

核技术利用建设项目

宁远县人民医院门急诊、医技综合大楼

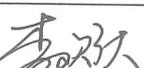
核技术利用建设项目环境影响报告表

(送审版)

宁远县人民医院 (盖章)

2023年8月

编制单位和编制人员情况表

项目编号	yieig0		
建设项目名称	宁远县人民医院门急诊、医技综合大楼核技术利用建设项目		
建设项目类别	55--172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	宁远县人民医院		
统一社会信用代码	1243112644788624XF		
法定代表人 (签章)	吴群辉		
主要负责人 (签字)	欧阳旭俊		
直接负责的主管人员 (签字)	李欢庆		
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
李霞	2017035430350000003511430122	BH027196	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
林梦娟	项目基本情况、放射源、非密封放射性物质、射线装置、废弃物 (重点是放射性废弃物)、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状	BH061333	
李霞	项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论与建议	BH027196	

目 录

表 1	项目概况	1
表 2	放射源	11
表 3	非密封放射性物质	12
表 4	射线装置	13
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	14
表 6	评价依据	17
表 7	保护目标与评价标准	19
表 8	环境质量现状	26
表 9	项目工程分析与源项	29
表 10	辐射防护与安全措施	37
表 11	环境影响分析	52
表 12	辐射安全管理	73
表 13	结论及建议	86
表 14	审批	91

附录

附图

- 附图一 项目所在地理位置图
- 附图二 医院规划总平面布置图

附件

- 附件一 委托书
- 附件二 质量保证单及辐射环境本底检测报告
- 附件三 放疗科环评文件

表 1 项目基本情况

建设项目名称		宁远县人民医院门急诊、医技综合大楼核技术利用建设项目				
建设单位		宁远县人民医院				
法人代表	XXX	联系人	XXX	联系电话	XXXXXX	
注册地址		永州市宁远县舜陵镇重华北路 1 号				
项目建设地点		永州市宁远县舜陵镇重华北路 1 号宁远县人民医院				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		XXX	项目环保投资 (万元)	XXX	投资比例 (环保投资/总投资) XXX	
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积 (m ²)	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类			
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物			
		<input type="checkbox"/> 销售	/			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙			
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
	其它	/				

1.1 建设单位概况

宁远县人民医院创建于 1946 年 8 月，原名县公医院，1949 年 11 月宁远和平解放后更名为县人民医院。经过 70 余年的建设，医院已发展成为一所集医疗、保健、教学、科研于一体的非营利性县域三级综合性医院。医院占地面积 10.7 万平方米，建筑面积 6.9 万平方米，绿化面积 1 万平方米，编制床位 625 张（实际开放床位 898 张，规划床位 1300 张），开设 30 个临床医技科室，全院职工 973 人（正高职称 10 人，副高职称 86 人，中级职称 226 人），拥有先进医疗仪器飞利浦 64 排 128 层螺旋 CT、心脏电生理记录系统、心脏刺激仪、射频消融仪、

续表 1 项目概况

核磁共振、DSA、DR、数字化胃肠机、四维彩超、彩超、腹腔镜、C型臂、全自动生化分析仪等 120 余台（件）。

1.2 项目由来

2022 年 6 月，医院规划在住院大楼南侧新建放疗中心（为 2 层地上建筑），拟在放疗科新建 1 间医用电子直线加速器机房，新增 1 台 10MV 医用电子直线加速器，同时委托资质单位对放疗科大楼及核技术利用项目进行了环境影响评价，放疗科大楼备案号为 XXXXXXXX，核技术利用项目（直线加速器）取得了湖南省生态环境厅的审批意见：湘环评辐表【XXXX】XXX 号。

2023 年 3~4 月，为顺应医院长远发展，医院重新调整了规划，不再新建上述放疗中心，而是在拟拆除现状门诊楼、急诊楼、医技楼、家属区、医疗垃圾房、南入口附属用房的基础上新建一栋的门急诊、医技综合楼。南侧为门诊主入口及广场，西侧为急诊急救出入口及广场，并在南侧广场设置直升机停机坪。上述规划建设的门急诊、医技综合楼已进行了登记表备案，备案号为：

XXXXXXXXXXXXXXXXXX。同时，为了为进一步提升医院的医疗技术水平，改善病人医疗诊治条件，医院拟在门急诊、医技综合楼负二楼新建 2 间直线加速器机房，新增 2 台 1 台 10MV 医用电子直线加速器，同时在一楼新建 1 间 DSA 机房，新增 1 台 DSA，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及 DSA 均为 II 类射线装置。

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）》（部令第 16 号），本项目属于“172 制备 PET 用放射性药物的；医疗使用 I 类放射源的；使用 II 类、III 类放射源的；生产、使用 II 类射线装置的；乙、丙级非密封放射性物质工作场所（医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的除外）；在野外进行放射性同位素示踪试验的；以上项目的改、扩建”，因此，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。

为保护环境，保障周围公众健康，宁远县人民医院委托湖南省湘环环境研究

续表 1 项目概况

院有限公司对拟开展的核技术利用建设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《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的要求，编制了本项目的环境影响报告表。

目前场所暂未建设，门诊楼、急诊楼已拆除，医技楼、家属区等还未拆除。

1.3 项目概况

1.3.1 项目基本情况

(1) 项目名称：宁远县人民医院门急诊、医技综合大楼核技术利用建设项目

(2) 建设地点：永州市宁远县舜陵镇重华北路 1 号宁远县人民医院门急诊、医技综合大楼

(3) 建设性质：扩建

(4) 建设单位：宁远县人民医院

(5) 投资：核技术总投资 XXXX 万元，其中环保投资 XXX 万元，占比 XXX。

(6) 建设规模：

(7) 本次项目包含内容为：在新建的门急诊、医技综合大楼负二楼新建 2 间直线加速器机房，新增 2 台 10MV 医用电子直线加速器；在一楼新建 1 间 DSA 机房，新增 1 台 DSA，上述医用电子直线加速器及 DSA 均为 II 类射线装置。本项目新增射线装置情况详见表 1-1。

表 1-1 本项目新增射线装置基本信息一览表

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	10MV	II 类	门急诊、医技综合大楼负二楼直线加速器机房 (1)	1 台	新增
2	医用电子直线加速器	未定	10MV	II 类	门急诊、医技综合大楼负二楼直线加速器机房 (2)	1 台	新增
3	DSA	未定	125kV, 1250mA	II 类	门急诊、医技综合大楼一楼介入手术室	1 台	新增

续表 1 项目概况

表 1-2 医院新增配置医用电子直线加速器设备情况一览表

序号	名称	10MV 医用电子直线加速器			
		6MV 模式		10MV 模式	
		常用剂量	最高剂量	常用剂量	最高剂量
1	X 线剂量率				
2	电子线				
3	最大照射				
4	最大出束半角				
5	等中心高度				
6	1m 处最大 X 线剂量率 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$)				

1.3.2 本项目劳动定员

医院放疗科规划配置 15 名放射工作人员，其中放疗科配置 5 名放射工作人员，其中调用现有放射工作人员 2 名，拟新增 3 名放射工作人员进行放射治疗工作（其中肿瘤医师 2 名，物理师 1 名）；DSA 机房配置 10 名放射工作人员，均为新增，上述新增放射工作人员从现有工作人员调配或者重新引进人才。按照相关法律法规要求，医院拟新增的放射工作人员应参加辐射安全与防护考核并取得成绩报告单、进行职业健康检查及个人剂量监测。本项目配置人员情况见下表：

表 1-3 本项目拟调用人员情况一览表

序号	姓名	岗位	职业健康体检情况	培训证号	有效期
1				拟在上岗前进行培训考核，取得成绩合格单后上岗	
2					

1.3.3 项目主要工程基本情况及依托情况

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。

续表 1 项目概况

项目组成见下表 1-4。			
表 1-4 本项目主要工程基本情况及依托关系表			
分类	项目	组成	依托关系
主体工程	直线加速器机房 (1)、直线加速器机房(2)	2 间，位于门急诊、医技综合大楼负二楼放疗科，(1) 机房净空长宽高为 7.7m×9.1m×5.1m，有效使用面积为 70.1m ² （不含迷路）；(2) 机房净空长宽高为 7.7m×9.1m×5.1m，有效使用面积为 70.1m ² （不含迷路）。机房东侧为(1) 机房的设备间、控制室、电梯间等，南侧为患者走廊，西侧为(2) 机房的设备间、控制室、电梯间等，北侧为夯实土层。	新建
	设备	配置 2 台 10MV 医用电子直线加速器，分别位于(1) 机房及(2) 机房；2 台直线加速器参数一致，有 2 档 X 射线能量，分别为 6MV/10MV，6MV 常用剂量率 600cGy/min，最高剂量率 1400cGy/min，10MV 常用剂量率 600cGy/min，最高剂量率 2200cGy/min；有 5 档电子线能量，分别为 6 MeV、8 MeV、10 MeV、12 MeV、15MeV。	新购
	介入手术室	1 间，位于门急诊、医技综合大楼一楼，机房长宽分别为 7.5m×8.0m，有效使用面积为 60.0m ² ，机房东侧为更衣室及控制室，南侧为走廊、设备间及处置室，西侧为走廊，北侧为走廊。	新建
	设备	配置 1 台医用血管 X 射线机(DSA)，最大管电压为 125kV，最大管电流 1250mA	新购
辅助工程	辅助用房	在门急诊、医技综合大楼五楼西侧设置放疗科办公室、计划室、制模室、后控仪器室等辅助用房	新增
	辅助设备	依托放射科的 CT 设备（为 III 类射线装置，不属于本次环评内容，另行登记表备案）。	依托
公用工程	给水	依托院内供水管网	依托
	排水	放疗科废水依托院区排水管网，实行污污分流，经过医院污水处理措施处理达标后排放	依托
	供配电	院内供配电系统	依托
	新风系统	新建新风系统，2 间直线加速器机房一致，每间直线加速器机房设置 2 个新风口，分别位于西侧墙体的西南侧及西北侧吊顶处，风量为 4000m ³ /h，风管沿迷道延伸至防护门上方，在防护门上方以 45° 穿斜防护门上方防护墙体。	新增

续表 1 项目概况

环保工程	有害气体	直线加速器机房设置强制通风装置，2间直线加速器机房一致，每间直线加速器机房设置2个排风口，2个排风口设置于东侧墙体的东南侧及东北侧距地面300mm处，风量为5000m ³ /h，风管沿迷道延伸至防护门上方，在防护门上方以45°穿斜防护门上方防护墙体；DSA机房内在北侧吊顶处设置1个排风口，设置动力排风装置，排风管网沿北侧走廊进入排风井，至本建筑屋顶排放。	新建
	废水	废水依托院区排水管网，实行污污分流，经过医院污水处理措施处理达标后排放	依托
	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院医疗固废暂存间，最后集中处置；直线加速器更换下来的退役靶、废准直器交有资质单位进行处置。	依托+新建

1.3.5 配套设施、设备

项目配套的设施设备情况见下表 1-5。

表 1-5 项目主要配套设施设备表

序号	名称	数量	型号	位置	用途
直线加速器：					
1	医用电子直线加速器	2台	待定	机房内	肿瘤治疗
2	监控系统	2套	待定	机房内	实时掌握机房内情况
3	激光定位系统	2套	待定	机房内	定位
4	新风系统	2套	待定	机房内	补充新风
5	排风系统	2套	待定	机房内	排出有害气体
6	除湿机	2台	待定	机房内	湿度控制
7	冷却系统	2套	待定	机房内	为设备散热
8	供电系统	2套	待定	机房内	供电稳压
9	空调系统	2套	待定	机房内	温度调节
10	急停按钮	9个/间	待定	机房内4个，迷道内1个，控制室1个，设备自带3个（2个在机架上，1个在床侧）	紧急情况下停止出束
11	便携式辐射检测仪	1台	ZK-R-EGD	放疗科	日常监测

续表 1 项目概况

12	个人剂量报警仪	2 台	待定	加速器放射工作人员	剂量报警
13	固定式剂量报警仪	2 套	待定	探头在机房内，显示器 在控制室内	剂量监测
14	质控设备	1 套	待定	放疗科	质控检测
DSA 机房：					
15	DSA（Innova IGS 5 型，125kV， 1000mA）	1 台	待定	医技楼二楼 DSA 机房	介入手术
16	电源柜	1 套	待定	DSA 机房设备区	DSA 配电
17	高压发生柜	1 套	待定	设备间	DSA 高压装置
18	系统控制柜	1 套	待定	设备间	设备控制和数 据传输
19	控制系统	1 套	待定	控制室	DSA 设备操作
20	中心供氧装置	1 套	待定	DSA 机房内	患者供氧
21	中心负压吸引	1 套	待定	DSA 机房内	手术配套
22	除颤仪	1 台	待定	DSA 机房内	手术配套
23	高压注射器	1 台	待定	DSA 机房内	手术配套
24	吸痰器	1 台	待定	DSA 机房内	手术配套
25	电生理仪	1 台	待定	DSA 机房内	手术配套
26	主动脉球囊反搏器	1 台	待定	DSA 机房内	心脏手术辅助
27	排风系统	1 套	待定	DSA 机房内	有害气体排出
28	个人剂量报警仪	2 台	待定	介入放射工作人员	剂量报警

1.4 保护目标和评价因子

1.4.1 环境保护目标

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目标为涉源场所周围从事放射诊疗的工作人员、公众成员。

1.4.2 评价因子

根据本次评价的项目特点及项目实际情况，本项目主要影响为 X 射线、电子线、放射性固废（退役准直器及加速器退役靶）、有害气体（臭氧、氮氧化物）。本项目评价因子主要为 X 射线、电子线、放射性固废（退役准直器及加速器退役靶）、有害气体（臭氧、氮氧化物）。

续表 1 项目概况

1.5 选址合理性分析

(1) 按照《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)中:

5.1.1 放射治疗场所的选址应充分考虑其对周围环境的辐射影响,不得设置在居民、写字楼和商住两用建筑内;

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

(2) 《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)

6.1.1 放射治疗设备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

6.1.4 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,应尽可能设置于治疗机房外。

本项目拟建直线加速器机房位于医院新建门急诊、医技综合大楼负二楼,占用了负一层及负二层部分区域,楼上为急诊留观室、输液室及洗手间,楼下为夯实土层,位于本建筑的底端的一端,避开了儿科病房、产房等特殊人员及人员密集区域,或人员流动性大的商业活动区域,周围环境概况见下表 10-2,放射治疗场所与其他区域分开,用房相对独立,远离医院内及周围环境敏感点。同时,项目营运期产生的电离辐射、放射性固废、有害气体得到有效治理,达标排放后对环境影响小。

(3) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)

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

本项目 DSA 选址位于门急诊、医技综合大楼一楼放射科,DSA 机房东侧为更衣室及控制室,南侧为走廊、设备间及处置室,西侧为走廊,北侧为走廊,楼下为停车位,楼上为会议室、更衣室及走廊,放射工作场所与其他场所分开,用房相对独立,且远离医院内及周围环境敏感点。同时,项目营运期产生的电离辐射得到有效屏蔽,达标排放后对环境影响小。

因此,环评认为项目选址合理。

续表 1 项目概况

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 1 台 II 类射线装置（DSA），9 台 III 类射线装置，上述射线装置的工作场所均已进行环境影响评价，已于 2022 年 05 月 31 日取得了辐射安全许可证，湘环辐证【00197】，有效期至 2027 年 05 月 30 日，医院上述射线装置运行情况良好，无辐射安全事故发生。医院现有射线装置情况见下表。

表 1-6 医院现有射线装置情况表

1.6.2 人员情况

宁远县人民医院现有放射工作人员 58 名，具体人员信息见下表：

续表 1 项目情况

表 1-7 现有放射工作人员情况一览表

放射工作人员职业健康体检报告、部分放射工作人员成绩合格单及个人剂量检测报告详见附件七、附件八、附件九。由上表可知，现有放射工作人员均为持证上岗，诊断放射工作人员已进行了自主考核，在有效期内，部分介入放射工作人员培训证已过期，目前医院正在组织该部分人员进行考核；且已配置个人剂量计，并定期测读，均已进行职业健康体检，其中 3 人建议暂时脱离放射工作岗位，其中欧阳琳已调离放射工作岗位，欧阳振华已复查，结论为可继续从事原放射工作，张明权复查后确定是否可以继续原辐射工作，其他结论为可继续从事本岗位工作。-

续表 1 项目情况

1.6.3 辐射防护情况

根据医院提供的资料，得出以下结论：

(1) 屏蔽防护：现有核技术利用涉及机房周围辐射水平满足标准要求；射线装置机房设置了铅玻璃观察窗，能清楚观察到机房内情况；控制室和机房间设置对讲装置，方便医务人员和受检者沟通；电动门设置了防夹装置，推拉门设置了自动闭门管理装置；上述防护措施运行有效，机房周围外照射水平符合相关标准要求。

(2) 警示标志：各射线装置防护门上方有工作状态指示灯，防护门上粘贴有电离辐射警示标志，运行有效；

(3) 对讲系统：有，运行有效；

(4) 机房动力通风装置：有，运行有效。

(5) 管理制度：医院目前已成立了辐射安全防护领导小组；制订了一系列的辐射防护相关管理制度，包括《辐射事故应急处理预案》、《辐射环境监测计划方案》、《放射防护设施维护检修登记制度》、《放射工作人员培训计划》、《放射工作人员工作职责》、《CT 操作规程》、《DR 操作规程》、《DSA 操作规程》、《设备检修维护制度》、《射线装置台帐管理制度》等，均已张贴上墙，能满足现有辐射工作需要。

(6) 年度评估：根据“全国核技术利用辐射安全申报系统”资料，医院每年均在 1 月 31 日之前提交了上一年度的年度评估报告。

(7) 现有防护用品配置情况

表 1-8 现有防护用品配置情况一览表

	名称	参数 (mmPb)	数量	使用情况
放射防护用品	铅衣			正常使用
	铅三角巾			正常使用
	铅方巾			正常使用
	铅围脖			正常使用
	铅眼镜			正常使用
	铅帽			正常使用
	自主检测仪器	便携式辐射检测仪		

医院核技术利用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, 同时根据现有防护用品配置情况, 建议医院增配至少 2 副介入防护手套, 铅当量不低于 0.025mm。

1.6.4 放射性废物排放情况

根据医院提供的资料, 医院射线装置机房工作曝光过程中, 电离产生少量的氮氧化物及臭氧。射线装置机房均设置有动力通风装置, 保持良好通风, 由 X 射线电离产生的氮氧化物和臭氧经过动力通风装置排至室外, 对环境影响小。

1.6.5 医院现存问题及整改建议

存在问题: 1、医院介入放射工作人员 8 名的培训证均已于 2023 年 5 月 31 日过期; 2、放射工作人员张明权 2022 年 12 月职业健康体检结论为建议暂时脱离放射工作岗位, 医院安排该名工作人员于 2023 年 6 月进行了复查, 但是因为血样混淆, 未出结论, 后续未及时再去进行复查。

整改要求: 1、目前医院已安排专人负责放射工作人员培训事宜, 上述 8 名介入放射工作人员均已在考核系统中报名, 择期进行考核; 2、拟安排张明权再次进行复查, 根据复查结论确定是否可以继续原辐射工作。

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
	本项目不涉及	/	/	/	/	/	/	/

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
本项目不涉及										

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 (cGy/min)	用途	工作场所	备注
1	医用电子直线加速器	II类	1台	待定	电子	X射线: 10MV 电子线: 15MeV		放射治疗	门急诊、医技综合大楼负二楼放疗科直线加速器机房(1)	新增
2	医用电子直线加速器	II类	1台	待定	电子	X射线: 10MV 电子线: 15MeV		放射治疗	门急诊、医技综合大楼负二楼放疗科直线加速器机房(2)	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
1	DSA	II类	1	待定	125	1250	医疗诊断/介入治疗	门急诊、医技综合大楼一楼 DSA 机房	新增
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（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
直线加速器废弃准直器、退役靶	固态	/	/	/	/	/	不暂存	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) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(国家环境保护部令第 31 号, 2008 年 12 月 6 日施行, 2021 年 1 月 4 日修改);</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 年版)》(国家生态环境部令第 16 号);</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) 《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>(10) 《产业结构调整指导目录(2019 年本)》(2020 年 1 月 1 日起施行, 2021 年 12 月 30 日修改);</p> <p>(11) 《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>(12) 《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》(环保总局公告[2006]第 145 号);</p> <p>(13) 《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>(14) 《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) 《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021)</p> <p>(3) 《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)；</p> <p>(4) 《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>(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) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)</p> <p>(7) 《放射工作人员健康要求及监护规范》(GBZ98-2020)；</p> <p>(8) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)；</p> <p>(9) 《工作场所职业病危害警示标识》(GBZ158-2003)；</p> <p>(10) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)；</p> <p>(11) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；</p> <p>(12) 《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>其他</p>	<p>(1) 辐射环境影响评价委托函(附件一)；</p> <p>(2) 本项目场所现状监测报告(附件二)；</p> <p>(3) 《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>(4) 《放射防护实用手册》赵兰才, 张丹枫主编, 2009 年；</p> <p>(5)《辐射防护手册 第一分册 辐射源与屏蔽; 第三分册 辐射安全》;</p> <p>(6) 《三种电子加速器产生的臭氧危害分析》(中国辐射卫生 2020 年 6 月第 29 卷第 3 期)。</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—核技术利用建设项目 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的环境影响评价，运营过程中产生的电离辐射经有效的屏蔽后对周围影响较小，且主要影响人员是射线装置所在机房临近的职业工作人员和工作场所周围的公众。因此，本项目以射线机房实体边界 50m 的范围内为评价范围。评价范围示意图见下图：

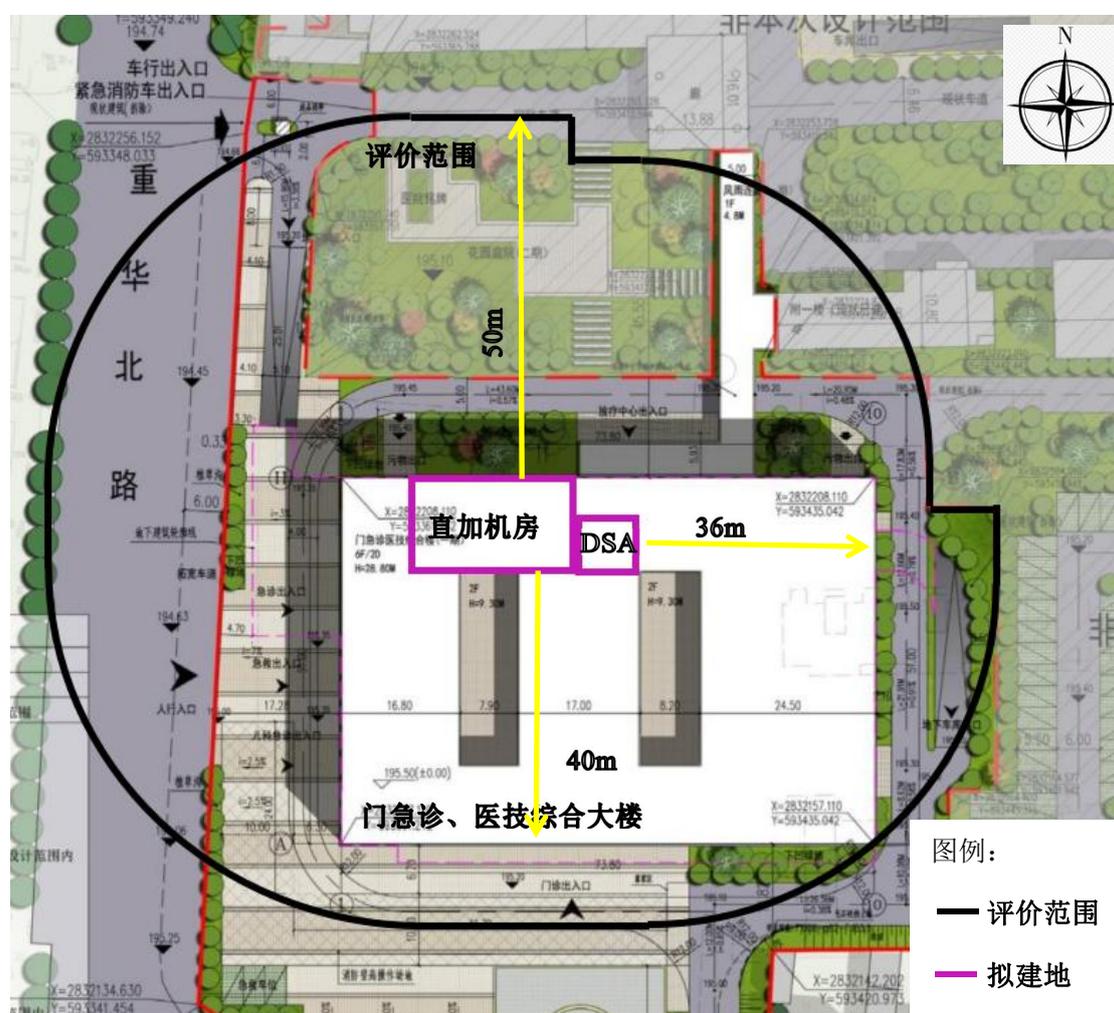


图 7-1 项目评价范围示意图

续表 7 保护目标与评价标准

7.2 环境保护目标							
<p>医院位于永州市宁远县舜陵镇重华北路 1 号，医院东侧为院外道路，南侧为九亿街，西侧为重华北路，北侧为金穗街。</p> <p>新建门急诊、医技综合大楼位于医院西南侧，为地下 2 层地上 6 层建筑，地下 2 层主要为肿瘤放射治疗功能用房，门急诊、医技综合大楼东侧为院内道路及绿化带，南侧为院内道路，西侧为道路及绿化带，北侧为院内道路、绿化带。</p>							
表 7-1 涉源场所周围（50m 范围）主要环境保护目标一览表							
机房名称	机房位置	方位			主要环境保护目标	环境保护人群	影响人数
		方位	距离	与机房相对高差			
直线加速器机房（1）、（2）	门急诊、医技综合大楼负二楼	东	紧邻~33m	0m	直线加速器机房（1）控制室	放射工作人员	约 5 人
					设备间、消防电梯间、合用前室、楼梯间等	公众成员	若干
				+4.3m	加压机房、合用前室、楼梯间、停车位等	公众成员	若干
			33~50m	+8.5m	院内道路及绿化带	公众成员	若干
		南	紧邻~3m	0m	走廊	公众成员	若干
			紧邻~40m	+4.3m	停车位、辅助机房	公众成员	若干
			40~50m	+8.5m	院内道路	公众成员	若干
		西	紧邻~16m	0m	直线加速器机房（2）控制室	放射工作人员	约 5 人
					设备间、消防电梯间、合用前室、楼梯间等	公众成员	若干
			紧邻~31m	+4.3m	加压机房、合用前室、楼梯间、停车位等	公众成员	若干

续表 7 保护目标与评价标准

			31~50m	+8.5m	道路及绿化带	公众成员	若干
		北	紧邻~50m	+8.5m	院内道路及绿化带	公众成员	若干
		楼上		+8.5m	急诊留观室、输液室及洗手间	公众成员	若干
		楼下		--	夯实土层	--	--
DSA 机房	门急 诊、 医技 综合 大楼 一楼	东	紧邻~27m	+8.5m	DSA 机房控制室	放射工作 人员	10
					更衣室、走廊、放射科机房、阅片室、设备间等	公众成员	若干
					放射科控制室	放射工作 人员	若干
				27~50m	+8.5m	院内道路及绿化带	公众成员
		南	紧邻~40m	+8.5m	急诊科用房，门诊大厅	公众成员	若干
			40~50m	+8.5m	院内道路	公众成员	若干
		西	紧邻~41m	+8.5m	急诊留观室、输液室、诊室等	公众成员	若干
			41~50m	+8.5m	道路及绿化带	公众成员	若干
		北	紧邻~8m	+8.5m	走廊、合用前室、消防电梯等	公众成员	若干
			8~50m	+8.5m	院内道路及绿化带	公众成员	若干
		楼上		+13m	会议室、更衣室、走廊等	公众成员	若干
		楼下		+4.3m	停车位	公众成员	若干

注：以直线加速器机房所在地面为基面 0，向上为+，向下为-。

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诊疗的工作人员、周围公众成员。

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) (节选)

续表 7 保护目标与评价标准

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

4.3.2.1 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准 6.2.2 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。

B1.1.1.1，应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

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

B1.2 公众照射

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。

②辐射工作场所的分区

6.4 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。

g) 按需要在控制区的出口处提供皮肤和工作服的污染监测仪、被携出物品

续表 7 保护目标与评价标准

的污染监测设备、冲洗或淋浴设施以及被污染防护衣具的贮存柜。

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。

(2) 《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021) (节选)

4.8 辐射工作人员和公众成员的辐射照射应符合 GBZ18871-2002 中剂量限值相关规定。

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

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

b) 公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。

5.1.1 放射治疗场所的选址应充分考虑其对周围环境的辐射影响，不得设置在居民、写字楼和商住两用建筑内；

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

(3) 《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020) (节选)

6.1 布局要求

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，凡是可与治疗设备分离的，尽可能设置于治疗机房外。

续表 7 保护目标与评价标准

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 空间、通风要求

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 屏蔽要求

6.3.1 治疗机房墙和入口门外关注点周围剂量当量率参考控制水平

6.3.1.1 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 30 cm 处（关注点）的周围剂量当量率应不大于下述 a）、b）和 c）所确定的周围剂量当量率参考控制水平 H_c ：

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 H_c ，见式（1）：

$$H_c \leq H_e / (t \times U \times T) \dots\dots\dots (7-1)$$

式中：

H_c ——周围剂量当量率参考控制水平，单位为微希沃特每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

H_e ——周剂量参考控制水平，单位为微希沃特每周（ $\mu\text{Sv/周}$ ），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，单位为小时每周（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。

续表 7 保护目标与评价标准

b) 按照关注点人员居留因子的不同, 分别确定关注点的最高周围剂量当量率参考控制水平 $H_{c,max}$:

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) 中的导出周围剂量当量率参考控制水平 H_c 和 b) 中的最高周围剂量当量率参考控制水平 $H_{c,max}$, 选择其中较小者作为关注点的周围剂量当量率参考控制水平 H_c 。

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

工作场所空气中臭氧的容许浓度为 0.3mg/m^3 。

(5) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) (节选)

本标准适用于 X 射线影像诊断和介入放射学

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

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

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

第 5.8.3 款 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。

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

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

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

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

续表 7 保护目标与评价标准

表 7-2 X 射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度的要求

设备类型	机房内最小有效使用面积 m ²	机房内最小单边长度 m
CT 机	30	4.5
双管头或多管头 X 射线设备 ^a (含 C 形臂)	30	4.5
单管头 X 射线设备 (含 C 型臂, 乳腺 CBCT)	20	3.5

^a 双管头或多管头 X 射线设备的所有管球安装在同一间机房内。

第 6.2 款 X 射线设备机房屏蔽

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

6.2.2 医用诊断 X 射线防护中不同铅当量屏蔽物质厚度的典型值参见附录 C 中表 C.4~表 C.7。

表 7-3 本项目设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mm	非有用线束方向铅当量 mm
C 型臂 X 射线设备机房	2.0	2.0

第 6.2.3 款 机房的门和窗关闭时应满足表 7-3 的要求。

第 6.3.1 款 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

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

第 6.4 款 X 射线设备工作场所防护

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

第 6.4.2 款 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

第 6.4.3 款 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

第 6.4.4 款 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯；灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区

续表 7 保护目标与评价标准

应设置放射防护注意事项告知栏。

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

第 6.4.6 款 电动推拉门宜设置防夹装置。

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

第 6.4.10 款 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。

第 6.5 款 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求。

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

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

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

第 6.5.5 款 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

表 7-4 个人防护用品和辅助防护设施配备要求

放射检查类型	工作人员		患者与受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/前防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	--

根据上述标准，结合本项目拟使用射线装置的实际情况及医院提供的剂量管理目标值文件，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：

续表 7 保护目标与评价标准

表 7-5 本项目年剂量约束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	本评价年剂量管理目标值 (mSv/a)
放射工作人员	20	放射工作人员	放射治疗工作人员：5 介入医生及护士：5 介入技师：2
公众人员	1	公众人员	0.1
二、机房防护体表面控制值			
直线加速器机房	距离机房墙外 30cm 处的周围剂量当量率满足导出剂量率标准要求，即表 11-4。		
DSA 机房	具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，机房屏蔽体外 30cm 处的周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h。		
三、机房面积及单边尺寸			
DSA 机房	最小有效使用面积 $\geq 20\text{m}^2$ ；最小单边长度 $\geq 3.5\text{m}$		
四、有害气体排放及放射性废物处置			
直线加速器机房排风	直线加速器治疗室设置强制通风系统，进风口与排风口成对角设置，通风换气次数应不小于 4 次/h		
通风	DSA 机房设置动力排风装置		
直线加速器机房内气体浓度	臭氧最高容许浓度：0.3mg/m ³		
废靶、准直器	退役废靶、准直器交有资质单位处置		

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 辐射环境质量现状调查

1、项目环境辐射监测

受宁远县人民医院的委托,湖南省湘环环境研究院有限公司于 2023 年 7 月 19 日对宁远县人民医院 (E: 111°55'46.05", N: 25°35'37.94") 的门急诊、医技综合大楼拟建地的辐射工作环境进行了检测。检测结果和检测布点见附件二。

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辐射本底水平,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

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);

《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021);

《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021);

《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) 监测布点及质量保证

本次监测布设 6 个检测点位。检测点位主要考虑新建场地周围人员停留较多, 和能到达的区域。主要有: 现状门诊楼前、现状急诊楼西侧、现状医技楼北侧、拟建场地周围道路区域等公众可达区域, 检测布点图详见下图 8-1。

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, 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。检测人员均经具有相应资质的部门培训, 考核合格持证上岗。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。本次检测所使用的仪器情况见表 8-2。

表 8-1 检测工况

时间	天气情况	相对湿度	温度
2023 年 7 月 19 日	晴	85.4%~86.1%	32.1℃~32.7℃

续表8 环境质量和辐射现状

仪器名称	环境监测用 X、 γ 辐射空气比释动能率仪		
仪器型号	JB4000	效率因子	1
仪器编号	17157	仪器量程	0.01 μ Sv/h~200 μ Sv/h 0.01 μ Gy/h~200 μ Gy/h
有效期至	2023.10.17	测量范围	48Kev~3Mev
检定/校准因子	1.08	计量检定证书编号	2022H21-10-4182795005

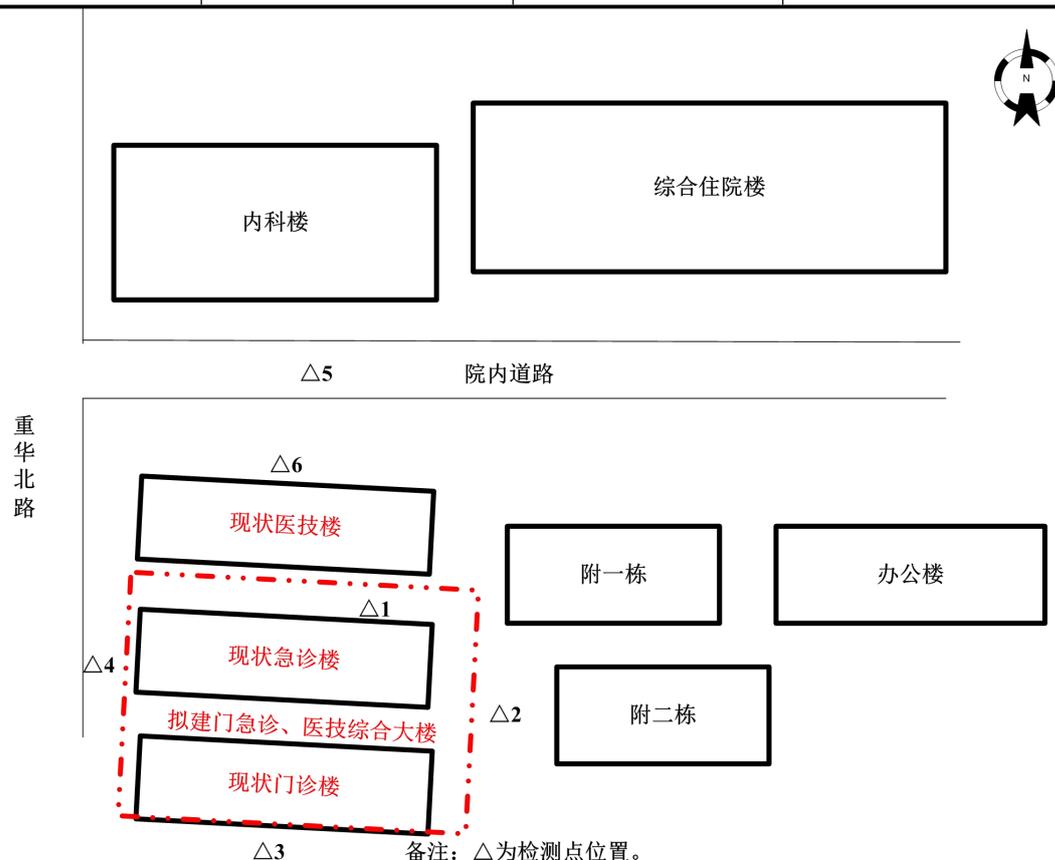


图 8-1 检测布点示意图

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 8-3 项目拟建场所本底监测结果

序号	点位描述	环境 γ 辐射剂量率 (nGy/h)	
		检测结果(未扣除宇宙射线)	计算结果(扣除宇宙射线)
$\Delta 1$	现状急诊楼前坪	111.9	92.3

续表8 环境质量和辐射现状

△2	拟建场地东侧道路	113.3	93.7
△3	现状门诊楼前坪	115.0	95.4
△4	现状急诊楼西侧	113.9	94.3
△5	拟建场地北侧道路	112.5	92.9
△6	现状医技楼前坪	113.7	94.1

备注：依据 HJ1157-2021：监测结果 $D_{\gamma} = k_1 \times k_2 \times R_{\gamma} - k_3 \times D_c$ ；本次监测仪器校准因子 k_1 为 1.08，效率因子 k_2 取 1； k_3 楼房取 0.8，平房取 0.9，原野和道路取 1，仪器对宇宙射线响应值 D_c 为 19.6nGy/h。

表 8-4 永州市原野、道路及建筑物室内天然 γ 射线剂量率

位置	范围值 (nGy/h)	按点加权平均值 (nGy/h)
原野	41.1~271.2	90.9
道路	42.0~333.6	97.2
建筑物室内	54.5~418.5	143.1

项目拟建址的环境 γ 辐射剂量率在92.3~95.4nGy/h之间，与《辐射防护》第11卷，第2期（1991年3月）——与湖南省零陵区（永州市）天然放射性水平调查研究（详见表8-4）相比，项目所在地辐射环境质量现状在正常浮动范围内。

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

本项目选址在新建门急诊、医技综合大楼。门急诊、医技综合大楼为地下 2 层地上 6 层独栋建筑，该门急诊、医技综合大楼整体建设项目已进行了环境影响评价登记表备案。本次环评仅对直线加速器机房、DSA 机房的建设、装修及设备调试过程中的环境影响进行评价，本次核技术利用建设项目涉及的直线加速器机房、DSA 机房未开始建设。本次核技术利用项目施工期主要评价机房建设、装修及设备调试过程中的环境影响，污染因子有：噪声、扬尘、废水、固体废物、调试期产生的有害气体及辐射等。

噪声：主要来自于机房建设、装修及现场处理等。

废气：主要为场地清理、材料堆放及装饰、建筑垃圾清理等产生的扬尘。

废水：主要为施工人员产生的少量生活污水。

固体废物：主要为建筑垃圾、废包装材料以及施工人员的生活垃圾。

有害气体：主要为设备调试过程中电离产生少量臭氧及氮氧化物。

辐射：主要为设备调试过程中产生的电子线、X 射线等。

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。

9.2 营运期污染工序及污染物产生情况

9.2.1 直线加速器

1、工作原理

医用电子直线加速器是指利用微波电磁场加速电子并且具有直线运动轨道的加速装置，用于患者肿瘤或其他病灶放射治疗的一种医疗器械。它能产生高能 X 射线和电子线，具有剂量率高，照射时间短，照射野大，剂量均匀性和稳定性好，以及半影区小等特点。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 X 线束对患者病灶进行照射，杀伤肿瘤细胞。典型医用电子直线加速器示意图见图 9-1 所示。

续表 9 项目工程分析与源项

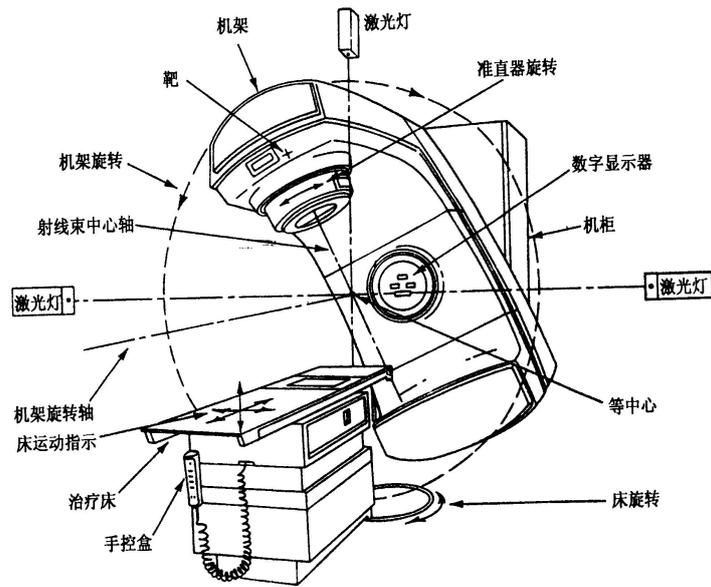


图 9-1 典型医用电子直线加速器结构示意图

2、直线加速器设备组成

医用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，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 线，经一级准直器和滤线器形成剂量均匀稳定的 X 线束，再通过监测电离室和二次准直器限束，最后到达患者病灶实现治疗目的。

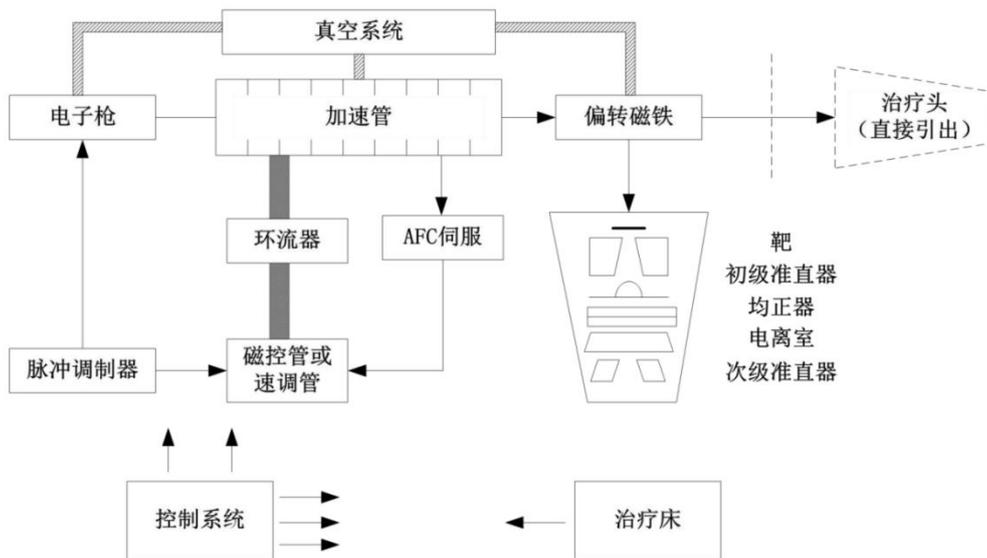


图 9-2 典型医用直线加速器内部结构框图

续表 9 项目工程分析与源项

3、工作流程

(1) 制定治疗方案：医师根据患者的情况集体讨论制定最合适的个体治疗方案，确定初步的放疗原则。

(2) 体位固定及模拟定位：确定放疗原则后，由医生、物理师和技师根据患者具体情况选择和制作固定模具，体位固定完成后，需要增强扫描病人签署造影剂知情同意后，进行放疗模拟定位（另行履行环保手续，不属于本次评价范围），获取详细影像数据。

(3) 影像学资料的初步处理及放疗靶区的确定：由物理师将图像引入计划系统，进行初步影像数据处理，医师准确勾画放疗病灶靶区和需要保护的重要器官组织轮廓图。

(4) 计划设计及评估优化：放疗靶区和重要器官组织轮廓勾画完成后，由物理师根据医师要求设计精确复杂的放疗计划，放疗计划设计完成后，要由医师和物理师进行评估并反复优化。

(5) 放疗计划验证：这是放疗前最后一步准备工作，包括三项：治疗靶区位置验证（复位）、射野验证和剂量验证。治疗靶区位置验证：依照计划系统给出的肿瘤中心位置，找出对应的体表标志作为放疗时摆位的依据。射野验证：指在确定治疗靶区位置后，利用定位机拍摄 X 光片，核对中心位置、每个照射野形状、入射角度和射野大小等是否正确。剂量验证：由物理师通过人体仿真模体，比较使体内所接受的射线照射剂量和计划系统所设计的照射剂量是否一致。

(6) 放疗实施：以上准备工作完成后全部完成且核对无误后才可实施真正的放射治疗。放射治疗一般由 2 位技师共同完成，先在操作室核对治疗参数，然后在机房内进行摆位，按照标记线摆好病人，加入挡块，楔形块等需要的辅助器材，离开机房，关闭防护门。开机治疗，治疗中密切关注人体位是否移动，及时处理。

(7) 治疗完成：达到治疗计划要求后，结束治疗。

续表 9 项目工程分析与源项

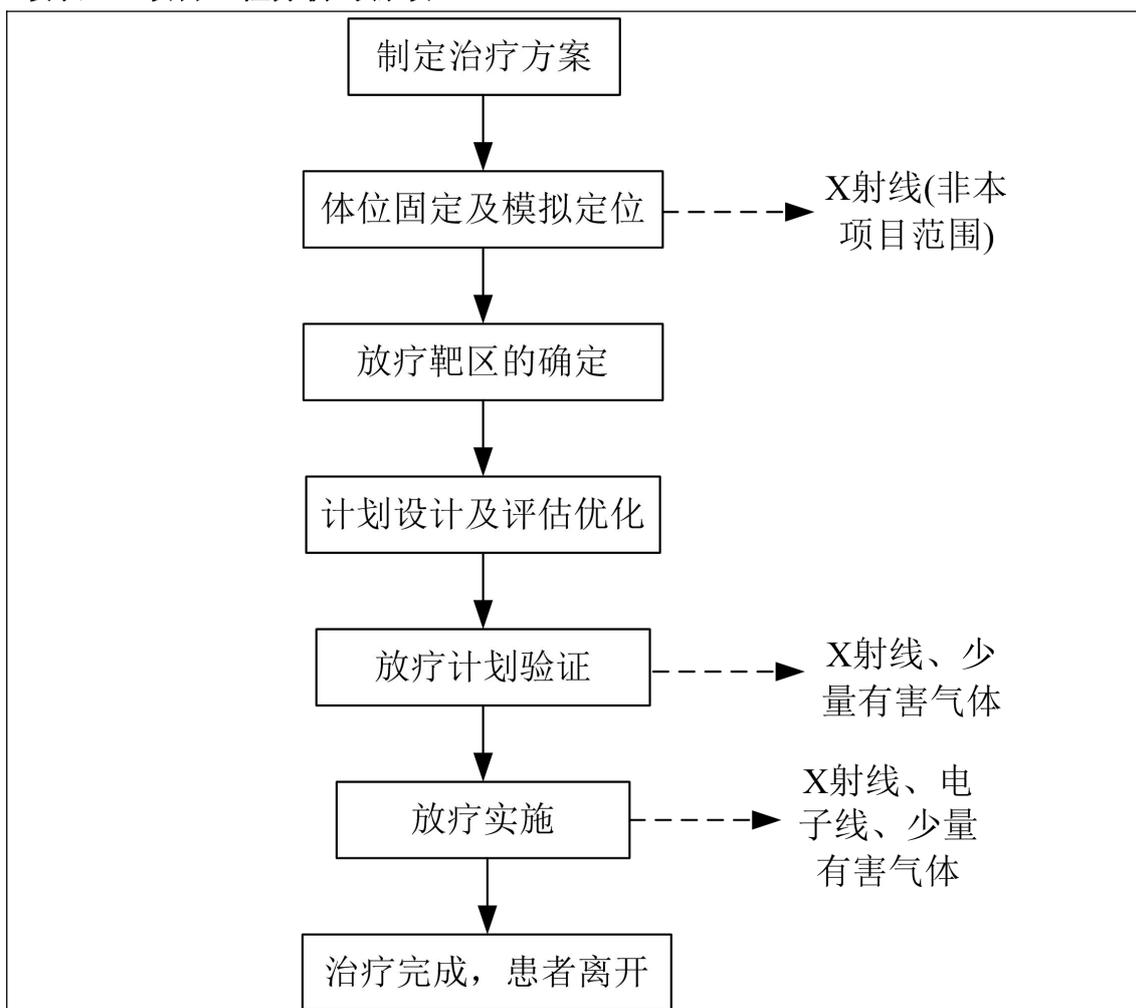


图 9-3 加速器治疗流程

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 50 人次/d（进入治疗室出束治疗 1 次为 1 人次），每周工作 5d，每年工作 50 周，每年治疗患者约 12500 人次，平均每人每次患者治疗出束时间为 1.0min（不包含摆位及系统验证时间），则有效出束时间为 0.83h/d、4.17h/W、208.4h/a。

此外，考虑到直线加速器的调强治疗，泄露辐射按照调强治疗考虑，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，周工作负荷为 3.33h；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），保守考虑调强因子全部取 N=5，则泄露辐射周工作负荷为 20.8h。

5、产污环节

续表 9 项目工程分析与源项

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 10MV，不需考虑中子、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；

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、准直器需要更换，更换下来的退役靶、准直器交有资质单位进行处置。本项目直线加速器参数详见表 1-2。

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。

(4) 设备故障，直线加速器在治疗结束后不能终止出束。

9.2.2 DSA

续表 9 项目工程分析与源项

1、工作原理

DSA 是采用 X 射线进行摄影、透视的技术设备。该设备中产生 X 射线的装置主要由 X 射线管、高压发生器、探测器、计算机系统、到关窗和专用机架组成，见图 9-4。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面撞击靶体后为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。成像装置是用来采集透过人体的 X 线信号的，由于人体各部组织、器官密度不同，对 X 线的衰减程度各不一样，成像装置根据接收到的不同信号，利用平板探测器将透过人体后已衰减的未造影图像的 X 线信号增强，再用高分辨率的摄像机对增强后的图像作一系列扫描。扫描本身就是把整个图像按一定的矩阵分成许多小方块，即像素。所得到的各种不同的信息经模 / 数(A / D)转换成不同值的数字信号，然后存储起来。再把造影图像的数字信息与未造影图像的数字信息相减，所获得的不同数值的差值信号，经数 / 模(D / A)转制成各种不同的灰度等级，在监视器上构成图像。由此，骨骼和软组织的影像被消除，仅留下含有造影剂的血管影像，从而大大提高血管的分辨率。

2、系统组成及工作流程

(1) 系统组成

DSA 组成：Gantry，俗称“机架”或“C 型臂”，由“L”臂、PIVOT、“C”臂组成，同时还包括了数字平板探测器、球管、束光器等部件；专业手术床；Atlas 机柜，该机柜由 DL、RTAC、JEDI 构成；球管和数字平板探测器分别通过各自的水冷机控制温度；图像处理系统。

该项目设备采用平板探测器（FD）技术成像：FD 技术可以即时采集到患者图像，对图像进行后期处理，轻松保存和传送图像。DSA 技术是常规血管造影术和计算机处理技术相结合的产物，其基本原理和技术为：X 线穿过人体各解剖结构形成荧光影像，经影像增强器增强后为电视摄像管采集而形成视频影像。再经对数增幅和模/数转换形成数字影像。这些数字信息输入计算机处理后，再经

续表 9 项目工程分析与源项

减影、对比度增强和数/模转换，产生数字减影图像。



图 9-4 DSA 实物图（典型）

(2) 操作流程

1) DSA 在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况，隔室操作。这种模式适用于减影模式及 CT 操作模式，介入手术医生采取隔室操作的方式(即介入手术医生在控制室内对病人进行曝光)进行，医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。

第二种情况，同室操作（床旁操作）。这种模式适用于电影模式及透视模式，当病人需进行介入手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时介入手术医生位于铅帘后身着铅衣、铅眼镜等防护用品在介入手术室内对病人进行直接的介入手术操作。

医院拟开展的介入手术有：心脏介入、神经血管介入及外周血管介入。设备的工作流程见下图所示：

续表 9 项目工程分析与源项

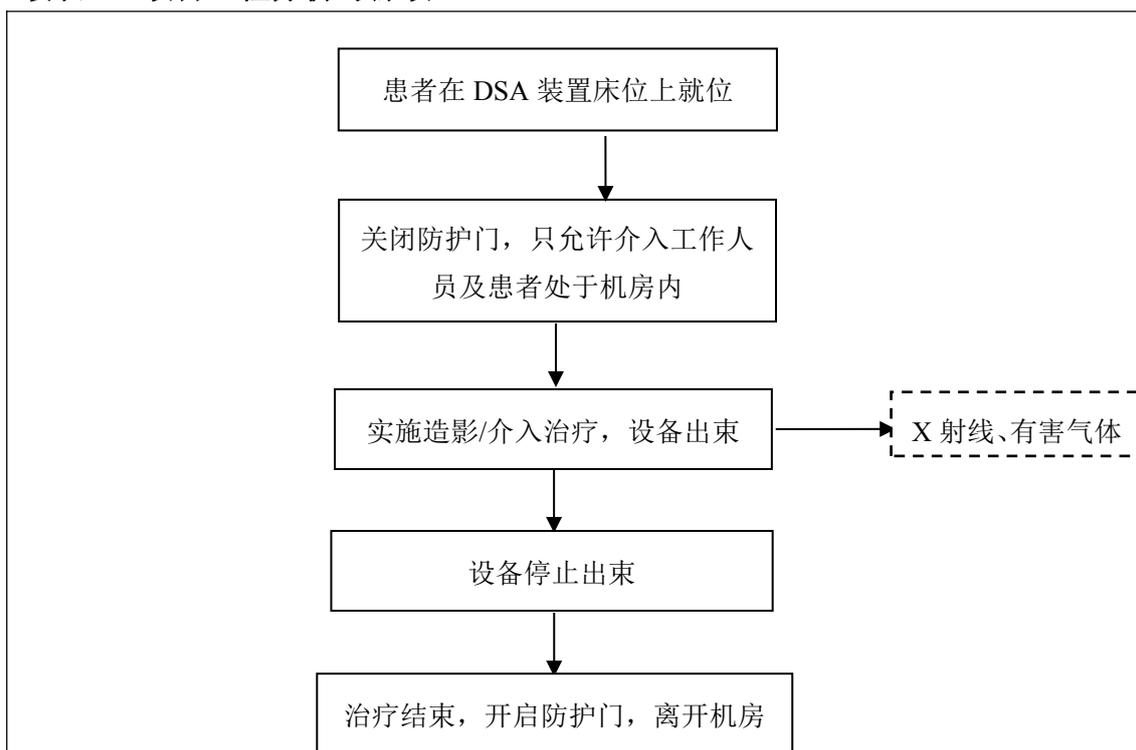


图 9-5 DSA 工作流程及产污环节示意图

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

3、工作负荷

本项目接诊患者来自神经内科、心内科收诊患者，根据医院提供资料，医院现有 1 台 DSA 全年开展介入手术工作量约为 500 台，根据医院规划，本次新增设备后，医院介入手术工作量增加 100%（约 500 台），故医院全年手术量约为 1000 台，设备安装调试完成后，预计医院全年工作负荷情况如下表。

表 9-1 DSA 设备工作负荷情况

项目	工作负荷			
	主要开展的手术类型	年开展工作量（台）	每台手术透视平均曝光时间（min）	年透视曝光时间（h）
现有 1 台	心脏介入、神经	500	20	167

续表 9 项目工程分析与源项

新增 1 台	血管介入及外周 血管介入	500	20	167
合计		1000	/	334
变化情况		新增 500 台手术	/	新增曝光时间 167h

4、产污分析

4.1 正常工况下污染源分析

(1) 由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。因此，该院使用的 X 射线装置在非诊断状态下不产生射线，只有在开机并处于出线状态时才会发出 X 射线。由于射线能量较低，不必考虑感生放射性问题。

(2) X 射线与空气作用，产生少量的臭氧和氮氧化物。少量的有害气体直接与大气接触、不累积，自然逸散，对环境影响可忽略不计。

(3) 医用 X 射线装置属清洁的物理诊断装置，在使用过程中自身不产生液态、固态等放射性废物，不存在放射性三废对环境的污染。

因此，在开机期间，X 射线是污染环境的主要因子。

4.2 运行期事故工况下污染源分析

(1) X 射线装置发生控制系统或安全保护系统故障或人员疏忽，使受检者或工作人员受到超剂量照射；

(2) 在射线装置出束时人员误入机房受到的辐射照射；

(3) 使用 DSA 的医生或护士在手术室内曝光时未穿戴铅围裙、防护手套、防护帽和防护眼镜等防护用具，而受到超剂量外照射；

(4) 检修时，误开机时，维修人员受到潜在照射伤害。

9.3 本项目产生污染物情况汇总

根据以上分析，本项目污染因子见表 9-2。

表 9-2 项目主要污染因子情况表

污染源	使用场所	主要污染因子
工作中的直线加速器	门急诊、医技综合大楼负二楼放疗科直线加速器机房 (1)、(2)	X 射线、电子线
有害气体		臭氧和氮氧化物
放射性固废		退役靶、准直器
DSA	门急诊、医技综合大楼一楼 DSA 机房	X 射线、臭氧和氮氧化物

表 10 辐射防护与安全措施

10.1 项目安全设施

10.1.1 机房的屏蔽

1、机房防护设计

本项目直线加速器机房及 DSA 机房的防护设计情况详见表 10-1。根据后续核算，直线加速器机房及 DSA 机房的屏蔽能满足标准要求。

表 10-1 直线加速器机房及 DSA 机房屏蔽设计方案一览表

机房名称	直线加速器机房（1）	直线加速器机房（2）	DSA 机房
位置	门急诊、医技综合大楼负二楼		门急诊、医技综合大楼一楼
内空尺寸			
有效使用面积			
东侧墙体			
南侧墙体			
西侧墙体			
北侧墙体			
顶棚			
地面			
迷路类型			
防护门			
观察窗			
通风管道			

续表10 辐射防护与安全措施

物理测试管		
电缆沟		
注：混凝土的密度不低于 2.35g/cm ³ ，铅的密度不低于 11.34g/cm ³ 。		
<p>2、穿墙管线</p> <p>直线加速器机房穿墙管线包括新风管、排风管、电缆管（沟）、冷媒冷凝管、物理测试管等。</p> <p>①电缆沟：电缆在（1）号机房东侧、（2）号机房西侧拟以“U”型地沟方式穿过机房次屏蔽墙，盖板采用 20mm 不锈钢板；</p> <p>②物理测试管、冷媒冷凝管：物理测试管及冷媒冷凝管在南侧迷路外墙拟 45° 斜穿控制室与机房之间的屏蔽墙体（迷路外墙）；</p> <p>③风管道：进风管网及排风管网拟以 45° 斜穿迷道外墙防护门上方向下转折后进入机房内，建设单位拟在迷路外墙外侧（走廊上方）增加高度与机房顶棚齐平厚度约为 500mm 的现浇混凝土墙体作为防护补偿。</p> <p>上述管线穿墙大样图如下图所示，且管线穿墙过程中均采用了多折曲路，增加了泄漏射线的散射次数和衰减，有效控制了管线孔的辐射泄漏，符合《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 1 部分：一般原则》（GBZ/T 201.1-2007）中第 4.6.5 条“穿过治疗机房墙的管线孔（包括通风、电器、水管等）应避免控制台等人员高驻留区，并采用多折曲路，有效控制管线孔的辐射泄漏”的要求。</p> <p>10.1.2 辐射工作场所分区</p> <p>为加强核技术利用医疗设备所在区域的管理，限制无关人员受到不必要的照射，应对项目划定控制区和监督区进行分区管理。按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中要求，应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。控制区：注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围；监督区：这种区域未被定位控制区，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。</p> <p>按照上述要求，医院本次放射性工作场所分区如下：</p> <p>控制区：直线加速器机房（1）、（2）、DSA 机房以墙体和防护门为界，机</p>		

续表10 辐射防护与安全措施

房内划分为控制区；医院拟采取一系列的放射防护与安全措施，在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志并给出相应的辐射水平的指示。运用行政管理程序如进入控制区的工作许可证和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，放射性操作区与非放射性工作区隔开。

监督区：包括放射治疗机房设备间、控制室、周围临近走廊区域等，在监督区入口处的合适位置应张贴辐射危险警示标识；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界，在该区内需要对职业照射条件进行监督和评价。

本项目直线加速器楼上急诊留观室、输液室及洗手间，划分为监督区，楼下为夯实土层；DSA机房楼上为会议室、更衣室、走廊，楼下为停车位，划分为监督区。本项目辐射防护分区图见下图10-4、图10-5。

10.1.3 DSA机房医护人员路径

介入医护人员路径：介入医生由北侧医护通道进入缓冲区、更衣室，再进入DSA机房控制室、再由控制室进入DSA机房。

患者路径：患者由医护人员推床从南侧大厅进入缓冲走廊，再经过洁净走廊侧防护大门进入DSA机房。

污物路径：DSA机房内产生的手术污物均非在工作时间经南侧污物防护门暂存在处置室，在非工作时间运送至医疗废物处置场所。

本项目医护人员通道、患者通道及污物通道设置图10-5，通道设置合理。

续表 10 辐射防护与安全措施

10.1.3 项目周围环境、场所布局

表 10-2 辐射工作场所平面布置及周围环境情况及评价

序号	机房名称	所在位置	东	南	西	北	上	下	法规/标准要求	评价
1	直线加速器机房(1)	门急诊、医技综合大楼负二楼	控制室、设备间、电梯间	走廊	直线加速器机房(2)	夯实土层	急诊留观室、输液室及洗手间	夯实土层	(HJ1198-2021) 5.1.1 放射治疗场所的选址应充分考虑其对周围环境的辐射影响，不得设置在居民、写字楼和商住两用建筑内； 5.1.2 放射治疗场所宜单独选址、集中建设，或设置在多层建筑的底端的一端，尽量避开儿科病房、产房等特殊人员及人员密集区域，或人员流动性大的商业活动区域	符合
2	直线加速器机房(2)		直线加速器机房(1)	走廊	控制室、设备间、电梯间	夯实土层	急诊留观室、输液室及洗手间	夯实土层		符合
3	DSA 机房	门急诊、医技综合大楼一楼	更衣室、控制室	设备间、洁净走廊、处置室	走廊	医护走廊	会议室、更衣室、走廊	停车位	(GBZ130-2020) 6.1.2 X 射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。	符合

续表 10 辐射防护与安全措施

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，方便病人诊疗和医生办公，且放射诊疗区置于人流不密集位置，能更好的保护病人及医院工作人员的安全。

从环境保护角度分析，医院辐射工作场所布局可行。

10.1.4 直线加速器机房辐射安全防护措施

1) 直线加速器机房的防护与安全措施

如下表所示，建设单位拟为直线加速器机房设置符合国家标准的安全防护措施，两间直线加速器机房设置基本相同，具体见下表。

表 10-3 每台直线加速器机房辐射安全防护装置设计情况及评价

设计情况		法规/标准要求	评价
屏蔽要求	后续屏蔽核算采用设计额定最大能量、最大剂量率、最大工作负荷、最大照射野等条件参数进行计算，同时应充分考虑所有初、次级辐射对治疗室邻近场所中驻留人员的照射	HJ1198-2021 6.1.1 放射治疗屏蔽设计应按照额定最大能量、最大剂量率、最大工作负荷、最大照射野等条件参数进行计算，同时应充分考虑所有初、次级辐射对治疗室邻近场所中驻留人员的照射。	符合
屏蔽材料	详见表 10-1，直线加速器机房均选用混凝土作为屏蔽主材料，防护门采用铅板制作	GBZ121-2020 6.3.3 屏蔽材料的选择应考虑其性能结构、防护性能和经济因素，符合最优化原则，新建机房一般选用普通混凝土。	符合
检测报警装置	机房内安装固定式辐射剂量检测仪，并具备报警功能，其探测器位置设置在机房迷道内入口处，显示单位设置在控制室内（固定式剂量报警装置对机房内进行实时剂量率、累积剂量监测，超过“报警阈值”时报警提醒。实时剂量率、累积剂量监测值同时显示在控制室主机面板上，实时剂量率、累积剂量的“报警阈值”可通过面板上的按键进行修改）	HJ1198-2021 6.2.2 医用电子直线加速器治疗室一般在迷道的内入口处应设置固定式辐射剂量检测仪并应有异常情况下报警功能，其显示单元设置在控制室内或机房门附近。	符合

续表 10 辐射防护与安全措施

联锁装置	门机联锁	拟设置		<p>HJ1198-2021</p> <p>6.2.3 放射治疗相关的辐射工作场所，应设置防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全联锁措施：</p> <p>a) 放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置门-机/源联锁装置，防护门未完全关闭时不能出束/出源照射，出束/出源状态下开门停止出束或放射源回到治疗设备的安全位置。</p> <p>GBZ121-2020</p> <p>6.4.2 联锁装置：放射治疗设备都应安装门机联锁装置或设施，治疗机房应有从室内开启治疗机房门的装置，防护门应有防挤压功能。</p>	符合
	设置效果	防护门打开时，加速器不能正常出束。治疗过程中防护门被打开，联锁装置立即切断加速器的出束开关，停止出束。			
	防护门启动开关	<p>①电动开关（拟设置位置：控制室操作台上、防护门内墙上）</p> <p>②手动开关（拟设置位置：在机房入口处）</p>			
	室内开启防护门的装置	拟在迷道内出口处设置紧急开门按钮			
防护门防挤压功能	防护门上拟设红外线防夹装置（拟设置高度 500mm）；当人员出入和靠近防护门时，防夹装置将自动切断防护门电源			符合	
标志	电离辐射警示标志	在放射治疗工作场所的入口处、治疗室外防护门上拟设置规范的电离辐射警告标志		<p>HJ1198-2021</p> <p>6.2.1 放射治疗工作场所，应当设置明显的电离辐射警告标志和工作状态指示灯等：</p> <p>a) 放射治疗工作场所的入口处应设置电离辐射警告标志，贮源容器外表面应设置电离辐射标志和中文警示说明；b) 放射治疗工作场所控制区进出口及其他适当位置应设电离辐射警告标志和工作状态指示灯。</p>	符合
	工作状态指示灯	设置位置	在机房入口处防护门上上方		
急停开关	设置位置	设置效果	出束时指示灯亮，停止出束时指示灯灭	<p>HJ1198-2021</p> <p>6.2.1 b) 放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置室内紧急开门装置，防护门应设置防夹伤功能；</p> <p>c) 应在放射治疗设备的控制室/</p>	符合
		<p>控制台：设置 1 处急停开关（合计 1 个）；</p> <p>墙体上：机房内迷道入口墙上、机房内墙上共设置 5 个急停按钮，拟设置高度 1200mm（合计 5 个）</p> <p>设备上：设备两侧各设置 1 个，治疗床上设置 1 个（合计 3 个）</p>			

续表 10 辐射防护与安全措施

	设置效果	紧急停机开关为红色按钮式开关，易于辨认，设置中文说明，按下后不能自动复位，能使机房内的人员从各个方向均能观察到且便于触发；在出束状态下，按下紧急按钮，设备立即停止出束	台、治疗室迷道出入口及防护门内侧、治疗室四周墙壁、质子/重离子加速器大厅和束流输运通道内设置急停按钮；急停按钮应有醒目标识及文字显示能让在上述区域内的人员从各个方向均能观察到且便于触发	
视频监控、对讲交流系统	视频监控系统	设置位置	在机房内（2个）、迷道（1个）、机房入口（1个）拟设置至少4个视频监视器，合计1套监控系统，各个监视器在控制室内分屏显示	符合
		设置效果	对机房入口处、迷道和治疗室全景及治疗患者的状况进行实时监控	
	对讲装置	拟设置双向对讲装置，以便操作者和患者之间进行双向交流	HJ1198-2021 6.2.1 c)控制室应设有在实施治疗过程中能观察患者状态、治疗室和迷道区域情况的视频装置，并设置双向交流对讲系统。	

本项目直线加速器机房建设完成后，辐射安全联锁逻辑关系见下图：

图 10-6 本项目辐射安全联锁逻辑关系示意图

从上图可知，仅当加速器机房的门机联锁正常、各急停按钮全部复位、开门按钮无动作、加速器自检正常等全部满足要求，才能通过钥匙启动加速器运行出束。当前述任一条件出现故障不满足要求时，加速器不能运行出束；同时，在加速器运行出束过程中，前述任一条件不能满足时，加速器自动停止出束。

图 10-7 改建后直线加速器机房辐射安全防护设施图

2) 放射治疗放射防护管理措施

1、建设单位应对辐射工作场所的安全联锁系统定期进行试验自查，保存自

续表 10 辐射防护与安全措施

查记录，保证安全连锁的正常有效运行。

2、治疗期间，应有两名及以上人员协调操作，认真做好当班记录，严格执行交接班制度；加速器试用、调试、检修期间，控制室须有工作人员值守。

3、任何人员未经授权或允许不得进入控制区。工作人员须在确认放射治疗或者治疗室束流已经终止的情况下方可进入放射治疗室，进入含治疗室前须携带个人剂量报警仪。

采取上述措施后，本项目直线加速器机房的辐射防护符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）及《放射治疗放射防护》（GBZ121-2020）的相关要求。

10.1.5 DSA 机房辐射安全防护措施

1) 辐射安全防护设施

本项目 DSA 机房拟设置防护措施具体情况如下：

表 10-4 DSA 机房辐射安全防护装置设计情况及评价

项目		设计情况	标准要求（GBZ 130-2020）	评价
观察窗		拟在机房东侧设置观察窗，能观察到受检者状态及防护门开闭情况	第 6.4.1 条：机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况	符合
电离辐射警告标志	位置	患者进出防护门上，操作室防护门上、污物防护门（共计 3 扇门）	第 6.4.4 条第 1 款：机房门外应有电离辐射警告标志	符合
	数量	各 1 个		
工作状态指示灯及灯箱处可视警示语句	警示标语	射线有害 灯亮勿入	第 6.4.4 条第 2 款：机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示标语	符合
	位置	机房患者进出防护门上方		
	数量	1 个		
放射防护注意事项告知栏	位置	机房入口处（或候诊区）	第 6.4.4 条第 3 款：候诊区应设置放射防护注意事项告知栏	符合
	数量	1 个		

续表 10 辐射防护与安全措施

平开门闭门装置		拟设（患者进出大门）	第 6.4.5 条第 1 款：平开门应有自动闭门装置	符合
推拉式机房门在曝光时关闭机房门的管理措施		拟设（控制室防护门、污物通道防护门）	第 6.4.5 条第 2 款：推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施	符合
门-灯关联	设置效果	门-灯关联（防护门开时，灯灭；防护门关时，灯亮）	第 6.4.5 条第 3 款：工作状态指示灯能与机房门有效关联	符合
	设置位置	灯与机房防护大门关联		
其他		不予在机房内堆放杂物	第 6.4.2 条：机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物	符合
		不在机房内候诊	第 6.4.7 条：受检者不应在机房内候诊，非特殊情况下，检查过程中陪检者不应滞留在机房内	符合
		非特殊情况陪检者不滞留此机房内		
通风		拟在机房内设置动力通风装置：天花板处设置 1 个排风口	6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风	符合

2) 安全操作及管理措施

- (1) X 射线管组件上应有清晰的焦点位置标志。
- (2) 医院配置设备到位调试合格后，应委托有资质的单位对机房外的周围剂量当量率进行监测，保证机房的屏蔽能力满足要求。
- (3) 所有放射工作人员均佩戴个人剂量计，并定期进行测读，建立个人剂量档案。
- (4) 制定规章制度、操作规程、应急处理措施，并张贴上墙。
- (5) 放射科工作人员应熟练掌握业务技术，接受放射防护的有关法律知识培训，满足放射工作人员岗位要求。
- (6) X 射线机曝光时，应保证门灯联锁有效。
- (7) 介入放射用 X 射线设备应具有可准确记录受检者照射剂量的装置。
- (8) X 射线设备机房放射防护安全设施在项目竣工时应进行验收检测，在使用过程中，应按规定进行定期检测。
- (9) 项目采取射线装置进行诊断及手术辅助时，均应制定最优化方案，在满足诊断前提下，尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照射时间，

续表 10 辐射防护与安全措施

也避免病人受到额外剂量的照射。

(10) 应用 X 射线检查应经过正当性判断。执业医师应掌握好适应证，优先选用非 X 射线的检查方法。

(11) 配备辅助防护设施：DSA 设备配备防护屏蔽吊架、各种防护屏蔽挂帘等辅助防护用品与设施，在设备运行中可用于加强对有关人员采取放射防护与安全措施。

(12) 放射工作人员均配置个人剂量计。

采取上述措施后，本项目 DSA 机房的辐射防护符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)及《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)相关要求。

10.1.6 防护用品的配置

医院直线加速器机房及 DSA 机房拟配备的防护用品情况如下：

表 10-5 医院拟新增防护用品及辐射监测设备清单一览表

说明	防护用品名称	单位	铅当量	直加机房拟配备数量 (2 台)	DSA 机房
防护用品	铅橡胶颈套	件	0.5mmPb	0	6
	铅橡胶围裙	件	0.5mmPb	0	6
	铅橡胶帽子	件	0.5mmPb	0	6
	介入防护手套	副	0.025mmPb	0	6
	铅防护眼镜	副	0.5mmPb	0	6
	铅悬挂防护屏	件	0.5mmPb	0	1
	床侧防护帘	件	0.5mmPb	0	1
	患者铅橡胶性腺方巾	件	0.5mmPb	0	1
	患者铅橡胶颈套	件	0.5mmPb	0	1
	便携式个人剂量报警仪	台	--	2	2
	固定式在线剂量检测仪	套	1	2	0
	个人剂量计	个	--	1/人	2/人

续表 10 辐射防护与安全措施

注：医院现有 1 台 ZK-R-EGD 型便携式辐射检测仪，本次依托现有。

建设单位按照上述要求配置相应的个人防护用品和监测仪器后，基本能满足本次核技术利用项目的运行需求。

10.2 放射性“三废”污染防治措施

本项目射线装置运行过程中没有放射性废水、废气产生，工作过程中空气电离产生的少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）通过通风系统排出机房外，少量的臭氧和氮氧化物的排放对环境的影响较小。

在每间直线加速器机房西侧顶部设置 2 个进风口，东侧墙体下部离地 0.3m 处设置 2 个排风口，进风口与排风口成对角设置，治疗室内拟设置排风风机的风量为 5000m³/h，进风风机的风量为 4000m³/h，通风次数约为 9.5 次/h，满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）中“治疗室内通风换气次数不低于 4 次/小时”。直线加速器机房有害气体经过排风管道延伸至一层排风井，由排风井排至本建筑屋顶，能满足标准要求。同时，建设单位拟在迷路外墙外侧（走廊上方）增加高度与机房顶棚齐平厚度约为 500mm 的现浇混凝土墙体作为防护补偿。

本项目 DSA 机房设置了动力通风装置，在天花板顶部设置了 1 个排风口，排风管道在本层进入排风井，由排风井延伸至本建筑屋顶排放。

项目产生的废弃靶、准直器交由资质单位处置。

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、装修及设备调试。污染因子有：噪声、扬尘、废水、固体废物、有害气体、辐射等。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对医院自身环境以及周围的环境带来较大影响。

施工期主要的污染因子有：噪声、扬尘、废水、固体废物、有害气体、辐射等。

(1) 扬尘及防治措施

扬尘主要来自施工过程中场地清理、建筑材料（水泥、沙子、石子等）现场搬运及堆放产生的扬尘、切割打磨装饰材料产生的粉尘、建筑垃圾清理及堆放产生的扬尘。本项目工程量小，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：施工现场设置围栏；加强施工现场管理，进行适当的加湿处理；施工运送建筑垃圾车辆，车厢应严密清洁，避免产生扬尘对周边居民正常生活造成影响。

(2) 废水及防治措施

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) 噪声及防治措施

主要来自场地清理、土石方开挖、混凝土浇筑、新建墙体的敲打、装修及现场处理等。项目选取噪声低、振动小的设备操作，尽量安排在房间内施工，并合理安排施工时间，不在午休期间和夜间施工。项目工程量小，施工期短，采取上述措施能减轻项目施工期间对外界的影响。

(4) 固体废物及防治措施

项目施工期产生的固体废物主要为施工建筑垃圾、施工人员生活垃圾、废包装材料等。项目建筑垃圾运至市政指定的位置处置；生活垃圾依托相应医院现有生活垃圾收集系统收集后交环卫部门统一收运处理；废包装材料交物资回收单位回收处理。

(4) 调试期间有害气体及防治措施

续表 11 环境影响分析

主要为设备调试期间设备电离产生的有害气体，如臭氧、氮氧化物等。有害气体经强制排风系统排出室内，逸散在空气中，对环境影响较小。

(6) 调试期间辐射及防治措施

主要为设备调试期间设备放出的射线，如 X 射线、电子线等。机房进行了防护设计，调试期间产生的射线经屏蔽体屏蔽后对机房外环境影响小。

本项目工程量小，施工期短，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。

11.2 DSA 机房营运期环境影响分析

11.2.1 机房使用面积分析

本项目 DSA 机房的设计有效使用面积及最小单边长度如表 11-1 所示。

表 11-1 机房设计使用面积一览表

序号	名称	位置	机房有效使用面积 (m ²)	机房尺寸 (长×宽, m)	最小有效使用面积要求 (m ²)	最小单边尺寸要求 (m)	是否满足标准要求
1	DSA 机房	门急诊、医技综合大楼一楼	60.0	7.5×8.0	≥20	≥3.5	是

由表 11-1 可知，DSA 机房有效使用面积及最小单边长度均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

11.2.2 机房屏蔽效能核实

根据设计资料，本次环评涉及的 DSA 机房屏蔽防护情况与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求对比达标情况一览表见表 11-2。

表 11-2 本次 DSA 机房屏蔽防护与标准要求的对比达标情况一览表

机房名称 项目	DSA 机房实际防护情况	折算铅当量	GBZ130-2020 要求	评价
四面墙体防护	镀锌方钢+3mmPb 辐射防护板	3mmPb	≥2mmPb	符合
顶棚防护	120mm 混凝土+吊顶（镀锌龙骨+3mmPb 辐射防护板）	4.2mmPb		符合
地面防护	120mm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥	3.8mmPb		符合
防护门	3mmPb 铅板	3mmPb		符合

续表 11 环境影响分析

观察窗	15mm 厚 ZF3A 级铅玻璃（约 3mmPb）	3mmPb	符合
-----	---------------------------	-------	----

注：

（1）混凝土密度 $\geq 2.35\text{g/cm}^3$ ；硫酸钡水泥密度 $\geq 3.29\text{g/cm}^3$ ；铅板密度 $\geq 11.3\text{g/cm}^3$ ；四面墙体铅板或防护板做到吊顶处。

（2）参考《放射诊断放射防护要求》GBZ130-2020 表 C.4, 125（保守按有用线束考虑）：120mm 混凝土约 1.2mmPb。

（3）根据《放射防护实用手册》，硫酸钡混凝土的铅当量折算按照 30mm 厚度约 2.6mmPb。

由表 11-2 可知，根据报告表预测结果，在现有建设条件下，本项目 DSA 机房四周墙体、顶棚和防护铅门、观察窗的设计厚度均能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）辐射屏蔽的要求。

本次环评要求建设单位在防护门安装时，应注意防护门与墙体的搭接应不小于缝隙间距的十倍。

11.2.2 机房内通风

本项目 DSA 在运行过程中，X 射线电离会产生少量的臭氧及氮氧化物。本项目射线装置机房均设置了动力通风装置，DSA 机房拟在天花板处设置 1 处排风口，安装动力排风装置，排风管道在本层进入排风井，由排风井延伸至本建筑屋顶排放，排出的有害气体直接逸散在空气中。排放室外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，能满足环境空气质量标准。

11.4 直线加速器机房营运期环境影响分析

本项目直线加速器机房内空有效尺寸为 7.7m（长） \times 9.1m（宽） \times 5.1m，迷道位于机房南侧，为 L 型，机房四面墙体、顶棚及地面均为混凝土，无地下层。

1、计算公式

本评价采用《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《放射治疗机房辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）中的公式进行计算，具体如下：

1) 有效屏蔽厚度

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

续表 11 环境影响分析

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

式中：X—屏蔽物质厚度；

X_e —有效屏蔽厚度。

2) 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；

TVL_1 —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。

3) 有用线束和泄漏辐射的屏蔽与剂量估算

$$B = \frac{\dot{H}_c \cdot R^2}{\dot{H}_0 \cdot f} \quad (11-5)$$

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \cdot f}{R^2} \cdot B \quad (11-6)$$

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

\dot{H}_0 —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 ）；

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。

4) 患者一次散射辐射的屏蔽与剂量估算

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

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \cdot \alpha_{ph} \cdot (F/400)}{R_s^2} \cdot B \quad (11-8)$$

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

续表 11 环境影响分析

<p>\dot{H}_0—加速器有用线束中心轴上距靶 1m 处的常用最高剂量率，$\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$;</p> <p>$R_s$—患者（位于等中心点）至关注点的距离，m;</p> <p>α_{ph}—患者 400cm² 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 400cm² 面积上的散射因子;</p> <p>F—治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积，cm²。</p> <p>5) 穿过患者或迷路内墙的有用线束在屏蔽墙上的一次散射辐射剂量</p> $\dot{H} = \dot{H}_0 \frac{(F/10^4)}{R^2} \cdot \alpha_w \cdot B_p \quad (11-9)$ <p>式中:</p> <p>\dot{H}——计算点的辐射剂量率，$\mu\text{Sv}/\text{h}$;</p> <p>\dot{H}_0——加速器有用线束中心轴上距靶 1m 处的常用最高剂量率，$\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$;</p> <p>F——治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积，cm²。</p> <p>R——散射体中心点（有用线束在屏蔽墙上的投影点）与计算点的距离，m;</p> <p>α_w——散射因子；单位面积（1m²）散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。α_w 与入射角和反射角（入射方向和反射方向相对散射体垂线的夹角）有关，0°和 45°入射辐射在混凝土散射体上的α_w 见附录 B 表 B.5 和表 B.6。铅和铁散射体的α_w 可以参考 NCRP NO.151 的附录 B ；</p> <p>B_p——有用线束射入散射体（屏蔽墙）前的屏蔽透射因子。对于患者，可以取 0.34 或保守取为 1。对于有用线束向迷路墙照射时的迷路内墙，依内墙的屏蔽厚度按式（3）（本报告公式 11-3）计算。</p> <p>6) 加速器（≤10MV）机房迷路散射辐射屏蔽与剂量估算</p> <p>本项目加速器为 10MV，有用线束不向迷路照射。根据 GBZ/T201.2-2011 中 4.3.2.5.1，迷路入口的散射辐射主要考虑有用线束照射在人体上的散射辐射。</p>

续表 11 环境影响分析

①入口处的散射辐射剂量率:

$$H_g = \frac{\alpha_{ph} \times (F / 400)}{R_1^2} \times \frac{\alpha_2 \times A}{R_2^2} \times H_0 \quad (11-10)$$

式中:

\dot{H}_g —— 入口处的散射辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

α_{ph} —— 患者 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 ;

α_2 —— 砼墙入射的患者散射辐射的散射因子 (能量见附录 B 表 B.3) 的散射因子 (通常取 i 处的入射角为 45° , 散射角为 0° , 取值见附录 B 表 B.6, 通常使用其 0.5MeV 栏内的值);

A —— i 处的散射面积; m^2 ;

R_1 —— “o-i”之间的距离, m ;

R_2 —— “i-g”之间的距离, m ;

H_0 —— 加速器有用线束中心轴上距靶 1m 处的常用最高剂量率, $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ 。

防护门需要的屏蔽透射因子 B :

$$B = \frac{\dot{H}_c - \dot{H}_{0g}}{\dot{H}_g} \quad (11-11)$$

式中:

H_{0g} —— 入口处的漏射辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

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

H_g —— 入口处的散射辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$ 。

在给定防护门的铅屏蔽厚度 X 时, 防护门外的辐射剂量率:

$$\dot{H} = \dot{H}_g \cdot 10^{-(X/\text{TVL})} + \dot{H}_{og} \quad (11-12)$$

式中: H_{og} —— 入口处的漏射辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

续表 11 环境影响分析

H_g ——入口处的散射辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

X ——屏蔽厚度, cm;

TVL ——什值层, cm。

7) 宽束辐射的有用束对应的机房屏蔽为主屏蔽区

根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分: 一般原则》(GBZ/T 201.1-2007) 计算有用线束主屏蔽区的半宽度:

$$Y_p = 2 \times [(a + SAD) \times \tan \theta + 0.3] \quad (11-13)$$

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 (主屏蔽墙与次屏蔽墙连接位置) ” 的距离, m;

图 11-1 本项目直线加速器机房平面布置核算点位示意图

图 11-2 本项目直线加速器机房立面布置核算点位示意图

8) 导出剂量限值

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 导出公式详见本评价报告的表七中引用《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020) 公式 (7-1)。

根据 HJ1198-2021 附录 A, 不同场所的居留因子选取如下表:

表 11-3 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、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: 相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的病人检查室 1/5: 走廊、雇员休息室、职员休息室
偶然居留	1/16	1/8-1/40	1/8: 各治疗室房门 1/20: 公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室 1/40: 仅有来往行人车辆的户外区域、无人看管的停车场,

续表 11 环境影响分析

			车辆自动卸货/卸客区域、楼梯、无人看管的电梯							
<p>同时，根据上节分析，本项目直线加速器的有效出束时间为 0.83h/d、4.17h/W、208.4h/a。保守考虑调强因子全部取 N=5，则泄露辐射周工作负荷为 20.8h。</p>										
<p>表 11-4 各关注点的剂量率参考控制水平一览表</p>										
射线 类型	关注 点位	场所 名称	周剂 量参 控制 水平 H_c (μ S v/ 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 (μ Sv /h)	$H_{c,1}$ (μ Sv/h)	关注点 的剂量 率参考 控制水 平 \dot{H}_c (μ Sv/ h)	
直线 加速 器机 房(1)、 (2)	有用线束	A/A'	控制 室							
	散射线	B ₁ /B ₁ '	控制 室							
	漏射线									
	散射线	B ₂ /B ₂ '	设备 间、消 防电 梯							
	漏射线									
	有用线束	C/C'	临近 直加 机房							
	散射线	D ₁ 、 D ₂ /D ₁ '、D ₂ '	临近 直加 机房							
	漏射线									
	漏射线	E	走廊							
	漏射线	F	走廊							
	漏射线	G	走廊							
	有用线束	I	留观 室							
	散射线	M ₁ 、 M ₂ /M ₁ '、 M ₂ '	留观 室、输 液室、 卫生							
	漏射线									

续表 11 环境影响分析

			间							
2、 计算参数取值										
<p>本项目拟配置医用电子直线加速器 X 射线有两档，分别为 6MV 及 10MV，6MV 对应最大剂量率为 1400cGy/min，10MV 对应最大剂量率为 2200cGy/min，本次核算采用最大能量、最大剂量率（即 10MV 对应最大剂量率为 2200cGy/min）进行核算，主屏蔽墙、侧屏蔽墙、迷路内墙、迷路外墙及防护门屏蔽计算各参数取值如下表 11-5 所示。</p>										
表 11-5 屏蔽计算参数取值表										
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										
周围剂量当量率 参考控制水平		μSv/h	详见表 11-4			HJ1198-2021 GBZ121-2020				
至关注点距离										
R		m								
面积										
S ₀		m ²				计算得到				
什值层										
主射 线	TVL ₁	cm				GBZ/T201.2—2011 附录 B 表 B.1 查出				
	TVL	cm								
90° 泄漏 辐射	TVL ₁	cm								
	TVL	cm								

续表 11 环境影响分析

	TVL	cm		
等中心剂量率最大值				
\dot{H}_0	$\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/$	h		
设备相关参数				
SAD	m			
F	cm^2			
散射因子				
α_{ph}	/			
散射系数				
α_w	/			

注：X射线经过屏蔽墙体入射的患者散射辐射，通常取0.5MeV(GBZ/T201.2-2011 5.2.6.1)

3、治疗室建筑物屏蔽墙厚的确定原则

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。

4、核算结果

直线加速器室地面及北侧为夯实土层，人员无法到达，因此本评价不核算地面部分及北侧墙体。

表 11-6 直线加速器机房主屏蔽宽度计算结果一览表

机房	取值	计算所需宽度 (mm)	设计宽度 (mm)	是否满足 要求
直线加速器机房(1)、(2)	SAD=1m; $\theta=14^\circ$; 顶棚		4600	符合
	东墙		4600	符合
	西墙		4600	符合

根据核算模式与选定的核算参数，本项目的直线加速器机房的屏蔽防护核算结果见表 11-7。

续表 11 环境影响分析

表 11-7 10MV 直线加速器室墙体屏蔽核实结果 (混凝土 $\rho=2.35\text{g/cm}^3$)												
屏蔽墙体	射线类型	关注点	场所名称	剂量限值 ($\mu\text{Sv/h}$)	距离 R (m)	计算所需混凝土厚度 (mm)		设计混凝土厚度 (mm)	建议混凝土厚度 (mm)	设计厚度下墙体外的瞬时剂量 ($\mu\text{Sv/h}$)	是否满足要求	
主屏蔽墙	有用线束	A/A'								0.380	是	
次屏蔽墙	散射线	B ₁ /B ₁ '								0.013	0.041	是
	漏射线									0.028		
	散射线	B ₂ /B ₂ '								0.013	0.041	是
	漏射线									0.028		
主屏蔽墙	有用线束	C/C'							<0.001	是		
次屏蔽墙	散射线	D ₁ 、D ₂ /D ₁ '、D ₂ '								0.013	0.041	是
	漏射线									0.028		
迷路墙	漏射线	E								<0.001	是	
迷路外墙	漏射线	F								0.338	是	
迷路内墙	漏射线	G								0.237	是	
顶棚主屏蔽墙	有用线束	I								0.318	是	
顶棚次屏蔽墙	散射线	M ₁ 、M ₂ / M ₁ '、M ₂ '								0.013	0.041	是
	漏射线									0.028		
防护大门	散、漏射线	G								0.008	是	

续表 11 环境影响分析

备注：①直线加速器机房位于本栋建筑底部一端。顶棚控制剂量率取值较严，不考虑天空反射和侧散射影响。

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。

续表 11 环境影响分析

根据表 11-7 计算可知，直线加速器机房（1）、直线加速器机房（2）屏蔽墙体、防护门理论计算所需屏蔽厚度均低于建设单位提供的墙体屏蔽设计厚度，理论计算所得主屏蔽区宽度低于设计主屏蔽区宽度，因此，在现有设计墙体及防护门厚度条件下，本项目直线加速器机房墙体厚度及防护门厚度均能满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）及《放射治疗放射防护要求》

（GBZ121-2020）中标准要求；同时，考虑 2 间直线加速器机房为临近机房，后续在将对放射工作人员的年有效剂量进行叠加。

建设单位在施工过程中必须采取有效措施，确保施工质量，防护门应由厂家进行安装，要求防护门门体与墙体重叠长度不小于门与墙体间隙的 10 倍。

5、直线加速器电子线的环境影响分析

本项目直线加速器以电子档工作时最大电子线能量为 15MeV，射程为 $15 \times 0.6 = 9.0 \text{g/cm}^2$ ，可以估算出 15MeV 的电子在密度为 2.35g/cm^3 的混凝土中的深度约为 3.83cm，而本项目机房的屏蔽体厚度为 1400mm~1800mm 混凝土，能完全屏蔽电子线，可不再作特殊的防护要求。

6、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《中华放射医学与防护》第 14 卷第 2 期：“辐射所致臭氧的估算与分析”（王时进、娄云），采用下列公式：

（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 22Gy·m²/min）；

R—靶距墙壁的距离，本项目为 4.85m；

G—空气吸收 100eV 辐射能量产生的 O₃ 分子数，根据文献该值取 10；

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 76.22mg/h。

续表 11 环境影响分析

(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 22Gy·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 10；

V—加速器机房容积（含迷道），本次计算取 618.5m³。

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 6.22mg/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

Q₀—臭氧的辐射化学产额，mg/h，Q₀=P₁+P₂

V—加速器机房容积（含迷道），本项目为 618.5m³

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 9.5 次/h，换气一次所需要的时间为 0.12。

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：

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

续表 11 环境影响分析

当 $t \gg T$ 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器机房内臭氧浓度为 $0.014\text{mg}/\text{m}^3$ ，根据《三种电子加速器产生的臭氧危害分析》（中国辐射卫生 2020 年 6 月第 29 卷第 3 期），氮氧化物（主要为二氧化氮）产额考虑为 O_3 产额的一半，则医用直线加速器运行时，直线加速器机房氮氧化物产额为 $0.007\text{mg}/\text{m}^3$ ，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、氮氧化物容许浓度为 $0.30\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $5\text{mg}/\text{m}^3$ 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，浓度会进一步地降低，对周围大气环境影响十分轻微。

7、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，本项目直线加速器机房拟采用“上进风，下排风”的通风系统，拟在每间机房西侧吊顶处设置 2 个进风口，并在进风口的对角位置的东侧墙体离地高约 30cm 处，设置 2 个排风口，排风风机的风量拟定为 $5000\text{m}^3/\text{h}$ ，进风风机的风量拟定为 $4000\text{m}^3/\text{h}$ 。

通过计算，本项目直线加速器机房内通风换气次数约为 9.5 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排风井到达本建筑屋顶排放。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 O_3 的分解时间不到 10 分钟，能满足环境空气质量标准。

11.4 职业照射人员与公众附加年有效剂量

11.4.1 估算公式

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- γ 射线产生的外照射人均年有效当量剂量按下列公式计算：

$$H_{Er} = Dr \times T \times t \times 10^{-3} (\text{mSv}) \quad (11-18)$$

其中： H_{Er} —X 或 γ 射线外照射人均年有效当量剂量，mSv

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

T ：居留因子；

续表 11 环境影响分析

t: X 或 γ 射线照射时间, h。

11.4.2 直线加速器机房年有效剂量估算结果

(1) 所致剂量估算取值

本项目使用的电子直线加速器治疗机的有效开机时间每年工作 50 周, 加速器每周治疗约 250 个患者, 每名患者受照时间以 1.0min 核算, 直线加速器周有效开机时间约为 4.17h, 年有效开机时间约为 208.4h。在调强放射治疗中, 相应有用线束和有用线束散射辐射, 周工作负荷为 3.33h; 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), 保守考虑调强因子全部取 N=5, 则泄露辐射周工作负荷为 20.8h。

故本项目控制室放射工作人员所受的周围剂量当量率取 0.380 μ Sv/h; 公众成员所受的周围剂量当量率取 0.338 μ Sv/h。

(2) 直线加速器所致年附加有效剂量估算

本项目直线加速器机房剂量估算结果下表 11-8。

表 11-8 直线加速器所致年附加有效剂量估算表

机房名称	工作负荷 (h)	墙体外剂量率 (μ Sv/h)	环境概况	居留因子	环境保护目标	年有效当量剂量 (mSv/a)
2 台 直线 加速 器机 房	416.8	0.380	控制室	1	放射工作人员	0.16
	1042	0.041	临近直加机房	1/2	放射工作人员	0.02
	1042	0.338	走廊	1/5	公众成员	0.07
	208.4	0.318	楼上留观室等	1/2	公众成员	0.03

直线加速器机房放射工作人员由控制室内年有效剂量叠加临近直加机房对其产生的年有效剂量, 因此放射治疗工作人员的年有效剂量约 0.18mSv, 低于年有效剂量管理目标值的 5mSv; 公众年有效剂量约为 0.07mSv, 低于年有效剂量管理目标值的 0.1mSv。

11.4.3 DSA 机房年有效剂量估算结果

根据《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019) 中对外照射分量计算的公式:

$$E = \alpha H_u + \beta H_0 \quad (11-19)$$

续表 11 环境影响分析

式中：

E 为有效剂量中的外照射分量，单位为毫希沃特（mSv）；

α 为系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.79，无屏蔽时，取 0.84；

H_u 为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 为系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051，无屏蔽时，取 0.100；

H_0 为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）。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C，屏蔽透射因子计算公式如下：

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha\gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad (11-20)$$

式中：

B 为给定铅厚度的屏蔽透射因子；

β 为铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

α 为铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ 为铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X 为铅厚度。

本项目接诊患者来自神经内科、心内科收诊患者，根据医院提供资料，医院现有 1 台 DSA 全年开展介入手术工作量约为 500 台，根据医院规划，本次新增设备后，医院介入手术工作量增加 100%（新增手术量约 500 台，设备曝光时间 167h），故医院全年手术量约为 1000 台，年总曝光时间约为 334h，本项目介入放射工作人员均为新增。

（1）介入医护人员年有效剂量估算

本项目 DSA 机房内工作人员操作位的周围剂量当量率引用《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）中“透视防护区检测平面周围剂量当量率 $\leq 400\mu\text{Sv/h}$ ”中 $400\mu\text{Sv/h}$ 的剂量限值；第一术者经铅衣、铅围脖等防护设施（铅当量 0.5mm；由公式 11-20 计算得知，125kV（散射）条件下 0.5mmPb 的防护用品的屏蔽透射因子为 0.074）屏蔽后，所受周围剂量当量率为 $29.6\mu\text{Sv/h}$ 。本

续表 11 环境影响分析

次介入医生铅衣外的周围剂量当量率取 $400\mu\text{Sv/h}$ ，铅衣内取 $29.6\mu\text{Sv/h}$ ，本次采用放射工作人员有甲状腺屏蔽时进行估算。

根据 (11-19) 计算，本项目介入医护人员个人年有效剂量估算结果见下表。

表 11-9 本项目介入医护人员年有效剂量估算一览表

受照位置	计算参数		计算结果 (mSv)				管理目标值 (mSv/a)
	t (h/a)	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	无甲状腺屏蔽时年有效剂量		有甲状腺屏蔽时年有效剂量		
铅衣外	167	400	66.8 (H_0)	3.61 (3 组 平分工作 量)	66.8 (H_0)	2.44 (3 组 平分工作 量)	5
铅衣内	167	29.6	4.94 (H_u)		4.94 (H_u)		

(2) 控制室工作人员及公众成员年有效剂量估算

本项目控制室工作人员为技师，技师仅从事该台 DSA 放射工作，不从事其他放射工作。

本项目 DSA 机房外的周围剂量当量率按照 2mmPb 屏蔽防护后 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 计算。根据医院提供的屏蔽防护设计方案可知，机房屏蔽厚度至少为 3mmPb ，则机房外的周围剂量当量率 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 需再经 1mmPb 衰减。根据 (11-20) 计算， 1mmPb 的屏蔽透射因子为 0.017，则衰减后的周围剂量当量率计算值为 $0.043\mu\text{Sv/h}$ 。本项目 DSA 年工作时间为 167h，控制室居留因子取 1，公众成员出入的场所居留因子保守取 1，根据 (公式 11-18) 计算，控制室工作人员所受的最大年有效剂量约为 0.007mSv ，公众成员所受的最大年有效剂量约为 0.007mSv 。

(3) 结论

由上述估算可知：本项目介入医护人员在正确穿戴防护用品后的年有效剂量值约为 2.44mSv ，低于年剂量管理目标值 5mSv/a ；控制室工作人员的年有效剂量约为 0.007mSv ，低于年剂量管理目标值 2mSv/a ；公众成员的年附加有效剂量最大值约为 0.007mSv ，低于年剂量管理目标值 0.1mSv/a 。均能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 及建设单位设定的剂量管理目标值的要求。

因此，本项目放射工作人员年有效剂量均能满足相应的标准要求，人员配置

续表 11 环境影响分析

可行。同时，如果后期介入手术量有所增加，医院应增加介入医护人员，并安排人员轮流操作，并尽可能的平均分配（手术量和手术位置），使每位介入医护人员所受剂量尽量均等，减少辐射对人体的损害。根据法律法规要求医院介入医护人员应按要求正确穿戴防护用品，佩戴个人剂量计，并定期检测，以保证介入医护人员的年有效剂量低于年剂量管理目标值。

11.5 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。项目营运以后，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，服务更多的肿瘤患者，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。

11.6 产业政策符合性

项目投入使用为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）》（2021年12月30日修改）第一类——鼓励类中“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。十三、医药 5、新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”，因此本

续表 11 环境影响分析

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。

11.7 事故影响分析

11.7.1 事故分级

医院使用医用直线加速器及 DSA 开展辐射诊疗工作，将会产生不同的事故。医院应按照国家各种规章制度的要求，严防各种事故的发生。当发生事故后，应按照应急预案的要求进行补救，加强应急响应准备和事故应急演练，根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 449 号），辐射事故从重到轻分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，见表 11-10。

表 11-10 国务院令 449 号辐射事故等级分级一览表

事故等级	危害结果
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。

根据表 11-10，本项目各射线装置的潜在危害见表 11-11。

表 11-11 本项目的环境风险因子、潜在危害

装置名称	环境风险因子	可能发生辐射事故的意外条件
直线加速器—II 类射线装置	X 射线	①直线加速器门-机联锁装置失效造成误照射 ②人员滞留在机房内造成误照射 ③医疗照射不正当化造成误照射 ④直线加速器调试、维修时造成误照射 ⑤未进行质量控制检测
DSA-II 类射线装置	X 射线	①门灯指示失效，有人误入正在运行的射线装置机房； ②有人未撤离机房外面人员启动设备； ③检修、维护人员误操作造成误照射； ④放射工作人员未穿铅衣进行手术； ⑤未进行质量控制检测。

11.7.2 事故预防措施

续表 11 环境影响分析

1、直线加速器预防应急措施

(1) 直线加速器门-机联锁装置失效风险防范措施

按照规范要求定期对各个联锁装置进行检查，发现故障及时清除，严禁在门-机联锁装置失效的情况下违规操作；通过直线加速器故障报警系统及时发现故障，及时修复；通过纵深防御以减少由于某个联锁失效或在某个联锁失效期间产生辐射。设备维修单位维修时，旁路联锁系统需取得辐射安全管理机构的批准，并在维修后及时进行联锁恢复及功能测试。

(2) 人员滞留在机房内风险防范措施

开机出束运行前，按照操作规程清点人数工作人员和病人家属，并按程序通过监控系统对直线加速器机房全视角搜寻；用对讲机呼叫，声灯报警警示。同时，经常检查监控系统，单个摄像头损坏要及时维修，保证监控系统能全视角无死角的监控机房和迷道。

(3) 医疗照射不正当化产生辐射事故的风险防范措施

放射工作人员须加强专业知识学习，加强辐射防护知识培训，加强职业技能培训，增强责任感，严格遵守操作规程和规章制度；管理人员应强化管理，落实安全责任制，经常督促检查。

(4) 加速器调试、维护维修时风险防范措施

调试阶段由设备方/辐射安全设施单位负责。调试前建设单位做好辅助工作，开机出束前项目用房区域外设置警示标识、警示带、安保人员等，先清理无关人员后禁止无关人员进入项目用房区域，自身安保人员全部在外围巡视，保证除调试技术人员外，禁止无关人员进入加速器机房和控制室。

医院在采购加速器时将充分考虑生产企业的售后产品技术支持，提高产品可靠性，减少设备维修频率；在维护和维修时，佩戴个人剂量报警仪，加速器运行钥匙由设备维护维修人员掌控，避免其他人员误操作造成误照射；维修期间旁路的门机联锁在维修后及时恢复；维修期间拆除的屏蔽系统及时装回，并检查其位置 and 安全性；维修后开机出束试机前，按照操作规程通过监控系统对直线加速器机房全视角搜寻；用对讲机呼叫，声灯报警警示，确保安全无人在机房后才能试机。

续表 11 环境影响分析

(5) 未进行质量控制检测风险防范措施

建设单位按照规范要求做好设备稳定性检测和状态检测以及辐射防护与安全措施定期检查，使设备及各项辐射防护安全措施始终保持在有效状态下工作。建设单位在认真落实上述措施后，能有效减少和杜绝辐射事故的发生，减少对周围环境和公众的影响。

2、DSA 预防应急措施

(1) 门灯指示灯失效的风险防范措施

按操作规程定期对各个联锁装置进行检查，发现故障及时清除，严禁在警示灯失效的情况下违规操作。

(2) 无关人员留在机房内未作防护的风险防范措施

撤离机房时清点人数，必须按程序对机房进行全视角搜寻，对滞留机房内的无关人员强行劝离。有外来人员进入时，工作人员应根据情况，采取急停或相应措施，阻止外来人员受到误照射。

(3) 工作人员操作失误的风险防范措施

放射工作人员必须加强防护知识培训，提高防护技能，避免犯常识性错误；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；管理人员应强化管理，落实安全责任制，经常督促检查。

(4) 未进行质量控制检测的风险防范措施

建设单位按照规范要求做好设备稳定性检测和状态检测以及辐射防护与安全措施定期检查，使设备及各项辐射防护安全措施始终保持在有效状态下工作。

11.6.3 应急响应及演练

医院出现的辐射事故主要是放射工作人员或公众成员受到不必要的超剂量照射。当发生事故后，应按照应急预案的要求进行补救，加强应急响应准备和事故应急演练，减少辐射事故对周围环境和人员带来的伤害。

事故应急演练：完善的预案、周到的准备和准确的事事故处理必须依靠定期的应急演练来加以巩固和提高，从而真正发生时能够做到沉着应对、科学处置。组织应急演练应注意以下几个方面。

(1) 制定周密的演练方案，明确演练内容、目的、时间、地点、参演人员

续表 11 环境影响分析

等。

(2) 进行合理的人员分工。成立演练领导小组、工作组、保障组等机构，进行角色分工，明确人员职责。

(3) 做好充分的演练准备，维护仪器设备，配齐物资器材，找好演练场地。

(4) 开展认真的实战演练，按照事先预定的方案和程序，有条不紊地进行，演练过程中除非发生特殊情况，否则尽量不要随意中断。若出现问题，演练完毕后再进行总结。

(5) 做好完整的总结归纳，演练完后要及时进行归纳总结，对于演练过程中出现的问题要认真分析，并加以改正，成功的经验要继续保持。

应急响应准备：包括建立辐射事故应急值班制度、开展人员培训、配备必要的应急物资和器材。

(1) 辐射事故应急办公室应建立完善的辐射事故应急预案机制，及时收集、分析辐射事故相关信息，协调下设小组人员开展辐射事故应急准备工作，定期开展事故应急演练，提高应急处置能力。

(2) 定期就辐射安全理论，辐射事故应急预案、程序和处置措施，以及应急监测技术等内容组织学习，必要时进行考核，以达到培训效果。

(3) 根据医院核技术利用实际情况，可能发生的事故级别，做好事故应急装备的准备工作。主要包括交通、通讯、污染控制和安全防护等方面的物资和器材。

续表 12 辐射安全管理

12.1.2 放射工作人员及培训

(1) 放射工作人员配置

医院放疗科规划配置 15 名放射工作人员，其中放疗科配置 5 名放射工作人员，其中调用现有放射工作人员 2 名，拟新增 3 名放射工作人员进行放射治疗工作（其中肿瘤医师 2 名，物理师 1 名）；DSA 机房配置 10 名放射工作人员，均为新增，上述新增放射工作人员从现有工作人员调配或者重新引进人才。按照相关法律法规要求，医院拟新增的放射工作人员应参加辐射安全与防护考核并取得成绩报告单或培训合格证书、进行职业健康检查及个人剂量监测。根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021 修订）》，建设单位应根据上述要求，同时应至少有 1 名医用物理人员负责质量保证与质量控制检测工作。

(2) 放射工作人员培训要求

根据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。根据生态环境部《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）的相关要求，建设单位应在项目运行前组织本项目从事辐射工作的人员到生态环境部辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名参加并通过考核。

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》，使用放射性同位素、射线装置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、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：

《辐射事故应急处理预案》、《放疗科辐射事故应急预案》、《辐射环境监测计划方案》、《放射防护设施维护检修登记制度》、《放射工作人员培训计划》、《直线加速器操作规程》、《DSA 操作规程》、《设备检修维护制度》、《射线装置台帐管理制度》。

医院上述制度，基本能满足现有核技术利用项目运行需要。

目前医院制订了《辐射事故应急处理预案》、《放疗科辐射事故应急预案》，本次环评建议医院在后期运行过程中按照《放射性同位素与射线装置安全与防护

续表 12 辐射安全管理

条例》（国务院令 第 449 号（2005））、《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，2021 年 1 月 4 日修订）等现行要求修改，全面完善和健全各项规章制度，及时更新修订《辐射事故应急处理预案》、《放疗科辐射事故应急预案》。按照上述要求制定相应制度后，医院制定的应急预案内容较为详实，操作性较强，基本能满足项目需要。

12.3 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，尽可能地避免事故的发生，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，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）明确辐射安全管理委员会的职责：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，并且考核合格后方可上岗；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；所有的放射工作场所均必须有电离辐射警告标志，射线装置机房屏蔽门上方还必须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，医院放射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 and 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。对放射工作人员每两年进行职业健康检查并形成制度。进入机房的工作人员佩戴个人剂量计，

续表 12 辐射安全管理

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) 对医院射线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》（国务院令第 682 号）第十二条规定，建设项目环境影响报告书、环境影响报告表经批准后，建设项目的性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染、防止生态破坏的措施发生重大变动的，建设单位应当重新报批建设项目环境影响报告书、环境影响报告表；环境影响报告表自批准之日起满 5 年，建设项目方开工建设的，其环境影响报告表应当报原审批部门重新审核。

(10) 安装、维修或者更换与 X 射线有关部件的设备，应当向有关部门申请，进行辐射防护验收检测，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。

12.4 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。

医院必须配备相应的监测仪器，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。辐射监测内容包括个人剂量与工作场所内外环境的监测。

12.4.1 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

续表 12 辐射安全管理

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；内照射个人剂量监测周期按照有关标准执行。

根据环境保护总局令第 31 号、环境保护部令第 18 号中对工作人员个人剂量的要求，医院应为每名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办法》（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，建立了放射工作人员个人剂量档案。包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应当永久保存。

本次环评要求新增人员在项目运行前佩戴剂量计，并定期检测。

12.4.2 放射工作人员的职业健康监护

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，医院应组织放射工作人员进行职业健康检查并建立个人健康档案，对于初次从事放射工作的工作人员应进行上岗前职业健康检查，检查结果显示可从事放射性工作方可从事相关工作；对于在岗期间工作人员，两次检查时间应不超过两年，必要时可增加临时性检查；对于脱离放射工作的人员，应组织其参加离岗前职业健康检查。个人健康档案中详细记录历次医学检查的结果及其评价处理意见，放射工作单位应当为放射工作人员建立并终生保存职业健康监护档案。

本项目拟配置 15 名放射工作人员，其中 2 名调用现有放射工作人员，已在 2022 年 3 月进行了职业健康体检，结论为可继续从事本岗位工作，其他人员均为新增。本次环评要求新增人员在项目运行前进行上岗前职业健康体检，排除职业禁忌症，现有人员定期（不超过 2 年）进行一次职业健康体检。

12.4.3 工作场所内外环境监测

根据国家规定每年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。

续表 12 辐射安全管理

① 验收监测

设备安装到位后，应委托有资质的单位进行验收监测。若发现问题，及时整改，直到合格为止。

② 年度监测（委托有资质的单位）

监测频率：每年一次；

监测因子：工作场所周围剂量当量率。

监测范围：机房防护门及缝隙处，电缆及管道的出入口，控制室等；以及机房屏蔽体周围。

监测数据作为医院的管理依据。

医院现有 1 台型号为 ZK-R-EGD 的便携式辐射检测仪(定期进行计量检定)，对本次环评涉及的上述场所的监督区和控制区环境进行监测。医院日常监测要求如下表 12-2 所示。

表 12-2 本项目监测内容一览表

场所名称	监测地点	监测项目	监测频率	限值要求	备注
直线加速器机房	机房四周及顶棚墙体、防护门外 30cm 处	周围剂量当量率	一年一次	周围剂量当量率不大于表 11-4 计算得到的周围剂量当量率参考控制水平	委托检测
		周围剂量当量率	每周一次		自主检测
	直线加速器机房	门灯有效关联、门机联锁、工作指示灯、警告标识	每次开机前	有效	自主检测
DSA 机房	四面墙体、顶棚、地面及防护门、观察窗外	周围剂量当量率	一年一次	周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h	委托检测
			一季度一次		自主检测
	DSA 机房	门灯关联、工作指示灯、警示标识等	每次开机前	有效	自主检测

12.5 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，使用射线装置单位应具备相应的条件，本项目从事辐射活动能力评价详见表：

表 12-3 本项目监测内容一览表

应具备条件	落实情况
-------	------

续表 12 辐射安全管理

<p>(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。</p>	<p>医院已成立了辐射安全与环境管理机构, 同时配置了 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, 后期根据实际工作需要进行调整。</p>
<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>本项目放射工作人员 2 名已取得培训合格证, 现已过期, 拟新增 13 名放射工作人员, 对于新增放射工作人员, 医院拟组织参加环保及卫生部门组织的培训和考核, 现有人员目前已安排进行复训考核。</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。</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直线加速器机房、DSA 机房的实体屏蔽, 拟设有急停开关、监视和对讲系统, 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 10-5, 直线加速器机房放射工作人员个人剂量计 1 个/人, 个人剂量报警仪 2 台; DSA 放射工作人员个人剂量计 2 个/人, 个人剂量报警仪 2 台, 医院拟按要求在项目运营前配备辐射监测仪器; 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>医院根据要求制定相关管理制度后可满足项目运行需求。</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>拟根据要求在项目开展前完善。</p>
<p>综上所述, 医院在严格执行相关法律法规、标准规范等文件, 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>12.6 辐射事故应急预案</p>	

续表 12 辐射安全管理

12.6.1 事故应急处理措施

辐射事故一旦发生，应立即采取以下措施进行处理，并根据事故情况启动应急预案。主要应急处理措施如下：

①直线加速器等 X 射线类装置射线无高压输入时即停止发射射线，因此处理此类事故的首要一条就是切断电源，切断电源可以停止照射；

②立即撤离有关工作人员，封锁现场，控制事故源，切断一切可能扩大事故范围的环节，防止事故扩大和蔓延；对可能受伤的人员，立即采取暂时隔离和应急救援措施，在采取有效个人防护措施的情况下组织人员控制事故现场，并根据需要实施医学检查和医学处理。

③如因射线装置输出量异常发生人员受到异常照射的事故，应及时检修射线装置，并进行输出量计量校准。保存控制器上的照射记录，不得随意更改，以便事后对受照人员进行受照剂量估算；

④若事故后经检查为机器出现故障，应通知厂家立即派专业技术人员到现场排除故障。医院不能擅自处理；

⑤发生辐射事故后，根据受照情况，应迅速安排事故受照人员的医学检查和医学监护。并在 2 小时内向医院领导及有关行政主管部门上报。并配合有关部门进行调查，查找事故原因，做好相关防范措施。

⑥医院应根据人员受照剂量，判定事故类型和级别，提出控制措施及救治方案，迅速安排受照人员接受医学检查、救治和医学监护。

12.6.2 应急报告程序

一般报告程序为：发现者报告给医院辐射事故领导小组成员，由其向市公安局、市生态环境局报告，再由市生态环境局上报给省生态环境厅，设备被损应同时向公安机关报告，造成人员受到超剂量照射应同时向卫生部门报告。各部门联系方式如下：

院总值班室电话：0746-7325060

市公安局电话：110

市生态环境局电话：0746-8323354、12345（12369）（24 小时）

省生态环境厅电话：0731-85698110

续表 12 辐射安全管理

湖南省卫生健康委：0731-84822120

宁远县人民医院制定的应急预案，内容详实，可操作性较强，能够满足在发生辐射安全事故时的应急处理的需要。同时，建设单位在日常工作中应加强事故演习，加强医院人员的安全文化素养培植，使工作人员树立较强的安全意识，减少人为因素导致的意外事故的发生率，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。

综上所述，评价认为，宁远县人民医院门急诊、医技综合大楼核技术利用建设项目辐射环境管理满足《电离辐射防护与辐射安全基本标准》

（GB18871-2002）、《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）》等相关标准的要求。

12.7 环保投资估算

本项目核技术利用总投资约 XXX 万元，其中环保投资约 XXX 万元，占总投资的 XXXX%。具体如下：

表 12-4 项目环保投资一览表

序号	辐射安全与防护设施名称	投资（万元）
1	屏蔽防护设施	XXX
2	辐射安全控制措施（如安全联锁装置、急停开关、视频监控和对讲交流系统、电离辐射警示标志等）	XX
3	固定式在线剂量报警仪、质控设备等	XX
4	防护用品（铅衣、铅帽、铅手套、铅颈套等）	XX
5	个人剂量监测、辐射防护培训及职业健康监护	XX
6	环境监测及管理费	XX
7	总计	XXX

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、应急措施	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	放射工作人员均需持证上岗，培训合格，定期进行复训（五年进行复训）；进行岗前体检，排除职业禁忌症后方可上岗，每 1-2 年进行一次职业健康检查；佩戴个人剂量计，每 30~90 天进行一次个人剂量计检测	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	<p>直线加速器机房：</p> <p>①电离辐射警示标志位于醒目位置；</p> <p>②中文标明放射防护注意事项，制度上墙；</p> <p>③有工作运行指示灯、门灯联动、门机联锁；有从室内开启治疗机房门的装置，防护门有防夹装置；</p> <p>④在控制室与机房之间设视频监控系统与对讲机；</p> <p>⑤固定式在线剂量检测仪带报警功能；</p> <p>⑥治疗室内紧急停机按钮、紧急开门按钮、治疗床急停按钮；</p> <p>⑦直线加速器机房内设置强制排风系统，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对角设置，保证室内通风换气次数应不小于 4 次/h；</p> <p>⑧每间机房至少配备个人剂量报警仪 2 台，辐射防护管理相关制度在控制室内上墙；</p> <p>⑨配置 1 台 X-γ检测仪。</p> <p>DSA 机房：</p> <p>①机房门外张贴醒目电离辐射警示标志、中文标明放射防护注意事项，安装工作状态指示灯，灯箱处设置警示语句；</p> <p>②电动推拉门应有自动闭门装置和防夹装置，工作状态指示灯与机房门能有效联动；</p> <p>③在控制室与机房之间应设观察窗与对讲机，且观察窗的设置位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况；</p> <p>④机房内设置动力通风装置，保持良好的通风；</p> <p>⑤机房内不得堆放无关杂物；</p> <p>⑥辐射防护管理制度在控制室内上墙；</p>	<p>GBZ18871-2002</p> <p>GBZ/T201.2-2011</p> <p>GBZ121-2020</p> <p>HJ1198-2021</p> <p>GBZ130-2020</p>

序号	验收项目	验收内容及要求		依据
		⑦机房防护墙体厚度满足标准要求； ⑧配置相应的防护用品。		
5	机房面积及最小单边长	DSA 机房：最小有效使用面积 $\geq 20\text{m}^2$ ，最小单边长度 $\geq 3.5\text{m}$ ；		GBZ130-2020
6	电离辐射	剂量限制	1、放射治疗及介入医护人员 $\leq 5\text{mSv/a}$ ； 2、介入技师： $\leq 2\text{mSv/a}$ 3、公众成员年有效剂量 $\leq 0.1\text{mSv/a}$	GB18871-2002、医院确定年有效剂量管理目标值的文件
		射线装置机房墙体剂量率控制	直线加速器机房距离机房墙外 30cm 处的周围剂量当量率满足表 11-4 中导出剂量率的标准要求；在透视条件下检测时，DSA 机房屏蔽体外 30cm 处的周围剂量当量率不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$	GB18871-2002 GBZ121-2020 HJ1198-2021 GBZ130-2020
7	有害气体	直线加速器机房设置强制排风系统，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对角设置，保证室内通风换气次数应不小于 4 次/h； DSA 机房内设置动力通风装置。		GBZ121-2020 GBZ130-2020
8	放射性废物	退役靶、费准直器交由有资质的单位处置。		/

表 13 结论及建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

根据医院长远发展，医院规划在拟拆除现状门诊楼、急诊楼、医技楼、家属区、医疗垃圾房、南入口附属用房的基础上新建一栋的门急诊、医技综合楼。上述规划建设的大门急诊、医技综合楼已进行了登记表备案，备案号为：XXXXXX。同时，为了为进一步提升医院的医疗技术水平，改善病人医疗诊治条件，医院拟在门急诊、医技综合楼负二楼新建 2 间直线加速器机房，新增 2 台 1 台 10MV 医用电子直线加速器，同时在一楼新建 1 间 DSA 机房，新增 1 台 DSA，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及 DSA 均为 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）》（2021 年 12 月 30 日修改）第一类——鼓励类中“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。十三、医药 5、新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”，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。

续表 13 结论及建议

13.1.4 选址可行性及布局合理性分析

1、选址可行性分析

本项目拟建直线加速器机房位于医院新建门急诊、医技综合大楼负二楼，占用了负一层及负二层，楼上为急诊留观室、输液室及洗手间，楼下为夯实土层，位于本建筑的底端的一端，避开了儿科病房、产房等特殊人员及人员密集区域，或人员流动性大的商业活动区域；本项目 DSA 选址位于门急诊、医技综合大楼一楼放射科，DSA 机房东侧为更衣室及控制室，南侧为走廊、设备间及处置室，西侧为走廊，北侧为走廊，楼下为停车位，楼上为会议室、更衣室及走廊，放射工作场所与其他场所分开，用房相对独立，且远离医院内及周围环境敏感点。项目运营期产生的电离辐射、有害气体、放射性固废均得到有效治理，达标排放对环境的影响小。从环境保护角度分析，项目选址可行。

2、布局合理性分析

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，方便病人诊疗和医生办公，且放射诊疗区置于人流不密集位置，能更好地保护病人及医院工作人员的安全。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) 墙体屏蔽的辐射防护

根据本项目对直线加速器机房墙体屏蔽能力的预测，机房的各屏蔽墙体、防护门等的设计满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）及《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）的要求。

通过与标准对比可知，本项目 DSA 机房的有效使用面积及最小单边长度均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，四周墙体、顶棚和防护铅门、观察窗的设计厚度均能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）辐射屏蔽的要求。

(2) 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的剂量约束限值要求（放射治疗工作人员、介入医生及护士：5mSv/a；介

续表 13 结论及建议

入技师：2mSv/a，公众成员：0.1mSv/a），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）以及医院设定的年有效剂量管理目标值。

13.1.6 辐射防护与安全措施

- ①电离辐射警示标志位于醒目位置；
- ②中文标明放射防护注意事项；
- ③有工作运行指示灯、门灯联动、门机联锁，平开门防护门有防夹装置；直线加速器机房有从室内开启治疗机房门的装置，；
- ④直线加速器机房在控制室与机房之间设视频监控系统与对讲机；
- ⑤直线加速器机房固定式剂量检测仪带报警功能；
- ⑥直线加速器机房内紧急停机按钮、紧急开门按钮、治疗床急停按钮；
- ⑦直线加速器机房内设置强制排风系统，进风口设在放射治疗机房上部，排风口设在治疗机房下部，进风口与排风口位置对角设置，保证室内通风换气次数应不小于 4 次/h； DSA 机房设置动力排风装置。
- ⑧辐射防护管理制度及应急预案张贴上墙；
- ⑨放疗科配备个人剂量报警仪 2 台， DSA 机房配备个人剂量报警仪 2 台；
- ⑩依托现有的 1 台便携式辐射检测仪。

13.1.7 辐射与环境保护管理

医院成立了辐射安全防护领导小组，制订了辐射安全事故应急预案及放疗科辐射事故应急预案，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执行，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健康体检。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，宁远县人民医院门急诊、医技综合大楼核技术利用建设项目满足“实践的正当性”的原则与要求，符合国家产业政策；项目选址和布局合理可行；项目涉及的机房屏蔽设计满足标准要求，拟采取的辐射安全防护措施可行；医院现有辐射与环境保护管理措施基本健全，能满足本项目需求；医院在采取本环评提出的各项辐射防护及污染防治措施后，对周围环境产生的辐射影响较小，

续表 13 结论及建议

且符合环境保护的要求。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、本项目在施工过程中，应注意防护门同墙体及地面的缝隙处理；防护门安装时，应注意防护门与墙体的搭接宽度不得小于缝隙间距的十倍。

2、在项目运行前，本项目的放射工作人员均需要取得成绩合格单且在有效期内，配备个人剂量计，并进行职业健康监护（包含上岗前体检及在岗期间体检）。

3、根据医院的实际情况和项目建设进展，医院应进行竣工环境保护自主验收手续。

4、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。

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

13.3 建议

1、做好自主管理，制定工作场所和周围环境监测、防护性能监测等相关监测计划以及职业健康检查工作计划，确保周围环境的辐射安全和职工健康。

2、医院应加强内部管理，完善各项操作规程及管理制度，明确管理职责，并认真落实，杜绝各类辐射事故的发生。

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

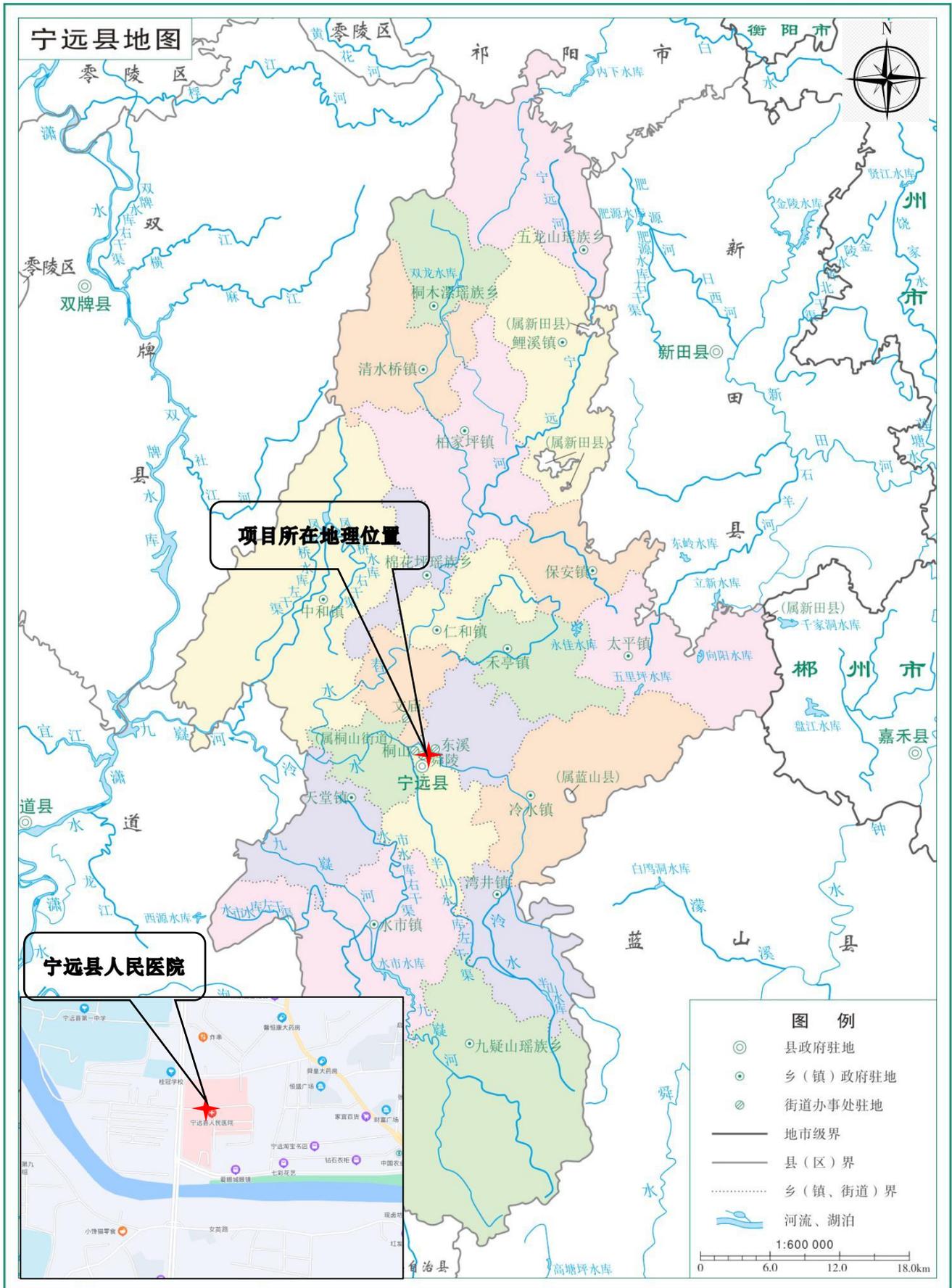
年 月 日

审批意见：

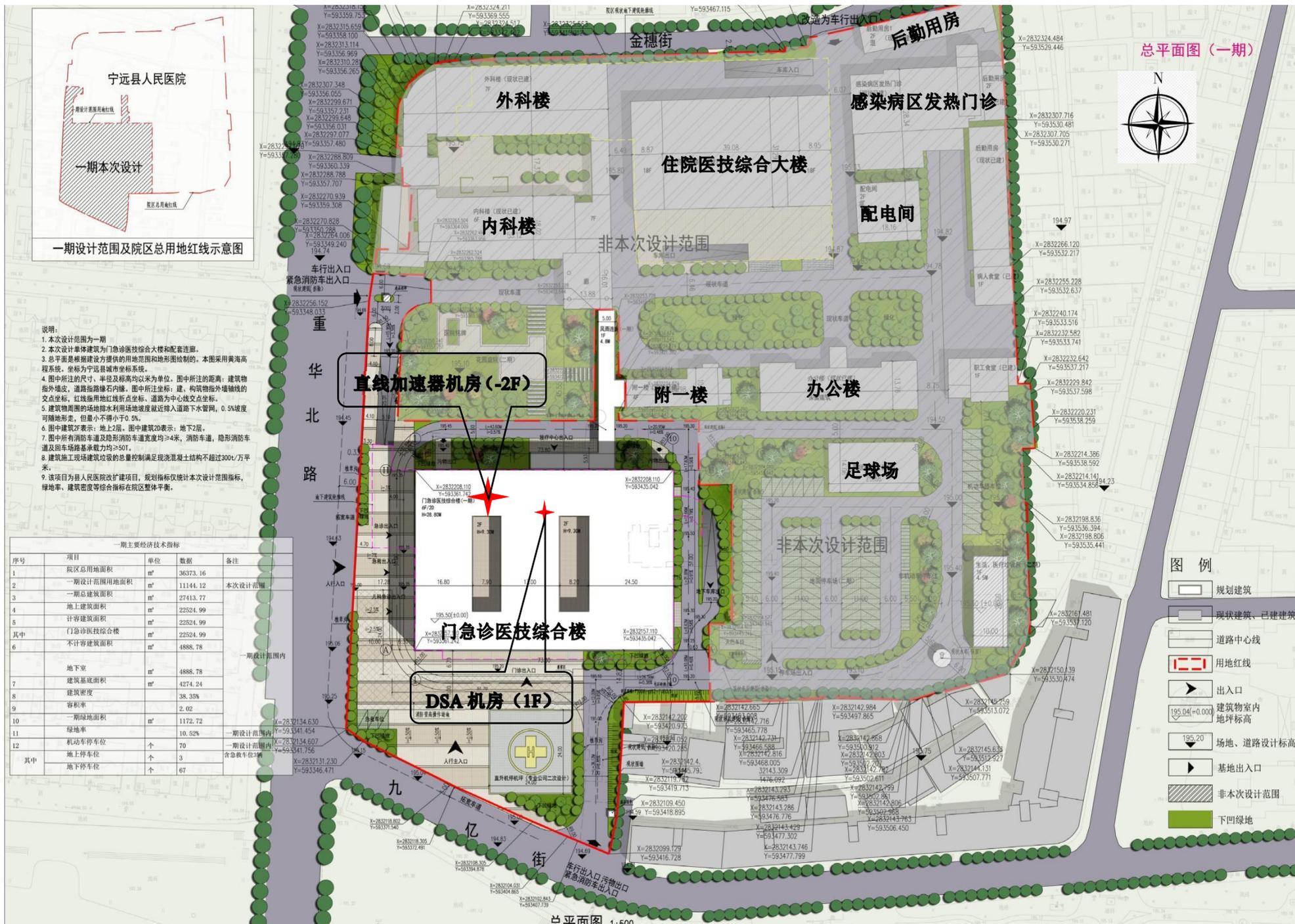
公章

经办人

年 月 日



附图一 项目所在地理位置图



- 说明:
1. 本次设计范围为二期
 2. 本次设计单体建筑为门诊医技综合大楼和配套连廊。
 3. 总平面是根据建设单位提供的用地范围和地形图绘制的。本图采用黄海高程系统，坐标为宁远县城市坐标系。
 4. 图中所注的尺寸、半径及标高均以米为单位。图中所注的距离、建筑物指外墙皮、道路指路缘石内缘。图中所注坐标：建、构筑物指外墙轴线的交点坐标，红线指用地红线折点坐标，道路为中心线交点坐标。
 5. 建筑物周围的场地排水利用场地坡度就近排入道路下水管网，0.5%坡度可地形形态，但最小不得小于0.5%。
 6. 图中建筑2D表示：地上2层。图中建筑2D表示：地下2层。
 7. 图中所有消防车道及地形消防车道宽度均≥4米，消防车道，隐形消防车道及回车场承载力均≥50T。
 8. 建筑施工环境建筑垃圾的总量控制满足现浇混凝土结构不超过300t/万平米。
 9. 该项目为县人民医院改建项目，规划指标仅统计本次设计范围指标，绿地率、建筑密度等综合指标在院区整体平衡。

一期主要经济技术指标			
序号	项目	单位	数据
1	院区总用地面积	m ²	36373.16
2	一期设计范围用地面积	m ²	11144.12
3	一期总建筑面积	m ²	27413.77
4	地上建筑面积	m ²	22524.99
5	计容建筑面积	m ²	22524.99
6	其中		
	门急诊医技综合楼	m ²	22524.99
	不计容建筑面积	m ²	4888.78
7	地下室	m ²	4888.78
8	建筑基底面积	m ²	4274.24
9	建筑密度	%	38.35%
10	容积率		2.02
11	一期绿地面积	m ²	1172.72
12	绿地率	%	10.52%
其中			
	机动车停车位	个	70
	地上停车位	个	3
	地下停车位	个	67

直线加速器机房 (-2F)

门急诊医技综合楼

DSA 机房 (1F)

附图二 医院规划总平面布置图



委托编号: _____

建设项目环境影响评价委托书

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“宁远县人民医院门急诊、医技综合大楼核技术利用建设项目”的环境影响评价及相关工作。

特此委托!

.....委托单位(盖章): 宁远县人民医院

.....委托日期: 2023年7月19日





建设项目环境影响评价现状环境资料

质量保证单

我单位为宁远县人民医院门急诊、医技综合大楼核技术利用建设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	宁远县人民医院门急诊、医技综合大楼核技术利用建设项目
项目所在地	永州市宁远县重华北路1号
建设单位	宁远县人民医院
检测单位	湖南省湘环环境研究院有限公司
检测时间	2023年7月19日
检测项目	环境 γ 辐射剂量率

湖南省湘环环境研究院有限公司

2023年7月25日





181812051307



湖南省湘环环境研究院有限公司

Hunan Xianghuan Environmental Research Institute Co., Ltd

检测报告

湘环院（HJ）-2307011

项目名称： 宁远县人民医院门急诊、医技综合大楼核技

术利用建设项目

委托单位： 宁远县人民医院

检测类型： 委托检测

报告日期： 二〇二三年七月

湖南省湘环环境研究院有限公司

（检测专用章）



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人、审核人、签发人签字无效。
- 三、检测报告须内容完整，涂改、增删无效。
- 四、由委托单位自行采样送检的样本，报告只对本次来样负责。
- 五、若对本报告有异议，请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。
- 六、本报告各页均为报告不可分割之部分，未经公司书面批准，不得部分复制本报告；未经本公司同意，不得以任何方式用于广告宣传。
- 七、本公司坚持“公正、科学、准确、规范”的质量方针，对检测数据负责。

单 位： **湖南省湘环环境研究院有限公司**
Hunan Xianghuan Environmental Research Institute Co., Ltd

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

湖南省湘环环境研究院有限公司检测报告

一、基本情况：

受检单位	宁远县人民医院		
受检单位地址	永州市宁远县重华北路1号		
委托单位	宁远县人民医院		
联系人	李欢庆	联系电话	13707466806
检测日期	2023年7月19日		
检测项目	环境 γ 辐射剂量率（nGy/h）		
检测评价依据	《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）		

二、检测仪器检定/校准情况：

仪器型号/名称	仪器编号	计量检定/校准证书编号	有效期至
JB4000型环境监测用X、 γ 辐射空气比释动能率仪	17157	2022H21-10-4182795005	2023.10.17

三、受检场所基本情况：

受检编号	场所名称	所在位置
01	门急诊、医技综合大楼	永州市宁远县重华北路1号宁远县人民医院门急诊、医技综合大楼拟建地
（以下空白）		

编制人：林慧娟

审核人：谢州

签发人：谭治国

签发日期：2023.7.25

湖南省湘环环境研究院有限公司

（检测专用章）

检测专用章

4301110157260



湖南省湘环环境研究院有限公司检测报告

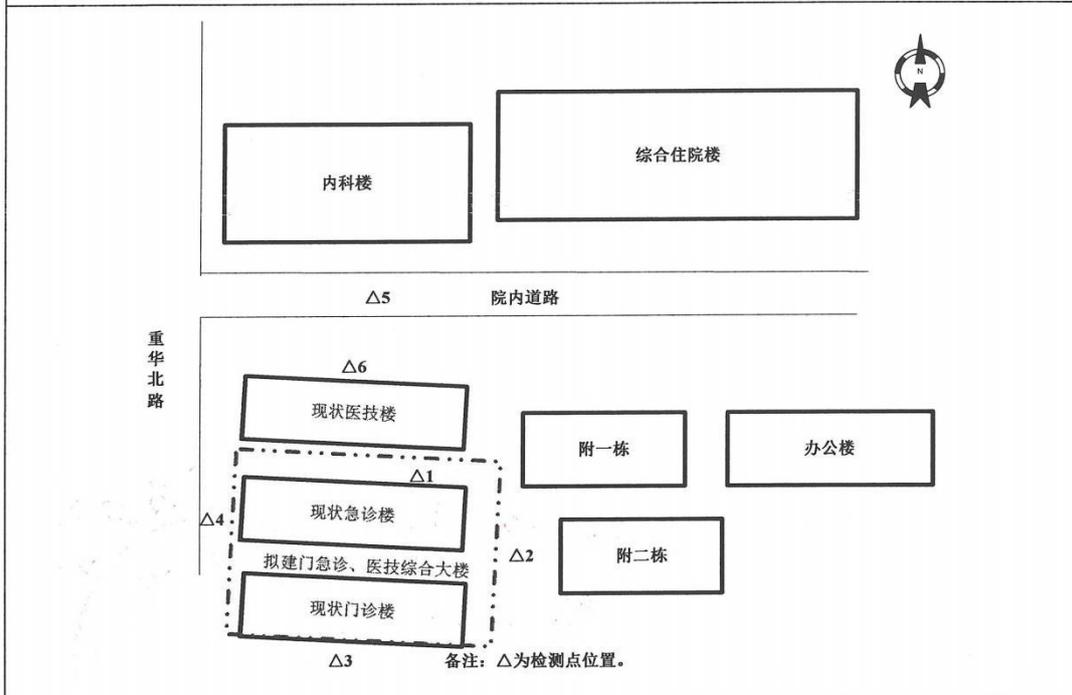
四、检测结果:

受检编号: 01

检测结果		
检测条件: 天气: 晴; 相对湿度: 85.4%~86.1%; 温度: 32.1°C~32.7°C。		
检测点位编号	点位描述	检测结果 (nGy/h)
△1	现状急诊楼前坪	111.9±2.23
△2	拟建场地东侧道路	113.3±3.20
△3	现状门诊楼前坪	115.0±3.50
△4	现状急诊楼西侧	113.9±2.35
△5	拟建场地北侧道路	112.5±3.77
△6	现状医技楼前坪	113.7±2.34

备注: 以上检测数据均未扣除宇宙射线响应值。

检测点位示意图



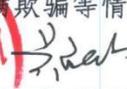
—报告结束—

建设项目环境影响登记表

填报日期：2023-06-13

项目名称	宁远县人民医院门急诊、医技综合大楼建设项目		
建设地点	湖南省永州市宁远县舜陵镇重华北路1号	建筑面积(m ²)	32700
建设单位	宁远县人民医院	法定代表人或者主要负责人	吴群辉
联系人	李欢庆	联系电话	13707466806
项目投资(万元)	18000	环保投资(万元)	80
拟投入生产运营日期	2025-10-01		
建设性质	改建		
备案依据	该项目属于《建设项目环境影响评价分类管理名录》中应当填报环境影响登记表的建设项目，属于第108 医院；专科疾病防治院(所、站)；妇幼保健院(所、站)；急救中心(站)服务；采供血机构服务；基层医疗卫生服务项目中住院床位20张以下的(不含20张住院床位的)。		
建设内容及规模	拟拆除现状门诊楼、急诊楼、医技楼、家属区、医疗垃圾房、南入口附属用房的基础上新建一栋的门急诊、医技综合楼。南侧为门诊主入口及广场，西侧为急诊急救出入口及广场，并在南侧广场设置直升机停机坪。一期占地面积4274.24平方米，总建筑面积27413.77平方米(其中计容建筑面积：22524.99平方米；不计容建筑面积4888.78平方米)，地面六层，地下两层，建筑高度约为28.8m，地下建筑面积4888.78平方米，地面停车位3个，地下停车位67个，门急诊、医技综合楼楼层分布情况如下：地下负二层放疗中心，地下负一层车库、设备用房、污水处理机房，一层为门急诊大厅、急诊急救、影像科、留观病房，二层为中心实验室、儿科急诊单元、EICU，三层为功能检查科单元、产科门诊单元、妇科门诊单元、皮肤科门诊单元，四层为内镜中心、呼吸与危重症医学科专科门诊单元、内科门诊单元、外科门诊单元，五层为精神科门诊单元、全科门诊、特殊科单元、五官科门诊单元、口腔科门诊单元，六层为病案科、教培中心、行政办公、多功能厅。		

附件四 医院现有核技术利用项目环保手续

主要环境影响	废气	采取的环保措施及排放去向	有环保措施：污水处理站排出的废气采取消毒措施后通过无组织排放至大气中 进出车辆产生的汽车尾气采取加强管理措施后通过无组织排放至大气中
	废水 生活污水 生产废水		生活污水：采取化粪池措施后通过医院污水处理设施排放至市政污水管网 生产废水：采取单独收集后含菌污水通过消毒措施排放至市政污水管网
	固废		环保措施：生活垃圾由环卫部门统一收集后处置，不同科室产生的医疗固废采用不同的容器收集，并贴上内容标签，感染性废弃物设置专门的运输通道，医疗固废暂存在医疗固废暂存室内，由资质单位回收。
	噪声		有环保措施：风机、水泵等噪声设备采用合理布置，隔声罩、基础减震等措施减少噪声对周围环境的影响。
	生态影响		有环保措施：院区场地均根据需要对非硬化的地方进行了绿化，做好边坡防护。
<p>承诺：宁远县人民医院吴群辉承诺所填写各项内容真实、准确、完整，建设项目符合《建设项目环境影响登记表备案管理办法》的规定。如存在弄虚作假、隐瞒欺骗等情况及由此导致的一切后果由宁远县人民医院吴群辉承担全部责任。</p> <p style="text-align: right;">法定代表人或主要负责人签字： </p>			
<p>备案回执</p> <p>该项目环境影响登记表已经完成备案，备案号：202343112600000027。</p>			



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： 宁远县人民医院
地 址： 永州市宁远县舜陵镇重华北路1号
法定代表人： 吴群辉
种类和范围： 使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置。

证书编号： 湘环辐证[00197]
2027 05 30
有效期至： 年 月 日



湖南省生态环境厅
发证机关： 2022 05 31
发证日期： 年 月 日

关于我院职业照射所致放射工作人员和公众
剂量管理目标值的确定

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)相关要求,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、放射诊断相关放射工作人员:对放射诊断工作人员的年有效剂量管理目标值 $\leq 2.0\text{mSv/a}$,对公众成员的年有效剂量管理目标值 $\leq 0.1\text{mSv/a}$ 。

2、介入放射学相关放射工作人员:对介入医生的年有效剂量管理目标值 $\leq 5.0\text{mSv/a}$,控制室技师的年有效剂量管理目标值 $\leq 2.0\text{mSv/a}$,对公众成员的年有效剂量管理目标值 $\leq 0.1\text{mSv/a}$ 。

3、放射治疗相关放射工作人员:对放射治疗工作人员的年有效剂量管理目标值 $\leq 5.0\text{mSv/a}$,对公众成员的年有效剂量管理目标值 $\leq 0.1\text{mSv/a}$ 。

宁远县人民医院
2022年8月26日

