

编号：RDHP2023440002

核技术利用建设项目

博氏（广州）医学技术有限公司核技术利用建设项目
环境影响报告表
(送审稿)

博氏（广州）医学技术有限公司（盖章）

2023年3月


生态环境部监制

核技术利用建设项目

博氏（广州）医学技术有限公司核技术利用建设项目 环境影响报告表 (送审稿)



建设单位名称：博氏（广州）医学技术有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：广州市番禺区石楼镇创启路63号创启5号楼一层

邮政编码：511441

联系人：钟远森

邮箱：418075938@qq.com 联系电话：18877450471



环境影响评价工程师

Environmental Impact Assessment Engineer

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，表明持证人通过国家统一组织的考试，具有环境影响评价工程师的职业水平和能力。



姓名: 孔小燕

证件号码: 36252319870209602X

性别: 女

出生年月: 1987年02月

批准日期: 2017年05月21日

管理号: 2017035440352015449921000543



中华人民共和国人力资源和社会保障部



中华人民共和国环境保护部

编制单位和编制人员情况表

项目编号	5wryol		
建设项目名称	博氏（广州）医学技术有限公司核技术利用建设项目		
建设项目类别	55--172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	博氏（广州）医学技术有限公司		
统一社会信用代码	91440113MABX5QHR4U		
法定代表人（签章）	王政		
主要负责人（签字）	钟远		
直接负责的主管人员（签字）	钟远		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	深圳市瑞达检测技术有限公司		
统一社会信用代码	91440300074380587M		
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
孔小燕	2017035440352015449921000543	BH008213	孔小燕
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
孔小燕	表1、表12、表13	BH008213	孔小燕
龙瑞	表2-表11	BH058041	龙瑞

目 录

表1 项目基本情况	1
表2 放射源	9
表3 非密封放射性物质	10
表4 射线装置	11
表5 废弃物（重点是放射性废弃物）	12
表6 评价依据	13
表7 保护目标与评价标准	15
表8 环境质量和辐射现状	20
表9 项目工程分析与源项	29
表10 辐射安全与防护	35
表11 环境影响分析	45
表12 辐射安全管理	67
表13 结论与建议	73
表14 审批	76
附件1 评价委托书	77
附件2 营业执照	78
附件3 房屋租赁合同	78
附件4 辐射防护管理制度	79
附件5 环境 γ 辐射剂量率检测报告	101
附件6 关于硫酸钡防护涂料厚度与铅当量对应关系的说明	108

表1 项目基本情况

建设项目名称		博氏（广州）医学技术有限公司核技术利用建设项目			
建设单位		博氏（广州）医学技术有限公司			
法人代表	王政	联系人	钟远	71	
注册地址		广州市番禺区石楼镇创启路63号创启5号楼一层			
项目建设地点		广州市番禺区石楼镇创启路63号创启5号楼一层			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）	3000	项目环保投资（万元）	50	投资比例（环保投资/总投资）	1.7%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积（m ² ）	129.8
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input checked="" type="checkbox"/> III类		
	其他	—			
	<p>1.1 建设单位概况</p> <p>博氏（广州）医学技术有限公司（以下简称“建设单位”）成立于2022年9月9日，注册地址：广州市番禺区石楼镇创启路63号创启5号楼一层，是一家以从事研究和试验发展为主的企业。经营范围包括科技中介服务、自然科学研究和试验发展、医学研究和试验发展、实验动物经营等。</p> <p>1.2 目的和任务由来</p> <p>为了对医疗器械的有效性及其安全性评估，建设单位拟在广州市番禺区石楼镇创启路</p>				

63号创启5号楼一层新建两间DSA手术室及其配套机房，并拟新购两台DSA（每间DSA手术室安装1台DSA）用于开展动物介入手术实验。为验证DSA介入手术效果，建设单位拟在单位一层新建一间CT机房，新购一台CT安装于该机房内用于动物影像诊断。

根据《关于发布射线装置分类的公告》（原环境保护部国家卫生和计划生育委员会公告 2017年第66号）对射线装置的分类，数字减影血管造影装置（DSA）属于II类射线装置，CT属于III类射线装置。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《建设项目环境保护管理条例》，本项目应编制环境影响评价文件。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，本项目DSA属于名录中的“五十五、核与辐射：172核技术利用建设项目——使用II类射线装置”，应编制环境影响报告表；CT属于名录中的“五十五、核与辐射：172核技术利用建设项目——使用III类射线装置”，应填报环境影响登记表。因此，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》中的第四条，本项目应编制环境影响报告表。受建设单位委托（委托书见附件1），深圳市瑞达检测技术有限公司承担了该项目环境影响报告表的编制工作。

1.3 建设项目规模

建设单位拟新建两间DSA手术室和一间CT机房，并新购两台DSA和一台CT，每间DSA手术室内安装一台DSA，CT机房安装一台CT。具体内容见表1-1。

表1-1 拟用射线装置基本情况一览表

设备名称	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	生产厂家	使用场所	用途	备注
DSA	Azurion 3M15	125	1000	飞利浦医疗系统荷兰有限公司	DSA手术室1	动物介入手术实验	新购
DSA	Azurion 3M15	125	1000	飞利浦医疗系统荷兰有限公司	DSA手术室2	动物介入手术实验	新购
CT	Incisive CT power	140	667	飞利浦医疗系统荷兰有限公司	CT机房	动物影像诊断	新购

1.4 项目选址及周边情况

(1) 建设单位位置及四至情况

建设单位位于广州市番禺区石楼镇创启路63号创启5号楼，该栋大楼地上共六层，

地下共一层，均为建设单位租赁的场所。建设单位地理位置见图1-1。

(2) 项目位置及四至情况

本项目三间机房相邻设置于建设单位一层西南侧。本项目东北面约43m处为广东光华科技股份有限公司，东南面约43m处为广州灵帕机电科技有限公司，西南面约26m处为番禺创新科技园6号楼，西北面约22m处为中轻广州四所。

① DSA手术室1四至情况

本项目DSA手术室1东面紧邻DSA手术室2，南面为通道，隔通道约1.9m为园区绿化带，西面紧邻CT机房，北面紧邻控制室2，楼上为男更衣室、女更衣室、走廊，楼下为解剖/麻醉区、男更衣室、女更衣室、猪场（四）、通道。

② DSA手术室2四至情况

本项目DSA手术室2东面紧邻休息室、洗手池，南面为通道，隔通道约1.9m为园区绿化带，西面为DSA手术室1，北面紧邻控制室1，楼上为男更衣室、女更衣室、走廊，楼下为猪场（四）、猪场（五）、通道。

③ CT机房四至情况

本项目CT机房东面紧邻DSA手术室1，南面为通道、电梯井，隔通道约2m为园区绿化带，西面为一层临空，隔一层临空约3m为园区绿化带，北面紧邻控制室3，楼上为男更衣室、女更衣室、休闲区、换鞋区，楼下为休息间、女更衣室、解剖/麻醉区。

本项目各辐射工作场所具体位置及其楼上、楼下的平面布置见图1-3~5。

(3) 项目边界50m和200m范围内情况介绍

本项目拟建工作场所边界50m评价范围内均为番禺创新科技园，无居民小区、饮用水源等环境敏感点，200m范围内均无中小学、幼儿园等未成年人学校，满足《广东省未成年人保护条例》第三十二条“学校周围直线延伸二百米范围内禁止设立易燃易爆、剧毒、放射性、腐蚀性等危险物品的生产、经营、储存、使用场所或者设施”的要求。综上所述，本项目选址合理。

1.5 原有核技术利用项目情况

本项目为新建，不存在原有核技术利用项目。

图例：
建设单位
本项目
50m范围
200m范围



官桥村工业区

番禺创新科技园

番禺创新科技园

广东光华科技股份有限公司

广州灵帕机电科技有限公司

中轻广州四所

6号楼

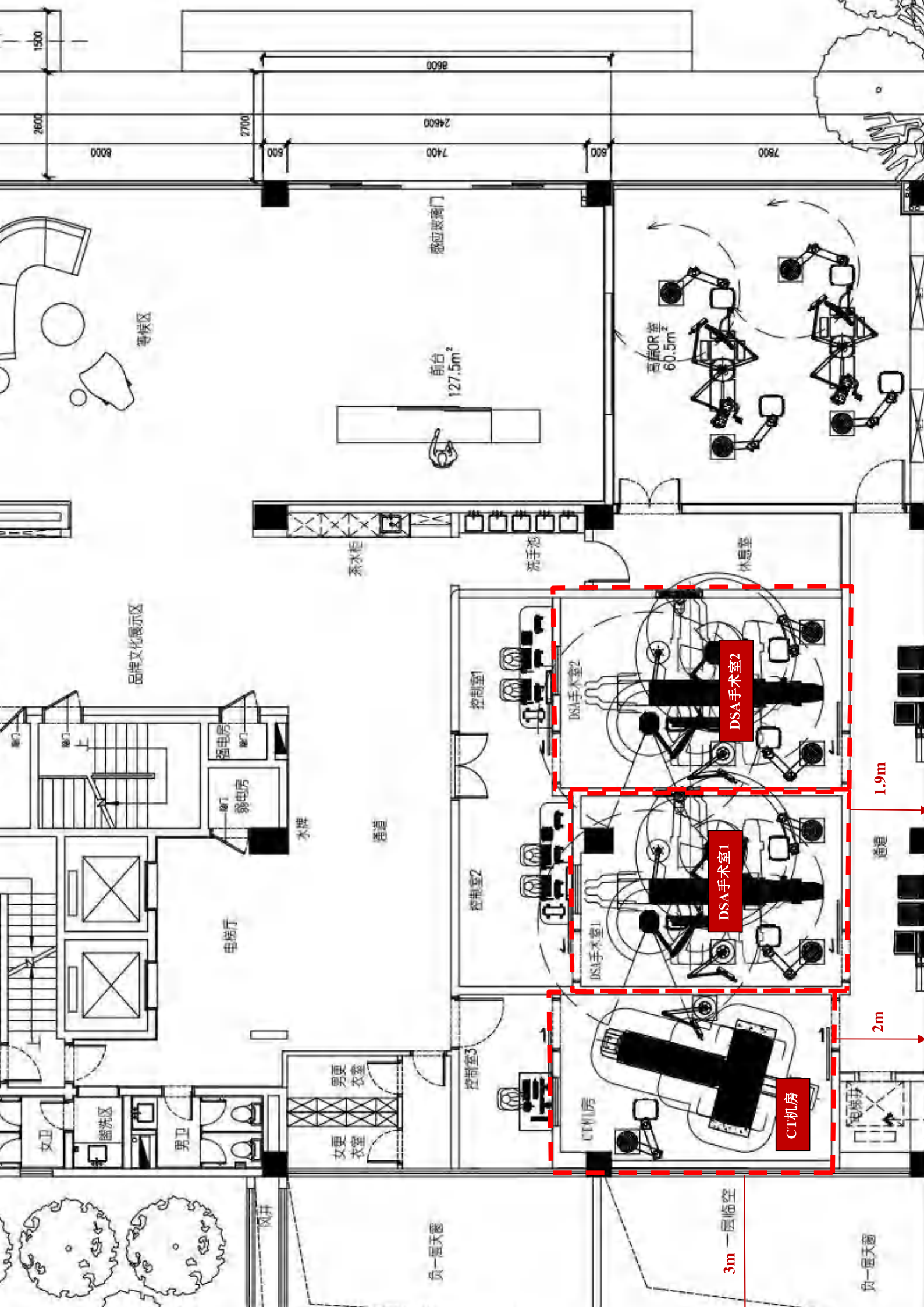
中国轻工业广州工程有限公司

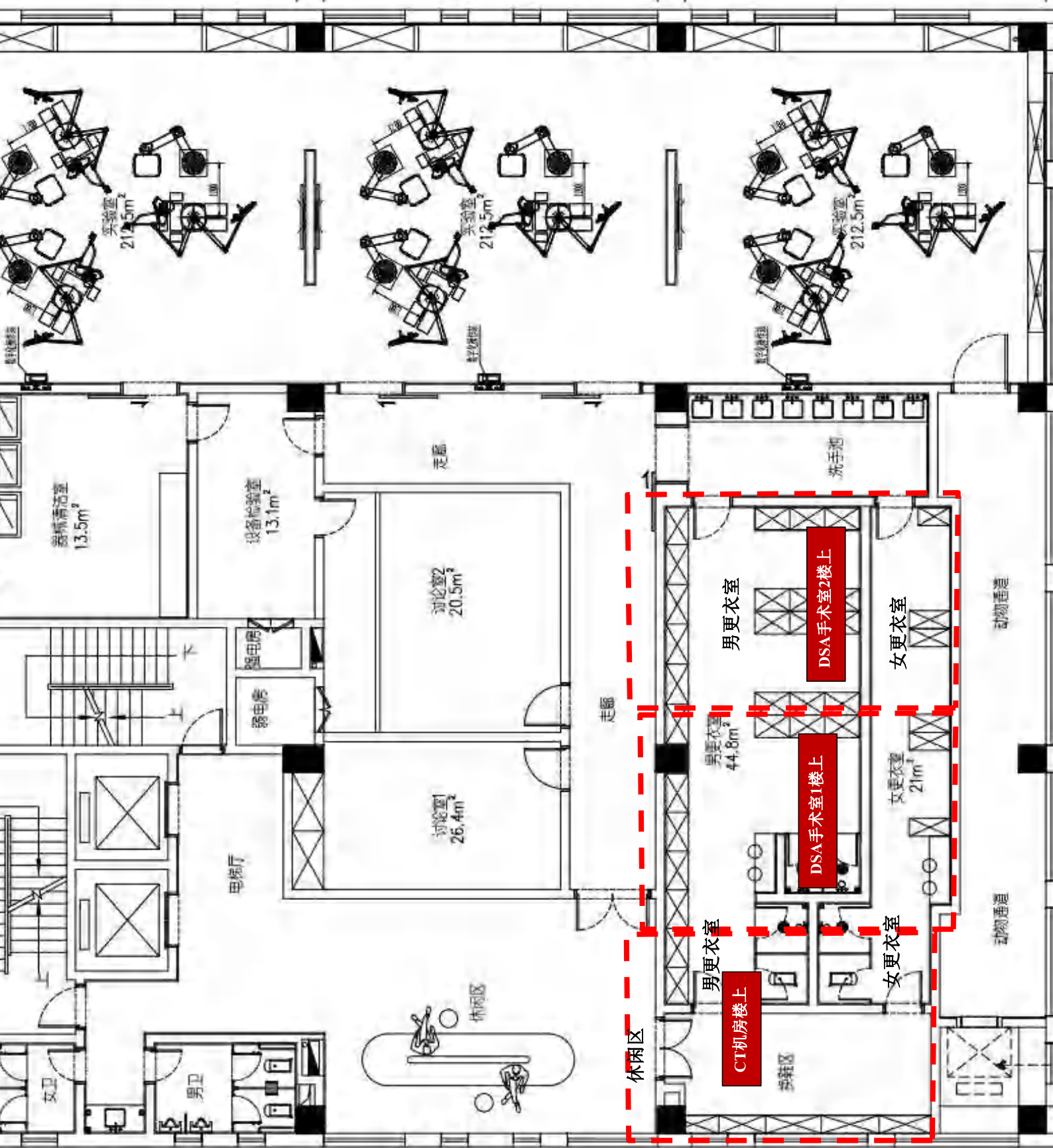
200m

43m

22m

26m





实验室
212.5m²

实验室
212.5m²

实验室
212.5m²

精密清洗室
13.5m²

设备检验室
13.1m²

走廊

讨论室
20.5m²

讨论室
26.4m²

甲梯厅

男电房

女电房

走廊

DSA手术室2楼上

男更衣室

女更衣室

DSA手术室1楼上

男更衣室
44.8m²

女更衣室
21m²

男更衣室

CT机房楼上

女更衣室

休闲区

动物通道

动物通道

楼梯区



车库



排污管现场定

3700 180 3700 180 3780 180 1690 150 2260 180 3520

下

上

上

电梯厅

一更

二更

ICU

女更衣

男更衣

卫生间

休息间

通道

DSA手术室2楼下

DSA手术室1楼下

CT机房楼下

解剖区和解

冷库

饲料间

通道

检疫间

通道

通道

猪场(三)

猪场(二)

猪场(一)

气瓶室

娱乐室

猪场(四)

猪场(五)

猪场(六)

猪场(七)

猪场(八)

狗场

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》（GB 18871-2002）。

表4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II类	1	Azurion 3M15	125	1000	动物介入手术实验	DSA手术室1	新购
2	DSA	II类	1	Azurion 3M15	125	1000	动物介入手术实验	DSA手术室2	新购
3	CT	III类	1	Incisive CT power	140	667	动物影像诊断	CT机房	新购

(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 (μ A)	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	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

表5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	-	-	少量	少量	-	-	工作场所设置动力排风系统，保证良好的通风效果

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为mg/L，固体为mg/kg，气态为mg/m³；年排放总量用kg。

2. 含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L或Bq/kg或Bq/m³）和活度（Bq）。

表6 评价依据

<p>法律法 规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014年4月24日修订通过，自2015年1月1日起施行）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2002年10月28日通过，自2003年9月1日起施行；2016年7月2日第一次修正；2018年12月29日第二次修正）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003年6月28日通过，2003年10月1日施行）；</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第449号令，2005年12月1日施行；根据2014年7月29日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第一次修订；2019年3月2日根据《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修正）；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（生态环境部部令第20号，2021年1月4日发布）；</p> <p>(6) 《建设项目环境保护管理条例》（1998年11月29日中华人民共和国国务院令第253号发布施行；2017年7月16日中华人民共和国国务院第682号令修订，自2017年10月1日起施行）；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（中华人民共和国环境保护部令18号，2011年5月1日施行）；</p> <p>(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部部令第16号，2021年1月1日起施行）；</p> <p>(9) 《关于发布射线装置分类的公告》（环境保护部国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号，2017年12月5日施行）；</p> <p>(10) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（环境保护部国环规环评[2017]4号，2017年11月20日施行）；</p> <p>(11) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（生态环境部令第9号），2019年11月1日起施行）；</p> <p>(12) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态</p>
--------------------	---

	<p>环境部公告2019年第57号，2019年12月23日）；</p> <p>（13）《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告2021年第9号，2021年3月15日起实施）；</p> <p>（14）《广东省未成年人保护条例》（1989年2月24日广东省第七届人民代表大会常务委员会第六次会议通过，根据1997年7月26日广东省第八届人民代表大会常务委员会第三十次会议《关于修改〈广东省青少年保护条例〉的决定》修正，2008年11月28日广东省第十一届人民代表大会常务委员会第七次会议修订）。</p>
<p>技术标准</p>	<p>（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>（2）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>（3）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>（4）《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；</p> <p>（5）《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）；</p> <p>（6）《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）；</p> <p>（7）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</p> <p>（8）《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》（GBZ 2.1-2019）；</p> <p>（9）《医用X射线诊断设备质量控制检测规范》（WS 76-2020）。</p>
<p>其他</p>	<p>（1）《中国环境天然放射性水平》（原子能出版社2015年）；</p> <p>（2）《辐射防护手册》第一分册（李德平、潘自强主编，原子能出版社，1987）；</p> <p>（3）《放射防护实用手册》（主编：赵兰才、张丹枫）；</p> <p>（4）建设单位提供的与本项目相关的技术资料。</p>

表7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的规定：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（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于100m的范围），对于I类放射源或I类射线装置的项目可根据环境影响的范围适当扩大。本项目拟使用2台II类射线装置和1台III类射线装置，设备限定在屏蔽机房内使用，评价范围为本项目机房屏蔽墙外50m的范围内，评价范围图见图1-2。

7.2 保护目标

本项目50m评价范围内主要为番禺创新科技园，无自然保护区、风景名胜和文物古迹等需要特殊保护的环境敏感对象。本评价项目的保护目标为辐射工作人员和公众（非辐射工作人员），本项目辐射工作场所辐射环境影响评价范围内周边环境及环境保护目标如下：

表7-1 本项目周围50m范围内主要保护目标

评价项目	方位	场所名称	与本项目最近距离(m)	人员类别	规模
DSA手术室1	内部	DSA手术室1	/	辐射工作人员	3人
	东面	DSA手术室2	相邻	辐射工作人员	约3人
	东面	休息室	距东墙4.6m	公众	约2人
	东面	高端OR室	距东墙6.5m	公众	约4人
	东面	厂区道路	距东墙20m	公众	流动人口
	东南面	广州灵帕机电科技有限公司	距东墙43m	公众	约30人
	南面	通道	相邻	公众	约2人
	南面	园区道路	距南墙10m	公众	流动人口
	西南面	番禺创新科技园6号楼	距南墙26m	公众	约50人
	西面	CT机房	相邻	公众	约1人
	西北面	中轻广州四所	距西墙22m	公众	约50人
	北面	控制室2	相邻	辐射工作人员	约3人
	北面	电梯厅	距北墙10m	公众	约3人
	东北面	广东光华科技股份有	距北墙43m	公众	约50人

		限公司				
	楼上	男更衣室	相邻	公众	约2人	
	楼上	女更衣室	相邻	公众	约2人	
	楼上	走廊	相邻	公众	约2人	
	楼下	解剖/麻醉区	相邻	公众	约3人	
	楼下	男更衣室	相邻	公众	约2人	
	楼下	女更衣室	相邻	公众	约2人	
	楼下	猪场（四）	相邻	公众	约1人	
	楼下	通道	相邻	公众	约2人	
DSA手术室2	内部	DSA手术室2	/	辐射工作人员	3人	
	东面	休息室	相邻	公众	约2人	
	东面	洗手池	相邻	公众	约4人	
	东面	前台	距东墙1.9m	公众	约2人	
	东面	高端OR室	距东墙1.9m	公众	约4人	
	东面	园区道路	距东墙10m	公众	流动人口	
	东南面	广州灵帕机电科技有限公司	距东墙43m	公众	约100人	
	南面	通道	相邻	公众	约2人	
	南面	园区道路	距南墙10m	公众	流动人口	
	西南面	番禺创新科技园6号楼	距南墙26m	公众	约50人	
	西面	DSA手术室1	相邻	辐射工作人员	约3人	
	西面	CT机房	相邻	公众	约1人	
	西北面	中轻广州四所	距西墙22m	公众	约50人	
	北面	控制室1	相邻	辐射工作人员	约3人	
	北面	品牌文化展示区	距北墙10m	公众	约2人	
	东北面	广东光华科技股份有限公司	距北墙43m	公众	约50人	
		楼上	男更衣室	相邻	公众	约2人
		楼上	女更衣室	相邻	公众	约2人
		楼上	走廊	相邻	公众	约2人
		楼下	猪场（四）	相邻	公众	约1人
		楼下	猪场（五）	相邻	公众	约1人
		楼下	通道	相邻	公众	约2人

CT机房	东面	DSA手术室1	相邻	辐射工作人员	约3人
	南面	通道	相邻	公众	约2人
	南面	电梯井	相邻	公众	约2人
	北面	控制室3	相邻	辐射工作人员	约1人
	楼上	换鞋区	相邻	公众	约3人
	楼上	男更衣室	相邻	公众	约2人
	楼上	女更衣室	相邻	公众	约2人
	楼上	休闲区	相邻	公众	约3人
	楼下	休息间	相邻	公众	约3人
	楼下	女更衣室	相邻	公众	约2人
	楼下	解剖/麻醉区	相邻	公众	约3人

7.3 评价标准

7.3.1 剂量限值和剂量约束值

执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规定的剂量限值列于表7-2。

表7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值（GB 18871-2002）

指标	标准	章节	具体内容
剂量限值	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 (GB 18871-2002)	B1.1 职业照射	B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值： 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不超过150mSv。 d) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过500mSv。
		B1.2 公众照射	B1.2.1 实践使公众中有关关键人群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。

本评价项目取其辐射工作人员和公众剂量限值的四分之一作为剂量约束值：即辐射工作人员的年有效剂量约束值不超过5mSv，公众的年有效剂量约束值不超过0.25mSv。

7.3.2 辐射工作场所边界周围剂量率控制水平

按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的相关规定及参照《医用X射线

诊断设备质量控制检测规范》（WS 76-2020）对于DSA同室操作的透视防护区检测平面上周围剂量当量率防护要求，本项目各辐射工作场所边界周围剂量当量率控制水平取值如下表所示。

表 7-3 本项目辐射工作场所周围剂量当量率控制水平

射线装置	控制水平
DSA	在机房外周围剂量当量率控制目标值应不大于2.5μSv/h，在透视防护区检测平面上的周围剂量当量率应不大于400μSv/h
CT	在机房外周围剂量当量率控制目标值应不大于2.5μSv/h

7.3.3 标准其他要求

《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）

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。

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

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7-4的规定。

表7-4 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 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
C形臂X射线设备机房	2.0	2.0
CT机房（不含头颅移动CT） CT模拟定位机房	2.5	

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；

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

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。

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。

6.5.1 每台X射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表7-5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。

6.5.5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。对于移动式X射线设备使用频繁的场合（如：重症监护、危重病人救治、骨科复位等场所），应配备足够数量的移动铅防护屏风。

表7-5 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
放射诊断学用X射线设备隔室透视、摄影 ^a	—	—	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	可调节防护窗口的立位防护屏； 选配：固定特殊受检者体位的各种设备
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	—

^a工作人员、受检者的个人防护用品和辅助防护设施任选其一即可。

表8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

建设单位位于广州市番禺区石楼镇创启路63号创启5号楼。本项目三间机房相邻设置于建设单位一层，项目及周围环境现场照片见图8-1。



拟建DSA手术室1现状



拟建DSA手术室2现状



拟建CT机房现状



拟建3间机房楼上现状



拟建3间机房楼下现状



本项目东南面广州灵帕机电科技有限公司



本项目西南面番禺创新科技园6号楼



本项目西北面中轻广州四所



本项目东北面广东光华科技股份有限公司

图8-1 本项目及周围环境现场照片

8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

8.2.1 环境现状评价对象及监测因子

2023年3月12日，深圳市瑞达检测技术有限公司（CMA资质：1201719120948）的监测人员对本项目及周边环境进行了辐射水平监测。本项目环境现状监测及评价对象为本项目辐射工作场所及周围环境，根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021），射线装置的监测因子为环境 γ 辐射剂量率。

8.2.2 监测点位

本次监测目的主要是了解项目拟建场所环境辐射现状水平，并考虑项目建成后对关注点的影响情况。参照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）和《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中的方法布设监测点，结合本评价项目的评价范围，确定本次环境现状监测布点。开展道路测量时，点位应设置在道路中心线。开展室内测量时，点位应设置在人员停留时间最长的位置或者室内中心位置。楼内取用房内中部距地1m处，室外取50m范围内建筑物或道路距地1m处进行监测。本项目共布置31个监测点位，布点示意图见图8-2。

8.3 监测设备、质量保证措施及监测结果

- (1) 监测单位：深圳市瑞达检测技术有限公司（CMA资质：201719120948）
- (2) 监测日期：2023年3月12日
- (3) 监测仪器：环境 X、 γ 剂量率测量仪
- (4) 监测条件：21.3℃，湿度 54.2%

8.3.1 监测设备符合性

表8-1 监测设备及性能指标

仪器名称	环境 X、 γ 剂量率测量仪
仪器型号	SCK-200+SCK-200-EN
生产厂家	上海钴景环境科技有限公司
仪器编号	22001+22002
测量范围	10nGy/h~200 μ Gy/h
能量范围	30keV~3MeV
能量响应	$\leq 30\%$ （相对于 ^{137}Cs ）

角响应	< ±20%
相对固有误差	≤ ±10%
工作环境	温度-20~-50℃，湿度 0~95%
检定证书编号	2022H21-20-4165872001-01
检定日期	2022年10月8日（有效期：2023年10月7日）

表 8-2 监测设备与 HJ 1157-2021 仪器指标通用要求对比

序号	指标	要求	实际情况	对比
1	量程	量程下限应不高于 1×10^{-8} Gy/h；量程上限按照辐射源的类型和活度进行选择	量程： 1×10^{-8} Gy/h~ 2×10^{-4} Gy/h	满足要求
2	相对固有误差	< ±15%	≤ ±10%	满足要求
3	能量响应	50 keV~3 MeV，相对响应之差 < ±30%（相对 ^{137}Cs 参考 γ 辐射源）	30keV~3MeV，≤30%（相对于 ^{137}Cs ）	满足要求
4	角响应	0~180°角响应平均值（R）与刻度方向上的响应值（R）的比值应大于等于 0.8（对 ^{137}Cs γ 辐射源）	根据该设备检定证书，0~180°角响应平均值（R）与刻度方向上的响应值（R）的比值最小为 1.00	满足要求
5	使用温度	-10~40℃（即时测量），-25~50℃（连续测量）	设备使用温度为-20~50℃，监测时工作场所环境温度温度为 21.3℃。	满足要求
6	使用相对湿度	< 95%（35℃）	设备使用相对湿度为 0~95%，监测时工作场所相对湿度为 54.2%	满足要求

8.3.2 质量保证措施

（1）检测人员具备从事环境辐射监测的工作经验，经环境 γ 辐射剂量率测量相关专业培训并考核合格，充分了解环境 γ 辐射的特点，掌握辐射检测技术和技术标准，具备对检测结果做出正确判断的能力，熟悉本单位检验检测质量管理程序。

（2）实施检测前，确认使用的仪器的检测因子、测量范围和能量相应等参数均满足检测要求，核实检测现场的操作环境均满足所使用仪器的操作环境要求。提前开启检测仪器预热至少1分钟，并确认仪器的电量充足后，再进行检测。所有检测点位，待仪器读数稳定后，以10s的间隔读取10个数据，并经校正后求出平均值和标准偏差。

（3）环境 γ 辐射剂量率测量仪器定期检定/校准，每年至少1次送到计量检定机构检定/校准环境 γ 辐射剂量率测量仪器，选用相对固有误差小的仪器（<15%）。

(4) 更新仪器和方法时，在典型的和极端的辐射场条件下与原仪器和方法的测量结果进行对照，以保持数据的前后一致性。

(5) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。质量保证活动按要求做好记录，并确保所有记录信息的完整性、充分性和可追溯性。

(6) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性，同时满足标准要求。

(7) 监测报告严格执行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术负责人审定。

8.3.3 监测结果

本项目辐射环境现状各监测点位的监测结果见表8-2。

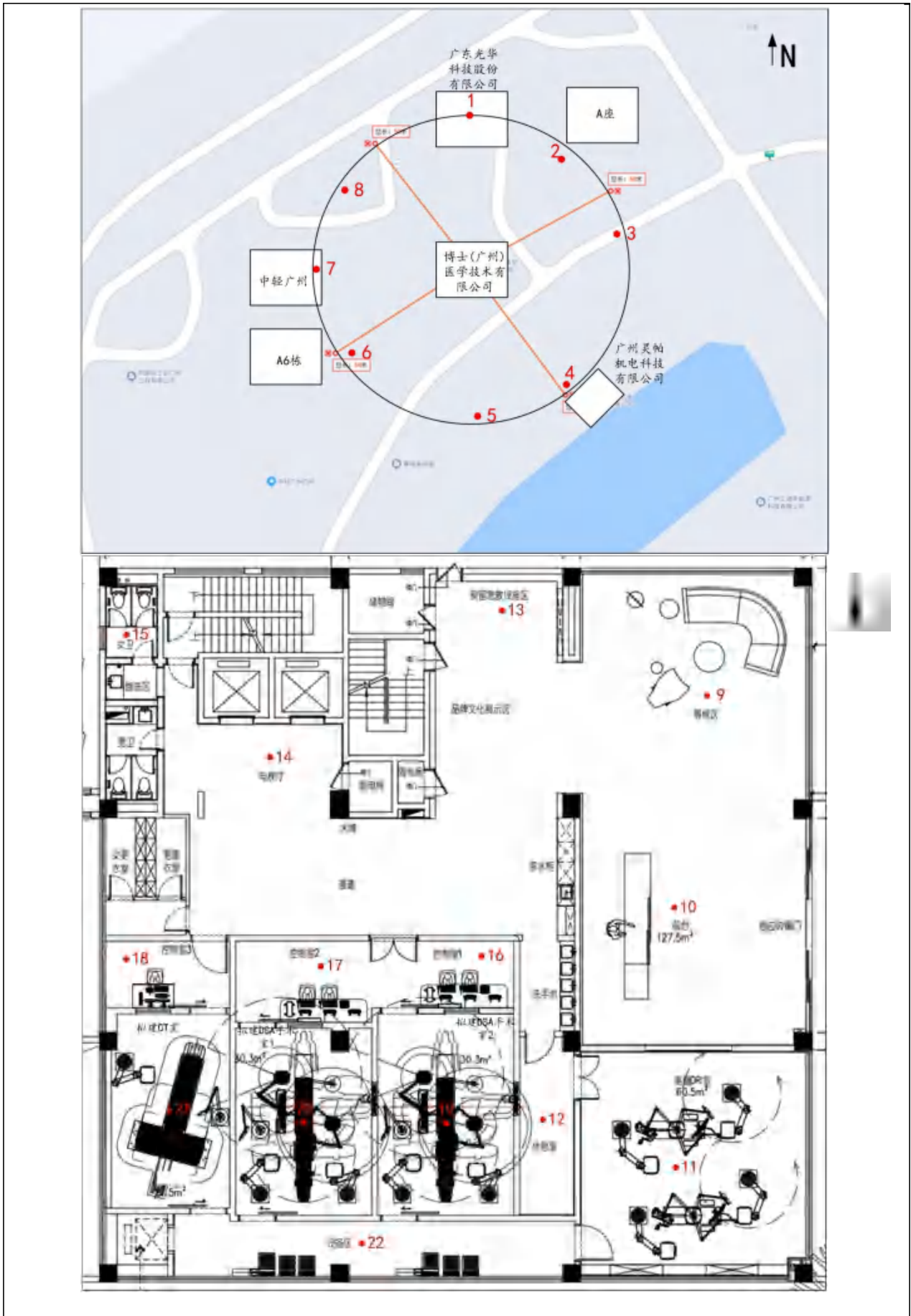
表8-2 辐射环境现状监测结果

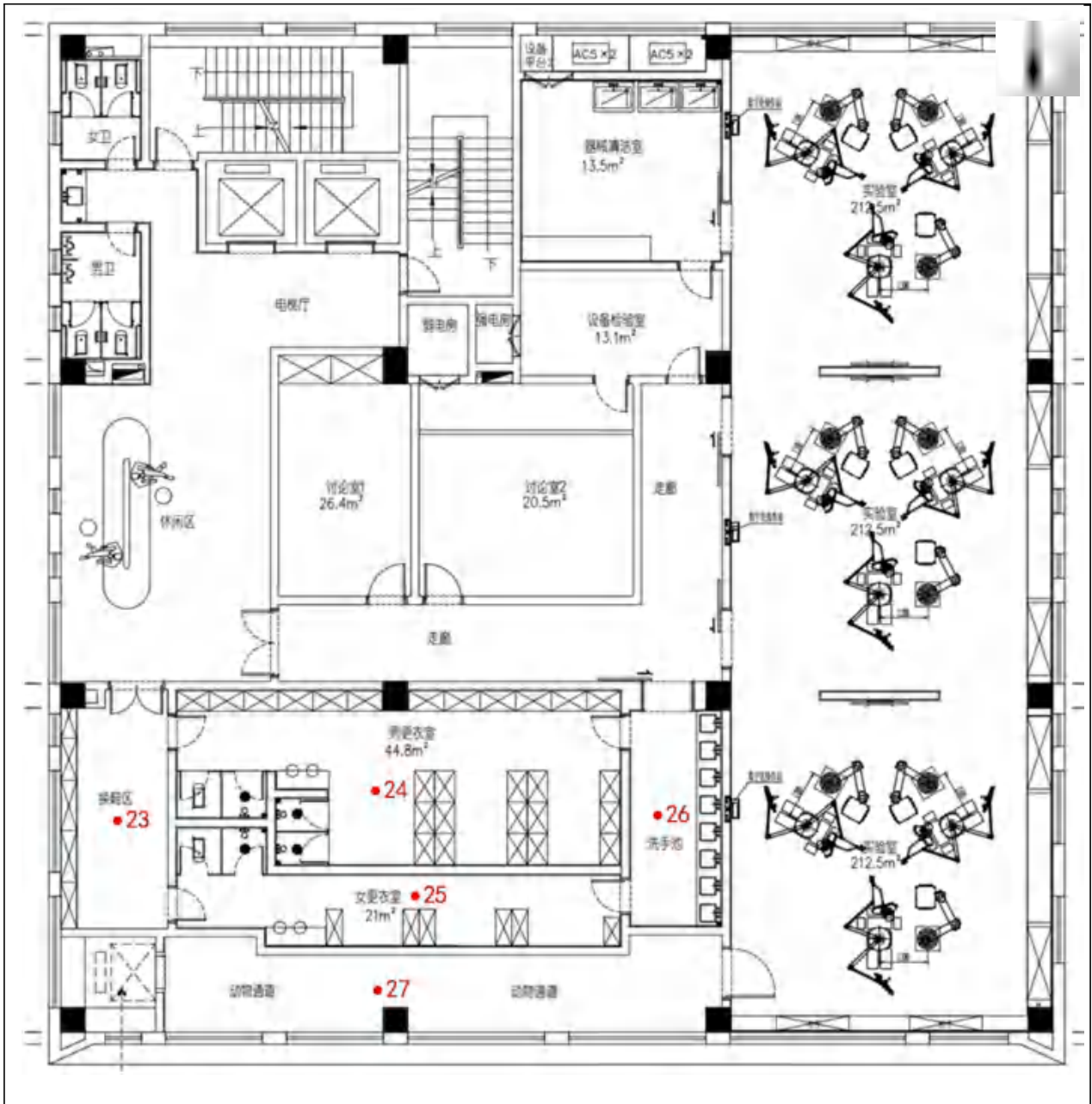
序号	检测点位置	地面介质	检测结果 (nGy/h)		备注
			平均值	标准差	
1	距拟建机房大楼 50 米内北侧 (广东光华科技股份有限公司大门处)	混凝土	182	2	楼房内
2	距拟建机房大楼 50 米内东北侧 (A 座花园)	土壤	179	3	道路
3	距拟建机房大楼 50 米内东侧 (马路)	混凝土	269	3	道路
4	距拟建机房大楼 50 米内东南侧 (广州灵帕机电科技有限公司大门处)	混凝土	245	2	楼房内
5	距拟建机房大楼 50 米内南侧 (人行道)	混凝土	276	2	道路
6	距拟建机房大楼 50 米内西南侧 (A6 栋门口处)	混凝土	248	3	楼房内
7	距拟建机房大楼 50 米内西侧 (中轻广州停车场)	混凝土	280	2	楼房内
8	距拟建机房大楼 50 米内西北侧 (绿化带)	土壤	230	3	道路
9	拟建机房大楼一楼 (等候区)	混凝土	214	2	楼房内
10	拟建机房大楼一楼 (前台)	混凝土	211	2	楼房内
11	拟建机房大楼一楼 (高端 OR 室)	混凝土	216	2	楼房内
12	拟建机房大楼一楼 (休息室)	混凝土	217	2	楼房内
13	拟建机房大楼一楼 (预留急救设施区)	混凝土	239	3	楼房内
14	拟建机房大楼一楼 (电梯厅)	混凝土	206	2	楼房内

15	拟建机房大楼一楼（女卫生间）	混凝土	197	3	楼房内
16	拟建机房大楼一楼（控制室 1）	混凝土	202	3	楼房内
17	拟建机房大楼一楼（控制室 2）	混凝土	206	3	楼房内
18	拟建机房大楼一楼（控制室 3）	混凝土	205	3	楼房内
19	拟建机房大楼一楼（拟建 DSA 手术室 2）	混凝土	194	3	楼房内
20	拟建机房大楼一楼（拟建 DSA 手术室 1）	混凝土	218	2	楼房内
21	拟建机房大楼一楼（拟建 CT 室）	混凝土	184	2	楼房内
22	拟建机房大楼一楼（设备区）	混凝土	212	2	楼房内
23	拟建机房大楼二楼（换鞋区）	混凝土	191	3	楼房内
24	拟建机房大楼二楼（男更衣室）	混凝土	195	2	楼房内
25	拟建机房大楼二楼（女更衣室）	混凝土	188	3	楼房内
26	拟建机房大楼二楼（洗手池）	混凝土	199	3	楼房内
27	拟建机房大楼二楼（动物通道）	混凝土	221	3	楼房内
28	拟建机房大楼负一楼（解剖区/ 麻醉区）	混凝土	204	3	楼房内
29	拟建机房大楼负一楼（猪场四）	混凝土	191	3	楼房内
30	拟建机房大楼负一楼（猪场五）	混凝土	198	3	楼房内
31	拟建机房大楼负一楼（狗场）	混凝土	190	3	楼房内

注：

1. 以上检测结果扣除宇宙射线的响应部分，均在距地面1m测得；
2. 所有检测点位，待仪器读数稳定后，以10s的间隔读取10个数据，并经校正后求出平均值和标准偏差；检测结果按照（HJ 61-2021）扣除了测点处宇宙射线的响应值，建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，楼房取0.8，平房取0.9，原野、道路取1；
3. 测量结果为空气比释动能率，检测结果为空气吸收剂量率，空气比释动能率与空气吸收剂量率的转换系数为1。





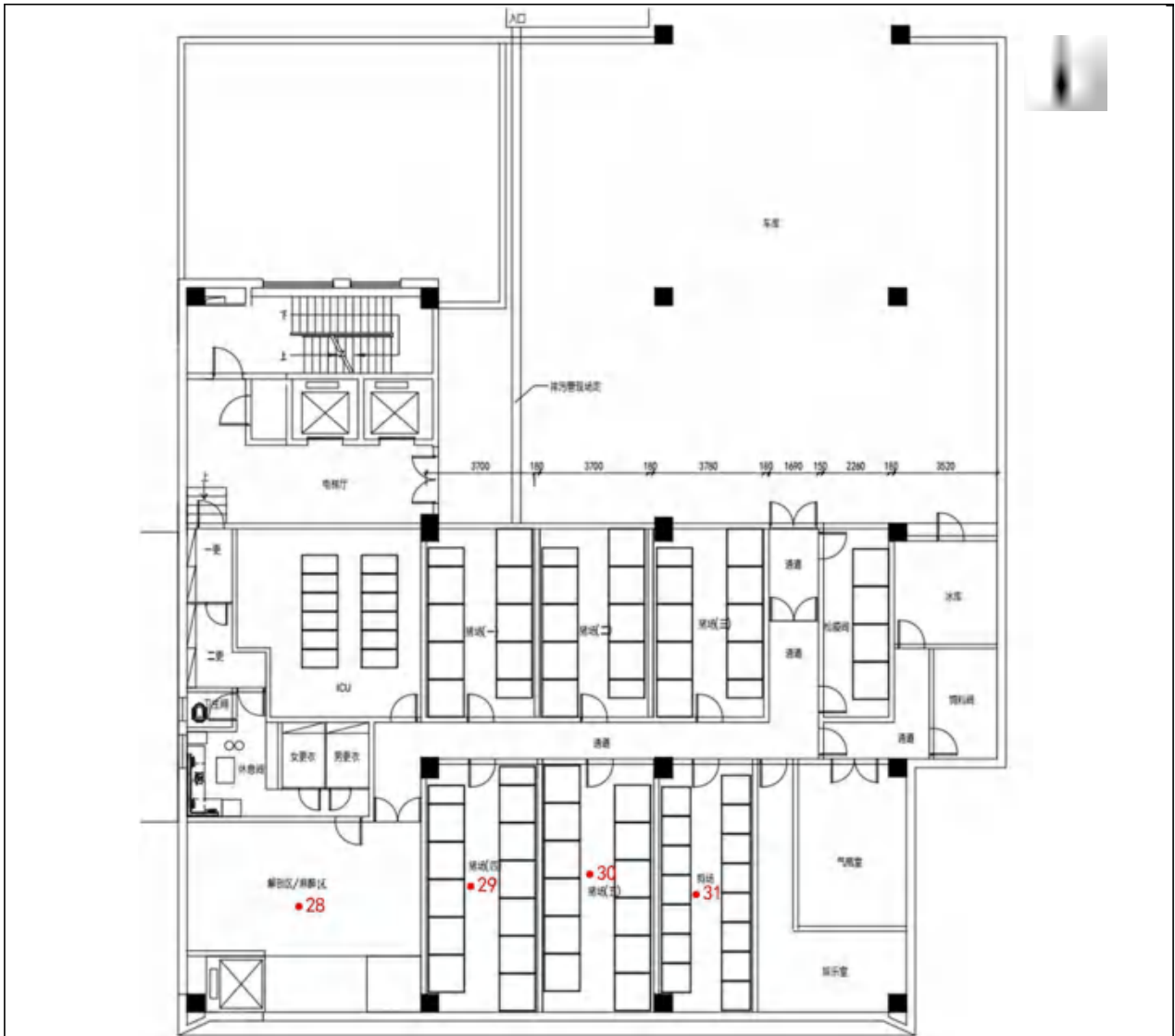


图8-2 监测布点示意图

从表8-2中监测结果可知，评价项目拟建区域及邻近的室内环境 γ 辐射剂量率监测值为182~280nGy/h范围内，室外环境 γ 辐射剂量率监测值为179~276nGy/h范围内。参考《中国环境天然放射性水平》（原子能出版社2015年）对广州市环境天然贯穿辐射水平调查研究结果：广州市的室内辐射调查水平（扣除宇宙射线贡献值）范围为104.6~264.1nGy/h，道路辐射调查水平（扣除宇宙射线贡献值）范围为52.5~165.7nGy/h。与本次检测结果修正值（扣除宇宙射线响应）进行对比可知，本项目辐射工作场所及周围的环境 γ 辐射剂量率整体水平略高于广州市调查研究的本底水平，建筑材料、地下矿物质等的差异均可能是导致检测结果略高于该调查水平的原因。

表9 项目工程分析与源项

9.1 项目工程分析

9.1.1 设备组成及工作原理

(1) DSA 设备组成及工作原理

数字减影血管造影X光机（Digital Subtraction Angiography, DSA）是一种新的 X射线成像系统，是常规血管造影术和电子计算机图像处理技术相结合的产物。DSA成像基本原理是将受检部位没有注入造影剂和注入造影剂后的血管造影X线荧光图像，分别经影像增强器增益后，再用高分辨率的电视摄像管扫描，将图像分割成许多的小方格，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别存储起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得的不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换成普通的模拟信号，获得去除骨骼、肌肉和其它软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。其整体外观图如图9-1所示。

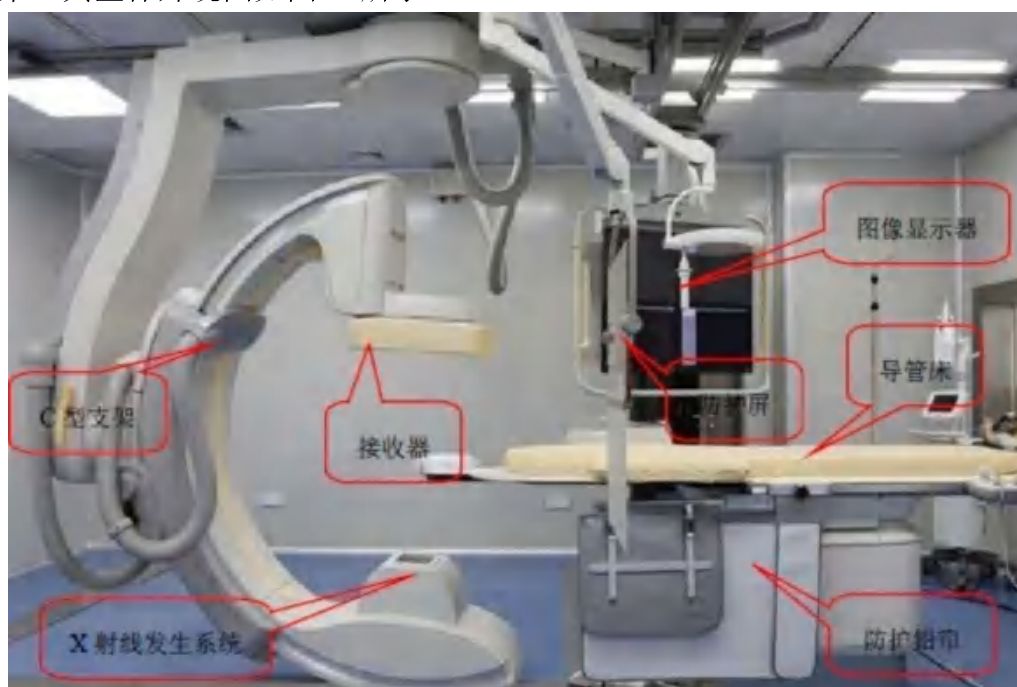


图9-1 DSA设备组成示意图

DSA是利用X射线进行透视、摄影的射线装置，产生X射线的装置主要由X射线管和高压电源组成，X射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高

电压加在X射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生X射线。当X射线穿透人体不同组织结构时，人体各组织、器官在密度、厚度等方面存在差异，对X射线的衰减不同，最终到达探测器的X射线的量即有差异，X射线经探测器变换转化为电信号，并通过实时的图像处理手段，将图像进行数字化显示。医生根据解剖学和病理学知识，分析影像，判断该组织器官的形态和功能。

(2) CT 设备组成及工作原理

CT主要由X线管、探测器、计算机系统、图像显示和存储系统组成。CT是采用X射线束对人体某部一定厚度的层面进行扫描，由探测器接收透过该层面的X射线，转变为可见光后，由光电转换变为电信号，再经模拟/数字转换器（analog/digital converter）转为数字，输入计算机处理。图像形成的处理对选定层面分成若干个体积相同的长方体，称之为体素（voxel）。扫描所得信息经计算而获得每个体素的X射线衰减系数或吸收系数，再排列成矩阵，即数字矩阵（digital matrix），经数字/模拟转换器（digital/analog converter）把数字矩阵中的每个数字转为由黑到白不等灰度的小方块，即像素（pixel），并按矩阵排列，即构成CT图像。

9.1.2 工作流程及产污环节

(1) DSA 工作流程及产污环节

本项目的实验介入手术对象为犬、猪、羊等动物，通过试验动物，对医疗器械的有效性及安全性进行评估。有外单位学习参观人员时，建设单位的实验人员（辐射工作人员）必须在场，且全程只有建设单位参加过辐射安全上岗培训的实验人员佩戴个人剂量计进行介入手术实验操作，其他人员佩戴建设单位配发的个人剂量计在控制室观看学习。

DSA介入实验的工作流程及产污环节分析如图9-2所示。工作流程具体描述如下：

①工作人员在负一楼解剖/麻醉区对动物进行术前麻醉、备皮，术前准备完成后将实验动物从电梯运至 DSA 手术室操作台，对动物进行固定摆位操作。由于本项目的试验动物非人，因此无需为“患者”配备个人防护用品。

②实验人员退出机房关闭防护门，进入控制室对准部位进行拍片成像（隔室操

作），制作蒙片。

③待拍片完毕，关闭 DSA 射线装置后，实验人员进入 DSA 手术室，给实验动物注入造影剂。

④实验人员再次退出机房，关闭防护门，进入操作室对准部位再次拍片成像（隔室操作），得到血管造影图片或者实时图像。注射造影剂前和注射后的图像分别经过图像增强器增益后，再经过处理分析可获得去除骨骼、肌肉和其他软组织后的单纯血管影像。

⑤实验人员穿戴好铅衣、铅颈套、铅帽等个人防护用品进入 DSA 手术室。根据得到的纯血管影像，使用 DSA 透视功能（间歇透视），实验人员位于铅吊屏或者铅帘后对动物进行介入手术操作（同室操作）。

⑥手术实验完毕，关闭 DSA 射线装置，将实验动物转运至动物饲养室留观。

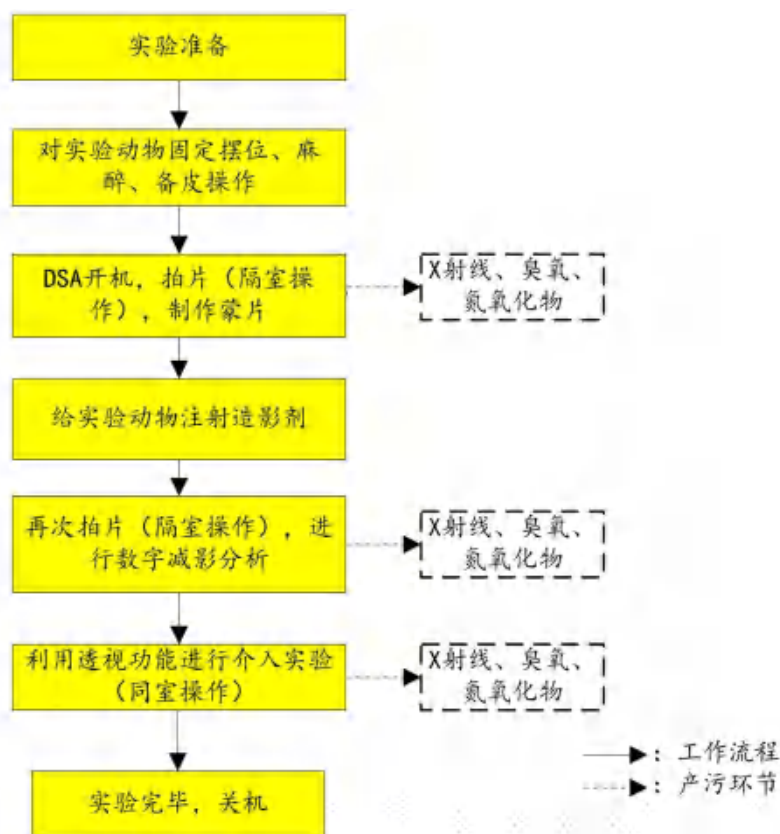


图9-2 介入手术工作流程及产污环节图

(2) CT工作流程及产污环节

本项目CT固定在CT机房内进行使用，主要用于验证DSA介入手术效果，操作模式为隔室操作。其工作流程如下：

- ①将DSA手术后需要进行手术验证的实验动物运至 CT机房诊断床。
- ②对实验动物进行固定摆位。
- ③选择实验动物需拍片的部位，按位置调整好曝光视野，按情况调整好参数。
- ④所有人退出机房，隔室拍片。
- ⑤检查结束后，关闭设备，推送实验动物离开。

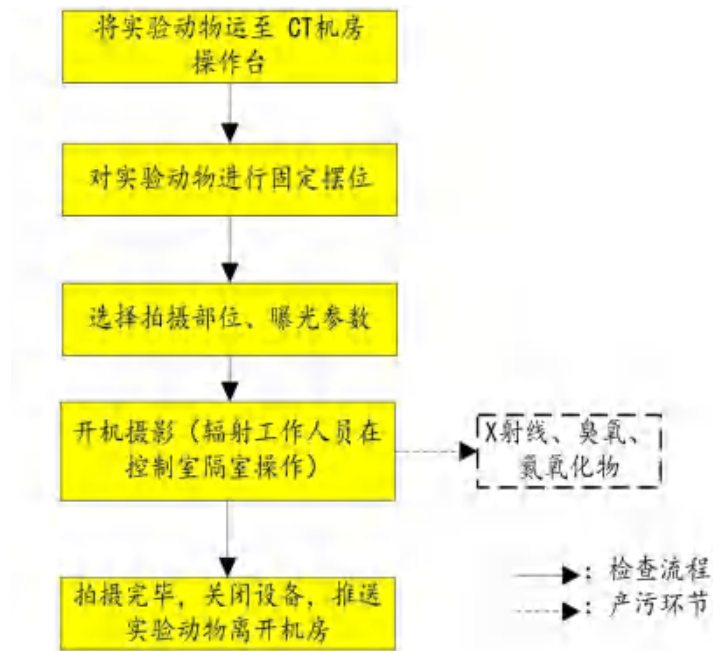


图9-3 CT工作流程及产污环节图

9.1.3 DSA、CT产污环节分析

本项目DSA、CT为数字化成像，不使用胶片，因此无废弃物产生，主要污染物为设备曝光时产生的X射线和微量臭氧、氮氧化物。结合本项目的工作方式和操作流程，可分析得出本项目的产污环节、污染源、污染途径、受本项目污染源影响的主要人群，见表9-1。

表9-1 产污环节分析一览表

设备名称	DSA	CT
产污环节	曝光	曝光
污染物	X射线、微量的臭氧及氮氧化物	X射线、微量的臭氧及氮氧化物
污染途径	外照射、污染空气	外照射、污染空气

受本项目污染源影响的主要人群	同室操作的辐射工作人员、控制室操作的辐射工作人员及周围公众（非辐射工作人员）	控制室操作的辐射工作人员及周围公众（非辐射工作人员）
----------------	--	----------------------------

9.1.4 工作负荷

建设单位为本项目两间DSA手术室及CT机房人员配备计划见表9-2，工作负荷见表9-3。

表9-2 建设单位人员配备计划

序号	岗位	数量
1	介入实验人员	6
2	设备操作人员	3

表9-3 DSA手术室工作负荷一览表

工作场所	工作状态	平均每台实验最长出束时间	年实验量	年曝光时间
DSA手术室1	摄影	30s	100台	0.83h
	透视	20min		33.3h
DSA手术室2	摄影	30s	100台	0.83h
	透视	20min		33.3h

表9-4 CT机房工作负荷一览表

工作场所	工作状态	曝光时间	年曝光次数	年曝光时间
CT机房	摄影	10s	150	0.42h

9.2 污染源项描述

9.2.1 DSA手术室污染源项分析

(1) 正常工况：

由介入手术工作流程及产污环节图（图9-2）可知，DSA运行期间高能电子束与靶物质相互作用时将产生X射线，X射线随机器的开、关而产生和消失。放射影像项目无放射性“三废”产生，在工作过程中X射线与空气作用可能会产生少量的臭氧和氮氧化物。

(2) 事故工况：

DSA手术室可能出现的事故工况主要包括：

①在使用 DSA 进行手术时，无关人员误入机房引起误照射。

②本项目 DSA 设备联锁装置出现故障，在屏蔽门没有关紧的情况下出束，对门外人员造成的误照射。

③本项目 DSA 设备安全联锁装置发生故障状况的情况下，人员误入正在运行的 DSA 手术室受到外照射。

④在进行介入手术时，辐射工作人员未按相关规定穿戴铅围裙、防护手套、防护帽和防护眼镜等防护用具，而受到超剂量外照射。

9.2.2 CT 机房污染源项分析

(1) 正常工况：

由 CT 工作流程及产污环节图（图 9-3）可知，CT 运行期间高能电子束与靶物质相互作用时将产生 X 射线，X 射线随机器的开、关而产生和消失。本项目 CT 机房无放射性“三废”产生，在工作过程中 X 射线与空气作用可能会产生少量的臭氧和氮氧化物。

(2) 事故工况下：

CT 机房可能出现的事故工况主要包括：

①在使用 CT 进行检查时，无关人员误入机房引起误照射。

②本项目 CT 设备出现故障，在屏蔽门没有关紧的情况下出束，对门外人员造成的误照射。

③本项目 CT 设备安全联锁装置发生故障状况的情况下，人员误入正在运行的 X 射线装置机房受到外照射。

表10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 辐射工作场所布局合理性分析

本项目三间机房相邻设置在建设单位一层西南侧，机房相邻区域布局情况见表10-1，机房平面布局图、机房楼上、楼下平面布局图见图1-3、图1-4、图1-5。

本项目两间DSA手术室拟设置为同室和隔室操作，拟设置有双通道，观察窗拟设置在机房北墙上，工作人员在操作位可观察到两扇机房门的开闭情况和机房内实验动物的状态。本项目DSA有用线束朝上，避免直接照射防护门、观察窗、管线口和工作人员操作位。

CT机房拟设置为隔室操作，设置有双通道，观察窗拟设置在机房北墙上，工作人员在操作位可观察两扇机房门的开闭情况和机房内实验动物的状态。设备拟斜向安装在观察窗视野范围内，机房门均处于辐射散射较低的位置。

本项目三间机房相邻区域均无敏感人群功能用房，三间机房布局合理。

表10-1 机房相邻区域情况一览表

机房名称	东面	南面	西面	北面	楼上	楼下
DSA手术室1	DSA手术室2	通道	CT机房	控制室2	男更衣室、女更衣室、走廊	解剖/麻醉区、男更衣室、女更衣室、猪场（四）、通道
DSA手术室2	休息室、洗手池	通道	DSA手术室1	控制室3	男更衣室、女更衣室、走廊	猪场（四）、猪场（五）、通道
CT机房	DSA手术室1	通道、电梯井	一层临空	控制室1	换鞋区、男更衣室、女更衣室、休闲区	休息间、女更衣室、解剖/麻醉区

根据建设单位提供的设计图纸，本项目机房规格见表10-2，机房规格示意图见图10-1。

表 10-2 机房规格

机房名称	机房最小单边长度	室内净高	有效使用面积
DSA手术室1	4.70m	4.20m	4.70m×5.60m=26.32m ²
DSA手术室2	4.70m	4.20m	4.70m×6.60m=31.02m ²
CT机房	3.90m	4.20m	3.90m×6.20m=24.18m ²

备注：

1. 机房尺寸为机房内画出的最大矩形的面积。

2. 因无动物实验放射机房的规格相关评价标准，所以本报告不对机房规格做出评价。

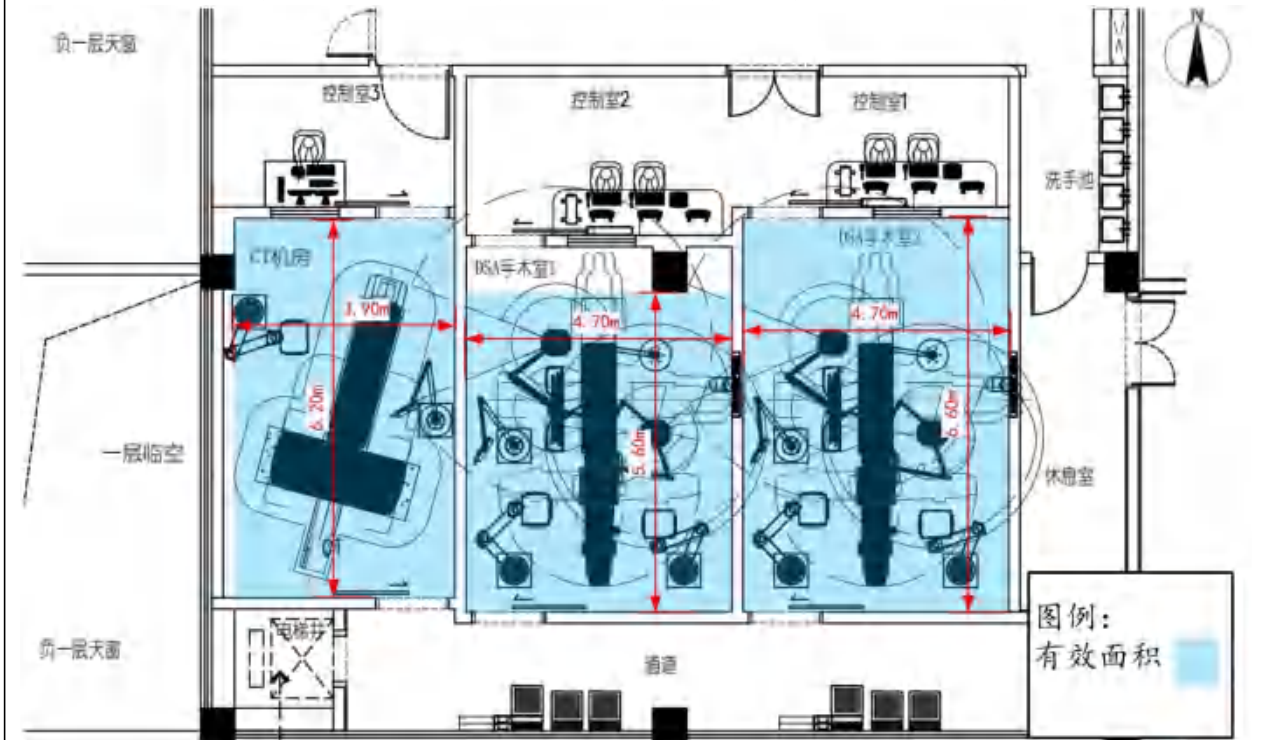


图10-1 机房规格示意图

10.1.2 辐射防护分区管理

(1) 分区依据和原则

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防护工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求，在辐射工作场所内划出控制区和监督区，在项目运营期间采取分区管理措施。

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

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的区域。在监督区入口处的合适位置张贴电离辐射警告标志；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

(2) 本项目分区管理情况

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）等相关标准对控制区和监督区的定义，结合项目辐射防护情况，将射线装置机房内部区域（DSA手术室1、DSA手术室2和CT机房）划为控制区，将与本项目辐射工作场所相邻区域（控制室1、控制室2、控制室3、洗手区、休息室、机房南侧通道和电梯井）、楼上（换鞋区、男更衣室、女更衣室、休闲区、走廊）、楼下（休息间、男更衣室、女更衣室、通道、猪场（四）和猪场（五））划为监督区。本项目辐射工作场所分区情况见图10-2，红色区域为控制区，黄色区域为监督区。



图10-2 辐射工作场所分区示意图

10.1.3 辐射屏蔽设计

依据建设单位提供的设计方案，现将各机房的主要技术参数列表分析，屏蔽设计如表

10-3所示。

表 10-3 辐射屏蔽设计一览表

机房名称	屏蔽体	是否有 用线束	设计情况	折合铅当量 (mmPb)	标准要求 (mmPb)
DSA 手术室 1	东面墙体 (与 DSA 手术室 2 共用)	否	200mm 灰砂砖+40mm 硫酸钡防 护涂料	4.0	2.0
	南面墙体	否	200mm 灰砂砖+40mm 硫酸钡防 护涂料	4.0	2.0
	西面墙体 (与 CT 机 房共用)	否	200mm 灰砂砖+40mm 硫酸钡防 护涂料	4.0	2.5
	北面墙体	否	200mm 灰砂砖+40mm 硫酸钡防 护涂料	4.0	2.0
	上楼板	是	120mm 砼+40mm 硫酸钡防护涂 料	5.4	2.0
	下楼板	否	120mm 砼+40mm 硫酸钡防护涂 料	5.6	2.0
	观察窗	否	4mmPb 铅玻璃	4.0	2.0
	防护门 (2 樘)	否	4mmPb 防护门	4.0	2.0
DSA 手术室 2	东面墙体	否	200mm 灰砂砖+40mm 硫酸钡防 护涂料	4.0	2.0
	南面墙体	否	200mm 灰砂砖+40mm 硫酸钡防 护涂料	4.0	2.0
	西面墙体 (与 DSA 手术室 1 共用)	否	200mm 灰砂砖+40mm 硫酸钡防 护涂料	4.0	2.0
	北面墙体	否	200mm 灰砂砖+40mm 硫酸钡防 护涂料	4.0	2.0
	上楼板	是	120mm 砼+40mm 硫酸钡防护涂 料	5.4	2.0
	下楼板	否	120mm 砼+40mm 硫酸钡防护涂 料	5.6	2.0
	观察窗	否	4mmPb 铅玻璃	4.0	2.0
	防护门 (2 樘)	否	4mmPb 防护门	4.0	2.0
CT 机房	东面墙体 (与 DSA 手术室 1 共用)	/	200mm 灰砂砖+40mm 硫酸钡防 护涂料	4.0	2.5
	南面墙体	/	200mm 灰砂砖+40mm 硫酸钡防 护涂料	4.0	2.5

西面墙体	/	200mm 灰砂砖+40mm 硫酸钡防 护涂料	4.0	2.5
北面墙体	/	200mm 灰砂砖+40mm 硫酸钡防 护涂料	4.0	2.5
上楼板	/	120mm 砧+40mm 硫酸钡防 护涂 料	5.0	2.5
下楼板	/	120mm 砧+40mm 硫酸钡防 护涂 料	5.0	2.5
观察窗	/	4mmPb 铅玻璃	4.0	2.5
防护门 (2 樘)	/	4mmPb 防护门	4.0	2.5

注：1. 硫酸钡防护涂料密度不低于 $3.2\text{g}/\text{cm}^3$ ，混凝土的密度不低于 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ ；

2. 所有机房均设置通风设施，线缆以U型管道穿过控制室侧墙，机房通风管道孔、电缆孔均采用4mmPb铅板屏蔽补偿；

3. 根据GBZ 130-2020附录C，125kV管电压下，有用线束方向120mm砧（密度不小于 $2.35\text{t}/\text{m}^3$ ）相当于1.4mmPb；非有用线束方向120mm砧（密度不小于 $2.35\text{t}/\text{m}^3$ ）相当于1.6mmPb；140kV（CT）管电压下，120mm砧（密度不小于 $2.35\text{t}/\text{m}^3$ ）相当于1.0mmPb；150kV管电压下，有用线束方向120mm砧（密度不小于 $2.35\text{t}/\text{m}^3$ ）相当于1.1mmPb；

4. 根据设计单位提供的《关于硫酸钡防护涂料厚度与铅当量对应关系的说明》，40mm防护涂料相当于4mmPb。灰砂砖具体参数未知，为保守估计，不纳入屏蔽核算；

5. 机房共用墙体部分仅在一侧批荡硫酸钡防护涂料。DSA手术室1西面墙体与CT机房共用，该侧墙体的铅当量要求参考CT机房的标准要求。

10.1.4 机房剖面图及屏蔽体材料性质说明

(1) 机房剖面图

本项目三间机房采取相同的屏蔽材料，因此仅以南-北方向为轴线的剖面图进行展示。本项目辐射工作场所南-北方向为轴线的机房剖面图见图10-3。本项目辐射工作场机房门、观察窗防护示意图见图10-4。

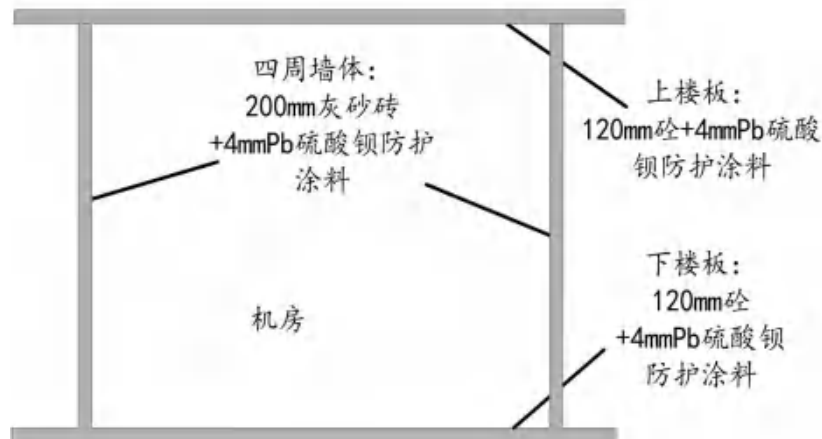


图10-3 本项目辐射工作场所南-北剖面示意图

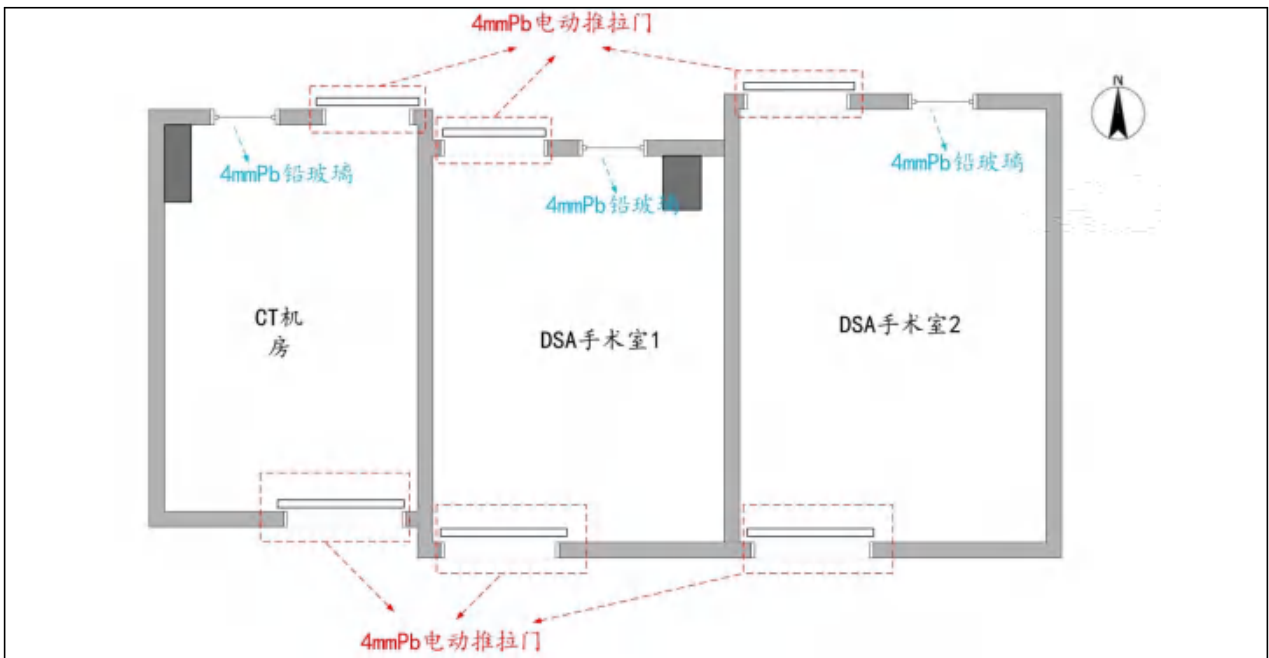


图10-4 本项目辐射工作场机房门、观察窗防护示意图

(2) 屏蔽防护方案及屏蔽材料说明

为了减少射线装置使用时对机房外人员及环境的影响，本项目在机房墙体批荡防辐射涂料，一楼二楼地板铺设水泥砂浆层再批荡硫酸钡防护涂料、地面胶等材料，具体施工方案如下：

四周墙体：在200mm灰砂砖墙面上先批水泥砂浆，后打钢网，再批荡40mm（4mmPb）硫酸钡防护涂料。墙体屏蔽材料示意图见图10-5。

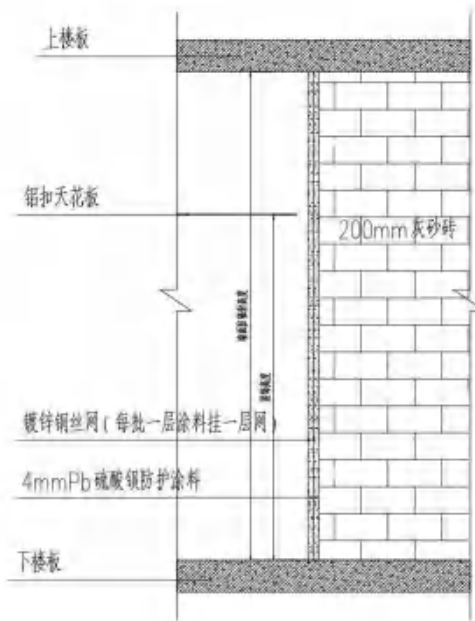


图10-5 墙体屏蔽材料示意图

下楼板：地板为12cm混凝土楼板，地板铺设水泥砂浆层再批荡防硫酸钡防护涂料、地

面胶等材料。

上楼板：顶棚为12cm混凝土楼板，二楼地板铺设水泥砂浆层再批荡防硫酸钡防护涂料、地面胶等材料。

机房线缆以U型管道穿过控制室侧墙，机房通风管道孔、电缆孔均采用4mmPb铅板屏蔽补偿。机房通风管道、电缆孔屏蔽示意图见图10-6。

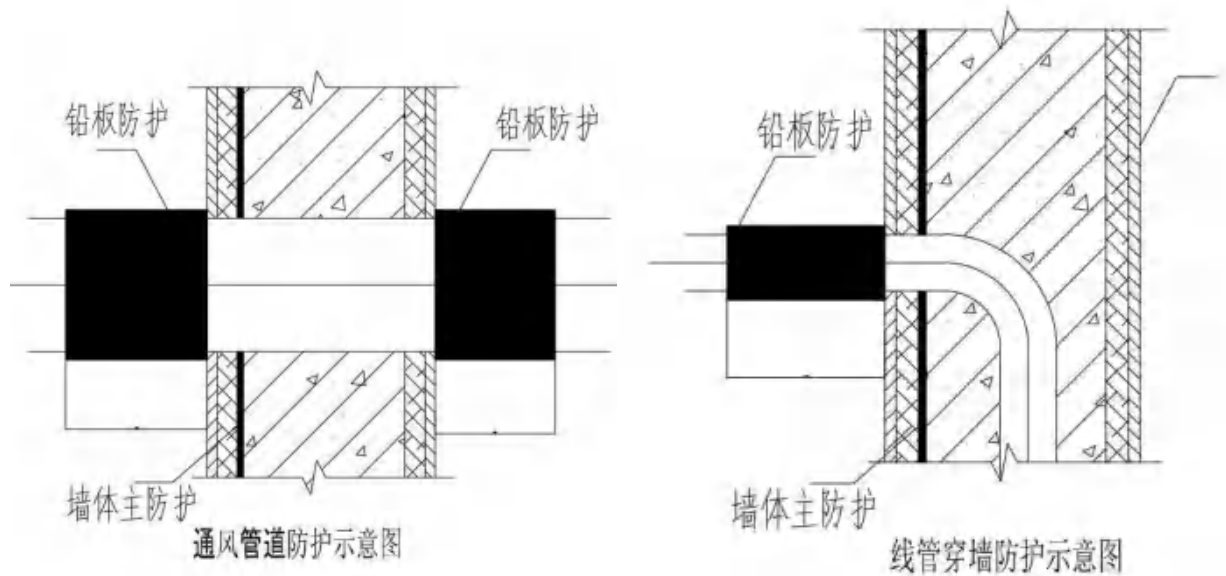


图10-6 机房通风管道、电缆孔屏蔽示意图

10.1.5 辐射安全防护措施

本项目三间机房拟按照标准要求设置相应的辐射安全防护和措施，详见表10-4。

表10-4 机房拟设置的辐射安全防护措施

机房	标准要求/规范要求	设置情况	评价
DSA 手术室 1	机房门外应有电离辐射警告标志	防护门上设置符合标准要求的电离辐射警告标志	符合要求
	机房门上方应有醒目的工作状态指示灯	机房大门上设置有醒目的工作状态指示灯	符合要求
	灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句	灯箱上设置警示语句：射线有害，灯亮勿入	符合要求
	工作状态指示灯能与机房门有效关联	机房大门拟设置有效的门灯联锁装置	符合要求
	电动推拉门宜设置防夹装置	防护门拟设置为电动推拉式防护门，门框上拟设置防夹装置	符合要求
DSA 手术室 2	机房门外应有电离辐射警告标志	防护门上设置符合标准要求的电离辐射警告标志	符合要求

	机房门上方应有醒目的工作状态指示灯	机房大门上设置有醒目的工作状态指示灯	符合要求
	灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句	灯箱上设置警示语句：射线有害，灯亮勿入	符合要求
	工作状态指示灯能与机房门有效关联	机房大门拟设置有效的门灯联锁装置	符合要求
	电动推拉门宜设置防夹装置	防护门拟设置为电动推拉式防护门，门框上拟设置防夹装置	符合要求
CT 机房	机房门外应有电离辐射警告标志	防护门上设置符合标准要求的电离辐射警告标志	符合要求
	机房门上方应有醒目的工作状态指示灯	机房大门上设置有醒目的工作状态指示灯	符合要求
	灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句	灯箱上设置警示语句：射线有害，灯亮勿入	符合要求
	工作状态指示灯能与机房门有效关联	机房大门拟设置有效的门灯联锁装置	符合要求
	电动推拉门宜设置防夹装置	防护门拟设置为电动推拉式防护门，门框上拟设置防夹装置	符合要求

由表 10-4 可见，本项目三间机房拟设置的辐射安全防护措施均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的相关技术要求。

10.1.6 个人防护用品

本项目两间DSA手术室存在同室操作的情况，建设单位拟为DSA手术室的辐射工作人员分别配备相应的防护用品，包括铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜以及铅橡胶手套等，拟使用的DSA出厂配备了铅玻璃悬挂屏风和床侧防护铅帘等辅助防护设施。CT机房为隔室操作，无需为辐射工作人员防护用品。建设单位仅开展动物介入手术实验，无需为受检者和陪检者配备防护用品。建设单位拟配置的个人防护用品能满足开展放射工作的要求。配置清单详见表10-5。

表10-5 拟配备的相应个人防护用品清单

机房名称	防护对象	标准要求		计划配备情况			评价
		防护用品名称	铅当量 mmPb	防护用品名称	铅当量 mmPb	数量	
DSA手术室1	工作人员	铅橡胶围裙	≥0.25	铅橡胶围裙	0.5	3件	符合要求
		铅橡胶帽子（选配）	≥0.25	铅橡胶帽子	0.35	3件	符合要求
		铅橡胶颈套	≥0.25	铅橡胶颈套	0.5	3件	符合要求
		介入防护手套	≥0.025	铅橡胶手套	0.025	若干	符合要求
		铅眼镜	≥0.25	铅眼镜	0.5	3件	符合要求

		移动铅防护屏风（选配）	≥ 2	移动铅防护屏风	2	1件	符合要求
		铅悬挂吊帘	≥ 0.25	铅悬挂吊帘	0.5	1件	符合要求
		铅悬挂吊屏	≥ 0.25	铅悬挂吊屏	0.5	1件	符合要求
		床侧防护屏	≥ 0.25	床侧防护屏	0.5	1件	符合要求
		床侧防护帘	≥ 0.25	床侧防护帘	0.5	1件	符合要求
DSA手术室2	工作人员	铅橡胶围裙	≥ 0.25	铅橡胶围裙	0.5	3件	符合要求
		铅橡胶帽子（选配）	≥ 0.25	铅橡胶帽子	0.35	3件	符合要求
		铅橡胶颈套	≥ 0.25	铅橡胶颈套	0.5	3件	符合要求
		介入防护手套	≥ 0.025	铅橡胶手套	0.025	若干	符合要求
		铅眼镜	≥ 0.25	铅眼镜	0.5	3件	符合要求
		移动铅防护屏风（选配）	≥ 2	移动铅防护屏风	2	1件	符合要求
		铅悬挂吊帘	≥ 0.25	铅悬挂吊帘	0.5	1件	符合要求
		铅悬挂吊屏	≥ 0.25	铅悬挂吊屏	0.5	1件	符合要求
		床侧防护屏	≥ 0.25	床侧防护屏	0.5	1件	符合要求
		床侧防护帘	≥ 0.25	床侧防护帘	0.5	1件	符合要求

10.1.7 其他防护措施

维修维护工况下的辐射防护措施如表10-6所示。

表10-6 本项目维修维护工况下的辐射防护措施

工况	辐射防护措施
维护	开机后先检查机器是否正常；有无提示错误等，如有反常疑点必须预先排除；严格遵守机器操作规程，使用中遇到异常情况应及时切断电源，请维修人员检查维修；若在维护阶段需要设备出束，工作人员需按要求佩戴个人防护用品和个人剂量报警仪。
维修	当射线装置发生故障导致无法正常运行时，需尽快通知设备方进行维修，维修过程中听从设备方指示。设备方工作人员需按要求佩戴个人防护用品，机房外应在醒目位置设置维修标志，防止人员误入；维修过程中出现反常现象时应立即停机，检查查明原因处理正常后才能重新开机。

10.2 三废治理

本项目拟用的设备是在显示屏上直接显示影像，不会产生含有重金属银的废显影水、废定影水。

本项目的辐射源是X射线发生装置，接通电源时，X射线发生装置产生X射线；断开电源时，X射线消失。本项目射线装置运行过程中无放射性三废产生，但辐射场所可能因X射线对空气的电离产生微量的非放射性的氮氧化物和臭氧。根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求，机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风。建设单位拟在三间机房内设置有动力排风装置，保证机房的良好通风。

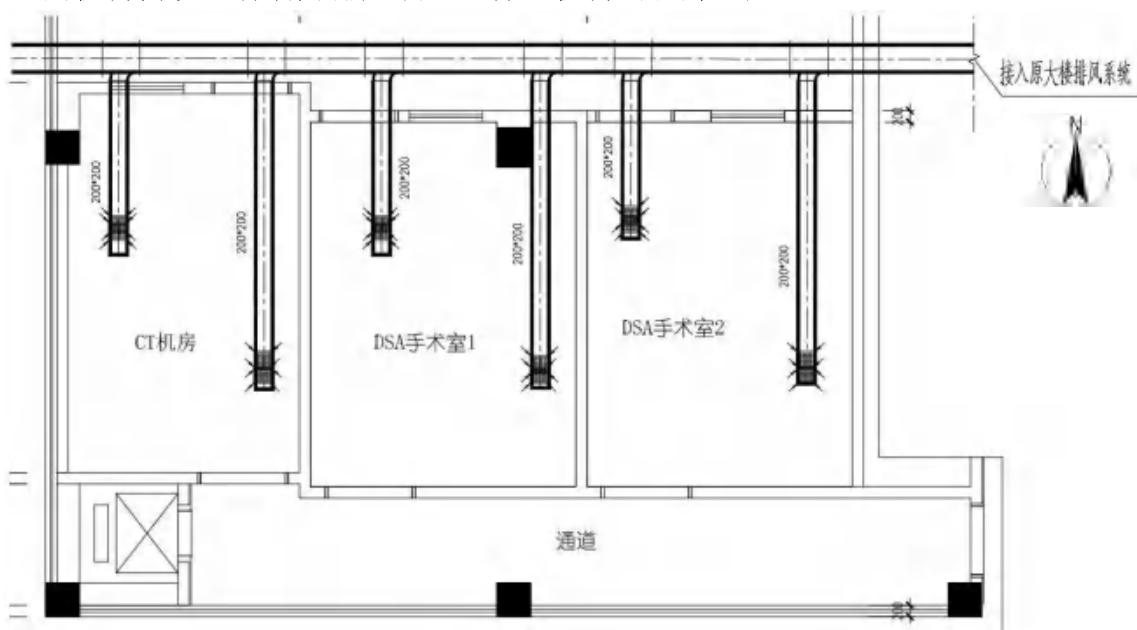


图10-7 机房排风系统示意图

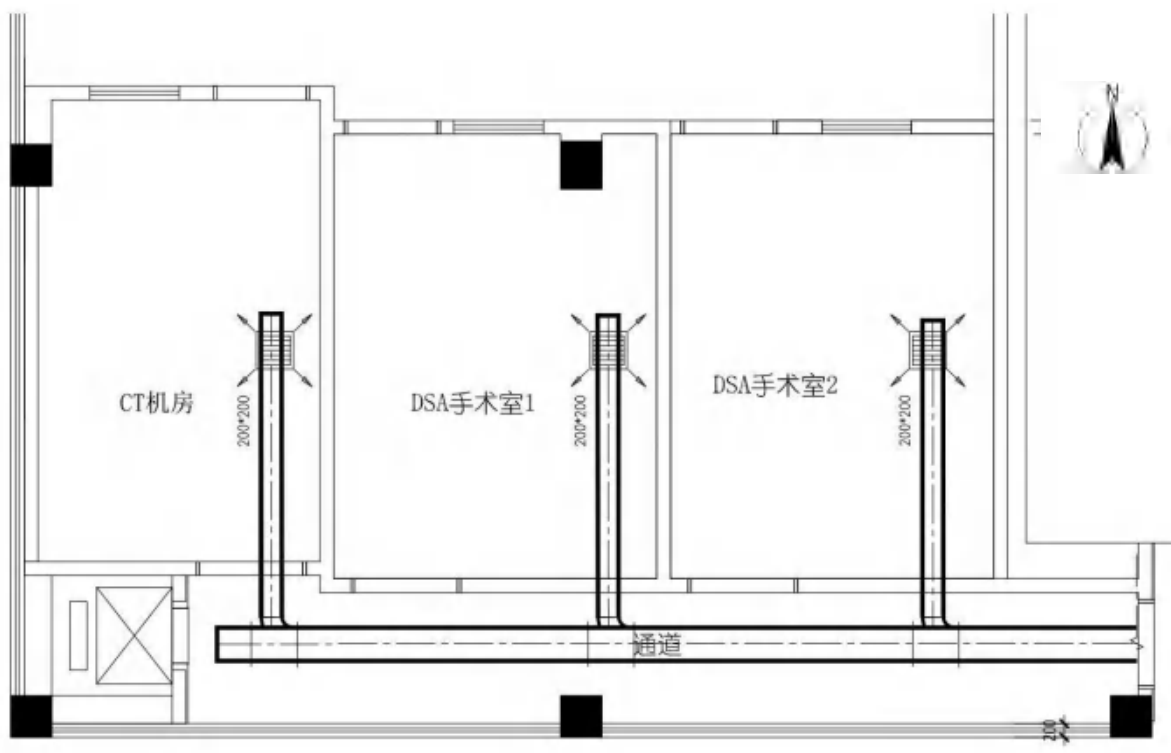


图10-8 机房新风系统示意图