

**武汉轻工工程技术有限公司**

**X 射线现场探伤利用项目**

**竣工环境保护验收监测报告表**

(公示稿)

建设单位：武汉轻工工程技术有限公司

编制单位：湖北君邦环境技术有限责任公司

2025 年 5 月

建设单位法人代表:李继能(签字)

编制单位法人代表:陈培聪(签字)

项目负责人:刘可柯(签字)

填表人:蒙仕立(签字)

建设单位: 武汉轻工工程技术有限公司(盖章)      编制单位: 湖北君邦环境技术有限责任公司(盖章)

电话: 027-81\*06

电话:027-65681136

传真: -----

传真:027-65681326

邮编: 430200

邮编:430000

地址: 武汉市东湖开发区财富一路6号北方天鸟院内研发楼3楼

地址: 武汉市硚口区古田二路海尔国际广场8号楼15F

## 公开本删除内容说明

武汉轻工工程技术有限公司委托湖北君邦环境技术有限责任公司（验收单位）开展武汉轻工工程技术有限公司 X 射线现场探伤利用项目竣工环境保护验收工作。湖北君邦环境技术有限责任公司接受委托后，编制完成了项目的竣工环境保护验收监测报告表，现根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）对本项目监测报告表进行公开，已将武汉轻工工程技术有限公司 X 射线现场探伤利用项目竣工环境保护验收监测报告表中涉及国家秘密、商业秘密、个人隐私以及涉及公共安全、经济安全和社会稳定等内容，详见下表：

序号	删除/优化内容	删除/优化理由
1	监测报告表正文中的人名、联系方式等	涉及个人隐私
2	附件中的管理制度、剂量监测报告、体检报告、个人联系方式等	涉及单位商业秘密、个人隐私

## 目录

目录 .....	- 4 -
表一 项目基本情况 .....	- 4 -
表二 项目建设情况 .....	- 12 -
表三 辐射安全与防护设施/措施 .....	- 23 -
表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定 .....	- 34 -
表五 验收监测质量保证及质量控制 .....	- 38 -
表六 验收监测内容 .....	- 39 -
表七 验收监测 .....	- 42 -
表八 验收监测结论 .....	- 47 -

## 附件

- 附件 1 委托书（已删除）
- 附件 2 检测报告（已删除）
- 附件 3 资质证书（已删除）
- 附件 4 环评批复（已删除）
- 附件 5 辐射防护相关管理制度（已删除）
- 附件 6 辐射安全培训考核合格成绩单及 RT 证（已删除）
- 附件 7 辐射工作人员个人剂量监测委托协议及体检结果（已删除）
- 附件 8 危废回收处置协议（已删除）
- 附件 9 辐射安全许可证（已删除）
- 附件 10 建设过程说明

表一 项目基本情况

建设项目名称	武汉轻工工程技术有限公司 X 射线现场探伤利用项目				
建设单位名称	武汉轻工工程技术有限公司				
项目性质	新建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 技改 <input type="checkbox"/> 迁建 <input type="checkbox"/>				
建设地点	现场探伤建设地点：无固定地点；本次验收监测地点为武汉市新洲区金发大道中铁工业阳逻生产基地。 配套用房建设地点：武汉市东湖开发区财富一路 6 号（建设探伤机仓库、暗室及危废暂存间等）				
源项	放射源		无		
	非密封放射性物质		无		
	射线装置		使用 II 类射线装置		
建设项目环评批复时间	2019 年 7 月 22 日	开工建设时间	2020 年 5 月		
取得辐射安全许可证时间	2020 年 6 月	项目投入运行时间	2024 年 10 月（调试）		
辐射安全与防护设施投入运行时间	2024 年 10 月	验收现场监测时间	2024 年 10 月 28 日		
环评报告表审批部门	原武汉东湖新技术开发区环境保护局 武新环审〔2019〕28 号	环评报告表编制单位	湖北君邦环境技术有限责任公司		
辐射安全与防护设施设计单位	武汉轻工工程技术有限公司	辐射安全与防护设施施工单位	武汉轻工工程技术有限公司		
投资总概算（万元）	300	辐射安全与防护设施投资总概算（万元）	10	比例	3.3%
实际总概算（万元）	50	辐射安全与防护设施实际总概算（万元）	11		22%

验收依据	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国主席令第九号，2015年1月1日起施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2002年10月28日第九届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议通过，根据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《关于修改〈中华人民共和国劳动法〉等七部法律的决定》修正）；</p> <p>(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六号，2003年10月1日起施行；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，中华人民共和国国务院令 第 682 号，2017年10月1日起施行；</p> <p>(5) 《关于发布〈建设项目竣工环境保护验收暂行办法〉的公告》，国环规环评【2017】4号，2017年11月20日施行；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2019年修订)，国务院第 449 号令，2005年12月1日施行；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修订），原国家环保总局令 第 31 号，2006年3月1日起施行；</p> <p>(8) 《突发环境事件信息报告办法》，中华人民共和国环境保护部令 第 17 号，2011年5月1日起施行；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国环境保护部令 第 18 号，2011年5月1日起施行；</p> <p>(10) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，中华人民共和国生态环境部令 第 16 号，2021年1月1日起施行；</p> <p>(11) 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日印发；</p> <p>(12) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326—2023）</p> <p>(13) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>(14) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>(15) 《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（公告 2017年第66号），2017年12月6日发布；</p> <p>(16) 《武汉轻工工程技术有限公司 X 射线现场探伤利用项目环境影响报告表》，2019年7月；</p> <p>(17) 《武汉东湖新技术开发区环境保护局关于武汉轻工工程技术有限公司 X 射线现场探伤利用项目环境影响报告表的审批意见》，原武汉东湖新技术开发区环境保护局，2019年7月22日。</p>
------	--

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)

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中的源的安全。

4.3.3.1 对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低的水平；这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件（治疗性医疗照射除外）。

6.4.1 控制区

6.4.1.1 注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

6.4.2 监督区

6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

B1.1 职业照射

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 2 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；本项目取其十分之一即 2mSv/a 作为辐射剂量约束值。

B1.2 公众照射

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；本项目取其四分之一即 0.25mSv/a 作为辐射剂量约束值。

(2) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)

本项目环评阶段使用《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015) 标准中内容进行评价，中华人民共和国国家卫生健康委员会于 2022 年 10 月 13 日发布了新标准《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)，该标准于 2023 年 3 月 1 日起实施。由于该标准属于在本项目审批之后发布的标准，本项目验收按新发布的标准执行。

4 使用单位放射防护要求

4.1 开展工业探伤工作的使用单位对放射防护安全应负主体责任。

4.2 应建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责，建立和实施放射防护管理制度和措施。

4.3 应对从事探伤工作的人员按 GBZ128 的要求进行个人剂量监测，按 GBZ98 的要求进行职业健康监护。

4.4 探伤工作人员正式工作前应取得符合 GB/T 9445 要求的无损探伤人员资格。

4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。

4.6 应制定辐射事故应急预案。

### 5.1.2 工作前检查项目

- 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) 安全连锁是否正常工作；
- 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。

### 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。

### 6.3 探伤设施的退役

- c) X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。
- e) 当所有辐射源从现场移走后，使用单位按监管机构要求办理相关手续。
- f) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

## 7 移动式探伤的放射防护要求

### 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。对于

X 射线探伤, 如果每周实际开机时间高于 7h, 控制区边界周围剂量当量率应按公式 (1) a) 计算:

$$H=100/\tau \quad (1)$$

式中:

H—控制区边界周围剂量当量率, 单位为微希沃特每小时 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) ;

100—5mSv 平均分配到每年 50 工作周的数值, 即 100 $\mu\text{Sv/周}$ ;

$\tau$ —每周实际开机时间, 单位为小时 (h)。

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- $\gamma$  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) 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 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 放射防护检测**

##### **8.1 检测的一般要求**

###### **8.1.1 检测计划**

使用单位应制定放射防护检测计划。在检测计划中应对检测位置、检测频率以及检测结果的保存等作出规定，并给出每一个测量位置的参考控制水平和超过该参考控制水平时应采取的行动措施。

###### **8.1.2 检测仪器**

应选用合适的放射防护检测仪器，并按规定进行定期检定/校准，取得相应证书。使用前，应对辐射检测仪器进行检查，包括是否有物理损坏、调零、电池、仪器对射线的响应等。

##### **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、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- $\gamma$  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 $\mu$ Sv/h 为监督区边界。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 1.25 mSv。

#### 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 $\mu$ 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。

## 表二 项目建设情况

### 1.建设单位情况及项目建设内容和规模

#### (1) 建设单位情况

武汉轻工工程技术有限公司位于武汉市东湖开发区财富一路6号武汉北方鸟佳美电脑绣花机制造有限公司1栋研发楼3楼。

本项目现场探伤地点由被检物体所处的场所决定，武汉轻工工程技术有限公司现场探伤地点为空旷的野外或其客户厂区内，一般在较为偏僻的地段，无固定地点，本次验收选取位于在武汉市新洲区金发大道中铁工业阳逻生产基地现场探伤场所进行检测。

武汉轻工工程技术有限公司在本项目前不涉及核技术利用项目，本项目已取得辐射安全许可证，证书编号为鄂环辐证[A5130]。

#### (2) 项目建设内容和规模

根据现场调查，本次验收调查内容包括：武汉轻工工程技术有限公司使用2台工业X射线探伤机，1台为XXG-3005型（最大管电压为300kV，最大电流为5mA），1台为XXG-2505型（最大管电压为250kV，最大电流为5mA），均为定向机；根据委托方需要，在委托方厂区内或野外任务地点开展X射线现场探伤作业，公司存放探伤机的仓库位于公司内（武汉市东湖开发区财富一路6号1栋研发楼3楼），暗室位于公司5楼，废显（定）影液存暂存室位于公司所在厂区西南角专用房；工业X射线探伤机主要为桥梁钢结构等进行无损检测；本项目辐射工作的种类和范围为使用II类射线装置。

## 2.周围环境敏感目标

### (1) 项目总平面布置

本项目现场探伤场所主要在空旷的野外或其客户厂区内，一般在较为偏僻的地段，探伤工作一般安排在晚上或其他工作人员休息时间进行（非其他工作人员工作时间，一般在晚上10点至凌晨5点开展）。

本次验收监测时选择中铁工业阳逻生产基地现场探伤场所进行，现场严格按照现场探伤操作规程，确保监督区周围无相关人员，严格按照“将X射线现场探伤工作场所周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围内划为控制区（本项目每周实际开机时间高小于7h，按照 $15\mu\text{Sv/h}$ 执行）；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”的要求执行。

中铁工业阳逻生产基地位于武汉市新洲区金发大道幸福垵实业集团阳逻产业园内，东侧为幸福垵实业集团阳逻产业园厂房；南侧为中冶南方(武汉)重工制造有限公司厂区等；东南侧为湖北高中压阀门有限责任公司；西侧为武汉市虎彩数字印刷有限公司厂区等；北侧为金发大道。本次现场探伤辐射场所位于中铁工业阳逻生产基地厂房内，本次验收监测时现场探伤辐射工作场所控制区监督区均位于中铁工业阳逻生产基地范围内。

武汉轻工工程技术有限公司在其公司内设置专门存放探伤机的库房，探伤机存放于外检设备室，外检设备室东侧为档案室，南侧为实验室，西侧为办公室，北侧为悬空；暗室位于公司5楼；废显（定）影液存暂存室位于公司所在厂区西南角专用房，废显（定）影液和废胶片储存于专用桶内，暂存放于危废暂存间内。

本次验收选择中铁工业阳逻生产基地开展验收监测，本次验收监测项目地理位置示意图详见图2-1，周边关系图详见图2-5。



图 2-1 本项目（本次验收检测）地理位置示意图



图 2-2 武汉轻工工程技术有限公司地理位置示意图

(2) 建设地点和周围环境敏感目标分布情况

本次验收时选取了中铁工业阳逻生产基地开展验收检测，参照环境影响报告表中提出的环境保护目标作为验收的监测点位，并在原环评报告的基础上通过现场踏勘进一步对项目周围环境保护目标进行了识别，确定了本次验收的环境保护目标。

本项目工业 X 射线探伤机均为移动式 X 射线探伤，本项目属无实体边界项目，周边环境敏感目标主要为控制区、监督区辐射工作人员及监督区外公众人员，辐射工作人员主要包括辐射设备操作人员，公众人员包括其他工作人员及周边流动人群。

根据与本项目环境影响报告表中环保目标对比可知，本项目验收阶段环保目标与环评阶段是一致的。

表 2-1 验收调查范围内主要环境保护目标

序号	点位描述	环境保护对象	方位及距离	人数(人)	剂量约束值(mSv/a)
1	操作位	辐射工作人员	四周：控制区外	3	2
2	探伤地点其他非辐射工作人员允许可到达位置	公众成员	四周：监督区外	流动人群	0.25

本次验收监测时，辐射工作人员共 3 人，1 人为操作人员、1 人为辐射监测人员（安全员、负责清场等）、1 人为机动人员。

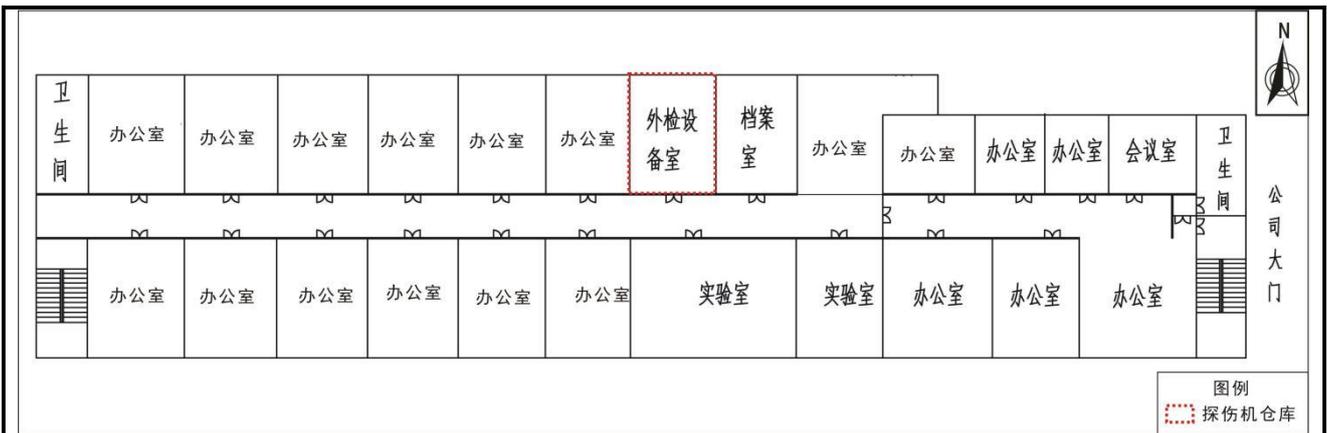


图 2-3 武汉轻工工程技术有限公司单位平面图



图 2-4 武汉轻工工程技术有限公司周边关系图

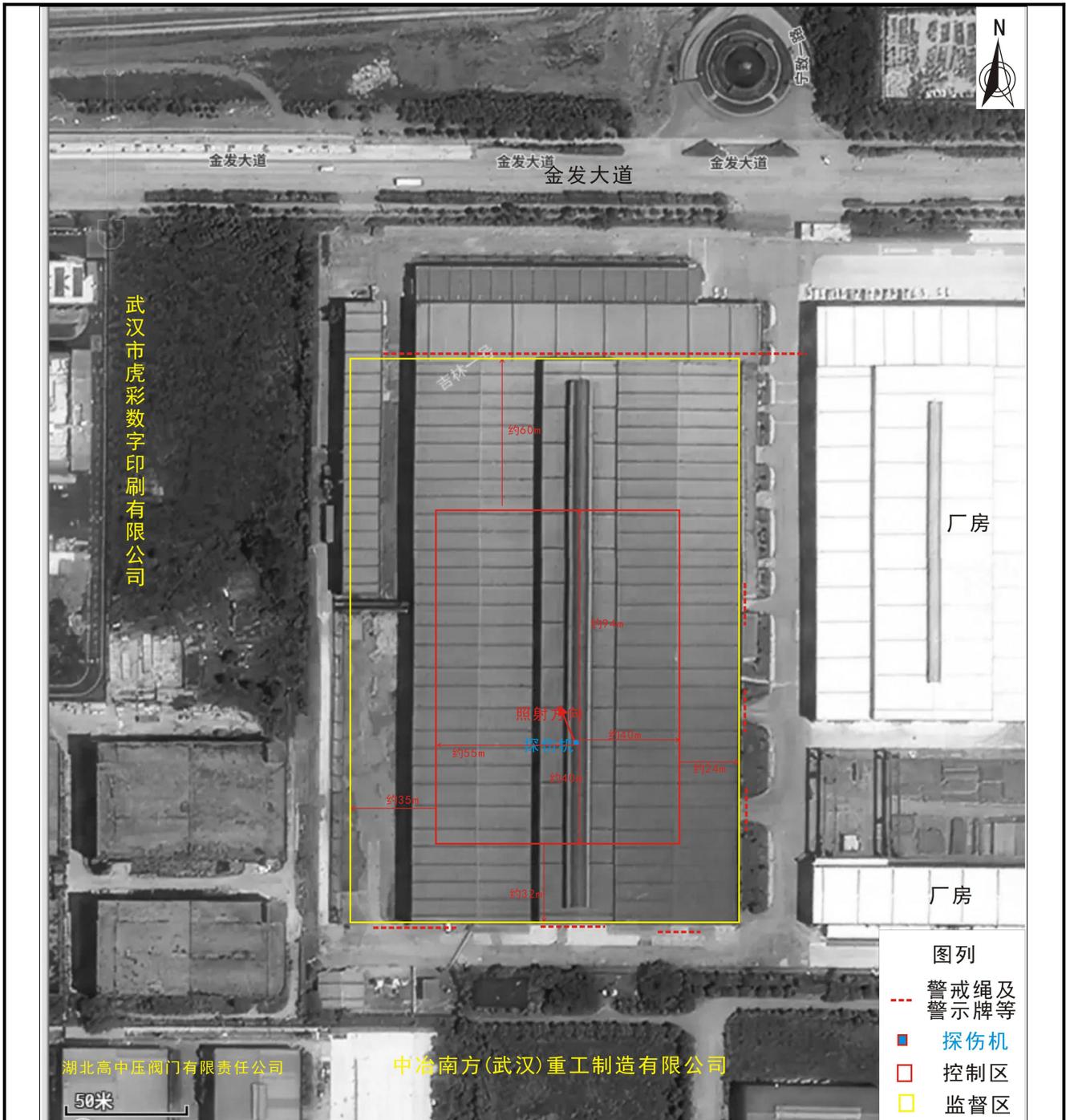


图 2-5 本次验收监测时辐射工作场所平面布局示意图（照射方向西北）及项目周边关系图  
**3.建设内容变化情况**

经现场调查及收集有关资料文件，武汉轻工于 2019 年对本项目开展了环境影响评价工作，编制了《武汉轻工工程技术有限公司 X 射线现场探伤利用项目环境影响报告表》，项目内容为：拟使用 2 台工业 X 射线探伤机开展 X 射线现场探伤作业，主要为对桥梁钢结构等进行无损检测。辐射工作的种类和范围为使用 II 类射线装置。

项目于 2020 年 5 月开始建设，于 2020 年 6 月取得辐射安全许可证，由于废物暂存间需

要另选址建设以及辐射工作人员流动（离职和招聘），于2024年10月完成建设，目前项目建设完成可调试，项目内容为使用2台工业X射线探伤机开展X射线现场探伤作业，主要为对桥梁钢结构等进行无损检测。根据公司发展规划，调整办公区等布局，由于废显（定）影液及废胶片为危险废物，处置不当会造成环境污染，武汉轻工将原计划建设在公司内建设的暗室、废显（定）影液存暂存室位置发生变更，暗室位置变更为5楼，位置废显（定）影液存暂存室变更为公司所在厂区内西南角专用房，该变更不属于“发生重大变动”的范畴，因此，项目验收阶段与环评阶段的建设地点、规模、性质及环境保护措施基本保持一致。具体情况见表2-2。

**表 2-2 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**

工程建设	环境影响报告表	审批部门审批决定	验收阶段	对比情况
地点	现场探伤建设地点： 现场探伤，无固定地点。 配套用房建设地点： 武汉市东湖开发区财富一路6号建设探伤机专用存放间、暗室及危废暂存间等	现场探伤建设地点： 无固定地点。	本次验收时验收监测地点为武汉市新洲区中铁工业阳逻生产基地 配套用房建设地点：武汉市东湖开发区财富一路6号建设探伤机专用存放间、暗室及危废暂存间等	由于实际工作需要，武汉轻工将原计划建设在公司内建设的暗室、废显（定）影液存暂存室位置发生变更，暗室位置变更为5楼，位置废显（定）影液存暂存室变更为公司所在厂区内西南角专用房
性质	新建	/	新建	一致
项目规模	拟使用2台工业X射线探伤机，1台为XXG-3005型，1台为XXG-2505型，开展X射线现场探伤作业；拟建设探伤机仓库、暗室及危废暂存间等配套用房。	拟使用2台工业X射线探伤机，1台为XXG-3005型，1台为XXG-2505型，开展X射线现场探伤作业；拟建设探伤机仓库、暗室及危废暂存间等配套用房	使用2台工业X射线探伤机，1台为XXG-3005型，1台为XXG-2505型，开展X射线现场探伤作业；本次验收监测时使用1台XXG-3005型工业X射线探伤机开展现场探作业；建设探伤机仓库、暗室及危废暂存间等配套用房。	一致
射线装置参数	1台为XXG-3005型，最大管电压300kV，最大管电流5mA；1台为XXG-2505型，最大管电压250kV，最大管电流5mA	/	1台为XXG-3005型，最大管电压300kV，最大管电流5mA；1台为XXG-2505型，最大管电压250kV，最大管电流5mA	一致
辐射的活动种类和范围	使用II类射线装置	使用II类射线装置	使用II类射线装置	一致

## 源项情况

本项目涉及的射线装置相关参数见表 2-3。

**表 2-3 本次验收射线装置一览表**

序号	射线装置	型号	射线种类	数量(台)	最大管电流(mA)	最大管电压(kV)	类别	使用场所	测试对象
1	工业 X 射线探伤机(定向)	XXG-3005	X 射线	1	5	300	II 类	现场探伤任务地点, (任务委托方厂区内)	桥梁的钢结构无损检测业务
2	工业 X 射线探伤机(定向)	XXG-2505	X 射线	1	5	250	II 类		

## 工程设备与工艺分析

### 1.项目工程设备组成、工作方式和工艺流程

#### (1) 设备组成

##### ①设备参数

本项目使用 X 射线探伤机型号为 XXG-3005、XXG-2505，探伤机最大管电压分别为 300kV、250kV，最大管电流均为 5mA。

##### ②设备组成

X 射线探伤机通常由操纵台、高压发生器、射线管头、冷却装置、高压电缆和低压电缆等组成，操纵台（控制器）与高压发生器（探伤机）的连接电缆长度为 25m，操纵台（控制器）与电源接口的连接电缆长度为 30m，配备备用电缆线长度有 30m 和 60m，满足要求。



图 2-6 工业 X 射线探伤机实物图

#### (2) 工作方式

X 射线探伤机可检测出检测对象的表面及内部缺陷，以评定其质量。

X 射线探伤机的工作原理是 X 射线探伤机通电时通过高压发生器、X 光管产生电子束，电子束撞击靶，产生 X 射线。利用不同物质和不同的物体结构对 X 射线衰减系数不相同。当 X 射线照射工件时，胶片放在工件的底面，由于有缺陷的材料与没缺陷的材料吸收射线不同，所以工件的缺陷显影在底片上，借助于缺陷的图像可以判断工件缺陷的性质、大小、形状和部位。

#### (3) 工艺流程和产污环节

本项目是利用 X 射线对工件进行无损探伤，检测工件的焊缝。其具体的检测流程为：

- ①接受 X 射线探伤任务，对工作环境进行全面评估，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。
- ②对探伤地点和探伤时间进行确定，同时委托方进行通告（发布探伤通知）。
- ③开始准备工作，待准备工作完毕后，组织进行拍片；

(4) 放线、摆位，初步划分控制区及监督区边界，工作人员根据不同类型的探伤机对应的控制区和监督区建议防护距离划定控制区及监督区，悬挂警示标识和标语指示牌等；

(5) 工作人员进行广播清场；

(6) 延时试曝光，工作人员采用巡测方式再次确定本次现场探伤任务场所控制区和监督区划定距离，记录巡查结果，根据实际划定的控制区及监督区边界情况重新设置安全警戒措施，并放置安全信息公示牌、悬挂警示标识和标语指示牌等；

(7) 贴片，使用延时曝光功能，辐射工作人员在延时期期间退至安全地点（一般为建议在监督区外，在采取防护措施后可调整为控制区外）；

(8) 曝光、检测，曝光检测过程中产生 X 射线，同时产生极少量的臭氧及氮氧化物；

(9) 关机，取片，结束探伤工作，填报使用记录等，做好移交手续。

(10) 洗片及评片，洗片过程中产生废显（定）影液，评片过程中产生废胶片。

X 射线探伤机工艺流程及产污环节详见图 2-7。

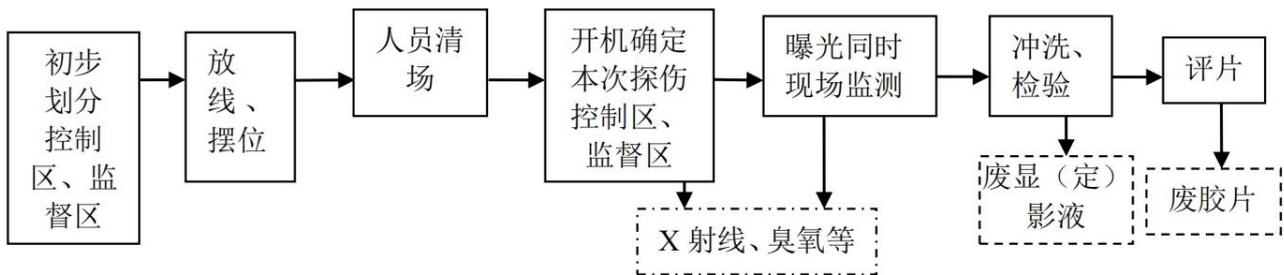


图 2-7 X 射线探伤机工艺流程及产污环节示意图

因此根据本项目的污染特性，确定本项目的污染因子为 X 射线、少量臭氧和氮氧化物、废显（定）影液及废胶片。

(4) 污染源项

① 电离辐射

根据 X 射线探伤机的工作原理可知，X 射线是随射线装置的开、关而产生、消失。本次项目所使用的 X 射线探伤机只有在开机并出线的状态时，才会有 X 射线的产生，不产生放射性气体、放射性废水及放射性固体废物。因此，在开机曝光期间，X 射线是该项目的主要污染因子。

在 X 射线探伤机开机曝光期间，对工件进行无损探伤时，经过控制区、监督区的划分、清场以及设置警示牌警示灯和安全员清场等措施，X 射线对辐射工作人员及监督区周边的其他人员造成影响较小。

② 废气

本项目使用的 X 射线探伤机最大管电压为 300kV，本项目运行时将产生极少量的臭氧和氮氧化物，经过自然风稀释和自然扩散后对基本无影响。

因此根据本项目的污染特性，确定本项目的污染因子为 X 射线及使用过程中产生的少量臭氧和氮氧化物。

### ③废水

本项目在洗片过程产生废显（定）影液，根据国家危险废物名录中的危险废物划分类别，本项目所产生的废显（定）影液属于感光材料废物，其危废编号为 HW16。

根据建设单位提供的资料及现场调查，本项目废水为废显（定）影液，本次验收时未产生，根据建设单位预估在后续的运行中将每年产生的废显（定）影液约 120L，用专用桶收集暂存于危废暂存间，量少时一年回收一次，量多是一年回收两次，建设单位已与华新环境工程（武穴）有限公司签订了废显（定）影液的回收处置协议。

### ④固体废物

本项目在洗片及评片过程中产生废胶片及显（定）影粉包装盒等，本次验收时未产生废显（定）影液，根据建设单位预估在后续的运行中显（定）影粉包装盒年产生量 < 1kg，每年产生废胶片约 300 张。废胶片属于“国家危险废物名录”中规定的危险废物，其危废编号为 HW16，用专用桶收集暂存于危废暂存间，量少时一年回收一次，量多是一年回收两次，建设单位已与华新环境工程（武穴）有限公司签订了显（定）影粉包装盒、废胶片的回收处置协议。

## 2.人员配备情况

本项目建设单位使用 2 台 X 射线探伤机，每天拍片 5~15 张（平均每天 10 张），每张片子曝光 1~2 分钟（平均每次曝光 1.5 分钟），工作通常是间断进行的，每天最大曝光时间为 30 分钟，射线装置每天最大曝光时间为 0.5 小时，每周曝光的时间为 2.5h，每年曝光时间为 125h，因此辐射工作人员受照射按射线装置年最大出射线时间计算，即 125h。

本项目目前配备 4 名辐射工作人员。

表 2-4 本项目辐射工作人员配置情况

涉源环节	岗位设置	人员	工艺操作方式	最大可能操作时间（h/a）
X 射线无损检测	检测师、辐射安全管理员	***	直接操作	125
	检测师	***	直接操作	125
	检测师、技术顾问	***	直接操作	125
	检测师、安全员	***	直接操作	125

### 表三 辐射安全与防护设施/措施

2023年9月、2024年10月及2025年2月，我公司对武汉轻工工程技术有限公司 X 射线现场探伤利用项目辐射环境管理和辐射安全防护措施进行了现场调查，情况如下：

#### 1.项目工作场所的布局和分区管理

##### (1) 工作场所的布局

本项目现场探伤地点由被检物体所处的场所决定，现场探伤地点为企业厂区内或野外工地，一般较为空旷地段。

在开展现场探伤时，充分利用地形、建筑物等对 X 射线的阻挡或屏蔽，尽可能减少 X 射线影响范围；在摆位时出束方向尽可能避开人员活动的区域；工作人员的操作位尽可能设置在可阻挡或屏蔽 X 射线的物体后，利用物体减少 X 射线剂量。

##### (2) 工作场所的分区

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防护工作，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的要求，对放射性工作场所进行分区管理。结合本项目辐射防护以及环境情况的特点，将需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区；将通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域分为监督区。

本项目环评阶段和验收阶段工作场所布局和分区基本一致。具体的辐射防护分区划分见表 3-1。

**表 3-1 本项目环评阶段和验收阶段辐射工作场所分区对比一览表**

辐射工作场所	区域	环评阶段	验收阶段	对比结果
X 射线探伤机（现场探伤场所）	控制区	周围剂量当量率大于 15 $\mu$ Sv/h 的范围内划为控制区；控制区边界参考距离：使用 300kV 探伤机时为 100m；使用 250kV 探伤机时为 37m	本次验收监测时，周围剂量当量率大于 15 $\mu$ Sv/h 的范围内划为控制区；本次验收监测：X 射线探伤机作业时，照射方向向西北，操作位位于主照射方向反方向东南侧 60m 处；主照射方向上控制区边界在 55~108m 之间，非主照射方向上控制区边界在 40~68m 之间	一致
	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 $\mu$ Sv/h 的范围划为监督区；监督区边界参考距离：使用 300kV 探伤机时为 200m；使用 250kV 探伤机时为 102m	本次验收监测时，控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5 $\mu$ Sv/h 的范围划为监督区；本次验收监测：X 射线探伤机作业时，照射方向向西北侧，操作位位于主照射方向反方向东侧 60m 处；主照射方向上监督区边界在 90~180m 之间，非主照射方向上监督区边界在 64~97m 之间	一致

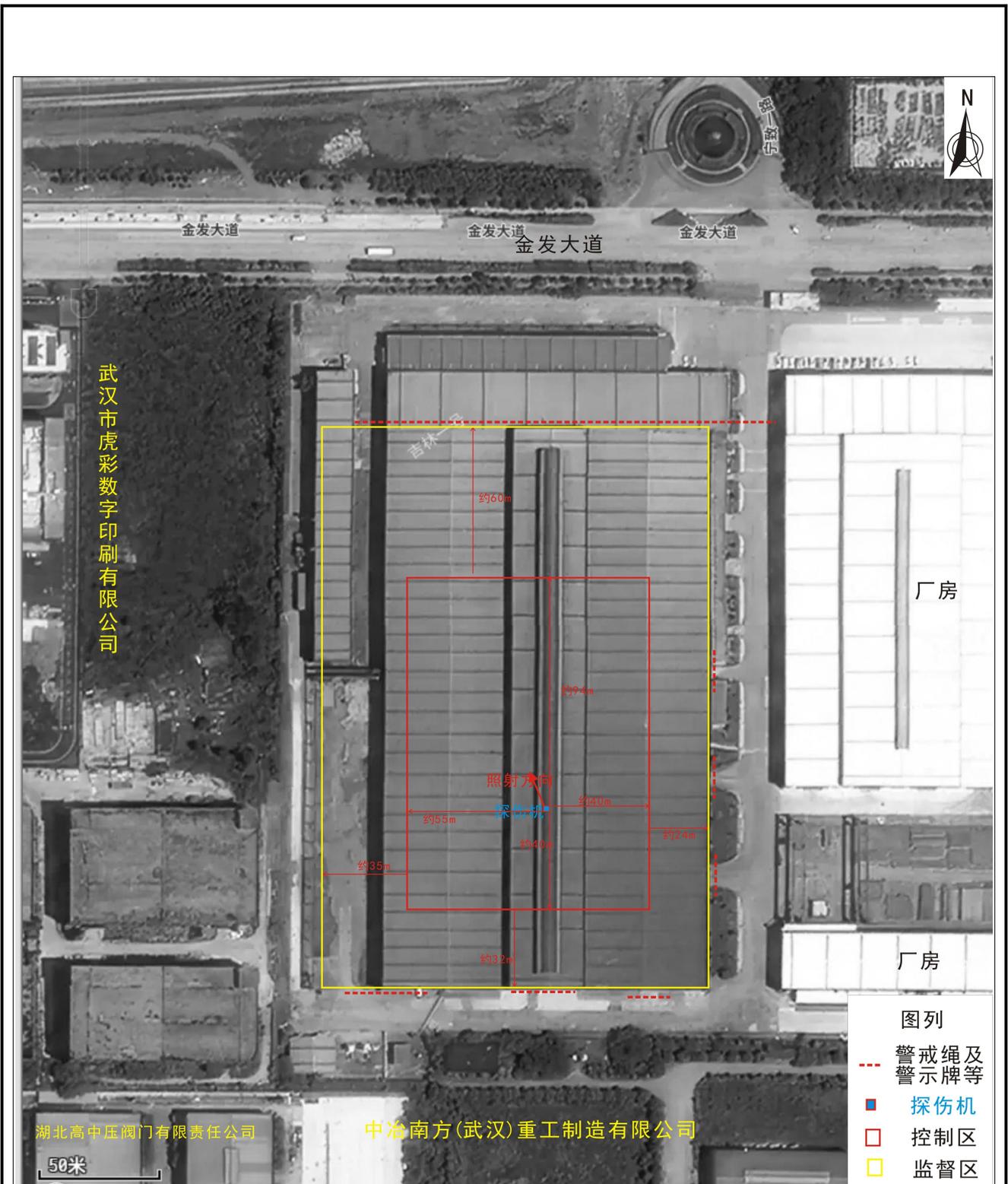


图 3-1 本次验收监测 X 射线探伤机作业时辐射工作场所分区示意图（验收阶段）

## 2.屏蔽设施建设情况和屏蔽效能

本项目为移动式现场探伤，不涉及屏蔽设施建设。

## 3.辐射安全与防护措施的设置

本项目辐射工作场所辐射安全防护设施均正常运行，环评阶段和验收阶段辐射安全与防护措施的设置情况一致，详见表 3-3，辐射安全防护措施图片见图 3-2。

**表 3-3 本项目 X 射线探伤机辐射安全与防护措施的设置和功能实现情况**

辐射安全防护设施	环评时要求	验收时辐射安全与防护措施的设置和功能实现情况	对比结果
警示标识和警示通告	探伤区域边界外悬挂电离辐射警示标识并附“当心电离辐射”中文警示说明	已在控制区边界挂“禁止进入 X 射线区”，监督区边界挂“无关人员禁止入内”	一致
X 射线现场探伤作业的边界巡查与监测	<p>I 开始现场探伤之前，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。</p> <p>II 控制区的范围应清晰可见，工作期间要有良好的照明，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。</p> <p>III 在试运行（或第一次曝光）期间，根据使用探伤机的型号及最大管电压选择适当的工作场所防护范围，并确保防护范围内无公众成员，用公司配备的 X-γ 监测仪来巡测设置控制区边界（15 μSv/h）和监督区边界（2.5 μSv/h），并在现场探伤场所四周设置警戒线、警示灯和警示标识；</p> <p>IV 现场探伤的每台探伤机应至少配备一台便携式剂量仪。开始探伤工作前，应对剂量仪进行检查，确认剂量仪能正常工作。现场探伤工作期间，便携式测量仪应一直处于开机状态，防止 X 射线曝光异常或不能正常终止。</p> <p>V 现场探伤期间，工作人员应佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携巡测仪，两者均应使用。</p>	<p>I 开始现场探伤之前，探伤工作人员已确保在控制区内没有任何其他人员，并设置安全员以防止有人进入控制区。</p> <p>II 控制区的范围清晰可见，工作期间有良好的照明，没有人员进入控制区。</p> <p>III 在试运行（或第一次曝光）期间，根据使用探伤机的型号及最大管电压选择适当的工作场所防护范围，确保防护范围内无公众成员，用公司配备的 X-γ 监测仪来巡测设置控制区边界（15 μSv/h）和监督区边界（2.5 μSv/h），并在现场探伤场所四周设置警戒线、警示灯和警示标识；</p> <p>IV 补充现场探伤时配备了一台辐射监测仪（建设单位共配备了 2 台辐射监测仪）。开始探伤工作前，对辐射检测仪进行检查，剂量仪能正常工作。现场探伤工作期间，辐射监测仪一直处于开机状态。</p> <p>V 现场探伤期间，工作人员均佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。同时手持便携巡测仪，两者均使用。</p>	一致
控制台	<p>I 设置有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。</p> <p>II 设置有高压接通时的外部报警或指示装置。</p> <p>III 设有钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。</p> <p>IV 设置紧急停机开关。</p> <p>VI 设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。</p>	<p>I 设置有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。</p> <p>II 设置有高压接通时的外部报警或指示装置。</p> <p>III 设有钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。</p> <p>IV 控制器上设置紧急停机开关。</p> <p>VI 设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。</p>	一致
连接电缆	控制器与 X 射线管头或高压发生器的连接电缆长度为 25m，备用电缆线长	控制器与 X 射线管头或高压发生器的连接电缆长度为 25m，控制器与电	优于环评

	度为 30m。	源接口连接电缆 30m, 配备备用电缆线长度有 30m 和 60m。	要求
警示设备和警戒线	拟为 X 射线现场探伤工作场所配备红色警示灯, 拟配备至少 8 个磁吸式闪烁声光警示装置; 拟配备有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置, 警示信号指示装置与探伤机联锁	为 X 射线现场探伤工作场所配备红色警示灯, 配备了 8 个磁吸式闪烁声光警示装置; 配备了有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置, 警示信号指示装置与探伤机联锁	一致
紧急停机按钮	X 射线探伤机操作位处设置紧急停机按钮	控制台控制器上设置了紧急停机按钮	一致
辐射防护用品	拟配备 4 台个人剂量报警仪, 2 台 X-γ 辐射检测仪	辐射工作人员均配备了个人剂量计, 已配备 4 台个人剂量报警仪和 2 台 X-γ 辐射检测仪	一致
废显(定)影液及废胶片管理要求	按照《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2001)的相关要求, 拟在三楼设置废显(定)影液及废胶片暂存室	已按照《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597—2023)的相关要求, 在设置废显(定)影液及废胶片暂存室(危废暂存间)	一致



X 射线探伤机



防护服



操作位控制台



个人剂量报警仪



图 3-3 现场防护措施图片

#### 4.放射性三废处理设施的建设和处理能力

##### (1) 电离辐射

在 X 射线探伤机开机曝光期间，对工件进行无损探伤时，经过控制区、监督区的划分、清场以及设置警示牌警示灯和安全员清场等措施，X 射线对辐射工作人员及监督区周边的其他人员造成影响较小。

#### (2) 废气

本项目使用的 X 射线探伤机最大管电压为 250kV、300kV，本项目运行时将产生极少量的臭氧和氮氧化物，经过自然风稀释和自然扩散后对基本无影响。

#### (3) 废水

根据建设单位提供的资料及现场调查，本次验收调查时，未产生废显（定）影液，本项目废显（定）影液，在后续的运行中将每年产生的废显（定）影液约 120L，建设单位已按照要求建设了危险废物间，设有废显（定）影液专用收集桶；建设单位已与华新环境工程（武穴）有限公司签订了废显（定）影液的回收处置协议。

#### (4) 固体废物

据建设单位提供的资料及现场调查，本次验收调查时，未产生废胶片及显（定）影粉包装盒等，在后续的运行中显（定）影粉包装盒年产生量 < 1kg，每年产生废胶片约 300 张。废胶片属于“国家危险废物名录”中规定的危险废物，其危废编号为 HW16，建设单位已按照要求建设了危险废物间，设有废胶片及显（定）影粉包装盒专用收集桶，建设单位已与华新环境工程（武穴）有限公司签订了显（定）影粉包装盒、废胶片的回收处置协议。

### 5. 辐射安全管理情况

#### (1) 辐射安全与管理机构

武汉轻工工程技术有限公司成立了以李继能为组长，秦汗斌为副组长，李斌、刘训虎、李张宇为成员的辐射安全领导小组负责辐射安全与环境保护管理工作，满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原国家环保总局令第 31 号，2021 年修订）中规定的：“使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。”放射防护工作领导小组职责有：

①组长职责：领导整个辐射安全领导小组工作，协调各部门的工作，为辐射安全管理工作提供资金、物质保障，负责签发辐射安全管理规章制度及应急预案等。负责向当地生态环境、卫生、公安等主管部门报告。

②副组长职责：配合组长工作，当组长不在时，行使组长权利。

③辐射安全许可证的申请、颁发、续发、换发、变更内容；

④射线装置设备的引入和场地的新建、改建、扩建均先上报各行政主管部门，取得相应级别行政许可后，方可购入或施工；

⑤组织辐射工作人员参加辐射防护相关培训及考核；

⑥组织辐射工作人员开展个人剂量检测和职业健康检查，建立人员职业健康档案。

⑦定期组织对辐射工作场所进行日常监测，同时按要求每年委托有资质单位对辐射工作场所开展年度监测，并取得相应的监测报告；

⑧领导整个应急工作，协调各部门的工作，为应急工作提供资金保障，并向当地生态环境、卫生健康、公安等主管部门报告；

⑨负责单位辐射安全防护工作的指导、监督、检查和管理，每年 12 月 31 日前对单位辐射工作场所进行年度评估，并编制年度评估报告，上交管理部门备案。

## (2) 辐射管理规章制度

武汉轻工工程技术有限公司制定了《辐射事故应急预案》、《岗位职责》、《辐射防护和安全管理制度》、《辐射工作人员培训制度》、《职业健康管理规定》等辐射安全管理制度，部分相关规章制度已上墙明示，并已严格执行。与环评中提出制度的符合情况见表 3-5。

**表 3-5 武汉轻工工程技术有限公司辐射管理制度落实情况**

序号	环评中提出制度	建设单位已制定制度	落实情况
1	辐射防护和安全管理制度	《辐射防护和安全管理制度》	已落实，并按制度执行
2	应急预案	《辐射事故应急处理预案》	已落实，制度已张贴上墙
3	岗位职责	《岗位职责》	已落实，并按制度执行
4	监测计划	《辐射环境监测计划》	已落实，已委托有资质单位监测
5	培训计划	《辐射工作人员培训计划》	已落实；本项目辐射工作人员共计 4 名，均参加辐射安全培训并取得合格证书
6	操作规程	《X 射线装置管理制度》、《操作规程》	已落实，并按制度执行
7	设备检修维护制度	《设备检修维护制度》	已落实，并按制度执行
8	台账制度	《设备管理台账制度》、《危险废物管理制度》（含台账内容）	已落实，并按制度执行
9	职业健康监护制度	《个人剂量监测计划、职业健康体检及管理制度》	已落实，武汉轻工已制定职业健康监护制度，要求对辐射工作人员进行职业健康体检及个人剂量检测等内容，并建立个人健康档案，满足相关法规的要求
10	辐射工作人员个人剂量档案制度		

(3) 辐射工作人员管理情况

本项目已配备 4 名辐射工作人员，其中：

①辐射工作人员培训：本项目辐射工作人员已全部参加了辐射安全与防护培训，并于 2021、2023 年分批次通过了辐射安全与防护考核，考核成绩单均在有效期内，见附件 6。

②个人剂量监测：本项目辐射工作人员均已配备了个人剂量计，每个季度送湖北省中西医结合医院检测，由于本项目调试期短，暂无剂量监测结果。

③体检情况：本项目辐射工作人员均于 2023 年 7 月在湖北省中西医结合医院参加了职业健康体检，体检结果均为可从事放射工作，见附件 7。

表 3-6 辐射工作人员辐射安全与防护考核及职业健康结果

序号	姓名	性别	工作岗位	成绩单编号	职业健康体检结果
1	***	男	X 射线检测	FS23FJ1200144	可从事放射工作
2	***	男	X 射线检测	FS21HB1200088	可从事放射工作
3	***	男	X 射线检测	FS21HB1200067	可从事放射工作
4	***	男	X 射线检测	FS23HB1200338	可从事放射工作

6. 环评建议及批复要求落实情况

截止本次验收调查，建设单位对本项目环评报告中建议及环评批复要求的防护措施落实情况见表 3-7。

表 3-7 环评报告中建议及环评批复要求的防护措施落实情况

措施来源	环保措施	本项目情况	落实情况
环评报告	公司在实际操作过程中，X 射线探伤机现场探伤工作场所的控制区及监督区均应严格执行《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中要求的将 X 射线现场探伤工作场所周围剂量当量率大于 15 $\mu$ Sv/h 的范围内划为控制区；将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5 $\mu$ Sv/h 的范围划为监督区。	公司在实际操作过程中，X 射线探伤机现场探伤工作场所的控制区及监督区均按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中要求的将 X 射线现场探伤工作场所周围剂量当量率大于 15 $\mu$ Sv/h 的范围内划为控制区；将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5 $\mu$ Sv/h 的范围划为监督区，开展划分	已落实
	公司应每年对射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证的机关提交上一年的年度评估报告	公司将在本项目正式运行后，每年编写辐射安全和防护状况年度评估报告，并送环境保护行政主管部门备案	已落实
	建设单位应设置满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2001）要求的危险废物暂存间，应严格按照《危险废物转移联单管理办法》要求办理废显（定）影液及废胶片转移手续，委托有资质单位处置废显（定）	建设单位按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597—2023）建设危险废物暂存室，废显（定）影液及废胶片没有转移情况，均暂存在公司危废暂存室内，已与有资质单位签订处置废显（定）影液及废	已落实

	影液及废胶片	胶片协议	
	建设单位每年应安排 1~2 次应急预案模拟演练，强化避险救治常识，以培训、演练相结合，提高合作、协同的应急能力。相关防护知识培训能够消除误解，起到警醒和训练的作用	已按照要求开展应急演练	已落实
	待本项目投入运行后，单位应及时组织验收，并编制验收报告表，向全社会公示	已委托湖北君邦环境技术有限责任公司对本项目进行环境保护验收调查工作	已落实
环评 批复	按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的规定，申请领取辐射安全许可证	建设单位已申请领取了辐射安全许可证	已落实
	进一步明确辐射管理机构和职责，完善各项辐射安全管理规章制度、操作规程和辐射事故应急预案，并严格实施	已成立辐射安全与防护管理小组，制定了较为完善的操作规程、岗位职责、辐射事故应急预案和各项辐射安全管理制度，并严格执行	已落实
	加强辐射安全和防护知识培训。从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护知识及相关法律法规的培训和考核，应配备相应的防护用品和监测仪器；辐射工作人员应进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案	本项目辐射工作人员 4 人，均已参加了培训并取得合格证书。为本项目辐射工作人员均配备了个人剂量计，并配备了个人剂量报警仪等辐射防护用品。每两年组织辐射工作人员参加一次职业健康体检，建立个人剂量和健康档案	已落实
	加强射线装置的安全监管，严格执行各项管理制度、操作规程和监测计划，定期检查各种安全防护设施设备，确保其正常运行	公司已加强射线装置的安全监管，对辐射安全与防护措施进行巡查，发现问题及时整改；委托有资质的单位对辐射工作场所进行监测，并建立监测记录档案	已落实
	应于每年 1 月 31 日前编写辐射安全和防护状况年度评估报告，送环境保护行政主管部门备案。	公司将在本项目正式运行后，每年编写辐射安全和防护状况年度评估报告，并送环境保护行政主管部门备案	已落实
	项目建设必须严格执行需配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环境保护“三同时”制度。项目竣工后，你公司必须按规定程序组织环境保护验收，验收合格后，项目方可正式投入使用	已委托湖北君邦环境技术有限责任公司对本项目进行环境保护验收调查工作	已落实

## 7.环境风险防范措施落实情况

武汉轻工工程技术有限公司 X 射线现场探伤利用项目环评中提出的环境风险防范措施落实情况见表 3-8。

**表 3-8 环境风险防范措施落实情况**

序号	环评中提出防范措施	验收中落实的情况
1	①本项目设置有巡视安全员进行巡逻清场 ②现场探伤时拟在监督区边界外悬挂电离辐射警示标识并附“当心电离辐射”中文警示说明，同时悬挂“无关人员禁止入内”警告牌，在控制区边界外悬挂“禁止进入 X 射线区”警告牌，同时现场探伤工作前，提前对现场探伤场所周围发出通告，告知周围工作人员在现场探伤时间内不要进入该区域内	①本次验收时设置有巡视安全员进行巡逻清场 ②本次验收时在监督区边界外悬挂电离辐射警示标识并附“当心电离辐射”中文警示说明，同时悬挂“无关人员禁止入内”警告牌，在控制区边界外悬挂“禁止进入 X 射线区”警告牌；同时现场探伤工作前，

	<p>③拟为现场探伤工作场所配备警戒线，进行现场探伤工作时，使用警戒线将监督区围起来，阻止其他无关人员进入</p> <p>④拟配备“预备”信号和“照射”信号有明显的区别且与工作场所内使用的其他报警信号有明显区别的有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置， 警示信号指示装置与探伤机联锁</p>	<p>提前对现场探伤场所周围发出了通告，告知周围工作人员在现场探伤时间内不要进入该区域内</p> <p>③本次验收时为现场探伤工作场所配备警戒线，进行现场探伤工作时，使用警戒线将监督区围起来，阻止其他无关人员进入</p> <p>④本次验收时配备了“预备”信号和“照射”信号有明显的区别且与工作场所内使用的其他报警信号有明显区别的有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置， 警示信号指示装置与探伤机联锁</p>
2	<p>①本制度了详细的现场探伤操作规程（流程）</p> <p>②控制台设有紧急停机装置课及时停止出束或切断电源</p>	<p>①本制度了详细的现场探伤操作规程（流程）</p> <p>②控制台设有紧急停机装置课及时停止出束或切断电源</p>
5	<p>①拟设置满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2001）要求危险废物暂存间，要求如下：a 地面与裙脚要用坚固、防渗的材料建造，建筑材料必须与危险废物相容；b 必须有泄漏液体收集装置、气体导出口及气体净化装置；c 设施内要有安全照明设施和观察窗口；d 用以存放装载液体、半固体危险废物容器的地方，必须有耐腐蚀的硬化地面，且表面无裂隙；e 应设计堵截泄漏的裙脚，地面与裙脚所围建的容积不低于堵截最大容器的最大储量或总储量的 1/5；f 不相容的危险废物必须分开存放，并设有隔离间隔断。</p> <p>②单位规定探伤工作人员需将废显（定）影液、废胶片暂存在危险废物暂存间指定的容器中，严禁将废显（定）影液直接外排，废胶片严禁与生活垃圾或其他垃圾混装，并应定期检查暂存容器是否完好，建立登记台账制度，每次现场探伤均应严格填写该台账，并安排专人负责管理，以确保该污染物不会丢失或泄露，当污染物储存到一定量时，交由有资质单位回收处置；</p> <p>③拟与有资质单位签订废显（定）影液及废胶片处置协议</p>	<p>①建设单位就睡了满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）要求危险废物暂存间。</p> <p>②单位规定探伤工作人员将废显（定）影液、废胶片暂存在危险废物暂存间指定的容器中，严禁将废显（定）影液直接外排，废胶片严禁与生活垃圾或其他垃圾混装，并应定期检查暂存容器是否完好，建立了登记台账制度，每次现场探伤均应严格填写该台账，并安排专人负责管理，以确保该污染物不会丢失或泄露，当污染物储存到一定量时，交由有资质单位回收处置；</p> <p>③已与有资质单位签订废显（定）影液及废胶片处置协议</p>
6	<p>制定了《射线装置使用登记制度》，规定了设备的使用登记情况，加强了对射线装置监管和维护。</p>	<p>严格执行了《射线装置使用登记制度》，记录了设备的使用登记情况，记录了射线装置监管和维护情况。</p>

## 8.工程环境保护投资

本项目验收阶段总投资约 50 万元，其中环保投资约 11 万元，与环评阶段相同，具体环保投资见表 3-9。

表 3-9 环保投资一览表

序号	类别	环保措施	投资金额（万元）
1	辐射场所清场、告示	扩音器、白板等	0.2

	措施		
2	警示标识、警戒绳	辐射工作场所悬挂电离辐射警示标识，警戒绳等	0.5
3	声光报警装置	声光报警提示警示设备	0.5
4	对讲装置	辐射工作人员现场及时通讯设备	0.5
5	人员安全与防护	为辐射工作人员配备个人剂量计；并配备了铅服等辐射防护用品	1.5
6	检测、报警设备	配备个人剂量报警仪、X-γ 辐射监测仪	4
7	人员培训	安排辐射工作人员参加辐射安全防护专业知识及法律法规的考核	0.5
8	辐射防护安全制度	制定一套完善的辐射管理规章制度文件，并严格实施，并将部分文件张贴上墙	0.8
9	危废处置	设置危废暂存间、委托有资质单位对废显（定）影液及废胶片进行回收处置	2.5
合计			11

## 表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

### 1.环境影响报告表主要结论

#### (1) 辐射安全与防护分析结论

##### ①项目安全设施

本项目所涉及的各项辐射工作场所，均设有相应的辐射安全和防护措施，各辐射工作场所设置的各项辐射安全和防护措施符合中华人民共和国环境保护部令第18《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》

(GB18871-2002)等相关文件的要求。

综上所述，本项目各辐射工作场所采取的相应辐射安全与防护措施符合相关要求。故本项目安全设施是合理可行的。

##### ②三废的治理

###### I 电离辐射

根据 X 射线探伤机的工作原理可知，X 射线是随射线装置的开、关而产生、消失。本次项目所使用的 X 射线探伤机只有在开机并出线的状态时，才会有 X 射线的产生，不产生放射性气体、放射性废水及放射性固体废物。本项目在采取对探伤工作场所分区、配备警示设施及个人剂量计等相关辐射安全防护措施后，对周围环境的影响较小。

###### II 废气

本项目运行时产生极少量的臭氧和氮氧化物，本项目现场探伤场所均选择在空旷的野外或厂区内进行，本项目运行时产生的极少量的臭氧和氮氧化物直接排入到空气中，对周围环境的影响较小。

###### III 废水

本项目在现场探伤过程中所拍胶片，全部带回公司洗片室处理，在洗片过程将产生废显（定）影液，该公司在采取“公司拟将洗片过程中产生的废显（定）影液使用专用桶收集后暂存于危废暂存室内，最终统一交由有资质单位处置”的措施后。对周围环境的影响较小。

###### IV 固体废物

本项目在现场探伤过程中所拍胶片，全部带回公司洗片室处理，在洗片及评片过程中产生废胶片及显（定）影粉包装盒等，该公司在采取“公司拟将洗片过程中产生的废胶片及显（定）影粉包装盒等暂存于危废暂存室内，最终统一交由有资质单位处置”等措施后，对周围环境的影响较小。

## (2) 环境影响分析结论

### ①建设阶段对环境的影响

本项目现场探伤场所均为钢桥桥面或者厂区内，不需建设机房或其他屏蔽体；根据 X 射线探伤机的工作原理可知，本项目 X 射线探伤机在进行放线、摆位等流程后，开机即可曝光，不需进行安装。因此，项目在建设阶段对环境的影响较小。

### ②运行阶段对环境的影响

#### I 控制区和监督区的划定

结合理论计算和类比监测结果分析，在 X 射线探伤机工作时，其周围的 X- $\gamma$ 辐射剂量率还有散射线的贡献，散射线的 X 射线剂量率与 X 射线探伤机本身、周围的物体、地形等诸多因素有关，用纯理论难以准确估算，一般需要仪器直接测量。并且具体探伤时，漏射线及散射线大部分被工件屏蔽，因此实际划定的控制区及监督区均应比理论计算值要小。因此本项目在理论计算和类比监测的基础上建议使用最大管电压为 300kV 的探伤机开展现场探伤时在距探伤机大于 100m 处使用 X- $\gamma$  辐射监测仪巡测以确定控制区边界，在距探伤机大于 200m 处使用 X- $\gamma$  辐射监测仪巡测以确定监督区边界；在使用最大管电压为 250kV 的探伤机开展现场探伤时在距探伤机大于 37m 处使用 X- $\gamma$  辐射监测仪巡测以确定控制区边界，在距探伤机大于 102m 处使用 X- $\gamma$  辐射监测仪巡测以确定监督区边界，才可以满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中要求的将 X 射线现场探伤工作场所周围剂量当量率大于 15 $\mu$ Sv/h 的范围内划为控制区；将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5 $\mu$ Sv/h 的范围划为监督区。

#### II 年附加有效剂量估算

根据剂量估算结果，武汉轻工工程技术有限公司辐射工作人员年附加有效剂量最大值为 1.98mSv。因此本项目辐射工作场所的工作人员及周围公众人员的年附加有效剂量分别低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的辐射工作人员的连续五年有效剂量平均限值 20mSv 的要求，同时满足辐射工作人员的管理限值 2mSv/a 的要求。

该公司现场探伤作业一般安排在晚上现场其他非辐射工作人员下班后进行，因此，只要根据本报告提出的辐射防护要求严格进行控制区和监督区的划分管理，切实落实警戒线、警戒灯的放置工作及巡检工作，现场探伤时监督区内不会有其他的公众成员。因此，公众人员不会受到额外的辐射照射。

## (3) 可行性分析结论

①项目投入使用主要用于桥梁钢结构等的质量检查，保证产品合格，符合辐射防护“实践的正当性”原则。项目在加强管理后均满足国家相关法律、法规和标准的要求，不会给所在区域带来环境压力。同时，本项目属于中华人民共和国国家发展和改革委员会令第21号《产业结构调整指导目录（2015年本）》第六类“核能”中的第6条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”，因此本项目符合国家产业政策。

## ②代价利益分析

武汉轻工工程技术有限公司 X 射线现场探伤利用项目实施后，经过无损检测检查可发现产品缺陷，能起到提前预防安全事故发生，在保证安全使用的同时，也创造了更大的经济效益和社会效益。

综上所述，建设单位具备从事辐射活动的技术能力，在严格落实各项防护措施后，该项目运行时对周围环境产生的影响符合辐射环境保护的要求，故从辐射环境保护角度论证，武汉轻工工程技术有限公司 X 射线现场探伤利用项目是可行的。

## 2.审批部门审批决定

(1) 原则同意《报告表》中采用的评价标准及专家评审意见。该《报告表》可作为项目环保设计和环境管理的依据。你单位应认真落实报告表提出的辐射安全防护措施，并按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的规定，申请领取辐射安全许可证。

(2) 在项目建设和运行的环境管理中，你公司应重点做好以下环保工作：

①进一步明确辐射管理机构和职责，完善各项辐射安全管理规章制度、操作规程和辐射事故应急方案，并严格实施。

②加强辐射安全和防护知识培训，从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护知识及相关法律法规的培训和考核。应配备相应的防护用品和监测仪器。辐射工作人员应进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案。

③加强射线装置的安全监管，严格执行各项管理制度、操作规程和监测计划，定期检查各种安全防护设施设备，确保其正常运行。

④加强废显（定）影液及像纸管理，确保全部交由有资质单位回收处置。

⑤应于每年1月31日前编写辐射安全和防护状况年度评估报告，送环境保护行政主管部门备案。

(3) 项目建设必须严格执行需配套建设环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环境保护“三同时”制度。项目竣工后，你公司必须按规定程序办理竣工

环境保护验收。验收合格后，该项目方可正式投入使用。

(4) 自审批之日起满五年。项目方开工建设的，环境影响评价文件应报我局重新审核。如项目性质、规模、地点、采用的生产工艺或污染防治措施发生重大变化，应重新报批环境影响评价文件。国家有新规定的，从其规定。

## 表五 验收监测质量保证及质量控制

### 验收监测质量保证和控制措施方案

(1) 本项目监测单位湖北君邦检测技术有限公司已取得了湖北省市场监督管理局的检验检测机构资质认定（CMA 认证），具备有完整、有效的质量控制体系；

(2) 根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）和《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）制定监测方案及实施细则，布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性；

(3) 监测仪器经计量部门检定合格，仪器检定有效期限为 2024 年 7 月 10 日-2025 年 7 月 9 日，在检定有效期内；

(4) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，对仪器进行校验；

(5) 监测人员经考核并持有合格证书上岗，由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录；

(6) 建立完整的文件资料。仪器校准(测试)证书、监测方案、监测布点图、测量原始数据等全部保留，以备复查；

(7) 监测时获取足够的的数据量，以保证监测结果的统计学精度。监测中异常数据以及监测结果的数据处理按照统计学原则处理；

(8) 监测报告严格实行审核制度，经过复核，最后由授权签字人签发。

## 表六 验收监测内容

### 1.监测内容

根据本项目的工艺流程和污染特征，本次验收监测项目为 X- $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率。本次验收监测重点为武汉轻工工程技术有限公司 X 射线现场探伤利用项目辐射工作场所。

### 2.监测时间及环境参数

监测时间及环境参数见表 6-1:

表 6-1 监测时间及环境参数

监测时间	2024 年 10 月 28 日
天气情况	多云
温度	17.2℃
相对湿度	56.3%

### 3.监测仪器

本次现状监测使用的仪器参数见表 6-2，仪器由湖北省计量测试技术研究院检定。

表 6-2 环境现状监测仪器及参数

仪器名称	辐射防护用 X、 $\gamma$ 辐射剂量率仪
仪器型号	451P
生产厂家	Fluke Biomedical
能量响应	> 25 keV
量程	0.01 $\mu$ Sv/h~50.00mSv/h
相对固有误差	-10%~10%
检定证书编号	2024YD045100357
仪器检定有效期限	2024 年 7 月 10 日-2025 年 7 月 9 日
检定单位	湖北省计量测试技术研究院

### 4.监测点位

湖北君邦检测技术有限公司于 2024 年 10 月 28 日对武汉轻工工程技术有限公司 X 射线现场探伤利用项目辐射工作场所进行了监测。验收监测按《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）中的有关布点原则和方法，结合本次监测的实际情况进行布点监测。

武汉轻工工程技术有限公司 X 射线现场探伤利用项目辐射工作场所四周监测示意图见图 6-1。

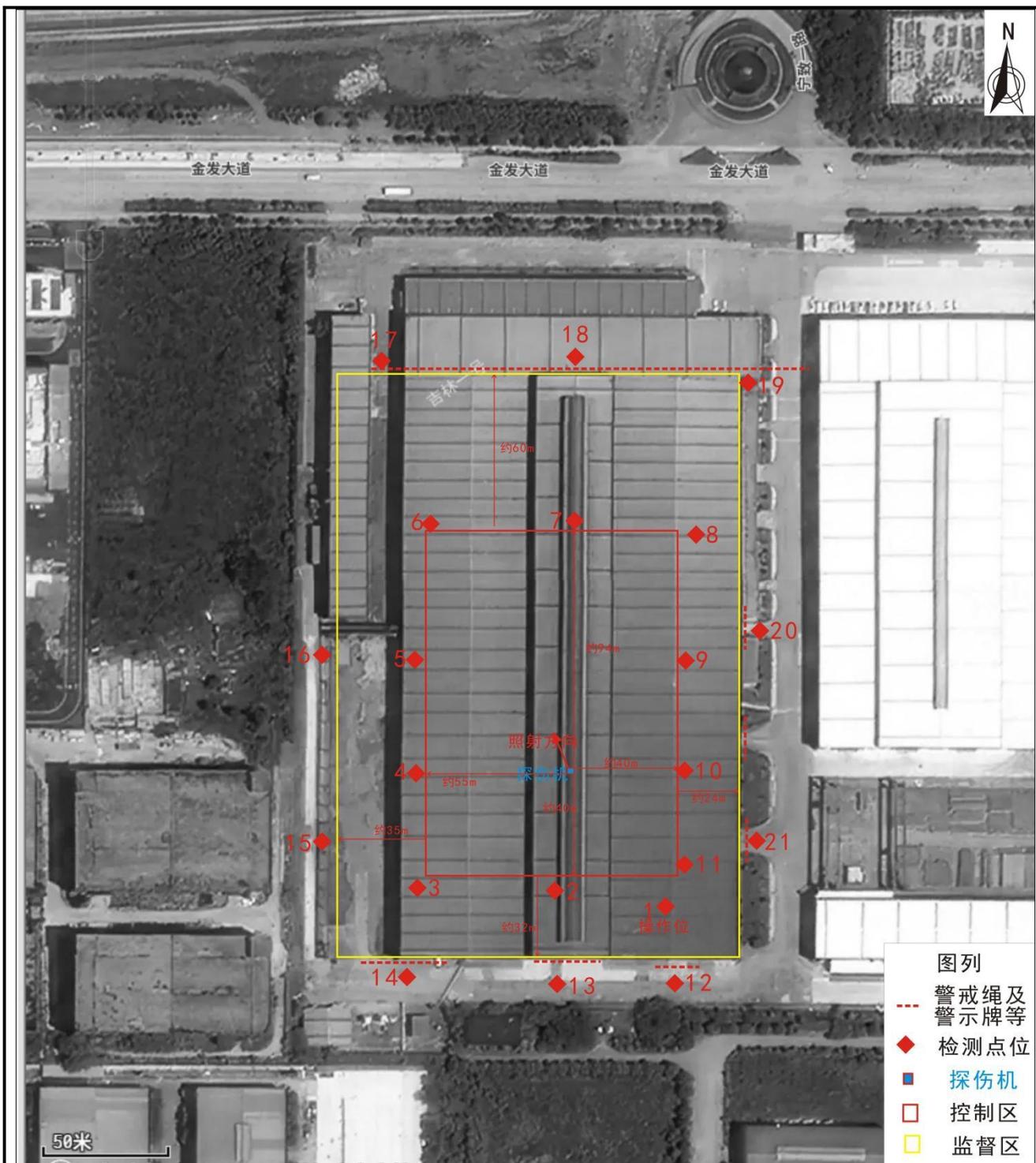


图 6-1 X 射线探伤机作业时现场探伤辐射工作场所及其四周辐射水平检测点位示意图

## 5. 监测分析方法

本次 X- $\gamma$  辐射空气吸收剂量率现状监测方法依据《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021) 提供的方法。有关内容如下：

- (1) 开机预热。
- (2) 手持仪器。一般保持仪器探头中心距离地面（基础面）为 1m。

(3) 仪器读数稳定后，通常以约 10s 的间隔(可参考仪器说明书)读取/选取 10 个数据，记录在测量原始记录表中。

## 表七 验收监测

### 验收监测期间生产工况记录

本次验收监测时主体工程工况稳定、辐射安全与防护设施建成并运行正常，电离辐射警告标志、指示灯等均呈正常运行状态。

开展探伤工作前，建设单位已与中铁工业阳逻生产基地联系和协调了监测时间，监测时间为2024年10月28日晚上8:30~11:30，检测期间已对周边人员进行清场。

运行工况为XXG-3005型工业X射线探伤机，工作管电压280kV，工作管电流5mA；XXG-2505型工业X射线探伤机，工作管电压220kV，工作管电流5mA使用两台工业X射线探伤机分别进行探伤作业（不是同时使用）。

本次验收监测流程为：

（1）公司2024年10月25日下达X射线探伤任务，与中铁工业阳逻生产基地联系确定工作时间及地点，对工作环境进行全面评估，评估内容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。

（2）2024年10月28日上午对探伤地点和探伤时间进行确定，并于中铁工业阳逻生产基地联系发布通告（发布探伤通知）。

（3）2024年10月28日20:00开始准备工作，对警示灯、声光报警装置、电离辐射警告标志、警戒线、辐射监测仪、个人剂量报警器等进行检查，本次检测安排2名辐射工作人员，均正确佩戴剂量计；

（4）操作人员放线、摆位，安全员根据环评报告建议初步划分控制区及监督区边界，工作人员并放置警戒线、悬挂电离辐射警告标志和标语指示牌等；

（5）安全员进行广播清场，巡查确定安全区域及周边环境无人员；

（6）操作人员选用本次探伤电压，设置延时试曝光，安全员采用巡测方式再次确定本次现场探伤任务场所控制区和监督区划定距离，记录巡查结果，根据实际划定的控制区及监督区边界情况重新设置安全警戒措施，并放置安全信息公示牌、悬挂警示标识和标语指示牌等；

（7）贴片，使用延时曝光功能，操作人员在延时期间退至安全地点（本次为监督区外）；

（8）多次进行曝光、检测（期间安全员使用辐射监测仪进行检测确定曝光是否结束），完成检测任务；

（9）关机，结束探伤工作，填报使用记录等，做好移交手续。

## 验收监测结果

### 1. 辐射工作场所监测结果

本项目 X 射线探伤机辐射工作场所周围 X- $\gamma$  辐射空气吸收剂量率监测结果已扣除宇宙射线响应值，根据湖北君邦检测技术有限公司提供的检测仪器参数等资料，同时依据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）中的“8.6.1 环境 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率监测中宇宙射线响应值的扣除”，计算公式如下：

$$D=C_f(E_f X-\mu_c X_c)$$

式中：

D——环境 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率监测结果，Gy/h；

$C_f$ ——仪器检定/校准因子，查仪器检定证书，取仪器 250kV 条件下校准因子 1.21；

$E_f$ ——仪器检验源效率因子，仪器无检验源时，该值取 1；

X——仪器 n 次测量读数的平均值， $n\geq 10$ ，Gy/h；

$\mu_c$ ——建筑物对宇宙射线带电粒子和光子的屏蔽因子，楼房取 0.8，平房取 0.9，原野、道路取 1；

$X_c$ ——测点处宇宙射线响应值，参考湖北君邦检测技术有限公司 2024 年 8 月 23 日在武汉梁子湖监测的仪器宇宙射线响应值，该监测报告编号为（2024）环监（辐）字第（082）号，因本项目监测地点与武汉梁子湖的经纬度差别满足《辐射环境监测技术规范》

（HJ61-2021）8.6.1 中“海拔高度差 $\leq 200\text{m}$ ，经度差别 $\leq 5^\circ$ ，纬度差别 $\leq 2^\circ$ ”的要求，不需要修正，为  $0.082\mu\text{Sv/h}$ 。

武汉轻工工程技术有限公司 X 射线现场探伤利用项目辐射工作场所周边监测结果见表 7-1 至表 7-2。

**表 7-1 XXG3005 型 X 射线探伤机作业时现场探伤辐射工作场所及其四周 X- $\gamma$  辐射周围剂量当量率检测结果**

序号	检测地点	X- $\gamma$ 辐射周围剂量当量率测量值 $\pm$ 标准差（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	检测工况
1	操作位（东南侧 60m 处）	14.017 $\pm$ 0.716	设备名称：X 射线探伤机 设备型号：XXG-3005 最大电压：300kV 最大电流：5mA 工作电压：280kV 工作电流：5mA
2	南侧控制区边界	12.650 $\pm$ 0.549	
3	南西侧控制区边界	14.090 $\pm$ 0.743	
4	西侧控制区边界	14.888 $\pm$ 0.423	
5	西北侧控制区边界	14.586 $\pm$ 0.811	
6	西北侧控制区边界	14.864 $\pm$ 0.742	
7	北侧控制区边界	13.932 $\pm$ 1.052	
8	东北侧控制区边界	14.066 $\pm$ 0.353	
9	东北侧控制区边界	13.993 $\pm$ 0.180	
10	东侧控制区边界	14.053 $\pm$ 1.185	

11	东南侧控制区边界	13.424 ± 0.833	照射方向：西北
12	东南侧监督区边界	2.464 ± 0.154	
13	南侧监督区边界	2.460 ± 0.148	
14	西南侧监督区边界	2.240 ± 0.177	
15	西南侧监督区边界	2.403 ± 0.172	
16	西北侧监督区边界	2.397 ± 0.116	
17	西北侧监督区边界	2.261 ± 0.200	
18	北侧监督区边界	2.468 ± 0.144	
19	东北侧监督区边界	2.080 ± 0.181	
20	东北侧监督区边界	2.334 ± 0.154	
21	东南侧监督区边界	2.205 ± 0.235	

表 7-2 XXG2505 型 X 射线探伤机作业时现场探伤辐射工作场所及其四周 X-γ 辐射周围剂量当量率检测结果

序号	检测地点	X-γ辐射周围剂量当量率测量值±标准差 (μSv/h)	检测工况
1	操作位 (东南侧 60m 处)	8.984 ± 0.778	设备名称：X 射线探伤机 设备型号：XXG-2505 最大电压：250kV 最大电流：5mA 工作电压：220kV 工作电流：5mA 照射方向：西北
2	南侧控制区边界	9.770 ± 0.740	
3	南西侧控制区边界	8.971 ± 1.115	
4	西侧控制区边界	11.222 ± 1.085	
5	西北侧控制区边界	10.811 ± 0.892	
6	西北侧控制区边界	10.290 ± 0.977	
7	北侧控制区边界	9.226 ± 0.779	
8	东北侧控制区边界	8.608 ± 0.749	
9	东北侧控制区边界	9.177 ± 0.514	
10	东侧控制区边界	8.657 ± 0.833	
11	东南侧控制区边界	9.334 ± 0.753	
12	东南侧监督区边界	1.612 ± 0.113	
13	南侧监督区边界	1.974 ± 0.084	
14	西南侧监督区边界	1.876 ± 0.109	
15	西南侧监督区边界	1.707 ± 0.193	
16	西北侧监督区边界	1.502 ± 0.197	
17	西北侧监督区边界	1.171 ± 0.054	
18	北侧监督区边界	0.963 ± 0.310	
19	东北侧监督区边界	0.874 ± 0.113	
20	东北侧监督区边界	0.421 ± 0.123	
21	东南侧监督区边界	0.465 ± 0.088	

从监测结果可知，按照环境影响报告表及其批复文件提出的控制区监督区划分要求，以及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“将 X 射线现场探伤工作场所周围剂量当量率大于 15μSv/h 的范围内划为控制区；将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5μSv/h 的范围划为监督区”的要求，本次监测结果如下：（1）XXG3005 型 X 射线探伤机作业时，操作位位于主照射方向反方向东南侧 60m 处，操作位 X-γ辐射周围剂量当量率测量值为 14.017±0.716μSv/h；主照射方向上控制区边界在 55~108m 之间，非主照射方向上控制区边界在 40~68m 之间，控制区边界 X-γ辐射周围剂量当量率测量值在

12.650±0.549~14.888±0.423μSv/h 之间；主照射方向上监督区边界在 90~180m 之间，非主照射方向上监督区边界在 64~97m 之间，监督区边界 X-γ 辐射周围剂量当量率测量值在 2.080±0.181~2.468±0.144μSv/h 之间；（2）XXG2505 型 X 射线探伤机作业时，操作位位于主照射方向反方向东南侧 60m 处，操作位 X-γ 辐射周围剂量当量率测量值为 8.984±0.778μSv/h；主照射方向上控制区边界在 55~108m 之间，非主照射方向上控制区边界在 40~68m 之间，控制区边界 X-γ 辐射周围剂量当量率测量值在 8.608±0.749~11.222±1.085μSv/h 之间；主照射方向上监督区边界在 90~180m 之间，非主照射方向上监督区边界在 64~97m 之间，监督区边界 X-γ 辐射周围剂量当量率测量值在 0.421±0.123~1.974±0.084μSv/h 之间。

结论：本次验收监测，操作位位于主照射方向反方向东南侧 60m 处，主照射方向上控制区边界在 55~108m 之间，非主照射方向上控制区边界在 40~68m 之间；主照射方向上监督区边界在 90~180m 之间，非主照射方向上监督区边界在 64~97m 之间；本次验收监测已按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中相关要求以及本项目环境影响报告表及其审批部门审批决定中的要求执行，并满足要求。

## 2.年有效剂量估算

本项目 4 名辐射工作人员均配备了个人剂量计，并委托有资质单位开展个人剂量监测，由于本项目未投入使用（调试期较短），暂无剂量监测结果；为全面了解本项目辐射工作人员及公众成员年剂量采用公式计算方式进一步分析。

本报告对 X 射线探伤机辐射工作人员及周边的公众人员年有效剂量参考联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）--2000 年报告附录 A 的内容，年有效剂量采用下式估算：

$$D = H \times t \times T / 1000$$

式中：D—年所受外照射的有效剂量，mSv；

H—照射剂量率，μSv/h；

t—工作时间，h；

T—居留因子，h。

### （1）工作时间

根据建设单位提供的资料和预测可知，年总出束时间为 125h。因现场有安全员清场和巡查，监督区外周边无公众成员驻留（均为流动人群），保守取居留因子 1/16 进行估算，则受照射时间按射线装置年最大出射线时间的 1/16 计算，即 7.81h。详见表 7-3。

### （2）照射剂量率

辐射工作人员照射剂量率取控制区边界处控制水平  $15\mu\text{Sv/h}$  进行计算，公众人员照射剂量率取监督区控制水平  $2.5\mu\text{Sv/h}$  进行计算，对本项目辐射工作人员及公众人员的年有效剂量估算结果详见表 7-3。

**表 7-3 辐射工作人员及公众人员年有效剂量估算结果**

保护目标		最大剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	射线装置出束时 间 (h/a)	居留因 子	照射时 间 (h/a)	年有效剂量 (mSv)
现场探伤 场所	辐射工作人员	15	125	1	125	1.875
	公众	2.5	125	1/16	7.81	0.02

根据剂量估算结果，武汉轻工工程技术有限公司 X 射线现场探伤利用项目在正常工况时，辐射工作人员的年有效剂量最大值为  $1.875\text{mSv}$ ；周边活动的公众人员年有效剂量最大值为  $0.020\text{mSv}$ 。

因此，本项目辐射工作人员及周边活动的公众人员年有效剂量均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的辐射工作人员连续五年有效剂量平均值  $20\text{mSv}$  和公众人员年有效剂量限值  $1\text{mSv}$  的要求，同时满足本项目辐射工作人员剂量约束值  $2\text{mSv/a}$  及公众人员剂量约束值  $0.25\text{mSv/a}$  的要求。

## 表八 验收监测结论

### 1.项目建设内容调查结论

根据现场调查，本次验收调查内容包括：武汉轻工工程技术有限公司使用 2 台工业 X 射线探伤机，1 台为 XXG-3005 型（最大管电压为 300kV，最大电流为 5mA），1 台为 XXG-2505 型（最大管电压为 250kV，最大电流为 5mA），均为定向机；根据委托方需要，在委托方厂区内或野外任务地点开展 X 射线现场探伤作业，公司存放探伤机的仓库位于公司内（武汉市东湖开发区财富一路 6 号 1 栋研发楼 3 楼），暗室位于公司 5 楼；废显（定）影液存暂存室位于公司所在厂区西南角专用房；工业 X 射线探伤机主要为桥梁钢结构等进行无损检测；本项目辐射工作的种类和范围为使用 II 类射线装置。

经现场调查及收集有关资料文件可知，武汉轻工工程技术有限公司 X 射线现场探伤利用项目验收阶段与环评阶段的项目规模、建设地点、性质及环境保护措施保持一致。

### 2.辐射安全与防护设施落实情况调查结论

本项目执行了建设项目环境影响评价制度和环境保护“三同时”制度，落实了环境影响报告表及其审批部门审批决定。采取的主要辐射安全与防护设施调查结论如下：

（1）本项目配备了规范的电离辐射警告标志及中文说明，配备了辐射监测仪、个人剂量报警器、警戒线、警示灯等。按规范划定了监督区与控制区，严格按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）相关要求执行。

落实了环境影响报告表及其审批部门审批提出的各项辐射安全防护措施，确保了 X 射线探伤机周围环境辐射剂量和辐射防护要求满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）等标准的相关要求。

（2）本项目辐射工作人员已全部参加了辐射安全与防护培训，并通过了辐射安全与防护考核，均配备个人剂量计，参加了职业健康体检，建立个人剂量和健康档案；配备了个人剂量报警仪和辐射监测仪，配备了铅衣等辐射防护用品。

（3）建设单位已成立了辐射安全领导小组和工作小组，明确了辐射管理机构和职责。制定了较为完善的操作规程、岗位职责等辐射安全管理制度，部分规章制度已上墙。并定期进行辐射事故的应急演练。

（4）建设单位落实了《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原国家环保总局令第 31 号，2021 年修订）及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环境保护部令第 18 号）提出的相关措施要求。

### 3.辐射工作场所验收监测结果结论

从监测结果可知，按照环境影响报告表及其批复文件提出的控制区监督区划分要求，以及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“将 X 射线现场探伤工作场所周围剂量当量率大于  $15\mu\text{Sv/h}$  的范围内划为控制区；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”的要求，本次监测结果如下：

（1）XXG3005 型 X 射线探伤机作业时，操作位位于主照射方向反方向东南侧 60m 处，操作位 X- $\gamma$  辐射周围剂量当量率测量值为  $14.017\pm 0.716\mu\text{Sv/h}$ ；主照射方向上控制区边界在 55~108m 之间，非主照射方向上控制区边界在 40~68m 之间，控制区边界 X- $\gamma$  辐射周围剂量当量率测量值在  $12.650\pm 0.549\sim 14.888\pm 0.423\mu\text{Sv/h}$  之间；主照射方向上监督区边界在 90~180m 之间，非主照射方向上监督区边界在 64~97m 之间，监督区边界 X- $\gamma$  辐射周围剂量当量率测量值在  $2.080\pm 0.181\sim 2.468\pm 0.144\mu\text{Sv/h}$  之间；

（2）XXG2505 型 X 射线探伤机作业时，操作位位于主照射方向反方向东南侧 60m 处，操作位 X- $\gamma$  辐射周围剂量当量率测量值为  $8.984\pm 0.778\mu\text{Sv/h}$ ；主照射方向上控制区边界在 55~108m 之间，非主照射方向上控制区边界在 40~68m 之间，控制区边界 X- $\gamma$  辐射周围剂量当量率测量值在  $8.608\pm 0.749\sim 11.222\pm 1.085\mu\text{Sv/h}$  之间；主照射方向上监督区边界在 90~180m 之间，非主照射方向上监督区边界在 64~97m 之间，监督区边界 X- $\gamma$  辐射周围剂量当量率测量值在  $0.421\pm 0.123\sim 1.974\pm 0.084\mu\text{Sv/h}$  之间。

本次验收监测已按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中相关要求以及本项目环境影响报告表及其审批部门审批决定中的要求执行，并满足要求。

#### 4. 辐射工作人员和公众的辐射影响分析结论

根据剂量估算结果，武汉轻工工程技术有限公司 X 射线现场探伤利用项目在正常工况时，辐射工作人员及周边活动的公众人员年有效剂量均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的辐射工作人员连续五年有效剂量平均限值  $20\text{mSv}$  和公众人员年有效剂量限值  $1\text{mSv}$  的要求，同时满足本项目辐射工作人员剂量约束值  $2\text{mSv/a}$  及公众人员剂量约束值  $0.25\text{mSv/a}$  的要求。

综合上述，武汉轻工工程技术有限公司 X 射线现场探伤利用项目满足辐射防护的要求，严格执行了各项规章制度，辐射安全防护措施达到了环评报告及批复提出的要求，辐射环境监测结果能满足相关标准的要求。因此，该项目符合环境保护竣工验收条件。