

山东保法肿瘤治疗股份有限公司

泰美宝法肿瘤医院

PET-CT、6MV 医用电子加速器应用项目

竣工环境保护验收监测表

建设单位：山东保法肿瘤治疗股份有限公司

泰美宝法肿瘤医院

编制单位：山东环嘉项目咨询有限公司

2023年2月

建设单位法人代表: 于学志 (签字)

编制单位法人代表: 叶福春 (签字)

项目负责人: 原宜学

填表人: 宋文秀

建设单位: 山东保法肿瘤治疗股份有限公司

泰美宝法肿瘤医院 (盖章)

电话: 13953808022

传真: --

邮编: 271500

地址: 山东省泰安市东平县东平街道稻香街

517 号

编制单位: 山东环嘉项目咨询有限公司

(盖章)

电话: 0531-59803517

传真: --

邮编: 250100

地址: 中国 (山东) 自由贸易试验区

济南片区高新万达广场 2 号写

字楼

目 录

一、验收项目概述.....	1
二、验收依据.....	4
三、验收标准.....	6
四、项目工程概况.....	26
五、环境影响报告表与批复落实情况.....	52
六、验收监测.....	56
七、职业人员与公众受照剂量.....	68
八、辐射安全管理.....	74
九、验收监测结论、要求、建议.....	78
十、附件	
附件 1 《PET-CT、6MV 医用电子加速器应用项目竣工环境保护验收监测表》委托书.....	附件-1
附件 2 《PET-CT、6MV 医用电子加速器应用项环境影响报告表》审批意见.....	附件-2
附件 3 辐射安全许可证.....	附件-4
附件 4 医院辐射安全管理制度及应急演练记录.....	附件-8
附件 5 辐射安全与防护培训合格证.....	附件-43
附件 6 个人剂量检测报告及个人剂量档案表.....	附件-45
附件 7 自行监测记录.....	附件-55
附件 8 放射性固体废物台账.....	附件-57
附件 9 放射性同位素入库、使用登记记录.....	附件-58
附件 10 医院 2022 年度评估报告.....	附件-59
附件 11 供应药物和回收容器协议书.....	附件-60
附件 12 竣工环境保护验收监测报告.....	附件-64
附图 1~附图 8	

“三同时” 验收登记表

表 1 验收项目概况

建设项目	项目名称	PET-CT、6MV 医用电子加速器应用项目				
	项目性质	新建	建设地点	山东省泰安市东平县东平街道稻香街 517 号，泰美宝法肿瘤医院院内		
建设单位	单位名称	山东保法肿瘤治疗股份有限公司泰美宝法肿瘤医院				
	通讯地址	山东省泰安市东平县城稻香街西首				
	法人代表	于保法	邮编	271500		
	联系人	宋宜军	联系电话	13953808022		
环评编制单位	山东盛涛环保科技有限公司		审批部门	泰安市生态环境局		
批复文号	泰环境审报告表[2021]11 号		批复时间	2021 年 7 月 15 日		
验收监测	验收监测时间	2022 年 11 月 15 日		监测单位	山东鼎嘉环境检测有限公司	
		2022 年 12 月 2 日~ 12 月 5 日			山东嘉誉测试科技有限公司	
		2022 年 12 月 2 日			核工业北京地质研究院分析测试研究中心	
项目投资	项目总投资 (万元)	1900	环保投资 (万元)	700	环保投资占总 投资比例	36.84%
验收规模	<p>于办公楼北侧新建 PET-CT 中心（二层建筑），引进 1 台 PET-CT（属使用 III 类射线装置），开展 ^{18}F 诊断项目，日等效最大操作量为 $3.7 \times 10^6 \text{Bq}$，年最大使用量为 $9.62 \times 10^{11} \text{Bq}$，属于丙级非密封放射性物质工作场所；使用 1 枚 ^{68}Ge 密封源用于 PET-CT 设备的偏移校准，源活度为 $4.44 \times 10^7 \text{Bq}$，属使用 V 类放射源；于热疗中心一层新建一座医用电子加速器机房，新增一台 XHA600E 型 6MV 医用电子加速器，用于放射治疗，属使用 II 类射线装置。</p>					
<p>1.1 医院简介</p> <p>山东保法肿瘤治疗股份有限公司泰美宝法肿瘤医院，曾用名：泰美宝法肿瘤医院，位于</p>						

山东省泰安市东平县东平街道稻香街 517 号，是泰安市卫生局批准设立的二级肿瘤专科医院，于 1998 年 3 月 28 日开业，是由第十届全国人大代表、第十一届济南市政协常委、留美肿瘤专家于保法教授创办，是泰安市医保定点医院、医保全国联网医院和跨省异地就医直接结算医院。

医院开放床位 160 张，开设肿瘤科、医学检验科、病理科、医学影像科、中医肿瘤科、内科等。拥有全自动生化分析仪、离子分析仪、血球计数仪、尿液分析仪、显微镜、布氏镜等临床检验设备，并拥有螺旋 CT、直线加速器、四维彩超、数字胃肠、DR、高频热疗机、电子内窥镜、三氧治疗仪等医疗设备。医院地理位置详见附图 1。

1.2 本次验收项目情况

2021 年 6 月，医院委托山东盛涛环保科技有限公司编制了《山东保法肿瘤治疗股份有限公司泰美宝法肿瘤医院 PET-CT、6MV 医用电子加速器应用项目环境影响报告表》，项目建设内容：医院拟在办公楼北侧新建 PET-CT 中心（一层建筑），引进 1 台 PET-CT，属使用 III 类射线装置，应用核素 ^{18}F 进行诊断，日等效最大操作量为 $3.7 \times 10^6 \text{Bq}$ ，属于丙级非密封放射性物质工作场所；使用 1 枚 ^{68}Ge 密封源用于 PET-CT 设备的偏移校准，源活度为 $4.0 \times 10^7 \text{Bq}$ ，属于 V 类源；医院拟在热疗中心现有仓库新建一座医用电子加速器机房，包括加速器治疗室、控制室等；新增一台新华 XHA600E 型 6MV 医用电子加速器，用于放射治疗，属使用 II 类射线装置。该项目环境影响报告表于 2021 年 7 月 15 日由泰安市生态环境局以“泰环境审报告表[2021]11 号”文审批通过。该项目总投资 1900 万元，于 2021 年 7 月开始建设，医用电子加速器于 2022 年 4 月建设完成调试运行，PET-CT 中心于 2022 年 8 月建设完成调试运行。

医院现持有辐射安全许可证，本次验收的 PET-CT、6MV 医用电子加速器应用项目已进行辐射安全许可证登记。证书编号：鲁环辐证[09062]号，种类和范围：准予使用 V 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、丙级非密封放射性物质工作场所，有效期至 2027 年 04 月 20 日。

根据《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》等相关要求，受山东保法肿瘤治疗股份有限公司泰美宝法肿瘤医院委托，我公司对其“PET-CT、6MV 医用电子加速器应用项目”开展竣工环境保护验收。我单位于 2022 年 11 月 13 日对现场进行了实地勘察和资料核查，在此基础上编制了《山东保法肿瘤治疗股份有限公司泰美宝法肿瘤医院 PET-CT、6MV 医用电子加速器应用项目竣工环境保护验收监测报告表》。

1.3 验收监测目的

1、核查建设项目在设计、施工和运行阶段对环境影响评价报告及批复中所提出的辐射防护措施及各级生态环境行政主管部门批复要求的落实情况。

2、核查建设项目所涉及的放射性同位素、射线装置工作场所实际运行过程中辐射等环境影响产生情况，以及已采取防护措施，分析各项防护措施实施的有效性；通过现场调查和实地监测，确定建设项目产生的环境影响达标情况。

3、核查医院环境管理机构设立情况、建设项目职业工作人员符合性和防护仪器的配置情况，核查医院各项辐射规章制度的制定及执行情况，指出建设项目存在的问题，并提出改进措施，以满足国家和地方生态环境部门对建设项目环境管理和安全防护规定的要求。

4、根据现场监测、核查结果的分析与评价，形成验收监测结论，为建设项目竣工环境保护验收提供技术依据。

表 2 验收依据

2.1 法律、法规

1. 《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国主席令第 9 号公布，2014 年 4 月 24 日修订，2015 年 1 月 1 日施行；
2. 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令第 6 号公布，2003 年 10 月 1 日施行；
3. 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号公布，2017 年 6 月 21 日修订，2017 年 10 月 1 日施行；
4. 《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 日施行，2014 年 7 月 9 日第一次修订，2019 年 3 月 2 日第二次修订；
5. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境保护总局令第 31 号，2006 年 3 月 1 日施行，2008 年 11 月 21 日第一次修订，2017 年 12 月 12 日第二次修订，2019 年 8 月 22 日第三次修订，2021 年 1 月 4 日第四次修订；
6. 《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，2006.9.26 发布；
7. 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011 年 4 月 18 日公布，2011 年 5 月 1 日施行；
8. 《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，2017.12 施行；
9. 《关于发布〈射线装置分类〉的公告》，环境保护部公告，2017 年第 66 号，2017.12 施行；
10. 关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告，环境保护部国环规环评[2017]4 号，2017 年 11 月 20 日施行；
11. 《山东省辐射污染防治条例》，山东省人民代表大会常务委员会公告第 37 号，2014 年 5 月 1 日施行；
12. 《山东省环境保护条例》，山东省第十三届人大常委会第七次会议，2018 年 11 月 30 日修订，2019 年 1 月 1 日施行。

2.2 技术标准

1. 关于发布《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》的公告，生态环境部公告 2018 年第 9 号，2018 年 5 月 16 日；
2. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；
3. 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）；
4. 《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）；
5. 《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198—2021）；
6. 《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）；
7. 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 1 部分：一般原则》（GBZT201.1-2007）；
8. 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T 201.2-2011）；
9. 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）；
10. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；
11. 《职业性内照射个人监测规范》（GBZ 129-2016）；
12. 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；
13. 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；
14. 《表面污染测定第 1 部分 β 发射体（ $E_{\beta \max} > 0.15\text{MeV}$ ）和 α 发射体》（GB/T 14056.1-2008）；
15. 《水质 总 β 放射性的测定 厚源法》（HJ 899-2017）；
16. 《环境放射性的测量-土壤-第 6 部分：总 α 和总 β 的测量》（ISO 18589-6:2019（E））；
17. 《山东省医疗机构污染物排放控制标准》（DB 37/596-2020）。

2.3 其他验收依据

1. 山东保法肿瘤治疗股份有限公司泰美宝法肿瘤医院 PET-CT、6MV 医用电子加速器应用项目竣工环境保护验收委托书；
2. 《山东保法肿瘤治疗股份有限公司泰美宝法肿瘤医院 PET-CT、6MV 医用电子加速器应用项目环境影响报告表》及其批复文件；
3. 山东保法肿瘤治疗股份有限公司泰美宝法肿瘤医院提供的辐射安全许可证、辐射安全管理规章制度等其他资料。

表 3 验收标准

一、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 附录 B 内剂量限值要求。

1、人员剂量

(1) 职业照射

①职业照射剂量限值

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；

b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；

c) 眼晶体的年当量剂量，150mSv；

d) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。

②对于年龄为 16 到 18 岁徒工或学生照射剂量限值

a) 年有效剂量，6mSv；

b) 眼晶体的年当量剂量，50mSv；

c) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，150mSv。

(2) 公众照射

①公众照射剂量限值

a) 年有效剂量，1mSv；

b) 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。

c) 眼晶体的年当量剂量，15mSv；

d) 皮肤的年当量剂量，50mSv。

(3) 慰问者剂量限值

对患者的慰问者（并非自身职责、明知会受到照射却自愿帮助护理、支持和探视、慰问正在接受医学诊断或治疗的患者的人员）所受到的照射加以约束，使他们在患者诊断和治疗期间所受到的剂量不超过 5mSv。

2、表面放射性污染

职业人员体表、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 GB18871-2002 附录 B 中表 B11 所规定的限制要求。

工作场所的表面污染控制水平如下表所示：

表 3-1 工作场所的放射性表面污染控制水平 (Bq/cm²)

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

注：1) 该区内的污染子区除外。

B2.2 款“工作场所中的某些设备与用品，经去污使其污染水平降低至表 3-1 中所列设备类的控制水平的五分之一以下时，经审管部门或审管部门授权的部门确认同意后，可当作普通物品使用。”

3、非密封源工作场所分级

根据GB18871-2002 附录C中对非密封源工作场所分级原则及计算方法规定如下：

①非密封源工作场所分级原则

表 3-2 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放射性核素的日等效操作量的计算

$$\text{日等效操作量} = \frac{\text{日操作量} \times \text{核素毒性因子}}{\text{操作方式的修正因子}}$$

放射性核素的日等效操作量等于放射性核素的实际日操作量 (Bq) 与该核素毒性组别修正因子的积除以与操作方式的修正因子所得的商。

4、放射性物质向环境排放的控制

根据GB18871-2002 中 8.6.2 条款规定：不得将放射性废液排入普通下水道，除非经审管部门确认是满足下列条件的低放废液，方可直接排入流量大于 10 倍排放注量的普通下水道，并应对每次排放作好记录：

a) 每月排放的总活度不超过 10 ALI_{min} (ALI_{min}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 1 ALI_{\min} ，并且每次排放后用不少于 3 倍排放量的水进行冲洗。

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

$$I_{j,L} = \frac{DL_e}{e_j}$$

其中：DL—相应的有效剂量的年剂量限值, 取 6mSv/a ；

e_j —GB18871-2002 给出的放射性核素j的单位摄入量所致的待积有效剂量的相应值。本项目放射性核素排放导出限值见下表：

表 3-3 放射性核素排放导出限值

放射性核素	职业照射待积有效剂量(Sv/Bq)	ALI_{\min} 一次排放限值 (Bq)	10ALI_{\min} 月排放限值 (Bq)
	食入 $e(\text{g})\cdot\text{ing}$		
^{18}F	4.9×10^{-11}	1.02×10^8	1.02×10^9

5、放射性废物清洁解控

除非审管部门另有规定，否则清洁解控水平的确定应考虑本标准附录 A 所规定的豁免准则，并且所定出的清洁解控水平不应高于本标准附录 A 中规定的或审管部门根据该附录规定的准则所建立的豁免水平。

表 3-4 放射性核素的豁免活度浓度（摘自 GB18871-2002 表 A1）

核素	解控水平 (Bq/g)
^{18}F	1×10^1

二、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）

第 4.1 款 一般要求

4.1.4 开展核医学活动的工作场所应实行分级管理。

4.1.5 开展核医学活动的辐射工作场所应划分出控制区和监督区，合理布局工作场所，规划好人流、物流、气流路径，妥善收集、暂存和处理核医学活动中产生的放射性废物。

4.1.6 医疗机构应对开展核医学活动的工作场所和周围环境进行定期的辐射监测和评估，证明采取的辐射防护与安全措施的合理性。

4.1.7 开展核医学活动的医疗机构应制定恰当的辐射事故应急预案，做好辐射事故应急准备和响应工作安排，有效防范辐射事故或缓解辐射事故的后果。

第 4.2 款 辐射工作场所分级

应按照 GB 18871 的规定，将辐射工作场所按放射性核素日等效最大操作量的大小分为甲级、乙级和丙级。

第 4.3 款 辐射工作场所分区

4.3.1 应按照 GB 18871 的要求将核医学工作场所划分出控制区和监督区，并进行相应的管理。

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

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

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

第 4.4 款 剂量限值与剂量约束值

4.4.1 剂量限值

核医学工作人员职业照射剂量限值应符合 GB 18871 附录 B 中 B1.1 的相关规定，核医学实践使公众成员所受到的剂量照射限值应符合 GB 18871 附录 B 中 B1.2 的相关规定。

4.4.2 剂量约束值

4.4.2.1 一般情况下，职业照射的剂量约束值不超过 5mSv/a；

4.4.2.2 公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。

4.4.3 放射性表面污染控制水平

核医学工作场所的放射性表面污染控制水平按照 GB 18871 执行。

第 5 款 选址和布局

第 5.1 款 选址

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

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

5.1.3 核医学工作场所排风口的位置尽可能远离周边高层建筑。

第 5.5 款 布局

5.2.1 核医学工作场所应合理布局，住院治疗场所和门诊诊断场所应相对分开布置；同

一工作场所内应根据诊疗流程合理设计各功能区域的布局，控制区应相对集中，高活室集中在一端，防止交叉污染。尽量减小放射性药物、放射性废物的存放范围，限制给药后患者的活动空间。

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

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

第6款 工作场所的辐射安全与防护

第6.1款 屏蔽要求

6.1.5 距核医学工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于 $2.5\mu\text{ Sv/h}$ ，如屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留的设备间等区域，其周围剂量当量率应小于 $10\mu\text{ Sv/h}$ 。

6.1.6 放射性药物合成和分装的箱体、通风柜、注射窗等设备应设有屏蔽结构，以保证设备外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{ Sv/h}$ ，放射性药物合成和分装箱体非正对人员操作位表面的周围剂量当量率小于 $25\mu\text{ Sv/h}$ 。

6.1.7 固体放射性废物收集桶、曝露于地面致使人员可以接近的放射性废液收集罐体和管道应增加相应屏蔽措施，以保证其外表面 30cm 处的周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{ Sv/h}$ 。

6.1.8 放射性物质贮存在专门场所内，并应有适当屏蔽。

第6.2款 场所安全措施要求

6.2.1 核医学工作场所的放射性核素操作设备的表面、工作台台面等平整光滑，室内地面与墙壁衔接处应无接缝，易于清洗、去污。

6.2.3 操作放射性药物的控制区出口应配有表面污染监测仪器，从控制区离开的人员和物品均应进行表面污染监测，如表面污染水平超出控制标准，应采取相应的去污措施。

6.2.4 放射性物质应贮存在专门场所的贮存容器或保险箱内，定期进行辐射水平监测，无关人员不应入内。贮存的放射性物质应建立台账，及时登记，确保账物相符。

6.2.5 应为核医学工作场所内部放射性物质运送配备有足够屏蔽的贮存、转运等容器，

容器表面应张贴电离辐射标志，容器在运送时应有适当的固定措施。

6.2.9 扫描机房外门框上方应设置工作状态指示灯。

第6.3款 密闭和通风要求

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

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

6.3.5 通风橱应有足够的通风能力。制备放射性药物的回旋加速器工作区域、碘-131 治疗病房以及设有通风橱、手套箱等场所的通风系统排气口应高于本建筑物屋顶，尽可能远离邻近的高层建筑。

第7款 放射性废物的管理

第7.1款 一般要求

7.1.1 应根据核医学实践中产生废物的形态及其中的放射性核素的种类、半衰期、活度水平和理化性质等，按放射性废物分类要求将放射性废物进行分类收集和分别处理。

7.1.2 应按照废物最小化的原则区分放射性废物与解控废物，不能混同处理，应尽量控制和减少放射性废物产生量。

7.1.3 核医学实践中产生的短寿命放射性废物，应尽量利用贮存衰变的方法进行处理，待放射性核素活度浓度满足解控水平后，实施解控。不能解控的放射性废物，应送交有资质的放射性废物收贮或处置机构进行处理。

7.1.4 应建立放射性废物收集、贮存、排放管理台账，做好记录并存档备案。

第7.2款 固体放射性废物的管理

7.2.1 固体放射性废物收集

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

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

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

7.2.2 固体放射性废物贮存

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

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

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

7.2.2.4 废物暂存间内不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品。

7.2.3 固体放射性废物处理

7.2.3.1 固体放射性废物暂存时间满足下列要求的，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， α 表面污染小于 0.08 Bq/cm^2 、 β 表面污染小于 0.8 Bq/cm^2 的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理：

a) 所含核素半衰期小于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过 30 天；

7.2.3.2 不能解控的放射性固体废物应该按照放射性废物处理的相关规定予以收集、整备，并送交有资质的单位处理。放射性废物包装体外的表面剂量率应不超过 0.1 mSv/h ，表面污染水平对 β 和 γ 发射体以及低毒性 α 发射体应小于 4 Bq/cm^2 、其他 α 发射体应小于 0.4 Bq/cm^2 。

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

7.3.1 放射性废液收集

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

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

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

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

7.3.2 放射性废液贮存

7.3.2.1 经衰变池和专用容器收集的放射性废液，应贮存至满足排放要求。衰变池或专用容器的容积应充分考虑场所内操作的放射性药物的半衰期、日常核医学诊疗及研究中预期产生贮存的废液量以及事故应急时的清洗需要；衰变池池体应坚固、耐酸碱腐蚀、无渗透性、内壁光滑和具有可靠的防泄漏措施。

7.3.2.3 核医学诊断和门诊碘-131 治疗场所，可设置推流式放射性废液衰变池。推流式衰变池应包括污泥池、衰变池和检测池。应采用有效措施确保放射性废液经污泥池过滤沉淀固形物，推流至衰变池，衰变池本体分为 3-5 级分隔连续式衰变池，池内设导流墙。污泥池池底有防止和去除污泥硬化淤积的措施。

7.3.3 放射性废液排放

7.3.3.1 对于槽式衰变池贮存方式：

a) 所含核素半衰期小于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 30 天后可直接解控排放；

7.3.3.3 放射性废液的暂存和处理应安排专人负责，并建立废物暂存和处理台账，详细记录放射性废液所含的核素名称、体积、废液产生起始日期、责任人员、排放时间、监测结果等信息。

第 7.4 气态放射性废物的管理

7.4.1 产生气态放射性废物的核医学场所应设置独立的通风系统，合理组织工作场所的气流，对排出工作场所的气体进行过滤净化，避免污染工作场所和环境。

7.4.2 应定期检查通风系统过滤净化器的有效性，及时更换失效的过滤器，更换周期不能超过厂家推荐的使用时间。更换下来的过滤器按放射性固体废物进行收集、处理。

第 8 款 辐射监测

第 8.1 款 一般要求

8.1.1 开展核医学诊疗实践的医疗机构应制定辐射监测计划，并按照计划落实监测工作，不具备辐射监测能力的单位，可以委托有能力的单位进行监测。

8.1.2 所有辐射监测记录应建档保存，测量记录应包括测量对象、测量条件、测量方

法、测量仪器、测量时间和测量人员等信息。

8.1.3 应定期对辐射监测结果进行评价，监测中发现异常情况应查找原因并及时报告，提出改进辐射防护工作的意见和建议。

第 8.2 款 工作场所监测

8.2.1 应根据使用放射性核素种类、数量和操作方式，对核医学工作场所的外照射剂量率水平和表面放射性污染水平进行监测。

8.2.2 核医学工作场所辐射监测点位、内容和频次应包括但不限于表 3-5 的内容。

表 3-5 核医学工作场所辐射监测关注点位

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

第 8.3 款 环境监测

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

第 8.4 款 个人剂量监测

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

8.4.2 对于操作大量气态和挥发性放射性物质的工作人员，应根据场所的放射性气溶胶浓度开展内照射评价，当怀疑其体内受到放射性污染时，应进行体内放射性监测。

8.4.3 个人剂量档案应按照要求妥善保存，监测数据异常时，及时进行调查。

三、《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）

第 5.2 款 放射防护措施要求

5.2.3 核医学工作场所的通风按表 1 要求，通风系统独立设置，应保持核医学工作场所良好的通风条件，合理设置工作场所的气流组织，遵循自非放射区向监督区再向控制区的流向设计，保持含放射性核素场所负压以防止放射性气体交叉污染，保证工作场所的空气质量。合成和操作放射性药物所用的通风橱应有专用的排风装置，风速应不小于 0.5m/s。排气口应高于本建筑物屋顶并安装专用过滤装置，排出空气浓度应达到环境主管部门的要求。

5.2.5 放射性废液衰变池的设置按环境主管部门规定执行。暴露的污水管道应做好防护设计。

5.2.6 控制区的入口应设置电离辐射警告标志。

5.2.9 应为放射性物质内部运输配备有足够屏蔽的储存、转运等容器。容器表面应设置电离辐射标志。

5.2.10 扫描室外防护门上方应设置工作状态指示灯。

第 5.3 款 工作场所的防护水平要求

5.3.1 核医学工作场所控制区的用房，应根据使用的核素种类、能量和最大使用量，给予足够的屏蔽防护。在核医学控制区外人员可达处，距屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu\text{ Sv/h}$ ，控制区内屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $25\mu\text{ Sv/h}$ ，宜不大于 $2.5\mu\text{ Sv/h}$ ；核医学工作场所的分装柜或生物安全柜，应采取一定的屏蔽防护，以保证柜体外表面 5cm 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $25\mu\text{ Sv/h}$ ；同时在该场所及周围的公众和放射工作人员应满足个人剂量限值要求。

5.3.2 应根据使用核素的特点、操作方式以及潜在照射的可能性和严重程度，做好工作场所监测，包括场所周围剂量当量率水平、表面污染水平或空气中放射性核素浓度等内容，工作场所放射防护检测方法见附录 J。开展核医学工作的医疗机构应定期对放射性药物操作后剂量率水平和表面污染水平进行自主监测，每年应委托有相应资质的技术服务机构进行检测。

第 8 款 医用放射性废物的放射防护管理要求

第 8.1 款 放射性废物分类，应根据医学实践中产生废物的形态及其中的放射性核素种类、半衰期、活度水平和理化性质等，将放射性废物进行分类收集和分别处理。

第 8.2 款 设废物储存登记表，记录废物主要特性和处理过程，并存档备案。

第 8.3 款 放射性废液衰变池应合理布局，池底和池壁应坚固、耐酸碱腐蚀和无渗透性，并有防泄漏措施。

第 8.5 款 供收集废物的污物桶应具有外防护层和电离辐射警示标志。在注射室、注射后病人候诊室、给药室等位置放置污物桶。

第 8.6 款 污物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物，装满后的废物袋应密封，不破漏，及时转送存储室，放入专用容器中存储。

第 8.7 款 对注射器和碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物，应先装入利器盒中，然后再装入专用塑料袋内。

第 8.8 款 每袋废物的表面剂量率应不超过 0.1 mSv/h ，质量不超过 20kg。

第 8.9 款 储存场所应具有通风设施，出入口设电离辐射警告标志。

第 8.10 款 废物袋、废物桶及其他存放废物的容器应安全可靠，并在显著位置标有废物类型、核素种类、存放日期等说明。

第 8.11 款 废物包装体外表面的污染控制水平： $\beta < 0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。

四、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198—2021）

第 5 款 选址、布局与分区要求

第 5.1 款 选址与布局

5.1.1 放射治疗场所的选址应充分考虑其对周边环境的辐射影响，不得设置在民居、写字楼和商住两用的建筑物内。

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

5.2 分区原则

5.2.1 放射治疗场所应划分控制区和监督区。一般情况下，控制区包括加速器大厅、治疗室（含迷路）等场所，如质子/重离子加速器大厅、束流输运通道和治疗室，直线加速器机房、含源装置的治疗室、放射性废物暂存区域等。

5.2.2 与控制区相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域划定为监督区（如直线加速器治疗室相邻的控制室及与机房相邻区域等）。

第 6 款 放射治疗场所辐射安全与防护要求

第 6.1 款 屏蔽要求

6.1.1 放射治疗室屏蔽设计应按照额定最大能量、最大剂量率、最大工作负荷、最大照射野等条件和参数进行计算，同时应充分考虑所有初、次级辐射对治疗室邻近场所中驻留人员的照射。

6.1.2 放射治疗室屏蔽材料的选择应考虑其结构性能、防护性能，符合最优化要求。

6.1.3 管线穿越屏蔽体时应采取不影响其屏蔽效果的方式，并进行屏蔽补偿。应充分考虑防护门与墙的搭接，确保满足屏蔽体外的辐射防护要求。

6.1.4 剂量控制应符合以下要求：

a) 治疗室墙和入口门外表面 30cm 处、邻近治疗室的关注点、治疗室房顶外的地面附近和楼层及在治疗室上方已建、拟建二层建筑物或在治疗室旁邻近建筑物的高度超过自辐射源

点治疗室房顶内表面边缘所张立体角区域时，距治疗室顶外表面 30cm 处和在该立体角区域内的高层建筑人员驻留处的周围剂量当量率应同时满足下列 1) 和 2) 所确定的剂量率参考控制水平 \dot{H}_c ：

1) 使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子（可依照附录 A 选取），由以下周剂量参考控制水平（ \dot{H}_c ）求得关注点的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ (μ Sv/h)：

机房外辐射工作人员： $\dot{H}_c \leq 100 \mu$ Sv/周；

机房外非辐射工作人员： $\dot{H}_c \leq 5 \mu$ Sv/周。

2) 按照关注点人员居留因子的不同，分别确定关注点的最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$ (μ Sv/h)：人员居留因子 $T > 1/2$ 的场所： $\dot{H}_{c,max} \leq 2.5 \mu$ Sv/h；

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

b) 穿出机房顶的辐射对偶然到达机房顶外的人员的照射，以年剂量 250μ Sv 加以控制。

c) 对不需要人员到达并只有借助工具才能进入的机房顶，机房顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平可按 100μ Sv/h 加以控制（可在相应位置处设置辐射告示牌）。

第 6.2 款 安全防护设施和措施要求

6.2.1 放射治疗工作场所，应当设置明显的电离辐射警告标志和工作状态指示灯等：

a) 放射治疗工作场所的入口处应设置电离辐射警告标志；

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

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

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

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

a) 放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置门—机/源连锁装置，防护门未完全关闭时不能出束 / 出源照射，出束/出源状态下开门停止出束或放射源回到治疗设备的安全位置。

b) 放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置室内紧急开门装置，防护门应设置防夹

伤功能；

c) 应在放射治疗设备的控制室/台、治疗室迷道出入口及防护门内侧、治疗室四周墙壁、质子/重离子加速器大厅和束流输运通道内设置急停按钮；急停按钮应有醒目标识及文字显示能让在上述区域内的人员从各个方向均能观察到且便于触发；

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

第 7 款 操作的辐射安全与防护要求

第 7.1 款 医疗机构应对辐射工作场所的安全联锁系统定期进行试验自查，保存自查记录，保证安全联锁的正常有效运行。

第 7.2 款 治疗期间，应有两名及以上人员协调操作，认真做好当班记录，严格执行交接班制度；加速器试用、调试、检修期间，控制室须有工作人员值守。

第 7.3 款 任何人员未经授权或允许不得进入控制区。工作人员须在确认放射治疗或者治疗室束流已经终止的情况下方可进入放射治疗室，进入含放射源或质子/重离子装置的治疗室前须携带个人剂量报警仪。

第 8 款 放射性废物管理要求

8.2.2 其他固体废物管理要求

8.2.2.1 质子/重离子加速器、直线加速器等治疗装置在调试及运行过程中，如活化后的回旋加速器、准直器、束流阻止器及加速器靶等组成部件，在更换或退役时，应作为放射性固体废物处理，拆卸后先放进屏蔽容器或固体废物暂存间衰变暂存，最终送交有资质的单位收贮。

8.2.2.3 建立放射性固体废物台账，存放及处置前进行监测，记录部件名称、质量、辐射类别、监测设备、监测结果（剂量当量率）、监测日期、去向等相关信息，低于清洁解控水平的可作为一般固体废物处置，并做好存档记录。

第 8.4 款 气态废物管理要求

8.4.1 放射治疗室内应设置强制排风系统，采取全排全送的通风方式，换气次数不少于 4 次/h，排气口位置不得设置在有门、窗或人流较大的过道等位置。

9 辐射监测要求

9.2 放射治疗工作场所监测

9.2.1 根据使用放射治疗设备种类、能量和使用方式配备相应的辐射监测设备，对辐射工作场所的辐射水平（X- γ 辐射周围剂量当量率、中子辐射周围剂量当量率等）进行监测。

9.2.2 应对放射治疗工作场所机房四周屏蔽墙外 30cm 处、顶棚、操作位、观察窗、防护门，以及其他关注处点开展 X- γ 辐射周围剂量当量率监测。

9.2.3 放射治疗设备安装调试阶段，应在最大工况下，由辐射工作人员进行全面的辐射监测，评估辐射安全状况，确保辐射水平达标。

第 9.3 款 环境监测

9.3.1 开展放射治疗相关活动的机构应自行或委托有能力的监测机构对工作场所运行工况下周围环境的辐射水平进行监测，监测频次应不少于 1 次/年。

五、《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）

第 6.1 款 布局要求

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

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

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

6.1.4 治疗设备控制室应与治疗机房分开设置，治疗设备辅助机械、电器、水冷设备，凡是可与治疗设备分离的，尽可能设置于治疗机房外。

6.1.5 应合理设置有用线束的朝向，直接与治疗机房相连的治疗设备的控制室和其他居留因子较大的用室，尽可能避开被有用线束直接照射。

6.1.6 X 射线管治疗设备的治疗机房、术中放射治疗手术室可不设迷路； γ 刀治疗设备的治疗机房，根据场所空间和环境条件，确定是否选用迷路；其他治疗机房均应设置迷路。

6.1.7 使用移动式电子加速器的手术室应设在医院手术区的一端，并和相关工作用房（如控制室或专用于加速器调试、维修的储存室）形成一个相对独立区域，移动式电子加速器的控制台应与移动式电子加速器机房分离，实行隔室操作。

第 6.2 款 空间、通风要求

6.2.1 放射治疗机房应有足够的有效使用空间，以确保放射治疗设备的临床应用需要。

6.2.2 放射治疗机房应设置强制排风系统，进风口应设在放射治疗机房上部，排风口应设在治疗机房下部，进风口与排风口位置应对角设置，以确保室内空气充分交换；通风换气次数应不小于4次/h。

6.3 屏蔽要求

6.3.1 治疗机房墙和入口门外关注点周围剂量当量率参考控制水平

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

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

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

2) 人员居留因子 $T \leq 1/2$ 的场所： $H_{C, \max} \leq 10 \mu\text{Sv/h}$ ；

6.3.2 治疗机房顶屏蔽的周围剂量当量率参考控制水平

6.3.2.1 在治疗机房上方已建、拟建二层建筑物或在治疗机房旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点至机房顶内表面边缘所张立体角区域时，距治疗机房顶外表面30cm处，或在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处，周围剂量当量率参考控制水平同6.3.1。

6.3.2.2 除6.3.2.1的条件外，若存在天空反射和侧散射，并对治疗机房墙外关注点位置照射时，该项辐射和穿出机房墙透射辐射在相应处的周围剂量当量率的总和，按6.3.1确定关注点的周围剂量当量率作为参考控制水平。

第6.4款 安全装置和警示标志要求

6.4.1 监测报警装置

含放射源的放射治疗机房内应安装固定式剂量监测报警装置，应确保其报警功能正常。

6.4.2 联锁装置

放射治疗设备都应安装门机联锁装置或设施，治疗机房应有从室内开启治疗机房门的装置，防护门应有防挤压功能。

6.4.3 标志

医疗机构应当对下列放射治疗设备和场所设置醒目的警告标志：

a) 放射治疗工作场所的入口处，设有电离辐射警告标志；

b) 放射治疗工作场所应在控制区进出口及其他适当位置，设有电离辐射警告标志和工作

状态指示灯。

6.4.4 急停开关

6.4.4.1 放射治疗设备控制台上应设置急停开关，除移动加速器机房外，放射治疗机房内设置的急停开关应能使机房内的人员从各个方向均能观察到且便于触发。通常应在机房内不同方向的墙面、入口门内旁侧和控制台等处设置。

6.4.4.2 放射源后装近距离治疗工作场所，应在控制台、后装机设备表面人员易触及位置以及治疗机房内墙面各设置一个急停开关。

6.4.6 视频监控、对讲交流系统

控制室应设有在实施治疗过程中观察患者状态、治疗床和迷路区域情况的视频装置；还应设置对讲交流系统，以便操作者和患者之间进行双向交流。

第7款 放射治疗操作中的放射防护要求

7.1 对于高于 10MV X 射线治疗束和质子重离子治疗束的放射治疗，除考虑中子放射防护外，在日常操作中还应考虑感生放射线的放射防护。

7.2 后装放射治疗操作中，当自动回源装置功能失效时，应有手动回源的应急处理措施。

7.3 操作人员应遵守各项操作规程，认真检查安全联锁，应保障安全联锁正常运行。

7.4 工作人员进入涉放射源的放射治疗机房时应佩戴个人剂量报警仪。

7.5 实施治疗期间，应有两名及以上操作人员协同操作，认真做好当班记录，严格执行交接班制度，密切注视控制台仪器及患者状况，发现异常及时处理，操作人员不应擅自离开岗位。

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

4.2.1 治疗机房墙和入口门外关注点的剂量率参考控制水平

治疗机房墙和入口门外关注点的剂量率应不大于下述a)、b)和c)所确定的剂量率参考控制水平 H_c ：

a) 使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子，可以依照附录A，由以下周剂量参考控制水平 (H_c) 求得关注点的导出剂量率参考控制水平 $H_{c,d} (\mu\text{Sv}/\text{h})$ ：

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

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

b) 按照关注点人员居留因子的下列不同, 分别确定关注点的最高剂量率参考控制水平 T :

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

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

c) 由上述a)中的导出剂量率参考控制水平 $H_{c,d}$ 和b)中的最高剂量率参考控制水平 $H_{c,\text{max}}$, 选择其中较小者作为关注点的剂量率参考控制水平 $H_c(\mu\text{Sv}/\text{h})$ 。

4.2.2 治疗机房顶的剂量控制要求

治疗机房顶的剂量应按下述a)、b)两种情况控制:

a) 在治疗机房正上方已建、拟建建筑物或治疗机房旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点到机房顶内表面边缘所张立体角区域时, 距治疗机房顶外表面 30cm处和(或)在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处, 可以根据机房外周剂量参考控制水平 $H_c \leq 5\mu\text{Sv}/\text{周}$ 和最高剂量率 $H_{c,\text{max}} \leq 2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$, 按照 4.2.1 求得关注点的剂量率参考控制水平 $H_c(\mu\text{Sv}/\text{h})$ 加以控制。

b) 除 4.2.2 中a)的条件外, 应考虑下列情况:

1) 天空散射和侧散射辐射对治疗机房外的地面附近和楼层中公众的照射。该项辐射和穿出机房墙透射辐射在相应处的剂量(率)的总和, 应按 4.2.2 中的a)确定关注点的剂量率参考控制水平 $H_c(\mu\text{Sv}/\text{h})$ 加以控制;

2) 穿出治疗机房顶的辐射对偶然到达机房顶外的人员的照射, 以相当于机房外非控制区人员周剂量率控制指标的年剂量 $250\mu\text{Sv}$ 加以控制;

3) 对不需要人员到达并只有借助工具才能进入的机房顶, 考虑上述 1)和 2)之后, 机房顶外表面 30cm处的剂量率参考控制水平可按 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 加以控制(可在相应处设置辐射告示牌)。

七、《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)

第 6 款: X 射线设备机房防护设施的技术要求

6.1 X 射线设备机房布局

6.1.1 应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置, 应尽量避免有用束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。

6.1.2 X 射线设备机房(照射室)的设置应充分考虑邻室(含楼上和楼下)及周围场所的

人员防护与安全。

6.1.3 每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求。

6.1.5 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应不小于表 3-6 的规定。

表 3-6 X 射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度的要求

设备类型	机房内最小有效使用面积 (m ²)	机房内最小单边长度 (m)
CT 机房（不含头颅移动 CT） CT 模拟定位机房	30	4.5

第 6.2 款 X 射线设备机房屏蔽

6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 3-7 的规定。

表 3-7 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 mmPb	非有用束方向铅当量 mmPb
CT 机房（不含头颅移动 CT） CT 模拟定位机房	2.5	

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 3-7 的要求。

第 6.3 款 X 射线设备机房屏体外剂量水平

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

b) CT 机、乳腺摄影、乳腺 CBCT、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影、口腔 CBCT 和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h；

第 6.4 款 X 射线设备工作场所防护

6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知

栏。

6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

6.4.7 受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。

6.4.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。

第 6.5 款 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

6.5.1 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 3-8 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。

6.5.3 除接入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；移动铅悬挂防护屏铅当量应不小于 2mmPb。

6.5.4 应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mmPb。

6.5.5 个人防护用品不适用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

表 3-8 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查 类型	工作人员		受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辐射防护设施
CT 体层扫描 (隔室)	—	—	铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	—

注：1. “—”标识不做要求。

2. 各类个人防护用品和辅助防护设施，指防电离辐射的用品和设施。鼓励使用非铅材料防护用品，特别是非铅介入防护手套。

八、《山东省医疗机构污染物排放控制标准》(DB 37/596-2020)

第 4.2.6 款：医疗机构的低放射性废水、酸性废水等应单独收集处理后再排入医疗机构污水处理系统。水污染物排放浓度限值如表 3-9 所列。

表 3-9 水污染物排放浓度限值

序号	污染物	一级标准	二级标准	污染物排放监控位置
1	总α / (Bq/L)	1		放射性衰变池出口
2	总β / (Bq/L)	10		

根据《山东保法肿瘤治疗股份有限公司泰美宝法肿瘤医院核 PET-CT、6MV 医用电子加速器应用项目环境影响报告表》评价内容及批复要求，本次验收以 5.0mSv/a 作为职业工作人员的管理剂量约束值，以 5mSv 作为慰问者在患者诊断和治疗期间所受到的管理剂量约束值，以 150mSv/a 作为职业工作人员四肢的当量剂量约束值，以 0.25mSv/a 作为公众成员的管理剂量约束值；取 2.5 μ Sv/h 作为 PET 各工作室和直线加速器机房屏蔽墙及防护门外 30cm 可达界面处辐射剂量率目标控制值。

以GB18871-2002附录B中表B11所规定的限值作为工作场所 β 表面污染水平目标控制值，取40Bq/cm²和4Bq/cm²分别作为核医学PET中心控制区和监督区 β 表面污染水平目标控制值；取 1Bq/L和10Bq/L分别作为衰变池末端排放口废水中总 α 、总 β 放射性水平目标控制值。

八、环境天然放射性水平

根据山东省环境监测中心站对山东省环境天然放射性水平的调查，泰安市环境天然 γ 空气吸收剂量率见表 3-10。

表 3-10 泰安市环境天然辐射水平 ($\times 10^{-8}$ Gy/h)

监测内容	范 围	平均值	标准差
原 野	2.99~14.23	6.55	1.93
道 路	1.84~16.74	5.30	2.67
室 内	4.63~21.84	10.36	2.62

表 4 项目工程概况

4.1 项目基本情况

4.1.1 项目名称

山东保法肿瘤治疗股份有限公司泰美宝法肿瘤医院 PET-CT、6MV 医用电子加速器应用项目。

4.1.2 项目性质

新建。

4.1.3 项目位置

山东保法肿瘤治疗股份有限公司泰美宝法肿瘤医院位于山东省泰安市东平县东平街道稻香街 517 号，PET-CT 中心建设于办公楼北侧，1 台 6MV 医用电子加速器建设于热疗中心一层热疗室中部。项目地理位置见附图 1，医院周边环境关系影像见附图 2，医院总平面布局见附图 3，PET-CT 中心平面布置及分区管理示意图见附图 4，热疗中心平面布置见附图 5。

4.1.4 验收规模

环评规模：于办公楼北侧新建一处 PET-CT 中心（一层建筑），引进 1 台 PET-CT，属使用 III 类射线装置，开展 ^{18}F 诊断项目，日等效最大操作量为 $3.7 \times 10^6 \text{Bq}$ ，年最大使用量为 $9.62 \times 10^{11} \text{Bq}$ ，属于丙级非密封放射性物质工作场所；使用 1 枚 ^{68}Ge 密封源用于 PET-CT 设备的偏移校准，源活度为 $4.0 \times 10^7 \text{Bq}$ ，属使用 V 类放射源；于热疗中心一层新建一座医用电子加速器机房，新增一台 XHA600E 型 6MV 医用电子加速器，用于放射治疗，属于 II 类射线装置。

验收规模：于办公楼北侧新建一处 PET-CT 中心（二层建筑），PET-CT 中心内结构、布局相较于环评阶段进行了优化调整，引进 1 台 PET-CT（属使用 III 类射线装置），应用核素 ^{18}F 进行诊断，日等效最大操作量为 $3.7 \times 10^6 \text{Bq}$ ，年最大使用量为 $9.62 \times 10^{11} \text{Bq}$ ，属于丙级非密封放射性物质工作场所；使用 1 枚 ^{68}Ge 密封源用于 PET-CT 设备的偏移校准，源活度为 $4.44 \times 10^7 \text{Bq}$ ，属使用 V 类放射源；于热疗中心一层新建一座医用电子加速器机房，新增一台 XHA600E 型 6MV 医用电子加速器，用于放射治疗，属于 II 类射线装置。验收规模与环评规模基本一致。

本次验收规模内容详见表 4-1~表 4-3。

表 4-1 本次验收 PET-CT 中心涉及使用的放射源

序号	放射源名称	单枚活度 Bq	数量	类别	场所	备注
1	^{68}Ge	4.44×10^7	1	V 类	PET-CT 设备内	-

表 4-2 本次验收 PET-CT 中心涉及使用的核素

序号	核素	日最大操作量 Bq	日等效最大操作量 Bq	年最大操作量 Bq	工作场所分级	场所
1	^{18}F	3.7×10^9	3.70×10^6	9.62×10^{11}	丙级非密封放射性物质工作场所	PET-CT 中心

表 4-3 本次验收所涉及的射线装置情况

序号	装置名称	数量 (台)	型号	主要参数	生产厂家	类别	场所
1	医用电子加速器	1	XHA600E	X 射线: 6MV	新华	II 类	热疗中心一层中部治疗室
2	PET-CT	1	Neusight PET/CT 64	最大管电压 140kV, 最大管电流 420mA	东软医疗	III 类	PET-CT 中心

4.2 辐射安全与防护

4.2.1 PET-CT 中心

1、项目位置及周围环境情况

PET-CT 中心位于医院办公楼北侧，PET-CT 中心东侧为走廊，南侧为办公楼办公室、档案室、病理科，西侧为衰变池、院内道路，北侧为绿化用地、医院职工宿舍，楼上为仓库，楼下为土层。衰变池位于 PET-CT 中心西侧，为地埋式。PET-CT 中心周围 50m 范围内主要有南侧紧邻办公楼、西侧内科楼、北侧 30m 医院职工宿舍和西北侧 36m 宝法苑 5 号楼。

PET-CT 中心平面布置见附图 4，PET-CT 中心周围现场照片见图 4-1。



PET-CT 中心东侧走廊



PET-CT 中心南侧病案室

图 4-1 PET-CT 中心周围环境现场照片（拍摄于 2022 年 11 月）

	
<p>PET-CT 中心西侧衰变池、院内道路</p>	<p>PET-CT 中心北侧绿化用地</p>
	
<p>PET-CT 中心楼上仓库</p>	<p>PET-CT 中心西北侧 36m 宝法苑 5 号楼</p>
	
<p>PET-CT 中心南侧办公楼</p>	<p>PET-CT 中心北侧 30m 医院职工宿舍</p>

图 4-1（续） PET-CT 中心周围环境现场照片

2、场所分级

PET-CT 中心应用核素 ^{18}F 进行诊断，日等效最大操作量为 $3.7 \times 10^6 \text{Bq}$ ，属于丙级非密封放射性物质工作场所。

3. 安全与防护措施

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 6.4 款要求及 HJ 1188-2021 第 4.3 款要求，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。根据该要求，医院将 PET-CT 中心划分为“控制区”和“监督区”两区管理。

(1) 分区

A) 控制区：将卫生通过间、PET-CT 扫描室、分装注射室、贮源室、废物间、待检室、患者通道、抢救留观室、洁具间、注射后患者卫生间等划为控制区。

控制区内防护及管理措施如下：a、非有关职业人员严禁入内，不允许有药患者随便出入，除特别需要外不允许亲友陪护；b、在控制区进出口及其他适当位置处设置电离辐射警告标志及标明控制区的标志，并给出相应的辐射水平和污染水平的指示；c、控制区出入口设立卫生缓冲区，为职业人员和患者提供防护用品、可换洗衣物、冲洗设施和表面污染监测设备，同时控制区内设有给药后患者专用卫生间；d、工作场所严格按照 GB18871-2002 附录 B 中“表 B11 表面放射性物质污染控制水平”的有关规定执行；e、及时清理放射性固废，患者痰液、呕吐物入专用收集容器。

B) 监督区：控制区相邻的注射前（患者与陪护人员）候诊区、PET-CT 操作室、检测室及与控制区毗邻的二层仓库等区域划为监督区。

监督区防护及管理措施如下：a、其他无关公众人员严禁入内；b、在监督区入口处设立标明监督区的标志；c、监督区与控制区分割处设置防护门，将控制区与监督区分开，设有门禁，人员不得随意出入。

本项目 PET-CT 中心平面布置图及分区管理示意图见附图 4。

(2) 人流、物流路径

患者在场所外候诊、登记、查血糖、测量身高体重后，在注射前候诊区候诊，听到接诊护士叫号后在登记室预埋留置针，然后由核医学工作场所东侧患者入口进入，根据导向标识进入，在注射窗口处接受药物注射，注射后进入待检室等候，然后进入 PET-CT 扫描室进行检查，检查完成后进入留观抢救室留观一段时间，如无异常经西侧患者出口离开核医学工作场所。

负责操作 PET-CT 扫描的医护人员于核医学工作场所北侧入口进入 PET-CT 操作室，在操作室内进行设备操作或进入 PET-CT 扫描间指导患者摆位；其他核素操作人员于核医学工作场所东南侧入口进入更衣室更换工作服后，向北经过卫生通过间后进入分装注射室进行药物分装、质控、注射等操作，工作结束后，沿原路径返回经卫生通过间，在检测室使用表面沾污仪检测身体表面无放射性残留沾污后，在更衣区更换干净衣服离开核医学工作场所。

核素药物 ^{18}F 药物从患者出口经患者通道逆向送至贮源室保险柜内储存。核医学场所内的固体放射性废物收集后在废物间进行衰变，衰变完成后经患者走廊由患者出口运出。

本项目 PET-CT 中心人流、物流示意图详见附图 6。

(3) PET-CT 中心通风系统（气流通道）

本项目 PET-CT 中心放射性废气产生环节主要为放射性药物的分装、取送药、注射等工序。医院设置 2 套独立通风系统，1 套用于分装注射室通风橱通风，1 套用于 PET-CT 中心储源室、废物间、待检室、卫生间、留观室、患者走廊等控制区废气的通风。分装注射室通风橱设置独立的通风系统，废气经专门的通风管引出，通风管在屋顶加装高效活性炭过滤装置，经活性炭吸附过滤装置（约 2 年更换一次，去除效率 95%）处理后废气经屋顶排气筒排放，排气筒高度约为 15m, 高出办公楼楼顶 3m。控制区排风为独立通风系统，在控制区每个房间的天花板设置进风口，控制阀调节排风量。每个房间设置 1 个进风口、1-2 个排风口，排风口末端位于室顶，排风管设置在屋顶（PET-CT 中心西北侧）设置高效活性炭过滤装置，经活性炭吸附后的废气通过排气筒排放，排气筒高度约 15m, 高出办公楼楼顶 3m。按照设计排风管道风速不低于 1.0m/s，可满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）第 6.3 款要求。本项目 PET-CT 中心通风系统布置示意图见附图 7。

(4) 放射性废水处理系统

本项目于 PET-CT 中心西侧建设 1 座地下式放射性废水处理系统，用于处理 PET-CT 中心产生的放射性废水，该系统地上使用栅栏隔离，外围黏贴电离辐射警告标志。控制区卫生间（清洁间）、分装注射室、废物间等均设有专用下水管道通往衰变池内。衰变池为地下式，顶盖、池底及池壁四周结构均为 25cm 厚混凝土。衰变池设置一个沉淀池，两个衰变分池，由北向南依次为沉淀池（有效容积为 2.25m^3 ， $1.5\text{m}\times 1.0\text{m}\times 1.0\text{m}$ ）、衰变池 1、衰变池 2。衰变池 1 和衰变池 2 的有效容积均为 3.375m^3 ，两个衰变分池总有效容积 6.75m^3 ，两个衰变池并联使用。每个池底部设计安装撕裂型潜污泵，可将沉积物粉碎成小颗粒，随废水一并衰变排放。

放射性废水处理系统具体运作为放射性区域废水流入沉淀池，经潜污泵排入衰变池，此时 1#电动阀打开，2#、3#、4#电动阀关闭，废水流入 1#衰变池，其内置液位计检测经检测达到预设高液位时经 PLC 处理信号此时关闭 1#电动阀开始计时，同时开启 2#电动阀，放射性废水流入 2#衰变池，当 2#衰变池达到高液位时 2#电动阀关闭，此时 1#衰变池废水达到衰变周期 3#电动阀开启同时开启 1#衰变池潜污泵，将衰变完成的废水排入医院内污水管网，排空后再次开启 1#电动阀 1#衰变池开始进水，两个衰变池交替使用。本项目也设置一套手动控制系统，尽可能减少自控故障时出现产生的不良影响，也为后续设备维护检修提供保障。衰变池上方预留操作口，以便手动操作阀门及取样等。放射性废水处理系统衰

变池内放射性废水经存放后均一次排入医院污水处理站，经医院污水处理站进一步处理后外排。

本项目 PET-CT 中心放射性废水管道走向示意图见附图 8，放射性废水处理系统平面图及 A-A 剖面图见图 4-2。

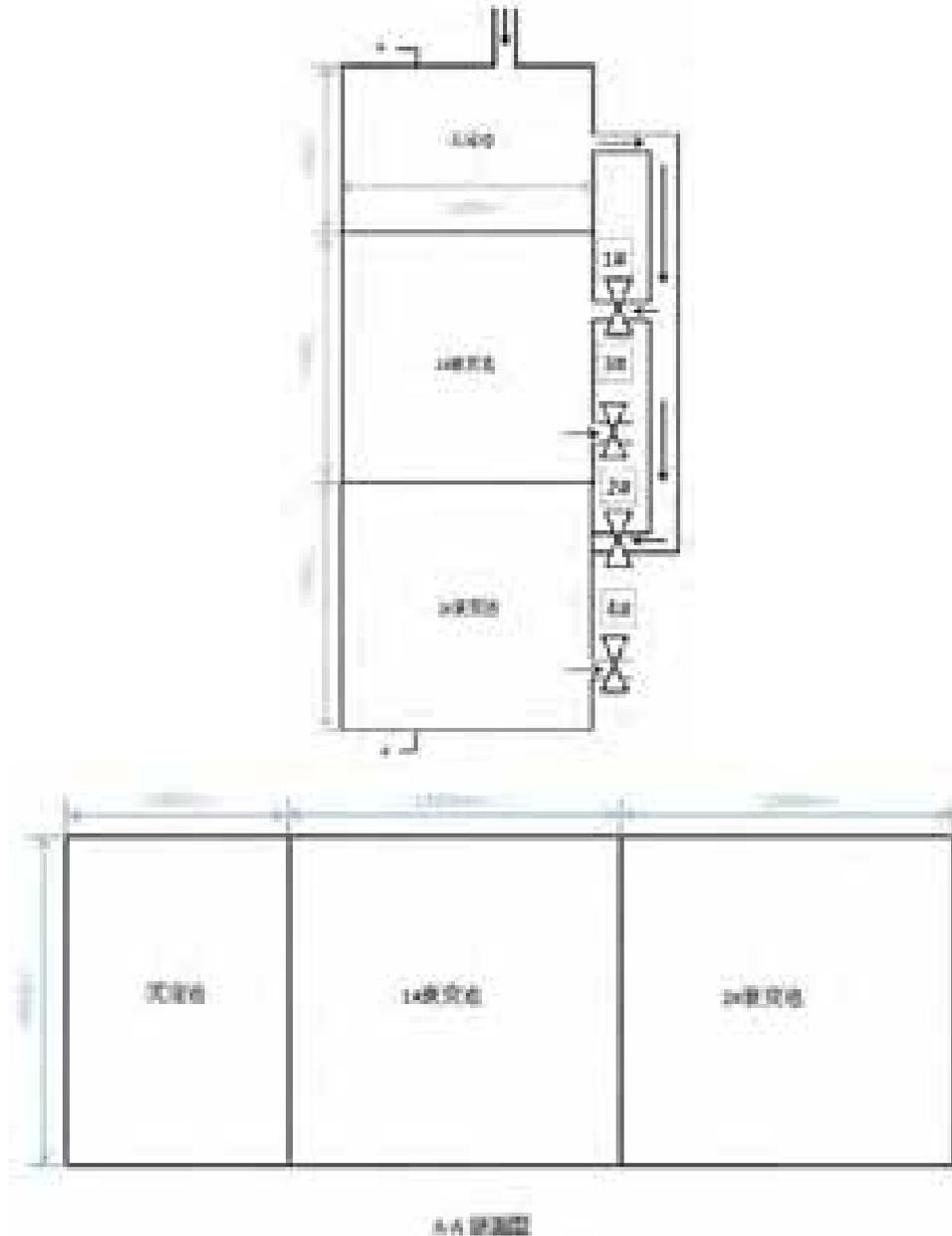


图 4-2 本项目 PET-CT 中心放射性废水处理系统平面图及 A-A 剖面图

(5) 放射性废物处置设施

医院在 PET-CT 中心设置 8 个衰变箱(4 个容积 5L、4 个容积 20L)，屏蔽厚度为 20mmPb。4 个容积 5L 的放射性废物箱分别设置于 PET-CT 中心分装注射室、待检室、机房（扫描间）、留观室内，4 个容积 20L 衰变箱设置于废物间内。医院定期将分装注射室、待检室、机房（扫描间）、留观室内的废物箱废物转移至废物间衰变箱存放。放废间衰变箱

经停留衰变超过 30 天，经监测放射性固体废物表面剂量率处于本底水平，且 β 表面污染小于 0.8Bq/cm²后，作为一般医疗废物进行处置。

(6) PET-CT 中心其他安全防护措施

PET-CT 机房防护门外设置闭门装置、工作状态指示灯。防护门设置有门-灯联动装置，并张贴电离辐射警告标志。PET-CT 扫描室内、操作位均设置有紧急停机按钮。PET-CT 中心边界等处均设置有电离辐射警告标志；PET-CT 扫描室设置有观察窗和监控对讲装置，待检室、留观室等均设置有监控设备和对讲装置。

4、辐射防护措施落实情况

根据医院提供材料及现场核查，本次验收对环境影响报告表防护措施与现场实际情况进行对比，见表 4-4~表 4-5。

表 4-4 本项目 PET-CT 中心环境影响报告表防护措施与验收情况对比表

名称	环境影响报告表内容	现场状况
位置	医院办公楼北侧新建 PET-CT 中心（一层建筑）	医院办公楼北侧新建 PET-CT 中心（二层建筑），与环评基本一致
分级分区	丙级非密封放射性物质工作场所；进行控制区、监督区划分	丙级非密封放射性物质工作场所；已进行控制区、监督区划分
核医学人流、物流情况	核医学工作场所分别设置患者通道、职业人员通道、药物通道，并规定通行的路线和方向	核医学工作场所分别设置了患者通道、职业人员通道、药物通道，并规定了通行的路线和方向
各个房间四周墙体及室顶	具体屏蔽参数见表 4-5	经与医院核实，与环评基本一致，未减少墙体的屏蔽参数（具体屏蔽参数见表 4-5）
防护门、防护窗、注射窗	具体屏蔽参数见表 4-5	经与医院核实，与环评一致，未减少屏蔽参数（具体参数见表 4-5）
防护器材配备	PET-CT 中心分装注射室配备 1 个通风橱，不锈钢外壳，以铅钢复合板作为防护，防护能力为 20mmPb；（2）为职业工作人员和陪护及慰问者分别配备 6 套和 2 套个人防护用品（包括铅衣、铅橡胶围脖、铅橡胶帽子、铅眼镜等 0.5mmPb）；（3）配备活度计 1 台、表面污染检测仪 1 台、辐射监测仪 1 台及个人剂量报警仪 1 部；	经现场勘查及与医院核实，（1）PET-CT 中心分装注射室配备 1 个通风橱，不锈钢外壳，以铅钢复合板作为防护，尺寸为 1.0m×0.8m×2.2m，防护能力为 20mmPb；（2）为职业工作人员和陪护及慰问者分别配备了 6 套和 2 套个人防护用品（包括铅衣、铅橡胶围脖、铅橡胶帽子、铅眼镜等 0.5mmPb）。（3）PET-CT 中心配备了 1 台 HD-175A 型活度计、1 台 SRM-100 型表面污染检测仪、1 台 HRD-100 型辐射监测仪及 3 部 FJ-2000 型个人剂量报警仪。

表 4-4 (续) 本项目 PET-CT 中心环境影响报告表防护措施与验收情况对比表

名称	环境影响报告表内容	现场状况
防护器材配备	(4) 设置 6 个衰变箱(4 个容积 5L、2 个容积 20L), 屏蔽厚度为 10mmPb; (5) ^{18}F 在运输过程放置于供货方提供的专门屏蔽容器铅罐内, 铅罐的屏蔽厚度为 60mmPb; (6) ^{68}Ge 校准源购买后存放于储源室的保险箱。	(4) 设置 8 个放射性废物箱(4 个容积 5L、4 个容积 20L), 屏蔽厚度为 20mmPb。(5) ^{18}F 在运输过程放置于供货方提供的专门屏蔽容器铅罐内, 铅罐的屏蔽厚度为 60mmPb。(6) ^{68}Ge 校准源购买后存放于储源室的保险箱。日常 ^{68}Ge 校准源放置于 PET-CT 机头内。
其他安全防护措施	PET-CT 中心划分监督区、控制区进行管理, 工作场所采取实体屏蔽, 患者通道和医护通道分开; PET-CT 扫描室防护门外设计工作状态指示灯、电离辐射警告标志、门灯联动。	PET-CT 中心划分监督区、控制区进行管理, 工作场所采取实体屏蔽, 患者通道和医护通道分开; PET-CT 扫描室防护门外设计工作状态指示灯、电离辐射警告标志、门灯联动, 患者入口处设置了门禁系统。
通风设施	PET-CT 中心设有专用放射性废气收集管道, 通风橱为单独的专用放射性废气收集管道, 排放口末端位于屋顶, 高于屋顶 3m 排放。	与环评一致
放射性废水处理系统	PET-CT 中心设置放射性废水处理系统, 经停留衰变, 达到解控水平, 排入医院污水处理站, 经进一步处理后排入市政污水管网。	与环评一致

表 4-5 PET-CT 中心主要房间屏蔽参数（环评阶段与现场情况）

序号	项目	尺寸 m		四周墙体		室顶及地板		防护门（现场情况）	窗（现场情况）
		环评阶段	现场情况	环评阶段	现场情况	环评阶段	现场情况		
1	PET-CT 扫描室	8.0m×5.5m ×2.8m	8.0m×5.5m ×2.8m	北墙、东墙、西墙：400mm 混凝土 南墙：300mm 混凝土	370mm 混凝土+40mm 钡 沙	室顶：400mm 混凝土	140mm 混凝土+60mm 钡沙	8mmPb（东门、南 门），与环评一致	观察窗 8mmPb，与 环评一致
2	储源室	2.55m× 1.50m×2.8m	1.65m× 1.30m×2.8m	东墙：400mm 混凝土 北墙、西墙、南墙：300mm 混凝土	370mm 混凝土+40mm 钡 沙，	室顶：400mm 混凝土	140mm 混凝土+60mm 钡沙，	环评阶段：防护门为 10mmPb，与环评一致	/
3	分装注 射室	3.0m×3.0m ×2.8m	3.58m×2.2m ×2.8m	北墙：400mm 混凝土 西墙、南墙：300mm 混凝土	370mm 混凝土+40mm 钡 沙，	室顶：400mm 混凝土	140mm 混凝土+60mm 钡沙，	环评阶段：防护门为 10mmPb，与环评一致	注射窗， 50mmPb， 与环评一 致
4	废物间	2.55m× 1.50m×2.8m	1.6m×1.30m ×2.8m	北墙、东墙：400mm 混凝土 西墙、南墙：300mm 混凝土	370mm 混凝土+40mm 钡 沙，	室顶：400mm 混凝土	140mm 混凝土+60mm 钡沙，	8mmPb，与环评一致	/
5	待检室	5.4m×4.05m ×2.8m	5.16m× 3.72m×2.8m	南墙：400mm 混凝土 西墙、北墙、东墙：300mm 混凝土	370mm 混凝土+40mm 钡 沙，	室顶：400mm 混凝土	140mm 混凝土+60mm 钡沙，	环评阶段：防护门为 10mmPb，与环评一致	/

表 4-5 (续) PET-CT 中心主要房间屏蔽参数 (环评阶段与现场情况)

序号	项目	尺寸 m		四周墙体		室顶及地板		防护门 (现场情况)	窗 (现场情况)
		环评阶段	现场情况	环评阶段	现场情况	环评阶段	现场情况		
6	抢救室	1.5m×4.05m ×2.8m	2.6m×3.90m ×2.8m	南墙: 400mm 混凝土 东墙、西墙: 300mm 混凝土	370mm 混凝土+40mm 钡沙,	室顶: 400mm 混凝土	140mm 混凝土+60mm 钡沙	8mmPb, 与环评一致	/
7	卫生间	2.65m× 4.05m×2.8m	2.65m× 4.05m×2.8m	南墙: 400mm 混凝土 西墙、北墙、东墙: 300mm 混凝土	370mm 混凝土+40mm 钡沙,	室顶: 400mm 混凝土	140mm 混凝土+60mm 钡沙	8mmPb, 与环评一致	/
8	患者走廊	13.55m× 2.0m×2.8m	19.36m× 1.74m×2.8m	-	-	室顶: 400mm 混凝土	140mm 混凝土+60mm 钡沙	8mmPb, 与环评一致	/

注: 表中主要房间屏蔽参数现场情况由医院提供。

本项目核医学 PET-CT 中心现状照片见图 4-3。

PET-CT 中心	
 <p>通风橱</p>	 <p>活度计</p>
 <p>注射窗</p>	 <p>放射性衰变箱</p>
 <p>PET-CT 扫描室患者进出防护门</p>	 <p>PET-CT</p>

图 4-3 PET-CT 中心环境现场照片（拍摄于 2022 年 11 月）

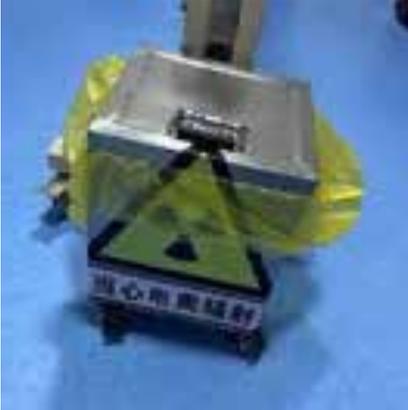
	
<p>^{68}Ge 放射源贮存位置</p>	<p>分装注射室</p>
	
<p>检测室</p>	<p>卫生间</p>
	
<p>待检室及铅屏风</p>	<p>留观室</p>
	
<p>操作室</p>	<p>放射性废物箱</p>

图 4-3 (续) PET-CT 中心环境现场照片 (拍摄于 2022 年 11 月)

 <p>电离辐射警告标志</p>	 <p>电离辐射警告标志</p>
<p>患者入口防护门</p>	<p>患者出口防护门</p>
	
<p>待检室双向对讲装置</p>	<p>规章制度上墙</p>
	
<p>地面导向指示</p>	<p>通风管道</p>
	
<p>地面导向提示</p>	<p>门禁系统及控制系统</p>

图 4-3 (续) PET-CT 中心环境现场照片 (拍摄于 2022 年 11 月)



图 4-3（续） PET-CT 中心环境现场照片（拍摄于 2022 年 11 月）

4.2.2 医用电子加速器机房

1、项目位置及周围环境情况

本项目加速器机房位于热疗中心（一层建筑）中部，治疗室东侧为原有加速器治疗室，西侧为热疗中心走廊，南侧为热疗中心与药库楼之间院内道路，北侧为控制室。加速器治疗室 50m 范围内存在如下环境保护目标：热疗中心东北侧约 22m 处的东平现代中等专业学校教学楼（具有教学、宿舍功能）、东北侧约 35m 的建筑公司宿舍，东南侧约 20m 处的原泰安舞岳传媒有限公司闲置办公室，西北侧 20m 为医院办公楼。周围环境现场照片见图 4-4，加速器治疗室平面布置图、剖面图见图 4-5。



图 4-4 加速器治疗室周围环境现场照片（拍摄于 2022 年 11 月）



加速器治疗室西侧热疗中心走廊



加速器治疗室北侧控制室

图 4-4 (续) 加速器治疗室周围环境现场照片 (拍摄于 2022 年 11 月)

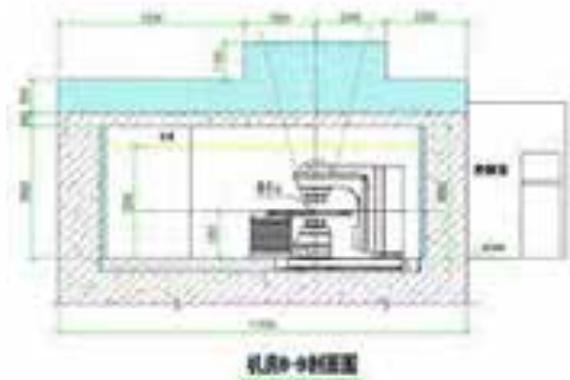
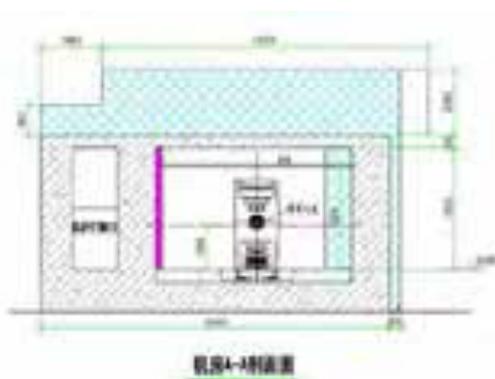
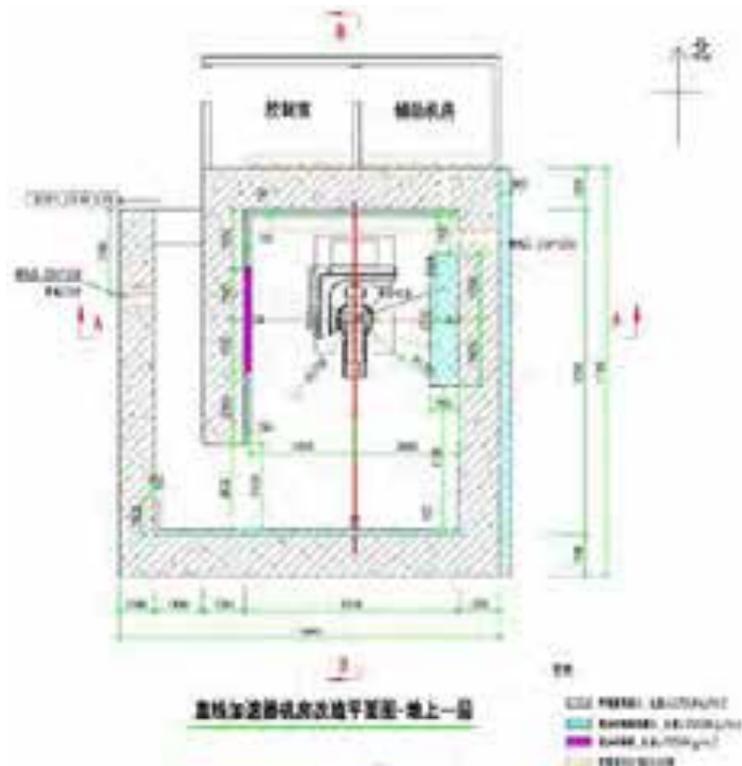


图 4-5 加速器治疗室平面布置图、剖面图

2、场所分区

医院对加速器机房进行分区管理，将加速器治疗室划为控制区，与墙壁外部相邻区域的操作室、走廊等划为监督区，并在控制区边界张贴电离辐射警告标志。

3、辐射防护措施落实情况

本项目加速器机房采取实体屏蔽，根据医院提供资料及现场勘查，医院在加速器机房边界设置了电离辐射警示标识。机房设置有紧急停机按钮、监控装置及对讲装置、工作状态指示灯，防护门与加速器设置有门机联锁装置。本次验收的加速器机房环境影响报告表防护措施与现场验收情况对比见表 4-6。

表 4-6 本项目加速器机房环境影响报告表防护措施与验收情况对比表

名称	环评内容				现场状况
加速器机房	一座				一座
加速器主要参数及型号	型号	最大参数	最大方形照射野	最大输出剂量率	经与医院核实及现场勘查，与环评一致
	XHA600E 型	6MV	40cm×40cm	6.0Gy/min	
位置	热疗中心放疗室（1 层建筑）中部				经现场勘查，与环评一致
治疗室尺寸	9.0m×5.8m×3.8m（长×宽×净高），面积约 49.16m ² ，体积约 246.6m ³ （含迷道）				经与医院核实及现场勘查，加速器治疗室尺寸参数与环评一致
治疗室西墙	西墙主屏蔽宽度为 3000mm，厚度为 1200mm 混凝土+180mm（钢板）；西墙次屏蔽厚度为 1350mm 混凝土；迷道外墙厚度为 1000mm				经与医院核实及现场勘查，为减少钢板散射、结构承重等不利影响，治疗室西墙主屏蔽墙实际采用 2400mm 混凝土+300mm 钡砖，未减少墙体的屏蔽参数，治疗室西墙次屏蔽、迷道外墙屏蔽参数与环评一致。
治疗室东墙	东墙主屏蔽宽度为 3800mm，厚度为 2400mm 混凝土；东墙次屏蔽厚度为 1500mm				经与医院核实及现场勘查，治疗室东墙主屏蔽墙厚度为 2000mm 混凝土+800mm 钡砖，加强了墙体的屏蔽能力，治疗室东墙次屏蔽参数与环评一致。
治疗室室顶	室顶主屏蔽宽度为 4000mm，厚度为 2450mm 混凝土；室顶次屏蔽厚度为 1350mm 混凝土				经与医院核实及现场勘查，加速器机房建设参数与环评一致
治疗室北墙、南墙	北墙、南墙屏蔽厚度均为 1350mm 混凝土				经与医院核实及现场勘查，加速器机房建设参数与环评一致
迷路	迷路为直型，长 9.3m，宽度 1.4m，高 3.8m				经与医院核实及现场勘查，加速器机房建设参数与环评一致

表 4-6 (续) 本项目加速器机房环境影响报告表防护措施与验收情况对比表

名称	环评内容	现场状况
防护门	防护门高 4.0m、宽 1.6m，总厚度约 25cm，防护能力为 15mmPb，防护门为平移开启方式；门洞高 3.8m，宽 1.4m，与门洞四周的搭接量均为 10cm。搭接处缝隙约 0.5cm，搭接宽度与缝隙比例均在 10:1 之上	经与医院核实及现场勘查，防护门高 2.8m、门洞高 2.4m，宽 1.2m，加速器机房防护门其余屏蔽参数与环评一致。
通风设置	治疗室内设置通风系统，进风口位于迷路内口顶部，排风口位于加速器治疗室东北角（距地高度约 0.4m），满足“高进低出、对角设置”的要求。通风量为 1500m ³ /h，治疗室有效容积 246.6m ³ ，每小时换气次数不低于 4 次/h。电缆、通风等管道避开主射线束照射区域，同时避开人员高驻留区。电缆沟从机房地坪以下越过屏蔽墙，采用“U”型设计。	经与医院核实及现场勘查，进风口位于治疗室西北角顶部，排风口位于治疗室东南角，满足“高进低出、对角设置”的要求；通风量为 1500m ³ /h，有效换气次数不低于 4 次/h；电缆、通风等管道避开主射线束照射区域，同时避开人员高驻留区。电缆沟从机房地坪以下越过屏蔽墙，采用“U”型设计。
人员配置	医院拟为本项目加速器机房拟配置 8 名职业人员，包括 4 名医师、2 名技师及 2 名物理师	医院放疗中心配备了 4 名辐射工作人员，均已通过了国家核技术利用辐射安全与防护考核。
运行时间	根据医院提供的资料，每天最大治疗量 30 人，年治疗天数 260 天，每天工作 8h，预计本项目医用电子加速器年最大治疗工作量约 7800 例，常规放疗模式和调强放疗模式分别占总治疗数比例约 10%和 90%，每人治疗照射时间分别为 1min 和 10min，则年最大照射时间为 1183h，其中常规放疗照射时间 13h，调强放疗照射时间为 1170h。	经与医院核实，与环评一致。
防护用品	加速器机房拟配备剂量监测仪等质控设备，拟配备的质控设备能够满足日常使用要求；医院拟配备个人剂量计 8 支（每人一支，委托个人剂量检测后由检测单位配发），并配备辐射 X-γ 剂量率仪进行自主监测。	加速器机房内设置了 1 个 YC-HM186N 型固定式剂量率监测仪，配备 2 部 FJ2000 型个人剂量报警仪和 1 台 BG9511 型便携式辐射监测仪；所有辐射工作人员均已配备个人剂量计。
其他安全防护措施	(1) 设置 7 个紧急停机按钮，分别位于治疗室东墙（1 个）、西墙（1 个）、北墙（1 个）、迷路内墙（1 个）及控制台（1 个），同时加速器设备上自带 2 个紧急停机按钮；(2) 治疗室防护门设计有门机联锁装置；防护门设计有防挤压红外线碰撞装置，门外设计有工作状态指示灯及张贴电离辐射警告标志；(3) 加速器机房与操作室间设计有电视监视及对讲装置，方便观察患者情况与患者沟通；(4) 加速器机房迷道内均设计有监控摄像头。	经与医院核实及现场勘查，加速器机房设置了：①设置了 7 个紧急停机按钮，南墙（1 个）、北墙（2 个）、迷路内墙（1 个）及控制台（1 个），同时加速器设备上自带 2 个紧急停机按钮；②治疗室防护门设置有门机联锁装置；设置有防挤压红外线碰撞装置，门外设置有工作状态指示灯及张贴电离辐射警告标志；③加速器机房与操作室间设置有视频监视及对讲装置；④加速器机房及迷道内均设置有监控摄像头。

本项目加速器机房现状照片见图 4-6。

	
<p>医用电子加速器</p>	<p>加速器机房防护门</p>
	
<p>加速器机房迷路</p>	<p>固定式射线报警仪</p>
	
<p>加速器机房制度上墙</p>	<p>加速器治疗室内急停按钮</p>
	
<p>操作台急停按钮及对讲装置</p>	<p>极速器治疗室内视频监控</p>

图 4-6 加速器机房现状照片（拍摄于 2022 年 11 月）



加速器机房通风系统

加速器机房通风系统

图 4-6 (续) 加速器机房现状照片 (拍摄于 2022 年 11 月)

4.3 工作原理和工作流程

4.3.1 PET-CT 中心

1. 核素使用流程及使用方案

(1) 核素使用流程

本项目 ^{18}F 由专业公司供应，供应公司根据预定用量将生产合成的 ^{18}F 核素容器装于铅罐中，负责运输过程中安全责任，直接送至本院 PET-CT 中心储源室，由医院专人负责接收，并做好接收记录和台账，接收后由医院负责后续安全责任。根据事先预约时间和预约患者情况，医院工作人员使用前将药物放置到分装室通风橱内分装 ^{18}F ，然后在注射窗口对患者实施 ^{18}F 核素注射，注射后患者根据疾病类型在用药患者休息室休息一定时间，依托 PET-CT 诊断后，再进入 PET-CT 留观室观察，经一段时间无异常后方可离开。患者的治疗流程见图 4-7。

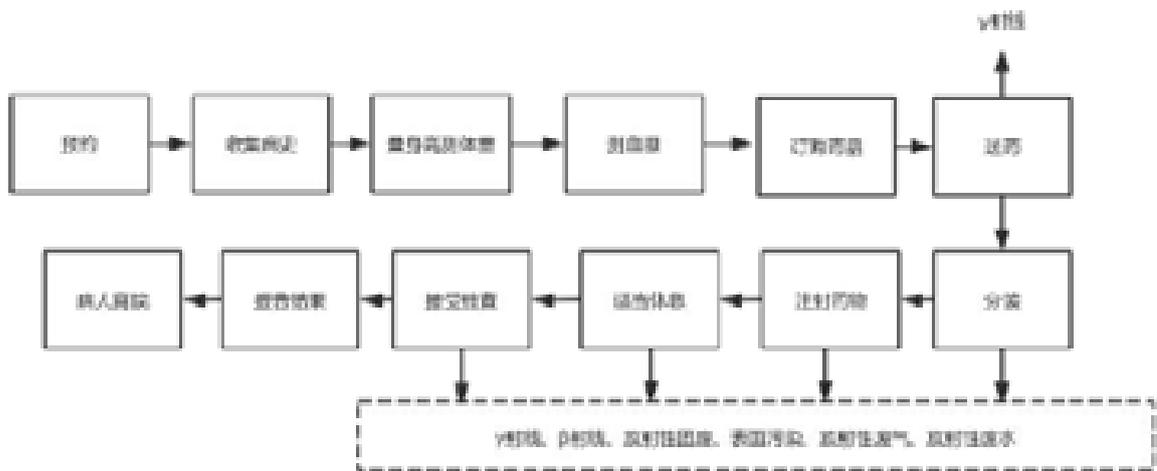


图 4-7 患者诊断流程及产物环节图

(2) 核素使用方案

根据医院提供材料，本项目核素使用方案如下所示：

本项目 ^{18}F 诊断每日最多 10 人， ^{18}F 注射量为 0.1mCi/kg ，本次按照患者体重 100kg 保守考虑，即每人最大用量为 $3.7\times 10^8\text{Bq}$ (10mCi)，则日最大使用量为 $3.7\times 10^9\text{Bq}$ (100mCi)，年用量最大为 $9.62\times 10^{11}\text{Bq}$ (26Ci)。核素开展诊断时每日订购 1 次，患者集中一上午接受诊断。

2. 核素特性及治疗原理

(1) 核素特性

正电子放射性核素 ^{18}F 自然衰变过程为 β^+ 辐射，半衰期 109.7min ， β^+ 粒子在自然界中不能长时间独立存在，很快会与原子中轨道电子结合发生湮灭反应，同时释放出 2 个能量相同 (0.511MeV)、方向相反的 γ 光子，即 γ 射线。 β 射线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 光子将会对周围环境产生外照射影响。正电子发射及其湮灭见图 4-8。

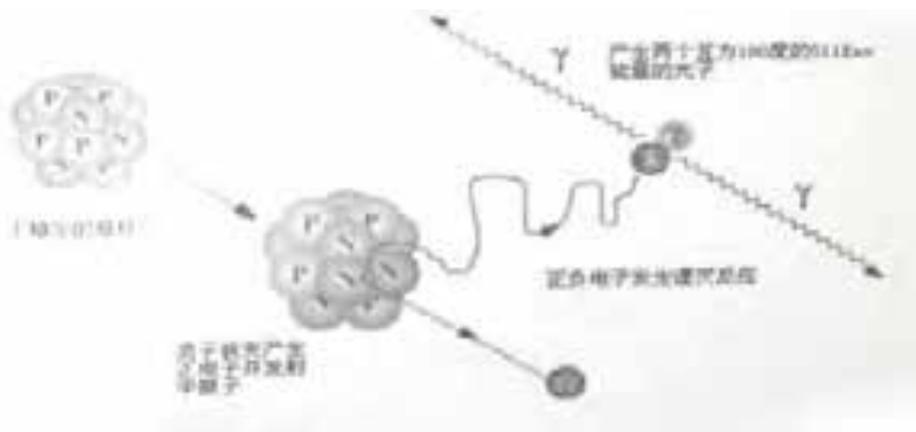


图 4-8 正电子发射及其湮灭简图

(2) 核素应用原理

本项目核素 ^{18}F 为正电子放射性核素，患者注射核素 ^{18}F 后，利用正光子发射计算机断层照相装置 (PET-CT) 显像。当人体内含有发射正电子的核素时，正电子在人体中很短的路程内和周围负电子发生湮灭产生的一对 γ 光子，这两个 γ 光子的运动方向相反，能量均为 0.511MeV ，用两个位置相对的探测器分别探测两个 γ 光子，并进行符合测量即可对人体的脏器成像。当由正电子放射性核素所标记的示踪剂 (显像剂) 注入血流后，到达全身，聚集在特定的器官或某一部位，凡代谢率高的组织或病变在 PET 上呈明确的高代谢亮信号，凡代谢率低的组织或病变在 PET 上呈低代谢暗信号。

3. 工作流程

(1) 接受受检者预约后，医院收集病人病史，并对病人做常规检查；

(2) 医护人员将 ^{18}F 标记液供给病人静脉注射；

(3) 施药后受检者在 PET-CT 注射后等候室休息一段时间 (^{18}F 患者 50~60min)，进入 PET-CT 机房进行检查；

(4) 检查结束后，留观一段时间无问题后从病人专用通道离开。

4.3.2 医用电子加速器

1、医用电子加速器简介

(1) 用途

医用电子加速器作为体外照射的一种医疗设备，利用其特定装置产生的高能电子、X 射线，应用计算机通过立体定位系统进行图像三维重建和剂量分步重建，对人体有恶性肿瘤的部位进行照射，使肿瘤组织受到不可逆损毁，同时肿瘤周围正常结构得到最大限度的保护，达到治疗肿瘤疾病的目的。

(2) 主要技术参数

医用电子加速器主要参数如下：

表 4-7 医用电子加速器主要设备参数

序号	项目	参数
1	装置名称	医用电子加速器
2	型号	XHA600E 型
3	最大 X 射线能量	6MV
4	最大方形照射野	40cm×40cm
5	最大 X 射线剂量率	6.0Gy/min
6	机架旋转角度	0~360°
7	正常治疗距离	100cm
8	X 射线泄漏率	≤0.1%
9	主射线最大出束角度	28°
10	每天最多治疗病人数	30 人/天
11	生产厂家	新华

(3) 设备组

医用电子加速器通常是以磁控管为微波功率源的驻波型直线加速器，它的结构单元为：加速管、电子枪、微波系统、调制器、束流传输系统及准直系统、真空系统、恒温水冷系统和控制保护系统。电子枪产生的电子由微波加速波导管加速后进入偏转磁场，所形成的电子束由电子窗口射出，通过 2cm 左右的空气射到金属钨靶，产生大量高能 X 线，经一级准直器和滤线器形成剂量均匀稳定的 X 线束，再通过监测电离室和二次准直器限束，最后到达患者

病灶实现治疗目的。

医用电子加速器内部结构图见图 4-9。

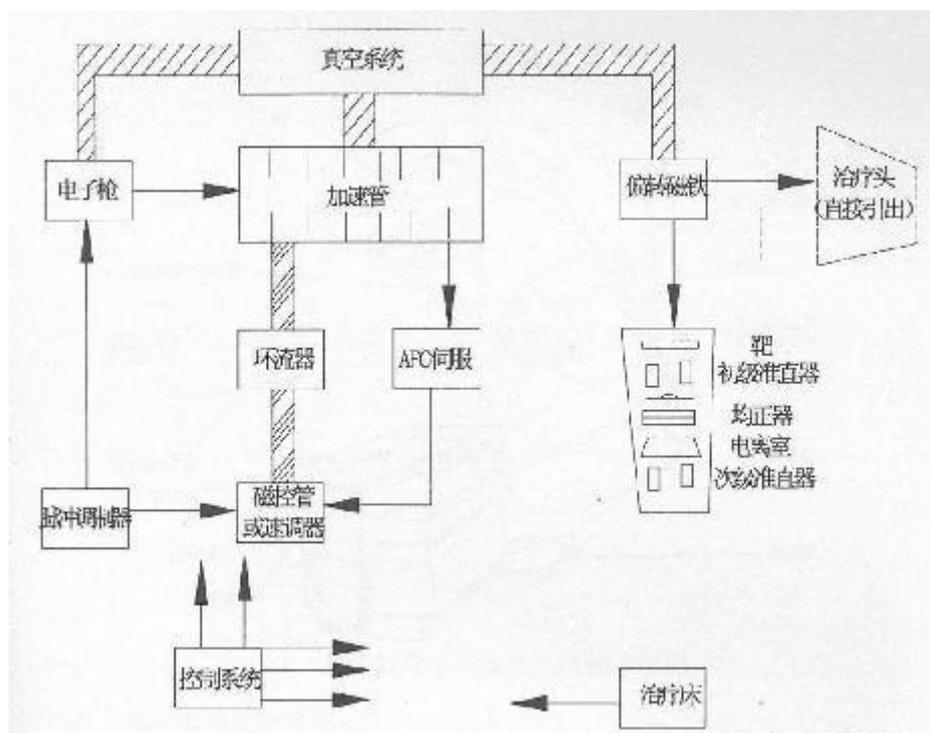


图 4-9 医用电子加速器内部结构图

2、工作原理

医用电子加速器是将电子枪产生的电子经加速管加速后形成高能电子束的装置。利用高能电子束与靶物质相互作用时的韧致辐射产生 X 射线束。作为一种体外照射的治疗设备，医用电子加速器利用其特定装置产生的高能电子束或 X 射线，应用计算机立体定位系统进行图像三剂量分步重建，对人体有恶性肿瘤的部位进行照射，使肿瘤组织受到不可逆损毁。可根据所诊断癌症类型及其在体中的位置、患者的身体状况和各次给予剂量之间的时间间隔，以最佳输出能量对人体肿瘤进行照射治疗，同时肿瘤周围正常结构得到最大限度保护，达到治疗肿瘤疾病目的。

3、治疗流程

医用电子加速器放射治疗流程如下：

- ①登记候诊：对肿瘤放疗患者进行登记、候诊。
- ②模拟定位：使用放疗中心内模拟定位机对患者的肿瘤进行定位检查。
- ③制定治疗计划：根据患者瘤体的类型、部位和大小等初步确定照射剂量和照射时间，并进一步制定相应的常规放疗、适形放疗及调强放疗的治疗计划。
- ④治疗计划验证：对放疗患者进行放疗计划验证。

⑤摆位准备：摆位前认真查对病人信息、照射条件及摆位要求，调整治疗床高度，严格按照摆位要求实施摆位；摆位结束，摆位人员等非患者均离开机房，关闭防护门。

⑥实施照射：根据放疗计划，运用医用电子加速器技术实施精确照射。

⑦照射结束：病人离开治疗室，摆位人员 2min 后进行下一个患者摆位准备。

4.4 污染源分析及评价因子

(1) γ 射线

核素 ^{18}F 在衰变过程中释放 γ 射线。 γ 射线穿透能力很强，对周围环境会造成一定的辐射影响，本项目主要考虑核素 ^{18}F 的 γ 射线影响。

(2) X 射线

医用电子加速器、CT 开机后产生 X 射线，由于 X 射线的贯穿能力极强，对周围环境可能造成辐射污染，但运行时产生的 X 射线随加速器和 CT 的开、关而产生和消失。在射线装置开机时间内的 X 射线为主要辐射环境污染因素。

(3) 放射性废气

工作场所使用的 ^{18}F 属非挥发性核素，操作过程比较简单，不经过加热、振荡等步骤，基本不产生放射性废气。

(4) 非放射性有害气体

医用电子加速器、CT 在开机运行时，产生的 X 射线与空气作用可产生少量臭氧 (O_3) 和氮氧化物 (NO , NO_2)。各射线装置机房均设有通风系统，可保持各装置机房良好通风，最大限度降低有害气体的浓度，不会对周围环境和周围人员造成影响。

(5) 放射性废水

放射性废水产生环节主要为患者注射 ^{18}F 放射性药物后，所产生的排泄物（包括呕吐物）以及清洗废水，内含有放射性核素，具有放射性。

医用电子加速器设备中设有冷却水循环系统，在加速器运行期间，冷却水尤其是靶部分水被活化的而含有放射性核素主要为 ^{15}O 、 ^{16}N ，它们的半衰期分别为 2.1min 和 7.3s，半衰期很短，在放置一定时间后其活度就可以衰减到较低的水平，本项目冷却水为循环使用，不涉及放射性废水外排。

(6) 放射性固体废物

放射性固废可分为两类，第一类为剩余放射性药物；第二类为被污染的注射器、针头、手套、导管、药棉、纱布、吸水纸、破碎杯皿、擦拭表面污染的抹布病人使用的一次性杯子等。

本项目循环冷却水使用蒸馏水，无需使用离子交换树脂，因此本项目无废弃的离子交换树脂产生。靶物质经长期照射后，也可积累一定数量的感生放射性核素，因此，退役的靶为放射性固体废物，交由有资质的单位处置。

(7) 表面污染

核素在转移和注射过程中由于操作人员违反操作规程或误操作引起的放射性物质泄漏或倾洒，对工作台面、地面造成的放射性表面污染。

综上所述，本项目工作场所污染因素主要是 γ 射线、X射线、表面污染、放射性废水、放射性固体废物。

4.5 三废的治理

1. 放射性废气

本项目 PET-CT 中心放射性废气产生环节主要为放射性药物的分装、取送药、注射等工序。医院设置 2 套独立通风系统，1 套用于分装注射室通风橱通风，1 套用于 PET-CT 中心储源室、废物间、待检室、卫生间、留观室、患者走廊等控制区区域废气的通风。分装注射室通风橱设置独立的通风系统，废气经专门的通风管引出，通风管在屋顶加装高效活性炭过滤装置，经活性炭吸附过滤装置（约 2 年更换一次，去除效率 95%）处理后废气经屋顶排气筒排放，排气筒高度约为 15m，高出办公楼楼顶 3m。控制区排风为独立通风系统，在控制区每个房间的天花板设置进风口，控制阀调节排风量。每个房间设置 1 个进风口、1-2 个排风口，排风口末端位于室顶，排风管设置在屋顶（PET-CT 中心西北侧）设置高效活性炭过滤装置，经活性炭吸附后的废气通过排气筒排放，排气筒高度约 15m，高出办公楼楼顶 3m。按照设计排风管道风速不低于 1.0m/s，可满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）第 6.3 款要求。

2. 放射性液体废物

本项目在 PET-CT 中心产生的含少量 ^{18}F 的放射性废水依托 PET-CT 中心专用废水收集管道，排入 PET-CT 中心放射性废水处理系统，经停留衰变，达到解控水平，排入医院污水处理站，经进一步处理后排入市政污水管网。

根据医院提供资料，本项目 ^{18}F 年就诊患者最多 2600 人，年产生放射性废水约为 $39\text{m}^3/\text{a}$ （一年按 260 天计，平均每天 0.15m^3 ）。PET-CT 中心放射性废水处理系统设置 1 个沉淀池，2 个衰变分池，沉淀池的有效容积为 2.25m^3 ，2 个衰变分池，单个容积均为 3.375m^3 ，总容积为 6.75m^3 ，间歇式并联运行。单个衰变池的充满时间约为 22 天，两个衰变池并联使用。单个衰变池的衰变时间不低于 22 天，远远超过 ^{18}F 的十个半衰期衰减时间，废水经衰变达到解控水平

后排入医院污水处理站。

本次验收委托山东嘉誉测试科技有限公司对放射性废水中总 α 、总 β 进行了监测，放射性废水中总 α 、总 β 均为未检出，满足《山东省医疗机构污染物排放控制标准》（DB 37/596-2020）中规定的医疗机构污水处理系统放射性衰变池出口总 α 1 Bq/L 的排放标准和总 β 10 Bq/L 的排放标准。

医院自 2022 年 8 月运行起，截止到 2023 年 2 月份，放射性废水处理系统未进行过排放，现有贮存废水量约 4m³。放射性废水处理系统衰变池贮存至少 22 天后每月排放一次。

3. 放射性固体废物

本项目产生的放射性固废可分为三类，第一类为剩余放射性药物和 ⁶⁸Ge 废源；第二类为被污染的注射器、针头、手套、导管、药棉、纱布、吸水纸、破碎杯皿、擦拭表面污染的抹布和病人使用的一次性杯子等；第三类为清理放射性废水收集沉淀池时产生的沉积物污泥和排风系统更换的废活性炭。

（1）第一类放射性固废：医院根据患者预约量购药，一般无剩余核素，如患者未及时就诊，剩余核素存放在随药铅罐中，剩余核素及铅罐由供应厂家回收。活度达不到使用要求的 ⁶⁸Ge 废源由厂家回收。

（2）第二类放射性固废：被污染的注射器、针头、手套、导管、药棉、纱布、吸水纸、破碎杯皿、擦拭表面污染的抹布和病人使用的一次性杯子等。分装 ¹⁸F 产生一次性手套、口罩、针头、导管、药棉、纱布等，如果发生 ¹⁸F 撒漏，还可能产生吸水纸、去污用纸、抹布等，依托 PET-CT 中心的 ¹⁸F 放射性废物桶进行收集，4 个 ¹⁸F 衰变箱，单个容积 20L，4 个衰变箱轮流使用然后转至放废间衰变箱封存衰变。经停留衰变超过 30 天，经监测放射性固体废物表面剂量率处于本底水平，且 β 表面污染小于 0.8Bq/cm² 后，作为一般医疗废物进行处置。满足按照《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）7.2.3 要求。

医院在 PET-CT 中心设置 8 个衰变箱（4 个容积 5L、4 个容积 20L），屏蔽厚度为 20mmPb。4 个容积 5L 的废物箱分别设置于 PET-CT 中心分装注射室、待检室、机房（扫描间）、留观室内，4 个容积 20L 衰变箱设置于废物间内。定期将分装注射室、待检室、机房（扫描间）、留观室内的废物箱废物转移至废物间存放。

根据医院提供资料，本项目 ¹⁸F 患者就诊人数最多为 220 人次/月，放射性固废产生量按 0.05kg/人考虑，则本项目放射性固废产生量为 11kg/月（约合 33L）。废物间单个放射性废物衰变箱装满需约 0.6 个月（18 天），根据医院管理要求废物间每个 20L 衰变箱收集 18 天固废后，封闭存放衰变 30 天，达到解控水平后作为一般医疗废物处置。4 个衰变箱轮流使

用，每个衰变箱衰变存放至少 30 天，可以满足标准要求。

医院自 2022 年 8 月运行起，PET-CT 中心放射性废物收集后贮存 30 天及以上按照一般医疗废物处理。截止到 2023 年 2 月份，放射性废物产生了约 0.5kg，放置于放射性衰变桶内。医院就诊患者较少，产生的放射性废物较少。

(3) 第三类为清理放射性废水收集沉淀池时产生的沉积物污泥和排风系统更换的废活性炭。衰变池废渣一般随放射性废水一起停留衰变后排放；放射性废气收集处理系统更换的废旧活性炭置于衰变箱内，停留衰变十个半衰期及以上满足清洁解控水平后，经监测满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）7.2.3 要求后作为一般医疗废物处置。医院自 2022 年 8 月运行起暂未产生沉积物污泥和废活性炭。

医院已按照 HJ 1188-2021 第 7.2 款相关规定，于衰变箱上设置电离辐射标志，并设置标签，标注核素名称、废物类别、入库日期等信息。此外，在衰变箱内放置有专用塑料袋直接收纳废物，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，然后在装入专用塑料袋内。

表 5 环境影响报告表与批复落实情况

本项目环境影响报告表要求与验收情况的对比见表 5-1。

表 5-1 本项目环境影响报告表要求与验收情况的对比

环境影响报告表要求（简述）	验收时落实情况
严格按照设计及本环评进行 PET-CT 中心和加速器机房的建设。	医院按照设计及环评对 PET-CT 中心进行了优化调整，按照设计及环评进行加速器机房的建设。
为本项目配备个人剂量计 14 支（委托个人剂量检测后由检测单位配发）、活度计 1 台、表面污染检测仪 1 台、辐射 X-γ 剂量率仪 1 台。	医院为本项目配备了 10 支个人剂量计、1 台 HD-175A 型活度计、1 台 SRM-100 型表面污染检测仪、1 台 HRD-100 型和 1 台 BG9511 型辐射监测仪。
根据职业人员到岗情况，合理制定职业人员培训计划，参加辐射安全与防护培训，按照生态环境部核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告进行考核合格，做到全员持证上岗。	医院制定了《辐射工作人员培训制度》，组织辐射工作人员参加了核技术利用辐射安全与防护和考核，均取得了合格成绩单，做到全员持证上岗。
制定并健全辐射安全管理规章制度；	医院已制定《辐射防护与安全保卫制度》《放射性药物操作防护制度》《辐射岗位工作职责》《核医学检查和治疗控制程序》《放射性药物操作规程》《PET/CT 仪器操作规程》《直线加速器安全操作规程》《射线装置使用管理登记制度》《设备检修维护制度》《辐射监测方案》《辐射工作人员培训制度》。
严格执行辐射监测计划，发现问题及时处理。定期检查 PET-CT 中心、医用电子加速器的辐射安全防护装置及措施，确保正常工作，避免无关人员误入机房。	医院制定了《辐射监测方案》，按照监测计划进行辐射工作场所的规范监测；定期检查 PET-CT 中心、医用电子加速器的辐射安全防护装置及措施，确保了正常工作。

本项目环境影响报告表批复要求与验收情况的对比见表 5-2。

表 5-2 本项目环境影响报告表批复要求与验收情况的对比

环境影响报告表批复意见（简述）	验收时落实情况
一、山东保法肿瘤治疗股份有限公司泰美宝法肿瘤医院位于山东省泰安市东平县东平街道稻香街 517 号。医院拟在办公楼北侧新建 PET-CT 中心，引进 1 台 PET-CT，属于 III 类射线装置。开展 ^{18}F 诊断项目（日等效最大操作量为 $3.7 \times 10^6 \text{Bq}$ ，年最大使用量为 $9.62 \times 10^{11} \text{Bq}$ ）属于丙级非密封放射性物质工作场所；使用 1 枚 ^{68}Ge 密封源用于 PET-CT 设备的偏移校准（源活度为 $4.0 \times 10^7 \text{Bq}$ ）属于 V 类源；拟在热疗中心现有仓库新建一座医用电子加速器机房，拟新增一台新华 XHA600E 型 6MV 医用电子加速器，用于放射治疗，属 II 类射线装置。	已落实。项目位于山东省泰安市东平县东平街道稻香街 517 号。医院在办公楼北侧新建 PET-CT 中心，引进 1 台 PET-CT，属 III 类射线装置。开展 ^{18}F 诊断项目（日等效最大操作量为 $3.7 \times 10^6 \text{Bq}$ ，年最大使用量为 $9.62 \times 10^{11} \text{Bq}$ ）属丙级非密封放射性物质工作场所；使用 1 枚 ^{68}Ge 密封源用于 PET-CT 设备的偏移校准（源活度为 $4.44 \times 10^7 \text{Bq}$ ）属于 V 类源；在热疗中心新建一座医用电子加速器机房，新增一台新华 XHA600E 型 6MV 医用电子加速器，用于放射治疗，属 II 类射线装置。

表 5-2（续） 本项目环境影响报告表批复要求与验收情况的对比

	环境影响报告表批复意见（简述）	验收时落实情况
二、该项目应严格落实环境影响报告表提出的辐射安全与防护措施和以下要求。	<p>（一）严格执行辐射安全管理制度。</p> <p>1. 落实辐射安全管理责任制。医院法人代表为辐射安全工作第一责任人，分管负责人为直接责任人。医院应设立辐射安全与环境保护管理机构，统一负责全院的辐射安全管理工作或指定 1 名本科以上学历的技术人员，专职负责全院的辐射安全管理工作，各辐射工作场所应安排相应的技术人员负责辐射安全管理，落实岗位职责。</p> <p>2. 制定放射性同位素及射线装置使用登记制度、操作规程、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、培训计划和监测方案等，建立辐射安全管理档案。</p>	<p>1. 医院严格落实辐射安全管理责任制，签订了辐射工作安全责任书，明确了法人代表为医院辐射安全工作责任人，分管负责人为直接责任人。医院成立了辐射安全防护管理小组，指定韩娟（本科）专职负责医院的辐射安全管理工作，各辐射工作场所均安排了相应的技术人员负责辐射安全管理，明确了辐射工作岗位，落实了岗位职责。</p> <p>2. 医院制定了《辐射防护与安全保卫制度》《放射性药物操作防护制度》《辐射岗位职责》《核医学检查和治疗控制程序》《放射性药物操作规程》《PET/CT 仪器操作规程》《直线加速器安全操作规程》《放射想核素台账管理制度》《射线装置使用管理登记制度》《设备检修维护制度》《辐射监测方案》《辐射工作人员培训制度》等制度，医院严格落实以上制度，并建立了辐射安全管理档案。</p>
	<p>（二）加强辐射工作人员、患者的安全和防护工作</p> <p>1. 认真落实培训计划，组织辐射工作人员应参加辐射安全培训学习和报名考核；考核不合格的，不得从事辐射工作。</p> <p>2. 按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（部令 18 号）的要求，建立辐射工作人员个人剂量档案，做到 1 人 1 档。辐射工作人员应佩戴个人剂量计，每 3 个月进行 1 次个人剂量监测，安排专人负责个人剂量监测管理，发现个人剂量监测结果异常时，应当立即核实和调查，并向生态环境部门报告。</p>	<p>1. 医院制定了《辐射工作人员培训制度》，医院 PET-CT 中心、热疗中心工作人员均通过了国家核技术利用辐射安全与防护考核，且均处于有效期内。</p> <p>2. 医院已委托有资质单位为辐射工作人员佩戴个人剂量计，并每 3 个月进行一次个人剂量监测。建立了辐射工作人员个人剂量档案，做到 1 人 1 档。安排专人负责个人剂量监测管理，项目运行期间，未发现个人剂量监测结果异常情况。</p>
	<p>（三）做好辐射工作场所的安全和防护工作</p> <p>1. 落实 PET-CT 各工作室、直线加速器机房实体屏蔽措施，做到确保墙体及防护门外 30cm 可达界面处空气比释动能率不大于 2.5μ Sv/h。</p>	<p>医院落实了 PET-CT 各工作室、直线加速器机房实体屏蔽措施，由本次验收监测数据可知，PET-CT 各工作室、直线加速器机房墙体及防护门外 30cm 可达界面处辐射剂量率均小于 2.5μ Sv/h。</p>

表 5-2 (续) 本项目环境影响报告表批复要求与验收情况的对比

	环境影响报告表批复意见 (简述)	验收时落实情况
<p>二、该项目严格落实环境影响评价提出的辐射安全防护措施以下要求。</p>	<p>2. 在各辐射工作场所项目位置上设置符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)要求的电离辐射警告标志。</p> <p>3. 落实 PET-CT 机房、直线加速器机房门机联锁、工作状态指示灯、急停按钮、视频监控等辐射安全与防护设施, 设置排风系统。PET-CT 工作场所实行分区管理, 划分控制区和监督区, 并实行医生通道和患者通道分离。做好射线装置与辐射安全与防护设施的维护、维修, 建立维护、维修档案, 确保各项辐射安全与防护设施安全有效。</p> <p>4. 做好放射源的安全保卫工作, 设置专用贮存室, 并配备保险箱, 明确保管负责人, 确保安全。</p> <p>5. 落实放射性药品使用登记制度, 建立射线装置与放射性药品使用台账, 做好安全保卫工作。设置放射性药品专用运输通道和盛放容器, 确保安全。</p> <p>6. 放射性废水须经专门的废水收集系统 (系统建成后加设栅栏和指示牌以避免公众人员近距离接触) 排放至专门的衰变池内, 衰变至少 10 个半衰期后方可排入医院污水处理系统; 放射性固体废物应按核素收集到符合规范的放射性固体废物桶内衰变 10 个半衰期, 且达到清洁解控水平后, 方可作为普通医疗垃圾处理, 否则应送山东省城市放射性废物库处理。</p> <p>7. 配备至少 1 台 X-γ 辐射剂量仪、1 台表面沾污仪, 制定并严格执行辐射环境监测计划, 开展辐射环境监测, 并向生态环境部门上报监测数据。</p>	<p>2. 医院在 PET-CT 中心患者出入口、控制区边界、衰变池、医用电子加速器控制区边界等处醒目位置均设置了符合要求的电离辐射警告标志。</p> <p>3. 医院严格落实防护门、工作状态指示灯等辐射安全与防护措施, PET-CT 扫描室设置了门灯联动、工作状态指示灯、急停按钮、视频监控等辐射安全与防护设施, 医用电子加速器设置了门机联锁装置、急停按钮、监视系统、对讲系统等辐射安全与防护设施; 医院按规范和环境影响报告表的要求, 在 PET-CT 中心和加速器机房设置了通风系统, 保证各个工作场所保持良好通风。医院严格落实各射线装置辐射安全与防护设施的维护、维修工作, 并建立了维护、维修档案, 确保各项辐射安全与防护设施安全有效。</p> <p>4. 医院建立了非密封放射性物质的贮存、领取、使用、回收的台账管理, 贮源室落实双人双锁, 配备了保险箱, 采取防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏的安全措施, 不存放易燃、易爆、腐蚀性物品, 并指定专人负责保管。</p> <p>5. 医院严格落实放射性药品使用登记制度, 建立了射线装置与放射性药品使用台账, 做好了安全保卫工作。设置了放射性药品专用运输通道和盛放容器, 确保了辐射安全。</p> <p>6. 医院于 PET-CT 中心西侧建设 1 座地下式放射性废水处理系统, 用于处理 PET-CT 中心产生的放射性废水, 该系统地上使用栅栏隔离, 外围黏贴电离辐射警告标志。控制区卫生间 (清洁间)、分装注射室、废物间等均设有专用下水管道通往衰变池内; 放射性废水收集衰变至少 22 天后排入医院污水处理系统; 医院设置了专用的放射性废物桶, 放射性废物在衰变箱内衰变 30 天后且达到清洁解控水平后, 作为普通医疗垃圾处理。</p> <p>7. 医院配备了 1 台 SRM-100 型表面污染检测仪、1 台 HRD-100 型辐射监测仪, 加速器机房配备了 1 台 BG9511 型辐射监测仪、固定式辐射剂量监测仪, 医院制定了《辐射监测计划》, 并严格执行辐射环境监测计划, 开展辐射环境监测, 并向生态环境部门上报监测数据。</p>

表 5-2（续） 本项目环境影响报告表批复要求与验收情况的对比

环境影响报告表批复意见（简述）		验收时落实情况
<p>二、该项目应严格落实环境影响报告表提出的辐射安全与防护措施和以下要求。</p>	<p>（四）制定并定期完善辐射事故应急预案，有计划组织开展辐射事故应急演练。若发生辐射事故，应及时向生态环境、公安和卫生等部门报告。</p>	<p>医院修订了《辐射安全事故应急预案》，每年均有计划开展了辐射事故应急演练，近期应急演练记录见附件。本项目运行期间未发生辐射事故。</p>
<p>三、项目建成后要按规定的程序进行竣工环境保护验收，经验收合格后方可正式投入使用。</p>		<p>项目环保设施与主体工程同时设计、同时施工、同时调试运行。本次竣工环保验收将向社会公开验收报告，验收合格后正式投入使用。</p>

表 6 验收监测

6.1 现场监测

为掌握本项目正常运行情况下周围的辐射环境水平，本次验收委托山东鼎嘉环境检测有限公司对本次验收的相关场所及周围环境进行了现场监测，同时委托山东嘉誉测试科技有限公司对衰变池放射性废水中总 α 、总 β 进行了监测，委托核工业北京地质研究院分析测试研究中心对场所周围土壤中总 β 进行了监测。

1. 监测项目

X- γ 辐射剂量率、 β 表面污染、放射性废水总 α 总 β 、土壤中总 β 。

2. 监测时间与环境条件

(1) X- γ 辐射剂量率及 β 表面污染

监测时间：2022 年 11 月 15 日

环境条件：晴，温度：11.8℃，相对湿度：60.6%。

(2) 衰变池放射性废水总 β

取样时间：2022 年 12 月 2 日

测试时间：2022 年 12 月 2 日-2022 年 12 月 5 日。

(3) 土壤中总 β

取样时间：2022 年 11 月 28 日

收样时间：2022 年 12 月 2 日

3. 监测仪器

(1) X- γ 辐射剂量率及 β 表面污染

本次验收监测仪器设备参数及技术指标见表 6-1。

表 6-1 本次验收监测使用的监测仪器一览表

设备名称	设备型号	技术指标	检定/校准单位	检定/校准证书编号	检定/校准有效期至
便携式多功能射线检测仪	BG9512P/BG7030	吸收剂量率：10nGy/h~200 μ Gy/h 能量范围：25keV~3MeV	山东省计量科学研究院	Y16-20220370	2023 年 3 月 8 日
辐射检测仪	AT1123	吸收剂量率：50nSv/h~10Sv/h 能量范围：15keV~3MeV		Y16-20220471	2023 年 4 月 22 日
α - β 表面污染仪	BG9621/BG7040	α : 0.1-99999cps β : 0.1-99999cps		Y15-20220074	2023 年 4 月 15 日

(2) 放射性废水总 β

LB-2 低本底 α β 测量仪 075

(3) 土壤中总 β

MPC9604 低本底 α β 计数仪

4. 监测方法

X- γ 辐射剂量率、 β 表面污染监测由两名检测人员共同进行现场监测，依据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《表面污染测定第一部分 β 发射体（ $E_{\beta \text{ MAX}} > 0.15\text{MeV}$ ）和 α 发射体》（GB/T 14056.1-2008）等相关要求进行现场测量。将仪器接通电源预热 15min 以上，设置好测量程序，仪器自动读取 10 个数据，计算监测值和标准偏差。

实验室依据《水质 总 β 放射性的测定 厚源法》（HJ 899-2017）等相关要求对放射性废水进行检验，经浓缩、蒸干、碳化、灰化后在水质 总 β 放射性的测定厚源法上测量总 β ，计算得最终结果。

土壤中总 β 依据《环境放射性的测量-土壤-第 6 部分：总 α 和总 β 的测量》（ISO 18589-6:2019（E））进行检测。

5. 监测技术规范

(1) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；

(2) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；

(3) 《表面污染测定第一部分 β 发射体（ $E_{\beta \text{ MAX}} > 0.15\text{MeV}$ ）和 α 发射体》（GB/T 14056.1-2008）；

(4) 《水质 总 β 放射性的测定 厚源法》（HJ 899-2017）；

(5) 《环境放射性的测量-土壤-第 6 部分：总 α 和总 β 的测量》（ISO 18589-6:2019（E））。

6、监测点位

本次验收的相关场所及周围环境进行了现场监测，监测布点示意图见图 6-1~图 6-3。



图 6-1 PET-CT 中心辐射剂量率监测点位

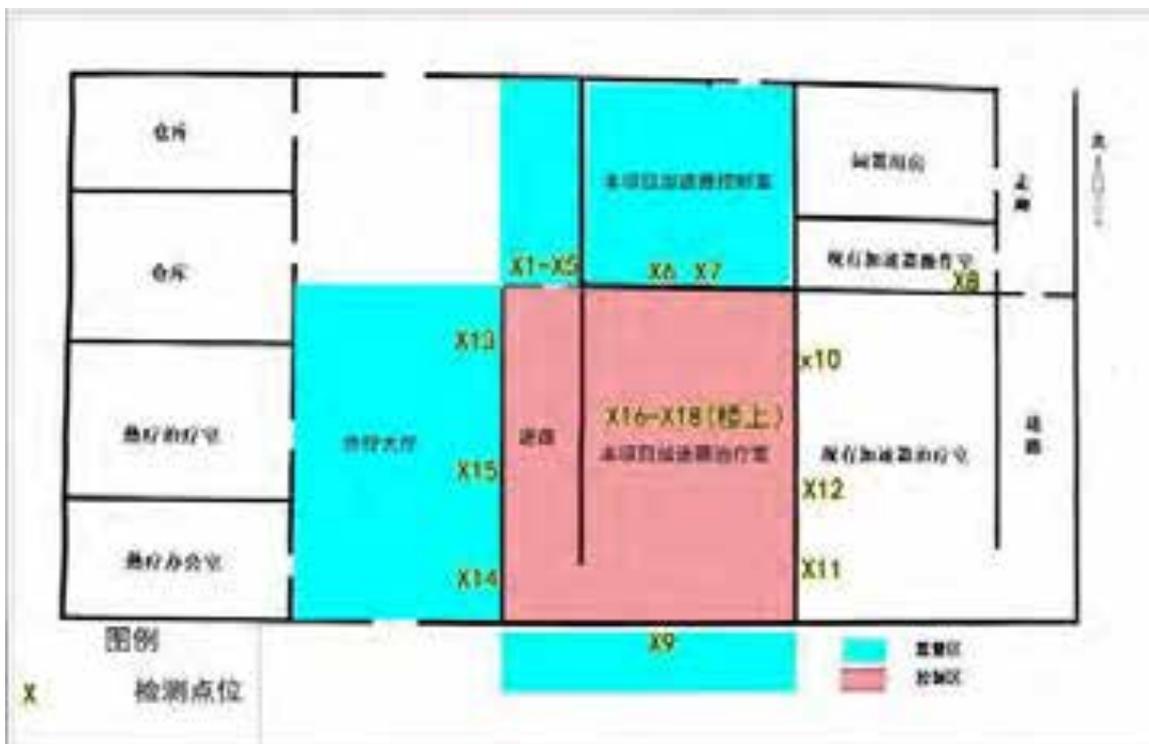


图 6-2 医用电子加速器机房周围 X-γ 辐射剂量率监测点位

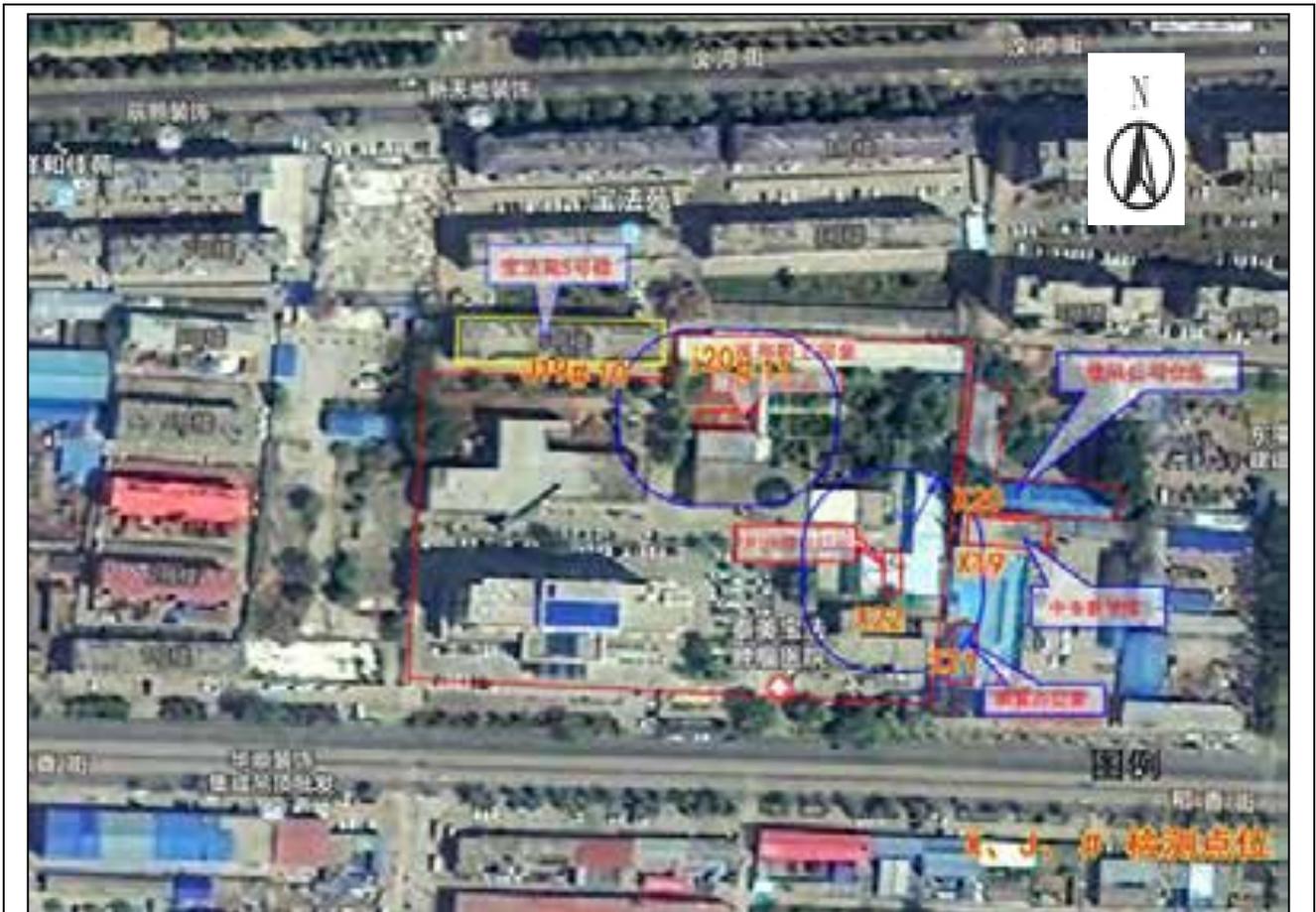


图 6-3 环境敏感目标处 X- γ 辐射剂量率监测点位

6.2 监测结果

相关工作场所及周围 X- γ 辐射剂量率监测结果见表 6-2~表 6-3、表 6-5； β 表面污染监测结果见表 6-4。放射性废水总 α 、总 β 以及土壤中总 β 检测结果见表 6-6~表 6-7。

表 6-2 PET-CT 中心相关工作场所 X-γ 辐射剂量率监测结果

序号	点位描述	监测值 (单位: μ Sv/h)	标准偏差	工况	备注	
A1	通风橱东侧外表面	162.3nSv/h	1.7	47.58mCi 18 F 置于通风橱内; 分装时, A11~A25 进行监测	控制区	
A2	通风橱西侧外表面	159.2nSv/h	1.9			
A3	通风橱观察窗外 30cm 处	156.2nSv/h	1.9			
A4	通风橱南侧外表面 30cm 处 (操作位)	152.4nSv/h	1.9			
A5	18 F 屏蔽体外表面 5cm 处	37.7	1.7			
A6	18 F 屏蔽体外表面 30cm 处	4.65	0.2			
A7	18 F 屏蔽体外表面 50cm 处	1.084	0.0			
A8	18 F 屏蔽体外表面 100cm 处	0.582	0.0			
A9	手部- 18 F 储药铅罐打开状态	1.912 mSv/h	1.4			
A10	身体- 18 F 储药铅罐打开状态	4.530	0.0			
A11	通风橱左伸手孔	43.45	0.2		47.58mCi 18 F 置于通风橱内; 分装时, A11~A25 进行监测	监督区
A12	通风橱右伸手孔	42.58	0.2			
A13	通风橱东侧外表面	1.063	0.02			
A14	通风橱西侧外表面	1.104	0.02			
A15	通风橱观察窗外 30cm 处	184.1nSv/h	1.7			
A16	通风橱南侧外表面 30cm 处 (操作位)	0.436	0.02			
A17	楼上距地面 30cm 处	131.1nSv/h	1.7			
A18	北门外 30cm 处 (巡测最大值处)	187.4nSv/h	1.7			
A19	西南门外 30cm 处 (巡测最大值处)	0.219	0.02			
A20	东南门外 30cm 处 (巡测最大值处)	0.243	0.02			
A21	东门外 30cm 处 (巡测最大值处)	0.246	0.02			
A22	北墙外 30cm 处	0.253	0.02			
A23	西墙外 30cm 处	0.216	0.01			
A24	南墙外 30cm 处	193.0nSv/h	1.6			
A25	东墙外 30cm 处	0.269	0.02			
B1	注射时工作人员手部	0.542 mSv/h	0.02	1 名病人接受 8.28mCi 18 F 药物注射时	控制区	
B2	注射时工作人员身体部位	2.305	0.02			
B3	观察窗外 30cm 处	0.768	0.02			
B4	北门外 30cm 处 (巡测最大值处)	193.5nSv/h	1.7			
B5	西南门外 30cm 处 (巡测最大值处)	187.0nSv/h	1.6			
B6	东南门外 30cm 处 (巡测最大值处)	189.8nSv/h	1.6			

表 6-2 (续) PET-CT 中心相关工作场所 X-γ 辐射剂量率监测结果

序号	点位描述	监测值 (单位: nSv/h)	标准偏差	工况	备注
B7	东门外 30cm 处 (巡测最大值处)	195.0	1.6	1 名病人接受 8.28mCi ¹⁸ F 药物注射时	控制区
B8	北墙外 30cm 处	0.266μ Sv/h	0.02		
B9	西墙外 30cm 处	186.3	1.8		
B10	南墙外 30cm 处	185.5	1.4		
B11	东墙外 30cm 处	194.9	1.2		
B12	距离患者身体表面 0.5m 处	62.1μ Sv/h	1.7		
B13	距离患者身体表面 1m 处	21.59μ Sv/h	0.20		
C1	东墙外 30cm 处	194.4	1.7	1 名病人注射 8.37mCi ¹⁸ F 药物后进入贮 源室	监督区
C2	北门外 30cm 处 (巡测最大值处)	182.4	1.7		控制区
C3	北墙外 30cm 处	187.2	1.6		
C4	西墙外 30cm 处	189.8	1.8		
C5	南墙外 30cm 处	192.9	1.4		
C6	楼上距地面 30cm 处	130.5	1.6		
D1	东墙外 30cm 处	0.271μ Sv/h	0.02	1 名病人注射 8.28mCi ¹⁸ F 药物后进入, 另 20mCi 放置于 待检室内	控制区
D2	东门外 30cm 处 (巡测最大值处)	0.737μ Sv/h	0.02		
D3	北门外 30cm 处 (巡测最大值处)	0.343μ Sv/h	0.02		
D4	北墙外 30cm 处	0.451μ Sv/h	0.02		
D5	南墙外 30cm 处	0.342μ Sv/h	0.02		监督区
D6	西墙外 30cm 处	0.385μ Sv/h	0.02		控制区
D7	楼上地面 30cm 处	132.3	1.7		监督区
E1	东墙外 30cm 处	0.330μ Sv/h	0.02	1 名患者扫描后 进入抢救留观 室, 另 10mCi 放 置于室内	控制区
E2	北门外 30cm 处 (巡测最大值处)	0.387μ Sv/h	0.02		
E3	北墙外 30cm 处	0.406μ Sv/h	0.02		
E4	南墙外 30cm 处	0.336μ Sv/h	0.02		
E5	西墙外 30cm 处	0.276μ Sv/h	0.02		监督区
E6	楼上地面 30cm 处	132.1	1.7		
F1	东墙外 30cm 处	0.248μ Sv/h	0.01	1 名患者注射 8.28mCi ¹⁸ F 药物后进入	控制区
F2	北门外 30cm 处 (巡测最大值处)	0.338μ Sv/h	0.02		

表 6-2 (续) PET-CT 中心相关工作场所 X-γ 辐射剂量率监测结果

序号	点位描述	监测值 (单位: nSv/h)	标准偏差	工况	备注
F3	北墙外 30cm 处	172.4	1.7	1 名患者注射 8.28mCi ¹⁸ F 药物后进入	控制区
F4	南墙外 30cm 处	168.1	1.4		监督区
F5	西墙外 30cm 处	156.8	1.3		控制区
F6	楼上地面 30cm 处	134.4	1.7		监督区
G1	入口防护门外 30cm 处	1.229μ Sv/h	0.02	病人接受 8.28mCi ¹⁸ F 注射距患者入口防护门 1.5m 处	监督区
G2	患者入口防护门南门缝外 30cm 处	1.051μ Sv/h	0.02		
G3	患者入口防护门北门缝外 30cm 处	0.933μ Sv/h	0.02		
G4	患者入口防护门上门缝外 30cm 处	1.168μ Sv/h	0.3		
G5	患者入口防护门下门缝外 30cm 处	1.139μ Sv/h	0.02		控制区
G6	入口南墙外 30cm 处	0.581μ Sv/h	0.02		
G7	入口北墙外 30cm 处	0.566μ Sv/h	0.05		
G8	楼上地面 30cm 处	136.3	1.8		
G9	出口防护门外 30cm 处	1.537μ Sv/h	0.02	1 名病人接受 8.37mCi ¹⁸ F 药物注射距患者出口防护门 1.5m 处	监督区
G10	患者出口防护门南门缝外 30cm 处	1.373μ Sv/h	0.02		
G11	患者出口防护门北门缝外 30cm 处	1.440μ Sv/h	0.02		
G12	患者出口防护门上门缝外 30cm 处	1.269μ Sv/h	0.02		
G13	患者出口防护门下门缝外 30cm 处	1.371μ Sv/h	0.03		控制区
G14	出口南墙外 30cm 处	0.602μ Sv/h	0.02		
G15	出口北墙外 30cm 处	0.536μ Sv/h	0.02		
G16	楼上地面 30cm 处	135.8	1.6		
H1	东墙外 30cm 处	147.0	1.6	/	控制区
H2	北门外 30cm 处 (巡测最大值处)	135.1	1.4		
H3	北墙外 30cm 处	148.8	1.9		
H4	西墙外 30cm 处	136.4	1.6		
H5	西门外 30cm 处 (巡测最大值处)	135.1	1.2		监督区
H6	南墙外 30cm 处	136.2	1.3		
H7	楼上距地面 30cm 处	132.9	2.0		控制区
H8	放射性废物桶表面 5cm 处	156.8	1.3		
H9	放射性废物桶表面 30cm 处	150.4	1.5		
H10	放射性废物桶表面 100cm 处	142.5	1.8		

表 6-2 (续) PET-CT 中心相关工作场所 X-γ 辐射剂量率监测结果

序号	点位描述	监测值 (单位: nSv/h)	标准偏差	工况	备注
I1	衰变池上方北侧	112.9	1.7	/	控制区
I2	衰变池上方中心	121.4	1.6		
I3	衰变池上方南侧	117.8	1.3		
I4	通风管道外 30cm 处	109.2	1.6		监督区
#1	操作室	123.5	1.6	/	/
#2	扫描室	107.3	1.7		
#3	患者通道	128.4	2.0		
#4	待检室	130.0	1.6		
#5	抢救留观室	125.9	1.2		
#6	检测室	133.0	1.7		
#7	登记室	122.2	1.6		
#8	注射厅候诊区	134.8	1.2		
#9	候诊大厅	132.0	1.5		
#10	宝法苑 5 号楼	127.0	1.7		
#11	医用职工宿舍	124.8	1.3		
#12	注射前候诊区	133.0	1.7		
#13	登记室	122.6	1.5		

表 6-3 PET-CT 扫描室 X-γ 辐射剂量率监测结果

序号	点位描述	开机状态 (nSv/h)		工况	备注
		平均值	标准偏差		
J1	贮源状态下机器表面 5cm 处	2.111 μ Sv/h	0.02	⁶⁸ Ge 密封源 放置于 PET-CT 机头内, 源活度为 4.44 $\times 10^7$ Bq	控制区
J2	贮源状态下机器表面 30cm 处	0.862 μ Sv/h	0.02		
J3	贮源状态下机器表面 100cm 处	0.235 μ Sv/h	0.02		

表 6-3 (续) PET-CT 扫描室 X-γ 辐射剂量率监测结果

序号	点位描述	开机状态 (nSv/h)		工况	备注	
		平均值	标准偏差			
J4	控制室操作位	0.481 μ Sv/h	0.02	患者注射 8.28mCi ¹⁸ F 药物休息 2h 后进入扫描间, J4、J5 点位检测时, 患者位于观察窗 1.5m 处; 监测时, PET-CT 管电压为 120kV, 管电流为 236mA	监督区	
J5	观察窗外 30cm 处	1.839 μ Sv/h	0.02			
J6	小防护门中间外 30cm 处	159.4	1.3			
J7	小防护门下侧门缝外 30cm 处	172.1	1.5			
J8	小防护门上侧门缝外 30cm 处	167.4	1.7			
J9	小防护门南侧门缝外 30cm 处	165.0	1.5			
J10	小防护门北侧门缝外 30cm 处	167.4	1.7			
J11	机房东墙外 30cm 处	137.5	1.7			
J12	机房北墙外 30cm 处	119.5	1.6			
J13	机房南墙外 30cm 处	172.5	1.6			控制区
J14	机房西墙外 30cm 处	159.3	1.5			监督区
J15	大防护门外 30cm 处 (巡测最大值处)	197.1	1.7			控制区
J16	机房楼上距地面 30cm 处	136.5	1.6			监督区
J18	机房管线口处	138.7	1.5			
J19	宝法苑 5 号楼	129.3	1.7			
J20	医用职工宿舍	126.4	1.6			
J21	距离患者身体表面 1m 处	16.69 μ Sv/h	0.2	医生摆位时	控制区	
J22	距离患者身体表面 1m 处	11.41 μ Sv/h	0.2	患者离开时	控制区	

表 6-4 PET-CT 中心相关场所 β 表面污染监测结果

序号	分区	点位描述	监测值 (Bq/cm ²)	标准偏差
a1	控制区	PET-CT 扫描室地面	0.32	0.13
a2		PET-CT 扫描室诊疗床面	0.41	0.16
a3		PET-CT 扫描室墙面	0.28	0.13
a4		患者通道地面	0.07	0.01
a5		患者通道墙面	0.17	0.12
a6		分装注射室地面	0.10	0.13
a7		分装注射室墙面	0.13	0.15
a8		分装注射室工作台面	0.28	0.14

表 6-4 (续) PET-CT 中心相关场所 β 表面污染监测结果

序号	分区	点位描述	监测值 (Bq/cm ²)	标准偏差	
a9	控制区	贮源室地面	0.21	0.14	
a10		贮源室墙面	0.08	0.16	
a11		废物间地面	0.29	0.15	
a12		废物间墙面	0.33	0.12	
a13		放射性废物箱表面	0.05	0.01	
a14		卫生间地面	0.20	0.20	
a15		卫生间墙面	0.24	0.14	
a16		抢救留观室地面	0.13	0.15	
a14		抢救留观室工作台面	0.11	0.16	
a15		抢救留观室墙面	0.12	0.15	
a16		卫生通过间地面	0.13	0.15	
a17		卫生通过间墙面	0.20	0.16	
a18		监督区	操作室地面	0.40	0.15
a19			操作室墙面	0.44	0.19
a20	操作室工作台面		0.08	0.13	
a21	检测室地面		0.28	0.20	
a22	检测室墙面		0.31	0.18	
a23	检测室工作台面		0.17	0.16	
a24	注射前候诊区地面		0.16	0.14	
a25	注射前候诊区墙面		0.15	0.15	
a26	核医学科医护人员工作服表面		0.08	0.15	
a27	核医学科医护人员手部		0.14	0.14	
a28	核医学科医护人员鞋表面		0.13	0.14	

表 6-5 加速器治疗室周围及环境敏感目标处 X-γ 辐射剂量率监测结果

序号	主射束照射方向	点位描述	监测结果 (nGy/h) 关机状态		监测结果 (nGy/h) 开机状态	
			监测值	标准偏差	监测值	标准偏差
X1	向下照射	加速器机房防护门上侧门缝外 30cm 处	85.5	1.1	99.4	1.4
X2		加速器机房防护门下侧门缝外 30cm 处			102.0	1.5
X3		加速器机房防护门西侧门缝外 30cm 处			105.8	1.5
X4		加速器机房防护门东侧门缝外 30cm 处			96.4	1.5
X5		加速器机房防护门中部外 30cm 处			93.1	1.5
X6		加速器机房北墙外 30cm 处 (控制室)	87.0	1.5	147.2	1.5
X7		操作位	87.6	1.8	105.5	1.3
X8		管线口	89.9	1.4	108.4	1.5
X9		加速器机房南墙外 30cm 处	86.0	1.4	111.6	1.5
X10	向东照射	加速器治疗室东侧主屏蔽墙外 30cm 处	78.2	1.9	89.5	1.6
X11		加速器治疗室东侧次屏蔽墙外 30cm 处	78.7	1.4	148.1	1.5
X12		加速器治疗室东侧主、次屏蔽墙交叉点外 30cm 处			101.0	1.5
X13	向西照射	加速器治疗室西侧主屏蔽墙外 30cm 处	87.7	1.6	101.1	1.5
X14		加速器治疗室西侧次屏蔽墙外 30cm 处	90.5	1.3	119.9	1.5
X15		加速器治疗室西侧主、次屏蔽墙交叉点外 30cm 处			108.4	1.6
X16	向上照射	加速器治疗室楼上主屏蔽墙外 30cm 处	81.4	1.5	803.6	1.5
X17		加速器治疗室楼上次屏蔽墙外 30cm 处	80.1	1.3	275.1	1.6
X18		加速器治疗室楼上主、次屏蔽墙交叉点外 30cm 处			297.5	1.2
X19	向西照射	热疗中心东北侧, 东平现代中等专业学校教学楼	105.7	1.4	108.9	1.8
X20		热疗中心东北侧, 建筑公司宿舍	105.4	1.4	108.7	1.4
X21		热疗中心东南侧, 办公室 (暂闲置)	106.1	1.8	112.7	1.3
X22	向下照射	热疗中心南侧, 医院药库楼	106.7	1.8	115.2	1.5

注: 1. 监测结果已扣除宇宙射线响应值 11.8nGy/h;
 2. 开机状态下加速器 X 射线能量为 6MV, 照射野为 40×40cm, 剂量率为 600cGy/min;
 3. 监测主屏蔽墙外时, 有用射束方向无模体; 监测次屏蔽墙外及其他位置时, 有用射束方向放置模体。

表 6-6 放射性废水总 α 、总 β 放射性检测结果

序号	点位	总 α 放射性 (Bq/L)	总 β 放射性 (Bq/L)
1	PET-CT中心衰变池排放口	未检出	未检出

表6-7 土壤中总 β 检测结果

点位编号	点位描述	总 β 放射性 (Bq/g)
1	PET-CT中心西北侧-下风向	0.539

(1) 根据表6-2、表6-3、表6-5相关检测结果可知,非工作状态下,PET-CT中心各房间、加速器机房周围环境 γ 辐射剂量率为(78.2~134.8) nGy/h,处于泰安市天然放射性本底水平范围内;PET-CT中心控制区内和控制区边界屏蔽墙及防护门外30cm处辐射剂量率为119.5 nSv/h~1.839 μ Sv/h,医用电子加速器机房屏蔽墙及防护门外30cm处辐射剂量率为(89.5~803.6) nSv/h,均低于环评报告表及环评批复提出的PET-CT各工作室、直线加速器机房屏蔽墙及防护门外30cm可达界面处空气比释动率不大于2.5 μ Sv/h的限值要求。PET-CT中心、医用电子加速器机房周围环境保护目标剂量率为(108.9~129.3) nGy/h,即(10.89~12.93) $\times 10^{-8}$ Gy/h,处于泰安市环境天然辐射水平本底范围内。

(2) 根据表6-4 β 表面污染检测结果,控制区内 β 表面污染水平为(0.05~0.41) Bq/cm²,监督区内 β 表面污染水平为(0.08~0.44) Bq/cm²,分别低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)控制区(40Bq/cm²)和监督区(4Bq/cm²)的表面污染控制水平;工作人员手部 β 表面污染水平为0.14 Bq/cm²,低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)规定的手部0.4 Bq/cm²的表面污染控制水平;医护人员工作服表面、鞋子等 β 表面污染水平为(0.08~0.13) Bq/cm²,低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)规定的工作服、手套、工作鞋 β 表面污染控制水平4 Bq/cm²。

(3) 根据表 6-6,PET-CT 中心衰变池排放口污水中总 α 、总 β 均为未检出,满足《山东省医疗机构污染物排放控制标准》(DB 37/596-2020)中规定的医疗机构污水处理系统放射性衰变池出口总 α 1 Bq/L的排放标准和总 β 10 Bq/L的排放标准。

(4) 根据表6-7,项目相关场所西北侧(院内西北侧)土壤中总 β 为0.539 Bq/g,参考《南水北调山东段沿线土壤的放射性水平》(邓大平、许家昂等,中国辐射卫生,2006年12月第15卷第4期),南水北调东线山东段沿线土壤中总 β 水平为(510~858) Bq/kg,总体上处在本底水平。因此,本项目相关场所周围土壤放射性水平处于本底水平。

表 7 职业人员与公众受照剂量

7.1 年有效剂量估算公式

$$H = D_r \times T \quad (\text{式 7-1})$$

式中： H ——年有效剂量当量，Sv/a；

T ——年受照时间，h；

D_r ——辐射剂量率，Gy/h。

吸收剂量对有效剂量当量的换算系数保守取 1Sv/Gy。

7.2 停留因子

居留因子参照《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021），具体见表 7-1。

表7-1 居留因子的选取

场所	居留因子 (T)		示例
	典型值	范围	
全居留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制室、护士站、有人护理的候诊室以及周边建筑中的驻留区
部分居留	1/4	1/2-1/5	1/2: 相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的病人检查室 1/5: 走廊、雇员休息室、职员休息室
偶然居留	1/16	1/8-1/40	1/8: 各治疗室门 1/20: 公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室 1/40: 仅有来往行人车辆的户外区域、无人看管的停车场、车辆自动卸货区域、楼梯、无人看管的电梯

7.3 有效剂量估算

7.3.1 PET-CT 中心

1. 职业人员年有效剂量及手部剂量

PET-CT 应用项目于 2021 年 7 月开始建设，于 2022 年 8 月建成并调试运行。医院配备 6 名辐射工作人员，分组开展放射诊断工作。由医院提供的辐射工作人员个人剂量检测报告（详见附件 6）可知，2022 年 7 月 8 日~9 月 27 日（共计 82 天）辐射工作人员最大有效剂量为 0.37mSv，通过个人剂量报告估算得出辐射工作人员最大有效剂量约 $0.37 \times 365 / 82 = 1.65\text{mSv}$ 。

因本项目运行时间较短，为了更精确分析职业人员的受照剂量，本次同时根据验收监测数据对职业人员个人剂量监测结果进行估算。使用核素 ^{18}F 过程中，职业人员进行分装、取药和注射、摆位指导过程、扫描，其中分装过程约 15s/例、取药过程约 10s/例、注射过程约 15s/例、摆位指导约 1min/例、扫描过程约 20min/例，年最大诊断人数 2600 人，年工作时间 260 天，则分装时间为 10.833h/a、取药时间为 7.222h/a、注射时间为 10.833h/a、摆位指导过程 43.333h/a、扫描过程 866.67h/a。

由表 6-2 可知，通风橱贮存 47.58mCi ^{18}F 分装时，手部和身体的受照剂量分别为 1.912 mSv/h 和 4.530 $\mu\text{Sv/h}$ ，本项目分装注射室内通风橱内 ^{18}F 最大暂存量为 100mCi，则最大暂存量情况下分装时医护人员的手部剂量率为 $100 \times 1.912 / 47.58 = 4.018\text{mSv/h}$ ；身体部位剂量率为 $100 \times 4.530 / 47.58 = 9.521\mu\text{Sv/h}$ ；在取药、注射 8.28mCi ^{18}F 时，医护人员手部和身体剂量率分别为 0.542mSv/h 和 2.305 $\mu\text{Sv/h}$ ；患者进入 PET-CT 扫描间扫描之前，摆位人员距患者约 1m 处时剂量率为 16.69 $\mu\text{Sv/h}$ ；扫描过程中技师位于控制室内，控制室内剂量率最大值为 1.839 $\mu\text{Sv/h}$ 。

根据上述分析，由式 7-1 计算得工作人员分装、取药、注射、摆位、扫描过程中手部和身体所受年有效剂量如下表所示：

表 7-2 使用 ^{18}F 过程中工作人员所受年有效剂量

操作过程	医护人员（医师、护士）		技师	
	手部当量剂量 (单位：mSv)	躯干剂量 (单位：mSv)	手部当量剂量 (单位：mSv)	躯干剂量 (单位：mSv)
分装	43.527	0.103	-	-
取药	3.914	0.017		
注射	5.871	0.025	-	-
摆位	0.723	0.723	-	-
扫描	-	-	1.593	1.593
合计	54.035	0.868	1.593	1.593

注：“-”表示不受到照射或受照剂量率极低，可忽略不计

根据表 7-2 可知，使用 ^{18}F 进行 PET-CT 扫描诊断过程中，工作人员分装、取药、注射、摆位全过程手部受到的剂量为 54.035mSv/a，身体所受年有效剂量为 0.868 mSv/a。

工作人员在 PET-CT 控制室内工作时所受剂量为 1.593 mSv/a。

本项目 PET-CT 中心共设置了 6 名辐射工作人员，均通过了国家核技术利用辐射安全与防护考核，职业人员至少分 2 组进行核素操作、摆位及扫描。则每人手部所受剂量当量为 27.02mSv/a ($54.035 \div 2$)，每人所受年有效剂量为 0.80mSv/a ($1.593 \div 2$)，分别低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中规定的工作人员四肢 500mSv/a、身体部位 20mSv/a 的剂量限值，也低于环评报告中提出的工作人员四肢 125mSv/a、身体部位 5mSv/a 的剂量约束限值。

综上所述，本项目 PET-CT 中心周围职业人员接受的最大年有效剂量为 1.65mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定的 20mSv/a 的剂量限值，也低于环评报告表提出的 5mSv/a 的剂量约束限值；PET-CT 中心周围职业人员手部接受的最大年有效剂量为 27.02mSv，低于环评报告表提出的工作人员四肢 125mSv/a 剂量约束限值。

2. 慰问者所受剂量估算

由表 6-4 可知，注射 ^{18}F 患者注射后距离患者 1m 处剂量率为 21.59 μ Sv/h，离开医院后 1 天后距离患者 1m 处剂量率已降至 0.002 μ Sv/h，可见注射 ^{18}F 患者离开医院后对外环境影响持续时间较短。本次按注射 ^{18}F 患者出院 1 天（10 个半衰期）与慰问者接触，停留因子取 1，以每天 ^{18}F 患者 1m 处的剂量率进行分时段计算加和，则慰问者受照射的年有效剂量为 $21.59 \times 24 \times 1 \div 1000 \approx 0.518$ mSv/a，满足慰问者在患者诊断和治疗期间受到的剂量。

3. 公众成员年有效剂量估算

① 公众被动与患者近距离接触

由表 6-2 可知，注射 ^{18}F 患者注射后距离患者 1m 处剂量率为 21.59 μ Sv/h，离开医院后 1 天后距离患者 1m 处剂量率已降至 0.002 μ Sv/h，可见注射 ^{18}F 患者离开医院后对外环境影响持续时间较短。本次按注射 ^{18}F 患者出院 1 天（10 个半衰期）与公众接触，每天外出时间按 8 小时计算，停留因子取 1/16 计算，则公众成员受照射的年有效剂量为 $21.59 \times 8 \div 16 \div 1000 \approx 0.011$ mSv/a，公众成员在控制与用药患者接触时间、接触距离情况下，其受照剂量可满足环评报告表提出的 0.25mSv/a 的剂量约束值。

② PET-CT 中心周围公众人员

本项目 PET-CT 中心周围公众成员年有效剂量计算结果详见表 7-3。

表 7-3 PET-CT 中心周围公众成员年有效剂量计算结果

位置	对应区域场所名称	剂量率最大值 (扣除本底值) (μ Sv/h)	居留因子 (T)	时间 (h/a)	年有效剂量 (mSv/a)
PET-CT 中心东侧	走廊	1.094	1/16	260× 8=2080	0.14
PET-CT 中心南侧	办公楼办公室、病案室、病理科	0.212	1	260× 4=1040	0.22
PET-CT 中心北侧、西侧	院内道路	1.305	1/16	260× 8=2080	0.17
PET-CT 中心楼上	仓库	0.014	1/4	260× 8=2080	0.007

综上所述，本项目 PET-CT 中心周围的公众成员最大年有效剂量为 0.22mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定 1mSv/a 的剂量限值，也低于环评报告表提出的 0.25mSv/a 剂量约束值。

③PET-CT 中心周围敏感目标

PET-CT应用项目主要有2处环境保护目标，分别为PET-CT中心西北侧约36m宝法苑5号楼和北侧约30m医院职工宿舍。本项目PET-CT中心周围敏感目标处X- γ 辐射剂量率最大值为0.1293 μ Gy/h（宝法苑5号楼），照射时间按8小时，全年260天，居留因子取1，则年有效剂量为 $1.0 \times (0.1293 - 0.1270) \times 8 \times 260 \times 1 \div 1000 \approx 0.0048\text{mSv/a}$ 。

综上所述，本项目PET-CT中心周围公众成员年有效剂量最大值为0.22mSv，也低于环评报告表提出的年管理约束限值0.25mSv。

7.3.2 医用电子加速器机房

1. 职业人员年有效剂量

本项目医用电子加速器应用项目于 2021 年 7 月开始建设，于 2022 年 4 月建成并调试运行。本次验收根据个人剂量监测报告和验收监测数据来推算工作人员所受年有效剂量。医院共配置 4 名职业人员，包括 1 名医师、2 名技师及 1 名物理师。6MV 医用电子加速器应用项目相关辐射工作人员个人剂量检测结果如下表所示：

表 7-4 辐射工作人员个人剂量检测结果 (单位:mSv)

序号	姓名	2022. 3. 10-6. 28 (111 天)	2022. 7. 28-9. 27 (82 天)	总计 (一个年度)
1	杨夫龙	0.10	0.08	0.34
2	刘鲁华	0.10	0.18	0.53
3	陈语	0.14	0.18	0.61
4	王勇	0.32	0.15	0.85

由表 7-4 可知, 医用电子加速器应用项目职业人员年有效剂量率最大为 0.85mSv。

因本项目医用电子加速器应用项目运行时间较短, 为了更精确分析职业人员的受照剂量, 本次同时根据验收监测数据对职业人员个人剂量监测结果进行估算。根据医院提供的资料, 本项目医用电子加速器每天最大治疗量 30 人, 年治疗天数 260 天, 每天工作 8h, 年最大治疗工作量约 7800 例, 常规放疗模式占总治疗数比例约 10%, 每人治疗照射 1min, 调强放疗模式占总治疗数比例约 90%, 每人治疗照射 10min, 则年最大照射时间为 1183h, 其中常规放疗照射时间 13h, 调强放疗照射时间为 1170h。

根据验收监测数据得出, 加速器机房南墙外 30cm 处 (控制室) 为职业人员活动区域辐射水平最大值为 0.1472 μ Gy/h, 居留因子和利用因子均取 1, 本次验收保守按照调强模式的剂量率进行计算职业人员的年有效剂量, 则加速器所致工作人员年有效剂量为 0.1472 \times 1183/1000 \approx 0.17mSv。

综上所述, 本项目医用电子加速器机房周围职业人员接受的最大年有效剂量为 0.85mSv, 低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中规定的 20mSv/a 的剂量限值, 也低于环评报告表提出的年管理约束限值 5mSv。

2. 公众成员年有效剂量估算

①主射束方向公众成员受照剂量

主射束方向加速器机房公众成员活动区域主要位于加速器治疗室西侧和楼上主屏蔽墙外; 其中西侧主屏蔽墙外为走廊, 停留因子取 1/4, 监测结果值为 119.9nGy/h, 使用因子保守取 1。则加速器机房周围主射束方向公众成员受照剂量为:

$$H=119.9\text{nGy/h}\times 1183\text{h}\times 1\times 1/4\times 10^{-6}\approx 0.035\text{mSv};$$

②非主射束方向公众成员受照剂量

经与医院核实, 医用电子加速器治疗时采用常规放射治疗和调强放射治疗, 主要为调强放射治疗; 根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第2部分: 电子直线加速器放射治

疗机房》（GBZ/T201.2-2011）附录 A，调强因子取2。加速器机房周围非主射束方向公众活动区域主要位于加速器防护门外和治疗室南墙外，受照剂量保守全部按动态调强放射治疗考虑；其中防护门外为走廊，南墙外为院内道路，停留因子保守取1/5，非主射束方向最大监测值为111.6 nGy/h，使用因子取1/2，则加速器机房周围非主射束方向公众成员受照剂量为：

$$H=111.6 \text{ nGy/h} \times 1183\text{h} \times 1/5 \times 1/2 \times 2 \times 10^{-6} \approx 0.026\text{mSv}。$$

根据计算得知，加速器机房周围公众成员接受的最大年有效剂量为 0.026mSv。

综上所述，本项目医用电子加速器机房周围公众成员接受的最大年有效剂量为 0.035mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的 20mSv/a 的剂量限值，也低于环评报告表提出的年管理约束限值 0.25mSv。

表 8 辐射安全管理

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》及生态环境主管部门的要求，核技术利用单位应落实环评文件及环评批复中要求的各项管理制度和安全防护措施。为此本次对医院的辐射环境管理和安全防护措施等进行了检查。

8.1 辐射安全管理制度及落实情况

一、组织机构

医院签订了辐射工作安全责任书，明确法定代表人为本单位辐射工作安全第一责任人，成立了辐射安全防护管理小组，指定该机构专职和专人负责放射性同位素与射线装置的安全和防护工作，落实了岗位职责。

二、辐射安全管理制度及其落实情况

1、**工作制度：**医院制定了《辐射防护与安全保卫制度》《放射性药物操作防护制度》《辐射岗位工作职责》《核医学检查和治疗控制程序》《射线装置使用管理登记制度》《设备检修维护制度》《辐射监测方案》《辐射工作人员培训制度》等制度，建立了辐射安全管理档案。

2、**操作规程：**医院制定了《放射性药物操作规程》《PET/CT 仪器操作规程》《直线加速器安全操作规程》。

3、**应急预案：**医院制定了《辐射安全事故应急预案》，定期开展辐射事故应急演练记录，根据演练计划，每年至少进行一次演练，近期演练记录见附件。

4、**人员培训：**医院制定了《辐射工作人员培训制度》，本项目 PET-CT 中心 6 名辐射工作人员，热疗中心 4 名辐射工作人员均已参加核技术利用辐射安全与防护培训，并取得合格证书。本项目辐射工作人员辐射安全与防护培训情况详见表 8-1。

表 8-1 辐射工作人员培训信息一览表

序号	姓名	性别	从事工作	证书编号或成绩报告单编号	有效期至
1	宋宜军	男	PET-CT 中心	FS22SD0300067	2027.07.18
2	王成成	女	PET-CT 中心	FS22SD0300068	2027.07.18
3	卜腾祥	女	PET-CT 中心	FS22SD0300198	2027.11.03
4	赵丽娟	女	PET-CT 中心	FS22SD0300069	2027.07.18
5	张海珍	女	PET-CT 中心	FS22SD0300203	2027.11.08

表 8-1 (续) 辐射工作人员培训信息一览表

序号	姓名	性别	从事工作	证书编号或成绩报告单编号	有效期至
6	解秋丽	女	PET-CT 中心	FS22SD0300189	2027. 11. 03
7	杨夫龙	男	热疗中心	FS21SD0200480	2026. 06. 15
8	刘鲁华	女	热疗中心	FS21SD0200265	2026. 05. 24
9	陈语	女	热疗中心	FS21SD0200227	2026. 05. 07
10	王勇	男	热疗中心	19J3131	2023. 11

5、**监测方案：**医院制定了《辐射监测方案》，PET-CT 中心配备有 1 台 HRD-100 型辐射监测仪、1 台 SRM-100 型表面污染监测仪。加速器治疗室配备有 1 台 BG9511 型辐射监测仪。医院定期对 PET-CT 中心和加速器机房周围进行了自行监测。同时委托有资质的单位对相关场所进行了年度监测，并出具监测报告，与年度评估报告一并上报生态环境部门。辐射工作人员均已佩戴个人剂量计，委托泰安市疾病预防控制中心每三个月检测一次，并出具了个人剂量检测报告。医院安排专人负责个人剂量监测管理，建立了辐射工作人员个人剂量档案，个人剂量档案包括个人基本信息、工作单位及剂量监测结果等信息，个人剂量档案见附件。

6、**年度评估：**医院制定了《自行检查和年度评估制度》，每年开展自行检查及年度评估，医院每年对现有辐射项目编写辐射安全与防护状况年度评估报告，2022 年度评估报告已提交至生态环境部门。

8.2 本项目辐射安全防护情况

本项目配置的监测设备和防护用品见表 8-2。

表 8-2 监测设备和辐射防护用品统计表

科室名称	监测设备和防护用品	数量（台、件）
PET-CT 应用项目	HRD-100 型辐射监测仪	1
	SRM-100 表面污染监测仪	1
	FJ2000 型个人剂量报警仪	3
	HD-175A 型活度计	1
	铅衣（0.5mmPb）、铅帽（0.5mmPb）、铅围脖（0.5mmPb）等	8
	防护提盒（20mmPb）	2

表 8-2 (续) 监测设备和辐射防护用品统计表

科室名称	监测设备和防护用品	数量 (台、件)
PET-CT 应用项目	注射器防护套 (15mmPb)	2
	通风橱 (50mmPb)	1
	铅罐 (50mmPb)	2
	放射性废物废物桶 (20mmPb)	4
	放射性废物衰变箱 (20mmPb)	4
	注射防护窗 (50mmPb)	1
	铅屏风 (20mmPb)	3
6MV 医用电子加速器应用项目	BG9511 型辐射监测仪	1
	北京派特 RM2108 固定式辐射监测仪	1
	FJ2000 型个人剂量报警仪	2



辐射监测仪及表面污染监测仪



个人剂量报警仪



放射性衰变箱



注射窗

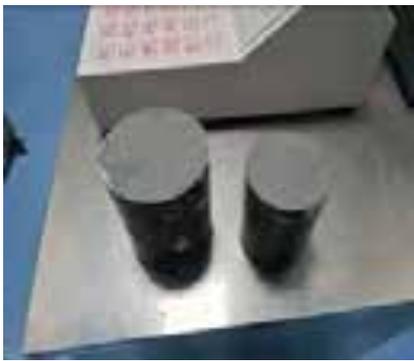
图 8-1 辐射防护用品照片



放射性废物箱



通风橱



储源铅罐



固定式射线报警仪

图 8-1 (续) 辐射防护用品照片

表9 验收监测结论、要求和建议

9.1 结论

1、项目概况

山东保法肿瘤治疗股份有限公司泰美宝法肿瘤医院位于山东省泰安市东平县东平街道稻香街 517 号，PET-CT 中心位于医院办公楼北侧，医用电子加速器机房位于热疗中心一层中部。

2021 年 6 月，医院委托山东盛涛环保科技有限公司编制了《山东保法肿瘤治疗股份有限公司泰美宝法肿瘤医院 PET-CT、6MV 医用电子加速器应用项目环境影响报告表》，2021 年 7 月 15 日由泰安市生态环境局以“泰环境审报告表[2021]11 号”文审批通过该报告表。医院在办公楼北侧新建 PET-CT 中心，引进 1 台 PET-CT（属 III 类射线装置），应用核素 ^{18}F 进行诊断，日等效最大操作量为 $3.7 \times 10^6 \text{Bq}$ ，属于丙级非密封放射性物质工作场所；使用 1 枚 ^{68}Ge 密封源用于 PET-CT 设备的偏移校准，源活度为 $4.44 \times 10^7 \text{Bq}$ ，属使用 V 类放射源；医院在热疗中心新建一座医用电子加速器机房，包括加速器治疗室、控制室等；新增一台新华 XHA600E 型 6MV 医用电子加速器，用于放射治疗，属使用 II 类射线装置；项目验收规模与环评规模基本一致。

医院现持有辐射安全许可证（鲁环辐证[09062]号），许可种类和范围：使用 V 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、丙级非密封放射性物质工作场所，有效期至 2027 年 04 月 20 日。

2、验收监测结果

非工作状态下，PET-CT 中心各房间、加速器机房周围环境 γ 辐射剂量率为（78.2～134.8）nGy/h，处于泰安市天然辐射水平本底范围内；PET-CT 中心控制区内和控制区边界屏蔽墙及防护门外 30cm 处辐射剂量率为 119.5 nSv/h～1.839 μ Sv/h，医用电子加速器机房屏蔽墙及防护门外 30cm 处辐射剂量率为（89.5～803.6）nSv/h，均低于环评报告表及环评批复提出的 PET-CT 各工作室、直线加速器机房屏蔽墙及防护门外 30cm 可达界面处空气比释动率不大于 2.5 μ Sv/h 的限值要求。PET-CT 中心、医用电子加速器机房周围环境保护目标剂量率为（108.9～129.3）nGy/h，处于泰安市环境天然辐射水平本底范围内。

控制区内 β 表面污染水平为（0.05～0.41）Bq/cm²，监督区内 β 表面污染水平为（0.08～0.44）Bq/cm²，分别低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）控制区（40Bq/cm²）和监督区（4Bq/cm²）的表面污染控制水平；工作人员手部 β 表面污染水

平为 0.14 Bq/cm^2 ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)规定的手部 0.4 Bq/cm^2 的表面污染控制水平；医护人员工作服表面、鞋子等 β 表面污染水平为 $(0.08\sim 0.13) \text{ Bq/cm}^2$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)规定的工作服、手套、工作鞋 β 表面污染控制水平 4 Bq/cm^2 。

PET-CT 中心衰变池排放口污水中总 α 、总 β 均为未检出，满足《山东省医疗机构污染物排放控制标准》(DB 37/596-2020)中规定的医疗机构污水处理系统放射性衰变池出口总 α 1 Bq/L 的排放标准和总 β 10 Bq/L 的排放标准。

项目相关场所西北侧(院内西北侧)土壤中总 β 为 0.539 Bq/g ，参考《南水北调山东段沿线土壤的放射性水平》(邓太平、许家昂等，中国辐射卫生，2006年12月第15卷第4期)，南水北调东线山东段沿线土壤中总 β 水平为 $(510\sim 858) \text{ Bq/kg}$ ，总体上处在本底水平。因此，本项目相关场所周围土壤放射性水平处于本底水平。

3、职业人员和公众成员年有效剂量

(1) 经估算，本项目职业工作人员年有效剂量最大为 1.65 mSv ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中规定 20 mSv/a 的剂量限值，也低于环境影响报告表提出的 5 mSv 的年管理剂量约束值。

经估算，本项目辐射工作人员手部剂量最大为 27.02 mSv/a ，低于环评报告表提出的工作人员四肢 125 mSv 年当量剂量约束值。

(2) 经估算，本项目所致周围公众成员年有效剂量最大为 0.22 mSv ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定 1 mSv/a 的剂量限值，也低于环评报告表提出的 0.25 mSv/a 的剂量约束值。对周围环境保护目标基本不造成附加剂量影响。

4、现场检查结果

(1) 辐射安全与防护情况检查结果

①PET-CT 中心划分为监督区和控制区进行管理，患者通道和医护通道分开，地面及墙面进行了标注。PET-CT 中心各个房间均落实了实体屏蔽，控制区的出入口均设置了电离辐射警告标志，患者通道设置了明确的患者导向提示，PET-CT 待检室和扫描室均设置了视频监控和对讲装置，PET-CT 扫描间设置了观察窗，PET-CT 扫描间防护门上方设置了工作状态指示灯，各防护门外均张贴了电离辐射警告标志，PET-CT 操作室设置了紧急停机按钮。PET-CT 中心设置有通风系统、放射性废水处理系统。

PET-CT 中心配备有 1 台 HRD-100 辐射监测仪、1 台 SRM-100 型表面污染监测仪、3 台

FJ2000 型个人剂量报警仪、1 台 HD-175A 型活度计。铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜各 8 件，均为 0.5mmPb； 2 个注射器防护套（15mmPb）； 2 个注射器防护提盒（20mmPb）； 1 个通风橱（50mmPb）； 2 个铅罐（50mmPb）； 4 个放射性废物桶（20mmPb）、4 个放射性废物衰变桶（20mmPb）、1 个注射防护窗（50mmPb）。

②医用电子加速器机房进行了分区管理，将治疗室划为控制区，与墙壁外部相邻区域控制室、热疗大厅等划为监督区，并在边界设置有电离辐射警示标识。设置有紧急停机按钮、监控装置及双向对讲装置、工作状态指示灯，防护门与加速器设置有门机联锁装置。

医用电子加速器应用项目配备有 1 台 BG9511 型辐射监测仪、1 台北京派特 RM2108 固定式辐射监测仪、2 台 FJ2000 型个人剂量报警仪；相关场所划分为监督区和控制区进行管理，控制区入口张贴有电离辐射警告标志。

（2）辐射安全管理制度及落实情况检查

①医院签订了辐射工作安全责任书，设置辐射安全管理专职机构—辐射安全防护管理小组，明确法人代表于保法为本单位辐射安全工作第一责任人，指定辐射安全防护管理小组和韩娟负责放射性同位素与射线装置的安全和防护工作，指定专人负责放射性同位素保管工作。

②制定了《辐射防护与安全保卫制度》《放射性药物操作防护制度》《辐射岗位工作职责》《核医学检查和治疗控制程序》《放射核素台账管理制度》《射线装置使用管理登记制度》《设备检修维护制度》《辐射监测方案》《辐射工作人员培训制度》等制度，建立了辐射安全管理档案。

③制定了《放射性药物操作规程》《PET/CT 仪器操作规程》《直线加速器安全操作规程》。

④制定了《辐射安全事故应急预案》，近期进行了应急演练。

⑤制定了《辐射工作人员培训制度》，本项目共 10 名辐射工作人员均已参加核技术利用辐射安全与防护培训并考核合格，且均处于有效期内。

⑥制定了《辐射监测计划》，PET-CT 中心配备有 1 台 HRD-100 辐射监测仪、1 台 SRM-100 型表面污染监测仪用于自行监测。医用电子加速器项目配备有 1 台 BG9511 型辐射监测仪用于自行监测。医院委托有资质的单位每年对 PET-CT 中心和加速器机房周围进行年度监测，出具监测报告；医院辐射工作人员均佩戴个人剂量计，个人剂量委托泰安市疾病预防控制中心每三个月检测一次，并出具个人剂量检测报告，建立有个人剂量档案。

⑦制定了《自行检查和年度评估制度》，每年开展自行检查及年度评估，编写了 2022 年度辐射安全与防护状况年度评估报告，已提交至生态环境部门。

综上所述，山东保法肿瘤治疗股份有限公司泰美宝法肿瘤医院 PET-CT、6MV 医用电子加速器应用项目基本落实了辐射安全管理制度和辐射安全防护各项措施，该项目对职业人员和公众成员是安全的，对放射性固体废物、放射性废水等均采取了妥善的处理措施，对周围环境产生的影响较小，建议通过建设项目竣工环境保护验收。

9.2 建议

1、落实各项辐射管理规章制度，进一步完善各种辐射安全管理档案、工作台账和记录，及时存档。

2、做好核医学分区控制工作，加强表面污染和剂量率监测，发现高于要求的地方立即按规范擦拭，降低污染。

3、根据医院实际情况，定期对辐射事故应急预案进行修订和完善，定期开展应急演练。

附件 1 委托书

委托书

委托单位：山东保法肿瘤治疗股份有限公司泰安宝法肿瘤医院

被委托单位：山东鼎泰环境检测有限公司

工程名称：PET-CT、6MV 医用电子加速器应用项目

工程地点：泰安市东平县

委托内容：我单位 PET-CT、6MV 医用电子加速器应用项目已竣工并投入运行，并按照环境保护行政主管部门审批要求，严格落实各项环境保护措施，污染防治设施与主体工程同时投入运行。根据《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》等的有关规定，本项目需要进行竣工环境保护验收，现委托贵单位承担本项目竣工验收监测工作。

委托单位：山东保法肿瘤治疗股份有限公司

泰安宝法肿瘤医院

2023 年 11 月 9 日

附件 2 审批意见

审批意见

鲁环环审报鲁表(2021)11号

经研究,对《山东保法肿瘤治疗股份有限公司承美宜法肿瘤医院PET-CT、6MV医用电子加速器应用项目环境影响报告表》提出审批意见如下:

一、山东保法肿瘤治疗股份有限公司承美宜法肿瘤医院位于山东省泰安市东平县东平街道邵各街517号。医院拟在办公楼北侧新建PET-CT中心,引进1台PET-CT,属于III类射线装置;开展¹⁸F核素诊断项目(日等效最大操作量 $3.7E+6Bq$,年最大使用量为 $9.62E+11Bq$)属于丙级非密封放射性物质工作场所;使用1枚⁶⁰Co密封源用于PET-CT设备的偏移校准(源活度 $4.0E+7Bq$)属于V类源。拟在放疗中心现有厂房新建一座医用电子加速器机房,拟新增1台新华XHAG00E型6MV医用电子加速器,用于放射治疗,属于II类射线装置。该项目在落实环境影响报告表提出的辐射安全和防护设施及本审批意见的要求后,对环境的影响符合国家有关规范和标准。我局同意按照环境影响报告表中所列的项目性质、规模、地点和采取的辐射安全和防护设施建设该项目。

二、该项目应严格落实环境影响报告表提出的辐射安全与防护设施和以下要求。

(一)严格执行辐射安全管理制度

1.落实辐射安全管理责任制。医院法人代表为辐射安全工作第一责任人,分管负责人为直接责任人。医院应设立辐射安全与环境保护管理机构,统一负责全院的辐射安全管理工作或指定1名本科以上学历的技术人员,专职负责全院的辐射安全管理。各辐射工作场所应安排相应的技术人员负责辐射安全管理,落实岗位职责。

2.制定放射性同位素及射线装置使用登记制度、操作规程、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、培训计划 and 监测方案等,建立辐射安全管理档案。

(二)加强辐射工作人员安全和防护工作

1.认真落实培训计划,组织辐射工作人员参加辐射安全培训学习和报名考核;考核不合格的,不得上岗。

2.按照环境保护部《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(部令18号)的要求,建立辐射工作人员个人剂量档案,做到1人1档。辐射工作人员应佩戴个人剂量计,每3个月进行1次个人剂量监测。安排专人负责个人剂量档案和个人剂量监测管理,发现个人剂量监测结果异常的,应当立即核实和调查,并向生态环境部门报告。

(三)做好辐射工作场所的安全和防护工作

1. 落实 PET-CT 各工作室、直线加速器机房实体屏蔽，做到确保墙体及防护门外 30cm 可达界面处空气比释动能率不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

2. 在各辐射工作场所醒目位置上设置符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准(GB18871-2002)》要求的电离辐射警告标志。

3. 落实 PET-CT 机房、直线加速器机房门机联锁装置、工作状态指示灯、急停按钮、视频监控等辐射安全与防护措施，设置通风系统。PET-CT 工作场所实行分区管理，划分控制区和监督区，并实行医生通道和患者通道分离，做好射线装置与辐射安全与防护设施的维护、维修，建立维修、维护档案，确保辐射安全与防护措施安全有效。

4. 做好放射源的安全保卫工作，设置专用贮存室，并配备保险箱，明确保管负责人，确保安全。

5. 落实放射性药品使用登记制度，建立射线装置与放射性药品使用台账，做好安全保卫工作，设置放射性药品专用运送通道和盛装容器，确保安全。

6. 放射性废水须经专门的废水收集系统(系统建成后加设栅栏和指示牌以避免公众人员近距离接触)排入至专门的衰变池内，衰变至少 10 个半衰期后方可排入医院污水处理系统；放射性固体废物应按核素收集到符合规范的放射性固体废物桶内衰变 10 个半衰期，且达到清洁解控水平后，方可作为普通医疗垃圾处理，否则应送山东省城市放射性废物库处理。

7. 配备至少 1 台 X- γ 剂量率仪和 1 台表面沾污仪，制定并严格执行辐射环境监测计划，开展辐射环境监测，并向生态环境部门上报监测数据。

(四)制定并定期完善辐射事故应急预案，有计划组织开展辐射事故应急演练。若发生辐射事故，应及时向生态环境、公安和卫生等部门报告。

三、该项目建成后要按规定的程序进行竣工环境保护验收，经验收合格后后方可正式投入使用。

四、本审批意见有效期为五年，若该项目的性质、规模、地点、采用的辐射安全与防护措施等发生重大变动，须重新向我局报批环境影响评价文件。

五、接到本审批意见后 10 日内，将本审批意见及环境影响报告表送奉安市生态环境局东平分局备案。

经办人：冯建华

2024 年 7 月 15 日

附件3 医院辐射安全许可证



台帐明细登记

(一) 放射源

证书编号: 豫环监证[2008]21

序号	核素	出厂日期	出厂活度 (Bq)	出厂日期	类别	用途	使用	来源/去向	使用人	使用日期
1	Se-60	20120120	4.44E+7	2012/1/20	V	射线/电液测	PC7-CT中心	来源: 天津 去向:		
								来源:		
								去向:		
								来源:		
								去向:		
								来源:		
								去向:		
								来源:		
								去向:		
								来源:		
								去向:		
								来源:		
								去向:		
								来源:		
								去向:		

台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号: 豫环监证[2008]21

序号	装置名称	使用单位	类别	用途	使用	来源/去向	使用人	使用日期
1	医用X射线机	郑州市中心医院	Ⅱ	放射诊断	放射室	来源: 天津 去向: 天津		
2	医用X射线机	郑州市中心医院	Ⅱ	放射诊断	放射室	来源: 天津 去向: 天津		
3	工业探伤机	郑州市中心医院	Ⅲ	工业探伤	放射室	来源: 天津 去向: 天津		
4	工业探伤机	郑州市中心医院	Ⅲ	工业探伤	放射室	来源: 天津 去向: 天津		
5	工业探伤机	郑州市中心医院	Ⅲ	工业探伤	放射室	来源: 天津 去向: 天津		
6	工业探伤机	郑州市中心医院	Ⅲ	工业探伤	放射室	来源: 天津 去向: 天津		
7	工业探伤机	郑州市中心医院	Ⅲ	工业探伤	放射室	来源: 天津 去向: 天津		
8	工业探伤机	郑州市中心医院	Ⅲ	工业探伤	放射室	来源: 天津 去向: 天津		
9	工业探伤机	郑州市中心医院	Ⅲ	工业探伤	放射室	来源: 天津 去向: 天津		
10	工业探伤机	郑州市中心医院	Ⅲ	工业探伤	放射室	来源: 天津 去向: 天津		

台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号: 豫环监证[2008]21

序号	装置名称	使用单位	类别	用途	使用	来源/去向	使用人	使用日期
1	医用X射线机	郑州市中心医院	Ⅱ	放射诊断	放射室	来源: 天津 去向: 天津		
2	医用X射线机	郑州市中心医院	Ⅱ	放射诊断	放射室	来源: 天津 去向: 天津		
3	工业探伤机	郑州市中心医院	Ⅲ	工业探伤	放射室	来源: 天津 去向: 天津		
4	工业探伤机	郑州市中心医院	Ⅲ	工业探伤	放射室	来源: 天津 去向: 天津		
5	工业探伤机	郑州市中心医院	Ⅲ	工业探伤	放射室	来源: 天津 去向: 天津		
6	工业探伤机	郑州市中心医院	Ⅲ	工业探伤	放射室	来源: 天津 去向: 天津		
7	工业探伤机	郑州市中心医院	Ⅲ	工业探伤	放射室	来源: 天津 去向: 天津		
8	工业探伤机	郑州市中心医院	Ⅲ	工业探伤	放射室	来源: 天津 去向: 天津		
9	工业探伤机	郑州市中心医院	Ⅲ	工业探伤	放射室	来源: 天津 去向: 天津		
10	工业探伤机	郑州市中心医院	Ⅲ	工业探伤	放射室	来源: 天津 去向: 天津		

山东保法肿瘤治疗股份有限公司

泰美宝法肿瘤医院

院发[2022] 8号

审批人(签字): 于保法

关于成立辐射安全防护管理小组的通知

各科室:

为认真贯彻执行《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许可管理办法》等法律法规,加强公司辐射安全与环境保护管理,保证公司辐射与环
境安全,经研究决定,成立公司辐射安全防护管理小组如下:

组 长: 于保法

组 员: 韩娟、高峰、毛伟、王宏伟、宋宜军

主要职责: 监督检查辐射安全工作,防止辐射事故的发生;针对防范措施失效和未落实防范措施的部门提出整改意见;对已发生辐射事故的现场进行组织协调、安排救助,并向辐射工作人员与公众通报;负责向上级行政主管部门报告辐射事故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。

本通知自 2022 年 01 月 20 日起执行。

山东保法肿瘤治疗股份有限公司

泰美宝法肿瘤医院

2022 年 01 月 20 日

辐射工作安全责任书

为防治放射性污染，保护环境，保障人体健康，落实辐射工作安全责任，根据《中华人民共和国放射性污染防治法》有关规定，(涉源单位名称)承诺：

一、法定代表人或负责人(人名) 于保法 为辐射工作安全责任人。

二、设置专职机构(机构名称) 辐射事故应急响应领导小组 或指定专人(人名) 韩娟 负责放射性同位素与射线装置的安全和防护工作。

三、在许可规定的范围内从事辐射工作。

四、健全安全、保安和防护管理规章制度，制定辐射事故应急方案，并采取措施防止辐射事故的发生。一旦发生事故将立即报告当地环保部门。

五、建立放射性同位素的档案，并定期清点。

六、指定专人(人名) 宋宜军 负责放射性同位素保管工作。放射性同位素单独存放，不与易燃、易爆、腐蚀性等物品混存。确保贮存场所具有效防火、防水、防盗、防丢失、防溢漏的安全措施。贮存、领取、使用、归还放射性同位素时及时进行登记、检查，做到账物相符。

七、保证其辐射工作场所安全、防护和污染防治设施符合国家有关要求，并确保这些设施正常运行。

八、发生任何涉及放射性同位素的转让、购买行为时，在规定时间内办理备案登记手续。

九、在运输或委托其他单位运输放射性同位素时，遵守有关法律法规，制定突发事件的应急方案，并有专人押运。

十、按有关规定妥善处置放射性废物或及时送城市放射性废物库贮存。

十一、对本单位辐射工作人员进行有关法律、法规、规章、专业技术、安全防护和应急响应等知识的培训教育，持证上岗。

十二、每年对本单位辐射工作安全与防护状况进行一次自我安全评估，安全评估报告将对存在的安全隐患提出整改方案，安全评估报告报省级环保部门备案。

十三、建立辐射工作人员健康和个人剂量档案。

十四、认真履行上述责任，如有违反，造成不良后果的，将依法承担有关法律及经济责任。

单 位：

(公章)

法定代表人：于国法

负责人：韩娟

联系人：宋宜军

电 话：0538-2851598

日 期：2021年03月20日

辐射防护与安全保卫制度

为保障从事放射性同位素与射线装置工作的人员和公众的健康与安全，保护环境，根据《放射性同位素与射线装置防护条例》《放射工作卫生防护管理办法》等有关法规制定本制度：

一、从事使用射线装置或放射性物质工作场所前，必须向卫生行政部门、生态环境行政部门申请许可，领得许可登记证后方可从事许可登记范围内的放射性同位素与射线装置工作。

二、医院成立辐射安全防护管理小组，由辐射安全防护管理小组负责辐射防护管理工作，并确定小组各成员职责，加强监督和管理。

三、建立辐射防护责任制，配备专（兼）职辐射防护管理人员，建立辐射工作管理档案。

四、放射工作场所、贮存场所必须设置放射性标志牌和必要的防护安全联锁、报警装置；各辐射场所科室配备铅衣、铅手套、铅眼镜、铅围裙等防护用品。

五、放射工作人员必须进行上岗前体检和定期体检，接受个人剂量计监测、防护知识培训及法规教育，经国家核技术利用辐射安全与防护培训考核取得合格成绩单后方可上岗，做到“个人剂量档案、健康档案、放射性同位素与射线装置档案”三档齐全；

六、对受检者使用射线进行诊断、治疗、检查时，必须严格控制受照射量，避免一切不必要的照射，对孕妇和胎儿进行医疗照射时，应当事先告知对健康的影响。

七、定期组织各相关科室进行放射事故应急演练，提高应对突发事件的能力，不断完善，确保工作人员和患者安全；

八、发现放射事故后，所在科室立即启动应急预案，控制事故影响，同时报告医院辐射安全防护管理小组。

九、每年进行一次放射装置安全和防护状况评价，年度评估于每年年底前上报地方生态环境部门和卫生行政部门，应包括以下内容：

1. 射线装置台帐辐射安全和防护设施的运行和维护。
2. 辐射安全和防护制度及措施的建立和落实。
3. 事故和应急措施以及档案管理等方面的内容。
4. 放射诊疗设备放射防护性能和工作场所放射防护检测报告。

十、工作人员应妥善保管科室大门及房门钥匙，防止丢失，一旦不慎遗失，应及时报告，并作紧急处理。

十一、工作人员下班前必须检查仪器、水、电、煤气及门窗锁门，全科(室)人员应熟知总电源开关位置，灭火器置于醒目地点，工作人员应熟练掌握灭火器的使用方法。

十二、放射性同位素及放射性免疫试剂盒应有专人负责妥善保管，不得遗失。

十三、未经科室同意，发现非本科室就诊人员应及时查问，发生重大事故应及时向领导汇报。

十四、专人负责安全管理，应定期检查，发现问题及时改进。

放射性药物安全保卫管理制度

一、核医学科负责作好本单位放射性药物的保卫安全管理工作，加强防火、防盗、防抢、防人为破坏的“四防”工作，杜绝发生放射源丢失、被盗等安全责任事故，认真落实“谁使用，谁负责”的管理责任制。

二、按保卫消防部门要求配备灭火器具，做好放射源的防火消防安全工作。

三、核医学科的工作场所和贮存条件必须达到国家有关放射防护卫生标准。对放射性药物存储室安装防盗门、防盗窗和报警器，应当有满足辐射防护和实体保卫安全要求的放射源暂存库或设备。

四、放射源库应有明显的辐射防护警示标志，放射源的存储、领用、消耗和归还等项有专人负责，实行建档管理，做到帐目清楚，帐物相符，经常检查，严防丢失。

五、为确保仪器自带辐射屏蔽装置的完好、有效，设备操作、维修期间必须要设立相应的指示灯，确保安全，杜绝操作人员及公众被误照射等辐射事故的发生。

放射性药物操作防护制度

1. 操作放射性药物应有专门场所，并采取适当的防护措施。放射性药物使用前应有适当屏蔽。

2. 装有放射性药物的给药注射器应有适当屏蔽，难以屏蔽时应注意控制操作时间。

3. 操作放射性药物应在衬有吸水纸的托盘内进行，工作人员应穿戴个人防护用品。

4. 放射性药物操作应在通风橱内进行，操作人员应戴铅围脖注意保护甲状腺。

5. 在放射性工作场所不得进食、饮水、吸烟，不得进行无关工作及存放无关物质。

6. 工作人员操作后离开工作室前应洗手和操作表面污染监测，若其污染水平超过 GB18871 规定值，应采取相应去污措施。

7. 从控制区取出的任何物件都应进行表面污染水平监测，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。

8. 放射性物质的储存容器或保险柜应有适当屏蔽，放射性物质放置应合理有序易于取放。

每次取放的放射性物质只限于需用部分。

9. 放射性物质储存室应定期进行防护监测，无关人员不得入内。

10. 储存和运输放射性物质时应使用专门容器。取放容器中内容物时，不应污染容器，容器在运输时应有适当的放射防护措施。

11. 储存放射性物质应及时登记建档。登记内容包括生产单位、到货日期、核素种类、理化性质、活度等。

山东保法肿瘤治疗股份有限公司泰安宝法肿瘤医院

2022年08月29日



辐射岗位工作职责

一、在科主任领导下，上岗人员必须爱护各种影像设备，进行日常性保养，及时调整机房温度和湿度，保证X线检查的正常房、清洁设备。

二、严格遵守操作规程，按规定的性能条件进行工作，严禁擅自更改。

三、根据临床要求，进行常规和特殊摄片以及各种造影，及时和相关岗位人员保持密切联系，不断反馈质量信息。在使用碘对比剂时，工作结束后再观察 30 分钟，及时发现迟发反应。

四、不推诿患者，坚守工作岗位，按时开门检查，机房内不得会客和做与工作无关的事情，机房内不准吃食物，严禁吸烟，发生医患纠纷时，克制忍耐，多做解释，妥善处理，及时汇报。

五、加强防护意识，注意对患者敏感部位必要的照射时，尽量使用小照射野，无关人员不要进入正在工作的环境，陪护人员应给予安全防护的教育。

核医学科科主任岗位职责

1、在院长领导下负责领导本科的医疗、科研、教学、行政管理工作，科主任是本科诊疗质量与病人安全管理和持续改进第一责任人，应对院长负责。

2、定期讨论本科在贯彻医院核医学方面的质量方针和落实质量目标，执行质量指标过程中存在的问题，提出改进意见与措施，并有反馈记录文件。

3、制订本科工作计划，组织实施，经常督促检查，按期总结汇报。

4、领导和组织科内医务人员进行诊断、治疗工作，研究分析疑难病例，抢救危重病员以提高医疗质量。

5、组织全科人员开展同位素新技术、新项目 and 科学研究，及时总结经验。

6、负责组织领导本科医务人员的业务学习和技术考核，提出升、调、奖、惩的意见，培养提高本科人员的技术水平。

7、组织领导本科有关人员进行仪器设备的安装、检修及保养工作，审查申购、报销。

8、审定放射性同位素的订货计划，督促检查同位素的贮存安全工作，组织本科医务人员轮流作好同位素的开瓶、分装、送服、注射等工作。

9、经常督促检查全体人员执行放射性同位素操作规程，做好防护，严防差错事故。

10、组织并担任临床教学，安排进修、实习人员的培训。

11、确定本科人员轮换、值班和休假。

核医学科护理工作制度

- 1、病人如需接受放射性同位素检查、治疗,必须由临床医师先填写申请单,详细介绍病情,并经核医学科同意后办理预约手续。
- 2、核医学科工作人员必须经过专门培训,考核合格后方可上岗。
- 3、进入放射性同位素操作室时,应穿工作服,戴手套、口罩、帽子,加穿铅围裙,加戴铅眼镜。
- 4、放射性同位素原液的吸取量,必须在原液使用登记本上记录。
- 5、稀释的放射性药物,必须贴上标签,注明名称、强度、时间、用量。
- 6、同位素仪器的使用、药品的分装、投药,均应严格执行操作规程,防止污染和差错事故。
- 7、病人使用同位素前,应核对姓名、药物品种、剂量、用法,了解检查目的并交代注意事项,对应用不同同位素的病人应分室。
- 8、工作结束后,对放射源空瓶、空针及其他用具应进行清理,放于专业衰变罐内,并保持工作台面整齐、清洁、无污染。
- 9、检查报告要随检随报,做好登记、建卡工作,统一保管资料,定期追踪观察。
- 10、每日对机器运行情况进行登记,每月进行一次检修,保持清洁。
- 11、严格执行放射性同位素制剂的有关规定,放射性同位素应由专人保管,建立并执行来药登记、核实制度,存放于专用储藏室内,设立专用登记本,定期清点,严格交接手续,如有疑问,应立即报告科主任和院领导进行查清。
- 12、同位素科应备有急救药品、设备,掌握相应急救技能。
- 13、对防护用具、放射性废物及被污染的一切物品,必须按有关规定进行妥善管理和处理。
- 14、按《放射保护规定》做好防护和保健工作。
- 15、严格执行同位素安全保卫制度。

物理师的职责

- 1、对各种放疗设备的基本性能和在放疗中的作用应充分了解和掌握,能独立操作并能指导他人正确操作和熟练使用。
- 2、应定期校核各种放疗设备的基本指标,并能指导维修工程师正确调试和维护保养,保证各种放疗设备的临床使用精度。
- 3、密切跟踪各种放疗设备的市场信息,参与新放疗设备的购置工作。
- 4、物理师是一位实验工作者,应懂得设计实验、正确做实验、实验数据处理和实验室管理,掌握误差理论及误差分析。

放疗技师岗位职责

1. 每日工作前检查放射治疗机的状态, 各种专用摆位辅助用品是否齐全。
2. 认真查看治疗单中患者的姓名、年龄、性别、诊断、既往照射条件、照射剂量、照射标志、摆位要求、照射附件、机头状态、照射要求、当日医嘱及注意事项。
3. 记录者根据照射条件核实病人姓名、射线质、照射方式、照射剂量、机器单位剂量及相应时间, 选确治疗控制台条件设计好。
4. 摆位者查看治疗单, 请病人进入治疗室, 并简单解释照射中注意事项, 将床机下调整适当位置, 帮助病人上床。
5. 认真执行治疗单, 摆位时要按次序完成各项工作条件, 尤其要注意体位、两视野之间的重叠区、靶区或过靶的度数和方向, 重要器官的阻挡和体位的固定及放置的填充物等。
6. 摆位结束应核对距离、机头的转角、视野面积、行光野位置、体位的固定, 必要时使用室内激光定位灯, 观察射出方向及应照射的范围和照射区是否正确。
7. 治疗中技术员必须在监视器中仔细观察病人体位是否移动, 如有变动应立即停止出射线, 进入治疗室核对有无变动, 核对后再开机继续治疗, 如变动较大或病人不能坚持该体位治疗, 应记录下来并及时向主管医师汇报, 以决定是否更改治疗计划。
8. 照射完毕摆位技术员进入室内应再核对照射野, 体位有无移动变化, 协助病人下床, 作好下一病人治疗准备。
9. 认真执行各项规章制度, 技术操作规程, 做好放射安全防护工作。
10. 治疗工作结束后, 要按机器及辅助设备按要求复位关闭, 检查门、窗、水、电关闭情况及安全、卫生情况。

山东保洁肿瘤医院股份有限公司 泰安宝沃肿瘤医院

2022年08月29日

核医学检查和治疗控制程序

1. 目的

保证核医学诊断治疗工作在规定的的方法和程序在受控状态下进行，确保操作规范、结果可靠。

2. 范围 本程序适合用于核医学诊断和治疗各环节工作的控制。

3. 职责

3.1 临床各科室医师和核医学门诊医师负责核医学检查和治疗申请。

3.2 核医学医师负责核医学检查和治疗认定和接诊。

3.3 核医学工作人员依据各自职责并按照有关程序进行相应诊疗技术操作。

3.4 核医学医师负责核医学检查的结果回报及咨询，根据适应症确定治疗方案，并随时接受咨询。

3.5 核医学工作人员的一切工作均应严格执行核医学科工作制度。

4. 工作程序

4.1 核医学检查治疗的准备工作。

4.1.1 核医学检查治疗的认定和预约。

a 核医学实行正常工作时间 8 小时开诊，检查完毕后 24h 内发放诊断报告。

b 核医学的各项检查必须由临床医师或核医学门诊医师按规定认真填写《核医学检查申请单》，申请单需经核医学医师认定后，即可对病人进行检查或酌情进行预约，检查时进行详细的登记，包括姓名、年龄、性别、门诊或住院号、所用同位素种类、剂量、批号，并要有检查者签名。

c 对于进行核医学治疗的患者，由核医学医师接诊后进行临床体检，填写所需的其他检查项目申请，嘱咐患者到相应的科室完成检查，建立门诊病历，包括病史、体检检查记录、诊断、治疗方案、治疗用同位素名称、剂量及辅助治疗方案。

4.1.2 核医学检查和治疗前的准备

a 上岗工作人员必须拥有相应的资质，持证上岗。

b 认真对待核医学检查和治疗项目，确定所用同位素种类和剂量。

c 向患者讲清检查和治疗过程中可能出现的不良反应、注意事项或治疗效果。

4.2 核医学检查和治疗的操作

4.2.1 依据《开放型放射源安全操作规程》进行同位素的抽取给患者服用或注射

4.2.2 依据核医学科常规操作规程进行检查和治疗。

4.2.5 检查注意事项

1. 工作人员每次操作，必须集中精力，严格执行相关操作规程。
2. 工作人员对老幼、重症、残疾患者应给予特殊照顾，检查过程中动作轻柔、迅速，尽量减少患者不适，帮助患者上下检查台，并主动告知患者检查后注意事项及报告获取时间，应注意告知患者相关放射防护知识及排泄物的处置方法，避免对患者造成不必要的辐射或放射性污染。
3. 若出现放射性药品不良反应，严格执行《放射性药品不良反应紧急处理流程和登记报告制度》。

4. 注射放射性同位素时应严格执行无菌操作规程，执行《医院感染管理程序》。

4.3 核医学检查和治疗完成后，结果回报工作和治疗患者的定期随访工作

4.3.1 核医学检查结束后，核医学医师应立即进行核医学检查报告的书写、审核，在最短时间内能让患者取得检查结果。

4.3.2 核医学治疗结束后，核医学医师应嘱咐患者定期复查，对于在治疗过程期间定期来进行治疗的患者，应随时注意观察并记录患者病情。

4.3.3 核医学工作人员在工作过程中获得的患者资料，应妥善保存，并按照有关规定严格履行保密手续，并注意保护患者隐私。

放疗科质量安全保障措施

1. 所有工作人员都要了解机器的性能，熟练操作方法，严守操作规程。
2. 加速器每日使用前要预热 15 分钟以上，要进行试机，输出剂量率保持在 400Gy/min。
3. 加速器每周测量一次剂量。
4. 加速器机械稳定性、照射野剂量均整度、灯光野与照射野重合性及等中心精度，每半年校验一次。
5. 各距离灯指示刻度每周校验一次。

山东保法肿瘤治疗股份有限公司 泰安宝法肿瘤医院

2022年08月29日

放射性药物操作规程

一、成品放射性药物的操作规程：成品放射性药物指以单次剂量包装的注射器、多次剂量包装的小瓶或安瓿等形式供货的可直接使用的放射性药物。

- (1) 检查外包装有无损坏，询问送货人运输过程有无异常。
- (2) 检查合格证、标签、随行的各种文件如说明书、供货单等是否齐备。
- (3) 查阅品种、批号、放射性剂量、剂量日期等是否符合定货要求，各项质量指标是否合格。
- (4) 测量核对标示量。
- (5) 签字验收，登记备案。
- (6) 每次取药需根据半衰期计算药量，经核对(核对药量、种类、批号、容器号)后方可取药。
- (7) 取药后登记。

二、由合成器及其配套药盒制备的放射性药物

- (1) 药盒到货时，首先核对品种、批号、数量、有效期是否符合要求，并登记在案。药盒每月清点一次，根据所存药盒数量调整订货量。
- (2) 对每一批号的药盒要抽查标记后产物的纯化纯度和物理外观等指标，合格后才能使用。
- (3) 制备放射性药物前，核对药盒品种、有效期。
- (4) 用药后，登记药量、体积及药盒品种、批号。
- (5) 启用一种新的配套药盒、新型号或者不同装置的合成器之前，必须有以下详细的准备工作：
 - 参照厂商提供的说明书，写出制备程序。
 - 详细列出具体的制备和质控分析操作步骤。
 - 注明每种药盒标记时的最大允许放射性活度、最大允许体积和最大单次给药剂量数。标记制备后要定期进行目视检查和快速纯化纯度分析。

PET/CT 仪器操作规程

1. 每天开始工作前，要巡视机房，提作室内工作环境条件是否符合设备工作要求，要求机房温度 18-23℃，每小时温差 3℃，湿度 40%-60%。
2. 操作台及机架扫描床的安全设施及紧急停止按钮状态检查。
3. 打开显示器及主机电源，等到开机自检完毕后进入操作程序。
4. 设备运行须进行人工现场检查，确定机架、床、附件等电子操作显示是否正常。
5. 检查网络数据传输是否正常。
6. PET 和 CT 的日常质控，包括 PET 每日质控、CT 球管预热及快速校准。
7. 被检者上或下检查床时，请务必使检查床下降到最低点停稳。
8. 在被检者上检查床时，如检查需要，请使用安全绑带以确保被检者安全。

9. 开始扫描，嘱被检者保持安静和不动，并交代相应的注意事项。
10. 结束扫描，嘱被检者在候诊室等待 30 分钟，待当班医生确认图像无误并不需加扫层图像，方可让被检者离去。
11. 结束当天的工作后，请及时复位机架，如长时间停机，退出应用程序并让计算机安全关机。
12. 最后检查并切断照明，检查空调及门窗后离开。

直线加速器安全操作规程

- 一、加速器治疗室工作人员必须了解机器的性能，操作常规和安全保护措施，非本室工作人员不得擅自开机。在开启电源之前，必须通过手动操作或使用自动定时将设备冷却水循环到机器。
- 二、操作人员必须熟练掌握控制台监视器屏幕信息，钥匙开关的作用，剂量稳定，时间预定，安全联锁控制等装置的功能作用，操作后方可上机。
- 三、开机前应对机器的治疗参数、影像、监视系统进行系统检查，确保无误后方可开机。
- 四、操作人员离开控制台时，应随身携带钥匙开关钥匙；停机时，模式开关钥匙应放在指定存放处。
- 五、每次治疗前，应对病人的治疗摆位、治疗参数的设置、处方剂量等治疗计划一一核对，使肿瘤照射部位得到准确的照射，简单解释照射中注意事项，将床面下调至适当高度，帮助病人上床。
- 六、机器旋转前，应检查病人和治疗床的位置，排除旋转中产生碰撞的可能。
- 七、使用照射筒等附件时，应将其牢牢的装在机器上并锁好。
- 八、在治疗过程中，应随时观察病人及运转情况，如因故障使照射停止时，应记下剂量、时间并及时通知机修人员排除故障，如其他原因需中断治疗时，应立即切断机器电源，并记下剂量、时间，通知主管医生进行处理。
- 九、治疗结束后，协助病人下床，做下一病人治疗准备。
- 十、治疗工作全部结束后，应将机器及辅助设备按要按复位关闭，检查门窗，水电是否关好。

山东保法肿瘤治疗股份有限公司嘉美宝法肿瘤医院

2022年08月29日



放射性核素管理制度

为了确保我院医用放射性核素的安全管理和规范使用，特制定以下放射性核素管理制度：

1. 修订完善医用放射性核素管理制度并立即开始严格执行。
2. 妥善保管卫生部门颁发的《放射诊疗许可证》。
3. 严格确认使用放射性物质的操作使用人员经过授权及专业培训并取得上岗证后持证上岗，必须杜绝无证上岗现象。
4. 应具有有效的隔离措施及完好的设备。
5. 修订完善放射性核素使用制度、保管与废弃制度、预防及应急处理预案，并严格执行。
6. 对所有医用放射性物质的操作使用人员进行放射性污染等以外事件的应急处理的培训并对其进行能力进行定期检查。
7. 指定专人对放射性核素进行专项管理。
8. 对所有医用放射性物质建立分类账册，确保帐实相符。
9. 发生医用放射性物质丢失、被盗、泄露等不良事件时，必须立即向卫生行政部门及公安部门报告，并及时进行安全处理。
10. 确保放射性安全警示标志完好，显示清晰。
11. 医用放射性物质的操作使用人员必须配备《操作使用说明书》和操作规程。
12. 医用放射性物质的操作使用人员必须在仔细阅读《操作使用说明书》和《操作规程》后方可参加操作。

山东保法肿瘤治疗股份有限公司 泰安宝法肿瘤医院

2022年08月29日

放射性核素台账管理制度

一、医院根据国家《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定分类建立放射源台账。

二、放射源台账应记载放射性核素名称、出厂时间和活度、型号、编码、来源等信息。

三、对放射源的贮存、使用每次都要做好登记、检查，做到帐物相符，每月核查一次，如有不符，及时报告主管领导。

四、核医学科应有专人负责放射源的台账管理，对放射源的存储、领用、消耗和归还等要有专人负责，实行建档管理，做到帐物相符。

五、对新购置的放射源或放射性同位素按规定办理建账建卡手续；对报废的放射源或消耗完的放射性同位素按规定办理下账消卡手续。

六、放射性核素到货后，应及时通知患者检查或治疗，以减少浪费。

七、放射性核素空容器应固定地点集中存放和按规定退回生产厂家。

射线装置使用管理登记制度

1、目的：为了掌握辐射操作人员的工作量和设备的使用状况，及便于查找事故原因、改进防护工作和日后鉴定工作人员健康状况，特制定此制度。

2、适用范围：本院在用能产生预定水平 x 、 γ 电子束、中子射线等的射线装置。

3、职责与权限：本制度由辐射安全与环境保护小组授权各科室主任监督设备操作人员执行。

4、内容：

4.1 操作人员在使用射线装置前必须填写《设备运行记录本》。

4.2 操作过程中如遇到故障或其他非正常问题，必须详细填写在《设备运行记录本》备注栏中。

4.3 《设备运行记录本》所有填写项目务必如实填写，且填写内容不得模糊不清。

4.4 由各科室主任负责或委托专人负责对《设备运行记录本》的填写情况进行监督、检查执行。

山东保法肿瘤医院股份有限公司 泰安宝法肿瘤医院

2022年08月29日



辐射工作人员培训制度

- 一、对辐射工作人员加强放射知识、相关法律法规的学习，认真贯彻上级相关要求，不断提高放射安全防护意识和自身防护能力。
- 二、及时组织放射工作人员参加国家核技术利用辐射安全与防护培训考核，取得合格成绩单后方可持证上岗，并做好复训工作。
- 三、加强放射工作人员放射安全教育，适时组织相关岗位人员学习单位管理制度。
- 四、如遇辐射工作人员发生变动，及时安排新上岗人员参加培训，并做好放射性安全管理相关事宜的交接。
- 五、在实践中总结经验，寻找不足，不断完善各项制度，认真分析可能发生的放射性事故，做好事故应急的准备工作。

山东保洁肿瘤治疗股份有限公司 嘉美宝法肿瘤医院

2022年08月29日

辐射监测方案

为加强对放射源管理与放射工作人员健康管理，控制放射性物质的照射，规范放射工作防护管理，保障相关员工健康和环境安全，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》要求，结合我院实际，特制定本方案。

一、个人剂量监测

(一) 我院辐射环境监测工作由辐射安全防护管理小组组织，医院辐射科设专人分管，负责联系有剂量监测资质的机构对我院参与放射诊疗人员进行个人剂量监测。

(二) 个人剂量监测期内，个人剂量计每三个月检测一次。佩戴周期第三个月份的月底各有关部门放射防护管理人员收齐本部门放射工作人员的个人剂量计交至预防保健部更换佩戴个人剂量计，辐射科统一将个人剂量计送至有资质机构检测并领取新的个人剂量计。

(三) 剂量监测结果每季度由辐射科向各有关部门通报一次；当次剂量监测结果如有异常，辐射科通知具体放射工作人员写出原因分析并报告分管院长。

(四) 辐射科负责建立我院放射工作人员的个人剂量档案。

二、放射工作人员健康检查

辐射科联系有放射人员体检资质的医院，组织相关放射工作人员每年进行一次健康检查，并建立健康档案。未经体检和体检不合格者，不得从事放射性工作。

三、工作场所监测

辐射科负责联系有放射设备性能、工作场所防护监测资质的机构对我院放

射设备进行每年一次的设备性能与防护监测。

(一) 定期监测：根据需要联系有监测资质的机构对我院放射工作设备性能与场所辐射防护进行监测或评价，新上设备先预评再取评，验收合格后开展诊疗工作。

(二) 应急监测：应急情况下，为查明放射性污染情况和辐射水平进行必要的监测；

(三) 日常监测：应根据使用放射性核素种类、数量和操作方式，对核医学工作场所的外照射剂量率水平和表面污染水平进行监测。

山东保法肿瘤治疗服务有限公司 泰安宝法肿瘤医院

2022年08月30日



设备检查维修维护制度

1. 各科室医学装备出现故障,必须当天报告医学装备维修部门,对使用科室提出的设备维修申请,维修技术人员应及时登记并予以处理,维修完毕后,维修技术人员应详细填写维修记录,并通知使用科室恢复使用。
2. 维修技术人员按照设备类别分工协作,严格履行岗位职责,保证设备正常运转,设备故障三天内不能修好的应及时向使用科室解释说明并向维修负责人报告,由维修负责人组织会诊或联系外援维修。
3. 对 10 万元以上大型医学装备,由器械维修工程师分工负责,按照大型医学设备分级维护保养制度,认真执行相关维护保养计划。
4. 医学装备使用科室应按规定做好医学装备的日常保养工作,应保持工作区域的安全、整洁,定期检查执行落实情况。
5. 设备主管部门应定期对医学装备进行安全巡检,发现问题及时处理,防止发生意外事故。
6. 应积极创造条件开展预防性维修 (PM),以降低设备故障发生的概率。
7. 医学装备如需更换价格较高的零配件,应及时按规定报告相关领导审批后方可办理。
8. 对有关医学装备的技术改造,科室须事先写出书面报告,交医疗设备管理科审批,规模较大的技术改造须由使用科室和医疗设备管理科共同确认并报院领导批准方可执行。
9. 应做好休息时间和节假日期间的维修值班安排,确保节假日和休息时间均能处理突发性的维修要求。

山东保法肿瘤治疗股份有限公司董事姜宝法肿瘤医院

2022年08月29日

放射工作人员个人剂量监测制度

- 一、凡在我院从事放射工作的人员进行放射诊疗操作时，必须按照国家有关标准、规范的要求参加个人剂量监测。
- 二、进入放射诊疗区域必须佩戴个人剂量计，对进入放射治疗场所的工作人员还要携带个人剂量报警仪。
- 三、按规定将个人剂量计佩戴在左胸前铅防护衣内侧，并妥善保管。
- 四、个人剂量检测周期为 90 天，一年四次，两次监测之间不能有时间间隔。
- 五、建立并终生保存的个人剂量监测档案。
- 六、对个人剂量测量结果及时告知被测量人员，并允许放射工作人员查阅、复印本人的个人剂量监测档案。
- 七、对个人剂量检测值较高或者超过剂量限值要进行超剂量调查，找出超剂量原因，做好调查记录写出调查报告存档，并向上级主管部门报告。
- 八、对不明原因连续 6 个月出现超剂量的人员，要暂时离开放射工作场所 1 个月进行观察，并作出是否调离放射岗位处理。
- 九、将个人剂量监测结果及时记录在《放射工作人员档案》中。
- 十、个人剂量监测工作由具备资质的个人剂量监测技术服务机构完成。

山东保法肿瘤治疗股份有限公司泰安宝法肿瘤医院

2022年08月29日

辐射安全防护自行检查和年度评估制度

为了认真执行“放射性同位素与射线装置安全和防护条例”和加强对我院辐射安全防护状况的监督管理,特制定本制度。

一、本院辐射安全防护管理小组,应当加强辐射安全防护工作的管理,并定期对本院辐射防护工作人员执行国家法律法规和条例的情况进行监督检查。

二、本院辐射安全防护管理小组,应当对直接从事辐射工作的人员进行安全和防护知识教育培训,并进行考核,考核不合格者不得上岗。

三、对从事辐射的工作人员应当进行个人剂量监测和职业健康检查,并且建立个人剂量档案和职业健康监护档案,对于不能从事辐射工作的人员应及时调整工作岗位。

四、每年由辐射防护安全与环境保护领导管理小组对本年度辐射安全防护工作进行年度评估,发现安全隐患应及时上报,并限期整改,落实到人。

五、每年的1月31日前医院向省、市、区生态环境部门上报本单位辐射安全和防护状况进行年度评估;对每年度辐射安全和防护状况的评估结果,应做到记录真实,结果准确,并及时建立评估报告档案。

六、本单位辐射防护安全管理人员负责本制度的落实,辐射工作人员也应严格遵守。

山东保法肿瘤治疗股份有限公司 泰安宝法肿瘤医院

2022年08月29日



辐射安全须知

尊敬的核医学科的各位病友，为了你在核医学科的诊疗安全、有效的顺利完成，温馨告知如下：

- 1、核医学科放射性（微量）检查是安全的，但是，孕妇、哺乳期妇女、疑似怀孕者禁做核医学项目。
- 2、核医学检查具有一定放射性，请遵从医生安排，注射放射性药物后的患者在等待区候诊，不能随意走动，患者排泄物到专用洗漱及厕所间。
- 3、由于人多复杂，请保持好自己的财务，小心地滑，保持安静，非核医学科就医患者，不要进入核医学科控制区。
- 4、核医学诊疗完成后，应多喝水，勤排尿，近期可常嚼酸性物或口香糖。
- 5、核医学完成离开医院后，近期避免与人长时间、近距离接触（保持距离1米以上，半小时以内），特别是婴幼儿、孕妇。
- 6、核医学就诊患者，请遵守核医学通道行走要求，不要在核医学科内随意走动，避免在高放区（控制区）常时间停留，特别是病人陪同人员，须在家属等候区等待。
- 7、核医学科治疗患者遵从医生安排，不能轻易走动，特别是住院病房的患者，杜绝四处走动。
- 8、核医学诊疗属于安全医疗项目，不要“谈核色变”，所有辐射剂量严格按照国家辐射安全防护规定，是安全的，请放心。

放射性废物处理措施

一、放射性废液的处理

- 1、产生放射性核素废液、污水，应将其放置衰变后排入专用下水道系统。
- 2、放射性浓度不超过 $1 \times 10^3 \text{Bq/L}$ 的废闪烁液，可不按放射性废物处理。
- 3、注射过或服用过放射性药物的病人的排泄物，必须为治疗病人提供有防护标志的专用厕所，对病人排泄物实施统一收集和管理，规定病人治疗期间不得使用其他厕所。

二、固体废物管理

- 1、废物收集，可按废物的可感与不可感，有无病原体毒性分开收集，收集废物的污物桶应具有外防护层和电离辐射标志。
- 2、污物桶放置点应避开工作人员作业和经常走动的地方。
- 3、污物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物，装满后的废物袋及时转运贮存室。

- 4、贮存室建造结构应符合放射卫生防护要求，且具有自然通风条件或安装通风设备，出入处设电离辐射标志。
- 5、废物袋或废物包、废物桶及其他存放废物的容器必须在显著位置标有废物类型、核素种类、比活度范围和存放日期的说明。
- 6、内装注射器及碎玻璃等物品的废物袋应附加外套。
- 7、废物经过存放衰变，比活度降低到 $7.4 \times 10^4 \text{Bq/kg}$ 以下后，即可作非放射性废物处理。
- 8、比活度小于或等于 $7.4 \times 10^4 \text{Bq/kg}$ 的医用废物可直接作非放射性废物处理。

核医学科放射性核素保管与废弃制度

为了切实加强我科医用放射性核素的保管工作，特制定以下放射性核素保管与废弃制度：

- 1、修订完善医用放射性核素保管与废弃制度并立即开始严格执行。
- 2、指定专人对放射性核素进行专项管理。
- 3、严格按照国家对放射性物质管理的有关规定，对所有医用放射性物质分类存放，妥善保管。
- 4、对所有医用放射性物质建立分类账册，确保账实相符。
- 5、保管人员应定期或不定期执行账实核对，确保无遗漏。
- 6、所有医用放射性物质的操作使用人员必须具备放射防护知识，并有放射防护隔离的措施及完好的设备。
- 7、所有医用放射性废弃物处理指派专人负责分类收集，妥善储存，收集容器外应加贴废弃物标示，并且收集容器要密闭可靠，要防辐射、防泄露，确保人身安全，并按照规定妥善进行处理，切不可随意丢弃。
- 8、对所用可能含有医用放射性物质的污水必须排入专用放射性污水衰变池内，不得随意排放，以防止环境污染与生态破坏。
- 9、发生医用放射性物质包括放射性废弃物在内的丢失、被盗、泄露等不良事件时，必须立即向卫生行政部门及公安部门报告，并及时进行安全处理。

放射性药品污染的紧急处理制度

1. 发现有放射性污染时，切勿慌张，要立即截断放射性污染来源，采取措施，勿使污染面积扩大（用红笔画圈，尽快缩小污染范围）。
2. 立即报告负责人。
3. 抢救人员防护好，拿抢救药到抢救现场。
4. 戴防护手套，手持镊子用吸水纸或吸水棉由里向外将放射源液体吸去，尽量将污染区擦干多遍，必要时用湿布洗污染（擦一遍即丢去，另用湿布擦洗），将污染物收集在放射性废物专用容器内。
5. 全部过程中进行剂量和表面污染监测，尽量去污染，但若擦洗多次，不能进一步减低放射性，即中止，根据强度和放射性能量进行必要的屏蔽及决定是否限制接触。
6. 定期监测，接近本底才能撤去屏蔽和限制。

山东保法肿瘤治疗股份有限公司泰安美宝法肿瘤医院

2022年08月29日

山东保法肿瘤治疗股份有限公司泰美宝法肿瘤医院

泰美宝法肿瘤医院

院发【2022】6号

审批人(签字):于保法

辐射安全事故应急预案

第一条 总则

一、制定本方案的目的

为贯彻落实《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》,加强对放射性同位素和射线装置的安全防护及监督管理,促进放射性同位素和射线装置的安全应用,有效预防并及时控制或消除各类辐射事故,落实突发性辐射事故应急处置工作,提高应对辐射事故的能力,保障群众健康,维护环境安全,按照国务院《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和防护管理办法》要求,结合本院实际,特制定本方案。

二、应急响应方针及工作原则

本预案的实施将认真贯彻执行“以人为本、预防为主,统一领导、分类管理,属地为主、分级响应,专兼结合,充分利用现有资源”的原则,统一指挥、明确职责,积极兼容,大力协同,常备不懈,保护公众,保护环境。面对突发辐射事故,必须坚持依法管理,分级负责,快速准确,安全高效的原则。

三、适用范围

1. 射线装置应用中发生的事故;
2. 放射性核素在应用过程中发生的事故;
3. 其它辐射事故。

第二条 组织体系与职责

一、组织体系

医院成立辐射事故应急响应领导小组(简称应急领导小组)。

二、应急领导小组的组成与职责

(一) 应急领导小组的组成 应急领导小组由医院主要负责人任组长,由分管放射、总务的副院长任副组长,成员由医技各科主要负责人组成。

组长:于保法

副组长:韩朝 毛伟

成员:王宏伟宋宜军 袁格群 李海燕 程建刚杨夫龙 熊召贵 赵阳阳

(二) 应急领导小组主要职责

- 1.贯彻执行国家辐射事故应急方针和政策以及山东省生态环境厅关于辐射事故应急响应的指示,配合市、县环保部门做好事故应急处理工作;
- 2.负责向市、县辐射应急机构报告在医院发生的辐射应急事故;
- 3.负责建立医院辐射事故应急响应网络;
- 4.应急领导小组做好辐射应急准备和应急响应工作,包括事故期间和应急终止后的辐射环境安全监督管理、环境辐射监测与评价、废物处理与处置等工作;
- 5.负责与医院外部接口单位的工作协调,取得人力、物力、设备的支援和技术支持;
- 6.及时向市、县环保部门应急办公室报告辐射事故发展和应急监测情况;
- 7.组织事故调查,并对有关科室和人员进行责任追究。

第三条 辐射事故应急响应程序

一、启动

发生辐射事故时,有关科室或现场公众要立即报告办公室,报警电话 0538-2851008。值班人员接到辐射事故紧急报告后,应当记录事故有关情况,包括事发地点、时间、污染及影响、损失的初步情况,事故单位、起因等,并立即通知应急领导小组。

二、报告

应急领导小组在最短的时间内进行事件现场调查、评估,初步判断事件严重程度,并立即启动应急预案。并在发生辐射事故或可能引发辐射事故的运行故障两小时内填写初始报告,向县生态环境局(0538-2821641)书面报告;发生辐射事故的,同时向县公安局(电话:110)报告;造成或可能造成人员超剂量照射的,同时向县卫健委(0538-2821433)报告,并按上级主管部门要求将相关信息及时向公众发布和沟通。

三、响应行动

- 1.射线装置应用中发生的事故;

(1) 发现射线装置运行时，场所仍有其他无关人员，运行人员应迅速停止射线装置工作，帮助人员撤离辐射区域；估算人员受照剂量水平，并及时送至有条件救治辐射损伤病人的医院就诊。

(2) 工作人员调试维修过程中因设备屏蔽或其他原因受到超剂量照射，立即将现场工作人员撤离，封锁现场，并向单位应急领导小组报告；根据现场实际情况分析、判断，应送至当地卫生主管部门指定的医院或者有条件救治辐射损伤病人的医院；分析原因，采取相应措施使得放射源在医疗设备中屏蔽完好。

2. 放射源、放射性药品、含源设备等丢失或被盗

(1) 第一时间保护现场，严格控制进出人员；

(2) 发现丢失或被盗的现场人员立即向本单位应急值班负责人报告，应急值班负责人根据应急状态等级启动应急响应组织，同时严格按照规定上报当地公安、生态环境部门和卫生主管部门；

(3) 封存相关监控系统视频文件；

(4) 根据存档资料迅速确定被盗或丢失放射源、放射性药品、含源设备等的种类、制造厂家、数量、源强度、几何形状、外形尺寸等基本情况；

(5) 全力协助公安、生态环境等执法机关进行查找回收，避免造成更多人员的伤害和对环境的放射性污染，影响社会的稳定。

3. 其它辐射事故，如人员非法入侵事件

(1) 涉源科室如发生人员非法入侵事件时，现场工作人员应立即停止涉源生产工作，并采取措施确保放射源处于安全状态；

(2) 现场人员立即向公安部门及本单位应急值班负责人报告；

(3) 现场人员根据实际情况选择自卫武器，组织自我防卫，在有条件的情况下封闭涉源场所，严防非法入侵人员进入破坏。

四、应急响应中，凡发现有人员、财物或场所受到放射性物质污染的，应在医疗或防护人员指导下进行去污。对在去污过程中产生的放射性固体废物和废水，应妥善收集，以便作进一步处理或处置。要防止去污过程中产生的废物和废水造成再次污染。

第四条 应急终止

一、应急终止的条件和程序

(一) 应急终止条件

1. 事故得到控制，事故条件已经消除；

2. 辐射事故放射性物质的释放量已降到规定限值之内；

3.采取并继续采取一切必要的防护措施以保护公众免受污染，并使事故的长期后果可能引起的照射降至合理可行尽量低的水准。

(二) 应急终止程序

对放射性物质运输和应用等辐射事故所导致的应急状态的终止，应由应急领导小组，向市环保局批准后实施终止。应急状态终止后，安排进行环境放射性监测、采样和评价工作，直到自然过程或其它补救措施无需继续进行下去。

二、应急终止后的行动

应急终止后，应急领导小组负责以下工作：

(一) 评价所有的应急日志、记录和书面信息等；

(二) 评价应急期间所采取的一切行动；

(三) 评价造成应急状态的事故，指导有关部门和事故责任单位查明原因，防止重复出现类似事故；

(四) 编制应急总结报告，并于应急终止后二周内报市环保局辐射应急办公室；

(五) 审批、管理必要的区域去污计划和因事故及去污产生的放射性废物的处理和处置计划，并监督实施；

(六) 根据实践经验，修改现有应急方案，报县环保局应急办公室备案。

第五条 人员培训和演习

一、培训 凡是在应急期间执行任务的辐射事故应急人员，都必须接受全面的初始培训。培训由应急领导小组具体组织，主要是参加上级环保部门组织的辐射事故应急培训，应急领导小组根据工作需要，必要时可邀请有关专家来院讲课。

二、演习 应急领导小组根据需要可组织辐射事故应急演习。辐射事故应急演习分专业性演习和综合性演习两步进行，专业性演习由应急事故领导小组成员参加，综合性演习由应急事故领导小组、各相关科室和应急人员参加。培训和演习须有事前的方案和程序，事后的总结和报告。必要时应急领导小组可根据演习所发现的问题修改本应急方案和相关应急实施程序。

第六条 附 则

一、本方案应对照上级应急响应方案及时修改，由应急领导小组负责解释和修订。

二、本方案自发布之日起施行。

山东保洁肿瘤医院股份有限公司 泰安宝洁肿瘤医院

2022年01月29日

附

领导小组及成员联系方式：

组长 于保法 2851098
副组长 韩娟 15866007897 毛伟 18953811879
组员 王宏伟 13884762985 宋宜军 13953808022
张格群 13655381529 李海霞 15315293718
程建刚 15866005775 杨夫龙 13954822715
熊召贵 13561781292 赵阳阳 13385380899

上级主管部门联系方式：

县环保局电话：0538-2092161 县卫健委 0538-2821433
市环保局电话：12369 公安部门电话：110

山东保法肿瘤治疗股份有限公司 泰美宝法肿瘤医院 2022年辐射事故应急演练方案

一、演练目的

根据《职业病防治法》、《放射诊疗管理规定》、《放射事故管理规定》及《放射事故应急处理预案》等相关法律法规及上级卫生部门与环保部门要求。为规范和强化我院应对突发放射事故的应急处置能力，将放射事故造成的损失和污染后果降低到最小程度，最大限度地保障放射工作人员与公众的安全，维护正常和谐的放射诊疗秩序，做到对放射事故早发现、速报告、快处理，建立快速反应机制，制定本演练方案。

二、组织领导

为提高工作人员对放射事故应急处理的能力，有计划、有组织的开展好此次放射事故应急演练工作，成立了应急演练考核小组，办公室负责组织演练。

组 长：韩娟

副组长：高峰、毛伟

成 员：王宏伟、贺广勇、宋宜军、张格群、杨夫龙、李海霞、程建刚、熊召朋

三、演练内容

1. 时间：2022年07月12日16点00分
2. 地点：PET-CT中心走廊

3、演练方式：实景设置，实兵展开，实际操作

4、参演科室：放射科、办公室、医务科、保卫科。

5、设定事件：在医院 PET-CT 中心，患者注药后准备待检时，突发恶心、呕吐，医院工作人员立即启动应急预案，对患者进行急救，并对呕吐物（放射性核素污染物）进行去污处理，并进行事后调查、总结。

四、演练记录：

1、PET-CT 工作人员

- (1)、立即转移患者脱离现场至抢救室进行急救。
- (2)、通知其他工作人员迅速离开事故现场并进行现场屏蔽和封锁。
- (3)、迅速上报科主任、办公室及院领导。

2、办公室

- (1)、5—10 分钟内迅速到达现场，进行组织协调。
- (2)、接到报告后立即报告院领导，通知医务科、总务科、保卫科到现场救助。
- (3)、组织相关人员对患者进行妥善处理。

3、保卫科

- (1)、接到报告后 5-10 分钟内到达现场。
- (2)、进行现场警戒，疏散无关人员，保护好现场。

4、医务科

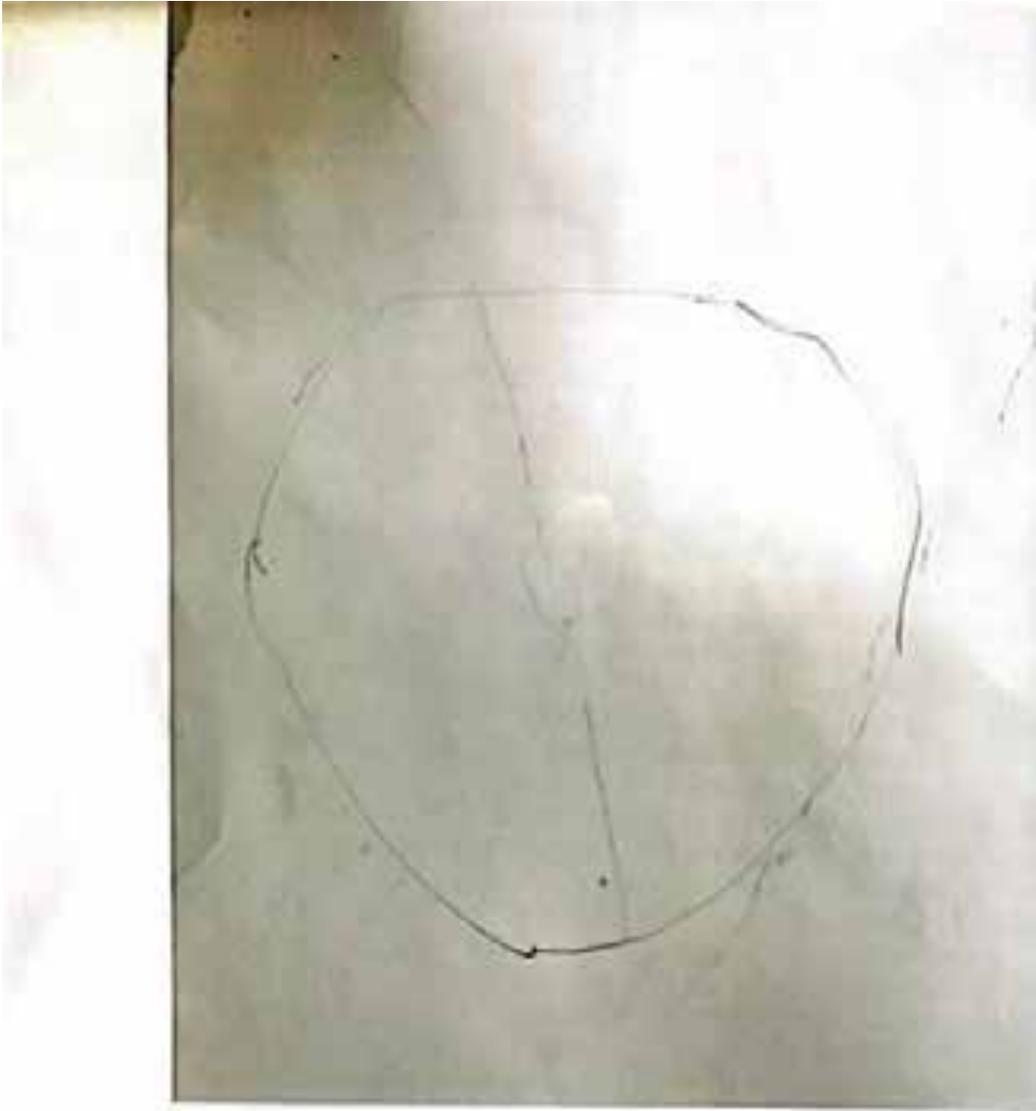
- (1)、接到报告后 5-10 分钟内到达现场。
- (2)、评估放射事故是否存在公共危害。
- (3)、要做到面对放射性污染时，不慌张，要立即截断放射性污染来源，采取措施，勿使污染面扩大（用红笔画圈，尽快缩小污染范围）。

- b、抢救人员防护好，拿抢救药箱到抢救现场。
- c、戴防护手套，手持镊子用吸水纸或吸水棉由里向外将放射源液体吸去，尽量将污染区擦干多遍，必要时用湿布洗污染（擦一遍即丢去，另用湿布擦洗），将污染物收集在放射性废物专用容器内。
- d、全部过程中进行剂量和表面污染监测，尽量去污染，但若擦洗多次，不能进一步减低放射性，即中止，根据强度和放射性能量进行必要的屏蔽及决定是否限制接触。
- e、定期监测，接近本底才能撤去屏蔽和限制。

五、演练总结

演练结束，院领导讲评，现场人员处置能力、紧急救护、人员疏散与配合情况。总结经验教训，加强辐射安全日常管理，做好场所日常安全管理工作，重视电离辐射对人体的损害，最大限度地保障辐射工作人员与公众的安全，做好检前的调查工作，尽量避免类似事故发生。





雙對稱巧架



放射性废物处理



演练总结

2022年7月12日

附件 5 辐射安全与防护培训合格证



附件 6 个人剂量检测报告及个人剂量档案表

正本

检测报告

报告书号：泰 疾控检 字 第2022FS0042号

样品名称：GR-200A氯化镭铯锶铊磷热释光剂量计

被检单位：泰安宝法肿瘤医院

泰安市疾病预防控制中心
2022年08月22日

泰安市疾病预防控制中心 检测报告

报告受理编号: 202200042

第 1 页, 共 2 页

检测项目	职业性照射个人剂量检测	检测方法	热释光个人剂量检测
委托人	泰安市疾病预防控制中心	委托单位	泰安市肿瘤医院
检测/评价标准	GB 129-2019 职业性照射个人剂量检测		
检测单位名称	泰安市疾病预防控制中心	检测类别/目的	常规检测
检测仪器设备/型号/编号	ND-200 热释光剂量仪	检测器	GR-2001 氟化锂热释光剂量计

检测结果:

详见附表

注: 按照《职业性照射个人剂量检测》要求, “当照射工作人员的年受照剂量比不超过 2mSv 时, 按照个人剂量检测, 可判定“剂量合格”, 由此判定三个月的剂量单位为 1.5mSv (此判定值按上述标准换算)。

以上剂量检测结果, 按照《职业性照射个人剂量检测》要求, 采样时间为 90元 , 本报告中采样时间为 111元 , 由此引起的费用由委托人承担。

(以下空白)

报告编号: WZL-2022-042

检测人: 王强 复核人: 张明 审核人: 刘红 签发人: 李静

2022年09月22日

泰安市疾病预防控制中心 检测报告

报告编号: 2022030042

第 2 页, 共 2 页

检测结果:

序号	姓名	性别	职业类型	检测卡检测起始日期	检测次数	个人剂量当量/mSv Hg(10)
29	宋立军	男	2A	2022年03月10日	111	0.18
30	张路群	男	2A	2022年03月10日	111	0.14
31	董善磊	男	2B	2022年03月10日	113	0.13
32	郑江	女	2A	2022年03月10日	111	0.15
33	张强	男	2A	2022年03月10日	111	0.18
34	王翠霞	女	2B	2022年03月10日	111	0.16
35	李海霞	女	2A	2022年03月10日	111	0.16
36	唐立军	男	2A	2022年03月10日	111	0.09
37	程建刚	男	2A	2022年03月10日	111	0.11
38	孙同新	女	2A	2022年03月10日	111	0.06
39	张刚	男	2A	2022年03月10日	111	0.07
40	张福利	男	2A	2022年03月10日	111	0.04
41	王建成	男	2B	2022年03月10日	111	0.18
42	王德祥	男	2B	2022年03月10日	111	0.16
43	张利华	女	2A	2022年03月10日	111	0.09
44	崔秋丽	女	2A	2022年03月10日	111	0.16
45	孙大元	男	2B	2022年03月10日	111	0.10
46	王文奇	男	2B	2022年03月10日	111	0.09
47	刘静华	女	2B	2022年03月10日	111	0.10
48	陈洁	女	2D	2022年03月10日	111	0.15
49	王南	男	2B	2022年03月10日	111	0.12
50	张广禹	男	2B	2022年03月10日	111	0.27

(以下空白)

正本

检测报告

报告书名：泰 疾控检 字 第2022FS0086号

检品名称：GR-200A氟化锂镁铜磷热释光剂量计

被检单位：泰安宝法肿瘤医院

泰安市疾病预防控制中心

2022年12月30日



泰安市疾病预防控制中心 检测报告

样品受理编号: 2022090066

第 1 页, 共 2 页

检测项目	职业性外照射个人剂量监测	检测方法	热释光个人剂量检测
出人单位	泰安宝洁种植医院	委托单位	泰安宝洁种植医院
标准/评价依据	GBZ 129-2019 职业性外照射个人剂量规范		
检测地点/场所	辐射防护与安全监测评价科实验室	检测类别/目的	常规检测
检测仪器名称/型号/编号	RD-20型热释光剂量仪	检测器	SR-2000 氧化铍闪烁体热释光剂量计

检测结果:

详见附表

注: 依据《职业性外照射个人剂量规范》要求: “当照射工作人员的年受照剂量达到并超过 50mSv 时, 除应记录个人剂量外, 还应进一步进行调查”, 由此确定三个月的剂量约束值为 1.25mSv (此值应视以上标准和规范), 以上结果已超标等次。

(以下空白)

最低检测水平 (MDL): 0.05mSv

检测人: 王春碧 校核人: 刘冰 审核人: 王... 签发人: 尹静

2022年12月30日

泰安市疾病预防控制中心 检测报告

样品受理编号: 2022P00049

第 2 页, 共 2 页

检测结果:

编号	姓名	性别	职业类别	检测卡检测起始日期	检测次数d	个人剂量当量/mSv eq(10)
306	宋克军	男	2A	2022年07月08日	82	0.26
309	张培群	男	2A	2022年07月08日	82	0.02
310	周喜春	男	2D	2022年07月08日	82	0.26
311	张强	男	2A	2022年07月08日	82	0.33
312	刘红	女	2A	2022年07月08日	82	0.20
313	王慧燕	女	2D	2022年07月08日	82	0.19
314	李海霞	女	2A	2022年07月08日	82	0.26
323	唐光军	男	2A	2022年07月08日	82	0.20
316	张建明	男	2A	2022年07月08日	82	0.23
317	孙向东	女	2A	2022年07月08日	82	0.07
318	张磊	男	2A	2022年07月08日	82	0.30
319	张廷柯	男	2A	2022年07月08日	82	0.23
320	张海珍	女	2A	2022年07月08日	82	0.22
321	贾航宇	女	2A	2022年07月08日	82	0.20
322	王成成	男	2D	2022年07月08日	82	0.20
323	卜腾祥	男	2D	2022年07月08日	82	0.27
324	赵娟娟	女	2D	2022年07月08日	82	0.33
325	杨光宗	男	2D	2022年07月08日	82	0.08
326	刘春华	女	2D	2022年07月08日	82	0.19
327	王勇	男	2D	2022年07月08日	82	0.10
328	李文忠	男	2D	2022年07月08日	82	0.24
329	魏强	女	2D	2022年07月08日	82	0.18
330	曾广杰	男	2D	2022年07月08日	82	0.14

(以下空白)

辐射工作人员个人剂量档案表

姓名	解秋丽	性别	女		
出生年月	1987.09	政治面貌			
参加工作时间	2014.07	职务职称			
部门、岗位	放疗 PDR CT 技师				
毕业院校及专业	山东杏林学院 护理				
固定电话		手机	15066718083		
个人剂量监测情况					
序号	监测时间	监测结果	本人签字	年度累计	记录人
1	2014.5.20~2014.8.18	0.02 mSv	解秋丽	0.02 mSv	宋定华
2	2014.8.19~2014.11.16	0.14 mSv	解秋丽	0.16 mSv	宋定华
3	2014.11.17~2015.2.9	0.01 mSv	解秋丽	0.17 mSv	宋定华
4	2015.2.10~2015.5.9	0.01 mSv	解秋丽	0.18 mSv	宋定华
5	2015.5.10~2015.8.6	0.08 mSv	解秋丽	0.26 mSv	宋定华
6	2015.8.11~2015.11.10	0.08 mSv	解秋丽	0.34 mSv	宋定华
7	2015.11.11~2016.1.29	无有效数据	解秋丽	0.34 mSv	宋定华
8	2016.2.30~2016.6.28	0.05 mSv	解秋丽	0.39 mSv	宋定华
9	2016.6.29~2016.7.28	0.16 mSv	解秋丽	0.55 mSv	宋定华
10	2016.8.17~2016.11.5	0.03 mSv	解秋丽	0.58 mSv	宋定华
11	2016.11.16~2017.2.15	0.04 mSv	解秋丽	0.62 mSv	宋定华
12	2017.2.15~2017.5.11	0.13 mSv	解秋丽	0.75 mSv	宋定华
13	2017.5.11~2017.8.8	0.28 mSv	解秋丽	1.03 mSv	宋定华
14	2017.8.8~2017.11.5	0.34 mSv	解秋丽	1.37 mSv	宋定华
15	2017.11.6~2018.2.3	0.20 mSv	解秋丽	1.57 mSv	宋定华
16	2018.2.4~2018.3.3	0.04 mSv	解秋丽	1.61 mSv	宋定华
17	2018.3.7~2018.8.1	0.11 mSv	解秋丽	1.72 mSv	宋定华
18	2018.8.2~2018.11.4	0.06 mSv	解秋丽	1.78 mSv	宋定华
19	2018.11.11~2019.1.29	0.10 mSv	解秋丽	1.88 mSv	宋定华

汇总表

个人剂量监测情况					
序号	监测时间	监测结果	本人签字	年度累计	记录人
20	2011.11-2011.12	0.05mSv	陈秋明	0.05mSv	陈生华
21	2011.12-2012.1	0.04mSv	陈秋明	0.09mSv	陈生华
22	2012.1-2012.2	0.03mSv	陈秋明	0.12mSv	陈生华
23	2012.2-2012.3	0.03mSv	陈秋明	0.15mSv	陈生华
24	2012.3-2012.4	0.02mSv	陈秋明	0.17mSv	陈生华
25	2012.4-2012.5	0.02mSv	陈秋明	0.19mSv	陈生华
26	2012.5-2012.6	0.02mSv	陈秋明	0.21mSv	陈生华
27	2012.6-2012.7	0.02mSv	陈秋明	0.23mSv	陈生华
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					

辐射工作人员个人剂量档案表

姓名	杨志龙	性别	男	
出生年月	1981.12	政治面貌		
参加工作时间	2003.6	职务职称	教师	
部门、岗位	放射物理师			
毕业院校及专业	淮阴工学院 数学物理技术			
固定电话		手机	13954820713	

个人剂量监测情况

序号	监测时间	监测结果	本人签字	年度累计	记录人
1	2013.10~2013.20	0.01 mSv	杨志龙	0.01 mSv	朱定华
2	2013.21~2013.31	0.04 mSv	杨志龙	0.05 mSv	朱定华
3	2013.11~2013.21	0.07 mSv	杨志龙	0.12 mSv	朱定华
4	2013.22~2013.31	0.01 mSv	0.23 mSv	0.35 mSv	朱定华
5	2013.1~2013.11	0.09 mSv	杨志龙	0.44 mSv	朱定华
6	2013.12~2014.11	0.09 mSv	杨志龙	0.53 mSv	朱定华
7	2014.12~2015.11	0.01 mSv	杨志龙	0.54 mSv	朱定华
8	2015.12~2015.11	0.03 mSv	杨志龙	0.57 mSv	朱定华
9	2015.12~2015.11	0.05 mSv	杨志龙	0.62 mSv	朱定华
10	2015.12~2015.11	0.09 mSv	杨志龙	0.71 mSv	朱定华
11	2015.12~2015.11	0.21 mSv	杨志龙	0.92 mSv	朱定华
12	2015.12~2015.11	0.07 mSv	杨志龙	0.99 mSv	朱定华
13	2015.12~2015.11	0.17 mSv	杨志龙	1.16 mSv	朱定华
14	2015.12~2015.11	0.09 mSv	杨志龙	1.25 mSv	朱定华
15	2015.12~2015.11	0.05 mSv	杨志龙	1.30 mSv	朱定华
16	2015.12~2015.11	0.14 mSv	杨志龙	1.44 mSv	朱定华
17	2015.12~2015.11	0.27 mSv	杨志龙	1.71 mSv	朱定华
18	2015.12~2015.11	0.20 mSv	杨志龙	1.91 mSv	朱定华
19	2015.12~2015.11	0.07 mSv	杨志龙	0.84 mSv	朱定华

附件54

个人剂量监测情况

序号	监测时间	监测结果	本人签字	年度累计	记录人
20	2018.2.1~2018.2.3	0.05mSv	杨庆友	0.05mSv	朱定华
21	2018.5.7~2018.5.1	0.19mSv	杨庆友	0.19mSv	朱定华
22	2018.8.2~2018.11.4	0.01mSv	杨庆友	0.03mSv	朱定华
23	2018.1.1~2018.1.27	0.01mSv	杨庆友	0.03mSv	朱定华
24	2017.1.29~2017.3.6	0.19mSv	杨庆友	0.31mSv	朱定华
25	2017.1.1~2017.1.27	0.01mSv	杨庆友	0.31mSv	朱定华
26	2017.1.1~2017.1.27	0.19mSv	杨庆友	0.49mSv	朱定华
27	2017.6.27~2017.1.4	0.26mSv	杨庆友	0.74mSv	朱定华
28	2017.1.1~2017.1.27	0.11mSv	杨庆友	0.85mSv	朱定华
29	2017.4.22~2017.7.6	0.05mSv	杨庆友	0.90mSv	朱定华
30	2017.7.1~2017.1.18	0.02mSv	杨庆友	0.91mSv	朱定华
31	2017.1.19~2017.1.16	0.01mSv	杨庆友	0.92mSv	朱定华
32	2017.1.17~2017.1.16	0.01mSv	杨庆友	0.93mSv	朱定华
33	2017.9.9~2017.1.16	0.01mSv	杨庆友	0.94mSv	朱定华
34	2017.1.16~2017.9.8	0.21mSv	杨庆友	0.95mSv	朱定华
35	2017.9.9~2017.1.17	0.05mSv	杨庆友	0.96mSv	朱定华
36	2017.1.17~2017.3.7	0.13mSv	杨庆友	0.99mSv	朱定华
37	2017.3.10~2017.6.29	0.15mSv	杨庆友	0.51mSv	朱定华
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					

附件 7 自行监测记录

巡检时间/场 所/检测值	放疗 (东)	放疗 (西)	CT (东)	CT (负一)	PET/CT (候诊)	PET/CT 注射室	PET/CT 操作间	数字 胃肠	DR	巡检/ 巡检
10.11	0.092us/h	0.086us/h	0.076us/h	0.074us/h	0.102us/h	0.102us/h	0.096us/h	0.092us/h	0.094us/h	10.20.01
10.18	0.084us/h	0.092us/h	0.097us/h	0.096us/h	0.10us/h	0.101us/h	0.084us/h	0.092us/h	0.092us/h	10.20.02
10.25	0.096us/h	0.098us/h	0.086us/h	0.092us/h	0.099us/h	0.097us/h	0.096us/h	0.093us/h	0.089us/h	10.20.03
11.1	0.097us/h	0.096us/h	0.094us/h	0.096us/h	0.101us/h	0.102us/h	0.095us/h	0.091us/h	0.091us/h	11.20.01
11.8	0.092us/h	0.097us/h	0.094us/h	0.087us/h	0.098us/h	0.101us/h	0.094us/h	0.092us/h	0.089us/h	11.20.02
11.15	0.086us/h	0.095us/h	0.089us/h	0.097us/h	0.103us/h	0.102us/h	0.097us/h	0.091us/h	0.087us/h	11.20.03
11.22	0.096us/h	0.094us/h	0.092us/h	0.093us/h	0.099us/h	0.101us/h	0.098us/h	0.089us/h	0.092us/h	11.20.04
11.29	0.097us/h	0.086us/h	0.089us/h	0.093us/h	0.097us/h	0.102us/h	0.095us/h	0.088us/h	0.094us/h	11.20.05
12.6	0.092us/h	0.092us/h	0.087us/h	0.097us/h	0.098us/h	0.099us/h	0.097us/h	0.091us/h	0.088us/h	12.20.01
12.13	0.096us/h	0.089us/h	0.096us/h	0.088us/h	0.102us/h	0.101us/h	0.096us/h	0.089us/h	0.092us/h	12.20.02
12.20	0.097us/h	0.084us/h	0.095us/h	0.092us/h	0.101us/h	0.102us/h	0.094us/h	0.093us/h	0.094us/h	12.20.03
12.27	0.089us/h	0.096us/h	0.089us/h	0.096us/h	0.098us/h	0.102us/h	0.097us/h	0.092us/h	0.088us/h	12.20.04
12.3	0.094us/h	0.091us/h	0.092us/h	0.087us/h	0.096us/h	0.101us/h	0.096us/h	0.091us/h	0.087us/h	12.20.05

附件9 放射性同位素入库、使用登记记录

核医学科F-18台账

日期	出药时间	活度	收药时间	活度	收药人	送药人	受检者	注射时间	注射量	注射护士	受检者电话	备注
2023												
6.20	6:10	81mCi	8:20	70mCi	宋宜星	吴明						例前
6.21	4:57	120mCi	8:00	70mCi	宋宜星	吴明						例前
12.12	4:21	47mCi	7:30	116mCi	宋宜星	吴明	高华	8:17	7.18mCi	董玉娟	1591581521	
12.27	2:44	68mCi	8:00	81mCi	宋宜星	吴明	吕志华	8:36	7.12mCi	董玉娟	1591581521	

山东保法肿瘤治疗股份有限公司 泰美宝法肿瘤医院

2022 年放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告

泰美宝法肿瘤医院是全国第十届全国人大代表、著名肿瘤专家于保法教授创办的，该院坐落于风景秀丽的泰山脚下，平川湖畔。医院于 1998 年 3 月 28 日开业，总投资 3000 余万元，固定资产已超 5000 万元，占地 70 亩，建筑面积 20000 平方米，开设床位 160 张。该院拥有国际先进的各种肿瘤治疗设备，如直线加速器、螺旋 CT、射野、各种活检枪、三氧治疗仪等，整体实力国内领先。2014 年 5 月 12 日，医院申请了辐射安全许可证，鲁环辐证[090002]，并于 2022 年度进行了重新申报。现将本院 2022 年度辐射安全工作总结的原始汇报如下：

一、医院情况

本院于 1998 年 3 月 28 日开业，位于东平县湖景街 517 号，主要开展放射诊断和放射治疗等与辐射有关的工作。现有西门子 M0700 新机型 15000G (桥堆) 直线加速器各一台、CT 三台、为一台东芝 AQUILION 和两台东芝 Alexion (包括新增一台)；北京万东新东介 1000WD 型 X 线摄影装置和 DR50-2A 型 X 线诊断机各一台、广东省放射放射性工作场所一处 (ECT)，使用核素 $Tc-99m$ 。因为设备故障已经五年没有用无故障，现在处于停用状态。新增同位素密封放射性工作场所一处 (PET-CT)，使用核素 $F-18$ ，新增 V 类放射源 $Co-60$ 一枚 (PET-CT 校正源)。

二、辐射管理情况

1、我院所有设备采用了门机联锁装置，当门全部关闭 X 射线才

供应药物和回收容器协议书

甲方：南京江原安迪科正电子研究发展有限公司聊城分公司

乙方：山东保法肿瘤治疗股份有限公司泰安宝法肿瘤医院

经甲乙双方友好协商，就供应药物和回收空容器达成如下协议：

- 一、甲方负责向乙方提供所需要的放射性物质。
- 二、乙方所使用甲方放射性物质的各种空容器由甲方负责回收。
- 三、甲方提供给各医院的医用放射性药品，使用后的空容器应妥善保存，由甲方自行回收，相关费用由甲方承担。
- 四、本协议一式两份，双方各执一份。
- 五、本协议有效期为 2023 年 01 月 01 日至 2023 年 12 月 31 日。

甲方：南京江原安迪科正电子研究发展有限公司聊城分公司

盖章：

时间：2022 年 11 月 21 日



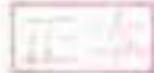
乙方：山东保法肿瘤治疗股份有限公司泰安宝法肿瘤医院

盖章：

时间：2022 年 11 月 21 日



附件 12 竣工环境保护验收监测报告

检验检测报告

山慈测（2022）第 Z221878 号

项目名称：PET-CT、6MV 医用电子加速器应用项目衰变池放射性废水

委托单位：山东保法肿瘤治疗股份有限公司泰安宝法肿瘤医院

检测类别：委托检测

报告日期：2022 年 12 月 09 日


山东嘉睿测试科技有限公司

报告说明

1. 报告无本公司  专用章，“检验检测专用章”及骑缝章无效。
2. 报告涂改、增删无效；报告无编制人、审核人、批准人签字无效。
3. 未经本公司书面批准，不得以任何形式复制本报告或者本报告的部分内容；复印报告未加盖“检验检测专用章”和  专用章、骑缝章无效。
4. 本报告只对送检样品或本次检测结果负责。对送检样品，样品信息由委托方注明，本公司不对其真实性负责。对测试条件和工况变化大的样品，无法保存、复现的样品，本公司仅对本次所采样的检测数据负责。
5. 本报告未经书面同意不得用于商业广告及不当宣传。
6. 对报告如有异议，请于收到报告之日起七日内以书面形式向本公司提出，逾期视为自动放弃申诉的权利。
7. 除客户特别申明并支付样品管理费，所有样品超过标准规定的时效期均不再做留样。

单位名称：山东嘉誉测试科技有限公司 邮 编：255000

单位地址：淄博市高新区鲁泰大道51号高分子材料产业创新园B座七层

检测地址：淄博市高新区鲁泰大道51号高分子材料产业创新园B座二层、七层、八层

网址：www.sdjiayu.com.cn 电 话：0533-3589191

电子邮件：jy@sdjiayu.com.cn 传 真：0533-3589191

检测结果

山东省 (2022) 第 2221878 号

第 1 页 共 1 页

1.委托单位: 山东保洁种业股份有限公司泰安宝洁种业医院

2.样品类别: 污水

3.样品描述: 污水: 详见污水检测报告表

4.送样日期: 2022年12月02日

5.测试日期: 2022年12月02日-2022年12月05日

6.污水检测项目及结果

6.1.污水检测信息

序号	参数	检测标准	使用设备及编号	方法检出限
1	总α放射性	HJ 894-2017 水质 总α放射性的测定 钍钍法	LD-2 低本底αβ测量仪 073	0.010Bq/L
2	总β放射性	HJ 894-2017 水质 总β放射性的测定 钍钍法	LD-2 低本底αβ测量仪 073	0.004Bq/L

6.2.污水检测结果

送样点位	送样日期	样品编号	检测参数		样品描述
			总α放射性(Bq/L)	总β放射性(Bq/L)	
泰安宝洁污水	12月02日	2221878-W-01	ND	ND	无色透明液体

注: "ND"表示未检出

7.在送样图片



*** 报告结束 ***

编制人: 穆晓莹 审核人: 刘雨珂 批准人: 穆晓莹 签发日期: 2022-12-09



中国认证

检测

TESTING

CNAS L0003



3022 3080 00003

核工业北京地质研究院分析测试研究中心

核工业地质分析测试研究中心

分析测试报告

报告编号: 2022-3050



委托单位: 山东保法肿瘤治疗股份有限公司

分析项目: 总β

样品名称: 土壤

样品数量: 1 个

检测类别: 委托检测

报告签发人: 崔建勇

签发日期: 2022年12月15日

注意事项

1. 报告无“测试专用章”或测试中心公章无效。
2. 复制报告未重新加盖“测试专用章”或测试中心公章无效。
3. 报告无审核人、报告签发人签字无效。
4. 一般情况下，报告仅对来样负责。
5. 依照有关规定，原始记录在本中心只保存六年。
6. 报告中标注*符号的检测项目不在 CMA 认证和 CNAS 认可范围之内。

单位名称：核工业北京地质研究院分析测试研究中心

(核工业地质分析测试研究中心)

地 址：北京市安外小关东里 10 号院

通 信：北京 9818 信箱 5 分箱

邮政编码：100029

电 话：(010) 64965990

传 真：(010) 64965960

分析测试报告

报告编号: 2022-0030

委托单位		山东保洁环境股份有限公司		送样人	袁子涵
样品名称		粉末		收样日期	2022-12-02
样品数量(个)	1	温度(℃)	23.2	相对湿度(%)	32.2
检测方法标准					
GB 3095-2012 (K) 《环境空气质量标准-土壤-第6部分, 总α和总β活度的测量》					
仪器型号及名称				仪器编号	17019477
检测项目及参数				总α	
测试结果汇总					
序号	核素名称	样品名称	总α活度/Bq/g		
1	64Zn	青岛理工大学环境工程试验室粉末(下风向)	0.239		
备注		无			

编制人: 王铁健 王铁健

审核人: 袁明海 袁明海

报告日期: 2022-12-02





检测报告

山东鼎基辐检【2022】332号

项目名称：山东保洁肿瘤治疗股份有限公司泰美宝放疗中心PET-CT。

GMV 医用电子加速器应用项目竣工环境保护验收监测

委托单位：山东保洁肿瘤治疗股份有限公司泰美宝放疗中心

检测类别：委托检测

报告日期：2022年11月30日



说 明

1. 报告无本单位检测报告专用章、骑缝章及 ~~CMA~~ 章无效。
2. 复制报告未重新加盖本单位检测报告专用章无效。
3. 报告涂改无效。
4. 自送样品的委托测试，其检测结果仅对来样负责；对不可复现的检测项目，结果仅对采样（或检测）当时所代表的时间和空间负责。
5. 对检测报告如有异议，请于报告发出之日起的两个月之内以书面形式向本公司提出，逾期不予受理。

单位名称：山东鼎泰环境检测有限公司

单位地址：中国（山东）自由贸易试验区济南片区高新
万达广场2号写字楼1512室

电 话：0531-59803517

邮编编码：250100

电子邮箱：sddj2018@126.com

检测报告

山东鑫基辐射【2022】332号

检测项目	X、γ辐射剂量率、α表面污染				
委托单位	山东博法肿瘤医院股份有限公司泰安分院肿瘤医院				
联系人	宋宝军	联系电话	13953809022		
检测类别	委托检测	委托日期	2022年11月12日		
检测地点	山东省泰安市泰平县平尚镇塔寺街17号，泰安博法肿瘤医院院内。				
检测日期	2022年11月15日				
环境条件	天气：晴，温度：11.8℃，相对湿度：60.6%				
检测主要仪器设备	设备名称	辐射检测仪	便携式多功能辐射检测仪	α-β表面污染仪	
	设备型号	AT1123	8695129/867830	809021/807040	
	设备编号	A-1804-02	A-1804-01	A-1804-03	
	测量范围	吸收剂量率： 0.01μSv/h~100μSv/h 剂量当量： 15mSv~20mSv	吸收剂量率： 10μGy/h~700μGy/h 剂量当量：25mSv~ 20mSv	α：0.00000~999 β：0.00000~999 相对基本误差：± ±10%	
	检定/校准单位	山东省计量科学研究院	山东省计量科学研究院	山东省计量科学研究院	
检定/校准证书编号	Y16-20220471	Y16-20220370	Y17-20220074		
	检定/校准有效期	2023年4月22日	2023年3月30日	2023年4月18日	
检测依据	1.《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)； 2.《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)； 3.《电离辐射防护 第一部分：基本术语》(GB 18884.1-2018)； 《电离辐射防护 第二部分：剂量限值》(GB 18884.2-2018)。				
检测说明	<p>受山东博法肿瘤医院股份有限公司泰安分院肿瘤医院委托，山东鑫基环保科技有限公司依据相关标准及客户要求，对山东博法肿瘤医院股份有限公司泰安分院肿瘤医院X、γ、α表面污染电子加速器机房进行检测，检测结果见附件报告正文第2~11页； 检测报告附件及检测报告正文第12页。</p>				

本检测报告、数据、结论，只对本报告中，所提及的样品负责（注：检测单位不承担法律责任）。

检测报告

山东鑫泰辐电【2022】332号

表 1 PPT-CT 中心机壳工作场所 ^a γ 辐射剂量率监测结果					
序号	点位描述	监测值 (单位: μSv/h)	标准限值	工况	备注
A1	进风侧机壳外表面	102.20±0.18	1.7	运行	控制区
A2	进风侧机壳外表面	158.20±0.18	1.9		
A3	进风侧机壳外表面 30cm 处	136.20±0.18	1.9		
A4	进风侧机壳外表面 30cm 处(垂直位)	102.80±0.18	1.9		
A5	下罩盖机壳外表面 30cm 处	37.7	1.7		
A6	下罩盖机壳外表面 30cm 处	4.60	0.2		
A7	下罩盖机壳外表面 30cm 处	1.094	0.02		
A8	下罩盖机壳外表面 100cm 处	0.092	0.02		
A9	右侧下罩盖机壳外表面	1.9120±0.18	0.03		
A10	左侧下罩盖机壳外表面	4.330	0.02		
A11	进风侧机壳外表面	43.43	0.2	运行	控制区
A12	进风侧机壳外表面	42.38	0.2		
A13	进风侧机壳外表面	1.042	0.02		
A14	进风侧机壳外表面	1.194	0.02		
A15	进风侧机壳外表面 30cm 处	184.10±0.18	1.7		
A16	进风侧机壳外表面 30cm 处(垂直位)	0.850	0.02		
A17	进风侧机壳外表面 30cm 处	121.10±0.18	1.7		
A18	进风侧机壳外表面 30cm 处(控制室大梁处)	102.50±0.18	1.7		
A19	进风侧机壳外表面 30cm 处(控制室大梁处)	0.218	0.02		
A20	进风侧机壳外表面 30cm 处(控制室大梁处)	0.242	0.02		
A21	进风侧机壳外表面 30cm 处(控制室大梁处)	0.240	0.02		
A22	进风侧机壳外表面 30cm 处	0.253	0.02		
A23	进风侧机壳外表面 30cm 处	0.218	0.01		
A24	进风侧机壳外表面 30cm 处	193.00±0.18	1.9		
A25	进风侧机壳外表面 30cm 处	0.200	0.02		
B1	注射区工作场所	0.542 00±0.18	0.02	运行	控制区
B2	A 射线工作人员操作位	2.300	0.02		
B3	进风侧机壳外表面 30cm 处	0.308	0.02		
B4	进风侧机壳外表面 30cm 处(控制室大梁处)	193.50±0.18	1.7		
B5	进风侧机壳外表面 30cm 处(控制室大梁处)	197.50±0.18	1.9		
B6	进风侧机壳外表面 30cm 处(控制室大梁处)	198.50±0.18	1.9		
B7	进风侧机壳外表面 30cm 处(控制室大梁处)	195.50±0.18	1.9		

检测报告

山东鼎嘉辐检【2022】332号

续表1 PET-CT中心相关工作场所X-γ辐射剂量率监测结果					
序号	点位描述	监测值(单位: μSv/h)	标准偏差	工况	备注
B8	北墙外30cm处	0.266	0.02	1名病人接受 8.28mCi ¹⁸ F药物注射时	控制区
B9	西墙外30cm处	186.3	1.8		
B10	南墙外30cm处	185.5	1.4		
B11	东墙外30cm处	194.9	1.2		
B12	距离患者身体表面0.5m处	62.1	1.7	注射后	控制区
B13	距离患者身体表面1m处	21.59	0.20		
C1	东墙外30cm处	194.4	1.7	1名病人注射 8.37mCi ¹⁸ F药物后进入 贮源室	监督区
C2	北门外30cm处(监测最大值处)	182.4	1.7		控制区
C3	北墙外30cm处	187.2	1.6		监督区
C4	西墙外30cm处	189.8	1.8		
C5	南墙外30cm处	192.9	1.4		
C6	楼上地面30cm处	130.5	1.6		
D1	东墙外30cm处	0.271	0.02	1名病人注射 8.28mCi ¹⁸ F药物后进入, 另20mCi ¹⁸ F放置于待检 室内	控制区
D2	东门外30cm处(监测最大值处)	0.737	0.02		
D3	北门外30cm处(监测最大值处)	0.343	0.02		
D4	北墙外30cm处	0.451	0.02		监督区
D5	南墙外30cm处	0.342	0.02		
D6	西墙外30cm处	0.385	0.02		
D7	楼上地面30cm处	132.3	1.7		
E1	东墙外30cm处	0.330	0.02	1名患者扫描 后进入拾放室 观察,另10mCi ¹⁸ F放置于室内	控制区
E2	北门外30cm处(监测最大值处)	0.387	0.02		
E3	北墙外30cm处	0.406	0.02		监督区
E4	南墙外30cm处	0.336	0.02		
E5	西墙外30cm处	0.276	0.02		
E6	楼上地面30cm处	132.1	1.7		
F1	东墙外30cm处	0.248	0.01	1名患者注射 8.28mCi ¹⁸ F药物后进入	控制区
F2	北门外30cm处(监测最大值处)	0.338	0.02		

检测报告

山东鑫泰辐环【2022】332 号

附表 1 1#T-01 中心核医工作场所 X-γ 辐射剂量率检测结果					
序号	点位描述	监测值 (单位: $\mu\text{Sv/h}$)	标准限值	工况	备注
12	走廊内 30cm 处	132.4	1.7	+ 正常 照射 R 20mEJ 午 高峰 期	超标区
13	走廊内 20cm 处	109.1	1.4		
14	走廊内 10cm 处	136.8	1.8		
15	墙上剂量 30cm 处	124.4	1.7		
16	入口防护门外 30cm 处	1.229 $\mu\text{Sv/h}$	0.02	病人候诊 R 20mEJ 午 注射期 患者入 口防护门 上 30cm 处	超标区
17	患者入口防护门侧门外 30cm 处	1.001 $\mu\text{Sv/h}$	0.02		
18	患者入口防护门正门侧外 30cm 处	0.933 $\mu\text{Sv/h}$	0.02		
19	患者入口防护门上门侧外 30cm 处	1.169 $\mu\text{Sv/h}$	0.02		
20	患者入口防护门下门侧外 30cm 处	1.129 $\mu\text{Sv/h}$	0.02		
21	出口走廊内 30cm 处	0.591 $\mu\text{Sv/h}$	0.02		
22	出口走廊外 30cm 处	0.560 $\mu\text{Sv/h}$	0.03		
23	墙上剂量 30cm 处	136.3	1.8		
24	出口防护门外 30cm 处	1.537 $\mu\text{Sv/h}$	0.02		
25	患者出口防护门侧门外 30cm 处	1.373 $\mu\text{Sv/h}$	0.02		
26	患者出口防护门正门侧外 30cm 处	1.445 $\mu\text{Sv/h}$	0.02		
27	患者出口防护门上门侧外 30cm 处	1.209 $\mu\text{Sv/h}$	0.02		
28	患者出口防护门下门侧外 30cm 处	1.371 $\mu\text{Sv/h}$	0.03		
29	出口走廊内 30cm 处	0.402 $\mu\text{Sv/h}$	0.02		
30	出口走廊外 30cm 处	0.330 $\mu\text{Sv/h}$	0.02		
31	墙上剂量 30cm 处	133.9	1.8	+ 正常 照射 R 20mEJ 午 高峰 期 患者入 口防护 门上 30cm 处	超标区
32	走廊内 30cm 处	147.5	1.9		
33	走廊内 20cm 处 (检测最大剂量)	129.1	1.7		
34	走廊内 10cm 处	149.9	1.9		
35	走廊外 30cm 处	135.4	1.8		
36	走廊外 20cm 处 (检测最大剂量)	133.1	1.7		
37	走廊外 10cm 处	152.2	1.9		
38	墙上剂量 30cm 处	142.9	1.9		
39	放射台台面侧表面 30cm 处	136.9	1.8		
40	放射台台面侧表面 100cm 处	142.5	1.9		

检测报告

山东鑫基精化【2022】332号

附表1：PET-CT中心射线工作场所X-γ辐射剂量率监测结果					
序号	点位描述	监测值(单位: μSv/h)	标准限值	工况	备注
11	贵宾厅入口处	112.0	2.7	正常	控制区
12	贵宾厅中心	121.8	1.6		
13	贵宾厅出口西侧	117.9	1.2		
14	通风管出口30cm处	109.2	1.6		非控制区
01	操作室	123.5	1.6	正常	
02	控制室	101.9	1.2		
03	患者通道	126.4	2.0		
04	冲水室	130.0	1.6		
05	防护服存放室	121.6	1.2		
06	自动室	133.0	1.7		
07	登记室	122.2	1.6		
08	正射野设计区	114.6	1.2		
09	辐射大厅	132.0	1.5		
010	室及机房走廊	137.0	1.7		
011	医用铅门处	124.6	1.5		
012	正射野设计区	132.0	1.7		
013	登记室	122.6	1.5		

检测报告

山东鑫磊检行【2022】332号

表2 1#T-CT 站播家人γ辐射剂量率监测结果					
序号	点位描述	平均剂量率 (nSv/h)		工况	备注
		平均值	标准偏差		
21	机房状态下机器表面30cm处	2.11E+01	0.42	7m 铅屏蔽设置于	控制区
22	机房状态下机器表面20cm处	8.89E+00	0.02	1#T-CT 机壳内, 通风	
23	机房状态下机器表面100cm处	0.23E+01	0.02	剂量率 1.44 X10 ³ nSv	
24	控制室操作台	0.88E+00	0.02	患者注射区 20m 以下物体表面20cm以内, 14、15 号位注射时, 患者站立时剂量率(5m 处)监测时, 1#T-CT 管电压为 120kV, 管电流为 236mA	监测区
25	观察窗内 30cm 处	1.50E+00	0.02		
26	小门护门中轴处 30cm 处	138.4	1.3		
27	小门护门下轴门轴处 30cm 处	172.1	1.3		
28	小门护门上轴门轴处 30cm 处	187.4	1.7		
29	小门护门侧轴门轴处 30cm 处	163.0	1.3		
30	小门护门门轴门轴处 30cm 处	167.4	1.3		
311	机壳左轴处 30cm 处	137.3	1.7		
312	机壳右轴处 30cm 处	118.3	1.4		
313	机壳前轴处 30cm 处	112.0	1.6		
314	机壳后轴处 30cm 处	158.3	1.3		
315	大防护门外 30cm 处(可测最大剂量)	197.1	1.7		
316	机房顶上方位置 30cm 处	136.2	1.6		
317	机房管状孔处	124.7	1.3		
318	空调机风管处	129.3	1.7		
319	机房职工操作	126.1	1.8		
320	控室操作台表面 1m 处	0.88E+00	0.2	机房操作台	控制区
321	观察窗表面 1m 处	1.50E+00	0.2	患者操作台	控制区

检测报告

山东鼎盛辐检【2022】332号

表3 PET-CT中心相关场所B表面污染监测结果(Bq/cm²)

序号	分区	点位描述	监测值 (Bq/cm ²)	标准偏差
a1	控制区	PET-CT扫描室地面	0.32	0.13
a2		PET-CT扫描室诊疗床面	0.41	0.16
a3		PET-CT扫描室墙面	0.28	0.13
a4		患者通道地面	0.07	0.01
a5		患者通道墙面	0.17	0.12
a6		分装注射室地面	0.10	0.13
a7		分装注射室墙面	0.13	0.15
a8		分装注射室工作台面	0.28	0.14
a9		贮源室地面	0.21	0.14
a10		贮源室墙面	0.08	0.16
a11		废物间地面	0.29	0.15
a12		废物间墙面	0.23	0.12
a13		放射性废物箱表面	0.05	0.01
a14		卫生间地面	0.20	0.20
a15		卫生间墙面	0.24	0.14
a16		疗效观察室地面	0.13	0.15
a17		疗效观察室工作台面	0.11	0.16
a18		疗效观察室墙面	0.12	0.15
a19		卫生通过间地面	0.13	0.15
A20		卫生通过间墙面	0.20	0.16
A21	监督区	操作室地面	0.40	0.15
A22		操作室墙面	0.44	0.19
a23		操作室工作台面	0.08	0.13
a24		检测室地面	0.28	0.20
a25		检测室墙面	0.31	0.18
a26		检测室工作台面	0.17	0.16
a27		注射前候诊区地面	0.16	0.14
a28		注射前候诊区墙面	0.15	0.15
a29		核医学科医护人员工作服表面	0.08	0.15
A30		核医学科医护人员手巾	0.14	0.14
A31		核医学科医护人员鞋表面	0.13	0.14

检测报告

山东鑫淼辐检【2022】342号

表4 加速器治疗室周围及环境敏感点处X、γ辐射剂量率监测结果

序号	主射束照射方向	点位描述	监测结果 (uGy/h)		监测结果 (uGy/h)	
			关机状态	开机状态	关机状态	开机状态
E1	东	加速器机房防护门上部门轴处 30cm 处	0.3.3	1.1	96.4	1.4
		加速器机房防护门下部门轴处 30cm 处			102.0	1.0
		加速器机房防护门顶部门轴处 30cm 处			101.8	1.0
		加速器机房防护门下部门轴处 30cm 处			96.4	1.0
		加速器机房防护门中部门轴处 30cm 处			93.1	1.0
		加速器机房北墙外 30cm 处 (控制室)			97.0	1.0
		操作台			97.0	1.0
		等候区			98.0	1.0
		加速器机房南墙外 30cm 处			96.0	1.0
E2	东	加速器治疗室东面墙壁距墙外 30cm 处	78.2	1.0	99.0	1.0
		加速器治疗室东面墙壁距墙外 30cm 处	79.7	1.1	100.1	1.0
		加速器治疗室东面墙壁距墙外 30cm 处			101.0	1.0
E3	东	加速器治疗室西面墙壁距墙外 30cm 处	87.2	1.0	101.1	1.0
		加速器治疗室西面墙壁距墙外 30cm 处	88.5	1.0	119.9	1.0
		加速器治疗室西面墙壁距墙外 30cm 处			104.4	1.0
E4	东	加速器治疗室东面墙壁距墙外 30cm 处	81.3	1.0	103.6	1.0
		加速器治疗室东面墙壁距墙外 30cm 处	99.1	1.0	233.1	1.0
		加速器治疗室东面墙壁距墙外 30cm 处			297.5	1.0
E5	东	治疗中心东走廊, 水平层治疗室东面墙壁距墙外	105.2	1.0	100.0	1.0
		治疗中心东走廊, 治疗室东面墙壁距墙外	105.4	1.0	100.7	1.0
		治疗中心东走廊, 治疗室东面墙壁距墙外	106.1	1.0	112.7	1.0
E6	东	治疗中心东走廊, 治疗室东面墙壁距墙外	106.7	1.0	115.2	1.0

注: 1. 监测结果已扣除本室屏蔽体所致 0.11 uGy/h;
 2. 开机状态下加速器束流强度为 800 nA, 照射野为 30*30cm, 剂量率为 5000cGy/min;
 3. 监测点距墙外 30cm, 无屏蔽体方可检测, 监测点距墙外 30cm 以上者, 亦不扣除本室屏蔽体。

检测报告

山东鑫泰环境检测有限公司

【2022】332 号



检测报告

山西嘉德环境检测有限公司【2022】2012号

附页 3。



监测点位示意图

检测报告

山东鑫基环检【2022】332号

附页 4:



项目现场照片



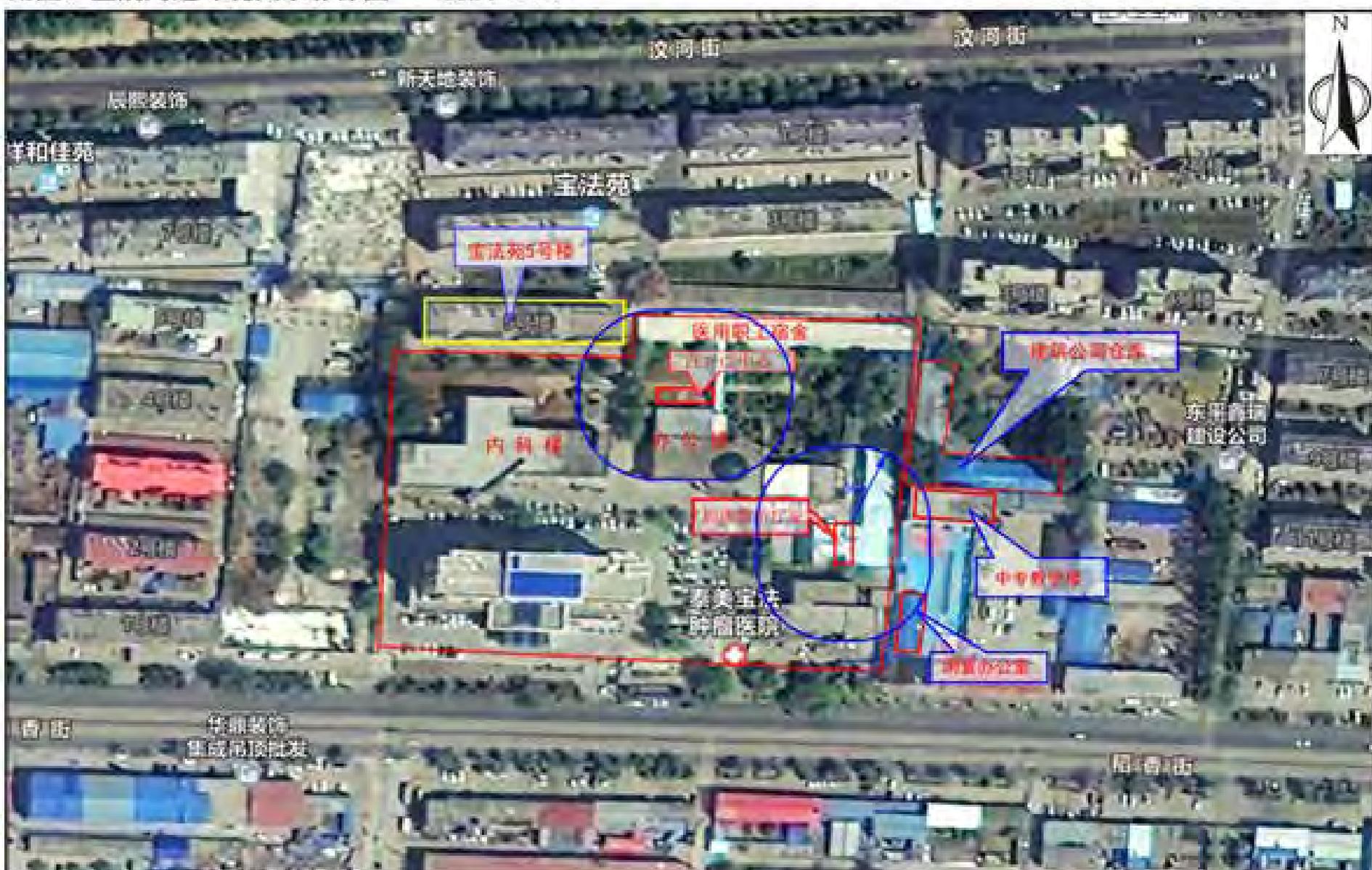
项目现场监测照片



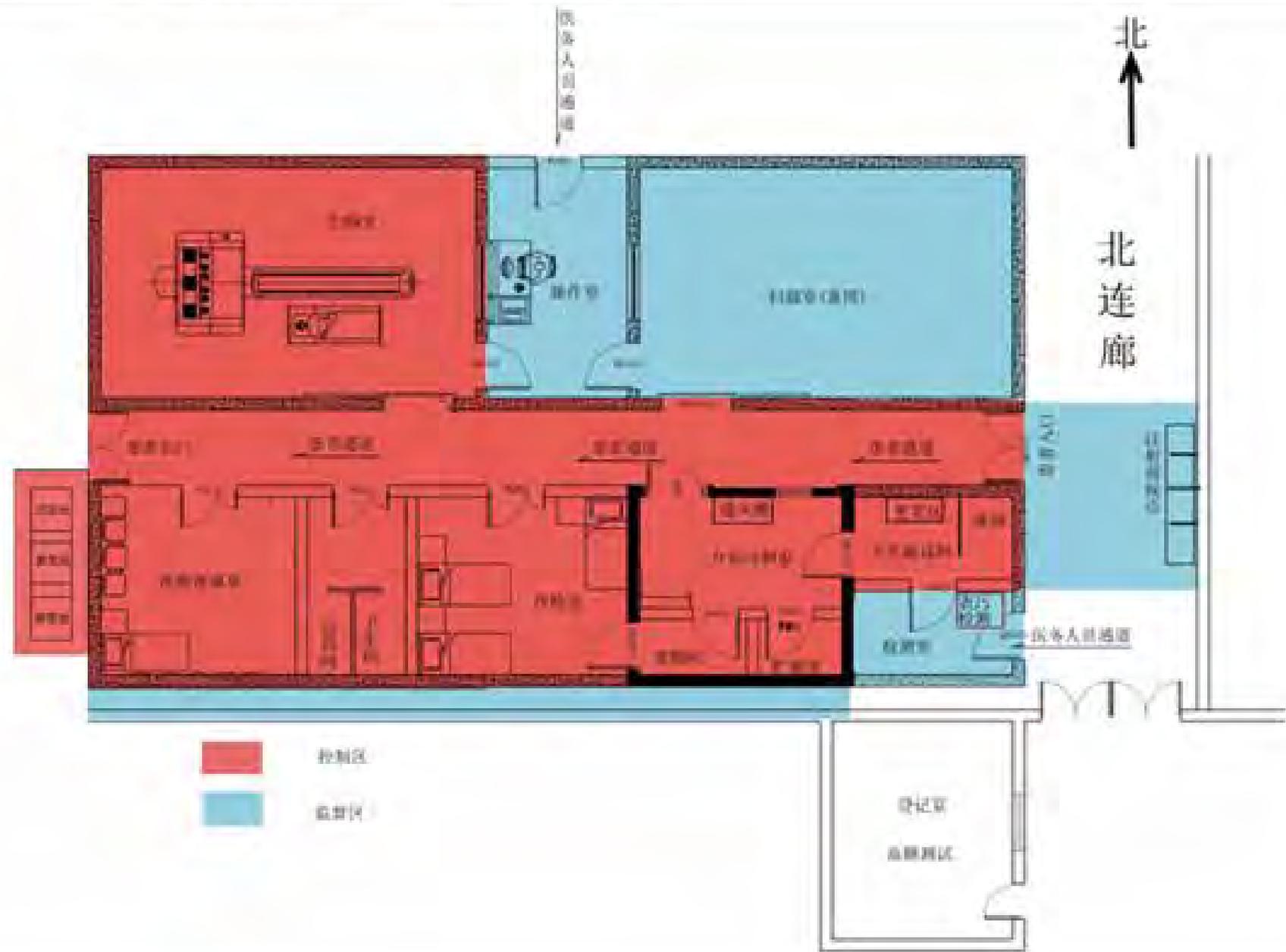
编制人员: 张强 审核人员: 孙浩 检测人员: 孙浩 检测日期: 2022.11.30

附图2 医院周边环境关系影像图

比例尺 1:1800



附图4 本项目PET-CT中心平面布置图及分区管理示意图 比例尺 1:110



附图5 本项目放疗中心平面布局图

比例尺1:110



	工业固体废物												
	与项目有关												
	的其他特征												
	污染物												

注：1、排放增减量：（+）表示增加，（-）表示减少。2、(12)=(6)-(8)-(11)，(9)=(4)-(5)-(8)-(11)+(1)。3、计量单位：废水排放量——万吨/年；废气排放量——万标立方米/年；工业固体废物排放量——万吨/年；水污染物排放浓度——毫克/升