋(构筑物)所有权
权利性质	划拨
用途	医卫慈善用地/非居住
面积	15642.8平方米/2405.60平方米
使用期限	
权利其他状况	建筑结构:砖木 建筑面积:2405.60平方米 所在层:-1-4层 总层数:5层

附　　记

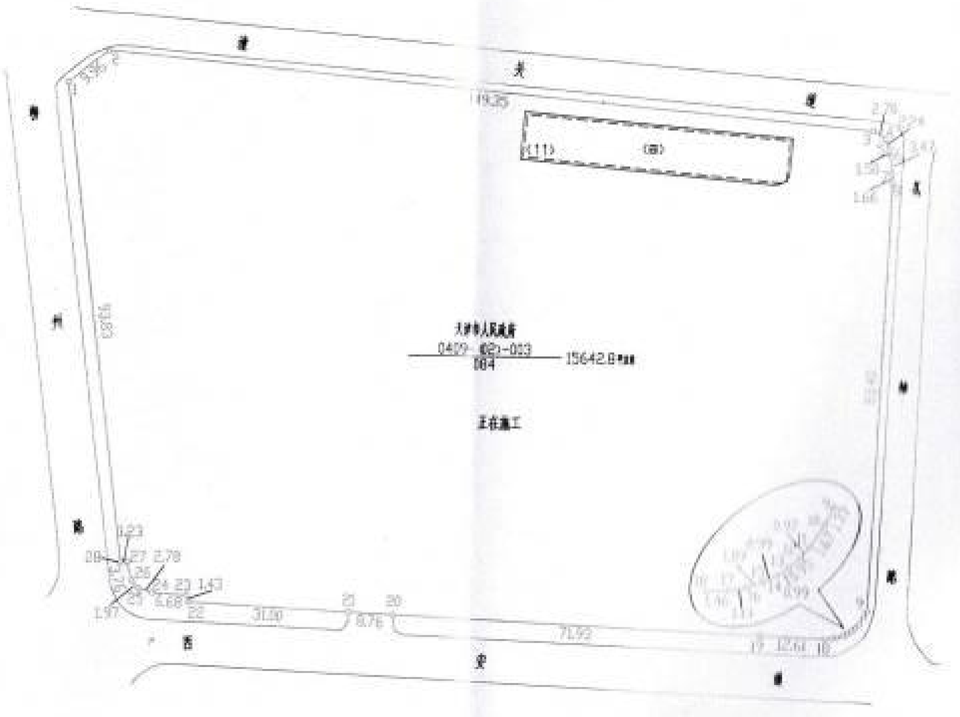
宗地代码：120104005001GB00191
宗地号：0409-(02)-003



天津市国土资源测绘和房屋测量中心			
座落	天津市和平区西安道20号		
图幅号	4301-016-11		
比例	1:1000	日期	2019.12.24

4331-516-10,11-0409-(02)-003

北



宗地990天津任意直角坐标系宗地面积为15642.7平方米，转换成2000国家大地坐标系宗地面积为15642.8平方米。

天津市国土资源测绘和房屋测量中心

2000国家大地坐标系
2019年12月24日

1:1000

绘图:关刚　　复核:李轩　　审核:李轩

附件 5 辐射环境现状监测报告

核工业北京地质研究院分析测试研究中心

核工业地质分析测试研究中心

检 测 报 告

报告编号： 2023-04443-HP

项目名称： 天津市胸科医院新建使用 7 台 II 类射线装置（血管造影机）项目

委托单位： 天津市胸科医院

检测项目： X-γ 辐射剂量率

报告签发人：孙晓明　　　　签发日期：2023年 6 月 8 日

注意事项

1.报告无"测试专用章"或测试中心公章无效。

2.复制报告未重新加盖"测试专用章"或测试中心公章无效。

3.报告无审核人、报告签发人签字无效。

4.对报告若有异议，应于收到报告之日起十五日内向本中心提出。

5.一般情况下，报告仅对来样负责。

6.依照有关规定，原始记录在本中心只保存六年。

7.报告中标注*符号的检测项目不在CMA认证和CNAS认可范围之内。

单位名称：核工业北京地质研究院分析测试研究中心

（核工业地质分析测试研究中心）

地　　址：北京市安外小关东里10号院

通　　信：北京9818信箱5分箱

邮证编码：100029

电　　话：(010) 64980696

传　　真：(010) 64910936

检测报告

报告编号：2023-04443-HP

<table>
<tr><td colspan="2">项目名称</td><td colspan="3">天津市胸科医院新建使用 7 台 II 类射线装置（血管造影机）项目</td></tr>
<tr><td rowspan="2">委托单位</td><td>名称</td><td>天津市胸科医院</td><td>联系人</td><td>周静</td></tr>
<tr><td>地址</td><td>天津市和平区西安道 93 号</td><td>联系电话</td><td>18202657721</td></tr>
<tr><td colspan="2">仪器名称</td><td>X-γ 剂量率仪</td><td>仪器型号</td><td>FH40G-L10+FHZ672E-10
40224+11415</td></tr>
<tr><td colspan="2">委托日期</td><td>2023.4.10</td><td>检测日期</td><td>2023.4.14</td></tr>
<tr><td colspan="2">检测项目</td><td colspan="3">X-γ 辐射剂量率</td></tr>
<tr><td colspan="2">检测依据</td><td colspan="3">HJ1157-2021《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》</td></tr>
</table>

1、项目概况

受天津市胸科医院委托，核工业北京地质研究院分析测试研究中心对 7 台 DSA 机房拟建位置和 50m 评价范围内有代表性的环境保护目标进行辐射环境现状监。

检测日期为 2023 年 4 月 14 日，检测时间：9:30~12:00，天气晴，温度：16℃。

2、检测方法描述

X-γ 辐射剂量率： 测量辐射工作场所及周围环境 γ 辐射剂量率，首先对各点位进行巡测，重点对 γ 辐射剂量率较高的位置进行测量，每个测点读 10 次数。

3、检测布点

DSA 机房位置和 50m 评价范围内有代表性的环境保护目标处的环境 γ 辐射剂量率。

检测布点示意图见附图一、附图二、附图三。

编制人：高来旭　　　　审核人：杜嘉应

日　期：2023.6.8　　　　日　期：2023.6.8

检测报告

报告编号：2023-04443-HP

天津市胸科医院新建使用 7 台 II 类射线装置（血管造影机）项目

周围 X-γ 辐射剂量率检测结果

编号	监测点位	监测结果（nSv/h）	
		范围值	平均值
1#	DSA 介入室 1 拟建区域中间位置	82.2～85.5	83.6
2#	DSA 介入室 1 拟建区域北侧	81.9～83.6	82.8
3#	DSA 介入室 1 拟建区域西侧	96.5～97.6	97.1
4#	DSA 介入室 1 拟建区域南侧	89.2～91.6	90.6
5#	DSA 介入室 1 拟建区域东侧	86.7～90.2	88.5
6#	DSA 介入室 2 拟建区域中间位置	84.3～88.9	86.4
7#	DSA 介入室 2 拟建区域北侧	86.4～91.2	88.7
8#	DSA 介入室 2 拟建区域南侧	88.6～96.9	93.5
9#	DSA 介入室 2 拟建区域东侧	98.0～107	102
10#	DSA 介入室 3 拟建区域中间位置	101～109	105
11#	DSA 介入室 3 拟建区域北侧	86.7～88.9	87.7
12#	DSA 介入室 3 拟建区域西侧	93.2～95.2	94.1
13#	DSA 介入室 3 拟建区域南侧	83.4～87.6	86.2
14#	DSA 介入室 3 拟建区域东侧	86.3～90.8	88.7
15#	DSA 介入室 4 拟建区域中间位置	84.3～91.3	87.8
16#	DSA 介入室 4 拟建区域北侧	102～109	105
17#	DSA 介入室 4 拟建区域南侧	101～109	106
18#	DSA 介入室 4 拟建区域东侧	96.0～105	101
19#	DSA 介入室 5 拟建区域中间位置	92.3～99.0	96.3
20#	DSA 介入室 5 拟建区域北侧	91.6～98.4	95.7
21#	DSA 介入室 5 拟建区域南侧	92.4～98.6	96.2
22#	DSA 介入室 5 拟建区域东侧	78.4～82.6	81.1
23#	DSA 介入室 1 拟建区域楼下	76.3～85.3	82.3
24#	DSA 介入室 2 拟建区域楼下	76.8～82.3	79.9
25#	DSA 介入室 3 拟建区域楼下	104～115	109

检测报告

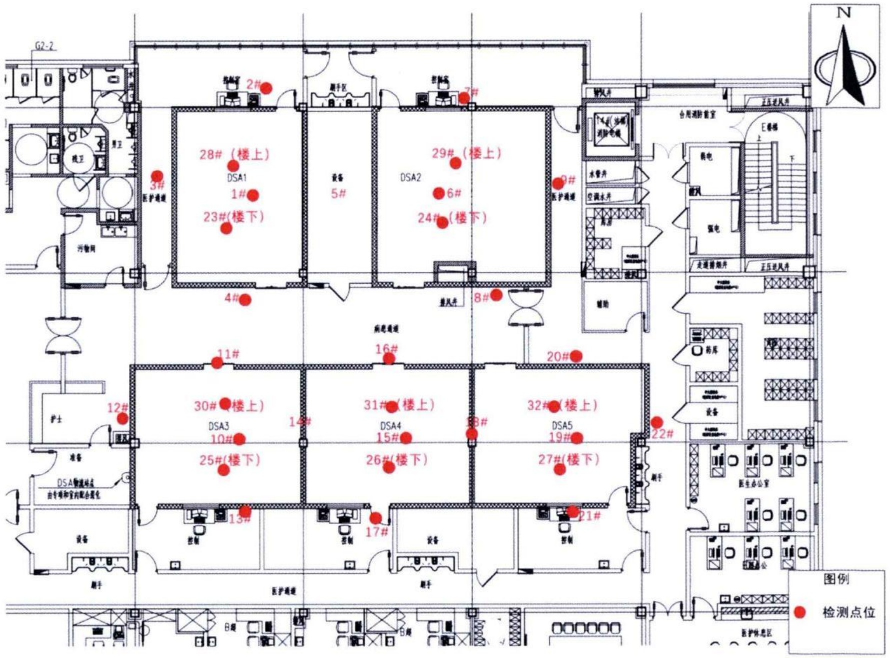
报告编号：2023-04443-HP

26#	DSA 介入室 4 拟建区域楼下	98.0～105	102
27#	DSA 介入室 5 拟建区域楼下	96.5～102	99.4
28#	DSA 介入室 1 拟建区域楼上	93.2～98.2	96.0
29#	DSA 介入室 2 拟建区域楼上	91.4～95.6	93.4
30#	DSA 介入室 3 拟建区域楼上	86.3～94.3	90.4
31#	DSA 介入室 4 拟建区域楼上	86.7～93.0	88.9
32#	DSA 介入室 5 拟建区域楼上	81.4～89.8	86.1
33#	DSA 杂交手术室 2 拟建区域中间位置	79.6～89.2	84.3
34#	DSA 杂交手术室 2 拟建区域北侧	80.4～86.2	82.7
35#	DSA 杂交手术室 2 拟建区域西侧	79.6～86.5	83.3
36#	DSA 杂交手术室 2 拟建区域南侧	84.6～90.6	88.7
37#	DSA 杂交手术室 2 拟建区域东侧	82.1～89.3	86.1
38#	DSA 杂交手术室 3 拟建区域中间位置	91.4～101	96.5
39#	DSA 杂交手术室 3 拟建区域北侧	96.3～104	99.7
40#	DSA 杂交手术室 3 拟建区域西侧	106～110	108
41#	DSA 杂交手术室 3 拟建区域南侧	96.0～109	102
42#	DSA 杂交手术室 3 拟建区域东侧	99.0～109	104
43#	DSA 杂交手术室 2 拟建区域楼下	94.6～102	98.8
44#	DSA 杂交手术室 3 拟建区域楼下	85.5～93.0	89.4
45#	DSA 杂交手术室 2 拟建区域楼上	82.3～89.6	86.3
46#	DSA 杂交手术室 3 拟建区域楼上	80.6～83.9	82.7
47#	北侧院内食堂	86.9～91.4	88.7
48#	北侧和平大悦城	91.9～98.3	93.6

注：数据均未扣除宇宙射线响应值及本底值；检测布点示意图见附图一至附图三。

检测报告

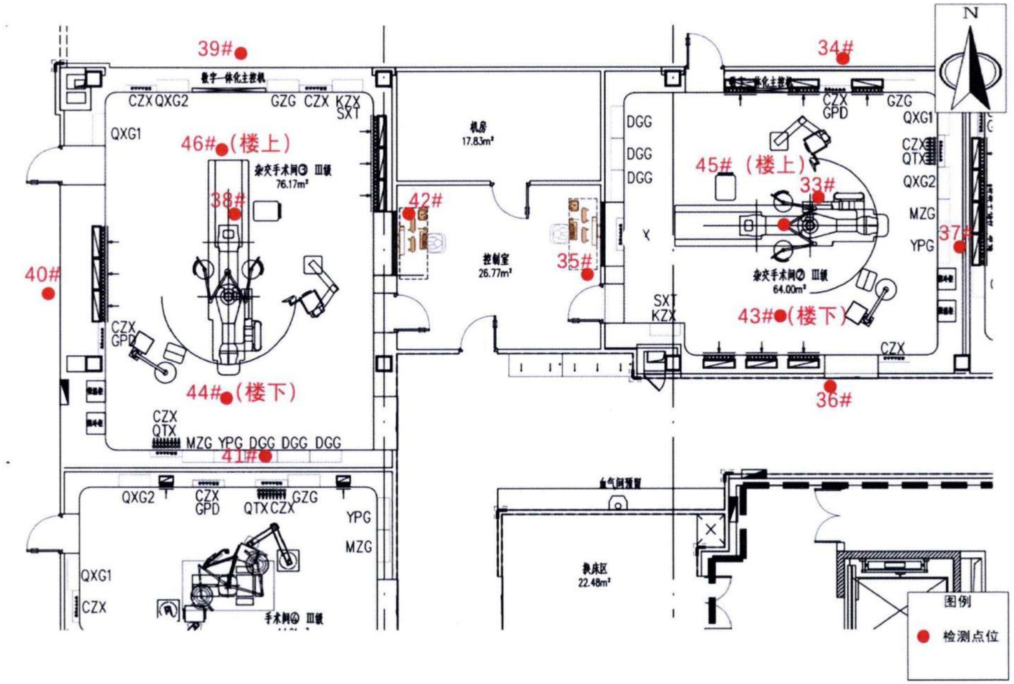
附图一：医疗综合楼二层辐射环境现状监测点位图



检测报告

报告编号：2023-04443-HP

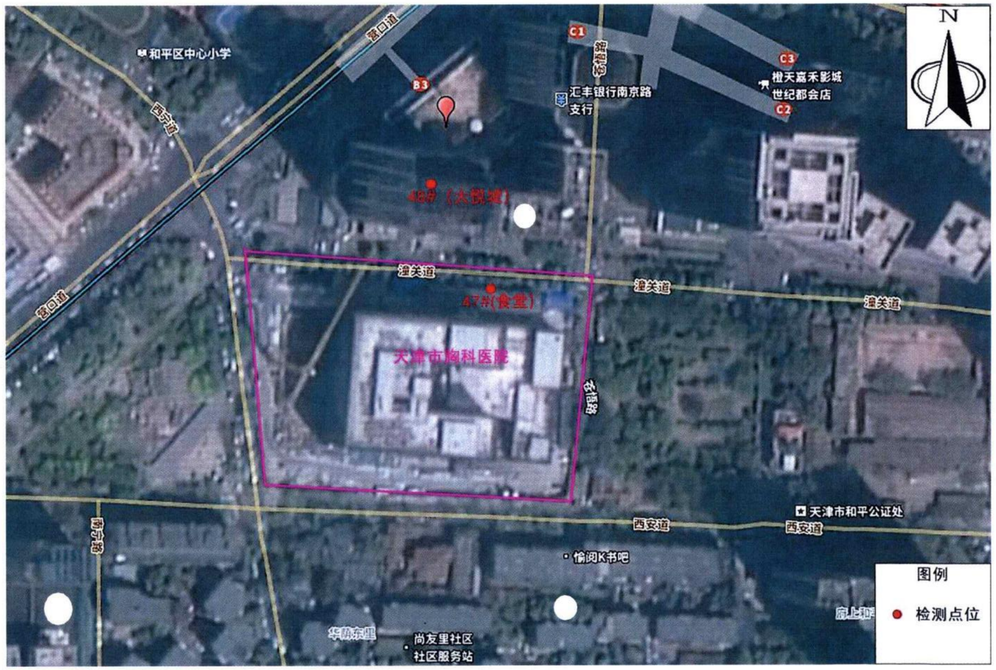
附图二：医疗综合楼三层辐射环境现状监测点位图



检测报告

报告编号：2023-04443-HP

附图三：环境敏感点辐射环境现状监测点位图



附件 6 二楼防护单位承诺书

天津市胸科医院和平院区放射工作场所屏蔽防护施工方案

一层：

机房名称	机房东墙	机房西墙	机房南墙	机房北墙	机房顶棚	机房地面	工作人员门	患者出入门	观察窗
CT1 室	240 红砖 +3mmpb 铅板	240 红砖 +3mmpb 铅板	240 红砖 +3mmpb 铅板	240 红砖 +3mmpb 铅板	120mm 混凝土 +2mmpb 铅板	250mm 混凝土 +20mm 硫酸钡	3mmpb	3mmpb	3mmpb
CT2 室	240 红砖 +3mmpb 铅板	240 红砖 +3mmpb 铅板	240 红砖 +3mmpb 铅板	240 红砖 +3mmpb 铅板	120mm 混凝土 +2mmpb 铅板	250mm 混凝土 +20mm 硫酸钡	3mmpb	3mmpb	3mmpb
DR 室	240 红砖 +2mmpb 铅板	240 红砖 +2mmpb 铅板	240 红砖 +2mmpb 铅板	240 红砖 +2mmpb 铅板	120mm 混凝土 +1mmpb 铅板	250mm 混凝土 +20mm 硫酸钡	2mmpb	2mmpb	2mmpb

铅板密度：11.34g/立方厘米，硫酸钡密度：4.08g/立方厘米，M20 水泥砂浆容重：2100kg/m³ 左右。混凝土容重：2500kg/m³ 左右。

二层：

机房名称	机房东墙	机房西墙	机房南墙	机房北墙	机房顶棚	机房地面	工作人员门	患者出入门	观察窗
DSA1 室	240 红砖 +2mmpb 铅板	240 红砖 +2mmpb 铅板	240 红砖 +2mmpb 铅板	240 红砖 +2mmpb 铅板	3mm 铅板 +120mm 现浇混凝土板 +50mm 厚的 C15 细石混凝土+20mm 水泥砂浆找平抹光	120mm 现浇混凝土板 +50mm 厚的 C15 细石混凝土+20mm 水泥砂浆找平抹光+10mm 硫酸钡 +1mmpb 铅板	3mmpb	3mmpb	3mmpb
DSA2 室	240 红砖 +2mmpb 铅板	240 红砖 +2mmpb 铅板	240 红砖 +2mmpb 铅板	240 红砖 +2mmpb 铅板	3mm 铅板 +120mm 现浇混凝土板 +50mm 厚的 C15 细石混凝土+20mm 水泥砂浆找平抹光	120mm 现浇混凝土板 +50mm 厚的 C15 细石混凝土+20mm 水泥砂浆找平抹光+10mm 硫酸钡 +1mmpb 铅板	3mmpb	3mmpb	3mmpb
DSA3 室	240 红砖 +2mmpb 铅板	240 红砖 +2mmpb 铅板	240 红砖 +2mmpb 铅板	240 红砖 +2mmpb 铅板	3mm 铅板 +120mm 现浇混凝土板 +50mm 厚的	120mm 现浇混凝土板 +50mm 厚的 C15 细石混凝土+20mm 水泥砂浆找平抹光+10mm 硫酸钡	3mmpb	3mmpb	3mmpb

					C15 细石混凝土+20mm 水泥砂浆找平抹光板	+1mmpb 铅板			
DSA4 室	240 红砖+2mmpb 铅板	240 红砖+2mmpb 铅板	240 红砖+2mmpb 铅板	240 红砖+2mmpb 铅板	3mm 铅板+120mm 现浇混凝土板+50mm 厚的 C15 细石混凝土+20mm 水泥砂浆找平抹光	120mm 现浇混凝土板+50mm 厚的 C15 细石混凝土+20mm 水泥砂浆找平抹光+10mm 硫酸钡+1mmpb 铅板	3mmpb	3mmpb	3mmpb
DSA5 室	240 红砖+2mmpb 铅板	240 红砖+2mmpb 铅板	240 红砖+2mmpb 铅板	240 红砖+2mmpb 铅板	3mm 铅板+120mm 现浇混凝土板+50mm 厚的 C15 细石混凝土+20mm 水泥砂浆找平抹光	120mm 现浇混凝土板+50mm 厚的 C15 细石混凝土+20mm 水泥砂浆找平抹光+10mm 硫酸钡+1mmpb 铅板	3mmpb	3mmpb	3mmpb

铅板密度：11.34g/立方厘米，硫酸钡密度：4.08g/立方厘米，M20 水泥砂浆容重：2100kg/m³ 左右。混凝土容重：2500kg/m³ 左右。

附件 7 三楼防护单位承诺书

关于净化区域使用硫酸钡折合铅当量的情况说明

天津市胸科医院：

我公司保证在天津市胸科医院疑难病症诊治能力提升工程中医疗综合楼三楼杂交手术内使用的放射防护材料硫酸钡每 10mm 厚度折合铅当量为 0.75mmpb，如无法达到此折算数值，我公司承担因此造成的返工、返修等费用。

天津市龙川净化工程有限公司

2023 年 5 月 26 日

天津市胸科医院和平院区放射工作场所屏蔽防护施工方案

三层：

机房名称	机房东墙	机房西墙	机房南墙	机房北墙	机房顶棚	机房地面	工作人员门	患者出入门	观察窗
杂交手术室 1	240mm 加气块土建墙+3mm 铅板	240mm 加气块土建墙+3mm 铅板	240mm 加气块土建墙+3mm 铅板	240mm 加气块土建墙+3mm 铅板	120mm 混凝土楼板+60mm 硫酸钡地面+20mm 水泥砂浆找平层	120mm 混凝土楼板+60mm 硫酸钡地面	门及框里加 3mm 铅板	门及框里加 3mm 铅板	15mm 铅玻璃（3.447 mmpb）
杂交手术室 2	240mm 加气块土建墙+3mm 铅板	240mm 加气块土建墙+3mm 铅板	240mm 加气块土建墙+3mm 铅板	240mm 加气块土建墙+3mm 铅板	120mm 混凝土楼板+60mm 硫酸钡地面+20mm 水泥砂浆找平层	120mm 混凝土楼板+60mm 硫酸钡地面	门及框里加 3mm 铅板	门及框里加 3mm 铅板	15mm 铅玻璃（3.447 mmpb）

硫酸钡折合铅当量：60mm*0.75mmpb=4.5mmpb(10mm 折合铅当量为 0.75)，M2 水泥砂浆容重:2100kg/m3，

天津市 川净化工程有限公司
1201160130135

天津市胸科医院
扩建使用7台II类射线装置（血管造影机）项目
环境影响报告表技术评估会会议纪要

天津市生态环境科学研究院于2023年6月19日组织召开《天津市胸科医院扩建使用7台II类射线装置（血管造影机）项目环境影响报告表》技术评估会。参加会议的有天津市胸科医院（建设单位）、核工业北京地质研究院（报告编制单位）和3名特邀专家（名单附后）。

会前，天津市生态环境科学研究院、报告编制单位进行了现场踏勘。会上由报告编制单位介绍了报告表的主要内容，建设单位对项目建设内容进行了补充说明，与会专家和代表对报告表进行了认真的讨论和评审，形成技术评审意见如下：

一、项目建设内容

天津市胸科医院拟在和平院区医疗综合楼二楼东北侧新建5座DSA机房，拟在医疗综合楼三楼西北侧手术中心新建2座DSA手术室，并在这些场所安装使用7台血管造影机（3台Azurion 7 M20型，4台Azurion 7 M12型，每台设备最大管电压125kV，最大管电流1000mA）用于医学介入诊断治疗。

二、报告表编制质量

本报告表编制规范，评价标准和评价方法的应用符合环评技术要求，正常作业工况下的辐射环境影响评价结论成立。报告表应在7个工作日内完成修改，经补充完善后可呈报生态环境主管部门审批。

三、对报告表的修改建议

1、核实并完善各机房上方位置预测结果。

2、完善现状监测点位图和职业人员个人剂量监测现状的描述。

3、完善补充各机房通风量的描述。

4、完善补充现有核技术利用项目情况。

5、补充DSA极限条件工作下剂量的评价。

评审专家：周朝晖 张冀岩 武权

2023年6月19日

天津市胸科医院

扩建使用7台II类射线装置（血管造影机）项目环境影响报告表 修改索引

评审会议召开时间：2023年6月19日 填表人：汪仲琼（核工业北京地质研究院） 联系人：汪仲琼 联系电话：[redacted]

序号	会议纪要意见	修改前报告内容	修改后报告内容
修改日期：2022年6月27日			
1	核实并完善各机房上方位置预测结果	——	已核实并完善各机房上方位置预测结果，详见报告P37、P59。
2	完善现状检测点位图和职业人员个人剂量监测现状的描述	——	已完善楼现状检测点位图和职业人员个人剂量监测现状的描述，详见报告附件5现状监测报告以及报告P87。
3	完善补充各机房通风量的描述	缺少各机房通风量的相关描述	已完善关于各机房通风量的相关描述，详见报告P42。
4	完善补充现有核技术利用项目情况	——	已完善现有核技术利用项目情况，详见报告P7～11。

5	补充 DSA 极限条件工作下剂量的评价	——	已补充 DSA 极限条件工作下剂量的评价，详见报告 P81～83。

说明：1、专家意见栏中逐项列出会议纪要中的修改意见。

2、“修改前报告内容”系指报告（送审稿）未经修改前相关内容；“修改后报告内容”系指报告按照会议纪要修改后的相关内容；

3、修改内容中，对应专家意见把修改内容的页数、内容都写明，有核实等内容，明确核实后的结果。

4、每次修改后均需要给出日期和修改索引，报批后的修改索引中的“专家意见”参见流转单中的意见。