

核技术利用项目

宁波大学附属人民医院

新建 PET-CT、PET-MRI 项目

环境影响报告表

(报批版)

宁波大学附属人民医院 (公章)

2021 年 2 月

生态环境部监制

核技术利用项目

宁波大学附属人民医院

新建 PET-CT、PET-MRI 项目

环境影响报告表

医院名称：宁波大学附属人民医院

医院法人代表（签名或盖章）：

通讯地址：宁波市鄞州区百丈东路 251 号

邮政编码：315100

联系人：屠海滨

电子邮箱： /

联系电话：13094831881

表 1 项目基本情况

建设项目名称		新建 PET-CT、PET-MRI 项目			
医院		宁波大学附属人民医院			
法人代表	陆勤康	联系人	屠海滨	联系电话	13094831881
注册地址		宁波市鄞州区百丈东路 251 号			
项目建设地点		宁波市鄞州区百丈东路 105 号			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	1500	项目环保 投资 (万元)	100	投资比例 (环保投资/总 投资)	6.7%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积 (m ²)	/
应用 类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放 射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性物质		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input checked="" type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
	其它				

1 医院基本情况、项目建设规模及任务由来

1.1 医院基本情况

宁波大学附属人民医院（宁波市鄞州人民医院）是集医疗、教学、科研、急救、保障、预防及康复等为一体的三级乙等综合性医院，是宁波市医保定点医疗机构，医院始建于 1949 年 9 月，原名为鄞县县立人民医院。医院占地面积 3.7 万平方米，建筑面积 9.8 万平方米，固定资产 8.51 亿元。现有职工 1700 多名，其中高级卫技人员 360 余名，正高职称 110 余名，硕博学位人员 230 余名。医院目前开放床位 1150 张，年门诊 150 万余人次左右，年手术 2.5 万余例次，设 31 个病区、60 个专科门诊。拥有直线加速器、核磁共振、ECT、DSA、64 排螺旋 CT、数字 X 光机等大型医疗仪器。为有效破解医院发展瓶颈，拓展群众就医空间，增加医院医疗资源供给，极大程度缓解

群众就医难局面，宁波大学附属人民医院拟在宁波市鄞州区百丈东路 105 号新建东院区。《宁波大学附属人民医院（宁波市鄞州人民医院医共体，宁波市鄞州人民医院）鄞州人民医院东院区建设项目环境影响报告表》已取得宁波市生态环境局的批复，批复复印件见附件 6。

1.2 项目建设规模及任务由来

目前，宁波大学附属人民医院已在位于宁波市鄞州区百丈东路 251 号的院区（西院区）内开展核医学科，该核医学科为乙级非密封放射性物质工作场所。

在 PET 成像设备中，MRI 较 CT 优势主要在于软组织对比度更高，同时可使患者免受电离辐射，但 CT 快速且操作方便，而 MRI 耗时且需要患者良好的配合，为了满足不同患者的需求，宁波大学附属人民医院拟在位于宁波市鄞州区百丈东路 105 号的院区（东院区）科研实验中心楼负一层新建 PET 诊断中心，购置 1 台 PET-MRI 及 1 台 PET-CT，均使用 F-18 核素用于显像诊断。本项目 PET 诊断中心与西院区核医学科独立管理，所有污染措施独立设置。

本项目 PET-CT 及 PET-MRI 均拟配置校准源，校准源数量、活度、PET-CT 及 PET-MRI 型号均未确定，待医院确定校准源数量、活度、PET-CT 及 PET-MRI 型号后，在校准源、PET-CT 及 PET-MRI 购买前应履行相关环评手续，填报环境影响备案登记表，并应重新申领辐射安全许可证。

本项目投入运行后，医院拟根据实际需要为其配备 6 名辐射工作人员，其中 4 名辐射工作人员拟从现有核医学科工作人员中调配，另新聘 2 名辐射工作人员。

医院本次核技术利用项目情况一览表见下表 1-1：

表 1-1 医院本次核技术利用项目一览表

非密封放射性物质							
序号	工作场所等级	核素名称	日等效最大操作量 (Bq)	工作场所名称	活动种类	环评情况	许可情况
1	丙级	¹⁸ F	1.11×10 ⁷	科研实验中心楼负一层 PET 诊断中心	使用	本次环评	未许可

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《建设项目环境保护管理条例》、《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》等法律法规的规定，本项目 PET 诊断中心为丙级非密封放射性物质工作场所，医院应编制环境影响报告表。受宁波大学附属人民医院委托，江苏玖清玖蓝环保科技有限公司承担该项目的环境影响评价工作。我公

司通过资料调研、现场监测、评价分析，编制该项目环境影响报告表。

2 项目周边保护目标及项目选址情况

宁波大学附属人民医院东院区位于宁波市鄞州区百丈东路 105 号，地理位置见附图 1。宁波大学附属人民医院东院区东侧为南北河及星辰四季，南侧为百丈路，西侧为甬港北路，北侧为荣合公馆，医院平面布局见附图 3。

本项目 PET 诊断中心位于宁波大学附属人民医院东院区科研实验中心负一层，PET 诊断中心东侧为排烟机房及电梯厅，南侧及北侧均为下沉庭院，西侧为候诊区，楼下为停车场，楼上为 DR 机房、CT 机房、MR 机房、报告中心等。科研实验中心负一层局部平面图见附图 4，科研实验中心负二层局部平面图见附图 5，科研实验中心一层局部平面图见附图 6。

根据本项目特点，结合《辐射环境保护管理导则-核技术利用项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的相关规定，确定以本项目 PET 诊断中心边界外周围 50m 的范围作为评价范围。根据现场调查可知，本项目评价范围内敏感目标为东南侧 45m 星辰四季内居民，因此，本项目保护目标主要为辐射工作人员、东南侧 45m 星辰四季内居民、PET 诊断中心周围的医务人员、患者、家属以及院区外行人等公众。

3 辐射安全管理现状

3.1 原有核技术利用项目许可情况

医院已取得浙江省生态环境厅颁发的辐射安全许可证，证书编号为浙环辐证[B0029]（见附件 4），有效期至 2025 年 7 月 19 日，许可种类和范围为“使用 III 类放射源，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”。医院现有核技术利用项目部分环评及环保验收批复复印件见附件 3。医院原有核技术利用情况见表 1-2。

表 1-2 医院原有核技术利用项目清单

放射源									
序号	名称	批准总活度 (Bq)	类别	环评情况	许可情况	验收情况	备注		
1	Ir-192	3.7E+11	III	已环评	已许可	已验收	在用		
非密封放射性物质应用一览表									
序号	工作场所名称	工作场所等级	核素	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	环评情况	许可情况	验收情况	备注
1	核医	乙级	Tc-99m	1.85E+9	3.7E+13	已环评	已许可	已验收	在用

2	学科	乙级	Sr-89	1.48E+8	1.48E+10				在用
3		乙级	Sm-153	1.85E+9	1.85E+11				在用
4		乙级	P-32	1.85E+8	1.85E+10				在用
5		乙级	I-131	7.4E+9	2.22E+11				在用
6		乙级	I-125(粒子源)	1.85E+10	9.25E+11				在用
7		乙级	Ga-67	1.85E+8	1.85E+10				在用
8		乙级	F-18	1.48E+9	2.22E+11				在用

射线装置

序号	射线装置名称	型号	类别	环评情况	许可情况	验收情况	备注
1	直线加速器	ELEKTA Synergy	II	已环评	已许可	已验收	在用
2	直线加速器	23EX	II	已环评	已许可	已验收	在用
3	DSA	CV12	II	已环评	已许可	已验收	在用
4	DSA	Atis zee III ceiling	II	已环评	已许可	已验收	在用
5	DSA	A1lura-Xper-Fd20	II	已环评	已许可	已验收	在用
6	CT	BRILLIANCE64	III	已环评	已许可	已验收	在用
7	CT	Definition As	III	已环评	已许可	已验收	在用
8	乳腺 DR	Selenia	III	已环评	已许可	已验收	在用
9	CT	PP3-1	III	已环评	已许可	已验收	在用
10	胃肠机	ESSENTA RC	III	已环评	已许可	已验收	在用
11	牙片机	IRIX70	III	已环评	已许可	已验收	在用
12	体外碎石机	compact deltaII	III	已环评	已许可	已验收	在用
13	中 C 臂	ENDURA	III	已环评	已许可	已验收	在用
14	模拟定位机	Acuity	III	已环评	已许可	已验收	在用
15	C 臂机	BV ENDURA	III	已环评	已许可	已验收	在用
16	16 排 CT	Discovery RT590	III	已环评	已许可	已验收	在用
17	DR 拍片机	Digital-diagnost	III	已环评	已许可	/	在用
18	DR 拍片机	DR-TH	III	已环评	已许可	已验收	在用
19	CT	Uct510	III	已环评	已许可	已验收	在用
20	床边机	MUX-100DJ	III	已环评	已许可	已验收	在用

21	医用诊断 X 射线装置	Udr596I	III	已环评	已许可	已验收	在用
22	床边机	SM-50H-F-B-D	III	已环评	已许可	已验收	在用
23	医用诊断 X 射线装置	MUX-200D	III	已环评	已许可	/	在用
24	CT	uCT550	III	已环评	已许可	/	在用
25	SPECT	Millennium	III	已环评	已许可	已验收	在用
26	医用诊断 X 射线装置	PLX118F/b	III	已环评	已许可	/	在用
27	医用诊断 X 射线装置	Prodigypro	III	已环评	已许可	/	在用

3.2 辐射安全管理情况

(1) 辐射安全管理制度

医院已成立了放射防护管理工作领导小组制定了一系列的辐射安全管理制度，主要包括《辐射防护和安全保卫制度》、《核医学科安全操作规程》、《DSA 操作规程》、《核医学科岗位职责》、《设备维护检修制度》、《使用登记制度》、《台账管理制度》、《放射防护监测方案》、《放射工作人员体检及健康制度》、《放射工作人员培训制度》、《个人剂量监测管理制度》、《放射性废物处理制度》、《辐射事故应急措施》等制度。在今后日常工作中应严格按照制度执行并根据实际工作对其进行完善，确保核医学科的安全。

(2) 人员培训

辐射工作人员及辐射管理人员均应取得辐射安全培训合格证书或通过生态环境部培训平台上的线上考核才能上岗。医院已有核技术项目配备的辐射工作人员均已参加辐射安全与防护培训，并考核合格。医院拟安排本项目辐射工作人员参加生态环境部培训平台上的线上考核，并在其全都通过考核后方可从事辐射工作。

(3) 个人剂量检测

医院已委托浙江中一检测研究院股份有限公司对现有核技术项目配备的辐射工作人员进行了个人剂量监测。医院拟委托有资质的单位对本项目辐射工作人员定期进行个人剂量监测，并建立个人剂量监测档案

(4) 职业健康体检

医院已对现有辐射工作人员均进行了健康检查，医院拟安排本项目辐射工作人员进行上岗前的职业健康检查，并建立职业健康监护档案，医院计划在今后定期（体检周期不超过两年）安排辐射工作人员进行职业健康检查。

(5) 工作场所及辐射环境监测

医院每年委托有资质的单位对现有各个辐射工作场所的辐射水平进行检测并出具了检测报告。医院每年对其核技术应用项目的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

在本项目投入运行后，医院计划定期对本项目辐射工作场所的辐射水平进行检测，并做好相关记录。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) × 枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度 (n/s)。

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
1	¹⁸ F	液态/低毒 T _{1/2} =109.7min	使用	1.11×10 ¹⁰	1.11×10 ⁷	2.78×10 ¹²	核素诊断	很简单操作	PET 诊断中心	PET 诊断中心 储源室内
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA)/剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二) X 射线机：包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
放射性固废	固态	¹⁸ F	/	/	≤300kg	≤1×10 ¹ Bq/g	暂存在放射性废物暂存库中自然衰变	贮存 10 个半衰期并且满足排放标准后作为普通医疗废物，由医院相关部门统一处理。
放射性废水	液态	¹⁸ F	/	/	≤162.5m ³	总 β<10Bq/L	衰变池	衰变池废水贮存 10 个半衰期并且满足排放标准后，排放至医院污水处理系统。
放射性废气	气体	¹⁸ F	/	微量	微量	微量	不暂存	经通风橱管道内及屋顶排放口活性炭装置过滤后排放。
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/l，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³，年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废弃物要注明，其排放浓度用比活度(Bq/l，或 Bq/kg，或 Bq/m³)，年排放总量分别用 Bq 和 kg。

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（修订版），2015 年 1 月 1 日施行</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 修正版），2018 年 12 月 29 日修订，2018 年 12 月 29 日起施行</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起施行</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修正版），国务院令 第 682 号，2017 年 10 月 1 日发布施行</p> <p>(5) 《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</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，中华人民共和国生态环境部令 第 16 号公布，自 2021 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(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</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2019 年修正版），生态环境部令 第 7 号，2019 年 8 月 22 日起施行</p> <p>(9) 《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，2019 年 3 月 2 日部分修改并施行</p> <p>(10) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部令 第 9 号，自 2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>(12) 《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》国家环保总局，环发[2006]145 号，2006 年 9 月 26 日起施行</p> <p>(11) 《国家危险废物名录（2021 年版）》，部令 第 15 号公布，自 2021 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(12) 《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</p> <p>(13) 《关于发布〈建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法〉配套文件的公告》，生态环境部公告 2019 年第 38 号，2019 年 10 月 24 日</p> <p>(14) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告 2019 年第 39 号，2019 年 10 月 21 日</p>
------	---

	<p>(15) 《浙江省人民政府关于修改〈浙江省建设项目环境保护管理办法〉的决定》，浙江省人民政府令第 364 号，2018 年 3 月 1 日起施行；</p> <p>(16) 《浙江省辐射环境管理办法》，省政府令第 289 号，2012 年 2 月 1 日起施行；</p> <p>(17) 《浙江省环境保护厅关于发布《省环境保护主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单（2015 年本）》及《设区市环境保护主管部门负责审批环境影响评价文件的重污染、高环境风险以及严重影响生态的建设项目清单（2015 年本）》的通知》（浙环发〔2015〕38 号），2015 年 10 月 20 日。</p>
<p style="text-align: center;">技 术 标 准</p>	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）；</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）；</p> <p>(4) 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）；</p> <p>(5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(6) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）；</p> <p>(7) 《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ120-2006）；</p> <p>(8) 《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）；</p> <p>(9) 《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ133-2009）；</p> <p>(10) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）；</p> <p>(11) 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）；</p> <p>(12) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）。</p>
<p style="text-align: center;">其 它</p>	<p>与本项目相关附件：</p> <p>(1) 项目委托书（附件 1）；</p> <p>(2) 非密封放射性物质使用承诺书（附件 2）；</p> <p>(3) 医院在用核技术项目部分环评批复及验收复印件（附件 3）；</p> <p>(4) 辐射安全许可证复印件（附件 4）；</p> <p>(5) 本项目辐射环境现状监测报告复印件（附件 5）；</p> <p>(6) 《宁波大学附属人民医院（宁波市鄞州人民医院医共体，宁波市鄞州人民医院）鄞州人民医院东院区建设项目环境影响报告表》批复复印件（附件 6）；</p> <p>(7) 专家意见及修改清单复印件（附件 7）。</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

本项目 PET 诊断中心为丙级非密封放射性物质工作场所，根据《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中 1.5 的规定，本项目评价范围确定为 PET 诊断中心丙级工作场所取其半径 50m 的范围。

保护目标

根据现场调查可知，本项目评价范围内敏感目标为东南侧 45m 星辰四季内居民，因此，本项目保护目标主要为辐射工作人员、东南侧 45m 星辰四季内居民、PET 诊断中心周围的医务人员、患者、家属以及院区外行人等公众。本项目评价范围内保护目标情况见表 7-1。

表 7-1 本项目评价范围内保护目标情况一览表

项目名称	保护目标分类	方位	保护目标名称	距离（m）
PET 诊断中心	辐射工作人员	控制室、控制区内	医务人员	紧邻
	公众	楼上、楼下、四周	院内医务人员、患者、患者家属	约 1~50m
		东南侧	星辰四季内居民	45m~50m

评价标准

1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

	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。
公众照射 剂量限值	实践使公众有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到 5mSv。

表 7-3 表面污染控制水平单位: Bq/cm²

表面类型		α 放射性物质		β 放射性物质
		极毒性	其它	
工作台、设备、墙壁、地面	控制区 ¹⁾	4	4×10 ⁻¹	4×10 ¹
	监督区	4×10 ⁻¹	4	4
工作服 手套、工作鞋	控制区、监督区	4×10 ⁻¹	4×10 ⁻¹	4
手、皮肤、内衣、工作袜		4×10 ⁻²	4×10 ⁻²	4×10 ⁻¹

1) 该区内的高污染子区除外。

表 7-4 非密封源工作场所的分级

级别	日等效最大操作量/Bq
甲	>4×10 ⁹
乙	2×10 ⁷ ~4×10 ⁹
丙	豁免活度值以上~2×10 ⁷

2 《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ120-2006）

第 4.7 款：临床核医学工作场所应具备有收集放射性废物的容器，容器上应有放射性标志。放射性废物应按长半衰期和短半衰期分别收集，并给予适当屏蔽。固体废物如污染的针头、注射器和破碎的玻璃器皿等应贮于不泄漏、较牢固、并有合适屏蔽的容器内。放射性废物应及时按 GBZ133 进行处理。

第 4.8 款：临床核医学诊断及治疗用工作场所（包括通道）应注意合理安排与布局。其布局应有助于实施工作程序，如一端为放射性物质贮存室，依次为给药室、候诊室、检查室、治疗室等。并且应避免无关人员通过。

第 4.9 款：临床核医学诊断用给药室与检查室应分开。如必须在检查室给药，应具有相应的

放射防护设备。

第 4.10 款：临床核医学诊断用候诊室应靠近给药室和检查室，宜有受检者专用厕所。

3 《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）

4 《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ133-2009）

表 7-5 以核素活度浓度表示的清洁解控水平推荐值

解控水平 (Bq/g)	核素
1×10^1	F-18

注 1：上述解控水平推荐值原则上只适用于在组织良好、人员训练有素的工作场所对产生小量放射性固体废物的医学应用或实验室。

注 2：严禁为申报清洁解控而采用人工稀释等方法来降低核素活度浓度。

注 3：本表数值取自 GB18871-2002 附录 A，并与 GBZ167-2005 附录 B 的取值相一致。

5 项目管理目标限值

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等评价标准要求，本项目管理目标限值为：职业人员年有效剂量不超过5mSv，公众年有效剂量不超过0.25mSv。

6 参考资料：

(1) 《辐射防护导论》，方杰主编；《辐射防护技术与管理》，张丹枫、赵兰才主编。

(2) 根据《浙江省环境天然放射性水平调查报告》可知，宁波地区建筑物室内 γ 辐射剂量率在（80~194）nGy/h 之间，宁波地区道路上 γ 辐射剂量率在（64~128）nGy/h 之间，宁波地区原野 γ 辐射剂量率在（45~95）nGy/h 之间。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

1 项目地理位置及场所位置

宁波大学附属人民医院东院区位于宁波市鄞州区百丈东路 105 号，地理位置见附图 1。宁波大学附属人民医院东院区东侧为南北河及星辰四季，南侧为百丈路，西侧为甬港北路，北侧为荣合公馆，医院平面布局见附图 3。

本项目 PET 诊断中心位于宁波大学附属人民医院东院区科研实验中心负一层，PET 诊断中心东侧为排烟机房及电梯厅，南侧及北侧均为下沉庭院，西侧为候诊区，楼下为停车场，楼上为 DR 机房、CT 机房、MR 机房、报告中心等。本项目拟建址及周围环境现状见图 8-1。



图 8-1 本项目拟建址及周围环境现状图

2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象：项目拟建址及周围辐射环境。

监测因子：X- γ 辐射剂量率。

监测点位：在项目拟建址及周围布置监测点位，共计 5 个监测点位。

3 监测方案、质量保证措施及监测结果

3.1 监测方案

监测项目：X- γ 辐射剂量率

监测布点：在拟建场址及周围进行布点，具体点位见图 8-2

监测时间：2020 年 4 月 2 日

监测仪器：FH40G 型辐射剂量检测仪（探头型号 FHZ672E-10）（设备编号：J2718，
检定有效期：2019.6.22~2020.6.21）

监测方法：《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T 14583-1993）

数据记录及处理：每个点位读取 10 个数据，读取间隔不小于 20s，并待计数稳定后读取数值。每组数据计算每个点位的平均值并计算方差。

3.2 质量保证措施

监测单位：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司

监测布点质量保证：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）有关布点原则进行布点

监测过程质量控制质量保证：本项目监测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）的要求，实施全过程质量控制

监测人员、监测仪器及监测结果质量保证：监测人员均经过考核并持有合格证书，所有监测仪器均经过计量部门检定，并在有效期内，监测仪器使用前经过校准或检验，监测报告实行二级审核。

3.3 监测结果

评价方法：参照《浙江省环境陆地 γ 辐射剂量水平调查》对本项目环境 γ 剂量率进行评价，监测结果见表 8-1，详细检测结果见附件 5。

表 8-1 本项目拟建址及周围环境 X- γ 辐射剂量率

序号	监测点位描述	监测结果（nSv/h）
1	本项目拟建址处	94.1
2	本项目拟建址东侧	93.1
3	本项目拟建址南侧	90.5
4	本项目拟建址西侧	90.8
5	本项目拟建址北侧	92.9

说明：表中测值未扣除仪器宇宙射线响应值。

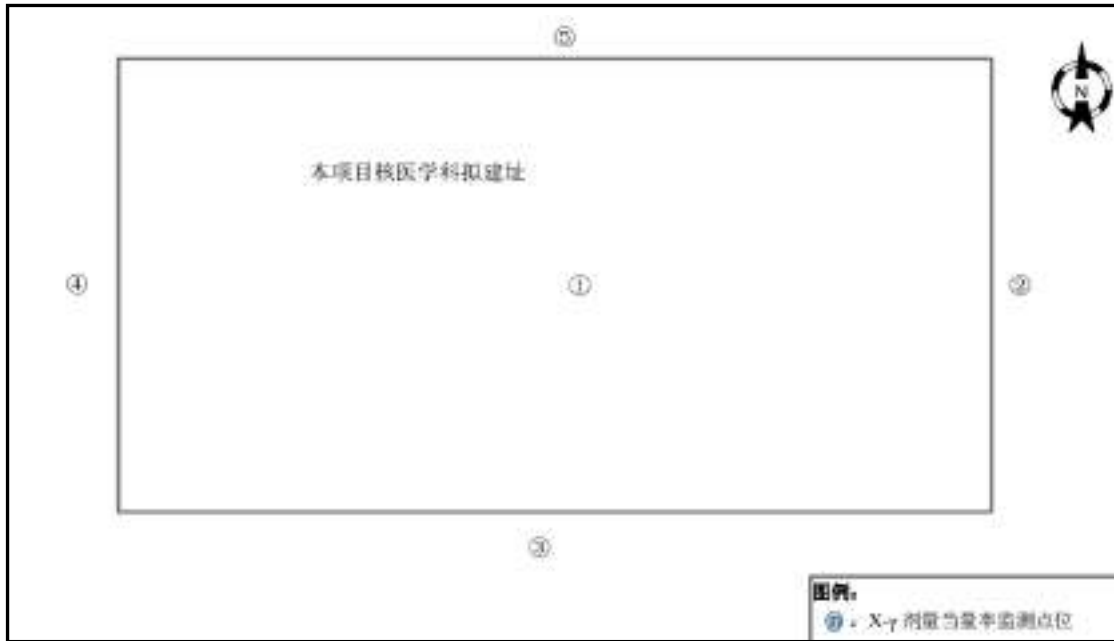


图 8-2 检测点位图

4 环境现状调查结果评价

从现场监测结果可知，本项目拟建址及周围环境 X- γ 剂量当量率为 90.5nSv/h~94.1nSv/h，处于宁波地区原野环境天然贯穿辐射水平范围内。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1 工程设备

为了更好地给鄞州地区及周边患者服务，宁波大学附属人民医院拟在位于宁波市鄞州区百丈东路 105 号的院区（东院区）负一层新建 PET 诊断中心，购置 1 台 PET-MRI 及 1 台 PET-CT，均使用 F-18 核素用于显像诊断。本项目投入运行后，医院拟根据实际需要为其配备 6 名辐射工作人员。

根据医院提供的资料，PET-CT 诊断单个病人使用放射性药物 ^{18}F 最大用量为 $5.55 \times 10^8 \text{Bq}$ (15mCi)，每天最多 15 个病人，年工作 250 天，每年最多 3750 个病人；PET-MRI 诊断单个病人使用放射性药物 ^{18}F 最大用量为 $5.55 \times 10^8 \text{Bq}$ (15mCi)，每天最多 5 个病人，年工作 250 天，每年最多 1250 个病人。本项目拟使用的核素基本情况表 9-1:

表 9-1 本项目拟使用的核素基本情况一览表

非密封放射性物质								
序号	工作场所名称	核素名称	毒性/修正因子	日最大操作量 (Bq)	年最大操作量 (Bq)	操作方式/修正因子	日等效最大操作量 (Bq)	工作场所等级
1	核医学科	^{18}F (PET-CT)	低毒/0.01	8.33×10^9	2.08×10^{12}	很简单操作/10	8.33×10^6	丙级 (总日等效最大操作量为 $1.11 \times 10^7 \text{Bq}$)
2		^{18}F (PET-MRI)	低毒/0.01	2.79×10^9	6.98×10^{11}	很简单操作/10	2.79×10^6	

注：日等效最大操作量=日最大操作量×毒性修正因子/操作方式修正因子，本项目日等效最大操作量为 $1.11 \times 10^7 \text{Bq}$ ，属于 GB18871 中丙级非密封放射性物质工作场所范围（豁免活度值以上~ $2 \times 10^7 \text{Bq}$ ）。

由表 9-1 可知，本项目 PET 诊断中心日等效最大操作量为 $1.11 \times 10^7 \text{Bq}$ ，属于 GB18871 中丙级非密封放射性物质工作场所范围（豁免活度值以上~ $2 \times 10^7 \text{Bq}$ ），因此本项目 PET 诊断中心为丙级非密封放射性物质工作场所。

2 工作原理

PET(正电子发射断层显像仪)显像的原理是把微量正电子示踪剂注射到人体内，利用 PET 探测这些正电子核素在体内的分布情况，经计算机重建断层图像，从而反映组织器官的生理代谢情况和早期病理变化，从而为临床提供疾病的生物代谢信息。但 PET 显像空间分辨率较差，难以精确定位，只有当疾病发生到“形态改变”这一阶段才能被发现，因此不能达到“早期诊断”的目的。

MRI 即核磁共振成像，核磁共振成像是断层成像的一种，利用核磁共振成像从人体中获得电磁信号，并重建出人体信息。

PET-MRI 即正电子发射计算机断层显像仪和核磁共振成像技术结合一体化组合成的大型功能代谢与分子影像诊断设备，扫描过程中 PET 对进入人体内的正电子核素进行扫描并显像，可获得代谢显像，而 MRI 对 PET 图像做放射性的衰减校正，可以提供解剖学和组织特征，两者相结合可以看到组织功能和新陈代谢，可提供比传统成像方式更为优质的影像结果，是目前最好的高端体检手段。

PET/CT 是一种将 PET（功能代谢显像）和 CT（解剖结构显像）两种影像技术有机地结合的新型影像设备，是将微量的正电子核素示踪剂注射到人体内，然后采用特殊的体外探测器（PET）探测这些正电子核素人体各脏器的分布情况，通过计算机断层显像的方法显示人体的主要器官的生理代谢功能，同时应用 CT 技术为这些核素分布情况进行精确定位，使这台机器同时具有 PET 和 CT 的优点，发挥出各自的 最大优势。

3 工作流程及产污环节

本项目 PET-MRI 及 PET-CT 拟使用的放射性核素为 ^{18}F ，其核素特性见表 9-2：

表 9-2 核素特性一览表

核素名称	半衰期	衰变类型	能量 (MeV)	
			$E_{\beta\max}$	$E_{\gamma\max}$
^{18}F	109.7min	β^+	0.635	0.511

注：表中 $E_{\beta\max}$ 为最大分支比的 β 能量、 $E_{\gamma\max}$ 为主要 γ 射线能量。

由表 9-2 可知， ^{18}F 自然衰变过程中纯 β 辐射在空气及人体组织中射程均较短，不会对周围环境产生外照射辐射污染，但 β^+ 粒子发生湮灭反应后产生的 γ 光子（0.511MeV）将会对周围环境产生外照射影响。

医院拟使用的 ^{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，向专业医药公司订药。

^{18}F 以罐装的形式放入屏蔽防护容器内，直接送达地下一层 PET 诊断中心分装注射室内。药物到达后，注射护士需在铅通风橱内进行药物分装及活度测量，护士将正电子药液抽取到带防护套（8mmPb）的一次性针管里，达到一定体积后，用活度计测量所抽吸的药液活度是否满足要求，若不满足，再次抽吸调整药量直到符合要求位置，有经验的熟练护士一般能够一次性成功，不熟练的护士需要反复一至两次。

每次分装保守按 2min 估算。

PET 检查前给药，注射护士手持一次性注射器，在注射窗口铅玻璃屏的屏蔽下为坐在注射窗口前的病人注射。注射完毕后的一次性注射器，放入专用废物铅桶内，注射器防护套回收重复利用。每次注射过程中，注射护士近距离接触正电子药物的时间保守按 1min 估算。

给药后病人根据注入的正电子药物特性，在注射后候诊室内静躺候诊（一般注射 ^{18}F -FDG 后需等待约 40min），待药物代谢至靶器官，进入 PET/CT 或 PET/MRI 扫描室，经医护人员通过对讲装置指导摆位或现场指导摆位后，接受扫描，每次扫描约 30min。扫描完成后，病人进入留观室观察约半小时，无碍后由病人专用通道离开。

PET 项目工作流程及产物环节如图 9-1 所示。

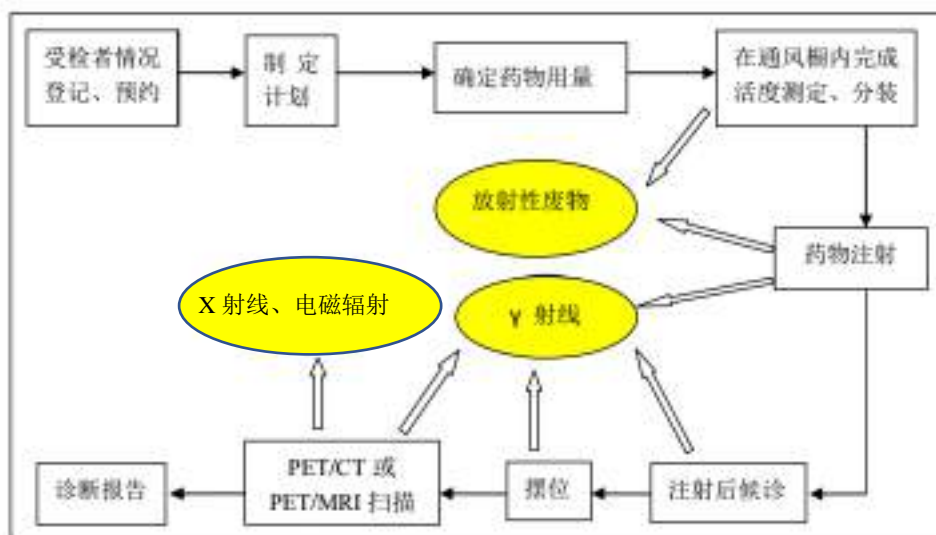


图9-1 PET诊断项目工艺流程及产污环节示意图

污染源项描述

γ 射线：由表 9-2 可知， ^{18}F 放射性核素使用过程中会产生 γ 射线对辐射工作人员和周围公众造成外照射。

X 射线：PET-CT 开机工作过程中会产生 X 射线，对对辐射工作人员和周围公众造成外照射。

电磁辐射：PET-MRI 开机工作过程中会产生电磁辐射。

放射性固体废物：固态放射性废物主要来源于放射性药物 ^{18}F 操作过程中污染的注射器、手套、导管、药棉、纱布、吸水纸、破碎器皿等。

放射性废水：本项目产生的放射性废水主要有擦拭冲洗受放射性同位素污染物

品用水、操作人员进行放射性药物操作后洗涤用水、用药患者的排泄物及其冲洗水等。

放射性废气：液态放射性同位素在进行操作时，空气中挥发的微量放射性同位素；污染途径为放射性药物在空气中挥发散逸，被医务人员和公众呼吸入体内造成的内照射。

本项目 PET-CT 及 PET-MRI 型号均未确定，待医院确定 PET-CT 及 PET-MRI 型号后，在 PET-CT 及 PET-MRI 购买前应履行相关环评手续，填报环境影响备案登记表，并应重新申领辐射安全许可证。本项目仅评价 ^{18}F 放射性核素使用过程中产生的 γ 射线、放射性固体废物、放射性废水、放射性废气。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

1 工作场所布局合理性分析

本项目 PET 诊断中心位于东院区科研实验楼负一层，其工作场所布局及分区如附图 7 所示。医院拟将注射后候诊室一~三、留观室、抢救室、PET/MRI 机房、分装注射室、废弃物室、储源室、病人卫生间、病人更衣间、PET/CT 机房等区域划为控制区（详见附图 7 红色线部分），控制区采用实体屏蔽，除辐射工作人员及用药后病人外的无关人等不得进入；医院拟将淋浴/缓冲间、医生卫生间、医生更衣、操作间、办公室、储藏间（设备间）、会议/示教室等区域划为监督区（详见附图 7 蓝色线部分），无关人等不得进入。PET 诊断中心工作场所布局设计有患者路线（详见附图 7 中红色箭头所示）、医务人员进出路线（详见附图 7 中绿色箭头所示）、药物输送路线（详见附图 7 中紫色箭头所示）。

综上所述，本项目工作场所控制区和监督区划分明显，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《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ120-2006）中“临床核医学诊断及治疗用工作场所（包括通道）应注意合理安排与布局。其布局应有助于实施工作程序，如一端为放射性物质贮存室、依次为给药室、候诊室、检查室、治疗室等。并且应避免无关人员通过”的要求。

2 辐射防护屏蔽设计

PET 诊断中心辐射防护屏蔽设计参数见表 10-1：

表 10-1 PET 诊断中心工作场所屏蔽设计

场所	屏蔽体	屏蔽设计参数
分装注射室	四侧墙体	南墙：24cm 实心砖+3mmPb 防护涂料 其余三侧墙体：36cm 实心砖+3mmPb 防护涂料
	顶部	12cm 混凝土+6mmPb 防护涂料
	底部	12cm 混凝土+6mmPb 防护涂料
	防护门	北侧：8mmPb；南侧：10mmPb
注射后候诊室一	四侧墙体	东墙、南墙：24cm 实心砖+3mmPb 防护涂料； 西墙、北墙：36cm 实心砖+8mmPb 防护涂料
	顶部	12cm 混凝土+6mmPb 防护涂料
	底部	12cm 混凝土+6mmPb 防护涂料
	防护门	4mmPb
注射后候诊室二~三、	四侧墙体	北墙：36cm 实心砖+8mmPb 防护涂料； 其余三侧墙体：24cm 实心砖+3mmPb 防护涂料

留观室、抢救室	顶部	12cm 混凝土+6mmPb 防护涂料
	底部	12cm 混凝土+6mmPb 防护涂料
	防护门	4mmPb
PET/MRI 机房、 PET/CT 机房	四侧墙体	36cm 实心砖+3mmPb 防护涂料
	顶部	12cm 混凝土+6mmPb 防护涂料
	底部	12cm 混凝土+6mmPb 防护涂料
	防护门	10mmPb
	观察窗	10mmPb
放射性废物间	四侧墙体	西墙：36cm 实心砖+8mmPb 防护涂料； 其余三侧墙体：24cm 实心砖+3mmPb 防护涂料
	顶部	12cm 混凝土+6mmPb 防护涂料
	底部	12cm 混凝土+6mmPb 防护涂料
	防护门	4mmPb
储源室	四侧墙体	24cm 实心砖+3mmPb 防护涂料
	顶部	12cm 混凝土+6mmPb 防护涂料
	底部	12cm 混凝土+6mmPb 防护涂料
	防护门	4mmPb
病人卫生间	四侧墙体	西墙：36cm 实心砖+3mmPb 防护涂料； 南墙：36cm 实心砖+8mmPb 防护涂料 东墙、北墙：24cm 实心砖+3mmPb 防护涂料
	顶部	12cm 混凝土+6mmPb 防护涂料
	底部	12cm 混凝土+6mmPb 防护涂料
	防护门	4mmPb
病人更衣室	四侧墙体	东墙：36cm 实心砖+3mmPb 防护涂料； 南墙：36cm 实心砖+8mmPb 防护涂料 西墙、北墙：24cm 实心砖+3mmPb 防护涂料
	顶部	12cm 混凝土+6mmPb 防护涂料
	底部	12cm 混凝土+6mmPb 防护涂料
	防护门	4mmPb
通风橱		50mmPb
给药窗		40mmPb
控制区病人出入口		8mmPb

注：铅密度为 11.35 g/cm^3 ，实心砖密度为 1.65 g/cm^3 ，混凝土密度为 2.35 g/cm^3 ，铅玻璃密度为 4.2 g/cm^3 ，防护涂料密度为 4.25 g/cm^3 。

3 辐射安全措施设计

对于本项目 PET 诊断中心工作场所，医院拟设置如下辐射安全防护措施：

1) 警示灯、警示标志：医院拟将 PET 诊断中心场所进行控制区和监督区划分，在控制区入口处及控制区内各房间门口均拟设置符合规范的电离辐射警告标志。同时 PET-MRI、PET/CT 机房、注射后候诊室一~三、留观室、分装注射室、放射性废物间、

储源室等场所门口拟设置符合规范的电离辐射警告标志，同时在 PET/CT 机房及 PET-MRI 机房病人入口防护门上拟设置工作状态指示灯。

2) 语音对讲、监控装置：医院拟在 PET 场所内设置双向语音对讲装置和监控系统，且 PET-MRI、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并与病人交流，保证诊断质量和防止意外情况的发生。

3) 对控制区内带药病人的监督管理：医院应做好本项目控制区的监督管理工作，防止无关人员入内；加强对控制区内注射药物病人的监督管理，避免其给药后随意走动；同时应告知检查完成后病人离开路线，防止其对公众造成不必要照射。

4) “两区”内安全防护措施规定：辐射工作人员离开工作室前洗手和作表面污染监测，如其污染水平超过规定限值，采取去污措施。从控制区取出任何物件都应进行表面污染水平监测，以保证超过规定限值的物件不携出控制区。

5) 工作人员防护用品配备：医院拟给辐射工作人员配备辐射防护装置及个人防护用品，主要有防护铅衣、防护铅围脖、铅眼镜、铅帽、剂量报警仪、个人剂量计等。

6) 工作场所设计要求：PET 工作场所的门窗及内部结构应尽量简单，墙面、地面应采用易于去污的材料或涂料，并平整光滑；地面与墙面交接应做成圆角，且应有一定的坡度朝向地漏（如设地漏）。医院应在每次操作完成后使用表面污染监测仪器对操作台、地面、个人防护用品等进行表面污染监测，并购买放射性表面去污用品和试剂进行去污，以满足《电离辐射防护源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的标准值。

三废处理

1 放射性固废处理措施

固态放射性废物主要来源于放射性药物 ^{18}F 操作过程中污染的注射器、手套、导管、药棉、纱布、吸水纸、破碎器皿等。

本项目产生的放射性医疗废物包括一次性注射器、吸水纸、药棉、纱布、操作用的手套等，以及更换的退役 PET 质控放射源。PET 诊断中心常规放射性固废日产生量约 1.2kg，年产生量约 300kg，含放射性同位素的固体废物暂存在分装室内的铅废物桶内，每日检查结束后统一收集并标明核素种类、存放日期等信息放置在放射性废物间内（容积约 6.8m³），在其中衰变十个以上半衰期后，经检测合格后，当作普通医疗废物统一处理。

2 放射性废水处理措施

核医学使用 ^{18}F 放射性核素按日最大门诊量 20 名病人计算，每名病人每次检查过程中平均上 2 次洗手间，卫生间冲水马桶每次保守按 10L 估算，则计算得到病人产生的放射性废水日排放量预计为 0.4m^3 。本项目投入运行后，医院预计每天清洗废水量较小，最多为 0.25m^3 ，则 PET 诊断中心日产生的放射性废水总量约为 0.65m^3 。

医院拟在 PET 诊断中心北侧（下沉庭院）楼梯下方建设一个衰变间，衰变间内部拟安装成套 FBSC-02 型自动衰变池系统，系统包括 PC 控制系统、衰变池池体、污水泵、废液取样测量系统等，衰变池系统拟采用一体化设备全自动运行。

本项目衰变池系统由 3 个衰变池组成，每个衰变池的容积为 1.5m^3 。放射性衰变池各水池的池顶、池底及四周池壁均设计采用 30cm 现浇混凝土进行防护，其中池底及四周池壁均拟采取防腐防渗措施。衰变池设计示意图见图 10-1。

放射性废水首先排入衰变池 1，24 小时后切换至衰变池 2，再 24 小时切换至衰变池 3，并将衰变池 1 的废水进行排放，依次循环；每个衰变池废水的停留时间设计为 24h，能够满足 ^{18}F 十个半衰期（18.3h）的贮存要求。

2.3 放射性废气处理措施

本项目 ^{18}F 放射性核素在进行操作时，会使空气中挥发微量的放射性同位素，被医务人员和公众呼吸入体内造成内照射。

本项目 ^{18}F 核素操作拟在分装注射室内通风橱中进行，柜口风速不小于 1m/s ，外排风管道通过风井直接引至本楼屋顶排放，排风口高于建筑屋顶 3 米。通风橱内吸风口处拟设置活性炭过滤装置，对排放物的放射性气溶胶进行吸附净化，活性炭一般每年更换一次。

PET 诊断中心控制区的排风拟设有一个轴流风机，风机于楼顶落地安装，风机风量 $5870\text{m}^3/\text{h}$ ，用于注射后候诊室一~三、留观、抢救、PET/MRI 机房、分装注射室、PET/CT 机房等的排风。风管贴梁底安装，风管引至本楼屋面，排风口高于建筑屋顶。排风管道采用止回阀设计，防止回风。控制区排风管道示意图见附图 8。

PET 诊断中心监督区的排风拟设有一个 T35-3.55 轴流风机，风机设于储藏间（设备间）内吊顶安装，风机风量 $4426\text{m}^3/\text{h}$ ，用于问诊室、登记室、主任室、医生更衣室、操作间、会议/示教室等的排风。风管引至本层北侧核医学出口上方，排风口高于建筑屋顶。排风管道采用止回阀设计，防止回风。监督区排风管道示意图见附图 9。

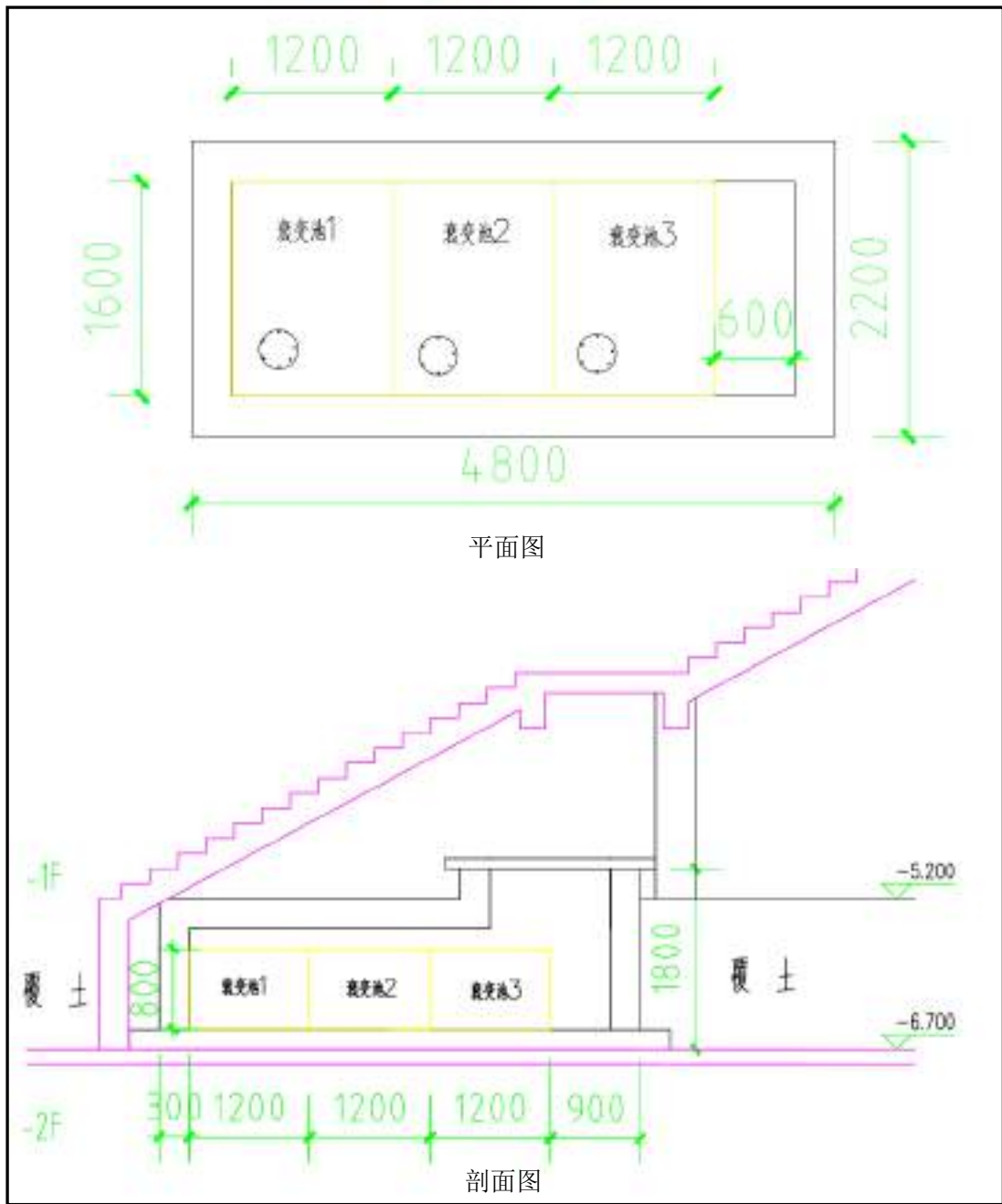


图 10-1 衰变池设计示意图

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目属于新建项目，项目建设施工时对环境会产生如下影响：

(1) 大气：本项目在建设施工期需进行的挖掘地基、混凝土浇筑等作业，各种施工将产生地面扬尘，另外机械和运输车辆作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染采取以下措施：**a.**及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；**b.**车辆在运输建筑材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；**c.**施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘。

(2) 噪声：整个建筑施工阶段，建筑设备在运行中将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定影响。在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准，尽量使用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业。

(3) 固体废物：项目施工期间，产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，委托有资质的单位清运，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落。

(4) 废水：项目施工期间，有一定量含有泥浆的建筑废水产生，对这些废水进行初级沉淀处理，并经隔渣后排放。

该医院在施工阶段计划采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在医院局部区域，对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

1 辐射环境影响分析

在进行辐射环境影响预测时，将药物针筒及已注射药物的病人简化成点源。采取《辐射防护导论》中的点源模式计算各参考点空气比释动能率：

$$\dot{K}_a = \frac{A\Gamma_k}{r^2} \cdot \eta \quad (11-1)$$

上式中： \dot{K}_a —考察点空气比释动能率（Gyh⁻¹）；

A—放射源活度（Bq）；

Γ_k —空气比释动能率常数（μGy.m²/（MBq.h），¹⁸F 的 Γ_k =0.143；

r—放射源到考察点的距离（m）；

η—透射比，衰减倍数的倒数。

在 PET 放射诊断相关场所内及周围对工作人员和公众可能产生辐射影响位置处选取参考点进行预测，参考点选取如图 11-1 所示，根据公式（11-1）对参考点进行

预测，预测结果见表 11-1。

从表 11-1 中的理论估算结果可知，医生在穿戴铅衣情况下，在进行 F-18 核素分装时有一定的辐射影响（4.12 μ Gy/h），扫描前指导患者摆位的医护人员有较强的外照射影响（74.05 μ Gy/h），其它参考点处空气比释动能率均小于 2.5 μ Gy/h。

表 11-1 PET 放射诊断工作场所参考点辐射水平估算结果

参考点		源活度 MBq ^①	屏蔽措施	衰减倍 数 ^②	距离 r(m) ^③	估算结果 (μ Gy/h)	
辐射 工作 人员	1	分装位置	7400	50mm 铅当量	1028.13	0.5	4.12
	2	注射位置	555	40mm 铅当量	256.83	0.5	1.24
	3	PET-CT 机房观 察窗外	555	10mm 铅当量	4.00	3.7	1.45
	4	PET-CT 机房防 护门外	555	10mm 铅当量	4.00	4.7	0.90
	5	PET-MRI 机房 观察窗外	555	10mm 铅当量	4.00	4.2	1.12
	6	PET-MRI 机房 防护门外	555	10mm 铅当量	4.00	4.7	0.90
	7	PET-CT 摆位处	555	0.5mm 铅当量铅衣	1.07	1	74.05
	8	PET-MRI 摆位 处	555	0.5mm 铅当量铅衣	1.07	1	74.05
	9	病人卫生间南 侧墙外	555	36cm 实心砖 +8mmPb 防护涂料	70.92	2.7	0.15
	10	PET-CT 机房南 墙外	555	36cm 实心砖 +3mmPb 防护涂料	35.44	4.2	0.13
公 众	11	分装注射室西 侧墙外	555	36cm 实心砖 +3mmPb 防护涂料	35.44	2.2	0.46
	12	PET-MRI 机房 东侧墙外	555	36cm 实心砖 +3mmPb 防护涂料	35.44	4.2	0.13
	13	PET-MRI 机房 北侧墙外	555	36cm 实心砖 +3mmPb 防护涂料	35.44	3.2	0.22
	14	抢救室北侧墙 外	555	36cm 实心砖 +8mmPb 防护涂料	70.92	2.2	0.23
	15	留观室北墙外	555	36cm 实心砖 +8mmPb 防护涂料	70.92	2.2	0.23
	16	注射后候诊室 三北墙外	1110	36cm 实心砖 +8mmPb 防护涂料	70.92	2.2	0.46
	17	注射后候诊室 二北墙外	1110	36cm 实心砖 +8mmPb 防护涂料	70.92	2.2	0.46

18	注射后候诊室 一北墙外	1110	36cm 实心砖 +8mmPb 防护涂料	70.92	2.2	0.46
19	注射后候诊室 一西墙外	1110	36cm 实心砖 +8mmPb 防护涂料	70.92	1.6	0.87
20	分装注射室楼 上	555	12cm 混凝土 +6mmPb 防护涂料	11.05	4.5	0.35
21	病人卫生间楼 上	555	12cm 混凝土 +6mmPb 防护涂料	11.05	4.5	0.35
22	PET-CT 机房楼 上	555	12cm 混凝土 +6mmPb 防护涂料	11.05	4.5	0.35
23	PET-MRI 机房 楼上	555	12cm 混凝土 +6mmPb 防护涂料	11.05	4.5	0.35
24	抢救室楼上	555	12cm 混凝土 +6mmPb 防护涂料	11.05	4.5	0.35
25	留观室楼上	555	12cm 混凝土 +6mmPb 防护涂料	11.05	4.5	0.35
26	注射后候诊室 三楼上	1110	12cm 混凝土 +6mmPb 防护涂料	11.05	4.5	0.71
27	注射后候诊室 二楼上	1110	12cm 混凝土 +6mmPb 防护涂料	11.05	4.5	0.71
28	注射后候诊室 一楼上	1110	12cm 混凝土 +6mmPb 防护涂料	11.05	4.5	0.71
29	分装注射室楼 下	555	12cm 混凝土 +6mmPb 防护涂料	11.05	4.5	0.35
30	病人卫生间楼 下	555	12cm 混凝土 +6mmPb 防护涂料	11.05	4.5	0.35
31	PET-CT 机房楼 下	555	12cm 混凝土 +6mmPb 防护涂料	11.05	4.5	0.35
32	PET-MRI 机房 楼下	555	12cm 混凝土 +6mmPb 防护涂料	11.05	4.5	0.35
33	抢救室楼下	555	12cm 混凝土 +6mmPb 防护涂料	11.05	4.5	0.35
34	留观室楼下	555	12cm 混凝土 +6mmPb 防护涂料	11.05	4.5	0.35
35	注射后候诊室 三楼下	1110	12cm 混凝土 +6mmPb 防护涂料	11.05	4.5	0.71
36	注射后候诊室 二楼下	1110	12cm 混凝土 +6mmPb 防护涂料	11.05	4.5	0.71
37	注射后候诊室 一楼下	1110	12cm 混凝土 +6mmPb 防护涂料	11.05	4.5	0.71

注：① ^{18}F 原液最多为 $7.4 \times 10^9 \text{Bq}$ (200mCi) /罐，注射后候诊室、留观室及其他场所均按 1 名病人预测；

②参照《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020) ^{18}F 的铅什值层取 16.6mm，混凝土什值层取 176mm，实心砖什值层取 263mm；

- ③参考点 1、2: $r=0.5\text{m}$ (医生分装药物时距药物约 0.5m 、给病人注射时距离病人约 0.5m) ;
- 参考点 3: $r=3.7\text{m}$ (病人距窗约 3.0m , 墙厚约 0.4m , 参考点 0.3m) ;
- 参考点 4: $r=4.7\text{m}$ (病人距门约 4.0m , 墙厚约 0.4m , 参考点 0.3m) ;
- 参考点 5: $r=4.2\text{m}$ (病人距窗约 3.5m , 墙厚约 0.4m , 参考点 0.3m) ;
- 参考点 6: $r=4.7\text{m}$ (病人距门约 4.0m , 墙厚约 0.4m , 参考点 0.3m) ;
- 参考点 7: $r=1.0\text{m}$ (医生距离病人约 1.0m) ;
- 参考点 8: $r=1.0\text{m}$ (医生距离病人约 1.0m) ;
- 参考点 9: $r=2.7\text{m}$ (病人距离墙体约 2.0m , 墙厚约 0.4m , 参考点 0.3m) ;
- 参考点 10: $r=4.2\text{m}$ (病人距离墙体约 3.5m , 墙厚约 0.4m , 参考点 0.3m) ;
- 参考点 11: $r=2.2\text{m}$ (药物距离墙体约 1.5m , 墙厚约 0.4m , 参考点 0.3m) ;
- 参考点 12: $r=4.2\text{m}$ (病人距离墙体约 3.5m , 墙厚约 0.4m , 参考点 0.3m) ;
- 参考点 13: $r=3.2\text{m}$ (病人距离墙体约 2.5m , 墙厚约 0.4m , 参考点 0.3m) ;
- 参考点 14~18: $r=2.2\text{m}$ (病人距离墙体约 1.5m , 墙厚约 0.4m , 参考点 0.3m) ;
- 参考点 19: $r=1.6\text{m}$ (病人距离墙体约 1.0m , 墙厚约 0.3m , 参考点 0.3m) ;
- 参考点 20~28: $r=4.5\text{m}$ (病人距离墙体约 2.8m , 墙厚约 0.2m , 参考点 1.5m) ;
- 参考点 29~37: $r=4.5\text{m}$ (病人距离墙体约 1.5m , 墙厚约 0.2m , 参考点 2.8m) ;

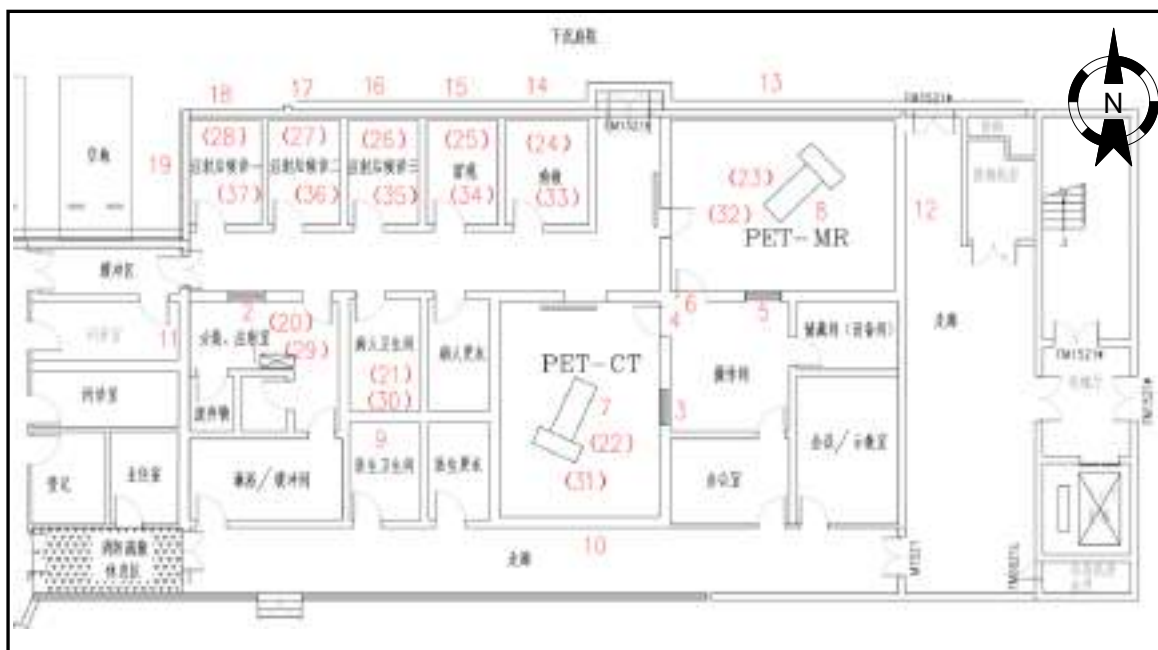


图 11-1 PET 诊断中心 ^{18}F 工作场所参考点选取示意图

2.2 辐射工作人员和公众年有效剂量评价

辐射工作人员及公众年有效剂量可通过下式进行估算

$$H_e = \dot{H}_{e,d} \cdot t \cdot U \cdot T \quad (11-2)$$

上式中: H_e —年剂量, mSv/a ;

$\dot{H}_{e,d}$ —参考点处剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

U —使用因子;

T—人员在相应关注点驻留的居留因子，全居留取 1，部分居留取 1/4，偶然居留取 1/16；
t—照射时间，单位为 h/a。

根据表 11-1 和公式（11-2）可计算得到各个流程中辐射工作人员及周围公众的年有效剂量，计算结果见表 11-2。

表 11-2 PET 放射诊断项目各个流程年剂量计算结果一览表

/	序号	参考点	参考点剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	居留因子	照射时间 (h/a)	年有效剂量 (mSv/a)
辐射工作人员	1	分装位置	4.12	1	166.7	0.69
	2	注射位置	1.24	1	83.3	0.10
	3	PET-CT 机房观察窗外	1.45	1	1875	2.72
	4	PET-CT 机房防护门外	0.90	1	1875	1.69
	5	PET-MRI 机房观察窗外	1.12	1	625	0.70
	6	PET-MRI 机房防护门外	0.90	1	625	0.56
	7	PET-CT 摆位处	74.05	1	62.5	4.63
	8	PET-MRI 摆位处	74.05	1	20.8	1.54
	9	病人卫生间南侧墙外	0.15	1/4 (医生卫生间)	833.3	0.03
	10	PET-CT 机房南侧墙外	0.13	1/4 (走廊)	1875	0.06
公众	11	分装注射室西侧墙外	0.46	1 (问诊室)	166.7	0.08
	12	PET-MRI 机房东侧墙外	0.13	1/4 (走廊)	625	0.02
	13	PET-MRI 机房北侧墙外	0.22	1/4 (过道)	625	0.03
	14	抢救室北侧墙外	0.23	1/4 (下沉庭院)	1250	0.07
	15	留观室北墙外	0.23	1/4 (下沉庭院)	1250	0.07
	16	注射后候诊室三北墙外	0.46	1/4 (下沉庭院)	1111.1	0.13
	17	注射后候诊室二北墙外	0.46	1/4 (下沉庭院)	1111.1	0.13

18	注射后候诊室一 北墙外	0.46	1/4 (下沉庭院)	1111.1	0.13
19	注射后候诊室一 西墙外	0.87	1/16 (空地)	1111.1	0.06
20	分装注射室楼上	0.35	1/4 (DR 机房)	166.7	0.01
21	病人卫生间楼上	0.35	1/4 (DR 机房)	833.3	0.07
22	PET-CT 机房 楼上	0.35	1/4 (DR 机房)	1875	0.16
23	PET-MRI 机房 楼上	0.35	1/4 (MR 机房)	625	0.05
24	抢救室楼上	0.35	1/16 (设备间)	1250	0.03
25	留观室楼上	0.35	1/4 (候诊区)	1250	0.11
26	注射后候诊室三 楼上	0.71	1/4 (候诊区)	1111.1	0.20
27	注射后候诊室二 楼上	0.71	1/4 (候诊区)	1111.1	0.20
28	注射后候诊室一 楼上	0.71	1/4 (候诊区)	1111.1	0.20
29	分装注射室楼下	0.35	1/8 (停车场)	166.7	0.01
30	病人卫生间楼下	0.35	1/8 (停车场)	833.3	0.04
31	PET-CT 机房 楼下	0.35	1/8 (停车场)	1875	0.08
32	PET-MRI 机房 楼下	0.35	1/8 (停车场)	625	0.03
33	抢救室楼下	0.35	1/8 (停车场)	1250	0.05
34	留观室楼下	0.35	1/8 (停车场)	1250	0.05
35	注射后候诊室三 楼下	0.71	1/8 (停车场)	1111.1	0.10
36	注射后候诊室二 楼下	0.71	1/8 (停车场)	1111.1	0.10
37	注射后候诊室一 楼下	0.71	1/8 (停车场)	1111.1	0.10
备注：根据医院预测，PET-CT 年扫描约 3750 人，PET/MRI 年扫描约 1250 人，每名患者的药物分装时间约为 2min，注射过程约 1min，注射后候诊约 40min，指导摆位过程约 1min，扫描约 30min，留观约 30min；则计算得到分装时间为 166.7h/a，注射时间约为 83.3h/a，PET-CT					

机房内的摆位时间约为 62.5h/a，PET/MRI 机房内的摆位时间约为 20.8h/a，每间注射后候诊室的病人候诊时间约为 1111.1h/a（共 3 间，每间最多同时 2 人候诊），PET-CT 机房内的扫描时间约为 1875h/a，PET/MRI 机房内的扫描时间约为 625h/a，每间留观室（含抢救室共 2 间）的留观时间约 1250h/a；每名病人每次上卫生间时间约为 5min，每名病人每次检查过程中平均上 2 次洗手间，则计算得到病人上卫生间时间约为 833.3h/a。

2.2.1 辐射工作人员年有效剂量评价

辐射工作人员主要受照射环节为药物的分装、注射过程、病人摆位过程、病人扫描诊断过程。

医院拟根据实际需要前期配备 6 名辐射工作人员负责 PET 诊断中心工作，后期根据实际情况酌情增加辐射工作人员，其中 1 名辐射工作人员负责药物分装工作，1 名辐射工作人员负责注射工作，1 名辐射工作人员负责 PET-CT 摆位工作，1 名 PET-CT 设备操作人员，1 名辐射工作人员负责 PET-MRI 摆位工作，1 名 PET-MRI 设备操作人员。根据表 11-2 可知，负责药物分装的辐射工作人员年有效剂量为 0.69mSv/a，负责注射的辐射工作人员年有效剂量为 0.10mSv/a，负责 PET-CT 摆位工作的辐射工作人员年有效剂量为 4.63mSv/a，PET-CT 设备操作人员的年有效剂量为 2.72mSv/a，负责 PET-MRI 摆位工作的辐射工作人员年有效剂量为 1.54mSv/a，PET-MRI 设备操作人员的年有效剂量为 0.70mSv/a，均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对职业人员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。

由于核素诊断和治疗过程中还受其它多种不确定因素的影响，工作人员的受照射情况复杂多变，难以准确估算其年有效剂量。上述估算结果只能基本反映出工作人员受照射程度，医院应根据个人剂量检测结果及时对工作人员工作岗位进行调整，确保其年有效剂量满足 GB18871-2002 中对职业人员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。

2.2.2 公众年有效剂量评价

本项目公众主要为 PET 诊断中心四周及顶部、底部公众，根据表 11-2 可知，场所周围的年有效剂量最大值为 PET-CT 机房楼上的公众，其年有效剂量约为 0.20mSv，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对公众受照剂量限值要求以及本项目的目标管理值要求：公众年有效剂量不超过 0.25mSv。

对于本项目东南侧 45m 星辰四季内居民，选取表 11-1 中公众剂量率最大值进行

估算得星辰四季内居民年有效剂量小于 0.01mSv，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对公众受照剂量限值要求以及本项目的目标管理值要求：公众年有效剂量不超过 0.25mSv。

事故影响分析

1 主要辐射事故

(1) PET/CT 辐射工作人员违反操作规程或误操作，造成意外照射和辐射污染。

(2) 由于保管或管理工作不到位导致放射性药物丢失、被盗等情况对公众造成的外照射。

2 辐射事故处置方法及预防措施

(1) 建立辐射安全管理机构，制定完善的规章制度，并在实际工作过程中严格执行。

(2) 加强辐射安全管理，加强辐射工作人员技能培训和辐射安全与防护知识的培训，提高个人的技能和辐射安全防范意识。

(3) 定期检查各辐射工作场所的辐射安全措施运行情况，确保各项安全措施始终保持良好的工作状态。

(4) 发生误照射，应立即切断电源，确保射线装置、放射源停止工作。

(5) 发现放射源及放射性药物丢失、被盗，应立即启动本单位辐射事故应急措施，及时向管理部门报告。

(6) 发生非密封放射性物质污染，封闭工作场所，控制人员走动，以避免放射性污染扩散，并进行场所和人员的去污。

(7) 发生辐射事故立即向单位领导汇报，并控制现场区域，防止无关人员进入。

(8) 对可能受到大剂量照射的人员，应及时送医院检查和治疗。

医院应依据《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》及《浙江省辐射污染防治条例》的要求制定辐射事故应急预案，明确建立应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急，辐射事故分类与应急响应的措施。并在今后工作中定期组织应急人员进行应急演练。

发生辐射事故时，应立即启动本单位的事事故应急方案，采取必要防范措施，在 2 小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，并填写《辐射事故初始报告表》，造成或者可能造成人员超剂量照射的，同时向卫生部门报告。事故发生后医院应积极配合生态环境部门、公安部门及卫生健康部门调查事故原因，并做好后续工作。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据保护部第 3 号令《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，使用非密封放射性物质、II类射线装置、I类医疗放射源的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；辐射工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

医院已按要求成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。本项目拟配备 6 名辐射工作人员，该 6 名辐射工作人员应取得辐射安全培训合格证书或通过生态环境部培训平台上的线上考核，辐射工作人员持有的原辐射安全培训合格证书到期后应当参加并通过生态环境部培训平台上的线上考核方可上岗。

辐射安全管理规章制度

医院已根据《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》中的有关要求制定一系列管理制度，主要包括《辐射防护和安全保卫制度》、《核医学科安全操作规程》、《DSA 操作规程》、《核医学科岗位职责》、《设备维护检修制度》、《使用登记制度》、《台账管理制度》、《放射防护监测方案》、《放射工作人员体检及健康制度》、《放射工作人员培训制度》、《个人剂量监测管理制度》、《放射性废物处理制度》、《辐射事故应急措施》等。建议建设单位应结合本次项目新增内容，对原有辐射安全管理制度进行补充、完善，使之切实可行又符合相关管理规定，并付诸执行。本报告对各项管理制度制定要点提出如下建议。

辐射防护和安全保卫制度：根据射线装置及放射性药物操作的具体情况制定相应的辐射防护和安全保卫制度。重点是：①定期检查相关的辐射安全装置及检测仪器，发现问题及时修理或更换，确保辐射安全装置、个人剂量报警仪、环境辐射剂量监测仪和表面沾污仪保持良好工作状态；②工作人员定期开展个人剂量检测和职业健康监护。

核医学科操作规程：制定 PET/MRII、PET-CT 放射诊断操作规程，明确辐射工作人员的资质条件要求、操作过程中采取的具体防护措施及步骤。重点是：①提高辐射工作人员对放射性药物操作的熟练程度，尽量减少辐射工作人员与放射性药物的近距离接触时间；②确保开展辐射工作时所有辐射屏蔽措施均已到位，严格按照规定操作

流程操作，防止发生辐射事故；③从事辐射工作时必须佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪；④在非密封开放性工作场所严禁吸烟、进食；⑤放射性“三废”的处理需严格按照操作规程执行。

设备维护检修制度：明确辐射安全与防护设施以及辐射监测设备维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保辐射安全与防护设施以及剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

使用登记制度：针对本项目放射性药物及射线装置，补充制定使用登记制度，规范放射性药物及射线装置台帐和使用登记记录，对购入的放射性药物及射线装置的使用情况进行登记和跟踪记录。

核医学科岗位职责：明确管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

放射工作人员人员培训计划：明确培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。

放射防护监测方案：明确监测频次和监测项目，监测结果定期上报环境保护行政主管部门。此外，根据 18 号令，使用放射源和射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状态进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

事故应急预案：针对本项目可能产生的辐射事故完善辐射事故应急措施，该措施中要明确应急机构和职责分工、应急人员的组织、培训、事故报告制度、辐射防护措施及事故处理程序等。当发生辐射事故时，医院应当立即启动辐射事故应急方案，采取有效的事故处理措施，防止事故恶化，并在 2 小时内向当地生态环境部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射时，还应同时报告当地卫生健康部门。

辐射监测

(1) 监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，使用放射源、非密封放射性物质和 II 类射线装置的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。

医院拟为本项目配备 1 台环境辐射巡测仪，用于辐射工作场所定期自行检测；拟为 PET 诊断中心配备 1 台表面沾污仪，用于检测非密封放射性物质工作场所表面污染水平；拟为 PET 诊断中心配备 2 台个人剂量报警仪，用于辐射工作过程中瞬时辐

射剂量的报警。

(2) 监测方案

1) 请有资质单位定期对辐射工作场所周围环境辐射水平及表面污染进行监测，监测周期为 1 次/年。

2) 医院拟为辐射工作人员均配备个人剂量计，定期（一般为一次/三个月）送有资质部门进行个人剂量监测。

3) 定期组织辐射工作人员进行健康体检（至少 1 次/两年），并建立个人职业健康监护档案。

4) 医院还应利用自配备的辐射巡测仪和表面污染沾污仪对医院的辐射工作场所定期进行监测，并记录档案。

非密封放射性物质工作场所的自主监测建议参照《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）附录 A，对丙级工作场所，表面沾污每 8 周监测一次，监测内容为 X-γ 空气吸收剂量率，监测点位为工作服、手套、工作鞋、手、皮肤、设备表面、患者通道、分装注射室、储源室、注射后候诊室、留观室、墙壁及地面等可能污染的位置；对辐射剂量率每 4 周监测一次，监测内容为 X-γ 空气吸收剂量率，监测点位为 PET-CT 及 PET-MRI 机房周围、分装注射室、注射后候诊室、留观室和活性区域内走廊等；工作人员操作后离开辐射工作场所控制区前应进行表面污染监测，如果工作服、手套、工作鞋的 β 表面污染大于 4Bq/cm²，应及时脱下更换清洗或作为放射性固废处理，如果手、皮肤、内衣、工作袜的 β 表面污染大于 4Bq/cm²，应进一步清洗去污直至满足对 β 表面污染的要求；从控制区取出任何物品都应进行表面污染水平检测，以杜绝超过 GB18871 规定的表面污染控制水平的物品被带出控制区。以上监测均应记录档案，同时医院应在监测方案中列出 GB18871 中表面污染控制水平。

医院在落实上述监测方案后，安全管理措施能够满足辐射安全的要求。

辐射事故应急

医院已制定《辐射事故应急措施》，并建立较完整的应急救援程序，程序主要针对辐射伤害、放射性同位素污染、放射性药物被盗等紧急情况制定详细的事故应急措施，并明确了事故情况下应采取的防护措施和执行程序，有效控制事故，及时制止事故的恶化；明确了辐射事故应急处理领导小组和辐射事故紧急情况电话表。明确了辐射事故应急处理领导小组各成员在应急组织和事故处理中的职责及 24 小时联系电话，以保证事故及时上报，渠道畅通，同时明确应急人员培训内容及培训周期等；并明确

向当地生态环境部门和公安部门报告的时间期限，即：在事故发生后，在 2 小时内向所在地环境保护部门和公安部门报告，并填写《辐射事故初始报告表》，造成或者可能造成人员超剂量照射的，同时向卫生健康部门报告。事故发生后医院应积极配合生态环境部门、公安部门及卫生健康部门调查事故原因，并做好后续工作。

落实以上措施后，该院的辐射事故应急措施能够满足辐射安全的要求。

表 13 结论与建议

结论

1 辐射安全与防护分析结论

1.1 项目位置

宁波大学附属人民医院东院区位于宁波市鄞州区百丈东路 105 号。宁波大学附属人民医院东院区东侧为南北河及星辰四季，南侧为百丈路，西侧为甬港北路，北侧为荣合公馆。

本项目 PET 诊断中心位于宁波大学附属人民医院东院区科研实验中心负一层，PET 诊断中心东侧为排烟机房及电梯厅，南侧及北侧均为下沉庭院，西侧为候诊区，楼下为停车场，楼上为 DR 机房、CT 机房、MR 机房、报告中心等。本项目评价范围内敏感目标为东南侧 45m 星辰四季内居民。

1.2 项目分区及布局

本项目 PET 诊断中心位于东院区科研实验楼负一层，医院拟将注射后候诊室一~三、留观室、抢救室、PET/MRI 机房、分装注射室、废弃物室、储源室、病人卫生间、病人更衣间、PET/CT 机房等区域划为控制区，控制区采用实体屏蔽，除辐射工作人员及用药后病人外的无关人等不得进入；医院拟将淋浴/缓冲间、医生卫生间、医生更衣、操作间、办公室、储藏间（设备间）、会议/示教室等区域划为监督，无关人等不得进入。PET 诊断中心工作场所布局设计有患者路线、医务人员进出路线、药物输送路线，工作场所控制区和监督区划分明显，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《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ120-2006）中“临床核医学诊断及治疗用工作场所（包括通道）应注意合理安排与布局。其布局应有助于实施工作程序，如一端为放射性物质贮存室、依次为给药室、候诊室、检查室、治疗室等。并且应避免无关人员通过”的要求。

1.3 辐射安全措施

医院拟将 PET 诊断中心场所进行控制区和监督区划分，在控制区入口处及控制区内各房间门口均拟设置符合规范的电离辐射警告标志。同时 PET-MRI、PET/CT 机房、注射后候诊室一~三、留观室、分装注射室、放射性废物间、储源室等场所门口拟设置符合规范的电离辐射警告标志，同时在 PET/CT 机房及 PET-MRI 机房病人入口防护门上拟设置工作状态指示灯；医院拟在 PET 场所内设

置双向语音对讲装置和监控系统，且 PET-MRI、PET/CT 机房控制台处安装有观察窗；医院拟为本项目工作人员配备的辐射防护装置及个人防护用品主要有防护铅衣、防护铅围脖、铅眼镜、铅帽、剂量报警仪、个人剂量计等。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

1.3.4 监测设备

宁波大学附属人民医院拟为本项目配备 1 台环境辐射巡测仪，用于辐射工作场所定期自行检测；拟配备 1 台表面沾污仪，用于检测非密封放射性物质工作场所表面污染水平；拟配备 2 台个人剂量报警仪，用于辐射工作过程中瞬时辐射剂量的报警。

1.4 辐射安全管理

本项目属于新建项目，宁波大学附属人民医院已按要求成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。本项目拟配备 6 名辐射工作人员，该 6 名辐射工作人员应取得辐射安全培训合格证书或通过生态环境部培训平台上的线上考核，辐射工作人员持有的原辐射安全培训合格证书到期后应当参加并通过生态环境部培训平台上的线上考核方可上岗。

宁波大学附属人民医院已制定相关辐射安全管理制度，主要包括操作规程、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、事故应急制度等，并在实际工作中不断对其进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。

宁波大学附属人民医院拟为本项目所有辐射工作人员均配备个人剂量计，定期（不少于 1 次/三个月）送有资质部门进行个人剂量监测；拟定期组织辐射工作人员进行康体检，按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

2 环境影响分析结论

2.1 辐射防护影响预测

根据理论预测可知，本项目 PET 诊断中心工作场所控制区边界外的参考点处空气比释动能率均小于 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 。医生在穿戴铅衣情况下，在扫描前指导患者摆位的医护人员有较强的外照射影响。

2.2 保护目标剂量

根据理论预测可知，本项目投入运行后辐射工作人员和公众年有效剂量均能

够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中剂量限值要求和本项目管理目标剂量约束值要求（辐射工作人员不超过 5mSv/a，公众不超过 0.25mSv/a）。

2.3 三废处理处置

（1）放射性固废处理措施

PET 诊断中心内设有一间放射性废物间，废物间体积约为 6.8m³，医院拟将含 ¹⁸F 的固体废物经收集并标记后送至废物间内自然衰变，在贮存十个半衰期且达到其相应的清洁解控水平活度浓度后，按普通医疗废物处理。

（2）放射性废水处理措施

医院拟在 PET 诊断中心北侧（下沉庭院）楼梯下方建设一个衰变池，衰变间内部拟安装成套 FBSC-02 型自动衰变池系统，系统包括 PC 控制系统、衰变池池体、污水泵、废液取样测量系统等，衰变池系统拟采用一体化设备全自动运行。本项目衰变池系统由 3 个衰变池组成，每个衰变池的容积为 1.5m³，放射性废水首先排入衰变池 1，24 小时后切换至衰变池 2，再 24 小时切换至衰变池 3，并将衰变池 1 的废水进行排放，依次循环；每个衰变池废水的停留时间设计为 24h，能够满足 ¹⁸F 十个半衰期（18.3h）的贮存要求。

（3）放射性废气处理措施

液态放射性同位素在进行操作时，空气中挥发的微量放射性同位素；污染途径为放射性药物在空气中挥发散逸，被医务人员和公众呼吸入体内造成的内照射。本项目 ¹⁸F 核素操作在通风橱中进行，通风橱内保持负压且设有排风系统（通风速率不少于 1m/s，排放口位于屋顶，高于本建筑屋脊 3 米），挥发散逸的放射性同位素经通风系统内活性炭过滤后，从通风橱的通风管道直接抽出，由屋顶排放。

3 可行性分析结论

综上所述，宁波大学附属人民医院新建 PET-CT、PET-MRI 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够符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

建议与承诺

(1) 所有设备资料、放射性同位素台帐、射线装置台账和监测资料等妥善保管，存档备案。

(2) 该项目运行中，应严格遵循操作规程，加强对医务人员的培训，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，使对环境的影响降到最低。

(3) 项目建成后，应根据有关规定及时办理竣工环保验收手续。

(4) 针对放射性同位素的转让活动，应根据有关规定办理放射性同位素转让审批手续。

本项目“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	验收要求
辐射安全管理机构	以文件形式明确管理职责	医院已按规定成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确其管理职责。
辐射安全和防护措施	屏蔽措施	医院本项目各场所拟按照表 10-1 的屏蔽对射线进行防护，验收时 PET 诊断中心工作场所监督区外辐射水平应 $<2.5\mu\text{Sv/h}$ ，辐射工作人员年有效剂量应 $<5\text{mSv/a}$ ，公众年有效剂量应 $<0.25\text{mSv/a}$ 。
	安全措施（警示标志、工作指示灯、防护用品等）	医院拟将 PET 诊断中心场所进行控制区和监督区分，在控制区入口处及控制区内各房间门口均拟设置符合规范的电离辐射警告标志。同时 PET-MRI、PET/CT 机房、注射后候诊室一~三、留观室、分装注射室、放射性废物间、储源室等场所门口拟设置符合规范的电离辐射警告标志，同时在 PET/CT 机房及 PET-MRI 机房病人入口防护门上拟设置工作状态指示灯；医院拟在 PET 场所内设置双向语音对讲装置和监控系统，且 PET-MRI、PET/CT 机房控制台处安装有观察窗；医院拟为本项目工作人员配备的辐射防护装置及个人防护用品主要有防护铅衣、防护铅围脖、铅眼镜、铅帽、剂量报警仪、个人剂量计等。
人员配备	辐射防护与安全培训和考核	本项目所有辐射工作人员应取得辐射安全培训合格证书或通过生态环境部培训平台上的线上考核，辐射工作人员持有的原辐射安全培训合格证书到期后应当参加并通过生态环境部培训平台上的线上考核方可上岗
	个人剂量监测	医院拟安排本项目所有辐射工作人员均进行个人剂量监测，建立工作人员个人剂量档案。
	人员职业健康监护	医院拟安排本项目所有辐射工作人员定期进行职业健康体检，建立职业健康监护档案。
监测仪器和防护用品	环境辐射剂量巡测仪 个人剂量报警仪	医院拟为本项目配备 1 台环境辐射巡测仪、1 台表面沾污仪、2 台个人剂量报警仪。
辐射安全管理制度	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 事故应急预案	宁波大学附属人民医院已制定相关辐射安全管理制度，主要包括操作规程、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、事故应急制度等，并在实际工作中不断对其进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见

经办人签字

公章
年 月 日

审批意见:

经办人签字

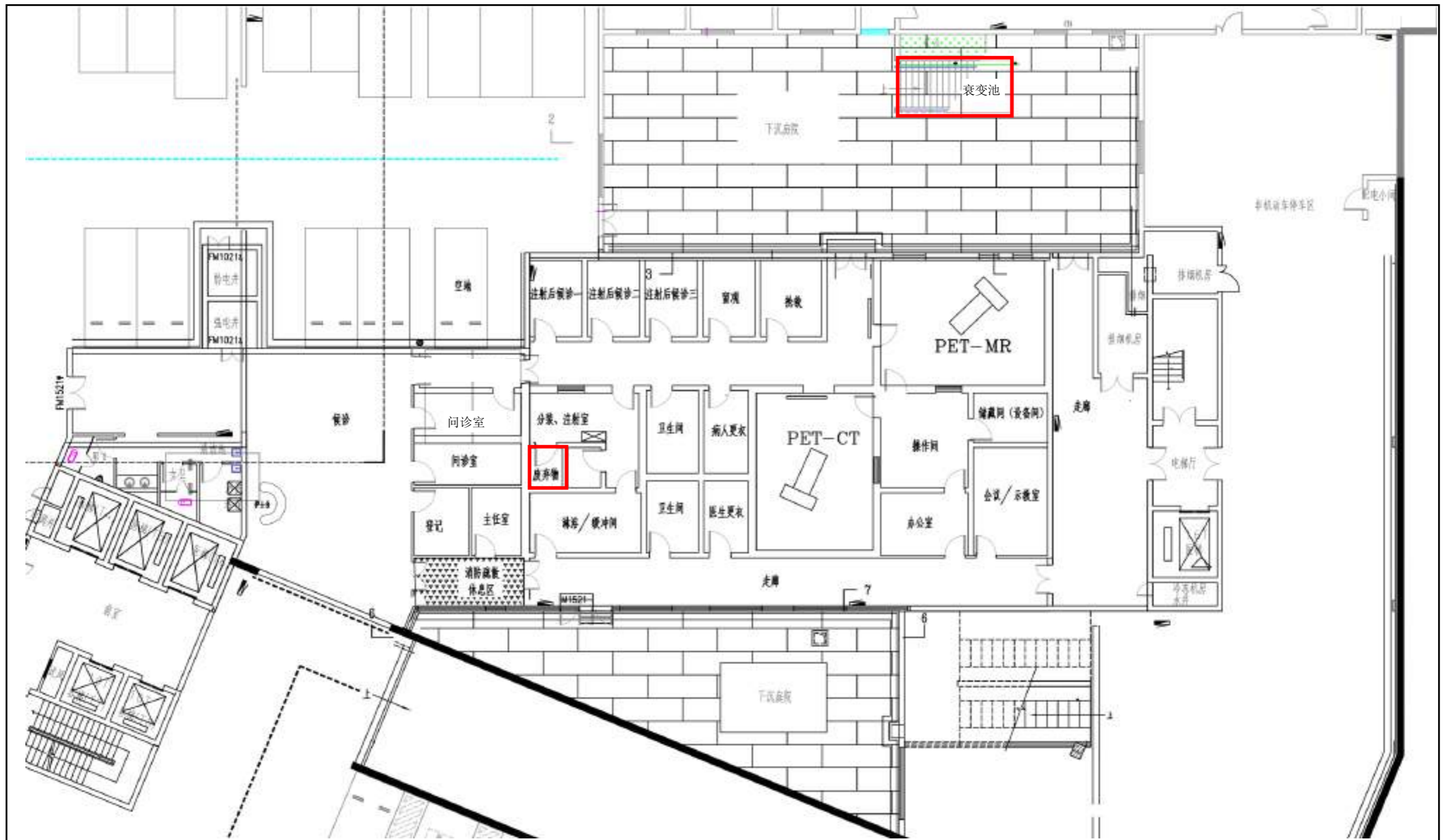
公章
年 月 日



附图 2 宁波大学附属人民医院现有核医学科及本项目 PET 诊断中心位置关系图



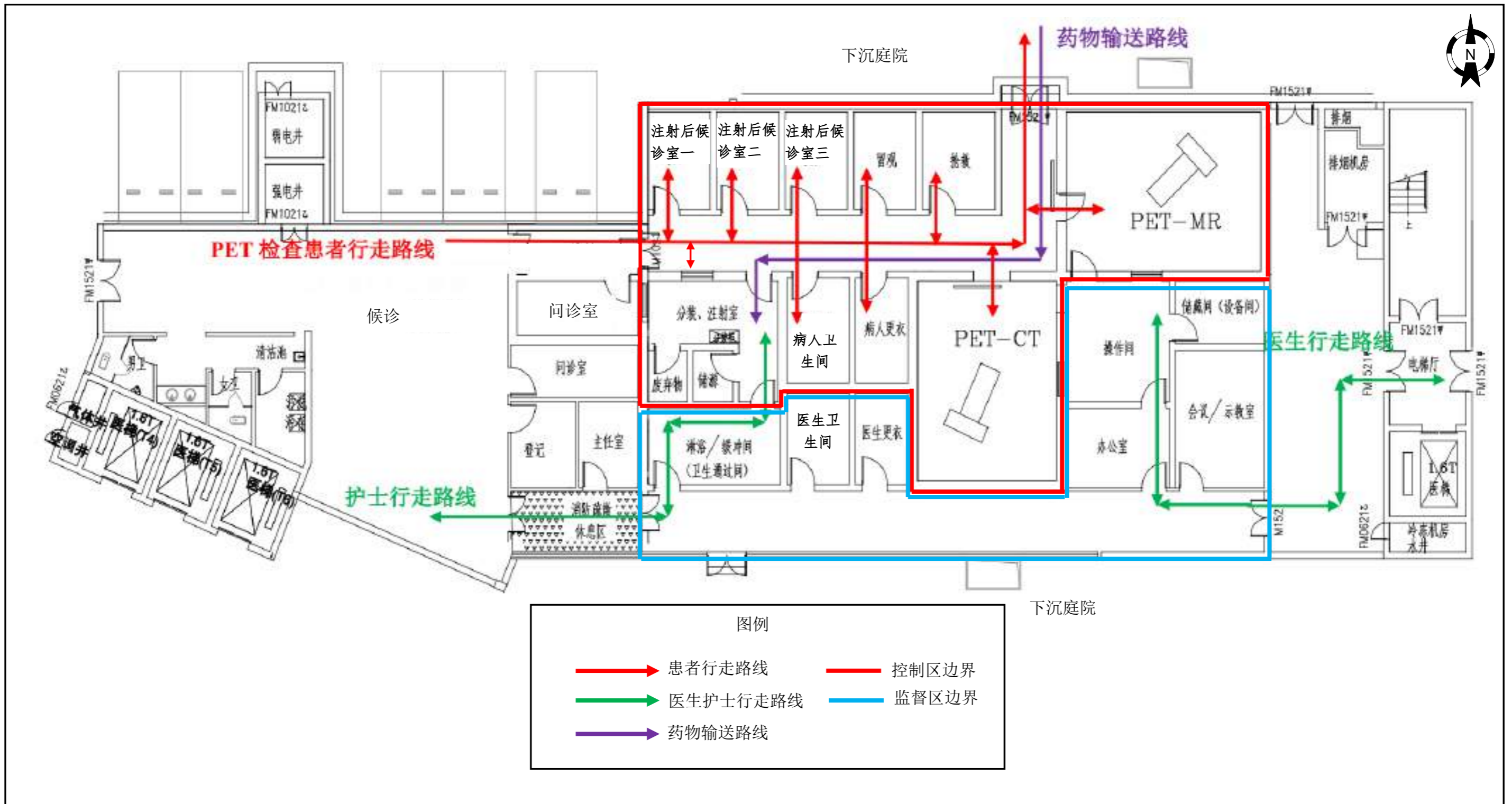
附图 3 宁波大学附属人民医院院区平面布局及周围环境示意图



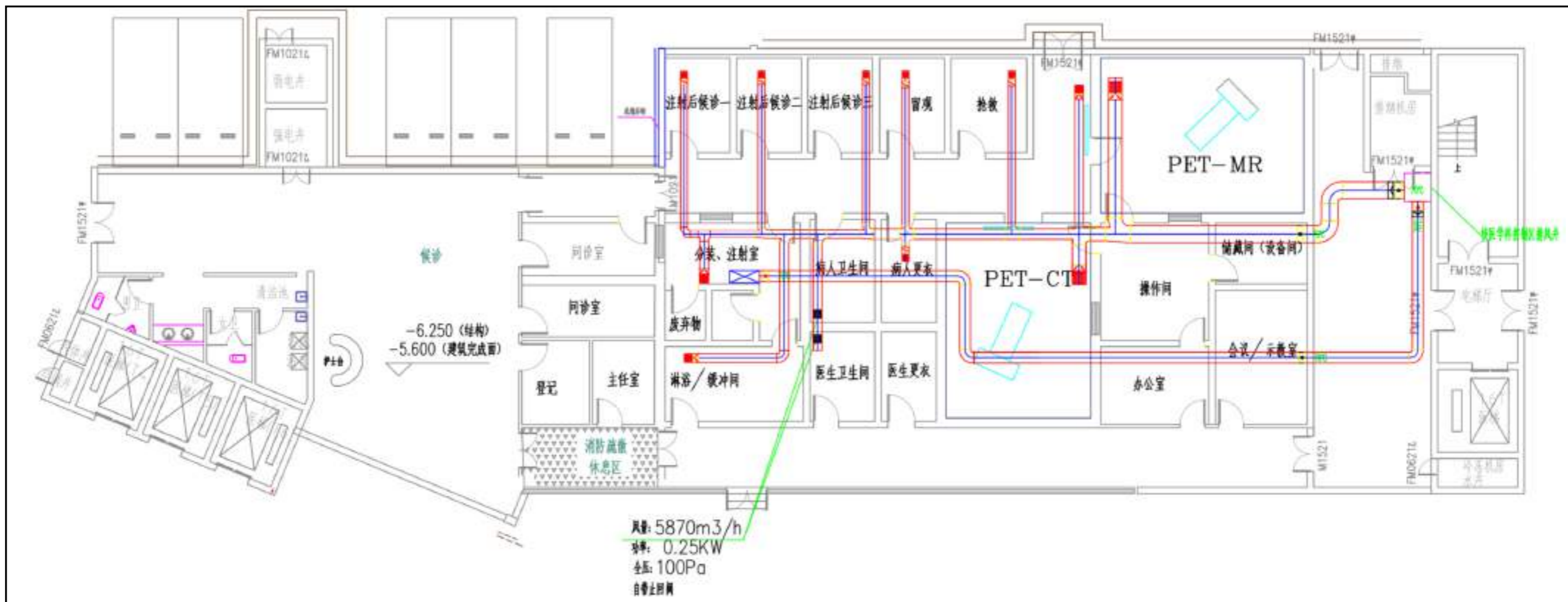
附图 4 宁波大学附属人民医院科研实验中心负一层局部平面图



附图 6 宁波大学附属人民医院科研实验中心一层局部平面图



附图 7 宁波大学附属人民医院核医学科平面布局分区及医患路线图



附图 8 宁波大学附属人民医院 PET 诊断中心控制区通风管道示意图

附件 1

委托书

江苏玖清玖蓝环保科技有限公司：

根据《中华人民共和国环境影响评价法》及《建设项目环境保护分类管理名录》等法律法规的要求，现委托贵单位对新建 PET-CT、PET-MRI 项目进行环境影响评价工作，望接此委托后尽快开展工作。

特此委托。

委托方（盖章）：宁波大学附属人民医院

日期：2020 年 3 月 18 日

附件 2

非密封放射性物质使用承诺书

宁波大学附属人民医院新建 PET-CT、PET-MRI 项目 情况如下：

非密封放射性物质								
序号	工作场所等级	核素名称	日最大操作量 (Bq)	年使用量 (Bq)	工作场所名称	活动种类	环评情况	许可情况
1	丙级	^{18}F	7.4×10^9	1.85×10^{12}	负一层 PET 诊断中心	使用	新建项目本次环评	未许可

本单位郑重承诺：以上资料完全属实，如存在瞒报、假报等情况及由此导致的一切后果由本单位承担全部责任。

医院（盖章）： 宁波大学附属人民医院

日期：2020 年 3 月 19 日

宁波市环境保护局

甬环发函〔2015〕48号

宁波市环境保护局关于宁波市鄞州人民医院 DSA 和磁共振等辐射装置项目 环境影响报告表的批复

宁波市鄞州人民医院：

你院报送的由国电环境保护研究院编制的《宁波市鄞州人民医院 DSA 和磁共振等辐射装置项目环境影响报告表》（以下简称《报告表》）和随文报送的专家审查意见收悉。经研究，现批复如下：

一、你院在宁波市百丈东路 251 号院内原有的 1 台 SPECT、1 台后装机、1 台 DSA、2 台直线加速器、9 台 X 射线机、1 台磁共振已通过竣工环保验收。《报告表》对你院在宁波市百丈东路 251 号院内新建 1 台 DSA、1 台 CT、1 台乳腺 DR、1 台全景 X 光机、1 台体外碎石机、1 台 c 臂机、3 台床边机、1 台磁共振建设项目，进行了环境影响评价。根据《报告表》的环评结论、宁波市环境保护局江东分局初审意见和专家审查意见，同意上述辐射建设项目的建设，同意在换领《辐射安全许可证》后在

许可范围内从事辐射诊疗活动,《报告表》所提对策建议可作为该项目辐射环境保护管理的依据。

二、项目需重点做好以下工作:

(一)认真落实《报告表》提出的各项污染防治措施、辐射环境管理和监测计划的有关要求,机房和机房内部的布局要合理设计,机房屏蔽能力应符合《医用 X 线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)和《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)等要求,确保项目运行对周围环境造成的影响能符合辐射环境保护的要求。放射机房门外要有辐射工作指示灯和电离辐射标志及中文警示说明,每天进行工况检查,发现故障及时修复。

(二)加强射线装置的安全和防护管理,严格按《报告表》要求制定并执行各项辐射装置管理制度及操作规程,确保各辐射设备日常使用安全;经常对辐射安全状况进行检查评估,发现安全隐患立即整改,每年年底编制辐射安全和防护年度评估报告并报送当地环保部门备案。

(三)加强健康管理。从事放射性诊疗的工作人员须经辐射安全和防护知识培训合格后上岗,定期进行辐射防护知识的培训 and 安全教育,定期对辐射工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查,建立个人剂量档案和职业健康档案。


(四)落实质量控制措施。配备必要的质量控制检测设备,制定相应的质量保证大纲和检测计划,设备检修和使用情况有

详细的记录，并明确具体负责人员。

（五）根据可能发生的事故风险，制定本单位辐射应急预案，并做好相关的应急准备。

三、项目应严格执行环保“三同时”制度。项目竣工后，按规定程序及时申请竣工环境保护验收，验收合格后，建设项目方可正式投入使用。

四、请宁波市环境保护局江东分局负责该项目辐射环境安全的日常监督管理工作。


宁波市环境保护局

2015年8月19日

抄送：宁波市环保局江东分局，国电环境保护研究院。

负责验收的环境行政主管部门验收意见:

甬环辐验〔2011〕1号

根据宁波市鄞州人民医院报送的《项目竣工环境保护验收申请表》、鄞州区环境保护局的初审意见及浙江省辐射环境监测站编制的《宁波市鄞州人民医院直线加速器后装机及医用射线装置迁建项目竣工环境保护验收监测报告表》的监测结论。经研究,现提出如下验收意见:

一、宁波市鄞州人民医院本次验收规模为:直线加速器两台,模拟定位机、后装机、口腔全景机、胸片机各一台。

二、由浙江省辐射环境监测站提供的《宁波市鄞州人民医院直线加速器后装机及医用射线装置迁建项目竣工环境保护验收监测报告表》表明:该项目在正常运行工况下能满足《电离辐射防护与辐射安全基本标准》(GB18871-2002)、《医用电子直线加速器卫生防护标准》(GBZ126-2002)、《医用X射线诊断卫生防护标准》(GBZ130-2002)、《医用 γ 源近距离治疗放射卫生防护标准》(GBZ121-2002)的要求。

该项目环境保护手续齐全并按报告表要求建成和落实了相应的污染防治措施和辐射环境管理的有关要求,项目建设符合竣工环境保护验收条件。项目竣工环境保护验收合格,准予其在位于宁波市百丈东路1111号内投入正式使用。

三、项目投运后的环境管理要求

项目投运后应严格执行各项辐射防护安全管理制度、操作规程、监测计划及辐射事故应急方案。

2、加强放射源及射线装置的日常安全管理，辐射工作场所设置电离辐射警示标志和中文警告说明，落实各项辐射安全管理制度，确保放射源及射线装置使用和贮存安全。

3、做好辐射工作人员的辐射安全防护和健康管理，辐射工作人员经辐射安全和防护知识培训合格后上岗，规范佩带个人剂量计并定期送检，建立个人剂量和职业健康档案。

4、定期对公司的辐射安全和防护状况进行检查，发现隐患立即整改，每年年底编写射线装置安全和防护状况年度评估报告送当地环保部门备案。

请鄞州区环境保护局负责该公司的日常辐射监督工作。

鄞州人 岳瑞



负责验收的环境行政主管部门验收意见:

浙环辐验[2006]17号

根据省辐射环境监测站所做的《宁波市鄞州人民医院辐射装置建设项目竣工环境保护验收监测表》的结论、验收组现场验收意见和宁波市环境保护局的意见,同意宁波市鄞州人民医院直线加速器(15MeV)、后装远距离治疗机各一台在中山东路351号的旧址内投入使用;CT、数字血管造影系统(DSA)、放射性核素断层显像仪(ECT)、口内X光机、数字胃肠机、钼靶机、透视机、核磁共振仪各一台,普通X光机二台在江东百丈东路的新址内投入使用。要求建设单位继续做好以下工作:

- 1、按照环境影响报告表提出的辐射污染防治对策措施,落实各项管理制度、监测计划,严格按操作规程操作,建立具体可行的事故应急方案,加强辐射安全的自查工作,确保辐射环境安全。
- 2、做好工作人员和公众的防护工作,操作人员应持证上岗,并佩带个人剂量计,建立个人剂量档案。定期对操作人员进行辐射防护知识的培训,提高辐射防护意识。

请宁波市环境保护局检查核实整改情况,并做好日常的辐射安全监管工作。

负责人:郑萍

经办人:刘建芬



2006年10月23日

附件 4



辐射安全许可证

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称：宁波大学附属人民医院（宁波市鄞州人民医院医共体总医院、宁波市鄞州人民医院）

地 址：浙江省宁波市鄞州区百丈东路251号

法定代表人：陆勤康

种类和范围：使用Ⅲ类放射源；使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。

证书编号：浙环辐证[B0029]

有效期至：2025 年 07 月 19 日



发证机关：浙江省生态环境厅



发证日期：2020 年 07 月 20 日

中华人民共和国生态环境部制

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定,经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	宁波大学附属人民医院(宁波市鄞州人民医院医共体总院,宁波市鄞州人民医院)		
地 址	浙江省宁波市鄞州区百丈东路251号		
法定代表人	陆勤康	电话	0574-87017380
证件类型	身份证	号码	330204196406252014
涉源 部 门	名 称	地 址	负责人
	放射科	浙江省宁波市鄞州区百丈东路251号	李强
	核医学科	浙江省宁波市鄞州区百丈东路251号	郑思廉
	放射物理室	浙江省宁波市鄞州区百丈东路251号	程晓春
种类和范围	使用Ⅲ类放射源;使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置;使用非密封放射性物质,乙级非密封放射性物质工作场所。		
许可证条件			
证书编号	浙环辐证[B0029]		
有效期至	2025	07	19
发证日期	2020	07	20
	日(发证机关章)		



活动种类和范围

(三) 射线装置

证书编号 浙环辐证[B0029]

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类
1	中C臂	Ⅲ类	1	使用
2	直线加速器	Ⅱ类	2	使用
3	移动C臂机	Ⅲ类	1	使用
4	牙片机	Ⅲ类	1	使用
5	胃肠机	Ⅲ类	1	使用
6	体外碎石机	Ⅲ类	1	使用
7	乳腺DR	Ⅲ类	1	使用
8	模拟定位机	Ⅲ类	1	使用
9	螺旋CT	Ⅲ类	2	使用
10	口腔颌面锥形束计算机体层摄影	Ⅲ类	1	使用
11	骨密度仪	Ⅲ类	1	使用
12	床边机	Ⅲ类	3	使用
13	X射线计算机体层摄影设备	Ⅲ类	1	使用
14	SPECT	Ⅲ类	1	使用
15	DSA	Ⅱ类	3	使用
16	DR拍片机	Ⅲ类	1	使用
17	DR拍片机	Ⅲ类	2	使用
18	C臂机	Ⅲ类	1	使用

台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号：

浙环辐证[B0029]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
						来源	去向		
1	医科达	ELEKTA Synergy	II类	质子能量小于100兆电子伏的 医用加速器	直线加速器机房				
2	瓦里安	23EX	II类	质子能量小于100兆电子伏的 医用加速器	直线加速器机房				
3	PHILIPS	CV12	II类	血管造影用X射线装置	放射科				
4	PHILIPS	BRILLIANC E64	III类	医用X射线计算机断层 扫描(CT)装置	放射科				
5	PHILIPS	ESSENTA RC	III类	医用诊断X射线装置	放射科				
6	HOLOGIC	Selenia	III类	医用诊断X射线装置	放射科				
7	TROPHY	IRIX70	III类	医用诊断X射线装置	口腔科				
8	DORDIER	compact delta11	III类	医用诊断X射线装置	碎石室				

台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号：

浙环辐证[B0029]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
						来源	去向		
9	模拟定位机	Acuity	III类	医用诊断X射线装置	直线加速器机房				
10	PHILIPS	ENDURA	III类	医用诊断X射线装置	直线加速器机房				
11	PHILIPS	BV ENDURA	III类	医用诊断X射线装置	手术室				
12	GE	Discovery RT690	III类	医用诊断X射线装置	直线加速器机房				
13	PHILIPS	DR-TH	III类	医用诊断X射线装置	放射科				
14	岛津	MUX-100DJ	III类	医用诊断X射线装置	放射科				
15	SEDECAL	SM-50H-F-B-D	III类	医用诊断X射线装置	放射科				
16	PHILIPS	Allura Xper-Fd20	II类	血管造影用X射线装置	放射科				

台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号:

浙环辐证[B0029]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
						来源	去向		
1	联影	uCT550	III类	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	放射科				
1	GE	Millennium III	III类	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	核医学科				
1	医用血管造影X射线机	Artis zee III ceiling	II类	血管造影用X射线装置	放射科:DSA室				
2	SIEMENS	Definition AS	III类	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	放射科				
2	PHILLIPS	Digital-Diagnost	III类	医用诊断X射线装置	体检中心				
2	上海联影	Udr596I	III类	医用诊断X射线装置	放射科				
2	岛津	MUX-200D	III类	医用诊断X射线装置	放射科				
2	南京普爱	PLX118F/b	III类	医用诊断X射线装置	手术室				



171012050603

江苏玖清玖蓝环保科技有限公司

检 测 报 告

(2020)苏清环科(环)字第(397)号

检测类别 委托检测

项目名称 扩建 PET-CT、PET-MRI 项目拟建址周围
辐射环境现状检测

委托单位 宁波大学附属人民医院

地址：江苏省南京市建邺区嘉陵江东街 18 号 04 栋 16 层 1605 室
邮编：210000
电话：025-85899211
传真：025-85899211
E-mail:jqlhb@sina.com

检测报告说明

一、对本报告检测结果如有异议，请于收到报告之日起十天内以单位公函形式向本公司提出申诉，逾期不予受理。

二、委托分析，其分析结果，本公司仅对来样负责，分析结果供委托者了解样品品质之用。

三、检测结果中有项目出现“未检出”时报填“未检出”，并标出“最低检出限”值，若检测结果高于检出限时，可不标出检出限值。

四、本公司仅对检测报告原件负责，未经书面批准不得复制（全文复制除外）。

五、本报告涂改无效。



江苏玖清玖蓝环保科技有限公司

检测概况

项目名称	扩建 PET-CT、PET-MRI 项目拟建址周围辐射环境现状检测				
被检单位	宁波大学附属人民医院				
单位地址	宁波市鄞州区百丈东路 105 号				
联系人员	屠海滨			联系电话	13094831881
测量时间	2020 年 4 月 2 日	天气状况	晴	检测人员	邱天灵、孙晓婧
检测项目	X- γ 剂量当量率				
检测对象	扩建 PET-CT、PET-MRI 项目拟建址周围辐射环境				
检测仪器	仪器型号: FH40G+FHZ672E-10 多功能环境辐射剂量率仪 仪器编号: J2718 检定单位: 江苏省计量科学研究院 检定有效期: 2020 年 5 月 19 日~2021 年 5 月 18 日				
检测依据	《辐射环境监测技术规范》 HJ/T61-2001 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》 GB/T 14583-1993				
检测结果 评价依据	/				
结论	无 (以下空白)				
编制: <u>屠海滨</u> 审核: <u>刘嘉芳</u> 签发: <u>吴小子</u> <div style="text-align: right;">  签发日期 2020 年 12 月 5 日 </div>					

江苏玖清玖蓝环保科技有限公司



附图 检测点位图

玖清玖蓝



检验检测机构 资质认定证书

编号：171012050603

名称：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司

地址：江苏省南京市建邺区嘉陵江东街18号04栋16层1605室
(210019)

经审查，你机构已具备国家有关法律、行政法规规定的基本条件和能力，现予批准。可以向社会出具具有证明作用的数据和结果，特发此证。资质认定包括检验检测机构计量认证。

检验检测能力及授权签字人见证书附表。

你机构对外出具检验检测报告或证书的法律责任由江苏玖清玖蓝环保科技有限公司承担。

许可使用标志



171012050603

发证日期：2019年03月14日

有效期至：2023年01月12日

发证机关



本证书由国家认证认可监督管理委员会监制，在中华人民共和国境内有效。

检验检测机构
资质认定证书附表



171012050603

检验检测机构名称：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司

批准日期：2019年03月14日

有效期至：2022年01月12日

批准部门：江苏省市场监督管理局

国家认证认可监督管理委员会制

一、批准江苏玖清玖蓝环保科技有限公司非食品授权签字人及领域表

证书编号：171012050603

机构（省中心）名称：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司

第1页共 1页

场所地址：江苏省-南京市-建邺区-嘉陵江东街18号04栋16层1605室

序号	姓名	职务/职称	批准授权签字领域	备注
1	张斌	总经理/高级工程师	全部领域	
2	吴小平	总工程师/高级工程师	全部领域	

MA 资质认定

二、批准江苏玖清玖蓝环保科技有限公司非食品检验检测的能力范围

证书编号: 171012050603

机构(省中心)名称: 江苏玖清玖蓝环保科技有限公司

第1页共 9页

场所地址: 江苏省-南京市-建邺区-嘉陵江东街18号04栋10层1005室

序号	类别(产品/项目/参数)	产品/项目/参数		依据的标准(方法)名称及编号(含年号)	限制范围	说明
		序号	名称			
—		环境				
1	电离辐射	1	X-γ射线辐射剂量率	临床核医学放射卫生防护标准 GBZ 120-2006 工业X射线探伤放射防护要求 GBZ117-2015 X射线衍射仪和荧光分析仪卫生防护标准 GBZ115-2002 含密封源仪表的放射卫生防护要求 GBZ125-2009 X射线行李包检查系统卫生防护标准 GBZ127-2002 电子直线加速器工业CT辐射安全技术规范 HJ 785-2016 γ射线和电子束辐照装置防护检测规范 GBZ 141-2002 电子加速器放射治疗放射防护要求 GBZ 126-2011 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 医用X射线诊断放射防护要求 GBZ130-2013 工业γ射线探伤卫生防护标准 GBZ132-2008 医用γ射线远距离治疗防护与安全标准 GBZ 161-2004 后装γ源近距离治疗放射防护要求 GBZ 121-2017 X、γ射线头部立体定向外科治疗放射卫生防护标准 GBZ 168-2005 货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求 GBZ 143-2015 车载式医用X射线诊断系统的放射防护要求 GBZ 264-2015 密封放射源及密封γ放射源容器的放射卫生防护标准 GBZ 114-2016 环境地表γ辐射剂量率测定规范 GB/T 14583-1993 辐射环境监测技术规范 HJ/T 61-2001 电离辐射防护与辐射源安全基本标准 GB 18871-2002		

100-1-1

宁波市生态环境局

鄞环建(2021)9号

关于《宁波大学附属人民医院(宁波市鄞州 人民医院医共体,宁波市鄞州人民医院) 鄞州人民医院东院区建设项目环境 影响报告表》的审查意见

宁波大学附属人民医院(宁波市鄞州人民医院医共体,宁波市鄞州人民医院):

你单位《关于要求对宁波大学附属人民医院(宁波市鄞州人民医院医共体,宁波市鄞州人民医院)鄞州人民医院东院区建设项目环境影响报告表进行审批的函》及其它相关材料收悉。根据《中华人民共和国环境影响评价法》第二十二条、《建设项目环境保护管理条例》第九条,经研究,现将我局审批意见函告如下:

一、根据你单位委托宁波碧水蓝天节能环保科技有限公司编制的《宁波大学附属人民医院(宁波市鄞州人民医院医共体,宁波市鄞州人民医院)鄞州人民医院东院区建设项目环境影响报告表》(以下简称《报告表》)以及本项目环评行政许可公示意见反馈情况,在项目符合产业政策、产业发展规划,选址符合主体功能区规划、城乡规划、土地利用总体规划等前提下,原则同意《报告表》结论。

二、主要建设内容:本项目位于鄞州区百丈东路105号,东至南北河,南至百丈东路,西至甬港北路,北临荣合公馆。

(五) 营运期固废污染防治要求。医疗废物和污水处理站污泥必须按相关要求分类收集存放，并交有资质单位进行处理，相应执行危险废物转移联单制度；生活垃圾等固体废物分类收集后作无害化或资源化处理，严防二次污染的产生。

四、本项目为《固定污染源排污许可分类管理名录》的重点管理项目，按照排污许可证的相关规定，你单位应当按要求完成排污许可证申领工作。

五、若项目的性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染、防止生态破坏的措施发生重大变动的，应依法重新报批项目环评文件。自批准之日起满5年，项目方开工建设的，其环评文件应当报我局重新审核。在项目建设、运行过程中产生不符合经审批的环评文件情形的，应依法办理相关环保手续。

以上意见和《报告书》中提出的污染防治措施和风险防范措施，你单位应在项目设计、建设、运营和管理中认真予以落实，确保项目建设运营过程中的环境安全和社会稳定。你单位须严格执行环保“三同时”制度，落实法人承诺，在项目投入生产或使用前，依法对环保设施进行验收，未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。你单位须按规定接受各级生态环境部门的监督检查。

宁波市

2021年



本项目总用地面积约 13996 平方米,设计总建筑面积约 50988 平方米,其中地上建筑面积约 34990 平方米,地下建筑面积约 15998 平方米;新建 1 幢 12 层医疗综合楼(裙楼 4-5 层),1 幢 1 层辅助用楼,日最大门诊量 1200 人次,床位 300 张。

三、项目建设运行过程应重点做好以下工作:

(一)做好施工期建筑施工污水、建筑施工噪声、扬尘及建筑固体废弃物等污染物的防治工作,严防施工过程对周边环境造成影响;施工期场界噪声排放执行 GB12523-2011《建筑施工场界环境噪声排放标准》的相关限值。

(二)营运期水污染防治要求。加强运营过程中废水的收集处理。医疗废水(其中检验室特殊废水先经中和预处理后)汇总生活污水经化粪池预处理、食堂含油废水经隔油池预处理后一起进入院区污水处理站进行处理达到 GB18466-2005《医疗机构水污染物排放标准》预处理标准后排入市政污水管网。

(三)营运期废气污染防治要求。加强运营过程中废气的收集治理。食堂油烟经油烟净化装置有效处理达到 GB18483-2001《饮食业油烟排放标准》中的大型规模标准的要求后通过排气管高空排放;污水处理站周边恶臭污染物排放浓度执行 GB18466-2005《医疗机构水污染物排放标准》中的表 3 污水处理站周边大气污染物最高允许浓度。

(四)营运期噪声污染防治要求。项目厂界环境噪声排放执行 GB12348-2008《工业企业厂界环境噪声排放标准》1 类标准,其中南侧、西侧靠路执行 4 类标准。

附件 7

宁波大学附属人民医院新建 PET-CT、PET-MRI 项目

环境影响报告表函审意见

一、报告表总体评价

江苏玖清玖蓝环保科技有限公司编制的《宁波大学附属人民医院新建 PET-CT、PET-MRI 项目环境影响报告表》评价因子、范围适宜，工程概况介绍较清楚，环境影响分析方法和提出辐射防治措施总体可行，结论原则可信，经修改完善可上报。

二、报告表修改完善意见

(1) 补充医院已有各核技术利用项目环评及验收批文文号，若有未验收项目，本着以新带老原则，应提出自验收要求。

(2) 逐一检查更新、完善编制依据和标准，如《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 应改为《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)，“放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法”，环保部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行 2011 年 5 月 1 日起施行”更新为“《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，2019 年 3 月 2 日部分修改并施行)”等。补充《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001)、《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-93)、《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019) 编制依据。

(3) 补充表 10-1 中各屏蔽措施的铅当量，并对照分析与相关标准要求的相符性。

(4) PET 诊断中心监督区的排风拟设一台 T35-3.55 轴流风机，风管引至本层北侧核医学出口上方，结合附图 8 进一步澄清排放口高度。

(5) 细化项目产生的危废种类、数量、暂存要求和地点（在平面图中标出）。

翟国兵

二〇二一年一月十四日

宁波大学附属人民医院新建 PET-CT、PET-MRI项目

环境影响报告表修改清单

序号	报告表评审意见（翟国庆）	修改说明
1	补充医院已有各核技术利用项目环评及验收批文文号，若有未验收项目，本着以新带老原则，应提出自验收要求。	已补充现有核技术环评及环保验收批复复印件，见附件3。
2	逐一检查更新、完善编制依据和标准，如《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）应改为《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），“放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法”，环保部令第18号，2011年5月1日起施行 2011年5月1日起施行”更新为“《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，2019年3月2日部分修改并施行）”等。补充《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）、《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）编制依据。	已更新并完善编制依据及标准，见 P10-11。
3	补充表 10-1 中各屏蔽措施的铅当量，并对照分析与相关标准要求的相符性。	本项目参照《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）中给出的实心砖、混凝土、铅的什值层进行屏蔽计算，无需将实心砖及混凝土换算成铅当量。计算得辐射工作人员及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）中对职业人员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 0.25mSv，见 P28-34。

4	PET 诊断中心监督区的排风拟设一台 T35-3.55 轴流风机，风管引至本层北侧核医学出口上方，结合附图 8 进一步澄清排放口高度。	已核实排放口高度高于建筑屋顶，见 P25。
5	细化项目产生的危废种类、数量、暂存要求和地点（在平面图中标出）。	已核实本项目无危废产生，本项目产生的放射性废物的种类、数量及暂存要求已细化，见 P24-25；已在附图 4 中标注放射性废物暂存地点。

江苏玖清玖蓝环保科技有限公司



宁波大学附属人民医院新建 PET-CT、PET-MRI 项目
环境影响报告表函审意见

专家	赵冠军	职称	高级工程师	专业	辐射环境监测与评价
单位	浙江省电力设计院	电话	13777410927	日期	2021.1.13

一、报告表内容全面，重点突出，评价因子、范围合适，报告表编制规范，评价结论基本可信，经补充完善后可作为环评审批和环境管理的依据。

二、建议补充、完善以下内容：

1、补充编制单位和编制人员情况表；

2、补充 PET 中心同时配置 1 台 PET-MRI 和 1 台 PET-CT 的必要性说明；

3、在医院平面图中标注医院现有核医学科与拟新建 PET 中心的位置关系，并明确 2 个核医学场所是否为独立管理，所有的污染防治措施是否为独立设置，若共用，则应分析是否能满足共用的处理能力要求；

4、补充宁波大学附属人民医院东院区科研实验中心非放射性环评的审批情况说明；

5、建议根据同类型项目的实际运行情况和辐射工作人员的实际分工，核实各关注点位的剂量率，并据此核实辐射工作人员和公众人员的年受照剂量估算,并明确环境敏感点处的影响分析；

6、鉴于医院现已有同类型的核医学科在运行，建议结合现有核医学科已有的管理制度和管理措施，评价分析医院现有的辐射管理能力是否能满足 PET 中心的管理要求，明确需要改进的地方；

7、补充医院现有辐射工作人员职业健康体检、个人剂量检测和年度评估等辐射管理工作的落实情况说明。



2021 年 1 月 13 日

宁波大学附属人民医院新建 PET-CT、PET-MRI 项目
环境影响报告表修改清单

序号	报告表评审意见（赵冠军）	修改说明
1	补充编制单位和编制人员情况表；	已补充编制单位和编制人员情况表，见报告。
2	补充PET中心同时配置1台PET-MRI和1台PET-CT的必要性说明；	已充 PET 中心同时配置 1 台 PET-MRI 和 1 台 PET-CT 的必要性说明，见 P2；
3	在医院平面图中标注医院现有核医学科与拟新建 PET 中心的位置关系，并明确 2 个核医学场所是否为独立管理，所有的污染防治措施是否为独立设置，若共用，则应分析是否能满足共用的处理能力要求；	已在平面图中标注现有核医学科与拟新建 PET 中心的位置关系，见附图 2； 已说明本项目 PET 诊断中心与西院区核医学科独立管理，所有污染措施独立设置，见 P2；
4	补充宁波大学附属人民医院东院区科研实验中心非放射性环评的审批情况说明；	已补充东院区科研实验中心非放射性环评的审批情况说明，见 P2；
5	建议根据同类型项目的实际运行情况和辐射工作人员的实际分工，核实各关注点位的剂量率，并据此核实辐射工作人员和公众人员的年受照剂量估算，并明确环境敏感点处的影响分析；	已根据辐射工作人员的实际分工，核实各关注点的剂量率，并分别计算分装、注射、摆位及 PET 设备操作人员的年受照剂量，见 P28-33； 已核实公众及环境敏感点处的年受照剂量，见 P33-34；
6	鉴于医院现已有同类型的核医学科在运行，建议结合现有核医学科已有的管理制度和管理措施，评价分析医院现有的辐射管理能力是否能满足 PET 中心的管理要求，明确需要改进的地方；	已结合现有核医学科已有的管理制度和管理措施，评价分析医院现有的辐射管理能力是否能满足 PET 中心的管理要求，明确需要改进的地方，见 P35-36；
7	补充医院现有辐射工作人员职业健康体检、个人剂量检测和年度评估等辐射管理工作的落实情况说明。	已补充医院现有辐射工作人员职业健康体检、个人剂量检测和年度评估等辐射管理工作的落实情况说明，见 P5-6。

江苏玖清玖蓝环保科技有限公司



**《宁波大学附属人民医院新建 PET-CT、PET-MRI 项目
环境影响报告表》专家意见**

本报告表编制较规范,内容全面,工程分析和环境现状描述清楚,评价因子和方法的选择符合有关评价导则要求,提出的辐射防护措施基本可行,评价结论总体可信。经补充修改上报批复后可作为工程建设和环境管理的依据。

建议修改如下:

1.补充 PET-MIR 工程分析、污染因子和评价标准(GB8702-2014)及机房拟建址的电磁场强现状监测结果。

2.核实 PET-CT 和 PET-MIR 机房理论计算中对辐射工作人员年有效剂量估算的参数选取和计算结果。

3.结合医院现有的实际运行情况,说明本项目建成后,人员及规章制度的变化情况。

4.完善辐射监测计划,包括监测布点、监测因子、频次、监测依据等:

5.完善有关附图附件(委托书等需盖章)。



2021 年 1 月 13 日

宁波大学附属人民医院新建 PET-CT、PET-MRI项目

环境影响报告表修改清单

序号	报告表评审意见（过春燕）	修改说明
1	补充 PET-MRI 工程分析、污染因子和评价标准（GB8702-2014）及机房拟建址的电磁场强现状监测结果。	已补充 PET-MRI 工程分析、污染因子，见 P20-21。 PET-CT 及 PET-MRI 型号未定，待型号确定后另填报环境影响备案登记表，见 P21。
2	核实 PET-CT 和 PET-MRI 机房理论计算中对辐射工作人员年有效剂量估算的参数选取和计算结果。	已核实 PET-CT 和 PET-MRI 机房理论计算中对辐射工作人员年有效剂量估算的参数选取和计算结果，见 P33。
3	结合医院现有的实际运行情况，说明本项目建成后，人员及规章制度的变化情况。	已说明本项目建成后人员变化情况，见 P2； 已说明规章制度需完善情况，见 P35-36。
4	完善辐射监测计划，包括监测布点、监测因子、频次、监测依据等。	已完善辐射监测计划，见 P37。
5	完善有关附图附件（委托书等需盖章）。	已完善附图，附件已盖章。

江苏玖清玖蓝环保科技有限公司



建设项目环评审批基础信息表

填表单位(盖章):		宁波大学附属人民医院				填表人(签字):		项目经办人(签字):		
建 设 项 目	项目名称	新建 PET-CT、PET-MRI 项目				建设内容、规模		《建设内容:为了更好地给鄞州地区及周边患者服务,宁波大学附属人民医院拟在位于宁波市鄞州区百丈东路105号的院区(东院区)科研实验中心楼负一层新建PET诊断中心,购置1台PET-MRI及1台PET-CT,均使用F-18核素用于显像诊断。》		
	项目代码 ¹									
	建设地点	宁波市鄞州区百丈东路105号								
	项目建设周期(月)	3				计划开工时间	2021年5月			
	环境影响评价行业类别	核技术应用(W13)				预计投产时间	2021年7月			
	建设性质	新建				国民经济行业类型 ²	Q8411			
	现有工程排污许可证编号(改、扩建项目)	/				项目申请类别	新申项目			
	规划环评开展情况	不需开展				规划环评文件名	/			
	规划环评审查机关					规划环评审查意见文号	/			
	建设地点中心坐标 ³ (非线性工程)	经度	121.5800	纬度	29.8701	环境影响评价文件类别	环境影响报告表			
	建设地点坐标(线性工程)	起点经度		起点纬度		终点经度		终点纬度		工程长度
	总投资(万元)	1500				环保投资(万元)	100	所占比例(%)	6.7	
建 设 单 位	单位名称	宁波大学附属人民医院		法人代表	陆勤康		单位名称	江苏玖清玖蓝环保科技有限公司		
	统一社会信用代码(组织机构代码)	12330227MB1752191C		技术负责人	屠海滨		环评文件项目负责人	刘芳芳		
	通讯地址	宁波市鄞州区百丈东路251号		联系电话	13094831881		通讯地址	南京市建邺区嘉陵江东街18号04栋16层1605室		
污 染 物 排 放 量	污 染 物	现有工程(已建+在建)		本工程(拟建或调整变更)	总体工程(已建+在建+拟建或调整变更)			排放方式		
		①实际排放量(吨/年)	②许可排放量(吨/年)	③预测排放量(吨/年)	④“以新带老”削减量(吨/年)	⑤区域平衡替代本工程削减量 ⁴ (吨/年)	⑥预测排放总量(吨/年)			
	废 水	废水量(万吨/年)								√不排放 <input type="checkbox"/> 间接排放: <input type="checkbox"/> 市政管网 <input type="checkbox"/> 集中式工业污水处理厂 <input type="checkbox"/> 直接排放: 受纳水体_____
		COD								
		氨氮								
		总磷								
	废 气	废气量(万标立方米/年)								/
		二氧化硫								/
		氮氧化物								/
		颗粒物								/
挥发性有机物									/	
项 目 涉 及 保 护 区 与 风 景 名 胜 区 的 情 况	影响及主要措施		名称	级别	主要保护对象(目标)	工程影响情况	是否占用	占用面积(hm ²)	生态防护措施	
	生态保护目标									
	自然保护区		无		/			/	<input type="checkbox"/> 避让、 <input type="checkbox"/> 减缓、 <input type="checkbox"/> 补偿、 <input type="checkbox"/> 重建(多选)	
	饮用水水源保护区(地表)		无		/			/	<input type="checkbox"/> 避让、 <input type="checkbox"/> 减缓、 <input type="checkbox"/> 补偿、 <input type="checkbox"/> 重建(多选)	
	饮用水水源保护区(地下)		无		/			/	<input type="checkbox"/> 避让、 <input type="checkbox"/> 减缓、 <input type="checkbox"/> 补偿、 <input type="checkbox"/> 重建(多选)	
风景名胜区		无		/			/	<input type="checkbox"/> 避让、 <input type="checkbox"/> 减缓、 <input type="checkbox"/> 补偿、 <input type="checkbox"/> 重建(多选)		

注: 1、同级经济部门审批核发的唯一项目 2、分类依据: 国民经济行业分类(GB/T 4754-2011) 3、对多点项目仅提供主体工程的中心坐标 4、指该项目所在区域通过“区域平衡”专为本工程替代削减量
5、⑦=③-④-⑤, ⑥=②-④+③