

JXHG(35)-2026-008

核技术利用建设项目

福建医科大学附属第二医院

东海院区 1 台 TOMO 项目

生态环境影响报告表

(公开版)



福建医科大学附属第二医院

二〇二六年八月

表 1 项目基本情况

项目名称		福建医科大学附属第二医院东海院区 1 台 TOMO 项目			
建设单位		福建医科大学附属第二医院			
法人代表	胡*民	联系人	郑*民	联系电话	0595-****5166
注册地址		福建省泉州市中山北路 34 号			
项目建设地点		福建省泉州市丰泽区东海大街 950 号 福建医科大学附属第二医院东海院区门诊楼三层放疗中心			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）	**	项目环保投资（万元）	**	投资比例（环保投资/总投资）	**%
项目性质	☐ 新建 ☒ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他			占地面积（m ² ）	92.6
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I类 ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
		☐ 使用	☐ I类（医疗使用） ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II类 ☐ III类		
		☐ 销售	☐ II类 ☐ III类		
		☒ 使用	☒ II类 ☐ III类		
	其他	/			
	1.1 建设单位情况 福建医科大学附属第二医院（以下简称“医院”）始建于 1881 年，原名“惠世医院”，1973 年隶属福建医科大学，成为附属第二医院。医院作为福建省首批三级甲等综合医院之一，不仅是福建省主要的医疗、教学、科研、毕业后教育基地之一，而且是博士、硕士研究生学位授权点单位、国家级博士后科研工作站。医院现为福建省南部区域医疗中心领衔医院、福建省呼吸医学中心建设依托医院，在全国三级公立医院绩效考核评价中连续两年进入全国前 10%，等级 A+。 医院设鲤城和东海两个院区，鲤城院区位于泉州市鲤城区中山北路 34 号，占地 24.57 亩；东海院区位于泉州市丰泽区东海大街 950 号，占地 322.6 亩。医院编制床位 2000 张，年门急诊量 150 万人次，住院量 8.5 万人次，年手术量近 7 万台次，其中年住院手术近 5				

万台次。医院现有职工近 3000 人，其中正、副高职称 450 余人，博、硕士 600 余人，博士生导师 13 人，硕士生导师 119 人，教授、副教授 124 人。医院是海峡两岸医药卫生交流协会海西介入呼吸病学专业委员会、中国残疾人康复协会康复工程与辅助技术专业委员会视障辅助技术专业学组挂靠单位。

1.2 项目由来与建设内容

1.2.1 项目由来

2013 年 4 月，医院委托福建省辐射环境监督站编制完成《福建医科大学附属第二医院东海分院核技术利用项目环境影响报告表》，并于同年 7 月取得原福建省环境保护厅环评批复（闽环辐评〔2013〕25 号）。该批复中项目建设内容为：在门诊楼三层（原医技楼二层）使用 1 台后装治疗机和 3 台直线加速器；在医技楼一层新建乙级非密封放射性物质工作场所（核医学科）；在医院内使用 2 台 DSA 及 20 台 X 光机。

医院东海院区于 2015 年建成并投入运行，原批复中拟建的 3 台直线加速器实际完成机房混凝土墙体建设后，医院仅在加速器①室安装并使用 1 台 10MV 直线加速器，并于 2021 年 3 月通过竣工环境保护验收，加速器②、③室一直空置未建成。

2026 年 7 月，医院委托福建省金皇环保科技股份有限公司编制完成《福建医科大学附属第二医院东海院区核技术改扩建项目环境影响报告表》，并于 2026 年 7 月 24 日取得福建省生态环境厅环评批复（闽环辐评〔2026〕42 号）。目前该项目正在建设中，其中包含在东海院区门诊楼三层加速器②室，新增 1 台医用直线加速器（II类射线装置），最大 X 射线能量 6MV，输出剂量率 14Gy/min。

随着医疗需求的不断增长，为保障泉州市及其周边地区的医疗服务，提高医院服务质量及服务水平，医院拟将东海院区门诊楼三层放疗中心加速器③室改建为螺旋断层放射治疗系统（TOMO）治疗室，使用的设备由原批复的“新建 1 台 Precise 三光子医用电子直线加速器”调整为“在既有主体结构基础上改建配置 1 台 TOMO C 型螺旋断层放射治疗系统”。

1.2.2 建设内容

本项目拟将医院东海院区门诊楼三层放疗中心加速器③室改建为 TOMO 治疗室，并新增 1 台 TOMO C 型螺旋断层放射治疗系统，主要用于放射治疗，治疗束最高 X 射线能量为 6MV，治疗束等中心点处最大剂量率为 850cGy/min，为II类射线装置。该设备内部自带 1 套 KVCT 系统，最大管电压 140kV，最大管电流 200mA，用于图像引导定位。

本项目 TOMO 模拟定位依托东海院区门诊楼三层 CT 模拟定位机机房已有的 Brilliance CT Big Bore 型大孔径 CT 定位机，该设备于 2013 年 7 月 23 日获得原福建省环

境保护厅的批复意见（闽环辐评〔2013〕25号），不属于本项目生态环境影响评价内容。

本次评价涉及的射线装置情况见表 1-1。

表 1-1 本项目射线装置情况一览表

序号	设备名称	数量（台）	型号	设备参数	类别	安装位置
1	TOMO	1	TOMO C	TOMO 放射治疗最高 X 线能量：6MV；等中心点最高输出剂量率：850cGy/min（510Gy/h）；SAD:85cm；KVCT 系统最大管电压 140kV，最大管电流 200mA。	II类	东海院区门诊楼三层放疗中心 TOMO 治疗室

根据《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号）对射线装置的分类，本项目 TOMO 属于 II 类射线装置。

根据《中华人民共和国生态环境法典》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（修订本）（国务院令 第 653 号）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定，生态环境部令 第 20 号）、《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）等国家环境管理相关法律法规的规定，本次医院东海院区 1 台 TOMO 项目为改建项目，应依法编制生态环境影响报告表。

福建医科大学附属第二医院于 2026 年 6 月正式委托江西省地质局实验测试大队进行本项目生态环境影响评价。江西省地质局实验测试大队则立即组织人员进行现场踏勘和资料收集等相关工作，在此基础上编制完成了本项目生态环境影响报告表。

1.3 项目地理位置及周边环境

（1）项目位置

本项目拟建 TOMO 治疗室位于泉州市丰泽区东海大街 950 号福建医科大学附属第二医院东海院区门诊楼三层放疗中心。医院建筑呈西南—东北走向，东南侧为翡翠园别墅区，西南侧为东海大街，西北侧为培英路，路西侧为东海湾太古广场二期、泊悦酒店、中国电信泉州东海分局、泉州东海湾实验学校和院外商业区，东北侧为院外道路，路北侧为泉州幼儿师范高等专科学校，路南侧为泉州幼儿师范高等专科学校附属东海湾实验幼儿园。本项目中心地理坐标为东经 118°39'9"，北纬 24°52'36"。

东海院区门诊楼位于院区中部，其地势从南至北逐渐升高。门诊楼东北侧为院内道路、栋梁楼、明南楼，西北侧为培英路，东南侧、西南侧均为院内道路。拟建 TOMO 治疗室东北侧、西北侧为山体，东南侧为加速器②室，西南侧为控制室、等候间、辅助设备间，上方为屋顶，下方为土壤层。

本项目地理位置见图 1-1。

表 1-2 项目周围场所一览表

位置	东北侧	东南侧	西南侧	西北侧	楼上	楼下
门诊楼	院内道路、栋梁楼、明南楼	院内道路	院内道路	培英路	/	/
TOMO 治疗室	山体	加速器②室	控制室、等候间、辅助设备间	山体	屋顶	土壤层

(2) 选址合理性分析

本项目拟建 TOMO 治疗室所处位置相对独立，与周边非放射性工作场所隔开，周边人员停留较少，机房屏蔽物质厚度等符合相关标准要求，选址充分考虑了邻室及周围场所的人员防护与安全，避开了人群聚集点。本项目 TOMO 治疗室辐射屏蔽防护墙体边界外 50m 评价范围内无居民区等环境敏感区，主要为院内建筑、院内道路及院外商业区，未覆盖学校教学区、居民区等环境敏感目标，且周围辐射环境现状质量良好，项目工作场所选址合理，符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）的选址要求。

1.4 可行性分析

本项目的建设有利于其周边区域医疗卫生服务水平的提升，改善患者的诊疗环境，在保障病人健康的同时也为医院创造了良好的经济效益，符合辐射防护“实践的正当性”原则。本项目考虑了经济和社会因素之后，通过采取机房辐射防护措施以将辐射环境影响保持在可合理达到的尽量低的水平，符合辐射防护“最优化”原则。本项目通过对潜在照射所致危险实施控制，使项目所引起的个人照射可满足剂量限值要求，符合辐射防护“剂量限值”原则。项目在加强管理后均满足国家相关法律法规和标准的要求，不会给所在区域带来环境压力。

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 7 号，2024 年 2 月 1 日起施行），本项目属于“十三、医药”中“4. 高端医疗器械创新发展、高性能医学影像设备”，为鼓励类，因此本项目建设符合国家当前产业政策。

1.5 评价目的

(1) 对本项目核技术利用场所及周边的辐射环境现状进行现场调查和监测，掌握该场址的辐射水平和辐射环境质量现状。

(2) 通过生态环境影响评价，预测本项目对其周围生态环境影响的程度和范围，提出环境污染对策，为本项目的辐射环境管理提供科学依据。

(3) 对不利影响和存在的问题提出防治措施，使辐射环境影响满足相关标准要求和

减少到“可合理达到的尽量低的水平”。

(4) 提出环境管理和环境监测计划,使该项目满足国家和地方生态环境部门对建设项目环境管理规定的要求,为辐射环境管理提供科学依据。

1.6 原有核技术利用项目许可情况

(一) 许可情况

医院已取得了辐射安全许可证,证书编号为闽环辐证[00130],许可的种类和范围为使用Ⅲ类、V类放射源;使用Ⅱ类、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。

(二) 环保手续履行情况

医院共有 2 个院区,共计许可使用 4 枚放射源,3 处非密封放射性物质工作场所,60 台射线装置,其中:

(1) 鲤城院区:1 处乙级非密封放射性物质工作场所,使用 27 台射线装置(2 台Ⅱ类射线装置、25 台Ⅲ类射线装置);

(2) 东海院区:使用 4 枚放射源(1 枚Ⅲ类放射源、3 枚V类放射源),2 处非密封放射性物质工作场所(乙级和丙级各 1 处,其中乙级非密工作场所未建设),使用 33 台射线装置(3 台Ⅱ类射线装置、30 台Ⅲ类射线装置)。

医院已许可的密封源、非密封放射性物质及射线装置相关情况见表 1-3~表 1-5。

表 1-3 医院已许可密封源一览表

序号	核素名称	总活度(Bq)/活度(Bq)×枚数	批准的放射性工作场所	类别	环评情况	验收情况
1	Ge-68	4.625E+7×2 枚	东海院区核医学科(三层)	V类	备案号: 202035050300 000057	/
2	Ge-68	9.25E+7×1 枚		V类		
3	Ir-192	3.7E+11×1 枚	东海院区门诊三楼后装治疗室	Ⅲ类	闽环辐评(2013)25 号	2021 年 5 月 20 日已自主验收

表 1-4 医院已许可非密封放射性物质一览表

序号	核素名称	日等效最大操作量 Bq	年最大用量 Bq	等级	使用场所	环评情况	验收情况
1	F-18	1.11E+07	2.00E+12	丙级	东海院区核医学科(三层)	闽环辐评(2022)1 号	2023 年 6 月 30 日已自主验收
2	F-18	3.50E+08	1.11E+12	乙级	东海院区核医学科(一层)	闽环辐评(2013)25 号	未建设
3	I-125(粒子源)	2.50E+06	8.88E+10				

4	I-131	9.85E+08	2.22E+11				
5	P-32	3.00E+05	8.88E+08				
6	Sm-153	1.85E+07	4.60E+10				
7	Sr-89	1.48E+07	1.78E+10				
8	Tc-99m	3.70E+07	1.78E+12				
9	Tc-99m	2.22E+07	5.55E+12	乙级	鲤城区口中山北路 34 号核医学科	2004 年环评审批意见	2012 年 1 月环保验收意见
10	I-131	1.48E+09	3.70E+12				
11	P-32	4.40E+05	1.10E+09				
12	Sr-89	2.96E+06	7.40E+09				

表 1-5 医院已许可射线装置一览表

序号	装置名称	型号	类别	数量	环评情况	验收情况	使用场所
1	CT	Incisive CT Power	III类	1 台	备案号：202235050300000008	/	东海急诊科 CT 室
2	移动式 C 形臂 X 射线机	PLX7100A	III类	1 台	备案号：202435050300000048	/	东海门诊 3 楼消化内镜中心 ERCP 机房
3	CT	Optima CT620	III类	1 台	闽环辐评（2013）25 号	2021 年 5 月 20 日自主验收	东海门诊楼二层 CT 室 1
4	CT	Brilliance iCT	III类	1 台			东海门诊楼二层 CT 室 2
5	数字 X 射线摄影系统	RADspeed Pro 80	III类	1 台			东海门诊楼二层放射科第二拍片室
6	数字化 X 射线摄影系统	DRX-Evolution	III类	1 台			东海门诊楼二层放射科第一拍片室
7	口腔 CT	i-CAT	III类	1 台	备案号：202135050300000020	/	东海门诊楼二层放射科口腔 CBCT 机房
8	乳腺机	Selenia Dimensions	III类	1 台	闽环辐评（2013）25 号	2021 年 5 月 20 日自主验收	东海门诊楼二层放射科乳腺摄片机房
9	移动 DR	M40-1A	III类	1 台	备案号：202135050300000014	/	东海门诊楼四层急诊
10	移动式 C 形臂 X 射线机	BV Endura	III类	1 台	备案号：202135050300000006	/	东海院区 8 号楼住院部三层杂交手术间 18、手术室 12、手术室 13、手术室 14、手术室 15、手术室 17
11	移动式 C 形臂 X 射线机	ARCADIS Orbic	III类	1 台			

12	移动 C 型臂 X 射线机	Cios Fusion	III类	1 台	备案号: 202135050300000026	/	东海院区 8 号住院楼 2 楼呼吸疾病介入诊疗中心手术室第一间
13	移动 C 臂	Brivo OEC 715	III类	1 台	备案号: 202335050300000026	/	东海院区核心病房楼三层 13# 手术室
14	移动式 C 形臂 X 射线机	ARCADIS ORBIC	III类	1 台	备案号: 202335050300000044	/	东海院区核心病房楼三层 13# 手术室
15	移动 C 臂	Ziehm 8000	III类	1 台	备案号: 202235050300000014	/	东海院区核心病房楼三层 15# 手术室
16	数字化血管造影系统	Azurion 7M20	II类	1 台	闽环辐评 (2022) 32 号	2023 年 6 月 30 日自主验收	东海院区核心病房楼三层 18# 手术室
17	移动 DR	M32	III类	1 台	备案号: 202335050300000026	/	东海院区核心病房楼十层 65 区心血管内科
18	PET/CT	Biograph mCT.S	III类	1 台	闽环辐评 (2022) 1 号	2023 年 6 月 30 日自主验收	东海院区核医学科 (三层)
19	冲击波治疗机	X5	III类	1 台	备案号: 202335050300000026	/	东海院区门诊大楼三层超声科碎石机房
20	数字化医用 X 线摄影系统 (DR)	DRX-compas sX	III类	1 台	备案号: 202135050300000041	/	东海院区门诊二层放射科 X 光摄片机室 1
21	CT	Optima CT 520Pro	III类	1 台	备案号: 202135050300000058	/	东海院区门诊楼二层发热门诊 CT 机房
22	X 摄像影像采集系统	EOS	III类	1 台	备案号: 202335050300000045	/	东海院区门诊楼二层放射科第八拍片室
23	双能 X 射线骨密度仪	Horizon-A	III类	1 台	闽环辐评 (2013) 25 号	2021 年 5 月 20 日自主验收	东海院区门诊楼二层放射科骨密度摄影室
24	数字化 X 线透视摄影系统	SONIALVIS ION G4	III类	1 台			东海院区门诊楼二层胃肠造影室
25	CT 模拟定位机	Brilliance CT Big Bore	III类	1 台	闽环辐评 (2013) 25 号	2021 年 5 月 20 日自主验收	东海院区门诊三层 CT 模拟定位机室
26	数字化血	Innova IGS	II类	1 台			东海院区门诊三

	管造影系统	540					层 DSA1 室
27	医用电子直线加速器	Elekta Synergy	II类	1 台			东海院区门诊三层加速器 1 室
28	移动式摄影 X 射线机	DRX-Revolution	III类	1 台	备案号: 202135050300000006	/	东海大街放射科
29	移动 DR	DRXR-1	III类	1 台			
30	口内 X 射线机	FOCUS	III类	1 台	闽环辐评〔2013〕25 号	2021 年 5 月 20 日自主验收	东海大街门诊五层口腔科
31	CT	Optima CT 520Pro	III类	1 台	备案号: 202235050200000008	/	鲤城院区 8#楼一层发热门诊
32	口腔牙内 X 光机	PLANMECA INTRA	III类	1 台	2009 年环评审批意见	2012 年 1 月环保验收意见	鲤城院区门诊五层口腔科
33	体外冲击波碎石机	HK ESWL-Vi	III类	1 台			鲤城院区心血管一层碎石机室
34	SPECT/CT	Symbia T	III类	1 台	备案号: 202035050200000210	/	鲤城院区核医学科
35	移动 DR	MUX-100DJ	III类	1 台			鲤城院区儿科
36	移动式 C 形臂 X 射线系统	Brivo OEC 850	III类	1 台	2009 年环评审批意见	2012 年 1 月环保验收意见	鲤城院区高维珊楼五层手术室 4
37	移动式 C 形臂 X 射线机	Ziehm 8000	III类	1 台	备案号: 202435050200000016	/	
38	移动式 C 形臂 X 射线机	SIREMOBIL Compact L	III类	1 台	2009 年环评审批意见	2012 年 1 月环保验收意见	鲤城院区高维珊楼五层手术室第二间
39	移动式 C 形臂 X 射线机	Cios Select Plus	III类	1 台	备案号: 202335050200000009	/	鲤城院区高维珊五层手术室 1
40	高频移动 X 射线摄影机	PLX101D	III类	1 台	备案号: 202035050200000210	/	鲤城院区呼吸与重症医学科
41	移动 DR	M32	III类	1 台	备案号: 202335050200000009	/	鲤城院区呼吸与重症医学科
42	高频移动 X 射线摄影机	PLX101D	III类	1 台	备案号: 202035050200000210	/	鲤城院区急诊科
43	数字化 X 线摄影机	DRX NOVA	III类	1 台			鲤城院区体检中心一层放射科

44	双能 X 射线骨密度仪	EXA-3000	III类	1 台	备案号：202135050200000024	/	鲤城院区体检中心一层局部骨密度机房
45	高频移动 X 射线摄影机	PLX101D	III类	1 台	备案号：2020350502000000210	/	鲤城院区心血管楼
46	数字化血管造影系统	Allura Xper FD20	II类	1 台	2009 年环评审批意见	2012 年 1 月环保验收意见	鲤城院区医技楼二层 1 导管室
47	数字化血管造影系统	Innova 3100-IQ	II类	1 台	闽环辐评（2020）43 号	2021 年 4 月 13 日自主验收	鲤城院区医技楼二层 2 导管室
48	胃肠机	HF51-7	III类	1 台	2009 年环评审批意见	2012 年 1 月环保验收意见	鲤城院区医技楼二层造影（10）室
49	数字化平板胃肠摄影机	SONIAVISI ON Safire Plus	III类	1 台			鲤城院区医技楼三层 1 室
50	DR	RAD SPEED.M	III类	1 台			鲤城院区医技楼三层 2 室拍片检查室
51	数字化 X 线摄影机	Digital Diagnost	III类	1 台			鲤城院区医技楼三层 3 室拍片检查室
52	DR	DRX-Evolution	III类	1 台			鲤城院区医技楼三层 4 室拍片检查室
53	双能骨密度仪	Discovery A	III类	1 台			鲤城院区医技楼四层 7 室
54	数字化乳腺平板摄影机	Selenia Dimensions	III类	1 台	备案号：2020350502000000210	/	鲤城院区医技楼四层 8 室
55	双源 CT	SOMATOM	III类	1 台	2009 年环评审批意见	2012 年 1 月环保验收意见	鲤城院区医技楼一层 CT1（双源 CT）
56	CT	Ingenuity CT	III类	1 台			鲤城院区医技楼一层 CT2 机房
57	CT	AlphaCT 968	III类	1 台	备案号：2025350502000000030	/	鲤城院区医技楼一层 CT3 室
58	移动 DR	MUX-200D	III类	1 台	备案号：2020350502000000210	/	鲤城院区重症医学科
59	CT	NeuViz Prime	III类	1 台	备案号：2025350503000000032	/	门诊楼 2 层 CT/MR 室 CT3 室

60	CT	NeuViz Prime	III类	1 台			门诊楼 2 层放射 科 CT 室
----	----	-----------------	------	-----	--	--	---------------------

（三）辐射安全管理情况

福建医科大学附属第二医院现有辐射工作场所的辐射防护设施运行工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实以及档案管理等方面运行良好。

（1）医院已成立辐射安全与防护管理委员会，全面负责医院辐射安全及应急管理工
作。医院已制订《物理师职责制度》《辐射防护安全管理制度》《辐射安全管理规定》
《辐射防护和安全保卫制度》《射线装置使用登记》《放射诊疗设备使用、检测、维护
保养、维修制度》《辐射工作人员安全与防护培训管理制度》等规章制度，并要求工作
人员严格按照规章制度要求执行。

（2）医院每年委托有资质的单位对医院辐射工作场所进行监测，监测结果表明，医
院各辐射工作场所周围剂量当量率及表面污染均符合相关标准要求。

（3）医院辐射工作场所设置有电离辐射警告标志和工作状态指示灯等。

（4）医院于每年 1 月 31 日前提交上一年度评估报告，2025 年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”进行备案。

（5）医院辐射工作人员培训、个人剂量监测和职业健康监护档案情况：

①辐射工作人员培训：医院现有II类射线装置工作人员均参加了国家核技术利用辐
射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）关于辐射安全与防护知识的学习，
并取得了考核合格证书；III类射线装置的使用人员已按照《关于进一步优化辐射安全考
核的公告》（生态环境部 公告2021年第9号）的有关要求，自行组织了培训考核，考核
成绩均合格，持证上岗。

②医院所有工作人员均配有个人剂量计，接受剂量监测，建立个人剂量监测档案并
存档，根据医院2025年第二季度至2026年第一季度个人剂量监测结果可知，医院辐射工
作人员年有效剂量均低于5mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》
（GB18871-2002）要求。

③医院辐射工作人员均已参加职业健康体检，建立健康体检档案，结果显示均可从
事放射工作。

1.7 与“生态环境分区管控”相符性分析

（1）生态保护红线

本项目用地位于福建省泉州市丰泽区东海大街 950 号，项目用地不在国家级和省级
禁止开发区域内（国家公园、自然保护区、森林公园的生态保育区和核心景观区、风景

名胜区的核心景区、地质公园的地质遗迹保护区、世界自然遗产的核心区和缓冲区、湿地公园的湿地保育区和恢复重建区、饮用水水源地的一级保护区、水产种质资源保护区的核心区等），不涉及生态保护红线。

（2）环境质量底线

根据现场监测，本项目 1 台 TOMO 拟建场址及周围环境的辐射本底水平未见异常。根据辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的。项目无放射性废气、废水和固体废弃物产生，TOMO 运行时产生的少量氮氧化物和臭氧，通过机械通风可满足相关要求，符合环境质量底线要求。

（3）资源利用上限

本项目运营过程中会消耗一定量的水、电资源，主要来自工作人员的日常工作用水和设施用电，但项目规模小，资源消耗量相对区域资源利用总量较少，符合资源利用上限要求。

（4）生态环境准入清单

根据福建省生态环境分区管控综合查询报告，本项目所在位置属于丰泽区重点管控单元 2（ZH35050320002）。本项目生态环境准入要求符合性分析见表 1-6。

表 1-6 本项目生态环境准入要求符合性分析表

环境管控单元名称及代码	单元类型	生态环境准入要求		本项目情况	符合性
丰泽区重点管控单元2 (ZH35050320002)	重点管控单元	空间布局约束	1.严禁在城镇人口密集区新建危险化学品生产企业；现有不符合安全和卫生防护距离要求的危险化学品生产企业 2025 年底前完成就地改造达标、搬迁进入规范化工园区或关闭退出。2.新建石化、化工、包装印刷、工业涂装、制鞋等高 VOCs 排放的项目必须进入工业园区。	本项目不属于危险化学品生产、石化、化工、包装印刷、工业涂装、制鞋等行业，不涉及高VOCs排放，无需进入工业园区。	符合
		污染物排放管控	1.城镇污水处理设施排水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中的一级 A 标准，并实施脱氮除磷。2.在城市建成区新建大气污染型项目，应落实区域二氧化硫、氮氧化物排放量控制要求。	本项目辐射工作人员生活废水依托医院污水处理系统，无生产废水；本项目不属于城市建成区新建大气污染型项目。	符合

		环境风险防控	单元内现有化学原料和化学制品制造业等具有潜在土壤污染环境风险的企业,应建立风险管控制度,完善污染治理设施,储备应急物资。应定期开展环境污染防治设施运行情况巡查,严格监管拆除活动,在拆除生产设施设备、构筑物和污染治理设施活动时,要严格按照国家有关规定,事先制定残留污染物清理和安全处置方案。	本项目不涉及化学原料及化学制品制造,无潜在土壤污染环境风险,无生产设施拆除活动,不存在残留污染物清理与安全处置需求。	符合
		资源开发效率要求	禁燃区内,禁止城市建成区居民生活燃用高污染燃料,禁止新建、改建、扩建燃用高污染燃料的设施。	本项目不涉及城市建成区居民生活用高污染燃料燃烧设施,不属于新建、改建、扩建燃用高污染燃料的设施范畴。	符合

丰泽区地图

基本要素版



审图号：闽S（2025）299号

福建省制图院 编制 福建省自然资源厅 监制

图 1-1 项目地理位置图

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速 粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) /剂 量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
1	TOMO	II类	1	TOMO C	电子	TOMO 放射治疗最 高 X 线能量：6MV	等中心点输出剂量率 ≤850cGy/min (510Gy/h)	放射治疗	东海院区门诊 楼三层放疗中 心 TOMO 治疗 室	自带 KVCT 系 统最大管电压 140kV，最大 管电流 200mA。

(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

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素 名称	活度	月排 放量	年排放 总量	排放口 浓度	暂存情况	最终去向
臭氧和 氮氧化物	气体	/	/	少量	少量	/	通过机房 排风系统 排入大气	排入大气，臭氧 在20~30分钟左 右可自动分解
TOMO 废靶	固态	/	/	/	/	/	/	交由生产厂家 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

法律 法规 文件	(1) 《中华人民共和国生态环境法典》(2026年3月12日第十四届全国人民代表大会第四次会议通过, 2026年8月15日起施行); (2) 《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》(国务院令第682号, 2017年10月1日起实施); (3) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(中华人民共和国国务院令第709号, 2019年修订); (4) 《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); (5) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定, 生态环境部令第20号); (6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(国家环境保护部令第18号, 2011年5月1日起施行); (7) 《关于印发辐射安全许可座谈会会议纪要的函》(环办函〔2006〕629号, 2006年9月28日印发); (8) 《关于明确核技术利用辐射安全监督有关事项的通知》(中华人民共和国环境保护部, 环办辐射函〔2016〕430号); (9) 《关于发布射线装置分类办法的公告》(国家环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号, 2017年12月6日起实施); (10) 《产业结构调整指导目录(2024年本)》(中华人民共和国国家发展和改革委员会令第7号, 2024年2月1日起施行); (11) 《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》(环发〔2006〕145号, 2006年9月26日); (12) 《福建省环保厅关于印发〈核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲〉(试行)的通知》(闽环保辐射〔2013〕10号); (13) 《福建省生态环境保护条例》(福建省第十三届人民代表大会常务委员会第三十二次会议通过, 2022年5月1日起施行); (14) 《国家危险废物名录(2025年版)》, 2025年1月1日起施行。
----------------	--

技术标准	(1) 《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)； (2) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)； (3) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)； (4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)； (5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)； (6) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)； (7) 《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021)； (8) 《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)； (9) 《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)； (10) 《辐射事故应急监测技术规范》(HJ 1155-2020)； (11) 《放射事故医学应急预案编制规范》(WS/T 328-2011)； (12) 《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020)。
其他	(1) 委托书(附件1)； (2) 《中国环境天然放射性水平》(中国原子能出版社, 2015年)； (3) 《辐射防护手册 第一分册(辐射源与屏蔽)》(李德平、潘自强主编)； (4) 现状监测报告； (5) 其他技术资料。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目为使用II类射线装置，依据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016），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（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）。考虑到本项目的实际情况，本次项目评价范围为 TOMO 治疗室屏蔽体外周边 50m 范围。

7.2 保护目标

根据对本项目周围环境的现场踏勘和调查，本项目主要环境保护目标为明南楼、栋梁楼、院外商业区，TOMO 治疗室所在门诊楼 50m 范围内非本项目工作人员、患者及家属。本项目工作场所周边具体环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 环境保护目标一览表

环境保护对象			相对方位	距离	规模	剂量约束值
TOMO 治疗室	职业 人员	控制室	/	紧邻	**人	5mSv/a
	公众 人员	加速器②室	东南侧	紧邻	**人	0.1mSv/a
		等候间、辅助设备间	西南侧	紧邻	**人	
		山体	东北侧、西北侧	紧邻	**人	
		屋顶	楼上	紧邻	**人	
		门诊楼内其他区域	四周	≥0.3m	**人	
		明南楼	东北侧	28m	**人	
		栋梁楼	东北侧	33m	**人	
		院外商业区	西北侧	47m	**人	

7.3 评价标准

（一）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

①剂量限制和潜在照射危险限制

第 4.3.2.1 款 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证除本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量当量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

B1 剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可做任何追溯性平均），20mSv；

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

（二）《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）

4.8 辐射工作人员和公众成员的辐射照射应符合 GB 18871-2002 中剂量限值相关规定。

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

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

b) 公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。

5 选址与布局

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

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

5.2 分区原则

5.2.1 放射治疗场所应划分控制区和监督区。一般情况下，控制区包括加速器大厅、治疗室（含迷路）等场所，如质子/重离子加速器大厅、束流输运通道和治疗室，直线加速器

机房、含源装置的治疗室、放射性废物暂存区域等。开展术中放射治疗时，术中放射治疗室应确定为临时控制区。

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

6.1 屏蔽要求

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

6.1.2 放射治疗室屏蔽材料的选择应考虑其结构性能、防护性能，符合最优化要求。使用大于 10MV 的 X 射线放射治疗设备，须考虑中子屏蔽。

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

6.1.4 剂量控制应符合以下要求：

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

1) 使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子（可依照附录 A 选取），由以下周剂量参考控制水平（ $\dot{H}_c$ ）求得关注点的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）
机房外辐射工作人员： $\dot{H}_c \leq 100 \mu\text{Sv/周}$ ；机房外非辐射工作人员： $\dot{H}_c \leq 5 \mu\text{Sv/周}$ 。

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

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

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

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

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

（三）《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）

6 工作场所放射防护要求

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、迷道应设置为控制区；其他相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需经常检查其职业照射条件的区域设为监督区。

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

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

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

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

6.2 空间、通风要求

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

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

6.3 屏蔽要求

6.3.3 屏蔽材料的选择应考虑其结构性能、防护性能和经济因素，符合最优化要求，新建机房一般选用普通混凝土。

6.4.2 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 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。

6.4.4.1 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 控制室应设有在实施治疗过程中观察患者状态、治疗床和迷道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。

7.4 本项目相关控制指标

7.4.1 剂量限值及剂量约束值

（1）剂量限值

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的辐射工作人员及公众的年照射剂量限值，见表 7-2。

表 7-2 辐射工作人员及公众年剂量限值

关注人群	GB18871-2002 剂量限值
辐射工作人员	①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。
公众	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，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

（2）剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871 -2002）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中相关要求，本项目辐射工作人员以年有效剂量不超过 5mSv 作为剂量约束值；公众以年有效剂量不超过 0.1mSv 作为公众照射剂量约束值。

7.4.2 工作场所剂量率控制水平

本项目 TOMO 治疗室屏蔽体外关注点处周围剂量率当量率参考水平详见表 11-2。

7.4.3 非放射性生态环境影响控制值

根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 1 部分：一般原则》（GBZ/T 201.1-2007）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）的相关要求，TOMO 治疗室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。

表 8 环境质量与辐射现状

8.1 监测计划

1.项目地理和场所位置

本项目 TOMO 治疗室位于福建省泉州市丰泽区东海大街 950 号福建医科大学附属第二医院东海院区门诊楼三层放疗中心，项目地理位置见图 1-1。为掌握项目所在地的辐射环境质量现状，医院委托江西省地质局实验测试大队于 2026 年 7 月 10 日对项目所在地进行了辐射环境现状监测。

2.监测内容与点位

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）并结合本项目的实际情况进行监测布点，本次监测针对拟建辐射工作场所及周边环境γ辐射剂量率开展布设。因项目西北、东北两侧紧邻山体，无人员活动且不具备监测可达条件，故未布设监测点位；正上方为建筑屋顶区域，日常无公众停留且现场无法安全抵达开展监测，故选择在 TOMO 区域正上方周边的停车场区域布设点位。其余区域均按规范要求完成点位布设。

3.监测仪器与规范

电离辐射监测仪器的参数与规范见表 8-1。

表 8-1 监测仪器与监测规范表

仪器型号	FH40G 探头：FHZ672 E-10，F118
生产厂家	Thermo
监测规范	《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）
监测单位	江西省地质局实验测试大队
监测时间	2026 年 7 月 10 日
检定单位	中国计量科学研究院
检定证书编号	****
检定日期	2025 年 7 月 17 日
量程范围	****
能量响应范围	****

4.质量保证措施

- a 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性，同时满足标准要求。
- b 监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。
- c 监测仪器每年定期经计量部门校准/检定，校准/检定合格后方可使用。
- d 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

e 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

f 监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定。

8.2 辐射环境质量现状监测结果

江西省地质局实验测试大队于 2026 年 7 月 10 日对评价项目场址及周边区域的辐射环境现状进行监测，监测条件见表 8-2，监测结果见表 8-3。

表 8-2 项目监测条件一览表

日期	温度	湿度	天气情况	采样频次
2026 年 7 月 10 日	32℃	60%	晴	10

表 8-3 项目周围环境 γ 辐射剂量率监测数据

序号	监测位置	环境 γ 辐射剂量率（nGy/h）		备注
		监测结果	标准偏差	
1	TOMO 治疗室	**	**	室内监测点位
2	TOMO 治疗室东南侧加速器②室	**	**	
3	TOMO 治疗室西南侧等候间	**	**	
4	TOMO 治疗室西南侧控制室	**	**	
5	TOMO 治疗室西南侧辅助设备间	**	**	
6	TOMO 治疗室上方停车场	**	**	室外监测点位
7	门诊楼东南侧内部道路	**	**	
8	门诊楼西北侧培英路	**	**	
9	门诊楼东北侧内部道路	**	**	
10	明南楼门口	**	**	
11	栋梁楼门口	**	**	
12	院外商业区门口	**	**	

注：（1）测值根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）已扣除仪器对宇宙射线的响应值。（2）现场监测时，仪器探头朝下，距地 1m。

本项目表 8-3 所列监测数据已根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）第 5.5 条扣除仪器对宇宙射线的响应值，环境 γ 辐射剂量率测量结果按下式计算：

$$\dot{D}_{\gamma} = k_1 \times k_2 \times R_{\gamma} - k_3 \times \dot{D}_c$$

式中： $\dot{D}_{\gamma}$ —测点处环境 γ 辐射空气吸收剂量率值，Gy/h；

k_1 —仪器检定/校准因子；

k_2 —仪器检验源效率因子；

R_{γ} —仪器测量读数均值，Gy/h；

k_3 —建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，楼房取**，道路取**；

$\dot{D}_c$ —测点处宇宙射线响应值。

根据表 8-3 可知，本项目周边室内环境 γ 辐射剂量率在**~**nGy/h 之间，周边外环境 γ 辐射剂量率在**~**nGy/h 之间，与泉州市室内、室外辐射环境本底相当，但均在福建省室内、室外辐射环境本底范围值内(注：泉州市室内辐射环境本底范围值**~**nGy/h，原野及道路辐射环境本底范围值**~**nGy/h；福建省室内辐射环境本底范围值**~**nGy/h，原野及道路辐射环境本底范围值**~**nGy/h，来源于《中国环境天然放射性水平》，中国原子能出版社，2015 年 7 月第 1 版第 391~392 页)。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

(一) 工作原理

TOMO是将**MV的驻波加速管替代CT球管，安装在孔径为**cm的CT滑环架上，治疗时机头随机架绕患者进行**旋转形成扇形束照射，同时治疗床缓慢跟进，实施全身调强治疗，连续螺旋断层照射消除了层与层相连处可能产生的冷、热点问题。螺旋断层放射治疗可以产生几万个子野，计划设计时就有更多的调制能力，从而取得了更高的肿瘤剂量适型度，降低正常组织并发症风险。

TOMO放射治疗前发射出**kV的X射线对患者进行KVCT扫描，形成影像，为验证患者摆位精度、剂量评估等提供基础影像资料，从而实现图像引导下的调强治疗。治疗状态下TOMO发射**MV的X射线对患者病灶进行出束治疗。

TOMO治疗时X射线产生机理与电子直线加速器产生机理相似，TOMO将电子枪产生的电子经加速管加速后形成高能电子束，高能电子束与靶物质相互作用时的韧致辐射产生X射线束。因此，作为一种体外照射的治疗设备，TOMO利用产生的高能电子束或X射线，对人体恶性肿瘤进行照射，使肿瘤组织受到不可逆损伤。可根据癌症类型及其所在位置、患者的身体状况等，选择不同的输出方式对肿瘤进行照射，同时使肿瘤周围正常组织得到最大限度的保护，达到治疗肿瘤的目的。

(二) 设备组成

TOMO是螺旋断层放射治疗系统（Tomo Therapy Treatment System）的简称，是一个综合的放射治疗系统，集成了计划、剂量计算、X-CT扫描定位和螺旋照射治疗等多种功能。它主要包括断层定位系统、三维逆算式优化处理治疗计划系统、断层影像导引放射治疗系统和质量确认系统组成。这一系统的主要特点在于：高能X射线束**° 旋转聚焦照射肿瘤，靶区适形性佳，剂量分布均匀，使正常组织及器官得到最大限度的保护；具有图像引导功能，每次放疗前在治疗机上进行KVCT成像，确认治疗体位在三维空间上与治疗计划一致后再行放疗，从而保证了治疗的精确性；可在每次治疗后推算出肿瘤接收到的剂量，可以及时调整后续的治疗剂量，从而确保治疗剂量的准确性。TOMO主体结构由上而下为：直线加速器、监测电离室、准直器、多叶准直器、KVCT探测器、主射束屏蔽板。X射线产生机理与电子直线加速器产生机理相似，由高能电子束与靶物质相互作用时产生高能X射线，X射线随机器的开、关而产生和消失。

本项目拟购置使用TOMO的主要技术参数见表9-1。

表 9-1 本项目 TOMO 主要技术参数一览表

项目	指标
X 射线治疗能量	**
治疗最高输出剂量率	**
等中心点相对水平地面高度	**
射线源到中心轴距离（SAD）	**
系统等中心处最大照射尺寸	**
系统自带主束挡铅厚度	**
X 射线泄漏率	**

（三）操作流程

TOMO 进行放射治疗工作流程如下：

1.患者预约登记

2.医生询问预约病人病史、查体，进行正当性判断（主要包括：治疗的适当性、治疗的紧迫性、可能引起的并发症、个体患者的特征以及患者以往接受放射治疗的相关信息）并根据情况开具相关的影像检查，若能进行放射治疗，医生需告知放疗的必要性及可能出现的副作用，病人会签署放疗知情同意书。

3.体位固定：医生根据照射部位的不同，采用不同的固定方法。原则要求体位固定重复性好、病人的舒适度好。

4.模拟定位：体位固定好后，在模拟放疗的情况下，进行 CT 影像学检查，该过程中医生会在患者皮肤表面或固定用器具上画标志线，该标志线为再次固定的重要标志，本项目 TOMO 模拟定位依托东海院区门诊楼三层 CT 模拟定位机机房已有的 Brilliance CT Big Bore 型大孔径 CT 定位机。

5.靶区勾画：医生确定靶区，开出放疗处方，确定照射剂量、照射次数等。

6.制定治疗计划：根据患者瘤体的类型、部位和大小等初步确定照射剂量和照射时间，并进一步制定相应的常规放疗、适形放疗及调强放疗的治疗计划。

7.预约病人首先通过 TOMO 进行 KVCT 成像。CT 成像扫描时工作人员隔室操作；通过 CT 成像结果确认治疗体位在三维空间上与治疗计划一致。

8.工作人员启动螺旋断层放射治疗系统治疗束部分开始照射治疗，治疗时工作人员隔室操作。

9.照射完毕后，摆位技师协助病人离开治疗室，为下次照射做准备。

（四）劳动定员及工作制度

医院门诊楼三层放疗中心 TOMO 治疗室拟配备辐射工作人员**人，均依托现有放疗科辐射工作人员，放射治疗时均位于控制室。本项目 TOMO 平均每天治疗**人次，每周工作**天，每年工作**周，则年治疗**人次。

CT 扫描模式单次出束时间为**min，TOMO 治疗模式单次出束时间为**min，则每天 KVCT 扫描模式出束**h/天，**h/周，**h/年；TOMO 治疗模式出束**h/天，**h/周，**h/年，因此放射治疗技师每人工作负荷为**h/天，**h/周，**h/年。本项目辐射工作人员除从事本项目内容外，还从事原有的辐射工作。

9.2 污染源项描述

9.2.1 施工期的污染源项

本项目机房建设阶段不产生放射性废物、放射性废水和放射性气体，主要是拟建机房施工时产生的噪声、扬尘、废水、固体废物等生态环境影响。

（一）废气

本项目的环境空气影响主要是扬尘，主要由设备基础施工等作业产生。本项目的工程量小，产生的扬尘量很小。

（二）噪声

本项目产生噪声来源的主要是装修电钻作业、设备安装等。噪声值一般在65~105dB（A）之间，施工场地的噪声对周围环境有一定的影响，但随着施工的结束而结束。

（三）废水

施工期污水主要来自两个方面：一是施工废水，二是施工人员的生活污水。

（四）固体废物

本项目固体废物主要为：生活垃圾、施工垃圾等。

9.2.2 运行期的污染源项

（1）正常工况

1) TOMO 的有用射线，是 TOMO 运行时发射出来的一种初级辐射，其中治疗 X 射线能量为 6MV，直接用于治疗肿瘤患者，KVCT 的最大管电压为**kV。TOMO 运行时，有用线束贯穿屏蔽墙，对屏蔽体外的相关工作人员和公众造成辐射危害，因此有用线束是 TOMO 治疗室屏蔽防护的重点。该院拟购置的 TOMO 等中心处最大输出剂量率是**cGy/min。

2) TOMO 的泄漏辐射，是 TOMO 运行时穿过机头屏蔽壳体发射出的一种无用的射

线，具有较强的穿透能力。泄漏射线可以穿透 TOMO 治疗室屏蔽墙体和防护门，对相关放射工作人员和公众造成辐射危害。该项目 TOMO X 射线泄漏率不大于 0.1%。

3) TOMO 的散射辐射，是 TOMO 发射的有用线束照射到物体和患者上产生的次级辐射，散射辐射可分为一次、二次和多次散射辐射。散射 X 射线的能量比有用 X 射线和泄漏 X 射线能量低，穿透能力相对较弱。TOMO 运行时，散射辐射可以经过一次和多次散射后穿透屏蔽体，对相关的放射工作人员和公众造成辐射危害；还可经机房室顶上方透射和散射，可能对相关的公众造成辐射危害。

4) 中子及感生放射性的影响，当加速器 X 射线标称能量大于 10MV 时，高能光子会与 X 射线靶、一级准直器、X 射线均整器和治疗准直器多种高原子序数的材料如铅、钨等发生 (γ 、n) 光核反应，产生中子辐射。根据《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)《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)和《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021)，高于 10MV X 射线治疗束和质子重离子治疗束的放射治疗，除考虑中子放射防护外，在日常操作中还应考虑感生放射线的放射防护。本项目使用的 TOMO 设备 X 射线能量不大于 10MV，故无需考虑中子辐射及感生放射性影响。

5) 固体废物的影响，本项目放射性固体废物仅有 TOMO 的废弃靶，只在 TOMO 装置需要更换金属钨靶时才产生，换下的废靶交由厂家回收处理。

6) 冷却水的影响，TOMO 冷却水循环使用，不外排。故无需考虑放射性废水影响。

7) 其他影响，高能电子与空气中的氧分子作用还会产生臭氧及 NO_x 废气。

因此，在正常开机工况下，X 射线成为 TOMO 污染环境的主要因子，其次为臭氧及 NO_x 废气。极少量的放射性固体废物来自 TOMO 的废弃靶。

(二) 事故工况

TOMO 的 X 射线受开机和关机控制，关机时没有射线发出。因此，检修方便，断电状态下也较为安全。在意外情况下，可能出现的辐射事故如下：

1) 工作人员或病人家属在防护门关闭前尚未撤离治疗室，TOMO 运行可能产生误照射。

2) 安全联锁装置或报警系统发生故障状况下，人员误入正在运行的 TOMO 治疗室。

3) 工作人员误操作导致病人受到不必要的照射。

4) 维修期间的事故，维修工程师在检修期间误开机出束，造成辐射伤害。

综上所述，事故工况下，污染因子主要为 X 射线，污染途径为外照射。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 工作场所布局

本项目拟建 TOMO 治疗室建设地点位于泉州市丰泽区东海大街 950 号福建医科大学附属第二医院东海院区门诊楼三层北侧。TOMO 治疗室东南侧为加速器②室，西南侧为控制室、等候间、辅助设备间，西北侧、东北侧为山体，上方为屋顶，下方为土壤层。本项目 TOMO 治疗室区域各组成部分功能分区明确，既能有机联系，又不互相干扰，项目选址合理。TOMO 治疗室由治疗室、迷道和防护门组成。本项目 TOMO 治疗室与控制室分开设置；机房（治疗室）设置“L”形迷道，迷道口设有防护门，其布局符合《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）中“治疗装置控制室应与治疗机房分离”的规定。

TOMO 治疗室避开了儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，周围也没有人员流动性大的商业活动区域，建设区域所处建筑不属于民居、写字楼和商用两用的建筑物，因此本项目 TOMO 工作场所布局满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）关于布局的要求。

本项目将 TOMO 治疗室包括迷道部分划为控制区；将控制室、等候间、辅助设备间划为监督区。拟在防护门上方设置“电离辐射警告标志”，并在防护门外 1m 设置黄色警戒线，提示无关人员勿靠近。

10.1.2 TOMO 治疗室辐射防护屏蔽设计

本项目 TOMO 设有单独的机房，控制室位于机房西南侧。治疗机房（不含迷道）南北内径长**m，东西内径宽**m（主防护墙之间的距离），使用面积**m²，高**m（顶部主防护墙位置），含迷道面积**m²，容积约为**m³，有足够的有效使用空间。本项目 TOMO 治疗室辐射防护屏蔽墙体已完成建设，机房拟新增防护门，已预留电缆沟及管线孔。其参数见表 10-1。

表 10-1 本项目 TOMO 治疗室防护措施情况一览表

机房名称	项目		厚度	备注
TOMO 治疗室改建后	机房面积及净空高		机房治疗室面积**m ² ，净高**m；机房总面积**m ² ，容积**m ³	
	南墙	迷道外墙	**mm 混凝土	已建设
		迷道内墙	**mm 混凝土	
	东墙	主屏蔽墙	**mm 混凝土，外凸宽**m	
		次屏蔽墙	**mm 混凝土	

	西墙	主屏蔽墙	**mm 混凝土，内凸宽**m	
		次屏蔽墙	**mm 混凝土	
	北墙	主屏蔽墙	**mm 混凝土	
	顶板	主屏蔽墙	**mm 混凝土，外凸宽**m	
		次屏蔽墙	**mm 混凝土	
	防护门		预留洞口**（宽）**（高）mm， 防护规格**（宽）**（高）mm， 内衬**mm 铅	新建

注：四周屏蔽墙体及顶棚已按要求一次浇筑完成，混凝土密度不低于 2.35g/cm³，铅密度不低于 11.34g/cm³。

10.1.3 TOMO 治疗室拟采取的其他辐射安全与防护措施

为保障放疗设备 TOMO 的安全运行，除 TOMO 治疗室实体屏蔽外，本项目 TOMO 治疗室还将采取以下辐射安全与防护措施：

1) 实时摄像监视和对讲系统

医院在 TOMO 治疗室内西北墙角、西南墙角、北墙角、东南墙角，假墙外设备间北墙、南墙处，迷道内入口、出口上各拟设置 1 个监控摄像头，共 8 个监控摄像头。确保清晰覆盖治疗室及迷道区域，无观察盲区。在治疗室室内及控制室设置 1 个对讲装置，可实现双向交流，便于控制室操作人员观察治疗室内人员停留等情况和与治疗室内人员交流。

2) 紧急停机按钮

在控制室控制台，TOMO 治疗室内东、南、西、北墙，假墙内，迷道内及治疗床旁拟共设置 8 个紧急停机按钮，按下急停按钮 TOMO 立即停止出束。急停按钮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。

3) 固定式剂量监测报警装置

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中“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”的要求，本项目拟在 TOMO 治疗室迷道内入口设置一个固定式辐射剂量率监测仪探头，实时监测到的辐射剂量率水平显示单元拟设置在控制室内，并具有灯光闪烁报警功能，以便工作人员及时了解治疗室内的辐射水平和设备的工作情况。

4) 电动防护门门机联锁、手动开门装置、开关门控制系统

TOMO 治疗室入口处设置防护门及迷道，TOMO 治疗室防护门与 TOMO 联锁，即防护门打开时不能出束，出束状态下开门停止出束。防护门外装有红外线防夹传感器，在门

体关闭时如检测到障碍物时，门体自动打开，直至障碍物消除后门体才自动关闭。防护门设有电源储备器，在断电的情况下可以打开防护门。机房门内迷道入口处与控制室控制台处拟设置紧急开门按钮，确保一旦有患者家属或无关人员误关在机房内时能及时开门离开；控制室内拟设置具备开、关门功能的控制系统。防护门外拟设置工作状态指示灯及电离辐射警告标志，工作状态指示灯与 TOMO 设备出束联锁，出束时红灯亮。安全连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。

5) 辐射安全警示设施、应急照明装置

本项目在 TOMO 治疗室防护门设置醒目的电离辐射警告标志、声光报警装置、工作状态指示灯和“工作中”的文字提醒，当设备出束工作时，门头的指示灯亮，显示红色。本项目在 TOMO 治疗室北墙、西墙、设备间东侧、迷道内部均配套设置应急照明装置。用于当机房日常供电突发中断、设备故障停机或发生辐射应急处置场景时，为现场工作人员、病人提供稳定可视照明条件。

6) 个人剂量监测与防护设备

本项目依托东海院区已配备 Fluke451P 型便携式 X- γ 辐射剂量率监测仪 1 台，新增 2 台个人剂量报警仪，依托的设备不影响现有项目人员的使用需要，新增设备可满足项目运营期间的辐射安全监测需求。医院辐射工作人员进入 TOMO 治疗室前，佩戴个人剂量报警仪、个人剂量计等。个人剂量计每季度定期送检，建立剂量监测档案。

7) 医院定期对门机联锁、剂量监测系统、辐射安全与防护装置进行检查，发现异常时及时维修，确保各辐射安全与防护措施运行正常。

8) 医院 TOMO 实施治疗期间，配备多名操作人员协同操作，认真做好当班记录，严格执行交接班制度，密切注视控制台仪器及患者状况，发现异常及时处理，操作人员不得擅自离开岗位。

9) 医院规定任何人员未经授权或允许不得进入控制区。医院辐射工作人员进入 TOMO 治疗室前，在控制室内通过控制台操作系统及安装的室内固定式剂量监测设备等确定 TOMO 已停止出束后进入治疗室。

10) 设备自带的辐射安全功能

①拟采购的 TOMO 配置专用钥匙控制，只有使用专用钥匙 TOMO 才能出射线。钥匙由专人保管。工作人员离开控制室进入机房时，拔出专用钥匙，工作时间随身携带，以防

他人误操作而发出射线。

②拟采购的 TOMO 使用计算机控制系统的 TOMO 软件和硬件控制程序进行加密，未经允许不得存取或修改；用于监视联锁或作为测量线路、控制线路部分的计算机一旦发生故障，终止照射。

③拟采购的 TOMO 具有独立的双道剂量监测系统。双道剂量监测系统显示清晰易读，其剂量监测值能用来计算受照靶体积内某一参考点的剂量；若电源故障或器件失灵造成照射中断或终止时，此时双道剂量监测系统的剂量监测计数以可读的方式存储起来，并至少保持**min。此外，双道剂量监测系统的每道剂量监测系统都能独立地终止照射，其联锁装置能确保在两次照射之间或照射前，对没有造成终止照射的剂量监测系统验证其终止照射的能力。

④拟采购的 TOMO 配置两个辐射探测器，能够监测辐射束的不同部分，并在均整度测量的规定深度上，当吸收剂量分布畸变超过 10%或辐射探测器吸收剂量分布探测信号指示变化大于**%时，在增加的吸收剂量达到**Gy 之前照射终止。

⑤拟采购的 TOMO 配置有一个剂量率监测系统，并在治疗控制台上显示其读数（每秒或每分钟的剂量监测计数）。从该读数能计算出治疗体积内某一参考点的吸收剂量率。此外，在任何故障维修状态下，如果 TOMO 在正常治疗距离处吸收剂量率超出最大规定值又不大于该值两倍时值两倍还高的吸收剂量率能终止照射。

⑥拟采购的 TOMO 配置一个递增式控制计时器，能与照射的启动和停止同步；并能在照射中断或终止后保持其读数；照射终止后，在启动下次照射之前能复位回零；为防止剂量监测系统失效，当预选的时间达到时，终止照射；递增式控制计时器独立于任何其他控制照射终止系统或子系统，能确保其正常运作。

10.1.4 TOMO 治疗室拟采取通风设计

本项目 TOMO 治疗室通风设计包括治疗室新、排风系统。治疗室排风口共 2 个，位于西北角距地**m 处，新风口共 4 个，位于治疗室主体吊顶高度。排风系统排风量为**m³/h。TOMO 治疗室采取上进风下排风的排风方式，本项目 TOMO 治疗室新排风管在机房防护门上方墙体采取水平直穿结构穿越墙体，并敷**mmPb 进行包裹。TOMO 治疗室穿墙风管和进出口处风管均为不锈钢材质，机房内排风接引至门诊楼顶排放。

本项目 TOMO 治疗室排风系统排风量为**m³/h，TOMO 治疗室容积为**m³，计算可

得有效通风换气次数为**次/h，满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）中对放射治疗机房通风换气次数不小于4次/h的要求。机房内排风接引至门诊楼顶排放，避开门、窗，周边一般无人员停留，排气口设置满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）中相关要求，能有效减少放疗机房废气对周边环境的影响。

10.1.5 穿墙管道设计

本项目 TOMO 治疗室物理测试管采用 45° 斜插穿过 TOMO 治疗室与控制室之间的防护墙，管道口距机房内地面**mm，距机房外地面**mm。在 TOMO 产生射线经迷道多次散射进入剂量测试孔，由于管道采用 45° 斜穿，管道内径仅为**mm，通过斜穿的设计穿越屏蔽墙，增加了射线的散射次数和衰减，从而保证不减弱屏蔽墙体的屏蔽效果。

本项目 TOMO 治疗室内电缆通过地下电缆沟走线，并采用“U”形方式从地坪下穿越屏蔽墙体到达机房外。通过多次折返的电缆沟设计和下沉地面穿越屏蔽墙的设计，增加泄漏射线的散射次数和衰减，从而保证不减弱屏蔽墙体的屏蔽效果。

10.1.6 辐射防护措施符合性分析

本项目 TOMO 治疗室辐射防护措施合理性分析采用《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）进行分析，辐射防护措施符合性分析见表 10-2。

表 10-2 本项目 TOMO 治疗室辐射安全与防护措施符合性分析表

标准要求	本项目方案	符合性
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。	本项目 TOMO 治疗室设置于东海院区门诊楼三层放疗中心，不在民居、写字楼和商住两用的建筑物内，机房远离儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，以及人员流动性大的商业活动区域。	符合
6.1.1 放射治疗室屏蔽设计应按照额定最大能量、最大剂量率、最大工作负荷、最大照射野等条件和参数进行计算，同时应充分考虑所有初、次级辐射对治疗室邻近场所中驻留人员的照射。	本项目 TOMO 治疗室按最大能量、最大剂量率、最大工作负荷、最大照射野等条件和参数进行计算，同时考虑所有初、次级辐射对治疗室邻近场所中驻留人员的照射。	符合
6.1.2 放射治疗室屏蔽材料的选择应考虑其结构性能、防护性能，符合最优化要求。使用中子源放射治疗设备、质子/重离子加速器或大于 10MV 的 X 射线放射治疗设备，须考虑中子屏蔽。	本项目 TOMO X 射线能量为 6MV，不考虑中子屏蔽。TOMO 治疗室采用混凝土材料，密度为 2.35g/m ³ 。	符合
6.1.3 管线穿越屏蔽体时应采取不影响其屏蔽效果的方式，并进行屏蔽补偿。应充分考	本项目 TOMO 治疗室通风管道采取水平直穿结构穿越墙体，穿墙段风管外壁全程包裹	符合

虑防护门与墙的搭接，确保满足屏蔽体外的辐射防护要求。	**mm 铅板进行补偿屏蔽；物理测试管采用**° 斜插穿过防护墙，射线经迷道多次散射进入剂量测试孔，通过斜穿的设计穿越屏蔽墙，增加了射线的散射次数和衰减，从而保证不减弱屏蔽墙体的屏蔽效果；电缆通过地下电缆沟走线，并采用“U”形方式从地坪下穿越屏蔽墙体到达机房外，通过多次折返的电缆沟设计和下沉地面穿越屏蔽墙的设计，增加泄漏射线的散射次数和衰减，从而保证不减弱屏蔽墙体的屏蔽效果。	
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； 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。	本项目 TOMO 治疗室工作场所防护门（控制区进出口）上设置明显的电离辐射警告标志和工作状态指示灯。 医院在 TOMO 治疗室内西北墙角、西南墙角、北墙角、东南墙角，假墙外设备间北墙、南墙处，迷道内入口、出口上各拟设置 1 个监控摄像头，共 8 个监控摄像头。确保清晰覆盖治疗室及迷道区域，无观察盲区。在治疗室室内及控制室设置 1 套对讲装置，可实现双向交流，便于控制室操作人员观察治疗室内人员停留等情况和与治疗室内人员交流。	符合
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。	本项目拟在 TOMO 治疗室迷道内入口设置一个固定式辐射剂量率监测仪探头，实时监测到的辐射剂量率水平显示单元拟设置在控制室内，并具有灯光闪烁报警功能，以便工作人员及时了解治疗室内的辐射水平和设备的工作情况。	符合
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输运通道内设置急停按钮；急停按钮应有醒目标识及文字显示能让在上述区域内的人员从各个方向均能观察到且便于触发；	TOMO 治疗室防护门与 TOMO 联锁，即防护门打开时不能出束，出束状态下开门停止出束。防护门外装有红外线防夹传感器，在门体关闭时如检测到障碍物时，门体自动打开，直至障碍物消除后门体才自动关闭。防护门设有电源储备器，在断电的情况下可以打开防护门。机房内迷道入口处拟设置紧急开门按钮，确保一旦有患者家属或无关人员误关在机房内能及时开门离开；控制室内拟设置具备开、关门功能的控制系统。 在控制室控制台，TOMO 治疗室内东、南、西、北墙，假墙内，迷道内及治疗床旁拟共设置 8 个紧急停机按钮，按下急停按钮 TOMO 立即停止出束。急停按钮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。	符合

8.4 气态废物管理要求 8.4.1 放射治疗室内应设置强制排风系统,采取全排全送的通风方式,换气次数不少于4次/h,排气口位置不得设置在有门、窗或人流较大的过道等位置。	TOMO 治疗室设置新风与排风系统,采用上进风下排风的全送全排通风方式,进风口设于吊顶高度、排风口设于西北角距地0.3m处;机房有效通风换气次数为**次/h。TOMO 治疗室的排风外口位于门诊楼顶,该处人流量较小,且避开门和窗。	符合
--	--	----

综上所述,本项目 TOMO 治疗室工作场所按相关标准要求进行了设计,辐射防护措施符合《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021)的相关要求。

10.2 三废的治理

本项目放射性固体废物仅有 TOMO 的废弃靶,只在 TOMO 装置需要更换金属钨靶时才产生,换下的废靶交由厂家回收处理。

本项目 TOMO 采用水冷却方式,冷却水是在密封的系统中循环利用,不外排,不涉及废水的排放。

本项目 TOMO 运行过程中产生的 X 射线与空气作用可产生少量臭氧和氮氧化物等非放射性气体,TOMO 治疗室内拟设置排风系统,机房内有效通风换气次数为**次/h,满足《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)中对放射治疗机房通风换气次数不小于4次/h的要求。TOMO 治疗室产生少量臭氧、氮氧化物等废气,废气经排气管至门诊楼顶排放,排气口周边一般无人员停留,排气口位置远离门、窗或人流较大的过道等位置。

10.3 环保投资

项目总投资为**万元,其中环保投资为**万元,占总投资的**%。环保投资情况见表10-3。

表 10-3 环保投资情况一览表

项 目		环保投资金额(万元)	
TOMO 治疗室	机房实体屏蔽防护及其他安全配套设备	**	合计: **
	机房通风排风设施	**	
	工作状态指示灯、电离辐射警告标志及其他安全配套设备	**	
	环保手续费和年度监测费用等	**	
	个人剂量监测、职业健康体检等	**	

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目建设地点位于泉州市丰泽区东海大街950号福建医科大学附属第二医院东海院区门诊楼三层北侧TOMO治疗室，原环评批复的TOMO治疗室已完成机房混凝土墙体主体建设，本次拟在该已建成主体结构基础上，完善辐射防护、通风空调等配套设施，并配置1台TOMO C型螺旋断层放射治疗系统。建设阶段主要有声环境、空气环境、水环境和固体废物对环境的影响。

（一）施工期扬尘影响分析

本项目在建设施工期需进行的电气安装、铅门安装等作业，各种施工将产生少量扬尘，另外材料运输车辆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。

针对上述扬尘污染采取以下措施：a、及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；b、施工场地应进行围挡，设置洒水装置，车辆在运输材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；c、施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘。

（二）施工期噪声环境影响分析

机房装修电钻作业、设备安装等施工时产生间歇性噪声和振动，最大噪声级可达105dB，对项目周边人员有一定的影响，但随着施工的结束而结束。

为了降低施工噪声对周围环境的影响，施工时将文明施工，合理安排施工时间，午间和夜间休息时间禁止施工；同时选择噪声级尽可能低的施工机械进行施工，对施工机械采取消声降噪措施，施工场所采取消声减震措施，避免对项目周边人员产生影响。

（三）施工期固体废物环境影响分析

项目施工期间固废主要为建筑垃圾、施工废物料及施工人员生活垃圾。对项目施工期间产生的建筑垃圾、施工废物料，可回收利用的部分应尽量予以回收，不可回收的部分运送至建筑垃圾定点收集处，统一交由有资质的渣土运输单位处置。建设单位应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。

本项目建设内容所需施工人员约 10 人，生活垃圾量按 0.5kg/人·d 计算，则施工期内每天产生生活垃圾约 5kg/d。生活垃圾采取袋装分类收集，投放至指定地点，而后由环卫部门每日及时统一清运、处置。

（四）施工期废水环境影响分析

施工期废水主要有施工过程中产生的含泥浆建筑废水及施工人员生活污水。

项目施工期间，混凝土搅拌、砌墙等工序将产生少量含有泥浆的施工废水，这类废水产生量较小，经蒸发或沉淀处理后回用于施工区域用水，不外排，对项目周边水环境无影响。

本项目建设内容所需施工人员约 10 人，根据给水排水设计规范，按每人每天用水 80L 计算，则施工期总用水量约为 24t（0.8t/d），污水排放量按用水量的 90% 计算，则生活污水总排放量约 21.6t。生活污水经收集后纳入院区污水处理站统一处理，外排废水符合相关要求后经市政污水管排入泉州市污水处理厂处理。

本项目建设期间不涉及射线装置的使用，不会对周边环境产生电离辐射影响。但在安装调试的过程当中，一定要严格按照相关使用说明、相关管理制度执行。

本项目 TOMO 治疗室建设阶段不产生放射性废物、放射性废水和放射性气体。项目工程量较小，没有大型机械设备进入施工场地，施工人员较少，施工期约为 1 个月，施工涉及的区域面积较小，施工期间以墙体建设和设备安装噪声为主，同时伴有少量扬尘、固体废物和废水产生。本项目施工期间产生的扬尘、噪声、固体废物、废水造成的影响均仅限于医院范围内，对医院周边环境基本不会造成影响。

11.2 运行阶段对环境的影响

本次评价采用《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2-2011）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）标准中的相关计算公式进行理论估算。

11.2.1 有用线束主屏蔽区半宽度核算

使用《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）的相关公式计算有用线束主屏蔽区的宽度。

$$Y_p = 2[(a + SAD) \cdot \tan \theta + 0.3] \dots\dots\dots \text{（式 11-1）}$$

式中， Y_p ——机房有用束主屏蔽区的宽度，m；

SAD——源轴距，m；

θ ——治疗束的最大张角（相对束中的轴线）；

a ——等中心点至“墙”的距离，m。

将各参数代入式 11-1 得出本项目的设计主屏蔽宽度，结果见表 11-1。

表 11-1 有用线束主屏蔽区宽度核算值

TOMO 治疗室							
位置	a(m)	SAD(m)	$\theta(^{\circ})$	$Y_p(m)$	$Y_p/2(m)$	设计宽度 (m)	评价结果
东墙	**	**	**	**	**	**	**
西墙	**	**	**	**	**	**	**
顶棚	**	**	**	**	**	**	**

从表 11-1 的预测结果可知, 本项目 TOMO 治疗室主屏蔽区的实际宽度均大于理论计算值, 有用线束主屏蔽区的宽度设计满足《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) 的相关要求。

11.2.2 剂量控制要求

根据《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020), 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:

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

$$\dot{H}_c \leq \frac{H_e}{t \times U \times T} \dots\dots\dots \text{(式 11-2)}$$

式中:

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

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

t ——设备周最大累积照射的小时数, 单位为小时每周 (h/周);

U ——治疗设备向关注点位置的方向照射的使用因子;

T ——人员在关注点位置的居留因子。

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

根据《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)、《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021) 对屏蔽体外关注点处的周围剂量当量率参考控制水平进行计算, 计算参数及结果如下。

表 11-2 TOMO 治疗室各关注点剂量率参考控制水平

机房	关注点	H_c ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)	$t(\text{h})$	U	T	$\dot{H}_c$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	$\dot{H}_{\text{max}}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	H_c ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)
TOMO 治疗室	东墙外 30cm (a 点, 加速器②室)	**	**	**	**	**	**	**
	东墙外 30cm (c1、c2 点, 加速器②室)	**	**	**	**	**	**	**
	西墙外 30cm (b 点, 山体)	**	**	**	**	**	**	**
	西墙外 30cm (d1、d2 点, 山体)	**	**	**	**	**	**	**
	南墙外 30cm (e 点, 辅助设备间)	**	**	**	**	**	**	**
	南墙外 30cm (f 点, 控制室)	**	**	**	**	**	**	**
	防护门外 30cm (g 点, 等候间)	**	**	**	**	**	**	**
	北墙外 30cm (h 点, 山体)	**	**	**	**	**	**	**
	顶棚外 30cm (i 点, 屋顶)	**	**	**	**	**	**	**
	顶棚外 30cm (m1、m2 点, 屋顶)	**	**	**	**	**	**	**

11.2.3 屏蔽厚度与屏蔽透射因子的相应关系

①有效屏蔽厚度

当 X 射线束以 θ 角斜入射厚度为 X (cm) 的屏蔽物质时, 射线束在斜射路径上的有效屏蔽厚度 X_e (cm) 见下式:

$$X = X_e \bullet \cos\theta \dots\dots\dots (\text{式 } 11-3)$$

其中, θ 为入射射线与屏蔽物质平面的垂直线之间的夹角。

②屏蔽物质的厚度与辐射屏蔽透射因子 B 的关系如下:

$$B = 10^{-(X_e + TVL - TVL_1)/TVL} \dots\dots\dots (\text{式 } 11-4)$$

TVL_1 ——第一什值层厚度, cm;

TVL ——平衡什值层厚度, cm;

X_e ——物质的有效屏蔽厚度, cm。

11.2.4 主屏蔽墙和侧屏蔽墙

有用线束和泄漏辐射的屏蔽与剂量估算:

对于给定的屏蔽物质厚度时, 屏蔽体外关注点的剂量率计算公式如下:

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \bullet f \bullet B}{R^2} \dots\dots\dots \text{(式 11-5)}$$

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

$\dot{H}_0$ ——加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶（以下简称靶）1m 处的常用最高剂量率；

R ——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

f ——对有用线束为**，对泄漏辐射为泄漏辐射比率，距靶**m 处的泄漏辐射比率取**%；

B ——辐射屏蔽透射因子。

本项目TOMO自带主束挡铅厚度为**cm，相关参数及计算结果见表11-3。

表 11-3 本项目 TOMO 治疗室主屏蔽墙与侧屏蔽墙的剂量率估算结果表

关注点	路径	$\dot{H}_0$ ($\mu\text{Sv/h}$)	Xe (cm)	cos θ	TVL ₁ (cm)	TVL (cm)	B	R(m)	f	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)
东墙主屏蔽 a 点	O ₁ -a	**	**	**	**	**	**	**	**	**
西墙主屏蔽 b 点	O ₂ -b	**	**	**	**	**	**	**	**	**
顶棚主屏蔽 i 点	O ₃ -i	**	**	**	**	**	**	**	**	**
南墙侧屏蔽 e 点	O ₁ -c	**	**	**	**	**	**	**	**	**
南墙侧屏蔽 f 点	O-f	**	**	**	**	**	**	**	**	**
北墙侧屏蔽 h 点	O-e	**	**	**	**	**	**	**	**	**

11.2.5 与主屏蔽区直接相连的次屏蔽区

初级辐射束不直接到达该屏蔽墙，屏蔽计算只考虑加速器装置头的泄漏辐射和来自患者体表的散射辐射，二者之和为该点的总剂量率。

①患者体表的散射辐射

利用下列公式对患者体表的散射辐射进行剂量计算：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \bullet \alpha_{ph} \bullet (F / 400) \bullet B}{R_L^2 R_s^2} \dots\dots\dots \text{(式 11-6)}$$

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

$\dot{H}_0$ ——加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶（以下简称靶）1m 处的最高剂量率为** $\mu\text{Sv/h}$ ；

R_L ——加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶距离患者（位于等中心点）的距离，**m；

R_s ——患者（位于等中心点）至关注点的距离，m；

α_{ph} ——患者** cm^2 面积上的散射因子；

B——辐射屏蔽透射因子；

F——治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积， cm^2 。

相关参数及计算结果见表 11-4。

表 11-4 患者体表的散射辐射致关注点处的剂量率

关注点	路径	$\dot{H}_0$ ($\mu\text{Sv/h}$)	X (cm)	$\cos \theta$	X_e (cm)	F (cm^2)	TVL (cm)	R (m)	α_{ph}	B	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)
东墙 c1点	o-c1	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
东墙 c2点	o-c2	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
西墙 d1点	o-d1	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
西墙 d2点	o-d2	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
顶棚 m1点	o-m1	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
顶棚 m2点	o-m2	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

②泄漏辐射

泄漏辐射计算公式见式 11-5，代入相关参数得：

表 11-5 泄漏辐射致关注点处的剂量率

关注点	路径	$\dot{H}_0$ (μSv/h)	X (cm)	$\cos \theta$	X _e (cm)	TVL ₁ (cm)	TVL (cm)	R (m)	f	B	$\dot{H}$ (μSv/h)
东墙 c1	o-c1	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
东墙 c2点	o-c2	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
西墙 d1	o-d1	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
西墙 d2点	o-d2	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
顶棚 m1	o-m1	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
顶棚 m2点	o-m2	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

与主屏蔽区直接相连的次屏蔽区的总剂量率，计算结果见表 11-6。

表 11-6 与主屏蔽区直接相连的次屏蔽区剂量率

关注点	散射辐射 $\dot{H}$ (μSv/h)	泄漏辐射 $\dot{H}$ (μSv/h)	总 $\dot{H}$ (μSv/h)
东墙c1点	**	**	**
东墙c2点	**	**	**
西墙d1点	**	**	**
西墙d2点	**	**	**
顶棚m1点	**	**	**
顶棚m2点	**	**	**

11.2.6 防护门处剂量率估算

本项目 TOMO 最大 X 射线能量为**MV，其有用线束不朝向迷道方向。故根据《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)

中“5.2.6.1”可知，迷道入口 g 处的散射辐射剂量率 $\dot{H}_g$ 计算公式如下：

$$\dot{H}_g = \frac{\alpha_{ph} \bullet (F / 400)}{R_1^2} \bullet \frac{\alpha_2 \bullet A}{R_2^2} \bullet \frac{\dot{H}_0}{R_L^2} \dots\dots\dots \text{(式 11-7)}$$

$\dot{H}_g$ ——入口处的散射辐射剂量率，μSv/h；

$\dot{H}_0$ ——加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶（以下简称靶）1m 处的常用最高剂量率，μSv×m²/h；

R_L ——加速器至等中心点的距离，**m；

R_1 ——等中心点至散射墙面的距离，m；

R_2 ——迷道散射墙面至入口处的距离，m；

α_{ph} ——患者**cm²面积上的散射因子；

α_2 ——砼墙入射的患者散射辐射的散射因子；

A ——散射面积，m²；

B ——辐射屏蔽透射因子；

F ——治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积，cm²。

在给定防护门的铅屏蔽厚度 X （cm）时，防护门外的辐射剂量率 $\dot{H}$ （μSv/h）计算公式如下：

$$\dot{H} = \dot{H}_g \bullet 10^{-(X/TVL)} + \dot{H}_{og} \dots\dots\dots \text{（式 11-8）}$$

式中 $\dot{H}_{og}$ 为机头泄漏辐射穿过迷道内墙在 g 处的剂量率，计算式 11-8，代入相关参数得出 $\dot{H}_{og}$ 见表 11-7。

表 11-7 泄漏辐射在迷道入口处的剂量率

关注点	$X(\text{cm})$	$X_e(\text{cm})$	$TVL_1(\text{cm})$	$TVL(\text{cm})$	B	$R(\text{m})$	$\dot{H}_{og}(\mu\text{Sv/h})$
						路径： o ₂ -g	
迷道入口处 g 点	**	**	**	**	**	**	**

由表11-7可知，TOMO泄漏辐射经迷道内墙屏蔽后在迷道入口防护门处（ g ）的辐射剂量率最大为**μSv/h，满足不超过该点参考剂量率控制水平的1/4（即**μSv/h的四分之一**μSv/h）的要求，迷道内墙厚度设计可行。

本项 TOMO 治疗室入口处的散射辐射剂量率见表 11-8。

表 11-8 散射辐射在迷道防护门入口处的剂量率

位置	α_{ph}	α_2	$F/400$	$A(\text{m}^2)$	$R_1(\text{m})$	$R_2(\text{m})$	$\dot{H}_g(\mu\text{Sv/h})$
					路径：o-i	路径：i-g	
TOMO 防护门（ g 点）	**	**	**	**	**	**	**

经铅防护门屏蔽后的剂量率 $\dot{H}$:

表 11-9 防护门外的辐射剂量率

位置	$\dot{H}_g$ ($\mu\text{Sv/h}$)	铅门厚度 (mm)	TVL (mm)	铅门的透 射因子 B	$\dot{H}_{og}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率 $\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)
TOMO 防护门 (g 点)	**	**	**	**	**	**

11.2.7 KVCT 影响分析

根据医院提供资料可知，常规放射治疗状态下，本项目TOMO的每次放疗前在治疗机上进行KVCT成像，确认治疗体位在三维空间上与治疗计划一致后再行放疗，从而保证了治疗的精确性，KVCT不与TOMO治疗同时出束，且本项目TOMO配备KVCT的最大管电压为**kV，TOMO能量为兆伏级，治疗室的防护能满足TOMO的要求，因此也能满足KVCT的防护，且TOMO治疗室的屏蔽体混凝土厚度足以使KVCT所致机房周围剂量当量率忽略不计，对机房外人员无影响。

11.2.8 各关注点的剂量计算结果

综上各关注点的剂量计算结果统计如下表 11-10。

表 11-10 TOMO 治疗室墙体及防护门外关注点的剂量率情况统计表

位置	剂量率控制水平 $\dot{H}_c$ ($\mu\text{Sv/h}$)	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	结论
东墙 a 点	**	**	满足
东墙c1点	**	**	满足
东墙c2点	**	**	满足
西墙b点	**	**	满足
西墙d1点	**	**	满足
西墙d2点	**	**	满足
南墙 e 点	**	**	满足
南墙 f 点	**	**	满足
北墙 h 点	**	**	满足
防护门 g 点	**	**	满足
顶棚外 i 点	**	**	满足
顶棚外 m1 点	**	**	满足
顶棚外 m2 点	**	**	满足

由表11-10可知，TOMO治疗室屏蔽体外30cm处的剂量率均符合《放射治疗辐射安全

与防护要求》（HJ1198-2021）的相关要求。

11.2.9 侧散射辐射和天空散射辐射

由表11-6可知，在TOMO治疗室房顶处最大的辐射剂量率约 $1.23 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ ，再散射至地面，辐射剂量率将低于剂量率限值，因此无需考虑侧散射辐射和天空散射辐射的影响。

11.2.10 TOMO 辐射工作人员及公众成员的年有效剂量

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）附录 A 中关于外照射年有效剂量的计算方法，本项目辐射工作人员及公众成员的年有效剂量按如下公式计算：

$$E = \dot{H} \times T \times t \dots\dots\dots \text{（式 11-9）}$$

E——关注点的年有效剂量，单位 mSv/a；

$\dot{H}$ ——关注点的空气比释动能率（或周围剂量当量率），单位 $\mu\text{Sv/h}$ ；

T——人员在关注点的居留因子；

t——射线装置的年出束时间，单位 h/年；

表 11-11 TOMO 辐射工作人员和公众成员的年有效剂量

机房	位置		点位	辐射剂量率 (μSv/h)	居留 因子	年工作 时间 (h)	年有效剂量 (mSv/a)	
T O M O 治 疗 室	工作 人员	控制室	**	**	**	**	**	
	公众 人员	加速器②室	**	**	**	**	**	**
			**	**	**		**	
			**	**	**		**	
		等候间	**	**	**	**	**	
		山体（西）	**	**	**	**	**	**
			**	**	**		**	
			**	**	**		**	
		辅助设备间	**	**	**	**	**	
		山体（北）	**	**	**	**	**	
		屋顶	**	**	**	**	**	**
			**	**	**		**	
			**	**	**		**	

注：屋顶为 TOMO 治疗室上方人员可达处的。

由估算结果可知，本项目 TOMO 工作人员职业照射的最大年有效剂量值为**mSv/a。本项目 TOMO 辐射工作人员除负责本项目射线装置外，还从事其他放疗工作，为保守估计年有效剂量，本次评价暂不对人员进行具体岗位分组，并叠加现有个人剂量监测结果。

同时考虑相邻机房的叠加影响，根据 2025 年第二季度至 2026 年第一季度个人剂量报告，放疗科有效剂量最大值为**mSv，叠加本项目辐射工作人员年有效剂量后为**mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，也低于剂量约束值 5mSv/a。对公众照射的最大年有效剂量值为**mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，也符合剂量约束值 0.1mSv/a。

11.2.11 废气对环境的影响评价

根据《辐射防护手册 辐射源与屏蔽》（第一分册）可知，绝大多数天然核素的反应阈能在 10MeV 以上，当射线的能量超过阈能时，由于（X，n）光一核反应会产生中子，光一核反应产生的中子、中子俘获 γ 射线以及中子与加速器结构材料和空气发生的（n， γ ）反应产生感生放射性核素。直线加速器钨靶发生光核反应的阈值为**MeV。本项目拟使用的 TOMO 治疗状态下产生的 X 射线能量最大为**MV，不会产生中子和感生放射性影响。TOMO 出束工作时，高能电子会造成室内空气电离，会产生少量的臭氧和氮氧化物，对周围环境空气会产生影响。

本项目 TOMO 治疗室排风系统排风量为**m³/h，TOMO 治疗室容积为**m³，计算可得有效通风换气次数为**次/h，满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）中对放射治疗机房通风换气次数不小于 4 次/h 的要求。机房内排风接引至门诊楼顶排放，排气口设置满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）中相关要求，能有效减少放疗机房废气对周边环境的影响。

11.2.12 其他

该项目放射性废物是 TOMO 的废弃靶，仅在 TOMO 装置需要更换金属钨靶时产生，换下的废靶交由生产厂家回收处理。

11.3 事故影响分析

按照原《福建省环保厅关于印发〈核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲〉（试行）的通知》（闽环保辐射〔2013〕10 号）要求，医院已编制《辐射事故应急预案》。

（一）TOMO 可能发生的辐射事故

本项目 TOMO 产生的 X 射线受开机和关机控制，关机时没有射线发出。因此检修方便，断电状态下也较为安全。在意外情况下，可能出现的辐射事故如下：

（1）工作人员或病人家属在防护门关闭前尚未撤离治疗室，TOMO 运行可能产生误照射。在治疗室防护门内与操作室设置有人工紧急停机及开门按钮，只要未撤离人员了

解该按钮的位置及作用，可避免此类事故的发生。因此，在 TOMO 治疗室内应设置此按钮醒目的指示和说明，便于在紧急情况下使用。

(2) 安全联锁装置或报警系统发生故障状况下，人员误入正在运行的 TOMO 治疗室。因此，工作人员应每天检查安全联锁装置。当发生事故时立即按下紧急按钮停止治疗，减少事故的影响。

(3) 工作人员误操作导致病人受到不必要的照射，操作人员均须经培训合格后上岗，且按操作规程操作，防止事故的发生。当发生误操作时工作人员应立即按下紧急停机按钮。

(4) 维修期间的事故，维修工程师在检修期间误开机出束，造成辐射伤害。

一旦发生辐射事故，处理的原则是：

(1) 立即消除事故源，防止事故继续蔓延和扩大，即第一时间断开电源，停止 X 射线的产生。

(2) 及时检查、估算受照人员的受照剂量，如果受照剂量较高，应及时安置受照人员就医检查。

(3) 及时处理，出现事故后，应尽快集中人力、物力，有组织、有计划地进行处理。这样，可缩小事故影响，减少事故损失。

(4) 在事故处理过程中，要在可合理做到的条件下，尽可能减少人员照射。

(5) 事故处理后应累积资料，及时总结报告。

医院对辐射事故进行记录：包括事故发生的时间和地点，所有涉及的事故责任人和受害者名单；对任何可能受到照射的人员所做的辐射剂量估算结果；所做的任何医学检查及结果；采取的任何纠正措施；事故的可能原因；为防止类似事件再次发生所采取的措施。对可能发生的辐射事故，应及时采取措施，妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，并接受监督部门的处理，同时上报生态环境主管部门、公安部门和卫生健康主管部门。

(二) 辐射事故情景剂量估算

TOMO 运行时，距焦点**m 处 X 射线的最大吸收剂量率为**cGy/min，假设考虑 TOMO 运行时人员误入治疗室，人员在无其他屏蔽的情况下处于 TOMO 机头外 0.85m 远的主射束方向。由于治疗室内设置有“紧急止动”按钮，只要误入人员按下此按钮就可以停机，所以受照时间取 10s，则事故情况下误入人员距加速器机头 0.85m 处受到的辐射剂

量为**Gy，超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中 20mSv/a 剂量限值。

参考《实用辐射安全手册》（第 2 版）关于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 11-12。

表 11-12 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

辐射剂量（Gy）	急性放射病发生率（%）	辐射剂量（Gy）	死亡率（%）
**	**	**	**
**	**	**	**
**	**	**	**
**	**	**	**
**	**	**	**
**	**	**	**
**	**	**	**
**	**	**	**
**	**	**	**
**	**	**	**
**	**	**	**
**	**	**	**

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条关于辐射事故分级要求，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，见表 11-13。

表 11-13 辐射事故分级

事故等级	事故情形
特别重大辐射事故	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	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	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	射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

本项目 TOMO 事故状态下急性放射病发生率超过 80%，可导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病，属于较大辐射事故。

（三）辐射事故处置方案

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条及《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》（原国家环境保护总局环发 145 号文件）等相关规定，发生辐射事故时，应当立即启动本单位的事故应急预案，采取应急措施，并立即向当地生态环境主管部门、公安部门、卫生健康主管部门报告。

针对本项目 TOMO 可能发生的辐射事故，本项目采取的处理原则是：

①立即消除事故源，防止事故继续蔓延和扩大，即第一时间断开电源，停止 X 射线的产生。

②及时检查、估算受照人员的受照剂量，如果受照剂量较高，应及时安置受照人员就医检查；及时处理，出现事故后应尽快集中人力、物力，有组织、有计划地进行处理。这样可缩小事故影响，减少事故损失。

③事故处理后分析相关资料，及时总结报告。医院对辐射事故进行记录：包括事故发生的时间和地点、所有涉及的事故责任人和受害者名单、对任何可能受到照射的人员所做的辐射剂量估算结果、所做的任何医学检查及结果、采取的任何纠正措施、事故的可能原因、为防止类似事件再次发生所采取的措施。

④对可能发生的辐射事故，应及时采取措施，妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，并接受监督部门的处理，同时及时上报生态环境主管部门、公安部门和卫生健康主管部门。

（四）辐射事故防范措施

引起辐射事故（事件）的原因可分为人为因素、技术因素或其他因素。人为因素如蓄意破坏、偷盗、违反操作规程、操作失误、安全观念淡薄、管理缺失等；技术因素为设计不合理、设备故障等；其他因素如自然原因等。

为加强辐射安全管理工作，医院应从辐射安全管理、辐射安全意识两方面着手，提高辐射安全文化素养，加强辐射防护意识，预防辐射事故发生。为减少事故发生，医院需做好以下工作。

①定期组织辐射安全文化、法律法规培训，开展辐射安全实践活动，提高辐射安全文化素养，增强工作人员的核安全意识和专业技术知识。

②倡导严谨质疑的工作态度，树立知责任、负责任的责任意识，建立机制鼓励工作人员发现潜在的管理问题和安全隐患，建立有效的经验反馈机制，预防人因失误。

③定期对辐射安全与环境保护措施效果进行检查，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，预防技术因素引起辐射事故。

④加强辐射分区管理，限制公众在监督区长期滞留。

⑤射线装置发生故障而紧急停机后，在未查明原因或维修结束前，不得重新启动辐

射源。

⑥调试和维修时，应保证切断辐射源。

⑦调试和维修必须解除安全联锁时，须经负责人同意并通告有关人员。调试结束后，应及时恢复安全联锁并确认系统正常。

11.4 退役影响分析

TOMO达到设备使用年限时，产生的废旧X射线阴极管属于危险废物（国家废物危险名录900-044-49），应委托有资质单位处置。拆除X射线管的TOMO在任何情况下均不会再产生X射线，医院可按照一般设备报废的相关规定进行处置。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（生态环境部令第 20 号）的相关规定：使用射线装置的单位，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构。

福建医科大学附属第二医院根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的有关规定，已成立了以胡*民为主任，庄*豪、曾*华、林*慎为副主任，王*元（办公室）、骆*钦、柯*敏、谢*莉（医务部，应急办）、王*佳（护理部）、许*雅（人力资源处）、李*毅（设备处）黄*（总务处）、张*萍（基建处）、曾*红（保卫处）、黄*（放射科）、陈*忠（放射治疗科）、吴*（CT/MRI 室）、苏*瑞（核医学科）、汪*芬（儿科）、黄*伟（碎石机室）、徐*卿（口腔科）、吴*青、李*朋（手术室）为成员组成的辐射安全与防护管理委员会。

其主要职责内容包括：

- （1）制订本院辐射安全与防护工作的计划和总结；对辐射安全控制效果进行评议；定期对辐射事故应急预案、各辐射安全与防护制度进行修订；
- （2）定期召开工作会议 1~2 次，研究辐射安全与防护工作中存在的问题，提出建议和措施。
- （3）负责对全院辐射安全与防护工作进行监督，检查各种制度以及防护措施的贯彻落实情况；
- （4）负责监督本院辐射工作人员的健康档案管理；
- （5）组织实施辐射工作人员关于辐射安全与防护相关的法律法规及防护知识的培训工作；
- （6）会同上级有关部门按有关规定调查和处理辐射事故，并对有关责任人员提出处理意见。

12.2 辐射安全管理

（一）规章制度

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

福建医科大学附属第二医院已根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的有关要求制定规章制度，医院已制定相关制度见表12-1。

表12-1 医院已制定的规章制度一览表

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求成立的制度	医院已建立的管理制度	
	名称	内容
《操作规程》	《TOMO放射治疗系统操作规范》	主要规定辐射工作人员操作射线装置的详细流程，能减少辐射事故的发生。
《岗位职责》	《物理师职责制度》	主要明确了辐射工作人员和管理人员在辐射工作中各自的责任。
《辐射防护制度》	《辐射防护安全管理制度》	对医院辐射工作人员职责、工作程序和个人防护作出要求。
《安全保卫制度》	《辐射防护和安全保卫制度》	
《设备检修维护制度》	《放射诊疗设备使用、检测、维护保养、维护制度》	提出了对射线装置的定期检修和维护要求，防止因设备损坏造成辐射事故。
《人员培训制度》	《辐射工作人员安全与防护培训管理制度》	主要规定了辐射工作人员培训方式、证书有效期。
《台账管理制度》	《射线装置使用登记制度》	主要规定了工作人员在日常操作过程中记录射线装置使用时的管电压、管电流、曝光时间、使用人员等情况。
《监测方案》	《辐射防护自主监测方案》	主要规定了委托监测和日常监测的频率和内容，并要求对监测结果存档保留。
	《辐射工作人员个人剂量管理制度》	主要规定了辐射工作人员个人剂量监测的频率以及个人剂量计的佩戴要求。

福建医科大学附属第二医院制定的规章制度符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关要求。

（二）辐射工作人员拟配备人数

根据建设单位提供的资料，本项目 TOMO 治疗室拟配备**名辐射工作人员，均为医院现有辐射工作人员，主要包括放射治疗医师、物理师、技师及护理人员。详细的人员结构在后期项目运行期将根据实际需要再进行调整。

（三）辐射工作人员培训

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定，使用射线装置的单位，其辐射工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

本项目依托的33名辐射工作人员均从事放射治疗工作，均报名参加了国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）关于辐射安全与防护知识的学习，且考核合格。

（四）辐射工作人员职业健康体检

根据《中华人民共和国职业病防治法》第三十五条：对从事接触职业病危害的作业的劳动者，用人单位应当按照国务院卫生行政部门的规定组织上岗前、在岗期间和离岗时的

职业健康检查，并将检查结果书面告知劳动者。

建设单位严格遵守相关法律法规的要求，已安排本项目辐射工作人员进行职业病健康体检，结果显示均可从事放射工作。

12.3 辐射监测

（一）辐射工作人员个人剂量监测

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）等有关要求，本项目所有进入辐射工作场所从事辐射工作的人员均有配备个人剂量计，并定期（每季度1次）将个人剂量计送至有资质的单位进行监测，建立个人剂量档案。

（二）安全联锁装置检查

根据医院制定的操作规程，本项目辐射工作人员每天对TOMO治疗室的安全联锁装置进行一次检查，确保安全联锁装置运行正常有效。

（三）工作场所环境监测

为满足本项目辐射环境监测需求，东海院区依托原有Fluke451P型便携式X-γ剂量率监测仪1台，根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）第5.3.3.2条“X射线机的辐射环境监测”，本项目TOMO治疗室辐射环境监测计划见表12-2。

表 12-2 辐射监测计划

监测对象		监测方案	监测项目	监测频率	监测方式
TOMO 治疗室	防护性能	东南、西南屏蔽墙外30cm处、 防护门外30cm处、操作位、 管线孔等。	周围剂量当量率	每年1次、 验收监测1次	委托有资质 单位监测
			周围剂量当量率	每月1次	自行监测
	安全联锁	实测并检查	安全	每次使用前	自行检测
辐射工作人员		佩戴个人剂量计	年有效剂量	操作时，每季 度送检1次	送有资质单 位监测
外环境（50m范围内环 境保护目标）		实测	周围剂量当量率	每年1次、验 收监测1次	委托有资质 单位监测

本项目制定的辐射监测计划符合医院实际情况，包括竣工环境保护验收监测、定期委托监测、自行检查以及辐射工作人员个人剂量监测，内容全面，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）等要求。

综上所述，医院辐射监测计划较为全面，能够涵盖核技术利用项目的各个环节，且监

测频率较为合理，辐射监测计划整体可行。

12.4 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《福建省环保厅关于印发〈核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲〉（试行）的通知》（闽环保辐射〔2013〕10号）要求，医院已编制《辐射事故应急预案》。

根据《辐射事故应急预案》，医院成立了辐射事故应急处理工作领导小组，小组成员名单如下：

组长：胡*民

副组长：庄*豪、曾*华、林*慎

成员：办公室、医务部、护理部、人力资源处、设备处、总务处、基建处、保卫处、放射科、放射治疗科、CT/MRI室、核医学科、儿科、碎石机室、口腔科、手术室等科室负责人。

主要职责为：

①在上级辐射事故应急领导小组统一指挥下，贯彻执行国家、省辐射事故应急工作方针和应急预案。

②组织本院辐射安全有关工作规范和规章制度的制定、修订；并对规章制度执行情况定期进行检查。

③经常向医务员工进行安全教育培训，组织开展省级辐射事故应急方面的培训和演练。

④组织有关职能科室定期进行安全检查或根据公安、卫健委、生态环境等监督机关的通知，有计划有步骤地采取防范措施，迅速消除隐患，防止事故发生。

⑤负责协调全院辐射安全管理工作中的各项问题，对各项具体分工进行监督检查。

⑥组织协调全院各处（科）室开展辐射事故应急准备和响应工作。若本单位发生因放射源处理不当而发生火灾、爆炸、泄漏、中毒、伤亡等事故，及时组织力量扑救处理，并认真做好善后工作。同时，根据事故性质，严肃追究有关人员责任。

⑦发生非本院的辐射事故，根据本单位职责，做好事发地和群众临时安置点伤病员医疗救治，防范和处置传染病疫情及突发公共卫生事件，依法实施饮用水卫生监管，保障临床用血安全等工作，完成上级辐射事故应急领导小组安排的其他任务。

⑧组织专家对事故进行分析评估，总结经验教训，提出对策建议，防止事故再度发生。

12.5 建设项目竣工环境保护验收一览表

本项目竣工环境保护验收一览表见表 12-3。

表 12-3 辐射环境保护“三同时”验收清单

污染源或保护源	主要环保措施	验收标准
辐射防护措施	TOMO 治疗室（含迷道）面积约**m ² ；项目机房东西墙主防护墙为**mm 混凝土结构、次防护墙为**mm 混凝土结构；北墙为**mm 混凝土结构；南墙迷道外墙为**mm 混凝土结构；南墙迷道内墙为**mm 混凝土结构；顶棚主防护墙为**mm 混凝土结构、次防护墙为**mm 混凝土结构；设置电动铅板防护门，铅当量**mmPb。	1.《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021） 2.《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）
	TOMO 治疗室设置门机联锁装置，机房门外设置安全指示灯及电离辐射警告标志。	
	TOMO 治疗室及其控制室内安装 8 个紧急停机按钮，分别设置在控制室操作台上（1 个）、治疗床旁（1 个）、治疗机房四周墙面（4 个）和迷道内（1 个）及防护门内侧（1 个），并有明显标志。	
	TOMO 治疗室内设置了排风和新风装置，采取上进风下排风的排风方式，本项目 TOMO 治疗室新排风管在机房防护门上方墙体采取水平直穿结构穿越墙体，并敷**mmPb 进行屏蔽补偿。	
管理措施	工作人员佩戴个人剂量计并建立个人剂量监测档案。	
	制定相应的规章制度和辐射事故（件）应急预案，规章制度应张贴在控制室。	
	医院辐射工作人员参加生态环境部国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的培训和学习，并取得辐射安全与防护考核合格证书。	
	所有辐射工作人员参加职业病健康体检。	
	每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行辐射环境监测，并按时报送辐射安全年度评估报告。	
	本项目环评批复后，建设单位应向生态环境主管部门办理辐射安全许可证重新申领手续。	

表 13 结论与建议

13.1 结论

福建医科大学附属第二医院拟将医院东海院区门诊楼三层放疗中心加速器③室改建为 TOMO 治疗室，并新增 1 台 TOMO C 型螺旋断层放射治疗系统，主要用于放射治疗，治疗束最高 X 射线能量为**MV，治疗束等中心点处最大剂量率为**cGy/min，为II类射线装置。该设备内部自带 1 套 KVCT 系统，最大管电压**kV，最大管电流**mA，用于图像引导定位。

(1) 辐射安全与防护分析结论

本项目 TOMO 治疗室合理设计了四周墙体、防护门、顶棚等屏蔽体厚度；对 TOMO 治疗室实行分区管理，将 TOMO 治疗室的治疗室及迷道划为控制区，在机房入口防护门上张贴电离辐射警告标志及工作状态指示灯，避免人员误闯入或误照射；将控制室、等候间、辅助设备间划为监督区；治疗室及控制室设有监视和对讲设备，并设置紧急停机按钮；机房入口设置防护门及迷道，防护门与 TOMO 装置联锁；治疗室内设置送风及排风装置，通风换气次数不小于 4 次/h；电缆通过地下电缆沟走线，并采用“U”形穿越侧屏蔽墙体，有效减少射线的散射和泄漏辐射；为工作人员和患者配备必要的辐射防护用品和辅助防护设施；所有辐射工作人员均接受个人剂量监测并建立个人剂量档案和职业健康监护档案；在满足医疗治疗的条件下，确保患者所受到的照射剂量最低。本项目 TOMO 屏蔽物质厚度等辐射安全与防护措施满足《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）、《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》（GBZ/T201.2-2011）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）的相关要求。

(2) 辐射安全管理措施结论

医院已成立辐射安全与防护管理委员会，全面负责医院辐射安全及应急管理工作。医院已制订《物理师职责制度》《辐射防护安全管理制度》《辐射安全管理规定》《辐射防护和安全保卫制度》《射线装置使用登记》《放射诊疗设备使用、检测、维护保养、维修制度》《辐射工作人员安全与防护培训管理制度》等规章制度，并按照规章制度执行。医院将定期完善辐射事故应急预案和辐射安全和环境保护管理机构等相关制度。

本项目TOMO辐射安全防护措施及管理措施满足辐射安全防护与相关标准要求。

(3) 环境影响评价结论

由理论计算结果可知，本项目 TOMO 治疗室各关注点处剂量率均符合《放射治疗辐

射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）的相关要求。

根据理论估算可知，本项目 TOMO 治疗室工作人员年有效剂量最大为**mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，也低于剂量约束值 5mSv/a。本项目 TOMO 对公众照射的年有效剂量最大为**mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，也低于剂量约束值 0.1mSv/a。

（4）可行性分析结论

①实践正当性分析

本项目的建设旨在提高诊断治疗水平，更好地解除病人痛苦，挽救病人的生命，提高医疗质量、改善患者就医环境，符合辐射防护“实践的正当性”原则。项目在加强管理后均满足国家相关法律法规和标准的要求，不会给所在区域带来环境压力。根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号，2024 年 2 月 1 日起施行），本项目属于“十三、医药”中“4.高端医疗器械创新发展、高性能医学影像设备”，为鼓励类，因此本项目建设符合国家当前产业政策。

②利益代价分析

福建医科大学附属第二医院东海院区1台TOMO项目的建设有利于其周边区域医疗卫生服务水平的提升，改善患者的诊疗环境。该项目在保障病人健康的同时也为医院创造了良好的经济效益和社会效益。

（5）总结论

综上所述，福建医科大学附属第二医院东海院区 1 台 TOMO 项目在落实本报告表提出的各项污染防治措施和辐射安全管理措施后，将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，项目正常运行对周围生态环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从生态环境保护和辐射防护角度论证，该项目建设是可行的。

13.2 建议和承诺

（1）对本评价提出的辐射管理和辐射防护措施，建设单位应尽快落实，在项目建设时，切实做到环保设施和主体工程“同时设计、同时施工、同时投产”。

（2）如需增加本报告表所涉及之外的射线装置或对其使用功能进行调整，则应按要求向生态环境主管部门进行申报，并按污染控制目标采取相应的辐射防护措施。

（3）本项目环评批复后，建设单位应及时向生态环境主管部门办理辐射安全许可证重新申领手续并按要求开展竣工环境保护验收工作。

（4）建设单位应加强辐射安全与防护管理，及时组织辐射工作人员参加辐射安全与防护培训并通过考核，做到全体辐射工作人员持证上岗；培训证书有效期届满，拟继续从事辐射相关工作的，按规定每五年接受再培训与考核。建设单位应建立健全个人剂量和职业健康档案，所有辐射工作人员均应按要求佩戴个人剂量计并接受剂量监测。

（5）医院应加强内部管理，明确管理职责，杜绝各类辐射事故的发生。

表 14 审批

下一级生态环境主管部门预审意见:

经办人:

盖 章

年 月 日

审批意见:

经办人:

盖 章

年 月 日