

核技术利用建设项目

常州中吴明州康复医院有限公司

新增 1 台伽玛刀项目

环境影响报告表

常州中吴明州康复医院有限公司

2024 年 1 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

常州中吴明州康复医院有限公司

新增 1 台伽玛刀项目

环境影响报告表

建设单位名称：常州中吴明州康复医院有限公司

建设单位法人代表（签名或盖章）：

通讯地址：江苏省常州市钟楼区合欢路 61 号

邮政编码：213088

联系人

电子邮箱

联系电话

目 录

表 1 项目基本情况	- 1 -
表 2 放射源	- 5 -
表 3 非密封放射性物质	- 5 -
表 4 射线装置	- 6 -
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	- 7 -
表 6 评价依据	- 8 -
表 7 保护目标与评价标准	- 11 -
表 8 环境质量和辐射现状	- 18 -
表 9 项目工程分析与源项	- 22 -
表 10 辐射安全与防护	- 28 -
表 11 环境影响分析	- 33 -
表 12 辐射安全管理	- 45 -
表 13 结论与建议	- 49 -
表 14 审批	- 54 -
附图 1 常州中吴明州康复医院有限公司新增 1 台伽玛刀项目地理位置示意图	- 55 -
附图 2 常州中吴明州康复医院有限公司总平面示意图	- 56 -
附图 3 常州中吴明州康复医院有限公司伽玛刀中心平面布置示意图	- 57 -
附图 4 常州中吴明州康复医院有限公司伽玛刀机房新/排风管道示意图	- 58 -
附件 1 项目委托书	- 59 -
附件 2 放射源使用承诺书	- 60 -
附件 3 退役源处置承诺书	- 61 -
附件 4 工作场所屏蔽设计说明	- 62 -
附件 5 辐射安全许可证	- 63 -
附件 6 辐射环境本底监测报告	- 67 -
附件 7 检测机构资质认定证书	- 72 -
附件 8 江苏省生态环境分区管控综合查询报告书	- 75 -

表 1 项目基本情况

建设项目名称		常州中吴明州康复医院有限公司新增 1 台伽玛刀项目			
建设单位		常州中吴明州康复医院有限公司 (统一社会信用代码: 91320404MA27TMAT67)			
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址		江苏省常州市钟楼区合欢路 61 号			
项目建设地点		江苏省常州市钟楼区合欢路 61 号 住院楼南侧地上一层伽玛刀中心			
立项审批部门		/	批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		项目环保总投资 (万元)		投资比例(环保 投资/总投资)	
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		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 checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" 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 type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
	其他	/			
	项目概述:				
一、建设单位基本情况、项目建设规模及由来					
常州中吴明州康复医院有限公司位于常州市钟楼区合欢路 61 号,常州中吴明州康复医院是一家以康复为特色的专科医院,开设脑卒中、脑外伤后康复、骨关节及运动损伤康复、呼吸康复、肿瘤康养、血液净化中心和营养制剂中心等专科科室,是以现代康复为专注,重症康复为特色,集医、康、养一体的现代化康复医院。					

为了适应医院发展要求，服务患者，医院拟于住院楼南侧地上一层建设 1 座伽玛刀机房及其辅助用房，并配备 1 台伽玛射线全身立体定向放射治疗系统（简称“伽玛刀”，型号：HOLY· γ —SRRS，内含 40 颗 ^{60}Co 放射源，总活度为 $4.884 \times 10^{14} \text{Bq}$ 即 13200Ci，属医用 I 类集聚源），用于开展放射治疗。伽玛刀机房拟配套使用医院放射科 CT 室现有的 uCT528 型 CT（最大管电压 140kV，最大管电流 350mA）进行模拟定位，该 CT 已完成登记备案。

为保护环境和公众利益，防止辐射污染，根据《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《建设项目环境保护管理条例》《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》等法律法规的规定，依照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部令第 16 号，2021 年版），本项目新增 1 台伽玛刀，属于“172 核技术利用建设项目”中的“医疗使用 I 类放射源”项目，确定为编制环境影响报告表。受常州中吴明州康复医院有限公司的委托，南京瑞森辐射技术有限公司承担了该单位新增 1 台伽玛刀项目的环境影响评价工作。我公司通过资料调研、项目工程分析、现场勘察及现场监测等工作的基础上，编制了该项目环境影响报告表。该医院新增 1 台伽玛刀项目情况见下表：

表 1-1 新增 1 台伽玛刀项目情况一览表

放射源					
序号	放射源名称	总活度 (Bq)	类别	工作场所	备注
1	^{60}Co	4.884×10^{14} (40 颗)	医用 I 类集聚源	伽玛刀机房	随机器存放于伽玛刀设备内使用年限 6~8 年

二、项目选址情况

常州中吴明州康复医院有限公司位于常州市钟楼区合欢路 61 号。医院东侧和南侧为阿鲁克邦复合材料（江苏）有限公司，西侧为京杭运河，北侧为格力博公寓。

医院拟于住院楼南侧空地建设 1 座伽玛刀机房及其辅助用房，并配备 1 台伽玛刀。本项目拟建址现状为院内绿化，东侧为院内道路及楼梯，南侧为院内道路及水池，西侧为院内道路及空地，北侧为会议室。本项目地理位置示意图附图 1，常州中吴明州康复医院有限公司总平面布置图见附图 2。

本项目伽玛刀机房位于地上一层，机房东侧为过道，南侧为医护办公室，西侧为规划室（即物理室）、控制室和设备机房，北侧为候诊大厅和定位室，上方无建

筑，下方为土壤层。本项目伽玛刀中心平面布置示意图见附图 3。

本项目伽玛刀机房周围 50m（见附图 2）评价范围除东侧和西侧均位于院区内，东侧至阿鲁克邦复合材料（江苏）有限公司（最近处约 30m），西侧至院外空地（最近处约 25m）项目运行后的环境保护目标主要为本项目的辐射工作人员、院内的其他医务人员、病患、院内公众和阿鲁克邦复合材料（江苏）有限公司内公众等。

三、“三线一单”符合性分析

本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。根据《《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号）和《关于进一步加强生态红线监督管理的通知》（苏自然资函〔2023〕880 号）要求，经江苏省生态环境厅江苏省生态环境分区管控综合服务系统查询，本项目所在地块位于江苏常州钟楼经济开发区重点管控单元（编码：ZH32040422957）内，不在常州市生态保护红线内，评价范围内也不涉及优先保护单元和一般管控单元。根据现场监测和环境影响预测，项目建设满足环境质量底线要求，不会造成区域环境质量下降；对照江苏常州钟楼经济开发区重点管控单元管控要求，本项目为核技术利用项目，满足重点管控单元管控要求（详见附件 8，江苏省生态环境分区管控综合查询报告书）。

本项目的建设符合江苏省“三线一单”生态环境分区管控要求。

四、实践正当性分析

项目的可行性：本项目涉及伽玛刀放射治疗技术已在各大医院广泛推广，技术已十分成熟，在医疗保障领域起到了十分重要的作用，同时医院拟加强辐射安全管理并提高辐射工作人员配备要求。本项目建设有一定的直接经济效益，更有巨大的间接经济效益，项目建设对促进社会安定，为城市提供一个安全、健康的生活环境起着重要作用，进而提高相关产业的收入；

社会影响：本项目的运行，可为病人提供多种医疗诊断服务，并可提高当地医疗卫生水平，具有良好的社会效益；

环境影响：本项目伽玛刀运营一段时间后会产生产废旧放射源，医院拟与放射源生产厂家签订废旧放射源回收协议。本项目实践过程中采取相应的辐射防护措施，在患者得到诊疗预期效果的同时，对周围环境、公众的辐射影响满足国家辐射防护

安全标准的要求；

法规遵从性：本项目属于《产业结构调整指导目录（2019年本）》第一类鼓励类第六项核能中第6条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。经辐射防护屏蔽和安全管理后，其获得的利益远大于对环境的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

五、原有核技术利用项目许可情况

常州中吴明州康复医院有限公司持有常州市生态环境局核发的辐射安全许可证（苏环辐证[D0658]），有效期至：2028年07月13日，许可种类和范围为“使用III类射线装置”。医院已开展的核技术利用项目均已履行环保手续，无环保遗留问题。医院辐射安全许可证正副本见附件5，原有核技术利用项目情况见表1-2。

表 1-2 核技术利用项目基本情况一览表

射线装置								
序号	射线装置名称	规格型号	数量(台)	类别	工作场所名称	使用情况	环评、许可及验收情况	备注
1	CT	uCT 528 (40排)	1	III类	医院A栋楼 一层放射科 CT室	使用	已登记备案	/
2	DR	uDR 560i-A	1	III类	医院A栋楼 一层放射科 DR室	使用	已登记备案	/

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
1	⁶⁰ Co	4.884×10 ¹⁴ Bq/ 1.221×10 ¹³ Bq×40 枚	医用 I 类 集聚源	使用	放射治疗	伽玛刀机房	随机器存放于 伽玛刀设备内	使用年限 6~8 年, 半衰期为 5.27 年
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

表 3 非密封放射性物质

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

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μ A)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	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	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	通过排风系统排入外环境，臭氧在常温下 50min 左右可自行分解为氧气
退役 ⁶⁰ Co 放射源	固态	⁶⁰ Co	使用约 6 年后退役，退役时总活度约为 2.22×10^{14} Bq	/	/	/	不暂存	退役废源送生产厂家回收处理
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

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

表 6 评价依据

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（修订版），2015年1月1日起实施；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年修正版），2018年12月29日发布施行；</p> <p>(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；</p> <p>(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年修改，国务院令 第709号，2019年3月2日施行；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》（修订版），国务院令 第682号，2017年10月1日发布施行；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修正本），生态环境部部令 第20号，2021年1月4日起施行；</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版），生态环境部令 第16号，2021年1月1日起施行；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令 第18号，2011年5月1日起施行；</p> <p>(9) 《关于发布〈放射源分类办法〉的公告》，国家环境保护总局公告2005年第62号，2005年12月23日起施行；</p> <p>(10) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部部令 第9号，2019年11月1日起施行；</p> <p>(11) 《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10月25日发布；</p> <p>(12) 《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10月25日发布；</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》，生态环境部公告2019年 第57号，2019年12月24日发布，2020年1月1日起施行；</p> <p>(14) 《产业结构调整指导目录（2024年本）》（2023年修改），国家发展和改革委员会2023年令 第7号，2024年2月1日起施行；</p>
-------------	--

	<p>(15) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018年修正本），江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第二次会议第2号公告，2018年5月1日起实施；</p> <p>(16) 《江苏省辐射事故应急预案》（2020年修订版），苏政办函〔2020〕26号，2020年2月19日发布；</p> <p>(17) 《省生态环境厅关于进一步做好建设项目环境影响报告书（表）编制单位监管工作的通知》，苏环办〔2021〕187号，2021年5月28日发布；</p> <p>(18) 《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》，自然资发〔2022〕142号，2018年6月9日发布，2022年8月16日发布；</p> <p>(19) 《关于进一步加强生态红线监督管理的通知》，苏自然资函〔2023〕880号，2023年10月10日发布。</p>
<p>技术 标准</p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>(2) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）；</p> <p>(3) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；</p> <p>(4) 《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>(5) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>(6) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>(7) 《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）；</p> <p>(8) 《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）；</p> <p>(9) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</p> <p>(10) 《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）；</p> <p>(11) 《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）。</p>
<p>其他</p>	<p>附图：</p> <p>(1) 常州中吴明州康复医院有限公司新增 1 台伽玛刀项目地理位置示意图；</p> <p>(2) 常州中吴明州康复医院有限公司总平面示意图；</p>

- (3) 常州中吴明州康复医院有限公司伽玛刀中心平面布置示意图；
- (4) 常州中吴明州康复医院有限公司伽玛刀机房新/排风管道示意图。

附件：

- (1) 项目委托书；
- (2) 放射源使用承诺书；
- (3) 退役源处置承诺书
- (4) 工作场所屏蔽设计说明；
- (5) 辐射安全许可证；
- (6) 辐射环境本底检测报告；
- (7) 检测机构资质认定证书；
- (8) 江苏省生态环境分区管控综合查询报告书。

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中“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”的要求，以及本项目的特点，本项目的评价范围确定为常州中吴明州康复医院有限公司新增 1 台伽玛刀项目所在机房实体屏蔽墙体边界外周围 50m 范围内区域，评价范围详见附件 2。

保护目标

本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。根据《《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号）和《关于进一步加强生态红线监督管理的通知》（苏自然资函〔2023〕880 号）要求，经江苏省生态环境厅江苏省生态环境分区管控综合服务系统查询，本项目所在地块位于江苏常州钟楼经济开发区重点管控单元（编码：ZH32040422957）内，不在常州市生态保护红线内，评价范围内也不涉及优先保护单元和一般管控单元。对照《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ 19-2022），本项目评价范围内不涉及受影响的重要物种、生态敏感区以及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间等生态保护目标。

本项目主要考虑伽玛刀治疗状态下可能对周围环境产生的辐射影响。本项目伽玛刀机房周围 50m（见附图 2）评价范围除东侧和西侧均位于院区内，东侧至阿鲁克邦复合材料（江苏）有限公司（最近处约 30m），西侧至院外空地（最近处约 25m）项目运行后的环境保护目标主要为本项目的辐射工作人员、院内的其他医务人员、病患、院内公众和阿鲁克邦复合材料（江苏）有限公司内公众等，详见表 7-1。

表 7-1 本项目保护目标一览表

保护对象类型	场所	环境保护目标	方位/位置	距本项目最近距离	人员规模
辐射工作人员	伽玛刀中心	辐射工作人员	/	/	5 人
评价范围内公众	院内道路及楼梯	其他医务人员	伽玛刀中心东侧	约 5m	流动人员
		病患、周围公众			

	院内道路及水池	其他医务人员	伽玛刀中心南侧	约 5m	流动人员
		病患、周围公众			
	院内道路及空地	其他医务人员	伽玛刀中心西侧	约 5m	流动人员
		病患、周围公众			
	会议室	其他医务人员	伽玛刀中心北侧	约 5m	流动人员
		病患、周围公众			
	阿鲁克邦复合材料（江苏）有限公司	公众	伽玛刀中心东侧	约 30m	流动人员

根据现场监测和环境影响预测，项目建设满足环境质量底线要求，不会造成区域环境质量下降；对照江苏常州钟楼经济开发区重点管控单元管控要求，本项目为核技术利用项目，满足重点管控单元的管控要求（详见附件 8，江苏省生态环境分区管控综合查询报告书）。本项目伽玛刀利用 ^{60}Co 放射源（属医用 I 类放射源）开展放射治疗，不会降低评价范围内的水、气、土壤的环境功能类别和环境质量，本项目的建设符合江苏省“三线一单”生态环境分区管控要求。

评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）：

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	应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值： 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 ③眼晶体的年当量剂量，150mSv ④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv
公众照射剂量限值	实践使公众中有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年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~0.3 mSv/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》（GBZ 121-2020）：

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，凡是可以与治疗设备分离的，尽可能设置于治疗机房外。

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

6.2 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的上部，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。

6.4 安全装置和警示标志要求

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。

6.4.3 标志

医疗机构应当对下列放射治疗设备和场所设置醒目的警告标志：

- a) 放射治疗工作场所的入口处，设有电离辐射警告标志；
- b) 放射治疗工作场所应在控制区进出口及其他适当位置，设有电离辐射警告标志和工作状态指示灯。

6.4.4 急停开关

6.4.4.1 放射治疗设备控制台上应设置急停开关，除移动加速器机房外，放射治疗机房内设置的急停开关应能使机房内的人员从各个方向均能观察到且便于触发。通常应在机房内不同方向的墙面、入口门内旁侧和控制台等处设置。

6.4.6 视频监控、对讲交流系统

控制室应设有在实施治疗过程中观察患者状态、治疗床和迷路区域情况的视频装置；还应设置对讲交流系统，以便操作者和患者之间进行双向交流。

3、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）

5.1 选址与布局

5.1.1 放射治疗场所的选址应充分考虑其对周边环境的辐射影响，不得设置在民居、写字楼和

商住两用的建筑物内。

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

6.2 安全防护设施和措施要求

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

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

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

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

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

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

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

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

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

f) 安全联锁系统一旦被触发后，须人工就地复位并通过控制台才能重新启动放射治疗活动；安装调试及维修情况下，任何联锁旁路应通过单位辐射安全管理机构的批准与见证，工作完成后应及时进行联锁恢复及功能测试。

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）

4.2 治疗机房布置要求

4.2.1 治疗装置控制室应与治疗机分离。治疗装置辅助机械、电器、水冷设备，凡是可以与治疗装置分离的，应尽可能设置于治疗机房外。

4.2.2 直接与治疗机房相连的宽束治疗装置的控制室和其他居留因子较大的用室，应尽可能避开有用束可直接照射到的区域。

4.2.3 X射线管治疗装置的治疗机房可不设迷路。γ刀治疗装置的治疗机房，根据场所空间和环境条件，确定是否选用迷路。除此而外，其他治疗机房应设置迷路。

4.2.4 应根据治疗要求给定治疗装置源点的位置（它可能偏离机房的对称中心）或后装治疗源可能应用的源点的位置与范围。

5、《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)

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

治疗机房墙和入口门外关注点的周围剂量当量率（以下简称剂量率）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，由下周剂量参考控制水平 \dot{H}_c （ $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ）求得关注点的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ （ $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ）：

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

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

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 $\dot{H}_{c,max}$ （ $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ）：

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

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

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 $\dot{H}_{c,max}$ （ $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ），选择其中较小者作为关注点的剂量率参考控制水平 \dot{H}_c （ $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ）。

4.1.2 治疗机房顶的剂量控制要求

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 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参考控制水平 $\dot{H}_c \leq 5\mu\text{Sv}/\text{周}$ 和最高剂量率 $\dot{H}_{c,max} \leq 2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，按照 4.1.1 求得关注点的剂量率参考控制水平 \dot{H}_c （ $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ）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 （ $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ）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 250 μSv 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 100 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ 加以控制（可在相应处设置辐射告示牌）。

6、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）：

5.3 佩戴

5.3.1 对于比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位位置，一般在左胸前或锁骨对应的领口位置；当辐射主要来自人体背面时，剂量计应佩戴在背部中间。

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

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

7、项目管理目标限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002），确定本项目辐射工作人员及公众的辐射剂量约束值，其中辐射工作人员年有效剂量不超过5mSv，公众年有效剂量不超过0.1mSv。

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）中相关规定及本项目放疗机房周开机治疗时间，根据公式3-1 导出伽玛刀机房外周围关注点剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ ，结果见下表。

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

式中： H_c —周参考剂量控制水平（ $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ）；

t —治疗装置周治疗照射时间，h；

U —有用线束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。

放疗机房外周围关注点剂量率参考控制水平

参考点	居留因子 T	使用因子 U	周剂量控制值 H_c ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)	周工作时间 t (h)	剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)			
					$\dot{H}_{c,d}$	$\dot{H}_{c,max}$	\dot{H}_c	
伽玛刀机房	东墙（a点，过道）	1/5	1	5	16.7	1.5	10	1.5
	西墙（b点，控制室）	1	1	100		6.0	2.5	2.5
	南墙（c点，医护办公室）	1	1	5		0.3	10	0.3
	北墙（d点，候诊大厅）	1/4	1	5		1.2	10	1.2
	防护门（g点）	1/8	1	5		2.4	10	2.4
	顶部（l点，）	1/16	1	5		4.8	10	4.8

注：1、伽玛刀机房参考点点位布设详见图 11-2，本项目机房下方为泥土层，不进行剂量率估算；

2、根据医院提供资料，伽玛刀投入使用后，每次治疗有效出束时间平均为 20min/人，每天治疗人数 10 人；每周工作 5 天，相当于每周出束时间为 16.7h；按一年工作 50 周计算，年实际最大出束时间为：835h。

3、 \dot{H}_c 为 $\dot{H}_{c,max}$ 与导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ 二者中选择较小者； $\dot{H}_{c,max}$ 取 HJ 1198-2021 中 6.1.4 给出关注点最高剂量率参考水平 $\dot{H}_{c,max} \leq 2.5\mu\text{Sv}$ （人员居留因子>1/2 场所）和 $\dot{H}_{c,max} \leq 10\mu\text{Sv}$ （人员居留因子 \leq 1/2 场所）。

8、参考资料：

(1) 《辐射防护导论》，方杰主编。

(2) 《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（辐射防护 第 13 卷第 2 期，1993 年 3 月），江苏省环境监测站。

江苏省环境天然 γ 辐射（空气吸收）剂量率（单位：nGy/h）

	原野剂量率	道路剂量率	室内剂量率
测值范围	33.1~72.6	18.1~102.3	50.7~129.4
均值	50.4	47.1	89.2
标准差 (s)	7.0	12.3	14.0

注：测量值已扣除宇宙射线响应值，评价时采用“测量范围”作为辐射现状评价的参考数值。

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

常州中吴明州康复医院有限公司位于常州市钟楼区合欢路 61 号。医院东侧和南侧为阿鲁克邦复合材料（江苏）有限公司，西侧为京杭运河，北侧为格力博公寓。

医院拟于住院楼南侧空地建设 1 座伽玛刀机房及其辅助用房，并配备 1 台伽玛刀。本项目拟建址现状为院内绿化，东侧为院内道路及楼梯，南侧为院内道路及水池，西侧为院内道路及空地，北侧为会议室。本项目伽玛刀机房位于地上一层，机房东侧为过道，南侧为医护办公室，西侧为规划室（即物理室）、控制室和设备机房，北侧为候诊大厅和定位室，上方无建筑，下方为土壤层。

本项目伽玛刀机房周围 50m（见附图 2）评价范围除东侧和西侧均位于院区内，东侧至阿鲁克邦复合材料（江苏）有限公司（最近处约 30m），西侧至院外空地（最近处约 25m）项目运行后的环境保护目标主要为本项目的辐射工作人员、院内的其他医务人员、病患、院内公众和阿鲁克邦复合材料（江苏）有限公司内公众等。

本项目 1 间伽玛刀机房拟建址现状及周围环境见图 8-1~图 8-5。



图 8-1 本项目伽玛刀机房拟建址
(现状为院内绿化)



图 8-2 本项目伽玛刀机房拟建址东侧



图 8-3 本项目伽玛刀机房拟建址南侧



图 8-4 本项目伽玛刀机房拟建址西侧



图 8-5 本项目伽玛刀机房拟建址北侧

二、辐射环境现状调查

根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）相关方法和要求，在进行环境现场调查时，于伽玛刀机房拟建址周围进行布点，测量辐射现状剂量率，监测结果见表 8-1，监测点位示意图见图 8-6。

监测单位：南京瑞森辐射技术有限公司

检测仪器：6150 AD 6/H+6150AD-b/H 型 X- γ 辐射监测仪（设备编号：NJRS-126，检定有效期：2023 年 10 月 30 日~2024 年 10 月 29 日，检定单位：江苏省计量科学研究院，检定证书编号：Y2023-0173796）

能量响应：20keV~7MeV

测量范围：1nSv/h~99.9 μ Sv/h

监测日期：2024 年 1 月 9 日

监测因子： γ 辐射剂量率

天气：雾霾

温度：6°C

湿度：77%RH

监测布点：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）有关布点原则进行布点。

质量控制：本项目监测单位南京瑞森辐射技术有限公司已通过计量认证（证书编号：221020340350，检测资质见附件7），具备有相应的检测资质和检测能力，监测按照南京瑞森辐射技术有限公司《质量管理手册》和《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）的要求，实施全过程质量控制。

数据记录及处理：开机预热，手持仪器或将仪器固定在三脚架上。一般保持仪器探头中心距离地面（基础面）为1m。仪器读数稳定后，每个点位读取10个数据，读取间隔不小于10s。每组数据计算每个点位的平均值并计算标准差。根据环境 γ 辐射剂量率测量结果按照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中公式 $\dot{D}_\gamma = k_1 \times k_2 \times R_\gamma - k_3 \times \dot{D}_c$ 计算，其中 k_1 为仪器检定/校准因子，取1.01； k_2 为仪器检验源效率因子，取1； R_γ 为仪器测量读数值均值（使用 ^{137}Cs 和 ^{60}Co 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数分别取1.20 Sv/Gy和1.16 Sv/Gy），取1.20 Sv/Gy； k_3 为建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，楼房取0.8，平房取0.9，原野、道路取1； \dot{D}_c 为测点处宇宙射线响应值，取30nGy/h。

监测人员、监测仪器及监测结果：监测人员均经过考核，监测仪器经过计量部门检定，并在有效期内，监测仪器使用前经过校准或检验，监测报告实行三级审核。

评价方法：参照江苏省天然 γ 辐射剂量水平调查结果，评价项目周围的辐射环境质量。

表 8-1 常州中吴明州康复医院有限公司新增 1 台伽玛刀项目拟建址周围 γ 辐射剂量率

测点编号	测点描述	测量结果（nGy/h）
1	伽玛刀中心拟建址内	48
2	伽玛刀中心拟建址北侧	49
3	伽玛刀中心拟建址东侧	57
4	伽玛刀中心拟建址南侧	53

5	伽玛刀中心拟建址西侧	52
6	伽玛刀中心拟建址西侧上方（露台）	54
7	伽玛刀中心拟建址北侧上方（露台）	59
8	伽玛刀中心拟建址东侧上方（室内）	50
9	伽玛刀中心拟建址南侧上方（露台）	51
10	伽玛刀中心拟建址东侧边界（道路）	48
11	阿鲁克邦复合材料（江苏）有限公司（道路）	55

注：1.测量数据已扣除宇宙射线响应值。

2.监测期间本项目拟建址周围无其他辐射工作场所，不对本项目监测结果有附加影响。

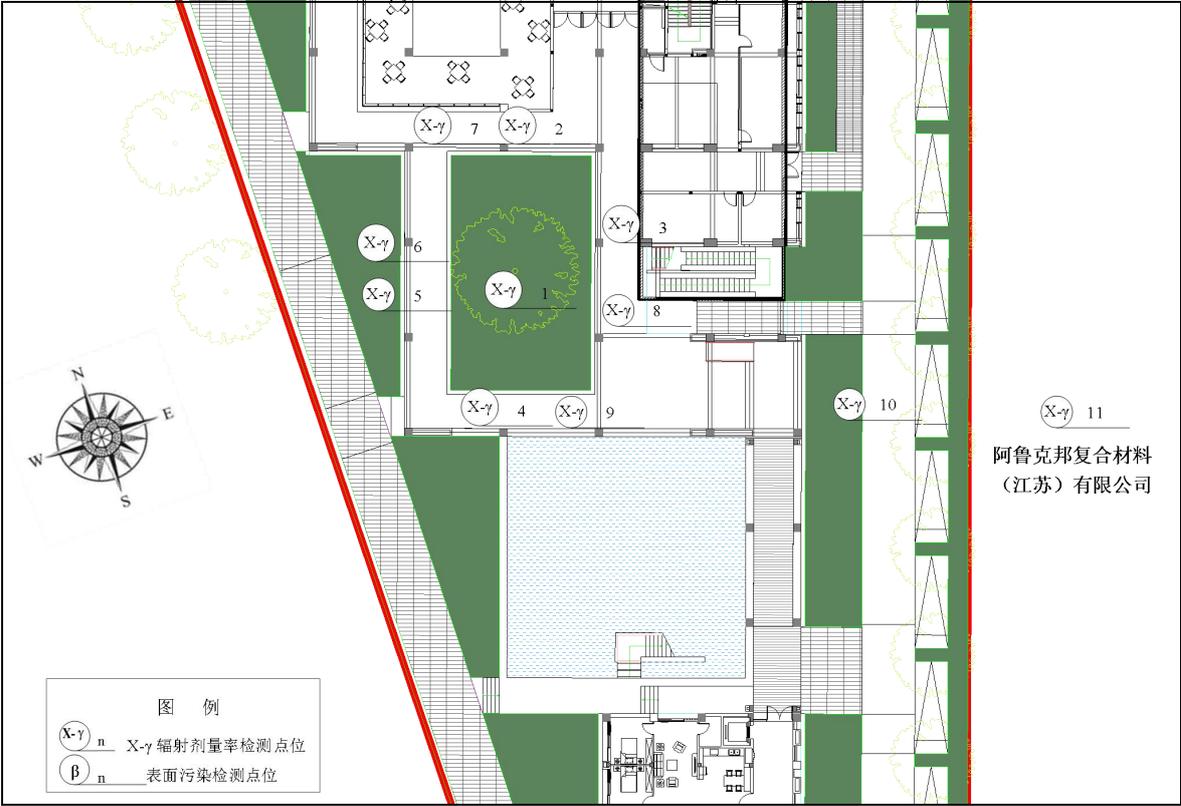


图 8-6 常州中吴明州康复医院有限公司新增 1 台伽玛刀项目拟建址周围 γ 辐射监测点位示意图

由表 8-1 监测结果可知，常州中吴明州康复医院有限公司新增 1 台伽玛刀项目拟建址及其周围辐射环境 X- γ 辐射剂量率为 48nGy/h~59nGy/h 之间，检测结果位于江苏省环境天然贯穿辐射水平涨落区间。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备与工艺分析

一、工程设备

医院拟于住院楼南侧空地建设 1 座伽玛刀机房及其辅助用房，并配备 1 台伽玛刀型号：HOLY· γ —SRRS，内含 40 枚 ^{60}Co 放射源，总活度为 $4.884 \times 10^{14}\text{Bq}$ （即 13200Ci），为医用 I 类集聚源。

伽玛刀是一种融立体定向技术和放射外科技术于一体，以治疗肿瘤疾病为主的立体定向放射外科治疗设备。它采用伽玛射线几何聚焦方式，通过精确的立体定向，将经过规划的一定剂量的伽玛射线集中射于体内的预选靶点，一次性、致死性地摧毁点内的组织，以达到外科手术切除或损毁的效果。病灶周围正常组织在焦点以外，仅受单束伽玛射线照射，能量很低，而免于损伤。本项目拟购入深圳市圣爱医学科技发展有限公司 HOLY· γ —SRRS 型号伽玛射线全身立体定向放射治疗系统（简称伽玛刀）。

伽玛刀设备组成部分：放射源及源体、外屏蔽体、准直体、头盆、屏蔽门、头盆屏蔽体、治疗床、头罩，均为铸铁件。本项目伽玛刀系统外形图见图 9-1。

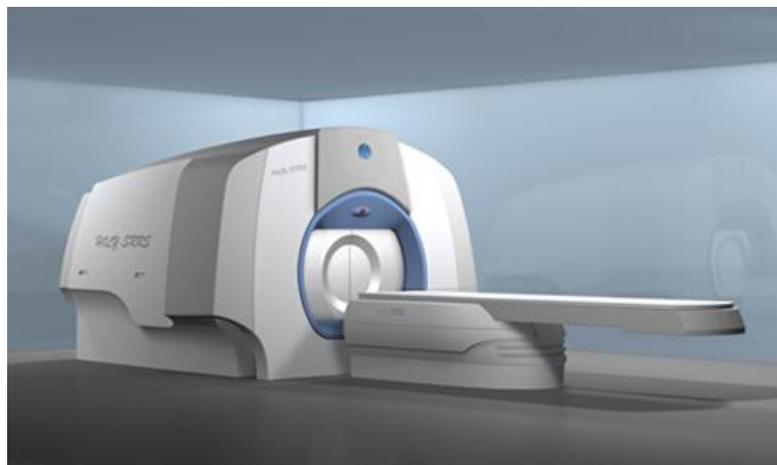


图 9-1 本项目伽玛刀系统外形图

主要部分组成：

放射源及源体（放射源的载体）：本项目伽玛刀共 40 颗 ^{60}Co 放射源装载在源体上的准直通道内，布源方式为纬度 $-1^\circ \sim 25.5^\circ$ 、经度 $0^\circ \sim 360^\circ$ 筒形螺旋分布，源焦距为 640mm。源体外面呈球冠状内面呈筒型。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，使得源体旋转时伽玛射线形成顶锥角不同的锥

面，不重叠，这样焦点外所受剂量可减至最小。源体由一对轴承支承于外屏蔽体上，由交流伺服电机经减速装置驱动旋转，实现源体、准直体和头盆三位一体的同步旋转。

外屏蔽体：屏蔽厚度为 420mm，重约 15 吨，其作用是使治疗室空气泄漏剂量达到规定要求。中空，由一对轴承支承着源体，大端以阶梯环与屏蔽体联接，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。装源后由完全密封的屏蔽阶梯块封闭，以屏蔽伽玛射线。

准直体：外面、内面均为筒形，由源体的内腔包容，用于体部治疗。另通道上装有屏蔽棒，当准直体上的屏蔽棒与源体上的放射源一一对应时，这个位置称为“零位”。

头盆：外面、内面均为筒形，由准直体的内腔包容，用于头部治疗。准直体由交流伺服电机经减速装置驱动旋转，实现源体、准直体和头盆三位一体的同步旋转及准直器大小的选择。其准直通道与源体和准直体的准直通道对合，形成治疗状态。治疗结束时，准直体回到“零位”，呈屏蔽状态。并可在控制台得到状态显示。

屏蔽门：屏蔽门制有阶梯环与外屏蔽体结合（厚度 210mm，其中内部含铅厚度 140mm），分左右两扇作水平移动，主要功能是起到双重屏蔽保护作用。非治疗状态时，除有准直体在屏蔽位外，屏蔽门有屏蔽的作用。屏蔽门由步进电机驱动，并设有手动装置，在紧急情况下，让治疗床体退出后手动关闭。

头盆屏蔽体：头盆屏蔽体是头盆的载体，带动头盆作前后移动，以满足头部和体部治疗的功能。处于后位时为体部治疗状态，处于前位被准直体包容时为头部治疗状态。头盆屏蔽体由步进电机驱动，并设有手动装置，在紧急情况下可手动关闭。

治疗床：治疗床是将病人按照治疗规划任意部位的病灶靶点准确的运送到焦点的装置。

本项目拟新增 1 台伽玛刀主要技术参数见表 9-1。

表 9-1 本项目伽玛刀主要技术参数一览表

设备名称	伽玛射线全身立体定向放射治疗系统
型号	HOLY·γ—SRRS 型
放射源种类	⁶⁰ Co

初装源总活度及单源组成	4.884×10 ¹⁴ Bq (13200Ci) , 40 颗
放射源初装时比活度	1.221×10 ¹³ Bq/g
焦点剂量率	≥2.5Gy/min
头部四组准直器	Φ4mm, Φ8mm, Φ14mm, Φ18mm
体部三组准直器	Φ12mm, Φ18mm, Φ50mm
三维运动床各轴行程	1) X 轴: (宽度方向) ≥360mm; 2) Y 轴: (高度方向) ≥200m; 3) Z 轴: (长度方向) ≥1700m
头部定位精度	≤0.5mm
体部综合定位精准	≤2.5mm
准直器变换方式	自动
等中心点距地面的距离	0.9m
射线能量	直射平均能量 1.25 MeV, 散射线能量 0.73~0.24 MeV (45°~135°), 平均为 0.36 MeV (90°)

注: *设备型号、技术参数由建设单位及供货商提供。

二、工作原理及工作流程

(一) 工作原理

主机工作时, 钴源被屏蔽在安全的屏蔽体(治疗头)内, 治疗头前方设置一机械源开关, 当源开关被旋转至打开时, γ射线经过准直孔照射到靶点所在位置, 同时, 治疗头及筒体形成十字交叉方向旋转, γ射线绕靶点作回转式聚焦, 对病灶进行聚焦照射治疗。放射源由 40 颗 ⁶⁰Co 放射源按聚焦式排列, 使每颗钴 ⁶⁰Co 能量得到完全充分的利用。聚焦的结果是放射路径在人体表皮上不断变化而焦点处的放射剂量不断积累而达到放射治疗时医生所要求的剂量; 相应的体表处所接受的放射剂量是分散的, 均匀的, 从而使正常组织受到的放射剂量达到最小。

(二) 工作流程及产污环节分析

(1) 当病人确诊需进行伽玛刀治疗后, 主治医生向病人告知可能受到的辐射危害;

(2) 使用 CT 对病灶位置进行模拟定位, 制定放射治疗计划, 确定照射位置和照射剂量;

(3) 定位摆位: 使用患者定位装置对患者进行固定, 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。

(4) 工作人员在控制台上确认相关参数, 开始治疗。

(5) 治疗结束：治疗结束关机，工作人员将病人从治疗床上卸下，病人离开机房。对病情比较复杂，或治疗前一般情况较差的，可以留院观察 1-2 天。

(6) 定期随访：治疗完成后，患者应根据病情及医嘱定期复诊。

本项目伽玛刀工作流程及产污环节如下图 9-2：

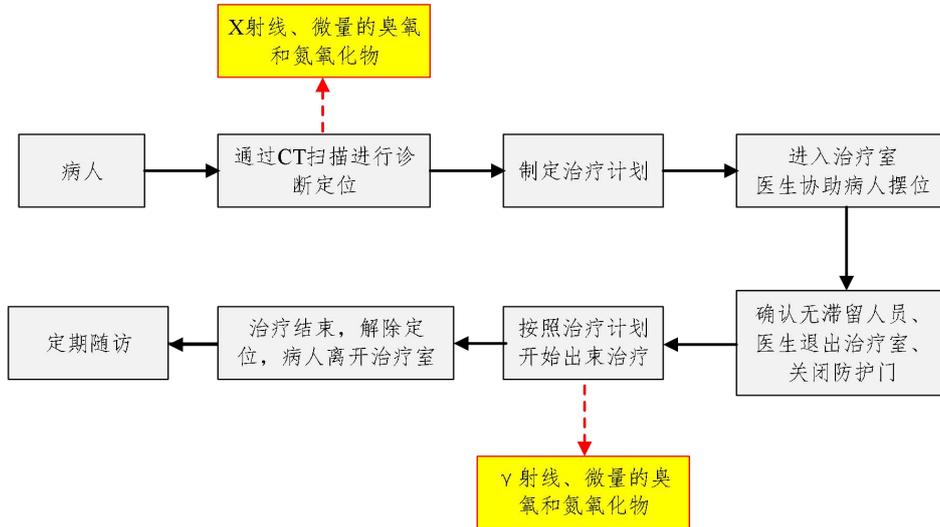


图 9-2 本项目伽玛刀工作流程及产污环节示意图

(三) 放射源订购、使用和退役流程

本项目伽玛刀配有 40 颗 ^{60}Co 放射源，总最大装源量为 $4.884 \times 10^{14}\text{Bq}$ ，为医用 I 类放射源。因此放射源的运输和医疗使用管理均按 I 类源进行。

①订购：医院在订购之前应向省生态环境主管部门提出申请，提交《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第十九条规定的申请材料。订购时，医院根据《辐射安全许可证》许可的范围提出订购需求，本项目伽玛刀生产厂家提供放射源的所有技术参数和文件，并跟踪放射源的生产进度（放射源生产期间工作人员所受照射不在本评价范围内）。订购完成后，医院应当在完成之日起 20 日内，向省级生态环境部门备案。

②使用：设备正常使用时，由医院负责放射源的安保工作，期间安全由医院负责。

③退役：由放射源生产厂家负责回收退役放射源（放射源退役时应进行退役评价，工作人员所受照射不在本评价范围内），退役手续由医院办理，回收期间安全由放射源生产厂家负责。

(四) 倒源流程

本项目伽玛刀所用 ^{60}Co 放射源约 6 年更换一次。医院在换源前应于当地公安、生态环境部门、卫生主管部门备案，取得他们的协助、监督和认可。倒装工作应由有相应能力且通过辐射安全考核的专业人员进行，其他任何单位和个人不得私自进行倒源。倒装放射源时应对倒装热室周围和含源设备表面进行辐射监测，关注倒源屏蔽体的辐射防护效果和含源设备的表面污染情况，做好安装和更换的放射源清点并记录；倒源结束后对含放射源的放射治疗设备、场所与周围环境进行辐射监测。源退役时，倒源期间由常州中吴明州康复医院有限公司承担安全主体责任，源办理完成转移手续后、源由倒源单位运输离开建设单位后，责任由放射源生产厂家负责。

污染源项描述

一、放射性污染

(一) β 、 γ 辐射

核素 ^{60}Co 是一种人工生产的放射性核素，主要由 ^{59}Co 在核反应堆中经中子轰击后生成，半衰期为 5.27 年。 ^{60}Co 核素衰变过程中发射出 0.315MeV 的 β 射线和能量分别为 1.173MeV 和 1.332MeV 的两种 γ 射线，平均能量为 1.25MeV。 ^{60}Co 放射源特性见表 9-2，衰变纲图见图 9-3。

表 9-2 ^{60}Co 核素特性一览表

核素名称	半衰期	衰变类型	主要 α 、 β 辐射能量 (keV) 与绝对强度 (%)	主要 γ 、X 射线能量 (keV) 与绝对强度 (%)	空气比释动能率常数 ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{MBq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$)
^{60}Co	5.27a	β^-	-	β^- : 0.315 (99.74%) γ : 1.173 (99.87%) γ : 1.332 (99.98%)	0.308

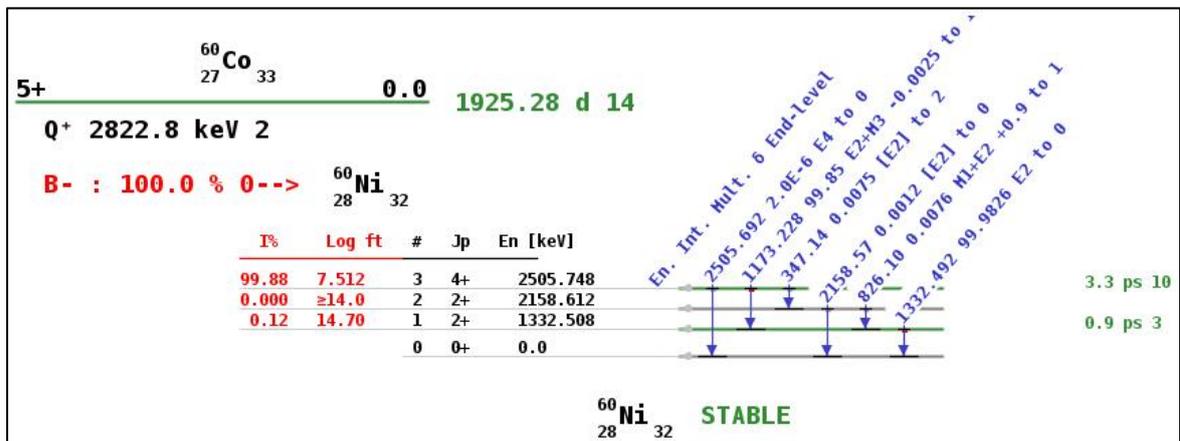


图 9-3 ^{60}Co 衰变纲图

由放射源 ^{60}Co 的辐射特性可知， ^{60}Co 能释放 β 、 γ 射线。由于 β 射线穿透能力很弱，设备的外包装可以完全屏蔽，使 β 射线不能释放到环境中。但 γ 射线穿透能力较强，有可能对环境产生辐射影响。

伽玛刀未使用时，放射源处于屏蔽位，不对室内外公众产生照射。

伽玛刀在治疗过程中，机房治疗室内来自放射源的直射、散射和漏射 γ 射线会穿透屏蔽墙及防护门，对治疗机房治疗室外的工作人员和公众产生外照射影响。

（二）废旧放射源：

放射源 ^{60}Co 在应用过程中不产生放射性固体废物，但在长期使用以后，因衰变造成放射性活度会逐渐下降。当活度过低不能满足使用时，放射源将被替代下来成为废源（或退役源）。如果不妥善处置，将对环境产生一定影响，亦带来一定的安全隐患。

二、非放射性污染

（一）废气：伽玛刀治疗过程中发射的 γ 射线，会使治疗机房治疗室内的空气产生电离，产生微量的臭氧和氮氧化物，少量臭氧和氮氧化物可通过排风管排出治疗室，臭氧在常温下约 50min 可自行分解为氧气，这部分废气对周围环境影响较小。

（二）废水：主要是工作人员产生的生活污水，将进入医院污水处理系统，处理达标后排入城市污水管网，对周围环境影响较小。

（三）固体废物：主要是工作人员产生的生活垃圾，收集后，将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

一、工作场所布局合理性

本项目 1 间伽玛刀机房拟建址位于医院住院楼南侧空地，机房东侧为过道，南侧为医护办公室，西侧为规划室（即物理室）、控制室和设备机房，北侧为候诊大厅和定位室，上方无建筑，下方为土壤层。本项目控制室及设备间与治疗室分开设置，位于治疗室西侧。伽玛刀治疗机房设计有直迷道，迷道外口处设计有一处防护门。满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中关于选址与布局的规定。

医院拟对机房进行分区管理，将伽玛刀机房（含迷道）划为控制区，与机房相邻区域的规划室（即物理室）、控制室、设备机房、候诊大厅和定位室划为监督区，并在控制区边界张贴电离辐射警告标志。本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。本项目伽玛刀机房周围布置及分区示意图见图 10-1。

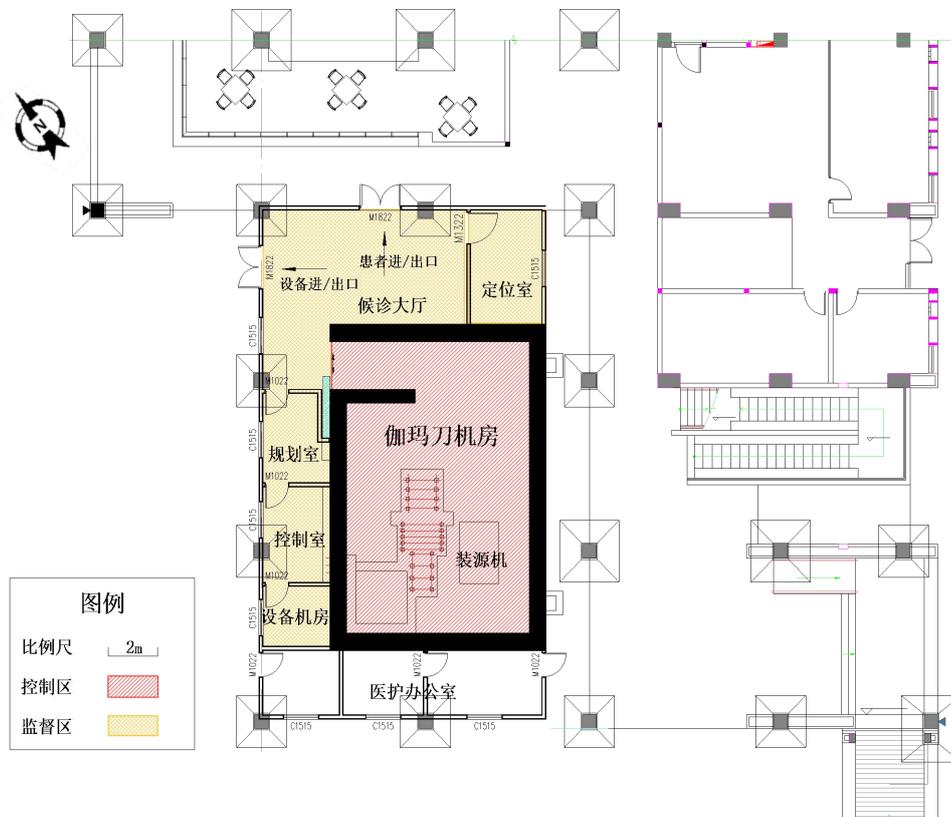


图 10-1 本项目伽玛刀机房周围布置及分区示意图

二、辐射防护屏蔽设计

本项目伽玛刀机房辐射防护设计见表 10-1。

表 10-1 本项目伽玛刀机房屏蔽设计一览表

屏蔽体	屏蔽设计	治疗室尺寸
东墙	750mm 混凝土	南北长 12.3m、东西宽 8.0m，高 5.2m 净面积：约 77.6m ² （不含迷道）； 迷道内墙东西宽 3.0m，迷道宽 2.0m， 净容积约 511.68m ³ （含迷道）。
西墙	750mm 混凝土	
南墙	750mm 混凝土	
北墙	750mm 混凝土	
迷路内墙	600mm 混凝土	
室顶	600mm 混凝土	
防护门	内衬 5mmPb 铅板	

注：采用混凝土结构，密度为 2.75g/cm³

三、辐射安全措施

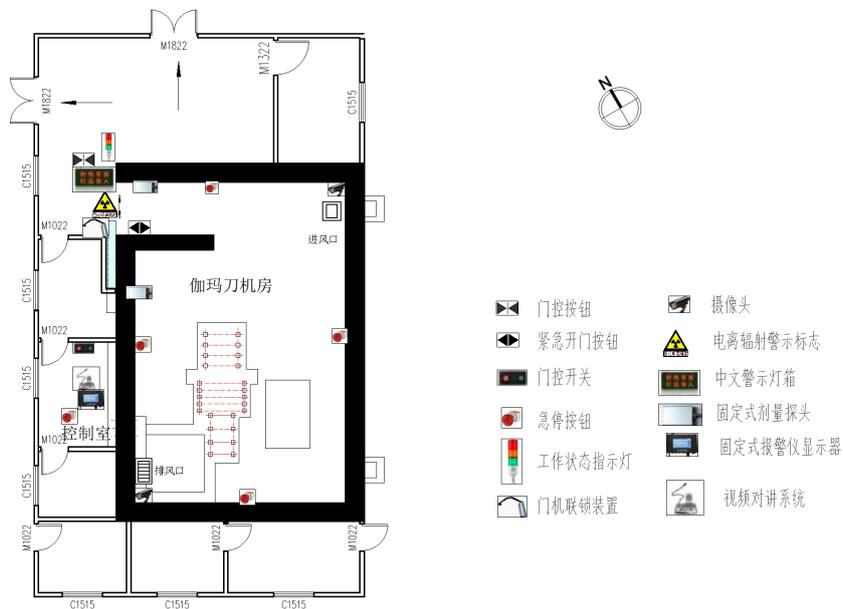


图 10-2 伽玛刀机房主要安全设施位置示意图

伽玛刀治疗机房拟设置防护门-源联锁、UPS 电源、紧急停机开关、手动关源、摄像头安全监控及对讲系统、电离辐射警告标志、工作状态指示灯、紧急开门装置

等安全防护措施，在治疗的各个环节确保仪器的正常运行，有效的保证了患者及工作人员的安全防护，使整个过程处于安全有效管理之中。各设备主要功能如下：

（一）电离辐射警告标志

在治疗室防护门外拟设置电离辐射警告标志和中文警示说明，提醒周围公众和辐射工作人员存在电离辐射。

（二）工作状态指示灯

防护门上方拟设置工作状态指示灯，灯箱上拟设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联锁，防护门关闭的情况下，工作状态指示灯灯亮。

（三）防护门-源联锁装置

防护门未完全关闭时不能出源照射，出源状态下开门放射源回到伽玛刀设备的安全位置。含放射源的治疗设备设有断电自动回源措施。

（四）紧急开门装置

治疗室防护门拟设置紧急开门装置，同时拟设置防夹功能。

（五）手动关源

当设备出现机械故障导致放射源不可关闭时，可采用手动关源。

（六）视频监控和对讲系统

拟安装视频监控、对讲系统，在治疗过程中能够观察病人状况，此外，也可以观察治疗室是否有人员滞留。

（七）紧急停机按钮

紧急停机按钮安装在控制室的操作台上（1个）、设备上（1个）、治疗室的墙壁上（治疗机房每面墙各设置1个）和迷道内（1个），并有明显的中文说明/标志，当遇到意外情况，可随时按动急停开关，切断设备高压，停止出束。

（八）UPS 电源

当在治疗过程中发生外部供电中断时，系统自动控制立刻切换 UPS 后备电源供电。此时放射源关闭，三维定位床退出，治疗过程终止。

（九）固定式辐射剂量监测报警仪器

机房内拟安装固定式辐射剂量监测报警仪器，用于监测机房内的辐射水平并帮助辐射工作人员判断设备的工作状态。

(十) 通风换气系统

本项目伽玛刀机房内拟设置机械强制通风系统。通风管道应斜方向穿过墙体，并与射线方向垂直进风口位于机房东北角吊顶上，排风口位于机房西南角，排风口下沿距地 30cm 处。进、排风口符合上进下出原则，能够有效促进室内气体流动。进、排风管道穿屏蔽墙处均避开了有用射束照射。进风口和排风管道未破坏治疗室墙体的屏蔽效果，能够满足辐射防护要求。根据图纸，计算机房容积为 511.68m²，机房总排风量不低于 2046.72m³/h，设计换气次数大于 4 次/h，通风条件良好。本项目伽玛刀机房进/排风管道示意图详见附图 4。

(十一) 电线电缆布设

伽马刀系统采用耐辐射电缆，治疗室与控制室操作台之间的电缆管线治疗室内部分以地沟形式布设在地坪以下，穿墙部位采用预埋穿线管方式并以“U”型方式从地坪下方穿过墙体。如在防护墙体部位设置开关箱等嵌入式电气设备，要在箱体后背称填约 1cm 的铅板。

(十二) 人员监护

医院拟为本项目配备 5 名辐射工作人员，并为辐射工作人员配备 1 台辐射环境监测仪和 4 台个人剂量报警仪，定期送检且做好个人剂量档案管理工作。该医院拟开展辐射工作人员的职业健康监护，定期安排其在有相应资质医院体检，建立个人剂量档案。

(十三) 其他辐射安全措施

安全联锁系统一旦被触发后，须人工就地复位并通过控制台才能重新启动放射治疗活动；安装调试及维修情况下，任何联锁旁路应通过单位辐射安全管理机构的批准与见证，工作完成后应及时进行联锁恢复及功能测试。制定相应规章管理制度并在控制室内上墙张贴。治疗系统采用数字密码和专用钥匙启动，有专人操作设备。治疗室安装应急照明装置和安全出口指示灯，箭头指向出口处，设火灾自动报警装置等。

三废治理

(1) 固体废物：

本项目伽玛刀运营一段时间后会产生产废旧放射源。根据《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)第二十八条要求“生产、进口放射源的

单位销售 I 类、II 类、III 类放射源给其他单位使用的，应当与使用放射源的单位签订废旧放射源返回协议。转让 I 类、II 类、III 类放射源的，转让双方应当签订废旧放射源返回协议。因此，医院拟与放射源生产厂家签订废旧放射源回收协议。

工作人员产生的生活垃圾将进行分类收集，并交由城市环卫部门统一处理。

(2) 废水

工作人员和部分病人产生的生活污水，由院内污水处理站统一处理。

(3) 废气

伽玛刀治疗过程中发射的 γ 射线，会使治疗机房治疗室内的空气产生电离，产生微量的臭氧和氮氧化物，少量臭氧和氮氧化物可通过排风管排出治疗室，臭氧在常温下约 50min 可自行分解为氧气，这部分废气对周围环境影响较小。本项目机房设计有通风换气系统，通风次数大于 4 次/h，满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）中关于通排风的要求。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

常州中吴明州康复医院有限公司新增 1 台伽玛刀项目拟建址位于医院住院楼南侧地上一层，建设时主要工作为墙体隔断与内饰装潢，将产生施工噪声、扬尘和建筑垃圾污染，建设施工时对环境会产生如下影响：

一、大气：本项目在建设施工期需进行的墙体隔断等作业，各种施工将产生地面扬尘，另外机械作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染采取以下措施：及时清扫施工场地，设立围挡，并保持施工场地一定的湿度。

二、噪声：整个建筑施工阶段，如墙体拆除、墙体连接等施工中都将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）的标准，尽量采用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业。

三、固体废物：项目施工期间，会产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，委托由有资质的单位清运，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落。

四、废水：项目施工期间，有一定量含有泥浆的建筑废水产生，对这些废水进行初级沉淀处理，并经隔渣后排放。

医院在施工阶段计划采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在医院院区内部，对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

本评价通过理论计算，对伽玛刀治疗机房屏蔽体外辐射剂量率进行估算。

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）4.2.3：d）体部 γ 刀治疗机房墙、顶和门的屏蔽主要应考虑装置治疗状态下的泄漏辐射、准直器的泄漏辐射和有用线束的一次散射辐射，散射辐射与入射辐射的夹角通常为 $40^{\circ}\sim 140^{\circ}$ 。对个别体部 γ 刀（或称全身 γ 刀）需考虑旋转照

射时单个源的有用线束。

g) 当获得生产厂家提供的治疗装置周围的散射辐射剂量场数据时，屏蔽计算中宜尽可能利用这些实际数据。

本次评价根据厂家提供的最大照射野状态下机房内平面杂散分布图，计算治疗室屏蔽墙体、防护门及室顶外关注点处剂量率。

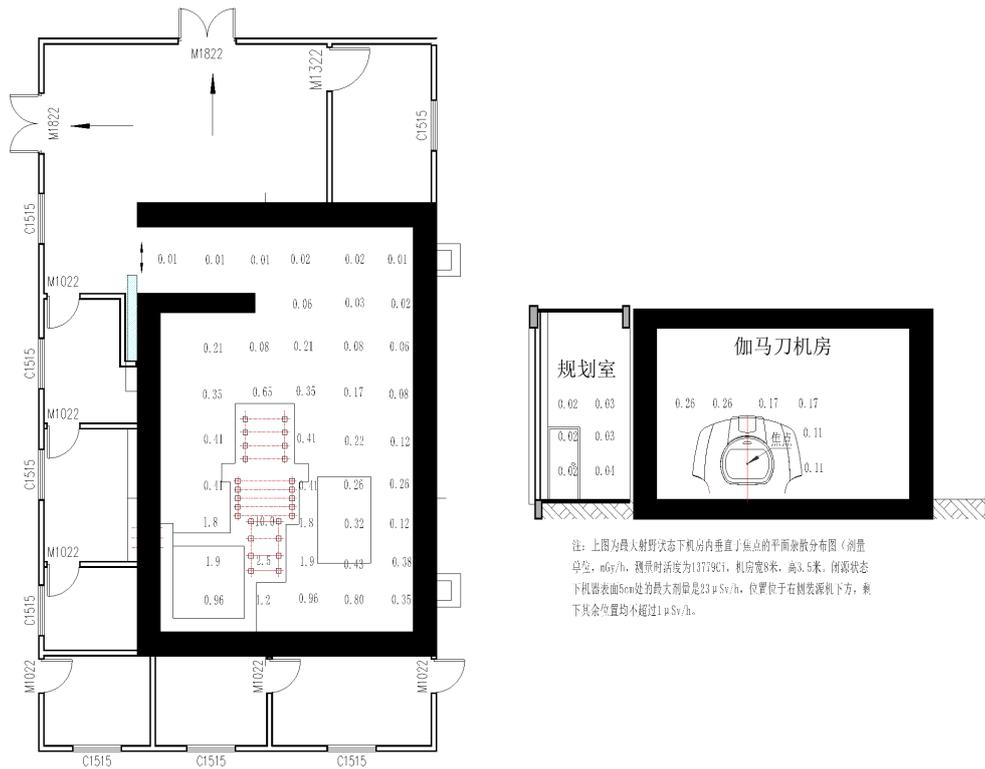


图 11-1 最大射野状态下机房内平面杂散分布图

1、计算模式

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 X_e (cm)，按照公式 11-2 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剂量数值，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 11-3 计算相应辐射在屏蔽体外关注点的剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)。

$$X_e = X / \cos\theta = X \cdot \sec\theta \quad \text{公式 11-1}$$

式中： X —设计屏蔽厚度，cm；

θ —斜射角。

$$B = 10^{- (X_e + TVL - TVL_1) / TVL} \quad \text{公式 11-2}$$

式中， TVL_1 (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_1 时， $TVL_1 = TVL$ 。

$$H = \frac{H_0 \cdot R_0^2}{R^2} \cdot B \quad \text{公式 11-3}$$

式中： H_0 —依据设备厂家提供的辐射剂量数值，选取最接近机房墙内表面的最大辐射剂量率，单位为 $\mu\text{Sv/h}$ ；

R_0 —依据设备厂家提供的辐射剂量数值，选取的点位距辐射源点的距离，单位为米 (m)；

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。

2、参数选取

1) 辐射源项

依据设备厂家提供的伽玛刀周围的剂量率值，伽玛刀治疗状态下机房内剂量率最大为 $10000\mu\text{Gy/h}$ (距等中心点 1m)；非治疗状态下剂量率最大为 $23\mu\text{Gy/h}$ (距等中心点 1m)。

2) TVL 值

因治疗状态下，伽玛刀机房内主要包含治疗射线的散射辐射、泄漏辐射等，本次 TVL 值保守取有用线束和漏射辐射在混凝土及铅中的 TVL 值。

本项目 TVL 取值根据《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 C 表 C.1，对于 ^{60}Co 混凝土 $TVL=218\text{mm}$ ，铅 $TVL=41\text{mm}$ 。

本项目 TVL_1 取值根据《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 C 表 C.1，对于 ^{60}Co 混凝土 $TVL_1=245\text{mm}$ ，铅 $TVL_1=41\text{mm}$ 。

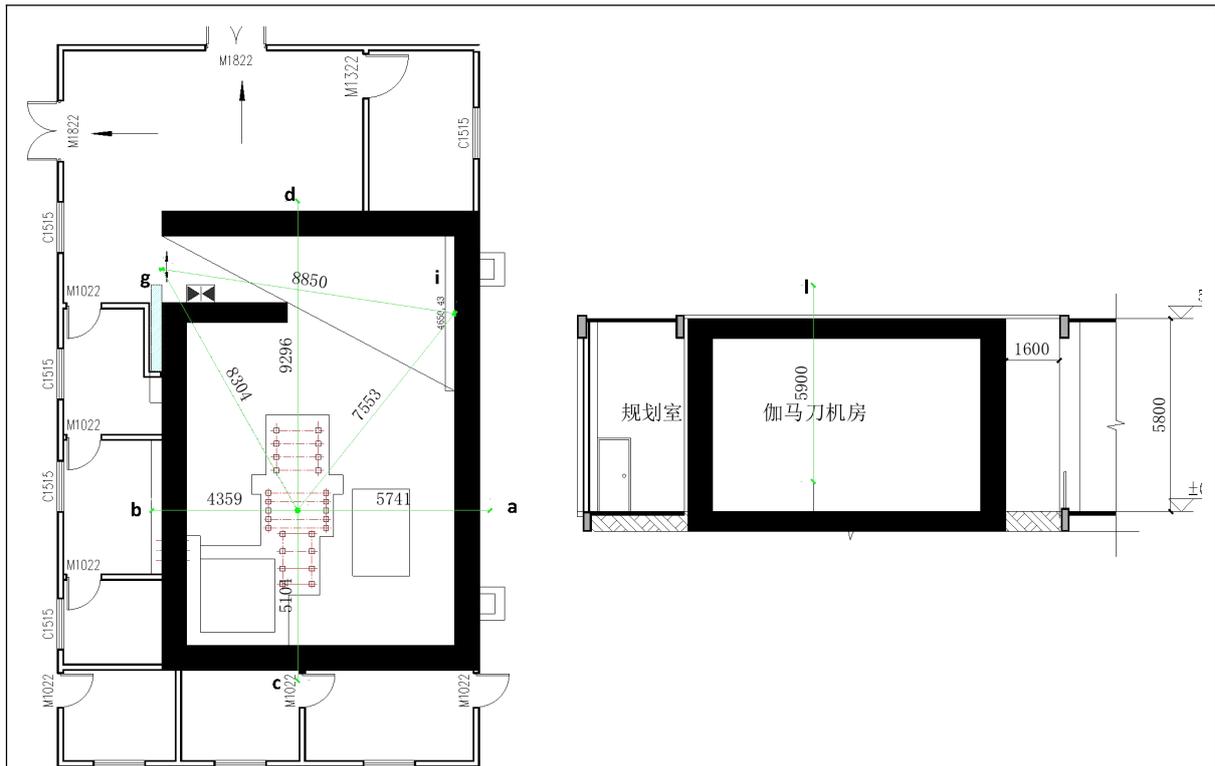


图 11-2 伽玛刀机房周围预测点布设示意图

3) 机房屏蔽墙外辐射剂量率预测

本项目伽玛刀机房周围预测点布设详见图 11-2，将相应屏蔽厚度得出的辐射屏蔽透射因子 B 值代入，按照公式 11-3 得到相应辐射在屏蔽体外关注点的剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)，计算结果见表 11-1，其中 X 、 R 的取值由建设单位提供的 CAD 图纸上读取。

表 11-1 伽玛刀机房出束状态下参考点处的辐射剂量率核算值

预测位置	参考距离 R (m)	H_0 ($\mu\text{Sv/h}$)	R_0 (m)	屏蔽厚度 X	辐射屏蔽透射因子 B	剂量率估算值 H ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	评价
东墙 (a 点)	5.7	10000	1	750mm 砼	4.82E-04	0.149	1.5	满足
西墙 (b 点)	4.4			750mm 砼	4.82E-04	0.249	2.5	满足
南墙 (c 点)	5.1			750mm 砼	4.82E-04	0.186	0.3	满足
北墙 (d 点)	9.3			750mm 砼	4.82E-04	0.056	1.2	满足
室顶 (1 点)	5.9			600mm 砼	2.35E-04	0.676	4.8	满足

表 11-2 伽玛刀机房关束状态下参考点处的辐射剂量率核算值

预测位置	参考距离 R (m)	H ₀ (μSv/h)	R ₀ (m)	屏蔽厚度 X	辐射屏蔽透射因子 B	剂量率估算值 H (μSv/h)	剂量率参考控制水平 (μSv/h)	评价
东墙 (a点)	5.7	23	1	750mm 砼	4.82E-04	3.42E-04	1.5	满足
西墙 (b点)	4.4			750mm 砼	4.82E-04	5.73E-04	2.5	满足
南墙 (c点)	5.1			750mm 砼	4.82E-04	4.27E-04	0.3	满足
北墙 (d点)	9.3			750mm 砼	4.82E-04	1.28E-04	1.2	满足
室顶 (l点)	5.9			600mm 砼	2.35E-04	1.55E-03	4.8	满足

注：1、机房下方为泥土层，不进行剂量率估算；

2、北墙屏蔽厚度保守只考虑迷路外墙防护厚度 750mm 混凝土。

由表 11-1 估算结果可知，伽玛刀治疗（出束）状态下治疗室室顶上方和四周墙外 30cm 处的辐射剂量率最大 0.676μSv/h，低于各屏蔽墙外剂量率控制目标值要求；由表 11-2 估算结果可知，伽玛刀非治疗（关束）状态下到达治疗室室顶上方和四周墙外 30cm 处的辐射剂量率最大 5.73E-04μSv/h，低于各屏蔽墙外剂量率控制目标值要求。

4) 防护门外辐射剂量率预测

防护门外 g 点处辐射剂量率本次保守按照患者一次散射穿过迷道内墙到达防护门外的辐射路径和患者一次散射经墙体二次散射散射至防护门路径的叠加。

①患者一次散射穿过迷道内墙到达防护门外的辐射剂量率计算结果见下表。

表 11-3 一次散射穿过迷路内墙的辐射剂量率核算值

放射源状态	预测位置	参考距离 R (m)	H ₀ (μSv/h)	R ₀ (m)	屏蔽厚度 X	辐射屏蔽透射因子 B	剂量率估算值 H (μSv/h)
出束			10000				0.070
关束	防护门 (g点, 散射路径: o-g)	8.30	23	1	600mm 砼 +5mmPb 防护门	混凝土: 2.35E-04 铅: 0.755	1.61E-04 (考虑防护门屏蔽) 1.22E-04 (未考虑防护门屏蔽)

②经墙体二次散射辐射剂量率

入射到屏蔽墙上的散射辐射被并散射至计算点的辐射剂量率 H 按下式计算：

$$H = \frac{f \cdot H_0 \cdot S \cdot \alpha_w}{R_L^2 \cdot R^2} \quad \text{公式 11-4}$$

式中： f —治疗装置的泄漏辐射比率，通常取 10^{-3} ；

H_0 —放射源在距其 1m 处的剂量率，单位为微希每时 ($\mu\text{Sv/h}$)；

S ：散射面积，即自散射辐射始点和计算点共同可见的散射体区域的面积，单位为平方米 (m^2)，本项目取 $4.6 \times 5.2 = 23.9 \text{m}^2$ ；

α_w ：散射体的散射因子，保守取 ^{60}Co 入射角约为 45° ，反散射角约为 0° ，根据 GBZ/T201.3-2014 表 C.4，散射因子 α 为 1.02×10^{-2} ；

R_L ：散射辐射始点至散射体中心点的距离，单位为米 (m)；

R ：散射体中心点至计算点 (参考点) 的距离，单位为米 (m)。

表 11-4 二次散射防护门内辐射剂量率核算值

放射源状态	预测位置	H_0 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射面积 S	散射因子 α_w	R_L	R	剂量率估算值 H ($\mu\text{Sv/h}$)
出束	防护门 (g 点, 散射路径: o-i-g)	10000	23.9	1.02×10^{-2}	7.6	8.9	5.33E-04
关束		23					1.23E-06

③防护门屏蔽后辐射剂量率

迷道内入口处入射辐射与散射辐射夹角约为 58° ，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) 中表 C.2，保守取 60° 对应的散射辐射能量值 0.56MeV ，根据《辐射防护手册》(第三分册) 中表 2.12，铅的 TVL 值保守取 3.8cm 。

$$H = H_g \cdot 10^{-X/\text{TVL}} + H_{og} \quad \text{公式 11-5}$$

式中： H —防护门外的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_g —入口处的散射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_{og} —穿过迷路内墙的漏射辐射在入口处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

TVL--辐射在屏蔽物质中的平均什值层厚，cm。

表 11-5 防护门屏蔽后辐射剂量率核算值

预测位置	穿过迷路内墙的辐射剂量率 H_g ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射剂量率 H_{og} ($\mu\text{Sv/h}$)	屏蔽厚度 X	剂量率估算值 H ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	评价
防护门 (g 点)	5.33E-04	0.070	5mmPb	0.070	2.4	满足

由计算可知，伽玛刀治疗机房四周侧墙体、室顶及防护门外考察点辐射剂量率均小于剂量率控制限值。

5) 防护门外辐射剂量率预测

机房进风管道和排风管道穿墙处采用“Z”型穿墙方式，在“Z”型通风管道处射线至少经过3次散射，每次散射剂量率减小1~2个数量级。电缆管线口均采用斜穿墙体，且通风管道和电缆穿墙部位均采用铅板补偿防护，因此通风管道和电缆管线口不会影响墙体的屏蔽效果，预计通风口和电缆管线口外剂量率可低于相应的剂量率控制目标。

6) 环保目标处剂量率预测

本项目环境保护目标受伽玛刀辐射所致剂量率见下表：

表 11-6 伽玛刀对环保目标辐射剂量率影响

预测位置	参考距离 R (m)	H ₀ (μSv/h)	R ₀ (m)	屏蔽厚度 X	辐射屏蔽透射因子 B	剂量率估算值 H (μSv/h)
东侧阿鲁克邦复合材料(江苏)有限公司	30	10000	1	750mm 砼	8.18E-04	0.004

根据上表可知，治疗状态下环境保护目标处剂量率最大值为 0.004μGy/h，影响较小；非治疗状态下机房周围最大剂量率为 5.73E-04μGy/h，经距离衰减和墙体阻隔后，各环境保护目标处的剂量率较小，可忽略不计。

二、年有效剂量估算

1、估算公式

$$D_{\text{Eff}} = H \cdot t \cdot T \cdot U \quad \text{公式 11-6}$$

式中：D_{Eff}—考察点人员年有效剂量 (Sv/a)；

H—考察点的周围空气比释动能率 (Gy/h)；

t—考察点处年受照时间 (h)；

T—居留因子；

U—使用因子；

将伽玛刀机房外各典型参考点处的辐射剂量率估算值代入公式 11-6，本项目伽玛刀年运行时间约 835h，根据各考察点处年受照时间，并考虑周围公众及辐射工作人员的居留因子，则伽玛刀机房外辐射剂量预测结果见表 11-7。

表 11-7 伽玛刀机房外年有效剂量预测结果

参考点	参考点所在场所	居留因子 T	使用因子 U	剂量率估算值 ($\mu\text{Sv/h}$)	人员可达处年有效剂量 (mSv/a)	年剂量约束值 (mSv/a)	结论
东墙 (a 点)	过道	1/5	1	0.149	0.025	0.1	满足
西墙 (b 点)	控制室	1	1	0.249	0.208	5	满足
南墙 (c 点)	医护办公室	1	1	0.186	0.155	5	满足
北墙 (d 点)	候诊大厅	1/4	1	0.056	0.012	0.1	满足
室顶 (1 点)	屋顶	1/16	1	0.676	0.035	0.1	满足
东侧	阿鲁克邦复合材料 (江苏) 有限公司	1	1	0.005	0.004	0.1	满足

由表 11-7 可知，本项目伽玛刀运行后辐射工作人员年剂量估算值最大为 0.208mSv，周围公众年有效剂量最大值 0.035mSv，满足《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）的要求。

在进行放射治疗前，工作人员需进入机房对患者进行摆位，医生在摆位过程中由于靠近伽玛刀，根据厂家提供在距离伽玛刀 1m 处的辐射剂量率不大于 23 $\mu\text{Sv/h}$ ，保守估算按摆位/解除摆位各 1min，每天约有 10 名病人，每周工作 5 天，年工作 50 周，则工作人员所受年有效剂量约为 1.92mSv。

综上所述，根据上述理论估算结果，本项目 1 间伽玛刀机房在经实体屏蔽后，对机房外辐射工作人员和周围公众的环境影响较小，伽玛刀运行时，在采取有效的辐射防护措施和医院良好的管理情况下，辐射工作人员和公众的年有效剂量可以满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）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）。

三、伽玛刀机房门缝、通风管道及电缆沟防护评价

本项目伽玛刀机房防护门设计制作时，除要考虑足够的防护厚度外，拟考虑防护门与周围墙壁及地面的重叠搭接，以防止门缝处射线泄漏。本项目伽玛刀机房门与墙之间的间隙小于 1cm，防护门与墙之间的搭接不小于 10cm，可有效防止门缝处

射线泄漏。

本项目伽玛刀机房新、排风管道穿墙处均应斜方向穿过墙体，并与射线方向垂直，未破坏治疗室墙体的屏蔽效果，射线经三次以上散射后，通风管道出口处辐射剂量将在控制范围内。

电缆沟埋设在地下，电缆线布设采用地下“U”型穿墙管道。穿墙处理地深度为0.6m，未破坏治疗室墙体的屏蔽效果，能够满足辐射防护要求。

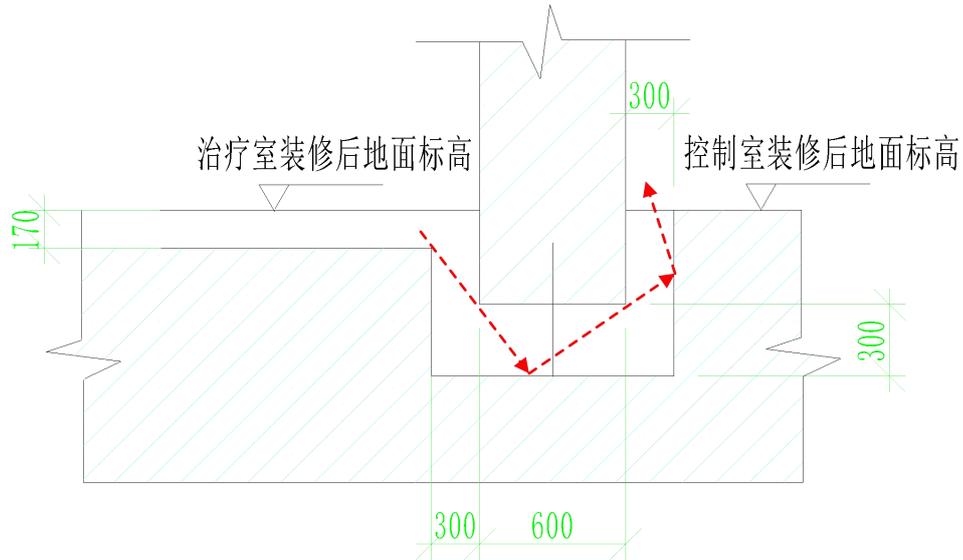


图 11-3 预留电缆管道剖面示意图

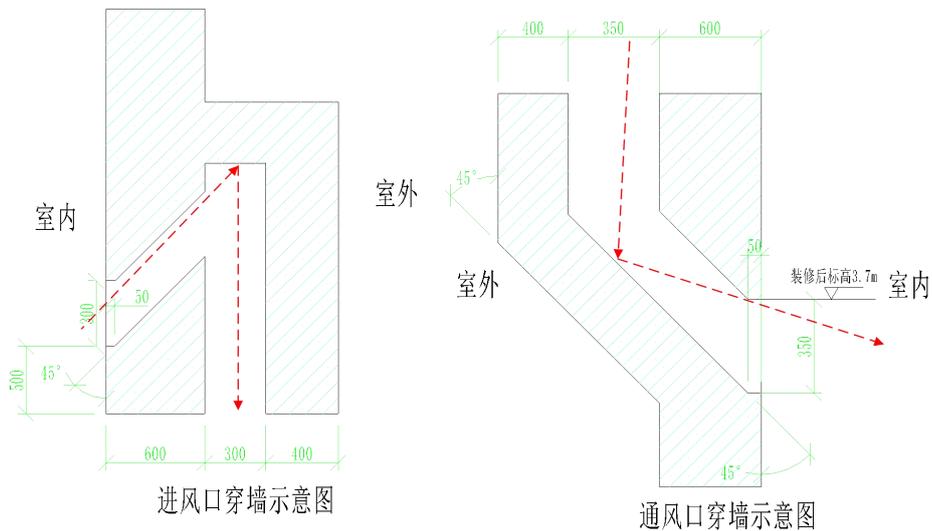


图 11-4 预留新/排风管道剖面示意图

本项目治疗机房东侧及北侧为二层建筑物，其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，参照表 11-1 中机房外辐射剂量率估算结果可知，本项目放疗机房顶部剂量率最大值为 $0.676\mu\text{Sv/h}$ ，其天空散射和侧散射对治疗机房外的附近公众的照射较小，能够满足防护要求；同时医院拟在治疗工作场所所在控制区进出口及其他适当位置设有电离辐射警告标志和中文警示，避免公众等无关人员误入。

四、三废的治理评价

(1) 固体废物：

工作人员产生的生活垃圾将进行分类收集，并交由城市环卫部门统一处理。退役或更换的 ^{60}Co 放射源属于放射性固体废物，医院拟与放射源厂家签订回收协议，交由厂家回收。卸源后直接运走，不在医院内暂存。新源由生产厂家负责运送和安装。需要换源时，新源由厂家用铅罐运至医院，旧源由厂家带铅罐到院运走，本项目建设单位不负责放射源的安装及运输。医院拟与放射源生产厂家签订退役放射源回收合同，退役源处于有效的安全管理之中，不会对环境造成影响。

(2) 废水

工作人员和部分病人产生的生活污水，由院内污水处理站统一处理。

(3) 废气

伽玛刀治疗过程中发射的 γ 射线，会使治疗机房治疗室内的空气产生电离，产生微量的臭氧和氮氧化物，少量臭氧和氮氧化物可通过排风管排出治疗室，臭氧在常温下约 50min 可自行分解为氧气，这部分废气对周围环境影响较小。

本项目伽玛刀机房内拟设置机械强制通风系统。通风管道应斜方向穿过墙体，并与射线方向垂直进风口位于机房东北角吊顶上，排风口位于机房西南角，排风口下沿距地 30cm 处。进、排风口符合上进下出原则，能够有效促进室内气体流动。进、排风管道穿屏蔽墙处均避开了有用射束照射。进风口和排风管道未破坏治疗室墙体的屏蔽效果，能够满足辐射防护要求。设计换气次数大于 4 次/h，通风条件良好。

事故影响分析

本项目涉及的伽玛刀内配备的 ^{60}Co 放射源（最大装源活度为 $4.884 \times 10^{14}\text{Bq}$ ）为 I

类集聚源。医院在开展放射治疗过程中，如果不被安全管理或可靠保护，可能对误入机房的受照人员产生较严重放射损伤。

一、主要事故风险

- ①联锁装置失灵，人员误入。
- ②断电事故。
- ③电气系统失控。
- ④卡源事故。
- ⑤换装源误照射。
- ⑥放射源泄漏。
- ⑦停机维修期间的误照射。
- ⑧剂量率仪故障。

出现上述类辐射事故时，如处理或发现不及时，则会导致超剂量照射，从而造成一般辐射事故，如长时间未发现，给人员造成急性重度放射病、局部器官残疾，则会升级为较大或者重大辐射事故。因此，建设单位应特别重视设备的维护和管理，杜绝上述辐射事故发生。

二、事故处理方法及预防措施

①联锁装置失灵，人员误入。伽玛刀的三维定位床、屏蔽门之间的运动采用硬件和软件二级安全联锁，确保了治疗过程安全、有序地进行。在主机程序中还设置了自检程序，每次治疗操作前，整个系统自动检测，只有自检通过后才能进行治疗；设备未设置参数，不能启动治疗；防护门打开或没有关严时，则不能出束；控制室和治疗机房均有紧急制动装置；另外在控制室还可以通过设置在治疗机房的监视器看到治疗机房内的情况，声光报警系统也在控制室有反应，一般情况下不会造成人员误入，即使人员误入，防护门也能从里打开。极端情况下，所有联锁系统，监视系统、声光报警系统全部失灵，正在治疗过程中人员误入，这样，对误入的人员可能造成超剂量的辐射，引发事故。但对外部环境不造成影响。从理论上讲，发生这种事故的几率极小。为防止事故的发生，平时要经常检查和维修联锁系统及安全系统。工作人员要严守操作规程，每次开机运行前要确认治疗机房无其他人员时，才能开始进行治疗。

②断电事故。治疗前，如外部断电，控制系统无法自检，则治疗程序不能启

动，不能进行治疗；治疗过程中断电，设备配有可供电 30 分钟的不间断电源，可保证治疗的正常运行和治疗完整性。极端情况下，外部供电系统断电，而不间断电源不能供电或已损坏，此时工作人员可迅速通过在控制室的手动系统完成退床、源复位（将源摇至准直体屏蔽位置）等动作。若手动系统此时也损坏或不能使用，工作人员可迅速进入治疗机房，利用治疗机上的手动系统，将病人退出治疗空腔、关闭屏蔽门等动作。这种事故发生，对病人工作人员和环境影响也能可控和可接受。

③电气系统失控。当正在治疗时电气系统失控，不能关机时，工作人员同样采取手动的方式完成关源、退床、关闭屏蔽门等程序。这种事故发生几率非常小，若电气有故障，在开机自检时就不能通过治疗，即使这种事故发生，对外环境也在可接受范围内。

④卡源事故。 ^{60}Co 治疗系统的卡源是指同轴旋转的准直体和源体不能回归零位，即治疗结束后源始终处于照射状态。出现这种情况是由于控制系统失控或同轴旋转的源体和准直体之间出现故障。这种故障出现与机器的磨损、维护、检修以及质量有关系。在这种情况下，工作人员可立即用控制室的手动系统将源摇回准直体屏蔽位置，人员可不必进入治疗室，若手摇也无法将源回归零位，则工作人员须迅速进入治疗室将病人撤离，然后手动将屏蔽门关闭，再找专业人员或厂家修理，这种事故下工作人员进入治疗室可能造成辐射剂量增加，但只要合理控制现场处理的时间则相对影响很小。

⑤换装源误照射。换装源过程主要由伽玛刀设备生产厂家来完成，建设单位负责协助工作。在换装源过程中，如果操作不当，出现源包壳损坏等状况时亦会对周围环境产生不利影响。在操作过程中，应严格按照辐射防护要求操作。

⑥放射源泄漏 当机器使用时间较长或因外力使源包壳出现破损时，会发生放射源泄漏事件。日常工作中，在保持设备日常检查并用巡测仪等仪器对治疗机房周围剂量进行监测的情况下，此类事件发生几率较低。

⑦维修停机期间的辐射事故 维修停机期间操作不当或其他非维修人员误操作，会导致辐射事故的发生。加强日常工作的监管，在维修停机期间严格按照规程操作，保证有专人看守能有效降低辐射事故发生的几率。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

常州中吴明州康复医院有限公司拟于住院楼南侧地上一层建设 1 座伽玛刀机房及其辅助用房，并配备 1 台伽玛刀，用于开展放射治疗。根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，使用 I 类射线装置的单位，应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，并以文件形式明确管理人员职责。从事辐射工作管理和辐射工作的人员均可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并考核。

根据上述要求，常州中吴明州康复医院有限公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。医院应根据本次新增 1 台伽玛刀项目修订管理机构文件，明确医院相关辐射项目的管理人员及其职责，将该项目辐射安全管理纳入全院的辐射安全管理工作中。本项目辐射工作人员为新聘人员，拟安排参加生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并考核合格；同时如有辐射培训证书到期人员还应及时参加生态环境部的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行学习并通过考核。

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和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的有关要求，使用放射源和射线装置的单位要“有健全操作规程、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，并有完善的辐射事故应急措施”。目前医院已制定相关辐射安全与防护管理制度，如《辐射事故应急处理预案》《射线装置操作规程》《岗位职责》《个人剂量和环境辐射监测方案》、《辐射安全和防护专业知识及相关法律法规培训计划》等。医院现有管理制度内容较为全面，基本满足医院从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求，建议医院根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）中的要求并结合项目特点及以下内容，加强放射源倒装活动的辐射安全管理，制定并补充完善相关的管理制度或规

程；并在应急预案中注明事故上报的相关要求，同时落实到实际工作中，严格执行，加强辐射安全管理。

一、操作规程：针对本项目伽玛刀的使用制定操作规程，明确辐射工作人员的资质条件要求、操作过程中采取的具体防护措施及步骤，重点是工作时必须佩戴个人剂量计和剂量报警仪或检测仪器，避免事故发生。

二、岗位职责：明确相关管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

三、辐射防护和安全保卫制度：根据单位的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，规定专人负责新增 1 台伽玛刀项目防护与安全保卫工作，定期对辐射防护与安全保卫相关的用品、仪器进行检查。

四、设备维修制度：明确伽玛刀和辐射监测设备维修计划、维修的记录和在日日常新建过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，并做好记录。确保安全措施（急停按钮、警示标志、工作状态指示灯）、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

五、人员培训计划和健康管理制：明确本项目的培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。相关辐射工作人员应及时学习最新的国家政策法规及标准，熟练掌握放射性防护知识、最新的操作技术。根据 18 号令及《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》，辐射工作人员均可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并通过考核。辐射工作人员应定期参加职业健康体检（不少于 1 次/2 年），并为其建立辐射工作人员职业健康监护档案。

六、监测方案：明确监测频次和监测项目。监测结果定期上报生态环境行政主管部门。该单位应制定监测方案，重点是：

①明确监测项目和频次；

②辐射工作人员个人剂量监测数据应建立个人剂量档案，依据《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修正），在日常检测中发现个人剂量异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康部门调查处理；

③医院应当按照有关标准、规范的要求定期对工作场所及周围环境进行监测或者委托有资质的机构进行监测，发现异常情况的，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告；

④委托有资质监测单位对本单位的射线装置的安全和防护状况进行年度检测，每年1月31日前将年度评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统，年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。医院2023年度评估报告已上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。

辐射监测

根据辐射管理要求，常州中吴明州康复医院有限公司拟为本项目配备辐射巡测仪1台和个人剂量报警仪2台，用于辐射防护监测和报警，同时结合本项目实际情况，拟制定如下监测计划：

一、委托有资质的单位定期对项目周围环境 X-γ辐射剂量率进行监测，周期：1~2次/年；

二、辐射工作人员开展个人剂量监测（周期：每1至3个月1次），建立个人剂量档案；

三、定期使用辐射监测仪器对项目周围辐射环境进行自检，并保留自检记录。

表 12-1 辐射监测计划

监测项目	监测类型	监测因子	监测单位和监测频次	监测点位	控制要求
工作场所监测	竣工环保验收监测	X-γ辐射剂量率	请有资质单位监测，建设项目竣工后3个月内	辐射水平：控制区和监督区所有工作人员和公众可能居留的有代表性的点位	见评价标准中表面污染控制水平和辐射剂量率控制水平
	年度监测	X-γ辐射剂量率	请有资质单位监测，不少于1次/年		
	日常监测	X-γ辐射剂量率	X-γ辐射剂量率自主监测不少于1次/月		
个人剂量监测	/	职业性外照射个人剂量	定期送有资质部门进行监测，不少于1次/三个月	/	年有效剂量不超过5mSv

常州中吴明州康复医院有限公司须根据上述监测计划，明确本项目监测频次和

监测项目。监测结果定期上报生态环境行政主管部门。发现工作场所及周围环境监测结果异常情况的，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告。此外，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，使用放射源和射线装置的单位，应当对本单位的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日前将年度评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统，年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。医院

常州中吴明州康复医院有限公司已为全院辐射工作人员配备个人剂量计并建立个人剂量档案，已委托有资质的单位定期对项目周围环境 X- γ 辐射剂量率进行监测，

辐射事故应急

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关规定，辐射事故应急预案应明确以下几个方面：

- 一、应急机构和职责分工；
- 二、应急的具体人员和联系电话；
- 三、应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- 四、辐射事故发生的可能、分级及应急响应措施；
- 五、辐射事故调查、报告和处理程序。

对于在医院定期监测或委托监测时发现异常情况的，医院应根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《江苏省辐射污染防治条例》等要求，发生辐射事故的，立即启动事故应急方案，采取必要防范措施，并在事故发生后1小时内向所在地生态环境和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康行政主管部门报告；并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，同时向当地卫生健康行政部门报告。

常州中吴明州康复医院有限公司已经制定了《辐射事故应急处理预案》。该预案主要包括成立应急预案领导小组、应急预案领导小组的职责、放射性事故应急处理的责任划分、放射性事故应急处理程序和放射性事故的调查。医院已根据应急预案的要求按时组织演练，在物资、通讯、技术、人员、经费等准备方面均已加以落实。医院开展核技术利用项目至今未发生辐射事故。

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

医院拟于住院楼南侧地上一层建设 1 座伽玛刀机房及其辅助用房，并配备 1 台伽玛射线全身立体定向放射治疗系统（简称“伽玛刀”，型号：HOLY· γ —SRRS，内含 40 颗 ^{60}Co 放射源，总活度为 $4.884 \times 10^{14}\text{Bq}$ 即 13200Ci，属医用 I 类集聚源），用于开展放射治疗。

二、项目建设的必要性及产业政策符合性

本项目的建设，可为医院提供放射治疗服务，有着重要临床应用价值，可为患者提供放射治疗服务，并可提高当地医疗卫生水平。对照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2023 年修改），不属于“限制类”或“淘汰类”项目，符合国家现行的产业政策。

三、实践正当性

本项目的运行，具有良好的社会效益和经济效益，经辐射防护屏蔽和安全管理后，本项目的建设和运行对受照个人或社会所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）“实践的正当性”的原则。

四、选址合理性

常州中吴明州康复医院有限公司位于常州市钟楼区合欢路 61 号。医院东侧和南侧为阿鲁克邦复合材料（江苏）有限公司，西侧为京杭运河，北侧为格力博公寓。

医院拟于住院楼南侧地上一层空地建设 1 座伽玛刀机房及其辅助用房，并配备 1 台伽玛刀。本项目拟建址现状为院内绿化，东侧为院内道路及楼梯，南侧为院内道路及水池，西侧为院内道路及空地，北侧为会议室。

本项目伽玛刀机房位于地上一层，机房东侧为过道，南侧为过道，西侧为规划室、控制室和设备机房，北侧为候诊大厅和定位室，上方无建筑，下方为土壤层。

本项目伽玛刀机房周围 50m（见附图 2）评价范围除东侧和西侧均位于院区内，东侧至阿鲁克邦复合材料（江苏）有限公司（最近处约 30m），西侧至院外空地（最近处约 25m）项目运行后的环境保护目标主要为本项目的辐射工作人员、院内的其他医务人员、病患、院内公众和阿鲁克邦复合材料（江苏）有限公司内公众

等。

本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。本项目所在地块位于江苏常州钟楼经济开发区重点管控单元（编码：ZH32040422957）内，不在常州市生态保护红线内，评价范围内也不涉及优先保护单元和一般管控单元。本项目为核技术利用项目，满足重点管控单元管控要求（详见附件 8，江苏省生态环境分区管控综合查询报告书）。

本项目治疗机房与控制室分开，区域划分明确，选址及布局合理。

五、辐射环境现状

常州中吴明州康复医院有限公司新增 1 台伽玛刀项目拟建址周围室内 γ 辐射剂量率在 48nGy/h~59nGy/h 之间，检测结果位于江苏省环境天然贯穿辐射水平涨落区间。

六、环境影响评价

根据预测结果，常州中吴明州康复医院有限公司新增 1 台伽玛刀项目在落实本报告提出的各项辐射安全与防护措施的情况下：

辐射防护影响预测：治疗机房四周墙体、防护门外 30cm 处及楼上的辐射剂量率均低于本项目剂量率控制目标值。

剂量约束值：本项目辐射工作人员和公众所受辐射剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）对职业人员和公众年有效剂量限值要求以及本项目剂量约束值要求（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）。

七、主要污染源及拟采取的主要辐射安全防护措施

医院拟与供源厂家签订退役放射源回收合同，因此退役放射源处于有效的安全管理之中，不会对辐射环境造成影响。伽玛刀治疗过程中发射的 γ 射线，会使治疗机房治疗室内的空气产生电离，产生微量的臭氧和氮氧化物，少量臭氧和氮氧化物可通过排风管排出治疗室，臭氧在常温下约 50min 可自行分解为氧气，这部分废气对周围环境影响较小。本项目伽玛刀治疗机房设计采用机械通风换气，采用上送下排式通风，设计通风换气次数大于 4 次/h，对周围环境影响较小。

八、辐射安全管理评价

常州中吴明州康复医院有限公司已设定专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以医院内部文件形式明确其管理职责。医院已制定较为完善的辐射安全管理制度，建议根据本报告的要求，对照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，修订相关文件，建立符合本院实际情况的、完善可行的辐射安全管理制度，并在日常工作中落实。

常州中吴明州康复医院有限公司需为本项目辐射工作人员配置个人剂量计，定期送有资质部门监测个人剂量，建立个人剂量档案；定期进行健康体检，建立个人职业健康监护档案。常州中吴明州康复医院有限公司拟为本项目配备辐射巡测仪 1 台、个人剂量报警仪 4 台。此外，医院拟为本项目辐射工作人员每人配置个人剂量计，委托有资质的单位定期进行检测。

综上所述，常州中吴明州康复医院有限公司新增 1 台伽玛刀项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该医院将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从环境保护角度论证，本项目的建设是可行的。

建议和承诺

一、该项目运行中，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

二、各项安全措施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。

三、定期进行辐射工作场所的检查及监测，及时排除事故隐患。

四、废旧源在退役过程中，严格按照退役实施方案执行，指派专人进行管理，做好退役过程中的辐射防护措施和辐射监测。定期组织应急演练和培训，提高工作人员应急响应能力。

五、医院在取得本项目环评批复，且具备辐射安全许可证申请条件后，应及时申请辐射安全许可证，并按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）第十二条“除需要取得排污许可证的水和大气污染防治设施外，其他环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月；需要对该类环境保护设施进行调试或者整

改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过 12 个月。”的规定时限要求开展竣工环境保护验收工作。

辐射污染防治“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预计投资 (万元)
辐射安全管理机构	建立辐射安全与环境保护管理机构，或配备不少于1名大学本科以上学历人员从事辐射防护和环境保护管理工作。医院拟设立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》相关要求。	/
辐射安全和防护措施	屏蔽措施：本项目治疗机房四周墙体均采用750mm混凝土，室顶采用600mm混凝土；迷路内墙：600mm混凝土；防护门：内衬5mmPb铅板	满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对职业人员和公众受照剂量限值要求以及本项目的目标管理值要求。	
	安全措施：本项目治疗机房入口处拟设置电离辐射警告标志和工作状态指示灯；拟设置门灯连锁、门机安全连锁、视频监控和对讲系统、紧急停机按钮、通风换气系统等。	满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）的相关要求。	
人员配备	拟配置5名辐射工作人员	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》要求。	
	辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检（两次监测的时间间隔不应超过3个月），加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。		
	辐射工作人员定期进行职业健康体检（不少于1次/2年），并建立辐射工作人员职业健康档案。		
监测仪器和防护用品	拟配备辐射巡测仪1台。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》有关要求。	
	拟配备个人剂量报警仪4台。		
辐射安全管理制度	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、辐射事故应急措施等制度：根据环评要求，按照项目的实际情况，补充相关内容，建立完善、内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。	已满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》相关要求。	/
总计	/	/	

以上污染防治的措施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

经办人

公章
年 月 日

审批意见

经办人

公章
年 月 日