

中山大学附属第一医院核技术利用扩建 项目竣工环境保护验收监测报告表

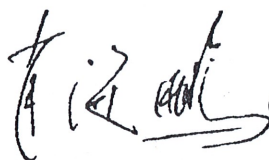
报告编号：GZDS 环验 2026014

建设单位：中山大学附属第一医院

编制单位：广州达盛检测技术服务有限公司

2026 年 8 月

建设单位法人代表:

 (签字)

编制单位法人代表:



(签字)

项目负责人:

 (签字)

填表人:

 (签字)

建设单位



电话:

15626170542

传真:

/

邮编:

510080

地址:

广州市中山二路 58 号

编制单位

广州达盛检测技术服务有限公司



电话:

020-82525688

传真:

/

邮编:

510665

地址:

广州市天河区灵山东路 5 号八层

801-9、801-10 房

目录

表一 项目基本情况	1
表二 项目建设概况	7
表三 辐射安全与防护措施	25
表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定	40
表五 验收监测质量保证及质量控制	41
表六 验收监测内容	43
表七 验收监测	45
表八 验收监测结论	50
附件 1.监测报告	52
附件 2.环评批复	66

表一 项目基本情况

建设项目名称	中山大学附属第一医院核技术利用扩建项目				
建设单位名称	中山大学附属第一医院				
建设项目性质	新建 ☐ 扩建 ☒ 技改 ☐ 迁建 ☐				
建设地点	广州市越秀区中山二路 58 号				
源项	放射源	/			
	非密封放射性物质	/			
	射线装置	2 台加速器（属Ⅱ类射线装置）、1 台 CT 模拟定位机（属Ⅲ类射线装置）			
建设项目环评批复时间	2021 年 5 月 12 日	开工建设时间	2023 年 3 月		
取得辐射安全许可证时间	2026 年 6 月 4 日	项目投入运行时间	2026 年 7 月		
辐射安全与防护设施投入运行时间	2026 年 7 月	验收现场监测时间	2026 年 6 月 30 日		
环评报告表审批部门	广东省生态环境厅	环评报告表编制单位	核工业二四〇研究所		
辐射安全与防护设施设计单位	广东华方工程设计有限公司	辐射安全与防护设施施工单位	广东省第一建筑工程有限公司、江苏永信医疗科技有限公司		
投资总概算（万元）	8000	辐射安全与防护设施投资总概算（万元）	500	比例	6.25%
实际总概算（万元）	7500	辐射安全与防护设施实际总概算（万元）	455	比例	6.06%
验收依据	一、法规文件 1.《建设项目环境保护管理条例》（1998 年 11 月 29 日中华人民共和国国务院令第 253 号发布，根据 2017 年 7 月 16 日《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》修订）； 2.《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》生态环境部公告 2018 年第 9 号； 3.《建设项目竣工验收环境保护验收暂行办法》（2017 年 11 月 22 日环境保护部发文并实施，文号：国环规环评〔2017〕4 号）；				

验收依据	4.《关于发布《射线装置分类》的公告》（环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日公布实施）； 5.《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函〔2025〕313 号）。 二、验收技术规范 1.《电离辐射防护与辐射源安全标准》（GB 18871-2002）； 2.《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； 3.《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）； 4.《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）； 5.《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）； 6.《粒子加速器辐射安全与防护规定》（GB 5172-2025）； 7.《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； 8.《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）； 9.《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）。 三、其他相关文件 1.中山大学附属第一医院核技术利用扩建项目环境影响报告表（编号：GDHP-2020-018）； 2.广东省生态环境厅关于中山大学附属第一医院核技术利用扩建项目环境影响报告表的批复（粤环审〔2021〕116 号）； 3.项目竣工图纸等相关基础资料。				
验收执行标准	一、剂量限值 根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）附录 B： 表 1-1 剂量限值相关要求 <table border="1" data-bbox="416 1758 1474 2024"> <tr> <th data-bbox="416 1758 632 1805">相关条款</th><th data-bbox="632 1758 1474 1805">条款内容</th></tr> <tr> <td data-bbox="416 1805 632 2024">B1.1 职业照射</td><td data-bbox="632 1805 1474 2024"> B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值： a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv； b) 任何一年中的有效剂量，50mSv。 </td></tr> </table>	相关条款	条款内容	B1.1 职业照射	B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值： a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv； b) 任何一年中的有效剂量，50mSv。
相关条款	条款内容				
B1.1 职业照射	B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值： a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv； b) 任何一年中的有效剂量，50mSv。				

	B1.2 公众照射	实践使公众中有关关键人群组成的成员所受到的平均剂量估算值不应超过下述限值： a) 年有效剂量，1mSv；
验收执行标准	根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）第 4.9 条，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。 本项目环评编制时间为 2021 年 4 月，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）公众照射的约束值取不超过 0.25mSv/a，考虑到《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）于 2021 年 12 月 1 日实施且要求公众照射的约束值不超过 0.1mSv/a，本项目公众照射的约束值其按照要求取约束值不超过 0.1mSv/a 进行验收。辐射工作人员的剂量约束值不超过 5mSv/a。 二、屏蔽要求 1.根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）第 6.1 条款： 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，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： $\dot{H}_c \leq H_e / (t \times U \times T)$ 式中： $\dot{H}_c$：周围剂量当量率参考控制水平，μSv/h； H_e：周剂量参考控制水平，μSv/周，其值按照如下方式取值：放射治疗机房外控制区的工作人员：≤100μSv/周；放射治疗机房外非控制区的人员：≤5μSv/周； t：设备周最大累积照射的小时数，h/周； U：治疗设备向关注点位置的方向照射的使用因子； T：人员在关注点位置的居留因子。 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周围剂量当量率参考控制水平：	

验收执行标准

a.人员居留因子 $T > 1/2$ 的场所: $\leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$;

b.人员居留因子 $T \leq 1/2$ 的场所: $\leq 10 \mu\text{Sv/h}$;

③由上述①和②中,选取其中较小者作为关注点的周围剂量当量率参考控制水平。

2.依据《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)第 6.1.5 和 6.2.1 条款:

6.1.5 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外,对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房,其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 1-3 的规定。

表 1-3 X 射线设备机房(照射室)使用面积、单边长度的要求

设备类型	机房内最小有效使用面积 ^d m ²	机房内最小单边长度 ^e m
CT 机(不含头颅移动 CT)	30	4.5

d 机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形的面积。

e 机房内单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。

6.2.1 不同类型 X 射线设备(不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备)机房的屏蔽防护应不低于表 1-4 的规定。

表 1-4 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
CT 机房(不含头颅移动 CT)	2.5	

三、放射防护要求

1.根据《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021)第 6.1 和第 6.2 条款:

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。

验收执行标准	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。 6.2 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： （1）放射治疗工作场所的入口处应设置电离辐射警告标志； （2）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； （3）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。 6.2.3 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： （1）放射治疗室防护门和控制台应设置门—机联锁装置，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。 （2）放射治疗室应设置室内紧急开门装置，防护门应设置防夹伤功能。 （3）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。 （4）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。 2.依据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）第 6.3 条款： 6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求： b）CT 机机房外的周围剂量当量率应不大于 2.5 μSv/h。 四、放射性三废排放要求 根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）：
---------------	---

验收执行标准	8.1 医疗机构应尽量减少放射性废物的产生；本项目放射性废物主要来源为 X 射线穿过空气使室内的空气分解，产生的臭氧和氮氧化物有毒有害气体，不产生固体废物和液体废物。 8.4 气态废物 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。
---------------	--

表二 项目建设概况

一、项目建设内容

1.建设单位概况

中山大学附属第一医院是国家重点大学中山大学附属医院中规模最大、综合实力最强的医院之一。建设单位始建于 1910 年，前身为广东公医医学专门学校附设公医院，2001 年更名为中山大学附属第一医院，现为国家三级甲等医院和国家爱婴医院，由医院现有越秀总院、黄埔院区、南沙院区组成，是华南地区医疗、教学、科研、预防保健和康复的重要基地。

中山大学附属第一医院持有广东省生态环境厅审批的辐射安全许可证，证书编号为粤环辐证[01308]，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；生产、使用非密封放射性物质，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所；有效期至 2029 年 08 月 22 日。

2.项目建设内容和规模

中山大学附属第一医院于 2021 年 5 月 12 日取得环评批复（批复号：粤环审〔2021〕116 号），批准放射治疗项目：在医学综合楼负四层设置放疗科，开展放射治疗项目。建设 3 间直线加速器机房以及 2 间 CT 模拟定位机房。在各直线加速器机房分别安装使用 1 台医用电子直线加速器（最大 X 射线能量均为 15 兆伏，最大电子线能量均为 22 兆电子伏，均属Ⅱ类射线装置）用于放射治疗；在各 CT 模拟定位机房分别安装使用 1 台 CT 模拟定位机（均属Ⅲ类射线装置）用于放射诊断。

本次验收在刘銓雄楼（环评时该大楼命名为“医学综合楼”，投入使用后实际命名为“刘銓雄楼”，院内编号 3 号楼）负四层放射治疗科 4 号直线加速器机房、5 号直线加速器机房分别使用 1 台医用电子直线加速器（Ⅱ类射线装置）、2 台医用电子直线加速器均配置 CBCT 模块（Ⅲ类射线装置），在 CT 模拟定位 2 机房使用 1 台 CT 模拟定位机（Ⅲ类射线装置）。

医院根据实际情况对机房进行重新命名，本项目 4 号直线加速器机房对应环评时直线加速器 1 机房，5 号直线加速器机房对应环评时直线加速器 2 机房，CT 模拟定位 2 机房对应环评时 CT 模拟定位 1 机房。

本次验收的射线装置见表 2-1。医院运行期间个人剂量监测数据未出现超剂量限值情况。

表 2-1 本次验收的射线装置一览表

序号	装置名称	型号	类别	主要参数		设备序列号	场所	厂家
1	医用直线加速器 ^[1]	Halcyon	II类	X 射线能量：6MV X 射线最大输出剂量率： 800cGy/min 电子线能量：无 CBCT 模块：150kV、630mA		2101	刘銓雄楼 负四层放 射治疗科 4 号直线加 速器机房	瓦里安
2	医用电子 直线加速 器系统	TrueBeam	II类	X 射线能量：6MV X 射线最大输出剂量率： 1400cGy/min 电子线能量：6MeV、9MeV、 12MeV、15MeV 电子线最大输出剂量率： 1000cGy /min CBCT 模块：150kV、630mA		6569	刘銓雄楼 负四层放 射治疗科 5 号直线加 速器机房	瓦里安
3	X 射线计 算机体层 摄影设备 (CT 模拟 定位机)	SOMATOM go.Sim	III类	最大管电压 140kV	最大管电流 625mA	129190	刘銓雄楼 负四层放 射治疗科 CT 模拟定 位 2 机房	西门子

注：[1]该加速器为自屏蔽加速器，硬件上无法实现电子束出束，故无电子线。

3.项目周边环境情况

(1) 建设地点

本项目位于广东省广州市越秀区中山二路 58 号（院本部），医院北侧为执信南路和中山大学北校区，东侧为商业居民混合区，南侧为中山二路，西侧与中山大学北校区相邻。本次评价项目的放射治疗科位于医院刘銓雄楼负四层。项目地理位置图见图 2-1。本项目地址与环评建设地址一致。

且查阅验收报告4号直线加速器机房北墙外诊室3处的周围剂量当量率在设备运行状态下与设备关机状态下无差异。根据《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函〔2025〕313号）中“3.调整辐射工作场所位置（包括总平面布置变化）导致调整后评价范围内出现新的环境保护目标；”属于重大变动，本项目调整4号直线加速器北侧备件室为诊室，但调整评价范围内未出现新的环境保护目标，故不属于重大变动。

本项目选址未发生变化，周围环境未发生变化，项目建设地点合理，与环评一致。



图2-2 医院总平面布局图

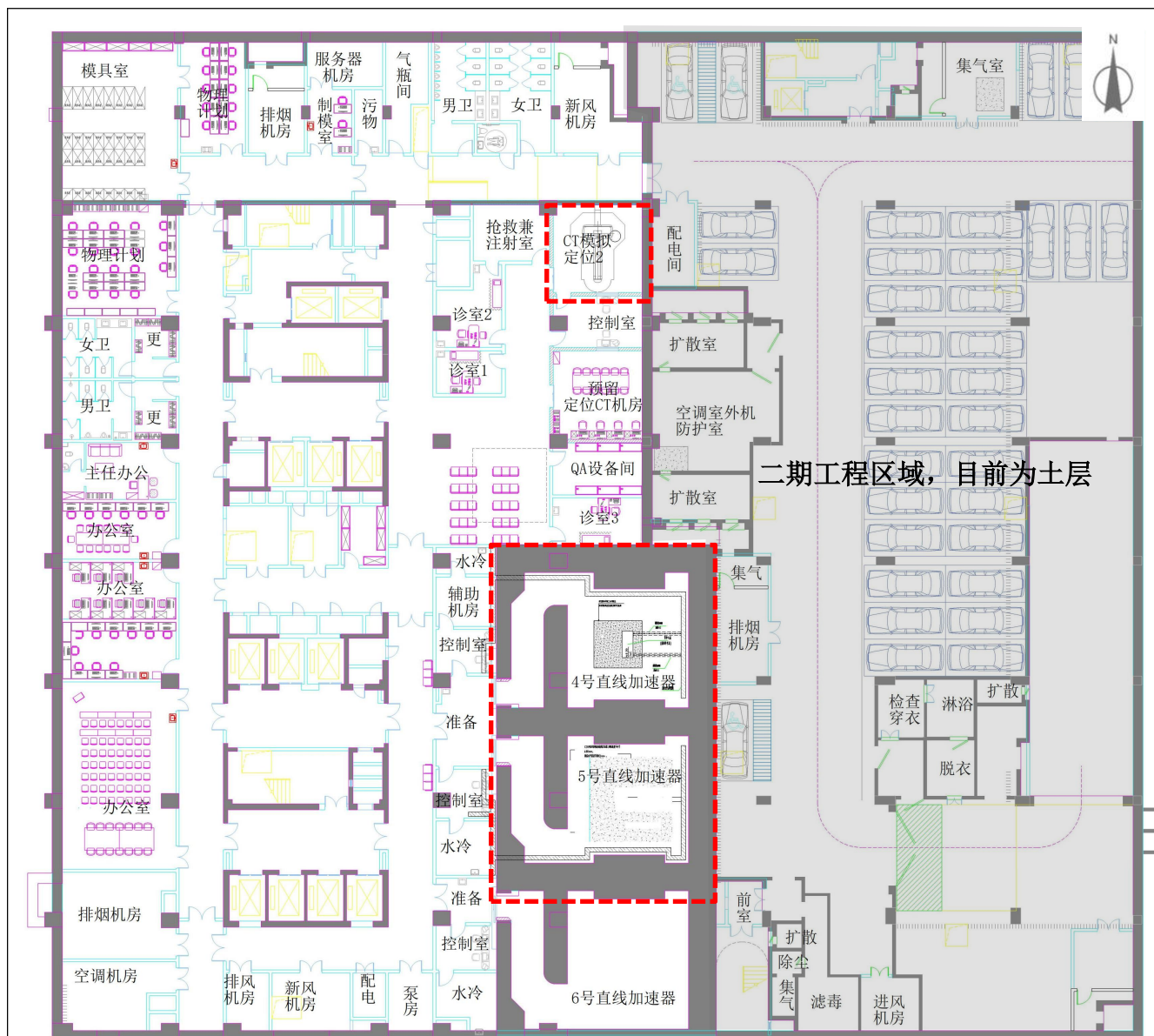
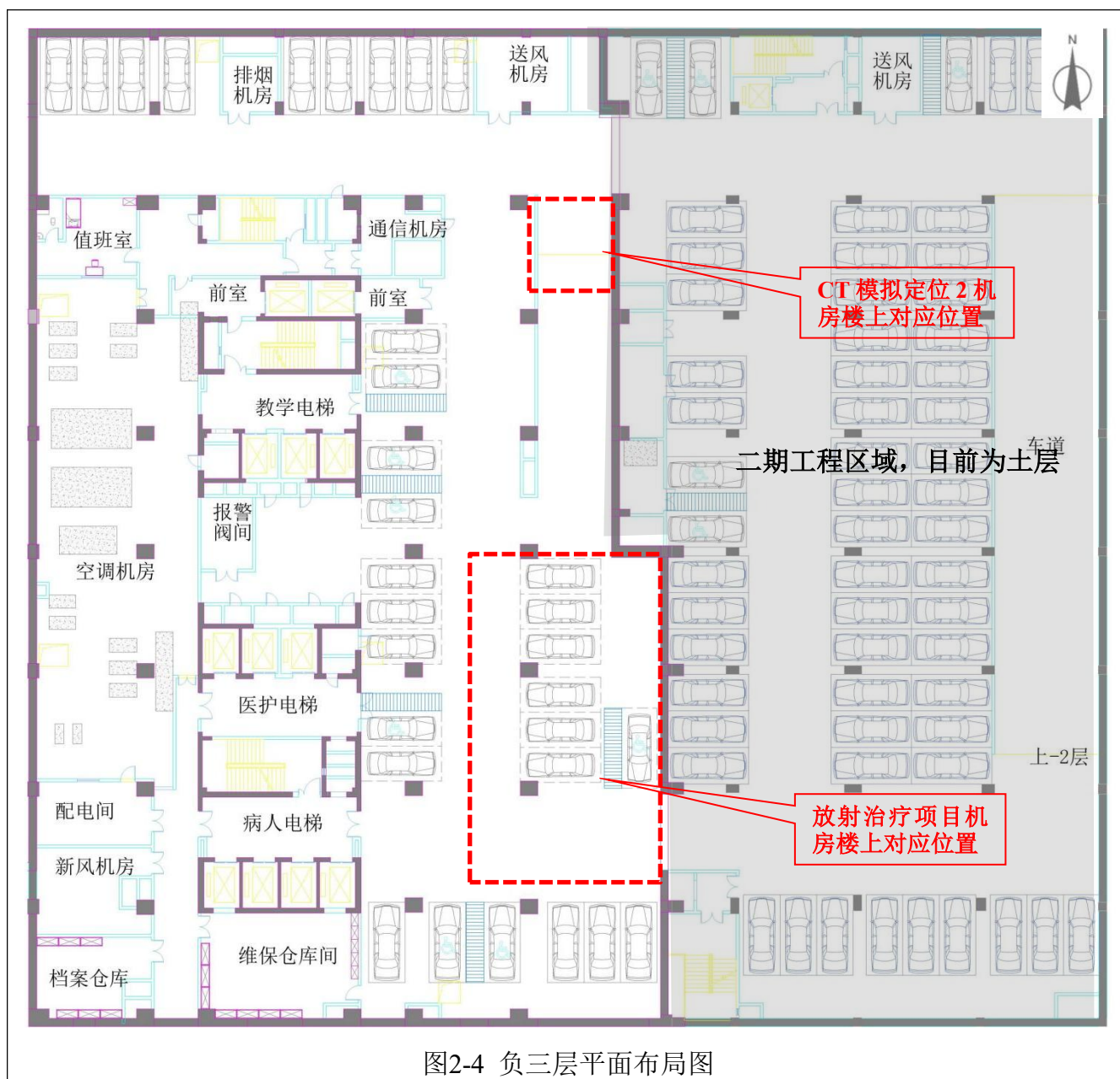


图2-3 负四层放射治疗科平面布局图



4.环境影响报告表与审批内容与实际建设内容情况

根据《中华人民共和国环境影响评价法》和《污染影响类建设项目重大变动清单（试行）》（环办环评函〔2020〕688号）《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函〔2025〕313号）等有关规定，本次阶段性验收对比环评及批复文件，根据现场核查，从项目的性质、规模、地点、生产工艺和环境保护措施方面，对本项目变动情况进行分析识别，环境影响报告表及审批部门审批决定建设内容与实际建设内容情况见表 2-2。

表 2-2 阶段性验收项目工程变动情况一览表

类别		环评阶段	验收阶段	对比情况	备注
项目性质		扩建	扩建	一致	/
地点	医院	广州市中山二路 58 号	广州市中山二路 58 号	一致	/
	4 号直线加速器机房	医学综合楼负四层	刘銓雄楼负四层	一致	大楼名称变更
	5 号直线加速器机房	医学综合楼负四层	刘銓雄楼负四层	一致	大楼名称变更
	CT 模拟定位 2 机房	医学综合楼负四层	刘銓雄楼负四层	一致	大楼名称变更
源项	医用直线加速器（4 号直线加速器机房）	X 射线能量：≤15MV X 射线最大输出剂量率：≤2400cGy/min 电子线能量：≤22MeV	X 射线能量：6MV X 射线最大输出剂量率：800cGy/min 电子线：无 CBCT 模块：150kV、630mA	不一致	最大 X 射线能量、最大输出剂量率均小于环评设计，无电子线，增加了 CBCT 模块
	医用直线加速器（5 号直线加速器机房）	X 射线能量：≤15MV X 射线最大输出剂量率：≤2400cGy/min 电子线能量：≤22MeV	X 射线能量：6MV X 射线最大输出剂量率：1400cGy/min 电子线能量：6MeV、9MeV、12MeV、15MeV 电子线最大输出剂量率：1000cGy/min CBCT 模块：150kV、630mA	不一致	X 射线能量、电子线能量、最大输出剂量率均小于环评设计，增加了 CBCT 模块
	CT 模拟定位机	150kV、1000mA	140kV、625mA	不一致	电压、电流小于环评设计

环境保护措施	机房辐射防护设施、个人防护用品、辐射安全控制措施、三废管理及处置等	机房辐射防护设施、个人防护用品、辐射安全控制措施、三废管理及处置等	一致	/
--------	-----------------------------------	-----------------------------------	----	---

经现场确认，环评时医用直线加速器厂家、型号待定，采用了最大 X 射线能量 15MV 进行评价，4 号直线加速器机房实际安装了 1 台最大 X 射线能量为 6MV 的加速器，小于环评参数，增加了 CBCT 模块，该模块最大能量为 150kV，远远小于加速器能量，机房屏蔽防护可以满足 CBCT 模块的要求；5 号直线加速器机房实际安装了 1 台最大 X 射线能量为 6MV 的加速器，小于环评参数；增加了 CBCT 模块，该模块最大能量为 150kV，远远小于加速器能量，机房屏蔽防护可以满足 CBCT 模块的要求；根据《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函〔2025〕313 号）中“8.射线装置额定功率或输出剂量率或中子产生率增大 50% 及以上”属于重大变动，本项目 4 号直线加速器机房、5 号直线加速器机房内的加速器均增加了 CBCT 模块，但 CBCT 模块的最大能量为 150kV，两台加速器的最大 X 射线能量均为 6MV，未增大到加速器额定功率 50%，故不属于重大变动。

CT 模拟定位机的实际参数小于环评参数；除以上外，本阶段其余验收项目的性质、地点、源项、生产工艺和环境保护措施、周围、功能区域与环评一致，不涉及重大变动，满足验收要求。

二、源项情况

本项目使用的射线装置情况见表 2-1。

1.正常工况下

（1）医用直线加速器

1) Halcyon 加速器

本项目 Halcyon 型医用直线加速器 X 射线最大能量为 6MV、CBCT 模块最大能量为 150kV。工作人员在工作过程中可能接触的辐射危害因素包括治疗时医用直线加速器发出的 X 射线。

①X 射线

由加速器的工作原理可知，电子枪产生的电子经过加速后，高能电子束与靶物质相互作用时将产生高能 X 射线。这种 X 射线是随机器的开、关而产生和消失。

②臭氧、氮氧化物

加速器在运行过程中，射线作用于空气以及次级辐射等因素，可产生少量臭氧、氮氧化物，

通过排风系统排入大气。

③放射性固体废物

加速器项目产生固体废物是加速器的废弃靶，只在加速器装置需要更换金属钨靶时产生，换下的废靶由加速器供应厂家回收。

2) TrueBeam 加速器

本项目 TrueBeam 型医用直线加速器 X 射线最大能量为 6MV 和电子线最大能量为 15MeV、CBCT 模块最大能量为 150kV。工作人员在工作过程中可能接触的辐射危害因素包括治疗时医用直线加速器发出的 X 射线、电子线及所产生的韧致辐射和感生放射性。

①X 射线

由加速器的工作原理可知，电子枪产生的电子经过加速后，高能电子束与靶物质相互作用时将产生高能 X 射线。这种 X 射线是随机器的开、关而产生和消失。

②电子线

电子线是加速器在电子线模式下运行时，加速的电子直接引出真空室照射患者的病灶部位而应用的一种射线。电子线标称能量在 6~15MeV 之间，等中心处剂量率为 1000cGy/min。电子线穿透能力较弱，只要用大于它穿透深度的材料，就可完全屏蔽它。当工作在电子线模式时，电子束被高 Z 物质（如钨靶）阻滞，在各个方向上产生韧致辐射光子。

③臭氧、氮氧化物

加速器在运行过程中，射线作用于空气以及次级辐射等因素，可产生少量臭氧、氮氧化物，通过排风系统排入大气。

④放射性固体废物

加速器项目产生固体废物是加速器的废弃靶，只在加速器装置需要更换金属钨靶时产生，换下的废靶由加速器供应厂家回收。

环评时医用直线加速器厂家、型号待定，采用了最大 X 射线能量 15MV、最大电子线能量 22MeV 进行评价，医用直线加速器辐射工作人员在工作过程中可能接触的辐射危害因素包括治疗时医用直线加速器发出的 X 射线、电子线、中子和感生放射性、臭氧、氮氧化物。实际安装的医用直线加速器 X 射线最大能量均为 6MV，不产生中子，故本次验收的辐射工作人员在工作过程中可能接触的辐射危害因素包括治疗时医用直线加速器发出的 X 射线、电子线、

臭氧、氮氧化物。

（2）CT 模拟定位机

CT 模拟定位机正常运行时产生的主要污染源项为 X 射线，X 射线随着射线装置的开关而产生和消失。X 射线在辐射场中可分为三类：第一类是由 X 射线管窗口出射的用于诊疗检查的有用射线；第二类是由 X 射线管防护套泄漏出来的漏射射线；第三类是由有用射线和漏射线经散射体散射的散射线。

除此之外，CT 模拟定位机运行中，在 X 射线辐射源的照射下，空气吸收辐射能量并通过电离离子的作用可产生臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）等非辐射有害因素。它们是具有刺激性作用的非放射性有害气体，机房设置排风装置，可以最大限度降低有害气体的浓度。

查阅本项目辐射工作人员一年的个人剂量监测数据，本项目辐射工作人员年受照剂量最大值为 1.21mSv，无异常受照情况。

2.事故工况

（1）医用直线加速器

①防护门与加速器联锁失灵，计算机控制系统发生故障，工作指示灯、警示标识损坏，相关人员疏忽大意等原因，造成人员误入、误留治疗机房。

②监视系统和对讲设备故障、工作人员未佩戴个人剂量报警仪或报警仪失灵、管理失职、各项规章制度不能有效运行等原因，造成不能及时发现误入、误留人员。

③辐射参数预选值联锁失控、两道独立剂量监测系统失效、辐照控制计时器、安全联锁、紧急停机开关失灵、工作人员操作失误等原因造成加速器出束失控，使得设备异常或事故状态下不能紧急停机，不能及时终止对患者误入、误留人员的照射。

④TPS 系统故障、剂量与时间联锁失控、射野出现误差、设备防护性能出现偏差、工作人员操作失误等原因造成患者接受超剂量事故照射和正常组织受到主射线束照射。

⑤未开展设备性能的常规质量控制检测，设备“带病”工作，发生错误照射等。

（2）CT 模拟定位机

①在防护门未关闭情况下，射线装置曝光，导致防护门一侧人员受到误照射。

②机房屏蔽防护老化，达不到防护要求，造成射线泄漏，受到误照射。

③室内操作设备过程中，室内的工作人员未使用防护用品和辅助防护设施，受到超剂量照

射。

④射线装置在安装调试及维修情况下，设备异常出束，导致调试和维修人员的误照射。

三、工程设备与工艺分析

（一）设备组成与工作原理

1.医用直线加速器

加速器是利用具有一定能量的高能电子（速度达到亚光速）与大功率微波电场相互作用，从而获得更高能量的装置。电子打击重金属靶，产生轫致辐射，发射 X 射线，施行 X 射线治疗。高能量的放射线可以杀死体内的细胞，放射治疗正是利用这种特性，对生长分裂较迅速的癌细胞加以摧毁。

本项目加速器设有 CBCT 定位模块，主要用于治疗计划验证。CBCT 扫描部分主要由 X 射线管和不同数目的探测器组成，用来收集信息，X 射线束对所选择的层面进行扫描，其强度因不同密度的组织相互作用而产生相应的吸收和衰减。

①Halcyon 加速器

Halcyon 型医用电子直线加速器为瓦里安公司生产的新型封闭环形机架加速器，其加速原理与传统医用电子直线加速器基本一致，利用微波电磁场加速电子并且使电子保持直线运动轨道。Halcyon 型医用电子直线加速器外部电源通过固态磁控调制器转换为宽度几微秒、几十千伏电压的脉冲，并同时加到磁控管（或者速调管）和电子枪上。由电子枪出束的电子束经聚焦磁场（聚焦磁场作用是避免电子束在加速过程中横向散开）进入真空条件下的加速管。与此同时，磁控管（或者调速管）经波导管将高功率的微波送入加速管，电子束被加速管加速到所需要的能量，获得了高能电子束经打靶产生 X 射线。

Halcyon 型医用电子直线加速器只有一档 6MV 无均整器能量光子线，最高剂量率为 800cGy/min，配备双层错位 114 片多叶光栅（multi-leaf collimator, MLC），最大射野为 28cm×28cm。由于其兼有常规“C”型加速器、CT 机及螺旋断层加速器的特点，使其具有安装调试速度快，治疗快速精确，高度集成及智能化等优点，适用于开展多种技术、治疗全身（除表浅）任何部位的肿瘤。

Halcyon 型医用电子直线加速器束流发生装置的对侧安装了一个束流衰减器(Beam Stop)，也被称作加速器的自屏蔽，它的规格为 670mm×670mm×192mm，由 172mm 铅外包 10mm 不

锈钢板制成。束流衰减器有两个功能，一是将射线的强度减弱，二是起到系统配重的作用，在加速器旋转时可以保持系统的动态平衡，自屏蔽构造示意图见图 2-5。本次验收的 Halcyon 型医用电子直线加速器见图 2-6。Halcyon 型医用电子直线加速器硬件上无法实现电子线出束，故无电子线。

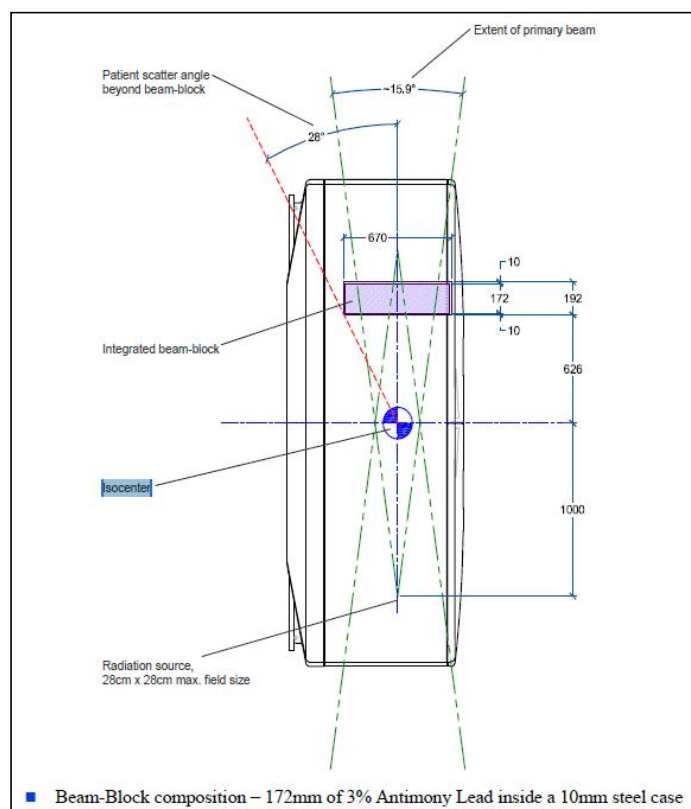


图 2-5 Halcyon 型医用电子直线加速器自屏蔽结构示意图



图 2-6 本项目 Halcyon 型医用电子直线加速器及其铭牌

②TrueBeam 加速器

TrueBeam 型医用电子直线加速器是以磁控管/速调管为微波功率源的行波型/驻波型直线加速器，它的结构单元为：产生带电粒子的结构（即电子枪）、加速器的主体部分、电子束引出结构、自带 CBCT 模块。

A.产生带电粒子的结构，即电子枪。

电子枪是在真空状态下,应用高温阴极电子的电子热发射或高电场的电子场发射来获得电子,在阴极电压的电场作用下,电子从电子枪射出,再利用附加电场将电子引到加速器轨道上去。

B.加速器的主体部分

这部分的主要作用是将带电粒子加速到预定的能量，按其功能又可分为三个系统：I.加速器电场系统。产生电场使电子加速。II.控制磁场系统。产生磁场力使电子按预定的轨迹运动（包括导引磁场系统和电磁聚焦系统等）。III.真空系统。主要是保证粒子在运动过程中，尽可能减少与气体分子碰撞而造成损失和不必要的影响。

C.电子束引出结构

使已加速到额定能量的电子束偏离其原来的轨道，按预定方向直接引出，或者打内靶产生次级粒子。

D.自带 CBCT

CBCT（Cone Beam CT）是基于大面积非晶硅数字化 X 射线探测板的锥形束 CT，具有体积小，重量轻，开放式架构的特点，可以直接整合到直线加速器上。机架旋转一周就能获取和重建一个体积范围内的 CT 图像。这个体积内的 CT 影像重建后的三维患者模型可以与治疗计划的患者模型匹配比较并得到治疗床需要调节的参数。本项目采用 kV 级 X 射线的 CBCT。平板探测器的读数装置和探测器结合在一起，本身就具有提高空间分辨率的优势，因此 CBCT 可以达到比传统的 CT 更高的空间分辨率，密度分辨率也足以分辨软组织结构，可以通过肿瘤本身成像引导放疗。而且该系统的射线利用效率高，患者接受的射线剂量少，使它可以作为一种实时监测手段。因此，CBCT 具有在治疗位置进行 X 线透视、摄片和容积成像的多重功能，对在线复位很有价值。但其密度分辨率尤其是低对比度密度分辨率和先进的 CT 比还有差距；同时平板探测器 CT 系统中散射的影响较大。本次验收的 TrueBeam 型医用电子直线加速器见图 2-7。



图 2-7 本项目 TrueBeam 型医用电子直线加速器及其铭牌

2.CT 模拟定位机

X 射线装置采用 X 射线进行摄影或扫描，设备中产生 X 射线的装置主要由 X 射线管 and 高压电源组成。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。

CT 模拟定位机是将患者在治疗体位下进行 CT 扫描，并将 CT 图像传入图像工作站，通过三维数字重建图像显示方式，在工作站中进行虚拟透视（Virtual Perspective）和虚拟模拟

（Virtual Simulation）的过程，提供了准确的病变靶的形状、大小、方位等信息，为后续治疗摆位提供有力的依据，确保放射治疗的正确实施。

CT 模拟定位机的基本框架主要由以下几部分组成：a.探头系统，包括 X 射线管、X 射线探测器及数据获取系统，封装在一个机架内，X 线球管是 CT 的主要部件之一；b.扫描床，扫描床的精度与计算机的配合是现代螺旋 CT 的基本要求；c.高压发生器，功能是为 X 线管提供高压，工作原理为低压交流电经过整流变为高频电流，再经过倍压器变为高压电流供给 X 线管；d.控制台，完成图像的采集、处理及显示；e.辅助设备及电子柜。本次验收的 CT 模拟定位机见图 2-8。



图 2-8 本项目 CT 模拟定位机及其铭牌

（二）工艺流程及产污环节

医用电子直线加速器在进行放射治疗时，患者在射线机房内，医务操作人员位于射线机房外隔室操作。治疗时，射线机房可为医务人员以及墙外停留或通过的人员提供足够的屏蔽防护，并可防止在开机过程中，无关人员误入射线机房。

本次验收项目的 2 台直线加速器、1 台 CT 模拟定位机的操作流程如下，其工作流程及产污环节见图 2-9：

- a 根据医生指导意见，需要接受治疗的患者提前预约登记，以确定治疗时间；
- b 预约病人先进行模拟定位，确定肿瘤的具体位置和形状，确定治疗中心，模拟定位工作人员隔室操作；
- c 确定肿瘤位置和形状后，物理人员根据医师给出的治疗剂量，通过治疗计划系统（TPS）

制定治疗计划，该过程通常在电脑上完成；

d 医护人员和患者进入加速器机房，医护人员进行指导摆位，随后医务人员撤出加速器机房；

e 医务人员撤出机房后并确认机房内除了受诊患者无其他人员，启动加速器，通过 CBCT 的引导对准患者病灶进行精确治疗进行出束治疗；

f 治疗结束，医务人员关闭加速器，并进入机房指导协助患者离开。



图 2-9 加速器治疗工作流程及产污环节示意图

(四) 人员配置及工作情况

本项目共有辐射工作人员 16 名（6 名医师、3 名物理师、7 名技师），有两台医用电子直线加速器、一台 CT 模拟定位机投入使用，工作人员采用轮岗制工作。

医院根据实际情况，调整加速器工作负荷，CT 模拟定位机工作负荷与环评时一致。Halcyon 型加速器每天治疗 150 人次，每人次患者治疗照射时间为 3min，每周工作 5d，则周出束时间为 37.5h 计算，则每年出束时间为 1875h；TrueBeam 型加速器每天治疗 100 人次，每人次患者治疗照射时间为 4min，每周工作 5d，则周出束时间为 33.3h 计算，则每年出束时间为 1667h；定位 CT 每年约扫描 1125 位患者，每位患者按平均做模拟定位扫描 2 次，每次扫描时间约为 30s，则年出束时间约为 18.75h。

表 2-3 本项目射线装置工作负荷

项目	工作岗位	操作方式	具体类型	治疗或摆位 时长	人次/年	年受照时间 (h/a)
Halcyon 型加速器（4 号 直线加速器机房）	操作技师	隔室	治疗	3min/人	22500	1875
TrueBeam 型加速器（5 号直线加速器机房）	操作技师	隔室	治疗	4min/人	22500	1667
CT 模拟定位（CT 模拟 定位 2 机房）	操作技师	隔室	定位	30s/人	1125	18.75

由于环评时的部分设备还未装机投入运行，故医院根据实际情况调整配备了辐射工作人员，能满足医院实际使用情况。

表三 辐射安全与防护措施

一、工作场所布局和分区

1.1 工作场所布局

医院根据实际情况对机房进行重新命名，本项目 4 号直线加速器对应环评时直线加速器 1，5 号直线加速器对应环评时直线加速器 2，CT 模拟定位 2 对应环评时 CT 模拟定位 1。

本项目机房位于刘銓雄楼负四层，为 2 间加速器机房、1 间定位 CT 机房，项目位置与环评一致。环评时 4 号直线加速器北侧主屏蔽墙外为备件室，实际调整作为诊室（诊室 3）使用，属于全居留场所，由于 4 号直线加速器机房内安装了 1 台自屏蔽加速器，机房无主屏蔽墙区分，且查阅验收报告 4 号直线加速器机房北墙外诊室 3 处的周围剂量当量率在设备运行状态下与设备关机状态下无差异，故以上改动依旧满足标准要求。

4 号直线加速器机房位于放射治疗科东侧一端，治疗机房上方为地下三层车库，下方为地下土层，西侧控制室、准备室、辅助用房，南侧为 5 号直线加速器机房（已装机），北侧为候诊大厅与诊室 3，东侧为二期地下四层车库（目前为土层暂未开挖且近期无开挖规划），四周及楼上无辐射敏感人员长期居留。4 号直线加速器设置机房迷路，迷路采用“L”形迷道形式。

5 号直线加速器机房位于放射治疗科东侧一端，治疗机房上方为地下三层车库，下方为地下土层，西侧控制室、准备室、水冷机房，南侧为 6 号直线加速器（空置中），北侧为 4 号直线加速器机房（已装机），东侧为二期地下四层车库（目前为土层暂未开挖且近期无开挖规划），四周及楼上无辐射敏感人员长期居留。5 号直线加速器机房设置迷路，迷路采用“L”形迷道形式，控制室处于非有用线束照射方向。

CT 模拟定位 2 机房四周机房楼上、楼下无辐射敏感人员长期居留，定位 CT 朝向控制室垂直安装，CT 高剂量区域无门窗管线口位置。机房南墙设有观察窗与控制室门，西墙设有机房大门，机房北侧、西北角、东南角均设置了摄像头，显示屏设置在控制室位置。观察窗与监控系统位置可观察到机房内及机房大门开闭情况。

放射治疗科配套功能用房包括：候诊大厅、诊室（3 间）、抢救室兼注射室、制模室、服务器机房、模具室、卫生间、物理计划室、示教室、办公室、主任办公室、QA 设备间等相关区域。

表 3-1 本项目机房相邻区域表

时期	机房名称	东侧	南侧	西侧	北侧	上方	下方
环评	4号直线加速器机房（对应	二期车库	直线加速器2机房	水冷机房、辅助机房、控制室、准备区	备件室	车库	土层
验收	环评时直线加速器1机房）	二期车库，暂为土层	5号直线加速器机房（对应环评时直线加速器2机房）	水冷机房、辅助机房、控制室、准备区	诊室3	车库	土层
环评	5号直线加速器机房（对应	二期车库	直线加速器3机房	控制室、准备区、水冷机房	直线加速器1机房	车库	土层
验收	环评时直线加速器2机房）	二期车库，暂为土层	6号直线加速器机房（对应环评时直线加速器3机房）	控制室、准备区、水冷机房	4号直线加速器机房（对应环评时直线加速器1机房）	车库	土层
环评	CT模拟定位2机房（对应	二期配电间	控制室	抢救室	过道	车库	土层
验收	环评时CT模拟定位1机房）	二期配电间，暂为土层	控制室	抢救室兼注射室	过道	车库	土层

综上所述，放射治疗科场所布局满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中的要求，布局合理。

1.2 工作场所分区及管理

依据标准 GB 18871-2002，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。

控制区划分原则：在正常工作情况下，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。确定控制区的边界时，应考虑预计的正常照射的水平、潜在照射的可能性和大小，以及所需要实施的防护手段与安全措施的性质和范围。

监督区划为原则：与控制区相邻的区域，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。

医院对辐射工作场所进行分区管理，设立监督区和控制区。如图 3-1 所示，将 4 号直线加速器机房、5 号直线加速器机房、CT 模拟定位 2 机房划为控制区（红色区域），其周围区域及功能用房划为监督区（黄色区域）。

医院在控制区入口处设置电离辐射警示标识、工作指示灯、机房采用铅防护门、门-机联锁、

门灯联动进行职业照射水平监测等管理措施。对于监督区工作场所，定期对工作场所和周围区域辐射水平进行监测，定期根据检测情况审查该区的条件以确定是否需要采取防护措施及做出安全规定或是否需要更改监督区的边界等。

本次验收项目机房的分区管理与原环评报告一致。

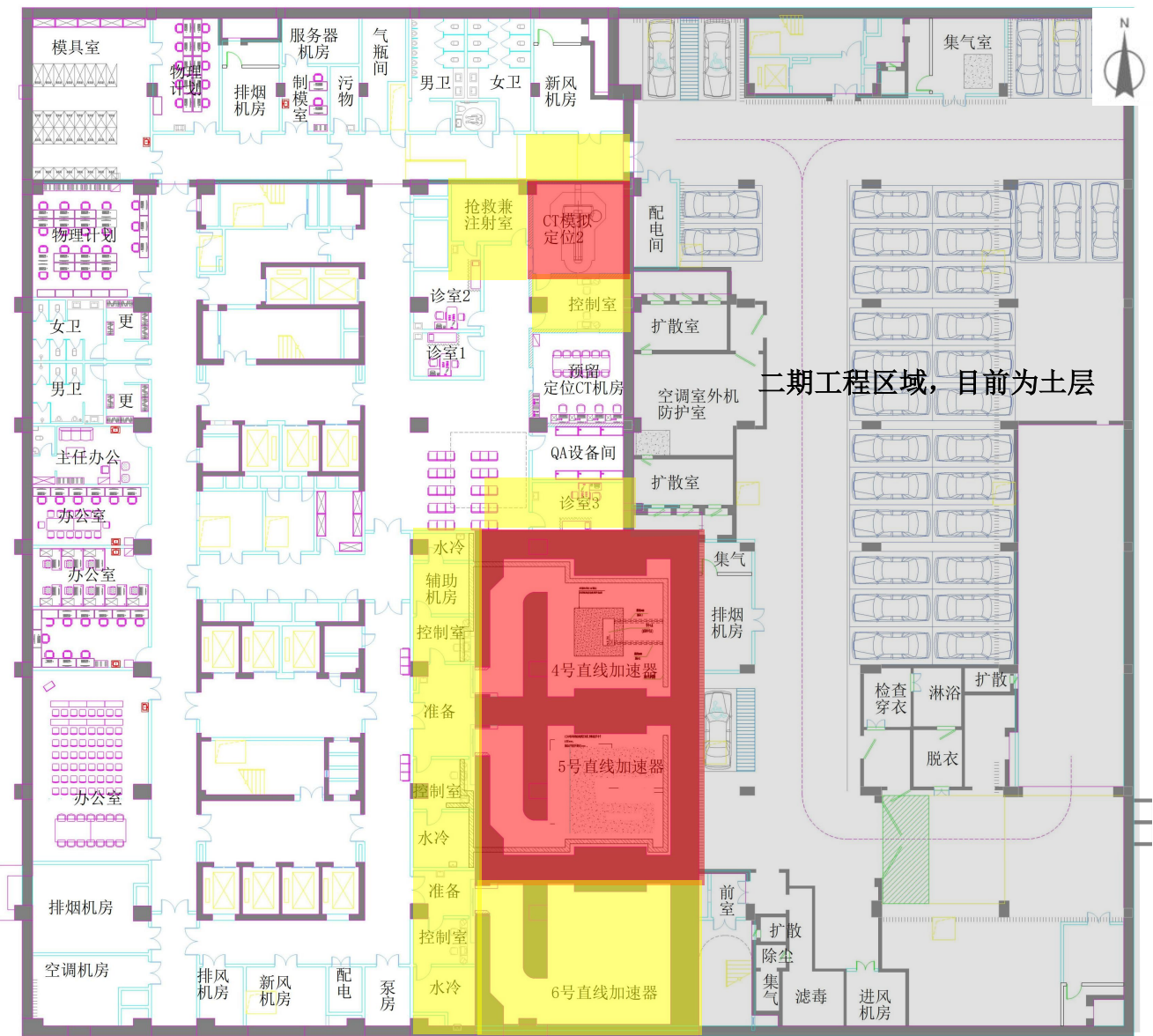


图 3-1 放射治疗科负四层布局及辐射分区图

二、屏蔽防护措施

本项目各辐射工作场屏蔽防护情况见表 3-2，经核实，CT 模拟定位 2 机房实际施工参数与环境影响报告表屏蔽防护设计部分不一致：医院综合考虑 CT 模拟定位 2 机房南墙、西墙和北墙、顶棚外人员居留等因素，保守施工，南墙、西墙和北墙、顶棚厚度大于环评设计厚度；其余用房实际施工参数与环境影响报告表屏蔽防护设计参数一致。

表 3-2 各辐射工作场所屏蔽防护情况一览表

机房	屏蔽体		环评设计情况	屏蔽设施施工情况	是否一致
4 号直线加速器机房	西墙	迷道外墙	1000~1900mm 混凝土	1000~1900mm 混凝土	一致
		迷道内墙	1600mm 混凝土	1600mm 混凝土	一致
	东墙		1900mm 混凝土	1900mm 混凝土	一致
	北墙		主屏蔽部分厚度：3000mm 混凝土 副屏蔽部分厚度：1900mm 混凝土 (主屏蔽区宽度：4800mm)	主屏蔽部分厚度：3000mm 混凝土 副屏蔽部分厚度：1900mm 混凝土 (主屏蔽区宽度：4800mm)	一致
	南墙		主屏蔽部分厚度：3000mm 混凝土 副屏蔽部分厚度：1900mm 混凝土 (主屏蔽区宽度：4800mm)	主屏蔽部分厚度：3000mm 混凝土 副屏蔽部分厚度：1900mm 混凝土 (主屏蔽区宽度：4800mm)	一致
	顶棚		主屏蔽部分厚度：2200mm 重晶石混凝土 副屏蔽部分厚度：1500mm 重晶石混凝土 (主屏蔽区宽度：4800mm)	主屏蔽部分厚度：2200mm 重晶石混凝土 副屏蔽部分厚度：1500mm 重晶石混凝土 (主屏蔽区宽度：4800mm)	一致
	防护门		18mm 铅板+140cm 含硼聚乙烯(5%)	18mm 铅板+140cm 含硼聚乙烯(5%)	一致
5 号直线加速器机房	西墙	迷道外墙	1000~1900mm 混凝土	1000~1900mm 混凝土	一致
		迷道内墙	1600mm 混凝土	1600mm 混凝土	一致
	东墙		1900mm 混凝土	1900mm 混凝土	一致
	北墙		主屏蔽部分厚度：3000mm 混凝土 副屏蔽部分厚度：1900mm 混凝土 (主屏蔽区宽度：4800mm)	主屏蔽部分厚度：3000mm 混凝土 副屏蔽部分厚度：1900mm 混凝土 (主屏蔽区宽度：4800mm)	一致
	南墙		主屏蔽部分厚度：3000mm 混凝土 副屏蔽部分厚度：1900mm 混凝土	主屏蔽部分厚度：3000mm 混凝土 副屏蔽部分厚度：1900mm 混凝土	一致

		(主屏蔽区宽度: 4800mm)	(主屏蔽区宽度: 4800mm)						
	顶棚	主屏蔽部分厚度: 2200mm 重晶石 混凝土 副屏蔽部分厚度: 1500mm 重晶石 混凝土 (主屏蔽区宽度: 4800mm)	主屏蔽部分厚度: 2200mm 重晶石 混凝土 副屏蔽部分厚度: 1500mm 重晶石 混凝土 (主屏蔽区宽度: 4800mm)	一致					
	防护门	18mm 铅板+140cm 含硼聚乙烯 (5%)	18mm 铅板+140cm 含硼聚乙烯 (5%)	一致					
CT 模 拟定 位 2 机 房	南墙、西墙和 北墙	24cm 实心砖+20mm 防护涂料	24cm 实心砖+30mm 防护涂料	厚于环 评设计 厚度					
	东墙	70cm 混凝土	70cm 混凝土	一致					
	控制室门	3.0mmPb 铅防护门	3.0mmPb 铅防护门	一致					
	机房大门	3.0mmPb 铅防护门	3.0mmPb 铅防护门	一致					
	观察窗	3.0mmPb 铅玻璃	3.0mmPb 铅玻璃	一致					
	顶棚	20cm 混凝土	20cm 混凝土+4mm 铅板	厚于环 评设计 厚度					
	地板	25cm 混凝土	25cm 混凝土	一致					
	管道穿墙处	/	包裹 3.0mmPb 铅板	环评未 提及					
注: 依据医院提供的施工方案, 实心砖密度 1.65g/cm^3 , 混凝土密度为 2.35g/cm^3 , 铅板的密度为 11.34g/cm^3 。 10mm 防护涂料等效 1mmPb。									
本项目验收的各辐射工作场实际施工参数与环境影响报告表屏蔽防护设计参数部分不一致, 查阅本次验收防护监测报告, 由监测结果表明, 本项目辐射安全防护措施防护效果良好。 三、辐射安全与防护措施 (1) 机房屏蔽及规格分析 本项目 CT 模拟定位 2 机房屏蔽及规格对照标准《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 的情况见表 3-3, 由表可知, 机房屏蔽和规格满足标准 GBZ130-2020 的要求。 表 3-3 机房屏蔽防护及规格检查表 <table> <tr> <th>机房名称</th><th>屏蔽体</th><th>屏蔽材料及厚度</th><th>标准 GBZ 130-2020 要求</th><th>评价</th></tr> </table>					机房名称	屏蔽体	屏蔽材料及厚度	标准 GBZ 130-2020 要求	评价
机房名称	屏蔽体	屏蔽材料及厚度	标准 GBZ 130-2020 要求	评价					

CT 模拟定位 2 机房	规格	30.21m ² （5.7m×5.3m）	最小有效面积≥30.0m ² 最小边长≥4.5m	符合
	南墙、西墙和北墙	24cm 实心砖+30mm 防护涂料 （等效：5.3mmPb）	不小于 2.5mmPb	符合
	东墙	70cm 混凝土（等效：10.4mmPb）		符合
	地板	25cm 混凝土（等效：3.0mmPb）		符合
	顶棚	20cm 混凝土+4mm 铅板 （等效：6.3mmPb）		符合
	机房大门	3mmPb		符合
	控制室门	3mmPb		符合
	观察窗	3mmPb		符合
备注：等效铅当量核算参考标准 GBZ 130-2020 和辐射防护手册；1cm 硫酸钡涂料/硫酸钡板等效 1mmPb。				

3.2 辐射安全措施

本项目 4 号直线加速机房、5 号直线加速机房采取的辐射安全措施与标准《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021) 对照情况见表 3-4; CT 模拟定位 2 机房辐射安全措施与标准《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 对照情况见表 3-5。

表 3-4 4 号、5 号直线加速机房辐射安全措施与标准 HJ 1198-2021 符合性分析

《放射治疗辐射安全与防护要求》 (HJ 1198-2021)	本项目情况	是否符合要求
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。	a) 本项目 4 号直线加速机房、5 号直线加速机房防护门处均设置电离辐射警告标志。 b) 4 号直线加速机房、5 号直线加速机房进出口防护门上均设置电离辐射警告标志, 防护门上方均设置工作状态指示灯。 c) 4 号直线加速机房内设置 4 个摄像装置, 迷道内设 2 个摄像装置。5 号直线加速机房内设置 4 个摄像装置, 迷道内设 2 个摄像装置, 均能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; 加速器设备、控制室操作台上设置有对讲装置, 可实现患者与工作人员的双向交流。	符合
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。	4 号直线加速机房、5 号直线加速机房迷路内入口位置均设置固定式剂量报警仪, 用于监测加速器出束情况下治疗室内的剂量率, 同时异常情况下具有报警功能 (非治疗情况下, 超过设定阈值), 显示单元设置在控制室内。	符合

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； d) 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。	a) 本项目 4 号直线加速机房、5 号直线加速机房防护门均设置门机联锁，防护门未关闭，加速器无法出束。 b) 4 号直线加速机房、5 号直线加速机房均设置了室内紧急开门装置，防护门具有防夹伤功能。 c) 4 号直线加速机房及控制室内设置 11 个急停开关（操作面板 1 个、治疗室东南西北墙各 1 个、迷路内口及外口 2 个、治疗床侧 2 个、加速器两侧 2 个），5 号直线加速机房及控制室内设置 11 个急停开关（操作面板 1 个、治疗室东南西北墙各 1 个、迷路内口及外口 2 个、治疗床侧 2 个、加速器两侧 2 个），并设置醒目标识及文字显示，可以使区域内的人员从各个方向观察到急停开关，急停开关设置高度便于触发。 d) 加速器安全联锁触发后须人工通过控制台操作才能重新进行放射治疗活动；医院要求安装调试及维修情况下，须通过单位辐射安全管理机构的批准与见证，工作完成后现场进行联锁恢复及功能测试。	符合
--	--	----

表 3-5 CT 模拟定位 2 机房辐射安全措施与标准 GBZ 130-2020 符合性分析

标准 GBZ 130-2020 的要求	项目情况	评价
机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。	CT 模拟定位 2 机房均设置观察窗，设置位置便于观察机房内患者情况及防护门开闭情况。	符合
机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	CT 模拟定位 2 机房内未放置与诊疗无关的杂物。	符合
机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。	CT 模拟定位 2 机房设置机械通风装置，可以确保机房内通风效果良好，符合国家标准要求。	符合
机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。	CT 模拟定位 2 机房防护门上设置电离辐射警示标识；患者出入门上方设置工作状态指示灯，灯箱设置“射线有害、灯亮勿入”的警示语句，设置门灯连锁，防护门未关闭，警示灯不亮；并在机房外张贴放射防护注意事项告知栏。	符合
平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。	CT 模拟定位 2 机房控制室门为平开防护门，设计自动闭门装置；CT 模拟定位 2 机房患者出入门为电动推拉防护门，操作要求设备曝光前，关闭防护门；工作状态指示灯与患者出入防护门设置联动装置。	符合
电动推拉门宜设置防夹装置。	电动推拉防护门，设置红外线防夹感应装置	符合

受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。

正常情况下，机房内无陪检者。

符合

- 代表固定式剂量报警仪
- 代表急停按钮
- 代表紧急开门按钮
- 代表警示灯
- 代表三色灯
- 代表监控



图 3-2 4 号、5 号直线加速器室安全防护设施布点图



操作台面



固定式剂量报警仪（控制室部分）



急停按钮



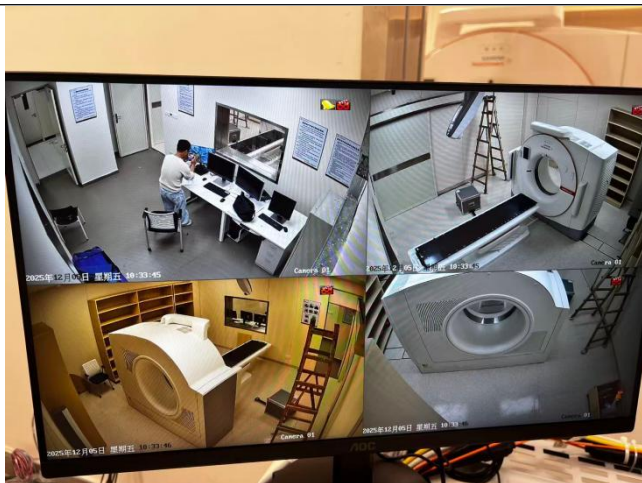
监控



5号直线加速器机房大门



CT 模拟定位 2 机房大门



CT 模拟定位 2 控制室内监控



放射治疗科公告栏

图 3-3 部分辐射安全措施现场照片

(2) 个人防护用品、辅助防护设施和辐射监测设备

项目配备个人防护用品、辅助防护设施、辐射监测设备见表 3-6、表 3-7。由表 3-6、表 3-7 可知，项目配备的个人防护用品、辅助防护设施和辐射监测设备满足国家标准要求。

表 3-6 个人防护用品及辅助防护设施一览表

工作场所	标准要求			本项目配置情况		相符性
	防护用品/辅助设施	铅当量 mmPb	适用 人群	铅当量 mmPb	数量	
4、5 号直线 加速器机房	个人剂量报警仪	/	工作人员	/	6 台	符合
CT 模拟定 位 2 机房	铅橡胶颈套（成人）	0.5	患者	0.5	1 件	/
	铅橡胶颈套（儿童）	0.5		0.5	1 件	/
	铅橡胶方巾（成人）	0.5		0.5	1 件	符合
	铅橡胶方巾（儿童）	0.5		0.5	1 件	符合
	包裹式铅方巾	0.5		0.5	1 件	符合
	铅衣	0.25	工作人员	0.5	1 件	符合

表 3-7 辐射监测设备配置表

设备名称	出厂编号	型号	生产厂家	校准情况	备注
电离室巡 检仪	239B	451P	FLUKE	校准单位：深圳市计量质量检测研究院 校准日期：2025 年 10 月 27 日	新购
固定式报 警仪	2562751HP	YDU100-A	广州科莱瑞迪医疗 器材股份有限公司	校准单位：深圳市计量质量检测研究院 校准日期：2025 年 10 月 27 日	新购
	2562752HP	YDU100-A	广州科莱瑞迪医疗 器材股份有限公司	校准单位：深圳市计量质量检测研究院 校准日期：2025 年 10 月 27 日	新购

个人剂量报警仪	230058	JF200	山西九辐科技有限公司	校准单位：深圳市计量质量检测研究院 校准日期：2025 年 10 月	新购
	230093	JF200	山西九辐科技有限公司	校准单位：深圳市计量质量检测研究院 校准日期：2025 年 10 月	新购
	230095	JF200	山西九辐科技有限公司	校准单位：深圳市计量质量检测研究院 校准日期：2025 年 10 月	新购
	230086	JF200	山西九辐科技有限公司	校准单位：深圳市计量质量检测研究院 校准日期：2025 年 10 月	新购
	230433	JF200	山西九辐科技有限公司	校准单位：深圳市计量质量检测研究院 校准日期：2025 年 10 月	新购
	230437	JF200	山西九辐科技有限公司	校准单位：深圳市计量质量检测研究院 校准日期：2025 年 10 月	新购



CT 模拟定位 2 机房个人防护用品



放射治疗科个人剂量报警仪

图 3-4 部分辅助防护设施

四、放射性“三废”处置措施

（1）固体废物治理措施

本项目 CT 模拟定位机运行无放射性固废产生。

加速器项目产生固体废物是加速器的废弃靶，只在加速器装置需要更换金属钨靶时产生，换下的废靶由加速器供应厂家回收。

（2）液体废物治理措施

本项目 CT 模拟定位机运行无放射性液体产生。

加速器采用水冷却方式，冷却水是在密封的系统中循环利用，不外排，因此不涉及废水的排放。

（3）气体废物治理措施

本项目 CT 模拟定位机运行无放射性固废产生，但辐射场所可能因 X 射线对空气的电离产生微量的非放射性的氮氧化物和臭氧，各机房均排风装置进行通风，可确保机房内通风效果良好，符合国家标准 GBZ 130-2020 的要求。

4 号直线加速器机房设有 2 个机械进风口，分布于治疗室吊顶北侧；设有 2 个机械排风口，分布于治疗室南墙地面附近，离地约 30cm，尺寸均为 60cm×50cm，通风口的设置位置符合上进下出、对角设置的原则；5 号直线加速器机房设有 2 个机械进风口，分布于治疗室吊顶南侧；设有 2 个机械排风口，分布于治疗室北墙地面附近，离地约 30cm，尺寸均为 60cm×50cm，通风口的设置位置符合上进下出、对角设置的原则。

两间治疗机房新风机房位于地下四层南侧，室内排风最终由天井至 7A 层（设备层）排出室外；CT 模拟定位 2 机房设置了动力排风装置，可正常运行，穿墙管线位置采用 3mmPb 铅皮包裹。

经评价单位现场检测，4 号直线加速器机房的排风量约为 1782m³/h，5 号直线加速器机房的排风量约为 2062m³/h。4 号直线加速器机房容积约为 268m³（包括迷道），5 号直线加速器容积约为 260m³（包括迷道），经计算 4 号直线加速器机房内通风次数约为 6.6 次/h，5 号直线加速器机房内通风次数约为 7.9 次/h，符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中“治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”的要求，该机房通风能力良好，可有效降低臭氧浓度，控制臭氧危害；机房内排风量大于进风量，易于形成机房内负压，防止

有害气体外溢。

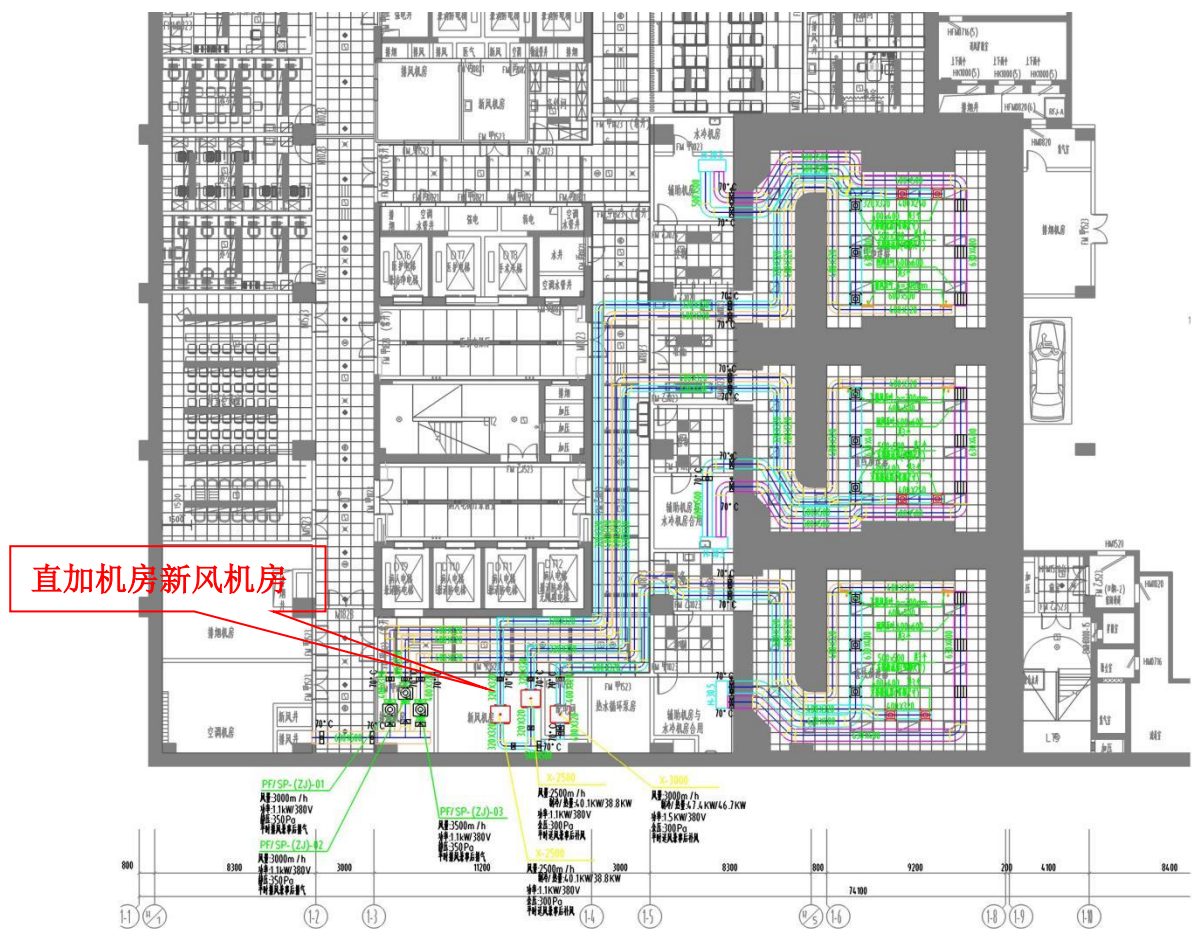


图 3-5 直线加速机房室道走向图（黄色为排风管道，蓝色为新风管道）

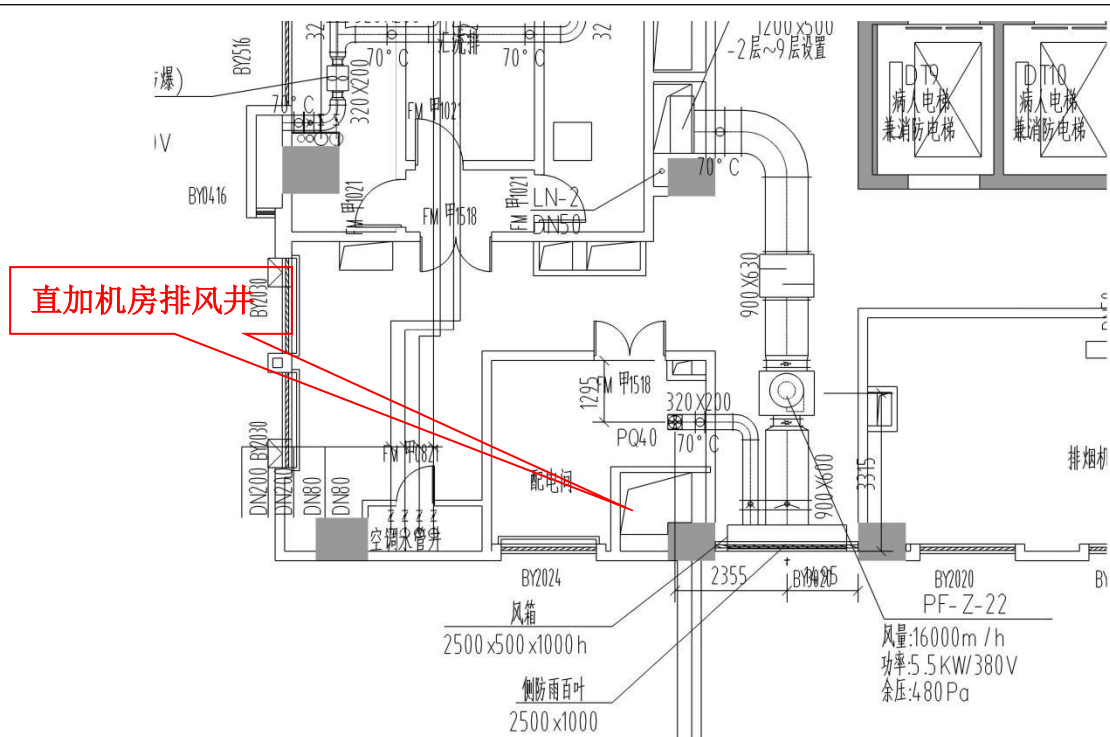


图 3-6 直加机房室外排风口

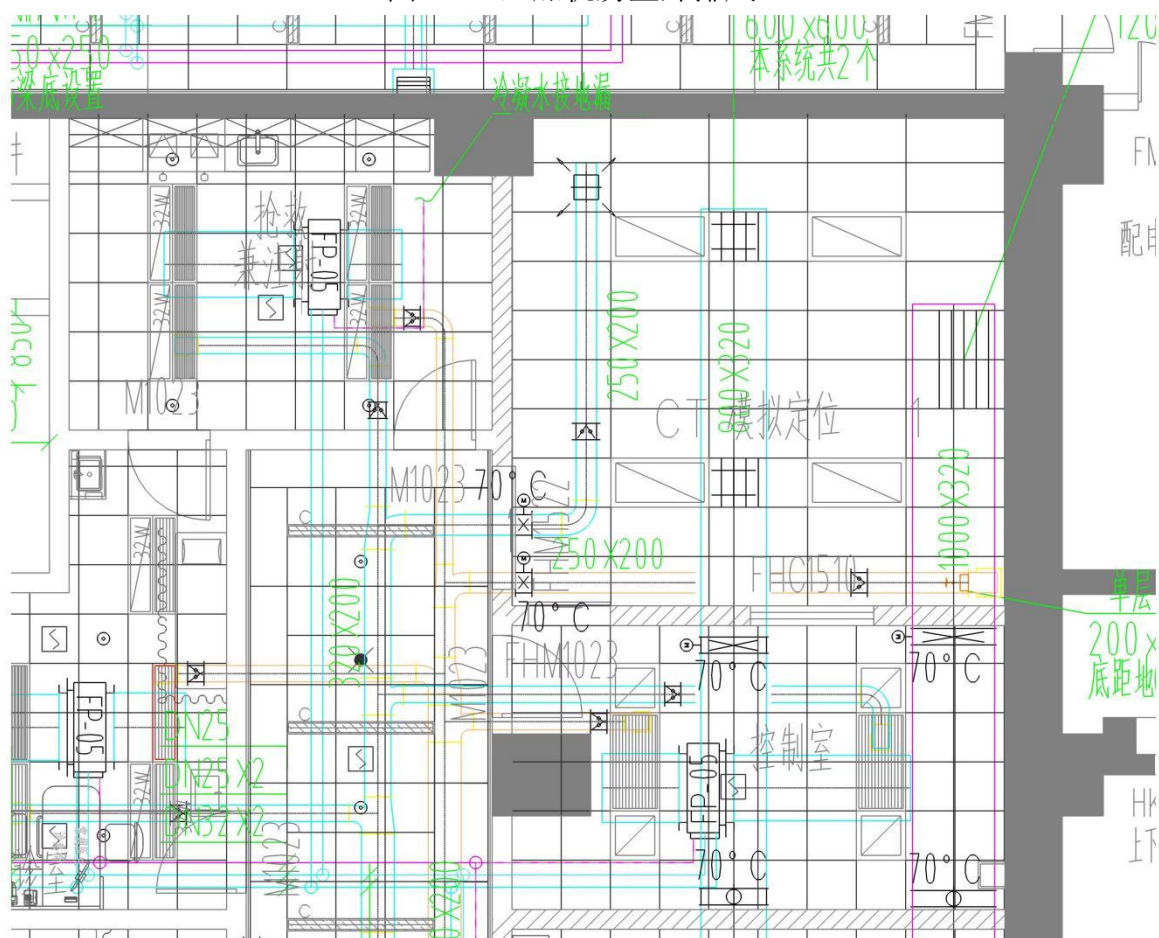


图 3-7 CT 模拟定位 2 机房管道走向图 (黄色为排风管道, 蓝色为新风管道)

五、其他防护措施

本项目 4 号~5 号直线加速器机房穿墙的各种电缆管线、水管风管均以斜穿的形式穿过屏蔽墙或地沟形式在地坪以下部位布设，或以“U”字形从地坪下方穿越墙体，加速器机房管道穿墙方式见图 3-8。



3-8 管线穿墙方式现场照片

六、规章制度和人员管理：

(1) 本次验收涉及的辐射工作人员，均参加了辐射安全与防护培训班，并考核合格。

(2) 医院已委托有资质的个人剂量监测技术服务机构（广东省职业病防治院）对辐射工作人员进行长期个人剂量监测，涉及本次验收的辐射工作人员的个人剂量监测正常，已建立辐射工作人员个人剂量监测档案，并由专人负责，统一管理。

(3) 医院制定了《中山大学附属第一医院辐射事故处理应急预案》《中山大学附属第一医院放射/辐射安全与防护管理规定》《辐射工作人员个人剂量监测管理规定》《辐射监测方案》《辐射诊疗质量保证方案》《放射治疗突发事件处理应急预案》《放射治疗科技术组岗位职责》《辐射安全管理制度》《CT 模拟机机房规章制度》、《直线加速器机房规章制度》《CT 模拟机操作规程》《直线加速器操作规程》等规章制度，明确了辐射安全管理领导小组及相关科室、人员的工作职责；按照规章制度执行，至今未出现过辐射事故，可以满足辐射防护管理的要求。

表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

一、环境影响报告表的主要结论

本次评价项目建设方案中按照环境保护法规和有关辐射防护要求进行设计，建设过程中如能严格按照设计方案进行施工，在建筑施工质量能达到要求时，并且落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该单位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，对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求，从环境保护和辐射防护角度论证，该建设项目可行。

二、环评批复文件要求的落实情况

表 4-1 环评批复文件要求的落实情况一览表

批复文件号	广东省生态环境厅批复要求	落实情况
粤环审 (2021) 116 号	1.本项目在建设和运行中应严格落实报告表提出的各项辐射安全防护措施安全责任，确保辐射工作人员有效剂量约束值低于 5 毫希沃特/年，公众有效剂量约束值低于 0.25 毫希沃特/年。	已落实，本项目在建设和运行中应严格落实报告表提出的各项辐射安全和防护措施。工作人员年有效剂量约束值低于 5 毫希沃特/年，公众年有效剂量约束值低于 0.1 毫希沃特/年（环评时取公众照射的约束值不超过 0.25mSv/a，因《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）于 2021 年 12 月 1 日实施，按照要求取约束值不超过 0.1mSv/a；辐射工作人员的剂量约束值不超过 5mSv/a）。
	2.本项目建设应严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。项目建成后，你单位应按规定的程序重新申请辐射安全许可证。	已落实，本项目环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。医院已完成本项目辐射源的增项，取得了辐射安全许可证。

表 4-2 环境影响报告表和批复落实情况一览表

序号	承诺与建议	落实情况
1	建设单位如需增加辐射装置或对其使用功能进行调整，则应按法律法规要求向有关环保部门进行申报，并采取相应的污染治理措施，主动接受环保部门的监督管理。	建设单位增加辐射装置或对其使用功能进行调整，都按法律法规要求向有关环保部门进行申报，并采取相应的污染治理措施，主动接受环保部门的监督管理。

表五 验收监测质量保证及质量控制

我院委托第三方检测技术服务机构对场所进行辐射监测，检测机构已通过国家计量认证，并处于有效期内。具体如下：

一、质量保证

（1）依据标准《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《放射治疗辐射防护与安全要求》（HJ 1198-2021）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。

（2）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。

（3）监测仪器每年按规定定期经计量部门检定或校准，经确认合格后方可使用。

（4）定期参加能力验证及监测仪器比对。

（5）每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否良好。

（6）由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

（7）监测报告严格实行三级审核制度。

二、质量控制

（1）监测仪器

监测使用的仪器经国家法定计量检定部门检定或校准，经确认合格、并在有效使用期内；每次测量前、后均对仪器的工作状态进行检查，确认仪器是否正常。

（2）监测方法

监测前制定监测方案，合理布设监测点位，选择监测点位充分考虑使监测结果具有代表性，以保证监测结果的科学性和可比性。

（3）人员能力

承担该项目竣工环保验收的监测人员经培训合格上岗，具备从事环境辐射监测的工作经历，充分了解核技术利用项目和环境保护领域的相关专业技术知识，掌握辐射监测技术和相应技术标准方法，具备对检测结果作出相应评价的判断能力。熟悉本单位检验检测体系管理程序。

（4）审核制度

验收报告严格按相关技术规范编制，数据处理及汇总经相关人员校核、监测报告经审核人审核，最后由授权签字人签发。

（5）质量控制文件管理

监测实行全过程的质量控制，严格按照第三方检测机构的《质量手册》和《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定实行。

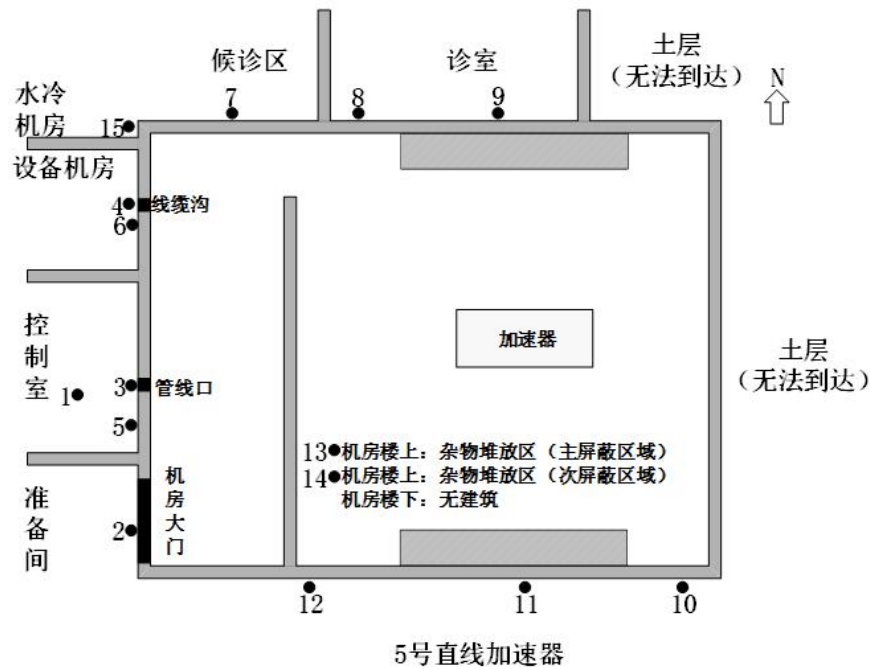
表六 验收监测内容

一、验收监测内容

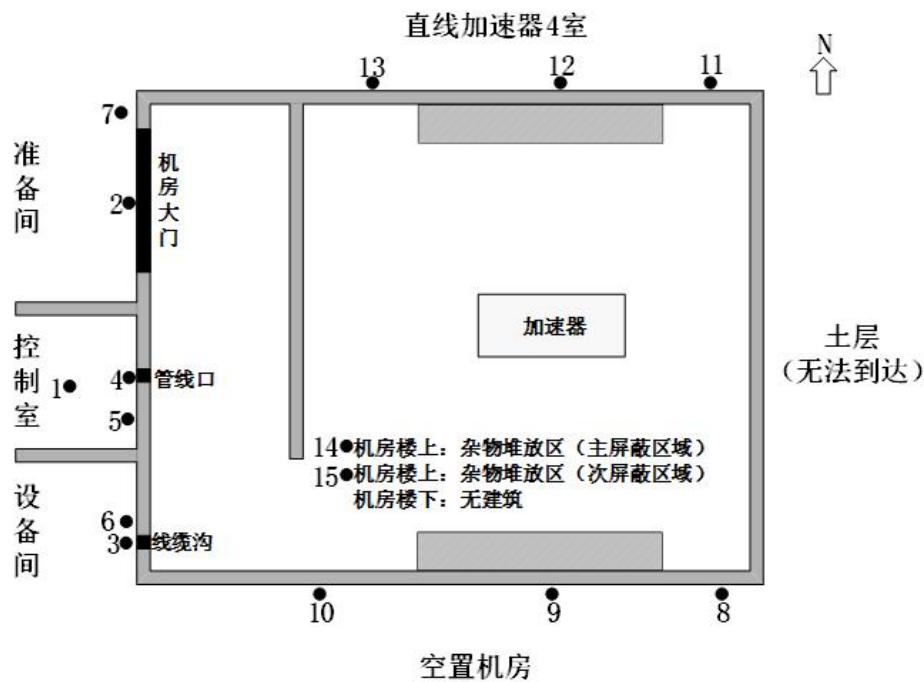
验收监测内容为辐射工作场所周围剂量当量率。

二、监测点位

4 号直线加速器机房：



5 号直线加速器机房：



CT 模拟定位 2 机房：

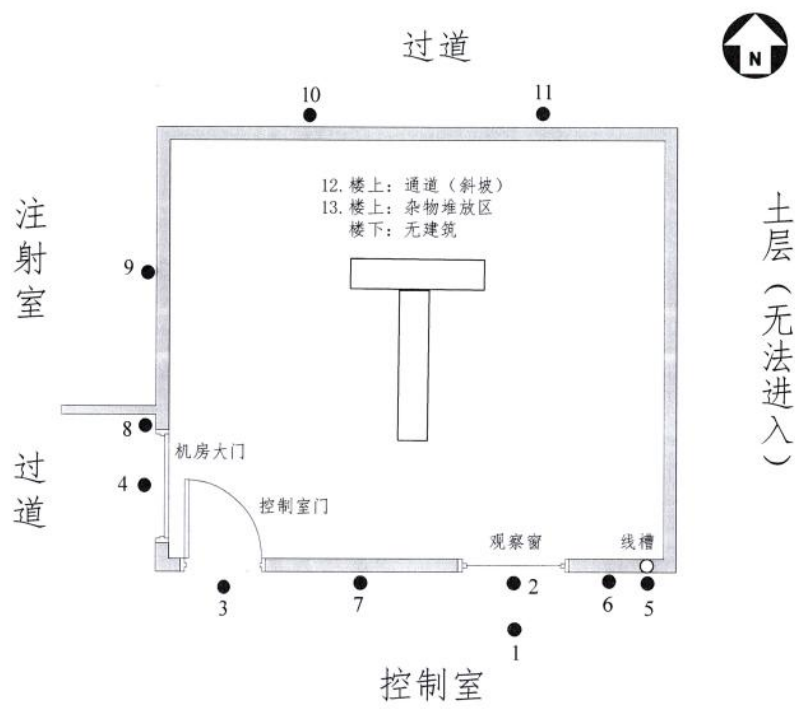


表 5-1 监测仪器一览表

仪器名称	辐射检测仪
仪器型号	AT1123
仪器编号	55658
生产厂家	ATOMTEX
能量范围	15keV-3MeV
时间响应	30ms
测量范围	50nSv/h~10Sv/h
校准/检定单位	中国测试技术研究院
有效日期	2027 年 02 月 10 日 (X 射线)、2027 年 02 月 09 日 (γ 射线)

四、监测分析方法

医院委托广州达盛检测技术服务有限公司对本项目相关辐射工作场所进行辐射监测，监测布点按照《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《放射治疗辐射防护与安全要求》（HJ 1198-2021）执行；采用辐射巡测仪及表面污染监测仪现场对监测布点进行实时监测，监测完成以后，对原始数据进行修正处理，得出最终结果。辐射监测时，辐射源照射时间均大于 AT1123 辐射监测仪的响应时间，理论计算不用进行时间修正。

表七 验收监测

一、验收监测期间工况

在竣工环境保护验收监测期间，本项目核技术利用工作场所均正常工作、运行稳定，满足项目竣工环境保护验收要求。

二、验收监测结果

表 7-1 4 号直线加速器机房辐射监测一览表

开机条件:医用直线加速器（瓦里安医疗系统公司/Halcyon/2101）、6MV（FFF）/800cGy/min、照射野 28cm×28cm、准直器角为 45°、水模（监测日期：2026 年 6 月 30 日，监测环境条件：23℃/66%RH）

序号	检测位置		机头 角度	周围剂量当量率				参考控制 水平 (μSv/h)	单项 结论
				关机		开机			
				测量值±标准差	单位	测量值±标准差	单位		
1	放射工作人员操作位		90°	186 ± 2	nSv/h	189 ± 2	nSv/h	≤2.5	符合
2	机房门外 30cm 处	左	90°	182 ± 3		188 ± 1		≤1.07	符合
		中	90°	181 ± 3		182 ± 4		≤1.07	符合
		右	90°	185 ± 2		186 ± 4		≤1.07	符合
3	管线口外 30cm 处		90°	185 ± 1		189 ± 2		≤2.5	符合
4	线缆沟外 30cm 处		90°	187 ± 1		190 ± 2		≤2.5	符合
5	机房西墙外 30cm 处		90°	190 ± 1		192 ± 1		≤2.5	符合
6	机房西墙外 30cm 处		90°	187 ± 1		190 ± 1		≤2.67	符合
7	机房北墙外 30cm 处		270°	168 ± 2		174 ± 2		≤1.07	符合
8	机房北墙外 30cm 处		90°	165 ± 2		166 ± 2		≤0.13	符合
9	机房北墙外 30cm 处		90°	171 ± 2		172 ± 3		≤0.53	符合
10	机房南墙外 30cm 处		270°	164 ± 4		172 ± 1		≤1.07	符合
11	机房南墙外 30cm 处		270°	165 ± 2		173 ± 1		≤4.27	符合
12	机房南墙外 30cm 处		270°	171 ± 1		176 ± 2		≤1.07	符合
13	机房楼上距机房顶棚 30cm 处		180°	165 ± 2		169 ± 3		≤10	符合
14	机房楼上距机房顶棚 30cm 处		180°	169 ± 2		173 ± 2		≤5.33	符合
15	机房西墙外 30cm 处		90°	189 ± 2		190 ± 3		≤2.67	符合

备注：1.测量值均未扣除本底值；
2.根据受检单位提供信息，该设备周工作负荷为 37.5 小时；
3.监测时 9、11、13 号关注点位等中心处未放置水模，其余关注点位监测时等中心处放置水模；
4.根据场所不同，居留因子、使用因子按照国家标准 HJ 1198—2021 的要求取值。

从表 7-1 的监测数据可见，4 号直线加速器室外四周墙体外的周围剂量当量率检测结果为 0.164~0.192μSv/h，满足环保标准《放射治疗辐射防护与安全要求》（HJ 1198-2021）的要求以及本报告导出的机房外剂量率参考控制水平取值的要求。

表 7-2 5 号直线加速器机房辐射监测一览表

开机条件:医用直线加速器（瓦里安医疗系统公司/TrueBeam/6569）、6MV（FFF）/1400cGy/min、照射野40cm×40cm、准直器角为 45°、水模（监测日期：2026 年 6 月 30 日，监测环境条件：23°C/66%RH）									
序号	检测位置		机头角度	周围剂量当量率				参考控制水平（μSv/h）	单项结论
				关机		开机			
				测量值±标准差	单位	测量值±标准差	单位		
1	放射工作人员操作位		270°	188 ± 1	nSv/h	190 ± 2	nSv/h	≤2.5	符合
2	机房门外 30cm 处	左	270°	187 ± 1		188 ± 3		≤1.2	符合
		中	270°	187 ± 2		189 ± 3		≤1.2	符合
		右	270°	183 ± 2		187 ± 2		≤1.2	符合
		3	线缆沟外 30cm 处			90°		188 ± 2	190 ± 3
4	管线口外 30cm 处		270°	187 ± 1		188 ± 2		≤2.5	符合
5	机房西墙外 30cm 处		270°	185 ± 2		194 ± 2		≤2.5	符合
6	机房西墙外 30cm 处		90°	183 ± 2		187 ± 2		≤3.0	符合
7	机房西墙外 30cm 处		270°	181 ± 3		185 ± 1		≤1.2	符合
8	机房南墙外 30cm 处		270°	166 ± 2		169 ± 1		≤1.2	符合
9	机房南墙外 30cm 处		270°	164 ± 2		169 ± 1		≤4.8	符合
10	机房南墙外 30cm 处		270°	166 ± 1		168 ± 2		≤1.2	符合
11	机房北墙外 30cm 处		90°	156 ± 2		161 ± 2		≤1.2	符合
12	机房北墙外 30cm 处		90°	158 ± 2		160 ± 2		≤4.8	符合
13	机房北墙外 30cm 处		90°	161 ± 2		165 ± 2		≤1.2	符合
14	机房楼上距机房顶棚 30cm 处		180°	166 ± 2		167 ± 2		≤10	符合

15	机房楼上距机房顶棚30cm处	180°	166 ± 2		167 ± 3		≤6.0	符合
----	----------------	------	---------	--	---------	--	------	----

备注：1.测量值均未扣除本底值；
2.根据受检单位提供信息，该设备周工作负荷为 33.3 小时；
3.监测时 9、12、14 号关注点位等中心处未放置水模，其余关注点位监测时等中心处放置水模；
4.根据场所不同，居留因子、使用因子按照国家标准 HJ 1198—2021 的要求取值。

从表 7-2 的监测数据可见，5 号直线加速器室外四周墙体外的周围剂量当量率检测结果为 0.156~0.194μSv/h，满足环保标准《放射治疗辐射防护与安全要求》（HJ 1198-2021）的要求以及本报告导出的机房外剂量率参考控制水平取值的要求。

表 7-3 CT 模拟定位机房辐射监测一览表

开机条件:X 射线计算机体层摄影设备（上海西门子医疗有限公司/SOMATOM go.Sim/129190）、140kV/300mA/10.6s、CT 体模、19.2mm（准直宽度）（监测日期：2026 年 6 月 30 日，监测环境条件：22.5℃/66.6%RH）						
编号	测点位置	X-γ辐射剂量率				
		关机		开机		
		测量值±标准差	单位	测量值±标准差	单位	
1	操作位	155 ± 1	nSv/h	0.39 ± 0.02	μSv/h	
2	观察窗左侧	160 ± 4		0.57 ± 0.03		
	观察窗中部	163 ± 2		0.48 ± 0.02		
	观察窗右侧	156 ± 4		0.59 ± 0.01		
3	控制室门左侧	151 ± 3		0.39 ± 0.02	nSv/h	
	控制室门中部	146 ± 3		0.37 ± 0.03		
	控制室门右侧	147 ± 3		168 ± 1		
4	机房大门左侧	157 ± 2		0.94 ± 0.03	μSv/h	
	机房大门中部	156 ± 1		0.47 ± 0.03		
	机房大门右侧	153 ± 2		0.47 ± 0.02		
5	线槽	153 ± 2		0.49 ± 0.03	nSv/h	
6	机房南墙	145 ± 2		150 ± 2		
7		146 ± 3		158 ± 1		
8	机房西墙	156 ± 2		167 ± 3		
9		150 ± 2		155 ± 2		
10	机房北墙	152 ± 2		159 ± 3		
11		159 ± 2		161 ± 3		
12		机房东墙机房楼上距机房顶棚地面		180 ± 1		
13	100cm 处	180 ± 3		183 ± 3		

备注：1、以上测量值均未扣除仪器对宇宙射线的响应值；2、测量时仪器探头中心距地面 1m，距防护体外表面的距离为 30cm 处（操作位除外，操作位距防护体外表面的距离为 1m）；3、现场测量时对测量点位进行巡测，在测量点位读数最高的位置进行记录。

从表 7-3 的监测数据可见，CT 模拟定位机房外最大周围剂量率为 0.147~0.94μSv/h，均低于 2.5μSv/h，满足环评文件要求的辐射剂量率控制水平，也满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求。

三、人员受照剂量分析

根据验收监测结果以及所在环境选取的居留因子，结合工作时间进行估算职业工作人员和公众人员的年有效剂量，计算因子及估算结果见表 7-4。人员年受照有效剂量由方杰主编的《辐射防护导论》中的公式算出：

$$D_{Eff} = \dot{k}_a \cdot t \cdot T \cdot U$$
式（1）

式中：

D_{eff} —年有效剂量，Sv；

$\dot{k}_a$ —辐射剂量率，Sv/h；

t —年工作时间，h/a；

T —居留因子；

U —使用因子，保守取 1。

根据医院提供的资料，本项目 Halcyon 型加速器每天治疗 150 人次，每人次患者治疗照射时间为 3min，每周工作 5d，则周出束时间为 37.5h 计算，则每年出束时间为 1875；TrueBeam 型加速器每天治疗 100 人次，每人次患者治疗照射时间为 4min，每周工作 5d，则周出束时间为 33.3h 计算，则每年出束时间为 1667h；定位 CT 每年约扫描 1125 位患者，每位患者按平均做模拟定位扫描 2 次，每次扫描时间约为 30s，则年出束时间约为 18.75h。

表 7-4 辐射工作人员和公众最大年有效剂量结果

位置		剂量率（μSv/h） ^[1]	年工作时间（h）× 居留因子 T	年有效剂量 （mSv/a）
辐射工作人员	4 号直线加速器机房	本底水平（西墙外控制室内）	1875×1=1875	可以忽略
	5 号直线加速器机房	本底水平（西墙外控制室内）	1875×1=1875	可以忽略
	CT 模拟定位 2 机房	0.434（观察窗）	18.75×1=18.75	8.14×10 ⁻³

公众成员	4 号直线加速器机房	本底水平（机房大门外）	$1875 \times 1/8 = 234.4$	可以忽略
		本底水平（机房北墙外诊室 3）	$1875 \times 1 = 1875$	可以忽略
	5 号直线加速器机房	本底水平（机房大门外）	$1875 \times 1/8 = 234.4$	可以忽略
		本底水平（机房南墙外空置机房）	$1875 \times 1/8 = 117.2$	可以忽略
	CT 模拟定位 2 机房	0.783（机房大门外）	$18.75 \times 1/8 = 2.3$	1.84×10^{-3}
注：[1]以上剂量率取值均来源于表 7-1，已扣除本底值。				

由表 7-4 可知，本项目辐射工作人员最大年受照剂量为 $8.14 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，环评阶段预测本项目辐射工作人员最大年受照剂量为 0.83mSv ，查阅辐射工作人员连续一年的个人剂量监测结果最大年受照剂量为 1.21mSv ，均低于国家标准要求和管理目标值。

公众年受照剂量为 $1.84 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，满足公众照射剂量约束值（ 0.1mSv/a ）。根据剂量率与距离平方反比定律，距离越远，剂量率越低，可知 50m 范围内环境保护目标的年受照剂量均低于年有效剂量约束值（ 0.1mSv/a ）。

表八 验收监测结论

1.验收监测结果

本次验收的辐射工作场所周围环境辐射水平结果符合国家标准《放射治疗辐射防护与安全管理》（HJ 1198-2021）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求。验收监测结果满足环境影响报告表及其审批部门的审批要求。

2.辐射安全与防护设施

本项目布局、屏蔽防护措施、放射性三废处理措施等辐射安全与防护设施均按照环境影响报告表及其审批部门的审批决定落实。

3.辐射工作人员和公众影响

根据监测，在正常运行情况下，预计本项目涉及的辐射工作人员和公众年受照剂量结果满足《电离辐射防护与辐射源安全标准》（GB 18871-2002）的要求（工作人员年受照剂量不超过 20mSv/a，公众年受照剂量不超过 1mSv/a）和剂量约束值（职业照射剂量约束值不超过 5mSv/a，公众剂量约束值不超过 0.1mSv/a）。

4.结论

本次验收的中山大学附属第一医院核技术利用扩建项目落实了环境影响评价及批复文件对项目的环境保护要求，符合国家环保相关标准，建议该项目通过竣工环境保护验收。

建设项目竣工环境保护“三同时”验收登记表

填表单位（盖章）：中山大学附属第一医院

填表人（签字）：[Signature]

项目经办人（签字）：[Signature]

建设项目	项目名称		中山大学附属第一医院核技术利用扩建项目				项目代码				建设地点		广州市越秀区中山二路 58 号		
	行业类别（分类管理名录）		55-172 核技术利用建设项目				建设性质		☐ 新建 ☒ 扩建 ☐ 技术改造		项目厂区中心经度/纬度		113.291201、23.1		
	设计生产能力		2 台医用直线加速器（II类射线装置）、1 台 CT 模拟定位机（III类射线装置）				实际生产能力		2 台医用直线加速器（II类射线装置）、1 台 CT 模拟定位机（III类射线装置）		环评单位		核工业二四〇研究所		
	环评文件审批机关		广东省生态环境厅				审批文号		粤环审〔2021〕116 号		环评文件类型		报告表		
	开工日期		2023 年 3 月				竣工日期		2026 年 7 月		排污许可证申领时间		/		
	环保设施设计单位		广东华方工程设计有限公司				环保设施施工单位		广东省第一建筑工程有限公司、江苏永信医疗科技有限公司		本工程排污许可证编号		/		
	验收单位		中山大学附属第一医院				环保设施监测单位		广州达盛检测技术服务有限公司		验收监测时工况		正常工况		
	投资总概算（万元）		8000				环保投资总概算（万元）		500		所占比例（%）		6.25%		
	实际总投资		7500				实际环保投资（万元）		455		所占比例（%）		6.06%		
	废水治理（万元）		/		废气治理（万元）		/		噪声治理（万元）		/		绿化及生态（万元）		/ 其他（万元）
新增废水处理设施能力		/				新增废气处理设施能力		/		年平均工作时		/			
运营单位		中山大学附属第一医院				运营单位统一社会信用代码（或组织机构代码）		12100000455416029H		验收时间		2026 年 6 月 30 日			
污染物排放达标与总量控制（工业建设项目详填）	污染物	原有排放量（1）	本期工程实际排放浓度（2）	本期工程允许排放浓度（3）	本期工程产生量（4）	本期工程自身削减量（5）	本期工程实际排放量（6）	本期工程核定排放总量（7）	本期工程“以新带老”削减量（8）	全厂实际排放总量（9）	全厂核定排放总量（10）	区域平衡替代削减量（11）	排放量（12）		
	废水														
	化学需氧量														
	氨氮														
	石油类														
	废气														
	二氧化硫														
	烟尘														
	工业粉尘														
	氮氧化物														
	工业固体废物														
	与项目有关的其他特征污染物														

注：1、排放增减量：（+）表示增加，（-）表示减少。2、(12)=(6)-(8)-(11)+（1）。3、计量单位：废水排放量——万吨/年；废气排放量——万标立方米/年；工业固体废物排放量——万吨/年；水污染物排放浓度——毫克/升

附件 1.监测报告



中国认可
国际互认
检测
TESTING
CNAS L8230



201919031515



广州达盛检测技术服务有限公司

Guangzhou Dasheng Testing Technology Service Co., LTD

监 测 报 告

报告编号：HJ20260048

项 目 名 称: Project name	中山大学附属第一医院辐射水平监测
委 托 单 位: Client	中山大学附属第一医院
监 测 类 别: Monitoring Type	委托监测
报 告 日 期: Report Date	2026 年 7 月 3 日



说 明

1. 本公司保证检测的科学性、公正性和准确性，对检测数据负责，并对检测数据和受检单位所提供的样品的技术资料保密。
2. 未得到本公司书面批准，本检测报告不得以任何方式部分复制（全部复制除外）。
3. 检测结果及本公司名称等未经同意不得用于广告及商品宣传。
4. 本报告无编制人、审核人和签发人签名无效；未加盖本公司检测专用章（含骑缝章）无效。
5. 本报告仅对本次受检设备（样品）负责。
6. 受检单位对本公司出具的检测报告持有异议，请于收到报告之日起 15 个工作日内，以书面形式向本公司提出复核申请。

检测单位：广州达盛检测技术服务有限公司

地 址：广州市天河区灵山东路 5 号 8 层 801-9、801-10 房

邮 编：510665

电 话：020-82525688

电子信箱：gzdsjc@163.com

广州达盛检测技术服务有限公司

监测报告

报告编号（样品受理编号）：HJ20260048

第 1 页 共 6 页

监测项目	中山大学附属第一医院辐射水平监测		
委托单位	中山大学附属第一医院		
委托单位地址	广州市中山二路 58 号		
受检单位	中山大学附属第一医院		
项目地址	广州市中山二路 58 号		
监测类别	委托监测	监测方式	现场监测
监测所依据的技术文件及代号	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157—2021） 《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198—2021）		
监测因子	X/γ辐射周围剂量当量率		
监测结果	监测结果见表 1-表 2		

监测仪器：

名称	型号	编号	检定（校准）单位	检定（校准）证书编号	证书有效期
辐射检测仪	AT1123	55658	中国测试技术研究院	(X 射线)校准字第 202602104297 号 (γ射线)校准字第 202602102578 号	(X 射线)2027 年 02 月 10 日 (γ射线)2027 年 02 月 09 日



编制：[Signature] 审核：[Signature] 签发：[Signature] 日期：2026 年 7 月 3 日

广州达盛检测技术服务有限公司

监测报告

报告编号（样品受理编号）：HJ20260048

第 2 页 共 6 页

射线装置工作场所明细表：

序号	设备名称	设备型号	主要参数	工作场所名称
1	医用电子直线加速器	True Beam	光子线：6MV（FFF） 1400cGy/min 电子线：15MeV 1000cGy/min	医学综合楼地下四层 直线加速器 5 室
2	医用直线加速器	Halcyon	6MV（FFF） 800cGy/min	医学综合楼地下四层 4 号直线加速器

（以下空白）

广州达盛检测技术服务有限公司

监测报告

报告编号（样品受理编号）：HJ20260048第 3 页 共 6 页

表 1 X-γ辐射周围剂量当量率监测结果

开机条件：医用电子直线加速器（瓦里安医疗系统公司/True Beam/6569）、6MV（FFF）/1400cGy/min、照射野40cm×40cm、准直器角为 45°、水模（监测日期：2026 年 6 月 30 日，监测环境条件：23℃/66%RH）

序号	检测位置		机头 角度	X-γ辐射周围剂量当量率				参考控制 水平 (μSv/h)	单项 结论
				关机		开机			
				测量值±标准差	单位	测量值±标准差	单位		
1	放射工作人员操作位		270°	188 ± 1	nSv/h	190 ± 2	nSv/h	≤2.5	符合
2	机房大门外 30cm 处	左	270°	187 ± 1		188 ± 3		≤1.2	符合
		中	270°	187 ± 2		189 ± 3		≤1.2	符合
		右	270°	183 ± 2		187 ± 2		≤1.2	符合
			3	线缆沟外 30cm 处		90°		188 ± 2	190 ± 3
4	管线口外 30cm 处		270°	187 ± 1		188 ± 2		≤2.5	符合
5	机房西墙外 30cm 处		270°	185 ± 2		194 ± 2		≤2.5	符合
6	机房西墙外 30cm 处		90°	183 ± 2		187 ± 2		≤3.0	符合
7	机房西墙外 30cm 处		270°	181 ± 3		185 ± 1		≤1.2	符合
8	机房南墙外 30cm 处		270°	166 ± 2		169 ± 1		≤1.2	符合
9	机房南墙外 30cm 处		270°	164 ± 2		169 ± 1		≤4.8	符合
10	机房南墙外 30cm 处		270°	166 ± 1		168 ± 2		≤1.2	符合
11	机房北墙外 30cm 处		90°	156 ± 2		161 ± 2		≤1.2	符合
12	机房北墙外 30cm 处		90°	158 ± 2		160 ± 2		≤4.8	符合
13	机房北墙外 30cm 处		90°	161 ± 2		165 ± 2		≤1.2	符合
14	机房楼上距机房顶棚 30cm 处		180°	166 ± 2	167 ± 2	≤10	符合		
15	机房楼上距机房顶棚 30cm 处		180°	166 ± 2	167 ± 3	≤6.0	符合		

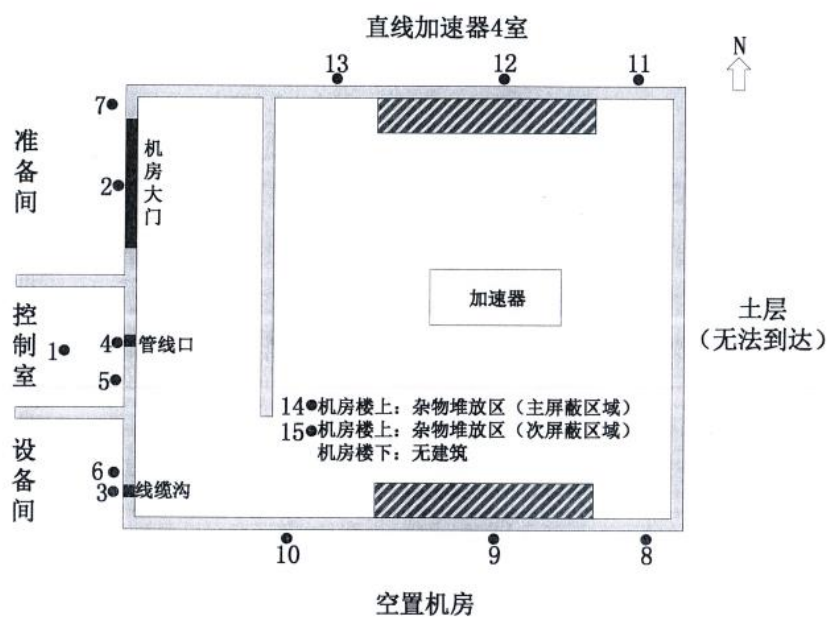
备注：1.测量值均未扣除本底值；
2.根据受检单位提供信息，该设备周工作负荷为 33.3 小时；
3.监测时 9、12、14 号关注点位等中心处未放置水模，其余关注点位监测时等中心处放置水模；
4.根据场所不同，居留因子、使用因子按照国家标准 HJ 1198—2021 的要求取值。
(以下空白)

监测报告

报告编号（样品受理编号）：HJ20260048

第 4 页 共 6 页

附 1：监测布点示意图



（以下空白）

广州达盛检测技术服务有限公司

监测报告

报告编号（样品受理编号）：HJ20260048

第 5 页 共 6 页

表 2 X-γ辐射周围剂量当量率监测结果

开机条件:医用直线加速器（瓦里安医疗系统公司/Halcyon/2101）、6MV（FFF）/800cGy/min、照射野 28cm×28cm、准直器角为 45°、水模（监测日期：2026 年 6 月 30 日，监测环境条件：23℃/66%RH）

序号	检测位置		机头 角度	X-γ辐射周围剂量当量率				参考控制 水平 (μSv/h)	单项 结论
				关机		开机			
				测量值±标准差	单位	测量值±标准差	单位		
1	放射工作人员操作位		90°	186 ± 2	nSv/h	189 ± 2	nSv/h	≤2.5	符合
2	机房大门外 30cm 处	左	90°	182 ± 3		188 ± 1		≤1.07	符合
		中	90°	181 ± 3		182 ± 4		≤1.07	符合
		右	90°	185 ± 2		186 ± 4		≤1.07	符合
3	管线口外 30cm 处		90°	185 ± 1		189 ± 2		≤2.5	符合
4	线缆沟外 30cm 处		90°	187 ± 1		190 ± 2		≤2.5	符合
5	机房西墙外 30cm 处		90°	190 ± 1		192 ± 1		≤2.5	符合
6	机房西墙外 30cm 处		90°	187 ± 1		190 ± 1		≤2.67	符合
7	机房北墙外 30cm 处		270°	168 ± 2		174 ± 2		≤1.07	符合
8	机房北墙外 30cm 处		90°	165 ± 2		166 ± 2		≤0.13	符合
9	机房北墙外 30cm 处		90°	171 ± 2		172 ± 3		≤0.53	符合
10	机房南墙外 30cm 处		270°	164 ± 4		172 ± 1		≤1.07	符合
11	机房南墙外 30cm 处		270°	165 ± 2		173 ± 1		≤4.27	符合
12	机房南墙外 30cm 处		270°	171 ± 1		176 ± 2		≤1.07	符合
13	机房楼上距机房顶棚 30cm 处		180°	165 ± 2	169 ± 3	≤10	符合		
14	机房楼上距机房顶棚 30cm 处		180°	169 ± 2	173 ± 2	≤5.33	符合		
15	机房西墙外 30cm 处		90°	189 ± 2	190 ± 3	≤2.67	符合		

备注：1.测量值均未扣除本底值；

2.根据受检单位提供信息，该设备周工作负荷为 37.5 小时；

3.监测时 9、11、13 号关注点位等中心处未放置水模，其余关注点位监测时等中心处放置水模；

4.根据场所不同，居留因子、使用因子按照国家标准 HJ 1198—2021 的要求取值。

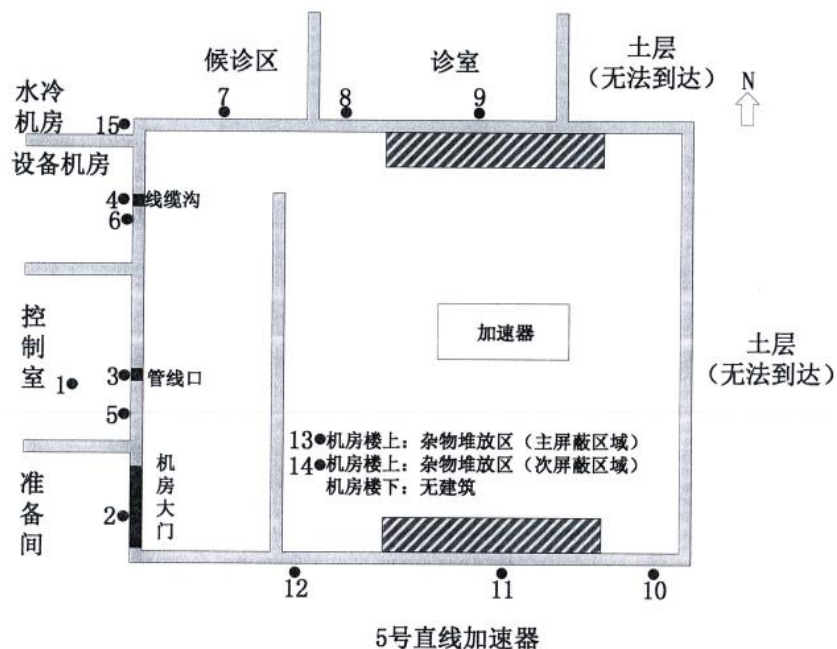
（以下空白）

监测报告

报告编号（样品受理编号）：HJ20260048

第 6 页 共 6 页

附 2：监测布点示意图



（以下空白）



中国认可
国际互认
检测
TESTING
CNAS L8230



广州达盛检测技术服务有限公司
Guangzhou Dasheng Testing Technology Service Co., LTD

监 测 报 告

报告编号: HJ20260047

受检单位:
Client

中山大学附属第一医院

监测因子:
Monitoring factors

X/γ 辐射剂量率

监测类别:
Monitoring Type

委托监测

报告日期:
Report Date

2026 年 7 月 3 日



说 明

1. 本公司保证检测的科学性、公正性和准确性，对检测数据负责，并对检测数据和受检单位所提供的样品的技术资料保密。
2. 未得到本公司书面批准，本检测报告不得以任何方式部分复制（全部复制除外）。
3. 检测结果及本公司名称等未经同意不得用于广告及商品宣传。
4. 本报告无编制人、审核人和签发人签名无效；未加盖本公司检测专用章（含骑缝章）无效。
5. 本报告仅对本次受检设备（样品）负责。
6. 受检单位对本公司出具的检测报告持有异议，请于收到报告之日起 15 个工作日内，以书面形式向本公司提出复核申请。

检测单位：广州达盛检测技术服务有限公司

地 址：广州市天河区灵山东路 5 号 8 层 801-9、801-10 房

邮 编：510665

电 话：020-82525688

电子信箱：gzdsjc@163.com

广州达盛检测技术服务有限公司
监测报告

报告编号（样品受理编号）：HJ20260047

第 1 页 共 4 页

监测项目	射线装置机房 X/γ辐射剂量率		
委托单位	中山大学附属第一医院		
委托单位地址	广州市中山二路 58 号		
受检单位	中山大学附属第一医院		
项目地址	广州市中山二路 58 号		
监测类别	委托监测	监测方式	现场监测
监测所依据的技术文件及代号	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157—2021）		
监测因子	X/γ 辐射剂量率		
监测结果	监测结果见表 1		

监测仪器：

名称	型号	编号	检定（校准）单位	检定（校准）证书编号	证书有效期
辐射检测仪	AT1123	55658	中国测试技术研究院	(X 射线) 校准字第 202602104297 号 (γ射线) 校准字第 202602102578 号	(X 射线) 2027 年 02 月 10 日 (γ射线) 2027 年 02 月 09 日



编制：[Signature] 审核：[Signature] 签发：[Signature] 日期：2026 年 7 月 3 日

广州达盛检测技术服务有限公司

监测报告

报告编号（样品受理编号）：HJ20260047

第 2 页 共 4 页

射线装置：

序号	设备名称	设备型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	工作场所名称
1	X 射线计算机体层摄影设备	SOMATOM go.Sim	140	625	医学综合楼负四楼放射科模拟定位 2

（以下空白）

广州达盛检测技术服务有限公司

监测报告

报告编号（样品受理编号）：HJ20260047

第 3 页 共 4 页

表 1 X-γ辐射剂量率监测结果

开机条件:X 射线计算机体层摄影设备（上海西门子医疗器械有限公司/SOMATOM go.Sim/129190）、140kV/300mA/10.6s、CT 体模、19.2mm（准直宽度）（监测日期：2026 年 6 月 30 日，监测环境条件：22.5℃/66.6%RH）

编号	测点位置	X-γ辐射剂量率			
		关机		开机	
		测量值±标准差	单位	测量值±标准差	单位
1	操作位	155 ± 1	nSv/h	0.39 ± 0.02	μSv/h
2	观察窗左侧	160 ± 4		0.57 ± 0.03	
	观察窗中部	163 ± 2		0.48 ± 0.02	
	观察窗右侧	156 ± 4		0.59 ± 0.04	
3	控制室门左侧	151 ± 3		0.39 ± 0.02	nSv/h
	控制室门中部	146 ± 3		0.37 ± 0.03	
	控制室门右侧	147 ± 3		168 ± 1	μSv/h
4	机房大门左侧	157 ± 2		0.94 ± 0.03	
	机房大门中部	156 ± 1		0.47 ± 0.03	
	机房大门右侧	153 ± 2		0.47 ± 0.02	
5	线槽	153 ± 2		0.49 ± 0.03	
6	机房南墙	145 ± 2		150 ± 2	nSv/h
7		146 ± 3		158 ± 1	
8	机房西墙	156 ± 2		167 ± 3	
9		150 ± 2		155 ± 2	
10	机房北墙	152 ± 2		159 ± 3	
11		159 ± 2		161 ± 3	
12	机房楼上距机房顶棚地面 100cm 处	180 ± 1		190 ± 2	
13		180 ± 3		183 ± 3	

备注：1、以上测量值均未扣除仪器对宇宙射线的响应值；2、测量时仪器探头中心距地面 1m，距防护体外表面的距离为 30cm 处（操作位除外，操作位距防护体外表面的距离为 1m）；3、现场测量时对测量点位进行巡测，在测量点位读数最高的位置进行记录。

（以下空白）

广州达盛检测技术服务有限公司

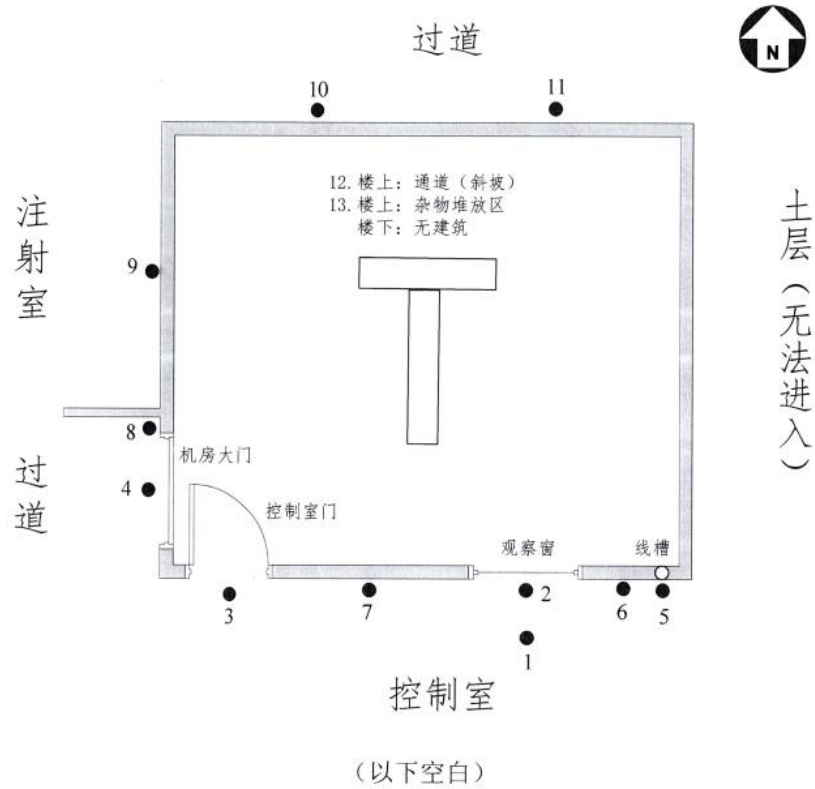
广州达盛检测技术服务有限公司

监测报告

报告编号（样品受理编号）：HJ20260047

第 4 页 共 4 页

图 1：监测布点示意图



编号: 2021-3453 (核)

广东省生态环境厅

粤环审〔2021〕116 号

广东省生态环境厅关于中山大学附属第一医院 核技术利用扩建项目环境影响 报告表的批复

中山大学附属第一医院:

你单位报批的《核技术利用建设项目环境影响报告表》(以下简称报告表,编号为 GDHP-2020-018)等材料收悉。经研究,批复如下:

一、你单位本次核技术利用扩建项目位于广州市中山二路 58

— 1 —

号中山大学附属第一医院本院区内。项目主要内容为：在新建的医学综合楼开展放射治疗、核医学和介入项目，在何善衡楼负一层开展核医学项目，在门急诊大楼首层开展介入项目，具体内容

（一）放射治疗项目

在医学综合楼负四层设置放疗科，开展放射治疗项目。建设3间直线加速器机房以及2间CT模拟定位机房。在各直线加速器机房分别安装使用1台医用电子直线加速器（最大X射线能量均为15兆伏，最大电子线能量均为22兆电子伏，均属Ⅱ类射线装置）用于放射治疗；在各CT模拟定位机房分别安装使用1台CT模拟定位机（均属Ⅲ类射线装置）用于放射诊断。

（二）核医学项目

在医学综合楼负一层设置核医学科，建设核医学科乙级非密封放射性物质工作场所，分为放射性核素生产区和放射性核素使用区。在放射性核素生产区建设1间回旋加速器机房以及合成热室、质控间等其他配套功能场所，在回旋加速器机房内安装使用1台自屏蔽式回旋加速器（最大能量为19兆电子伏，最大束流150微安，属Ⅱ类射线装置），用于制备放射性核素氟-18、碳-11、氮-13、氧-15、镓-68、铜-64。制备的放射性药物用于本项目放射性核素使用区以及何善衡楼核医学科的正电子显像检查。在放射性

核素使用区建设 2 间 PET/CT 机房、分装注射室、PET 等候室以及留观室等功能房间；在各 PET/CT 机房中分别安装使用 1 台 PET/CT(属Ⅲ类射线装置)，使用放射性核素氟-18、碳-11、氮-13、氧-15、镓-68、铜-64 开展 PET/CT 核素显像诊断。配套使用 4 枚锞-68 放射源(属Ⅴ类放射源)用于 PET/CT 图像质控校正。同时，使用放射性核素锶-89、镭-223、钋-225、铯-188 开展骨转移癌治疗。

将何善衡楼负一层西侧空置区域改建成核医学科乙级非密封放射性物质工作场所，建设 1 间 PET/MR 机房、1 间 SPECT/CT 机房以及注射后休息室等，在 PET/MR 机房和 SPECT/CT 机房内分别安装使用 1 台 PET/MR 和 1 台 SPECT/CT(均属Ⅲ类射线装置)，使用放射性核素氟-18、碳-11、镓-68 开展 PET/MR 核素显像诊断，使用放射性核素锝-99m 开展 SPECT/CT 核素显像诊断。配套使用 5 枚锞-68 放射源(属Ⅴ类放射源)用于 PET/MR 图像质控校正。同时，使用放射性核素锶-89、镭-223、铯-188 开展骨转移癌治疗。

(三)在医学综合楼的二层建设 4 间介入手术室，在各介入手术室分别安装使用 1 台数字减影血管造影装置(最大管电压均为 125 千伏，最大管电流均为 1250 毫安，均属Ⅱ类射线装置)。同时，在医学综合楼的二层建设 1 间复合手术室、1 间 CT 机房

和 1 间磁共振机房，在复合手术室内安装使用 1 台数字减影血管造影装置（最大管电压为 125 千伏，最大管电流为 1250 毫安，属 II 类射线装置）用于介入手术中的放射诊疗，在 CT 机房内安装使用 1 台 CT 机（属 III 类射线装置）用于放射诊断，在磁共振机房内机房使用 1 台 MRI 用于影像诊断。同时，在复合手术室与 CT 机房、磁共振机房之间设置防护门，需开展 DSA-CT-MRI 复合手术时，CT 机可通过滑轨移动至复合手术室配合复合手术使用（隔室操作），数字减影血管造影装置与 CT 机不同时曝光出束；复合手术室患者也可通过移动手术床转移至磁共振机房中进行 MRI 诊断。

此外，将门急诊大楼首层急诊科急诊抢救区、手术室改建成 1 间介入手术室，在该介入手术室内安装使用 1 台数字减影血管造影装置（最大管电压为 125 千伏，最大管电流为 1250 毫安，属 II 类射线装置）用于介入手术中的放射诊疗。

二、广东省环境辐射监测中心组织专家对报告表进行了技术评审，出具的评估意见认为，报告表有关该项目建设可能造成的环境影响分析、预测和评价内容，以及提出的辐射安全防护措施合理可行，环境影响评价结论总体可信。你单位应按照报告表内容组织实施。

三、本项目在建设和运行中应严格落实报告表提出的各项辐

射安全和防护措施，确保辐射工作人员年有效剂量约束值低于 5 毫希沃特，公众年有效剂量约束值低于 0.25 毫希沃特。

四、本项目建设应严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。项目建成后，你单位应按规定程序重新申请辐射安全许可证。

五、项目的环境保护日常监督管理工作由广州市生态环境局负责。



公开方式：主动公开

抄送：广州市生态环境局，省环境辐射监测中心，核工业二四〇研究所。

广东省生态环境厅办公室

2021 年 5 月 12 日印发
