

漳州正兴医院新增 1 台直线加速器和 1 台后 装机项目竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：漳州正兴医院

编制单位：厦门亿科特检测技术有限公司

2021 年 10 月

目录

目录.....	- 1 -
表一 项目基本情况.....	- 2 -
表二 工程建设内容.....	- 6 -
表三 主要污染源、污染物处理和排放.....	- 14 -
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.....	- 16 -
表五 环境管理现状与辐射防护措施调查.....	- 17 -
表六 验收监测质量保证及质量控制.....	- 30 -
表七 验收监测内容.....	- 31 -
表八 验收监测结果.....	- 33 -
表九 验收监测结论.....	- 37 -
附件及附图.....	- 39 -

表一 项目基本情况

建设项目名称	漳州正兴医院新增 1 台直线加速器和 1 台后装机项目				
建设单位名称	漳州正兴医院				
建设项目性质	■ 新建 □ 改扩建 □ 技改 □ 迁建				
建设地点	福建省漳州市芗城区北环城路 1609 号				
主要产品名称	/				
设计生产能力	拟在病房楼地下一层放疗科加速器室和后装机室新增 1 台直线加速器和 1 台后装机，用于医疗诊治。				
实际生产能力	在病房楼地下一层放疗科加速器室和后装机室新增 1 台直线加速器和 1 台后装机，用于医疗诊治。				
建设项目环评时间	2020 年 3 月	开工建设时间	2020 年 6 月		
调试时间	2021 年 7 月	验收现场监测时间	2021 年 8 月		
环评报告表审批部门	福建省生态环境厅	环评报告表编制单位	江苏辐环环境科技有限公司		
环保设施设计单位	福建省核闽环保科技有限公司	环保设施施工单位	福建省核闽环保科技有限公司		
投资总概算	*****万元	环保投资	*****万元	比例	*****%
实际总概算	*****万元	环保投资	*****万元	比例	*****%
验收监测依据	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国主席令第九号，2015 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 修订），中华人民共和国主席令第七十七号，2018 年 12 月 29 日起施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令第六号，2003 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，中华人民共和国国务院令 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(5) 《关于发布〈建设项目竣工环境保护验收暂行办法〉的公告》，国环规环评〔2017〕4 号，2017 年 11 月 20 日施行；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2014 年修订)，国务院第 449 号令，2005 年 12 月 1 日施行；</p> <p>(7) 《关于修改〈放射性同位素与射线装置安全许可管理办法〉的决定》</p>				

	<p>(2017年12月12日修订)，中华人民共和国环境保护部令第3号；</p> <p>(8)《突发环境事件信息报告办法》，中华人民共和国环境保护部令第17号，2011年5月1日起施行；</p> <p>(9)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国环境保护部令第18号，2011年5月1日起施行；</p> <p>(10)《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2018年4月28日修订)，中华人民共和国环境保护部令第44号；</p> <p>(11)关于发布《建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类》的公告，生态环境部公告2018年第9号，2018年5月16日印发；</p> <p>(12)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)；</p> <p>(13)《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；</p> <p>(14)《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；</p> <p>(15)《放射工作人员健康要求及监护规范》(GBZ 98-2020)；</p> <p>(16)《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011)；</p> <p>(17)《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020)；</p> <p>(18)《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第1部分：一般原则》(GBZ/T 201.1-2007)；</p> <p>(19)《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/T 201.2-2011)；</p> <p>(20)《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第3部分：γ射线源放射治疗机房》(GBZ/T 201.3-2014)。</p>
<p>验收监测评价标准、 标号、级别、限值</p>	<p>1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)</p> <p>《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB 18871-2002规定的职业人员和公众的剂量值如表1.1所示。</p>

表 1.1 职业人员和公众的剂量限值

职业人员剂量限值	公众剂量限值
连续 5 年平均有效剂量不超过 20mSv（但不可作任何追溯性平均），任何一年中的有效剂量不超过 50mSv。	年有效剂量不超过 1mSv；特殊情况下，连续 5 年平均剂量不超过 1mSv 时，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

- 2、《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）；
 3、《后装 γ 源近距离治疗放射防护要求》（GBZ 121-2017）；
 4、《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 1 部分：一般原则》（GBZ/T 201.1-2007）；

- 5、《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T 201.2-2011）；

4.2 剂量控制要求

4.2.1 治疗机房墙和入口门外关注点的剂量率参考控制水平

治疗机房墙和入口门外关注点的剂量率应不大于下述 a)、b) 和 c) 所确定的剂量

率参考控制水平：

a) 使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子，可以依照附录 A，

由以下周剂量参考控制水平 (H_c) 求得关注点的导出剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)：

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

2) 放射治疗机房外非控制区的工作人员： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv/周}$ 。

- 6、《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 3 部分： γ 射线源放射治疗机房》（GBZ/T 201.3-2014）；

- 7、福建省生态环境厅对《漳州正兴医院 1 台直线加速器和 1 台后装机项目环境影响报告表》的审批意见

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定和报告表的预测，本项目公众按 0.25 毫希沃特/年执行，职业人员剂量约束按 5 毫希沃特/年执行。

8、本项目管理目标

根据 GB 18871-2002、GBZ 126-2011 及、GBZ 121-2020 及环评报告
审批意见等要求，本项目管理目标确定为：

辐射环境剂量率控制水平：直线加速器机房和后装机房屏蔽体外表面
30cm 处的周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；

辐射剂量控制水平：职业人员年有效剂量不超过 5mSv ，公众年有效
剂量不超过 0.25mSv 。

表二 工程建设内容

工程建设内容：

1.项目基本情况

漳州正兴医院隶属正兴集团（医疗/教育/车轮/康养/农业/酒店），为大型三级非营利性综合医院，医保、新农合定点医疗机构，120急救网络医院、市直单位干部医疗保健门诊和体检定点医院。医院位于福建省漳州市芗城区北环城路1609号，总占地面积150亩，规划建筑面积15万平方米，设计总床位1600张。一期投资7.5亿元，投入使用建筑面积9.2万平方米，拥有800张床位，47个医疗学科；全院员工1800余人。医院专业设置齐全，重点学科有：微创外科、乳腺外科、急危重症医学部、骨科、妇产科、肿瘤医学中心、养护中心、新生儿科、泌尿肾病科、消化内镜中心、健康管理中心等。

医院已取得了福建省生态环境厅颁发的辐射安全许可证（许可证编号为：闽环辐证〔00329〕），许可的种类和范围为：使用II类、III类射线装置，使用III类放射源。为更好服务患者，提高自身医疗水平，漳州正兴医院在病房楼地下一层放疗科加速器室和后装机室新增1台直线加速器和1台后装机，用于医疗诊治。漳州正兴医院委托江苏辐环环境科技有限公司对新增1台直线加速器和1台后装机项目开展环境影响评价工作，并于2020年3月17日取得福建省生态环境厅的批复，现核技术利用项目具体明细见表2-1所示。漳州正兴医院于2021年6月28日委托厦门亿科特检测技术有限公司开展竣工环保验收调查和监测工作，接受委托后我公司派专业技术人员开展现场调查和监测，并形成验收监测报告表。

表2-1 漳州正兴医院核技术利用项目情况一览表

序号	装置名称	规格型号	类别	数量	使用场所	环保落实情况
1	牙科 X 光机	FONA-INTRAOS	III 类	1	口腔科	已环评备案，取得辐射安全许可证。
2	CT	Lightspeed VCT	III 类	1	CT 室	
3	医用 X 线摄影系统	Digital Diagnost	III 类	1	DR 室	
4	数字化移动式床	PXD-2000	III 类	1	DR 室	
5	X 射线骨密度仪	DPX Bravo	III 类	1	骨密度检查室	
6	乳腺机	Senographe DS	III 类	1	乳腺铝靶检查室	
7	骨科 C 型臂	9900 Elite	III 类	2	手术室	
8	医用诊断 X 线透视摄影系统（胃肠机）	D-Vision plus-50	III 类	1	数字胃肠室	
9	X 射线系统（DR）	Essenta DR Compact	III 类	1	体检中心	

续表 2-1 漳州正兴医院核技术利用项目情况一览表

序号	装置名称	规格型号	类别	数量	使用场所	环保落实情况
10	计算机 X 线断层扫描装置	SOMATOM Definition Flash	III 类	1	CT2 室	II 类设备数字减影血管造影机(DSA)已进行环保竣工验收, 其他设备均已环评备案, 取得辐射安全许可证。
11	移动式数字摄影 X 线系统	MUX-200D	III 类	1	DR 室	
12	数字化曲面断层 X 线摄影系统 (全景机)	XG51CCD With CEPH 5Y	III 类	1	口腔科	
13	车载数字 X 射线摄影系统	XPLORERT1600	III 类	2	体检中心	
14	数字减影血管造影机 (DSA)	Innova 3100-IQ	II 类	1	手术室: 住院部 (病房大楼)	
15	医用直线加速器	Halcyon	II 类	1	直线加速机房	

表 2-2 放射源台账

序号	核素	出厂活度 (Bq)	类别	数量	使用场所	环保落实情况
1	铯-192	3.7×10^{11}	III 类	1	后装机房	已环评, 取得辐射安全许可证。

根据本项目的实际情况, 本次验收内容: 在病房楼地下一层放疗科加速器室和后装机室新增 1 台直线加速器和 1 台后装机, 用于医疗诊治, 详见表 2-3。

表 2-3 本次验收项目一览表

序号	设备名称	型号	生产厂家	出厂编号	主要参数	类别	使用场所
1	后装 γ 源近距离治疗机 (后装机)	GM84000280	瓦里安	1247	使用一枚 ^{192}Ir 放射源: 最大装源活度为: $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$ 。	II 类	病房楼地下一层放疗科后装机室
2	医用直线加速器	Halcyon	瓦里安	1142	最大 X 线: 6MV	II 类	病房楼地下一层放疗科加速器室

注: 本项目直线加速器为 X 线单能加速器, 不产生电子线, 即不进行电子线治疗, 主射线方向带自屏蔽。

此外, 医院已在病房楼地下室新建一间 CT 模拟机房和 C 臂机机房。CT 机和 C 臂机为本

项目的放疗辅助设备，属于 III 类射线装置，医院将根据《建设项目环境影响登记表备案管理办法》（环境保护部令第 41 号）要求，在项目建成并投入运营前，登录备案系统，在线填报并提交建设项目环境影响登记表，不作为本报告评价对象。

本项目加速器设备技术参数见表 2-4。

表 2-4 直线加速器主要参数一览表

设备型号	Halcyon
生产厂家	瓦里安
类别	II 类射线装置
加速器粒子	电子
最大能量	X 射线：6MV
距靶 1m 处最高剂量率	X 射线最高剂量率为：8Gy/min ($4.8 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$)
照射野	($0 \times 0 \sim 28 \times 28$) cm^2
源轴距 SAD	100cm
射线最大出射角	16°
等中心高度	1.1m

2. 工程建设变化情况

经现场调查及收集有关资料文件可知，漳州正兴医院本次验收项目与环评阶段对比，建设地点、规模、性质及环境保护措施保持一致，详见表 2-5。

表 2-5 本项目规模对比情况一览表

工程建设	环评阶段	验收阶段	对比情况
性质	新建	新建	一致
地点	漳州市芗城区北环城路 1609 号	漳州市芗城区北环城路 1609 号	一致
规模	在病房楼地下一层放疗科加速器室和后装机室新增 1 台直线加速器和一台后装机	在病房楼地下一层放疗科加速器室和后装机室新增 1 台直线加速器和一台后装机	一致
辐射活动种类和范围	使用 III 类放射源和 II 类射线装置	使用 III 类放射源和 II 类射线装置	一致
设备参数	新增一台 Halcyon 型的直线加速器，X 射线：6MV；后装机使用一枚 ^{192}Ir 放射源：最大装源活度为： $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$ 。	新增一台 Halcyon 型的直线加速器，X 射线：6MV；后装机使用一枚 ^{192}Ir 放射源：最大装源活度为： $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$ 。	一致



图 2-1 漳州正兴医院地理位置示意图



图 2-2 漳州正兴医院平面布置图

3.主要环境保护目标:

本次验收参照环境影响报告表中提出的环境保护目标作为验收的监测点位,并在原环评报告的基础上通过现场踏勘进一步对项目周围环境保护目标进行了识别,确定了本次验收的环境保护目标。本项目涉及的环境保护目标情况详见表 2-6。

表 2-6 验收调查范围内主要环境保护目标

序号	辐射工作场所	环境保护目标位置	距机房最近距离	环境保护对象	年有效剂量限值
1	病房楼地下一层 放疗科加速器室	加速器室内	0m	辐射工作人员	5mSv
2		西侧控制室	0m	辐射工作人员	
3		北侧过道、设备间	0.3m	公众人员	0.25mSv
5		南侧过道	0.3m	公众人员	
6		楼上室外道路	2m	公众人员	
7		楼下为土层、无建筑	/	/	/
8		病房楼地下一层 放疗科后装机室	后装机室内	0m	辐射工作人员
9	南侧为后装机控制室		0m	辐射工作人员	
10	北侧为停车场入口		0.3m	公众人员	0.25mSv
11	西侧为更衣室、准备室		0.3m	公众人员	
12	楼上室外道路		2m	公众人员	
13	楼下为土层、无建筑		/	/	/

注:加速器室和后装机室东侧均为土层。

4.主要工艺流程及产污环节：

(1) 医用直线加速器

工作原理：

医用电子直线加速器是采用微波电场将电子加速到高能状态的一种射线装置，它能够根据患者病变部位治疗深度的要求提供不同能量的光子和电子，从而输出不同的辐射剂量达到治疗的目的。加速器主要由5个系统构成：控制系统、加速系统、应用系统、剂量监测系统、冷却系统。加速器在使用时，首先控制台触发脉冲调制器使磁控管产生微波，电子枪发射出来的电子，则从微波电场中不断获得能量，最终由加速器终端输出到偏转盒内，在偏转磁铁的作用下，一种是作为电子线输出，另一种是电子束打靶后输出X射线。治疗头则作为应用系统，通过均整器（X射线）、散射箔（电子束）调节粒子束的分布，使其达到符合放射治疗的要求。治疗头中的电离室将电子或X射线的电离电流信号送至剂量监测系统，检测输出射线的剂量特性和均整程度，另一方面，控制系统根据剂量监测系统的情况来调节电子的输出量和运动轨道。冷却系统主要是带走加速器在运行过程中产生的热量，以确保机器的工作温度维持在所需范围之内。加速器的X射线是指加速后的电子束被靶或其它物质阻止时所产生的具有连续能谱的韧致辐射。当加速电子使阻止物质原子的轨道电子移出时，可以产生特征X射线，但其能量一般低于几十千电子伏，强度也比韧致辐射小很多，从防护角度完全可以忽略，电子直线加速器的基本结构见图 2-3。

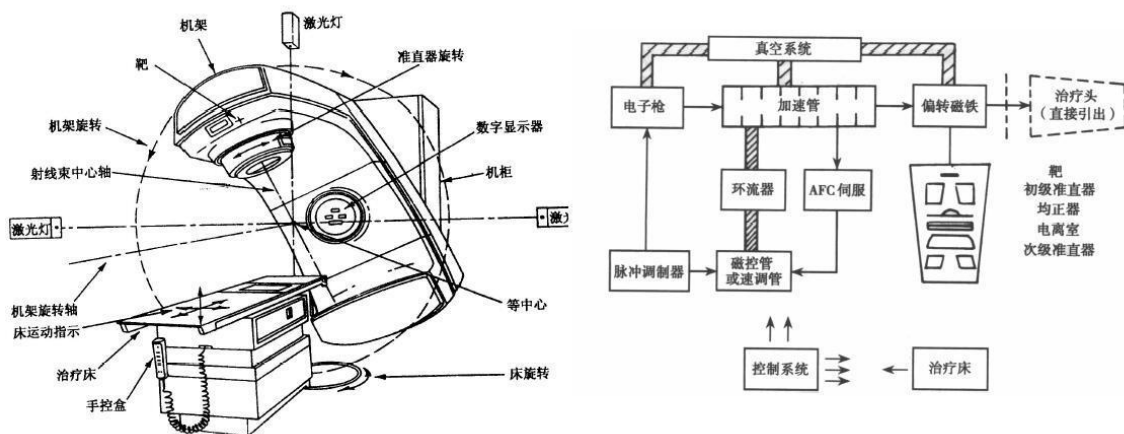


图 2-3 医用电子直线加速器物理结构图（左）及内部结构（右）

工艺流程及产污环节：

- ①先对病人模拟定位；通过模拟定位机对患者的病变部位进行详细检查，然后确定照射的方向、角度和视野大小及所选用能、拍片存档；主要产生的污染源为 X 射线；
- ②根据患者所患疾病的性质确定照射野的大小、能量、肿瘤深度、计算受照射剂量、照

射时间、加速器输出量；

③根据模拟定位及处方剂量制定放射治疗计划；

④患者进入治疗机房，由工作人员进行摆位，对患者进行体表定位、标记、调整照射角度和视野；

⑤工作人员等离开加速器室后，工作人员关闭加速器室门；

⑥根据已制定的诊疗计划实施照射，在此过程主要产生的污染源为 X 射线和臭氧；

⑦治疗完毕后患者离开治疗机房。

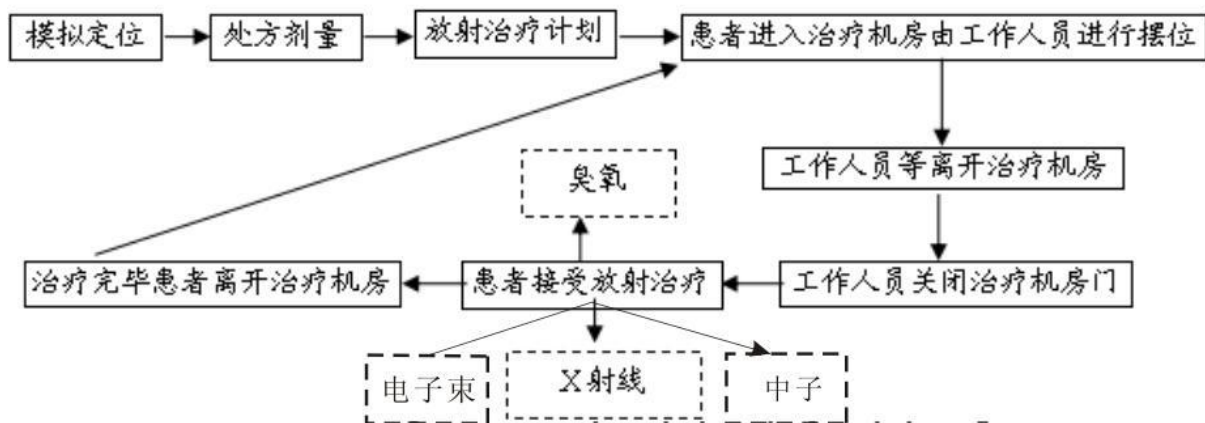


图 2-4 直线加速器工艺流程及产污环节示意图

(2) 后装机

工作原理：

后装 γ 源近距离治疗机采用后装技术依照临床要求使 γ 放射源在人体自然腔管道或组织间驻留，从而达到预留的剂量及其分布的一种放射治疗手段。后装 γ 源近距离治疗机的结构组成为：施源主机、放射源、控制系统、监视系统、附属安全设备和施源器、治疗床。治疗时先将不带放射源的治疗容器(施源器)置于治疗部位，然后在安全防护条件下用遥控装置将放射源通过导管送到已安装在患者体腔内的施源器内进行放射治疗。

工艺流程及产污环节：

①病人经医生诊断、治疗正当性判断后，确定需要治疗的患者与放疗科预约登记，以确定模拟定位和治疗时间。

②预约病人首先于插植室内进行施源器置放，通过模拟 CT 进行肿瘤定位，确定肿瘤及施源器的具体位置和形状，确定治疗中心。定位操作过程类似于 X 射线影像诊断，工作人员隔室操作。

③确定肿瘤位置和形状后，物理人员根据医生给出的治疗剂量，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。

④治疗计划制定后，肿瘤病人在技术人员协助下，依据计划在准备室内连接施源器。

⑤安装施源器后，将病人转移至治疗机房内，技术人员进入操作室，确定所有安全措施到位后，启动治疗机进行照射。

⑥放疗结束后，技术人员携带辐射测量设备进入治疗室，检测患者和后装机，验证放射源回到贮源器内后，将患者移出机房，按无菌要求取出施源器，并观察患者有无不适。治疗完毕后，关闭后装机、TPS 计划系统，治疗结束。



图 2-5 后装 γ 源近距离治疗机检查的典型诊疗流程图

表三 主要污染源、污染物处理和排放

主要污染源、污染物处理和排放（附处理流程示意图，标出废水、废气、厂界噪声监测点位）

1. 主要污染源项

（1）建设阶段的污染源项

本项目辐射工作场所在建设阶段不产生放射性废物、放射性废水和放射性气体，产生的环境影响主要是拟建场所施工时产生的噪声、扬尘、废水、固体废物等环境影响。本项目工程量较小，没有大型机械设备进入施工场地，施工场地安排有序，施工人员较少，有抑尘措施，施工期短，合理安排施工秩序，施工时间，本项目对周围敏感点的影响在可接受的范围内。随着施工期的结束，这些影响也随即结束。

① 粉尘

本项目的环境空气影响主要是扬尘，由散装水泥和建筑材料运输等施工活动将产生。本项目的工程量小，产生的扬尘量小。

② 噪声

本项目产生噪声影响的主要是施工机械、运输、混凝土浇注及现场处理等。噪声值一般在 65~88dB（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。

③ 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。

④ 固体废弃物

本项目量小，产生的生活垃圾、建筑垃圾、土石方很少。

（2）运行阶段污染源项

① 电离辐射

直线加速器：本项目直线加速器运行时仅产生 X 射线，X 射线最大能量为 6MV，不产生电子线，即不进行电子线治疗；根据 GBZ121-2020，对于最大 X 射线能量 $\leq 10\text{MV}$ 的加速器可以不用考虑中子和感生放射性的辐射影响。因此，本项目直线加速器在开机期间，产生的 X 射线为主要辐射环境污染因素。

后装机：本项目后装机内 ^{192}Ir 放射源最大装源活度为 $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$ ，后装机未使用时，放射源处于贮源器内，少量 γ 射线会穿透屏蔽体，对进入治疗机房的人员及室外公众等产生外照射。后装机在治疗过程中， ^{192}Ir 放射源位于施源器内，放射源发射出的 γ 射线会穿透屏蔽墙及防护门，对治疗机房外的工作人员和公众产生外照射影响。 ^{192}Ir 放射源使用到一定年限

后会产生退役的放射源，可能会对周围环境产生一定的危害。

②其他污染源项

直线加速器和后装机射线装置运行时会产生有毒有害气体。空气在辐射照射下会电离，产生少量臭氧和氮氧化物。直线加速器和后装机机房均设有机械通风装置，满足通风要求。

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

建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定：

漳州正兴医院委托江苏辐环环境科技有限公司对新增 1 台直线加速器和 1 台后装机项目开展环境影响评价工作，并于 2020 年 3 月 17 日取得福建省生态环境厅的批复。

省级环境保护行政主管部门审批意见：

一、在落实“报告表”提出的各项环境保护及辐射防护措施的前提下，同意你单位按照“报告表”中内容以及拟采取的辐射防护措施进行项目建设。

二、项目建设内容为：在漳州市芗城区北环城路 1609 号漳州正兴医院病房楼地下一层放疗科内，使用 1 台直线加速器，为 II 类射线装置；使用 1 枚 ^{192}Ir 放射源（用于后装机治疗），活度为 $3.72 \times 10^{11}\text{Bq}$ ，为 III 类放射源。

三、你单位必须全面落实“报告表”提出的各项辐射防护与安全管理措施，并着重做好以下工作：

（一）严格按照设计方案开展建设，确保各辐射工作场所周围满足防护要求；各辐射工作场所出入口醒目处要安装明显的工作状态指示灯和电离辐射警告标志，并设置门机联锁装置和急停装置，防止人员受到误照射。

（二）健全并完善各项辐射安全和防护管理规章制度，严格按照环保要求和技术操作规程开展作业，加强设备维护定期对设备的操作、维修和管理措施进行检查，完善辐射事故应急预案并定期开展演练。

（三）配备符合防护要求的辅助防护用品；现场配备辐射剂量率巡测仪，开展周围环境的辐射水平巡测，发现安全隐患立即整改。

（四）使用放射源和射线装置的操作人员应按要求参加辐射防护培训并取得合格证书，做到持证上岗；建立健全个人剂量和职业健康档案，所有辐射工作公员均应按的要求佩戴个人剂量计并接受剂量监测。

四、根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定和“报告表”的预测，本项目公众按 0.25 毫希沃特/年执行，职业人员剂量约束按 5 毫希沃特/年执行。

五、你单位应按规定向我厅重新申领辐射安全许可证，在许可范围内从事核技术利用相关活动，按时报送辐射安全年度评估报告。

六、项目建成后应按规定的标准和程序开展竣工环境保护验收。请漳州市生态环境局加强对项目的日常监督管理。你单位应在收到本批复后 20 个工作日内将经审批的“报告表”送漳州市生态环境局。

表五 环境管理现状与辐射防护措施调查

环境管理现状与辐射防护措施调查

我公司对漳州正兴医院新增 1 台直线加速器和后装机项目辐射环境管理和辐射安全防护措施进行了现场调查，情况如下：

1. 辐射安全与防护制度文件落实情况

(1) 辐射安全与管理机构

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射诊疗管理规定》等相关规定，为加强对射线装置放射防护的管理，保障从事放射工作人员和公众的健康与安全，防止放射事故发生，医院已设立以苏喜（副院长）为主任，以郑潜新（放射科主任）为副主任，李建国、吴晓安、朱小燕等为成员的辐射安全与防护管理委员会，领导管理小组成员 15 名。

放射防护管理小组职责：

- ①负责制定并实施放射防护管理规章制度；
- ②定期对放射工作场所及其周围环境进行放射防护检测和检查；
- ③负责对本单位内使用的射线装置进行维护，合理使用及射线装置 X 射线的常规检测工作；
- ④制定并落实放射事故预防措施；
- ⑤负责放射事故应急调查处理及上报。

(2) 辐射管理规章制度

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环保部令第 3 号）、《突发环境事件信息报告办法》（环保部令第 17 号）及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部令第 18 号）相关规定，医院制定了《辐射事故应急处理预案》、《漳州正兴医院关于调整放射诊疗安全与防护管理领导小组的通知》、《后装治疗机安全防护制度》、《后装机辐射安全操作规程》、《后装治疗机操作规程及注意事项》、《后装消毒隔离方法和措施》、《后装机护理工作制度》、《后装机治疗操作流程》《后装机故障或放射事故应急指示图》、《放射诊疗防护安全管理制度》、《放疗科放射治疗防护监测制度》、《放射防护自主监测方案》、《放射防护检测与评价制度》、《放射工作人员职业健康管理制度》、《放射卫生档案管理制度》、《设备管理（使用、维护和检修）制度》、《放射防护个人剂量监测与档案管理制度》、《辐射工作人员培训管理制度》、《后装治疗辐射事故应急处理规程》、《放疗科人员佩戴个人剂量夹规定》、《放疗科直线加速器治疗室工作制度》、《放疗科技师放射治疗安全核查制度》等相关制度（见附件 7）。

②辐射工作场所的防护设施

本项目辐射安全防护设施落实情况详见表 5-2 和表 5-3，辐射工作场所现场防护措施图片见图 5-2。

表 5-2 直线加速器室辐射安全防护设施落实情况

序号	辐射安全防护设施	环评时要求	验收落实情况	对比结果
1	墙体屏蔽防护	屏蔽措施：加速器主射线方向设有自屏蔽体，为厚度为 172mm 的含铋 3% 的铅块（长度和宽度均为 650mm，即等中心点两侧均 325mm），铅块外围覆盖厚度为 10mm 的钢；加速器机房东墙为 60cm 混凝土，南墙、北墙均为 160cm 混凝土，西侧迷道内墙和迷道外墙均为 120cm 混凝土，机房顶部为 160cm 混凝土，迷道顶部为 120cm 混凝土。	屏蔽措施：加速器主射线方向设有自屏蔽体，为厚度为 172mm 的含铋 3% 的铅块（长度和宽度均为 650mm，即等中心点两侧均 325mm），铅块外围覆盖厚度为 10mm 的钢；加速器机房东墙为 60cm 混凝土，南墙、北墙均为 160cm 混凝土，西侧迷道内墙和迷道外墙均为 120cm 混凝土，机房顶部为 160cm 混凝土，迷道顶部为 120cm 混凝土。	已落实
2	机房防护门	直线加速器室防护门拟采用 12mmPb 当量电动防护门。	直线加速器室防护门已安装 15mmPb 当量电动防护门。	已落实，验收阶段直线加速器室防护门铅当量较环评阶段偏大。
3	钥匙控制	决定加速器产生辐射的主要控制系统用开关钥匙进行控制。	此台直线加速器使用钥匙开关产生辐射的主要控制系统。	已落实
4	电离辐射警告标志和工作状态指示灯	直线加速器机房入口处拟设置符合 GB18871-2002 规范的电离辐射警告标志和工作状态指示灯，工作状态指示灯与加速器联锁，防止无关人员逗留和误入。	直线加速器室病人进出门外设置了警示灯和明显的电离辐射警告标识，工作状态指示灯与加速器联锁，且能正常工作。	已落实
5	门机联锁装置	直线加速器机房防护门拟设置门机联锁装置，只有当防护门完全关闭后才能开启加速器，在加速器出束状态下意外打开防护门，立即停止出束，关上门不能自动开始出束。	直线加速器室已设置门机联锁装置，在防护门关闭后开启加速器，出束情况下打开防护门可停止出束。	已落实

续表 5-2 直线加速器室辐射安全防护设施落实情况

序号	辐射安全防护设施	环评时要求	验收落实情况	对比结果
6	紧急停机按钮	直线加速器机房内治疗床、机房迷道内及合适位置、控制室的操作台上均拟设置紧急停机按钮，便于操作人员及误入人员在发生紧急情况时能及时切断系统电源	已在控制台上和机房内治疗床、机房迷道分别安装紧急停机开关。	已落实
7	电视监控及对讲系统	Halcyon 型直线加速器自身配置了一套一体化的摄像机与对讲机，在治疗过程中医务人员可以及时观察病人情况，与病人交流，防止意外情况的发生。	机房内已安装摄像头，可以观察到整个机房的情况以及防护门的开闭情况，且已设置对讲系统。	已落实
8	紧急开门按钮	直线加速器机房迷道处人员易接触的位置拟设置紧急开门按钮，在事故状态下人员逃逸至迷道内可通过该按钮开启防护门，实现紧急逃逸。	在直线加速器室靠近防护门位置已设置紧急开门按钮。	已落实
9	固定式辐射剂量监测系统	直线加速器机房迷路内口处拟安装固定式辐射剂量监测仪并有报警功能，其显示单元设置在控制室内，可实时监测机房内辐射水平。	机房内已设置固定式剂量监测报警装置，实时监测机房内辐射水平。	已落实

表 5-3 后装机室辐射安全防护设施落实情况

序号	辐射安全防护设施	环评时要求	验收落实情况	对比结果
1	墙体屏蔽防护	后装机房东墙、南侧迷道内墙和迷道外墙、西墙、北墙、屋顶均为 60cm 混凝土。	后装机房东墙、南侧迷道内墙和迷道外墙、西墙、屋顶均为 60cm 混凝土，北墙为 65cm 混凝土。	已落实，验收阶段后装机室北墙混凝土较环评阶段偏厚。
2	机房防护门	后装机室防护门拟采用 6mmPb 当量电动防护门。	后装机室防护门已安装 10mmPb 当量的电动防护门。	已落实，验收阶段后装机室防护门铅当量较环评阶段偏重。
3	电离辐射警告标志和工作状态指示灯	在后装机房入口处拟设置符合 GB18871-2002 规范的电离辐射警告标志和工作状态指示灯，工作状态指示灯与后装机联锁，防止无关人员逗留和误入。	后装机室病人进出门外设置了警示灯和明显的电离辐射警告标识，工作状态指示灯与加速器联锁，且能正常工作。	已落实

序号	辐射安全防护设施	环评时要求	验收落实情况	对比结果
4	安装门机联锁装置	后装机房防护门设计安装门机联锁装置，与后装机联锁，开门状态不能出源照射，出源照射状态下若开门放射源自动回到后装治疗设备的安全位置。	后装机室已设置门机联锁装置，在防护门关闭后开启出源照射，出源照射状态下打开防护门可停止出束。	已落实
5	安装紧急停机按钮（急停开关）	后装机房迷道内及合适位置、控制室的操作台上均拟设置急停开关，在发生紧急情况时，按下急停按钮放射源将自动回到后装机的安全位置，急停按钮按下后需要手动复位。	已在控制台和机房易触位置及墙面均设置有急停开关。	已落实
6	监控与对讲装置	后装机房入口处设计安装实时监控装置，后装机操作人员在控制室内能够实施观察到通向机房的通道情况；机房内设计安装实时监控装置，并拟配备对讲装置，在治疗过程中医务人员可以及时观察病人情况，与病人交流，防止意外情况的发生。	机房内已安装摄像头，可以观察到整个机房的情况以及防护门的开闭情况；设置对讲系统。	已落实
7	固定式辐射剂量监测系统	后装机房迷道内拟设置1台且有报警功能的固定式辐射剂量监测仪，并与门-机联锁相联系，该系统数字显示装置安装在控制室内，可以实时读取机房内的空气吸收剂量率数据，用来监测放射源状态。当机房内辐射剂量超过预定水平时，防护门被联锁无法打开，只有当机房内辐射剂量降至安全水平以下时，防护门才能打开。	机房内已设置固定式剂量监测报警装置，实时监测机房内辐射水平。	已落实
8	手动开门装置	机房防护门设置手动开门装置。	已设置安全制动装置（防挤压），如在断电等的情况下，门在任何时候都可以从治疗室里面或外面打开。	已落实
9	应急设备	机房内配备合适的储源容器、长柄镊子等应急设备	已在后装治疗机房内放置一个应急储源罐和长柄镊子。	已落实



直线加速器室门口



直线加速器室急停按钮



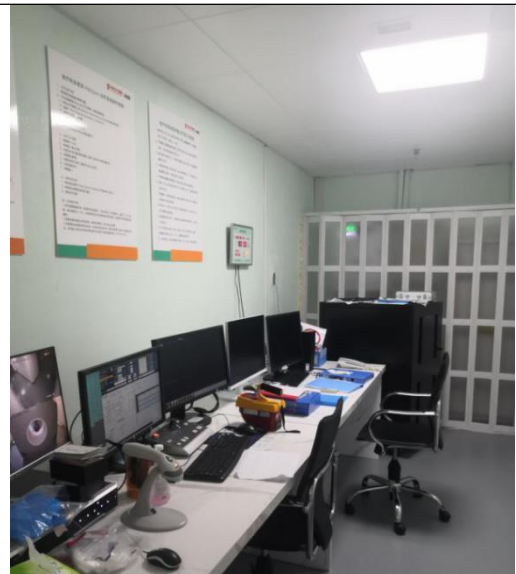
直线加速器



直线加速器室辐射监测仪、监控



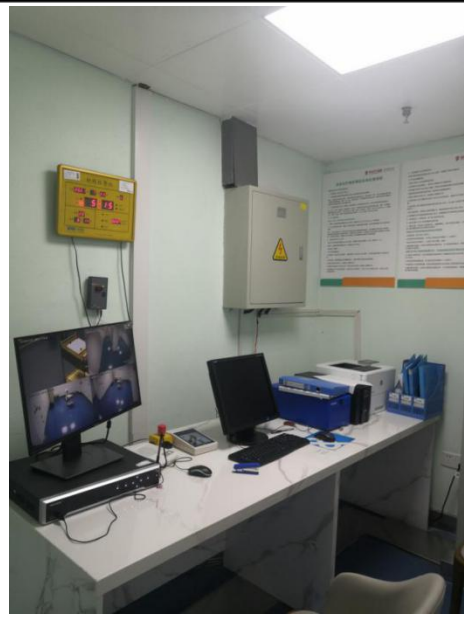
机械排风装置



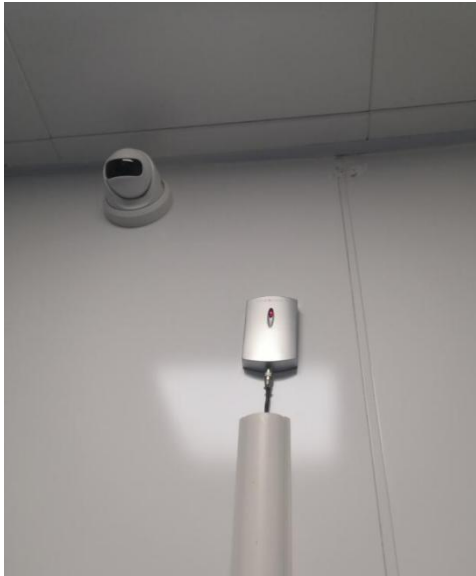
直线加速器控制室



后装机室门口



后装机控制室



后装机室监控、辐射报警仪



后装机



后装机室急停按钮



部分上墙制度



个人剂量报警仪

防护用品

图 5-2 本项目辐射防护措施图片

3.辐射工作人员管理情况

(1) 辐射工作人员培训：漳州正兴医院现有辐射工作人员共计 96 名，本次项目涉及 6 名辐射工作人员，现有 60 人参加辐射安全防护培训（包括此次项目的 4 名辐射工作人员），并取得合格证书（见附件 6），其余人员已制订培训计划，安排进行辐射安全与防护相关培训。

表 5-4 本项目辐射工作人员信息表

姓名	医用设备使用人员业务能力考评合格证	辐射安全与防护相关培训证书
陈梅	LA 医师，证书编号：*****	--
张环	LA 医师，证书编号：*****	持有
李家兵	1、LA·(X 刀、 γ 刀) 物理师，证书编号：***** 2、LA·(X 刀、 γ 刀) 技师，证书编号：*****	持有
于壮	LA·(X 刀、 γ 刀) 物理师，证书编号：*****	持有
林淑真	--	持有
黄栋林	--	--

(2) 个人剂量监测：漳州正兴医院为现有辐射工作人员均配备了个人剂量计，定期委托有资质的单位（福建省一准医学检测科技发展有限公司）进行个人剂量监测工作，监测频率为 1 次/季度，每季度的个人剂量检测结果均存档备案。从去年四个季度的监测报告看，均未见异常。

(3) 体检情况：漳州正兴医院安排辐射工作人员参加职业健康体检，并建立职业健康档案。根据医院提供的 2021 年最新个人体检报告本项目辐射工作人员符合放射工作人员健康标准，其他辐射工作人员检出血常规异常 1 人，经后续复查后符合放射工作人员健康标准，其

余未发现异常情况（见附件5）。

4.环评保护验收项目及批复要求落实情况

截止本次验收调查，建设单位对本项目环评报告中建议及环评批复环保措施落实情况见表5-5。

表 5-5 环保措施落实情况

措施来源	环保措施	本项目情况	落实情况
环评报告	医院成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确各成员管理职责。	医院已设立专门的放射防护管理领导小组，并明确各有关人员的管理职责，由秘书负责辐射安全与环境保护管理工作，依据辐射安全。	已落实
	所有辐射工作人员均参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训，考核合格后上岗。	医院现有 60 名辐射工作人员参加了有辐射安全防护培训，并取得了合格证书。医院已制订培训计划，安排剩余人员进行辐射安全与防护相关培训。	已落实
	所有辐射工作人员均配备个人剂量计，并定期（不超过 3 个月）送有资质部门进行监测，医院建立个人累积剂量档案。	医院已委托福建省一准医学检测科技发展有限公司进行个人剂量监测，并建立个人档案，同时已制定《放射工作人员个人剂量监测与档案管理制度》。	已落实
	所有辐射工作人员均定期（不超过 1 次/2 年）进行职业健康体检，医院建立职业健康监护档案。	医院已组织辐射工作人员在本院进行职业健康体检，并建立个人档案，同时已制定《放射工作人员职业健康管理制度》。	已落实
	各放射性工作场所均应建立健全的操作规程、管理制度、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备维修维护（应有记录），人员培训制度。	医院已制度较完善的辐射安全管理制度，落实辐射安全管理责任，详见附件。	已落实
	¹⁹² Ir 后装机放射源达到使用年限退役后，废源将由原生产厂家回收处置。	医院委托原生产厂家回收处置 ¹⁹² Ir 后装机放射源。	已落实
环评批复	项目建设内容为：在漳州市芩城区北环城路 1609 号漳州正兴医院病房楼地下一层放疗科内，使用 1 台直线加速器，为 II 类射线装置；使用 1 枚 ¹⁹² Ir 放射源（用于后装机治疗），活度为 3.72+11Bq，为 III 类放射源。	项目建设内容为：在漳州市芩城区北环城路 1609 号漳州正兴医院病房楼地下一层放疗科内，使用 1 台直线加速器，为 II 类射线装置；使用 1 枚 ¹⁹² Ir 放射源（用于后装机治疗），活度为 3.72+11Bq，为 III 类放射源。	已落实

续表 5-5 环保措施落实情况

措施来源	环保措施	本项目情况	落实情况
环评批复	<p>严格按照设计方案开展建设,确保各辐射工作场所周围满足防护要求;各辐射工作场所出入口醒目处要安装明显的工作状态指示灯和电离辐射警告标志,并设置门机联锁装置和急停装置,防止人员受到误照射。</p>	<p>直线加速器室和后装机室病人进出门外均设置了警示灯和明显的电离辐射警告标识。</p>	<p>已落实</p>
	<p>健全并完善各项辐射安全和防护管理规章制度,严格按照环保要求和技术操作规程开展作业,加强设备维护行期对设备的操作、维修和管理措施进行检查,完善辐射事故应急预案并定期开展演练。</p>	<p>已成立辐射安全与防护管理小组,制定了较为完善的操作规程、岗位职责、辐射事故应急预案和各项辐射安全管理制度,并严格执行。适时开展辐射事故应急演练。</p>	<p>已落实</p>
	<p>配备符合防护要求的辅助防护用品;现场配备辐射剂量率巡测仪,开展周围环境的辐射水平巡测,发现安全隐患立即整改。</p>	<p>本项目已配备 6 台个人剂量报警仪和 1 台便携式辐射巡测仪,同时配备了铅衣、铅帽、铅围裙等个人防护用品。</p>	<p>已落实</p>
	<p>使用放射源和射线装置的操作人员应按要求参加辐射防护培训并取得合格证书,做到持证上岗;建立健全个人剂量和职业健康档案,所有辐射工作公员均应按的要求佩戴个人剂量计并接受剂量监测。</p>	<p>医院已有 60 名辐射工作人员参加了有辐射安全防护培训,其中包括此次项目涉及到的 4 名辐射工作人员,并取得了合格证书。医院已制订培训计划,安排其余辐射工作人员进行辐射安全与防护相关培训。医院为辐射工作人员均配备了个人剂量计,并委托有资质单位开展个人剂量监测工作,建立个人剂量档案。医院安排辐射工作人员参加职业健康体检,并建立职业健康档案。</p>	<p>已落实</p>
	<p>根据《电离营射防护当辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定和“报告表”的预测,本项目公众按 0.25 毫希沃特/年执行,职业人员剂量约束按 5 毫希沃特/年执行。</p>	<p>本项目公众已按 0.25 毫希沃特/年执行,职业人员剂量约束按 5 毫希沃特/年执行。</p>	<p>已落实</p>
	<p>你单位应按规定向我厅重新申领辐射安全许可证,在许可范围内从事核技术利用相关活动,按时报送辐射安全年度评估报告。</p>	<p>医院已按要求重新申请辐射安全许可证,在许可范围内从事辐射相关活动。</p>	<p>已落实</p>

5.相关法规文件执行情况

辐射防护制度应按照新修订和颁布的《关于修改〈放射性同位素与射线装置安全许可管理办法〉的决定》（环境保护部令第3号）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第18号）进行调查，调查结果见表5-6。

表 5-6 辐射防护制度对照环保部 3 号令及 18 号令等法规要求的对照表

3 号令及 18 号令等法规条文规定	项目实际情况	符合情况
使用 II 类射线装置,应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构,或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	医院已成立辐射安全与防护管理委员会。	符合
从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。取得辐射安全培训合格证书的人员,应当每四年接受一次再培训。	医院现有辐射工作人员有 60 名参加了有辐射安全防护培训,并取得了合格证书。医院已制订培训计划,安排进行辐射安全与防护相关培训。	符合
放射性同位素与射线装置使用场所应当设置明显的放射性标志和中文警示说明,入口处应设置安全和防护设施以及必要的防护安全连锁、报警装置或者工作信号,有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射安全措施。	直线加速器室和后装机室设置了电离辐射警示标识、工作状态指示灯、门灯联锁装置,机房内设置了紧急停止按钮,可防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射。	符合
配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器,包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。	本项目已配备 6 台个人剂量报警仪和 1 台便携式辐射巡测仪,同时配备了铅衣、铅帽、铅围裙等个人防护用品。	符合
有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	医院已制定一套较完善的辐射管理规章制度,并严格实施,并将部分文件张贴上墙。	符合
有完善的辐射事故应急措施。	已制定较完善的辐射事故应急预案。	符合
生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位,应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估,并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度评估报告。	项目正式投入运行后,医院将每年 1 月 31 日前编写辐射安全和防护状况年度评估报告省生态环境厅。	符合
生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位,应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准,对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测;发现个人剂量监测结果异常的,应当立即核实和调查,并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。	医院的辐射工作人员均配备了个人剂量计,并委托福建省一准医学检测科技发展有限公司开展个人剂量监测,为辐射工作人员建立个人剂量档案。	符合

续表 5-6 辐射防护制度对照环保部 3 号令及 18 号令等法规要求的对照表

3 号令及 18 号令等法规条文规定	项目实际情况	符合情况
生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。	医院已委托有资质单位对辐射工作场所进行监测，并出具监测报告。	符合

6.环境风险防范措施落实情况

漳州正兴医院本项目环评中提出的环境风险防范措施落实情况见表 5-7。

表 5-7 环境风险防范措施落实情况

序号	环评中提出防范措施	验收中落实的情况
1	建立辐射安全管理机构，制定完善的规章制度，并在实际工作过程中严格执行；	已落实。医院已制定一套较完善的辐射管理规章制度，并严格实施，并将部分文件张贴上墙。
2	加强辐射安全管理，加强辐射工作人员技能培训和辐射安全与防护知识的培训，提高个人的技能和辐射安全防范意识；	已落实。医院已制定《辐射工作人员培训制度》，辐射安全与防护管理委员会定期组织辐射工作人员参加培训。
3	定期检查各辐射工作场所和设备的辐射安全措施运行情况，确保各项安全措施始终保持良好的工作状态。	已落实。建设单位已制定《放疗科放射治疗防护监测制度》，物理师定期对所有放射治疗和影像定位设备进行辐射安全检查。

7. 验收不合格项自查落实情况

根据环境保护部关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告第八条，建设项目环境保护设施存在表 5-8 情形之一的，建设单位不得提出验收合格的意见。

表 5-8 验收不合格项自查落实情况

序号	《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》提出的验收不合格项目	验收中落实的情况
1	未按环境影响报告书（表）及其审批部门审批决定要求建成环境保护设施，或者环境保护设施不能与主体工程同时投产或者使用的；	不存在上述情况。
2	污染物排放不符合国家和地方相关标准、环境影响报告书（表）及其审批部门审批决定或者重点污染物排放总量控制指标要求的；	不存在上述情况。
3	环境影响报告书（表）经批准后，该建设项目的性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染、防止生态破坏的措施发生重大变动，建设单位未重新报批环境影响报告书（表）或者环境影响报告书（表）未经批准的；	不存在上述情况。

续表 5-8 验收不合格项自查落实情况

序号	《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》提出的验收不合格项目	验收中落实的情况
4	建设过程中造成重大环境污染未治理完成，或者造成重大生态破坏未恢复的；	不存在上述情况。
5	纳入排污许可管理的建设项目，无证排污或者不按证排污的；	不存在上述情况。
6	分期建设、分期投入生产或者使用依法应当分期验收的建设项目，其分期建设、分期投入生产或者使用的环境保护设施防治环境污染和生态破坏的能力不能满足其相应主体工程需要的；	不存在上述情况。
8	验收报告的基础资料数据明显不实，内容存在重大缺项、遗漏，或者验收结论不明确、不合理的；	不存在上述情况。
9	其他环境保护法律法规规章等规定不得通过环境保护验收的。	不存在上述情况。

8. 工程环境保护投资

本项目投资*****万元，其中环保投资*****万元，环保投资占总投资*****%。

表六 验收监测质量保证及质量控制

验收监测质量保证及质量控制：

厦门亿科特检测技术有限责任公司于2021年7月23日对漳州正兴医院新增1台直线加速器和1台后装机项目的辐射工作场所进行了监测。验收监测按《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）及《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中的有关布点原则和方法，结合本次监测的实际情况进行布点监测。

1.监测方法

本次现状监测方法依据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）提供的方法。有关内容见表6-1。

表6-1 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》相关内容

项目	相关参数
量程范围	低量程： $1\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ - $1\times 10^{-5}\text{Gy/h}$ 高量程： $1\times 10^{-5}\text{Gy/h}$ - $1\times 10^{-2}\text{Gy/h}$
相对固有误差	$<\pm 15\%$
能量响应	50KeV~3MeV 相对响应之差 $<\pm 30\%$ (相对 ^{137}Cs 参考 γ 辐射源)
角响应	$0^\circ\sim 180^\circ$ $\bar{R}/R\geq 0.8$ (^{137}Cs γ 辐射源)； \bar{R} ：角响应平均值； R：刻度方向上的响应值
温度	$-10\sim +40^\circ\text{C}$ (即时测量仪表)， $-25\sim +50^\circ\text{C}$ (连续测量仪表)
相对湿度	95%(+35 $^\circ\text{C}$)

2.监测仪器

本次现状监测使用的仪器参数见表6-2，该仪器由上海市计量测试技术研究院检定。

表6-2 环境监测仪器及参数

仪器名称	便携式 x、 γ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	451p
仪器检定有效期限	2022-6-20
仪器检定编号	2021H21-20-3370344001

3.质量保证措施

- ①合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性；
- 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监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用；
- ④每次测量前后均检查仪器的工作状态是否良好；
- ⑤由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录；
- ⑥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。

表七 验收监测内容

验收监测内容

1.监测内容

根据本项目的工艺流程和污染特征，本次验收监测项目为 γ 辐射空气吸收剂量率。本次验收监测漳州正兴医院1台直线加速器和1台后装机项目辐射工作场所。

2.监测时间及环境参数

监测时间及环境参数见表7-1：

表 7-1 监测时间及环境参数

监测时间	2021年7月23日
天气情况	晴
温度	24.1℃
相对湿度	57.8%

3.验收监测布点

漳州正兴医院1台直线加速器和后装机项目辐射工作场所四周监测点位示意图见图7-1和图7-2。

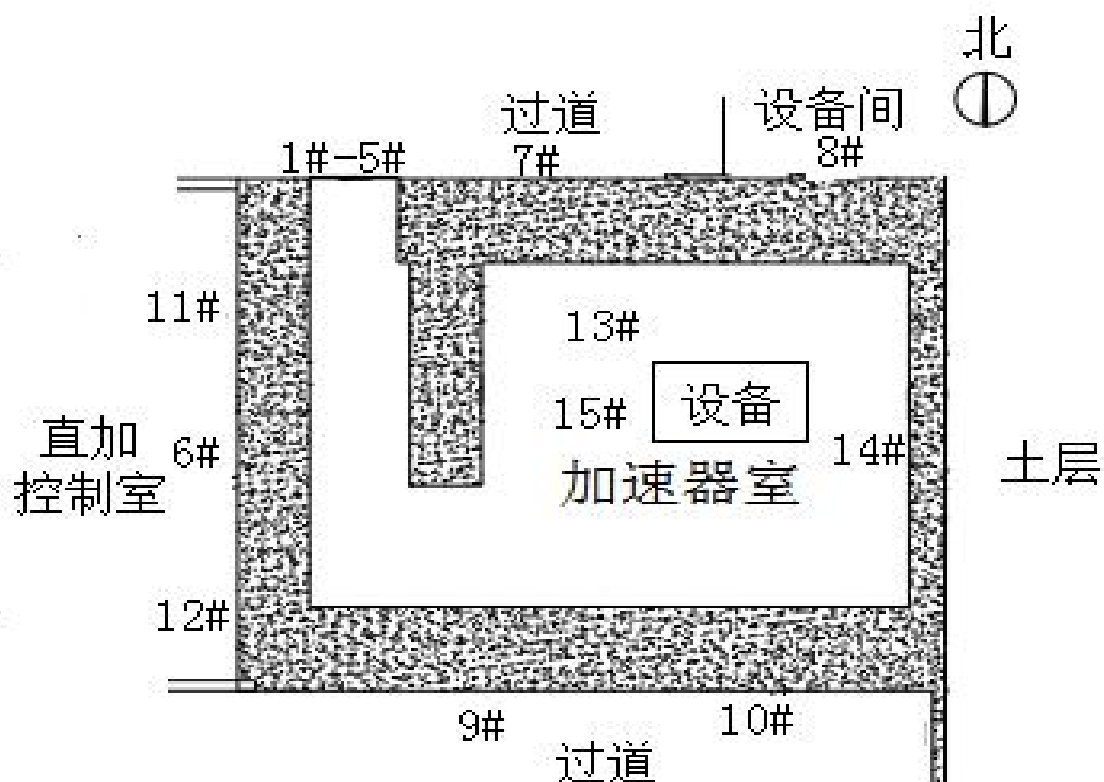


图 7-1 加速器室四周辐射环境监测点位示意图

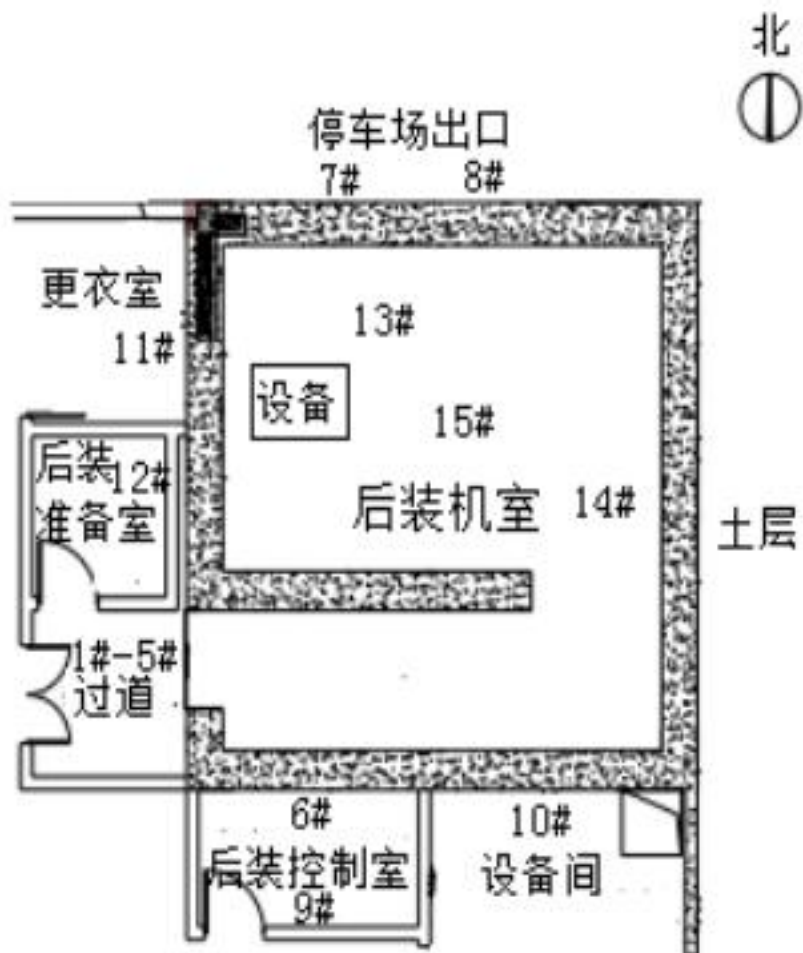


图 7-2 后装机室四周辐射环境监测点位示意图

表八 验收监测结果

验收监测期间生产工况记录

验收监测期间，各辐射防护设施、设备均正常运行。直线加速器最大 X 线：6MV，后装机使用一枚 ^{192}Ir 放射源：最大装源活度为： $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$ 。

验收监测结果

1. 辐射工作场所监测结果

漳州正兴医院直线加速器和后装机项目辐射工作场所周边监测结果见表 8-1 和表 8-2。

表 8-1 加速器室 γ 辐射空气吸收剂量率一览表

点号	监测点位描述	γ 辐射空气吸收剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)		国家标准 ($\mu\text{Sv/h}$)
		关机	开机	
1#	机房防护门外 30cm 处 (上侧)	*****	*****	≤ 2.5
2#	机房防护门外 30cm 处 (下侧)	*****	*****	
3#	机房防护门外 30cm 处 (左侧)	*****	*****	
4#	机房防护门外 30cm 处 (右侧)	*****	*****	
5#	机房防护门外 30cm 处 (中侧)	*****	*****	
6#	控制室操作位	*****	*****	
7#	机房北侧墙体外 (设备间、过道) 30cm 处	*****	*****	
8#		*****	*****	
9#	机房南侧墙体外 (过道) 30cm 处	*****	*****	
10#		*****	*****	
11#	机房西侧墙体外 (直加控制室) 30cm 处	*****	*****	
12#		*****	*****	
13#	机房楼上 (过道) 离地 100cm 处	*****	*****	
14#		*****	*****	
15#	机房内	*****	/	

注：(1) 监测时间：2021 年 7 月 23 日，检测环境：24.2℃ /53.9%RH；
 (2) 监测方式为巡测，表中数值为巡测最大值；
 (3) 表中数据已乘以校准因子 1.12 (0.007mSv/h)、1.24 (200kV)，未扣除本底值；
 (4) 表中“/”表示无需监测，且机房楼下为土层，无法监测；
 (5) 监测布点见图 1。

表 8.2 后装机室 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

点号	监测点位描述	γ 辐射空气吸收剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)		国家标准 ($\mu\text{Sv/h}$)
		关机	开机	
1#	机房防护门外 30cm 处 (上侧)	*****	*****	≤ 2.5
2#	机房防护门外 30cm 处 (下侧)	*****	*****	
3#	机房防护门外 30cm 处 (左侧)	*****	*****	
4#	机房防护门外 30cm 处 (右侧)	*****	*****	
5#	机房防护门外 30cm 处 (中侧)	*****	*****	
6#	控制室操作位	*****	*****	
7#	机房北侧墙体外 (停车场出口) 30cm 处	*****	*****	
8#		*****	*****	
9#	机房南侧墙体外 (后装控制室、设备间) 30cm 处	*****	*****	
10#		*****	*****	
11#	机房西侧墙体外 (更衣室、后装准备室、 过道) 30cm 处	*****	*****	
12#		*****	*****	
13#	机房楼上 (过道) 离地 100cm 处	*****	*****	
14#		*****	*****	
15#	机房内	*****	*****	

注：(1) 监测时间：2021 年 7 月 23 日，检测环境：24.1℃ /57.8%RH；
 (2) 监测方式为巡测，表中数值为巡测最大值；
 (3) 表中数据已乘以校准因子 1.12 (0.007mSv/h)，未扣除本底值；
 (4) 表中“/”表示无需监测，且机房楼下为土层，无法监测；
 (5) 监测布点见图 2。

从监测结果可知：

漳州正兴医院加速器室和后装机室 γ 辐射空气吸收剂量率正常工况监测平均值在 0.10~0.19 $\mu\text{Sv/h}$ 之间，满足《放射治疗放射防护要求》GBZ121-2020 中规定的在距机房外，周围剂量当量率的控制目标值不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 的要求。

2.年有效剂量估算

根据该院提供的资料可知，该院加速器预计年最大出束时间为 1000h，直线加速器控制室辐射工作人员年最大工作时间按 1000h 进行计算，公众成员受照射时间按射线装置年最大

出射线时间的 1/5 计算，按 200h 进行计算。照射剂量率取监测机房防护门外 30cm 处（中侧）0.19 μ Sv/h 进行计算。后装机运行后年治疗照射时间约 300h，周治疗患者人数为 30 人，年工作 50 周，治疗前工作人员进入机房摆位约 2min/人次，摆位人员年最大受照射时间为约 50h，摆位的照射剂量率为 1.1 μ Sv/h；后装机室周边活动的公众成员受照射时间按射线装置年最大出射线时间的 1/5 计算，按 60h 进行计算。照射剂量率取监测机房楼上（过道）离地 100cm 处 0.17 μ Sv/h 进行计算。

参考联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）--2000 年报告附录 A 的相关内容，年附加剂量采用下式进行估算：

$$D=TH/1000$$

式中：D—一年所受外照射的附加剂量，mSv；

H—照射剂量率， μ Sv/h；

T—工作时间，h。

计算结果见表 8-3。

表 8-3 年有效剂量估算结果

设备	保护目标	照射剂量率 (μ Sv/h)	年受照时间(h)	年有效剂量估算 (mSv)
直线加速器	辐射工作人员	*****	*****	*****
	公众成员	*****	*****	*****
后装机	辐射工作人员 (控制室操作人员)	*****	*****	*****
	辐射工作人员 (机房内摆位人员)	*****	*****	*****
	辐射工作人员	*****	*****	*****

注：未扣除本底值。

根据剂量估算结果，直线加速器在正常工况时，辐射工作人员年有效剂量最大值为 0.19mSv，加速器室周边活动的公众人员年有效剂量最大值为 0.038mSv。后装机在正常工况时，控制室辐射工作人员年有效剂量最大值为 0.051mSv，机房内摆位辐射工作人员年有效剂量最大值为 0.055mSv，后装机室周边活动的公众人员年有效剂量最大值为 0.038mSv。

直线加速器室和后装机室辐射工作人员及周围公众人员的年有效剂量分别低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的辐射工作人员的连续五年有效剂量平均限值 20mSv 和公众人员年有效剂量限值 1mSv 的要求，同时满足本项目辐射工作人员的管理限值 5mSv/a 和公众人员管理限值 0.25mSv/a 的要求。

3.本项目辐射工作人员年个人剂量估算

表 8-3 本项目辐射工作人员照射年个人剂量估算

姓名	2020 年第三 季度 (mSv)	2020 年第四 季度 (mSv)	2021 年第一季 度 (mSv)	2021 年第二 季度 (mSv)	年个人剂量 (mSv)
陈梅	*****	*****	*****	*****	*****
张环	*****	*****	*****	*****	*****
李家兵	*****	*****	*****	*****	*****
于壮	*****	*****	*****	*****	*****
林淑真	*****	*****	*****	*****	*****
黄栋林	*****	*****	*****	*****	*****

根据医院提供的 2020 年第 2 季度至 2021 年第 1 季度个人剂量的统计结果可知，本项目辐射工作人员四个季度的内照射剂量监测值均小于其最低探测水平，医院辐射工作人员年个人剂量均满足管理约束值 5mSv/a 的要求。

表九 验收监测结论

验收监测结论

1.调查的基本情况

对调查结果作进一步总结和分析，得出以下主要结论：

(1) 对照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》调查情况结果

对照环境保护部发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》第八条落实调查结论。漳州正兴医院不存在《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》第八条中的任一条不合格项。

(2) 工程概况调查结果

根据现场调查，本次验收内容为：医院在病房楼地下一层放疗科加速器室和后装机室新增 1 台直线加速器和一台后装机，用于医疗诊治。项目验收阶段与环评阶段对比，建设地点、规模、性质及环境保护措施基本保持一致。项目现已投入运营，本项目投资*****万元，其中环保投资*****万元，环保投资占总投资*****%。

(3) 环境保护措施执行情况调查结果

本项目执行了建设项目环境影响评价制度和环境保护“三同时”制度，落实了环评报告表及批复文件的各项污染防治措施。采取的主要环境保护措施如下：

①建设了满足辐射屏蔽要求的辐射工作场所，介入手术室出入口安装明显的工作状态指示灯和电离辐射警告标志，且能正常工作。

②辐射工作人员和患者配备了个人防护用品，同时还配备个人剂量报警仪和辐射巡测仪等辐射监测设备，且能正常使用。医院为所有辐射工作人员均配备了个人剂量计，并委托有资质单位开展个人剂量监测。

③医院现有 60 人参加辐射安全防护培训（包括此次项目涉及的 4 名辐射工作人员），并取得合格证书（见附件 6），其余 36 名人员已制订培训计划，安排进行辐射安全与防护相关培训。

④医院成立了辐射防护领导小组，建立了较完善的管理制度，相关规章制度已上墙。

(4) 辐射工作场所验收监测结论

从监测结果可知，漳州正兴医院加速器室和后装机室周边 γ 辐射空气吸收剂量率正常工况监测平均值在*****~***** $\mu\text{Sv/h}$ 之间，满足《放射治疗放射防护要求》GBZ121-2020 中规定的在距机房外，周围剂量当量率的控制目标值不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的要求。

(5) 人员防护及管理制度调查结论

①年有效剂量估算结果

根据剂量估算结果，漳州正兴医院直线加速器和后装机项目在正常工况时，加速器室辐射工作人员年有效剂量最大值为*****mSv，加速器室周边活动的公众人员年有效剂量最大值为*****mSv。后装机在正常工况时，控制室辐射工作人员年有效剂量最大值为*****mSv，机房内摆位辐射工作人员年有效剂量最大值为*****mSv，后装机室周边活动的公众人员年有效剂量最大值为*****mSv。加速器室和后装机室辐射工作人员及周围公众人员的年有效剂量分别低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的辐射工作人员的连续五年有效剂量平均限值 20mSv 和公众人员年有效剂量限值 1mSv 的要求，同时满足本项目辐射工作人员的管理限值 5mSv/a 和公众人员管理限值 0.25mSv/a 的要求。

根据医院辐射工作人员 2020 年 1 月至 2020 年 12 月个人剂量的统计结果可知，医院辐射工作人员四个季度的内照射剂量监测值均小于其最低探测水平，医院辐射工作人员的年个人剂量均满足管理约束值 5mSv/a 的要求。

②辐射工作人员监护情况调查结论

医院为本项目辐射工作场所均配备了铅衣、铅围裙、铅围脖、铅帽等防护用品。

③管理制度落实情况调查结论

医院落实了环评中提出的要求，成立了辐射安全领导小组，制定了完善的辐射安全管理制度。

④辐射防护制度对照环保部 3 号令和 18 号令落实情况调查结论

医院落实了环保部 3 号令及 18 号令提出的相关措施要求。

（6）环境风险及防范措施调查结论

漳州正兴医院 1 台直线加速器和后装机项目辐射工作场所落实了环境风险防范措施，并制定了《辐射事故应急预案》，确保有序地组织开展事故救援工作，能最大限度地减少或消除事故和紧急情况造成的影响，避免事故蔓延和扩大，保护人群健康。

综合上述，漳州正兴医院 1 台直线加速器和后装机项目满足辐射防护的要求，严格执行了各项规章制度，各种辐射安全防护措施达到了环评报告及批复文件提出的要求，辐射环境监测结果能满足相关标准的要求。因此，该项目符合环境保护竣工验收条件。

2.存在问题及改进要求

（1）医院应尽快安排 36 名人员进行辐射安全与防护相关培训。

（2）医院应对辐射工作场所的安全和防护状况进行年度评估，并与每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

附件及附图

附件

附件 1 委托书

附件 2 辐射安全许可证

附件 3 环评批复

附件 4 个人剂量监测报告

附件 5 职业健康体检报告

附件 6 辐射安全培训证书

附件 7 辐射防护相关管理制度

附件 8 2020 年度评估报告

附件 9 监测单位资质、监测报告及检测设备检定证书

附件 10.委托运输协议