

γ 射线探伤机及 X 射线探伤机
应用项目（二期）
竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：龙口方源检测服务有限公司

编制单位：山东丹波尔环境科技有限公司

二〇二四年十二月

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：龙口方源检测服务有限公司

电 话：18678088553

传 真：——

邮 编：265713

地 址：烟台市龙口市徐福街道北李村 509 号

编制单位：山东丹波尔环境科技有限公司

电 话：13031716777

传 真：0531-61364346

邮 编：250000

地 址：济南市历下区燕子山西路 58 号 2
号楼 1-101

目 录

表 1 项目基本信息 1

表 2 项目建设情况 7

表 3 辐射安全与防护设施/措施 24

表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批决定 30

表 5 验收监测质量保证及质量控制 35

表 6 验收监测内容 39

表 7 验收监测 46

表 8 验收监测结论 54

附 件

附件 1 委托书 58

附件 2 环评批复..... 59

附件 3 辐射安全许可证..... 62

附件 4 检测报告..... 69

附 图

- 附图一 地理位置示意图
- 附图二 项目周边环境关系影像图
- 附图三 公司总平面布置示意图

表 1 项目基本情况

建设项目名称		γ 射线探伤机及 X 射线探伤机应用项目（二期）					
建设单位名称		龙口方源检测服务有限公司					
项目性质		☑新建 □改建 □扩建					
建设地点		烟台市龙口市徐福街道北李村 509 号， 龙口方源检测服务有限公司					
源 项		放射源			II 类放射源		
		非密封放射性物质			/		
		射线装置			/		
建设项目环评批复时间		2021 年 9 月 3 日		开工建设时间		2021 年 9 月	
变更辐射安全许可证时间		2024 年 6 月 24 日		项目投入运行时间		2021 年 12 月	
辐射安全与防护设施投入运行时间		2021 年 12 月		验收现场监测时间		2024 年 10 月 30 日	
环评报告表审批部门		烟台市生态环境局 龙口分局		环评报告表编制单位		山东丹波尔环境科技有限公司	
辐射安全与防护设施设计单位		济南恒运金属材料 设备有限公司		辐射安全与防护设施 施工单位		济南恒运金属材料 设备有限公司	
投资总概算 （万元）	95	辐射安全与防护设施投资 总概算（万元）			20	比例	21.1%
实际总概算 （万元）	87	辐射安全与防护设施实际 总概算（万元）			20	比例	23.0%
验收依据	一、法律、法规文件 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，2015.1.1 施行； 2. 关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告，环境保护部国环规环评[2017]4 号，2017.11.20 施行； 3. 《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，2003.10.1 施行； 4. 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017.10.1 施行； 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，						

	2005.12.1 施行；国务院令第 709 号第二次修订，2019.3.2； 6. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境保护总局令第 31 号，2006.3.1 施行；生态环境部令第 20 号第四次修订，2021.1.4； 7. 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011.5.1 施行； 8. 《关于发布〈射线装置分类〉的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017.12.5 施行； 9. 《关于发布放射源分类办法的公告》，国家环境保护总局公告 2005 年第 62 号，2005.12.28 施行； 10. 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，原国家环境保护总局、公安部、卫生部，环发〔2006〕145 号，2006.9.26 施行； 11. 《放射性物品运输安全管理条例》，国务院令第 562 号，2010.1.1 施行； 12. 《放射性物品运输安全许可管理办法》，环保部令第 11 号，2010.11.1 施行； 13. 《关于印发〈关于 γ 射线探伤装置的辐射安全要求〉的通知》，环发〔2007〕8 号，2007.1.15 施行； 14. 《关于进一步加强 γ 射线移动探伤辐射安全管理的通知》（环办函〔2014〕1293 号，2014.10.10 施行； 15. 《关于印发〈高风险移动放射源在线监控平台数据归集规则〉的通知》，环办辐射〔2019〕37 号，2019.4.26 施行； 16. 《关于印发〈高风险移动放射源在线监控平台数据交互规则〉的通知》，辐射函〔2020〕15 号，2020.4.7 施行； 17. 《山东省环境保护条例》，山东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议通过，2019.1.1 施行； 18. 《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，2014.5.1 施行； 19. 《国家危险废物名录（2021 年版）》，生态环境部令第 15 号，2021.1.1
--	---

	施行； 20. 《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，2022.1.1 施行。 二、技术规范 1. 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021） 2. 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021） 3. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） 4. 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022） 5. 《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019） 6. 《密封放射源及密封 γ 放射源机的放射卫生防护标准》（GBZ114-2006） 7. 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023） 8. 《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ1276-2022） 9. 《剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求》（GA1002-2012） 10. 《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） 11. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019） 三、环境影响报告表及其审批部门审批决定 1. 《龙口方源检测服务有限公司 γ 射线探伤机及 X 射线探伤机应用项目环境影响报告表》，山东丹波尔环境科技有限公司，2021 年 6 月； 2. 《龙口方源检测服务有限公司 γ 射线探伤机及 X 射线探伤机应用项目环境影响报告表》审批意见，烟台市生态环境局龙口分局，龙环报告表（2021）20 号，2021 年 9 月 3 日。 四、其他相关文件 1. 公司辐射安全许可证； 2. 公司辐射安全管理规章制度等支持性资料； 3. 龙口方源检测服务有限公司工业 γ 射线探伤机及 X 射线探伤机应用项目（二期）竣工环境保护验收委托书。
验收执行标准	一、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） ①剂量限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中 B1.1.1.1 款要求:

应对任何工作人员的职业照射水平进行控制,使之不超过下述限值:

- a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均), 20mSv;
- b) 任何一年中的有效剂量, 50mSv。

根据 B1.2.1 款要求:

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值:

- a) 年有效剂量, 1mSv;
- b) 特殊情况下, 如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv, 则某一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

工作人员的职业照射和公众照射的有效剂量限值见表 1-1。

表 1-1 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

职 业 工 作 人 员		公 众	
身体器官	年有效剂量 或年当量剂量	身体器官	年有效剂量 或年当量剂量
全身均匀照射	≤20mSv	全身均匀照射	≤1mSv

注: 表中剂量限值不包括医疗照射和天然本底照射。

②年管理剂量约束值

根据《龙口方源检测服务有限公司 γ 射线探伤机及 X 射线探伤机应用项目环境影响报告表》, γ 射线探伤现场工作人员年管理剂量约束值不超过 5mSv, 公众年管理剂量约束值不超过 0.25mSv。

二、《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)

①第 5.2.1.1 款规定:

当源机装载最大活度值的密封源并处于锁定状态且装配好保护盖(若有)时, 源机表面一定距离处的周围剂量当量率应不超过表 1-2 规定的控制值。

表 1-2 源机外表面一定距离周围剂量当量率控制值

探伤机类型	探伤机代号	最大周围当量剂量率 (mSv/h)
-------	-------	-------------------

		离源机表面 5cm 处	离源机表面 100cm 处
便携式	P	0.5	0.02

②第 5.2.3.3 c) 款规定：

在公众能接近的距外表面最近处，其屏蔽应能使该处周围剂量当量率小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 或者审管部门批准的水平。

③第 5.2.5 款规定：

使用单位应与生产销售单位签订废旧放射源返回协议，当放射源需报废时，应按照协议规定将废旧放射源返回生产单位或原出口方。放射源的购买及报废手续应遵照相应审管部门的具体规定，相关文件记录应归档保存。

④第 7.2 款规定：

探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，将工作场所划分为控制区和监督区。并在相应的边界设置警示标识。现场射线探伤工作应在指定为控制区的区域内进行。

一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的区域划为控制区。

控制区边界上合适的位置应设置电离辐射警告标志并悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌，探伤作业人员应在控制区边界外操作，否则应采取专门的防护措施。

控制区的边界尽可能设定实体屏障，包括利用现有结构（如墙体）、临时屏障或临时拉起警戒线（绳）等。

移动式探伤作业工作过程中，控制区内不应同时进行其他工作。为了使控制区的范围尽量小，应使用合适的准直器并充分考虑探伤机和被检物体的距离、照射方向、时间和现场屏蔽等条件。视情况采用局部屏蔽措施。

每一个探伤作业班组应至少配备一台便携式 X- γ 剂量率仪，并定期对其开展检定/校准工作。应配备能在现场环境条件下可听见、看见或产生震动信号的个人剂量报警仪。

探伤作业期间还应对控制区边界上代表点的剂量率进行检测，尤其是探伤的位置在此方向或射线束的方向发生改变时，适时调整控制区的边界。

应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区，并在其边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要

时设专人警戒。

移动式探伤工作在多楼层的工厂或工地实施时，应防止移动式探伤工作区上层或下层的人员通过楼梯进入控制区。

探伤机控制台（ γ 射线绕出盘）应设置在合适位置或设有延时开机装置，以便尽可能降低操作人员的受照剂量。

三、《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）

根据《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）中第 8.4.2.3 b) 款要求“在常规运输条件下，运输工具外表面上任一点的辐射水平应不超过 2mSv/h，在距运输工具外表面 2m 处的辐射水平应不超过 0.1mSv/h。

根据《龙口方源检测服务有限公司 γ 射线探伤机及 X 射线探伤机应用项目环境影响报告表》评价内容及批复要求，本次验收以 2.5 μ Sv/h 作为贮源库四周实体屏蔽体、室顶外 30cm 处各关注点处剂量率目标控制值；以 5.0mSv/a 作为职业工作人员的管理剂量约束值，以 0.25mSv/a 作为公众成员的管理剂量约束值；以 2.5 μ Sv/h、15 μ Sv/h 分别作为移动探伤现场监督区外边界和控制区边界剂量率控制目标；以 2mSv/h、0.1mSv/h 分别作为运输工具外表面和 2m 处剂量率控制目标。

四、环境天然放射性水平

根据《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），烟台市环境天然 γ 空气吸收剂量率见表 1-4。

表 1-4 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

表 2 项目建设情况

2.1 项目建设内容

2.1.1 建设单位情况

(1) 公司简介

龙口方源检测服务有限公司位于烟台市龙口市徐福街道北李村509号，成立于2021年3月，注册资金100万元，经营范围包括许可项目：检验检测服务、特种设备检验检测服务；一般项目：金属表面处理及热处理加工。

(2) 公司现有工程介绍

2021年6月，公司委托编制了《龙口方源检测服务有限公司 γ 射线探伤机及X射线探伤机应用项目环境影响报告表》，2021年9月3日，烟台市生态环境局龙口分局以“龙环报告表（2021）20号”文对该项目进行了批复，拟建设内容主要包括一座贮源库、一座设备库、8台 γ 射线探伤机（含6枚 ^{192}Ir 放射源及2枚 ^{75}Se 放射源，活度均为 $3.7\times 10^{12}\text{Bq}$ ）及2台X射线探伤机（包含1台XXQ-3005型定向X射线探伤机及1台XXQ-3505型定向X射线探伤机），均用于现场探伤作业（移动探伤）。2021年12月10日，公司取得了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[06191]，有效期至2026年12月9日，许可种类和范围为使用II类放射源、使用II类射线装置。

2021年12月贮源库建成投入使用。

2022年1月，公司对《龙口方源检测服务有限公司 γ 射线探伤机及X射线探伤机应用项目环境影响报告表》进行了竣工环境保护验收，验收规模为一座贮源库及2枚 ^{192}Ir 放射源。

2023年6月，公司编制了《龙口方源检测服务有限公司新增 γ 射线探伤机移动探伤项目辐射安全分析报告》，新增11台 ^{192}Ir γ 射线探伤机（每台额定装源活度为 $3.7\times 10^{12}\text{Bq}$ ）及1台 ^{75}Se γ 射线探伤机（额定装源活度为 $3.7\times 10^{12}\text{Bq}$ ），均用于移动探伤（现场探伤），新增 γ 射线探伤机贮存于原有贮源库内。

2023年7月18日，公司重新申请了辐射安全许可证，证书编号为鲁环辐证[06191]，有效期至2026年12月9日，许可种类和范围为使用II类放射源、使用II类射线装置。

2024年5月20日，因公司法人变更，变更了辐射安全许可证，证书编号为鲁环辐证[06191]，有效期至2026年12月9日，许可种类和范围为使用II类放射源、使用II类射线装置。

表2-1 环评阶段所涉及的射线装置情况一览表

序号	型号	数量	最大管电压	最大管电流	射线装置类别	备注
1	XXQ-3005	3	350	5	II类	定向
2	XXQ-3505	1	300	5	II类	定向
注：来源于2021年6月《龙口方源检测服务有限公司γ射线探伤机及X射线探伤机应用项目环境影响报告表》。						

表2-2 环评阶段所涉及的放射源情况一览表

序号	应用核素	数量	最大装源活度 (Bq×枚)	类别	备注
1	¹⁹² Ir	17	$3.7 \times 10^{12} \times 17$	手提式（P）II类放射源	不涉及管道爬行器
2	⁷⁵ Se	3	$3.7 \times 10^{12} \times 3$	手提式（P）II类放射源	

注：来源于2021年6月《龙口方源检测服务有限公司γ射线探伤机及X射线探伤机应用项目环境影响报告表》及2023年6月《龙口方源检测服务有限公司新增γ射线探伤机移动探伤项目辐射安全分析报告》。

表2-3 2022年验收规模一览表

序号	核素	放射源编码	出厂日期	放射源标号	出厂活度（Bq）	分类
1	¹⁹² Ir	0321IR019302	20211224	20764	$3.70 \times 10^{12} / 77\text{Ci}$	手提式（P）II类放射源
2	¹⁹² Ir	0321IR019292	20211224	20770	$3.70 \times 10^{12} / 77\text{Ci}$	

注：来源于2022年1月《龙口方源检测服务有限公司γ射线探伤机及X射线探伤机应用项目建设项目竣工环境保护验收监测表》。

2.1.2 建设内容和规模

根据实际业务需求，公司于2024年9月回收3枚放射源。公司现有15枚¹⁹²Ir放射源、2枚⁷⁵Se及17台γ射线探伤机（包含9台DL-II D型、2台DL-VC型及6台YG-192）。本次验收规模为1座贮源库、15枚¹⁹²Ir放射源及2枚⁷⁵Se放射源，本项目所涉及放射源均已进行辐射安全许可证许可登记。

公司现有放射源情况见表2-4，本次验收规模见表2-5。

表2-4 公司现有放射源情况一览表

序号	核素	放射源编码	出厂日期	放射源标号	出厂活度（Bq）	分类
1	¹⁹² Ir	0323IR018012	20231130	20913	3.70×10^{12}	手提式（P）II类放射源
2	¹⁹² Ir	0323IR018002	20231130	20746	3.70×10^{12}	
3	¹⁹² Ir	0324IR001392	20240218	20917	3.70×10^{12}	
4	¹⁹² Ir	0324IR001382	20240218	20770	3.70×10^{12}	
5	¹⁹² Ir	DE24IR003112	20240319	2058	3.70×10^{12}	
6	¹⁹² Ir	DE24IR002682	20240403	2634	3.70×10^{12}	
7	¹⁹² Ir	DE24IR002692	20240403	2662	3.70×10^{12}	
8	¹⁹² Ir	DE24IR004962	20240424	2072	3.70×10^{12}	
9	¹⁹² Ir	DE24IR004972	20240424	1971	3.70×10^{12}	

10	¹⁹² Ir	0324IR007452	20240507	21133	3.70×10^{12}	
11	¹⁹² Ir	DE24IR004552	20240517	2127	3.70×10^{12}	
12	¹⁹² Ir	0324IR008892	20240529	21134	3.70×10^{12}	
13	¹⁹² Ir	0324IR008902	20240529	21136	3.70×10^{12}	
14	¹⁹² Ir	0324IR012402	20240801	20764	3.70×10^{12}	
15	¹⁹² Ir	0324IR012392	20240801	20745	3.70×10^{12}	
16	⁷⁵ Se	0324SE001102	20240126	10875	3.70×10^{12}	
17	⁷⁵ Se	0324SE002872	20240529	10873	3.70×10^{12}	
注：公司于2024年11月对编码为“0323IR018012”“0323IR018002”“0324SE001102”的放射源进行回收。						

表 2-5 本次验收所涉及的 γ 射线探伤机及放射源

序号	核素	探伤机型号	探伤机厂家	放射源厂家	源编码	源出厂时间	出厂时活度(Bq)	验收监测时活度(Ci)	数量	分类
1	¹⁹² Ir	DL-II D	海门伽马星	成都中核	0324IR012402	20240801	3.70×10^{12}	42	1	II
2	¹⁹² Ir	DL-II D			0324IR008902	20240529	3.70×10^{12}	23	1	II
3	¹⁹² Ir	DL-II D		海门伽马星	0323IR018012	20231130	3.70×10^{12}	4	1	II
4	¹⁹² Ir	DL-II D			0323IR018002	20231130	3.70×10^{12}	4	1	II
5	¹⁹² Ir	DL-II D		成都中核	0324IR001392	20240218	3.70×10^{12}	10	1	II
6	¹⁹² Ir	DL-II D			0324IR001382	20240218	3.70×10^{12}	10	1	II
7	¹⁹² Ir	DL-II D			0324IR007452	20240507	3.70×10^{12}	19	1	II
8	¹⁹² Ir	DL-II D			0324IR008892	20240529	3.70×10^{12}	23	1	II
9	¹⁹² Ir	DL-II D			0324IR012392	20240801	3.70×10^{12}	42	1	II
10	¹⁹² Ir	YG-192	丹东市阳光仪器	四川持恒	DE24IR004962	20240424	3.70×10^{12}	16	1	II
11	¹⁹² Ir	YG-192			DE24IR004972	20240424	3.70×10^{12}	16	1	II
12	¹⁹² Ir	YG-192			DE24IR004552	20240517	3.70×10^{12}	21	1	II
13	¹⁹² Ir	YG-192			DE24IR002692	20240403	3.70×10^{12}	14	1	II
14	¹⁹² Ir	YG-192			DE24IR002682	20240403	3.70×10^{12}	14	1	II

15	¹⁹² Ir	YG-192			DE24IR003112	20240319	3.70×10 ¹²	12	1	II
16	⁷⁵ Se	DL-VC	海 门 伽 马 星	成 都 中 核	0324SE002872	20240529	3.70×10 ¹²	37	1	II
17	⁷⁵ Se	DL-VC			0324SE001102	20240126	3.70×10 ¹²	10	1	II
注：公司于2024年11月对编码为“0323IR018012”“0323IR018002”“0324SE001102”的放射源进行回收。										

2.1.3 项目总平面图布置、建设地点和周围环境敏感目标

本项目位于烟台市龙口市徐福街道北李村509号，其四周均为农田，贮源库周围无关人员居留较少。

经现场勘查，本项目贮源库北侧为检测登记室、评片室、院外农田，西侧为院内空地、院外农田，南侧为院内空地、院外道路、院外农田，东侧为院外道路、院外农田。贮源库建设区域周围50m范围内无居住区、学校等敏感目标，验收范围内共存在3处环境保护目标，分别为西北侧6m处的办公室、西北侧10m处的值班室及北侧紧邻检测登记室。综上，本项目选址合理可行。

贮源库四周环境详见表2-6。

公司地理位置示意图见附图1，项目周边关系影像见附图2，公司总平面布置示意图见附图3，现状照片见图2-1。贮源库平面布置图见图2-2。

表 2-6 本项目贮源库及设备库周围环境一览表

名 称	方向	场 所 名 称
贮源库	北侧	检测登记室、评片室、院外农田
	西侧	院内空地、院外农田
	南侧	院内空地、院外道路、院外农田
	东侧	院外道路、院外农田



贮源库内现状



贮源库北侧检测登记室



贮源库南侧院内空地



贮源库东侧院外道路



贮源库西侧院内空地



贮源库室顶



贮源库门双人双锁管理



贮源库内监控探头



院内西北角监控探头



院外南墙监控探头



监控报警装置



暗室



评片室



危废暂存间



办公室



值班室



辐射巡检仪



个人剂量报警仪



安全信息公示牌



运输保险箱



运输车



入侵报警装置



警戒灯



警戒绳、围栏



“射线探伤 禁止入内”警告牌



“当心电离辐射”警告牌

图 2-1 本项目现状照片（2024 年 10 月）

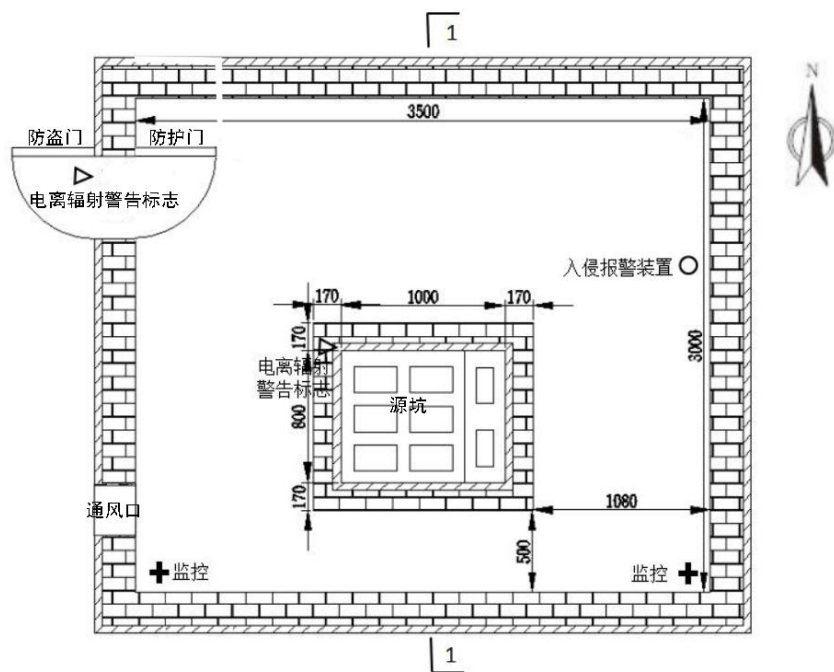


图 2-2 (a) 贮源库平面布置示意图

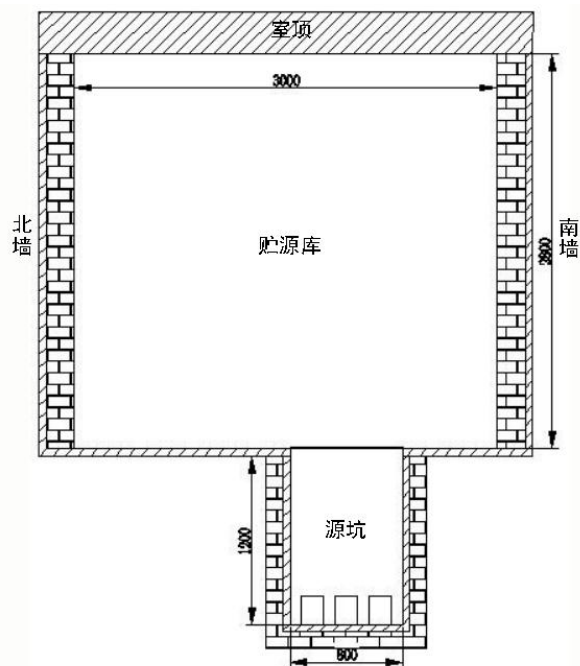


图 2-2 (b) 贮源库 1-1 剖面示意图。

2.1.4 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

本项目所涉及环境影响报告表建设内容与现场验收情况对比见表 2-7，环境影响报告表批复建设内容与现场验收情况对比见表 2-8。

表 2-7 本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
贮源库	1 座				1 座				与环评一致
γ 探伤机数量	20 台				17 台				本次验收共涉及 9 台 DL-II D 型 γ 探伤机、2 台 DL-VC 型 γ 探伤机及 6 台 YG-192 型 γ 探伤机。
放射源数量	20 枚				17 枚				本次验收共涉及 15 枚 ^{192}Ir 放射源及 2 枚 ^{75}Se 放射源，额定活度均为 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ 。
探伤机及放射	γ 探伤机型号	应用核素	最大装源活度 (Bq)	放射源数量	γ 探伤机型号	应用核素	最大装源活度 (Bq)	放射源数量	本次验收共涉及 15 枚 ^{192}Ir 放射源及 2 枚 ^{75}Se 放

源主要参数	待定	^{192}Ir	3.7×10^{12}	17	DL-II D	^{192}Ir	3.7×10^{12}	9	射源（额定活度均为 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ ）、9台DL-II D型 γ 探伤机、2台DL-VC型 γ 探伤机及6台YG-192型 γ 探伤机。其中2枚 ^{192}Ir 及1枚 ^{75}Se 放射源于2024年11月进行回收。
					YG-192	^{192}Ir	3.7×10^{12}	6	
	待定	^{75}Se	3.7×10^{12}	3	DL-VC	^{75}Se	3.7×10^{12}	2	

表 2-8 本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
龙口方源检测服务有限公司γ射线探伤机及X射线探伤机应用项目贮源库、设备库位于龙口市徐福街道北李村509号，库区占地面积201m^2，总投资95万元，其中环保投资20万元，对租赁场所进行改造建设，涉及贮源库（含贮源坑）、设备库、暗室、评片室、危废暂存间、值班室、登记检测室、办公室等；将拟购置的8台γ射线探伤机和2台X射线探伤机分别贮存于贮源库内和设备库中，γ射线探伤机内含放射源属II类放射源，X射线探伤机属II类射线装置，均用于现场（移动）探伤。	本项目贮源库位于龙口市徐福街道北李村509号，贮源库占地面积约10.5m^2，总投资87万元，其中环保投资20万元，已对租赁场所进行改造建设，涉及贮源库（含贮源坑）、暗室、评片室、危废暂存间、值班室、办公室等；购置的8台γ射线探伤机贮存于贮源库内，γ射线探伤机内含放射源属II类放射源，均用于现场（移动）探伤。	公司现有15枚^{192}Ir放射源（额定活度均为$3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$）、2枚$^{75}\text{Se}$放射源（额定活度均为$3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$）、9台DL-II D型$\gamma$探伤机、2台DL-VC型$\gamma$探伤机及6台YG-192型$\gamma$探伤机。根据实际业务需求，公司现未购置X射线探伤机，后续工作如有需求再增加。

2.2 源项情况

2.2.1 核素特性

(1) ^{192}Ir

半衰期：74.0d

衰变方式： $\beta\%$ =95.4%

主要有3种能量的 β 射线，分别为225.9keV(5.95%)、256.0keV(41.3%)、672.3keV(48.5%)。

EC%=4.6%

γ 射线： ^{192}Ir 有20余种不同能量的 γ 射线，其中有4种分支比较大，能量分别为

316.5keV(82.8%)、468.1keV(47.7%)、308.5keV(29.8%)、296.0keV(28.6%)。

¹⁹²Ir 简化衰变纲图如下图所示：

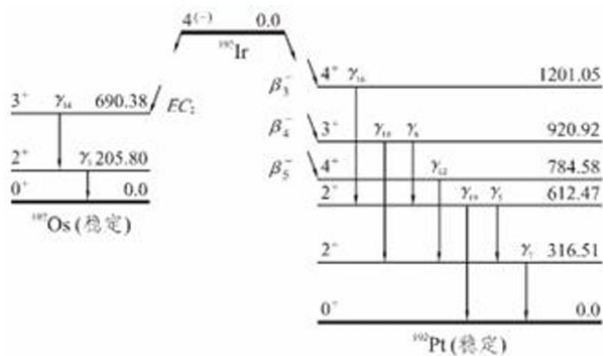


图 2-3 核素 ¹⁹²Ir 衰变纲图

(2) ⁷⁵Se

半衰期：120.0d。

衰变方式：EC%=100%。

γ 射线有 20 余种，其中 4 种分支比较大，能量分别为 264.7keV(59.1%)、136.0keV(59.0%)、279.5keV(25.2%)、121.1keV(17.3%)。

⁷⁵Se 简化衰变纲图如下图所示：

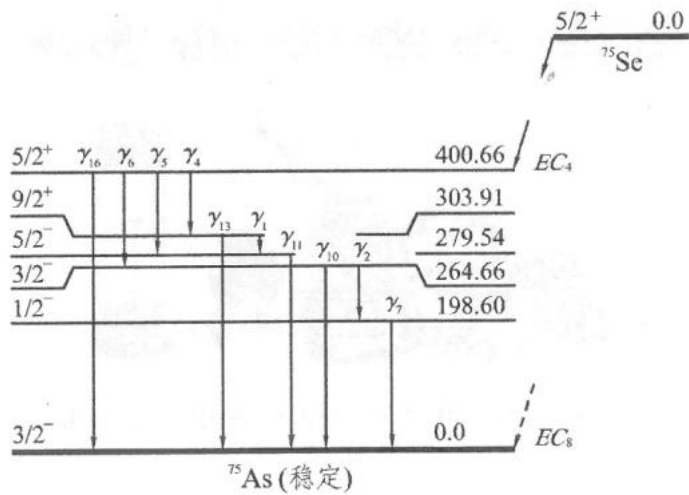


图 2-4 核素 ⁷⁵Se 衰变纲图

2.2.2 主要参数

本项目于空旷的施工现场或野外使用 γ 射线探伤机进行移动（现场）探伤，本项目探伤机及放射源主要技术参数见表 2-9。

表 2-9 本项目探伤机及放射源主要技术参数表

序号	核素	探伤机型号	探伤机厂家	放射源厂家	源编码	源出厂时间	出厂时活度(Bq)	验收监测时活度(Ci)	数量	分类
1	¹⁹² Ir	DL-II D	海门伽马星	成都中核	0324IR012402	20240801	3.70×10 ¹²	42	1	II
2	¹⁹² Ir	DL-II D			0324IR008902	20240529	3.70×10 ¹²	23	1	II
3	¹⁹² Ir	DL-II D		海门伽马星	0323IR018012	20231130	3.70×10 ¹²	4	1	II
4	¹⁹² Ir	DL-II D			0323IR018002	20231130	3.70×10 ¹²	4	1	II
5	¹⁹² Ir	DL-II D		成都中核	0324IR001392	20240218	3.70×10 ¹²	10	1	II
6	¹⁹² Ir	DL-II D			0324IR001382	20240218	3.70×10 ¹²	10	1	II
7	¹⁹² Ir	DL-II D			0324IR007452	20240507	3.70×10 ¹²	19	1	II
8	¹⁹² Ir	DL-II D			0324IR008892	20240529	3.70×10 ¹²	23	1	II
9	¹⁹² Ir	DL-II D			0324IR012392	20240801	3.70×10 ¹²	42	1	II
10	¹⁹² Ir	YG-192	丹东市阳光仪器	四川持恒	DE24IR004962	20240424	3.70×10 ¹²	16	1	II
11	¹⁹² Ir	YG-192			DE24IR004972	20240424	3.70×10 ¹²	16	1	II
12	¹⁹² Ir	YG-192			DE24IR004552	20240517	3.70×10 ¹²	21	1	II
13	¹⁹² Ir	YG-192			DE24IR002692	20240403	3.70×10 ¹²	14	1	II
14	¹⁹² Ir	YG-192			DE24IR002682	20240403	3.70×10 ¹²	14	1	II
15	¹⁹² Ir	YG-192			DE24IR003112	20240319	3.70×10 ¹²	12	1	II
16	⁷⁵ Se	DL-VC	海门伽马星	成都中核	0324SE002872	20240529	3.70×10 ¹²	37	1	II
17	⁷⁵ Se	DL-VC			0324SE001102	20240126	3.70×10 ¹²	10	1	II
注：公司于2024年11月对编码为“0323IR018012”“0323IR018002”“0324SE001102”的放射源进行回收。										

2.3 工程设备与工艺分析

2.3.1 设备组成、工作原理和工艺流程

1. γ 射线探伤机特性与用途

本项目 γ 射线探伤机利用 ^{192}Ir 放射源进行 γ 射线工业探伤。 γ 射线探伤机采用贫化铀作为屏蔽材料，其体积小，便于携带，为可携式 γ 射线探伤机。其外壳设计坚固，耐冲击，射线屏蔽能力较强，可减少工作人员的辐射剂量。该公司使用 γ 射线探伤机主要在现场地面对工件进行无损检测。

2. γ 射线探伤机组成

手提式 γ 探伤机主要由 3 部分组成：加长输源导管、源屏蔽容器（贮源机）、遥控控制线及摇把。源屏蔽容器是探伤机主体，用作放射源贮存和运输的屏蔽容器；其最外层为钢包壳，内部是贫铀屏蔽层，当放射源贮存在正确位置时，容器外表面的辐射水平远小于允许值；容器钢壳与贫铀之间充以泡沫塑料，用来吸收贫铀材料的韧致辐射。屏蔽容器的一端有联锁装置，用来连接控制缆；另一端通过管接头和输源管连接。放射源存储于源屏蔽容器内，并设计有多项安全锁定装置，只有将输源管及控制缆与屏蔽容器正确、可靠连接，并打开安全锁后，才可以将放射源送出容器，缺少任何一个环节，放射源均无法送出，保证放射源的安全使用。本项目贮源坑现状见图 2-5。



图 2-5 本项目贮源坑现状

2. 探伤原理

γ 射线探伤机在工作过程中，通过 ^{192}Ir 放射源衰变时释放的 γ 射线对受检探件进行照射，当射线在穿过裂缝时其衰减明显减少，胶片接受的辐射增大，根据曝光强度的差异判断焊接的质量。如有焊接质量问题，在显影后的胶片上产生一个较强的图像显示裂缝所在的位置， γ 射线探伤机据此实现探伤目的。

3. 工作流程

(1) 根据现场探伤工作需要(考虑待探伤探件尺寸大小、厚度及形状等), 辐射工作人员须全过程佩戴个人剂量计及个人剂量报警仪(一旦发生报警时应立即查明原因), 从源库内源坑中取出 γ 射线探伤机, 于登记检测室内使用辐射巡检仪对探伤机进行检测确认放射源在探伤机体内后, 办理登记出库手续;

(2) 辐射工作人员将 γ 射线探伤机通过专用运输车辆运至移动探伤区域;

(3) 辐射工作人员在进行探伤前, 先根据放射源活度、现场实际情况、监督区和控制区剂量率限值 and 辐射巡检仪测定结果, 在工作现场周围确定控制区和监督区, 在边界设立警告标志、警戒绳和警示灯, 现场设有安全员; 再在受检探件的焊缝贴上胶片, 确定场内无相关人员后, 操作人员(穿戴铅衣、铅眼镜、铅手套等)开始铺设输源管; 确定放射源的位置和照射时间后, 在操作位置的操作人员将放射源通过输源管迅速送入到受检探件腔内(或者贴胶片的背面), 然后迅速离开、退到控制区边界外, 并开始计时; 达到预定的照射时间后, 操作人员(穿戴铅衣、铅眼镜等)由控制区边界外回到操作位置迅速回收放射源, 并使用辐射巡检仪对探伤机进行检测确认放射源返回探伤机体内, 并做好相应记录;

(4) 辐射工作人员将 γ 射线探伤机通过专用运输车辆运回, 于登记检测室内办理登记入库手续后, 再将 γ 射线探伤机放置于贮源库内贮源坑中;

(5) 将取下的胶片送暗室进行冲洗, 冲洗后的胶片用清水清洗, 然后进行评片, 出具探伤报告等。

移动式 γ 射线探伤主要工作流程见图 2-6。

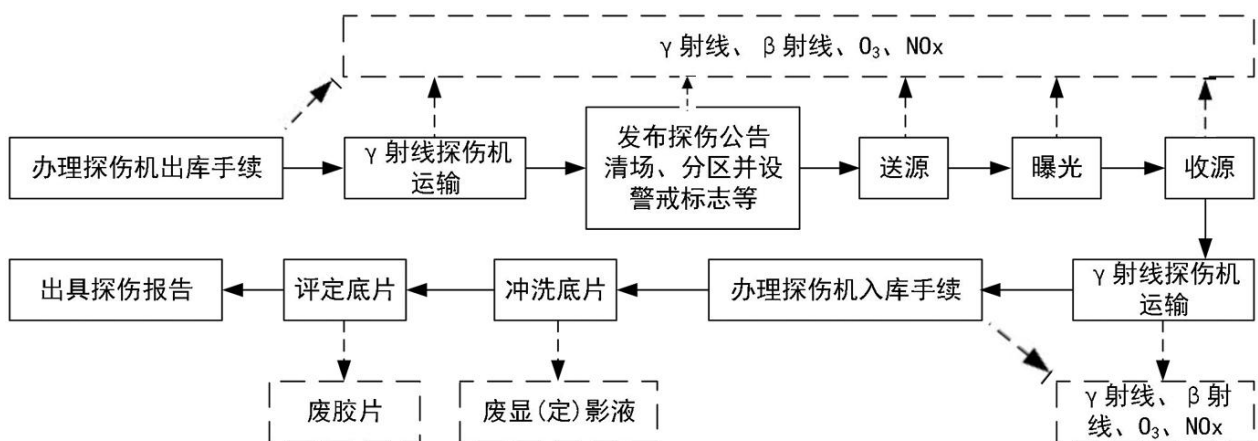


图 2-6 移动式 γ 射线探伤工作流程示意图

2.3.2 人员配备

本项目探伤机进行现场（移动）探伤时，一般为各项目探伤工地，公司实行 8 小时工

作制，年工作 250 天。公司现有 40 名辐射工作人员（包含 1 名辐射安全管理人员及 2 名源库保管人员），其中 40 人通过伽马射线探伤辐射安全与防护考核、3 人通过辐射安全管理辐射安全与防护考核，探伤人员专职从事公司移动探伤工作。根据公司提供资料，探伤人员每人每年最多参与现场探伤 500 次，现场探伤最多同时开展 4 个探伤工地。

2.3.3 污染源分析及评价因子

1. 放射性污染因素

（1）放射性废物

本项目不产生放射性废水和放射性废气。 γ 射线探伤机工作过程中产生报废和退役的废旧源属放射性固体废物，由厂家回收。

（2） γ 射线和 β 射线

由核素 ^{192}Ir 的辐射特性可知， γ 射线探伤机贮存于贮源库内贮源坑中时， ^{192}Ir 放射源也将发生衰变， ^{192}Ir 衰变时会释放 γ 射线和 β 射线。由于 β 射线穿透能力较弱、射程较短，设备的外包装（贮存）、贮源库实体屏蔽等可将其完全屏蔽，使 β 射线不能释放到环境中。但 γ 射线穿透能力较强，可对周围环境产生辐射影响。进行移动探伤作业时，将放射源导入施源管中相应的驻留位置上进行照射，将产生 γ 射线，可能对工作场所周围环境产生辐射影响。

2. 非放射性污染因素分析

（1）非放射性有害气体

γ 射线探伤机产生的 γ 射线会使空气电离。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。本项目中，臭氧和氮氧化物的产生量均较小。本项目属室外现场探伤，且现场探伤时控制区内无人员停留，不会对职业人员和公众造成危害。

（2）一般固废及危险废物

γ 射线探伤装置使用期限为 10 年，更换的废旧探伤机属于一般固体废物，由厂家回收。

拍片、洗片过程会产生废显（定）影液和废胶片，属于《国家危险废物名录》（2021 年）规定的危险废物，废物类别为“HW16 感光材料废物”，废物代码为“900-019-16”，为其他行业产生的废显（定）影剂、胶片及废像纸。根据公司提供的资料，结合本项目目前工作负荷，胶片产生量约 90kg/a，废显（定）影液预计产生量共计约 180kg/a。

综上分析，本项目运行阶段环境影响评价的评价因子主要为 γ 射线，同时考虑非放射

有害气体和危险废物。

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

贮源库用于贮存 γ 射线探伤机，源库中间设置方形贮源坑； γ 射线探伤机不进行现场无损检测时，贮存于贮源库内贮源坑中。

本项目贮源库采取实体屏蔽，对贮源库进行分区管理，划分为控制区和监督区；其中贮源库划分为控制区，贮源库周围及设备库划分为监督区，各区严格按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求进行管理。

本项目贮源库环境影响报告表防护设施/措施与现场验收情况对比见表 3-1，环评报告表批复与现场验收情况对比表见表 3-2。

表 3-1 本项目贮源库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
贮存库尺寸	东西净长 3.5m、南北净长 3m、高 2.8m	与环评一致
贮存库四周墙体、室顶防护厚度	四周墙体：200mm 实心砖+50mm 混凝土+8mm 钢板	与环评一致
	室顶：100mm 混凝土	
	设置一道 30mm 厚不锈钢防盗门，内侧设置一道 10mmPb 防护门，实行双人双锁管理	
源坑防护情况	南北长 0.8m、东西长 1m、深 1.2m	与环评一致
	坑盖为 5mmPb+8mm 钢，坑盖加锁	
	源坑壁和底部：120mm 实心砖+50mm 混凝土	
	源坑中间使用 5mm 钢板分割成东、西两部分，西侧部分放置 ^{192}Ir γ 射线探伤机，东侧部分放置 ^{75}Se γ 射线探伤机	源坑内东南侧使用红砖分割为两部分，东南侧部分放置 ^{75}Se γ 射线探伤机，其余部分放置 ^{192}Ir γ 射线探伤机。
电离辐射警告标志	环评要求坑盖、贮源库防盗门和防护门均设计张贴电离辐射警告标志	坑盖、贮源库防盗门和防护门均已张贴电离辐射警告标志。
防盗装置	设计红外高清视频监控(具备回放功能)、入侵报警装置，在贮源库内部和贮源库外防盗门上方各拟设置 1 处监控探头，做到对贮源库的全覆盖；厂区西北角、西南角及厂区大门上方各拟设置 1 处监控	设有红外高清视频监控装置及入侵报警装置。贮源库所在院区大门处设有 1 处入侵报警装置；贮源库内南墙东西两侧、贮源库所在院区内西北角、院外南墙、院外东南角、院外西北角及值班室内各设置 1 处监控探头，做到了对贮源库内及贮源库所

	探头，做到对厂区的全覆盖。	在院区的全覆盖。
运输工具	配备 2 辆 γ 探伤机专用运输车辆，为两辆车安装卫星定位系统，车体上张贴电离辐射警告标志，使用专用铁链对运输保险箱加以锁固，最多装载 2 只运输保险箱，驾驶室与运货舱用铅钢结构隔开，防护效果为 6mmPb。	配备有 1 台 γ 探伤机专用运输车辆（江淮汽车、车牌号为鲁 V237BU），车体上张贴有电离辐射警告标志，运输中使用运输保险箱运输 γ 射线探伤机。
运输保险箱	购置 8 只 γ 射线探伤机运输保险箱，其为铅钢结构，防护效果为 15mmPb；每只运输保险箱只可盛放 1 台 γ 射线探伤机，其外均拟张贴电离辐射警告标志，并加锁。	共购置 1 只 γ 射线探伤机运输保险箱，防护效果为 15mmPb；运输保险箱每次可盛放 2 台 γ 射线探伤机，运输保险箱外张贴有电离辐射警告标志，并加锁。
仪器配备	配备 16 名辐射工作人员，每位辐射工作人员配备 1 支个人剂量计。配备 6 台辐射巡检仪，16 部个人剂量报警仪。	40 名辐射工作人员均配备了个人剂量计，配备了 2 台 BG9511 型辐射巡检仪、5 台 R-EGD 型辐射巡检仪、45 部 FY-II 型个人剂量报警仪。
人员培训	本项目配备 16 名辐射工作人员，其中 5 人已取得考核合格证。公司将尽快组织未通过考核的辐射工作人员到国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行培训并通过考核；考核合格后方可上岗。	40 名辐射工作人员均已通过辐射安全与防护考核，其中 40 人通过伽马射线探伤辐射安全与防护考核、3 人通过辐射安全管理辐射安全与防护考核。

表 3-2 本项目贮源库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（综述）	验收时落实情况
1. 严格执行辐射安全管理制度。项目在建设和运行中应严格落实报告表提出的各项辐射安全防护措施以及安全管理责任。制定完善 γ 射线探伤机、X 射线探伤机使用登记制度、出入库操作规程、辐射防护和安全保卫制度、设备检修和维护制度、培训计划和检测计划、探伤作业区划分等制度，完善辐射安全管理档案。	1. 签订了《辐射工作安全责任书》，明确了法人代表蔡得雨为辐射工作安全责任人，成立了辐射安全和环境保护领导小组，指定专人负责射线装置的安全和防护工作。制定有《辐射防护与安全保卫制度》《 γ 射线探伤机安全操作规程》《放射工作现场安全警戒制度》《 γ 射线探伤作业区域划分》《放射源出入库管理制度》《放射源使用登记制度》《 γ 射线检测人员岗位责任制度》《辐射监测计划》《设备设施检修维护制度》《放射人员培训管理制度》《自行检查和年度评估制度》《放射源报废、退役处理方案》《事故风险防范措施》《放射源贮源库巡查制度》《放射源贮源库 24h 值班制度》等制度。

2. 加强辐射工作人员的安全防护工作,开展管理工作人员的教育与培训,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,定期进行个人剂量监测。安排专人负责个人剂量监测管理,确保管理人员所受年辐射剂量均满足本评价采用的辐射工作人员年剂量约束值不超过 5mSv 的管理要求。	2. 公司 40 名辐射工作人员均已通过辐射安全与防护考核。辐射工作人员均配备了个人剂量计,并委托有资质的单位每 3 个月开展个人剂量检测。公司安排专人负责个人剂量监测管理,建立了辐射工作人员个人剂量档案,做到了 1 人 1 档。根据本次验收结果:辐射工作人员最大年有效剂量为 0.827mSv,满足环评提出的辐射工作人员年剂量约束值不超过 5mSv 的管理要求。
3. 做好辐射工作场所的安全防护工作,严格执行《工业 γ 射线探伤放射防护标准》(GBZ 132-2008)和《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015)要求,落实探伤机现场探伤工作流程,确保工作人员和公众辐射安全。探伤时做好现场探伤场地人员清理工作,防止无关人员误入控制区和监督区。落实 X 射线探伤机和 γ 射线探伤机使用登记台账,加强探伤机储存室安全保卫措施,防止丢失或被盗。	3. 探伤作业前会制定防护措施和工作方案。探伤作业时,根据现场情况,利用监测仪器划分了控制区和监督区,在监督区、控制区边界设有警戒绳、警示牌和警戒灯,做好了现场警戒工作,防止无关人员滞留或误入探伤现场。γ 射线探伤机进出贮源库前后均进行登记,建立使用台账,贮源库内南墙东西两侧设有红外高清视频监控,贮源库所在院区大门处设有入侵报警装置,做好了贮源库的安全保卫措施。
4. 加强探伤机的安全管理工作。放射源贮存库辐射安全防护应满足《工业 γ 射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008)的要求,屏蔽设施外表面空气比释动能率不大于 $2.5 \mu\text{Gy/h}$。在贮源库中设置 γ 探伤机源坑。贮源库和设备库应设置符合规范的电离辐射警告标志和中文警示说明,实行双人双锁,安装红外和视频监控等安全与防护措施;建立探伤机出入库台账,当外出作业时间较长,探伤机无法及时返回贮源库或设备库时,应派专人 24 小时值守,防止探伤机丢失被盗。γ 射线探伤机在出库前后和使用前后必须开展监测,建立监测数据台账,确保放射源存在于探伤机中。	4. 根据现场检测结果:坑盖打开或关闭状态下,贮源库四周墙体、防护门及室顶外 γ 辐射剂量率低于标准中规定的 $2.5 \mu\text{Gy/h}$ 的限值要求。γ 射线探伤机存放于放射源贮源坑中,放射源库、贮源坑落实了双人双锁。坑盖、贮源库防盗门和防护门均张贴有电离辐射警告标志,贮存库设有红外高清视频监控,贮源库所在院区设有入侵报警装置,监视器设置在值班室,24h 有人巡查。制定了《放射源出入库管理制度》,γ 射线探伤机在出库前后和使用前后均开展监测,建立了监测数据台账,确保放射源存在于探伤机中。外出作业时间较长探伤机无法及时返回贮源库时,探伤机置于保险柜中派专人值班看守。
5. 严格执行辐射环境监测计划,开展辐射环境监测,并向环保部门报送监测数据。	5. 配备了 2 台 BG9511 型辐射巡检仪、5 台 R-EGD 型辐射巡检仪、45 部 FY-II 型个人剂量报警仪,按要求自行开展了辐射环境监测。

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日前向市、县生态环境部门提交年度评估报告。	6. 公司按规定每年开展自行检查及年度评估，每年对现有辐射项目编写辐射安全与防护状况年度评估报告，2023年年度评估报告已提报全国核技术利用辐射安全申报系统。
7. 编制环境风险事故应急预案，并向烟台市生态环境局龙口分局备案；制定并定期修订辐射事故应急预案，定期组织开展应急演练，提高事故应急处理及防范能力。若发生辐射事故，应及时向生态环境、公安和卫生等部门报告。	7. 制定了《辐射事故安全应急预案》，并于2024年8月3日开展了辐射事故应急演练。公司至今未发生过辐射事故。
8. 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废显（定）影液、废胶片等危险废物；制定危险废物转移联单制度，危险废物最终交由有资质的单位妥善处置。	8. 本项目拍片、洗片过程中产生的废胶片和废显（定）影液暂存于危废暂存间中，公司与烟台万鑫沅环保科技有限公司签订了危险废物委托处置合同。
9. 定期维护国家核技术利用辐射安全监管系统中本单位相关信息，确保信息录入的准确、及时和完整。	9. 已对国家核技术利用辐射安全监管系统中本单位相关信息进行维护，信息录入准确、及时、完整。
10. 根据《山东省辐射污染防治条例》的有关规定，在跨设区的地市开展现场探伤作业时，须提前五日内报所在地市人民政府生态环境主管部门备案，在作业结束后五日内办理备案注销手续。	10. 严格按照法律法规要求，办理放射性同位素和射线装置的转移备案、注销手续。

3.2 三废的处理

①退役放射源：建设单位与购源单位签订放射源回收协议，退役放射源由放射源厂家回收。如因故无法回收，退役放射源委托有资质的单位回收。任何情况下公司不私自处置退役放射源。公司已建立详细的放射源台账明细，并归档保存。放射源的运输委托有资质单位进行。

②退役 γ 探伤装置： γ 探伤装置使用年限为10年，退役 γ 探伤装置处置前暂存在贮源库，由设备厂家回收。

③废显（定）影液和废胶片：本项目产生的废显（定）影液和废胶片，属于危险废物，危废编号为HW16 900-019-16。产生的废胶片和废显（定）影液暂存于危废暂存间中专用贮存容器内，危废暂存间位于公司院内南侧中间位置，危废暂存间具备防风、防雨、防晒、防渗等功能，其外设有规范的警示标志。公司对危险废物实行台账管理，并与烟台万鑫沅环保科技有限公司签订了危险废物委托处置合同，可满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）要求。

建设单位在距本项目建设地点较远的区域开展探伤工作或长期在外进行探伤作业无法及时返回公司时，由探伤检测委托方提供暗室和危废暂存间，进行洗片并暂存危险废物。产生的废显影液和废胶片统一由有资质的单位进行运输及规范处置。探伤检测委托方无法提供洗片、评片和危险废物暂存等场所的，委托当地具备上述条件和能力的单位进行，确认可满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）要求后，方可前往现场开展探伤工作。

3.3 辐射安全管理情况

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护许管理办法》及生态环境主管部门的要求，核技术利用单位应落实环评文件及环评批复中要求的各项管理制度和安全防护措施。为此本次对公司的辐射环境管理和安全防护措施等进行了现场核查。

1. 组织机构

公司签订了辐射工作安全责任书，成立了辐射安全和环境保护领导小组，指定该机构专职和专人负责射线装置的安全和防护工作，落实了岗位职责。

2. 辐射安全管理制度及落实情况

（1）工作制度

公司制定了《辐射防护与安全保卫制度》《 γ 射线探伤机安全操作规程》《放射工作现场安全警戒制度》《 γ 射线探伤作业区域划分》《放射源出入库管理制度》《放射源使用登记制度》《 γ 射线检测人员岗位责任制度》《辐射监测计划》《设备设施检修维护制度》《放射人员培训管理制度》《自行检查和年度评估制度》《放射源报废、退役处理方案》《事故风险防范措施》《放射源贮源库巡查制度》《放射源贮源库24h值班制度》等制度，建立了辐射安全管理档案。

（2）操作规程

公司制定了《 γ 射线探伤机安全操作规程》，辐射工作人员严格按照操作规程进行操作。

（3）应急演练

公司编制了《辐射事故安全应急预案》，于2024年8月3日开展了辐射事故应急演练。

（4）人员培训

公司制定了《放射人员培训管理制度》，公司现有40名辐射工作人员，均已通过核技

术利用辐射安全与防护考核。

(5) 监测方案

公司制定了《辐射监测计划》。配备了7台便携式辐射巡检仪；为辐射工作人员配备了个人剂量计，委托有资质的单位进行个人剂量检测，建立了个人剂量档案，做到1人1档。

(6) 年度评估

公司按规定每年开展自行检查及年度评估，每年对现有辐射项目编写辐射安全与防护状况年度评估报告，2023年年度评估报告已提报全国核技术利用辐射安全申报系统。

3. 辐射安全防护设备

公司配备了2台BG9511型辐射巡检仪、5台R-EGD型辐射巡检仪、45部FY- II 型个人剂量报警仪。

3.4 异地使用管理

①本项目 γ 射线探伤机跨市、跨省、自治区或直辖市使用的，公司根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《关于印发〈关于 γ 射线探伤装置的辐射安全要求〉的通知》中有关规定进行备案。

②本项目 γ 射线探伤机跨设区的市使用，公司根据《山东省辐射污染防治条例》第二十三条，在转移活动实施前五日内报使用地设区的市人民政府生态环境主管部门备案，使用活动结束后五日内办理备案注销手续。

③本项目移动式探伤工作间歇将放射源临时贮存于专用保险柜内，临时贮存完毕，对专用保险柜进行巡测，可确保存储安全。

④公司需开展外地移动探伤作业时，本项目 γ 射线探伤机由具有相应资质的运输单位运输。

3.5 探伤设施退役

①退役放射源：建设单位与购源单位签订放射源回收协议，退役放射源由放射源厂家回收。如因故无法回收，退役放射源委托有资质的单位回收。任何情况下公司不私自处置退役放射源。

②退役 γ 探伤装置： γ 探伤装置使用年限为10年，退役 γ 探伤装置处置前暂存在贮源库，由设备厂家回收。

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 新增 X 射线探伤机辐射安全分析报告结论

公司在认真落实各项污染防治措施和辐射环境管理计划的基础上，并严格按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）以及其他相应规定、标准进行管理的基础上，已经具备其所从事的辐射活动的技术能力和辐射安全防护措施，从辐射环境保护的角度分析，该项目的运行是安全可行的。

4.2 贮源库环境影响报告表结论

1. 因业务发展需要，公司在烟台市龙口市徐福街道北李村 509 号租赁了一处工作场所，拟对租赁的工作场所内现有闲置房间进行改造建设，改造后命名为贮源库(含贮源坑)、设备库、暗室、评片室、危废暂存间、值班室、办公室、登记检测室等；将拟购置的 8 台 γ 射线探伤机和 2 台 X 射线探伤机分别贮存于贮源库内贮源坑中和设备库中。

γ 射线探伤机内含放射源均属于 II 类放射源，X 射线探伤机均属于 II 类射线装置。

2. 由现状检测结果表明：本项目拟建区域周围环境 γ 辐射剂量率现状值处于烟台市环境天然放射性水平范围内。

3. 贮源库四周墙体改造后为 200mm 实心砖+50mm 混凝土+8mm 钢板、室顶为 100mm 混凝土、地面为 50mm 混凝土，西侧设置一道 30mm 厚不锈钢防盗门，内侧设置一道 10mmPb 防护门，实行双人双锁管理；贮源坑位于贮源库内中部偏南，贮源坑壁和底部采用 120mm 实心砖+50mm 混凝土浇筑，中间使用 5mm 钢板分割成东、西两部分，西侧部分放置 ^{192}Ir γ 射线探伤机，东侧分放置 ^{75}Se γ 射线探伤机；两部分共用 1 个坑盖，坑盖为 5mmPb+8mm 钢，坑盖加锁。

贮源库防盗门和防护门、贮源坑坑盖均拟设计张贴电离辐射警告标志；贮源库拟设计红外高清视频监控(具备回放功能)、入侵报警装置，在贮源库内部和贮源库外防盗门上方各拟设置 1 处监控探头，做到对贮源库的全覆盖。厂区西北侧闲置房间拟作为值班室(拟设置防盗门和窗户外拟设置防盗栅栏)，将监视器放置于该房间内，24h 专人值守，监控与安保人员手机网络连通，可实现 24h 监控，拟为安保人员配备通信工具和自卫器具；同时，拟制定交接班制度，并对交接班进行记录。 γ 射线探伤机进出贮源库前、后均于登记检测室内进行登记并对探伤机表面进行辐射监测，记录监测结果，进出登记与监测结果长期存档；拟于贮源库南墙西侧靠近室顶处设置一处排风口，内置机械排风装置，通风口外侧拟设置不小于 10mm 铅防护罩。

拟为每位辐射工作人员配备 1 支个人剂量计, 拟配备 6 台便携式辐射巡检仪, 16 部个人剂量报警仪, 8 个运输保险箱, 6 个铅屏风 and 保险柜, 30 个电离辐射警告标志、警戒灯和“禁止进入放射工作场所”标牌, 10 个对讲装置, 16 套个人防护用品(铅手套、铅眼镜、铅衣), 6 个长柄架等。

公司拟配备 2 辆 γ 射线探伤机专用运输车辆, 拟为两辆车安装卫星定位系统, 车体上拟张贴电离辐射警告标志, 拟使用专用铁链对运输保险箱加以锁固, 最多装载 2 只运输保险箱, 驾驶室与运货舱拟用铅钢结构隔开, 防护效果为 6mmPb。公司拟购置 8 只 γ 射线探伤机运输保险箱, 其为铅钢结构, 防护效果为 15mmPb; 每只运输保险箱只可盛放 1 台 γ 射线探伤机, 其外均拟张贴电离辐射警告标志, 并加锁。 γ 射线探伤机由专人负责押运, 探伤机在车内时, 车上应至少保留一名押运人员, 确保探伤机的安全。

γ 射线探伤机临时贮存, 选用保险柜或规范的临时贮源库贮存 γ 射线探伤机, 并有专人看管。

γ 射线或 X 射线移动探伤前, 必须先将工作场所划分为控制区和监督区, 控制区边界外空气比释动能率应低于 $15 \mu\text{Gy/h}$; 监督区位于控制区外, 其边界外剂量率应不大于 $2.5 \mu\text{Gy/h}$, 边界应有电离辐射警告标志标牌, 公众不得进入该区域。

4. 经估算, 贮源库四周墙体、室顶、防护门及通风口外预测点处辐射剂量率均小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 剂量率目标控制值。

运输车辆表面及运输车辆外表面 2m 处的最大辐射剂量率均满足《放射性物质安全运输规程》(GB11806-2019) 规定的“在常规运输条件下, 运输工具外表面上任一点的辐射水平应不超过 2mSv/h , 在距运输工具外表面 2m 处的辐射水平应不超过 0.1mSv/h ”要求。

在无屏蔽(裸源)状态下, ^{192}Ir 放射源活度为额定装载量 $3.70 \times 10^{12}\text{Bq}$ (100Ci) 工况下, 控制区范围为 167.3m, 监督区范围为 409.7m; ^{75}Se 放射源活度为额定装载量 $3.70 \times 10^{12}\text{Bq}$ (100Ci) 工况下, 控制区范围为 107.9m, 监督区范围为 264.2m。

在无屏蔽状态下, XXQ-3005 型 X 射线探伤机在电压 300kV、电流 5mA 工况下, 控制区范围为 646.6m, 监督区范围为 1583.7m; XXQ-3505 型 X 射线探伤机在电压 350kV、电流 5mA 工况下, 控制区范围为 685.6m, 监督区范围为 1679.3m。

辐射工作人员和公众成员所受年辐射剂量均满足本评价采用的辐射工作人员及公众年剂量约束值分别不超过 5.0mSv 和 0.25mSv 的管理要求。

5. 公司承诺与放射源生产厂家签订废旧放射源回收协议, 由其回收废旧放射源, 同时

废旧放射源的运输应委托有资质的单位进行。

γ 射线探伤机在贮源库中贮存时产生的非放射性有害气体主要靠通风换气来控制，贮源库南墙西侧靠近室顶处拟设置一处排风口，内置机械排风装置；非放射性有害气体经通风口直接排入南侧外环境中；同时非放射性有害气体产生量较少，在空气中的自身分解时间较短，其对周围环境和人员影响较小。

探伤检测过程中产生的危险废物暂存于危废暂存间内专用废物桶和贮存柜中，定期委托具备危废运输资质的单位运输至有相应危废处置资质的单位处置，危废暂存间具备防风、防雨、防晒、防渗等功能，其外设有规范的警示标志等。外地作业不能返回公司时，危险废物暂存于探伤检测委托方提供的危废暂存间内专用容器中暂存。如探伤检测委托方无法提供洗片、评片和危险废物暂存等场所的，委托当地具备上述条件和能力的单位进行。此外，公司将在本项目运行后应尽快与具有相应危废处置资质的单位签订危废处置协议。总之，危险废物可以得到妥善处置，不会对周围环境造成影响。

6. 公司将签订辐射工作安全责任书，由法定代表人作为第一责任人，同时将成立辐射安全领导小组，负责全公司辐射安全与环境保护工作。

公司拟为 γ 射线和 X 射线移动探伤工作专职配备 16 名辐射工作人员，其中 5 人已取得考核合格证。公司将尽快组织未通过考核的辐射工作人员到国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行培训并通过考核；考核合格后方可上岗。

辐射环境风险评价表明，本项目在实际工作中存在一定的辐射环境风险，公司将严格执行制定的风险防范措施和《辐射事故应急预案》，定期演练辐射事故应急方案，对发现的问题及时整改，使项目环境风险影响降至最低。

综上所述，龙口方源检测服务有限公司 γ 射线探伤机及 X 射线探伤机应用项目，在切实落实报告中提出的辐射管理、辐射防护等各项措施，严格执行相关法律法规、标准规范等文件，严格落实各项辐射安全管理、防护措施的前提下，该项目对周围人员是安全的，对周围环境产生的辐射影响较小，不会引起周围辐射水平的明显变化。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（节选）

一、龙口方源检测服务有限公司 γ 射线探伤机及 X 射线探伤机应用项目贮源库、设备库位于龙口市徐福街道北李村 509 号，库区占地面积 201m²，总投资 95 万元，其中环保投资 20 万元，对租赁场所进行改造建设，涉及贮源库（含贮源坑）、设备库、暗室、评片室、

危废暂存间、值班室、登记检测室、办公室等；将拟购置的 8 台 γ 射线探伤机和 2 台 X 射线探伤机分别贮存于贮源库内和设备库中， γ 射线探伤机内含放射源属 II 类放射源，X 射线探伤机属 II 类射线装置，均用于现场（移动）探伤。

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

1. 严格执行辐射安全管理制度。项目在建设和运行中应严格落实报告表提出的各项辐射安全防护措施以及安全管理责任。制定完善 γ 射线探伤机、X 射线探伤机使用登记制度、出入库操作规程、辐射防护和安全保卫制度、设备检修和维护制度、培训计划和检测计划、探伤作业区划分等制度，完善辐射安全管理档案。

2. 加强辐射工作人员的安全防护工作，开展管理工作人员的教育与培训，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，定期进行个人剂量监测。安排专人负责个人剂量监测管理，确保管理人员所受年辐射剂量均满足本评价采用的辐射工作人员年剂量约束值不超过 5mSv 的管理要求。

3. 做好辐射工作场所的安全防护工作，严格执行《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ 132-2008）和《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）要求，落实探伤机现场探伤工作流程，确保工作人员和公众辐射安全。探伤时做好现场探伤场地人员清理工作，防止无关人员误入控制区和监督区。落实 X 射线探伤机和 γ 射线探伤机使用登记台账，加强探伤机储存室安全保卫措施，防止丢失或被盗。

4. 加强探伤机的安全管理工作。放射源贮存库辐射安全防护应满足《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）的要求，屏蔽设施外表面空气比释动能率不大于 $2.5 \mu\text{Gy/h}$ 。在贮源库中设置 γ 探伤机源坑。贮源库和设备库应设置符合规范的电离辐射警告标志和中文警示说明，实行双人双锁，安装红外和视频监控等安全与防护措施；建立探伤机出入库台账，当外出作业时间较长，探伤机无法及时返回贮源库或设备库时，应派专人 24 小时值守，防止探伤机丢失被盗。 γ 射线探伤机在出库前后和使用前后必须开展监测，建立监测数据台账，确保放射源存在于探伤机中。

5. 严格执行辐射环境监测计划，开展辐射环境监测，并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 日前向市、县生态环境部门提交年度评估报告。

7. 编制环境风险事故应急预案，并向烟台市生态环境局龙口分局备案；制定并定期修订辐射事故应急预案，定期组织开展应急演练，提高事故应急处理及防范能力。若发生辐射事故，应及时向生态环境、公安和卫生等部门报告。

8. 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废显（定）影液、废胶片等危险废物；制定危险废物转移联单制度，危险废物最终交由有资质的单位妥善处置。

9. 定期维护国家核技术利用辐射安全监管系统中本单位相关信息，确保信息录入的准确、及时和完整。

10. 根据《山东省辐射污染防治条例》的有关规定，在跨设区的地市开展现场探伤作业时，须提前五日内报所在地市人民政府生态环境主管部门备案，在作业结束后五日内办理备案注销手续。

三、做好废旧放射源处置工作，严防辐射事故发生。

表 5 验收监测质量保证及质量控制

5.1 质量保证目的

质量保证分为内部质量保证和外部质量保证。内部质量保证主要向管理者提供信任；外部质量保证主要向客户或公众提供信任，使其确信结果是准确可靠的。对于辐射环境监测来说，质量保证的目的是把监测的误差降低到可接受的程度，保证监测结果真实反映采样和监测时的环境放射性水平。

5.2 质量保证内容

质量保证的基本内容包括严密的组织、文件化管理、规范化操作、有效的控制四个方面。

5.2.1 严密的组织

本次验收监测由山东丹波尔环境科技有限公司进行，山东丹波尔环境科技有限公司具有 CMA 监测资质，开展监测时，监测资质在有效期内。山东丹波尔环境科技有限公司组织机构分工明确，管理层、技术负责人、质量负责人、授权签字人、监测人员、质量监督人员、样品管理员、设备管理员等各层次人员配备齐全，公司已对各层次人员赋予相应的权力和资源。公司受市场监督主管部门的监督检查和管理，在历次检查中，均未出现重大问题。

5.2.2 文件化管理

山东丹波尔环境科技有限公司制定有质量要求文件和质量证明文件。

质量要求文件主要由管理体系文件组成，包括质量手册、程序文件、作业指导书、记录表格，以及外来文件等。它是辐射环境监测的质量立法，是将行之有效的质量管理手段和方法规范化，使各项质量活动有法可依，有章可循。

质量证明文件是依据质量要求文件内容完成的活动及其结果提供客观证据的文件，是辐射环境监测获得的质量水平和质量体系中各项活动结果的客观反映，分为质量记录和技术记录，包括人员培训考核记录、仪器设备检定/校准证书、监测过程质量控制记录、样品分析测量结果报告及原始记录等。

5.2.3 规范化操作

山东丹波尔环境科技有限公司全部监测活动都有程序文件加以规定，并严格遵照执行。所有用于辐射环境监测的方法均参照现行有效的相关标准，包括分析测量、数据处理与报告等，相关人员均熟练掌握，严格遵照执行。

5.2.4 有效的控制

有效的控制是使监测过程处于受控状态，以达到质量要求所采取的作业技术活动。在辐射环境监测中，其作用是识别从采样、制样，到分析测量、数据处理、结果报告的全过程中造成缺陷的一些操作，以便采取有效措施。在控制技术中，统计技术是识别、分析和控制异常变化的重要手段。山东丹波尔环境科技有限公司建立了质量控制项目登记表，对质量控制项目、质控技术（方法）、执行标准、执行人员、监督人员、判定方法、判定结果、实施日期等进行详细的记录。公司制定有质量监督计划，定期开展质量监督，填写质量监督检查记录、质量控制结果评定表、质量控制项目实施结果分析报告并存档。可有效进行质量控制。

5.3 质量保证计划

公司在制定辐射环境监测方案的同时，制定了相应的质量保证计划，并覆盖监测的全过程。一般来说，质量保证计划可满足以下要求：

- a) 明确单位的组织架构、职责、权力层次和对应管理接口，以及工作内容和能力；解决所有的管理措施，包括规划、调度和资源。
- b) 建立并宣贯工作流程和程序。
- c) 满足辐射环境监测的监管要求。
- d) 使用合适的采样和测量方法，选择合适的设备及其文件记录，包括对设备和仪器进行恰当的维护、测试和校准，保证其能正常运行。
- e) 选择合适的环境介质采样和测量的地点及采样频度。
- f) 使用的校准标准可追溯至国家标准或国际标准。
- g) 有审查和评估监测方案整体效能的质量控制机制和程序（任何偏离正常程序的行为均应记录），必要时进行不确定度分析。
- h) 参加能力验证或实验室间比对。
- i) 满足记录及存档的规定要求。
- j) 培训从事特定设备操作的人员，使其拥有相应的资格（根据管理需要）。

公司质量保证计划可满足监管部门为辐射环境监测质量保证所规定的作为最低限度的基本通用要求。

5.4 监测方案的质量保证

5.4.1 监测方案内容

本项目验收监测前，对监测任务制定有详细的监测方案，内容包括：监测目的和要求、监测点位、监测项目和频次、监测分析方法和依据、质量保证要求、监测结果评价标准、监

测计划安排、提交报告时间等。

5.4.2 质量保证要求

对监测方案实施质量保证的目的是为保证监测结果反映环境真实水平的可靠性提供客观依据。由于监测结果被各种条件和因素影响，使得某一地区、某一时间采集的样品获得的监测结果未必反映当地当时的环境真实水平。

本项目在制订辐射环境监测方案时，同时制订有质量保证计划（方案），具有涉及监测活动全过程的质量保证措施。

5.5 监测人员素质要求

a) 山东丹波尔环境科技有限公司各监测人员数量及其专业技术背景、工作经历、监测能力等均与所开展的监测活动相匹配，中级及以上专业技术职称或同等能力的人员数量不少于监测人员总数的 15%。

b) 公司监测人员均具备良好的敬业精神和职业操守，认真执行国家生态环境和其他有关法规标准。坚持实事求是、探索求真的科学态度和踏实诚信的工作作风。

c) 公司从事辐射环境监测人员均已接受相应的教育和培训，具备与其承担工作相适应的能力，掌握辐射防护基本知识，掌握辐射环境监测操作技术和质量控制程序，掌握数理统计方法。

d) 公司从事辐射环境监测人员均具备一定的专业技术水平，持证上岗。

5.6 监测设备的检定/校准和核查

5.6.1 监测设备的检定/校准

本项目所有监测仪器均在国家计量部门或其授权的校准机构检定/校准，开展验收监测时，均在有效期内。

5.6.2 监测设备的核查

为保证监测数据的准确可靠，山东丹波尔环境科技有限公司定期核查监测设备，通过实验室比对等方法，选取个别关键指标进行核查，核查结果可确定仪器是否适用，核查误差均在误差要求范围内。

5.7 监测数据的质量控制

5.7.1 数据记录

本项目分析测量到结果计算的全过程，均按规定的格式和内容，清楚、详细、准确地记

录，未随意涂改。

5.7.2 数据校核

公司进行分析数据之前，由专门的校核人员对原始数据进行必要的整理和校核。由校核人员逐一校核原始记录是否符合相关规范的要求，若有计算或记录错误，反复核算后予以订正。

5.7.3 数据审核

公司审核人员对数据的准确性、逻辑性、可比性和合理性进行审核。审核由二人独立进行或由未参与分析测量的人员进行核算。

5.7.4 数据保存

本项目监测任务合同（委托书/任务单）、原始记录、报告审核记录、监测报告、质量保证计划及其核查等资料均已归档保存。电子介质存储的报告和记录与纸质文档均有留存。

表 6 验收监测内容

为掌握本项目正常运行情况下贮源库周围辐射环境水平以及现场探伤过程中 γ 射线探伤机对周围辐射环境水平的影响，对本次验收的相关场所及周围环境进行了现场监测。

1. 监测项目

X- γ 辐射剂量率。

2. 监测仪器

便携式 FH40G+FHZ672E-10 型 X- γ 剂量率仪。监测仪器主要技术参数见表 6-1。

表 6-1 监测仪器参数一览表

序号	项 目	参 数
1	仪器名称	便携式 X- γ 剂量率仪
2	仪器型号	FH40G+FHZ672E-10
3	内部编号	JC01-09-2013
4	系统主机测量范围	10nGy/h~1Gy/h
5	探测器测量范围	1nGy/h~100 μ Gy/h
6	系统主机能量范围	33keV~3MeV
7	探测器能量范围	30keV~4.4MeV
8	相对固有误差	<7.6%(相对于 ^{137}Cs 参考 γ 辐射源)
9	检定单位	山东省计量科学研究院
10	检定证书编号	Y16-20232972
11	检定有效期至	2024 年 12 月 19 日

3. 监测分析方法

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》（HJ1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）等相关要求进行现场检测。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，计算平均值和标准差，经校准计算后作为最终的检测结果。

4. 监测布点

本次验收监测对贮源库周围及保护目标处环境、 γ 射线探伤机模拟探伤现场周围环境、源机周围环境、运输车周围环境及运输保险箱周围环境进行了现场监测。

①于贮源库周围及保护目标处共布设 38 个监测点位，即 A1-1~B12；

②于 γ 射线探伤机模拟探伤现场周围共布设 11 个点位，即 C1~C11；

③于运输车周围共布设 15 个点位，即 D1~D15；

④于运输保险箱周围共布设 10 个点位，即 E1~E10；

⑤于源机周围共布设 10 个点位，即 F1~F10。

具体布点情况见表 6-2~6-6，监测布点情况见图 6-1。

表 6-2 贮源库周围及保护目标处监测布点情况一览表

序号	检测点位	备注
A1-1	源坑表面5cm处	坑盖关闭
A1-2	源坑上方1m处	
A2-1	防护门中间偏左外30cm处	
A2-2	防护门中间位置外30cm处	
A2-3	防护门中间偏右外30cm处	
A2-4	防护门左门缝外30cm处	
A2-5	防护门右门缝外30cm处	
A2-6	防护门上门缝外30cm处	
A2-7	防护门下门缝外30cm处	
A3	贮源库北墙外30cm处（检测登记室）	
A4	贮源库南墙外30cm处（院内空地）	
A5	贮源库西墙外30cm处（院内空地）	
A6	贮源库东墙外30cm处（院外道路）	
A7	贮源库通风口外30cm处	
A8	贮源库室顶上方30cm处	
A9	评片室	
A10	暗室	
A11	办公室	
A12	值班室	
B1-1	源坑表面5cm处	坑盖开启
B1-2	源坑上方1m处	
B2-1	防护门中间偏左外30cm处	
B2-2	防护门中间位置外30cm处	

B2-3	防护门中间偏右外30cm处	
B2-4	防护门左门缝外30cm处	
B2-5	防护门右门缝外30cm处	
B2-6	防护门上门缝外30cm处	
B2-7	防护门下门缝外30cm处	
B3	贮源库北墙外30cm处（检测登记室）	
B4	贮源库南墙外30cm处（院内空地）	
B5	贮源库西墙外30cm处（院内空地）	
B6	贮源库东墙外30cm处（院外道路）	
B7	贮源库通风口外30cm处	
B8	贮源库室顶上方30cm处	
B9	评片室	
B10	暗室	
B11	办公室	
B12	值班室	

表 6-3 γ 射线探伤机模拟探伤现场监测布点情况一览表

点位	检测点位	备注
C1	监督区北侧中间位置	距 γ 射线探伤机 65m
C2	监督区西侧中间位置	距 γ 射线探伤机 66m
C3	监督区南侧中间位置	距 γ 射线探伤机 64m
C4	监督区东侧中间位置	距 γ 射线探伤机 67m
C5	控制区北侧中间位置	距 γ 射线探伤机 25m
C6	控制区西侧中间位置	距 γ 射线探伤机 24m
C7	控制区南侧中间位置	距 γ 射线探伤机 27m
C8	控制区东侧中间位置	距 γ 射线探伤机 24m
C9	送收源位置（剂量率最大值）	距 γ 射线探伤机 6m
C10	送收源位置（剂量率最小值）	距 γ 射线探伤机 20m
C11	本底	/

表 6-4 运输车周围监测布点情况一览表

点位	检测点位
D1	车辆驾驶位
D2	车辆副驾驶位
D3	车辆后排座
D4	车辆前侧外表面
D5	车辆左侧外表面

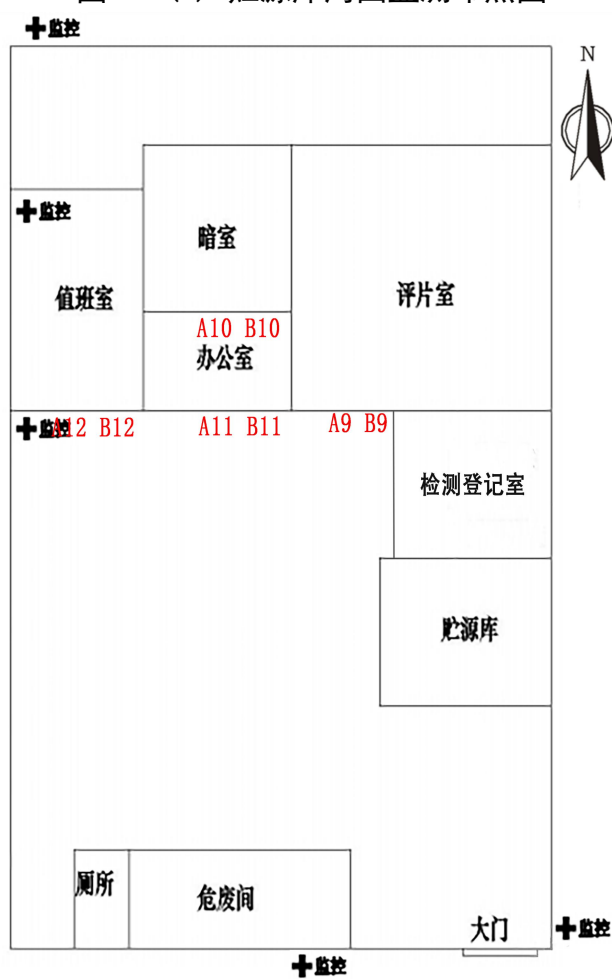
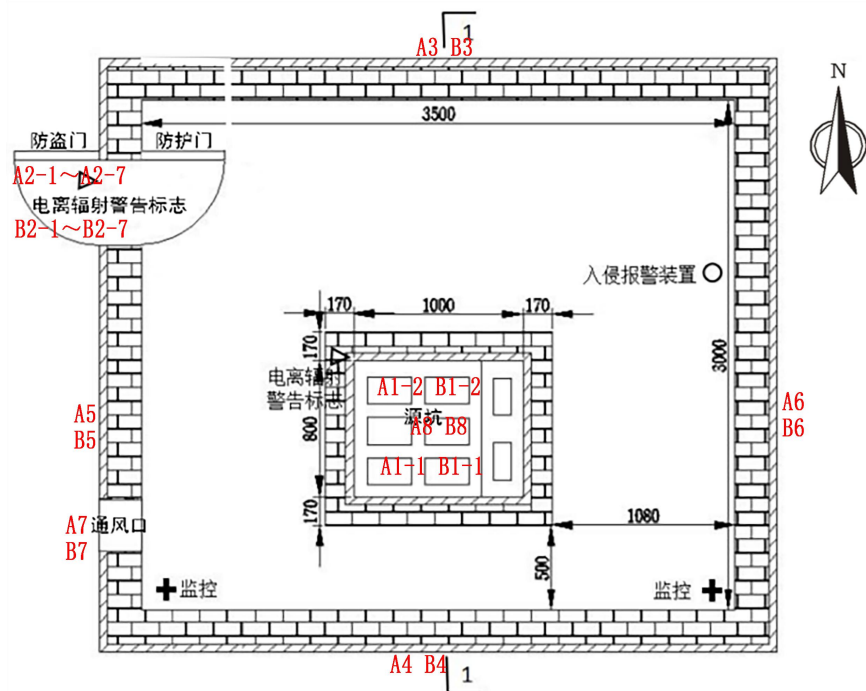
D6	车辆后侧外表面
D7	车辆右侧外表面
D8	车辆前侧1m处
D9	车辆左侧1m处
D10	车辆后侧1m处
D11	车辆右侧1m处
D12	车辆前侧2m处
D13	车辆左侧2m处
D14	车辆后侧2m处
D15	车辆右侧2m处

表 6-5 运输保险箱周围监测布点情况一览表

点位	检测点位
E1	运输保险箱前表面5cm处
E2	运输保险箱左表面5cm处
E3	运输保险箱后表面5cm处
E4	运输保险箱右表面5cm处
E5	运输保险箱上表面5cm处
E6	运输保险箱前侧1m处
E7	运输保险箱左侧1m处
E8	运输保险箱后侧1m处
E9	运输保险箱右侧1m处
E10	运输保险箱上侧1m处

表 6-6 源机周围监测布点情况一览表

点位	检测点位
F1	源机前表面5cm处
F2	源机左表面5cm处
F3	源机后表面5cm处
F4	源机右表面5cm处
F5	源机上表面5cm处
F6	源机前侧1m处
F7	源机左侧1m处
F8	源机后侧1m处
F9	源机右侧1m处
F10	源机上侧1m处



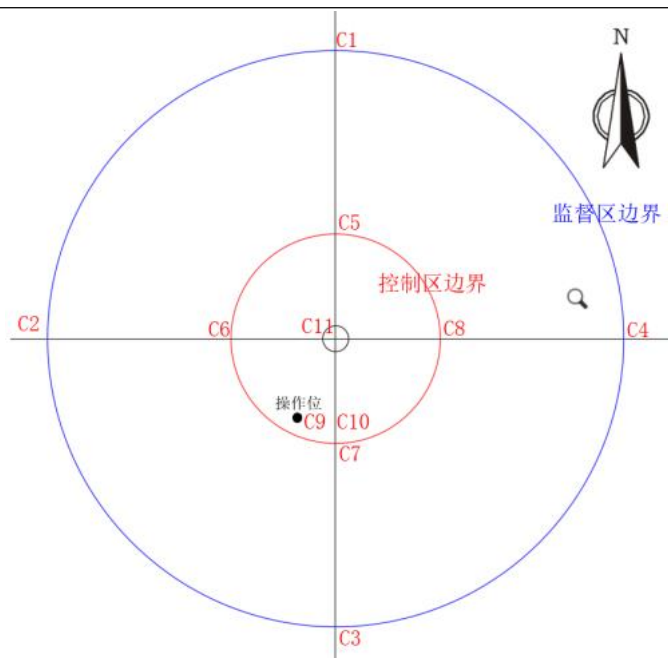


图 6-1 (c) 模拟探伤现场监测布点图

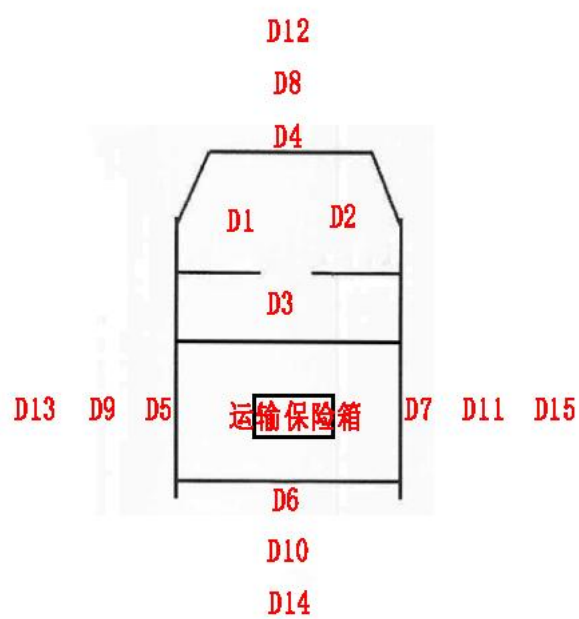


图 6-1 (d) 运输车周围监测布点图

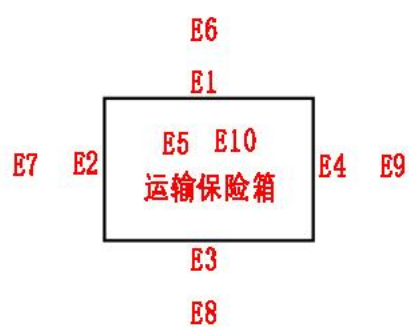


图 6-1 (e) 运输保险箱周围监测布点图

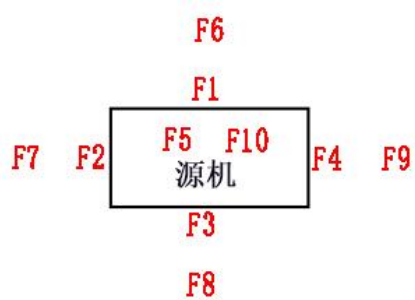


图 6-1 (f) 源机周围监测布点图

表 7 验收监测

7.1 验收监测期间运行工况

本项目验收监测期间，各辐射安全与防护设施均正常，并能有效运行。

监测时间：2024 年 10 月 30 日；监测条件：天气：晴，温度：19.6℃，相对湿度：54.4%RH。

表 7-1 本次验收监测时贮源坑内放射源明细表

序号	核素	出场日期	放射源编码	出厂活度 (Bq)	验收监测时 活度(Ci)	探伤机型 号	探伤机厂 家	放射源厂家
1	¹⁹² Ir	20240801	0324IR012402	3.70×10^{12}	42	DL-II D	海门伽马 星	成都中核
2	¹⁹² Ir	20240529	0324IR008902	3.70×10^{12}	23	DL-II D		
3	¹⁹² Ir	20240517	DE24IR004552	3.70×10^{12}	21	YG-192	丹东市阳 光仪器	四川持恒
4	¹⁹² Ir	20240403	DE24IR002692	3.70×10^{12}	14	YG-192		
5	¹⁹² Ir	20240403	DE24IR002682	3.70×10^{12}	14	YG-192		
6	¹⁹² Ir	20240319	DE24IR003112	3.70×10^{12}	12	YG-192		
7	⁷⁵ Se	20240529	0324SE002872	3.70×10^{12}	37	DL-VC	海门伽马 星	成都中核
8	⁷⁵ Se	20240126	0324SE001102	3.70×10^{12}	10	DL-VC		

7.2 验收监测结果

本次验收检测结果见表 7-2~7-7。

表 7-2 源坑盖关闭时贮源库周围及保护目标处 γ 辐射剂量率检测结果（nGy/h）

点位	点位描述	剂量率	标准差
A1-1	源坑表面5cm处	1.4 μGy/h	0.1
A1-2	源坑上方1m处	928.2	1.4
A2-1	防护门中间偏左外30cm处	84.4	1.0
A2-2	防护门中间位置外30cm处	86.7	0.7
A2-3	防护门中间偏右外30cm处	87.8	0.9
A2-4	防护门左门缝外30cm处	90.5	0.6
A2-5	防护门右门缝外30cm处	90.7	0.6
A2-6	防护门上门缝外30cm处	114.2	1.0
A2-7	防护门下门缝外30cm处	94.7	1.0
A3	贮源库北墙外30cm处（检测登记室）	109.7	1.1
A4	贮源库南墙外30cm处（院内空地）	105.2	1.1
A5	贮源库西墙外30cm处（院内空地）	106.4	1.2
A6	贮源库东墙外30cm处（院外道路）	101.6	1.2

A7	贮源库通风口外30cm处	96.5	0.8
A8	贮源库室顶上方30cm处	93.2	0.6
A9	评片室	102.6	1.3
A10	暗室	100.3	0.8
A11	办公室	105.4	1.4
A12	值班室	104.7	1.2

注：1. 表中检测数据均已扣除宇宙射线响应值 14.8nGy/h；
2. 宇宙射线响应值的屏蔽修正因子，原野及道路取 1，平房取 0.9，多层建筑物取 0.8；
3. 检测时，源坑内 6 枚 ^{192}Ir 及 2 枚 ^{75}Se ，活度分别为 42Ci、23Ci、21Ci、14Ci、14Ci、12Ci、37Ci、10Ci；
4. 检测时，A1-1、A1-2、A3、A9、A10 点位均位于室内，A2-1~A2-7、A4~A8、A11、A12 点位位于室外。

表 7-3 源坑盖开启时贮源库周围及保护目标处 γ 辐射剂量率检测结果 (nGy/h)

点位	点位描述	剂量率	标准差
B1-1	源坑表面5cm处	5.9 $\mu\text{Gy/h}$	0.2
B1-2	源坑上方1m处	2.4 $\mu\text{Gy/h}$	0.1
B2-1	防护门中间偏左外30cm处	94.2	1.0
B2-2	防护门中间位置外30cm处	92.6	0.8
B2-3	防护门中间偏右外30cm处	92.9	0.9
B2-4	防护门左门缝外30cm处	96.3	0.9
B2-5	防护门右门缝外30cm处	97.4	0.9
B2-6	防护门上门缝外30cm处	151.3	1.5
B2-7	防护门下门缝外30cm处	106.1	1.7
B3	贮源库北墙外30cm处（检测登记室）	120.3	1.4
B4	贮源库南墙外30cm处（院内空地）	116.8	1.2
B5	贮源库西墙外30cm处（院内空地）	112.3	1.1
B6	贮源库东墙外30cm处（院外道路）	112.8	0.8
B7	贮源库通风口外30cm处	102.8	0.9
B8	贮源库室顶上方30cm处	139.6	1.4
B9	评片室	109.5	1.5
B10	暗室	113.7	1.4
B11	办公室	111.1	1.7
B12	值班室	113.2	1.3

注：1. 表中检测数据均已扣除宇宙射线响应值 14.8nGy/h；
2. 宇宙射线响应值的屏蔽修正因子，原野及道路取 1，平房取 0.9，多层建筑物取 0.8；
3. 检测时，源坑内 6 枚 ^{192}Ir 及 2 枚 ^{75}Se ，活度分别为 42Ci、23Ci、21Ci、14Ci、14Ci、12Ci、37Ci、10Ci；
4. 检测时，A1-1、A1-2、A3、A9、A10 点位均位于室内，A2-1~A2-7、A4~A8、A11、A12 点位位于室外。

表 7-4 γ 射线探伤机模拟探伤现场周围 γ 辐射剂量率检测结果 ($\mu\text{Gy/h}$)

点位	点位描述	剂量率	标准差	备注
----	------	-----	-----	----

C1	监督区北侧中间位置	1.9	0.1	距 γ 射线探伤机 65m
C2	监督区西侧中间位置	1.9	0.2	距 γ 射线探伤机 66m
C3	监督区南侧中间位置	1.8	0.2	距 γ 射线探伤机 64m
C4	监督区东侧中间位置	2.0	0.1	距 γ 射线探伤机 67m
C5	控制区北侧中间位置	11.8	0.3	距 γ 射线探伤机 25m
C6	控制区西侧中间位置	11.5	0.4	距 γ 射线探伤机 24m
C7	控制区南侧中间位置	11.0	0.3	距 γ 射线探伤机 27m
C8	控制区东侧中间位置	11.4	0.3	距 γ 射线探伤机 24m
C9	送收源位置（剂量率最大值）	71.9	0.8	距放射源约 6m
C10	送收源位置（剂量率最小值）	15.7	0.5	距放射源约 20m
C11	本底	68.4nGy/h	0.6	/

注：1. 表中检测数据均已扣除宇宙射线响应值 14.8nGy/h；
2. 宇宙射线响应值的屏蔽修正因子，原野及道路取 1，平房取 0.9，多层建筑物取 0.8；
3. 检测时，使用 1 枚 ^{192}Ir 放射源，活度为 42Ci；
4. 检测时， ^{192}Ir 放射源置于工件内，工件厚度为20mm。

表 7-5 运输车周围 γ 辐射剂量率检测结果（nGy/h）

点位	点位描述	剂量率	标准差
D1	车辆驾驶位	146.4	1.7
D2	车辆副驾驶位	215.2	1.2
D3	车辆后排座	814.3	2.0
D4	车辆前侧外表面	68.9	1.0
D5	车辆左侧外表面	621.2	1.8
D6	车辆后侧外表面	1.2 $\mu\text{Gy/h}$	0.2
D7	车辆右侧外表面	1.9 $\mu\text{Gy/h}$	0.2
D8	车辆前侧1m处	65.7	0.7
D9	车辆左侧1m处	313.3	0.9
D10	车辆后侧1m处	461.8	1.7
D11	车辆右侧1m处	498.3	1.2
D12	车辆前侧2m处	57.1	0.9
D13	车辆左侧2m处	176.6	1.4
D14	车辆后侧2m处	190.4	1.5
D15	车辆右侧2m处	236.7	1.5

注：1. 表中检测数据均已扣除宇宙射线响应值 14.8nGy/h；
2. 宇宙射线响应值的屏蔽修正因子，原野及道路取 1，平房取 0.9，多层建筑物取 0.8；
3. 检测时，使用1枚 ^{192}Ir 放射源，放置于运输车后备箱内运输保险箱内，活度为42Ci。

表 7-6 运输保险箱周围 γ 辐射剂量率检测结果（ $\mu\text{Gy/h}$ ）

点位	点位描述	剂量率	标准差
E1	运输保险箱前表面5cm处	6.5	0.5
E2	运输保险箱左表面5cm处	4.4	0.5
E3	运输保险箱后表面5cm处	5.8	0.5
E4	运输保险箱右表面5cm处	13.7	0.4

E5	运输保险箱上表面5cm处	4.5	0.4
E6	运输保险箱前侧1m处	869.7nGy/h	1.3
E7	运输保险箱左侧1m处	921.6nGy/h	1.8
E8	运输保险箱后侧1m处	1095.6nGy/h	2.0
E9	运输保险箱右侧1m处	1.1	0.1
E10	运输保险箱上侧1m处	601.9nGy/h	1.4
注：1. 表中检测数据均已扣除宇宙射线响应值 14.8nGy/h； 2. 宇宙射线响应值的屏蔽修正因子，原野及道路取 1，平房取 0.9，多层建筑物取 0.8； 3. 检测时，使用1枚 ¹⁹² Ir放射源，活度为42Ci。			

表 7-7 源机周围 γ 辐射剂量率检测结果（μ Gy/h）

点位	点位描述	剂量率	标准差
F1	源机前表面5cm处	54.1	0.7
F2	源机左表面5cm处	63.5	0.7
F3	源机后表面5cm处	75.1	0.6
F4	源机右表面5cm处	56.8	0.7
F5	源机上表面5cm处	51.0	0.7
F6	源机前侧1m处	3.1	0.1
F7	源机左侧1m处	2.1	0.1
F8	源机后侧1m处	2.8	0.1
F9	源机右侧1m处	3.3	0.3
F10	源机上侧1m处	2.8	0.2

注：1. 表中检测数据均已扣除宇宙射线响应值 14.8nGy/h；
2. 宇宙射线响应值的屏蔽修正因子，原野及道路取 1，平房取 0.9，多层建筑物取 0.8；
3. 检测时，使用1枚¹⁹²Ir放射源，活度为42Ci。

由表 7-2 及表 7-3 监测数据可知，源坑盖关闭时贮源库周围 30cm 处及保护目标处（点位 A2-1~A12）剂量率为（84.4~114.2）nGy/h，即（0.10~0.14）μ Sv/h；源坑盖打开时贮源库周围 30cm 处及保护目标处（点位 B2-1~B12）剂量率为（92.6~151.3）nGy/h，即（0.11~0.18）μ Sv/h，均低于 2.5 μ Sv/h 的周围剂量当量率参考控制水平。本次验收源坑内共贮存 8 枚源，根据检测结果估算，当贮源坑内贮存 17 枚放射源且活度为 1700Ci 时，贮源库周围剂量率最大为 $0.18 \times 1700 / 173 \approx 1.77 \mu \text{Sv/h}$ ，低于 2.5 μ Sv/h 的周围剂量当量率参考控制水平。

由表 7-4 监测数据可知，γ 射线探伤机模拟探伤现场控制区边界的 γ 辐射剂量率检测结果最大为 11.8μGy/h，即 14.2μSv/h，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“将作业场所中周围剂量当量率大于 15 μ Sv/h 的区域划为控制区”的要求；监督区边界的 γ 辐射剂量率检测结果最大为 2.0μGy/h，即 2.4μSv/h，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5 μ Sv/h 的范围划为

监督区”的要求。

由表 7-5 监测数据可知，车体表面、2m 处最大 γ 辐射剂量率分别为 $1.9 \mu\text{Gy/h}$ 、 236.7nGy/h ，即 $2.28 \mu\text{Sv/h}$ 、 284.0nSv/h ，分别低于《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）规定的运输工具外表面剂量率限值 2mSv/h 、2m 处剂量率限值 0.1mSv/h ，满足运输规程的运输要求。根据检测结果估算，当运输 2 台 $100\text{Ci}^{192}\text{Ir}$ 探伤机时，运输车外表面剂量率预计为 $2 \times 100 \times 2.28/42 \approx 10.86 \mu\text{Sv/h}$ ，运输车 2m 处剂量率预计为 $2 \times 100 \times 284.0/42 \approx 1.35 \mu\text{Sv/h}$ ，分别低于《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）规定的运输工具外表面剂量率限值 2mSv/h 、2m 处剂量率限值 0.1mSv/h 。

由表 7-7 监测数据可知， $42\text{Ci}^{192}\text{Ir}$ 源机表面 5cm 处剂量率最大为 $13.7 \mu\text{Sv/h}$ ，则 $100\text{Ci}^{192}\text{Ir}$ 源机表面 5cm 处最大为 $13.7 \times 100/42 \approx 32.6 \mu\text{Sv/h}$ ，低于 0.5mSv/h ； $42\text{Ci}^{192}\text{Ir}$ 源机表面 1m 处剂量率最大为 $1.1 \mu\text{Sv/h}$ ，则 $100\text{Ci}^{192}\text{Ir}$ 源机表面 1m 处最大为 $1.1 \times 100/42 \approx 2.6 \mu\text{Sv/h}$ ，低于 0.02mSv/h 。

7.3 现场安全防护措施的核实

1. 本次验收监测模拟探伤现场位于烟台市龙口市徐福街道北李村 509 号公司南侧农田内，探伤机所在位置周围 100m 范围内均为农田，周围环境单一，位置相对独立。

2. 现场配备有辐射巡检仪、个人剂量报警仪、个人剂量计；防护服、警告标志、警示灯、警戒绳、警告牌等。

3. 每组现场探伤至少配备 2 名辐射工作人员，分工操作，1 名负责操作，1 名负责现场安全和警戒、场所区域划分、场所辐射水平检测等工作。进行探伤作业前，先清场，保证控制区内不会同时进行其他工作，然后检查辐射环境巡检仪，确认仪器能够正常工作后按要求将工作场所划分控制区和监督区。划区的方式为使用辐射环境巡检仪，采用由远及近方式检测出剂量率分别为 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 、 $15 \mu\text{Sv/h}$ 的位置，控制区边界外剂量率低于 $15 \mu\text{Sv/h}$ ，监督外剂量率低于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。在现场探伤期间，辐射环境巡检仪一直处于开机状态，防止射线曝光异常或不能正常终止。

4. 进行探伤作业期间，工作人员佩戴个人剂量计、个人剂量报警仪。公司配备有“禁止进入 X 射线区”“无关人员禁止入内”警告牌，分别设置在控制区和监督区边界，探伤作业人员在控制区边界外操作，控制区内不同时进行其他工作。在监督区边界和建筑物进出口的醒目位置张贴电离辐射警示标识和警告标语等，并在监督区设置专人警戒巡逻，在警戒巡逻过程中应时刻注意周围是否有无关人员靠近，及时提醒无关人员远离。

5. 现场探伤作业时，做好了探伤机的使用登记记录、出入库登记记录。



图 7-1 检测现场照片

7.4 职业人员与公众成员受照剂量

1. 年有效剂量估算公式

$$H = 0.7 \times D_r \times T_1 \times T_2 \quad (\text{式 7-1})$$

式中：

H ——年有效剂量，Sv/a；

0.7——吸收剂量对有效剂量的换算系数，Sv/Gy；

D_r ——X 剂量率，Gy/h；

T_1 ——年受照时间，h；

T_2 ——居留因子。

2. 居留因子

表 7-8 不同场所与环境条件下的居留因子

场所	居留因子 T	本项目停留位置
全居留	1	辐射工作人员、贮源库保卫值班人员
部分居留	1/2~1/5	/
偶然居留	1/8~1/40	办公室、值班室、检测登记室、贮源库周围经过的公众成员、模拟探伤现场周围经过的公众成员、临时贮存场所周围经过的公众成员、

3. 职业工作人员受照剂量

根据公司现有辐射工作人员累积一年的个人剂量报告（个人剂量佩戴时间为

2023.8.12~2024.8.9），工作人员最大年累积受照剂量为 0.827mSv，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，也低于环评报告表提出的 5.0mSv/a 的管理剂量约束值。

4. 公众成员受照剂量

(1) 贮源库保卫值班人员（公众成员）年有效剂量

本项目设置 2 人专职负责贮源库保卫值班，2 人轮流值班，保证贮源库 24h 专人值守。安保人员每 2h 巡视一次，一天巡视 12 次，每次 2min。

由表 7-3 可知，值班室 γ 辐射剂量率最大为 113.2nGy/h，处于天然本底水平内，因此不再考虑安保人员在值班室内时的所受年有效剂量。当安保人员近距离巡视贮源库时，根据现场检测结果可知贮源库四周墙体外辐射剂量率最大为 151.3nGy/h；居留因子取 1，根据式 7-1 计算得到每位安保人员所受年有效剂量约为 $(151.3 \times 1700 \times 12 \times 2 \times 365 / 173 / 60) \times 10^{-6} \div 2 = 0.11\text{mSv}$ 。

贮源库保卫值班人员所受年有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规定的公众成员剂量限值 1mSv/a，也低于本报告提出的 0.25mSv/a 的剂量约束值。

(2) 贮源库周围驻留的公众成员

贮源库周围公众成员主要为贮源库周围经过的人员以及保护目标内人员。公司工作时间按照一年工作 250 天，每天 8 小时计。

表 7-9 贮源库外公众成员所受年有效剂量情况

停留人员	剂量率（ $\mu\text{Gy/h}$ ）	居留因子	时间（h/a）	最大受照剂量（mSv）
贮源库周围经过的公众成员	$151.3 \times 1700 / 173 \approx 1.49$	1/16	250×8	0.13
贮源库西北侧办公室	$111.1 \times 1700 / 173 \approx 1.09$	1/8	250×8	0.19
贮源库北侧检测登记室	$120.3 \times 1700 / 173 \approx 1.18$	1/8	250×8	0.21

由上表可知，公众成员所受年辐射剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规定的公众成员剂量限值 1mSv/a，也低于环评报告提出的 0.25mSv/a 的剂量约束值。

(3) 移动探伤现场时公众

现场探伤过程中，公众成员不得进入划定的监督区内。根据模拟探伤现场检测结果，监

督区边界的辐射剂量率最大值为 $2.0 \mu\text{Gy/h}$ ；居留因子取 $1/8$ ；每次探伤时间保守取 40min 。计算得到移动探伤现场周围公众成员所受年有效剂量约为 $0.7 \times 2 \times 40 \times 1200 \div 60 \div 8 \div 1000 \approx 0.14\text{mSv/a}$ 。

γ 射线探伤机移动探伤临时贮存过程中，临时贮存场所一般设置在 γ 射线探伤机使用地点；假设公众成员驻留于运输保险箱外表面 1m 处，该处剂量率最大为 $1.1 \mu\text{Sv/h}$ ，公众成员每次驻留时间不超过 2h ；居留因子取 $1/16$ ，计算得到移动探伤现场周围公众成员所受年有效剂量约为 $0.7 \times 1.1 \times 2 \times 1200 \div 16 \div 1000 \approx 0.12\text{mSv}$ 。

由以上计算可知，移动探伤现场公众成员最大年有效剂量低于《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，也低于环评报告提出的 0.25mSv 的年管理剂量约束值。

表 8 验收监测结论

按照国家有关环境保护的法律法规，龙口方源检测服务有限公司 γ 射线探伤机及 X 射线探伤机应用项目（二期）进行了环境影响评价并履行了环境影响审批手续。项目需配套建设的环境保护设施已与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

一、项目概况

龙口方源检测服务有限公司位于烟台市龙口市徐福街道北李村509号，成立于2021年3月，注册资金100万元，经营范围包括许可项目：检验检测服务、特种设备检验检测服务；一般项目：金属表面处理及热处理加工。

2021年6月，公司委托编制了《龙口方源检测服务有限公司 γ 射线探伤机及X射线探伤机应用项目环境影响报告表》，2021年9月3日，烟台市生态环境局龙口分局以“龙环报告表〔2021〕20号”文对该项目进行了批复，拟建设内容主要包括一座贮源库、一座设备库、8台 γ 射线探伤机（含6枚 ^{192}Ir 放射源及2枚 ^{75}Se 放射源，活度均为 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ ）及2台X射线探伤机（包含1台XXQ-3005型定向X射线探伤机及1台XXQ-3505型定向X射线探伤机），均用于现场探伤作业（移动探伤）。2021年12月10日，公司取得了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[06191]，有效期至2026年12月9日，许可种类和范围为使用 II 类放射源、使用 II 类射线装置。

2021年12月贮源库建成投入使用。

2022年1月，公司对《龙口方源检测服务有限公司 γ 射线探伤机及X射线探伤机应用项目环境影响报告表》进行了竣工环境保护验收，验收规模为一座贮源库及2枚 ^{192}Ir 放射源。

2023年6月，公司编制了《龙口方源检测服务有限公司新增 γ 射线探伤机移动探伤项目辐射安全分析报告》，新增11台 ^{192}Ir γ 射线探伤机（每台额定装源活度为 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ ）及1台 ^{75}Se γ 射线探伤机（额定装源活度为 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ ），均用于移动探伤（现场探伤），新增 γ 射线探伤机贮存于原有贮源库内。

2023年7月18日，公司重新申请了辐射安全许可证，证书编号为鲁环辐证[06191]，有效期至2026年12月9日，许可种类和范围为使用 II 类放射源、使用 II 类射线装置。

2024 年 5 月 20 日，因公司法人变更，变更了辐射安全许可证，证书编号为鲁环辐证[06191]，有效期至 2026 年 12 月 9 日，许可种类和范围为使用 II 类放射源、使用 II 类射线装置。

本项目所涉及放射源均已进行辐射安全许可证许可登记。

二、监测结果

源坑盖关闭时贮源库周围 30cm 处及保护目标处剂量率为 (84.4~114.2) nGy/h, 即 (0.10~0.14) μ Sv/h; 源坑盖打开时贮源库周围 30cm 处及保护目标处剂量率为 (92.6~151.3) nGy/h, 即 (0.11~0.18) μ Sv/h, 均低于 2.5 μ Sv/h 的周围剂量当量率参考控制水平。本次验收源坑内共贮存 8 枚源, 根据检测结果估算, 当贮源坑内贮存 17 枚放射源且活度为 1700Ci 时, 贮源库周围剂量率最大为 1.77 μ Sv/h, 低于 2.5 μ Sv/h 的周围剂量当量率参考控制水平。

γ 射线探伤机模拟探伤现场控制区边界的 γ 辐射剂量率检测结果最大为 11.8 μ Gy/h, 即 14.2 μ Sv/h, 满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 中“将作业场所中周围剂量当量率大于 15 μ Sv/h 的区域划为控制区”的要求; 监督区边界的 γ 辐射剂量率检测结果最大为 2.0 μ Gy/h, 即 2.4 μ Sv/h, 满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 中“将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5 μ Sv/h 的范围划为监督区”的要求。

车体表面、2m 处最大 γ 辐射剂量率分别为 1.9 μ Gy/h、236.7nGy/h, 即 2.28 μ Sv/h、284.0nSv/h, 分别低于《放射性物品安全运输规程》(GB11806-2019) 规定的运输工具外表面剂量率限值 2mSv/h、2m 处剂量率限值 0.1mSv/h, 满足运输规程的运输要求。根据检测结果估算, 当运输 2 台 100Ci¹⁹²Ir 探伤机时, 运输车外表面剂量率预计为 10.86 μ Sv/h, 运输车 2m 处剂量率预计为 1.35 μ Sv/h, 分别低于《放射性物品安全运输规程》(GB11806-2019) 规定的运输工具外表面剂量率限值 2mSv/h、2m 处剂量率限值 0.1mSv/h。

42Ci¹⁹²Ir 源机表面 5cm 处剂量率最大为 13.7 μ Sv/h, 则 100Ci¹⁹²Ir 源机表面 5cm 处最大为 32.6 μ Sv/h, 低于 0.5mSv/h; 42Ci¹⁹²Ir 源机表面 1m 处剂量率最大为 1.1 μ Sv/h, 则 100Ci¹⁹²Ir 源机表面 1m 处最大为 2.6 μ Sv/h, 低于 0.02mSv/h。

三、职业与公众受照剂量

根据公司现有辐射工作人员累积一年的个人剂量报告 (个人剂量佩戴时间为 2023.8.12~2024.8.9), 工作人员最大年累积受照剂量为 0.827mSv, 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, 也低于环评报告表提出的 5.0mSv/a 的管理剂量约束值。

根据估算结果, 公众成员接收的最大年有效剂量约为 0.21mSv/a, 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, 也低于环评报告提出的 0.25mSv 的年管理剂量约束值。

四、现场检查结果

1. 公司签订了辐射工作安全责任书，成立了辐射安全和环境保护领导小组，指定该机构专职和专人负责射线装置的安全和防护工作，落实了岗位职责。

2. 公司制定了《辐射防护与安全保卫制度》《 γ 射线探伤机安全操作规程》《放射工作现场安全警戒制度》《 γ 射线探伤作业区域划分》《放射源出入库管理制度》《放射源使用登记制度》《 γ 射线检测人员岗位责任制度》《辐射监测计划》《设备设施检修维护制度》《放射人员培训管理制度》《自行检查和年度评估制度》《放射源报废、退役处理方案》《事故风险防范措施》《放射源贮源库巡查制度》《放射源贮源库24h值班制度》等制度，建立了辐射安全管理档案。编制了《辐射事故应急预案》，规定定期开展辐射事故应急演练，最近一次演练时间为2024年8月3日。公司按规定编制辐射安全和防护状况年度评估报告，2023年年度评估报告已在规定时间内提报全国核技术利用辐射安全申报系统。

五、辐射安全与防护设施措施

1. γ 射线探伤机存放于放射源贮源坑中，放射源库、贮源坑落实了双人双锁。坑盖、贮源库防盗门和防护门均张贴有电离辐射警告标志。贮源库内南墙东西两侧、贮源库所在院区内西北角、院外南墙、院外东南角、院外西北角及值班室内各设置1处监控探头，监控显示屏位于值班室，贮源库所在院区设有入侵报警装置。监控与值班人员、辐射管理人员手机网络联通，可实现24h监控。

2. 现场探伤时，公司在控制区边界及监督区边界设置警戒绳并悬挂清晰可见的警告牌。在监督区边界设专人警戒。保证人员禁止进入控制区，防止无关人员进入监督区。

3. 公司配备有辐射巡检仪、个人剂量报警仪、个人剂量计；防护服、警告标志、警示灯、警戒绳、警告牌。操作人员均配备有个人剂量计。

4. 本项目 γ 射线探伤机跨市、跨省、自治区或直辖市使用的，公司根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《关于印发〈关于 γ 射线探伤装置的辐射安全要求〉的通知》，有关规定进行备案。

本项目 γ 射线探伤机跨设区的市使用，公司根据《山东省辐射污染防治条例》第二十三条，在转移活动实施前五日内报使用地设区的市人民政府生态环境主管部门备案，使用活动结束后五日内办理备案注销手续。

5. 建设单位与购源单位签订放射源回收协议，退役放射源由放射源厂家回收。如因故无法回收，退役放射源委托有资质的单位回收。任何情况下公司不私自处置退役放射源。

γ 探伤装置使用年限为 10 年，退役 γ 探伤装置处置前暂存在贮源库，由设备厂家回收。

六、三废处理

建设单位与购源单位签订放射源回收协议，退役放射源由放射源厂家回收。如因故无法回收，退役放射源委托有资质的单位回收。任何情况下公司不私自处置退役放射源。公司已建立详细的放射源台账明细，并归档保存。放射源的运输委托有资质单位进行。

γ 探伤装置使用年限为 10 年，退役 γ 探伤装置处置前暂存在贮源库，由设备厂家回收。

本项目产生的废显(定)影液和废胶片，属于危险废物，危废编号为 HW16 900-019-16。产生的废胶片和废显(定)影液暂存于危废暂存间中专用贮存容器内，危废暂存间位于公司院内南侧中间位置，危废暂存间具备防风、防雨、防晒、防渗等功能，其外设有规范的警示标志。公司对危险废物实行联单管理和台账管理，并与烟台万鑫沅环保科技有限公司签订了危险废物委托处置合同。临时贮存可满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）要求。

建设单位在距本项目建设地点较远的区域开展探伤工作或长期在外进行探伤作业无法及时返回公司时，由探伤检测委托方提供暗室和危废暂存间，进行洗片并暂存危险废物。产生的废显影液和废胶片统一由有资质的单位进行运输及规范处置。探伤检测委托方无法提供洗片、评片和危险废物暂存等场所的，委托当地具备上述条件和能力的单位进行，确认可满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）要求后，方可前往现场开展探伤工作。

综上所述，龙口方源检测服务有限公司 γ 射线探伤机及 X 射线探伤机应用项目（二期）基本落实了辐射安全管理制度和辐射安全防护各项措施，监测结果满足环境影响报告表及其审批部门审批决定，项目运行期间对辐射工作人员和公众的辐射影响满足验收执行标准，该项目对辐射工作人员和公众成员是安全的，具备建设项目竣工环境保护验收条件。

要求与建议

1. 严格按照相关要求，加强探伤现场的辐射安全管理；
2. 加强现场作业中的划区及收源后的监测工作，做好现场监测记录并存档；
3. 外地作业不能返回时，加强废显(定)影液、废胶片等的安全管理。

附件一：

委 托 书

山东丹波尔环境科技有限公司：

根据《建设项目环境保护管理条例》等相关规定，我单位 γ 射线探伤机及X射线探伤机应用项目（二期）需进行竣工环境保护验收，现委托贵单位对该项目进行竣工环境保护验收监测。

特此委托！

龙口方源检测服务有限公司（盖章）

2024 年 10 月 26 日

附件二：环评批复

审批意见：

龙环报告表（2021）20号

烟台市生态环境局龙口分局现对《龙口方源检测服务有限公司 γ 射线探伤机及X射线探伤机应用项目环境影响报告表》提出以下审批意见：

一、龙口方源检测服务有限公司 γ 射线探伤机及X射线探伤机应用项目贮源库、设备库位于龙口市徐福街道北李村509号，库区占地面积为201m²，总投资95万元，其中环保投资20万元，对租赁场所进行改造建设，涉及贮源库（含贮源坑）、设备库、暗室、评片室、危废暂存间、值班室、登记检测室、办公室等；将拟购置的8台 γ 射线探伤机和2台X射线探伤机分别贮存于贮源库内和设备库中， γ 射线探伤机内含放射源属于II类放射源，X射线探伤机属II类射线装置，均用于现场（移动）探伤。

项目符合国家产业政策，选址合理，报告表有关环境影响分析、预测和评价内容，以及提出的辐射安全防护措施合理可行，环境影响评价结论总体可信，在采取污染防治和风险防范措施后，从环境保护角度，项目建设可行，同意该项目建设。

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

1. 严格执行辐射安全管理制度。项目在建造和运行中应严格落实报告表提出的各项辐射安全防护措施以及安全管理责任。制定完善 γ 射线探伤机、X射线探伤机使用登记制度、出入库操作规程、辐射防护和安全保卫制度、设备检修和维护制度、培训计划和检测计划、探伤作业区划分等制度，完善辐射安全管理档案。

2. 加强辐射工作人员的安全防护工作。开展管理工作人员的教育与培训，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，定期进行个人剂量监测。安排专人负责个人剂量监测管理，确保管理人员所受年辐射剂量均满足本评价采用的辐射工作人员年剂量约束值不超过5mSv的管理要求。

3. 做好辐射工作场所的安全防护工作。严格执行《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）和《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）要求，落实探伤机现场探伤工作流程，确保工作人员和公众辐射安全。探伤时做好现场探伤场地人员清理工作，防止无关人员误入控制区和监督区。落实X射线探伤机和 γ 射线探伤

机使用登记台账，加强探伤机储存室安全保卫措施，防止丢失或被盗。

4. 加强探伤机的安全管理工作。放射源贮存库辐射安全防护应满足《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）的要求，屏蔽设施外表面空气比释动能率不大于 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 。在贮源库中设置 γ 探伤机源坑，贮源库和设备库应设置符合规范的电离辐射警告标志和中文警示说明，实行双人双锁，安装红外和视频监控等安全与防护措施；建立探伤机出入库台账，当外出作业时间较长，探伤机无法及时返回贮源库或设备库时，应派专人24小时值守，防止探伤机丢失被盗。 γ 射线探伤机在出库前后和使用前后必须开展监测，建立监测数据台账，确保放射源存在于探伤机中。

5. 严格执行辐射环境监测计划，开展辐射环境监测，并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日前向向市、县生态环境部门提交年度评估报告。

7. 编制环境风险事故应急预案，并向烟台市生态环境局龙口分局备案；制定并定期修订辐射事故应急预案，定期组织开展应急演练，提高事故应急处理及防范能力。若发生辐射事故，应及时向生态环境、公安和卫生等部门报告。

8. 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废显（定）影液、废胶片等危险废物；制定危险废物转移联单制度，危险废物最终交由有资质的单位妥善处置。

9. 定期维护国家核技术利用辐射安全监管系统中本单位相关信息，确保信息录入的准确、及时和完整。

10. 根据《山东省辐射污染防治条例》的有关规定，在跨设区的地市开展现场探伤作业时，须提前五日内报所在地市人民政府生态环境主管部门备案，在作业结束后五日内办理备案注销手续。

11. 环境影响报告中确定的其他污染防治措施，要在项目建设及运营过程中一并落实到位。

三、做好废旧放射源处置工作，严防辐射事故发生。

四、项目建设必须严格执行环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度，落实各项环境保护措施。项目竣工后，建设单



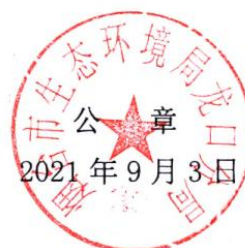
位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。验收合格后，方可投入正常生产。除按照国家规定需要保密的情形外，建设单位应当依法向社会公开验收报告。

五、若建设项目的性质、规模、地点、采用的辐射安全与防护设施等发生重大变动，你单位应当重新报批环境影响评价文件。若环评文件自批复之日起超过5年，方决定该项目开工建设，你单位应当将环境影响评价文件报批我局重新审核。

六、根据相关法规要求，你公司在该项目投入试运行前，必须申领《辐射安全许可证》，并按照规定对配套建设的辐射环境保护设施进行验收。

七、本意见仅针对环境影响提出相关要求，涉及立项、土地、规划、海洋、城建、安监、排水、消防、水土保持等，应符合相关政策及法律法规要求。

八、请烟台市龙口环境执法大队五中队负责项目在建设和运营过程中的环境保护监督管理。



附件三：辐射安全许可证



辐射安全许可证

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

单位名称：龙口方源检测服务有限公司

统一社会信用代码：91370681MA3WDA309M

地址：山东省烟台市龙口市徐福街道北李村509号

法定代表人：蔡得雨

证书编号：鲁环辐证[06191]

种类和范围：使用Ⅱ类放射源；使用Ⅱ类射线装置（具体范围详见副本）。

有效期至：2026年12月09日



发证机关：山东省生态环境厅

发证日期：2024年06月24日

中华人民共和国生态环境部监制



辐射安全许可证

(副本)



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	龙口方源检测服务有限公司			
统一社会信用代码	91370681MA3WDA309M			
地 址	山东省烟台市龙口市徐福街道北李村 509 号			
法定代表人	姓 名	蔡得雨	联系方式	15253699993
辐射活动场所	名 称	场所地址		负责人
	贮源库	山东省烟台市龙口市徐福街道北李村 509 号		刘有涛
	设备库	山东省烟台市龙口市徐福街道北李村 509 号		刘有涛
	探伤现场	山东省烟台市龙口市徐福街道北李村 509 号		刁枝帅
证书编号	鲁环辐证[06191]			
有效期至	2026 年 12 月 09 日			
发证机关	山东省生态环境厅			(盖章)
发证日期	2024 年 06 月 24 日			



(一) 放射源

证书编号: 鲁环辐证[06191]

活动种类和范围						使用台账					备注		
序号	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	探伤现场	Se-75	II类	使用	3.7E+12*3	0324SE001102	2.04E+12	2024-01-26	VC23053	移动使用伽玛探伤机	四川持恒源核技术有限公司		
						0324SE002872	3.33E+12	2024-05-29	VC24093	移动使用伽玛探伤机	成都中核高通同位素股份有限公司		
2		Ir-192	II类	使用	3.7E+12*17	0323IR018002	3.7E+12	2023-11-30	IID23312	移动使用伽玛探伤机	海门伽玛星探伤设备有限公司		
						0323IR018012	3.7E+12	2023-11-30	IID23313	移动使用伽玛探伤机	海门伽玛星探伤设备		

2 / 11



(一) 放射源

证书编号: 鲁环辐证[06191]

活动种类和范围						使用台账					备注		
序号	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
											有限公司		
						0324IR008892	3.7E+12	2024-05-29	IID23253	移动使用伽玛探伤机	成都中核高通同位素股份有限公司		
						0324IR008902	3.7E+12	2024-05-29	IID23254	移动使用伽玛探伤机	成都中核高通同位素股份有限公司		
						DE24IR003112	3.69E+12	2024-03-19	CHY0229	移动使用伽玛探伤机	四川持恒源核技术利用有限公司		
						DE24IR002682	3.64E+12	2024-04-03	6597	移动使用伽玛探伤机	四川持恒源核技术利		

3 / 11



(一) 放射源

证书编号: 鲁环辐证[06191]

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
											用有限公司		
						DE24IR002 692	3.65E+12	2024-04- 03	6650	移动使用伽玛探伤机	四川特恒源核技术利用有限公司		
						DE24IR004 552	3.69E+12	2024-05- 17	CHY024 2	移动使用伽玛探伤机	四川特恒源核技术利用有限公司		
						0324IR0074 52	3.7E+12	2024-05- 07	IID2327 0	移动使用伽玛探伤机	成都中核高通同位素股份有限公司		
						DE24IR004 962	3.69E+12	2024-04- 24	CH7012	移动使用伽玛探伤机	四川特恒源核技术利		

4 / 11



(一) 放射源

证书编号: 鲁环辐证[06191]

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
											用有限公司		
						DE24IR004 972	3.68E+12	2024-04- 24	CH6812	移动使用伽玛探伤机	四川特恒源核技术利用有限公司		
						0324IR0013 92	3.7E+12	2024-02- 18	IID2341 4	移动使用伽玛探伤机	成都中核高通同位素股份有限公司		
						0324IR0013 82	3.7E+12	2024-02- 18	IID2341 3	移动使用伽玛探伤机	成都中核高通同位素股份有限公司		
						0324IR0123 92	3.7E+12	2024-08- 01	IID2410 6	移动使用伽玛探伤机	成都中核高通同位素		

5 / 11



(一) 放射源

证书编号：鲁环辐证[06191]

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
						0324IR0124 02	3.7E+12	2024-08- 01	IID2410 7	移动使 用伽玛 探伤机	股份有 限公司 成都中 核高通 同位素 股份有 限公司		

6 / 11



(三) 射线装置

证书编号：鲁环辐证[06191]

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/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	探伤现场	工业用 X 射线探伤装 置	II类	使用	2	X 射线探伤机	XXG- 3505	无	管电压 350 kV 管电流 5 mA	无		射线装置 尚未购进
						X 射线探伤机	XXG- 3005	无	管电压 300 kV 管电流 5 mA	无		

8 / 11



(五) 许可证申领、变更和延续记录

证书编号：鲁环辐证[06191]				
序号	业务类型	批准时间	内容事由	申领、变更和延续前许可证号
1	变更	2024-06-24	辐射安全许可证法定代表人变更	鲁环辐证[06191]
2	重新申请	2023-07-18	重新申请，批准时间：2023-07-18	鲁环辐证[06191]
3	申请	2021-12-10	申请，批准时间：2021-12-10	鲁环辐证[06191]



附件四：检测报告



检 测 报 告

丹波尔辐检[2024]第 547 号

项目名称： γ 射线探伤机及 X 射线探伤机应用项目（二期）

委托单位： 龙口方源检测服务有限公司

检测单位： 山东丹波尔环境科技有限公司



报告日期： 2024 年 11 月 25 日

说 明

1. 报告无本单位检测专用章、骑缝章及  章无效。
2. 未经本【检测机构】书面批准,不得复制(全文复制除外)检测报告。
3. 自送样品的委托检测,其检测结果仅对来样负责。对不可复现的检测项目,结果仅对采样(或检测)所代表的时间和空间负责。
4. 对检测报告如有异议,请于收到报告之日起两个月内以书面形式向本公司提出,逾期不予受理。

山东丹波尔环境科技有限公司

地址: 济南市历下区燕子山西路 58 号 2 号楼 1-101

邮编: 250013

电话: 0531-61364346

传真: 0531-61364346

检测报告

检测项目	γ 辐射剂量率		
委托单位、联系人及联系方式	龙口方源检测服务有限公司 肖鹏飞 13021539975		
检测类别	委托检测	检测地点	贮源库、源机、运输车及运输 保险箱周围、模拟探伤现场
委托日期	2024 年 10 月 28 日	检测日期	2024 年 10 月 30 日
检测依据	1. HJ61-2021 《辐射环境监测技术规范》 2. HJ1157-2021 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》		
检测设备	检测仪器名称：便携式 X-γ 剂量率仪； 仪器型号：FH40G+FHZ672E-10； 内部编号：JC01-09-2013； 系统主机测量范围：10nGy/h~1Gy/h； 探测器测量范围：1nGy/h~100 μ Gy/h； 系统主机能量范围：36keV~1.3MeV； 探测器能量范围：30keV~4.4MeV； 相对固有误差：-11.9%(相对于 ¹³⁷ Cs 参考 γ 辐射源)； 检定单位：山东省计量科学研究院； 检定证书编号：Y16-20232972； 检定有效期至：2024 年 12 月 19 日； 校准因子：1.14。		
环境条件	天气：晴	温度：19.6℃	湿度：54.4%RH
解释与说明	龙口方源检测服务有限公司购置并使用 γ 射线探伤机用于移动 (现场)无损检测，属使用 II 类放射源。II 类放射源的使用会对周 围环境产生影响，现依据相关标准在贮源库周围及保护目标处、模 拟探伤现场、源机周围、运输保险箱周围、运输车周围分别进行布 点检测。 检测结果见第 2~7 页； 检测布点示意图及现场检测照片见附图。		

检测报告

表 1 源坑盖关闭时贮源库周围及保护目标处 γ 辐射剂量率检测结果 (nGy/h)

点位	点位描述	剂量率	标准偏差
A1-1	源坑表面5cm处	1.4 μ Gy/h	0.1
A1-2	源坑上方1m处	928.2	1.4
A2-1	防护门中间偏左外30cm处	84.4	1.0
A2-2	防护门中间位置外30cm处	86.7	0.7
A2-3	防护门中间偏右外30cm处	87.8	0.9
A2-4	防护门左门缝外30cm处	90.5	0.6
A2-5	防护门右门缝外30cm处	90.7	0.6
A2-6	防护门上门缝外30cm处	114.2	1.0
A2-7	防护门下门缝外30cm处	94.7	1.0
A3	贮源库北墙外30cm处（厨房）	109.7	1.1
A4	贮源库南墙外30cm处（院内空地）	105.2	1.1
A5	贮源库西墙外30cm处（院内空地）	106.4	1.2
A6	贮源库东墙外30cm处（院外道路）	101.6	1.2
A7	贮源库通风口外30cm处	96.5	0.8
A8	贮源库室顶上方30cm处	93.2	0.6
A9	评片室	102.6	1.3
A10	暗室	100.3	0.8
A11	办公室	105.4	1.4
A12	值班室	104.7	1.2
范 围		84.4nGy/h~1.4 μ Gy/h	

注：1. 表中检测数据均已扣除宇宙射线响应值 14.8nGy/h；
2. 宇宙射线响应值的屏蔽修正因子，原野及道路取 1，平房取 0.9，多层建筑物取 0.8；
3. 检测时，源坑内贮存 6 枚 ¹⁹²Ir（活度分别为 42Ci、23Ci、21Ci、14Ci、14Ci、12Ci）和 2 枚 ⁷⁵Se（活度分别为 37Ci、10Ci）γ 射线探伤机；
4. 检测时，A1-1、A1-2、A3、A9、A10 点位均位于室内，A2-1~A2-7、A4~A8、A11、A12 点位位于室外。

检 测 报 告

表 2 源坑盖开启时贮源库周围及保护目标处 γ 辐射剂量率检测结果 (nGy/h)

点位	点位描述	剂量率	标准偏差
B1-1	源坑表面5cm处	5.9 μ Gy/h	0.2
B1-2	源坑上方1m处	2.4 μ Gy/h	0.1
B2-1	防护门中间偏左外30cm处	94.2	1.0
B2-2	防护门中间位置外30cm处	92.6	0.8
B2-3	防护门中间偏右外30cm处	92.9	0.9
B2-4	防护门左门缝外30cm处	96.3	0.9
B2-5	防护门右门缝外30cm处	97.4	0.9
B2-6	防护门上门缝外30cm处	151.3	1.5
B2-7	防护门下门缝外30cm处	106.1	1.7
B3	贮源库北墙外30cm处（厨房）	120.3	1.4
B4	贮源库南墙外30cm处（院内空地）	116.8	1.2
B5	贮源库西墙外30cm处（院内空地）	112.3	1.1
B6	贮源库东墙外30cm处（院外道路）	112.8	0.8
B7	贮源库通风口外30cm处	102.8	0.9
B8	贮源库室顶上方30cm处	139.6	1.4
B9	评片室	109.5	1.5
B10	暗室	113.7	1.4
B11	办公室	111.1	1.7
B12	值班室	113.2	1.3
范 围		92.6nGy/h~5.9 μ Gy/h	

注：1. 表中检测数据均已扣除宇宙射线响应值 14.8nGy/h；
2. 宇宙射线响应值的屏蔽修正因子，原野及道路取 1，平房取 0.9，多层建筑物取 0.8；
3. 检测时，源坑内贮存 6 枚 ^{192}Ir （活度分别为 42Ci、23Ci、21Ci、14Ci、14Ci、12Ci）和 2 枚 ^{75}Se （活度分别为 37Ci、10Ci） γ 射线探伤机；
4. 检测时，A1-1、A1-2、A3、A9、A10 点位均位于室内，A2-1~A2-7、A4~A8、A11、A12 点位位于室外。

检 测 报 告

表 3 γ 射线探伤机模拟探伤现场周围 γ 辐射剂量率检测结果 ($\mu\text{Gy/h}$)

点位	点位描述	剂量率	标准偏差	备注
C1	监督区北侧中间位置	1.9	0.1	距 γ 射线探伤机 65m
C2	监督区西侧中间位置	1.9	0.2	距 γ 射线探伤机 66m
C3	监督区南侧中间位置	1.8	0.2	距 γ 射线探伤机 64m
C4	监督区东侧中间位置	2.0	0.1	距 γ 射线探伤机 67m
C5	控制区北侧中间位置	11.8	0.3	距 γ 射线探伤机 25m
C6	控制区西侧中间位置	11.5	0.4	距 γ 射线探伤机 24m
C7	控制区南侧中间位置	11.0	0.3	距 γ 射线探伤机 27m
C8	控制区东侧中间位置	11.4	0.3	距 γ 射线探伤机 24m
C9	送收源位置 (剂量率最大值)	71.9	0.8	距放射源约 6m
C10	送收源位置 (剂量率最小值)	15.7	0.5	距放射源约 20m
C11	本底	68.4nGy/h	0.6	/
范 围		68.4nGy/h~ 11.8 $\mu\text{Gy/h}$		

注：1. 表中检测数据均已扣除宇宙射线响应值 14.8nGy/h；
2. 宇宙射线响应值的屏蔽修正因子，原野及道路取 1，平房取 0.9，多层建筑物取 0.8；
3. 检测时，使用 1 台 ^{192}Ir γ 射线探伤机，活度为 42Ci；
4. 检测时， ^{192}Ir 探伤机放置于工件内，工件厚度为 20mm。

检 测 报 告

表 4 运输车周围 γ 辐射剂量率检测结果 (nGy/h)

点位	点位描述	剂量率	标准偏差
D1	车辆驾驶位	146.4	1.7
D2	车辆副驾驶位	215.2	1.2
D3	车辆后排座	814.3	2.0
D4	车辆前侧外表面	68.9	1.0
D5	车辆左侧外表面	621.2	1.8
D6	车辆后侧外表面	1.2 μGy/h	0.2
D7	车辆右侧外表面	1.9 μGy/h	0.2
D8	车辆前侧1m处	65.7	0.7
D9	车辆左侧1m处	313.3	0.9
D10	车辆后侧1m处	461.8	1.7
D11	车辆右侧1m处	498.3	1.2
D12	车辆前侧2m处	57.1	0.9
D13	车辆左侧2m处	176.6	1.4
D14	车辆后侧2m处	190.4	1.5
D15	车辆右侧2m处	236.7	1.5
范 围		57.1nGy/h~1.9 μGy/h	

注：1. 表中检测数据均已扣除宇宙射线响应值 14.8nGy/h；
2. 宇宙射线响应值的屏蔽修正因子，原野及道路取 1，平房取 0.9，多层建筑物取 0.8；
3. 检测时，使用 1 台 ¹⁹²Ir γ 射线探伤机，放置于运输车后备箱内运输保险箱内，活度为 42Ci。

检 测 报 告

表 5 运输保险箱周围 γ 辐射剂量率检测结果 ($\mu\text{Gy/h}$)

点位	点位描述	剂量率	标准偏差
E1	运输保险箱前表面5cm处	6.5	0.5
E2	运输保险箱左表面5cm处	4.4	0.5
E3	运输保险箱后表面5cm处	5.8	0.5
E4	运输保险箱右表面5cm处	13.7	0.4
E5	运输保险箱上表面5cm处	4.5	0.4
E6	运输保险箱前侧1m处	869.7nGy/h	1.3
E7	运输保险箱左侧1m处	921.6nGy/h	1.8
E8	运输保险箱后侧1m处	1095.6nGy/h	2.0
E9	运输保险箱右侧1m处	1.1	0.1
E10	运输保险箱上侧1m处	601.9nGy/h	1.4
范 围		601.9nGy/h~13.7 $\mu\text{Gy/h}$	

注：1. 表中检测数据均已扣除宇宙射线响应值 14.8nGy/h；
2. 宇宙射线响应值的屏蔽修正因子，原野及道路取 1，平房取 0.9，多层建筑物取 0.8；
3. 检测时，使用 1 台 ^{192}Ir γ 射线探伤机，活度为 42Ci。

检 测 报 告

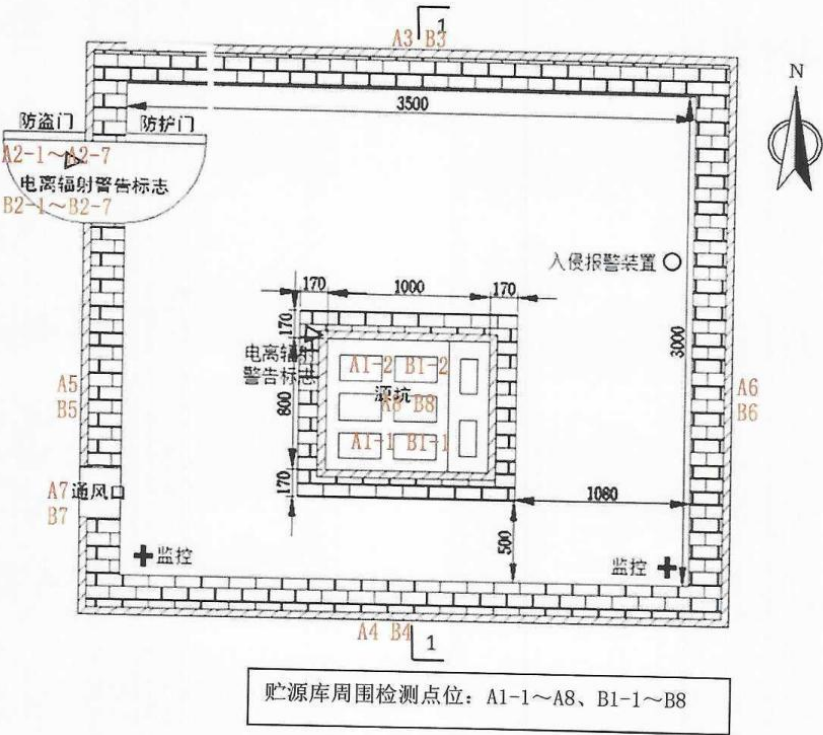
表 6 源机周围 γ 辐射剂量率检测结果 ($\mu\text{Gy/h}$)

点位	点位描述	剂量率	标准偏差
F1	源机前表面5cm处	54.1	0.7
F2	源机左表面5cm处	63.5	0.7
F3	源机后表面5cm处	75.1	0.6
F4	源机右表面5cm处	56.8	0.7
F5	源机上表面5cm处	51.0	0.7
F6	源机前侧1m处	3.1	0.1
F7	源机左侧1m处	2.1	0.1
F8	源机后侧1m处	2.8	0.1
F9	源机右侧1m处	3.3	0.3
F10	源机上侧1m处	2.8	0.2
范 围		2.1 $\mu\text{Gy/h}$ ~75.1 $\mu\text{Gy/h}$	

注：1. 表中检测数据均已扣除宇宙射线响应值 14.8nGy/h；
2. 宇宙射线响应值的屏蔽修正因子，原野及道路取 1，平房取 0.9，多层建筑物取 0.8；
3. 检测时，使用 1 台 ^{192}Ir γ 射线探伤机，活度为 42Ci。

检测报告

附图 1: 检测点位示意图



检 测 报 告

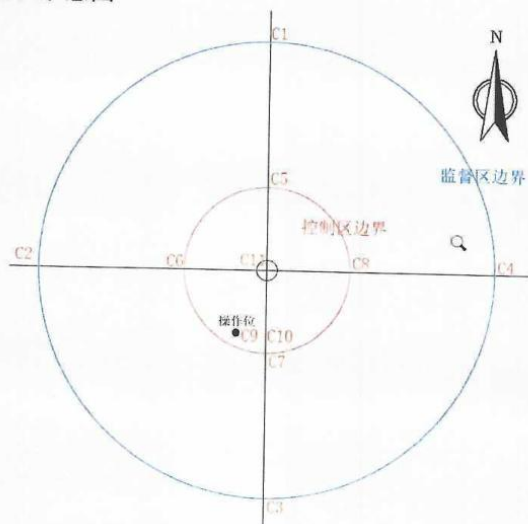
附图 2：检测点位示意图



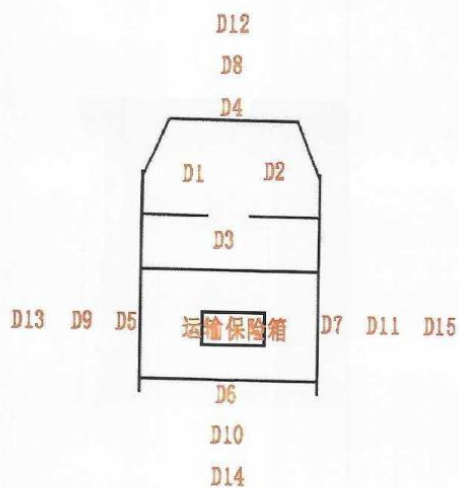
贮源库周围保护目标处检测点位：
A1-1~A8、B1-1~B8

检测报告

附图 3: 检测点位示意图



模拟探伤现场周围检测点位: C1~C10



运输车周围检测点位: D1~D15

检测 报 告

附图 4: 检测点位示意图



检测 报 告

附图 5: 现场检测照片

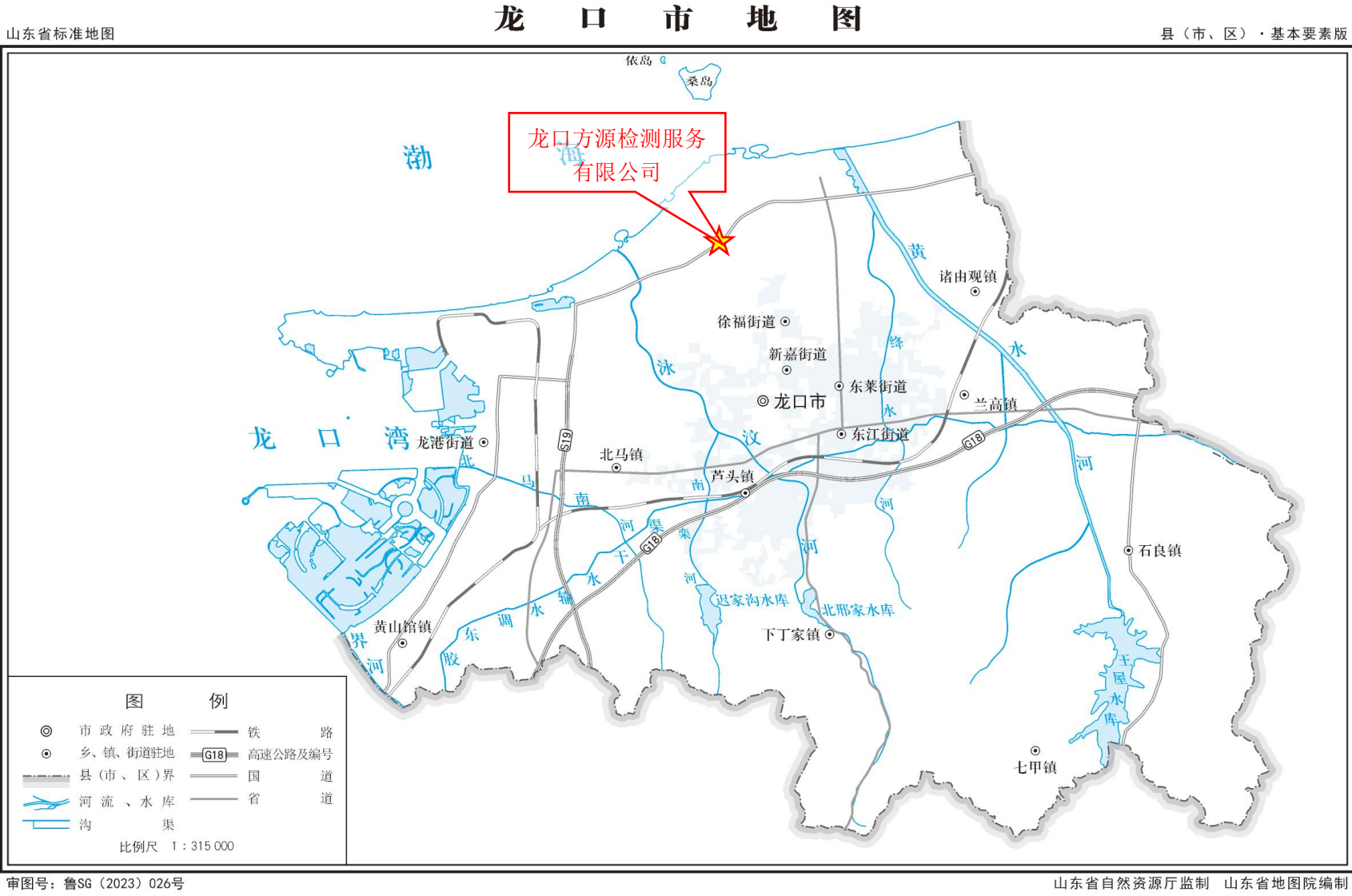


以 下 空 白

检测人员 耿立品 核验人员 平 批准人 刘冬强

编制日期 2024.11.25 核验日期 2024.11.25 批准日期 2024.11.25

附图一：地理位置示意图



附图二：项目周边环境关系影像图



附图三：公司总平面布置示意图

