

核技术利用建设项目

南乐中兴医院射线装置应用项目

环境影响报告表

【报批版】



核技术利用建设项目

南乐中兴医院射线装置应用项目
环境影响报告表

建设单位名称：南乐中兴医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：南乐县城兴华路西段路北

邮政编码：457400

联系人：杨晓松

联系电话：13949737399



打印编号: 1736993376000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	sa3106		
建设项目名称	南乐中兴医院射线装置应用项目		
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	南乐中兴医院		
统一社会信用代码	5241092378224456X6		
法定代表人 (签章)	暴党振		
主要负责人 (签字)	杨现宏		
直接负责的主管人员 (签字)	杨晓松		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	河南鑫联检测技术有限公司		
统一社会信用代码	91410100MA9GWKQK6C		
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
李珍珍	03520240541000000049	BH044374	李珍珍
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
李珍珍	项目基本情况、放射源、非密封放射性物质、射线装置、废弃物、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论与建议	BH044374	李珍珍

建设项目环境影响报告表 编制情况承诺书

本单位 河南鑫联检测技术有限公司（统一社会信用代码 91410100MA9GWKQK6C）郑重承诺：本单位符合《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条第一款规定，无该条第三款所列情形，不属于（属于/不属于）该条第二款所列单位；本次在环境影响评价信用平台提交的由本单位主持编制的南乐中兴医院射线装置应用项目环境影响报告表基本情况信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密；该项目环境影响报告表的编制主持人为 李珍珍（环境影响评价工程师职业资格证书管理号 03520240541000000049，信用编号 BH044374），主要编制人员包括 李珍珍（信用编号 BH044374）（依次全部列出）等 1 人，上述人员均为本单位全职人员；本单位和上述编制人员未被列入《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》规定的限期整改名单、环境影响评价失信“黑名单”。

承诺单位(公章)：河南鑫联检测技术有限公司



2025年01月15日



营业执照

(副本) (1-1)

统一社会信用代码
91410100MA9GWKQK6C



扫描二维码登录
“国家企业信用
信息公示系统”，
了解更多登记、
备案、许可、监
管信息。

名称 河南鑫联检测技术有限公司

注册资本 贰佰万圆整

类型 有限责任公司(自然人投资或控股)

成立日期 2021年05月25日

法定代表人 刘培培

住所

经营范围

许可项目：放射卫生技术服务；检验检测服务；辐射监测；职业卫生技术服务；放射性污染监测；特种设备检验检测（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动，具体经营项目以相关部门批准文件或许可证件为准）
一般项目：技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；计量技术服务；环境保护监测；认证咨询（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）

河南省郑州市高新技术产业开发区
长椿路11号河南省国家大学科技园
1号楼12B19室



登记机关

2023年09月04日



环境影响评价工程师

Environmental Impact Assessment Engineer



姓名: 李珍珍
证件号码: 411628199110285025
性别: 女
出生年月: 1991年10月
批准日期: 2024年05月26日
管理号: 03520240541000000049



本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、生态环境部批准颁发，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职业资格。



中华人民共和国
人力资源和社会保障部



中华人民共和国
生态环境部



环境影响评价信用平台

当前位置: 首页 > 编制人员诚信档案

编制人员诚信档案

姓名: 从业单位名称: 信用编号:

职业资格情况: 职业资格证书管理号:

序号	姓名	从业单位名称	信用编号	职业资格证书管理号	近三年编制报告书数量 (经批准) 点击可进行排序	近三年编制报告表数量 (经批准) 点击可进行排序	当前状态	信用记录
1	李珍珍	河南鑫联检测技术有限公司	BH044374	0352024054100000049	0	0	正常公开	详情

首页 < 上一页 1 下一页 > 当前 1 / 20 条, 第 1 页 共 1 条

表单验证号码a94a04f019dc4cdf867b441ec6e48049



河南省社会保险个人权益记录单 (2025)

单位: 元

证件类型	居民身份证	证件号码	411628199110285025			
社会保障号码	411628199110285025	姓名	李珍珍	性别	女	
联系地址	河南省鹿邑县辛集镇毛庄行政村宋油坊			邮政编码	450000	
单位名称	河南鑫联检测技术有限公司			参加工作时间	2014-04-10	
账户情况						
险种	截止上年末累计存储额	本年账户记入本金	本年账户记入利息	账户月数	本年账户支出额账利息	累计储存额
基本养老保险	29784.02	901.44	0.00	96	901.44	30685.46
参保缴费情况						
月份	基本养老保险		失业保险		工伤保险	
	参保时间	缴费状态	参保时间	缴费状态	参保时间	缴费状态
	2017-04-01	参保缴费	2017-04-01	参保缴费	2017-04-01	参保缴费
	缴费基数	缴费情况	缴费基数	缴费情况	缴费基数	缴费情况
01	3756	●	3756	●	3756	-
02	3756	●	3756	●	3756	-
03	3756	●	3756	●	3756	-
04	-	-	-	-	-	-
05	-	-	-	-	-	-
06	-	-	-	-	-	-
07	-	-	-	-	-	-
08	-	-	-	-	-	-
09	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-

说明:

- 1、本权益单仅供参保人员核对信息。
- 2、扫描二维码验证表单真伪。
- 3、●表示已经实缴, △表示欠费, ○表示外地转入, -表示未制定计划。
- 4、若参保对象存在在多个单位参保时, 以参加养老保险所在单位为准。
- 5、工伤保险个人不缴费, 如果缴费基数显示正常, -表示正常参保。



数据统计截止至: 2025.03.11 10:34:09

打印时间: 2025-03-11

编制单位诚信档案信息

河南鑫联检测技术有限公司

注册时间: 2024-06-24 当前状态: 正常公开

当前记分周期内失信记分

0
2024-06-24 - 2025-06-23

信用记录

基本情况

基本信息

单位名称:	河南鑫联检测技术有限公司	统一社会信用代码:	91410100MA9GWKQK6C
住所:	河南省-郑州市-高新技术开发区-长椿路11号河南省国家大学科技园1号楼12B19室		

变更记录

信用记录

环境影响报告书(表)情况

(单位:本)

近三年编制环境影响报告书(表)累计 1 本

报告书	0
报告表	1

编制的环境影响报告书(表)和编制人员情况

信用记录

李珍珍

注册时间: 2021-05-13 当前状态: 正常公开

记分周期内失信记分

第1记分周期 0
2021-05-13~2022-05-12

第2记分周期 0
2022-05-12~2023-05-11

第3记分周期 0
2023-05-12~2024-05-11

第4记分周期 0
2024-05-12~2025-05-11

第5记分周期 -
-

失信记分情况 守信激励 失信惩戒

序号	失信行为	失信记分	失信记分公开起始时间	失信记分公开结束时间	实施失信记分管理部门	记分决定	建设项目名称	备注
----	------	------	------------	------------	------------	------	--------	----

首页 < 上一页 1 / 20 条, 跳转到第 1 页 尾页 > 共 0 条

南乐中兴医院射线装置应用项目 环境影响报告表技术审查意见

2025年03月07日在濮阳市召开了《南乐中兴医院射线装置应用项目环境影响报告表》(以下简称“报告表”)的技术审查会。参加会议的有濮阳市生态环境局、濮阳市生态环境局南乐分局、项目建设单位南乐中兴医院、报告编制单位河南鑫联检测技术有限公司等单位的代表以及邀请的专家,会议成立了专家组(名单附后)。

会前与会专家和代表对项目建设情况及周边环境保护目标等进行了现场踏勘,会议听取了建设单位、评价单位对项目建设以及报告表内容的介绍。专家组审阅了相关资料,经过认真审议,形成技术审查意见如下:

一、工程概况

建设单位拟在扩建综合病房楼(地下一层、地上十二层)地下一层西北侧建设1间医用电子直线加速器(以下称“直线加速器”)机房及1间CT模拟定位机房,安装使用1台直线加速器、1台CT模拟定位机开展放射治疗工作;拟在扩建综合病房楼地上三层西南侧建设2间数字减影血管造影装置(以下称“DSA”)机房,安装使用2台DSA,开展介入诊疗工作。拟购直线加速器最大X射线能量10MV,最大X射线

剂量率 360Gy/h，最大电子线能量 12MeV，最大电子线剂量率 600Gy/h；拟购 CT 模拟定位机最大管电压 140kV，最大管电流 1000mA；拟购 DSA 最大管电压 125kV，最大管电流 1250mA。直线加速器及 DSA 均属于 II 类射线装置，CT 模拟定位机属于 III 类射线装置。

本项目总投资 5000 万元，其中环保投资为 320 万元，占工程总投资 6.4%。

二、编制单位相关信息审核情况

报告表编制主持人李珍珍（信用编号：BH044374）参加会议，经现场核实其个人信息（身份证、环境影响评价工程师职业资格证、近三个月内社保缴纳记录等）齐全，项目踏勘影响资料基本齐全；环境影响评价文件质控记录齐全。

三、报告表总体评价

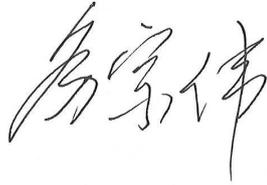
报告表编制较规范、内容较全面；项目建设及辐射防护基本情况介绍较清楚，项目环境影响评价工作的重点适当；评价分析方法符合相关技术导则要求，评价结论总体可信。报告表按照技术审查意见修改完善后，可上报审批。

四、报告表需修改和补充完善的内容

1. 完善辐射安全防护措施分析；
2. 细化通风设施、防护门屏蔽补偿措施；

3. 核实辐射剂量参考控制水平;
4. 核实公众附加剂量预测分析;
5. 完善三同时竣工验收一览表。

专家组组长 (签字):



2025年03月07日

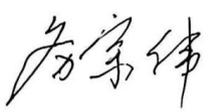
南乐中兴医院射线装置应用项目环境影响报告表

技术评审会专家组名单

姓名	单位	专家确认签字
组长	洛阳市辐射环境服务所	务宗伟
成员	洛阳市辐射环境服务站	务宗伟
	河南省卫生健康技术监督中心	张树义
	濮阳市疾控中心	李举跃

南乐中兴医院射线装置应用项目环境影响报告表

技术审查意见修改确认表

专家组技术审查意见	修改说明
1.完善辐射安全防护措施分析	已完善 CT 模拟定位机房及 DSA 机房尺寸、面积符合性分析，同时完善 CT 模拟定位机安装要求，详见报告表 P46~P47；已修改并细化直线加速器机房辐射安全与防护措施描述及示意图，详见报告表 P54~P55；已完善 DSA 机房辅助防护设施配置计划，详见报告表 P61~P62。
2.细化通风措施、防护门屏蔽补偿措施	已细化通风穿墙及防护门屏蔽补偿措施，详见报告表 P50、P57。
3.核实辐射剂量参考控制水平	已核实辐射剂量参考控制水平，同时增加发热门诊二楼侧散射关注点辐射影响分析。详见报告表 P66~P67、P69~P70、P79~P81。
4.核实公众附加剂量预测分析	已核实并修改 1 号 DSA 机房顶棚上方区域及 2 号 DSA 机房地板区域居留因子，重新预测分析两处区域的公众附加剂量。详见报告表 P99~P103。
5.完善三同时竣工验收一览表	已完善三同时竣工验收一览表，细化部分内容描述，详见报告表 P113~P114。
<div style="font-size: 2em; font-family: cursive;">已修改</div> <div style="margin-top: 20px; text-align: right;">  高家伟 2025 年 3 月 20 日 </div>	

目 录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	14
表 3 非密封放射性物质.....	14
表 4 射线装置.....	15
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	16
表 6 评价依据.....	17
表 7 保护目标与评价标准.....	19
表 8 环境质量和辐射现状.....	30
表 9 项目工程分析与源项.....	34
表 10 辐射安全与防护.....	45
表 11 环境影响分析.....	64
表 12 辐射安全管理.....	109
表 13 结论与建议.....	115
表 14 审批.....	118
附件一：委托书.....	119
附件二：辐射安全许可证.....	120
附件三：现有射线装置环保手续文件.....	127
附件四：环境现状监测报告.....	142
附件五：领导小组文件及相关制度.....	155
附件六：防护设计方案及其他盖章确认件.....	180
附件八：周围剂量率控制水平及人员剂量管理目标值文件.....	185
附件九：相关图纸.....	186

表 1 项目基本情况

建设项目名称		南乐中兴医院射线装置应用项目			
建设单位		南乐中兴医院			
法人代表	暴党振	联系人	杨晓松	联系电话	13949737399
注册地址		南乐县城兴华路西段路北			
项目建设地点		南乐县城兴华路西段路北，院区内综合病房楼地下一层、地上三层			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）	5000	环保投资（万元）	320	投资比例（环保投资/总投资）	6.4%
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 ）	/
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		
	非密封性放射性物质	<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 建设单位简介</p> <p>南乐中兴医院（以下称“医院”）位于南乐县城兴华路西段路北，占地面积 40 亩，是一所非营利性、非公立的集教学、诊疗、康复于一体的二级综合医院。医院开放床位 400 张，现有职工近 400 人，依法核准有内科系统（呼吸内科、消化内科、神经内科、心血管内科）、外科系统（普外科、骨科、泌尿外科）、妇产科（妇科、产科、计划生育专业）、儿科（新生儿、小儿消化、小儿呼吸、小儿心脏专业）、眼科、耳鼻咽喉科、口腔科、肿瘤科、急诊医学科、康复医学科、重症医学科、医学检验科、医学影像科、中医科、中西医结合科等科室。</p>					

1.2 项目由来

近年来，随着医院业务持续扩大，治疗水平提高，现设施已不能满足本县域及豫东北周边“三省八县”患者需求。经南乐县人民政府批准，决定实施南乐中兴医院改扩建项目（在现有院区北侧扩建综合病房楼及发热门诊楼等建筑）。土建项目已进行环境影响评价且已取得批复文件（见附件），目前综合病房楼主体框架已建设完成，西北侧地下一层部分暂未开挖。

为了改善病人诊疗条件，并提高放射诊断和治疗技术能力和服务水平，医院拟在扩建综合病房楼（地下一层、地上十二层）地下一层西北侧建设1间医用电子直线加速器（以下称“直线加速器”）机房及1间CT模拟定位机房，安装使用1台直线加速器、1台CT模拟定位机开展放射治疗工作；拟在扩建综合病房楼地上三层西南侧建设2间数字减影血管造影装置（以下称“DSA”）机房，安装使用2台DSA，开展介入诊疗工作。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》等法律、法规的规定，本项目应在实施前开展环境影响评价。

根据《射线装置分类》（环境保护部、国家卫生计生委，2017年12月6日起施行），本项目直线加速器及DSA属于II类射线装置，CT模拟定位机属于III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）》，本项目直线加速器及DSA属于“五十五、核与辐射”——“172核技术利用建设项目”类别中“使用II类射线装置的”，应编制环境影响报告表。

受医院的委托，河南鑫联检测技术有限公司（以下称“我环评单位”）承担了本项目的环评工作。接到委托后，我环评单位进行了现场调查、资料收集工作，在此基础上编制完成了本项目的环评报告表。

1.3 评价目的

（1）对本项目拟建址周围进行辐射环境现状监测，掌握辐射环境现状水平。

（2）对不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”。

（3）满足国家和地方生态环境部门对建设项目环境管理规定的要求，为本项目的辐射环境管理提供科学依据。

（4）从辐射环境保护角度，论述本项目的可行性。

1.4 项目建设内容与规模

本项目位于医院院区扩建综合病房楼地下一层西北侧、地上三层西南侧，具体建设内容及规模如下：

(1) 拟在综合病房楼地下一层西北侧建设 1 间直线加速器机房及 1 间 CT 模拟定位机房，安装使用 1 台直线加速器（II 类射线装置）、1 台 CT 模拟定位机（III 类射线装置），射线装置参数详见表 1.1。

(2) 拟在综合病房楼地上三层西南侧建设 2 间 DSA 机房，安装使用 2 台 DSA（II 类射线装置），射线装置参数详见表 1.1。

表 1.1 本项目射线装置具体情况一览表

装置名称	生产厂家	设备型号	数量	类别	主要技术参数	工作场所位置
直线加速器	未定	未定	1 台	II 类	X 射线能量：6MV、10MV； 最大 X 射线剂量率：6Gy/min； 电子线能量：6MeV, 8MeV, 10MeV, 12MeV； 最大电子线剂量率：10Gy/min； 等中心处最大照射野：40cm×40cm； 泄漏率：X 射线≤0.1%	综合病房楼地下一层西北侧
CT 模拟定位机	未定	未定	1 台	III 类	最大管电压 140kV 最大管电流 1000mA	
DSA	未定	未定	2 台	II 类	最大管电压 125kV 最大管电流 1250mA	综合病房楼地上三层西南侧

1.5 建设项目位置及周围环境概况

医院院区位于南乐县城兴华路西段路北，原有住院楼、医技楼、发热门诊、急诊、老年病科等。院区北侧扩建综合病房楼及发热门诊楼等建筑后，其整体东侧为公园绿地、规划社会福利用地，南侧为兴华路，西侧为一行路，北侧为道路及住宅区。医院院区地理位置示意图见图 1.1，院区平面布置图见图 1.2。

本项目直线加速器及 CT 模拟定位机房位于拟建综合病房楼地下一层西北侧，2 间 DSA 机房位于拟建综合病房楼地上三层西南侧，各机房周围环境情况列于表 1.2。地下一层平面布置图见图 1.3，地上三层平面布置图见图 1.4，机房所在楼层的上下层平面布置图见图 1.5~图 1.7。



图 1.1 医院院区地理位置示意图

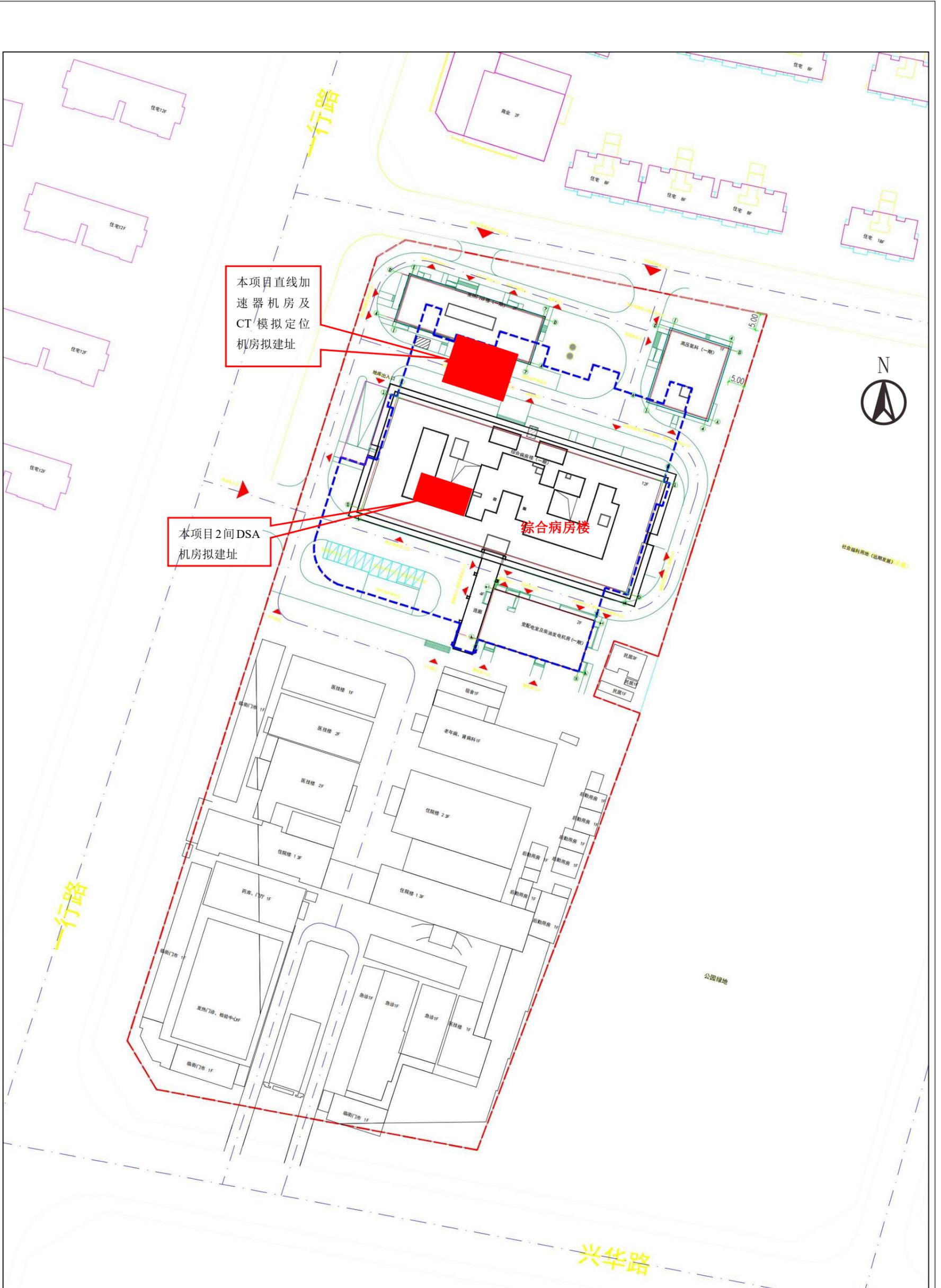
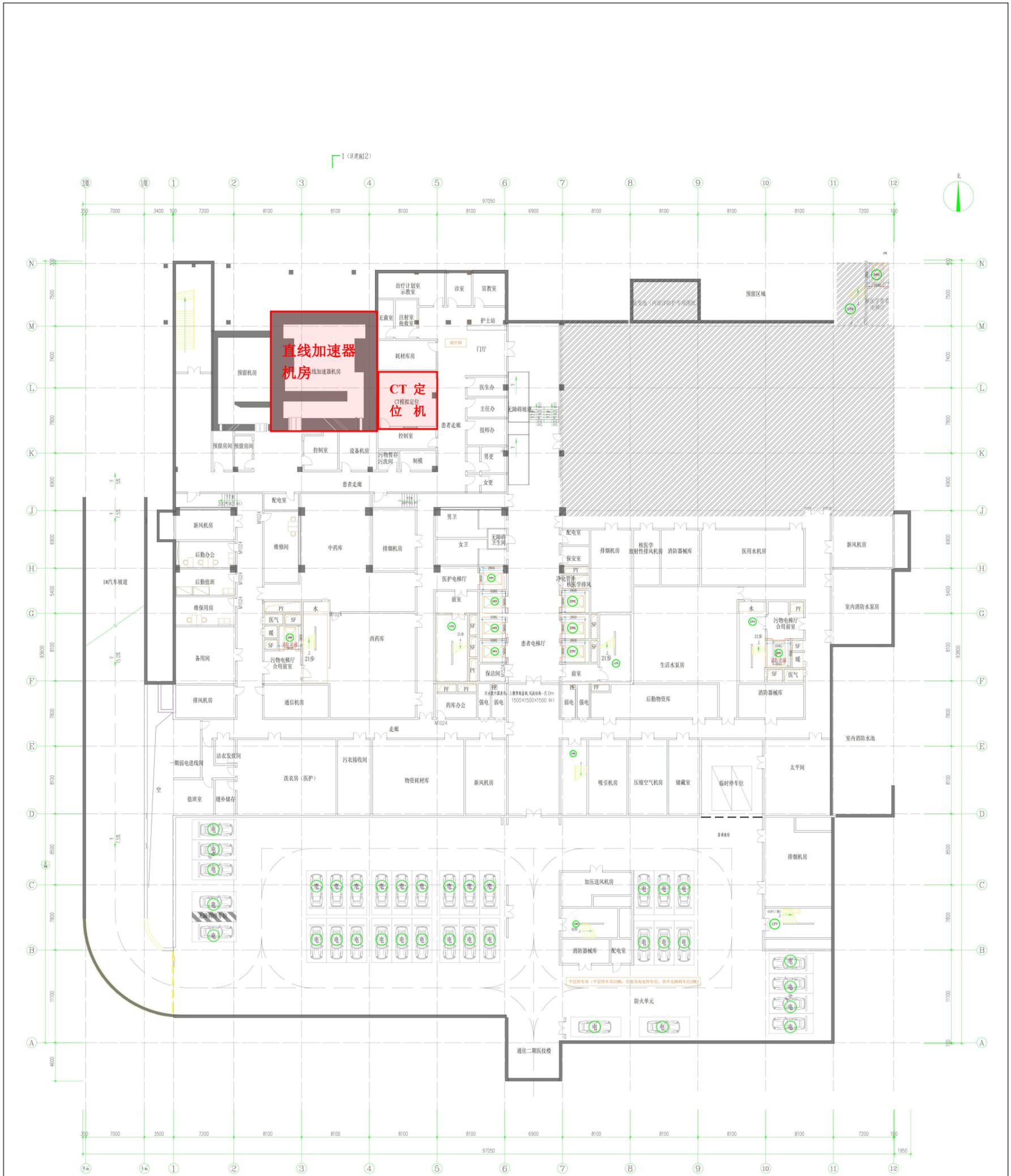


图 1.2 医院院区平面布置图



: 直线加速器机房及 CT 模拟定位机房区域

图 1.3 综合病房楼地下一层平面布置图



注：

 蓝色虚线框内为地下一层区域

图 1.5 综合病房楼地上一层平面布置图

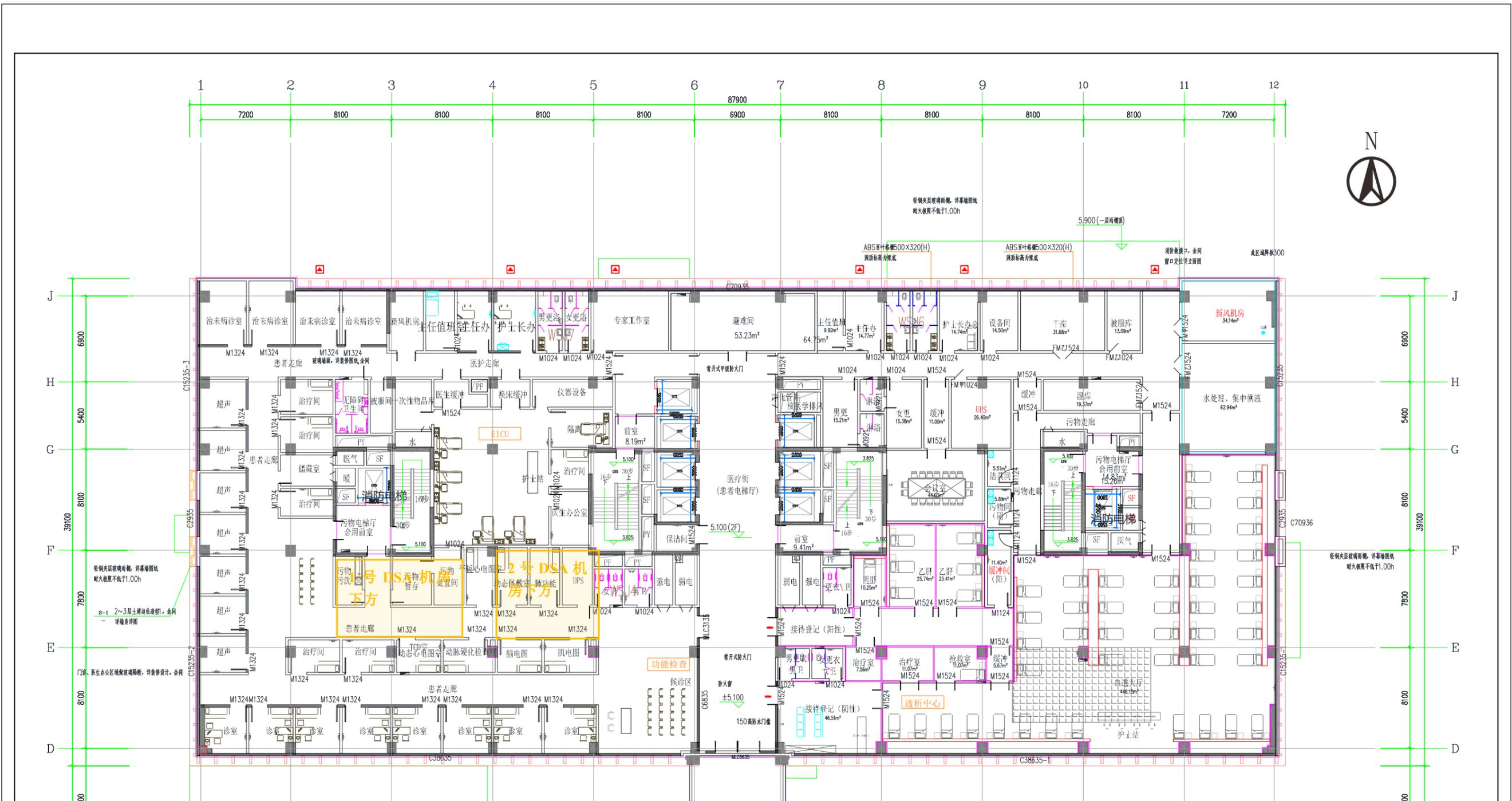


图 1.6 综合病房楼地上二层平面布置图

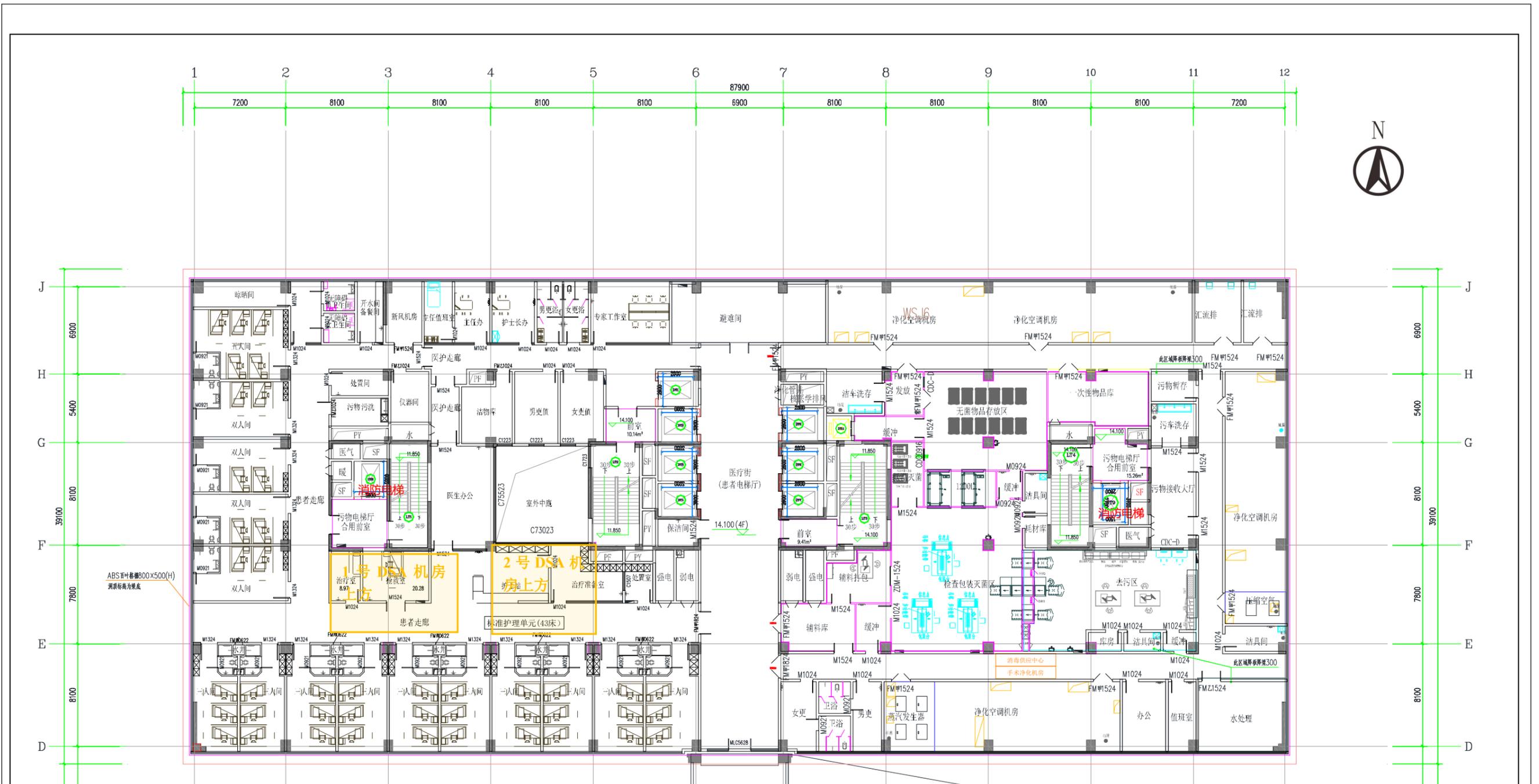


图 1.7 综合病房楼地上四层平面布置图

表 1.2 本项目各机房周围环境情况一览表

机房名称	东侧	南侧	西侧	北侧	上方	下方
直线加速器 机房	无菌室、耗材库 房、CT 模拟定位 机房	控制室、设 备机房、候 诊区域	土层、预留 机房	土层	院内道路、 发热门诊 楼一楼	土层
CT 模拟定位 机房	患者走廊	控制室	直线加速 器机房	耗材 库房	院内道路	土层
1 号 DSA 机房	控制室	洁净走廊	污洗间、洁 具间	污物 走廊	治疗室、抢 救室、患者 走廊	EICU 区域： 污物污洗间、 污物暂存间、 污物处置间、 患者走廊
2 号 DSA 机房	卫生间	洁净走廊、 缓冲间	污物走廊、 控制室	室外 平台	治疗准备 室、患者走 廊、护士站	EICU 区域： 动态佩戴室、 肺功能室、 UPS 室、患者 走廊

1.6 项目选址合理性分析

本项目直线加速器和 CT 模拟定位机位于医院内部拟建综合病房楼地下一层西北侧，其位置属于多层建筑物底层的一端，周围避开了儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，相对远离了周围公众人员，符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中关于放射治疗场所选址的相关要求。

本项目 2 间 DSA 机房均位于医院内部拟建综合病房楼地上三层西南侧，周边无明显辐射环境制约因素。

综上所述，本项目选址充分考虑了公众及周围场所的防护和安全，合理可行。

1.7 产业政策符合性

本项目使用的直线加速器、CT 模拟定位机以及 DSA 属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中第一类鼓励类，第十三项“医药”中第 4 款“高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设

备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用”中的“高端放射治疗设备”及“高性能医学影像设备”，符合国家产业政策。

1.8 实践正当性

按照《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”要求，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其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时，该实践才是正当的。本项目的建设对保障健康、拯救生命起着十分重要的作用。项目营运以后为病人提供一个优越的诊疗环境，具有明显的社会效益，同时将提高医院档次及服务水平，吸引更多的就诊人员，在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。

因此，本项目的实施对受照个人和社会所带来的利益远大于其引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

1.9 本项目预期运行情况

1.9.1 直线加速器

根据建设单位提供的资料：本项目直线加速器正常运行后，预计每周治疗 150 人次，每年工作 50 周。每次 X 射线治疗的出束时间与射线束能量、中心剂量率有关，平均出束时间为 5min/人次，周出束时间约 12.5h，年出束时间约 625h。

工作人员在治疗间歇需进入机房为患者摆位，平均摆位时间约 3min/人次，年摆位时间约 500h。

1.9.2 CT 模拟定位机

根据建设单位提供的资料：本项目 CT 模拟定位机正常运行后，预计最大工作量为每周定位 30 人次，单人次最大受照射时间约 1min，每年工作 50 周，年出束时间约 25h。

1.9.3 DSA

根据建设单位提供的信息，本项目 DSA 正常运行后，预计最大工作量为每周 20 台介入手术，每年工作 50 周，由两台 DSA 共同分担所有介入手术，单台手术摄影模式出束时间约 2min，透视模式出束时间约 10min。平均每台 DSA 摄影模式年出束时间约 16.7h，透视模式出束时间约 83.3h。

1.10 原有核技术利用项目许可及管理情况

1.10.1 辐射安全许可情况

医院现持有濮阳市生态环境局核发的辐射安全许可证，证号为豫环辐证[10353]，批准种类和范围：使用II类、III类射线装置。有效期至2028年12月03日。现有核技术利用项目情况一览表见下表1.3。

表 1.3 现有核技术应用项目环保手续履行情况一览表

序号	名称	型号	类别	环保手续履行情况
1	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	Optima CT 680 Expert	III 类	豫环辐表 (2006) 109 号， 以评代验
2	X 射线摄影装置	GDX-HAWK	III 类	
3	医学影像用 CT 机	Emotion-16	III 类	
4	血管造影用 X 射线装置	Allura Xper FD20	II 类	环评：豫环审 (2017) 185 号 验收：2019 年 12 月完成自主验收
5	直线加速器	XHA600E	II 类	环评：濮环审 (2021) 58 号 验收：2024 年 9 月完成自主验收

1.10.2 辐射安全管理现状

医院已成立辐射安全与放射防护管理领导小组，且已制定了一系列辐射防护管理制度。辐射工作人员已进行辐射安全与防护培训，个人剂量监测工作已委托有资质的单位进行，辐射工作人员工作过程中均按规定佩戴有个人剂量计，按照标准要求进行定期检测，并建立有个人剂量档案。医院每年均委托有资质的检测机构对全院的辐射工作场所进行辐射检测，2024 年度评估报告已报送当地生态环境主管部门备案。

医院现有核技术利用项目环保手续齐全，运行正常，未发生过辐射安全事故。后续医院应在辐射安全和防护制度建立、落实等方面加强管理。

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	使用场所名称	贮存方式与地点	备注
本项目不涉及放射源								

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
本项目不涉及非密封放射性物质										

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
1	直线加速器	II类	1	未定	电子	X 射线：10MV 电子线：12MeV	最大 X 射线剂量率： 360Gy/h； 最大电子线剂量率：600Gy/h	放射 治疗	综合病房楼地下 一层西北侧直线 加速器机房	拟购

(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	CT 模拟 定位机	III类	1	未定	140	1000	放射治疗 模拟定位	综合病房楼地下一层西北侧 CT 模拟定位机房	拟购
2	DSA	II类	2	未定	125	1250	介入诊断/ 辅助治疗	综合病房楼地上三层西南侧 1 号、2 号 DSA 机房	拟购

(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 (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	
本项目不涉及													

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	/	/	/	/	/	不暂存	通过动力排风装置直接排入大气环境中
加速器废靶件	固态	/	/	/	/	/	不暂存	由生产厂家回收处置
废旧的 X 射线管	固态	/	/	/	/	/	不暂存	设备厂家回收处置
介入手术过程中产生的一次性注射器、棉球、纱布、介入导管、导丝、针头等医疗固废	固态	/	/	/	/	/	暂存于医院医疗废物暂存点内	定期委托危废资质单位安全处置
工作人员刷手、工作场所清洗等产生的生活废水	液态	/	/	/	/	/	由管道收集，汇入医院污水处理系统进行暂存	统一汇入市政污水管网

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

2.含有放射性的废弃物要注明，其排放浓度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

法 规 文 件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，1989 年 12 月 26 日第七届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议通过，2014 年 4 月 24 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订，2015 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 6 月 28 日第十届全国人民代表大会常务委员会第三次会议通过；2003 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2002 年 10 月 28 日第九届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议通过，根据 2018 年 12 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议《关于修改〈中华人民共和国劳动法〉等七部法律的决定》第二次修正；2018 年 12 月 29 日起施行；</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，中华人民共和国国务院令 449 号，2005 年 12 月 1 日起施行，根据《国务院关于修改部分行政法规的决定》（2019 年 3 月 2 日，中华人民共和国国务院令 709 号）修订；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》，中华人民共和国国务院令 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(6) 《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 31 号公布，2021 年 1 月 4 日发布的《生态环境部关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定》第四次修订，2021 年 1 月 4 日起施行；</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），中华人民共和国生态环境部令 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部第 18 号令，2011 年 5 月 1 日起施行；</p> <p>(9) 《关于发布<射线装置分类>的公告》，环境保护部及国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 6 日起施行；</p> <p>(10) 《河南省辐射污染防治条例》，2015 年 11 月河南省第十二届人民代表大会常务委员会第十七次会议通过，2016 年 3 月 1 日起施行；</p> <p>(11) 《关于明确技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告 2019 年第 57 号，2020 年 1 月 1 日施行。</p>
------------------	---

<p>技 术 标 准</p>	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)； (2) 《辐射环境保护管理导则—核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016)； (3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)； (4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)； (5) 《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021)； (6) 《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020)； (7) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)； (8) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)； (9) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第1部分：一般原则》(GBZ/T 201.1-2007)； (10) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第2部分：电子直线加速器放射治疗机房》(GBZ/T 201.2-2011)。</p>
<p>其 他</p>	<p>(1) 本项目委托书； (2) 医院提供图纸及相关资料； (3) 本项目拟建址辐射环境现状检测报告； (4) 《医用外照射源的辐射防护》；国际放射防护委员会第33号出版物； (5) 《辐射防护手册》；第一、三分册；原子能出版社；李德平、潘自强主编； (6) 《医用电子直线加速器使用场所监督检查技术程序》(2020年修订版，文件编号 NNSA HQ-08-JD-IP-033)； (7) 《数字减影血管造影 X 射线装置 (DSA) 监督检查技术程序》(2020年修订版，文件编号 NNSA HQ-08-JD-IP-035)； (8) 《III类医用射线装置监督检查技术程序》(2020年修订版，文件编号 NNSA HQ-08-JD-IP-036)；</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

依据《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)中“7.核技术利用建设项目环境影响报告书的内容和格式,第一章,1.5 评价范围和保护目标”中要求:“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”,但在“8.核技术利用建设项目环境影响报告表的内容和格式”中并无明确要求。本项目主要是电离辐射对周围环境的影响,考虑到该项目的实际情况,参考报告书的要求确定评价范围为评价机房屏蔽体外 50m 范围。本项目直线加速器及 CT 模拟定位机房位于拟建综合病房楼地下一层西北侧,2 间 DSA 机房位于拟建综合病房楼地上三层西南侧,各机房周边 50m 范围环境概况见下表 7.1,周围环境关系及评价范围示意图见图 7.1。

表 7.1 本项目机房周围 50m 范围内环境概况

机房名称	东侧 50m 范围	南侧 50m 范围	西侧 50m 范围	北侧 50m 范围	上方 50m 范围	下方 50m 范围
直线加速器 机房、CT 模 拟定位机房	综合病房 楼地下一 层内部	综合病房楼地 下一层内部	综合病房楼 内部、院外 道路	土层	院内道路、 发热门诊楼	土层
1 号 DSA 机 房、2 号 DSA 机房	综合病房 楼地上三 层内部	综合病房楼地 上三层内部、 悬空	综合病房楼 地上三层内 部、悬空	综合病房楼 地上三层内 部、悬空	综合病房楼 地上四层至 十二层	综合病房 楼地下一 层至地上 二层

7.2 保护目标

本项目的环境保护目标主要为从事本项目辐射工作的职业人员以及在本项目机房周围停留的公众人员。项目南侧和东侧 50m 范围内均为医院内部,北侧和西侧 50m 超出医院院区边界,院区外北侧、西侧均邻道路。

主要保护目标情况见下表 7.2。

表 7.2 本项目 50m 评价范围内主要环境保护目标一览表

保护目标	方位	相对距离	场所	主要环境保护目标	人口规模	年剂量管理约束值
直线加速器机房、CT 模拟定位机房						
职业人员	直线加速器机房南侧	0~4.7m	控制室	设备操作技师	2 人	≤5mSv
	CT 模拟定位机房南侧	0~2.5m	控制室	设备操作技师	2 人	
公众	东侧	0~16m	放疗科耗材库房、无菌室、注射室(抢救室)、治疗计划室(示教室)、医生办、主任办、走廊、门厅等区域	放疗科医师、护士、物理师等工作人员	约 10 人	≤0.1mSv
	南侧	0~4.7m	设备机房	设备维修人员	约 2 人	
		2.5~5.2m	污物暂存污洗间、制模间、走廊	保洁等工作人员	约 2 人	
		5.2~7.6m	患者走廊	患者、陪同家属等	流动人员	
	西侧	7~11m	楼梯间	患者、陪同家属等	流动人员	
	上方	1~2m	院内道路、发热门诊	医务人员、患者、陪同家属等	流动人员	
DSA 机房						
职业人员	/	0.5~1m*	DSA 机房内部	医师	12 人	≤5mSv
	1 号 DSA 机房东侧	0~4.4m	控制室	设备操作技师、护士等	2 人	
	2 号 DSA 机房西侧	0~4.4m	控制室	设备操作技师、护士等	2 人	
公众	东侧	0~4.6m	卫生间	医务人员、患者、陪同家属等	流动人员	≤0.1mSv
		17~20mm	手术中心护士站	手术中心护士	约 10 人	
	南侧	0~7.5m	走廊、无菌库、器械库、铅衣存放间	医务人员	约 10 人	

			等综合病房楼内部区域		
	北侧	0~23m	污物走廊、室外平台及办公室等综合病房楼内部区域	医务人员、患者、陪同家属等	流动人员
	上方	0~40m	综合病房楼地上四层至十二层	医务人员、患者、陪同家属等	流动人员
	下方	0~16m	综合病房楼地下一层至地上二层	医务人员、患者、陪同家属等	流动人员
*0.5~1m 为介入手术医护人员相对辐射源点的距离					

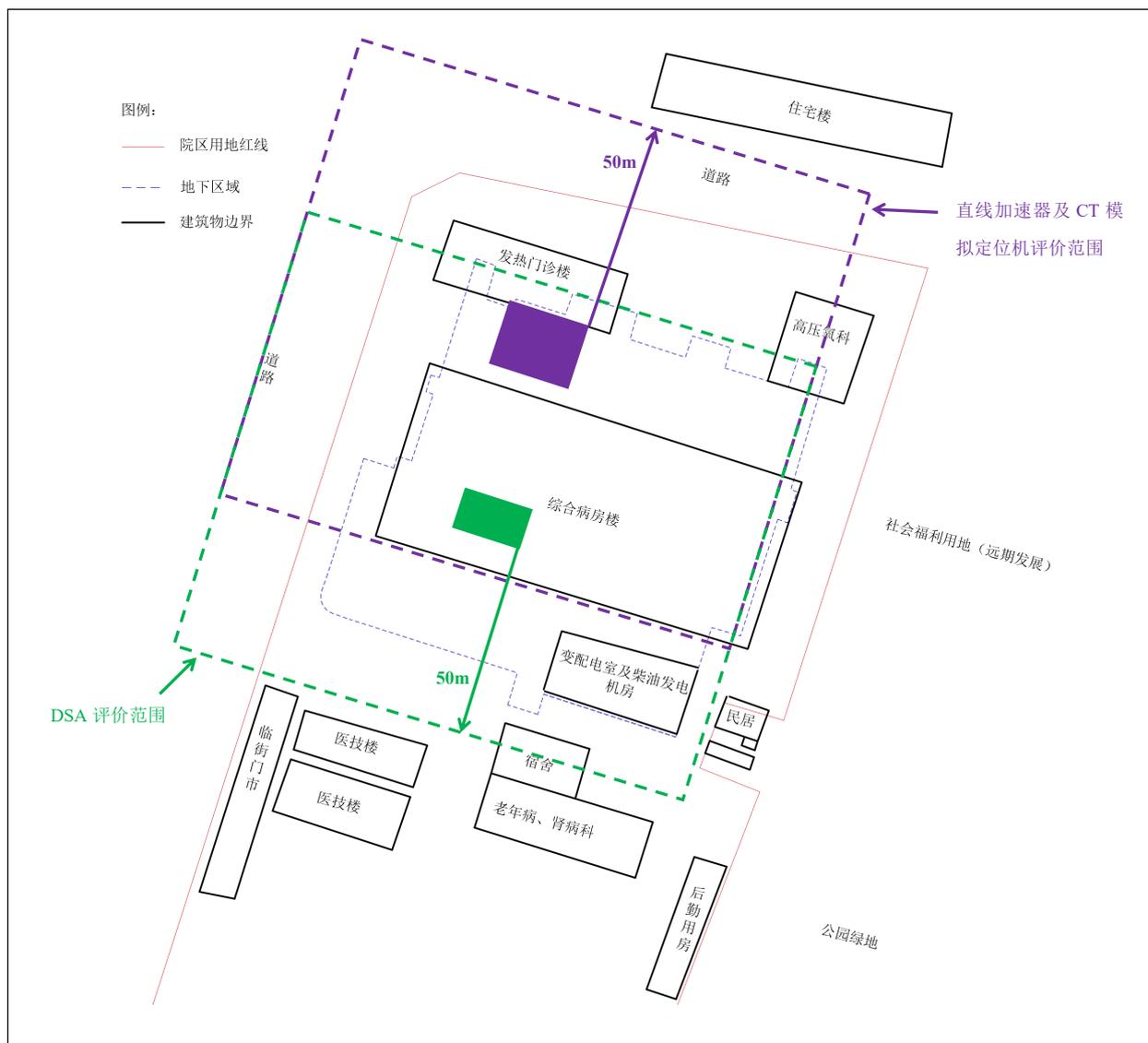


图 7.1 本项目评价范围示意图

7.3 评价标准

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)

本次环评主要引用以下条款：

B1.1.1 职业照射剂量限值

应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

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。

B1.2.1 公众照射剂量限值

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。

(2) 《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)

本次环评引用以下条款：

4 一般要求

4.8 辐射工作人员和公众成员的辐射照射应符合 GB18871-2002 中剂量限值相关规定。

4.9 从事放射治疗的工作人员职业照射和公众照射的剂量约束值应符合以下要求：

a) 一般情况下，从事放射治疗的工作人员职业照射的剂量约束值为 5mSv/a。

b) 公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。

5 选址、布局与分区要求

5.1 选址与布局

5.1.1 放射治疗场所的选址应充分考虑其对周边环境的辐射影响，不得设置在民居、写字楼和商住两用的建筑物内。

5.1.2 放射治疗场所宜单独选址、集中建设，或设置在多层建筑物的底层的一端，尽量避开儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，或人员流动性大的商业活动区域。

5.2 分区原则

5.2.1 放射治疗场所应划分控制区和监督区。一般情况下，控制区包括加速器大厅、

治疗室（含迷路）等场所，如质子/重离子加速器大厅、束流输运通道和治疗室，直线加速器机房、含源装置的治疗室、放射性废物暂存区域等。开展术中放射治疗时，术中放射治疗室应确定为临时控制区。

5.2.2 与控制区相邻的、不需要采取专门防护手段和安全制措施，但需要经常对职业照射条作进行监督和评价的区域划定为监督区（如直线加速器治疗室相邻的控制室及与机房相邻区域等）。

6 放射治疗场所辐射安全与防护要求

6.1 屏蔽要求

6.1.1 放射治疗室屏蔽设计应按照额定最大能量、最大剂量率、最大工作负荷、最大照射野等条件和参数进行计算，同时应充分考虑所有初、次级辐射对治疗室邻近场所中驻留人员的照射。

6.1.2 放射治疗室屏蔽材料的选择应考虑其结构性能、防护性能，符合最优化要求。使用中子源放射治疗设备、质子/重离子加速器或大于 10MV 的 X 射线放射治疗设备，须考虑中子屏蔽。

6.1.3 管线穿越屏蔽体时应采取不影响其屏蔽效果的方式，并进行屏蔽补偿。应充分考虑防护门与墙的搭接，确保满足屏蔽体外的辐射防护要求。

6.1.4 剂量控制应符合以下要求：

a) 治疗室墙和入口门外表面 30cm 处、邻近治疗室的关注点、治疗室房顶外的地面附近和楼层及在治疗室上方已建、拟建二层建筑物或在治疗室旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点治疗室房顶内表面边缘所张立体角区域时，距治疗室顶外表面 30cm 处和在该立体角区域内的高层建筑人员驻留处的周围剂量当量率应同时满足下列 1) 和 2) 所确定的剂量率参考控制水平：

1) 使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子（可依照附录 A 选取），由以下周剂量参考控制水平（ \dot{H}_c ）求得关注点的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）：

机房外辐射工作人员： $\dot{H}_c \leq 100\mu\text{Sv/周}$ ；

机房外非辐射工作人员： $\dot{H}_c \leq 5\mu\text{Sv/周}$ 。

2) 按照关注点人员居留因子的不同，分别确定关注点的最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）：

人员居留因子 $T > 1/2$ 的场所: $\dot{H}_{c, \max} \leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$;

人员居留因子 $T \leq 1/2$ 的场所: $\dot{H}_{c, \max} \leq 10 \mu\text{Sv/h}$ 。

b) 穿出机房顶的辐射对偶然到达机房顶外的人员的照射, 以年剂量 $250 \mu\text{Sv}$ 加以控制。

c) 对不需要人员到达并只有借助工具才能进入的机房顶, 机房顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平可按 $100 \mu\text{Sv/h}$ 加以控制 (可在相应位置处设置辐射告示牌)。

6.2 安全防护设施和措施要求

6.2.1 放射治疗工作场所, 应当设置明显的电离辐射警告标志和工作状态指示灯等:

a) 放射治疗工作场所的入口处应设置电离辐射警告标志, 贮源容器外表面应设置电离辐射标志和中文警示说明;

b) 放射治疗工作场所控制区进出口及其他适当位置应设电离辐射警告标志和工作状态指示灯;

c) 控制室应设有在实施治疗过程中能观察患者状态、治疗室和迷道区域情况的视频装置, 并设置双向交流对讲系统。

6.2.2 质子/重离子加速器大厅和治疗室内、含放射源的放射治疗室、医用电子直线加速器治疗室 (一般在迷道的内入口处) 应设置固定式辐射剂量监测仪并应有异常情况下报警功能, 其显示单元设置在控制室内或机房门附近。

6.2.3 放射治疗相关的辐射工作场所, 应设置防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全联锁措施:

a) 放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置门—机/源联锁装置, 防护门未完全关闭时不能出束/出源照射, 出束/出源状态下开门停止出束或放射源回到治疗设备的安全位置。含放射源的治疗设备应设有断电自动回源措施;

b) 放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置室内紧急开门装置, 防护门应设置防夹伤功能;

c) 应在放射治疗设备的控制室/台、治疗室迷道出入口及防护门内侧、治疗室四周墙壁、质子/重离子加速器大厅和束流运输通道内设置急停按钮: 急停按钮应有醒目标识及文字显示能让在上述区域内的人员从各个方向均能观察到且便于触发;

8 放射性废物管理要求

8.2 固体废物管理要求

8.2.2 其他固体废物管理要求

8.2.2.1 质子/重离子加速器、直线加速器等治疗装置在调试及运行过程中，如活化后的回旋加速器、准直器、束流阻止器及加速器靶等组成部件，在更换或退役时，应作为放射性固体废物处理，拆卸后先放进屏蔽容器或固体废物暂存间衰变暂存，最终送交有资质的单位收贮。

8.4 气态废物管理要求

8.4.1 放射治疗室内应设置强制排风系统，采取全排全送的通风方式，换气次数不少于4次/h，排气口位置不得设置在有门、窗或人流较大的过道等位置。

9 辐射监测要求

9.2 放射治疗工作场所监测

9.2.1 应根据使用放射治疗设备种类、能量和使用方式配备相应的辐射监测设备，对辐射工作场所的辐射水平（X- γ 辐射周围剂量当量率、中子辐射周围剂量当量率等）进行监测。

9.2.2 应对放射治疗工作场所机房四周屏蔽墙外30cm处、顶棚、操作位、观察窗、防护门，以及其他关注处点开展X- γ 辐射周围剂量当量率监测；中子源治疗装置、质子/重离子加速器治疗装置、大于10MV的X射线放射治疗设备还应对前述位置开展中子剂量当量率监测。

9.2.3 放射治疗设备安装调试阶段，应在最大工况下，由辐射工作人员进行全面的辐射监测，评估辐射安全状况，确保辐射水平达标。

9.3 环境监测

9.3.1 开展放射治疗相关活动的机构应自行或委托有能力的监测机构对工作场所运行工况下周围环境的辐射水平进行监测，监测频次应不少于1次/年。

9.4 个人剂量监测

9.4.1 放射治疗工作场所的工作人员应佩戴个人剂量计，对个人外照射剂量进行监测。同时应根据射线类型选择合适的个人剂量计。临时工作人员、实习人员应纳入个人剂量监测范围。

9.4.2 个人剂量档案应妥善保存，监测数据异常时，应及时查明原因并报告生态环境主管部门。

(3) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）

本次环评主要引用以下条款：

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。

6.1.3 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下表的规定。

表 2 X 射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度的要求

设备类型	机房内最小有效使用面积 m ²	机房内最小单边长度 m
CT 机（不含头颅移动 CT）	30	4.5
单管头 X 射线设备 （含 C 形臂）	20	3.5

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下表的规定。

表 3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

设备类型	有用线束方向铅当量 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
CT 机房（不含头颅移动 CT）	2.5	2.5
C 形臂 X 射线设备机房	2.0	2.0

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足上表的要求。

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

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

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

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。

6.5.1 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于下表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。

表 4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检测类型	工作人员		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射学操作	铅橡胶围裙 铅橡胶颈套 铅防护眼镜 介入防护手套 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	不做要求

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；介入防护手套的铅当量应不小于 0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品的铅当量应不小于 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。

(4) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）

本次环评主要引用以下条款：

4.3.1 常规监测周期应综合考虑放射工作人员的性质、所受剂量大小、剂量变化程度及剂量计的性能等诸多因素。常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月。

5.3.2 对于介入放射学、核医学放射药物分装与注射等全身受照不均匀的工作情况，应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计。

5.3.3 对于 5.3.2 所述工作情况，建议采用双剂量计监测方法（在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计），且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计（如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计等）。

8.2.1 个人剂量档案除了包括放射工作人员平时正常工作期间的个人剂量记录外，还包括其在异常情况（事故或应急）下受到的过量照射记录。

8.2.2 职业照射个人剂量档案终生保存。

（5）医院设置的剂量率控制水平

依据国家标准要求，结合实际工作情况，医院制定了人员辐射剂量管理目标值及 DSA 机房周围剂量当量率控制水平，具体内容如下：

- ①工作人员年剂量管理目标值为 5mSv/a，公众人员年剂量管理目标值为 0.1mSv/a。
- ②直线加速器机房屏蔽体外周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h。
- ③CT 模拟定位机房屏蔽体外周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h。
- ④DSA 透视及摄影模式下机房屏蔽体外周围剂量当量率均不大于 2.5 μ Sv/h。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 拟建址现状

本项目位于医院院区北侧扩建综合病房楼地下一层及地上三层，院区地理位置示意图及平面布置图见图1.1、图1.2，地下一层及地上三层平面布置图见图1.3、图1.4。目前综合病房楼未建设完成，本项目拟建址现场勘察照片详见图8.1。

	
<p>直线加速器及 CT 模拟定位机房拟建址</p>	<p>直线加速器及 CT 模拟定位机房拟建址东侧</p>
	
<p>直线加速器及 CT 模拟定位机房拟建址南侧</p>	<p>直线加速器及 CT 模拟定位机房拟建址西侧</p>
	
<p>直线加速器及 CT 模拟定位机房拟建址北侧</p>	<p>DSA 拟建址</p>



院区外西侧道路



工程师现场勘察照片

图 8.1 本项目拟建址及其周围环境现场勘察照片

8.2 辐射环境现状监测

为了解本项目拟建址辐射环境现状，医院委托河南鑫安利职业健康科技有限公司对本项目拟建址进行了辐射环境监测。监测方法及仪器见表8.1、表8.2。

8.2.1 监测时间及气象条件

时间：2024年10月12日；天气：多云；温度：19℃；湿度：61%RH。

时间：2024年12月01日；天气：晴；温度：15℃；湿度：72%RH。

8.2.2 监测方法及仪器

表 8.1 监测方法

监测项目	监测标准	标准编号	备注
环境 γ 辐射剂量率	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》	HJ 1157-2021	/

表 8.2 监测仪器

仪器名称	仪器型号	测量范围	检定证书	
			证书编号	有效期至
环境监测用 X、 γ 辐射空气比释动能率仪	RJ32-3202 (H)	1nGy/h~150 μ Gy/h	2024H21-20-5408729001	2025年08月05日

8.2.3 监测质量保证及控制

- (1) 合理布设检测点位，检测方法按照国家有关规定规范执行。
- (2) 每次测量前后均检查仪器的工作状态是否正常。
- (3) 检测仪器经计量部门检定合格，确保在证书有效期内使用。
- (4) 检测人员均通过相关的检测培训考核，并持证上岗。

(5) 现场检测记录及数据分析结果均经过严格的三级审核。

8.2.4 检测点位布置示意图及检测结果

本次检测点位布设示意图见图8.2。

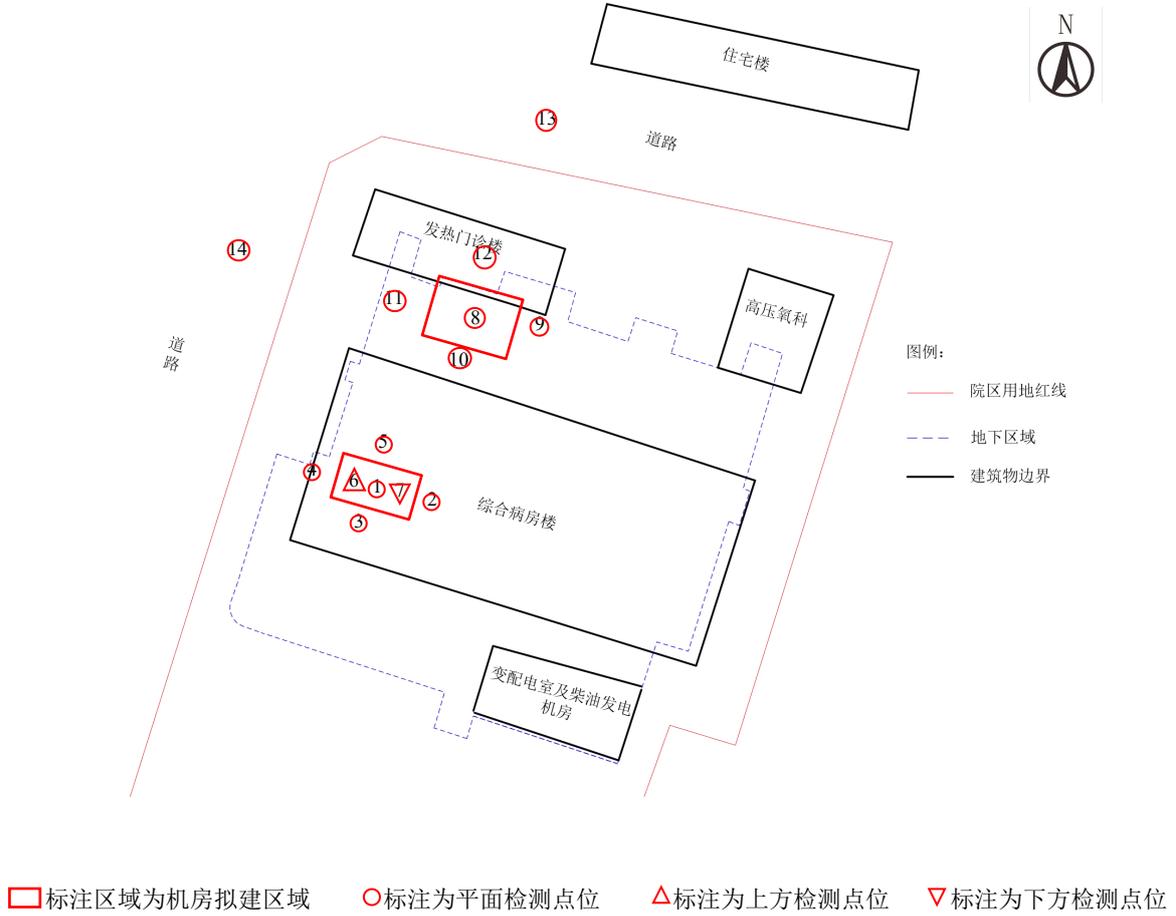


图8.2 拟建址检测点位示意图

表 8.3 环境 X-γ 辐射剂量率检测结果

序号	检测点位	环境γ辐射剂量率 (nGy/h)		
		结果	标准差	环境介质
1	DSA 拟建址中心	105	3	水泥地
2	DSA 拟建址东侧	126	2	水泥地
3	DSA 拟建址南侧	132	2	水泥地
4	DSA 拟建址西侧	131	2	水泥地
5	DSA 拟建址北侧	130	1	水泥地
6	DSA 拟建址上方	135	3	水泥地
7	DSA 拟建址下方	133	3	水泥地
8	直线加速器及 CT 模拟定位机拟建址中心	128	3	土地
9	直线加速器及 CT 模拟定位机拟建址东侧	113	2	土地

10	直线加速器及 CT 模拟定位机拟建址南侧	112	3	土地
11	直线加速器及 CT 模拟定位机拟建址西侧	109	3	土地
12	直线加速器及 CT 模拟定位机拟建址北侧	126	2	土地
13	院区北侧住宅楼南（距直线加速器及 CT 模拟定位机拟建址北侧约 50m 处）	130	3	水泥地
14	院区西侧道路（距直线加速器及 CT 模拟定位机拟建址西侧约 50m 处）	131	1	水泥地
注：上述结果已扣除宇宙射线响应值（即 11nGy/h），建筑物对宇宙射线带电粒子和光子的屏蔽因子，楼房取值为 0.8，道路取值为 1。				

8.2.5 检测结果分析

经检测，本项目拟建址区域环境 γ 辐射剂量率范围在105~135nGy/h。拟建址与院区北侧及西侧50m处的环境 γ 辐射剂量率相差不大，各监测点位均无辐射异常。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程分析

9.1.1 直线加速器工作原理与工作流程

9.1.1.1 工作原理及设备组成

医用电子直线加速器主要由电子注入系统、加速系统、引出系统、靶和 X 射线准直装置组成。电子注入系统由电子发射器和一个小型电场加速系统组成，电子从电子发射器中射入加速系统所在空间，经电场加速后从喷嘴出来，进入加速系统。

加速系统是一个相对密闭的金属管空间，可将加速器微波系统产生的高频微波约束在内部，减少能量的损失和对外部的影响。进入加速系统后，电子束在微波电磁场的作用下，不断得到加速，理论上每秒钟加速次数和微波频率相等。随着电子被不断加速，其能量也逐步提高。加速后的电子从加速管尾端射出，经偏转磁铁改变电子束的出射方向（一般偏转 90° 或 270°），使其调头射向出射口。加速器照射头中放置有一个供电子束撞击的靶，即可产生 X 射线，用于治疗肿瘤。

本项目直线加速器配备 EPID 和 CBCT 等辅助影像设备，可以保证患者体位的精度，以及照射范围内各结构的剂量准确度，提高治愈率，减少放疗副作用；依靠 EPID 和 CBCT，可以追踪肿瘤运动，结合呼吸管理系统，进行肿瘤引导放射治疗。

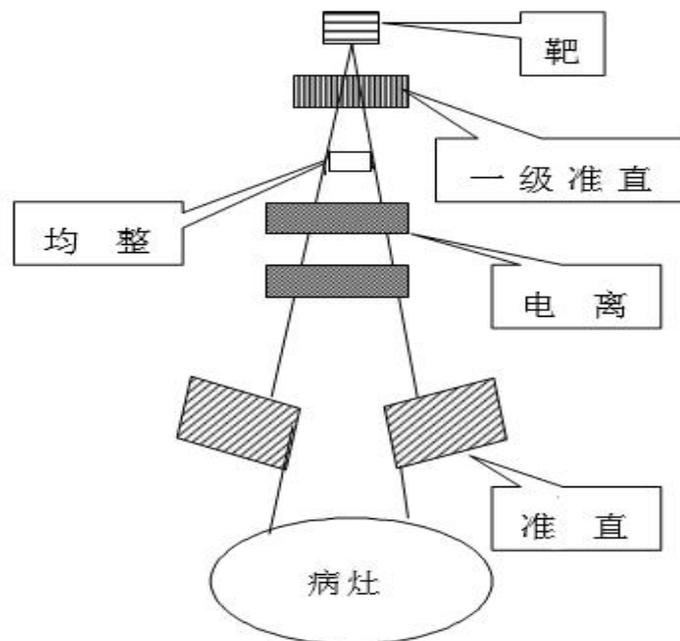


图 9.1 医用电子加速器机头结构示意图

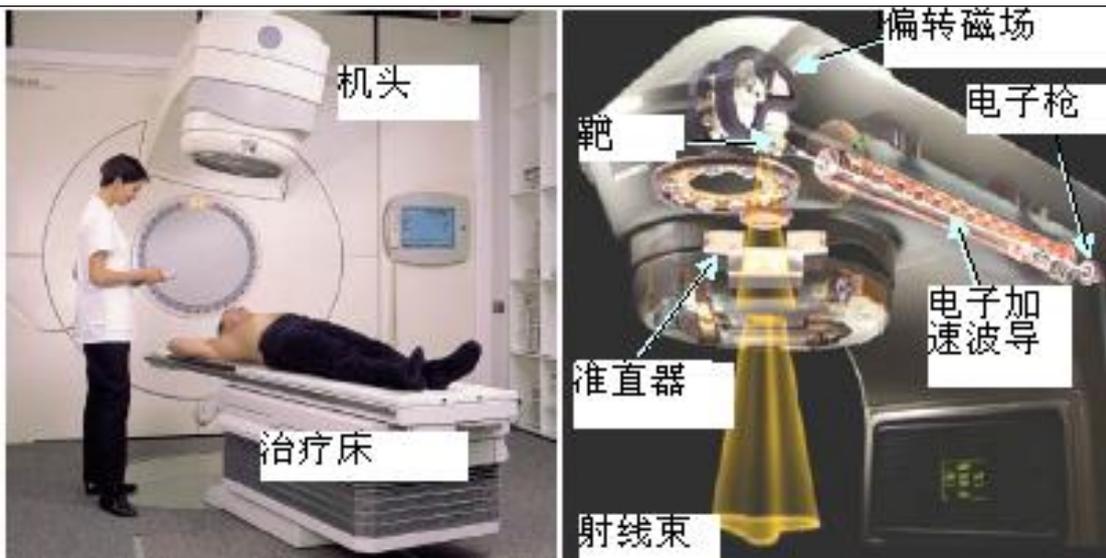


图 9.2 典型医用电子直线加速器结构图

9.1.1.2 工作流程及产污环节

直线加速器放射治疗是利用直线加速器产生的高能 X 射线或电子线进行治疗, 进行治疗前需要采用模拟定位设备对肿瘤位置定位, 确定肿瘤的具体位置和形状。直线加速器放射治疗具体流程如下:

- (1) 需要接受治疗的患者提前预约登记, 以确定治疗时间;
- (2) 预约病人在模拟定位设备上进行治疗定位, 确定肿瘤具体位置和形状;
- (3) 医师利用影像处理系统勾画靶区和正常的组织结构, 计算处方剂量; 医学物理人员根据治疗剂量制定治疗计划, 此过程通常在放疗 TPS 上完成; 治疗计划设计完成后, 由医师对治疗计划进行评估, 如果评估结果不符合要求, 则由物理师进行修改, 直至符合要求, 计划评估主要借助 DVH 和等剂量曲线; 物理师对治疗计划进行验证, 通过实际测量, 评估实际剂量与计划剂量的差异是否符合要求;
- (4) 医技人员引导肿瘤病人进入治疗机房, 依据治疗计划协助患者进行摆位, 调节治疗床位置、高度和机头的扫描角度, 使照射焦点位于肿瘤部位中心;
- (5) 工作人员通过图像引导系统对患者肿瘤的位置进行位置验证, 通过将获得的影像与定位时的影像进行配准, 保证实际的位置与计划的位置没有问题;
- (6) 确定所有安全措施到位后, 技术人员启动加速器进行照射;
- (7) 照射完毕后, 技术人员协助病人离开机房, 为下次照射做准备。

直线加速器放射治疗流程示意图 9.3。

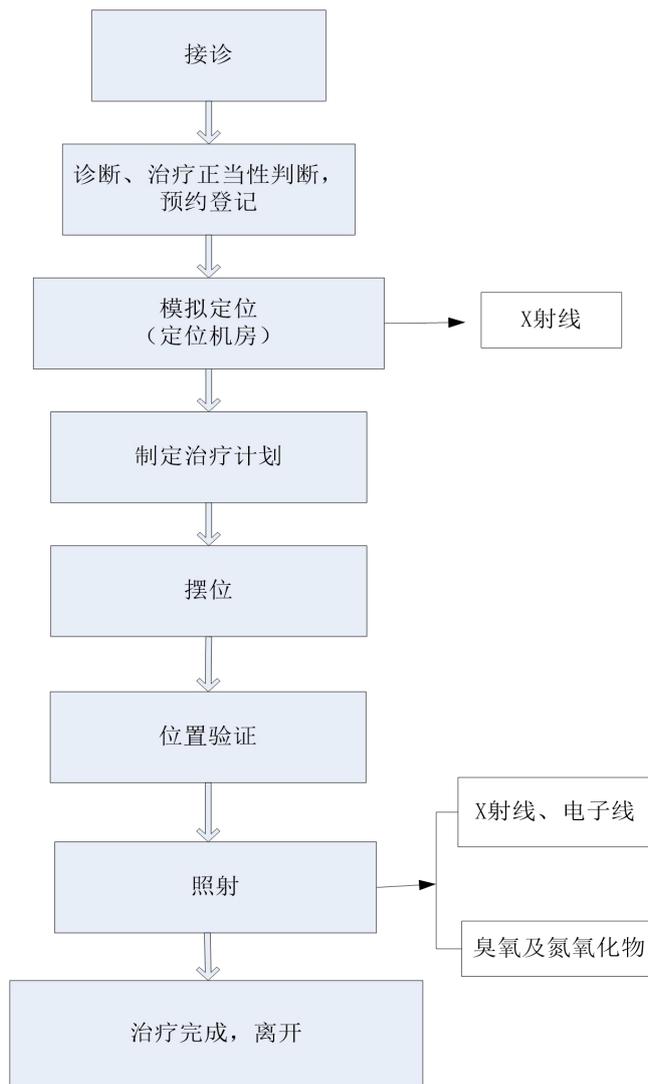


图 9.3 直线加速器放射治疗工作流程及产污示意图

9.1.2 CT 模拟定位机工作原理与工作流程

9.1.2.1 工作原理及设备组成

CT 是计算机 X 射线断层摄影术 (X-ray Computed Tomography) 的简称。主要由 X 线管 and 不同数目的探测器组成, 用来收集信息。它是用较窄的 X 线束环绕身体某一部分进行扫描, 未被组织吸收的 X 射线束穿过人体后由与 X 射线束同步旋转或固定的高灵敏探测器检出。将检出的 X 射线量与发射时的 X 射线量进行比较可得到与组织密度成比例关系的 X 射线衰减值, 经模/数转换器转换成数字, 输入计算机储存和处理, 从而得到该层面各单位容积的 CT 值, 并排列成数字矩阵。数字矩阵经数/模转换器在监视器上转变为由不同灰度点组成的 CT 图像, 即为该层的横断图像。

CT 模拟定位机是以 CT 为基础的模拟定位系统, 其主要由 CT 扫描机、虚拟定位及

计划系统和三维（或四维）移动激光射野模拟系统三部分组成。CT 模拟定位的全过程包括体位确定、固定，建立原始坐标系，图像采集、传输、重建，靶区勾画和确定，射野选择和布置，射野等中心确定和将原始坐标系原点移至等中心等一系列步骤，为调强放射治疗做准备。

常见 CT 模拟定位机外观见图 9.4。



图 9.4 常见 CT 模拟定位机外观图

9.1.2.2 工作流程及产污环节

CT 模拟定位机的工作流程具体如下：

- (1) 患者进行预约登记；
- (2) 工作人员指导患者选择合适的体位，并对体位进行固定，常用的体位固定设备为真空垫、发泡胶、热塑膜和体架；
- (3) 工作人员进入控制室，利用模拟定位设备获取患者的影像信息；
- (4) 定位结束后，患者离开检查室。

CT 模拟定位流程示意图 9.5。

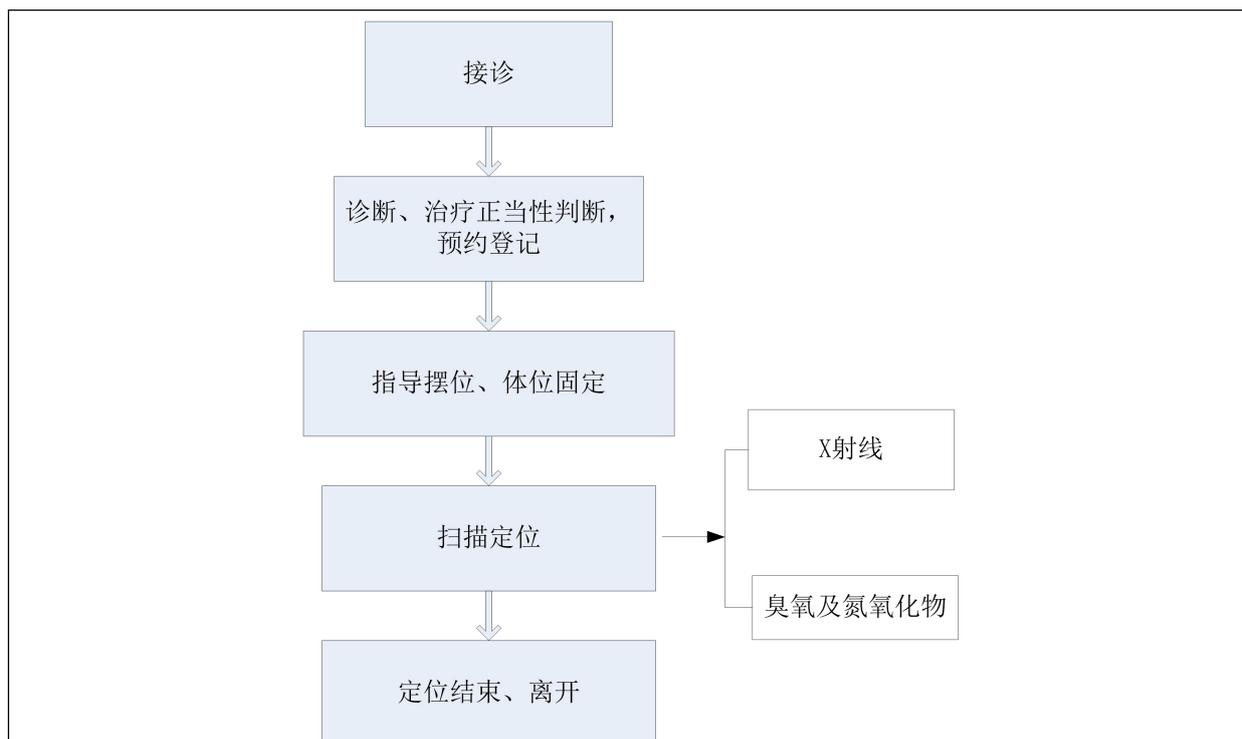


图 9.5 CT 模拟定位工作流程及产污示意图

9.1.3 DSA 工作原理与工作流程

9.1.3.1 工作原理及设备组成

数字减影血管造影（DSA）是计算机与常规血管造影相结合的一种检查方法，是集电视技术、影像增强、数字电子学、计算机技术、图像处理技术多种科技手段于一体的系统。其基本原理是将注入造影剂前后拍摄的两帧 X 线图像经数字化输入图像计算机，通过减影、增强和再成像过程来获得清晰的纯血管影像，具有对比度分辨率高、检查时间短、造影剂用量少、患者 X 线吸收量低等优点，对观察血管病变，血管狭窄的定位测量具有重要作用，为其诊断及介入治疗提供了真实的立体图像，为各种介入治疗提供了必备条件。

DSA 能够完成心血管、脑血管、主动脉、腹部脏器血管、盆腔血管、四肢血管等全身各部位血管的成像，不仅可应用于上述各部位的血管性病变、肿瘤性病变等的诊断检查，而且还可完成全身各部位病变的介入手术，如肝癌的血管栓塞术、肺癌的灌注化疗术等。

DSA 主要由 X 射线发生系统（X 射线球管）、影像接收器和显示系统、影像处理和系统控制部分、机架系统和导管床、影像存储和传输系统、防护屏及防护铅帘等构成。常见 DSA 外观见图 9.6。

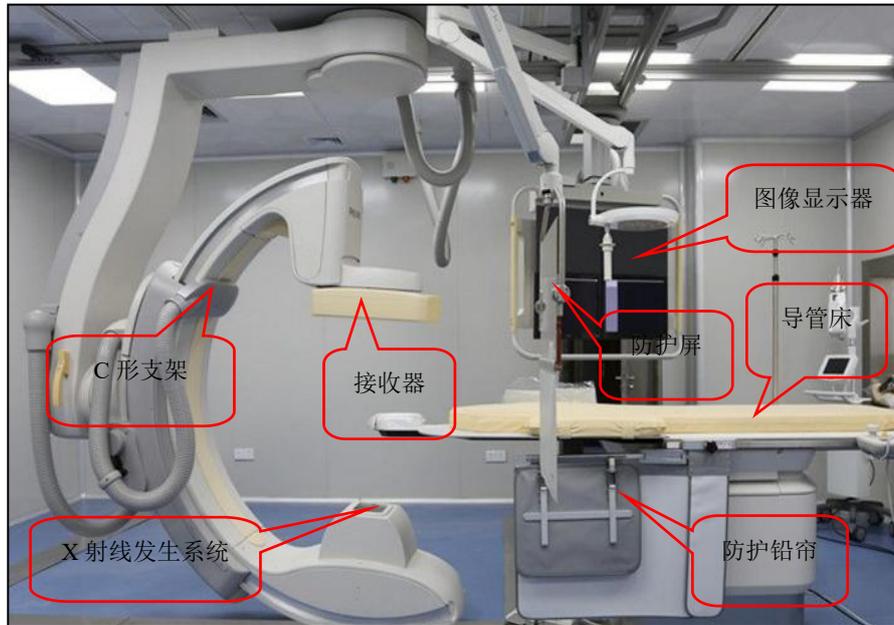


图 9.6 常见 DSA 外观图

9.1.3.3 工作流程及产污环节

(1) 介入手术工作流程

①病人候诊、准备、检查：由主管医生写介入诊疗申请单；介入接诊医师检查是否有介入诊疗的适应症，在排除禁忌症后完善术前检查和预约诊疗时间。

②向病人告知可能受到的辐射危害：介入主管医生向病人或其家属详细介绍介入诊疗的方法、途径、可能出现的并发症、可预期的效果、术中所用的介入材料及其费用等。

③设置参数，病人进入机房、摆位：根据不同手术及检查方案，设置 DSA 系统的相关技术参数，以及其他监护仪器的设定，引导病人进入机房并进行摆位。

④根据不同的治疗方案，医师在手术位完成介入手术或检查，护士辅助手术工作；

⑤治疗完毕关机：手术医师应及时书写手术记录，技师应及时处理图像、刻录光盘或照片；对单纯接受介入造影检查的病人，手术医师应在 24 小时内将诊断报告写出由病人家属取回交病房病历保管。

(2) DSA 工作流程

DSA 具体操作流程为：诊疗时，患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于动脉内，经鞘插入导管，推送导管，在透视模式下将导管送达目标部位，进行介入诊疗。手术结束后，撤出导管，穿刺部位止血包扎。手术过程中可采用摄影模式保留动态图像记录。

DSA 透视及摄影模式的操作方式如下：

①透视模式：进行介入手术治疗时，为更清楚的了解患者情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师位于铅帘后身着铅服、铅眼镜在机房内部病人床旁进行介入手术操作，属于同室操作。

②摄影模式：操作人员采取隔室操作的方式（即技师在操作间内对患者进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况。

DSA 介入诊疗工作流程及产污示意图见下图 9.7。

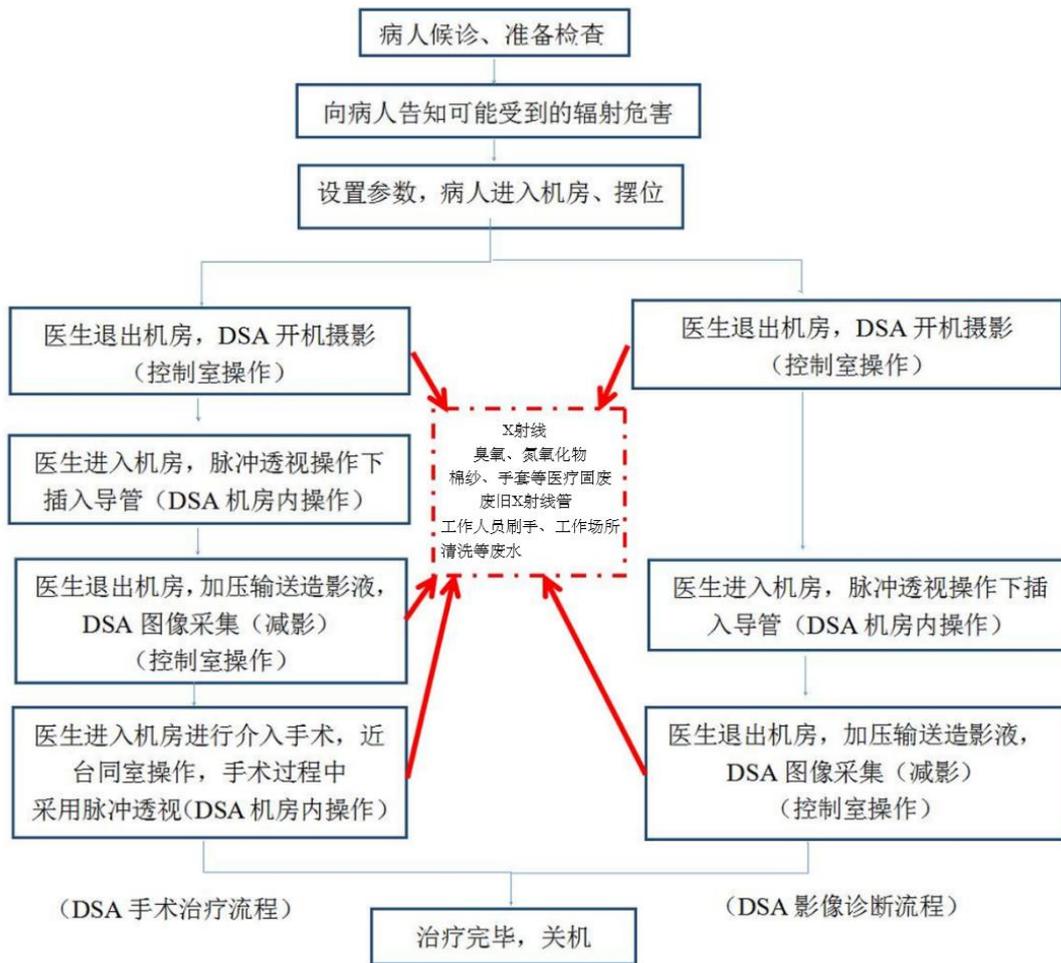


图 9.7 DSA 介入诊疗工作流程及产污示意图

9.2 污染源项分析

9.2.1 直线加速器

9.2.1.1 正常工况下污染源项

(1) 放射性污染源项

直线加速器正常运行产生的 X 射线具有较强穿透力，可能贯穿机房屏蔽体，使辐射工作人员及周围公众人员受到外照射影响。本项目直线加速器 X 射线能量为 6/10MV 两

档，在常规模式下 X 射线最高能量 10MV，最大剂量率 6Gy/min（360Gy/h）。

直线加速器偶尔使用电子线进行治疗，工作负荷通常不足 X 射线治疗的 1%，本项目直线加速器电子线能量为 6/8/10/12 四档。利用电子线治疗时，高能电子束照射机头、治疗床等部位会发生韧致辐射，产生 X 射线，但其能量和强度远低于电子束撞击加速器钨靶产生的 X 射线，若机房屏蔽设施能够满足 X 射线治疗的防护要求，其也能够满足电子线治疗的防护要求。

本项目直线加速器配套安装锥形束 CT（CBCT），其 X 射线能量远低于直线加速器，在 CBCT 模式下产生的 X 射线，对机房周围影响可忽略不计。

根据“NCRP REPORT NO.151”报告，当电子束能量大于 8MeV 时，其撞击钨靶会衍生少量中子，中子与周围物质相互作用会产生感生放射性，释放β射线和γ射线。感生放射性核素主要有 ^{13}N （ $T_{1/2}=9.96\text{min}$ ）、 ^{15}O （ $T_{1/2}=123\text{s}$ ）等，均为短半衰期核素，且是β⁺衰变，正电子湮没会产生γ射线。直线加速器屏蔽墙采用混凝土，氢含量较高，能够慢化吸收中子，如果机房屏蔽墙满足 X 射线的防护要求，则无需考虑中子和中子俘获γ射线的屏蔽问题。

（2）非放射性污染源项

直线加速器机房内部空气在 X 射线照射下发生电离，产生少量有害气体，主要为臭氧和氮氧化物，不具有放射性，若空气流通不畅，使其在机房内累积，对辐射工作人员及患者具有一定的危害性。

直线加速器使用一定年限后，更换或退役的废靶件带有一定的放射性，由设备厂家回收处置。

综上所述，在正常运行时，直线加速器的放射性污染因子为：X 射线、电子线、中子及中子俘获γ射线；非放射性污染因子为：臭氧和氮氧化物、废靶件。

9.2.1.2 事故工况下污染源项

本项目直线加速器事故工况下的主要污染因子与正常工况下基本一致，只是人员所受辐射剂量可能超标。在运行期间可能发生的辐射事故主要包括以下几个方面：

（1）控制系统或电器系统发生故障，加速器不能及时停止出束，或操作人员疏忽将参数设置错误，使患者受到额外照射。

（2）安全连锁系统发生故障，防护门未完全关闭，加速器开始出束，使防护门外活动人员受到一定的误照射。

(3) 安全联锁系统和警示装置发生故障，人员误入正在出束的加速器机房，使其受到一定的误照射。

(4) 人员尚未离开加速器机房，操作人员未进行确认便将防护门关闭，启动加速器出束，使机房内滞留人员受到一定的误照射。

(5) 设备维护检修期间，人员误操作加速器出束，使其受到一定的误照射。

9.2.2 CT 模拟定位机

9.2.2.1 正常工况下污染源项

(1) 放射性污染源项

本项目 CT 模拟定位机的最大管电压 140kV，最大管电流 1000mA。当其开机并处于出束状态时会发出 X 射线，X 射线具有较强的穿透力，可能贯穿机房屏蔽体，使辐射工作人员及周围公众人员受到外照射影响。

(2) 非放射性污染源项

CT 模拟定位机房内部空气在 X 射线照射下发生电离，产生少量有害气体，主要为臭氧和氮氧化物，不具有放射性，若空气流通不畅，使其在机房内累积，对辐射工作人员及患者具有一定的危害性。臭氧和氮氧化物在常温常压下稳定性较差，通过机房动力通风系统排入外环境后，可迅速稀释、转化，不会对外环境产生影响。

CT 模拟定位机维修可能产生废旧的 X 射线管，由设备厂家进行去功能化处理后回收处置。

综上所述，在正常运行时，CT 模拟定位机的主要放射性污染因子为：X 射线；主要非放射性污染因子为：臭氧和氮氧化物。

9.2.2.2 事故工况下污染源项

本项目 CT 模拟定位机事故工况下的主要污染因子与正常工况下基本一致，只是人员所受辐射剂量可能超标。在运行期间可能发生的辐射事故主要包括以下几个方面：

(1) 控制系统或电器系统发生故障，CT 模拟定位机不能及时停止出束，或操作人员疏忽将参数设置错误，使患者受到额外照射。

(2) 防护门未完全关闭，CT 模拟定位机开始出束，使防护门外活动的人员受到一定的误照射。

(3) 警示装置发生故障，人员误入正在出束的 CT 模拟定位机房，使其受到一定的误照射。

(4) 人员尚未撤离 CT 模拟定位机房，操作人员未进行确认便将防护门关闭，启动 CT 模拟定位机出束，使机房内滞留人员受到一定的误照射。

(5) 设备维护检修期间，人员误操作 CT 模拟定位机出束，使其受到一定的误照射。

9.2.3 DSA

9.2.3.1 正常工况下污染源项

(1) 放射性污染源项

本项目 DSA 的最大管电压 125kV，最大管电流 1250mA。当其开机并处于出束状态时会发出 X 射线。在介入手术过程中，机房内手术医师需借助 DSA 影像进行操作，将受到外照射影响；另外，X 射线贯穿屏蔽体后，也会对操作间内人员（护士、技士等）及机房周围的公众人员产生一定的外照射影响。

(2) 非放射性污染源项

① 固体废物

DSA 维修可能产生废旧的 X 射线管，由设备厂家进行去功能化处理后回收处置。

介入手术过程中会产生一次性注射器、棉球、纱布、介入导管、导丝、针头等医疗固废，该类固废经收集后暂存于医院医疗废物暂存点内，定期委托危废资质单位安全处置。

② 液体废物

工作人员刷手、工作场所清洗会产生生活废水，该部分废水不含放射性，均由管道收集汇入医院污水处理系统进行处理，符合排放要求后，最终统一汇入市政污水管网。

③ 气体废物

X 射线与空气作用会产生少量的臭氧和氮氧化物等有害气体，若空气流通不畅，将在机房内累积，具有一定的危害性。本项目 DSA 运行产生的有害气体量相对较少，且其在常温常压下稳定性较差，可在空气中迅速得到稀释、转化，对周围环境的影响较小，因此，保证 DSA 手术室具有动力排风装置，通风良好即可。

9.2.4 事故工况下

DSA 事故工况下的主要污染因子为 X 射线，在运行期间可能发生的辐射事故主要包括以下几个方面：

(1) 人员未及时从 DSA 手术室撤离，DSA 便开始出束，使其受到误照射。

(2) 安全警示装置发生故障，人员误入正在出束的 DSA 手术室，造成误照射。

(3) DSA 检修、维护期间，维修人员误操作或者参数设置错误，造成误照射。

(4) 安全联锁系统发生故障，防护门未完全关闭，DSA 便开始出束，对附近人员造成误照射。

(5) 控制系统或电器系统故障，DSA 不能及时停止出束，使患者或机房内辐射工作人员受到额外照射。

(6) 未按要求对患者使用防护用品，导致其非诊疗部位器官或组织受到不必要的辐射影响；近台操作人员未按要求正确穿戴个人防护用品和使用辅助防护设施，导致其受到不必要的辐射影响。

表 10 辐射安全与防护

10.1 辐射安全设施

10.1.1 工作场所布局

10.1.1.1 直线加速器机房

本项目直线加速器机房位于拟建综合病房楼地下一层西北侧，机房东侧为无菌室、耗材库房、CT 模拟定位机房，南侧为控制室、设备机房、候诊区域，西侧为土层、预留机房，北侧为土层，机房上方为院内道路、发热门诊楼一楼，下方为土层。直线加速器机房平面及剖面示意图见图 10.1、图 10.2。

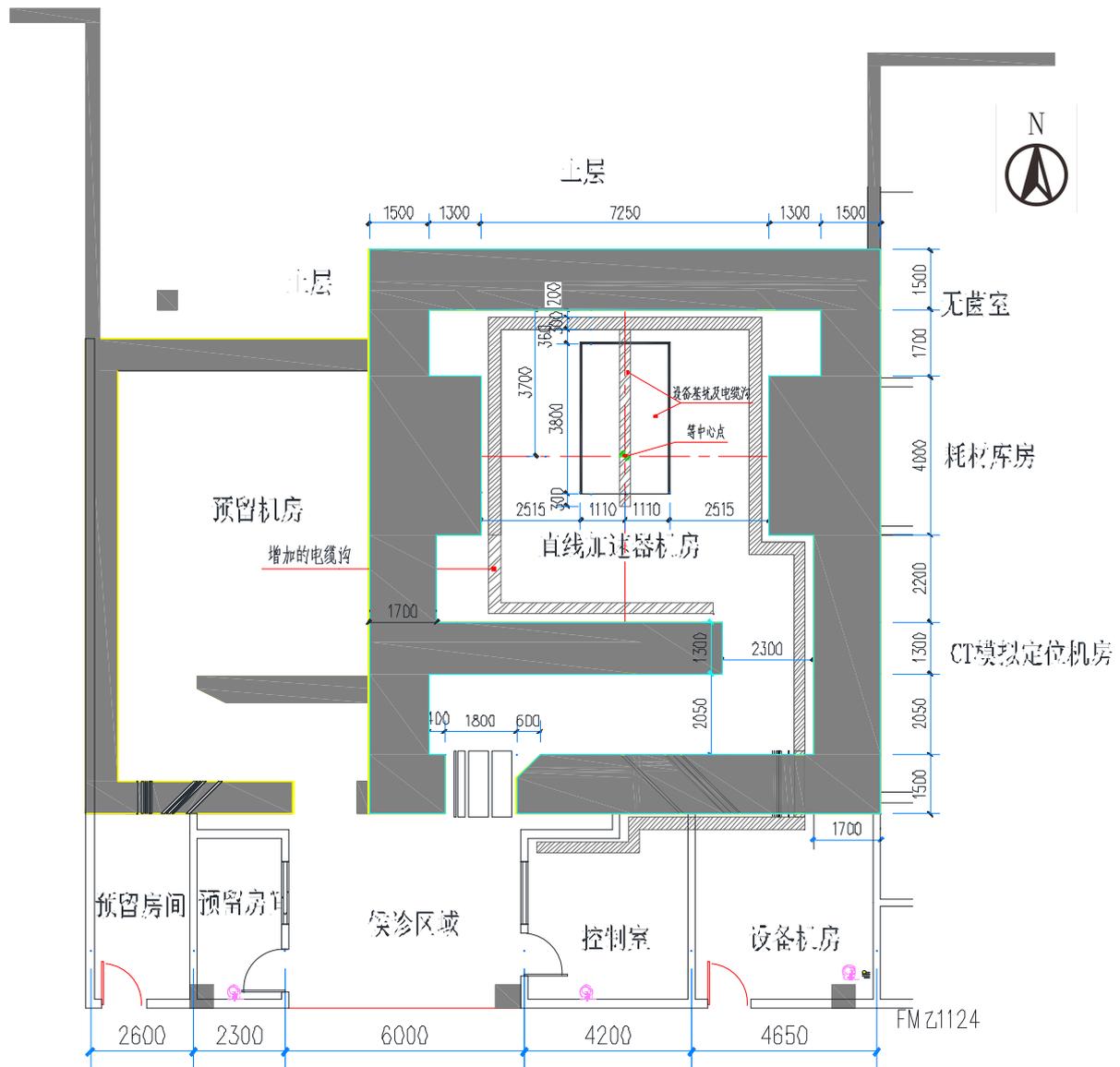


图 10.1 本项目直线加速器机房平面布局示意图

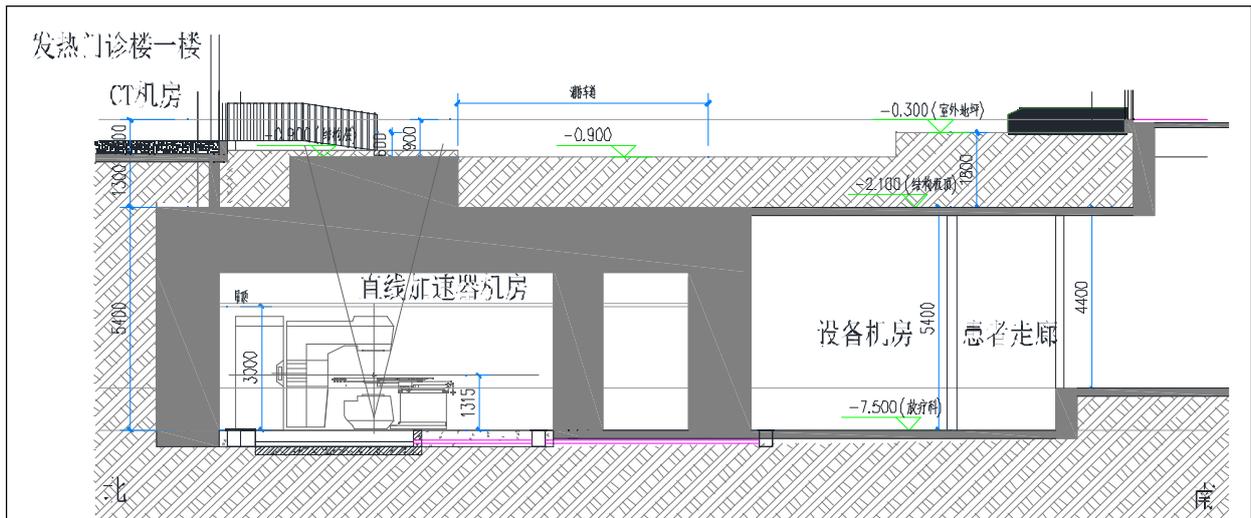


图 10.2 本项目直线加速器机房剖面布局示意图

10.1.1.2 CT 模拟定位机房

本项目 CT 模拟定位机房位于拟建综合病房楼地下一层西北侧，南北长约 6.51m，东西长约 6.45m（最小长度），机房最小单边长度为 6.45m，最小有效使用面积为 41.9m²，机房尺寸及面积能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中标准要求。

机房东侧为患者走廊，南侧为控制室，西侧为直线加速器机房，北侧为耗材库房，上方为院内道路，下方为土层。机房东墙设置电动推拉门（工作人员和受检者共用），机房南墙上设置观察窗，工作人员可通过观察窗观察到受检者状态及防护门开闭情况。CT 模拟定位机房平面及剖面示意图见图 10.3。

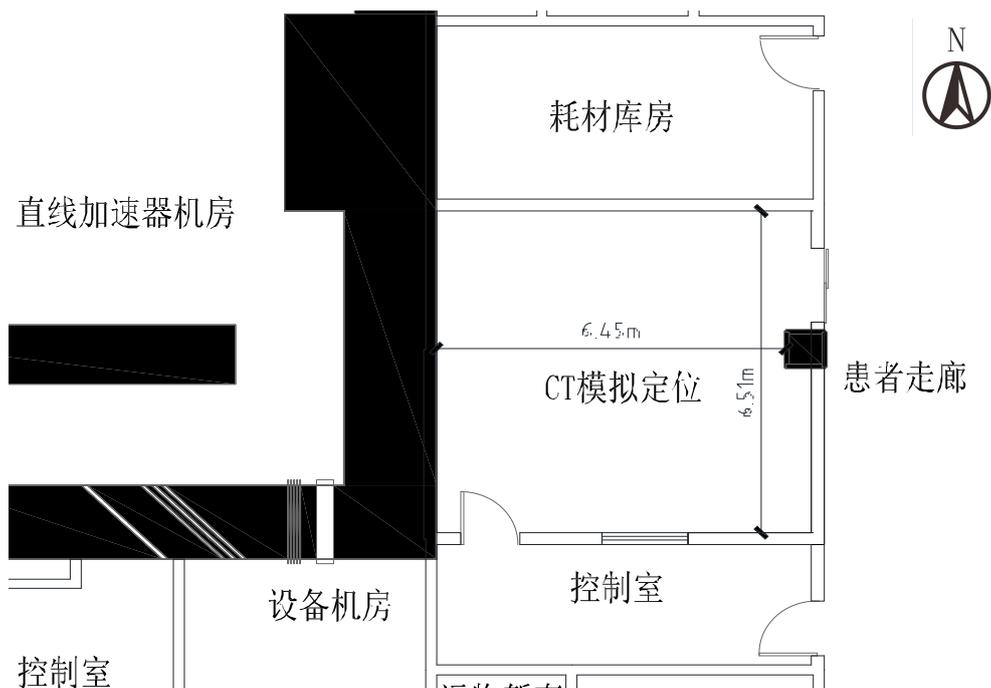


图 10.3 本项目 CT 模拟定位机房平面布局图

本项目 CT 模拟定位机后期安装时，应正向安装，使用平整床板，并安装激光定位灯，以确保定位准确。

10.1.1.3 DSA 机房

本项目 2 间 DSA 机房均位于医院内部拟建综合病房楼地上三层西南侧，具体如下：

1 号 DSA 机房东西长约 9.00m，南北长约 6.45m（最小长度约 5.50m），机房最小单边长度约为 5.50m，最小有效使用面积约为 49.50m²，机房尺寸及面积能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中标准要求。DSA 坐西朝东安装，机房上方为治疗室、抢救室、患者走廊，下方为 EICU 区域（污物污洗间、污物暂存间、污物处置间、患者走廊），东侧为控制室，南侧为洁净走廊，西侧为污洗间、洁具间，北侧为污物走廊。机房北墙上设置污物防护门（手动平开门），东墙上设置工作人员防护门（手动平开门）及观察窗，南墙上设置病人防护门（电动推拉门），工作人员可通过观察窗观察到患者状态及机房门开闭情况。

2 号 DSA 机房东西长约 8.38m（最小长度约 7.30m），南北长约 8.60m（最小长度约 7.60m），机房最小单边长度约为 7.30m，最小有效使用面积约为 55.48m²，机房尺寸及面积能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中标准要求。DSA 坐南朝北安装，机房上方为治疗准备室、患者走廊、护士站，下方为 EICU 区域（动态佩戴室、肺功能室、UPS 室、患者走廊），东侧为卫生间，南侧为洁净走廊、缓冲间，西侧为控制室、污物走廊，北侧为室外平台。机房西侧设置污物门（手动平开门）、工作人员防护门（手动平开门）及观察窗，南侧设置患者防护门（电动推拉门），工作人员可通过观察窗观察到患者状态及防护门开闭情况。

两间 DSA 机房平面布局图详见图 10.4，剖面示意图 10.5。

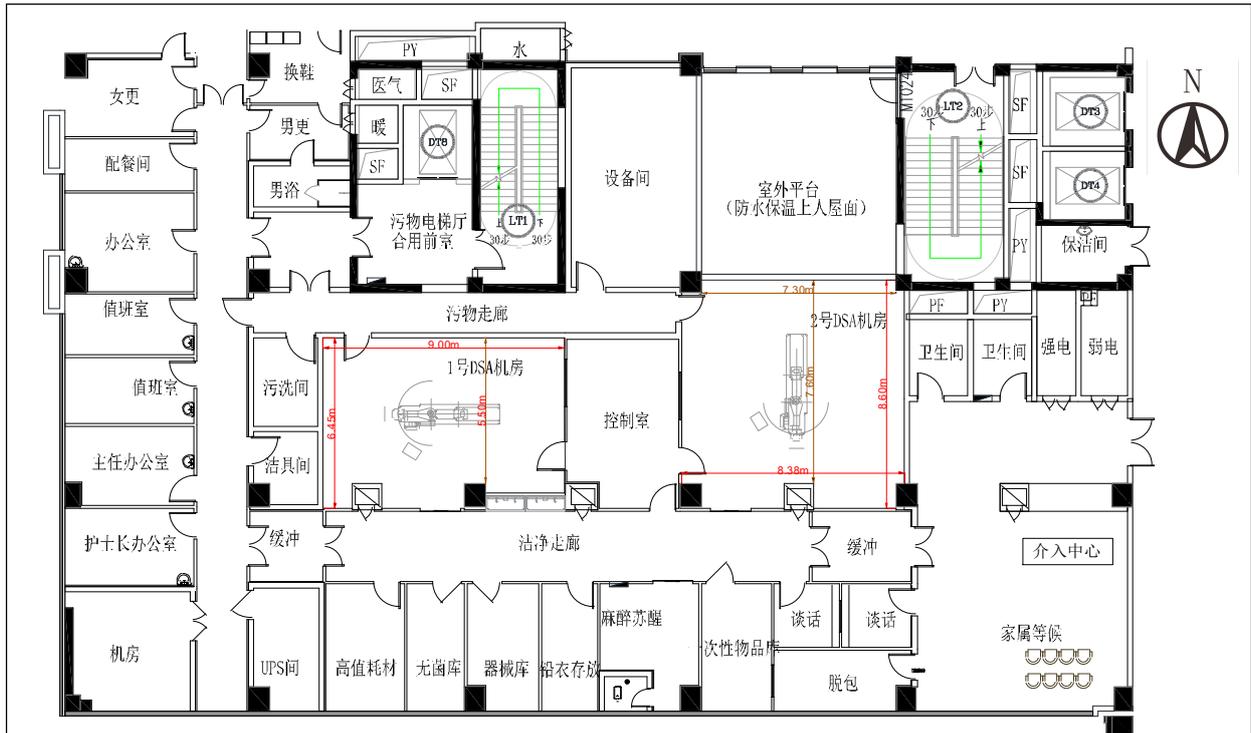


图 10.4 本项目两间 DSA 机房平面布局图



图 10.5 本项目两间 DSA 机房剖面示意图

10.1.2 工作场所分区

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的相关规定，应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

控制区：需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域。

监督区：控制区以外，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。

本项目各机房计划分区如下：

(1) 直线加速器机房

控制区：直线加速器机房屏蔽墙及防护门以内区域。

监督区：东侧无菌室、耗材库房，西侧预留机房，南侧控制室、设备机房、防护门外候诊区，顶棚正上方等相邻区域。

(2) CT 模拟定位机房

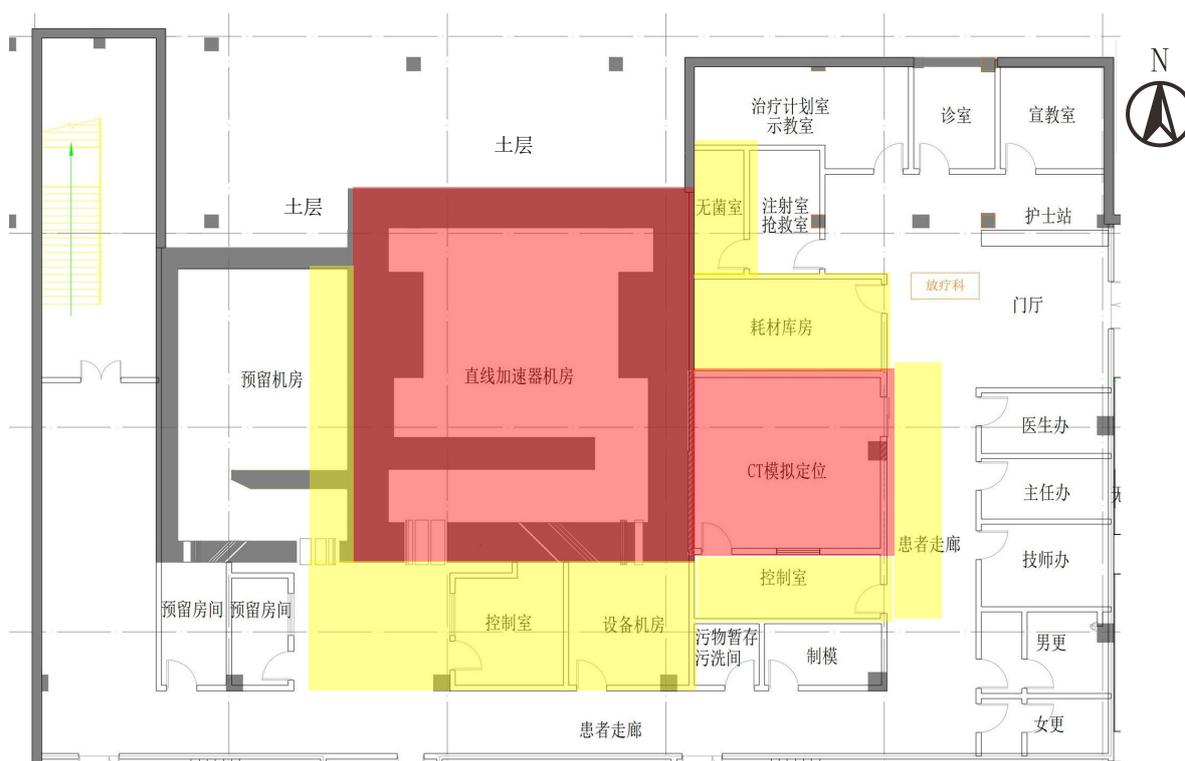
控制区：CT 模拟定位机房屏蔽墙及防护门、观察窗以内区域。

监督区：南侧控制室，北侧耗材库房，顶棚正上方等相邻区域。

(3) DSA 机房

控制区：两台 DSA 机房屏蔽墙及防护门、观察窗以内区域。

监督区：两台 DSA 机房中间控制室，1 号 DSA 机房南侧洁净走廊，西侧污洗间和洁具间，北侧污物走廊；2 号 DSA 机房东侧卫生间，南侧洁净走廊和缓冲间，北侧室外平台；两台 DSA 机房顶棚正上方区域，地板正下方等相邻区域。



备注：红色区域为控制区、黄色区域为监督区

图 10.6 本项目直线加速器机房及 CT 模拟定位机房工作场所分区图

	次屏蔽区	北段 1500mm 混凝土, 南段 1700mm 混凝土
西墙	主屏蔽区	厚度: 2800mm 混凝土 宽度: 4000mm
	次屏蔽区	北段 1500mm 混凝土, 南段 1700mm 混凝土
迷路外墙		1500mm 混凝土
迷路内墙		1300mm 混凝土
北侧屏蔽墙		1500mm 混凝土
顶棚	主屏蔽区厚度	厚度: 2800mm 混凝土 宽度: 4000mm 混凝土
	次屏蔽区厚度	1600mm 混凝土
混凝土	密度	2.35g/cm ³
防护门		电动推拉防护门, 门洞宽 1.6m, 高 2.3m
		15mm 铅板+150mm 含硼 5%的聚乙烯
等中心位置		距北墙 3.7m, 距迷路内墙 4.2m, 距东墙 3.625m, 距西墙 3.625m, 距顶棚 2.485m, 距地坪 1.315m
注: 防护门安装过程中防护门和墙壁重叠的宽度应大于其间缝隙的 10 倍以上, 以减少散射线及漏射线对门缝周围的辐射影响。		

10.1.3.2 CT 模拟定位机

CT 模拟定位机房拟按照下表进行防护。

表 10.2 CT 模拟定位机房屏蔽防护设计方案一览表

机房名称	屏蔽名称	拟采取的屏蔽设计方案	合计铅当量厚度 (mmPb)
CT 模拟 定位机房	四周墙体	24cm 实心砖+40mm 硫酸钡防护涂料	4.0
	顶棚	20cm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料	4.3
	观察窗	4mmPb 铅玻璃	4.0
	防护门 (1 个)	4mmPb 电动推拉门 (门洞尺寸: 1.5m×2.1m, 门体尺寸: 1.8m×2.3m)	4.0

注: ①混凝土密度不低于 2.35t/m³, 实心砖密度不低于 1.65 t/m³, 硫酸钡防护涂料密度不低于 2.7 t/m³。

②根据《放射诊断放射防护要求》附录 C, 采用内插法计算, 140kV (CT) 管电压下, 20cm 混凝土的等效铅当量厚度约为 2.3mmPb。

③实心砖及硫酸钡防护涂料的等效铅当量依据李德平主编的《辐射防护手册 第三分册 辐射安全》表 3.4 折算: 无 140kV 下数据, 以 X 射线能量为 150kV 做保守估算, 24cm 实心砖的等效铅当量厚度约为 2.0mmPb; 40mm 硫酸钡防护涂料铅当量厚度约为 2.0mmPb。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的规定，本项目 CT 模拟定位机房屏蔽防护铅当量不应小于 2.5mmPb。由上表可知，本项目 CT 模拟定位机房的四周屏蔽墙、顶棚、防护门及观察窗的防护能力符合标准要求。

医院应做好施工监督，确保防护施工质量，电动推拉防护门的门体与门洞四周搭接宽度应大于 10 倍的门墙间隙。手动平开门的门体与门洞衔接处包封不锈钢门框，确保严丝合缝，搭接无缝隙。观察窗口四周包封不锈钢窗框，钡水泥填充，铅玻璃嵌入窗框，确保严丝合缝，搭接无缝隙。

10.1.3.3 DSA 机房

2 间 DSA 机房均拟按照下表进行防护。

表 10.3 DSA 机房屏蔽防护设计方案一览表

机房名称	屏蔽名称	拟采取的屏蔽设计方案	合计铅当量厚度(mmPb)
DSA 机房 (共 2 间)	四周墙体	24cm 空心加气砖+60mm 钡板	4.0
	顶棚、地坪	20cm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料	顶棚：4.5 地坪：4.8
	观察窗	4mmPb 铅玻璃	4.0
	医生防护门	4mmPb 手动平开门 (门洞尺寸：1.0m×2.4m, 门体尺寸：0.95m×2.35m)	4.0
	患者防护门	4mmPb 电动推拉门 (门洞尺寸：1.5m×2.4m, 门体尺寸：1.8m×2.7m)	4.0
	污物通道 防护门	4mmPb 手动平开门 (门洞尺寸：1.0m×2.4m, 门体尺寸：0.95m×2.35m)	4.0

注：①混凝土密度不低于 2.35t/m³，空心加气砖密度不低于 0.8 t/m³，硫酸钡防护涂料密度不低于 2.7 t/m³，60mm 钡板等效于 4mmPb。

②保守不考虑空心加气砖的防护当量。

③本项目 DSA 有用线束朝上，根据《放射诊断放射防护要求》附录 C，采用内插法计算，考虑 125kV 管电压下，有用线束方向，200mm 混凝土等效铅当量厚度约为 2.5mmPb；90° 非有用线束方向，200mm 混凝土等效铅当量厚度约为 2.8mmPb。

④硫酸钡防护涂料的等效铅当量依据李德平主编的《辐射防护手册 第三分册 辐射安全》表 3.4 折算：无 125kV 下数据，以 X 射线能量为 150kV 做保守估算，40mm 硫酸钡防护涂料等效铅当量厚度约为 2.0mmPb。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的规定，本项目 DSA 机房屏蔽防护铅当量不应小于 2mmPb。由上表可知，本项目 DSA 机房的四周屏蔽墙、顶棚、防

护门及观察窗的防护能力符合标准要求。

医院应做好施工监督，确保防护施工质量，电动推拉防护门的门体与门洞四周搭接宽度应大于 10 倍的门墙间隙。手动平开门的门体与门洞衔接处包封不锈钢门框，确保严丝合缝，搭接无缝隙。观察窗口四周包封不锈钢窗框，钡水泥填充，铅玻璃嵌入窗框，确保严丝合缝，搭接无缝隙。

10.1.4 辐射安全与防护措施

10.1.4.1 直线加速器机房

为了预防和控制异常照射，本项目直线加速器机房拟采取一系列辐射安全与防护控制措施，设计情况与《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）的要求对比情况见表 10.4，安全防护措施设置示意图见图 10.8。

表 10.4 本项目直线加速器机房拟采取的辐射安全与防护措施

防护措施	标准要求		本项目设计情况	评价
电离辐射警告标志、工作状态指示灯、视频监控、对讲交流系统	HJ1198-2021 (6.2.1)	放射治疗工作场所，应当设置明显的电离辐射警告标志和工作状态指示灯等： a) 放射治疗工作场所的入口处应设置电离辐射警告标志，贮源容器外表面应设置电离辐射标志和中文警示说明。 b) 放射治疗工作场所控制区进出口及其他适当位置应设电离辐射警告标志和工作状态指示灯。 c) 控制室应设有在实施治疗过程中能观察患者状态、治疗室和迷道区域情况的视频装置，并设置双向交流对讲系统。	a) 拟在直线加速器机房入口处设置电离辐射警告标志。 b) 拟在直线加速器机房门外醒目位置张贴电离辐射警告标志，门上方安装工作状态指示灯。 c) 拟设置视频监控系统对患者状态、治疗床和迷道内的状况进行实时监控，拟设置对讲交流系统。	符合要求
固定式剂量监测系统	HJ1198-2021 (6.2.2)	质子/重离子加速器大厅和治疗室内、含放射源的放射治疗室、医用电子直线加速器治疗室（一般在迷道的内入口处）应设置固定式辐射剂量监测仪并应有异常情况下报警功能，其显示单元设置在控制室内或机房门附近。	拟在直线加速器机房内设置固定式剂量报警装置，剂量探头位于迷道内入口处，显示单元拟设置在控制室。	符合要求

<p>联锁装置、机房门开关、急停按钮</p>	<p>HJ1198-2021 (6.2.3)</p>	<p>放射治疗相关的辐射工作场所，应设置防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全联锁措施： a) 放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置门-机/源联锁装置，防护门未完全关闭时不能出束/出源照射，出束/出源状态下开门停止出束或放射源回到治疗设备的安全位置。含放射源的治疗设备应设有断电自动回源措施。 b) 放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置室内紧急开门装置，防护门应设置防夹伤功能。 c) 应在放射治疗设备的控制室/台、治疗室迷道出入口及防护门内侧、治疗室四周墙壁、质子/重离子加速器大厅和束流输运通道内设置急停按钮；急停按钮应有醒目标识及文字显示能让在上述区域内的人员从各个方向均能观察到且便于触发。</p>	<p>a) 直线加速器机房拟设置门-机联锁装置，防护门未完全关闭不能出束照射；出束时开门则自动停止出束。 b) <u>拟在直线加速器机房门内侧及控制室内安装紧急开门开关，断电情况下，门可以手动推开，机房入口处设置红外防碰撞、挤压装置。</u> c) 拟在治疗室内每侧墙体内表面、迷道墙面和控制台处设置红色紧急停机开关并设置醒目标识及文字显示。</p>	<p>符合要求</p>
------------------------	--------------------------------	--	---	-------------

10.1.4.2 CT 模拟定位机房

本项目 CT 模拟定位机房设计情况与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求对比情况见表 10.5，安全防护措施设置示意图见图 10.8。

表 10.5 本项目 CT 模拟定位机房拟采取的辐射安全与防护措施

防护措施	标准要求	本项目设计情况	评价
观察窗或摄像监控	6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置，设置位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。	拟在南墙设置观察窗，其位置易于观察到受检者的状态及防护门开闭情况。	符合要求
警告标志和警示灯	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。	<p>①拟在防护门外张贴符合要求的电离辐射警告标志。</p> <p>②拟在防护门上方安装工作状态指示灯，灯箱上设置“射线有害，灯亮勿入”警示语句。</p> <p>③拟在 CT 模拟定位候诊区空白墙设置放射防护注意事项告知栏。</p>	符合要求

门灯联动	6.4.5 工作状态指示灯能与机房门有效关联。	拟将防护门上方的工作状态指示灯与防护门建立联动，实现“门开灯灭，门关灯亮”。	符合要求
防夹装置	6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。	机房门拟采用电动推拉式，设计安装红外感应防夹装置。	符合要求

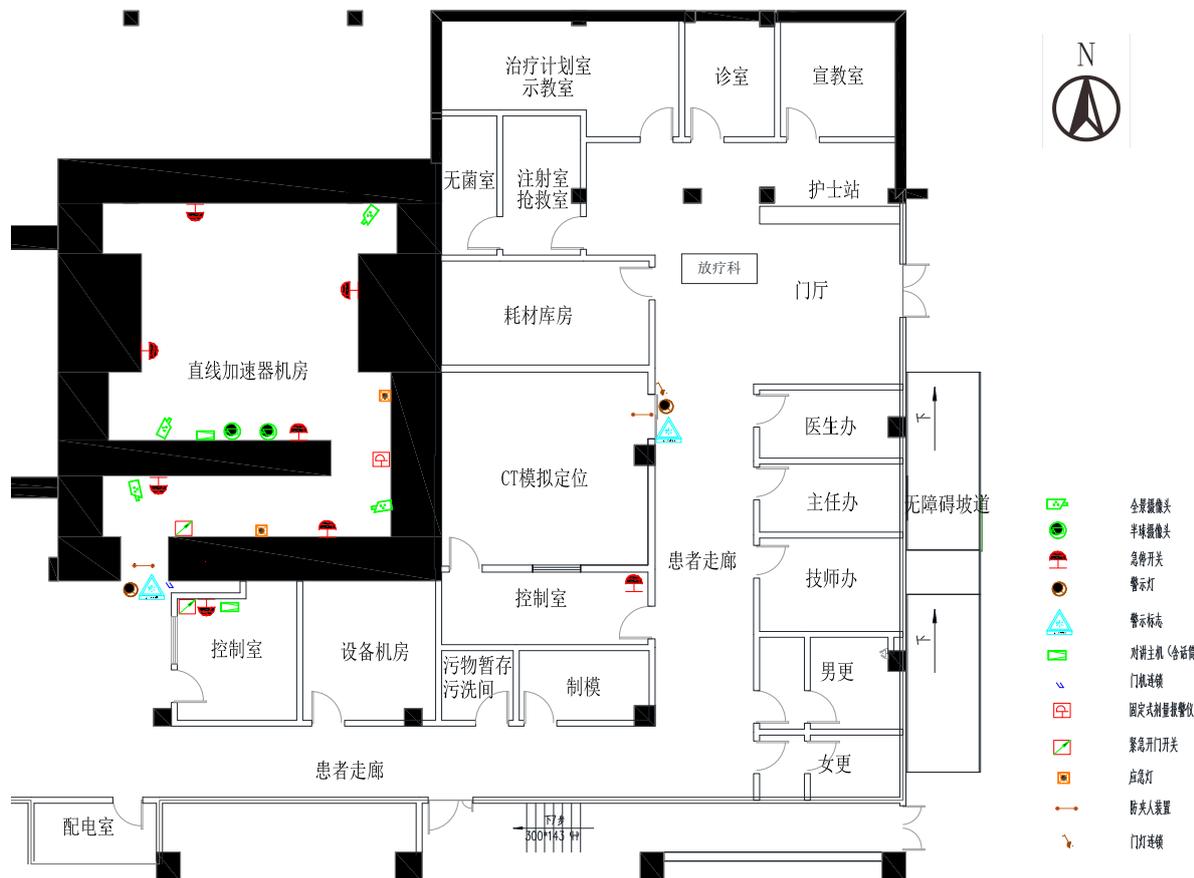


图 10.8 本项目直线加速器及 CT 模拟定位机房辐射安全与防护设施布置图

10.1.4.3 DSA 机房

本项目 DSA 机房设计情况与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求对比情况见表 10.6，安全防护措施设置示意图见图 10.9。

表 10.6 本项目两间 DSA 机房拟采取的辐射安全与防护措施

防护措施	标准要求	本项目设计情况	评价
观察窗或摄像监控	6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置，设置位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。	1 号 DSA 机房拟在东墙设置观察窗，2 号 DSA 机房拟在西墙设置观察窗，其位置均易于观察到受检者的状态及防护门开闭情况。	符合要求

警告标志和警示灯	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。	①拟在各防护门外张贴符合要求的电离辐射警告标志。 ②拟在各防护门上方安装工作状态指示灯，灯箱上设置“射线有害，灯亮勿入”警示语句。 ③拟在候诊区空白墙设置放射防护注意事项告知栏。	符合要求
自动闭门及门灯联动	6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置，工作状态指示灯能与机房门有效关联。	医生防护门及污物通道门拟采用手动平开式，设计安装自动闭门装置。 拟将各防护门上方的工作状态指示灯与防护门建立联动，实现“门开灯灭，门关灯亮”。	符合要求 符合要求
防夹装置	6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。	患者防护门拟采用电动推拉式，设计安装红外感应防夹装置。	符合要求

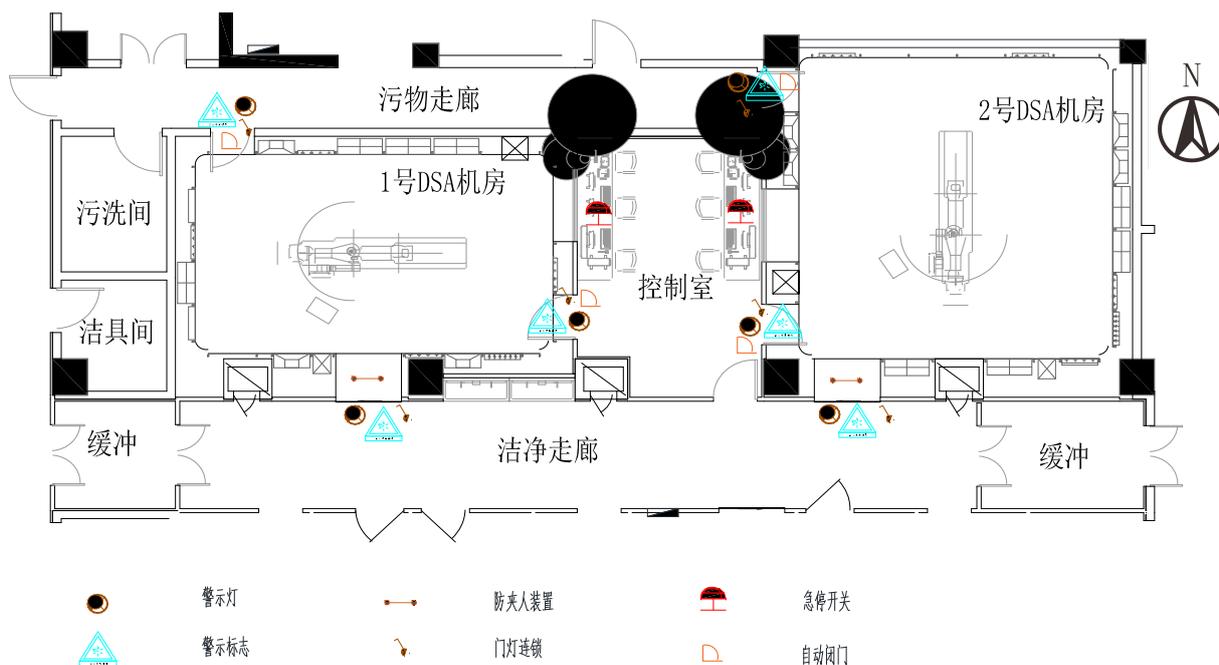


图 10.9 本项目 DSA 机房辐射安全与防护措施设置示意图

10.1.5 机房动力通风装置

10.1.5.1 直线加速器机房

直线加速器机房设计强制排风系统，采取全排全送的通风方式。送风管道和排风管道均从迷路防护门上方采用“Z”型穿墙方式进入机房内部，送风管道和排风管道沿迷路上方吊顶内进入机房内，在机房南侧东西部吊顶各设置 1 个送风口，风口大小为 250mm×250mm；拟在机房北侧东西部距地 0.2m 高处各设置 1 个排风口，风口大小为

400mm×250mm，本项目直线加速器机房设计排风量为 2000m³/h，则通风次数为 2000m³/h ÷ 339.3m³ ≈ 5.9 次/h，设计排风次数不小于 4 次/h，能满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）的要求。送风口与排风口呈“上进下出”设置，排风管道排入风井内最终排到所在建筑楼顶，符合要求。

直线加速器机房通风管道穿墙剖面示意图 10.10，通风管道整体布置见图 10.11。

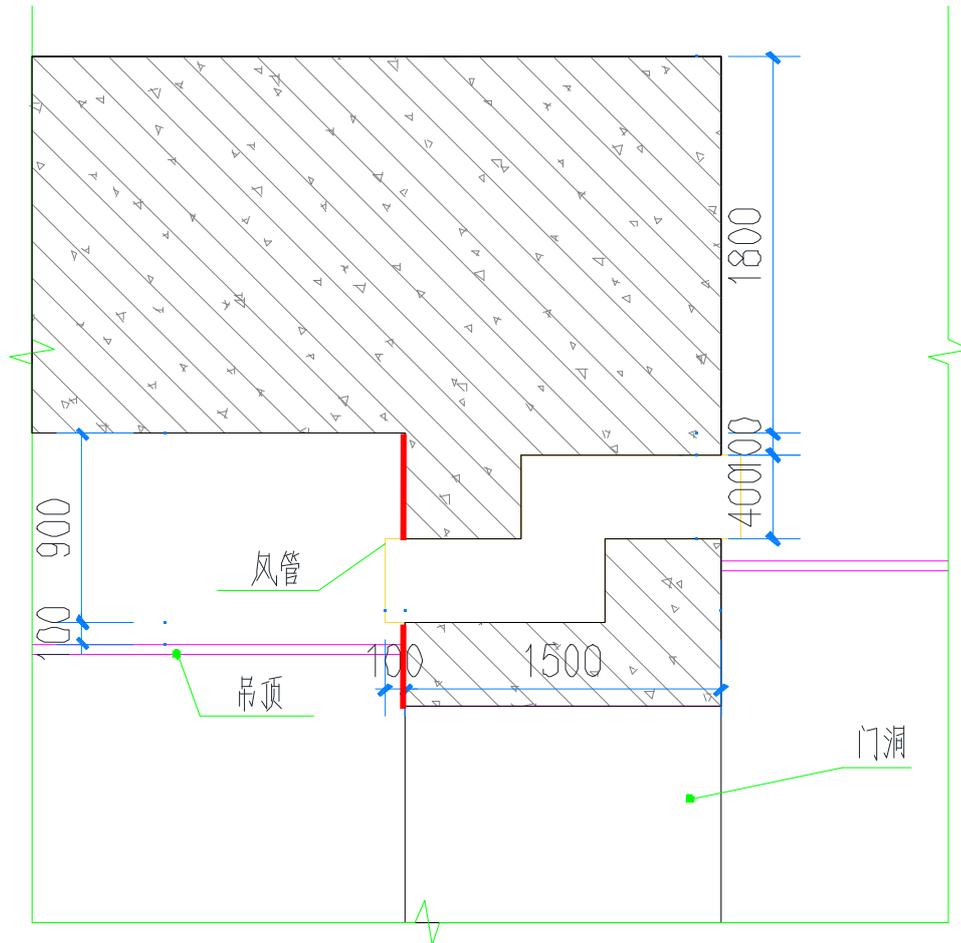
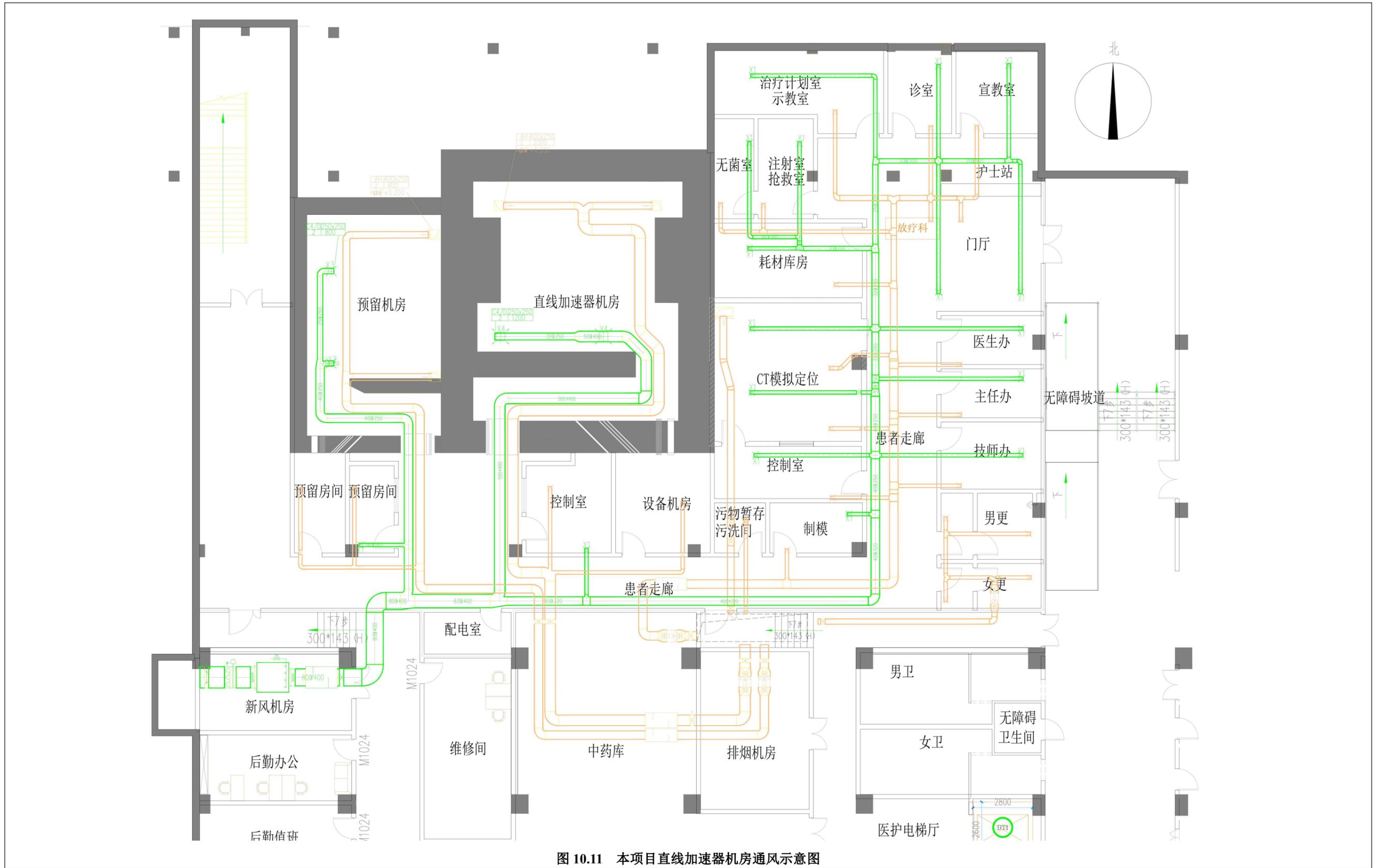


图 10.10 本项目直线加速器机房通风管道穿墙示意图

本项目加速器机房送风管道和排风管道均从迷路防护门上方采用“Z”型穿墙方式进入机房内部，建议在门洞上方管道穿墙处贴封铅板作为防护补偿措施（铅板补偿位置见图 10.10 中红色线条）。



10.1.5.2 CT 模拟定位机房、DSA 机房

拟在 CT 模拟定位机房、DSA 机房均设置动力排风装置，排风口位于顶棚，由排风管道引至风机房，沿管井排放，能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求。工作期间动力排风装置应始终处于正常运行状态，以确保机房内保持良好的通风。

各机房排风管道拟在吊顶上方以直穿方式穿过屏蔽墙，建议在穿墙处机房内侧管道四周包封铅板做防护补偿，长度不小于 2 倍的穿墙孔长度，并沿墙外翻与墙体搭接足够长度，有效降低射线泄漏。

10.1.6 管线布设

10.1.6.1 直线加速器机房

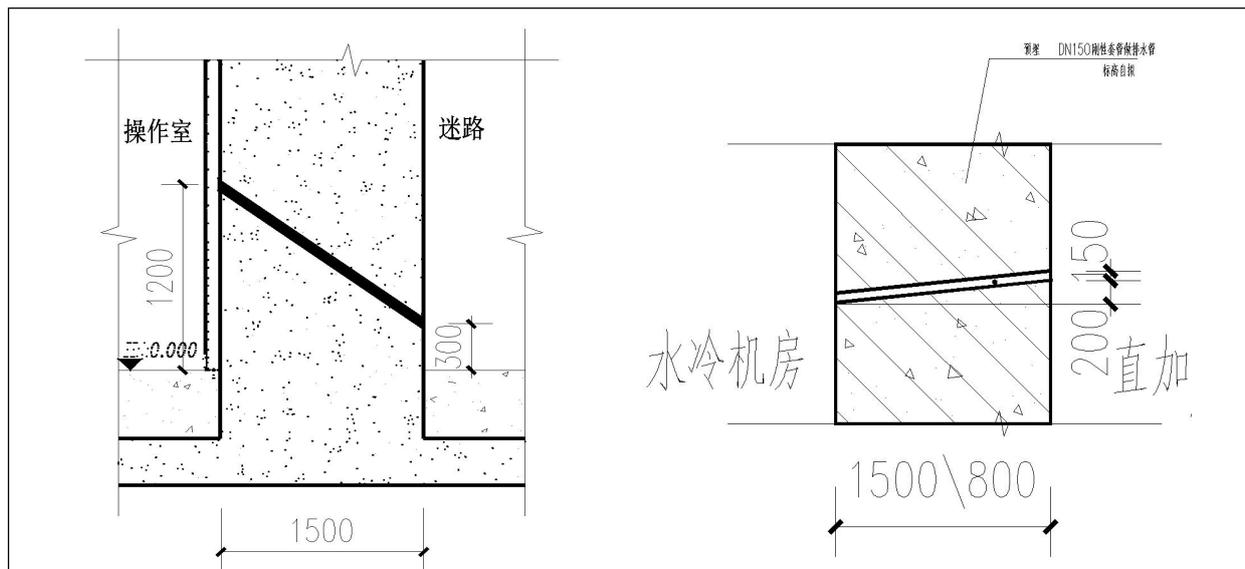
本项目直线加速器机房与设备机房、控制室操作台之间的各种电缆管线，室内部分拟以地沟形式在地坪以下部位布设，以“U”字型穿过防护墙体，电缆沟的坑道两侧均用混凝土填充；直线加速器机房的检测预留管、空调管线、冷凝水套管和水冷设备套管均拟在水平方向 45 度斜穿过迷路外墙分别到达迷路，检测预留管和冷凝水套管在迷路外墙两端拟设置高度差，进风管道、排风管道、泄压装置和电气预埋钢管拟斜向穿过门洞上方墙体进入迷路；通过多次折返的电缆沟设计和下沉地面穿越屏蔽墙的设计，增加了泄漏射线的散射次数和衰减，从而保证不减弱屏蔽墙体的屏蔽效果。

本项目直线加速器机房电缆管线穿墙示意图 10.12。

10.1.6.2 CT 模拟定位机房、DSA 机房

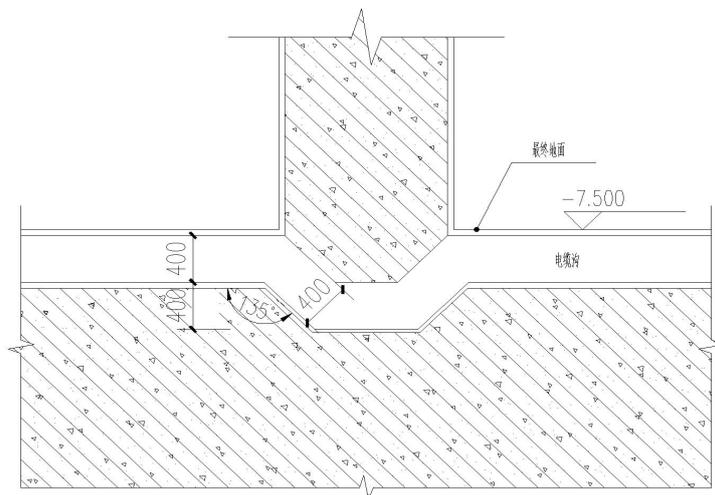
CT 模拟定位机房、DSA 机房与控制室之间线缆拟采用 U 型地沟或斜穿形式。斜穿、U 型地沟穿墙示意图如图 10.13 所示。

建议各管线穿墙采取硫酸钡水泥封堵或封盖铅皮等补偿措施，以避免射线泄漏。



测试管穿墙剖面图

排水管穿墙剖面图



电缆沟穿墙及剖面图

图 10.12 本项目直线加速器机房管线穿墙示意图

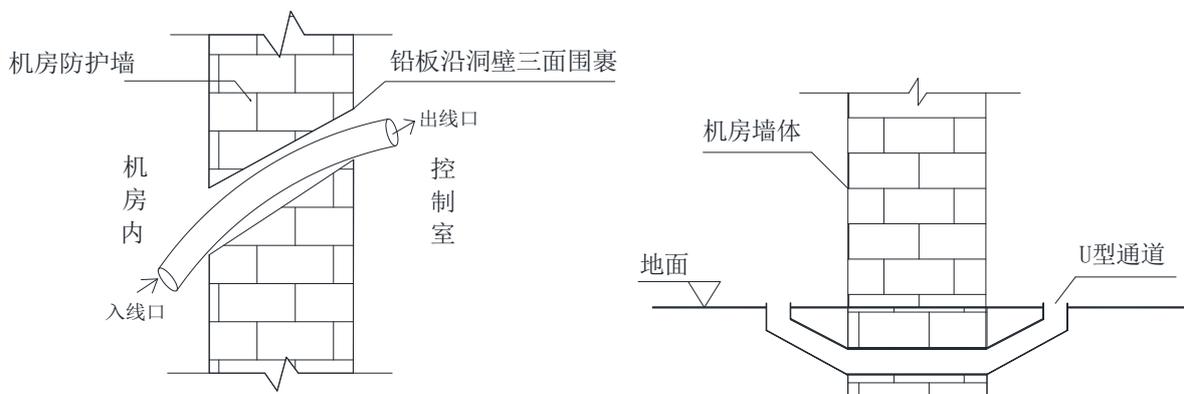


图 10.13 本项目 CT 模拟定位机房、DSA 机房管线穿墙示意图

10.1.7 检测仪器及防护用品

10.1.7.1 检测仪器

本项目拟配置检测仪器见表 10.7。

表 10.7 检测仪器配置计划

检测仪器名称	数量	备注
X-γ辐射监测仪	1 台	拟增
个人剂量报警仪	直线加速器机房 2 台；CT 模拟定位机房 2 台；每间 DSA 机房各 2 台	拟增
个人剂量计	直线加速器机房及 CT 模拟定位机房：每名技师各拟配置 1 个； DSA 机房：每名技士及护士各拟配置 1 个，每名医师各拟配置内、外 2 个	拟配

本项目辐射检测仪器及个人剂量计配置计划能够满足日常工作需要，建议拟配置的辐射检测设备定期开展计量校检或比对验证，确保日常检测数据的准确性和有效性。个人剂量计应按要求佩戴，并定期交有资质的单位进行检测。

10.1.7.2 防护用品

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，医院应根据工作内容，为 CT 模拟定位机、DSA 机房配置相应的工作人员、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。

除介入手套外，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；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。

医院拟为本项目 CT 模拟定位机、DSA 机房配备相应的个人防护用品和辅助防护设施，具体配置计划见表 10.8。

表 10.8 本项目 CT 模拟定位机房、DSA 机房个人防护用品和辅助防护设施配置计划一览表

机房	防护人员	标准要求		防护用品配置计划
CT 模拟 定位机房	受检者	个人防 护用品	铅橡胶性腺防护围裙（方形） 或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	包裹式铅橡胶性腺防护围裙、 铅橡胶颈套、铅橡胶帽子各 1 件，均为 0.5mmPb
	陪检者	个人防 护用品	至少配备铅橡胶防护衣	铅橡胶防护衣 1 件，0.5mmPb

DSA 机房（共两间）	工作人员	个人防护用品	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	每间机房： 铅橡胶围裙、铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、介入防护手套、铅防护眼镜各 6 套，移动铅屏风 1 块；其中介入防护手套铅当量为 0.025mmPb，移动铅屏风铅当量为 2mmPb，其余防护用品铅当量均为 0.5mmPb
		辅助防护设施	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	每间机房： 铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏各 1 件，铅当量不低于 0.5mmPb
	受检者	个人防护用品	铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子	铅围裙、铅颈套、铅帽各 1 件，铅当量不低于 0.5mmPb
		辅助防护设施	—	—
备注：CT 模拟定位机房工作人员为隔室操作，DSA 诊疗过程中不涉及陪检者，故均无需配置防护用品。				

本项目 CT 模拟定位机、DSA 机房拟配备的工作人员及受检者防护用品及辅助防护设施的数量及类型能够满足标准要求，若后续运行过程中涉及儿童受检者，则建议补充配置儿童防护用品。个人防护用品实际配置时应注意购买正规厂商生产的防护用品，防护用品上应清晰永久的标记生产厂商、铅当量厚度、相应尺寸等基本信息；拟配置的个人防护用品在使用中每年应至少自行检查 1 次，防止因老化、断裂或损伤而降低防护质量，若发现老化、断裂或损伤应自行及时更换。

10.2 三废治理

10.2.1 直线加速器

本项目直线加速器正常运行期间，释放的 X 射线致空气电离产生的少量臭氧和氮氧化物等有害气体，不具有放射性，在常温常压下稳定性较差，通过机房通风系统直接排入大气环境。

更换或退役的废靶件由设备厂家回收处置。

10.2.2 CT 模拟定位机

本项目 CT 模拟定位机运行期间 X 射线导致空气电离产生的少量臭氧和氮氧化物等

有害气体，不具有放射性，在常温常压下稳定性较差，通过机房通风系统直接排入大气环境。

维修更换的废旧 X 射线管进行去功能化处理后，交由设备供应商或维修单位回收处置。

10.2.3 DSA

本项目 DSA 运行期间 X 射线与空气作用产生的少量臭氧和氮氧化物等有害气体，不具有放射性，在常温常压下稳定性较差，通过机房通风系统直接排入大气环境。

维修产生的废旧 X 射线管，由设备厂家进行去功能化处理后回收处置。

介入手术过程中产生的一次性注射器、棉球、纱布、介入导管、导丝、针头等医疗固废，经收集后暂存于医院医疗废物暂存点内，定期委托危废资质单位安全处置。

工作人员刷手、工作场所清洗等产生的生活废水，均由管道收集汇入医院污水处理系统进行处理，符合排放要求后，最终统一汇入市政污水管网。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响分析

本项目施工期主要内容包括：建筑主体施工、防护装修施工、相关辅助及配套工程施工、设备安装调试等。施工期主要环境污染因子包括：施工噪声、施工扬尘、施工固体废物、施工废水。

11.1.1 施工期噪声影响分析

施工期噪声主要来自施工机械噪声、施工作业噪声及运输车辆噪声。施工机械噪声由施工机械设备运转产生，如挖掘机、搅拌机、破碎机、切割机、振动器等，多为点声源；施工作业噪声主要指施工过程中的敲打声、撞击声等，多为瞬时噪声；运输车辆进出施工场地产生交通噪声。

拟采取如下噪声防治措施：加强施工管理，做到文明施工，合理规划施工时间，夜间施工提前征得主管部门批准，同时避免使用高噪声机械设备；加强施工机械设备的维护保养，使其保持低噪声、高效率的良好运转状态；施工区域设置围挡，对高噪声设备合理布局，并采取减震、隔声等措施降低噪声影响；施工车辆进出场地禁止鸣笛，保持低速行驶，装卸材料做到轻拿轻放。

11.1.2 施工期扬尘影响分析

施工期扬尘主要来自基础开挖、回填，材料搬运、装卸和建筑施工等过程，受施工方式、设备、气候等因素制约，产生的随机性和波动性大，属于无组织排放，扬尘污染主要造成环境空气中的总悬浮颗粒物（TSP）增高。

拟采取如下扬尘防治措施：施工场地设置围挡，对裸露地表进行全覆盖，并及时进行硬化处理；粉状建筑材料及建筑垃圾合理堆放，采取遮盖措施；对施工场地和进出场道路及时洒水、清扫；对出场车辆进行全面冲洗，运输建筑材料及建筑垃圾采取全封闭遮盖措施，防止沿途洒落。

11.1.3 施工期固体废物影响分析

施工期固体废物主要来自施工建筑垃圾和施工人员生活垃圾，施工建筑垃圾主要包括施工场地开挖的弃渣、弃土，施工过程产生的建材废料、包装材料等。

拟采取如下固体废物防治措施：对施工建筑垃圾进行严格管理，开挖的土石方或建筑废料集中定点堆放，并采取遮盖措施，可回收利用部分及时进行回收，其余部分按要求及时清运至指定地点。施工场地设置垃圾收集箱，对生活垃圾进行分类收集，委托市

政环卫部门定期清运。

11.1.4 施工期废水影响分析

施工期废水主要来自施工建筑材料备料加工废水、施工机械设备运转清洗废水、运输车辆冲洗废水、施工区域混凝土养护及场地清洗废水、施工人员生活污水。

拟采取如下废水防治措施：施工场地设置沉淀池，含泥沙雨水、施工废水经沉淀池澄清处理后予以回用；施工人员生活污水依托施工场地现有的污水收集、处理设施进行处理，最后排入市政污水管网。

11.1.5 设备安装调试影响分析

本项目射线装置的安装调试均由厂家委派专业人员完成，在调试期间会进行多次出束操作，由于此时工作场所的安全防护措施已建成，故其对周围环境产生的辐射影响是可控的、微弱的。医院应加强管理，防止此无关人员误入工作场所内，另外调试人员在调试期间应按要求佩戴个人剂量报警仪，发现异常情况，立即停止调试工作，待问题解决后方可再次启动。

综上所述，通过采取合理有效的污染防治措施，本项目建设阶段的环境影响是短暂的、微弱的、可控的，随着施工的开始而消失；医院应注意加强施工监督管理，确保各项污染防治措施落实到位，尽可能将建设阶段的环境影响降至最低水平。

11.2 正常运行阶段对环境的影响分析

11.2.1 直线加速器

本项目直线加速器最大 X 射线能量为 10MV，最大电子线能量为 12MeV。根据“NCRP REPORT NO.151”报告，当电子束能量大于 8MeV 时，其撞击钨靶会衍生少量中子。但根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）的相关要求，当加速器 X 射线能量大于 10MV 时，需考虑中子屏蔽。本项目直线加速器 X 射线最高能量不超过 10MV，机房屏蔽墙采用混凝土，氢含量较高，能够慢化吸收中子。同时，机房门设计有 150mm 的含硼 5%的聚乙烯，足够屏蔽产生的少量中子，因此，本项目运行期对周围环境及人员的中子辐射影响较小，基本可忽略不计。

本项目直线加速器机房所用混凝土密度约 2.35g/cm^3 ，拟配备的直线加速器最大电子能量为 12MeV，其在混凝土中的射程很短，机房墙体厚度完全可以屏蔽 12MeV 电子线，电子线对加速器机房周围环境的辐射影响基本可以忽略。

综上，本次仅对直线加速器产生的 X 射线辐射影响采用理论计算方法进行评价。

11.2.1.1 直线加速器机房屏蔽体厚度核算与评价

本次评价中对直线加速器机房设计屏蔽效果的评价，根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中的屏蔽要求，参考《放射治疗机房的辐射屏蔽规范—第2部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T 201.2-2011）及《放射治疗机房的辐射屏蔽规范—第1部分：一般原则》（GBZ/T 201.1-2007）中相应的计算公式及相关参数。

（1）关注点及辐射路径

根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范—第2部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T 201.2-2011），通常在机房外、距机房外表面 30cm 处，选择人员受照的剂量可能最大的位置作为关注点；机房屏蔽设计与评价应估算 X 射线在最高 MV 条件下的有用线束、泄漏辐射和其产生的散射辐射。对于主屏蔽墙主屏蔽区仅考虑有用线束，忽略进入该区域的泄漏辐射和散射辐射；对于主屏蔽墙次屏蔽区考虑泄漏辐射和有用线束水平照射或向顶照射时的患者散射辐射；对于侧屏蔽墙仅考虑泄漏辐射。

结合医院提供的图纸，选取直线加速器机房周围的关注点位置见表 11.1，关注点及辐射路径示意图见图 11.1、图 11.2。

表 11.1 本项目直线加速器关注点一览表

关注点编号	关注点位置描述	主要考虑的射线影响（辐射路径）
A	东墙主屏蔽区外 30cm 处（耗材库房）	有用线束（ $O_1 \rightarrow A$ ）
B	西墙主屏蔽区外 30cm 处（预留机房）	有用线束（ $O_2 \rightarrow B$ ）
C	东墙次屏蔽区外 30cm 处（无菌室）	泄漏辐射（ $O \rightarrow C$ ） 一次散射（ $O_1 \rightarrow O \rightarrow C$ ）
D	东墙次屏蔽区外 30cm 处（CT 模拟定位机房）	泄漏辐射（ $O \rightarrow D$ ） 一次散射（ $O_1 \rightarrow O \rightarrow D$ ）
E	东墙次屏蔽区外 30cm 处（CT 模拟定位机房）	泄漏辐射（ $O \rightarrow E$ ） 一次散射（ $O_1 \rightarrow O \rightarrow E$ ）
F	西墙次屏蔽区外 30cm 处（预留机房）	泄漏辐射（ $O \rightarrow F$ ） 一次散射（ $O_2 \rightarrow O \rightarrow F$ ）
G	机房入口 30cm 处（候诊区域）	泄漏辐射（ $O_1 \rightarrow G$ ） 二次散射（ $O_1-O-i-G$ ）
H	迷路外墙外 30cm 处（直线加速器控制室）	泄漏辐射（ $O \rightarrow H$ ）
I	迷路外墙外 30cm 处（设备机房）	泄漏辐射（ $O_2 \rightarrow I$ ）
J	顶棚主屏蔽区外 30cm 处（院内道路）	有用线束（ $O_3 \rightarrow J$ ）
K	顶棚次屏蔽区外 30cm 处（院内道路）	泄漏辐射（ $O \rightarrow K$ ） 一次散射（ $O_3 \rightarrow O \rightarrow K$ ）
L	顶棚次屏蔽区外 30cm 处（院内道路）	泄漏辐射（ $O \rightarrow L$ ） 一次散射（ $O_3 \rightarrow O \rightarrow L$ ）
M	发热门诊楼二楼留观室	侧散射（ $O \rightarrow L \rightarrow M$ ）

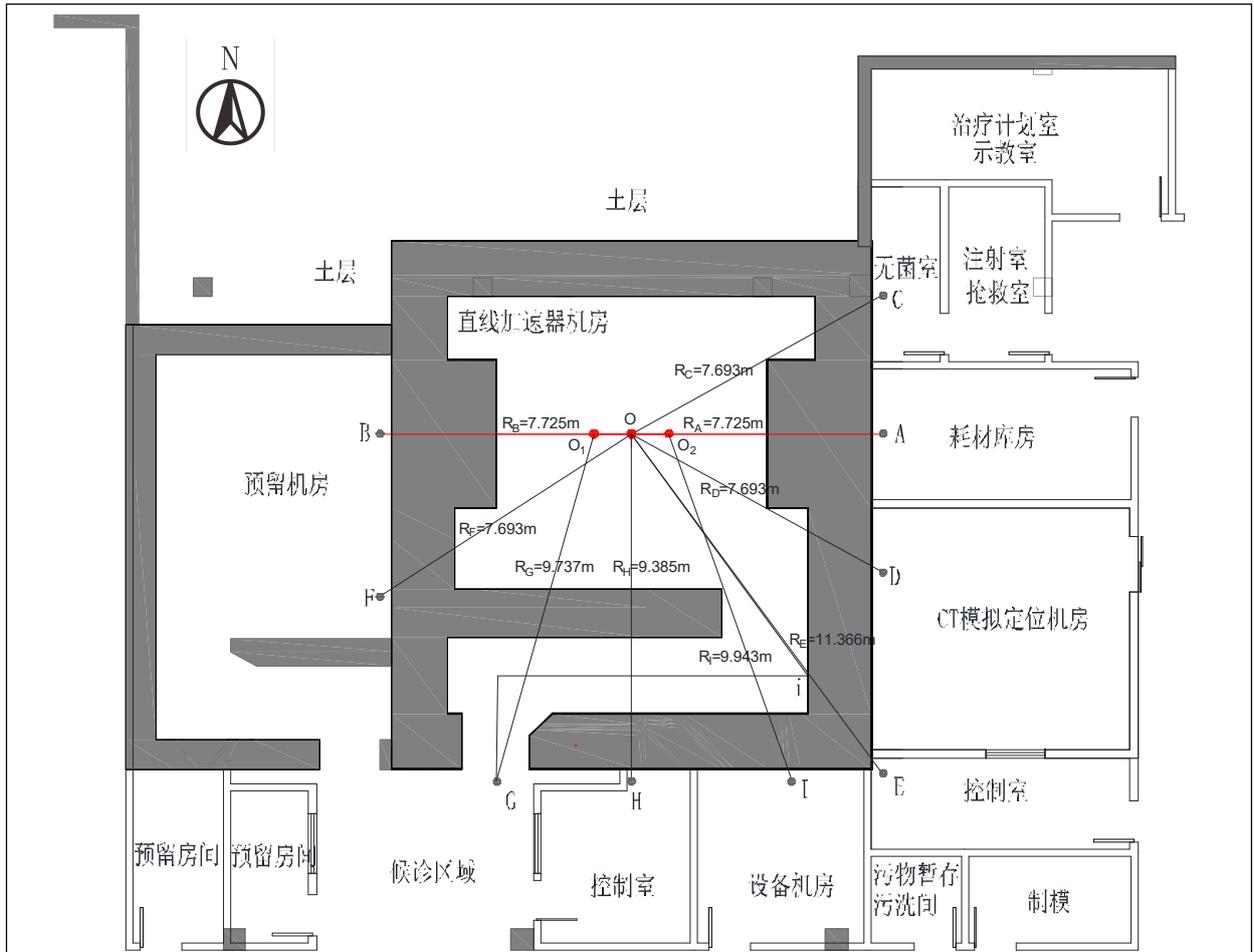


图 11.1 本项目直线加速器机房四周关注点示意图

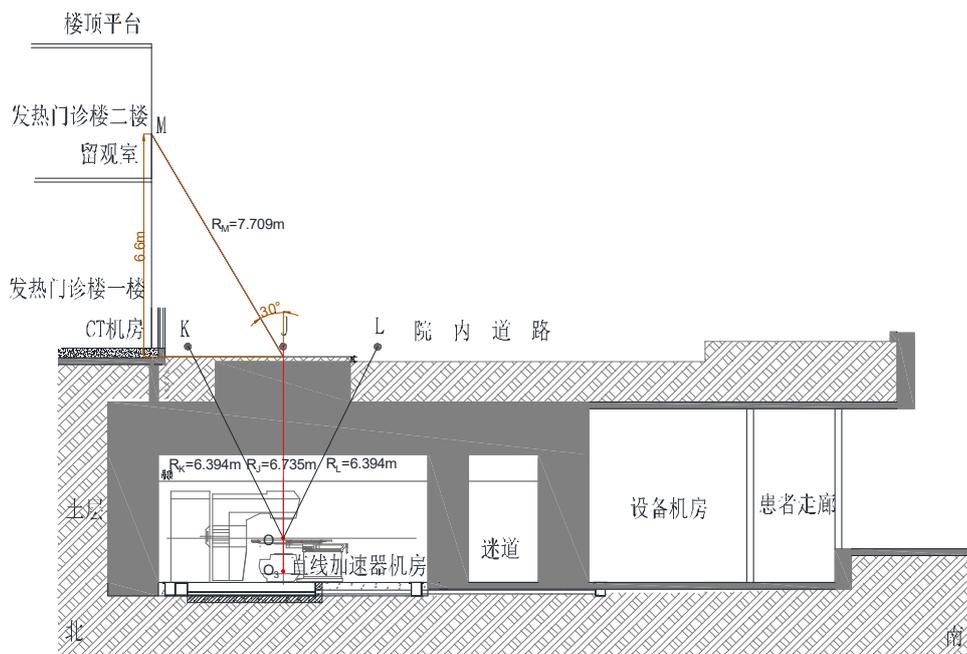


图 11.2 本项目直线加速器机房四周关注点示意图

(2) 各关注点剂量率参考控制水平

根据《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020)及《放射治疗机房的辐射屏蔽规范—第2部分:电子直线加速器放射治疗机房》(GBZ/T201.2-2011)中相关要求,治疗机房墙和入口门外关注点的剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ 由关注点的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ 和最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$ 中较小者来确定。

①导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$:

A) 单一有用线束在关注点的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$,可按式 11.1 计算。

$$\dot{H}_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \dots\dots\dots \text{(式 11.1)}$$

式中:

H_c —周参考剂量控制水平,根据(HJ 1198-2021),对于机房外辐射工作人员: $H_c \leq 100\mu\text{Sv/周}$,机房外非辐射工作人员: $H_c \leq 5\mu\text{Sv/周}$;

t —治疗装置周治疗照射时间,根据预期工作负荷可取 12.5h;

U —有用线束向关注位置的方向照射使用因子,对于旋转式加速器有用辐射朝向的墙和顶 $U=1/4$,泄漏辐射 $U=1$ 。

T —人员在相应关注点驻留的居留因子,根据(HJ 1198-2021)附录 A 选取。

B) 单一泄漏辐射在关注点的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$,可按式 11.2 计算。

$$\dot{H}_{c,d} = H_c / (N \cdot t \cdot T) \dots\dots\dots \text{(式 11.2)}$$

式中:

N —调强治疗时用于泄漏辐射的调强因子,已按设备出束时间考虑工作负荷,取 $N=1$;

其他同式 11.1。

C) 复合辐射:与主屏蔽区相连的次屏蔽区,剂量率参考控制水平按照《放射治疗机房的辐射屏蔽规范—第2部分:电子直线加速器放射治疗机房》中附录 A.2.2 中方式进行计算:

a、以 $\dot{H}_{c,max}$ 的一半,作为关注点的导出剂量率参考控制水平,用于估算屏蔽患者散射辐射所需要的屏蔽厚度;

b、将式 11.2 中的 H_c 以 $0.5H_c$ 代替,作为关注点的导出剂量率参考控制水平,用于

估算屏蔽泄漏辐射所需要的屏蔽厚度。

②最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$:

人员居留因子 $T > 1/2$ 的场所: $\dot{H}_{c,max} \leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$;

人员居留因子 $T \leq 1/2$ 的场所: $\dot{H}_{c,max} \leq 10 \mu\text{Sv/h}$ 。

综上,由周工作负荷、各关注点位置的使用因子和居留因子可以确定各关注点周围导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$,由各关注点居留因子可以确定各关注点最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$,同时考虑医院制定的剂量率控制水平(直线加速器机房屏蔽体外周围剂量当量率不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$),取三者之中取较小者作为建设项目关注点的剂量率参考控制水平 \dot{H}_c ,具体结果见表 11.2。

表 11.2 加速器机房周围各关注区域剂量率控制水平

关注点	关注区域	考虑辐射类型	T	U	H_c (μSv)	$\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	$\dot{H}_{c,max}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	医院设定的剂量率管理目标值($\mu\text{Sv/h}$)	\dot{H}_c ($\mu\text{Sv/h}$)
A	耗材库房	单一有用线束	1/20	1/4	5	32.00	10	2.5	2.5
B	预留机房	单一有用线束	1/2	1/4	100	64.00	10	2.5	2.5
C	无菌室	复合辐射	1/16	1	5	散射: 5.00 漏射: 3.20	10	2.5	<u>2.5</u> (<u>散射:</u> <u>1.50</u> <u>漏射:</u> <u>1.00</u>)
D	CT 模拟定位机房	复合辐射	1/2	1	100	散射: 5.00 漏射: 8.00	10	2.5	<u>2.5</u> (<u>散射:</u> <u>1.00</u> <u>漏射:</u> <u>1.50</u>)
E	CT 模拟定位机控	复合辐射	1	1	100	散射: 1.25 漏射: 4.00	2.5	2.5	<u>2.5</u> (<u>散射:</u> <u>0.60</u>)

	制室								漏射： <u>1.90</u>
F	预留机房	复合 辐射	1/2	1	100	散射：5.00 漏射：8.00	10	2.5	2.5（散射： <u>1.00</u> 漏射： <u>1.50</u> ）
G	等候区域	/	1/8	1	5	/	10	2.5	2.5
H	直线加速器控制室	单一 泄漏 辐射	1	1	100	8.00	2.5	2.5	2.5
I	设备机房	单一 泄漏 辐射	1/16	1	5	6.40	10	2.5	2.5
J	院内道路	单一 有用 线束	1/40	1/4	5	64.00	10	2.5	2.5
K	院内道路	复合 辐射	1/40	1	5	散射：5.00 漏射：8.00	10	2.5	2.5（散射： <u>1.00</u> 漏射： <u>1.50</u> ）
L	院内道路	复合 辐射	1/40	1	5	散射：5.00 漏射：8.00	10	2.5	2.5（散射： <u>1.00</u> 漏射： <u>1.50</u> ）
M	发热门诊 楼二楼留 观室	散射 辐射	1/2	1	5	0.8	2.5	/	0.8
注：C、D、F、K、L点的剂量率控制水平根据导出剂量率控制水平中散射和漏射比例取值。									

（3）各屏蔽墙体厚度核算

①主屏蔽区

有用线束直接照射的主屏蔽区的屏蔽厚度可采用《放射治疗机房的辐射屏蔽规范——第2部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T 201.2-2011）中相关公式进行估算。

屏蔽所需要的屏蔽透射因子 B 按照式 11.3 计算，再按照式 11.4 估算所需要的有效

屏蔽厚度 X_e (cm)，最后按照式 11.5 获得所需屏蔽墙体的厚度 X 。

$$B = \frac{\dot{H}_c}{\dot{H}_0} \times \frac{R^2}{f} \dots\dots\dots(11.3)$$

$$X_e = TVL \cdot \log B^{-1} + (TVL_1 - TVL) \dots\dots\dots(11.4)$$

$$X = X_e \cdot \cos \theta \dots\dots\dots(11.5)$$

式中：

\dot{H}_c —剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；（由表 11.2 确定）；

\dot{H}_0 —加速器有用线束中心轴上距靶 1m 处的常用最高剂量率， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ ，本项目为 $3.6 \times 10^8 \mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ ；

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，m，见图 11.1 及图 11.2 标示；

f —对有用线束为 1；对泄漏辐射为泄漏辐射比率，取 0.001；

θ —斜射角，入射线与屏蔽物质平面的垂直线之间的夹角，取 0° 。

直线加速器机房主屏蔽墙厚度核算结果见表 11.3。

表 11.3 直线加速器机房主屏蔽墙厚度核算一览表

关注点	斜射角	辐射类型及路径	R (m)	\dot{H}_c ($\mu\text{Sv/h}$)	TVL_1 (cm)	TVL (cm)	理论计算厚度 X (cm)	设计厚度 X (cm)	是否满足要求
A	0°	有用线束 ($O_1 \rightarrow A$)	7.725	2.5	41	37	240.2	280	满足
B	0°	有用线束 ($O_2 \rightarrow B$)	7.725	2.5	41	37	240.2	280	满足
J	0°	有用线束 ($O_3 \rightarrow J$)	6.735	2.5	41	37	244.6	280	满足

注：J 点保守不考虑回填土的等效厚度。

②次屏蔽区

次屏蔽区同时受到直线加速器机头泄漏辐射和患者一次散射照射，屏蔽计算时同时考虑这两类射线。

泄漏辐射按式 11.3、11.4、11.5 及表 11.2 中剂量率参考控制水平进行估算；患者一次散射的屏蔽透射因子 B 按照式 11.6 计算，然后按式 11.4 估算有效屏蔽厚度 X_e (cm)，再按式 11.5 转换为屏蔽厚度 X 。选取两者厚度较大者作为估算结果。

$$B = \frac{\dot{H}_c \cdot R_s^2}{\dot{H}_0 \cdot \alpha_{ph} \cdot (F/400)} \dots\dots\dots(11.6)$$

式中：

\dot{H}_c —剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；（由表 11.2 确定）

\dot{H}_0 —加速器有用线束中心轴上距靶 1m 处的常用最高剂量率， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ ；

α_{ph} —患者 400 cm^2 面积上垂直入射 X 射线散射至距其 1m（关注点方向）处的剂量比例，又称 400 cm^2 面积上的散射因子，10MV 情况下，30°的散射因子为 3.18×10^{-3} ，45°的散射因子为 1.35×10^{-3} ；

R_s —患者（位于等中心点）至关注点的距离，m，见图 11.1 及图 11.2 标示；

F —治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积， cm^2 ，本项目为 1600 cm^2 ；

直线加速器机房次屏蔽区厚度核算见下表 11.4。

表 11.4 直线加速器机房次屏蔽区厚度核算一览表

关注点	斜射角	辐射类型及路径	R_s m	\dot{H}_c $\mu\text{Sv/h}$	TVL_1 cm	TVL cm	理论计算厚度 X (cm)		设计厚度 X cm ^②	是否满足要求
							单项	综合 ^①		
C	30°	泄漏辐射 (O→C)	7.693	1.00	35	31	105.1	114.3 +9.3	150	满足
		一次散射 (O ₁ →O→C)	7.693	1.50	28		114.3			
D	30°	泄漏辐射 (O→D)	7.693	1.50	35	31	100.3	118.5 +9.3	170	满足
		一次散射 (O ₁ →O→D)	7.693	1.00	28		118.5			
E	50°	泄漏辐射 (O→E)	11.366	1.90	35	31	65.7	79.2 +9.3	170	满足
		一次散射 (O ₁ →O→E)	11.366	0.60	28		79.2			
F	30°	泄漏辐射 (O→F)	7.693	1.50	35	31	100.3	118.5 +9.3	170	满足
		一次散射 (O ₂ →O→F)	7.693	1.00	28		118.5			
K	30°	泄漏辐射 (O→K)	6.394	1.50	35	31	104.6	122.4 +9.3	160	满足
		一次散射 (O ₃ →O→K)	6.394	1.00	28		122.4			

L	30°	泄漏辐射 (O→L)	6.394	1.50	35	31	104.6	122.4 +9.3	160	满足
		一次散射 (O ₃ →O→L)	6.394	1.00	28		122.4			

注：①根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第1部分：一般原则》（GBZ/T 201.1-2007），次屏蔽墙厚度核算时分别核算泄漏辐射和散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个半值层或更大时，采用其中较厚的屏蔽；当相差不足一个半值层（此处为31cm）时，在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（此处为9.3cm）；

②K、L点保守不考虑回填土的等效厚度。

③迷路内墙

迷路内墙计算方法同主屏蔽墙计算，取泄漏辐射因子 $f=0.001$ ，迷路内墙的屏蔽厚度核算结果见表11.5。

表 11.5 直线加速器机房迷路内墙厚度核算一览表

关注点	斜射角	辐射类型及路径	R (m)	\dot{H}_c (μSv/h)	TVL ₁ (cm)	TVL (cm)	理论计算厚度 X (cm)	设计厚度 X (cm)	是否满足要求
G	0°	泄漏辐射 (O ₁ →G)	9.737	0.5	35	31	124.3	130	满足

注：①斜射角保守取0°；

②根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范—第2部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T 201.2-2011），迷路内墙的核算应考虑G点泄漏辐射，路径为O₁-G。核算结果应为G点的参考控制水平的一个分数（应小于1/4），此处取1/5。

④迷路外墙

迷路外墙计算方法同迷路内墙，迷路外墙的屏蔽厚度核算结果见表11.6。

表 11.6 直线加速器机房迷路外墙厚度核算一览表

关注点	斜射角	辐射类型及路径	R (m)	\dot{H}_c (μSv/h)	TVL ₁ (cm)	TVL (cm)	理论计算厚度 X (cm)	设计厚度 X (cm)	是否满足要求
H	0°	泄漏辐射 (O→H)	9.385	2.5	35	31	103.6	130+150	满足
I	0°	泄漏辐射 (O ₂ →I)	9.943	2.5	35	31	102.1	150	满足

注：①斜射角保守均取0°

⑤主屏蔽区半宽度

主屏蔽区墙投影区宽度计算分为两种情况：主屏蔽区向机房内凸的情况按式11.7计算；主屏蔽区向机房外凸的情况按式11.8计算。

$$Y=(100+a+X_2)tg14^\circ+30.....(11.7)$$

$$Y=(100+a+X_1+X_2)tg14^\circ+30.....(11.8)$$

式中：

Y —机房有用束主屏蔽区半宽度，cm；

a —等中心点至主屏蔽墙内表面的距离，cm；

X_1 —一次屏蔽区厚度，cm；

X_2 —主屏蔽区加厚带厚度，cm

主屏蔽区墙投影区宽度核算结果见表 11.7。

表 11.7 直线加速器机房主屏蔽区半宽度计算参数及结果

主屏蔽墙	$a(\text{cm})$	$X_1(\text{cm})$	$X_2(\text{cm})$	理论计算半宽度 $Y(\text{cm})$	设计半宽度(cm)	是否满足要求
东墙（内凸）	362.5	北段 150	北段 130	北段 177.7	北段 200	满足
		南段 170	南段 120	南段 175.2	南段 200	
西墙（内凸）	362.5	北段 150	北段 130	北段 177.7	北段 200	满足
		南段 170	南段 120	南段 175.2	南段 200	
顶棚（外凸）	248.5	160	120	186.7	200	满足

(4) 防护门核算

机房防护门可屏蔽穿过迷路内墙直接到达机房入口的直线加速器机头漏射线（射线路径 O_1-G ）及直线加速器治疗患者时有用线束照射至患者身体后发生散射，而后经机房西墙、迷路到达机房入口的散射线（射线路径 $O_1-O-i-G$ ）。

① 泄漏辐射

直线加速器机头漏射线在 G 点所致剂量率 \dot{H}_{OG} ，先将迷路内墙厚度及斜射角代入式 11.9 计算出有效厚度 X_e ，再计算出该厚度对应的屏蔽透射因子 B ，而后计算出 \dot{H}_{OG} 。

$$X_e = X \cdot \sec \theta (11.9)$$

$$B = 10^{-(X_e+TVL-TV L_1)/TVL} (11.10)$$

$$\dot{H}_{OG} = \frac{\dot{H}_0 \cdot f}{R^2} \cdot B (11.11)$$

式中：

\dot{H}_{og} —直线加速器机头漏射线在 G 点所致剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

\dot{H}_0 —加速器有用线束中心轴上距靶 1m 处的常用最高剂量率, $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$, 本项目为 $3.6\times 10^8\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$;

f —对有用束为 1; 对泄漏辐射取 0.1%;

R —辐射源点(靶点)至关注点的距离, m, 见图 11.1 及图 11.2 标示;

B —屏蔽透射因子;

X_e —有效屏蔽厚度, cm;

X —屏蔽物质厚度, cm;

θ —斜射角, 入射线与屏蔽物质平面的垂直线之间的夹角, 保守取 0° ;

TVL_l —第一个什值层厚度(未指明 TVL_l 时, $TVL_l=TVL$), cm;

TVL —平衡时的什值层厚度, cm。

计算结果见表 11.8。

表 11.8 泄漏辐射穿过迷路内墙透射至迷路入口 G 点处计算参数及结果

关注点	\dot{H}_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$)	X_e (cm)	TVL_l (cm)	TVL (cm)	f	R (m)	\dot{H}_{OG} ($\mu\text{Sv/h}$)
G	3.6×10^8	130	35	31	0.001	9.737	0.33

② 散射辐射

患者一次散射经墙壁二次散射后在 G 点所致剂量率 \dot{H}_G , 依据式 11.12 计算。

$$\dot{H}_G = \frac{\alpha_{ph} \cdot (F / 400)}{R_1^2} \cdot \frac{a_2 \cdot A}{R_2^2} \cdot \dot{H}_0 \dots\dots\dots (11.12)$$

式中:

\dot{H}_G —迷路入口处的散射辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$);

\dot{H}_0 —加速器有用线束中心轴上距靶 1m 处的常用最高剂量率, $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$, 本项目为 $3.8\times 10^8\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$;

α_{ph} —患者 400cm^2 面积上的散射因子, 通常取 45° 散射角的值(见 GBZ/T 201.2-2011 附录 B 表 B.2), 本项目 α_{ph} 为 1.35×10^{-3} ;

R_l —“O-i” 的距离, m, 本项目为 8.056;

R_2 —“i-G”的距离，m，本项目为 11.171；

F —治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积，1600cm²。

α_2 —砼墙入射的患者散射辐射的散射因子，通常使用其 0.5MeV 栏内的值。本项目取混凝土墙 45°入射、0°散射、1m²的散射因子 $\alpha_2=22\times 10^{-3}$ 。

A —i 处的散射面积，m²，本项目为 21.09。

迷路散射辐射计算参数及计算结果见表 11.9。

表 11.9 迷路散射辐射剂量率计算参数及结果

关注点	\dot{H}_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$)	α_{ph}	α_2	A (m ²)	R_1 (m)	R_2 (m)	\dot{H}_G ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)
G	3.6×10^8	1.35×10^{-3}	22.0×10^{-3}	21.09	8.056	11.171	111.37

根据表 11.8 和表 11.9 可知，在进行防护门厚度估算时，仅需要考虑患者散射辐射。在无防护门情况下，G 点散射辐射剂量率为 111.37 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，泄漏辐射剂量率为 0.33 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，剂量率参考控制水平为 2.5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，故屏蔽透射因子 $B=(2.5-0.33)/111.37=0.019$ 。入口处散射辐射能量约为 0.2MeV，防护门所使用材料为铅，其 TVL 为 5mm，则防护门铅厚度 $X=TVL\cdot\log B^{-1}=8.6\text{mm}$ 。本项目直线加速器机房防护门设计铅厚度为 15mmPb，满足要求。

11.2.1.2 直线加速器机房屏蔽体外关注点剂量率估算

(1) 主屏蔽区关注点 (A、B、J 点)

本项目直线加速器机房主屏蔽区各关注点辐射剂量率 \dot{H} 利用下列公式进行计算：

$$X_e = X \cdot \sec \theta \dots\dots\dots (11-13)$$

$$B = 10^{-(X_e+TVL-TV L_1)/TVL} \dots\dots\dots (11-14)$$

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \cdot f}{R^2} \cdot B \dots\dots\dots (11-15)$$

式中：

\dot{H}_0 —加速器有用线束中心轴上距靶 1m 处的常用最高剂量率， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ ，本项目为 $3.8\times 10^8\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ ；

\dot{H} —在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关注点的剂量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)；

f —对有用束为 1；对泄漏辐射取 0.001；

R —辐射源点 (靶点) 至关注点的距离，m；

B —屏蔽透射因子；

X_e —有效屏蔽厚度，m；

X —屏蔽物质厚度，m；

θ —斜射角，入射线与屏蔽物质平面的垂直线之间的夹角，取 0° ；

TVL_I —第一个什值层厚度（未指明 TVL_I 时， $TVL_I=TVL$ ），m；

TVL —平衡时的什值层厚度，m。

主屏蔽区各关注点辐射剂量率计算参数及结果见下表 11.10。

表 11.10 直线加速器机房主屏蔽区关注点辐射计算参数及结果

关注点	斜射角 (度)	\dot{H}_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$)	X (cm)	TVL_I (cm)	TVL (cm)	f	R (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)
A	0	3.8×10^8	280	41	37	1	7.725	0.21
B	0	3.8×10^8	280	41	37	1	7.725	0.21
J	0	3.8×10^8	280	41	37	1	6.735	0.28

(2) 次屏蔽区 (C、D、E、F、K、L 点)

初级辐射束不直接到达次屏蔽区，屏蔽计算考虑加速器机头泄漏辐射和患者一次散射辐射。

①患者一次散射辐射

根据式 11.13 及式 11.14 求出屏蔽透射因子 B 后，利用式 11.16 对患者体表的散射辐射进行屏蔽计算：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \cdot \alpha_{ph} \cdot (F/400)}{R_s^2} \cdot B \dots\dots\dots (11.16)$$

式中：

\dot{H} —屏蔽体外关注点的剂量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)；

\dot{H}_0 —加速器有用线束中心轴上距靶 1m 处的常用最高剂量率， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ ；

α_{ph} —患者 400cm^2 面积上垂直入射 X 射线散射至距其 1m (关注点方向) 处的剂量比例，又称 400cm^2 面积上的散射因子； 30° 的散射因子为 3.18×10^{-3} ， 45° 的散射因子为 1.35×10^{-3} ；

R_s —患者 (位于等中心点) 至关注点的距离，m，见图 11.1 及图 11.2 标示；

F —治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积， cm^2 ，本项目为 1600cm^2 。

患者一次散射辐射计算参数及结果见下表 11.11。

表 11.11 直线加速器机房次屏蔽区患者一次散射辐射计算参数及结果

关注点	斜射角 (度)	\dot{H}_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$)	X (cm)	TVL (cm)	α_{ph}	F (cm^2)	R_s (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)
C	30	3.6×10^8	150	28	3.18×10^{-3}	1600	7.693	5.04×10^{-2}
D	30	3.6×10^8	170	28	3.18×10^{-3}	1600	7.693	7.55×10^{-3}
E	50	3.6×10^8	170	28	1.35×10^{-3}	1600	11.366	5.40×10^{-6}
F	30	3.6×10^8	170	28	3.18×10^{-3}	1600	7.693	7.55×10^{-3}
K	30	3.6×10^8	160	28	3.18×10^{-3}	1600	6.394	2.82×10^{-2}
L	30	3.6×10^8	160	28	3.18×10^{-3}	1600	6.394	2.82×10^{-2}

② 泄漏辐射

计算方法同主屏蔽墙, f 取 0.001, 计算参数及结果见下表 11.12。

表 11.12 直线加速器机房次屏蔽区泄漏辐射计算参数及结果

关注点	斜射角 (度)	\dot{H}_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$)	X (cm)	TVL_l (cm)	TVL (cm)	f	R (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)
C	30	3.6×10^8	150	35	31	0.001	7.693	2.12×10^{-2}
D	30	3.6×10^8	170	35	31	0.001	7.693	3.81×10^{-3}
E	50	3.6×10^8	170	35	31	0.001	11.366	1.10×10^{-5}
F	30	3.6×10^8	170	35	31	0.001	7.693	3.81×10^{-3}
K	30	3.6×10^8	160	35	31	0.001	6.394	1.30×10^{-2}
L	30	3.6×10^8	160	35	31	0.001	6.394	1.30×10^{-2}

(3) 迷路外墙 (H、I 点)

迷路外墙 H、I 点按直线加速器泄漏辐射进行估算, 计算方法同主屏蔽墙, f 取 0.001。计算参数及结果见下表 11.13。

表 11.13 直线加速器机房迷路外墙泄漏辐射计算参数及结果

关注点	斜射角 (度)	\dot{H}_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$)	X (cm)	TVL_l (cm)	TVL (cm)	f	R (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)
H	0	3.6×10^8	280	35	31	0.001	9.385	4.50×10^{-6}
I	0	3.6×10^8	150	35	31	0.001	9.943	7.95×10^{-2}

(4) 直线加速器机房迷路入口处 (G 点)

迷路入口处辐射剂量率计算时, 考虑下列辐射:

① 漏射辐射, 计算结果为 $0.33\mu\text{Sv}/\text{h}$ (表 11.8);

② 迷路散射辐射, 计算结果为 $111.37\mu\text{Sv}/\text{h}$ (表 11.9)。

本项目直线加速器机房防护门设计为 15mmPb。

本项目直线加速器机房防护门外 X 射线剂量率 \dot{H} 按式 11.17 计算：

$$\dot{H} = \dot{H}_G \cdot 10^{-(X/TVL)} + \dot{H}_{OG} \dots\dots\dots (11.17)$$

式中：

TVL —5mm；

X —防护门铅当量厚度，mm；

防护门外 X 射线剂量率计算参数及计算结果见表 11.14。

表 11.14 防护门外辐射剂量率计算参数及计算结果

关注点	\dot{H}_g ($\mu\text{Sv/h}$)	\dot{H}_{og} ($\mu\text{Sv/h}$)	X (mm)	TVL (mm)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
G	111.37	0.33	15	5	0.44

(5) 北侧发热门诊楼所受侧散射关注点 (M)

当加速器近邻有高层建筑时，则应考虑 X 射线通过加速器机房顶棚后侧向散射对邻近建筑物内人员居留区域的辐射影响。

本项目加速器机房上方为院内道路，道路北侧为发热门诊楼（地上二层建筑物，无地下室），本次评价参考 HJ979-2018 中侧向散射计算方法，对本项目加速器机房顶棚 X 射线的侧向散射采用下式 11.18 进行计算。

$$H = \frac{D_{10} F f(\theta)}{d_R^2 10^{\left[\frac{t-T_1}{T_e} \right]}} \dots\dots\dots (式 11.18)$$

式中：

H —X 射线侧向散射周围剂量当量率 (Sv/h)；

D_{10} —靶上方 1m 处 X 射线的吸收剂量率，(Gy/h)；

F —靶上方 1m 处照射野的面积 (m²)；

$f(\theta)$ —由 HJ979-2018 中表 A.5 给出的 X 射线的角度分布函数；

d_R —从屋顶上方束流中心到关注点的距离 (m)；

t —顶棚的厚度。

T_1 和 T_e 分别为顶棚屏蔽材料的第一和平衡十分之一值层 (m)。

计算参数及结果见表 11.15。

表 11.15 X 射线通过顶棚的侧向散射计算结果

关注点	D_{10} ($\mu\text{Sv/h}$)	F (m^2)	$F(\theta)$	d_R (m)	t (m)	T_l (m)	T_e (m)	H ($\mu\text{Sv/h}$)
M	3.6×10^8	0.16	0.26	7.709	2.8	0.28	0.28	2.52×10^{-5}

(6) 各关注点辐射剂量率计算结果汇总

本项目直线加速器机房屏蔽体外各关注点辐射剂量率见表 11.16。

表 11.16 直线加速器机房屏蔽体外各关注点辐射剂量率汇总表

关注点	位置	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	是否满足要求
A	耗材库房	0.21	2.5	满足
B	预留机房	0.21	2.5	满足
C	无菌室	7.16×10^{-2}	2.5	满足
D	CT 模拟定位机房	1.14×10^{-2}	2.5	满足
E	CT 模拟定位机控制室	1.64×10^{-5}	2.5	满足
F	预留机房	1.14×10^{-2}	2.5	满足
G	等候区域	0.44	2.5	满足
H	直线加速器控制室	4.50×10^{-6}	2.5	满足
I	设备机房	7.95×10^{-2}	2.5	满足
J	院内道路	0.28	2.5	满足
K	院内道路	4.12×10^{-2}	2.5	满足
L	院内道路	4.12×10^{-2}	2.5	满足
M	热门诊楼二楼留观室	2.52×10^{-5}	0.8	满足

综上所述，本项目直线加速器机房各墙体、顶棚设计厚度、主屏蔽区半宽度以及防护门设计均能够满足理论计算要求。屏蔽体外辐射剂量率能够满足表 11.2 中确定的剂量率控制水平。

11.2.1.3 直线加速器所致人员剂量预测分析

按照联合国原子辐射效应联合委员会 (UNSCEAR) --2000 年报告附录 A，本项目

直线加速器所致人员辐射剂量可按照下式 11.19 计算。

$$H = \dot{H} \times t \times T \times 10^{-3} \dots\dots\dots (11.19)$$

式中：

H—辐射外照射人均年有效剂量当量，mSv；

\dot{H} —预测关注点剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t—年工作时间，h；

T—居留因子；

1.0—剂量转换因子，Sv/Gy。

结合医院提供的人员配置计划及工作负荷情况，直线加速器机房外关注点辐射剂量所致人员剂量计算结果见下表 11.17。

表 11.17 直线加速器机房外各关注点人员剂量计算一览表

关注人群	点位	预测关注点剂量率($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子/T	年工作时间/t (h)	年有效剂量(mSv)
工作人员	E (CT 模拟定位机控制室)	1.64×10^{-5}	1	625	1.03×10^{-5}
	H (直线加速器控制室)	4.50×10^{-6}	1		2.81×10^{-6}
公众人员	A (耗材库房)	0.21	1/20	625	6.56×10^{-3}
	B (预留机房)	0.21	1/2		6.56×10^{-2}
	C (无菌室)	7.16×10^{-2}	1/16		2.80×10^{-3}
	D (CT 模拟定位机房)	1.14×10^{-2}	1/2		3.56×10^{-3}
	F (预留机房)	1.14×10^{-2}	1/2		3.56×10^{-3}
	G (等候区域)	0.44	1/8		3.44×10^{-2}
	I (设备机房)	7.95×10^{-2}	1/16		3.11×10^{-3}
	J (院内道路)	0.28	1/40		4.38×10^{-3}
	K (院内道路)	4.12×10^{-2}	1/40		6.44×10^{-4}
	L (院内道路)	4.12×10^{-2}	1/40		6.44×10^{-4}
	M (发热门诊楼二楼留观室)	2.52×10^{-5}	1/2	7.88×10^{-6}	

综上，本项目直线加速器运行后，所致直线加速器控制室工作人员年有效剂量约 $2.81 \times 10^{-6} \text{mSv/a}$ ，所致 CT 模拟定位机控制室工作人员年有效剂量约 $1.03 \times 10^{-5} \text{mSv/a}$ ，

所致四周及顶棚相邻区域内公众年剂量最大约 $6.56 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ 。均低于《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中剂量约束值及建设单位设置的管理目标值（工作人员 5mSv/a 、公众人员 0.1mSv/a ）。

11.2.1.5 直线加速器机房臭氧对环境的影响

直线加速器在开机运行时，高能电子线与空气相互作用会产生少量的有害气体，主要是臭氧和氮氧化物。其中臭氧的毒性最大，产额最高，氮氧化物的产额约为臭氧的 1/3，且危害较臭氧小，因此，本次评价仅对臭氧进行预测评价。

加速器 X 射线和电子线是扩展辐射束，依 IAEA188《电子直线加速器工作的辐射安全问题》和《辐射所致臭氧的估算与分析》（中华放射医学与防护杂志 VoL14，2，P101，1994），加速器辐射所致 O_3 产额估算方法如下：

（1）有用束所致 O_3 产额

$$P = 2.43 \dot{D}_0 (1 - \cos \theta) R G \dots\dots\dots (11.20)$$

式中：

P —臭氧产率， mg/h ；

\dot{D}_0 —有用束在距离源点 1m 处的剂量率， $\text{Gy} \cdot \text{m}^2 / \text{min}$ ，本项目取值为 6；

θ —有用线束半张角，本项目为 14° ；

R —靶到屏蔽物的距离（m），本项目取最近距离 2.315m（有用束向下照射时，靶与地板距离）；

G —为空气每吸收 100eV 辐射能量所产生的臭氧分子数，此处取 6。

（2）泄漏辐射所致 O_3 产额

将泄漏辐射看成 4π 方向均匀分布的点源（包括有用线束限定的空间区）。并考虑机房墙壁的散射线使治疗室内的 O_3 产额增加 10%， O_3 产额为：

$$P = 3.32 \times 10^{-3} \dot{D}_0 G V^{1/3} \dots\dots\dots (11.21)$$

式中：

V —加速器机房内（含迷路）空间体积， 339.3m^3 ；

其他同式 11.18。

计算得出有用束及泄漏辐射 O_3 产额共 6.85mg/h 。

如照射时间足够长，浓度均匀，则室内附加的臭氧饱和浓度由下式估算：

$$C = P \times T / V \dots\dots\dots (11.22)$$

式中：C 为加速器治疗室内臭氧浓度，mg/m³；

T—臭氧有效清除时间，h；

V—加速器治疗室内空间体积，本项目为 339.3m³；

$$T = t_v \times t_a / (t_v + t_a) \dots\dots\dots (11.23)$$

式中：

t_v—每次换气时间，h；本项目机房设计排风量为 2000m³/h，直线加速器机房内部容积（含迷路）约为 339.3m³，故每小时通风次数约为 5.9 次，每次换气时间约 0.17h；

t_a—臭氧分解时间，h；此处取 0.83h；

经计算：室内臭氧的平衡浓度为 2.85×10⁻³mg/m³，室内臭氧浓度满足《室内空气质量标准》（GB/T 18883-2022）中臭氧 1 小时均值≤0.16mg/m³ 的标准限值。

11.2.2 CT 模拟定位机

根据本报告表第 10 章表 10.2、表 10.5 的对照情况，本项目 CT 模拟定位机房的建设、屏蔽防护设计及采取的辐射安全与防护措施均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的相关要求。

本项目 CT 模拟定位机正常运行时，对机房周围的辐射影响很小。最大工作量为 30 人次/周，单人次最大受照时间约 1min，每年曝光时间约 25h。根据医院设置的管理目标值，CT 模拟定位机控制室工作人员操作位处的周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h，推算出 CT 模拟定位机控制室工作人员受到的年有效剂量最大约为 6.25×10⁻²mSv（直线加速器所致 CT 模拟定位机控制室工作人员年有效剂量约 1.03×10⁻⁵mSv/a，较小，可忽略不计）。

11.2.3 DSA

本项目 DSA 运行阶段环境影响分析主要考虑介入诊疗出束过程中，可能对 DSA 机房屏蔽体内外环境及人员造成的 X 射线辐射影响。本次评价采用估算方法进行预测分析。

11.2.3.1 辐射源强

本项目 DSA 最大管电压 125kV，最大管电流 1250mA，运行模式包括透视和摄影两种，均采用脉冲成像方式运行，在正常运行时会根据患者体型、照射部位、手术类型等不同情况，系统自动调节曝光参数和出束剂量。另外，为延长使用寿命，防止射线球管损坏，在实际运行过程中，通常不会采用最大管电压和管电流运行。本次源强核算参考

同类型设备的常用曝光条件，具体见表 11.18。

表 11.18 DSA 常用曝光条件

参数	透视模式常用工况	摄影模式常用工况
管电压	50~90kV	70~100kV
管电流	10~140mA	100~700mA
脉冲宽度	10ms	60ms
脉冲透视频率/采集速率	15p/s	15f/s

本次评价保守以 DSA 常用最大运行工况进行辐射源强计算，引用《医用外照射源的辐射防护》（国际放射防护委员会第 33 号出版物）P57 中距靶点 1m 处的发射率数据，推算出距辐射源点（靶点）1m 处的剂量率见表 11.19。

表 11.19 DSA 距靶点 1m 处的剂量率

工作模式	管电压	管电流	距靶点 1m 处的发射率	距靶点 1m 处的剂量率
透视	90kV	140mA	1.2mGy/mA·min	1.51×10 ⁶ μSv/h
摄影	100kV	700mA	1.7mGy/mA·min	6.43×10 ⁷ μSv/h

注：DSA 自带多种过滤片，使用中由系统自动控制过滤条件，考虑到 X 射线管的固有过滤和附加过滤，总过滤一般不低于 0.5mmCu，距靶点 1m 处的发射率保守按 0.5mmCu 滤过曲线取值。

11.2.3.2 关注点选取

预测关注点位取机房第一术者位、第二术者位、四周防护墙外 30cm 处、铅防护门外 30cm 处、铅玻璃窗外 30cm 处、顶棚上方场所距地 100cm 处、地板下方场所距地 170cm 高处。本项目 DSA 机房预测关注点选取详见表 11.20，关注点位置示意图 11.3、图 11.4。

表 11.20 本项目 DSA 机房各关注点位置一览表

机房	关注点位	具体位置描述	与辐射源点距离	与散射点距离
1 号 DSA 机房	a1	第一术者位（DSA 手术室内部）	0.50m	0.50m
	b1	第二术者位（DSA 手术室内部）	1.00m	1.00m
	c1	医生防护门外 30cm 处（控制室）	5.55m	5.55m
	d1	东侧墙外 30cm 处（控制室）	5.50m	5.50m
	e1	观察窗外 30cm 处（控制室）	5.52m	5.52m
	f1	北侧墙外 30cm 处（污物走廊）	3.55m	3.55m
	g1	污物走廊防护门外 30cm 处（污物走廊）	5.05m	5.05m
	h1	西侧墙外 30cm 处（污洗间）	4.70m	4.70m
	k1	西侧墙外 30cm 处（洁具间）	4.74m	4.74m

	m1	南侧墙外 30cm 处（洁净走廊）	4.14m	4.14m
	n1	患者防护门外 30cm 处（洁净走廊）	4.10m	4.10m
	o1	地板下方（楼下）距楼下地面 170cm 处 （患者走廊）	3.34m	3.84m
	p1	顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm 处 （抢救室）	5.04m	4.54m
2 号 DSA 机房	a2	第一术者位（DSA 手术室内部）	0.50m	0.50m
	b2	第二术者位（DSA 手术室内部）	1.00m	1.00m
	c2	东侧墙外 30cm 处（卫生间）	4.66m	4.66m
	d2	北侧墙外 30cm 处（室外平台）	5.29m	5.29m
	e2	污物走廊防护门外 30cm 处（污物走廊）	6.22m	6.22m
	f2	观察窗外 30cm 处（控制室）	4.92m	4.92m
	g2	西侧墙外 30cm 处（控制室）	4.96m	4.96m
	h2	医生防护门外 30cm 处（控制室）	5.25m	5.25m
	k2	患者防护门外 30cm 处（洁净走廊）	5.20m	5.20m
	m2	南侧墙外 30cm 处（洁净走廊）	4.51m	4.51m
	n2	南侧墙外 30cm 处（缓冲间）	4.55m	4.55m
	o2	地板下方（楼下）距楼下地面 170cm 处 （肺功能室）	3.34m	3.84m
p2	顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm 处 （护士站）	5.04m	4.54m	
注：①关注点距离考虑屏蔽体厚度； ②DSA 运行时机头朝上出束，辐射源点距患者受照表面约 0.5m。				

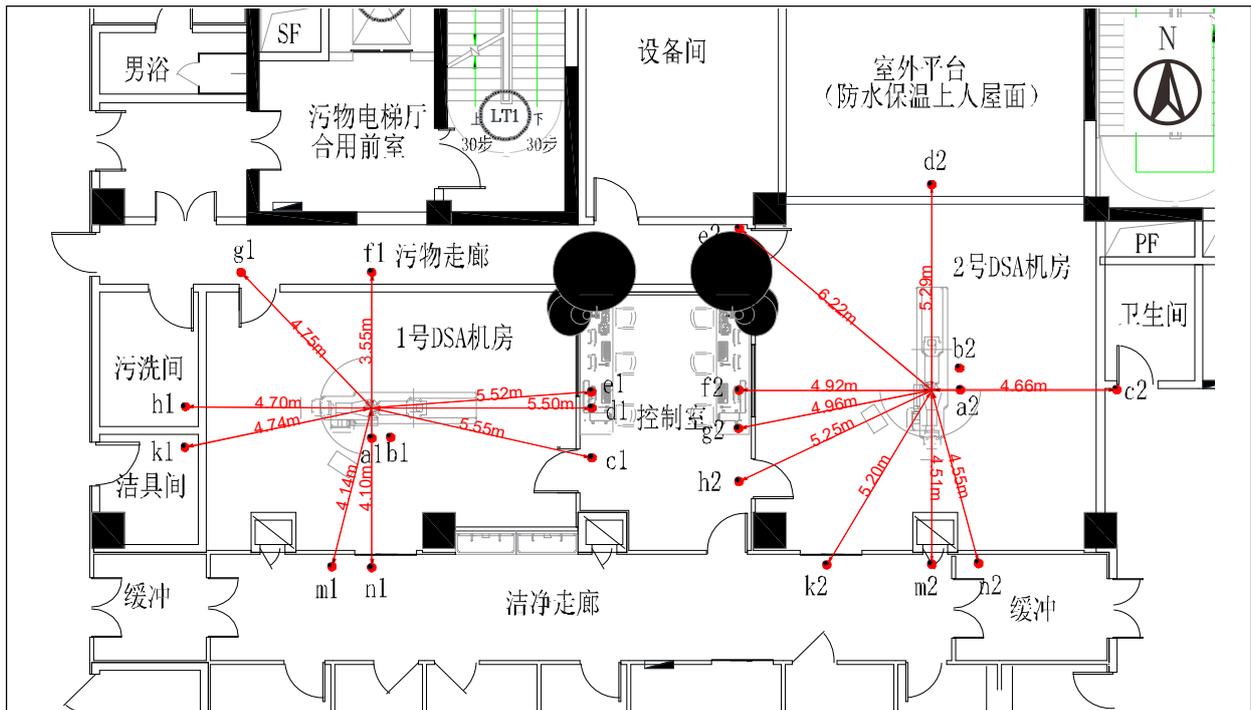


图 11.3 本项目两间 DSA 机房四周各关注点位置示意图

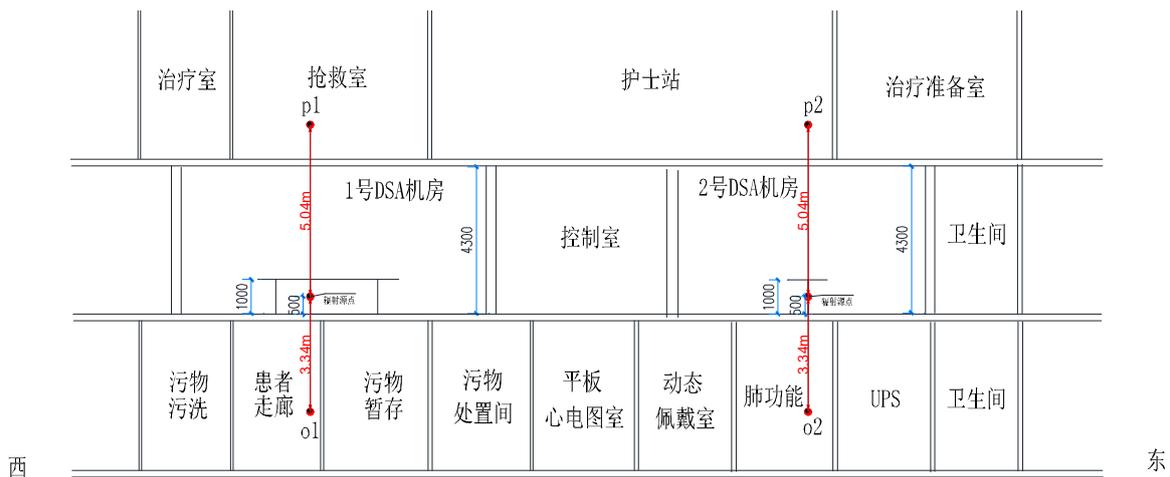


图 11.4 本项目两间 DSA 机房楼上楼下各关注点位置示意图

11.2.3.3 屏蔽体外理论剂量率估算

介入手术过程中，机头有用射线直接照射人体，不会照射到术者位、机房的墙壁、顶棚、防护门及铅玻璃窗，故各关注点仅受到泄漏辐射和病人体表散射照射影响，同时，摄影模式下，医师不在手术室内停留，故机房内术者位剂量率估算只考虑透视模式。

(1) 病人体表散射辐射影响分析

对于病人体表的散射 X 射线可以用反照率法估计。引用李德平，潘自强主编的《辐射防护手册》第一分册——《辐射源与屏蔽》（[M]北京：原子能出版社，1987：P437）。可按下公式进行预测估算。

$$H_s = \frac{H_0 \cdot (\alpha / 400) \cdot s \cdot B}{(d_0 \cdot d_s)^2} \dots\dots\dots (式 11.24)$$

式中： H_s ——各预测点位散射剂量率($\mu\text{Gy/h}$)；

H_0 ——距离靶 1 米处的剂量率($\mu\text{Gy/h}$)；

α ——患者对 X 射线的散射比，参考《辐射防护手册》第一分册——《辐射源与屏蔽》（[M]北京：原子能出版社，1987：P437）；

S ——散射面积，取 100cm^2 ；

d_0 ——源与病人的距离；

d_s ——关注点与散射点（病人）的距离；

B ——屏蔽透射因子，按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录

C 中公式计算，如下式 11.25：

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \dots\dots\dots (式 11.25)$$

式中： B ——屏蔽透射因子；

X ——屏蔽材料铅当量厚度，mm；

α 、 β 、 γ ——铅对铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数。

两间机房各关注点散射辐射剂量率计算参数及结果见表 11.21、表 11.23。

（2）泄漏辐射影响分析

泄漏辐射剂量率按初级辐射束的 0.1% 计算，利用点源辐射进行计算，各预测点的泄漏辐射剂量率可用下式 11.26 进行计算。

$$H = \frac{f \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (式 11.26)$$

式中： H ——预测点处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

f ——泄漏射线比率，0.1%；

H_0 ——距靶点 1m 处的最大剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

R ——关注点与辐射源点（靶点）的距离，m；

B ——屏蔽透射因子，按照式 11.25 计算。

两间机房各关注点的泄漏辐射剂量率计算参数及结果见表 11.22、表 11.24。

表 11.21 1 号 DSA 机房各关注点散射辐射剂量率计算参数及结果

模式	关注点位	具体位置描述	X	α	β	γ	B	H_0 ($\mu\text{Gy/h}$)	α	S (cm^2)	d_0 (m)	d_s (m)	H_s ($\mu\text{Gy/h}$)
透 视 模 式	a1	第一术者位 (DSA 手术室内)	1.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	4.08×10^{-3}	1.51×10^6	0.0013	100	0.5	0.50	32.00
	b1	第二术者位 (DSA 手术室内)	0.5mmPb	3.067	18.83	0.7726	2.52×10^{-2}	1.51×10^6	0.0013	100	0.5	1.00	49.38
	c1	医生防护门外 30cm 处 (控制室)	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69×10^{-7}	1.51×10^6	0.0013	100	0.5	5.55	2.35×10^{-5}
	d1	东侧墙外 30cm 处 (控制室)	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69×10^{-7}	1.51×10^6	0.0013	100	0.5	5.50	2.40×10^{-5}
	e1	观察窗外 30cm 处 (控制室)	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69×10^{-7}	1.51×10^6	0.0013	100	0.5	5.52	2.38×10^{-5}
	f1	北侧墙外 30cm 处 (污物走廊)	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69×10^{-7}	1.51×10^6	0.0013	100	0.5	3.55	5.75×10^{-5}
	g1	污物走廊防护门外 30cm 处 (污物走廊)	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69×10^{-7}	1.51×10^6	0.0013	100	0.5	5.05	2.84×10^{-5}
	h1	东侧墙外 30cm 处 (污洗间)	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69×10^{-7}	1.51×10^6	0.0013	100	0.5	4.70	3.28×10^{-5}
	k1	东侧墙外 30cm 处 (洁具间)	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69×10^{-7}	1.51×10^6	0.0013	100	0.5	4.74	3.23×10^{-5}
	m1	南侧墙外 30cm 处 (洁净走廊)	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69×10^{-7}	1.51×10^6	0.0013	100	0.5	4.14	4.23×10^{-5}
	n1	患者防护门外 30cm 处 (洁净走廊)	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69×10^{-7}	1.51×10^6	0.0013	100	0.5	4.10	4.31×10^{-5}
	o1	地板下方 (楼下) 距楼下 地面 170cm 处 (患者走廊)	4.8mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.17×10^{-8}	1.51×10^6	0.0013	100	0.5	3.84	4.22×10^{-6}
p1	顶棚上方 (楼上) 距顶棚 地面 100cm 处 (抢救室)	4.5mmPb	3.067	18.83	0.7726	7.96×10^{-8}	1.51×10^6	0.0013	100	0.5	4.54	7.59×10^{-6}	

摄影模式	c1	医生防护门外 30cm 处 (控制室)	4.0mmPb	2.507	15.33	0.9124	5.14×10^{-6}	6.43×10^7	0.0013	100	0.5	5.55	1.39×10^{-2}
	d1	东侧墙外 30cm 处 (控制室)	4.0mmPb	2.507	15.33	0.9124	5.14×10^{-6}	6.43×10^7	0.0013	100	0.5	5.50	1.42×10^{-2}
	e1	观察窗外 30cm 处 (控制室)	4.0mmPb	2.507	15.33	0.9124	5.14×10^{-6}	6.43×10^7	0.0013	100	0.5	5.52	1.41×10^{-2}
	f1	北侧墙外 30cm 处 (污物走廊)	4.0mmPb	2.507	15.33	0.9124	5.14×10^{-6}	6.43×10^7	0.0013	100	0.5	3.55	3.41×10^{-2}
	g1	污物走廊防护门外 30cm 处(污物走廊)	4.0mmPb	2.507	15.33	0.9124	5.14×10^{-6}	6.43×10^7	0.0013	100	0.5	5.05	1.68×10^{-2}
	h1	东侧墙外 30cm 处 (污洗间)	4.0mmPb	2.507	15.33	0.9124	5.14×10^{-6}	6.43×10^7	0.0013	100	0.5	4.70	1.94×10^{-2}
	k1	东侧墙外 30cm 处 (洁具间)	4.0mmPb	2.507	15.33	0.9124	5.14×10^{-6}	6.43×10^7	0.0013	100	0.5	4.74	1.91×10^{-2}
	m1	南侧墙外 30cm 处 (洁净走廊)	4.0mmPb	2.507	15.33	0.9124	5.14×10^{-6}	6.43×10^7	0.0013	100	0.5	4.14	2.51×10^{-2}
	n1	患者防护门外 30cm 处 (洁净走廊)	4.0mmPb	2.507	15.33	0.9124	5.14×10^{-6}	6.43×10^7	0.0013	100	0.5	4.10	2.56×10^{-2}
	o1	地板下方(楼下)距楼下 地面 170cm 处 (患者走廊)	4.8mmPb	2.507	15.33	0.9124	6.92×10^{-7}	6.43×10^7	0.0013	100	0.5	3.84	3.92×10^{-3}
	p1	顶棚上方(楼上)距顶棚 地面 100cm 处 (抢救室)	4.5mmPb	2.507	15.33	0.9124	1.47×10^{-6}	6.43×10^7	0.0013	100	0.5	4.54	5.95×10^{-3}

注：①第一术者位（铅衣内）考虑铅屏风/铅帘（0.5mmPb）+铅衣（0.5mmPb）防护；第二术者位（铅衣内）考虑铅衣（0.5mmPb）防护。

②透视模式下，拟合参数取《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 表 C.2 中管电压 90kV 对应的值，摄影模式下取 100kV 对应的值。

③患者对 X 射线的散射比保守均取《辐射防护手册》第一分册——《辐射源与屏蔽》（[M]北京：原子能出版社，1987：P437）中 100kV 对应的值。

④摄影模式下，医师及护士不在手术室内停留，故机房内术者位剂量率估算只考虑透视模式。

表 11.22 1 号 DSA 机房各关注点泄漏辐射剂量率计算参数及结果

模式	关注点位	具体位置描述	X	α	β	γ	B	$H_0(\mu\text{Gy/h})$	f	R (m)	H ($\mu\text{Gy/h}$)
透 视 模 式	a1	第一术者位 (DSA 手术室内部)	1.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	4.08×10^{-3}	1.51×10^6	0.001	0.50	24.62
	b1	第二术者位 (DSA 手术室内部)	0.5mmPb	3.067	18.83	0.7726	2.52×10^{-2}	1.51×10^6	0.001	1.00	37.98
	c1	医生防护门外 30cm 处 (控制室)	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69×10^{-7}	1.51×10^6	0.001	5.55	1.81×10^{-5}
	d1	东侧墙外 30cm 处 (控制室)	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69×10^{-7}	1.51×10^6	0.001	5.50	1.84×10^{-5}
	e1	观察窗外 30cm 处 (控制室)	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69×10^{-7}	1.51×10^6	0.001	5.52	1.83×10^{-5}
	f1	北侧墙外 30cm 处 (污物走廊)	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69×10^{-7}	1.51×10^6	0.001	3.55	4.42×10^{-5}
	g1	污物走廊防护门外 30cm 处 (污物走廊)	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69×10^{-7}	1.51×10^6	0.001	5.05	2.19×10^{-5}
	h1	东侧墙外 30cm 处 (污洗间)	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69×10^{-7}	1.51×10^6	0.001	4.70	2.52×10^{-5}
	k1	东侧墙外 30cm 处 (洁具间)	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69×10^{-7}	1.51×10^6	0.001	4.74	2.48×10^{-5}
	m1	南侧墙外 30cm 处 (洁净走廊)	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69×10^{-7}	1.51×10^6	0.001	4.14	3.25×10^{-5}
	n1	患者防护门外 30cm 处 (洁净走廊)	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69×10^{-7}	1.51×10^6	0.001	4.10	3.32×10^{-5}
	o1	地板下方(楼下)距楼下地面 170cm 处(患者走廊)	4.8mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.17×10^{-8}	1.51×10^6	0.001	3.34	4.30×10^{-6}
	p1	顶棚上方(楼上)距顶棚地面 100cm 处(抢救室)	4.5mmPb	3.067	18.83	0.7726	7.96×10^{-8}	1.51×10^6	0.001	5.04	4.73×10^{-6}

摄影模式	c1	医生防护门外 30cm 处 (控制室)	4.0mmPb	2.500	15.28	0.7557	3.39×10^{-6}	6.43×10^7	0.001	5.55	7.07×10^{-3}
	d1	东侧墙外 30cm 处 (控制室)	4.0mmPb	2.500	15.28	0.7557	3.39×10^{-6}	6.43×10^7	0.001	5.50	7.20×10^{-3}
	e1	观察窗外 30cm 处 (控制室)	4.0mmPb	2.500	15.28	0.7557	3.39×10^{-6}	6.43×10^7	0.001	5.52	7.15×10^{-3}
	f1	北侧墙外 30cm 处 (污物走廊)	4.0mmPb	2.500	15.28	0.7557	3.39×10^{-6}	6.43×10^7	0.001	3.55	1.73×10^{-2}
	g1	污物走廊防护门外 30cm 处 (污物走廊)	4.0mmPb	2.500	15.28	0.7557	3.39×10^{-6}	6.43×10^7	0.001	5.05	8.54×10^{-3}
	h1	东侧墙外 30cm 处 (污洗间)	4.0mmPb	2.500	15.28	0.7557	3.39×10^{-6}	6.43×10^7	0.001	4.70	9.86×10^{-3}
	k1	东侧墙外 30cm 处 (洁具间)	4.0mmPb	2.500	15.28	0.7557	3.39×10^{-6}	6.43×10^7	0.001	4.74	9.69×10^{-3}
	m1	南侧墙外 30cm 处 (洁净走廊)	4.0mmPb	2.500	15.28	0.7557	3.39×10^{-6}	6.43×10^7	0.001	4.14	1.27×10^{-2}
	n1	患者防护门外 30cm 处 (洁净走廊)	4.0mmPb	2.500	15.28	0.7557	3.39×10^{-6}	6.43×10^7	0.001	4.10	1.30×10^{-2}
	o1	地板下方(楼下)距楼下地面 170cm 处(患者走廊)	4.8mmPb	2.500	15.28	0.7557	4.58×10^{-7}	6.43×10^7	0.001	3.34	2.64×10^{-3}
	p1	顶棚上方(楼上)距顶棚地面 100cm 处(抢救室)	4.5mmPb	2.500	15.28	0.7557	9.70×10^{-7}	6.43×10^7	0.001	5.04	2.46×10^{-3}

注：①第一术者位（铅衣内）考虑铅屏风/铅帘（0.5mmPb）+铅衣（0.5mmPb）防护；第二术者位（铅衣内）考虑铅衣（0.5mmPb）防护。

②透视模式下，拟合参数取《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 表 C.2 中管电压 90kV 对应的值，摄影模式下取 100kV 对应的值。

③摄影模式下，医师不在手术室内停留，故机房内术者剂量率估算只考虑透视模式。

表 11.23 2 号 DSA 机房各关注点散射辐射剂量率计算参数及结果

模式	关注点位	具体位置描述	X	α	β	γ	B	H_0 ($\mu\text{Gy/h}$)	α	S (cm^2)	d_0 (m)	d_s (m)	H_s ($\mu\text{Gy/h}$)
透 视 模 式	a2	第一术者位 (DSA 手术室内部)	1.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	4.08×10^{-3}	1.51×10^6	0.0013	100	0.5	0.5	32.00
	b2	第二术者位 (DSA 手术室内部)	0.5mmPb	3.067	18.83	0.7726	2.52×10^{-2}	1.51×10^6	0.0013	100	0.5	1.0	49.38
	c2	东侧墙外 30cm 处 (卫生间)	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69×10^{-7}	1.51×10^6	0.0013	100	0.5	4.66	3.34×10^{-5}
	d2	北侧墙外 30cm 处 (室外平台)	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69×10^{-7}	1.51×10^6	0.0013	100	0.5	5.29	2.59×10^{-5}
	e2	污物走廊防护门外 30cm 处 (污物走廊)	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69×10^{-7}	1.51×10^6	0.0013	100	0.5	6.22	1.87×10^{-5}
	f2	观察窗外 30cm 处 (控制室)	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69×10^{-7}	1.51×10^6	0.0013	100	0.5	4.92	2.99×10^{-5}
	g2	西侧墙外 30cm 处 (控制室)	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69×10^{-7}	1.51×10^6	0.0013	100	0.5	4.96	2.95×10^{-5}
	h2	医生防护门外 30cm 处 (控制室)	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69×10^{-7}	1.51×10^6	0.0013	100	0.5	5.25	2.63×10^{-5}
	k2	患者防护门外 30cm 处 (洁净走廊)	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69×10^{-7}	1.51×10^6	0.0013	100	0.5	5.20	2.68×10^{-5}
	m2	南侧墙外 30cm 处 (洁净走廊)	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69×10^{-7}	1.51×10^6	0.0013	100	0.5	4.51	3.56×10^{-5}
	n2	南侧墙外 30cm 处 (缓冲间)	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69×10^{-7}	1.51×10^6	0.0013	100	0.5	4.55	3.50×10^{-5}
	o2	地板下方 (楼下) 距楼下 地面 170cm 处 (肺功能室)	4.8mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.17×10^{-8}	1.51×10^6	0.0013	100	0.5	3.84	4.22×10^{-6}
p2	顶棚上方 (楼上) 距顶棚 地面 100cm 处 (护士站)	4.5mmPb	3.067	18.83	0.7726	7.96×10^{-8}	1.51×10^6	0.0013	100	0.5	4.54	7.59×10^{-6}	

摄影模式	c2	东侧墙外 30cm 处 (卫生间)	3.0mmPb	2.507	15.33	0.9124	5.14×10^{-6}	6.43×10^7	0.0013	100	0.5	4.66	1.98×10^{-2}
	d2	北侧墙外 30cm 处 (室外平台)	4.0mmPb	2.507	15.33	0.9124	5.14×10^{-6}	6.43×10^7	0.0013	100	0.5	5.29	1.54×10^{-2}
	e2	污物走廊防护门外 30cm 处 (污物走廊)	3.0mmPb	2.507	15.33	0.9124	5.14×10^{-6}	6.43×10^7	0.0013	100	0.5	6.22	1.11×10^{-2}
	f2	观察窗外 30cm 处 (控制室)	4.0mmPb	2.507	15.33	0.9124	5.14×10^{-6}	6.43×10^7	0.0013	100	0.5	4.92	1.77×10^{-2}
	g2	西侧墙外 30cm 处 (控制室)	4.0mmPb	2.507	15.33	0.9124	5.14×10^{-6}	6.43×10^7	0.0013	100	0.5	4.96	1.75×10^{-2}
	h2	医生防护门外 30cm 处 (控制室)	3.0mmPb	2.507	15.33	0.9124	5.14×10^{-6}	6.43×10^7	0.0013	100	0.5	5.25	1.56×10^{-2}
	k2	患者防护门外 30cm 处 (洁净走廊)	3.0mmPb	2.507	15.33	0.9124	5.14×10^{-6}	6.43×10^7	0.0013	100	0.5	5.20	1.59×10^{-2}
	m2	南侧墙外 30cm 处 (洁净走廊)	4.0mmPb	2.507	15.33	0.9124	5.14×10^{-6}	6.43×10^7	0.0013	100	0.5	4.51	2.11×10^{-2}
	n2	南侧墙外 30cm 处 (缓冲间)	4.0mmPb	2.507	15.33	0.9124	5.14×10^{-6}	6.43×10^7	0.0013	100	0.5	4.55	2.08×10^{-2}
	o2	地板下方(楼下)距楼下 地面 170cm 处 (肺功能室)	4.8mmPb	2.507	15.33	0.9124	6.92×10^{-7}	6.43×10^7	0.0013	100	0.5	3.84	3.92×10^{-3}
	p2	顶棚上方(楼上)距顶棚 地面 100cm 处 (护士站)	4.5mmPb	2.507	15.33	0.9124	1.47×10^{-6}	6.43×10^7	0.0013	100	0.5	4.54	5.95×10^{-3}

注：①第一术者位（铅衣内）考虑铅屏风/铅帘（0.5mmPb）+铅衣（0.5mmPb）防护；第二术者位（铅衣内）考虑铅衣（0.5mmPb）防护。

②透视模式下，拟合参数取《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 表 C.2 中管电压 90kV 对应的值，摄影模式下取 100kV 对应的值。

③患者对 X 射线的散射比保守均取《辐射防护手册》第一分册——《辐射源与屏蔽》（[M]北京：原子能出版社，1987：P437）中 100kV 对应的值。

④摄影模式下，医师不在手术室内停留，故机房内术者剂量率估算只考虑透视模式。

表 11.24 2号 DSA 机房各关注点泄漏辐射剂量率计算参数及结果

模式	关注点位	具体位置描述	X	α	β	γ	B	$H_0(\mu\text{Gy/h})$	f	R (m)	H ($\mu\text{Gy/h}$)
透 视 模 式	a2	第一术者位 (DSA 手术室内部)	1.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	4.08×10^{-3}	1.51×10^6	0.001	0.5	24.62
	b2	第二术者位 (DSA 手术室内部)	0.5mmPb	3.067	18.83	0.7726	2.52×10^{-2}	1.51×10^6	0.001	1.0	37.98
	c2	东侧墙外 30cm 处 (卫生间)	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69×10^{-7}	1.51×10^6	0.001	4.66	2.57×10^{-5}
	d2	北侧墙外 30cm 处 (室外平台)	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69×10^{-7}	1.51×10^6	0.001	5.29	1.99×10^{-5}
	e2	污物走廊防护门外 30cm 处 (污物走廊)	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69×10^{-7}	1.51×10^6	0.001	6.22	1.44×10^{-5}
	f2	观察窗外 30cm 处 (控制室)	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69×10^{-7}	1.51×10^6	0.001	4.92	2.30×10^{-5}
	g2	西侧墙外 30cm 处 (控制室)	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69×10^{-7}	1.51×10^6	0.001	4.96	2.27×10^{-5}
	h2	医生防护门外 30cm 处 (控制室)	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69×10^{-7}	1.51×10^6	0.001	5.25	2.02×10^{-5}
	k2	患者防护门外 30cm 处 (洁净走廊)	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69×10^{-7}	1.51×10^6	0.001	5.20	2.06×10^{-5}
	m2	南侧墙外 30cm 处 (洁净走廊)	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69×10^{-7}	1.51×10^6	0.001	4.51	2.74×10^{-5}
	n2	南侧墙外 30cm 处 (缓冲间)	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69×10^{-7}	1.51×10^6	0.001	4.55	2.69×10^{-5}
	o2	地板下方(楼下)距楼下地面 170cm 处(肺功能室)	4.8mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.17×10^{-8}	1.51×10^6	0.001	3.34	4.30×10^{-6}
p2	顶棚上方(楼上)距顶棚地面 100cm 处	4.5mmPb	3.067	18.83	0.7726	7.96×10^{-8}	1.51×10^6	0.001	5.04	4.73×10^{-6}	

摄影模式	c2	东侧墙外 30cm 处 (卫生间)	3.0mmPb	2.500	15.28	0.7557	3.39×10^{-6}	6.43×10^7	0.001	4.66	1.00×10^{-2}
	d2	北侧墙外 30cm 处 (室外平台)	4.0mmPb	2.500	15.28	0.7557	3.39×10^{-6}	6.43×10^7	0.001	5.29	7.78×10^{-3}
	e2	污物走廊防护门外 30cm 处 (污物走廊)	3.0mmPb	2.500	15.28	0.7557	3.39×10^{-6}	6.43×10^7	0.001	6.22	5.63×10^{-3}
	f2	观察窗外 30cm 处 (控制室)	4.0mmPb	2.500	15.28	0.7557	3.39×10^{-6}	6.43×10^7	0.001	4.92	9.00×10^{-3}
	g2	西侧墙外 30cm 处 (控制室)	4.0mmPb	2.500	15.28	0.7557	3.39×10^{-6}	6.43×10^7	0.001	4.96	8.85×10^{-3}
	h2	医生防护门外 30cm 处 (控制 室)	3.0mmPb	2.500	15.28	0.7557	3.39×10^{-6}	6.43×10^7	0.001	5.25	7.90×10^{-3}
	k2	患者防护门外 30cm 处 (洁净 走廊)	3.0mmPb	2.500	15.28	0.7557	3.39×10^{-6}	6.43×10^7	0.001	5.20	8.06×10^{-3}
	m2	南侧墙外 30cm 处 (洁净走廊)	4.0mmPb	2.500	15.28	0.7557	3.39×10^{-6}	6.43×10^7	0.001	4.51	1.07×10^{-2}
	n2	南侧墙外 30cm 处 (缓冲间)	4.0mmPb	2.500	15.28	0.7557	3.39×10^{-6}	6.43×10^7	0.001	4.55	1.05×10^{-2}
	o2	地板下方 (楼下) 距楼下地面 170cm 处 (肺功能室)	4.8mmPb	2.500	15.28	0.7557	4.58×10^{-7}	6.43×10^7	0.001	3.34	2.64×10^{-3}
	p2	顶棚上方 (楼上) 距顶棚地面 100cm 处 (护士站)	4.5mmPb	2.500	15.28	0.7557	9.70×10^{-7}	6.43×10^7	0.001	5.04	2.46×10^{-3}

注：①第一术者位（铅衣内）考虑铅屏风/铅帘（0.5mmPb）+铅衣（0.5mmPb）防护；第二术者位（铅衣内）考虑铅衣（0.5mmPb）防护。

②透视模式下，拟合参数取《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 表 C.2 中管电压 90kV 对应的值，摄影模式下取 100kV 对应的值。

③摄影模式下，医师不在手术室内停留，故机房内术者位剂量率估算只考虑透视模式。

(3) 总附加剂量率

根据散射辐射和泄漏辐射计算结果，将不同模式下各个预测点的总的附加剂量率统计于表 11.25。

表 11.25 各个预测点的总附加剂量率

机房	模式	关注点位	具体位置描述	散射辐射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	泄漏辐射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	总的附加剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)
1 号 DSA 机房	透视模式	a1	第一术者位 (DSA 手术室内部)	32.00	24.62	56.62
		b1	第二术者位 (DSA 手术室内部)	49.38	37.98	87.36
		c1	医生防护门外 30cm 处 (控制室)	2.35×10^{-5}	1.81×10^{-5}	4.16×10^{-5}
		d1	东侧墙外 30cm 处 (控制室)	2.40×10^{-5}	1.84×10^{-5}	4.24×10^{-5}
		e1	观察窗外 30cm 处 (控制室)	2.38×10^{-5}	1.83×10^{-5}	4.21×10^{-5}
		f1	北侧墙外 30cm 处 (污物走廊)	5.75×10^{-5}	4.42×10^{-5}	1.02×10^{-4}
		g1	污物走廊防护门外 30cm 处 (污物走廊)	2.84×10^{-5}	2.19×10^{-5}	5.03×10^{-5}
		h1	东侧墙外 30cm 处 (污洗间)	3.28×10^{-5}	2.52×10^{-5}	5.80×10^{-5}
		k1	东侧墙外 30cm 处 (洁具间)	3.23×10^{-5}	2.48×10^{-5}	5.71×10^{-5}
		m1	南侧墙外 30cm 处 (洁净走廊)	4.23×10^{-5}	3.25×10^{-5}	7.48×10^{-5}
		n1	患者防护门外 30cm 处 (洁净走廊)	4.31×10^{-5}	3.32×10^{-5}	7.63×10^{-5}
		o1	地板下方(楼下)距楼下地面 170cm 处(患者走廊)	4.22×10^{-6}	4.30×10^{-6}	8.52×10^{-6}
		p1	顶棚上方(楼上)距顶棚地面 100cm 处(抢救室)	7.59×10^{-6}	4.73×10^{-6}	1.23×10^{-5}
	摄影模式	c1	医生防护门外 30cm 处 (控制室)	1.39×10^{-2}	7.07×10^{-3}	2.10×10^{-2}
		d1	东侧墙外 30cm 处 (控制室)	1.42×10^{-2}	7.20×10^{-3}	2.14×10^{-2}
		e1	观察窗外 30cm 处 (控制室)	1.41×10^{-2}	7.15×10^{-3}	2.13×10^{-2}
		f1	北侧墙外 30cm 处 (污物走廊)	3.41×10^{-2}	1.73×10^{-2}	5.14×10^{-2}
		g1	污物走廊防护门外 30cm 处 (污物走廊)	1.68×10^{-2}	8.54×10^{-3}	2.53×10^{-2}
		h1	东侧墙外 30cm 处 (污洗间)	1.94×10^{-2}	9.86×10^{-3}	2.93×10^{-2}

2号 DSA 机房		k1	东侧墙外 30cm 处 (洁具间)	1.91×10^{-2}	9.69×10^{-3}	2.88×10^{-2}
		m1	南侧墙外 30cm 处 (洁净走廊)	2.51×10^{-2}	1.27×10^{-2}	3.78×10^{-2}
		n1	患者防护门外 30cm 处 (洁净走廊)	2.56×10^{-2}	1.30×10^{-2}	3.86×10^{-2}
		o1	地板下方(楼下)距楼下地面 170cm 处(患者走廊)	3.92×10^{-3}	2.64×10^{-3}	6.56×10^{-3}
		p1	顶棚上方(楼上)距顶棚地面 100cm 处(抢救室)	5.95×10^{-3}	2.46×10^{-3}	8.41×10^{-3}
	透 视 模 式	a2	第一术者位 (DSA 手术室内)	32.00	24.62	56.62
		b2	第二术者位 (DSA 手术室内)	49.38	37.98	87.36
		c2	东侧墙外 30cm 处 (卫生间)	3.34×10^{-5}	2.57×10^{-5}	5.91×10^{-5}
		d2	北侧墙外 30cm 处 (室外平台)	2.59×10^{-5}	1.99×10^{-5}	4.58×10^{-5}
		e2	污物走廊防护门外 30cm 处 (污物走廊)	1.87×10^{-5}	1.44×10^{-5}	3.31×10^{-5}
		f2	观察窗外 30cm 处 (控制室)	2.99×10^{-5}	2.30×10^{-5}	5.29×10^{-5}
		g2	西侧墙外 30cm 处 (控制室)	2.95×10^{-5}	2.27×10^{-5}	5.22×10^{-5}
		h2	医生防护门外 30cm 处 (控制室)	2.63×10^{-5}	2.02×10^{-5}	4.65×10^{-5}
		k2	患者防护门外 30cm 处 (洁净走廊)	2.68×10^{-5}	2.06×10^{-5}	4.74×10^{-5}
		m2	南侧墙外 30cm 处 (洁净走廊)	3.56×10^{-5}	2.74×10^{-5}	6.30×10^{-5}
		n2	南侧墙外 30cm 处 (缓冲间)	3.50×10^{-5}	2.69×10^{-5}	6.19×10^{-5}
		o2	地板下方(楼下)距楼下地面 170cm 处(肺功能室)	4.22×10^{-6}	4.30×10^{-6}	8.52×10^{-6}
		p2	顶棚上方(楼上)距顶棚地面 100cm 处(护士站)	7.59×10^{-6}	4.73×10^{-6}	1.23×10^{-5}
		摄 影 模 式	c2	东侧墙外 30cm 处 (卫生间)	1.98×10^{-2}	1.00×10^{-2}
d2	北侧墙外 30cm 处 (室外平台)		1.54×10^{-2}	7.78×10^{-3}	2.32×10^{-2}	
e2	污物走廊防护门外 30cm 处 (污物走廊)		1.11×10^{-2}	5.63×10^{-3}	1.67×10^{-2}	
f2	观察窗外 30cm 处 (控制室)		1.77×10^{-2}	9.00×10^{-3}	2.67×10^{-2}	
g2	西侧墙外 30cm 处 (控制室)		1.75×10^{-2}	8.85×10^{-3}	2.64×10^{-2}	
h2	医生防护门外 30cm 处 (控制室)		1.56×10^{-2}	7.90×10^{-3}	2.35×10^{-2}	

	k2	患者防护门外 30cm 处 (洁净走廊)	1.59×10^{-2}	8.06×10^{-3}	2.40×10^{-2}
	m2	南侧墙外 30cm 处 (洁净走廊)	2.11×10^{-2}	1.07×10^{-2}	3.18×10^{-2}
	n2	南侧墙外 30cm 处 (缓冲间)	2.08×10^{-2}	1.05×10^{-2}	3.13×10^{-2}
	o2	地板下方(楼下)距楼下地面 170cm 处(肺功能室)	3.92×10^{-3}	2.64×10^{-3}	6.56×10^{-3}
	p2	顶棚上方(楼上)距顶棚地面 100cm 处(护士站)	5.95×10^{-3}	2.46×10^{-3}	8.41×10^{-3}

由表 11.25 统计结果可知,两间 DSA 机房各关注点位辐射剂量率估算结果能够满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中限值要求,同时满足医院设置的控制水平(透视及摄影模式下机房屏蔽体外周围剂量当量率均不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$)。

11.2.3.4 人员附加年剂量估算

(1) 对手术医师的附加年剂量估算

根据医院提供资料,本项目运行后,DSA 运行后预估每周 20 台手术,每年工作 50 周,由 2 台 DSA 共同承担所有介入手术。单台手术摄影模式出束时间约 2min,透视模式出束时间约 10min,则每台 DSA 年出束时间约为 100h(其中摄影出束时间 16.7h,透视出束时间 83.3h)。

本项目拟为两间 DSA 机房共配置 16 名辐射工作人员(8 名医师、4 名护士、4 名技师),均为新聘人员。辐射工作人员分四班轮流开展工作,每班 2 名医师、1 名护士、1 名技师。手术期间透视模式下,技师及护士位于操作间内,医师位于病人床旁。摄影模式下,辐射工作人员均位于操作间内。

由 DSA 工作负荷及人员配置,结合附加剂量率的估算结果,推算得到本项目两台 DSA 对手术医师的年附加有效剂量结果详见表 11.26。

表 11.26 手术医师的附加年剂量估算表

机房	点位	附加剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	年工作时间 (h/a)	居留 因子	本项目 DSA 年附加有 效剂量 (mSv/a)
1 号 DSA 机房	第一术者位	56.62	83.3	1	4.72
	第二术者位	87.36			7.28
2 号 DSA 机房	第一术者位	56.62	83.3	1	4.72
	第二术者位	87.36			7.28

由表 11.26 计算结果可知,本项目两台 DSA 对手术医生的总附加年有效剂量共 24mSv/a ,拟配置 8 名医师,则平均每名医师可能受到的年有效剂量约为 3.0mSv/a ,符

合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求，且低于医院管理目标值（工作人员 5mSv/a）。

②对控制室工作人员及公众人员的附加年剂量估算

根据医院提供的工作负荷及表 11.25 中的辐射剂量率的计算结果，由式 11.19 可得出控制室工作人员及公众人员的年附加有效剂量结果见下表 11.27、表 11.28、表 11.29。

表 11.27 1 号 DSA 机房控制室工作人员及周围公众人员的附加年剂量估算表

模式	关注点位	具体位置描述	附加剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	年出束时间 (h)	居留因子	年有效剂量 (mSv/a)	备注
透 视	c1	医生防护门外 30cm 处（控制室）	4.16×10^{-5}	83.3	1	3.47×10^{-6}	工作人员
	d1	东侧墙外 30cm 处 （控制室）	4.24×10^{-5}	83.3	1	3.53×10^{-6}	工作人员
	e1	观察窗外 30cm 处 （控制室）	4.21×10^{-5}	83.3	1	3.51×10^{-6}	工作人员
	f1	北侧墙外 30cm 处 （污物走廊）	1.02×10^{-4}	83.3	1/4	2.12×10^{-6}	公众人员
	g1	污物走廊防护门外 30cm 处 （污物走廊）	5.03×10^{-5}	83.3	1/4	1.05×10^{-6}	公众人员
	h1	东侧墙外 30cm 处 （污洗间）	5.80×10^{-5}	83.3	1/4	1.21×10^{-6}	公众人员
	k1	东侧墙外 30cm 处 （洁具间）	5.71×10^{-5}	83.3	1/4	1.19×10^{-6}	公众人员
	m1	南侧墙外 30cm 处 （洁净走廊）	7.48×10^{-5}	83.3	1/4	1.56×10^{-6}	公众人员
	n1	患者防护门外 30cm 处 （洁净走廊）	7.63×10^{-5}	83.3	1/4	1.59×10^{-6}	公众人员
	o1	地板下方（楼下） 距楼下地面 170cm 处（患者走廊）	8.52×10^{-6}	83.3	1/4	1.77×10^{-7}	公众人员
	p1	顶棚上方（楼上） 距顶棚地面 100cm 处（抢救室）	1.23×10^{-5}	83.3	1/2	5.12×10^{-7}	公众人员

摄影	c1	医生防护门外 30cm 处 (控制室)	2.10×10^{-2}	16.7	1	3.51×10^{-4}	工作人员
	d1	东侧墙外 30cm 处 (控制室)	2.14×10^{-2}	16.7	1	3.57×10^{-4}	工作人员
	e1	观察窗外 30cm 处 (控制室)	2.13×10^{-2}	16.7	1	3.56×10^{-4}	工作人员
	f1	北侧墙外 30cm 处 (污物走廊)	5.14×10^{-2}	16.7	1/4	2.15×10^{-4}	公众人员
	g1	污物走廊防护门外 30cm 处 (污物走廊)	2.53×10^{-2}	16.7	1/4	1.06×10^{-4}	公众人员
	h1	东侧墙外 30cm 处 (污洗间)	2.93×10^{-2}	16.7	1/4	1.22×10^{-4}	公众人员
	k1	东侧墙外 30cm 处 (洁具间)	2.88×10^{-2}	16.7	1/4	1.20×10^{-4}	公众人员
	m1	南侧墙外 30cm 处 (洁净走廊)	3.78×10^{-2}	16.7	1/4	1.58×10^{-4}	公众人员
	n1	患者防护门外 30cm 处 (洁净走廊)	3.86×10^{-2}	16.7	1/4	1.61×10^{-4}	公众人员
	o1	地板下方 (楼下) 距楼下地面 170cm 处 (患者走廊)	6.56×10^{-3}	16.7	1/4	2.74×10^{-4}	公众人员
	p1	顶棚上方 (楼上) 距顶棚地面 100cm 处 (抢救室)	8.41×10^{-3}	16.7	1/2	7.02×10^{-4}	公众人员

表 11.28 2 号 DSA 机房控制室工作人员及周围公众人员的附加年剂量估算表

模式	关注 点位	具体位置描述	附加剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	年出束时间 (h)	居留 因子	年有效剂量 (mSv/a)	备注
透 视	c2	东侧墙外 30cm 处 (卫生间)	5.91×10^{-5}	83.3	1/4	1.23×10^{-6}	公众人员
	d2	北侧墙外 30cm 处 (室外平台)	4.58×10^{-5}	83.3	1/8	4.77×10^{-7}	公众人员
	e2	污物走廊防护门外 30cm 处 (污物走廊)	3.31×10^{-5}	83.3	1/4	6.89×10^{-7}	公众人员

摄影	f2	观察窗外 30cm 处 (控制室)	5.29×10^{-5}	83.3	1	4.41×10^{-6}	工作人员
	g2	西侧墙外 30cm 处 (控制室)	5.22×10^{-5}	83.3	1	4.35×10^{-6}	工作人员
	h2	医生防护门外 30cm 处 (控制室)	4.65×10^{-5}	83.3	1	3.87×10^{-6}	工作人员
	k2	患者防护门外 30cm 处 (洁净走廊)	4.74×10^{-5}	83.3	1/4	9.87×10^{-7}	公众人员
	m2	南侧墙外 30cm 处 (洁净走廊)	6.30×10^{-5}	83.3	1/4	1.31×10^{-6}	公众人员
	n2	南侧墙外 30cm 处 (缓冲间)	6.19×10^{-5}	83.3	1/4	1.29×10^{-6}	公众人员
	o2	地板下方(楼下) 距楼下地面 170cm 处(肺功能室)	8.52×10^{-6}	83.3	<u>1/2</u>	<u>3.55×10^{-7}</u>	公众人员
	p2	顶棚上方(楼上) 距顶棚地面 100cm 处(护士站)	1.23×10^{-5}	83.3	1	1.02×10^{-6}	公众人员
	c2	东侧墙外 30cm 处 (卫生间)	2.98×10^{-2}	16.7	1/4	1.24×10^{-4}	公众人员
	d2	北侧墙外 30cm 处 (室外平台)	2.32×10^{-2}	16.7	1/8	4.84×10^{-5}	公众人员
	e2	污物走廊防护门外 30cm 处 (污物走廊)	1.67×10^{-2}	16.7	1/4	6.97×10^{-5}	公众人员
	f2	观察窗外 30cm 处 (控制室)	2.67×10^{-2}	16.7	1	4.46×10^{-4}	工作人员
	g2	西侧墙外 30cm 处 (控制室)	2.64×10^{-2}	16.7	1	4.41×10^{-4}	工作人员
	h2	医生防护门外 30cm 处 (控制室)	2.35×10^{-2}	16.7	1	3.92×10^{-4}	工作人员
	k2	患者防护门外 30cm 处 (洁净走廊)	2.40×10^{-2}	16.7	1/4	1.00×10^{-4}	公众人员

m2	南侧墙外 30cm 处 (洁净走廊)	3.18×10^{-2}	16.7	1/4	1.33×10^{-4}	公众人员
n2	南侧墙外 30cm 处 (缓冲间)	3.13×10^{-2}	16.7	1/4	1.31×10^{-4}	公众人员
o2	地板下方(楼下) 距楼下地面 170cm 处(肺功能室)	6.56×10^{-3}	16.7	<u>1/2</u>	<u>5.48×10^{-5}</u>	公众人员
p2	顶棚上方(楼上) 距顶棚地面 100cm 处(护士站)	8.41×10^{-3}	16.7	1	1.40×10^{-4}	公众人员

表 11.29 控制室工作人员及公众人员透视及摄影模式下的附加年剂量统计表

机房	关注点 位	具体位置描述	附加年有效剂量 (mSv/a)		总的附加年 有效剂量 (mSv/a)	备注
			透视	摄影		
1 号 DSA 机房	c1	医生防护门外 30cm 处 (控制室)	3.47×10^{-6}	3.51×10^{-4}	3.54×10^{-4}	工作人员
	d1	东侧墙外 30cm 处 (控制室)	3.53×10^{-6}	3.57×10^{-4}	3.61×10^{-4}	工作人员
	e1	观察窗外 30cm 处 (控制室)	3.51×10^{-6}	3.56×10^{-4}	3.58×10^{-4}	工作人员
	f1	北侧墙外 30cm 处 (污物走廊)	2.12×10^{-6}	2.15×10^{-4}	2.17×10^{-4}	公众人员
	g1	污物走廊防护门外 30cm 处(污物走廊)	1.05×10^{-6}	1.06×10^{-4}	1.07×10^{-4}	公众人员
	h1	东侧墙外 30cm 处 (污洗间)	1.21×10^{-6}	1.22×10^{-4}	1.23×10^{-4}	公众人员
	k1	东侧墙外 30cm 处 (洁具间)	1.19×10^{-6}	1.20×10^{-4}	1.21×10^{-4}	公众人员
	m1	南侧墙外 30cm 处 (洁净走廊)	1.56×10^{-6}	1.58×10^{-4}	1.60×10^{-4}	公众人员
	n1	患者防护门外 30cm 处 (洁净走廊)	1.59×10^{-6}	1.61×10^{-4}	1.63×10^{-4}	公众人员
	o1	地板下方(楼下)距楼下 地面 170cm 处(患者走廊)	1.77×10^{-7}	2.74×10^{-4}	2.74×10^{-4}	公众人员
	p1	顶棚上方(楼上)距顶棚 地面 100cm 处(抢救室)	<u>5.12×10^{-7}</u>	<u>7.02×10^{-4}</u>	<u>7.02×10^{-4}</u>	公众人员

2号 DSA 机房	c2	东侧墙外 30cm 处 (卫生间)	1.23×10^{-6}	1.24×10^{-4}	1.25×10^{-4}	公众人员
	d2	北侧墙外 30cm 处 (室外平台)	4.77×10^{-7}	4.84×10^{-5}	4.89×10^{-5}	公众人员
	e2	污物走廊防护门外 30cm 处(污物走廊)	6.89×10^{-7}	6.97×10^{-5}	7.04×10^{-5}	公众人员
	f2	观察窗外 30cm 处 (控制室)	4.41×10^{-6}	4.46×10^{-4}	4.50×10^{-4}	工作人员
	g2	西侧墙外 30cm 处 (控制室)	4.35×10^{-6}	4.41×10^{-4}	4.45×10^{-4}	工作人员
	h2	医生防护门外 30cm 处 (控制室)	3.87×10^{-6}	3.92×10^{-4}	3.96×10^{-4}	工作人员
	k2	患者防护门外 30cm 处 (洁净走廊)	9.87×10^{-7}	1.00×10^{-4}	1.01×10^{-4}	公众人员
	m2	南侧墙外 30cm 处 (洁净走廊)	1.31×10^{-6}	1.33×10^{-4}	1.34×10^{-4}	公众人员
	n2	南侧墙外 30cm 处 (缓冲间)	1.29×10^{-6}	1.31×10^{-4}	1.32×10^{-4}	公众人员
	o2	地板下方(楼下)距楼下 地面 170cm 处(肺功能室)	<u>3.55×10^{-7}</u>	<u>5.48×10^{-5}</u>	<u>5.52×10^{-5}</u>	公众人员
	p2	顶棚上方(楼上)距顶棚 地面 100cm 处(护士站)	1.02×10^{-6}	1.40×10^{-4}	1.41×10^{-4}	公众人员

由表 11.29 计算结果可知,本项目两台 DSA 在正常运行后,对控制室工作人员的最大年附加有效剂量为 $8.11 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ (考虑两台 DSA 叠加影响),对周围公众人员的最大年有效剂量为 $7.02 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$,均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于“剂量限值”的要求,且低于医院管理目标值(工作人员 5mSv/a ,公众人员 0.1mSv/a)。

11.2.3.5 “三废”环境影响分析

本项目 DSA 正常运行期间不产生放射性“三废”,主要是非放射性“三废”:

(1) 固体废物

DSA 维修产生的废旧 X 射线管,由设备厂家进行去功能化处理后回收处置。

介入手术过程中产生的一次性注射器、棉球、纱布、介入导管、导丝、针头等医疗固废,经收集后暂存于医院医疗废物暂存点内,定期委托危废资质单位安全处置。

以上固体废物均拟采取处理处置措施,不随意丢弃,不会对周围环境产生影响。

(2) 液体废物

工作人员刷手、工作场所清洗等产生的生活废水，均由管道收集汇入医院污水处理系统进行处理，符合排放要求后，最终统一汇入市政污水管网，不会对周围环境产生影响。

(3) 气体废物

X 射线与空气作用产生的少量臭氧和氮氧化物等有害气体，通过机房通风系统直接排入大气环境，能够迅速得以稀释和转化，不会对周围大气环境产生明显影响。

11.3 事故影响分析

11.3.1 直线加速器事故影响分析

11.3.1.1 事故情形分析

(1) 控制系统或电器系统发生故障，加速器不能及时停止出束，或操作人员疏忽将参数设置错误，使患者受到额外照射。

(2) 安全联锁系统发生故障，防护门未完全关闭，加速器开始出束，使防护门外活动人员受到一定的误照射。

(3) 安全联锁系统和警示装置发生故障，人员误入正在出束的加速器机房，使其受到一定的误照射。

(4) 人员尚未离开加速器机房，操作人员未进行确认便将防护门关闭，启动加速器出束，使机房内滞留人员受到一定的误照射。

(5) 设备维护检修期间，人员误操作加速器出束，使其受到一定的误照射。

11.3.1.2 误照射剂量率计算

假设滞留人员在无其他屏蔽的情况下位于加速器机头外 1m 处的主射束方向，本项目加速器开机治疗时，距辐射源点 1m 处 X 射线的最大剂量率为 6Gy/min，机房内设计有“紧急停机”按钮，只要按下此按钮就可以立即停机，人员受照射间按 10s 估算，则事故情况下人员在机房内受到的辐射剂量约为 1.0Sv。

假设误入人员在加速器启动后立即进入迷道中，根据影响分析章节中的结果，迷道内的散射剂量率约为 111.37 μ Sv/h。迷道内设计有“紧急停机”按钮，只要按下此按钮就可以立即停机，人员受照射间按 10s 估算，则事故情况下人员在迷道内受到的辐射剂量约为 0.309 μ Sv。

11.3.2 CT 模拟定位机事故影响分析

CT 模拟定位机可能发生的事故情形如下：

(1) 控制系统或电器系统发生故障，CT 模拟定位机不能及时停止出束，或操作人员疏忽将参数设置错误，使患者受到额外照射。

(2) 防护门未完全关闭，CT 模拟定位机开始出束，使防护门外活动的人员受到一定的误照射。

(3) 警示装置发生故障，人员误入正在出束的 CT 模拟定位机房，使其受到一定的误照射。

(4) 人员尚未撤离 CT 模拟定位机房，操作人员未进行确认便将防护门关闭，启动 CT 模拟定位机出束，使机房内滞留人员受到一定的误照射。

(5) 设备维护检修期间，人员误操作 CT 模拟定位机出束，使其受到一定的误照射。

CT 模拟定位机设备额定管电压、管电流较低，在短间接接触的前提下，输出的 X 射线能量及剂量尚不致对人员造成严重的放射损伤。

11.3.3 DSA 事故影响分析

11.3.3.1 事故情形分析

(1) 人员未及时从 DSA 手术室撤离，DSA 便开始出束，使其受到误照射。

(2) 安全警示装置发生故障，人员误入正在出束的 DSA 手术室，造成误照射。

(3) DSA 检修、维护期间，维修人员误操作或者参数设置错误，造成误照射。

(4) 安全连锁系统发生故障，防护门未完全关闭，DSA 便开始出束，对附近人员造成误照射。

(5) 控制系统或电器系统故障，DSA 不能及时停止出束，使患者或机房内辐射工作人员受到额外照射。

(6) 未按要求对患者使用防护用品，导致其非诊疗部位器官或组织受到不必要的辐射影响；近台操作人员未按要求正确穿戴个人防护用品和使用辅助防护设施，导致其受到不必要的辐射影响。

11.3.3.2 误照射剂量率计算

参照 11.2.3.3 中估算方法，对 DSA 事故工况下，距离机头不同位置的剂量率进行估算，估算结果列于表 11.30。

表 11.30 本项目事故情况下人员剂量估算表

预测点位	照射模式	散射辐射剂量率 估算结果(μGy/h)	泄漏辐射剂量率估 算结果(μGy/h)	总辐射剂量率估算 结果(μGy/h)
患者位置及第一术者 位(距机头 0.5m 处)	透视	1797.1	8640.0	10437.1
	摄影	53497.6	257200.0	310697.6
第二术者位(距机头 1.0m 处)	透视	449.3	2160.0	2609.3
	摄影	13374.4	64300.0	77674.4
距机头 1.5m 处	透视	199.7	960.0	1159.7
	摄影	5944.2	28577.8	34522.0
距机头 2.0m 处	透视	112.3	540.0	652.3
	摄影	3343.6	16075.0	19418.6
距机头 3.0m 处	透视	49.9	240.0	289.9
	摄影	1486.0	7144.4	8630.4
距机头 4.0m 处	透视	28.0	135.0	163.0
	摄影	835.9	4018.8	4854.7
距机头 5.0m 处	透视	18.0	86.4	104.4
	摄影	535.0	2572.0	3107.0

备注：本项目两间 DSA 机房内部人员可停留位置距机头最大约 4.9m，故预测点位选取至 5m。

DSA 事故工况下对手术室内可能停留的人员造成的最大事故剂量，还与人员的停留时间有关。若本项目 DSA 运行期间发生人员误留事故，医院应结合上表 11.29 与人员实际停留时间，估算事故人员受照剂量，进而选择下一步医疗救治方案。

11.3.4 应急响应程序

医院已制定有《南乐中兴医院辐射事故应急处理预案》（见附件），应急预案中明确有应急组织机构与职责，成立以孙立群为组长的辐射事故应急响应工作小组且明确有职责分工。

应急预案中包含有应急响应程序如下：

(1) 发生误照射事故时，现场辐射工作人员应第一时间按下紧急停机按钮或切断射线装置电源，停止 X 射线出束。

(2) 现场辐射工作人员迅速组织受照射人员撤离事故区域，并有序疏散周边人员，同时保护好事故现场，为后期事故调查、处理保留证据。

(3) 现场辐射工作人员及时将事故基本情况上报应急小组，应急小组收到报告后，

迅速启动事故应急响应，组织相关人员赶赴事故现场。

(4) 应急小组组织分析人员受照射情况，并及时安排受照射人员进行必要的健康检查或医疗救治。

(5) 应急小组准确研判事故性质，在事故发生后 2 小时内向当地生态环境和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应向当地卫生健康部门报告。禁止缓报、瞒报、谎报或者漏报辐射事故。

(6) 应急小组根据掌握的事故有关情况，组织相关人员配合生态环境部门开展事故调查和定性定级工作。

(7) 事故妥善处理后，应急小组组织相关人员进行讨论、研究，总结经验教训，组织开展隐患排查，完善预防措施，同时加强日常管理，避免类似事故再次发生。

(8) 发生射线装置运行故障，现场辐射工作人员立即停止使用，上报应急小组联系设备厂家或委托专业机构进行检修，待故障排除并经确认无异常后方可恢复运行。

除应急组织及应急响应程序外，应急预案中还包括有事故防范措施、应急联系方式、应急培训、应急准备等相关内容。应急预案内容完善，可操作性强，一旦发生事故，医院应立即启动应急预案，将事故影响降至最低。同时，医院应按要求定期进行应急演练并详细记录，以提高医院对突发辐射事故的处理能力，最大程度地预防和减少突发辐射事故的损害，保护环境，保障工作人员和公众的生命安全。

11.3.5 事故防范措施

应急预案中规定有事故防范措施如下：

(1) 强化日常管理，辐射工作人员严格执行各项辐射安全管理制度和操作规程，履行岗位职责。

(2) 射线装置发生故障不能工作时，应立即关闭设备，断开电源，记录发生故障时的状态，设置“禁止使用”标识，并及时上报检修。

(3) 辐射工作人员通过辐射安全与防护考核后方可从事辐射工作，无关人员严禁随意进入辐射工作场所，严禁操作设备。

(4) 辐射工作人员应熟悉各射线装置的组成结构、操作规程及安全防护设施，确保发生事故时，能够及时采取有效措施，控制事故影响。

(5) 定期对辐射工作场所的安全防护设施进行检查，确保安全连锁、警示标识、视频监控、紧急停机、工作状态指示灯等保持正常运行。

(6) 配备相适应的检测设备及防护用品，辐射工作人员在工作时正确佩戴个人剂量计和剂量报警仪，同时应牢固辐射防护意识，掌握辐射防护知识，尽可能利用现场条件，减少不必要的辐射影响。

(7) 每年委托有资质的机构进行辐射防护检测和设备质量控制检测，发现问题或隐患及时予以整改。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及其他相关法规的要求，医院应成立辐射安全与环境保护管理机构。管理机构负责全院辐射安全与放射防护监督管理工作，保障工作人员、患者和公众的健康与安全。成员组成应涵盖各射线装置使用部门。

医院以乐中兴〔2024〕55号红头文件发布通知，成立有辐射安全与放射防护管理领导小组，且明确有领导小组职责。符合要求。

12.2 辐射安全管理规章制度

医院按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关要求，目前已制定如下辐射安全管理制度：

- (1) 《辐射安全管理规定》
- (2) 《辐射工作人员岗位职责》
- (3) 《辐射工作场所分区管理规定》
- (4) 《监测仪表使用与校验管理制度》
- (5) 《辐射工作人员培训管理制度》
- (6) 《辐射工作人员个人剂量管理制度》
- (7) 《辐射安全与防护设施维护维修制度》
- (8) 《辐射环境监测方案》
- (9) 《医用电子直线加速器操作规程》
- (10) 《CT模拟定位机操作规程》
- (11) 《DSA操作规程》

已制定的制度规定了医院辐射相关管理要求，内容全面、具有较强的针对性和可操作性，符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定。本项目正常运行后，应将相关辐射安全管理制度及操作规程张贴在辐射工作场所，同时在日常工作中应根据实际需求修订、完善，使其能持续为辐射工作提供有力支撑。

12.3 人员配置

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《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》（生态环境部公告2019年第57号）中相关要求，从事辐射防护负责人和辐射工作人员上岗前需辐射防护培训，经考核合格后方可上岗，并按规定的周期进行再培训，不参加再培训的人员或者再培训考核不合格的人员，不得从事辐射工作。

医院现已建立并保存辐射工作人员个人剂量档案和职业健康监护档案，符合相关法规要求。本项目拟配置 20 名辐射工作人员均为新聘人员，医院应将其全部纳入辐射工作人员管理，在上岗前安排其参加辐射安全与防护考核且取得成绩合格报告单。同时，应为其配备个人剂量计，其中 DSA 医师需配备内、外两个剂量计。剂量计工作期间应正确佩戴使用，每三个月送检。在岗期间每两年 1 次职业健康检查，在医院从事过辐射工作的人员在离开该工作岗位时也应进行健康体检。

12.4 监测计划

12.4.1 辐射环境检测

医院已制定《辐射环境监测方案》，规定了工作场所 X- γ 辐射剂量率自主监测及委托监测的组织实施、检测项目、监测频次、监测点位、监测记录分析、监测记录归档要求等相关内容，满足实际工作及标准要求。

医院现每年均按要求委托有资质的单位开展了工作场所辐射环境检测，检测报告均已分类归档，并由专人妥善保管；且每年均按要求开展了辐射安全与防护状况年度评估，场所辐射环境检测报告随年度评估报告一并向生态环境主管部门及全国核技术利用申报系统予以提交。

医院现有 1 台 X- γ 辐射监测仪，定期对各射线装置工作场所周围辐射环境进行自主监测，以便于及时发现辐射剂量率超标情况，保障辐射工作人员健康安全。

12.4.2 个人剂量监测

医院已制定《辐射工作人员个人剂量管理制度》，规定有个人剂量监测机构、监测周期、个人剂量管理档案等相关内容，满足实际工作及标准要求。

医院现已按要求委托有资质的单位开展了辐射工作人员个人剂量监测，监测周期为 3 个月，每年 4 个周期；已建立个人剂量档案分类归档，并由专人妥善保管；个人剂量监测报告随年度评估报告一并向生态环境主管部门及全国核技术利用申报系统予以提交。

本项目拟为辐射工作人员配置个人剂量报警仪，以便于及时发现辐射剂量率超标情况，保障辐射工作人员健康安全。

12.5 辐射事故应急

医院已制定有《南乐中兴医院辐射事故应急预案》（见附件），应急预案中明确有应急组织机构与职责，成立以杨晓松为组长的辐射事故应急响应工作小组且明确有职责分工。

应急预案中包含有应急响应程序、事故防范措施、应急联系方式、应急培训、应急准备等相关内容。应急预案内容完善，可操作性强，一旦发生事故，医院应立即启动应急预案，将事故影响降至最低。同时，医院应按要求定期进行应急演练并详细记录，以提高医院对突发辐射事故的处理能力，最大程度地预防和减少突发辐射事故的损害，保护环境，保障工作人员和公众的生命安全。

12.6 辐射活动能力分析

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条规定，该医院从事该项辐射活动应具备相应的条件。医院从事辐射活动能力详见下表 12.1。

表 12.1 南乐中兴医院从事辐射活动能力分析

应具备条件	医院情况
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。	医院以乐中兴（2024）55 号红头文件发布通知，成立有辐射安全与环保领导小组以及辐射防护管理工作小组，且明确有领导小组职责。符合要求。
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。	医院现有辐射工作人员已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，在岗期间定期复训，拟安排本项目新增辐射工作人员在上岗前参加辐射安全与防护考核且取得成绩合格报告单。符合要求。
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。	医院现有各射线装置机房均有警示灯、电离辐射警示标志、急停装置等防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。本项目各机房拟设计有相关安全措施。符合要求。
配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。	医院现有 1 台 X-γ 辐射监测仪，能够满足工作场所自主监测需求，本项目拟为每间机房新增配备个人剂量报警仪 2 台，并拟为辐射工作人员及患者配备合格的铅衣、铅帽等防护用品。符合要求。

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、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	医院已制定有辐射安全管理相关制度，符合要求。
有完善的辐射事故应急措施	医院已制定有应急预案，明确了应急程序及其他相关应急措施。符合要求。

医院根据长期从事核技术应用项目的相关要求和管理需要，不断地完善规章制度，以满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中的相关要求。在管理运行中严格按照管理要求进行管理施行后，其从事辐射活动的技术能力将可以符合相应法律法规的要求。

12.7 环保投资情况

本项目预算总投资 5000 万元，其中环保投资 320 万元，占总投资的 6.4%。

表 12.2 本项目环保投资情况一览表

序号	环保投资明细		金额（万元）
1	直线加速器	机房屏蔽防护设计与施工（含防护门、内部装修）	165.0
		辐射安全与防护措施或设施 （电离辐射警告标志、工作状态指示灯、视频监控、对讲系统、安全连锁、紧急停机、紧急开门等）	25.0
		机房通风系统设计与施工	8.0
		固定式辐射监测报警仪	2.5
2	CT 模拟定位机	机房屏蔽防护设计与施工（含防护门、观察窗及内部装修）	24.0
		辐射安全与防护措施或设施 （电离辐射警告标志、工作状态指示灯、门灯联动、自动闭门、防夹装置、紧急停机、对讲系统等）	4.0
		机房通风系统设计与施工	3.0
3	DSA	机房屏蔽防护设计与施工（含防护门、观察窗及内部装修）	56.0
		辐射安全与防护措施或设施 （电离辐射警告标志、工作状态指示灯、门灯联动、自动闭门、防夹装置、紧急停机、对讲系统、门禁系统等）	6.0
		机房通风系统设计与施工	6.0
4		辐射监测仪器（个人剂量报警仪等）	2.0
5		防护用品（铅衣、铅帽、铅围脖、介入防护手套、铅眼镜、铅围裙等）	3.5
6		辐射安全管理（职业人员体检、个人剂量检测等）	6.0
7		环保技术咨询（环境影响评价、竣工环保验收、辐射环境检测等）	9.0
环保投资合计			320

12.8 三同时竣工验收一览表

本项目建设完成后，需按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用，并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。本项目三同时竣工验收一览表如下：

表 12.3 三同时竣工验收一览表

序号	验收项目	主要内容及要求
1	环保手续完善	环评文件及其批复齐备，辐射安全许可证已按要求变更。
2	项目建设情况	<p>①在扩建综合病房楼（地下一层、地上十二层）地下一层西北侧建设 1 间直线加速器机房及 1 间 CT 模拟定位机房，安装使用 1 台直线加速器、1 台 CT 模拟定位机开展放射治疗工作；直线加速器最大 X 射线能量 10MV，最大 X 射线剂量率 360Gy/h；CT 模拟定位机最大管电压 140kV，最大管电流 1000mA；</p> <p>②在扩建综合病房楼地上三层西南侧建设 2 间 DSA 机房，安装使用 2 台 DSA，开展介入诊疗工作；DSA 最大管电压 125kV，最大管电流 1250mA。</p>
3	人员附加年剂量	满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中的年剂量标准限值要求，亦满足工作人员 5mSv、公众人员 0.1mSv 的年剂量管理目标值要求。
4	场所剂量率水平	<p>(1) 直线加速器机房屏蔽体外周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h。</p> <p>(2) CT 模拟定位机房屏蔽体外周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h</p> <p>(3) DSA 透视及摄影模式下机房屏蔽体外周围剂量当量率均不大于 2.5μSv/h。</p>
5	防护建设情况	<p>(1) 直线加速器机房防护建设情况与本报告表 10.1 一致，采取的安全防护措施与本报告表 10.4 一致。</p> <p>(2) CT 模拟定位机房防护建设情况与本报告表 10.2 一致，采取的安全防护措施与本报告表 10.5 一致。</p> <p>(3) DSA 机房防护建设情况与本报告表 10.3 一致，采取的安全防护措施与本报告表 10.6 一致。</p>
6	管理规章制度	制定满足法规要求的相关辐射安全管理规章制度及操作规程：《辐射安全管理规定》《辐射工作人员岗位职责》《辐射工作场所分区管理规定》《监测仪表使用与校验管理制度》《辐射工作人员培训管理制度》《辐射

		<p>《工作人员个人剂量管理制度》《辐射安全与防护设施维护维修制度》《辐射环境监测方案》《医用电子直线加速器操作规程》《CT 模拟定位机操作规程》《DSA 操作规程》。</p>
7	事故应急预案	<p>制定有详细完整、合理可行的《辐射事故应急预案》。</p>
8	辐射检测计划	<p>制定有详细可行的《辐射环境监测方案》，日常检测按计划落实，建立辐射环境检测管理档案；个人剂量检测按计划落实，建立个人剂量检测管理档案；设置专人负责妥善保存各项检测报告和检测记录。</p>
9	人员持证情况	<p>辐射工作人员全部按要求通过辐射安全与防护考核，持证上岗。</p>
10	辐射检测仪器 个人防护用品	<p>配备满足标准及法规要求的辐射检测仪器与个人防护用品，具体种类及数量与本报告表 10.7、表 10.8 一致。</p>

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 建设内容及规模

本项目建设地点位于医院院区扩建综合病房楼地下一层西北侧、地上三层西南侧，具体建设内容及规模如下：

(1) 拟在综合病房楼地下一层西北侧建设 1 间直线加速器机房及 1 间 CT 模拟定位机房，安装使用 1 台直线加速器（X 射线最高能量 10MV、最大 X 射线输出剂量率 6Gy/min，电子线最大能量 12MeV，最大电子线剂量率 10Gy/min，属于 II 类射线装置）、1 台 CT 模拟定位机（最大管电压 140kV、最大管电流 1000mA，属于 III 类射线装置）。

(2) 拟在综合病房楼地上三层西南侧建设 2 间 DSA 机房，安装使用 2 台 DSA（最大管电压 120kV、最大管电流 1250mA，属于 II 类射线装置）。

本项目预算总投资 5000 万元，其中环保投资 320 万元，占总投资的 6.4%。

13.1.2 可行性分析结论

(1) 产业政策符合性

本项目使用的直线加速器、CT 模拟定位机以及 DSA 属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中第一类鼓励类，第十三项“医药”中第 4 款“高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用”中的“高端放射治疗设备”及“高性能医学影像设备”，符合国家产业政策。

(2) 实践正当性

本项目的建设对保障健康、拯救生命起着十分重要的作用，项目营运以后为病人提供一个优越的诊疗环境，具有明显的社会效益，同时将提高医院档次及服务水平，吸引更多的就诊人员，在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。

本项目的实施对受照个人和社会所带来的利益远大于其引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

(3) 选址合理性分析

本项目直线加速器和 CT 模拟定位机位于医院内部拟建综合病房楼地下一层西北侧，其位置属于多层建筑物底层的一端，周围避开了儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，相对远离了周围公众人员，符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中关于放射治疗场所选址的相关要求。

本项目 2 间 DSA 机房均位于医院内部拟建综合病房楼地上三层西南侧，周边无明显辐射环境制约因素。

综上所述，本项目选址充分考虑了公众及周围场所的防护和安全，合理可行。

13.1.3 辐射安全与防护分析结论

本项目各机房平面布局及分区合理，机房的四周及顶棚、地板屏蔽体的防护能力符合标准要求，拟设置的安全防护设施、通风装置以及拟配置的防护用品、监测仪器均符合相关标准及法规要求。

13.1.4 环境影响分析结论

（1）建设阶段的环境影响

通过采取合理有效的污染防治措施，本项目建设阶段的环境影响是短暂的、微弱的、可控的，随着施工的结束而消失；医院应注意加强施工监督管理，确保各项污染防治措施落实到位，尽可能将建设阶段的环境影响降至最低水平。

（2）运行阶段的环境影响

①直线加速器

本项目直线加速器正常运行时，辐射所致其工作场所周围各关注点处的剂量率均满足本次评价提出的剂量率控制水平要求。

本项目所致直线加速器控制室工作人员年有效剂量约 $2.81 \times 10^{-6} \text{mSv/a}$ ，所致 CT 模拟定位机控制室工作人员年有效剂量约 $1.03 \times 10^{-5} \text{mSv/a}$ ，所致四周及顶棚相邻区域内公众年剂量最大约 $6.56 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ 。均低于《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中剂量约束值及建设单位设置的管理目标值（工作人员 5mSv/a 、公众人员 0.1mSv/a ）

本项目直线加速器机房有效换气次数约为 5.9 次/h，符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中“换气次数不小于 4 次/h”的标准要求；直线加速器正常运行时，机房内臭氧平衡浓度为 $2.85 \times 10^{-3} \text{mg/m}^3$ ，室内臭氧浓度满足《室内空气质量标准》（GB/T 18883-2022）中臭氧 1 小时均值 $\leq 0.16 \text{mg/m}^3$ 的标准限值。

②CT 模拟定位机

本项目 CT 模拟定位机正常运行时，对机房周围的辐射影响很小，CT 模拟定位机控制室工作人员可能受到的年有效剂量最大约为 $6.25 \times 10^{-2} \text{mSv}$ 。

③DSA

两间 DSA 机房各关注点位辐射剂量率估算结果能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中限值要求，同时满足医院设置的控制水平（透视及摄影模式下机房屏蔽体外周围剂量当量率均不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ）。

本项目两台 DSA 在正常运行后，对控制室工作人员的最大年附加有效剂量为 $8.11 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ （考虑两台 DSA 叠加影响），对周围公众人员的最大年有效剂量为 $7.02 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ ，均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求，且低于医院管理目标值（工作人员 5mSv/a ，公众人员 0.1mSv/a ）。

13.1.5 总体结论

综上所述，南乐中兴医院射线装置应用项目符合国家产业政策，各机房选址及设计符合相关法规及标准要求，在严格落实本报告表提出的辐射安全与防护措施及管理措施后，项目正常运行产生的辐射影响满足辐射安全及环境保护的相关要求。从辐射安全和环境保护的角度而言，本项目可行。

13.2 建议和承诺

（1）认真落实本环评提出的及辐射安全管理及防护措施，定期进行辐射工作场所的检查及监测，并保存记录。

（2）医院应做好施工监督，确保防护施工质量：直线加速器机房混凝土应灌注均匀、密实；各机房电动推拉防护门的门体与门洞四周搭接宽度应大于 10 倍的门墙间隙；DSA 及 CT 模拟定位机房手动平开门的门体与门洞衔接处包封不锈钢门框，确保严丝合缝，搭接无缝隙，观察窗口四周包封不锈钢窗框，钎水泥填充，铅玻璃嵌入窗框，确保严丝合缝，搭接无缝隙。

（3）应在本项目拟新增辐射工作人员上岗前安排其参加辐射安全与防护考核且取得成绩合格报告单。同时为其配备个人剂量计，其中 DSA 医师需配备内、外两个剂量计，剂量计每三个月送检。在岗期间每两年 1 次职业健康检查。

（4）建设项目竣工后，医院应当按照国务院生态环境部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。

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

附件一：委托书

委托书

河南鑫联检测技术有限公司：

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《建设项目环境保护管理条例》等国家辐射环境管理相关法律法规的规定，为保障辐射工作人员及公众的健康与安全，特委托贵公司对我单位“射线装置应用项目（具体设备情况见下方表格）”进行环境影响评价工作，我方将积极配合贵公司，提供评价所需的资料和工作条件，以便贵公司能按规范要求顺利完成相关评价工作。

特此委托！

附表：设备情况一览表

装置名称	生产厂家	设备型号	数量	类别	主要技术参数	工作场所位置
直线加速器	未定	未定	1台	II类	X射线能量：6MV、10MV； 最大X射线剂量率：6Gy/min； 电子线能量：6MeV，8MeV，10MeV， 12MeV； 最大电子线剂量率：10Gy/min； 等中心处最大照射野：40cm×40cm； 泄漏率：X射线≤0.1%	综合病房楼地下一层西北侧
CT模拟定位机	未定	未定	1台	III类	最大管电压 140kV 最大管电流 1000mA	
DSA	未定	未定	2台	II类	最大管电压 125kV 最大管电流 1250mA	综合病房楼地上三层西南侧



附件二：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：南乐中兴医院

统一社会信用代码：5241092378224456X6

地址：河南省濮阳市南乐县城兴华路西段路北

法定代表人：暴党振

证书编号：豫环辐证[10353]

种类和范围：使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置（具体范围详见副本）。

有效期至：2028年12月03日



发证机关：濮阳市生态环境局
(公章)

发证日期：2024年09月13日

中华人民共和国生态环境部监制



辐射安全许可证



中华人民共和国生态环境部监制



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	南乐中兴医院		
统一社会信用代码	5241092378224456X6		
地 址	河南省濮阳市南乐县城兴华路西段路北		
法定代表人	姓 名	暴党振	联系方式 0393-6226225
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	直加室	河南省濮阳市南乐县南乐县城兴华路西段路北	杨晓松
	介入导管室	河南省濮阳市南乐县兴华路西段路北	杨晓松
	放射科 (III类射线装置)	河南省濮阳市南乐县河南省濮阳市南乐县城兴华路西段路北	杨晓松
证书编号	豫环辐证[10353]		
有效期至	2028年12月03日		
发证机关	濮阳市生态环境局		
发证日期	2024年09月13日		





(一) 放射源

证书编号: 豫环辐证[10353]

序号	活动种类和范围				使用台账					备注			
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可)×枚数	编码	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
此页无内容													



(二) 非密封放射性物质

证书编号: 豫环辐证[10353]

序号	活动种类和范围						备注				
	辐射活动场所名称	场所等级	核素	物理状态	活动种类	用途	日最大操作量(贝可)	日等效最大操作量(贝可)	年最大用量(贝可)	申请单位	监管部门
此页无内容											





(三) 射线装置

证书编号: 豫环辐证[10353]

序号	活动种类和范围					使用台账				备注		
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
1	放射科 (III类射线装置)	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	III类	使用	1	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	Optima CT 680 Expert	705864hm7	管电压 140 kV 管电流 500 mA	航卫通用电气医疗系统有限公司		
2		医用诊断X射线装置	III类	使用	1	X射线摄影装置	GDX-HAWK	XGY-GDX-HAWK-006	管电压 150 kV 管电流 500 mA	鑫高益		
3		医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	III类	使用	1	医学影像用CT机	Emotion-16	80951	管电压 150 kV 管电流 500 mA	西门子		
4	介入导管室	血管造影用X射线装置	II类	使用	1	血管造影用X射线装置	Allura Xper FD20	74231925	管电压 125 kV 管电流 1250 mA	飞利浦		
5	直加室	粒子能量小于100兆电子伏的医用	II类	使用	1							

4/8



(三) 射线装置

证书编号: 豫环辐证[10353]

序号	活动种类和范围					使用台账				备注		
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
		加速器										

5/8



此页无内容

(四) 许可证条件

证书编号：豫环辐证[10353]



6 / 8



(五) 许可证申领、变更和延续记录

证书编号：豫环辐证[10353]

序号	业务类型	批准时间	内容事由	申领、变更和延续前许可证号
1	重新申请	2024-09-13	辐射安全许可证延续	豫环辐证[10353]
2	延续	2023-12-04	辐射安全许可证延续	豫环辐证[10353]
3	重新申请	2023-11-09	I类放射源退役；使用II、III射线装置	豫环辐证[10353]
4	重新申请	2023-08-29	I类放射源退役；使用II、III射线装置	豫环辐证[10353]
5	重新申请	2019-11-20	重新申请，批准时间：2019-11-20	豫环辐证[10353]
6	延续	2018-12-06	延续，批准时间：2018-12-06	豫环辐证[10353]



7 / 8



(六) 附件和附图

证书编号: 豫环辐证[10353]



8/8

附件三：现有射线装置环保手续文件

省级环保部门审批意见：

豫环辐表（2006）109号

南乐县中心医院：

你单位上报的《南乐县中心医院钴-60放射治疗项目环境影响报告表》收悉，经研究，批复如下：

一、批准该项目使用放射源的类别和范围为：1. 使用 I 类放射源和 III 类射线装置；2. 现有钴-60放射治疗机一台，使用钴-60放射源 1 枚，总活度为：1.11E+14Bq，III 类射线装置三台（X 射线机、CT 机、模拟定位机各一台）。

二、你单位钴-60放射治疗机房的防护门与治疗机之间均应设置安全防护联锁系统，机房入口处应设置醒目的电离辐射警示标志和信号灯，放射治疗室与控制室应设置人工紧急停机装置，保障放射治疗安全运行。

三、你单位应设置辐射环保专职管理人员，还应配备 1 名医用物理人员负责质量控制检测设备和计量。健全并完善辐射防护、环境安全管理、事故预防、应急处理等规章制度，专职人员名单及各项制度报省、市环保部门备案。

四、定期对安全负责人、操作与维护放射治疗机和射线装置的工作人员进行辐射防护知识及相关法律、法规的培训与考核，并持证上岗，提高守法与自我防范意识。配备相应辐射监测仪器，定期对放射工作场所及周围进行环境辐射水平监测，并建立环境安全档案。

五、你单位应按规定办理“辐射安全许可证”。放射源退役后按规定返回生产厂家，若确实无法返回生产厂家，应送交有相应资质的放射性废物库集中贮存，确保废旧放射源的安全处置。

六、钴-60放射治疗机和射线装置使用、维修、换源过程中，应由专业技术人员进行操作，并做好各类事故应急处理准备工作，防止发生各类事故。一旦发生事故，按规定及时上报环保部门。

七、同意你单位继续使用钴-60放射治疗机和射线装置核技术应用项目继续运行。

八、按规定向当地环保部门进行申报登记，并接受其监督管理

以上要求由濮阳市环保局监督落实

经办人签字：魏长春



二〇〇六年十一月十七日

河南省环境保护厅文件

豫环审〔2017〕185号

河南省环境保护厅 关于南乐中兴医院核技术应用项目 环境影响报告表的批复

南乐中兴医院：

你单位报送的由河南省正德环保科技有限公司编制的《南乐中兴医院核技术应用项目环境影响报告表》（以下简称《报告表》）及相关材料收悉。该项目环评审批事项在我厅网站公示期满。经研究，批复如下：

一、项目性质：扩建。

二、审批内容

（一）种类和范围：原许可范围增加使用Ⅱ类射线装置。

（二）项目内容：本项目建设地点位于南乐县城兴华路西段

— 1 —

路北，南乐中兴医院院内。。拟购Ⅱ类射线装置数字减影血管造影装置1台（设备参数：120kV/1000mA），机房位于医院北侧住院部3楼。

总投资：800万元，环保投资：45万元。

三、你单位应在项目建成后30日内向社会公众主动公开本项目环评及许可情况，并接受相关方的咨询。同时，应将经批准的《报告表》报送当地市、县（区）环保部门，并接受监督管理。

四、有关要求

（一）你单位应将《报告表》中各项污染防治措施落实到工程建设中，切实加强施工监督管理，确保项目的工程建设质量。

（二）你单位应设置辐射环境安全专（兼）职管理人员，建立并落实辐射防护、环境安全管理、事故预防、应急处理等规章制度。

（三）辐射工作场所须设置明显的电离辐射标志和中文警示说明。配备相应辐射监测仪器，定期对辐射工作场所及周围环境进行辐射监测，监测记录长期保存。

（四）射线装置安装、调试、使用时，应由专业技术人员操作。操作人员必须经辐射安全和防护知识培训合格后上岗，并定期进行个人剂量监测，建立和完善个人剂量档案。

（五）按时组织开展辐射安全与防护状况年度评估工作，发现安全隐患的，应立即进行整改，年度评估报告每年1月31日前报送我厅，同时抄送当地环保部门。

（六）按规定重新申领“辐射安全许可证”，并报告当地环

保部门。取得“辐射安全许可证”后，该项目方可投入运行。

（七）该项目建成后，其配套建设的放射防护设施经验收合格，方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

（八）本批复有效期为5年，如该项目逾期方开工建设，应重新编制环境影响评价文件。





主办：辐射环境管理处

督办：辐射环境管理处

抄送：省辐射环境安全技术中心，濮阳市环境保护局、南乐县环境保护局、河南省正德环保科技有限公司。

河南省环境保护厅办公室

2017年9月25日印发



南乐中兴医院核技术应用项目 竣工环境保护验收技术审查意见

2019年12月30日,南乐中兴医院在濮阳市南乐县组织召开了南乐中兴医院核技术应用项目竣工环境保护验收会,参加会议的人员包括项目建设单位南乐中兴医院、竣工环保验收监测报告编制单位河南光远环保科技有限公司等单位的代表以及会议邀请的专家。会议成立了专家组(名单附后),负责对本项目竣工环境保护验收进行技术审查。

会前与会专家、代表对项目建设使用地点进行了现场检查,项目建设管理单位和验收单位分别对项目建设、运行情况和验收监测、调查情况进行了介绍。专家组审阅了验收监测报告等有关资料,经认真审议,提出技术审查意见如下:

一、工程基本情况

南乐县中兴医院位于南乐县城兴华路西段路北,医院现有 I 类放射源 Co-60 一枚, III 类射线装置 4 台,包括:数字胃肠机 1 台、DR 机 1 台、CT 机 1 台,模拟定位机 1 台。均履行了环评和竣工环保验收手续。医院在北侧住院部 3 楼建设数字血管造影机机房,本次对该数字血管造影机进行验收,属于医用 II 类射线装置。

本项目数字血管造影机于 2018 年 7 月开始建设,2019 年 12

月建成投入使用。

本项目实际总投资 800 万元，其中环保投资 45 万元。

二、验收监测报告编制质量

验收监测报告编制较规范，项目建设运行情况和环保措施情况介绍基本清楚，验收监测技术方法符合相关技术导则要求，监测调查结论总体可信。验收监测报告经修改完善后可作为项目竣工环境保护验收的依据。

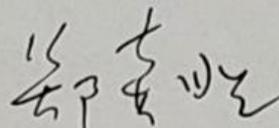
三、验收监测报告应补充完善的内容

1、完善项目平面布置示意图，规范防护门、观察窗、通道等的标注说明；明确通风装置排风量等情况。

2、细化射线装置验收监测工况条件，详细说明有用射线束朝向等。

3、核实项目年最大工作负荷，并对辐射工作人员年附加剂量计算结果进行校核。补充最近 4 个周期的个人剂量监测报告。

4、完善项目规章制度、应急预案等制定、落实情况的调查，并提出修订完善建议。

专家组组长（签字）：

2019 年 12 月 30 日

濮阳市生态环境局文件

濮环审表〔2021〕58号

濮阳市生态环境局 关于南乐中兴医院医用电子直线加速器应用 项目环境影响报告表的批复

南乐中兴医院：

你单位报送的《南乐中兴医院医用电子直线加速器应用项目环境影响报告表》（以下简称《报告表》）收悉，该项目环评审批事项已在我局网站公示期满。经研究，现批复如下：

一、南乐中兴医院位于南乐县兴华路西段路北，医院持有辐射安全许可证，证书编号为：豫环辐证[10353]，许可种类和范围为：使用 I 类放射源，使用 II、III 类射线装置，有效期至 2023 年 12 月 5 日。本项目拟建直线加速器机房位于肿瘤科病房楼一楼西侧放射治疗中心，主要建设内容包括直线加速器机房、控制

— 1 —

室、设备室、物理室、计划室、医生办公室、制模室各 1 间。拟在机房内配置 II 类射线装置 6MV 医用电子直线加速器一台，用于肿瘤放射治疗。项目计划总投资 800 万元，其中环保投资 75 万元，占总投资的 9.38%。

二、你单位应按照规定主动向社会公开项目开工前、施工过程中、建成后的信息，并接受相关方的咨询；向设计单位提供《报告表》和本批复文件，确保项目设计按照环境保护设计规范要求，落实防治环境污染和生态破坏的措施以及环保设施投资概算。

三、项目建设和运营期间须重点做好以下工作：

1. 全面落实《报告表》提出的各项环境保护措施，环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

2. 射线装置安装、调试、使用时，操作人员必须取得辐射安全和防护培训合格证，并定期进行个人剂量监测，建立和完善个人剂量档案。

3. 加强环境管理，对项目运行过程中产生的辐射，采取相应的防治措施，确保污染物限值达到国家规定标准。辐射工作场所须设置明显的电离辐射标志和中文警示说明。配备相应辐射监测仪器，定期对辐射工作场所及周围环境进行辐射监测，监测记录长期保存。

4. 你单位应设置辐射环境安全专（兼）职管理人员，建立并落实辐射防护、环境安全管理、事故预防、应急处理等规章制度。按时组织开展辐射安全与防护状况年度评估工作，发现安全隐患

的，应立即进行整改，年度评估报告按时报生态环境部门并上传全国核技术利用辐射安全申报系统。

5. 按规定重新申领“辐射安全许可证”，并报告当地生态环境部门，取得“辐射安全许可证”后，该项目方可投入运行。

四、项目运行时，外排污染物应满足以下要求：辐射工作人员和周围公众年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《放射治疗机房的辐射屏蔽规范—第2部分：电子直线加速器放射治疗机房》规定方法确定的剂量限值要求。

五、本批复有效期五年。本项目自批复之日起五年后开工建设的，应报生态环境部门重新审核。本批复生效后，建设项目的地点、工艺、规模等发生重大变化时，应重新编制环境影响评价文件报生态环境部门审批。项目竣工后，及时开展环境保护设施验收。项目运行过程中，要自觉接受生态环境部门的监督管理。





抄送：市生态环境综合行政执法支队、市生态环境局范县分局

濮阳市生态环境局办公室

2021年12月16日印发

南乐中兴医院医用电子直线加速器应用项目 竣工环境保护验收意见

2024年9月14日，南乐中兴医院根据《南乐中兴医院医用电子直线加速器应用项目竣工环境保护验收监测报告表》，并对照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，严格依照国家有关法律法规、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）、本项目环境影响报告表和审批部门审批决定等要求对本项目进行验收，提出意见如下：

一、工程建设基本情况

南乐中兴医院位于河南省濮阳市南乐县城兴华路西段路北。本次验收内容及规模：新增II类射线装置医用电子直线加速器1台，型号为XHA600E，最大X射线能量6MV，无电子线，最大输出剂量率4Gy/min，机房位于南乐中兴医院肿瘤科病房楼一层西北侧放射治疗中心加速器机房。

该项目环境影响报告表于2021年12月16日通过濮阳市生态环境局审批，批复文号濮环审表[2021]58号。建设单位于2024年9月13日重新申领了许可证，证书编号：豫环辐证[10353]，许可的种类和范围：使用II类、III类射线装置。本项目调试运行以来无环境投诉违法或处罚记录等情况。

本次验收项目于2022年1月正式开工建设，2024年06月10日投入调试运行，项目实际投资900万元，其中环保投资110万元，占总投资比例12.2%。

二、辐射安全与防护设施建设情况

（一）辐射安全与防护设施建设情况

本次验收的医用电子直线加速器应用项目各项辐射安全与防护措施均已按照项目环境影响报告表及环评批复要求与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。

（二）辐射安全与防护措施和其他管理要求落实情况

1、辐射安全与防护措施

经现场核查，工作场所辐射安全警示标识设置规范，工作状态指示、安全联锁等能够正常运行，配备了必要的辐射防护用品，配备有便携式辐射监测仪器、个人剂量计和个人剂量报警仪。

2、环境管理

南乐中兴医院成立了辐射安全领导小组，人员分工合理、职责明确；制定了各项相关辐射安全与防护规章制度以及事故应急预案等，落实情况较好。

医院制定了人员培训计划，组织辐射工作人员参加辐射安全与防护培训并经培训考核合格后持证上岗。定期开展工作场所辐射环境监测、个人剂量监测和人员健康体检，建立了相关档案。

3、放射性废物

本次验收的医用电子直线加速器在运行中不产生放射性废物。

4、环境风险调查

本项目自调试运行以来，未发生过辐射安全事故。

三、工程变动情况

本次验收的南乐中兴医院医用电子直线加速器应用项目，

其设备型号、参数、建设使用地点、屏蔽防护措施均与环评报告表及其批复文件一致。

四、工程建设对环境的影响

(一) 验收监测结果表明，建设单位 1 台医用电子直线加速器开机条件下机房周围辐射剂量率为 0.14-0.35 μ Sv/h；满足标准《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）的相关要求。

(二) 根据验收监测结果估算，在预计的工作量下，本项目电子直线加速器机房外职业人员受到的附加年有效剂量最大为 0.29mSv/a，公众人员受到的附加年有效剂量最大为 0.05mSv/a，均低于标准《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中的剂量约束值 5mSv 和 0.1mSv 的要求。

五、验收结论

南乐中兴医院医用电子直线加速器应用项目认真履行了本项目的环境保护审批和许可手续，落实了环评文件及其批复的要求，严格执行了环境保护“三同时”制度，相关的验收文档资料齐全，辐射安全与防护设施及措施运行有效，对环境的影响符合相关标准要求。综上所述，验收组一致同意南乐中兴医院医用电子直线加速器应用项目竣工环境保护验收监测报告表通过竣工环境保护验收。

六、后续要求

加强运行期的环境管理工作，确保辐射防护设施运行正常，

落实各项辐射环境保护措施，开展日常环境监测和个人剂量监测，保证辐射环境和个人剂量满足相应标准要求，确保辐射环境安全。

验收组组长： 
2024年9月14日

附件四：环境现状监测报告

报告编号：XALHJ-24J1202



检 测 报 告

报告编号：XALHJ-24J1202

项目名称：南乐中兴医院加速器、CT 模拟定位机、DSA 拟建场所
辐射环境监测

委托单位：南乐中兴医院加速器

检测类别：电离辐射

报告日期：2024 年 12 月 12 日

河南鑫安利职业健康科技有限公司

XALHJL-2023-182

第 1 页 共 6 页

报告编号:

声 明

- 1、本检测报告只反映检测时现场状况。
- 2、检测工作依据有关法规、协议和技术文件进行，其结果只向委托单位负责。
- 3、检测报告无“检测检验专用章”或检测单位公章及  章无效。
- 4、未经检测机构书面批准，不得复制检测报告，复制检测报告未重新加盖“检测检验专用章”或检测单位公章无效。
- 5、检测报告无编制、审核、签发人签字无效。
- 6、检测报告涂改无效。
- 7、对本检测报告有异议者，请于收到报告之日起十五日内向我公司提出，逾期不予受理。

地址：郑州市高新技术产业开发区翠竹街1号59幢

电话：0371-65950206、86620328

传真：0371-67679637

邮编：450001

邮箱：hnxalzyjk@126.com

1 前言

受南乐中兴医院委托, 我对南乐中兴医院拟建加速器、CT 模拟定位机、DSA 机房场址开展了辐射环境监测。

2 检测基本信息

项目名称	南乐中兴医院加速器、CT 模拟定位机、DSA 拟建场所辐射环境监测	
委托单位	南乐中兴医院	
委托单位地址	河南省濮阳市南乐县城兴华路西段路北	
检测内容	电离辐射	
检测项目	环境 γ 辐射剂量率	
检测地点	南乐中兴医院院内拟建加速器、CT 模拟定位机、DSA 机房场址	
检测日期	2024 年 10 月 12 日	2024 年 12 月 01 日
检测环境	天气: 多云, 温度: 19℃, 湿度: 61%RH	天气: 晴, 温度: 15℃, 湿度: 72%RH

3 检测方法/依据

《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)

4 检测仪器

检测项目	环境 γ 辐射剂量率
仪器名称	环境监测用 X、 γ 辐射空气比释动能率仪
生产厂家	上海仁机仪器仪表有限公司
仪器型号	RJ32-3202
仪器编号	210116E002
量程范围	1nGy/h~150 μ Gy/h
检定单位	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心
检定证书编号	2024H21-20-5408729001
有效期限	2024.08.06~2025.08.05

5 检测质量保证

- 1) 合理布设检测点位, 检测方法按照国家有关规定规范执行。
- 2) 每次测量前后均检查仪器的工作状态是否正常。
- 3) 检测仪器经计量部门检定合格, 确保在证书有效期内使用。
- 4) 检测人员均通过相关的检测培训考核, 并持证上岗。
- 5) 现场检测记录及数据分析结果均经过严格的三级审核。

6 检测结果

1) 检测点位说明

环境 γ 辐射剂量率: 在选定的检测点位处, 待仪器处于稳定状态后, 读取测量间隔为 10s 的平均值, 每个点位连续读取 10 次, 最后再取统计均值。

β 表面污染: 采用直接测量法对被检物外表面进行表面放射性活度测量, 测量时探测器贴近被检物外表面慢慢移动, 观察仪器显示的数据变化, 在探测区域的最大值处重复测量 5 次, 每次测量时延长探测器的停留时间, 并在足够长的时间内保持探测器位置不变, 读取仪器稳定状态下的最大值。

- 2) 检测点位示意图和检测结果见检测结果报告单。

7 检测结论

在本次检测中, 项目拟建址区域环境 γ 辐射剂量率检测值在 (0.105~0.135) $\mu\text{Sv/h}$ 之间。

--正文结束--

编制人 

审核人 

签发人 

签发日期 2024.12.12

河南鑫安利职业健康科技有限公司

(检测检验专用章)

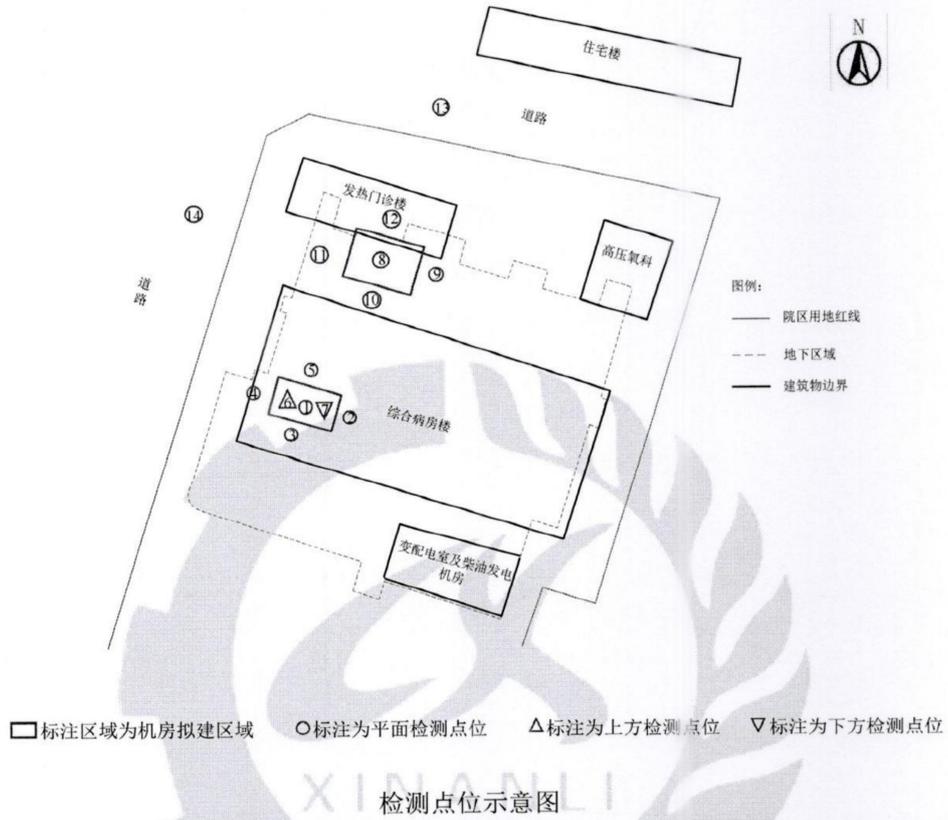
检测结果报告单

(1) 环境 γ 辐射剂量率检测结果

序号	检测点位描述	环境 γ 辐射剂量率 (nGy/h)		
		结果	标准差	环境介质
1	DSA 拟建址中心	105	3	水泥地
2	DSA 拟建址东侧	126	2	水泥地
3	DSA 拟建址南侧	132	2	水泥地
4	DSA 拟建址西侧	131	2	水泥地
5	DSA 拟建址北侧	130	1	水泥地
6	DSA 拟建址上方	135	3	水泥地
7	DSA 拟建址下方	133	3	水泥地
8	直线加速器及 CT 模拟定位机拟建址中心	128	3	土地
9	直线加速器及 CT 模拟定位机拟建址东侧	113	2	土地
10	直线加速器及 CT 模拟定位机拟建址南侧	112	3	土地
11	直线加速器及 CT 模拟定位机拟建址西侧	109	3	土地
12	直线加速器及 CT 模拟定位机拟建址北侧	126	2	土地
13	院区北侧住宅楼南 (距直线加速器及 CT 模拟定位机拟建址北侧约 50m 处)	130	3	水泥地
14	院区西侧道路 (距直线加速器及 CT 模拟定位机拟建址西侧约 50m 处)	131	1	水泥地

注: 上述结果已扣除宇宙射线响应值 (即 11nGy/h); 建筑物对宇宙射线带电粒子和光子的屏蔽因子, 楼房取值为 0.8, 道路取值为 1。

(2) 检测点位设置示意图:



检验检测机构 资质认定证书附表



231603100216

机构名称：河南鑫安利职业健康科技有限公司

发证日期：2023年4月13日

有效期至：2029年4月12日

发证单位：河南省市场监督管理局



国家认证认可监督管理委员会制

批准河南鑫安利职业健康科技有限公司资质认定信息表

使用

证书编号				
发证时间	年 月 日	有效期至	年 月 日	
注册地址	郑州市高新技术产业开发区翠竹街 1 号 59 幢			
实验室地址	郑州市高新技术产业开发区翠竹街 1 号 59 幢			
邮 编	450000			
最高管理者	邱新亚	电话	18638692009	
技术管理者	郭志军	电话	13676965828	
联系人	宁耀辉	电话	15638743869	
授权签字人名单				
序号	姓 名	职务/职称	批准授权签字领域	备注
1	冯燕	技术负责人/同等能力	通过资质认定的环境（水（含大气降水）和废水、环境空气和废气、土壤和水系沉积物、固体废物、煤质、生物、噪声、室内空气、油气回收、电磁辐射、电离辐射）检测领域。	
2	李慧芳	技术负责人/同等能力	通过资质认定的环境（水（含大气降水）和废水、环境空气和废气、土壤和水系沉积物、固体废物、煤质、生物、噪声、室内空气、电磁辐射、电离辐射）检测领域。	
3	傅金鹏	授权签字人/同等能力	通过资质认定的环境（电离辐射、电磁辐射）、放射卫生 X 射线质量控制检测（X 射线摄影设备质量控制检测通用项目、X 射线透视设备通用检测项目、直接荧光屏透视设备专用检测项目、DSA 设备专用检测项目、屏片 X 射线摄影设备专用检测项目、数字 X 射线摄影（DR）设备专用检测项目、计算机 X 射线摄影（CR）设备专用检测项目、牙科 X 射线设备检测项目、乳腺 X 射线摄影设备通用检测项目、乳腺屏片 X 射线摄影设备专用检测项目、乳腺数字 X 射线摄影（DR）设备专用检测项目、乳腺计算机 X 射线摄影（乳腺 CR）设备专用检测项目、X 射线计算机体层摄影装置质量控制检测）领域。	

此件仅供

南乐中兴医院加速器、CT 模拟定位仪

4	张现增	授权签字人/高级工程师	通过资质认定的环境（电离辐射、电磁辐射）、放射卫生 X 射线质量控制检测（X 射线摄影设备质量控制检测通用项目、X 射线透视设备通用检测项目、直接荧光屏透视设备专用检测项目、DSA 设备专用检测项目、屏片 X 射线摄影设备专用检测项目、数字 X 射线摄影（DR）设备专用检测项目、计算机 X 射线摄影（CR）设备专用检测项目、牙科 X 射线设备检测项目、乳腺 X 射线摄影设备通用检测项目、乳腺屏片 X 射线摄影设备专用检测项目、乳腺数字 X 射线摄影（DR）设备专用检测项目、乳腺计算机 X 射线摄影（乳腺 CR）设备专用检测项目、X 射线计算机体层摄影装置质量控制检测）领域。
	以下空白		

注：本证书附表信息变更须向发证部门备案

此件仅供

南乐中兴医院加速器、CT 模拟定位机

使用

批准河南鑫安利职业健康科技有限公司检验检测的能力范围(计量认证)

实验室地址：郑州市高新技术产业开发区翠竹街 1 号 59 幢

序号	类别(产品/项目/参数)	产品/项目/参数		依据的标准(方法) 名称及编号(含年号)	限制范围	说明
		序号	名称			
(十一)	电离辐射			路、变电站工频电场和磁场测量方法 DL/T 988-2005		
		310	α、β 表面污染	表面污染测定 第 1 部分：β 发射体 (E _β > 0.15MeV) 和 α 发射体 GB/T 14056.1-2008		
		311	总 α 放射性	生活饮用水标准检验方法 放射性指标 (13.1 总 α 放射性 低本底总 α 检测法) GB/T 5750.13-2006		
				水质 总 α 放射性的测定 厚源法 HJ 898-2017		
		312	总 β 放射	生活饮用水标准检验方法 放射性指标 (13.2 总 β 放射性 薄样法) GB/T 5750.13-2006		
				水质 总 β 放射性的测定 厚源法 HJ 899-2017		
		313	X-γ 辐射剂量率	环境 γ 辐射剂量率测量技术规范 HJ 1157-2021		
				工业 X 射线探伤放射防护要求 GBZ 117-2022		
	放射卫生 X 射线质量控制检测					
(十二)	X 射线摄影设备质量控制检测通用项目					
		314	管电压指示的偏离	医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范 WS 76-2020		
		315	辐射输出	医用 X 射线诊断设备质		



上海市计量测试技术研究院 华东国家计量测试中心 检定证书

Verification Certificate

证书编号: 2024H21-20-5408720001

Certificate No.



送检单位

Applicant

河南鑫安利职业健康科技有限公司

计量器具名称

Name of Instrument

环境监测用X、γ辐射空气比释动能率仪

型号/规格

Type / Specification

RJ32-3202

出厂编号

Serial No.

210116E002

制造单位

Manufacturer

上海仁仪器仪表有限公司

检定依据

Verification Regulation

JJG 521-2006《环境监测用X、γ辐射空气比释动能(吸收剂量)率仪检定规程》

检定结论

Conclusion

合格

批准人

Approved by

忻智炜

核验员

Checked by

孙训

检定员

Verified by

胡崇庆

检定日期

Date for Verification

2024

年

08

月

06

日

有效期至

Valid until

2025

年

08

月

05

日



此件提供

计量检定机构授权证书号: (国)法计(2022)01019号/01039号

Authorization Certificate No.

地址: 上海市张衡路 1500 号(总部)

Address: No.1500 Zhangheng Road, Shanghai (headquarter)

传真: 021-50798390

Fax

电话: 021-38839800

Telephone

邮编: 201203

Post Code

网址: www.simt.com.cn

Web site

第 1 页 共 3 页
Page of total pages

本次检定所使用的计量(基)标准:

Measurement standards used in this verification

名称 Name	测量范围 Measurement Range	不确定度或准确度等级或最大允许误差 Uncertainty/Accuracy Class/Maximum Permissible Error	证书编号 Certificate No.	有效期限 Due date
X、γ射线空气比释动能(防护水平)标准装置	$(1 \times 10^{-6} \sim 1)$ Gy/h	$U_{rel} = 4.2\% (k=2)$	[1989]国量标 沪证字第088	2028-11-05

本次检定使用的主要计量器具:

Measuring instrument used in this verification

名称 Name	型号规格 Model	编号 Number	测量范围 Measurement range	不确定度或准确度等级或最大允许误差 Uncertainty/Accuracy Class/Maximum Permissible Error	证书编号/ 有效期限 Certificate No./Due date
防护水平电离室剂量计(γ)	T10022+3200 2	000459+000 565	1×10^{-6} Gy/h ~ 1×10^{-1} Gy/h	$U_{rel}(\gamma) = 3.2\% (k=2)$	DLJ2024- 03054/ 2025-03-21
防护水平电离室剂量计(X)	T10022+3200 2	000459+000 565	1×10^{-6} Gy/h ~ 1×10^{-1} Gy/h	$U_{rel}(X) = 2.6\% (k=2)$	DLJ2024- 03054/ 2025-03-21
/	/	/	/	/	/

以上计量标准器具的量值溯源至国家基准。

The value of a quantity of measurement standard used in this verification is traced to those of the national primary standards in the P.R. China.

检定地点及环境条件:

Location and environmental condition for the verification

地点: 张衡路1500号电离辐射楼103室

Location

温度: 20℃

Ambient temperature

湿度: 60%RH

Humidity

其他: 气压: 102.5 kPa

Others

备注: /

Note:

本证书提供的结果仅对本次被检的器具有效。未经本院/中心批准, 部分采用本证书内容无效。

The data are valid only for the instrument(s).

Partly using this certificate will not be admitted unless allowed by SIMT

检定证书续页专用

Continued page of verification certificate

第 2 页 共 3 页

Page of total pages

检定结果/说明:

Results of verification and additional explanation

1. 相对固有误差 I (%): 13.5 【使用 ^{137}Cs γ 辐射源】
2. 重复性(%): 1.4
3. 剂量响应【使用 ^{137}Cs γ 辐射源】

空气比释动能率 mGy/h	0.13	0.05	0.01	0.002
校准因子 C_f	0.88	0.90	0.92	0.93
相对误差(%)	13.5	11.1	8.7	7.7

4. 能量响应

空气比释动能率 mGy/h	0.05				
X管电压 kV	60	80	100	150	200
校准因子 C_f	1.01	1.08	0.94	1.07	1.03
能量响应 R'_E	0.89	0.83	0.96	0.84	0.88

$$\text{校准因子 } C_f = \frac{\text{空气比释动能率 } K_a \text{ 参考值}}{\text{仪器示值}}$$

校准因子 C_f 测量值的相对扩展不确定度 $U_{rel} = 6.5\%$ ($k = 2$)。

注1: 规程技术要求

性能	技术要求
相对固有误差	不超过 $\pm 15\%$
重复性	30%
能量响应和角度响应	变化极限不超过 $\pm 30\%$

注2: $R'_E = R_E / R_{Cs}$, $R_E = 1 / C_f$, 即 R'_E 为每种能量 E 的响应 R_E 对 ^{137}Cs γ 参考辐射的响应 R_{Cs} 归一后的响应值。

注3: 如果任一检定点的相对误差 I 不超过 $\pm 25\%$, 且任何两个 I 值之差都不大于30%则认为仪器的相对固有误差满足技术要求。

检定结果内容结束

南乐中兴医院文件

乐中兴〔2024〕55号

关于调整辐射安全与放射防护管理领导小组的通知

为做好我院辐射安全与放射防护管理工作，保护人员健康，避免各类辐射事故的发生，消除安全隐患，坚持经济效益、环境效益、健康效益相统一的原则，特对医院辐射安全与放射防护管理领导小组进行调整，调整后人员名单如下：

组 长：王桂香

副组长：杨晓松

成 员：张相府、陈利涛、姜胜军

领导小组下设办公室，办公室设在医学装备部。

办公室主任：杨晓松

办公室成员：张相府 陈利涛 王 奇 姜胜军

赵中仆 马国超 杨 亮 刘威虎 刘现轩

专职负责人：杨晓松

领导小组职责：

一、积极贯彻执行国家法律法规，加强我院辐射安全与放射防护管理，切实保障医务人员及患者身体健康。

二、制定医院辐射安全与放射防护管理制度并督导落实。

三、制定辐射安全应急处理预案并督导演练。

四、确保放射工作人员依法执业和辐射相关设备取得行政许可。

五、确保辐射相关场所依法依规建设，保障卫生及生态环境部门技术评价后规范建设和监督检查后及时整改。

六、对未履行医院辐射安全与放射防护相关工作职责的部门或个人进行追责与处理。

七、会同上级有关部门按有关规定调查和处理放射事故，并对有关责任人员提出处理意见。

八、定期召开辐射安全与放射防护管理领导小组工作会议，解决工作中存在的问题。



辐射安全管理规定



一、认真贯彻执行辐射安全相关的法律、法规，按要求履行各项环保手续，并在许可的种类和范围内合法、合规、合理从事辐射活动。

二、依法履行辐射安全管理主体责任，以法定代表人作为辐射安全管理第一责任人；成立辐射安全与环境保护管理机构，设置专职管理人员，同时明确管理机构及成员的职责范围。

三、制定并不断完善各项辐射安全管理制度，建立辐射安全管理档案，确保始终满足从事核技术应用活动的能力要求。

四、制定并不断完善辐射事故应急预案，明确应急处理程序及方式，确保发生辐射事故时，能够迅速采取有效措施，控制事故影响，同时在日常工作中积极落实预防措施，最大程度避免辐射事故发生。

五、定期对辐射工作场所的各项辐射安全与防护设施进行巡查，发现问题或隐患，积极落实整改，确保其始终保持良好的工作状态。

六、做好辐射工作场所的清洁工作，保持良好的工作环境，严禁在辐射工作场所内存放无关的杂物，特别是易燃、易爆及腐蚀性物品。

七、制定详细完整的场所辐射环境监测计划与方案，按要求配备相适应的辐射检测仪器，定期对辐射工作场所开展日常检测，每年委托有资质的单位进行一次全面检测，并按要求妥善保存各项检测报告及检测记录。

八、辐射工作人员按要求参加辐射安全与防护培训，通过考核后持证上岗，并在工作中严格遵守操作规程，杜绝一切违规操作。

九、按照国家相关规定对辐射工作人员开展个人剂量检测和职业健康体检，并按要求妥善保存各项检测报告及体检报告。

十、辐射工作人员在工作时应按要求正确佩戴个人剂量计，同时注意妥善保管，对于个人剂量检测结果超过剂量管理限值时，应积极查明原因，并

采取必要的改进措施。

十一、按要求建立射线装置管理台账，射线装置在购买或报废时，按规定办理相关手续，并及时更新台账，做到账物相符。

十二、积极配合生态环境主管部门的监督检查，每年按要求开展辐射安全与防护状况年度评估，并按规定上报年度评估报告。

十三、辐射工作人员须严格执行本规定及其他辐射安全管理制度。如有违反，将根据所造成的不良后果，进行相应处罚；若造成辐射事故，将依法追究违规人员的责任。



辐射工作人员岗位职责

一、辐射工作人员必须严格遵守辐射安全相关法律、法规的规定，认真执行各项辐射安全管理制度。

二、辐射工作人员应树立端正的工作态度，培养良好的工作习惯，在工作中做到爱岗敬业、认真负责、实事求是、坚持原则，对技术精益求精，不断提高专业技术水平和辐射安全意识。

三、辐射工作人员应按要求参加岗前体检及辐射安全与防护培训，并在正式上岗后接受个人剂量检测及职业健康管理。

四、辐射工作人员应熟练掌握射线装置的操作规程，并在工作中严格执行，杜绝一切违规操作。

五、辐射工作人员应认真核对技术方案，选择合适的参数，减少一切不必要的照射，避免不当操作导致重复照射。

六、辐射工作人员应掌握必要的辐射安全知识，识别可能遇到的辐射安全问题和潜在风险，具备控制减少职业危害的能力。

七、辐射工作人员应掌握辐射事故应急处理程序，具备应对突发辐射事故的能力，当发生辐射事故时，能够迅速采取有效措施，控制事故影响。

八、辐射工作人员应做好辐射工作场所的清洁工作，保持良好的工作环境；同时应做好射线装置的维护保养工作，使其保持良好的运行状态。

九、辐射工作人员应掌握检测设备和防护用品的使用方法，在工作中按要求正确佩戴个人剂量计和剂量报警仪，正确使用防护用品。

十、辐射工作人员应积极配合生态环境部门的监督检查，认真执行生态环境部门的要求，对发现的问题或隐患，积极落实整改。

南乐中兴医院
2024年12月20日



辐射工作场所分区管理规定

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的要求，把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射安全管理和职业照射控制。

一、将辐射工作场所内需要和可能需要专门的防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

二、将辐射工作场所内通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要对职业照射条件进行监督和评价的控制区以外区域定为监督区。

三、辐射工作场所控制区出入口应设置明显的电离辐射警示标志，并安装工作状态指示灯，最大限度的避免发生误照射事故。

四、射线装置辐射工作场所将机房屏蔽体以内区域设定为控制区，限制无关人员进入，同时提醒人员勿靠近；将控制室及其他与机房相邻的区域设定为监督区，监督区除辐射工作人员外，限制其他人员居留时间。



监测仪表使用与校验管理制度

一、辐射检测仪器安排专人负责妥善保管，定期进行检查与维护，确保其满足正常使用要求，保证检测数据、结果的准确性和可靠性。

二、检测仪器使用者必须熟知辐射环境检测的相关技术标准及要求，熟练掌握检测仪器的正确操作方法、操作步骤。

三、检测仪器应严格按照仪器说明书使用，注意轻拿轻放，避免磕碰、摔坏，降低仪器测量精度。

四、检测仪器出现损伤、破坏、操作失灵等影响正常使用的情况时，应停止使用，并及时联系厂家售后或供应商进行维修，维修正常后，方可重新启用，任何人员不得随意拆卸或更改仪器设置的相关参数。

五、检测仪器存放应做好“防寒、防热、防潮、防尘、防火”工作，应注意保持仪器外表面清洁。

六、检测仪器保管人员在回收、借出仪器时，均应记录，并在回收、借出时分别验证仪器的工作状态。

七、检测仪器应定期开展计量校检或与已通过校检的仪器进行比对，相邻两次校检或比对间隔一般不超过 12 个月。

八、建立检测仪器管理档案，安排专人负责管理，按要求妥善保存仪器校检证书或比对记录。



辐射工作人员培训管理制度



一、满足辐射工作岗位要求，准备从事辐射工作的人员，以及考核合格证书有效期即将期满的人员，均应按要求参加辐射安全与防护培训考核。

二、针对仅从事Ⅲ类射线装置使用活动的辐射工作人员无需参加集中考核，由我单位辐射安全与放射防护管理领导小组按照“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”（<http://fushe.mec.gov.cn/>）和“辐射安全培训”微信公众号公布的考核规则自行组织考核，自行考核规则及要求如下：

1、从公布的试题库中抽取题目组成考核试卷，全部题型均为客观题，包括单选题（仅有1个正确答案）和多选题（有2个及以上正确答案），试题总数应不少于50道，其中多选题不少于10道。

2、抽取的题目应与参加考核人员日常工作有较强关联性，其中法律法规、基础知识占比均不得低于20%。

3、自行考核采取闭卷方式，时长45分钟，考核时应有专人监场，得分达到试卷总分的3/4及以上视为通过考核。

4、自行考核记录由专人负责妥善保存，保存时间不低于5年；包括：作答试卷原件、考核成绩；参加考核人员姓名、工作部门、联系方式；考核时间、监考人、监考人联系方式。

三、对于除仅从事Ⅲ类射线装置使用活动以外的其他辐射工作人员均应在“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”参加相应的视频培训学习，并在学习结束后报名参加集中考核，集中考核规则及要求如下：

1、集中考核采用闭卷、计算机化考试方式，即在计算机终端获取试题、作答并提交答题结果，时长45分钟。

2、集中考核内容包括公共科目和专业科目两部分。公共科目主要内容为辐射工作人员在实际工作中需要掌握的法律法规和电离辐射通用知识。专

业科目主要内容为辐射工作人员在实际工作中需要掌握的专业知识，分为不同类别，辐射工作人员根据从事的工作内容选择对应的类别进行报名。每位考生一年最多可获得三次考核报名机会。

3、集中考核题型均为客观题，分为单选题和多选题，试卷总分 120 分，得分在总分 75%（90 分）及以上视为合格。

四、辐射安全与防护培训考核必须由本人完成，不得找人替代，须严格遵守考核纪律；辐射安全专职管理人员负责进行监督，未按要求通过考核的人员，不得从事辐射工作。

五、定期组织开展辐射安全相关的宣教活动，普及辐射安全知识，提高辐射安全意识；对于新实施的辐射安全相关法律、法规及标准等，由辐射安全与放射防护管理领导小组组织开展培训学习。

六、建立人员培训管理档案，安排专人负责管理，按要求妥善保存辐射工作人员的培训记录及考核合格证书等资料。



辐射工作人员个人剂量管理制度

一、辐射工作人员应自觉接受个人剂量检测，在工作中按要求正确佩戴个人剂量计，同时应注意妥善保管，不得随意放置和人为损坏，若意外损坏或丢失，应及时上报更换。若因自身管理不善造成检测结果超标，由本人承担全部后果。

二、个人剂量检测委托取得相应资质的技术服务机构承担，检测周期通常为1~3个月。当有人调离辐射工作岗位时，单独对其开展个人剂量检测；个人剂量检测结果应及时告知本人，当出现结果异常时，应积极配合查明原因，并主动上报生态环境及卫生部门，同时采取必要的改进措施。

三、建立辐射工作人员个人剂量管理档案，安排专人负责管理，主要包括：收发个人剂量计、索取检测报告、向检测单位反映人员变动情况、可疑结果调查和档案管理等。

四、辐射工作人员的个人剂量管理档案应妥善终身保存，辐射工作人员有权查阅、复印本人的个人剂量管理档案。

五、对于受到事先计划的特殊受照人员（如事故现场处置人员），工作结束后应将其个人剂量计立即送检。

六、辐射工作人员在工作时，除佩戴个人剂量计外，还应按要求携带个人剂量报警仪。



辐射安全与防护设施维护维修制度

一、维护维修内容

1、辐射工作场所的工作状态指示灯、安全联锁、紧急停机、视频监控、通风换气等辐射安全与防护设施是否运行正常，是否存在隐患。

2、辐射工作场所的警示标识是否张贴规范，是否存在脱落、残破或遗漏情况，警戒线是否存在磨损，警示灯是否正常工作。

3、辐射检测仪器设备是否正常工作，是否按要求进行校检或比对，是否满足检测准确性及可靠性要求。

4、辐射工作场所的防护门传动装置、自闭装置是否正常工作，润滑油是否需要添加或更换，驱动部分的松紧度是否符合要求。

5、辐射工作场所的屏蔽墙是否存在脱落，观察窗是否存在裂纹。

6、辐射防护用品是否妥善存放，是否存在折损。

二、维护维修要求

1、辐射安全与放射防护管理领导小组定期组织对辐射工作场所的辐射安全与防护设施进行检查，发现问题或隐患，积极落实整改，确保其始终保持良好的工作状态。

2、射线装置维修完成后，或者辐射安全防护问题整改完成后，应通过辐射安全管理机构验收，必要时可委托监测单位进行监测，确认符合要求后方可再次投入使用。

3、做好射线装置“五防”（防寒、防热、防潮、防尘和防火）工作，按设备厂家要求做好预防性维护保养，降低设备故障率。

4、铅衣、铅帽、铅围脖等防护用品应规范使用，在使用过后整理放回原位，并注意平放，不可长时间挂放，避免折叠或损坏降低防护效果，如有出现损毁，应及时上报进行更换。

5、每年委托有资质的机构对射线装置开展质量控制检测，对辐射工作场所周围开展辐射环境检测。

三、重大问题管理措施

1、建立健全各项辐射安全管理制度，包括：岗位职责、操作规程、人员培训、场所监测等。

2、明确责任、定期检查，除辐射工作人员每天自查外，规定辐射安全管理机构定期开展检查，制定检查表，对照规定的方法和标准逐条逐项进行核查并记录，发现问题或隐患及时处理。

3、加强对辐射安全与防护设施的日常管理，发现安全联锁失常、控制台紧急停止按钮失灵、场所环境检测数据异常等问题时，应停止操作，待问题解决后方可重启运行。

4、建立、健全危险源信息反馈制度并严格贯彻实施，对信息反馈和隐患整改的情况，辐射安全管理机构定期进行考核。

5、射线装置出现故障时，辐射工作人员要立即停用并切断电源，及时上报维修，待问题解决后方可重启运行。



辐射环境监测方案

为加强射线装置的安全使用，保障人体健康，保护环境，特制定本方案。
具体内容如下：

一、委托监测

1. 组织实施：由辐射安全与防护管理小组组织人员协助有资质的专业人员实施。
2. 监测项目：工作场所 X- γ 辐射剂量率。
3. 监测频次：新建、改建和扩建辐射工作场所，需委托资质符合规定的单位开展验收监测，经监测合格，验收通过后方可正式开展工作。运行后，每年由资质符合规定的单位进行至少一次年度监测。设备维修更换后，也应开展一次监测。
4. 监测点位：按照国家监测标准规范要求进行监测布点。
5. 监测记录分析：对照国家标准对监测结果进行评价，若发现异常的，应调查原因，存在安全隐患的应报告管理小组，及时整改。
6. 监测记录存档要求：我院及相关单位应留存监测结果及监测报告。

二、自主监测

1. 组织实施：根据管理小组及制度要求，各科室组织工作人员开展。配备自主监测仪器，监测仪器需定期送检，保证监测数据可靠。
2. 监测项目：工作场所 X- γ 辐射剂量率。
3. 监测频次：根据射线装置运行情况，定期对辐射工作场所进行自主监测，一般为每月一次/每季度一次，人员长居留区域适当增加监测频次。
4. 监测点位：同委托监测。
5. 监测记录分析：同委托监测。
6. 监测记录归档要求：同委托监测。

三、应急监测

应急情况下，为查明辐射水平，需进行必要的内部或外部监测。



DSA 操作规程

一、DSA 设备操作者必须熟悉设备的主要部件与操作程序，非介入室人员不得随意上机操作。

二、开机前观察：开机前仔细观察检测设备室、检查室及操作室的温度；要求温度低于 22 摄氏度，湿度低于 60%；湿度高于 80%时禁止开机。

三、开机：启动电源配电柜接通电源，开启主机，使机器进入检查准备状态。

四、检查前向病人解释检查注意事项，按手术部位要求选定相应的病人体位。

五、正确输入病人资料，按检查部位及诊断、治疗要求选定正确的机位和 DSA 程序。

六、设备操作人员(包括手术者及操作技术人员)相互协作，及时高质量地完成检查治疗图像采集工作。

七、关机：按 DSA 主机操作系统上的关机程序进行关机，完成关机程序后切断电源总开关以保证安全。

八、定时做机器清洁保养工作，随时注意房间内温度及湿度变化，保持室内凉爽、干燥。

九、发现设备故障，及时汇报。



医用电子直线加速器操作规程

医用电子直线加速器是大型医用治疗设备，不适当的操作可能造成对设备或人员的伤害，要求操作人员及维修人员应熟练掌握操作手册并严格按照操作规程进行操作。

1、开机前清洁操作台面，观察机房温度（15-30度）和湿度（35%-70%），若不合适，应打开空调，待其合适时方可开机并记录数据。

2、每天早晨 7:30 分开机，开机顺序为：先合上墙闸，后依次打开微机上电钥匙及低压上电钥匙，键入启动命令启动低压；设备预热 20 分钟后方可开启高压。操作人员在设备预热期间和非治疗病人期间请勿开启高压钥匙，维修人员在维修非试机情况下应关闭高压并拔掉操作台上所有的钥匙。

3、操作人员在开机和治疗病人期间，应密切观察操作面板、显示器的各种参数，监视机房内情况。发现异常情况时应马上通知维修人员，必要时紧急停机并记录下故障情况及处理经过。

4、治疗计划执行过程中，严禁一切非病员在直线加速器房间、门旁逗留，否则，一切后果自负。

5、在做各种治疗时，应以病人为本，严防差错事故发生。待所有治疗结束后，逆开机顺序关机。



CT 模拟定位机操作规程

1、检查室内温度、湿度情况，符合要求方可按照操作要求进行每日的电脑重启、小预热或者一周一次的大重启、长曝光。

2、检查 CT 运行情况，确保机器正常稳定。床面、激光灯未达精度要求的及时调整修理。

3、严格三查七对，确定患者信息一一对应。对患者进行定位前宣教，引导需增强的患者阅读增强知情同意书并签字。

4、引导患者按照需要体位躺在治疗床上，固定好体膜，标记好定位中心点，放置好金屈标记点。

5、叮嘱患者平静呼吸，设置对应的扫描参数、扫描范围，开始扫描。

6、若需增强扫描，扫描前做好注意事项宣教，待注射适量碘造影剂后扫描。

7、扫描完毕，按照需要进行图像重建，并将重建图像传输至计划系统的工作站。

8、做好患者体表标记，嘱咐相关注意事项。带患者穿戴好衣物，开始下一个患者的定位。

9、工作结束后，清洁工作区域卫生。将 CT 及辅助设备按照要求待机或关闭，检查门、窗、水、电情况，使用紫外线对工作区域消毒。





南乐中兴医院文件

乐中兴〔2024〕56号

关于修订《南乐中兴医院辐射事故应急预案》的 通知

全院各科室：

为进一步规范医院辐射安全管理，有效预防、及时控制和消除辐射事故所致的危害，加强医院辐射安全管理工作，保障辐射工作人员、受检者以及周围人员的健康安全，完善辐射安全事故的应对措施，现对《南乐中兴医院辐射事故应急预案》进行修订，请遵照执行。

附件：南乐中兴医院辐射事故应急预案



附件

南乐中兴医院 辐射事故应急预案

一、编制目的

为规范及强化辐射事故应急响应能力，明确各部门及人员在事故应急工作中的职责，提高全员的风险防范意识，最大程度的预防辐射事故，保障人员生命安全。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》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等法律、法规的相关规定，制定本预案。

二、适用范围

本预案适用于本单位发生的射线装置失控导致人员受到意外的异常照射事故。

三、应急响应机构

1. 机构设置

成立辐射事故应急响应工作小组（以下简称“应急小组”），全面负责本单位的辐射事故应急工作，具体成员如下：

组 长：杨晓松

成 员：张相府 陈利涛 王 奇 姜胜军 赵中仆

马国超 杨 亮 刘威虎 刘现轩

2. 职责分工

（1）组长

- ① 负责组织人员制定或修改本公司的辐射事故应急预案。
- ② 负责辐射事故应急响应工作的协调组织、分工安排及具体实施。
- ③ 负责调配应急物资，充分调动人力、物力资源，采取各种快速有效的措施，最大限度的控制事故影响。
- ④ 负责向生态环境、卫生健康及公安部门报告辐射事故和应急救援情况，配合开展事故调查和定性定级工作。
- ⑤ 负责组织人员进行讨论、研究，分析事故原因，总结经验教训，落实防范措施，避免类似事故再次发生。

（2）成员

- ① 负责按照应急方案要求，落实各项应急处理工作。

- ② 负责封锁事故现场，组织人员撤离，维持现场秩序。
- ③ 负责安排受照人员进行必要的医学检查，稳定人员情绪。
- ④ 负责应急物资的购置和日常维护管理，做好应急准备工作。
- ⑤ 负责整理或变更应急机构及上级行政主管部门的应急联络方式。

四、应急工作原则

迅速报告，主动抢救，生命第一，科学施救，保护现场。

五、辐射事故分级

医院目前核技术利用项目涉及射线装置，可能发生的辐射事故为射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射，为一般辐射事故。

六、应急响应程序

1. 发生误照射事故时，现场辐射工作人员应第一时间按下紧急停机按钮或切断射线装置电源，停止X射线出束。

2. 现场辐射工作人员迅速组织受照射人员撤离事故区域，并有序疏散周边人员，同时保护好事故现场，为后期事故调查、处理保留证据。

3. 现场辐射工作人员及时将事故基本情况上报应急小组，应急小组收到报告后，迅速启动事故应急响应，组织相关人员赶赴事故现场。

4. 应急小组组织分析人员受照射情况，并及时安排受照射人员进行必要的健康检查或医疗救治。

5. 应急小组准确研判事故性质，在事故发生后2小时内向当地生态环境和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应向当地卫生健康部门报告。禁止缓报、瞒报、谎报或者漏报辐射事故。

6. 应急小组根据掌握的事故有关情况，组织相关人员配合生态环境部门开展事故调查和定性定级工作。

7. 事故妥善处理后，应急小组组织相关人员进行讨论、研究，总结经验教训，组织开展隐患排查，完善预防措施，同时加强日常管理，避免类似事故再次发生。

8. 发生射线装置运行故障，现场辐射工作人员立即停止使用，上报应急小组联系设备厂家或委托专业机构进行检修，待故障排除并经确认无异常后方可恢复运行。

七、事故防范措施

1. 强化日常管理，辐射工作人员严格执行各项辐射安全管理制度和操作规程，履行岗位职责。

2. 射线装置发生故障不能工作时，应立即关闭设备，断开电源，记录发生故障时的状态，设置“禁止使用”标识，并及时上报检修。

3. 辐射工作人员通过辐射安全与防护考核后方可从事辐射工作，无关人员严禁随意进入辐射工作场所，严禁操作设备。

4. 辐射工作人员应熟悉各射线装置的组成结构、操作规程及安全防护设施，确保发生事故时，能够及时采取有效措施，控制事故影响。

5. 定期对辐射工作场所的安全防护设施进行检查，确保安全联锁、警示标识、视频监控、紧急停机、工作状态指示灯等保持正常运行。

6. 配备相适应的检测设备及防护用品，辐射工作人员在工作时正确佩戴个人剂量计和剂量报警仪，同时应牢固辐射防护意识，掌握辐射防护知识，尽可能利用现场条件，减少不必要的辐射影响。

7. 每年委托有资质的机构进行辐射防护检测和设备质量控制检测，发现问题或隐患及时予以整改。

八、应急联系方式

辐射事故应急小组办公室电话：0393-6238019

濮阳市生态环境局值班电话：0393-6667605

濮阳市卫生健康委员值班电话：0393-6661593

九、应急培训

应急小组根据辐射工作的实际开展情况，定期组织开展辐射事故应急培训，主要包括：辐射安全与防护基本知识和相关法律、法规；潜在发生的辐射事故及其应急处理措施；国内外典型辐射事故及其应急处理经验；本单位辐射事故应急预案和应急响应程序；医学急救知识和基本操作技能；辐射检测仪器性能和操作方法。

十、应急准备

1. 应急人员培训

(1) 对象：应急救治队员及相关人员。

(2) 内容：《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《辐射事故应急处理预案》、《放射卫生防护》。

(3) 方式：医院定期（至少每年一次）对全体辐射工作人员进行辐射事故应急培训，全体辐射工作人员必须熟练掌握应急处理预案。

2. 事故应急演练

辐射事故应急处理机构负责根据实际情况，组织和实施辐射事故应急演练，每 1 年至少组织一次辐射事故应急演习活动，以确保能及时、妥善地应对辐射事故。演习结束后，及时进行总结，以评估和验证辐射事故应急预案的可行性和有效性，必要时予以修改完善。

3. 应急物资准备

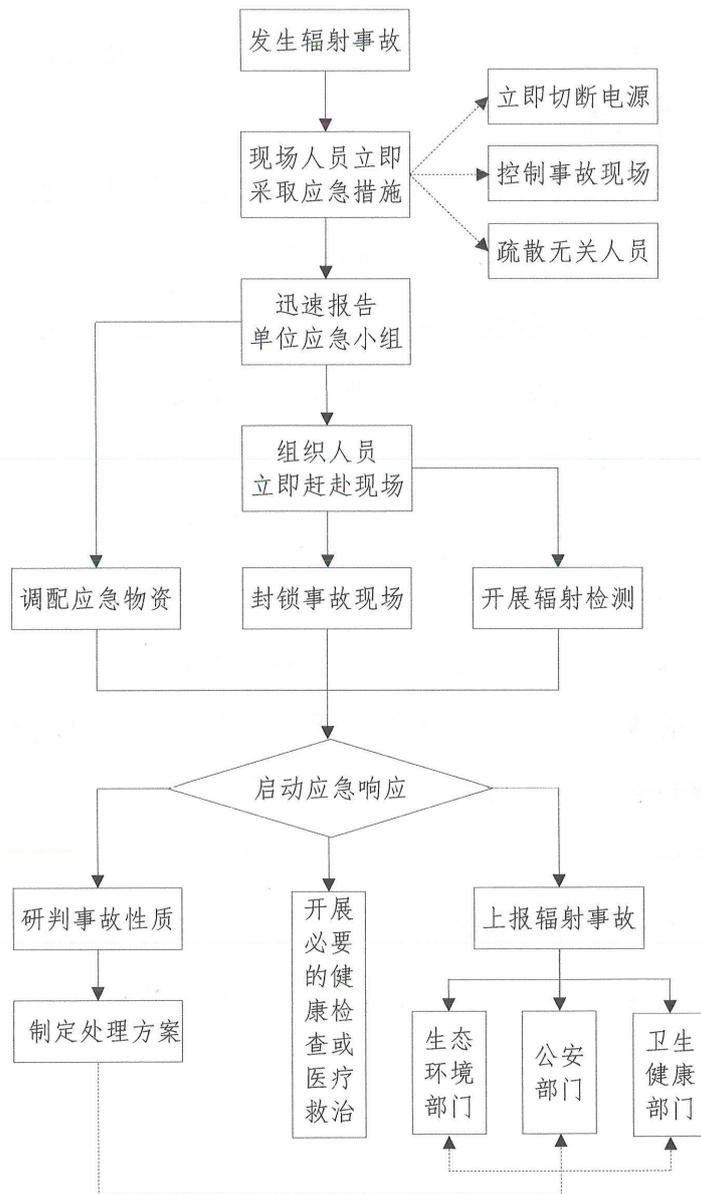
辐射事故应急处理机构定期组织相关人员检查辐射事故应急物资，包括数量及状态，主要应急物资包括：便携式辐射检测仪、表面污染仪、剂量报警仪、个人剂量计、防护用品（包括铅帽、铅眼睛、铅衣、铅手套等）、表面去污用品或试剂、通讯设备、药品急救车、呼吸气囊、环甲膜穿刺针、手电筒等。

十一、其他

本预案自发布之日起生效，在实施过程中如有与国家、省、市应急预案相抵触之处，以国家、省、市应急预案的条款为准。

附图

辐射事故应急处理流程图



附件六：防护设计方案及其他盖章确认件



本项目各机房主体防护设计方案

一、直线加速器机房

直线加速器机房四周墙体及顶棚拟采用混凝土（ $\rho=2.35\text{t/m}^3$ ）浇注，防护门拟采用不锈钢内衬铅板和含硼聚乙烯；拟选择资质较高、具有大体量混凝土施工经验的单位负责施工，除委托监理单位负责工程监管外，单位本身也会对施工过程进行监督，确保混凝土灌注均匀、密实；直线加速器机房具体屏蔽设计见表 1 所示。

表 1 直线加速器机房空间几何尺寸及墙体厚度设计一览表

机房几何尺寸		东西 7.25m，南北 7.9m，高 3.8m； 机房面积（包含迷路）89.3m ² ； 机房治疗室面积（不包含迷路）66.5m ² ； 机房内容积为 339.3m ³
迷路尺寸		L 型迷路，长 9.65m，宽 2.05m，高 3.8m；
东墙	主屏蔽区	厚度：2800mm 混凝土 宽度：4000mm
	次屏蔽区	北段 1500mm 混凝土，南段 1700mm 混凝土
西墙	主屏蔽区	厚度：2800mm 混凝土 宽度：4000mm
	次屏蔽区	北段 1500mm 混凝土，南段 1700mm 混凝土
迷路外墙		1500mm 混凝土
迷路内墙		1300mm 混凝土
北侧屏蔽墙		1500mm 混凝土
顶棚	主屏蔽区厚度	厚度：2800mm 混凝土 宽度：4000mm 混凝土
	次屏蔽区厚度	1600mm 混凝土
混凝土	密度	2.35g/cm ³
防护门		电动推拉防护门，门洞宽 1.6m，高 2.3m 15mm 铅板+150mm 含硼 5%的聚乙烯
等中心位置		距北墙 3.7m，距迷路内墙 4.2m， 距东墙 3.625m，距西墙 3.625m， 距顶棚 2.485m，距地坪 1.315m
注：防护门安装过程中防护门和墙壁重叠的宽度应大于其间缝隙的 10 倍以上，以减少散射射线及漏射线对门缝周围的辐射影响。		

二、CT 模拟定位机房

CT 模拟定位机房拟参照下表进行防护。

表 2 CT 模拟定位机房屏蔽防护设计方案一览表

机房名称	屏蔽名称	拟采取的屏蔽设计方案
CT 模拟定位机房	四周墙体	24cm 实心砖+40mm 硫酸钡防护涂料
	顶棚	20cm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料
	观察窗	4mmPb 铅玻璃
	防护门 (1 个)	4mmPb 电动推拉门(门洞尺寸: 1.5m×2.1m, 门体尺寸: 1.8m×2.4m)
注: 混凝土密度不低于 2.35t/m ³ , 实心砖密度不低于 1.65 t/m ³ , 硫酸钡防护涂料密度不低于 2.7 t/m ³ 。		

三、DSA 机房

2 间 DSA 机房均拟参照下表进行防护。

表 3 DSA 机房屏蔽防护设计方案一览表

机房名称	屏蔽名称	拟采取的屏蔽设计方案
DSA 机房 (共 2 间)	四周墙体	24cm 空心加气砖+60mm 钡板
	顶棚、地坪	20cm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料
	观察窗	4mmPb 铅玻璃
	医生防护门	4mmPb 手动平开门 (门洞尺寸: 1.0m×2.4m, 门体尺寸: 0.95m×2.35m)
	患者防护门	4mmPb 电动推拉门 (门洞尺寸: 1.5m×2.4m, 门体尺寸: 1.8m×2.7m)
	污物通道防护门	4mmPb 手动平开门 (门洞尺寸: 1.0m×2.4m, 门体尺寸: 0.95m×2.35m)
注: 混凝土密度不低于 2.35t/m ³ , 空心加气砖密度不低于 0.8 t/m ³ , 硫酸钡防护涂料密度不低于 2.7 t/m ³ , 60mm 钡板等效于 4mmPb。		



检测仪器及防护用品配置计划

本项目拟配置检测仪器详见下表 1。

表 1 检测仪器配置计划

检测仪器名称	数量	备注
X-γ辐射监测仪	1 台	拟增
个人剂量报警仪	直线加速器机房 2 台；CT 模拟定位机房 2 台；每间 DSA 机房各 2 台	拟增
个人剂量计	直线加速器机房及 CT 模拟定位机房：每名技师各拟配置 1 个； DSA 机房：每名技士及护士各拟配置 1 个，每名医师各拟配置内、外 2 个	拟配

拟为本项目 CT 模拟定位机、DSA 机房配备相应的个人防护用品和辅助防护设施，具体配置计划见下表 2。

表 2 防护用品配置计划一览表

机房	防护人员	标准要求	防护用品配置计划
CT 模拟定位机房	受检者	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	包裹式铅橡胶性腺防护围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子各 1 件，均为 0.5mmPb
	陪检者	至少配备铅橡胶防护衣	铅橡胶防护衣 1 件，0.5mmPb
DSA 机房（共两间）	工作人员	个人防护用品 铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	每间机房： 铅橡胶围裙、铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、介入防护手套、铅防护眼镜各 6 套，移动铅屏风 1 块；其中介入防护手套铅当量为 0.025mmPb，移动铅屏风铅当量为 2mmPb，其余防护用品铅当量均为 0.5mmPb
		辅助防护设施 铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	每间机房： 铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏各 1 件，铅当量不低于 0.5mmPb
	受检者	个人防护用品 铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子	铅围裙、铅颈套、铅帽各 1 件，铅当量不低于 0.5mmPb
		辅助防护设施 ——	——

备注：CT 模拟定位机房工作人员为隔室操作，DSA 诊疗过程中不涉及陪检者，故均无需配置防护用品。



辐射工作人员配置计划及工作负荷

一、直线加速器机房

拟为直线加速器机房配备 2 名技师，均为新聘人员。直线加速器投入运行后，预计每周治疗 150 人次，每年工作 50 周，每次 X 射线治疗的出束时间与射线束能量、中心剂量率有关，平均出束时间为 5min/人次。

二、CT 模拟定位机房

拟为 CT 模拟定位机房配备 2 名技师，均为新聘人员。CT 模拟定位机正常运行后，预计最大工作量为每周定位 30 人次，每年工作 50 周，单人次最大受照射时间约 1min。

三、DSA 机房

拟为 DSA 机房配备 16 名辐射工作人员（8 名医师、4 名护士、4 名技师），均为新聘人员。辐射工作人员分四班轮流开展工作，每班 2 名医师、1 名护士、1 名技师，兼 2 间机房的工作量。

DSA 运行后预估每周 20 台手术，每年工作 50 周，由 2 台 DSA 共同承担所有介入手术，单台手术摄影模式出束时间约 2min，透视模式出束时间约 10min。



环保投资情况

本项目预算总投资 5000 万元，其中环保投资 320 万元，环保投资比例 6.4%。

具体环保投资如下表：

表 1 本项目预计环保投资情况

序号	环保投资明细		金额（万元）
1	直线加速器	机房屏蔽防护设计与施工（含防护门、内部装修）	165.0
		辐射安全与防护措施或设施 （电离辐射警告标志、工作状态指示灯、视频监控、 对讲系统、安全连锁、紧急停机、紧急开门等）	25.0
		机房通风系统设计与施工	8.0
		固定式辐射监测报警仪	2.5
2	CT 模拟定位机	机房屏蔽防护设计与施工（含防护门、观察窗及内部 装修）	24.0
		辐射安全与防护措施或设施 （电离辐射警告标志、工作状态指示灯、门灯联动、 自动闭门、防夹装置、紧急停机、对讲系统等）	4.0
		机房通风系统设计与施工	3.0
3	DSA	机房屏蔽防护设计与施工（含防护门、观察窗及内部 装修）	56.0
		辐射安全与防护措施或设施 （电离辐射警告标志、工作状态指示灯、门灯联动、 自动闭门、防夹装置、紧急停机、对讲系统、门禁系 统等）	6.0
		机房通风系统设计与施工	6.0
4	辐射监测仪器（个人剂量报警仪等）		2.0
5	防护用品（铅衣、铅帽、铅围脖、介入防护手套、铅眼镜、铅围裙等）		3.5
6	辐射安全管理（职业人员体检、个人剂量检测等）		6.0
7	环保技术咨询（环境影响评价、竣工环保验收、辐射环境检测等）		9.0
环保投资合计			320



附件八：周围剂量率控制水平及人员剂量管理目标值文件

关于制定本项目各机房周围剂量当量率控制水平 及人员辐射剂量管理目标值的通知

我院依据国家标准要求，结合实际工作情况，制定了人员辐射剂量管理目标值及各机房周围剂量当量率控制水平，具体内容如下：

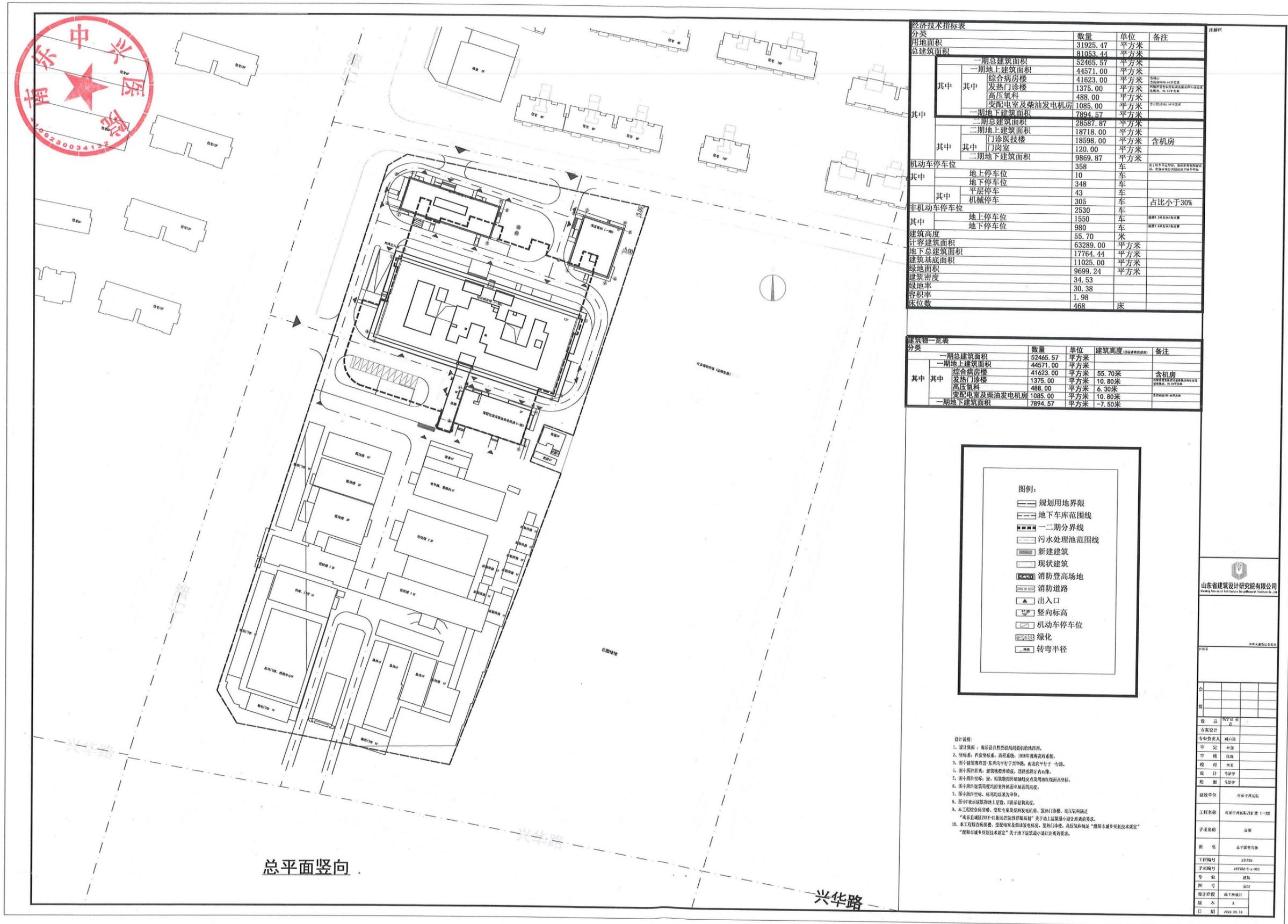
- (1) 工作人员年剂量管理目标值为 5mSv/a，公众人员年剂量管理目标值为 0.1mSv/a。
- (2) 直线加速器机房屏蔽体外周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h。
- (3) CT 模拟定位机房屏蔽体外周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h
- (4) DSA 透视及摄影模式下机房屏蔽体外周围剂量当量率均不大于 2.5 μ Sv/h。

请各有关科室严格执行，一旦发现超出辐射剂量管理目标值的情况，须及时处理或上报。

此文件自发布之日起执行。



附件九：相关图纸



总平面竖向

经济技术指标表			
分类	数量	单位	备注
用地面积	31925.47	平方米	
总建筑面积	81053.44	平方米	
其中	一期总建筑面积	52465.57	平方米
其中	一期地上建筑面积	44571.00	平方米
其中	综合病房楼	41623.00	平方米
其中	发热门诊楼	1375.00	平方米
其中	高压氧科	488.00	平方米
其中	变配电室及柴油发电机房	1085.00	平方米
其中	一期地下建筑面积	7894.57	平方米
其中	二期总建筑面积	28587.87	平方米
其中	二期地上建筑面积	18718.00	平方米
其中	门诊医技楼	18598.00	平方米
其中	门诊室	120.00	平方米
其中	二期地下建筑面积	9869.87	平方米
机动车停车位	358	车	
其中	地上停车位	10	车
其中	地下停车位	348	车
其中	平层停车	43	车
其中	机械停车	305	车
非机动车停车位	2530	车	占比小于30%
其中	地上停车位	1550	车
其中	地下停车位	980	车
建筑高度	55.70	米	
计容建筑面积	63289.00	平方米	
地下总建筑面积	17764.44	平方米	
建筑基底面积	11025.00	平方米	
绿地面积	9699.24	平方米	
建筑密度	34.53		
绿地率	30.38		
容积率	1.98		
床位数	468	床	

建筑物一览表				
分类	数量	单位	建筑高度(建筑室外地坪)	备注
其中	一期总建筑面积	52465.57	平方米	
其中	一期地上建筑面积	44571.00	平方米	
其中	综合病房楼	41623.00	平方米	55.70米
其中	发热门诊楼	1375.00	平方米	10.80米
其中	高压氧科	488.00	平方米	6.30米
其中	变配电室及柴油发电机房	1085.00	平方米	10.80米
其中	一期地下建筑面积	7894.57	平方米	-7.50米

图例：

- 规划用地界限
- 地下车库范围线
- 二期分界线
- 污水处理池范围线
- 新建建筑
- 现状建筑
- 消防登高场地
- 消防道路
- 出入口
- 竖向标高
- 机动车停车位
- 绿化
- 转弯半径

设计说明：

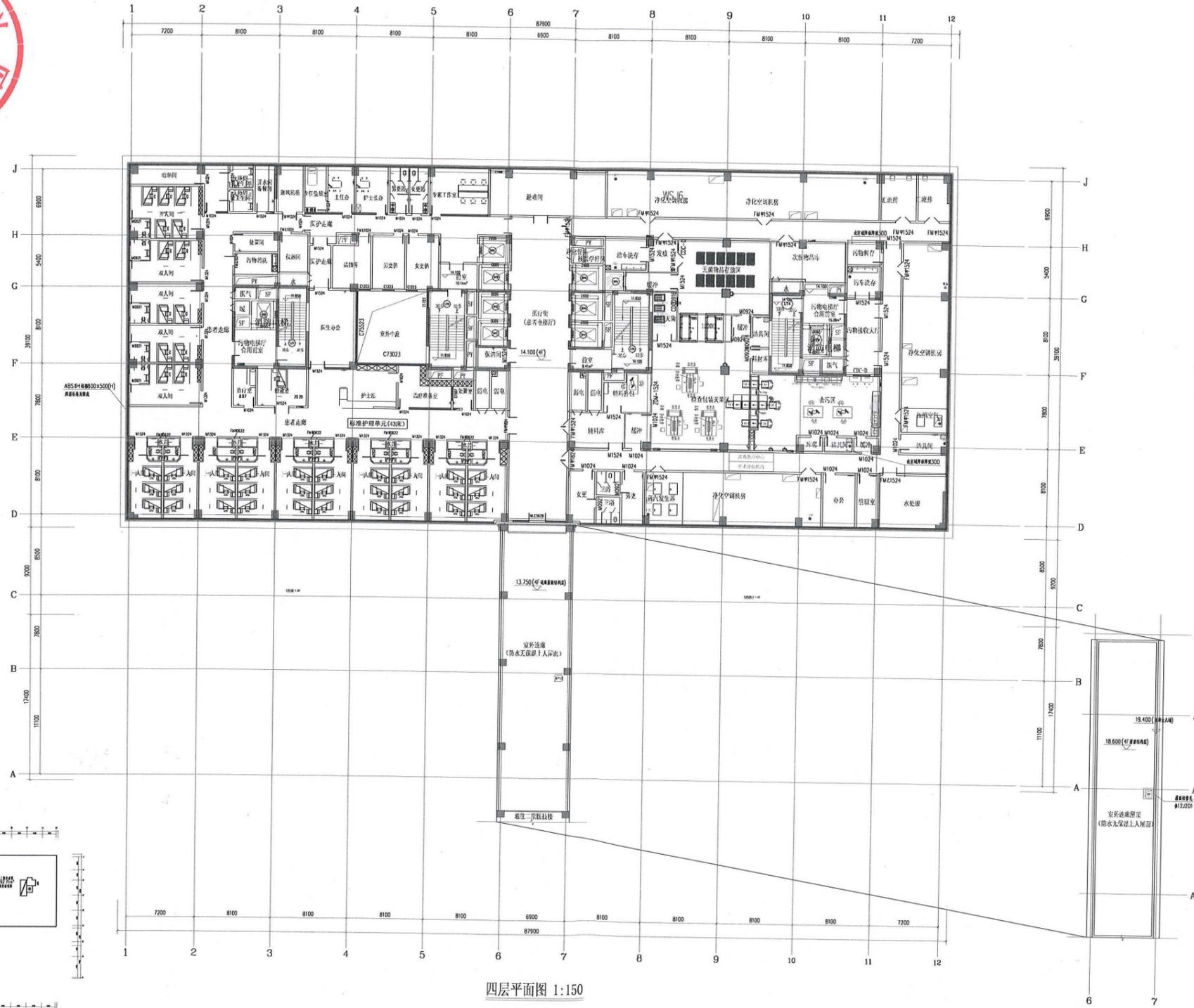
1. 设计依据：依据自然资源规划局提供的地形图。
2. 坐标系：西安坐标系，高程系统：1985年黄海高程系统。
3. 设计建筑朝向：正东向与正北向，南北向与正北向。
4. 设计标高：建筑室内外标高，道路标高与市政标高。
5. 设计防火等级：按《建筑设计防火规范》及《消防给水及消火栓系统技术规范》。
6. 设计防火等级：按《建筑设计防火规范》。
7. 设计防火等级：按《建筑设计防火规范》。
8. 本工程综合病房楼、变配电室及柴油发电机房、发热门诊、高压氧科满足“高层公共建筑防火技术规程”关于地上建筑最小防火间距要求。
9. 本工程综合病房楼、变配电室及柴油发电机房、发热门诊、高压氧科满足“高层公共建筑防火技术规程”关于地下建筑最小防火间距要求。

山东省建筑设计研究院有限公司
Shandong Institute of Architectural Design & Research Co., Ltd.

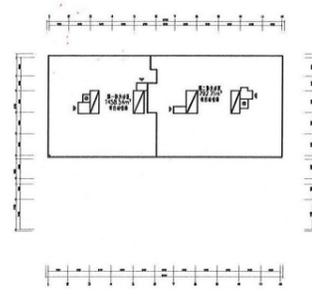
项目负责人：[姓名]
专业负责人：[姓名]
审核：[姓名]
校对：[姓名]
设计：[姓名]
绘图：[姓名]

建设单位：[名称]
工程名称：[名称]
子项目名称：[名称]

图名：[名称]
工程编号：[编号]
子项目编号：[编号]
专业：[专业]
图号：[图号]
设计阶段：[阶段]
层数：[层数]
日期：[日期]



四层平面图 1:150
 本层建筑面积3568.34㎡



注释

1. 本层为洁净手术室，洁净度等级为ISO 5级，换气次数为20次/小时，新风量为100%。

2. 洁净室围护结构气密性应符合GB 50093-2013《洁净室施工及验收规范》的要求。

3. 洁净室内部装修材料应符合GB 50325-2010《民用建筑工程室内环境污染控制规范》的要求。

4. 洁净室内部照明应采用LED光源，照度应符合GB 50034-2013《建筑照明设计标准》的要求。

5. 洁净室内部温度应符合GB 50093-2013的要求。

6. 洁净室内部湿度应符合GB 50093-2013的要求。

7. 洁净室内部噪声应符合GB 50093-2013的要求。

8. 洁净室内部气流组织应符合GB 50093-2013的要求。

9. 洁净室内部空气洁净度应符合GB 50093-2013的要求。

10. 洁净室内部空气流速应符合GB 50093-2013的要求。

11. 洁净室内部空气压力应符合GB 50093-2013的要求。

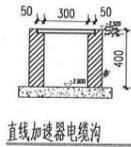
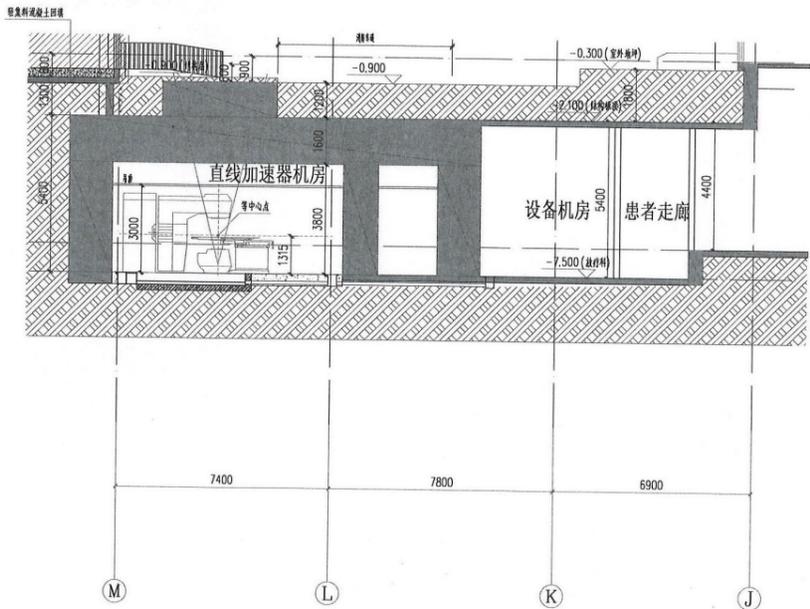
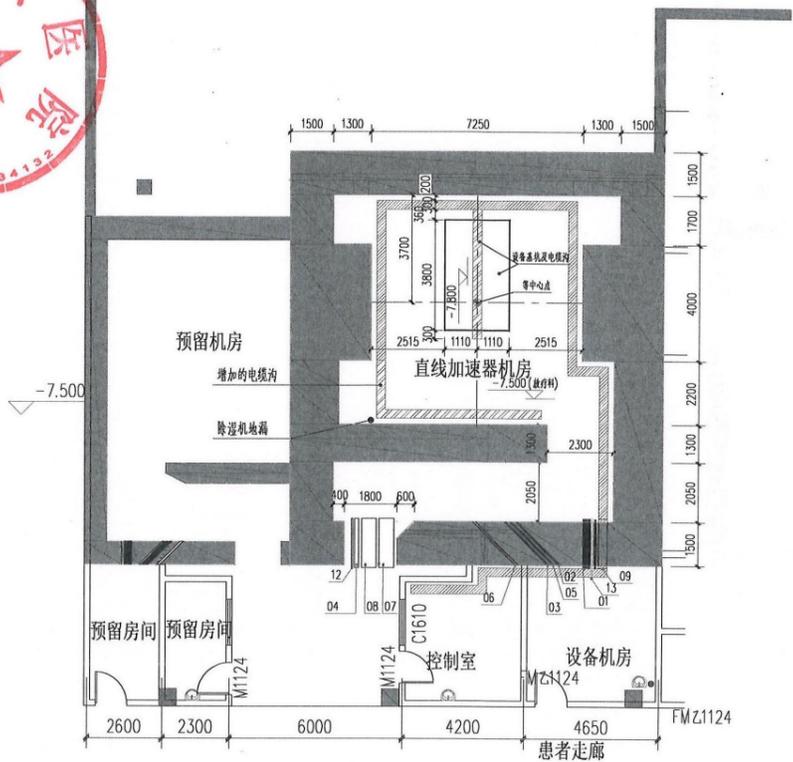
12. 洁净室内部空气含尘量应符合GB 50093-2013的要求。

- 图例**
- 洁净室围护结构
 - 洁净室内部照明
 - 洁净室内部温度
 - 洁净室内部湿度
 - 洁净室内部噪声
 - 洁净室内部气流组织
 - 洁净室内部空气洁净度
 - 洁净室内部空气流速
 - 洁净室内部空气压力
 - 洁净室内部空气含尘量

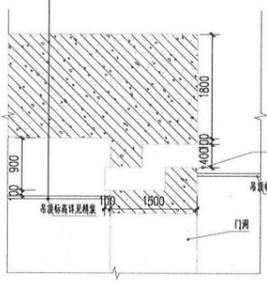
山东省建筑设计研究院有限公司
 Shandong Provincial Architectural Design Research Institute Co., Ltd.

设计	设计
方案	方案
专业	专业
审核	审核
校对	校对
设计	设计
绘图	绘图

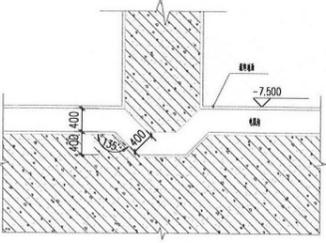
建设单位	南乐中兴医院
工程名称	南乐中兴医院改造扩建工程（二期）
项目名称	综合病房楼
图名	四层平面图
工程编号	ZXYT02
子项编号	ZXYT02-S-001
专业	建筑
图号	18
设计阶段	施工图设计
版本	A
日期	2023.09.28



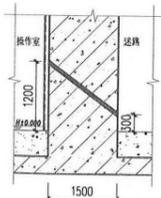
机房内吊顶高度要求不低于3m，走廊吊顶高度不低于2.5m（越高越好）
风管高度需考虑吊顶高度



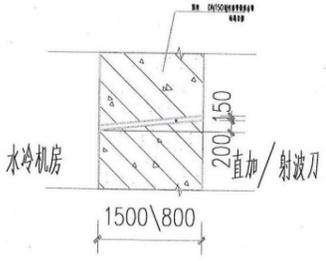
直线加速器风管穿墙示意图



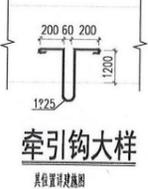
电缆沟穿墙防护墙大样图



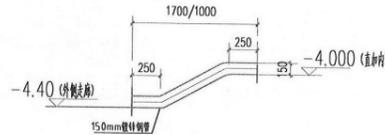
测试管穿墙大样图



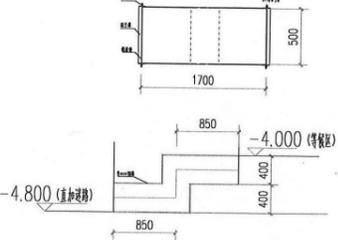
排水管穿墙大样图



牵引钩大样



直线加速器冷媒及凝水管大样图



加速器机房风道节点图

材料名称	规格	单位	数量
01 预埋铁件	DN25 预埋铁件 400mm×400mm, 预埋铁件 150mm×150mm, 预埋铁件 100mm×100mm, 预埋铁件 50mm×50mm	个	10
02 风管	DN25 镀锌钢板风管 400mm×400mm, 镀锌钢板风管 300mm×300mm, 镀锌钢板风管 200mm×200mm, 镀锌钢板风管 150mm×150mm	m	100
03 风管配件	DN25 镀锌钢板风管 400mm×400mm, 镀锌钢板风管 300mm×300mm, 镀锌钢板风管 200mm×200mm, 镀锌钢板风管 150mm×150mm	个	10
04 风管	DN25 镀锌钢板风管 400mm×400mm, 镀锌钢板风管 300mm×300mm, 镀锌钢板风管 200mm×200mm, 镀锌钢板风管 150mm×150mm	m	100
05 风管配件	DN25 镀锌钢板风管 400mm×400mm, 镀锌钢板风管 300mm×300mm, 镀锌钢板风管 200mm×200mm, 镀锌钢板风管 150mm×150mm	个	10
06 风管	DN25 镀锌钢板风管 400mm×400mm, 镀锌钢板风管 300mm×300mm, 镀锌钢板风管 200mm×200mm, 镀锌钢板风管 150mm×150mm	m	100
07 风管配件	DN25 镀锌钢板风管 400mm×400mm, 镀锌钢板风管 300mm×300mm, 镀锌钢板风管 200mm×200mm, 镀锌钢板风管 150mm×150mm	个	10
08 风管	DN25 镀锌钢板风管 400mm×400mm, 镀锌钢板风管 300mm×300mm, 镀锌钢板风管 200mm×200mm, 镀锌钢板风管 150mm×150mm	m	100
09 风管配件	DN25 镀锌钢板风管 400mm×400mm, 镀锌钢板风管 300mm×300mm, 镀锌钢板风管 200mm×200mm, 镀锌钢板风管 150mm×150mm	个	10
10 风管	DN25 镀锌钢板风管 400mm×400mm, 镀锌钢板风管 300mm×300mm, 镀锌钢板风管 200mm×200mm, 镀锌钢板风管 150mm×150mm	m	100
11 风管配件	DN25 镀锌钢板风管 400mm×400mm, 镀锌钢板风管 300mm×300mm, 镀锌钢板风管 200mm×200mm, 镀锌钢板风管 150mm×150mm	个	10
12 风管	DN25 镀锌钢板风管 400mm×400mm, 镀锌钢板风管 300mm×300mm, 镀锌钢板风管 200mm×200mm, 镀锌钢板风管 150mm×150mm	m	100
13 风管配件	DN25 镀锌钢板风管 400mm×400mm, 镀锌钢板风管 300mm×300mm, 镀锌钢板风管 200mm×200mm, 镀锌钢板风管 150mm×150mm	个	10
14 风管	DN25 镀锌钢板风管 400mm×400mm, 镀锌钢板风管 300mm×300mm, 镀锌钢板风管 200mm×200mm, 镀锌钢板风管 150mm×150mm	m	100
15 风管配件	DN25 镀锌钢板风管 400mm×400mm, 镀锌钢板风管 300mm×300mm, 镀锌钢板风管 200mm×200mm, 镀锌钢板风管 150mm×150mm	个	10

1. 风管及配件规格应符合国家现行标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016的要求。
2. 风管及配件规格应符合国家现行标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016的要求。
3. 风管及配件规格应符合国家现行标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016的要求。
4. 风管及配件规格应符合国家现行标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016的要求。
5. 风管及配件规格应符合国家现行标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016的要求。
6. 风管及配件规格应符合国家现行标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016的要求。
7. 风管及配件规格应符合国家现行标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016的要求。
8. 风管及配件规格应符合国家现行标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016的要求。
9. 风管及配件规格应符合国家现行标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016的要求。
10. 风管及配件规格应符合国家现行标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016的要求。
11. 风管及配件规格应符合国家现行标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016的要求。
12. 风管及配件规格应符合国家现行标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016的要求。
13. 风管及配件规格应符合国家现行标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016的要求。
14. 风管及配件规格应符合国家现行标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016的要求。
15. 风管及配件规格应符合国家现行标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016的要求。

注解栏

山东省建筑设计研究院有限公司
Shandong Provincial Architecture Design Research Institute Co., Ltd.

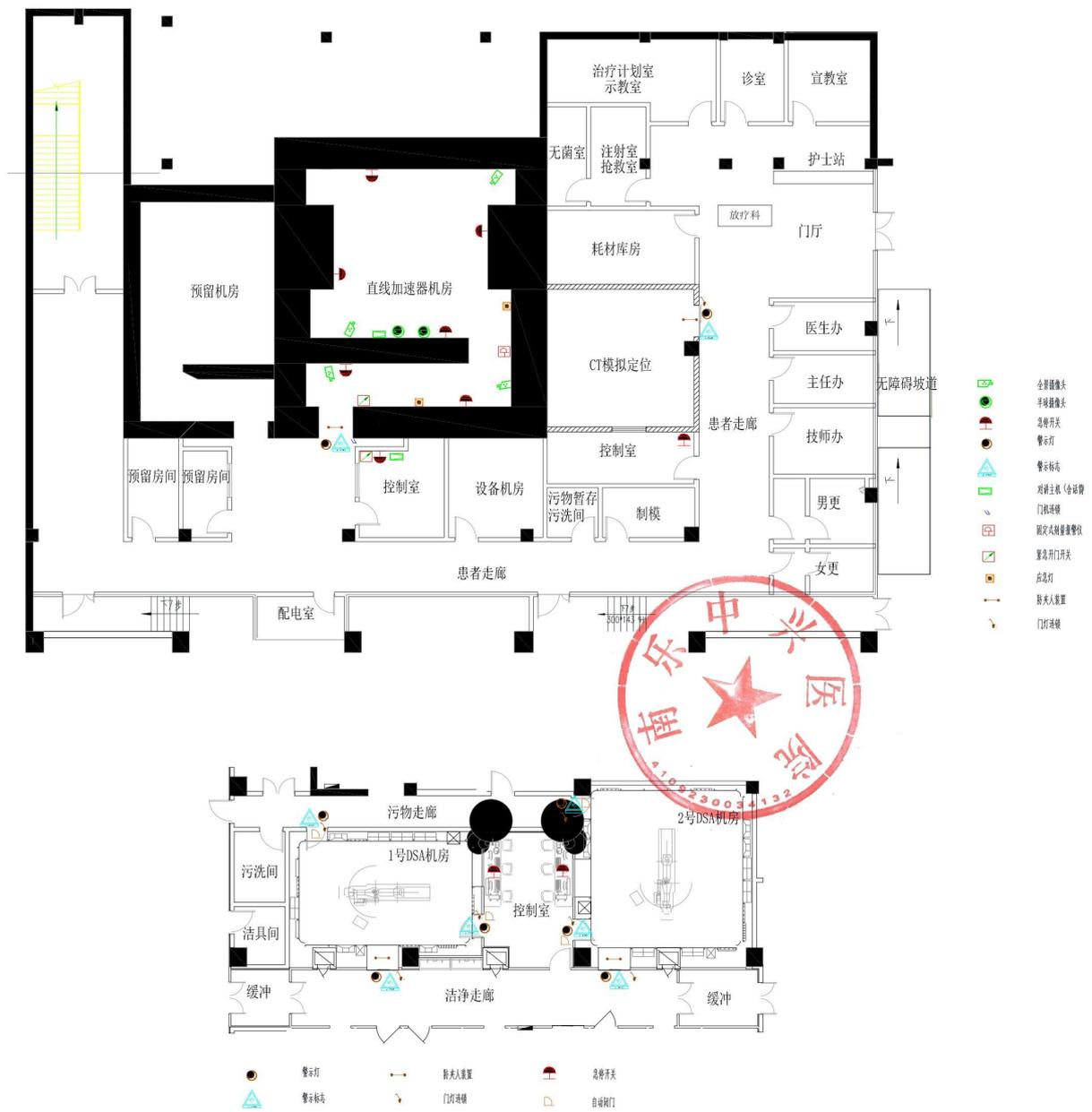
本图未盖图章无效

姓名	职务
张金升	总工程师
张金升	专业负责人
张金升	审核
张金升	校对
张金升	设计
张金升	绘图

建设单位	南乐中兴医院
工程名称	南乐中兴医院改扩建（一期）
子项名称	放疗中心直线加速器详图
图名	放疗中心直线加速器详图
工程编号	23Y02
子项编号	23Y02-S-x-009
专业	建筑
图号	22
设计阶段	施工图设计
版本	A
日期	2023.12.12



加速器机房通风示意图



本项目各机房辐射防护设施设计示意图