

编号: ZFHK-FB17220079

核技术利用建设项目

东莞台心医院有限公司核技术利用改扩建项目
环境影响报告表
(报批稿)

东莞台心医院有限公司

2018年7月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

东莞台心医院有限公司核技术利用改扩建项目 环境影响报告表



建设单位名称：东莞台心医院有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

郭山辉

通讯地址：东莞市东城区台心路2号

邮政编码：523000

联系人：

电子邮箱：

com

联系电话：

No 0001153



建设项目环境影响评价资质证书

机构名称：中辐环境科技有限公司
住 所：浙江省杭州市西湖区教工路 336 号 3A
法定代表人：姚丹丹
资质等级：乙级
证书编号：国环评证 乙字第 2056 号
有效期：2017 年 09 月 25 日至 2020 年 09 月 13 日
评价范围：环境影响报告书乙级类别 — 核工业***
环境影响报告表类别 — 一般项目；核与辐射项目***



项目名称：东莞台心医院有限公司扩建 PET-CT 核技术利用项目

评价单位（盖公章）：中辐环境科技有限公司

法人代表（签章）：姚丹丹

环评项目负责人：郭永玲



编制人员情况

姓名	职称	证书编号	负责章节	签名
苗旺	工程师	00013134	项目基本情况、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量与辐射现状	
郭永玲	工程师	00019549	项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论与建议	

环评项目负责人职业资格证书（复印件）

 郭永玲 00032	姓名:	郭永玲
	Full Name	郭永玲
	性别:	女
	Sex	女
	出生年月:	1979年7月
	Date of Birth	1979年7月
	专业类别:	
	Professional Type	
	批准日期:	2016年5月22日
	Approval Date	2016年5月22日
持证人签名: Signature of the Bearer		
签发单位盖章: Issued by		
签发日期: 2016年10月11日 Issued on		
管理号: 2016035110350000003512110218 File No.		

环评项目负责人职业资格登记/注册证书（复印件）

姓名	登记单位	登记证号	职业资格证书号	登记类别	登记有效起始日期	登记有效终止日期
闫斐	中辐环境科技有限公司	B205600207	00014696	交通运输	2016-09-14	2019-09-14
张亮	中辐环境科技有限公司	B205600411	0004360	核工业	2016-09-14	2019-09-14
杨红晓	中辐环境科技有限公司	B205601810	00019685	输变电及广电通讯	2017-08-02	2020-08-01
史铁锤	中辐环境科技有限公司	B205601102	00016187	化工石化医药	2017-04-01	2018-02-05
邵和松	中辐环境科技有限公司	B205600711	0009726	核工业	2016-09-14	2019-09-14
任卫	中辐环境科技有限公司	B205601207	00014142	交通运输	2017-06-05	2019-09-14
彭昭科	中辐环境科技有限公司	B205600501	00014697	轻工纺织化纤	2016-09-14	2019-09-14
苗旺	中辐环境科技有限公司	B205600108	00013134	社会服务	2016-09-14	2019-09-14
孟楠	中辐环境科技有限公司	B205601710	00019684	输变电及广电通讯	2017-08-02	2020-08-01
李昭龙	中辐环境科技有限公司	B205600311	00017214	核工业	2016-09-14	2019-09-14
李亚飞	中辐环境科技有限公司	B205600611	00016672	核工业	2016-09-14	2019-09-14
黄雪琴	中辐环境科技有限公司	B205600810	00014084	输变电及广电通讯	2016-09-14	2019-09-14
郭永玲	中辐环境科技有限公司	B205601010	00019549	输变电及广电通讯	2016-12-15	2019-12-15

修改说明

根据专家评审提出的各条意见，对环评报告作出修改，主要修改内容说明如下：

序号	专家修改意见	修改说明	所在页
1	补充完善项目工作流程描述，核实环保目标	已补充完善项目工作流程，并核实环境保护目标	P34， P17
2	优化项目场所布局，核实辐射防护设计，完善辐射环境影响分析	对项目工作场所布局进行了优化，重新核实了项目辐射防护设计方案，根据优化后的布局对辐射环境影响分析进行了完善	P6、 P36~38， P47~49， P57~58
3	完善放射性三废处理措施的合理性分析	已完善放射性三废处理措施合理性分析	P51-52， P59-62
4	进一步完善监测计划、辐射事故应急预案等辐射安全管理制度	已完善监测计划及辐射管理制度	P66-68， 附件 6

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	12
表 3 非密封放射性物质	12
表 4 射线装置	13
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	14
表 6 评价依据	15
表 7 保护目标与评价标准	17
表 8 环境质量和辐射现状	25
表 9 项目工程分析与源项	33
表 10 辐射安全与防护	42
表 11 环境影响分析	53
表 12 辐射安全管理	65
表 13 结论与建议	70
表 14 审批	73

附图

- 附图 1 医疗大楼负一层平面布置图及本项目拟建场址四至图
- 附图 2 医疗大楼一层平面布置图
- 附图 3 核医学科 PET-CT 中心通风系统布置图

附件

- 附件 1 委托书
- 附件 2 原有项目相关审批文件
- 附件 3 辐射安全许可证
- 附件 4 本项目环境辐射现状监测报告
- 附件 5 原有辐射工作人员培训情况统计表
- 附件 6 辐射防护安全管理制度
- 附件 7 原有辐射工作人员个人剂量监测情况统计表
- 附件 8 2017 年度辐射工作场所监测报告（部分）
- 附件 9 PET-CT 检查流程
- 附件 10 专家评审意见

表 1 项目基本情况

建设项目名称		东莞台心医院有限公司核技术利用改扩建项目				
建设单位		东莞台心医院有限公司				
法人代表			联系人		联系电话	15
注册地址		东莞市东城区台心路 2 号				
项目建设地点		东莞市东城区台心路 2 号东莞台心医院有限公司内				
立项审批部门				批准文号		
建设项目总投资（万元）		2000	项目环保投资（万元）	150	投资比例（环保投资/总投资）	7.5%
项目性质		☐ 新建 ☒ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其它			建筑面积(m ²)	/
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类			
		☒ 使用	☐ I 类（医疗使用） ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☒ V 类			
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物			
		☐ 销售	/			
		☒ 使用	☒ 乙 ☐ 丙			
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类			
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类			
		☒ 使用	☐ II 类 ☒ III 类			
	其他	/				

项目概述

1.1 建设单位简介

东莞台心医院有限公司（简称“台心医院”）是由东莞台商协会会员集资筹建，与广东医科大学合作，广东省首家集医疗、教育和科研为一体的大型三甲规模的台资医院。

东莞台心医院有限公司原名为“东莞台心医院实业有限公司”，东莞台心医院实业有限公司 2009 年委托广州市环境保护工程设计院有限公司编制了《东莞台心医院（600 床）建设项目环境影响报告书》，并于 2010 年 1 月 22 日取得东莞市环境保护局的批复（见**附件 2-1**：东环建[2010]1-017 号）；于 2012 年委托广东核力工程勘察院编制《核技术利用项目环境影响报告表》（编号 GDHL-HP-12-C034），并取得了广东省环境保护厅的批复（见**附件 2-2**：粤环审[2012]514 号）；因公司发展需要，项目单位于 2015 年变更名称为“东莞台心医院有限公司”、变更地址为“东莞市东城区台心路 2 号”，并且由东莞市环境保护局发函进行了确认（见**附件 2-3**：东环建[2015]1423 号）。

1.2 项目由来

台心医院建院后于 2012 年委托广东核力工程勘察院编制了《核技术利用项目环境影响报告表》（编号 GDHL-HP-12-C034），并取得了广东省环境保护厅的批复（见**附件 2-2**：粤环审[2012]514 号），批复的建设内容包括：医院拟开展放射诊疗项目，使用 2 台数字减影血管造影机（DSA 机，属 II 类医用射线装置）进行介入诊断和治疗；使用 DR 机、CT 机等 III 类医用射线装置共 20 台进行放射影像诊断；核医学科在医疗大楼负一层（住院楼下方）使用钨-99 通过 2 台 ECT 机进行核素显像诊断，使用碘-131 进行核医学治疗，为乙级非密封放射性物质工作场所。

由于医院建成后发展较为缓慢，核医学科工作场所和配套设施虽已按当时的规划建好，但一直未开展核医学诊疗工作，所有核医学场所均为闲置状态，为适应目前医疗发展的需求，充分利用资源，台心医院经研究决定不再实施原环评批复的核医学科建设内容（使用钨-99 通过 2 台 ECT 机进行核素显像诊断，使用碘-131 进行核医学治疗），改为建设 PET-CT 核技术利用项目。项目建设内容包括：配置 1 台 PET-CT，属 III 类射线装置；使用核素 ^{18}F 、 ^{11}C ，为乙级非密封放射性物质工作场所；使用放射源 Ge-68（用于 PET-CT 校准）2 枚，属 V 类放射源。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环境保护部令第 3 号，2017 年修正），本项目需要进行环境影响评价，对照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令第 44 号）及《关于修改〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉部分内容的决定》（生态环境部令 部令第 1 号），本项目属于“五十、核与辐射”中“191、核技术利用建设项目——使用 III 类射线装置；乙、丙级非密封放射性物质工作场所”，环评类别为编制环境影响报告表。东莞台心医院有限公司委托中辐环境科技有限公司对“核技术利用改扩建项目”开展环境影响评价工作（委托书见**附件 1**）。我公司接受委托后，在现场踏勘、监测和收集相关资料的基础上，按照国家有关核技术利用建设项目环境影响报告表的内容和格式，编制了该项目的环境影响报告表。

1.3 建设内容及规模

1.3.1 工作场所建设内容

本项目拟新购 1 台正电子发射型断层扫描仪（PET-CT），在医院医疗大楼负一层（住院楼下方）建设核医学科 PET-CT 中心，将原 ECT-1 机房用做 PET-CT 机房，用于安装扫描装置，控制室位于机房北侧（与原规划 ECT-2 机房共用）；结合原核医学

科规划布局现状及本项目检查流程,拟将机房东侧原规划的功能房间进行少量改造及功能的调整、并重新设置屏蔽防护措施,用于本项目核素、放射源的存储、核素分装、注射以及就诊者给药后的候诊等,项目规划平面布局见图 1-1,具体改造情况见表 1-1。

表 1-1 本项目工作场所改造对照表

场所划分	原规划场所名称 (粤环审[2012]514 号已批复) (改造前)	本项目规划场所名称 (改造后)	变化情况
机房及控制室	ECT-1 机房	PET-CT 机房	规划功能变更
	ECT-2 机房	预留	不属于本项目内容
	操作室 (ECT-1、ECT-2 机房之间, 共用)	操作室 (PET-CT、预留机房之间, 共用)	不变
核医科能用房	放射免 分析室分析	预留	不属于本项目内容
	测量室	预留	不属于本项目内容
	预留房间	缓冲间、储源/固废暂存间、淋浴间	规划功能变更, 增加隔墙和通道门
	甲亢给药等候室	分装室	规划功能变更
	注射后等候室	给药后候诊室 1	规划功能变更
	Tc-99 注射室	给药后候诊室 2	规划功能变更, 增加厕所一间 (厕所 2)
	分装室	留观室 (兼抢救室)	规划功能变更
	核素暂存室	污洗间、厕所 3	规划功能变更, 增加厕所 3、拖把池
	场所内走道及通道门	场所内走道及通道门	位置不变, 增加走道二与走道四之间通道门一处
配套污染防治措施	固废暂存间	衰变池监测井预留房间	规划功能变更
	厕所 (甲亢给药等候室配套)	注射室	规划功能变更
	厕所 (注射后等候室配套)	厕所 1	不变
	衰变池	衰变池	不变
配套生活、办公设施	更衣、淋浴室	更衣、淋浴室	不变
	讨论室	讨论室	不变
	医师办公室	医师办公室	不变
	接诊室	接诊室	不变
	护士站、等候区	护士站、等候区	不变

由表 1-1 及图 1-1 可见, 本次项目建设过程中, 原规划的房间主体未发生变化, 主要是机房及控制室、功能用房污染防治设施的规划功能进行了调整变更、部分房间增配附属设施, 配套生活、办公设施未发生变化。另外, 本项目建设过程需对原有屏蔽

防护措施、通排风系统进行改造。

原项目已建成衰变池 1 座（3 格，总有效容积 27m^3 ），位于原规划的核素暂存室和固废暂存间下方，经建设单位工务科确认，本项目建设时改造的厕所、污洗间等排水均可汇入原有衰变池进行收集、处理。

1.3.2 核素和射线装置的使用

PET-CT：拟在 PET-CT 机房内安装上海联影生产的 uMI510 型 PET-CT 1 台，属 III 类射线装置，主要用于恶性肿瘤的早期诊断。

PET-CT 使用校准源 ^{68}Ge 2 枚，活度均为 $7.4 \times 10^7 \text{Bq}$ ，属 V 类放射源。

PET-CT 使用显像剂 ^{18}F 和 ^{11}C ， ^{18}F 预计最大诊断量为 20 人/d， ^{11}C 预计最大诊断量为 10 人/d，由于本项目使用的核素半衰期较短，并且需外购运输，存在核素运输、使用过程中的活度衰减问题，所以，运入使用场所的核素活度大于实际用量。根据建设单位计划的检查流程（附件 9），项目建成初期无法开展 ^{11}C 检查，主要开展 ^{18}F 检查，因此按照每日 ^{18}F 最大诊断量 30 人（上、下午各 15 人）， ^{11}C 最大诊断量 10 人（上、下午各 5 人），送药 2 次，考虑 ^{18}F 和 ^{11}C 接收后的衰减量进行保守计算，分别计算得 ^{18}F 日最大操作量（即核素接收量）为 $2.34 \times 10^{10} \text{Bq}$ ，日等效最大操作量为 $2.34 \times 10^7 \text{Bq}$ ，年工作 250d，则年最大操作量为 $5.85 \times 10^{12} \text{Bq}$ ； ^{11}C 日最大操作量（即核素接收量）为 $1.35 \times 10^{10} \text{Bq}$ ，日等效最大操作量为 $1.35 \times 10^7 \text{Bq}$ ，年工作 250d，则年最大操作量为 $3.38 \times 10^{12} \text{Bq}$ 。本项目新增 ^{18}F 和 ^{11}C 使用后，核医学科 PET-CT 中心为乙级非密封放射性物质工作场所，具体计算情况见表 1-5。

项目显像剂 ^{18}F 和 ^{11}C 通过外购获得，建设单位应做到：在项目建成运行前确定 ^{18}F -FDG 和 ^{11}C 的出售单位，签订相关供货协议，确保售出单位有完善的环保手续和生产、销售 ^{18}F 和 ^{11}C 的相关资质及许可，并且在今后项目投入运行后继续严格执行 ^{18}F 和 ^{11}C 来源的合法、合规管理。

本项目使用核素情况见表 1-2，射线装置情况见表 1-3，放射源使用情况见表 1-4。

表 1-2 本项目使用核素情况

使用核素	物理状态	用途	每年最大诊断人数	年最大用量	给药方式
^{18}F	液态	糖代谢、全身肿瘤显像	5000	$5.85 \times 10^{12} \text{Bq}$	静脉注射
^{11}C	液态	肿瘤显像	2500	$3.38 \times 10^{12} \text{Bq}$	静脉注射

表 1-3 本项目射线装置情况

序号	装置名称	型号	生产厂家	设备参数	类别	使用场所
1	PET-CT	uMI 510	上海联影医疗科技有限公司	140kV, 420mA	III类	医疗大楼负一层 PET-CT 机房

表 1-4 本项目放射源使用情况

放射源核素名称	物理状态	用途	总活度	类别	使用场所
^{68}Ge	固态	PET-CT 校准	$7.4 \times 10^7 \times 2$	V类	PET-CT 机房

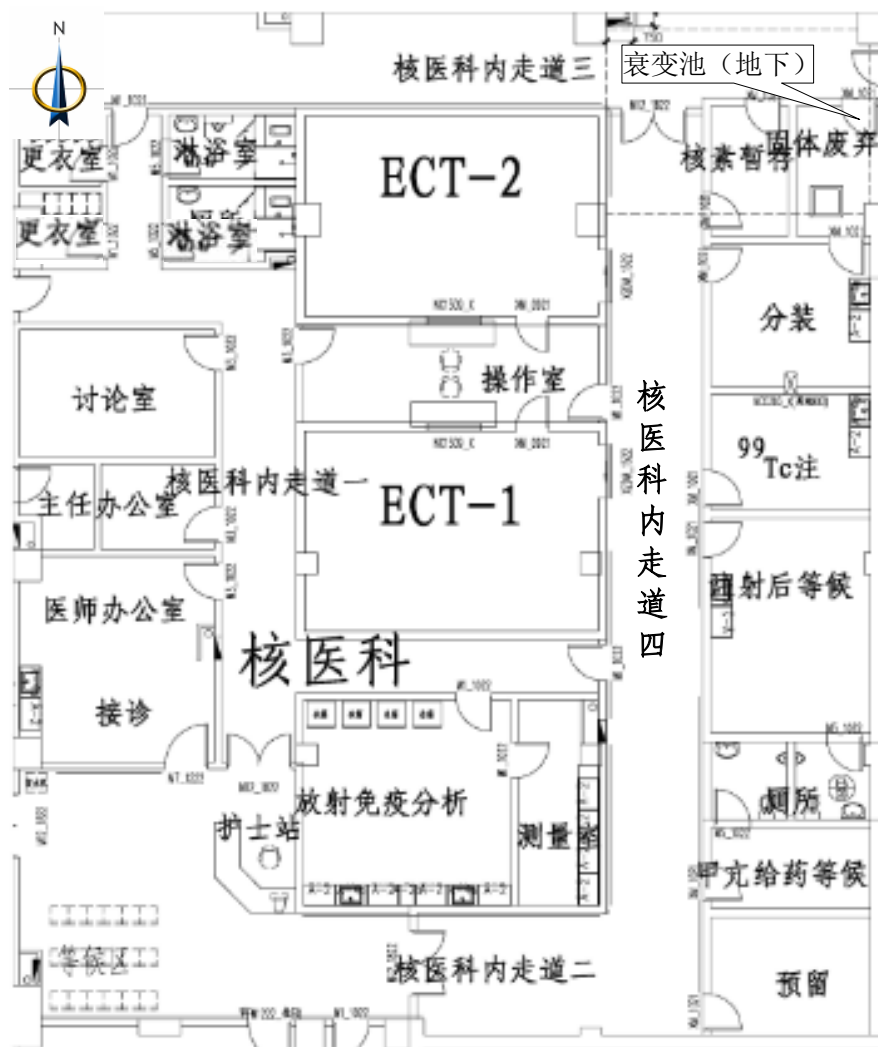
1.3.3 工作场所分级

依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求,非密封源工作场所应进行分级管理。项目新增 PET-CT 应用,涉及使用核素 ^{18}F 和 ^{11}C ,经计算,本项目建成后,核医学科 PET-CT 中心非密封放射性物质工作场所等级为乙级,具体分级计算情况见表 1-5。

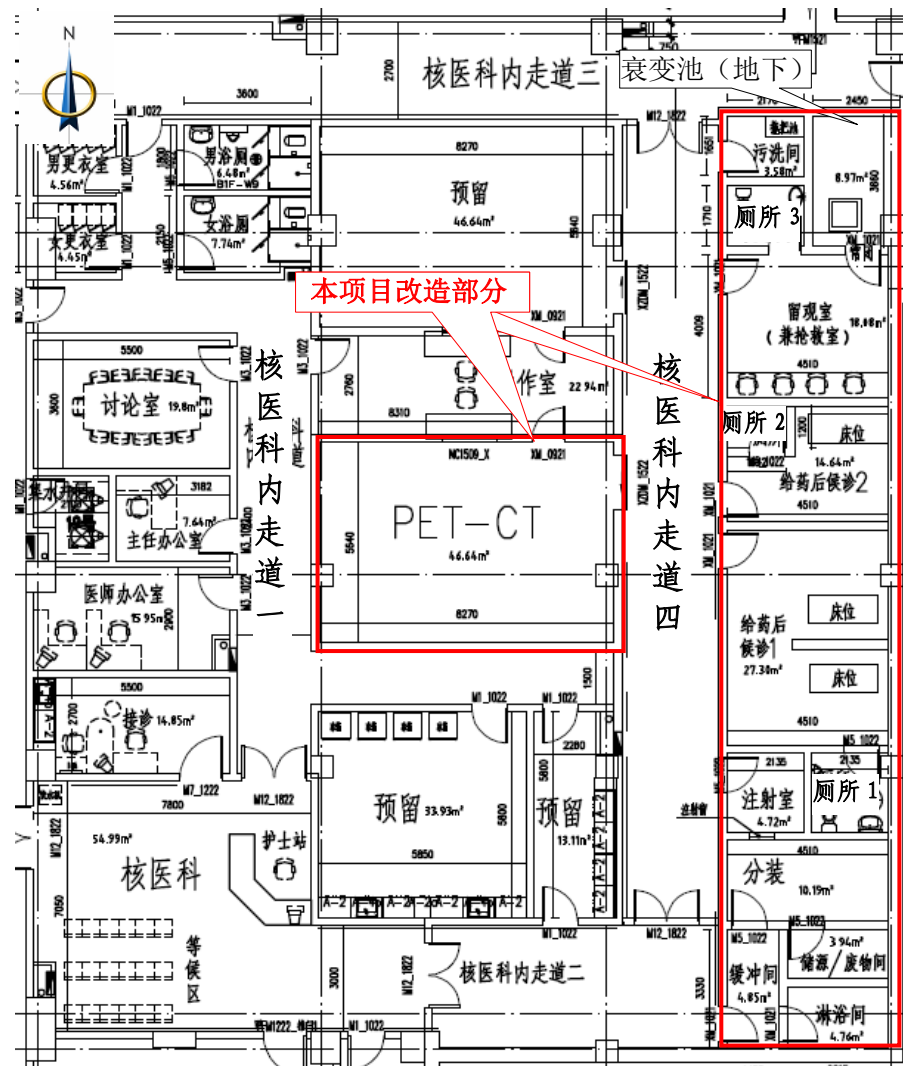
表 1-5 本项目辐射工作场所分级计算表

使用核素	日最大操作量 (Bq)	年最大操作量 (Bq)	毒性组别修正因子	操作方式修正因子	日等效最大操作量 (Bq)	场所日等效最大操作量 (Bq)	分级
^{18}F	2.34×10^{10}	5.85×10^{12}	0.01	10	2.34×10^7	3.69×10^7	乙级
^{11}C	1.35×10^{10}	3.38×10^{12}	0.01	10	1.35×10^7		

注:放射性核素的日等效最大操作量等于放射性核素的日实际最大操作量 (Bq) 与该核素毒性组别修正因子的积,除以操作方式修正因子所得的商,乙级工作场所日等效最大操作量范围为 $2 \times 10^7 \text{Bq} \sim 4 \times 10^9 \text{Bq}$ 。



核医科原规划布局图



本项目规划布局图

图 1-1 本项目辐射工作场所规划布局图

1.4 区域环境及保护目标

1.4.1 地理位置

本项目开展辐射活动的场所位于台心医院医疗大楼负一层（住院楼下方），医院地址位于东莞市东城区台心路2号，台心路（原旧锡边路）以东、环城南路以北，地理位置见图1-2。



图 1-2 项目地理位置图

1.4.2 周边环境关系及保护目标

台心医院总体规划分三期建设，目前一期工程已建成，位于医院用地范围内南端，建成医疗大楼一座（包含门诊楼、急诊楼、医技楼和住院楼），医疗大楼北侧为预留用地，东侧为道路（暂未命名），南侧为环城南路，周围 200m 范围内无居民区和中小学校分布；本项目拟建场址位于医疗大楼负一层，拟建场址周围 50m 范围内主要为医院内其它建筑物及道路，因此保护目标为从事本项目辐射活动的工作人员（职业人员）和医院内医患人员（公众），具体见表 7-1。医院平面布置及本项目拟建场址周围 50m 范围环境概况见图 1-3。医疗大楼负一层平面布置及本项目拟建场址位置见附图 1，医疗大楼一层平面图及本项目对应范围见附图 2。



图 1-3 台心医院平面布置及本项目拟建场址周围 50m 范围环境概况

本项目 PET-CT 中心工作场所位于医疗大楼负一层，场所东侧邻空调机房和地下土层；南侧邻过道、楼梯间、库房和地下土层，西南距工务科办公室 20m；西侧邻过道，隔过道为电梯间，西距住院药局和病理室 20m；北侧邻车库车道（横二），隔过道为消防、空调系统用水合用水池、水箱、水泵机房、垃圾走道。场所设置相对独立，可避免与本项目工作无关人员任意出入而受到不必要的辐射照射或扩大污染范围。从辐射工作场所应尽量集中设置、便于辐射安全管理方面考虑，项目的选址可行。

本项目拟建工作场所四至及场所周围 50m 范围环境关系见图 1-4。

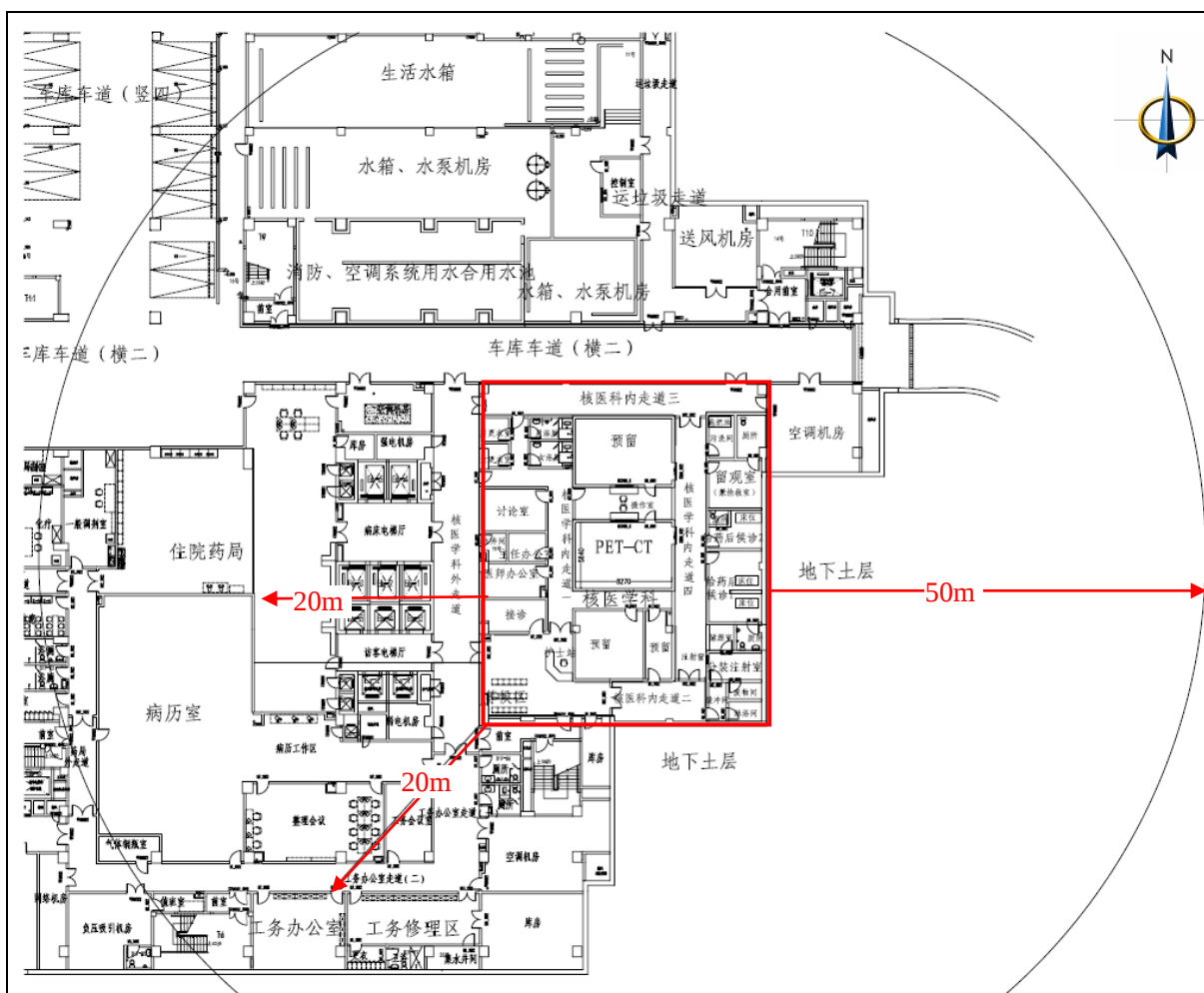


图 1-4 本项目拟建工作场所四至及场所周围 50m 范围环境关系

1.5 原有核技术利用许可情况

1.5.1 原有核技术利用项目许可情况

由于东莞台心医院有限公司自身特殊性（领导多为台湾人）及前期对大陆核技术利用项目环保管理要求认识不够，医院建成后发展也较为缓慢，医院在 2012 年取得了核技术利用项目环评批复后，射线装置一直未安装到位，核医学科诊疗项目也一直未能开展，未申请辐射安全许可证，医院目前已按照实际建设情况向广东省环境保护厅进行了说明，并申请、取得了辐射安全许可证。

东莞台心医院有限公司现持有广东省环境保护厅颁发的辐射安全许可证，证书编号为：粤环辐证[04526]（见附件 3）。发证日期为：2017 年 11 月 3 日；有效期至：2022 年 11 月 2 日；种类和范围为：使用 II、III 类射线装置。其中 II 类射线装置 1 台，III 类射线装置 11 台，东莞台心医院有限公司已登记许可射线装置具体情况见表 1-5。

1.5.2原有核技术利用项目回顾性评价

广东省环境保护厅于 2012 年 10 月 30 日，对东莞台心医院有限公司《核技术应用项目环境影响报告表》进行了批复。建设单位原有核技术利用项目为：使用 1 台 DSA，属 II 类医用射线装置；使用 DR 机、CT 机等 III 类医用射线装置共 11 台，具体情况见表 1-5。

表1-5 东莞台心医院有限公司原有核技术利用项目情况一览表

序号	设备名称和型号	安装位置	活动种类和范围	环评情况	验收情况
1	DSA 机 飞利浦 Allura Xper FD20 C	三层，介入室	使用 II 类射线装置	粤环审 [2012]514 号	计划组织验收
2	乳腺机 西门子 MAMMOMAT Inspiration	一层，放射科	使用 III 类射线装置		
3	移动 DR MOBILETT XP Digital	/	使用 III 类射线装置		
4	单板 DR Multix Fusion	一层，放射科	使用 III 类射线装置		
5	双板 DR 西门子 Yiso	一层，放射科	使用 III 类射线装置		
6	胃肠机 西门子 Luminos Fusion	一层，放射科	使用 III 类射线装置		
7	CT 机 飞利浦 Ingenuity 64 排 128 层	一层，放射科	使用 III 类射线装置		
8	全身骨密度仪 HOLOGIC Discovery Wi	一层，放射科	使用 III 类射线装置		
9	口腔全景机 Carestream CS9000C 3D	三层，口腔科	使用 III 类射线装置		
10	牙片机 Carestream CS2100+RVG6100	三层，口腔科	使用 III 类射线装置		
11	移动 X 射线诊断设备(C-arm) 西门子 ARCADIS Varic	三层，手术室	使用 III 类射线装置		
12	碎石机 深圳惠康 HK.ESWL-V	三层，碎石室	使用 III 类射线装置		

建设单位上述已许可设备目前已投入运行，建议建设单位按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号）的相关要求，尽快自行组织对原有核技术利用项目配套建设的环境保护设施进行验收。

台心医院原有核技术利用项目管理情况如下：

（1）医院已成立了放射防护和辐射安全管理领导小组，制定了较详细的辐射工作管理制度，其中包括工作人员职业健康监护制度、从业条件与培训、个人剂量监测管理、岗位职责、辐射防护安全管理制度、X 射线操作规程、辐射防护安全和防护培

训制度等。原有管理制度能够满足已开展核技术利用项目的需要。

(2) 原有 24 名辐射工作人员，有 12 名已参加广东辐射防护协会组织的初级辐射安全与防护培训班，并取得合格证书；目前有 6 名工作人员离职，现有辐射工作人员中尚有 8 名人员未参加培训，医院应尽快组织剩余人员参加培训，并根据取得合格证书的时间安排辐射工作人员参加 4 年一次的再培训。原有辐射工作人员培训统计情况见附件 5。

(3) 为每位辐射工作人员配备了个人剂量计，每 3 个月监测一次，根据医院提供的最近连续 4 个周期的个人剂量监测报告，人员个人累积剂量为 0.224~3.868mSv/a，未出现异常，满足标准要求。原有辐射工作人员个人剂量监测（2017 年度）统计情况见附件 7。

(4) 辐射工作场所设置有电离辐射警示牌、报警装置和工作指示灯等。根据不同项目需要采取分区管理，进行积极、有效的管控。

(5) 医院委托有资质的单位对辐射工作场所和设备性能进行年度监测，发现问题及时整改，直至满足标准要求；据医院介绍，医院已采取的辐射工作场所防护措施能够满足已开展核技术利用项目的辐射安全防护要求，自核技术利用项目开展以来，未发生过辐射事故。

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
1	⁶⁸ Ge (棒源)	7.4×10 ⁷ ×2	V类	使用	PET-CT 校准	PET-CT 机房	存放在专用铅容器中， 置于分装室内，PET-CT 校准时取出使用。	—

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， 半衰期109.7min	使用	2.34×10 ¹⁰	2.34×10 ⁷	5.85×10 ¹²	PET-CT 诊 断	很简单 操作	负一层核医 学科 PET-CT 中心	根据实际使用量购 买，当天用完，暂 存于分装室内
2	¹¹ C	液态低毒，半衰期为 20min	使用	1.35×10 ¹⁰	1.35×10 ⁷	3.38×10 ¹²	PET-CT 诊 断	很简单 操作	负一层核医 学科 PET-CT 中心	根据实际使用量购 买，当天用完，暂 存于分装室内

注：日等效最大操作量的计算方法和核素操作方式依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）和《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（环办辐射函[2016]430 号）的相关要求。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	装置名称	类别	数量	型号	加速 粒籽	最大能量 (MeV)	活动 种类	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	装置名称	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
1	PET-CT	III	1	uMI510	140	420	核素诊断显像	负一层 PET-CT 机房	拟购

(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（重点是放射性废弃物）

名称	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
含放射性核素的清洗废水及注射后受检者排泄物	液态	^{18}F 、 ^{11}C	—	—	—	0.36Bq/L	衰变池	经监测满足排放标准后排入医院污水处理站
分装柜内含微量放射性核素的挥发气体	气体		—	—	—	—	不暂存	专用排风管道抽至屋顶，由活性炭过滤后排放
注射器、棉签、一次性卫生防护用品等	固态		—	约 25kg	约 300kg	1.04Bq/g	专用放射性废物暂存间	储存 24h 经监测达标后，按免管废物处理
退役 ^{68}Ge 校准源	固态	^{68}Ge	—	—	2 枚/18 个月	—	更换后直接回收	生产单位回收

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 kg。

2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	(1)《中华人民共和国环境保护法》(2015 年 1 月 1 实施); (2)《中华人民共和国环境影响评价法》(2016 年 9 月 1 日实施); (3)《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003 年 10 月 1 日实施); (4)《建设项目环境保护管理条例》(国务院令第 682 号, 2017 年 10 月 1 日发布施行); (5)《建设项目环境影响评价分类管理名录》(环境保护部令第 44 号), 2017 年 9 月 1 日起施行; (6)《关于修改〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉部分内容的决定》(生态环境部令 部令第 1 号, 2018 年 4 月 28 日起施行); (7)《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, 2014 年 7 月 29 日部分修改); (8)《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》(环办辐射函[2016]430 号); (9)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(中华人民共和国环境保护部令第 3 号, 2017 年 12 月 20 日修正), 自 2017 年 12 月 20 日起施行; (10)《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》(原国家环保总局、公安部、卫生部文件, 环发[2006]145 号, 2006 年 9 月 26 日); (11)《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 日实施; (12)《射线装置分类》(环境保护部 国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号), 自 2017 年 12 月 6 日起施行; (13)《放射源分类办法》(国家环境保护总局公告 2005 年第 62 号); (14)《广东省建设项目环境保护管理条例》(2012 年 7 月 26 日第四次修正), 1994 年 9 月 1 日施行; (15)《广东省放射性废物管理办法》(广东省人民政府令第 65 号, 广东省人民政府第九届 63 次常务会议通过), 自 2001 年 6 月 1 日起施行。
------	--

技 术 标 准	(1)《辐射环境保护管理导则—核技术应用项目环境影响报告书(表)的内容和格式》(HJ10.1-2016); (2)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002); (3)《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001); (4)《环境地表γ辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-1993); (5)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2016); (6)《临床核医学放射卫生防护标准》(GBZ120-2006); (7)《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013); (8)《医用 X 射线 CT 机房的辐射屏蔽规范》(GBZ180-2006); (9)《放射性废物管理规定》(GB14500-2002); (10)《医用放射性废物的卫生防护管理》(GBZ133-2009); (11)《医疗废物专用包装袋、容器和警示标志标准》(HJ421-2008); (12)《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005); (13)《操作非密封源的辐射防护规定》(GBZ11930-2010); (14)《临床核医学患者防护要求》(WS533-2017)。
其 他	(1)《辐射防护导论》，方杰主编； (2)《简明放射性同位素应用手册》，卢玉楷主编； (3)《辐射防护手册》(第一分册)，李德平、潘自强主编； (4)《电离辐射防护技术与管理》，张丹枫、赵兰才； (5)《东莞市天然环境辐射水平调查》，东莞市环境监测中心站，谭志、马纯玉、胡荣光； (6) 医院提供的其它相关技术资料。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目主要涉及非密封放射性物质工作场所和 III 类射线装置，根据《辐射环境保护管理导则 核技术应用项目环境影响报告书（表）的内容和格式》（HJ10.1-2016）的规定，结合项目特点，确定本项目评价范围为核医学科工作场所外 50m 范围内，具体范围见图 1-3 及附图 1。

7.2 保护目标

经现场踏勘，本项目 200m 范围内无学校及居民区等敏感点，环境保护目标主要是本项目的辐射工作人员及评价范围（核医学科工作场所外 50m 范围）内公众人员，具体情况见表 7-1。

表7-1 本项目环境保护目标一览表

工作场所	关注区域或人员	方位	与高活性区的距离	人员类别
核医学科 PET-CT 中心	分装、注射人员	内部	/	职业
	操作室	机房北	≥3.9m	
	办公区、护士站	西	≥4.7m	
	等候区	西南	≥10m	公众
	1 层入、出院大厅	上层	≥4.5m	

7.3 评价标准

7.3.1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

（1）防护与安全的最优化

4.3.3.1 对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件(治疗性医疗照射除外)。

（2）剂量限值

①职业照射

4.3.2.1 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准 6.2.2 规定的特殊情

况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录 B）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；

②公众照射

B1.2.1 实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

本项目剂量约束值：按防护与安全的最优化要求，取职业照射年平均有效剂量的四分之一，即不超过 5mSv 作为职业工作人员的年有效剂量约束值；取公众照射年有效剂量的十分之一，即不超过 0.1mSv 作为公众成员的年有效剂量约束值。

③分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）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。

6.4.1 控制区

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

6.4.2 监督区

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

④表面放射性污染的控制

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

B2 表面污染控制水平

工作场所的表面污染控制水平如表 B11 所列。

表 B11 工作场所的放射性表面污染控制水平 (Bq/cm²)

表面类型		β 放射性物质
工作台、设备、墙壁、地面	控制区 ¹⁾	4×10^1
	监督区	4
工作服、手套、工作鞋	控制区、监督区	4
手、皮肤、内衣、工作袜		4×10^{-1}
1) 该区内的高污染子区除外		

⑤非密封源工作场所的分级

C1 非密封源工作场所分级

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 $\sim 2 \times 10^7$

⑥放射性物质向环境排放的控制

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

a) 每月排放的总活度不超过 10ALImin(ALImin 是相应于职业照射的食入和吸入 ALI 值中的较小者，其具体数值可按 B1.3.4 和 B1.3.5 条的规定获得)；

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

7.3.2 《操作非密封源的辐射防护规定》(GB11930-2010)

7.1.2 应从源头控制，减少放射性废物的产生，防止污染扩散。

7.1.3 应分类收储废物，采取有效方法尽可能进行减容或再利用，努力实现废物最小化。

7.1.4 应做好废物产生、处理、处置（包括排放）的记录，建档保存。

7.2.1 不得将放射性废液排入普通下水道；不允许利用生活污水系统洗涤被放射性污染的物品。

7.2.2 废液应妥善地收集在密闭的容器内。盛装废液的容器，除了其材质应不易吸附放射性物质外，还应采取适当措施保证在容器万一破损时其中的废液仍能收集处理。遇有强外照射时，废液收集地点应有外照射防护措施。

7.2.3 经过处理的废液在向环境排放前，应先送往监测槽逐槽分析，符合排放标准后方可排放。

7.3.3 《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)

该标准适用于医疗机构污水排放的控制，医疗机构建设项目的环境影响评价、环境保护设施设计、竣工验收及验收后的排放管理。

4.1.2 县级及县级以上或 20 张床位及以上的综合医疗机构和其他医疗机构污水排放执行表 2 的规定。直接或间接排入地表水体和海域的污水执行排放标准，排入终端已建有正常运行城镇污水处理厂的下水道的污水，执行预处理标准。

5.4 医疗机构的各种特殊排水应单独收集并进行处理后，再排入医院污水处理站。

5.4.1 低放射性废水应经衰变池处理。

表 2 综合医疗机构和其他医疗机构水污染物排放标准（日均值）

序号	控制项目	排放标准	预处理标准
22	总 α (Bq/L)	1	1
23	总 β (Bq/L)	10	10

6.1 污水取样与监测

6.1.1 应按规定设置科室处理设施排出口和单位污水外排口，并设置排放口标志。

6.1.2 总 α 、总 β 在衰变池出口取样监测。

本项目适用于上述表 2 中预处理标准，医院衰变池排放口排放限值执行该标准：放射性废水衰变池排放口总 α 小于 1Bq/L，总 β 小于 10Bq/L。

7.3.4 《医用放射性废物的卫生防护管理》(GBZ 133-2009)

4 放射性废物管理的基本防护要求

4.4 如果经审管部门确认或批准，凡放射性活度小于或等于附录 B 所示清洁解控水平推荐值的放射性废物，按免管废物处理。

4.5 放射性废物含有多种核素时，按照下面公式来判断该废物是否容许被免管。

$$\sum_{j=1}^n \frac{C_j}{C_{j,h}} \leq 1$$

式中：

C_j ：放射性核素 j 在该废物中的活度浓度 (Bq/g)；

$C_{j,h}$ ：附录 B 所示放射性核素 j 的清洁解控水平推荐值 (Bq/g)；

n ：该废物中所含放射性核素的种类数。

对于 ^{18}F ，其活度达到解控水平 ($1 \times 10^1 \text{Bq/g}$)，可做免管固体废物处理。

5.1 放射性废液

5.1.1 使用放射性核素其日等效最大操作量等于或大于 $2 \times 10^7 \text{Bq}$ 的临床核医学单位和医学科研机构，应设置有放射性污水池以存放放射性废水直至符合排放要求时方可排放。放射性污水池应合理选址，池底与池壁应坚固、耐酸碱腐蚀和无渗透性，应有防泄漏措施。

5.1.2 产生放射性废液而可不设置放射性污水池的单位，应将仅含短半衰期核素的废液注入专用容器中通常存放 10 个半衰期后，经审管部门审核准许，可作为普通废液处理。对含长半衰期核素的废液，应专门收集存放。

5.2.1 使用放射性药物治疗患者的临床核医学单位，应为住院治疗患者提供有防护标志的专用厕所，对患者排泄物实施统一收集和管理。

5.2.2 专用厕所应具备使患者排泄物迅速全部冲入专用化粪池的条件，而且随时保持便池周围清洁。

5.2.8 符合下列条件之一的患者排泄物不需要统一管理：

a 注射或服用放射性药物的门诊患者排泄物；

b 符合出院条件的患者排泄物。

6 固体废物的管理

6.1 废物收集

6.1.2 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，污物桶放置点应避开工作人员工作和经常活动的区域。

6.1.3 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，不破损，并及时转送贮存室，并放入专用容器中贮存。

6.1.4 对注射器和破碎器皿等含尖刺及棱角的放射性废物，应先装入硬纸盒或其他包装材料中，然后再装入专用塑料袋内。

6.1.5 每袋废物的表面剂量率应不超过 0.1mSv/h，重量不超过 20kg。

6.2 废物临时贮存

6.2.1 产生少了放射性废物的非密封型放射性核素应用单位，经审管部门批准可将其废物临时贮存在许可的场所和专门的容器中，贮存时间和总活度不得超过审管部门批准的限值要求。

6.2.2 贮存室建造结构应符合放射卫生防护要求，且具有自然通风或安装通风设备，出入口设电离辐射警示标志。

6.2.3 废物袋、废物桶及其存放废物的容器必须安全可靠，并应在显著位置标有废物类型、核素种类，比活度水平和存放日期等说明。

6.2.3 废物包装体外表面的污染控制水平 $\alpha < 0.04\text{Bq/cm}^2$ ， $\beta < 0.04\text{Bq/cm}^2$ 。

6.3 废物处理

6.3.3 未知核素的废物在其活度浓度小于或等于 $2 \times 10^4\text{Bq/kg}$ 时，或废物中的核素已知且其活度浓度符合 4.4 或者 4.5 时，可作免管固体废物处理。

7.3.5 《放射性废物管理规定》（GB14500-2002）

12.2.3.1 医院、学校、研究所和其他放射性同位素应用单位产生的少量放射性废物（包括废放射源），经审管部门批准可以临时贮存在许可的场所和专用容器中。贮存时间和总活度不得超过审管部门批准的限值。

12.2.3.2 应采用安全可靠的贮存容器，建立必要的管理办法，并配备管理人员，防止废物丢失或污染周围环境。

本项目使用的非密封放射性物质，半衰期较短，可以将放射性废物收集暂存，待衰变超过所含半衰期最长核素的 10 个半衰期（本项目建议为 24h）后，委托有资质单位进行辐射水平监测，如果符合清洁解控水平，经审管部门确认或批准后，可按免管废物处理。

7.3.6 《医用 X 射线诊断放射防护标准》（GBZ130-2013）

本标准适用于医用诊断 X 射线机的生产和使用。

5 X 射线设备机房防护设施的技术要求

5.1 X 射线设备机房（照射室）应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。

5.2 每台 X 射线机（不含移动式和携带式床旁摄影机与车载 X 射线机）应设有单独的机房，机房应满足使用设备的空间要求。对新建、改建和扩建的 X 射线机房，其

最小有效使用面积、最小单边长度应不小于表 2 要求。

5.3 X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求：

a) 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护应不小于表 3 要求。

b) 医用诊断 X 射线防护中不同铅当量屏蔽物质厚度的典型值参见附录 D。

c) 应合理设置机房的门、窗和管线口位置，机房的门和窗应有其所在墙壁相同的防护厚度。设于多层建筑中的机房（不含顶层）顶棚、地板（不含下方无建筑物的）应满足相应照射方向的屏蔽厚度要求。

d) 带有自屏蔽防护或距 X 射线设备表面 1m 处辐射剂量水平不大于 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 时，可不使用带有屏蔽防护的机房。

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 m^2	机房内最小单边长度 m
CT 机	30	4.5

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

机房类型	有用线束方向铅当量 mm	非有用线束方向铅当量 m
CT 机房	2（一般工作量） ^a 2.5（较大工作量） ^a	
a 按 GBZ/T180 的要求		

5.4 在距机房屏蔽体外表面 0.3m 处，机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求（其检测方法及检测条件按 7.2 和附录 B 中 B.6 的要求）：

a) 具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 测量时，X 射线机连续出束时间应大于仪器响应时间。

b) CT 机、乳腺摄影、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 其余各种类型摄影机房外人员可能受到照射的年有效剂量约束值应不大于 0.25mSv 。测量时，测量仪器读出值应经仪器响应时间和剂量检定因子修正后得出实际剂量率。

本项目射线装置（扫描装置）部分参考执行该标准机房防护等要求。

7.3.7 《临床核医学卫生防护标准》（GBZ120-2006）

4.2 一般临床核医学的活性实验室、病房、洗涤室、显像室等工作场所属于 GB18871-2000 规定的乙级或丙级非密封源工作场所。为便于操作，针对临床核医学时间的具体情况可以依据计划操作最大量放射性核素的加权活度，把工作场所分为 I、

II、III 等三类（见表 1）。

表 1 临床核医学工作场所具体分类

分 类	操作最大量放射性核素的加权活度/MBq
I	>50000
II	50~50000
III	<50

4.4 按表 1 划分的三类核医学工作场所室内表面及装备结构的基本防护要求见表 4。

表 4 不同类别核医学工作场所的室内表面及装备结构要求

场所分类	地面	表面	通风橱 ¹	室内通风	管道	管道及去污设备
II	易清洗 且不易渗透	易清洗	需要	有较好通风	一般要求	需要

注 1：仅指实验室。

4.8 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。

4.9 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。

4.10 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。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状 8.1 项目地理位置和场所位置 本次评价的 PET 中心拟建于东莞市东城区台心路 2 号台，心医院医疗大楼负一层。评价范围内主要是医院内部建筑及道路，评价项目布局情况见图 1-1，评价项目四至环境详见图 1-4。 为了调查评价项目及周围的环境质量现状，环评单位技术人员于 2017 年 8 月 22 日到评价项目现场进行资料收集、环境现状调查，评价项目拟建场址环境现状见图 8-1。	
	
核医学科西侧电梯间	西侧外走道及核医科现状
	
核医学科内走道四	拟用 PET-CT 机房现状



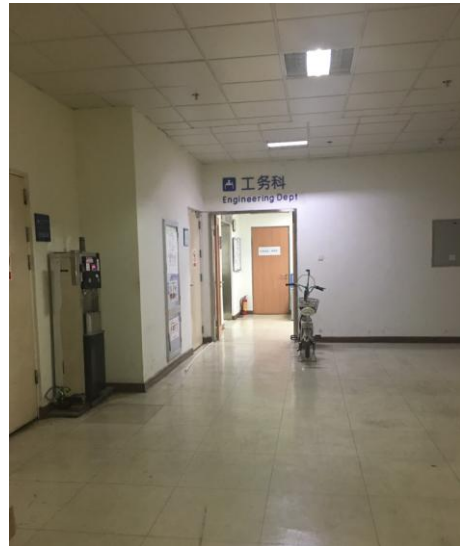
核医学科内原规划功能房间现状



操作室现状



核医学科内原规划功能房间现状



核医学科南侧工务科



核医学科上层住、出院大厅



核医学科上层东南角住院部入口

图 8-1 评价项目环境现状照片

8.2 辐射环境现状评价

为了解项目所在区域的环境现状，浙江建安检测研究院有限公司于 2017 年 8 月 22 日对 PET-CT 核技术利用项目拟建场址及周围 50m 范围内进行了环境辐射现状水平监测，监测报告见附件 4。

8.2.1 辐射环境现状监测

(1) 监测目的

了解项目拟建场址及评价范围内环境辐射现状水平。

(2) 监测因子

环境 X- γ 空气吸收剂量率。

(3) 监测依据和方法

依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-1993) 及《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001) 的要求和方法进行现场监测。

(4) 监测点位

根据项目的平面布局和周围环境情况，分别在项目拟建场址内及评价范围（核医学科周围 50m）内的关注区域布设监测点，具体监测点位布置见图 8-1、图 8-2。

因本项目利用原规划的核医学科场所（环评已审批，但场所一直闲置、未使用）进行建设，现场调查时，本次评价项目工程尚未进行建设，所以本次监测按核医学科原规划的布局进行布点。

(5) 监测单位

浙江建安检测研究院有限公司。

(6) 监测仪器

监测仪器的参数详见表 8-1。

表 8-1 X- γ 剂量当量率仪参数

仪器型号	HD-2005 型环境级 X、 γ 剂量仪
生产厂家	北京核地科技发展中心
仪器编号	05034602
能量范围	25keV~3MeV; $\leq \pm 15\%$
量程（校准）	$(1\sim 10000) \times 10^{-8} \text{Gy/h}$
检定单位	中国计量科学研究院
检定证书	DYjl2016-5446
检定有效期	2016 年 10 月 31 日~2017 年 10 月 30 日

(7) 质量保证措施

①在项目拟建场址内和评价范围内工作人员活动区域、公众人员相对密集区域布设监测点位，充分考虑监测点位的代表性和可重复性，以保证监测结果的科学性和可比性。

②根据《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-1993) 采用即时测量方法进行测量。

③监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。

④每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

⑤监测实行全过程的质量控制，严格按照浙江建安检测研究院有限公司《质量手册》、《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行，监测人员经考核合格并持有合格证书上岗。

⑥监测报告严格实行三级审核制度，经校核、审核，最后由技术总负责人审定。

(8) 监测结果

监测结果统计汇总情况见表 8-2。

表 8-2 辐射环境现状监测结果一览表

监测点位置 和编号		监测点位置	监测结果 ($\times 10^{-8}\text{Gy/h}$)		备注
			平均值	标准差	
项目拟 建场所 (核医 学)	1#	接诊室南墙外 0.3m (拟建 PET-CT 机房西南约 6.6m)	11.2	0.1	室内
	2#	候诊区中心 (拟建 PET-CT 机房西南约 10.7m)	11.4	0.1	室内
	3#	护士站前台 (拟建 PET-CT 机房南约 6.5m)	12.0	0.2	室内
	4#	放射免疫分析室内中心 (拟建 PET-CT 机房南约 4.9m)	12.4	0.1	室内
	5#	放射免疫分析室南墙外 0.3m (拟建 PET-CT 机房南约 8.4m)	12.4	0.1	室内
	6#	核医科内走道二与四交汇处 (拟设分装注射室西南约 2.1m)	10.9	0.0	室内
	7#	预留房间内中心 (拟设分装注射室南约 2.0m)	9.5	0.1	室内
	8#	甲亢给药等候室内中心 (拟设分装注射室正中心)	9.6	0.2	室内
	9#	甲亢给药等候室厕所内中心 (拟设储源室正中心)	9.3	0.1	室内
	10#	核医科内走道四 (拟设注射后候诊室 1 西墙中心外 0.3m)	11.1	0.0	室内

项目拟 建场所 周围 50m 范 围内	11#	注射后等候室内中心（拟设注射后候 诊室 1 正中心）	9.7	0.1	室内
	12#	Tc-99 注射室内中心（拟设注射后候诊 室 2 正中心）	9.8	0.0	室内
	13#	ECT-1 机房防护门外 0.3m（拟建 PET-CT 机房受检者防护门外 0.3m）	11.0	0.1	室内
	14#	ECT-1 机房内中心（拟建 PET-CT 机房 正中心）	11.0	0.2	室内
	15#	ECT-1 与 ECT-2 操作室内中心（拟建 PET-CT 机房北侧控制室正中心）	13.1	0.2	室内
	16#	分装室内中心（拟设留观室正中心， 给药后候诊室 2 北约 1.9m）	10.9	0.0	室内
	17#	ECT-2 机房防护门外 0.3m（预留机房 东门外 0.3m）	11.1	0.2	室内
	18#	ECT-2 机房内中心（预留机房正中心， PET-CT 机房北侧 5.8m）	10.8	0.2	室内
	19#	核素暂存间内中心（拟设污洗间正中 心，给药后候诊室 2 北 6.0m）	11.0	0.1	室内
	20#	固废暂存间内中心（拟设厕所 3 正中 心，给药后候诊室 2 北 6.0m）	10.9	0.0	室内
	21#	核医科内走道三与走道四之间通道门 处（拟设注射后候诊室 2 西北 9.0m）	11.3	0.1	室内
	22#	更衣、淋浴室室内中心过道（PET-CT 机 房西北侧 7.7m）	10.0	0.2	室内
	23#	核医科内走道一中心（PET-CT 机房操 作室西侧门外 0.3m）	10.7	0.2	室内
	24#	讨论室内正中心	11.2	0.2	室内
	25#	主任办公室门外 0.3m（PET-CT 机房西 侧 5m）	11.5	0.1	室内
	26#	医师办公室内中心（PET-CT 机房西侧 1.8m）	11.1	0.2	室内
	27#	生活水箱北侧过道中心（负一层，核 医学科西北侧 55m）	11.4	0.2	室内
	28#	车库车道竖（四）与横（二）交汇口 处（负一层，核医学科西侧 50m）	12.2	0.1	室内
	29#	车库车道横（二）北侧电梯间（负一 层，核医学科东北侧 7.9m）	11.0	0.0	室内
	30#	核医科西侧访客电梯间（负一层，核 医学科西侧 7.9m）	11.2	0.1	室内
	31#	病历室北墙外 0.3m（负一层，核医学 科西侧 19m）	11.7	0.2	室内
	32#	病历室内中心（负一层，核医学科西 侧 26m）	12.1	0.3	室内
	33#	工务会议室东门外 0.3m（负一层，核 医学科西南侧 6.7m）	11.3	0.1	室内
	34#	工务办公室内中心（负一层，核医学 科西南侧 25m）	9.8	0.0	室内

	(35) #	急诊楼南墙外 1m (地面)	10.0	0.1	室外道路
	(36) #	急诊楼东墙外 1m (地面)	11.3	0.3	室外道路
	(37) #	住院楼出入口处 (核医科上层)	11.4	0.1	室内
	(38) #	住院楼住、出院大厅正中心 (一层, 核医科上层)	11.4	0.2	室内
	(39) #	住院楼住、出院办理柜台外 0.3m (一层, 核医科上层)	10.0	0.2	室内
	(40) #	住院楼东墙外道路中心 (地面, 东墙外约 18m)	9.5	0.1	室外道路
	(1) #	医院东南角出入口门卫室外 1m(地面)	10.0	0.1	室外道路
	(42) #	医院东侧道路 (地面, 核医科东侧约 50m)	10.8	0.1	室外道路
	(43) #	医技楼东墙通道门外道路中心 (地面)	10.7	0.1	室外道路

8.3 辐射环境现状评价

本项目工作场所周围区域的室内 γ 辐射空气吸收剂量率为 $9.3 \times 10^{-8} \text{Gy/h} \sim 13.1 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，室外道路 γ 辐射空气吸收剂量率为 $9.5 \times 10^{-8} \text{Gy/h} \sim 11.4 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ 。据《东莞市天然环境辐射水平调查》可知，东莞市室内 γ 辐射空气吸收剂量率在 $101 \sim 135 \text{nGy/h}$ 范围内，室外道路 γ 辐射空气吸收剂量率在 $33 \sim 148 \text{nGy/h}$ 范围内。可见，本项目建设区域周边环境辐射水平与当地辐射水平调查数据相当。

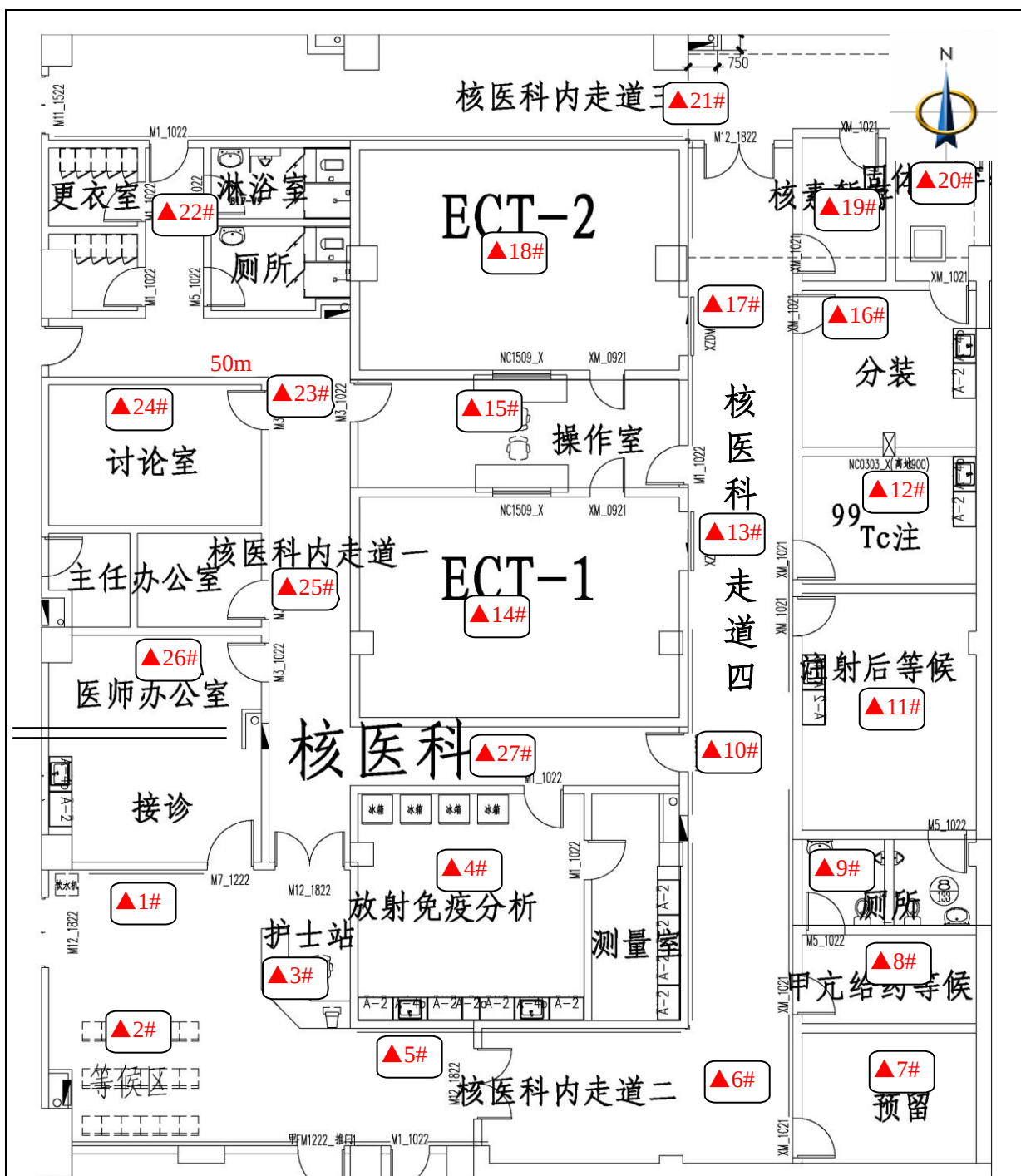


图 8-1 项目拟建场址（核医学科现状）环境辐射现状监测布点图

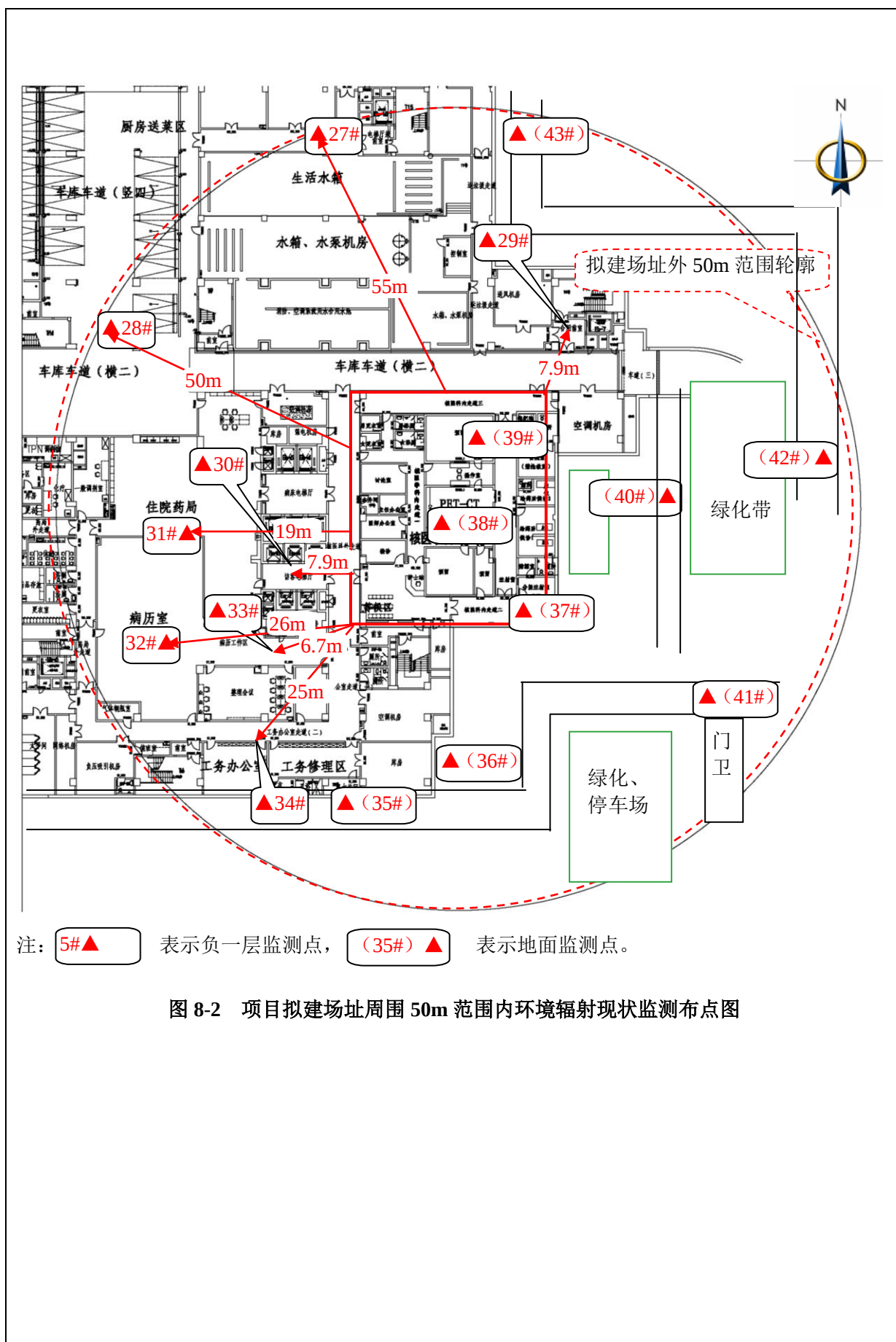


图 8-2 项目拟建场址周围 50m 范围内环境辐射现状监测布点图

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工艺设备和工艺分析 9.1.1 工作原理 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。 PET-CT 扫描系统主要由扫描仪、显像床、电子柜、操作工作站、分析工作站和影像硬拷贝等组成，它是决定图像质量的基础。CT 扫描仪位于 PET 扫描仪的前方，两者组合在一个机架内，后配 PET、CT 融合对位工作站，一次成像同时完成 CT 及 PET 扫描。  图 9-1 联影 uMI510 光导 PET-CT 外观

9.1.2 工作流程及产污环节

东莞台心医院有限公司核医学科 PET-CT 中心根据受检者预约情况提前向有资质的放射性药物供货商订药，供货商按照预订量将药物整瓶装入铅罐内，在预约使用日上班前送达公司核医学科 PET-CT 中心分装室内，每日送药 2 次，分装室内设有分装柜，分装柜顶部设专用机械排风系统。

放射性药物由工作人员穿戴铅围裙等防护用品、在分装柜铅屏蔽下进行分装操作，药物分装在分装柜内衬有吸水纸的托盘内进行，分装时间一般小于 1min。分装完成后工作人员手持带防护套的注射器，在注射室注射窗口铅玻璃防护屏的屏蔽下为受检者注射。注射完毕后的一次性注射器、棉签，放入专用放射性废物铅桶内。分装、注射过程中近距离接触放射性药物的时间保守均按 1min/次估算。

注射完药物的受检者进入给药后候诊室静躺候诊（一般注射后需等待约 45min），待药物充分代谢后，排空小便，进入 PET-CT 机房扫描检查，受检者摆位由操作室工作人员通过机房设置的语音对讲系统进行指导，无需进入机房内进行摆位，根据医院的检查计划及本项目设备特性，每次扫描约最长 15min。扫描完成后，受检者离开 PET-CT 机房，进入留观室内留观约 30min，无异常情况由受检者专用检查出口离开。

注射 ^{18}F 、 ^{11}C 进行检查的流程基本相同，具体检查流程简述如下：

（1）预约检查：接到医生开的 PET-CT 检查单后到 PET-CT 中心预约。

（2）收集病史：受检者出示所有检查报告、X 片、CT、MRI 或超声检查等。

（3）测量身高、体重：测量身高以确保不超过 PET 检查床的最大承重量和 PET-CT 仪的扫描孔径，保证使目标区得到最佳显示；测量体重以确定受检者显像剂的注射量。

（4）测血糖：进行血糖测定，因注射的显像剂是一种特殊的葡萄糖，血糖过高会影响到显影。

（5）注射显像剂：静脉注射显像剂，注射过程在专用的注射室完成，注射后受检者在指定的给药后候诊区安静休息，以使显像剂分布到全身，该过程避免与人交谈，避免紧张体位。检查项目不同，注射后等待时间不同。

（6）PET-CT 检查：检查前排空小便，整个检查过程最长需 15min，检查完毕后进入留观室观察，无异常情况后经指定路线离开核医学科。PET-CT 设备使用过程中需定期用校准源进行衰减校正。

（7）报告结果：一般情况下三个工作日内给出检查报告。

PET-CT 检查流程及产污环节如图 9-2 所示。

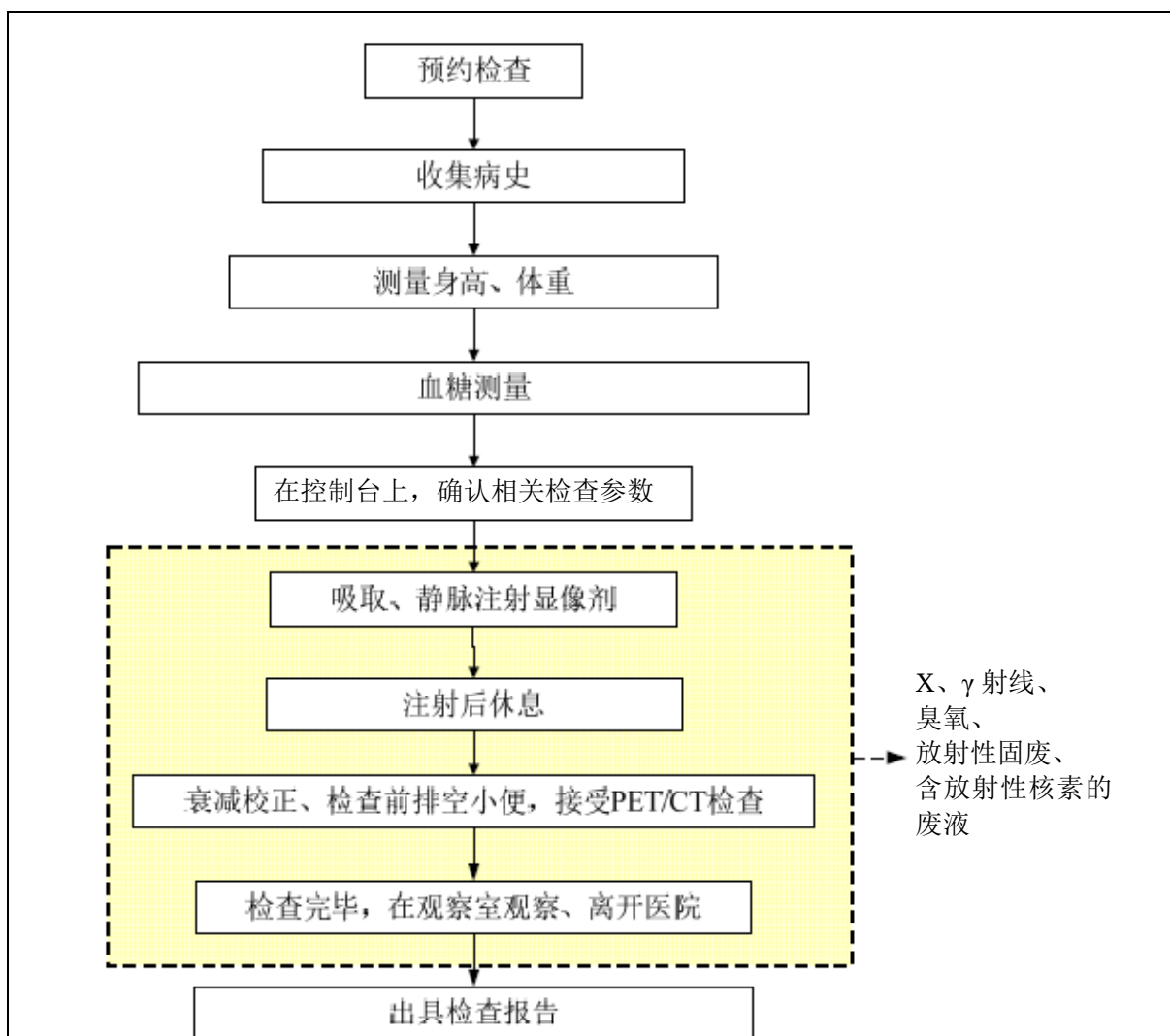


图 9-2 PET-CT 检查流程及产污环节示意图

9.1.3 PET-CT 中心人流、物流的路径规划（图示）

（1）人流路径

PET-CT 中心人流路径主要是工作人员（包括核素注射工作人员、设备操作、摆位人员）路径和受检者路径。

工作人员路径：核素注射工作人员工作场所位于分装注射室，工作开始时，工作人员由核医学科西侧入口门进入核医学科，依次经过候诊区、核医学科内走道二、缓冲间（卫生通过间），进入分装注射室取药、通过注射窗对受检者进行隔室注射；工作结束后、经表面污染监测确认无污染后原路返回进入办公区或离开核医学科。

PET-CT 设备操作人员由核医学科西北侧工作人员通道门（M1）进入，经由核医学科内走道一进入操作室，工作人员通过操作室与 PET-CT 机房间设置的语音对讲系统对受检者进行必要的摆位指导，不需要进入机房内摆位，工作结束后原路离开。

受检者路径：受检者根据预约安排的时间经由核医学科西侧入口门进入核医学科，经过注射前候诊区，由核医学科内走道二经过通道门 M2、左转经核医学科内走道四到达注射窗口，在注射窗口接受注射后，经核医学科内走道四进入给药后候诊 1 或候诊室 2 进行候诊，之后出门进入对面 PET-CT 机房检查，检查完后经核医学科内走道四进入留观室，观察无异常状况后由依次经过通道门 M4、M5 离开核医学科，经核医学科东北侧电梯离开。

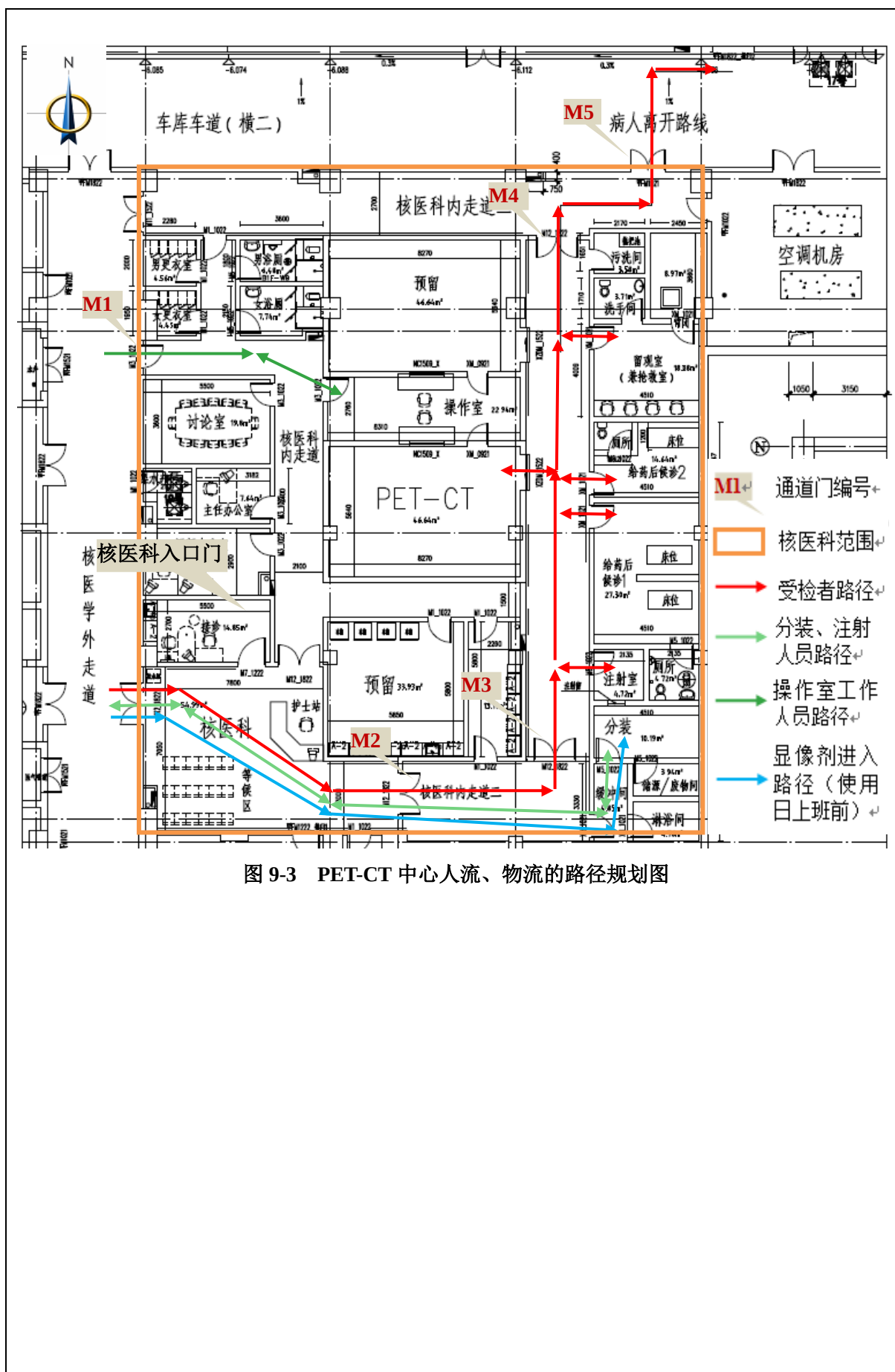
（2）物流路径

显像剂进入工作场所路径：根据提前用药预约安排，显像剂由药物供应商负责运送。从核医学科西侧入口门进入，依次经过注射前候诊区、卫生通过间，将药物放置于分装注射室内由自动分装装置直接分装至注射器中，之后送药人员由原路离开核医学科；显像剂使用时，注射护士手持带铅套的注射器，在注射窗口铅注射屏的屏蔽下为受检者注射。显像剂每次用量在前一天确定，根据前一天的预定用量，药物由供应商当日送入、当日用完，不在医院内存放。

衰变后的放射性废物流出路径：放射性同位素操作过程中产生的如一次性注射器、手套、棉签、吸水纸等带微量放射性同位素的固体废弃物，由分装注射室内设置的铅桶收集后、转移至分装注射室南侧的废物间进行静置衰变，经监测达标后可按免管废物处理。

受检者在就诊过程中由于排便、冲厕产生的含少量放射性核素的废水和工作场所清洗废水等由污水管道汇入核医学东北角的地下衰变池，衰变 10 个以上半衰期，经监测达标后抽排至医院污水处理站。

PET-CT 中心人流、物流的路径规划图如图 9-3 所示，放射性废液排放路径如图 9-4 所示。



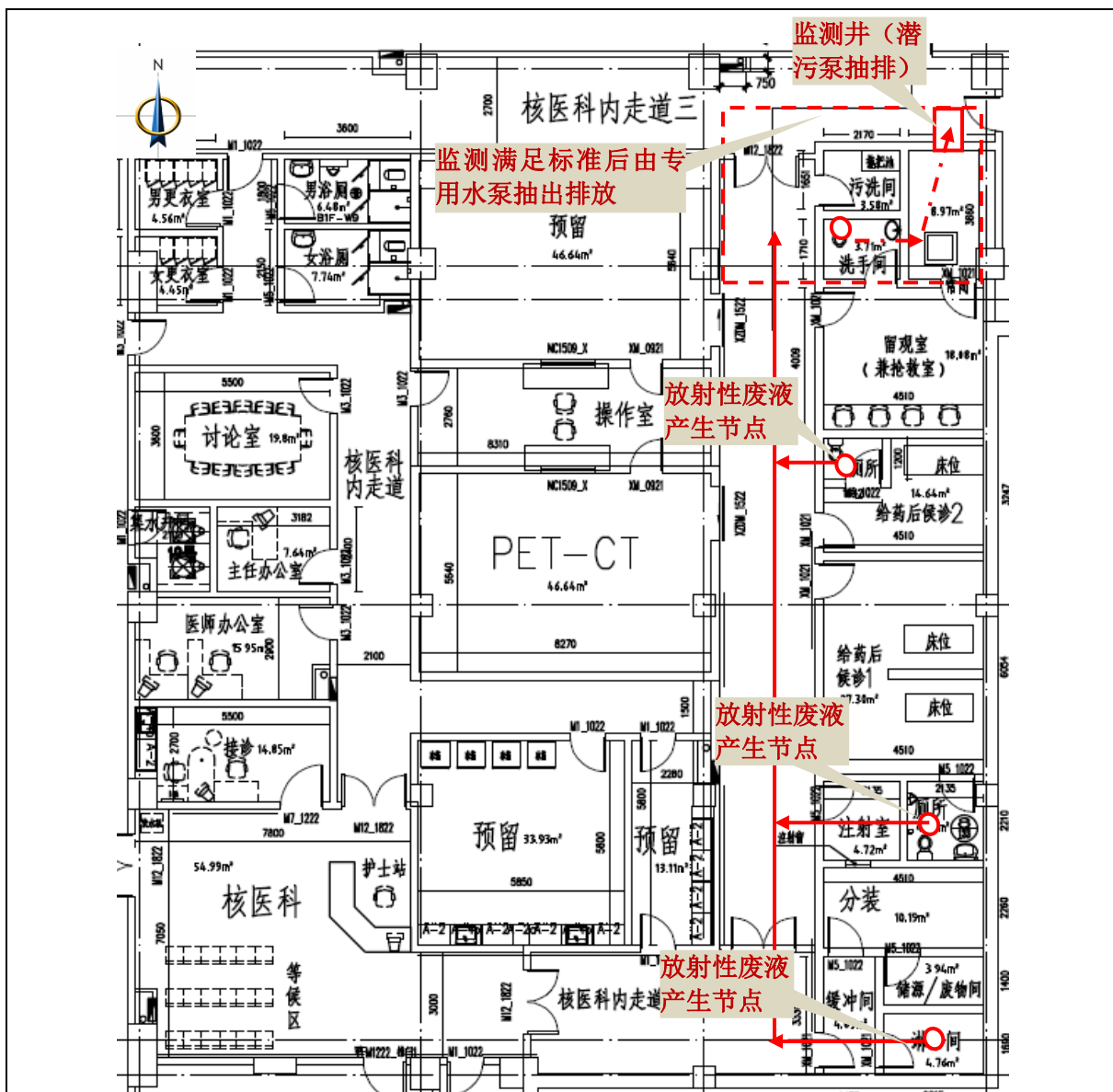


图 9-4 PET-CT 中心放射性废液排放路径图

9.1.4 建设单位原有核技术利用项目运行情况分析

东莞台心医院有限公司已开展的核技术利用项目包括 II 类、III 类射线装置的使用，在前期运行过程中，按照《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》等辐射防护法律、法规的要求，设立了辐射防护管理机构，负责全院辐射安全防护和环境保护工作，配合各级环保部门的监督和检查。

(1) 管理制度：制定了与原有核技术利用项目开展情况相适应的辐射安全防护管理制度；

(2) 人员培训：分批安排辐射工作人员参加广东省辐射防护协会组织的辐射安全与防护培训班，并取得合格证书，目前建设单位共有辐射工作人员 18 名（个人剂

量报告中有 6 人已离职)，其中 10 人已参加培训，其余人员将尽快安排参加辐射安全与防护培训，项目单位应根据人员变动及培训合格证颁发日期情况及时安排人员参加培训和再培训（培训合格证书有效期为四年）；

（3）辐射监测：项目单位为辐射工作人员配备了个人剂量计，委托东莞市职业病防治中心按期进行个人剂量检测，并记录存档，根据建设单位提供的最近 4 个周期的个人剂量检测统计结果（见附件 7），工作人员 4 个周期个人剂量累积最大值为 3.368mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）关于职业照射剂量的要求；对于辐射工作场所和射线装置性能，每年委托有资质的单位进行一次年度监测，根据建设单位提供的最新年度监测报告（附件 8），医院现有 12 个 X 射线机工作场所个监测点 X 射线外照射剂量率监测结果，均符合《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）及《X 射线计算机断层摄影放射防护要求》（GBZ165-2012）的要求，工作场所放射防护设施屏蔽效果达到防护要求。

（4）辐射事故情况：辐射工作场所设置有电离辐射警示牌、报警装置和工作指示灯等；根据不同项目需要采取分区管理，进行积极、有效的管控；射线装置按照操作规程严格执行；制定了辐射事故应急预案，自核技术利用项目开展以来，未发生过辐射事故。

东莞台心医院有限公司原有核技术利用项目运行良好，原有工艺合理。

9.1.5 本项目人员配备计划

本项目拟在建成运行前配备核医学科医师 1 人，技师 2 人，护士 2 人，共计 5 名辐射工作人员。在项目日后运行过程中，若新增加辐射工作人员，应按照人员管理要求进行体检、培训、个人剂量监测等，并统一纳入医院现有的辐射工作人员管理体系进行管理。

9.2 污染源项描述

9.2.1 源项分析

（1）密封源（ ^{68}Ge 校准源）

本项目涉及的密封源为 2 枚用于 PET 的质量控制的 ^{68}Ge 校准源。PET 在正式运行后，随着时间的推移，图像质量会明显下降，这时，采用 ^{68}Ge 密封源对 PET 性能进行全面检测和系统修正。通过 ^{68}Ge 密封源绕轨道运行，探头同时进行连续的数据采集，直至完成整个质量控制与系统校正过程。本项目使用的 2 枚 ^{68}Ge 校准源活度均为 $7.4 \times 10^7 \text{Bq}$ ，

属V类密封源，其特性见表9-1。

表 9-1 ^{68}Ge 放射源特性表

核素	半衰期	衰变方式	主要 γ 射线能量/MeV
^{68}Ge	270.8d	大部分 β^+	0.511

^{68}Ge 密封源存放于分装室东侧专用保险柜内，当需要对设备进行质控时，将 ^{68}Ge 密封源取出至PET-CT机房，对仪器进行质控。质控结束后，再将 ^{68}Ge 密封源放回保险柜。本评价项目拟使用的放射源为V类密封源，属于极低危险密封源。

（2）射线装置（PET-CT扫描装置部分）

本评价项目的正电子发射型 γ 射线断层扫描仪PET-CT是将PET与CT联合在一起，通过PET和CT扫描重叠联合扫描，使两者的硬件和软件有机地结合在一起。这样就可以采用CT图像对PET功能图像进行解剖定位，同时又可以采用人体X射线衰变图的衰变系数对 γ 射线在人体内的衰减进行校正，PET-CT自身带有1部CT机，根据《射线装置分类》（环境保护部 国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号）对射线装置的分类，本评价项目的正电子发射型 γ 射线断层扫描仪PET-CT属于III类射线装置。

（3）非密封放射性物质

PET-CT 使用到的非密封放射性物质为 ^{18}F 、 ^{11}C ，给药方式为静脉注射，最大注射量均为 $3.7 \times 10^8 \text{Bq/人} \cdot \text{次}$ ， ^{18}F 受检者每天最多 20 人， ^{11}C 受检者每天最多 10 人，本项目使用核素的主要性质见表 9-2。

表 9-2 本项目使用的非密封放射性物质（核素）性质

核素名称	半衰期	衰变类型及分支比 (%)	β 射线能量 (MeV)	γ 射线能量 (MeV)
^{18}F	109.7min	EC (3) β^+ (97)	0.64	0.51 (β^+)
^{11}C	20min	β^+ (100)	0.97	0.51 (β^+)

9.2.2 污染源项描述

（1）正常工况

由前面的工作流程和源项分析可知， γ 射线外照射将伴随放射性核素在 PET-CT 诊断项目开展中的贮存、分装、注射操作过程，并随后进入受检者身体中。受检者注射了放射性核素后，本身短时间内也成为“辐射体”，不但对周围的环境有外照射影响，排泄物也成为放射性污染物。贮存、分装、注射操作过程产生的固体废物也可能受放射性污染而成为放射性固体废物。

主要的辐射影响和污染源项如下：

①放射性核素的分装、注射操作过程中，操作人员将受到放射性核素产生的 γ 射线的外照射。

②注射了放射性核素后受检者本身短时间内成为“辐射体”，对周围环境可能造成外照射。受检者离开 PET 诊断中心后，短期内对近距离接触的人员形成外照射。

③进行 PET-CT 扫描时，将有来自受检者身体中的放射性核素衰变产生的 γ 射线以及 PET-CT 机发射的 X 射线，经 PET-CT 室的屏蔽，射线可能仍有一定的泄漏，途径为外照射。

④放射性核素操作过程中将产生放射性废液和受污染的固体废物。

⑤报废的校准源可能会对周围环境产生一定的危害。

（2）事故工况

①PET-CT 机房安全联锁装置发生故障时，人员误入正在运行的射线装置机房，对人员造成误照射。

②显像剂（ ^{18}F ）、校准源发生丢失或被盗，以及显像剂（ ^{18}F ）在操作使用过程中发生意外洒漏时，会对周围环境及人员造成辐射影响。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施 10.1.1 场所选址与布局 10.1.1.1 场所的选址 本项目是将原规划核医学科内房间进行改造建设，不新增用地和建筑物，工作场所位于医院医疗大楼负一层，东侧为空调机房和地下土层；南侧为楼梯间、库房和地下土层；西侧为核医科外走道、电梯间；北侧为地下车库车道，核医科场所设置相对独立，可避免与本项目工作无关人员任意出入而受到不必要的辐射照射或扩大污染范围。从辐射工作场所应尽量集中设置、便于辐射安全管理方面考虑，项目的选址可行。 医疗大楼负一层平面布置图见附图 1。 10.1.1.2 场所布局 核医学科可分为东西两部分，东侧设置为活性区，主要包括 PET-CT 机房、操作室、缓冲间（卫生通过间）、分装室、注射室、给药后候诊室（含专用卫生间）、留观室（兼做抢救室，含专用卫生间）、配套的污洗间、储源/废物间、衰变池、过道等；西侧设置为非活性区（办公、生活区），主要为候诊区、更衣和浴厕、讨论室、主任和医师办公室、接诊室、护士站前台等；内部行成环形通道，活性区和非活性区之间设有门禁，控制人员走向。 本项目辐射工作场所位于建筑物地下一层的一端，PET-CT 机房及相关配套布局能够保证工作程序沿着各功能房间单向开展，最大限度的减少了人员的流动性，有助于实施工作流程，避免人员交叉污染；分装室、注射室与扫描室分开；给药后候诊室设置有受检者专用厕所，满足《临床核医学卫生防护标准》（GBZ120-2006）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》（GB11930-2010）中关于安全操作的要求，本项目工作场所布局合理。 本项目工作场所布局图见图 10-1。
--

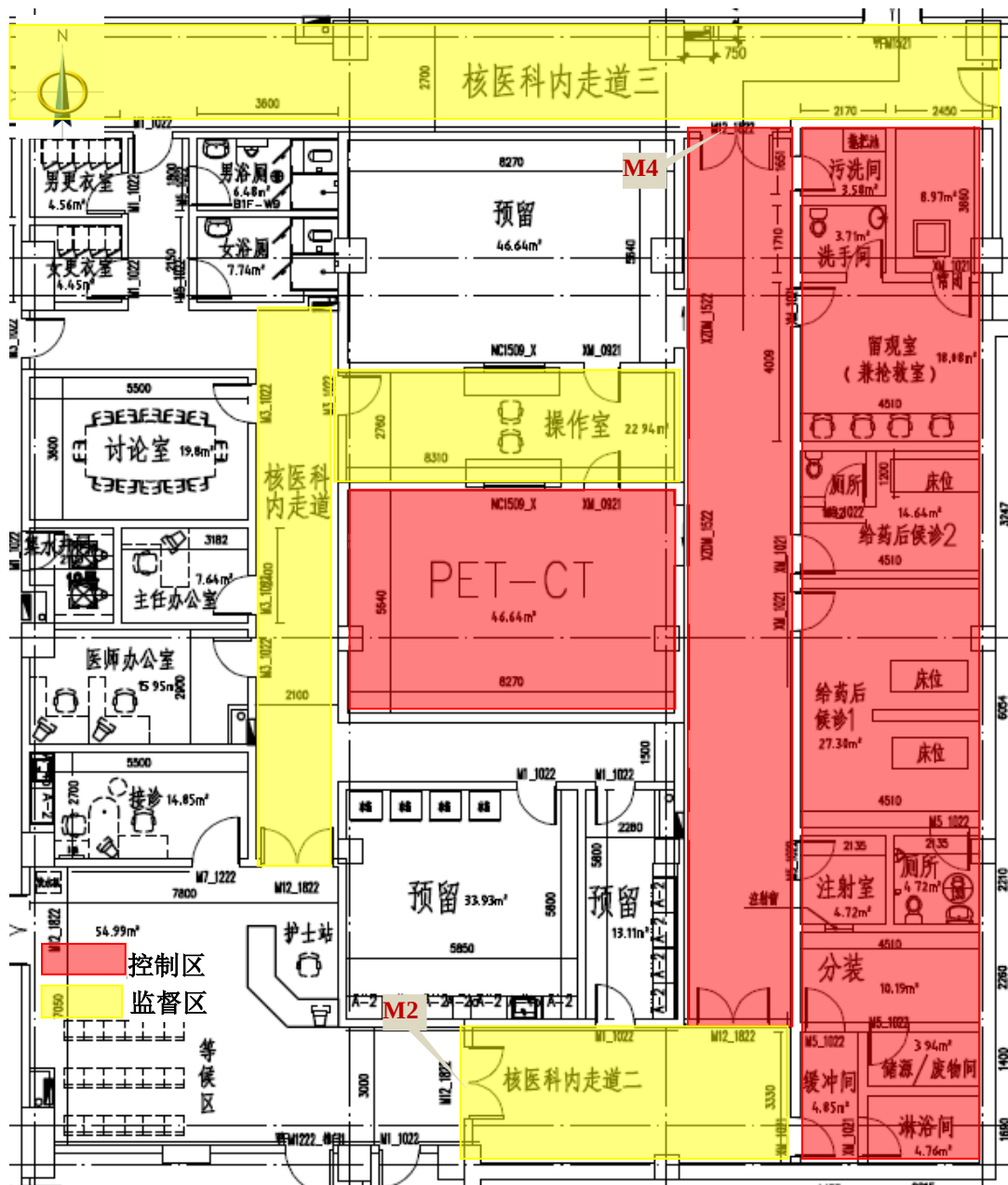


图 10-1 本项目辐射防护控制区和监督区划分示意图

10.1.2 非密封放射性物质工作场所分级、分类和分区管理

10.1.2.1 工作场所分级

根据《国家电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)附录 C 非密封放射性物质工作场所的分级规定,本评价项目核医学科 PET-CT 中心使用的各放射性核素日等效最大操作量见下表。

表 10-1 非密封放射性物质（核素）日等效最大操作量

核素种类	毒性分组	毒性组别修正因子	操作方式	操作修正因子	日实际最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)
^{18}F	低毒	0.01	很简单的操作	10	2.34×10^{10}	2.34×10^7
^{11}C	低毒	0.01	很简单的操作	10	1.35×10^{10}	1.35×10^7
合计						3.69×10^7
注：日等效最大操作量=日实际最大操作量×毒性组别修正因子÷操作修正因子						

核医学科 PET-CT 中心拟使用核素的日等效最大操作量约为 $3.69 \times 10^7 \text{Bq}$ ，在 $2 \times 10^7 \sim 4 \times 10^9 \text{Bq}$ 之间，因此工作场所属于乙级非密封放射性物质工作场所。

10.1.2.2 工作场所分类

根据《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ120-2006）对临床核医学工作场所具体分类办法，本评价项目使用的放射性核素加权活度见表 10-2。

表 10-2 非密封放射性物质（核素）加权活度

核素种类	核素毒性权重因子	操作性质修正因子	日操作最大活度 (Bq)	放射性核素加权活度 (Bq)
^{18}F	1	1	2.34×10^{10}	2.34×10^{10}
^{11}C	1	1	1.35×10^{10}	1.35×10^{10}
合计				3.69×10^{10}
加权活度=日操作最大活度×核素毒性权重因子÷操作性质修正因子				

本项目放射性核素加权活度为 $3.69 \times 10^{10} \text{Bq}$ ，位于 $50 \sim 50000 \text{MBq}$ 之间，属于 II 类工作场所。对照《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ120-2006）中关于“按不同级别工作场所室内表面和装备的要求”，II 类工作场所要求见下表。

10-3 按不同级别工作场所室内表面和装备的要求

工作场所	地面	表面	通风柜	室内通风	管道	清洗及去污设备
II	易清洗且不易渗透	易清洗	需要	有较好通风	一般要求	需要

评价建议：医院应按表 10-3 的要求，在项目建设时辐射工作区的地面采取易清洁、不易渗透的材料，如 PVC 胶；墙面采取易清洁不易渗透的瓷砖，地板和墙壁接缝采用无缝隙设计；工作台表面采用易清洗的不锈钢材料；含放射性废液的排水管道在满足需要的情况下，尽量缩短管道长度。

根据建设单位提供的设计资料，核医学科 PET-CT 中心根据优化改造后的布局对

通风系统进行了重新设计，分装室将设置分装柜，分装柜顶部采取机械排风系统，并保证工作时的风速不小于 1m/s，通风柜连接通风管道引至建筑物天面高空排放，排风口高于建筑物屋脊；缓冲间和淋浴间中拟配备表面污染监测仪和淋浴、洗手等去污设施，医护人员在分装室中操作完放射性药物后在缓冲间和淋浴间进行表面污染监测、去污等，确认表面污染达标后方可离开工作场所进入非活性区，如有污染，应及时去污直至达到国家标准后方可离开。受检者给药后候诊室内设计了铅屏风，可降低注射放射性药物的受检者在候诊室中的互相辐射影响。

10.1.2.3 工作场所分区管理

（1）分区依据和原则

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，在辐射工作场所内划出控制区和监督区，在项目运营期间采取分区管理措施。

控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平指示。运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可证）和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标记；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

（2）本项目控制区和监督区的划分

①防护区划分情况

控制区：PET-CT 机房、分装室、注射室、给药后候诊室（含专用卫生间）、留观室（兼做抢救室，含专用卫生间）、储源/废物间、污洗间、缓冲间、淋浴间、核医学科内走道四划分为控制区，以实体为边界。

监督区：PET-CT 机房操作室、核医学科内走道一、核医学科内走道二东半段（M2 为边界）、核医学科内走道三划为监督区，以实体为边界。

核医学科内预留房间未进行划分，待医院后续建设项目确定其功能后另行划分。

核医学科两区划分情况见图 10-1。

②环评要求

关于控制区与监督区的防护手段与安全措施，项目建设单位应做到：

A、控制区防护手段与安全措施

i) 控制区进出口及其它适当位置处设立醒目的警告标志（图 10-2）；

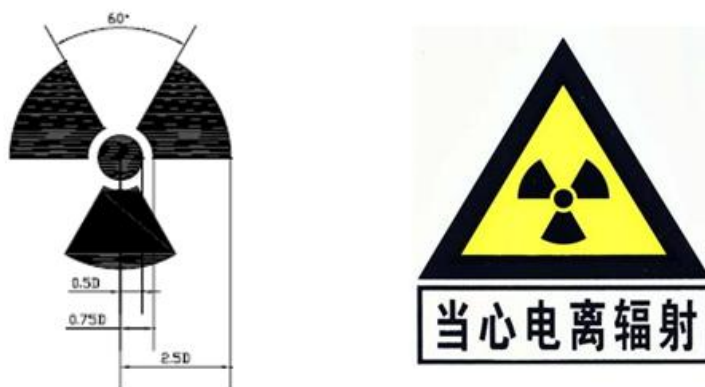


图 10-2 电离辐射标志和电离辐射警告标志

ii) 制定辐射防护与安全管理措施，包括适用于控制区的规则和程序；

iii) 运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可制度）和实体屏障（包括门锁）限制进出控制区；

iv) 在更衣室备有个人防护用品、工作服、污染监测仪和被污染防护衣具的贮存柜；

v) 定期审查控制区的实际状况，以确保是否有必要改变该区的防护手段、安全措施或该区的边界。

B、监督区防护手段与安全措施

i) 以黄线警示监督区的边界；

ii) 在监督区的入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；

iii) 定期检查该区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

10.1.3 屏蔽设计与安全防护措施

10.1.3.1 辐射防护屏蔽措施

建设单位根据本项目的改造情况，对核医学科 PET-CT 中心辐射屏蔽措施进行了重新设计，工作场所无地下层，具体设计参数见表 10-4。

PET-CT 机房有效使用面积 45.92m^2 ，最小单边长度为 5.6m。满足 GBZ/T180-2006、GBZ130-2013 的相关要求。

表 10-4 核医学科 PET-CT 中心屏蔽设计方案

功能用房	屏蔽体	设计厚度
PET-CT 机房	东墙（原有不变）	240mm 实心砖+3mmPb 防护涂料(5.0mm 铅当量)
	南墙、西墙、北墙	240mm 实心砖+8mmPb 防护涂料 (10.0mm 铅当量)
	顶棚	25cm 混凝土(3.0mm 铅当量)
	防护门	内衬 10mm 铅板（10.0mm 铅当量）
	观察窗	10mmPb 铅玻璃(10.0mm 铅当量)
注射室	四侧墙体	240mm 实心砖+8mmPb 防护涂料 (10.0mm 铅当量)
	顶棚	25cm 混凝土+(3.0mm 铅当量)
	地坪	无地下层
	防护门	内衬 10mm 铅板（10.0mm 铅当量）
分装室	东墙（原有不变）	240mm 实心砖+3mmPb 防护涂料 (5.0mm 铅当量)
	南墙、西墙、北墙	240mm 实心砖+8mmPb 防护涂料（10.0mm 铅当量）
	顶棚	25cm 混凝土(3.0mm 铅当量)
	注射窗口	20mmPb 铅玻璃(20mm 铅当量)
	注射器防护套	15mmPb 钨合金(15mm 铅当量)
	防护门	内衬 10mm 铅板（10.0mm 铅当量）
给药后候诊室 1	东墙（原有不变）	240mm 实心砖+3mmPb 防护涂料(5.0mm 铅当量)
	南墙、西墙、北墙	240mm 实心砖+8mmPb 防护涂料（10.0mm 铅当量）
	顶棚	25cm 混凝土(3.0mm 铅当量)
	防护门	内衬 10mm 铅板（10.0 mm 铅当量）
给药后候诊室 2	东墙（原有不变）	240mm 实心砖+3mmPb 防护涂料(5.0mm 铅当量)
	南墙、西墙、北墙	240mm 实心砖+10mmPb 防护涂料（12.0mm 铅当量）
	顶棚	25cm 混凝土(3.0mm 铅当量)
	防护门	内衬 10mm 铅板（10.0 mm 铅当量）
留观室	东墙（土层）	240mm 实心砖+3mmPb 防护涂料(5.0mm 铅当量)
	东墙（非土层）	240mm 实心砖+8mmPb 防护涂料（10.0mm 铅当量）
	南墙、西墙、北墙	240mm 实心砖+8mmPb 防护涂料（10.0mm 铅当量）
	顶棚	25cm 混凝土(3.0 mm 铅当量)
	防护门	内衬 10mm 铅板（10.0mm 铅当量）
储源/废物间	四侧墙体	240mm 实心砖+3mmPb 防护涂料(5.0mm 铅当量)
	顶棚	25cm 混凝土(3.0 mm 铅当量)
	防护门	内衬 4mm 铅板（4.0mm 铅当量）
受检者通道	墙体（原有不变）	240mm 实心砖+3mmPb 防护涂料(5.0mm 铅当量)
	防护门（M2、M4）	内衬 8mm 铅板（8.0mm 铅当量）
	顶棚	25cm 混凝土(3.0 mm 铅当量)

10.1.3.2 安全防护措施

(1) 工作场所安全防护措施

①在本项目 PET-CT 中心相关辐射工作用房如分装室、注射室、储源/废物间、给药后候诊室、留观室、PET-CT 机房、PET-CT 中心出入口等工作场所，以及分装柜、储源铅罐、铅废物桶等辅助设施均拟设置电离辐射警告标志。

②PET-CT 机房与操作室之间设置观察窗和对讲装置，受检者出入防护门上方设置工作状态指示灯和灯箱警示语句，且工作状态指示灯和防护门有效联动；防护门均设闭门装置；PET-CT 操作室和给药后候诊室、留观室之间设置视频监控系统和双向对讲装置；给药前候诊区、分装室、注射室之间设置叫号系统。

③PET-CT 中心进出防护门均设单向门禁（只进不出或只出不进），严禁给药后受检者随意进出，严禁无关人员滞留或误入。受检者通道内的相应位置均设置视频监控系统，以对辐射工作场所的情况进行实时监控，及时发现突发情况并及时进行处理。

④拟设置受检者专用厕所和专用衰变池；受检者专用厕所拟设置节水座便器。

⑤给药后受检者在各个给药后候诊室内进行候诊，严禁串门，严禁在通道内穿行，以避免与其他受检者之间的交叉照射；受检者的排泄、呕吐物等均由受检者专用厕所排放至衰变池内。

⑥缓冲间、淋浴间和给药后候诊室、留观室的卫生间洗手台均拟设置为感应式水龙头，受检者专用卫生间的便池拟设为感应式节水座便马桶。

⑦分装放射性药物操作在分装柜内进行，分装柜通风速率不小于 1m/s，设独立排风管道；且工作人员穿戴相应的防护用品。

⑧分装室、储源保险柜拟实行视频监控和双人双锁管理，并做好防火、防盗措施。对于核素种类、生产单位、活度、出入库使用及注销等，严格登记建档。

⑨核医学所有能在屏蔽体内或后的操作均拟设置屏蔽体。拟配置移动铅防护屏风、注射器防护套等。

⑩放射性药物供应商根据医院第二天检查计划配备分装药物，做好运输过程中的管理工作，预估配送时间，确保注射时放射性药物活度符合要求。

上述警示和安全控制措施对预防和控制潜在照射，避免放射性污染，保障相关辐射工作人员和公众的健康与安全起着积极的作用，符合要求。

(2) 工作场所表面污染控制与防护

①工作场所分区管理

本项目按照开展临床核医学项目非密封型放射性同位素的种类及用量，对工作场所进行了划分，从非活性区进出活性工作区需经缓冲间（含淋浴间），并在缓冲间内设置检测区，检测区内配备表面污染监测仪等检测设备。

②工作场所表面污染防治

涉及放射性药物操作的工作场所拟按要求采用易清洗且不易渗透材料（如 PVC 板等），拐角使用弧线处理；地面要求平整光滑，易于清洗，可铺设塑料地坪或涂刷塑料油漆；墙面要求平整光滑，1 米以下部位拟采用浅色无光耐酸油漆或其他易于清洗的涂料，瓷质面砖等；工作台面要求平整、光滑、易于清洗。可以铺砌磨光花岗岩板材或不锈钢面板等。墙面与地面、墙面与顶棚、墙面连接转角处，以及工作台边沿宜采取弧形，以尽可能减少表面污染。

放射性药物的分装均在分装柜内进行，分装柜内操作台面要求光滑、平整、易于清洗去污。所有涉及放射性物质操作都必须在铺衬有吸水纸的瓷盘内进行。

③工作人员的防护措施

工作人员进入辐射工作场所经缓冲间更换服装，并穿戴工作服、帽、鞋、防护口罩、胶质手套及相应个人防护用品。工作人员离开辐射工作场所，需返经缓冲间，清洗、更衣、并对手部等体表部位进行污染测定，确认未受放射污染，方可离开。如果发现污染，工作服需进行清洗、处理，经清洗消除污染后，需再次监测，直至污染达到标准限值以下后方可使用；皮肤、手部等体表部位污染，需至淋浴间进行清洗、处理，经清洗消除污染后，需再次监测，直至污染达到标准限值以下后方可离开。

④对受检者的防护

受检者根据预约按时来院，在注射室接受注射药物，到指定地点候诊、检查，不应随意走动，并在受检者专用厕所如厕。检查完毕由专门出口处离开，尽量减少对其他人员的影响。

为防止无关人员进入控制区，建议公司将核医学科 PET-CT 中心控制区走廊入口的防护门、检查出口门设置为带门禁系统的单向门，实现“入口受检者只入不出、出口受检者只出不入”，保证控制区内受检者的单向流动，避免无关人员进入控制区；并且在 PET-CT 中心控制区走廊入口的防护门处设置固定式剂量监测报警仪，当有给药后人员从该门进入非活性区时，报警仪会发出警示提示音。

(3) 放射性药物及密封源的存放

本项目核医学科 PET-CT 中心使用的 ^{18}F 和 ^{11}C 置于药商提供的防护罐 ($\geq 50\text{mm}$ 铅当量) 中, 由供应单位派专人直接送至分装室; 校准源不使用时存放于分装室内设置的保险柜中; 分装室门锁和保险柜实行双人管理制度, 放射性药物或密封放射源需要使用时, 由专职人员进行登记出入库; 日常期间由值班人员巡视检查; 出入口安装摄像头、红外报警装置, 并入科室监控系统。

(4) 监测仪器及防护用品/设施配置

表 10-5 本项目拟配置的监测仪器一览表

名称	数量	设备型号	生产厂家
表面污染仪	1	inspector Alert 数字辐射污染检测仪	美国 SE 公司
电离室巡测仪	1	多道辐射剂量监测系统	北京道培公司
温湿度仪	1	testo 174H	德图 testo 公司
活度计	1	CRC-25PET	美国 CAPINTEC. INC 公司
个人剂量报警仪	3	便携式数字化个人辐射剂量监测及报警装置	北京道培公司

根据《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 中个人防护用品的配置要求, 结合本项目的情况, 建设单位拟配置的个人防护用品见表 10-3。

表 10-6 本项目拟配置的防护用品/设施一览表

序号	种类名称	设置场所	数量	铅当量
1	分装柜	分装室	1 台	50mmPb
2	储源铅罐	储源/废物间	1 个	50mmPb
3	铅废物桶	储源/废物间	4 个	10mmPb
4	注射器防护套	分装室	2 个	15mmPb
5	注射窗口	注射室	1 个	20mmPb
6	铅防护衣、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜	PET-CT 机房	1 套	0.5mmPb
7	铅防护衣、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜	缓冲间	4 套	0.5mmPb
8	工作服、工作帽、工作鞋、手套、口罩等	缓冲间	按需购买	/

10.2 三废的治理

10.2.1 气态污染物处理方案

本项目建设时将对原有核医学科内通风系统进行改造，活性区和非活性区通风系统进行了有效的分离，非活性区的通风通过原有空调新风系统进行。活性区的通风重新进行设计、改造，放射性核素的分装操作是在分装室内的分装柜中完成，分装柜顶部设有机械排风系统，保证风速不低于 1m/s，通过独立的排风管道抽至医疗大楼屋顶，经活性炭吸附过滤后排放，活性炭过滤装置内部的活性炭过滤层可定期更换，更换的废活性炭过滤层作为放射性废物由供货厂家回收处置；对活性区域的通风进行了整体设计，设置独立的机械排风系统，由活性区南侧向北，经排风管道统一汇至核医学科斜东北角的风井房，再向上连接至楼顶的轴流式风机，排放前经活性炭吸附过滤。本项目排风系统的设计满足《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ120-2006）关于通风的要求。

核医学科 PET-CT 中心通风系统布置图见附图 3。

10.2.2 固态污染物处理方案

项目运行过程中产生废弃的 ^{68}Ge 密封源由供货单位直接更换回收，建设单位在购入 ^{68}Ge 源时，应与售源单位签订废旧源回收协议。

放射性药物注射过程中将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、吸水纸、棉签等带微量放射性同位素的固体废弃物。针对该部分污染物，建设单位拟采取以下处理方案：

（1）在分装注射室内设置 1 个废物桶，产生的放射性固体废物先置于专用铅制放射性废物桶内，容器内放置塑料袋；对注射器和碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物，先装入硬纸盒或其他包装材料中，然后再装入塑料袋内。

（2）在废物间内设置 3 个废物桶，每日工作结束后，将当日产生的废物转移至废物间的废物桶内静置衰变，并注明核素种类、转入时间，做好台账记录；

（3）待储存 10 个以上半衰期（本项目建议按 24h 进行控制），经监测，满足清洁解控水平（10Bq/g）排放要求后，作为免管废物进行处理。

环评要求：

（1）严格区分放射性废物与非放射性废物，不可混同处理，应力求控制和减少放射性废物产生量。

（2）对所有放射性固体废物采用先分类收集在各自相关工作场所的专用废物桶

内，再将废物桶内的固体废弃物连同垃圾袋分期存放到固废间内，集中收储一段时间后（视不同的核素，控制不同的收贮时间，以减少放射性废物的收贮量）再分类处理。

（3）放射性废物的收集、暂存和处置应满足《放射性废物安全管理条例》（国务院令第 612 号）的“放射性固体废物贮存单位应当建立放射性固体废物贮存情况记录档案，如实完整地记录贮存的放射性固体废物的来源、数量、特征、贮存位置、清洁解控、送交处置等与贮存活动有关的事项”等相关规定。

10.2.3 液态污染物处理方案

本项目产生的液态污染物主要包括：分装注射室、卫生通过间（缓冲间和淋浴间）、污洗间产生清洗废水；注射后候诊室、留观室受检者专用卫生间产生的含放射性核素排泄物的卫生间下水。

建设单位原批复的核技术利用项目已建成 1 座 3 格串联、折流式的衰变池，本项目建设时将产生放射性废液的节点统一对接进入该衰变池，在衰变池中衰变后溢流进入监测井，经监测满足标准要求（总 β 小于 10Bq/L）后，由水泵抽排至医院污水处理站。放射性废液处理流程如图 10-3 所示。

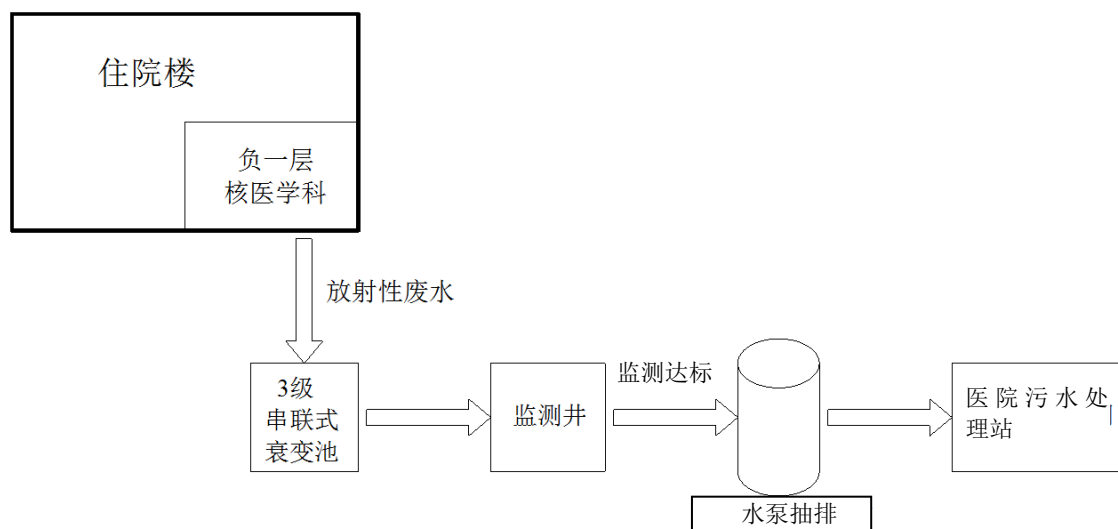


图 10-3 放射性废液处理流程简图

环评要求：

- ①放射性衰变池池底和池壁应坚固、耐酸碱腐蚀和无渗透性。
- ②规定受检者治疗期间使用专用厕所，不得使用其他厕所。
- ③专用厕所应具备使受检者排泄物（包括偶尔出现的受检者呕吐物）迅速全部冲洗入池的条件，而且随时保持便池周围清洁。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响 本项目是在原有大楼负一层进行建设，涉及到的土建施工范围较小，施工期的环境影响是短暂、可逆的，随着施工期的结束而消失。施工单位应按照有关规定对建设期的声环境、空气环境、水环境和固体废物进行防治，并加强监管，使本项目施工对周围环境的影响降低到最小。 本评价项目建设阶段不涉及放射性同位素与射线装置的使用，故建设过程中本评价项目的放射性同位素与射线装置不会对周边产生电离辐射影响。
11.2 运行阶段对环境的影响 对非密封放射性核素工作场所的射线屏蔽，核素的操作区（即分装室、注射室）、注射后候诊室和留观室主要考虑放射性药物产生的 γ 射线的影响；对于 PET-CT 机房的射线屏蔽，则需考虑来自受检者体内放射性药物所产生的 γ 射线，以及 PET-CT 本身产生的 X 射线两部分。 11.2.1 X 射线的影响 （1）PET-CT 机房周围环境辐射影响分析 通过前述表 10-1 的分析可知，本评价项目拟建的 PET-CT 拥有专用的机房，射线机房的使用面积、辐射屏蔽厚度及相关防护措施均符合《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中对诊断 X 射线机房的防护设施的技术要求。《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）是以保证机房外的人员可能受照剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的要求为目的，进行推算规定射线机房的屏蔽厚度要求，由此可进一步得知本项目在运行阶段，PET-CT 扫描装置产生的 X 射线对机房外环境的影响可满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的相关要求。 除此外公司机房设有观察窗，其设置的位置便于观察到受检者和受检者状态。机房内布局合理，避免了有用线束直接照射门、窗和管线口位置；机房设置动力排风系统，并保持良好的通风。机房门外设有电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯，灯箱处应设警示语句；机房门设有闭门装置，且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动。医院规定受检者和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得滞留在机房内。

(2) 个人剂量分析

由于《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 是以保证机房外的工作人员在典型工作负荷(年工作时间不超过 2000h)下的年有效剂量满足不超过 5mSv/a 的剂量约束值为目的而进一步推算规定射线机房的屏蔽厚度要求, 通过以上分析可知本评价项目的 X 射线装置(PET-CT)所在射线机房的使用面积、辐射屏蔽厚度及相关防护措施均符合《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 中对相应 X 射线诊断机房的防护设施的技术要求, 则可进一步得知本项目 PET-CT 扫描装置的正常运行对机房外环境的影响可满足人员受照剂量不超过剂量约束值的要求。

11.2.2 放射性核素的影响

本项目注射 ^{18}F 进行检查的受检者最大量为 20 人/d, 每人最大注射量为 $3.7 \times 10^8 \text{Bq}$ (10mCi); 注射 ^{11}C 进行检查的受检者最大量为 10 人/d, 每人最大注射量为 $3.7 \times 10^8 \text{Bq}$ (10mCi)。 ^{18}F 用量为 ^{11}C 用量的 2 倍, 且半衰期约为 ^{11}C 半衰期的 5 倍, 两种核素放射 γ 射线能量亦相同, 空气比释动能率常数、铅的半值层厚度相近, 因此, 保守考虑以注射 ^{18}F 最大检查量 30 人/d 的工作负荷对项目运行过程中的辐射影响进行预测计算分析。

根据医院实际检查流程情况, 上午 8:00 开始检查, 可在 11: 30 注射完成 15 人, 下午 13:30 开始检查, 可在 17: 00 注射完成 30 人, 每天送药 2 次, 利用核素衰变公式计算得, 医院每次接受核素最大量为 $1.17 \times 10^{10} \text{Bq}$ (316mCi)。

11.2.3 关注点辐射剂量率估算

(1) 关注点的选取

根据项目辐射防护控制区和监督区划分情况及活性区内核素活度分布情况, 结合核医学科 PET-CT 中心周围环境现状设置关注点, 本项目拟建区域无地下层、东侧为地下土层, 无环评关注点。项目工作场所关注点布置示意图见图 11-1, 关注点描述见表 11-1。

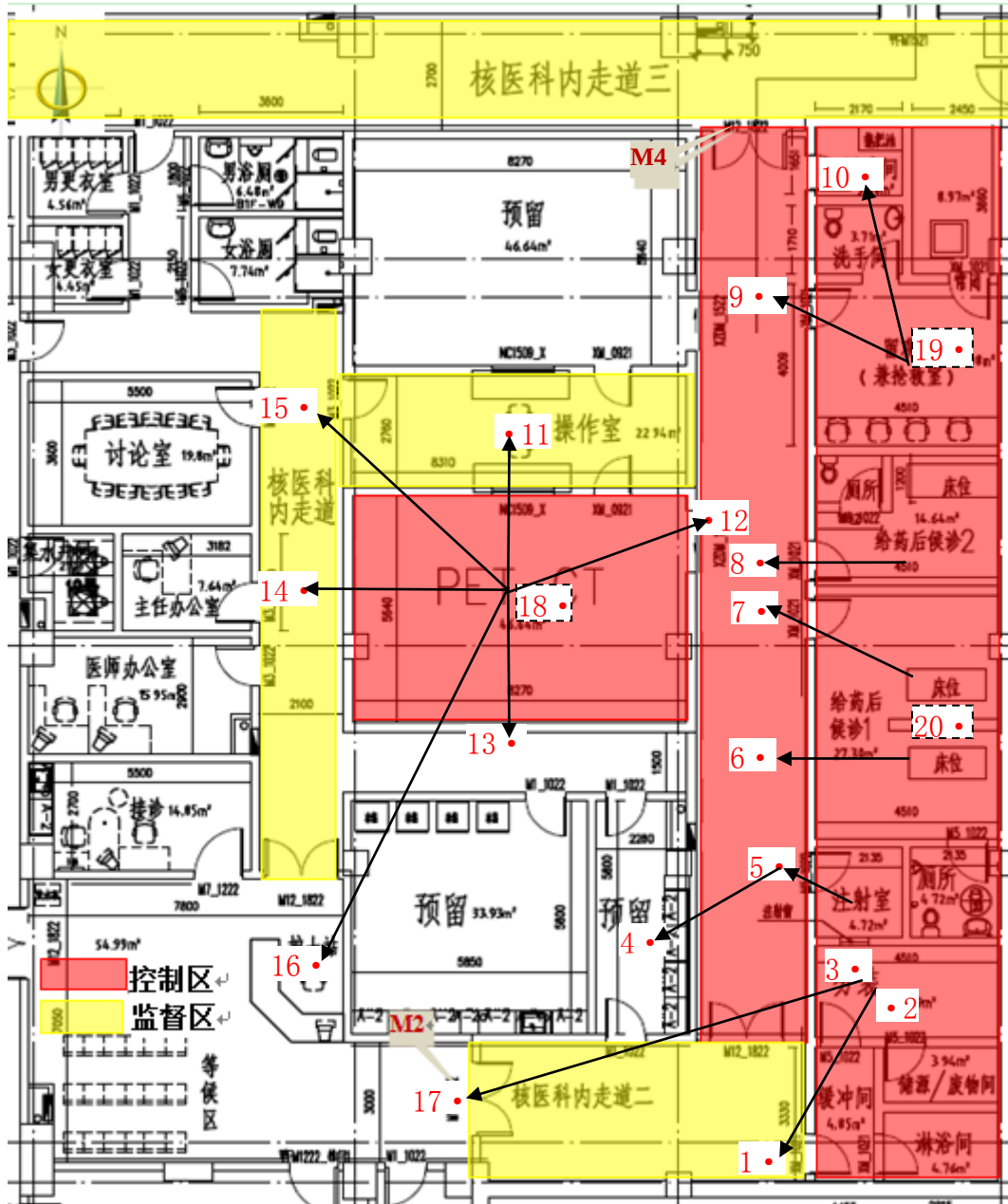


图 11-1 工作场所周围关注点布置示意图（20 表示楼上关注点）

（2）关注点处 γ 剂量率计算公式

公式参考《辐射防护技术与管理》第一卷、《辐射源室屏蔽设计与评价》，见式 11-1～式 11-3。

$$Dr = f \cdot K^{-1} \cdot A \cdot \Gamma / R^2 \quad (11-1)$$

式中：

Dr —— γ 剂量率，Gy/h；

f ——转换系数 $8.73 \times 10^{-3} \text{Gy/R}$ ；

K^{-1} ——屏蔽减弱系数，无量纲（按式 11-2 计算）；

A ——放射源的预期最大放射性活度，Ci；

Γ ——空气吸收剂量率常数， $R\ m^2/(h\ Ci)$ ；

R ——距放射源的距离，m。

$$K^{-1}=2^{-(h/HVL)} \quad (11-2)$$

式中：

K^{-1} ——屏蔽减弱系数，无量纲；

h ——屏蔽层的厚度，mm；

HVL ——半值层厚度，mm。

(3) 估算参数及屏蔽体厚度的确定

由《辐射防护手册》第三分册查出 ^{18}F 的 Γ 照射量率常数为： $0.58R\ m^2/(h\ Ci)$ 。混凝土对 ^{18}F γ 射线的半值层约为59mm，铅对 ^{18}F γ 射线的半值层约为5.6mm，实心砖保守考虑参考空心砖的数据取100mm。

屏蔽体厚度的确定及本项目预测计算过程中，将 ^{18}F 视为点状源、以屏蔽体外30cm处 γ 剂量率小于 $2.5\mu Gy/h$ 为控制条件，根据各功能房间或区域与源项的距离，估算出各功能房间的屏蔽厚度的保守值，以此进行关注点辐射水平的预测计算。

(4) 关注点辐射水平预测计算

根据关注点的选取情况，保守考虑估算条件，依据式（11-1）、（11-2）预测计算关注点处辐射水平情况见表11-1。

表11-1 关注点处辐射水平估算结果一览表

编号	关注点描述	估算条件	屏蔽措施	与源的距离（m）	估算结果（ $\mu Gy/h$ ）
1	缓冲间防护门外30cm	分装室内有 ^{18}F 10mCi（裸源）	240mm实心砖+8mmPb防护涂料+10mmPb防护门	4.5	0.051
2	分装柜外表面30cm	分装柜内有 ^{18}F 316mCi	药物铅防护罐50mmPb，分装柜50mmPb，铅橡胶围裙0.5mm铅当量	0.5	0.025
3	注射位（注射工作人员）	单支针剂10mCi	铅玻璃注射屏20mm铅当量，铅橡胶围裙0.5mm铅当量，注射器防护套15mmPb	0.3	6.95
4	预留房间内距墙体30cm处	走道四内注射药物的受检者1名（10mCi）	240mm实心砖+8mmPb防护涂料	4.7	0.16
5	注射室防护门外30cm	注射室内注射药物的受检者1名（10mCi）	10mmPb防护门	1.3	8.69

6	给药后候诊室 1西墙外30cm	候诊室1内注射 药物的受检者2 名（20mCi）	240mm实心砖+8mmPb防 护涂料	3.5	0.45
7	给药后候诊室 1 防 护 门 外 30cm	候诊室1内注射 药物的受检者2 名（20mCi）	10mmPb防护门	3.9	1.93
8	给药后候诊室 2 防 护 门 外 30cm	候诊室2内注射 药物的受检者1 名（10mCi）	10mmPb防护门	3.6	1.13
9	留观室防护门 外30cm	留观室内注射药 物的受检者1名 （10mCi）	10mmPb防护门	3.4	1.27
10	留观室北墙外 30cm（污洗间 ）	留观室内注射药 物的受检者1名 （10mCi）	240mm实心砖+8mmPb防 护涂料	3.0	0.40
11	PET-CT操作室 操作位	机房内注射药物 的受检者1名（ 10mCi）	10mmPb铅玻璃	3.9	0.97
12	PET-CT机房东 侧 防 护 门 外 30cm	机房内注射药物 的受检者1名（ 10mCi）	10mmPb防护门	5.0	0.59
13	PET-CT机房南 墙外30cm	机房内注射药物 的受检者1名（ 10mCi）	240mm实心砖+8mmPb防 护涂料	3.7	0.26
14	PET-CT机房西 墙外30cm	机房内注射药物 的受检者1名（ 10mCi）	240mm实心砖+8mmPb防 护涂料	4.7	0.16
15	讨 论 室 门 外 30cm	机房内注射药物 的受检者1名（ 10mCi）	480mm实心砖+8mmPb防 护涂料	7.6	0.012
16	护士站值班位	机房内注射药物 的受检者1名（ 10mCi）	720mm实心砖+8mmPb防 护涂料	11.0	0.001
17	核医科内走道 二 西 侧 门 外 30cm	分装室内有 ¹⁸ F 10mCi（裸源）	240mm实心砖+8mmPb防 护涂料+10mmPb防护门	10.0	0.01
18	PET-CT机房屋 顶上方1m（入 、出院大厅）	机房内注射药物 的受检者1名（ 10mCi）	250mm混凝土	4.5	0.13
19	留观室屋顶上 方1m（入、出 院办理柜台）	留观室内注射药 物的受检者1名 （10mCi）	250mm混凝土	4.5	0.13
20	给药后候诊室 1屋顶上方1m （入、出院大 厅）	候诊室1内注射 药物的受检者2 名（20mCi）	250mm混凝土	4.5	0.27

(5) 个人剂量估算

关注点人员的有效剂量由方杰主编的《辐射防护导论》中的公式计算，计算公式如下：

$$D_{\text{Eff}} = D_r \times t \times T \times U \quad (11-3)$$

式中：

D_{Eff} ——辐射外照射人均年有效剂量，Sv；

D_r ——辐射剂量率，Gy/h；

t ——一年工作时间，h；

T ——居留因子；

U ——使用因子，放射性核素以点源考虑， U 取1。

保守估算，近似取1Gy=1Sv。

根据表11-1预测的各关注点处辐射剂量率，结合医院预估工作量（每年工作250天，每天最多检查30人），关注点处人员居留因子等参数，由式（11-3）计算即可得到关注点处保护目标的年受照剂量，见表11-2。

表11-2 核医学科PET-CT中心职业人员及公众年有效剂量估算结果

关注区域	受照射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	居留 因子	年工作时间 (h)	人员 类别	年有效剂量 (mSv)
分装室	0.025 (2号点)	1	125 (每年分装7500次，每次1min)	职业	0.003
	6.95 (3号点)	1	125 (每年注射7500次，每次1min)		0.87
操作室	0.97 (11号点)	1	1250 (每年7500位受检者，每人扫描约15min)		1.8
办公区	0.16 (14号点)	1	1250 (每年7500位受检者，每人扫描约10min)		0.2
护士站	0.001 (16号点)	1	2000 (每天8h，年工作250d)		0.002
等候区	0.01 (17号点)	1/8	2000 (每天8h，年工作250d)	公众	0.002
一层入、出院大厅	0.27 (20号点)	1/8	2000 (每天8h，年工作250d)		0.07

根据上述估算结果可知：

辐射工作人员最大年有效剂量为1.8mSv，出现在操作室操作位处，实际工作中，操作人员一般会由2~3人轮流承担，工作人员的最大年有效剂量将会更低，可满足本项目职业人员年剂量约束值不超过5mSv的要求。公众最大年附加有效剂量为0.07mSv/a，

能满足本项目公众年剂量约束值不超过0.1mSv的要求。

11.2.3 放射性废物排放的环境影响分析

本次评价项目的核医学科PET-CT中心在运行过程中，可能产生的放射性污染物主要包括气态污染物、液态放射性污染物和放射性固体废物。

(1) 气态污染物

本次项目建设过程中，项目单位拟对原设计的核医学通排风系统进行改造，核医学科西半部分更衣室、浴厕、讨论室、医生办公室及机房控制室、预留房间等非活性区，利用原有空调系统通风；整个核医学科范围内通过新风系统送入新风。

分装室内分装柜专设一路排风管(设计风速不小于1m/s, 保证分装柜的负压状态)，由风机直接引至核医学科排风井排至所在建筑屋顶；核医学科东半部分活性区，设置一路排风管，由各功能房间设分支风管，将室内废气汇至排风主管，由风机引至核医学科排风井排至所在建筑屋顶；在分装柜和活性区排风系统出口设活性炭吸附过滤装置，排风口应高于所在建筑屋脊，并采取防雨水进入措施。

经分析，项目单位再采取以上废气处理措施后，能够有效防止放射性气体对周围环境产生辐射影响，同时满足《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ120-2006）关于通风的要求。台心医院核医学科PET-CT中心通风系统布置图见附图3。

(2) 放射性液态污染物

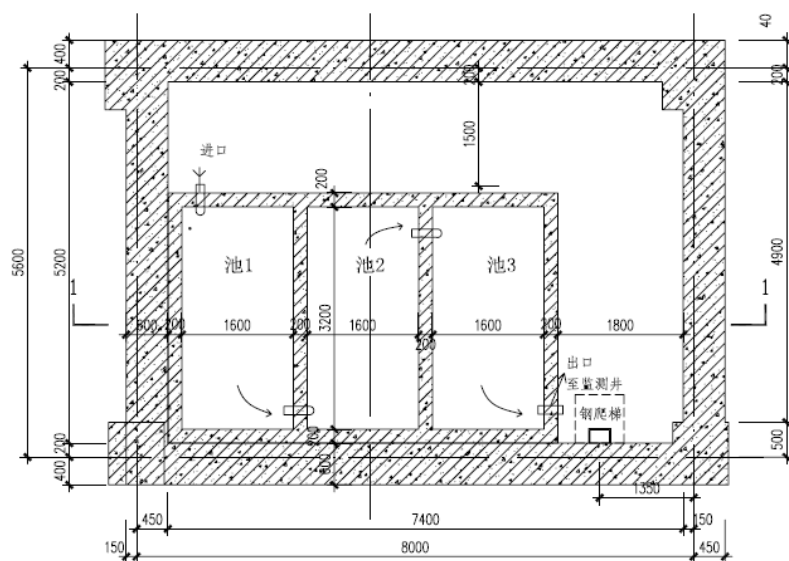
①放射性废液产生量及处理措施

核医学科PET-CT中心正常情况下产生的放射性废液主要来自注射了放射性核素后的受检者的排泄物冲洗水，含有放射性核素 ^{18}F 、 ^{11}C （最主要的核素为 ^{18}F ）。核医学科PET-CT中心在给药后候诊室和留观室均设计了独立的受检者专用厕所，建有专门的衰变池，对受检者的排泄物实施统一收集和管理。放射性废水在衰变池中进行衰变，衰变池收集满溢流至监测井，经检测符合标准后排入医院污水处理站。

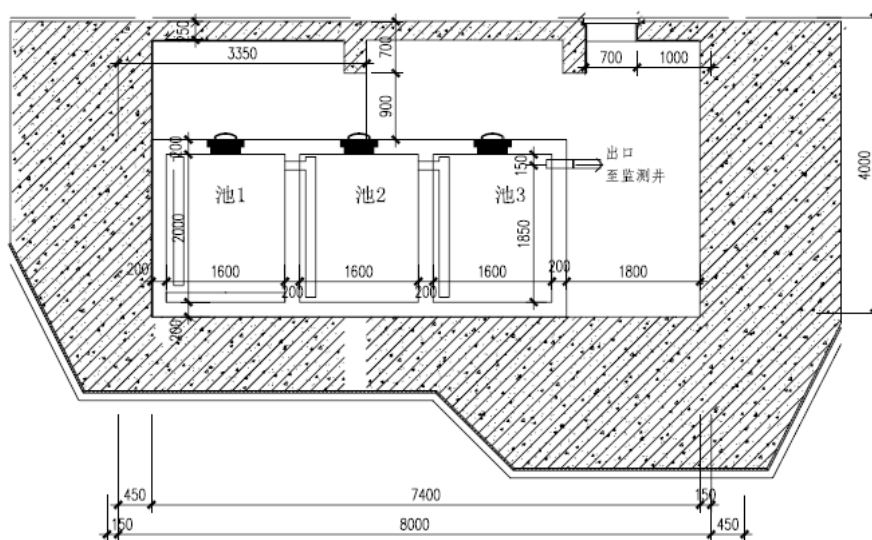
核医学科PET-CT中心接受诊断的受检者最多为30人次/天（保守考虑，衰变池分析以每天注射 ^{18}F 检查人数30人计算），以受检者注射药物休息时上厕所一次，用水标准6L/次计算，受检者产生废水量为 $0.18\text{m}^3/\text{天}$ ，考虑清洗沾污等用水，保守估计，核医学产生废水量为 $0.30\text{m}^3/\text{天}$ ，按年工作250天计，则年产生量约为 75m^3 。

根据原有核技术利用项目环评及现状情况调查，建设单位已在核医学科东北角地下建成了核医学科衰变池（原设计为 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 显像诊断和 ^{131}I 治疗使用，已经取得批复），衰变池结构为3格，单个衰变池长3.2m，宽1.6m，深2.0m，每个衰变池内底部距最高液

面1.8m，每个衰变池有效容积为9m³，衰变池总有效容积27m³，采用串联式设计，池1储满后，废水推进溢流入池2，池2储满后，废水依次推进溢流入池3，每格衰变池的进液口设置塑料管通至池底附近，并且为对角设计，保证放射性废水在衰变池中的停留时间，池3出液口后设置有监测井，可用于日常的抽样监测。衰变池主体结构采用现浇混凝土结构，侧壁、顶盖板和底板均为200mm厚现浇混凝土，衰变池内壁采取耐酸碱腐蚀、防渗措施。核医学科衰变池结构图见图11-2。



① 核医学科衰变池平面图



② 核医学科衰变池1-1剖面图

图11-2 台心医院核医学科衰变池结构图

②衰变池容量可行性分析

本项目PET-CT显像检查预计每天最大工作量为30人（次），（ ^{18}F 显像检查20人（次）/天； ^{11}C 显像检查10人（次）/天；废液衰变均保守按照 ^{18}F 进行考虑计算）。按照每检查一人（次）产生放射性废液10L估算，则每天产生的最大废液量为300L（ ^{18}F 废液量200L、 ^{11}C 废液量100L）。则三级衰变池蓄满废液所需天数为： $27 \times 1000 \div 300 = 90$ 天。

每名受检者注射放射性药物370MBq（10mCi），排泄到废液中的活度按照30%估算，则每天进入衰变池的 ^{18}F 放射性药物活度为 $370 \times 20 \times 30\% = 2220$ （MBq）、 ^{11}C 放射性药物活度为 $370 \times 10 \times 30\% = 1110$ （MBq）。根据标准GB 18871-2002，计算出公众的 $ALI_{min} (^{18}\text{F}) = DL/e_j = (0.25 \times 10^{-3}) / (5.2 \times 10^{-10}) = 4.81 \times 10^5$ （Bq）=0.481（MBq）， $ALI_{min} (^{11}\text{C}) = DL/e_j = (0.25 \times 10^{-3}) / (2.6 \times 10^{-10}) = 9.62 \times 10^5$ （Bq）=0.962（MBq），则公众的总 $ALI_{min} = ALI_{min} (^{18}\text{F}) + ALI_{min} (^{11}\text{C}) = 1.443\text{MBq}$ 。

参考《某医院核医学科放射性废水环境影响评价》（吴运涛，海峡科学，2015年07期）中自流串联式 n 级分池的总活度减弱倍数公式：

$$K = \left[1 + \frac{\lambda V}{nV_0} \right]^n$$

式中：

K —总活度减弱倍数；

λ —核素的物理衰变常数，单位： d^{-1} ， ^{18}F 为9.08、 ^{11}C 为48.93；

V —衰变池的总容积，单位： L ， ^{18}F 取18000L、 ^{11}C 取9000L；

n —衰变池的级数，取3；

V_0 —进入衰变池废液的产生速率，单位： L/d ， ^{18}F 取200L/d、 ^{11}C 取100L/d。

由此算得三级串联式衰变池的总活度减弱倍数 $K (^{18}\text{F}) = 2.04 \times 10^7$ 、 $K (^{11}\text{C}) = 3.17 \times 10^9$ 。

则由第三级衰变池排出的 ^{18}F 废液放射性活度为： $2220 / (2.04 \times 10^7) = 1.08 \times 10^{-4}$ （MBq）， ^{11}C 废液放射性活度为： $1110 / (3.17 \times 10^9) = 3.47 \times 10^{-7}$ （MBq），则总废液放射性活度为 1.08×10^{-4} （MBq），小于公众的总 ALI_{min} 1.433MBq。

废水中总 β 浓度为 $1.08 \times 10^{-4} \times 10^6 / 300 = 0.36$ （Bq/L），小于10Bq/L。

由此可见，本项目产生的低放射性废水采取静置衰变措施后，符合《电离辐射防护与辐射源基本安全标准》（GB18871-2002）规定的放射性废水排放活度限值（一次

不超过 $1ALI_{\min}$)及《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)规定的水污染物排放标准(放射性废水衰变池出口取样监测,总 β 小于 $10Bq/L$)的要求。

本项目衰变池上方为核医学科内走道、污洗间和留观室卫生间,衰变池顶盖板为200mm厚现浇混凝土材料,衰变池顶盖板距离上方地面约1.6m,并且上方地面采用250mm后现浇混凝土材料,因此衰变池上方区域能够得到有效的屏蔽防护。

(3) 放射性固体废物

该项目 PET-CT 用 ^{68}Ge 校准源的退役拟根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的相关要求,由校准源供货单位直接更换回收。

本项目固体废物主要为受检者使用的注射器、棉签、一次性卫生防护用品、垫料等物品。本项目拟购放射性废物衰变桶(屏蔽厚度为 20mm 铅当量)4 个。放射性废物衰变桶内放置专用塑料袋,桶外贴电离辐射标志、废物种类、比活度范围和存放日期等说明。医院拟将该项目运行时产生的放射性固体废弃物暂存于放射性废物间内,至少存放十个半衰期(本项目建议按 24h 控制)以上,待衰变达到清洁解控水平(小于 $10Bq/g$)后,经审管部门确认或批准可作为免管固废处理。

按照核医学科 PET-CT 中心每天诊断 30 人,诊断过程放射性废物产生量约 $0.04kg/$ 人,本项目 PET-CT 诊断过程每天产生的放射性废物约为 $1.2kg/d$ ($300kg/a$)。

本项目核素每日最大使用量 $1.11 \times 10^9 Bq$,保守估算,按 ^{18}F 核素应用过程中产生的放射性废物活度不超过使用量的 1%计,因此每日产生的固废中核素活度最大为 $1.11 \times 10^7 Bq$,经 24h 衰变后活度为 $1.25 \times 10^3 Bq$,则排放浓度为 $1.04Bq/g$,满足放射性固体废物 ^{18}F 清洁解控水平(小于 $10Bq/g$)。

放射性废物表面外 1m 处产生的剂量率,经计算为 $1.68 \times 10^{-7} mSv/h$,符合《医用放射性废物的卫生防护管理》(GBZ133-2009)中“表面剂量率小于 $0.1mSv/h$ ”的要求。

表11-3 放射性废物中核素活度浓度

核素	半衰期	固废中核素活度 (Bq/d)	表面剂量率 (mSv/h)	存放24h后核素含量 (Bq)	废物中活度浓度(Bq/g)	解控标准	评价结果
^{18}F	109.7min	1.11×10^7	近似为0	近似为0	0	$10Bq/g$	符合

经分析,本项目放射性废物处理符合《医用放射性废物的卫生防护管理》(GBZ133-2009)的要求。

11.3 事故影响分析

11.3.1可能发生的辐射事故及处理方法

本次评价项目是在PET放射诊断中心工作场所使用非密封放射性核素，可能发生的事故如下：

（1）放射性物质洒漏，使工作环境受到污染，受检者和人员受到外照射；操作人员身体受放射性物质表面沾污，可能发生内照射。

当发生以上事故后，医院将立即疏散周围人员，拨打120进行医疗急救，启动应急预案。若少量放射性物质洒漏，医院将用棉签进行擦拭，然后将使用后的棉签丢入放射性固体废物桶中。若大量放射性物质洒漏，医院将立即封锁相关场所，并向上级有关部门报告，等待专业人员前来处理。

事故处理结束后，使用表面污染检测仪对洒漏放射性液态的区域进行表面污染监测，符合国家相关标准后，结束应急状态。时候即使总结经验，形成纸质报告并存档。

（2）保管不善，放射性物品（或放射源）丢失被盗，对局部环境产生污染，并可能使部分公众受到误照射。

当发生显像剂（或放射源）丢失事故时，事故发现者应立即报告医院辐射事故应急指挥领导小组，保护现场。领导小组立即启动本单位辐射事故应急预案，疏散现场无关人员，设置警戒区及警示标志；向当地环境保护主管部门、公安部门、卫生主管部门报告，在2小时内填写《辐射事故初始报告单》；协助公安、环保和卫生主管部门对丢失显像剂（或放射源）进行侦查和追缴，力争在最短时间内将放射性物品找回。

11.3.2预防措施

建设单位针对可能发生的辐射事故，已制定《辐射事故应急预案》（见附件6），一旦有放射事故发生，会严格按相关规章制度的要求及时处理，同时上报主管部门及环保部门，及时采取措施，妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，并接受监督部门的处理，使污染程度控制在最小范围之内。

本项目中涉及的射线装置 PET-CT 置于专用的机房内，机房墙体采用实心砖、混凝土、防护涂料进行屏蔽，观察窗采用铅玻璃，并设置操作间防护铅门、受检者防护铅门。受检者防护门处安装工作状态指示灯、设置电离辐射警告标志及门机联锁装置，防护门关闭时，工作状态指示灯亮，警示人员勿入，同时装置操作台处设置紧急停机按钮，操作人员可通过急停按钮等停机操作来确保人员安全。射线装置项目发生辐射

事故及风险的主要原因大多是管理上出的问题，工作人员平时必须严格执行各项管理制度，遵守操作规程，进行辐射工作前检查是否已按要求穿戴好各种辐射防护用品，并定期检查设备性能及有关安全警示标志和设施是否正常。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

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》等有关法律法规，使用密封放射源、非密封放射性物质及II、III类X射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，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的培训和考核。

本项目建设单位设有辐射安全管理领导小组，并根据人事变动情况及时调整人员名单，明确了人员职责。本环评认为该机构的设置满足项目管理要求。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《关于修改（放射性同位素与射线装置安全管理办法）的决定》（环境保护部2008第3号令），使用放射性同位素、射线装置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、放射防护和安全保卫制度、设备维修制度、人员培训计划、检测方案等；有完善的辐射事故应急措施。

建设单位前期核技术利用项目为使用II类、III类射线装置，医院已制定了较详细的放射科工作制度，其中包括工作人员职业健康监护制度、从业条件与培训、个人剂量监测管理、岗位职责、辐射防护安全管理制度、X射线操作规程、辐射防护安全和防护培训制度等，可以满足原有项目运行的管理需求。

针对本次核技术应用项目，医院对原有制度进行修改、完善，制定了《辐射（放射）防护和安全管理制度》、《核医学科PET-CT中心管理制度》（含放射性物质操作规则、管理制度、放射废物管理制度等）、《环境辐射监测计划》、《PET-CT医生工作制度》、《PET-CT设备例行维护制度》、《辐射（放射）工作人员管理及培训制度》，详见附件6。

只要项目建设单位能够结合项目实际，在项目运行中及时更新、健全上述各项规章制度，并严格执行，环评认为，项目单位的辐射安全管理制度能够满足本项目运行期的管理要求，规范本项目的辐射安全防护工作。

12.3 辐射工作人员培训

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第18号令）第三章——人员安全和防护，使用II、III类射线装置的单位，其辐射工作人员应当接

受由省级以上人民政府环境保护主管部门评估并推荐的辐射安全培训单位组织的初级辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。

项目单位根据原有辐射工作人员工作安排情况，分批组织人员参加辐射安全和防护知识培训班，目前，部分已参加了广东省辐射防护协会组织的辐射安全和防护知识培训班，并取得合格证；其余人员已列入培训计划，将尽快组织参加培训。原有人员培训统计情况见**附件 5**。

本项目的辐射工作人员目前尚未完全确定，东莞台心医院有限公司承诺将尽快确定工作人员名单，按照相关要求在项目运行前完成人员的辐射安全与防护培训，取得培训合格证，保证所有工作人员持证上岗。

取得辐射安全培训合格证书的人员，应该每四年接受一次再培训；若本项目以后需要新增辐射工作人员，也应及时参加培训，取得合格证后持证上岗。

12.4 辐射监测

根据《放射性污染防治法》及《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》要求，医院须对使用射线装置、辐射工作场所及辐射从业人员开展辐射监测工作，以确保放射从业人员的职业健康，控制放射性物质的照射，保障环境安全，规范辐射工作防护管理。

12.4.1 环保措施竣工环境保护验收

建设单位根据核技术利用项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

12.4.2 个人剂量监测

个人监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测，每名辐射工作人员需佩戴个人剂量计，常规监测周期一般为 1 个月，最长不得超过 3 个月（将个人剂量片送往有资质的检测机构进行检测）。医院原有工作人员均配备了个人剂量计，并按期进行个人剂量监测，监测统计情况见**附件 7**。

环评要求：

①在正常工况的一般情况下，若工作人员年有效剂量超过 5mSv 的剂量约束值时，应进行剂量异常原因调查，最终形成正式调查报告，并经本人签字，上报当地环境保护主管部门；若超标原因为工作所致，应及时暂停该工作人员继续从事放射性作业。

②医院须建立个人剂量档案，档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。建设单位应当将个人剂量档案保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或停止辐射工作三十年。

③个人剂量检测报告（连续四个周期）应当连同年度评估报告一起作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

12.4.3 年度常规监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令 2011 年）的相关规定，使用放射性同位素与射线装置的单位应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。

建设单位将严格执行辐射监测计划，定期委托有相关资质的第三方辐射监测机构对医院的辐射工作场所进行年度监测。年度监测数据将作为本单位辐射安全和防护状况年度评估报告的一部分，定期上报环保行政主管部门。

12.4.4 辐射工作场所及周围环境监测计划

（1）监测内容：X- γ 空气吸收剂量率； β 表面污染水平等。

（2）监测布点及数据管理：监测布点应参考环评提出的监测计划（表 12-1）或验收监测布点方案。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

（3）监测范围：控制区和监督区域及周围环境

（4）监测质量保证

①制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用监测部门的监测数据与本单位监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案；也可到有资质的单位对监测仪器进行校核；

②采用的国家颁布的标准方法或推荐方法，其中自我监测可参照有资质的监测机构出具的监测报告中的方法；

③制定辐射环境监测管理制度和方案。

表 12-1 辐射工作场所监测计划建议

项目	监测内容	监测点位	监测周期	
			自行监测	委托监测
PET-CT非密封放射性物质工作场所	X-γ空气吸收剂量率	辐射工作场所内： PET-CT机房内、分装室、注射室、注射后候诊室等。 辐射工作场所外： 核医学科内控制区与监督区之间通道门（M2、M4）处、核医学科内走道一、等候区、护士站、楼上、控制室操作位等处。	1次/季	1次/年
	β表面放射性污染	工作台、设备、墙壁、地面、工作服、手套、工作鞋、手、皮肤等、受检者通道、分装室、注射室、注射后候诊室	每次工作后	1次/年
射线装置	X-γ空气吸收剂量率	对防护门、观察窗和屏蔽墙外30cm，距地面高100cm处，门与每面墙设3个监测点。工作人员常工作、活动的位置	--	1次/年

此外，建设单位需定期和不定期对辐射工作场所进行监测，随时掌握辐射工作场所剂量变化情况，发现问题及时维护、整改。做好监测数据的审核，制定相应的报送程序，监测数据及报送情况存档备查。

12.4.5 放射性废水排放前监测

放射性废水在衰变池内储存满开始排放前，应委托有资质的单位开展监测，并在排放过程中对监测井进行连续监测，保证排出水中总 β 浓度不超过《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)规定的限值（总 β 小于 10Bq/L）。

12.4.6 放射性废物处理前监测

放射性废物在专用废物间内放置 24h 后，经监测合格后（废物外表面 1m 处剂量率小于 0.1mSv/h，废物活度浓度小于 10Bq/g），可按免管废物进行处理。

12.5 其它辐射安全措施

建设单位应根据《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）的相关要求，对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

12.6 辐射事故应急

为有效处理核技术利用项目开展过程中可能产生的辐射事故，强化辐射事故应急处理责任，最大限度地控制事故危害，建设单位制定了《辐射事故应急预案》（详见附件6）；建设单位已成立了辐射事故应急小组，并落实该小组各成员名单，明确了辐射事故应急小组的工作职责是平时做好放射事故应急准备工作，一旦有事故发生时能按照程序启动应急方案。在《辐射事故应急预案》中规定了应急响应的基本程序及操作流程，辐射事故应急联系电话。

东莞台心医院有限公司在现在核技术利用项目运行过程中严格执行了辐射事故应急预案，随着医院的发展，开展核技术利用项目种类的增加，医院应及时对原有《辐射事故应急预案》进行修改、完善，增加针对新开展项目事故应急管理方面的内容。

安全医疗，重在防范，医院必须严格遵守《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（中华人民共和国环境保护部令第18号）、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（中华人民共和国国务院令第449号）等相关规定，严格按照医院的相关规章制度执行，将安全和防范措施落实到工作中的各个细节，防患于未然。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

东莞台心医院有限公司拟将本单位原规划核医学科内部分房间进行改造，建设核医学科PET-CT中心，开展肿瘤早期诊断等放射检查项目。

拟用放射诊疗设备、放射源和放射性同位素如下：

- (1) PET-CT系统1套，属III类射线装置，用于恶性肿瘤的早期诊断；
- (2) 使用校准源 ^{68}Ge 2枚，活度均为 $7.4\times 10^7\text{Bq}$ ，为V类放射源；
- (3) 使用核素 ^{18}F 、 ^{11}C ，日实际最大操作量分别为 $4.99\times 10^{10}\text{Bq}$ 、 $2.70\times 10^{10}\text{Bq}$ ，整个工作场所日等效最大操作量为 $7.69\times 10^7\text{Bq}$ ，属于乙级非密封放射性物质工作场所。

13.1.2 实践正当性分析

东莞台心医院有限公司实施本项目，目的在于开展放射诊疗工作，最终是为了治病救人，实践过程中采取了可能的辐射防护措施，在受检者得到诊疗的预期效果的同时，对周围环境、公众的辐射危害满足国家辐射防护安全标准的要求，其获得的利益远大于辐射所造成的损害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。

13.1.3 项目选址与布局合理性分析

本项目将原有已批复建成的核医学科（空置）进行改造，设置核医学科 PET-CT中心，不新增用地和建筑物，建设地点位于医疗大楼负一层，拟建场址周围 50m 范围内均为医院内部建筑物和道路等设施，无环境保护敏感目标；核医学科场所设置相对独立，可避免与本项目工作无关人员任意出入而受到不必要的辐射照射或扩大污染范围。从辐射工作场所应尽量集中设置、便于辐射安全管理方面考虑，项目的选址合理。

核医学科 PET-CT 中心内部规划考虑了活性高低的分布，并划分了辐射防护控制区和监督区，活性区和非活性区之间设有通道门、并安装单向门禁，实现“入口受检者只入不出、出口受检者只出不入”，保证了控制区内受检者的单向流动，避免无关人员进入控制区；PET-CT 机房及相关配套布局能够保证工作程序沿着相关房间单向开展，最大限度的减少了人员的流动性，有助于实施工作程序；分装注射室与扫描室分开；注射后休息室设置有注射后受检者专用厕所，满足《临床核医学卫生防护标准》（GBZ120-2006）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》(GB11930-2010)中关于安全操作的要求,本项目工作场所布局是相对合理的。

13.1.4 辐射环境质量现状评价结论

本项目位于东莞市东城区台心路2号,根据项目拟建址周围环境辐射水平现状调查结果,拟建场址室内及周边道路的环境 γ 辐射剂量率,均处于东莞市环境天然贯穿辐射水平范围内。

13.1.5 辐射环境影响评价结论

(1) 辐射安全措施评

本次评价项目的PET-CT装置设有单独的机房,且机房的屏蔽设施符合《医用X射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)的相关要求。

项目单位拟在核医学科内通道出、入口门、以及其它个功能房间防护门或门边墙上张贴电离辐射警告标志;在PET-CT机房防护门上安装闭门装置,并安装与机房门相通的工作状态指示灯;为开展PET-CT的辐射工作人员及受检者个人配备防护用品。核医学科PET-CT中心内划定了人员路径和物流路径图,避免人员之间的交叉污染影响。完成以上措施后,该单位辐射安全措施满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(环保部44号令)的有关要求。

(2) 保护目标剂量估算

按照建设单位给出的屏蔽设计方案,通过对拟建核技术利用项目的预测分析,本次评价项目在正常运行后,可以满足《医用X射线诊断放射防护要求》、《临床核医学放射卫生防护标准》、《医用放射性废物的卫生防护管理》、《操作非密封源的辐射防护规定》等标准的要求,可以满足根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)而设定的本项目的剂量管理约束值:工作人员的年有效剂量不超过5mSv,公众的年有效剂量不超过0.1mSv。

13.1.6 项目建设可行性结论

本项目的建设方案已按照环境保护法规和有关辐射防护要求进行了设计,在全面落实本报告提出的各项辐射安全防护措施及环保措施的基础上,切实做到“三同时”,并在项目运行时严格执行辐射防护安全管理制度和监测计划,则本项目正常运行时,对周围环境的影响能够符合辐射环境保护的要求,从环境保护和辐射防护角度分析,该项目的建设是可行的。

13.2 建议与承诺

(1) 建议项目单位安排专职人员进行辐射安全管理制度的管理，进一步完善和落实各项辐射防护管理制度及环保审批手续。

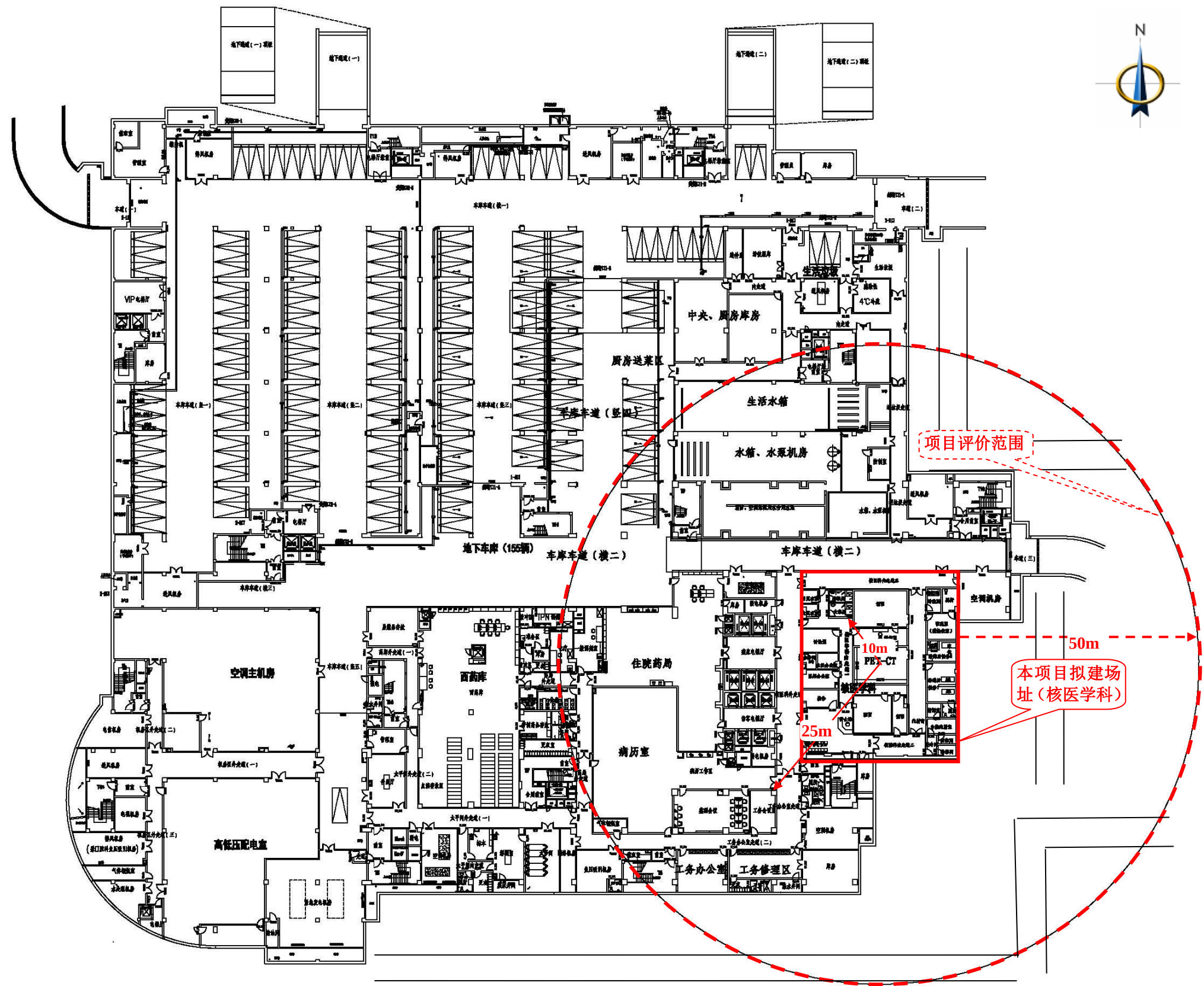
(2) 项目单位承诺尽快确定本项目的辐射工作人员，并安排未持证或证书到期人员参加辐射安全与防护知识培训，保证所有工作人员持证上岗。

(3) 项目单位承诺委托专业单位进行本项目的防护设施设计及施工改造，保证使用合格的防护材料，防护厚度及施工质量达到屏蔽设计的要求。

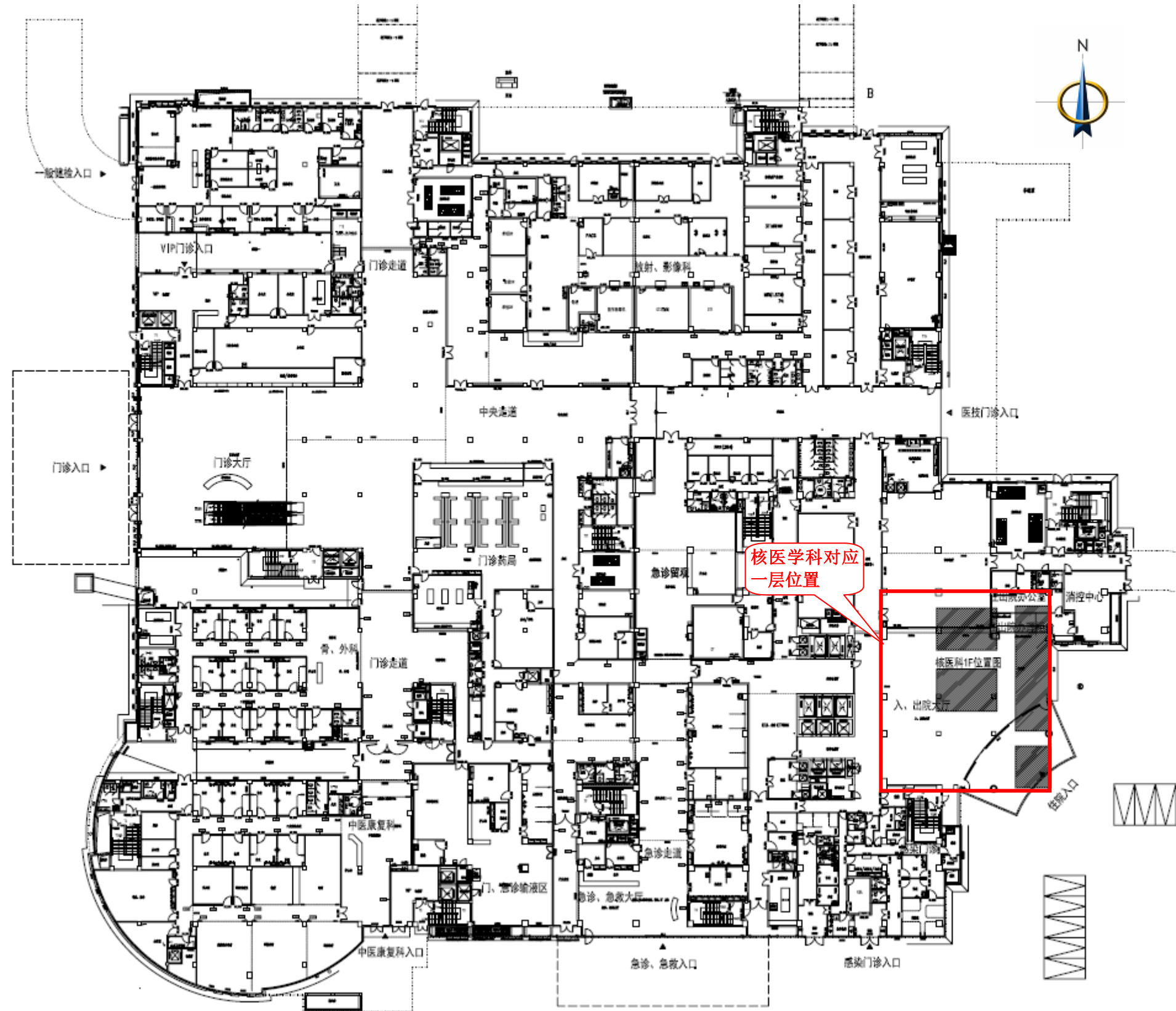
表 14 审批

下一级环保部门预审意见：		
经办人：	公章	
	年	月 日
审批意见：		
经办人：	公章	
	年	月 日

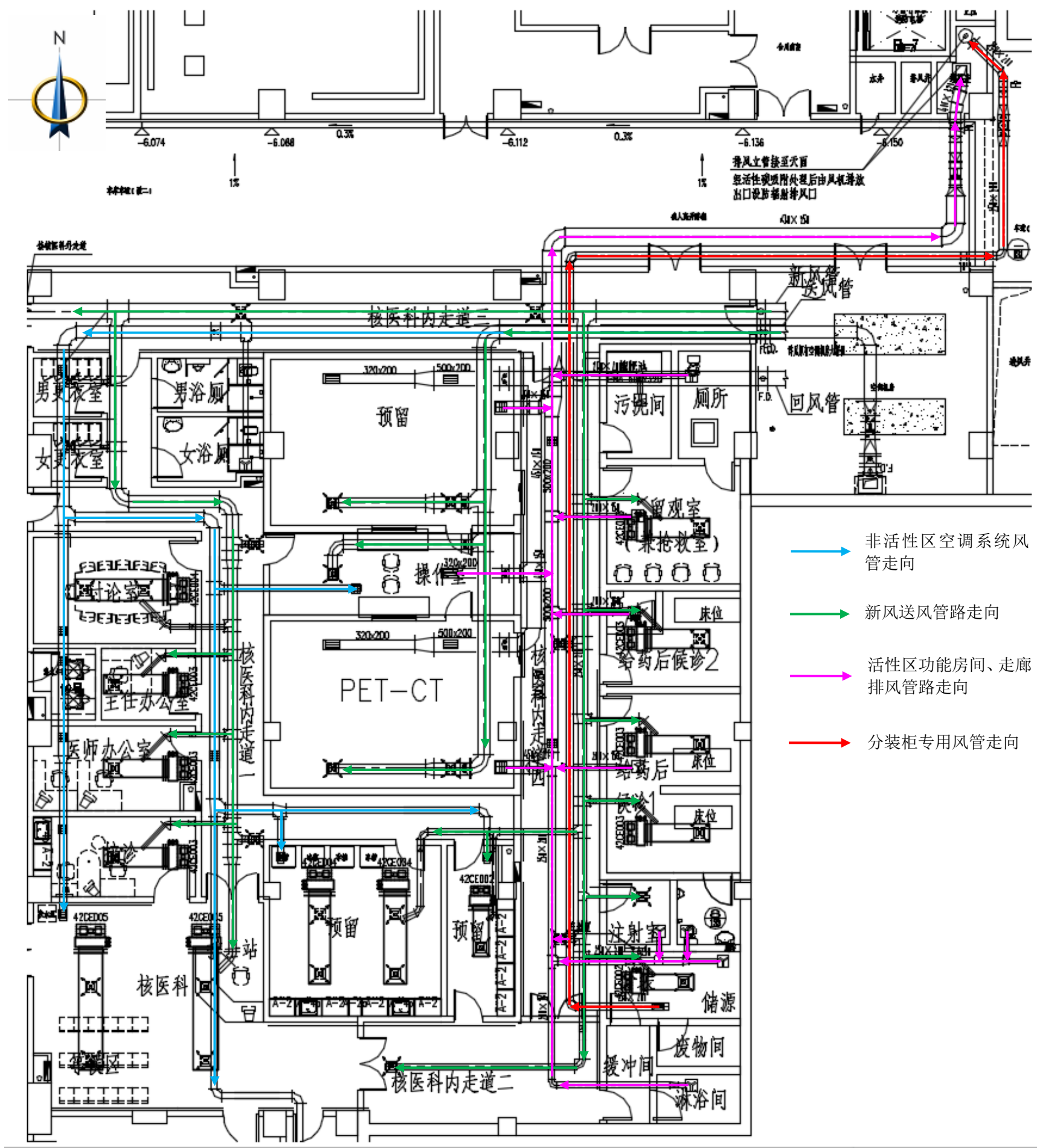
附图 1 医疗大楼负一层平面布置图及本项目拟建场址四至图



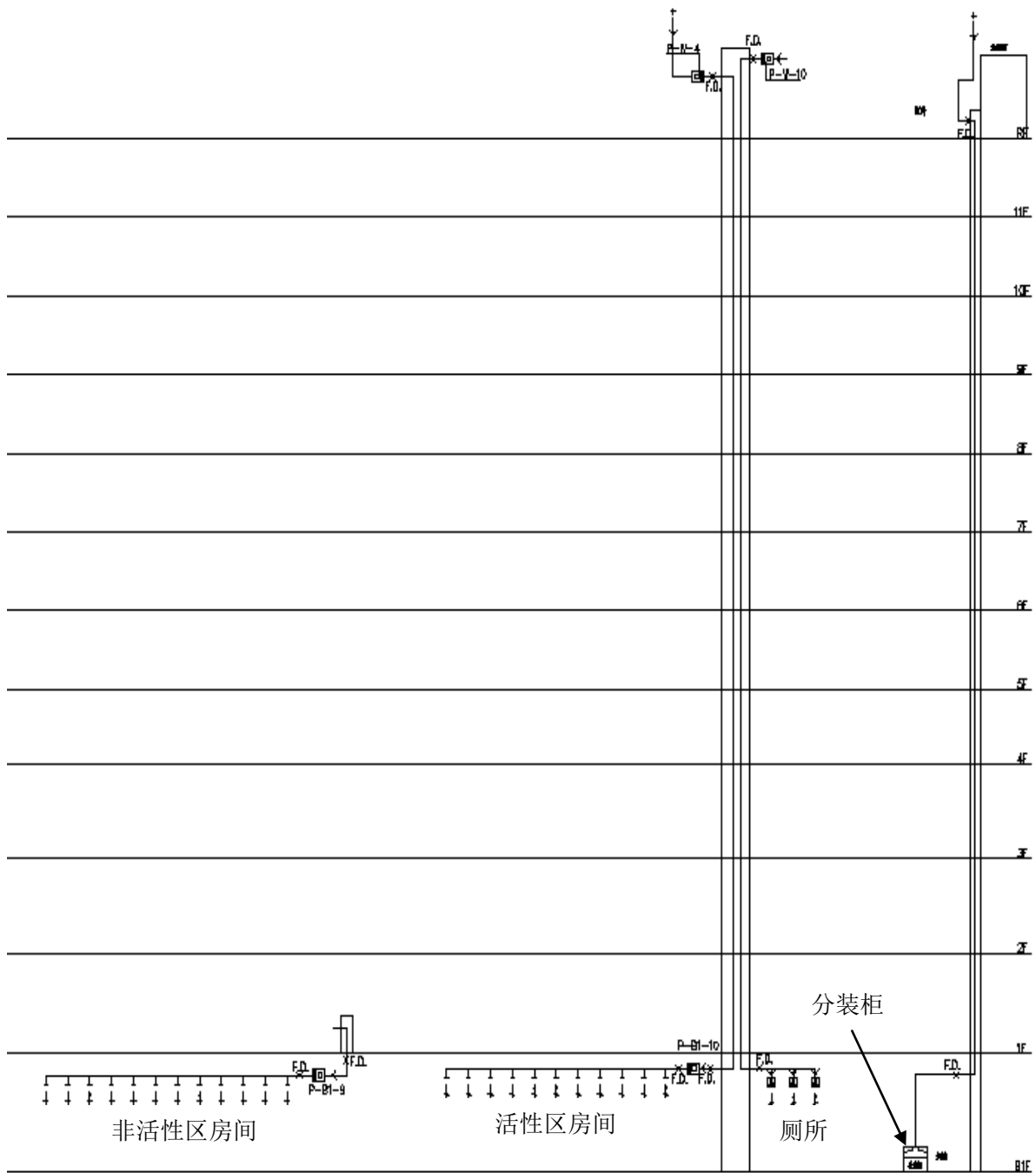
附图 2 医疗大楼一层平面布置图



附图 3 核医学科 PET-CT 中心通风系统布置图



附图 3-1 核医学科 PET-CT 中心通风系统平面图



附图 3-2 核医学科 PET-CT 中心通风系统立面图

附件 1 委托书

ZFHK-TB1/22079

委 托 书

中辐环境科技有限公司：

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《中华人民共和国环境影响评价法》及《建设项目环境影响评价分类管理名录》等法律法规的有关规定，我单位东莞台心医院核技术应用建设项目需办理环境影响审批手续，现委托中辐环境科技有限公司对该项目进行环境影响评价。

特此委托。

委托单位：东莞台心医院有限公司（盖章）

2017 年 8 月 10 日

附件 2 原有项目相关审批文件

附件 2-1 关于东莞台心医院（600 床）建设项目环境影响报告书的批复意见

东莞市环境保护局

东环建〔2010〕1-017 号

关于东莞台心医院（600 床）建设项目 环境影响报告书的批复意见

东莞台心医院实业有限公司：

你公司送来委托广州市环境保护工程设计院有限公司编制的《东莞台心医院（600 床）建设项目环境影响报告书》及广东省环境技术中心《关于东莞台心医院（600 床）建设项目环境影响报告书评估意见》收悉。经研究，批复如下：

一、同意报告书的评价结论与建议。

二、根据报告书的评价结论和广东省环境技术中心评估意见，项目符合医疗卫生部门的规划及城市发展总体规划，在认真落实各项污染防治措施的前提下，同意东莞台心医院（600 床）项目在东莞市环城路东城牛山地段建设。该项目规划总用地面积 139573.5 m²，按规划分为一期、二期及远期进行建设，一期优先考虑项目用地南端的主体医疗大楼及用地北端的部分宿舍及公寓；二期及远期将建立主题医疗大楼、疗养康复肿瘤中心、行政会议中心、教学行政科研大楼及停车塔等。一期工程项目总投资 3.4 亿元，总建筑面积 112695.35 m²，总建筑占地面积 17120 m²，规划包括医疗区、生活区两部分，医疗区主要为综合医疗大楼（包括门诊、急诊、医技、

住院部等)及停车场等配套设施;生活区包括4栋9层专家楼及附属设施,主要做为医院员工宿舍。项目一期拟设床位数为600床,拟开设预防保健科、内科、外科、妇产科、儿科、眼科、耳鼻咽喉科、口腔科、皮肤科、急诊医学科、康复医学科、麻醉科、医学检验科、病理科、医学影像科、中医科。规划门诊量3000人次。不设传染病房,不设病原微生物实验室,不进行致病性细菌培养等相关研究。医院设置有专门的发烧、肠胃及肝炎筛选区,患者就诊过程中如检验出具有传染性,将会转移至其它专门医院,不在本医院就医。本评价内容不包含电磁辐射及放射性污染部分。

三、废水处理设施、医疗废物临时储存点、垃圾收集点等建筑物或构筑物布点原则上要求安全合理。合理设置医疗区及地下停车场排风口,避免对人群及周边环境保护敏感目标造成影响。

四、项目须重点做好以下工作:

(一)项目建设期间须落实报告书建议的各种污染防治控制措施,特别是建筑余泥等废弃物的防治措施,减低对外界环境的影响。项目竣工后须做好水土保持工作。施工期噪声执行《建筑施工场界噪声限值》(GB12523-90)。

(二)允许项目排放医疗废水479.6t/d、食堂含油污水18t/d、生活区生活污水总排放量约为172.8t/d。其中医疗废水、食堂含油污水排入自建污水处理站处理,达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)中的预处理标准限值及东莞市市区污水处理

厂接管标准两者中较严者后排入市政污水管网。污水管网未建成前不得排放。如需排放，另行申报；生活污水经化粪池预处理后，排入市政污水管网。废水经市政污水管网最终汇集到东莞市市区污水处理厂进行统一处理。核医部同位素检测废水、器皿洗涤及病人生活污水经衰变槽处理后外委有资质单位处理，不在院内处理。含氚废水经单独收集后也外委处理。实行雨污分流，清污分流。初期雨水预计 175 t/次，医院必须对初期雨水进行收集，将收集后的初期雨水经沉砂池沉淀处理后排入自建污水处理站处理，其他雨水直接进入城市雨水管道。

（三）允许设置 2 台功率为 1000kW 的柴油发电机组作为应急电源，发电机尾气排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中新污染源大气污染物排放限值二级标准。污水处理产生的废气排放执行《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中废气排放的规定。

（四）员工饭堂必须做好油烟净化措施，厨房油烟排放参照执行《饮食业油烟排放标准》（试行）（GB18483—2001）有关标准。

（五）做好发电机、变压器、中央空调、冷却塔、风机、水泵等设备的消声降噪措施。噪声排放执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）1、4a 类声环境功能区排放限值，其中东、西、北边界执行 1 类标准值，南面靠环城路一侧执行 4a 类标准值。

（六）医疗废物交由东莞市医疗废物处理中心集中无害化焚烧

处理，并按规定办理转移手续，防止造成二次污染。

(七)落实报告书的风险防范措施，加强管理，防止事故发生。

(八)须严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环保“三同时”制度。项目建成后，应按有关规定和程序向我局申请项目竣工环境保护验收，待验收合格后，主体工程方可投入生产或使用。



二〇一〇年十二月二十二日

主题词：环保 建设项目 批复

广东省环境保护厅文件

粤环审〔2012〕514 号

广东省环境保护厅关于东莞台心医院实业有限公司 核技术应用（放射诊疗和核医学科）项目 环境影响报告表的批复

东莞台心医院实业有限公司：

你单位报批的《核技术应用项目环境影响报告表》（以下简称报告表，编号 GDHL-HP-12-C034）、东莞市环保局的初审意见和省辐射防护协会的评估意见收悉。经研究，批复如下：

一、东莞台心医院实业有限公司项目建设地点为东莞市东城区环城路牛山地段东莞台心医院内，建设内容为：医院拟开展放射诊疗项目，在医技楼三层使用 2 台数字减影血管造影机（DSA 机，属 II 类医用射线装置）进行介入诊断和治疗；使用 DR 机、CT 机等 III 类医用射线装置共 20 台进行放射影像诊断；核医学科

在医技楼负一层使用锝-99 通过 ECT 机进行核素显像诊断, 使用碘-131 进行核医学治疗, 为乙级非密封源工作场所 (锝-99 日等效最大操作量为 $1.67 \times 10^8 \text{Bq}$, 碘-131 日等效最大操作量为 $7.40 \times 10^7 \text{Bq}$)。

二、根据报告表的评价结论, 我厅同意你单位按照报告表中
所列项目的性质、地点、规模、核素种类活度及环境保护措施要求建设该工程。

三、项目应认真落实报告表提出的各项污染防治和辐射防护措施, 并重点做好以下工作:

(一) 建立辐射安全管理机构, 建立辐射安全各项管理制度和操作规程; 加强放射性物质的安全保卫工作, 完善防盗设施与措施, 确保各放射性物质的安全; 辐射安全管理人员和辐射工作人员定期接受安全培训并持证上岗; 制定事故应急预案。

(二) 严格按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 等的要求建设各机房, 落实各项辐射安全与防护措施, 严格辐射工作场所的分区管理, 工作场所须设立电离辐射警示标志, 配备辐射防护用品。

(三) 按照《临床核医学放射卫生防护标准》(GBZ120-2006) 要求进一步加强核医学科的辐射防护、安全、监测等管理; 按照要求建立放射性同位素使用台账。

(四) 按照《医用放射性废物的卫生防护管理》(GBZ133-2009) 要求落实“三废”处理措施。按报告表要求设

置排气系统，保持工作场所废气排放系统、通风系统正常运行并达标排放，排气系统安装过滤器并定期更换；配备人员专门负责管理废物的收集、存放和处理，建立废物贮存、处理档案，对含放射性的固体废弃物，应根据产生的时间，分开收集，并在收集的容器上面贴标签注明污染物的种类，产生的时间及半衰期；废物贮存间设电离辐射警示标志，有“防火、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏”的功能，建立出入贮存间登记和双人双锁制度；核医学科患者专用洗手间的排泄物及衰变放射性废液集中收集至衰变池，达到排放标准后，经环保部门核准方可排放，废水衰变池须有足够容量，坚固、防酸碱腐蚀和无渗透并有防泄漏措施。

（五）落实监测计划，配备 X- γ 辐射和表面沾污测量仪器，定期监测并建立监测档案；非密封源工作场所每次操作放射性同位素后须对工作台、地面及工作人员的工作服、手套、工作鞋等进行表面沾污监测，发现污染及时去污；定期委托有资质的环境辐射监测机构对周围环境和 workplaces 进行环境辐射监测；工作人员佩戴个人剂量计，剂量计监测每季度进行 1 次，建立个人剂量档案。

（六）本项目的剂量管理目标值：工作人员剂量控制值低于 5 毫希沃特/年，公众剂量控制值低于 0.25 毫希沃特/年。

四、项目建设应严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。项目建成后，你单位应按规定的程序向我厅申请项目竣工环

境保护验收，污染防治的设施须经验收合格后，该建设项目方可投入使用。

五、项目的日常环境保护监督管理工作由东莞市环保局负责。



抄送：东莞市环保局，省辐射防护协会，广东核力工程勘察院。

广东省环境保护厅办公室

2012年10月30日印发

东 莞 市 环 境 保 护 局

东环建〔2015〕1423 号

关于东莞台心医院实业有限公司变更 名称、更正地址的函

东莞台心医院实业有限公司：

你单位关于申请变更名称、更正地址的有关资料收悉。经研究，现批复如下：

一、同意“东莞台心医院有限公司”使用原“东莞台心医院实业有限公司”环保审批文件；地址由“东莞市环城路东城牛山地段 03012 号”更正为“东莞市东城区台心路 2 号”（经营位置不变）。其它医疗设备、地点、经营规模、污染物排放种类数量等不变。

二、设立的“东莞台心医院有限公司”必须加强管理，落实各项环境保护措施，确保污染物经有效处理长期稳定达标排放，防治环境污染和生态破坏。

三、你单位仍未落实“三同时”验收工作，须尽快完善环保验收手续。



附件 3 辐射安全许可证



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：东莞市东城医院有限公司

地 址：东莞市东城区台心路 2 号

法定代表人：

种类和范围：使用 II 类、III 类射线装置***

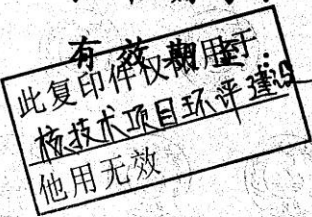
证书编号：粤环辐证 [04526]

有效期限：2022 年 11 月 02 日

发证机关：广东省环境保护厅

发证日期：2017 年 11 月 03 日

中华人民共和国环境保护部制



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		东莞莞心医院有限公司	
地址		东莞市东城区台心路2号	
法定代表人	郭山辉	电话	
证件类型	台胞证	号码	
名称		地址	负责人
放射科		一楼	
DSA 碎石中心		三楼	
牙科手术室		三楼	
涉源部门			
种类和范围		使用II类、III类射线装置***	
许可证条件	粤环辐证[04526]		
证书编号			
有效期至	2022年 1月 02日		
发证日期	2017年 1月 02日 (发证机关章)		

活动种类和范围

(三) 射线装置

证书编号: 粤环辐证[04526]

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类
1	飞利浦 Allura Xper FD20 C DSA 机	II	1 台	使用
2	西门子 MAMMOMAT Inspiration 乳腺机	III	1 台	使用
3	西门子 MOBILETT XP Digital 移动 DR 机	III	1 台	使用
4	Multix Fusion 平板 DR 机	III	1 台	使用
5	西门子 Yiso 双板 DR 机	III	1 台	使用
6	西门子 Luminos Fusion 胃肠机	III	1 台	使用
7	飞利浦 Ingenuity 64 排 128 层 CT 机	III	1 台	使用
8	HOLOGIC Discovery Wi 全身骨密度仪	III	1 台	使用
9	Carestream CS9000C 3D 口腔全景机	III	1 台	使用
10	Carestream CS2100-RV G6100 牙片机	III	1 台	使用
11	西门子 ARCADIS Varic 移动式 X 射线诊断设备 (C-arm)	III	1 台	使用
12	深圳惠康 HK.ESWL-V 碎石机	III	1 台	使用

此复印件仅用于
核技术项目环评建档
他用无效

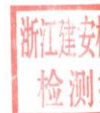
附件 4 本项目环境辐射现状监测报告



监测报告

报告编号: GABG-HJ17380061

项 目 名 称	东莞台心医院有限公司扩建 PET-CT 核技术利用项目环境辐射现状监测
委 托 单 位	中辐环境科技有限公司
监 测 类 型	委托监测



浙江建安检测研究院有限公司

2017 年 9 月编制

浙江建安检测研究院有限公司 网址: <http://www.giian.cn> 电话: 0571-87985777 传真: 0571-87979992
地址: 杭州市江干区明石路黎明花苑三区综合楼 邮编: 310021 用户信箱: giian@giian.com

声 明

1. 本机构保证检测工作的公正性、独立性和诚实性, 对检测的数据负责, 对受检单位和委托方的检测样品、技术资料及检测报告等严格保密和保护所有权。如有违反公正性、保密性的行为, 给客户造成损失的, 本机构愿意承担相应法律责任。
2. 本报告无监测人(或编制人)、审核人、批准人签名无效; 涂改或未盖浙江建安检测研究院有限公司检测报告专用章无效。
3. 送样委托检测, 仅对来样负责。
4. 受检单位和委托方若对本报告有异议, 应于收到报告之日起 15 日内向本机构提出。
5. 未经本机构书面批准, 不得部分复制本报告。本报告各页均为报告不可分割之部分, 使用者单独抽出某页而导致误解或用于其它用途及由此造成的后果, 本机构不负相应的法律责任。
6. 本报告未经浙江建安检测研究院有限公司同意, 不得以任何方式作广告宣传。

一、项目基本情况

项 目 名 称 :	东莞台心医院有限公司扩建 PET-CT 核技术利用项目环境辐射现状监测
委托单位名称:	中辐环境科技有限公司
委托单位地址:	杭州市江干区明石路黎明花苑三区综合楼
委 托 编 号 :	17380061
监 测 项 目 :	X-γ 空气吸收剂量率
监 测 方 式 :	现场监测
监 测 依 据 :	GB/T 14583-1993《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》 GB 18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》
主要监测仪器:	HD-2005 型 X-γ 剂量率仪/05034602
监 测 地 址 :	东莞市东城区台心路 2 号 (东莞台心医院有限公司扩建 PET-CT 核技术利用项目拟建场址及周围 50m 范围内)

二、检测仪器

仪器型号	HD-2005 型环境级 X-γ 剂量仪
生产厂家	北京核地科技发展中心
仪器编号	05034602
能量范围	25keV~3MeV; $\leq \pm 15\%$
量程	$(1 \sim 100000) \times 10^{-8} \text{Gy/h}$
检定单位	中国计量科学研究院
检定证书	DYjl2016-5446
检定有效期	2016 年 10 月 31 日~2017 年 10 月 30 日

三、检测结果

场所名称: 东莞台心医院有限公司扩建 PET-CT 核技术利用项目拟建场址及周围 50m 范围内

监测日期: 2017 年 8 月 22 日

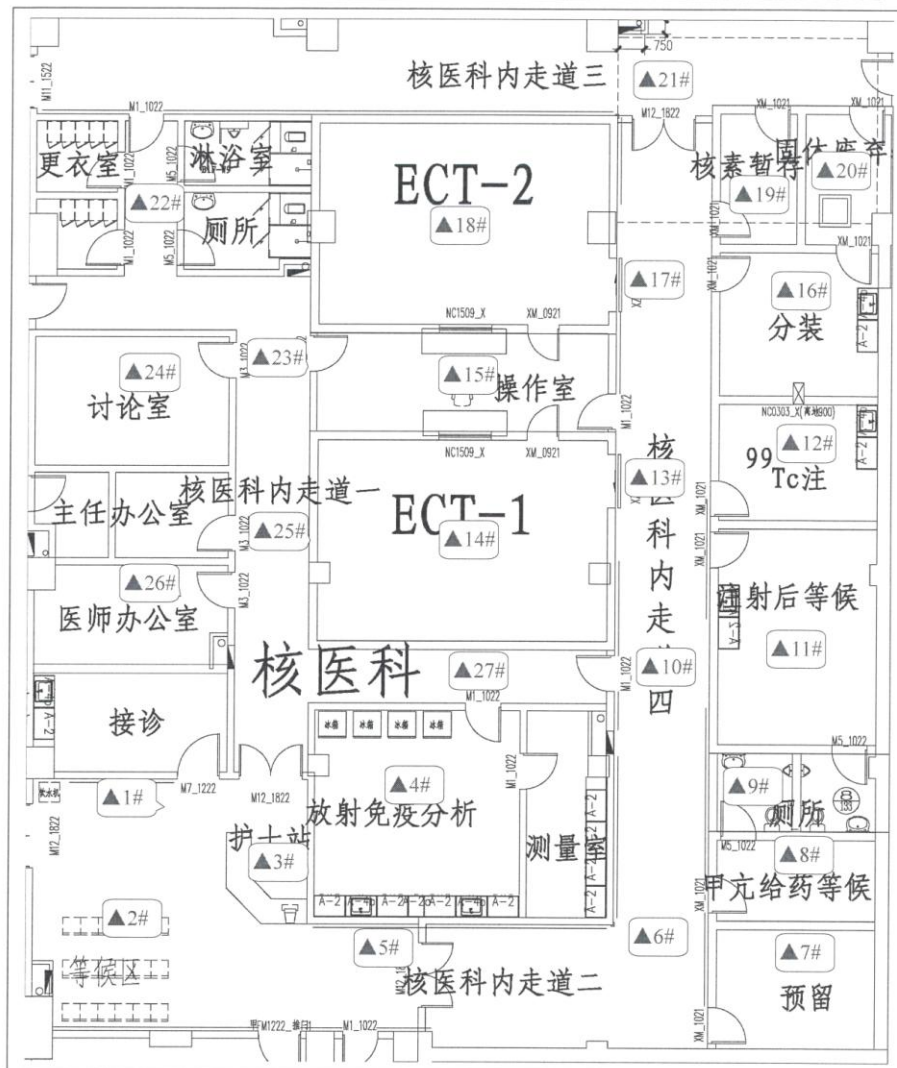
监测条件: 温度 35℃、相对湿度 65%

监测点位置和编号		监测点位置	监测结果 ($\times 10^{-8} \text{Gy/h}$)		备注
			平均值	标准差	
项目拟建场址(核医科)	1#	接诊室南墙外 0.3m	11.2	0.1	室内
	2#	候诊区中心	11.4	0.1	室内
	3#	护士站前台	12.0	0.2	室内
	4#	放射免疫分析室内中心	12.4	0.1	室内
	5#	放射免疫分析室南墙外 0.3m	12.4	0.1	室内
	6#	核医科内走道二与四交汇处	10.9	0.0	室内
	7#	预留房间内中心	9.5	0.1	室内
	8#	甲亢给药等候室内中心	9.6	0.2	室内
	9#	甲亢给药等候室厕所内中心	9.3	0.1	室内
	10#	核医科内走道四中心 (注射后等候室西墙外)	11.1	0.0	室内
	11#	注射后等候室内中心	9.7	0.1	室内
	12#	Tc-99 注射室内中心	9.8	0.0	室内
	13#	ECT-1 机房防护门外 0.3m	11.0	0.1	室内
	14#	ECT-1 机房内中心	11.0	0.2	室内
	15#	ECT-1 与 ECT-2 操作室内中心	13.1	0.2	室内
	16#	分装室内中心	10.9	0.0	室内
	17#	ECT-2 机房防护门外 0.3m	11.1	0.2	室内

注: 未经本单位书面允许的对本报告的任何局部复制、使用和引用均为无效, 本单位不承担任何法律责任

项目拟建场址周围 50m 范围内	18#	ECT-2 机房内中心	10.8	0.2	室内
	19#	核素暂存间内中心	11.0	0.1	室内
	20#	固废暂存间内中心	10.9	0.0	室内
	21#	核医科内走道三与四间通道门处	11.3	0.1	室内
	22#	更衣、淋浴室内中心过道	10.0	0.2	室内
	23#	核医科内走道一中心 (机房操作室与讨论室间)	10.7	0.2	室内
	24#	讨论室内中心	11.2	0.2	室内
	25#	主任办公室门外 0.3m (核医科内走道一)	11.5	0.1	室内
	26#	医师办公室内中心	11.1	0.2	室内
	27#	生活水箱北侧过道中心	11.4	0.2	室内
	28#	车库车道竖(四)与横(二)交汇口处	12.2	0.1	室内
	29#	车库车道横(二)北侧电梯间	11.0	0.0	室内
	30#	核医科西侧访客电梯间	11.2	0.1	室内
	31#	病历室北墙外 0.3m	11.7	0.2	室内
	32#	病历室内中心	12.1	0.3	室内
	33#	工务会议室外东门 0.3m	11.3	0.1	室内
	34#	工务办公室内中心	9.8	0.0	室内
	(35)#	急诊楼南墙外 1m	10.0	0.1	室外道路
	(36)#	急诊楼东墙外 1m	11.3	0.3	室外道路
	(37)#	住院楼出入口处(核医科上层)	11.4	0.1	室内
	(38)#	住院楼住、出院大厅(核医科上层)	11.4	0.2	室内
	(39)#	住院楼住、出院办理柜台外 0.3m (核医科上层)	10.0	0.2	室内
	(40)#	住院楼东墙外道路中心 (核医科东侧约 20m)	9.5	0.1	室外道路
	(41)#	医院东南角出入口门卫室外 1m	10.0	0.1	室外道路
	(42)#	医院东侧道路(核医科东侧约 50m)	10.8	0.1	室外道路
	(43)#	医技楼东墙通道门外道路中心	10.7	0.1	室外道路

注: 监测时仪器探头距离地面 1m, 每个监测点读取 5 个数据取平均值, 所有测量值均未扣除宇宙射线。



附图 1 项目拟建场所(核医学科现状)环境辐射现状监测布点图

注: 未经本单位书面允许的对本报告的任何局部复制、使用和引用均为无效, 本单位不承担任何法律责任



注: 5#▲ 表示负一层监测点;

(5#)▲ 表示地面监测点。

附图 2 项目拟建场址周围 50m 范围内环境辐射现状监测布点图

(编制人: 陈莉)

监测人

审核人

批准人

职务

主任

检测单位 (检测专用印章)

2017 年 9 月 6 日

——以下空白——

附件 5 原有辐射工作人员培训情况统计表



现有人员培训统计情况

序号	姓名	培训/在培训日期（合格证书发证日期）	合格证书编号	备注
1	林	2017.8.15	粤辐防S170231	
2	卢	2017.8.15	粤辐防S170227	
3	王	2017.8.15	粤辐防S170229	
4	许	2017.8.15	粤辐防S170230	
5	杜	2017.8.15	粤辐防S170224	
6	翁	2017.8.15	粤辐防S170226	
7	张	2017.8.15	粤辐防S170223	
8	王	2017.8.15	粤辐防S170221	
9	乔	2017.8.15	粤辐防S170220	
10	江	2017.8.15	粤辐防S170222	
11	江	尽快组织培训		
12	梁	已离职		
13	徐	已离职		
14	黄	尽快组织培训		
15	黄	尽快组织培训		
16	李	2017.8.15	粤辐防S170228	已离职
17	张	已离职		
18	李	已离职		
19	白	2017.8.15	粤辐防S170225	已离职
20	黄	尽快组织培训		
21	吴	尽快组织培训		
22	但	尽快组织培训		
23	唐	尽快组织培训		
24	贾	尽快组织培训		

附件 6 辐射防护安全管理制度

关于成立东莞台心医院有限公司 放射防护和辐射安全领导小组的通知

为切实加强我院放射性同位素和射线装置的安全和防护管理，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》及《放射诊疗管理规定》等国家有关法律法规的要求，成立放射防护和辐射安全管理领导小组，具体成员及工作职责如下：

一、组成人员

组 长：	陈永
副组长：	
成 员：	

二、工作职责

1. 负责全院放射诊疗工作的监督管理，保证放射防护、安全与放射诊疗质量符合有关规定和规范的要求。
2. 组织制定并落实放射诊疗和放射（辐射）防护管理制度。
3. 定期组织对放射诊疗工作场所、设备和人员进行放射防护检测、监测和检查。
4. 组织放射诊疗工作人员接受专业技术、放射防护知识及有关规定的培训和健康检查。
5. 制定放射（辐射）事件应急预案并组织演练，发生放射（辐射）事件应及时报告环保、卫生以及公安等行政主管部门，并立即采取有效应急救援和控制措施，防止事件的扩大和蔓延，进行调查处理。

东莞台心医院有限公司

2018 年 4 月 9 日

辐射（放射）防护和安全管理制度

第一条 为本单位对放射性同位素与射线装置的安全使用和防护工作的监督管理，保障从事辐射工作人员和公众的健康与安全，保护环境，制定本办法。

第二条 本制度适用于本单位购进、使用、转让和报废放射性同位素和射线装置的科室及个人。

第三条 认真贯彻执行《中华人民共和国放射性污染防治法》、《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》及相关规定；严格遵循《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及其他相关标准。主动接受并积极配合环保、公安、卫生等主管部门的监督管理工作。

第四条 辐射安全和防护工作由辐射安全防护领导小组负责。同时，领导小组设专职人员进行放射安全防护日常管理，并有效开展工作。

本单位核技术应用项目必须遵循辐射防护三原则，即实践的正当性、辐射防护的最优化和个人剂量的限制。对于辐射污染防治工作实行国家的“预防为主、防治结合、严格管理、安全第一”的方针。在购进放射性同位素和射线装置之前必须到环保办公室办理申请手续，并落实放射性物品使用地点、辐射工作人员名单及存放放射性同位素的设施，待上级环保主管部门审批后方可进行购买，不得擅自购进、使用、转让和租借。

放射性同位素应当单独存放，不得与易燃、易爆、腐蚀性物品等一起存放。贮存场所采取有效的防火措施；安装防盗门窗、报警装置或监视器，确保万无一失，放射性同位素要放在保险柜，在存放的保险柜、门口等位置设置警示标志。防护 α 、 γ 射线常用铅、铁、水泥

和铅玻璃等高密度材料；防护 β 射线常用铝和有机玻璃等轻质防护材料，同时注意对 β 射线韧致辐射的防护；射线装置的使用也必须有专人负责，设置铅板等防护措施，在使用地点设置警示标志。

建立放射性同位素和射线装置台账，记载放射性同位素的核素名称、出厂时间和活度、标号、编码、来源和去向；射线装置的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项。贮存、使用放射性同位素时每次都要进行登记、检查，做到帐物相符，如有不符，及时报告。放射性同位素、射线装置的管理、使用要有专人负责，建立健全岗位职责、操作规程，按照“谁使用，谁负责”原则，落实管理责任制。对于放射源的管理实行双人双锁制度，即对放射性同位素的使用、存放、检查、处置等工作要有两人在场才能完成。

辐射工作人员必须是应具备专业知识、防护知识以及健康条件的专业技术人员，取得广东省辐射防护及安全培训机构颁发的辐射防护知识培训证和放射工作人员证后方可从事放射工作。辐射工作人员工作时必须佩戴剂量计，按要求体检和接受放射防护知识培训，并享受一定保健待遇。

放射工作人员如有变动，须及时向环保办申报。放射性同位素需要退役或闲置，3 个月内将废源退回原生产单位或者返回原出口方，确实无法返回的，由放射安全防护领导小组联系相关环保、公安等主管部门办理其它收储、注销手续。射线装置需要报废的，也必须根据相关规定办理注销手续。

东莞台心医院有限公司

辐射（放射）事故应急预案

依据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《中华人民共和国职业病防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》及《放射诊疗管理规定》等相关法律法规，制定本应急预案。

一、辐射（放射）事故的定义

放射性同位素与射线事故简称辐射事故，是指放射性同位素丢失、被盗或者射线装置、放射性同位素失控而导致工作人员或者公众受到意外的、非自愿的异常照射。

二、辐射事故（放射）应急小组

（一）小组成员

医院已成立辐射（放射）事故应急小组，小组成员名单如下：

组 长：

副组长：

成 员：

--

（二）主要职责

监督检查辐射（放射）安全工作，防止放射事件的发生；针对防范措施失效和未落实防范措施的单位提出整改意见；对已发生放射事件的现场进行组织协调、安排救助、并向放射工作人员与公众通报；负责向上级行政主管部门报告放射事件发生和应急救援情况，负责恢复正常秩序、稳定受照人员情绪等方面的工作。

对突发辐射事故，要坚持以预防为主，常备不懈的方针，建立和加强相应的监测、应急制度，做到及时发现、及时报告、快速反应、及时控制。

三、应急处置程序

一旦出现辐射（放射）事故，事故发生者应在第一时间向本单位辐射（放射）事故应急小组报告，并采取措施防止事故继续发生和蔓延的措施，避免危害范围的进一步扩大，应急小组立即启动应急预案，同时根据事故情况向环保、卫生和公安行政管理部门报告。

（一）辐射（放射）事故的报告

发生或者发现辐射事故的科室和个人，必须立即向医院行政值班室（或医务科（6481）报告。值班室或医务科在接到报告后，立即向医院成立突发放（辐）射事故应急领导小组汇报，由组长决定启动辐射事故应急方案，根据事故等级采取相应的事故应急处理措施。并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向区、市环境保护部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应向东莞市卫生行政部门报告。

相关部门联系电话：

1、院内主管部门电话：

医务科	
院务处	
院总值班	

2、上级主管部门电话：

环保热线：12369

东莞市政府热线（联动）：12345

东莞市环保局：0769-23391208（辐射与科技标准科）

卫生部门热线：12320

公安部门紧急电话：110

（二）辐射（放射）事故的处理

事故处理必须在单位负责人的领导下，在有经验的工作人员和辐射防护人员的参与下进行。未取得防护监测的人员允许不得进入事故区。应急处理领导小组召集专业人员，根据具体情况迅速制定事故处理方案。负责组织控制区内人员的撤离工作，并及时控制事故影响，防止事故的扩大蔓延。在环保、公安和卫生等部门未确定达到安全之前，不得解除封锁。

1、事故的处理原则

- （1）迅速报告原则；
- （2）主动抢救原则；
- （3）生命第一的原则；
- （4）科学施救，控制危险源，防止事故扩大的原则；
- （5）保护现场，收集证据的原则。

2、不同类型事故的一般处理措施

本项目可能发生的辐射事故报告射线装置运行过程中出现意外情况导致的人员误照射和放射性物质（包括放射源和非密封放射性物质）的被盗、丢失和洒漏等。

（1）射线装置事故的处理措施

严格遵守射线装置的操作规程，一旦发现控制台上的监视器不能停止、按钮不能复位或其它情况，造成射线装置一直出束或有人人员尚未撤

离机房，设备开始出束时，应进行以下处理措施：

①立即按下应急开关或切断主控电源，停止射线装置的运行，保护好事故现场，同时上报本单位辐射事故应急小组；

②启动应急预案；

③控制现场，积极主动调查事故原因；

④及时报告当地环保部门和卫生部门，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》；

⑤协助环保、卫生部门调查事故原因；

⑥协助卫生专业人员对受照射人员进行受照剂量估算，并进行身体检查和医学观察；

⑦及时向公众发布消息，消除公众疑虑。

（2）放射性物质（或放射源）被盗、丢失或洒漏事故的处理措施

①当发生放射性物质（或放射源）被盗、丢失或洒漏事故时，事故发现者应立即封锁、保护现场，报告医院辐射事故应急小组。该小组领导立即启动本单位辐射事故应急预案，疏散现场无关人员，设置警戒区并在边界设置警示标示，禁止无关人员进入现场；

②该领导小组接到报告后立即向院领导报告，在2小时内填写《辐射事故初始报告单》，向当地环境保护主管部门、公安部门、卫生主管部门报告；配合管理部门进行事故处理，并及时向公众发布消息，消除公众疑虑；

③辐射事故应急指挥领导小组协助公安、环保和卫生主管部门对丢失的放射性物质（或放射源）进行侦查和追缴；

④当发生放射性药物洒漏事故时，事故处理人员在采取了穿戴防护用品、佩戴剂量报警仪等基本措施的情况下进入事故区域，首先用吸水

纸等覆盖污染区域，控制表面扩散；

⑤对事故现场开展应急监测，掌握污染程度和污染范围；

⑥事故处理人员在清污时先用吸水纸将洒漏的药剂吸干，再进行擦拭，清污产生的废吸水纸、一次性手套等按放射性废物管理和处理，产生的少量冲洗器皿、台面等的废水应收集排入衰变池；

⑦清污完成后再次对工作区域环境中的 γ 辐射剂量率和 β 表面污染水平进行监测，直至监测值达到本底水平后。

（三）医疗救治

迅速安排受照人员就医，将严重伤员转至专业医疗机构救治。

（四）事故原因调查与总结

各种事故处理以后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故重复发生。发生放射性事故的责任单位和个人，依照有关法规进行处理。

（五）应急终止

符合下列条件后，终止应急状态：

（1）事件现场得到控制，事件条件已经消除。

（2）放射源的泄漏或释放已降至规定限值以内。

（3）事件所造成的危害已经被彻底消除，无继发可能。

（4）采取了必要的防护措施以保护公众免受再次危害，并使事件可能引起的中长期影响趋于合理且尽量低的水平。

四、应急人员的培训演习计划

（一）应急培训

医院每年至少组织1次辐射事故应急预案的培训。培训的主要内容：

法律法规、应急预案、应急监测、辐射防护、应急处置和应急响应程序等。

（二）应急演练

医院每年至少组织一次辐射事故应急演练。辐射事故应急演练应根据可能发生的辐射事故组织有针对性的演练，采取桌面推演、模拟现场演练等形式，突出练组织、练指挥、练程序、练技术、练处置，不断提升辐射事故的应急处置能力，并对每一次演练应认真进行评价和总结。

五、辐射事故等级和性质划分

根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。

1、特别重大辐射事故，是指Ⅰ类、Ⅱ类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致3人以上（含3人）急性死亡。

2、重大辐射事故，是指Ⅰ类、Ⅱ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致2人以下（含2人）急性死亡或者10人（含10人）以上急性重度放射病、局部器官残疾。

3、较大辐射事故，是指Ⅲ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致9人以下（含9人）急性重度放射病、局部器官残疾。

4、一般辐射事故，是指Ⅳ类、Ⅴ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限制的照射。

东莞台心医院有限公司

核医学科 PET-CT 中心管理制度

一、高活性操作规则

通风、快速、安全、准确操作

- 1、遵守放射防护规程，操作前进行通风，穿带防护器材。
- 2、吸取原液时要远距离操作。
- 3、给治疗药前核对放射性原液的核素名称、总放射性活度、放射性浓度和稀释液的计算、并在登记本上签名，给药时要认真核对病人姓名及计量。
- 4、按规定放置放射性同位素，使用后一定要贴标签，标明放射性同位素的种类、时间、比放射性强度等。
- 5、稀释放射性同位素时禁止用热开水。
- 6、保持卫生整洁，每次操作完关好水、电、门窗。
- 7、污染时应及时报告领导，及时处理，防止污染扩大。
- 8、固体废物放置于废物库十个半衰期后才能处理。

二、放射性药物室制度

快速、安全、无菌、三查三对

- 1、遵守放射防护规程，穿戴防护衣具。
- 2、保持室内整洁，装柱前搞好卫生，每次淋洗前开紫外线消毒 15—20 分钟，严格执无菌操作技术。
- 3、熟练掌握和正确使用各类发生器，使用后作好记录。
- 4、分装标记前选定核素放射性活度，按常规分装、标记，抓好质量控制，并作好标记使用记录。
- 5、严格控制使用剂量，用前三查三对（查标记物名称、查标记物总活度、查标记药剂质量，对病人姓名、对病人受检项目及对注射药剂用量）。
- 6、心血管病患者和危重病患者用药前后，当班工作人员应密切监视。
- 7、放射性废物按要求放置，每周清理一次并集中废物库存放。
- 8、加强本室安全管理，非本室工作人员不得使用发生器，每班工作人员作好使用交接班，发现问题及时报告领导，使用后作好室内物品整理，关好门窗水电，

并作好各种记录。

三、放射性药品（含放射源）管理制度

遵纪守法、专人管理、安全使用

1、遵守放射性药品及放射源使用规则，在“许可证”许可的放射性核素种类及等效年用量范围内订购、使用放射性药品及放射源。

2、放射性物品订购遵照我科放射性药品订购细则。

3、放射性药品、放射源由专人管理，建立进出量档案，按种类、数量、领取日期、经办人等项目进行登记。

4、放射性药品、放射源到货后负责接收的同志应核对药物名称、数量，检查其包装有无破损，并及时通知有关人员领用，未领用的应存放高活性室。

5、按有关放射性核素检查及治疗操作常规正确、安全使用放射性药品及放射源。

6、放射源不得外借。

7、加强安全保卫工作，经常检查核对、登记，作好放射源的管理，防止丢失，万一丢失，应立即向领导及上级主管部门报告，以及时采取有效措施。

四、放射防护规则

1、坚持技术熟练、操作快速、安全第一的总原则

2、遵守放射性防护条例，年满十八岁，身体健康，接受培训后，方能开始从事本专业技术工作。

3、操作前先将室内通风，操作时需穿戴防护面具；不允许用口吸、吹放射性核素，应以远距离操作。

4、大剂量工作，宜采取轮换进行操作，以适当分配受照剂量，为保证工作人员长期有良好的身体素质。

5、放射性核素源及分装标记、注射和照相的工作场所，必须具有高安全系数的防护通风设备；放射性工作场所不得随意带非本室工作人员进行任何的活动。

6、防护小组每月应监测工作场所一次。每当发生污染时，应立即作标记，并制止污染区扩大，用吸水纸先将污染吸干，再选择合适的去污染剂反复去污染至最低值。

7、凡本专业工作者，必须接受市防疫站和科防护小组对照射剂量的监督并佩带剂量片，如测定结果超剂量时，应暂时脱离接触大剂量工作一定时间。

8、严禁在放射性工作场所饮水、吃东西及吸烟，或存放食物等。

9、孕妇不能接触大剂量工作，长期患病者、血小板白血球低下者都不再适宜接受放射性工作，应暂时脱离接受射线。本专业工作者应定期进行血象监测，或服用发给合适的保健药品，并接受院或市防疫站的定期体检。

五、放射性废物管理制度

1、设立专用放射性废物存放库，存放固体废物，实行专人管理。

2、放射性固体废物放置十个半衰期后处理。

3、存放在废物库放射性废物必须作好标记，标明存放日期、核素种类等。

4、定期处理和整理存放在库内的废物。保持库房整洁。

5、放射性液体废物排入污水处理池，按放射性污水处理有关规定处理。

六、PET-CT 机房制度

1、非本科工作人员未经许可不得进入室内。

2、进入室内必须换工作服，穿工作鞋，注意保持室内整洁，勿在室内吸烟、进食、高声谈笑、听音乐及看报等与工作无关的事。

3、未经培训不得上机，认真、严格执行计算机、PET-CT 技术操作规程，避免差错事故。

4、每天工作前，要先检测机器的工作状态和运行环境，确保能够顺利完成当天所有工作内容。

5、开机后，主要操作者不得离开机房，工作完毕，探头必须恢复还原状态，按要求关闭电源，加盖探头保护罩和机罩，认真填写有关使用记录。

6、在机房注射工作人员要遵守操作开放放射性核素的防护程序和规则；严禁乱扔针头、棉签、手套等可能造成污染的杂物，保持房间整洁。

7、本室由专人管理，室温应保持在 $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，每小时温差不大于 3°C ；相对湿度保持在 $70\pm 10\%$ 。

8、PET-CT 定期由技师主持进行技术性能保养和性能测试。

9、仪器设备出现故障或发生以外放射性污染，须及时向领导报告和处理并查找

原因，如实填写故障记录。

10、外单位人员未经科主任同意，不得使用室内仪器设备。

11、保持整洁，开机前要抹台面灰尘，倒掉去湿机积水，下班时应整理室内物品。每周进行室内大清洁一次。

七、PET-CT 检查注意事项

1、检查请提前预约，如因故改变请提前 12 小时通知，以免造成药物浪费（药物价格昂贵，有效期短）；

2、检查前空腹至少 6 小时，禁用葡萄糖类药物，禁食含糖食物、禁饮含糖饮料，可以喝清水；

3、糖尿病患者请控制好血糖在大致正常范围；

4、患者在钡餐、钡灌肠等检查后，最好 1 周后再行 PET/CT 检查；检查前不要做剧烈运动，寒冷天气注意保暖；

5、小儿、危重患者需家属及医护人员陪同；病人至少能够耐受半小时的安静平躺，疼痛患者需准备好止痛药；

6、孕妇及哺乳期妇女禁忌 PET/CT 检查，检查后当天尽量不要与孕妇及婴幼儿接触；

7、穿戴没有金属拉链、纽扣的衣服前来，检查时取下手机、手表及其他金属等物品，检查时身体不要移动；

8、请带齐相关病历资料，尤其是影像学检查资料，为了更为准确的诊断，请提供尽可能详细的病史。

东莞台心医院有限公司

辐射环境监测计划

根据《放射性污染防治法》及《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》要求，医院须对使用射线装置、辐射工作场所及辐射从业人员开展辐射监测工作，以确保放射从业人员的职业健康，控制放射性物质的照射，保障环境安全，规范辐射工作防护管理。

一、竣工环境保护验收

按照环境保护制度的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

二、个人剂量监测

为每名辐射工作人员配发个人剂量计，监测周期最长不得超过 3 个月（将个人剂量计送往有资质的检测机构进行检测）。

1、在正常工况下，若工作人员年有效剂量超过 5mSv 的剂量约束值时，应进行剂量异常原因调查，最终形成正式调查报告，并经本人签字、存档。

2、建立个人剂量档案，档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。建设单位应当将个人剂量档案保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或停止辐射工作三十年。

3、个人剂量检测报告应当连同年度评估报告一起作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成内容一并提交给发证机关。

三、年度常规监测

每年委托有相关资质的第三方辐射监测机构对医院的辐射工作场所进行年度监测。年度监测数据将作为本单位辐射安全和防护状况年度评估报告的一部分，定期上报环保行政主管部门。

四、辐射工作场所及周围环境监测计划

表 1 辐射工作场所监测计划

项目	监测内容	监测点位	监测周期	
			自行监测	委托监测
PET-CT非密封放射性物质工作场所	X-γ空气吸收剂量率	辐射工作场所内： PET-CT机房内、分装室、注射室、注射后候诊室等。 辐射工作场所外： 核医学科内控制区与监督区之间通道门（M2、M4）处、核医学科内走道一、等候区、护士站、楼上、控制室操作位等处。	1次/季	1次/年
	β表面放射性污染	工作台、设备、墙壁、地面、工作服、手套、工作鞋、手、皮肤等、受检者通道、分装室、注射室、注射后候诊室	每次工作后	1次/年
射线装置	X-γ空气吸收剂量率	对防护门、观察窗和屏蔽墙外30cm，距地面高100cm处，门与每面墙设3个监测点。工作人员常工作、活动的位置	--	1次/年

自行监测应做好监测数据的审核，制定相应的报送程序，监测数据及报送情况存档备查，在监测过程中发现问题时，应立即停止辐射工作，及时维护、整改，直至满足要求后方可再次开始工作。

五、放射性废水排放前监测

放射性废水在衰变池内储存满开始排放前，应委托有资质的单位开展监测，并在排放过程中对监测井进行连续监测，保证废水达标（总β小于10Bq/L）排放。

六、放射性废物处理前监测

放射性废物在专用废物间内放置10个半衰期后，经对其外照射水平及表面污染水平监测合格后，方可作为一般医疗废物进行处理。

东莞台心医院有限公司

PET-CT 医生工作制度

一、医师轮班接诊制度

接诊时应注意：

- 1.在检查病人、回答问题和交代事项时应热情、耐心、细致和负责；
- 2.掌握 PET-CT 检查适应症；
- 3.详细了解、记录患者的病史、体征及相关辅助检查结果；
- 4.依照检查目的，帮助确定检查部位及显像剂的种类、剂量；
- 5.若遇特殊情况(如患者检查前需做特殊准备、采用特殊检查剂量、采用特殊采集条件等)，应在 PET-CT 检查记录单中红笔标注，并及时告知相关人员（患者、化学师、护士或技师）；
- 6.负责审阅当日午间受检患者的图像，决定是否需要延迟显像；
- 7.每日 5pm 前，应了解次日患者数量及基本情况，并向次日接诊医生交班。

二、加强 PET-CT 报告质量管理，保证报告质量

- 1.每位患者图像采集完毕后，医生均应及时审阅图像，决定是否需要延迟显像，并以书面医嘱形式告知技师。
- 2.如无特殊情况，坚持每日集体阅片，针对疑难病例进行讨论并记录。
- 3.报告应有二级审核，出具的报告应保证患者基本信息准确、完整，影像描述准确、客观，结论可靠。报告医生负责向患者或临床医生解释报告。
- 4.定期与特聘专家进行部分疑难病例的重点讨论，提高诊断水平。
- 5.加强与临床科室的沟通、协作，定期举行有针对性的专题病例讨

论，了解临床需求，提高报告质量。

6.及时进行阳性病例随访，通报随访结果，并根据病理结果进行病例的二次讨论。

三、PET-CT 阅片室工作制度

1.保持阅片室的工作环境安静、整洁，禁止将茶水、饮料带入阅片室，禁止在阅片室内喧哗、聊天。

2.保证阅片室内各工作电脑、投影仪、打印机的正常工作状态，如发现异常，应及时与相关公司联系。

3.最后一位下班的 PET-CT 医生，负责关闭阅片室内各电脑及打印机，锁好阅片室门窗。

4.医生间应互帮互助、互相协作，有事时所负责工作需委托或交班给其他医生，重要事宜或通知请标注于留言板。

5.遇到不能解决的问题应及时请示上级医师或科主任。

东莞台心医院有限公司

PET-CT 设备例行维护制度

一、每周执行一次的维护流程

1. 关闭系统

周必须至少关闭和重新启动系统一次，如果您的工作场所需要的话，可以更频繁地关闭和重新启动系统。在进行定期关闭系统时请勿关闭墙上电源。

2. 测试设备的安全性

每周都要执行以下测试。如果其中任何一项测试失败，都需要给当地的设备服务代表打电话。在问题得到解决之前，请不要再操作该系统。

1) 测试“紧急停止”按钮。

a) 执行将扫描仪用于进行 CT 采集的流程，按照操作流程操作，直到扫描控制面板上的“手动”或“自动扫描”指示灯亮起。

b) 按 Scan Control Panel（扫描控制面板）上的 Emergency Stop（紧急停止）按钮。

c) 听扫描仪的制动停止声音，确定“紧急停止”按钮功能正常。

d) 对每个 Emergency Stop（紧急停止）按钮重复上述步骤。

e) 按机架面板上的“紧急停止”按钮后，手动移动患者床位，确定它可以自由移动。

2) 验证覆盖层平面的塑料薄膜是否完好无损。

二、每月进行一次维护流程

1. 备份 PET 和 CT 系统文件

为防止重要的系统设置信息（例如协议和 QC 校准表）永久丢失，建议每月备份一次 PET 和 CT 系统文件。若距上次备份的时间超过 30 天，

系统会在您登录时发出提示信息来提醒您备份系统。您可以单击提示信息上的 OK（确定）并根据需要运行系统扫描。

但是，您应该保留一些时间以尽可能快地执行以下备份过程。

1. 在 CT 主机上，单击 Home（主目录），然后单击 Service 服务）。
2. 选择 PET and CT Backup（PET 和 CT 备份）。系统在备份 PET 系统文件时将显示状态消息。
3. 系统完成 PET 系统文件打包后，将显示 Backup/Restore（备份/恢复）对话框。Space Requirement(Bytes)（空间需求（字节）表会列出要备份的数据类型和文件大小（以字节为单位）。确保所有复选框均已选中。
4. 默认情况下，系统会将备份文件存储在 CT 主机内部驱动器 D:\Temp 文件夹中。要更改备份文件的位置，请在 Backup/Restore（备份 / 恢复）对话框中单击 Browse（浏览），然后选择其他位置。您还可以选择使用可移动设备，例如 DVD-RAM 或 EOD（通常为驱动器 F:\ 或 G:\）。
5. 当您准备好备份 CT 系统文件时，请按 Start Backup（开始备份）。此时会出现 Log（日志）对话框，显示备份过程的状态。
6. 在 Backup Done（备份完成）确认框中，单击 OK（确定）。

辐射（放射）工作人员管理及培训制度

一、辐射（放射）工作人员管理规定

- 1.辐射（放射）工作人员应该熟悉放射安全防护知识和专业知识，严格按规程操作，严防放射事故的发生；
- 2.辐射（放射）工作人员进入放射工作场所，正确佩戴个人剂量计；
- 3.操作结束离开非密封放射性物质工作场所时，按要求进行个人体表、衣物及防护用品的放射性表面污染监测，发现污染要及时处理，做好记录并存档；
- 4.进入强辐射工作场所时，除佩戴常规个人剂量计外，还应当携带报警式剂量计；
- 5.离开放射工作场所后，应妥善保管。不得私自拆开、故意损坏剂量计；
- 6.不得佩戴剂量计进行放射检查或治疗，不得互换内外剂量计，不得故意将剂量计在辐射环境中恶意照射；
- 7.个人剂量计丢失，损坏或超期未交者，每个剂量计赔偿100 元；
- 8.个人剂量一年累计超出管理目标者，暂停其放射工作人员资格；
9. 辐射（放射）工作人员应该按照医院的安排接受放射安全防护知识培训，个人剂量监测和健康体检。如果由于个人原因不执行有关规定，医院将中止其辐射（放射）工作人员资格。

二、辐射（放射）工作人员培训计划

- 1.从事辐射工作的操作人员及管理人员必须参加由广东省辐射防护协会组织的放射性同位素与射线装置安全和防护知识的培训，经考试合格取得辐射工作人员的上岗证。

- 2.取得上岗证的辐射工作工作人员应当每四年接受一次培训
- 3.医院每年组织一次辐射工作人员技术与安全知识的培训、考核，加强人员技能知识和能力。
- 4.医院每年组织相关人员进行辐射事故应急预案的知识培训与演习，加强员工的防护能力及对紧急事故的应对能力。

东莞台心医院有限公司

附件 7 原有辐射工作人员个人剂量监测情况统计表



序号	姓名	工作岗位	个人剂量监测周期 (mSv)				累计剂量 (mSv)	备注
			2017.1-3	2017.4-6	2017.7-9	2017.10-12		
1		医师	0.258	0.376	0.389	0.519	1.542	
2		医师	0.207	0.394	0.458	0.394	1.453	
3		医师	0.253	0.373	0.454	0.502	1.582	
4		医师	0.58	0.483	0.386	0.518	1.967	
5		医师	0.299	0.441	0.396	0.434	1.57	
6		护士	0.254	0.367	0.412	0.375	1.408	
7		护士	0.276	0.393	0.406	0.436	1.511	
8		技师	0.282	0.387	0.396	0.379	1.444	
9		医师	0.275	0.398	0.472	0	1.145	
10		技士	0.321	0.45	0.419	0.394	1.584	
11		医师	0.384	0.482	0.386	2.116	3.368	
12		医师	0.258	0.392	0.38	0.375	1.405	已离职
13		技师	0.273	0.379	0.388	0.399	1.439	已离职
14		护士	0.369	0.424	0.492	0.353	1.638	
15		技士	0.261	0.487	0.439	0.395	1.582	
16		护士	0.272	0.39	0.385	0.38	1.427	已离职
17		医师	0.296	0.472	0.434	0.495	1.697	已离职
18		医师	0.224	/	/	/	0.224	已离职
19		医师	0.232	0.395	0.395	/	1.022	已离职
20		技士	0.344	0.366	0.371	0.443	1.524	
21		医师	0.253	0.363	0.387	0.358	1.361	
22		医师	0.239	0.379	0.413	0.401	1.432	
23		医师	0.275	0.474	0.396	0.536	1.681	
24		医师	0.297	0.389	0.39	0.412	1.488	

附件 8 2017 年度辐射工作场所监测报告（部分）



161101060970

检测报告

报告编号: GABG-CF17230237

项 目 名 称 东莞台心医院医用 X 射线影像诊断设备放射工作场所检测

委 托 单 位 东莞台心医院

检 测 类 别 状态检测

浙

浙江建安检测研究院有限公司

2017 年 4 月 编制

浙江建安检测研究院有限公司 网址: <http://www.giian.cn> 电话: 0571-87985777 传真: 0571-87979992
地址: 杭州市江干区明石路黎明花苑三区综合楼 邮编: 310021 用户信箱: giian@giian.com

四、评价

应委托方要求, 依据 GBZ 130-2013 及 GBZ 165-2012 标准, 对东莞台心医院 12 个 X 射线机工作场所进行了放射防护检测。结果表明各检测点 X 射线外照射剂量率均符合标准要求, 以上 12 个工作场所放射防护设施屏蔽效果达到防护要求。

(编制人: 陈莉)

检测人	<u>陈莉</u>	审核人	<u>许晓虹</u>
批准人	<u>陈学民</u>	职务	<u>主任</u>

检测单位(检测专用印章)

2017 年 4 月 7 日



——以下空白——



附件 9 PET-CT 检查流程

PET-CT 日常检查流程

我单位拟申请进行 ^{18}F 和 ^{11}C 检查，计划最大日检查量为 ^{18}F 20 人/天、 ^{11}C 10 人/天，但目前配送点距离较远，暂时无法开展 ^{11}C 检查，初期将主要进行 ^{18}F 的日常检查。两种药物检查情况流程基本相同，因此，以下检查流程按照 ^{18}F 日检查 30 人进行规划，日常检查流程如下：

若预约人数少于 15 人则早晨 7:30 送药 1 次，若预约人数超过 15 人，则早晨 7:30、中午 13:00 各送药 1 次；日后若开展 ^{11}C 检查，送药频次最少为 2 次。药物送至医院核医学科 PET-CT 中心，专人负责接收。

检查流程：

1、早晨患者提前一天预约，早晨到科室空腹候诊（检查前 4~6 小时禁食），查体，打留置针。

2、8:00 注射工作人员进行药物分装、对患者 A 进行注射，注射后进入 1 号候诊室休息；8:15 进行药物分装、对患者 B 进行注射，2 号候诊室休息；8:30 进行药物分装、对患者 C 进行注射，3 号候诊室休息。

3、患者 A 候诊休息最多 45 分钟后进行检查，8:45 进入机房进行检查，全身检查一般最大持续 15 分钟，检查至 9:00 结束-留观，患者 A 离开。

4、患者 B 候诊休息最多 45 分钟后进行检查，9:00 进入机房进行检查，最多 15 分钟检查至 9:15 结束-留观，患者 B 离开。



5、患者 C 候诊休息最多 45 分钟后进行检查，9:15 进入机房进行检查，最多 15 分钟检查至 9:30 结束-留观，患者 C 离开。

6、在患者 A 进入检查后，护士分装，患者 D 进入，8:45 注射后进入 1 号候诊室，9:30 进入机房进行检查，最多 15 分钟检查至 9:45 结束-留观，患者 D 离开，检查以此循环。

7、这样每周一至周五上午 8:00 至下午 18:00，根据前一天的预约人数约定药物供应商送药，可满足计划每日最大检查人数 30 人的要求。实际运行中可能会有做局部扫描的患者，候诊、扫描时间均会有所减少。



附件 10 专家评审意见

东莞台心医院有限公司核技术利用改扩建项目

环境影响报告表专家评审意见

受广东省环境保护厅委托，广东省环境辐射监测中心于 2018 年 4 月 4 日在东莞市组织召开了《东莞台心医院有限公司核技术利用改扩建项目环境影响报告表》（以下简称“报告表”，编号：ZFBK-FB17220079）专家技术审查会。参加会议的有：广东省环境保护厅、东莞市环境保护局、东莞市环境保护局东城分局、东莞台心医院有限公司（建设单位）、中辐环境科技有限公司（评价单位）、上海联影智慧医疗投资管理有限公司等单位的代表，会议邀请了 3 名专家（名单附后）。专家和代表进行了现场查勘，听取了项目建设单位与评价单位的介绍和有关情况的说明，对报告表进行了询问、讨论与审查，形成评审意见如下：

一、该项目属于核技术利用改扩建项目。项目建设地址为东莞市东城区台心路 2 号东莞台心医院有限公司内。

东莞台心医院有限公司将医疗大楼负一层建设 PET-CT 中心，拟新增使用 1 台 PET-CT，属 III 类射线装置；使用校准源 2 枚 ^{68}Ge ，属 V 类放射源；使用非密封放射性核素 ^{18}F 和 ^{11}C ，属乙级非密封放射性物质工作场所。

二、该报告表的格式与内容符合国家有关规定的要求，编

制依据较充分，评价目的明确，对环境影响因子识别和评价描述基本清楚，内容比较全面，基本满足国家规定的环境影响评价要求。

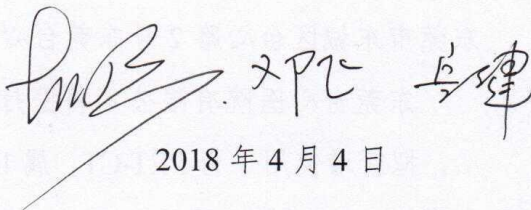
三、评价结果表明：东莞台心医院有限公司核技术利用改扩建项目符合国家相关辐射防护法规、标准要求，在实施了报告表提出的对策措施和建议后，从环境保护角度分析，项目的建设是可行的。

专家组认为：报告表对项目环境影响评价结论基本可信。

四、专家组建议：

1. 补充完善项目工作流程描述，核实环保目标；
2. 优化项目场所布局，核实辐射防护设计，完善辐射环境影响分析；
3. 完善放射性三废处理措施的合理性分析；
4. 进一步完善监测计划、辐射事故应急预案等辐射安全管理制度。

专家组：



2018年4月4日

建设项目环评审批基础信息表

建设单位(盖章):		东莞台心医院有限公司		填表人(签字):		陈永娟		建设单位联系人(签字):		陈永娟	
项目名称		东莞台心医院有限公司核技术利用改扩建项目		建设内容、规模		新增使用PET-CT核技术利用项目 建设规模: 新增 PET-CT 1台, 属III类射线装置; 使用校准源 ⁶⁰ Ge 2枚, 属V类放射源; 使用乙级非密封放射性物质工作场所(核医学科)。					
项目代码		无		计划开工时间		2018年9月					
建设地点		东莞市东城区台心路2号		预计投产时间		2018年12月					
项目环境影响评价行业类别		191核技术利用建设项目		国民经济行业类型 ²		Q841 医院					
建设性质		改、扩建		项目申请类别		新申项目					
现有工程排污许可证编号(改、扩建项目)		无		规划环评文件名称		无					
规划环评开展情况		不需开展		规划环评审查意见文号		无					
规划环评审查机关		无		环境影响报告文件类别		环境影响报告表					
建设地点中心坐标 ³ (非线性工程)		经度 113.769514 纬度 22.979458		终点经度		终点纬度		工程长度(千米)		7.50%	
建设地点坐标(线性工程)		起点经度		起点纬度		环保投资(万元)		150.00		环保投资比例	
总投资(万元)		2000.00		评价单位		单位名称		中福环境科技有限公司		证书编号	
单位名称		东莞台心医院有限公司		法人代表		环评文件项目负责人		郭水玲		联系电话	
统一社会信用代码(组织机构代码)		914419006770932452		技术负责人		通讯地址		杭州市江干区明石路黎明花苑三区综合楼			
通讯地址		东莞市东城区台心路2号		联系电话							
污染物		现有工程(已建+在建)		本工程(拟建或调整变更)		④以新带老 ⁴ 削减量(吨/年)		⑤区域平衡替代本工程削减量 ⁵ (吨/年)		⑥预测排放总量(吨/年) ⁶	
①实际排放量(吨/年)		②许可排放量(吨/年)		③预测排放量(吨/年)		0.000		0.000		0.000	
④以新带老 ⁴ 削减量(吨/年)		⑤区域平衡替代本工程削减量 ⁵ (吨/年)		⑥预测排放总量(吨/年) ⁶		0.000		0.000		0.000	
⑦排放增减量(吨/年) ⁷		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
⑧排放增减量(吨/年) ⁸		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
⑨排放增减量(吨/年) ⁹		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
⑩排放增减量(吨/年) ¹⁰		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
⑪排放增减量(吨/年) ¹¹		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
⑫排放增减量(吨/年) ¹²		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
⑬排放增减量(吨/年) ¹³		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
⑭排放增减量(吨/年) ¹⁴		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
⑮排放增减量(吨/年) ¹⁵		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
⑯排放增减量(吨/年) ¹⁶		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
⑰排放增减量(吨/年) ¹⁷		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
⑱排放增减量(吨/年) ¹⁸		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
⑲排放增减量(吨/年) ¹⁹		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
⑳排放增减量(吨/年) ²⁰		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉑排放增减量(吨/年) ²¹		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉒排放增减量(吨/年) ²²		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉓排放增减量(吨/年) ²³		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉔排放增减量(吨/年) ²⁴		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉕排放增减量(吨/年) ²⁵		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉖排放增减量(吨/年) ²⁶		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉗排放增减量(吨/年) ²⁷		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉘排放增减量(吨/年) ²⁸		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉙排放增减量(吨/年) ²⁹		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉚排放增减量(吨/年) ³⁰		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉛排放增减量(吨/年) ³¹		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉜排放增减量(吨/年) ³²		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉝排放增减量(吨/年) ³³		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉞排放增减量(吨/年) ³⁴		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉟排放增减量(吨/年) ³⁵		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊱排放增减量(吨/年) ³⁶		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊲排放增减量(吨/年) ³⁷		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊳排放增减量(吨/年) ³⁸		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊴排放增减量(吨/年) ³⁹		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊵排放增减量(吨/年) ⁴⁰		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊶排放增减量(吨/年) ⁴¹		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊷排放增减量(吨/年) ⁴²		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊸排放增减量(吨/年) ⁴³		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊹排放增减量(吨/年) ⁴⁴		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊺排放增减量(吨/年) ⁴⁵		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊻排放增减量(吨/年) ⁴⁶		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊼排放增减量(吨/年) ⁴⁷		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊽排放增减量(吨/年) ⁴⁸		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊾排放增减量(吨/年) ⁴⁹		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊿排放增减量(吨/年) ⁵⁰		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉑排放增减量(吨/年) ⁵¹		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉒排放增减量(吨/年) ⁵²		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉓排放增减量(吨/年) ⁵³		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉔排放增减量(吨/年) ⁵⁴		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉕排放增减量(吨/年) ⁵⁵		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉖排放增减量(吨/年) ⁵⁶		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉗排放增减量(吨/年) ⁵⁷		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉘排放增减量(吨/年) ⁵⁸		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉙排放增减量(吨/年) ⁵⁹		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉚排放增减量(吨/年) ⁶⁰		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉛排放增减量(吨/年) ⁶¹		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉜排放增减量(吨/年) ⁶²		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉝排放增减量(吨/年) ⁶³		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉞排放增减量(吨/年) ⁶⁴		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉟排放增减量(吨/年) ⁶⁵		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊱排放增减量(吨/年) ⁶⁶		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊲排放增减量(吨/年) ⁶⁷		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊳排放增减量(吨/年) ⁶⁸		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊴排放增减量(吨/年) ⁶⁹		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊵排放增减量(吨/年) ⁷⁰		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊶排放增减量(吨/年) ⁷¹		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊷排放增减量(吨/年) ⁷²		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊸排放增减量(吨/年) ⁷³		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊹排放增减量(吨/年) ⁷⁴		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊺排放增减量(吨/年) ⁷⁵		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊻排放增减量(吨/年) ⁷⁶		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊼排放增减量(吨/年) ⁷⁷		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊽排放增减量(吨/年) ⁷⁸		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊾排放增减量(吨/年) ⁷⁹		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊿排放增减量(吨/年) ⁸⁰		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉑排放增减量(吨/年) ⁸¹		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉒排放增减量(吨/年) ⁸²		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉓排放增减量(吨/年) ⁸³		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉔排放增减量(吨/年) ⁸⁴		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉕排放增减量(吨/年) ⁸⁵		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉖排放增减量(吨/年) ⁸⁶		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉗排放增减量(吨/年) ⁸⁷		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉘排放增减量(吨/年) ⁸⁸		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉙排放增减量(吨/年) ⁸⁹		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉚排放增减量(吨/年) ⁹⁰		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉛排放增减量(吨/年) ⁹¹		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉜排放增减量(吨/年) ⁹²		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉝排放增减量(吨/年) ⁹³		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉞排放增减量(吨/年) ⁹⁴		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉟排放增减量(吨/年) ⁹⁵		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊱排放增减量(吨/年) ⁹⁶		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊲排放增减量(吨/年) ⁹⁷		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊳排放增减量(吨/年) ⁹⁸		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊴排放增减量(吨/年) ⁹⁹		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊵排放增减量(吨/年) ¹⁰⁰		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊶排放增减量(吨/年) ¹⁰¹		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊷排放增减量(吨/年) ¹⁰²		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊸排放增减量(吨/年) ¹⁰³		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊹排放增减量(吨/年) ¹⁰⁴		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊺排放增减量(吨/年) ¹⁰⁵		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊻排放增减量(吨/年) ¹⁰⁶		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊼排放增减量(吨/年) ¹⁰⁷		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊽排放增减量(吨/年) ¹⁰⁸		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊾排放增减量(吨/年) ¹⁰⁹		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㊿排放增减量(吨/年) ¹¹⁰		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉑排放增减量(吨/年) ¹¹¹		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
㉒排放增减量(吨/年) ¹¹² </											