核技术利用建设项目

核工业四一六医院 新增医用射线装置及放射源使用项目 环境影响报告表

(公示本)

核工业四一六医院 2021年11月 生态环境部监制

核技术利用建设项目

核工业四一六医院 新增医用射线装置及放射源使用项目 环境影响报告表

建设单位名称:核工业四一六医院

建设单位法人代表(签名或盖章):

通讯地址: 四川省成都市成华区二环路北四段 4号

邮政编码: * 联系人: *

电子邮箱: * 联系电话: *

《建设项目环境影响报告表》编制说明

《建设项目环境影响报告表》由具有从事环境影响评价资质的单位编制。

- 1.项目名称——指项目立项批复时的名称,应不超过 30 个字(两个英文字段作一个汉字);
- 2.建设地点——指项目所在地详细地址,公路、铁路应填写起止 地点;
 - 3.行业类别——按国标填写;
 - 4.总投资——指项目投资总额;
- 5.主要环境保护目标——指项目周围一定范围内集中居民住宅区、学校、医院、保护文物、风景名胜区、水源地和生态敏感点等,应尽可能给出保护目标、性质、规模和距厂界距离等;
- 6.结论与建议——给出本项目清洁生产、达标排放和总量控制的分析结构,确定污染防治措施的有效性,说明本项目对环境造成的影响,给出建设项目环境可行性的明确结论。同时提出减少环境影响的其他建议;
- 7.预审意见——由行业主管部门填写答复意见,无主管部门项目, 可不填;
- 8.审批意见——由负责审批该项目的生态环境行政主管部门批 复。

目 录

表	1 项目基本情况	- 1 -
表	2 放射源	- 4 -
表	3 非密封放射性物质	- 4 -
表	4 射线装置	- 5 -
表	5 废弃物(重点是放射性废弃物)	- 6 -
表	6 评价依据	- 7 -
表	7 保护目标与评价标准	10 -
表	8环境质量和辐射现状	18 -
表	9 项目工程分析与源项	21 -
表	10 辐射安全与防护	29 -
表	11 环境影响分析	41 -
表	12 辐射安全管理	61 -
表	13 结论与建议	68 -
表	14 审批	72 -

表 1 项目基本情况

建设工	页目名称	核	工业	四一六医院新	「增医用射线	装置及放射	源使用工	页目			
建设	 足単位		核工业四一六医院								
法ノ	人代表	江志强	Ę	联系人	唐*	联系电话		*			
注册	册地址		四川省成都市成华区二环路北四段 4 号								
项目到	建设地点			四川省成都市	市成华区二珠	不路北四段 4	. 号				
立项目	审批部门		,	/	批准文号		/				
. —	目总投资 万元)	*		目环保总投 资(万元)	*	投资比例 投资/总投		*			
项目	目性质	□新到	建区	7改建 □扩建	□其他	占地面积	(m^2)	/			
	计钟酒	□销售		□I类□II类□III类□IV类□V类							
	放射源	☑使用	□I类(医疗使用)☑II类□III类□IV类□V类								
	非密封	口生产			□制备 PET /	用放射性药物	勿				
应	放射性	□销售			,	/					
用 类	物质	□使用			\Box Z	.□丙					
型		口生产			□II类	□III类					
	射线 装置	□销售			□II类	□III类					
		☑使用	☑II类□III类								
	其他				/						

项目概述

一、建设单位简介

核工业四一六医院(统一社会信用代码: 12100000450715679A)是中国核工业集团有限公司在西南地区的一所集医疗、教学、科研、预防保健为一体的三级甲等综合性非营利性医院。医院位于成都市成华区二环路北四段 4 号。

医院现为国家核应急医疗救援分队,国家核应急医学救援西南分中心基地(在建), 省、市、区、成铁医保定点医院,军工单位安全生产标准化二级单位,成华区、金牛区、 武侯区艾滋病定点救治医疗机构,成华区病历、护理、影像及康复医学质控中心挂靠单位,成都大学医护学院、成都中医药大学、成都医学院、遵义医学院、川北医学院等十 所医学院校的教学医院,四川师范大学教育科学院实习基地。

二、任务由来及编制目的

核工业四一六医院为满足医疗需求及医院的发展,满足患者的诊疗需要,更好的惠及全市人民群众,医院拟将原放疗中心改建为1座螺旋断层放射治疗系统("TOMO Therapy Hi·Art",以下简称"TOMO")机房及1座头部伽马刀治疗机房及其配套用房,并新增使用1台TOMO(属II类射线装置)及1台头部伽马刀(内含30枚⁶⁰Co放射源,属II类放射源)。

根据生态环境部令第 16 号《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 年版)》及《关于发布<射线装置分类>办法的公告》(国家生态环境部,公告 2017 年第 66 号)中对射线装置的分类,本项目属于"第 172 条 核技术利用建设项目"中"使用 II 类、III 类放射源的;生产、使用 II 类射线装置的",应编制环境影响报告表,并根据四川省生态环境厅《关于调整建设项目环境影响评价文件分级审批权限的公告》(2019 年第 2 号文),本项目应报四川省生态环境厅审查批准,并在取得环评批复后及时重新申领辐射安全许可证。

为此,核工业四一六医院委托南京瑞森辐射技术有限公司对该项目开展环境影响评价工作(委托书见附件1)。南京瑞森辐射技术有限公司接受委托后,通过现场勘察、收集资料并结合四川瑞迪森检测技术有限公司现场监测等工作的基础上,结合本项目的特点,按照国家有关技术规范要求,编制了《核工业四一六医院新增医用射线装置及放射源使用项目环境影响报告表》。

为进一步保障公众对环境保护的参与权、知情权和监督权,加强环境影响评价工作的公开、透明,建设单位已在向生态环境主管部门提交建设项目环境影响报告表前,依法主动公开建设项目环境影响报告表全本信息(详见附件 6)。

三、项目概况

项目名称:核工业四一六医院新增医用射线装置及放射源使用项目

建设单位:核工业四一六医院

项目性质: 改建

建设地点:四川省成都市成华区二环路北四段 4 号核工业四一六医院内

1、建设内容与规模

本项目位于四川省成都市成华区二环路北四段 4 号核工业四一六医院内,医院拟将原放疗中心改建为 1 座 TOMO 机房及 1 座头部伽马刀治疗机房及其配套用房,并新增使用 1 台 TOMO(属II类射线装置)及 1 台头部伽马刀(内含 30 枚 60 Co 放射源,属 II类放射源)。

(1) 新增 TOMO 使用项目

医院拟将放疗中心(已建,一层建筑,无地下室)准备室、诊断室、登记室及医生办公室等改建为1座 TOMO 机房及其配套用房,并新增使用1台 TOMO 用于肿瘤治疗,拟新增的 TOMO 型号为 Tomo H,其主要参数为: X 射线最大能量为 6MV, 6MV时其 0.85m 处输出剂量率最大为 850cGy/min,其主射线方向设置有射束屏蔽系统,年出束时间约 250h,属II类射线装置。

本项目拟建 TOMO 机房由放疗中心准备室、诊断室、登记室及医生办公室等改建,项目拟将涉及 TOMO 机房改建区域内的现有墙体及门窗进行拆除,新建的 TOMO 机房采用混凝土一次整体浇筑。放疗中心改造前平面示意图见附图 3。

改造后, TOMO 机房室内面积约为 50.5m²(不含迷道), 机房净空尺寸为长 8.00m× 宽 6.50m×高 3.30m; 其四周墙体、迷道及屋顶均为混凝土结构; 拟新增设备主射线方向设置有射束屏蔽系统, 其主射方向朝向东侧、西侧、屋顶及地面; 迷道位于机房南侧, 为 10.5m 长直迷道。

机房东侧主屏蔽部分为 2.50m 厚混凝土(宽 4.00m),相连次屏蔽部分为 1.50m 厚混凝土;南侧迷道内墙为 1.00m 厚混凝土,迷道外墙为 1.50m 厚混凝土;西侧墙体主屏蔽部分为 2.50m 厚混凝土(宽 4.00m),相连次屏蔽部分为 1.50m 厚混凝土;北侧墙体为 1.50m 厚混凝土;屋顶主屏蔽部分为 2.50m 厚混凝土(宽 4.00m),相连次屏蔽部分为 1.50m 厚混凝土;防护门为 10mm 铅当量电动钢板夹芯平移防护门。

(2)新增头部伽马刀使用项目

医院拟将放疗中心(已建,一层建筑,无地下室)钴机房改建为1座头部伽马刀治疗机房及其配套用房,并新增使用1台头部伽马刀用于肿瘤治疗,拟新增的头部伽马刀型号为SRRS+,内含30枚⁶⁰Co放射源,属II类放射源,初始装源总活度为2.88×10¹⁴Bq(7800Ci),单源装填活度为:9.6×10¹²Bq,年出束时间约417h。

本项目拟建头部伽马刀治疗机房由放疗中心钴机房改建,原钴机房东侧迷道内墙为 450mm 厚混凝土,迷道外墙为 350mm 厚混凝土;南侧墙体为 700mm 厚混凝土;西

侧墙体呈半圆环型,圆环内部以混凝土进行填充,填充厚度为 500mm; 北侧墙体为 650mm 厚混凝土; 屋顶主屏蔽部分为 100mm 厚混凝土(宽 4.80m), 相连次屏蔽部分为 500mm 厚混凝土。放疗中心改造前平面示意图见附图 3。

改造后,头部伽马刀治疗机房室内面积约为 33.5m²(不含迷道),机房净空尺寸为长 6.37m×宽 5.79m×高 3.23m; 其四周墙体、迷道及屋顶均为混凝土结构;迷道位于机房南侧,为 6m "L"型迷道。

机房东侧迷道内墙为 500mm 厚混凝土,迷道外墙为 500mm 厚混凝土;南侧墙体为 700mm 厚混凝土;西侧墙体呈半圆环型,圆环内部以混凝土进行填充,填充厚度为 650mm~800mm;北侧墙体为 650mm 厚混凝土;屋顶主屏蔽部分为 100mm 厚混凝土(宽 4.80m),相连次屏蔽部分为 500mm 厚混凝土;防护门为 10mm 铅当量电动钢板夹芯平移防护门。

本次拟申请新增辐射项目内容见表 1-1。

表 1-1 本项目拟申请新增辐射项目情况一览表

			放射源				
序号	核素 名称	初始装源总活度(Bq)/ 活度(Bq)×枚数	类别	活动种类	用途	工作场所 名称	贮存方式与 地点
1	⁶⁰ Co	2.88×10 ¹⁴ Bq/ 9.6×10 ¹² ×30 枚	II	使用	放射 治疗	头部伽马刀 治疗机房	头部伽马刀 治疗机内

表 1-1 本项目拟申请新增辐射项目情况一览表(续表)

射线装置

序号	名称	型号	数量	技术参数	类别	工作场所 名称	使用 情况	备注
1	TOMO 治疗机	Tomo H	1台	X 射线最大能量: 6MV; 6MV 时其 0.85m 处输出 剂量率最大为 850cGy/min	II类	TOMO 机房	拟购	本次环评

2、项目组成内容及环境问题

本项目主要组成内容及可能产生的环境问题见表 1-2。

	表 1-2 项目组成内容及主要环境问题		
b sb	本况市党卫州 楼	可能产生的	环境问题
名称	建设内容及规模	施工期	运营期
主体工程	期新增使用 1 台 TOMO 治疗机,型号为 Tomo H,其主要参数为: X 射线最大能量为 6MV,6MV 时其 0.85m 处输出剂量率最大为 850cGy/min,属II类射线装置。TOMO 机房室内面积约为 50.5m²(不含迷道),机房净空尺寸为长 8.00m×宽 6.50m×高 3.30m; 其四周墙体、迷道及屋顶均为混凝土结构; 拟新增设备主射线方向设置有射束屏蔽系统,其主射方向朝向东侧、西侧、屋顶及地面; 迷道位于机房南侧,为 10.5m 长直迷道。机房东侧主屏蔽部分为 2.50m 厚混凝土(宽 4.00m),相连次屏蔽部分为 1.50m 厚混凝土;西侧墙体主屏蔽部分为 1.50m 厚混凝土;西侧墙体主屏蔽部分为 2.50m 厚混凝土(宽 4.00m),相连次屏蔽部分为 1.50m 厚混凝土;西侧墙体主屏蔽部分为 2.50m 厚混凝土(宽 4.00m),相连次屏蔽部分为 1.50m 厚混凝土;时护门为 10mm 铅当量电动钢板夹芯平移防护门。 拟新增使用 1 台头部伽马刀,型号为 SRRS+,内含 30 枚 60Co 放射源,属 II 类放射源,初始装源总活度为 288.6TBq(7800Ci)。头部伽马刀治疗机房室内面积约为 33.5m²(不含迷道),机房净空尺寸为长 6.37m×宽 5.79m×高 3.23m;其四周墙体、迷道及屋顶均为混凝土结构;迷道位于机房南侧,为 6m "L"型迷道。机房东侧迷道内墙为 500mm 厚混凝土;迷道外墙为 500mm 厚混凝土;南侧墙体为 700mm 厚混凝土;西侧墙体呈半圆环型,圆环内部以混凝土进行填充,填充厚度为650mm~800mm;北侧墙体为 650mm 厚混凝土;屋顶主屏蔽部分为 100mm 厚混凝土(宽 4.80m),相连次屏蔽部分为 500mm 厚混凝土;防护门为 10mm 铅当量电动钢板夹芯平移防护门。	施工废气、施工废气、施工废水、固体工废物、大大大大大大大大大大大大大大大大大大大大大大大大大大大大大大大大大大大大	X线氧声活水活射臭噪生污生圾
辅助工程	控制室、设备间、医生办公室等	\	\
环保设施	依托医院污水处理站、生活垃圾暂存间、医疗废物暂存间等。	\	\
公用工程	依托医院给水、供电、通风等配套设施。	\	\
办公生活 设施	医生办公室	\	生活 垃圾

3、项目依托设施

- ①依托办公设施: 医生办公室依托医院既有医生办公室,不涉及新建。
- ②依托环保设施: 医院已有一座污水处理站, 该污水处理站采用加强一级处理, 其 工艺流程为"医院化粪池污水→调节池→混凝沉淀池→接触消毒"工艺,现设计处理能 力为 1000m³/d, 医院废水经地埋式污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》 (GB18466-2005)中的表 2 预处理标准后进行排放。外排进入市政污水管网,再进入成 都市第四污水处理厂处理后排入沙河。医院现有污水处理站设计处理能力为 1000m³/d, 则能够满足本项目排放需求。

医院已设置生活垃圾站,本项目产生的生活垃圾在此集中暂存,由市政环卫部门定 期统一收集、清运至垃圾处理厂处置。本项目产生的医疗废物集中暂存于医院废物暂存 间,由有资质单位定期统一收集、处置。

4、主要原辅材料及能耗

本项目用电依托既有供电设施,用电引自市政供电网。本项目能耗及原辅材料的使 用情况见表 1-3。

类别	名称	年耗量	来源	用途
能源	电 20000 度/a		城市电网	设备用电
水	生活用水 1000m³/a		城市生活用水管网	生活用水

表 1-3 主要能耗及原辅材料的使用情况表

5、工作制度及人员配置

工作制度:本项目辐射工作人员年工作天数为250天,每天工作8小时。根据医院 提供资料,从事辐射工作的年工作时间与本项目射线装置实际年出束时间一致。

人员配置: 本项目拟配置辐射工作人员 12 人, 均为医院新增辐射工作人员, 本项目 辐射工作人员均定岗定责,配备至本项目后,不再从事其它辐射工作。医院本次配备的 辐射工作人员详情见表 1-4。

表 1-4 本	项目辐射 <u>工作人员配置情况一</u> 览表
项目类型	本次建设项目
	拟配备中级以上放疗医师 2 名
新增 TOMO 使用项目(8 人)	拟配备病理人员1名、医学影像学专业技术人员1名
利增 IOMO 使用项目(8 八)	拟配备本科学历的物理师 1 名
	拟配备放射技师2名,维修工程师1名
新增头部伽马刀使用项目(4人)	放疗医师 2 名
新增头部伽马刀使用项目(4人)	放疗医师 2 名

物理师1名

维修工程师1名

上述各辐射工作场所及各组辐射工作人员互不交叉。后期随着工作量的变动,医院也计划持续引进技术熟练的医生、技师及护士,医院应做好辐射工作人员管理工作。

根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》(生态环境部,公告 2019 年 第 57 号): "自 2020 年 1 月 1 日起,新从事辐射活动的人员,以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员,应当通过生态环境部'核技术利用辐射安全与防护培训平台'(网址: http://fushe.mee.gov.cn)报名并参加考核。2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效"。本项目辐射工作人员须在生态环境部"核技术利用辐射安全与防护培训平台"报名参加辐射安全与防护相关知识的学习,并参加考核,考核合格后方可上岗。辐射安全培训合格证书到期的人员仍需通过生态环境部'核技术利用辐射安全与防护培训平台'进行再学习考核。

四、项目周边保护目标以及场址选址情况

核工业四一六医院位于成都市成华区二环路北四段 4 号,医院综合考虑项目特点和 对周围环境可能存在的影响,拟将本项目建于院内放疗中心,避开了人流量较大的门诊 区域,减少了对公众的不必要照射。

核工业四一六医院用地属于医疗卫生用地,从周边外环境关系可知,医院周边主要为居民住宅和市政道路,周边无自然保护区等生态环境保护目标,无大的环境制约因素。 本项位于医院内部建设,不涉及新增土地。

2013年,医院对院内四川省脑瘫儿童医疗救助中心大楼项目进行了环境影响评价, 其《核工业四一六医院调整四川省脑瘫儿童医疗救助中心大楼项目环境影响报告书》已 取得原四川省环境保护局(现四川省生态环境厅)的批复(详见附件 2),医院整体项 目选址合理性已在上述环评文件中进行了论述。本项目仅对院内原有场所进行改建,不 新增用地,且改建后的辐射工作场所有良好的实体屏蔽设施和防护措施,产生的辐射经 屏蔽和防护后对辐射工作人员及公众的照射剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本 标准》(GB18871-2002)中的剂量限值要求和本报告表确定的剂量管理约束值的要求, 从辐射安全防护角度分析,本项目选址是合理的。

五、产业政策符合性

本项目系核技术应用项目在医学领域内的运用。根据国家发展和改革委员会 2019 年第 29 号令《产业结构调整指导目录(2019 年本),属于鼓励类中第三十七项"卫生健

康"的第5条"医疗卫生服务设施建设",是目前国家鼓励发展的新技术应用项目。本项目的运营可为成都市及周边病人提供诊疗服务,是提高人民群众生活质量,提高全市医疗卫生水平和建设小康设备的重要内容,本项目具有放射实践的正当性,符合现行的国家产业政策。

六、实践的正当性

核工业四一六医院新增射线装置及放射源使用的目的是为了对病人进行医学诊断和治疗。在采取了相应的辐射防护措施后,项目射线装置使用所致的辐射危害可得到有效控制,项目实施的利益大于代价,符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的辐射防护"实践的正当性"原则。

七、项目单位核技术应用现状

核工业四一六医院已于 2020 年 12 月 01 日重新申领了辐射安全许可证,医院现持有四川省生态环境厅颁发的《辐射安全许可证》(川环辐证(00190)),许可种类和范围为:使用 I 类、III类、IV类、V类放射源;使用 II、III类射线装置;使用非密封放射性物质,乙级、丙级非密封放射性物质工作场所;有效期至 2025 年 11 月 30 日。辐射安全许可证正副本见详见附件 3。核工业四一六医院现有核技术利用情况详见表 1-5。

表 2 放射源

J	亨号	核素名称	总活度(Bq)/ 活度(Bq)×枚数	类别	活度种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
	1	⁶⁰ Co	2.88×10 ¹⁴ / 9.6×10 ¹² ×30 枚	II	使用	放射治疗	头部伽马刀治疗 机房	头部伽马刀治疗机 内	/
	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

表 3 非密封放射性物质

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

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

表 4 射线装置

(一) 加速器:包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速 粒子	最大能量(MeV)	额定电流(mA)/ 剂量率(Gy/h)	用途	工作场所	备注
1	TOMO 治疗机	II类	1	Tomo H	/	X 射线最大能量 6MV 时其 0.85m 处箱 850cGy/	偷出剂量率最大为	放射治疗	TOMO 机房	本次环评

(二) X 射线机,包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

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

(三)中子发生器,包括中子管,但不包括放射性中子源

序	名称	类别	数量	型号	最大管电压	最大靶电流	中子强度	用途	工作场所		氚靶情况		备注
号	一 个你	关 剂		至与	(kV)	(μA)	(n/s)	用坯	<u> </u>	活度(Bq)	贮存方式	数量	金 任
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物 (重点是放射性废弃物)

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧	气态	/	/	少量	少量	/		通过动力排风装置排入外环 境,臭氧常温下自动分解为 氧气,对环境影响较小
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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/m^3)和活度(Bq)。

表 6 评价依据

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》,1989年12月26日发布施行;2014年4月24日修订,2015年1月1日起施行;
- (2)《中华人民共和国环境影响评价法》(2018年12月29日实施);
- (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》,2003年10月1日起实施;
- (4)《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》,国务院令第449号,2005年12月1日起施行;2019年修正,国务院令第709号,2019年3月2日施行;
- (5)《建设项目环境保护管理条例》, (2017年修订版), 国务院令第682号, 2017年10月1日发布施行:
- (6)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》,2021年修改,生态环境部令第20号,2021年1月4日起施行;
- (7)《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021版)》,生态环境部第16号令,自2021年1月1日起施行;
- (8)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》,环保部令第18号, 2011年5月1日起施行;

法规

文件

- (9)《关于发布<射线装置分类>办法的公告》,原环境保护部(现生态环境部)、原国家卫生和计划生育委员会(现国家卫生和健康委员会)公告,公告2017年第66号,2017年12月5日起施行;
- (10)《放射源分类办法》,国家环保总局公告2005年第62号,2015年12月 23日起施行:
- (11) 《四川省辐射污染防治条例》,2016年6月1日起实施;
- (12)《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》原国家环保总局,环发[2006]145号;
- (13)《关于调整建设项目环境影响评价文件分级审批权限的公告》,四川省生态环境厅,2019年第2号文;
- (14)《产业结构调整指导目录(2019年本)》,国家发展和改革委员会, 2019年令第29号;
- (15)《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》,生态环境部, 2019年部令第9号,2019年11月1日起施行;
 - (16)《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》,生

态环境部,公告 2019年 第57号。

- (17)《关于发布<建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法>配套文件的公告》,生态环境部,公告2019年第38号,2019年11月1日起施行;
- (18)《关于启用环境影响评价信用平台的公告》,生态环境部,公告2019年 第39号,2019年11月1日起启用。
- (1)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002):
- (2) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020):
- (3) 《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020);
- (4) 《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011);
- (5) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分一般原则》(GBZ/T201.1-2007);
- (6) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分一般原则: 电子直线加速器放射治疗机房》(GBZ/T201.2-2011);
- (7) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 3 部分: γ射线放射源治疗机房》 (GBZ/T201.3-2014):

(10) 《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

(9) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016):

技术

标准

内容和格式》(HJ10.1-2016);

- (11) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021);
- (12) 《核辐射环境质量评价的一般规定》(GB11215-1989);
- (13) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021);
- (14) 《职业性外照射个人监测规范》 (GBZ128-2019)。
- (15) 《地表水环境质量标准》(GB3838-2002);
- (16) 《环境空气质量标准》(GB3095-2012);
- (17) 《声环境质量标准》(GB3096-2008):
- (18) 《医用机构水污染物排放标准》(GB18466-2005);
- (19) 《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996);
- (20) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008);
- (21) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011);

- 8 -

(1) 生态环境部辐射安全与防护监督检查技术程序; (2) 工程设计图纸及相关技术资料; (3)《辐射防护手册》(第一分册—辐射源与屏蔽,原子能出版社,1987); (4) 《辐射防护导论》(原子能出版社,1988); (5) 四川省生态环境厅关于印发《四川省核技术利用辐射安全监督检查大 纲(2016)》的通知,川环函[2016]1400号。 其他

表7保护目标与评价标准

评价范围

根据本项目的特点并参照《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)中"核技术利用建设项目环境影响评价报告书的评价范围和保护目标的选取原则:放射性药物生产及其他非密封放射性物质工作场所项目评价范围,甲级取半径 500m 的范围,乙、丙级取半径 50m 的范围。<u>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</u>",确定本项目评价范围为各辐射工作场所实体屏蔽墙体外周边 50m 范围内区域,详见附图 2。

保护目标

本项目 TOMO 机房周围 50m 范围内, 其东南侧于医院边界内, 其西南侧(沙河)、西侧(沙河)及北侧(二环路北四段)均位于医院边界外, 50m 范围内无学校等其他环境敏感点。

本项目头部伽马刀治疗机房周围 50m 范围内,其东侧部分位于医院边界内,其西南侧(沙河)、西侧(沙河)及北侧(二环路北四段)均位于医院边界外,50m 范围内无学校等其他环境敏感点。

根据本项目确定的评价范围,本项目环境保护目标为医院辐射工作人员、医院内的其他医务人员、公众及院外其他公众,详见表 7-1。

表 1							
	保护目标	方位	与机房距离 (m)	规模	照射 类型	剂量约束 限值 (mSv/a)	
	职业人员	控制室内操作人员	0m (邻近)	约8人	职业	5	
ТО	你业人 从	南侧设备间	0m (邻近)	到8人	虾业	5	
MO	医院内除本项	东南侧综合医疗楼	9m~50m	约 200 人			
机房	目辐射工作人 员外的其他医 护人员、公众	北侧行政楼	7m~15m	约 200 人	公众	0.1	
头部	职业人员	控制室内操作人员	0m(邻近)	约4人	职业	5	
伽马	医院内除本项	东南侧综合医疗楼	29m~50m	约 200 人			
刀治 疗机 房	目辐射工作人 员外的其他医 护人员、公众	北侧行政楼	3m~13m	约 200 人	公众	0.1	

表 7-1 本项目评价范围内敏感保护目标情况一览表

评价标准

一、本项目执行环境保护标准

- 1、环境质量标准
- (1) 地表水环境质量标准: 执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中III 类水域标准。
 - (2) 空气质量标准: 执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准。
 - (3) 声环境质量标准: 执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中2类标准。
 - 2、污染物排放标准
- (1)污水污染物排放执行《医疗机构水污染排放标准》(GB18466-2005)中的表 2排放标准。
- (2)大气污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)二级标准。
- (3)施工期噪声排放执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)中不同施工阶段噪声限值,营运期噪排放执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中2类标准。
 - (4) 电离辐射: 执行《电离辐射防护与辐射安全基本标准》(GB18871-2002)。
 - 3、其他标准按照国家有关规定执行。

二、相关标准内容

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002):

工作人员职业照射和公众照射剂量限值

对象	要求
职业照射剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值: ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量,20mSv ②任何一年中的有效剂量,50mSv
公众照射剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值: ① 年有效剂量, lmSv; ②特殊情况下, 如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 lmSv, 则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%(即 0.1mSv/a~0.3mSv/a)的范围之内。

辐射工作场所的分区

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: 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区: 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。

2、《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)

引自"6.2 空间、通风要求"内容,如下:

- 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。

引自"6.3 屏蔽要求"内容,如下:

- 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 $30 \, \mathrm{cm}$ 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 \dot{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 \dot{H}_{c} ,见式(1):

$$\dot{H}_C \le H_C/(t \cdot U \cdot T)$$
 (1)

式(1)中:

用---周围剂量当量率参考控制水平, μSv/h;

 H_c ---周剂量控制水平(μ Sv/周),其值如下方式取值:放射治疗机房外控制区的工作人员: $\leq 100 \mu$ Sv/周:放射治疗机房外非控制区的人员: $\leq 5 \mu$ Sv/周

t---设备周最大累积照射的小时数, 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。

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 $\dot{H}_{C,\ max}$;

- 1) 人员居留因子 T≥1/2 的场所: $\dot{H}_{c.\ max}$ ≤2.5 μ Sv/h;
- 2) 人员居留因子 T<1/2 的场所: $\dot{H}_{C_{*,max}} \leq 10 \mu \text{Sv/h}$ 。
- c)由上述 a)中的导出剂量率参考控制水平和 b)中的最高剂量率参考控制水平,选择其中较小者作为关注点的剂量率参考控制水平。
 - 6.3.2 治疗机房顶屏蔽的周围剂量当量率参考控制水平
- 6.3.2.1 在治疗机房上方已建、拟建二层建筑物或在治疗机房旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点至机房顶内表面边缘所张立体角区域时,距治疗机房顶外表面 30 cm处,或在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处,周围剂量当量率参考控制水平同 6.3.1。
- 6.3.2.2 除 6.3.2.1 的条件外,若存在天空反射和侧散射,并对治疗机房墙外关注 点位置照射时,该项辐射和穿出机房墙透射辐射在相应处的周围剂量当量率的总和, 按 6.3.1 确定关注点的周围剂量当量率作为参考控制水平。
- 3、《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第1部分:一般原则》(GBZ/T201.1-2007): 引自"3.1治疗机房墙和入口门外的周围剂量当量率参考控制水平"内容,如下: 治疗机房墙和入口门外的周围剂量当量率应同时满足下列 3.1.1 和 3.1.2 的参考控制水平。
 - 3.1.1 距治疗机房墙和入口门外表面 30cm 处和邻近治疗机房的居留因子较大 (T>1/4) 的人员驻留区域见式(1)。

$$\dot{H}_C \le H_C/(t \cdot U \cdot T)$$
 (1)

式(1)中:

用---周围剂量当量率参考控制水平, μSv/h;

 H_{c} ---周剂量控制水平($\mu Sv/$ 周),其值如下:

放射治疗机房外控制区的工作人员: ≤100μSv/周

放射治疗机房外非控制区的人员: ≤5μSv/周

U---治疗装置向关注点位置的方向照射的使用因子;

T---人员在放射治疗机房外控制区和放射治疗机房外非控制区驻留的居留因

子;

- t---治疗装置周最大累积照射的小时数, h/周。
- 3.1.2 距治疗机房墙和入口门外表面 30cm 处:

\dot{H}_c \leq 2.5 μ Sv/h (人员全居留场所,T>1/2)

 $\dot{H}_c \leq 10 \mu \text{Sv/h}$ (人员部分和偶然居留场所, T $\leq 1/2$)

4、《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):

引自"4.2.1 治疗机房墙和入口门外关注点的剂量率参考控制水平"内容,如下:治疗机房墙和入口门外关注点的剂量率应不大于下述 a)、b)和 c)所确定的剂量率参考控制水平:

- 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,可以依照附录A,由以下周剂量参考控制水平(H_c)求得关注点的导出剂量率参考控制水平($\mu Sv/h$):
 - 1) 放射治疗机房外控制区的工作人员: H_c ≤100 μ Sv/周;
 - 2) 放射治疗机房外非控制区的工作人员: H_c≤5µSv/周。
- 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 (μSv/h);
 - 1) 人员居留因子 T≥1/2 的场所: ≤2.5μSv/h;
 - 2) 人员居留因子 T<1/2 的场所: ≤10μSv/h。
- c)由上述 a)中的导出剂量率参考控制水平和 b)中的最高剂量率参考控制水平,选择其中较小者作为关注点的剂量率参考控制水平($\mu Sv/h$)。
 - 引自"4.2.2 治疗机房顶的剂量控制要求" 内容,如下:

治疗机房顶的剂量应按下述 a)、b)两种情况控制:

- a)在治疗机房正上方已建、拟建建筑物或治疗机房旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点到机房顶内表面边缘所张立体角区域时,距治疗机房顶外表面 30cm 处和(或)在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处,可以根据机房外周剂量率参考控制水平(μSv/h)加以控制。
 - b) 除 4.2.2 中 a) 的条件外, 应考虑下列情况:
- 1)天空散射和侧散射辐射对治疗机房外的地面附近和楼层中公众的照射。该项辐射和穿出机房墙透射辐射在相应处的剂量(率)的总和,应按 4.2.2 中的 a)确定 关注点的剂量率参考控制水平(μSv/h)加以控制;
- 2) 穿出治疗机房顶的辐射对偶然到达机房顶外的人员的照射,以相当于机房 外非控制区人员周剂量率控制指标的年剂量 250μSv 加以控制;

- 3)对不需要人员到达并只有借助工具才能进入的机房顶,考虑上述 1)和 2)之后,机房顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平可按 100μSv/h 加以控制(可在相应处设置辐射告示牌)。
- 5、《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 3 部分: γ 射线放射源治疗机房》 (GBZ/T201.3-2014):

引自"4.1.1 治疗机房墙外和入口门外关注点的周围剂量当量率参考控制水平"内容,如下:

治疗机房墙和入口门外关注点的周围剂量当量率(一下简称剂量率)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 :

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,可以依照附录A,由一下周剂量参考控制水平 H_c ($\mu Sv/$ 周)求得关注点的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ ($\mu Sv/$ h):

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

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

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

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

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

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

引自"4.1.2 治疗机房顶的剂量控制要求"内容,如下:

治疗机房顶的剂量应按下述 a)、b) 两种情况控制:

a) 在治疗机房正上方有建筑物或治疗机房旁邻近建筑物的高度超过自放射源点到机房顶内表面边缘所张立体角区域时,距治疗机房顶外表面 $30 \, \mathrm{cm}$ 处和(或)在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处,可以根据机房外周剂量参考控制水平 $H_c \leq 5 \, \mu \, \mathrm{Sv}/\mathbb{B}$ 和最高剂量率 $\dot{H}_{c,max} \leq 2.5 \, \mu \, \mathrm{Sv}/\mathrm{h}$,按照 4.1.1 求得关注点的剂量率参考控制水平 \dot{H}_c ($\mu \, \mathrm{Sv}/\mathrm{h}$)加以控制。

- b) 除 4.1.2 中 a) 的条件外, 应考虑下列情况:
- 1) 天空散射和侧散射辐射对治疗机房外的地面附近和楼层中公众的照射。该项辐射和穿透机房墙壁辐射在相应处的剂量率的总和,应按 4.1.2 中的 a) 确定关注点的剂量率参考控制水平 \dot{H}_c ($\mu Sv/h$) 加以控制;
- 2)穿透治疗机房屋顶的辐射对偶然到达机房顶外的人员的照射,以年剂量 250μSv 加以控制;
- 3) 对无人员停留并只有借助工具才能进入的机房顶,考虑上述 1) 和 2) 之后,机房顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平可按 100μSv/h 加以控制(可在相应处设置辐射告示牌)。
 - 6、《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020):

引自"第6款 X 射线设备机房防护设施的技术要求"内容,如下:

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

表2 X 射线设备机房(照射室)使用面积及单边长度

机房类型	机房内最小有效使用面积, m²	机房内最小单边长度, m
CT 机(不含头颅移动 CT)	30	4.5

- 6.2 X 射线设备机房屏蔽
- 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 $C.4\sim$ 表 C.7。

表 3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
CT 机(不含头颅移动 CT) CT 模拟定位机房	2.0	2.0

- 6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平
- 6.3.1 机房的辐射屏蔽防护,应满足下列要求:
- a) 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时, 周围剂量当量率应不大于 2.5 μSv/h; 测量时, X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间;
 - 6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求
- 6.5.1 每台 X 射线设备根据工作内容, 现场应配备不少于表 4 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施, 其数量应满足开展工作需要, 对陪检者应

至少配备铅橡胶防护衣。

6、剂量约束

- (1)职业照射:根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)第4.3.2.1 条的规定,对任何工作人员,由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯平均)20mSv,四肢(手和足)或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv。本项目辐射工作人评价标准按上述标准中规定的职业照射年有效剂量约束限值的 1/4 执行,即 5mSv/a;从事介入操作的辐射工作人员四肢(手和足)或皮肤的年当量剂量约束值为 125mSv。
- (2)公众照射:第 B1.2.1条的规定,实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过年有效剂量 1mSv。本项目评价标准按上述标准中规定的公众照射年有效剂量约束限值的 1/10 执行,即 0.1mSv/a。

综上,根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定,制定本项目管理剂量约束值,见表 7-2。

 分类
 基本标准限值(GB18871-2002) (mSv/a)
 剂量约束值/评价标准(mSv/a)

 职业照射
 20 (有效剂量)
 5 (有效剂量)

 公众照射
 1 (有效剂量)
 0.1 (有效剂量)

表 7-2 本项目辐射环境影响评价标准

7、剂量控制水平

TOMO 机房及头部伽马刀治疗机房边界周围剂量率控制水平参照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)及《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)等相关标准要求,TOMO 机房及头部伽马刀治疗机房屏蔽体外 30cm 处剂量率目标控制值为 2.5μSv/h,机房顶外表面 30cm 处剂量率目标控制值为 100μSv/h,地表外表面 30cm 有人员活动处剂量率目标控制值为 2.5μSv/h。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目位置、布局和周边环境

1、核工业四一六医院外环境关系

核工业四一六医院位于四川省成都市成华区二环路北四段 4 号(地理位置详见附图 1)。医院东侧院界外为三友路、商铺及沙河庭院;南侧院界外为紧邻沙河及步虹路;西侧院界外紧邻沙河;北侧院界外紧邻二环路北四段。医院周围环境示意图详见附图 2。

2、放疗中心外环境关系

放疗中心位于医院西北部,放疗中心为地上 1 层建筑(无地下室),其东侧为仓库、院内道路及综合医疗楼;南侧为院内道路;西侧为医院院墙,院墙外为沙河;北侧为行政楼。医院平面布局示意图详见附图 2。

3、TOMO 机房外环境关系

本项目 TOMO 机房位于放疗中心中部,其东侧 50m 范围内依次为院内道路及综合 医疗楼部分区域;南侧 50m 范围内依次为控制室、设备间、机械室、服务器室、院内 道路、综合医疗楼部分区域及院外沙河;西侧 50m 范围内依次为头部伽马刀治疗机房 及其控制室、头刀治疗等候区及沙河;北侧 50m 范围内依次为行政楼及二环路北四段;上方无建筑,下方为土层(无建筑),详见附图 2~附图 5。

4、头部伽马刀治疗机房外环境关系

本项目头部伽马刀治疗机房位于放疗中心西部,其东侧 50m 范围内依次为控制室、头刀治疗等候区、库房、TOMO 机房及其控制室及综合医疗楼部分区域; 南侧 50m 范围内依次为头刀定位室、院外道路及沙河; 西侧 50m 范围内依次为院外道路及沙河; 北侧 50m 范围内依次为行政楼及二环路北四段;上方无建筑,下方为土层(无建筑),详见附图 2~附图 6。

本项目拟建址周边环境现状见图 8-1~图 8-4

0

二、辐射环境现状调查

本项目主要的污染因子为电离辐射,对环境空气、地表水及地下水影响较小,因此 本次评价没有对区域环境空气质量、地表水和地下水环境质量进行监测评价,重点对 评价区域开展了辐射环境现状监测评价。

(一) 监测项目和监测方法

1、本项目所在地辐射环境现状监测

为掌握项目所在地的辐射环境现状,四川瑞迪森检测技术有限公司(计量认证号: 172312050082)于 2021 年 09 月 10 日按照规范要求对新增医用射线装置及放射源使用项目现场及周边环境进行了 γ 辐射剂量率的布点监测。其监测项目、分析方法及来源见表 8-1(检测报告见附件 4)。

表 8-1 监测项目、方法及方法来源表

监测项目	监测方法	探测限	备注
X-γ辐射 剂量率	 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021) 		探测限为本次测量 使用方法和仪器的 综合技术指标

监测使用仪器及环境条件见表 8-2。

表 8-2 监测使用仪器表

11左海11五日	监测设备				
监测项目	仪器名称	仪器编号	检定情况		
X-γ 辐射	便携式环境 X-γ剂量率仪	SCRDS-004	检定单位:中国测试技术研究院		
剂量率	FH40G+FHZ672E-10	SCRDS-004	检定有效期: 2020.11.09~2021.11.08		

2、质量保证措施

人员培训:监测人员经考核并持有合格证书上岗。

仪器刻度: 监测仪器定期经计量部门检定, 监测期间在有效期内。

自检:每次测量前、后均检查仪器的工作状态。

监测记录: 现场监测过程, 专业人员按操作规程操作仪器, 并做好记录。

数据处理与复核:监测报告实行三级审核制度,经校对审核,最后由授权签字人审定签发。

3、比较标准

项目所在地环境天然贯穿辐射水平参考四川省生态环境厅《2020 年四川省生态环境状况公报》中四川省 γ 辐射空气吸收剂量率范围。

表 8-3 四月	川省空气吸收剂量率
地点	γ辐射空气吸收剂量率范围(nGy/h)
四川省	≤130

4、环境现状监测与评价

监测所用仪器已由计量部门年检,且在有效期内;测量方法按国家标准方法实施;测量不确定度符合统计学要求;布点合理,结果可信,能够反映出辐射工作场所的客观辐射水平,可以作为本次评价的科学依据。

具体监测结果如下:

由表 8-4 中监测结果可知,本项目 DSA 检查室 8 拟建址周围辐射环境 X-γ 周围剂量当量率为(82.1~106.5)nGy/h,与四川省生态环境厅《2020 年四川省生态环境状况公报》中全省环境电离辐射水平(≤130nGy/h)基本一致,属于当地正常天然本底辐射水平。

表9项目工程分析与源项

工程设备与工艺分析

一、施工期工艺分析

(一) 土建装修施工阶段

本次项目拟建场所主体工程为医院原有工作场所改造,本次的施工范围为:放疗中心一层,施工期仍会产生一定的污染,主要包括:

1、扬尘

施工过程中产生的扬尘,属于无组织排放,主要通过施工管理和采取洒水等措施来进行控制。

2、噪声

施工期噪声包括黏土砖的切割、施工机器碰撞以及装修产生的噪声,由于施工范围小,施工期较短,施工噪声对周围环境的影响较小。

3、废水

施工期产生的废水主要包括施工废水和施工人员的生活污水,施工废水循环使用, 生活污水产量较小,可依托医院已有污水处理设施处理。

4、固体废物

施工中固体废物主要为隔断产生的废砖头、装修过程中产生的装修垃圾以及施工人员产生的生活垃圾,废砖头可回收利用,施工垃圾送当地指定的建筑垃圾处置场进行处理,生活垃圾集中暂存于院区内生活垃圾暂存间,由市政环卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理厂处置。

由于本项目涉及的射线装置的安装和调试均在机房内进行,经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。

(二) 施工期工艺分析

根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第1部分:一般原则》(GBZ201.1-2007)中相关要求,本项目TOMO机房及头部伽马刀治疗机房在施工期严格按照施工规范进行施工,机房的混凝土浇筑一次整体浇筑并有充分的震捣,以防出现裂缝和过大的气孔。

在后期的室内装修及其他辐射防护设施安装过程中,在治疗机房内、外墙上的电器部件(如配电箱、激光定位灯等)的部位,应与同侧墙具有同等的屏蔽;迷道的防护门结构应考虑门因自身重量而发生形变、频繁开关门的振动连接松动、屏蔽体老化龟

裂等问题,防护门应尽可能减小缝隙泄露辐射,通常防护门宽于门洞的部分应大于"门一墙"间隙的十倍,墙体与铅防护门应有足够的搭接宽度,应预留防护门下沉沟槽。

(三)设备安装调试阶段

本项目涉及的射线装置和放射源的安装调试阶段,会产生 X 射线或 γ 射线,造成一定的辐射影响。设备安装完成后,会有少量的废包装材料产生。本项目射线装置和放射源运输、安装和调试均由设备厂家专业人员进行操作。在射线装置和放射源运输、安装、调试过程中,应加强辐射防护管理,在此过程中应保证屏蔽体屏蔽到位,在运输设备和机房门外设立辐射警示标志,禁止无关人员靠近;在设备的调试和维修过程中,射线源开关钥匙应安排专人看管,或由维修操作人员随身携带,并在机房入口等关键处设置醒目的警示牌,工作结束后,启动安全联锁并经确认系统正常后才能启用射线装置;人员离开时运输设备的车辆和治疗室上锁并派人看守。

二、营运期工艺分析

(一)新增 TOMO 使用项目

1、工作原理

螺旋断层放射治疗系统(Tomo)是一种可以实现三维扇形束 CT 图像引导的调强放射治疗系统。它用一个 6MV 的驻波加速管替代 CT 球管,安装在滑环 CT 机架上,完美的融合了 CT 与直线加速器二者的功能。作为 CT, 它使用 3.5MV 的扇形 X 线束进行螺旋扫描,产生的三维 CT 图像既可用于治疗前的图像引导摆位验证,也可以用于治疗后的实际照射剂量重建。作为直线加速器,它使用 6MV 窄束 X 射线,经多级准直器准直调制后,围绕患者进行 360 度旋转照射,照射的同时患者在检查床上匀速穿过治疗束,实现螺旋断层方式的调强放射治疗。

2、设备组成

螺旋断层放射治疗系统(Tomo)包括以下几部分:

- 1) 旋转机架: 直线加速器部分、CT 探测器子系统、温控系统安装在旋转机架上:
- 2) 患者治疗床: 带有复合材料的平板床面,用于支撑患者和旋转孔内移动患者;
- 3) 激光定位系统:有利于确定床上患者的初始位置,在断层图像匹配后也可实现修正患者位置;
- 4)操作台工作站:控制室内,操作人员可控制和监视断层图像的采集、患者定位和治疗情况;

- 5) 状态控制台:配有选择步骤类型的钥匙开关,开始、停止出束、紧急停止按钮 及其状态指示灯;
- 6) 计划系统工作站:用于治疗 CT 图像采集和组织定义,评估及保存优化治疗计划:
 - 7) 共享数据库服务器:包含整个系统所使用的患者和机器数据;
- 8)最优化引擎:采用剂量优化和剂量计算,该设备采用专用硬件来加速优化和剂量计算过程。

Tomo 系统结构示意图如图 9-1 所示。

3、设备参数

本项目拟新增使用 1 台 TOMO 用于肿瘤治疗,拟新增的 TOMO 型号为 Tomo H,其主要参数为: X 射线最大能量为 6MV, 6MV 时其 0.85m 处输出剂量率最大为 850cGy/min,其主射线方向设置有射束屏蔽系统,属II类射线装置。设备参数详见表 9-1。

螺旋断层放射治疗系统(TOMO) 项目名称 技术参数 备注 设备名称 螺旋断层放射治疗系统(TOMO) 数量 1台 / 型号 Tomo H 射线装置类别 II类 X 射线 治疗能量最大为 6MV 辐射类型 X 射线 CT 成像能量最大为 3.5MV / 治疗剂量率: 850cGy/min / 85cm 处最大剂量率 成像剂量率: 45cGy/min / 源轴距(SAD) 850mm 系统等中心处最大照射尺寸 5cm×40cm / 等中心点相对水平地面高度 113cm 系统自带主束挡铅厚度 12.5cm 机架旋转范围 360°螺旋运动 工作场所 TOMO 机房

表 9-1 本项目 TOMO 设备参数一览表

4、操作流程及产污环节

TOMO 运行期间的工艺流程和产污环节如图 9-2 所示,其具体治疗流程如下:

- ①患者预约: 当病人被确诊需要进行 TOMO 放射治疗后,主治医生对患者进行预约登记并向其告知可能受到辐射危害:
- ②进行定位: 预约病人首先通过模拟定位 CT 进行肿瘤定位,确定肿瘤的具体位置和形状;
- ③制订治疗计划: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。
- ④固定患者体位: 在利用加速器进行治疗时需对患者进行定位、标记,调整照射角度及照射野。
- ⑤确认治疗计划:在 TOMO 机房内,通过 MV 级 CT 扫描结果确认患者治疗体位在三维空间上与治疗计划一致。
- ⑥启动治疗:确认完毕,且机房内联锁条件建立后,工作人员在控制室内启动 TOMO 治疗束部分开始照射治疗,治疗时工作人员隔室操作。
 - ⑦照射完毕后,工作人员协助病人离开机房。

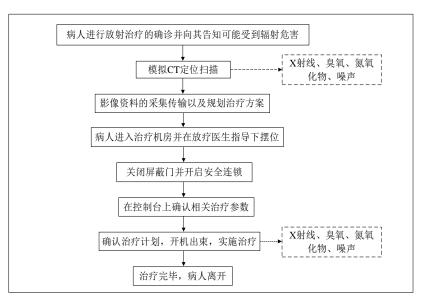


图 9-2 TOMO 治疗流程及产污环节示意图

5、人流、物流路径规划

- ①患者路径:本项目患者从 TOMO 机房南侧迷道入口进入机房内接受治疗。
- ②医生路径:本项目 TOMO 控制室位于机房南侧,辐射工作人员经由机房南侧入口处进入 TOMO 机房内,

在对患者进行摆位等治疗准备后离开机房,在控制室内对 TOMO 设备进行隔室操作。

③污物路径:本项目产生的医疗废物,经迷道离开机房并转移至污物暂存间。

上述人流及物流路径详见图 9-3。

(二)新增头部伽马刀使用项目

1、工作原理

头部伽马刀的全称为"头部多源伽玛射束立体定向放射治疗系统"。伽马刀是一种融立体定向技术和放射外科技术为一体,以治疗体内肿瘤疾病为主的立体定向放射治疗设备。伽马刀利用γ射线立体定向聚焦原理,将经过剂量计算的大剂量γ射线,聚焦颅脑内的预选靶点,一次性地损毁靶点内的病灶组织,以达到相似于外科手术切除病灶的治疗效果。

由于每一束射线通过颅脑组织的剂量是安全剂量,由若干束射线聚焦到靶点的是致死剂量,靶点区域放射剂量场的分布梯度很大,使被损毁的病灶边缘像刀割一样,而靶点周围正常组织受放射线的损害很小,具有不开颅、不出血、无痛苦的特点。

本项目**头部伽马刀**安装有 30 枚 60 Co 密封源,分成 6 组分布在锥形源体上,纬度范围为 8° ~ 42° ,从钴源辐射出的 γ 射线束,经源体的初准直器、开关体、准直体上的次准直器和终准直器准直后会聚于焦点,形成很强的辐射剂量场。其中,准直体上安置有四组共 120 个准直器,形成相当于 Φ 4、 Φ 8、 Φ 14、 Φ 18 四种规格的准直器形成的焦点,以适合病灶形状大小不同的需要。

2、设备组成

本项目头部伽马刀主要有四个部分组成:放射源、主机、立体定向附件、治疗计划 系统:

- (1) 放射源:本项目头部伽马刀配置有 30 枚 60 Co 放射源,每个源由一定数量 0 L×1 的钴粒组成,经氩弧焊密封在双层不锈钢包壳中。
- (2) 主机: ①机械部分: 辐射屏蔽结构(主要由源体、准直体,开关体,外屏蔽体,屏蔽门,门框等构成,均为铸铁件)、准直通道、三维治疗床、定位支架; ②电气部分: 控制柜、驱动装置、传感器、电源;
 - (3) 立体定向附件: 立体定位框架、图框、适配器;
 - (4)治疗计划系统:分为硬件和软件两部分。

头部伽马刀结构示意图如图 9-4 所示。

3、设备参数

本项目拟新增的头部伽马刀型号为 SRRS+, 内含 30 枚 60 Co 放射源,属II类放射源,初始装源总活度为 2.88× 10 1 14 Bq(7800Ci),单源装填活度为: 9.6× 10 1 12 Bq。设备参

数详见表 9-2。

表 9-2 本项目头部伽马刀设备参数一览表

头部多源伽玛射束立体定向放射治疗系统				
项目名称	技术参数	备注		
设备名称	头部多源伽玛射束立体定向放射治疗系统	/		
数量	1 台	/		
型号	SRRS+	/		
放射源名称	⁶⁰ Co			
放射源类别	II类			
初始装源总活度	288.6TBq (7800Ci)	/		
放射源数量	30 枚	/		
初始装源时焦点剂量率	γ射线,初装源剂量率 3Gy/min	/		
放射源到焦点最近距离	407mm	/		
放射源到焦点最远距离	439mm	/		
工作场所	头部伽马刀机房			

4、操作流程及产污环节

头部伽马刀运行期间的工艺流程和产污环节如图 9-5 所示, 其具体治疗流程如下:

- ①患者预约: 当病人被确诊需要进行伽马刀放射治疗后,主治医生对患者进行预约登记并向其告知可能受到辐射危害;
- ②进行定位:对病灶位置进行定位,制定放射治疗计划,确定照射位置和照射剂量后,开始对病人实施放疗;
 - ③给患者安装立体定位框架后,患者进入伽马刀治疗室;
- ④工作人员将病人安置在治疗床上摆位,摆位完毕后工作人员退出治疗室,关闭机房防护门;
- ⑤工作人员在控制台上确认相关参数,启动设备,三维治疗床进入治疗腔内精确 定位;
 - ⑥准直体定位后打开开关体,对病人实施放射治疗;
 - ⑦治疗时间到,关闭开关体和准直体,重复前面步骤直至全部靶点治疗完成;
- ⑧治疗结束,三维治疗床退出,屏蔽门打开,工作人员将病人从治疗床上卸下,病人离开机房;
 - ⑨去掉病人身体上的立体定位框架,病人离开治疗机房。

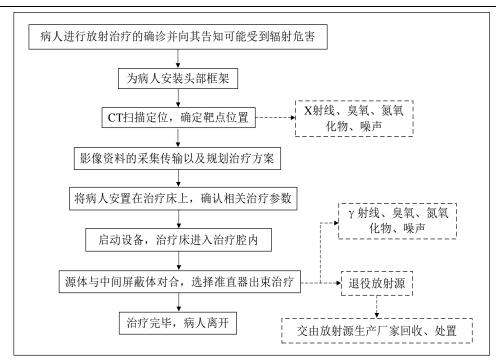


图 9-5 头部伽马刀治疗流程及产污环节示意图

5、人流、物流路径规划

- ①患者路径:本项目患者从头部伽马刀治疗机房南侧迷道入口进入机房内接受治疗。
- ②医生路径:本项目 TOMO 控制室位于机房南侧,辐射工作人员经由机房南侧入口处进入 TOMO 机房内,在对患者进行摆位等治疗准备后离开机房,在控制室内对 TOMO 设备进行隔室操作。
 - ③污物路径:本项目产生的医疗废物,经迷道离开机房并转移至污物暂存间。 上述人流及物流路径详见图 9-6。

污染源项描述

一、施工期污染源

1、废水

施工期少量废水主要来自以下几个方面:①施工场地废水;②施工人员生活污水。

2、扬尘

施工期的大气污染物主要是地面扬尘污染,污染因子为 TSP, 为无组织排放。施工产生的地面扬尘主要来自三个方面,一是墙体装修扬尘;二是来自建筑材料包括水泥、沙子等搬运扬尘;三是来自来往运输车辆引起的二次扬尘。

3、固体废物

施工期产生的固体废弃物主要为施工人员的生活垃圾及废弃的各种建筑装饰材料等建筑垃圾。

4、噪声

主要是使用施工机械和装修设备产生的噪声。

二、运营期污染源描述

1、电离辐射

TOMO 在开机出束状态下产生 X 射线,主要辐射污染途径为外照射,设备未开机状态不产生 X 射线。

本项目头部伽马刀使用的放射源为 60Co, 其主要特性见表 9-3:

表 9-3 本项目使用放射源特性一览表

核素名称	半衰期	主要衰变方式	β 粒子能量/MeV	γ射线能量/MeV
⁶⁰ Co	5.27a	β- (100%)	1.48 (0.01%); 0.318 (99.9%)	1.332 (100%)

 60 Co 放射源发射的 β 粒子能量为 0.318MeV,此能量的 β 粒子在钢中的射程为 0.1mm,项目伽马刀中放射源属密封放射源,采用双层不锈钢包壳进行密封,该包壳已 将 β 射线屏蔽,所以评价中不考虑 β 射线的污染因子。本次评价仅考虑 1.332MeVγ 射线污染因子。

2、废气

本项目设备运行过程中,室内的空气在电离辐射作用下产生臭氧及氮氧化物等有 害气体。

3、废物

本项目 ⁶⁰Co 放射源半衰期为 5.27a, 计划每次使用 9 个月左右,产生的退役 ⁶⁰Co 放射源,医院拟委托放射源生产厂家对其进行回收处置。

辐射工作人员工作中会产生的少量的生活垃圾和办公垃圾。

4、废水

本项目辐射工作人员工作中会产生的少量的生活污水。

本项目 TOMO 冷却系统采用蒸馏水,内循环使用不外排,不会产生废水。

5、噪声

本项目噪声源为各机房通排风系统,各机房通排风系统均采用低噪设备,经建筑 物墙体隔声及医院场址内的距离衰减后,噪声较小。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

一、辐射工作场所两区划分

(一) 工作场所布局合理性

本项目 TOMO 机房及头部伽马刀治疗机房拟建于放疗中心 1 层。

由各辐射工作场所平面布局可知,与射线装置及放射源相关的辅助用房紧密布置于射线装置机房周围,整体布局紧凑,既便于医疗工作,又利于辐射防护。各用房之间采用墙体分隔,墙体、防护门的屏蔽防护厚度充分考虑了电离辐射效应,能够有效降低电离辐射对工作人员和周边公众的辐射影响。

本项目辐射工作场所根据工作要求且有利于辐射防护和环境保护进行布局,功能 分区明确,既能有机联系,又不互相干扰,且最大限度避开了人流量较大的门诊区,在 设计阶段,辐射工作场所进行了合理的优化布局,同时兼顾了病人就诊的方便性。

综上分析,本项目平面布局既满足放射治疗工作要求,又有利于辐射防护。评价 认为,本项目平面和空间布局合理。

(二)两区划分

1、分区原则

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)要求,将本项目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—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—通常不需要专门的防护手段或安全措施,但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。

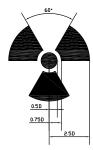
2、控制区与监督区的划分

(1) 区域划分

本项目根据控制区和监督区的定义,结合项目辐射防护和环境情况特点进行辐射防护分区划分,见表 10-1 及图 10-1。

	表 10-1 项目控制区和监督区的划分情况						
辐射工作场所	控制区	监督区					
TOMO 机房	TOMO 机房内	控制室、机械室、服务器室等					
头部伽马刀治 疗机房	头部伽马刀治疗机房内	控制室					
备注	控制区内禁止除治疗病人及职业工作人员外的无关人员进入,职业工作人员在进行日常工作时候尽量不要在控制区内停留,以减少不必要的照射。	监督区范围内应限制无关人员 进入。					

- (2) 关于控制区与监督区的防护手段与安全措施,项目单位应做到:
- 1) 控制区的防护手段与安全措施:
- ①在病人至机房内防护门外、控制室至机房防护门外、污物门外及其他醒目的位置 设置 "当心电离辐射"警告标志。电离辐射警告标志须符合《电离辐射防护与辐射源 安全基本标准》(GB18871-2002)附录 F 要求,如图 10-2 所示。



a.电离辐射标志

b.电离辐射警告标志

图 10-2 电离辐射标志和电离辐射警告标志

- ②制定职业防护与安全措施,包括适用于控制区的规则与程序;
- ③运用行政管理程序(如进入控制区的工作许可制度)和实体屏障(包括门锁)限 制人员进、出控制区:
- ④定期审查控制区的实际状况,以确定是否有必要改变该区的防护手段或安全措 施或该区的边界。
 - 2) 监督区的防护手段与安全措施:
 - ①以黄线警示监督区的边界;
 - ②在监督区的入口处的适当地点设立表明监督区的标牌;
- ③定期检查该区的条件,以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定,或是否 需要更改监督区的边界。

二、辐射安全及防护措施

(一)新增 TOMO 使用项目

1、机房屏蔽措施

本项目 TOMO 机房屏蔽设计见表 10-2。

表 10-2 本项目 TOMO 机房防护屏蔽设计一览表

场所	屏	蔽防护设计	屏蔽设计参数(厚度及材质)	主屏蔽宽度
	东墙	主屏蔽	2.50m 砼	4.00m
	小垣	次屏蔽	1.50m 砼	/
	南墙	迷路内墙	1.00m 砼	/
	判 垣	迷路外墙	1.50m 砼	/
ТОМО	MO 西墙	主屏蔽	2.50m 砼	4.00m
机房	四四	次屏蔽	1.50m 砼	/
	北墙	次屏蔽	1.50m 砼	/
	見頂	主屏蔽	2.50m 砼	4.00m
	屋顶	次屏蔽	1.50m 砼	/
		防护门	10mm 厚铅当量(1)	扇)

2、辐射安全措施

(1) 设备固有安全性

- ①TOMO 只有在通电开机时才有电子束、X 射线等产生,断电停机即停止出束;通过多叶准直器定向出束,其它方向的大部分射线被自带屏蔽材料所屏蔽。
- ②控制台上有辐射类型、标称能量、照射时间、吸收剂量、治疗方式等参数的显示 装置,操作人员可随时了解设备运行情况。
- ③条件显示联锁: TOMO 具有联锁装置,只有当射线能量、吸收剂量选值、照射方式和过滤器的规格等参数选定,并当治疗室与控制台等均满足预选条件后,照射才能进行。
 - ④控制台上有蜂鸣器,在 TOMO 工作时发出声音以警示人员防止误入。
- ⑤有剂量分布监测装置与照射终止系统联锁,当剂量超过预选值或当剂量分布偏差超过预选值时,可自动终止辐照。
- ⑥有全部安全联锁设施的检查装置,能保证所有安全联锁系统保持良好的运行状态。
 - ⑦有时间控制联锁,当预选照射时间已定时,定时器能独立地使照射停止。
 - ⑧治疗床旁、TOMO 机上安装紧急止动按钮。

(2) 屏蔽防护

本项目 TOMO 机房由相应资质单位进行设计和施工,其主射方向朝向东侧、西侧、屋顶及地面。本项目 TOMO 机房内预留电缆线布设采用"U"型管道,通风管道采用"S"型穿墙方式,不会破坏墙体的屏蔽效果,本项目通风管道及电缆沟设计图见图 10-3。

(3) 源项控制

本项目 TOMO 购置于正规厂家,有用线束内杂散辐射和泄漏辐射不会超过国家规定的限值。

(4) 距离防护

本项目治疗区域将严格按照控制区和监督区划分实行"两区"管理,且在机房的人员通道门的醒目位置将张贴固定的电离辐射警告标志并安装工作状态指示灯。限制无关人员进入,以免受到不必要的照射。

(5) 时间防护

在满足诊断要求的前提下,在每次使用射线装置进行诊疗之前,根据诊断要求和病人实际情况制定最优化的治疗方案,选择合理可行尽量低的射线照射参数,以及尽量短的曝光时间,减少工作人员和相关公众的受照射时间,也避免病人受到额外剂量的照射。

(6) 安全装置

- ①操作人员隔室操作:本项目 TOMO 控制室与机房之间以墙体隔开,工作人员隔室对设备进行操作。
- ②机房内拟安装视频监控系统、对讲装置,控制室能通过视频监控观察机房内患者治疗的情况,并通过对讲装置与机房内患者联系。
- ③门机联锁装置: TOMO 与屏蔽门之间拟设联锁装置。屏蔽门未关好, TOMO 不能出束; TOMO 工作期间如将防护门打开,照射立即自动停止。
- ④紧急止动装置和紧急开门按钮:除了 TOMO 治疗床、主机以及控制台上自带的紧急止动按钮外,机房内墙非主射线位置上、迷道门出口处均设置有紧急止动按钮,以使误入人员按动紧急止动按钮就能使 TOMO 停机;迷道出口处设置了紧急开门按钮。
- ⑤工作状态显示及警示标识: TOMO 机房防护门外顶部拟设置工作状态指示灯。 TOMO 处于出束状态时,指示灯为红色,以警示人员注意安全; 当设备处于非出束状

态,指示灯为绿色。TOMO 机房屏蔽门上设置明显的电离辐射警告标志。

⑥在 TOMO 机房墙上安装固定式剂量报警装置(带剂量显示功能),探头安装在机房迷道内墙上(靠近防护门),只要迷道内的剂量超过预设的剂量阈值,就会报警提示人员不能进入机房,以防人员误入。

⑦时间防护:通过制定最优化的治疗、诊断方案尽量减少射线装置的照射时间。尽量减少人员与机房的近距离接触时间。

- ⑧个人防护: TOMO 机房的辐射工作人员每人佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。
- ⑨医院应每月对射线装置、安全联锁装置、机电设备等辐射防护设施设备进行检查,发现问题应及时维护、更换。

本项目 TOMO 机房辐射安全设施布置如图 10-4 所示。安全装置逻辑关系如图 10-5 所示。

(7) 分区防护

机房严格按照控制区和监督区划分实行"两区"管理,且在机房的人员通道门的醒目位置将张贴固定的电离辐射警告标志并安装工作状态指示灯。限制无关人员进入机房内的控制区,以免受到不必要的照射。

(二)新增头部伽马刀使用项目

1、机房屏蔽措施

本项目头部伽马刀治疗机房屏蔽设计见表 10-3。

场所 屏蔽防护设计 屏蔽设计参数(厚度及材质) 迷路内墙 500mm 砼 东墙 迷路外墙 500mm 砼 南墙 700mm 砼 西墙 650mm~800mm 砼 头部伽马刀 治疗机房 北墙 650mm 砼 主屏蔽 100mm 砼 (宽 4.80m) 屋顶 次屏蔽 500mm 砼 防护门 10mm 厚铅当量(1扇)

表 10-3 本项目头部伽马刀治疗机房防护屏蔽设计一览表

2、辐射安全措施

(1) 设备固有安全性

536657①放射源载体(源体)钻有向心性准直通道,用于装载钴源和初准直器。准

直通道的经纬度分布即为钴源的经纬度分布,使得源体旋转时 γ 射线形成多个锥面且不重叠,治疗时准直器始终对准病灶,使得焦点外所受剂量减至最小。源体一端空心轴由一对轴承支承于外屏蔽体上,由电机经减速机作源体驱动旋转,并通过特殊结构带动源体/开关体和准直体三位一体作同步旋转。源体外为外屏蔽体、门框和左右门扇所包绕,起屏蔽辐射作用。

- ②准直体由源体的内腔包容,源体旋转时通过特殊结构带动其旋转,并且其准直通道与源体和开关体的准直通道对合,形成治疗状态。治疗结束时,开关体关闭,源体停止转动,准直体自动回复,其准直通道与源体和开关体的准直通道错位,由另一组装有钨合金屏蔽棒的准直通道与源体对合,呈关闭状态。
- ③开关体为柱状结构,其作用是在治疗床定位过程中降低泄漏剂量,并在治疗过程中关闭相应角度,使治疗时的焦点剂量分布达到治疗计划要求。
- ④外屏蔽体为球台状的铸铁件,其作用是使治疗室空气泄漏剂量达到规定要求。 中心制有通孔,安装支承源体主轴筒的一对轴承,大端以阶梯环与门框联接,下底安装 在机座上。屏蔽体一侧开有台阶状长孔,作为装取钴源的通道。装源后由完全密合的屏 蔽阶梯块封闭,以屏蔽γ射线。
- ⑤屏蔽门分左右门扇,上下两端导轨与门框联接。左右门扇之间以阶梯齿啮合,以防γ射线泄漏。三维治疗床体进出时,左右门扇左右平行移动打开。
- ⑥操作台上设有一个钥匙开关用于控制 γ 刀控制系统的供电,没有钥匙时只能给电脑及监视对讲系统供电而无法给 γ 刀控制系统加电。
- ⑦只有完成治疗准备后(已正确输入准直器号、治疗时间,机房门已关闭等),才能启动按钮开始治疗,如果未完成治疗准备,不能启动治疗按钮。

(2) 屏蔽防护

本项目头部伽马刀治疗机房由相应资质单位进行设计和施工,本项目头部伽马刀治疗机房内预留电缆线布设采用"U"型管道,通风管道采用"S"型穿墙方式,不会破坏墙体的屏蔽效果,本项目通风管道及电缆沟设计图见图 10-6。

(3) 源项控制

本项目头部伽马刀购置于正规厂家,设备的杂散辐射和泄漏辐射不会超过国家规 定的限值。

(4) 距离防护

本项目治疗区域将严格按照控制区和监督区划分实行"两区"管理,且在机房的

人员通道门的醒目位置将张贴固定的电离辐射警告标志并安装工作状态指示灯。限制 无关人员进入,以免受到不必要的照射。

(5) 时间防护

在满足诊断要求的前提下,在每次使用头部伽马刀进行诊疗之前,根据诊断要求和病人实际情况制定最优化的治疗方案,选择合理可行尽量低的射线照射参数,以及尽量短的曝光时间,减少工作人员和相关公众的受照射时间,也避免病人受到额外剂量的照射。

(6) 安全装置

- ①操作人员隔室操作:本项目头部伽马刀控制室与机房之间以墙体隔开,工作人员隔室对设备进行操作。
- ②机房内拟安装视频监控系统、对讲装置,控制室能通过视频监控观察机房内患者治疗的情况,并通过对讲装置与机房内患者联系。
- ③门机联锁装置:头部伽马刀与屏蔽门之间拟设联锁装置,开门状态下不能出源照射,出源照射状态下若开门放射源自动回到头部伽马刀设备的安全位置。同时防护门拟设置手动开门装置。
- ④紧急止动装置和紧急开门按钮:除了头部伽马刀治疗床、设备主机上以及控制台上自带的紧急止动按钮外,机房内墙壁内侧、迷道门出口处均设置有紧急止动按钮,以使误入人员按动紧急止动按钮,头部伽马刀会执行紧急收源程序;迷道出口处设置了紧急开门按钮。
- ⑤工作状态显示及警示标识:头部伽马刀治疗机房防护门外顶部拟设置工作状态指示灯。头部伽马刀处于出源照射状态时,指示灯为红色,以警示人员注意安全;当头部伽马刀处于非出源照射状态,指示灯为绿色。头部伽马刀治疗机房屏蔽门上设置明显的电离辐射警告标志。
- ⑥在头部伽马刀治疗机房墙上安装固定式剂量报警装置(带剂量显示功能),探头安装在机房迷道内墙上,只要迷道内的剂量超过预设的剂量阈值,就会报警提示人员不能进入机房,以防人员误入。
- ⑦时间防护:通过制定最优化的治疗、诊断方案尽量减少射线装置的照射时间。尽量减少人员与机房的近距离接触时间。
- ⑧个人防护:头部伽马刀治疗机房的辐射工作人员每人佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。

- ⑨医院应每月对射线装置、安全联锁装置、机电设备等辐射防护设施设备进行检查,发现问题应及时维护、更换。
- ⑩⁶⁰Co 放射源由生产厂家负责放射源运输、换装,放射源更换前保存在贮源罐中, 医院不再设置放射源暂存柜或其他放射源暂存设施。
 - (f)医院承诺将退役 60Co 放射源委托原厂家回收处置。

本项目头部伽马刀治疗机房辐射安全设施布置如图 10-7 所示。

(7) 分区防护

机房严格按照控制区和监督区划分实行"两区"管理,且在机房的人员通道门的醒目位置将张贴固定的电离辐射警告标志并安装工作状态指示灯。限制无关人员进入机房内的控制区,以免受到不必要的照射。

三、辐射工作场所安防措施

为确保本项目射线装置及放射源的使用和储存安全,本项目采取的安全保卫措施见表 10-4。

项目	措施类别	对应措施
新增医用 射线装置 及放射源	防盗和防破坏	①各辐射工作场所机房及附属设施纳入医院日常安保巡逻工作范围,并划入重点区域,加强巡视管理,以防遭到破坏; ②工作场所根据需要设置监控摄像头实行 24h 实时监控; ③安排有专人进行管理和维护,并进行台账记录,一旦发生盗窃事件,并立即向公安机关报案; ④各辐射工作场所机房和邻近房间不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品等物品。
使用项目	防射线泄漏	①本项目所使用的射线装置及放射源购置于正规厂家,出厂时其杂散辐射和泄漏辐射不会超过国家规定的限值; ②本项目机房均已按照有关规范要求进行了辐射防护设计,射线装置及放射源在使用过程产生的泄露辐射较少,只要按照设计和环评要求进行落实,对周围环境影响较小。

表 10-4 辐射工作场所安防措施一览表

四、辐射安全防护设施对照分析

根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序(第三版)》和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》(川环函[2016]1400号)的要求,本次评价根据建设单位拟采取的辐射安全措施进行了对照分析,具体情况见表 10-5。

项目		规定的措施	落实情况	备注		
TOMO	四周墙体+迷道+屋顶屏蔽	改建	/			
机房	实体防护	铅防护门	已设计	/		

表 10-5 本项目辐射安全防护设施对照分析表

1		防止非工作人员操作的锁定开关	设备自带	/
	控制台及安全 联锁	治疗床、主机上以及控制台的具备紧急 停机按钮	设备自带	/
		电视监控与对讲系统	设备自带	/
	47, 67	条件显示联锁、控制超剂量的联锁装 置、时间控制联锁	设备自带	/
		门机联锁、门灯联锁等安全联锁	需配备	/
		入口处电离辐射警示标志	需配备	/
	警示装置	入口处设备工作状态显示	需配备	/
	言小衣且	机房内准备出束音响提示	设备自带	/
		控制台上蜂鸣器	设备自带	/
		紧急开门装置	需配备	/
	紧急设施	监控、对讲装置	需配备	/
		机房内紧急停机按钮	需配备	/
		机房内固定式剂量报警仪	需配备	/
	监测	个人剂量报警仪	需配备	/
	血火	个人剂量计	需配备	/
		便携式 X 射线辐射监测仪	需配备	/
		机房门防夹装置	需配备	/
	其他	通风系统	已设计	/
	共他	火灾报警仪	已设计	/
		灭火器材	已设计	/
	实体防护	四周墙体+迷道+屋顶屏蔽	改建	/
	关件例 扩	铅防护门	已设计	/
		防止非工作人员操作的锁定开关	设备自带	/
	装置安全设施	主机外表电离辐射警示标志	需配备	/
		控制台紧急停止照射按钮	设备自带	/
头部伽		治疗室固定式辐射水平监测仪	需配备	/
马刀治		出源联锁 (门机连锁)	设备自带	/
疗机房		放射源返回储源器的应急开关	设备自带	/
	场所安全设施	电视监控与对讲系统	需配备	/
		入口处电离辐射警示标志	需配备	/
		入口处源工作状态显示	需配备	/
		停电或意外中断照射时声光报警	需配备	/
	监测	个人剂量报警仪	需配备	/

	个人剂量计	需配备	/
	便携式 X 射线辐射监测仪	需配备	/
	通风设施	已设计	/
++ /.1.	火灾报警仪	已设计	/
其他	患者防护	需配备	/
	灭火器材	需配备	/

五、环保设施及投资分析

本项目环保投资主要用于辐射防护屏蔽工程建设、场所和人员的安全防护措施建设等。项目总投资*万元,环保投资*万元,占总投资的*。本项目环保投资见表 10-6。 表 10-6 项目辐射安全防护与环保设施(措施)投资一览表(略)

今后在实践中,医院应根据国家发布的法规内容,结合自身实际情况对环保设施 做相应补充,使之更能满足实际需要和法规要求。

三废治理

一、施工期

1、施工扬尘

本项目施工期短,拟采取扬尘治理措施包括:①安排人员在干燥天气洒水降尘;② 及时清运施工场地建筑废渣,避免二次起尘;③对施工车辆进出口路面进行清扫。

2、废水

施工期间产生废水主要为施工人员生活污水,施工人员生活污水利用医院内既有污水处理设施处理。

3、施工噪声

项目施工期拟采取降噪措施如下:①合理安排施工时间,夜间禁止施工;②选用低噪施工设备;③运输车辆必须限速、严禁鸣笛。

4、固体废物

施工期产生的固体废物主要包括房屋改造装修过程产生的废建渣、废建材,施工人员产生的生活垃圾及设备安装后产生的废包装材料。由施工单位安排车辆运至政府部门指定地点堆放处置。

5、电离辐射

TOMO 及头部伽马刀设备安装调试时必须确保各屏蔽体屏蔽到位,在进出口门外设立电离辐射警告标志,禁止无关人员靠近。

二、营运期

(一)新增 TOMO 使用项目

1、废水治理

本项目 TOMO 冷却系统采用蒸馏水,内循环使用不外排,不会产生废水。本项目工作人员产生生活污水依托医院已有污水处理站处理。

2、废气治理

为了减少废气对人员产生的影响,TOMO 机房设置独立的通排风系统。根据设计院提供的设计方案,本项目 TOMO 机房容积约为 230m³,为满足《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)中"治疗室通风换气次数不应小于 4次/h"的要求,机房内配备的通风系统设计风量应不小于 920m³/h,本项目机房内通风系统设计排风量为1100m³/h,满足相关要求。

本项目机房进风管道采用"S"型管道,进风口位于南侧顶部(距地面约 3m 处);排风管道采用"S"型管道,排风口位于机房北侧墙体距地面约 20cm 处,室内气体由通排风系统统一抽排至室外进行排放。本项目 TOMO 机房进排风口位置见图 10-8。

2、废水

医院建有污水处理站一座,医院废水经污水处理站处理后,达到相关标准后经市 政污水管网进入城市污水处理厂处理。医院污水处理站现有处理能力能够满足现有生 活污水及医疗废水产生量和排放量的排放需求。

3、噪声

本项目噪声源为 TOMO 机房通排风装置,该装置采用低噪声设备,经建筑物墙体隔声及医院场址内的距离衰减后,运行期间厂界噪声可达到相关标准要求。

4、固体废物

本项目产生的固体废物主要为工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾,均集中暂存于院区内垃圾暂存间,由环卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理厂处置。

(二)新增头部伽马刀使用项目

1、废水治理

本项目工作人员产生生活污水依托医院已有污水处理站处理。

2、废气治理

为了减少废气对人员产生的影响,头部伽马刀治疗机房设置独立的通排风系统。 根据设计院提供的设计方案,本项目头部伽马刀治疗机房容积约为 145m³,为满足《放 射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)中"治疗室通风换气次数不应小于 4 次/h"的要求,机房内配备的通风系统设计风量应不小于 580m³/h,本项目机房内通风系统设计排风量为 800m³/h,满足相关要求。

本项目机房进风管道采用"S"型管道,进风口位于北侧顶部(距地面约 3m 处);排风管道采用"S"型管道,排风口位于机房南侧及北侧墙体距地面约 20cm 处,室内气体由通排风系统统一抽排至室外进行排放。本项目头部伽马刀治疗机房进排风口位置见图 10-9。

2、废水

医院建有污水处理站一座,医院废水经污水处理站处理后,达到相关标准后经市 政污水管网进入城市污水处理厂处理。医院污水处理站现有处理能力能够满足现有生 活污水及医疗废水产生量和排放量的排放需求。

3、噪声

本项目噪声源为头部伽马刀治疗机房通排风装置,该装置采用低噪声设备,经建筑物墙体隔声及医院场址内的距离衰减后,运行期间厂界噪声可达到相关标准要求。

4、固体废物

本项目产生的固体废物主要为工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾,均集中暂存于院区内垃圾暂存间,由环卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理厂处置。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目施工过程中有施工机械噪声、施工扬尘、建筑废渣及施工废水产生。另外, 本项目设备由销售单位安排专业人员调试,设备调试阶段会产生 X 射线或 γ 射线。

(1) 施工扬尘

项目施工期间扬尘主要源于道路运输起尘和墙体凿补起尘,通过湿法作业,保持路面清洁,限速行驶和洒水降尘等措施可有效降低扬尘影响。本项目工程量小,采取上述措施后,项目施工对大气环境影响轻微。

(2) 施工废水

施工期产生废水主要为施工人员生活污水,经医院既有污水处理站处理达标后排入市政污水管网,最终经城市污水处理厂处理达标后排放。因此,施工期产生废水对环境影响轻微。

(3) 施工噪声

项目施工期产噪设备包括电钻、电锤和角磨机等。为有效降低施工噪声对周边环境敏感目标的影响,拟采取以下降噪措施:

- ①合理安排施工时间,禁止夜间施工;
- ②选用低噪设备,加强设备维护保养;
- ③轻型载重机必须限速行驶并严禁鸣笛。

采取上述措施后,能够明显降低施工阶段的噪声影响。建设单位应加强施工管理,加快投资和建设进度,尽量缩短工期,降低对周边环境的影响时间和程度。

(4) 施工固废

施工期产生的固体废物主要包括房屋改造装修过程产生的废建渣、废建材,施工人员产生的生活垃圾及设备安装后产生的废包装材料。由施工单位安排车辆运至政府部门指定地点堆放。通过采取上述措施后,施工固废对周边环境的影响较小。

(5) 调试阶段辐射影响分析

本项目设备调试工作由设备厂家专业人员进行操作,调试阶段各机房工程屏蔽措施、辐射安全防护措施(出入口控制措施、门灯联锁装置、紧急停机开关等)均应安装或配置到位,禁止无关人员进入机房。由于本项目涉及的射线装置和放射源的安装和调试均在机房内进行,经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设

备安装完成后,医院方需及时回收包装材料及其它固体废物并作为一般固体废物进行 处置,不得随意丢弃。

由于施工期短,施工量小,通过对施工时间段的控制以及施工现场管理等手段,施工期对环境产生的影响较小,并且该影响随施工期的结束而消失。

运行阶段对环境的影响

一、新增使用 TOMO 使用项目

根据建设单位和设备供货单位提供的资料,本项目TOMO系统的X射线为6MV, 靶至等中心的距离为85cm;等中心处治疗野:床行进方向的长度为1cm~5cm可调,在治疗束中心轴旋转平面上与治疗束中心轴垂直方向上的宽度为40cm;有用线束0.85m处最大剂量率为850cGy/min,泄漏辐射比率为0.1%。

根据医院提供的资料, TOMO 系统每天治疗工作量为 30 人次, 每周 5d, 每年工作 50 周, 患者治疗照射出束时间约为 2min, 年治疗出束时间为 250h。

1、TOMO 机房关注点及剂量率参考水平

(1) TOMO 机房屏蔽设计分析

TOMO 机房屏蔽措施见下表:

场所 屏蔽防护设计 屏蔽设计参数(厚度及材质) 主屏蔽宽度 主屏蔽 2.50m 砼 4.00m 东墙 次屏蔽 1.50m 砼 / 迷路内墙 1.00m 砼 / 南墙 迷路外墙 1.50m 砼 主屏蔽 2.50m 砼 4.00m TOMO 西墙 机房 次屏蔽 1.50m 砼 北墙 次屏蔽 1.50m 砼 主屏蔽 2.50m 砼 4.00m 屋顶 次屏蔽 1.50m 砼 / 防护门 10mm 厚铅当量(1扇)

表 11-1 本项目 TOMO 机房防护屏蔽设计一览表

TOMO 机房平面布局图见附图 5, TOMO 机房设计结构及预测点位分布示意图详见图 11-1(预测点取墙体或者防护门外 0.3m 处)。

(2) 各关注点剂量率参考水平

根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分: 电子直线加速器放射治疗机房》 (GBZ/T201.2-2011) 4.1 和 4.2 和附录 A 内容,本项目机房内各关注点剂量率参考水平按下式进行计算:

a) 单一有用线束:

式中: H—导出剂量率参考控制水平, μSv/h;

 \dot{H}_c —周剂量率参考控制水平,职业人员取 5000 μ Sv/a,公众取 100 μ Sv/a;

t—治疗装置年工作时间,本项目取 250h;

U—有用线束向关注位置的方向照射的使用因子;

T—人员在相应关注点驻留的居留因子。

b) 单一泄漏辐射:

$$\dot{H} = \dot{H}_c/(N \cdot t \cdot T) \dots$$
 $\vec{$ 11-2

式中: H-导出剂量率参考控制水平, μSv/h;

 \dot{H}_c —周剂量率参考控制水平,职业人员取 5000 μ Sv/a,公众取 100 μ Sv/a;

N—调强治疗时用于泄露辐射的调强因子,通常取N=5;

t—治疗装置年工作时间,本项目取 250h;

T—人员在相应关注点驻留的居留因子。

根据式 11-1, 本项目 TOMO 机房各关注点剂量率参考水平,详见表 11-2。

表 11-2 本项目 TOMO 机房各关注点剂量率参考水平一览表

	居留因子	受照类型	Н	关注点最高剂量率 参考水平 ^①	关注点剂量率参 考控制水平
а	1/4	公众照射	0.32	10	0.32
b	1/4	公众照射	0.32	10	0.32
<i>C</i> 1	1/4	公众照射	0.32	10	0.32
C2	1/4	公众照射	0.32	10	0.32
d_{I}	1/4	公众照射	0.32	10	0.32
d_2	1/4	公众照射	0.32	10	0.32
l	,	/	/	100 [©]	100
m_I	/	/	/	100	100

m_2					
e	1/4	公众照射	0.32	10	0.32
f	1/4	职业照射	16.00	10	2.5 [®]
k	1/4	职业照射	16.00	10	2.5 [®]
g	1/8	公众照射	0.64	10	0.64

注: ①本项目取 GBZ/T201.2-2011 中 4.2.1 给出关注点最高剂量率参考水平 $H_{c.max} \le 2.5$ μSv/h(人员居留因子 $\ge 1/2$ 场所)和 $H_{c.max} \le 10$ μSv/h(人员居留因子< 1/2 场所);

- ②屋顶无建筑且无人员居留,根据 GBZ/T201.2-2011 中 4.2.2 取 100μSv/h;
- ③保守取其剂量率参考控制水平为 2.5μSv/h。

2、TOMO 机房屏蔽体厚度校核

(1) TOMO自屏蔽铅块屏蔽尺寸核算

本项目TOMO设备X射线最大出射角为24.68°,等中心点与自屏蔽铅块外表面距离固定为743.5mm,源轴距为850mm,可以估算出有用束在自屏蔽铅块外表面处的投影为半径374.93mm的圆,TOMO自屏蔽铅块长度为889mm(即等中心点两侧均为444.5mm),大于投影圆形直径(等中心点两侧大于投影圆形半径),自屏蔽铅块尺寸能够满足有用束方向屏蔽尺寸要求,详见图11-2。

本项目TOMO主射线束方向自带屏蔽装置,自屏蔽装置完全可以屏蔽主线束。因 此不再对TOMO机房主屏蔽区宽度进行校核。

(2) 机房屏蔽体厚度校核

在TOMO系统机架旋转治疗筒内,有用束对应的筒壁区带有12.5cm的铅板,由于 其和治疗筒结构件的总屏蔽效能,使有用束对应的治疗筒外的辐射剂量与泄漏辐射相 当。

根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第2部分:电子直线加速器放射治疗机房》 (GBZ/T201.2-2011),本项目TOMO机房忽略患者散射辐射,按屏蔽泄漏辐射考虑机 房屏蔽;对有用线束直接投射的区域,也按泄漏辐射考虑。

治疗装置还带有3.5MVX射线低辐射输出剂量的CT影像引导设备,其所致患者剂量约45cGy/min,TOMO机房满足对该CT的辐射屏蔽要求。

①主屏蔽区及侧屏蔽区厚度校核

根据 GBZ/T201.2-2011 的相关公式对主屏蔽区、迷道外墙、迷道内墙、侧屏蔽墙进行厚度核算。屏蔽所需要的屏蔽透射因子 B 按下式进行计算。

$$B = \frac{\dot{H}_C}{\dot{H}_0} \cdot \frac{R^2}{f} \cdots$$
 式 11-3
$$X_e = TVL \cdot Log B^{-1} + (TVL_1 - TVL) \cdots$$
 式 11-4

$$X = X_e \cdot \cos \theta \cdot \cdot \cdot \cdot \rightrightarrows 11-5$$

式中: B——屏蔽投射因子;

 \dot{H}_c ——剂量率参考控制水平, $\mu Sv/h$;

加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶(以下简称靶) 1m 处的常用最高剂量率,μ $Sv\cdot m^2/h$,本项目为 4.34×10^8 μ $Sv\cdot m^2/h$;

R——靶点至参考点的距离, m, 本项目参考点为相应屏蔽体外 30cm;

f——对有用线束为 1,对泄漏辐射为泄漏辐射比率,0.1%;

 X_e —有效屏蔽厚度 (mm);

X——设计屏蔽厚度, cm;

θ——斜射角。

 TVL_I (cm)和 TVL(cm)为辐射在屏蔽物质中的第一个什值层厚度和平衡什值层厚度,当未指明 TVL_I 时, $TVL_I=TVL$ 。可根据加速器 X 射线能量查 GBZ/T 201.2-2011的附录 B 表 B.1。

②与主屏蔽区相连的次屏蔽区屏蔽厚度核算

根据 GBZ/T201.2-2011 中 D2.3.1 内容,本项目 TOMO 机房忽略患者散射辐射,按屏蔽泄漏辐射考虑机房屏蔽;对有用线束直接投射的区域,也按泄漏辐射考虑。故对于与主屏蔽区相连的次屏蔽区按照泄漏辐射考虑机房屏蔽。

③迷道内墙、外墙屏蔽设计核算

计算模式及参数选取:①迷道内墙: $O_1 \rightarrow g$ (泄漏射线),①迷道外墙: $O_2 \rightarrow k$ (泄漏射线)。迷道内墙、外墙屏蔽区厚度核算见表 11-5。

④防护门屏蔽设计核算

根据 GBZ/T201.2-2011 的相关公式对机房防护门核算公示如下:

$$X_e = TVL \cdot Log B^{-1} \quad \cdots$$
 式 11-6
$$B = \frac{\dot{H}_C - \dot{H}_{og}}{\dot{H}_g} \quad \cdots$$
 式 11-7
$$H_g = \frac{\alpha_{ph} \cdot (\frac{F}{400})}{R_1^2} \cdot \frac{\alpha_2 \cdot A_2}{R_2^2} \cdot \dot{H}_0 \quad \ldots$$
 式 11-8

式中, H: 加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶(以下简称靶) 1m 处的常用最高剂量率, $\mu Sv \cdot m^2/h$,本项目为 $4.34 \times 10^8 \mu Sv \cdot m^2/h$;

 α_{ph} : 患者 400cm^2 面积上垂直入射 X 射线散射至距其 1m (关注点方向)处的剂量比例,又称 400cm^2 面积上的散射因子。查 GBZ/T 201.2-2011 表 B.2。

F: 治疗装置有用线束在等中心处的最大治疗野面积, cm^2 ,本项目为 $5cm\times40cm=200cm^2$;

 α_2 一砼墙入射的患者散射辐射的散射因子,本项目 i 处的入射角取 45^0 ,散射角取 0° ,具体取值见 GBZ/T201.2-2011 附录表 B.6,通常使用其 0.5MeV 栏内的值;

 A_2-i 处的散射面积, \mathbf{m}^2 ;

 R_i 一等中心点到 i 之间的距离(由 CAD 图纸上读出), m;

 R_2-i 到 g 之间的距离(由 CAD 图纸上读出), m。

经计算,最终得到的防护门屏蔽铅当量厚度为 7mm,实际设计为 10mm 铅板,可满足屏蔽要求。

⑤小结:经过对机房主屏蔽区、侧屏蔽墙、和迷道内、外墙厚度校核,与主屏蔽区相连的次屏蔽区屏蔽厚度校核显示,本项目四周墙体厚度、迷道厚度和顶部厚度均满足要求。

3、TOMO 设备对关注点产生的剂量估算

在TOMO系统机架旋转治疗筒内,有用束对应的筒壁区带有12.5cm的铅板,由于 其和治疗筒结构件的总屏蔽效能,使有用束对应的治疗筒外的辐射剂量与泄漏辐射相 当。

根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第2部分:电子直线加速器放射治疗机房》 (GBZ/T201.2-2011),本项目TOMO机房忽略患者散射辐射,按屏蔽泄漏辐射考虑机 房屏蔽;对有用线束直接投射的区域,也按泄漏辐射考虑。

①主屏蔽及侧屏蔽墙屏蔽效果预测(a 点、b 点、l 点、e 点及 f 点)

射线路径(射线类型): $O_2 \rightarrow a$ (泄漏射线), $O_1 \rightarrow b$ (泄漏射线), $O_4 \rightarrow l$ (泄漏射线), $O \rightarrow e$ (泄漏射线), $O \rightarrow f$ (泄漏射线)。

使用 GBZ/T201.2-2011 的相关公式计算,在给定的屏蔽物质厚度 X(cm)时,首先计算有效厚度 X_e (cm),估算屏蔽物质的屏蔽透射因子 B,再计算相应辐射在屏蔽体外关注点的剂量率。

$$B = 10^{-(X_e + TVL - TVL_1)/TVL}$$
 \pm 11-9

式中, TVL_l (cm)和 TVL(cm)为辐射在屏蔽物质中的第一个什值层厚度和平衡

什值层厚度,当未指明 TVL_I 时, $TVL_I=TVL$ 。可根据加速器 X射线能量查 GBZ/T 201.2-2011 的附录 B 表 B.1。

本项目中,a 点、b 点、l 点相应厚度主屏蔽的 B 值核算见表 11-6。

$$\dot{H} = \dot{H}_0 \cdot f \cdot B/R^2$$
 ······式 11-10

式中, \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(以下简称靶) 1m 处的常用最高剂量率, $\mu Sv \cdot m^2/h$,本项目为 $4.34 \times 10^8 \mu Sv \cdot m^2/h$;

R——靶点至参考点的距离, m, 本项目参考点为相应屏蔽体外 30cm; f——对有用线束为 1, 对泄漏辐射为泄漏辐射比率, 0.1%。

将各参数代入模式计算,得到相应辐射在屏蔽体外关注点的剂量率*H* (μSv/h),辐射剂量率计算参数和计算结果见表 11-6。

②与主屏蔽区相连的次屏蔽区的屏蔽效果预测(c_1 点、 c_2 点、 d_1 点、 d_2 点及 m_1 点、 m_2 点)

射线路径(射线类型): $O \rightarrow c_I$ (泄漏射线), $O \rightarrow c_2$ (泄漏射线), $O \rightarrow d_I$ (泄漏射线), $O \rightarrow d_2$ (泄漏射线), $O \rightarrow m_I$ (泄漏射线), $O \rightarrow m_Z$ (泄漏射线)。

将各参数代入模式计算,得到相应辐射在屏蔽体外关注点的剂量率 \dot{H} ($\mu Sv/h$),辐射剂量率计算参数和计算结果见表 11-7。

③迷道内墙、外墙屏蔽设计核算(g点及 k点)

射线路径(射线类型): $O_I \rightarrow g$ (泄漏射线), $O_2 \rightarrow k$ (泄漏射线)。将各参数代入模式计算,得到相应辐射在屏蔽体外关注点的剂量率 \dot{H} ($\mu Sv/h$), 辐射剂量率计算参数和计算结果见表 11-8。

④机房入口防护门屏蔽核算

射线路径(射线类型): $O_I \rightarrow O \rightarrow i \rightarrow g$ (散射射线), $O_I \rightarrow g$ (泄漏射线)。

g 点处的散射辐射剂量率按照公式 11-8 计算,入口门外的总辐射剂量率计算如下:

$$\dot{H} = \dot{H}_{\#_0} \cdot 10^{-\left(\frac{X}{TVL}\right)} + \dot{H}_{og} \dots \vec{x}$$
 11-11

式中 \dot{H}_{th} —g点处的散射辐射剂量率;

X—防护门铅屏蔽厚度, cm:

TVL—辐射在铅中的什值层, cm, 取 0.5cm

辐射剂量率计算参数和计算结果见表 11-9。

⑤预测计算汇总及评价

综上所述, TOMO 机房墙、顶、门外理论估算结果汇总见表 11-10。

$$D_{Eff} = K_{\alpha} \cdot t \cdot T \cdot U \quad \dots \quad \vec{\exists} \ 11-12$$

上式中: D_{Eff} 一考察点人员有效剂量(Sv);

 K_{α} 一考察点的空气比释动能率(Gy/h);

t一考察点处受放射性核素影响的时间(h);

T—居留因子,全部居留 T=1, 部分居留 T=1/4, 偶尔居留 T=1/16;

U一使用因子; 简化估算:1mGy 近似为 1mSv。

将机房外各典型点瞬时辐射剂量率、使用因子、居留因子值代入式 11-12, 按设备 年出束时间 250h 估算来核实典型点处的人员年有效剂量值。

本项目 TOMO 机房位于放疗中心一层,保护目标剂量估算主要考虑机房周围辐射工作人员和公众的受照剂量。考察点人员的年有效剂量由《辐射防护导论》给出的公式进行估算,计算结果见表 11-10。

由表 11-10 结果可知,该 TOMO 设备投入运行后,辐射工作人员年有效剂量最大为 0.016mSv,周围公众年有效剂量最高为 0.010mSv,均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中剂量限值要求和本项目管理目标剂量约束值要求(职业人员年有效剂量不超过 5mSv,公众年有效剂量不超过 0.1mSv)。

4、保护目标的环境影响分析

由上述理论估算结果可知,该 TOMO 投入运行后,TOMO 机房周围辐射工作人员及公众年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中剂量限值要求和本项目管理目标剂量约束值要求(职业人员年有效剂量不超过 5mSv,公众年有效剂量不超过 0.1mSv)。

由于本项目四周环境保护目标距机房墙体相对较远(远大于表面 0.3m),故本项目敏感点处公众所受的辐射剂量将小于上述理论计算值。

二、新增头部伽马刀治疗项目

根据建设单位和设备供货单位提供的资料,本项目拟新增的头部伽马刀型号为 SRRS+,内含 30 枚 60 Co 放射源,属II类放射源,初始装源总活度为 2.88× 10 14Bq

(7800Ci),单源装填活度为: 9.6×10¹²Bq,初始装源时焦点剂量率为 3Gy/min,放射源到焦点最近距离为 407mm,最远距离为 439mm。

根据医院提供的资料,头部伽马刀每天治疗工作量为 10 人次,每周 5d,每年工作50 周,患者治疗照射出束时间约为 10min,年治疗出束时间为 417h。

1、头部伽马刀治疗机房关注点及剂量率参考水平

(1) 头部伽马刀治疗机房屏蔽设计分析

头部伽马刀治疗机房屏蔽措施见下表:

表 11-11 本项目头部伽马刀治疗机房防护屏蔽设计一览表

场所	屏蔽防护设计		屏蔽设计参数(厚度及材质)	
	左	迷路内墙	500mm 砼	
	东墙	迷路外墙	500mm 砼	
	南	墙	700mm 砼	
头部伽马刀	西	墙	650mm~800mm 砼	
治疗机房	北	墙	650mm 砼	
	見伝	主屏蔽	100mm 砼(宽 4.80m)	
	屋顶 次屏蔽		500mm 砼	
	防劫	户门	10mm 厚铅当量(1 扇)	

头部伽马刀治疗机房平面布局图见附图 6,头部伽马刀治疗机房设计结构及预测点位分布示意图详见图 11-3(预测点取墙体或者防护门外 0.3m 处)。

(2) 各关注点剂量率参考水平

根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 3 部分: γ射线放射源治疗机房》 (GBZ/T201.3-2014) 4.1 和附录 A内容,本项目机房内各关注点剂量率参考水平按下式进行计算:

$$\dot{H} = \dot{H}_c/(t \cdot U \cdot T)$$
...........式 11-13

式中: H-导出剂量率参考控制水平, μSv/h;

 \dot{H}_c —周剂量率参考控制水平,职业人员取 5000 μ Sv/a,公众取 100 μ Sv/a;

t—治疗装置年工作时间,本项目取 417h:

U—关注位置的方向照射的使用因子:

T—人员在相应关注点驻留的居留因子。

本项目头部伽马刀治疗机房各关注点剂量率参考水平,详见表 11-12。

	表 11-12 本项目头部伽马刀治疗机房各关注点剂量率参考水平一览表							
关注点	居留因子	受照类型	Н̈́	关注点最高剂量率 参考水平 ^①	关注点剂量率参 考控制水平			
а	1/4	公众照射	0.96	10	0.96			
b	1/4	公众照射	0.96	10	0.96			
С	1/4	公众照射	0.96	10	0.96			
d	1	职业照射	11.2	2.5	2.5			
e	1	职业照射	11.2	2.5	2.5			
l								
m_I	/	/	/	100°	100			
m_2								
g	1/8	公众照射	1.92	10	1.92			

注: ①本项目取 GBZ/T201.3-2014 中 4.1.1 给出关注点最高剂量率参考水平 $H_{c.\ max} \le 2.5$ μSv/h(人员居留因子 $\ge 1/2$ 场所)和 $H_{c.\ max} \le 10$ μSv/h(人员居留因子< 1/2 场所);

2、头部伽马刀治疗机房屏蔽体厚度校核

根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第3部分: γ射线放射源治疗机房》 (GBZ/T201.3-2014) "7 γ刀治疗机房的屏蔽计算与注意事项",本项目头部伽马 刀治疗机房不考虑有用线束的屏蔽。

根据厂家提供的玛西普SRRS+型头部伽马刀在工作状态下治疗室内剂量实测值,该装置在距地85cm的水平面上所受剂量率分布图详见图11-4,过焦点的垂直面剂量率分布详见图11-5。本项目采用该辐射水平矩阵图对机房治疗室屏蔽防护能力进行校核及预测。

依据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 3 部分: γ 射线源放射治疗机房》(GBZ/T 201.3-2014),屏蔽所需要的屏蔽透射因子 B 按下式进行计算:

$$B = \frac{\dot{H_c}}{\dot{H_0}}$$
式 11-14
 $X = TVL \cdot Log B^{-1} + (TVL_1 - TVL) \cdots$ 式 11-15
 $X = X_e \cdot \cos \theta \cdots$ 式 11-16

式中: \dot{H}_c —屏蔽体外剂量率参考控制水平, $\mu Sv/h$;

 \dot{H}_0 一屏蔽前剂量率水平,依据设备厂家提供的辐射剂量率分布图,选取最接近机房墙内表面的最大辐射剂量率并通过距离的平方成反比换算为该点处屏蔽前剂量率水平,单位为 μ Sv/h;

②屋顶无建筑且无人员居留,根据 GBZ/T201.3-2014 中 4.1.2 取 $100\mu Sv/h$ 。

结合本项目头部伽马刀治疗室的尺寸及机器在治疗室内的摆放方位,并结合图 11-4 及图 11-5 数据进行取值;

 X_e —有效屏蔽厚度 (mm);

X--屏蔽物厚度(mm);

 TVL_{I} —辐射在屏蔽物质中的第一个什值层厚度,单位为毫米(mm),未指明 TVL_{I} 时, TVL_{I} = TVL;

TVL—辐射在屏蔽物质中的平衡什值层厚度,单位为毫米(mm)。

 θ —斜射角,即入射角与物质平面的法线的夹角。

根据《辐射防护导论》表3.6,本项目混凝土中的TVL取 203mm,铅中的TVL取 40mm。

头部伽马刀治疗机房墙体辐射防护设计核算结果,详见表 11-13。

根据表 11-13 校核结果,本项目头部伽马刀治疗机房四周墙体厚度、迷道厚度、顶部厚度及铅防护门厚度均满足屏蔽要求。

3、头部伽马刀设备对关注点产生的剂量估算

根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 3 部分: γ 射线源放射治疗机房》(GBZ/T201.3-2014),在给定的屏蔽物质厚度 X(cm)时,首先按照公式 11-1 计算有效厚度 Xe(cm),按照式 11-17 计算屏蔽物质的屏蔽透射因子 B,依据设备厂家提供的辐射水平矩阵图,选取最靠近机房墙内表面的最大剂量率考虑距离衰减后再按照公式 11-19 计算相应辐射在屏蔽体外关注点的剂量率($\mu Sv/h$),公式如下:

$$B = 10^{-(X_e + TVL - TVL_1)/TVL}$$
 ······式 11-17 $X_e = X/\cos\theta$ ······式 11-18

式中各符号含义同前文。

$$H = \frac{H_{\mathbb{Z}} \cdot R_{\mathbb{Z}}^2}{R^2} \cdot B \cdots \overrightarrow{\pi}$$
 11-19

式中: H—屏蔽体外关注点的剂量率, $\mu Sv/h$;

 $H_{\text{图}}$ 一依据设备厂家提供的辐射水平矩阵图,选取最接近机房墙内表面的最大辐射剂量率,单位为 μ Sv/h,详见图 11-4 及图 11-5;

 R_{\boxtimes} —依据设备厂家提供的辐射水平矩阵图,选取的点位距辐射源点的距离,单位为米(m,详见图 11-4 及图 11-5;

R—辐射源点至关注点的距离,单位为米(m),本项目参考点均为相应墙

外 30cm。

将各参数代入模式计算,得到相应辐射在屏蔽体外关注点的剂量率*H* (μSv/h),辐射剂量率计算参数和计算结果见表 11-14。

4、头部伽马刀治疗机房预测计算汇总及评价

综上所述,头部伽马刀治疗机房墙、顶、门外理论估算结果汇总见表 11-14。将机房外各典型点瞬时辐射剂量率、使用因子、居留因子值代入式 11-12,按设备年出束时间 417h 估算来核实典型点处的人员年有效剂量值。

本项目头部伽马刀治疗机房位于放疗中心一层,保护目标剂量估算主要考虑机房 周围辐射工作人员和公众的受照剂量。考察点人员的年有效剂量由《辐射防护导论》 给出的公式进行估算,计算结果见表 11-15。

由表 11-15 结果可知,该头部伽马刀设备投入运行后,辐射工作人员年有效剂量最大为 0.170mSv,周围公众年有效剂量最高为 0.014mSv,均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中剂量限值要求和本项目管理目标剂量约束值要求(职业人员年有效剂量不超过 5mSv,公众年有效剂量不超过 0.1mSv)。

5、头部伽马刀非工作状态下(给病员摆位时)对辐射工作人员影响

在进行放射治疗前,工作人员需进入机房对病人进行摆位,此时放射源处于贮存状态,工作人员进行摆位时距离设备约 1m,,根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 3 部分: γ射线源放射治疗机房》(GBZ/T201.3-2014)附录 B.2 贮源状态下距源 1m 处的空气比释动能率不大于 20μSv/h,平均每位病人摆位 1min,年门诊量最大 2500 人次,则辐射工作人员摆位过程中年最大有效剂量为 0.833mSv。根据表 11-15 估算结果,控制室辐射工作人员年剂量估算值 0.170mSv,叠加后本项目头部伽马刀辐射工作人员年最大有效剂量为 1.371mSv,能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中剂量限值要求和本项目管理目标剂量约束值要求。

5、保护目标的环境影响分析

由上述理论估算结果可知,该头部伽马刀投入运行后,头部伽马刀治疗机房周围辐射工作人员及公众年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中剂量限值要求和本项目管理目标剂量约束值要求(职业人员年有效剂量不超过 5mSv,公众年有效剂量不超过 0.1mSv)。

由于本项目四周环境保护目标距机房墙体相对较远(远大于表面 0.3m),故本项

目敏感点处公众所受的辐射剂量将小于上述理论计算值。

三、TOMO 机房及头部伽马刀治疗机房叠加影响

由于本项目头刀治疗等候区同时位于 TOMO 机房西侧和头部伽马刀治疗机房东侧,故保守考虑 2 座机房之间的辐射叠加对该处公众的影响,将 TOMO 机房与头部伽马刀治疗机房预测结果进行叠加,估算结果详见表 11-16。

· 位置	人员可:	达处年有效剂量(mSv/a	目标	结论	
1 <u>V. El.</u>	TOMO 机房	头部伽马刀治疗机房	合计	管理值(mSv/a)	
头刀治疗等候区 ^①	< 0.001	0.014^{\odot}	< 0.015	0.1	满足
头部伽马刀治疗机 房控制室	< 0.001	1.371	<1.372	5	满足
TOMO 机房控制室	<0.010 [©]	< 0.001	< 0.011	5	满足

表 11-16 本项目头刀治疗等候区叠加影响预测结果

注: ①关注点保守选取头部伽马刀治疗机房防护门外; ②关注点保守选取 TOMO 机房防护门外(距离控制室较近)。

由表 11-16 可知,本项目 TOMO 机房与头部伽马刀治疗机房同时出束,辐射工作人员及周围公众所受的年有效剂量均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中剂量限值要求和本项目管理目标剂量约束值要求。

四、三废影响分析

本项目设备运行过程中产生的污染物主要为 X 射线、γ 射线、臭氧、各机房内通排风系统运行噪声,以及日常工作过程中产生的办公垃圾、生活垃圾及生活污水。

1、大气环境影响分析

TOMO 在开机出束期间,产生的 X 射线与空气相互作用产生少量的臭氧 (O_3) 。 TOMO 机房内拟设置通排风系统,室内气体由通排风系统引自室外排放。

头部伽马刀在开机出束期间,产生的γ射线与空气相互作用产生少量的臭氧(O₃)。 头部伽马刀治疗机房内拟设置通排风系统,室内气体由通排风系统引自室外排放。

各辐射工作场所产生的臭氧经通排风系统排入环境大气后,经自然分解扩散,对环境产生影响较小。

2、声环境影响分析

本项目噪声源为各机房内通排风系统,该装置采用低噪声设备,经建筑物墙体隔 声及医院场址内的距离衰减后,对周围环境产生影响较小。

3、水环境影响分析

本项目 TOMO 冷却系统采用蒸馏水,内循环使用不外排,不会产生废水。

医院建有污水处理站一座,污水处理工艺采用二级处理+消毒工艺。本项目辐射工作人员产生的生活污水依托医院现有的污水处理站处理。

4、固体废物影响分析

本项目产生的固体废物主要为工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾,均集中暂存于院区内垃圾暂存间,由环卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理厂处置。

本项目产生的退役 60Co 放射源, 医院拟委托放射源生产厂家对其进行回收、处置。

四、射线装置报废

本项目设备报废时,必须进行去功能化(如拆解或者拆卸球管,把球管电线插头或接头剪断),确保装置无法再次通电使用,并按相应要求执行报废程序,将设备处理去向记录备案。

事故影响分析

一、事故分级

根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院令第709号)第四十条: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,详见表 11-17。

事故等级	事故类型
特别重大辐射事故	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	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	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	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。

表 11-17 辐射事故等级划分表

根据《实用辐射安全手册》(第二版)(丛慧玲,北京:原子能出版社)急性放射病的发生率以及急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系,见表 11-18。

表 11-18	急性放射病的发生	生率、死亡率与辐射剂量	遣的关系
			1

辐射剂量/Gy 急性放射病发生率		辐射剂量/Gy	死亡率/%
0.70	1	2.00	1
0.90	10	2.50	10
1.00	20	2.80	20

1.05	30	3.00	30
1.10	40	3.20	40
1.20	50	3.50	50
1.25	60	3.60	60
1.35	70	3.75	70
1.40	80	4.00	80
1.60	90	4.50	90
2.00	99	5.50	99

二、辐射事故识别

(一)新增 TOMO 使用项目

1、可能发生的辐射事故

本项目TOMO属于II类X射线装置,当设备运行时会产生X射线,关机时不会产生X射线,项目环境风险因子为X射线,根据其工作原理分析,考虑可能发生的事故工况主要有以下几种情况:

- ①装置在运行时,人员误入或滞留在治疗机房内而造成误照射: 医务人员或病人家属还未全部撤离治疗机房,操作间人员启动设备,造成滞留人员的误照射。
 - ③装置在检修、维护等过程中,检修、维护人员误操作,造成有关人员误照射。

2、事故工况估算

(1) 装置在运行时,人员误入或滞留机房内

①事故假设

医务人员或病人家属还未全部撤离治疗机房,操作间人员启动设备,造成滞留人员的误照射。

②剂量估算

假设考虑滞留人员在无其它屏蔽的情况下处于加速器照射头外 1m 远处的主射束方向,本项目TOMO开机治疗时,距焦点1m处X射线的最大吸收剂量率为614cGy/min。若事故情况下人员在此处停留超过0.05s,其所受剂量将超过5mSv。机房内设置有"紧急停止"按钮,只要按下此按钮就可以停机,人员受照时间保守取20s,则事故情况下人员在机房内受到的辐射剂量约为2Sv。

假设考虑误入人员在加速器启动后立即进入迷道中,根据影响分析章节中的结果,迷道内的剂量率约为6.413μSv/h。迷道内设置有"紧急停止"按钮,只要按下此按钮就可以停机,受照时间保守取20s,则事故情况下人员在迷道内受到的辐射剂量约为0.036μSv,人员受到的影响较小。

③事故后果

在上述事故情景假设条件下,受X射线源误照人员年剂量可能超过GB18871-2002 中的剂量限值及本项目确定的剂量管理约束值,属于一般辐射事故。

(2) 维修射线装置时, 人员受意外照射

①事故假设

装置在检修、维护等过程中、检修、维护人员误操作、造成有关人员误照射。

②剂量估算

假设考虑维修人员进行检修时,触动加速器开关,造成维修人员在无屏蔽的情况下处于加速器主射束方向受到误照射,本项目加速器开机治疗时,距焦点 1m 处 X 射线的最大吸收剂量率为 6.14Gy/min。本项目机房内设置有"紧急停止"按钮,只要按下此按钮就可以停机,则事故情况下人员在机房内距加速器不同距离处受到的辐射剂量见表 11-19。

③事故后果:

本项目设备床旁、机房墙面、迷道内及控制室内设置有"紧急停止"按钮,只要按下此按钮就可以停机,故受照时间保守取10s~20s,则在上述事故情景假设条件下,受X射线源误照人员所受剂量超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中的剂量限值要求和本报告表确定的剂量管理约束限值的要求(职业照射:5mSv),属于一般辐射事故。

3、事故工况辐射影响分析

根据X射线机的工作原理可知,当设备关机时不会产生X射线,不存在影响辐射环境质量的事故,只有当设备开机时才会产生X射线等危害因素。本项目医用电子直线加速器属于II类射线装置,事故情况下,人员误入或误照射情况下,可能导致人员受到超过年剂量限值的照射。

上述事故其危害结果及其所引发的放射性事故等级见表11-20。

表 11-20 项目环境风险因子、危险因素、危害结果及事故分级表

项目装置名称	主要环境 风险因子	危险因素	危害结果	事故等级
医用电子直线	X 射线 超剂量照射		射线装置失控导致人员受到超过年剂量	一般辐射
加速器	11/11/20	(6)11主流(7)	限值的照射。	事故

根据分析,本项目医用电子直线加速器可能发生的事故为一般辐射事故。

(二)新增头部伽马刀使用项目

1、可能发生的辐射事故

本项目头部伽马刀内放射源属于II类放射源,当设备运行时会产生γ射线,根据其

工作原理分析,考虑可能发生的事故工况主要有以下几种情况:

- ①由于管理不得到位,发生放射源丢失、被盗事件。
- ②装置在运行时,人员误入或滞留在治疗机房内而造成误照射: 医务人员或病人 家属还未全部撤离治疗机房,操作间人员启动设备,造成滞留人员的误照射;放射源卡 源事故造成人员误照射。
- ③装置在检修、维护、换源等过程中,检修、维护人员误操作,造成有关人员误照射。

2、事故工况估算

(1) 放射源丢失、被盗事件

①事故假设

由于管理不得到位,发生放射源丢失、被盗事件。

②剂量估算

本项目头部伽马刀内含 30 枚 60 Co 放射源,初始装源总活度为 2.88×10 14 Bq (7800Ci),单源装填活度为: 9.6×10 12 Bq(260Ci)。

单枚放射源丢失、被盗造成放射源处于裸露状态,γ射线直接照射人体身上,其受 照射剂量计算如下:

$$X = A \cdot \Gamma / l^2$$
 ······式 11-20
 $D = 8.73 \times 10^{-3} X$ ······式 11-21
 $E = D \cdot W_R \cdot W_T$ ······式 11-22

式中: A—单枚放射源的活度(Ci);

 Γ —放射性核素的常数 (R·m²/h·Ci) 本项目 ⁶⁰Co 取 1.31 R·m²/h·Ci:

X—照射量率(R/h):

l—参考点距离源的距离(m);

D—吸收剂量率(Gy/h);

E—有效剂量率(Sv/h);

 W_T —辐射权重,取1;

 W_R —权重因子,取 1。

放射源裸露状态下辐射环境γ有效剂量率不同距离计算结果见表 11-21。

根据表 11-21,放射源丢失、被盗造成放射源处于裸露状态下,头部伽马刀放射源影响范围(<1mSv/h)可达到 50m,同时大于 50m 范围随着时间推移也会导致公众超剂量照射。

根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条,II类放射源丢失、被 盗、失控事件属重大辐射事故。

(2) 放射源误照射事件

①事故假设

装置在运行时,人员误入或滞留在治疗机房内而造成误照射,装置在检修、维护、 换源等过程中,检修、维护人员误操作,造成有关人员误照射。

②剂量估算

本项目头部伽马刀内含 30 枚 ⁶⁰Co 放射源,初始装源总活度为 2.88×10¹⁴Bq(7800Ci),单源装填活度为: 9.6×10¹²Bq(260Ci)。初始装源时焦点剂量率为 3Gy/min,放射源到焦点最近距离为 407mm,假设考虑头部伽马刀运行时或卡源时人员误入机房(无其他屏蔽的情况),由于机房内和机房外控制台均设置有"紧急止动"按钮,只要误入人员按下此按钮就可以停机,则事故工况下人员所受剂量估算见表 11-22。

③事故后果

本项目设备床旁、机房墙面、迷道内及控制室内设置有"紧急停止"按钮,只要按下此按钮就可以停机,故受照时间保守取10s~20s,则在上述事故情景假设条件下,受γ射线源误照人员所受剂量超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中的剂量限值要求和本报告表确定的剂量管理约束限值的要求(职业照射:5mSv),属于一般辐射事故。

3、事故工况辐射影响分析

γ射线

上述事故其危害结果及其所引发的放射性事故等级见表11-23。

照射

表 11-23 项目环境风险因子、危险因素、危害结果及事故分级表

9人)急性重度放射病、局部器官残疾。

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。

一般辐射

事故

根据分析,本项目头部伽马刀可能发生的事故为一般或较大辐射事故。

三、事故防范措施

(60Co 放射源)

为了防止事故的发生,要求医院应严格执行以下风险预防措施:

- ①制定设备操作规程和安全规章制度,并严格落实操作规程等制度的"制度上墙"要求(即将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置)。在放射诊断操作时,至少有2名操作人员同时在场,操作人员须按照操作规程进行操作,并做好个人的防护。
- ②不得擅自改变设备的屏蔽结构;每月检查门灯连锁、门机连锁装置,确保安全联锁装置正常运行;每月对设备的安全装置进行维护、保养,对可能引起操作失灵的关键零配件需及时更换。
- ③定期对设备采取的安全防护措施、设施的安全防护效果进行检测或检查,核实各项管理制度的执行情况,对发现的安全隐患立即进行整改,避免事故的发生。
- ④加强控制区和监督区管理,在射线装置运行期间,加强对监督区公众的管理,限制公众在监督区长期滞留。
- ⑥制定事故应急预案、完善组织、落实经费、准备物资、加强演练、时刻准备应对可能发生的各种事故和突发事件。

以上各种事故的防范与对策措施,可减少或避免放射性事故的发生率,从而保证项目正常运营,也保障工作人员、公众的健康与安全。

四、应急措施

假若本项目发生了辐射事故, 医院应迅速、有效的采取以下应急措施:

- (1)一旦发生人员误照射等辐射事故时,操作人员应立即利用最近的紧急停机开 关切断设备电源。同时,事故第一发现者应及时向医院的辐射安全事故应急处理小组 及上级领导报告。辐射安全事故应急处理小组在接到事故报告后,应以最快的速度组 织应急救援工作,迅速封闭事故现场,禁止无关人员进入该区域,严禁任何人擅自移动 和取走现场物件(紧急救援需要除外)。
- (2)对可能受到超剂量照射的人员,尽快安排其接受检查和救治,并在第一时间 将事故情况通报当地生态环境主管部门、卫生等主管部门。
- (3) 迅速查明和分析发生事故的原因,制订事故处理方案,尽快排除故障。若不能自行排除故障,则应上报当地生态环境主管部门并通知进行现场警戒和守卫,及时组织专业技术人员排除事故。
 - (4) 事故的善后处理,总结事故原因,吸取教训,采取补救措施。
- 一旦发生辐射事故,医院应立即启动应急预案,采取有效的事故处理措施,防止事故恶化。事故发生后的2小时内填写《辐射事故初始报告表》,向当地生态环境主管部

门和公安部门报告。	造成或可能造成超剂量照射的,	还应同时向当地卫生健康行政部
门报告。		

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

一、辐射安全与环境保护管理机构的设置

(一) 组织机构

医院目前已成立辐射安全防护管理委员会(详见附件 5),并以文件形式明确了管理人员职责。其职责包括:

- 1、组织制定并落实放射诊疗和放射防护管理制度;
- 2、定期组织对放射诊疗工作场所、设备和人员进行放射防护检测、监测和检查;
- 3、组织放射诊疗工作人员接受专业技术、放射防护知识及有关规定的培训和健康 体检;
 - 4、制定放射事件应急预案并组织演练;
 - 5、记录发生的放射事件并及时报告卫生行政部门。

该机构人员设置如下:

取务
主任委员
主任委员
工志强(院长、党委副书记)
副主任委员 朱 军(党委书记)、杨华麟(总会计师、副院长)、王少清(业务副院长)
陈卫东(医务科副科长)、张晓蓉(安全环保科科长)、潘志华(放射科主任)
史育红(核医学科主任)、付波(肿瘤科主任)、刘伟(大外科副主任、普外二科主任)、章阳(大内科、消化内科主任)、王敏(核应急办主任)、叶昱(门诊部主任)、蒋敏(医学装备部副主任)、张海川(后勤保障部主任)、毕可为(后勤保障部副主任)、苏成华(保卫部副主任)、鄢光辉(保卫部副主任)办公室设在医务部(医务科)。

表 12-1 辐射安全管理委员会人员设置表

二、辐射工作岗位人员配置和能力分析

办公室主任: 陈卫东。

医院目前共有辐射工作人员*名,*名辐射工作人员均已参加辐射安全与防护学习并已取得辐射安全培训合格证书。

本项目拟配置辐射工作人员 12 人,根据《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》等要求,医院拟于近期安排新上岗未参加学习考核人员,在生态环境部"核技术利用辐射安全与防护培训平台"报名参加辐射安全与防护相关知识的学习,并参加考核,考核合格后上岗,同时建立并保存辐射工作人员的培训档案。

在辐射工作人员上岗前,医院应组织其进行岗前职业健康检查,并建立个人健康

档案,符合辐射工作人员健康标准的,方可参加相应的放射工作。在此基础上,环评 认为,本项目辐射工作人员的配置可满足要求的。

三、设备管理

本项目建成投运后,辐射安全管控措施包括:

定期对本项目设备门灯联锁及门机连锁等安全装置的有效性等进行检查,对辐射工作人员剂量进行归档管理,组织辐射工作人员辐射防护上岗培训,监督辐射工作人员执行相关操作规程等。

本项目 TOMO 报废时,必须进行去功能化(如拆解或者拆卸球管,把球管电线插头或接头剪断),确保装置无法再次通电使用,并按相应要求执行报废程序,将设备处理去向记录备案。

本项目产生的 60Co 退役放射源拟交由原厂家回收、处置。

辐射安全管理规章制度

放射源与射线装置

一、规章制度

根据《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》(川环函(2016)1400号)的相关要求中的相关规定,将建设单位现有的规章制度落实情况进行对比说明,见表 12-2。

		农12-2 相别女王自珪闸及闸足安木		
序	《四川省核技术利用	辐射安全监督检查大纲(2016)》要求	医院制	备注
号	制度	具体制度要求	定情况	金柱
1	辐射安全与环境保 护管理机构文件	明确相关人员的管理职责,全面负责单位辐射安全与环境保护管理工作	已制定	将本次新增设备 纳入其中
2	辐射工作场所安全 管理规定	根据单位具体情况制定辐射防护和安 全保卫制度,重点是射线装置运行和维 修时辐射安全管理	需完善	将本次新增设备 纳入其中
3	辐射工作设备操作 规程	明确辐射工作人员的资质条件要求、装置操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施。重点是明确操作步骤、出束过程中必须采取的辐射安全措施。	需完善	增加本项目拟新 增的射线装置及 放射源
4	辐射安全和防护设 施维护维修制度	明确射线装置(及含源射线装置)维修 计划、维修记录和在日常使用过程中维 护保养以及发生故障时采取的措施,确 保射线装置保持良好的工作状态。	需完善	增加本项目拟新增的射线装置及放射源
5	辐射工作人员岗位 职责	明确管理人员、辐射工作人员、维修人 员的岗位责任	需完善	辐射工作人员应 包含本次新增人

表 12-2 辐射安全管理制度制定要求

需完善

增加本项目拟新

应记载放射性同位素与射线装置台账,

	台账管理制度	记载射线装置及非密封放射物质的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项,同时对射线装置的说明书建档保存,确定台帐的管理人员和职责,建立台帐的交接制度		增的射线装置及 放射源
7	辐射工作场所和环 境辐射水平监测方 案	/	需完善	增加本项目拟新 增的射线装置及 放射源
8	监测仪器使用与校 验管理制度	/	需完善	/
9	辐射工作人员培训 制度	明确培训对象、内容、周期、方式及考核的办法等内容。及时组织辐射工作人员参加辐射安全和防护培训,辐射工作人员须通过考核后方可上岗。	需完善	根据最新的辐射 工作人员培训要 求进行完善
10	辐射工作人员个人 剂量管理制度	在操作射线装置及放射源时,操作人员 必须佩戴个人剂量计。医院定期将个人 剂量计送交有资质的检测部门进行测 量,并建立个人剂量档案	需完善	辐射工作人员应 包含本次新增人 员
11	辐射事故应急预案	针对医用射线装置及放射源应用可能 产生的辐射事故应制订较为完善的事故应急预案或应急措施。	需完善	将本次新增设备 纳入其中
12	质量保证大纲和质 量控制检测计划	/	需完善	/

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求,医院应对其制定的一系列相关管理制进行补充完善。

医院应按照《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》(川环函(2016)1400号)的要求,将《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射工作设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》悬挂于辐射工作场所并且上墙制度的内容应字体醒目,尺寸大小应不小于400mm×600mm。

建设单位应根据规章制度内容认真组织实施,并且根据国家发布的新的相关法律 法规内容,结合医院实际情况及时对各项规章制度补充修改,使之更能符合实际需要。

二、档案管理

核工业四一六医院应建立完整的辐射安全档案。需要归档的材料应包括以下内容:

- (1) 生态环境部门现场检查记录及整改要求落实情况。
- (2)设备使用期间射线装置和放射源异常情况说明以及其它需要记录的有关情况。

根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)》要求,档案资料应按以下八个大类分类: "制度文件"、"环评资料"、"许可证资料"、"射线装置台账"、"监测和检查纪录"、"个人剂量档案"、"培训档案"和"辐射应急资料"。

三、年度辐射安全评估制度

核工业四一六医院建立有年度辐射安全评估制度,医院应根据《四川省核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告格式》的要求,每年根据实际工作情况编制《安全和防护状况年度评估报告》并上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。

四、核技术利用辐射安全申报系统要求

根据生态环境部信息化管理要求,辐射工作单位办理辐射安全许可证审批环保手续时需在全国核技术利用辐射安全申报系统(以下简称"申报系统")进行网上申报(申报系统网址: rr.mee.gov.cn)。

辐射监测

本项目辐射防护监测包括个人剂量监测和工作场所监测:

一、个人剂量监测

1、个人剂量监测管理要求

辐射工作人员均应配有个人剂量计,并要求在开展工作期间必须佩戴个人剂量计。医院应按每季度1次(一年4次)的频率组织辐射工作人员进行个人剂量检测,并按《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)等要求,建立辐射工作人员个人剂量档案,将监测结果记录到个人剂量档案中。

个人剂量监测工作应当由具备资质的个人剂量监测技术服务机构承担。

- (1) 当单个季度个人剂量超过 1.25mSv 时,建设单位要对该辐射工作人员进行干预,要进一步调查明确原因,并由当事人在情况调查报告上签字确认; 当全年个人剂量超过 5mSv 时,建设单位需进行原因调查,并最终形成正式调查报告,经本人签字确认后,上报发证机关。检测报告及有关调查报告应存档备查。
- (2)个人剂量检测报告(连续四个季度)应当连同年度监测报告一起作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成内容一并提交给发证机关。
- (3)根据《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019),就本项目而言,辐射主要来自前方,剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置,一般左胸前。
 - (4)辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监

测结果等材料。医院应当将个人剂量档案保存终身。

2、医院个人剂量监测现状

医院已委托*对医院辐射工作人员进行了个人剂量监测。根据医院提供资料,其 2020 年度个人剂量监测结果均符合相关规定。医院在每年的 1 月 31 日前上报的辐射 安全和防护状况自查评估报告中,应包含辐射工作人员剂量监测数据及安全评估的内容。

二、工作场所及环境监测

1、年度监测

医院应委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测,监测周期为 1 次/年;年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成内容一并上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。

核工业四一六医院已委托*开展了 2020 年度辐射工作场所的辐射环境监测,结果表明各辐射工作场所均满足国家相关标准要求。

2、日常自我监测

定期自行监测(也可委托有资质的单位进行自行监测),制定各工作场所的定期自行监测制度,监测数据应存档备案,监测周期为1次/月。

3、监测内容和要求

- (1) 监测内容: X-γ 空气吸收剂量率。
- (2) 监测范围:控制和监督区域及周围环境。
- (3) 监测布点方案:

表 12-3 工作场所及环境监测计划建议

设备名称	监测项目	监测周期	监测点位
ТОМО	X-γ 空气吸收	委托有资质的单位监测,频率为	TOMTO 机房四周
头部伽马刀	剂量率	1次/年;自行开展辐射监测,频率为1次/月	头部伽马刀治疗机房四周

- (4)监测布点及数据管理:监测布点应与环评监测布点、验收监测布点一致,监测数据应记录完善,并将数据实时汇总,建立好监测数据台账以便核查。
 - (5) 监测范围: 控制和监督区域及周围环境
 - (6) 监测质量保证:
- ①制定监测仪表使用、校验管理制度,并利用监测单位的监测数据与医院监测仪器的监测数据进行比对,建立监测仪器比对档案;也可到有资质的单位对监测仪器进

行校核;

- ②医院应安排专人负责自行监测任务;
- ③采用国家颁布的标准方法或推荐方法,其中自我监测可参照有资质的监测机构 出具的监测报告中的方法;
 - ④制定辐射环境监测管理制度。

辐射工作场所环境监测结果应记录,并存档备案,若发现异常情况,立即采取应急措施,停止辐射工作,查找原因。自查监测结果和工作场所监测结果应作为年度自查评估报告的附件。从事自我监测的人员应具有辐射安全及环境监测的相关知识。

辐射事故应急

一、事故应急预案

为了应对辐射事故和突发事件,建设单位需完善辐射事故应急预案。

- (1) 应急机构和职责分工,应急和救助的装备、资金、物资准备,辐射事故应急处理程序,辐射事故分级与应急响应措施,辐射事故调查、报告和处理程序,辐射事故的调查、预案管理。
 - (2) 应急组织体系和职责、应急处理程序、上报电话。
 - (3) 应急人员的培训;
 - (4) 环境风险因子、潜在危害、事故等级等内容;
 - (5) 辐射事故调查、报告和处理程序中相关负责人员及联系电话:
- (6)发生辐射事故时,应当立即启动应急预案,采取应急措施,并按规定向所在 地县级地方人民政府及其生态环境、公安、卫生健康等部门报告。

建设单位应按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环保护部令第 18 号)第六章第四十三条规定,结合本项目实际情况,对原有辐射事故应急预案予以补充、完善。

二、应急措施

若本项目发生了辐射事故,建设单位应迅速、有效的采取以下应急措施:

- (1)发现误照射事故时,工作人员应立即切断电源,关闭进出口门,同时向医院主管领导报告。
- (2)建设单位根据估算的超剂量值,尽快安排误照人员进行检查或在指定的医疗机构救治;对可能受放射损伤的人员,应立即采取暂时隔离和应急救援措施。
 - (3) 事故发生后的 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》,向当地生态环境主管

部门和公安部门报告。造成或可能造成超剂量照射的,还应同时向当地卫生健康行政 部门报告。 (4) 最后查清事故原因,分清责任,消除事故隐患。 三、其他 (1)辐射事故风险评估和辐射事故应急预案,应报送所在地县级地方人民政府生 态环境主管部门备案。 (2) 在预案的实施中, 医院应根据国家新发布的法律法规内容, 结合医院实际情 况及时对预案做补充修改, 使之更能符合实际需要。

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

项目名称:核工业四一六医院新增医用射线装置及放射源使用项目

建设单位:核工业四一六医院

项目性质:新建

建设地点:四川省成都市成华区二环路北四段 4 号核工业四一六医院内

1、建设内容与规模

本项目位于四川省成都市成华区二环路北四段 4 号核工业四一六医院内,医院拟将原放疗中心改建为 1 座 TOMO 机房及 1 座头部伽马刀治疗机房及其配套用房,并新增使用 1 台 TOMO(属II类射线装置)及 1 台头部伽马刀(内含 30 枚 60 Co 放射源,属II类放射源)。

二、产业政策符合性

本项目系核技术应用项目在医学领域内的运用。根据国家发展和改革委员会 2019 年第 29 号令《产业结构调整指导目录(2019 年本),属于鼓励类中第三十七项"卫生健康"的第 5 条"医疗卫生服务设施建设",是目前国家鼓励发展的新技术应用项目。本项目的运营可为成都市及周边病人提供诊疗服务,是提高人民群众生活质量,提高全市医疗卫生水平和建设小康设备的重要内容,本项目具有放射实践的正当性,符合现行的国家产业政策。

三、实践的正当性

核工业四一六医院新增射线装置及放射源使用的目的是为了对病人进行医学诊断和治疗。在采取了相应的辐射防护措施后,项目射线装置使用所致的辐射危害可得到有效控制,项目实施的利益大于代价,符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的辐射防护"实践的正当性"原则。

四、项目周边保护目标以及场址选址情况

核工业四一六医院位于成都市成华区二环路北四段 4 号,医院综合考虑项目特点和对周围环境可能存在的影响,拟将本项目建于院内放疗中心,避开了人流量较大的门诊区域,减少了对公众的不必要照射。

核工业四一六医院用地属于医疗卫生用地,从周边外环境关系可知,医院周边主

要为居民住宅和市政道路,周边无自然保护区等生态环境保护目标,无大的环境制约因素。本项位于医院内部建设,不涉及新增土地。

2013 年,医院对院内四川省脑瘫儿童医疗救助中心大楼项目进行了环境影响评价,其《核工业四一六医院调整四川省脑瘫儿童医疗救助中心大楼项目环境影响报告书》已取得原四川省环境保护局(现四川省生态环境厅)的批复,医院整体项目选址合理性已在上述环评文件中进行了论述。本项目仅对院内原有场所进行改建,不新增用地,且改建后的辐射工作场所有良好的实体屏蔽设施和防护措施,产生的辐射经屏蔽和防护后对辐射工作人员及公众的照射剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中的剂量限值要求和本报告表确定的剂量管理约束值的要求,从辐射安全防护角度分析,本项目选址是合理的。

五、区域环境质量现状

根据监测结果可知,本项目拟建址周边环境的空气吸收剂量率与四川省生态环境 厅《2020年四川省生态环境状况公报》中全省环境电离辐射水平(≤130nGy/h)基本 一致,属于当地正常天然本底辐射水平。

六、环境影响评价分析结论

1、正常工况下辐射环境影响评价结论

(1) 辐射环境影响分析结论

在严格落实国家相关法律法规的要求后,本项目所致职业人员和公众年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的辐射剂量限值要求,同时也符合本报告提出的照射剂量约束值要求(职业照射 5mSv/a、公众照射0.1mSv/a)。评价结果表明本项目辐射工作场所的防护性能符合要求。

(2) 非放环境影响分析结论

本项目辐射工作人员产生的生活污水依托医院现有的污水处理站处理。

本项目 TOMO 及头部伽马刀开机出束期间产生的臭氧经通排风系统排放至室外,再经大气稀释自然扩散后,对周围大气环境影响轻微。

本项目噪声源为各机房通排风系统,该系统采用低噪声设备,经建筑物墙体隔声 及医院场址内的距离衰减后,运行期间厂界噪声可达到相关标准要求。

本项目工作人员产生的生活垃圾及办公垃圾集中暂存于院区内生活垃圾暂存间, 由市政环卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理厂处置。

2、事故工况下环境影响评价结论

经分析,本项目可能发生的辐射事故的事故等级为一般或较大辐射事故。针对本项目可能发生的辐射事故,核工业四一六医院应按相关规定对已制定的辐射事故应急预案和安全规章制度进行补充完善并认真贯彻实施,以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

七、射线装置使用与安全管理的综合能力分析

核工业四一六医院拥有专业的辐射工作人员和安全管理机构,有符合国家环境保护标准、职业卫生标准和安全防护要求的场所、设施和设备;建立了较完善的辐射安全管理制度、辐射事故应急措施;在补充辐射安全规章制度并实时更新,认真落实并定期对辐射防护设施进行检查维护的前提下,具有对 TOMO (II类射线装置)及头部伽马刀(内含II类放射源)的使用和管理能力。

八、项目环境可行性结论

综上所述,本项目符合国家产业政策,项目选址及平面布局合理。项目拟采取的辐射防护措施技术可行,措施有效;项目制定的管理制度、事故防范措施及应急方法等能够有效的避免或减少工作人员和公众的辐射危害。

在认真落实项目工艺设计及相应防护对策和措施,严格执行"三同时"制度,严格执行辐射防护的有关规定,辐射工作人员和公众照射剂量可满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的剂量限值和本报告执行的剂量管理约束值。评价认为,本项目从辐射防护以及环境保护角度分析是可行的。

九、射线装置申请活动的种类和范围

表 13-1 本项目拟申请新增辐射项目情况一览表

	放射源									
序号	核素 名称	初始装源总活度(Bq)/ 活度(Bq)×枚数		类别	活动种类	用途	工作场所 名称	贮存方: 地点		
1	⁶⁰ Co	2.88×10 ¹⁴ Bq/ 9.6×10 ¹² ×30 枚		II	使用	放射 治疗	头部伽马刀 治疗机房	头部伽 治疗机		
	表 13-1 本项目拟申请新增辐射项目情况一览表(续表)									
	射线装置									
序号	名称	型号	数量	ā	技术参数		类别	工作场所 名称	使用 情况	备注
1	TOMO 治疗机	Тото Н	1台	X 射线最大 6MV 时 剂量率最大	其 0.85m		II类	TOMO 机房	拟购	本次环评

十、项目竣工环境保护验收检查内容

本项目建成后,医院应严格按照原国家环境保护部(现国家生态环境部)"关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告"(国环规环评〔2017〕4号)文件要求,开展竣工环境保护验收工作。

建设单位是本项目竣工环境保护验收的责任主体,应当按照相关文件规定的程序和标准,组织对配套建设的环境保护设施和辐射防护措施进行验收,编制验收报告,公开相关信息,接受社会监督,确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用,并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责,不得在验收过程中弄虚作假。

建议和承诺

1、要求与建议

- (1)项目在运行过程中必须严格落实项目设计及国家法律法规规定的辐射安全防护措施和相关管理要求。
 - (2) 定期检查维护各类辐射安全设施,确保始终处于正常工作状态。
- (3)不断提高辐射工作人员素质,增强辐射防护意识,尽量避免发生意外事故。 定期进行事故应急演练,检验应急预案的可行性、可靠性、可操作性,不断的完善事故 应急预案。
- (4)根据国家及地方最新出台的法规和规章制度等,对辐射相关制度进行更新和 完善。
- (5) 现有射线装置在报废处置时,应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化。
 - (6) 本项目产生的 ⁶⁰Co 退役放射源委托原厂家进行回收、处置。
 - (7) 项目建成后应及时开展自行验收工作。
 - 2、项目竣工验收检查内容

本项目建成后,医院应严格按照原国家环境保护部(现国家生态环境部)"关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告"(国环规环评〔2017〕4号)文件要求,开展竣工环境保护验收工作。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见:			
	八文		
经办	公章 人年	三月	日
	,	, ,	
经办人	公章 年	月	日