

建设单位：如皋博爱医院有限公司

法人代表（签字）：陈银忠

编制单位：南京瑞森辐射技术有限公司

法人代表（签字）：王爱强

项目负责人：

填表人：张勇

附件1：项目委托书 76

附件2：项目环境影响评价报告主要内容 77

附件3：项目环境影响评价报告批复文件 93

附件4：辐射安全许可证及辐射工作人员相关资质 98

附件5：辐射安全监测机构及制度 110

附件6：辐射工作人员培训证书及健康证明 124

附件7：个人剂量检测报告委托合同 132

附件8：工作场所辐射建设情况说明 133

附件9：辐射外照射及其原料转让审批表 135

附件10：辐射安全许可证及辐射工作人员资质 141

建设单位（盖章）：如皋博爱医院有限公司



电话：0513-68189798

传真：

邮编：226500

地址：南通市如皋市经济开发区庆余路468号

编制单位（盖章）：南京瑞森辐射技术有限公司



电话：025-86633196

传真：

邮编：

地址：南京市鼓楼区建宁路61号中央金地广场1幢1317室

目 录

表一 建设项目基本情况	1
表二 建设项目工程分析	15
表三 辐射安全与防护设施/措施	27
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	47
表五 验收监测质量保证及质量控制	54
表六 验收监测内容	56
表七 验收监测期间生产工况	58
表八 验收监测结论	73
附件1：项目委托书	76
附件2：项目环境影响报告表主要内容	77
附件3：项目环境影响报告表批复文件	95
附件4：辐射安全许可证及辐射工作人员相关信息	98
附件5：辐射安全管理机构及制度	110
附件6：辐射工作人员培训证书及健康证明	124
附件7：个人剂量检测委托合同	132
附件8：工作场所屏蔽建设情况说明	133
附件9：放射性药物及其原料转让审批表	135
附件10：废旧放射源处置方案暨回收协议	141
附件11：竣工环保验收监测报告	143
附件12：验收监测单位CMA资质证书	161

表一 建设项目基本情况

建设项目名称	如皋博爱医院有限公司新建伽玛刀治疗及核医学诊断项目				
建设单位名称	如皋博爱医院有限公司 (统一社会信用代码: 91320682MA1Q1E8J22)				
建设项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 退役				
建设地点	南通市如皋市经济开发区庆余路468号该医院内				
源项	放射源(类别)	非密封放射性物质 (场所等级)	射线装置 (类别)	退役项目	
	I类、V类	丙级	III类	/	
建设项目 环评批复时间	2021年8月18日	开工建设时间	2021年9月		
取得辐射安全 许可证时间	2022年1月7日	项目投入运行时间	2022年8月		
退役污染治理 完成时间	/	验收现场监测时间	2022年10月25日		
环评报告表 审批部门	江苏省生态环境厅	环评报告表 编制单位	南京瑞森辐射技术 有限公司		
辐射安全与防护 设施设计单位	/	辐射安全与防护设 施施工单位	/		
投资总概算	3500万元	辐射安全与防护设 施投资总概算	500万元	比例	14.3%
实际总概算	4000万元	辐射安全与防护设 施实际总概算	800万元	比例	20%
备注: 新建伽玛刀治疗及核医学诊断项目实际总投资约4000万元, 其中设备投资约3200万元, 机房防护建设、安全措施、监测仪器、防护用品等辐射安全与防护投资约800万元。					
验收依据	建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度: (1) 《中华人民共和国环境保护法》(修订版), 2015年1月1日起实施; (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018年修正版), 2018年12月29日发布施行; (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》, 2003年10月1日起施行;				

- (4) 《建设项目环境保护管理条例》（修订版），国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日发布施行；
- (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号，2005 年 12 月 1 日起施行；2019 年修改，国务院令 709 号，2019 年 3 月 2 日施行；
- (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2019 年修正本），生态环境部部令 第 7 号，2019 年 8 月 22 日起施行；
- (7) 《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 日起施行；
- (8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行；
- (9) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，国家环境保护总局（环发〔2006〕145 号文）；
- (10) 《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；
- (11) 《放射源分类办法》，国家环境保护总局公告 2005 年 第 62 号，2005 年 12 月 23 日起施行；
- (12) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修正本），2018 年 5 月 1 日起实施；
- (13) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，国环规环评〔2017〕4 号，2017 年 11 月 20 日起施行；
- (14) 《放射工作人员职业健康管理辦法》，中华人民共和国卫生部令第 55 号，2007 年 11 月 1 日起施行；
- (15) 《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]第 9 号，2018 年 5 月 15 日印发；
- (16) 《关于印发〈污染影响类建设项目重大变动清单（试行）〉的通知》，生态环境部办公厅，环办环评函[2020]688 号，2020 年 12 月 13 日印发。

建设项目竣工环境保护验收技术规范：

- (1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；
- (2) 《操作非密封源的辐射防护规定》（GB 11930-2010）；
- (3) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）；
- (4) 《表面污染测定 第一部分β发射体（ $E_{\beta\max}>0.15\text{MeV}$ ）和α发射体》（GB/T 14056.1-2008）；
- (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）；
- (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) 《γ远距治疗室设计防护标准》（GBZ/T 152-2002）；
- (8) 《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）；
- (9) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；
- (10) 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）；
- (11) 《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）；
- (12) 《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）；
- (13) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）；
- (14) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；
- (15) 《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ 98-2020）；
- (16) 《公共场所集中空调通风系统卫生规范》（WS 394-2012）。

建设项目环境影响报告书（表）及其审批部门审批文件：

- (1) 《如皋博爱医院有限公司新建伽玛刀治疗及核医学诊断项目环境影响报告表》，南京瑞森辐射技术有限公司，2021年5月，见附件2；
- (2) 《关于如皋博爱医院有限公司新建伽玛刀治疗及核医学诊断项目环境影响报告表的批复》，审批文号：苏环辐（表）审（2021）29号，江苏省生态环境厅，2021年8月18日，见附件

	3。						
验收监测 执行标准	<p>人员年受照剂量限值：</p> <p>(1) 人员年有限剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中所规定的职业照射和公众照射剂量限值：</p> <p style="text-align: center;">表1-1 工作人员职业照射和公众照射剂量限值</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="text-align: center;">剂量限值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">职业照射</td> <td> 工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量（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（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。 </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">公众照射</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： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果5个连续年的年平均剂量不超过1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高至5mSv； ③眼晶体的年当量剂量，15mSv； ④皮肤的年当量剂量，50mSv。 </td> </tr> </tbody> </table> <p>剂量约束值通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。</p> <p>根据《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的要求，本项目个人剂量监测应遵循下述要求：核医学放射工作人员应按GBZ 128的要求进行外照射个人监测，同时对于近距离操作放射性药物的工作人员，宜进行手部剂量和眼晶状体剂量监测，保证眼晶状体连续5年期间，年平均当量剂量不超过20mSv，任何1年中的当量剂量不超过50mSv。</p> <p>(2) 根据本项目环评及批复文件确定本项目个人剂量管理目标值，本项目管理目标值见表1-2。</p>		剂量限值	职业照射	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量（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（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。	公众照射	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： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果5个连续年的年平均剂量不超过1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高至5mSv； ③眼晶体的年当量剂量，15mSv； ④皮肤的年当量剂量，50mSv。
	剂量限值						
职业照射	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量（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（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。						
公众照射	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： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果5个连续年的年平均剂量不超过1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高至5mSv； ③眼晶体的年当量剂量，15mSv； ④皮肤的年当量剂量，50mSv。						

表1-2 工作人员职业照射和公众照射剂量管理目标值

项目名称	适用范围	管理目标值
如皋博爱医院有限公司新建伽玛刀治疗及核医学诊断项目	职业照射有效剂量	5mSv/a
	公众有效剂量	0.1mSv/a

辐射管理分区：

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求，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。

1) 控制区

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

2) 监督区

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

工作场所布局要求：

根据《放射治疗放射防护要求》（GB 121-2020）的要求，本项目伽玛刀机房布局应遵循下述要求：

6.1 布局要求

6.1.1 放射治疗设施一般单独建造或建在建筑物底部的一端；放射治疗机房及其辅助设施应同时设计和建造，并根据安全、卫生和方便的原则合理布置。

6.1.2 放射治疗工作场所应分为控制区和监督区。治疗机房、迷路应设置为控制区；其他相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需经常检查其职业照射条件的区域设为监督区。

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

	<p>求。</p> <p>6.1.4 治疗设备控制室应与治疗机房分开设置，治疗设备辅助机械、电器、水冷设备，凡是可以与治疗设备分离的，尽可能设置于治疗机房外。</p> <p>6.1.5 应合理设置有用线束的朝向，直接与治疗机房相连的治疗设备的控制室和其他居留因子较大的用室，尽可能避开被有用线束直接照射。</p> <p>6.1.6 X射线管治疗设备的治疗机房、术中放射治疗手术室可不设迷路；γ刀治疗设备的治疗机房，根据场所空间和环境条件，确定是否选用迷路；其他治疗机房均应设置迷路。</p> <p>根据《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的要求，本项目丙级非密封放射源工作场所布局应遵循下述要求：</p> <p>5 工作场所的放射防护要求</p> <p>5.1 工作场所平面布局和分区</p> <p>5.1.2 核医学工作场所平面布局设计应遵循如下原则：</p> <p>a) 使工作场所的外照射水平和污染发生的概率达到尽可能小；</p> <p>b) 保持影像设备工作场所内较低辐射水平以避免对影像质量的干扰；</p> <p>5.1.6 通过设计合适的时间空间交通模式来控制辐射源（放射性药物、放射性废物、给药后患者或受检者）的活动，给药后患者或受检者与注射放射性药物前患者或受检者不交叉，给药后患者或受检者与工作人员不交叉，人员与放射性药物通道不交叉。合理设置放射性物质运输通道，便于放射性药物、放射性废物的运送和处理；便于放射性污染的清理、清洗等工作的开展。</p> <p>工作场所放射防护安全要求：</p> <p>根据《放射治疗放射防护要求》（GB 121-2020）的要求，本项目伽玛刀机房放射防护应遵循下述要求：</p> <p>6.3 屏蔽要求</p>
--	--

6.3.1 治疗机房墙和入口门外关注点周围剂量当量率参考控制水平

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

a) 使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子，由周剂量参考控制水平 \dot{H}_c ，见式（1）：

$$\dot{H}_c \leq H_e / (t \times U \times T) \dots \dots \dots (1)$$

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

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

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

c) 由上述 a) 中的导出周围剂量当量率参考控制水平 \dot{H}_c 和 b) 中的最高周围剂量当量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$ ，选择其中较小者作为关注点的周围剂量当量率参考控制水平 \dot{H}_c 。

根据《操作非密封源的辐射防护规定》（GB 11930-2010）的要求，本项目非密封源工作场所放射防护应遵循下述要求：

5 安全操作

5.1 一般要求

5.1.2 宜在辐射工作场所醒目位置悬挂（张贴）辐射警告标志，人员通行和放射性物质传递的路线应严格执行相关规定，防止发生交叉污染。应制定严格的辐射防护规程和操作规程。

5.1.5 辐射工作人员对某些操作程序必要时应事先进行模拟试验，冷试验、热试验，当熟练掌握操作技能后方可正式开展工作。

5.1.6 如果操作过程中发现异常情况，应及时报告，并分析原因。采取措施，防止重复发生类似事件。

5.1.7 应定期检查，工作场所各项防护与安全措施的有效性，针对不安全因素制定相应的补救措施，并认真落实，确保工作场所处在良好的运行状态。

5.1.8 在原有设施条件下开展新工作（包括工艺流程的重大改变和提高放射性核素日等效最大操作量），如果计划操作的放射性核素种类，操作量，操作方式环及防护设施和设备的要求超出原设计规范，应事先向主管部门提交防护与安全分析报告，经主管部门审查批准后方可进行。

5.1.9 如进行存在临界安全问题的操作，应同时遵守国家有关临界安全的规定。

5.2 操作条件

5.2.1 非密封源的操作应根据所操作的放射性物质的量和特性，选择符合安全与防护要求的条件，尽可能在通风柜，工作箱或手套箱内进行。

5.2.2 操作过程中所用的设备、仪器、仪表、器械和传输管道等应符合安全与防护要求。吸取液体的操作应使用合适的负压吸液器械，防止放射性液体溅出、溢出，造成污染。储存放射性溶液的容器应由不易破裂的材料制成。

5.2.3 有可能造成污染的操作步骤，应在铺有塑料或不锈钢等易去除污染的工作台面上或搪瓷盘内进行。

5.2.4 操作中使用的容器，必要时应在其外面加一个能足以容纳其全部放射性溶液的不易破裂的套桶。

5.2.5 操作易燃易爆物质，或操作中使用高温、高电压和高气压设备时，应有可靠的防止过热或超压的保护措施，并遵守国家有关安全规定。

5.2.6 伴有强外照射的操作，应尽可能缩短操作时间，利用合适的屏蔽或使用长柄操作机械等防护措施。

5.2.7 若需要进行开启密闭工作箱门放入或取出物品及其他危险性较大的操作时，应采取安全与防护措施，并在防护人员监督下进行。

5.2.8 进行污染设备检修时，应当事先拟出计划。主要的工作内容及采取的防护措施，经现场防护人员审查同意并落实辐射防护措

	<p>施后方可进行。</p> <p>5.3 个人防护</p> <p>5.3.1 辐射工作人员应熟练掌握安全与防护技能，取得相应资质。</p> <p>5.3.2 辐射工作人员应根据实际需要配备适用，足够和符合标准的个人防护用具（器械，衣具），并掌握其性能和使用方法。个人防护用具应有备份，均应妥善保管，并应对其性能进行定期检验。</p> <p>5.3.3 辐射工作场所应具备适当的防护手段与安全措施，做好个人防护工作。</p> <p>5.3.4 在伴有外照射的工作场所，应做好个人外照射防护，包括β外照射防护。</p> <p>5.3.5 在任何情况下均不允许用裸露的手直接接触放射性物质或进行污染物件的操作。</p> <p>5.3.6 辐射工作场所应根据所操作非密封源的特点配备适当的医学防护用品和急救药品箱，供处理事故时使用。严重污染事件的医学处理应在医学防护人员的指导下进行。</p> <p>根据《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的要求，本项目核医学科工作场所放射防护应遵循下述要求：</p> <p>5.3 工作场所的防护水平要求</p> <p>5.3.1 核医学工作场所控制区的用房，应根据使用的核素种类、能量和最大使用量，给予足够的屏蔽防护。在核医学控制区外人员可达处，距屏蔽体外表面0.3m处的周围剂量当量率控制目标值应不大于$2.5\mu\text{Sv/h}$，控制区内屏蔽体外表面0.3m处的周围剂量当量率控制目标值应不大于$25\mu\text{Sv/h}$，宜不大于$2.5\mu\text{Sv/h}$；核医学工作场所的分装柜或生物安全柜，应采取一定的屏蔽防护，以保证柜体外表面5cm处的周围剂量当量率控制目标值应不大于$25\mu\text{Sv/h}$；同时在该场所及周围的公众和放射工作人员应满足个人剂量限值要求。屏蔽计算中所涉及的常用放射性药物理化特性参见附录H。PET相关房间的辐射屏蔽计算方法和示例参见附录I。自屏蔽回旋加速器机房的屏</p>
--	--

蔽计算方法由回旋加速器在所有工作条件下所产生中子的最大通量（取决于加速器的类型、能量、粒子类型以及使用的靶等）决定。

本项目PET/CT机房防护设施应满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求：

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2的规定。

表2 X射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

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

- ^a双管头或多管头X射线设备的所有管球安装在同一间机房内。
- ^b单管头、双管头或多管头X射线设备的每个管球各安装在1个房间内。
- ^c透视专用机指无诊断床、标称管电流小于5mA的X射线设备。
- ^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小于表3的规定。

表3 不同类型X射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

设备类型	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） CT模拟定位机房	2.5	

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表3的要求。

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a) 具有透视功能的X射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于2.5μSv/h；测量时，X射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间。

6.4.1 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。

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

6.4.4 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。

6.4.5 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。

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

6.4.7 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。

6.4.9 CT装置的安放应利于操作者观察受检者。

防护用品及防护设施配置要求：

根据《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020），本项目非密
封源工作场所防护用品及防护设施的配置应满足下述要求：

4 总则

4.1 管理要求

4.1.1 开展核医学工作的医疗机构应对放射工作人员、患者或
受检者以及公众的防护与安全负责，主要包括：

c) 应配备与其服务项目相适应并且性能合格的核医学诊疗设备
（包括相关辅助设备）、放射防护与放射性药物施用量质量控制仪
器、个人防护用品。

工作场所分级：

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》
（GB 18871-2002）附录C规定的非密封源工作场所的分级，应按表
C1将非密封源工作场所按放射性核素日等效最大操作量的大小分
级。

表C1 非密封源工作场所的分级

级别	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 $\sim 2 \times 10^7$																										
<p>核医学辐射工作场所表面污染控制水平要求</p> <p>根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的规定，对于工作场所的放射性表面污染，应满足表B11的控制水平。</p> <p style="text-align: center;">表B11 工作场所放射性表面污染控制水平（单位：Bq/cm²）</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px 0;"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2" style="text-align: center;">表面类型</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">α放射性物质</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">β放射性物质</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">极毒性</th> <th style="text-align: center;">其他</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">工作台、设备、墙壁、地面</td> <td style="text-align: center;">控制区¹⁾</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">40</td> <td style="text-align: center;">40</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">监督区</td> <td style="text-align: center;">0.4</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">工作服、手套、工作鞋</td> <td style="text-align: center;">控制区、监督区</td> <td style="text-align: center;">0.4</td> <td style="text-align: center;">0.4</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">手、皮肤、内衣、工作袜</td> <td style="text-align: center;">0.04</td> <td style="text-align: center;">0.04</td> <td style="text-align: center;">0.4</td> </tr> </tbody> </table> <p style="margin-left: 20px;">1) 该区内的高污染子区除外</p>		表面类型		α放射性物质		β放射性物质	极毒性	其他	工作台、设备、墙壁、地面	控制区 ¹⁾	4	40	40	监督区	0.4	4	4	工作服、手套、工作鞋	控制区、监督区	0.4	0.4	4	手、皮肤、内衣、工作袜		0.04	0.04	0.4
表面类型				α放射性物质			β放射性物质																				
		极毒性	其他																								
工作台、设备、墙壁、地面	控制区 ¹⁾	4	40	40																							
	监督区	0.4	4	4																							
工作服、手套、工作鞋	控制区、监督区	0.4	0.4	4																							
手、皮肤、内衣、工作袜		0.04	0.04	0.4																							
<p>放射性废物管理要求：</p> <p>根据《核医学辐射防护与安全要求》（GBZ 120-2020）的规定，本项目放射性固废暂存还应遵循下述：</p> <p>8.1 放射性废物分类，应根据医学实践中产生废物的形态及其中的放射性核素种类、半衰期、活度水平和理化性质等，将放射性废物进行分类收集和分别处理。核医学常用放射性核素的物理特性参见附录H。</p> <p>8.2 设废物储存登记表，记录废物主要特性和处理过程，并存档备案。</p> <p>8.3 放射性废液衰变池应合理布局，池底和池壁应坚固、耐酸碱腐蚀和无渗透性，并有防泄漏措施。</p> <p>8.4 开展放射性药物治疗的医疗机构，应为住院治疗患者或受检者提供有防护标志的专用厕所，专用厕所应具备使患者或受检者排泄物迅速全部冲入放射性废液衰变池的条件，而且随时保持便池</p>																											

	<p>周围清洁。</p> <p>8.5 供收集废物的污物桶应具有外防护层和电离辐射警示标志。在注射室、注射后病人候诊室、给药室等位置放置污物桶。</p> <p>8.6 污物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物，装满后的废物袋应密封，不破漏，及时转送存储室，放入专用容器中存储。</p> <p>8.7 对注射器和碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物，应先装入利器盒中，然后再装入专用塑料袋内。</p> <p>8.8 每袋废物的表面剂量率应不超过0.1mSv/h，质量不超过20 kg。</p> <p>8.9 储存场所应具有通风设施，出入口设电离辐射警告标志。</p> <p>8.10 废物袋、废物桶及其他存放废物的容器应安全可靠，并在显著位置标有废物类型、核素种类、存放日期等说明。</p> <p>8.11 废物包装体外表面的污染控制水平：$\beta < 0.4 \text{ Bq/cm}^2$。</p> <p>根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）的规定，本项目放射性固废暂存还应遵循下述：</p> <p>7.2 固体放射性废物的管理</p> <p>7.2.3 固体放射性废物处理</p> <p>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 Bq/cm^2、β表面污染小于0.8 Bq/cm^2的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理：</p> <p>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；</p> <p>7.3 液态放射性废物的管理</p> <p>7.3.3 放射性废液排放</p> <p>7.3.3.1 对于槽式衰变池贮存方式：</p> <p>a) 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天后可直接解控排放；</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</p>
--	--

液产生起始日期、责任人员、排放时间、监测结果等信息。

安全管理要求及环评要求：

《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及环评报告、环评批复中的相关要求。

表二 建设项目工程分析

项目建设内容:

如皋博爱医院有限公司原为如皋市第四人民医院，于2001年6月改制而成，是如皋市规模较大的综合性民营医院，2016年晋升为国家二级甲等综合性医院。

为了更好地为患者服务，提高公司的医疗质量，如皋博爱医院有限公司对位于南通市如皋市经济开发区庆余路468号院区内放疗中心一层伽玛刀机房进行改造并配备1台OUR-XGD/AR型头部多源 γ 射束立体定向放射治疗系统（以下简称“头部 γ 刀”，内含30枚 ^{60}Co 放射源，总活度为 $2.2\times 10^{14}\text{Bq}$ ，为I类放射源），用于开展肿瘤的放射治疗；在院区内放疗中心一层新建1座PET/CT机房（质量控制校正使用 ^{68}Ge 放射源，共2枚（ $5.50\times 10^7\text{Bq}\times 1$ 枚、 $3.50\times 10^7\text{Bq}\times 1$ 枚），为V类源），购置1台Discovery MI型PET/CT，使用 ^{18}F 核素（为外购的成品药物）用于开展核素显像诊断，属于丙级非密封放射性物质工作场所。本项目环评报告表详见附件2，环评批复文件详见附件3。

表2-1 新建伽玛刀治疗及核医学诊断项目射线装置及核素使用情况

非密封放射性物质					
核素名称	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	工作场所名称
^{18}F	使用	2.96×10^9	2.96×10^6	7.40×10^{11}	放疗中心一层核医学科
放射源					
放射源名称	活动种类	总活度 (Bq) /活度 (Bq) \times 枚数		放射源类别	工作场所名称
^{60}Co	使用	2.2×10^{14} (共30枚)		I类	放疗中心一层伽玛刀机房
^{68}Ge	使用	$5.50\times 10^7\times 1$ 枚		V类	放疗中心一层核医学科
		$3.50\times 10^7\times 1$ 枚			
射线装置					
名称	数量	型号	技术参数		工作场所名称

PET/CT	1	Discovery MI型	最大管电压140kV 最大管电流600mA	放疗中心一层 核医学科
--------	---	---------------	--------------------------	----------------

截至验收监测时，如皋博爱医院有限公司已在放疗中心一层伽玛刀机房内配备1台OUR-XGD/AR型头部 γ 刀，内含30枚 ^{60}Co 放射源（编码为0322GO000112-0322GO000402），总活度为 $2.2 \times 10^{14}\text{Bq}$ ，用于肿瘤的放射治疗；在放疗中心一层新建核医学科，配备1台Discovery MI型PET/CT（质量控制校正使用2枚 ^{68}Ge 放射源（编码为US22GE000915、US22GE000925），活度分别为 $5.5 \times 10^7\text{Bq}$ 、 $3.5 \times 10^6\text{Bq}$ ），使用 ^{18}F 核素，开展核素显像诊断工作。

本次验收项目辐射安全与防护设施总投资为800万元，项目环评审批及实际建设情况见表2-2，由表可知，本项目建设情况及周围环境与环评及其审批意见一致。

表2-2 新建伽玛刀治疗及核医学诊断项目环评审批及实际建设情况一览表

项目建设地点及其周围环境					
项目内容	环评规划情况			实际建设情况	备注
建设地点	南通市如皋市经济开发区庆余路468号			南通市如皋市经济开发区庆余路468号	与环评一致
周围环境	伽玛刀机房	东侧	院内绿化	院内绿化	与环评一致
		南侧	医用直线加速器机房	医用直线加速器机房	与环评一致
		西侧	室内走廊	室内走廊	与环评一致
		北侧	控制室及辅助机房	控制室及辅助机房	与环评一致
		下方	土层	土层	与环评一致
		上方	无建筑	无建筑	与环评一致
	核医学科	东侧	院内道路	院内道路	与环评一致
		南侧	室内走廊及肿瘤科病房	室内走廊及肿瘤科病房	与环评一致
		西侧	污洗间及卫生间	污洗间及卫生间	与环评一致
		北侧	医用直线加速器机房及院内绿化	医用直线加速器机房及院内绿化	与环评一致

		下方	土层			土层			与环评一致	
		上方	无建筑			无建筑			与环评一致	
非密封放射性物质										
核素名称	环评建设规模					实际建设规模				
	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	活动种类	使用场所	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	活动种类	使用场所
¹⁸ F	2.96×10 ⁹	2.96×10 ⁶	7.40×10 ¹¹	使用	放疗中心一层核医学科	2.96×10 ⁹	2.96×10 ⁶	7.40×10 ¹¹	使用	放疗中心一层核医学科
放射源										
放射源名称	环评建设规模				实际建设规模					
	总活度 (Bq) /活度 (Bq) ×枚数		类别	活动种类	使用场所	总活度 (Bq) /活度 (Bq) ×枚数		类别	活动种类	使用场所
⁶⁰ Co	2.2×10 ¹⁴ (共30枚)		I类	使用	放疗中心一层伽玛刀机房	2.2×10 ¹⁴ (共30枚)		I类	使用	放疗中心一层伽玛刀机房
⁶⁸ Ge	9.25×10 ⁷ ×2枚		V类	使用	放疗中心一层核医学科	5.50×10 ⁷ ×1枚		V类	使用	放疗中心一层核医学科
						3.50×10 ⁷ ×1枚		V类	使用	放疗中心一层核医学科

射线装置										
射线装置名称	环评建设规模					实际建设规模				
	型号	数量	技术参数	类别	使用场所	型号	数量	技术参数	类别	使用场所
PET/CT	Discovery 710 Clarity 型	1 台	140kV/600mA	III类	放疗中心一层核医学科	Discovery MI 型	1 台	140kV/600mA	III类	放疗中心一层核医学科
废弃物										
名称	环评建设规模						实际建设规模			
	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向		
退役废源	固体	⁶⁰ Co	/	/	/	/	暂存在伽玛刀设备内	退役废源送生产厂家回收处理。	与环评一致	
	固体	⁶⁸ Ge	/	/	/	/	贮存在储源罐中，放置在核医学科的储源室内	退役后交由原生产厂家回收或由省城市放射性废物库回收处置。	与环评一致	

沾有 ¹⁸ F放射性核素的注射器、手套、擦拭废纸及废活性炭等	固体	¹⁸ F	/	约3.33kg	约40kg	¹⁸ F≤1×10 ⁴ Bq/kg	存放于专用放射性废物铅桶与放射性废物库	存放十个半衰期，达到清洁解控水平推荐值后，由医院统一作为医疗废物处理。	存放超过30天（同时满足环评批复的相关要求），经检测合格后，由医院统一作为医疗废物处理（验收时执行《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中放射性废物处置规定）。
含 ¹⁸ F放射性核素的卫生间下水及清洗废水	液体	¹⁸ F	/	约3.75m ³	约45m ³	总β<10 Bq/L	流入衰变池中	自然衰变十个半衰期，达到排放标准后，排放至医院污水处理站。	暂存超过30天（同时满足环评批复的相关要求），直接解控排放至医院污水处理站（验收时执行《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中放射性废物处置规定）。
含有 ¹⁸ F等液态放射性药物操作时挥发的微量气溶胶	气体	¹⁸ F	/	微量	微量	微量	不暂存	在通风橱中操作，经通风橱管道内及屋顶排放口活性炭装置过滤后排放。	与环评一致
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	通过排风系统排入外环境，臭氧在常温下约50分钟可自行分解为氧气，对环境影响较小。	与环评一致

源项情况:

1、辐射污染源项

由本项目工作原理和 workflow 可知，本次新建伽玛刀治疗项目主要产生以下污染:

(1) 辐射: 伽玛刀未使用时，放射源处于屏蔽位，少量的 γ 射线会穿透屏蔽体，对进入伽玛刀机房的人员及室外公众等产生照射。

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

(2) 固体废物: ^{60}Co 放射源使用到一定年限后产生退役的放射源，可能会对周围环境产生一定的危害。

本次新建核医学诊断项目主要产生以下污染:

(1) 辐射: PET/CT 在工作状态下产生的 X 射线; 放射性核素 ^{18}F 在操作、诊断过程中产生的 β 、 γ 射线。以上射线会造成医务人员和公众的外照射。

(2) 废气: 本项目注射时药物在针筒内，无开放液面，空气中挥发散逸的放射性同位素几乎没有，因此放射性气溶胶极少，其对医务人员和公众吸入体内造成的内照射影响可以忽略。

(3) 固体废物: 放射性药物操作过程中产生的如注射器、一次性手套、棉签、滤纸等带微量放射性核素的医疗固体废弃物、退役的 ^{68}Ge 校准源; 污染途径为操作过程中及收集固废过程中和贮存衰变时对医务人员产生的外照射。

(4) 废水: 体内含有放射性核素的病人排泄物等; 工作场所清洗废水等。

2、非辐射污染源项

(1) 废气: 伽玛刀机房、PET/CT 机房内的空气因电离产生的少量臭氧和氮氧化物可通过通风系统排至室外，臭氧在空气中短时间可自动分解为氧气，这部分废气对周围环境影响较小。

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

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

工程设备与工艺分析:

1、工作原理

• 新建伽玛刀治疗项目

放疗是癌症三大治疗手段之一。是用各种不同能量的射线照射肿瘤，以抑制和杀灭癌细胞的一种治疗方法。放疗可单独使用，也可与手术、化疗等配合，作为综合治疗的一部分，以提高癌症的治愈率。放疗的基本目的是努力提高放疗的治疗增益比，即最大限度地将放射线的剂量集中到病变（靶区）内，而使周围的正常组织和器官少受或免受不必要的照射。

如皋博爱医院有限公司使用的 OUR-XGD/AR 型头部 γ 刀由深圳市奥沃医学新技术发展有限公司生产，是利用 ^{60}Co 在衰变过程中发射 γ 射线对生物肌体的破坏作用来实现对病变细胞的杀伤功能，进而达到损毁病灶的治疗目的的一种新型立体定向放射外科治疗设备。

本项目头部 γ 刀安装了 30 颗高比活度的 ^{60}Co 放射源，通过匹配一定的准直器将射线聚焦到设备等中心（即焦点）上，使得焦点处形成高剂量射线区，实现动静态聚焦。当病灶组织处于这一高剂量场时产生放射性坏死，而病灶周围以外的组织因只受到均匀小剂量射线的照射而安然无恙，从而达到无创伤治疗肿瘤的目的。头部 γ 刀主要由以下部分组成：放射准直系统、治疗床、立体定位系统、图像引导系统和治疗计划系统组成。

如皋博爱医院有限公司于院区内放疗中心一层伽玛刀机房新增的头部 γ 刀，型号为 OUR-XGD/AR 型，内含 30 枚 ^{60}Co 放射源，总活度为 $2.2 \times 10^{14}\text{Bq}$ ，主要技术参数见表 2-3。该型号头部 γ 刀设备外观见图 2-1。

表 2-3 本项目头部 γ 刀技术参数情况一览表

型号	OUR-XGD/AR型
厂家	深圳市奥沃医学新技术发展有限公司
放射源名称	^{60}Co
放射源初装总活度	$2.2 \times 10^{14}\text{Bq}$ (6000Ci)
放射源数量	30 枚
源轴距 (SAD)	388mm
焦点剂量率	$>3.0\text{Gy/min}$

准直器种类及聚焦野尺寸 (mm)	Φ4、Φ8、Φ14、Φ18
旋转速度	1~6r/min
自屏蔽体参数	源体外有 420mm 厚铸铁屏蔽壳体



图 2-1 本项目头部 γ 刀设备外观图



图 2-2 本项目 PET/CT 设备外观图

• 新建核医学诊断项目

PET/CT (Positron Emission Tomography and Computer Tomography), 全称正电子发射断层与计算机断层诊断技术, 是在 PET (Positron Emission Tomography) 和 CT (Computer Tomography) 的基础上发展起来的新设备, 充分结合了 PET 高灵敏度和 CT 高分辨率的优势。其原理是通过正电子核素或其标记的示踪剂, 示踪人体内特定生物物质的生物活动, 采用多层、环形排列于发射体周围的探头, 由体外探测正电子示踪剂湮灭辐射所产生的光子, 然后将获得的信息, 通过计算机处理, 以解剖影像的形式及其相应的生理参数, 显示靶器官或病变组织的状况, 藉此诊断疾病, 又称为生化显像或功能分子显像, 是目前唯一可以在活体分子水平完成生物学显示的影像技术; 同时结合应用高档多排 CT 技术进行精确定位, 可精确地提供靶器官的解剖和功能双重信息, 并能够独立完成多排螺旋 CT 的临床显像, 大大提高临床使用价值。

正电子发射是放射性核素衰变的方式之一。这类核素在自发的从不稳定状态向基态衰变过程中, 从核内释放出与普通电子一样但电荷相反的粒籽, 即正电子。正电子是一种反物质, 从核内放出后很快与环境中自由电子碰撞湮灭, 转化为一对方向相反、能量为 0.511MeV 的 γ 光子。如果在这对光子飞行方向上对置一对探测器, 便可以几乎同时接受到这两个光子, 并可推定光子发源 (即

正电子发射) 点在两探头间连线上。通过环绕 360° 排列的多组配对探头, 经探头对之间符合线路检验判定每只探头信号时间耦合性, 排除其他来源射线的干扰, 得到探头对连线上的一维信息, 再用滤波反投射方式, 将信号按探头对的空间位置向中心点反投射, 便可形成与探头组连线轴平行的断层正电子发射示踪剂分布图像。这种探测方式一次只反映一个层面的信息。实用中常用多层排列的探头对, 配合层间符合线路, 以利探测并重建更多层面的图像。

如皋博爱医院有限公司配备的 1 台 Discovery MI 型 PET/CT, 其最大管电压 140kV, 最大输出电流 600mA (环评中, 医院拟配备的 PET/CT 型号为 Discovery 710 Clarity 型, 最大管电压为 140kV, 最大输出电流为 600mA, 对照生态环境部办公厅印发的《污染影响类建设项目重大变动清单(试行)》中相关规定, 不属于重大变动)。该型号 PET/CT 设备外观见图 2-2。PET/CT 显像用放射性同位素特性见表 2-4。

表2-4 PET/CT显像用放射性同位素特性一览表

核素种类	半衰期	衰变类型及分支比 (%)	主要α、β辐射能量 (keV) 与绝对强度 (%)	主要γ、X射线能量 (keV) 与绝对强度 (%)	空气比释动能率常数 (Gy·m ² ·Bq ⁻¹ ·h ⁻¹)
¹⁸ F	109.7min	EC (3.27) β ⁺ (96.73)	633.5 (96.73)	XK: 0.52 (0.01795) γ [±] : 511 (≤193.46)	1.4E-13

2、工作流程及产污环节

- 新建伽玛刀治疗项目

患者在经诊断确诊需要进行头部γ刀放射治疗后, 根据病灶的部位确定定位体位, 通过 MRI 或 CT 扫描采集影像资料, 用于确定靶区位置、形状和大小, 放疗医师根据医学影像临床诊断资料, 提出放射治疗方案和精确治疗计划。放射治疗计划完成, 并经放疗医师确认后, 放疗技师领患者进入治疗室, 对患者进行摆位, 然后进行治疗, 治疗结束后解除定位, 关闭系统。本项目头部 γ 刀工作流程及产污环节分析见图 2-3。

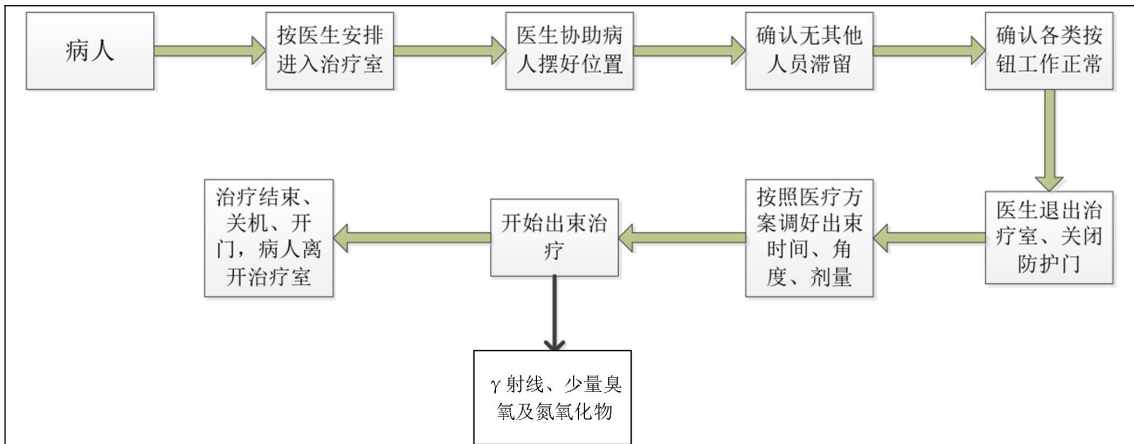


图 2-3 头部 γ 刀放疗工作流程及产污环节示意图

• 新建核医学诊断项目

如皋博爱医院有限公司核医学科 ^{18}F 放射性药物为外购，医院根据患者预约情况，确定当天所使用的药物剂量，向专业供应商（南京江原安迪科正电子研究发展有限公司或江苏华益科技有限公司）订购，供应商根据医院预约的时间和用量定时将药物送达放疗中心一层核医学科分装室，医院指定专人负责药物的接收和登记，并暂存到分装室铅通风橱内，当天用完。

医院已许可使用的 ^{18}F 放射性药物日最大操作量为 $2.96 \times 10^9 \text{Bq}$ ，日等效最大操作量为 $2.96 \times 10^6 \text{Bq}$ ，年最大用量为 $7.40 \times 10^{11} \text{Bq}$ ，为丙级非密封放射性物质工作场所。

注射护士手持带铅套的注射器，测定活度，经校对无误后，在注射铅玻璃屏的屏蔽下为患者注射。注射完毕后，注射器放入专用废物铅桶内。每次注射过程中近距离接触单光子药物的时间保守按 1min 估算。

患者根据注入的 ^{18}F 药物特性，在注射后候诊室内静躺候诊（一般注射 ^{18}F -FDG 后需等待约 30min），待药物代谢至靶器官，进入 PET/CT 机房，经医护人员摆位后，接受 PET/CT 的扫描，每次扫描约 10~20min。扫描完成后，患者留观一段时间后，若无其他情况，从患者专用通道离开。工作流程及产污环节分析见图 2-4。

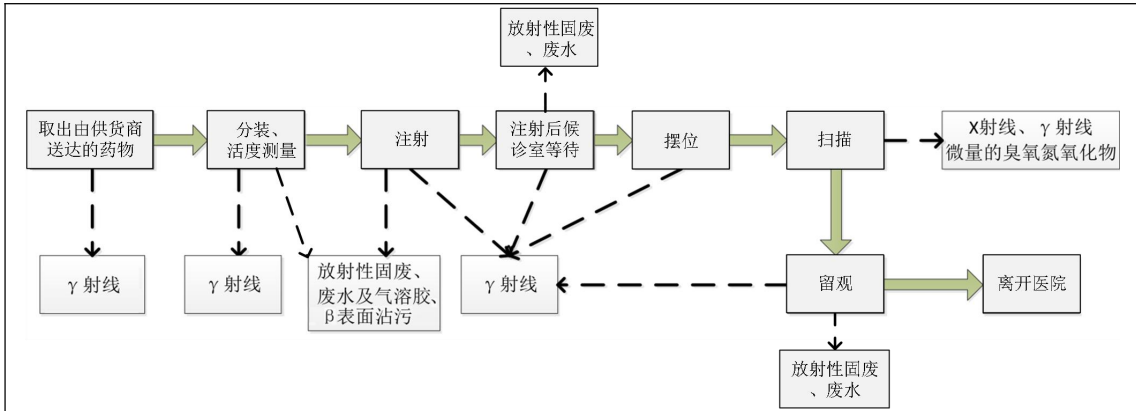


图 2-4 本项目 PET/CT 工作流程及产污环节示意图

表三 辐射安全与防护设施/措施

辐射安全与防护设施/措施

1、工作场所布局

- 新建伽玛刀治疗项目

选址：本项目伽玛刀机房位于院区内放疗中心一层伽玛刀机房，机房位于建筑物底部，周围无儿科病房、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，满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）中关于选址的规定。

布局：伽玛刀机房东侧为院内绿化，南侧为医用直线加速器机房，西侧为室内走廊，北侧为控制室及辅助机房，上方无建筑，下方为土层。伽玛刀机房控制室与治疗室分离，控制室位于治疗室北侧，治疗室南北长8.28m，东西长6.15m，面积约为50.9m²，机房内垫高0.5m，治疗室层高3.60m，进行吊顶装修后室内净高3.18m；治疗室未设置迷路，有用线束不向防护门照射，符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）中“放射治疗设施一般单独建造或建在建筑物底部的一端”及“ γ 刀治疗设备的治疗机房，根据场所空间和环境条件，确定是否选用迷路”等规定，布局合理。

辐射防护分区：本项目将伽玛刀机房治疗室作为辐射防护控制区，将控制室、辅助机房划为辐射监督区，本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。本项目伽玛刀机房平面布置及分区示意图见图3-1。

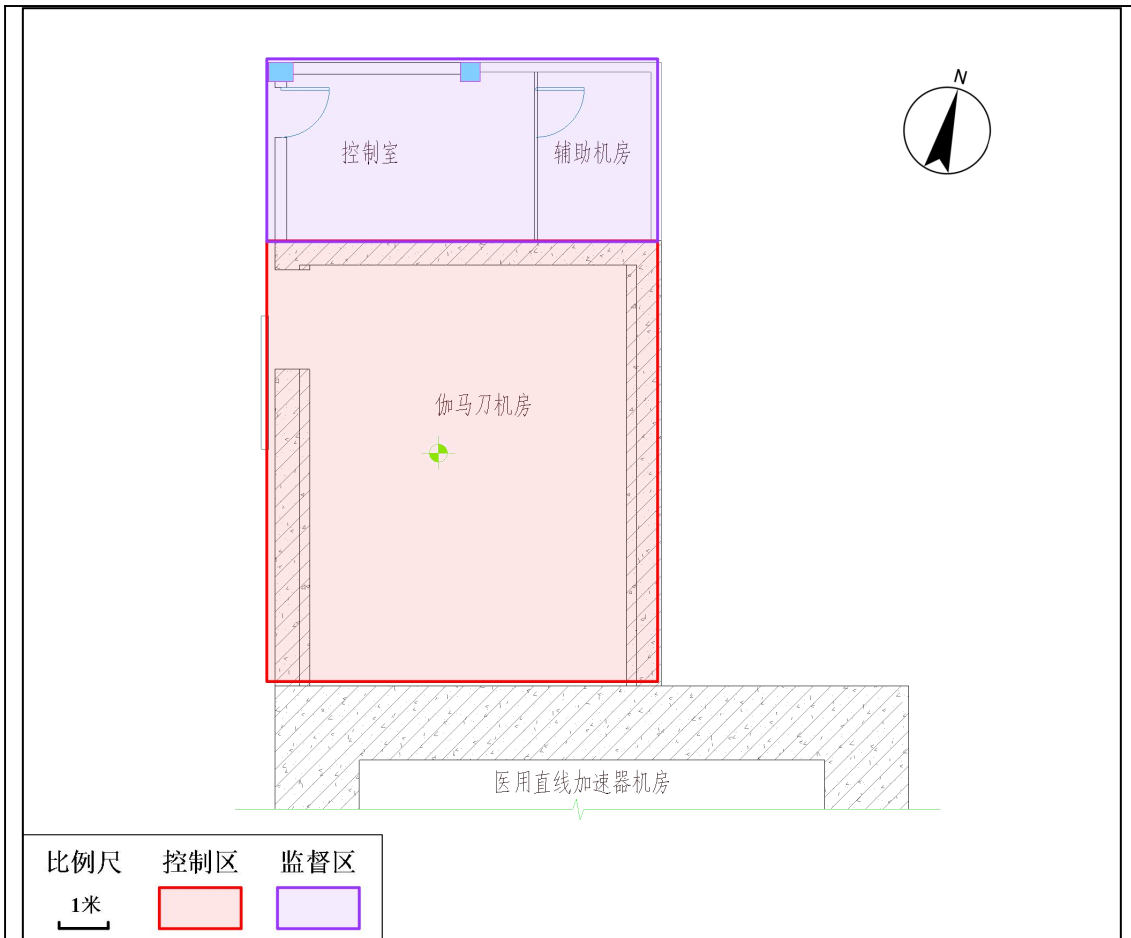


图 3-1 如皋博爱医院有限公司伽玛刀机房平面布置及分区示意图

• 新建核医学诊断项目

选址：本项目核医学科位于放疗中心一层东南部，不邻接产科、儿科、食堂等部门，设有单独出、入口，且出口不设置在门诊大厅、收费处等人群稠密区域，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）中关于选址的规定。

布局：本项目在放疗中心一层新建核医学科，配备1台PET/CT，使用¹⁸F核素，开展核素显像诊断工作。核医学科工作场所包括以下主要房间：1座PET/CT机房、控制室、分装室、注射室、废物库、储源库、注射后候诊室、留观室、卫生通过间、淋浴间、登记问诊处、医生办公室等区域。PET/CT机房最小单边长度为4.79m，有效使用面积约为37.0m²。PET/CT机房控制室与扫描室分开布置，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求。

核医学科相关配套布局能够保证各项工作程序沿着相关房间开展，减少了人员的流动性，有助于实施工作程序；医护人员与患者有各自独立的通道；高

活注射室、注射间与检查室分开，注射后候诊区设置有注射后病人专用卫生间，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）中关于临床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》（GB 11930-2010）要求。

辐射防护分区：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）第 6.4 款中有关辐射工作场所的分区规定，本项目工作场所按其功能划分为控制区和监督区，并实施分区管理，控制区包括：1 座 PET/CT 机房、分装室、注射室、卫生通过间、废物库、储源库、注射后候诊室、留观室、淋浴间、衰变池等，监督区包括：控制室、登记问诊处、医生办公室等。

控制区和监督区内辐射工作人员具有独立的出入口和流动路线，能够有效防止交叉污染，避免工作人员受到不必要的外照射。在控制区出、入口处均设置符合规范的电离辐射警告标志。本项目核医学科工作场所控制区和监督区划分明显，符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）及《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中有关辐射工作场所的分区规定。本项目工作场所平面布置、两区划分及病人、医护人员流动路线示意图见图3-2。

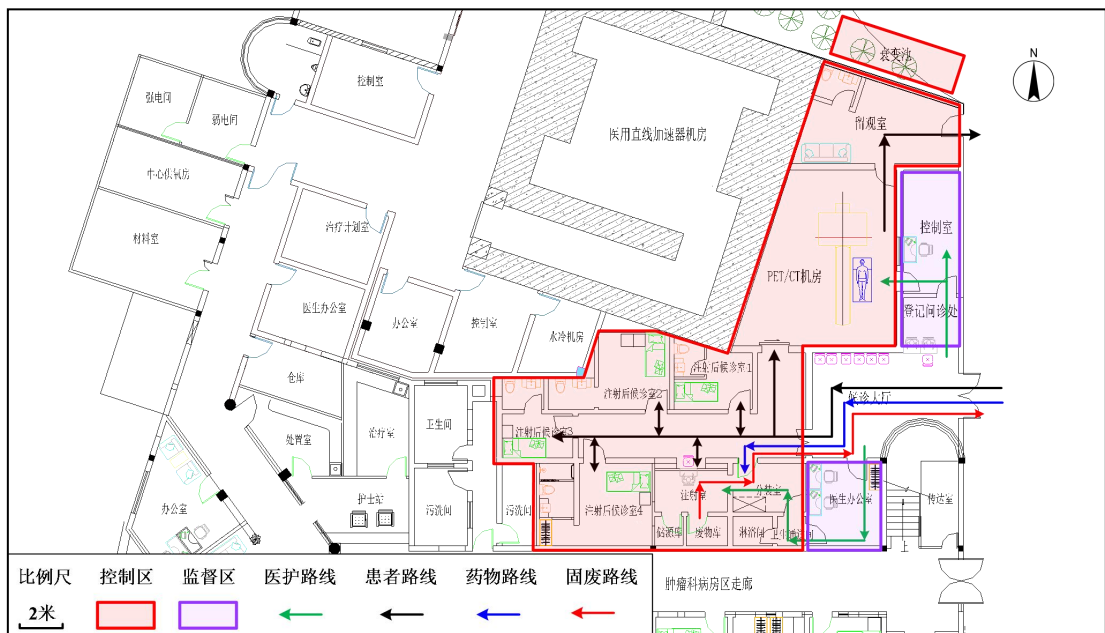


图3-2 本项目核医学科工作场所区域划分及患者、医护人员流动路线示意图

2、工作场所屏蔽设施建设情况

本项目伽玛刀机房屏蔽设施建设情况见表3-1。

表3-1 伽玛刀机房屏蔽防护落实情况一览表

参数	环评要求防护设计	落实情况	备注
东墙	50cm重晶石混凝土+20cm混凝土	50cm重晶石混凝土+20cm混凝土	已落实
南墙	150cm混凝土	150cm混凝土	已落实
西墙	50cm重晶石混凝土+20cm混凝土	50cm重晶石混凝土+20cm混凝土	已落实
北墙	50cm重晶石混凝土	50cm重晶石混凝土	已落实
屋顶	40cm重晶石混凝土+20cm混凝土	40cm重晶石混凝土+20cm混凝土	已落实
防护门	龙骨结构+钢板+10mm铅板	龙骨结构+钢板+10mm铅板	已落实

注：重晶石混凝土密度不小于2.5g/cm³；混凝土密度为2.35g/cm³，铅密度为11.3g/cm³。

本项目核医学科屏蔽设施建设情况见表3-2。

表3-2 核医学科屏蔽防护设计及落实情况一览表

参数	环评要求防护设计	落实情况	备注	
PET/CT 机房	墙体	西墙为 1700mm 砼（与医用直线加速器机房共墙），其余三侧墙体为 240mm 实心砖+30mm 硫酸钡涂料	西墙为 1700mm 砼（与医用直线加速器机房共墙），其余三侧墙体为 240mm 实心砖+30mm 硫酸钡涂料	已落实
	顶棚	120mm 砼+2mm 铅板	120mm 砼+2mm 铅板	已落实
	观察窗	8mmPb 铅玻璃	8mmPb 铅玻璃	已落实
	防护门	8mm 铅当量	8mm 铅当量	已落实
分装室	墙体	东、南墙为 240mm 实心砖+30mm 硫酸钡涂料，西、北墙为 240mm 实心砖	东、南墙为 240mm 实心砖+30mm 硫酸钡涂料，西、北墙为 240mm 实心砖	已落实
	顶部	120mm 空心楼板+10mm 铅板	120mm 空心楼板+10mm 铅板	已落实
	防护门	南门为8mm铅当量，北门为5mm铅当量	南门为8mm铅当量，北门为5mm铅当量	已落实
注射室、注射后候诊室3、储源室、废物库	墙体	240mm 实心砖+30mm 硫酸钡涂料（控制区内隔墙取消硫酸钡）	240mm 实心砖+30mm 硫酸钡涂料（控制区内隔墙取消硫酸钡）	已落实

	顶部	120mm空心楼板+10mm铅板	120mm空心楼板+10mm铅板	已落实
	防护门	5mm铅当量	5mm铅当量	已落实
注射后候诊室4	墙体	240mm实心砖+30mm硫酸钡涂料（控制区内隔墙取消硫酸钡）	240mm实心砖+30mm硫酸钡涂料（控制区内隔墙取消硫酸钡）	已落实
	顶部	120mm砵	120mm砵	已落实
	防护门	5mm铅当量	5mm铅当量	已落实
注射后候诊室1~2	墙体	北墙为1200mm砵（与医用直线加速器机房共墙），其余三侧墙体为240mm实心砖	北墙为1200mm砵（与医用直线加速器机房共墙），其余三侧墙体为240mm实心砖	已落实
	顶部	120mm砵	120mm砵	已落实
	防护门	5mm铅当量	5mm铅当量	已落实
留观室	墙体	西墙为1700mm砵（与医用直线加速器机房共墙），其余三侧墙体为240mm实心砖+30mm硫酸钡涂料	西墙为1700mm砵（与医用直线加速器机房共墙），其余三侧墙体为240mm实心砖+30mm硫酸钡涂料	已落实
	顶部	120mm砵	120mm砵	已落实
	防护门	5mm铅当量	5mm铅当量	已落实
控制区走廊	墙体	240mm实心砖+30mm硫酸钡涂料（控制区内隔墙取消硫酸钡）	240mm实心砖+30mm硫酸钡涂料（控制区内隔墙取消硫酸钡）	已落实
	顶部	120mm砵	120mm砵	已落实
	防护门	8mm铅当量	8mm铅当量	已落实
通风橱		40mmPb	40mmPb	已落实
注射窗口		20mmPb	20mmPb	已落实

注：实心砖密度为1.65g/cm³，混凝土密度为2.35g/cm³，硫酸钡涂料密度为3.8g/cm³。

3、辐射安全与防护措施

(1) 工作状态指示灯和电离辐射警告标志

本项目伽玛刀机房防护门、PET/CT机房防护门、核医学科工作场所控制区

出入口处均粘贴电离辐射警告标志和中文警示说明，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规范的电离辐射警告标志的要求。电离辐射警告标志见图3-3。患者防护门设有防夹装置，操作间防护门设有自动闭门装置。



(a) 伽玛刀机房防护门



(b) PET/CT机房患者防护门



(c) 控制区入口防护门



(d) 控制区出口防护门



(e) 注射后候诊室防护门



(f) 源库和废物库防护门

图3-3 工作状态指示灯和电离辐射警告标志



(a) 非出束状态



(b) 治疗准备状态



(c) 治疗状态

图3-4 伽玛刀机房门机联锁

(2) 防夹装置、门机联锁或门灯联锁

本项目伽玛刀机房防护门设置有门机联锁装置，只有防护门关闭到位时才能启动设备工作。机房防护门处设有从室内开启机房门的装置且防护门设有防夹装置。现场检查门机联锁装置、防夹装置均运行正常。

本项目PET/CT机房的防护大门设置有门灯联锁装置，防护大门闭合时工作状态指示灯亮。现场检查门机联锁和门灯联锁装置运行正常。

(3) 观察和对讲系统

医院在伽玛刀机房、PET/CT机房与其控制室内设置双向语音对讲装置，且PET/CT机房控制台处安装有观察窗，在诊断过程中医务人员可以及时观察病人情况和与病人交流，保证诊断质量和防止意外情况的发生。经现场核查，该对讲系统运行正常。机房对讲系统和PET/CT机房观察窗见图3-5。



(a) 伽玛刀机房对讲装置



(b) PET/CT机房对讲系统及观察窗

图3-5 观察窗和对讲系统

医院为防止诊疗过程中的误操作、防止工作人员和公众受到意外照射，在伽玛刀机房治疗室内设置了监控装置（共3个），监控装置做到了全方位无死角，监控装置显示终端设置在控制室内，便于观察到患者状态，满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）中的相关要求。伽玛刀机房监控装置见图3-6。

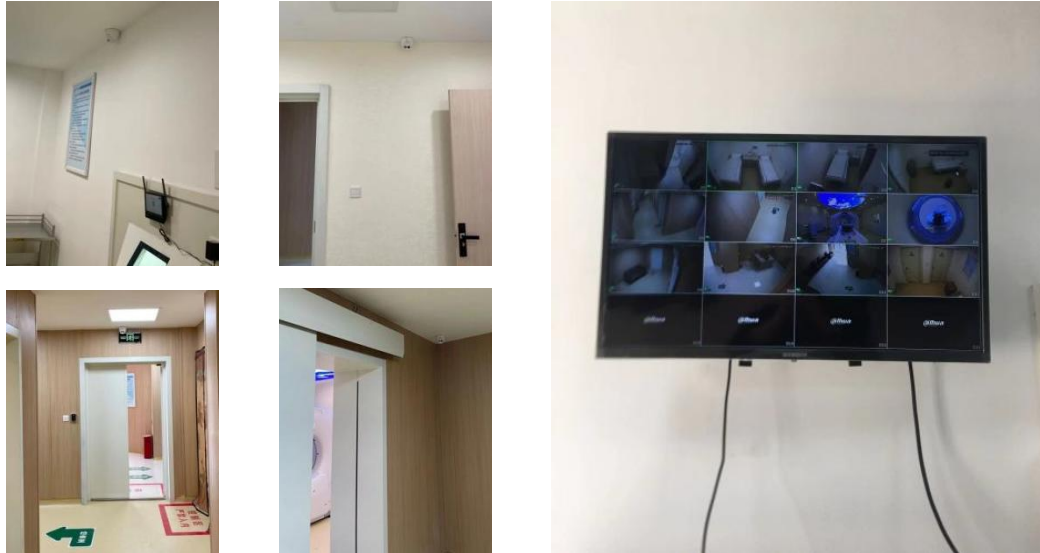


(a) 监控摄像头

(b) 控制室内监控显示终端

图3-6 伽玛刀机房监控装置

医院在注射后候诊室、注射室、控制区走廊等关键位置设置了监控摄像装置，对受检者进行全程监控，监控显示终端设置在PET/CT机房控制室内，辐射工作人员在控制室可以随时监控受检者的情况，避免受检者注射药物后随意走动或无关人员进入放射工作场所。核医学科监控装置见图3-7。



(a) 监控摄像头

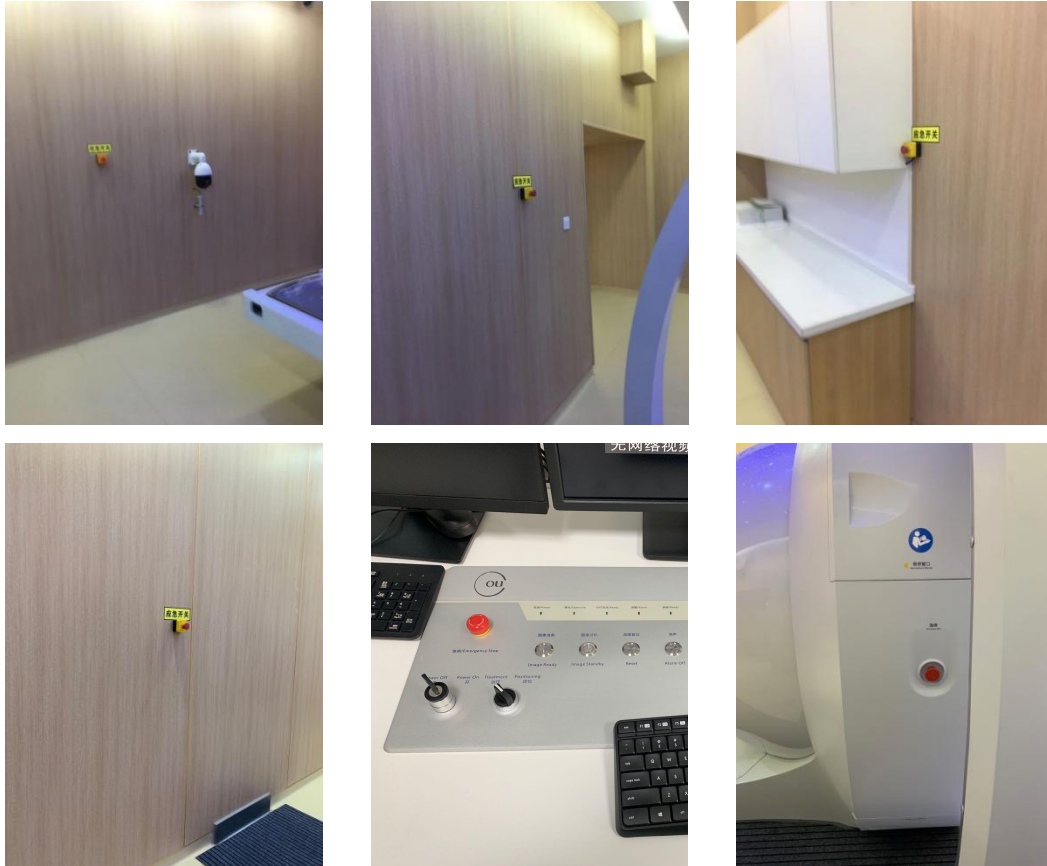
(b) 控制室内监控显示终端

图3-7 核医学科监控装置

(4) 急停按钮

本项目伽玛刀机房治疗室内四侧墙体、控制室及机房内设备上均设有急停按钮，PET/CT控制室操作台上及机房内设备上均设有急停按钮，当出现紧急情况

况时，按下急停按钮即可关闭设备。经验证检查，按下伽玛刀机房、PET/CT机房控制室操作键盘的急停开关，设备即可停止工作。急停装置见图3-8。



(a) 伽玛刀机房



(b) 核医学科

图3-8 急停按钮

(5) 人员监护

医院为伽玛刀机房、核医学科分别配备4名辐射工作人员（均已参加辐射安全与防护培训并且考核合格，名单见表3-3），并对其进行健康体检及个人剂量监测，建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。

表3-3 本项目配备的职业人员名单

姓名	性别	学历	工种	培训合格证书编号	工作场所
季海峰	男	本科	伽玛刀医师	苏辐培201901508	伽玛刀机房
张才全	男	本科	伽玛刀物理师	苏辐培201901506	伽玛刀机房
王仲仲	女	大专	伽玛刀技师	苏环辐1959058	伽玛刀机房
刘进德	男	中专	伽玛刀技师	苏环辐1821174	伽玛刀机房
冯今	男	本科	核医学医师	苏环辐1959056	核医学科
薛玉洋	男	本科	核医学医师	苏环辐1915129	核医学科
冯明明	男	本科	核医学技师	苏环辐1959057	核医学科
姜仲雯	女	大专	核医学护师	FS20JS0100635	核医学科

医院配备有固定式剂量报警仪1套、表面污染仪1台、辐射巡测仪2台及个人剂量报警仪9台，本项目配备的辐射监测仪器见图3-9，清单见表3-4。工作人员均配备了个人剂量计，均参加了职业健康检查及辐射安全与防护知识培训后上岗操作。



(a) 固定式剂量报警仪



(b) 辐射巡测仪



(c) 个人剂量报警仪

图3-9-1 伽玛刀机房辐射监测仪器



(a) 辐射巡测仪



(b) 表面污染检测仪



(c) 个人剂量报警仪

图3-9-2 核医学科辐射监测仪器

表3-4 本项目配备的辐射监测仪器清单

仪器名称/型号	数量	型号	购买日期	性能状态	备注
X、 γ 辐射巡检仪	1	GW1011P	2022.7	良好	伽玛刀机房
固定式报警仪	1	REN300A	2022.7	良好	伽玛刀机房
个人剂量报警仪	4	FJ2000	2022.7	良好	伽玛刀机房
X、 γ 剂量率检测仪	1	HRD100	2022.7	良好	核医学科
表面污染检测仪	1	SRM-100	2022.7	良好	核医学科

个人剂量报警仪	5	PDG-100	2022.7	良好	核医学科
---------	---	---------	--------	----	------

(6) 防护用品

医院已为核医学科配备放射性污染防护服等防护用品，满足《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）中的相关要求。

医院应使工作人员了解所使用的防护用品的性能和使用方法，对工作人员正确使用防护用品进行指导，对所有防护用品均应妥善保管。



图3-10 储源室

(7) 储源室

本项目配备2枚⁶⁸Ge放射源，放置在核医学科储源室内，采用双人双锁管理（储源室防护门上设置了双人双锁），并安装有红外报警装置并与医院保安处联网，确保源库具备“防火、防盗、防泄漏”的安全措施。

4、“三废”治理情况

(1) 放射性“三废”

①放射性废气

在进行液态放射性药物活度测量过程中，若液态处于开放状态，空气中可能挥发微量放射性核素，污染途径为放射性核素在空气中挥发散逸造成人员吸入内照射。

本项目核医学科工作场所设有独立通风系统，气流组织自非放射区向监督区再向控制区流动，分装室内配置有通风橱，本项目活度测量等所有放射性核素的操作均在通风橱内进行，通风橱内设专用通风管道，通风口高于本建筑物屋脊，满足《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）中“排气口应高于本建筑屋顶”的要求。



(a) PET/CT检查室排风



(b) 注射后候诊室内排风



(c) 患者走廊排风



(d) 通风橱



(e) 楼顶排风管道

图3-11 核医学科工作场所排风

核医学科分装室内通风橱左侧、右侧操作口风速分别为 1.20m/s、1.22m/s，满足《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）中对合成和操作放射性药物所用的通风橱，工作中风速不小于 0.5m/s 的要求。

微量放射性气溶胶经外排气口排放并大气扩散后，对周围公众和环境敏感点的影响很小，不会造成公众内照射影响。

②放射性固体废物

本项目核医学科放射性药物的操作会产生少量受放射性污染的固体废物，如一次性注射器、一次性手套、滤纸、棉签等带有微量放射性同位素的医疗固

体废弃物。医院在注射室设有放射性废物桶，注射过程中产生的放射性固废暂存在放射性废物桶内，当天注射产生的放射性固体废物下班后集中存放在废物库内，衰变超过 30 天经检测合格后，作为医疗废物统一处理。满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中的相关要求。

^{60}Co 放射源、 ^{68}Ge 校准源退役后交由原生产厂家回收处置。

③放射性废水

本次核医学诊断项目的放射性废水包括：（1）体内含有放射性核素的病人排泄物等；（2）工作场所清洗废水等。

本项目核医学科预计一天最多接诊 8 人次，人均产生废水 10L/d，医护人员洗手和去污清洗产生的废水每天保守估计 100L，则放射性废水排放量为 180L/d。

本项目衰变系统由 4 个小池串联，包含 1 个沉淀池和 3 个衰变池，3 个衰变池体积均为 1.2m（长） \times 1.2m（宽） \times 1.8m（高），总有效容积约 5.6m³。衰变池内设导流墙，采用推流式排放，根据放射性废水衰变系统工作原理，放射性废水可在该衰变系统内衰变 31.1d。而核医学科使用的 ^{18}F ，半衰期为 108.8min，根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中的相关要求，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 天后可直接解控排放，故本项目衰变系统能够满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中关于放射性废水暂存衰变的相关要求。



图3-12 核医学科衰变系统

（2）非放射性三废

①废气

本项目 PET/CT 机房内空气在 X 射线、 γ 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，通过通风系统排至室外，排风口设置于机房吊顶上，臭氧常温下可自行分解为氧气，对周围环境影响较小。PET/CT 机房内通风装置见图 3-11 (a)。

本项目伽玛刀机房内空气在 γ 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，通过机房内的机械通风装置排放，进风、排风管道从防护门上方采用倒“U”型、斜 45°穿墙体至机房内，进风口与排风口位置对角设置。机房进风口设置在机房西南角吊顶处，排风口设置在机房东角上，排风口下沿距离机房地面约 50cm，排风口尺寸为 57cm×15cm，排风速率为 2.67m/s，治疗室容积为 161.9m³，由此可知治疗室内空气每小时交换次数为 5.0 次，符合相关标准的要求。医院在日常工作中，应加强机房内的通风管理，确保机房通风效果满足相关要求。伽玛刀机房通风装置见图 3-13。



(a) 排风口



(b) 进风口

图 3-13 伽玛刀机房内通风装置

② 固废

本项目工作人员产生的生活垃圾，分类收集后，将交由城市环卫部门处理。

③ 废水

本项目工作人员产生的生活污水，进入医院污水处理系统，处理达标后排入城市污水管网。

本项目废物的产生及治理情况属于环评及其批复的建设范围内，无变动情况。

表3-5 新建伽玛刀治疗及核医学诊断项目项目环评及批复落实情况一览表

核查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
辐射安全管理	管理机构：建立辐射安全与环境保护管理机构，或配备不少于1名大学本科以上学历人员从事辐射防护和环境保护管理工作。医院已设立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。	建立辐射安全防护与环保管理机构或指定一名本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全管理工作。	已建立辐射安全与环境管理机构，以制度形式明确了管理人员职责。	已落实
	管理制度：制定操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施等制度：根据环评要求，按照项目的实际情况，补充相关内容，建立完善、内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。	建立健全辐射安全与防护规章制度并严格执行。	已制定以下管理制度：《PET/CT操作规程》《伽玛刀操作规程》《放射治疗岗位职责》《放射治疗医师职责》《放射治疗技师职责》《核医学科岗位职责》《辐射防护与安全保卫制度》《辐射设备检修维护制度》《放射性同位素或射线装置使用登记、台账管理制度》《工作人员培训计划》《个人剂量和辐射环境监测方案》《放射事件应急处理预案》等，并落实到实际工作中。	已落实
辐射安全和防护措施	屏蔽措施：伽玛刀机房四侧墙体、顶部采用混凝土结构进行辐射防护，防护门采用铅防护门。核医学科工作场所墙体采用实心砖+硫酸钡涂料、顶部采用混凝土或铅板，各防护门均采用铅防护门，观察窗均为铅玻璃观察窗进行辐射防护。	严格执行辐射防护和安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环保“三同时”制度，确保辐射工作人员和公众的年受照有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中相应的剂量限值要求。	本项目伽玛刀机房、核医学科，在正常工作条件下运行时，工作场所周围所有监测点位的X-γ辐射剂量率、β放射性表面污染水平、均能满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）、《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求。	已落实

核查项目	“三同时”措施		环评批复要求	执行情况	结论
	安全措施	伽玛刀机房防护门设置门机联锁，开门状态下不能出源照射，出源照射状态若开门放射源自动回到伽玛刀设备的安全位置。治疗室外防护门上方拟设置工作状态显示，机房入口设置电离辐射警告标志，机房内及控制室内安装急停按钮，配备监视器及对讲装置，伽玛刀机房拟设置从室内开启治疗机房门的装置，防护门拟设有防挤压功能，在治疗室内设置固定式剂量监测报警装置。	定期检查辐射工作场所门机联锁、急停按钮、视频监控、工作指示灯、电离辐射警告标志等安全设施，确保正常工作。	伽玛刀机房防护门、PET/CT机房防护门、核医学科工作场所控制区出入口处设置电离辐射警告标志，伽玛刀机房、PET/CT机房门口设置工作状态指示灯；伽玛刀机房设置门机联锁装置，防护门处设有从室内开启机房门的装置且防护门设有防夹装置；PET/CT机房设置门灯联锁装置，并设置急停按钮及对讲装置。伽玛刀机房、核医学科工作场所配备有监控装置。	已落实
	核医学科控制区入口处（包括PET/CT机房、分装室、注射室、废物库、注射后候诊室、留观室门口）、放射性废物桶表面设置电离辐射警告标志，同时在PET/CT机房防护门处设置工作状态指示灯及闭门装置，并设置急停按钮及对讲装置。	非密封放射性物质工作场所功能区域布置应符合国家的有关规定和要求。			
	放射性“三废”处理措施： ⁶⁰ Co放射源使用到一定年限后产生退役的放射源，医院已承诺将退役 ⁶⁰ Co放射源交由放射源生产厂家回收处理。 本项目核素操作均在通风橱中进行，通风橱内保持负压且设有排风系统（通风速率不少于0.5m/s，排放口高于本建筑屋脊），管道内及外排放口处设置活性炭过滤吸附装置，符合非密封		/	放射性废水按照要求统一进行收集，于衰变系统内暂存超过30天，直接解控排放至医院污水处理系统作为医疗废水进行处理。放射性固体废物按照要求进行贮存，存放超过30天，经检测合格后后，作为医疗废物进行处理。 ⁶⁰ Co放射源、 ⁶⁸ Ge校准源退役后交由原生产厂家回收处置。	已落实

核查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
	<p>放射性物质工作场所相关要求； 医院拟在核医学科北侧建设一个地下衰变系统。衰变系统采用三级分隔衰变池，由4个小池串联，包含1个沉淀池和3个衰变池，3个衰变池总有效容积约4.8m³。衰变池内设导流墙，采用推流式排放。衰变池四周墙体、底部、顶部采用四周池壁采用300mm混凝土浇筑，能够满足辐射屏蔽要求。池底和池壁坚固采用耐腐蚀、防渗漏措施。来自核医学科分装室、注射室、注射后患者专用卫生间等高活区的放射性废水，含有¹⁸F等放射性核素，由独立下水管道统一集中到核医学科北侧地下衰变池中，本项目衰变系统能够贮存放射性废水约348个半衰期，满足排放标准后流入医院污水处理系统作为医疗废水处理；核医学科产生的放射性固体废物集中到废物库中的铅桶中暂存，在废物库内自然衰变十个半衰期达到清洁解控水平推荐值后，作为普通医疗废物进行处理。符合辐射环境保护管理要求。</p>			
<p>人员配备</p>	<p>辐射安全管理人员和辐射工作人员均可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并考核，考核合格后上岗。</p> <p>辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检（两次监测的时间间隔不应超过3个月），加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。</p>	<p>对辐射工作人员进行岗位技能和辐射安全与防护知识的培训，并经考核合格后方可上岗，建立个人剂量档案和职业健康档案。辐射工作人员工作时须随身携带辐射报警仪和个人剂量计。</p>	<p>辐射工作人员均已取得辐射安全与防护知识考核合格证书，详见附件6。</p> <p>医院已委托江苏金诺环境检测技术有限公司对辐射工作人员进行个人剂量监测，详见附件7。</p>	<p>已落实</p>

核查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
	辐射工作人员定期进行职业健康体检（不少于1次/2年），并建立放射工作人员职业健康档案。		医院已组织辐射工作人员定期进行职业健康体检，体检合格后上岗操作。已建立职业健康档案。体检详见附件6。	
监测仪器和防护用品	拟配备辐射巡测仪1台。	配备环境辐射剂量巡测仪，定期对项目周围辐射水平进行检测，及时解决发现的问题。	医院配备有固定式剂量报警仪1套、表面污染仪1台、辐射巡测仪2台及个人剂量报警仪9台。	已落实
	固定式剂量监测报警装置1套。			
	拟配备表面沾污仪1台。			
	拟配备个人剂量报警仪8台。			
	核医学科配备1个通风橱，放射性核素操作人员及摆位工作人员配备铅橡胶围裙、铅橡胶围脖、铅橡胶帽子、铅防护眼镜等个人防护用品。	配备必要的个人防护用品。	核医学科配备1个通风橱，医院已为本项目配备放射性污染防护服等防护用品。	已落实
辐射监测	/	每年委托有资质的单位对项目周围辐射水平监测1~2次。	每年请有资质单位对辐射工作场所进行监测。	已落实

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：

1、环境影响报告书（表）主要结论与建议

表13 结论与建议

结论

• 项目概况

如皋博爱医院有限公司位于南通市如皋市经济开发区庆余路468号，为了更好地为患者服务，提高医院的医疗质量，根据规划，拟对院区内放疗中心一层预留伽玛刀机房进行改造并配备1台OUR-XGD/AR型头部多源 γ 射束立体定向放射治疗系统（以下简称“头部 γ 刀”，内含30枚 ^{60}Co 放射源，总活度为 $2.2\times 10^{14}\text{Bq}$ ，为I类放射源），用于开展肿瘤的放射治疗；拟在放疗中心一层新建1座PET/CT机房（质量控制校正拟使用 ^{68}Ge 放射源，2枚，活度为 $9.25\times 10^7\text{Bq}$ ，为V类源），购置1台Discovery 710 Clarity型PET/CT，使用 ^{18}F 核素用于开展核素显像诊断，属于丙级非密封放射性物质工作场所。

• 项目建设的必要性

伽玛刀是20世纪末现代高科技的产物，作为一种崭新的无创伤治疗手段，它是医学治疗史上的一个革命性突破。

核医学是一门先进的现代医学，在利用放射性药物进行心脑血管病、恶性肿瘤等诊断、鉴别诊断及肿瘤、甲癌、甲亢等治疗方面有重要应用。针对我国癌症和心血管发病率的高增长和高死亡率现状，核技术在医学领域的应用已经非常迫切，核医学产业有着重要临床应用价值，在精准医学发展中有着巨大的发展潜力。

• 产业政策符合性及实践正当性

根据《产业结构调整指导目录（2019年本）》，本项目属于鼓励类中第三十七项“卫生健康”中“5、医疗卫生服务设施建设”，是目前国家鼓励发展的新技术应用项目，符合现行的国家产业政策。

本项目的运行，可为患者提供放射诊断及治疗服务，并可提高当地医疗卫生水平，具有良好的社会效益和经济效益，经辐射防护屏蔽和安全管理后，本项目的建设运行对受照个人或社会所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射

危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）“实践的正当性”的原则。

• 选址合理性

如皋博爱医院有限公司位于南通市如皋市经济开发区庆余路468号，医院东侧为庆余社区及工农路，南侧为庆余路，西侧为鹿门路，北侧为泰宁路。

本次新建伽玛刀治疗及核医学诊断项目位于放疗中心一层，该楼为地上四层（局部一层）建筑，放疗中心东侧为院内道路、停车场及门诊楼，南侧为儿童洗浴中心，西侧为院内绿化，北侧为停车场。本项目伽玛刀机房位于放疗中心一层北部，伽玛刀机房东侧为院内绿化，南侧为医用直线加速器机房，西侧为室内走廊，北侧为控制室及辅助机房，上方无建筑，下方为土层；PET/CT工作场所位于放疗中心一层东南部，东侧为院内道路，南侧为室内走廊及肿瘤科病房，西侧为污洗间及卫生间，北侧为医用直线加速器机房及院内绿化，PET/CT工作场所南部上方为肿瘤科病房、北部上方无建筑，下方均为土层。本项目周围50m评价范围除伽玛刀机房西至鹿门路（约15m处）、PET/CT机房所在核医学工作场所南至庆余路（约27m处）、西至鹿门路（约27m处）外，其余方向均位于医院边界内。医院西侧的鑫品佳园（居民区）距本项目伽玛刀机房、PET/CT机房所在核医学工作场所分别约41m、44m，为本项目的环境敏感点，项目运行后的环境保护目标主要为医院辐射工作人员、医院内的其他医护人员、病患及陪同家属和院外庆余路、鹿门路、鑫品佳园（居民区）处其他公众等。

对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74号）、《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域。根据《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省内优先保护单元。

本项目核医学科工作场所均划分了控制区及监督区，控制区和监督区内患者及医护人员均具有独立的出入口和流动路线，相关配套布局能够保证工作程序沿着相关房间单向开展，能够有效防止交叉污染，注射后候诊室内设置有患者专用卫生间，避免公众、工作人员受到不必要的外照射，布局合理。

• 辐射环境现状评价

如皋博爱医院有限公司本次新建伽玛刀治疗及核医学诊断项目拟建址周围环境辐射剂量率在65nSv/h~121nSv/h之间，与江苏省环境天然贯穿辐射水平调查结果相比较，均未见异常。

• 环境影响评价

根据理论估算结果，如皋博爱医院有限公司新建伽玛刀治疗及核医学诊断项目在做好个人防护措施和安全措施的情况下，项目对辐射工作人员及周围的公众产生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）中对职业人员和公众受照剂量限值要求以及本项目的目标管理值要求（职业人员年有效剂量不超过5mSv，公众年有效剂量不超过0.1mSv）。

• “三废”的处理处置

^{60}Co 放射源使用到一定年限后产生退役的放射源，医院已承诺将退役 ^{60}Co 放射源交由放射源生产厂家回收处理。

核医学诊断项目核素操作均在通风橱中进行，通风橱内保持负压且设有排风系统（通风速率不少于0.5m/s，排放口高于本建筑屋脊），管道内及外排放口处设置活性炭过滤吸附装置，能够有效防止放射性废气对周围环境产生的影响；来自核医学科分装室、注射室、注射后患者专用卫生间等高活区的放射性废水，含有 ^{18}F 等放射性核素，由独立下水管道统一集中到核医学科北侧地下衰变池中，本项目衰变系统能够贮存放射性废水约348个半衰期，满足放射性废水贮存10个半衰期的要求，本项目放射性废水衰变满足排放标准后流入医院污水处理系统作为医疗废水处理；核医学科产生的放射性固体废物集中到废物库中的放射性废物桶中暂存，在废物库内自然衰变10个半衰期达到清洁解控水平推荐值后，作为普通医疗废物进行处理；PET/CT使用的 ^{68}Ge 校准源每隔一定时间更换一次，更换时将产生的废 ^{68}Ge 校准源交由原生产厂家回收或由省城市放射性废物库回收处置。符合辐射环境保护管理要求。

伽玛刀机房内的空气在 γ 射线作用下，PET/CT机房内的空气在X射线、 γ 射线作用下，分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，通过动力排风装置排入大气，臭氧半衰期50分钟，常温下可自行分解为氧气，对周围环境影响较小；工作人员和部分患者产生的普通生活污水，由院内污水处理站统一处理；

工作人员产生的一般生活垃圾，收集后，将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

• 主要污染源及拟采取的主要辐射安全防护措施

如皋博爱医院有限公司拟配备的头部 γ 刀内含30枚 ^{60}Co 放射源，总活度为 $2.2\times 10^{14}\text{Bq}$ ，为I类放射源。伽玛刀在治疗及储源过程中，机房治疗室内来自放射源的直射、散射和漏射 γ 射线会穿透屏蔽墙及防护门，对机房外的工作人员和公众产生外照射影响。

伽玛刀机房入口处拟设置“当心电离辐射”警示标识、工作状态灯和门机联锁装置，机房内外均设置有急停按钮及监控装置，控制室通过监视器与对讲机与治疗室联络。在伽玛刀机房内设置固定式剂量监测报警装置，其显示单元拟设置在控制室内，伽玛刀机房拟设置从室内开启治疗机房门的装置，防护门拟设有防挤压功能，开门状态下不能出源照射，出源照射状态下若开门放射源自动回到伽玛刀治疗设备的安全位置。医院 ^{60}Co 放射源由生产厂家负责放射源运输、换装。医院承诺退役 ^{60}Co 放射源委托原厂家回收处理，符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）及放射源安全管理要求。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），确定如皋博爱医院有限公司本次新建核医学诊断项目工作场所为丙级非密封放射性物质工作场所。

如皋博爱医院有限公司核医学科PET/CT扫描时产生的X射线； ^{18}F 放射性核素在取药、分装、注射、注射后候诊、扫描等操作过程中产生的 γ 射线，以上射线会造成医务人员和公众的外照射。

如皋博爱医院有限公司核医学科丙级非密封放射性物质工作场所控制区出入口拟设置“当心电离辐射”警告标志；PET/CT机房入口处拟设置“当心电离辐射”警示标识和工作状态灯。PET/CT机房设置有门机联锁装置，机房内外均设置有急停按钮，符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）及《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的安全管理要求。

• 辐射安全管理评价

如皋博爱医院有限公司已设立辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以医院内部文件形式明确其管理职

责。医院已制定辐射安全管理制度，建议根据本报告的要求，对照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，增补相应内容，建立符合本院实际情况的、完善可行的辐射安全管理制度，并在日常工作中落实。

如皋博爱医院有限公司需为本项目辐射工作人员配置个人剂量计，定期送有资质部门监测个人剂量，建立个人剂量档案；定期进行健康体检，建立个人职业健康监护档案。如皋博爱医院有限公司还需为本项目配备辐射巡测仪1台、固定式剂量监测报警装置1套、表面沾污仪1台及个人剂量报警仪8台。此外，医院应根据相关标准要求，为核医学诊断项目工作人员和受检者配备足够数量的个人防护用品和辅助防护设施。

综上所述，如皋博爱医院有限公司新建伽玛刀治疗及核医学诊断项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该医院将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从环境保护角度论证，本项目的建设和运行是可行的。

建议和承诺

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

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

3) 定期进行辐射工作场所的检查及监测，及时排除事故隐患。

4) 医院取得本项目环评批复后，应及时申请辐射安全许可证，按照法规要求开展竣工环境保护验收工作，环境保护设施的验收期限一般不超过3个月，最长不超过12个月。

2、审批部门审批决定

如皋博爱医院有限公司：

你单位报送的《如皋博爱医院有限公司新建伽玛刀治疗及核医学诊断项目环境影响报告表》（以下简称《报告表》）收悉。经研究，批复如下：

一、根据《报告表》评价结论，项目建设具备环境可行性。从环境保护角度考虑，我厅同意你单位该项目建设。项目建设地点位于南通市如皋市经济开发区庆余路 468 号医院放疗中心一层。项目内容为：对于预留伽玛刀机房进行改造，新增 1 台头部多源 γ 射束立体定向放射治疗系统（内含 30 枚 ^{60}Co 放射源，装源总活度为 $2.2 \times 10^{14}\text{Bq}$ ，属医疗使用 I 类放射源），用于开展放射治疗；新建 1 座 PET/CT 机房，新增 1 台 PET/CT（最大管电压 140kV、最大管电流 600mA，属 III 类射线装置），新增 2 枚 ^{68}Ge 校准源（单枚活度为 $9.25 \times 10^7\text{Bq}$ ，属 V 类放射源），新增使用 ^{18}F 核素（日等效最大操作量为 $2.96 \times 10^6\text{Bq}$ ）用于开展核素显像诊断，属丙级非密封放射性物质工作场所，详见《报告表》。

二、在工程设计、建设和运行中应认真落实《报告表》所提出的辐射污染防治和安全管理措施，并做好以下工作：

（一）严格执行辐射防护和安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环保“三同时”制度，确保辐射工作人员和公众的年受照有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中相应的剂量限值要求。

（二）定期检查辐射工作场所门机联锁、急停按钮、视频监控、工作指示灯、电离辐射警告标志等安全设施，确保正常工作。

（三）非密封放射性物质工作场所功能区域布置应符合国家的有关规定和要求；放射源及非密封放射性同位素转让须及时到生态环境部门办理审批与备案手续。

（四）建立健全辐射安全与防护规章制度并严格执行。建立辐射安全防护与环保管理机构或指定一名本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全管理工作。

（五）对辐射工作人员进行岗位技能和辐射安全与防护知识的培训，并经考核合格后方可上岗，建立个人剂量档案和职业健康档案，配备必要的个人防护用品。辐射工作人员工作时须随身携带辐射报警仪和个人剂量计。

（六）配备环境辐射剂量巡测仪，定期对项目周围辐射水平进行检测，及时解决发现的问题。每年委托有资质的单位对项目周围辐射水平监测 1~2 次。

(七) 项目建成后建设单位应及时向我厅申办环保相关手续, 依法取得辐射安全许可证并经验收合格后, 方可投入正式运行。

三、本批复只适用于以上核技术应用项目, 其它如涉及非放射性污染项目须按有关规定另行报批。本批复自下达之日起五年内建设有效。项目的性质、规模、地点、拟采取的环保措施发生重大变动的, 应重新报批项目的环境影响评价文件。

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、监测单位资质

验收监测单位获得 CMA 资质认证（221020340350），见附件 12。

2、监测人员能力

参与本次验收监测人员均符合南京瑞森辐射技术有限公司质量管理体系要求：验收监测人员已通过上岗培训。检测人员资质见表 5-1。

表 5-1 检测人员资质

序号	姓名	证书编号	取证时间
1	马坚飞	SHFSJ0288（综合类）	2017.07.19
2	刘彧妤	SHFSJ0583（电离类）	2019.11.28

3、监测仪器

本次监测使用仪器符合南京瑞森辐射技术有限公司质量管理体系要求，监测所用设备通过检定并在有效期内，满足监测要求。

监测仪器见表 5-2。

表5-2 检测使用仪器

序号	仪器名称	仪器型号	仪器编号	主要技术指标
1	X-γ剂量率仪	AT1123	NJRS-125	能量响应：15keV~10MeV 测量范围：50nSv/h~10Sv/h 检定证书编号：Y2021-0106295 检定有效期限：2021.11.11~2022.11.10
2	α、β表面污染测量仪	CoMo 170	NJRS-129	测量范围：β/γ 0cps~20000cps 检定证书编号：检定字第 202204002138 号 检定有效期限：2022.04.10~2023.04.09
3	风速仪	F30J	NJRS-065	校准证书编号：H2021-0118791 校准有效期限：2021.12.13~2022.12.12

4、质量控制

本项目监测单位南京瑞森辐射技术有限公司已通过计量认证（证书编号：221020340350，检测资质见附件12），具备有相应的检测资质和检测能力，监测按照南京瑞森辐射技术有限公司《质量管理手册》和《辐射环境监测技术规

范》（HJ 61-2021）的要求，实施全过程质量控制。

数据记录及处理：开机预热，手持仪器。一般保持仪器探头中心距离地面（基础面）为1m。仪器读数稳定后，每个点位读取5个数据，读取间隔不小于10s。

5、监测报告

监测报告的编制、审核、出具严格执行南京瑞森辐射技术有限公司质量管理体系要求，出具报告前进行三级审核。

表六 验收监测内容

验收监测内容:

1、监测期间项目工况

2022年10月25日，南京瑞森辐射技术有限公司对如皋博爱医院有限公司放疗中心一层伽玛刀机房、核医学科工作场所进行了现场核查和验收监测，监测期间工作场所的运行工况见表6-1。

表6-1 验收监测工况

设备名称型号	技术参数	验收监测工况	使用场所
头部 γ 刀 (OUR-XGD/AR型)	^{60}Co 共30枚 出厂日期: 2022.2.16 总活度: $2.189 \times 10^{14}\text{Bq}$	检测时活度: $2.000 \times 10^{14}\text{Bq}$	放疗中心一层 伽玛刀机房
PET/CT (Discovery MI型)	140kV/600mA 核素: ^{18}F	140kV/300mA CT扫描、 诊断床上放置 8.8mCi 的 ^{18}F 药物	放疗中心一层 核医学科

注: 在对核医学科工作场所进行监测时, 注射后候诊室、PET/CT机房、留观室等功能用房内为活度 8.8mCi 的 ^{18}F 药物, 医院日常开展诊断项目时, 患者体内的核素用量一般不超过 8mCi , 故本次监测工况偏保守。

2、验收监测因子

根据项目污染源特征, 本次竣工验收监测因子为伽玛刀机房X- γ 辐射剂量率、机房内通风口风速、核医学科工作场所X- γ 辐射剂量率、 β 表面污染水平及通风橱风速。

3、监测点位

对伽玛刀机房工作场所周围环境布设监测点, 特别关注防护门及屏蔽墙外30cm处, 监测头部 γ 刀运行状态、非运行状态下的X- γ 辐射剂量率和机房内通风口风速, 每个点位监测5个数据。

对核医学科工作场所周围环境布设监测点, 特别关注控制区、监督区边界, 监测PET/CT运行状态、非运行状态下的X- γ 辐射剂量率和工作场所 β 放射性表面污染水平及通风橱风速, 每个点位监测5个数据。

4、监测分析方法

本次监测按照《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)、《放射治疗放

射防护要求》（GBZ 121-2020）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）、《公共场所集中空调通风系统卫生规范》（WS 394-2012）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）、《表面污染测定 第1部分 β 发射体（ $E_{\beta\max}>0.15\text{MeV}$ ）和 α 发射体》（GB/T 14056.1-2008）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的标准要求进行监测、分析。

表七 验收监测期间生产工况

验收监测期间生产工况记录：

被检单位：如皋博爱医院有限公司

监测实施单位：南京瑞森辐射技术有限公司

监测日期：2022年10月25日

天气：阴，16℃，69%RH

监测因子：X-γ辐射剂量率，伽玛刀机房内通风口风速，β表面污染水平，通风橱风速

验收监测期间运行工况见表6-1。

验收监测结果：

1、辐射防护监测结果

本次监测结果详见附件11。本项目伽玛刀机房周围环境X-γ辐射剂量率监测结果见表7-1，监测点位见图7-1。

表 7-1 本项目伽玛刀机房周围 X-γ辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果 (μSv/h)	设备状态
1	防护门外30cm处 (左缝)	0.11	出源状态
2	防护门外30cm处 (中间)	0.12	出源状态
3	防护门外30cm处 (右缝)	0.12	出源状态
4	防护门外30cm处 (上缝)	0.12	出源状态
5	防护门外30cm处 (下缝)	0.12	出源状态
6	北墙外30cm处	0.11	出源状态
7	北墙外30cm处	0.11	出源状态
8	北墙外30cm处	0.11	出源状态
9	操作位	0.11	出源状态
10	西墙外30cm处	0.11	出源状态
11	西墙外30cm处	0.12	出源状态

12	南墙外30cm处	0.11	出源状态
13	南墙外30cm处	0.12	出源状态
14	南墙外30cm处	0.12	出源状态
15	东墙外30cm处	0.17	出源状态
16	东墙外30cm处	0.16	出源状态
17	东墙外30cm处	0.16	出源状态
18	管线洞口	0.11	出源状态
19	距机房楼上地面30cm处	0.12	出源状态
20	距设备前侧表面5cm处	6.0	贮存状态
21	距设备前侧表面100cm处	1.29	贮存状态
22	距设备后侧表面5cm处	6.1	贮存状态
23	距设备后侧表面100cm处	1.38	贮存状态
24	距设备左侧表面5cm处	7.9	贮存状态
25	距设备左侧表面100cm处	2.32	贮存状态
26	距设备右侧表面5cm处	34	贮存状态
27	距设备右侧表面100cm处	3.6	贮存状态
28	机房内工作人员摆位处	0.48	贮存状态
29	控制室内	0.11	贮存状态

注：1、测量结果未扣除本底值；
 2、检测时使用最大准直器，尺寸为： $\phi 18\text{mm}$ ；
 3、机房下方为土层。

由表7-1检测结果可知，本项目放疗中心一层伽玛刀机房内头部 γ 刀（型号：OUR-XGD/AR型）出源时，机房周围的X- γ 辐射剂量当量率为（0.11~0.17） $\mu\text{Sv/h}$ ；源贮存时，距设备外表面5cm处的X- γ 辐射剂量当量率为（6.0~34） $\mu\text{Sv/h}$ ，距设备外表面100cm处的X- γ 辐射剂量当量率为（1.29~3.6）

$\mu\text{Sv/h}$ ，符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）和《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）的标准要求。

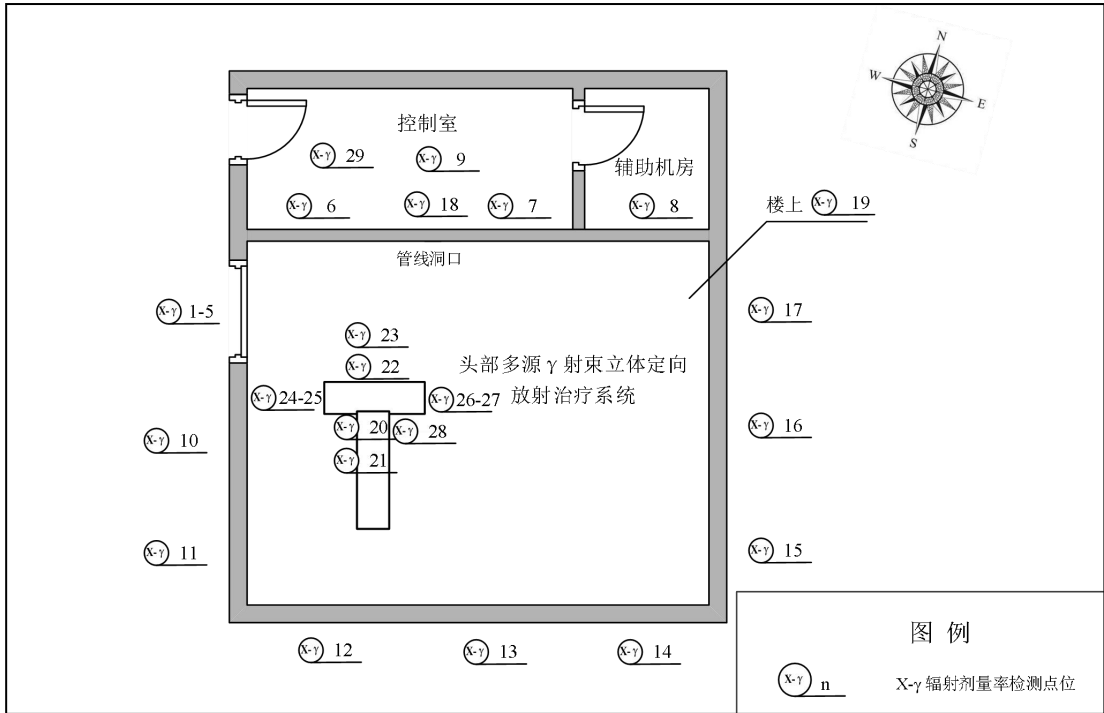


图7-1 伽玛刀机房周围X-γ辐射剂量率监测布点图

本项目放疗中心一层伽玛刀机房内通风口风速监测结果见表 7-2。

表7-2 本项目伽玛刀机房内通风口风速检测结果

点位描述		测量结果 (m/s)
伽玛刀机房	通风口	2.67

经现场检测，伽玛刀机房内排风口排风速率为 2.67m/s，排风口尺寸为 57cm×15cm，治疗室容积为 161.9m³，经计算治疗室内空气每小时交换次数为 5.0 次，符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中“治疗室通风次数不小于 4 次/h”的要求。

本项目PET/CT机房周围环境X-γ辐射剂量率监测结果见表7-3，监测点位见图7-2。

表 7-3 本项目 PET/CT 机房周围 X-γ辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述		测量结果 (μSv/h)	设备状态
1	控制区边界	观察窗外30cm处	0.75	开机

2		观察窗缝外30cm处	0.67	开机
3		操作位	0.34	开机
4		东墙外30cm处	0.13	开机
5		东墙外30cm处	0.22	开机
6	控制区内	南墙外30cm处	0.12	开机
7		南墙外30cm处	0.13	开机
8		南门外30cm处（左缝）	0.75	开机
9		南门外30cm处（中间）	0.64	开机
10		南门外30cm处（右缝）	0.54	开机
11		南门外30cm处（上缝）	0.64	开机
12		南门外30cm处（下缝）	0.30	开机
13		北墙外30cm处	0.15	开机
14		北门外30cm处（左缝）	0.14	开机
15		北门外30cm处（中间）	0.13	开机
16		北门外30cm处（右缝）	0.14	开机
17		北门外30cm处（上缝）	0.13	开机
18		北门外30cm处（下缝）	0.14	开机
19		控制区边界	东门外30cm处（左缝）	0.51
20	东门外30cm处（中间）		0.72	开机
21	东门外30cm处（右缝）		0.33	开机
22	东门外30cm处（上缝）		0.62	开机
23	东门外30cm处（下缝）		0.24	开机
24	管线洞口外30cm处		0.13	开机
25	西墙外30cm处		0.13	开机

26		西墙外30cm处	0.13	开机
27		西墙外30cm处	0.13	开机
28		距机房楼上地面30cm处	0.22	开机
29		控制室内	0.12	关机

- 注：1、测量结果未扣除本底值；
 2、诊断床上放置 8.8mCi 的 ^{18}F 药物；
 3、机房下方为土层。

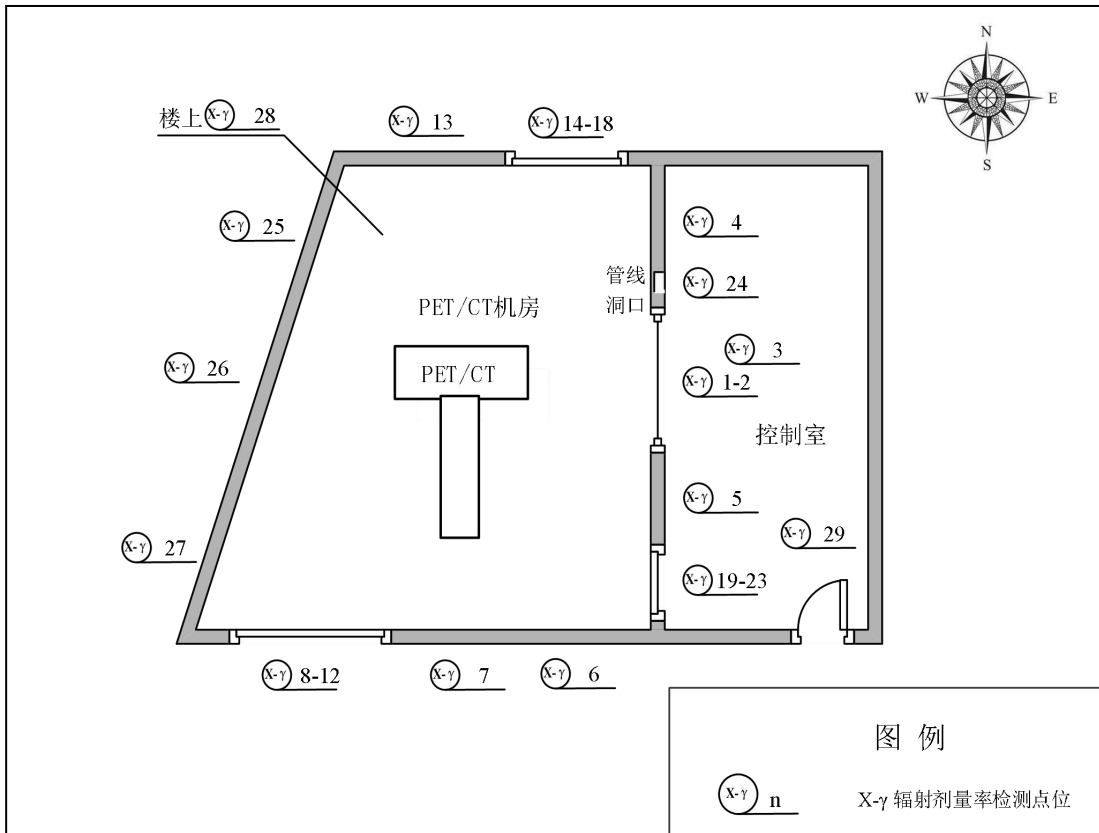


图7-2 核医学科PET/CT机房周围X-γ辐射剂量率监测布点图

由表 7-3 检测结果可知，本项目放疗中心一层核医学科 PET/CT 机房内 PET/CT（型号：Discovery MI 型）正常工作（检测工况：140kV/300mA，诊断床上放置 8.8mCi ^{18}F 药物）时，机房周围的 X-γ 辐射剂量当量率为（0.12～0.75） $\mu\text{Sv/h}$ ，符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）中“在核医学控制区外人员可达处，距屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ，控制区内屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 25 $\mu\text{Sv/h}$ ，宜不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ”和《放射诊断放射防护要求》（GBZ

130-2020) 中“CT 机房外的周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ” 的标准要求。

本项目核医学科工作场所周围环境 X- γ 辐射剂量率监测结果见表 7-4，监测点位见图 7-3。

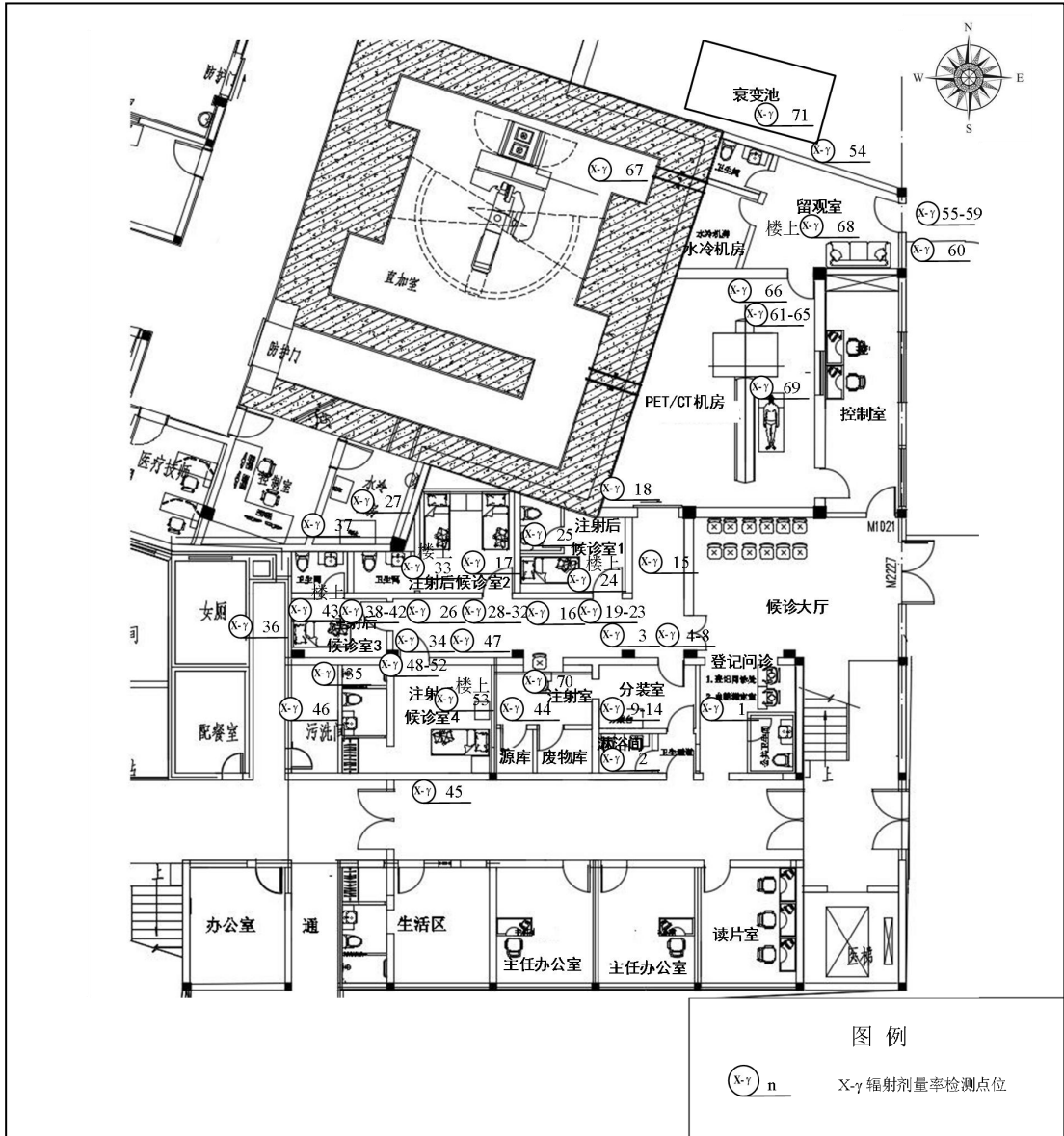


图7-3 核医学科工作场所周围X- γ 辐射剂量率监测布点图

表 7-4 本项目核医学科工作场所周围 X- γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述		测量结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	备注
1	控制区 边界	分装室东墙外30cm处	0.13	通风橱内放置 $9.435 \times 10^8 \text{Bq}$ (25.5mCi) 的 ^{18}F 药物
2	控制区内	分装室南墙外30cm处	0.43	
3		分装室北墙外30cm处	0.12	

4		分装室北门外30cm处 (左缝)	0.13	
5		分装室北门外30cm处 (中间)	0.13	
6		分装室北门外30cm处 (右缝)	0.13	
7		分装室北门外30cm处 (上缝)	0.12	
8		分装室北门外30cm处 (下缝)	0.13	
9		通风橱左侧操作口外5cm处	0.34	通风橱内放置 9.435×10 ⁸ Bq (25.5mCi) 的 ¹⁸ F药物
10		通风橱右侧操作口外5cm处	0.35	
11		通风橱外前侧外表面5cm处	1.89	
12		通风橱外左侧外表面5cm处	3.14	
13		通风橱外右侧外表面5cm处	1.97	
14		通风橱观察窗外5cm处	0.44	
15	控制区内	注射后候诊室1东墙外30cm处	0.62	房间内放置药量为 3.256×10 ⁸ Bq (8.8mCi) 的 ¹⁸ F药物
16		注射后候诊室1南墙外30cm处	0.61	
17		注射后候诊室1西墙外30cm处	0.68	
18		注射后候诊室1北墙外30cm处	0.55	
19		注射后候诊室1防护门外30cm处 (左缝)	2.04	
20		注射后候诊室1防护门外30cm处 (中间)	1.72	
21		注射后候诊室1防护门外30cm处 (右缝)	0.61	
22		注射后候诊室1防护门外30cm处 (上缝)	1.86	
23		注射后候诊室1防护门外30cm处 (下缝)	1.81	
24	控制区 边界	注射后候诊室1楼上地面30cm处	0.37	
25	控制区内	注射后候诊室2东墙外30cm处	0.63	

26		注射后候诊室2南墙外30cm处	0.51
27	控制区 边界	注射后候诊室2西墙外30cm处	0.23
28	控制区内	注射后候诊室2防护门外30cm处 (左缝)	2.34
29		注射后候诊室2防护门外30cm处 (中间)	2.35
30		注射后候诊室2防护门外30cm处 (右缝)	2.34
31		注射后候诊室2防护门外30cm处 (上缝)	2.32
32		注射后候诊室2防护门外30cm处 (下缝)	2.10
33		控制区 边界	注射后候诊室2楼上地面30cm处
34	控制区内	注射后候诊室3东墙外30cm处	0.41
35	控制区 边界	注射后候诊室3南墙外30cm处	0.50
36		注射后候诊室3西墙外30cm处	1.79
37		注射后候诊室3北墙外30cm处	0.14
38	控制区内	注射后候诊室3防护门外30cm处 (左缝)	6.3
39		注射后候诊室3防护门外30cm处 (中间)	5.8
40		注射后候诊室3防护门外30cm处 (右缝)	5.5
41		注射后候诊室3防护门外30cm处 (上缝)	3.8
42		注射后候诊室3防护门外30cm处 (下缝)	5.9
43		控制区 边界	注射后候诊室3楼上地面30cm处
44	控制区内	注射后候诊室4东墙外30cm处	4.7
45	控制区 边界	注射后候诊室4南墙外30cm处	0.19
46		注射后候诊室4西墙外30cm处	0.15

47	控制区内	注射后候诊室4北墙外30cm处	0.35
48		注射后候诊室4防护门外30cm处 (左缝)	1.69
49		注射后候诊室4防护门外30cm处 (中间)	2.14
50		注射后候诊室4防护门外30cm处 (右缝)	2.02
51		注射后候诊室4防护门外30cm处 (上缝)	1.71
52		注射后候诊室4防护门外30cm处 (下缝)	1.96
53	控制区 边界	注射后候诊室4楼上地面30cm处	0.32
54		留观室北墙外30cm处	1.39
55		留观室东门外30cm处 (左缝)	1.72
56		留观室东门外30cm处 (中间)	1.58
57		留观室东门外30cm处 (右缝)	1.70
58		留观室东门外30cm处 (上缝)	1.62
59		留观室东门外30cm处 (下缝)	1.65
60		留观室东墙外30cm处	0.40
61	控制区内	留观室南门外30cm处 (左缝)	1.31
62		留观室南门外30cm处 (中间)	1.39
63		留观室南门外30cm处 (右缝)	1.34
64		留观室南门外30cm处 (上缝)	1.31
65		留观室南门外30cm处 (下缝)	1.26
66		留观室南墙外30cm处	0.15
67	控制区 边界	留观室西墙外30cm处	0.12
68		留观室楼上地面30cm处	0.35

69	PET/CT机房内工作人员摆位处	130	诊断床上放置 3.256×10 ⁸ Bq (8.8mCi)的 ¹⁸ F药物
70	注射窗口观察窗外30cm处	1.17	注射窗口放置 3.256×10 ⁸ Bq (8.8mCi)的 ¹⁸ F药物
71	衰变池上方表面30cm处	0.13	/

注：测量结果未扣除本底值。

由表 7-5 检测结果可知，本项目放疗中心一层核医学科工作场所的 X-γ辐射剂量当量率符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）中“在核医学控制区外人员可达处，距屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h，控制区内屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 25μSv/h，宜不大于 2.5μSv/h”的标准要求。

本项目核医学科工作场所β放射性表面污染水平监测结果见表 7-5，监测点位见图 7-4。

表 7-5 本项目核医学科工作场所β放射性表面污染水平检测结果

测点编号	点位描述	表面β放射性污染测量结果 (Bq/cm ²)	备注
1	PET/CT 机房地面	<0.02	/
2	PET/CT 机房诊断床表面	<0.02	/
3	PET/CT 控制室地面	<0.02	/
4	PET/CT 控制室桌面	0.03	/
5	控制区患者通道地面	<0.02	/
6	控制区患者通道地面	<0.02	/
7	控制区患者通道地面	<0.02	/
8	候诊大厅地面	<0.02	/
9	候诊大厅沙发表面	<0.02	/
10	分装室地面	<0.02	/
11	卫生通过间地面	0.12	/

12	淋浴室地面	<0.02	/
13	淋浴室水池表面	<0.02	/
14	注射室地面	<0.02	/
15	注射窗台面	<0.02	/
16	注射后候诊室 1 地面	<0.02	/
17	注射后候诊室 1 床面	<0.02	/
18	注射后候诊室 1 卫生间地面	<0.02	/
19	注射后候诊室 1 卫生间水池表面	<0.02	/
20	注射后候诊室 2 地面	<0.02	/
21	注射后候诊室 2 床面 1#	<0.02	/
22	注射后候诊室 2 床面 2#	<0.02	/
23	注射后候诊室 2 卫生间地面	<0.02	/
24	注射后候诊室 2 卫生间水池表面	<0.02	/
25	注射后候诊室 3 地面	<0.02	/
26	注射后候诊室 3 床面	<0.02	/
27	注射后候诊室 3 卫生间地面	<0.02	/
28	注射后候诊室 3 卫生间水池表面	<0.02	/
29	注射后候诊室 4 地面	<0.02	/
30	注射后候诊室 4 床面	<0.02	/
31	注射后候诊室 4 卫生间地面	<0.02	/
32	注射后候诊室 4 卫生间水池表面	<0.02	/
33	留观室地面	<0.02	/
34	留观室沙发表面	<0.02	/
35	留观室卫生间地面	<0.02	/

36	留观室卫生间水池表面	<0.02	/
37	废物桶表面	0.46	/
38	通风橱表面	0.26	/

注：放射性表面污染水平探测下限（LLD）为 0.02Bq/cm²。

由表 7-5 检测结果可知，本项目放疗中心一层核医学科工作场所β放射性表面污染水平为（<0.02~0.46）Bq/cm²，符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）和《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）的标准要求。

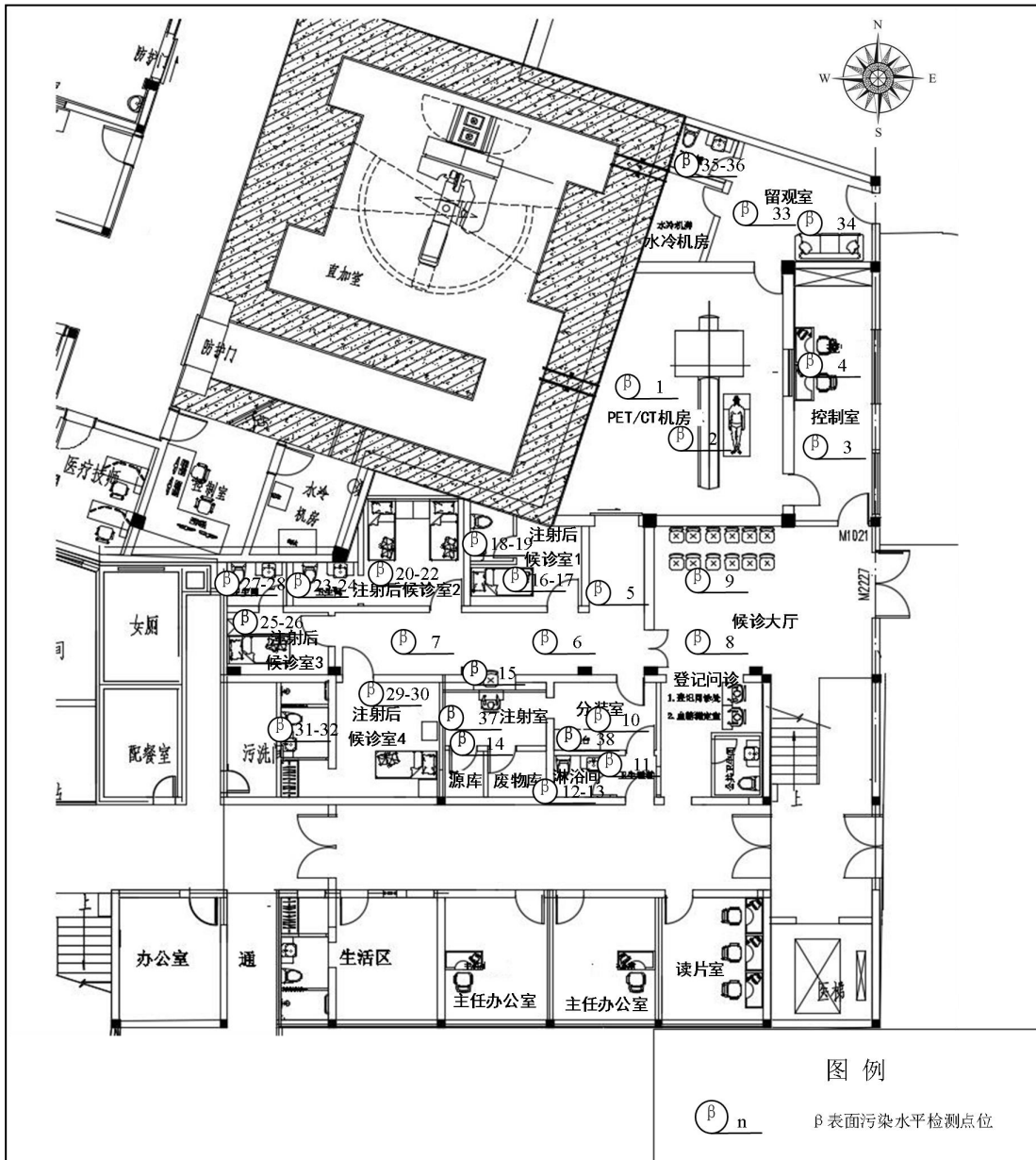


图7-4 核医学科工作场所周围β放射性表面污染水平监测布点图

本项目核医学科工作场所通风橱风速监测结果见表 7-6。

表7-6 本项目核医学科工作场所通风橱风速检测结果

点位描述	测量结果 (m/s)	
通风橱	左侧操作口	1.20
	右侧操作口	1.22

本项目核医学科工作场所通风橱操作口风速分别为 1.20m/s（左）和 1.22m/s（右），符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）中“合成和操作放射性药物所用的通风橱应有专门的排风装置，风速应不小于 0.5m/s”的标准要求。

2、辐射工作人员和公众年有效剂量分析

根据本项目现场监测结果，对项目运行期间辐射工作人员和公众的年有效剂量进行计算分析，计算未扣除环境本底剂量率。

（1）辐射工作人员

目前如皋博爱医院有限公司为本项目配备 8 名辐射工作人员，本项目辐射工作人员采用个人累计剂量监测结果计算其年有效剂量。医院已委托江苏金诺环境检测技术有限公司开展辐射工作人员个人剂量检测，暂未取得个人剂量检测报告，委托合同见附件 7。

根据新建伽玛刀治疗及核医学诊断项目现场监测结果，对项目运行期间辐射工作人员和公众的年有效剂量进行估算。本项目头部 γ 刀年出束时间约 1000h；核医学科年门诊量为 2000 人，其辐射工作人员药物分装、活度测量时间按 33.3h/a（1min/次）计算，注射药物时间按 11.1h/a（20s/次）计算，每间注射后候诊时间按 250h/a（1h/d）计算，PET/CT 曝光扫描时间按 666.7h/a（20min/次）计算，摆位及取消摆位时间按 33.3h/a（1min/次）计算，留观时间按 333.3h/a（1.3h/d）计算，计算本项目辐射工作人员和周围公众的年有效剂量，结果见表 7-7。

表 7-7 本项目周围公众及辐射工作人员年有效剂量分析

关注点位		最大监测值 ($\mu\text{Sv/h}$)	人员性质	居留 因子	年工作 时间 (h)	人员年有 效剂量 (mSv/a)	管理目标值 (mSv/a)	
伽玛刀 机房	操作位	0.11	职业人员	1	1000	0.11	5	
	防护门外	0.12	职业人员	1/8	1000	0.02	5	
			公众	1/8	1000	0.02	0.1	
	北墙外	0.11	职业人员	1	1000	0.11	5	
	西墙外	0.12	公众	1/5	1000	0.02	0.1	
	南墙外	0.12	公众	1/2	1000	0.06	0.1	
	东墙外	0.17	公众	1/16	1000	0.01	0.1	
	上方	0.12	公众	1/40	1000	<0.01	0.1	
摆位及取消摆位	0.48	职业人员	1	16.7	0.01	5		
核医学科	分装位	1.89	职业人员	1	33.3	0.06	5	
	注射位	1.17	职业人员	1	11.1	0.01	5	
	注射后 候诊室1	上方	0.37	公众	1/40	250	<0.01	0.1
	注射后 候诊室2	上方	0.37	公众	1/40	250	<0.01	0.1
	注射后 候诊室3	南墙外	0.50	公众	1/16	250	0.01	0.1
		西墙外	1.79	公众	1/5		0.09	0.1
		北墙外	0.14	公众	1/16		<0.01	0.1
		上方	0.24	公众	1/40		0.00	0.1
	注射后 候诊室4	南墙外	0.19	公众	1/5	250	0.01	0.1
		西墙外	0.15	公众	1/16		<0.01	0.1
		上方	0.32	公众	1		0.08	0.1
	CT/ PET/ 机房	操作位	0.34	职业人员	1	666.7	0.23	5

		南墙外	0.13	公众	1		0.09	0.1
		西墙外	0.13	公众	1/2		0.04	0.1
		上方	0.22	公众	1		0.15	0.1
		摆位及取消摆位	130	职业人员	1		33.3	4.33
	留观室	东墙外	0.40	公众	1/5	333.3	0.03	0.1
		北墙外	1.39	公众	1/16		0.03	0.1
		上方	0.35	公众	1/2		0.06	0.1

注：1、计算时未扣除环境本底剂量；

2、工作人员的年有效剂量由公式 $E_{\text{eff}} = D \cdot t \cdot T \cdot U$ 进行估算，式中： E_{eff} 为年有效剂量， D 为关注点处剂量率， t 为年工作时间， T 为居留因子， U 为使用因子（取值参照环评文件）。

根据现场实际监测结果显示，本项目致伽玛刀机房、核医学科辐射工作人员有效剂量最大分别为0.11mSv/a、4.33mSv/a（未扣除环境本底剂量），均低于本项目辐射工作人员个人剂量管理目标值。

（2）公众

本项目评价的公众为辐射工作场所周围的非辐射工作人员，计算方法同辐射工作人员。计算结果见表7-7。由表可知，公众年有效剂量最大为0.09mSv/a（未扣除环境本底剂量），低于本项目周围公众个人剂量管理目标值。

综上所述，本项目周围辐射工作人员和公众年最大有效剂量根据实际监测结果计算为：辐射工作人员有效剂量最大为4.33mSv/a，周围公众年有效剂量最大为0.09mSv/a（未扣除环境本底剂量）。辐射工作人员和公众年有效剂量能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）限值的要求（职业人员20mSv/a，公众1mSv/a），并低于本项目管理目标值（职业人员5mSv/a，公众0.1mSv/a），与环评文件一致。

表八 验收监测结论

验收监测结论:

如皋博爱医院有限公司新建伽玛刀治疗及核医学诊断项目已按照环评及批复要求落实辐射防护和安全管理措施，经现场监测和核查表明：

1) 如皋博爱医院有限公司在院区放疗中心一层伽玛刀机房内配备 1 台 OUR-XGD/AR 型头部 γ 刀（内含 30 枚 ^{60}Co 放射源，总活度为 $2.2 \times 10^{14}\text{Bq}$ ，为 I 类放射源），用于肿瘤的放射治疗；在放疗中心一层新建核医学科，配备 1 台 Discovery MI 型 PET/CT，质量控制校正使用 2 枚 ^{68}Ge 放射源，使用 ^{18}F 核素，开展核素显像诊断工作。

本项目实际建设规模及主要技术参数均在《新建伽玛刀治疗及核医学诊断项目环境影响报告表》及其环评批复范围内，无变动情况。

2) 本次新建伽玛刀治疗及核医学诊断项目工作场所屏蔽和防护措施已按照环评及批复要求落实。在正常工作条件下运行时，工作场所周围所有监测点位的 X- γ 辐射剂量率、 β 放射性表面污染水平、机房内通风口风速、通风橱风速均能满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）、《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）及《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求。

3) 辐射工作人员和公众年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中人员剂量限值要求及本项目剂量管理目标值的要求。

4) 本项目伽玛刀机房防护门处设置当心电离辐射警告标志及工作状态指示灯，设有门机联锁装置，控制室、治疗室内均设有急停按钮，操作台上设有影像监控对讲装置，医院为伽玛刀机房配备有 1 套固定式剂量报警仪，其检测探头安装在机房南墙上，显示终端安装在控制室内；满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）及《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）的要求；满足环评和环评批复的要求。

本项目核医学科工作场所控制区和监督区划分明显，能有效避免受检者误入或非正常受照；本项目 PET/CT 机房防护门、核医学科工作场所控制区出入口处等显著位置均设置电离辐射警告标志和中文警示说明；本项目 PET/CT 机

房的防护大门设置有门灯联锁装置，防护大门闭合时工作状态指示灯亮；PET/CT 机房控制室操作台上及机房内设备上均设有急停按钮；PET/CT 机房与控制室内设置双向语音对讲装置，且 PET/CT 机房操作台处安装有观察窗，医院在核医学科注射后候诊室、患者通道、PET/CT 机房、分装室等关键位置设置了监控摄像装置，对受检者进行全程监控，监控显示终端设置在 PET/CT 控制室内，辐射工作人员在控制室可以随时监控受检者的情况，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）及《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的标准要求。

5) 放射性三废处置情况：核医学科分装室设有通风橱及专用通风管道，通风管道延伸至建筑物顶部；核医学科设有放射性废物桶收集放射性废物，满足核医学放射性废物处置要求；核医学科建有衰变系统，放射性废水由独立下水管道统一汇流入衰变系统中，能够满足暂存超过 30 天的衰变要求，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）及《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的标准要求； ^{60}Co 放射源、 ^{68}Ge 校准源退役后交由原生产厂家回收处置。

6) 非放射性三废处置情况：本项目伽玛刀机房、PET/CT 机房内的空气在 X 射线、 γ 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，通过动力排风装置排入大气；工作人员产生的生活垃圾，分类收集后交由城市环卫部门处理；工作人员和部分患者产生的生活污水，由院内污水处理站统一处理；

7) 医院配备了 1 套固定式剂量报警仪、1 台表面污染仪、2 台辐射巡测仪及 9 台个人剂量报警仪等辐射监测仪器，配备了放射性污染防护服等个人防护用品；满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）及《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的要求。

8) 本项目 8 名辐射工作人员均已通过辐射防护安全与防护知识培训考核，并获得培训合格证书；本项目辐射工作人员已开展个人剂量监测和个人职业健康体检，并建立个人剂量和职业健康档案；医院已设立辐射安全管理机构，并建立辐射安全管理规章制度；医院制定了辐射事故应急处理制度并定期组织工作人员进行演练。满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射

性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求。

综上所述，如皋博爱医院有限公司新建伽玛刀治疗及核医学诊断项目与环评报告内容及批复要求一致。本次验收新建伽玛刀治疗及核医学诊断项目环境保护设施满足辐射防护与安全的要求，监测结果符合国家标准，满足《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定要求，建议通过竣工环境保护验收。

建议：

1) 认真学习《中华人民共和国放射性污染防治法》等有关法律法规，不断提高核安全文化素养和安全意识；

2) 积极配合环保部门的日常监督核查，按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，每年1月31日前将年度评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。每年请有资质单位对项目周围辐射环境水平监测1~2次，监测结果上报生态环境保护主管部门。

建设项目竣工环境保护“三同时”验收登记表

填表单位（盖章）：如皋博爱医院有限公司

填表人（签字）：

项目经办人（签字）：

建设项目	项目名称		如皋博爱医院有限公司新建伽玛刀治疗及核医学诊断项目				项目代码		/		建设地点		南通市如皋市经济开发区庆余路 468 号		
	行业类别（分类管理名录）		172 核技术利用建设项目				建设性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 技术改造		项目厂区中心经度/纬度		E120.554114 N32.399024		
	设计生产能力		/				实际生产能力		/		环评单位		南京瑞森辐射技术有限公司		
	环评文件审批机关		江苏省生态环境厅				审批文号		苏环辐（表）审（2021）29号		环评文件类型		环境影响评价报告表		
	开工日期		2021 年 9 月				竣工日期		2022 年 8 月		排污许可证申领时间		/		
	环保设施设计单位		/				环保设施施工单位		/		本工程排污许可证编号		/		
	验收单位		如皋博爱医院有限公司				环保设施监测单位		南京瑞森辐射技术有限公司		验收监测时工况				
	投资总概算（万元）		3500				环保投资总概算（万元）		500		所占比例（%）		14.3		
	实际总投资（万元）		4000				实际环保投资（万元）		800		所占比例（%）		20		
	废水治理（万元）		/	废气治理（万元）	/	噪声治理（万元）	/	固体废物治理（万元）		/	绿化及生态（万元）	/	其他（万元）	800	
	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			如皋博爱医院有限公司				运营单位社会统一信用代码（或组织机构代码）			91320682MA1Q1E8J22		验收时间		2022 年 12 月 3 日	
污染物排放与总量控制（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)	排放增减量(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		工作场所周围 X-γ 剂量当量率		≤2.5μSv	≤2.5μSv										

注：1、排放增减量：（+）表示增加，（-）表示减少。2、(12)=(6)-(8)-(11)，（9）=(4)-(5)-(8)-(11)+（1）。3、计量单位：废水排放量——万吨/年；废气排放量——万立方米/年；工业固体废物排放量——万吨/年；水污染物排放浓度——毫克/升