

编号：DBR-YS-20221001

建设项目竣工环境保护 验收监测表

项目名称：X 射线探伤机移动探伤应用项目

建设单位：济南蓝天热电有限公司

编制单位：山东丹波尔环境科技有限公司

编制日期：2022 年 10 月

项目名称：X 射线探伤机移动探伤应用项目

编制及监测单位：山东丹波尔环境科技有限公司

报告编写：

审核：

签发：

建设单位：济南蓝天热电有限公司

电 话：13969132576

传 真：——

邮 编：250032

地 址：济南市天桥区新赵路 1650 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

目 录

一、验收项目概况	1
二、验收依据	3
三、验收标准	5
四、工程建设情况	7
五、环境影响报告表批复要求落实情况	13
六、验收监测	16
七、职业与公众受照剂量	20
八、环保检查结果	22
九、验收监测结论与建议	24
附件	
1. 济南蓝天热电有限公司 X 射线探伤机移动探伤应用项目竣工环境保护验收委托书	
2. 辐射安全许可证	
3. 环境影响报告表审批意见	
4. 关于成立辐射安全和环境保护领导小组的通知	
5. 辐射工作安全责任书	
6. 辐射规章制度	
7. 辐射事故应急预案	
8. 辐射工作人员培训合格证书	
9. 危废合同	
10. 检测报告	

表 1 验收项目概况

工程名称		X 射线探伤机移动探伤应用项目				
建设单位		济南蓝天热电有限公司				
法人代表		张涛		联系人	宗景胜	
通讯地址		济南市天桥区新赵路 1650 号				
联系电话		13969132576	传真	——	邮政编码	250032
建设地点		用于现场检测，不使用时贮存于公司厂区外北侧设备库内				
工程性质		新建 ☒ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他 ☐		行业类别	081 其他服务业	
环境影响 报告表名称		济南蓝天热电有限公司 X 射线探伤机移动探伤应用项目环境影响报告表				
报告编制单位		山东丹波尔环境科技有限公司				
环境影响评价 审批部门		济南市生态环境局 天桥分局	批复 文号	济天环辐表 审[2022]2 号	时间	2022 年 3 月 25 日
竣工 验收	验收监测 时间	2022 年 8 月 18 日		监测及编制 单位	山东丹波尔环境科技有限 公司	
项目总投资 (万元)		15 万元	项目环保投资 (万元)	5 万元	环保投资占 总投资比例	33.3%
验收规模		使用 3 台 X 射线探伤机进行移动探伤，Ⅱ类射线装置				

1.1 引言

济南蓝天热电有限公司成立于 2000 年，为济南热电集团有限公司的全资子公司，公司主营业务包括物业管理服务；煤制品制造；煤炭及制品销售；技术服务、开发、咨询、交流、转让、推广；工程管理服务；房地产咨询；无损探伤检测；固废处理等业务。

公司位于济南市天桥区新赵路 1650 号，下设六个项目部与相关处室，下属一个新型建材厂，现有职工 200 余人，其中多为有高级职称、中级职称人员，为国内少有的集物业管理、水煤浆生产、探伤施工、热电工程开发、热电固废处理的专业综合性国有企业。

为满足客户生产需求，公司购置 3 台 X 射线探伤机进行现场（移动）X 射线无损检测，以

进一步提高质保能力和水平，更好的为用户服务。

2022年3月，公司委托山东丹波尔环境科技有限公司编制了《济南蓝天热电有限公司X射线探伤机移动探伤应用项目环境影响报告表》，并于2022年3月25日通过了济南市生态环境局天桥分局批复（济天环辐表审[2022]2号）。

2022年6月20日，公司取得了济南市生态环境局颁发的辐射安全许可证：鲁环辐证[12728]，种类和范围为使用Ⅱ类射线装置，有效期至2027年6月19日。

1.2 验收目的

1. 核查建设项目在施工和运行阶段对环境影响评价报告及批复中所提出的辐射防护措施及各级环境保护行政主管部门批复要求的落实情况；

2. 核查验收项目所涉及的射线装置实际运行过程中辐射等环境影响产生情况，以及已采取防护措施，分析各项防护措施实施的有效性；通过现场调查和监测，确定建设项目产生的环境影响达标情况；

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

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

1.3 验收任务由来

根据《建设项目环境保护管理条例》等有关法律法规的要求，建设项目竣工并调试完成后，应组织建设项目竣工环境保护验收。受济南蓝天热电有限公司的委托，山东丹波尔环境科技有限公司承担该项目的竣工环境保护验收工作，于2020年8月18日对该项目进行了现场验收监测与检查，在此基础上编制完成了《济南蓝天热电有限公司X射线探伤机移动探伤应用项目竣工环境保护验收监测表》。2022年10月8日，济南蓝天热电有限公司组织召开验收工作组会议，根据验收工作组意见，对原报告进行了完善并形成《济南蓝天热电有限公司X射线探伤机移动探伤应用项目竣工环境保护验收监测表》。

表 2 验收依据

2.1 法律法规

1. 《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国主席令第 9 号，2014 年修订；
2. 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令第 6 号，2003 年；
3. 《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，2019 年 3 月第二次修订；
4. 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年；
5. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，环境保护部令第 3 号，2006 年 3 月 1 日施行，2019 年 8 月第三次修订；
6. 《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；
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；
8. 《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；
9. 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；
10. 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；
11. 《山东省环境保护条例》，2018 年 11 月 30 日山东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议修订，20190101 实施；
12. 《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；
13. 《国家危险废物名录》（生态环境部令第 15 号，2020.11.27）。

2.2 技术标准

1. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；

2. 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；
3. 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；
4. 《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）；
5. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；
6. 《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2001）及其修改公告。

2.3 其他验收依据

1. 《济南蓝天热电有限公司X射线探伤机移动探伤应用项目环境影响报告表》，山东丹波尔环境科技有限公司，2022年3月。

2. 《济南蓝天热电有限公司X射线探伤机移动探伤应用项目环境影响报告表》审批意见，济南市生态环境局天桥分局，济天环辐表审[2022]2号，2022年3月25日。

3. 济南蓝天热电有限公司X射线探伤机移动探伤应用项目竣工环境保护验收委托书。

4. 其他资料性材料。

表 3 验收标准

3.1 验收标准

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

①职业照射剂量限值

a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量 (但不可作任何追溯性平均), 20mSv;

b) 任何一年中的有效剂量, 50mSv;

c) 眼晶体的年当量剂量, 150mSv;

d) 四肢 (手和足) 或皮肤的年当量剂量, 500mSv。

②对于年龄为 16 到 18 岁徒工或学生照射剂量限值

a) 年有效剂量, 6mSv;

b) 眼晶体的年当量剂量, 50mSv;

c) 四肢 (手和足) 或皮肤的年当量剂量, 150mSv。

(2) 公众照射

①公众照射剂量限值

a) 年有效剂量, 1mSv;

b) 特殊情况下, 如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv, 则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

c) 眼晶体的年当量剂量, 15mSv;

d) 皮肤的年当量剂量, 50mSv。

根据环境影响报告表, 取职业照射年有效剂量的 1/4 (5mSv) 作为职业人员的年管理剂量约束值, 取公众照射年有效剂量的 1/4 (0.25mSv) 作为公众成员的年管理剂量约束值。

3.2 参考标准

本报告有关事项, 参考《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 的有关规定。

(1) 标准 5.1.2 款规定: 一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 $15 \mu\text{Sv/h}$ 的范围内划

为控制区。

(2)标准 5.1.3 款规定：控制区边界应悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，探伤作业人员在控制区边界外操作，否则应采取专门的防护措施。

(3)标准 5.1.6 款规定：应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的范围内划为监督区，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。

3.3 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），德州市环境天然辐射水平见表 3-1。

表 3-1 德州市环境天然辐射水平（ $\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ）

监测内容	范 围	平均值	标准差
原 野	3.54~5.94	4.51	0.50
道 路	1.84~5.58	3.70	0.75
室 内	6.24~10.82	8.26	0.77

表 4 工程建设情况

4.1 项目基本情况

1. 项目名称

济南蓝天热电有限公司 X 射线探伤机移动探伤应用项目。

2. 项目位置

公司位于济南市天桥区新赵路 1650 号，将厂区外北侧房屋作为 X 射线探伤机贮存场所，包括设备库、暗室、危废暂存间等。本项目所在地理位置示意图见图 4-1，项目周边卫星影像图见图 4-2，探伤机贮存场所平面布置示意图见图 4-3。

3. 项目性质

新建。

4. 验收规模

环评规模为 1 台周向型 X 射线探伤机及 2 台定向型 X 射线探伤机，作业方式为现场（移动）检测，明细详见表 4-1。

本次验收规模为 3 台定向型 X 射线探伤机，作业方式为现场（移动）检测，明细详见表 4-2。

现状照片见图 4-4。

表 4-1 射线装置环评规模一览表

序号	型号	生产厂家	最大管电压	最大管电流	辐射角度	最大穿透 A3 钢厚度	备注
1	XXH-3005	未确定	300kV	5mA	30° × 360°	50mm	周向
2	XXQ-2505	未确定	250kV	5mA	40° +5°	50mm	定向

表 4-2 射线装置情况明细表

序号	型号	生产厂家	数量	最大管电压	最大管电流	辐射角度	备注
1	XXG-3005	丹东锐新射线仪器有限公司	1	300kV	5mA	40° +5°	定向
2	XXQ-2505		2	250kV	5mA	40° +5°	定向

5. 变动情况分析

本项目环评规模包括 1 台 XXH-3005 周向型 X 射线探伤机，因生产需要，实际购入 1 台 XXG-3005 定向型 X 射线探伤机，探伤机电流及最高电压等级均未发生变化；因周向型 X 射线探伤机主射束方向广于定向型 X 射线探伤机，因此公司改为购入 XXG-3005 定向型 X 射线探伤机后对周围的辐射影响变小，且已纳入许可范围，符合相关要求，为一般变动。

4.2 现场（移动）检测工作流程

1. X 射线探伤机工作原理

X 射线探伤机在工作过程中，通过 X 射线对受检工件进行照射，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较强的图像显示裂缝所在的位置，X 射线探伤机据此实现探伤的目的。

2. 工作流程

（1）检测准备

- ①根据委托单位委托单信息制定检测工艺。
- ②根据检测工艺要求裁片，然后选择探伤设备。
- ③放置警示灯、警示绳设置安全隔离带。

（2）检测工作

- ①确定曝光时间。
- ②布片，在被检测物件的焊缝贴上胶片。
- ③确定控制区内无工作人员，监督区无公众成员。
- ④接通电源。
- ⑤接通高压开关曝光胶片。

（3）暗室处理（曝光后胶片带回公司暗室进行冲洗）

- ①开启红灯关闭照明灯。
- ②取片显影。
- ③停显。
- ④定影。
- ⑤晾片。

（4）底片评定

- ①根据检测工艺、标准评定底片。
- ②记录检测结果。
- ③签发检测报告。

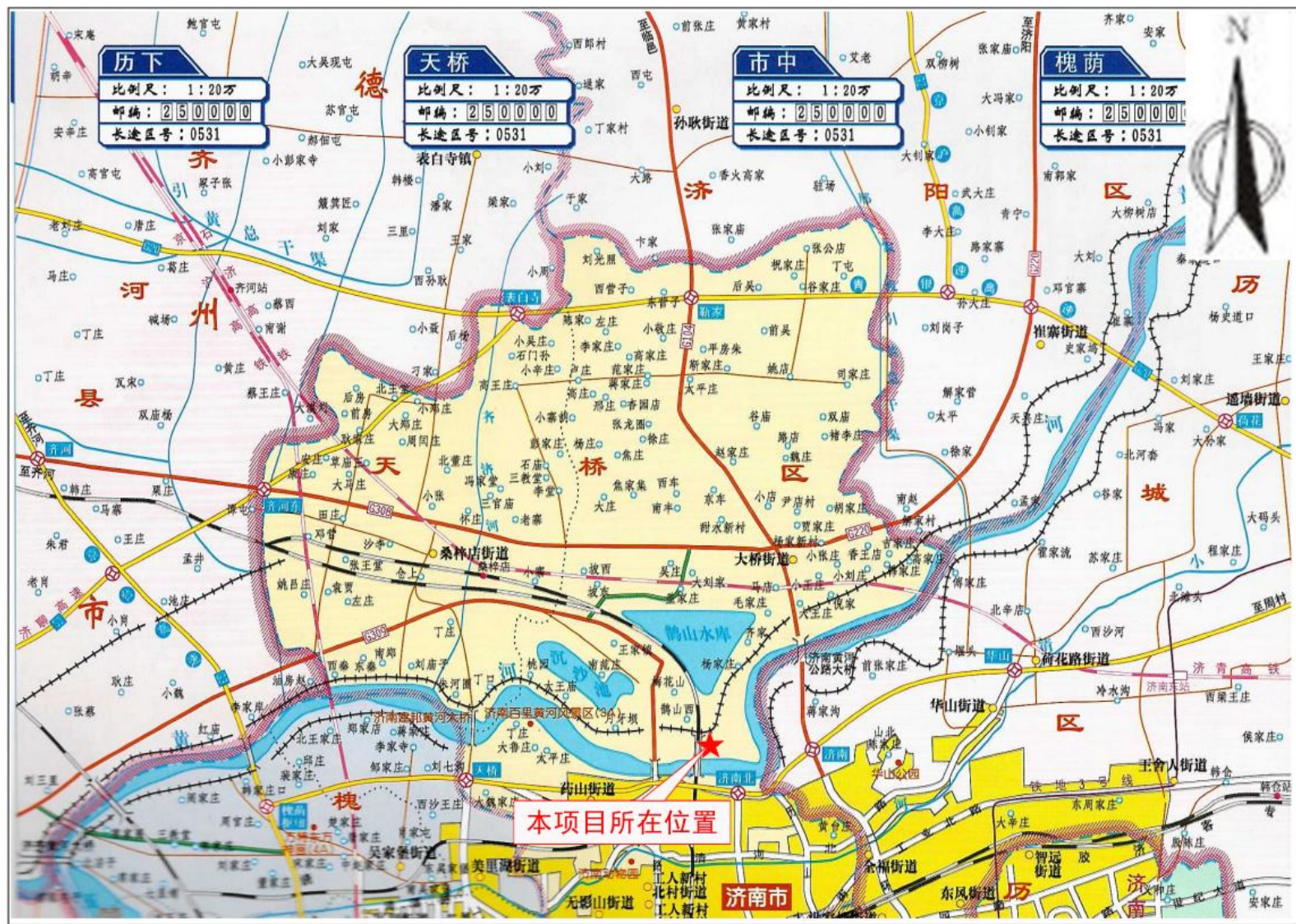


图 4-1 本项目所在地理位置示意图



图 4-2 项目周边关系卫星影像图

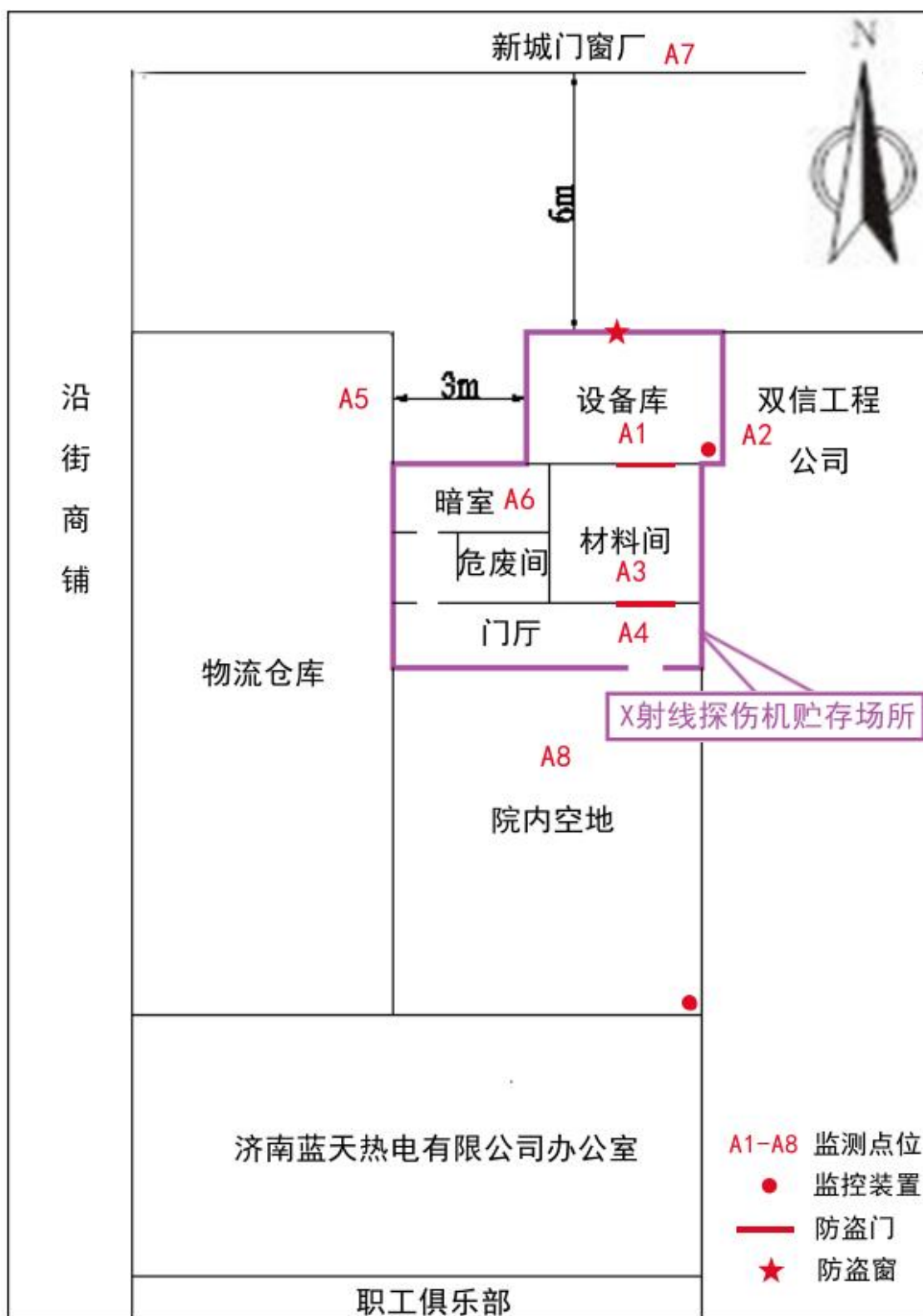
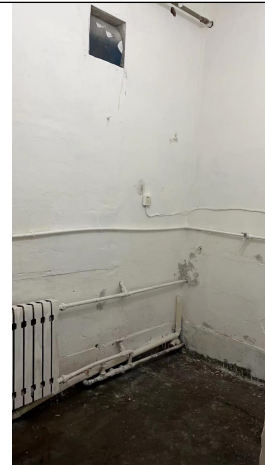


图 4-3 探伤机贮存场所平面布置示意图



设备库



暗室



危废间



材料间



监控装置、入侵报警装置



防盗门、防盗窗



警戒带



警戒灯



电离辐射警告标志



警告牌



个人剂量报警仪



辐射巡检仪

	
铅防护服	铅手套
	/
铅眼镜	/

图 4-4 现场照片

4.3 主要放射性污染物和污染途径

1. X 射线

X 射线探伤机在工作时会产生 X 射线，X 射线会对工作人员及公众造成危害。X 射线探伤机停止工作时，X 射线随之消失，不会对周围人员产生危害。

2. 放射性废物

本项目不产生放射性固体废弃物、废水、废气。

3. 非放射性污染物

X 射线机产生的 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。由于为现场作业，因而不会对周围环境带来大的污染。

4. 危险废物

废胶片和废显（定）影液洗片。建设单位在济南市市内及周边邻近区域开展探伤工作时，通常将片子带回本项目暗室内进行洗片和评片，拍片、洗片过程中产生的废胶片和废显（定）影液暂存于危废间，与山东朋光环保科技有限公司签订了废胶片、显（定）影废液残液回收协议。危废间设于暗室南侧，废显影液暂存在防渗漏且无反应的容器内，临时贮存可满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）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，由委托单位提供暗室和危废暂存间，产生的废显影液和废胶片统一由有资质单位进行规范处置。如委托单位无法提供洗片、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，确认满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）要求后，再前往现场开展探伤工作。

本次验收监测项目为 X- γ 辐射剂量率。

表 5 环境影响报告表批复落实情况

济南蓝天热电有限公司 X 射线探伤机移动探伤应用项目环境影响报告表批复与验收情况的对比见表 5-1。

表 5-1 环境影响报告表批复意见与验收情况的对比

环境影响报告表批复意见（综述）		验收时落实情况
单位名称	济南蓝天热电有限公司	济南蓝天热电有限公司
地点	济南市天桥区新赵路 1650 号	济南市天桥区新赵路 1650 号
项目规模	拟购置 3 台 X 射线探伤机（属 II 类射线装置），包括 XXH-3005 型周向 X 射线探伤机 1 台及 XXQ-2505 型定向 X 射线探伤机 2 台，均用于移动（现场）无损检测。同时拟将厂区外北侧房屋作为 X 射线探伤机贮存场所，包括设备库、暗室、危废暂存间等。	购置 3 台 X 射线探伤机（属 II 类射线装置），包括 XXG-3005 型定向 X 射线探伤机 1 台及 XXQ-2505 型定向 X 射线探伤机 2 台，均用于移动（现场）无损检测。厂区外北侧房屋作为 X 射线探伤机贮存场所，包括设备库、暗室、危废暂存间等。
环评批复要求	（一）做好辐射工作场所的环境安全防护工作	
	1. 落实设备库的防盗措施、探伤机运输储存防护措施、现场探伤机安全措施等，设备库设置防盗门窗及视频监控。进行移动探伤作业前，配置辐射环境巡测仪、个人剂量报警仪、警告标志、警示灯等设备，将工作场所划分控制区和监督区，在控制区和监督区边界设置电离辐射警告标志和警告标语等提示信息。现场探伤作业采取屏蔽措施，严格按照操作规程操作，确保满足《工业 X 射线探伤机放射防护要求》（GBZ117-2015）。	1. 设备库设置有防盗门、防盗窗及视频监控装置，探伤机进行运输或临时贮存时置于保险运输箱内，运输全程由通过辐射安全与防护考核的辐射工作人员负责。探伤工作场所配备有辐射巡检仪、个人剂量报警仪、警告标志、警示灯等设备，根据现场情况，利用监测仪器划分控制区和监督区，在监督区边界和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。工作人员严格按照规程进行操作，避开了探伤机射线主射方向，并配备了铅防护服、铅板、个人剂量报警仪等，做好了辐射防护工作。
	2. 工作人员按照要求配备防护用品，确保工作人员和公众年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的相关要求。	2. 3 名辐射工作人员均配备有个人剂量计，并配备有铅防护服、个人剂量报警仪等防护用品，根据本次验收监测结果估算，辐射工作人员和公众成员的最大年有

续表 5-2 环境影响报告表批复意见与验收情况的对比

环境影响报告表批复意见（综述）		验收时落实情况
环评批复要求		效 剂 量 分 别 为 1.45mSv/a 和 0.12mSv/a ， 低 于 5mSv 和 0.25mSv 的 年 管理剂量约束值。
	（二）建立并完善监测、评估、应急、培训等各项管理制度并组织实施	
	1. 完善辐射环境监测方案，配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。定期开展监测，监测结果及时报济南市生态环境局天桥分局。	1. 制定有《辐射监测方案》，配备有 2 台辐射巡检仪、2 部个人剂量报警仪、铅防护服等。按要求定期开展辐射环境监测，并记录存档。
	2. 按要求开展辐射安全和防护状况年度评估工作，年度评估报告于每年 1 月 31 日前报济南市生态环境局天桥分局。	2. 公司将按要求开展辐射安全和防护状况年度评估工作，于每年的 1 月 31 日前上传核技术利用辐射安全申报系统。
	3. 修订辐射事故应急预案，定期组织开展应急演练，落实风险防范措施，切实防范辐射环境风险。	3. 公司制定有《辐射事故应急预案》，后期将按要求定期开展应急预案演练，做好演练记录。经确认，公司未发生过辐射事故。
	4. 定期开展辐射工作人员培训工作，分别建立工作场所、辐射装置辐射工作人员培训档案，建立辐射工作人员个人剂量档案，辐射工作人员须持证上岗。	4. 公司制定有《辐射工作人员培训制度》，3 名辐射工作人员均已通过辐射安全与防护考核，并委托有资质的单位每 3 个月进行一次个人剂量监测，安排专人负责个人剂量监测管理工作，建立了个人剂量档案，做到了 1 人 1 档。
	5. 严格落实辐射安全管理责任制以及射线装置使用登记制度、操作规程、辐射防护和安全保卫制度等。	5. 签订了《辐射工作安全责任书》，明确了法人代表 张涛 为本单位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”，负责公司的辐射安全管理工作。公司制定有《X 射线机安全操作规程》《辐射防护与安全管理制度》《设备检修维护制度》《X 射线检测人员岗位责任制度》《辐射工作人员培训制度》《辐射监测方案》《射线装置使用登记制度》

续表 5-2 环境影响报告表批复意见与验收情况的对比

环境影响报告表批复意见（综述）		验收时落实情况
环评批复要求		《事故风险防范措施》《现场探伤安全防护措施》等制度，编制了《辐射事故应急预案》，建立了辐射安全管理档案。
	（三）危险废物妥善收集暂存，并委托有相应处置资质的单位定期处置。	（三）拍片、洗片过程中产生的废胶片和废显（定）影液暂存于危废间，与山东朋光环保科技有限公司签订了废胶片、显（定）影废液残液回收协议。危废间设于暗室南侧，废显影液暂存在防渗漏且无反应的容器内，临时贮存可满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）要求。
	（四）本项目不得用于厂区或车间等固定场所日常性质的质保和检测；不得在设备库等场所组织训机测试。	（四）经核实，公司未在厂区或车间等固定场所进行日常性质的质保和检测；未在设备库等场所组织训机测试。
	（五）环境影响报告表经批准后，项目的性质、规模、地点或生态保护、污染防治措施发生重大变动的，应按要求重新报批环境影响报告表。	（五）经核实，本项目性质、规模、地点和生态保护、污染防治措施等均未发生重大变动。

表 6 验收监测

6.1 现场监测

为掌握该公司 X 射线机现场探伤过程中 X 射线机对周围辐射环境水平的影响，对 X 射线机现场探伤作业周围进行了现场检测，根据现场条件和相关监测标准、规范的要求进行布点。

1. 监测单位

山东丹波尔环境科技有限公司，已通过生态环境认定，认定证书编号 221512052438。

2. 监测项目

X- γ 辐射剂量率。

3. 监测时间与环境条件

2022 年 8 月 18 日。天气：晴；温度 31.4℃；相对湿度 72.5%。

4. 监测地点

德州市齐河县晏北街道狮子刘村空地。

5. 监测方法

依据《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），将仪器接通电源预热 15min 以上，设置好测量程序，每组读取 10 个数据，经过仪器校准因子校准，计算均值和标准偏差。

6. 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	系统主机测量范围	10nGy/h~1Gy/h
4	主探测器测量范围	1nGy/h~100 μ Gy/h
5	能量范围	60keV~3MeV，相对响应之差 $\leq \pm 15\%$ （相对于 ¹³⁷ Cs 参考 γ 辐射源）
6	检定单位	中国计量科学研究院
7	检定证书编号	DLj12021-21341
8	检定有效期至	2022 年 12 月 20 日

7. 监测工况

本次验收 X 射线机型号为 XXG-3005 型（定向），在其最大管电压和最大管电流条件下进行运行监测（日常最大工作电压不大于 270kV，电流 5mA），监测工况如表 6-2 所示。

表 6-2 监测工况表

型号	数量	额定参数		监测时工况	
		管电压（kV）	管电流（mA）	电压（kV）	电流（mA）
XXG-3005 型	1 台	300	5	270	5

8. 检测技术规范

- 《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）。

6.2 控制区及监督区监测结果

建设单位确定探伤作业位置后，进行现场探伤。在探伤机处于照射状态下，辐射工作人员根据探伤作业现场的实际情况，划定了距探伤机主射方向 56 米、非主射方向 36 米长方形监督区边界，距探伤机主射方向 37 米、非主射方向 25 米长方形控制区边界。在控制区四周边界和监督区四周边界分别布点检测，现场探伤控制区和监督区边界本底检测和照射状态检测结果见表 6-3，现场探伤检测布点示意图见图 6-1，现场照片见图 6-2。

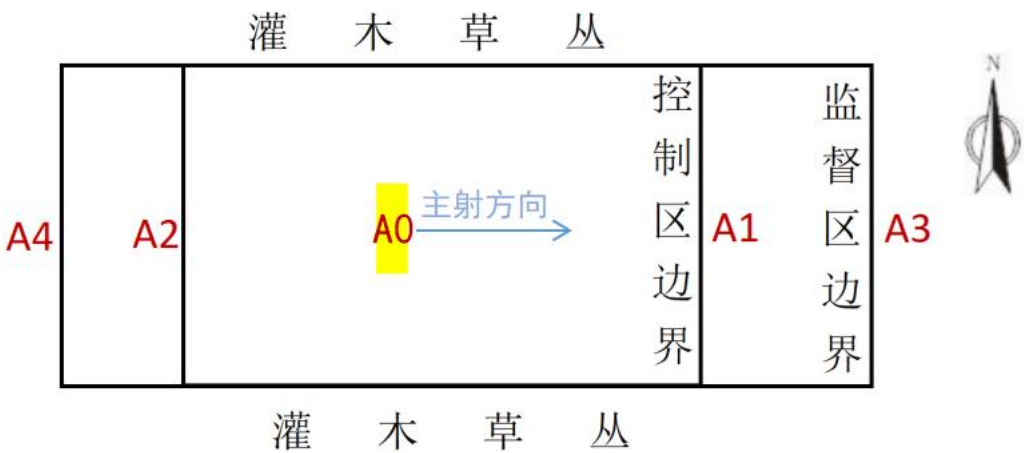


图 6-1 X 射线探伤机探伤现场检测布点示意图

表 6-3 现场探伤控制区和监督区边界开-关机状态下 X- 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
A0	探伤机所在位置	62.9nGy/h	0.85	关机状态
A1	控制区东侧中间位置	13.8	0.37	距 X 射线机 37 米
A2	控制区西侧中间位置	13.4	0.28	距 X 射线机 25 米
A3	监督区东侧中间位置	2.23	0.05	距 X 射线机 56 米
A4	监督区西侧中间位置	2.35	0.04	距 X 射线机 36 米
范围		62.9nGy/h $\sim$ 13.8 $\mu\text{Gy/h}$		——

注：1. 检测时，探伤机置于工件内，工件厚度为 4mm 铝板，射束方向定向向东；

2. 检测时，南侧和北侧为草丛，人员无法到达，故未设置监测点。

由表 6-3 可知，模拟现场探伤时，非工作状态下，探伤机所在位置的 γ 辐射剂量率本底检测结果为 62.9nGy/h，处于德州市天然辐射水平范围内。工作状态下，控制区边界的 X- γ 辐射剂量率检测结果为 (13.4 $\sim$ 13.8) $\mu\text{Gy/h}$ ，低于《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 中规定的 15 $\mu\text{Gy/h}$ 的标准限值；监督区边界的 X- γ 辐射剂量率检测结果为 (2.23 $\sim$ 2.35) $\mu\text{Gy/h}$ ，低于《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 中规定的 2.5 $\mu\text{Gy/h}$ 的标准限值。

6.3 现场安全防护措施的核实

1. 配备有辐射巡测仪、个人剂量报警仪、个人剂量计；铅防护服、铅板、警告标志、警示灯、警戒绳、警告牌等。

2. 每次现场探伤配备 2 $\sim$ 3 名辐射工作人员，分工操作，1 名负责操作，1 $\sim$ 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 $\mu\text{Sv/h}$ ，监督区边界外剂量率低于 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。

3. 进行探伤作业期间，工作人员应佩戴个人剂量计、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。

3. 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 6-2 检测现场照片

表 7 职业与公众受照剂量

7.1 年有效剂量估算公式及参数确定

1. 估算公式

$$H = 0.7 \times D_r \times T \quad (7-1)$$

式中： H ——年有效剂量，Sv/a；

0.7——转化因子；

D_r ——X 剂量率，Sv/h 、 Gy/h；

T ——年受照时间，h。

2. 照射时间

根据企业提供的资料，本项目每年最多拍 9000 张片子，每张片子曝光一次，曝光时间正常不超过 2min，则本项目年累计曝光时间约 300 小时。最多同时开展 1 组无损检测工作，配备有 3 名辐射工作人员，轮流从事操作探伤机，则每人参与曝光时间小于 150 小时。本次验收保守考虑，工作人员的年曝光时间取 150h。

7.2 职业人员及公众成员受照剂量

1. 职业人员受照剂量

因本项目刚刚开展，辐射工作人员的个人剂量未到检测周期，本次验收采用理论计算方法估算辐射工作人员的受照剂量。

根据本次验收监测结果，X 射线探伤机在工作状态下，对工作人员影响的区域主要在监督区区域，最大辐射剂量率在控制区边界，为 13.8 μ Gy/h。实际一年的工作累计曝光时间最大约 150h，居留因子取 1，X 射线机使用因子取 1。进行计算：

$$H = 0.7 \times D_r \times T = 0.7 \times 13.8 \times 150 / 10^3 \approx 1.45 \text{mSv/a}$$

由以上计算可知，辐射工作人员最大年有效剂量约为 1.45mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定 20mSv/a 的剂量限值，也低于环评报告提出的 5.0mSv 的年管理剂量约束值。

2. 公众成员受照剂量

监督区内不允许公众进入。当探伤机现场探伤时，监督区边界的 X- γ 剂量率最大值为 2.35 μ Gy/h。公众成员在监督区边界停留时间小于 300h，公众居留因子取 1/4，探伤机使用因子取 1。进行计算。

$$H=0.7 \times D_r \times T=0.7 \times 2.35 \times 300/4/10^{-6} \approx 0.12\text{mSv/a}$$

由以上计算可知，公众最大年有效剂量约为 0.12mSv/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，在正常情况下对公众是安全的。

表 8 环保检查结果

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及环境保护主管部门的要求，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。为此对该单位的辐射环境管理和安全防护措施等进行了检查。

8.1 辐射安全与环境保护管理机构

公司签订了辐射工作安全责任书，明确了法定代表人张涛为本公司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，指定郝光斌负责射线装置的安全和防护工作，落实了岗位职责。

8.2 辐射安全管理制度及其落实情况

1. 工作制度

公司制定了《辐射防护与安全管理制度》《设备检修维护制度》《射线装置使用登记制度》《现场探伤安全防护措施》《X 射线检测人员岗位责任制度》《事故风险防范措施》等辐射防护管理制度。

2. 操作规程

公司制定了《X 射线机安全操作规程》。探伤作业人员按规程操作，保证不出现违规操作的不良工作行为。

3. 应急预案

公司编制了《辐射事故应急预案》，后期将按要求定期开展应急预案演练。

4. 监测方案

公司制定了《辐射监测方案》，配备了 2 台辐射巡检仪，探伤作业时做好监测数据的记录工作。

5. 人员培训

公司制定了《辐射工作人员培训制度》，公司共有 3 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，人员名单见附件 8。

6. 个人剂量

公司为 3 名辐射工作人员配备了个人剂量计，个人剂量已委托具有检测资质单位进行检测，并出具个人剂量检测报告。公司安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案，个人剂量档案包括个人基本信息、工作单位及剂量监测结果等信息。

7. 年度评估

公司将按要求编写辐射安全与防护状况年度评估报告，并将评估报告于每年的 1 月 31 日前上传核技术利用辐射安全申报系统。

8. 配备了监测设备、报警仪器和辐射防护用品，2 台 R-EGD 型巡检仪，2 部 FY-II 型个人剂量报警仪，2 套铅防护服等。

8.3 安全防护情况

1. 探伤机贮存于公司探伤机设备库，设有防盗门及防盗窗，门上设有电离辐射警告标志。设备库安装有 2 个视频监控探头，一处位于设备库东南角，一处设在设备库外（材料间东南角），并安装有入侵报警装置；监控显示屏置于设备库南侧办公室内，同时监控与本项目辐射管理人员手机网络连通，可实现 24h 监控，保证 X 射线探伤机的安全。

2. 在跨设区的地市开展现场探伤作业时，按相关要求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。

3. 探伤作业时，根据现场情况，利用监测仪器划分控制区和监督区，设置警戒绳和警示牌，路口专人值守。操作人员佩戴个人剂量报警仪和个人剂量计。

4. 若探伤机长时间不用或初次使用需要先进行训机，训机过程在探伤现场进行，不在设备库等场所组织训机测试，工作流程与正常现场探伤流程相近。

5. 本项目辐射监测仪器和个人防护用品现场检查情况，详见表 8-1。

表 8-1 辐射监测仪器和个人防护用品配备表

序号	名称	型号	数量
1	辐射巡检仪	R-EGD	2 台
2	个人剂量报警仪	FY-II	2 部
3	个人剂量计	/	3 支
4	警戒绳	/	2000 米
5	警戒灯（充电式）	/	10 个
6	电离辐射警告标志	/	10 个
7	铅防护服	/	2 套
8	“当心电离辐射严禁入内”警告牌	/	10 个
9	“当心电离辐射”警告牌	/	10 个
10	保险运输箱	/	1 个
11	铅板	70cm×70cm	1 块

表 9 验收监测结论与建议

9.1 验收监测结论

9.1.1 项目概况

济南蓝天热电有限公司位于济南市天桥区新赵路 1650 号，X 射线探伤机设备库位于厂区外北侧。共购置 3 台 X 射线探伤机，型号分别为 1 台 XXG-3005 型及 2 台 XXQ-2505 型，对公司产品进行无损检测工作。

2022年3月，公司委托山东丹波尔环境科技有限公司编制了《济南蓝天热电有限公司X 射线探伤机移动探伤应用项目环境影响报告表》，并于2022年3月25日通过了济南市生态环境局天桥分局批复济天环辐表审[2022]2号。

2022年6月20日，公司取得了济南市生态环境局颁发的辐射安全许可证：鲁环辐证[12728]，种类和范围和使用 II 类射线装置，有效期至2027年6月19日。

9.1.2 现场检查结果

1. 公司签订了辐射工作安全责任书，明确法定代表人张涛为本公司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，指定郝光斌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《辐射防护与安全管理制度》《设备检修维护制度》《射线装置使用登记制度》《现场探伤安全防护措施》《X 射线检测人员岗位责任制度》《事故风险防范措施》等辐射防护管理制度。

3. 公司制定了《X 射线机安全操作规程》。

4. 公司编制了《辐射事故应急预案》。

5. 公司制定了《辐射监测方案》，配备了 2 台辐射巡检仪，探伤作业时做好了监测数据的记录工作。

6. 公司制定了《辐射工作人员培训制度》，公司共有 3 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。

7. 公司为 3 名辐射工作人员配备了个人剂量计，并已委托有资质单位进行检测。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，并做到一人一档。

8. 公司将按要求编写辐射安全与防护状况年度评估报告，并将评估报告于每年的 1 月 31 日前上传核技术利用辐射安全申报系统。

9.1.3 现场监测结果

模拟现场探伤时，非工作状态下，探伤机所在位置的 γ 辐射剂量率本底检测结果为

62.9nGy/h, 处于德州市天然辐射水平范围内。工作状态下, 控制区边界的 X- γ 辐射剂量率检测结果为 (13.4~13.8) μ Gy/h, 低于《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 中规定的 15 μ Gy/h 的标准限值; 监督区边界的 X- γ 辐射剂量率检测结果为 (2.23~2.35) μ Gy/h, 低于《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 中规定的 2.5 μ Gy/h 的标准限值。

9.1.4 职业与公众受照结果

经估算, 辐射工作人员接受照射的年有效剂量最大约为 1.45mSv, 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 5mSv 的年管理剂量约束值。

经估算, 公众成员接受照射的年有效剂量最大约为 0.12mSv, 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, 也低于环评报告表提出 0.25mSv/a 的管理剂量约束值。

综上所述, 济南蓝天热电有限公司 X 射线探伤机移动探伤应用项目环保手续、辐射安全管理制度齐全, 落实了辐射安全防护措施, 该项目对职业人员和公众成员是安全的, 对周围环境的影响满足标准要求。具备通过建设项目竣工环境保护验收的条件。

9.2 后续要求

1. 按要求定期开展辐射事故应急演练, 并做好演练记录。
2. 按要求编写辐射安全与防护状况年度评估报告, 并将评估报告于每年的 1 月 31 日前上传核技术利用辐射安全申报系统。
3. 加强现场作业中的划区监测工作, 必要时应有现场监测记录, 并存档备查。
4. 外地作业不能返回时, 应加强冲洗废液等的安全管理。

9.3 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. 按照有关规定, 个人剂量每 3 个月检测一次, 规范建立个人剂量档案。
3. 适时修订完善管理规章制度及辐射安全管理档案。