

泉州市昌财综合医院核技术利用项目阶段性
竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：泉州市昌财综合医院

编制单位：福建锡福技术服务有限公司

2025年4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：

填 表 人 ：

建设单位 泉州市昌财综合医院

(盖章)

电话: 15062700457

传真:/

邮编:362399

地址： 南安市罗东镇湖滨南路 500 号

编制单位 福建锡福技术服务有限公司

(盖章)

电话:0595-22067686

传真:/

邮编:362216

地址： 福建省晋江市嘉和路 332 号 1105
室、1106 室

目 录

表一 项目概述	1
表二 项目建设情况	17
表三 辐射安全与防护设施/措施	38
表四 环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定	61
表五 验收监测质量保证及质量控制	71
表六 验收监测内容	73
表七 验收监测结果	74
表八 验收监测结论	78
附件.....	88
附件 1: 建设项目委托书	错误!未定义书签。
附件 2: 辐射安全许可证	错误!未定义书签。
附件 3: 泉州市昌财综合医院本项目环评批复	错误!未定义书签。
附件 4: 辐射防护管理组织	错误!未定义书签。
附件 6: 放射事故应急处理预案	错误!未定义书签。
附件 7: 建设单位辐射防护管理制度	错误!未定义书签。
附件 8: 个人剂量监测委托合同	错误!未定义书签。
附件 9: 辐射工作人员培训证书	错误!未定义书签。
附件 10: 辐射工作人员体检报告	错误!未定义书签。
附件 11: 验收监测报告	错误!未定义书签。
附件 12: 验收监测单位资质	错误!未定义书签。

表一 项目概述

建设项目名称	泉州市昌财综合医院核技术利用项目				
建设单位名称	泉州市昌财综合医院				
建设项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 技改 <input type="checkbox"/> 迁建				
建设地点	福建省泉州市南安市罗东镇湖滨南路 500 号				
辐射源项	放射源	/			
	非密封放射性物质	使用丙级非密封放射性物质工作场所 (¹⁸ F)			
	射线装置	使用 II 类射线装置、III 类射线装置 (使用 1 台 PET/CT、2 台 DSA、1 台 ERCP、1 台 医用电子直线加速器)			
建设项目环评批复时间	2021 年 12 月 22 日	开工建设时间	2022 年 7 月		
取得辐射安全许可证时间	2025 年 1 月 24 日	项目投入运行时间	2025 年 3 月		
辐射安全与防护设施投入运行时间	2025 年 2 月	验收现场监测时间	2025 年 3 月 13 日		
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		
辐射安全与防护设施设计单位	广东路遥医特工程有限公司	辐射安全与防护设施施工单位	正硕工程科技有限公司		
投资总概算 (万元)	30000	辐射安全与防护设施投资总概算 (万元)	4500	比例	15%
实际总概算 (万元)	30000	辐射安全与防护设施实际总概算 (万元)	4445	比例	14.82%
验收监测依据	<p>1、建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度</p> <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 9 号，2015 年 1 月 1 日实施</p> <p>(2) 《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 6 号，2003 年 10 月 1 日实施</p>				

(3) 《建设项目环境保护管理条例》(2017 修改版), 国务院令第 682 号, 2017 年 10 月 1 日发布施行

(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2019 年修正版), 国务院令第 709 号, 2019 年 3 月 2 日起施行

(5) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021 年修正版), 生态环境部令第 20 号, 自 2021 年 1 月 4 日起施行

(6) 《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, 2011 年 5 月 1 日施行

(7) 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, 2017 年 12 月 5 日起施行

(8) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》, 生态环境部公告 2019 年第 57 号, 2020 年 1 月 1 日起施行

(9) 《放射性废物安全管理条例》, 国务院令第 612 号, 2012 年 3 月 1 日起施行

(10) 《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 22 日起施行

2、建设项目竣工验收保护验收技术规范

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)

(2) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)

(3) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)

(4) 《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)

(5) 《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021)

(6) 《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)

(8) 《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020)

(9) 《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020)

(10) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)

(11) 《职业性外照射个人剂量监测规范》(GBZ 128-2019)

	<p>(12) 《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>(13) 《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>3、建设项目环境影响报告表及其他审批部门审批决定</p> <p>(1) 《福建省童昌综合医院有限公司核技术利用项目环境影响报告表》；</p> <p>(2) 《福建省生态环境厅关于批复福建省童昌综合医院有限公司核技术利用项目环境影响报告表的函》(闽环辐评(2021)52号)。</p> <p>4、其他相关文件</p> <p>(1) 泉州市昌财综合医院的辐射安全许可证；</p> <p>(2) 泉州市昌财综合医院的相关制度、个人剂量监测报告、职业健康体检报告等</p> <p>(3) 泉州市昌财综合医院的竣工图纸；</p> <p>(4) 建设项目的验收监测报告；</p> <p>(5) 建设单位的其他技术材料</p>						
验收执行标准	<p>1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)</p> <p>辐射工作人员及公众的年照射剂量限值，见表 1-1</p> <p style="text-align: center;">表 1-1 照射剂量限值</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;"></th> <th style="text-align: center;">剂量限值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">职业照射剂量限值</td> <td> 工作人员所接受的职业照射水平不应超过下限值： <ul style="list-style-type: none"> ① 由审管部门决定连续 5 年的平均有限剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv ② 任何一年中的有效剂量，50mSv； ③ 眼晶体的年当量剂量 150mSv； ④ 四肢或皮肤的年当量剂量 500mSv。 </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">公众照射剂量限值</td> <td> 实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： <ul style="list-style-type: none"> ⑤ 眼晶体的年当量剂量 15mSv； ⑥ 四肢或皮肤的年当量剂量 50mSv； ⑦ 年有效剂量，1mSv； </td> </tr> </tbody> </table>		剂量限值	职业照射剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下限值： <ul style="list-style-type: none"> ① 由审管部门决定连续 5 年的平均有限剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv ② 任何一年中的有效剂量，50mSv； ③ 眼晶体的年当量剂量 150mSv； ④ 四肢或皮肤的年当量剂量 500mSv。 	公众照射剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： <ul style="list-style-type: none"> ⑤ 眼晶体的年当量剂量 15mSv； ⑥ 四肢或皮肤的年当量剂量 50mSv； ⑦ 年有效剂量，1mSv；
	剂量限值						
职业照射剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下限值： <ul style="list-style-type: none"> ① 由审管部门决定连续 5 年的平均有限剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv ② 任何一年中的有效剂量，50mSv； ③ 眼晶体的年当量剂量 150mSv； ④ 四肢或皮肤的年当量剂量 500mSv。 						
公众照射剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： <ul style="list-style-type: none"> ⑤ 眼晶体的年当量剂量 15mSv； ⑥ 四肢或皮肤的年当量剂量 50mSv； ⑦ 年有效剂量，1mSv； 						

⑧ 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。

第 11.4.3.2 款 剂量约束值常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内。

6.2.3 表面放射性污染的控制

工作人员体表、内衣、工作服以及工作场所的设备和地面等表面放射性污染的控制应遵循附录 B(标准的附录 B)B2 所规定的限制要求。

B2 表面污染控制水平

B2.1 工作场所的表面污染控制水平如表 1-1 所列。

表 1-1 表面放射性污染控制水平

表面类型		表面污染控制水平 (Bq/cm ²)
工作台、设备、墙壁、 地面	控制区 ^a	4×10
	监督区	4
工作服、手套、工作鞋	控制区与监督区	4
手、皮肤、内衣、工作袜		4×10 ⁻¹
^a 该区内的高污染子区除外。		

6.4 辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

6.4.1 控制区

6.4.1.1 注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

6.4.1.2 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，以及所需要的防护手段与安全措施的性质和范围。

6.4.1.3 对于范围比较大的控制区，如果其中的照射或污染水平在不同的局部变化较大，需要实施不同的专门防护手段或安全措施，则可根据需要再划分出不同的子区，以方便管理。

6.4.2 监督区

6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

6.4.3 非密封放射性物质工作场所的分级

非密封放射性物质工作场所的分级应按附录 C(标准的附录 C)的规定进行。

C1 应按表 1-2 将非密封放射性物质工作场所按放射性核素日等效最大操作量的大小分级。

表 1-2 非密封源工作场所分级标准

分级	日等效最大操作量/Bq
甲	$>4 \times 10^9$
乙	$2 \times 10^7 \sim 4 \times 10^9$
丙	豁免活度值以上 $\sim 2 \times 10^7$

C2 放射性核素的日等效操作量等于放射性核素的实际日操作量(Bq)与核素毒性组别修正因子的乘积除以与操作方式有关的修正因子所得的商。放射性核素的毒性组别修正因子及操作方式有关的修正因子分别表 1-3。

表 1-3 放射性核素的毒性组别修正因子及操作方式有关的修正因子

使用核素	毒性组别修正因子	操作方式修正因子
^{18}F	0.01 (低毒)	10 (液体, 很简单的操作)

8.6 放射性物质向环境排放的控制

8.6.2 不得将放射性废液排入普通下水道,除非经审管部门确认是满足下列条件的低放废液,方可直接排入流量大于 10 倍排放注量的普通下水道,并应对每次排放作好记录:

a)每月排放的总活度不超过 10ALImin (ALImin 是相应于职业照射的食入和吸入 ALI 值中的较小者)。

b)每一次的排放的活度不超过 1ALImin , 并且每次排放后用不少于 3 倍排放量的水进行冲洗。

根据附录 B1.3.4 和 B1.3.5 条款规定，对于职业照射，在一定的假设下可将 $I_{j, L}$ 用作 ALI。由相应的单位摄入量的待积有效剂量的值得到放射性核素 j 的年摄入量 $I_{j, L}$ 限值计算公式：

$$I_{j, L} = DL / e_j$$

式中:DL—相应的有效剂量的年剂量限值，取 5mSv/a;

e_j —标准中表 B3 中给出的放射性核素 j 的单位摄入量所致的待积有效剂量的相应值。

本项目涉及放射性核素排放导出活度限值见表 1-4。

表 1-4 放射性核素排放导出限值

核素	职业照射待积有效剂量 (Sv/Bq)		ALImin 一次排放 限值 (Bq)	10ALImin 月排 放限值 (Bq)
	吸入	食入		
¹⁸ F	9.3E-11	4.9E-11	5.3E+07	5.3E+08

(2) 《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)

4 总则

4.3 辐射工作场所分区

4.3.2 核医学工作场所的控制区主要包括……、放射性药物合成和分装室放射性药物贮存室、给药室、给药后候诊室、扫描室、……、给药后患者的专用卫生间、放射性废物暂存库、衰变池等区域。

4.3.3 核医学工作场所的监督区主要包括……显像设备控制室、卫生通过间以及与控制区相连的其他场所或区域。

4.3.4 控制区的入口应设置规范的电离辐射警告标志及标明控制区的标志监督区入口处应设置标明监督区的标志。

5 选址和布局

5.1 选址

5.1.1 核医学工作场所宜建在医疗机构内单独的建筑物内，或集中于无人长期居留的建筑物的一端或底层，设置相应的物理隔离和单独的人员、物流通道。

5.1.2 核医学工作场所不宜毗邻产科、儿科、食堂等部门及人员密集区，并应与非放射性工作场所有明确的分界隔离。

5.1.3 核医学工作场所排风口的位置尽可能远离周边高层建筑。

5.2 布局

5.2.1 核医学工作场所应合理布局,住院治疗场所和门诊诊断场所应相对分开布置;同一工作场所内应根据诊疗流程合理设计各功能区域的布局,控制区应相对集中,高活室集中在一端,防止交叉污染。尽量减小放射性药物、放射性废物的存放范围,限制给药后患者的活动空间。

5.2.2 核医学工作场所应设立相对独立的工作人员、患者、放射性药物和放射性废物路径。工作人员通道和患者通道分开,减少给药后患者对其他人员的照射。注射放射性药物后患者与注射放射性药物前患者不交叉,人员与放射性药物通道不交叉,放射性药物和放射性废物运送通道应尽可能短捷。

5.2.3 核医学工作场所宜采取合适的措施,控制无关人员随意进入控制区和给药后患者的随意流动,避免工作人员和公众受到不必要的照射。控制区的出入口应设立卫生缓冲区,为工作人员和患者提供必要的可更换衣物、防护用品冲洗设施和表面污染监测设备。控制区内应设有给药后患者的专用卫生间。

6 工作场所的辐射安全与防护

6.1 屏蔽要求

6.1.1 核医学场所屏蔽层设计应适当保守,按照可能使用的最大放射性活度、最长时间和最短距离进行计算。

6.1.2 设计核医学工作场所墙壁、地板及顶面的屏蔽层时,除应考虑室内的辐射源外,还要考虑相邻区域存在的辐射源影响以及散射辐射带来的照射。

6.1.5 距核医学工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面30cm处的周围剂量当量率应小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$,如屏蔽墙外的房间为人员偶尔

<p>居留的设备间等区域，其周围剂量当量率应小于 $10\mu\text{Sv/h}$。</p> <p>6.1.6 放射性药物合成和分装的箱体、通风柜、注射窗等设备应设有屏蔽结构，以保证设备外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$，放射性药物合成和分装箱体非正对人员操作位表面的周围剂量当量率小于 $25\mu\text{Sv/h}$。</p> <p>6.1.7 固体放射性废物收集桶、曝露于地面致使人员可以接近的放射性废液收集罐体和管道应增加相应屏蔽措施，以保证其外表面 30cm 处的周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$。</p> <p>6.1.8 放射性物质贮存在专门场所内，并应有适当屏蔽。</p> <p>6.2 场所安全措施要求</p> <p>6.2.1 核医学工作场所的放射性核素操作设备的表面、工作台台面等平整光室内地面与墙壁衔接处应无接缝，易于清洗、去污。</p> <p>6.2.2 操作放射性药物场所级别达到丙级应在手套箱中进行，丙级可在通风橱内进行。应为从事放射性药物操作的工作人员配备必要的防护用品。放射性药物给药器应有适当的屏蔽，给药后患者候诊室内、核素治疗病房的床位旁应设有铅屏风等屏蔽体，以减少对其他患者和医护人员的照射。</p> <p>6.2.3 操作放射性药物的控制区出口应配有表面污染监测仪器，从控制区离开的人员和物品均应进行表面污染监测，如表面污染水平超出控制标准，应采取相应的去污措施，</p> <p>6.2.4 放射性物质应贮存在专门场所的贮存容器或保险箱内，定期进行辐射水平监测，无关人员不应入内。贮存的放射性物质应建立台账，及时登记，确保账物相符。</p> <p>6.2.5 应为核医学工作场所内部放射性物质运送配备有足够屏蔽的贮存、转运等容器，容器表面应张贴电离辐射标志，容器在运送时应有适当的固定措施。</p> <p>6.2.9 扫描机房外门框上方应设置工作状态指示灯。</p> <p>6.3 密闭和通风要求</p>
--

6.3.1 核医学工作场所应保持有良好的通风，工作场所的气流流向应遵循自清洁区向监督区再向控制区的方向设计，保持工作场所的负压和各区之间的压差以防止放射性气体及气溶胶对工作场所造成交叉污染。

6.3.4 放射性物质的合成、分装以及挥发性放射性核素的操作应在手套箱通风橱等密闭设备中进行，防止放射性液体泄漏或放射性气体及气溶胶逸出手套箱、通风橱等密闭设备应设计单独的排风系统，并在密闭设备的顶壁安装活性炭或其他过滤装置，

6.3.5 通风橱应有足够的通风能力。……设有通风橱、手套箱等场所的通风系统排气口应高于本建筑物屋顶，尽可能远离邻近的高层建筑。

7 放射性废物的管理

7.2 固体放射性废物的管理

7.2.1 固体放射性废物收集

7.2.1.1 固体放射性废物应收集于具有屏蔽结构和电离辐射标志的专用废物桶。废物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物。

7.2.1.2 含尖刺及棱角的放射性废物，应预先进行包装处理，再装入废物桶,防止刺破废物袋。

7.2.1.3 放射性废物每袋重量不超过 20kg。装满废物的塑料袋应密封后及时转送至放射性废物暂存间贮存。

7.2.2 固体放射性废物贮存

7.2.2.1 产生少量放射性废物和利用贮存衰变方式处理放射性废物的单位，经审管部门批准可以将废物暂存在许可的场所和专用容器中。暂存时间和总活度不能超过审管部门批准的限制要求。

7.2.2.2 放射性废物贮存场所应安装通风换气装置，放射性废物中含有易挥发放射性核素的，通风换气装置应有单独的排风管道。入口处应设置电离辐射警告标志，采取有效的防火、防丢失、防射线泄漏等措施

7.2.2.3 废物暂存间内应设置专用容器盛放固体放射性废物袋(桶)，不同类别废物应分开存放。容器表面应注明废物所含核素的名称、废物的类别、

入库日期等信息，并做好登记记录。

7.2.2.5 废物暂存间内不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品。

7.2.3 固体放射性废物处理

7.2.3.1 固体放射性废物暂存时间满足下列要求的，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， α 表面污染小于 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 β 表面污染小于 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 的可对废物清洁解控并作为医疗废物处理：

a)所含核素半衰期小于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过 30 天；

7.2.3.3 固体放射性废物的存储和处理应安排专人负责，并建立废物存储和处理台账，详细记录放射性废物的核素名称、重量、废物产生起始日期、责任人员、出库时间和监测结果等信息。

7.3 液态放射性废物的管理

7.3.1.1 核医学工作场所应设置有槽式或推流式放射性废液衰变池或专用容器，收集放射性药物操作间、核素治疗病房、给药后患者卫生间、卫生通过间等场所产生的放射性废液和事故应急时清洗产生的放射性废液。

7.3.1.2 核医学工作场所放射性药物标记、分装、注射后的残留液和含放射性核素的其他废液应收集在专用容器中。……盛放放射性废液的容器表面应张贴电离辐射标志。

7.3.1.3 核医学工作场所的上水需配备洗消处理设备(包括洗消液)。控制区和卫生通过间内的淋浴间、盥洗水盆、清洗池等应选用脚踏式或自动感应式的开关，以减少场所内的设备放射性污染。头、眼和面部宜采用向上冲淋的流动水。

7.3.1.4 放射性废液收集的管道走向、阀门和管道的连接应设计成尽可能少的死区，下水道宜短，大水流管道应有标记，避免放射性废液集聚，便于检测和维修。

7.3.2 放射性废液贮存

7.3.2.1 经衰变池和专用容器收集的放射性废液，应贮存至满足排放要求衰变池或专用容器的容积应充分考虑场所内操作的放射性药物的半衰期、日

<p>常核医学诊疗及研究中预期产生贮存的废液量以及事故应急时的清洗需要:衰变池池体应坚固、耐酸碱腐蚀、无渗透性、内壁光滑和具有可靠的防泄漏措施。</p> <p>7.3.2.2 槽式废液衰变池应由污泥池和槽式衰变池组成,衰变池本体设计为2组或以上槽式池体,交替贮存、衰变和排放废液。在液池上预设取样口。有防止废液溢出、污泥硬化淤积、堵塞进出水口、废液衰变池超压的措施。</p> <p>7.3.3 放射性废液排放</p> <p>7.3.3.3 放射性废液的暂存和处理应安排专人负责,并建立废物暂存和处理台账,详细记录放射性废液所含的核素名称、体积、废液产生起始日期、责任人员、排放时间、监测结果等信息。</p> <p>7.4 气态放射性废物的管理</p> <p>7.4.1 产生气态放射性废物的核医学场所应设置独立的通风系统,合理组织工作场所的气流,对排出工作场所的气体进行过滤净化,避免污染工作场所和环境。</p> <p>7.4.2 应定期检查通风系统过滤净化器的有效性,及时更换失效的过滤器更换周期不能超过厂家推荐的使用时间。更换下来的过滤器按放射性固体废物进行收集、处理。</p> <p>8 辐射监测</p> <p>8.1.1 开展核医学诊疗实践的医疗机构应制定辐射监测计划,并按照计划落实监测工作,不具备辐射监测能力的单位,可以委托有能力的单位进行监测。</p> <p>8.1.2 所有辐射监测记录应建档保存,测量记录应包括测量对象、测量条件测量方法、测量仪器、测量时间和测量人员等信息。</p> <p>8.1.3 应定期对辐射监测结果进行评价,监测中发现异常情况应查找原因并及时报告,提出改进辐射防护工作的意见和建议。</p> <p>8.2 工作场所监测</p> <p>8.2.1 应根据使用放射性核素种类、数量和操作方式,对核医学工作场</p>
--

所的外照射剂量率水平和表面放射性污染水平进行监测，

8.2.2 核医学工作场所辐射监测点位、内容和频次应包括但不限于表 1-5 的内容。

表 1-5 核医学工作场所辐射监测关注点

监测内容	监测点位	监测频次
辐射水平	控制区和监督区所有工作人员和公众可能居留的有代表性的点位和存有放射性物质的装置/设备的表面	不少于 1 次/月
表面放射性污染	放射性核素操作台面、设备表面、墙壁和地面，给药后患者候诊室，核素治疗场所的设施、墙壁和地面等，放射性废物桶和包装袋表面，工作人员的手、皮肤暴露部分及工作服、手套、鞋、帽等	每次工作结束 (出现放射性药物洒落应及时进行监测)

8.3 环境监测

开展核医学相关活动的机构应自行或委托有能力的监测机构对工作场所周围环境的辐射水平进行监测，监测频次应不少于 1 次/年。

8.4 个人剂量监测

8.4.1 核医学工作场所的工作人员应佩戴个人剂量计,对个人外照射剂量进行监测。

8.4.3 个人剂量档案应按要求妥善保存,监测数据异常时,及时进行调查。

(3) 《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020)

5.2 放射防护措施要求

5.2.1 核医学的工作场所应按照非密封源工作场所分级规定进行分级，并采取相应防护措施。

5.2.2 应依据计划操作最大量放射性核素的加权活度对开放性放射性核素工作场所进行分类管理，把工作场所分为 1、II、III 三类。

(4) 《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021)

5 选址、布局与分区要求

5.1 选址与布局

5.1.1 放射治疗场所的选址应充分考虑其对周边环境的辐射影响，不得

设置在民居、写字楼和商住两用的建筑物内。

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

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。

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 放射治疗场所辐射安全与防护要求

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。

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, 由周剂量参考控制水平 (\dot{H}_c) 求得关注点的周围剂量当量率控制水平 \dot{H}_c , d:

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

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

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

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

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

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 $100 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 加以控制(可在相应位置处设置辐射告示牌)。

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;

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

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

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

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

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

a)放射治疗室应设置门一机/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、治疗室四周墙壁设置急停按钮；急停按钮应有醒目标识及文字显示能让在上述区域内的人员从各个方向均能观察到且便于触发；

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

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。

(5) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第1部分:一般原则》(GBZ/T201.1-2007)

第4.2 治疗机房布局要求

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

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

第4.2.3 款应根据治疗要求给定治疗装置源点的位置(它可能偏离机房的对称中心)或后装治疗源可能应用的源点的位置与范围。

第4.6 款缝隙、管孔和可能的薄弱环节的屏蔽考虑因素

第4.6.1 款治疗机房以混凝土为屏蔽体时，应一次整体浇筑并有充分的振捣，以防出现裂缝和过大的气孔。

第4.6.2 款当治疗机房预留治疗装置安装口或主、次屏蔽墙采用不同密

<p>度的混凝土时，交接处应采用阶梯式衔接。</p> <p>第 4.6.5 款穿过治疗机房墙的管线孔(包括通风、电器、水管等)应避开控制台等人员高驻留区，并采用多折曲路，有效控制管线孔的辐射泄漏。</p> <p>第 4.8 款其他辐射相关的考虑因素</p> <p>第 4.8.8 款迷路的防护门结构应考虑门因自身重量而发生形变、频繁开关门的振动连接松动、屏蔽体老化龟裂等问题。防护门应尽可能减小缝隙泄漏辐射，通常防护门宽于门洞的部分应大于“门一墙”间隙的十倍。</p> <p>(6) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)</p> <p>(7) 辐射剂量管理限值</p> <p>根据《福建省童昌综合医院有限公司核技术利用项目环境影响报告表》和《福建省生态环境厅关于批复福建省童昌综合医院有限公司核技术利用项目环境影响报告表的函》(闽环辐评〔2021〕52号)，本次验收的管理目标值为：</p> <p>本次环保竣工验收项目管理目标值为：</p> <p>① 辐射环境剂量率控制水平：DSA、ERCP、PET-CT 机房屏蔽体外表面 30cm 处及周围人员可居留处的周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h；直线加速器机房屏蔽体外 30cm 的剂量率应当满足标准要求；</p> <p>② 年受照剂量管理限值：职业人员年受照剂量不超过 5mSv；公众年受照剂量不超过 0.1mSv。</p>

表二 项目建设情况

1、项目基本情况

2019年3月，福建省童昌综合医院有限公司向福建省卫生健康委员会提出设置“福建童昌医院”的申请，2019年3月25日，福建省卫生健康委员会批准同意重新设置“福建童昌医院”（闽卫审医函[2019]1号），医院的经营性质为“营利性”，建设单位为福建省童昌综合医院有限公司。2019年12月，福建省童昌综合医院有限公司向福建省生态环境厅申请对福建童昌医院进行核技术利用环境影响评价，2019年12月22日，福建省生态环境厅发出《关于批复福建省童昌综合医院有限公司核技术利用项目环境影响报告表的函》（闽环辐评[2021]52号），同意进行项目建设。

项目建设过程中，2022年10月，建设单位综合考虑医院筹建工作的实际情况，向福建省卫生健康委员会申请将原医疗机构的名称“福建童昌医院”变更为“福建昌财医院”，经营性质变更为“非营利性”2022年11月2日，省卫健委以（闽卫医政函[2022]1482号）文件批复同意变更。2024年10月20日，福建省卫生健康委员会又根据有关文件，作出《关于同意福建昌财医院变更医疗机构名称的批复》（闽卫医政函[2024]1727号），同意福建昌财医院将医疗机构名称变更为“泉州昌财医院”并将“福建昌财医院”作为第二名称。

医疗机构名称变更后，建设单位于2024年9月25日以“泉州昌财医院（福建昌财医院）”名义申领到由泉州市卫健委颁发的《医疗机构执业许可证》，法人代表是侯达宸。同时，由于我院的经营性质变更为非营利性，根据有关规定，需到民政部门办理单位法人登记，按照民政部门的命名规则，建设单位2024年10月24日以“泉州市昌财综合医院”名义申领到泉州市民政局颁发的“民办非企业单位登记证书”，法人代表是侯达宸。

综上所述，泉州昌财医院/福建昌财医院与福建童昌医院同属一家，其单位法人登记是泉州市昌财综合医院。

泉州市昌财综合医院是一家新设立的医疗机构，由厦门源昌集团独立投资，引进国际先进医疗技术、医疗设备和运营模式，集医疗、预防保健、康复、

科研教学于一体，以肿瘤、泌尿、心脑血管疾病诊疗为重点临床专科，按国内最高级别三级综合医院标准设计建设。

经现场调查及收集有关资料文件，医院于 2021 年 12 月委托江苏辐环环境科技有限公司对其核技术利用项目开展了环境影响评价工作，编制了《福建省童昌综合医院有限公司核技术利用项目环境影响报告表》，项目内容为：

1、在医院地下室负一层放疗科新建 2 间直线加速器机房、1 间射波刀机房、1 间后装治疗机房,在 2 间加速器机房内各配备 1 台 X 射线最大能量为 10MV 的直线加速器，在射波刀机房内配备 1 台治疗用 X 射线能量为 6MV 的射波刀，在后装治疗机房内配备 1 台后装治疗机(使用 1 枚 Ir-192 放射源)，开展放射治疗项目。

2、在医院地下室负一层核医学科新建核医学工作场所，包括诊断工作场所和治疗工作场所，在诊断工作场所开展 PET 放射诊断、SPECT 放射诊断项目，在治疗工作场所开展甲亢治疗、甲癌治疗项目。PET 放射诊断项目拟配备 2 台 PET/CT、1 台 PET/MR，使用放射性药物 F-18 开展显像检查；SPECT 放射诊断项目拟配备 3 台 SPECT/CT，使用放射性药物 Tc-99m 开展显像检查；甲亢治疗项目使用放射性药物 I-131 开展门诊治疗；甲癌治疗项目使用放射性药物 I-131 开展住院治疗，拟设置 7 间甲癌病房(均为单人间)。

本项目 PET/CT、PET/MR 型号未定，根据采购的 PET 设备型号的不同，可能使用 ^{18}F 正电子核素进行设备的质量控制和校准、不使用校验源，也有可能使用 V 类校验源进行设备的质量控制和校准。医院暂不考虑配备 PET 校验源，待项目招标后若确定使用 V 类校验源，将根据要求另行办理建设项目环境影响登记表备案手续。

3、在医院医疗综合楼三层内镜中心新建 2 间 ERCP 机房，在机房内各配备 1 台 ERCP(经内镜逆行性胰胆管造影 X 光机)，开展放射诊断和介入治疗。

4、在医院医疗综合楼四层介入科新建 6 间 DSA 机房，在机房内各配备 1 台 DSA，开展放射诊断和介入治疗。

5、在医院医疗综合楼五层手术中心新建 2 间复合手术室(共用 1 间复合 CT 中腔)在手术室内各配备 1 台 DSA，同时配备 1 台共用移动 CT，开展放射诊断和介入治疗。

根据国家有关环保法律法规对建设项目竣工环境保护验收的规定和要求，2025 年 1 月泉州市昌财综合医院委托福建锡福技术服务有限公司进行阶段性验收；接受委托后，我公司依据环评文件、批复意见，并按照国环规环评[2017]4 号要求，对该项目的建设情况、环保手续履行情况、环境保护措施落实情况、环境管理等情况进行了调查，根据现场调查和监测结果，编制完成了本报告表。

2、现有核技术利用项目概况

泉州市昌财综合医院已于 2025 年 4 月 2 日重新申领了福建省生态环境厅核发的《辐射安全许可证》（证书编号：闽环辐证[00524]，见附件 1），许可的种类和范围为：使用 II 类、III 类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。

医院核技术利用项目许可情况见表 2-1 和表 2-2。

表 2-1 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	许可情况	验收情况
1	F-18	1.4E+7	3.7E+12	丙级	核医学科	已许可	本次验收

表 2-2 医院核技术利用项目许可一览表

序号	设备名称	规格型号	类别	使用位置	许可情况	验收情况
1	正电子发射及 X 射线计算机断层成像扫描系统	uMI Vista	III 类	地下一层 PETCT 机房	已许可	本次验收
2	透视摄影 X 射线机	ProxiDiagnost N90	II 类	三楼消化内镜中心 ERCP01 室	已许可	本次验收
3	医用血管造影 X 射线系统	Azurion 5M20	II 类	四楼导管室	已许可	本次验收

4	医用血管造影 X 射线系统	Azurion 7M20	II 类	五楼手术部 19 手术室	已许可	本次验收
5	医用直线加速器	VitalBeam	II 类	地下一层直线加速器机房	已许可	本次验收
6	X 射线计算机体层摄影设备	SOMATOM Drive	III 类	二楼 CT 室 01	已许可	/
7	X 射线计算机体层摄影设备	SOMATOM go Fit	III 类	二楼 CT 室 02	已许可	/
8	数字化医用 X 射线摄影系统	uDR 760i	III 类	二楼 DR 室	已许可	/
9	双能 X 射线骨密度仪	Prodigy Pro Compact	III 类	二楼骨密度仪室	已许可	/
10	数字化乳腺 X 射线摄影系统	uMammo 890i	III 类	二楼乳腺 X 线摄影室	已许可	/
11	透视摄影 X 射线机	DRF-6A	III 类	二楼透视摄影室	已许可	/
12	移动式数字化医用 X 射线摄影系统	uDR 380i	III 类	整个院区	已许可	/
13	医用 X 射线摄影系统	新东方 1000NA	III 类	感染楼 DR 室	已许可	/
14	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备	Matrix 6600	III 类	三层口腔 CT 室	已许可	/
15	牙科 X 射线机	RAY (68) M	III 类	三层牙片室	已许可	/
16	X 射线计算机体层摄影设备	uCT 780	III 类	体检中心一楼 CT 室 02	已许可	/
17	数字化医用 X 射线摄影系统	uDR 760i	III 类	体检中心一楼 DR 室 01	已许可	/
18	数字化乳腺 X 射线摄影系统	uMammo 590u	III 类	体检中心一楼乳腺 X 线摄影室	已许可	/
19	移动式 C 形臂 X 射线机	HMC-100D 型	III 类	五楼手术部 18 手术室	已许可	/

20	X 射线计算机 体层摄影设备	Philps CT Big Bore	III 类	地下一层模拟定 位 CT 机房	已许 可	/
----	-------------------	--------------------	-------	--------------------	---------	---

3、阶段性验收内容及规模

本次项目验收内容为地下一层核医学科，开展 PET/CT 显像诊断，使用核素为 F-18，属于丙级非密封放射性物质工作场所；地下一层新建一间直线加速器机房，配备 1 台直线加速器，开展放射治疗；三层内镜中心新建一间 ERCP 机房，在机房内配备 1 台 ERCP，开展介入治疗；四楼新建一间导管室，在机房内配备 1 台 DSA，开展疗开展介入治疗；在五楼手术室新建一间手术室，在机房内配备 1 台 DSA，开展疗开展介入治疗；环评的其他项目在建设完成后另行验收。

4、项目投资及环保投资

本项目总投资 30000 万，其中环保投资为 4425 万元，占总投资的 14.75%。环保投资的详细情况见表 2-3。

表 2-3 环保投资情况一览表

序号	项目	投资金额（万元）
1	基础土建、防护施工（辐射防护涂料、铅门、铅玻璃）	4000
2	辐射安全设置和防护设施（电离辐射标志、工作状态指示灯、防夹装置、监控对讲等）	50
3	个人防护用品（铅衣、铅手套、分装柜等）	200
4	通风系统	50
5	个人剂量监测、职业健康体检、辐射安全与防护考核	10
6	辐射检测仪器	10
7	相关制度上墙、环评、环保竣工验收	25
8	放射性废水衰变系统	100
合计		4445

5、地理位置及平面布局

泉州市昌财综合医院位于南安市罗东镇湖滨南路 500 号。建设项目四周均为医院内部区域，本次验收项目周围 50m 内无敏感人群。与环评报告表保持一致。建设项目外部环境示意图见图 2-1，建设单位总平面图见图 2-2。

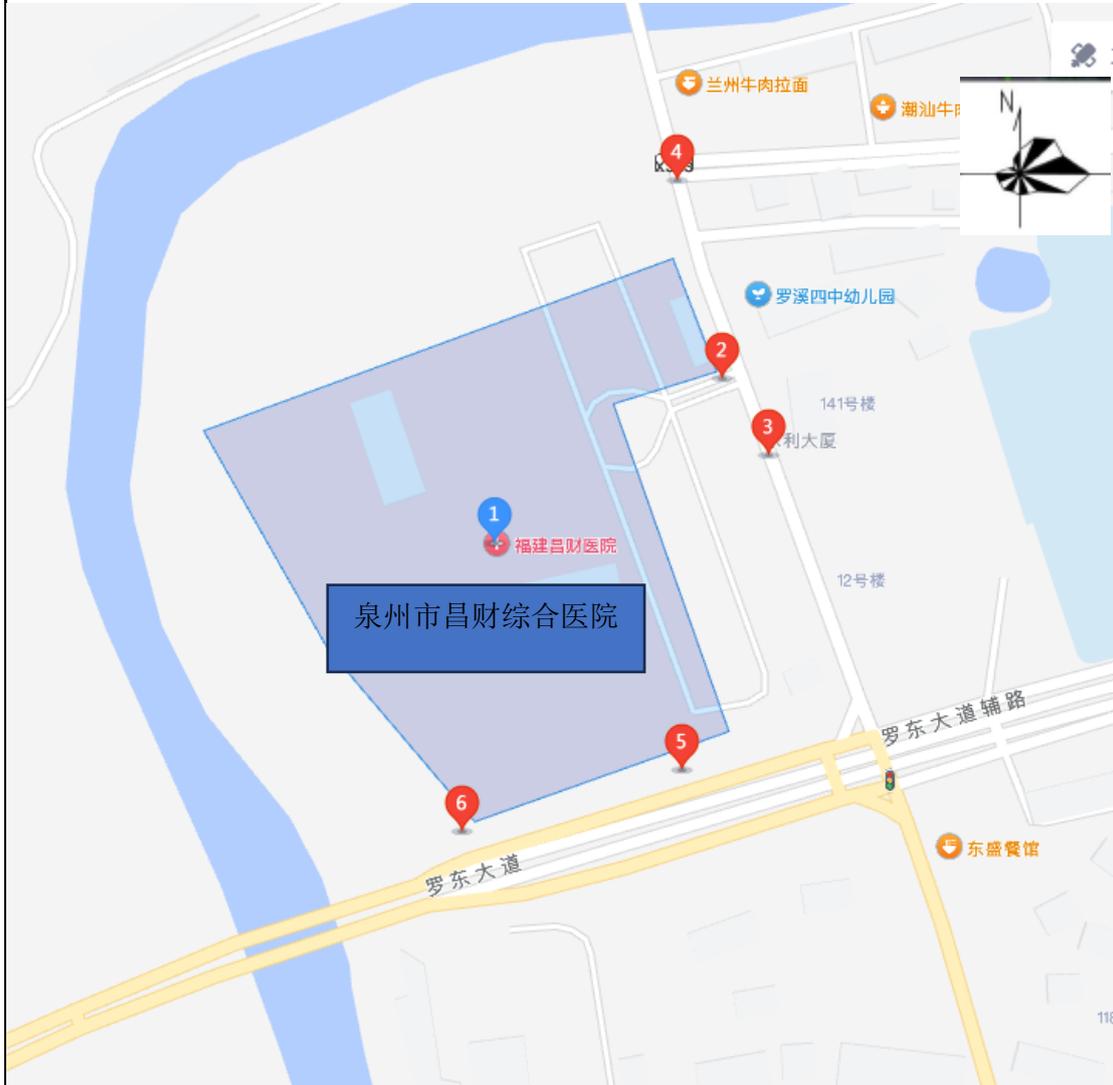


图 2-1 建设项目外部环境示意图



图 2-2 建设单位总平面图

6、工程建设变化情况

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《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）等的有关规定，本次验收对比环评及批复文件，根据现场核查，从建设项目的性质、规模、地点、生产工艺和环境保护措施等方面，对本项目变动情况进行分析识别，详见表 2-4。

表 2-4 本项目射线装置机房周边环境一览表

类别	环评阶段	验收阶段	对比情况	备注
性质	新建	新建	一致	/
规模	放疗科新建 2 间直线加速器机房，配置医用电子直线加速器 2 台；新建 1 间射波刀机房，配置射波刀 1 台；新建 1 间后装治疗机房，配置 1 台	放疗科新建 1 间直线加速器机房，配置医用电子直线加速器 1 台	阶段性验收	本次验收未涉及到射波刀机房、后装

	后装治疗机，含 1 枚 Ir-192 放射源。			治疗机房和放射源
	核医学科 1.使用 F-18 核素，配置 2 台 PET/CT、1 台 PET/MR，开展 PET 放射诊断；2.使用 Tc-99m 核素，配置 3 台 SPECT/CT，开展 SPECT 放射诊断；3.使用 I-131 核素，开展甲亢治疗和甲癌治疗，甲亢治疗为门诊治疗，甲癌治疗为住院治疗，设置 7 间单人甲癌病房。	核医学科使用使用 F-18 核素，配置 1 台 PET/CT，开展 PET 放射诊断	阶段性验收	未涉及到 Tc-99m 核素，I-131 核素的使用，该两种核素的使用场所暂未投入使用
	内镜中心新建 2 间 ERCP 机房，配置 2 台 ERCP 用 X 光机	内镜中心新建 1 间 ERCP 机房，配置 1 台 ERCP 用 X 光机	阶段性验收	ERCP02 暂未投入使用
	四层介入科新建 6 间 DSA 机房，配置 6 台 DSA	四层介入科新建了 1 间导管室，配置了 1 台 DSA	阶段性验收	剩余机房暂未投入使用
	五层复合手术室新建 2 间复合手术室（包括共用 1 间复合 CT 中腔），配置两台 DSA、1 台移动 CT	五楼新建了手术部 19 手术室，配置了 1 台 DSA，取消了复合手术的功能配置，不再配置移动 CT	基本一致	手术部 19 手术室结构和功能均不超出环评阶段
地点	福建童昌医院院区内负一层放疗科、核医学科、三层内镜中心、四层介入科、五层手术中心	泉州昌财综合医院负一层放疗科、核医学科、三层内镜中心、四层介入科、五层手术中心	一致	/
平面布局	场所布置合理，医院拟进行分区管理，工作场所控制区、监督区划分明显；核医学科工作场所分为诊断工作场所和治疗工作场所，工作场所内设置有功能用房和辅	场所布置合理，医院拟进行分区管理，工作场所控制区、监督区划分明显；核医学科工作场所目前仅涉及 F-18 核素的诊	阶段性验收	本次验收阶段未涉及到的场所，待投入使用后另行验收

	助用房，满足诊断和治疗工作的需要	断工作场所，工作场所内设置的功能用房和辅助用房，满足目前诊断工作的需要		
周边敏感人群	医院内的辐射工作人员及四周的公众人员	医院内的辐射工作人员及四周的公众人员	一致	/
生产工艺	<p>放疗科 2 台直线加速器、1 台射波刀、1 台后装治疗机，用于放射治疗；</p> <p>核医学科 2 台 PET/CT、1 台 PET/MR，使用 F-18 核素，开展 PET 放射诊断；3 台 SPECT/CT，使用 Tc-99m 核素，开展 SPECT 放射诊断；使用 I-131 核素，开展甲亢治疗和甲癌治疗，甲亢为门诊治疗，甲癌治疗为住院治疗，设置 7 间单人甲癌病房；</p> <p>内镜中心使用 2 台 ERCP 用 X 光机；</p> <p>介入科使用 6 台 DSA；</p> <p>手术中心 2 间复合手术室（中间共用 1 间复合 CT 中腔），配置 2 台 DSA，1 台移动 CT</p>	<p>放疗科 1 台直线加速器，用于放射治疗；</p> <p>核医学科 1 台 PET/CT，使用 F-18 核素，开展 PET 放射诊断；</p> <p>内镜中心使用 1 台 ERCP 用 X 光机；</p> <p>介入科使用 1 台 DSA；</p> <p>手术中心配置 1 台 DSA，不再结合移动 CT 进行复合手术</p>	阶段性验收	本次验收阶段的生产工艺未超出环评阶段
环境保护措施	机房使用辐射防护设施、配备个人防护用品、设置了一系列的辐射安全管理设施	验收的机房、核医学科的功能用房、辅助用房均按照环评阶段的设计进行了施工，配备了足够数量的个人防护用品、按照环	基本一致	/

		评设计设置了一系列的辐射安全管理设施		
--	--	--------------------	--	--

综上所述，本项目为阶段性验收，建设项目的性质、规模、地点、平面布局、周边敏感人群、生产工艺及环境保护措施基本与环评保持一致，本项目未涉及重大变动。

7、源项情况

本次阶段性验收的源项见表 2-5 和表 2-6。

表 2-5 本阶段性验收项目非密封放射性物质一览表

序号	核素名称	物理状态	实际日最大操作量 Bq	日等效最大操作量 Bq	年最大用量 Bq	毒性因子	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
1	F-18	液态	1.48E+10	1.48E+7	3.7E+12	低毒	很简单的操作	地下一层核医学科	铅罐/PET分装注射室

表 2-6 本阶段性验收项目射线装置一览表

序号	装置名称	类别	数量	型号	设备参数(最大)	用途	安装位置
1	PET/CT	III类	1	uMI Vista	140kV 833mA	显像诊断	地下一层PETCT机房
2	ERCP	II类	1	ProxiDiagnost N90	125kV 1100mA	介入治疗	三楼消化内镜中心 ERCP01室
3	DSA	II类	1	Azurion 5M20	125kV 1000mA	显像诊断	四楼导管室
4	DSA	II类	1	Azurion 7M20	125kV 1000mA	介入治疗	五楼手术部 19 手术室

5	医用电子 直线加速 器	II 类	1	VitalBeam	X 射线：6MV、 10MV 电子线： 6MeV、8MeV、 10MeV、 12MeV、15MeV 最大剂量率 10MV FFF： 2400cGy/min	放射 治疗	地下一层 直线加速 器机房
---	-------------------	---------	---	-----------	---	----------	---------------------

8、主要工艺流程及工艺分析

8.1PET/CT

8.1.1 工作原理

氟-18 是作为正电子显像(PET/CT)的主要诊断核素。氟-18 作为应用最广泛的正电子核素，其标记的 $^{18}\text{F-FDG}$ (^{18}F 标记的脱氧葡萄糖)作为临床应用最广谱的肿瘤显像标记药物，其占有份额达 90%以上，对大部分肿瘤都有较好的灵敏度和特异性。

PET 即正电子扫描仪(Positron Emission Tomography)分子影像设备。由于在核成像中要求能发射 γ 射线，原理是通过标记参与人体代谢的某些化合物的元素，把氟-18 等同位素注入人体后成为稳定的化合物，在活体内参与细胞代谢。用这种正电子发射体取代正常和稳定元素，即形成了此类元素的化合物，此类化合物也是半衰期适合的天然化合物，当此类化合物的正电子与人体内的电子结合时，发生湮灭效应，产生两个能量彼此运动相反的 γ 射线。根据人体不同部位吸收标记化合物能力的不同，同位素在人体内各部位的浓聚程度不同，湮灭反应产生光子的强度也不同。用环绕人体的 γ 射线检测器环列，用符合探测的方法能探测到随位置变化的符合计数，再经过符合计数技术，即可判定这一对 γ 光子辐射的轨迹线，该线经过湮灭源或称确定了这种多次蜕变作用的路径，按照一定规律被计算机采集下来。

PET/CT 的工作原理是把 PET 和 CT 放在一起，利用体外的 X 射线穿透人体而获得三位解剖图像的断层成像技术，通过 PET 扫描和 CT 扫描重边，

联合扫描，使两者的硬件和软件有机地结合在一起。工作时，其 CT 球管发射线穿透人体组织，其探测器获得的数据不仅用于重建 CT 图像，同时提供给 PET 作为衰减校正的参数，在此基础上再进行 PET 图像的重建。所显示的图像为两者图像的融合的结果即细胞的代谢显像和所处的解剖位置。

8.1.2 操作流程

- ① 根据需要，医院对接受显像检查的患者进行预约登记，确定用药量。
- ② 向有资质的供货商订购已分装的药物针剂，在医务人员上班前送至医院核医学科的分装注射室。
- ③ 根据患者用药量，在核医学科注射分装室的手套箱内进行药物分装。患者按约定时间在核医学科候诊大厅准备和等候；叫号后，准备好的患者在注射室的注射窗口接受注射，医务人员佩戴个人剂量计、穿戴好个人防护用品从贮药罐内取出患者的药物针剂，用一次性注射器通过注射台为受检者注射药物。
- ④ 患者进入注射后等候室候诊。
- ⑤ 患者进入 PET/CT 机房接受检查。
- ⑥ 检查完成，患者在留观室休息一段时间后，从专用通道离开。

PET/CT 项目整体工艺及操作流程见图 2-3。

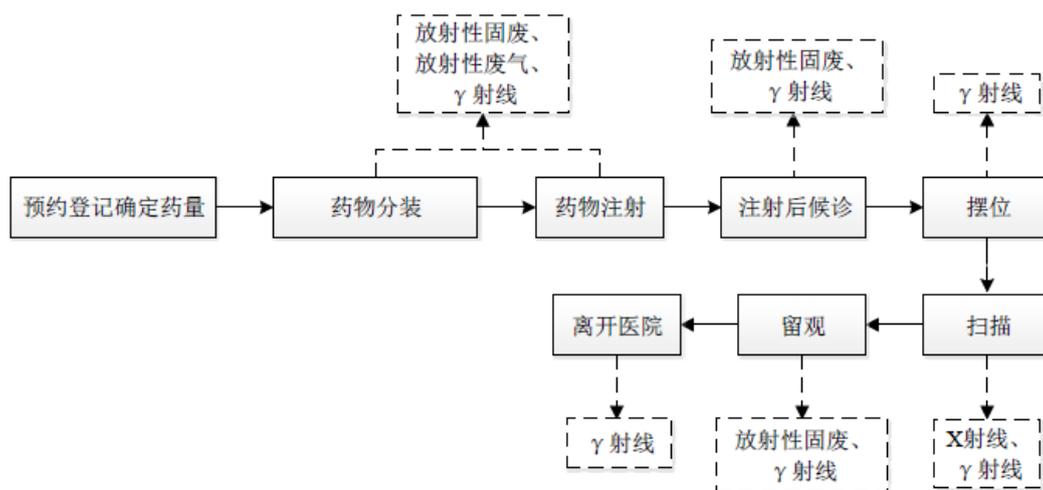


图 2-3 PET/CT 项目整体工艺及操作流程图

8.1.3 主要污染源

8.1.3.1 本次阶段性验收非密封放射性物质污染途径如下:

① 放射性药品发射的 β 、 γ 射线。

②放射性药品使用过程中产生的 β 表面污染。

③诊断患者摄入药物后，短时间内本身便是一个辐射体(源)，对周围的环境可能造成外照射影响，主要为 γ 射线。

④)放射性废气:主要为放射性药品在分装、使用过程中产生微量含的放射性气溶胶，核素的分装过程在核医学科的手套箱内进行，其对医务人员和公众呼吸入体内造成的内照射影响可以忽略。

④放射性废水:主要为在医院观察期间的患者排泄物、呕吐物和放射性药品操作过程的清洁废水。

⑤放射性固体废物:剩余放射性药物、注射器、棉签、棉球、擦拭废纸、一次性手套、工作场所通风系统过滤装置更换下来的废弃活性炭、槽式放射性废液衰变池的污泥等放射性固体废物。

⑥本项目使用的 F-18 核素半衰期较短，经过较长的诊断时间，患者出院时体内仅存有微量的放射性核素，因此本项目患者出院时对公众发射的 γ 射线影响可以忽略。

(2)事故工况本项目核医学科使用非密封放射性物质事故状态下主要发生的放射性污染有:

①操作人员违反操作规程或误操作导致操作台面、地面或仪器设备受到表面沾污。

②注射器、药管有损漏以及注射针头未安装牢固，造成 γ 射线泄漏及放射性核素泼洒或散逸挥发，操作台面或仪器设备受到放射性沾污。

③放射性药物被盗、丢失等，流失到社会，对局部环境产生污染，并可能使部分公众受到照射。

④放射性固体废物未衰变到低水平擅自处理造成环境污染和人员伤害。

8.1.3.2PET/CT 主要污染源项

X 射线在辐射场中可分为三种射线:由 X 射线管窗口出射的用于诊断检查的有用射线, 由 射线管防护套泄漏出来的漏射线, 以及由上述两种射线在诊断床、受检者身体上产生的散射线。PET/CT 在使用过程中产生的主要辐射影响及影响途径如下:

(1)正常工况

在采取隔室操作, 设备安全和防护硬件及措施到位的正常情况下, 机房外的工作人员及公众基本上不会受到 X 射线的照射。CT 球管发射的 X 射线电离空气, 会产生少量的臭氧和氮氧化物。

(2)事故工况

①PET/CT 发生 X 射线无法停束故障, 人员入内受到误照射。

②工作人员在防护门关闭前尚未撤离照射室, PET/CT 运行可能产生误照射。

③安全装置发生故障状况下, 人员误入正在运行的 PET/CT 机房内而受到误照射。

8.2 医用直线加速器

8.2.1 工作原理

医用直线加速器主要包括主机、水冷温控系统、电源和高压脉冲调制器、多页准直器以及实时影像系统部分组成,其中主机包括等中心旋转机架、基座、辐射头、治疗床、控制台,结构示意图见图 2-4 所示。

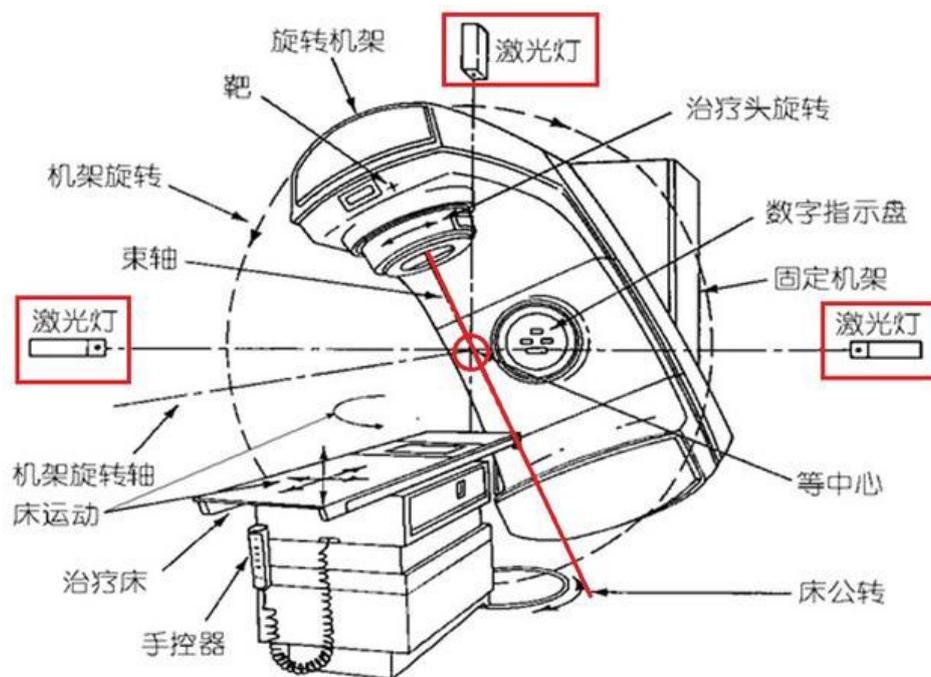


图 2-4 医用电子直线加速器结构示意图

医用电子直线加速器主要由电子注入系统、加速系统、引出系统、靶和 X 射线准直装置组成。电子注入系统由电子发射器和一个小型电场加速系统组成,电子从电子发射器中射入加速系统所在空间,经电场加速后从喷口出来,进入加速管。加速系统是一个相对密闭的金属管空间,进入加速系统后,电子束在微波电磁场的作用下,不断得到加速,理论上每秒钟加速次数和微波频率相等。随着电子被不断加速,其能量也逐步提高。电子打击重金属靶,产生韧致辐射,发射 X 射线,作为 X 射线治疗,电子线也可以直接引出作为电子线治疗。高能量的 X 射线可以杀死体内的细胞,放射治疗正是利用这种特性,对生长分裂较为迅速的癌细胞加以摧毁。

医用电子直线加速器运行原理图见图 2-5。

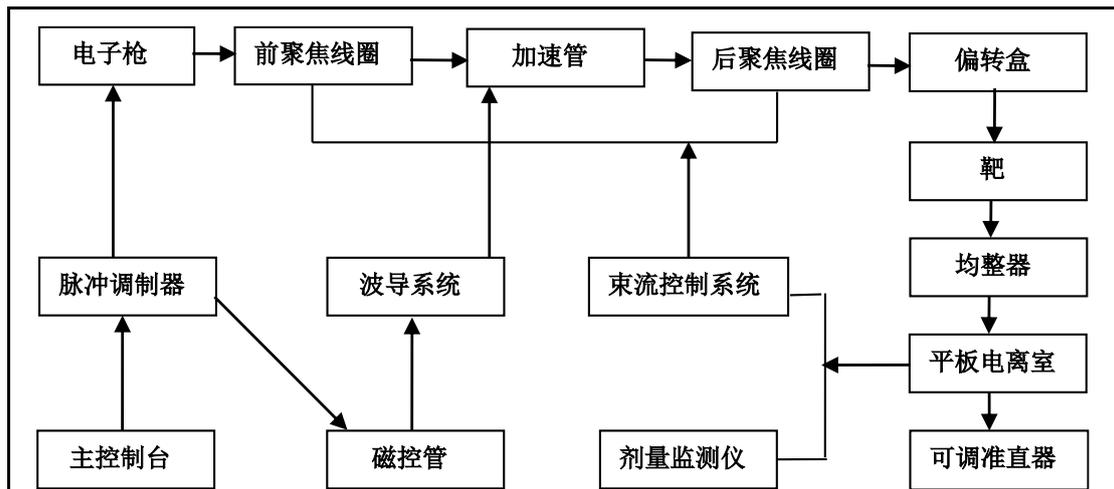


图 2-5 医用电子直线加速器运行原理图

8.2.2 工作流程

使用直线加速器进行放疗项目的操作流程是：

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。

医用电子直线加速器工艺流程图见图 2-6。

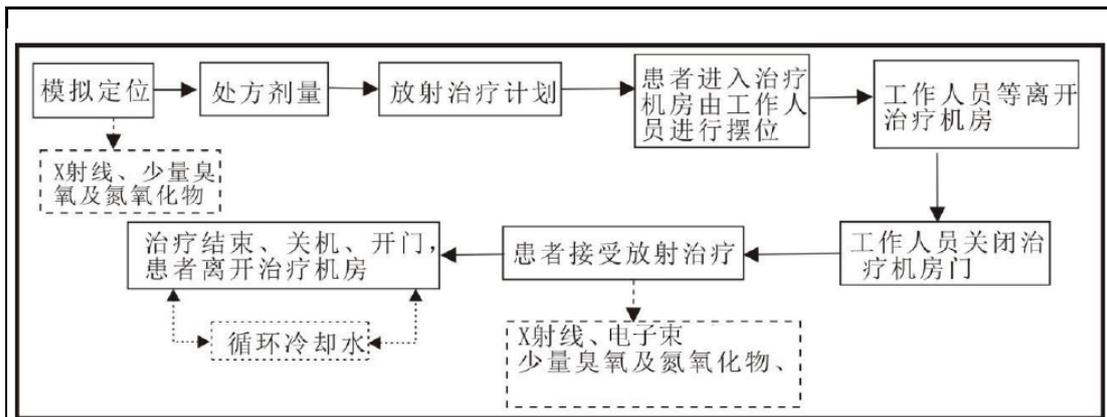


图 2-10 医用电子直线加速器工艺流程图

8.2.3 加速器产生的主要污染源

8.2.3.1 放射性污染源

直线加速器产生的电子束和 X 射线，以及在产生这两种辐射的过程中产生的其他 X 射线等次级辐射，一般均可称之为瞬时辐射，在直线加速器运行中产生，关机后立即消失，是直线加速器屏蔽、防护和监测的主要对象。与瞬时辐射相对应的还有剩余辐射，剩余辐射是直线加速器初级粒束和次级辐射在直线加速器结构材料及环境介质空气、屏蔽物等)诱发生成的感生放射性，这种辐射在直线加速器运行停止后继续存在，对于直线加速器的屏蔽设计不是重点考虑的对象，但对直线加速器停机后的维修、常规调试、换靶操作等工作均为防护的重点。

8.2.3.1.1 正常工况

①电子束：直线加速器加速的电子本身在物质中的射程很短，很容易被直线加速器的靶件或其他构件所阻止，不会直接造成危害，然而被直线加速器加速的电子束穿过薄膜窗从直线加速器中引出后，成为能量较高的外电子束，它在空气中的射程较长，这时绝对禁止非治疗人员在直线加速器开机时误入加速器机房，以防被电子束或散射电子照射造成事故。

②高能 X 射线：直线加速器发出的高能 X 射线一般指电子束被靶或其他物质阻止所产生的具有连续能谱的韧致辐射。发射率与电子的能量、束流强度、靶物质原子序数及靶厚度有关，并随发射角度而异，加速电子轰击靶物质时，不仅沿电子入射方向有 X 射线发射，即使沿其他方向也有 X 射线发射。屏蔽

设计时，除了关心对入射方向的 X 射线的屏蔽防护，还须对其他方向发射的 X 射线进行屏蔽防护。

对于特征 X 射线，由于其能量一般低于数十千伏，强度也远小于韧致辐射，所以比较而言，在防护上一般可忽略。

被靶或电子束引出窗反射的电子往往具有足够高的能量，它们打到其他材料上产生 X 射线，X 射线又在各种材料上产生反散射，这些构成的杂散射线也是辐射防护上不可忽视的辐射来源。

③中子：根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》(GBZ1201.1-2007)加速器治疗 X 射线大于 10MV 时，由于(γ, n)反应生成“杂散”中子应据治疗装置生产厂家给出的且不高于国家标准的指标，考虑机房的中子屏蔽。本项目采购的直线加速器最大 X 射线能量为 10MV，不考虑中子的影响。

④感生放射性：感生放射性核素种类较多，半衰期长短不一，多数核素在数分钟至半小时之内，感生放射性以靶装置部位为最高。

8.2.3.1.2 事故工况

①安全联锁装置和报警系统发生故障情况下，人员误入正在运行的医用电子直线加速器机房；

②工作人员或病人家属还未全部撤离医用电子直线加速器机房，控制室人员启动设备，造成有关人员被误照；

③工作人员误操作导致病人受到不必要的照射；

④加速器控制系统出现故障，照射不能停止，病人受到额外照射：⑤加速器检修期间，设备检修工程师在检修期间误开机出束，造成射伤害。

8.2.3.2 废气

高能电子与空气中的氧分作用还会产生臭氧及 NO_x 废气。

8.2.3.3 废水

本项目不产生医疗废水，但会产生微量放射性废水，放射性废水浓度极低，主要为设备冷却水，冷却水循环使用不外排。

8.2.3.4 固体废弃物

本项目放射性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才产生，换下的废靶由生产厂家回收处理。

8.3 ERCP、DSA

8.3.1 工作原理

ERCP、DSA 的核心部件均为 X 射线发生器，成像基本原理是：将受检部位没有注入造影剂和注入造影剂后的血管(DSA)、胆管或胰管(ERCP)造影 X 射线荧光图像，经电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，最终获得去除骨骼肌肉和其他软组织，只留下单纯血管等影像的减影图像，通过显示器显示出来。通过 ERCP 或 DSA 处理的图像，使血管等的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

本项目 ERCP、DSA 属于平板探测器型，其成像原理为：

- ①曝光前对非晶硒两面的偏置电极板预先施加 1~5000V 正向电压形成偏执电场，像素矩阵处于预置初始状态；
- ②X 线曝光时在偏执电场作用下形成电流—垂直运动→电荷采集电极—给储存电容充电；
- ③读取 TFT 储存电容内的电荷→放大→AD 转换成数字信号→计算机运算—形成数字图像；
- ④ 消除残存电荷。系统结构示意图见图 2-7。

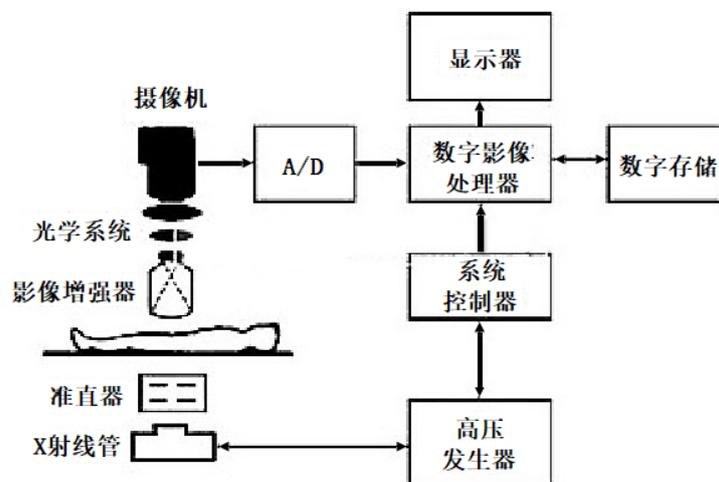


图 2-7 ERCP、DSA 系统结构示意图

8.3.2 工作流程

ERCP、DSA 在进行曝光时可分为减影和透视两种情况，减影是操作技师采取隔室操作的方式，即操作技师在控制室内对病人进行曝光，医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流；透视是病人需进行介入手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师位于铅帘后身穿铅服、铅眼镜在机房内对病人进行直接的介入手术操作。工作流程图见图 2-8。

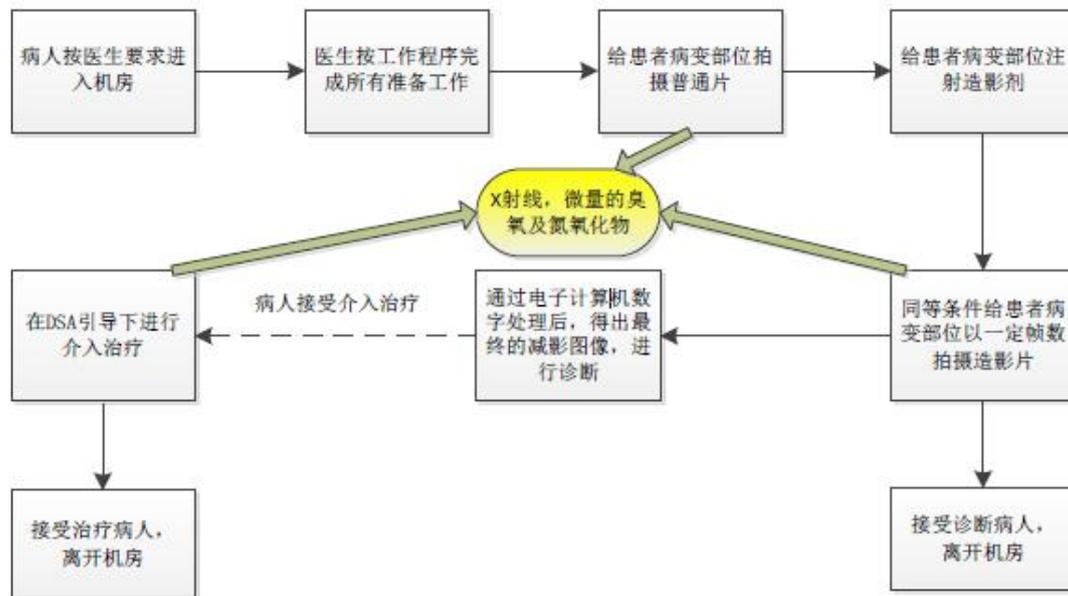


图 2-8 ERCP、DSA 工作流程图

8.3.3 ERCP、DSA 主要污染源项

X 射线在辐射场中可分为三种射线：由 X 射线管窗口出射的用于诊断检查的有用射线，由射线管防护套泄漏出来的漏射线，以及由上述两种射线在诊断床、受检者身体上产生的散射线。ERCP、DSA 在使用过程中产生的主要辐射影响及影响途径如下：

(1) 正常工况

在采取隔室操作，设备安全和防护硬件及措施到位的正常情况下，机房外的工作人员及公众基本上不会受到 X 射线的照射。球管发射的 X 射线电离空气，会产生少量的臭氧和氮氧化物。

(2) 事故工况

①ERCp、DSA 发生 X 射线无法停束故障，人员入内受到误照射。

②工作人员在防护门关闭前尚未撤离照射室，ERCp、DSAT 运行可能产生误照射。

③安全装置发生故障状况下，人员误入正在运行的 ERCp、DSA 机房内而受到误照射。

表三 辐射安全与防护设施/措施

1、工作场所布局和分区管理

1.1 工作场所布局

1.1.1 核医学科工作场所布局

本阶段性验收项目核医学科布局合理，主要体现在：

- 1)核医学科门诊区独立，有专门的入口和出口，不与其他科室交叉。
- 2) 核医学科布局遵循患者等候-注射-候诊-显像-留观-离开的动线，注射放射性药物后患者与注射放射性药物前患者不交叉。
 - 3)用于 ^{18}F 药物分装注射的分装注射室集中在一端，防止交叉污染。核医学科放射性药物仅在注射室内使用。放射性固废库用于存放本室内产生的放射性固废。放射性药物、放射性废物的存放均严格限制在最小范围。
 - 4) 核医学科给药后患者活动空间均严格限制在指定空间，不与未注射患者、陪护人员、医护人员接触。
 - 5) 核医学科控制区入口及出口均设置单向门，实现患者入口处只进不出口处只出不进，确保注射后患者全程仅在控制区内，避免脱离控制区导致工作人员和公众受到不必要的照射。

- 6) 核医学科各药后候诊室内均有给药后患者专用卫生间。

1.2 医用电子直线加速器工作场所布局

本阶段性验收项目医用电子直线加速器设置于地下一层直线加速器机房，东侧为预留直线加速器机房 3；南侧为准备室、控制室、辅助机房；西侧为预留直线加速器机房 1；北侧为风机房；机房正对上方为室外绿化带；机房正对楼下为实土层，机房周边其他无关人员较少进入，周边人员停留时间较短，未设置在民居、写字楼和商住两用的建筑物内，避开儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，符合《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)的要求。

1.3 ERCP、DSA 工作场所布局

ERCP 工作场所设置于三楼内镜中心 ERCP01 室，机房东侧为过道，南侧为库房 01，西侧为过道，北侧为操作室，机房正对楼上为新生儿科护士站，机房正对楼下为血透中心护士站。

DSA1 工作场所设置于四楼导管室，机房东侧为过道，南侧为过道，西侧为电机房，北侧为操作室，机房正对楼上为空房间，机房正对楼下为二期手术室。

DSA2 工作场所设置于五楼手术部 19 手术室，机房东侧为设备间、洗手池，南侧为过道，西侧为预留 CT 室，北侧为操作室，机房正对楼上为天台，机房正对楼下为包装检查区域。

1.2 工作场所分区

1.2.1 核医学科工作场所分区

建设单位已对核医学科实施分区管理。控制区包括：分装注射室、注射前室、控制给药室、卫生通过间、注射后患者候诊室(包括卫生间)、PET/CT 机房、留观室、抢救室、抢救室、放射性固废暂存间、污被暂存间、污洗间、污水间、患者通道、放射性废水衰变室等；监督区包括：诊断区医生入口缓冲区、PET 操作室、医生休息室、PET/CT 机房的设备间等。其划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)第 6.4 款中有关辐射工作场所的分区规定，符合环评文件中关于辐射工作场所分区的要求。

1.2.2 医用电子直线加速器工作场所分区

建设单位已对医用电子直线加速器工作场所实施分区管理。把医用电子直线加速器机房划为控制区，控制室、防护门外等相邻区域划为监督区，实行分区管理，避免人员误闯入或误照。其划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)第 6.4 款中有关辐射工作场所的分区规定，符合环评文件中关于辐射工作场所分区的要求。

1.2.3 ERCP、DSA 工作场所分区

建设单位已对相关区域实施分区管理。把机房内设置为控制区，控制室、防护门外等相邻区域划为监督区，实行分区管理，避免人员误闯入或误照。其划分符合《电

离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)第 6.4 款中有关辐射工作场所的分区规定,符合环评文件中关于辐射工作场所分区的要求。

本阶段性验收项目工作场所分区情况见图 3-1~图 3-5。



图 3-1 本阶段性核医学科工作场所分区示意图

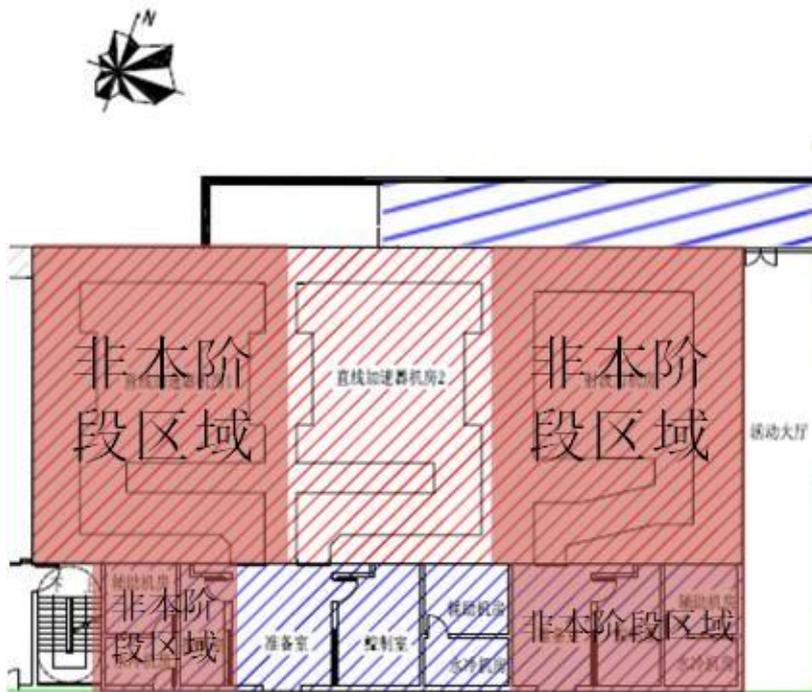


图 3-2 本阶段性医用电子直线加速器工作场所分区示意图



图 3-3 本阶段性 ERCP 工作场所分区示意图

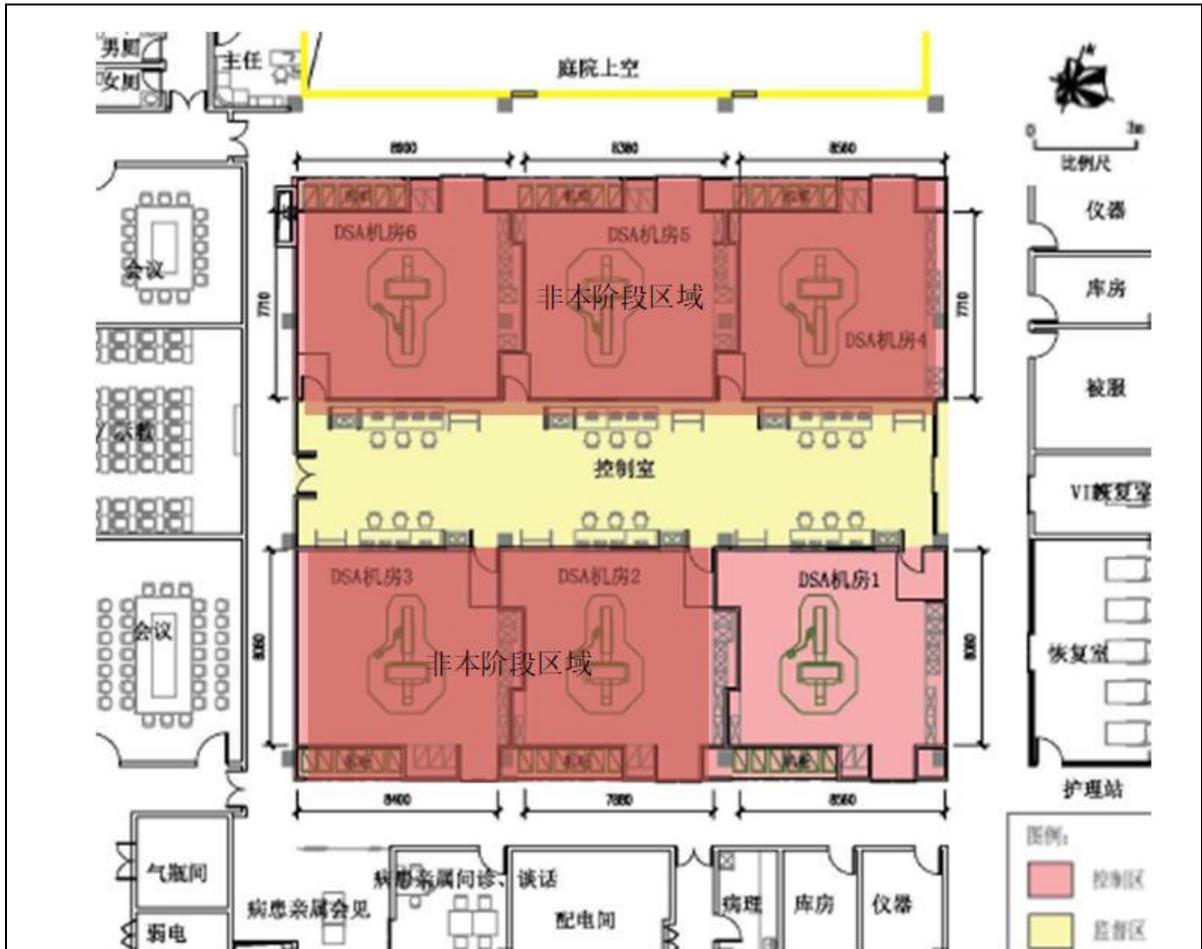


图 3-4 本阶段性导管室工作场所分区示意图



图 3-5 本阶段性手术室 19 工作场所分区示意图

1.3 工作场所分级

根据项目环评及批复，本阶段性验收的工作场所均属于 II 类核医学工作场所。除未涉及使用的 I-131、Tc-99m 放射性核素，本次阶段性验收项目的放射性核素使用情况与环评设计内容一致。根据《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)的要求，II 类核医学工作场所用房室内表面及装备结构标准要求与现场验收的对比情况见表 3-1 所示。

表 3-1 核医学科工作场所用房室内表面及结构与标准要求对照表

种类	场所分类及要求	本项目采取的防护设施	评价
结构屏蔽	需要	本项目核医学科采用实心砖、混凝土、防护涂料、铅防护门、铅玻璃等方式进行结构屏蔽。	符合要求
地面	与墙壁接缝无缝隙	本项目 PET/CT 诊断工作场所控制区地面使用 PVC 地胶，易清洗且不易渗透，地面与墙壁的连接处采用圆弧设计，保证连接处无缝隙。	符合要求
表面	易清洗	本项目手套箱、放射性废物桶、操作台面、注射台等表面均为不锈钢；淋浴间采用陶瓷洁具，便于清洗。	符合要求
分装柜	需要	本项目在注射分装室设置设置 1 个分装柜。	符合要求
通风	良好通风	本项目工作场所设置机械排风装置，强制通风。	符合要求
管道	普通管道	本项目将放射性废水排水管道下埋，设有专用污水管连接槽式放射性废液衰变池。	符合要求
盥洗与去污	洗手盆和去污设备	已设置感应式洗手池，以及淋浴器等去污设备。	符合要求

2、辐射屏蔽防护设施

2.1 机房有效使用面积分析

《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 6.1.5 要求：“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 3-2 的规定”。

表 3-2 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 (m ²)	机房内最小单边长度 (m)
单管头 X 射线设备（含 C 形臂、乳腺 CBCT）	20	3.5
CT 机房	30	4.5

机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形的面积。
 机房内单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。

根据评价单位现场调查，该项目机房有效使用面积及最小单边长度详见下表 3-3。

表 3-3 机房有效使用面积及最小单边长度

机房	有效使用面积 (m ²)		最小单边长度 (m)		判定
	测量值	标准要求	测量值	标准要求	
PET/CT 室	43.40	30	5.50	4.5	符合要求
ERCP01 室	42.37	20	6.45	3.5	符合要求
导管室	62.55	20	7.78	3.5	符合要求
19 手术室	57.08	20	7.19	3.5	符合要求

2.2 屏蔽防护设施

2.2.1 核医学科工作场所

根据医院提供资料，本次竣工环保验收的核医学科各机房屏蔽施工参数与环评阶段的设计参数一致，具体屏蔽防护参数及与设计参数的对比情况见表 3-4。

表 3-4 核医学科屏蔽防护参数及与设计参数的对比情况一览表

机房	屏蔽体	环评阶段屏蔽设计参数	实际施工屏蔽厚度和材料	与环评方案对比
PET/CT 机房	四周墙体	120mm 实心砖+8mmPb 防护涂料+120mm 实心砖	120mm 实心砖+8mmPb 防护涂料+120mm 实心砖	一致
	防护门	10mmPb	10mmPb	
	观察窗	10mmPb	10mmPb	
	顶棚	300mm 混凝土	300mm 混凝土	
	地板	300mm 混凝土	300mm 混凝土	

分装室	四周墙体	120mm 实心砖+8mmPb 防护涂料+120mm 实心砖	120mm 实心砖+8mmPb 防护涂料+120mm 实心砖	一致
	防护门	10mmPb	10mmPb	
	注射窗	40mmPb	40mmPb	
	顶棚	300mm 混凝土	300mm 混凝土	
	地板	300mm 混凝土	300mm 混凝土	
注射前室	四周墙体	120mm 实心砖+8mmPb 防护涂料+120mm 实心砖	120mm 实心砖+8mmPb 防护涂料+120mm 实心砖	一致
	防护门	10mmPb	10mmPb	
	顶棚	300mm 混凝土	300mm 混凝土	
	地面	300mm 混凝土	300mm 混凝土	
储源/废物室	四周墙体	120mm 实心砖+8mmPb 防护涂料+120mm 实心砖	120mm 实心砖+8mmPb 防护涂料+120mm 实心砖	一致
	防护门	10mmPb	10mmPb	
	顶棚	300mm 混凝土	300mm 混凝土	
	地面	300mm 混凝土	300mm 混凝土	
VIP 休息室 1~3	四周墙体	120mm 实心砖+8mmPb 防护涂料+120mm 实心砖	120mm 实心砖+8mmPb 防护涂料+120mm 实心砖	一致
	防护门	10mmPb	10mmPb	
	顶棚	300mm 混凝土	300mm 混凝土	
	地面	300mm 混凝土	300mm 混凝土	
注射后休息 室 1~3	四周墙体	120mm 实心砖+8mmPb 防护涂料+120mm 实心砖	120mm 实心砖+8mmPb 防护涂料+120mm 实心砖	一致
	防护门	10mmPb	10mmPb	
	顶棚	300mm 混凝土	300mm 混凝土	
	地面	300mm 混凝土	300mm 混凝土	
留观室 1~2	四周墙体	120mm 实心砖+8mmPb 防护涂料+120mm 实心砖	120mm 实心砖+8mmPb 防护涂料+120mm 实心砖	一致
	防护门	10mmPb	10mmPb	
	顶棚	300mm 混凝土	300mm 混凝土	
	地面	300mm 混凝土	300mm 混凝土	
污洗间、污 水间	四周墙体	120mm 实心砖+8mmPb 防护涂料+120mm 实心砖	120mm 实心砖+8mmPb 防护涂料+120mm 实心砖	一致
	防护门	10mmPb	10mmPb	

	顶棚	300mm 混凝土	300mm 混凝土	
	地面	300mm 混凝土	300mm 混凝土	
抢救室	四周墙体	120mm 实心砖+8mmPb 防护涂料+120mm 实心砖	120mm 实心砖+8mmPb 防护涂料+120mm 实心砖	一致
	防护门	10mmPb	10mmPb	
	顶棚	300mm 混凝土	300mm 混凝土	
	地面	300mm 混凝土	300mm 混凝土	
患者走廊	四周墙体	120mm 实心砖+8mmPb 防护涂料+120mm 实心砖	120mm 实心砖+8mmPb 防护涂料+120mm 实心砖	一致
	防护门	10mmPb	10mmPb	
	顶棚	300mm 混凝土	300mm 混凝土	
	地面	300mm 混凝土	300mm 混凝土	

从表 3-4 可以看出，本验收阶段的屏蔽防护实施情况与环评阶段设计相当。

2.2.2 医用电子直线加速器

根据医院提供资料，本次竣工环保验收的医用电子直线加速器机房屏蔽施工参数与环评阶段的设计参数一致，具体屏蔽防护参数及与设计参数的对比情况见表 3-5。

表 3-5 医用电子直线加速器机房屏蔽防护参数及与设计参数的对比情况一览表

机房	屏蔽体		环评阶段屏蔽设计参数	实际施工屏蔽厚度和材料	与环评方案对比
医用电子直线加速器机房	东墙	主屏蔽墙	3300mm 混凝土（宽度 4400mm）	3300mm 混凝土（宽度 4400mm）	一致
		副屏蔽墙	2500mm 混凝土	2500mm 混凝土	
	西墙	主屏蔽墙	3000mm 混凝土（宽度 4400mm）	3000mm 混凝土（宽度 4400mm）	
		副屏蔽墙	1500mm 混凝土	1500mm 混凝土	
	北墙		1700mm 混凝土	1700mm 混凝土	
	南墙	迷道内墙	1400mm 混凝土	1400mm 混凝土	
		迷道外墙	1400mm 混凝土	1400mm 混凝土	

	顶棚	主屏蔽墙	3000mm 混凝土（宽度 4000mm）	3000mm 混凝土（宽度 4000mm）
		副屏蔽墙	1400mm 混凝土	1400mm 混凝土
	防护门		16mmPb 铅板+140mm 含 硼聚乙烯（5%硼）	16mmPb 铅板+140mm 含硼 聚乙烯（5%硼）

从表 3-5 可以看出，本验收阶段的屏蔽防护实施情况与环评阶段设计相当。

2.2.3 ERCP、DSA 机房

根据医院提供资料，本次竣工环保验收的 ERCP 机房、DSA 机房屏蔽施工参数与环评阶段的设计参数一致，具体屏蔽防护参数及与设计参数的对比情况见表 3-6。

表 3-6 ERCP 机房、DSA 机房屏蔽防护参数及与设计参数的对比情况一览表

机房	屏蔽体	环评阶段屏蔽设计参数	实际施工屏蔽厚度和材料	与环评方案对比
ERCP01 室	四周墙体	240mm 实心砖+3mmPb 防 护涂料	240mm 实心砖+3mmPb 防 护涂料	一致
	防护门	4mmPb	4mmPb	
	观察窗	4mmPb	4mmPb	
	顶棚	250mm 混凝土	250mm 混凝土	
	地板	250mm 混凝土	250mm 混凝土	
导管室	四周墙体	轻钢龙骨+4mmPb 铅板	轻钢龙骨+4mmPb 铅板	一致
	防护门	4mmPb	4mmPb	
	观察窗	4mmPb	4mmPb	
	顶棚	250mm 混凝土	250mm 混凝土	
	地板	250mm 混凝土	250mm 混凝土	
19 手术室	四周墙体	轻钢龙骨+4mmPb 铅板	轻钢龙骨+4mmPb 铅板	一致
	防护门	4mmPb	4mmPb	
	观察窗	4mmPb	4mmPb	
	顶棚	250mm 混凝土	250mm 混凝土	
	地面	250mm 混凝土	250mm 混凝土	

从表 3-6 可以看出，本验收阶段的屏蔽防护实施情况与环评阶段设计相当。

3、辐射安全与防护设施

3.1 辐射安全管理措施

3.1.1 核医学科

(1)警告设施

在本项目控制区出入口设置明显的电离辐射警告标志，警示人员注意安全，候诊室设置放射防护注意事项告知栏。在 PET/CT 机房的防护门设置自动闭门装置，上方设有工作状态指示灯，灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，工作状态指示灯能与防护门有效关联。

(2)紧急制动装置

PET/CT 的机房和控制室内安装紧急停机按钮，在人员误入机房或遇紧急情况时，按动紧急停机开关设备立即停止出束。

(3)视频监控和对讲装置

在本项目的注射室、注射后等候室、抢救室、留观室、PET/CT 机房以及出口缓冲区中设视频监控设备，由医院辐射工作人员进行监控，并将在上述功能室与对应监控操作间之间设对讲装置，便于工作人员发出指令，指导受检者按相关流程活动。

(4)门禁系统

本项目在各出、入口均设置门禁系统，来限制患者的活动范围，设置自动回门装置，以防无关人员进入，并在场所内走道的地面上设置明确的患者导向标识。

(5)辐射安全管理制度

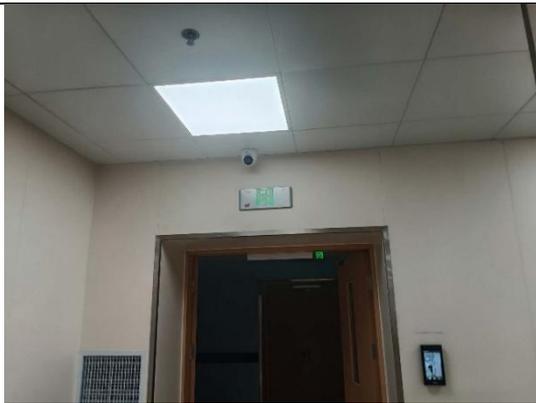
医院在原有的辐射安全管理制度上，制定了核医学科工作制度、辐射安全管理、放射性药品管理、放射性废物和放射性污染管理、质量控制、设备管理及操作流程等制度，建立完善的核医学科制度，并进行“制度上墙”以提醒工作人员，完善项目核医学科的管理体系。综上，本项目核医学科的辐射安全管理现场验收情况见图 3-6 所示。



患者导向标识



患者导向标识



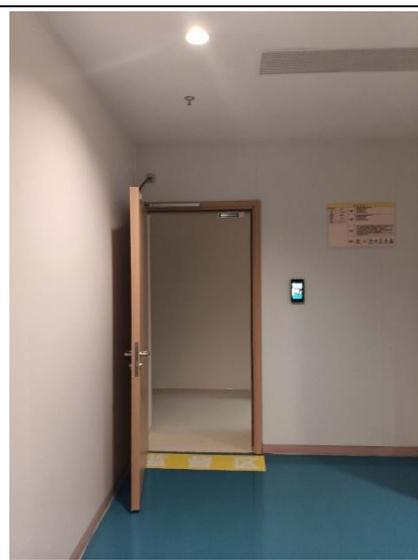
核医学科患者通道



注射窗



核医学科出口



核医学科门禁



图 3-6 本项目核医学科辐射安全管理现场验收图

3.1.2 医用电子直线加速器

(1) 警示标志

本项目医用电子直线加速器机房防护门外顶部设置工作状态指示灯，直线加速器开机使用指示灯为红色，以警示人员注意安全；在防护门外张贴电离辐射警告标志并附中文说明。

(2) 联锁装置

本项目医用电子直线加速器机房设置门-灯联锁装置、门-机联锁装置，直线加速器照射启动与控制台控制系统联锁，机房设有从室内开启治疗机房门的装置，防护门设有防夹功能。

(3) 紧急停机装置

本项目医用电子直线加速器机房四侧墙体内表面、迷道入口旁、控制台和控制室墙面设有紧急停机按钮，在人员误入医用电子直线加速器机房或遭遇紧急情况时，任一紧急停机开关被触发直线加速器立即停止出束，并只有通过重新复位才可重新启动直线加速器。

(4) 视频监控系统和对讲系统

本项目医用电子直线加速器机房设有视频监控系统，显示屏位于控制台，工作人员可观察到医用电子直线加速器机房内部、迷路内及防护门外的情况。控制室与医用电子直线加速器机房之间安装语音对讲装置，便于与机房内人员沟通。

医用直线加速器现场防护措施详情见图 3-7。



固定式剂量报警仪显示屏、监控画面



监控画面



机房门口



机房内墙监控、对讲装置



机房内监控、急停开关



机房内急停开关、剂量仪探头



机房南墙排风口

机房北墙排风口

机房门开关

直线加速器全貌

图 3-7 医用直线加速器现场防护措施图

3.1.3 ERCP、DSA 机房

①在机房控制台处设置观察窗，工作人员通过观察窗观察机房内患者状态。

②机房墙体对外无采光通风窗，在机房内设置新风送风和动力排风装置，使机房保持良好的通风，能充分保证室内空气流通。机房内未堆放无关杂物。

③机房防护门上方安装了工作指示灯，用来警示人员不要进入处于工作状态的机房，且指示灯正常。工作状态时指示灯能与机房门有效关联。

④机房的防护门上醒目位置贴了“当心电离辐射”标志，用来提示人员不要进入处于工作状态的机房。

④ 电动推拉门设置了防夹装置。

⑤ 机房内设置了急停按钮。

ERCP、DSA 现场防护措施详情见图 3-8。



ERCP01 机房门口电离辐射警告标志



ERCP01 机房门防夹装置



ERCP01 机房门自动化闭门装置



手术室 19 电离的辐射警告标志



手术室 19 机房门防夹装置



手术室 19 机房门自动闭门装置



放射防护注意事项



ERCP01 排风装置



手术室 19 净化系统

图 3-8 ERCP、DSA 现场防护措施图

3.2 辐射安全管理措施

3.2.1 核医学科

1、整个核医学科控制区进行封闭管理，并设有门禁系统，非相关人员不能直接进入核医学科内；

2、本项目非密封放射性物质储存场所设置有双人双锁，非密封放射性物质的转入、转出均由专人进行台账管理；

3、整个核医学科控制区设置严密的视频监控和对讲系统，对整个核医学科无死角 24h 监控，并作为保安人员重点巡查范围。

4、核医学科储源间、分装间、控制区出入口设置固定式剂量报警仪探头，显示器安装于控制室，若出现放射性物质泄漏，将进行报警提示，工作人员能够及时察觉；建设单位制定监测计划，并自行配备便携式 γ 辐射监测仪及 β 表面污染仪，定期或不定期进行场所巡测，发现异常及时查明原因并进行处置。

5、核医学科配备了铅衣、铅帽、铅眼镜、铅围脖、铅围裙等防护用品，为每位工作人员配备一个个人剂量计和一台个人剂量报警仪，核医学科配备一台便携式 γ 辐射监测仪及 β 表面污染仪。

6、核医学科控制区外张贴电离辐射警示标识，PET/CT 机房与控制室单独建设，防护门显著位置处张贴电离警示标识，设置门灯联锁和工作状态指示灯，推拉防护门设置防夹人装置，平开防护门设置闭门装置，机房内建有铅玻璃观察窗，机房设置语音对讲装置、视频监控系统等安全装置。

3.2.2 医用电子直线器

1、实时辐射水平监测系统和个人剂量报警仪

本项目医用电子直线加速器机房内设有固定式在线辐射剂量率仪，探头位于迷道内入口，实时辐射剂量率水平显示在控制室中，医院已为辐射工作人员配备了个人剂量报警仪、1 台 X、 γ 辐射剂量率仪。

3.2.3 ERCP、DSA 机房

本项目各机房已配备防护用品的数量、种类符合《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 相关要求，且满足日常放射工作需求。经核实，本项目防护用品上有清晰可见的标签，标签上注明有防护厚度、生产日期、生产厂家、尺寸规格等信息。各机

房外过道处均设置有不锈钢挂衣架，配备的防护用品不使用时，悬挂放置，以防止断裂。建设单位配备了便携式 γ 辐射监测仪和个人剂量报警仪。

4、放射性三废处理设施

4.1 放射性废气

本项目核医学诊断工作场所及分装柜均设置独立通风系统，并保持良好的通风条件。清洁区(即非放射区)、监督区、控制区分别设置排风机，保证清洁区为正压，监督区相对清洁区为微负压，控制区相对监督区为负压，控制气流流向遵循自清洁区向监督区再向控制区的方向设计，保持工作场所的负压和各区之间的压差，以防止放射性气体及气溶胶对工作场所造成交叉污染；工作场所风速不小于 1.5m/s，分装柜内风速不小于 1m/s，放射性废气由单独的管道延伸至医疗综合楼 23 层屋面排出，高于本建筑物屋顶，排气口周围无邻近的高层建筑，分装柜的顶壁、通风管道排风口处均设置活性炭过滤装置，对放射性气溶胶进行吸附。

本项目核医学工作场所通风系统排风口处安装的活性炭过滤装置应不影响通风效率医院应定期检查通风系统过滤装置的有效性，及时更换失效的过滤装置，更换周期不能超过厂家推荐的使用时间，更换下来的废活性炭应作为放射性固体废物进行收集、处理。本项目核医学工作场所产生的放射性废气排放满足《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)、《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)中放射性废气排放的要求。核医学正常运行过程中挥发的含有微量放射性核素的气体经排风系统外排并经活性炭过滤吸附后，对周围环境影响很小。

4.2 放射性固体废物

4.2.1 核医学科

本项目 PET 放射诊断过程中产生的放射性固体废物先暂存在各房间的废物铅桶内，废物铅桶内放有专用塑料袋，每日工作结束后分别收集密封并贴上标签(标明核素种类、存放日期等信息)送放射性废物库内暂存，PET 放射性固废暂存在放射性废物库 1 内 PET 专用废物桶中，暂存时间超过 30 天,经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平, β 表面污染小于 0.8Bq/cm² 的，对废物清洁解控并作为普通医疗废物处理。

4.2.2 医用电子直线加速器

本项目固体废物主要为直线加速器废靶件，直线加速器靶物质（件）以及机头等金属部件由于受电子的轰击会产生较强的感生放射性，当直线加速器达到使用寿命并退役时会产生直线加速器废靶件，将交由生产厂家拆除并回收处置。

4.3 放射性废水及废液

本项目核医学工作场所的上水均配备洗消处理设备(包括洗消液)，控制区和卫生通过间内的淋浴间、盥洗水盆、清洗池等均选用脚踏式或自动感应式的开关，以减少场所内的设备放射性污染;控制区和卫生通过间内产生的放射性废水均通过专用管道收集至放射性废水衰变系统。

医院在核医学工作场所北侧新建一个放射性废水衰变室，衰变室四周墙体、顶棚、底板均为 30cm 混凝土，并采取防水措施，防护门设置为 8mm 铅当量，室内西侧拟设置 2 个集水坑，室内配备 2 套间歇式放射性废水衰变系统，分别为显像检查区放射性废水衰变系统、核素治疗区放射性废水衰变系统，2 套衰变系统均采用不锈钢成品衰变池，满足坚固、耐酸碱腐蚀、无渗透性、内壁光滑和具有可靠的防泄漏措施的要求。2 套间歇式放射性废水衰变系统均设有 1 个多功能降解槽，槽内设置切割式潜污泵，可将固体杂质粉碎成小颗粒排出，基本不会产生沉积污泥。

本项目显像检查区放射性废水衰变系统由 1 个多功能降解槽、3 个槽式衰变池组成，单个衰变池有效容积均为 10m^3 ，PET 放射诊断过程中放射性废水日产生量为 0.76m^3 ，每周工作 5 天，则单个衰变池可接纳约 13 个工作日产生的放射性废水(保守假设 PET 放射诊断每天均发生 1 次意外产生人员淋浴水)，根据放射性废水衰变系统的工作原理,放射性废水可在衰变系统中暂存衰变至少 25 个工作日(至少 33 天),显像检查区槽式衰变池容积满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)中所含核素半衰期小于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 30 天的要求。

本项目衰变池和在线监测系统设置情况见图 3-9。



图 3-9 本项目衰变池和在线监测系统设置图

5、“三同时”落实情况：

通过现场调查及自查，本项目各项辐射安全与防护设施均与项目主体工程同时设计同时施工、同时投入使用，项目各项辐射安全与防护设施运行、维护良好，满足项目运行要求。

6、辐射安全与防护管理

(1) 医院遵守了《建设项目环境保护管理条例》的有关规定，执行了环境影响评价制度，编制了环境影响报告表并取得福建省生态环境厅的批复，已按要求重新申领了辐射安全许可证，证号为“闽环辐证[00524]”。

(2) 医院本次阶段性验收内容与环评批复的建设规模相符合，严格按照环评要求进行防护建设。

(3) 医院落实了《中华人民共和国环境保护法》第四十一条规定：“建设项目中防治污染的设施，应当与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用”，在本项目建设过程中到辐射防护环保设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入运行。

(4) 医院对本次验收的核技术利用项目使用过程中的环境保护工作进行了全过程的监督和管理，从管理上保证环境保护措施的有效实施。

(5) 为了有效预防和处理辐射事故，强化辐射事故应急处理责任，医院成立了放射诊疗与防护管理领导小组，放射诊疗与防护管理领导小组负责本院辐射安全与环境保护管理工作。

(6) 根据国家法律法规和环境影响报告表的要求，医院制定并颁布实施了各项辐射安全管理规章制度；目前医院已经按照规范要求实施并落实了各项制度。

(7) 医院已修订《放射诊疗与辐射安全应急预案》。

(8) 本项目辐射工作人员已进行了辐射安全培训、职业健康体检与个人剂量监测，详情见表 3-7。

表 3-7 本项目辐射工作人员情况一览表

序号	姓名	是否进行个人剂量监测	是否进行职业健康体检	是否取得辐射安全与防护培训证书
1	蒙**	是	是	是
2	黄*	是	是	是
3	张*	是	是	是
4	黄**	是	是	是
5	赵**	是	是	是
6	张**	是	是	是
7	陈**	是	是	是
8	刘**	是	是	是
9	刘**	是	是	是
10	陈**	是	是	是
11	董**	是	是	是
12	薛**	是	是	是
13	冯*	是	是	是
14	杨**	是	是	是
15	黄**	是	是	是
16	吕**	是	是	是

根据表 3-7，医院现从事本项目直线加速器操作的辐射工作人员共 3 人，相关管理情况如下：

辐射工作人员均配备了个人剂量计，委托福建锡福技术服务有限公司进行个人剂量监测，并建立了完善的个人剂量档案；已取得核技术利用辐射安全与防护考核合格证书。已进行职业健康体检，并建立职业健康档案保障辐射工作人员健康安全。

(9) 项目施工期现已结束，根据现场调查，未见施工期环境遗留问题。

表四 环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

一、环境影响报告表主要结论

1.可行性分析结论

一、项目概况介绍

为满足患者的就医需求，福建省童昌综合医院有限公司拟在医院地下室负一层放疗科新建 2 间直线加速器机房、1 间射波刀机房、1 间后装治疗机房，开展放射治疗项目；拟在医院地下室负一层核医学科新建核医学工作场所，开展 PET 放射诊断、SPECT 放射诊断、甲亢治疗和甲癌治疗项目；拟在医疗综合楼三层内镜中心新建 2 间 ERCP 机房,在四层介入科新建 6 间 DSA 机房,在五层手术中心新建 2 间复合手术室，开展放射诊断和介入治疗。

本项目放疗科拟使用 2 台直线加速器、1 台射波刀和 1 台后装机(使用 1 枚 ^{192}Ir 放射源)，其中 2 台加速器 X 射线最大能量为 10MV、电子线最大能量为 22MeV，射波刀治疗用 X 射线能量为 6MV,成像系统 X 射线管电压为 150kV、管电流为 640mA， ^{192}Ir 放射源最大活度为 $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$ ，直线加速器、射波刀属于 II 类射线装置， ^{192}Ir 属于 III 类放射源；核医学 PET 放射诊断拟使用放射性核素 ^{18}F 、2 台 PET/CT 和 1 台 PET/MR，SPECT 放射诊断拟使用放射性核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、3 台 SPECT/CT，甲亢治疗和甲癌治疗拟使用放射性核素 ^{131}I ，核医学工作场所日等效最大操作量为 $3.53 \times 10^9\text{Bq}$ ，为丙级非密封放射性物质工作场所，PET/CT、SPECT/CT 最大管电压为 150kV、最大管电流为 1000mA，属于 III 类射线装置；内镜中心 2 台 ERCP 用 X 光机、介入科 6 台 DSA、手术中心复合手术室 2 台 DSA 最大管电压为 125kV、最大管电流为 1250mA,属于 II 类射线装置，手术中心复合手术室 1 台移动 CT 最大管电压为 150kV、最大管电流为 1300mA，属于 III 类射线装置。

二、产业政策符合性分析

经对照《产业结构调整指导目录(2019 年本)》，本项目直线加速器、射波刀、后装机、核医学科放射诊断和治疗项目属于国家鼓励类的第六项“核能”中第 6 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”，ERCP、DSA、复合手术室项目属于国家鼓励

类的第十三项“医药”中第5款中“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备”符合国家产业发展政策。

三、代价利益分析

本项目的运行，可为患者提供放射诊疗服务，方便群众就医，具有良好的社会效益和经济效益。本项目总投资 30000 万元，其中环保投资 4500 万元，占总投资的 15%，与同类项目环保投资指标相比，本项目环保投资比例合理、适当，可保证环保措施的落实。根据下文分析，本项目经辐射防护屏蔽和安全管理后，可保证项目辐射环境剂量率和人员辐射剂量满足项目管理目标要求。

因此，从代价利益方面分析，本项目获得的利益远大于对环境的影响，具有明显的经济效率、社会效益，该项目的建设符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)“实践的正当性”的原则。

四、选址、布局合理性评价

本项目直线加速器机房、射波刀机房、后装治疗机房、核医学工作场所、ERCP 机房、DSA 机房、复合手术室周围 50m 评价范围内无学校、居民区等环境敏感点，各场所所处位置相对独立，各设备均设有单独固定的机房，与周围非辐射工作场所隔开，直线加速器机房、射波刀机房、后装治疗机房避开儿科病房、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，核医学工作场所不与产科、儿科、食堂等部门及人员密集区毗邻。根据理论估算，项目运行时对周围环境辐射影响较小，因此，项目选址基本合理。

2 间直线加速器机房与控制室等辅房均分开设置，控制室均位于机房南侧；机房均设有 L 型迷路，迷路口设有防护门，有用线束不向迷路照射，仅向东墙、西墙、屋顶及地面照射，机房东墙、西墙、屋顶的防护屏蔽均能够满足主射线束的屏蔽要求，其余方向的防护屏蔽能够满足漏射线及散射线的屏蔽要求；射波刀机房与控制室等辅房分开设置，控制室位于机房南侧，机房设有 L 型迷路，迷路口设有防护门，射波刀机房的各墙体、防护门、顶棚均按有用束($U < 0.05$)屏蔽要求设计(底板下方为土层、无建筑)，能够满足屏蔽要求；后装治疗机房与控制室等辅房分开设置，控制室位于机房南侧，机房设有 L 型迷道，迷道口设有防护门。加速器机房、射波刀机

房和后装治疗机房布局符合《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)中相关规定,布局合理。

核医学工作场所诊断区域与治疗区域分开布置;PET 放射诊断、SPECT 放射诊断,甲亢治疗、甲癌治疗基本能够保证工作程序沿着相关房间单向开展,最大限度的减少人员的流动性,有助于实施工作程序;控制区内医务人员及患者均具有独立的出入口和流动路线,放射性药物注射(给药)后患者与放射性药物注射(给药)前患者不交叉;放射性药物均于科室开诊前送至分装柜内,放射性废物均于每天门诊结束后或每周治疗结束后收集,通过时间控制避免对人员产生交叉照射;药物分装、药物注射与扫描检查及住院病房等分开,注射后候诊室、留观室、住院病房内均设计有给药后患者专用卫生间;分装注射室和控制给药室出口处均设置卫生通过间进行污染检测,卫生通过间内设置有应急淋浴,设置有必要的可更换衣服、铅衣等防护用品、冲洗设施和表面污染监测设备;核医学工作场所内设置有污洗间、抢救室等满足项目开展需要的配套辅助用房,污洗间内设置清洁用品,用于核医学工作场所的洗消;根据理论估算结果,核医学工作场所的辐射防护措施能够满足要求。满足《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020)、《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)中关于核医学工作场所对于布局的要求以及《操作非密封源的辐射防护规定》(GB11930-2010)中关于安全操作的要求,核医学工作场所布局基本合理。

内镜中心 2 台 ERCP 用 X 光机、介入科 6 台 DSA、复合手术室 2 台 DSA 和 1 台移动 CT 均设有单独的机房,控制室位于机房外,机房满足拟用辐射设备的布局要求,布局合理。

2 辐射安全与防护结论

一、辐射防护措施评价

本项目 2 间加速器机房、1 间射波刀机房、1 间后装治疗机房均拟采用密度为 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ 混凝土浇筑,拟采用含铅防护门。根据理论预测可知,本项目 2 间加速器机房、1 间射波刀机房、1 间后装治疗机房的辐射防护设计能满足辐射防护要求。

核医学工作场所控制区拟采取实体屏蔽方式,墙体采取实心砖加防护涂料,顶和底板主要采取混凝土(部分场所增加防护涂料),防护门采取含铅门,观察窗、注射

给药窗口、送餐窗口采取铅玻璃观察窗，分装室、控制给药室内拟配备分装柜。根据理论估算分析结果，核医学工作场所控制区拟采取的辐射防护措施能够满足辐射防护要求。

2 间 ERCP 机房四周墙体均拟采取实心砖加防护涂料，6 间 DSA 机房和 2 间复合手术室(共用 1 间复合 CT 中腔)四周墙体均拟采取龙骨隔墙加铅板，顶棚和底板均拟采用混凝土，防护门和观察窗均拟设置为 4mm 铅当量。根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)、理论估算可知，本项目 2 间 ERCP 机房、6 间 DSA 机房、2 间复合手术室的辐射防护设计能够满足辐射防护要求。

二、辐射安全措施评价

为确保辐射安全，保障各项目安全运行，该院加速器和射波刀项目拟设计以下辐射安全措施：钥匙控制、电离辐射警告标志和工作状态指示灯、门机联锁装置、紧急停机按钮、监控及对讲系统、紧急开门按钮、固定式辐射剂量监测系统、通风系统、安全联锁要求，后装机项目拟设计以下辐射安全措施：电离辐射警告标志和工作状态指示灯、门机联锁装置、紧急停机按钮(急停开关)、监控与对讲装置、紧急开门按钮、固定式辐射剂量监测系统、手动开门装置、应急工具、通风系统、安全联锁要求核医学项目拟设计以下辐射安全措施：警告标志、工作状态指示灯及闭门装置、对控制区内带药患者的监督管理、放射性物质的安全管理措施、个人防护用品、其他辐射安全要求，ERCP、DSA、复合手术室项目拟设计以下辐射安全措施：工作状态指示灯、防夹和闭门装置、电离辐射警告标志、监控与对讲装置、个人防护用品。

项目设计的辐射安全措施能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《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)、《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)、《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)、《操作非密封源的辐射防护规定》(GB11930-2010)、《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)等标准的辐射安全要求和开展本项目的辐射安全需要。

三、辐射安全管理评价

医院已初步成立了以院领导孙贵林为组长的放射防护领导小组，明确了小组成员和工作职责，项目建成后医院应根据各科室具体情况不断更新完善放射防护领导小组的具体成员及联系方式，同时应根据法律法规要求及项目的具体情况及时对领导小组的工作职责进行补充完善;医院应针对项目具体情况制定相关的辐射安全管理规章制度，同时在之后的实际工作中还应不断根据法律法规及实际情况对各管理制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性;本项目辐射防护负责人和所有辐射工作人员上岗前均应参加辐射安全和防护专业知识的培训，考核合格后上岗;同时，射工作人员应进行个人剂量监测和职业健康体检，医院建立辐射工作人员个人剂量档案和职业健康监护档案。

福建省童昌综合医院有限公司在切实做好以上措施后，本项目将能够符合相关射防护及辐射安全管理措施的要求。

四、辐射防护监测仪器

医院拟配备 2 台环境辐射巡测仪，核医学工作场所拟配备 3 台表面沾污仪，2 间加速器机房、1 间射波刀机房、1 间后装治疗机房、核医学工作场所、2 间 ERCP 机房、6 间 DSA 机房、2 间复合手术室均配备 2 台个人剂量报警仪(共 30 台个人剂量报警仪)，本项目辐射工作人员均拟按要求配备个人剂量计。以上监测仪器按要求配备后，能够满足本项目的仪器配备要求。

3、环境影响分析结论

一、辐射环境影响预测

理论预测结果表明，本项目加速器机房、射波刀机房、后装治疗机房、核医学工作场所控制区的屏蔽防护均能够满足拟开展的核技术利用项目的防护要求;根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)、理论估算，本项目 ERCP 机房、DSA 机房、复合手术室的屏蔽防护能够满足拟配置的辐射设备的防护要求。项目运行后辐射工作人员及项目周围公众的年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中剂量限值要求和项目管理目标剂量约束值要求，项目投入运行后对周围环境辐射影响较小。

二、三废处理措施评价

1、放射性废物处理措施评价

(1)后装机

^{192}Ir 后装机使用 1 枚 ^{192}Ir 放射源，放射源随设备存放。当使用到一定期限后，放射源活度不能满足治疗要求时必须更换放射源，从而产生退役废源，医院已承诺 ^{192}Ir 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，落实后将符合相关法律法规的要求。

(2)核医学

①放射性固废

PET、SPECT 放射诊断过程中产生的放射性固体废物先暂存在各房间的废物铅桶内，废物铅桶内放有专用塑料袋，每日工作结束后分别收集密封并贴上标签(标明核素种类、存放日期等信息)送放射性废物库内暂存，PET 放射性固废暂存在放射性废物库 1 内 PET 专用废物桶中，SPECT 放射性固废暂存在放射性废物库 2 内 SPECT 专用废物桶中，暂存时间超过 30 天，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 的，对废物清洁解控并作为普通医疗废物处理。

甲亢、甲癌治疗过程中产生的放射性固体废物暂存在各房间的废物铅桶内，废物铅桶内放有专用塑料袋，患者出院后统一收集密封并贴上标签(标明核素种类、存放日期等信息)送放射性废物库 3 和 4 内 13 专用废物桶中暂存，暂存时间超过 180 天经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 的，对废物清洁解控并作为普通医疗废物处理。

核医学工作场所内更换下来的废活性炭放置在放射性废物库 3 内废活性炭专用废物桶中暂存，暂存时间超过 180 天，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 的，对废活性炭清洁解控并作为普通医疗废物统一处理。

②放射性废水

公司拟在核医学工作场所北侧新建一个放射性废水衰变室，室内配备 2 套间歇式放射性废水衰变系统，分别为显像检查区放射性废水衰变系统、核素治疗区放射性废水衰变系统，PET、SPECT 放射诊断场所产生的放射性废水经专用管道排至显像检查区放射性废水衰变系统，暂存时间超过 30 天后直接解控排放至院内污水处

理站，经预处理满足接管要求后通过市政污水管网排入南安市北翼污水处理厂；核素治疗场所立生的放射性废水经专用管道排至核素治疗区放射性废水衰变系统，暂存时间超过 180 天，经监测放射性废水总排放口总 β 不大于 10Bq/L、 ^{131}I 的放射性活度浓度不大于 10Bq/L 后，排至院内污水处理站，经预处理满足接管要求后通过市政污水管网排入南安市北翼污水处理厂。

③ 放射性废气

核医学诊断工作场所、治疗工作场所及分装柜均拟设置独立通风系统，并保持良好的通风条件。清洁区(即非放射区)、监督区、控制区分别设置排风机，保证清洁区为正压，监督区相对清洁区为微负压，控制区相对监督区为负压，控制气流流向遵循自清洁区向监督区再向控制区的方向设计，保持工作场所的负压和各区之间的压差，以防止放射性气体及气溶胶对工作场所造成交叉污染；工作场所设计风速不小于 1.5m/s，分装柜内设计风速不小于 1m/s，放射性废气由单独的管道延伸至医疗综合楼 23 层屋面排出，高于本建筑物屋顶，排气口周围无邻近的高层建筑，分装柜的顶壁、通风管道排风口处均拟设置活性炭过滤装置，对放射性气溶胶进行吸附。

本项目放射性废物收集和处理方法基本合理，放射性废物处置得当，满足《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)、《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)中相关要求。

2、非放射性三废处理措施评价

① 废气

本项目加速器机房、射波刀机房、后装机房内均设计机械通风系统，采取全排全送的通风方式，通风换气次数均不低于 4 次/h，满足《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)中通风次数要求；核医学科 PET/CT 机房、SPECT/CT 机房内拟设置通风系统，ERCp 机房、DSA 机房、复合手术室内拟设计动力排风系统。本项目运行过程中产生的少量和氮氧化物可通过排风系统排出机房，弥散在大气环境中，对环境影响较小。

② 固体废物

项目运行期产生的固体废物主要为医疗废物和生活垃圾，院内医疗废物将委托有资质单位进行清运处理，生活垃圾由当地环卫部门统一清运，对环境影响较小。

③废水

项目运行期不产生医疗废水，产生的废水主要为生活污水，院内生活污水将经院区污水管道进入院内污水处理站，经预处理满足接管要求后通过市政污水管网排入南安市北翼污水处理厂，对环境影响较小。

④噪声

项目运行期产生的噪声污染源主要为通风系统风机运行时产生的噪声，项目拟优先选用噪声低、振动小的风机设备，安装风机时拟设置减振基础，通风管采用软性接头，排风口处安装消声器，项目经采取一系列减震隔声措施及距离衰减后，对周围声环境的影响较小。

综上所述，福建省童昌综合医院有限公司核技术利用项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和安全管理措施后，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，其运行对周围环境产生的影响能符合辐射环境保护的要求，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设运行是可行的。

二、环评及批复

本项目于 2021 年 12 月 22 日取得了环评批复（闽环辐评〔2021〕52 号），批复意见如下：

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的内容以及拟采取的辐射防护措施进行项目建设。

二、本项目位于福建省泉州市南安市罗东镇罗溪村福建童昌医院院区内，主要建设内容为：

(一)放疗科(位于医疗综合楼负一层)新建 2 间直线加速器机房，配置医用电子直线加速器 2 台;新建 1 间射波刀机房，配置射波刀 1 台;新建 1 间后装治疗机房，配置 1 台后装治疗机，含 1 枚 Ir-192 放射源。

(二)核医学科(位于医疗综合楼负一层)

1.使用 F-18 核素，配置 2 台 PET/CT、1 台 PET/MR，开展 PET 放射诊断;

2.使用 Tc-99m 核素，配置 3 台 SPECT/CT，开展 SPECT 放射诊断；

3.使用 I-131 核素,开展甲亢治疗和甲癌治疗，甲亢治疗为门诊治疗，甲癌治疗为住院治疗，设置 7 间单人甲癌病房。

(三)ERCP(位于医疗综合楼三层内镜中心)

新建 2 间 ERCP 机房，配置 2 台 ERCP 用 X 光机：

(四)DSA(位于医疗综合楼四层介入科)

新建 6 间 DSA 机房，配置 6 台 DSA。(五)复合手术室(位于医疗综合楼五层手术中心)新建 2 间复合手术室(包括共用 1 间复合 CT 中腔)，配置 2 台 DSA、1 台移动 CT。

医用直线加速器、射波刀、ERCP 用 X 光机、DSA 均属 II 类射线装置，共计 13 台；PET/CT、SPECT/CT、移动 CT 均属 III 类射线装置，共计 6 台；后装治疗机内的 1 枚 Ir-192 属 III 类放射源；核医学科属丙级非密封放射性物质工作场所。

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，确保医用直线加速器等各类射线装置及后装治疗机所在机房的屏蔽满足辐射安全和防护要求。

(二)按报告表要求设置门-机-灯联锁装置、紧急停机按钮、监控与对讲装置、手动开门装置等，机房门外应安装明显的工作状态指示灯和电离辐射警告标志，防止人员受到误照射。

(三)核医学科应划分控制区和监督区，设置明确的患者或受检者导向标识或导向提示；加强对使用放射性药物病人的监督管理，防止在院内产生不必要的交叉照射，还应书面告知其出院后辐射防护的相关要求，尽量减轻对家人和公众的影响。

(四)健全并完善各项辐射安全和防护的管理规章制度，完善辐射事故应急预案并定期开展演练。配备防护用品、防护设施及监测仪器，定期进行自主监测，发现问题立即整改，防止发生辐射事故。

(五)设置足够容量的放射性衰变池，确保废水放射性浓度满足国家排放管理要求后方可纳入医疗废水系统处理。

(六)核医学科内应配备足够的放射性废物桶并按核素种类分类收集暂存放射性固体废物，待衰变足够时间，达到核素清洁解控水平后，作为普通医疗废物处理。

(七)辐射工作人员应按要求参加辐射安全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，所有辐射工作人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)的规定和报告表的预测，本项目的公众剂量约束值按 0.1 毫希沃特/年执行，职业人员剂量约束值按 5 毫希沃特/年执行。

五、你单位应按规定向我厅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、你单位要严格落实环保“三同时”制度，落实各项环境保护措施。项目竣工后，须按规定标准和程序开展竣工环境保护验收。经验收合格后，项目方可投入运行。

七、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泉州市生态环境局。请泉州市生态环境局加强对项目的日常监督管理。

表五 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：

1、 监测分析方法

福建锡福技术服务有限公司已通过计量认证（CMA241312100024），监测方法采用资质认定证证书附表内相应的方法，具体见表 5-1。

表 5-1 监测方法

监测项目	监测方法
X-γ 辐射剂量率	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021） （《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021） 《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021） 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）
β 表面污染	（《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）

2、 监测仪器

本次竣工环保验收项目监测所采用的监测仪器参数见表 5-2，本次竣工环保验收设备最大能量均在相应监测仪器能量响应范围内。

表 5-2 监测仪器信息

仪器名称	X、γ 辐射剂量率仪	α、β 表面污染仪
仪器编号	SVBb23103	SVBb23102
仪器型号	AT1121	RJ32-2060
设备出厂编号	46252	230709E001
生产厂家	白俄罗斯 ATOMTEX	上海仁机仪器仪表有限公司
能量响应	≤±30% 15keV-10MeV	/
量程	50nSv/h-10Sv/h	β: <4000Bq/cm2
检定证书编号	2024H21-20-5408681001	2024H21-10-5408660001
检定单位	上海市计量测试技术研究院	上海市计量测试技术研究院
检定/校准有效期	至 2025 年 8 月 5 日	至 2025 年 8 月 5 日

3、 人员能力

监测人员均已通过专业的技术培训和考核，按操作规程操作仪器，每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否良好，并做好现场记录。

4、 质量保证及质量控制

（1）委托的检测机构已通过计量认证(证书编号：CMA241312100024)，具备有相应的检测资质和检测能力，其计量认证证书及检测能力证书。

- (2) 委托的检测机构制定有质量体系文件，所有活动均按照质量体系文件要求进行，实施全过程质量控制。
- (3) 本次监测所采用的监测仪器已通过计量部门检定合格，并在检定有效期内。
- (4) 所有检测人员均通过专业的技术培训和考核。
- (5) 监测方法采用国家有关部门颁布的标准。
- (6) 检测报告实行三级审核。

表六 验收监测内容

项目验收监测期间，项目工况稳定、环境保护设施运行正常，项目运行工况符合建设项目竣工环境保护验收监测要求。

监测因子：X- γ 辐射剂量率、 β 表面污染

监测频次：每个监测点位在仪器以读数稳定的情况下，记录一个稳定读数

监测时间：2025 年 3 月 13 日

检测天气：晴

表七 验收监测结果

1、验收概况

本次阶段性验收项目委托福建锡福技术服务有限公司于 2025 年 3 月 13 日对工作场所进行了 X、 γ 辐射剂量率、 β 表面污染的监测工作，验收监测过程中，各辐射防护设施、设备运行正常。

2、验收监测结果：

2.1、地下一层放疗科直线加速器机房 X、 γ 辐射剂量率检测结果

地下一层放疗科直线加速器机房的 X、 γ 辐射剂量率检测结果见表 7-1，监测布点图见图 7-1。

表 7-1 地下一层放疗科直线加速器机房的 X、 γ 辐射剂量率检测结果

图 7-1 地下一层放疗科直线加速器机房的 X、 γ 辐射剂量率检测布点图

2.2、三楼消化内镜中心 ERCP01 室的 X、 γ 辐射剂量率检测结果

三楼消化内镜中心 ERCP01 室的 X、 γ 辐射剂量率检测结果见表 7-2，监测布点图见图 7-2。

表 7-2 三楼消化内镜中心 ERCP01 室的 X、 γ 辐射剂量率检测结果

图 7-2 三楼消化内镜中心 ERCP01 室的 X、 γ 辐射剂量率检测布点图

2.3、四楼导管室的 X、 γ 辐射剂量率检测结果

四楼导管室的 X、 γ 辐射剂量率检测结果见表 7-3，监测布点图见图 7-3。

表 7-3 四楼导管室的 X、 γ 辐射剂量率检测结果

图 7-3 三楼消化内镜中心 ERCP01 室的 X、 γ 辐射剂量率检测布点图

2.4、五楼手术部 19 手术室的 X、 γ 辐射剂量率检测结果

五楼手术部 19 手术室的 X、 γ 辐射剂量率检测结果见表 7-4，监测布点图见图 7-4。

表 7-4 五楼手术部 19 手术室的 X、 γ 辐射剂量率检测结果

图 7-4 三楼消化内镜中心 ERCP01 室的 X、 γ 辐射剂量率检测布点图

2.5、地下一层核医学科工作场所 X、 γ 辐射剂量率检测结果、 β 表面污染检测结果

地下一层核医学科工作场所 X、 γ 辐射剂量率检测结果见表 7-5、 β 表面污染检测结果见表 7-6，核医学科布局图见图 7-5。

表 7-5 核医学科工作场所 X、γ 辐射剂量率检测结果

表 7-6 核医学科工作场所 β 表面污染监测结果

图 7-5 核医学科布局图

根据上述检测结果，本次阶段性验收的项目检测结果均符合相关标准的要求。

3、辐射工作人员和公众年附加剂量分析

3.1、计算公式

辐射工作人员及周围公众年受照剂量通过下式进行估算：

$$H = \dot{H} \cdot t \cdot T / 1000$$

上式中：

H —参考点年附加有效剂量（mSv）；

\dot{H} —参考点附加剂量率（μSv/h），取开机状态时的监测结果与关机状态时的监测结果的差值的最大值；

t —参考点处受照时间（h）；

T —居留因子。

3.2、计算结果

根据监测结果和公式，本次竣工环保验收项目周围工作人员年附加剂量估算结果见表 7-7，公众年附加剂量估算结果见表 7-8。

表 7-7 本项目工作人员年附加剂量估算结果一览表

机房名称	设备类型	人员类别	$\dot{H}/\mu\text{Sv/h}$	t/h	T	H/mSv
直线加速器机房	直线加速器	加速器操作人员	0.02	5000	1	0.1
ERCP01 室	ERCP	ERCP 手术工作人员	1.43	333.3	1	0.48
		ERCP 控制室工作人员	0.03	333.3	1	0.01
导管室	DSA	DSA 手术工作人员	2.37	333.3	1	0.79
		DSA 控制室工作人员	0.03	333.3	1	0.01

19 手术室	DSA	DSA 手术工作人员	1.29	333.3	1	0.43
		DSA 控制室工作人员	0.04	333.3	1	0.013
核医学科	PET/CT	药物分装人员	0.73	120	1	0.09
		药物注射人员	0.71	120	1	0.09
		摆位人员	0.35	120	1	0.04
		PET/CT 控制室工作人员	0.19	1200	1	0.23

由表 7-7 可知，本次阶段性验收项目工作人员年附加剂量最大值为 1.7mSv（保守估计工作人员参加全部的 ERCP、DSA 手术），本项目仍能满足职业人员年受照剂量不超过 5mSv 的要求。

在实际手术时，因不同的手术，其曝光或透视的管电压管电流不同，投照方位根据需要而变化，且受照出束时间不同，难以准确估算介入手术工作人员受到的准确照射剂量，主要依靠其佩戴的个人剂量计进行跟踪性监测。因此，医院应加强对介入手术工作人员的个人剂量监测管理，当个人累积剂量将超过年有效剂量 5mSv 时，应及时告知本人，并减少其辐射工作量或为其调整工作岗位，确保其年累积剂量不超过项目管理目标。

表 7-8 项目周围公众年受照剂量估算一览表

机房名称	设备类型	人员类别	$\dot{H}/\mu\text{Sv/h}$	t/h	T	H/mSv
直线加速器机房	直线加速器	楼上公众人员	0.15	1000	1/8	0.02
ERCP01 室	ERCP	南侧公众人员	0.04	333.3	1/8	<0.01
导管室	DSA	楼下公众人员	0.05	333.3	1/8	<0.01
19 手术室	DSA	楼下公众人员	0.06	333.3	1/8	<0.01
核医学科	PET/CT	楼上公众人员	0.20	1200	1/8	0.03

根据表 7-8 可知，本次阶段性竣工环保验收项目周围公众年受照剂量最大值为 0.03mSv，满足公众年受照剂量不超过 0.1mSv 的要求。

综上所述，本次竣工环保验收项目辐射工作人员和公众的年受照剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值要求及项目剂量约束值要求，即职业人员年受照剂量不超过 5mSv、公众年受照剂量不超过 0.1mSv，符合环评文件及批复要求。

表八 验收监测结论

1、验收监测结论：

1.1 验收内容

泉州市昌财综合医院核技术利用项目尚未完全建成，后期建设完成后在进行后期项目的竣工环境保护验收。本次仅进行阶段性验收。本次的验收内容为：放疗科新建 1 间直线加速器机房，配置医用电子直线加速器 1 台；核医学科使用使用 F-18 核素，配置 1 台 PET/CT，开展 PET 放射诊断；内镜中心新建 1 间 ERCP 机房，配置 1 台 ERCP 用 X 光机；四层介入科新建了 1 间导管室，配置了 1 台 DSA；五楼新建了手术部 19 手术室，配置了 1 台 DSA。

建设项目环评要求的验收内容落实情况见表 8-1，环评批复落实情况见表 8-2。

表 8-1 环评要求的竣工内容落实情况一览表

项目		环评文件要求	落实情况
放疗科项目	辐射防护设施	屏蔽措施：四周墙体、门、窗的防护按照环评阶段辐射防护。	已落实。阶段性验收项目的直线加速器工作场所严格按照屏蔽防护设计方案进行建设，与环评方案一致。
		确保辐射安全，保障各项目安全运行，该院加速器和射波刀项目拟设计以下辐射安全措施：钥匙控制、电离辐射警告标志和工作状态指示灯、门机联锁装置、紧急停机按钮、监控及对讲系统、紧急开门按钮、固定式辐射剂量监测系统、通风系统、安全联锁要求，后装机项目拟设计以下辐射安全措施：电离辐射警告标志和工作状态指示灯、门机联锁装置、紧急停机按钮(急停开关)、监控与对讲装置、紧急开门按钮、固定式辐射剂量监测系统、手动开门装置、应急工具、通风系统、安全联锁要求	已落实。阶段性验收项目为直线加速器机房；①已本项目在防护门外张贴电离辐射警示标识并附中文说明。 ②在医用直线加速器机房防护门外顶部设置工作状态指示灯，直线加速器开机使用时，指示灯为红色，以警示人员注意安全。 ③在医用直线加速器机房设置门—机—灯联锁装置，只有在防护门关闭状态下且警示灯亮时才可进行照射，设备在出束过程中若防护门打开，设备自动停止出束。机房内设有开门装置，防护门设有防挤压功能，室内设有开门装置。 ④直线加速器机房内安装紧急停机开关，分别设置于治疗室墙面、迷道墙面及控制室内操作位，在人员误入机

			<p>房或遇紧急情况时，按动紧急停机开关设备立即停止出束。</p> <p>医用直线加速器机房 1 内安装视频监控系统，无死角监控，便于控制台前工作人员观察治疗室、迷道内病人及医护人员的情况。</p> <p>⑥在医用直线加速器控制室与治疗室之间安装语音对讲装置，便于与机房内人员沟通。</p> <p>⑦在机房安装 1 台固定式剂量监测报警仪，探头安装于迷道口，显示器安装于控制室内，同时配备个人剂量监测报警仪。</p> <p>⑧医院配备 1 台辐射监测仪，用于医院辐射工作场所日常监测，放射工人配有个人剂量计。</p> <p>⑨在机房内设置送风和排风系统，换气次数是 4.8 次，不小于 4 次/h，符合要求。</p>
	放射性废物	<p>^{192}Ir 后装机使用 1 枚 ^{192}Ir 放射源，放射源随设备存放。当使用到一定期限后，放射源活度不能满足治疗要求时必须更换放射源，从而产生退役废源，医院已承诺 ^{192}Ir 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，落实后将符合相关法律法规的要求。</p>	<p>本次阶段性验收的项目未涉及到后装机。</p>
核医学学科项目	辐射防护措施	<p>屏蔽措施：四周墙体、门、窗的防护按照环评阶段辐射防护。</p>	<p>已落实。阶段性验收项目的 PET 诊断工作场所严格按照屏蔽防护设计方案进行建设，与环评方案一致。</p>
		<p>核医学项目拟设计以下辐射安全措施：警告标志、工作状态指示灯及闭门</p>	<p>已落实，阶段性验收项目为 PET 诊断工作场所。</p>

		<p>装置、对控制区内带药患者的监督管理、放射性物质的安全管理措施、个人防护用品；核医学工作场所的室内表面及装备结构满足标准要求。</p>	<p>① 医院在 PET/CT 机房防护门外设置电离辐射警告标志、工作状态指示灯，防护门设有自动闭门装置；在控制室的操作台上(1 个)、治疗床上(2 个)和墙面(1 个)分别设置紧急停机按钮。</p> <p>② 医院按环评要求在控制区出入口设置明显的电离辐射警告标志；在注射室、注射后等候室、运动/急救区、留观室、PET/CT 机房以及出口缓冲区内设置视频监控设备和对讲装置。</p> <p>③ 在核医学科内设置醒目标识路线及禁止路线，候诊大厅设置放射防护注意事项告知栏；盛放放射物质的容器表面设置电离辐射警告标识。</p> <p>④ 核医学工作场所的室内表面及装备结构满足标准要求。</p> <p>⑤ 核医学科配备了足够的个人防护用品。</p>
放射性固废		<p>PET、SPECT 放射诊断过程中产生的放射性固体废物先暂存在各房间的废物铅桶内，废物铅桶内放有专用塑料袋，每日工作结束后分别收集密封并贴上标签(标明核素种类、存放日期等信息)送放射性废物库内暂存，PET 放射性固废暂存在放射性废物库 1 内 PET 专用废物桶中，SPECT 放射性固废暂存在放射性废物库 2 内 SPECT 专用废物桶中，暂存时间超过 30 天，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平，β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 的，对废物清洁解控并作为普通医疗废物处理。</p> <p>甲亢、甲癌治疗过程中产生的放射性固体废物暂存在各房间的废物铅</p>	<p>已落实，阶段性验收项目为 PET 诊断工作场所。</p> <p>① PET 放射诊断过程中产生的放射性固体废物先暂存在各房间的废物铅桶内，废物铅桶内放有专用塑料袋，每日工作结束后分别收集密封并贴上标签(标明核素种类、存放日期等信息)送放射性废物库内暂存，PET 放射性固废暂存在放射性废物库 1 内 PET 专用废物桶中，对废物清洁解控并作为普通医疗废物处理。</p> <p>② 核医学工作场所内更换下来的废活性炭放置在放射性废物库 3 内废活性炭专用废物桶中暂存，暂存时间超过 180 天，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平，β 表面污染小于</p>

	<p>桶内,废物铅桶内放有专用塑料袋,患者出院后统一收集密封并贴上标签(标明核素种类、存放日期等信息)送放射性废物库 3 和 4 内 13 专用废物桶中暂存,暂存时间超过 180 天经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平, β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 的,对废物清洁解控并作为普通医疗废物处理。</p> <p>核医学工作场所内更换下来的废活性炭放置在放射性废物库 3 内废活性炭专用废物桶中暂存,暂存时间超过 180 天,经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平, β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 的,对废活性炭清洁解控并作为普通医疗废物统一处理。</p>	<p>$0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 的,对废活性炭清洁解控并作为普通医疗废物统一处理。</p> <p>③ 甲亢、甲癌治疗、SPECT 诊断本次验收阶段暂未涉及。</p>
放射性废水	<p>在核医学工作场所北侧新建一个放射性废水衰变室,室内配备 2 套间歇式放射性废水衰变系统,分别为显像检查区放射性废水衰变系统、核素治疗区放射性废水衰变系统,PET、SPECT 放射诊断场所产生的放射性废水经专用管道排至显像检查区放射性废水衰变系统,暂存时间超过 30 天后直接解控排放至院内污水处理站,经预处理满足接管要求后通过市政污水管网排入南安市北翼污水处理厂;核素治疗场所立生的放射性废水经专用管道排至核素治疗区放射性废水衰变系统,暂存时间超过 180 天,经监测放射性废水总排放口总 β 不大于 $10\text{Bq}/\text{L}$、^{131}I 的放射性活度浓度不大于 $10\text{Bq}/\text{L}$ 后,排至院内污水处理站,经预处理满足接管要求后通过市政污水管网排入南安市北翼污水处理厂。</p>	<p>已落实,阶段性验收项目为 PET 诊断工作场所。</p> <p>在核医学工作场所北侧新建一个放射性废水衰变室,室内配备 2 套间歇式放射性废水衰变系统,分别为显像检查区放射性废水衰变系统、核素治疗区放射性废水衰变系统,PET 放射诊断场所产生的放射性废水经专用管道排至显像检查区放射性废水衰变系统,暂存时间超过 30 天后直接解控排放至院内污水处理站,经预处理满足接管要求后通过市政污水管网排入南安市北翼污水处理厂。</p> <p>甲亢、甲癌治疗、SPECT 诊断本次验收阶段暂未涉及。</p>

	放射性废气	核医学诊断工作场所、治疗工作场所及分装柜均拟设置独立通风系统，并保持良好的通风条件。清洁区(即非放射区)、监督区、控制区分别设置排风机，保证清洁区为正压，监督区相对清洁区为微负压，控制区相对监督区为负压，控制气流流向遵循自清洁区向监督区再向控制区的方向设计，保持工作场所的负压和各区之间的压差，以防止放射性气体及气溶胶对工作场所造成交叉污染;工作场所设计风速不小于 1.5m/s，分装柜内设计风速不小于 1m/s，放射性废气由单独的管道延伸至医疗综合楼 23 层屋面排出，高于本建筑物屋顶，排气口周围无邻近的高层建筑，分装柜的顶壁、通风管道排风口处均拟设置活性炭过滤装置，对放射性气溶胶进行吸附。	已落实，阶段性验收项目为 PET 诊断工作场所。 清洁区(即非放射区)、监督区、控制区分别设置排风机，保证清洁区为正压，监督区相对清洁区为微负压，控制区相对监督区为负压，控制气流流向遵循自清洁区向监督区再向控制区的方向设计，保持工作场所的负压和各区之间的压差，以防止放射性气体及气溶胶对工作场所造成交叉污染;工作场所设计风速不小于 1.5m/s，分装柜内设计风速不小于 1m/s，放射性废气由单独的管道延伸至医疗综合楼 23 层屋面排出。 甲亢、甲癌治疗、SPECT 诊断本次验收阶段暂未涉及。
ERCP、DSA 工作场所	辐射防护措施	屏蔽措施：四周墙体、门、窗的防护按照环评阶段辐射防护。	已落实。阶段性验收项目的 PET 诊断工作场所严格按照屏蔽防护设计方案进行建设，与环评方案一致。
		ERCP、DSA、复合手术室项目设计以下辐射安全措施：工作状态指示灯、防夹和闭门装置、电离辐射警告标志、监控与对讲装置、个人防护用品。	已落实。阶段性验收的项目为 ERCP01 室、导管室、19 手术室。 已设置以下辐射安全与保护措施：①工作状态指示灯，②防夹和闭门装置，③电离辐射警告标志，④观察窗与对讲装置，⑤个人防护用品。满足《放时诊断放射防护要求》（GBZ 130.2020）中相关辐射安全要求和开展本项目的辐射安全需要。
	个人防护	①辐射工作人员参加辐射安全与防护培训取得培训合格证；②配置辐射剂	已落实。①本项目辐射工作人员共 16 名，均参加辐射安全与防护培训并通

	量巡测仪、个人剂量报警仪，以便工作人员进入工作场所时使用；③辐射工作人员均佩戴个人剂量计，开展个人剂量监测；④辐射工作人员上岗前应进行职业病岗前健康体检。	过了考核；②医院已为辐射工作人员配备个人剂量报警仪、辐射监测仪；③辐射工作人员均佩戴个人剂量计，进行个人剂量监测；④本项目辐射工作人员均进行职业健康体检，体检合格。
机构管理	成立专门的辐射安全与环境保护管理领导小组	已落实。医院已成立放射诊疗与防护管理领导小组。
管理制度	《岗位职责》、《辐射防护和安全管理规定》、《辐射工作人员培训制度》、《监测计划》、《职业健康管理规定》	已落实。医院制定并颁布实施了完善的规章制度（详见附件6）

表 8-2 环评批复内容落实情况一览表

环评批复文件要求	落实执行情况
<p>本项目位于福建省泉州市南安市罗东镇罗溪村福建童昌医院院区内，主要建设内容为：</p> <p>(一)放疗科(位于医疗综合楼负一层)新建 2 间直线加速器机房，配置医用电子直线加速器 2 台;新建 1 间射波刀机房，配置射波刀 1 台;新建 1 间后装治疗机房，配置 1 台后装治疗机，含 1 枚 Ir-192 放射源。</p> <p>(二)核医学科(位于医疗综合楼负一层)</p> <p>1.使用 F-18 核素，配置 2 台 PET/CT、1 台 PET/MR，开展 PET 放射诊断;</p> <p>2.使用 Tc-99m 核素，配置 3 台 SPECT/CT，开展 SPECT 放射诊断;</p> <p>3.使用 I-131 核素,开展甲亢治疗和甲癌治疗，甲亢治疗为门诊治疗，甲癌治疗为住院治疗，设置 7 间单人甲癌病房。</p> <p>(三)ERCP(位于医疗综合楼三层内镜中心)</p> <p>新建 2 间 ERCP 机房，配置 2 台 ERCP 用 X 光机。</p> <p>(四)DSA(位于医疗综合楼四层介入科)</p>	<p>本项目为阶段性验收，位于南安市罗东镇湖滨南路 500 号，主要内容为：</p> <p>(一)放疗科新建 1 间直线加速器机房，配置医用电子直线加速器 1 台。</p> <p>(二)核医学科</p> <p>1.使用 F-18 核素，配置 1 台 PET/CT 开展 PET 放射诊断。</p> <p>(三)ERCP(位于医疗综合楼三层内镜中心)</p> <p>新建 1 间 ERCP 机房，配置 1 台 ERCP 用 X 光机。</p> <p>(四)四层介入科</p> <p>新建 1 间 DSA 机房，配置 1 台 DSA。</p> <p>(五)手术室</p> <p>新建 1 间 19 手术室配置 2 台 DSA。</p> <p>医用直线加速器、ERCP 用 X 光机、DSA 均属 I 类射线装置，共计 4 台;PET/CT 属 II 类射线装置，共计 1 台；核医学科属丙级非密封放射性物质工作场所。</p>

<p>新建 6 间 DSA 机房，配置 6 台 DSA。(五)复合手术室(位于医疗综合楼五层手术中心)新建 2 间复合手术室(包括共用 1 间复合 CT 中控)，配置 2 台 DSA、1 台移动 CT。</p> <p>医用直线加速器、射波刀、ERCP 用 X 光机、DSA 均属 I 类射线装置，共计 13 台;PET/CT、SPECT/CT、移动 CT 均属 III 类射线装置，共计 6 台;后装治疗机内的 1 枚 Ir-192 属 III 类放射源;核医学科属丙级非密封放射性物质工作场所。</p>	
<p>严格按照设计方案开展建设，确保医用直线加速器等各类射线装置及后装治疗机所在机房的屏蔽满足辐射安全和防护要求。</p>	<p>已落实。阶段性验收项目严格按照设计方案进行施工建设，防护结果符合标准要求。</p>
<p>报告表要求设置门-机-灯联锁装置、紧急停机按钮、监控与对讲装置、手动开门装置等，机房门外应安装明显的工作状态指示灯和电离辐射警告标志，防止人员受到误照射。</p>	<p>已落实。阶段性验收项目严格按照设计方案进行施工建设，能够满足防护要求，设有工作状态指示灯、门-机-灯安全联锁装置、紧急停机按钮、监控及对讲系统等措施。</p>
<p>核医学科应划分控制区和监督区，设置明确的患者或受检者导向标识或导向提示;加强对使用放射性药物病人的监督管理，防止在院内产生不必要的交叉照射,还应书面告知其出院后辐射防护的相关要求，尽量减轻对家人和公众的影响。</p>	<p>已落实。阶段性验收的核医学科 PET 诊断项目划分为控制区和监督区，设置明确的患者或受检者导向标识或导向提示；加强对使用放射性药物病人的监督管理；设置了放射防护注意事项告知栏，主动告知了患者相关防护知识，书面告知其出院后辐射防护的相关要求。</p>
<p>健全完善各项辐射安全和防护的管理规章制度，完善辐射事故应急预案并定期开展演练。配备防护用品、防护设施及监测仪器，定期进行自主监测，发现问题立即整改，防止发生辐射事故。</p>	<p>已落实。医院已制定辐射安全和防护的管理规章制度；医院已制定应急预案；配备防护用品、防护设施及监测仪器，定期进行自主监测。</p>
<p>设置足够容量的放射性衰变池，确保废水放射性浓度满足国家排放管理要求后方可纳入医疗废水系统处理。</p>	<p>在核医学科北侧建设了放射性衰变池，废水放射性浓度监测合格后再另行通过市政污水管网排入南安市北翼污水处理厂。</p>
<p>核医学科内应配备足够的放射性废物桶并按核素种类分类收集暂存放射性固体废物，待</p>	<p>PET 放射诊断过程中产生的放射性固体废物先暂存在各房间的废物铅桶内，废物铅桶内放</p>

<p>衰变足够时间，达到核素清洁解控水平后，作为普通医疗废物处理。</p>	<p>有专用塑料袋，每日工作结束后分别收集密封并贴上标签(标明核素种类、存放日期等信息)送放射性废物库内暂存，PET 放射性固废暂存在放射性废物库 1 内 PET 专用废物桶中，对废物清洁解控并作为普通医疗废物处理。</p>
<p>辐射工作人员应按要求参加辐射安全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人员均应按的要求佩戴个人剂量计并接受剂量监测。</p>	<p>已落实。本项目 16 名辐射工作人员已按要求参加辐射安全培训并取得合格证书，持证上岗，按要求佩戴个人剂量计接受剂量监测，进行了职业健康体检，医院已建立个人剂量档案和职业健康档案。</p>
<p>根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的规定和报告表的预测，本项目的公众剂量约束值按 0.1 毫希沃特/年执行，职业人员剂量约束值按 5 毫希沃特/年执行。</p>	<p>根据表 7-7 可知，阶段性验收项目正常运行时，工作人员职业照射的最大年有效剂量为 1.7mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中剂量限值 20mSv/a 的要求，也低于环评批复中剂量约束值 5mSv/a 的要求。公众照射的最大附加年有效剂量值为 0.03mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中剂量限值 1mSv/a 的要求，也低于环评批复中剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。</p>
<p>你单位应按规定向我厅重新申领辐射安全许可证，并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>医院已重新申领辐射安全许可证。重新申领日期为 2025 年，暂未进行辐射安全年度评估报告的申报。</p>
<p>你单位要严格落实环保“三同时”制度，落实各项环境保护措施。项目竣工后，须按规定标准和程序开展竣工环境保护验收。经验收合格后，项目方可投入运行。</p>	<p>医院严格落实环保“三同时”制度,落实各项环境保护措施，并按规定标准和程序开展竣工环境保护验收</p>

1.2 验收监测结果

本项目工作场所控制区均采取实体屏蔽方式防护射线，四周墙体和顶板采用混凝土或水泥砖或硫酸钡或铅板，防护门采用含铅门，观察窗及注射窗口采用铅玻璃，工作场所内同时配备放射性固废铅桶等防护用品。屏蔽防护设施整体优于环境影响评价文件及批复，满足相关环保要求。

现场监测结果表明，在验收监测工况下，泉州市昌财综合医院 PET 工作场所内控制区内房间外 X- γ 辐射剂量率和环境保护目标处 X- γ 辐射剂量率均符合相关标准的要求。核医学科控制区内和监督区内表面污染水平均满足《电辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中工作场所放射性表面污染控制水平要求，即控制区内 B 放射性物质工作台、设备、墙壁、地面表面沾污不大于 40Bq/cm²，监督区内不大于 4Bq/cm²。符合环评文件及批复要求。

1.3 保护目标剂量

根据理论估算可知，本项目辐射工作人员和公众的年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中剂量限值要求及本项目剂量约束值要求，即职业人员年有效剂量不超过 5mSv、公众年有效剂量不超过 0.1mSv，符合环评文件及批复要求。

1.4 辐射安全与防护措施

本项目工作场所已设置相应的辐射安全装置和防护措施，主要包括：①电离辐射警告标志；②工作状态指示灯及闭门装置；③对控制区内带药病人的监督管理；④个人防护用品。经现场检查，本项目已设置的辐射安全设施均正常可用。

建设单位配备了环境辐射巡测仪、表面污染仪、个人剂量报警仪。辐射工作人员均配备了个人剂量计、开展了个人剂量监测和职业健康体检，均取得了辐射安全与防护培训证书。

1.5 辐射安全管理

建设单位已成立了放射诊疗与防护管理领导小组，并以文件形式明确了管理职责；已针对本项目制定一系列较完善的辐射安全管理规章制度，本项目配备的 16 名辐射工作人员均已通过本项目相关专业辐射安全与防护考核，符合环评文件及批复要求。

综上所述，泉州市昌财综合医院核技术利用项目阶段性环保验收监测结果满足其相关环境影响报告表的审批意见以及环评报告中辐射安全管理要求。

建议与承诺

(1) 医院应定期或不定期针对辐射设备的各种管理、操作、保安措施的落实情况进行检查，确保仪器的完好和有效。

(2) 医院应认真保管好各种档案资料以及定期的测试报告，做到各种数据有据可查。

(3) 医院应为辐射工作人员委托双剂量个人剂量监测，若后期增加人员应及时进行辐射安全防护培训、个人剂量监测、职业健康体检等。

附件