

新建 PET/CT 调试场所项目

竣工环境保护验收监测报告表

建设单位： 北京水木东方医用机器人技术创新中心有限公司

编制单位： 北京科欣科技发展有限公司

2025 年 9 月 9 日

建设单位法人代表：(签字)

编制单位法人代表：(签字)

项 目 负 责 人：(签字)

填 表 人：(签字)

建设单位：北京水木东方医用机器人技术创新中心有限公司	编制单位：北京科欣科技发展有限公司
电话：13522058918	电话：13811211992
邮编：100096	邮编：100039
地址：北京市海淀区永泰庄北路 1 号天地邻枫 2 号楼 3 层 302B 室	地 址：北京市丰台区丰台路 139 号 1 幢 219 室

目录

前 言	1
表 1 项目基本情况	1
表 2 项目建设情况	7
表 3 辐射安全与防护设施/措施	15
表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定	34
表 5 验收监测质量保证及质量控制	42
表 6 验收监测内容	43
表 7 验收监测	45
表 8 验收监测结论	50
附件 1：北京市生态环境局对本项目的批复	52
附件 2：《辐射安全许可证》正、副本复印件（与本项目相关部分）	56
附件 3-1：PET/CT 调试场所验收检测报告 1(使用 F-18 核素)	61
附件 3-2：PET/CT 调试场所验收检测报告 2(测试赛诺公司 PET/CT)	65

前 言

北京水木东方医用机器人技术创新中心有限公司（以下简称“水木东方创新中心”或“公司”）是医疗机器人领军企业，是国内首家政府指导下成立的医用机器人技术与产业协同创新平台。公司注册地和办公地位于北京市海淀区永泰庄北路 1 号天地邻枫 2 号楼 3 层 302B 室。

2024 年 3 月水木东方创新中心委托北京科欣科技发展有限公司对其“新建 PET/CT 调试场所项目”开展了环境影响评价，北京市生态环境局于 2024 年 5 月 20 日对该项目给予同意建设的批复（京环审[2024]45 号，见附件 1）。该项目位于北京市海淀区西三旗建材城（金隅智造工厂）内建中路 12 幢 1 层西侧 S1-W 厂房，批复的建设内容为：新建 PET/CT 调试场所，使用 F-18 核素以及 2 枚 V 类 Ge-68、1 枚 V 类 Na-22 放射源，为赛诺联合医疗科技（北京）有限公司（以下简称“赛诺联合医疗”）的 PET/CT 设备开展型式检验、联调，属丙级非密封工作场所。

2024 年 6 月至 2024 年 9 月，公司依照“新建 PET/CT 调试场所项目”环评报告表及环评批复（京环审[2024]45 号）中提出的相关要求，按照环评的布局设计和屏蔽方案对 PET/CT 调试场所完成了建设，放射源库通过了安保验收，配套了通风橱、废物桶、模具转运箱、废水衰变罐、通风系统等辐射安全与防护设施、完成了辐射工作人员培训考核，修订完善了辐射安全管理规章制度和应急预案。

公司于 2024 年 9 月 18 日重新申领了辐射安全许可证（京环辐证[F1078]，见附件 2），本次验收的 PET/CT 调试场所（丙级非密封放射性物质工作场所、射线装置和密封源）相关内容均获得了使用许可。

2024 年 10 月 31 日，公司委托长润安测科技有限公司对本次验收的 PET/CT 调试场所，开展了在使用 F-18 核素调试时工作场所辐射防护检测，检测报告见附件 3-1；2025 年 8 月 25 日，公司委托长润安测科技有限公司开展了在使用 PoleStar Flight Ultra 型 PET/CT 的 CT（III 类射线装置）条件下的工作场所辐射防护检测，检测报告见附件 3-2。

根据原环境保护部《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4 号）和北京市生态环境局办公室《关于做好辐射类建设项目竣工环境保护验收工作的通知》（京环办〔2018〕24 号）等相关法律法规的要求，水木东方创新中心委托北京科欣科技发展有限公司编写了验收报告，并自行组织“新建 PET/CT 调试场所项目”（京环审[2024]45 号）的竣工环境保护验收。

表 1 项目基本情况

建设项目名称		新建 PET/CT 调试场所项目				
建设单位名称		北京水木东方医用机器人技术创新中心有限公司				
项目性质		☑新建 ☐改建 ☐扩建				
建设地点		海淀区西三旗建材城(金隅智造工厂)内建中路 12 幢 1 层西侧 S1-W 厂房				
源项		放射源		1 枚 2.22E+08Bq 的 V 类 Ge-68 密封源。该密封源作为代表源项，代表未购置的 7.4E+07Bq 的 V 类 Ge-68 密封源和未购置的 7.4E+06Bq 的 V 类 Na-22 密封源。		
		非密封放射性物质		F-18 核素		
		射线装置		1 台 PET/CT (III类射线装置)		
建设项目环评批复时间		2024. 5. 20	开工建设时间		2024. 6. 1	
取得辐射安全许可证时间		2024. 9. 18	项目投入运行时间		2024. 10. 1	
辐射安全与防护设施投入运行时间		2024. 9. 1	验收现场监测时间		2024. 10. 31/2025. 8. 25	
环评报告表审批部门		北京市生态环境局	环评报告表编制单位		北京科欣科技发展有限公司	
辐射安全与防护设施设计单位		北京清石建筑设计咨询有限公司	辐射安全与防护设施施工单位		北京祥爱建筑装饰工程有限公司	
投资总概算（万元）	170	辐射安全与防护设施投资总概算（万元）		20	比例	11%
实际总概算（万元）	170	辐射安全与防护设施实际总概算（万元）		20	比例	11%
验收依据	1.1 建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度： 1. 《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国主席令第 9 号，2015 年 1 月 1 日实施； 2. 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令第 6 号，2003 年 10 月 1 日实施； 3. 《建设项目环境保护管理条例》，1998 年 11 月 29 日国务院令第 253 号发布施行；2017 年 7 月 16 日国务院令第 682 号修订，2017 年 10 月 1 日起施行； 4. 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，2005 年 9 月 14 日经国务院令第 449 号公布；2014 年 7 月 29 日经国务院令第 653 号修改；2019 年 3 月 2 日经国务院令第 709 号修					

	改； 5. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》2006 年 1 月 18 日，原国家环境保护总局令第 31 号公布；2008 年 12 月 6 日经原环境保护部令第 3 号修改；2017 年 12 月 20 日经原环境保护部令第 47 号修改；2019 年 8 月 22 日经生态环境部令第 7 号修改；2021 年 1 月 4 号生态环境部令第 20 号修订并实施； 6. 《医疗器械监督管理条例》，2000 年 1 月 4 日中华人民共和国国务院令第 276 号公布，2014 年 2 月 12 日国务院第 39 次常务会议修订通过，2020 年 12 月 21 日国务院第 119 次常务会议修订通过)； 7. 《关于发布放射源分类办法》的公告，原国家环境保护总局公告，2005 年第 62 号； 8. 《北京市辐射工作场所辐射环境自行监测办法（试行）》，原北京市环境保护局文件，京环发〔2011〕347 号； 9. 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发[2006]145 号），2006 年； 10. 关于发布《建设项目竣工环保验收暂行办法》的公告，国环规环评〔2017〕4 号，2017 年 11 月； 11. 原北京市环境保护局办公室《关于做好辐射类建设项目竣工环境保护验收工作的通知》，京环办〔2018〕24 号，2018 年 12 月 6 日； 12. 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》，生态环境部公告 2021 年第 9 号，2021 年 3 月 11 日； 13. 《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》，环办辐射函〔2025〕313 号，生态环境部办公厅，2025 年 8 月 29 日。 1.2 建设项目竣工环境保护验收技术规范： 1. 《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》，生态环境部公告，2018 年第 9 号； 2. 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）；
--	--

	3. 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； 4. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； 5. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； 6. 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）； 7. 《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）； 8. 《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）； 9. 《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）； 10. 《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）； 11. 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）； 12. 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）； 13. 《北京市水污染物排放标准》（DB11/307-2013）； 14. 《正电子发射断层成像（PET）设备质量控制检测标准》（WS 817-2023 ）； 15. 《X 射线计算机体层摄影装置质量控制检测规范》（WS519-2019）； 16. 公安部《剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求》（GA 1002-2012）； 17. 《表面污染测定 第一部分 β 发射体（$E_{\beta\max}>0.15\text{MeV}$）和 α 发射体》（GB/T14056.1-2008）。 1.3 建设项目环境影响报告表及其审批部门审批决定： 1. 北京市生态环境局《关于新建 PET/CT 调试场所项目环境影响报告表的批复》，京环审[2024]45 号，2024 年 5 月 20 日。 1.4 其他相关文件： 1. 北京科欣科技发展有限公司编制的《新建 PET/CT 调试场所项目环境影响报告表》，2024 年 3 月； 2. 长润安测科技有限公司出具的验收监测报告（CR-FW-1120240331-012、CR-FW-1120240331-014）。
--	--

验收执行标准	1.5 依据环境影响评价文件中采用的各种标准和审批部门审批决定列出验收执行的标准名称、标准号、标准限值等。 1.5.1 剂量限值和剂量约束值 剂量限值执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的规定： <table><tr><th colspan="2">表 1-1 个人剂量限值</th></tr><tr><th>辐射工作人员</th><th>公众关键人群组成员</th></tr><tr><td>连续 5 年的年平均有效剂量不超出 20mSv，且任何一年中的有效剂量不超出 50mSv。</td><td>年有效剂量不超出 1mSv，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。</td></tr></table> 综合考虑公司放射性同位素和射线装置的使用现状，并为其它辐射设施和实践活动留有余地，对职业照射和公众分别设定了年受照剂量约束值： 本项目所有辐射工作人员年受照剂量约束值均取 2mSv，对周围公众的年受照剂量约束值取 0.1mSv。 1.5.2 周围剂量当量率控制水平 1. PET/CT 调试场所的控制区外围以及顶部 30cm 处的周围剂量当量率均不大于 2.5 μ Sv/h。 2. PET/CT 机房周围 30cm 的周围剂量当量率按照不大于 2.5 μ Sv/h 进行控制。 3. 高活室通风橱外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率按照不大于 2.5 μ Sv/h 进行控制。 1.5.3 放射性废水排放管理要求 （1）水污染物排放标准 北京市地方标准《水污染物综合排放标准》（DB11/307-2013）给出了排入公共污水处理系统的水污染物排放限值：车间或生产设施排放口总 β 放射性为 10Bq/L。本项目衰变池废水排放时总 β 放射性采用该数值进行控制。 （2）放射性废水排放管理要求 本项目为核医学影像扫描设备的测试项目，参照《核医学辐射防	表 1-1 个人剂量限值		辐射工作人员	公众关键人群组成员	连续 5 年的年平均有效剂量不超出 20mSv，且任何一年中的有效剂量不超出 50mSv。	年有效剂量不超出 1mSv，特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。
	表 1-1 个人剂量限值						
	辐射工作人员	公众关键人群组成员					
	连续 5 年的年平均有效剂量不超出 20mSv，且任何一年中的有效剂量不超出 50mSv。	年有效剂量不超出 1mSv，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。					

护与安全要求》（HJ1188-2021）要求，本项目产生的放射性废水暂存至少 30d 后，经监测达标后申请清洁解控确认。在“放射性废水暂存、处置管理台帐”上详细记录解控排放废水所含核素、体积、废水暂存起始日期，处置人员和处置日期等信息。

1.5.4 放射性固体废物管理要求

本项目使用的放射性核素为 ^{18}F ，其半衰期很短，因此可以将放射性废物收集暂存，使用一段时间后，经监测达标后并经审管部门确认后解控处置。

参照《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021），本项目核医学产品测试产生的放射性固体废物须设置独立的废物间。核素操作场所、废物间应分别设置有屏蔽能力并有电离辐射警示标志的废物桶、废物箱。 ^{18}F 操作场所废物桶内应使用不易破损的塑料袋对固体废物进行收集，密封袋口后转移至废物间废物箱中，并在塑料袋外表面注明废物类别、重量（或体积）、所含核素名称、暂存起始日期等信息。

参照《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021），本项目产生的放射性固体废物在暂存室内暂存衰变时间超过 30 天后，使用经检定合格的检测仪器对废物表面污染和辐射剂量率水平进行监测，辐射剂量率低于 200nSv/h ， β 表面污染水平小于 0.8Bq/cm^2 ，并经审管部门确认后解控处置，同时详细记录“放射性固体废物暂存、处置管理台账”。

1.5.5 放射性工作场所分级

非密封放射性物质工作场所按日等效最大操作量的大小进行分级，见表 1-2。

表 1-2 非密封放射性物质工作场所分级

分 级	日等效最大操作量/Bq
甲级	$>4\times 10^9$
乙级	$2\times 10^7\sim 4\times 10^9$
丙级	豁免活度值以上 $\sim 2\times 10^7$

使用 F-18 涉及分装、注射模体，且公司不属于医疗机构，视为

“简单操作”。

1.5.6 工作场所及工作人员的表面污染控制要求

执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的有关规定,见表 1-3。

表 1-3 表面放射性物质污染控制水平 (Bq/cm²)

表 面 类 型		β 放射性物质
工作台、设备、墙壁、地面	控制区	4×10
	监督区	4
工作服、手套、工作鞋	控制区	4
	监督区	4
手、皮肤、内衣、工作袜		4×10 ⁻¹

上表中值包括固定污染和松散污染的总数。对于皮肤、内衣、工作袜的污染应及时清理,尽可能达到本底水平。对设备、墙、地面的污染,应适当去污后,残存的污染可适当放宽,但需有审管部门的同意,并不超过表中值的 5 倍。表面污染可按一定的面积计算平均值:工作服、皮肤取 100cm²,地板取 1000cm²。本项目模体采用上述解控标准。

GB18871-2001 附录 B2.2 条款规定:工作场所中某些设备与用品,经去污使其污染水平降低到上述表 1-3 中所列设备类的控制水平的五分之一以下时,经审管部门确认同意后,可当作普通物品使用。

1.5.7 操作放射性同位素通风橱及排风口设置要求

《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)第 5.2.3 条要求: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。

表 2 项目建设情况

项目建设内容：简述建设单位情况、项目建设和规模；简述项目总平面布置、建设地点和周围环境敏感目标分布情况，附项目地理位置图、平面布置图和周边关系图；给出环境影响报告表及其审批部门审批决定建设内容与实际建设内容一览表（与环境影响报告表及审批部门审批决定不一致的内容需要备注说明）。

2.1 建设单位基本情况

北京水木东方医用机器人技术创新中心有限公司（以下简称“水木东方创新中心”或“公司”）成立于 2017 年 12 月 14 日，目前公司注册地和办公地均位于北京市海淀区永泰庄北路 1 号天地邻枫 2 号楼 3 层 302B 室。

水木东方创新中心是由医疗机器人领军企业——北京天智航医疗科技股份有限公司联合北京水木华研投资管理有限公司（清华工研院为股东）和北京中关村科学城建设股份有限公司共同创立，是国内首家政府指导下成立的医用机器人技术与产业协同创新平台。

水木东方创新中心聚焦国家需求，统筹整合行业力量，联合国内外知名高校院所、科研机构、临床医院、行业协会联盟、产业基金等创新资源，发挥国内市场优势，解决关键共性技术，促进政、产、学、研、医、金协同创新，实现创新资源开放共享，打通从想法到科研到成果转化再到产品全流程的关键环节，构建医疗机器人产业创新生态。水木东方创新中心探索建立产品创制导向，搭建共性技术平台，在成果转化、产品孵化、创新团队、CDMO（合同定制研发）平台等全面布局，全球范围吸引优质团队和项目落地，实现医疗机器人产业链集聚，助力北京市高端医疗装备产业高质量发展。水木东方创新中心为重点产品开发、行业标准制定提供咨询，并承担了多项国家科研项目。同时，也为创新团队提供政策指导、技术资源、工程转化和资本投资等，以助力其医疗机器人创新项目的研究和落地。

在平台建设方面，目前已建设平台总部、核心功能区及分中心。总部位于金隅智造工场，总规模 11481 余平米，配套标准化实验室、产品展示中心、多功能会议室等区域，提供有利于医疗器械产业健康发展的服务平台。

在金隅智造工场，已建设 CDMO 平台业务覆盖二、三类有源医疗器械，体外诊断/无菌产线（十万级净化间），放疗产品产线、核医学产品产线等高端产线。业务覆盖范围已由医疗机器人向高端医学影像设备、体外诊断产品、放疗及核医学产品、AI 医疗分析软件等高端诊疗设备和器械的全面拓展。平台已先后取得德国 TÜV 莱茵 ISO13485 医疗器械质量管理体系认证，BSI 颁发的 ISO/IEC 27001:2013 信息

安全管理体系和 ISO 9001:2015 质量管理体系认证。2023 年 3 月获批工信部第五批产业技术基础公共服务平台。

2.2 项目审批和验收情况

本项目于 2024 年 5 月 20 日取得北京市生态环境局给予的同意建设的批复（京环审[2024]45 号，见附件 1），建设地点位于北京市海淀区西三旗建材城（金隅智造工厂）内建中路 12 幢 1 层西侧 S1-W 厂房，环评批复（京环审[2024]45 号）的建设内容为：新建 PET/CT 调试场所，使用 F-18 核素以及 2 枚 V 类 Ge-68、1 枚 V 类 Na-22 放射源，为赛诺联合医疗科技（北京）有限公司的 PET/CT 设备开展型式检验、联调，属丙级非密封工作场所。

本项目实际建设性质、建设地点、平面布局、建设规模、使用工艺、辐射安全与防护措施均与环评批复一致，无变化。目前购置了 1 枚 V 类 Ge-68，因其活度最大（ $2.22\text{E}+08\text{Bq}$ ），本次竣工环保验收时选其为密封源代表性源项，代表未购置的 $7.4\text{E}+07\text{Bq}$ 的 V 类 Ge-68 密封源和未购置的 $7.4\text{E}+06\text{Bq}$ 的 V 类 Na-22 密封源一并验收。

2.3 本次验收的项目情况

2.3.1 项目地理位置及机房周围环境

本项目 PET/CT 调试场所所在的 12 幢 1 层西侧 S1-W 厂房包含 2 个独立建筑物：一个是水木东方创新中心租赁的最西侧厂房，另外一个为东侧相邻的体育馆所在建筑物。项目所在西侧厂房为地上一层结构，其东侧为园区内部体育馆；南侧为园区道路，隔路为机加工车间和龙顺成红木家具展厅；西侧为园区内道路，隔路为园区内部停车场；北侧为园区道路，隔路为园区 S5 号厂房。本项目地理位置见图 2-1 所示，场所周围环境见图 2-2 所示，本项目所在 12 幢 1 层西侧布局如图 2-3 所示。



图 2-1 本项目地理位置示意图

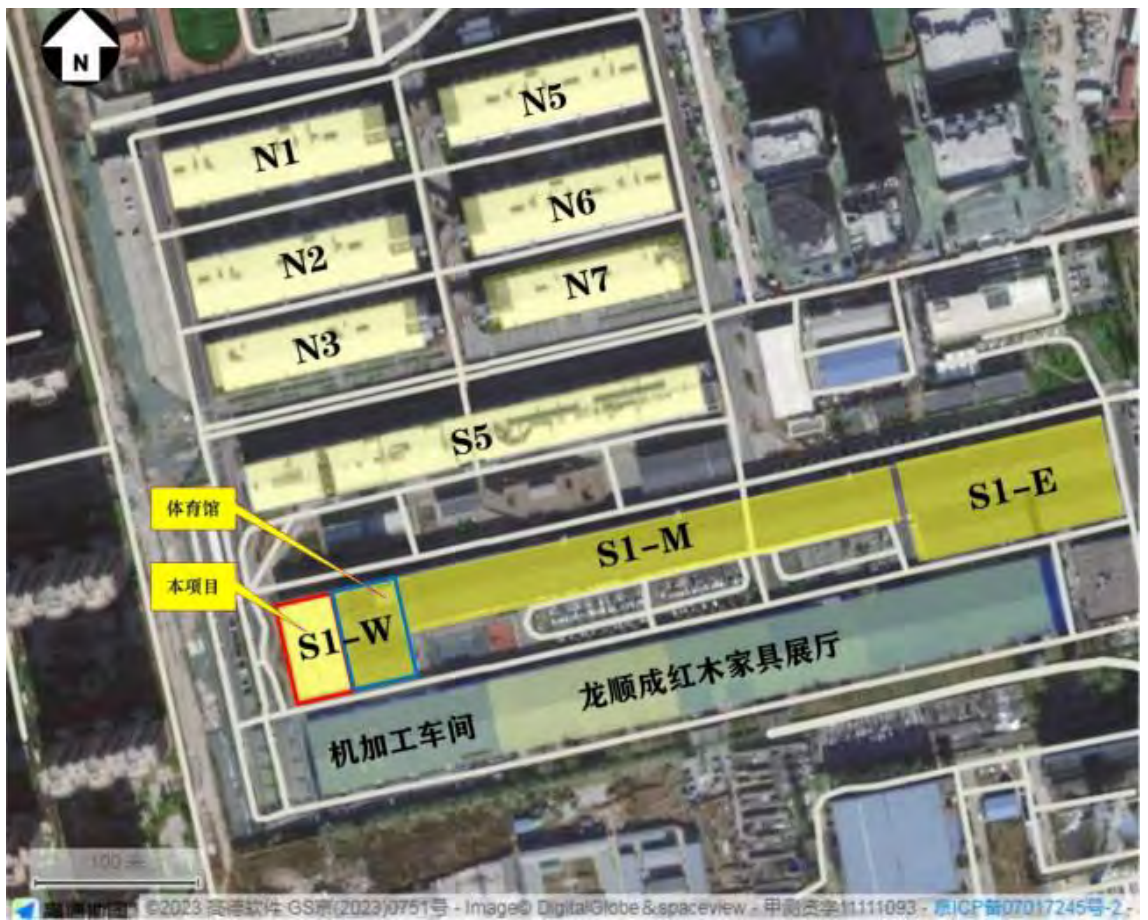
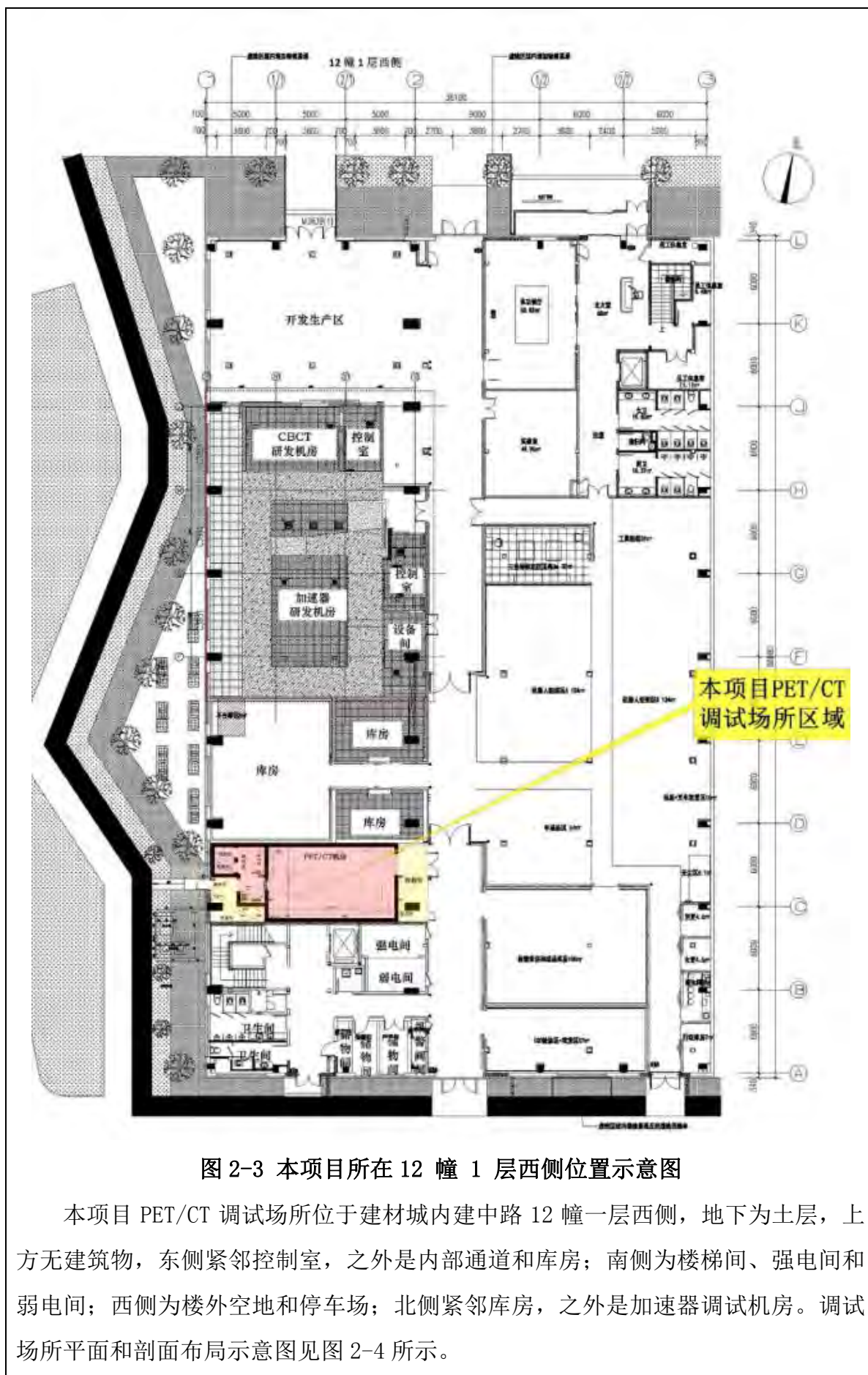
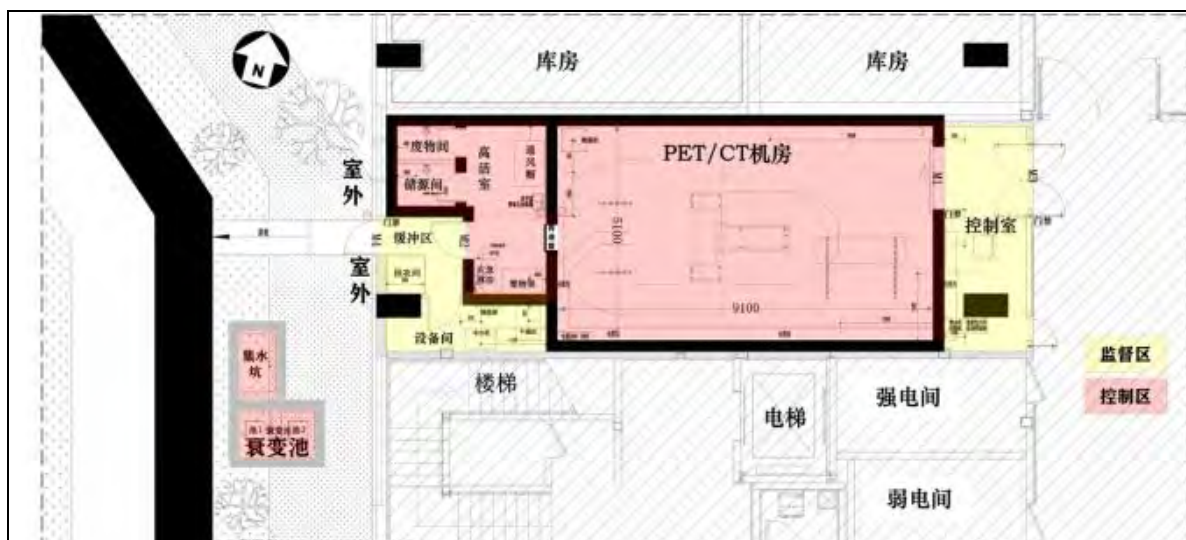
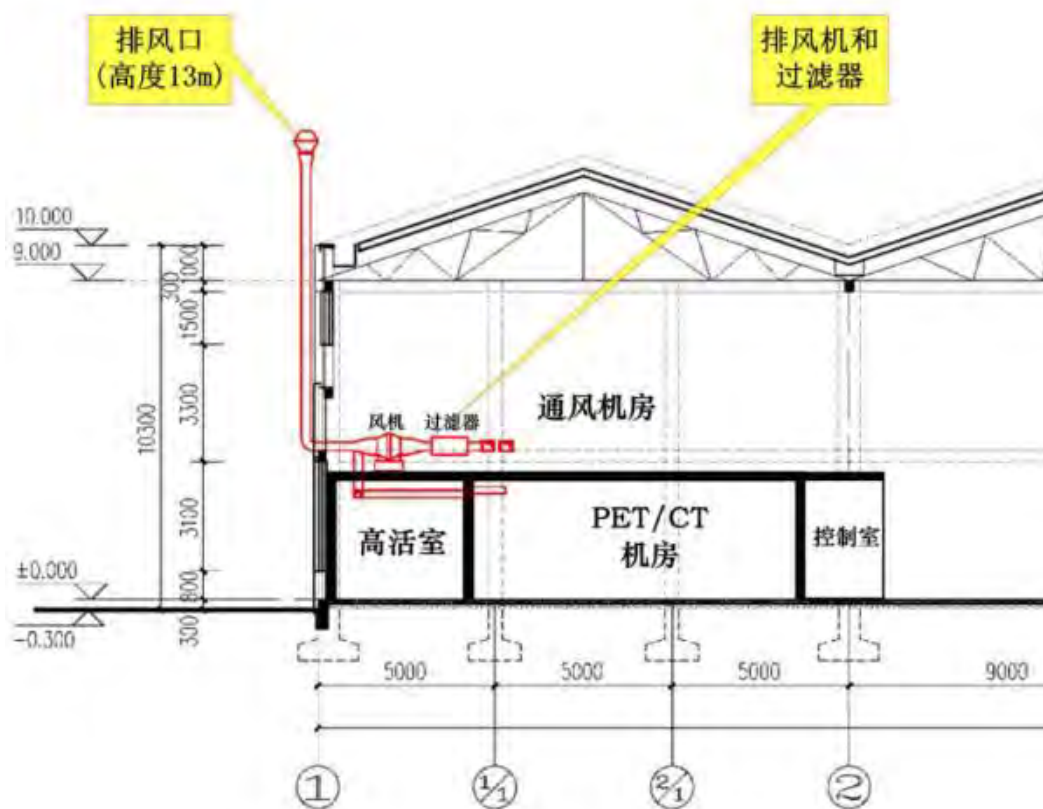


图 2-2 本项目所在位置和周围环境示意图





(平面图)



(剖面图)

图 2-4 本项目 PET/CT 调试场所平面和剖面布局示意图

2.3.2 本次验收项目主要环境保护目标

本项目主要环境保护目标见表 2-1。

表 2-1 本项目 PET/CT 调试场所实体屏蔽体周围 50m 范围内的保护目标

序号	建筑物名称	方位	距项目边界距离 (m)	常居留人数*	人员类别
1	PET/CT 控制室	东侧	紧邻-2.1	2	本项目辐射工作人员
2	内部通道		2.1-6.2		

3	设备组装区、成品库房		6.2-23	2	加速器或本项目辐射工作人员
4	体育馆		23-60	5	公众
5	楼梯、电梯、强电间	南侧	紧邻-2.4	/	/
6	弱电间、储物间		2.4-11	/	/
7	空地		11-25	/	/
8	机加工车间		25-65	10	公众
9	室外空地	西侧	紧邻-17	/	/
10	停车场		17-59	/	/
11	库房	北侧	紧邻-10	/	/
12	加速器调试机房		10-26	3	加速器辐射工作人员
13	拟建 CBCT 机房		26-31	1	CBCT 辐射工作人员
14	开发产品区		31-44	2	公众
15	土层	下方	紧邻	/	/
16	室外空间	上方	紧邻	/	/

注：*预计人数

2.3.3 本次验收的建设内容

本次验收北京市生态环境局批复的建设内容：新建 PET/CT 调试场所，使用 F-18 核素以及 2 枚 V 类 Ge-68、1 枚 V 类 Na-22 放射源，为赛诺联合医疗科技(北京)有限公司的 PET/CT 设备开展型式检验、联调，属丙级非密封工作场所（京环审[2024]45 号）。本次验收的建设内容与环评批复一致，无变化。

公司于 2024 年 9 月 18 日重新申领了辐射安全许可证（京环辐证[F1078]），本次验收的 PET/CT 调试场所相关内容（1 处丙级非密封放射性物质工作场所、3 枚 V 类放射源、1 台 III 类射线装置）获得了使用许可。辐射安全许可证正、副本以及台帐（与本项目相关部分）见附件 2。

本项目使用的射线装置、密封源和非密封放射性同位素见表 2-2。

表 2-2 本次验收内容情况表

	验收内容	技术参数或核素	使用或贮存地点
1	赛诺联合产 PET/CT	140kV/666mA/80kW	调试场所 PET/CT 机房
2	丙级非密封放射性物质工作场所	F-18（日最大用量 1.18E+9Bq，日等效最大操作量 1.18E+7Bq）	调试场所 PET/CT 机房、高活室
3	Ge-68 密封源	2.22E+8Bq 桶源 1 枚（已购置）； 7.4E+7Bq 棒源 1 枚（验收时尚未购置，由 2.22E+8Bq 桶源代替验收）	调试场所 PET/CT 机房内使用，放射源存贮间贮存。
4	Na-22 密封源	7.4E+6Bq 点源 1 枚（验收时尚未购置，由 2.22E+8Bq 桶源代替验收）	调试场所 PET/CT 机房内使用，放射源存贮间贮存。

工程设备与工艺分析：简述项目工程设备组成、工作方式和工艺流程，说明工艺流程中的涉源环节及各个环节的岗位设置及人员配备、工艺操作方式和操作时间等内容，重点阐述可能产生放射性废物或可能存在潜在放射性影响的工艺环节。

2.4 工程设备与工艺分析

（一）CT 调试

CT 调试指 PET/CT 设备所含 CT 部件的性能指标测试，具体内容如表 2-3。调试模体为 16cm 水模、30cm 水模和 CATPHAN 性能模体。CT 调试过程中，不需要使用放射源和放射性同位素，出束时工作人员在控制台位置隔室操作。CT 出束保守估计为 2h。

表 2-3 CT 性能测试检测项目

序号	调试项目
1	图像噪声
2	CT 值均匀性
3	CT 值准确性
4	CT 值线性
5	高对比度分辨率
6	低对比度分辨率
7	图像伪影
8	切片厚度
9	图像重建速度
10	图像扫描层数
11	扫描时间测试
12	球管性能测试

（二）密封源相关参数和使用频率

本项目拟使用的密封源相关参数见表 2-4 所示。

表 2-4 本项目使用密封源相关参数*

序号	核素名称	活度 (Bq)	剂量率常数 ($\mu\text{Sv/h}\cdot\text{MBq}$)	裸源 1m 处剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	TVL
1	^{68}Ge	2.22E+08	0.012	2.66	^{68}Ge 衰变产生光子能量很低，主要考虑衰变产物 ^{68}Ga 。
2	^{68}Ge	7.4E+07	0.012	0.88	^{68}Ge 衰变产生光子能量很低，主要考虑子体 ^{68}Ga 。
3	^{22}Na	7.40E+06	0.275	2.04	37mm@Pb 392mm@砼

注： ^{68}Ge 衰变产生 ^{68}Ga ，且在 19h 左右就达到平衡状态， ^{68}Ga 核素与 ^{68}Ge 核素的比例为 100.02:100。

放射源均置于贮源容器内在储源间中贮存。2.22E+08Bq 的 ^{68}Ge 密封源 1m 处的剂量率为 7.40E+06Bq 的 ^{22}Na 的 14.5 倍，根据环评报告预测，使用 7.4MBq 的 ^{22}Na 密封源进行调试时，PET/CT 机房周围的附加剂量率最高为 4.16E-02 $\mu\text{Sv/h}$ （高活室内走廊）。使用 222MBq 的 ^{68}Ge 密封源进行调试时，PET/CT 机房周围的附加剂量率最高为 1.52E-01 $\mu\text{Sv/h}$ （高活室内走廊），

可见采用 222MBq 的 ^{68}Ge 密封源代替 7.4MBq 的 ^{22}Na 密封源进行竣工环保验收具有代表性。

（三）放射性污染途径分析

1. 正常工况下的污染途径

1) 密封源和 ^{18}F 使用过程中，释放 β 射线、 γ 射线。CT 使用过程中产生 X 射线，本项目的污染因素主要是 γ 射线、 β 射线和 X 射线。

2) 使用 ^{18}F 过程中，会产生一定量的放射性废水和放射性固体废物。放射性废水主要来自于高活室的洗手废水和模体废液。放射性固体废物主要来源于放射性核素包装物、一次性个人防护用品和吸水纸等物品。

3) 使用的放射性核素可能产生少量放射性气溶胶。本项目使用 ^{18}F 液体溶液，不易挥发，且分装时间较短，故使用过程中产生的放射性气体十分微量。此外，分装过程在专用通风橱(手套箱)内进行，通风橱废气经活性炭过滤器过滤后由管道组织至建筑物屋顶排放。

2. 非正常工况的污染途径

操作放射性核素时发生放射性污染：如发生容器破碎，核素溶液泼洒等意外事件，有可能污染工作台、地面、墙壁、设备等，甚至造成手和皮肤的污染。

密封源放射源、放射性核素保管不当，发生遗失或被盗：密封源放射源和放射性物质失控可能造成人员的潜在照射以及环境的放射性污染。高活室暂存放射性核素(不贮存)，将采取闭路监视、防盗门等安保措施，能有效防止放射性核素被盗和丢失事件的发生。储源间贮存放射源，将落实放射源贮存的安全防范要求，避免发生放射源丢失。

放射性废物处置不当：放射性废物(废水或固体废物)处置或管理不当，造成环境放射性污染。

表 3 辐射安全与防护设施/措施

简述项目工作场所的布局和分区管理、屏蔽设施建设情况和屏蔽效能、辐射安全与防护措施的设置和功能实现情况、放射性三废处理设施的建设和处理能力和辐射安全管理情况（与环境影响报告表或批复对比）。

3.1 本次验收调试场所屏蔽设计完成情况

本项目调试场所实际建造时，墙体屏蔽与环评一致，具体数据见表 3-1。

表 3-1 PET/CT 调试场所辐射屏蔽落实情况

房间名称	屏蔽结构	辐射屏蔽材料及厚度
PET/CT 机房 (9m×5m×3.35m)	东墙、西墙	240mm 实心砖墙附加 30mm 硫酸钡
	南墙、北墙	240mm 实心砖墙附加 40mm 硫酸钡
	屋顶	砼, 250mm
	地面	土层
	东侧防护门 (M1)	12mmPb
	西侧落地传递窗 (宽 60cm×高 110cm)	20mmPb
高活室	四周墙体	240mm 实心砖墙附加 30mm 硫酸钡
	东侧落地传递窗 (宽 60cm×高 110cm)	20mmPb
	屋顶	砼, 250mm
	地面	土层
	西侧防护门 (M2)	6mmPb
储源间	东墙、南墙和西墙	240mm 实心砖墙附加 30mm 硫酸钡
	北墙	120mm 实心砖墙
	屋顶	砼, 250mm
	源库门	6mmPb 防护门
废物间	东墙、北墙和西墙	240mm 实心砖墙附加 30mm 硫酸钡
	南墙	120mm 实心砖墙附
	屋顶	砼, 250mm
	废物间门	机械双锁防盗门
设备间	北墙、东侧墙体	240mm 实心砖墙附加 30mm 硫酸钡
	西墙和南墙	轻体砌块墙, 200mm
	出入口门	普通钢质门

注：混凝土密度 2.35t/m³，实心砖密度 1.65 t/m³，铅板密度 11.3 t/m³，硫酸钡水泥密度 3.2 t/m³。

根据 PET/CT 调试场所非密封放射性物质工作场所监管要求，本项目辐射安全与防护设施设计落实情况见表 3-2。对照环评报告及其批复辐射安全与防护设施/措施落实情况（现场及实物照片）见表 3-3 所示。

表 3-2 PET/CT 调试场所辐射安全与防护设施设计落实表

序号	检查项目		设计	本项目具体情况
1*	A 场所设施	场所分区布局是否合理及有无相应措施/标识	√	地面标注控制区和监督区。各房间门口粘贴文字说明。
2*		电离辐射警告标志	√	PET/CT 调试机房防护门、高活室、废物间、储源间以及高活室出、入口等门上粘贴电离辐射警告标志。

3*		独立的通风设施	✓	高活室配备 1 个通风橱，正面屏蔽厚度不低于 60mmPb，其它面不低于 50mmPb 通风橱设置 1 套独立通风系统。其它场所（控制区和监督区）设 1 套通风系统。
4*		治疗病房病人之间防护	×	不涉及该内容
5*		放射性核素操作人员屏蔽	✓	配备 1 个正面 60mmPb、其它面 50mmPb 的通风橱
6		易去污的工作台面	✓	台面采用不锈钢材质
7*		病人专用卫生间	×	不涉及该内容
8*		放射性核素暂存场所或设施	✓	设储源间贮存放射源。
9*	B 监测设备	表面污染监测仪	✓	配置 2 台表面污染监测。
10*		便携式辐射水平监测仪	✓	配置 1 台 X-γ 剂量率检测仪
11*		个人剂量计	✓	所有工作人员配备 TLD 个人剂量计
12		个人剂量报警仪	✓	配置 2 台。
13*	C 放射性废物和废液	放射性废液处理排放系统及标识	✓	设槽式放射性废水衰变池。粘贴明显文字标识。
14		放射性固体废物暂存场所或设施	✓	设废物间。废物间配套 2 个 20mmPb 废物桶。高活室配备 1 个 20mmPb 废物桶。
15*	D 防护器材	个人防护用品	✓	配备一次性医用口罩和手套。配备工作服、手套等个人防护用品。
16*		放射性表面去污用品和防污染材料	✓	配备洗涤灵、酒精和棉球等去污用品。台面采用不锈钢等易去污材料。

表 3-3 本次验收 PET/CT 调试场所辐射安全与防护设施/措施落实情况

序号	环评报告及其批复要求	落实情况
1	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和环境影响报告表预测，PET/CT 调试场所公众照射剂量约京值执行 0.1mSv/a，工作人员职业照射剂量约束值执行 2mSv/a（环评批复要求）。	根据本报告第 7.3 节的分析：以最大工作负荷估算，辐射工作人员和公众年受照剂量均低于剂量约束值，满足环评及批复的要求。
2	须采取屏蔽防护措施，确保场所控制区各边界外表面 30cm 处的辐射剂量率不大于 2.5 μSv/h。（环评批复要求）。	本项目 PET/CT 调试场所实体屏蔽建设已按设计方案（详见表 3-1）完成。 公司委托长润安测科技有限公司对 PET/CT 调试场所进行了工作场所辐射防护检测。检测结果显示：在分别独立使用 F-18 核素模拟 PET 调试工况，以及独立使用 CT 模拟 CT 调试工况下，PET/CT 调试场所控制区（四周墙体、防护门）外 30cm 处及楼上辐射剂量率均低于 2.5 μSv/h，考虑二者剂量率叠加也低于 2.5 μSv/h。

3	须对辐射工作场所分区管理，PET/CT 机房、高活室、废物间、储源间、应急淋浴间为控制区，控制室、缓冲区、设备间为监督区。在主要位置设置明显放射性标志、中文警示说明、工作状态指示以及视频监控系统，控制区和监督区出、入口安装门禁（环评批复要求）。	控制区和监督分区标识 PET/CT 机房门外电离辐射警告标志、警示灯箱和门禁 控制室防护门口警示标志
---	---	--

		 高活室防护门外电离辐射警告标志	
		 储源间防护门外电离辐射警告标志	



废物（衰变）间防护门外电离辐射警告标志



控制室出口门门禁



西侧调试场所外入口门禁

4 F-18 分装和模体制作在高活室防护通风橱中，F-18、模体和放射源使用铅箱、铅罐和小推车转运，通过防护传递窗进出PET/CT 机房，防止人员交叉（环评批复要求）。



F-18 药液、模体转运铅箱



桶源屏蔽桶



PET/CT机房和高活室之间落地传递窗
(6mmPb)



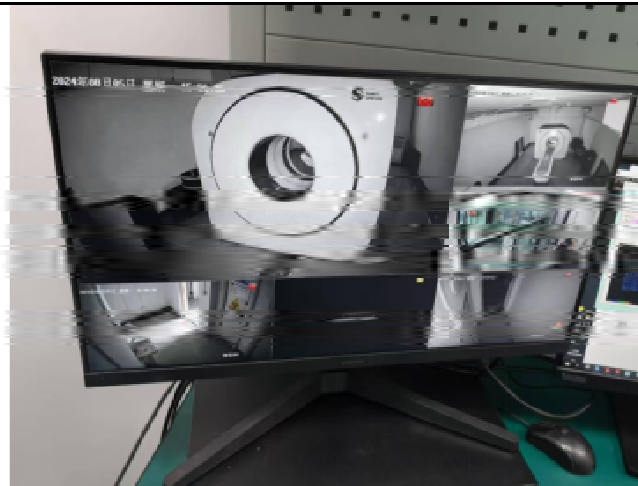
高活室内设置的通风橱



转运放射源小车



高活室内进行“点对点”交接摄像头



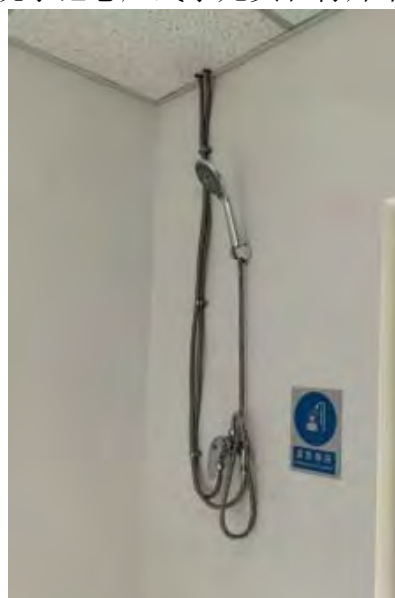
PET/CT 控制室视频监控系统



控制室对讲系统



高活室洗手池感应式水龙头和特殊下水标志



应急淋浴系统



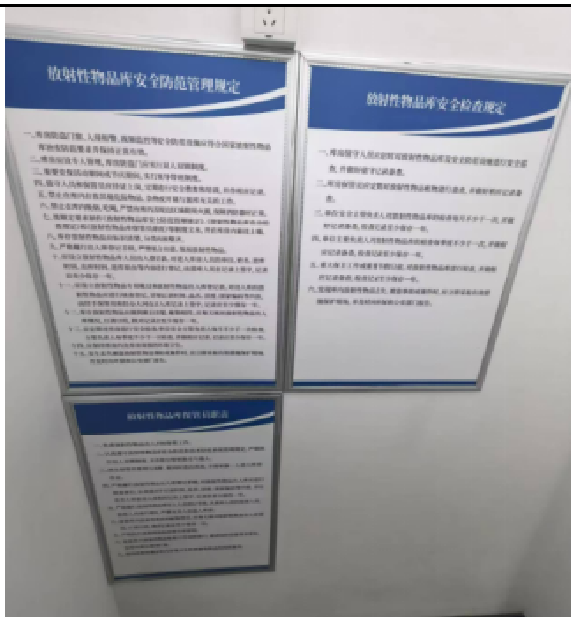
应急淋浴室设地面围挡和浴帘

5	在 S1-W 厂房外西侧地下新建 1.5m² 槽式衰变池 (规格 0.75m³ × 2)，用于收集高活室清洁废水、应急淋浴废水以及模体废水，暂存超过 30 天后，方可按规定解控排放。衰变池设液位指示和报警装置，上方设围栏 (环评批复要求)。	不锈钢衰变池罐体 1 和 2 (各 0.75m³) 衰变池上方 (左侧积水池，右侧 2 个衰变池) 回填 25cm 厚的土层并进行绿化，同时设围栏 废水衰变池控制面板
---	---	---

6	通风橱及场所内其他区域分别设有 1 套排风系统, 废气经活性炭过滤后, 通至屋顶排放 (环评批复要求)。	2 套排风系统 排风口 (高度约 13m, 与环评一致)
---	---	--

			
		过滤器活性炭滤膜	
7	高活室配备 1 个 10L 铅桶, 废物间配置 2 个 20L 铅桶, 收集注射器、垫布等放射性废物, 暂存超过 30 天后, 方可按规定解控并妥善处理 (环评批复要求)。	 废物间配置 2 个 (各 20L, 20mmPb) 铅废物桶  高活室配置 1 个 (10L, 20mmPb) 铅废物桶	

8	赛诺联合医疗科技(北京)有限公司人员在你单位工作期间,须将其纳入辐射安全管理范畴,组织考核并配备个人剂量计。制定PET/CT 调试场所辐射安全管理规章制度,特别是操作规程(含密封源使用,各类模体制作、转运、测试和储存)、场所监测方案、外单位人员管理、应急预案等辐射安全管理制度。辐射工作人员(不少于 7 名,其中包括赛诺联合 2 名)均须通过辐射安全与防护考核,并进行个人剂量监测。增配 1 台便携式剂量率仪和 2 台表面污染检测仪,定期开展场所和周围环境辐射水平监测,规范编写、按时上报年度评估报告(环评批复要求)。	北京水木东方医用机器人技术创新中心有限公司成立了辐射安全管理小组,机构内部职责明确,且该机构设有专职管理人员,辐射安全责任制得到落实。见下表。 <table><tr><th colspan="4">辐射安全与环境保护管理小组</th></tr><tr><th>分工</th><th>姓名</th><th>职务或岗位</th><th>专兼职</th></tr><tr><td>组长</td><td>王彬彬</td><td>法人代表人</td><td>兼职</td></tr><tr><td>副组长</td><td>杨春来</td><td>生产总监,辐射防护负责人</td><td>兼职</td></tr><tr><td>成 员</td><td>葛魏</td><td>质量部经理</td><td>兼职</td></tr><tr><td>成 员</td><td>王震东</td><td>质量部QC主管</td><td>兼职</td></tr><tr><td>成 员</td><td>刘伟</td><td>设备工程师</td><td>专职</td></tr><tr><td>成 员</td><td>武杰</td><td>工艺工程师</td><td>兼职</td></tr></table> 公司辐射防护负责人考核证书 核技术利用辐射安全与防护考核 成绩报告单 杨春来,男,1981年06月11日生,身份证:210103198106113311。于2023年04月参加辐射安全管理辐射安全与防护考核,成绩合格。 编号:FS23BJ2200804 有效期至:2023年05月03日至2026年05月03日 报告审查网址: tushu.mee.gov.cn 公司修订了辐射安全管理规章制度,完善了放射工作人员岗位职责,补充了本项目调试场所监测方案,制定了放射性“三废”处置管理制度,制定了操作规程(含密封源使用,各类模体制作、转运、测试和储存)、外单位人员管理、应急预案等辐射安全管理制度,满足环评批复的要求。	辐射安全与环境保护管理小组				分工	姓名	职务或岗位	专兼职	组长	王彬彬	法人代表人	兼职	副组长	杨春来	生产总监,辐射防护负责人	兼职	成 员	葛魏	质量部经理	兼职	成 员	王震东	质量部QC主管	兼职	成 员	刘伟	设备工程师	专职	成 员	武杰	工艺工程师	兼职
辐射安全与环境保护管理小组																																		
分工	姓名	职务或岗位	专兼职																															
组长	王彬彬	法人代表人	兼职																															
副组长	杨春来	生产总监,辐射防护负责人	兼职																															
成 员	葛魏	质量部经理	兼职																															
成 员	王震东	质量部QC主管	兼职																															
成 员	刘伟	设备工程师	专职																															
成 员	武杰	工艺工程师	兼职																															

		 制度上墙 目前调试场所已配置辐射工作人员 7 名（含赛诺联合 2 名），满足环评报告“辐射工作人员（不少于 7 名，其中包括赛诺联合 2 名）均须通过辐射安全与防护考核”的要求。 调试场所已配备的辐射工作人员及考核情况 <table><tr><th>姓名</th><th>性别</th><th>学历</th><th>工作岗位</th><th>考核类别</th><th>考核证书编号</th><th>备注</th></tr><tr><td>杨春来</td><td>男</td><td>本科</td><td>生产总监</td><td>辐射安全管理/核医学</td><td>FS23BJ2200804/ FS24BJ0300144</td><td>水木东方</td></tr><tr><td>葛巍</td><td>男</td><td>本科</td><td>质量经理</td><td>核医学</td><td>FS24BJ0300114</td><td>水木东方</td></tr><tr><td>武杰</td><td>男</td><td>本科</td><td>工艺工程师</td><td>核医学</td><td>FS24BJ0300113</td><td>水木东方</td></tr><tr><td>刘伟</td><td>男</td><td>本科</td><td>设备工程师</td><td>核医学</td><td>FS24BJ0300112</td><td>水木东方</td></tr><tr><td>王震东</td><td>男</td><td>本科</td><td>质量主管</td><td>核医学</td><td>FS24BJ0300118</td><td>水木东方</td></tr><tr><td>郭维新</td><td>男</td><td>硕士</td><td>研发工程师</td><td>核医学</td><td>FS24BJ0300120</td><td>赛诺联合</td></tr><tr><td>张宸</td><td>男</td><td>本科</td><td>研发工程师</td><td>核医学</td><td>FS24BJ0300122</td><td>赛诺联合</td></tr></table> 上述人员均开展了个人剂量监测。	姓名	性别	学历	工作岗位	考核类别	考核证书编号	备注	杨春来	男	本科	生产总监	辐射安全管理/核医学	FS23BJ2200804/ FS24BJ0300144	水木东方	葛巍	男	本科	质量经理	核医学	FS24BJ0300114	水木东方	武杰	男	本科	工艺工程师	核医学	FS24BJ0300113	水木东方	刘伟	男	本科	设备工程师	核医学	FS24BJ0300112	水木东方	王震东	男	本科	质量主管	核医学	FS24BJ0300118	水木东方	郭维新	男	硕士	研发工程师	核医学	FS24BJ0300120	赛诺联合	张宸	男	本科	研发工程师	核医学	FS24BJ0300122	赛诺联合	
姓名	性别	学历	工作岗位	考核类别	考核证书编号	备注																																																					
杨春来	男	本科	生产总监	辐射安全管理/核医学	FS23BJ2200804/ FS24BJ0300144	水木东方																																																					
葛巍	男	本科	质量经理	核医学	FS24BJ0300114	水木东方																																																					
武杰	男	本科	工艺工程师	核医学	FS24BJ0300113	水木东方																																																					
刘伟	男	本科	设备工程师	核医学	FS24BJ0300112	水木东方																																																					
王震东	男	本科	质量主管	核医学	FS24BJ0300118	水木东方																																																					
郭维新	男	硕士	研发工程师	核医学	FS24BJ0300120	赛诺联合																																																					
张宸	男	本科	研发工程师	核医学	FS24BJ0300122	赛诺联合																																																					

长润安测科技有限公司
检测报告

样品管理编号: 120112124-1 报告日期: 2024-04-19
检测项目: 个人剂量检测 检测方法: 热释光剂量 过程号: P02838
单位编号: 北京水木东方辐射防护技术有限公司
接收日期: 2024-04-17 测量日期: 2024-04-19 报告日期: 2024-04-22
检测/评价依据: GBZ 128-2019《职业性外照射个人剂量监测》
检测单位名称: 个人剂量检测实验室 检测类别: 职业/常规监测 数量: 1 剂量计类型: R
检测仪器名称/型号/编号: 热释光剂量计/CR-35-10-201 探测器: 热释光剂量计(TLD)-片状(薄型)-LiF(Mg, Ca, F)
检测结果:

编号	姓名	性别	职业类别	检测周期	个人剂量当量 $H_p(0.07)$ (mSv)
0000	刘明			20240101-20240331	0.20
0001	杨雪梅	男	工业探伤 3B	20240101-20240331	0.26
0002	高融	男	工业探伤 3B	20240101-20240331	0.32
0003	董杰	男	工业探伤 3B	20240101-20240331	0.34
0004	刘伟	男	工业探伤 3B	20240101-20240331	0.32
0005	赵德强	男	工业探伤 3B	20240101-20240331	0.32
0006	王鑫东	男	工业探伤 3B	20240101-20240331	0.33

备注:
本单位的调查水平参考值为: 1.2 mSv , 检测结果小于该值时检测结果为 0.12 (MOP-0.04 aSv), 5% 的检测结果为 0.12
检测人: 刘明 校核人: 张磊 审核人: 张磊 签发人: 张磊
2024年4月19日 2024年4月22日 2024年4月22日 2024年4月22日

水木东方 5 名辐射工作人员

天津瑞丹辐射检测评估有限责任公司

个人剂量检测报告

报告编号: 第 RPD2024-08079 号

用户编号: 1001082 用户名称: 江苏赛诺康医疗科技有限公司
联系人: 赵永刚 单位地址: 北京市海淀区永泰庄北路1号中关村国际科技园3号楼8层
邮政编码: 100190 电话: 82127005 剂量计类型: R
检测周期: 20240101-20240331 本次回收个数: 13 过程号: P078821
收回日期: 2024-07-12 测量日期: 2024-07-12 报告日期: 2024-07-17
检测仪器: OSLR250/全自动光释光读出器 检测方法: OSL 仪器编号: 109
检测依据: GBZ 128-2019《职业性外照射个人剂量监测》 检测项目: 并检测个人剂量

个人 编号	姓名 身份证(证)号	性别	职业类别	检测 方式	剂量 计类型	剂量计测量值(mSv)			剂量结果(mSv)		
						$H_p(0.01)$	$H_p(0.02)$	$H_p(0.07)$	$H_p(0.01)$	$H_p(0.02)$	$H_p(0.07)$
00000	刘明				P	0.20	0.20	0.20			
100108200000000000											
00001	王强	男	工业探伤		P	0.20	0.20	0.20	0.200	0.200	0.190
131122199206282411	30										
00002	田林林	男	工业探伤		P	0.22	0.22	0.21	0.220	0.220	0.210
412627200008678012	30										
00003	姜德强	男	工业探伤		P	0.08	0.08	0.08	0.080	0.080	0.080
320122199110034836	30										
00004	陈程龙	男	工业探伤		P	0.02	0.02	0.02	0.020	0.020	0.020
110221198907062413	36										
10005	刘刘斌	男	工业探伤		P	0.04	0.04	0.04	0.005	0.005	0.005
321011198111130146	35										
00006	周林林	男	工业探伤		P	0.28	0.28	0.31	0.350	0.350	0.310
131122199006272838	36										
00007	张悦	男	工业探伤		P	0.10	0.10	0.10	0.100	0.100	0.100
150503198106092316	30										
00008	郭振鹏	男	工业探伤		P	0.03	0.03	0.03	0.030	0.030	0.010
1122221981060306114	36										
00009	沈彩霞	男	工业探伤		P	0.09	0.09	0.09	0.090	0.090	0.090
321088197611023977	36										

第 1 页 共 2 页

个人编号	姓名 身份证(证)号	性别 职业类别	佩戴方式	注册	剂量计类型	剂量计测量值(mSv)			剂量结果(mSv)		
						M ₁ (10)	M ₂ (10)	M ₃ (10)	R ₁ (10)	R ₂ (10)	R ₃ (10)
00010	张君	男	胸章		F	0.25	0.25	0.25	0.250	0.250	0.250
00011	马德彪	女	胸章		F	0.05	0.05	0.05	0.050	0.050	0.050
00012	李康强	男	胸章		F	0.10	0.10	0.10	0.100	0.100	0.100

检测人: 杨瑞
被检人: 谢俊英
检测人及签发人: [Red Stamp]
签发日期: 2024.7.17

赛诺联合 2 名辐射工作人员

已购置了 1 台 γ 辐射剂量仪、2 台表面污染监测仪和 2 台个人剂量报警仪。

调试场所已购置的辐射监测设备

序号	仪器名称	型 号	购置日期	仪器状态	数量
1	便携式剂量率仪	RP6000	2024. 6. 27	正常	1
2	放射性表面污染监测仪	Inspector	2024. 6. 27	正常	2
3	个人剂量报警仪	RG1100	2024. 6. 27	正常	2

实物照片如下：



便携式剂量率仪



表面污染监测仪

			
		个人剂量报警仪	
9	项目建设须严格执行配套的放射防护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环境保护“三同时”制度（环评批复要求）。	本次验收的 PET/CT 调试场所实体屏蔽以及配套的放射防护设施建设，严格落实了环境保护“三同时”制度。	
10	单位可在满足本批复文件相关要求和条件后，办理辐射安全许可证相关手续。相关场所、设施与装置办理许可证后，方可投入使用，并及时开展环保验收（环评批复要求）。	公司于 2024 年 9 月 18 日重新申领了辐射安全许可证（京环辐证[F1078]，见附件 2），本次验收的新建 PET/CT 调试场所相关内容已获得使用许可，满足运行条件。	

3.2 辐射安全与防护设施调试运行效果

经现场验证，本项目辐射安全与防护设施调试运行效果及辐射安全管理措施实行效果见表 3-4。

表3-4辐射安全与防护设施调试运行效果及辐射安全管理措施实行效果

验收项目	辐射安全与防护设施	运行效果
分区管理	辐射工作场所分区管理，PET/CT 机房、高活室、废物间、储源间、应急淋浴间为控制区，控制	本次验收的PET/CT调试场所分区合理。

	室、缓冲区、设备间为监督区。	
电离辐射标志和中文警示说明	PET/CT调试场所主要位置设置了明显放射性标志、中文警示说明。	设置的放射性标志和中文警示说明均能够起到警示作用。
工作状态指示灯和警示灯	PET/CT机房设置了工作状态指示灯，防护门设门灯联锁，控制室防护门关闭，警示灯自动亮起。	工作状态指示灯和门灯联锁装置工作正常有效。
布局和屏蔽设计	放射性工作场所建设和布局与环评报告表描述内容一致。	验收结果显示，实体屏蔽墙、铅防护门等的屏蔽能力满足辐射防护的要求。
防护与安全设施	PET/CT调试场所控制区和监督区出 / 入口、PET/CT机房和高活室门外安装了门禁系统，设置了视频监控和对讲系统。配备了铅箱、铅罐和转运放射源小车等防护用品。 在高活室、储源室、废物间、机房及卫生间和控制区走廊等场所采取放射性污染控制措施。	PET/CT调试场所门禁系统、视频监控和对讲系统运行正常。 场所内地面和墙面采用易去污的材料敷设，通风橱台面采用不锈钢，满足放射性污染控制要求。 铅箱、铅罐等防护用品能够起到有效的屏蔽作用。
辐射监测仪器和个人防护用品	新增配1台便携式剂量率仪、2台表面污染检测仪和 2 台个人剂量报警仪。	便携式剂量率仪、表面污染检测仪和个人剂量报警仪均工作正常。
通风系统	通风橱及场所内其他区域分别设有1套排风系统, 废气经活性炭过滤后，通至屋顶排放。	通风橱和 2 套排风系统配备了活性炭过滤装置，均工作正常。
放射性“三废”处置设施	配套了总容积为 1.5mm^3 ($0.75\text{m}^3 \times 2$) 槽式衰变池。 高活室设置具有独立通风系统的铅防护通风橱，其他区域设有 1 套排风系统, 废气经活性炭过滤后，通至屋顶排放。 配置废物间，配备了 3 个具有屏蔽功能的铅废物桶。	配套的放射性废水暂存设施运行正常，衰变池容积能够满足废水排放要求。 通风系统运行正常。 配备铅废物桶满足放射性废物收集暂存要求。
辐射安全管理机构	成立辐射安全与环境保护管理小组，设有专职管理人员，落实安全责任制。	公司成立了辐射安全管理小组，该机构设有专职管理人员，机构内部职责明确。
规章制度	公司制定了PET/CT调试场所辐射安全管理规章制度，特别是操作规程(含密封源使用，各类模体制作、转运、测试和储存)、场	管理制度、操作规程和 workflows 运行有效。公司按时上报了年度评估报告，满足管理要求。

	所监测方案、外单位人员管理、应急预案等辐射安全管理制度。	
辐射安全培训考核	公司配置的7名辐射工作人员均须通过辐射安全与防护培训考核，并在有效期内。 其中2名赛诺联合医疗科技(北京)有限公司人员在本公司工作期间，纳入公司辐射安全管理范畴，组织考核并配备个人剂量计。	公司制定有辐射安全培训考核制度，本项目7名辐射工作人员全部通过辐射安全与防护培训与考核，持有合格证书，并在有效期内，满足批复要求。
辐射监测	定期开展场所辐射水平监测，公司每年委托有资质单位对放射工作场所进行1次辐射水平监测。	公司已制定了工作场所辐射监测方案，按方案委托有资质的单位进行场所辐射水平监测，检测数据记录并已归档，满足管理要求。
个人剂量计管理	配备个人剂量计，进行个人剂量监测；建立个人剂量计档案，按有关要求存档。	辐射工作人员均配备了个人剂量计，能够正确佩戴；已建立了个人剂量计档案，并按要求存档，满足管理要求。
应急预案	建立有相应的放射性事故应急预案。	公司建立有相应的放射性事故应急预案，预案涵盖了本项目可能发生的非正常工况，并配备了必要的应急器材、设备。
辐射安全许可证	据批复文件并满足相关条件重新办理辐射安全许可证后，相关设备方可投入使用。	公司已重新申领了辐射安全许可证。本项目PT/CT调试场所相关内容获得了使用许可。

表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

摘录环境影响报告表中对辐射安全与防护设施/措施的要求、工程建设对环境的影响及要求、其他在验收中需要考核的内容。

4.1 辐射安全与防护措施（摘自环评文件）

1. PET/CT 调试场所实行分区管理。高活室、废物间、储源间、应急淋浴间、PET/CT 机房等作为控制区，控制室、缓冲间和设备间作为监督区。

在控制区和监督区出、入口分别安装门禁系统，未经许可，非辐射工作人员禁止进入。监督区限制无关人员进入。在控制区出入口门上张贴电离辐射警告标志，警示无关人员不要进入或者在出入口长时间停留。

在高活室、废物间、PET/CT 机房、储源间门外设置电离辐射标志及中文警示说明。PET/CT 机房防护门上方设置工作状态指示灯，灯箱上设“射线有害灯亮勿入”警示语。安装门灯关联装置，控制室防护门关闭，警示灯自动亮起。

2.外照射防护：高活室、PET/CT 机房墙体和屋顶采用实体屏蔽措施并安装铅制防护门和铅传递窗，确保场所控制区边界外及控制区内各房间外 30cm 人员可达处(含通风橱外关闭状态下表面 30cm 处)的辐射剂量率均不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。配置 2 个转运模体的铅箱(20mmPb)和一个小推车转运装有模体的铅箱。

3.在高活室配备 1 个铅制废物桶(10L, 20mmPb)。在废物间配置 2 个铅制废物桶(20L, 20mmPb)，轮流交替使用。

4.内照射的防护：高活室配备 1 个防护通风橱(正面不低于 60mmPb，其它面不低于 50mmPb)，用于 ^{18}F 分装和模体制作。通风橱操作口风速不低于 1m/s，废气经高效过滤器和活性炭过滤装置过滤后，由专用排风管道组织至建筑物上方排放，排风口高度 13m。调试场所其余区域（控制区和监督区）也设 1 套排风系统。

5.放射性表面污染控制措施：高活室、储源间、废物间、PET/CT 机房地面和墙面采用易去污材料，易于擦拭便于去污。洗手池水龙头采用人体感应式开关，洗手时无需手动开关，避免交叉污染。使用过程中，每次使用后监测，确保控制区、监督区 β 放射性物质表面污染控制水平分别不大于 40Bq/cm^2 、 4Bq/cm^2 。

高活室通风橱工作台面选用表面光洁、耐腐蚀、防渗漏、易去污的材料。采用易去污材料(如不锈钢板)，配置托盘、吸水纸等物品。

6.放射性废水收集处置设施：PET/CT 调试场所高活室内洗手池和拖布池清洁废水以及应急淋浴废水，通过专用管道一并汇入集水坑（四周、底板均为 24cm 混凝土并防

渗处理，内置 6mm 不锈钢材质罐体，盖板也为 6mm 不锈钢板，上面敷设 340mm 回填土），然后泵入放射性废水衰变池（罐体为 6mm 不锈钢，四周墙体、底板和盖板同集水坑）。高活室内的洗手池、拖布池等设特殊下水标识，外露的废水管道外表面采用 6mm 厚度的铅皮进行包裹防护。模体暂存至少一周后，将其中废水倒入衰变池，后续一并处置。

衰变池采用槽式设计，材质为不锈钢，厚度 6mm。2 个衰变池总容积不低于 1.5m^3 ($0.75\text{m}^3 \times 2$)，废水可以暂存 10.5 个月，一定能够满足解控要求。PET/CT 调试场所解控排放的废水，拟委托环卫部门抽走处置，并详细记录“放射性废水暂存、处置管理台账”，清晰记录放射性废水的暂存、检测、解控、排放等信息。

7.妥善收集固体放射性废物：高活室通风橱旁设含 20mm 铅的废物桶，废弃的放射性核素、注射器、一次性用品等物品放入该铅制废物桶，测试结束后转移至废物间。废物间设置 2 个 20mm 铅制废物桶(容积 20L)，用来轮流贮存固体废物。参照《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）要求，放射性废物暂存至少 30d 后，经监测达标并经审管部门进行清洁解控确认，之后解控处置。详细记录放射性固体废物暂存、处置管理台账，清晰记录放射性废物的暂存、检测、解控、排放等信息。

8.PET/CT 调试场所设置 2 套通风系统，废气经管道组织，由专用排风管道组织至建筑物上方排放（排风口高度 13m）。具体如下：1)通风橱设 1 套独立的排风系统。2)其余场所设置 1 套排风系统。

通风橱配套高效过滤器(滤除粒径 $\geq 0.3\mu\text{m}$ 微粒的过滤效率不低于 99.97%)，通风管道上设活性炭过滤装置(过滤效率 $\geq 90\%$)，另外 1 套通风系统通风管道上也设活性炭过滤装置(过滤效率 $\geq 90\%$)。过滤后的排风经排气筒在建筑物屋顶排放。

高效过滤器尺寸为 $250 \times 200 \times 30\text{mm}$ ，管道上的活性炭过滤器尺寸为 $250 \times 250 \times 500\text{mm}$ 。活性炭和高效过滤器重量均 1kg 左右，每年更换一次。排口高度 13m，排气口朝上，设防雨帽。

9.PET/CT 调试场所拟新增配置 1 台辐射剂量率仪和 2 台表面污染监测仪，分别用于剂量率水平和表面污染的检测。并配备工作服、手套等个人防护用品。

10.PET/CT 调试场所拟配置 7 名（含赛诺联合 2 名）辐射工作人员，通过辐射安全与防护考核后持证上岗。公司的辐射防护负责人也通过辐射安全与防护考核，对所有的辐射工作人员开展个人剂量监测。

11.门禁系统：本项目进出监督区和控制区的门上均设置门禁系统，需要由工作人

员刷卡才能打开，主要包括：PET/CT 调试场所高活室出、入口、控制室出入口以及 PET/CT 机房的出入口。

12. 应急淋浴专用于发生全身放射性污染事件后去污使用，平时不可使用。

13. PET/CT 机房内和高活室均设置视频监视系统，以便工作人员在控制室隔室操作时可以观察机房内情况，也便于工作人员和高活室人员传递放射源或模体时沟通。

14. 储源室按照《剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求》（GA 1002-2012）要求，落实安全防范措施，源库内设放射源使用台帐。

15. 使用后的测试模体，装回铅箱运至废物间贮存，一周后将其中废液倒入衰变池内，模体再重复使用。

4.2 辐射安全管理具体要求（部分摘自环评文件）

（一）辐射安全管理机构

为了保证射线装置调试工作的规范进行，保障辐射工作人员的健康与安全，公司设立了辐射安全防护管理小组，负责全公司辐射安全与防护工作的领导工作。设有专人具体开展辐射安全与防护工作。

（二）辐射安全管理规章制度

公司制定了辐射安全与防护管理制度，内容包括辐射安全管理机构和岗位职责、辐射安全和防护培训考核管理制度、设备检修维护管理制度、辐射工作场所监测方案、设备操作规程、射线装置台帐管理规定、射线装置操作辐射防护措施、个人剂量监测和健康档案管理制度、以及辐射事故应急预案等，能够满足工作需要。

公司针对本项目完善上述管理制度和操作规程，并补充制订放射性同位素操作及安全管理、放射性“三废”管理等相关制度，特别要制定《外来人员管理制度》，以满足非密封放射性工作场所工作需要。

（三）本项目人员配置和辐射安全与防护考核

公司制定有辐射工作人员培训考核计划。本项目拟配备 5 名辐射工作人员，在通过辐射安全与防护考核后持证上岗。此外，北京赛诺联合拟安排 2 名辐射工作人员到现场进行设备安装和测试指导，将纳入水木东方创新中心辐射安全管理体系，人员通过辐射安全与防护（核医学类别）网上考核后参与工作，个人剂量监测纳入水木东方创新中心统一管理。

（四）辐射监测

根据原环保部 18 号令的要求，每年委托有资质单位对射线装置和非密封放射性物

质工作场所周围的辐射水平进行 1 次监测。

根据《北京市辐射工作场所辐射环境自行监测办法(试行)》要求,对非密封场所内的表面污染水平开展自行监测,检测记录归档。

(1) 个人剂量监测

所有辐射工作人员均佩戴 TLD 个人剂量计。按每季度 1 次的频度进行个人剂量监测,并按照《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(原环境保护部令 18 号)要求建立个人剂量档案。

辐射工作人员进行个人剂量监测发现监测结果异常的(每季度超出 0.5mSv/a,或者显著高于同部门其它人员),立即核实和调查,并将有关情况进行文字记录。水木东方创新中心公司的个人剂量监测工作已委托具有相应个人剂量监测资质的单位进行。

(2) 工作场所监测

1)监测项目: γ 剂量率水平,表面污染水平

2)检测设备: γ 辐射剂量率仪,表面污染监测仪

3)检测频次: 每年委托有资质单位开展至少 1 次剂量率水平,每季度开展一次自行监测,每次工作后自行开展 1 次表面污染检测。

4)工作场所 γ 剂量率水平监测: 包括 PET/CT 调试场所控制区边界外、PET/CT 机房周围的剂量率水平。监测数据记录存档。

(3) 表面污染水平监测

每次工作结束后,对高活室台面、地面、PET/CT 机房等进行表面污染监测,监测数据记录存档

(4) 环境监测

根据原环保部 18 令的要求,每年委托有资质单位或自行对辐射工作场所的周围环境进行 1 次辐射水平监测,监测数据记录存档。

(五) 辐射监测设备和防护用品

本项目配置 1 台便携式剂量率仪和 2 台表面污染检测仪,能够满足 PET/CT 调试场所表面污染,放射性废物解控(表面污染和剂量率)监测需要。

(六) 辐射事故应急

公司设置了辐射事故应急机构,制定了《辐射事故专项应急预案》,依据《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的要求,一旦发生辐射事故时,能迅速采取必要和有效的应急响应行动,妥善处

理，保护工作人员和公众的健康与安全，同时在辐射事故应急预案中进一步明确规定处理的组织机构及其职责分工、事故分级、应急措施、报告程序、联系方式等内容，能够满足公司实际辐射工作的需要。

公司已针对可能发生的大剂量照射、放射性环境污染、放射源以及放射性药品丢失等情景制定的应急预案，明确规定处理的组织机构及其职责分工、事故分级、应急措施、报告程序、联系方式等内容，能够满足实际辐射工作的需要。

一旦发生辐射事故时，立即启动辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向生态环境主管部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向卫生行政部门报告。公司将每年至少组织一次应急演练

4.4 环境影响报告书（表）主要结论与承诺（摘自环评报告）

一、结论

1.核技术应用现状：水木东方创新中心公司现持有北京市海淀区生态环境局颁发的辐射安全许可证（京环辐证[F1078]），许可的种类和范围是使用Ⅲ类射线装置。

2.实践正当性：水木东方创新中心公司拟测试 PET/CT 设备，其测试程序要求使用核素 ^{18}F 进行测试。此外，还需要使用 V 类密封源进行设备调试，因此本项目理由正当。

3.选址及设计合理性：PET/CT 调试场所位于独立建筑内，周围 50m 内，无居民楼、学校等敏感目标，选址基本合理。PET/CT 调试场所分区明确，在控制区与普通场所之间采用实体屏蔽隔离，有效避免不必要照射，满足辐射工作场所安全使用的要求。

4.本项目周围辐射环境现状：评价区环境 γ 辐射剂量水平与北京市的环境 γ 辐射剂量率水平基本一致，属于正常本底水平。

5.辐射屏蔽能力分析：PET/CT 调试场所屏蔽设计符合辐射防护要求，预计控制区边界外、PET/CT 机房周围的剂量率水平低于本项目设定的 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的控制要求，

6.公众和职业人员受照剂量：本项目运行所致工作人员和公众的辐射剂量分别满足职业人员剂量约束值 2mSv/a 和公众受照剂量约束值 0.1mSv/a 要求。

7.放射性“三废”排放：预计 PET/CT 调试场所投入使用后，每年产生放射性废水总量约 850L，产生放射性固体废物约 3.9kg/a 。项目产生的放射性废水只含短半衰期核素，经衰变池暂存、监测达标并经审管部门确认后，委托环卫部门抽走处置。放射性废物暂存衰变 30d 后，申请清洁解控确认，解控作为危险废物处置；模体解控后，模体内废水转入衰变池，模体外壳重复使用。

8.辐射安全与防护设施/措施：PET/CT 调试场所出入口安装门禁系统，张贴电离辐射警告标志和文字警示说明，限制非工作人员进入。射线装置机房门外设置工作指示灯，

张贴电离辐射警告标志。高活室、储源间、废物间、PET/CT 机房地面和墙面采用易去污材料。通风橱台面采用表面光洁、耐腐蚀、防渗漏、易去污的材料，便于放射性污染去污和去除。

PET/CT 调试场所高活室设置通风橱，配套独立通风系统，设置放射性废水衰变池，放射性固体废物间，配备满足工作需要的辐射检测仪和辐射防护用品。

9.辐射安全管理：公司设有辐射安全防护管理小组，负责公司的辐射安全管理和监督工作。有较健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、人员培训计划、健康体检制度、设备检修维护制度和辐射事故应急预案。随着本项目的建设，将不断完善操作规程、辐射监测计划和辐射事故应急预案。

10.辐射工作人员辐射安全与防护考核：公司已制定了辐射工作人员考核、剂量检测和健康体检制度。PET/CT 调试场所将来拟配置共计 7 名（含赛诺联合 2 名）辐射工作人员，在通过了辐射安全与防护考核后持证上岗。

11.与管理要求的符合情况：对照生态环境部 2021 年修订的《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和原环保部 2011 年第 18 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》提出的具体要求进行对照评估，环评报告中描述的辐射安全和防护措施如果得到落实，能够满足运行的要求。

综上所述，公司在北京市海淀区西三旗建材城内建中路 12 幢一层西侧新建 PET/CT 调试场所开展 PET/CT 测试工作，相应的辐射安全制度和辐射防护措施基本可行，在落实项目实施方案和本报告表提出的污染防治措施及建议前提下，其运行对周围环境产生的辐射影响，符合环境保护的要求。故从辐射环境保护角度考虑，该建设项目是可行的。

二、承诺

为了保护环境，保障人员健康，公司承诺：

1. 在项目运行过程中，绝不容许弄虚作假、绝不容许违规操作等违反相关环保法律法规要求的行为。

2. 不断加强全公司的辐射安全与防护工作，进一步完善辐射安全管理规章制度，落实辐射安全管理责任制。

3. 严格按照辐射监测方案定期对辐射工作场所和参与辐射工作的工作人员进行个人剂量监测，并将监测记录保存留档。

4. 加强辐射工作人员管理，定期组织辐射工作人员再次参加辐射安全与防护考核，持证上岗。

5. 及时办理辐射安全许可证重新申领手续。在投入运行后, 及时自行组织竣工环境保护验收, 运行过程中接受生态环境管理部门的监督检查。

4.5 北京市生态环境局对本项目的批复内容

北京市生态环境局关于新建 PET/CT 调试场所项目环境影响报告表的批复 (京环审[2024]45 号, 2024 年 5 月 20 日, 见附件 1):

一、拟建项目位于海淀区西三旗建材城(金隅智造工厂)内建中路 12 幢 1 层西侧 S1-W 厂房。内容为新建 PET/CT 调试场所, 使用 F-18 核素以及 2 枚 V 类 Ge-68、1 枚 V 类 Na-22 放射源, 为赛诺联合医疗科技(北京)有限公司的 PET/CT 设备开展型式检验、联调, 属丙级非密封工作场所, 详见附件。项目总投资 170 万元, 主要环境问题是辐射安全和防护, 在全面落实环境影响报告表和本批复提出各项污染防治措施后, 对环境的影响是可以接受的。同意该环境影响报告表的总体结论。

二、项目建设及运行中应重点做好以下工作:

1. 根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)和环境影响报告表预测, PET/CT 调试场所公众照射剂量约京值执行 0.1mSv/a , 工作人员职业照射剂量约束值执行 2mSv/a 。须采取屏蔽防护措施, 确保场所控制区各边界外表面 30cm 处的辐射剂量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。控制区、监督区 β 放射性物质表面污染控制水平分别不大于 40Bq/cm^2 、 4Bq/cm^2 。

2. 须对辐射工作场所分区管理, PET/CT 机房、高活室、废物间、储源间、应急淋浴间为控制区, 控制室、缓冲区、设备间为监督区。在主要位置设置明显放射性标志、中文警示说明、工作状态指示以及视频监控系统, 控制区和监督区出、入口安装门禁。F-18 分装和模体制作在高活室防护通风橱中, F-18、模体和放射源使用铅箱、铅罐和小推车转运, 通过防护传递窗进出 PET/CT 机房, 防止人员交叉。

3. 在 S1-W 厂房外西侧地下新建 1.5m^2 槽式衰变池(规格 $0.75\text{m}^3\times 2$), 用于收集高活室清洁废水、应急淋浴废水以及模体废水, 暂存超过 30 天后, 方可按规定解控排放。衰变池设液位指示和报警装置, 上方设围栏。通风橱及场所内其他区域分别设有 1 套排风系统, 废气经活性炭过滤后, 通至屋顶排放。高活室配备 1 个 10L 铅桶, 废物间配置 2 个 20L 铅桶, 收集注射器、垫布等放射性废物, 暂存超过 30 天后, 方可按规定解控并妥善处理。

4. 赛诺联合医疗科技(北京)有限公司人员在你单位工作期间, 须将其纳入辐射安全管理范畴, 组织考核并配备个人剂量计。制定 PET/CT 调试场所辐射安全管理规章制度

度，特别是操作规程(含密封源使用，各类模体制作、转运、测试和储存)、场所监测方案、外单位人员管理、应急预案等辐射安全管理制度。辐射工作人员(不少于 7 名，其中包括赛诺联合 2 名)均须通过辐射安全与防护考核，并进行个人剂量监测。增配 1 台便携式剂量率仪和 2 台表面污染检测仪，定期开展场所和周围环境辐射水平监测，规范编写、按时上报年度评估报告。

三、项目建设须严格执行配套的放射防护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环境保护“三同时”制度。

四、自环境影响报告表批复之日起五年内项目未能开工建设的，本批复自动失效。项目性质、规模、地点或环保措施发生重大变化，应重新报批建设项目环评文件。

五、你单位可在满足本批复文件相关要求和条件后，办理辐射安全许可证相关手续。相关场所、设施与装置办理许可证后，方可投入使用，并及时开展环保验收。

表 5 验收监测质量保证及质量控制

说明实施质量保证和控制措施方案。

2024 年 10 月 31 日，公司委托长润安测科技有限公司对本次验收的 PET/CT 调试场所，开展了在使用 F-18 核素时工作场所辐射防护检测，检测报告见附件 3-1；2025 年 8 月 25 日，公司委托长润安测科技有限公司开展了调试赛诺产 PoleStar Flight Ultra 型 PET/CT（III类射线装置）时工作场所辐射防护检测，检测报告见附件 3-2。

检测单位——长润安测科技有限公司持有检验检测机构资质认定证书（CMA 213003100448），并在有效期内。

验收检测和评价依据为《核医学放射防护要求》GBZ120—2020，采用的标准现行有效。

检测仪器：(1)X、 γ 剂量率仪/AT1121/CR-YQ-042（见表 5-1）；(2) X、 γ 剂量率仪/AT1121/CR-YQ-046（见表 5-2），仪器均通过计量检定，并在有效期内。

表 5-1 检测仪器信息 1（工作场所使用 F-18 核素）

设备名称	型号 (编号)	技术参数	证书编号	有效期至
辐射剂量测量仪	AT1121 (CR-YQ-042)	能响范围： (0.015~10) MeV 测量范围： 50nSv/h~10Sv/h	校准字第 202404010954 号	2025 年 04 月 29 日
			校准字第 202405001741 号	2025 年 05 月 10 日

表 5-2 检测仪器信息 2（调试 PET/CT[III类射线装置]）

设备名称	型号(编号)	技术参数	证书编号	有效期至
辐射剂量测量仪	AT1121 (CR-YQ-046)	能响范围： (0.015~10) MeV 测量范围： 50nSv/h~10Sv/h	DLj12025-06968 DLj12025-06904	2026 年 05 月 26 日 2026 年 06 月 03 日
CT 剂量模体	— (CR-YQ-064)		—	—

检测人员进行了设备检测技术培训，持有合格证书，具有相应的能力。

表 6 验收监测内容

叙述监测项目、监测点位（附监测布点图）、监测仪器和监测分析方法。

6.1 检测单位

检测单位——长润安测科技有限公司持有检验检测机构资质认定证书（CMA 213003100448），并在有效期内。

6.2 验收监测内容和控制水平

检测内容：X 射线周围剂量当量率。

6.3 控制水平

依照环评批复，本次验收对公众、职业人员的剂量约束值，设备机房实体屏蔽外 30cm 处的辐射剂量率水平执行下列标准：

（1）PET/CT 调试场所公众照射剂量约束值执行 0.1mSv/a，工作人员职业照射剂量约束值执行 2mSv/a。

（2）场所控制区各边界外表面 30cm 处的辐射剂量率不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

6.4 监测仪器

剂量率仪，设备型号 AT1121，仪器编号 CR-YQ-042/CR-YQ-046。

6.5 监测分析方法

所有点检测数据均记录最大值，每个检测位置记录 3 个数据，结果取其平均值。

6.6 辐射监测点位

PET/CT 调试场所和 PET/CT 机房监测点位分别见图 6-1 和图 6-2，监测点位包括场所周围（墙、防护门和观察窗外 30cm 处）、楼上毗邻场所。



图6-1使用F-18核素时工作场所周围检测点位示意图

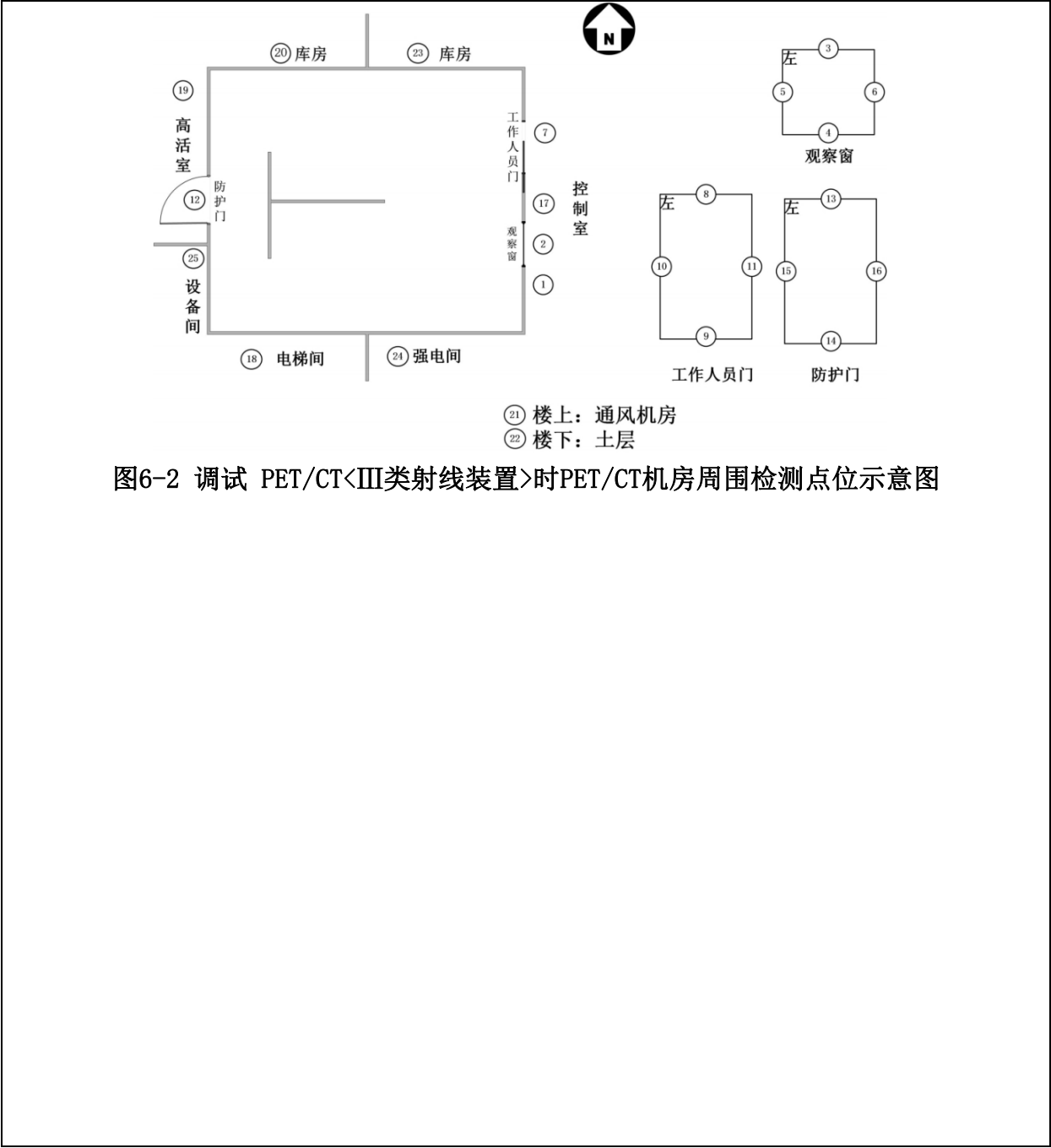


表 7 验收监测

验收监测期间运行工况记录：验收监测应当在确保主体工程工况稳定、辐射安全与防护设施建成并运行正常的情况下进行，并如实记录监测时的实际工况。

7.1 验收工况

竣工验收检测是在建设完成后的设备试运行阶段进行的，分两次检测，工况分别为：1) 采用放置 1184MBq F-18 药液进行模拟监测，放置的药量和位置详见表 7-2；2) 调试 PET/CT (III类射线装置)，检测条件：120kV/100mA, 检测时放置 CT 模体。

表 7-1 环评报告预测源项与实际验收源项对照表

位置	环评报告预测源项	实际验收源项
高活室	通风橱内使用 2368MBq 的 F-18	通风橱内放置 1184MBq 的 F-18 药液
PET/CT 机房	床上摆放体模，体模内含 925MBq 的 F-18	床上放置 925MBq 的 F-18 药液
CT	额定最大工况 140kV/666mA/80kW)	正常使用工况 (120kV/100mA/12kW)

验收监测结果：列表给出监测结果，并根据辐射工作场所和周围环境辐射水平监测结果评价辐射安全与防护设施的防护效果；根据表面污染监测结果评价场所表面污染水平达标情况。

7.2 监测结果达标情况

检测结果见分别表 7-2 和表 7-3。

检测结果显示，在使用核素 F-18 模拟正常工况检测时，PET/CT 调试场所监督区和控制区所测点位的周围辐射剂量当量率均符合 GBZ 120-2020《核医学放射防护要求》的要求。在调试 PET/CT (III类射线装置) 正常工况时，PET/CT 调试机房周围辐射剂量当量率均符合 GBZ 130-2020《放射诊断放射防护要求》的要求。

表7-2 使用F-18核素时PET/CT调试场所周围剂量当量率检测结果 (μSv/h)

检测 点位	位置 (见图 6-1)	检测结果 (μSv/h)	折算为最大 源项结果 (μSv/h)	所属管理区域	备注
1	控制区入口门外	0.15	0.30	监督区	通风橱内放置约 1184MBq(32mCi)的 ¹⁸ F, 储源间内贮存 一枚 222MBq (6mCi) ⁶⁸ Ge
2	高活室西墙外 (室外绿地)	0.10	0.02	场所外普通区	
3	高活室西墙外 (室外绿地)	0.09	0.18	场所外普通区	
4	高活室北墙外 (库房)	0.10	0.20	场所外普通区	
5	高活室北墙外 (库房)	0.10	0.20	场所外普通区	
6	高活室东墙外 (PET/CT 机 房)	0.16	0.32	控制区	
7	高活室南墙外 (设备间)	0.13	0.26	监督区	
8	设备间南墙外 (场所外楼 梯)	0.11	0.22	场所外普通区	

9	通风橱操作位	0.86	1.72	控制区	通风橱内放置约1184MBq(32mCi)的 ¹⁸ F
10	通风橱侧面	2.30	4.60	控制区	
11	高活室屋顶上方（通风机房）	0.10	0.20	场所外普通区	
12	PET/CT 机房北墙外（库房）	0.37	0.37	场所外普通区	约 925MBq(25mCi)的 ¹⁸ F 放置于扫描床上
13	PET/CT 机房北墙外（库房）	0.63	0.63	场所外普通区	
14	PET/CT 机房东侧防护门外（控制室）	1.53	1.53	监督区	
15	PET/CT 机房东墙外（控制室操作位）	0.27	0.27	监督区	
16	PET/CT 机房南墙外（强电间）	0.30	0.30	场所外普通区	
17	PET/CT 机房南墙外（楼梯厅）	0.50	0.50	场所外普通区	
18	PET/CT 机房西墙外（高活室）	0.35	0.35	控制区	
19	PET/CT 机房西墙传递窗外（高活室）	1.08	1.08	控制区	
20	PET/CT 机房西墙外（高活室）	0.96	0.96	控制区	
21	PET/CT 机房高活室屋顶上方（通风机房）	0.10	0.10	场所外普通区	约 925MBq(25mCi)的 ¹⁸ F 放置于扫描床上
22	废物间门外（高活室）	0.26	0.26	控制区	内置少量放射性废物
23	废物间上方（通风机房）	0.10	0.10	场所外普通区	内置少量放射性废物
24	储源间防盗门外（高活室）	0.58	0.58	控制区	约 1184MBq(32mCi)的 ¹⁸ F 放置通风橱内，贮存一枚222MBq (6mCi) ⁶⁸ Ge。
25	储源间屋顶上方（通风机房）	0.10	0.10	场所外普通区	贮存一枚 222MBq (6mCi) ⁶⁸ Ge
26	储源间 ⁶⁸ Ge 密封源罐外1m 处	1.23	1.23	—	
本底校准值（μSv/h）		8.9×10 ⁻² ~9.9×10 ⁻²			

表7-3 调试CT（Ⅲ类射线装置）时调试机房周围剂量当量率检测结果（μSv/h）

检测点位	屏蔽体位置（见图 6-1）	检测结果（μSv/h）
1	工作人员操作位置处	0.121
2	观察窗中央外 30cm 处	0.126
3	观察窗上缝外 30cm 处	0.128
4	观察窗下缝外 30cm 处	0.122
5	观察窗左缝外 30cm 处	0.127
6	观察窗右缝外 30cm 处	0.126
7	工作人员门中央外 30cm 处	0.127
8	工作人员门上门缝外 30cm 处	0.35
9	工作人员门下门缝外 30cm 处	0.53

10	工作人员门左门缝外 30cm 处	0.33
11	工作人员门右门缝外 30cm 处	0.32
12	防护门中央外 30cm 处	0.36
13	防护门上门缝外 30cm 处	0.28
14	防护门下门缝外 30cm 处	1.03
15	防护门左门缝外 30cm 处	0.66
16	防护门右门缝外 30cm 处	0.38
17	机房东墙外 30cm 处	0.121
18	机房南墙外 30cm 处	0.123
19	机房西墙外 30cm 处	0.123
20	机房北墙外 30cm 处	0.123
21	楼上距顶棚地面 100cm 处	0.124
22	楼下距楼下地面 170cm 处	/
23	机房北墙外 30cm 处	0.125
24	机房南墙外 30cm 处	0.121
25	机房西墙外 30cm 处	0.124
本底值 ($\mu\text{Sv/h}$)		0.111~0.129

考虑模体内 ^{18}F 贡献和 CT 运行的叠加贡献（数据见表 7-4），PET/CT 机房周围的附加剂量率最高为 $1.657 \mu\text{Sv/h}$ （东墙防护门外），低于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的剂量率控制水平检测，满足环评报告和批复的要求。

表 7-4 PET/CT 机房周围剂量率叠加结果

位置	^{18}F 贡献 ($\mu\text{Sv/h}$)	CT 贡献 ($\mu\text{Sv/h}$)	总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
北墙外（库房）	0.37	0.123	0.493
北墙外（库房）	0.63	0.125	0.755
东墙外（控制室防护门）	1.53	0.127	1.657
东墙外（控制室操作位）	0.27	0.121	0.391
南墙外（强电间）	0.30	0.121	0.421
南墙外（楼梯厅）	0.50	0.123	0.623
西墙外（高活室）	0.35	0.123	0.473
西墙传递窗外（高活室走廊）	1.08	0.36	1.44
西墙外（高活室）	0.96	0.124	1.084
屋顶上方（通风机房）	0.10	0.124	0.224

7.3 工程建设对环境的影响分析

环评报告表中给出了 PET/CT 调试场所工作内容和规划使用：

1) 按照最大工作量，由 1 名辐射工作人员完成 ^{18}F 分装模体制作、转移和摆位工

作，同时完成全部密封源转移、摆位工作。

2) 另外 1 名辐射工作人员完成全部 PET/CT 扫描操作。

3) 模体搬运转移时间按 30s 计，摆位按照 1min 计，摆位距离按照 50cm 计。

本项目中灌注 ^{18}F 的测试模体采用防护箱（20mmPb）将其从高活室转移 PET/CT 机房，模体装源量为 925MBq 时，防护箱 30cm 处剂量率为 91.7 $\mu\text{Sv/h}$ 。

4) 在通风橱内进行 ^{18}F 活度测定，给模体注射放射性核素，单个模体制作时间保守按照 5min 计，完成全部 56 个模体制作总时间为 4.6h。

5) 放射源转移时间按 0.5min 计。 ^{22}Na 使用 28 次（14 天，2 次/天），放射源搬出和搬回的总搬运转移时间为 0.47h。 ^{68}Ge 使用 14 次（7 天，2 次/天），总搬运转移时间为 0.23h。F-18 模体使用 56 次，转移时间为 0.93h。

Ge-68 质控源产生光子平均能量仅约 9.2keV，但其子体 Ga-68 将发生正电子衰变产生湮灭辐射并发射 511keV 光子，故该环节主要考虑 Ga-68 的影响，GBZ 120-2020 表 H.1 中给出其周围剂量当量率常数为 $0.134\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{MBq}^{-1}$ ，保守按 ^{68}Ge 初始活度 222MBq 计算，容器外 1m 处剂量率约 1.8 $\mu\text{Sv/h}$ ，30cm 处剂量率为 20.4 $\mu\text{Sv/h}$ 。 ^{22}Na 密封源容器外 30cm 处剂量率为 6.5 $\mu\text{Sv/h}$ 。

6) 放射源摆位时间也按照 1min 计，摆位距离按照 50cm 计。 ^{68}Ge 放射源摆位处剂量率为 119 $\mu\text{Sv/h}$ 。 ^{22}Na 摆位处剂量率为 8.16 $\mu\text{Sv/h}$ 。

7) 放射源扫描采用以下参数计算控制室操作位的周围剂量当量率：222MBq 的 ^{68}Ge 密封源扫描 1m 处剂量率为 29.75 $\mu\text{Sv/h}$ （按 ^{68}Ga 计），7.4MBq 的 ^{22}Na 点源扫描 1m 处剂量率为 2.04 $\mu\text{Sv/h}$ 。

8) 每次数据采集时间约 30min，总采集模体最多 56 次，总扫描时间为 28h；采集密封源最多 42 次，总的扫描时间为 21h。

辐射工作人员和周围公众年受照剂量估算结果分别见表 7-5 和表 7-6。

表 7-5 PET/CT 调试场所工作人员受照剂量估算

辐射工作人员 岗位	源项情况	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	累计总工作 时间(h)	轮流人数(人)	受照剂量 (mSv/a)
模体制作	^{18}F	1.72	4.6	1	0.206
模体转移	^{18}F	91.7*	0.93		
模体摆位	^{18}F	528.8*	0.14		
放射源转移	^{22}Na	6.5	0.47		
	^{68}Ge	20.4	0.23		
放射源摆位	^{22}Na	8.16	0.47		

	^{68}Ge	119	0.23		
模体 PET/CT 扫描	^{18}F	0.27	28	1	0.011
CT 扫描	/	0.121	28		

注：*保守全部按照 925MBq 的 ^{18}F 计算。

表7-6 调试场所周围公众受照剂量计算

检测点位	位置（见图 6-1）	周围剂量当量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	受照时间（h）	居留因子	年受照剂量（ μSv ）
1	控制区入口门外（高活室门外）	0.3	4.6	1/20	0.069
2	高活室西墙外（室外绿地）	0.2	4.6	1/20	0.046
3	高活室西墙外（室外绿地）	0.18	4.6	1/20	0.041
4	高活室北墙外（库房）	0.2	4.6	1/20	0.046
5	高活室北墙外（库房）	0.2	4.6	1/20	0.046
7	高活室南墙外（设备间）	0.26	4.6	1/20	0.060
11	高活室屋顶上方（通风机房）	0.2	4.6	1/20	0.046
12	PET/CT 机房北墙外（库房）	0.493	49	1/20	1.208
13	PET/CT 机房北墙外（库房）	0.755	49	1/20	1.850
16	PET/CT 机房南墙外（强电间）	0.421	49	1/20	1.031
17	PET/CT 机房南墙外（楼梯厅）	0.623	49	1/20	1.526
21	PET/CT 机房屋顶上方（通风机房）	0.224	49	1/20	0.549
23	废物间上方（通风机房）	0.10	2000	1/20	10.000
25	储源间屋顶上方（通风机房）	0.10	2000	1/20	10.000

注：1）居留因子选择参照 HJ1198—2021。2）PET/CT 机房周围剂量当量率取表 7-3 中的叠加结果。

估算结果显示，职业人员所受最大年有效剂量为 0.206mSv，公众所受最大年有效剂量为 0.010mSv，分别低于环评批复中职业照射剂量约束值 2mSv/a、公众照射剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。水木东方创新中心 PET/CT 调试场所的屏蔽措施满足环评报告表及批复的要求。

表 8 验收监测结论

叙述监测结果是否满足环境影响报告表及其审批部门审批决定或设计指标。辐射安全与防护设施是否按照环境影响报告表及其审批部门审批决定或设计指标落实。项目运行期间对辐射工作人员和公众的辐射影响是否满足验收执行标准。

8 验收结论

8.1 环保设施调试运行效果及管理措施实行效果

本次验收的 PET/CT 调试场所分区合理。

设置的放射性标志和中文警示说明均能够起到警示作用。

工作状态指示灯和门灯联锁装置正常有效。

验收结果显示，实体屏蔽墙、铅防护门等的屏蔽能力满足辐射防护的要求。

PET/CT 调试场所门禁系统、视频监控和对讲系统运行正常。

场所内的地面和墙面采用易去污的材料敷设，通风橱台面采用不锈钢，满足放射性污染控制要求。

铅箱、铅罐等防护用品能够起到有效的屏蔽作用。

便携式剂量率仪、表面污染检测仪和个人剂量报警仪均工作正常。

通风橱和 2 套排风系统配备了活性炭过滤装置，均工作正常。

配套的放射性废水暂存设施运行正常，衰变池容积能够满足废水排放要求。

配备铅废物桶满足放射性废物收集暂存要求。

公司成立了辐射安全管理小组，该机构设有专职管理人员，机构内部职责明确。

管理制度、操作规程和 workflows 运行有效。公司按时上报了年度评估报告，满足管理要求。

公司制定有辐射安全培训考核制度，本项目 7 名辐射工作人员全部通过辐射安全与防护培训与考核，持有合格证书，并在有效期内，满足批复要求。

公司已制定了工作场所辐射监测方案，按方案委托有资质的单位进行场所辐射水平监测，检测数据记录并已归档，满足管理要求。

辐射工作人员均配备了个人剂量计，能够正确佩戴；已建立了个人剂量计档案，并按要求存档，满足管理要求。

公司建立有相应的放射性事故应急预案，预案涵盖了本项目可能发生的非正常工况，并配备了必要的应急器材、设备。

公司已重新申领了辐射安全许可证。本项目 PT/CT 调试场所相关内容获得了使用许可。

8.2 工程建设对环境的影响

根据本项目实测结果，项目所致公众的年受照剂量最高为 0.01mSv，满足本项目设定的 0.1mSv 的年剂量约束要求。本项目所致职业人员的年受照剂量最高为 0.202mSv，满足本项目设定的 2mSv 的年剂量约束要求。

综上所述，北京水木东方医用机器人技术创新中心有限公司按照国家相关法律、法规及标准要求，严格执行配套的放射防护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环境保护“三同时”制度，成立了辐射安全防护管理小组，制定、落实了各项相关制度，对环评和批复文件提出的辐射安全与环保设施要求均已落实，结合长润安测科技有限公司出具的验收监测结果，北京水木东方医用机器人技术创新中心有限公司《新建PET/CT调试场所项目》（京环审[2024]45号）满足竣工环保验收条件。

附件 1：北京市生态环境局对本项目的批复

北京市生态环境局

京环审〔2024〕45 号

北京市生态环境局关于 新建PET/CT调试场所项目环境影响 报告表的批复

北京水木东方医用机器人技术创新中心有限公司：

你单位报送的《新建 PET/CT 调试场所项目环境影响报告表》
(项目编号：辐审 A20240049) 及相关材料收悉。经审查，批复
如下：

一、拟建项目位于海淀区西三旗建材城（金隅智造工厂）内
建中路 12 幢 1 层西侧 S1-W 厂房。内容为新建 PET/CT 调试场所，
使用 F-18 核素以及 2 枚 V 类 Ge-68、1 枚 V 类 Na-22 放射源，为
赛诺联合医疗科技(北京)有限公司的 PET/CT 设备开展型式检验、
联调，属丙级非密封工作场所，详见附件。项目总投资 170 万元，
主要环境问题是辐射安全和防护，在全面落实环境影响报告表和

本批复提出各项污染防治措施后，对环境的影响是可以接受的。
同意该环境影响报告表的总体结论。

二、项目建设及运行中应重点做好以下工作：

1. 根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和环境影响报告表预测，PET/CT 调试场所公众照射剂量约束值执行 0.1mSv/a ，工作人员职业照射剂量约束值执行 2mSv/a 。须采取屏蔽防护措施，确保场所控制区各边界外表面 30 cm 处的辐射剂量率不大于 $2.5\text{ }\mu\text{Sv/h}$ 。控制区、监督区 β 放射性物质表面污染控制水平分别不大于 40Bq/cm^2 、 4Bq/cm^2 。

2. 须对辐射工作场所分区管理，PET/CT 机房、高活室、废物间、储源间、应急淋浴间为控制区，控制室、缓冲区、设备间为监督区。在主要位置设置明显放射性标志、中文警示说明、工作状态指示以及视频监控系统，控制区和监督区出、入口安装门禁。F-18 分装和模体制作在高活室防护通风橱中，F-18、模体和放射源使用铅箱、铅罐和小推车转运，通过防护传递窗进出 PET/CT 机房，防止人员交叉。

3. 在 S1-W 厂房外西侧地下新建 1.5m^3 槽式衰变池（规格 $0.75\text{m}^3 \times 2$ ），用于收集高活室清洁废水、应急淋浴废水以及模体废水，暂存超过 30 天后，方可按规定解控排放。衰变池设液位指示和报警装置，上方设围栏。通风橱及场所内其他区域分别设有 1 套排风系统，废气经活性炭过滤后，通至屋顶排放。高活室配备 1 个 10L 铅桶，废物间配置 2 个 20L 铅桶，收集注射器、垫布等放射性废物，暂存超过 30 天后，方可按规定解控并妥善处理。

4. 赛诺联合医疗科技（北京）有限公司人员在你单位工作期

问，须将其纳入辐射安全管理范畴，组织考核并配备个人剂量计。制定 PET/CT 调试场所辐射安全管理规章制度，特别是操作规程（含密封源使用，各类模体制作、转运、测试和储存）、场所监测方案、外单位人员管理、应急预案等辐射安全管理制度。辐射工作人员（不少于 7 名，其中包括赛诺联合 2 名）均须通过辐射安全与防护考核，并进行个人剂量监测。增配 1 台便携式剂量率仪和 2 台表面污染检测仪，定期开展场所和周围环境辐射水平监测，规范编写、按时上报年度评估报告。

三、项目建设须严格执行配套的放射防护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环境保护“三同时”制度。

四、自环境影响报告表批复之日起五年内项目未能开工建设的，本批复自动失效。项目性质、规模、地点或环保措施发生重大变化，应重新报批建设项目环评文件。

五、你单位可在满足本批复文件相关要求和条件后，办理辐射安全许可证相关手续。相关场所、设施与装置办理许可证后，方可投入使用，并及时开展环保验收。

附件：使用非密封物质，放射源及射线装置情况表



（此文主动公开）

附件

使用非密封物质情况表

核素名称	物理状态	日最大操作量	日等效最大操作量	年最大操作量
F-18	液态	1.18E+9Bq	1.18E+7Bq	1.66E+10Bq

使用放射源情况表

核素名称	数量	活度	类别	备注
Ge-68	1	2.22E+8Bq	V	桶源
Ge-68	1	7.4E+7Bq	V	线源
Na-22	1	7.4E+6Bq	V	点源

使用射线装置情况表

装置名称	型号	数量	类别	参数	备注
CT	Instium CT	1	III	140kV\667mA	设备厂家：赛诺威盛科技（北京）股份有限公司

抄送：海淀区生态环境局，北京科欣科技发展有限公司。

北京市生态环境局办公室

2024 年 5 月 21 日印发

附件 2：《辐射安全许可证》正、副本复印件（与本项目相关部分）

	
辐射安全许可证	
根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。	
单位名称：	北京水木东方医用机器人技术创新中心有限公司
统一社会信用代码：	91110108MA019BWX0Y
地址：	北京市海淀区永泰庄北路1号天地邻枫2号楼3层302B室
法定代表人：	王彬彬
证书编号：	京环辐证[F1078]
种类和范围：	使用Ⅴ类放射源；使用Ⅲ类射线装置；使用非密封放射性物质，丙级非密封放射性物质工作场所（具体范围详见副本）
有效期至：	2028年07月09日
	发证机关：北京市生态环境局  发证日期：2024年09月18日
中华人民共和国生态环境部监制	



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

单位名称	北京水木东方医用机器人技术创新中心有限公司		
统一社会信用代码	91110108MA019BWX0Y		
地 址	北京市海淀区永泰庄北路1号天地邻枫2号楼3层302B室		
法定代表人	姓 名	王彬彬	联系方式 01082758399
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	调试场所 (03PET/ CT)	北京市海淀区西三旗建材城(金隅 智造 工厂)内建中路12幢一层西 侧	杨春来
	调试场所 (02实验 室)	北京市海淀区西三旗建材城中路27 号金隅智造工厂N2 号楼一层调试 场所(02 实验室)	杨春来
证书编号	京环辐证[F1078]		
有效期至	2028年07月09日		
发证机关	北京市生态环境局		(盖章)
发证日期	2024年09月18日		



(一) 放射源

证书编号: 京环辐证[F1078]

序号	活动种类和范围					使用台账					备注		
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/ 活度(贝可) × 枚数	编码	出厂活度 (贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请 单位	监管 部门
1	调试场所 (03PET/ CT)	Na-22	V类	使用	7.4E+6*1							点源	
2		Ge-68	V类	使用	2.22E+8*1							棒源	
3		Ge-68	V类	使用	7.4E+7*1							棒源	

2/10



(二) 非密封放射性物质

证书编号: 京环辐证[F1078]

序号	活动种类和范围									备注	
	辐射活动场所名称	场所等级	核素	物理状态	活动种类	用途	日最大操作量 (贝可)	日等效最大操作量 (贝可)	年最大用量 (贝可)	申请 单位	监管 部门
1	调试场所 (03PET/ CT)	丙级	P-18	液态	使用	其他	1.18E+9	1.18E+7	1.66E+10		

3/10



(三) 射线装置

证书编号: 京环辐证[F1078]

活动种类和范围						使用台账				备注		
序号	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
1	调试场所 (02 实验室)	医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	1	Gemini 系列一 体化 X 射线 源	Gemini25	-	管电压 125 kV 管电流 250 mA	奕瑞影像科 技(海宁) 公司		
2	调试场所 (03PET/ CT)	医用 X 射 线计算机断 层扫描 (CT) 装 置	III 类	使用	1	PET/CT	InatumCT	SVB4PET2G 0001	管电压 140 kV 管电流 666 mA	赛诺威盛科 技(北京) 股份有限公 司	PET/CT	

《全国核技术利用辐射安全申报系统》放射源台帐截图

360导航_一个主页，整个世界 x 全国核技术利用辐射安全申报 x 辐射安全许可证申请表.pdf x + 99 新双 3

http://rr.mee.gov.cn/rsmreq/LRCompany_findRadio 制止学生传网络烂梗

全国核技术利用辐射安全申报系统 核技术利用单位

系统菜单 欢迎北京永木东方医用机器人技术创新中心有限公司登录！ 单位信息查看 注册信息修改 注销

单位信息查看 首页 / 单位信息查看

1 单位基本信息 2 放射源 3 非密封放射性物质 4 射线装置 5 监测仪器和防护用品 6 辐射安全管理机构 7 辐射工作人员 8 企业附件

台帐类型：☒ 使用台帐 ☐ 销售台帐 [历史台帐](#) [旧版台帐](#)

核素：

-请选择-

 放射源场所名称： 放射源编码：
来源： 出厂日期从： 到：
类别：

-请选择-

 用途：

请选择

[清空](#) 特殊标记：

正常

[查询](#) [导出](#)

活动种类和范围						台帐											备注	
序号	放射源场所名称	核素	类别	用途	活动种类	总活度(贝可)/ 活度(贝可)×枚数	编码	核素	出厂日期	出厂活度 (贝可)	实时活度 (贝可)	标号	类别	用途	来源	状态	特殊标记	
1		Na-22	V类	刻度/校准源	使用	7.4E+6*1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	点源
2	调试场所 (03PET/CT)	Ge-68	V类	刻度/校准源	使用	2.22E+8*1	US24GE004435	Ge-68	2024-10-20	2.22E+8	1.02E+8	-	V类	刻度/校准源	美国	使用	正常	桶源
3		Ge-68	V类	刻度/校准源	使用	7.4E+7*1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	桶源

显示 1 到 3 条记录，总共 3 条记录

[首页](#) [上一页](#) [1](#) [下一页](#) [末页](#)

附件 3-1：PET/CT 调试场所验收检测报告 1(使用 F-18 核素)



正本

检测报告

报告编号：CR-FW-1120240331-012

核素名称：	^{18}F
设备名称：	PET/CT
委托单位：	北京水木东方医用机器人技术创新 中心有限公司
检测类别：	委托检测
检测时间：	2024 年 10 月 31 日
检测项目：	工作场所辐射防护检测





长润安测科技有限公司

检测报告

报告编号: CR-FW-1120240331-012

共 3 页 第 1 页

委托单位	北京永木东方医用机器人技术创新中心有限公司		单位地址	北京市海淀区永泰庄北路 1 号天地邻枫 2 号楼 3 层 302B 室	
设备位置	PET/CT 调试场所		检测日期	2024 年 10 月 31 日	
核素名称	18F		核素使用位置	PET/CT 调试场所	
检测类型	委托检测		检测项目	工作场所辐射防护检测	
检测和判定依据	GBZ 120—2020《核医学放射防护要求》				
检测仪器信息	设备名称	型号(编号)	技术参数	证书编号	有效期至
	辐射剂量测量仪	AT1121 (CR-YQ-042)	(0.015~10) MeV 50nSv/h~10Sv/h 10nSv~10Sv	校准字第 202404010954 号 校准字第 202405001741 号	2025 年 04 月 29 日 2025 年 05 月 10 日
检测结论	依据相关法律法规及技术标准,对该单位 PET/CT 调试场所进行了工作场所辐射防护检测,所测工作场所辐射防护检测结果符合 GBZ 120—2020《核医学放射防护要求》的相应要求。 (以下空白)				
其他特殊情况说明					



编制:

2024

审核:

蒋建国

签发:

张俊杰

2024 年 12 月 23 日

2024 年 12 月 24 日

2024 年 12 月 25 日



长润安测科技有限公司

检测报告

报告编号: CR-FW-1120240331-012

共 3 页 第 2 页

一、核医学科工作场所辐射防护检测					
使用核素: ^{18}F			本底校准值 ($\mu\text{Sv/h}$): $8.9 \times 10^{-4} \sim 9.9 \times 10^{-4}$		
检测 点位	位置	标准要求 ($\mu\text{Sv/h}$)	检测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	单项结论	备注
1	控制区入口门外	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.15	合格	通风橱内放置约 1184MBq(32mCi)的 ^{18}F ; 储源间内贮存一枚 222MBq (6mCi) ^{60}Co
2	高活室西墙外(室外绿地)	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.10	合格	
3	高活室西墙外(室外绿地)	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.09	合格	
4	高活室北墙外(库阴)	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.10	合格	
5	高活室北墙外(库房)	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.10	合格	
6	高活室东墙外(PET/CT 机房)	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.16	合格	
7	高活室东墙外(设备间)	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.13	合格	
8	设备间南墙外(场所外楼梯)	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.11	合格	
9	通风橱操作位	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.86	合格	通风橱内放置约 1184MBq(32mCi)的 ^{18}F
10	通风橱侧面	周围剂量当量率 ≤ 2.5	2.30	合格	
11	高活室屋顶上方(通风机房)	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.10	合格	
12	PET/CT 机房北墙外(库房)	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.37	合格	约 925MBq(25mCi)的 ^{18}F 放置于扫描床上
13	PET/CT 机房北墙外(库房)	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.63	合格	
14	PET/CT 机房东侧防护门外(控制室)	周围剂量当量率 ≤ 2.5	1.53	合格	
15	PET/CT 机房东墙外(控制室操作位)	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.27	合格	
16	PET/CT 机房南墙外(强电间)	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.30	合格	
17	PET/CT 机房南墙外(楼梯厅)	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.50	合格	
18	PET/CT 机房西墙外(高活室)	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.35	合格	
19	PET/CT 机房西墙传递窗外(高活室)	周围剂量当量率 ≤ 2.5	1.08	合格	
20	PET/CT 机房西墙外(高活室)	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.96	合格	





长润安测科技有限公司

检测报告

报告编号: CR-FW-1120240331-012

共 3 页 第3页

检测 点位	屏蔽体	标准要求 ($\mu\text{Sv/h}$)	检测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	单项结论	备注
21	PET/CT 机房屋顶上方 (通风机房)	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.10	合格	约 925MBq(25mCi)的 ^{18}F 放置于扫描床上
22	废物间门外 (高活室)	周围剂量当量率 ≤ 25	0.26	合格	内置少量放射性废物
23	废物间上方 (通风机房)	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.10	合格	内置少量放射性废物
24	储源间防盗门外 (高活室)	周围剂量当量率 ≤ 25	0.58	合格	约 1184MBq(32mCi)的 ^{18}F 放置通风橱内, 贮存一枚 222MBq (6mCi) ^{68}Ge 。
25	储源间屋顶上方 (通风机房)	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.10	合格	贮存一枚 222MBq (6mCi)
26	储源间 ^{68}Ge 密封源罐外 1m 处	周围剂量当量率 ≤ 25	1.23	合格	^{68}Ge

二、平面布局图



三、现场照片





检测报告

报告编号：CR-FW-1120240331-014

设备名称：	PET/CT
受检单位：	北京水木东方医用机器人技术创新中心 有限公司
检测类别：	委托检测
检测日期：	2025 年 08 月 25 日
检测项目：	工作场所辐射防护检测



说 明

- 一、 本检测报告仅对现场检测或委托检测来样负责。
- 二、 未经本检验检测机构书面批准，不得复制本检测报告，本检测报告涂改、增删无效。
- 三、 本检测报告无编制、审核、批准人签字或签字不完整无效；未加盖本检验检测机构检验检测专用章、骑缝章无效。
- 四、 本机构检测报告复印件视为无效。
- 五、 委托单位如对本检测报告有异议，可在收到报告之日起 15 日内，提出复核申请，逾期不予受理。
- 六、 本检测报告只适用于其检验检测目的，本检测报告及本检验检测机构名称未经本检验检测机构授权不得用于广告、评优及商品宣传等活动。

地址：宁夏银川市金凤区丰登镇阅海湾中央商务区大连路林带北侧力德财富大厦第 23 层 2303 号
邮政编码：750016
电话：0951-5968869



长润安测科技有限公司

检测报告

报告编号: CR-FW-1120240331-014

第 1 页 共 3 页

委托单位	北京水木东方医用机器人技术创新中心有限公司		
受检单位	北京水木东方医用机器人技术创新中心有限公司	受检单位地址	北京市海淀区永泰庄北路1号天地邻枫2号楼3层302B室
生产厂商	赛诺联合医疗科技(北京)有限公司	设备名称	PET/CT
设备编号	SPCTS5001	设备型号	PoleStar Flight Ultra
设备位置	PET/CT 调试场所	检测日期	2025 年 08 月 25 日
检测项目	工作场所辐射防护检测	检测类别	委托检测
检测和判定依据	GBZ 130-2020 《放射诊断放射防护要求》		
检测仪器信息	设备名称	型号(编号)	证书编号
	辐射剂量测量仪	ATI121 (CR-YQ-D46)	DLJ2025-06968 DLJ2025-06904
	CT 剂量体	— (CR-YQ-064)	—
检测结论	依据相关法律法规及技术标准,对该单位使用的赛诺联合医疗科技(北京)有限公司生产的 PoleStar Flight Ultra 型 PET/CT 所在 PET/CT 调试场所进行了工作场所辐射防护检测,所测工作场所辐射防护检测结果符合 GBZ 130-2020 《放射诊断放射防护要求》的相应要求。 (以下空白)		
其他特殊情况说明			



编制: 李松岭

审核: 张瑞珍

签发: 张俊杰

2025 年 08 月 28 日

2025 年 08 月 28 日

2025 年 08 月 28 日



长润安测科技有限公司

检测报告

报告编号: CR-FW-1120240331-014

第 2 页 共 3 页

一、工作场所辐射防护检测

检测条件: 120kV、100mA、6s 模体: CT 体模 本底值 ($\mu\text{Sv/h}$): 0.111-0.129

检测点位	屏蔽体	判定标准 ($\mu\text{Sv/h}$)	检测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	单项结论	备注
1	工作人员操作位置处	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.121	合格	/
2	观察窗中央外 30cm 处	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.126	合格	/
3	观察窗上缝外 30cm 处	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.128	合格	/
4	观察窗下缝外 30cm 处	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.122	合格	/
5	观察窗左缝外 30cm 处	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.127	合格	/
6	观察窗右缝外 30cm 处	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.126	合格	/
7	工作人员门中央外 30cm 处	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.127	合格	/
8	工作人员门上缝外 30cm 处	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.35	合格	/
9	工作人员门下缝外 30cm 处	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.53	合格	/
10	工作人员门左缝外 30cm 处	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.33	合格	/
11	工作人员门右缝外 30cm 处	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.32	合格	/
12	防护门中央外 30cm 处	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.36	合格	/
13	防护门上缝外 30cm 处	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.28	合格	/
14	防护门下缝外 30cm 处	周围剂量当量率 ≤ 2.5	1.03	合格	/
15	防护门左缝外 30cm 处	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.66	合格	/
16	防护门右缝外 30cm 处	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.38	合格	/
17	机房东墙外 30cm 处	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.121	合格	/
18	机房南墙外 30cm 处	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.123	合格	电梯间
19	机房西墙外 30cm 处	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.123	合格	高活室
20	机房北墙外 30cm 处	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.123	合格	库房
21	楼上距顶棚地面 100cm 处	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.124	合格	/
22	楼下距楼下地面 170cm 处	周围剂量当量率 ≤ 2.5	/	/	土层,人员无法到达
23	机房北墙外 30cm 处	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.125	合格	库房
24	机房南墙外 30cm 处	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.121	合格	强电间
25	机房西墙外 30cm 处	周围剂量当量率 ≤ 2.5	0.124	合格	设备间

注: 1、以上相应检测位置不少于三个点。2、以上周围剂量当量率检测结果数据均未扣除本底值。



CR-GS-BG-003-2025-E/0

检测报告

报告编号: CR-FW-1120240331-014

第 3 页 共 3 页

二、现场照片



三、防护检测布点图

