

山东瑞康安全评价有限公司
X 射线探伤机移动探伤项目
竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：山东瑞康安全评价有限公司



2025 年 1 月

建设单位法人代表：徐名 (签字)

项目负责人：徐品祥 (签字)

填表人：徐品祥 (签字)

建设单位：山东瑞康安全评价有限公司 (盖章)

电话：19906329123

传真：/

邮编：276826

地址：山东省日照市黄海一路东首与万安路交汇处万安
小区对面



表 1 项目基本情况

建设项目名称		X 射线探伤机移动探伤项目			
建设单位名称		山东瑞康安全评价有限公司			
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建			
建设地点		山东省日照市黄海一路东首与万安路交汇处万安小区对面， 山东瑞康安全评价有限公司厂区内（探伤机贮存库坐标：E 119.547°、N 35.393°）			
源项		放射源	/		
		非密封放射性物质	/		
		射线装置	8 台 X 射线探伤机，分别为 1 台 XXG-2005 型、2 台 XXG-2505 型、4 台 XXG-3005 型及 1 台 XXG-3005z 型		
建设项目环评批复时间		2024 年 8 月 8 日	开工建设时间	2024 年 8 月 12 日	
取得辐射安全许可证时间		2024 年 9 月 26 日	项目投入运行时间	2024 年 10 月 8 日	
辐射安全与防护设施投入运行时间		2024 年 10 月 8 日	验收现场监测时间	2024 年 12 月 7 日	
环评报告表审批部门		日照市行政审批服务局	环评报告表编制单位	日照市环境保护科学研究所有限公司	
辐射安全与防护设施设计单位		/	辐射安全与防护设施施工单位	/	
投资总概算	150 万元	辐射安全与防护设施投资总概算	10 万元	比例	6.67%
实际总概算	150 万元	辐射安全与防护设施实际总概算	10 万元	比例	6.67%
验收依据	1、建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度 （1）《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国主席令第 9 号，2015 年 1 月 1 日施行；				

	(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，中华人民共和国主席令第 24 号，2003 年 9 月 1 日施行，2018 年 12 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议第二次修正后施行； (3) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020 年 4 月 29 日中华人民共和国第十三届全国人民代表大会常务委员会第十七次会议第二次修订，2020 年 9 月 1 日施行； (4) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令第 6 号，2003 年 10 月 1 日； (5) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 253 号，1998 年 11 月施行；国务院令第 682 号修订，2017 年 10 月 1 日施行； (6) 《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；国务院令第 653 号修订，2014 年 7 月 29 日施行；国务院令第 709 号修订，2019 年 3 月 2 日施行； (7) 《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 年 12 月 5 日施行； (8) 《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 号公布，2006 年 3 月 1 日施行；环境保护部令第 3 号修订，2008 年 12 月 6 日施行；环境保护部令第 47 号修订，2017 年 12 月 20 日施行；生态环境部令第 7 号修订，2019 年 8 月 22 日施行；生态环境部令第 20 号修订，2021 年 1 月 4 日施行； (9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日施行； (10) 《关于发布<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的公告》，环境保护部国环规环评[2017]4 号，2017 年 11 月 20 日施行； (11) 《国家危险废物名录（2025 年版）》，生态环境部令第 36 号，2025 年 1 月 1 日实施； (12) 《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 年 1 月 1 日实施； (13) 《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年9月26日发布； （14）《山东省辐射污染防治条例》，山东省人大常委会第37号令，2014年5月1日施行； （15）《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，2019年1月1日施行。 2、建设项目竣工环境保护验收技术规范 （1）关于发布《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》的公告，生态环境部公告2018年第9号，2018年5月16日； （2）《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）； （3）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； （4）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； （5）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； （6）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； （7）《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）； （8）《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）； （9）《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）。 3、建设项目环境影响报告表及其审批部门审批决定 （1）《山东瑞康安全评价有限公司X射线探伤机移动探伤项目环境影响报告表》，日照市环境保护科学研究所有限公司，2024年7月； （2）《日照市行政审批服务局关于山东瑞康安全评价有限公司X射线探伤机移动探伤项目环境影响报告表的批复》，日审服环审（2024）20号，日照市行政审批服务局，2024年8月8日。 4、其他相关文件 （1）山东瑞康安全评价有限公司辐射安全许可证； （2）山东瑞康安全评价有限公司辐射规章制度等支持性文件。
--	--

验收执行标准	1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)附录 B 内剂量限值要求。 (1) 职业照射 根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)附录 B 规定： B1 剂量限值： B1.1 职业照射 B1.1.1 剂量限值 B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值： a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv； b) 任何一年中的有效剂量，50mSv； c) 眼晶体的年当量剂量，150mSv； d) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。 B1.2 公众照射 B1.2.1 剂量限值 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，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv； c) 眼晶体的年当量剂量，15mSv； d) 皮肤的年当量剂量，50mSv。 2、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022） 5.1 X 射线探伤机 5.1.2 工作前检查项目应包括： a) 探伤机外观是否完好； b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损；
---------------	---

- c) 液体制冷设备是否有渗漏；
- d) 安全联锁是否正常工作；
- e) 报警设备和警示灯是否正常运行；
- f) 螺栓等连接件是否连接良好；
- g) 机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。

5.1.3 X 射线探伤机的维护应符合下列要求：

- a) 使用单位应对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行；
- b) 设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测；
- c) 当设备有故障或损坏需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品；
- d) 应做好设备维护记录。

7.1 作业前准备

7.1.1 在实施移动式探伤工作之前，使用单位应对工作环境进行全面评估，以保证实现安全操作。评估内容至少应包括工作地点的选择、接触的工人与附近的公众、天气条件、探伤时间、是否高空作业、作业空间等。应考虑移动式探伤对工作场所内其他的辐射探测系统带来的影响（如烟雾报警器等）。

7.1.2 使用单位应确保开展移动式探伤工作的每台探伤机至少应配备两名专职工作人员。

7.1.3 移动式探伤工作如在委托单位的工作场地实施准备和规划，使用单位应与委托单位协商适当的探伤地点和探伤时间、现场的通告、警告标识和报警信号等，避免造成混淆。委托单位应给予探伤作业人员充足的时间以确保探伤工作的安全开展和所需安全措施的实施。

7.2 分区设置

7.2.1 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。

7.2.2 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。

7.2.3 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。

7.2.4 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。

7.2.5 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。

7.2.6 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。

7.2.7 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。

7.2.8 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。

7.2.9 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。

7.2.10 探伤机控制台（X 射线发生器控制面板或 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。

7.3 安全警示

7.3.1 委托单位（业主单位）应配合做好探伤作业的辐射防护工作，通过合适的途径提前发布探伤作业信息，应通知到所有相关人员，防止误照射发生。

7.3.2 应有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“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。夜晚作业时控制区边界应设置警示灯。

7.3.3 X 和 γ 射线探伤的警示信号指示装置应与探伤机联锁。

7.3.4 在控制区的所有边界都应能清楚地听见或看见“预备”信号和“照

射”信号。

7.3.5 应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告标志和警示语等提示信息。

7.4 边界巡查与检测

7.4.1 开始移动式探伤之前，探伤工作人员应确保在控制区内没有任何其他人员，并防止有人进入控制区。

7.4.2 控制区的范围应清晰可见，工作期间应有良好的照明，确保没有人员进入控制区。如果控制区太大或某些地方不能看到，应安排足够的人员进行巡查。

7.4.3 在试运行（或第一次曝光）期间，应测量控制区边界的剂量率以证实边界设置正确。必要时应调整控制区的范围和边界。

7.4.4 开始移动式探伤工作之前，应对便携式 X- γ 剂量率仪进行检查，确认能正常工作。在移动式探伤工作期间，便携式 X- γ 剂量率仪应一直处于开机状态，防止射线曝光异常或不能正常终止。

7.4.5 移动式探伤期间，工作人员除进行常规个人监测外，还应佩戴个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携式 X- γ 剂量率仪，两者均应使用。

7.5 移动式探伤操作要求

7.5.1 X 射线移动式探伤

7.5.1.1 周向式探伤机用于移动式探伤时，应将 X 射线管头组装体置于被探伤物件内部进行透照检查。做定向照射时应使用准直器（仅开定向照射口）。

7.5.1.2 应考虑控制器与 X 射线管和被检物体的距离、照射方向、时间和屏蔽条件等因素，选择最佳的设备布置，并采取适当的防护措施。

8.4 移动式探伤放射防护检测

8.4.1 检测要求

8.4.1.1 进行移动式探伤时，应通过巡测确定控制区和监督区。

8.4.1.2 当 X 射线探伤机或 γ 放射源、场所、被检物体（材料、规格、形状）、照射方向、屏蔽等条件发生变化时，均应重新进行巡测，确定新的划区界线。

8.4.1.3 在工作状态下应检测操作位置，确保操作位置的辐射水平是可接

受的。

8.4.1.4 探伤机停止工作时，应检测操作者所在位置的辐射水平，以确认探伤机确已停止工作。

8.4.2 检测方法

在探伤机处于照射状态，用便携式 X- γ 剂量率仪从探伤位置四周由远及近测量周围剂量当量率，参照本标准第 7.2.2 条确定的剂量率值确定控制区边界，以 2.5 μ Sv/h 为监督区边界。 γ 射线探伤机收回放射源至屏蔽位置或 X 射线探伤机停止照射后，确定控制区边界和监督区边界。

8.4.3 检测周期

每次移动式探伤作业时，运营单位均要开展此项监测。凡属下列情况之一时，应由有相应资质的技术服务机构进行此项监测：

- a) 新开展现场射线探伤的单位；
- b) 每年抽检一次；
- c) 在居民区进行的移动式探伤；
- d) 发现个人季度剂量（3 个月）可能超过 1.25mSv。

8.4.4 结果评价

控制区边界不应超过本标准第 7.2.2 条确定的剂量率值，监督区边界不应超过 2.5 μ Sv/h。

8.5 放射工作人员个人监测

8.5.1 射线探伤作业人员（包括维修人员），应按照 GBZ 128 的相关要求进行外照射个人监测。

8.5.2 对作业人员进行涉源应急处理时还应进行应急监测，并按规定格式记入个人剂量档案中。

根据环境影响报告表及上述相关规范，以 2.5 μ Sv/h、15 μ Sv/h 分别作为探伤现场监督区边界和控制区边界剂量率控制目标；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。

3、环境天然辐射水平

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，日照市环境天然辐射水平见表 1-1。

表 1-1 日照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	1.97~12.27	5.17	1.39
	道路	1.03~13.06	4.92	1.90
	室内	2.96~19.17	7.60	2.77
	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。报告中无日照市数据，使用原隶属临沂地区数据。			

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

山东瑞康安全评价有限公司成立于 2005 年 12 月 19 日，注册地位于山东省日照市黄海一路东首与万安路交汇处万安小区对面，是专业从事安全评价和职业卫生技术服务工作的中介机构。公司经营范围包括许可项目：安全评价业务；检验检测服务；职业卫生技术服务，特种设备检验检测，雷电防护装置检测；一般项目：安全咨询服务，安全系统监控服务；安全技术防范系统设计施工服务；公共安全管理咨询服务；业务培训(不含教育培训、职业技能培训等需取得许可的培训)；消防技术服务；建设工程消防验收现场评定技术服务；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广。

2.1.2 项目建设内容和规模

1、项目名称

山东瑞康安全评价有限公司 X 射线探伤机移动探伤项目。

2、验收任务由来

企业于 2024 年 7 月委托日照市环境保护科学研究所有限公司编制了《山东瑞康安全评价有限公司 X 射线探伤机移动探伤项目环境影响报告表》，项目主要建设内容为购置 8 台 X 射线探伤机用于野外或施工现场的无损检测，包括 1 台 XXG-2005 型、2 台 XXG-2505 型、4 台 XXG-3005 型及 1 台 XXG-3005z 型 X 射线探伤机，均属Ⅱ类射线装置。企业利用厂区内现有厂房经简单装修改造后作为项目 X 射线探伤机贮存场所及其他工序用房，X 射线探伤机贮存库地理坐标：E 119.547°、N 35.393°。

2024 年 8 月 8 日，日照市行政审批服务局以“日审服环审〔2024〕20 号”文出具了《日照市行政审批服务局关于山东瑞康安全评价有限公司 X 射线探伤机移动探伤项目环境影响报告表的批复》。

企业现持有日照市行政审批服务局于 2024 年 9 月 26 日颁发的《辐射安全许可证》（鲁环辐证〔11722〕，有效期至 2029 年 9 月 25 日），许可种类和范围为：“使用Ⅱ类射线装置”。

本项目从取得辐射安全许可证至调试过程中无环境投诉、违法或处罚记录等情况。

企业辐射安全许可证已许可的射线装置情况见表 2-1。

表 2-3 已许可射线装置情况一览表

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	使用场所	来源
1	工业 X 射线探伤机	XXG-2005	II类	工业探伤	探伤现场	丹东东方射线仪器有限公司
2	工业 X 射线探伤机	XXG-2505	II类	工业探伤	探伤现场	丹东东方射线仪器有限公司
3	工业 X 射线探伤机	XXG-2505	II类	工业探伤	探伤现场	丹东东方射线仪器有限公司
4	工业 X 射线探伤机	XXG-3005	II类	工业探伤	探伤现场	丹东东方射线仪器有限公司
5	工业 X 射线探伤机	XXG-3005	II类	工业探伤	探伤现场	丹东东方射线仪器有限公司
6	工业 X 射线探伤机	XXG-3005	II类	工业探伤	探伤现场	丹东东方射线仪器有限公司
7	工业 X 射线探伤机	XXG-3005	II类	工业探伤	探伤现场	丹东东方射线仪器有限公司
8	工业 X 射线探伤机	XXG-3005z	II类	工业探伤	探伤现场	丹东东方射线仪器有限公司

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）相关要求，本项目需进行竣工环境保护验收监测工作。2024年10月，公司组织开展“山东瑞康安全评价有限公司 X 射线探伤机移动探伤项目”自主验收工作，成立验收工作小组，并对项目建设情况进行严格审查与核实。2024年12月7日，公司委托潍坊正沅环境检测有限公司进行了移动探伤现场验收监测。在查阅有关法律法规、技术资料及验收规范的基础上，根据验收监测结果和现场检查情况编制了《山东瑞康安全评价有限公司 X 射线探伤机移动探伤项目竣工环境保护验收监测报告表》。

3、项目建设内容

本次验收涉及 8 台 X 射线探伤机，分别为 1 台 XXG-2005 型、2 台 XXG-2505 型、4 台 XXG-3005 型及 1 台 XXG-3005z 型 X 射线探伤机，均属 II 类射线装置。

8 台 X 射线探伤机均用作野外无损检测，X 射线探伤机贮存库位于公司厂区内，地理坐标：E119.547°、N35.393°。

4、项目规模

环评规模：8 台 X 射线探伤机，分别为 1 台 XXG-2005 型、2 台 XXG-2505 型、4 台 XXG-3005 型及 1 台 XXG-3005z 型 X 射线探伤机，均属 II 类射线装置，用于开展野外无损检测。

验收规模：8 台 X 射线探伤机，分别为 1 台 XXG-2005 型、2 台 XXG-2505 型、4 台 XXG-3005 型及 1 台 XXG-3005z 型 X 射线探伤机，均属 II 类射线装置，用于开展野外无损检测。

验收规模与环评规模一致。本次验收涉及的射线装置明细见表 2-2。

表 2-2 本次验收涉及的射线装置一览表

序号	名称	型号	管电压(kV)	管电流(mA)	类别	数量	生产厂家	备注
1	X 射线探伤机	XXG-2005	200	5	Ⅱ类	1	丹东东方射线仪器有限公司	定向
2	X 射线探伤机	XXG-2505	250	5	Ⅱ类	2		定向
3	X 射线探伤机	XXG-3005	300	5	Ⅱ类	4		定向
4	X 射线探伤机	XXG-3005z	300	5	Ⅱ类	1		周向

2.1.3 项目总平面布置、建设地点和周围环境敏感目标情况

1、项目地理位置

山东瑞康安全评价有限公司位于山东省日照市黄海一路东首与万安路交汇处，本项目 X 射线探伤机贮存库位于厂区内中部（地理坐标：E 119.547°、N 35.393°）。

项目地理位置示意图见附图一，项目周边环境关系影像图见附图二。

2、项目平面布置

本项目利用厂区已有房屋进行装修改造后作为 X 射线探伤机贮存库及其他工序用房，贮存库为一层砖混结构平房，东侧及西侧均为厂区内停车场，南侧为晾片室，北侧为磁粉、渗透实验室（企业其他业务使用），上方及下方无其他建筑物。本项目产生的危险废物依托企业现有的危废暂存间进行暂存，危废暂存间位于磁粉、渗透实验室北侧，东侧及西侧均为厂区内停车场，上方、下方无其他建筑物。

X 射线探伤机贮存库周围环境情况见表 2-3，项目平面布置示意图见附图三。

表 2-3 X 射线探伤机贮存库周围环境一览表

名称	方 向	场 所 名 称
X 射线探伤机贮存库 (单层厂房，上下方 无建筑)	北侧	磁粉、渗透实验室
	东侧	厂内停车场
	南侧	晾片室
	西侧	厂内停车场

3、环境保护目标

本项目为移动探伤项目，探伤工作场所均位于野外或施工现场，企业厂区内设置的 X 射线探伤机贮存库仅用于存放 X 射线探伤机，不开机使用，对周围环境无辐射影响，不涉及环境保护目标。

4、项目建设情况

本项目验收情况与环评要求基本一致，项目现场勘查情况见图 2-1。

[illegible]

图 2-1 现场拍摄照片 (2024 年 10 月 23 日)

2.2 源项情况

本次验收规模为 8 台 X 射线探伤机，均用于野外或施工现场无损检测，X 射线探伤机贮存库位于山东省日照市黄海一路东首与万安路交汇处山东瑞康安全评价有限公司厂区内中部。本项目涉及的源项相关参数见表 2-4。

表 2-4 射线装置验收一览表

设备名称	型号	数量	类别	最大参数	用途	工作场所
X 射线探伤机	XXG-2005	1 台	Ⅱ类	200kV/5mA	无损检测	探伤现场
	XXG-2505	2 台	Ⅱ类	250kV/5mA	无损检测	探伤现场
	XXG-3005	4 台	Ⅱ类	300kV/5mA	无损检测	探伤现场
	XXG-3005z	1 台	Ⅱ类	300kV/5mA	无损检测	探伤现场

2.3 工程设备与工艺分析

2.3.1 X 射线移动探伤工程分析

1、X 射线探伤机结构

X 射线探伤机主要由 X 射线发生器、控制器、连接电缆及附件组成。控制器采用了先进的微机控制系统，可控硅规模快速调压，主、副可控硅逆变控制及稳压、稳流等电子线路和抗干扰线路，工作稳定性好，运行可靠。X 射线探伤机整机外形、内部结构见图 2-2。

图 2-2 典型 X 射线探伤机外型及内部结构

其中，X 射线发生器为组合式，X 射线管、高压变压器与绝缘体一起封装在桶装套内。X 射线发生器一端装有风扇和散热器，并配备探伤机系统表征工作状态的警示灯。X 射线管、屏蔽套及附件总称管头组装体。

控制器为手提箱式结构，控制面板设置操作按钮和显示窗口，并配备电缆插座、源开关及接地端子的插座盒。

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轫致辐射即为 X 射线。典型的 X 射线管结构见图 2-3。

图 2-3 X 射线管示意图

3、X 射线探伤原理

X 射线探伤机是利用 X 射线对物件进行透射拍片的检测装置。X 射线管产生的 X 射线穿透被检测工件的焊缝，当射线在穿过焊缝时其衰减明显减少，胶片接受的辐射增大，在显影后的胶片上产生一个黑度差显示焊缝所在的位置，X 射线探伤机就据此实现探伤目的。

4、X 射线移动探伤工作流程

(1) 根据工作安排, 现场探伤人员领取 X 射线探伤机, 做好领取时间的记录。由运输车将探伤机运输至工地。

(2) 对探伤现场进行清场, 进行试曝光, 现场设有安全员。用巡检仪修正初步划定的控制区和监督区的边界, 确保作业区域内无其他人员且各项辐射安全措施到位后, 准备探伤。

(3) 辐射工作人员先在被探伤物件的焊缝贴上胶片, 将 X 射线探伤机放在指定的拍片位置, 根据选定的探伤机和开机条件, 根据划定的控制区和监督区边界, 设置警告标志、警戒绳和警示灯等安全警戒措施。

(4) 辐射工作人员在操作位设定开机条件、预定开始曝光的时间和曝光时长。操作人员离开, 达到预定的照射时间曝光结束后, 使用巡测仪进行监测, 确认 X 射线探伤机已关机。收回探伤机, 完成一次探伤。

(5) 当天探伤工作结束后, 现场探伤人员将 X 射线探伤机运回贮存场所, 并做好入库登记。

(6) 现场探伤人员将探伤胶片送至暗室, 由相关人员负责冲洗照片、观察照片、出具探伤报告。本项目洗片池不设置外排管路, 洗片过程在洗片池内进行最终产生的废显(定)影液由洗片池全部转移至原包装桶内或其他无反应防渗漏的容器内。

主要工作流程示意图见图 2-4。

图 2-4 X 射线移动探伤工作流程示意图

2.3.2 人员配备及工作负荷

1、人员配备情况

本项目共配备 18 名辐射工作人员, 均佩戴了个人剂量计, 已委托具备检测资质的山东易川检测技术有限公司进行个人剂量检测(委托协议见附件十), 每 3 个月检测一次, 并出具个人剂量监测报告。所有辐射工作人员均建立了个人剂量档案, 做到了 1 人 1 档。个人剂量档案由专人管理, 若发现监测结果异常的, 立刻核实和调查并向生态环境主管部门报告。

2、工作负荷

本项目暂未正式运行, 根据计划资料, 本项目按照每片拍照 42s~1.5min 计, 每年拍片约为 1.2 万张, 则项目全年累计曝光时间约 300h(不考虑训机情况)。

2.4 主要污染源

1、放射性污染因素

(1) X 射线

X 射线机开机后产生 X 射线，分为有用束、泄漏辐射和散射辐射，对周围环境产生辐射影响，关机后 X 射线随之消失。

(2) 放射性废物

本项目不产生放射性废水、放射性废气和放射性固体废物。

2、非放射性污染因素

(1) 非放射性有害气体

X 射线探伤机产生的 X 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。本项目属室外现场探伤，一般较为开阔，通风条件良好，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) 危险废物

现场探伤作业完成后，需显影洗片、评定底片，在此过程产生废显（定）影液和废胶片（需存储 7 年后按照危险废物处理）属于《国家危险废物名录》（2025 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。验收期间暂未产生危险废物，公司已委托具备本项目危险废物处置资质的鑫广绿环再生资源股份有限公司定期进行清运处置（委托协议见附件十一），后续产生的危险废物将依托现有危废暂存间暂存后及时清运处置，并对实行联单和台账管理。

表 3 辐射安全与防护设施/措施

3.1 项目工作场所的布局和分区管理

本项目为移动探伤项目，使用 X 射线探伤机在野外或施工现场进行无损检测，无固定工作场所。项目 8 台 X 射线探伤机非作业期间贮存于公司厂区内探伤机贮存库，探伤机贮存库仅作为 X 射线探伤机贮存场所，不开机使用，无需进行分区管理，通过加强登记、安保等措施，可确保探伤机安全存放。

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求：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。

（1）控制区：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。

（2）监督区：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。

实际探伤工作中，监督区和控制区的划分需根据现场情况实时划分，主要方法为：根据环评报告中提出的控制区和监督区范围，初步划定控制区和监督区范围。在 X 射线探伤机处于照射状态下，用便携式辐射巡测仪从探伤位置四周由远及近巡测辐射剂量率，对控制区和监督区进行核定和调整，到 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 为监督区边界，到 $15\mu\text{Sv/h}$ 为控制区边界。探伤过程中，使用便携式辐射巡测仪进行监督监测。

3.2 项目辐射安全与防护设施/措施建设对比情况

3.2.1 环境影响报告表与验收情况的对比

项目环境影响报告表与验收情况的对比见表 3-1。

表 3-1 环境影响报告表防护措施与现场验收情况对比

项目	环评内容	现场状况
X 射线探伤机贮存库设计与安全设施	（1）X 射线探伤机贮存库内部净尺寸：南北长 5m、东西宽 3.5m，高 2.5m。四周墙体及室顶分别为 160mm、100mm 砖混结构。东墙窗户外安装防盗窗，贮存室门安装防盗门并设置双锁，实行双人双锁管理，门上张贴电	（1）经现场勘查，项目 X 射线探伤机贮存库设置于环评一致，贮存库设置有防盗窗和防盗门，设置双人双锁，门上张贴有电离辐射警告标志。 （2）贮存库内、外均设置有视频监控，视频监控装置与辐射管理人员手机网络连通，可

	离辐射警告标志。 (2) X 射线探伤机贮存库室内、外各安装一处视频监控, 视频监控装置与辐射管理人员手机网络连通, 可实现 24h 监控, 确保 X 射线探伤机的安全。	实现 24h 监控, 确保 X 射线探伤机的安全。
X 射线探伤机运输和临时贮存防护措施	(1) 运输全程由经过培训的工作人员负责, 如人员需离开车辆, 应至少保留 1 名工作人员负责 X 射线探伤机的看管。 (2) X 射线探伤机无法当天返回时, 在探伤现场选取有专人 24h 值守房间用于 X 射线探伤机的暂存, 可保证 X 射线探伤机的安全贮存。现场临时贮存时应登记, 登记记录存档。	(1) 项目辐射工作人员均经过辐射防护与安全防护培训, 每次探伤现场派出 3 人, 分工明确。 (2) X 射线探伤机无法当天返回时, 在探伤现场选取有专人 24h 值守房间用于 X 射线探伤机的暂存, 可保证 X 射线探伤机的安全贮存。现场临时贮存时应登记, 登记记录存档。
X 移动探伤现场安全措施	(1) 探伤作业前备齐下列物品, 并使其处于正常状态: 便携式辐射环境检测仪、个人剂量计、个人剂量报警仪; 控制器、发生器、连接电缆; 现场屏蔽物 (铅皮); 警告提示和信号; 安全信息公告牌、铅衣等。 (2) 开展移动探伤工作时, 每台探伤机配备 3 名辐射工作人员, 分工操作, 1 名负责操作, 2 名负责现场安全和警戒、场所区域划分、场所辐射水平检测、探伤机领取、登记、归还等工作。 (3) 探伤作业时, 对工作场所进行分区管理, 划分为控制区和监督区。移动探伤工作在划定的控制区的区域内进行。控制区边界外剂量率低于 $15\mu\text{Sv/h}$, 监督区边界外剂量率低于 $2.5\mu\text{Sv/h}$。 (4) 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。探伤作业时, 工作人员佩戴个人剂量报警仪和个人剂量计。 (5) 现场设置工作状态指示灯、声音提示装置、安全警示灯、警告标志、标语等。 (6) 避开主射束方向设置控制台, 充分利用现场建筑及构筑物对线束进行阻隔, 设置延时开机, 并采取铅屏风、准直器等适当的防护措施。	(1) 项目已按要求配备了巡检仪、个人剂量报警仪、个人剂量计、铅屏风、铅衣、警示灯、标识牌等辐射防护设备与用品。 (2) 项目已按照环评要求配备了规定的辐射工作人员, 开展移动探伤工作时, 每台探伤机配备 3 名辐射工作人员, 分工操作, 1 名负责操作, 2 名负责现场安全和警戒、场所区域划分、场所辐射水平检测、探伤机领取、登记、归还等工作。 (3) 探伤作业时, 辐射工作人员按要求对探伤现场进行分区划分, 确保控制区边界外剂量率低于 $15\mu\text{Sv/h}$, 监督区边界外剂量率低于 $2.5\mu\text{Sv/h}$。 (4) 项目已配备 3 台 MR-3010 型辐射巡检仪和 9 台 FY-II 型个人剂量报警仪, 可满足探伤现场要求。 (5) 项目已配备了足够数量的工作状态指示灯、声音提示装置、安全警示灯、警告标志、标语等辐射防护安全用品。 (6) 项目已配备了准直器、铅屏风, 确保辐射工作人员自身安全。

辐射工作人员	本项目拟设置 18 名辐射工作人员，目前，所有辐射工作人员均已在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行了培训并通过考核，确保所有辐射工作人员持证上岗。	项目已配备 18 名辐射工作人员，所有辐射工作人员均已在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行了培训并通过考核，所有辐射工作人员持证上岗。
运行时间	本项目每片拍照 42s~1.5min，每年拍片约为 1.2 万张，则项目全年累计曝光时间约 300h(不考虑训机情况)。	项目每片拍照 42s~1.5min，每年拍片约为 1.2 万张，目全年累计曝光时间约 300h。
仪器配备	拟配置个人剂量报警仪 9 部、便携式 X-γ 剂量率仪 3 台；拟为每位辐射工作人员配置 1 支个人剂量计，每三个月检测一次。	项目已配备 3 台 MR-3010 型辐射巡检仪、9 台 FY-II 型个人剂量报警仪，每名辐射工作人员均配备了个人剂量计，并已委托山东易川检测技术有限公司每 3 个月检测一次。
健康档案	定期为辐射工作人员健康查体和个人剂量检测，建立辐射工作人员个人剂量档案和健康档案，每人一册，由专人负责保管和管理，档案终生保存。	项目已建立辐射工作人员健康档案和个人剂量档案，做到了 1 人 1 档。
管理制度	企业拟建立健全如下辐射管理规章制度：《X 射线探伤机安全操作规程》《辐射工作人员岗位职责》《辐射防护与安全保卫制度》《射线装置使用登记与台账管理制度》《设备定期检修、保养、维护制度》《辐射工作人员培训制度》《自行检查和年度评估制度》《辐射监测方案》《辐射事故应急预案》等。	公企业成立了辐射安全与环境保护领导小组，明确了领导小组各成员的职责。签订了《辐射工作安全责任书》，明确法定代表人徐岩为辐射工作安全责任人。制定了《操作规程》《岗位职责》《辐射防护与安全保卫制度》《设备检修维护制度》《台账登记制度》《监测方案》《人员培训计划》等管理制度，编制了《辐射事故应急预案》。

3.2.2 环境影响报告表批复与验收情况的对比

项目环境影响报告表批复与验收情况的对比见表 3-3。

表 3-3 环境影响报告表批复与验收情况对比表

环境影响报告表批复意见	验收时落实情况
一、申报情况	
该项目为新建项目，位于日照市黄海一路东首与王安路交汇处万安小区对面的山东瑞康安全评价有限公司厂区内中部偏北位置。项目拟购置无损检测用 X 射线探伤机 8 台，分别为 1 台 XXG-2005 型、2 台 XXG-2505 型、4 台 XXG-3005 型、1 台 XXG-3005z 型 X 射线探伤机，用于对管道、特种设备等进行无损检测，无损检测工作场所位于施工现场(或野外)，同时，拟利用厂区内现有厂房经简单装修改造后作为该项目 X 射线探伤机贮存场所及其他工序用房，主要包括 X 射线探伤机贮存室、暗室、晾片室、评片室等，并利用现有危废暂存间暂存项目产	经现场勘查，项目建设地点与环评一致，验收规模包含 8 台 X 射线探伤机，分别为 1 台 XXG-2005 型、2 台 XXG-2505 型、4 台 XXG-3005 型、1 台 XXG-3005z 型 X 射线探伤机，均属 II 类射线装置。项目工作场所位于施工现场(或野外)，利用厂区内现有厂房经简单装修改造后作为该项目 X 射线探伤机贮存场所及其他工序用房，主要包括 X 射线探伤机贮存室、暗室、晾片室、评片室等，并依托现有危废暂存间暂存项目产生的危险废物。

生的危险废物。该项目涉及的 X 射线探伤机属II类射线装置。	
其他要求：	
加强辐射安全风险防范，制定辐射事故应急预案并报生态环境部门备案；定期组织开展应急演练，发生辐射事故时，应及时向生态环境等部门报告。	企业已编制《辐射事故应急预案》，并于 2024 年 12 月 23 日进行了应急演练，后续将定期组织开展应急演练，发生辐射事故时，应及时向生态环境等部门报告。
项目建设应执行配套建设的环保设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环保“三同时”制度。项目竣工后须按规定程序进行竣工环境保护验收。	项目配套建设的环保设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用，较好的执行了“三同时”制度。
你单位应按照《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》要求，定期发布环境信息，主动接受社会监督。	企业将严格按照《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》要求，定期发布环境信息，主动接受社会监督。

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》及生态环境主管部门的要求，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。为此对山东瑞康安全评价有限公司的辐射环境管理和安全防护措施进行了检查。

3.3.1 辐射安全与环境保护管理机构

签订了辐射工作安全责任书，成立了辐射安全与环境保护领导小组，企业法人代表徐岩为辐射工作安全责任人，由刘德芬负责放射性同位素与射线装置的安全和防护工作。

3.3.2 辐射安全管理制度及落实情况

1、工作制度

企业制定了《岗位职责》《辐射防护和安全保卫制度》《设备检修维护制度》《台账登记制度》等辐射防护管理制度。

2、操作规程

企业制定了《操作规程》，将严格按照操作规程开展移动探伤工作。

3、应急预案

企业制定了《辐射事故应急预案》，并开展了应急演练。

4、监测方案

企业制定了《监测方案》，目前已配备 3 台 MR-3010 型便携式辐射巡检仪，用于探伤现场分区划分和辐射巡测，应定期开展辐射环境监测，及时向生态环境部门上报监测数据。

5、人员培训

企业制定了《人员培训计划》，本项目验收涉及的 18 名辐射工作人员均已参加了辐射安全与防护培训，考核合格，并在有效期内（成绩报告单见附件七）。

6、个人剂量

企业制定了《监测方案》，所有辐射工作人员均佩戴了个人剂量计，并委托了具备资质的山东易川检测技术有限公司对个人剂量进行监测，并出具个人剂量检测报告，建立了个人剂量档案，做到了 1 人 1 档。

7、年度评估

企业制定了《辐射安全防护自行检查和年度评估制度》，将按要求开展辐射安全 and 防护状况的年度评估，并于每年 1 月 31 日前按要求编制并提交评估报告。

8、辐射防护用品

企业配置了监测设备和辐射防护用品，详见表 3-4。

表 3-4 本项目监测设备和辐射防护用品统计表

序号	监测设备和防护用品	型号/规格	数量	备注
监测设备				
1	便携式辐射巡检	MR-3010	3 台	--
2	个人剂量报警仪	FY-II	9 台	--
3	个人剂量计	--	18 个	--
防护用品				
4	便携式铅屏风	1.0mmPb	3 个	--
5	铅衣	0.5 mmPb	9 套	--
6	铅帽	0.5 mmPb	9 套	--
7	铅眼镜	0.5 mmPb	9 套	--
8	铅手套	0.5 mmPb	9 套	--
9	警戒绳	常规	约 30000m	--
10	工作指示灯和声音提示装置	常规	15 个	--
11	警示灯	常规	15 个	--
12	电离辐射警告标志	常规	15 个	--
13	准直器	常规	3 套	--
14	具备防盗功能的铁皮箱	常规	3 个	--

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 环境影响报告表主要结论

1、山东瑞康安全评价有限公司位于山东省日照市黄海一路东首与万安路交汇处，租用石臼街道一村房屋及院落场地进行业务开展。现因业务发展需要，建设单位拟增加无损检测业务模块，拟购置 1 台 XXG-2005 型、2 台 XXG-2505 型、4 台 XXG-3005 型、1 台 XXG-3005z 型共 8 台 X 射线探伤机进行移动探伤作业，属使用 II 类射线装置。企业计划使用厂区现有房屋进行简单装修改造，用于 X 射线探伤机贮存库、晾片室、评片室及暗室，同时利用厂区现有危废暂存间，以开展 X 射线探伤机移动探伤项目。

使用 X 射线探伤机在施工现场进行现场探伤，判断被测工件是否有缺陷，以及缺陷类型，为委托单位出具探伤报告，从而保证委托单位的施工质量或产品质量。本项目的开展有显著的经济效益和社会效益，符合实践的正当性原则。

2、本项目 X 射线探伤机贮存库位于厂区中部偏北位置，仅用于本项目 X 射线探伤机的贮存，X 射线探伤机不在贮存库内开机照射，对周围环境无辐射影响。X 射线探伤机贮存库四周为本公司人员，X 射线探伤机贮存库内、外拟各设置视频监控装置 1 处，同时结合厂区内、外其他视频监控装置，可对探伤机贮存库内、外及厂区内、外实现全面监控覆盖，满足防盗等安防要求。同时，X 射线探伤机贮存库所在位置交通便利，便于外出开展业务。危废暂存库落实相应的措施后，可满足本项目危险废物的暂存要求。综合考虑，项目选址合理。

3、本项目为 X 射线探伤机移动探伤项目，经查《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属“第一类 鼓励类 三十一、科技服务业”、“1.工业设计、气象、生物及医药、新材料、新能源、节能、环保、测绘、海洋等专业技术服务，标准化服务、计量测试、质量认证和检验检测服务、科技普及”，属于鼓励类项目，符合国家产业政策。

4、根据 X 射线探伤机贮存库内部及周围环境的现状检测结果，环境 γ 空气吸收剂量率为：室外 $(9.4 \sim 10.0) \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ 、室内 $(8.7 \sim 9.4) \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，处于日照市（使用原隶属临沂地区数据）道路、室内环境天然辐射水平范围内。

5、X 射线探伤机贮存库为单层砖混结构平房，上下无其他建筑物，内部净尺寸：南北长 5m、东西宽 3.5m，高 2.5m。四周墙体及室顶分别为 160mm、100mm 砖混结构。东墙窗户外安装防盗窗，贮存室门安装防盗门并设置双锁，实行双人双锁管理，门上张贴电离辐射警告标志。X 射线探伤机贮存库室内、外各安装一处视频监控，视频监控装置与辐射管

理人员手机网络连通，可实现 24h 监控，确保 X 射线探伤机的安全。

6、进行 X 射线移动探伤时，将工作区划分为控制区和监督区，控制区外辐射水平不大于 $15\mu\text{Sv/h}$ ，监督区外辐射水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。操作位避开主射束方向。在控制区边界和监督区边界剂量率控制目标分别为 $15\mu\text{Sv/h}$ 和 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 条件下：

200kV/5mA 工况下，无屏蔽条件下，有用束方向控制区范围为 422m，监督区范围为 1034m；20mm 厚工件屏蔽条件下，有用束方向控制区范围为 82m，监督区范围为 200m；无屏蔽条件下，非有用束方向控制区范围为 62m，监督区范围为 150m。

250kV/5mA 工况下，无屏蔽条件下，有用束方向控制区范围为 528m，监督区范围为 1292m；20mm 厚工件屏蔽条件下，有用束方向控制区范围为 239m，监督区范围为 584m；无屏蔽条件下，非有用束方向控制区范围为 77m，监督区范围为 189m。

300kV/5mA 工况下，无屏蔽条件下，有用束方向控制区范围为 647m，监督区范围为 1584m；20mm 厚工件屏蔽条件下，有用束方向控制区范围为 432m，监督区范围为 1058m；无屏蔽条件下，非有用束方向控制区范围为 94m，监督区范围为 229m。

在控制区边界设置警戒绳，并悬挂清晰可见的红色“禁止进入射线工作区”的警告牌；在监督区边界设置警戒绳，并悬挂清晰可见的橙色“无关人员禁止入内”的警告牌。在监督区边界设专人警戒。保证禁止人员进入控制区，防止无关人员进入监督区，防止公众人员在监督区边界停留。可满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）对移动探伤的要求。

7、拟配备的防护用品和检测仪器有：3 台便携式辐射环境巡测仪、3 件便携式铅屏风、9 部个人剂量报警仪、18 支个人剂量计、约 30000m 警戒绳、15 个提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置、15 个警示灯、15 个电离辐射警告标志、15 个“禁止进入射线工作区”警告牌、15 个“无关人员禁止入内”警告牌、9 套铅衣铅帽铅手套铅眼镜。

8、在 X 射线探伤机累计年曝光时间 300h 条件下，职业人员所受年有效剂量为 4.5mSv/a ，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 ，也低于本报告提出的 5.0mSv/a 的管理约束值。实际工作中，辐射工作人员每人均应佩戴个人剂量计，每三个月检测一次，监督人员所受剂量，如个人剂量接近 5mSv/a ，则应限制其参加移动探伤的时间或改善防护条件。在日常管理中，建议对辐射工作人员参与移动探伤的时间和次数进行记录。

现场探伤时公众成员年有效剂量为 0.06mSv/a ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 1mSv/a 剂量限值，也低于本报告提出的 0.1mSv/a 的年管理剂量约束值。

9、建设单位拟成立辐射安全与环境保护管理机构，制定各项辐射安全管理规章制度。在运行过程中将各项安全防护措施落实到位，在此条件下，可以确保工作人员、公众的安全，并有效应对可能的突发事件（件）。

10、本项目拟设置 18 名辐射工作人员，目前，所有辐射工作人员均已在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行了培训并通过考核，确保所有辐射工作人员持证上岗。每次安排 3 名辐射工作人员组成一组开展探伤作业，同时最多派出 3 组人员外出探伤。

11、废显（定）影液和废胶片分类收集，废显（定）影液暂存在公司危废暂存库；胶片暂存在储片室内，存放 7 年后按照危险废物处置，废胶片转移至危废暂存库内暂存。建设单位承诺将废胶片和废显（定）影液交由有相应危险废物处置资质的单位处理。

12、本项目设施较为简单，环境风险因素单一，在根据本次评价要求进一步完善各项风险防范措施的前提下，环境风险是可控的。

总之，本项目在落实相关法律法规和本次评价所提出的安全防护措施后，该项目的运行是安全的。

4.2 审批部门审批决定

一、申报情况

该项目为新建项目，位于日照市黄海一路东首与万安路交汇处万安小区对面的山东瑞康安全评价有限公司厂区内中部偏北位置。项目拟购置无损检测用 X 射线探伤机 8 台，分别为 1 台 XXG-2005 型、2 台 XXG-2505 型、4 台 XXG-3005 型、1 台 XXG-3005z 型 X 射线探伤机，用于对管道、特种设备等进行无损检测，无损检测工作场所位于施工现场(或野外)，同时，拟利用厂区内现有厂房经简单装修改造后作为该项目 X 射线探伤机贮存场所及其他工序用房，主要包括 X 射线探伤机贮存室、暗室、晾片室、评片室等，并利用现有危废暂存间暂存项目产生的危险废物。该项目涉及的 X 射线探伤机属 II 类射线装置。

该项目总投资 150 万元，其中环保投资 10 万元，环保投资占比 6.67%。

二、项目评审情况

本项目符合国家产业政策和选址要求，符合实践正当性原则，在实施和完善相关辐射防护和安全措施后，从环保角度分析是可行的。

三、经审查，我局作出以下决定：

（一）根据《报告表》分析、评价结论、公示以及专家审查意见，从环境保护角度原则同意项目按照《报告表》所列的装置名称、数量、参数、位置、辐射防护措施等进行建设。

（二）该项目建设和运行管理必须全面落实《报告表》提出的辐射安全管理制度要求，加强辐射工作人员和工作场所的安全防护。

（三）加强辐射安全风险防范，制定辐射事故应急预案并报生态环境部门备案；定期组织开展应急演练，发生辐射事故时，应及时向生态环境等部门报告。

（四）项目建设应执行配套建设的环保设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环保“三同时”制度。项目竣工后须按规定程序进行竣工环境保护验收。

（五）你单位应按照《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》要求，定期发布环境信息，主动接受社会监督。

（六）你单位应在收到本批复后 10 个工作日内，将批复后的《报告表》送日照市生态环境局并按规定接受监督检查。

（七）新发布或修订的标准、规范和环境管理要求等对已经批准的建设项目执行新规定有明确要求的，按新规定执行。

表 5 验收监测质量保证及质量控制

根据《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）等关于质量保证相关要求，以及实验室的质量体系文件（包括质量手册、程序文件、作业指导书）实行全过程质量控制，保证此次监测结果科学、有效。针对项目特点，制定了监测方案，主要包括：监测目的、监测要求、监测因子、监测点位、监测频次、监测分析方法和依据、质量保证、监测计划安排、提交报告时间等。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，制订了质量保证计划，主要质量保证及质量控制措施如下。

5.1 人员培训与授权

对从事辐射监测和质量管理的培训、资格、任用、授权、能力等进行规范管理，确保人员达到并保持与其承担的工作相适应的水平。项目现场监测工作，由 2 名监测人员共同开展。对监测人员执行质量保证计划时，承担的责任和义务作明确规定。监测人员具备相应的专业技术水平，接受专业技术教育且经过专业培训考核合格，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；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。

5.2 监测方法选择

本次验收监测方法选用《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）和《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）。

5.3 仪器质量控制

5.3.1 检定/校准

监测仪器投入使用前，在国家计量部门或其授权的校准机构检定/校准，并确保在有效期内使用；校准因子准确使用；监测仪器维修后、安装和恢复使用前，重新进行检定/校准。

5.3.2 定期核查

为保证监测数据的准确可靠，对监测仪器进行定期维护、期间核查和（或）稳定性控制，并根据核查结果对仪器当前状态作出评价。核查周期的长短取决于其可靠程度、故障率等因素。核查误差超过规定限度，仪器停用，检查原因，重新检定/校准。

5.3.3 监测仪器选择

参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求，选用能量响应、时间响应、点源位置响应、量程、相对误差、工作条件等均满足要求的 HD-2005 型环境级 X、 γ 辐射剂量率仪开展监测工作。

5.4 数据处理中的质量控制

5.4.1 数据记录

现场监测作业过程中，工作人员按规定的格式和内容填写记录文件，清楚、详细、准确地记录，不得随意涂改。

5.4.2 数据校核

分析数据前，对原始数据进行整理、校核。校核人员校核原始记录是否符合相关规范要求，若有计算或记录错误，反复核算后予以订正。

5.4.3 数据审核

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，或由未参与监测人员进行核算。

5.4.4 数据保存

委托检测协议、现场检测通知单、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，归档保存。

5.5 内部质量控制

辐射环境监测机构建立并严格执行各项规章制度，包括但不限于：监测人员岗位责任制；实验室安全防护制度；仪器管理使用制度；原始数据、记录、资料管理制度等。实验室保持整洁、安全的操作环境。

5.6 外部质量控制

辐射环境监测机构通过检验检测机构资质认定，并按照国家资质认定管理部门要求参加能力验证活动。同时，积极参与相关机构组织的实验室间比对或参加权威机构的能力验证，对比对或能力验证的结果进行评估，从中发现可能存在的系统误差，采取必要的纠正措施，确保实验室检测能力和水平。

表 6 验收监测内容

为掌握公司 X 射线探伤机在现场探伤情况下对周围环境的辐射水平影响，本次验收根据现场条件和相关监测标准、规范的要求合理布点，进行了探伤现场监测和验收核查。

6.1 监测对象

选取 XXG-3005 型定向探伤机和 1 台 XXG-3005z 型周向探伤机分别开机，监测探伤现场周围辐射环境水平。

6.2 监测项目

γ 辐射剂量率、X-γ 辐射剂量率。

6.3 监测时间及环境条件

监测时间：2024 年 12 月 7 日；
天气：晴；温度：4℃；相对湿度：31%。

6.4 监测方法

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）的要求和方法进行现场测量。每个监测点 X-γ 辐射剂量率读取 10 个测量值为一组，取其平均值，经过仪器效率校准并扣除宇宙射线响应值后作为最终测量结果。

6.5 监测单位

本次验收由具备生态环境监测资质的潍坊正沅环境检测有限公司开展监测（资质认定见附件十二）。

6.6 监测仪器

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

设备名称	便携式 X-γ 剂量率仪
设备型号	HD-2005
设备编号	F12032
测量范围	(1~100000) ×10 ⁻⁸ Gy/h
检定单位	中国计量科学研究院
检定证书编号	DLjl2024-07809

检定有效期至	2025 年 6 月 24 日
6.7 监测布点 本次验收监测根据现场实际情况布点监测： （1）XXG-3005 型定向 X 射线探伤机开展现场探伤工作时，于控制区、监督区四周边界外均布设一个点位，共布设 8 个点位，即 A1~A8。监测点位示意图见图 6-1。 （2）XXG-3005z 型周向 X 射线探伤机开展现场探伤工作时，于控制区、监督区四周边界外均布设一个点位，共布设 8 个点位，即 B1~B8。监测点位示意图见图 6-2。 图 6-1 XXG-3005 型定向 X 射线探伤机探伤现场监测布点示意图 图 6-2 XXG-3005z 型周向 X 射线探伤机探伤现场监测布点示意图	

表 7 验收监测

7.1 验收监测期间运行工况记录

本项目 XXG-3005 型定向 X 射线探伤机和 XXG-3005z 型周向 X 射线探伤机分别开机监测，无被照工件，具体监测工况见表 7-1。

表 7-1 监测工况一览表

监测对象	监测工况
XXG-3005 型定向 X 射线探伤机	管电压：260kV；管电流：5.0mA
XXG-3005z 型周向 X 射线探伤机	管电压：260kV；管电流：5.0mA

7.2 验收监测结果

各监测点位剂量率监测结果见表 7-2、表 7-3。

表 7-2 XXG-3005 型定向 X 射线探伤机现场探伤剂量率监测结果

序号	点位描述	X-γ 辐射剂量率监测结果 (×10 ⁻⁸ Gy/h)	
		平均值	标准偏差
A1	控制区北边界 38m 处	■	■
A2	控制区东边界 43m 处	■	■
A3	控制区南边界 133m 处	■	■
A4	控制区西边界 45m 处	■	■
A5	监督区北边界 53m 处	■	■
A6	监督区东边界 56m 处	■	■
A7	监督区南边界 157m 处	■	■
A8	监督区西边界 56m 处	■	■
环境本底值 (γ 辐射剂量率)		■	■

注：1.监测结果已扣除仪器对宇宙射线响应值 (1.57×10⁻⁸Gy/h)；
 2.探伤机开机检测条件：管电压 260kV，管电流 5.0mA；主射束方向朝南；
 3.检测时无工件，未放置铅板。；
 4.检测时，操作人员设置延迟开机时间、定时曝光和自动关机后利用现场实体屏蔽墙进行个人防护；
 5.上述数据已按照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157—2021) 要求进行了换算。

表 7-3 XXG-3005z 型周向 X 射线探伤机现场探伤剂量率监测结果

序号	点位描述	X-γ 辐射剂量率监测结果 (×10 ⁻⁸ Gy/h)	
		平均值	标准偏差
B1	控制区北边界	■	■
B2	控制区东边界	■	■
B3	控制区南边界	■	■

B4	控制区西边界	■	■
B5	监督区北边界	■	■
B6	监督区东边界	■	■
B7	监督区南边界	■	■
B8	监督区西边界	■	■
环境本底值（ γ 辐射剂量率）		■	■

注：1.监测结果已扣除仪器对宇宙射线响应值（ $1.57 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ）；
2.探伤机开机检测条件：管电压 260kV，管电流 5.0mA；
3.检测时无工件，未放置铅板；
4.检测时，操作人员设置延迟开机时间、定时曝光和自动关机后利用现场实体屏蔽墙进行个人防护；
5.上述数据已按照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157—2021）要求进行了换算。

根据表 7-2 监测结果，验收监测期间 XXG-3005 型定向 X 射线探伤机现场探伤时，控制区边界监测结果范围为（ $1396.7 \sim 1430.1$ ） $\times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，即 $11.97 \sim 14.30 \mu\text{Sv/h}$ （根据 GB18871-2002 附录 J4.6 换算当量计量，辐射权重因数取 1，下同）；监督区边界监测结果范围为（ $212.8 \sim 240.9$ ） $\times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，即 $2.13 \sim 2.41 \mu\text{Sv/h}$ ，满足环评报告及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）规定的 $15 \mu\text{Sv/h}$ （控制区）和 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ （监督区）的标准限值要求。环境本底 γ 辐射空气吸收剂量率为 $9.3 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，处于日照市（参考临沂地区）环境天然辐射水平正常波动范围内[道路（ $1.03 \sim 13.06$ ） $\times 10^{-8} \text{Gy/h}$]。

根据表 7-3 监测结果，验收监测期间 XXG-3005z 型周向 X 射线探伤机现场探伤时，控制区边界监测结果范围为（ $1406.2 \sim 1420.1$ ） $\times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，即 $14.06 \sim 14.20 \mu\text{Sv/h}$ ；监督区边界监测结果范围为（ $216.7 \sim 229.8$ ） $\times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，即 $2.17 \sim 2.30 \mu\text{Sv/h}$ ，满足环评报告及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）规定的 $15 \mu\text{Sv/h}$ （控制区）和 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ （监督区）的标准限值要求。环境本底 γ 辐射空气吸收剂量率为 $9.4 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，处于日照市（参考临沂地区）环境天然辐射水平正常波动范围内[道路（ $1.03 \sim 13.06$ ） $\times 10^{-8} \text{Gy/h}$]。

7.3 职业和公众受照剂量

7.3.1 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，Sv/a；

D_r ——辐射剂量率，Sv/h；

T——年受照时间，h/a。

停留因子参照《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）选取，见表 7-4。

表 7-4 不同场所的居留因子

场所	居留因子T	示例
全居留	1	控制室、暗室、办公室、邻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
注：表中数据取自《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）。		

7.3.2 职业人员年有效剂量

本项目共配备 18 名辐射工作人员，目前均已配备个人剂量计。因项目运行时间较短，尚未取得个人剂量检测报告，因此本次验收仍采用理论估算的方式评价职业人员的受照剂量。

根据工作安排，同一场所同一时间只开机使用 1 台 X 射线探伤机。本项目拟配备 18 名辐射工作人员开展探伤作业，每次同时最多派出 3 组人员（每组 3 人），8 台 X 射线探伤机累计全年曝光时间最大不超过 300h。

X 射线探伤机具备延时曝光功能，曝光时操作人员已撤至控制区以外较远的地方，且避开有用射束；警戒人员正常情况距离设备还要远些，通常操作人员接受的剂量率大于警戒人员。由于 X 射线机具备延时曝光、自动关机，设备操作人员受到的照射主要是在开机初期，开机后已离开操作位到更远的区域等候，设备自动关机后再回到操作位置，继续下一步工作。因此，辐射工作人员在控制区边界滞留的时间远小于 300 小时，保守按照 300 小时估算，居留因子取 1，剂量率取控制区边界剂量率限值 $15\mu\text{Sv/h}$ ，则工作人员所受剂量为：

$$H = 15\mu\text{Sv/h} \times 300 \text{ h/a} / 1000 = 4.50\text{mSv/a}。$$

综上所述，职业人员开展 X 射线探伤机探伤过程中最大年有效剂量为 4.5mSv，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，也低于环评报告表提出的年管理剂量约束值 5.0mSv/a。

7.3.3 公众成员受照剂量

现场探伤过程中，公众成员主要为周围工作、居住或者途径的人员，在现场探伤过程中，应尽量远离居民区，同时根据现场情况，采用定向曝光头或屏蔽装置进行控制，尽量减小对外环境的影响。现场探伤时，公众成员不得进入划定的监督区，保守按照探伤监督

区限值 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 进行核算，现场探伤时长一般不超过 5h，现场探伤时公众成员按照偶然居留考虑，居留因子取 1/16，则公众成员所受剂量为：

$$H = 5 \times 300 \times (1/16) / 1000 \approx 0.06\text{mSv/a}。$$

根据估算结果，项目公众人员接受的最大年有效剂量约为 0.06mSv/a ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定公众成员的剂量限值 1mSv/a ，也低于环境影响报告表中提出的管理约束值 0.1mSv/a 。

表 8 验收监测结论

8.1 结 论

按照国家有关环境保护的法律法规，山东瑞康安全评价有限公司 X 射线探伤机移动探伤项目进行了环境影响评价和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。

1、项目基本概况

山东瑞康安全评价有限公司位于山东省日照市黄海一路东首与万安路交汇处，企业购置 X 射线探伤机用于开展移动探伤业务，本次验收涉及 8 台 X 射线探伤机，包含 1 台 XXG-2005 型、2 台 XXG-2505 型、4 台 XXG-3005 型及 1 台 XXG-3005z 型 X 射线探伤机，均属使用Ⅱ类射线装置。

企业于 2024 年 7 月委托日照市环境保护科学研究所有限公司编制了《山东瑞康安全评价有限公司 X 射线探伤机移动探伤项目环境影响报告表》，项目主要建设内容为购置 8 台 X 射线探伤机用于野外或施工现场的无损检测，包括 1 台 XXG-2005 型、2 台 XXG-2505 型、4 台 XXG-3005 型及 1 台 XXG-3005z 型 X 射线探伤机，均属Ⅱ类射线装置。企业利用厂区内现有厂房经简单装修改造后作为项目 X 射线探伤机贮存场所及其他工序用房，X 射线探伤机贮存库地理坐标：E 119.547°、N 35.393°。

2024 年 8 月 8 日，日照市行政审批服务局以“日审服环审〔2024〕20 号”文出具了《日照市行政审批服务局关于山东瑞康安全评价有限公司 X 射线探伤机移动探伤项目环境影响报告表的批复》。

企业现持有日照市行政审批服务局于 2024 年 9 月 26 日颁发的《辐射安全许可证》（鲁环辐证〔11722〕，有效期至 2029 年 9 月 25 日），许可种类和范围为：“使用Ⅱ类射线装置”。

2、环境保护设施及措施落实情况

本项目为移动探伤项目，项目配套建设的 X 射线探伤机贮存库及其他工序用房均利用企业现有房屋改造后使用，X 射线探伤机工作场所位于野外或施工现场，无固定工作场所。

X 射线探伤机贮存库为单层砖混结构平房，东墙窗户外安装防盗窗，贮存室门安装防盗门并设置双锁，实行双人双锁管理，门上张贴电离辐射警告标志。X 射线探伤机贮存库室内、外各安装一处视频监控，视频监控装置与辐射管理人员手机网络连通，可实

现 24h 监控，确保 X 射线探伤机的安全。

项目已按照要求落实了 X 射线探伤机贮存库设计与安全设施、X 射线探伤机运输和临时储存防护措施、移动探伤现场安全措施等辐射安全措施，并配备了辐射巡检仪、个人剂量报警仪、个人剂量计、铅防护屏、铅衣、铅眼镜、指示灯、警示标志/标牌等必要的辐射监测与安全防护仪器、用品。

项目产生的危险废物废显（定）影液和废胶片分类收集，废显（定）影液暂存于公司危废暂存库；胶片暂存在储片室内，存放 7 年后按照危险废物处置，废胶片转移至危废暂存库内暂存，危废暂存库设置符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）要求。目前，建设单位已委托具备处置资质的鑫广绿环再生资源股份有限公司对项目产生的危险废物定期清运处置。

3、现场监测结果

根据前文分析，验收监测期间 XXG-3005 型定向 X 射线探伤机现场探伤时，控制区边界监测结果范围为 $(1396.7 \sim 1430.1) \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，即 $11.97 \sim 14.30 \mu\text{Sv/h}$ ；监督区边界监测结果范围为 $(212.8 \sim 240.9) \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，即 $2.13 \sim 2.41 \mu\text{Sv/h}$ ，满足环评报告及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）规定的 $15 \mu\text{Sv/h}$ （控制区）和 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ （监督区）的标准限值要求。环境本底 γ 辐射空气吸收剂量率为 $9.3 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，处于日照市（参考临沂地区）环境天然辐射水平正常波动范围内[道路 $(1.03 \sim 13.06) \times 10^{-8} \text{Gy/h}$]。

验收监测期间 XXG-3005z 型周向 X 射线探伤机现场探伤时，控制区边界监测结果范围为 $(1406.2 \sim 1420.1) \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，即 $14.06 \sim 14.20 \mu\text{Sv/h}$ ；监督区边界监测结果范围为 $(216.7 \sim 229.8) \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，即 $2.17 \sim 2.30 \mu\text{Sv/h}$ ，满足环评报告及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）规定的 $15 \mu\text{Sv/h}$ （控制区）和 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ （监督区）的标准限值要求。环境本底 γ 辐射空气吸收剂量率为 $9.4 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，处于日照市（参考临沂地区）环境天然辐射水平正常波动范围内[道路 $(1.03 \sim 13.06) \times 10^{-8} \text{Gy/h}$]。

4、职业与公众受照结果

本项目共配备 18 名辐射工作人员，根据估算结果，职业人员最大年有效累积剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定的剂量限值 20mSv/a ，也低于环评报告中提出的年管理剂量约束值 5mSv/a 。

现场探伤时可能涉及的公众成员的年有效剂量核算结果为 0.06mSv/a ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定公众成员的剂量限值 1mSv/a ，

也低于环境影响报告表中提出的管理约束值 0.1mSv/a。

5、现场检查结果

(1) 企业制定了《岗位职责》《辐射防护和安全保卫制度》《设备检修维护制度》《台账登记制度》等辐射防护管理制度。

(2) 企业制定了《操作规程》，将严格按照操作规程开展移动探伤工作。

(3) 企业制定了《辐射事故应急预案》，并开展了应急演练。

(4) 企业制定了《监测方案》，目前已配备 3 台 MR-3010 型便携式辐射巡检仪，用于探伤现场分区划分和辐射巡测，应定期开展辐射环境监测，及时向生态环境部门上报监测数据。

(5) 企业制定了《人员培训计划》，本项目验收涉及的 18 名辐射工作人员均已参加了辐射安全与防护培训，考核合格，并在有效期内。

(6) 企业制定了《监测方案》，所有辐射工作人员均佩戴了个人剂量计，并委托了具备资质的山东易川检测技术有限公司对个人剂量进行监测，并出具个人剂量检测报告，建立了个人剂量档案，做到了 1 人 1 档。

(7) 企业制定了《辐射安全防护自行检查和年度评估制度》，将按要求开展辐射安全和防护状况的年度评估，并于每年 1 月 31 日前按要求编制并提交评估报告。

(8) 企业配备了铅防护屏、铅衣、铅眼镜、警示灯等必要的辐射防护与安全用品。

综上所述，山东瑞康安全评价有限公司 X 射线探伤机移动探伤项目落实了辐射安全管理制度和辐射安全防护各项措施，该项目对职业人员和公众人员是安全的，对周围环境产生的影响较小，符合建设项目竣工环境保护验收条件。

8.2 建议

- 1、加强辐射工作人员防护和个人剂量管理。
- 2、加强对辐射工作人员的培训教育和再培训。
- 3、适时修订辐射安全管理制度，定期开展辐射事故应急演练。