

烟台市标准计量检验检测中心
电离辐射计量实验室应用项目（一期）
竣工环境保护验收监测报告表

建设单位/编制单位：烟台市标准计量检验检测中心

2026年3月

建设单位/编制单位法人代表： (签字)

项目负责人：

填表人：

建设单位/编制单位：烟台市标准计量检验检测中心（盖章）

电话：

传真：/

邮编：264003

地址：山东省烟台市莱山区新苑路 17 号

目 录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 项目建设情况.....	8
表 3 辐射安全与防护设施/措施.....	30
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.....	43
表 5 验收监测质量保证及质量控制.....	48
表 6 验收监测内容.....	50
表 7 验收监测.....	53
表 8 验收监测结论.....	59
附件 1 本次验收项目环评批复.....	62
附件 2 辐射安全许可证.....	64
附件 3 辐射安全管理制度及应急演练记录.....	73
附件 4 核技术利用辐射安全与防护考核成绩单.....	124
附件 5 个人剂量档案表.....	123
附件 6 自行监测记录表.....	125
附件 7 辐射安全防护设施设备检查维护记录.....	126
附件 8 放射性同位素入库、使用登记记录及放射源回收协议.....	128
附件 9 竣工环境保护验收监测报告.....	130
附图 1 本期项目所在地理位置示意图.....	141
附图 2 本期项目周边关系影像图.....	142
附图 3 本期项目所在烟台检验检测产业园总平面布置图.....	143
附图 4 核装备计量测试中心一层平面布置图.....	144
附图 5 核装备计量测试中心二层平面布置图.....	145

建设项目竣工环境保护“三同时”验收登记表

表 1 项目基本信息

建设项目名称	烟台市标准计量检验检测中心电离辐射计量实验室应用项目（一期）				
建设单位名称	烟台市标准计量检验检测中心（国家蒸汽流量计量烟台检定站、烟台市质量技术监督评估鉴定所）				
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建				
建设地点	山东省烟台市黄渤海新区柳林河东路 2 号，国家核电核岛装备产业计量测试中心				
源项	放射源		III类放射源		
	非密封放射性物质		/		
	射线装置		II类射线装置		
建设项目环评批复时间	2023 年 10 月 16 日		开工建设时间	2023 年 11 月	
取得辐射安全许可证时间	2025 年 5 月 23 日		项目投入运行时间	2026 年 1 月	
辐射安全与防护设施投入运行时间	2026 年 1 月		验收现场监测时间	2026 年 3 月 3 日	
环评报告表审批部门	烟台市生态环境局经济技术开发区分局		环评报告表编制单位	山东环嘉项目咨询有限公司	
辐射安全与防护设施设计单位	北京东方华脉建筑设计咨询有限责任公司		辐射安全与防护设施施工单位	中建深圳装饰有限公司	
投资总概算	3000 万元	辐射安全与防护设施投资总概算	200 万元	比例	6.67%
实际总概算（一期项目）	2720 万元	辐射安全与防护设施实际总概算（一期项目）	220 万元	比例	8.09%
验收依据	<p>一、法律、法规和规章制度</p> <p>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；</p> <p>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；</p>				

<p>验收依据</p>	<p>3. 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，中华人民共和国主席令第 43 号公布，2020.4.29 修订，2020.9.1 实施；</p> <p>4. 《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；</p> <p>5. 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号，2005 年 12 月 1 日施行，2014 年 7 月 9 日第一次修订，2019 年 3 月 2 日第二次修订；</p> <p>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；</p> <p>7. 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令第 18 号，2011 年 4 月 18 日公布，2011 年 5 月 1 日施行；</p> <p>8. 《关于发布<射线装置分类>的公告》，原环境保护部、原国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017.12 施行；</p> <p>9. 《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，2005.12.23 实施；</p> <p>10. 《国家危险废物名录（2025 年版）》，生态环境部、国家发展和改革委员会、公安部、交通运输部、国家卫生健康委员会令第 36 号公布，2025.1.1 实施；</p> <p>11. 《危险废物转移管理办法》，生态环境部 公安部 交通运输部 部令第 23 号，2022.1 实施；</p> <p>12. 关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告，原环境保护部国环规环评[2017]4 号，2017 年 11 月 20 日施行；</p> <p>13. 《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；</p> <p>14. 《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；</p> <p>15. 关于印发《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》的通知，环办辐射函（2025）313 号，2025 年 8 月 29 日施行。</p> <p>二、建设项目竣工环境保护验收技术规范、行业标准及技术导则</p> <p>1. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p>
-------------	---

<p>验收依据</p>	<p>2. 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>3. 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>4. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</p> <p>5. 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）；</p> <p>6. 《密封放射源及密封γ放射源容器的放射卫生防护标准》（GBZ 114-2006）；</p> <p>7. 《剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求》（GA 1002-2012）；</p> <p>8. 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）；</p> <p>9. 《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）；</p> <p>10. 《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ 1276-2022）。</p> <p>三、环境影响报告表及其审批部门审批决定</p> <p>1. 《烟台市标准计量检验检测中心电离辐射计量实验室应用项目环境影响报告表》，山东环嘉项目咨询有限公司，2023年9月；</p> <p>2. 《烟台市标准计量检验检测中心电离辐射计量实验室应用项目环境影响报告表》审批意见，烟台市生态环境局经济技术开发区分局，烟开环表（2023）77号（见附件1），2023.10.16。</p> <p>四、其他相关文件</p> <p>1. 单位辐射安全许可证；</p> <p>2. 单位辐射安全管理规章制度等支持性资料。</p>
<p>验收执行标准</p>	<p>一、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）</p> <p>根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）附录B内剂量限值要求。</p> <p>1、人员剂量</p> <p>（1）职业照射</p> <p>①职业照射剂量限值</p> <p>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；</p> <p>b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；</p> <p>c) 眼晶体的年当量剂量，150mSv；</p>

验收执行标准	<p>d) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。</p> <p>(2) 公众照射</p> <p>①公众照射剂量限值</p> <p>a) 年有效剂量，1mSv；</p> <p>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。</p> <p>c) 眼晶体的年当量剂量，15mSv；</p> <p>d) 皮肤的年当量剂量，50mSv。</p> <p>二、《密封放射源及密封γ放射源容器的放射卫生防护标准》（GBZ 114-2006）</p> <p>5 密封γ放射源容器的放射防护要求</p> <p>5.8 距离装有活度为3.7×10^{10}Bq以下的密封γ放射源容器外表面100cm处任意一点辐射的空气比释动能率不得超过$0.05 \text{mGy} \cdot \text{h}^{-1}$；距离装有活度为$3.7 \times 10^{10}$Bq以上的密封$\gamma$放射源容器外表面100cm处任意一点辐射的空气比释动能率不得超过$0.2 \text{mGy} \cdot \text{h}^{-1}$。</p> <p>7 密封源贮存的放射防护要求</p> <p>7.1 使用单位应有密封源的账目，设立领存登记，状态核查，定期清点，钥匙管理等防护措施。</p> <p>7.2 根据密封源类型、数量及总活度，应分别设计安全可靠的贮源室，贮源箱等相应的专用贮源设备。</p> <p>7.3 贮源室应符合防护屏蔽设计要求，确保周围环境安全，贮源室应有专人管理。</p> <p>7.5 贮源室应设置醒目的电离辐射警告标志，严禁无关人员进入。</p> <p>7.6 贮源室应有足够的使用面积，便于密封源存取；并保持良好的通风和照明。</p> <p>7.7 贮源室以及贮源柜、箱等均应有放水、防火、防爆、防腐蚀与防盗等安全设施。</p> <p>7.8 无使用价值或不继续使用的退役密封源应退回生产厂家。</p> <p>三、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）</p> <p>4 使用单位放射防护要求</p>
--------	--

验收执行 标准	<p>4.1 开展工业探伤工作的使用单位对放射防护安全应负主体责任。</p> <p>4.2 应建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责，建立和实施放射防护管理制度和措施。</p> <p>4.3 应对从事探伤工作的人员按 GBZ 128 的要求进行个人剂量监测，按 GBZ 98 的要求进行职业健康监护。</p> <p>4.4 探伤工作人员正式工作前应取得符合 GB/T 9445 要求的无损探伤人员资格。</p> <p>4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。</p> <p>4.6 应制定辐射事故应急预案。</p> <p>6 固定式探伤的放射防护要求</p> <p>6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T 250。</p> <p>6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB 18871 的要求。</p> <p>6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：</p> <p>a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 $100 \mu\text{Sv}/\text{周}$，对公众场所，其值应不大于 $5 \mu\text{Sv}/\text{周}$；</p> <p>b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$。</p> <p>6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：</p> <p>a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同 6.1.3；</p> <p>b) 对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 $100 \mu\text{Sv}/\text{h}$。</p> <p>6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤</p>
------------	---

验收执行
标准

室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。

6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。

6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。

6.1.10 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求

6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X- γ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

6.2.4 交接班或当班使用便携式 X- γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工

验收执行
标准

作。如发现便携式 X- γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

6.2.5 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。

6.2.6 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。

6.2.7 开展探伤室设计时未预计到的工作，如工件过大等特殊原因必须开门探伤的，应遵循本标准第 7.1 条~第 7.4 条的要求。

6.3 探伤设施的退役

当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容：

c) X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。

f) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

根据《烟台市标准计量检验检测中心电离辐射计量实验室应用项目环境影响报告表》评价内容及环评批复要求，本期验收采用 2.5 μ Sv/h 作为实验室屏蔽体（墙）外、屋顶及入口门外 30cm 处剂量率的剂量率参考控制水平；以 5.0mSv 作为职业人员的年管理剂量约束值；以 0.1mSv 作为公众成员的年管理剂量约束值。

四、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，烟台市环境天然 γ 空气吸收剂量率见表 1-1。

表 1-1 烟台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	2.14~12.05	5.84	1.66
道 路	1.94~20.14	6.49	2.39
室 内	4.56~20.53	10.11	2.71

注：表中数据摘自《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》，山东省环境监测中心站，1989 年。

表 2 项目建设情况

2.1 项目建设内容

一、项目基本情况

烟台市标准计量检验检测中心（国家蒸汽流量计量烟台检定站、烟台市质量技术监督评估鉴定所）（以下简称“中心”）成立于 2021 年 3 月，由原国家蒸汽流量计量烟台检定站、烟台市计量所、烟台市产品质量监督检验所、烟台市技术监督信息研究所 4 家单位整合组建而成，加挂“国家蒸汽流量计量烟台检定站、烟台市质量技术监督评估鉴定所”牌子，为烟台市市场监督管理局所属正处级公益二类事业单位，是经总局/省局资质认定、计量授权，中国合格评定国家认可委员会（CNAS）认可的技术机构。主要职责为：履行公益职责，助力质量提升；计量强制检定和法律规定的其他检定、校准、检验检测、型式评价；产业计量技术服务；产品质量检验检测；标准、编码、条码的研究与服务；技术咨询、评估鉴定、人员培训及考试等。

2023 年 9 月，中心委托山东环嘉项目咨询有限公司编制了《电离辐射计量实验室应用项目环境影响报告表》，项目建设内容为：新建 4 间电离辐射标准实验室，X 射线无损检测及射线机检定实验室使用 1 台 X 射线探伤机对外提供 X 射线无损检测服务，最大管电压 350kV、最大管电流 20mA，属 II 类射线装置；实验室内配置标准剂量仪等装置，对送检 X 射线探伤机进行检定，检定 X 射线探伤机最大管电压 350kV、最大管电流 20mA，属使用 II 类射线装置；防护级和治疗级 X 射线实验室使用 1 套 X 射线辐射刻度装置，并配置 2 台中能 X 射线机交替使用，其中 1 台 X 射线机最大管电压 320kV、最大管电流 22.5mA，1 台 X 射线机最大管电压 450kV、最大管电流 15mA，均属使用 II 类射线装置；环境级和防护级 γ 射线实验室拟使用 1 套 γ 源辐射刻度装置，装置内配备使用 5 枚放射源，包括 1 枚活度为 3.7×10^{11} Bq 的 III 类 ^{137}Cs 放射源，1 枚活度为 3.7×10^{10} Bq 的 IV 类 ^{137}Cs 放射源，1 枚活度为 3.7×10^8 Bq 的 V 类 ^{137}Cs 放射源，1 枚活度为 1.85×10^{11} Bq 的 III 类 ^{241}Am 放射源，1 枚活度为 3.7×10^{10} Bq 的 III 类 ^{60}Co 放射源，属使用 III 类、IV 类、V 类放射源；环境级和防护级中子计量测试实验室拟使用 1 套中子辐射刻度装置，装置内配备使用 1 枚 5.55×10^{11} Bq 的 III 类 $^{241}\text{Am-Be}$ 中子源，属使用 III 类放射源，用于对外提供无损检测和辐射测量仪表校准、刻度服务。2023 年 10 月 16 日，烟台市生态环境局经济技术开发区分局以“烟开环表(2023)77 号”文对该项目进行了审批。

中心于 2025 年 5 月 23 日取得由山东省生态环境厅颁发的辐射安全许可证，证书编号

为鲁环辐证[18003]，许可种类和范围为使用III类、IV类、V类放射源；使用II类射线装置，有效期至2030年5月22日。

二、项目建设内容及规模

环评规模：新建4间电离辐射标准实验室，X射线无损检测及射线机检定实验室使用1台X射线探伤机对外提供X射线无损检测服务，最大管电压350kV、最大管电流20mA，属II类射线装置；实验室内配置标准剂量仪等装置，对送检X射线探伤机进行检定，检定X射线探伤机最大管电压350kV、最大管电流20mA，属使用II类射线装置；防护级和治疗级X计量实验室使用1套X射线辐射刻度装置，并配置2台中能X射线机交替使用，其中1台X射线机最大管电压320kV、最大管电流22.5mA，1台X射线机最大管电压450kV、最大管电流15mA，均属使用II类射线装置；环境级和防护级 γ 计量实验室拟使用1套 γ 源辐射刻度装置，装置内配备使用5枚放射源，包括1枚活度为 3.7×10^{11} Bq的III类 ^{137}Cs 放射源，1枚活度为 3.7×10^{10} Bq的IV类 ^{137}Cs 放射源，1枚活度为 3.7×10^8 Bq的V类 ^{137}Cs 放射源，1枚活度为 1.85×10^{11} Bq的III类 ^{241}Am 放射源，1枚活度为 3.7×10^{10} Bq的III类 ^{60}Co 放射源，属使用III类、IV类、V类放射源；环境级和防护级中子计量测试实验室拟使用1套中子辐射刻度装置，装置内配备使用1枚 5.55×10^{11} Bq的III类 $^{241}\text{Am-Be}$ 中子源，属使用III类放射源，用于对外提供无损检测和辐射测量仪表校准、刻度服务。

验收规模：中心对项目进行了分期建设，分期验收；本次验收为一期验收内容：新建2间电离辐射标准实验室，防护级和治疗级X计量实验室使用1套X射线辐射刻度装置，并配置1台中能X射线机使用，X射线机最大管电压320kV、最大管电流22.5mA，属使用II类射线装置；环境级和防护级 γ 计量实验室使用1套 γ 源辐射刻度装置，装置内配备使用2枚放射源，包括1枚出厂活度为 3.7×10^{11} Bq的 ^{137}Cs 放射源，1枚出厂活度为 3.7×10^{10} Bq的 ^{60}Co 放射源，属使用III类放射源；用于对外提供辐射测量仪表校准、刻度服务。本期项目验收规模与环评本期规模一致。验收期间X计量、 γ 计量设备均正常运行。本次验收范围内辐射安全许可证许可及使用放射源和射线装置情况详见表2-1~表2-2。

表 2-1 辐射安全许可证许可及使用放射源一览表

序号	活动种类和范围						使用台账								
	辐射活动场所名称	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
1	环境级和防护级γ计量实验室	Cs-137	III类	刻度/校准源	使用	3.7E+11*1	0124CS008283	Cs-137	2024-10-12	3.7E+11	3.60E+11	2310845	III类	刻度/校准源	成都中核高通同位素股份有限公司
2		Cs-137	V类	刻度/校准源	使用	3.7E+8*1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3		Cs-137	IV类	刻度/校准源	使用	3.7E+10*1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4		Co-60	III类	刻度/校准源	使用	3.7E+10*1	0325C000503	Co-60	2025-06-23	3.7E+10	3.44E+10	2514008	III类	刻度/校准源	成都中核高通同位素股份有限公司
5		Am-241	III类	刻度/校准源	使用	1.85E+11*1	-	-	-	-	-	-	-	-	-

表 2-2 辐射安全许可证许可及使用射线装置一览表

序号	活动种类和范围						使用台账						备注
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量	数量单位(台/套)	持有数量	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	
1	防护级和治疗级X计量实验室	工业用X射线探伤装置	II类	使用	2	台	1	中能X射线机	Mgi 320	1806241	管电压 320 kV 管电流 22.5 mA	Comet	-

三、项目总平面布置、建设地点和周围环境敏感目标分布情况

烟台市标准计量检验检测中心（国家蒸汽流量计量烟台检定站、烟台市质量技术监督评估鉴定所）位于山东省烟台市莱山区新苑路17号。中心电离辐射计量实验室位于烟台市黄渤海新区柳林河东路2号，国家核电核岛装备产业计量测试中心。防护级和治疗级X计量实验室、环境级和防护级 γ 计量实验室四周毗邻关系见表2-3。2个实验室50m评价范围内均为烟台检验检测产业园内区域，无其它集中居民区、医院、学校等其他环境保护目标。本期项目所在位置地理位置见附图1，周边关系影像见附图2，实验室所在国家核电核岛装备产业计量测试中心总平面布置见附图3，核装备计量测试中心一层、二层平面布置分别见附图4、附图5。

本期项目核装备计量测试中心为一栋整体2层局部1层的半地下式建筑，其中X射线无损检测及射线机检定实验室、防护级和治疗级X计量实验室、环境级和防护级 γ 计量实验室、环境级和防护级中子计量测试实验室为单层结构，样品及废物处理室等其他功能房间为两层结构。现场勘查情况见图2-1，实验室平面布置见附图2，实验室四周毗邻关系见表2-3。

表 2-3 本期项目实验室四周比邻关系一览表

名称	方向	场所名称（0~50m）
防护级和治疗级X计量实验室	东北侧	X射线无损检测及射线机检定实验室和相关辅助房间（核装备计量测试中心走廊、胶片处理室、数据存储、处理室、配电间等）
	西北侧	一层区域：控制室、核装备计量测试中心走廊、烟台检验检测产业园消防通道；二层区域：露天平台；烟台检验检测产业园2#厂房
	西南侧	环境级和防护级 γ 计量实验室、环境级和防护级中子计量测试实验室和相关辅助房间（样品及废物处理室、 α 、 β 测试室、值班室、办公室等）
	东南侧	泄洪通道、土层（地上部分为烟台检验检测产业园3#厂房）
	室顶	土层、烟台检验检测产业园绿化带
	地下	土层
环境级和防护级 γ 计量实验室	东北侧	防护级和治疗级X计量实验室、X射线无损检测及射线机检定实验室和相关辅助房间（核装备计量测试中心走廊、胶片处理室、数据存储、处理室、配电间等）
	西北侧	一层区域：控制室、核装备计量测试中心走廊、烟台检验检测产业园消防通道；二层区域：核装备计量测试中心走廊、露天平台；烟台检验检测产业园2#厂房
	西南侧	环境级和防护级中子计量测试实验室和相关辅助房间（样品及废物处理室、 α 、 β 测试室、值班室、办公室等）
	东南侧	泄洪通道、土层（地上部分为烟台检验检测产业园3#厂房）
	室顶	土层、烟台检验检测产业园绿化带
	地下	土层

	
<p>防护级和治疗级 X 计量实验室</p>	<p>X 射线辐射刻度装置</p>
 <p style="text-align: center;">东北 ←</p>	 <p style="text-align: center;">西南 ←</p>
<p>防护级和治疗级 X 计量实验室东北侧 X 射线无损检测及射线机检定实验室（未建设完成）</p>	<p>防护级和治疗级 X 计量实验室西南侧环境级和防护级 γ 计量实验室</p>
 <p style="text-align: center;">东南 ←</p>	 <p style="text-align: center;">西北 ←</p>
<p>防护级和治疗级 X 计量实验室东南侧泄洪通道</p>	<p>防护级和治疗级 X 计量实验室西北侧控制室</p>

图2-1 本期项目实验室现状照片



防护级和治疗级 X 计量实验室上方绿化带



防护级和治疗级 X 计量实验室迷道



工作状态指示灯

电离辐射警告标志

防护级和治疗级 X 计量实验室防护门



X 射线接收器









固定式辐射剂量率仪、射束中心激光



防护级和治疗级 X 计量实验室内视频监控探头

续图2-1 本期项目实验室现状照片

 <p>开门装置志</p> <p>急停按钮</p>	
<p>防护级和治疗级X计量实验室防护门开关、急停按钮</p>	<p>防护级和治疗级X计量实验室制度上墙</p>
 <p>实验室吊顶内</p>	
<p>防护级和治疗级 X 计量实验室排风系统</p>	<p>防护级和治疗级X计量实验室操作位急停按钮、视频监控</p>
	 <p>工作状态指示灯志</p> <p>电离辐射警告标志</p>
<p>防护级和治疗级X计量实验室门机联锁装置</p>	<p>环境级和防护级γ计量实验室防护门</p>

续图 2-1 本期项目实验室现状照片



环境级和防护级 γ 计量实验室



γ 源辐射刻度装置



环境级和防护级 γ 计量实验室东北侧防护级和
治疗级 X 计量实验室



环境级和防护级 γ 计量实验室西南侧环境级和防
护级中子计量测试实验室（未建设完成）



环境级和防护级 γ 计量实验室东南侧泄洪通道



环境级和防护级 γ 计量实验室西北侧控制室

续图2-1 本期项目实验室现状照片

	
<p>环境级和防护级 γ 计量实验室上方绿化带</p>	<p>环境级和防护级 γ 计量实验室迷道</p>
	
<p>环境级和防护级 γ 计量实验室制度上墙</p>	<p>环境级和防护级 γ 计量实验室内视频监控探头</p>
	
<p>环境级和防护级 γ 计量实验室内固定式辐射剂量率仪</p>	<p>环境级和防护级 γ 计量实验室操作台视频监控</p>
	
<p>γ 源辐射刻度装置工作状态指示灯及声光报警装置</p>	<p>环境级和防护级 γ 计量实验室内 γ 源辐射刻度装置急停按钮</p>

续图2-1 本期项目实验室现状照片

	
<p>环境级和防护级 γ 计量实验室防挤压装置</p>	<p>环境级和防护级 γ 计量实验室门机联锁装置</p>
	
<p>环境级和防护级 γ 计量实验室通风系统</p>	<p>环境级和防护级 γ 计量实验室内防护门开门装置 急停按钮</p>
	<p>/</p>
<p>实验室室外排风口</p>	<p>/</p>

续图2-1 本期项目实验室现状照片

四、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

本期项目环境影响报告表建设内容与现场验收情况对比见表 2-4, 环境影响报告表批复建设内容与现场验收情况对比见表 2-5。

表 2-4 本期项目环境影响报告表建设内容与验收情况对比表

名称	环评内容	现场状况	备注
项目位置	山东省烟台市经济技术开发区烟台检验检测产业园国家核电核岛装备产业计量测试中心	山东省烟台市黄渤海新区柳林河东路 2 号，国家核电核岛装备产业计量测试中心	与环评一致
内容	<p>新建 4 间电离辐射标准实验室，X 射线无损检测及射线机检定实验室使用 1 台 X 射线探伤机对外提供 X 射线无损检测服务，最大管电压 350kV、最大管电流 20mA，属 II 类射线装置；实验室内配置标准剂量仪等装置，对送检 X 射线探伤机进行检定，检定 X 射线探伤机最大管电压 350kV、最大管电流 20mA，属使用 II 类射线装置；防护级和治疗级 X 计量实验室使用 1 套 X 射线辐射刻度装置，并配置 2 台中能 X 射线机交替使用，其中 1 台 X 射线机最大管电压 320kV、最大管电流 22.5mA，1 台 X 射线机最大管电压 450kV、最大管电流 15mA，均属使用 II 类射线装置；环境级和防护级 γ 计量实验室拟使用 1 套 γ 源辐射刻度装置，装置内配备使用 5 枚放射源，包括 1 枚活度为 3.7×10^{11}Bq 的 III 类 ^{137}Cs 放射源，1 枚活度为 3.7×10^{10}Bq 的 IV 类 ^{137}Cs 放射源，1 枚活度为 3.7×10^9Bq 的 V 类 ^{137}Cs 放射源，1 枚活度为 1.85×10^{11}Bq 的 III 类 ^{241}Am 放射源，1 枚活度为 3.7×10^9Bq 的 III 类 ^{60}Co 放射源，属使用 III 类、IV 类、V 类放射源；环境级和防护级中子计量测试实验室拟使用 1 套中子辐射刻度装置，装置内配备使用 1 枚 5.55×10^{11}Bq 的 III 类 $^{241}\text{Am-Be}$ 中子源，属使用 III 类放射源，用于对外提供无损检测和辐射测量仪表校准、刻度服务。</p>	<p>本次验收为一期验收内容：新建 2 间电离辐射标准实验室，防护级和治疗级 X 计量实验室使用 1 套 X 射线辐射刻度装置，并配置 1 台中能 X 射线机使用，X 射线机最大管电压 320kV、最大管电流 22.5mA，属使用 II 类射线装置；环境级和防护级 γ 计量实验室使用 1 套 γ 源辐射刻度装置，装置内配备使用 2 枚放射源，包括 1 枚活度为 3.7×10^{11}Bq 的 ^{137}Cs 放射源，1 枚活度为 3.7×10^{10}Bq 的 ^{60}Co 放射源，属使用 III 类放射源；用于对外提供辐射测量仪表校准、刻度服务。</p>	本期项目与环评一致

表 2-5 本期项目环境影响报告表批复建设内容与验收情况对比表

环境影响报告表批复意见	验收时落实情况	备注
<p>一、烟台市标准计量检验检测中心位于烟台开发区 A-46 小区。项目建设内容主要为新建 4 间电离辐射标准实验室及危废贮存间、胶片处理室、样品及废物处置室等辅助房间，其中 4 间电离辐射标准实验室分别为 X 射线无损检测及射线机检定实验室（1 台 X 射线探伤机，属 II 类射线装置）、防护级和治疗级 X 计量实验室（1 套 X 射线辐射刻度装置，并配置 2 台中能 X 射线机交替使用，属 II 类射线装置）、环境级和防护级 γ 计量实验室（1 套 γ 源辐射刻度装置，配备使用 5 枚放射源，属于 III 类、IV 类、V 类放射源）、环境级和防护级中子计量测试实验室（1 套中子辐射刻度装置，配备使用 1 枚，属 III 类放射源）。</p>	<p>本期验收项目实验室位于烟台市黄渤海新区柳林河东路 2 号，国家核电核岛装备产业计量测试中心。中心对项目进行了分期建设，分期验收，本期项目为第一期验收项目。本期项目验收内容主要为新建 2 间电离辐射标准实验室，其中 2 间电离辐射标准实验室分别为防护级和治疗级 X 计量实验室（1 套 X 射线辐射刻度装置，并配置 1 台中能 X 射线机，属 II 类射线装置）、环境级和防护级 γ 计量实验室（1 套 γ 源辐射刻度装置，配备使用 2 枚放射源，属于 III 类放射源）。</p>	<p>本期项目与批复意见基本一致</p>

2.2 源项情况

本期项目涉及的放射源和射线装置参数见表 2-6~表 2-7。

表 2-6 本次验收涉及的放射源情况

序号	核素名称	最大装源活度(Bq)×数量(枚)	类别	用途	活动种类
1	^{137}Cs	$(3.7 \times 10^{11}) \times 1$	III类	刻度、 验证	使用
2	^{60}Co	$(3.7 \times 10^{10}) \times 1$	III类		使用

表 2-7 本次验收涉及的射线装置技术参数

设备名称	设备型号	射线种类	管电压 (kV)	管电流 (mA)	出束角度	照射野
中能 X 射线机	Mgi 320	II 类	320	22.5	2°	直径 10~16cm 的圆

2.3 工程设备与工艺分析

一、设备组成、工作方式、工作原理和工艺流程

1、X 射线辐射刻度装置（防护级和治疗级 X 计量实验室）

（1）X 射线辐射刻度装置简介

X 射线辐射刻度装置由辐照发生装置、机械定位装置、控制系统、安全连锁系统等组成，主要用于 X 射线监测仪器刻度验证、X 剂量率仪等监测仪器能量响应的测试。

X 射线辐射刻度装置现状见图 2-2，装置各组成部分见表 2-8。



图 2-2 X 射线辐射刻度装置现状图

表 2-8 X 射线辐射刻度装置各组成部分

序号	设备组成	各组成部分说明
1	辐照发生装置	包括 X 射线机、附加过滤控制单元、X 光机支架、屏蔽体、标准体模、标准温度计、标准湿度计、标准气压计和配套设备等，用于产生符合标准要求 X 参考辐射。
2	机械定位装置	主要包括光学轨道、校准平台、控制器和激光定位装置等，实现在辐射场中不同空间位置的准确定位，从而获得不同剂量率，能够实现前后、左右、上下等多个维度的平移及 360° 旋转。
3	安全联锁系统	主要包括屏蔽门、区域 X 射线环境辐射监测仪、急停/解锁按钮、警示灯、报警装置、红外人体感应器、视频安全监控、各类感应开关及配套电缆等，能够与上述各部分及辐照发生装置联动，防止不符合流程的误操作、意外情况下紧急关闭放射源等，避免意外照射事故的发生。
4	控制系统	主要包括控制台、配电箱、操作面板、配套控制软件以及各类控制电缆等，用于远程自动控制辐照发生装置、机械定位装置并集成安全联锁系统，为上述各部分装置提供电源等。

(2) X 射线产生原理

X 射线机主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金、钼等）制成。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。这些高速电子到达靶面作用的韧致辐射即为 X 射线。

典型的 X 射线管结构见图 2-3。

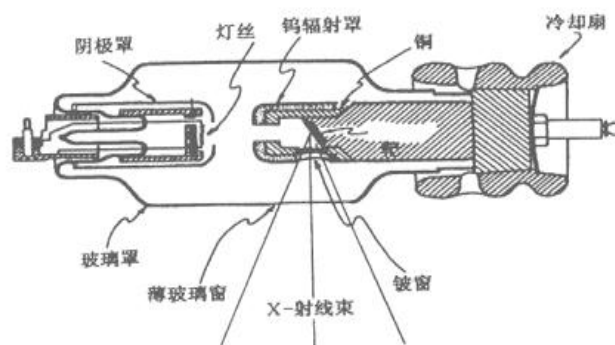


图 2-3 典型的 X 射线管结构图

(3) X 射线辐射计量原理

中能 X 射线装置运行时，通过量值传递次级标准器具，X 射线辐射刻度装置产生的参考辐射场的场强及其不确定度可追溯到国家计量标准，被校准的剂量率仪置于 X 射线机产生的参考辐射场中进行校准。

(4) 工作流程

1) 辐射工作人员将待校准的仪表置于实验室内探测器定位系统移动小车上固定，确认实验室内无人后关闭防护门。

2) 辐射工作人员在控制台上设置照射时间等参数后启动照射，打开快门进行照射；刻度过程中，通过调整待刻度探测器与靶点之间的距离，分别对不同距离处探测器的剂量率进行刻度、校准和记录，直到所有待刻度点全部刻度完毕。

3) 刻度作业结束后，快门自动关闭，固定剂量报警仪显示实验室内剂量达到本底水平，工作人员打开防护门进入实验室内，将被刻度辐射监测仪器取出，清场撤出并关闭防护门。

其工作流程示意图见图 2-4。

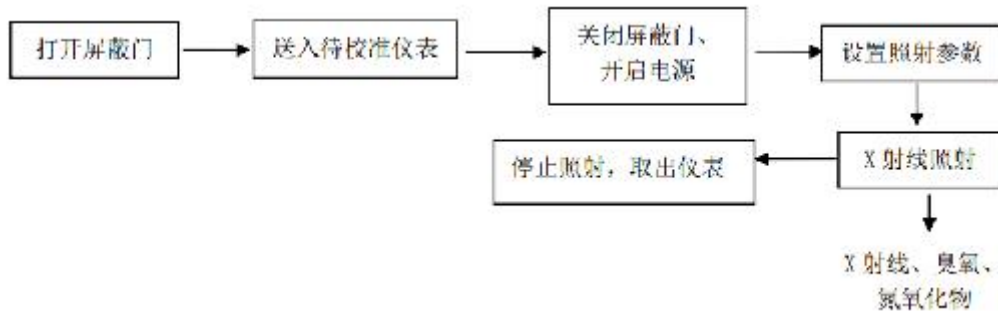


图 2-4 X 射线辐射刻度工作流程示意图

2、 γ 源辐射刻度装置（环境级和防护级 γ 计量实验室）

（1） γ 射线辐射刻度装置简介

1) 系统组成

γ 源辐射刻度装置主要由多源装置、校准台架、控制台及功能软件、量值传递次级标准器具、配套安全和联锁系统等组成。主要用于开展 γ 剂量率仪、个人剂量报警仪、便携式辐射监测仪等辐射监测仪器仪表的刻度。

γ 源辐射刻度装置整体外观示意图见图 2-5。

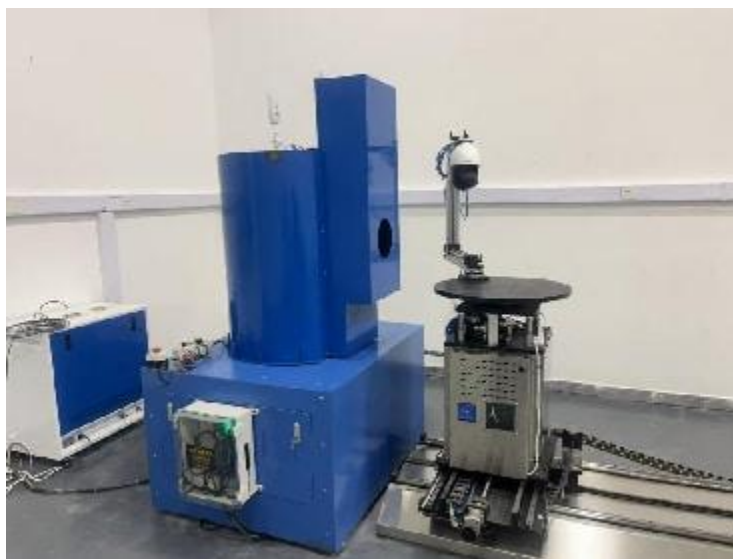


图 2-5 γ 射线辐射刻度装置示意图

①多源装置功能及技术参数

多源装置使用多枚不同种类、不同活度的放射源，本期项目装置内配备使用 2 枚放射源，包括 1 枚活度为 $3.7 \times 10^{11} \text{Bq}$ 的 III 类 ^{137}Cs 放射源，1 枚活度为 $3.7 \times 10^{10} \text{Bq}$ 的 III 类 ^{60}Co 放射源。用户可根据需要选择所需活度的放射源。

放射源固定在装置内可上下移动的源杆上，采用气缸驱动源杆，将需要使用的 ^{137}Cs 或

^{60}Co 放射源移动到照射位置。因此，通过移动源杆、设备结构和控制平台的选择程序可保证每次照射时只有 1 枚放射源处于照射位置。

快门系统采用双快门方式，主快门外置，材质为钨合金，开关采用气动方式，辅助快门内置。双快门方式可以保证源装置的安全性和可靠性。工作状态下，放射源旋转对准光阑准直器，辐照器快门开启，射线以准直束方式照射，光阑张角 12° ，放射源出束响应时间为 $1\sim 2\text{s}$ 。

多源装置采用铅作为屏蔽材料，铅容器采用整体浇铸，并按 γ 辐射屏蔽计算厚度设计 20% 的余量，保证在距源容器外表面 5cm 处的平均剂量率不大于 $2.5\ \mu\text{Sv/h}$ 。

②多源装置的组成

多源装置主要包括：铅容器、快门系统、准直器。多源装置结构、外观示意图分别见下图。

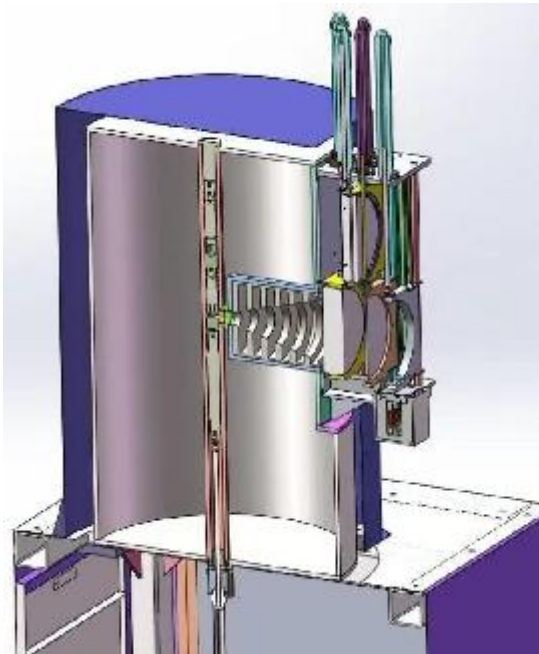


图 2-6 多源装置外观示意图

源杆：源棒设计有 2 个源槽，其中源槽内放置 ^{137}Cs 放射源（1 枚）和 ^{60}Co 放射源（1 枚），当源装置关闭时，空源位对准出射孔。

快门系统：主快门采用钨合金推—拉式气动结构，用电磁阀对气路进行切换保证主快门的开关控制。当出现紧急断电情况时，电磁阀自动切换为关主快门气路，保证主快门可自动关闭。在图片右侧为气动推杆，通过气动推杆来控制气动快门的打开和关闭，黑色圆面为钨合金快门口。

准直器：多源装置中的钨合金准直器进行了光阑设计。钨合金准直器中的光阑采用钨

合金多板去散射结构,辐射角设计满足距离放射源 3 米处,辐射束横截面直径不低于 600mm,辐射质满足 GB12162 的要求。

多源装置控制方式:多源装置通过定位到设置的源位进行照射。为了保证源装置定位精度,采用气缸驱动衰减片和源杆,具有钨合金准直器,升源位置准确,不易卡源。

③倒源功能

装置设计有倒源功能,进行倒源时由厂家专业人员操作。

④校准台架

校准台架由校准小车、校准平台、导轨、定位系统、动力组件、铅板等构成。校准小车安装在 Y 轴向两条走车导轨上, Y 轴向导轨和校准平台一体安装在 X 轴向的两条走车导轨上,校准小车可进行 X 轴向、Y 轴向的精确移动,校准平台还可在 Z 轴向精确升降调节和旋转。校准台架的主体框架采用低原子序数的轻型铝件型材,以减少散射对参考辐射场的影响。

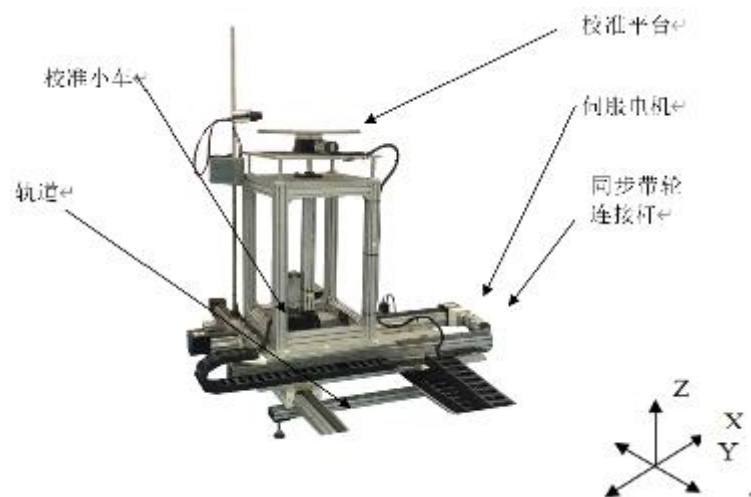


图 2-7 校准台架示意图

⑤校准平台

校准平台用于承载待照射的辐射监测仪器,校准平台在设计上,能够满足实验室中各种便携式辐射仪表的固定,转盘能够同时架设多台剂量仪,提高刻度效率。校准平台可旋转,旋转速度 1rpm,旋转定位精度小于 1° 。校准平台总体高度小于 1000mm。校准平台设置多个仪表位置(均分),包括放置被测仪表、安装光电开关。校准平台上方安装仪表摄像,视频信息传输到控制台实时显示。校准平台旋转的控制为调整模式即键按下校准平台旋转(正向或反向),释放即停。在校准平台上配置一套标准电离室夹具,利用激光定位系统实现电离室的定位。

⑥定位系统

定位系统用于源装置准直方向的定位及小车零点定位。实验室中定位系统由多台激光定位仪组成，可发出水平和垂直十字激光线，能实现俯仰角、上下和横向微调。

⑦控制台及功能软件

控制台采用功能模块化设计、通过不同的控制器模块分别管理放射源控制、校准台架、以及整个系统安全联锁控制。控制台上配置监视器且设置对讲装置，实现控制室与实验室之间实时通信。实验室内设备工况能够实时地在控制台显示屏上动态显示。

⑧专用控制器

专用控制器分别模块化管理换源控制、源装置定时（或者计时）照射、校准小车定位控制、安全系统联锁、数据获取与处理等功能。

⑨监控设备

监控设备包括监视器、摄像头及硬盘录像机。摄像头可实现实验室全景监视、校准平台仪表读数、X轴走车导轨标尺读数。

⑩量值传递次级标准器具

量值传递次级标准器具用于辐照场剂量率的校正和测量。

2)工作原理

由经过检定的量值传递次级标准器具对 γ 标准实验室辐照间校准小车零位处剂量率进行标定，并把零点校准值输入计算机控制软件，控制软件内置的辐射衰变公式，随着时间的变化，可自动计算出衰变后的零点剂量率。另外通过软件控制校准小车移动，得到不同距离下对应的剂量率。校准小车和放射源装置具备独立的控制器，由对应的驱动器控制电机的转动完成校准小车移动和放射源装置升、降源等过程，其中放射源装置辅以气动控制系统，当设备意外断电时，电磁阀自动切换气路，推动主快门关闭。

另外，实验室内由环境参数监测设备对温度、气压、湿度进行监测，监测数据通过通信传输至计算机监控软件，完成辐射剂量率的空气因子修正等；由区域 γ 辐射监测仪对环境辐射剂量进行监测，监测数据上传计算机监控软件，完成整个系统的辐射报警联锁功能；由视频监控系统对人员和设备进行监视，并通过标尺摄像头和仪表摄像头完成校准小车移动距离的标尺读数以及辐射监测仪表的数据显示读数。

监控软件界面中显示各种功能参数及工作状态，通过操作监控软件发出各种控制指令，经控制器处理后控制相应的设备工作，工作原理框图见图 2-8。

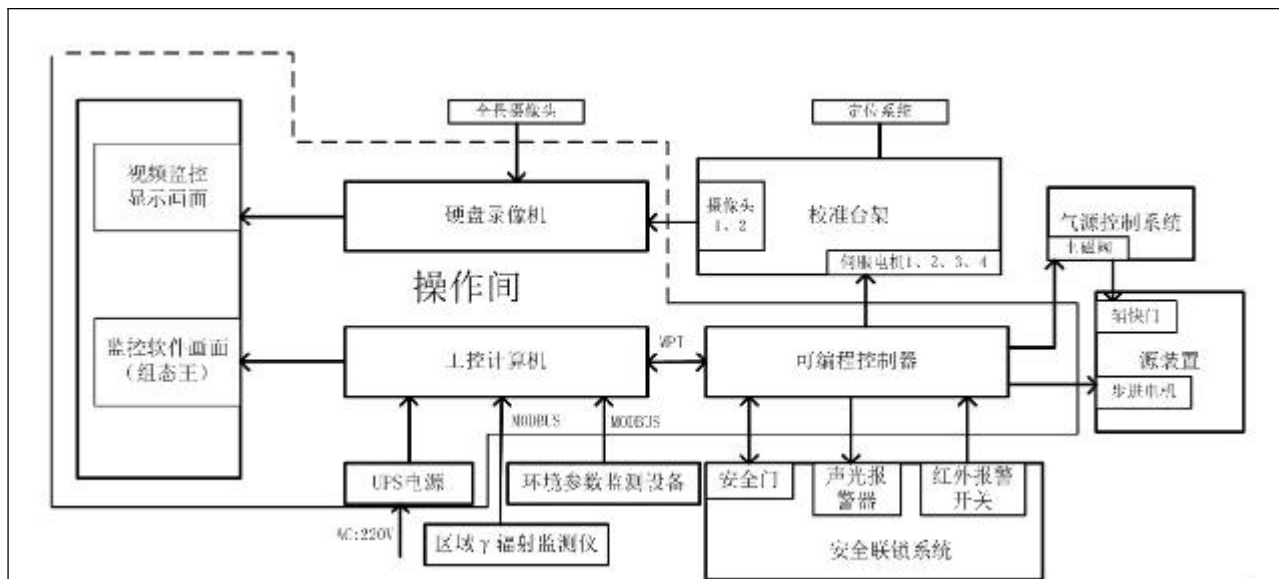


图 2-8 工作原理框图

3) 放射源主要技术参数

本期项目环境级和防护级 γ 计量实验室使用多源装置用于产生参考辐射，多源装置使用 1 枚 ^{137}Cs 、1 枚 ^{60}Co 。多源装置最多可使用 2 枚放射源。多源装置表面 30cm 处平均剂量率不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

环境级和防护级 γ 计量实验室多源装置使用密封源情况见下表。

表 2-9 环境级和防护级 γ 计量实验室多源装置使用密封源情况

序号	场所名称	核素名称	活度 (Bq) × 数量 (枚)	类别	活动种类
1	环境级和防护级 γ 计量实验室	^{137}Cs	$(3.7 \times 10^{11}) \times 1$	III类	使用
		^{60}Co	$(3.7 \times 10^{10}) \times 1$	III类	使用

4) 核素特性

1) ^{137}Cs (铯-137)

半衰期: 30.17 年

衰变方式: 100% β -衰变;

主要发射两种 β -粒子, 0.512MeV (94.6%) 和 1.174MeV (5.4%), 未见 γ 。发射 0.512MeV 的 β -射线后转变为 $^{137\text{m}}\text{Ba}$ 。 $^{137\text{m}}\text{Ba}$ 作同质异能跃迁衰变, 其 γ 射线能量为 0.6617MeV, 半衰期 2.55min。衰变纲图如下所示:

2) 辐射工作人员在控制台设置照射源、照射时间、控制校准平台位置，出源照射；

3) 刻度过程中，通过调整待刻度探测器与放射源之间的距离，分别对不同距离处探测器的剂量率进行刻度和记录；通过选择不同活度放射源对相同距离处探测器的剂量率进行刻度和记录；通过选择不同核素种类的放射源对同一探测器不同能量区间进行刻度和记录，重复操作直到所有待刻度点全部刻度完毕；

4) 刻度作业结束后，快门自动关闭，放射源收回至刻度装置贮源器中，待固定剂量报警仪显示实验室内剂量达到本底水平，工作人员打开防护门进入实验室内，将被刻度辐射监测仪器取出，同时检查放射源回源情况，防止出现源脱落现象，确认无误后关闭装置，清场撤出并关闭防护门。

γ 源辐射刻度装置工作流程示意图见图 2-11。

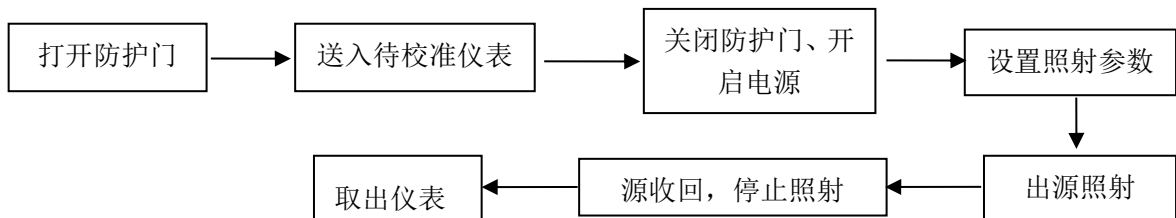


图 2-11 γ 源辐射刻度装置工作流程示意图

2.4 主要放射性污染物和污染途径

1、放射性废物

本期项目不产生放射性废气、放射性废水。项目涉及产生退役或废旧放射源，属放射性固体废物，退役或废旧放射源在换源时直接由放射源厂家回收或具备废旧源处理资质的单位处置，辐射工作人员不参与退役或废旧放射源换源工作。

2、 β 射线、 γ 射线、中子

根据 ^{60}Co 、 ^{137}Cs 的核素特性可知，放射源在使用过程中产生 β 射线、 γ 射线影响。根据《辐射防护手册(第一分册) 辐射源与屏蔽》第 9 章 α 和 β 粒子的屏蔽， β 粒子在介质中运行，迅速失去能量，穿透力较弱，对周围辐射环境影响很小。因此 ^{60}Co 、 ^{137}Cs 衰变过程中产生的 γ 射线穿透能力较强，有可能对环境产生辐射影响。

3、X 射线

X 射线机开机后产生 X 射线，对周围环境产生辐射影响，关机后 X 射线随之消失。

4、非放射性污染因素分析

放射源、X射线机产生的 γ 射线、X射线等会使空气电离。空气电离产生臭氧(O_3)和氮氧化物(NO_x)，在 NO_x 中以 NO_2 为主。它们是具有刺激性作用的非放射性有害气体。

综上所述，本次验收污染因子主要为退役或废旧放射源、 γ 射线、X射线、非放射性废气。

2.5 工作负荷和人员配置

1. 人员配置

公司为本期项目配置了4名职业人员，其中1名职业人员同时担任辐射安全管理人员。4名职业人员均已通过国家核技术利用辐射安全与防护考核，取得合格成绩单，且成绩单均处于有效期内（见附件4）。

2. 工作时间

防护级和治疗级X计量实验室年刻度监测仪器共计2500台（套），每台照射时间不超过15min，则保守估计全年累积曝光时间为625h；环境级和防护级 γ 计量实验室年刻度监测仪器共计2000台（套），每台照射时间不超过15min，则保守估计全年累积曝光时间为500h。

表 3 辐射安全与防护设施/措施

3.1 辐射防护设施/措施落实情况

本次验收的实验室设置有门-机联锁装置、工作状态指示灯、电离辐射警告标志、紧急停机按钮、固定式剂量监测系统、监控系统等。本期项目实验室平面布置和分区管理见附图 4，辐射安全设施现场照片见图 2-1。

1. 本期项目环境影响报告表与验收情况辐射安全与防护设施/措施的对比

本期项目环境影响报告表与验收情况辐射安全与防护设施/措施的对比见表 3-1。

表 3-1 环境影响报告表与验收情况辐射安全与防护设施/措施对比表

名称	环评内容	现场状况
防护级和治疗级 X 计量实验室	实验室尺寸	室内东南-西北净长 12.0m（不含迷道）、西南-东北净宽 7.2m、净高 6.65m，净容积约 616m ³ （含迷道区域）
	四周墙体	东南墙为 100cm 混凝土，东北墙、西南墙均为 80cm 混凝土，西北墙为 70cm 混凝土
	迷道	于室内西北侧设置迷道，Z 型布设，迷道西南-东北净长 7.2m、东南-西北净宽 1.5m、净高 3.1m，迷道内墙、迷道外墙均为 70cm 混凝土
	室顶	室顶为 70cm 混凝土，室顶外至地面绿化带之间覆土 150cm
	防护门	迷道出口位置设有 1 个防护门；电动平移式，铅钢结构，厚度为 10cm，屏蔽能力为 10mmPb；门洞宽 2.0m、高 2.4m；防护门宽 2.4m、高 2.8m；防护门左侧、右侧、上侧、下侧与墙体搭接量均为 20cm，防护门与墙体之间缝隙不大于 1cm
	进风系统	于防护门顶部设置进风通道，进风口尺寸为 60cm×30cm，进风口外部设置 10mmPb 的铅百叶窗防护
	排风系统	于室内东南墙西北侧顶部设置 1 处排风口，尺寸为 42cm×35cm，排风口距离东北墙、室顶距离均为 40cm，并于排风口外部设置 20mmPb 的铅百叶窗防护，设计有效通风换气量不低于 2000m ³ /h，有效通风换气次数大于 3 次/h
操作位	设置于实验室西北侧控制室内	

续表 3-1 环境影响报告表与验收情况辐射安全与防护设施/措施对比表

名称	环评内容	现场状况	
防护级 和治疗 级 X 计 量实验 室	射束方 向	X 射线机于实验室内固定位置固定，X 射束方向定向向东南照射	X 射线机于实验室内固定位置固定，X 射束方向定向向东南照射，与环评一致
	紧急停 机按钮	于实验室内东北墙、西南墙两侧各设置 2 处紧急停机按钮，迷道入口处设置 1 处紧急停机按钮，操作位控制台设置 1 处紧急停机按钮，紧急停机按钮带有标签，标明使用方法	于实验室内防护门左侧西北墙（迷道入口处）和迷路内墙均设置 1 处紧急停机按钮，操作位控制台设置 1 处紧急停机按钮
	门机联 锁系统	实验室防护门为自动防护门，配有电机可自动开关，配开关按钮，可由连锁系统控制，防护门关闭后，X 射线装置方能出束，当防护门意外打开时，X 射线装置立即中止出束	实验室防护门为自动防护门，配有电机可自动开关，配开关按钮，可由连锁系统控制，防护门关闭后，X 射线装置方能出束，当防护门意外打开时，X 射线装置立即中止出束，与环评一致
	固定式 剂量监 测系统	在实验室内设置固定式剂量监测系统，系统配置多探头，探头分别安装于东南墙靠近装置处、迷路入口处及控制台位置处，在线监测探头设置处的 X-γ 剂量率水平；剂量报警仪设置在控制台，实时显示实验室、迷路入口处、控制室内的辐射剂量值并报警	在实验室内设置固定式剂量监测系统，安装于东南墙处，在线监测探头设置处的 X-γ 剂量率水平；剂量报警仪设置在控制台，实时显示实验室内辐射剂量值并报警
	监控系 统	在实验室内设置 2 处监控摄像头，实时查看实验室内部情况	在实验室内设置 4 处监控摄像头，实时查看实验室内部情况
	安全连 锁系统	安全连锁系统包括工作状态指示灯、固定式 X-γ 剂量报警仪、屏蔽防护门、安全连锁系统、声光报警系统等组成的屏蔽安全连锁系统，具备测量室内 γ (X) 剂量率以及连锁反应等功能。当实验室内剂量降至本底水平时，防护门才能打开	安全连锁系统包括工作状态指示灯、固定式 X-γ 剂量报警仪、屏蔽防护门、安全连锁系统、声光报警系统等组成的屏蔽安全连锁系统，具备测量室内 γ (X) 剂量率以及连锁反应等功能。当实验室内剂量降至本底水平时，防护门才能打开，与环评一致
	其他	防护门中间位置张贴电离辐射警告标志	防护门中间位置张贴电离辐射警告标志，与环评一致
环境级 和防护 级 γ 计 量实验 室	实验室 尺寸	实验室内东南-西北净长 12.0m（不含迷道）、西南-东北净宽 7.1m、净高 6.65m，净容积约 607m ³ （含迷道区域）	实验室内东南-西北净长 12.0m（不含迷道）、西南-东北净宽 7.1m、净高 6.65m，净容积约 607m ³ （含迷道区域），与环评一致
	四周墙 体	实验室东南墙为 100cm 混凝土，东北墙为 80cm 混凝土，西南墙为 100cm 混凝土，西北墙为 70cm 混凝土	实验室东南墙为 100cm 混凝土，东北墙为 80cm 混凝土，西南墙为 100cm 混凝土，西北墙为 70cm 混凝土，与环评一致

续表 3-1 环境影响报告表与验收情况辐射安全与防护设施/措施对比表

名称	环评内容	现场状况	
环境 级和 防护 级 γ 计量 实验 室	迷道	于西北侧设置迷道，Z型布设，迷道西南-东北净长7.1m、东南-西北净宽1.5m、净高3.1m，迷道内墙、迷道外墙均为70cm混凝土	于西北侧设置迷道，Z型布设，迷道西南-东北净长7.1m、东南-西北净宽1.5m、净高3.1m，迷道内墙、迷道外墙均为70cm混凝土，与环评一致
	室顶	实验室室顶为70cm混凝土，室顶外至地面绿化带之间覆土150cm	实验室室顶为70cm混凝土，室顶外至地面绿化带之间覆土150cm，与环评一致
	防护门	迷道出口位置设有1个防护门，防护门为电动平移式，铅钢结构，厚度为10cm，屏蔽能力为10mmPb；门洞宽2.0m、高2.4m；防护门宽2.4m、高2.8m；防护门左侧、右侧、上侧、下侧与墙体搭接量均为20cm，防护门与墙体之间缝隙不大于1cm	迷道出口位置设有1个防护门，防护门为电动平移式，铅钢结构，厚度为10cm，屏蔽能力为10mmPb；门洞宽2.0m、高2.4m；防护门宽2.4m、高2.8m；防护门左侧、右侧、上侧、下侧与墙体搭接量均为20cm，防护门与墙体之间缝隙不大于1cm，与环评一致
	进风系统	于防护门顶部设置进风通道，进风口尺寸为60cm×30cm，进风口外部设置10mmPb的铅百叶窗防护	于防护门顶部设置进风通道，进风口尺寸为60cm×30cm，进风口外部设置10mmPb的铅百叶窗防护，与环评一致
	排风系统	于实验室内东南墙西北侧顶部设置1处排风口，尺寸为42cm×35cm，排风口距离东北墙、室顶距离均为40cm，并于排风口外部设置20mmPb的铅百叶窗防护；排风口外位置位于泄洪通道内，设计有效通风换气量不低于2000m ³ /h，有效通风换气次数大于3次/h	于实验室内东南墙西北侧顶部设置1处排风口，尺寸为42cm×35cm，排风口距离东北墙、室顶距离均为40cm，并于排风口外部设置20mmPb的铅百叶窗防护；排风口外位置位于泄洪通道内，设计有效通风换气量不低于2000m ³ /h，有效通风换气次数大于3次/h，与环评一致；泄洪通道内设置排风管道，最终排放口位于核装备计量测试中心南侧，该区域非人员密集区，对周围人员影响较小。
	操作位	设置于实验室西北侧控制室内	设置于实验室西北侧控制室内，与环评一致
	射束方向	多源装置于实验室内固定位置固定， γ 射束方向定向向东南照射	多源装置于实验室内固定位置固定， γ 射束方向定向向东南照射，与环评一致
	红外探测报警系统	实验室防护门内迷道设置红外门障探头和入侵报警装置，当人体通过时切断发往探头的红外辐射并触发报警信号，报警信号送至控制台，由控制台发出指令并控制放射源回到贮存状态	实验室防护门内迷道设置红外门障探头和入侵报警装置，当人体通过时切断发往探头的红外辐射并触发报警信号，报警信号送至控制台，由控制台发出指令并控制放射源回到贮存状态，与环评一致

续表 3-1 环境影响报告表与验收情况辐射安全与防护设施/措施对比表

名称	环评内容	现场状况	
环境 级和 防护 级 γ 计量 实验 室	紧急停机按钮	于实验室内东北墙、西南墙两侧各设置 2 处紧急停机按钮，迷道入口处设置 1 处紧急停机按钮，操作位控制台设置 1 处紧急停机按钮，紧急停机按钮带有标签，标明使用方法	于实验室内防护门左侧西北墙（迷道入口处）、迷路内墙、设备支架均设置 1 处紧急停机按钮，操作位控制台设置 1 处紧急停机按钮
	门机连锁系统	实验室防护门为自动防护门，配有电机可自动开关，配开关按钮，可由连锁系统控制，防护门关闭后，多源装置方能出源，当防护门意外打开时，放射源回到贮存状态	实验室防护门为自动防护门，配有电机可自动开关，配开关按钮，可由连锁系统控制，防护门关闭后，多源装置方能出源，当防护门意外打开时，放射源回到贮存状态，与环评一致
	固定式剂量监测系统	在实验室内设置固定式剂量监测系统，系统配置多探头，探头分别安装于东南墙靠近装置处、迷路入口处及控制台位置处，在线监测探头设置处的 γ 剂量率水平；剂量报警仪设置在控制台，实时显示实验室、迷路入口处、控制室内的辐射剂量值并报警	在实验室内设置固定式剂量监测系统，安装于东南墙处，在线监测探头设置处的 X- γ 剂量率水平；剂量报警仪设置在控制台，实时显示实验室内室的辐射剂量值并报警
	监控系统	在实验室内设置 2 处监控摄像头	在实验室内设置 4 处监控摄像头
	安全连锁系统	安全连锁系统包括工作状态指示灯、固定式 X- γ 剂量报警仪、屏蔽防护门、安全连锁系统、声光报警系统等组成的屏蔽安全连锁系统，具备测量室内 γ （X）剂量率、红外感应以及连锁反应等功能。当实验室内剂量降至本底水平时，防护门才能打开；屏蔽安全连锁系统与 γ 源控制系统、中央监视控制系统相连，经由逻辑控制器判断，给出安全指示、报警和连锁反应。根据实时剂量率数据、 γ 源状态、人员探测等信息，装置自动做出降源、屏蔽门关闭、报警等操作，用于保护实验过程中的人员和 γ 源安全。	安全连锁系统包括工作状态指示灯、固定式 X- γ 剂量报警仪、屏蔽防护门、安全连锁系统、声光报警系统等组成的屏蔽安全连锁系统，具备测量室内 γ （X）剂量率、红外感应以及连锁反应等功能。当实验室内剂量降至本底水平时，防护门才能打开；屏蔽安全连锁系统与 γ 源控制系统、中央监视控制系统相连，经由逻辑控制器判断，给出安全指示、报警和连锁反应。根据实时剂量率数据、 γ 源状态、人员探测等信息，装置自动做出降源、屏蔽门关闭、报警等操作，用于保护实验过程中的人员和 γ 源安全，与环评一致
	其他	防护门中间位置张贴电离辐射警告标志	防护门中间位置张贴电离辐射警告标志，与环评一致

2. 本期项目环境影响报告表批复与验收情况辐射安全与防护设施/措施的对比

本期项目环境影响报告表批复与验收情况辐射安全与防护设施/措施的对比见表 3-2。

表 3-2 环境影响报告表批复与现场情况对比表

环境影响报告表批复意见(综述)		验收落实情况
二、该项目应严格按照环境影响报告表及以下要求,落实和完善该项目的辐射安全与防护措施,开展辐射工作	<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。单位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。设立辐射安全与环境保护管理机构,各装置应指定 1 名本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全管理工作,落实岗位职责。</p> <p>2. 制定辐射装置使用登记制度、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. 中心严格落实辐射安全管理责任制。指定中心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。设立辐射安全领导小组,实验室指定 1 名本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全管理工作,落实了岗位职责</p> <p>2. 中心制定了《岗位职责》《放射性同位素及射线装置安全与防护管理规定》《放射性同位素、射线装置安全保卫管理规定》《环境及场所辐射剂量监测规定》《放射源使用操作规程》《X 射线辐射刻度装置操作规程》《γ 源辐射刻度装置操作规程》《设备维修保养管理制度》《台账管理制度、放射源及射线装置使用登记制度》《辐射工作人员培训计划》《辐射事故应急预案》等制度,并遵照执行。放射源设专人管理,严格落实辐射安全管理责任制以及放射源和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等制度,建立了辐射安全管理档案。</p>
	<p>(二)加强辐射工作人员的安全和防护工作</p> <p>1. 制定培训计划,辐射工作人员应参加辐射安全培训和再培训,经考核合格后持证上岗;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》(环境保护部令 18 号)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。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准(GB18871-2002)》的规定,该项目实施后,你单位公众和职业人员的剂量约束分别执行 0.1mSv/a 和 5.0mSv/a,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. 中心制定了《辐射工作人员培训计划》,本期项目 4 名职业人员均通过了国家核技术利用辐射安全与防护考核,取得了合格成绩单,做到了持证上岗。</p> <p>2. 中心为工作人员每人配备 1 支个人剂量计,并委托山西辐创立科技有限公司定期对个人剂量进行检测,建立了个人剂量档案,做到了一人一档(见附件 5)。根据本期项目验收监测数据计算可知,项目实施后,中心公众和职业人员的剂量分别低于 0.1mSv/a 和 5.0mSv/a 的控制限值要求。</p>
	<p>(三)做好辐射工作场所的安全和防护工作</p> <p>1. 严格按照《密封放射源及密封 γ 放射源容器的放射卫生防护标准》(GBZ114-2006)、《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)开展辐射安全与防护工作,电离辐射计量实验室应采取实体屏蔽措施,确保墙体外表面及防护门外 30cm 处剂量当量率不大于 2.5 μSv/h。</p>	<p>1. 中心严格按照标准要求开展辐射安全与防护工作。本期项目电离辐射计量实验室均落实了实体屏蔽措施。通过验收监测数据可知,本期项目电离辐射计量实验室墙体外表面及防护门外 30cm 处剂量当量率均不大于 2.5 μSv/h。</p>

续表 3-2 环境影响报告表批复与现场情况对比表

环境影响报告表批复意见(综述)		验收落实情况
二、该项目应严格按照环境影响报告表及以下要求,落实和完善该项目的辐射安全与防护措施,开展辐射工作	<p>2. 设置电离辐射警告标志,标志应符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准(GB18871-2002)》的要求。</p> <p>3. 落实电离辐射计量实验室门机联锁装置、工作状态指示灯、急停按钮等辐射安全与防护措施,做好探伤机、辐射安全与防护设施的维护、维修,建立维护、维修档案,确保辐射安全与防护措施安全有效。</p> <p>4. 落实辐射装置使用登记制度,建立使用台账,做好装置的安全保卫工作,防止丢失、被盗。</p> <p>5. 制定并严格执行辐射环境监测计划。配备 X-γ 剂量率仪,开展辐射环境监测,向环保部门报送监测数据。</p> <p>6. 开展本单位辐射安全和防护状况的年度评估,每年 1 月 31 日前向省、市、区生态环境部门提交年度评估报告。</p>	<p>2. 本期项目实验室防护门均设置有符合标准要求的电离辐射警告标志。</p> <p>3. 本期项目实验室均落实了门机联锁装置、工作状态指示灯、急停按钮等辐射安全与防护措施。中心制定了《设备维修保养管理制度》,已开展辐射安全与防护设施的维护工作(见附件 7),建立了维护、维修档案,有效地确保辐射安全与防护措施安全有效。</p> <p>4. 中心制定了《台账管理制度、放射源及射线装置使用登记制度》,以此制度执行并落实了放射源及辐射装置使用登记制度,建立了使用台账,有效地做好装置的安全保卫工作,防止丢失、被盗。</p> <p>5. 中心制定了《环境及场所辐射剂量监测规定》,将以此制度执行并落实辐射环境监测计划。中心配备 1 台 FLUKE452 型辐射检测仪,定期开展日常巡测(见附件 6)。本期项目运行后中心将委托有资质的单位开展年度辐射环境检测,检测结果将及时上报生态环境相关部门。</p> <p>6. 中心将按要求开展辐射安全和防护状况年度评估工作,年度评估报告将于每年 1 月 31 日前上报系统。</p>
	(四)制定并定期修订本单位的环境风险事故应急预案,定期组织开展应急演练。若发生辐射事故,应及时向环保、公安和卫生等部门报告。	(四)中心制定了《辐射事故应急预案》,并开展了辐射事故应急演练(见附件 3)。
	(五)按《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)的要求妥善暂存产生的危险废物并交由有资质的单位妥善处置。	本期项目不产生危险废物。
三、严格履行放射性同位素转让审批手续,建立规范的放射源使用台账;做好放射源退役后回收处置工作,与放射源供应商签订废源回收协议,待放射源退役后送贮原生产厂家回收或送交有资质的单位收贮。		三、中心严格履行放射性同位素转让审批手续,建立了规范的放射源使用台账;中心已与放射源供应商签订了废源回收协议(见附件 8),待放射源退役后由原生产厂家回收。

3. 本期项目建设内容与核技术利用建设项目重大变动清单对比

本期项目建设内容与核技术利用建设项目重大变动清单对比见表 3-3。

表 3-3 本期项目建设内容与核技术利用建设项目重大变动清单对比表

序号	重大变动清单		环评及批复要求	本期项目实际建设情况	变动情况
1	性质	由核技术利用建设项目变更为其他类别建设项目			不涉及

续表 3-3 本期项目建设内容与核技术利用建设项目重大变动清单对比表

序号	重大变动清单	环评及批复要求	本期项目实际建设情况	变动情况
2	重新选址			不涉及
3	建设地点 调整辐射工作场所位置(包括总平面布置变化)导致调整后评价范围内出现新的环境保护目标			不涉及
4	放射源类别升高			不涉及
5	射线装置类别升高			不涉及
6	非密封放射性物质工作场所级别升高			不涉及
7	放射源的总活度或放射源数量增加 50%及以上			不涉及
8	规模 射线装置额定功率或输出剂量率或中子产生率增大 50%及以上			不涉及
9	放射性核素活度或种类增加导致非密封放射性物质工作场所的日等效最大操作量增加 50%及以上			不涉及
10	增加新的辐射工作场所			不涉及

续表 3-3 本期项目建设内容与核技术利用建设项目重大变动清单对比表

序号	重大变动清单		环评及批复要求	实际建设情况	变动情况
11	工艺	生产工艺或使用方式变化导致不利影响加重, 含主要工艺装置、配套设备及放射性三废处理设施任何一项变化			不涉及
12	辐射安全与防护措施	辐射防护措施改变导致不利影响加重			未导致不利影响加重, 属于一般变动
13		辐射安全联锁系统的联锁方式、联锁逻辑发生改变导致联锁功能减弱			不涉及
14		非密封放射性物质工作场所功能和布局变化导致增加控制区			不涉及
15		新增放射性液态流出物排放口或气载流出物排放口			不涉及

根据上表中变动情况, 对照《核技术利用建设项目重大变动清单》(试行), 本期项目存在变动情况但不会导致不利影响加重, 整体不涉及重大变动。

4. 本期项目实验室建设内容与《剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求》(GA 1002-2012) 对比

本期项目环境级和防护级 γ 计量实验室涉及贮存 III 类放射源, 按照《剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求》(GA 1002-2012), 风险等级属于二级, 治安防范级别为二级。重点部位和区域的技术防范设施配置对比见表 3-4。

表 3-4 重点部位和区域的技术防范设施配置对比表 (二级)

序号	重点部位和区域	防范设施	配置要求	本期项目实验室
1	库区周界	入侵报警装置	△	/
		视频监控装置	△	/
2	库区出入口	视频监控装置	△	/
3	库区主要通道	视频监控装置	△	/
4	装卸区域	视频监控装置	△	/
5	库房出入口	入侵报警装置	▲	实验室设置有入侵报警装置
		视频监控装置	▲	实验室内外均设置视频监控
		出入口控制装置	▲	实验室设置防护门, 具备门机联锁系统
6	库房窗口、通风口	入侵报警装置	▲	实验室设置有入侵报警装置
		视频监控装置	▲	实验室内外设置视频监控

续表 3-4 重点部位和区域的技术防范设施配置对比表（二级）

序号	重点部位和区域	防范设施	配置要求	本期项目实验室
7	存放场所 (部位)	入侵报警装置	▲	实验室设置有入侵报警装置
		视频监控装置	▲	实验室内外设置视频监控
8	保卫值班室	紧急报警装置	▲	值班室内设紧急报警装置和通讯工具
		通讯工具	▲	
9	监控中心	紧急报警装置	▲	监控室内设紧急报警装置、监控中心设备和通讯工具
		监控中心设备	▲	
		通讯工具	▲	
	巡查部位和区域	电子巡查装置	△	/

注：配置要求中“▲”表示应配置，“△”表示选配

3.2 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》(国务院第 449 号令)、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(环境保护部第 3 号令)及生态环境主管部门的要求,放射性同位素和射线装置使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。本次验收对中心的辐射环境管理和安全防护措施进行了检查。

(一) 组织机构

中心签订了辐射工作安全责任书,明确中心法定代表人为本单位辐射工作安全第一责任人,成立辐射安全领导小组负责辐射安全与环境保护管理工作,指定专人负责放射性同位素和射线装置的安全和防护工作。

(二) 辐射安全管理制度及其落实情况

1. 工作制度。制定了《辐射防护管理层职责》《辐射防护负责人职责》《辐射防护工作人员职责》《放射性同位素及射线装置安全与防护管理规定》《放射性同位素、射线装置安全保卫管理规定》《环境及场所辐射剂量监测规定》《设备维修保养管理制度》《台账管理制度、放射源及射线装置使用登记制度》《辐射工作人员培训计划》等制度,将遵照执行。

2. 操作规程。制定了《放射源使用操作规程》《X 射线辐射刻度装置操作规程》《γ 源辐射刻度装置操作规程》。

3. 应急预案。制定了《辐射事故应急预案》,并开展了应急演练。

4. 人员培训。制定了《辐射工作人员培训计划》,本期项目工作人员均已参加核技术利用辐射安全与防护考核,考核成绩合格,且成绩单均在有效期内。

5. 监测方案。制定了《环境及场所辐射剂量监测规定》,中心配备了 1 台 FLUKE452 型辐射检测仪,用于定期开展巡检工作;委托山西辐创立科技有限公司对辐射工作人员进行个

人剂量检测，建立了辐射工作人员个人剂量档案。

6. 年度评估。中心将于每年 1 月 31 日前编制辐射安全和防护状况年度评估报告，并将于规定的时间内按要求上报。

7. 配备了监测设备、个人剂量报警仪，详见表 3-5。防护仪器照片见图 3-2。

表 3-5 防护仪器配置情况一览表

仪器名称	型号	仪器状态	数量
X-γ 辐射巡检仪	FLUKE452 型	正常	1 台
固定式场所辐射探测报警装置	RG1092 型	正常	2 套
个人剂量报警仪	FJ2000	正常	4 部
铅衣、铅帽等防护用品	/	正常	2 套
个人剂量计	/	正常	4 支






	
X-γ辐射检测仪	个人剂量报警仪及个人剂量片
	
防护级和治疗级 γ 计量实验室固定式辐射剂量率仪	防护级和治疗级 X 计量实验室固定式辐射剂量率仪
	/
铅衣、铅帽等防护用品	/

图 3-2 本期项目配置防护仪器照片

3.3 三废的治理

1、退役或废旧放射源

退役或废旧放射源将交由放射源厂家回收。

2、放射性有害气体

各电离辐射标准实验室防护门上方均设置进风口，实验室内东南墙西北侧顶部均设置 1 处排风口，设计有效通风量不低于 $2000\text{m}^3/\text{h}$ ，可保持各实验室保持良好的通风，最终排放口位于核装备计量测试中心南侧，该区域非人员密集区，对周围人员影响较小。

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

4.1 环境影响报告表的主要结论与建议

4.1.1 项目概况

烟台市标准计量检验检测中心（国家蒸汽流量计量烟台检定站、烟台市质量技术监督评估鉴定所）拟筹建国家核电核岛装备产业计量测试中心，建设地点位于山东省烟台市经济技术开发区烟台检验检测产业园内。本次涉及新建 4 间电离辐射标准实验室，分别为 X 射线无损检测及射线机检定实验室、防护级和治疗级 X 计量实验室、环境级和防护级 γ 计量实验室、环境级和防护级中子计量测试实验室，用于对外提供无损检测和辐射测量仪表校准、刻度服务。

X 射线无损检测及射线机检定实验室使用 1 台 X 射线探伤机对外提供 X 射线无损检测服务，最大管电压 350kV、最大管电流 20mA，属 II 类射线装置；实验室内配置标准剂量仪等装置，对送检 X 射线探伤机进行检定，检定 X 射线探伤机最大管电压 350kV、最大管电流 20mA。

防护级和治疗级 X 计量实验室使用 1 套 X 射线辐射刻度装置，并配置 2 台中能 X 射线机交替使用，其中 1 台 X 射线机最大管电压 320kV、最大管电流 22.5mA，1 台 X 射线机最大管电压 450kV、最大管电流 15mA，均属于 II 类射线装置。

环境级和防护级 γ 计量实验室拟使用 1 套 γ 源辐射刻度装置，装置内配备使用 5 枚放射源，包括 1 枚活度为 3.7×10^{11} Bq 的 III 类 ^{137}Cs 放射源，1 枚活度为 3.7×10^{10} Bq 的 IV 类 ^{137}Cs 放射源，1 枚活度为 3.7×10^8 Bq 的 V 类 ^{137}Cs 放射源，1 枚活度为 1.85×10^{11} Bq 的 III 类 ^{241}Am 放射源，1 枚活度为 3.7×10^{10} Bq 的 III 类 ^{60}Co 放射源。

环境级和防护级中子计量测试实验室拟使用 1 套中子辐射刻度装置，装置内配备使用 1 枚 5.55×10^{11} Bq 的 III 类 $^{241}\text{Am-Be}$ 中子源。

项目总投资 3000 万元，其中环保投资 200 万元。

4.1.2 合理性分析

本项目建设布局合理、选址可行；符合辐射防护“实践的正当性”原则；符合国家的产业政策；本项目用地为工业用地，符合烟台经济技术开发区规划、用地要求。

4.1.3 现状检测

根据现状检测数据表明，项目各电离辐射计量实验室拟建区域及周围环境 γ 辐射剂量率为 $(64.4 \sim 117.8)$ nGy/h，即 $(6.44 \sim 11.78) \times 10^{-8}$ Gy/h，处于烟台市环境天然放射性本底水平范围内。

4.1.4 辐射安全与防护分析结论

(1) X射线无损检测及射线机检定实验室、防护级和治疗级X计量实验室屏蔽结构

各实验室内东南-西北净长 12.0m、西南-东北净宽 7.2m、净高 6.65m，净容积约 616m³（含迷道区域）；各实验室东南墙为 100cm 混凝土，东北墙、西南墙均为 80cm 混凝土，西北墙、室顶均为 70cm 混凝土；实验室内西北侧设置迷道，Z 型布设，迷道西南-东北净长 7.2m、东南-西北净宽 1.5m、净高 3.1m，迷道内墙、迷道外墙均为 70cm 混凝土；迷道出口位置设有 1 个防护门，电动平移式，铅钢结构，厚度为 10cm，屏蔽能力为 10mmPb；设置机械通风装置，排风口外部设置 20mmPb 铅百叶窗防护，排风口将产生的非放射性有害气体经通风竖井排到泄洪通道内，有效通风量不低于 2000m³/h，通风次数不低于 3 次/h，可使实验室内保持良好的通风；已配置紧急停机按钮、门机联锁系统、固定式剂量监测系统、监控系统和安全连锁系统等辐射安全设施。

(2) 环境级和防护级 γ 计量实验室

实验室内东南-西北净长 12.0m、西南-东北净宽 7.1m、净高 6.65m，净容积约 607m³（含迷道区域）；实验室东南墙为 100cm 混凝土，东北墙为 80cm 混凝土，西南墙为 100cm 混凝土，西北墙、室顶均为 70cm 混凝土；实验室内西北侧设置迷道，Z 型布设，迷道西南-东北净长 7.1m、东南-西北净宽 1.5m、净高 3.1m，迷道内墙、迷道外墙均为 70cm 混凝土；迷道出口位置设有 1 个防护门，电动平移式，铅钢结构，厚度为 10cm，屏蔽能力为 10mmPb；设置机械通风装置，排风口外部设置 20mmPb 铅百叶窗防护，排风口将产生的非放射性有害气体经通风竖井排到泄洪通道内，有效通风量不低于 2000m³/h，通风次数不低于 3 次/h，可使实验室内保持良好的通风；已配置红外探测报警系统、紧急停机按钮、门机联锁系统、固定式剂量监测系统、监控系统和安全连锁系统等辐射安全设施。

(3) 防护级中子计量测试实验室

实验室内东南-西北净长 11.5m、西南-东北净宽 7.0m、净高 6.65m，净容积约 575m³（含迷道区域）；实验室东南墙为 150cm 混凝土，东北墙、西南墙均为 100cm 混凝土，西北墙为 100cm 混凝土，室顶为 70cm 混凝土；实验室内西北侧设置迷道，Z 型布设，迷道西南-东北净长 7.0m、东南-西北净宽 1.5m、净高 2.8m，迷道内墙、迷道外墙均为 100cm 混凝土；迷道出口位置设有 1 个防护门，电动平移式，铅钢+聚乙烯结构，厚度为 15cm，屏蔽能力为 10mmPb+5cm 聚乙烯；设置机械通风装置，排风口外部设置 10mmPb 铅百叶窗+10cm 聚乙烯防护，排风口将产生的非放射性有害气体经通风竖井排到泄洪通道内，有效通风量不低于 2000m³/h，通风次

数不低于 3 次/h，可使实验室内保持良好的通风；实验室内设置 1 处水井，用于中子源非工作状态下贮存，位于水井水面下方 2.0m 处；水井整体尺寸为 2.0m×2.0m×2.5m（深度），水井内壁结构依次为成品不锈钢容器+20mm 防水砂浆+1.5mm 防水涂料+250mm 混凝土结构；已配置红外探测报警系统、紧急停机按钮、门机联锁系统、固定式剂量监测系统、监控系统、水位报警装置和安全连锁系统等辐射安全设施。

4.1.5 辐射环境影响评价分析结论

本项目各实验室使用时，各实验室四周、屋顶、防护门外剂量率水平为 $4.803 \times 10^{-12} \mu\text{Sv/h} \sim 0.589 \mu\text{Sv/h}$ ，满足本项目各屏蔽体外剂量率控制值不超过 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的要求。

本项目各实验室使用时，职业工作人员的年有效剂量不大于 0.315mSv/a ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 20mSv/a 的剂量限值，也低于本报告提出的 5mSv/a 的管理剂量约束值。公众成员的年有效剂量不大于 $1.72 \times 10^{-3}\text{mSv/a}$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 1mSv/a 的剂量限值，也低于本报告提出的 0.1mSv/a 的管理剂量约束值。

4.1.6 辐射安全管理结论

烟台市标准计量检验检测中心（国家蒸汽流量计量烟台检定站、烟台市质量技术监督评估鉴定所）拟设立辐射安全领导机构，并拟制定完善各类辐射安全管理规章制度。在运行过程中，须将各项安全防护措施落实到位，在此条件下，可以确保职业人员、公众成员的安全，并有效应对可能的突发事故。

本项目拟配备 8 名辐射工作人员，均已通过国家核技术利用辐射安全与防护培训。中心至少配置 1 台 X- γ 辐射巡检仪、1 台中子辐射巡检仪、4 部个人剂量报警仪，并定期委托有资质单位对职业人员个人剂量及各射线装置工作场所进行监测。

本项目设施较为简单，环境风险因素单一，在切实落实各项风险防范措施的前提下，环境风险是可控的。

综上所述，本项目在严格落实相关法律法规和本次评价所提出的安全防护措施后，对辐射工作人员和公众成员的影响，以及对周围环境产生的辐射影响均满足评价标准要求，因此，从环境保护角度分析，项目建设是可行的。

4.2 审批部门审批决定

一、烟台市标准计量检验检测中心（国家蒸汽流量计量烟台检定站、烟台市质量技术监督评估鉴定所）位于烟台开发区 A-46 小区。项目建设内容主要为新建 4 间电离辐射标准实验室及危废贮存间、胶片处理室、样品及废物处置室等辅助房间，其中 4 间电离辐射标准实验室分别为 X 射线无损检测及射线机检定实验室（1 台 X 射线探伤机，属 II 类射线装置）、防护级和治疗级 X 计量实验室（1 套 X 射线辐射刻度装置，并配置 2 台中能 X 射线机交替使用，属 II 类射线装置）、环境级和防护级 γ 计量实验室（1 套 γ 源辐射刻度装置，配备使用 5 枚放射源，属于 III 类、IV 类、V 类放射源）、环境级和防护级中子计量测试实验室（1 套中子辐射刻度装置，配备使用 1 枚，属 III 类放射源）。

二、该项目应严格按照环境影响报告表及以下要求，落实和完善该项目的辐射安全与防护措施，开展辐射工作。

（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。单位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。设立辐射安全与环境保护管理机构，各装置应指定 1 名本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全管理工作，落实岗位职责。

2. 制定辐射装置使用登记制度、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。

（二）加强辐射工作人员的安全和防护工作

1. 制定培训计划，辐射工作人员应参加辐射安全培训和再培训，经考核合格后持证上岗；考核不合格的，不得从事辐射工作。

2. 按照《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 18 号）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。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准（GB18871-2002）》的规定，该项目实施后，你单位公众和职业人员的剂量约束分别执行 0.1mSv/a 和 5.0mSv/a，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。

（三）做好辐射工作场所的安全和防护工作

1. 严格按照《密封放射源及密封 γ 放射源容器的放射卫生防护标准》（GBZ114-2006）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）开展辐射安全与防护工作，电离辐射计量实验室

应采取实体屏蔽措施，确保墙体外表面及防护门外 30cm 处剂量当量率不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

2. 设置电离辐射警告标志，标志应符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准（GB18871-2002）》的要求。

3. 落实电离辐射计量实验室门机联锁装置、工作状态指示灯、急停按钮等辐射安全与防护措施，做好探伤机、辐射安全与防护设施的维护、维修，建立维护、维修档案，确保辐射安全与防护措施安全有效。

4. 落实辐射装置使用登记制度，建立使用台账，做好装置的安全保卫工作，防止丢失、被盗。

5. 制定并严格执行辐射环境监测计划。配备 X- γ 剂量率仪，开展辐射环境监测，向环保部门报送监测数据。

6. 开展本单位辐射安全和防护状况的年度评估，每年 1 月 31 日前向省、市、区生态环境部门提交年度评估报告。

(四) 制定并定期修订本单位的环境风险事故应急预案，定期组织开展应急演练。若发生辐射事故，应及时向环保、公安和卫生等部门报告。

(五) 按《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）的要求妥善暂存产生的危险废物并交由有资质的单位妥善处置。

三、严格履行放射性同位素转让审批手续，建立规范的放射源使用台账；做好放射源退役后回收处置工作，与放射源供应商签订废源回收协议，待放射源退役后送贮原生产厂家回收或送交有资质的单位收贮。

表 5 验收监测质量保证及质量控制

5.1 验收单位验收监测质量保证及控制措施

1. 验收自查

中心开展验收工作前，按照《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》、《工业探伤放射防护标准》等标准要求开展验收自查工作。自查工作主要包括环保手续履行情况、项目情况、辐射安全与防护设施建设情况等工作。

通过全面自查，本期项目环境保护审批手续齐全、不涉及重大变动情况，落实了环境影响报告书表及环评批复要求。

2. 验收单位内部质量保证及控制措施

(1) 中心制定培训计划，组织辐射工作人员认真学习《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》《工业探伤放射防护标准》等标准要求，严格按照标准要求开展验收监测工作；中心严格要求辐射工作人员必须通过国家核技术利用辐射安全与防护考核，做到持证上岗。

(2) 制定并完善辐射安全各类规章制度，并按要求实施。

(3) 制定仪器设备和辐射安全与防护设施/措施维护计划，并定期对仪器设备、辐射安全与防护设施/措施进行维护，做好维护记录。做好仪器设备使用、辐射安全与防护设施/措施维护记录，做好设备、辐射安全与防护设施/措施正常运行的质量控制工作。

(4) 编制验收监测方案。中心根据验收自查结果，明确核技术利用辐射场所实际建设情况和辐射安全与防护设施/措施落实情况，在此基础上根据环境影响报告表及环评批复要求确定验收工作范围、验收评价标准，明确监测期间工况记录方法，明确验收监测点位、监测因子、监测方法、频次等内容。

3. 验收单位外部质量保证及控制措施

为掌握本期项目正常运行情况下周围的环境水平，中心委托有资质的单位对相关场所及周围环境开展现场监测工作。

5.2 验收监测单位监测质量保证及质量控制

本次验收由具备检测资质的山东鼎嘉环境检测有限公司开展监测，检验检测机构资质认定证书编号 241512346859。

1. 质量管理体系

验收监测单位建立了由组织机构、程序、过程和资源构成且具有一定活动规律的质量管理体系。

2. 质量保证计划

验收监测单位将质量保证贯穿于从监测方案制定到监测结果评价的全过程。

3. 组织机构和人员

针对监测特点，验收监测单位建立组织机构，明确本单位质量管理体系建立、运行、维护和持续改进方面的责任、权力和工作程序。监测质量保证工作覆盖监测过程中每个环节、所有工作人员；对该公司或人员在贯彻执行质量保证计划时承担的责任和义务作出了明确规定；现场监测保证不少于 2 名监测人员共同开展。

4. 计量器具

本期项目验收监测采用了与监测目标要求相适应的的测量仪器和设备；监测计量器具已实行检定。本期项目验收监测所有的仪器设备检定周期均为一年，验收监测单位各种计量器具均进行定期维护、期间核查和（或）稳定性控制，使其计量学特性维持在规定限度内。

5. 监测点位和点位数量的质量控制

验收监测单位依据建设单位提供的验收监测方案、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）的要求和方法实施验收监测工作。本期验收监测方案采用的具有代表性的监测点位和点位数量，均满足验收监测的需求。

6. 原始记录

验收监测单位原始记录满足记录控制程序的要求。

7. 数据处理和监测报告

验收监测单位监测人员均正确理解监测方法中的计算公式；数字修约遵守 GB/T 8170 的规定；监测结果使用法定计量单位；该单位在其资质认定证书规定的监测能力范围内出具本次验收监测数据。

表 6 验收监测内容

1. 监测对象

实验室周围辐射环境水平。

2. 监测单位

本次验收由具备辐射检测资质的山东鼎嘉环境检测有限公司开展监测，检验检测机构资质认定证书编号 241512346859。

3. 监测项目

X-γ 辐射剂量率。

4. 监测时间与环境条件

监测时间：2026 年 3 月 3 日

环境条件：天气：阴，温度：5.8℃，相对湿度：70.2%RH。

5. 监测依据及监测方法

X-γ 辐射剂量率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）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。

6. 监测仪器

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	X-γ 辐射剂量率仪
设备型号	BG9512P/BG7030
设备编号	A-2203-01
测量范围	吸收剂量率：10nGy/h~200 μ Gy/h 能量范围：25keV~3MeV
检定单位	山东省计量科学研究院
检定证书编号	Y16-20250746
检定有效期至	2026 年 4 月 2 日

7. 监测点位

本次验收根据现场实际情况布设监测点位：

本期项目环境级和防护级 γ 计量实验室使用 2 种放射源，本次验收监测选取对场所环

境影响较大、有代表性的 ^{60}Co 作为验收监测使用放射源。中能 X 射线机开机状态下和 γ 射线辐射刻度装置出源状态下，于两个实验室周围各个屏蔽体、室顶等外 30cm 处和操作位、通风口、环境保护目标处距离射线最近、巡测最大值处均设置 1 个点位；于两个实验室防护门、各个门缝外 30cm 处等可能产生漏射线和巡测最大值处各设置 1 个点位，以上点位均为辐射水平较高、距离射线较近的代表点位，检测点位见表 7-1~表 7-3。

监测布点示意图 6-1 (a) ~6-1 (b)。

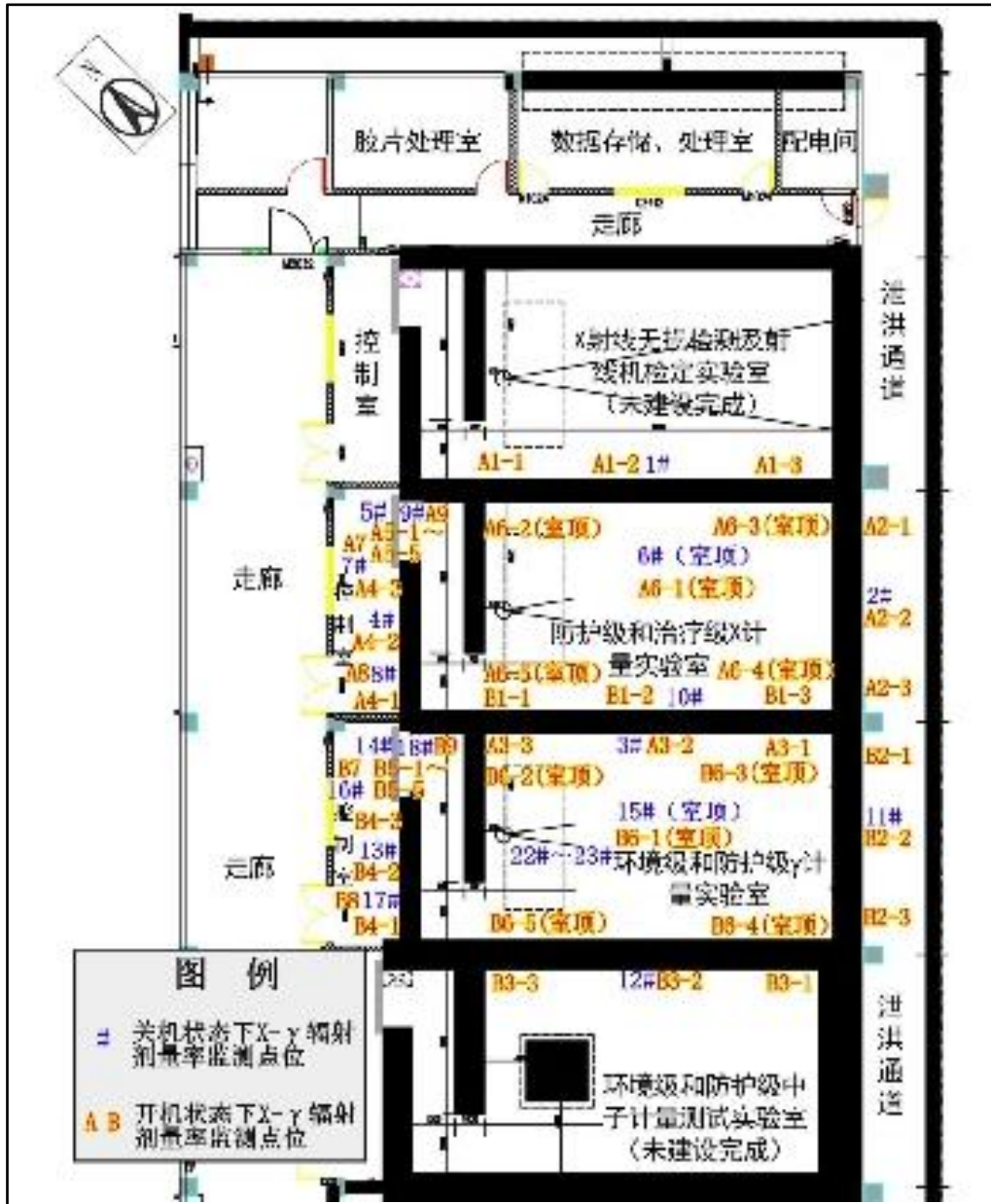


图 6-1 (a) 监测点位示意图

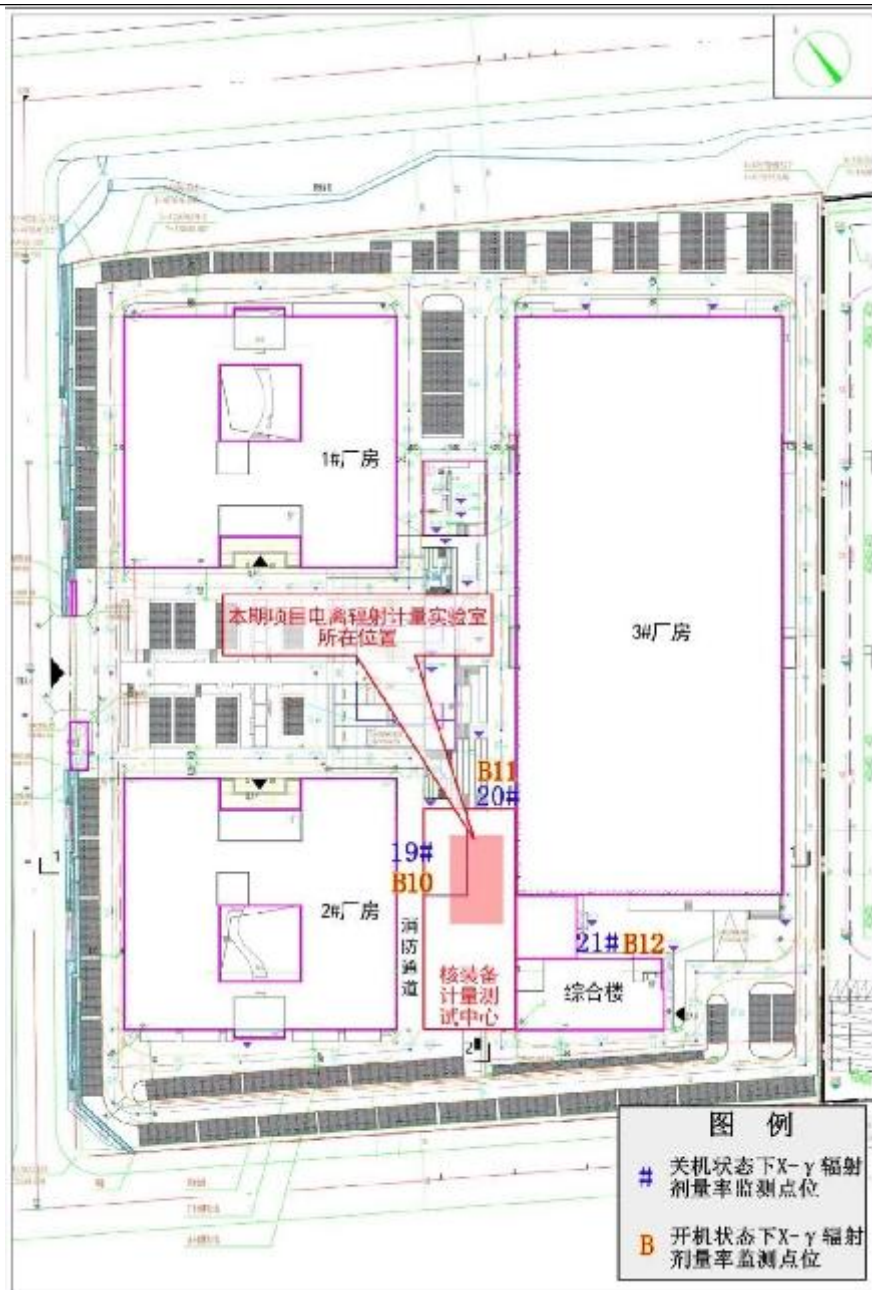


图 6-1 (b) 监测点位示意图

表 7 验收监测

7.1 验收监测期间运行工况记录

2026 年 3 月 3 日验收监测期间，两个实验室辐射安全与防护设施已建成并正常运行，设备正常运转。检测时，实验室选取有代表性的出厂活度为 3.7×10^{10} Bq 的 III 类 ^{60}Co （依据环评报告评价内容、 ^{60}Co 穿透能力更强）作为环境级和防护级 γ 计量实验室的验收监测使用放射源，X 射线辐射刻度装置运行工况为管电压 257.4kV、管电流 6.56mA，以上工况持续稳定运行，符合验收监测工况要求。

7.2 验收监测结果

本次验收监测选取有代表性的出厂活度为 3.7×10^{10} Bq 的 III 类 ^{60}Co （依据环评报告评价内容、 ^{60}Co 穿透能力更强）作为环境级和防护级 γ 计量实验室验收监测使用放射源，该放射源对场所产生较大辐射影响。实验室 X- γ 辐射剂量率监测结果见表 7-1~表 7-3。

表 7-1 实验室房周围 X- γ 辐射剂量率监测结果(关机状态)

序号	点位描述	监测结果 (nGy/h)	
		监测值	标准偏差
1#	防护级和治疗级 X 计量实验室东北墙外 30cm 处	86.9	1.3
2#	防护级和治疗级 X 计量实验室东南墙外 30cm 处	87.4	1.1
3#	防护级和治疗级 X 计量实验室西南墙外 30cm 处	89.7	1.1
4#	防护级和治疗级 X 计量实验室西北墙外 30cm 处	87.5	1.1
5#	防护级和治疗级 X 计量实验室防护门外 30cm 处	88.4	1.5
6#	防护级和治疗级 X 计量实验室室顶外 30cm 处	83.2	1.7
7#	防护级和治疗级 X 计量实验室控制室操作位	84.1	1.5
8#	防护级和治疗级 X 计量实验室管线口外 30cm 处	87.6	1.3
9#	防护级和治疗级 X 计量实验室通风口外 30cm 处	88.0	1.4
10#	环境级和防护级 γ 计量实验室东北墙外 30cm 处	89.9	1.3
11#	环境级和防护级 γ 计量实验室东南墙外 30cm 处	92.3	1.3
12#	环境级和防护级 γ 计量实验室西南墙外 30cm 处	87.8	1.2
13#	环境级和防护级 γ 计量实验室西北墙外 30cm 处	87.1	1.6
14#	环境级和防护级 γ 计量实验室防护门外 30cm 处	89.7	1.1
15#	环境级和防护级 γ 计量实验室室顶外 30cm 处	88.6	1.4
16#	环境级和防护级 γ 计量实验室控制室操作位	86.9	1.3
17#	环境级和防护级 γ 计量实验室管线口外 30cm 处	90.8	1.4
18#	环境级和防护级 γ 计量实验室通风口外 30cm 处	90.7	1.8
19#	西北侧烟台检验检测产业园 2#厂房	81.4	1.4
20#	东南侧烟台检验检测产业园 3#厂房	84.5	1.4

续表 7-1 电离实验室房周围 X-γ 辐射剂量率监测结果(关机状态)

序号	点位描述	监测值(单位: nGy/h)	
		监测值	标准偏差
21#	东南侧烟台检验检测产业园 3#厂房综合楼	75.8	1.9
22#	密封放射源容器外表面 30cm 处	81.8	1.6
23#	密封放射源容器外表面 100cm 处	76.7	2.1

注: 1. 监测结果已扣除宇宙射线响应值(11.1 ± 0.7) nGy/h;

2. 监测时, γ 射线辐射刻度装置处于贮源状态下, 贮存 1 枚出厂活度为 3.7×10^{11} Bq 的 III 类 ^{137}Cs 放射源, 1 枚出厂活度为 3.7×10^{10} Bq 的 III 类 ^{60}Co 放射源。

表 7-2 防护级和治疗级 X 计量实验室周围 X-γ 辐射剂量率监测结果(开机状态)

序号	点位描述	监测结果(nGy/h)	
		监测值	标准偏差
A1-1	防护级和治疗级 X 计量实验室东北墙西段外 30cm 处	105.4	1.4
A1-2	防护级和治疗级 X 计量实验室东北墙中间外 30cm 处	102.8	1.5
A1-3	防护级和治疗级 X 计量实验室东北墙东段外 30cm 处	102.6	1.5
A2-1	防护级和治疗级 X 计量实验室东南墙北段外 30cm 处	104.5	1.6
A2-2	防护级和治疗级 X 计量实验室东南墙中间外 30cm 处	102.2	1.7
A2-3	防护级和治疗级 X 计量实验室东南墙南段外 30cm 处	102.5	1.4
A3-1	防护级和治疗级 X 计量实验室西南墙东段外 30cm 处	110.7	1.3
A3-2	防护级和治疗级 X 计量实验室西南墙中间外 30cm 处	108.4	1.5
A3-3	防护级和治疗级 X 计量实验室西南墙西段外 30cm 处	112.7	1.6
A4-1	防护级和治疗级 X 计量实验室西北墙南段外 30cm 处	116.0	1.6
A4-2	防护级和治疗级 X 计量实验室西北墙中间外 30cm 处	111.9	1.5
A4-3	防护级和治疗级 X 计量实验室西北墙北段外 30cm 处	115.8	2.0
A5-1	防护级和治疗级 X 计量实验室防护门中间外 30cm 处	104.1	1.3
A5-2	防护级和治疗级 X 计量实验室防护门上侧门缝外 30cm 处	108.1	1.6
A5-3	防护级和治疗级 X 计量实验室防护门下侧门缝外 30cm 处	115.1	1.3
A5-4	防护级和治疗级 X 计量实验室防护门左侧门缝外 30cm 处	109.9	1.5
A5-5	防护级和治疗级 X 计量实验室防护门右侧门缝外 30cm 处	107.5	1.5
A6-1	防护级和治疗级 X 计量实验室室顶中间外 30cm 处	108.8	1.5
A6-2	防护级和治疗级 X 计量实验室室顶北侧外 30cm 处	99.4	1.5
A6-3	防护级和治疗级 X 计量实验室室顶东侧外 30cm 处	99.8	1.3
A6-4	防护级和治疗级 X 计量实验室室顶南侧外 30cm 处	105.7	1.5
A6-5	防护级和治疗级 X 计量实验室室顶西侧外 30cm 处	104.0	1.4
A7	防护级和治疗级 X 计量实验室控制室操作位	101.0	1.6
A8	防护级和治疗级 X 计量实验室管线口外 30cm 处	105.8	1.4

续表 7-2 防护级和治疗级 X 计量实验室周围 X-γ 辐射剂量率监测结果（开机状态）

序号	点位描述	监测结果（nGy/h）	
		监测值	标准偏差
A9	防护级和治疗级 X 计量实验室通风口外 30cm 处	103.9	1.4

注：1. 监测结果已扣除宇宙射线响应值(11.1±0.7) nGy/h；

2. 开机监测时，Mgi 320 型中能 X 射线机处于开机电压为 257.4kV，管电流均为 6.56mA；A2-1~A2-3、A11~A12 点位监测时，实验室内无工件；其余点位监测时，实验室内放置探件，射束东南定向照射；

3. A3-1~A3-3 点位监测时，中能 X 射线机处于开机状态；其余点位监测时，中能 X 射线机处于开机状态且 γ 源辐射刻度装置使用的 ⁶⁰Co 放射源转动到照射位置。

表 7-3 环境级和防护级 γ 计量实验室周围 X-γ 辐射剂量率监测结果（开机状态）

序号	点位描述	监测结果（nGy/h）	
		监测值	标准偏差
B1-1	环境级和防护级 γ 计量实验室东北墙西段外 30cm 处	95.0	1.7
B1-2	环境级和防护级 γ 计量实验室东北墙中间外 30cm 处	94.8	2.2
B1-3	环境级和防护级 γ 计量实验室东北墙东段外 30cm 处	97.0	1.4
B2-1	环境级和防护级 γ 计量实验室东南墙北段外 30cm 处	99.0	1.5
B2-2	环境级和防护级 γ 计量实验室东南墙中间外 30cm 处	100.4	1.4
B2-3	环境级和防护级 γ 计量实验室东南墙南段外 30cm 处	100.7	1.7
B3-1	环境级和防护级 γ 计量实验室西南墙东段外 30cm 处	93.1	1.4
B3-2	防护级和防护级 γ 计量实验室西南墙中间外 30cm 处	92.4	1.2
B3-3	防护级和防护级 γ 计量实验室西南墙西段外 30cm 处	96.5	1.8
B4-1	防护级和防护级 γ 计量实验室西北墙南段外 30cm 处	92.0	1.3
B4-2	防护级和防护级 γ 计量实验室西北墙中间外 30cm 处	91.6	1.3
B4-3	防护级和防护级 γ 计量实验室西北墙北段外 30cm 处	96.6	1.7
B5-1	防护级和防护级 γ 计量实验室防护门中间外 30cm 处	92.6	1.5
B5-2	防护级和防护级 γ 计量实验室防护门上侧门缝外 30cm 处	98.1	1.1
B5-3	防护级和防护级 γ 计量实验室防护门下侧门缝外 30cm 处	99.3	1.4
B5-4	防护级和防护级 γ 计量实验室防护门左侧门缝外 30cm 处	96.1	1.4
B5-5	防护级和防护级 γ 计量实验室防护门右侧门缝外 30cm 处	101.4	1.4
B6-1	防护级和防护级 γ 计量实验室室顶中间外 30cm 处	104.2	1.4
B6-2	防护级和防护级 γ 计量实验室室顶北侧外 30cm 处	107.2	1.2
B6-3	防护级和防护级 γ 计量实验室室顶东侧外 30cm 处	103.1	1.2
B6-4	防护级和防护级 γ 计量实验室室顶南侧外 30cm 处	104.6	1.4
B6-5	防护级和防护级 γ 计量实验室室顶西侧外 30cm 处	103.3	1.0
B7	防护级和防护级 γ 计量实验室控制室操作位	94.1	1.3
B8	防护级和防护级 γ 计量实验室管线口外 30cm 处	94.5	2.0

续表 7-3 环境级和防护级 γ 计量实验室周围 X- γ 辐射剂量率监测结果（开机状态）

序号	点位描述	监测结果（nGy/h）	
		监测值	标准偏差
B9	防护级和防护级 γ 计量实验室通风口外 30cm 处	98.1	1.5
B10	西北侧烟台检验检测产业园 2# 厂房	85.6	1.3
B11	东南侧烟台检验检测产业园 3# 厂房	86.4	1.1
B12	东南侧烟台检验检测产业园 3# 厂房综合楼	82.9	1.6

注：1. 监测结果已扣除宇宙射线响应值（ 11.1 ± 0.7 ）nGy/h；

2. 开机监测时， γ 源辐射刻度装置使用的 ^{60}Co 放射源转动到照射位置，处于出源状态； ^{60}Co 放射源编码为 0325C0000503，出厂活度为 $3.7\text{E}+10\text{Bq}$ （实时活度为 $3.38\text{E}+10\text{Bq}$ ），出厂日期为 2025 年 06 月 23 日；监测时，实验室内无工件；

3. B1-1~B1-3 点位监测时， γ 源辐射刻度装置使用的 ^{60}Co 放射源转动到照射位置；其余点位监测时，中能 X 射线机处于开机状态、 γ 源辐射刻度装置使用的 ^{60}Co 放射源转动到照射位置。

由表 7-1 可知，关机状态下，电离实验室周围 X- γ 辐射剂量率为（83.2~92.3）nGy/h，环境敏感目标处 X- γ 辐射剂量率为（75.8~84.5）nGy/h，均处于烟台市环境天然放射性水平范围内。 γ 射线辐射刻度装置贮源状态下， γ 射线辐射刻度装置外表面 100cm 处 X- γ 辐射剂量率为 81.8nGy/h，满足辐射剂量率不大于 0.2mGy/h 的限值要求。

由表 7-2~表 7-3 可知，中能 X 射线机开机状态下和 γ 射线辐射刻度装置处于出源状态下，防护级和治疗级 X 计量实验室、防护级和治疗级 γ 计量实验室周围处 X- γ 辐射剂量率为（91.6~116.0）nGy/h，满足辐射剂量率不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的限值要求；环境敏感目标处的 X- γ 辐射剂量率为（82.9~86.4）nGy/h，满足辐射剂量率不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的限值要求，同时也处于烟台市环境天然放射性水平范围内。

根据辐射工作场所和周围环境辐射水平监测结果可知本期项目实验室辐射安全与防护设施的防护效果达标。

7.3 职业和公众受照剂量

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 ——X 剂量率，Sv/h。

2. 居留因子

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），不同环境条件下的居留因子列于表7-4。

表7-4 居留因子的选取

场所	居留因子T	停留位置
全居留	1	控制室、办公室、临近建筑物中的驻留区
部分居留	1/2~1/5	走廊、休息室、杂物间
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼梯、人行道

3. 照射时间确定

本期项目防护级和治疗级 X 计量实验室年刻度监测仪器共计 2500 台（套），每台照射时间不超过 15min，则保守估计全年累积曝光时间为 625h；环境级和防护级 γ 计量实验室年刻度监测仪器共计 2000 台（套），每台照射时间不超过 15min，则保守估计全年累积曝光时间为 500h。

4. 职业人员年有效剂量

因本期项目实际运行时间较短，故本次验收采用监测数据来计算工作人员的年有效剂量。

本期项目运行过程中，辐射工作人员受照剂量主要为被检物摆位和控制室操作时产生，其中摆位时工作人员同时受邻近实验室和本实验室的辐射影响，摆位时间按年总照射时间的 1/4 计算，辐射工作人员居留因子取 1，保守按每组 2 名辐射工作人员操作 1 台设备、不轮换。

辐射工作人员受照剂量情况见表 7-5 所示。

表 7-5 辐射工作人员受照剂量情况

工作场所	控制室		实验室内摆位			受照剂量 (mSv/a)
	剂量率 (μ Gy/h)	年受照时 间(h)	设备关机状态 1m 处剂量率 (μ Sv/h)	相邻机房剂量 率 (μ Sv/h)	年受照 时间(h)	
防护级和治疗级 X 计量实验室						0.088
环境级和防护级 γ 计量实验室						0.074

由表 7-5 可知，本期项目运行期间，辐射工作人员所受年最大受照剂量为 0.088mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 20mSv/a 的剂量限值，也低于环评报告表提出的 5mSv 的年管理剂量约束值。

5、公众人员年有效剂量

(1) 实验室周围相邻区域公众成员

本期项目运行过程中，公众人员受照剂量主要为在实验室四周及实验室顶部外绿化带活动时受到的外照射。

则实验室周围公众成员受照剂量情况见表 7-6 所示。

表 7-6 公众成员受照剂量情况

活动位置	剂量率($\mu\text{Gy/h}$)	居留因子	年受照时间(h)	受照剂量率(mSv/a)
防护级和治疗级 X 计量实验室 东南墙外绿化带	0.0998	1/8	625	0.008
防护级和治疗级 γ 计量实验室 东南墙外绿化带	0.1031	1/8	500	0.006
防护级和治疗级 X 计量实验室 西北墙外二层露天平台	0.1088	1/5	625	0.014
环境级和防护级 γ 计量实验室 西北墙外二层走廊	0.1072	1/5	500	0.011

(2) 实验室周围环境敏感目标

本项目工作人员按照中心计划开展检定工作，两个实验室均处于同一时间内开展检定、校准工作，本次验收监测主要针对两个实验室同时开展工作的情况下实施的监测工作，故两个实验室存在 500h 的叠加时间。

表 7-7 实验室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($\mu\text{Gy/h}$)	居留因子(T)	时间(h/a)	年有效剂量(mSv/a)
实验室西北侧	烟台检验检测产业园 2#厂房				0.054
实验室东南侧	烟台检验检测产业园 3#厂房				0.054
实验室东南侧	烟台检验检测产业园 3#厂房综合楼				0.052

综上所述，本期项目公众人员所受年最大受照剂量为 0.054mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 1mSv/a 的剂量限值，也低于环评报告表提出的 0.1mSv/a 的管理剂量约束值。

表 8 验收监测结论

8.1 验收监测结论

按照国家有关环境保护的法律法规，烟台市标准计量检验检测中心（国家蒸汽流量计量烟台检定站、烟台市质量技术监督评估鉴定所）电离辐射计量实验室应用项目进行了环境影响评价和履行了环境影响审批手续。

1、项目基本概况

烟台市标准计量检验检测中心（国家蒸汽流量计量烟台检定站、烟台市质量技术监督评估鉴定所）注册地点位于山东省烟台市莱山区新苑路 17 号。中心电离辐射计量实验室位于烟台市黄渤海新区柳林河东路 2 号，国家核电核岛装备产业计量测试中心。中心对项目进行了分期建设，分期验收；本次验收为一期验收。一期验收内容为：新建 2 间电离辐射标准实验室，防护级和治疗级 X 计量实验室使用 1 套 X 射线辐射刻度装置，并配置 1 台中能 X 射线机使用，X 射线机最大管电压 320kV、最大管电流 22.5mA，属使用 II 类射线装置；环境级和防护级 γ 计量实验室使用 1 套 γ 源辐射刻度装置，装置内配备使用 2 枚放射源，包括 1 枚活度为 3.7×10^{11} Bq 的 III 类 ^{137}Cs 放射源，1 枚活度为 3.7×10^{10} Bq 的 III 类 ^{60}Co 放射源，属使用 III 类放射源；用于对外提供辐射测量仪表校准、刻度服务。

2023 年 9 月，中心委托山东环嘉项目咨询有限公司编制了《电离辐射计量实验室应用项目环境影响报告表》，项目建设内容为：新建 4 间电离辐射标准实验室，X 射线无损检测及射线机检定实验室使用 1 台 X 射线探伤机对外提供 X 射线无损检测服务，最大管电压 350kV、最大管电流 20mA，属 II 类射线装置；实验室内配置标准剂量仪等装置，对送检 X 射线探伤机进行检定，检定 X 射线探伤机最大管电压 350kV、最大管电流 20mA，属使用 II 类射线装置；防护级和治疗级 X 计量实验室（使用 1 套 X 射线辐射刻度装置，并配置 2 台中能 X 射线机交替使用，其中 1 台 X 射线机最大管电压 320kV、最大管电流 22.5mA，1 台 X 射线机最大管电压 450kV、最大管电流 15mA，均属使用 II 类射线装置；环境级和防护级 γ 计量实验室（拟使用 1 套 γ 源辐射刻度装置，装置内配备使用 5 枚放射源，包括 1 枚活度为 3.7×10^{11} Bq 的 III 类 ^{137}Cs 放射源，1 枚活度为 3.7×10^{10} Bq 的 IV 类 ^{137}Cs 放射源，1 枚活度为 3.7×10^8 Bq 的 V 类 ^{137}Cs 放射源，1 枚活度为 1.85×10^{11} Bq 的 III 类 ^{241}Am 放射源，1 枚活度为 3.7×10^{10} Bq 的 III 类 ^{60}Co 放射源，属使用 III 类、IV 类、V 类放射源；环境级和防护级中子计量测试实验室拟使用 1 套中子辐射刻度装置，装置内配备使用 1 枚 5.55×10^{11} Bq 的 III 类 $^{241}\text{Am-Be}$ 中子源，属使用 III 类放射源，用于对外提供无损检测和辐射测量仪

表校准、刻度服务。2023年10月16日，烟台市生态环境局经济技术开发区分局以“烟开环表〔2023〕77号”文对该项目进行了审批。

中心于2025年5月23日取得由山东省生态环境厅颁发的辐射安全许可证，证书编号为鲁环辐证[18003]，许可种类和范围为使用III类、IV类、V类放射源；使用II类射线装置，有效期至2030年05月22日。本期验收的相关项目均已进行辐射安全许可证许可登记。

2、现场监测结果

关机状态下，电离实验室周围X- γ 辐射剂量率为(83.2~92.3) nGy/h，环境敏感目标处X- γ 辐射剂量率为(75.8~84.5) nGy/h，均处于烟台市环境天然放射性水平范围内。 γ 射线辐射刻度装置外表面100cm处X- γ 辐射剂量率为81.8nGy/h，满足辐射剂量率不大于0.2mGy/h的限值要求。

中能X射线机开机状态下和 γ 射线辐射刻度装置处于出源状态下，防护级和治疗级X计量实验室、防护级和治疗级 γ 计量实验室周围处X- γ 辐射剂量率为(91.6~116.0) nGy/h，满足辐射剂量率不大于2.5 μ Sv/h的限值要求；环境敏感目标处的X- γ 辐射剂量率为(82.9~86.4) nGy/h，满足辐射剂量率不大于2.5 μ Sv/h的限值要求，同时也处于烟台市环境天然放射性水平范围内。

3、职业与公众受照结果

据估算，职业人员最大年受照剂量为0.088mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定职业人员的剂量限值20mSv/a，也低于环评报告提出的年管理剂量约束值5.0mSv。

据估算，各场所周围公众成员最大年受照剂量为0.054mSv，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年管理约束限值0.1mSv。

4、现场检查结果

(1)中心签订了辐射工作安全责任书，明确了法人代表为本单位辐射安全工作责任人，成立了辐射安全领导小组，指定专人负责并执行中心的辐射防护安全管理工作。

(2)中心制定了《岗位职责》《放射性同位素及射线装置安全与防护管理规定》《放射性同位素、射线装置安全保卫管理规定》《环境及场所辐射剂量监测规定》《放射源使用操作规程》《X射线辐射刻度装置操作规程》《 γ 源辐射刻度装置操作规程》《设备维

修保养管理制度》《台账管理制度、放射源及射线装置使用登记制度》《辐射工作人员培训计划》《辐射事故应急预案》等制度，已开展了辐射事故应急演练。

(3) 中心将按要求编制辐射安全和防护状况年度评估报告，并于1月31日前按要求上报。

(4) 中心配置了1名辐射安全管理人员，本期项目配置了4名辐射工作人员，均已通过核技术利用辐射安全与防护培训，取得合格成绩单，且成绩单均处于有效期内。已委托有资质的单位为职业人员佩戴了个人剂量计，开展个人剂量监测，建立了个人剂量档案，做到了1人1档。

(5) 本期项目电离实验室均采用实体屏蔽，设置了控制区与监督区，实验室内及各操作位上均设置了紧急停机按钮；实验室设置有门-机联锁装置、电离辐射警告标志、工作状态指示灯、声光报警装置、监控装置等防护设施，各项辐射安全与防护措施均能有效运行。

(6) 本期项目配备了1台X- γ 辐射巡检仪、4部个人剂量报警仪、2套固定式场所辐射探测报警装置和4支个人剂量计。

综上所述，烟台市标准计量检验检测中心（国家蒸汽流量计量烟台检定站、烟台市质量技术监督评估鉴定所）电离辐射计量实验室应用项目（一期）落实了辐射安全管理制度和辐射安全防护各项措施，该项目对辐射工作人员和公众人员是安全的，具备建设项目竣工环境保护验收条件。

8.2 建议

- 1、后期项目建设完成投运后及时开展竣工环保验收工作；
- 2、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。
- 3、根据中心实际情况，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。

烟台市标准计量检验检测中心
电离辐射计量实验室应用项目（一期）竣工环境保护
验收监测报告表其他需要说明事项

1. 辐射安全许可证持证情况

中心于2025年5月23日取得辐射安全许可证，证书编号为鲁环辐证[18003]，许可种类和范围和使用Ⅲ类、Ⅳ类、Ⅴ类放射源；使用Ⅱ类射线装置，有效期至2030年5月22日。本次验收的2枚放射源和1台中能X射线机均已进行辐射安全许可证许可登记。

2. 辐射安全与环境保护管理机构运行情况

中心成立了辐射安全领导小组，指定该机构专职和专人负责射线装置的安全和防护工作。该小组持续稳定运行。

3. 防护用品和检测仪器配备情况

中心为本期项目配置了1台X- γ 辐射巡检仪、4部个人剂量报警仪、2套固定式场所辐射探测报警装置、2套铅衣、铅帽等防护用品。

4. 人员配备及辐射安全与防护考核情况

中心配备了1名辐射安全管理人员，本期项目配备了4名辐射工作人员，4名工作人员均已通过核技术利用辐射安全与防护考核，并取得合格成绩单，且均在有效期内。

5. 放射源及射线装置台账管理情况

中心建立了放射源和射线装置管理台账，制定了《台账管理制度、放射源及射线装置使用登记制度》，中心严格落实该制度。

6. 放射性废物台账管理情况

本期项目涉及产生退役或废旧放射源，属放射性固体废物，退役或废旧放射源在换源时直接由放射源厂家回收或具备废旧源处理资质的单位处置。中心建立了放射性废物台账。

7. 辐射安全管理制度执行情况

中心制定了《岗位职责》《放射性同位素及射线装置安全与防护管理规定》《放射性同位素、射线装置安全保卫管理规定》《环境及场所辐射剂量监测规定》《放射源使用操作规程》《x 射线辐射刻度装置操作规程》《 γ 源辐射刻度装置操作规程》《设备维修保养管理制度》《台账管理制度、放射源及射线装置使用登记制度》《辐射工作人员培训计划》《辐射事故应急预案》等制度并依照实施，落实了各制度要求。

烟台市标准计量检验检测中心

2026 年 3 月 23 日