

核技术利用建设项目
湖南旺旺医院核技术利用扩建项目
环境影响报告表

(送审版)

湖南旺旺医院 (盖章)

2021 年 11 月

打印编号：1637050956000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	p4d3g5		
建设项目名称	湖南旺旺医院核技术利用扩建项目		
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）	湖南旺旺医院有限公司		
统一社会信用代码	91430000738959971E		
法定代表人（签章）	[REDACTED]		
主要负责人（签字）	[REDACTED]		
直接负责的主管人员（签字）	[REDACTED]		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	湖南省湘环环境研究院有限公司		
统一社会信用代码	91430111MA4M4TCN XF		
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
[REDACTED]			
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
[REDACTED]			

目 录

附 录.....	7
表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	13
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.....	20
表 8 环境质量现状.....	27
表 9 项目工程分析与源项.....	30
表 10 辐射防护与安全措施.....	36
表 11 环境影响分析.....	50
表 12 辐射安全管理.....	99
表 13 结论及建议.....	113
表 14 审批.....	117

附录

附图

- 附图一 项目所在地理位置图
- 附图二 医院规划平面布置图
- 附图三 医院红线范围图
- 附图四 肿瘤治疗中心（地下负五层局部）平面布局图
- 附图五 肿瘤治疗中心辐射防护分区图
- 附图六 直线加速器机房平面布局图
- 附图七 直线加速器机房剖面布局图
- 附图八 直线加速器机房各类管线穿墙大样图
- 附图九 直线加速器机房通风系统图
- 附图十 肿瘤治疗中心正上方（地下负四层局部）平面布局图
- 附图十一 现场照片

附件

- 附件一 委托书
- 附件二 拟建场地辐射环境本底监测报告
- 附件三 医院《国有土地使用证》
- 附件四 二期医疗大楼的环评批复
- 附件五 原核技术利用环评批复及验收意见
- 附件六 辐射安全防护管理领导小组
- 附件七 辐射安全许可证复印件
- 附件八 关于确定年剂量管理目标值的文件
- 附件九 现有放射工作人员职业健康监护情况统计表
- 附件十 职业性外照射个人剂量监测结果
- 附件十一 部分放射工作人员辐射防护培训证书
- 附件十二 辐射防护相关管理制度及应急预案
- 附件十三 项目屏蔽防护设计方案
- 附件十四 设备参数、工作量

表 1 项目基本情况

项目名称	湖南旺旺医院核技术利用扩建项目				
建设单位	湖南旺旺医院有限公司				
法人代表	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
注册地址	湖南省长沙市芙蓉区人民东路 318 号				
项目建设地点	湖南省长沙市芙蓉区人民东路 318 号 湖南旺旺医院医疗大楼扩建工程（二期）				
立项审批部门	/		批准文号	/	
核技术利用项目总投资（万元）	■■■■■	核技术利用项目环保投资（万元）	■■■■■	投资比例	■■■■■
项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积（m ² ）	1386 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		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	/		
		<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 type="checkbox"/> III 类		
其他	无				

1.1 建设单位概况

湖南旺旺医院有限公司于 2002 年 04 月 24 日成立，经营范围包括医疗服务。湖南旺旺医院有限公司投资成立的湖南旺旺医院位于湖南省长沙市芙蓉区人民东路 318 号，是 2002 年经国家卫生部及商务部批准设立的外资院，是集医疗、预防、教学、保健、康复、急救为一体的现代化大型综合性医院。湖南旺旺医院 2005 年 5 月 28 日一期医疗大楼主体工程落成，其主要建筑物有医疗大楼和综合大楼，建筑用地面积为 10647.1m²，建筑面积为 85278.8m²。医院于 2005 年 12 月 31 日开业，现有 38 个临床、医技科室，拥有健康服务中心、儿童发育保健中

续表 1 项目基本情况

心、儿童语言行为发展研究中心以及孕产妇调理中心。医院目前配备病床数量 507 张，每天门诊可接待病人数为 3000 人次。2017 年，湖南旺旺医院再次通过 JCI（Joint Commission International）国际医疗认证。

1.2 项目由来

近年来，随着人民生活水平的改善，人们对医疗卫生服务的需求日益增长，目前医院不管是规模还是住院环境都不能满足患者的就医需求。为此，湖南旺旺医院有限公司在医院西南部现有预留用地（**医院红线范围详见附图三**）筹备建设湖南旺旺医院医疗大楼扩建工程（二期），作为湖南首批 20 个民间投资示范项目之一，二期工程将打造一座地上二十层，地下五层，建筑总面积超过 19 万平方米的大型医疗建筑，并已获得省卫生厅批核增设的 1000 张床位。在扩展现有 38 个临床、医技科室的服务区域外，将新增设“肿瘤治疗中心”、开辟“安宁病房”（临终关怀）、“安养病房”（老年人照护病房）。

医疗大楼扩建工程（二期）项目规划占地面积 8529.85 平方米，建筑总面积为 16.9 万平方米，基坑占地面积为 1.04 万平方米；主楼 20 层，裙楼 6 层~7 层；地下 5 层，项目计划于 2024 年 6 月完工。医疗大楼（二期）于 2012 年 12 月获得了湖南省环保厅的环评批复（湘环评〔2012〕362 号）；为应对老龄化发展趋势，为老年人提供优质的医疗卫生服务，医院拟利用自身具备的医疗卫生服务设施及力量，在在建二期医疗大楼基础上增设老年医疗及安宁病房，并在地下 3F-5F 增设夹层用于地下停车，对楼层建筑面积和功能布局进行调整。该扩建工程建设项目于 2017 年 6 月 12 日获得了长沙市环境保护局的环评批复（长环评〔2017〕27 号）。

医院拟将医疗大楼扩建工程（二期）的地下负五层西端规划建成肿瘤治疗中心，并计划新增 10 台 X 射线能量最高为 15MV 的医用电子直线加速器。根据《射线装置分类》（环境保护部 国家卫生和计划生育委员会公告，2017 年第 66 号）可知，本项目医用电子直线加速器为 II 类射线装置。目前肿瘤中心暂未开始建设，上述新增设备未购买。

为保护环境，保障周围公众健康，根据《中华人民共和国环境保护法》、《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号）以及《中华人民共和国环境影

续表 1 项目基本情况

响评价法》，本项目应进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版）（生态环境部 部令第16号），本项目属于“172 使用 II 类射线装置”，本项目环境影响评价报告文件形式为编制环境影响报告表。因此，湖南旺旺医院有限公司委托湖南省湘环环境研究院有限公司对拟开展的核技术利用扩建项目进行环境影响评价。我公司人员在现场踏勘、收集有关资料的基础上，按照国家对伴有辐射建设项目环境影响评价技术规范的要求，编制了本项目的辐射环境影响报告表。

1.3 项目概况

(1) 项目名称：湖南旺旺医院核技术利用扩建项目

(2) 建设地点：湖南省长沙市芙蓉区人民东路 318 号湖南旺旺医院医疗大楼扩建工程（二期）的地下负五层

(3) 建设性质：扩建

(4) 建设单位：湖南旺旺医院有限公司

(5) 投资 ██████████ ██████████ ██████████ ██████████ ██████████

(6) 建设规模：本次扩建工程主要包括在地下负五层西端的肿瘤治疗中心新增加 10 台 X 射线能量最高为 15MV 的医用电子直线加速器，规划占地面积 1386m²。

本项目拟新增射线装置情况见下表 1-1，加速器基本参数见表 1-2。

表 1-1 医院拟新增射线装置情况一览表

序号	射线装置	厂家/型号	拟定参数	类别	位置	数量	备注
1	医用电子直线加速器	未定	X 射线能量最高为 15MV，电子线能量最高为 22MeV	II 类	肿瘤治疗中心直线加速器机房 1#~10#	10 台	新增

表 1-2 本项目医用电子直线加速器基本参数表

序号	名称	直线加速器指标	
		10MV X 射线模式下 等中心最大剂量率 2400cGy/min	15MV X 射线模式下 等中心最大剂量率 600cGy/min
1	X 射线能量和等中心最高剂量率		
2	X 射线治疗最大档位	15MV	

续表 1 项目基本情况

3	电子线治疗最大档位	22MeV	
4	最大出束半角	14 度	
5	最大照射	40cm×40cm	
6	1m 处最大 X 线剂量率	1.44×10 ⁹ μSv·m ² /h	3.6×10 ⁸ μSv·m ² /h

(7) 劳动定员

本项目拟新增放射工作人员约 50 人，均为拟新招聘人员。本次环评要求人员配备必须满足《放射诊疗管理规定》（中华人民共和国卫生部令第 46 号）中相关规定，即要求配置有①中级以上专业技术职务任职资格的放射肿瘤医师；②大学本科以上学历或中级以上专业技术职务任职资格的医学物理人员；③病理学、医学影像学专业技术人员；④放射治疗技师；⑤维修人员。相关人员数量需满足临床需求，并按照相关要求，在项目运行前组织放射工作人员到生态环境部辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名培训和参加考核（若该人员以前从事过放射工作，已参加过辐射安全与防护培训，且培训有效期在五年内，仍有效）；进行上岗前的职业健康检查，上岗后每 1~2 年进行在岗期间的职业健康检查；常年进行个人剂量监测，监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月；并为放射工作人员建立职业健康监护档案，终生保存。

1.4 项目组成情况

根据项目特点，本项目主要由主体工程、公用工程、环保工程三部分组成。具体组成情况见下表 1-3。

表 1-3 本项目组成情况一览表

序号	项目	组成	依托关系
—	主体工程		
1	直线加速器机房	共 10 间，均位于肿瘤治疗中心，北边共设置 4 间直线加速器机房，南边共设置 6 间直线加速器机房，各直线加速器机房的净尺寸及面积详见表 10-3。各直线加速器机房的控制室与机房均分开设置，并在直线加速器机房外配套建设直线加速器的辅助机械、电器、水冷设备用房和相关辅助用房。各直线加速器机房内拟各新增 1 台 X 射线能量最高为 15MV 的医用电子直线加速器	新建

续表 1 项目基本情况

二		公用工程	
1	给水	依托院内供水管网	依托
2	排水	工作人员生活污水依托院区排水管网，实行污污分流，生活污水经过医院污水处理措施处理达标后排放	依托
3	供配电	院内供配电系统	依托
4	通风	10 间直线加速器机房内新建机械动力排风系统，以保证室内通风满足要求	新建
三		环保工程	
1	有害气体	10 间直线加速器机房均拟采用“上进风，下排风”的机械动力通风系统；拟在机房天花的东侧或西侧设置 2 个进风口，并在进风口的对角位置，西墙或东墙离地高约 30cm 处，各设置 2 个排风口（各机房的进风口、排风口位置详见附图九）；机房内的通风换气次数保证不低于 4 次/h	新建
2	废水	工作人员生活污水依托院区排水管网，生活污水经过医院污水处理措施处理达标后排放	依托
3	固废	制定固废处理措施，生活垃圾统一收集后交由环卫部门处理；医疗垃圾用脚踏式开关垃圾桶收集后由污物通道暂存在医疗固废暂存间，最后集中处置；直线加速器更换下来的退役靶交有资质单位进行处置	依托+新建

1.5 周围环境概况和保护目标

(1) 医院周围环境概况

湖南旺旺医院位于湖南省长沙市芙蓉区人民东路 318 号，医院东侧为嘉雨路，隔路为商住楼；西侧为万家丽路（沿途有地铁五号线经过），隔路为商住楼；南侧为星城路，隔路为钦天酒店、商务会所、省军区樟木坝干休所、泊爱蓝湾居民楼；北侧为人民东路，隔路为芙蓉区政府。

(2) 本项目选址及周围外环境

医院在西南部现有预留用地筹备建设医疗大楼扩建工程（二期），该建筑楼主楼地上二十层，裙楼六层~七层，地下五层。本项目 10 间直线加速器机房均位于医疗大楼扩建工程（二期）的地下负五层（标高-28.75m）西端。

直线加速器机房距离大楼西侧边界（紧邻院内过道）约 3m，约 18m 处为地铁五号线（标高约-20.03m，大楼的地下负五层较地铁五号线还下沉约 8.72m）途经处；距离大楼南侧边界（紧邻院内过道）约 17m，约 38m 处为星城路，约

续表 1 项目基本情况

46m 处为钦天酒店；东侧约 36m 处为该大楼的裙房；北侧毗邻医疗大楼（一期），两栋大楼之间用连廊相连。

(3) 保护目标

根据本项目周围环境敏感点分布情况，确定本项目环境保护对象为上述 10 间直线加速器机房墙体边界外 50m 的范围内从事放射治疗项目的放射工作人员及公众成员。

1.6 医院现有核技术利用项目情况

1.6.1 现有射线装置情况

医院现有 16 台射线装置，射线装置情况及环评验收情况详见表 1-4。医院已取得了湖南省生态环境厅下发的辐射安全许可证：湘环辐证【02305】，有效期为 2019 年 10 月 28 日~2024 年 10 月 27 日。

表 1-4 医院现有射线装置情况及环评验收情况一览表

序号	射线装置名称	型号	类型	数量(台)	管电压(kV)	管电流(mA)	具体位置	办证情况	验收情况
1	数字血管造影机	AXIOM dTA	II类	1	125	1000	医疗大楼一层介入科 DSA 机房	已办证	已验收，湖南省环境保护厅，湘环评辐验表（2015）22 号，2015 年 9 月 21 日，详见附件五
2	乳腺 X 光机	Mammomat 1000	III类	1	110	150	医疗大楼一层放射科乳腺机房		
3	数字 X 光机	AXIOM Multix MT	III类	1	150	500	医疗大楼一层放射科第二 X 光室		
4	数字 X 光机	AXIOM Multix MT	III类	1	150	500	医疗大楼一层放射科第三 X 光室		
5	骨科 C 臂	Siremobil Compact	III类	1	110	8.9	医疗大楼三层手术室第 7 手术间		
6	数字胃肠机	AXIOM Iconos MD	III类	1	150	500	医疗大楼一层放射科第 2X 光透视室		
7	移动式 X 光机	Mobilett Plus HP	III类	1	125	400	医疗大楼一层放射科		
8	CT 机(64 排)	DIFINITIO N AS	III类	1	140	666	医疗大楼一层放射科第二 CT 机房		
9	数字 X 光机	POLYDORO S LX	III类	1	150	500	医疗大楼一层放射科第一 X 光室		
10	X 射线计算机	SOMATOM GO.UP	III类	1	140	500	医疗大楼一层放射科第一 CT 机		

续表 1 项目基本情况

	体层摄影设备 (32排)						房		
11	全景牙片机	HeliodentDS	III类	1	60	7	医疗大楼二层口腔科牙片检查室		
12	全景机	OrthophosPlus DSCeph	III类	1	90	12	医疗大楼二层口腔科全景检查室		
13	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备	KaVo 3DeXami	III类	1	120	7	医疗大楼三层口腔科口腔 CT 检查室		/
14	口内 X 射线机	Focus TM	III类	1	70	7	医疗大楼三层口腔科牙片检查室		/
15	牙科全景 X 射线机	Pan eXam	III类	1	77	10	医疗大楼三层口腔科全景检查室		/
16	双能 X 射线骨密度仪	PRIMUS	III类	1	83	7	医疗大楼一层放射科骨密度室		/

医院上述射线装置运行至今，情况良好，无辐射安全事故发生。

1.6.2 人员情况

医院现有 58 名放射工作人员，人员情况见下表。医院已按照《放射工作人员职业健康管理辦法》（中华人民共和国卫生部令第 55 号，2007 年 11 月 1 日）的规定，为放射工作人员建立了个人职业健康监护档案。

表 1-5 医院现有放射工作人员情况一览表

■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■

续表 1 项目基本情况

■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■

注：龙一鸣、刘标、郭宇航为 2021 年 8 月新增放射工作人员。

医院已组织现有的 58 名放射工作人员于 2021 年 4 月至湖南省职业病防治院进行了在岗期间的职业健康检查，除 1 人的检查结果为“矫正视力”外，其余放射工作人员的检查结果均为“可继续原放射工作”或“可以从事放射工作”，检查结果的统计表详见附件九。

医院为现有放射工作人员均配置了个人剂量计，根据医院提供资料，目前其建立了以一个季度（3 个月）为测度周期的个人剂量监测制度，并对个人剂量监测报告终生保存，若发现有工作人员超出本评价提出的年剂量约束限值，立即停止其辐射工作。由附件十可以看出，医院已委托湖南省职业病防治院对放射工作人员进行了职业性外照射个人剂量监测，结果显示 2020 年 11 月 16 日~2021 年 2 月 16 日佩戴期间，放射工作人员的个人剂量监测结果均未见异常。

续表 1 项目基本情况

上述放射工作人员中有 3 人已进行了辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核，并考核合格取得了培训合格证书；其余放射工作人员均是参加了医院组织的自主考核（涉及介入放射学工作的相关人员原计划于 2021 年 8 月参加线上系统的培训考核，但由于新冠疫情原因，线上报名通道取消，故统一先参加了医院内部的自主考核，待 10 月份线上培训通道开启后，将报名参加最近一期的系统考核）。

从事II类射线装置使用的辐射工作人员应按照国家环境保护总局令第 31 号第十六条的规定：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；以及生态环境部《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（2019 年，第 57 号）和《关于做好 2020 年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》（环办辐射函〔2019〕853 号）的相关要求，定期组织放射工作人员到生态环境部辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名培训和参加考核。

1.6.3 辐射防护情况

根据医院提供的资料和现场踏勘可知，医院现有 16 台射线装置的实践活动场所均采取了切实有效的辐射防护措施，机房等辐射防护效能良好，未发现突出的环境问题。

1.6.4 有害气体排放情况

医院目前产生的有害气体，主要是在射线装置机房内，因射线装置工作曝光过程中产生的电离辐射（主要是 X 射线）会电离空气，进而产生少量的氮氧化物和臭氧。射线装置机房内均设置有机机械通风装置，由 X 射线电离产生的少量氮氧化物和臭氧经过机械通风装置排出室外，经大气稀释和扩散，对环境影响小。

1.6.5 医院现有问题及整改建议

存在的问题：1 人的在岗期间职业健康检查结果为“矫正视力”；涉及介入放射学工作的辐射工作人员暂未参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核；医院现已制定的《电离辐射应急预案》内容仍不完善，未在制度中明确具体的成员名单；未对应急培训和演习、应急准备物资与器材等做出相关要求，各主管部门的名称亦未进行实时更新。

续表 1 项目基本情况

解决方案：尽快督促上述放射工作人员矫正视力；待 10 月份线上培训通道开启后，尽快安排介入放射学工作人员报名参加最近一期的系统培训和考核；在应急预案中补充完善辐射防护办公室的组长（一般由院长或者分管副院长担任）、副组长、成员名单；补充应急培训和演习、应急准备物资与器材的相关内容，同时更新各主管部门的名称；更新制度中引用的标准以及相关要求，如放射工作人员的辐射安全与防护培训要求。

表2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) ×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
以下空白								/

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

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (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
以下空白										

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（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	医用电子直线加速器	II类	10台	未定	电子	15(最大电子线22MeV)	15MV: 600cGy/min; 10MV: 2400cGy/min	放射治疗	肿瘤治疗中心直线加速器机房1#~10#	新增
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二) X射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量(台)	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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	氟靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
直线加速器退役靶	固态	/	/	/	/	/	/	交有资质单位处置

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

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

表 6 评价依据

法规 文件	<p>6.1 相关法律法规、部门规章及规范性文件</p> <p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(2014 年 4 月 24 日修订, 2015 年 1 月 1 日);</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年 12 月 29 日修订并施行);</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(中华人民共和国主席令第六号, 2003 年 10 月施行);</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》(国务院第 682 号令, 2017 年 7 月 16 日修订, 2017 年 10 月 1 日起实施);</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院第 449 号令, 2014 年 7 月 29 日修订, 2019 年 3 月 2 日修订);</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 年版)》(部令第 16 号, 2021 年 1 月 1 日起施行);</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(国家环境保护总局令第 31 号, 2008 年 12 月 6 日施行, 2021 年 1 月 4 日修改);</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部令第 18 号, 2011 年 5 月 1 日);</p> <p>(9) 《产业结构调整指导目录(2019 年本)》(国家发展和改革委员会令第 29 号);</p> <p>(10) 《关于发布射线装置分类办法的公告》(环境保护部 国家卫生和计划生育委员会公告, 2017 年第 66 号);</p> <p>(11) 《放射工作人员职业健康管理暂行办法》(中华人民共和国卫生部令第 55 号, 2007 年 11 月 1 日);</p> <p>(12) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》(2019 年, 第 57 号);</p> <p>(13) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》(2021 年, 第 9 号)。</p>
----------	--

续表 6 评价依据

<p>技术 标准</p>	<p>6.2 评价技术规范</p> <p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)；</p> <p>(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)。</p> <p>6.3 评价技术标准</p> <p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(2) 《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)；</p> <p>(3) 《工作场所职业病危害警示标识》(GBZ 158-2003)；</p> <p>(4) 《地下建筑氡及其子体控制标准》(GBZ 116-2002)；</p> <p>(5) 《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)；</p> <p>(6) 《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020)；</p> <p>(7) 《放射工作人员健康要求及监护规范》(GBZ 98-2020)；</p> <p>(8) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)；</p> <p>(9) 《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》(GBZ 2.1-2019)；</p> <p>(10) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)；</p> <p>(11) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)。</p> <p>6.4 参考标准</p> <p>《医用电子直线加速器质量控制检测规范》(WS 674-2020)。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 辐射环境影响评价委托书(附件一)；</p> <p>(2) 本项目电离辐射监测报告：湘环院(检)2021-06-018号(附件二)；</p> <p>(3) 参考文献：王庆敏.15MV 医用电子直线加速器感生放射性影响分析[J].四川环境,2010,29(5):130-132.</p> <p>(4) 参考文献：潘永祥, 李明生, 郭朝晖, 程金生. 重混凝土屏蔽</p>

续表 6 评价依据

	<p>质子放疗机房的感生放射性估算[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2020, 40(4): 321-325, DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2020.04.013.</p> <p>(5) 《长沙市轨道交通 5 号线一期工程（时代阳光大道站~蟠龙路站）环境影响报告书》；</p> <p>(6) 《辐射防护》（第 11 卷，第二期，湖南省环境天然贯穿辐射水平调查研究，湖南省环境监测中心站，1991 年 3 月）；</p> <p>(7) 《实用辐射安全手册》（第二版）（丛慧玲，北京：原子能出版社）；</p> <p>(8) 《辐射防护手册 第一分册 辐射源与屏蔽》；</p> <p>(9) 《辐射防护技术与管理》第一卷；</p> <p>(10) 《辐射源室屏蔽设计与评价》；</p> <p>(11) 《放射卫生学》；</p> <p>(12) 《辐射防护导论》。</p>
--	---

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

《辐射环境保护管理导则-核技术利用项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1—2016）中要求：“第 1.5 评价范围和保护目标：放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围。”

本项目为医院核技术利用建设项目的环评，运行过程中产生的电离辐射经有效的屏蔽后对周围环境影响较小，受电离辐射影响的人员主要是在射线装置所在机房周围活动的放射工作人员和公众成员。因此，本项目将直线加速器机房墙体边界外 50m 的范围做为评价范围。评价范围示意图见图 7-1。



图 7-1 评价范围示意图

续表 7 保护目标与评价标准

7.2 保护目标							
本项目工作场所周围主要环境保护目标情况（以项目射线装置机房墙体边界外 50m 的范围作为本项目的的评价范围）详见表 7-1。							
表 7-1 射线装置机房墙体边界外 50m 范围主要环境保护目标一览表							
机房名称	所在位置	方位	高差	距离	主要环境保护目标	环境保护人群	影响人数
直线加速器机房	地下负五层西端的肿瘤治疗中心	内环境					
		东	0m	紧邻	水机房、楼梯间	公众成员	约 50 人
			0m	紧邻~3m	过道	公众成员	约 5 人
			0m	3m~10m	护士站、挡铅制作与存放室	放射工作人员	约 10 人
			0m	10m~16m	卫生间、更衣室、过道	公众成员	约 10 人
			0m	16m~28m	电梯厅	公众成员	约 10 人
			0m	28m~50m	地下车库	公众成员	约 20 人
		南	0m	紧邻~5m	控制机房、过道、水机房、库房、更衣室、商谈室	放射工作人员、公众成员	约 30 人
			0m	5m~10m	病人等候区、科教区、资料室、多功能教室、计划室	放射工作人员、公众成员	约 30 人
			0m	10m~13m	工作人员过道	放射工作人员	约 3 人
			0m	13m~17m	计划室、主任办、资料室	放射工作人员	约 20 人
			0m	17m~50m	夯实土层	—	—
		西	0m	紧邻~3m	水机房、休息室、医务室、仪器室、过道、卫生间	放射工作人员	约 8 人
			0m	3m~50m	夯实土层	—	—
		北	0m	紧邻~50m	夯实土层	—	—
		楼上	+5.4m	/	CT 检查室、MR 检查室、控制室、护士站、放疗收费、信息管理、	放射工作人员、公众成员	约 80 人

续表 7 保护目标与评价标准

				排队预约、登记中心		
	楼下	夯实土层		——	——	
外环境						
	东	+28.75m	36m~50m	医疗大楼扩建工程（二期）裙房，共六层	公众成员	约 300 人
	东南	+28.75m	36m~50m	医疗大楼扩建工程（二期）裙房，共七层	公众成员	约 350 人
	南	+28.75m	17m~38m	院内过道	公众成员	约 20 人
		+28.75m	38m~46m	院外道路（星城路）	公众成员	约 20 人
		+28.75m	46m~50m	钦天酒店，共十二层	公众成员	约 600 人
	西	+28.75m	3m~15m	院内过道	公众成员	约 10 人
		+28.75m	15m~25m	院外过道	公众成员	约 10 人
		+28.75m	18m~50m	地铁五号线	公众成员	约 100 人
		+28.75m	25m~50m	院外道路（万家丽路）	公众成员	约 30 人
	北	+28.75m	紧邻~13m	院内过道、连廊	公众成员	约 10 人
		+28.75m	13m~50m	医疗大楼（一期），共十六层	公众成员	约 800 人

根据本项目周围环境敏感点分布情况，确定本项目环境保护对象为该医院从事放射治疗的放射工作人员以及机房周围的公众成员。

7.3 评价标准

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

① 剂量限值

第 4.3.2.1 款，应对个人受到的正常照射加以限值，以保证本标准 7.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录 B）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

续表 7 保护目标与评价标准

第 B1.1.1.1 款，应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

- a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；
- b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；
- c) 眼晶体的年当量剂量，150mSv；
- d) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。

结合拟使用的射线装置的实际情况，根据医院出具的剂量管理目标值文件，确定本项目的放射工作人员的年剂量管理目标限值为职业照射的四分之一，即 5mSv/a。

第 B1.2 款 公众照射

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超过下述限值：年有效剂量，1mSv。

本项目公众人员的年剂量管理目标值取公众照射的四分之一，即 0.25mSv/a。

②辐射工作场所的分区

第 6.4 款 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。

6.4.1 控制区

6.4.1.1 注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

6.4.1.4 c) 在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的电离辐射警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。

e) 运用行政管理程序和实体屏障限制进出控制区。

6.4.2 监督区

6.4.2.1 这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

6.4.2.2 b) 在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌。

续表 7 保护目标与评价标准

(2) 《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)

本标准适用于利用医用电子加速器、钴-60 治疗机、中子放射源及 γ 放射源后装治疗机、X 射线及 γ 射线立体定向放射治疗系统、螺旋断层放射治疗系统、术中放射治疗的移动式电子加速器、医用 X 射线治疗机、低能 X 射线放射治疗设备和质子重离子加速器等设备开展放射治疗的防护要求。

6.1.1 放射治疗设施一般单独建造或建在建筑物底部的一端；放射治疗机房及其辅助设施应同时设计和建造，并根据安全、卫生和方便的原则合理布置。

6.1.2 放射治疗工作场所应分为控制区和监督区。治疗机房、迷路应设置为控制区；其他相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需经常检查其职业照射条件的区域设为监督区。

6.1.3 治疗机房有用线束照射方向的防护屏蔽应满足主射线束的屏蔽要求，其余方向的防护屏蔽应满足漏射线及散射线的屏蔽要求。

6.1.4 治疗设备控制室应与治疗机房分开设置，治疗设备辅助机械、电器、水冷设备，凡是可以与治疗设备分离的，尽可能设置于治疗机房外。

6.1.5 应合理设置有用线束的朝向，直接与治疗机房相连的治疗设备的控制室和其他居留因子较大的用室，尽可能避开被有用线束直接照射。

6.1.6 X 射线管治疗设备的治疗机房、术中放射治疗手术室可不设迷路； γ 刀治疗设备的治疗机房，根据场所空间和环境条件，确定是否选用迷路；其他治疗机房均应设置迷路。

6.2.1 放射治疗机房应有足够的有效使用空间，以确保放射治疗设备的临床应用需要。

6.2.2 放射治疗机房应设置强制排风系统，进风口应设在放射治疗机房上部，排风口应设在治疗机房下部，进风口与排风口位置应对角设置，以确保室内空气充分交换；通风换气次数应不小于 4 次/h。

6.3.1.1 治疗机房墙和入口门外关注点的剂量率参考控制水平

治疗机房（不包括移动式电子加速器治疗机房）墙和入口门外 30cm 处（关注点）的周围剂量当量率应不大于下述 a)、b) 和 c) 所确定的剂量率参考控制水平 \dot{H}_c ：

续表 7 保护目标与评价标准

a) 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,由周剂量参考控制水平求得关注点的周围剂量当量率参考控制水平 \dot{H}_c :

$$\dot{H}_c \leq H_e / (t \times U \times T)$$

式中:

\dot{H}_c —周围剂量当量率参考控制水平,单位为 $\mu\text{Sv/h}$;

H_e —周剂量参考控制水平,单位为 $\mu\text{Sv/周}$,其值按如下方式取值:

放射治疗机房外控制区的工作人员: $\leq 100\mu\text{Sv/周}$;

放射治疗机房外非控制区的人员: $\leq 5\mu\text{Sv/周}$ 。

t —设备周最大累积照射的小时数,单位为 h/周 ;

U —治疗设备向关注点位置的方向照射的使用因子;

T —人员在关注点位置的居留因子,取值方法参见附录A。

b) 按照关注点人员居留因子的下列不同,分别确定关注点的最高剂量率参考控制水平 $H_{c, \max}$:

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

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

c) 由上述a)中的导出剂量率参考控制水平 \dot{H}_c 和b)中的最高剂量率参考控制水平 $H_{c, \max}$, 选择其中较小者作为关注点的剂量率参考控制水平 \dot{H}_c 。

7.1 对于高于10MVX射线治疗束和质子重离子治疗束的放射治疗,除考虑中子放射防护外,在日常操作中还应考虑感生放射线的放射防护。

(2) 参考标准:《医用电子直线加速器质量控制检测规范》(WS 674-2020)

本标准适用于医用电子直线加速器的质量控制检测。

4.5 在终止照射后感生放射性的测量和要求

4.5.1 感生放射性适用于电子能量超过 10MeV 的设备。

4.5.2 在规定的最大吸收剂量率下,进行 4Gy 照射,以间隙 10min 的方式连续运行 4h 后,在最后一次照射终止后的 10s 开始测量,测得感生放射性的周围剂量当量 H^* (d),且应满足下列要求:

续表 7 保护目标与评价标准

- a) 累计测量 5min, 在离外壳表面 5cm 任何容易接近处 $\leq 10\mu\text{Sv}$, 离外壳表面 1m 处 $\leq 1\mu\text{Sv}$;
- b) 在 $\leq 3\text{min}$ 的时间内, 测得感生放射性的周围剂量当量率在离外壳表面 5cm 任何接近处 $\leq 200\mu\text{Sv/h}$, 离外壳表面 1m 处 $\leq 20\mu\text{Sv/h}$ 。

(3) 《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分: 化学有害因素》(GBZ2.1-2019)

工作场所空气中臭氧的容许浓度为 0.3mg/m^3 。

根据上述标准, 结合本项目拟使用射线装置的实际情况, 确定本项目的年剂量管理目标值要求以及污染物排放指标如下:

表 7-2 本项目年剂量管理目标值及污染物排放指标表

一、年剂量管理目标值			
项目	年平均有效剂量限值 (mSv/a)	执行对象	本次评价的年剂量管理目标值 (mSv/a)
放射工作人员	20	放射工作人员	≤ 5
公众人员	1	公众人员	≤ 0.25
二、机房屏蔽要求			
直线加速器机房	治疗机房墙和入口门外 30cm 处周围剂量当量率控制水平详见表 11-3“关注点的剂量率参考控制水平($\mu\text{Sv/h}$)”		
三、终止照射后感生放射性的要求			
感生放射性	<p>在规定的最大吸收剂量率下, 进行 4Gy 照射, 以间隙 10min 的方式连续运行 4h 后, 在最后一次照射终止后的 10s 开始测量, 测得感生放射性的周围剂量当量 $H_{(d)}$, 且应满足下列要求:</p> <p>a) 累计测量 5min, 在离外壳表面 5cm 任何容易接近处不超过 $10\mu\text{Sv}$, 离外壳表面 1m 处不超过 $1\mu\text{Sv}$;</p> <p>b) 在不超过 3min 的时间内, 测得感生放射性的周围剂量当量率在离外壳表面 5cm 任何接近处不超过 $200\mu\text{Sv/h}$, 离外壳表面 1m 处不超过 $20\mu\text{Sv/h}$</p>		
四、放射性废气排放、废物			
机房内通风要求	通风换气次数应不小于 4 次/h		
机房内气体浓度	臭氧最高容许浓度: 0.3mg/m^3		
退役废靶	直线加速器退役废靶交有资质单位处置		

表 8 环境质量现状

8.1 辐射环境质量现状调查

1、项目环境辐射监测

受湖南旺旺医院有限公司的委托，湖南省湘环环境研究院有限公司于 2021 年 6 月 25 日对该医院（N：113.025393167°，E：28.186456675°）医疗大楼扩建工程（二期）拟建地的辐射工作环境进行了检测。监测结果和监测布点详见附件二。

2、监测方案及质量保证

（1）监测目的

该环境辐射现状监测的目的主要是为了了解项目地点本底辐射水平，为辐射工作场所建成运行后对环境的影响提供依据。

（2）监测依据

- a. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；
- b. 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；
- c. 《辐射防护》（第 11 卷，第二期，湖南省环境天然贯穿辐射水平调查研究，湖南省环境监测中心站，1991 年 3 月）。

（3）监测布点

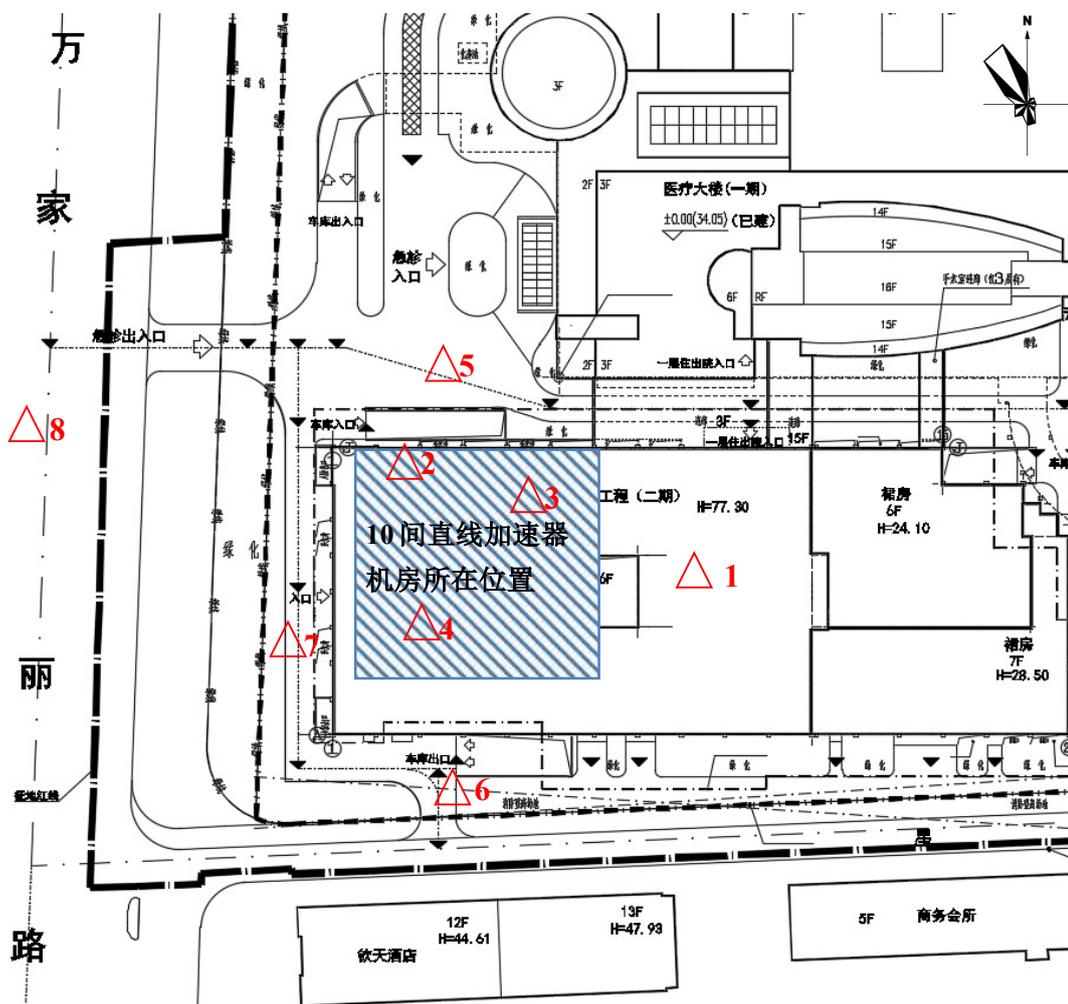
本项目场地目前框架结构已建成，但相关射线装置机房暂未开工建设。根据现场情况及拟建场所位置情况，在医疗大楼扩建工程（二期）拟建区域、肿瘤治疗中心直线加速器机房拟建区域及楼上区域、医疗大楼扩建工程（二期）四周临近的道路、公众可达区域等位置布点。布点详见检测报告（附件二）监测布点图。

（4）质量保证

该项目测量所用的仪器性能参数均符合国家标准方法的要求，均有有效的国家计量部门检定的合格证书，并有良好的日常质量控制程序。数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。本次监测所使用的仪器情况见表 8-1。

表 8-1 检测仪器及检定情况一览表

仪器名称	仪器型号	出厂编号	计量检定证书编号	有效日期
电离室巡测仪	451P-DE-SI-RYR	7007	hnjln2019107-275	2021.11.29
中子周围剂量当量仪	BH3405E	28	DLjs2021-10729	2022.5.19



备注：该项目位于医院西南侧，△为检测点。

图 8-1 现状监测布点示意图

续表 8 环境质量现状

3、监测结果及评价

监测数据详见下表及监测报告（附件二）。

表 8-2 项目拟建场所本底监测结果

序号	点位描述	环境地表 γ 辐射剂量率 (nGy/h)	中子周围剂量当量率 (μ Sv/h)
$\Delta 1$	医疗大楼扩建工程（二期）拟建地（一层）	96.9	/
$\Delta 2$	10 间直线加速器机房拟建地（地下负五层）	127.6	0
$\Delta 3$	10 间直线加速器机房拟建地东端（地下负五层）	128.7	0
$\Delta 4$	10 间直线加速器机房拟建地楼上（地下负四层）	125.5	0
$\Delta 5$	北侧院内过道	96.1	/
$\Delta 6$	南侧院内过道	96.6	/
$\Delta 7$	西侧院内过道	95.9	/
$\Delta 8$	西侧院外道路（万家丽路）	94.5	/

备注：以上检测数据均未扣除宇宙射线响应值；“0”表示未检出。

项目拟建址的环境地表 γ 辐射剂量率在94.5~128.7nGy/h之间，与湖南省长沙市天然贯穿辐射剂量率：室内86.2~174.5nGy/h、室外62.8~146nGy/h相比，项目所在地的辐射环境质量现状在正常浮动范围内，未见有较大的异常。项目拟建址未检出中子。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 施工期污染工序及污染物产生情况

本项目拟选址在医院西南部的医疗大楼扩建工程（二期），目前选址框架结构已建成，但相关射线装置机房暂未开工建设。

本次核技术利用扩建项目施工期涉及大量混凝土浇筑，南边 6 间直线加速器机房四周墙体、迷路均采用重晶石混凝土（密度为 3.0g/cm^3 ）浇筑，当浇筑的墙体高度超过顶棚时，改用普通混凝土（密度为 2.35g/cm^3 ）浇筑；北边 4 间直线加速器机房的四周墙体、迷路以及顶棚均采用普通混凝土一次整体浇筑而成。混凝土整体浇筑过程中应有充分的震捣，以防止出现裂缝和过大的气孔，不同密度的混凝土浇筑交接处，应采用阶梯式衔接。

机房建设、装修过程中的环境影响，污染因子有：噪声、扬尘、废水、固体废物等。

噪声：主要来自于建设、装修及现场处理等。

扬尘：主要为机械敲打、钻洞墙体等产生的扬尘。

废水：主要为施工人员产生的少量生活废水。

固体废物：主要为建筑垃圾、装修垃圾以及施工人员的生活垃圾。

本项目施工期环境影响随着施工期的结束而结束，施工期工程量小，施工期短，且均在院区内施工，对外界环境影响很小，不存在环保遗留问题。

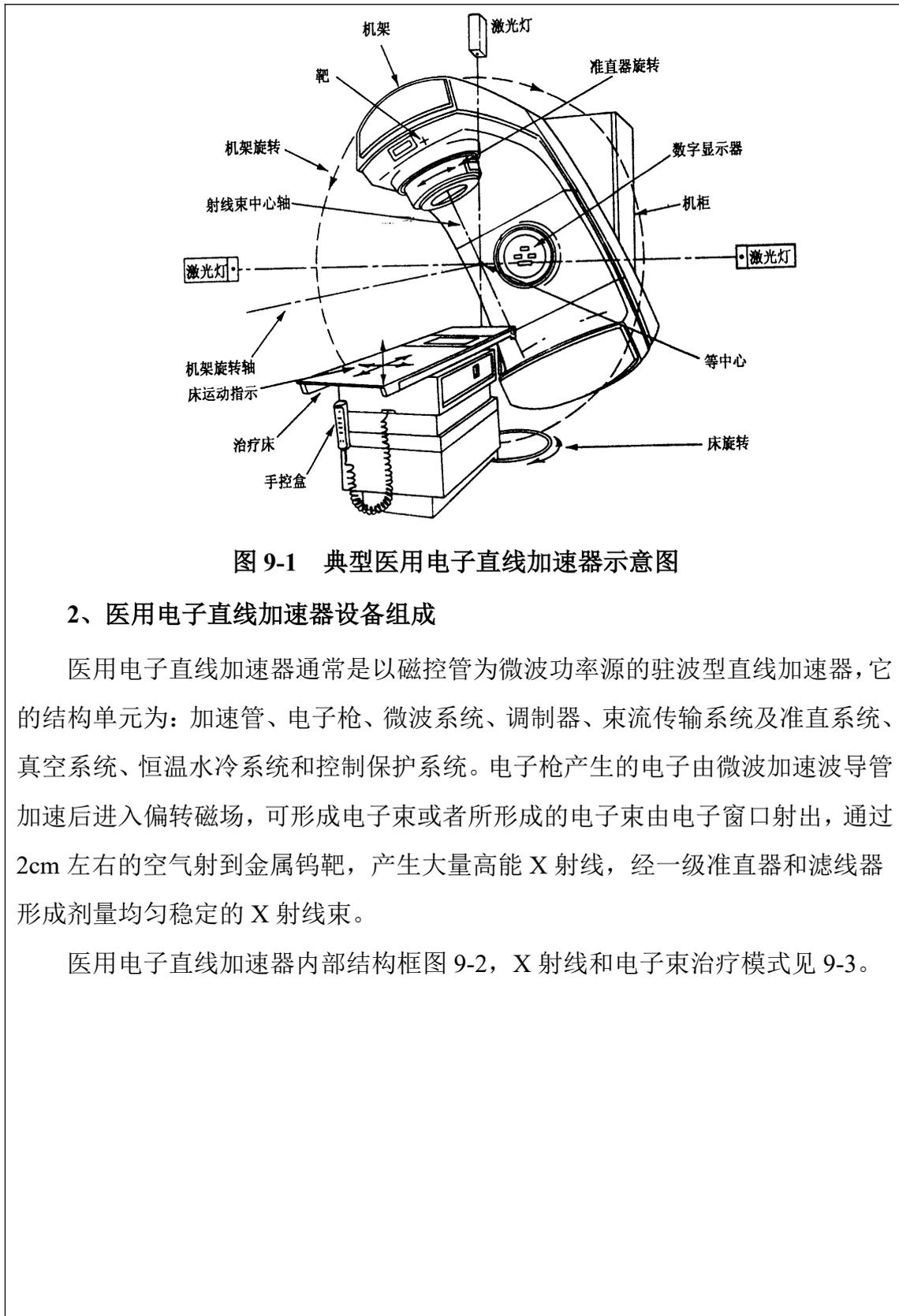
9.2 医用电子直线加速器运行期污染工序及污染物产生情况

1、工作原理

医用电子直线加速器是产生高能电子束的装置，为远距离放射性治疗机。当高能电子束与靶物质相互作用时产生韧致辐射，即 X 射线，其最大能量为电子束的最大能量。因此，医用电子直线加速器既可利用电子束对患者病灶进行照射，也可利用高能 X 射线束对患者病灶进行照射，杀伤肿瘤细胞。高能 X 射线具有高穿透性、较低的皮肤剂量、较高的射线均匀度等特点，适用于治疗深部肿瘤。电子束具有一定的射程特性，穿透能力较低，用来治疗浅表肿瘤。

典型医用电子直线加速器示意图如图 9-1 所示。

续表 9 项目工程分析与源项



2、医用电子直线加速器设备组成

医用电子直线加速器通常是以磁控管为微波功率源的驻波型直线加速器，它的结构单元为：加速管、电子枪、微波系统、调制器、束流传输系统及准直系统、真空系统、恒温水冷系统和控制保护系统。电子枪产生的电子由微波加速波导管加速后进入偏转磁场，可形成电子束或者所形成的电子束由电子窗口射出，通过 2cm 左右的空气射到金属钨靶，产生大量高能 X 射线，经一级准直器和滤线器形成剂量均匀稳定的 X 射线束。

医用电子直线加速器内部结构框图 9-2，X 射线和电子束治疗模式见 9-3。

续表 9 项目工程分析与源项

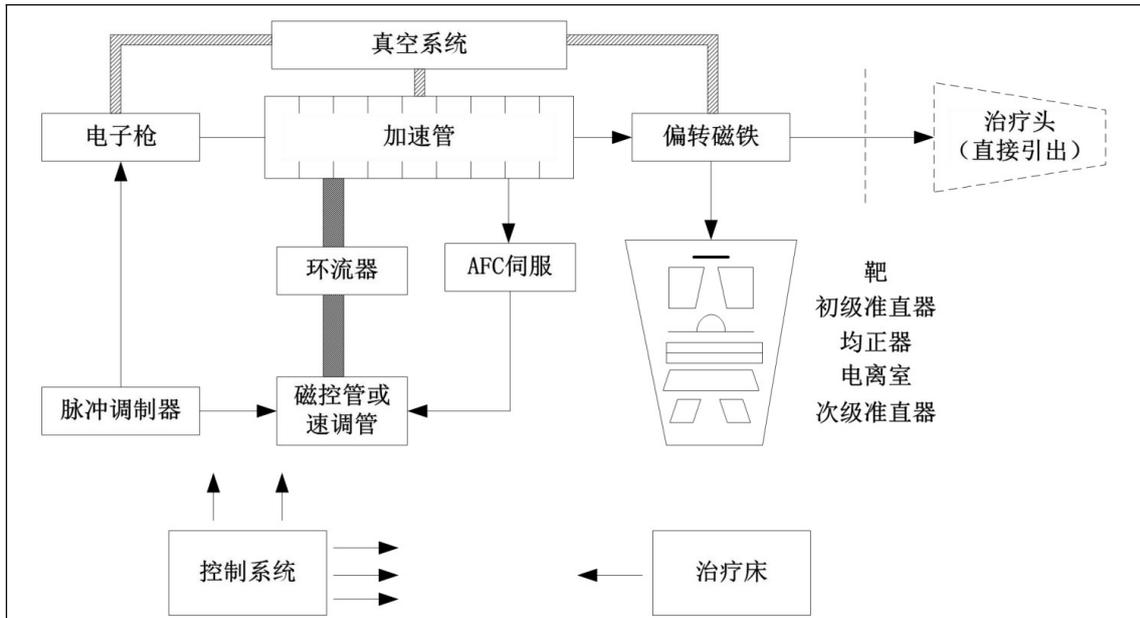


图 9-2 典型医用电子直线加速器内部结构框图

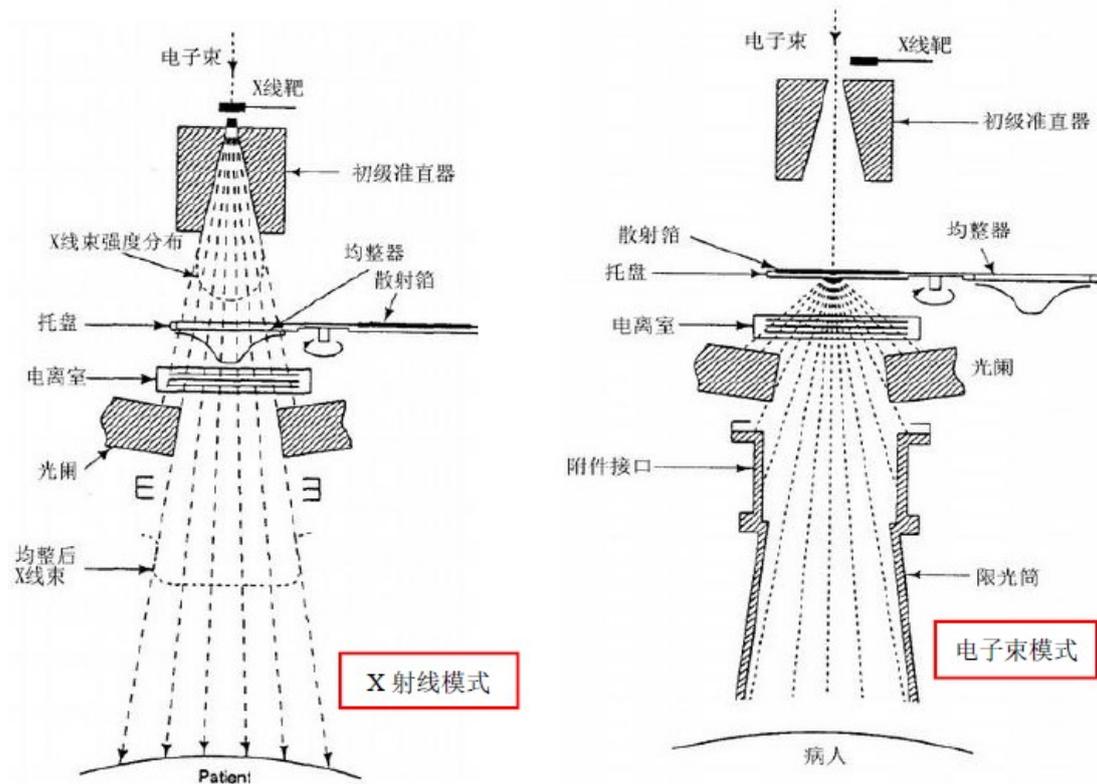


图 9-3 X射线和电子束治疗模式结构示意图

3、工作流程

(1) 制订治疗计划。工作人员利用 TPS 计划系统，根据患者所患疾病的性质、部位和大小确定照射剂量和照射时间。

续表 9 项目工程分析与源项

(2) 患者按约定时间到达肿瘤治疗中心，根据叫号系统叫号，进入治疗室；工作人员为患者摆位，固定患者体位，确认治疗室内无人员滞留后，离开治疗室，关闭治疗室防护门，在控制机房隔室操作加速器，按照定位标记，调整照射角度及照射野，对患者进行治疗。

(4) 治疗结束后，切断医用电子直线加速器的高压电源，加速器停止出束，打开治疗室防护门，医护人员进入治疗室帮助患者离开治疗室。

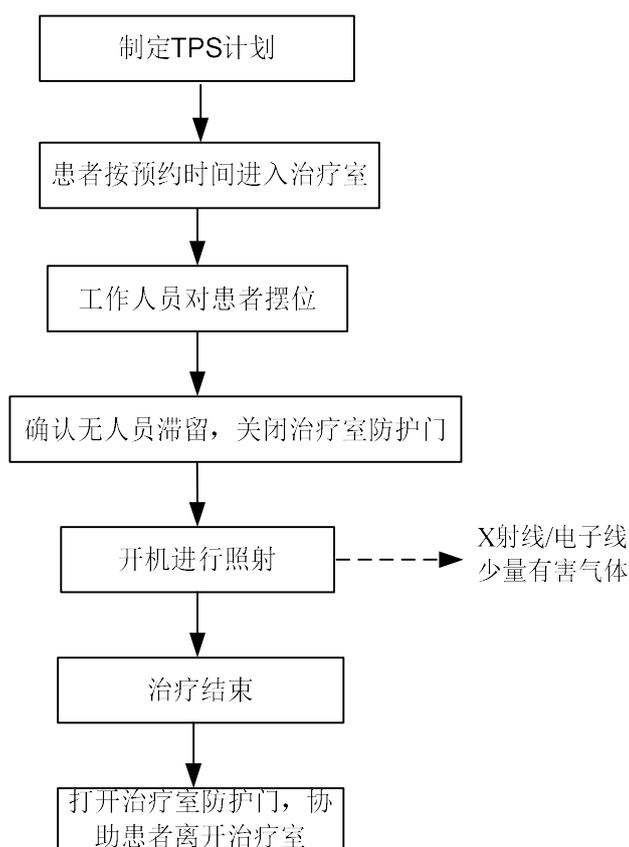


图 9-4 医用电子直线加速器治疗流程

4、工作负荷

根据医院初步规划，本项目每台加速器的放射治疗工作量为 80 人/d，每周工作 5d，平均每名患者治疗（常规治疗）照射时间为 1.5min，则周出束时间为 10h；全年按照 50 周计，则加速器年出束时间为 500h。本项目均保守按照调强治疗考虑，调强因子取 N 为 5。

在调强放射治疗中，相应有用线束和有用线束散射辐射，每周与常规放射治疗人数相同时，周工作负荷与常规放射治疗相同，即为 10h；但对泄漏辐射，周

续表 9 项目工程分析与源项

工作负荷为常规放射治疗工作负荷的 N 倍（当调强因子为 N 时）（GBZ/T 201.2-2011 附录 A），即为 50h。

5、产污环节

由医用电子直线加速器的工作原理可知，电子枪产生的电子经过加速后，高能电子束与靶物质相互作用时将产生韧致辐射，即 X 射线。在 X 射线高于 10MV 的条件下工作时，加速器产生的 X 射线，与物质作用都可能发生光核反应（ γ, n ），产生中子和感生放射性物质，中子在慢化、吸收过程中都将放出 γ 射线（中子俘获 γ 射线），引起缓发辐射。本项目直线加速器 X 射线最大能量为 15MV，需考虑中子、中子俘获 γ 射线及感生放射性物质。

上述加速器产生的辐射可分为瞬发辐射和缓发辐射，瞬发辐射包括初级辐射（加速的带电粒子）和次级辐射（加速器粒子与物质相互作用产生的 X、 γ 射线、中子等）。缓发辐射是由瞬发辐射与周围物质相互作用产生的感生放射性材料放出的 β 和 γ 射线等。瞬发辐射只有在加速器开机时产生，停机后即消失；缓发辐射在加速器停机后仍然存在，而且随着加速器运行时间的增加而积累。

此外，X 射线有很强的穿透力，能使周围物质电离、激发，与空气作用产生臭氧和氮氧化物，使周围环境受到辐射污染和臭氧、氮氧化物的影响。

综上所述，本项目直线加速器对患者进行治疗时，对环境可能造成污染的因素：

X 射线模式下工作，主要是 X 射线；

电子束模式下工作，主要是电子线，伴有少量 X 射线；

高于 10MV X 射线治疗时，主要是 X 射线、中子、中子俘获 γ 射线、感生放射性；

有害气体：臭氧和氮氧化物。

另外，加速器使用一定年限后，靶体需要更换，更换下来的退役靶交有资质单位进行处置。

6、非正常工况

（1）在工作状态误入射线装置工作场所，由 X 射线直接或散射照射对人体

续表 9 项目工程分析与源项

造成照射伤害。

(2) 工作人员或患者家属还未全部撤离治疗室，外面操作人员启动设备，造成有关人员被误照；

(3) 检修时，误开机时，维修人员受到照射伤害。

9.4 本项目产生污染物情况汇总

根据以上分析，本次核技术利用扩建项目产生污染因子情况见表 9-2。

表 9-2 项目主要污染因子情况表

序号	污染源	使用场所		主要污染因子
1	医用电子直线加速器	地下负五层的肿瘤治疗中心	1#~10#直线加速器机房	X 射线、电子线、中子、中子俘获 γ 射线、感生放射性、有害气体（臭氧和氮氧化物）、退役靶

表 10 辐射防护与安全措施

10.1 项目安全设施

10.1.1 项目工作场所布局

(1) 选址合理性

按照《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）关于“布局要求”规定，“放射治疗设施一般单独建造或建在建筑物底部的一端”。

本项目拟建的医疗大楼扩建工程（二期）位于医院西南角，肿瘤治疗中心位于医疗大楼扩建工程（二期）的地下负五层（为该建筑楼的底部）西端，10间直线加速器机房均集中设置于肿瘤治疗中心内，符合“放射治疗设施在建筑物底部的一端”的要求。

因此，环评认为项目选址合理。

(2) 平面布局合理性

10间直线加速器机房（1#~10#）均位于医疗大楼扩建工程（二期）地下负五层西端的肿瘤治疗中心，均设置“L”型迷路，有用线束朝东墙、西墙、顶棚照射，未直接照射控制室（控制室位于机房南侧或北侧）。各直线加速器机房的控制室与机房均分开设置，治疗设备辅助机械、电器、水冷设备等均设置于加速器机房外。

北边共设置4间直线加速器机房，1#~4#直线加速器机房自西向东依次设置，机房北侧为夯实土层，南侧为控制室、过道、病人等候区、科教区，西侧为水机房、休息室、医物室、仪器室，东侧为水机房、过道、楼梯间，楼上为放疗检查中心的资料审片室、工作间、预约登记区、CT模拟定位检查室及控制室、MR定位室及控制室、会议室、设备间、送风机房等；楼下为夯实土层。

南边共设置6间直线加速器机房，5#~10#直线加速器机房自西向东依次设置，机房北侧为控制室、过道、病人等候区、科教区，南侧为水机房、库房、男/女更衣室、商谈室，西侧为过道，东侧为过道，楼上为电梯、拟规划为放疗检查中心的收费、信息管理、排队预约、接待中心；楼下为夯实土层。

本项目加速器机房平面布局符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）

续表 10 辐射防护与安全措施

中“治疗设备控制室应与治疗机房分开设置，治疗设备辅助机械、电器、水冷设备，凡是可以与治疗设备分离的，尽可能设置于治疗机房外”以及“应合理设置有用线束的朝向，直接与治疗机房相连的治疗设备的控制室和其他居留因子较大的用室，应尽可能避开被有用线束直接照射”的要求。

表 10-1 各直线加速器机房周围场所布局情况一览表

序号	机房名称	所在位置	东	南	西	北	上	下
1	1#直线加速器机房	地下负五层西端的肿瘤治疗中心	2#直线加速器机房	控制机房	水机房、休息室、医物室、仪器室	土层	工作人员通道、1#CT 模拟定位机房及其操作室、护士站	土层
2	2#直线加速器机房		3#直线加速器机房	控制机房	1#直线加速器机房	土层	工作人员通道、2#CT 模拟定位机房及其操作室、候诊区	土层
3	3#直线加速器机房		4#直线加速器机房	控制机房	3#直线加速器机房	土层	工作人员通道、2#CT 模拟定位机房、MR 检查室及其操作室	土层
4	4#直线加速器机房		水机房、楼梯间、过道	控制机房、过道	3#直线加速器机房	土层	工作人员通道、设备间、进风机房	土层
5	5#直线加速器机房		6#直线加速器机房	水机房	过道	控制机房	过道	土层
6	6#直线加速器机房		7#直线加速器机房	水机房	5#直线加速器机房	控制机房	地下车库负四层入口	土层

续表 10 辐射防护与安全措施

7	7#直线加速器机房		8#直线加速器机房	水机房	6#直线加速器机房	控制机房	拟规划的收费、信息管理、排队预约、接待中心	土层
8	8#直线加速器机房		9#直线加速器机房及其控制室、过道、抢救室	水机房	7#直线加速器机房	控制机房	拟规划的收	土层
9	9#直线加速器机房		10#直线加速器机房	库房、女更衣室	8#直线加速器机房、水机房	控制机房	费、信息管理、排队预约、接待中心	土层
10	10#直线加速器机房		过道	男更衣室、商谈室	9#直线加速器机房	控制机房		土层

上述区域根据科室工作流程对各功能用房进行了布局设计,放射诊疗区和非放射诊疗区分开,方便患者诊疗和医生办公,且放射诊疗区集中设置在一端,非人流密集区域,能更好的保护患者及医院工作人员的安全。

10.1.2 辐射工作场所分区

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定,将辐射场所分为控制区和监督区,以便辐射安全管理和职业照射控制,本项目辐射工作场所分区如表 10-2 所示,辐射防护分区图见附图五。

表 10-2 工作场所分区一览表

分区情况	控制区	监督区
肿瘤治疗中心	10 间直线加速器机房	控制室、水机房、休息室、医物室、仪器室、过道、病人等候区、科教区、楼梯间、库房、更衣室、商谈室等
要求	医院拟采取一系列的放射防护与安全措施,设置门-机联锁装置、视频监控、急停开关、工作状态指示灯及电离辐射警告标识等设施,严格限制人员随意出入控制区,在治疗设备的调试和日常诊疗过程中,当处于诊疗状态时,控制区内无关人员不得滞留,	对该区不采取专门的辐射防护手段及安全措施,但需要对职业照射条件进行监督和评价

续表 10 辐射防护与安全措施

以保障此区的辐射安全	
10.1.3 辐射工作场所屏蔽设计情况	
<p>本项目 10 间直线加速器机房均位于地下负五层肿瘤治疗中心的西端，北边共设置 4 间直线加速器机房（自西向东依次编号为 1#~4#），南边共设置 6 间直线加速器机房（自西向东依次编号为 5#~10#）。</p>	
<p>南边 6 间直线加速器机房因空间限制，为同时满足空间尺寸要求以及防护厚度要求，且保证四周墙体一次性浇铸，以防出现裂缝和过大的气孔，该 6 间直线加速器机房的迷路、四周墙体均拟采用重晶石混凝土（密度为 $3.0\text{g}/\text{cm}^3$）一次性浇铸；北边 4 间直线加速器机房的迷路和四周墙体、以及 10 间直线加速器机房的顶棚均拟采用普通混凝土（密度为 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$）浇铸而成；各机房防护门拟采用铅板+含硼聚乙烯材料。各机房的屏蔽防护参数设计情况见下表。</p>	

续表 10 辐射防护与安全措施

表 10-3 本项目直线加速器机房屏蔽防护参数设计情况一览表									
机房名称	几何面积（净尺寸，不含迷路）	东墙	南墙	西墙	北墙	迷路内墙	顶棚	迷路类型	防护门
直线加速器机房（1#）	57.3m ² (9.55m×6m×3.6m)	主屏蔽墙：3000mm 普通混凝土 主屏蔽墙宽度： 6500mm 副屏蔽墙：1700mm 普通混凝土	1700mm 混凝土	主屏蔽墙：3000mm 普通混凝土 主屏蔽墙宽度： 6500mm 副屏蔽墙：1700mm 普通混凝土	1400m m 普通 混凝土 +夯实 土层	1500mm 普通混 凝土	主屏蔽墙：2900mm 普通混凝土 主屏蔽墙宽度： 5000mm 副屏蔽墙：1800mm 普通混凝土	L 型	18mmPb 铅板 +150mm 含硼聚乙 烯
直线加速器机房（2#）	57.3m ² (9.55m×6m×3.6m)	主屏蔽墙：3000mm 普通混凝土 主屏蔽墙宽度： 6500mm 副屏蔽墙：1700mm 普通混凝土	1700mm 重晶石 混凝土	主屏蔽墙：3000mm 普通混凝土 主屏蔽墙宽度： 6500mm 副屏蔽墙：1700mm 普通混凝土	1400m m 普通 混凝土 +夯实 土层	1500mm 普通混 凝土	主屏蔽墙：2900mm 普通混凝土 主屏蔽墙宽度： 5000mm 副屏蔽墙：1800mm 普通混凝土	L 型	18mmPb 铅板 +150mm 含硼聚乙 烯
直线加速器机房（3#）	51.6m ² (9.55m×5.4m×3.6m)	主屏蔽墙：3000mm 普通混凝土 主屏蔽墙宽度： 6500mm 副屏蔽墙：1700mm 普通混凝土	1700mm 重晶石 混凝土	主屏蔽墙：3000mm 普通混凝土 主屏蔽墙宽度： 6500mm 副屏蔽墙：1700mm 普通混凝土	1400m m 普通 混凝土 +夯实 土层	1500mm 普通混 凝土	主屏蔽墙：2900mm 普通混凝土 主屏蔽墙宽度： 5000mm 副屏蔽墙：1800mm 普通混凝土	L 型	18mmPb 铅板 +150mm 含硼聚乙 烯

续表 10 辐射防护与安全措施

直线加速器机房 (4#)	57.3m ² (9.55m×6m×3.6m)	主屏蔽墙: 3000mm 普通混凝土 主屏蔽墙宽度: 5900mm 副屏蔽墙: 1700mm 普通混凝土	1700mm 混凝土	主屏蔽墙: 3000mm 普通混凝土 主屏蔽墙宽度: 6500mm 副屏蔽墙: 1700mm 普通混凝土	1400m m 普通 混凝土 +夯实 土层	1500mm 普通混 凝土	主屏蔽墙: 2900mm 普通混凝土 主屏蔽墙宽度: 5000mm 副屏蔽墙: 1800mm 普通混凝土	L 型	18mmPb 铅板 +150mm 含硼聚乙 烯
直线加速器机房 (5#)	51.6m ² (8.6m×6m×3.6m)	主屏蔽墙: 2400mm 重晶石混凝土 主屏蔽墙宽度: 5450mm 副屏蔽墙: 1700mm 重晶石混凝土	1600mm 重晶石 混凝土	主屏蔽墙: 2400mm 重晶石混凝土 主屏蔽墙宽度: 5450mm 副屏蔽墙: 1700mm 重晶石混凝土	1700m m 重晶 石混凝 土	1500mm 重晶石 混凝土	主屏蔽墙: 2900mm 普通混凝土 主屏蔽墙宽度: 5000mm 副屏蔽墙: 1800mm 普通混凝土	L 型	18mmPb 铅板 +150mm 含硼聚乙 烯
直线加速器机房 (6#)	51.6m ² (8.6m×6m×3.6m)	主屏蔽墙: 2400mm 重晶石混凝土 主屏蔽墙宽度: 5450mm 副屏蔽墙: 1700mm 重晶石混凝土	1600mm 重晶石 混凝土	主屏蔽墙: 2400mm 重晶石混凝土 主屏蔽墙宽度: 5450mm 副屏蔽墙: 1700mm 重晶石混凝土	1700m m 重晶 石混凝 土	1500mm 重晶石 混凝土	主屏蔽墙: 2900mm 普通混凝土 主屏蔽墙宽度: 5000mm 副屏蔽墙: 1800mm 普通混凝土	L 型	18mmPb 铅板 +150mm 含硼聚乙 烯

续表 10 辐射防护与安全措施

直线加速器机房 (7#)	51.6m ² (8.6m×6m×3.6m)	主屏蔽墙: 2400mm 重晶石混凝土 主屏蔽墙宽度: 5450mm 副屏蔽墙: 1700mm 重晶石混凝土	1600mm 重晶石 混凝土	主屏蔽墙: 2400mm 重晶石混凝土 主屏蔽墙宽度: 5450mm 副屏蔽墙: 1700mm 重晶石混凝土	1700m m 重晶 石混凝 土	1500mm 重晶石 混凝土	主屏蔽墙: 2900mm 普通混凝土 主屏蔽墙宽度: 5000mm 副屏蔽墙: 1800mm 普通混凝土	L 型	18mmPb 铅板 +150mm 含硼聚乙 烯
直线加速器机房 (8#)	51.6m ² (8.6m×6m×3.6m)	主屏蔽墙: 2400mm 重晶石混凝土 主屏蔽墙宽度: 5850mm 副屏蔽墙: 1700mm 重晶石混凝土 (最 厚处 2050mm 重晶 石混凝土)	1600mm 重晶石 混凝土	主屏蔽墙: 2400mm 重晶石混凝土 主屏蔽墙宽度: 5450mm 副屏蔽墙: 1700mm 重晶石混凝土	1700m m 重晶 石混凝 土	1500mm 重晶石 混凝土	主屏蔽墙: 2900mm 普通混凝土 主屏蔽墙宽度: 5000mm 副屏蔽墙: 1800mm 普通混凝土	L 型	18mmPb 铅板 +150mm 含硼聚乙 烯
直线加速器机房 (9#)	51.6m ² (8.6m×6m×3.6m)	主屏蔽墙: 3000mm 重晶石混凝土 主屏蔽墙宽度: 5531mm 副屏蔽墙: 1700mm 重晶石混凝土	1700mm 重晶石 混凝土	主屏蔽墙: 2400mm 重晶石混凝土 主屏蔽墙宽度: 5450mm 副屏蔽墙: 1700mm 重晶石混凝土	1700m m 重晶 石混凝 土	1500mm 重晶石 混凝土	主屏蔽墙: 2900mm 普通混凝土 主屏蔽墙宽度: 5000mm 副屏蔽墙: 1800mm 普通混凝土	L 型	18mmPb 铅板 +150mm 含硼聚乙 烯

续表 10 辐射防护与安全措施

直线加速器机房 (10#)	51.6m ² (8.6m×6m×3.6m)	主屏蔽墙: 3000mm 重晶石混凝土 主屏蔽墙宽度: 5550mm 副屏蔽墙: 1700mm 重晶石混凝土	1700mm 重晶石 混凝土	主屏蔽墙: 3000mm 重晶石混凝土 主屏蔽墙宽度: 5531mm 副屏蔽墙:1700mm 重晶石混凝土	1700m m 重晶 石混凝 土	1500mm 重晶石 混凝土	主屏蔽墙: 2900mm 普通混凝土 主屏蔽墙宽度: 5000mm 副屏蔽墙: 1800mm 普通混凝土	L 型	18mmPb 铅板 +150mm 含硼聚乙 烯
------------------	--------------------------------------	---	----------------------	--	---------------------------	----------------------	---	-----	-------------------------------------

注: 重晶石混凝土的密度为 3.0g/cm³; 普通混凝土的密度为 2.35g/cm³; 铅的密度为 11.34g/cm³。

续表 10 辐射防护与安全措施

10.1.3 机房面积

由表 10-1 可知，本项目 10 间直线加速器机房的面积能满足临床应用需求，符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）的要求。

10.1.4 辐射安全防护措施

1) 机房的防护与安全措施

(1) 项目设计、施工和验收过程中，辐射防护设施将与主体工程同时设计、同时施工、同时投产。加速器安装调试完成后，组织对机房辐射防护设施进行验收，包括辐射屏蔽、安全联锁和报警系统、辐射监测系统、通风系统等。机房辐射安全设施依照设计标准验收合格后，加速器方可正式运行。

(2) 重晶石混凝土、普通混凝土浇筑时现场取样，检测其密度，委托有资质单位施工并进行施工质量的监理。

(3) 管线穿越屏蔽墙体：①电缆沟（400mm×450mm）采用“U”型向下穿越屏蔽墙体，预埋穿墙管 300mm（宽）×450mm（高）×5mm（厚）U 型钢管套；②强、弱电、空调管线、进风、排风管道以及物理测试管均采用“S”型穿越屏蔽墙体，且管线进出口位置均与水平方向呈 45°角。强、弱电、空调斜穿墙体管线预埋之字型Φ110 镀锌钢管；进、排风管预埋 S 型镀锌钢板（截面 320mm×500mm（H））；物理测试管预埋 S 型Φ80 镀锌钢管。

穿墙管线避开加速器出束方向，并采用斜穿或者多折曲路，能有效控制管线孔的辐射泄漏。

本项目直线加速器机房的控制电缆穿墙部分采取预埋的 PVC 管，通过次屏蔽墙的地下进入机房内，控制电缆布设于电缆沟内，控制电缆进出电缆沟的沟盖板均为约 2.5cm 厚不锈钢板。穿墙部分呈“U”型，尺寸较小且线路呈多折曲路，并不锈钢板的沟盖板进行屏蔽补偿，因此控制电缆的布设方式不会影响次屏蔽墙的屏蔽效果。

(4) 机房内净空高度应同时满足加速器机身高度、上下滑轨、进风和排风

续表 10 辐射防护与安全措施

管道、吊顶（含灯具、进风口和回风口、空调室内机）等叠加空间尺寸。适当降低迷道出入口门洞高度，以减小散射面积，有利于减小铅门防护压力。

（5）防护门的生产、安装由有生产资质的厂家承担，防护门宽于门洞的部分应大于“门-墙”间隙的十倍。

（6）水冷系统：由于电子直线加速器在运行过程会产生大量的热量，为保证设备正常运转，采用自备水箱和水管闭路循环的蒸馏水冷却系统，其中冷却水应循环使用，不对周围环境造成影响。

（7）安全联锁

直线加速器机房入口处设置有防护门和迷路，防护门与加速器联锁。直线加速器机房设置有多重联锁装置，以保护人员和设备安全，防止意外事故。

a) 门-机联锁：为防止有人在加速器工作状态下误入加速器机房，防护门和直线加速器出束照射系统联锁，只有当防护门关闭，出束照射系统才能启动；反之，如果照射过程中防护门打开，系统将自动断电停止出束。

b) 系统联锁：当出现控制台计算机故障、加速管真空故障等故障情况时，加速器会自动出现系统联锁，不能发出射线。

c) 急停开关：除以上安全联锁控制外，在加速器机房内不同方向的墙面、入口门内旁侧和控制台分别设置急停开关，并能使机房内的人员从各个方向均能观察到且便于触发。急停开关按钮一经按下，系统将无条件关闭加速器束流，停止出束。

d) 钥匙开关：在控制台上安装有电源钥匙开关，专用钥匙由专人保管，只有钥匙在“开”的位置，才能接通电源，并同时具备以下条件时，设备才能开机出束：a、电源钥匙置于“开”的位置；b、防护门处于关闭状态；c、计时器复零；d、选择各种辐照参数；e、剂量显示器复零，并预置了剂量；f、两道独立的剂量监测系统设置值有一定的差值。

（8）肿瘤治疗中心的入口处，设有电离辐射警告标志；直线加速器机房外

续表 10 辐射防护与安全措施

设有电离辐射警告标志和工作状态指示灯；距离防护门 1m 处的地面设有警示黄线，警示人们此地属危险区域，不应在此逗留。

(9) 视频监控、对讲交流系统：在直线加速器机房（包括治疗室和迷道内）与控制室之间设置视频监控和对讲交流装置，以监控机房内、治疗床、迷路区域情况以及治疗过程中患者状态，并能使操作者和患者进行双向交流。

(10) 室内防护门开启按钮：直线加速器机房防护门内设置防护门开启按钮，且防护门具有防夹人装置。

(11) 停电应急照明装置和烟雾报警装置：在迷路内入口处设置停电应急照明装置和烟雾报警装置。

2) 安全操作及管理措施

(1) 医院配置辐射剂量监测仪器和便携式个人剂量报警仪，进行环境辐射常规监测及个人防护。

(2) 医院配置固定式剂量监测报警装置，实时监测治疗室内的辐射剂量，如超过设定的报警阈值，则进行声光报警，便于工作人员及时发现异常情况，并立即采取措施。

(3) 医院配置有合格的放射治疗医生、医学物理人员及操作技术人员。医学物理人员和操作技术人员应经过加速器专业技能知识、放射防护知识和有关法律培训，并经过考核合格后方可上岗。

(4) 操作人员应遵守各项操作规程，认真检查安全连锁，应保障安全连锁正常运行。禁止任意去除安全连锁，严禁在去除可能导致人员伤亡的安全连锁的情况下开机。

(5) 实施治疗期间，应有两名及以上操作人员协调操作，认真做好当班记录，严格执行交接班制度，密切注视控制台仪器及患者状况，发现异常及时处理，操作人员不应擅自离开岗位。

(6) 加速器的控制设备有专人操作，使用的钥匙有专人保管。技术员离开

续表 10 辐射防护与安全措施

控制室进入机房时，拔出钥匙，随身携带，防止他人误操作。

(7) 治疗期间，除接受治疗的患者外，治疗室内不得有其他人员。

(8) 必须防止各类事故，万一发生意外，立即停止辐照，及时将患者移出辐射野，并注意保护现场，便于正确估算患者受照剂量，作出合理评价。

(9) 制定规章制度、操作规程、应急处理措施，并张贴上墙。

3) 防护用品和辐射监测设备清单

本次扩建完成后，本项目射线装置拟新增的防护用品和辐射监测设备清单情况如下：

表 10-4 本项目射线装置拟新增的防护用品和辐射监测设备清单一览表

说明	防护用品和辐射监测设备名称	单位	拟配备数量
拟新增的 防护用品	便携式个人剂量报警仪	台	1/机房
	个人剂量计	个	1/人
拟新增的 辐射监测 设备	辐射剂量监测仪	台	1
	固定式剂量监测报警装置	台	1/机房

10.2 放射性“三废”污染防治措施

1) 有害气体和放射性废气

本项目直线加速器运行过程中，空气受到电离辐射的照射会产生少量的臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），通过机房内设置的机械排风系统，能将少量的臭氧和氮氧化物排出至机房外，且少量的臭氧和氮氧化物的排放经大气稀释和扩散后，对环境影响较小。

考虑 X 射线能量高于 10MV 时，医用电子直线加速器的电子束与加速器靶材料和空气中的介质相互作用，诱发产生感生放射性核素。在加速器运行期间，由于加速器机房有足够的结构屏蔽，其部件产生的感生放射性不会危害在屏蔽体外的工作人员，但停机后工作人员进入治疗室内可能会受到感生放射性辐射。感生放射性核素主要有 ¹³N、¹⁵O 等，其半衰期一般都很短，如 ¹³N 的半衰期为 10min，

续表 10 辐射防护与安全措施

^{15}O 的半衰期为 2min。所以感生放射性的有效防护措施一般是等关机后等待一段时间之后（约 5~10min 后）再进入机房。同时治疗室内拟设的机械排风装置，可加强室内外空气流通，进一步减少治疗室内空气中感生放射性核素的含量。

本项目直线加速器机房采用机械送风、机械排风。依据上“上进风，下排风”的原则，直线加速器机房的进风口拟设在吊顶天花板处，排风口拟设在进风口的对角线位置，且距离地面高约 30cm 处。进风口和排风口的对角设置，能有效的对机房内空气进行换气。直线加速器机房的通风系统图详见附图九。

直线加速器机房的排风机风量约为 $1800\text{m}^3/\text{h}$ ，加速器机房内每小时的换气次数可达 6~7 次/h（各直线加速器机房的几何尺寸、有效容积以及通风换气次数详见表 11-7），通风换气次数不低于 4 次/h，能有效的排除机房内的有害气体，保证室内空气质量满足标准要求。

直线加速器机房的进风管道和排风管道，经“S”型穿过控制室与机房之间的屏蔽墙体，进入机房内；废气经排风管最终汇入肿瘤治疗中心南侧的排风井，排风井向上，最终排风口设置于医疗大楼扩建工程（二期）一层南侧外围墙体离地高约 2.5m 处（近地下车库出口处，非人员常居留场所），如图 10-1 所示。排风口不朝向环境敏感点并远离空调进风口。

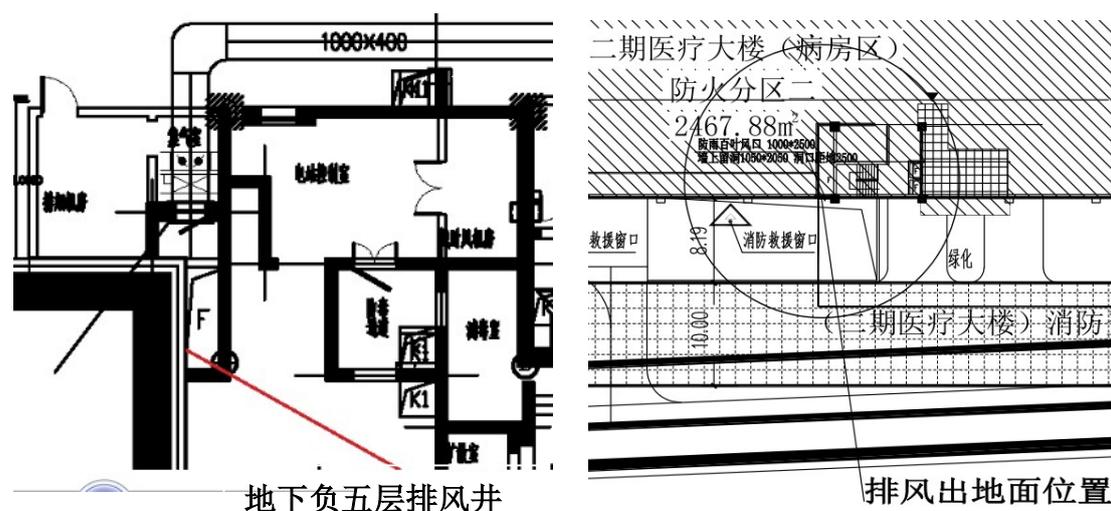


图 10-1 地下负五层排风井及排风口出地面位置

(2) 放射性废水

续表 10 辐射防护与安全措施

本项目医用电子直线加速器运行过程中没有放射性废水产生。

(3) 放射性固体废物

本项目医用电子直线加速器使用一定年限后，靶体需要更换，产生的废弃靶交有资质单位处置。

表 11 环境影响分析

11.1 施工期环境影响分析

根据前节工程分析介绍，本项目施工期主要是机房的建设和装修。污染因子有：噪声、扬尘、废水、固体废物等。项目建设过程中，医院的医疗服务工作仍将正常进行。施工产生的污染特别是扬尘和噪声可能对医院自身环境以及周围的环境带来一定影响。本项目的医疗大楼（二期）于 2012 年 12 月获得了湖南省环保厅（现为湖南省生态环境厅）的环评批复（湘环评〔2012〕362 号，详见附件四）。

施工期主要的污染因子有：噪声、扬尘、废水、固体废物等。

（1）扬尘主要来自于房间的建设产生的粉尘。为减小施工期间扬尘对外界环境的影响，施工单位应做到以下几点：加强施工现场管理，应进行适当的加湿处理。

（2）废水防治措施

施工期间产生的废水主要表现为施工人员的生活污水。生活污水依托医院的排水系统，进入市政污水网管。

（3）噪声防治措施

主要来自于机房内混凝土浇注、装修及现场处理等。通过选取噪音低、振动小的设备操作等，并合理安排施工时间等措施能减轻对外界的影响。

（4）固体废物防治措施

主要为建筑垃圾、装修垃圾以及施工人员产生的生活垃圾。施工期产生的固体废物应妥善处理，无回收价值的建筑废料统一收集后，运输至合法堆场堆放。生活垃圾以及装修垃圾经统一收集后交由市政环卫部门处置。

本项目工程量小，施工期短，且均在地下负五层施工，对外界的影响是暂时的，随着施工期的结束，影响也将消失。通过采取相应的污染防治措施后，本项目对外界的影响小。

续表 11 环境影响分析

11.2 运行期环境影响分析

11.2.1 计算公式

本次评价采用《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/T201.2-2011)和《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)中的公式进行计算，具体如下：

1) 治疗机房（不包括移动式电子加速器治疗机房）墙和入口门外30cm处（关注点）的周围剂量当量率参考控制水平 \dot{H}_c 导出公示详见本评价报告的7.3节第（2）部分。

2) 有效屏蔽厚度

$$X_e = X \cdot \sec \theta \quad (11-1)$$

$$X = X_e \cdot \cos \theta \quad (11-2)$$

式中：X—屏蔽物质厚度；

X_e —有效屏蔽厚度。

3) 屏蔽厚度与屏蔽透射因子的相应关系

$$B = 10^{-(X_e - TVL - TVL_1) / TVL} \quad (11-3)$$

$$X_e = TVL \cdot \log B^{-1} + (TVL_1 - TVL) \quad (11-4)$$

式中：B—辐射屏蔽透射因子；

TVL₁—辐射在屏蔽物质中的第一个什值层厚度；

TVL—辐射在屏蔽物质中的平衡什值层厚度。

4) 有用线束和泄漏辐射的屏蔽与剂量估算

$$B = \frac{\dot{H}_c}{\dot{H}_o} \cdot \frac{R^2}{f} \quad (11-5)$$

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_o \cdot f}{R^2} \cdot B \quad (11-6)$$

续表 11 环境影响分析

式中： \dot{H}_c —参考点剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

\dot{H}_o —加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶 1m 处的常用最高剂量率， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ （以 $\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{min}$ 为单位的值乘以 6×10^7 ）；本项目 15MV 直线加速器高剂量率模式下为 600cGy/min，10MV 直线加速器高剂量率模式下为 2400cGy/min。本次核算以 2 种高剂量率模式下的剂量进行估算。

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

f—对有用束为 1；对泄漏辐射为泄漏辐射比率。

5) 患者一次散射辐射的屏蔽与剂量估算

$$B = \frac{\dot{H}_c \cdot R_s^2}{\dot{H} \cdot \alpha_{ph} \cdot (F / 400)} \quad (11-7)$$

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_c \cdot \alpha_{ph} \cdot (F / 400)}{R_s^2} \cdot B \quad (11-8)$$

式中： \dot{H}_c —参考点剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

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

R_s —患者（位于等中心点）至关注点的距离，m；

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；

F—治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积， cm^2 。

6) 加速器（>10MV）机房迷路散射辐射屏蔽与剂量估算

对大于 10MV 加速器的机房，迷路散射辐射应考虑下列各项：

a) 总中子注量 Φ_m

在迷道内的总中子注量：

$$\Phi_m = Q_N / 4\pi d_1^2 + 5.4Q_N / 2\pi S + 1.26Q_N / 2\pi S \quad (11-9)$$

续表 11 环境影响分析

式中:

Φ_m —等中心处 1Gy 治疗照射时迷道内的总中子注量, (中子数/m²)/Gy;

Q_N —在等中心处每 1Gy 治疗照射时射出加速器机头的总中子数, 中子数/Gy;

d_l —等中心到迷道内入口的距离, m;

S —治疗机房的总内表面积, m²。

b) 机房入口的中子俘获 γ 射线的剂量率 \dot{H}_r

机房内及迷路中的中子在与屏蔽物质作用时产生中子俘获 γ 射线, 机房入口门外 30cm 处无防护门时的中子俘获 γ 射线的剂量率 \dot{H}_r ($\mu\text{Sv/h}$) :

$$\dot{H}_r = 6.9 \times 10^{-16} \times \Phi_B \times 10^{-d_2/TVD} \times \dot{H}_0 \quad (11-10)$$

式中:

6.9×10^{-16} ——经验因子, Sv/(中子数/m²);

ϕ_B ——等中心处 1Gy 治疗照射时的总中子注量, (中子数/m²)/Gy;

d_2 ——B 点至机房入口的距离, m;

TVD ——什值距离, 对于 15MV 加速器为 3.9m; 对于 10MV 加速器, 保守取 15MV 的 $TVD=3.9\text{m}$;

\dot{H}_0 ——等中心点处治疗 X 射线剂量率, $\mu\text{Sv/h}$ 。

c) 机房入口的中子剂量率 \dot{H}_n

机房内的中子经迷路散射后在机房入口门外 30cm 处 (无防护门时) 的剂量率 \dot{H}_n ($\mu\text{Sv/h}$) 由下式计算:

$$\dot{H}_n = 2.4 \times 10^{-15} \times \Phi_B \times \sqrt{S_0/S_1} \times (1.64 \times 10^{-d_2^{1.9}} + 10^{-d_2^{1.7}}) \times \dot{H}_0 \quad (11-11)$$

式中: 2.4×10^{-15} ——经验因子, Sv/(中子数/m²);

S_0 ——迷路内口的面积, m²;

S_1 ——迷路横截面积, m²;

d_2 ——B 点到迷路入口 g 的距离, m;

续表 11 环境影响分析

T_n ——什值距离。 T_n 为一个经验值，与迷路横截面积有关，可按以下计算：

$$T_n = 2.06\sqrt{S_1} \quad (11-12)$$

d) 无屏蔽体时防护门外 G 点的 X 射线剂量率

G 点的 X 射线主要包括以下 4 个部分：

- 1) 有用线束穿过患者身体照射到主屏蔽墙后产生的散射辐射；
- 2) 有用线束照射到患者体表后散射到屏蔽墙体后产生的散射辐射；
- 3) 机头的泄漏辐射照射到屏蔽墙体后产生的散射辐射；
- 4) 机头的泄漏辐射穿透迷路内墙产生的泄漏辐射。

$$H_d = 2.64 (H_{PS} + f \times H_S + H_{LS} + H_{LH}) \quad (11-13)$$

式中： H_d —迷道外入口处泄漏和散射辐射剂量率；

H_{PS} —迷道外入口处病人散射辐射剂量率；

f —病人透射因子；

H_S —迷道外入口处墙体散射辐射剂量率；

H_{LS} —迷道外入口处机头泄漏线的墙体散射辐射剂量率；

H_{LH} —迷道外入口处机头泄漏散射辐射剂量率；

$$\textcircled{1} H_{PS} = H_o \times \alpha \times (F/400) \times (\alpha_1 \times A_1) \times (\alpha_2 \times A_2) \div (d_{sca} \times d_1 \times d_2 \times d_3)^2 \quad (11-14)$$

式中： α —患者受照面积 400cm² 的散射因子；

α_1 —迷道内入口墙体散射系数；

α_2 —迷道墙体二次散射系数；

A_1 —迷道内入口散射面积；

A_2 —迷道二次散射面积；

d_{sca} —靶中心至体表散射点距离；

d_1 —体表散射点至迷道内入口距离；

d_2 —迷道内入口至迷道二次散射点距离；

d_3 —迷道二次散射点至迷道外入口距离；

$$\textcircled{2} H_S = H_o \times \alpha_0 \times A_o \times \alpha_4 \times A_4 \times \alpha_5 \times A_5 \div (d_4 \times d_5 \times d_6 \times d_7)^2 \quad (11-15)$$

式中： α_0 —主防护墙散射系数；

续表 11 环境影响分析

A_0 —主防护墙散射面积；

a_4 —迷道内入口二次散射点散射系数；

A_4 —迷道内入口二次散射面积；

a_5 —迷道三次散射点散射系数；

A_5 —迷道三次散射面积；

d_4 —靶中心到主防护墙最近距离；

d_5 —主防护墙至迷道内入口二次散射点距离；

d_6 —迷道内入口二次散射点至三次散射点距离；

d_7 —迷道三次散射点至迷道外入口距离；

$$\textcircled{3} H_{LS} = \eta \times H_0 \times a_6 \times A_6 \times a_7 \times A_7 \div (d_8 \times d_9 \times d_{10})^2 \quad (11-16)$$

式中： a_6 —迷道内入口墙体漏射线散射系数；

a_7 —迷道二次散射点散射系数；

A_6 —迷道内入口散射面积；

A_7 —迷道二次散射面积；

d_8 —靶中心至迷道内入口距离；

d_9 —迷道内入口至二次散射点距离；

d_{10} —二次散射点至迷道外入口距离；

$$\textcircled{3} H_{LH} = \eta \times H_0 \times B \div d_{11}^2 \quad (11-17)$$

式中： B —迷道的泄漏辐射屏蔽透射因子；

d_{11} —靶中心至迷道外入口距离。

e) 入口门屏蔽

$$X_r = TVL_r \bullet \log[\dot{H}_r / \dot{H}_c] \quad (11-18)$$

$$X_n = TVL_n \bullet \log[\dot{H}_n / \dot{H}_c] \quad (11-19)$$

式中：

X_r 和 X_n 分别为屏蔽中子俘获 γ 射线和中子的不同屏蔽材料的厚度，cm；

续表 11 环境影响分析

TVL_r 和 TVL_n 分别为中子俘获 γ 射线和中子在上述两种屏蔽材料中的什值层, cm;

\dot{H}_c —— 参考点剂量率参考控制水平, $\mu\text{Sv/h}$;

7) 宽束辐射的有用束对应的机房屏蔽为主屏蔽区

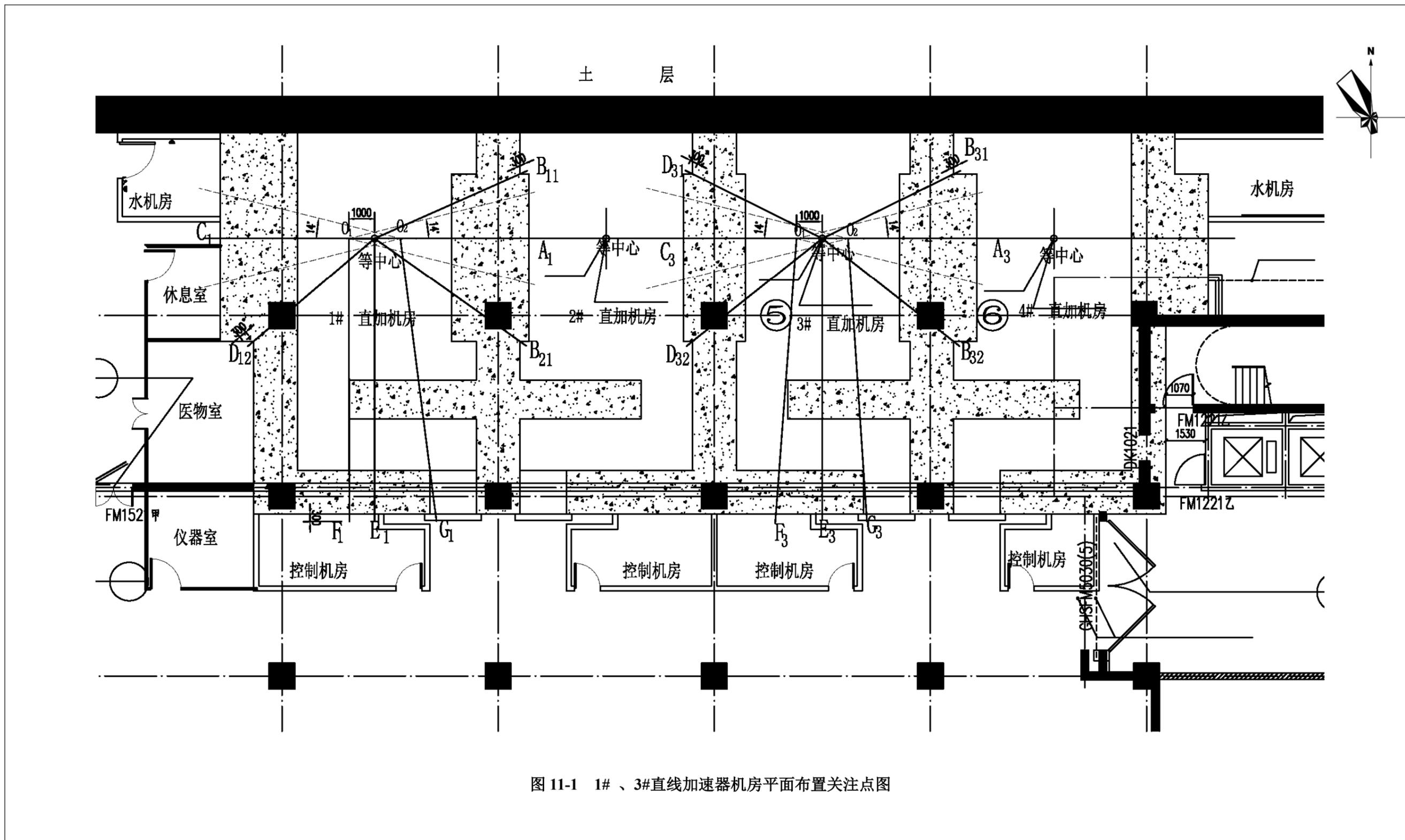
$$Y_p = 2 \times [(a + SAD) \times \tan\theta + 0.3] \quad (11-20)$$

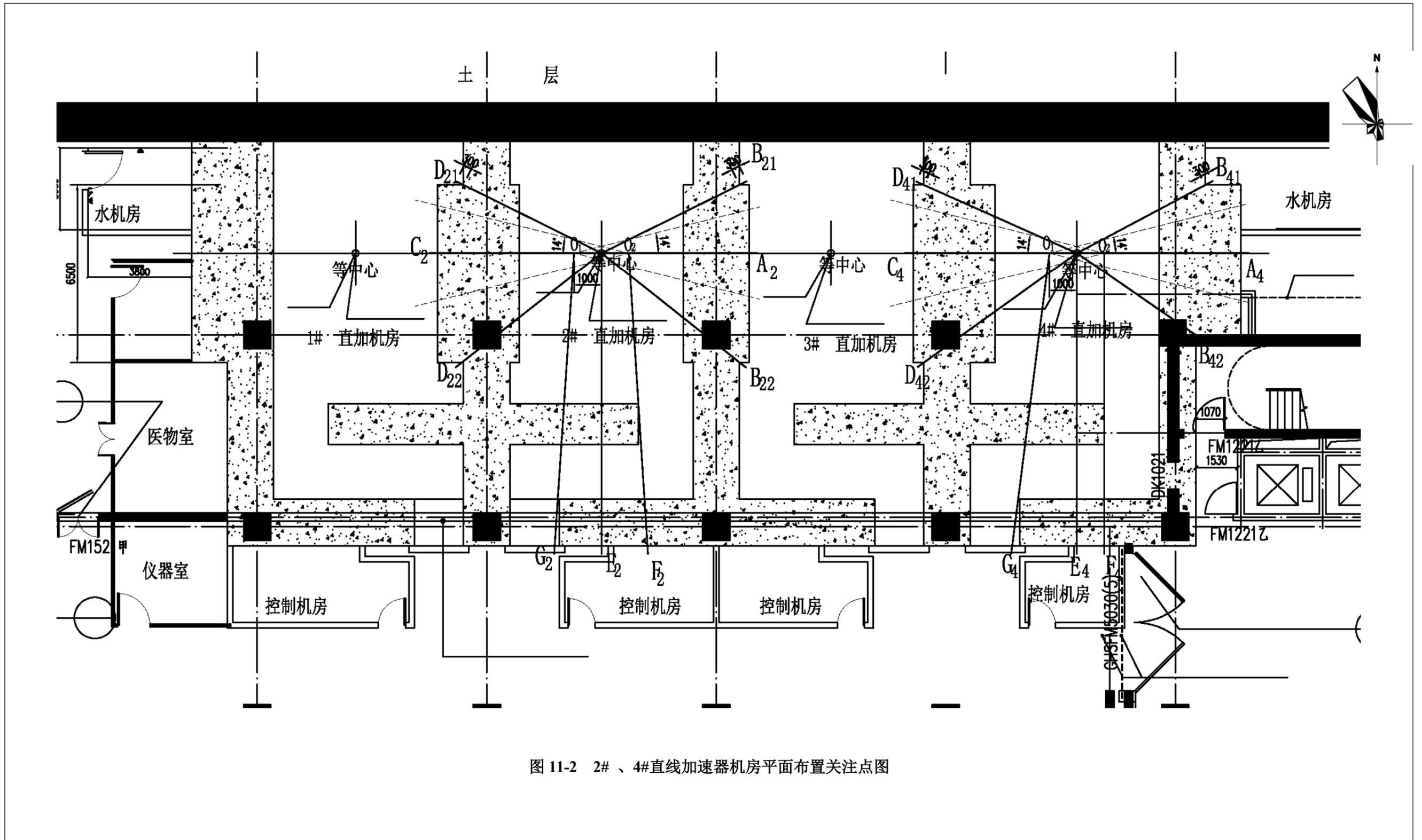
Y_p =机房有用束主屏蔽区的宽度, m;

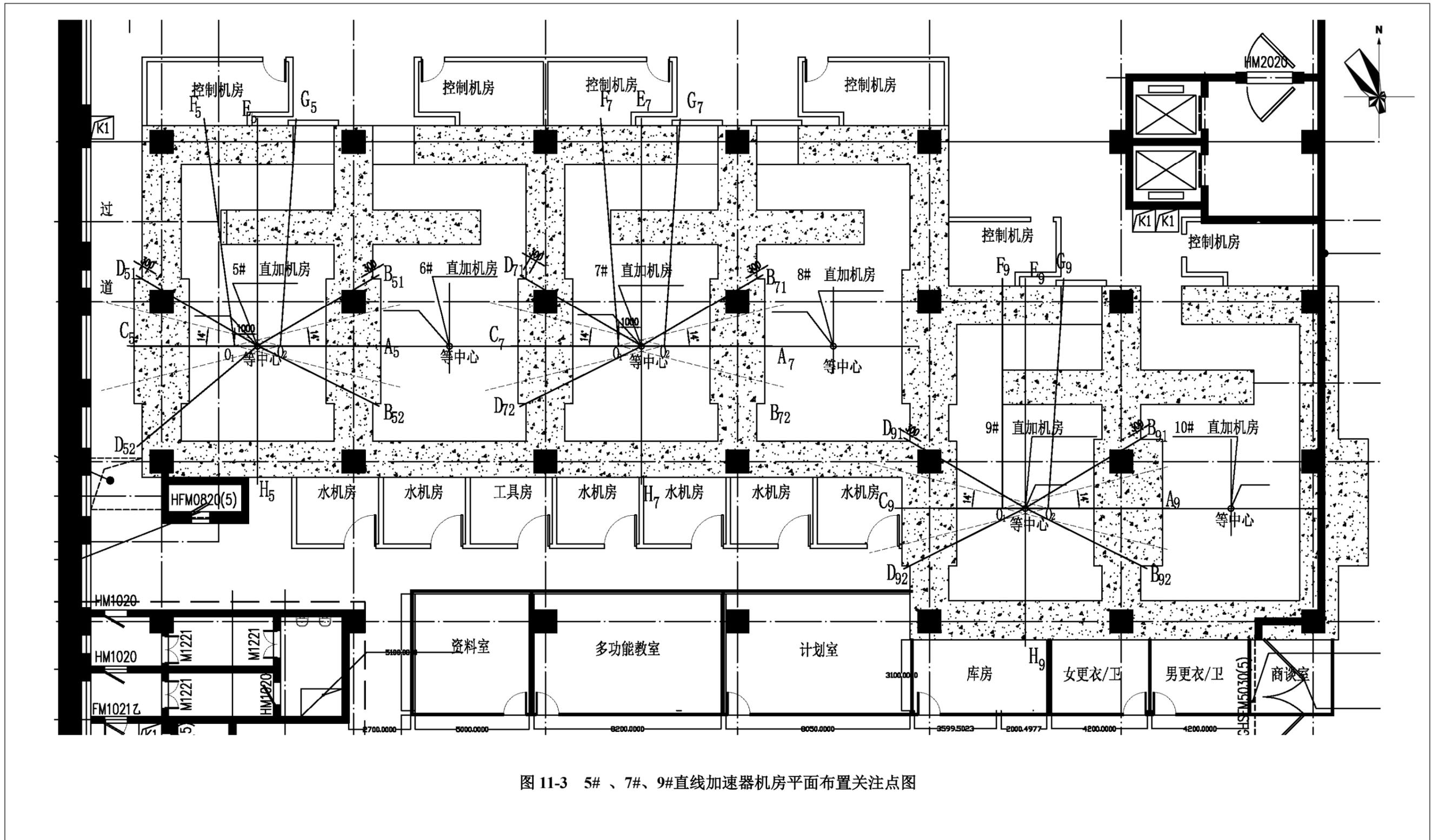
SAD=源轴距, m。本项目取 1m;

θ -治疗束的最大张角 (相对束中的轴线), 本项目预设取值 14° ;

a-等中心点至“墙”的距离, m。







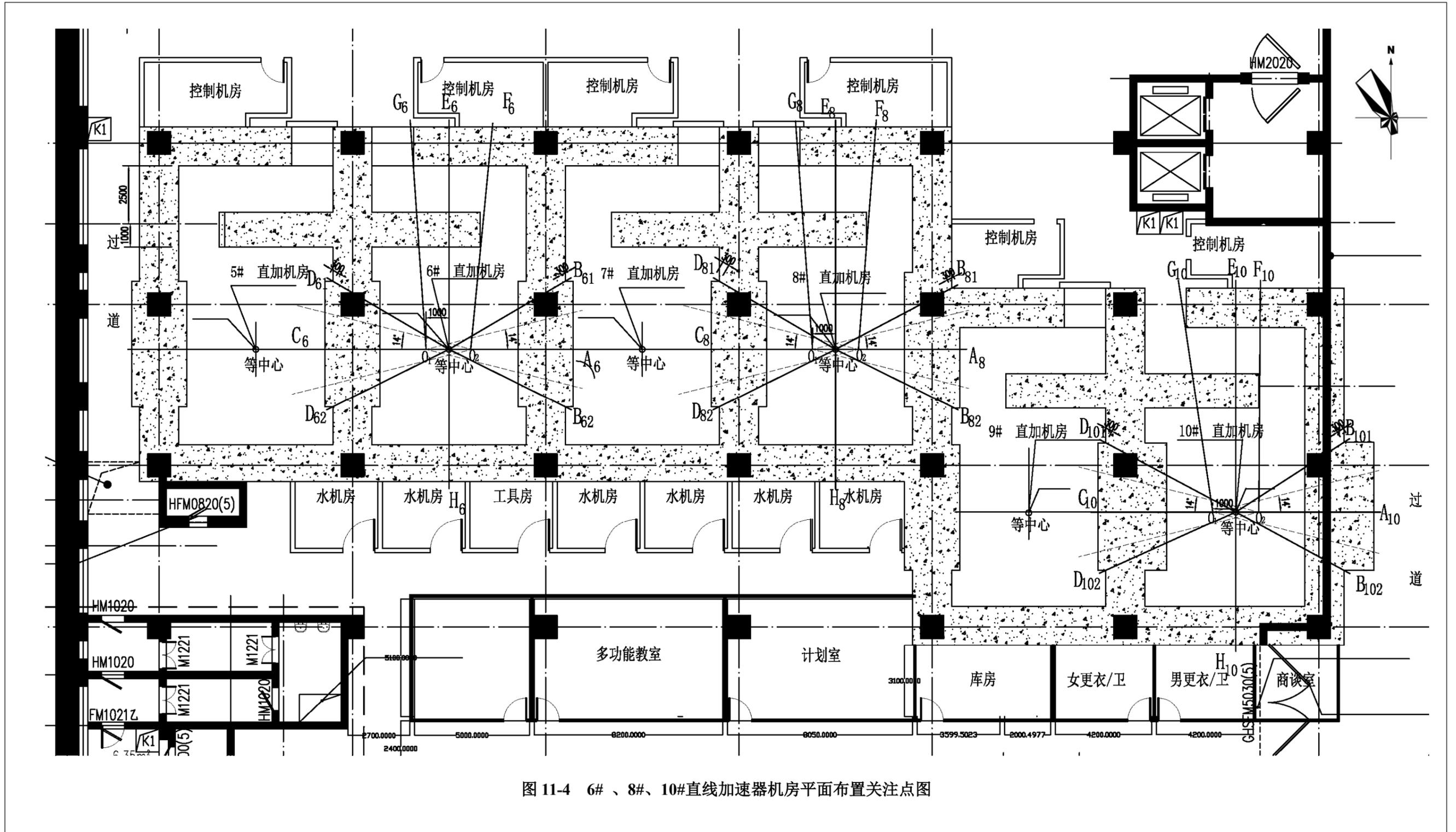
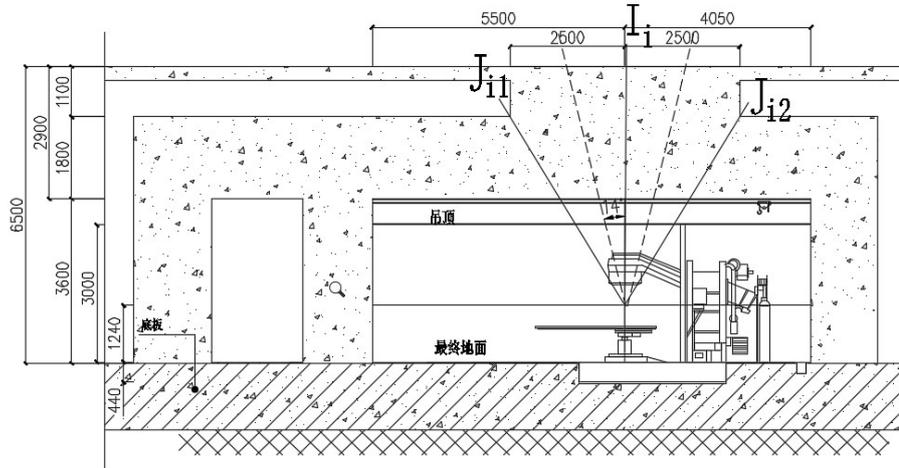


图 11-4 6#、8#、10#直线加速器机房平面布置关注点图

续表 11 环境影响分析



注：本项目 10 间加速器机房的顶棚高度、防护厚度、主防护墙宽度均一致，关注点一致。

图 11-5 1#~10#直线加速器机房剖面布置关注点图

11.2.2 计算参数取值

本次计算过程中，所用到的主要参数具体取值如下表 11-1 所示。

表 11-1 计算过程中主要参数具体取值表

参数	单位	取值	备注	
关注点的周围剂量当量率参考控制水平				
周剂量参考控制水平 \dot{H}_e	$\mu\text{Sv}/\text{周}$	放射治疗机房外控制区的工作人员： $\leq 100\mu\text{Sv}/\text{周}$	GBZ 121-2020	
		放射治疗机房外非控制区的工作人员： $\leq 5\mu\text{Sv}/\text{周}$		
周工作负荷 t	h/周	有用线束和有用线束散射辐射：10h/周； 泄漏辐射：50h/周	根据提供的工作量计算，并考虑调强因子	
使用因子 U	/	1/4	有用线束	
		1	散射线、漏射线	
居留因子 T	/	详见表 11-2	GBZ 121-2020	
什值层				
主射线	TVL ₁	cm	10MV：41； 15MV：44	GBZ/T201.2—2011 附录 B 表 B.1 查出。
	TVL	cm	10MV：37； 15MV：41	
90° 泄漏辐射	TVL ₁	cm	10MV：35； 15MV：36	
	TVL	cm	10MV：31； 15MV：33	

续表 11 环境影响分析

散射辐射	TVL	cm	10MV, 30°散射角: 28; 15MV, 30°散射角: 31	GBZ/T201.2—2011 附录 B 表 B.4 查出
等中心剂量率最大值				
\dot{H}_0	$\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$		10MV: 1.44×10^9 15MV: 3.6×10^8	最高剂量率
设备相关参数				
SAD	m		1	设备实际参数
F	Cm^2		40*40	设备实际参数
散射因子				
α_{ph}	/		均保守取 10MV, 30°散射角: 0.00318	GBZ/T201.2—2011 第 2 部分附录 B 表 B.2 查出
病人透射因子				
f	/		10MV: 0.28, 15MV: 0.33	数据参考 IAEA No.47 TABLE 8
散射系数				
a_{1-7}	/		15MV, 0°入射辐射, 45°散射角: 3.3×10^{-3} 10MV, 0°入射辐射, 45°散射角: 3.8×10^{-3} 0.5MeV, 45°入射辐射, 45°散射角: 22×10^{-3} 0.2MeV, 45°入射辐射, 45°散射角: 31×10^{-3} 0.5MeV, 45°入射辐射, 0°散射角: 22×10^{-3} 0.2MeV, 45°入射辐射, 0°散射角: 36×10^{-3}	GBZ/T201.2—2011 附录 B 表 B.5、B.6 查出
注: X 射线经过屏蔽墙体入射的患者散射辐射, 通常取 0.5MeV; 在防护门处的散射辐射能量约为 0.2MeV (GBZ/T201.2—2011 5.2.6.1)				

表 11-2 居留因子的选取

场所	居留因子 (T)		示例
	典型值	范围	
全居留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制室、护士站、移动式电子加速器的相邻手术室与诊室、咨询台、有人护理的候诊室及周边建筑物中的驻留区
部分居留	1/4	1/2-1/5	1/2: 与屏蔽室相邻的患者检查室 1/5: 走廊、工作人员休息室
偶然居留	1/16	1/8-1/40	1/8: 各治疗机房房门外 30cm 处、相邻的 (共用屏蔽墙) 放射诊疗机房 1/20: 公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室 1/40: 仅有来往行人车辆的户外区域、无人看管的停车场, 车辆自动卸货/卸客区域、楼梯、无人看管的电梯

续表 11 环境影响分析

11.2.3 剂量率和屏蔽墙厚的确定原则

对于主屏蔽墙，屏蔽防护计算只考虑主射线照射情况下的防护；对于次屏蔽墙，则需考虑漏射线和患者一次散射情况下的防护。对于考虑漏射和散射的复合屏蔽区，以瞬时剂量率控制水平的一半，作为导出剂量率参考控制水平进行估算。

在计算散射和泄漏辐射所需的屏蔽厚度时，如果两者的厚度相差大于一个十分之一值厚度，则其中较厚的一个厚度，即可作为次级防护屏障的厚度。如若两者的厚度相差不到一个十分之一值厚度，那么在其中较厚的一个厚度上再添加一个半值厚度，作为总的次级防护屏障厚度。

11.3 核算结果

本项目 10 间直线加速器机房的的地面之下均为夯实土层，1#~4#直线加速器机房的北墙均为夯实土层，人员无法到达，因此本次评价不进行上述部分的屏蔽效果核算。若日后北墙毗邻的土层区域加以利用，应对机房北侧的防护效果重新进行核算验证。

根据计算公式与选定的计算参数，本项目 10 间直线加速器机房各关注点的剂量率参考控制水平见表 11-3，各屏蔽体的屏蔽防护核算结果见表 11-4，主屏蔽区宽度的核算结果见表 11-5。

续表 11 环境影响分析

表 11-3 各关注点的剂量率参考控制水平一览表									
射线类型	关注点位	场所名称	周剂量参控制水平 H_e ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)	周工作负荷 t (h/周, 考虑调强因子 $N=5$)	使用因子 U	居留因子 T	导出剂量率 \dot{H}_c ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	$H_{\text{C, max}}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	关注点的剂量率参考控制水平 \dot{H}_c ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)
1#直线加速器机房									
有用线束	A ₁	2#直线加速器机房	5	10	1/4	1/8	16	10	10
散、漏射线	B ₁₁	2#直线加速器机房	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
散、漏射线	B ₁₂	2#直线加速器机房	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
有用线束	C ₁	过道	5	10	1/4	1/5	10	10	10
散、漏射线	D ₁₁	水机房	5	50	1	1/20	20	10	10
散、漏射线	D ₁₂	医物室	5	50	1	1/5	0.5	10	0.5
漏射线	E ₁	控制室	100	50	1	1	2	2.5	2
漏射线	F ₁	控制室	100	50	1	1	2	2.5	2
漏射线	G ₁	过道	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
有用线束	I ₁	CT 室、控制室	5	10	1/4	1	2	2.5	2
散、漏射线	J ₁₁	候诊区、控制室等	5	50	1	1	0.1	2.5	0.1

续表 11 环境影响分析

散、漏射线	J ₁₂	候诊区、控制室等	5	50	1	1	0.1	2.5	0.1
2#直线加速器机房									
有用线束	A ₂	3#直线加速器机房	5	10	1/4	1/8	16	10	10
散、漏射线	B ₂₁	3#直线加速器机房	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
散、漏射线	B ₂₂	3#直线加速器机房	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
有用线束	C ₂	1#直线加速器机房	5	10	1/4	1/8	16	10	10
散、漏射线	D ₂₁	1#直线加速器机房	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
散、漏射线	D ₂₂	1#直线加速器机房	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
漏射线	E ₂	控制室	100	50	1	1	2	2.5	2
漏射线	F ₂	控制室	100	50	1	1	2	2.5	2
漏射线	G ₂	过道	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
有用线束	I ₂	CT室、控制室	5	10	1/4	1	2	2.5	2
散、漏射线	J ₂₁	候诊区、控制室等	5	50	1	1	0.1	2.5	0.1
散、漏射线	J ₂₂	候诊区、控制室等	5	50	1	1	0.1	2.5	0.1
3#直线加速器机房									
有用线束	A ₃	4#直线加速器机房	5	10	1/4	1/8	16	10	10

续表 11 环境影响分析

散、漏射线	B ₃₁	4#直线加速器机房	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
散、漏射线	B ₃₂	4#直线加速器机房	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
有用线束	C ₃	2#直线加速器机房	5	10	1/4	1/8	16	10	10
散、漏射线	D ₃₁	2#直线加速器机房	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
散、漏射线	D ₃₂	2#直线加速器机房	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
漏射线	E ₃	控制室	100	50	1	1	2	2.5	2
漏射线	F ₃	控制室	100	50	1	1	2	2.5	2
漏射线	G ₃	过道	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
有用线束	I ₃	MR 室、控制室	5	10	1/4	1	2	2.5	2
散、漏射线	J ₃₁	MR 室、控制室、 候诊区	5	50	1	1	0.1	2.5	0.1
散、漏射线	J ₃₂	MR 室、控制室、 候诊区	5	50	1	1	0.1	2.5	0.1
4#直线加速器机房									
有用线束	A ₄	过道	5	10	1/4	1/2	4	10	4
散、漏射线	B ₄₁	水机房	5	50	1	1/20	20	10	10
散、漏射线	B ₄₂	楼梯间	5	50	1	1/40	4	10	4

续表 11 环境影响分析

有用线束	C ₄	3#直线加速器机房	5	10	1/4	1/8	16	10	10
散、漏射线	D ₄₁	3#直线加速器机房	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
散、漏射线	D ₄₂	3#直线加速器机房	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
漏射线	E ₄	控制室	100	50	1	1	2	2.5	2
漏射线	F ₄	控制室	100	50	1	1	2	2.5	2
漏射线	G ₄	过道	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
有用线束	I ₄	工作人员办公区	5	10	1/4	1	2	2.5	2
散、漏射线	J ₄₁	工作人员办公区、 设备室、送风机房	5	50	1	1	0.1	2.5	0.1
散、漏射线	J ₄₂	工作人员办公区、 设备室、送风机房	5	50	1	1	0.1	2.5	0.1
5#直线加速器机房									
有用线束	A ₅	6#直线加速器机房	5	10	1/4	1/8	16	10	10
散、漏射线	B ₅₁	6#直线加速器机房	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
散、漏射线	B ₅₂	6#直线加速器机房	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
有用线束	C ₅	过道	5	10	1/4	1/2	4	10	4
散、漏射线	D ₅₁	过道	5	50	1	1/2	0.2	10	0.2

续表 11 环境影响分析

散、漏射线	D ₅₂	过道	5	50	1	1/2	0.2	10	0.2
漏射线	E ₅	控制室	100	50	1	1	2	2.5	2
漏射线	F ₅	控制室	100	50	1	1	2	2.5	2
漏射线	G ₅	过道	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
漏射线	H ₅	过道	5	50	1	1/5	0.5	10	0.5
有用线束	I ₅	收费、信息管理、排队预约、接待中心	5	10	1/4	1	2	2.5	2
散、漏射线	J ₅₁	收费、信息管理、排队预约、接待中心	5	50	1	1	0.1	2.5	0.1
散、漏射线	J ₅₂	收费、信息管理、排队预约、接待中心	5	50	1	1	0.1	2.5	0.1
6#直线加速器机房									
有用线束	A ₆	7#直线加速器机房	5	10	1/4	1/8	16	10	10
散、漏射线	B ₆₁	7#直线加速器机房	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
散、漏射线	B ₆₂	7#直线加速器机房	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
有用线束	C ₆	5#直线加速器机房	5	10	1/4	1/8	16	10	10
散、漏射线	D ₆₁	5#直线加速器机房	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
散、漏射线	D ₆₂	5#直线加速器机房	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8

续表 11 环境影响分析

漏射线	E ₆	控制室	100	50	1	1	2	2.5	2
漏射线	F ₆	控制室	100	50	1	1	2	2.5	2
漏射线	G ₆	过道	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
漏射线	H ₆	水机房	5	50	1	1/20	20	10	10
有用线束	I ₆	收费、信息管理、排队预约、接待中心	5	10	1/4	1	2	2.5	2
散、漏射线	J ₆₁	收费、信息管理、排队预约、接待中心	5	50	1	1	0.1	2.5	0.1
散、漏射线	J ₆₂	收费、信息管理、排队预约、接待中心	5	50	1	1	0.1	2.5	0.1
7#直线加速器机房									
有用线束	A ₇	8#直线加速器机房	5	10	1/4	1/8	16	10	10
散、漏射线	B ₇₁	8#直线加速器机房	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
散、漏射线	B ₇₂	8#直线加速器机房	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
有用线束	C ₇	6#直线加速器机房	5	10	1/4	1/8	16	10	10
散、漏射线	D ₇₁	6#直线加速器机房	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
散、漏射线	D ₇₂	6#直线加速器机房	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
漏射线	E ₇	控制室	100	50	1	1	2	2.5	2

续表 11 环境影响分析

漏射线	F ₇	控制室	100	50	1	1	2	2.5	2
漏射线	G ₇	过道	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
漏射线	H ₇	水机房	5	50	1	1/20	20	10	10
有用线束	I ₇	收费、信息管理、排队预约、接待中心	5	10	1/4	1	2	2.5	2
散、漏射线	J ₇₁	收费、信息管理、排队预约、接待中心	5	50	1	1	0.1	2.5	0.1
散、漏射线	J ₇₂	收费、信息管理、排队预约、接待中心	5	50	1	1	0.1	2.5	0.1
8#直线加速器机房									
有用线束	A ₈	9#直线加速器机房	5	10	1/4	1/8	16	10	10
散、漏射线	B ₈₁	控制室	5	50	1	1	0.1	10	0.1
散、漏射线	B ₈₂	9#直线加速器机房	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
有用线束	C ₈	7#直线加速器机房	5	10	1/4	1/8	16	10	10
散、漏射线	D ₈₁	7#直线加速器机房	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
散、漏射线	D ₈₂	7#直线加速器机房	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
漏射线	E ₈	控制室	100	50	1	1	2	2.5	2
漏射线	F ₈	控制室	100	50	1	1	2	2.5	2

续表 11 环境影响分析

漏射线	G ₈	过道	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
漏射线	H ₈	水机房	5	50	1	1/20	20	10	10
有用线束	I ₈	CT室、控制室	5	10	1/4	1	2	2.5	2
散、漏射线	J ₈₁	放疗候诊区、控制室等	5	50	1	1	0.1	2.5	0.1
散、漏射线	J ₈₂	放疗候诊区、控制室等	5	50	1	1	0.1	2.5	0.1
9#直线加速器机房									
有用线束	A ₉	10#直线加速器机房	5	10	1/4	1/8	16	10	10
散、漏射线	B ₉₁	10#直线加速器机房	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
散、漏射线	B ₉₂	10#直线加速器机房	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
有用线束	C ₉	水机房	5	10	1/4	1/20	400	10	10
散、漏射线	D ₉₁	8#直线加速器机房	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
散、漏射线	D ₉₂	计划室	5	50	1	1	0.1	10	0.1
漏射线	E ₉	控制室	100	50	1	1	2	2.5	2
漏射线	F ₉	控制室	100	50	1	1	2	2.5	2
漏射线	G ₉	过道	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
漏射线	H ₉	库房	5	50	1	1/20	20	10	10

续表 11 环境影响分析

有用线束	I ₉	收费、信息管理、排队预约、接待中心	5	10	1/4	1	2	2.5	2
散、漏射线	J ₉₁	收费、信息管理、排队预约、接待中心	5	50	1	1	0.1	2.5	0.1
散、漏射线	J ₉₂	收费、信息管理、排队预约、接待中心	5	50	1	1	0.1	2.5	0.1
10#直线加速器机房									
有用线束	A ₁₀	过道	5	10	1/4	1/5	10	10	10
散、漏射线	B ₁₀₁	过道	5	50	1	1/5	0.5	10	0.5
散、漏射线	B ₁₀₂	过道	5	50	1	1/5	0.5	10	0.5
有用线束	C ₁₀	9#直线加速器机房	5	10	1/4	1/8	16	10	10
散、漏射线	D ₁₀₁	9#直线加速器机房	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
散、漏射线	D ₁₀₂	9#直线加速器机房	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
漏射线	E ₁₀	控制室	100	50	1	1	2	2.5	2
漏射线	F ₁₀	控制室	100	50	1	1	2	2.5	2
漏射线	G ₁₀	过道	5	50	1	1/8	0.8	10	0.8
漏射线	H ₁₀	更衣室	5	50	1	1/20	20	10	10
有用线束	I ₁₀	收费、信息管理、排队预约、接待中心	5	10	1/4	1	2	2.5	2

续表 11 环境影响分析

散、漏射线	J ₁₀₁	收费、信息管理、排队预约、接待中心	5	50	1	1	0.1	2.5	0.1
散、漏射线	J ₁₀₂	收费、信息管理、排队预约、接待中心	5	50	1	1	0.1	2.5	0.1

续表 11 环境影响分析

表 11-4 本项目 10 间直线加速器机房各屏蔽体的屏蔽防护厚度核实结果

屏蔽墙体	射线类型	关注点	场所名称	关注点的剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	距离 R (m)	计算厚度 (mm)			设计混凝土厚度 (mm, 重晶石混凝土均已转换为普通混凝土的厚度)	设计厚度下墙体外的瞬时剂量 ($\mu\text{Sv/h}$)	设计条件下是否满足辐射屏蔽要求
						15MV	10MV	实际所需混凝土厚度			
1#直线加速器机房											
东侧主屏蔽墙	有用线束	A ₁	2#直线加速器机房	10	7.3	2420	2420	2420	3000	<0.39	是
东侧次屏蔽墙	散、漏射线	B ₁₁	2#直线加速器机房	0.4	6.5	1456	1460	1460	1700	<0.02	是
东侧次屏蔽墙	散、漏射线	B ₁₂	2#直线加速器机房	0.4	7.5	1423	1430	1430	1700	<0.02	是
西侧主屏蔽墙	有用线束	C ₁	过道	10	7.3	2420	2420	2420	3000	<0.39	是
西侧次屏蔽墙	散、漏射线	D ₁₁	水机房	5	5.3	1209	1237	1237	1700	<0.03	是
西侧次屏蔽墙	散、漏射线	D ₁₂	医物室	0.25	6.4	1515	1513	1515	1700	<0.02	是
侧屏蔽墙	漏射线	E ₁	控制室	2	11	1077	1210	1210	3200	<0.01	是
迷路外墙	漏射线	F ₁	控制室	2	11	1077	1210	1210	1700	<0.05	是
迷路内墙	漏射线	G ₁	过道	0.2	11	1218	1316	1316	1500	<0.04	是
顶棚主屏蔽墙	有用线束	I ₁	CT室、控制室	2	6.5	2748	2716	2748	2900	<0.85	是
顶棚次屏蔽墙	散、漏射线	J ₁₁	候诊区、控制室等	0.05	5.2	1751	1726	1726	1800	<0.01	是
顶棚次屏蔽墙	散、漏射线	J ₁₂	候诊区、控制室等	0.05	5.2	1751	1726	1726	1800	<0.01	是

续表 11 环境影响分析

防护门	散、漏射线	G ₁	过道	0.8	11	15MV: 12mmPb 铅+120mm 含硼聚乙烯; 10MV: 15mmPb 铅+104mm 含硼聚乙烯			18mmPb 铅 +150mm 含硼聚 乙烯	<0.5	是
2#直线加速器机房											
东侧主屏蔽墙	有用线束	A ₂	3#直线加速器机房	10	6.7	2451	2447	2451	3000	<0.46	是
东侧次屏蔽墙	散、漏射线	B ₂₁	3#直线加速器机房	0.4	5.9	1479	1480	1480	1700	<0.03	是
东侧次屏蔽墙	散、漏射线	B ₂₂	3#直线加速器机房	0.4	6.7	1449	1454	1454	1700	<0.02	是
西侧主屏蔽墙	有用线束	C ₂	1#直线加速器机房	10	7.3	2420	2420	2420	3000	<0.39	是
西侧次屏蔽墙	散、漏射线	D ₂₁	1#直线加速器机房	0.4	5.9	1479	1480	1480	1700	<0.03	是
西侧次屏蔽墙	散、漏射线	D ₂₂	1#直线加速器机房	0.4	6.7	1449	1454	1454	1700	<0.02	是
侧屏蔽墙	漏射线	E ₂	控制室	2	11	1077	1210	1210	3200	<0.01	是
迷路外墙	漏射线	F ₂	控制室	2	11	1077	1210	1210	1700	<0.05	是
迷路内墙	漏射线	G ₂	过道	0.2	11	1218	1316	1316	1500	<0.04	是
顶棚主屏蔽墙	有用线束	I ₂	CT 室、控制室	2	6.5	2748	2716	2748	2900	<0.85	是
顶棚次屏蔽墙	散、漏射线	J ₂₁	候诊区、控制室等	0.05	5.2	1751	1726	1726	1800	<0.01	是
顶棚次屏蔽墙	散、漏射线	J ₂₂	候诊区、控制室等	0.05	5.2	1751	1726	1726	1800	<0.01	是
防护门	散、漏射线	G ₁	过道	0.8	11	15MV: 12mmPb 铅+120mm 含硼聚乙烯; 10MV: 15mmPb 铅+104mm 含硼聚乙烯			18mmPb 铅 +150mm 含硼聚 乙烯	<0.5	是

续表 11 环境影响分析

3#直线加速器机房											
东侧主屏蔽墙	有用线束	A ₃	4#直线加速器机房	10	7.2	2425	2424	2425	3000	<0.40	是
东侧次屏蔽墙	散、漏射线	B ₃₁	4#直线加速器机房	0.4	5.9	1479	1480	1480	1700	<0.03	是
东侧次屏蔽墙	散、漏射线	B ₃₂	4#直线加速器机房	0.4	6.8	1446	1450	1450	1700	<0.02	是
西侧主屏蔽墙	有用线束	C ₃	2#直线加速器机房	10	6.6	2456	2452	2456	3000	<0.33	是
西侧次屏蔽墙	散、漏射线	D ₃₁	2#直线加速器机房	0.4	5.9	1479	1480	1480	1700	<0.03	是
西侧次屏蔽墙	散、漏射线	D ₃₂	2#直线加速器机房	0.4	6.8	1446	1450	1450	1700	<0.02	是
侧屏蔽墙	漏射线	E ₃	控制室	2	11	1077	1210	1210	3200	<0.01	是
迷路外墙	漏射线	F ₃	控制室	2	11	1077	1210	1210	1700	<0.05	是
迷路内墙	漏射线	G ₃	过道	0.2	11	1218	1316	1316	1500	<0.04	是
顶棚主屏蔽墙	有用线束	I ₃	MR室、控制室	2	6.5	2748	2716	2748	2900	<0.85	是
顶棚次屏蔽墙	散、漏射线	J ₃₁	MR室、控制室、候诊区	0.05	5.2	1751	1726	1726	1800	<0.01	是
顶棚次屏蔽墙	散、漏射线	J ₃₂	MR室、控制室、候诊区	0.05	5.2	1751	1726	1726	1800	<0.01	是
防护门	散、漏射线	G ₁	过道	0.8	11	15MV: 12mmPb 铅+120mm 含硼聚乙烯; 10MV: 15mmPb 铅+104mm 含硼聚乙烯			18mmPb 铅 +150mm 含硼聚乙烯	<0.5	是
4#直线加速器机房											
东侧主屏蔽墙	有用线束	A ₄	过道	4	7.3	2583	2567	2583	3000	<0.40	是

续表 11 环境影响分析

东侧次屏蔽墙	散、漏射线	B ₄₁	水机房	5	5.6	1196	1225	1225	1700	<0.03	是
东侧次屏蔽墙	散、漏射线	B ₄₂	楼梯间	2	5.5	1307	1326	1326	1700	<0.03	是
西侧主屏蔽墙	有用线束	C ₄	3#直线加速器机房	10	7.3	2420	2420	2420	3000	<0.39	是
西侧次屏蔽墙	散、漏射线	D ₄₁	3#直线加速器机房	0.4	6.4	1460	1463	1463	1700	<0.02	是
西侧次屏蔽墙	散、漏射线	D ₄₂	3#直线加速器机房	0.4	7.2	1432	1438	1438	1700	<0.02	是
侧屏蔽墙	漏射线	E ₄	控制室	2	11	1077	1210	1210	3200	<0.01	是
迷路外墙	漏射线	F ₄	控制室	2	11	1077	1210	1210	1700	<0.05	是
迷路内墙	漏射线	G ₄	过道	0.2	11	1218	1316	1316	1500	<0.04	是
顶棚主屏蔽墙	有用线束	I ₄	工作人员办公区	2	6.5	2748	2716	2748	2900	<0.85	是
顶棚次屏蔽墙	散、漏射线	J ₄₁	工作人员办公区、设备室、送风机房	0.05	5.2	1751	1726	1726	1800	<0.01	是
顶棚次屏蔽墙	散、漏射线	J ₄₂	工作人员办公区、设备室、送风机房	0.05	5.2	1751	1726	1726	1800	<0.01	是
防护门	散、漏射线	G ₁	过道	0.8	11	15MV: 12mmPb 铅+120mm 含硼聚乙烯; 10MV: 15mmPb 铅+104mm 含硼聚乙烯		18mmPb 铅 +150mm 含硼聚乙烯	<0.5	是	
5#直线加速器机房											
东侧主屏蔽墙	有用线束	A ₅	6#直线加速器机房	10	6.7	2451	2447	2451	3064	<0.32	是
东侧次屏蔽墙	散、漏射线	B ₅₁	6#直线加速器机房	0.4	6.1	1471	1473	1473	2170	<0.01	是
东侧次屏蔽墙	散、漏射线	B ₅₂	6#直线加速器机房	0.4	5.9	1479	1480	1480	2170	<0.01	是

续表 11 环境影响分析

西侧主屏蔽墙	有用线束	C ₅	过道	4	6.7	2614	2595	2614	3064	<0.22	是
西侧次屏蔽墙	散、漏射线	D ₅₁	过道	0.1	7.4	1588	1579	1588	2170	<0.01	是
西侧次屏蔽墙	散、漏射线	D ₅₂	过道	0.1	6.9	1604	1593	1604	2170	<0.01	是
侧屏蔽墙	漏射线	E ₅	控制室	2	9.7	1113	1244	1244	3064	<0.01	是
迷路外墙	漏射线	F ₅	控制室	2	9.7	1113	1244	1244	2170	<0.01	是
迷路内墙	漏射线	G ₅	过道	0.2	9.7	1250	1346	1346	1915	<0.01	是
侧屏蔽墙	漏射线	H ₅	过道	0.5	6	1449	1560	1560	2043	<0.10	是
顶棚主屏蔽墙	有用线束	I ₅	收费、信息管理、排队 预约、接待中心	2	6.5	2748	2716	2748	2900	<0.85	是
顶棚次屏蔽墙	散、漏射线	J ₅₁	收费、信息管理、排队 预约、接待中心	0.05	5.2	1751	1726	1726	1800	<0.01	是
顶棚次屏蔽墙	散、漏射线	J ₅₂	收费、信息管理、排队 预约、接待中心	0.05	5.2	1751	1726	1726	1800	<0.01	是
防护门	散、漏射线	G ₁	过道	0.8	11	15MV: 13mmPb 铅+123mm 含硼聚乙烯; 10MV: 16mmPb 铅+106mm 含硼聚乙烯			18mmPb 铅 +150mm 含硼聚 乙烯	<0.5	是
6#直线加速器机房											
东侧主屏蔽墙	有用线束	A ₆	7#直线加速器机房	10	6.7	2451	2447	2451	3064	<0.32	是
东侧次屏蔽墙	散、漏射线	B ₆₁	7#直线加速器机房	0.4	6.1	1471	1473	1473	2170	<0.01	是
东侧次屏蔽墙	散、漏射线	B ₆₂	7#直线加速器机房	0.4	5.9	1479	1480	1480	2170	<0.01	是

续表 11 环境影响分析

西侧主屏蔽墙	有用线束	C ₆	5#直线加速器机房	10	6.7	2451	2447	2451	3064	<0.22	是
西侧次屏蔽墙	散、漏射线	D ₆₁	5#直线加速器机房	0.4	6.1	1471	1473	1473	2170	<0.01	是
西侧次屏蔽墙	散、漏射线	D ₆₂	5#直线加速器机房	0.4	5.9	1479	1480	1480	2170	<0.01	是
侧屏蔽墙	漏射线	E ₆	控制室	2	9.7	1113	1244	1244	3064	<0.01	是
迷路外墙	漏射线	F ₆	控制室	2	9.7	1113	1244	1244	2170	<0.01	是
迷路内墙	漏射线	G ₆	过道	0.2	9.7	1250	1346	1346	1915	<0.01	是
侧屏蔽墙	漏射线	H ₆	水机房	10	6	1020	1157	1157	2043	<0.10	是
顶棚主屏蔽墙	有用线束	I ₆	收费、信息管理、排队 预约、接待中心	2	6.5	2748	2716	2748	2900	<0.85	是
顶棚次屏蔽墙	散、漏射线	J ₆₁	收费、信息管理、排队 预约、接待中心	0.05	5.2	1751	1726	1726	1800	<0.01	是
顶棚次屏蔽墙	散、漏射线	J ₆₂	收费、信息管理、排队 预约、接待中心	0.05	5.2	1751	1726	1726	1800	<0.01	是
防护门	散、漏射线	G ₁	过道	0.8	11	15MV: 13mmPb 铅+123mm 含硼聚乙烯; 10MV: 16mmPb 铅+106mm 含硼聚乙烯			18mmPb 铅 +150mm 含硼聚 乙烯	<0.5	是
7#直线加速器机房											
东侧主屏蔽墙	有用线束	A ₇	8#直线加速器机房	10	6.7	2451	2447	2451	3064	<0.32	是
东侧次屏蔽墙	散、漏射线	B ₇₁	8#直线加速器机房	0.4	6.1	1471	1473	1473	2170	<0.01	是
东侧次屏蔽墙	散、漏射线	B ₇₂	8#直线加速器机房	0.4	5.9	1479	1480	1480	2170	<0.01	是

续表 11 环境影响分析

西侧主屏蔽墙	有用线束	C ₇	6#直线加速器机房	10	6.7	2451	2447	2451	3064	<0.22	是
西侧次屏蔽墙	散、漏射线	D ₇₁	6#直线加速器机房	0.4	6.1	1471	1473	1473	2170	<0.01	是
西侧次屏蔽墙	散、漏射线	D ₇₂	6#直线加速器机房	0.4	5.9	1479	1480	1480	2170	<0.01	是
侧屏蔽墙	漏射线	E ₇	控制室	2	9.7	1113	1244	1244	3064	<0.01	是
迷路外墙	漏射线	F ₇	控制室	2	9.7	1113	1244	1244	2170	<0.01	是
迷路内墙	漏射线	G ₇	过道	0.2	9.7	1250	1346	1346	1915	<0.01	是
侧屏蔽墙	漏射线	H ₇	水机房	10	6	1020	1157	1157	2043	<0.10	是
顶棚主屏蔽墙	有用线束	I ₇	收费、信息管理、排队 预约、接待中心	2	6.5	2748	2716	2748	2900	<0.85	是
顶棚次屏蔽墙	散、漏射线	J ₇₁	收费、信息管理、排队 预约、接待中心	0.05	5.2	1751	1726	1726	1800	<0.01	是
顶棚次屏蔽墙	散、漏射线	J ₇₂	收费、信息管理、排队 预约、接待中心	0.05	5.2	1751	1726	1726	1800	<0.01	是
防护门	散、漏射线	G ₁	过道	0.8	11	15MV: 13mmPb 铅+123mm 含硼聚乙烯; 10MV: 16mmPb 铅+106mm 含硼聚乙烯		18mmPb 铅 +150mm 含硼聚 乙烯	<0.5	是	
8#直线加速器机房											
东侧主屏蔽墙	有用线束	A ₈	9#直线加速器机房	10	6.7	2451	2447	2451	3064	<0.32	是
东侧次屏蔽墙	散、漏射线	B ₈₁	控制室	0.05	6	1717	1696	1717	2170	<0.01	是
东侧次屏蔽墙	散、漏射线	B ₈₂	9#直线加速器机房	0.4	5.9	1479	1480	1480	2170	<0.01	是

续表 11 环境影响分析

西侧主屏蔽墙	有用线束	C ₈	7#直线加速器机房	10	6.7	2451	2447	2451	3064	<0.22	是
西侧次屏蔽墙	散、漏射线	D ₈₁	7#直线加速器机房	0.4	6	1475	1477	1477	2170	<0.01	是
西侧次屏蔽墙	散、漏射线	D ₈₂	7#直线加速器机房	0.4	5.9	1479	1480	1480	2170	<0.01	是
侧屏蔽墙	漏射线	E ₈	控制室	2	9.7	1113	1244	1244	3064	<0.01	是
迷路外墙	漏射线	F ₈	控制室	2	9.7	1113	1244	1244	2170	<0.01	是
迷路内墙	漏射线	G ₈	过道	0.2	9.7	1250	1346	1346	1915	<0.01	是
侧屏蔽墙	漏射线	H ₈	水机房	10	6	1020	1157	1157	2043	<0.10	是
顶棚主屏蔽墙	有用线束	I ₈	CT室、控制室	2	6.5	2748	2716	2748	2900	<0.85	是
顶棚次屏蔽墙	散、漏射线	J ₈₁	放疗候诊区、控制室等	0.05	5.2	1751	1726	1726	1800	<0.01	是
顶棚次屏蔽墙	散、漏射线	J ₈₂	放疗候诊区、控制室等	0.05	5.2	1751	1726	1726	1800	<0.01	是
防护门	散、漏射线	G ₁	过道	0.8	11	15MV: 13mmPb 铅+123mm 含硼聚乙烯; 10MV: 16mmPb 铅+106mm 含硼聚乙烯			18mmPb 铅 +150mm 含硼聚 乙烯	<0.5	是
9#直线加速器机房											
东侧主屏蔽墙	有用线束	A ₉	10#直线加速器机房	10	6.7	2451	2447	2451	3064	<0.32	是
东侧次屏蔽墙	散、漏射线	B ₉₁	10#直线加速器机房	0.4	6.2	1467	1470	1470	2170	<0.01	是
东侧次屏蔽墙	散、漏射线	B ₉₂	10#直线加速器机房	0.4	5.9	1479	1480	1480	2170	<0.01	是
西侧主屏蔽墙	有用线束	C ₉	水机房	10	6.7	2451	2447	2451	3064	<0.22	是
西侧次屏蔽墙	散、漏射线	D ₉₁	8#直线加速器机房	0.4	6.2	1467	1470	1470	2170	<0.01	是
西侧次屏蔽墙	散、漏射线	D ₉₂	计划室	0.05	6.8	1688	1669	1669	2170	<0.01	是

续表 11 环境影响分析

侧屏蔽墙	漏射线	E ₉	控制室	2	9.7	1113	1244	1244	3064	<0.01	是
迷路外墙	漏射线	F ₉	控制室	2	9.7	1113	1244	1244	2170	<0.01	是
迷路内墙	漏射线	G ₉	过道	0.2	9.7	1250	1346	1346	1915	<0.01	是
侧屏蔽墙	漏射线	H ₉	库房	10	6	1020	1157	1157	2043	<0.10	是
顶棚主屏蔽墙	有用线束	I ₉	收费、信息管理、排队 预约、接待中心	2	6.5	2748	2716	2748	2900	<0.85	是
顶棚次屏蔽墙	散、漏射线	J ₉₁	收费、信息管理、排队 预约、接待中心	0.05	5.2	1751	1726	1726	1800	<0.01	是
顶棚次屏蔽墙	散、漏射线	J ₉₂	收费、信息管理、排队 预约、接待中心	0.05	5.2	1751	1726	1726	1800	<0.01	是
防护门	散、漏射线	G ₁	过道	0.8	11	15MV: 13mmPb 铅+123mm 含硼聚乙烯; 10MV: 16mmPb 铅+106mm 含硼聚乙烯			18mmPb 铅 +150mm 含硼聚 乙烯	<0.5	是
10#直线加速器机房											
东侧主屏蔽墙	有用线束	A ₁₀	过道	10	6.7	2451	2447	2451	3064	<0.32	是
东侧次屏蔽墙	散、漏射线	B ₁₀₁	过道	0.25	7.5	1478	1479	1479	2170	<0.01	是
东侧次屏蔽墙	散、漏射线	B ₁₀₂	过道	0.25	6.8	1500	1500	1500	2170	<0.01	是
西侧主屏蔽墙	有用线束	C ₁₀	9#直线加速器机房	10	6.7	2451	2447	2451	3064	<0.22	是
西侧次屏蔽墙	散、漏射线	D ₁₀₁	9#直线加速器机房	0.4	6.1	1479	1480	1480	2170	<0.01	是
西侧次屏蔽墙	散、漏射线	D ₁₀₂	9#直线加速器机房	0.4	5.9	1479	1480	1480	2170	<0.01	是

续表 11 环境影响分析

侧屏蔽墙	漏射线	E ₁₀	控制室	2	9.7	1113	1244	1244	3064	<0.01	是
迷路外墙	漏射线	F ₁₀	控制室	2	9.7	1113	1244	1244	2170	<0.01	是
迷路内墙	漏射线	G ₁₀	过道	0.2	9.7	1250	1346	1346	1915	<0.01	是
侧屏蔽墙	漏射线	H ₁₀	更衣室	10	6	1020	1157	1157	2043	<0.10	是
顶棚主屏蔽墙	有用线束	I ₁₀	收费、信息管理、排队 预约、接待中心	2	6.5	2748	2716	2748	2900	<0.85	是
顶棚次屏蔽墙	散、漏射线	J ₁₀₁	收费、信息管理、排队 预约、接待中心	0.05	5.2	1751	1726	1726	1800	<0.01	是
顶棚次屏蔽墙	散、漏射线	J ₁₀₂	收费、信息管理、排队 预约、接待中心	0.05	5.2	1751	1726	1726	1800	<0.01	是
防护门	散、漏射线	G ₁	过道	0.8	11	15MV: 13mmPb 铅+123mm 含硼聚乙烯; 10MV: 16mmPb 铅+106mm 含硼聚乙烯			18mmPb 铅 +150mm 含硼聚 乙烯	<0.5	是

注：①对于考虑漏射和散射的复合屏蔽区，以瞬时剂量率控制水平的一半，作为导出剂量率参考控制水平进行估算；②迷路内墙处以瞬时剂量率控制水平的 1/4，作为导出剂量率参考控制水平进行估算；③重晶石混凝土的密度为 3.0g/cm³，普通混凝土的密度为 2.35g/cm³，5~10#直线加速器机房四周墙体、迷路的重晶石混凝土厚度已按照“ $\rho \times 3.0/2.35$ ”转换为普通混凝土的厚度。

续表 11 环境影响分析

表 11-5 本项目 10 间直线加速器机房主屏蔽区宽度计算结果一览表							
机房	主屏蔽体	类型	取值	计算所需宽度(cm)	综合所需宽度 (cm)	设计宽度 (cm)	是否满足要求
1#直线加速器机房	东墙	内凸	a=3m	259	409	650	是
		外凸	a=6m	409			
	西墙	外凸	a=6m	409	409	650	是
	顶棚	外凸	a=5.2m	309	309	500	是
2#直线加速器机房	东墙	内凸	a=3m	259	379	650	是
		外凸	a=5.4m	379			
	西墙	内凸	a=3m	259	409	650	是
		外凸	a=6m	409			
顶棚	外凸	a=5.2m	309	309	500	是	
3#直线加速器机房	东墙	内凸	a=3m	259	409	650	是
		外凸	a=6m	409			
	西墙	内凸	a=3m	259	379	650	是
		外凸	a=5.4m	379			
顶棚	外凸	a=5.2m	309	309	500	是	
4#直线加速器机房	东墙	外凸	a=6m	409	409	550	是
	西墙	内凸	a=3m	259	409	650	是
		外凸	a=6m	409			
顶棚	外凸	a=5.2m	309	309	500	是	
5#~7#直线加速器机房	东墙	内凸	a=3m	259	379	545	是
	东墙	外凸	a=5.4m	379			
	西墙	内凸	a=3m	259	379	545	是
		外凸	a=5.4m	379			
顶棚	外凸	a=5.2m	309	309	500	是	
8#直线加速器机房	东墙	内凸	a=3m	259	379	585	是
		外凸	a=5.4m	379			
	西墙	内凸	a=3m	259	379	545	是
		外凸	a=5.4m	379			
顶棚	外凸	a=5.2m	309	309	500	是	
9#直线加速器机房	东墙	内凸	a=3m	259	409	553	是
		外凸	a=6m	409			
	西墙	内凸	a=3m	259	379	545	是
		外凸	a=5.4m	379			
顶棚	外凸	a=5.2m	309	309	500	是	
10#直线加速器机房	东墙	外凸	a=6m	409	409	555	是
	西墙	内凸	a=3m	259	409	553	是
		外凸	a=6m	409			
顶棚	外凸	a=5.2m	309	309	500	是	

注：上表格中计算取值：SAD=1m； $\theta=14^\circ$ 。

续表 11 环境影响分析

考虑相邻机房辐射剂量叠加影响,左侧直线加速器机房的东侧主屏蔽墙与右侧直线加速器机房的西侧主屏蔽墙共用,主屏蔽墙体设计为 3000mm 普通混凝土或者 2400mm 重晶石混凝土,副屏蔽墙体设计为 1700mm 普通混凝土或者 1700mm 重晶石混凝土。

根据表 11-3 中的“关注点的剂量率参考控制水平($\mu\text{Sv/h}$)”以及表 11-4 中的“设计厚度下墙体外的瞬时剂量率($\mu\text{Sv/h}$)”可知,相邻机房的剂量率参考控制水平:主屏蔽区为 $10\mu\text{Sv/h}$,副屏蔽区为 $0.4\mu\text{Sv/h}$ 。经过设计厚度的屏蔽后,主屏蔽区的瞬时剂量率可降低至 $0.46\mu\text{Sv/h}$ 及以下,副屏蔽区的瞬时剂量率可降低至 $0.03\mu\text{Sv/h}$ 及以下,即使考虑了相邻机房辐射能量的叠加影响,叠加后的剂量率水平仍能保证低于剂量率参考控制水平。根据辐射剂量率与距离的平方成反比,其他直线加速器机房(非相邻的)对机房的辐射影响可忽略不计。

综上所述,本项目 10 间直线加速器机房现有的墙体设计厚度及防护门厚度均能满足《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)的要求。

11.4 感生放射性分析

本项目 10 间直线加速器机房内均拟安装 X 射线最大能量为 15MV 的医用电子直线加速器,且南边 6 间直线加速器机房的四侧墙体、迷道均采用重晶石混凝土浇筑(密度 $\rho = 3.0\text{g/cm}^3$)。

且各机房内当使用 $\geq 10\text{MV}$ 的能量进行放射治疗时, X 射线与物质作用可能发生光核反应,产生中子,中子会使相关物质活化,产生感生放射性。由于加速器机房有足够的结构墙体屏蔽,感生放射性不会危害到屏蔽体外的人员,主要是对停机后,进入机房摆位的工作人员造成一定的影响。

本项目产生的感生放射性主要来源于以下 3 个方面:

(1) 加速器治疗头处感生放射性

加速器治疗头处的感生放射性主要来源于治疗头的结构及屏蔽物质在受到

续表 11 环境影响分析

高能射线照射后产生的放射性核素。感生放射性水平与加速器的能量、粒子类型、机头处的结构材料、照射时间、冷却时间等因素密切相关。参考文献：王庆敏.15MV 医用电子直线加速器感生放射性影响分析[J].四川环境,2010,29(5):130-132.中“使用 X 射线能量 15MV，照射野 40cm×40cm，曝光时间 1.83 分钟，停机 3 分钟后机房内摆位位置处感生放射性约为 0.714μGy/h”。

如本项目引用上述数据，按本项目每天治疗 80 位患者保守估计，年治疗人数 20000 人，摆位时间 1min，假若有 1/4 的时间是采用高于 10MV 的 X 射线进行照射，则摆位人员位置处因治疗头处感生放射性而受到的年剂量约为 0.06mSv。

(2) 治疗室空气中的感生放射性

空气中某些核素受到韧致辐射照射后诱发产生感生放射性核素，如 ¹³N、¹⁵O、¹¹C 和 ⁴¹Ar 等，这些核素的半衰期分别为 10min、2.1min、20.5min、1.8h，半衰期都较短，排至室外后很快便可衰变到忽略的水平。

对于气态感生放射性核素 ¹⁵O、¹³N 的产生率及对摆位工作人员造成的剂量，本次环评报告参考《辐射防护手册 第一分册 辐射源与屏蔽》表 3.6。

表 11-6 钨靶 X 射线在空气中感生的放射性气体 ¹⁵O、¹³N 产生率

电子束能量 (MeV)	¹³ N 生成速率	¹⁵ O (μCi/s·mA·MeV)
12	81	-
14	460	-
16	920	-
18	1280	450
20	2440	1850
22	4100	5160

本项目医用电子直线加速器的电子线能量最大为 22MeV，产生的 X 射线是

续表 11 环境影响分析

韧致辐射，其能谱是连续的。一般情况下，最大能量的份额会低于 5%，保守估算，该值采用 10%。加速器电子束流为 0.1mA，根据表 11-6 的数据，加速器运行 1.5 分钟时， ^{13}N 和 ^{15}O 的产生量为：

$$^{13}\text{N}=4100(\mu\text{Ci/s}\cdot\text{mA}\cdot\text{MeV})\times 90\text{s}\times 0.1\text{mA}\times 22\text{MeV}\times 10\%\times 78\%(\text{氮在空气中的百分比})=2.34\times 10^9\text{Bq}$$

$$^{15}\text{O}=5160(\mu\text{Ci/s}\cdot\text{mA}\cdot\text{MeV})\times 90\text{s}\times 0.1\text{mA}\times 22\text{MeV}\times 10\%\times 21\%(\text{氧在空气中的百分比})=7.9\times 10^8\text{Bq}$$

各加速器机房内拟安装的排风系统排风量达到 1800m³/h，通风 5 分钟时通风量为 150m³。经过 5 分钟的衰减后， ^{13}N 为 1.65×10⁹Bq， ^{15}O 为 1.5×10⁸Bq，此时机房内 ^{13}N 浓度为 1.1×10⁷Bq/m³， ^{15}O 浓度为 1.0×10⁶Bq/m³。则工作人员因摆位停留 1 分钟受到的照射剂量为（不考虑这 1 分钟内 ^{13}N 和 ^{15}O 的衰变）：

$$^{13}\text{N}=1.1\times 10^7\text{Bq/m}^3\times 4.3\times 10^{-17}\text{Sv}/(\text{Bq}\cdot\text{s}\cdot\text{m}^{-3})(\text{照射剂量转换因子})\times 60\text{s}=2.84\times 10^{-5}\text{mSv/次};$$

$$^{15}\text{O}=1.0\times 10^6\text{Bq/m}^3\times 4.3\times 10^{-15}\text{Sv}/(\text{Bq}\cdot\text{s}\cdot\text{m}^{-3})(\text{照射剂量转换因子})\times 60\text{s}=2.58\times 10^{-4}\text{mSv/次};$$

按本项目每天治疗 80 位患者保守估计，年治疗人数 20000 人，摆位时间 1min，假若有 1/4 的时间是采用高于 10MV 的 X 射线进行照射，则摆位人员受到的年剂量：

$$^{13}\text{N}=2.84\times 10^{-5}\text{mSv/次}\times 5000\text{次/年}=0.14\text{mSv/年};$$

$$^{15}\text{O}=2.58\times 10^{-4}\text{mSv/次}\times 5000\text{次/年}=1.29\text{mSv/年};$$

由于感生放射性气体 ^{11}C 和 ^{41}Ar 的含量很低，不进行浓度估算。

(3) 重晶石混凝土屏蔽墙产生的感生放射性

考虑到重晶石混凝土的元素组成分别为：H、O、Si、Ca、Mg、Al、Fe、Ti、Cl、Mn、V、S，重晶石混凝土的感生放射性主要是铁元素活化引起的，铁

续表 11 环境影响分析

元素在自然界中有 4 种稳定的同位素 ^{54}Fe 、 ^{56}Fe 、 ^{57}Fe 、 ^{58}Fe ，丰度分别占 5.85%、91.75%、2.12% 和 0.28%，其中 ^{56}Fe 元素丰度最高且明显高于其余 3 种之和，所以主要考虑 ^{56}Fe 的活化。在中子俘获反应中，中子与铁发生如下反应： $^{56}\text{Fe}(n, \gamma)^{56}\text{Mn}$ ， ^{56}Mn 的半衰期为 2.58 h，衰变时会放出 3 种能量分别为 0.847 MeV (占 70%)、1.811 MeV (占 20%) 和 2.113 MeV (占 10%) 的 γ 射线，这些 γ 射线对机房内工作人员可能产生一定的影响。

关于重晶石混凝土屏蔽墙中铁元素因中子活化产生的感生放射性 ^{56}Mn 剂量水平，本次环评报告主要参考文献：潘永祥，李明生，郭朝晖，程金生. 重晶石混凝土屏蔽质子放疗机房的感生放射性估算[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2020, 40(4): 321-325, DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2020.04.013。

参考文献中指出：当使用 245MeV 的质子束照射水模体（30cm×30cm×30cm，模拟人体）产生的次级中子照射重晶石混凝土屏蔽墙时（ $\rho = 3.5\text{g/cm}^3$ ），距离射线束中心轴越近，屏蔽墙的感生放射性越强；屏蔽墙前端中子活化铁元素产生的感生放射性最强，感生放射性随着屏蔽厚度增大呈指数形式减小。当质子束距离墙体 4.15m 远时，重晶石混凝土屏蔽墙中的感生放射性在距屏蔽墙 1m 处产生的周围剂量当量率为 $3.92 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$ ，对治疗机房内的工作人员产生的附加照射很小。

本项目医用电子直线加速器使用的 X 射线能量最高为 15MV，远小于质子束能量，且机房各重晶石混凝土屏蔽墙的厚度均大于 1m，由此可知，本项目使用的重晶石混凝土因中子活化而产生的感生放射性对机房内工作人员产生的附加照射很小。

综上所述，本项目重晶石混凝土墙中因中子活化而产生的感生放射性很小，主要考虑加速器治疗头处感生放射性和气态感生放射性对摆位工作人员造成的影响，分别为 0.06mSv/年、1.43mSv/年，总年剂量约为 1.49mSv，且上述计算

续表 11 环境影响分析

均为保守估算，实际接受的剂量更低。

由此可见，感生放射性对工作人员还是有一定的影响，实际运行过程中，应在不影响治疗效果的情况下尽量使用低能射线；在停机状态后 5~10min 再进入机房内；同时加强机房内的通风，以减少空气中感生放射性核素的含量。

11.5 有害气体分析

加速器在开机过程中因射线强辐射作用，在空气中会产生极少量臭氧（O₃）和微量氮氧化物（NO_x）等有害气体。参考《中华辐射医学防护》第 14 卷第 2 期：“辐射所致臭氧的估算与分析”（王时进、娄云），采用下列公示：

（1）有用射线束所致 O₃ 产额

$$P_1=2.43 \times D_0 \times (1-\cos\theta) \times R \times G \quad (11-14)$$

式中：

D₀--辐射有用束在距靶 1m 处的输出量，Gy·m²/min(本次计算取 24Gy·m²/min)；

R--靶距室壁的距离，本项目为 3m；

G--空气吸收 100eV 辐射能量产生的 O₃ 分子数，根据文献该值取 6；

θ--有用束的半张角，θ=14。

则根据计算可知，本项目加速器机房有用射线束所致 O₃ 产额 P₁ 为 31.18mg/h。

（2）泄漏辐射所致的 O₃ 产额

将泄漏辐射看成 4π 方向均匀分布的辐射源（包含有用束区限定的空间区），并考虑扫描大厅墙体的散射线使室内的臭氧产额增加 10%，臭氧的产额 P₂(mg/h) 为：

$$P_2=3.32 \times 10^{-3} \times D_0 \times G \times V^{1/3} \quad (11-15)$$

D₀--辐射有用束在距靶 1m 处的输出量，Gy·m²/min(本次计算取

续表 11 环境影响分析

24Gy·m²/min);

G--空气吸收 100eV 辐射能量产生的 O₃ 分子数, 根据文献该值取 6;

V--加速器机房容积 (含迷道), 本次计算取 10 间直线加速器机房中的较大容积 289m³。

则根据计算可知, 本项目加速器机房漏射射线束所致 O₃ 产额 P₂ 为 3.16mg/h。

加速器机房内产生的臭氧一部分由通风系统排至室外, 另一部分自然分解。

加速器机房内空气中臭氧的平均浓度可由以下公式计算:

$$Q_{(t)} = \frac{Q_0 \times T}{V} \times (1 - e^{-\frac{t}{T}}) \quad (11-16)$$

式中:

$Q_{(t)}$ --室内 t 时刻臭氧的平均浓度, mg/m³

Q_0 --臭氧的辐射化学产额, mg/h, $Q_0 = P_1 + P_2$

V--加速器机房容积 (含迷道), 本项目为 289m³

t--照射时间, h。

T--有效清除时间, h。

$$T = \frac{t_v \cdot t_d}{t_v + t_d} \quad (11-17)$$

t_v--换气一次所需要的时间, h, 本项目加速器机房换气次数按 6 次/h, 换气一次所需要的时间为 0.17h。

t_d--臭氧的有效分解时间, h, 取 0.83h。

如果照射时间很长 (即 t >> T), 则:

$$Q_{(t)} = \frac{Q_0 \times T}{V} \quad (11-18)$$

当 t >> T 时, 臭氧达到饱和浓度, 由以上公式计算得到正常排风时直线加速

续表 11 环境影响分析

器机房内臭氧浓度为 0.003mg/m³，低于《工作场所有害因素职业接触限值化学有害因素》（GBZ2.1-2019）表 1 中工作场所空气中臭氧容许浓度为 0.30mg/m³ 的要求。

直线加速器机房内均设置了机械排风系统，臭氧通过排风系统，经过大气的稀释和扩散作用，浓度会进一步的降低，对周围大气环境影响十分轻微。

11.6 机房内通风

直线加速器运行时会产生少量的臭氧和氮氧化物。因此机房需要良好的通风，以降低臭氧浓度。

根据建设单位提供资料，本项目 10 间直线加速器机房均拟采用“上进风，下排风”的通风系统，拟在机房天花设置 2 个进风口，并在进风口的对角位置，离墙高约 30cm 处，各设置 2 个排风口，排风机的风量不小于 1800m³/h。

各直线加速器机房的几何尺寸、有效容积以及通风换气次数详见表 11-7。

表 11-7 直线加速器机房通风换气次数一览表

机房名称	几何尺寸 (含迷路)	有效容积	排风机风量	通风换气次数	标准要求	是否满足要求
直线加速器机房(1#)	11.55m×6.95m×3.6m	289m ³	1800m ³ /h	6次/h	通风换气次数应不小于4次/h	是
直线加速器机房(2#)	11.55m×6.7m×3.6m	278.6m ³	1800m ³ /h	6次/h		是
直线加速器机房(3#)	11.55m×6.75m×3.6m	280.7m ³	1800m ³ /h	6次/h		是
直线加速器机房(4#)	11.55m×6.9m×3.6m	286.9m ³	1800m ³ /h	6次/h		是

续表 11 环境影响分析

直线加速器机房(5#)	10.6m×6.7m×3.6m	255.7m ³	1800m ³ /h	7次/h	是
直线加速器机房(6#)	10.6m×6.7m×3.6m	255.7m ³	1800m ³ /h	7次/h	是
直线加速器机房(7#)	10.6m×6.7m×3.6m	255.7m ³	1800m ³ /h	7次/h	是
直线加速器机房(8#)	10.6m×6.7m×3.6m	255.7m ³	1800m ³ /h	7次/h	是
直线加速器机房(9#)	10.6m×6.7m×3.6m	255.7m ³	1800m ³ /h	7次/h	是
直线加速器机房(10#)	10.6m×6.95m×3.6m	265.2m ³	1800m ³ /h	7次/h	是

通过计算，本项目 10 间直线加速器机房内通风换气次数约为 6~7 次/h，大于标准要求的不小于 4 次/h，产生的少量有害气体沿排气管道经肿瘤治疗中心南侧的排风井向上，最终排风口设置于医疗大楼扩建工程（二期）一层南侧外围墙体离地高约 2.5m 处。在设备运行过程中，能够有效排除机房内少量的臭氧及氮氧化物。

另外机房排风管出地面位置在建筑楼南侧外围墙体离地高约 2.5m 处，周围是院内过道，不朝向环境敏感点并远离空调进风口。在此基础上，排放至室外的有限的有害气体经空气稀释，将很快恢复到原来的空气浓度水平，加上 O₃ 的分解时间不到 10 分钟，能满足环境空气质量标准。

11.7 职业照射人员与公众附加年有效剂量

11.7.1 估算公式

续表 11 环境影响分析

根据联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）-2000 年报告附录 A 中的计算，X 射线产生的外照射人均年有效当量剂量按下列公式计算：

$$H_{E,r} = Hr \times T \times t \times 10^{-3} (mSv) \quad (11-24)$$

其中： $H_{E,r}$ —X 射线外照射人均年有效当量剂量，mSv

Hr ：X 或 γ 射线周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

T ：居留因子；

t ：X 射线照射时间，h。

11.7.2 年有效剂量估算结果

(1) 估算取值

本项目每台加速器的放射治疗工作量为 80 人/d，每周工作 5d，平均每名患者治疗照射时间为 1.5min，则周出束时间为 10h；全年按照 50 周计，则加速器年出束为 500h。本项目均保守按照调强治疗考虑，调强因子取 N 为 5。

在调强放射治疗中，相应有用线束和有用线束散射辐射，每周与常规放射治疗人数相同时，周工作负荷与常规放射治疗相同，即为 500h；但对泄漏辐射，周工作负荷为常规放射治疗工作负荷的 N 倍（当调强因子为 N 时）（GBZ/T 201.2-2011 附录 A），即为 2500h。

(2) 射线装置工作场所所致年附加有效剂量估算

本项目直线加速器机房外放射工作人员、公众成员所接受的年附加有效剂量估算结果下表 11-8，散、漏射线方向的年工作负荷保守取 2500h，有用线束方向的年工作负荷取 500h。

表 11-8 直线加速器机房外所致年附加有效剂量估算表

序号	机房名称	居留位置	环境保护目标	受照的射线类型	居留场所名称	年工作负荷 (h)	墙体外剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	使用因子	居留因子	所致年附加有效剂量 (mSv/a)
1	直线	机房四周	放射工作	散、漏射线	控制室	2500	0.05+ 0.46	1	1	1.28

续表 11 环境影响分析

2	加速器机房		人员							
			公众成员	有用线束	相邻的直线加速器机房	500	0.46	1/4	1/8	0.007
	散、漏射线	过道等		2500	0.5	1	1/8	0.17		
	机房楼上	公众成员	有用线束	CT机房的控制室等	500	0.85	1/4	1/4	0.03	
散、漏射线			2500	0.01	1	1	0.03			

注：放射工作人员所接受的剂量率叠加考虑在控制台所接受的剂量，以及在进行摆位时，可能受到相邻机房的照射影响。

(3) 摆位工作人员受到的感生放射性影响

由前文“感生放射性分析”可知，本项目重晶石混凝土墙中因中子活化而产生的感生放射性很小，主要考虑加速器治疗头处感生放射性和气态感生放射性对摆位工作人员造成的影响，年总剂量不超过 1.49mSv。

结合工作人员受到的附加有效剂量，放射工作人员年总受照剂量约为 2.77mSv。

综上所述，直线加速器放射工作人员受到的最大年有效剂量值为 2.77mSv/a，小于本评价剂量管理目标值 5mSv/a；公众成员受到的最大年有效剂量值为 0.17mSv/a，小于本评价剂量管理目标值 0.25mSv/a。从上述估算结果也可以看出，当使用高于 10MV 的 X 射线进行照射时，经常进出机房摆位的工作人员会受到一定的辐射照射，建议在不影响治疗效果的情况下尽量使用低能射线。

实际设备运行过程中，设备拥有正规的防护设施，且设备运行过程中一般不会开启至最大额定功率。本次环评计算值未将源项设备处的防护考虑在内，且已将设备开至最大额定功率考虑，故计算出来的理论值远远大于实际值，故本次环评放射工作人员和公众成员墙体外受到的最大年有效剂量值均会小于本评价剂量管理目标值，能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

续表 11 环境影响分析

的要求。

11.8 周围环境保护目标环境影响分析

根据表 11-4“设计厚度下墙体外的瞬时剂量率($\mu\text{Sv/h}$)”可知,在经过设计厚度下的墙体屏蔽后,直线加速器机房各屏蔽墙体外 30cm 处的周围剂量当量率可降至 $0.85\mu\text{Sv/h}$ 及以下,防护门处的周围剂量当量率可降至约 $0.5\mu\text{Sv/h}$,根据剂量率与距离的平方成反比的规律,可知,本项目对 50m 范围内的周围环境保护目标产生的辐射影响很小。

11.9 实践正当性分析

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。项目运营以后,将为病人提供一个优越的治疗环境,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,医院在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。此外,通过核算,该项目屏蔽和防护措施符合要求,对环境的影响也在可接受范围内。

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。

11.10 产业政策符合性

项目投入使用为疾病诊断、寻找病灶部位、制订治疗方案及治疗疾病提供了科学依据和手段。项目在加强管理后均满足相关国家法律、法规和标准的要求,不会给所在区域带来环境压力,符合清洁生产和环境保护的总体要求。同时,医

续表 11 环境影响分析

院射线装置的使用属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2020 年 1 月 1 日起施行）第一类——鼓励类中“六、核能、同位素、加速器及辐照应用技术开发”，因此本项目符合国家相关法律法规和政策的规定，符合国家产业政策。

11.11 事故影响分析

11.11.1 事故分级

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。

特别重大辐射事故，是指 I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。

重大辐射事故，是指 I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。

较大辐射事故，是指 III 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。

一般辐射事故，是指 IV 类、V 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

11.11.2 本项目可能发生的辐射事故

建设项目涉及 10 台医用电子直线加速器的使用，可能发生的辐射事故主要包括：

（1）安全连锁装置或固定式剂量监测报警系统发生故障状况下，人员误入正在实施治疗的治疗室；

（2）工作人员或患者家属还未全部撤离治疗室，控制室的操作人员启动设

续表 11 环境影响分析

备进行照射，造成有关人员被误照；

- (3) 检修、维护人员误操作造成误照射。

11.11.3 预防措施

- (1) 建立健全的辐射安全管理规章制度。

(2) 对操作人员进行岗前培训并定期进行培训，提高操作人员的专业技能；同时加强放射防护知识和有关法律知识的培训，提高操作人员的安全防护意识。

(3) 操作人员应加强职业道德修养，增强责任感，严格遵守操作规程和规章制度，按照要求佩戴个人剂量计，进入治疗室时还需佩戴便携式个人剂量报警仪。管理人员应强化管理，落实安全责任制，经常督促检查。

- (4) 加大宣传、教育力度，增强公众的辐射防护意识。

(5) 在控制区进出口及其他适当位置，设有电离辐射警告标志和工作指示灯，禁止与辐射诊疗活动无关的人员进入治疗室内。

(5) 操作人员每天开机前要认真检查安全联锁和固定式剂量监测报警仪的报警功能，保障安全联锁装置和报警系统正常运行。

- (6) 操作人员实施治疗前，需确保治疗室内没有人员滞留。

(7) 定期自查和监测：工作人员每日开始工作前均要对设备进行常规的检查；科室按照标准要求的检测频次定期对设备进行质量控制自主检测；按照规定每年委托具有相应资质的辐射卫生技术服务机构对机房和设备进行状态监测。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 辐射安全管理机构

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局令第 31 号，2008 年 12 月 6 日施行，2021 年 1 月 4 日修改）第十六条要求：使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

医院已经指定了特定人员负责辐射安全工作，成立了辐射安全防护领导小组（附件三），负责整个医院的放射防护与安全管理工作，并明确了领导小组职责，该小组人员应认真履行个人工作职责，应有高度的责任心，熟悉和掌握有关放射性的基本知识和辐射防护的一系列法律法规，并严格遵守执行。

表 12-1 医院辐射安全与环境保护管理机构及专（兼）职管理人员表

管理人员	姓 名	性别	学历	职务或职称	工作部门	专/兼职
组长	██████	■	██████	██████	██████████	■
██████	██████	■	██████	██████████ ██████	██████████	■
██████	██████	■	██████	██████	██████	■
██████	██████	■	██████	██████	██████	■
██████	██████	■	██████	██████	██████	■
██████	██████	■	██████	██████	██████████	■
██████	██████	■	██████	██████	██████	■
██████	██████	■	██████	██████	██████	■
██████	██████	■	██████	██████	██████████	■
██████	██████	■	██████	██████████	██████	■

由上表可知，专兼职人员均有一定的学历与管理的能力，满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局令第 31 号，2008 年 12 月 6 日施行，2021 年 1 月 4 日修改）第十六条要求的规定，本项目辐射安全与环境保护管理机构的配置满足上述标准要求。

续表 12 辐射安全管理

12.1.2 本项目放射工作人员配置及职业健康监护管理

(1) 放射工作人员配置

为满足医院放射工作和安全的需要，医院目前根据要求为本项目规划配置 50 名放射工作人员，人员均拟新招聘。根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局令第 31 号，2008 年 12 月 6 日施行，2021 年 1 月 4 日修改）的相关要求，上述拟配置人员中应至少有一名医用物理人员负责质量保证与质量控制检测工作。

(2) 放射工作人员培训要求

本项目拟新招聘的放射工作人员的辐射防护培训，医院应按照国家环境保护总局令第 31 号第十六条的规定：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；以及生态环境部《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（2019 年，第 57 号）和《关于做好 2020 年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》（环办辐射函〔2019〕853 号）的相关要求，在项目运行前组织放射工作人员到生态环境部辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名培训和参加考核。

(3) 放射工作人员职业健康管理

本项目拟新招聘的放射工作人员的职业健康管理，按照《放射工作人员职业健康管理办法》（中华人民共和国卫生部令第 55 号，2007 年 11 月 1 日）第四章 第十八条~第二十条的规定：放射工作人员在上岗前，应当进行上岗前的职业健康检查，符合放射工作人员健康标准的，方可参加相应的放射工作；放射工作单位不得安排未经职业健康检查或不符合放射工作人员健康标准的人员从事放射工作。放射工作单位应当组织上岗后的放射工作人员定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不应超过 2 年，必要时可增加临时性检查。放射工作人员脱离放射工作岗位时，放射工作单位应当对其进行离岗前的职业健康检查。

续表 12 辐射安全管理

医院在项目运行前应组织本项目拟新招聘的放射工作人员进行上岗前的职业健康检查，上岗后每 1~2 年进行在岗期间的职业健康检查。

对已经从事放射工作的职业人员进行的经常性医学检查，按照《放射工作人员职业健康管理暂行办法》（中华人民共和国卫生部令第 55 号，2007 年 11 月 1 日）的规定执行，医院应为放射工作人员建立职业健康监护档案，档案中详细记录历次医学检查的结果及其评价处理意见，并终生保存。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，“使用射线装置的使用单位应有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等；有完善的辐射事故应急措施”。

医院针对目前已开展的核技术利用项目已制定了以下相关制度：《辐射安全管理规定》、《医疗技术维护制度》、《电离辐射应急预案》、《辐射监测方案》、《医学放射工作人员放射防护培训规范》、《射线设备安全管理制度》、《放射工作人员职业健康管理制度》、《放射工作人员个人剂量监测制度》等制度。

针对本次开展的直线加速器治疗项目，医院暂未制定相关制度，为保障射线装置正常运行时周围环境的安全，确保公众、操作人员避免遭受意外照射和潜在照射，根据《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序》中列出的应建立的管理制度，本次环评建议医院在本项目运行前补充制定如下管理制度：《直线加速器操作规程》、《直线加速器辐射安全防护设施的维护与维修制度》、《机房日常监测方案》、《放射治疗质量保证大纲》、《肿瘤治疗中心各岗位人员职责》等，同时，本项目拟新招聘的放射工作人员到岗后，纳入现有放射工作人员的职业健康管理制度及个人剂量监测制度中。

按照上述要求制定相应制度后，医院制定的辐射安全管理规章制度内容较为详实，操作性较强，基本能满足项目需要。医院应在今后工作中，不断总结经验，

续表 12 辐射安全管理

根据实际情况，对制度加以补充和完善，并确保各项制度的落实。

目前医院已为现有的核技术利用项目制订了《电离辐射应急预案》，本次环评建议医院应根据本项目直线加速器机房运行的实际工作需要，在应急预案中补充加速器在使用或者检维修过程中，可能出现的辐射事故以及相应的应急响应措施；同时根据本报告 12.4.2 节的建议更新《电离辐射应急预案》。

12.3 辐射监测

根据《放射性同位素与射线装置放射安全和防护条例》（国务院第 449 号令）等相关法规和标准，必须对射线类装置使用单位进行个人剂量监测、工作场所监测、场所外的环境监测，开展常规的防护监测工作。

医院拟配备 1 台辐射监测仪器进行日常自主检测，同时委托有资质的单位定期对医院使用的射线装置机房周围环境进行监测，按规定要求开展各项目监测，做好监测记录，存档备查。辐射监测内容包括放射工作人员个人剂量监测和职业健康监护以及工作场所内、外环境的监测。

12.3.1 放射工作人员个人剂量监测

对放射工作人员进行个人照射累积剂量监测。要求放射工作人员在工作时必须佩戴个人剂量计，并将个人剂量结果存入档案。个人剂量监测应由具有个人剂量监测资质的单位进行。建立并终生保存个人剂量监测档案，外照射个人剂量监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月。

根据环境保护部令第 31 号、环境保护部令第 18 号中对放射工作人员个人剂量的要求，医院应为每名放射工作人员配置个人剂量计，定期组织工作人员进行个人剂量监测，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。根据《放射工作人员职业健康管理辦法》（中华人民共和国卫生部令第 55 号，2007 年 11 月 1 日）规定，医院还应安排专人负责个人剂量监测管理工作，建立放射工作人员个人剂量档案。包括个人基

续表 12 辐射安全管理

本信息、工作岗位、个人剂量监测结果等材料。个人剂量档案应当永久保存。

12.3.2 工作场所内、外环境监测

根据国家规定每 1~2 年接受生态环境管理部门对工作场所周围环境进行常规监测，发现问题及时整改。监测资料存档。

① 验收检测

在放射治疗设备新安装、大维修或更换重要部件后，应委托有资质的单位进行验收检测。若发现问题，及时整改，直到合格为止。

② 日常监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令）的相关规定，使用射线装置的单位应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。

a.委托监测（委托有资质的环境监测机构）

监测频率：每年一次；

监测因子：放射治疗工作场所周围区域 X 射线周围剂量当量率、中子周围剂量当量率及感生放射性。

监测范围：机房防护门及缝隙处，电缆及管道的出入口，控制室，操作台等；以及机房屏蔽墙四周、顶棚外 30cm 处。

监测数据作为医院的管理依据。

b.自主检查

检查频率：每日开机前；

检查范围：门机联锁、工作状态指示灯、电离辐射警告标志、通风的有效性、固定式剂量监测报警仪的报警功能有效性；

若发现问题，及时整改，直到合格为止。

续表 12 辐射安全管理

另外医院自行配备 1 台辐射剂量监测仪（定期进行计量检定），日常工作中，对本次环评涉及的监督区环境进行监测。

医院日常监测的相关内容如下表 12-2 所示。

表 12-2 医院日常监测的相关内容一览表

场所名称	监测形式	监测频率	监测地点	监测项目	限值要求
直线加速器机房	委托监测	一年一次	机房四周墙体及顶棚、防护门外 30cm 处	X 射线周围剂量当量率、中子周围剂量当量率	周围剂量当量率不大于参考控制水平
		一年一次		感生放射性	<p>在规定的最大吸收剂量率下，进行 4Gy 照射，以间隙 10min 的方式连续运行 4h 后，在最后一次照射终止后的 10s 开始测量，测得感生放射性的周围剂量当量 $H_{(d)}$，且应满足下列要求：</p> <p>a) 累计测量 5min，在离外壳表面 5cm 任何容易接近处不超过 10μSv，离外壳表面 1m 处不超过 1μSv；</p> <p>b) 在不超过 3min 的时间内，测得感生放射性的周围剂量当量率在离外壳表面 5cm 任何接近处不超过 200μSv/h，离外壳表面 1m 处不超过 20μSv/h。</p>
	自主监测	每三个月一次	机房四周墙体及顶棚、防护门外 30cm 处	X 射线周围剂量当量率	周围剂量当量率不大于参考控制水平
		每日开机前	直线加速器机房	门机联锁、工作状态指示灯、电离辐射警告标志、通风的有效性、固定式剂量监测报警仪的报警功能有效性	有效

12.4 辐射事故应急

12.4.1 医院现已制定的辐射事故应急预案及内容

为了切实做好辐射事故应急响应处理，减少事故造成的损失、降低事故影响，

续表 12 辐射安全管理

医院已制定《电离辐射应急预案》，已制定的应急预案中规定了详细的应急处置程序以及应急预案警报解除及工作恢复，能保障快速、有效地对辐射事故做出响应，具体内容如下：

(1) 应急组织与职责

医院依据《中华人民共和国职业病防治法》及《放射诊疗管理规定》，并结合自身实际，成立了辐射防护办公室，成员以最新名单为准，并明确了其工作职责：

- 1) 贯彻执行国家辐射应急的方政策和辐射应急工作要求；
- 2) 负责向上级和属地有关部门报告医院内发生的辐射应急事故和事件；
- 3) 组织制定应急方案，做好应急准备工作；
- 4) 应急期间充分调动人力、物力支援，实施统一指挥，统一组织、统一行动；
- 5) 采取各种有效的救援措施，最大限度地减少污染危害，避免人身伤亡和财产损失，消除对医院的负面影响；
- 6) 配合上级有关部门进行事故调查和审定工作。

(2) 应急处置程序

如疑似发生辐射事故，依照以下程序进行：

- 1) 工作人员应立即终止原放射诊疗操作，关闭操作电源，设法停止射线发生，并撤离现场人员，关闭检查室防护门，等候专业人员处理；
- 2) 实行现场警戒、保护事故现场；
- 3) 医学工程科一边赶去现场组织工作，一边汇报主管，请求支援；
- 4) 主管立即赶到现场组织工作，依据情况，应尽快赶到事发现场指导后续处理工作外，应组织医务人员、护理人员、后勤人员、设备人员等协助处理，使伤亡降到最小；

续表 12 辐射安全管理

5) 应判断是否为辐射事故, 若是辐射事故, 应判定为何种等级事故, 并于 2 小时内由设备部立即向环境保护主管部门、公安部门、卫生主管部门报告, 如情况较复杂, 经院长同意, 直接向主管部门报告。辐射事故报警电话:

省生态环境厅: 0731-85698110;

市生态环境局: 0731-84119262;

市公安局: 110;

市卫生健康委员会: 0731-84114852;

省卫生健康委员会: 0731-84822021。

6) 配合环保主管部门、公安部门、卫生主管部门派来现场的人员, 协助其进行现场调查, 遵照并执行其所要求的相关有效措施, 配合其控制并消除事故影响, 在事发后 24 小时内, 书面提报本次辐射事故信息报告;

7) 对事故中人员, 进行估算其暴露所接受的剂量, 安排后续如人员资料、工作调度等事宜, 并提报异常事件。

(3) 应急预案警报解除及工作恢复

对发生事故的射线装置, 在未完成调查前, 不得进行修理, 调查完成经主管部门同意后, 才能进行修理, 修理完达到安全状态后, 经主管部门同意后, 才能再度启用。并做好调查研究工作, 认真分析事故原因, 采取妥善措施, 尽量减少事故发生, 保护财产及公众安全。

12.4.2 评价与建议

医院现已制定《电离辐射应急预案》, 明确了辐射防护办公室, 并明确了其主要职责, 但未在制度中明确具体的成员名单; 已制定的应急预案中未对应急培训和演习、应急准备物资与器材等做出相关要求, 各主管部门的名称亦未进行实时更新。

建议医院在应急预案中补充完善辐射防护办公室的组长(一般由院长或者分

续表 12 辐射安全管理

管副院长担任)、副组长、成员名单;补充应急培训和演习、应急准备物资与器材的相关内容,同时更新各主管部门的名称。

12.5 辐射环境管理要求

按照《电离辐射防护与辐射安全基本标准》关于“营运管理”的要求,为确保放射防护可靠性,维护放射工作人员和周围公众的权益,履行放射防护职责,尽可能的避免事故的发生,医院必须培植和保持良好的安全文化素养,减少因人为因素导致人员意外照射事故的发生。为此,提出如下辐射环境管理要求:

(1) 依据《中华人民共和国放射性污染防治法》第二十八条和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》之规定,该医院必须向生态环境主管部门重新申领安全许可证等相关环保手续。

(2) 明确辐射安全防护领导小组的职责:设立兼职或专职的安全负责人,负责整个医院的辐射防护与安全工作。建立辐射防护安全防护管理制度,履行放射防护职责,确保放射防护可靠性,维护放射工作人员和周围公众成员的权益,尽可能避免事故的发生。

(3) 医院放射工作人员必须定期经过辐射工作安全防护培训,培训合格并取得辐射工作安全防护培训合格证方可上岗;操作人员必须遵守各项操作规程,检查仪器安全并做好当班记录,严格执行交接班制度,发现异常及时处理。

(4) 各项规章制度、操作规程必须齐全,并张贴上墙;所有的辐射工作场所均必须有电离辐射警示标志,各机房门屏蔽门上方还必须要要有工作指示灯及中文标注放射防护注意事项。警告标志的张贴必须规范。

(5) 每年应至少进行一次辐射环境监测,建立监测技术档案,医院工作人员应持证上岗,定期进行辐射防护知识和法规知识的培训和安全教育,检查和评估工作人员的个人剂量,建立个人剂量档案。对个人剂量超过或接近管理目标的放射工作人员应暂离岗位,并在今后的工作中增加监测频率。对放射工作人员每

续表 12 辐射安全管理

两年进行职业健康体检并形成制度。进入机房的工作人员佩带个人剂量计，记录个人所受的射线剂量。

(6) 制定事故状态下的应急处理计划，其内容包括事故的报告，事故区域的封闭，事故的调查和处理及工作人员的受照剂量估算和医学处理等。

(7) 应当加强对本单位射线装置安全和防护状况的日常检查。发现安全隐患的，应当立即整改。

(8) 对医院辐射装置安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

(9) 按照《建设项目环境保护管理条例》（国务院令 682 号）第十二条规定，建设项目的规模发生变化，或者建设项目环境影响报告书自批准之日起满 5 年，建设项目方开工建设的，其环境影响报告文件应重新编制，报批。

(10) 安装、维修或者更换与射线有关部件的设备，应当向有关部门申请，进行辐射防护检测验收，确定合格后方可启用，以杜绝放射事故的发生。

(11) 项目竣工后，医院应依法进行竣工环境保护自主验收。

(12) 医院在依法被撤销、依法解散、依法破产或者因其他原因终止前，应当确保环境辐射安全，妥善实施辐射工作场所或者设备的退役，并承担退役完成前所有的安全责任。

12.6 从事辐射活动能力评价

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，使用辐射装置单位应具备相应的条件。医院从事辐射活动能力评价详见表 12-3。

表 12-3 医院从事辐射活动能力评价一览表

应具备条件	落实情况
(一) 使用 I 类、II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	医院已设置了辐射安全与环境管理机构，且配备有 1 名本科学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作

续表 12 辐射安全管理

<p>(二) 从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。</p>	<p>本次新增人员均为新聘人员，建设单位拟在项目运行前安排上述新增放射工作人员参加相关培训和考核，持证上岗</p>
<p>(三) 使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。</p>	<p>本项目不涉及放射性同位素的使用</p>
<p>(四) 放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射要求的安全措施</p>	<p>项目建设时，建设单位按要求建设专用机房，实体屏蔽，拟设有门机联锁、急停开关、视频监控和对讲交流系统，工作状态指示灯及电离辐射警告标志等安全防护措施</p>
<p>(五) 配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量监测报警、辐射监测等仪器。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪。</p>	<p>医院拟根据相关要求配备相应的防护用品及监测仪器（详见表 10-4）：放射工作人员个人剂量计 1 个/人，个人剂量报警仪 2 个/机房，辐射剂量监测仪 1 台；本项目不涉及非密封放射性物质</p>
<p>(六) 有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。</p>	<p>医院现已制定相关辐射防护管理制度，并拟根据要求在项目开展前补充制定和直线加速器放射治疗相关的管理制度。</p>
<p>(七) 有完善的辐射事故应急措施</p>	<p>拟根据要求在项目开展前修改完善</p>
<p>(八) 产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。</p>	<p>本项目直线加速器运行过程中不会产生废液、废气，更换下来的退役靶交有资质单位进行处置</p>
<p>使用放射性同位素和射线装置开展诊断和治疗的单位，还应当配备质量控制检测设备，制定相应的质量保证大纲和质量控制检测计划，至少有 1 名医用物理人员负责质量保证与质量控制检测工作。</p>	<p>医院拟根据相关要求配备相应的质量控制检测设备，如二维/三维水箱、电离室、剂量仪、矩阵调强验证系统等，拟根据要求在项目开展前制定相应的质量保证大纲和质量控制检测计划，并保证至少有 1 名医用物理人员负责质量保证与质量控制检测工作。</p>
<p>综上所述，医院在严格执行相关法律法规、标准、规范文件，严格落实各项辐射安全管理、防护措施的前提下，其从事辐射活动的技术能力符合相应法律法规的要求。</p>	
<p>综上所述，评价认为，湖南旺旺医院辐射环境管理满足《放射性同位素与</p>	

续表 12 辐射安全管理

射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局令第 31 号，2008 年 12 月 6 日施行，2021 年 1 月 4 日修改）、《电离辐射防护与辐射安全基本标准》（GB18871-2002）等相关法规、标准的要求。

表 12-4 环境保护投资一览表

序号	费用名称	总价（单位：万元）
■	■	■
■	■	■
■	■	■
■	■	■
■	■	■
■	■	■
■	■	■
■	■	■
■	■	■
■	■	■

表 12-5 环境保护验收一览表

序号	验收项目	验收内容及要求	依据
1	环保文件	项目建设的环境影响评价文件、环评批复、有资质单位出具的验收监测报告	生态环境部公告 2018 年第 9 号
2	环境管理制度、应急预案	成立专门的辐射领导机构，制定相应的规章制度和事故应急预案	国家环境保护总局令 第 31 号
3	人员要求	放射工作人员均需培训合格，持证上岗；进行上岗前职业健康检查，符合放射工作人员健康要求的方可上岗，每 1~2 年进行一次职业健康检查，不超过 2 年，必要时，可适当增加检查次数；进行个人剂量监测，常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月	国家环境保护总局令 第 31 号、环境保护部令 第 18 号
4	辐射安全防护措施	直线加速器机房： ①电离辐射警告标志位于醒目位置； ②有工作状态指示灯、门机连锁； ③有从室内开启治疗机房门的装置，防护门有防夹人装置； ④在控制室与机房之间应设视频装置与对讲交流系统，并能在实施治疗过程中观察患者状态、治疗床和迷路区域情况，便于操作者和患者之间进行双向交流； ⑤在控制台、治疗室内、入口门内旁侧、治疗床旁设置急停按钮；入口门内旁侧设置紧急开门按钮； ⑥直线加速器机房内设置强制排风系统，进风口应设在	GBZ18871-2002 GBZ121-2020

序号	验收项目	验收内容及要求		依据
		放射治疗机房上部，排风口应设在治疗机房下部，进风口与排风口位置应对角设置，以确保室内空气充分交换；通风换气次数应不小于4次/h。 ⑦直线加速器机房内设置停电应急照明装置和烟雾报警装置。 ⑧配备便携式个人剂量报警仪； ⑨配备固定式剂量报警仪； ⑩配备质量控制检测设备、辐射剂量监测仪		
5	电离辐射	剂量限值	1、放射工作人员 $\leq 5\text{mSv/a}$ 2、公众成员年有效剂量 $\leq 0.25\text{mSv/a}$	GB18871-2002 及医院管理文件
		射线装置机房墙体剂量率控制	距离机房墙外30cm处的周围剂量当量率不得超过关注点的剂量率参考控制水平，详见表11-3	GBZ121-2020
		直线加速器机房外壳表面感生放射性	在规定的最大吸收剂量率下，进行4Gy照射，以间隙10min的方式连续运行4h后，在最后一次照射终止后的10s开始测量，测得感生放射性的周围剂量当量 $H_{(d)}$ ，且应满足下列要求： a) 累计测量5min，在离外壳表面5cm任何容易接近处不超过 $10\mu\text{Sv}$ ，离外壳表面1m处不超过 $1\mu\text{Sv}$ ； b) 在不超过3min的时间内，测得感生放射性的周围剂量当量率在离外壳表面5cm任何接近处不超过 $200\mu\text{Sv/h}$ ，离外壳表面1m处不超过 $20\mu\text{Sv/h}$	WS 674-2020
6	固废	退役靶	交有资质单位进行处置	国家环境保护总局令第31号
7	氡及其子体	控制标准	待建地下建筑的设计水平为 $200\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ (平衡当量氡浓度)	GBZ116-2002

表 13 结论及建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

近年来，随着医院的不断发展壮大，为了更好的为人民群众提供医疗服务，同时提升医院整体服务质量，湖南旺旺医院有限公司进行核技术利用扩建项目总投资本次扩建项目主要涉及在医疗大楼扩建工程（二期）地下负五层西端的建成肿瘤治疗中心，计划新增 10 台 X 射线能量最高为 15MV 的电子直线加速器。根据《射线装置分类》（环境保护部 国家卫生和计划生育委员会公告，2017 年第 66 号）可知，医用电子直线加速器为 II 类射线装置。

通过开展对本项目的分析、对周围环境质量现状的调查以及项目的主要污染物对环境的影响分析等工作，得出如下结论。

13.1.2 实践正当性分析

根据前节分析，医院射线装置的使用对受电离辐射照射的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。

13.1.3 产业政策符合性分析

项目投入使用为疾病诊断、寻找病灶部位、制订治疗方案及治疗疾病提供了科学依据和手段。项目在加强管理后均满足相关国家法律、法规和标准的要求，不会给所在区域带来环境压力，符合清洁生产和环境保护的总体要求。同时，医院射线装置的使用属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2020 年 1 月 1 日起施行）第一类——鼓励类中“六、核能、同位素、加速器及辐照应用技术开发，因此本项目符合国家相关法律法规和政策的规定，符合国家产业政策。

13.1.4 选址可行性及布局合理性分析

1、选址可行性分析

本项目 10 间直线加速器机房位于医疗大楼扩建工程（二期）地下负五层（为该建筑楼的底部）的西端，符合“放射治疗设施在建筑物底部的一端”的要求，选址合理。

2、布局合理性分析

本项目布局在发挥核技术利用扩建项目诊疗疾病的优势的前提下，也便于工作人员及病人的辐射防护工作及就医流程的简化。医院按控制区、监督区要求进行分区。从环境保护角度分析，医院辐射工作场所布局可行。

13.1.5 环境影响分析结论

（1）机房使用面积

本项目直线加速器机房的使用面积可满足临床应用需求，符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）的要求。

（2）墙体屏蔽的辐射防护

根据标准要求的相关计算公式，对本项目直线加速器机房屏蔽墙体屏蔽能力进行了核算，核算结果为：各直线加速器机房的屏蔽墙体、顶棚、防护门设计厚度及主屏蔽区设计宽度均满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）的要求。

（3）剂量估算

通过核算，从事本项目的放射工作人员和公众成员的年附加有效剂量均满足本环评及医院设定的剂量约束限值要求（放射工作人员：5mSv/a；公众成员：0.25mSv/a），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）的要求。

13.1.6 辐射防护与安全措施

①上述直线加速器机房的各墙体厚度按照环评的要求进行建设，防护门的生产应由有生产资质的厂家承担。

②按照本评价提出的要求，设置相应的门-机联锁装置、视频监视系统和对

讲装置、急停开关、工作状态指示灯、电离辐射警告标志等。

③机房的过墙电缆线以“U”型设置，强、弱电、空调管线以及进风、排风管道、物理测试管均以“S”型设置；机房内采用“上进风，下排风”的通风系统，并能保证机房良好的通风。

④所有放射工作人员佩戴个人剂量计，并定期进行监测，建立个人剂量档案。

13.1.7 辐射与环境保护管理

医院成立了辐射安全防护管理小组，待项目运行前按照要求补充制定与本项目相关的各项规章制度、操作规程、更新完善应急处理措施后，医院规章制度管理措施具有可操作性，但仍应加强日常应急响应的准备工作及应急演练。医院应严格执行各项规章制度，放射工作人员在工作时必须佩戴个人剂量计，定期进行检查并安排职业健康检查。医院还应在今后的工作中，不断完善相关管理制度，加强管理，杜绝辐射事故的发生。

综上所述，湖南旺旺医院有限公司切实按照本次环评提出的相关要求在建设后，医院本次核技术利用扩建项目运行时对周围环境产生的辐射影响较小，且符合环境保护的要求；该项目的辐射防护安全措施可行；规章制度基本健全；该项目对环境的辐射影响是可接受的。湖南旺旺医院有限公司在采取本环评提出的各项环境保护及污染防治措施后，从环境保护的角度来看，本环评认为该建设项目是可行的。

13.2 要求

- 1、直线加速器机房防护门要有资质的厂家生产安装，门缝搭接能满足要求。
- 2、医院新开展放射治疗项目，人员配备及培训要满足相关标准要求。
- 3、根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 B1.1 款的相关规定，医院应定期对从事辐射诊疗的工作人员进行个人剂量监测。加强工作人员的辐射防护，工作人员必须配戴个人剂量计。
- 4、本项目拟新招聘的放射工作人员上岗前，应进行上岗前职业健康检查，

符合放射工作人员健康要求的，方可参加相应的放射工作；放射工作人员在岗期间应定期进行职业健康检查，检查周期一般为1年~2年，不得超过2年，必要时，可适当增加检查次数。

5、对本院仅从事Ⅲ类射线装置销售、使用的辐射工作人员进行自主考核，自行考核结果有效期五年，有效期届满的，医院组织再培训和考核；本项目拟新招聘的放射工作人员到岗后以及医院原使用Ⅱ类射线装置的辐射工作人员，医院应按照相关要求，组织放射工作人员到生态环境部辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名培训和参加考核。

6、根据医院的实际情况和项目建设进展，医院应在项目竣工后进行自主验收手续。

7、医院应按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中的相关规定重新申领辐射安全许可证。

8、对医院辐射装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

13.3 建议

1、医院应加强内部管理，明确管理职责，杜绝各类辐射事故的发生。医院应细化、完善各项管理制度，并认真落实，严格按照各项规章制度、操作规程执行。

2、医院在所有的放射工作场所均必须有电离辐射警示标志，各机房门上方还必须要在工作状态指示灯。警告标志的张贴必须规范。

3、医院辐射防护标识应全面、清晰，不留死角。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见:

公章

经办人

年 月 日

审批意见:

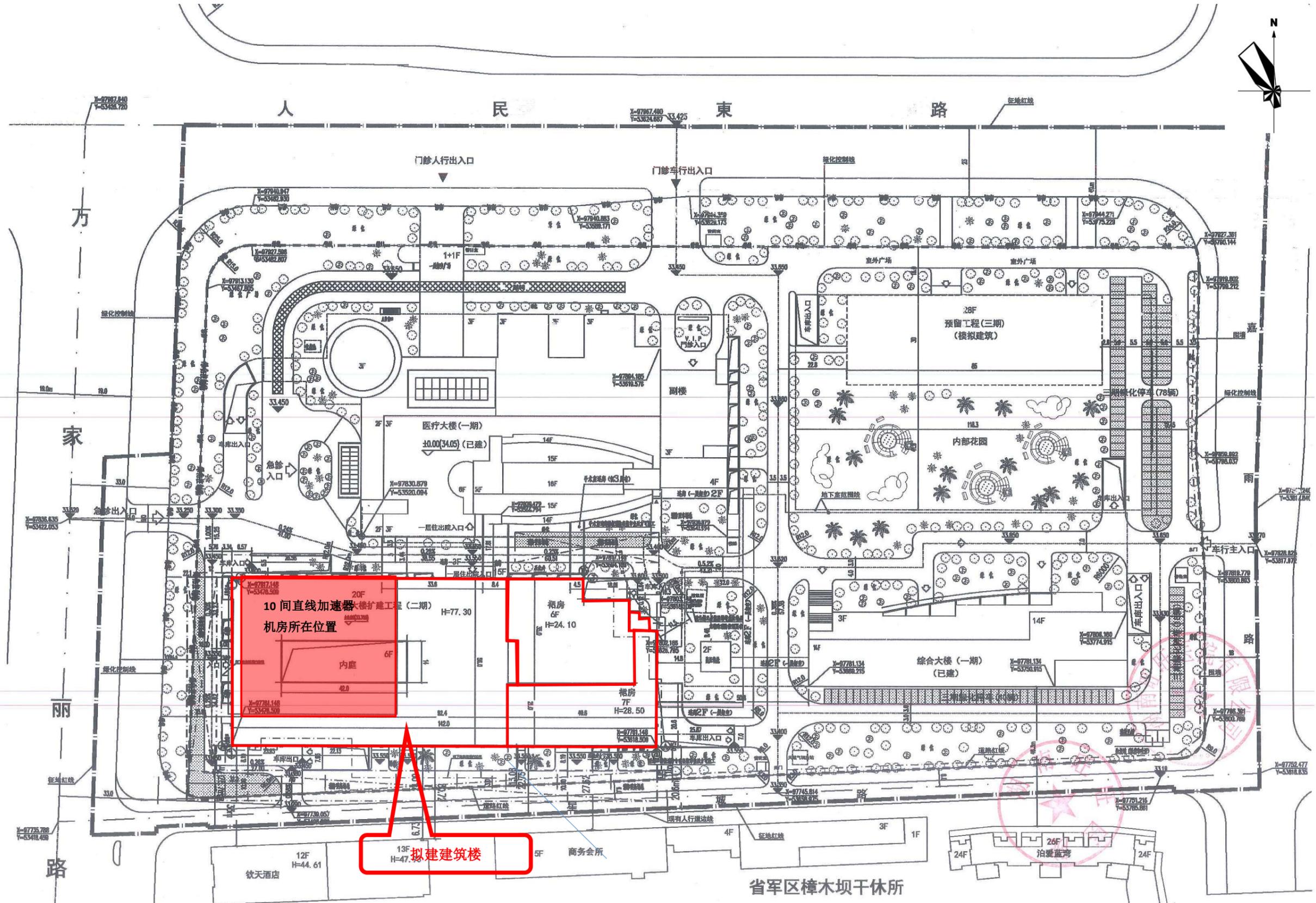
公章

经办人

年 月 日



附图一 项目所在地理位置图



附图二(1) 医院规划平面布置图

湖南旺旺医院医疗大楼扩建工程（二期）



建(构)筑汇总表

名称	层数	总建筑面积	其中			占	备注
			地上(计容)	地上(不计容)	地下		
一期	16	85710	67500	18210	9891	7238	2446
二期	20	183271	112879	70392	6967	63425	7690
三期	28	121500	71500	50000	8463	41537	2550
小计							

一期技术指标

项目	数值	单位
规划总用地	85029.3	平方米
规划净用地	59008.29	平方米
总建筑面积	89430	平方米
计入容积率建筑面积	71220	平方米
其中		
地上	67500	平方米
地下	3720	平方米
不计容面积	18210	平方米
建筑密度	9.74	%
容积率	1.21	%
绿地率		%
停车位	240	个

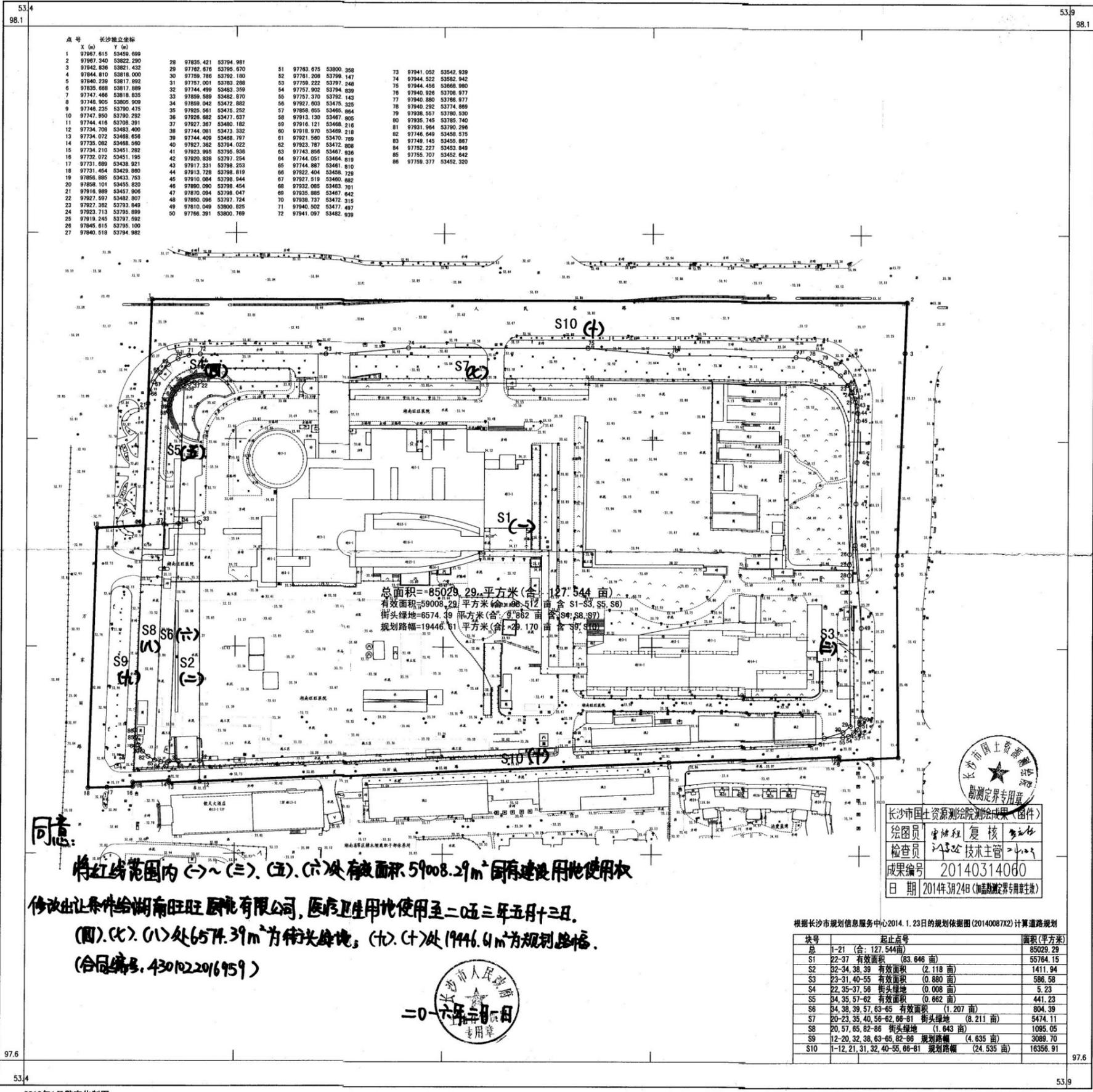
二期综合技术指标

项目	数值	单位
规划总用地	85029.3	平方米
规划净用地	59008.29	平方米
总建筑面积	272701	平方米
计入容积率建筑面积	185537	平方米
其中		
地上	178570	平方米
地下	6967	平方米
不计容面积	81835	平方米
建筑密度	17.64	%
容积率	2.99	%
绿地率	3.14	%
停车位	1526	个

三期综合技术指标

项目	数值	单位
规划总用地	85029.3	平方米
规划净用地	59008.29	平方米
总建筑面积	394201	平方米
计入容积率建筑面积	265500	平方米
其中		
地上	250070	平方米
地下	15430	平方米
不计容面积	123172	平方米
建筑密度	34.23	%
容积率	4.50	%
绿地率	3.1	%
停车位	2884	个

附图二(2) 医院规划平面布置效果图



点号	长沙独立坐标	X (m)	Y (m)
1	97867.615	53459.699	
2	97867.340	53822.290	
3	97842.836	53821.432	
4	97844.810	53818.000	
5	97840.239	53817.892	
6	97826.688	53817.989	
7	97747.486	53818.835	
8	97748.905	53805.909	
9	97748.235	53790.475	
10	97747.950	53790.292	
11	97744.416	53708.391	
12	97734.708	53483.400	
13	97724.072	53468.658	
14	97735.082	53468.580	
15	97734.210	53461.282	
16	97722.072	53451.195	
17	97731.689	53438.921	
18	97731.454	53429.880	
19	97858.885	53423.753	
20	97858.101	53455.820	
21	97816.989	53457.908	
22	97827.597	53482.807	
23	97827.382	53732.849	
24	97823.713	53795.899	
25	97819.245	53797.992	
26	97845.615	53795.100	
27	97840.518	53794.982	
28	97835.421	53794.981	
29	97782.878	53795.670	
30	97759.786	53792.180	
31	97757.001	53783.288	
32	97744.499	53483.359	
33	97859.589	53482.870	
34	97859.042	53472.882	
35	97826.861	53476.252	
36	97826.862	53471.637	
37	97827.387	53480.182	
38	97744.081	53473.332	
39	97744.405	53480.787	
40	97827.382	53794.022	
41	97823.995	53795.938	
42	97820.828	53797.254	
43	97817.331	53798.253	
44	97813.728	53798.819	
45	97810.084	53798.944	
46	97800.090	53798.454	
47	97870.094	53798.047	
48	97850.096	53797.724	
49	97810.049	53800.825	
50	97766.291	53800.789	
51	97783.875	53800.250	
52	97781.208	53799.147	
53	97759.222	53787.248	
54	97757.902	53794.839	
55	97757.370	53792.142	
56	97927.803	53475.325	
57	97888.855	53465.864	
58	97912.139	53467.605	
59	97916.121	53468.216	
60	97918.970	53469.218	
61	97921.580	53470.789	
62	97923.787	53472.808	
63	97743.858	53467.938	
64	97744.051	53468.819	
65	97744.887	53461.810	
66	97922.404	53458.729	
67	97927.519	53460.682	
68	97922.085	53463.721	
69	97935.885	53467.642	
70	97938.737	53472.315	
71	97940.502	53477.487	
72	97941.097	53482.639	
73	97941.052	53542.939	
74	97944.522	53582.942	
75	97944.456	53668.980	
76	97940.928	53708.977	
77	97940.880	53768.977	
78	97940.282	53774.869	
79	97938.557	53780.530	
80	97935.745	53785.740	
81	97931.984	53790.298	
82	97746.649	53458.575	
83	97749.145	53455.887	
84	97752.227	53453.949	
85	97755.707	53452.642	
86	97759.377	53452.320	

总面积=85029.29平方米(合127.544亩)
 有效面积=59008.29平方米(合88.512亩) 含 S1-S3, S5, S6
 街头绿地=6574.39平方米(合9.862亩) 含 S8, S7
 规划路幅=19446.61平方米(合29.170亩) 含 S9, S10

同意：
 将红线范围内 (一)~(三)、(五)、(六)处有效面积59008.29m²国有建设用地使用权
 修改出让条件给湖南旺旺医院有限公司，医疗卫生用地使用至二〇五三年五月十三日。
 (四)、(七)、(八)处6574.39m²为街头绿地；(九)、(十)处19446.61m²为规划路幅。
 (合同编号: 4301022016959)



长沙市国土资源局测绘队成果(附件)
绘图员 曾祥程 复核 李仕华
检查员 冯志斌 技术主管 王心平
成果编号 20140314060
日期 2014年3月24日 (测绘院专用章)

根据长沙市规划信息中心2014.1.23日的规划依据图(20140087X2)计算道路规划

块号	起止点号	面积(平方米)
总	1-21 (合: 127.544亩)	85029.29
S1	22-37 有效面积 (83.646亩)	55764.15
S2	32-34, 38, 39 有效面积 (2.118亩)	1411.94
S3	23-31, 40-55 有效面积 (0.880亩)	588.58
S4	22, 35-37, 56 街头绿地 (0.008亩)	5.23
S5	34, 35, 57-62 有效面积 (0.662亩)	441.23
S6	34, 38, 39, 57, 63-65 有效面积 (1.207亩)	804.39
S7	20-23, 35, 40, 56-62, 66-81 街头绿地 (8.211亩)	5474.11
S8	20, 57, 65, 82-86 街头绿地 (1.643亩)	1095.05
S9	12-20, 32, 38, 63-65, 82-86 规划路幅 (4.635亩)	3089.70
S10	1-12, 21, 31, 32, 40-55, 66-81 规划路幅 (24.535亩)	16356.91

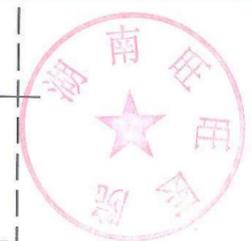
长沙市国土资源局测绘院

2013年1月数字化制图。
 采用长沙市地方直角坐标系系统。
 1985国家高程基准。
 1996年版图式。

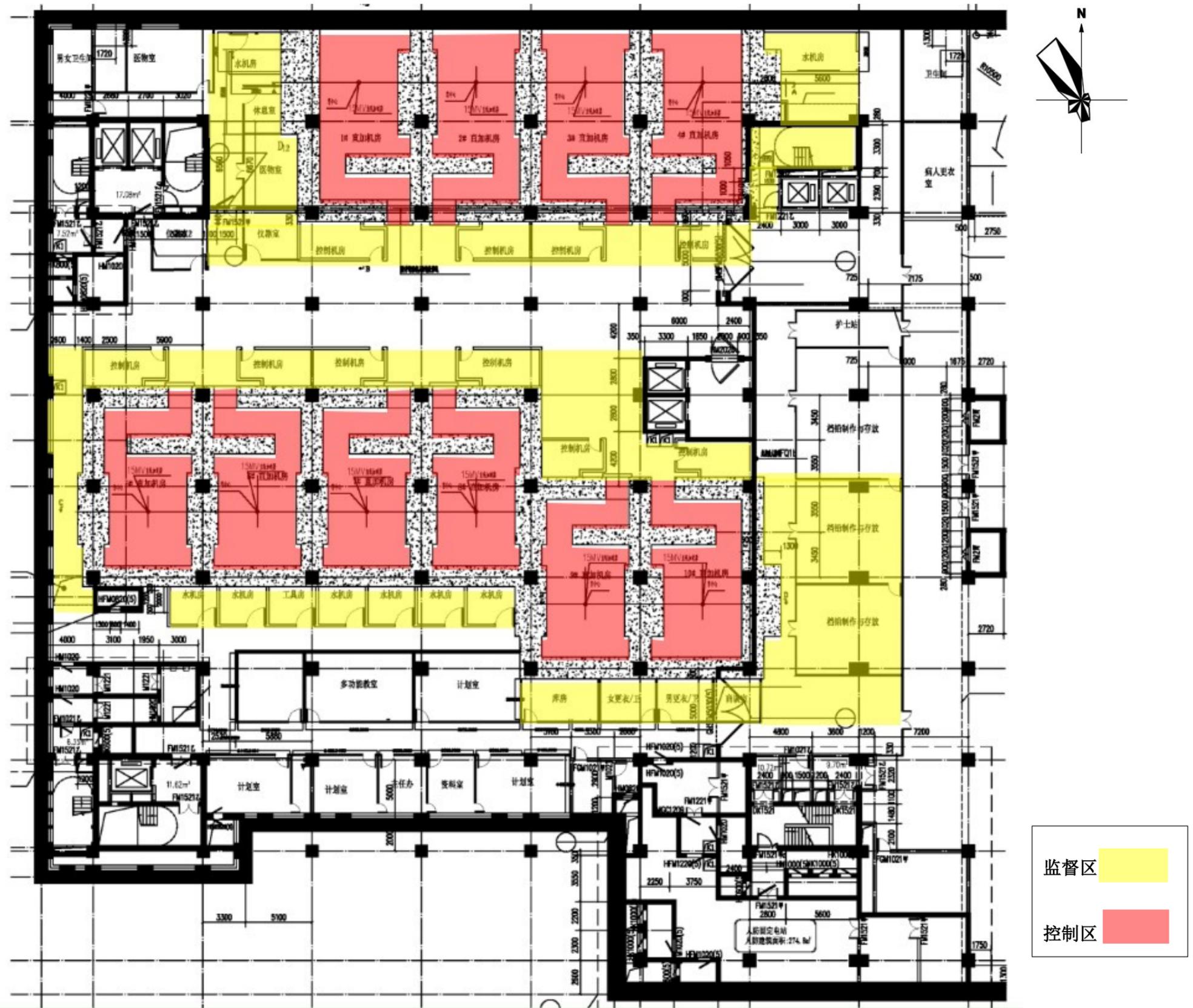
1:1000

测量员：
 绘图员：
 检查员：

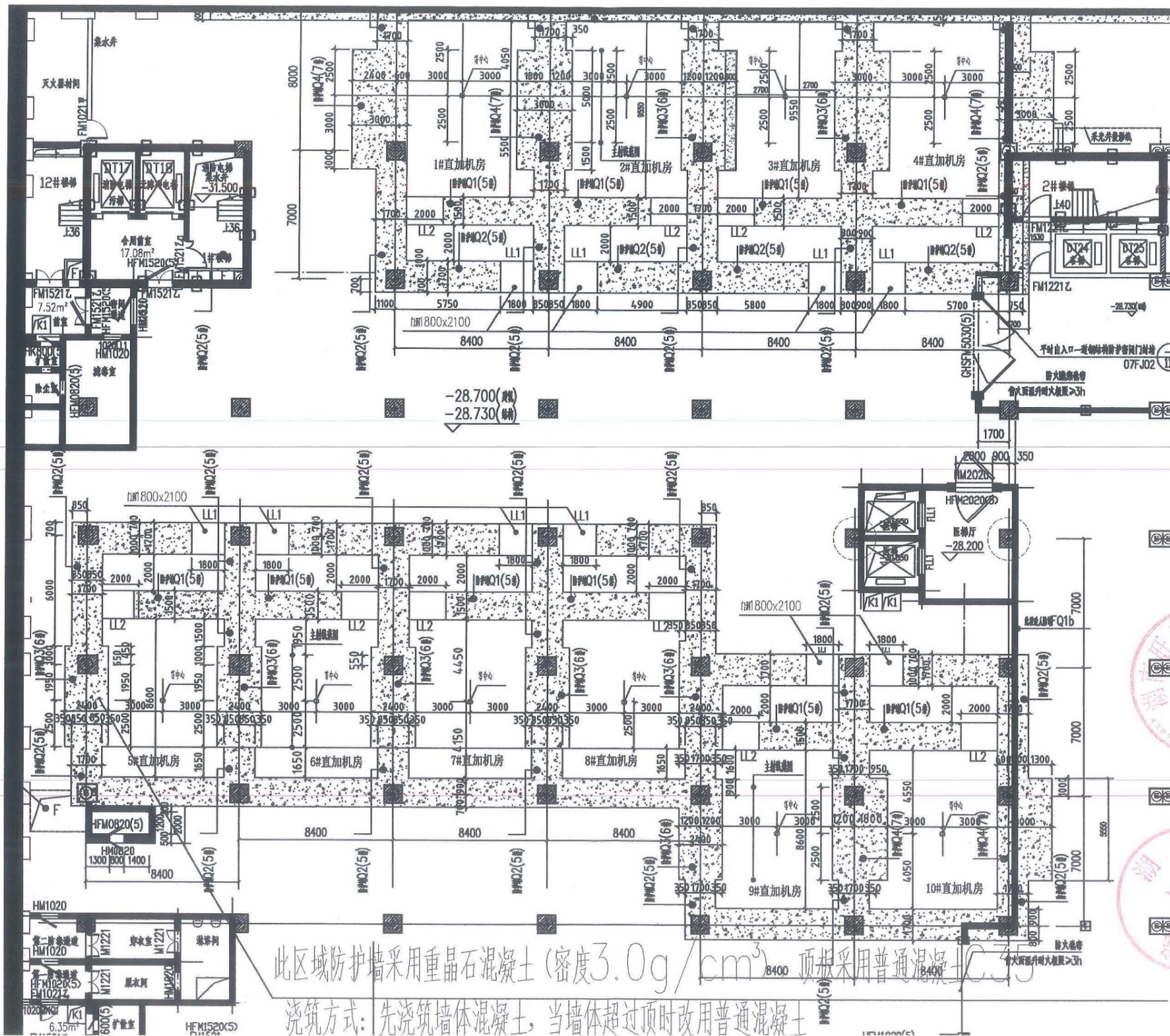
附图三 医院红线范围图



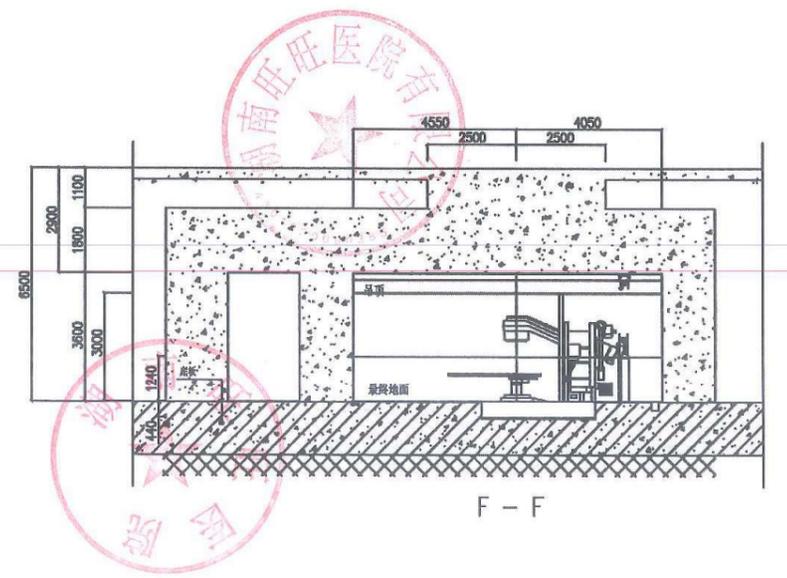
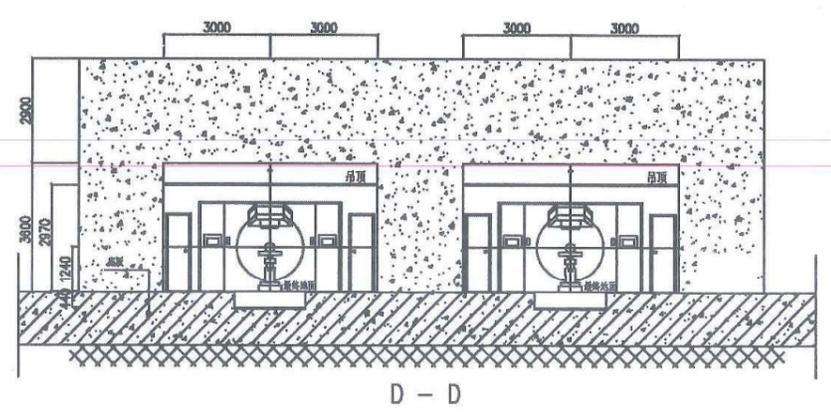
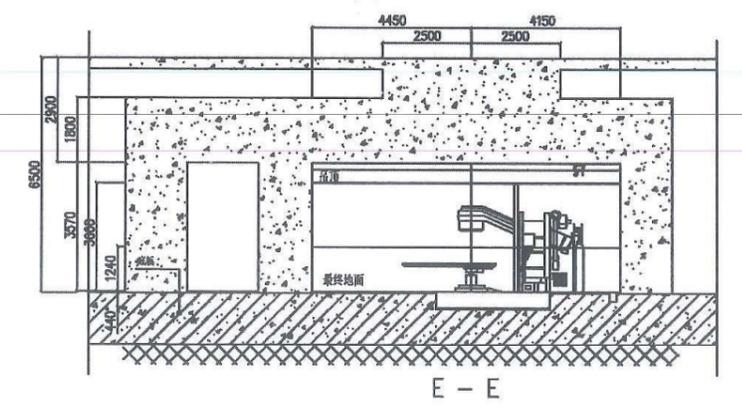
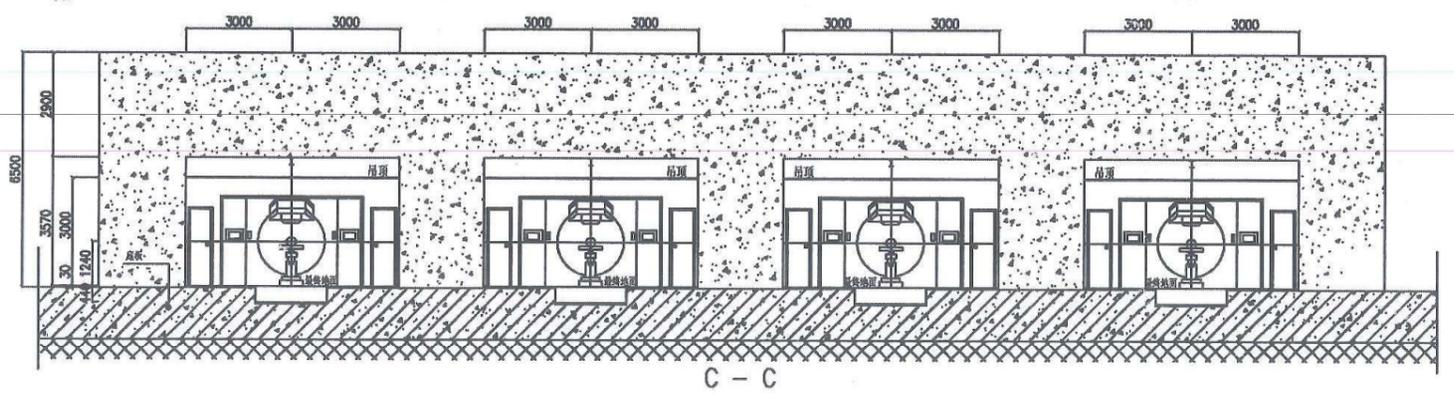
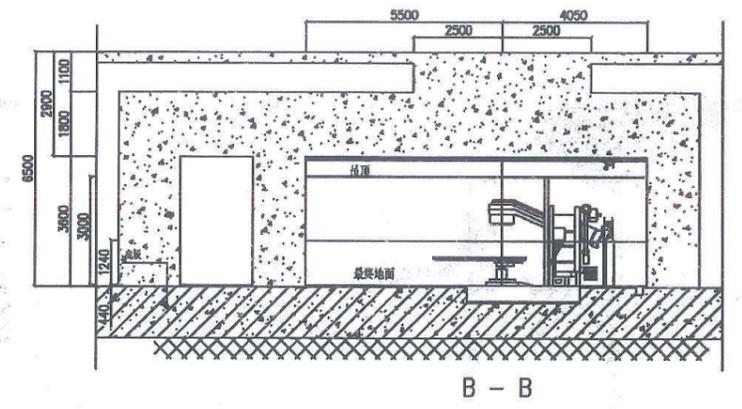
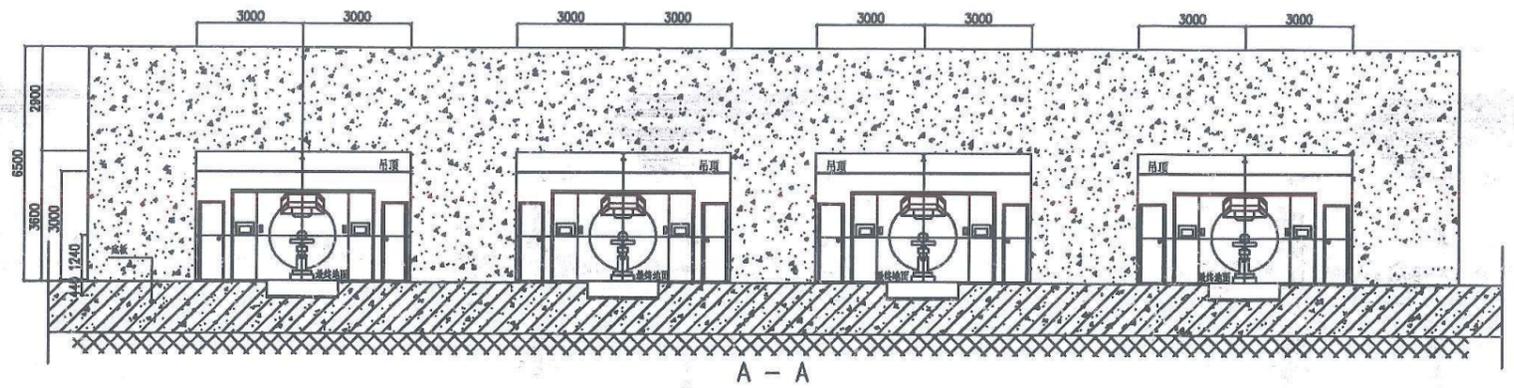
附图四 肿瘤治疗中心（地下负五层局部）平面布局图



附图五 肿瘤治疗中心辐射防护分区图

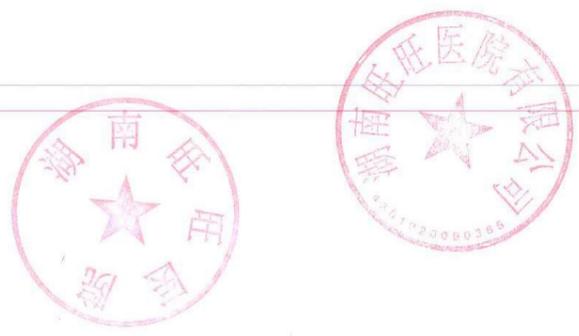
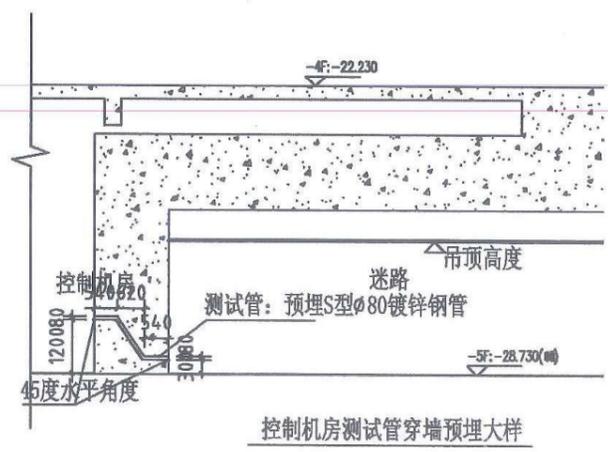
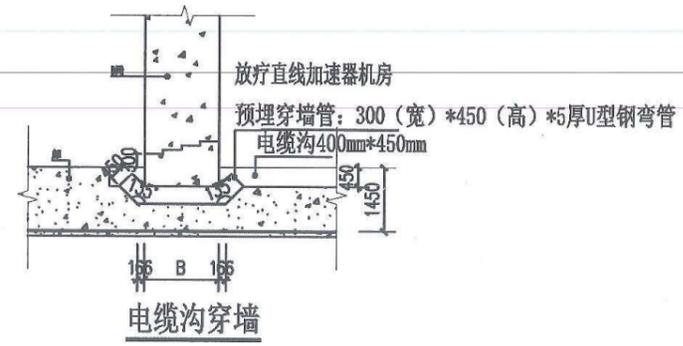
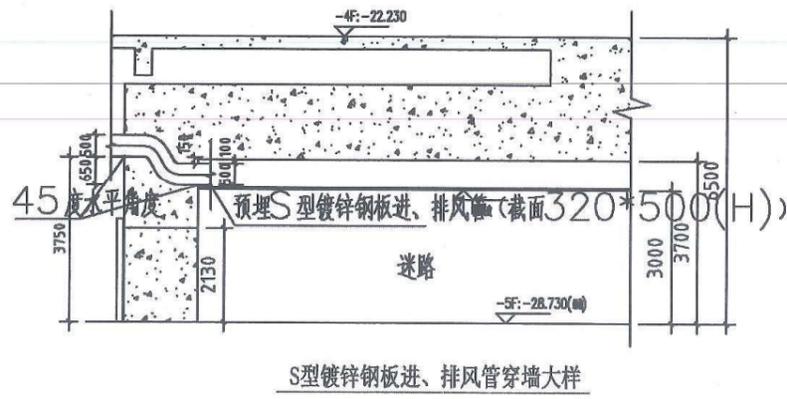
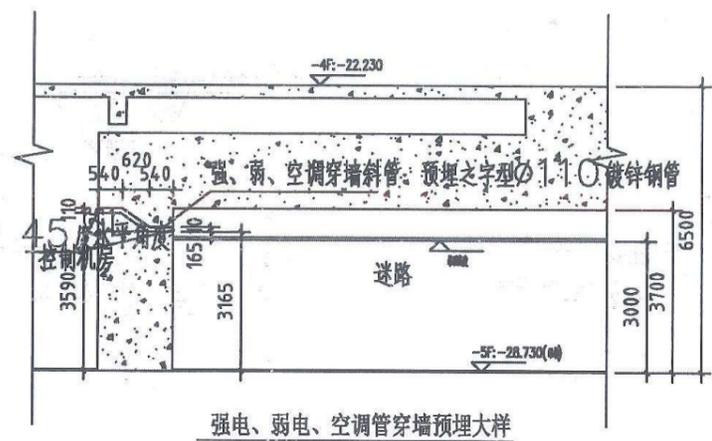


附图六 直线加速器机房平面布局图

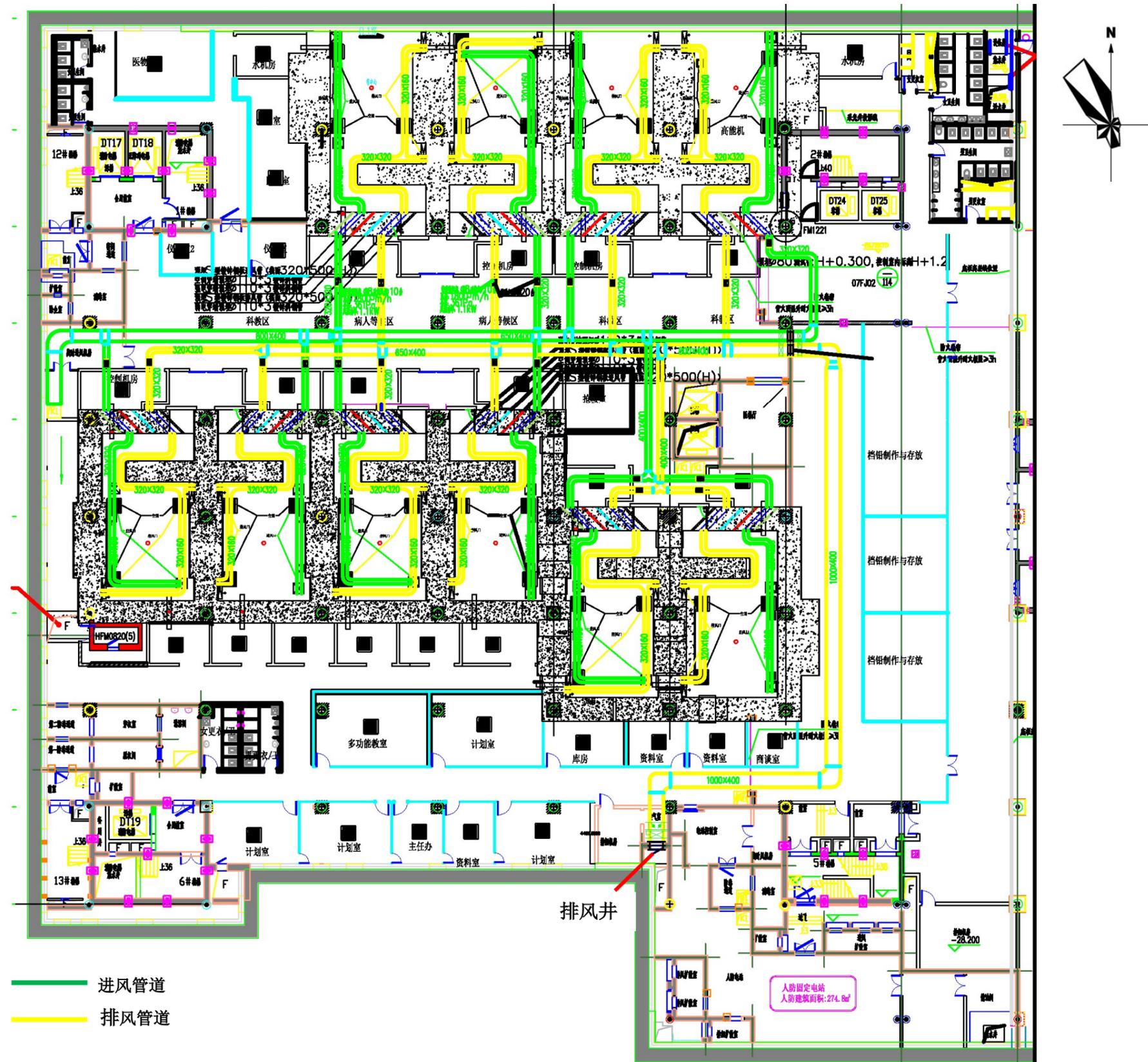


附图七 直线加速器机房剖面布局图

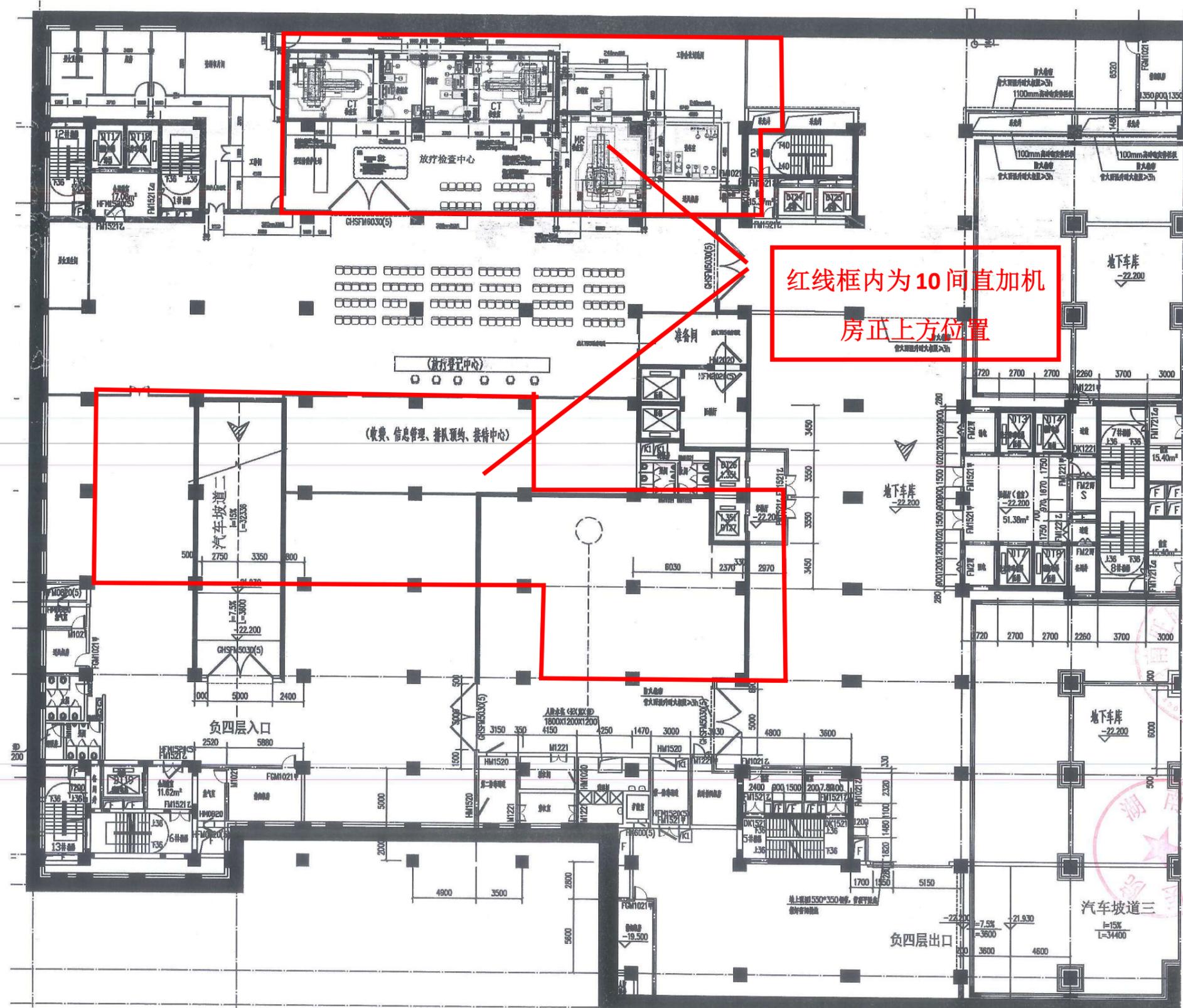
空调穿墙预埋 $\phi 100*3$ 镀锌斜钢管
 预埋S型镀锌钢板进风管(截面 $320*500(H)$)
 预埋 $\phi 80$ 测试管: $H+0.300$, 控制室内标高
 强电穿墙预埋 $\phi 100*3$ 镀锌斜钢管
 预埋S型镀锌钢板排风管(截面 $320*500(H)$)
 弱电穿墙预埋 $\phi 100*3$ 镀锌斜钢管



附图八 直线加速器机房各类管线穿墙大样图



附图九 直线加速器机房通风系统图



红线框内为10间直加机
房正上方位置

附图十 肿瘤治疗中心正上方（地下负四层局部）平面布局图

	
<p>东侧预留工程（三期）和综合大楼（一期）</p>	<p>西侧万家丽路</p>
	
<p>南侧星城路</p>	<p>北侧急诊入口和医疗大楼（一期）</p>
	
<p>拟建建筑楼现状</p>	<p>拟建地现状</p>

附图十一 现场照片

附件一 委托书

委托书

湖南省湘环环境研究院有限公司：

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》和《建设项目环境保护管理条例》等有关法律规定和要求，我单位特委托贵公司承担“湖南旺旺医院核技术利用扩建项目”的环境影响评价工作。

特此委托！

委托单位（盖章）：湖南旺旺医院有限公司

委托日期：2021年06月07日



建设项目环境影响评价现状环境资料

质量保证单

我单位为湖南旺旺医院核技术利用扩建项目环境影响报告表提供了环境现状检测数据，并对所提供的数据资料的准确性和有效性负责。

建设项目名称	湖南旺旺医院核技术利用扩建项目
项目所在地	湖南省长沙市雨花区人民东路 318 号
建设单位	湖南旺旺医院有限公司
检测单位	湖南省湘环环境研究院有限公司
检测时间	2021 年 06 月 25 日
检测项目	环境 γ 辐射剂量率、中子周围剂量当量率

湖南省湘环环境研究院有限公司

2021 年 06 月 28 日



湖南省湘环环境研究院有限公司

检测报告

湘环院（检）2021-06-018号

181812051307

项目名称： 湖南旺旺医院核技术利用改扩建项目

委托单位： 湖南旺旺医院有限公司

报告日期： 二〇二一年六月

湖南省湘环环境研究院有限公司

（盖章）

检测专用章

4301110157280

检测报告说明

- 一、检测报告无本公司  章、检测专用章及骑缝章无效。
- 二、检测报告无报告编制、审核、签发人签字无效。
- 三、检测报告须内容完整，涂改无效。
- 四、由委托检测单位自行采样送检的样本，报告只对送检的样本负责，不作为验收、成果鉴定、评价使用。
- 五、对检测报告若有异议，应于收到报告之日起十五日内向我公司提出书面意见，逾期不予受理；但对不能保存的特殊样品，本公司不予受理。
- 六、报告未经同意，不得用于广告宣传。
- 七、未经同意，不得复制本报告；经批准的报告必须全文复制，复制的报告未重新加盖本公司检测专用章无效。

单 位：湖南省湘环环境研究院有限公司

地 址：长沙市雨花区井莲路 397 号紫金国际（紫铭大厦）2210

邮 编：410018

电 话：0731-84152990

单位简介

湖南省湘环环境研究院有限公司位于湖南省长沙市雨花区井莲路 397 号紫金国际（紫铭大厦）2210。注册资金 600 万元，实验室面积 210m²，业务范围为电磁辐射、电离辐射、辐射防护/放射卫生防护、噪声等检验检测项目，本单位取得了湖南省质量技术监督局颁发的《检验检测机构资质认定证书》证书编号为 18182051307。

本单位配有全频段电磁辐射分析仪、中子剂量率测量仪、环境监测用 X、γ辐射空气比释动能率仪、表面污染监测仪、电离室巡测仪/辐射巡检仪、多功能声级计、分体式风速计、数字式温湿度表、手持式激光测距望远镜等专业检测设备。

检验检测机构资质认定证书

检验检测机构 资质认定证书		检验检测机构 资质认定证书附表	
证书编号：18182051307		18182051307	
名称：湖南省湘环环境研究院有限公司		检验检测机构名称：湖南省湘环环境研究院有限公司	
地址：长沙市雨花区井莲路397号紫铭大厦2210房/410007		批准日期：2018年02月09日	
经审查，你机构已具备国家有关法律、行政法规规定的基本条件和能力，准予批准，向社会出具具有证明作用的数据和结果。特此证明。资质认定包括检验检测机构计量认证。		有效期至：2024年02月08日	
本证书的有效性依赖于你机构符合法律法规和相关标准的要求，并接受本机构的监督。		批准部门：湖南省质量技术监督局	
许可使用标志	MA	（请在证书有效期限内3个月提出复评申请，有效期届满，不得对外出具数据和结果。）	
发证日期：2018年02月09日	有效期至：2024年02月08日	国家认证认可监督管理委员会制	
发证机关：			
本证书由国家认证认可监督管理委员会监制，在中华人民共和国境内有效。			

湘环环境
检测
30111

检验检测的能力范围

批准：湖南省湘环环境研究院有限公司
检验检测的能力范围

证书编号：181812051307

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(含序号)	限制范围	说明
1	电磁辐射检测参数	1 辐射强度	《辐射环境保护管理导则电磁辐射监测仪器和方法》(HJ/T10.2-1996)、《电磁辐射控制限值》(GB8932-2014)		
2	电磁辐射检测参数	2 电场强度	《辐射环境保护管理导则电磁辐射监测仪器和方法》(HJ/T10.2-1996)、《电磁辐射控制限值》(GB8932-2014)		
3	电磁辐射检测参数	3 等效平面波功率密度	《辐射环境保护管理导则电磁辐射监测仪器和方法》(HJ/T10.2-1996)、《电磁辐射控制限值》(GB8932-2014)		
4	电磁辐射检测参数	4 工频电场强度	《辐射环境保护管理导则电磁辐射监测仪器和方法》(HJ/T10.2-1996)、《电磁辐射控制限值》(GB8932-2014)		
5	电磁辐射检测参数	5 工频磁场强度	《辐射环境保护管理导则电磁辐射监测仪器和方法》(HJ/T10.2-1996)、《电磁辐射控制限值》(GB8932-2014)		
6	噪声检测参数	1 环境噪声	《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)		
7	噪声检测参数	2 工业企业厂界噪声	《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)		
8	噪声检测参数	3 建筑施工场界噪声	《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)		
9	噪声检测参数	4 社会生活环境噪声	《社会生活环境噪声排放标准》(GB22367-2008)		

第1页 共5页

批准：湖南省湘环环境研究院有限公司
检验检测的能力范围

证书编号：181812051267

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(含序号)	限制范围	说明
1	电离辐射检测参数	1 空气比释动能率	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)		
2	电离辐射检测参数	2 环境地表γ剂量率水平	《环境地表γ剂量率水平测定规范》(GB/T14561-1993)、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)		
3	电离辐射检测参数	3 环境地表γ辐射剂量率	《环境地表γ辐射剂量率测定规范》(GB/T14561-1993)、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)		
4	电离辐射检测参数	4 环境γ辐射剂量率	《环境γ辐射剂量率测定规范》(GB/T14561-1993)、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)		
5	电离辐射检测参数	5 环境γ辐射剂量率	《环境γ辐射剂量率测定规范》(GB/T14561-1993)、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)		
6	电离辐射检测参数	6 环境γ辐射剂量率	《环境γ辐射剂量率测定规范》(GB/T14561-1993)、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)		
7	电离辐射检测参数	7 环境γ辐射剂量率	《环境γ辐射剂量率测定规范》(GB/T14561-1993)、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)		
8	电离辐射检测参数	8 环境γ辐射剂量率	《环境γ辐射剂量率测定规范》(GB/T14561-1993)、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)		
9	电离辐射检测参数	9 环境γ辐射剂量率	《环境γ辐射剂量率测定规范》(GB/T14561-1993)、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)		

第2页 共5页

批准：湖南省湘环环境研究院有限公司
检验检测的能力范围

证书编号：181812051307

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(含序号)	限制范围	说明
1	电离辐射检测参数	1 空气比释动能率	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)		
2	电离辐射检测参数	2 环境地表γ剂量率水平	《环境地表γ剂量率水平测定规范》(GB/T14561-1993)、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)		
3	电离辐射检测参数	3 环境地表γ辐射剂量率	《环境地表γ辐射剂量率测定规范》(GB/T14561-1993)、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)		
4	电离辐射检测参数	4 环境γ辐射剂量率	《环境γ辐射剂量率测定规范》(GB/T14561-1993)、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)		
5	电离辐射检测参数	5 环境γ辐射剂量率	《环境γ辐射剂量率测定规范》(GB/T14561-1993)、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)		
6	电离辐射检测参数	6 环境γ辐射剂量率	《环境γ辐射剂量率测定规范》(GB/T14561-1993)、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)		
7	电离辐射检测参数	7 环境γ辐射剂量率	《环境γ辐射剂量率测定规范》(GB/T14561-1993)、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)		
8	电离辐射检测参数	8 环境γ辐射剂量率	《环境γ辐射剂量率测定规范》(GB/T14561-1993)、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)		
9	电离辐射检测参数	9 环境γ辐射剂量率	《环境γ辐射剂量率测定规范》(GB/T14561-1993)、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)		

第3页 共5页

批准：湖南省湘环环境研究院有限公司
检验检测的能力范围

证书编号：181812051307

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(含序号)	限制范围	说明
1	辐射防护/放射卫生防护检测参数	1 医用X射线装置工作场所防护检测	《医用X射线诊断放射防护要求》(GBZ132-2008)、《医用X射线诊断放射防护要求》(GBZ132-2008)		
2	辐射防护/放射卫生防护检测参数	2 放射计算机断层扫描装置放射防护检测	《放射计算机断层扫描装置放射防护要求》(GBZ132-2008)、《放射计算机断层扫描装置放射防护要求》(GBZ132-2008)		
3	辐射防护/放射卫生防护检测参数	3 放射计算机断层扫描装置放射防护检测	《放射计算机断层扫描装置放射防护要求》(GBZ132-2008)、《放射计算机断层扫描装置放射防护要求》(GBZ132-2008)		
4	辐射防护/放射卫生防护检测参数	4 放射计算机断层扫描装置放射防护检测	《放射计算机断层扫描装置放射防护要求》(GBZ132-2008)、《放射计算机断层扫描装置放射防护要求》(GBZ132-2008)		
5	辐射防护/放射卫生防护检测参数	5 放射计算机断层扫描装置放射防护检测	《放射计算机断层扫描装置放射防护要求》(GBZ132-2008)、《放射计算机断层扫描装置放射防护要求》(GBZ132-2008)		
6	辐射防护/放射卫生防护检测参数	6 放射计算机断层扫描装置放射防护检测	《放射计算机断层扫描装置放射防护要求》(GBZ132-2008)、《放射计算机断层扫描装置放射防护要求》(GBZ132-2008)		
7	辐射防护/放射卫生防护检测参数	7 放射计算机断层扫描装置放射防护检测	《放射计算机断层扫描装置放射防护要求》(GBZ132-2008)、《放射计算机断层扫描装置放射防护要求》(GBZ132-2008)		
8	辐射防护/放射卫生防护检测参数	8 放射计算机断层扫描装置放射防护检测	《放射计算机断层扫描装置放射防护要求》(GBZ132-2008)、《放射计算机断层扫描装置放射防护要求》(GBZ132-2008)		
9	辐射防护/放射卫生防护检测参数	9 放射计算机断层扫描装置放射防护检测	《放射计算机断层扫描装置放射防护要求》(GBZ132-2008)、《放射计算机断层扫描装置放射防护要求》(GBZ132-2008)		

第4页 共5页

湖南省湘环环境研究院有限公司检测报告

一、基本情况：

项目名称	湖南旺旺医院核技术利用扩建项目
委托单位	湖南旺旺医院有限公司
检测日期	2021年06月25日
检测项目	环境 γ 辐射剂量率、中子周围剂量当量率
检测依据	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021） 《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）

二、检测条件：

天气情况			
天气	相对湿度	温度	
晴	71.6~72.3%	30.2~31.7°C	
检测仪器设备情况			
仪器名称	电离室巡测仪	检定/校准因子	0.85
仪器型号	451P-DE-SI-RYR	效率因子	1
仪器编号	7007	计量检定证书编号	Hnjln2020165-574
有效期至	2021.11.29		
仪器名称	中子周围剂量当量仪	检定/校准因子	0.954
仪器型号	BH3405E	效率因子	1
仪器编号	28	计量检定证书编号	DLjs2021-10729
有效期至	2022.5.19		

三、受检测场地基本情况：

序号	所在位置
1	湖南省长沙市雨花区人民东路318号

编制人：张宇

审核人：朱守明

签发人：谭当国

日期：2021.6.28

日期：2021.6.28

日期：2021.6.18

湖南省湘环环境研究院有限公司

(盖章)

检测专用章

4301110167280

研
究
院
专
用
章
1167

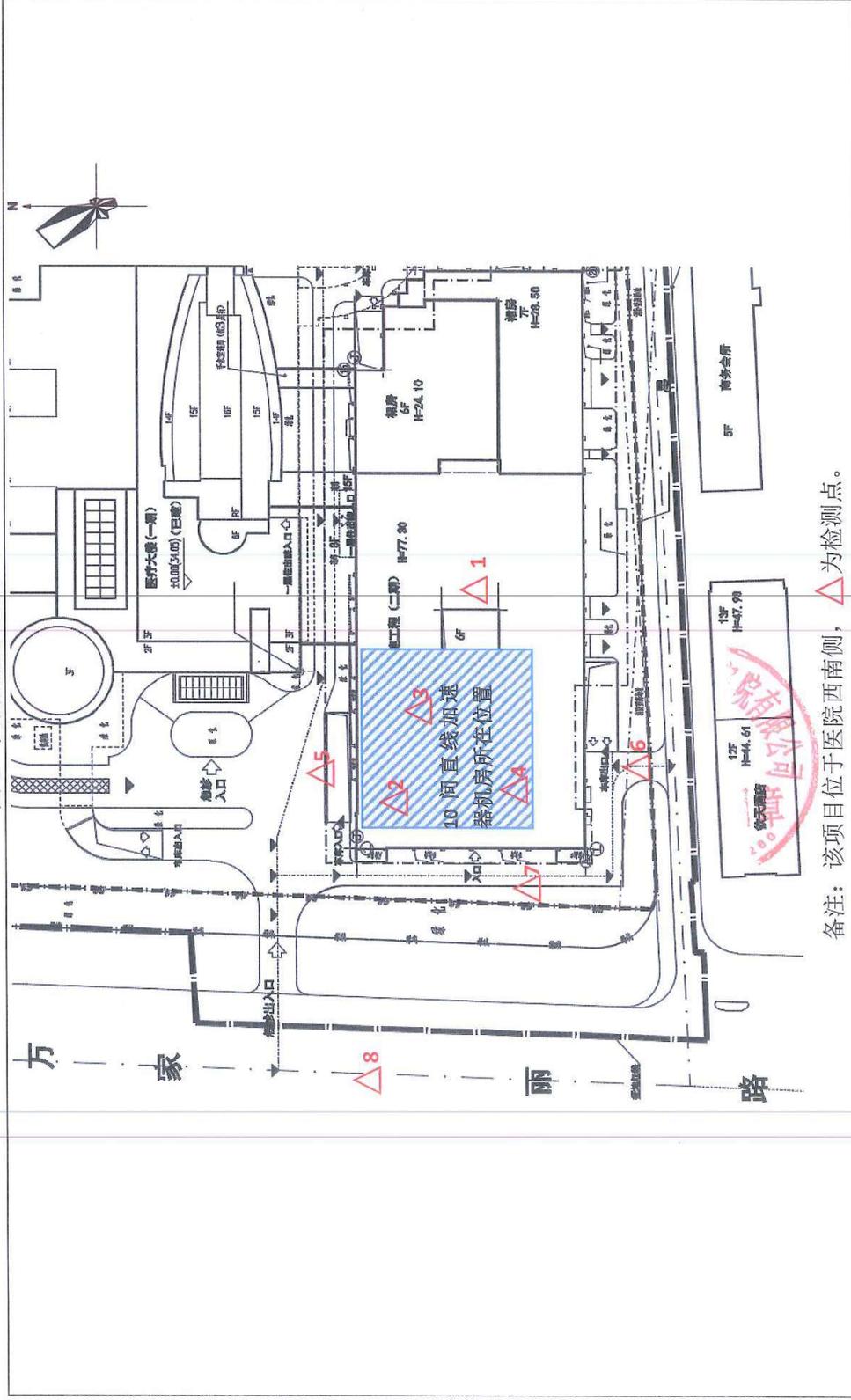
湖南省湘环环境研究院有限公司检测报告

表1 检测结果

①环境地表γ辐射剂量率													
序号	点位名	读数 (nGy/h)										平均值 (nGy/h)	环境地表γ辐射剂量率 (nGy/h)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
△1	医疗大楼扩建工程(二期)拟建地(一层)	117	114	105	132	127	108	118	112	105	102	114.0	96.9
△2	10间直线加速器机房拟建地(地下负五层)	167	153	152	144	138	147	152	163	139	146	150.1	127.6
△3	10间直线加速器机房拟建地东端(地下负五层)	157	163	165	154	152	129	133	147	159	155	151.4	128.7
△4	10间直线加速器机房拟建地楼上(地下负四层)	145	153	137	144	154	167	123	147	152	154	147.6	125.5
△5	北侧院内过道	119	106	125	132	113	108	104	107	105	111	113.0	96.1
△6	南侧院内过道	107	134	120	112	108	109	110	117	113	106	113.6	96.6
△7	西侧院内过道	123	112	109	111	106	124	109	117	108	109	112.8	95.9
△8	西侧院外道路(万家丽路)	112	123	107	102	121	118	101	119	106	103	111.2	94.5
备注: 以上检测数据均未扣除宇宙射线响应值。													
②中子周围剂量当量率													
序号	点位名	读数 (μSv/h)					平均值 (μSv/h)	中子周围剂量当量率 (μSv/h)					
		1	2	3	4	5							
△2	10间直线加速器机房拟建地(地下负五层)	0	0	0	0	0	0	0					
△3	10间直线加速器机房拟建地东端(地下负五层)	0	0	0	0	0	0	0					
△4	10间直线加速器机房拟建地楼上(地下负四层)	0	0	0	0	0	0	0					
备注: "0"表示未检出。													

湖南省湘环环境研究院有限公司检测报告

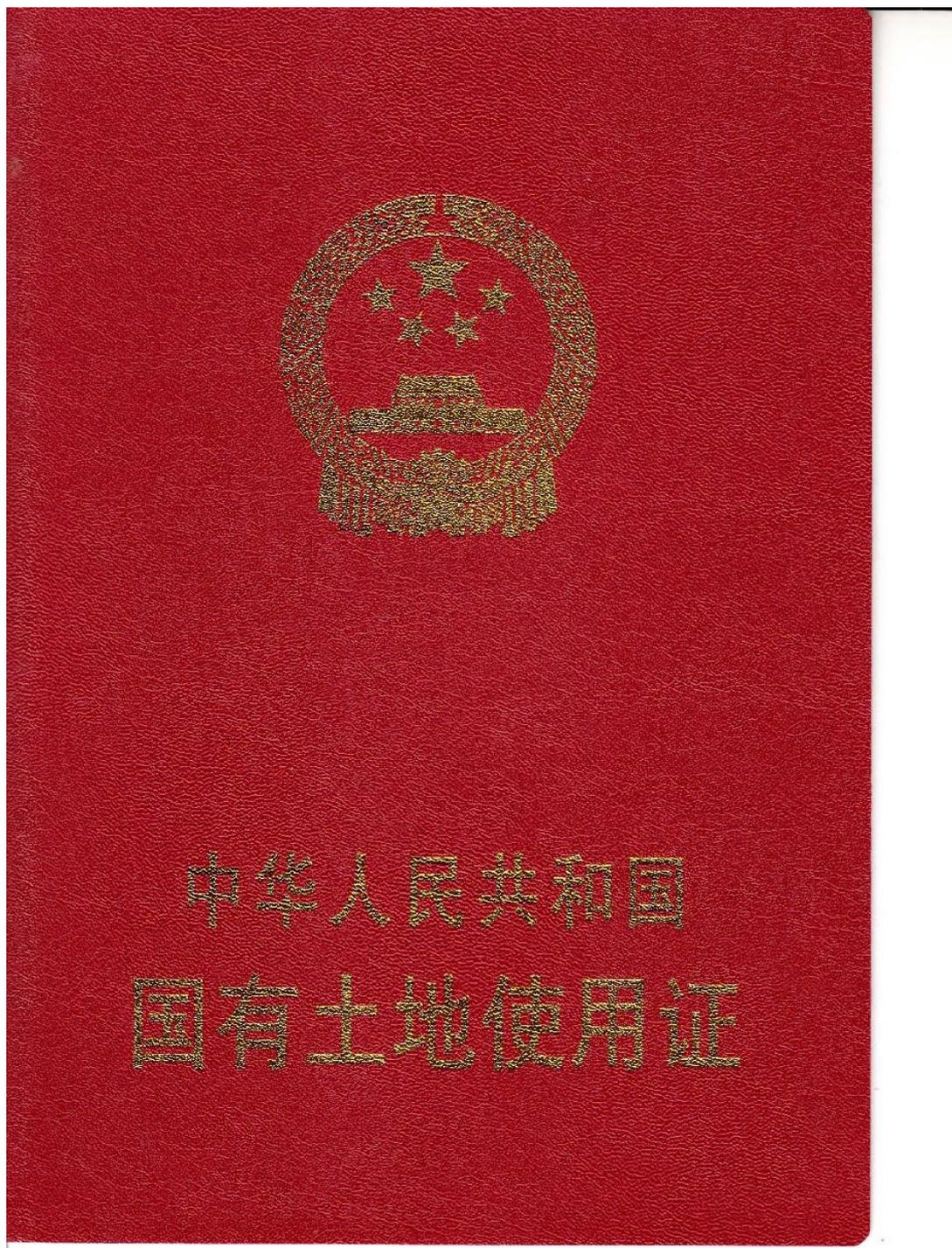
图 1 检测点位示意图



备注：该项目位于医院西南侧， Δ 为检测点。

——报告结束——

附件三 医院《国有土地使用证》



长 国用 (2016) 第 042316号 湖南旺旺医院有限公司

土地使用权人	湖南旺旺医院有限公司	
座 落	芙蓉区人民中路118号	
地 号	430111004007 GB00001	图 号
地类 (用途)	医疗卫生用地	取得价格
使用权类型	出让地	终止日期
使用权面积	59008.29 M ²	其中
		独用面积 M ²
		分摊面积 M ²

根据《中华人民共和国宪法》、《中华人民共和国土地管理法》和《中华人民共和国城市房地产管理法》等法律法规，为保护土地使用权人的合法权益，对土地使用权人申请登记的本证所列土地权利，经审查核实，准予登记，颁发此证。



记 事

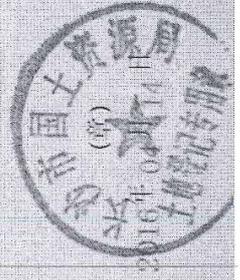
该宗土地另有6574.39平方米在头郊地和19446.61平方米规划路幅。

图 粘 贴 线



登 记 机 关

证 书 监 制 机 关



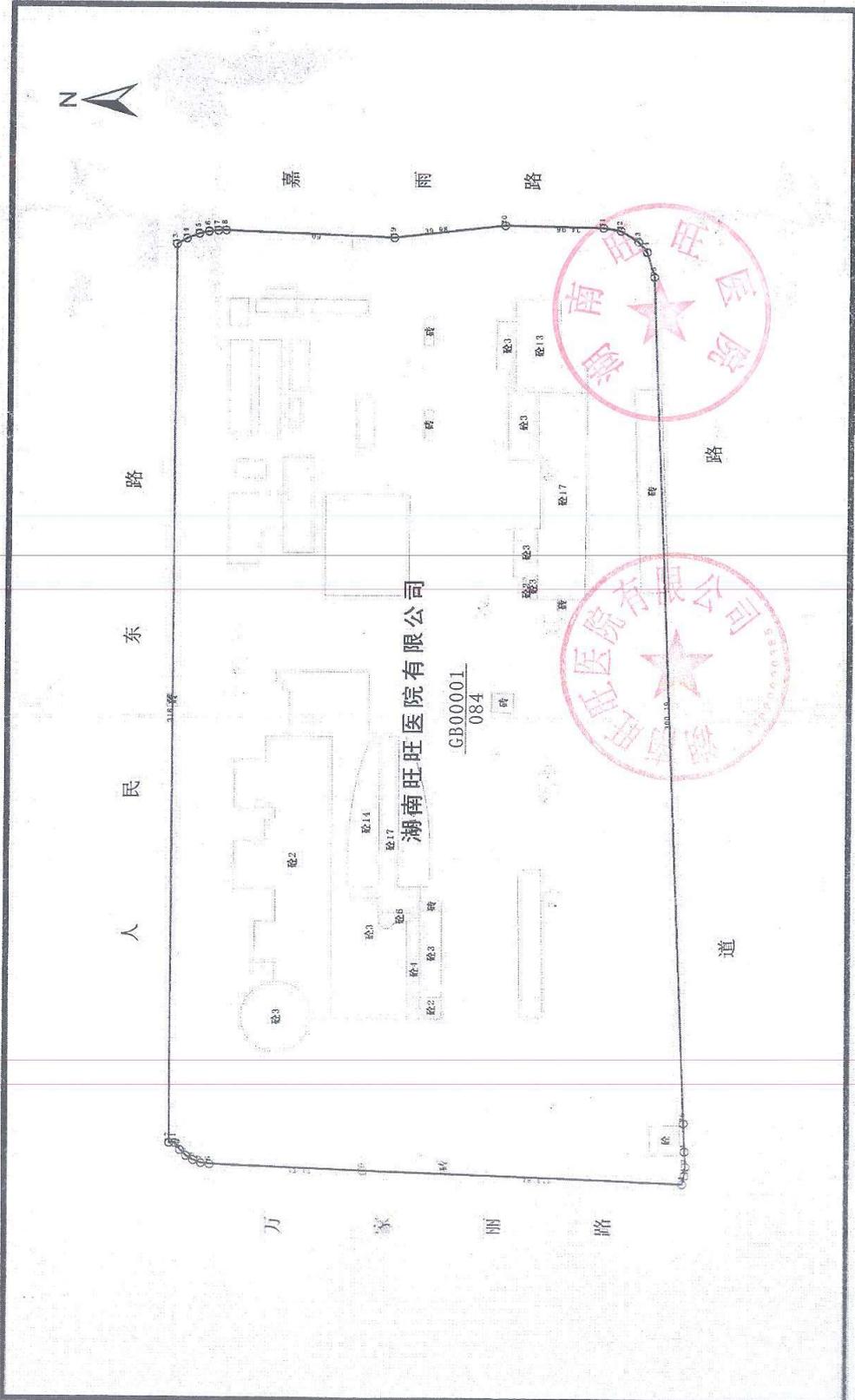
宗地

权利人：湖南旺旺医院有限公司

宗地代码：430111004007GB00001

地类：医疗卫生用地

面积：59008.29平方米 图幅号：



制作单位：长沙国土资源局

编制者：廖盛

检查者：付方清

比例尺 1:2000

制作日期：2016-04-14

湖南省环境保护厅文件

湘环评〔2012〕362号

关于湖南旺旺医院二期医疗大楼建设项目 环境影响报告书的批复

湖南旺旺医院投资管理有限公司：

你院《关于请求审批〈湖南旺旺医院二期医疗大楼环境影响报告书〉的函》、湖南省环境工程评估中心《湖南旺旺医院二期医疗大楼环境影响报告书的技术评估报告》、长沙市环保局的预审意见及相关附件收悉。经研究，批复如下：

一、你院拟投资6亿元，在长沙市芙蓉区万家丽路与人民东路交汇处东南角的医院已征地范围内的西南部预留地上新建湖南旺旺医院二期医疗大楼建设项目。拟建项目占地7746.8m²，主要建设内容为新建一栋地下5层、地上18层的医疗大楼及配套污水处理站(1200m³/d)，总建筑面积约138490m²。二期工程新增病床1000张，新增门诊接诊能力5000人/日、急诊接诊能力200人/日，工程建成后医院总病床数达到1507张，门诊接诊能

力达到 7000 人/日，急诊接诊能力达到 400 人/日；一、二期工程均不设专门传染病诊疗室。项目建设符合国家产业政策，选址符合拟建地用地规划要求，对于加强区域医疗服务保障具有积极意义。根据中国航空规划建设发展有限公司编制的环境影响报告书的分析结论和长沙市环保局的预审意见，在建设单位切实落实各项环保措施，确保外排污染物稳定达标排放的前提下，我厅同意该项目在拟选地址建设。

二、建设单位在工程设计、建设和运营管理中，必须全面落实环评报告书提出的各项污染防治措施，并着重做好以下工作：

(一)加强施工期环境管理。采取围挡施工、控制施工时段等措施，切实降低施工扬尘和噪声对周边环境的影响。及时妥善处置建筑弃渣和施工垃圾，选择密闭性好的渣土运输车辆，严格按照经批准的路线及时间行驶，送指定地点存放。

(二)项目排水实施雨污分流，污污分流，按照《医院污水处理技术指南》的要求，对拟建项目各类医疗废水、生活污水等严格分类收集处理，新建一座地下式医疗废水处理站，优化废水处理的规模及工艺设计，与一期工程共用统一排污口外排。加强废水预处理措施，对牙科、检验科等排放的酸碱废水、含氟废水、含汞废水、含铬废水等特殊医疗废水必须分别进行预处理达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表 2 中排放标准、食堂废水经隔油沉淀预处理、生活污水经化粪池预处理后与其他一般医疗废水一并进入新建污水处理站处理，处理后水质达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)中预处理标准要求，由市政排水管道进入长善垸污水处理厂进行深度处理。排污口配置在线余氯测定仪和流量计，实时监控外排水质情况；

对污水处理产生的污泥及时安全处置，避免二次污染。

(三) 做好工程大气污染防治。新建锅炉燃用天然气，其燃烧烟气通过现有锅炉房排烟通道至主楼楼顶高空排放；车下车库废气通过机械通风换气设备外排；厨房预设排油烟通道，安装油烟净化设备，餐饮油烟经净化处理达标后由通道高空排放。

(四) 建设单位必须严格执行《固体废物污染环境防治法》、《医疗废物管理条例》等国家法律法规，按照《危险废物贮存污染控制标准》、《医疗废物专用包装物、容器标准和警示标识规定》等相关技术规范要求，加强医疗废物的分类收集、转运、临时贮存等各个环节的污染管理。规范设置医废暂存库并使用专用容器、包装，对除病理性废物外的其余医废、污水处理污泥、栅渣等分类收集并及时交有处置资质的合法单位安全处置；病理性废物经病理科分析处理后送太平间暂存，集中交长沙市殡仪馆火化处理；生活垃圾袋装后由环卫部门外运填埋；餐厨垃圾及食堂废油交由专业回收单位处置。规范医废固废管理制度，防止疾病传播，严防二次污染。

(五) 合理优化工程平面布局和设备选型，冷却塔应选用低噪模块式设备，置于主楼楼顶并安装减振基础；将水泵、空调机组、风机等设备安装于地下层，并采取有效的隔声降噪减振工程措施；对病房、手术室等对声环境要求高的房间应尽量远离万家丽路布置，对大楼临街外窗安装中空玻璃窗，减少院内交通噪声干扰；加强医院内交通组织管理，设置限速禁鸣标志，确保声环境质量达标。

(六) 按“以新带老”要求完善现有工程环保措施。对现有工程的口腔科、检验科排放的含一类重金属污染物等特殊医疗废

水增设预处理装置单独处理，确保一类污染物达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表2中排放标准处理后再进入一期污水处理站；将现有工程污水处理站废气收集后与新建污水处理站废气一起由专用排气竖井至拟建二期医疗大楼楼顶高空排放。

（七）进一步建立健全环境管理机构，设立专职环保专干，配备监测仪器设备，加强环境管理，确保各类环保设施正常运转；制定医院废水处理、医疗废物收集、安全处理处置等方面的规章制度和风险应急预案，提高应对突发性事件的能力。

三、本项目涉及的放射源及射线装置由建设单位另行委托有相应资质单位进行专项环境影响评价。

四、工程竣工后，须按规定申请办理建设项目竣工环境保护验收手续，经我厅验收合格后方可正式投入使用。拟建项目环保“三同时”执行情况的监督检查和日常环境管理工作由长沙市环保局和芙蓉区环保局具体负责。



抄送：长沙市环保局，芙蓉区环保局，湖南省环境工程评估中心，中国航空规划建设发展有限公司。

湖南省环境保护厅办公室

2012年12月11日印发

长沙市环境保护局

长环评〔2017〕27号

长沙市环境保护局 关于湖南旺旺医院二期医疗大楼扩建工程建设 项目环境影响报告书的批复



湖南旺旺医院有限公司：

你单位呈报的《关于审批〈湖南旺旺医院二期医疗大楼扩建工程建设项目环境影响报告书〉的请示》、环评报告书及相关附件和芙蓉区环境保护局的初审意见已收悉。经研究，现批复如下：

一、该项目位于长沙市芙蓉区万家丽与人民东路交汇处东南角，项目主要建设内容为在已取得省厅批复（湘环评〔2012〕362号）的二期医疗大楼基础上增设两层楼用于老年医疗及安宁病房，在地下 3F-5F 增设夹层用于地下停车，并对楼层建筑面积和功能布局进行调整。不新增病床数，老年医疗及安宁病房设置于二期医疗大楼的 7F 和 9F。项目总投资：30000 万元，环保投资 9 万元。根据中国航空规划设计研究总院有限公司环境影响报告书的分析结论和专家审查意见以及芙蓉区环境保护局的初审意见，我局同意你单位按照环境影响报告书所列工程的性质、规模、位置以及采取的环境保护对策措施进行建设。

二、建设单位在工程设计、建设和运行管理中，必须严格执行环保“三同时”制度，落实环评报告书要求，并着重做好以下几项工作：

1、施工期

(1) 按照《长沙市控制城市扬尘污染管理办法》规定，为防治施工范围扬尘污染，采取配备专职保洁员，设置不低于 2.5m 的连续、硬质围挡，施工场地出入口、场内车行道路面硬化，施工场地洒水抑尘，渣土等产尘物料密闭运输、运输车辆清洗，严格控制物料运输、装卸等施工过程中的扬尘污染等措施。在施工中必须采用商品混凝土，不得现场拌合。

(2) 生活污水收集处理达标后排入市政污水管网；施工泥浆等废水须经隔油沉淀处理达标后回用于施工区洒水抑尘，多余部分排入临近的已建市政污水管网，污水和废水排放执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 三级标准，应按规范要求设置排污口标识，禁止未经任何处理直排市政管网或周边水体。

(3) 优化施工场地设备布局，选购低噪声设备，采取降噪和减振等措施；合理安排施工作业时间，严格限制夜间（22:00 - 6:00）进行较强噪声的施工作业，因生产工艺要求或特殊需要必须连续施工的，夜间施工前应到当地环保部门办理夜间施工相关手续，并进行公告。施工场界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 规定的噪声排放限值。

(4) 施工人员的生活垃圾须按照指定地点集中堆放，每日由环卫部门清运；施工建筑垃圾应按芙蓉区环卫局的规定进行处理处置。

2、营运期

(1) 项目实施雨污分流，污污分流。医疗废水经院内污水处理站消毒处理后达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表2排放标准后，排入市政污水管网；生活污水经化粪池处理后，必须达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)三级标准和污水处理厂进水要求。

(2) 项目应加强大气污染防治。污水处理站废气执行《医疗机构水污染排放标准》(GB18466-2005)表3标准；锅炉烟气须达到《锅炉大气污染物排放标准》(GB13271-2014)表3重点地区燃气锅炉标准；食堂油烟执行《饮食业油烟排放标准(试行)》(GB18483-2001)；满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中二级排放标准。

(3) 项目应加强噪声污染控制。按照节能减排，环保要求，选用低噪声设备，设备噪声应采取降噪减振等措施，确保场界噪声符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)的2类标准要求，交通干线两侧区域执行4类标准。

(4) 项目应加强固体废物的管理。项目产生的医疗废物送医院医疗废物贮存室存放，并定期送有医疗废物收集资质的机构进行处置；污泥按危险废物进行管理，经过消毒处理后交由有资质的单位处理。餐厨垃圾及油烟机废机油送有资质的单位回收处置；生活垃圾应分类收集，定期交由环卫部门清运。

(5) 进一步完善环境管理制度，制定有关环境风险防范措施方案和突发性事故应急处理预案，加强环保设施运行管理与维护，确保各污染长期稳定达标排放。



(6) 项目范围内核技术利用放射装置、核医学等设备装置须另行单独委托有资质专门机构进行环境影响评价和报有审批权的环保部门审批。

三、项目竣工后，须按照《建设项目竣工环境保护验收管理办法》的有关规定，及时申请竣工环保验收，经环保部门验收合格后方可投入使用。

四、由芙蓉区环境保护局具体负责该项目环保“三同时”执行情况的监督检查和日常环境管理工作。



抄送：市环境监察支队 芙蓉区环境保护局

附件 2 项目环评报告表批复

湘环评表[2008]178号

审批意见:

一、你公司位于长沙市人民东路 38 号,由湖南鸿仪投资发展有限公司和旺旺控股有限公司共同出资组建成立的一所集医疗、保健及相关咨询服务于一体的大型综合性医院。本项目属于补办环评手续,其评价范围:使用 10 台射线装置,分别为 1 台 DSA(II类),数字胃肠 X 线机、乳腺 X 线机、床旁移动 X 线机、移动 C 臂 X 线机、CT、牙片机、全景牙片扫描 X 线机各 1 台(III类),2 台 DR(III类)。

你公司提交的《湖南旺旺医院有限公司辐射环境影响报告表》的格式与内容基本满足审评要求,评价结论可信。报告表对射线装置的使用情况描叙较清楚,辐射安全与辐射防护措施基本可行。公司设置了辐射安全管理机构,制定了相应辐射防护制度。在落实报告表各项安全与防护措施后,对环境的影响是可接受的,其辐射防护与安全是可以保证的。

二、公司应进一步做好如下工作:

1、需要对移动 C 臂机房(11 号房)、DR 机房(第 2X 光室)、介入治疗机房、全景牙片机房及牙片机房的通风换气设备进行改造,加大其通风排气能力,确保满足国家相关技术标准要求。

2、按照国家有关标准要求,需要对各辐射工作场所严格进行分区管理,各机房及控制室均为监督区,严禁无关人

医院



10200

青

登

员出入。

3、各机房门上方均须安装工作状态指示灯，并辅以文字说明；已坏的需及时维修。同时须在各机房醒目处张贴电离辐射警告标志。

4、对于从事介入治疗的辐射工作人员须配备相应的个人防护用品，并严格控制工作时间，确保其年有效剂量小于公司规定的剂量管理约束值。

5、加强对辐射工作人员的辐射安全与防护知识培训和健康管理，并规范其档案管理。

三、在落实以上要求后，你公司须尽快到我局办理辐射安全许可证后方可开展相应的辐射工作。

四、我局委托长沙市环境保护局负责该项目的日常监督管理工作。



经办人：金杰坤

湖南省环境保护厅

湘环评辐验表〔2015〕22号

湖南省环境保护厅 湖南旺旺医院有限公司核技术利用项目 环保竣工验收意见

湖南旺旺医院有限公司：

你单位位于长沙市人民东路 318 号，2002 年经国家卫生部及商务部批准设立，是集医疗、预防、教学、保健、康复、急救为一体的现代化大型综合性医院。于 2008 年委托湖南省职业病防治院（原湖南省劳动卫生职业病防治所）编制了核技术利用项目的环境影响报告表，并于 2008 年 9 月取得了我厅对该项目的批复，批文号湘环评〔2008〕178 号；2011 年 11 月，对新增的 2 台放射性诊疗设备填报了核技术利用项目环境影响登记表。

同年我厅颁发了辐射安全许可证（证书编号：湘环辐证〔02305〕）。

本次核技术利用项目验收规模为：使用 II 类射线装置 1 台（数字血管造影机 1 台）；使用 III 类射线装置 11 台（CT 机 2 台、数字 X 光机 3 台，数字胃肠机 1 台，乳腺 X 光机 1 台，移动 X 光机 1 台，骨科 C 臂 1 台，牙片机 1 台，全景机 1 台）。

你单位严格按照国家有关规范、标准和环评批复的要求，完成了辐射工作场所的建设，设有规范的电离辐射警示标志，修订了辐射安全与防护管理制度以及操作规程，辐射安全与防护措施落实到位。验收监测单位提供的监测数据表明：你单位核技术利用项目辐射工作场所及周围辐射环境水平均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的相关要求。你单位核技术利用项目环境保护手续齐全；项目环保设施按要求落实，同意验收。



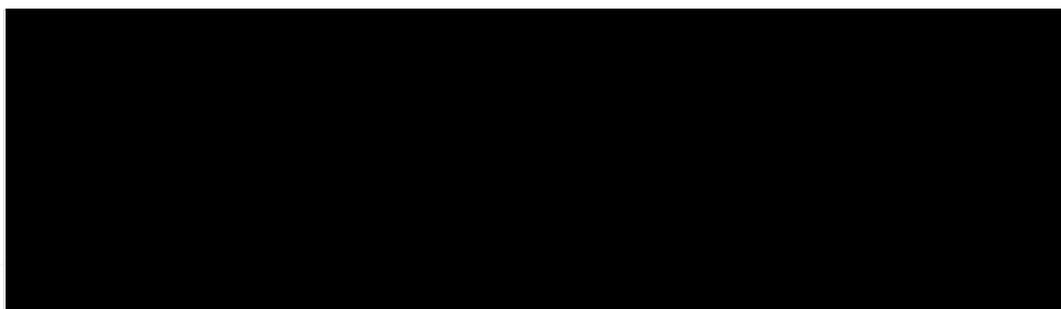
抄送：长沙市环境保护局。

湖南旺旺医院有限公司

旺医字[2021]0602号

关于成立辐射安全防护管理小组的通知

为深入贯彻落实国务院令 第449号(2005)《中华人民共和国放射性同位素与射线装置安全和防护条例》精神,根据国家环保部《关于加强放射性同位素与射线装置安全防护工作的通知》要求,为了确实做好辐射安全防护管理工作,经医院研究决定,成立辐射安全防护管理小组。小组名单如下:



湖南旺旺医院有限公司
二〇二一年六月十六日

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：湖南旺旺医院有限公司
地址：湖南省长沙市雨花区人民东路318号
法定代表人：郑俊达
种类和范围：使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置。

证书编号：湘环辐证[02305]
有效期至：2024年10月27日

发证机关：湖南省生态环境厅
发证日期：2019年10月28日

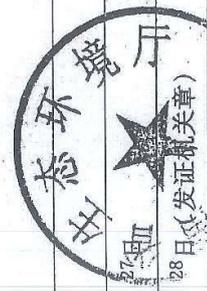
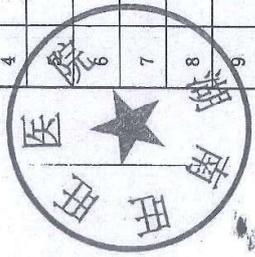
根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定,经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	湖南旺旺医院有限公司		
地址	湖南省长沙市雨花区人民东路318号		
法定代表人	郑俊达	电话 18670703051	
证件类型	身份证(港、澳、台地区)	号码 00470782	
涉源部门	名称	地址	负责人
	放射科	人民东路318号	王攀
	口腔科	人民东路318号	张颖
种类和范围	使用II类、III类射线装置。		
许可证条件			
证书编号	湘环辐证[02305]		
有效期至	2024年10月	27日	
发证日期	2019年10月	28日(发证机关章)	

活动种类和范围 (三) 射线装置

证书编号:湘环辐证[02305]

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类
1	口内X光机	III类	1	使用
2	口腔X射线计算机断层摄影系统	III类	1	使用
3	全景牙片机	III类	2	使用
4	牙片机	III类	1	使用
5	OsteoSys骨密度仪	III类	1	使用
6	骨科C臂	III类	1	使用
7	数字血管造影机	II类	1	使用
8	数字X光机	III类	2	使用
9	乳腺X光机	III类	1	使用
10	CT	III类	2	使用
11	数字胃肠机	III类	1	使用
12	DR	III类	1	使用
13	移动式X光机	III类	1	使用
	以下空白			



关于我院放射诊疗项目所致工作人员和公众 剂量管理目标值的确定

为保证我院放射诊疗项目的正常运行，加强对放射工作人员剂量的管理，按照国家相关法律法规和标准的要求，结合我院放射诊疗工作实际情况，现明确我院放射工作人员和公众的年有效剂量管理目标值如下：

1) 放射诊断：放射工作人员年有效剂量管理目标值 $\leq 2\text{mSv/a}$ ，
公众成员的年有效剂量管理目标值 $\leq 0.25\text{mSv/a}$ ；

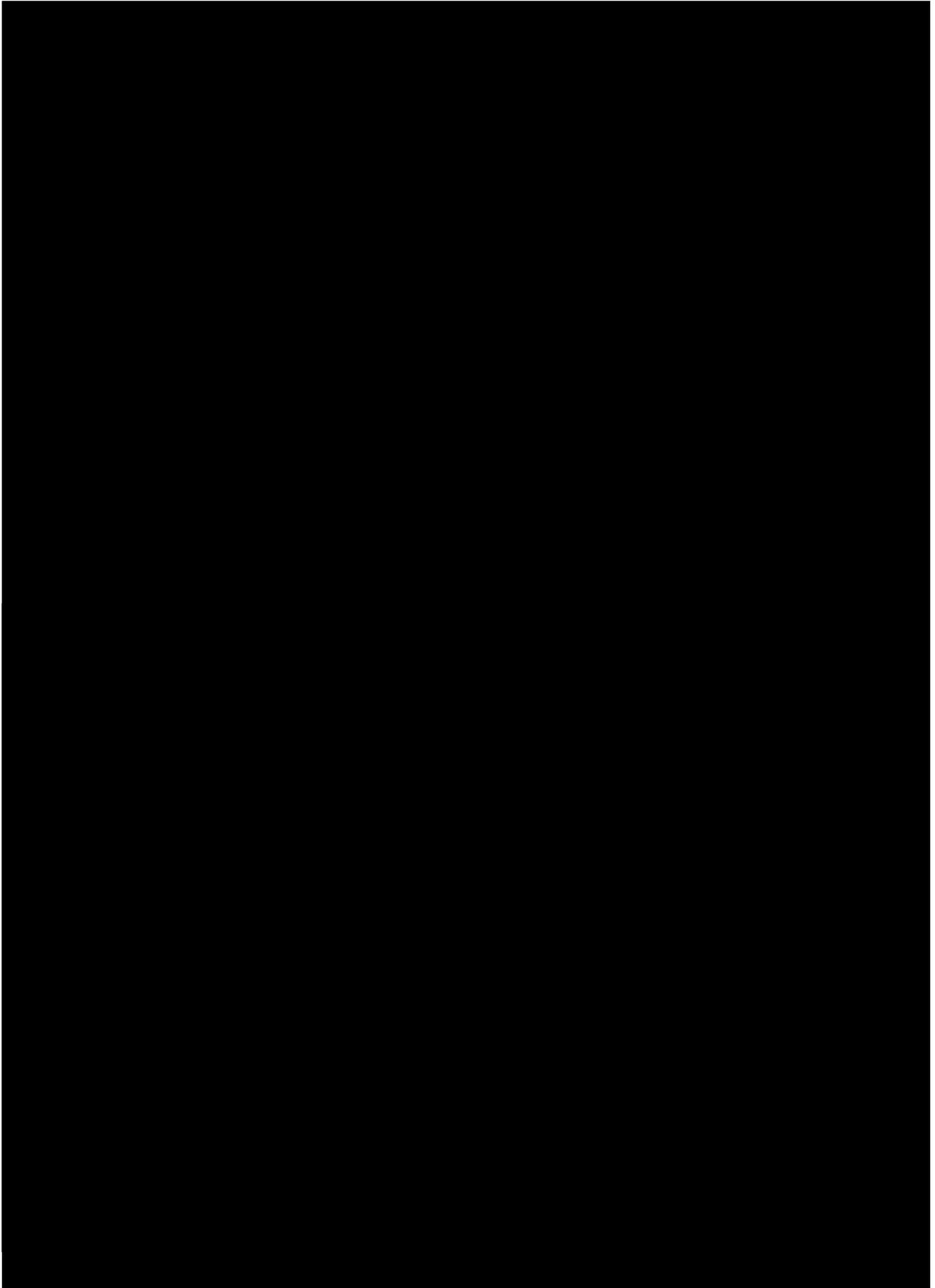
2) 介入治疗：放射工作人员年有效剂量管理目标值 $\leq 5\text{mSv/a}$ ，
公众成员的年有效剂量管理目标值 $\leq 0.25\text{mSv/a}$ ；

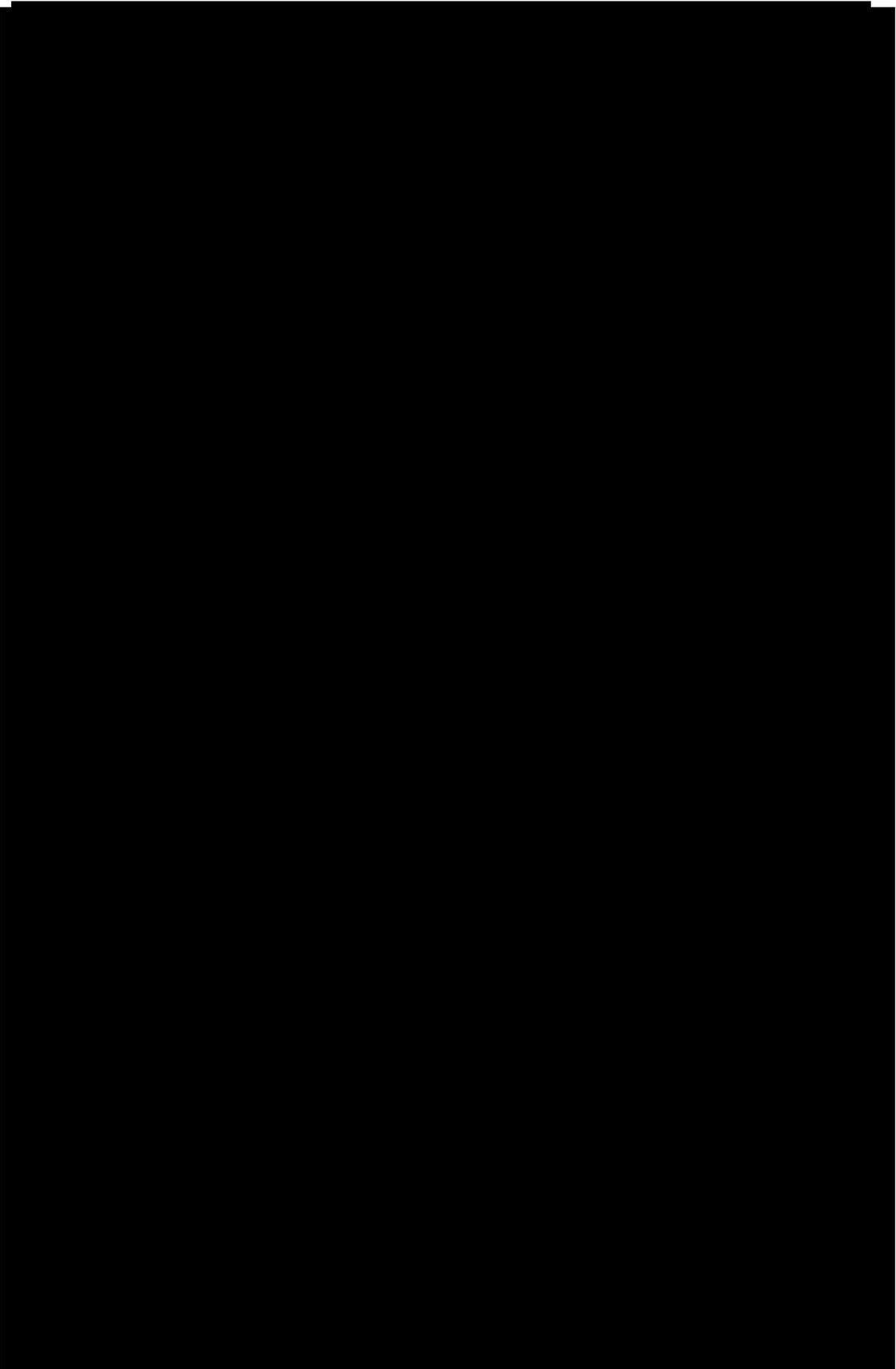
3) 放射治疗：放射工作人员年有效剂量管理目标值 $\leq 5\text{mSv/a}$ ，
公众成员的年有效剂量管理目标值 $\leq 0.25\text{mSv/a}$ ；

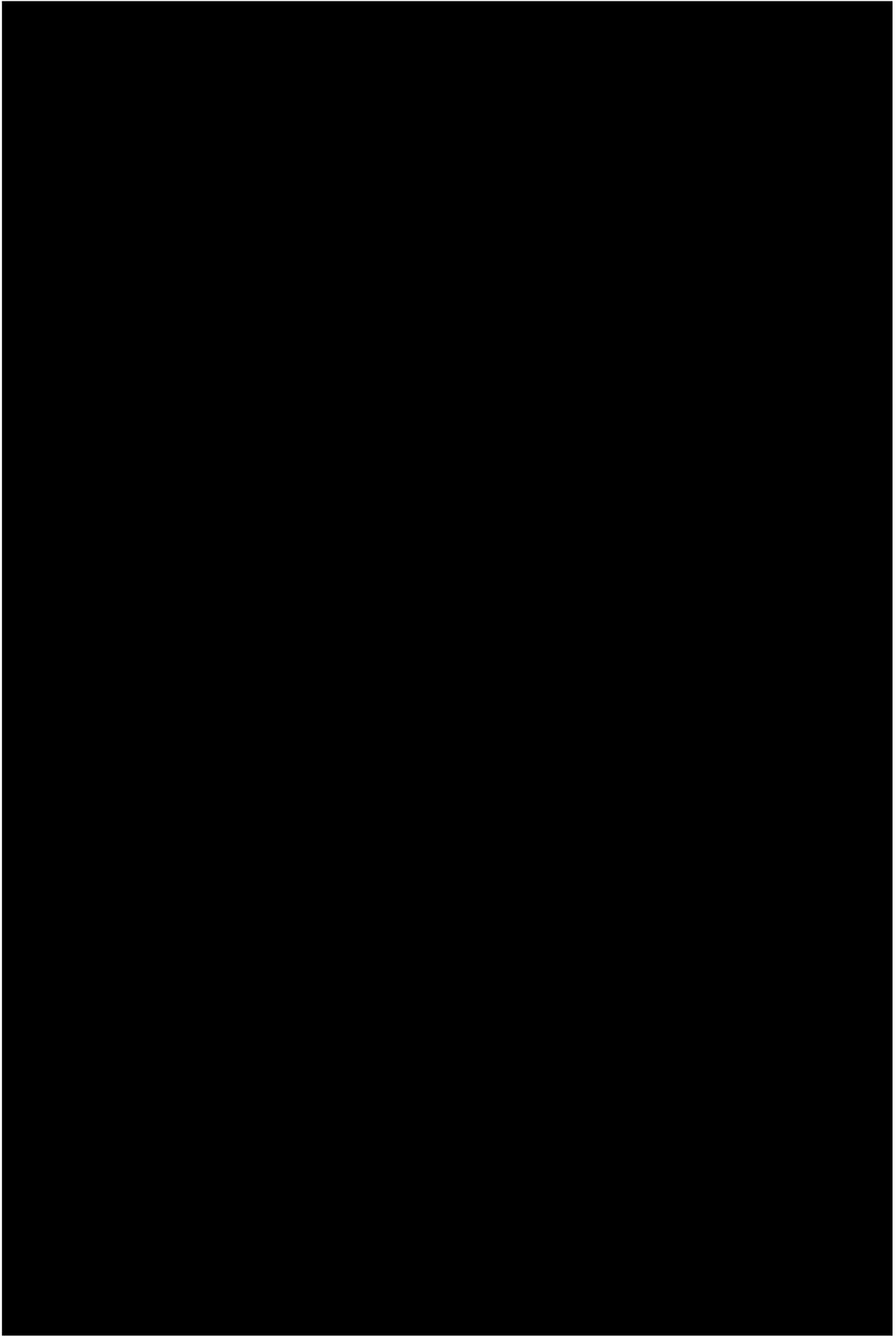


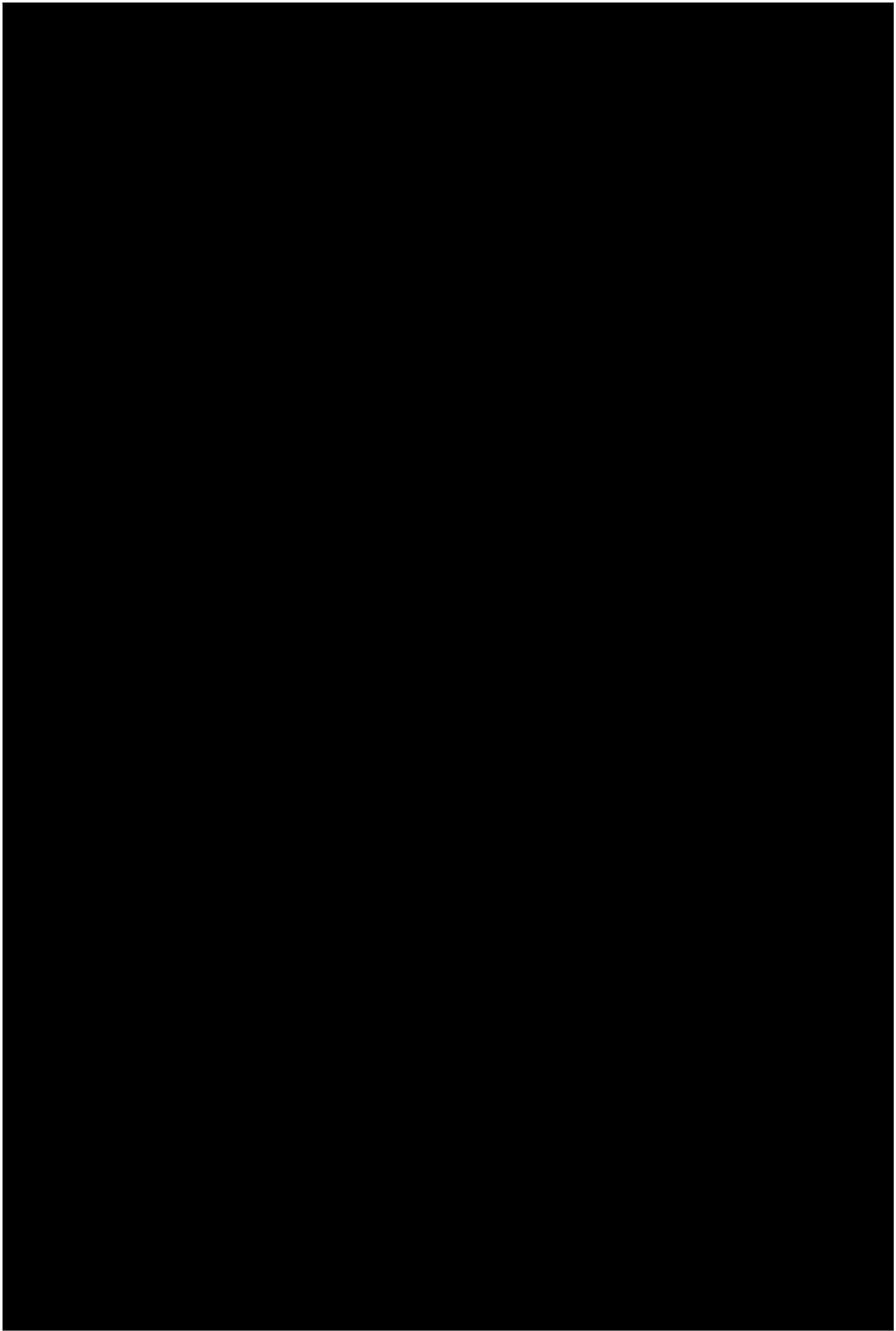
二〇二一年六月

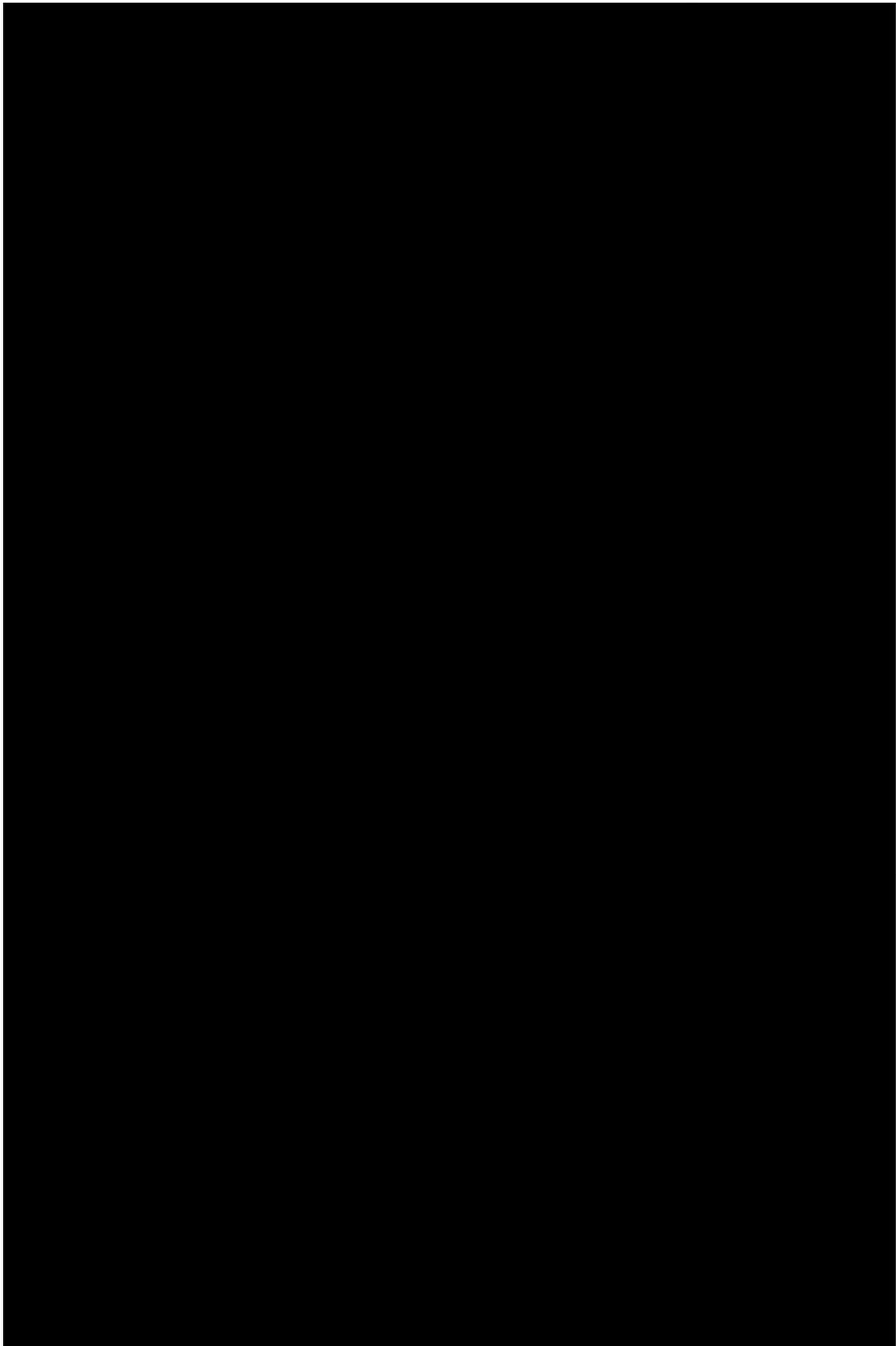
附件九 现有放射工作人员职业健康监护情况统计表

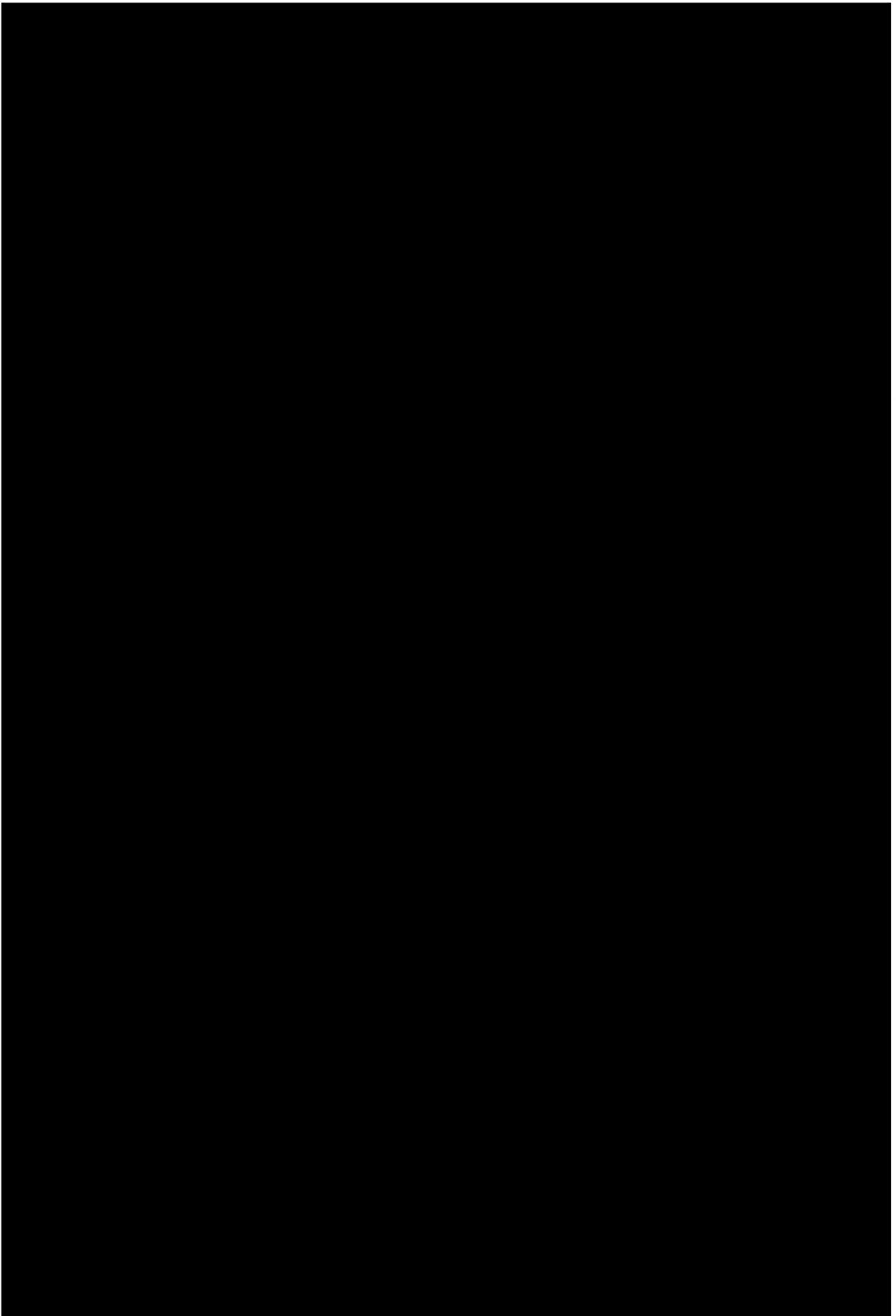


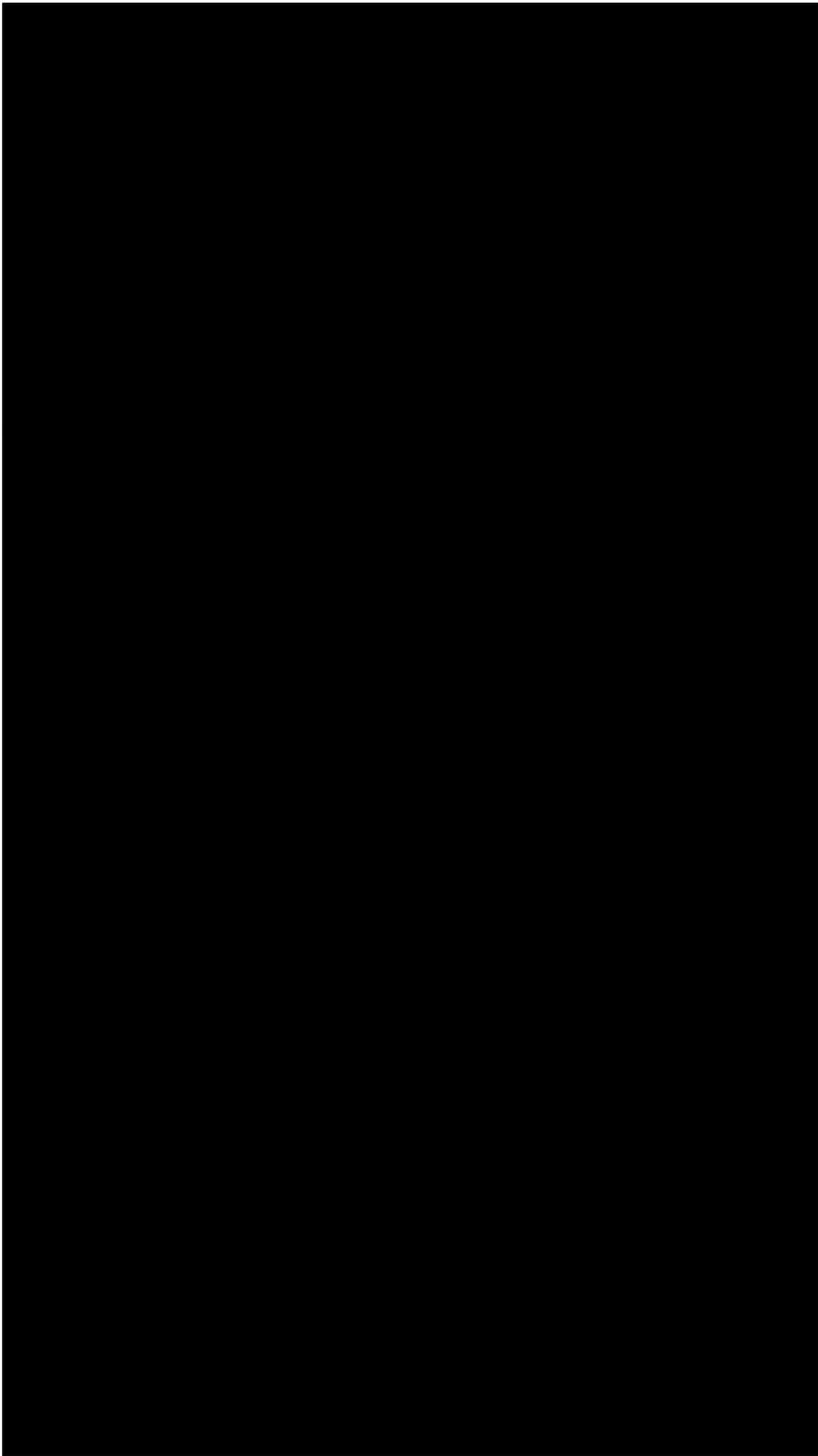












湖南省职业病防治院

Hunan prevention and treatment institute for occupational disease

检测报告

TEST REPORT

项目受理编号: FJG-2021-253

(NO. received item)

项目名称: 职业性外照射个人监测

(Name of item)

委托单位: 湖南旺旺医院有限公司

(Deliver unit)

2021年6月3日

湖南省职业病防治院 检测 报 告

项目名称: 外照射个人监测	样品名称: 个人剂量计
委托单位: 湖南旺旺医院有限公司	统一社会信用代码: 91430000738959971E
地 址: 长沙市人民东路 318 号	邮 编: 410016
联系人: 陈媛媛	电 话: 15073157587
元件类型: LiF(Mg、Cu、P)	采/送样方式: 现场佩带
元件状态/包装: 圆片状	样品数量: 63 个
元件发放日期: 2020 年 11 月 13 日	检测日期: 2021 年 5 月 10 日

检测方法 (标准代号): 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)

检测仪器名称 (型号、检定有效期)	FF-2-177 RE2000 热释光剂量测量装置 有效日期至 2021 年 4 月 29 日, X 线刻度系数: 4.31×10^{-4} , γ 线刻度系数: 4.25×10^{-4}
----------------------	---

检测结论:

湖南旺旺医院有限公司 54 名放射工作人员本监测周期内个人剂量当量见检测结果表。其中, 童成命剂量计测量值为 7.06 mSv。

以下空白。

报告编写人	审核人	签发人	年 月 日
-------	-----	-----	-------

(检验检测专用章)

职业性外照射个人检测结果表

编号	姓名	性别	放射工种	佩带日期	本佩带期间个人剂量当量 $H_p(10)$ (mSv)
002	申 麒	男	介入放射	2020-11-16 至 2021-2-16	(铅衣内) 0.38 (铅衣外) 8.46
003	陈晓刚	男	诊断放射	2020-11-16 至 2021-2-16	<MDL
004	阎冰洁	女	诊断放射	2020-11-16 至 2021-2-16	<MDL
006	谢海军	男	诊断放射	2020-11-16 至 2021-2-16	0.10
007	王 攀	男	诊断放射	2020-11-16 至 2021-2-16	0.12
008	刘江龙	男	介入放射	2020-11-16 至 2021-2-16	(铅衣内) 0.15 (铅衣外) 2.63
010	陶 磊	男	介入放射	2020-11-16 至 2021-2-16	(铅衣内) <MDL (铅衣外) 1.92
011	童成命	男	诊断放射	2020-11-16 至 2021-2-16	7.06
012	刘丹阳	男	介入放射	2020-11-16 至 2021-2-16	0.12
013	唐 可	女	诊断放射	2020-11-16 至 2021-2-16	0.16
015	万 旭	女	诊断放射	2020-11-16 至 2021-2-16	0.10
018	袁美娥	女	诊断放射	2020-11-16 至 2021-2-16	0.17
019	陈丽华	女	诊断放射	2020-11-16 至 2021-2-16	0.13
022	熊丽平	女	诊断放射	2020-11-16 至 2021-2-16	0.16
024	林佑淳	男	介入放射	2020-11-16 至 2021-2-16	(铅衣内) <MDL (铅衣外) 16.90
030	陈祥圣	男	诊断放射	2020-11-16 至 2021-2-16	<MDL
032	肖 勇	男	诊断放射	2020-11-16 至 2021-2-16	<MDL
033	万 力	男	诊断放射	2020-11-16 至 2021-2-16	<MDL
036	李慕旭	男	诊断放射	2020-11-16 至 2021-2-16	<MDL
039	曾 焱	男	诊断放射	2020-11-16 至 2021-2-16	0.21
041	魏 维	女	牙科放射	2020-11-16 至 2021-2-16	<MDL
042	戴振兴	男	诊断放射	2020-11-16 至 2021-2-16	<MDL
044	陈 培	男	诊断放射	2020-11-16 至 2021-2-16	<MDL

医院



1020090



旺



旺

职业性外照射个人检测结果表

编号	姓名	性别	放射工种	佩带日期	本佩带期间个人剂量当量 $H_p(10)$ (mSv)
046	张佳利	女	诊断放射	2020-11-16 至 2021-2-16	0.12
047	罗艳	女	介入放射	2020-11-16 至 2021-2-16	(铅衣内) 0.11 (铅衣外) 0.29
056	谢毅凌	男	诊断放射	2020-11-16 至 2021-2-16	<MDL
057	姚波	男	诊断放射	2020-11-16 至 2021-2-16	<MDL
059	叶四海	男	诊断放射	2020-11-16 至 2021-2-16	<MDL
062	谭仙霞	女	诊断放射	2020-11-16 至 2021-2-16	0.16
063	兰平	男	介入放射	2020-11-16 至 2021-2-16	(铅衣内) 0.14 (铅衣外) 11.79
066	王为好	男	诊断放射	2020-11-16 至 2021-2-16	<MDL
067	徐文标	男	诊断放射	2020-11-16 至 2021-2-16	<MDL
068	胡佩玲	女	介入放射	2020-11-16 至 2021-2-16	<MDL
070	王儒箴	男	介入放射	2020-11-16 至 2021-2-16	0.13
075	黄江南	男	诊断放射	2020-11-16 至 2021-2-16	<MDL
076	陈震	男	诊断放射	2020-11-16 至 2021-2-16	0.13
077	李霞	女	介入放射	2020-11-16 至 2021-2-16	(铅衣内) 0.11 (铅衣外) 0.24
078	唐宏昌	男	诊断放射	2020-11-16 至 2021-2-16	0.14
080	舒明	男	介入放射	2020-11-16 至 2021-2-16	<MDL
086	黎春学	女	诊断放射	2020-11-16 至 2021-2-16	0.13
093	赵磊	男	诊断放射	2020-11-16 至 2021-2-16	<MDL
095	张琴	女	诊断放射	2020-11-16 至 2021-2-16	0.15
096	林祐成	男	介入放射	2020-11-16 至 2021-2-16	(铅衣内) 0.15 (铅衣外) 1.46
100	彭静	男	诊断放射	2020-11-16 至 2021-2-16	0.15
101	陈亚	男	诊断放射	2020-11-16 至 2021-2-16	0.17
102	李炼	男	介入放射	2020-11-16 至 2021-2-16	0.12

职业性外照射个人检测结果表

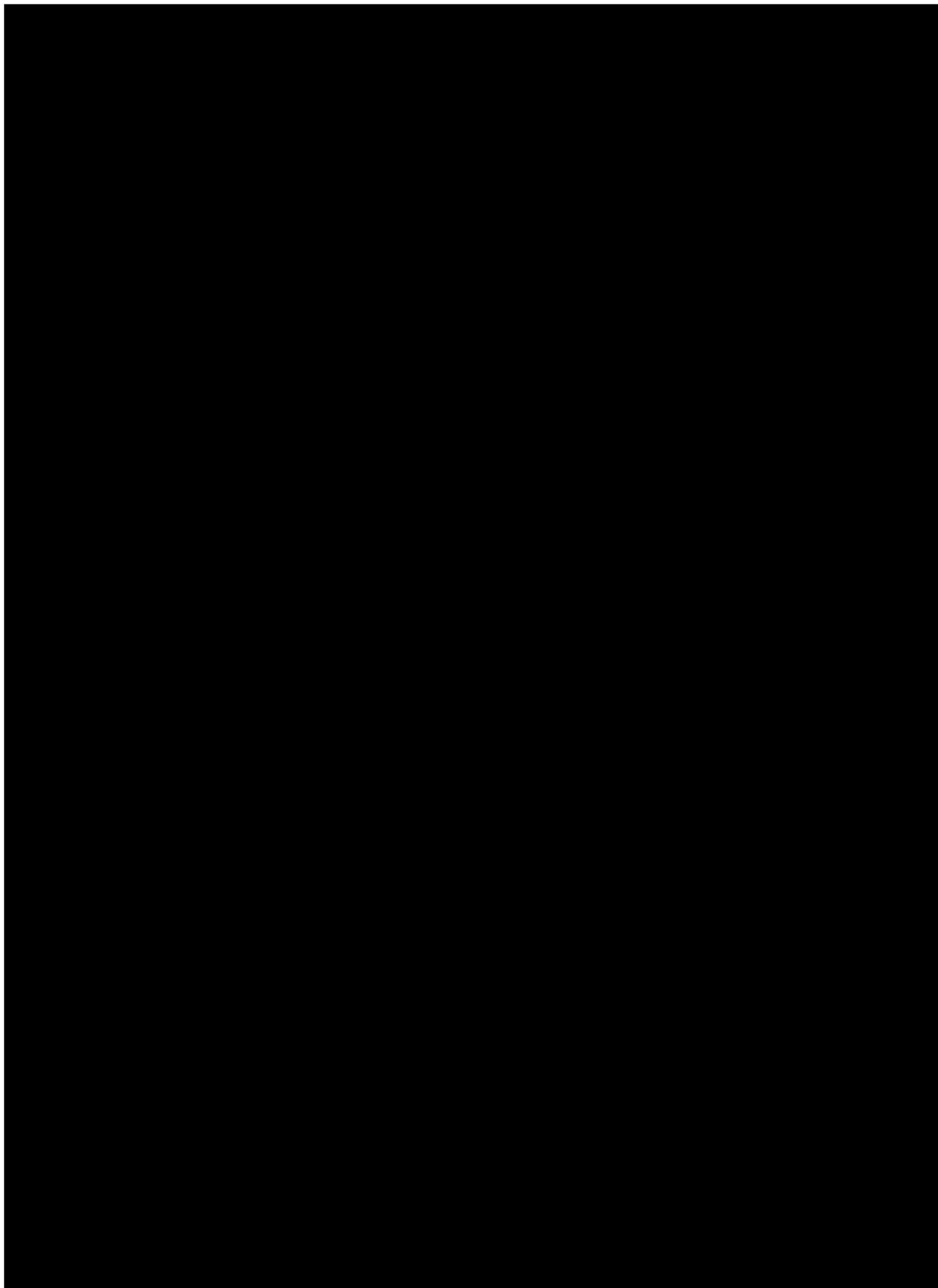
编号	姓名	性别	放射工种	佩带日期	本佩带期间个人剂量当量 $H_p(10)$ (mSv)
103	梁侠钟	男	介入放射	2020-11-16 至 2021-2-16	(铅衣内) 0.12 (铅衣外) 0.84
104	李江	男	诊断放射	2020-11-16 至 2021-2-16	0.38
106	皮浩均	男	诊断放射	2020-11-16 至 2021-2-16	0.12
107	石岩生	男	诊断放射	2020-11-16 至 2021-2-16	<MDL
109	冯振中	男	介入放射	2020-11-16 至 2021-2-16	<MDL
114	田娇	女	诊断放射	2020-11-16 至 2021-2-16	<MDL
115	王保强	男	医用其他	2020-11-16 至 2021-2-16	0.11
116	郭成	男	医用其他	2020-11-16 至 2021-2-16	0.15

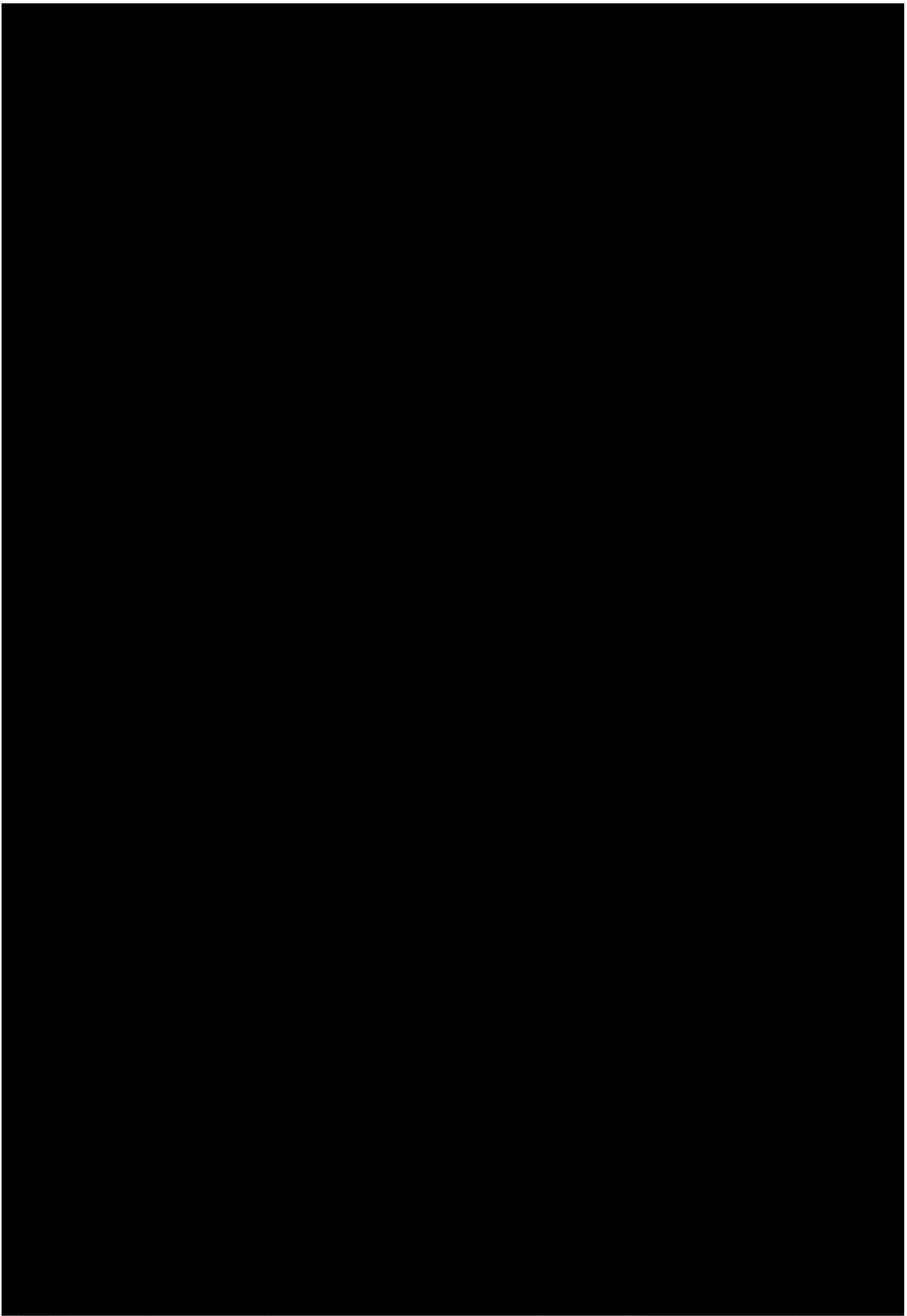
备注: 1、介入放射学工作人员所受有效剂量 $E=0.1H_0$ 或者 $E=\alpha H_0+\beta H_1$, E 为有效剂量中的外照射分量, 单位为毫希沃特 (mSv); α 系数有甲状腺屏蔽时, 取 0.79, 无屏蔽时, 取 0.84; H_0 铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的 $H_p(10)$, 单位为毫希沃特 (mSv); β 系数有甲状腺屏蔽时, 取 0.051, 无屏蔽时, 取 0.100; H_1 铅围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的 $H_p(10)$, 单位为毫希沃特 (mSv)。

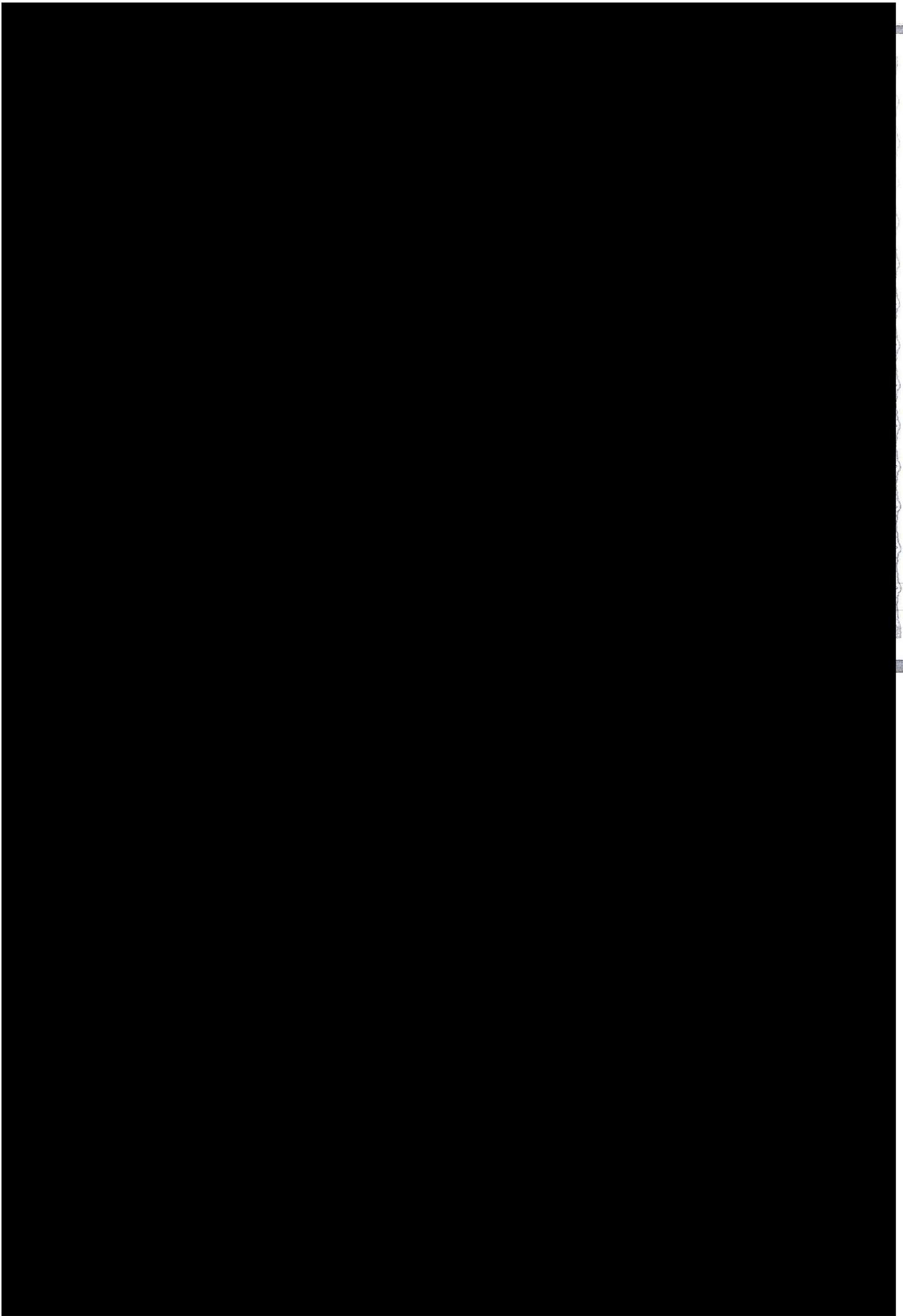
2、最低可探测水平 MDL=0.10mSv;

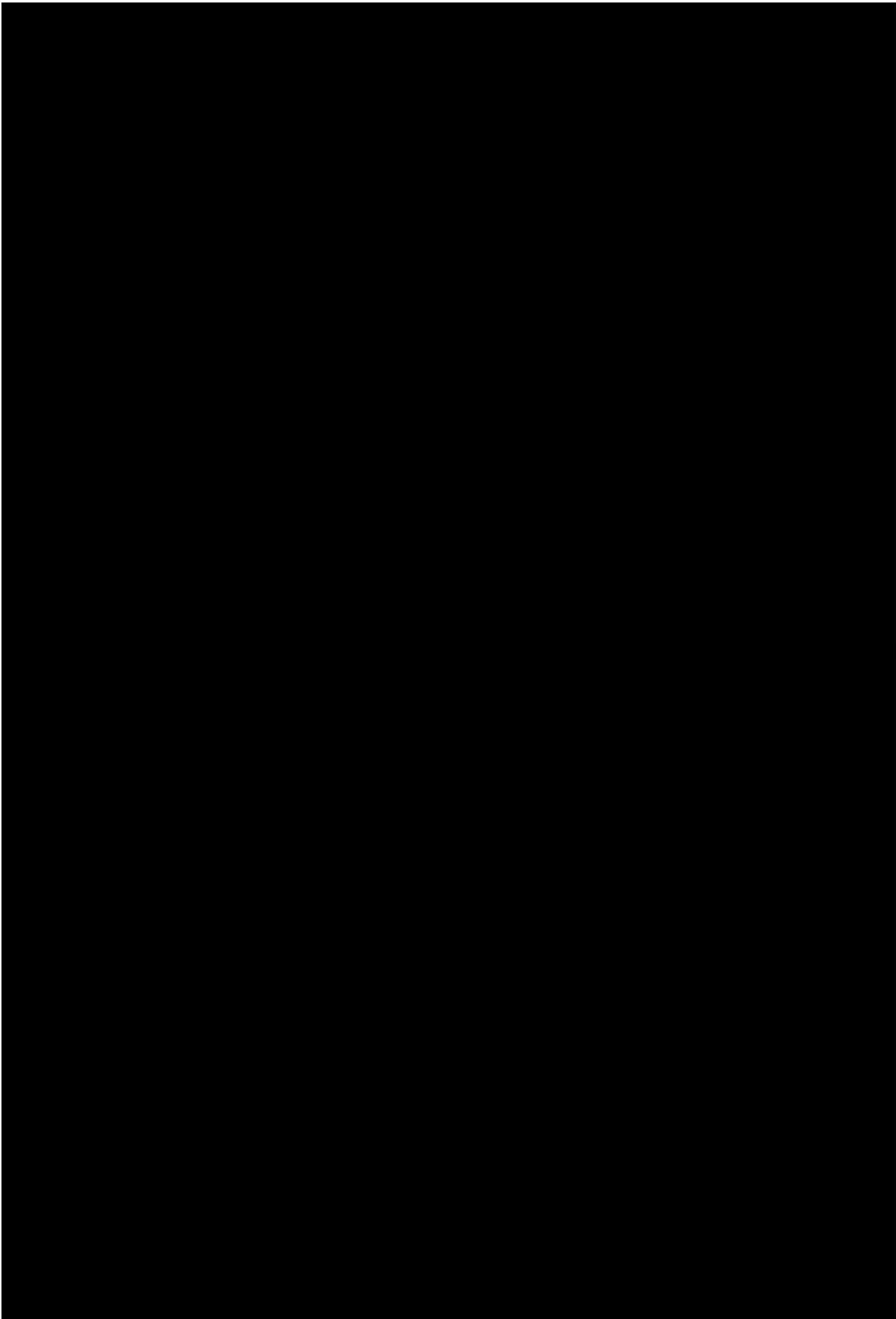
3、为便于职业照射统计, <MDL 在相应的剂量档案中记录为 0.05 mSv。

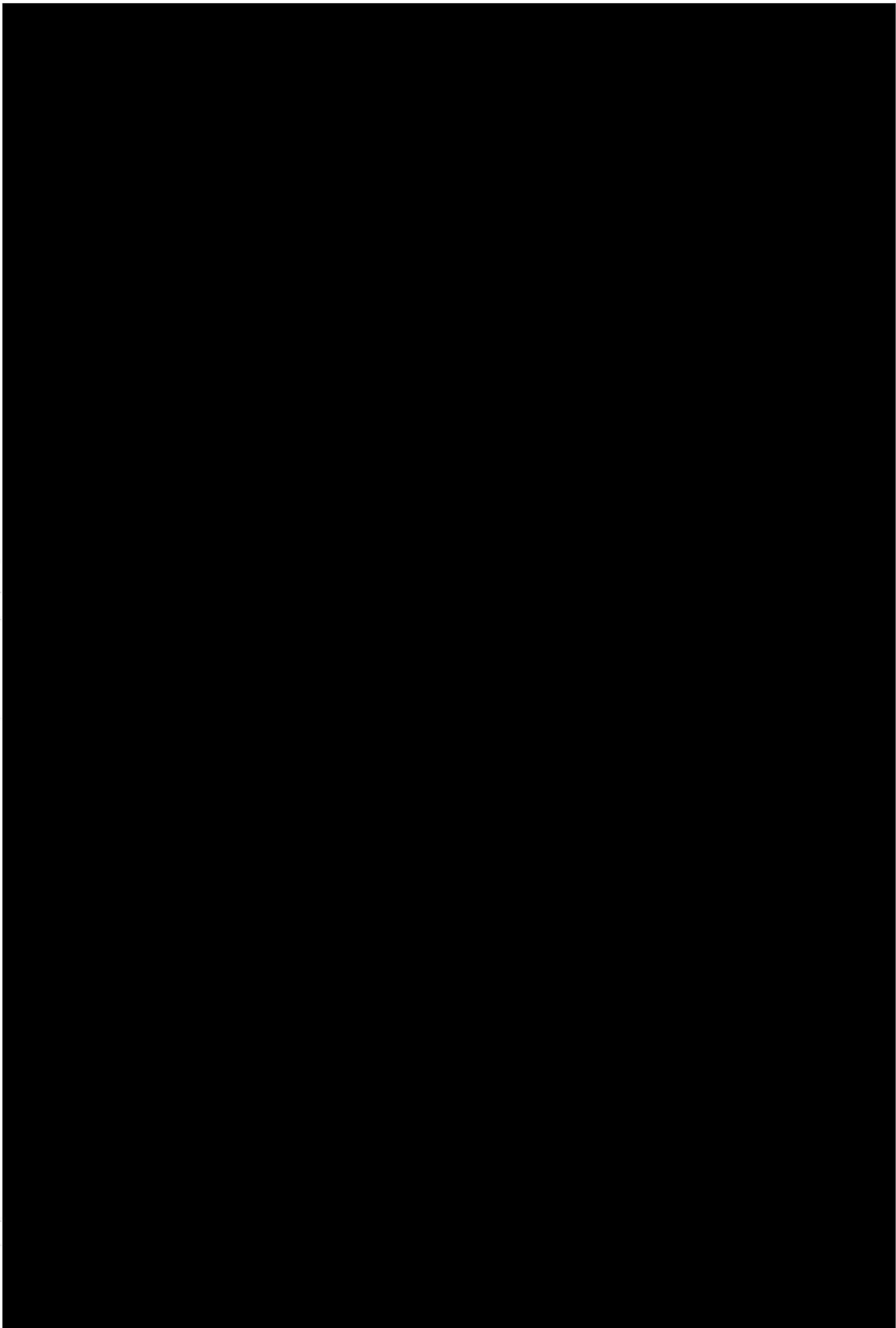
附件十一 部分放射工作人员辐射防护培训证书

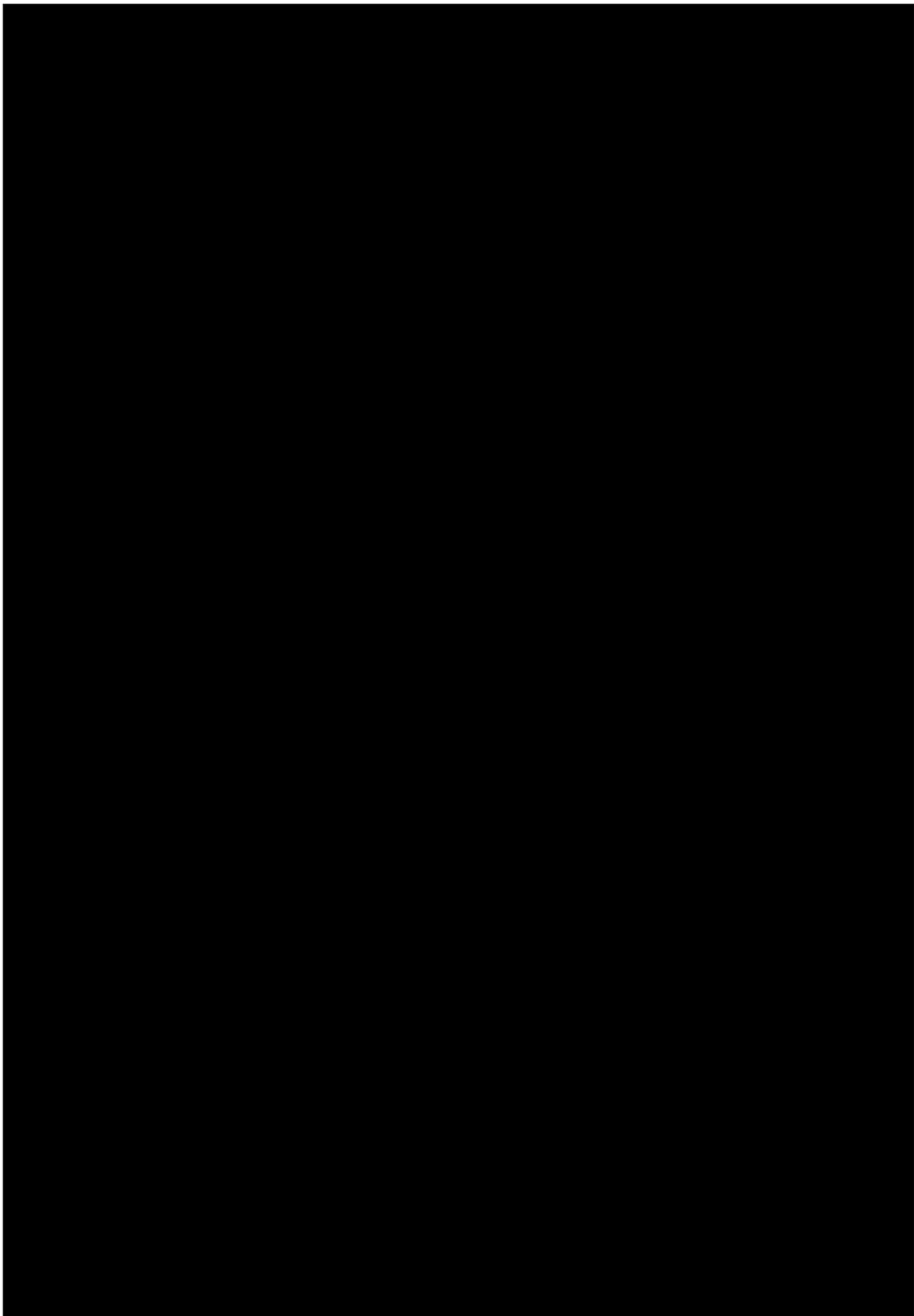


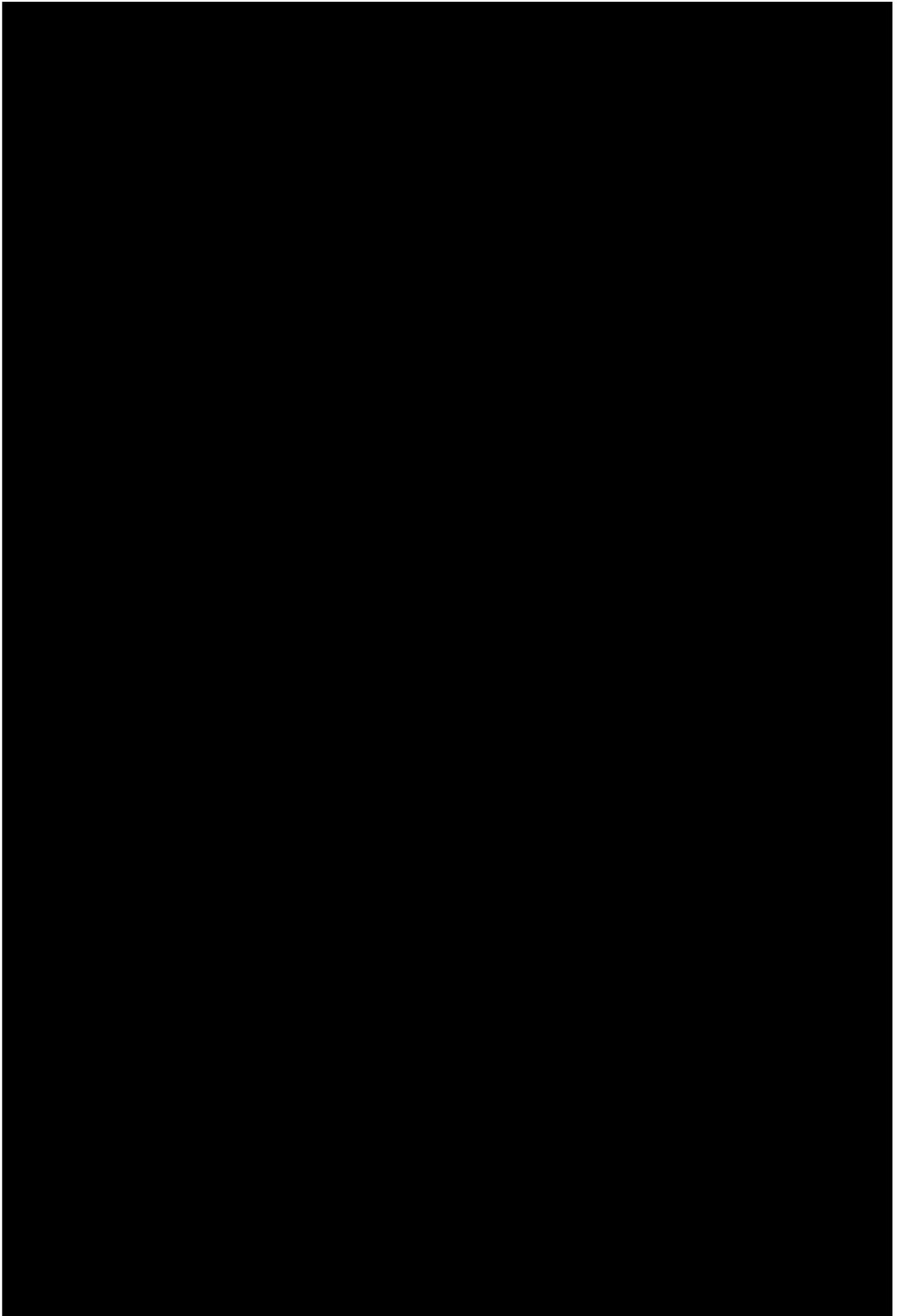


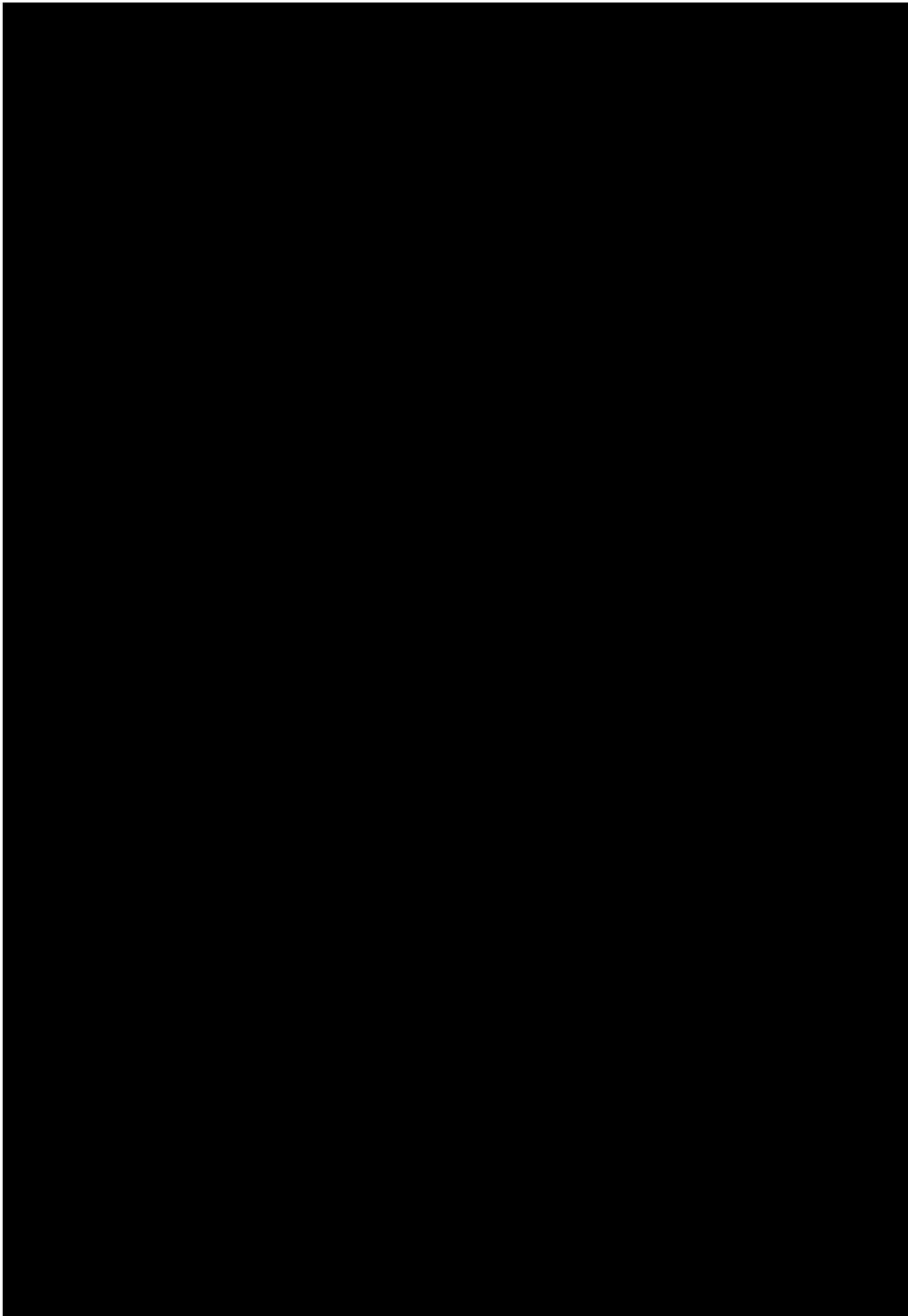


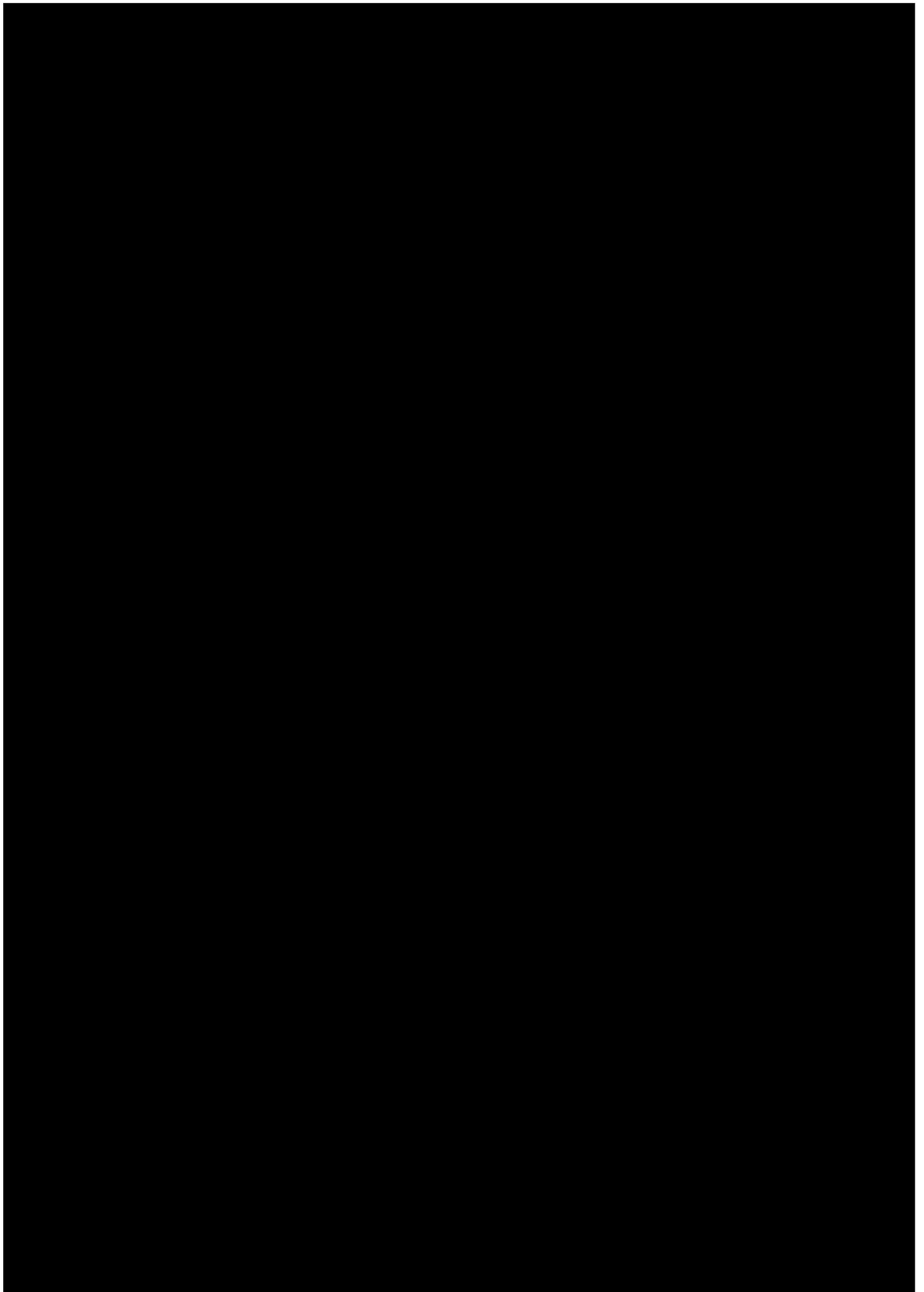












辐射安全管理规定

1. 目的

为贯彻放射诊疗实践的正当化和放射防护最优化原则，落实国家法规、标准对射线设备的要求，保证放射诊疗质量和患者（受检者）的健康权益，加强对放射性同位素，射线装置安全和防护的监督管理，促进放射性同位素、射线装置的安全使用，保障从事放射工作的人员和公众健康与安全，保护环境，促进放射性同位素与射线技术的应用与发展。

2. 范围

全院射线设备所属科室与病人、陪护、工作人员。

3. 标准

3.1 现况：本院无直线加速器、钴六十、放射免疫分析仪等放射治疗设备。现有各型 X 光机与 CT,除一台 DSA 为二类射线装置，其余都是三类射线装置。设立辐射防护办公室负责日常工作，医工课编制一名具有本科学历的技术人员负责具体工作。

3.2 辐射防办公室人员及工作范畴：

3.2.1 成立辐射防办公室：人员以最新名单为准。

3.2.2 工作范畴

3.2.2.1 负责医院辐射防护工作规定之制订与监督执行。

3.2.2.2 负责医院《辐射安全许可证》、《放射诊疗许证》之申请取得、变更与维护，并确保此证不发生被伪造、变造、转让等违法情形发生。

3.2.2.3 处理院内电离辐射工作人员剂量超标事件，应提出对对当事人之善后处理建议意见，查明原因，并报院领导核准后统一处理。

3.2.2.4 配合医务部积极防治职业性放射疾病，如有电离辐射工作人员疑似 X 患职业性放射疾病，协助转诊至省卫生厅指定之职业病诊断机构确认，如经确诊为省卫生厅指定之职业病诊断机构，应协助安排此电离辐射工作人员进行治疗、康复。

3.2.2.5 建立维护本院射线装置台账。

3.2.2.6 查核与管制院内各部门不按照许可证规定的种类和范围从事射线装置的使用活动。对本院的射线装置的安全和防护状况定期检查，发现安全隐患的，应当立即进行整改。

3.2.2.7 编写本院“年度评估报告”，并按规定于每年提报到环保部门。

3.2.2.8 指导放射设备使用部门制定与本部门的诊疗项目相适应的质量保证方案，遵守质量规范，

按照医疗照射正当化和辐射防护最优化的原则，避免一切不必要的照射。

3.2.2.9 任何电离辐射工作人员应配合辐射防护办公室安排之健康检查每年一次，辐防护培训每二年一次，剂量计每三个月送检一次。

3.2.2.10 放射工作人员每年可享受保健休假 2-4 周，由科室申请，确保临床一线工作，经人力资源部核准后合理安排。

3.3 设施防护管理

X 线属于电磁辐射，对人体有一定的危害，需采取多种措施来尽可能降低工作者和受检查因 X 线照射面临的潜在风险和危害。

3.3.1 放射设备放置场所墙面建筑符合防护要求。

X 光机放射装置均需取得防护检测合格证书。

3.3.3 放射场所需配备各类防护用品用于保护患者及工作人员，必须配备受检防护用品如：防护服、铅帽、铅围脖、铅裙、放射剂量计等。

3.3.4 临床工作时严格按照放射质控标准，湖南省计量检测研究院定期对机器进行精度监测和校正。

3.3.5 在放射诊疗设备室门上应挂符合规范要求的警示标志和张贴有关警示标语。

3.3.6 放射设备工作时应检查红色警示灯是否正常，防护门应关闭。

3.4 人员防护管理

3.4.1 放射和影像诊断工作人员的放射防护管理

3.4.1.1 所有从事与放射相关的工作人员，上岗前均需进行放射人员岗前体检，体检合格后方可允许从事放射相关工作，同时上岗前需参加辐射防护与法规教育、安全培训，操作的岗前教育，考核合格并取得《放射工作人员证》后方可上岗。在岗放射工作人员每三年进行一次辐射防护培训，并通过考核合格后方可继续从事放射相关工作。

3.4.1.2 操作大型医疗设备的放射工作人员，需通过国家专业培训并考试合格后取得 CT、MRI、DSA《大型医疗设备上岗合格证》或《全国医用设备使用人员业务能力考评合格证明》后方可上岗。

3.4.1.3 女性放射工作人员在怀孕期间应避免直接接触放射线工作，合理安排放射人员保健、休假或疗养。

3.4.1.4 工作时应在屏蔽室内操作和观察患者，在无防护设施的手术室和病房，使用移动式 X 光机时，操作者除穿戴个人防护器具外，应在铅屏后进行曝光操作，曝光时应尽量远离球管，无

关人员应到室外。

3.4.1.5 所有放射工作人员均应佩戴个人剂量计，个人剂量计每三个月交由湖南省职业病防治院监测一次，建立个人剂量档案，了解并严格掌握受照剂量。

3.4.1.6 上岗后从事放射线工作的人员，每年到湖南省职业病防治院进行放射人员健康体检，建立健康档案，记录存医务部，如检查结果出现异常则通知相关工作人员并上报医院保健小组进行评估，依据评估意见进行处理。

3.4.1.7 心导管室（DSA 室）、手术室、麻醉科、口腔科等医生及护士、技师在涉及放射操作手术或检查时，应穿防辐射铅衣、戴铅帽、围脖等。

3.4.1.8 使用中的 X 线设备和防护用品，在日常工作当中发现问题时，立即进行监测以确保安全，铅衣等防护用品安放在指定位置。铅衣每年检测一次并记录，每周用湿巾或皮肤消毒剂进行一次消毒，如有液体或污渍要立刻先清洗后消毒，我院放射防辐射用品清单详见附件《辐射防护用品清单》

3.4.1.9 医用 X 射线机须由专业放射影像技师操作，其他无关人员不得擅自动用设备。

3.4.1.10 对于新开展的项目与新设备，应进行岗前和岗位培训。

3.4.2 患者及其他人员的放射防护管理：

3.4.2.1 放射科制定每一放射检查/治疗的最大放射剂量，及个人接受辐射年剂量限值，在接诊患者时，医生与放射工作人员可以通过检查申请单或电子病历系统自动提示患者已经接受的年放射剂量与年限值，必要时与医生交流最佳辐射方案，或使用更优化的辐射防护方案。

3.4.2.2 系统设定放射剂量限定：任何一年最大值为 5msv，连续 5 年平均值为 1 msv，依此在开立检查项目及放射剂量查询时，出现风险提醒信息。

3.4.2.3 医生在历史看诊、阶段小结等处可查询该患者的 1 年的累计剂量和 5 年平均放射剂量情况，严格掌握 X 线检查适应症，对 X 线检查应当贯彻正当化与最优化的原则（As Low As Reasonably Achievable, ALARA），尽量减少受检者的 X 线照射，避免重复检查。

3.4.2.4 医生开立检查项目医嘱时，系统自动比对患者当前总剂量，超标时自动提示，让医生充分考虑并权衡患者接受放射的风险与与必要性，并提供替代方案，让患者在知情的情况下决定是否接受放射。

3.4.2.5 放射科外的辐射检查（如 DSA、术中），由工作人员在检查完成后，通过仪器获取总剂量录入系统，自动纳入累计剂量。数据在系统中终身保留。

3.4.2.6 儿童、孕妇需慎重接受放射检查，必须接受检查时，应做好防护措施，尽量减少下腹部

接受不必要的照射。

3.4.2.7 对患者非投照部位或射线敏感部位应尽量用铅皮遮盖。

3.4.2.8 X线机工作时，除危重患者外，检查室内应减少陪人或尽量缩短陪伴时间，对必须的陪护人员或工作人员应使用个人防护用品。

3.4.2.9 制定影像检查的教育资料，让患者及家属了解放射检查的必要性及风险，促进主动参与医疗决策。

3.5 放射仪器安全管理：

3.5.1 采购、验收、安装、报废参照《医疗技术管理计划》（H01-01-SB-005）、《固定资产管理制度》（H01-01-CW-002）进行。

3.5.2 保持机房通风、干燥、无尘。防止电器组件霉损，避免漏电、短路、严重毁机事故或点击的发生。如发生停电时，应立即关机并安排好患者下次检查时间。

3.5.3 每日进行仪器设备的检查，发现异常立即停机，及时通知医工课维修由厂方迅速检修，排除故障或更换电器组件，医工课做好仪器的二级保养。

3.5.4 每年由卫生行政部门资质认证的检验机构定期对放射诊疗场所、设备及人员进行安全放射防护检测、监测和检查，检测合格后方可继续使用。

3.6 放射感染和危险材料的处理和销毁：

影像检查中产生的感染性废物参照《医疗废物管理制度》（H01-01-GR-002）处理，放射科所用胶片类型为激光胶片与纸质胶片，不使用显影液、定影液等有害物质。

3.7 发生电离辐射事故时，依据《电离辐射应急预案》（H01-01-SB-010）进行。

3.8 为保障辐射工作场所防护安全，由医学工程课依医院辐射监测方案详见附件 2。

3.9 监测仪每年送计量院进行校验一次。

文件审阅修改记录表

1、文件名称：射线设备安全管理制度

2、文件编号：H01-01-SB-029

3、审阅修改记录说明：

(1) 删除内容以删除线表示：删除

(2) 新增内容以下划线表示：新增

4、审阅修改记录

2020-11-16 审阅修订为 B1 版，具体修改内容如下：

第 6、7 页 修改原因：完善文件符合实际作业

3.8 为保障辐射工作场所防护安全，由医学工程课依医院辐射监测方案详见附件 2。

3.9 监测仪每年送计量院进行校验一次。

5.7 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. GBZ130-2013. 医用 X 射线诊断放射防护要求. 2014-05-01

5.8 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. WS581-2017. 牙科 X 射线设备质量控制检测规范. 2018-05-01

6.2 附件 2：辐射监测方案



文件名称	医疗技术维护制度			初版日期	2015-08-21
文件编号	H01-01-SB-008			批准日期	2015-08-21
文件级别	★★			执行日期	2015-08-28
编写人	初审人	审核人	批准人	回顾日期	2017-08-21
罗凤斌	刘其优	刘宪光	郑文宪	页数	共 3 页

1. 目的

提高设备的使用率、完好率，减少或杜绝人为损坏，充分发挥医疗技术的效能，保证医疗技术处于最佳状态。

2. 范围

全院医疗技术。

3. 标准

3.1 医疗技术使用及培训管理

- 3.1.1 各使用部门操作人员必须熟悉掌握医疗技术的性能，严格遵守操作规程和保养制度。
- 3.1.2 新引进医疗技术由医工课或仪器供应商对设备使用同仁进行设备操作和日常保养方面的培训，并做好培训记录。
- 3.1.3 接受培训员工应及时根据培训内容对大型精密仪器制定操作规程并负责新员工及未参加培训但又需要操作仪器员工进行培训，设备使用部门应做好培训记录。
- 3.1.4 操作人员主观原因造成医疗技术损坏或丢失，其责任由科室以签呈形式提报，经院领导审核后统一处理。
- 3.1.5 对于 A 类医疗技术、医学工程课会同相关科室同仁每年加强培训。
- 3.1.6 对于放射设备和医疗特种压力设备，操作人员必须接受国家有关部门的技术培训、取得上岗证，并保证资质的时效性。如需外出受训，由科室以签呈形式呈报，需经院领导核准后执行。
- 3.1.7 医疗技术维修工程师取得相关学历及参加设备培训后才能进行维修，按设备类别分配工作任务。定期（三个月）开展科室业务知识学习，以提高维修水平。对于本院无能力修复需要外修的应重点审核维修公司资质。

3.2 医疗技术保养管理参见《医疗技术管理计划》(H01-01-SB-005)。

3.3 医疗技术维修管理

- 3.3.1 本院医疗技术采用系统线上报修与电话报修，医学工程课于 8:00 和 13:30 上线查看全院报修情况、安排报修。如设备紧急需马上安排维修，拨统一报修电话 715913，紧急维修 2 小时之内响应，一般维修 24 小时之内响应，如未完成则及时向科室反汇维修进度并尽可能提供备用设备。
- 3.3.2 医工课负责全院医疗技术及相关之医疗设施维修工作。医疗技术维修记录由医学工程课系统填写。对使用科室提出的报修，维修人员要根据优先维修标准优先维修。优先维修标准如下：
 - 3.3.2.1 不费劲、不费钱、维修时间短医疗技术。
 - 3.3.2.2 抢救、手术用医疗技术。
 - 3.3.2.3 用于为患者提供诊断、监护、治疗医疗技术。
 - 3.3.2.4 用于生命支持医疗技术。
 - 3.3.2.5 单一无备用设备。
 - 3.3.2.6 如设备不够，不能满足临床使用，立即启动《医疗技术故障及紧缺应急预案》(H01-01-SB-017)。
 - 3.3.2.7 大修理或待配件需向使用科室说明情况，医工课尽量提供备选方案并将维修进度及时反汇使用科室。维修完毕后，维修人员详细填写维修记录，并通知使用科室恢复使用。
 - 3.3.2.8 报修科室使用错误而非设备故障耐心指导并告知科室主管，做好沟通工作。维修完毕后，维修人员应详细填写维修记录，并通知使用科室恢复使用。
- 3.3.3 医工课负责保修合同监督管理，对保修期内或购置保修合同的设备，掌握其使用情况。出现问题时，及时与保修厂方联系，对维修结果做好相应的维修记录，并检查保修合同的执行情况。
- 3.3.4 在检修过程中注意人机安全，爱护仪器设备，妥善保管零配件，严防流失。
- 3.3.5 因使用年限过长、主要部件损坏、难以修复或无修复价值，由使用部门提出报损申请，医工课审核验证、提出处理意见。

文件名称	医疗技术维护制度			初版日期	2015-08-21
文件编号	H01-01-SB-008			批准日期	2015-08-21
文件级别	★★			执行日期	2015-08-28
编写人	初审人	审核人	批准人	回顾日期	2017-08-21
罗凤斌	刘其优	刘宪光	郑文宪	页数	共 3 页

1. 目的

提高设备的使用率、完好率，减少或杜绝人为损坏，充分发挥医疗技术的效能，保证医疗技术处于最佳状态。

2. 范围

全院医疗技术。

3. 标准

3.1 医疗技术使用及培训管理

- 3.1.1 各使用部门操作人员必须熟悉掌握医疗技术的性能，严格遵守操作规程和保养制度。
- 3.1.2 新引进医疗技术由医工课或仪器供应商对设备使用同仁进行设备操作和日常保养方面的培训，并做好培训记录。
- 3.1.3 接受培训员工应及时根据培训内容对大型精密仪器制定操作规程并负责新员工及未参加培训但又需要操作仪器员工进行培训，设备使用部门应做好培训记录。
- 3.1.4 操作人员主观原因造成医疗技术损坏或丢失，其责任由科室以签呈形式提报，经院领导审核后统一处理。
- 3.1.5 对于 A 类医疗技术、医学工程课会同相关科室同仁每年加强培训。
- 3.1.6 对于放射设备和医疗特种压力设备，操作人员必须接受国家有关部门的技术培训、取得上岗证，并保证资质的时效性。如需外出受训，由科室以签呈形式呈报，需经院领导核准后执行。
- 3.1.7 医疗技术维修工程师取得相关学历及参加设备培训后才能进行维修，按设备类别分配工作任务。定期（三个月）开展科室业务知识学习，以提高维修水平。对于本院无能力修复需要外修的应重点审核维修公司资质。

3.2 医疗技术保养管理参见《医疗技术管理计划》(H01-01-SB-005)。

3.3 医疗技术维修管理

- 3.3.1 本院医疗技术采用系统线上报修与电话报修，医学工程课于 8:00 和 13:30 上线查看全院报修情况、安排报修。如设备紧急需马上安排维修，拨统一报修电话 715913，紧急维修 2 小时之内响应，一般维修 24 小时之内响应，如未完成则及时向科室反汇维修进度并尽可能提供备用设备。
- 3.3.2 医工课负责全院医疗技术及相关之医疗设施维修工作。医疗技术维修记录由医学工程课系统填写。对使用科室提出的报修，维修人员要根据优先维修标准优先维修。优先维修标准如下：
- 3.3.2.1 不费劲、不费钱、维修时间短医疗技术。
- 3.3.2.2 抢救、手术用医疗技术。
- 3.3.2.3 用于为患者提供诊断、监护、治疗医疗技术。
- 3.3.2.4 用于生命支持医疗技术。
- 3.3.2.5 单一无备用设备。
- 3.3.2.6 如设备不够，不能满足临床使用，立即启动《医疗技术故障及紧缺应急预案》(H01-01-SB-017)。
- 3.3.2.7 大修理或待配件需向使用科室说明情况，医工课尽量提供备选方案并将维修进度及时反汇使用科室。维修完毕后，维修人员详细填写维修记录，并通知使用科室恢复使用。
- 3.3.2.8 报修科室使用错误而非设备故障耐心指导并告知科室主管，做好沟通工作。维修完毕后，维修人员应详细填写维修记录，并通知使用科室恢复使用。
- 3.3.3 医工课负责保修合同监督管理，对保修期内或购置保修合同的设备，掌握其使用情况。出现问题时，及时与保修厂方联系，对维修结果做好相应的维修记录，并检查保修合同的执行情况。
- 3.3.4 在检修过程中注意人机安全，爱护仪器设备，妥善保管零配件，严防流失。
- 3.3.5 因使用年限过长、主要部件损坏、难以修复或无修复价值，由使用部门提出报损申请，医工课审核验定、提出处理意见。

3.3.6 做好休息时间和节假日的维修工作，保持手机联系畅通，确保节假日和休息时间均能处理突发的维修。并保持工作区域的安全与整洁。保管好各种维修工具、仪器，防止丢失损坏。

3.3.7 每季召开业务碰头会，组织业务学习，研究、分析维修中的疑难问题，交流维修心得并做好记录。

3.4 设备标识牌功能及使用方法详《医工科所属医疗设备标示规范》(H01-01-SB-004)。

4. 相关文件/表单

4.1 《医疗技术管理计划》(H01-01-SB-005)

4.2 《医疗技术故障及紧缺应急预案》(H01-01-SB-017)

4.3 《医工科所属医疗设备标示规范》(H01-01-SB-004)



文件名称	射线设备安全管理制度			初版日期	2013-04-07
文件编号	H01-01-SB-029			批准日期	2020-11-16
文件级别	★★			执行日期	2020-11-23
编写人	初审人	审核人	批准人	回顾日期	2023-11-16
罗凤斌	刘其优	张映红	郑文宪	页数	共 8 页

1. 目的

为贯彻放射诊疗实践的正当化和放射防护最优化原则，落实国家法规、标准对射线设备的要求，保证放射诊疗质量和患者（受检者）的健康权益，加强对放射性同位素，射线装置安全和防护的监督管理，促进放射性同位素、射线装置的安全使用，保障从事放射工作的人员和公众健康与安全，保护环境，促进放射性同位素与射线技术的应用与发展。

2. 范围

全院射线设备所属科室与病人、陪护、工作人员。

3. 标准

3.1 现况：本院无直线加速器、钴六十、放射免疫分析仪等放射治疗设备。现有各型 X 光机与 CT, 除一台 DSA 为二类射线装置，其余都是三类射线装置。设立辐射防护办公室负责日常工作，医工课编制一名具有本科学历的技术人员负责具体工作。

3.2 辐射防办公室人员及工作范畴：

3.2.1 成立辐射防办公室：人员以最新名单为准。

3.2.2 工作范畴

3.2.2.1 负责医院辐射防护工作规定之制订与监督执行。

3.2.2.2 负责医院《辐射安全许可证》、《放射诊疗许证》之申请取得、变更与维护，并确保此证不发生被伪造、变造、转让等违法情形发生。

3.2.2.3 处理院内电离辐射工作人员剂量超标事件，应提出对当事人之善后处理建议意见，查明原因，并报院领导核准后统一处理。

3.2.2.4 配合医务部积极防治职业性放射疾病，如有电离辐射工作人员疑似 X 患职业性放射疾病，协助转诊至省卫生厅指定之职业病诊断机构确认，如经确诊为省卫生厅指定之职业病诊断机构，应协助安排此电

离辐射工作人员进行治疗、康复。

- 3.2.2.5 建立维护本院射线装置台账。
- 3.2.2.6 查核与管制院内各部门不按照许可证规定的种类和范围从事射线装置的使用活动。对本院的射线装置的安全和防护状况定期检查，发现安全隐患的，应当立即进行整改。
- 3.2.2.7 编写本院“年度评估报告”，并按规定于每年提报到环保部门。
- 3.2.2.8 指导放射设备使用部门制定与本部门的诊疗项目相适应的质量保证方案，遵守质量规范，按照医疗照射正当化和辐射防护最优化的原则，避免一切不必要的照射。
- 3.2.2.9 任何电离辐射工作人员应配合辐射防护办公室安排之健康检查每2年一次，辐防护培训每二年一次，剂量计每三个月送检一次。
- 3.2.2.10 放射工作人员每年可享受保健休假2-4周，由科室申请，确保临床一线工作，经人力资源部核准后合理安排。

3.3 设施防护管理:X线属于电磁辐射,对人体有一定的危害,需采取多种措施来尽可能降低工作者和受检查因X线照射面临的潜在风险和危害。

- 3.3.1 放射设备放置场所墙面建筑符合防护要求。
- 3.3.2 X光机放射装置均需取得防护检测合格证书。
- 3.3.3 放射场所需配备各类防护用品用于保护患者及工作人员,必须配备受检防护用品如:防护服、铅帽、铅围脖、铅裙、放射剂量计等。
- 3.3.4 临床工作时严格按照放射质控标准,湖南省计量检测研究院定期对机器进行精度监测和校正。
- 3.3.5 在放射诊疗设备室门上应挂符合规范要求的警示标志和张贴有关警示标语。



3.3.7 放射设备工作时应检查红色警示灯是否正常,防护门应关闭。

3.4 人员防护管理

3.4.1 放射和影像诊断工作人员的放射防护管理

3.4.1.1 所有从事与放射相关的工作人员,上岗前均需进行放射人员岗前体

检，体检合格后方可允许从事放射相关工作，同时上岗前需参加辐射防护与法规教育、安全培训，操作的岗前教育，考核合格并取得《放射工作人员证》《辐射安全防护证》后方可上岗。在岗期间各类医学放射工作人员应定期接受再培训，两次培训的时间间隔不超过2年。在岗放射工作人员每三年进行一次辐射防护培训，并通过考核合格后方可继续从事放射相关工作。

- 3.4.1.2 操作大型医疗设备的放射工作人员，需通过国家专业培训并考试合格后取得CT、MRI、DSA《大型医疗设备上岗合格证》或《全国医用设备使用人员业务能力考评合格证明》后方可上岗。
- 3.4.1.3 女性放射工作人员在怀孕期间应避免直接接触放射线工作，合理安排放射人员保健、休假或疗养。
- 3.4.1.4 工作时应在屏蔽室内操作和观察患者，在无防护设施的手术室和病房，使用移动式X光机时，操作者除穿戴个人防护器具外，应在铅屏后进行曝光操作，曝光时应尽量远离球管，无关人员应到室外。
- 3.4.1.5 所有放射工作人员均应佩戴个人剂量计，个人剂量计每三个月交由湖南省职业病防治院监测一次，建立个人剂量档案，了解并严格掌握受照剂量。
- 3.4.1.6 个人剂量监测档案应当包括：
 - 3.4.1.6.1 常规监测的方法和结果等相关资料
 - 3.4.1.6.2 应急或者事故中受到照射的剂量和调查报告等相关资料。
 - 3.4.1.6.3 个人剂量监测结果应及时记录在《放射人员工作证》中
- 3.4.1.6 上岗后从事放射线工作的人员，每2年到湖南省职业病防治院进行放射人员健康体检，建立健康档案，记录存医务部，如检查结果出现异常则通知相关工作人员并上报医院保健小组进行评估，依据评估意见进行处理。
- 3.4.1.7 心导管室（DSA室）、手术室、麻醉科、口腔科等医生及护士、技师在涉及放射操作手术或检查时，应穿防辐射铅衣、戴铅帽、围脖等。
- 3.4.1.8 使用中的X线设备和防护用品，在日常工作当中发现问题时，立即进行监测以确保安全，铅衣等防护用品安放在指定位置。铅衣每年检测一次并记录，每周用湿巾或皮肤消毒剂进行一次消毒，如有液体或污渍要立刻先清洗后消毒，我院放射防辐射用品清单详见附件《辐射防

护用品清单》

3.4.1.9 医用 X 射线机须由专业放射影像技师操作，其他无关人员不得擅自自动
用设备。

3.4.1.10 对于新开展的项目与新设备，应进行岗前和岗位培训。

3.4.2 患者及其他人员的放射防护管理：

3.4.2.1 儿童、孕妇需慎重接受放射检查，必须接受检查时，应做好防护措施，
尽量减少下腹部接受不必要的照射。

3.4.2.2 对患者非投照部位或射线敏感部位应尽量用铅皮遮盖。

3.4.2.3 X 线机工作时，除危重患者外，检查室内应减少陪人或尽量缩短陪伴
时间，对必须的陪护人员或工作人员应使用个人防护用品。

3.4.2.4 制定影像检查的教育资料，让患者及家属了解放射检查的必要性及风
险，促进主动参与医疗决策。

3.5 放射仪器安全管理：

3.5.1 采购、验收、安装、报废参照《医疗技术管理计划》（H01-01-SB-005）、《固
定资产管理制度》（H01-01-CW-002）进行。

3.5.2 保持机房通风、干燥、无尘。防止电器组件霉损，避免漏电、短路、严重毁
机事故或点击的发生。如发生停电时，应立即关机并安排好患者下次检查时
间。

3.5.3 每日进行仪器设备的检查，发现异常立即停机，及时通知医工课维修由厂方
迅速检修，排除故障或更换电器组件，医工课做好仪器的二级保养。

3.5.4 每年由卫生行政部门资质认证的检验机构定期对放射诊疗场所、设备及人员
进行安全放射防护检测、监测和检查，检测合格后方可继续使用。

3.6 放射感染和危险材料的处理和销毁：

影像检查中产生的感染性废物参照《医疗废物管理制度》（H01-01-GR-002）处理，
放射科所用胶片类型为激光胶片与纸质胶片，不使用显影液、定影液等危害物质。

3.7 发生电离辐射事故时，依据《电离辐射应急预案》（H01-01-SB-010）进行。

3.8 为保障辐射工作场所防护安全，由医学工程课依医院辐射监测方案详见附件 2。

3.9 监测仪每年送计量院进行校验一次。

4. 相关文件/表单

4.1 《固定资产管理制度》（H01-01-CW-002）

4.2 《医疗废物管理制度》（H01-01-GR-002）

4.3 《医疗技术管理计划》（H01-01-SB-005）

4.4 《电离辐射应急预案》（H01-01-SB-010）

5. 参考文件

5.1 全国人大常委会发布. 中华人民共和国主席令第 52 号. 中华人民共和国职业病防治法. 2011-12-31

5.2 国家质量监督检验检疫总局. GB 18871-2002. 中华人民共和国电离辐射防护与放射源安全基本标准.

5.3 中华人民共和国国务院令第 449 号. 放射性同位素与射线装置安全和防护条例

5.4 国家环境保护总局令第 31 号. 放射性同位素与射线装置安全许可管理办法. 2005-12-30

5.5 中华人民共和国国务院令第 380 号. 医疗废物管理条例. 2003-06-16

5.6 中华人民共和国卫生部令第 36 号. 医疗卫生机构医疗废物管理办法. 2003-08-14

5.7 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. GBZ130-2013. 医用 X 射线诊断放射防护要求. 2014-05-01

5.8 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. WS581-2017. 牙科 X 射线设备质量控制检测规范. 2018-05-01

6. 附件

6.1 附件 1: 辐射防护用品清单

6.2 附件 2: 辐射监测方案

6.2 附件 2：辐射监测方案

1. 目的

根据国家相关辐射安全管理规定，为了保障社会公众利益，保护员工安全，促进 X 线合理利用，结合医院实际，特对我院 16 台 X 线设备制。定如下监测方案：

2. 范围

全院射线设备。

3. 标准

1. 监测依据：《湖南省职业病防治院检测报告》、《牙科 X 射线设备质量控制检测规范》（WS581-2017）、《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）。

2. 监测设备目录

序号	装置名称	型号	一般诊疗用到的能量较高的工作条件	所在位置
1	双能 X 射线骨密度仪	PRIMUS	83 kV 7 mAS	医疗大楼一楼
2	CT1	SOMATOM GO.UP	120 kV 38-130 mAS	医疗大楼一楼
3	CT2	DIFINITION AS	120 kV 48-140 mAS	医疗大楼一楼
4	数字 X 光机	AXIOM Multix MT	125 kV 80 mA	医疗大楼一楼
5	数字 X 光机	AXIOM Multix MT	125 kV 80 mA	医疗大楼一楼
6	数字 X 光机	POLYDOROS LX	117 kV 158 mAS	医疗大楼一楼
7	数字血管造影机	AXIOM DTA	72kV 507 mA	医疗大楼一楼
8	乳腺 X 光机	Mammomat 1000	32 kV 30 mAS	医疗大楼一楼
9	移动式 X 光机	Mobilett Plus HP	77 kV 25 mA	医疗大楼一楼
10	数字胃肠机	AXIOM Iconos MD	96 kV 17 mAS	医疗大楼一楼
11	骨科 C 臂	Siremobil Compact	44 kV 0.2 mAS	医疗大楼三楼
12	口腔 CT	3D eXami	120 kV 7 mAS	医疗大楼三楼
13	口腔全景机	Orthophos Plus DS Ceph	68 kV 13.9 mAS	医疗大楼二楼
14	口腔全景机	Pan eXam	77 kV 10 mAS	医疗大楼三楼
15	口腔牙片机	Heliodent DS	40 kV 0.5 mAS	医疗大楼二楼
16	口腔牙片机	Focus	70 kV 7 mAS	医疗大楼三楼

3. 监测规范：

3.1 监测频率：每三个月对辐射工作场所进行一次辐射剂量监测。

- 3.2 监测位置：按照设备使用条件，用辐射监测仪，分别对 16 台设备机房按检测条件，和以下监测位置：控制室操作位、操作室门（左、右、门体）、病人通道门（左、右、门体）、南边、北边、东边、西边、楼上、楼下进行剂量监测。
- 3.3 监测数据由监测人员填写《辐射工作场所监测表》并存档。



医学放射工作人员放射防护培训规范

1. 培训目的

- 1.1 了解有关放射防护法规和标准的主要内容。
- 1.2 掌握放射防护基本原则和方法。
- 1.3 掌握控制工作人员和患者、受检者以及公众所受照射剂量的原理和方法
- 1.4 了解可能发生的异常照射及其应急措施。

2. 范围：适用于医学放射工作人员的放射防护培训。

3. 标准：

3.1. 培训对象

- 3.1.1 从事电离辐射医学应用的放射工作人员，包括从事医用 x 射线诊断、介入放射学、核医学和放射治疗等工作的人员。
- 3.1.2 从事与电离辐射医学应用工作的医疗、科研、教学单位中的相关专业人员、见（实）习人员及有关管理人员等

3.2 培训要求

- 3.2.1 上岗前的培训：医学放射工作人员上岗前应当接受放射防护知识和有关法律知识的培训，并经考核合格方可参加相应的工作。
- 3.2.2 在岗期间的培训：各类医学放射工作人员在岗期间应定期接受再培训，两次培训的时间间隔不超过 2 年。
- 3.2.3 实习前的培训：医学院校学生进入与放射工作有关的专业实习前，应接受放射防护基本知识的培训。

3.3 培训内容

- 3.3.1 放射防护培训的内容和深度以及培训的频度和时间，应与放射防护培训对象的职责和责任相称与其工作性质和条件相适应。可参照附录 A 和附录 B 分别给出的培训内容提纲和培训课程举例加以选择。
- 3.3.2 在医学放射工作人员的放射防护培训中应强调受检者与患者的防护。医疗照射的正当性判断和最优化分析应列为放射防护培训的重要内容。
- 3.3.3 接触医用非密封放射性物质的工作人员的放射防护培训内容应包括内照射防护和放射性废物处理知识。
- 3.3.4 X 射线诊断、介入放射学、核医学和放射治疗的质量保证，应列为相应医学放射工作人员的放射防护培训内容。
- 3.3.5 放射防护培训内容应适时更新。

3.4 培训方式

- 3.4.1 放射防护培训可采取：课堂教学、远程教学、现场实习和个人自学等。
- 3.4.2 课堂教学和远程教学可以放射防护基础知识和相关法律、法规、标准为主，较系统讲授共同性内容；也可以某方面专题为内容举办培训班。
- 3.4.3 现场实习以实际操作为主，侧重培养学员放射防护技能。
- 3.4.4 个人学习由医务部、科教部组织并安排，选择合适教材，提出统一要求。

3.5 考核

- 3.5.1 放射防护知识列为医学放射工作人员的业务考核的内容。
- 3.5.2 新参加医学放射工作的人员，应经过当地卫生行政部门认可的放射防

护培训。经考核合格后方可上岗。

3.5.3 每两年应对在岗的医学放射工作人员进行一次放射防护知识与技能的考核。

3.5.4 应将每次培训情况及考核结果记录在《放射工作人员证》中。

3.6 培训工作的实施

3.6.1 放射防护培训教学人员应熟知放射防护法律法规和标准，不仅要有较好的理论知识，而且要有较丰富的实践经验。

3.6.2 对医学放射工作人员的放射防护培训应有档案记录。培训档案的记录内容应当包括每次培训的教学人员和课程名称、培训时间和地点、参加人员简况、考试或考核的内容和成绩等资料。

4、相关文件：《中华人民共和国国家职业卫生标准 GBZ/T 149-2015 》

5、附则：

附则 A：可供选择的放射防护培训内容提纲

附则 B：各类医学应用的放射防护培训专题课程举例



附录 A: 可供选择的放射防护培训内容提纲

A. 1 基础类:

- a. 原子核结构和放射性衰变:
- b. 电离辐射的特点及其与物质的相互作用:
- c. 电离辐射的量和单位:
- d. 天然与人工电离辐射源:
- e. 放射生物学基础:
- f. 放射性物质的吸收、代谢与促排:
- g. 辐射测量与仪器设备:
- h. 个人监测:
- i. 场所防护监测:
- j. 放射事故及其处理:
- k. 放射损伤防治:
- l. 放射性废物处置:
- m. 表面放射性污染的去除.

A. 2 法规标准类:

- a. 放射防护法规:
- b. 放射防护标准:
- c. 放射工作人员的职业健康管理。

A. 3 防护知识类:

- a. 放射防护的目的和任务:
- b. 放射防护原则
- c. 职业照射及其防护:
- d. 医疗照射的质量保证与患者防护:
- e. 外照射的防护措施:
- f. 内照射的防护措施:
- g. 安全操作技术:
- h. 电离辐射医学应用新进展、放射防护新知识、新技术。

附录 B: 各类医学应用的放射防护培训专题课程举例

B1 医用 X 射线诊断

医用 X 射线诊断设备工作原理, X 射线诊断技术的发展. X 射线诊断设备的防护性能及其监测方法, 医用 X 射线诊断放射卫生防护标准及有关防护管理法规. 附加防护设备与辅助防护用品, 工作人员的防护, 受检者的防护. X 射线诊断的质量保证, 特殊类型 X 射线检查的防护. 事故预防及处理。

B2 核医学

放射性药物, 放射性核素发生器, 放射性物质的开瓶与分装, 放射性物质的运输和保存, 放射性废物处理, 内照射防护, 外照射防护, 工作人员和受检者与患者的防护, 防护监测, 内照射剂量估算, 核医学和介入放射学的质量保证, 介入放射学设备的工作原理、防护设备和防护用品、防护性能及其检测方法, 附加防护设备与辅助防护用品, 污染的预防和清除, 事故预防及处理。有关的放射卫生防护标准和管理法规

B3 放射治疗

放射治疗源，放射治疗设备工作原理，放射治疗设备的防护性能及其监测方法，放射治疗的物理学和放射生物学基础，肿瘤放疗定位技术，肿瘤放射治疗剂量，放射治疗的质量保证，有关防护标准与防护管理法规，工作人员的防护，患者的防护，事故预防及处理。

B4 介入放射学

介入放射学的质量保证及其设备的工作原理，防护设备和防护用品、防护性能及其检测方法。附加防护设备与辅助防护用品，工作人员和受检者与患者的防护。防护监测，针对介入放射学中辐射剂量的过程优化，事故预防及处理。有关的放射卫生防护标准和管理法规。



文件名称	电离辐射应急预案			初版日期	2015-08-21
文件编号	H01-01-SB-010			批准日期	2017-08-22
文件级别	★★			执行日期	2017-08-29
编写人	初审人	审核人	批准人	回顾日期	2020-08-22
罗凤斌	刘其优	刘宪光	郑文宪	页数	共 2 页

1. 目的

为了加强对医院内放射源与射线装置的安全监管，减少在使用过程中发生辐射安全事故，控制和减轻事故后果，在辐射事故发生后，立即启动应急方案，采取防范措施，尽全力降低事故危害，特制定本预案。

2. 范围

放射源应用中发生事故、防护设施事故其它辐射事故。

3. 标准

- 3.1 本院射线装置，目前开展介入、诊断业务，无放射性物质存放及废物处理。严格遵守放射工作各项规章制度和安全防护管理制度，规范放射装置保管，严格执行放射诊疗操作规范。
- 3.2 医院成立辐射防护办公室，成员以最新名单为准，在应急预案启动中职责如下：
 - 3.3.1 贯彻执行国家辐射应急的方政策和辐射应急工作要求；
 - 3.3.2 负责向上级和属地有关部门报告医院内发生的辐射应急事故和事件；
 - 3.3.3 组织制定医院应急方案，做好应急准备工作；
 - 3.3.4 应急期间充分调动人力、物力支援，实施统一指挥，统一组织、统一行动；
 - 3.3.5 采取各种有效的救援措施，最在限度地减少污染危害，避免人身伤亡和财产损失，消除对医院的负面影响；
 - 3.3.6 配合上级有关部门进行事故调查和审定工作。
- 3.3 如疑似发生辐射事故或发生射线装置放射源泄露、污染等事件时，依据以下程序进行：
 - 3.3.1 工作人员应立即终止原放射诊疗操作，关闭操作电源，设法停止射线产生，切断继续泄露可能，并撤离现场人员，关闭检查室之防护门，等候专业人员处理。
 - 3.3.2 实行现场警戒、保护事故现场，保留导致事故材料、设备和工具，切断一切可能扩大污染范围环节。
 - 3.3.3 医学工程课一边赶去现场组织工作，一边汇报主管，请求支援。

3.3.4 主管立即赶到现场组织工作，依据情况，除应尽快赶到事发现场指导后续处理工作外，应组织医务人员、护理人员、后勤人员、设备人员等协助处理，使伤亡降到最小。

3.3.5 应判断是否为辐射事故，若是辐射事故，应判定为何种等级事故，并于 2 小时内并由设备部立即向环境保护主管部门、公安部门、卫生主管部门报告，如情况较复杂，经院长同意，直接向主管部门报告。辐射事故报警电话：

省环保厅：0731-85698110

市环保局：0731-84119262（或环保热线：12369）

市公安局：110

市卫生局：0731-84114852

省卫生厅：0731-84822021

3.3.6 配合环保主管部门、公安部门、卫生主管部门派来现场之人员，协助其进行现场调查，遵照并执行其所要求之相关有效措施，配合其控制并消除事故影响之作为，在事发后 24 小时内，书面提报本次辐射事故信息报告。

3.3.7 对事故中人员，进行估算其暴露所接受之剂量，安排后续如人员治疗、工作调度等事宜并提报异常事件。

3.4 应急预案警报解除及工作恢复：对发生事故之射线装置，在未完成调查前，不得进行修理，调查完成经主管部门同意后，才能进行修理，修理完达到安全状态后，经主管部门同意后，才得再度启用。并做好调查研究工作，认真分析事故原因，采取妥善措施，尽量减少事故发生，保护医院财产及公众安全。

4. 相关文件/表单

无。

5. 参考文件

5.1 《中华人民共和国放射性污染防治法》（主席令第六号，自 2003 年 10 月 1 日起施行。）

5.2 《中华人民共和国职业病防治法》（主席令第五十二号，于 2011 年 12 月 31 日施行。）

5.3 《中华人民共和国电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）

5.4 《放射性同位素与放射装置安全和防护条例》（中华人民共和国国务院令 449 号）

5.5 《放射性同位素与放射装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局令 31 号）

5.6 根据国家环境保护总局、公安部、卫生部《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》的文件精神（湖南省环境保护局办公室 2007 年 4 月 25 日印发（环发[2006]145 号））

职业健康监护及其档案管理制度

为贯彻落实《中华人民共和国职业病防治法》、《放射诊疗管理规定》、《放射工作人员职业健康管理办法》等法律、法规、规章的要求，保障放射工作人员的健康，制定本制度。

一、放射工作人员培训

1.从事放射工作的人员，均应参加卫生行政部门组织的放射防护知识和法律法规培训，做到持《放射工作人员证》上岗。放射工作人员两次培训的时间间隔不应超过2年，每次培训时间不少于2天；

2.为放射工作人员建立放射工作人员培训档案。

二、放射工作人员职业健康检查

1.放射工作人员上岗前，应当进行上岗前的职业健康检查，符合放射工作人员健康标准的，方可参加相应的放射工作；

2.定期组织上岗后的放射工作人员进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不应超过2年，必要时可增加临时性检查；

3.发现不宜继续从事放射工作的人员，按照法规要求及时调离放射工作岗位，并妥善安置；对需要复查和医学随访观察的放射工作人员，应当及时予以安排；

4.放射工作人员脱离放射工作岗位时，放射工作单位应当对其进行离岗前的职业健康检查；

5.为放射工作人员建立职业健康监护档案，并终生保存。

6.允许放射工作人员查阅、复印本人的职业健康监护档案。

三、个人剂量监测

1.从事放射工作的人员应接受个人剂量监测，外照射个人剂量监测周期一般为1个月，最长不应超过3个月。放射工作人员在工作期间佩戴个人剂量计，并常年接受个人剂量监测。个人剂量计应做到正确佩戴、妥善保管，并定期更换新一期的个人剂量计；

2.为放射工作人员建立个人剂量监测结果档案，并终生保存。

湖南旺旺医院

放射危害警示及告知制度

为贯彻放射诊疗实践的正当化和放射防护最优化原则，落实《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》、《放射诊疗管理规定》、《医疗照射放射防护的基本要求》等法规、标准的要求，保证放射工作人员、患者（受检者）和公众的健康权益，制定本制度。

一、 警示与受检者告知

1、 在放射诊疗工作场所的入口处和各控制区进出口及其他适当位置，设置电离辐射警告标志，在各机房门口设置工作指示灯，灯箱设置如“射线有害，灯亮勿入”的警示语句，并设置门灯连锁装置。

2、 在放射诊疗工作场所入口处显眼位置设置放射防护注意事项和孕妇、儿童等敏感人员如需接受 X 射线检查，应提前告知医师等温馨提示标语。

3、 放射诊疗工作人员对患者和受检者进行医疗照射时应事先告知辐射对健康的影响，并指导其正确穿戴个人防护用品。

4. 受检者必须在指定地点依次排队候诊，不要随意走动，更不可在 X 射线检查时，随意进入机房；

5. X 射线检查时只能有一名受检者进入机房，其他受检者不得在机房停留，以免接受不必要的照射；

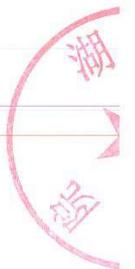
6. 如果受检者在医学上认为必须有人扶持，经医师同意可由一名扶持人员陪检，但该扶持人员应采取必要的防护措施；

7. 受检人员应接受使用医生提供的个人防护用品，以便在 X 射线照射过程，对性腺或其他非照射部位实施屏蔽防护；

8. 孕妇受 X 射线照射，可能影响胎儿发育，如受检者发现自己已经怀孕或准备怀孕，请务必事先告诉医师；

9. X 射线不能作为婴幼儿及少年儿童体检的常规检查项目。

二、 屏蔽防护



1、放射工作场所应当配备与检查相适应的个人防护用品，防护用品应符合一定的铅当量要求，并含清晰的标签，标注有防护用品名称、铅当量、生产厂家、生产日期等信息。

2、放射工作人员实施医疗照射时，只要合理可行，就应对受检者邻近照射野的敏感器官和组织进行屏蔽防护；如涉及陪检者，也需要为陪检者穿戴个人防护用品。

三、放射检查正当化和最优化的判断

放射诊疗工作人员对患者和受检者进行医疗照射时，应当遵守医疗照射正当化和放射防护最优化的原则，有明确的医疗目的，严格控制受照剂量；对邻近照射野的敏感器官和组织进行屏蔽防护，并事先告知患者和受检者辐射对健康的影响。

四、医用 X 射线诊断操作具体要求

1、工作人员在实施放射诊断检查前应当对不同检查方法进行利弊分析，在保证诊断效果的前提下，优先采用对人体健康影响较小的诊断技术。

2、根据不同检查类型和需要，选择使用合适的设备、照射条件、照射野以及相应的防护用品。遵守有关医疗照射指导水平的要求，合理选择各种操作参数，在满足医疗诊断的条件下，应确保在达到预期诊断目标时，患者和受检者所受到的照射剂量最低。

3、严格执行检查资料的登记、保存、提取和借阅制度，不得因资料管理、受检者转诊等原因使受检者接受不必要的重复照射。

4、摄影时应根据使用的不同 X 射线管电压更换附加滤过板；应严格按所需的投照部位调节照射野，使有用线束限制在临床实际需要的范围内并与成像器件相匹配；应合理选择胶片以及胶片与增感屏的组合，并重视暗室操作技术的质量保证。

湖南旺旺医院



放射防护用品使用登记管理制度

为了加强对放射防护用品使用的监督管理，使放射防护用品在使用时符合国家标准要求，保障放射工作人员的健康和保护受检者非受照敏感器官，根据《放射诊疗管理办法》等有关规定，制定本制度。

一、建立放射防护设施和放射防护用品管理责任制，由放射防护管理领导小组负责管理。

二、在购置相关的防护设施和防护用品产品时，产品应当符合下列内容：

1、产品名称、型号、铅当量；

2、生产企业名称及地址；

3、合格证和使用说明书，使用说明书应当同时载明防护性能、适应对象、使用方法及注意事项。

三、根据工作需要为患者和受检者提供适合、足够和符合有关标准的个人防护用品，并指导患者和受检者、陪检者正确、合理使用防护用品，为受检者非受照敏感器官和陪检者做好防护。

四、对防护用品进行定期或不定期检查、维修、保养，保证防护设施正常运转，确保防护设施和防护用品具有良好的防护效果。对使用中的个人放射防护用品和材料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。

五、定期对工作人员进行防护用品使用、防护性能、穿戴要求等相关知识的培训，指导患者和受检者、陪检者正确使用放射防护用品。



附件十三 项目屏蔽防护设计方案

10 间直线加速器机房屏蔽防护参数设计情况一览表

机房名称	几何面积(净尺寸, 不含迷路)	东墙	南墙	西墙	北墙	迷路内墙	顶棚	迷路类型	防护门
直线加速器机房(1#)	57.3m ² (9.55m×6m×3.6m)	主屏蔽墙: 3000mm 普通混凝土 主屏蔽墙宽度: 6500mm 副屏蔽墙: 1700mm 普通混凝土	1700mm 混凝土	主屏蔽墙: 3000mm 普通混凝土 主屏蔽墙宽度: 6500mm 副屏蔽墙: 1700mm 普通混凝土	1400mm 普通混凝土	1500mm 普通混凝土	主屏蔽墙: 2900mm 普通混凝土 主屏蔽墙宽度: 5000mm 副屏蔽墙: 1800mm 普通混凝土	L型	18mmPb 铅板 +150mm 含硼聚乙烯
直线加速器机房(2#)	57.3m ² (9.55m×6m×3.6m)	主屏蔽墙: 3000mm 普通混凝土 主屏蔽墙宽度: 6500mm 副屏蔽墙: 1700mm 普通混凝土	1700mm 重晶石 混凝土	主屏蔽墙: 3000mm 普通混凝土 主屏蔽墙宽度: 6500mm 副屏蔽墙: 1700mm 普通混凝土	1400mm 普通混凝土	1500mm 普通混凝土	主屏蔽墙: 2900mm 普通混凝土 主屏蔽墙宽度: 5000mm 副屏蔽墙: 1800mm 普通混凝土	L型	18mmPb 铅板 +150mm 含硼聚乙烯
直线加速器机房(3#)	51.6m ² (9.55m×5.4m×3.6m)	主屏蔽墙: 3000mm 普通混凝土 主屏蔽墙宽度: 6500mm 副屏蔽墙: 1700mm 普通混凝土	1700mm 重晶石 混凝土	主屏蔽墙: 3000mm 普通混凝土 主屏蔽墙宽度: 6500mm 副屏蔽墙: 1700mm 普通混凝土	1400mm 普通混凝土	1500mm 普通混凝土	主屏蔽墙: 2900mm 普通混凝土 主屏蔽墙宽度: 5000mm 副屏蔽墙: 1800mm 普通混凝土	L型	18mmPb 铅板 +150mm 含硼聚乙烯

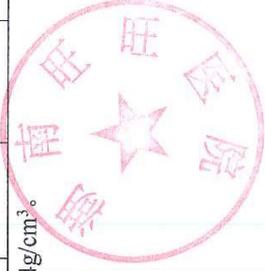


直线加速器机房(4#)	57.3m ² (9.55m×6m×3.6m)	主屏蔽墙: 3000mm 普通混凝土 主屏蔽墙宽度: 5900mm 副屏蔽墙:1700mm 普通混凝土	1700mm 混凝土	主屏蔽墙: 3000mm 普通混凝土 主屏蔽墙宽度: 6500mm 副屏蔽墙: 1700mm 普通混凝土	1400mm 普通混凝土	1500mm 普通混凝土	主屏蔽墙: 2900mm 普通混凝土 主屏蔽墙宽度: 5000mm 副屏蔽墙: 1800mm 普通混凝土	L型	18mmPb 铅板 +150mm 含硼聚乙烯
直线加速器机房(5#)	51.6m ² (8.6m×6m×3.6m)	主屏蔽墙: 2400mm 重晶石混凝土 主屏蔽墙宽度: 5450mm 副屏蔽墙:1700mm 重晶石混凝土	1600mm 重晶石 混凝土	主屏蔽墙: 2400mm 重晶石混凝土 主屏蔽墙宽度: 5450mm 副屏蔽墙: 1700mm 重晶石混凝土	1700mm 重晶石 混凝土	1500mm 重晶石 混凝土	主屏蔽墙: 2900mm 普通混凝土 主屏蔽墙宽度: 5000mm 副屏蔽墙: 1800mm 普通混凝土	L型	18mmPb 铅板 +150mm 含硼聚乙烯
直线加速器机房(6#)	51.6m ² (8.6m×6m×3.6m)	主屏蔽墙: 2400mm 重晶石混凝土 主屏蔽墙宽度: 5450mm 副屏蔽墙:1700mm 重晶石混凝土	1600mm 重晶石 混凝土	主屏蔽墙: 2400mm 重晶石混凝土 主屏蔽墙宽度: 5450mm 副屏蔽墙: 1700mm 重晶石混凝土	1700mm 重晶石 混凝土	1500mm 重晶石 混凝土	主屏蔽墙: 2900mm 普通混凝土 主屏蔽墙宽度: 5000mm 副屏蔽墙: 1800mm 普通混凝土	L型	18mmPb 铅板 +150mm 含硼聚乙烯
直线加速器机房(7#)	51.6m ² (8.6m×6m×3.6m)	主屏蔽墙: 2400mm 重晶石混凝土 主屏蔽墙宽度: 5450mm 副屏蔽墙:1700mm 重晶石混凝土	1600mm 重晶石 混凝土	主屏蔽墙: 2400mm 重晶石混凝土 主屏蔽墙宽度: 5450mm 副屏蔽墙: 1700mm 重晶石混凝土	1700mm 重晶石 混凝土	1500mm 重晶石 混凝土	主屏蔽墙: 2900mm 普通混凝土 主屏蔽墙宽度: 5000mm 副屏蔽墙: 1800mm 普通混凝土	L型	18mmPb 铅板 +150mm 含硼聚乙烯



直线加速器机房(8#)	51.6m ² (8.6m×6m×3.6m)	主屏蔽墙: 2400mm 重晶石混凝土 主屏蔽墙宽度: 5850mm 副屏蔽墙:1700mm 重晶石混凝土(最厚处 2050mm 重晶石混凝土)	1600mm 重晶石 混凝土	主屏蔽墙: 2400mm 重晶石混凝土 主屏蔽墙宽度: 5450mm 副屏蔽墙: 1700mm 重晶石混凝土	1700mm 重晶石 混凝土	1500mm 重晶石 混凝土	主屏蔽墙: 2900mm 普通混凝土 主屏蔽墙宽度: 5000mm 副屏蔽墙: 1800mm 普通混凝土	L型	18mmPb 铅板 +150mm 含硼聚乙烯
直线加速器机房(9#)	51.6m ² (8.6m×6m×3.6m)	主屏蔽墙: 3000mm 重晶石混凝土 主屏蔽墙宽度: 5531mm 副屏蔽墙:1700mm 重晶石混凝土	1700mm 重晶石 混凝土	主屏蔽墙: 2400mm 重晶石混凝土 主屏蔽墙宽度: 5450mm 副屏蔽墙: 1700mm 重晶石混凝土	1700mm 重晶石 混凝土	1500mm 重晶石 混凝土	主屏蔽墙: 2900mm 普通混凝土 主屏蔽墙宽度: 5000mm 副屏蔽墙: 1800mm 普通混凝土	L型	18mmPb 铅板 +150mm 含硼聚乙烯
直线加速器机房(10#)	51.6m ² (8.6m×6m×3.6m)	主屏蔽墙: 3000mm 重晶石混凝土 主屏蔽墙宽度: 5550mm 副屏蔽墙:1700mm 重晶石混凝土	1700mm 重晶石 混凝土	主屏蔽墙: 3000mm 重晶石混凝土 主屏蔽墙宽度: 5531mm 副屏蔽墙:1700mm 重晶石混凝土	1700mm 重晶石 混凝土	1500mm 重晶石 混凝土	主屏蔽墙: 2900mm 普通混凝土 主屏蔽墙宽度: 5000mm 副屏蔽墙: 1800mm 普通混凝土	L型	18mmPb 铅板 +150mm 含硼聚乙烯

注: 重晶石混凝土的密度为 3.0g/cm³; 普通混凝土的密度为 2.35g/cm³; 铅的密度为 11.34g/cm³。



附件十四 设备参数、工作量

我院拟新开展放射治疗项目，拟新购 10 台直线加速器并在医疗大楼扩建工程（二期）地下负五层西端新建相
应机房，现提供以下信息：

(一) 设备参数、工作量

设备名称	数量	型号、厂家	设备参数	预期工作量
直线加速器	10	待定	X 射线最高能量：15MV X 射线能量为 10MV 时，X 射线最大输出剂量率： 24Gy/min； X 射线能量为 15MV 时，X 射线最大输出剂量率： 6Gy/min； 电子线最大能量：22MeV 最大照射野：40cm×40cm 泄漏率：≤0.1% 有用线束张角：28°	每年工作 50 周，每周工作 5 天，每台设备每 天最多治疗 80 人次/天，平均每名患者治疗（常 规治疗）照射时间为 1.5min。

(二) 拟配备人员结构

暂定计划：本项目拟新增放射工作人员约 50 人，均为拟新招聘人员。



湖南旺旺医院