

编号: PPRYHP-20251009

核技术利用建设项目

广东伟茂特种设备检测有限公司

核技术利用建设项目

环境影响报告表

(报审稿)



广东伟茂特种设备检测有限公司

2025年11月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

广东伟茂特种设备检测有限公司

核技术利用建设项目

环境影响报告表



建设单位名称：广东伟茂特种设备检测有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：何健



通讯地址：佛山市南海区桂城街道夏南路 58 号方舟建筑产业中心 1 座 1

栋 1403 室

邮政编码：528000

联系人：何健

电子邮箱：16828073@qq.com

联系电话：13802534232

打印编号: 1761724904000

## 编制单位和编制人员情况表

|                 |  |          |     |
|-----------------|--|----------|-----|
| 项目编号            | qx2041   |          |     |
| 建设项目名称          | 广东伟茂特种设备检测有限公司核技术利用建设项目  |          |     |
| 建设项目类别          | 55—172核技术利用建设项目  |          |     |
| 环境影响评价文件类型      | 报告表  |          |     |
| <b>一、建设单位情况</b> |  |          |     |
| 单位名称（盖章）        | 广东伟茂特种设备检测有限公司   |          |     |
| 统一社会信用代码        | 91440604MAC9A7DE8D   |          |     |
| 法定代表人（签章）       | 何健   |          |     |
| 主要负责人（签字）       | 黄志龙 黄志龙  |          |     |
| 直接负责的主管人员（签字）   | 林彩欣 林彩欣  |          |     |
| <b>二、编制单位情况</b> |  |          |     |
| 单位名称（盖章）        | 工物研（广州）科技有限公司  |          |     |
| 统一社会信用代码        | 91440106MA59CFKN6J   |          |     |
| <b>三、编制人员情况</b> |  |          |     |
| 1. 编制主持人        |  |          |     |
| 姓名              | 职业资格证书管理号  | 信用编号     | 签字  |
| 肖雪珍             | 12354443512440725  | BH011845 | 肖雪珍 |
| 2. 主要编制人员       |  |          |     |
| 姓名              | 主要编写内容   | 信用编号     | 签字  |
| 肖雪珍             | 编制评价依据、保护目标与评价标准、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、全文校核                           | BH011845 | 肖雪珍 |
| 邓嘉璇             | 项目基本情况、放射源、非密封放射性物质、射线装置、废弃物（重点是放射性废弃物）、环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项、辐射安全管理、结论与建议 | BH078589 | 邓嘉璇 |



中华人民共和国  
环境影响评价工程师  
职业资格证书

Professional Qualification Certificate  
Environmental Impact Assessment Engineer  
The People's Republic of China



持证人签名:  
Signature of the Bearer

管理号: 12354443512440726  
File No.:

姓名:  
Full Name 肖雪珍

性别:  
Sex 女

出生年月:  
Date of Birth 1988年03月

专业类别:  
Professional Type

批准日期:  
Approval Date 2012年05月27日

签发单位盖章:  
Issued by

签发日期: 2012年09月26日  
Issued on



# 目录

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 表 1 项目基本情况 .....                | 2  |
| 表 2 放射源 .....                   | 15 |
| 表 3 非密封放射性物质 .....              | 15 |
| 表 4 射线装置 .....                  | 16 |
| 表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） .....        | 17 |
| 表 6 评价依据 .....                  | 18 |
| 表 7 保护目标及评价标准 .....             | 20 |
| 表 8 环境质量和辐射现状 .....             | 24 |
| 表 9 项目工程分析和源项 .....             | 26 |
| 表 10 辐射安全与防护 .....              | 37 |
| 表 11 环境影响分析 .....               | 50 |
| 表 12 辐射安全管理 .....               | 76 |
| 表 13 结论与建议 .....                | 83 |
| 表 14 审批 .....                   | 86 |
| 附件 1：环评委托 .....                 | 87 |
| 附件 2：探伤机的参数说明 .....             | 88 |
| 附件 3：营业执照 .....                 | 89 |
| 附件 4：核技术利用辐射安全与防护培训考核成绩报告 ..... | 90 |
| 附件 5：相关制度 .....                 | 93 |

**表1 项目基本情况**

|                 |  |   |  |                           |             |  |
|-----------------|--|---|--|---------------------------|-------------|--|
| 建设项目名称          | 广东伟茂特种设备检测有限公司核技术利用建设项目  |   |  |                           |             |  |
| 建设单位            | 广东伟茂特种设备检测有限公司   |   |  |                           |             |  |
| 法人代表            | 何健   | 联系人   | 何健   | 联系电话                      | 13802534232 |  |
| 注册地址            | 佛山市南海区桂城街道夏南路 58 号方舟建筑产业中心 1 座 1 栋 1403 室  |   |  |                           |             |  |
| 项目建设地点          | 佛山市南海区里水镇沙涌上沙涌村橙园东区 1 号一楼  |   |  |                           |             |  |
| 立项审批部门          | /  |   | 批准文号   | /                         |             |  |
| 建设项目总投资<br>(万元) | 80   | 项目环保投<br>资(万元)  | 8  | 投资比例<br>(环保投资/<br>总投资)    | 10%         |  |
| 项目性质            | <input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它 |   |  | 占地面积<br>(m <sup>2</sup> ) | /           |  |
| 应用类型            | 放射<br>源  | <input type="checkbox"/> 销售   | <input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类        |                           |             |  |
|                 |  | <input type="checkbox"/> 使用   | <input type="checkbox"/> I类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类 |                           |             |  |
|                 | 非密<br>封放<br>射性<br>物质   | <input type="checkbox"/> 生产   | <input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物   |                           |             |  |
|                 |  | <input type="checkbox"/> 销售   | /  |                           |             |  |
|                 |  | <input type="checkbox"/> 使用   | <input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙  |                           |             |  |
|                 | 射线<br>装置   | <input type="checkbox"/> 生产   | <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类   |                           |             |  |
|                 |  | <input type="checkbox"/> 销售   | <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类   |                           |             |  |
|                 | <input checked="" type="checkbox"/> 使用   | <input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 |  |                           |             |  |
|                 | 其他   | /   |  |                           |             |  |

## 1.1 建设单位概况

广东伟茂特种设备检测有限公司（“本公司”）是一家从事设备检验检测，检验检测服务,建设工程质量检测等业务的公司，成立于 2023 年 02 月 22 日，公司坐落在广东省，详细地址为：佛山市禅城区石湾镇街道华景路 5 号鄱阳城 1 座 805 室，本公司主要从事特种设备检测活动。健全的管理制度及质量控制体系，并拥有一支严谨高效的检测团队。

## 1.2 项目由来

公司根据生产需要，为更好地为客户提供无损检测技术服务，拟购 1 台 XXG2505L 型、1 台 XXG2005L 型、1 台 XXG3005 型定向 X 射线探伤机开展室外探伤检测作业，探伤场所不固定。探伤机在非工作状态下贮存于佛山市南海区里水镇沙涌上沙涌村橙园

东区 1 号（以下简称“厂房”）一楼储存间；拟在厂房一楼设置一间暗室，用于洗、评片；拟在厂房一楼设置 1 间废液间，用于存放洗、评片过程产生的废显、定影液及废胶片。

根据《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）对射线装置分类，本项目中的 XXG2505L 型、XXG2005L 型、XXG3005 型定向 X 射线探伤机属 II 类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版）中“五十五、核与辐射”中“第 172、生产、使用 II 类射线装置的”的规定，本项目应编制环境影响报告表。

为此，伟茂公司委托工物研（广州）科技有限公司开展“广东伟茂特种设备检测有限公司核技术利用建设项目”的环境影响评价工作（委托书见附件 1）。在接受委托后，我单位组织相关技术人员进行了现场勘察、资料收集、法规调研等工作，并结合项目特点，按照《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中环境影响报告表的内容和格式，编制了本项目的环境影响报告表。

## 1.3 项目建设内容及规模

### 1.3.1 建设项目内容

广东伟茂特种设备检测有限公司拟新增 1 台 XXG2505L 型、1 台 XXG2005L 型、1 台 XXG3005 型定向 X 射线探伤机定向 X 射线探伤机用于室外（野外）现场探伤，均属 II 类射线装置。根据本公司目前规划，现场探伤作业在广东省内，作业场所不固定。公司探伤业务主要为钢板焊缝检测。探伤工件为钢板焊缝，检测厚度为 5mm~50mm。

本项目共设置 12 名辐射工作人员，负责室外现场探伤工作，预计年工作时间约 120 天，现场探伤工作时间段为 22: 00-次日 05:00。探伤机每次训机时间约 5min，保守考虑每天训机一次，训机年出束时间为 10h；1 台探伤机一年最多拍片数量约 1500 张，拍一张片子 X 射线机最长出束时间约为 5min，拍片最大年出束时间约为 125h；探伤机每次试运行（即确定两区划分）最长出束时间约 3min，保守按每拍一张片探伤机均需试运行出束（探伤工况发生改变，从而改变控制区和监督区的范围），年出束时间为 75h；本项目 1 台探伤机室外探伤年总出束约 210h。

本项目涉及的射线装置见表 1-1，探伤业务及辅助设备情况见表 1-2 所示。

表 1-1 项目建设内容

| 作业类型 | 设备名称             | 数量(台) | 主要技术参数       | 射线装置种类 | 工作场所 | 备注                      |
|------|------------------|-------|--------------|--------|------|-------------------------|
| 现场探伤 | XXG2505L型(定向)探伤机 | 1     | 250kV<br>5mA | II类    | 现场探伤 | 探测工件为钢板焊缝,检测厚度为5mm~40mm |
| 现场探伤 | XXG2005L型(定向)探伤机 | 1     | 200kV<br>5mA | II类    | 现场探伤 | 探测工件为钢板焊缝,检测厚度为5mm~30mm |
| 现场探伤 | XXG3005型(定向)探伤机  | 1     | 300kV<br>5mA | II类    | 现场探伤 | 探测工件为钢板焊缝,检测厚度为5mm~50mm |

表 1-2 项目探伤业务及辅助设备情况

| 序号                   | 曝光装置  | 探伤对象  | 探伤材料     | 辅助设备                 |
|----------------------|---|-------|----------|----------------------|
| 1                    | XXG2505L/XXG2005L/XXG3005型探伤机<br>(设备自带准直器, 用于聚焦X射线束, 控制和调整射束的方向和大小, 以提高检测分辨率) | 建筑钢结构 | 5-50mm 钢 | 铅挡板: 铅当量: 4mmPb      |
| 2                    |   |       |          | 铅挡板尺寸: 1000mm×1000mm |
| 3                    |   |       |          | 警戒线、警告牌、电离辐射警告标志     |
| 4                    |   |       |          | 剂量监测仪(便携式)           |
| 5                    |   |       |          | 个人剂量计                |
| 6                    |   |       |          | 个人剂量报警仪              |
| 7                    |   |       |          | 对讲机                  |
| 8                    |   |       |          | 声光报警装置               |
| 9                    |   |       |          | 照明灯                  |
| 10                   |   |       |          | 灯光警示<br>安全信息公示牌      |
| 注: 探伤不涉及较长管道, 不配置爬行器 |   |       |          |                      |

### 1.3.2 劳动定员及工作负荷

#### (1) 劳动定员

本项目配置辐射工作人员 12 名，负责现场探伤。12 名辐射工作人员均为新增辐射工作人员，目前已有 5 人取得辐射防护培训合格证书，其余工作人员正在学习中，暂未取得辐射防护培训合格证书，目前正在安排辐射工作人员在生态环境部辐射安全与防护培训平台(<http://fshe.mee.gov.cn>)报名培训和参加考核，考核合格后方可上岗。

#### (2) 工作负荷

本项目拟购 1 台 XXG2505L 型、1 台 XXG2005L 型、1 台 XXG3005 型定向探伤机进行室外现场探伤作业，探伤对象为钢板，使用 1 台探伤机现场探伤一年最大曝光时间约 210h。

## 1.4 项目组成及主要环境问题

本项目探伤机存储于厂房一楼设备间（详见图 1-5），本项目现场探伤完成后，回到厂区进行洗片、评片工作。本项目的主要组成及环境问题如下表 1-3 所示。

表 1-3 本项目组成及主要环境问题

| 名称   | 项目名称   | 建设内容及规模  | 可能产生的环境问题  |                  |
|------|--|--|------------|------------------|
|      |  |  | 施工期        | 运营期              |
| 主体工程 | XXG2505L 型、<br>XXG2005L 型、<br>XXG3005 型<br>(定向)探伤机 | 本项目新增 3 台定向探伤机(属 II 类射线装置)。用于钢结构焊缝检测，检测地点不固定，固定辐射工作人员 12 名，每台探伤机年总出束时间约为 210h。 |            | X 射线、臭氧、<br>氮氧化物 |
| 辅助工程 | 暗室   | 洗、评片在暗室内进行   | 对周围环境无辐射影响 | 废显影液、废定影液及废胶片    |
|      | 废液间  | 废显影液、废定影液及废胶片拟暂存于废液间，设有专有容器进行存放，分类贮存贴有标签，定期交由有相应危废处理资质的单位进行处置。                 |            |                  |
|      | 设备间  | 探伤机贮存于设备间，拟设专用柜子进行贮存，设备间位于厂房一楼，仅作为本项目使用的探伤机的存放地，本项目探伤机不在公司进行出束的训               |            | /                |

|  |  |  |  |   |
|--|--|--|--|---|
|  |  | 机等操作，任何情况下均不在公司发射 X 射线。                  |  |   |
| 公用工程   |  | 依托公司其他功能用房。                              |  | / |
| 办公及生活设施  |  | 生活设施依托建设单位的供水供电和通讯等既有设施；现场探伤时依托项目工程现场措施。 |  | / |
| 备注：本项目不在公司进行维修、训机和测试等操作，维修将由设备厂商带回原厂维修，训机将在探伤现场进行。 |  |  |  |   |

## 1.5 本项目产业政策符合性及实践正当性分析

### 1.5.1 产业政策符合性分析

本项目是利用 X 射线进行现场探伤检测，系核技术应用项目在工业领域内的运用。根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，属于鼓励类中“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、海洋等专业科技服务，标准化服务、计量测试、质量认证和检验检测服务，科技普及”项目。

因此，本项目符合国家当前的产业政策。

### 1.5.2 实践正当性分析

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“实践的正当性”要求，对于一项实践，只有考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。

X 射线探伤作为五大常规无损检测方法之一，可以探测各型金属内部可能产生的缺陷，如气孔、针孔、夹杂、疏松、裂纹、偏析、未焊透和熔合不足等，且能较直观地显示工件内部缺陷的大小和形状，对保障工件质量起了十分重要的作用。本项目主要是对钢桥梁结构焊缝进行无损检测，可达到一般非放射性探伤方法所不能及的诊断效果，是其它探伤项目无法替代的，由于 X 射线探伤的方法效果显著，因此，该项目的实践是必要的。但是，由于在探伤过程中射线装置的应用可能会给周围环境和辐射工作人员造成一定的辐射影响，同时射线装置的使用及管理的失误会造成辐射安全事故。建设单位在开展 X 射线探伤过程中，对射线装置的使用将严格按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立

相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中4.3.1实践的正当性的要求，因此本项目核技术应用的实践具有正当性。

## 1.6 本项目周边环境描述及选址

伟茂公司探伤机储存地位于佛山市南海区里水镇沙涌上沙涌村橙园东区1号一楼，本项目探伤机贮存间及建设单位地理位置见图1-1。



图1-1 探伤机贮存间及建设单位地理位置图

### 1.6.1 周边环境关系

广东伟茂特种设备检测有限公司拟对外承接X射线无损检测业务，会根据业务的需求和种类，结合探伤实际现场情况，确认探伤位置，探伤场所不固定。本项目X射线探伤机无检测任务时贮存在厂房一楼设备间，洗、评片在厂房一楼暗室内进行，洗片产生的废显影液、废定影液及废胶片暂存于公司一楼废液间，均属于公司

租赁房屋。项目建成后，X射线探伤机不在伟茂公司进行维修、训机和测试等操作，维修将由设备厂商带回原厂维修，训机将在探伤现场进行。

项目租赁场地四周均为村内道路，周边环境较为简单，不涉及较为敏感目标。

### 1.6.2 平面布局

本公司租赁一层作为设备存储及洗片场所，主要功能区为仓库、设备贮存间、暗室及废液间，租赁场所四周为村内道路，厂房无地下室，厂房二楼为佛山市三水弘伟机电设备安装有限公司，厂房周边无特殊敏感点，具体布局见图 1-2 所示。

### 1.6.3 选址合理性

依据《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）对核技术利用建设项目环境影响报告书的评价范围和保护目标的相关规定：射线装置应用项目的评价范围，无实体边界项目视情况而定，应不低于100m范围。根据表11确定的现场探伤监督区的范围，射线装置距离监督区边界的最大距离大于100m的，取监督区边界作为评价范围；射线装置距离监督区边界的最大距离不足100m的，取探伤机所在位置为中心外100m作为评价范围。

本项目主要为现场探伤，探伤区域不固定，伟茂公司需确保现场探伤时控制区和监督区范围内无居民区、学校、医院等辐射环境敏感区域。无法避免时，应划定工作区域，把无关人员疏散至监督区以外。

探伤机在非工作状态下贮存于厂房一层贮存间，设有专人看管和设备进出登记。探伤结束后返回设备间时，确保探伤机处于关机状态，不产生射线，贮存时对周边环境无辐射影响。

## 1.7 原有核技术利用项目情况

广东伟茂特种设备检测有限公司目前未实施任何核技术利用项目，不存在原有核技术利用项目。



图 1-2 设备间（探伤机贮存间）周围环境图

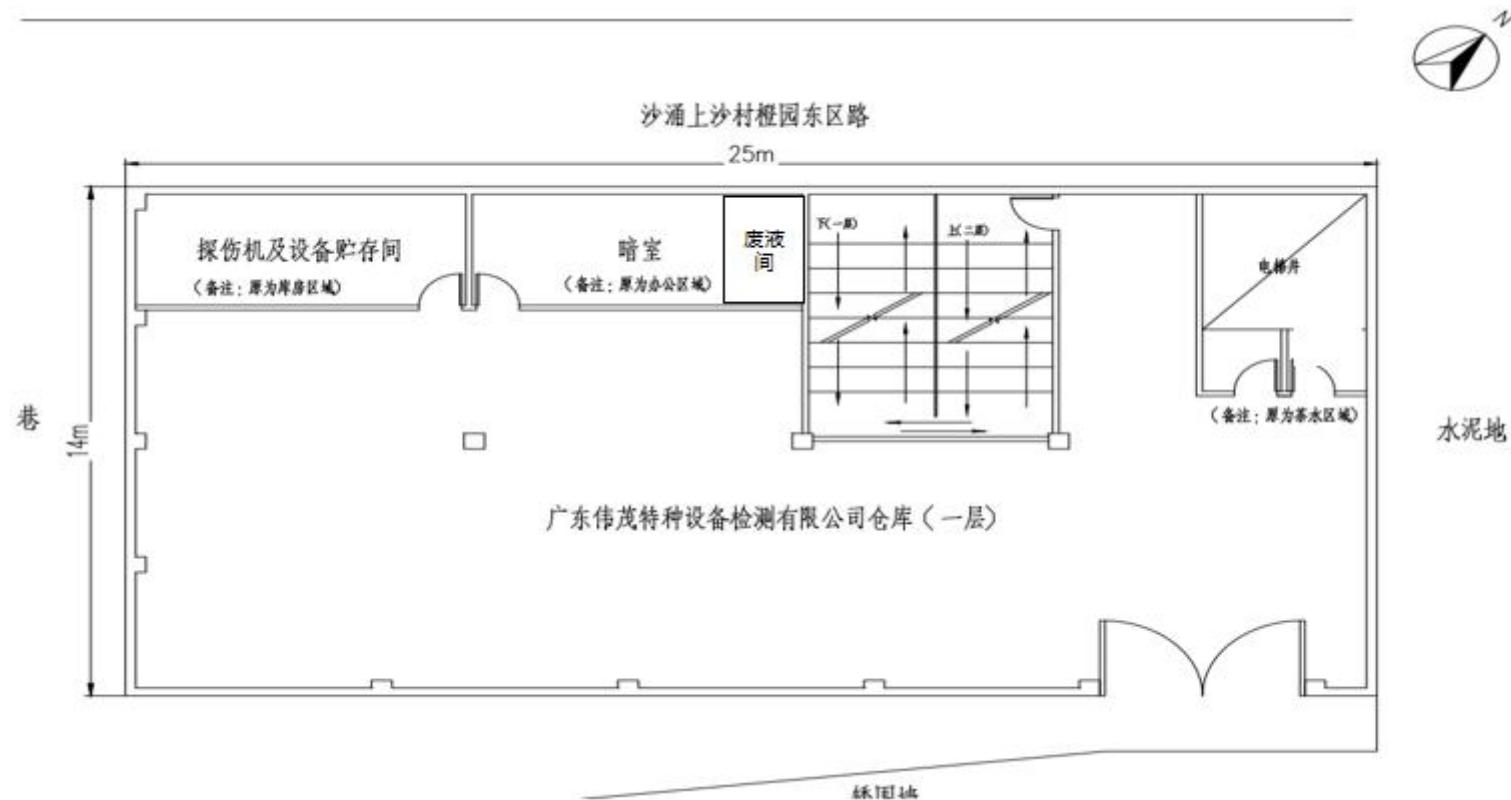


图 1-5 广东伟茂特种设备检测有限公司厂房平面布局图



拟建暗室、废液间



厂房一东侧



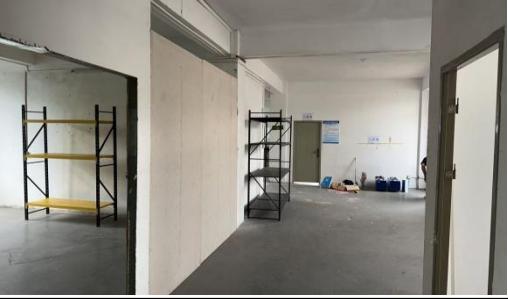
厂房一南侧



厂房-北侧



厂房-东侧

|  |   |
|--|---|
|  |  |
| 厂房二楼   | 厂房二楼  |

**表 2 放射源**

| 序号 | 核素名称 | 总活度 (Bq) /活度 (Bq)<br>×枚数 | 类别 | 活动种类 | 用途 | 使用场所 | 贮存方式与地点 | 备注 |
|----|------|--------------------------|----|------|----|------|---------|----|
| /  | /    | /                        | /  | /    | /  | /    | /       | /  |

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度 (n/s)。

**表 3 非密封放射性物质**

| 序号 | 核素名称 | 理化性质 | 活动种类 | 实际日最大操作量 (Bq) | 日等效最大操作量 (Bq) | 年最大使用量 (Bq) | 用途 | 操作方式 | 使用场所 | 贮存方式与地点 |
|----|------|------|------|---------------|---------------|-------------|----|------|------|---------|
| /  | /    | /    | /    | /             | /             | /           | /  | /    | /    | /       |
| /  | /    | /    | /    | /             | /             | /           | /  | /    | /    | /       |
| /  | /    | /    | /    | /             | /             | /           | /  | /    | /    | /       |

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

表 4 射线装置

(一) 加速器: 包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

| 序号 | 名称 | 类别 | 数量 | 型号 | 加速粒子 | 最大能量 (MeV) | 额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h) | 用途 | 工作场所 | 备注 |
|----|----|----|----|----|------|------------|------------------------|----|------|----|
| /  | /  | /  | /  | /  | /    | /          | /                      | /  | /    | /  |
| /  | /  | /  | /  | /  | /    | /          | /                      | /  | /    | /  |
|    |    |    |    |    |      |            |                        |    |      |    |

(二) X 射线机, 包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

| 序号 | 名称      | 类别  | 数量 | 型号       | 最大管电压 (kV) | 最大管电流 (mA) | 用途   | 工作场所          | 备注   |
|----|---------|-----|----|----------|------------|------------|------|---------------|------|
| 1  | X 射线探伤机 | II类 | 1  | XXG2505L | 250        | 5          | 无损检测 | 现场探伤, 工作场所不固定 | 定向出束 |
| 2  | X 射线探伤机 | II类 | 1  | XXG2005L | 200        | 5          | 无损检测 | 现场探伤, 工作场所不固定 | 定向出束 |
| 3  | X 射线探伤机 | II类 | 1  | XXG3005  | 300        | 5          | 无损检测 | 现场探伤, 工作场所不固定 | 定向出束 |

(三) 中子发生器, 包括中子管, 但不包括放射性中子源

| 序号 | 名称 | 类别 | 数量 | 型号 | 最大管电压 (kV) | 最大管电流 (mA) | 中子强度 (n/s) | 用途 | 工作场所 | 氚靶情况    |      |    | 备注 |
|----|----|----|----|----|------------|------------|------------|----|------|---------|------|----|----|
|    |    |    |    |    |            |            |            |    |      | 活度 (Bq) | 贮存方式 | 数量 |    |
| /  | /  | /  | /  | /  | /          | /          | /          | /  | /    | /       | /    | /  | /  |

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

| 名称                | 状态 | 核素名称 | 活度 | 月排放量 | 年排放量  | 排放口浓度 | 暂存情况                | 最终去向           |
|-------------------|----|------|----|------|-------|-------|---------------------|----------------|
| 废胶片               | 固体 | /    | /  | /    | 135 张 | /     | 专用防水塑料袋收集封存，暂存在废液间  | 定期递交有危废资质的单位处置 |
| 感光材料（废显影液、废定影液）废物 | 液态 | /    | /  | /    | 300L  | /     | 使用专用收集容器收集贮存，暂存在废液间 |                |
| 臭氧、氮氧化物           | 气态 | /    | /  | /    | 少量    | /     | 探伤现场开阔，易扩散          | 大气             |
| /                 | /  | /    | /  | /    | /     | /     | /                   | /              |
| /                 | /  | /    | /  | /    | /     | /     | /                   | /              |

注：

1. 常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m<sup>3</sup>；年排放总量用 kg。
2. 含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度 (Bq/L 或 Bq/kg, 或 Bq/m<sup>3</sup>) 和活度 (Bq)

## 表 6 评价依据

|      |  |
|------|--|
| 法规文件 | <p>(1)《中华人民共和国环境保护法》(1989年12月26日第七届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议通过; 2014年4月24日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订, 2015年1月1日施行);</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, 自2003年9月1日起施行; 2016年7月2日第一次修正; 2018年12月29日第二次修正);</p> <p>(3)《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003年6月28日第十届全国人民代表大会常务委员会第三次会议通过, 自2003年10月1日起施行);</p> <p>(4)《建设项目环境保护管理条例》(1998年11月29日中华人民共和国国务院令第253号发布施行; 2017年7月16日中华人民共和国国务院第682号令修订, 自2017年10月1日起施行);</p> <p>(5)《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2005年9月14日经国务院令第449号公布, 2014年7月29日经国务院令第653号修改, 2019年3月2日经国务院令第709号修改);</p> <p>(6)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2006年1月18日, 国家环境保护总局令第31号公布, 2008年12月6日经环境保护部令第3号修改, 2017年12月20日经环境保护部令第47号修改, 2019年8月22日经生态环境部令第7号修改, 2021年1月4日经生态环境部令第20号修改);</p> <p>(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年5月1日起实施);</p> <p>(8)《关于发布&lt;射线装置分类&gt;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);</p> <p>(9)《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021版);</p> <p>(10)《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》(生态环境部令第9号, 自2019年11月1日施行);</p> <p>(11)《产业结构调整指导目录(2024年本)》(2023年12月修订, 2024</p> |
|------|--|

|      |   |
|------|---|
|      | <p>年 2 月 1 日实施);</p> <p>(12)《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》(生态环境部公告 2019 年第 57 号, 2020 年 1 月 1 日起施行);</p> <p>(13)《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评〔2017〕4 号)。</p>   |
| 技术标准 | <p>(1)《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016);</p> <p>(2)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);</p> <p>(3)《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014);</p> <p>(4)《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023) (2023 年 7 月 1 日实施);</p> <p>(5)《危险废物识别标志设置技术规范》(HJ1276-2022);</p> <p>(6)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019);</p> <p>(7)《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022);</p> <p>(8)《危险废物收集贮存运输技术规范》(HJ2025-2012);</p> <p>(9)《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)。</p> |
| 其他   | <p>(1) 环评委托书;</p> <p>(2) 广东伟茂特种设备检测有限公司提供的资料;</p> <p>(3)《辐射防护导论》, 方杰;</p> <p>(4)《中国环境天然放射性水平》(中国原子能出版社, 2015 年 7 月第 1 版);</p> <p>(5) NCRPREPORTNo.151。</p>  |

## 表 7 保护目标及评价标准

### 7.1 评价范围

本项目建设内容为拟购 1 台定向 X 射线探伤机（属II类射线装置）用于广东省范围内的工业 X 射线现场探伤，探伤场所不固定。依据《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的相关规定：射线装置应用项目的评价范围，无实体边界项目视情况而定，应不低于 100m 范围。

根据第 11 章节环境影响分析，确定本项目的评价范围为：射线装置距离监督区边界的最大距离大于 100m 的，监督区边界作为评价范围；射线装置距离监督区边界的最大距离不足 100m 的，应取探伤机所在位置为中心外 100m 作为评价范围。

### 7.2 保护目标

本评价项目是无实体边界的工业 X 射线现场探伤，探伤现场因委托单位不同而不同。结合本评价项目的评价范围以及项目对于控制区、监督区的要求：禁止任何人进入控制区，无关人员禁止进入监督区，当探伤现场不可避免在生活、工作场所时，该生活、工作场所视为本项目的环境敏感点。本项目评价范围内的保护目标为控制区外监督区内的辐射工作人员，监督区外评价范围内的公众，本项目的环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 环境保护目标一览表

| 环境保护对象 | 相对方位   | 距离 | 人数（人） | 年剂量约束（mSv） |
|--------|--------|----|-------|------------|
| 辐射工作人员 | 控制区边界外 | /  | 12    | 5          |
| 公众     | 监督区边界外 | /  | 流动人员  | 0.25       |

### 7.3 评价标准

#### （1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

##### 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 剂量限值：应对任何工作人员的职业水平进行控制，使之不超过下述限值：由审管部门决定的连续 5 年的平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv。

本项目环评取上述标准中规定的职业照射年有效剂量限值的 1/4 (即 5mSv/a) 作为职业人员的年剂量约束值。

## ②公众照射

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 附录 B 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：年有效剂量，1mSv。

本项目环评取上述标准中规定的公众照射年有效剂量限值的 1/4 (即 0.25mSv/a) 作为公众人员的年剂量约束值。

## (2) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)

### 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  $15\mu\text{Sv}/\text{h}$  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- $\gamma$  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  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$  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 和  $\gamma$  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- $\gamma$ 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- $\gamma$ 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- $\gamma$ 剂量率仪，两者均应使用。

## 7.5 移动式探伤操作要求

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。

## 表 8 环境质量和辐射现状

### 8.1 项目地理位置和场所位置

本项目为室外（野外）探伤，探伤地点为广东省内，具体地点不固定。

建设单位注册于佛山市南海区桂城街道夏南路 58 号方舟建筑产业中心 1 座 1 栋 1403 室，项目使用设备位于佛山市南海区里水镇沙涌上沙涌村橙园东区 1 号一楼，本项目 X 射线探伤机无检测任务时贮存在厂房一楼设备间，洗、评片在厂房一楼暗室内进行，洗片产生的废显影液、废定影液及废胶片暂存于公司一楼废液间，均属于公司租赁房屋。本项目不在伟茂公司进行维修、训机和测试等操作，维修将由设备厂商带回原厂维修，训机将在探伤现场进行。

### 8.2 环境质量和辐射现状

本项目为工业 X 射线野外（室外）探伤项目，主要的污染因子为电离辐射，无固液废物产生，运行中产生的臭氧因性质不稳定且工作场所为室外易分解为氧气，故对环境空气、地表水及地下水影响较小，主要影响为对周围的电离辐射影响。

根据建设单位提供资料可知，本项目拟购的 X 射线探伤机用于广东省范围内的现场探伤。广东省各市的原野、道路、室内 $\gamma$ 辐射剂量率水平参照《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年 7 月第 1 版）中的数据，具体见表 8-1。

表 8-1 广东省各市网格点原野、道路、室内 $\gamma$ 辐射剂量率水平一览表（nGy/h）

| 省市名称 | 原野 $\gamma$ 剂量率范围值 | 道路 $\gamma$ 剂量率范围值 | 室内 $\gamma$ 剂量率范围值 |
|------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 广州   | 51.8~164.8         | 52.5~165.7         | 104.6~264.1        |
| 汕头   | 36.4~165.1         | 37.8~152.1         | 89.1~201.5         |
| 佛山   | 72.9~166.7         | 86.4~167.7         | 134.1~233.1        |
| 江门   | 39.1~166.7         | 40.5~178.8         | 81.8~262.5         |
| 韶关   | 49.4~184.6         | 48.5~241.7         | 77.4~338.3         |
| 湛江   | 17.7~120.3         | 26.9~103.6         | 42.3~175.2         |
| 茂名   | 54.0~120.3         | 62.6~103.3         | 83.9~175.2         |
| 深圳   | 77.3~88.3          | 101.5~127.8        | 127.4~153.1        |
| 珠海   | 91.6~160.2         | 99.1~167.7         | 165.1~239.1        |
| 梅县   | 40.7~124.7         | 47.5~165.9         | 82.4~201.5         |
| 惠州   | 43.2~193.1         | 50.0~176.8         | 77.4~264.1         |
| 肇庆   | 48.7~166.7         | 42.4~160.4         | 59.1~233.1         |
| 全省   | 17.7~193.1         | 26.9~178.8         | 35.3~338.3         |

注：表中数据已扣除宇宙射线响应值。

公司在广东省各地进行现场探伤作业时，各探伤工作场所的辐射环境本底剂量率应以当地实测剂量为准。

## 表 9 项目工程分析和源项

### 9.1 工程设备和工艺分析

#### 9.1.1 设备组成

本项目新增使用 3 台 X 射线探伤机，主要由控制器、X 射线发生器、电源电缆、连接电缆及附件等组成。

控制器采用了先进的微机控制系统，可快速调压，可逆变控制及稳压、稳流，工作稳定性好，运行可靠。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、电源开关及接地端子的插座盒。

X 射线发生器由 X 射线管、高压变压器与绝缘气体 (SF6) 一起封装在桶装套内组合组成。X 射线发生器一端装有风扇和散热器，并配备表征探伤机系统处于工作状态的警示灯。X 射线管、屏蔽套及附件总称管头组装体。



图 9-1XXG2505L 型定向探伤机外形示意图

根据厂家提供资料，本项目使用的 3 台 X 射线机的主要技术参数如下表 9-1 所示，关于探伤机的参数说明见附件 2。

表 9-1 本项目拟购探伤机主要参数一览表

| 型号 | XXG2505L | XXG2005L | XXG3005 |
|----|----------|----------|---------|
|----|----------|----------|---------|

| 最大管电压(kV)     | 250               | 200               | 300               |
|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 最大管电流(mA)     | 5                 | 5                 | 5                 |
| 周向/定向         | 定向                | 定向                | 定向                |
| 滤过条件          | 3mmAl             | 3mmAl             | 3mmAl             |
| 辐射角           | 40°+5°            | 40°+5°            | 40°+5°            |
| 最大kV/mA值的探测厚度 | 钢板 A3<br>5mm~40mm | 钢板 A3<br>5mm~30mm | 钢板 A3<br>5mm~50mm |

### 9.1.2 工作原理

#### (1) X 射线产生原理

X 射线探伤机为利用 X 射线进行显像, X 射线探伤机主要由射线管和高压电源组成, X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成, 阴极是钨制灯丝, 它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时电子就“蒸发”出来, 聚焦杯使这些电子聚集成束, 直接向嵌在铜阳极中的靶体射击。高压电压加在 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。高速电子与靶物质发生碰撞, 就会发生轫致辐射, 产生低于入射电子能量的特征 X 射线。其发射率随靶材料原子序数和电子能量的增加而增加。从系统管头组装体窗口发出的 X 射线称为主射束或有用线束; 通过管头组装体泄漏出的 X 射线称为泄漏辐射。有用线束和泄漏辐射中, 有一部分照射到挡体(如墙面)发生散射称为散射辐射。通常散射辐射的能量小于泄漏辐射, 其在建筑物中的衰减远大于初级 X 射线, X 射线产生原理见图 9-2。

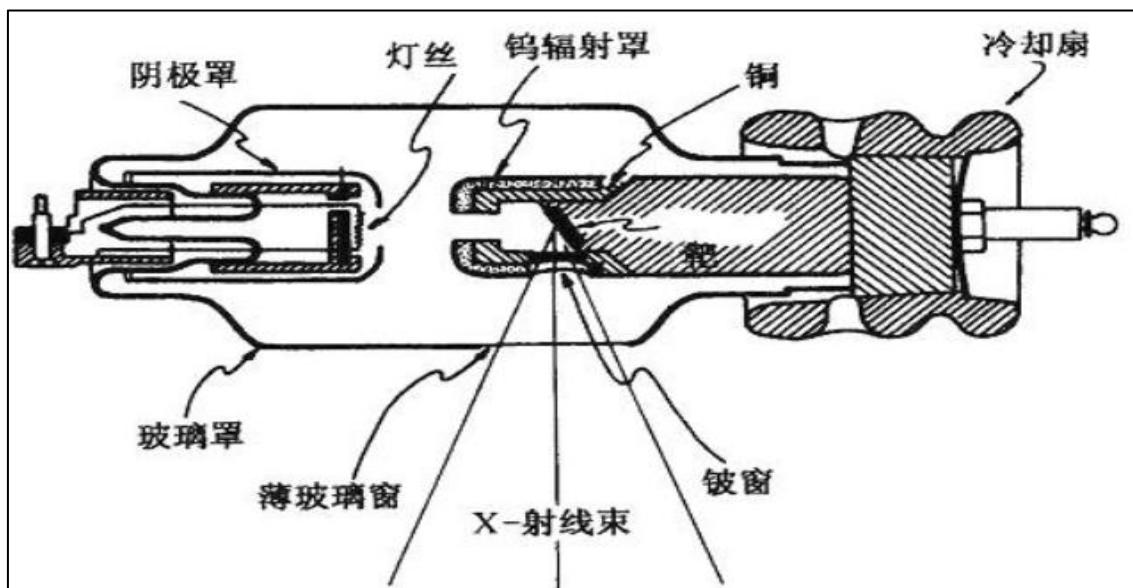


图 9-2 典型 X 射线管结构图

## (2) 探伤工作原理

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，利用受检工件的缺陷部位和其他部位射线减弱的程度不同，通过射线透射摄片，用胶片记录被检物信息，经过暗室处理后得到底片，根据其影像黑度获得被检物的有关信息，将被检物中的缺陷显现出来，以确定缺陷的位置、大小、形状和种类。工作原理示意图见图9-3。

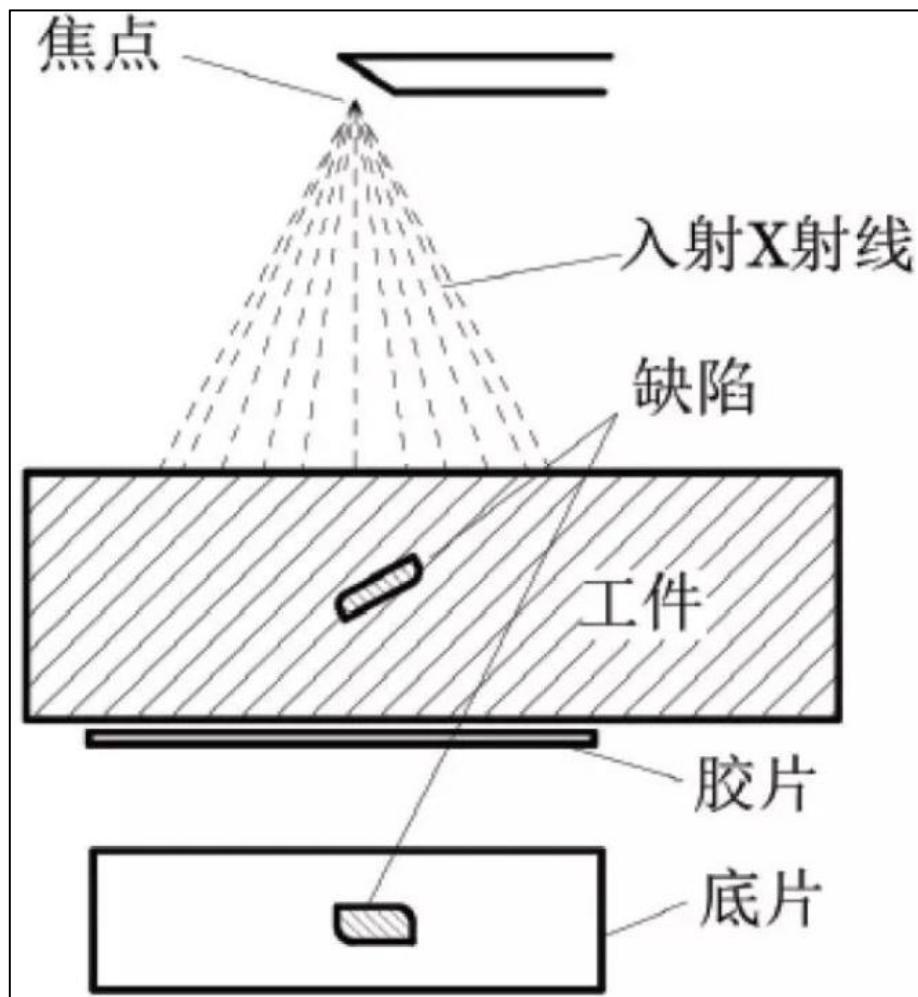


图9-3 工业探伤工作原理示意图

### 9.1.3 工作流程及产污环节

本项目主要是使用便携式定向工业X射线探伤机，进行工业X射线现场探伤，并进行记录，最终形成无损检测报告。广东伟茂特种设备检测有限公司现场探伤作业具体工作流程如下：

(1) 接收室外探伤任务后，制定现场探伤作业方案并发布探伤作业通知，该作业方案应包括：

- ①工况、时间、地点、控制区范围、监督区范围、监测方案、清场方式等；

- ②明确探伤人员、防护人员、运输人员、保卫人员的职责和分工;
- ③对探伤人员的要求,包括:探伤与防护培训要求;
- ④探伤准备,包括:探伤设备、技术、检测设备和材料等;
- ⑤探伤实施,包括:工作要点、安全防护、工艺参数设置、操作流程;
- ⑥图像评定,包括:评定条件及要求;
- ⑦探伤记录及报告要求;
- ⑧质量检查的要求、方法等;
- ⑨职业健康安全和环境管理等内容;

(2) 在现场探伤曝光开始前应做好探伤作业前的各项准备工作:

①公司先安排工作人员熟悉探伤作业地点、工作条件和被检工件的基本信息。需对探伤作业的具体情况进行公示,应在检测区域和以及周边公众可达地点放置安全信息公示牌,将辐射安全许可证、单位法人、辐射安全负责人、操作人员和现场安全员的姓名、照片、资质证书和生态环境部门监督举报电话等信息进行公示,接受公众监督。其中,安全信息公示牌面积应不小于  $2m^2$ ,公示信息应采取喷绘(印刷)的方式进行制作。安全信息公示牌应适应野外作业需要(具备防水、防风等抵御外界影响的能力),确保信息的清晰辨识。公示信息如发生变化应重新制作安全信息公示牌,禁止对安全信息公示牌进行涂改、污损。夜间进行探伤作业时,必须在控制区和监督区边界设立灯光警示和相应的警告牌,必要时设专人警戒。公示的同时利用广播(或手持大功率喊话器等)通知射线作业场所和时间。

②设备出库:辐射工作人员提前至公司设备间(探伤机贮存间)领取探伤装置,并检查探伤装置性能,检查合格后,公司配备专用车辆将探伤机运至探伤现场,每车至少安排1名操作人员随车押运。

③初步划定控制区和监督区边界,设置安全警戒措施:

到达现场后,根据射线装置和被检物体的距离、照射方向、实际和屏蔽条件的因素,利用现场地形、地物屏蔽,选择最佳的设备布置位置,工作人员将X射线探伤机放置在最佳的拍片位置,根据曝光时间、焦距、确定焦点位置,摆放好铅屏蔽板等防护用品。根据现场情况划定作业场所工作区域,并在相应边界设置警示标识。工作区域划分应以在即将探伤的工作条件下,参照后文计算出的控制区和监督区的范围,预设出“两区”

的范围，在两区边界设置警戒线（离地 0.8m~1.0m 左右）。控制区边界设置红色警戒线围住，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，并在控制区边界设立灯光警示，控制区范围内应设有良好的照明，控制区内部分区域不在工作人员视野范围内，应安排人员进行巡查；工作人员操作位应位于控制区外，射线工作期间在控制区内不可同时进行其他工作，不能有人员居留。监督区边界设置黄色警戒线，悬挂“无关人员禁止入内”的警告牌及电离辐射标志，并在监督区边界设立灯光警示和相应的警告牌。出束期间安排人员在监督区外巡视。

④初步确定探伤现场二区边界时进行清场，确保控制区及监督区内无其他人员且各种辐射安全措施到位后，连接好 X 射线探伤机控制部件，并检查设备部件是否正常。贴置成像板（成像板通过布袋保护，紧贴 GIS 壳体放置），调整防护铅板位置（根据工作环境使用铅板，探伤机主射束方向朝上或朝下时无需使用铅板屏蔽；主射束方向为水平时，在多数工作环境下可在主射束方向使用铅板，少数工作环境下不便使用铅板。（如：高空环境下进行现场探伤作业不便使用铅板屏蔽）

④训机：设备长时间不用后一般在野外现场探伤时进行训机和制作曝光曲线。每次现场探伤时，设备开机后进行训机，一次训机后 24 小时内不必再次训机。启动训机功能键后设备进入训机状态，语音提示“训机开始”，从低电压逐步增大至高电压，直至最大电压后结束，整个训机过程中准备灯变为红色。待训练指示灯熄灭，设备发出特定蜂鸣提示声音后，训机结束。训机完成后准备灯变为绿色。训机开始前，在待测工件（距探伤机出束口约 1m 距离）后放置 4mm 厚的方形铅板等，能有效减少训机过程对周边环境产生的辐射影响。训机过程应按现场探伤工作流程进行，辐射工作人员需佩戴个人剂量计与个人剂量报警仪。训机结束后按照探伤现场记录表做好相关记录与工作方案一并存档备查，探伤现场记录详见附件 5。

⑤现场探伤工作共配备 12 名辐射工作人员，每台机安排 2 名辐射工作人员负责现场辐射安全管理工作，配置便携式巡测仪，佩戴个人剂量计巡查，确保探伤作业期间无人员误入作业区。安排 2 名操作人员，辐射工作人员每人各配备 1 个个人剂量计与 1 个个人剂量报警仪。

（3）确保探伤作业前的各项准备工作完成后，即可开启设备电源，进行探伤作业。探伤作业流程如下：

①开始探伤前应并利用广播（或手持大功率喊话器等）告知即将开展探伤作业和探伤场所，确认已经清场，避免有人员滞留控制区和监督区范围内，探伤时间段为 22:00~次日 05:00。确认监督区内无无关人员和控制区内无人员后，试运行测量，设备操作人员在控制台设置试曝光条件，采取延时曝光的方式进行试曝光，操作人员在开机后利用延时曝光时间及时撤离到控制区之外，控制区内不能有人员居留。本项目辐射安全管理人人员携带个人剂量报警仪（带剂量显示功能）、个人剂量计和辐射巡测仪对控制区、监督区边界进行巡测、验证、修正。必要时重新确定控制区和监督区边界。测量控制区和监督区的实际剂量当量率后，如果不能满足“二区”设置要求，尽可能采取调整曝光方向、增加铅板屏蔽等措施缩减二区范围。若采取上述措施后仍无法满足“二区”设置的剂量率要求，停止工作。

②核实“二区”设置满足要求后，辐射工作人员在工件背面放置好胶片并再次确认监督区和控制区内无关人员已全部清理离场，控制区内不能有人员居留。本项目所使用探伤机均具备延时曝光功能（当准备灯变绿后，连续按停扭两下，数码管两小数点同时闪烁，此时拨动码开关，可在 0.0-9.9min 之间设置延时），控制台位于非主射方向，控制台与 X 射线管头或高压发生器的连接电缆约 25m，当探伤机线缆连接长度大于控制区范围时，操作人员位于控制区外，通过控制器直接启动探伤机出束。如探伤机线缆连接长度不足时，操作人员采取设定延迟时间后自动出束功能，操作人员可在探伤机延迟曝光时间内撤离控制区）。当现场探伤工件规格、探伤机的位置及射束方向发生变化时需要重新划定控制区与监督区，重新测量控制区和监督区的实际的剂量当量率，并记录。达到预定照射时间和曝光量后关闭探伤机，每次探伤机曝光与休息时间严格按照 1:1 执行。探伤时，对现场辐射安全进行管理，不定时巡查监督区边界情况，防止无关人员逗留（遇有雷雨天、大雾、照明不足等情况，工作人员能见度低于 100m 时，应停止作业）。

③现场探伤作业完成后，本项目探伤工作人员携带个人剂量报警仪、个人剂量计和辐射巡测仪经确认探伤机关机后，进入控制区，收回 X 射线探伤机，取下胶片，解除警戒，清理现场，将探伤机运行至公司的探伤机贮存间，将胶片带回，在公司暗室进行洗、评片。

现场相关记录（X 射线探伤任务指令单、进出场所记录表、监测布置图、现场射线剂量监测记录表和现场记录（含控制区和监督区的划分）资料等，详见附件 5）应与

工作方案一并存档备查。现场探伤作业流程及产污环节图见图 9-4。

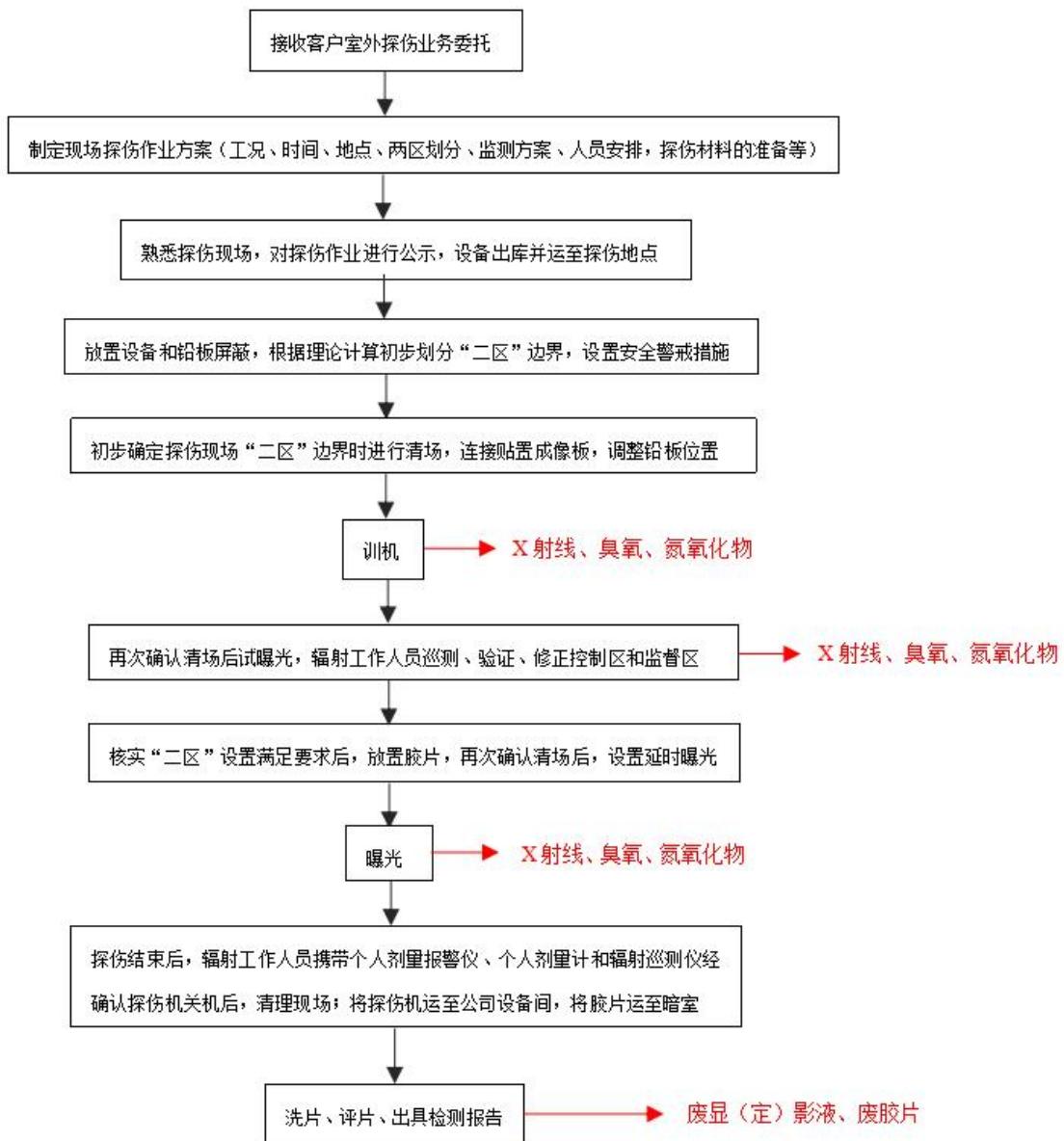


图 9-4 探伤作业流程及产污环节示意图

#### 9.1.4 曝光曲线制定工作流程

每台 X 射线探伤机使用之前应制作相应的曝光曲线，并定期对曝光曲线进行校验。新购或大修后的设备应重新制作曝光曲线，曝光曲线制作过程也产生 X 射线。根据建设单位提供资料，一般情况下，X 射线探伤机首次购买后以及返厂维修后，设备均由厂家进行训机和制作曝光曲线。

#### 9.1.5 洗片工作流程

本项目洗、评片均在厂房二栋一层的暗室中进行，公司在现场探伤照射后的胶片由辐射工作人员当天运回公司暗室洗片。具体洗片工作流程如下：

①探伤前配制化学试剂：遵照药粉制造商包装上的说明和配方，按说明书规定的温度配置好化学药剂。

②探伤后，将照射过的暗袋带至暗室，拆开暗袋，取出胶片放入洗片夹。从取出胶片直至定影操作结束，以下所有操作过程都必须在暗室环境下进行。

③显影：将带胶片的洗片夹依次放入显影槽（容器）内，视放置位置，保证胶片之间的间隔至少为 12.7mm，不要多放。正常显影在 20°C 时为 5~8 分钟。显影过程中，最好是一分钟内将胶片作水平和垂直方向搅动数秒钟。

④停影：在显影结束后，将洗片夹从显影槽内取出，放入流动清水中去除胶片上附着的残留显影液。

⑤定影：将停显后的胶片立即放入定影槽内，胶片在定影液中不得互相接触，为保证均匀而快速的定影，胶片在刚浸入定影液时，以及一分钟后，均应作上下方向的搅动约 10 秒钟，然后让其在定影液中浸渍到定影结束。定影时间至少为到底片通透时间的两倍，但对于刚配制不久的定影液，定影时间不得超过 15 分钟。

⑥冲洗：定影完成后，将洗片夹从定影槽中取出，放置在流动水中冲洗 20~30 分钟。

⑦润湿和干燥：冲洗完成后，可把胶片浸入润湿剂中约 30 秒。然后将胶片从洗片夹中取出，通过悬挂或其他方式将胶片在环境温度的静止空气或循环空气下进行干燥。

洗片、评片结束后，将废显（定）影液和废胶片分类收集后运输到废液间的专用容器内暂存，最终交由有资质单位回收处置，建立钢结构室危险废物管理台账（内容包括：废物名称、产生日期、转移日期，去向及经办人等）并存档（见附件 5）。

### 9.1.6 射线装置的探伤对象及探伤工况

#### （1）探伤作业场景及探伤时间

在正常探伤工况下，为了防止 X 射线管烧毁并延长其寿命，运行时的管电压和管电流通常会有较大余量，一般低于最高管电压和管电流。同时根据不同的工件厚度，操作人员会设置相适应的管电压以及管电流。

本项目探伤机主要用于钢桥梁结构焊缝探伤，探伤地点主要位于桥梁工程区范围内，探伤对象为 5mm~50mm 钢结构焊缝内部气孔、夹渣、裂纹及未焊透等缺陷。

## (2) 探伤时间

伟茂公司年探伤工作保守估计约 120 天，每台探伤机每次训机时间约 5min，保守考虑每天训机一次，训机年出束时间约为 10h；每次试运行（即确定两区划分）最长出束时间约 3min，保守按每拍一张片探伤机均需试运行出束（探伤工况发生改变，从而改变控制区和监督区的范围），年出束时间为 75h；探伤机一年最多拍片数量约 1500 张，拍一片片子 X 射线机出束时间最长出束时间约为 5min，拍片最大年出束时间约为 125h；每台探伤机年总出束时间共 210h。

正常探伤工况下，X 射线探伤机运行时的管电压和管电流一般低于最高管电压和管电流。

## (3) 铅板布置及使用要求

布置：本项目探伤机在探伤过程中，出束方向为朝上、朝下及水平方向这三种情况，根据安全角度考虑：①当主射方向朝上和朝下时，不使用铅板②当主射束方向水平时，在多数工作环境下可在主射束方向使用铅板，少数工作环境下不便使用铅板（如高空环境）。

使用要求：①表面：表面应平整无暇，无明显划痕、凹陷和锈迹。②防护措施：操作人员在与铅板接触时，应穿戴合适的防护装备，如手套、护目镜等。③支撑结构和固定方式：使用坚固的支撑结构，如金属框架，防止铅板因外界因素导致的位移或倾倒；使用适当的紧固件，如螺栓、链条或绑带，将铅板固定在支撑结构上。

### 9.1.7 工作人员职责划分

表 9-2 人员职责划分情况

| 人数                      |       | 职责  | 备注                         |
|-------------------------|-------|---|----------------------------|
| 共 12 名辐射工作人员（每台探伤机 4 人） | 2（每台） | 探伤机操作人员，主要负责探伤机开关机及现场探伤机参数调整，胶片放置等工作  | 人员职责在探伤小组成立时，人员设置与职责进行固定划分 |
|                         | 2（每台） | 探伤机探伤前，监督区及控制区大致划分，试片时，持剂量率监测仪（便携式）对监督区及控制区精确划分；探伤时，对现场辐射安全进行管理，不定时巡查监督区边界情况，防止无关人员逗留 |                            |

### 9.2 污染源项描述

由 X 射线探伤机的工作原理可知，高速电子与靶物质发生碰撞，就会产生轫致辐射

X射线和低于入射电子能量的特征X射线，当电子在靶核附近通过，被靶核的库仑场减速时，电子的部分动能转化为相等能量的X射线发射出来，即轫致辐射X射线。因此，X射线装置在工作时会产生较高能量的X射线，少量的X射线泄漏和散射射线，对周围环境造成辐射污染影响。另外，探伤时还会产生少量的臭氧及氮氧化物。X射线发生器的管电压越高，它所产生的X射线束的能量越大即穿透物质的能量越强。但随着电源的关闭，X射线也随之消失，对周围环境和人体健康无影响。因此，在开机运行状态下，X射线是污染环境的主要污染因子。

本项目X射线探伤机应用过程不产生放射性三废。

### **(1) 正常工况**

①X射线探伤机在试片、正式探伤曝光期间产生的X射线，经透射、散射对周围环境产生辐射影响。

②X射线与空气中的氧发生电离作用产生的少量臭氧及氮氧化物。

③本项目采用胶片感光成像，正常工况下，洗片及评片会产生感光材料废物（废定影液、废显影液、废胶片等）。废胶片、废显影液、废定影液属于“国家危险废物名录”中规定的危险废物，其危废编号为HW16。

本项目每台探伤机一年最多拍1500张片，废片率按3%计算，最多产生废胶片45张/年，废显影液、废定影液共约100L/a，则3台共产生135张/年，废显影液、废定影液共约300L/a。建设单位应将其分类收集，暂存在废液间内并粘贴危险废物标识，不外排。

### **(2) 事故工况**

①人员误照射：主要发生的辐射事故是由于对作业现场划定的控制区、监督区管理不到位，导致人员误入该区域引起误照射。

②在不适合探伤的场地实施现场探伤，对公众或工作人员造成不必要的照射。

③探伤时用较大工况探伤较薄的工件；

④正常探伤时无工件遮挡；

⑤正常探伤时，铅板未架设稳定而滑落或者探伤机未进行固定而造成探伤机主射线束平行于地面，周围人员受到误照射；

⑥探伤机丢失、被盗，对环境和社会产生危害（向公安机关报案110）。

⑦探伤机摆置不当，机头未投射于工件位置，而直接射向人员居留位置，而导致误

照射。

建设单位应严格落实安全管理制度，按操作规程进行探伤作业，避免辐射事故的发生。

### **(3) 非放射性污染**

由于本项目使用 X 射线探伤机曝光时产生的 X 射线能使空气电离，会产生少量臭氧和氮氧化物，但本项目产生的臭氧量很小且现场探伤不是在密闭的场所内，室外空气流通可使系统产生的少量臭氧和氮氧化物浓度迅速降低，因此产生的臭氧和氮氧化物的环境影响可以忽略不计。

本项目在探伤作业使用胶片照相时，需对拍摄的感光片进行显（定）影，在此过程产生的一定数量的废显（定）影液及废胶片。根据建设单位提供资料，本项目每台探伤机年拍片量约为 1500 张，废显（定）影液产生量约为 100L，废胶片为 45 张。故废显（定）影液总产生量约为 300L，废胶片为 135 张。《国家危险废物名录（2021 年版）》可知，公司产生的废显（定）影液及废胶片属 HW16 感光材料废物，需按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）（2023 年 7 月 1 日实施）和《危险废物收集贮存运输技术规范》（HJ2025-2012）相关要求进行收集和暂存并最终交由有资质单位回收处置。

## 表 10 辐射安全与防护

### 10.1 项目安全设施

#### 10.1.1 辐射防护措施

现场探伤作业应综合考虑探伤设备的控制器与 X 射线管及被探物体的距离、照射时间和屏蔽条件等因素，选择最佳的设备布置，以确保进行现场探伤时，人员的受照剂量低于剂量限值，同时操作人员尽可能利用各种屏蔽方式保护自己。

#### 10.1.2 现场探伤辐射安全分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 中的相关要求，本项目将 X 射线现场探伤工作场所划分为控制区和监督区，实施分区管理，并在相应的边界设置警示标示。

将作业场所中周围剂量当量率大于  $15\mu\text{Sv}/\text{h}$  的范围内划为控制区；将控制区边界外、作业时间周围剂量当量率大于  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$  的范围划为监督区。探伤作业前，根据射线装置和被检物体的距离、照射方向、实际和屏蔽条件的因素，利用现场地形、地物屏蔽，选择最佳的设备布置位置，对探伤现场划定的控制区和监督区区域进行清场，射线工作期间辐射工作人员应撤至监督区，控制区不能有人员居留，不能在控制区内进行其他工作，并注意控制在监督区边界附近不停留无关人员。

##### (1) 本项目分区管理措施

建设单位对每个现场探伤工作场所划分为控制区、监督区，并实行“两区”管理制度。

###### 1) 控制区管理措施：

作业场所中剂量率大于  $15\mu\text{Sv}/\text{h}$  的范围内划为控制区，探伤前分区需根据理论计算（见第 11 章节环境影响分析内容）按照现场记录单进行初步划分，试运行测量阶段需要使用便携式辐射剂量仪对现场进行测量，从远处向靠近射线机的方向进行探测。应考虑现场地形、周围环境、巡查难度、探伤作业的安全性等条件并根据测量情况进行准确划分。

①控制区要求用红色警戒线围住，在控制区边界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。

②由于现场探伤时间段为晚上 22:00~次日 05:00, 夜间视野范围受限, 不便于观察控制区情况。因此必须在控制区边界设立灯光警示和相应的警告牌, 使控制区范围内拥有良好的照明, 便于工作人员观察、巡查, 若控制区范围较大或者有实体物体遮挡导致控制区内部分区域不在工作人员视野范围内, 应安排人员进行巡查。

③工作人员操作位应位于控制区外, 射线工作期间在控制区内不可同时进行其他工作, 不能有人员居留。

④应采取措施适当的屏蔽措施, 如利用铅板 (尺寸为 1000mm×1000mm, 铅当量为 4mmPb) 或利用场地墙体屏蔽等方式, 使控制区尽可能小且范围适度。

⑤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。

⑥操作位位于非主射束方向, 在控制区边界外, 应结合现场环境选择最佳位置。

⑦探伤作业期间还应对控制区外代表点的周围剂量当量率进行监测, 尤其是探伤机的主射方向, 辐射束的方向发生改变时如有必要应调整控制区的边界。

## 2) 监督区管理措施:

作业场所中剂量率大于  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$  的范围内划为监督区, 探伤前分区需根据理论计算值 (见第 11 章节环境影响分析内容) 按照现场记录单进行初步划分, 试运行测量阶段需要使用便携式辐射剂量率对现场进行测量, 从远处向靠近射线机的方向进行探测。应考虑现场地形、周围环境、巡查难度、探伤作业的安全性等条件, 并根据测量情况进行准确划分。

①监督区边缘设置黄色警戒线, 悬挂“无关人员禁止入内”的警告牌及电离辐射标志; 探伤期间安排人员在监督区外巡视。

②由于现场探伤时间段为晚上 22:00~次日 05:00, 夜间视野范围受限, 不便于观察监督区情况, 因此必须在监督区边界设立灯光警示和相应的警告牌, 使监督区范围内拥有良好的照明, 便于工作人员观察、巡查, 若监督区范围较大或者有实体物体遮挡导致监督区内部分区域不在工作人员视野范围内, 应安排人员进行巡查。

③探伤作业时, 每名辐射工作人员应配备个人剂量计及个人剂量报警仪。

每次探伤工作前, 操作人员应检查探伤装置的安全锁、联锁装置、驱动装置等的性能。

应尽量避免在人群密集区和居民区等敏感点进行现场探伤, 无法避免时, 必须

使用铅板屏蔽（若需携带的铅板过重，可分开携带几个厚度较小的铅板，通过叠加的方式达到所需屏蔽，可用卷或折叠的方式收纳携带，便于携带），根据现场实际情况，使 X 射线探伤机的有用线束方向避开最近的敏感点，同时使其他敏感点也处于监督区范围之外。划定工作区域，把无关人员疏散至监督区以外在监督区边缘设专人警戒，防止无关人员进入监督区，禁止人员进入控制区，引起不必要的意外照射。

当现场探伤透照工艺和工件规格发生变化时需要重新划定控制区与监督区，重新测量控制区和监督区的实际的剂量当量率，并记录。达到预定照射时间和曝光量后关闭探伤机。探伤时，对现场辐射安全进行管理，不定时巡查监督区边界情况，防止无关人员逗留。作业结束后，必须用剂量率监测仪（便携式）进行监测，巡测人员应佩戴个人剂量报警仪，确定探伤机关机收回，由巡测人员在检查记录上签字，方能携带探伤装置离开现场。

### 10.1.3 巡测

建设单位应为辐射工作人员配备剂量率监测仪（便携式），仪器能量响应范围需大于射线装置的能量范围，配备仪器响应时间尽可能短。建设单位每次探伤前初步划分控制区和监督区后，试运行测量阶段需要进行控制区和监督区的精确划分：周围剂量率大于  $15\mu\text{Sv}/\text{h}$  的范围内划为控制区，大于  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$  的范围内划为监督区。现场巡检时需要：

①探伤工作开始前，应对剂量率监测仪（便携式）进行检查，确保能够正常工作，射线出束期间，剂量率监测仪（便携式）应一直保持开机状态，防止工作人员受到超剂量照射。

- ②从远处向靠近射线机的方向进行探测；
- ③探测时应在探伤机的东南西北及主射束方向五个方向进行探测；
- ④巡测人员需配备个人剂量计和个人剂量报警仪（带剂量显示功能）；
- ⑤每次曝光结束后，需要用剂量率监测仪（便携式）确认关机后，才可进入控制区。

### 10.1.4 X 射线探伤机固有安全防护措施

（1）开机时系统自检：开机后控制器首先进行系统诊断测试，若诊断测试正常大约 30s 后出现如下提示：准备指示灯变绿；蜂鸣器持续地响一声或两声。示意操作

者可以进行曝光或训机操作。若诊断出故障，在显示器上显示出故障代码，提醒用户关闭电源，与厂家联系并维修。

(2) 本项目探伤机控制箱上设置有 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。

(3) 设备停止工作一定时数以上，再使用时要进行训机操作后才可使用，避免 X 射线发生器损坏。

(4) 探伤机有辐射警告标志：提醒辐射工作人员预防危险，从而避免事故发生。

(5) 控制箱上设置有钥匙开关，只有在打开控制箱钥匙开关后，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。

(6) 准备指示灯：开机系统诊断状态正常，准备指示灯显示黄色；灯绿表示控制器可以进行曝光操作。

(7) 高压指示灯：灯红表示 X 射线发生器正在曝光。

(6) 声光报警装置：设备自带状态指示灯和声音提示装置。

(7) 急停按钮和安全警示灯联锁：紧急情况下，按下急停按钮，射线装置停止出束。安全警示灯联锁接口用于控制安全警示灯与设备相连，X 射线装置出束时，警示灯报警，射线装置停止出束时，警示灯停止报警。

(8) 延时启动功能：本项目探伤机设置有延时功能，延时时间为 0-9.9min，能延时启动曝光系统。辐射工作人员有足够的时间可快速离开，以减轻 X 射线的吸收剂量，防止 X 射线损害身体健康，尽可能降低操作人员的受照剂量。

(9) 连接电缆：当探伤机线缆连接长度大于控制区范围时，操作人员位于控制区外，通过控制器直接启动探伤机出束。如探伤机线缆连接长度不足时，操作人员采取设定延迟时间后自动出束功能，操作人员可在延迟时间内撤离控制区范围外。

### 10.1.5 人员培训

加强从业人员管理，按照法规要求做好人员培训工作，本项目所有辐射工作人员均已进行辐射防护知识培训及考核，持证上岗。建设单位应根据人员变动情况，及时安排新增人员和培训证书过期的辐射工作人员在生态环境部辐射安全与防护培训平台上参加培训，考核合格后方可上岗。

### 10.1.6 剂量监测与报警装置

本项目拟为辐射工作人员配备个人剂量计及个人剂量报警仪,要求在探伤工作期间必须佩戴个人剂量计及个人剂量报警仪,公司将委托第三方检测机构对本单位辐射岗位的工作人员进行个人剂量检测,辐射工作人员按要求佩戴个人剂量计上岗,定期送检,监测周期最长不超过90天,个人剂量档案和健康档案终身保存。探伤机拟配备一台剂量率监测仪(便携式),用于X射线探伤装置辐射防护检测,在现场探伤工作期间,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。本项目现场探伤配备的剂量监测和报警装置见表10-1。

表10-1 监测仪器配备情况

| 序号 | 名称                        | 拟配备仪器 | 配备情况   | 剂量率监测仪(便携式)参数   |
|----|---------------------------|-------|--------|---|
| 1  | 个人剂量计                     | 待定    | 拟配备12个 |   |
| 2  | 个人剂量报警仪<br>器(带剂量显示功<br>能) | 待定    | 拟配备12个 | 量程: $1\times10^{-8}\text{Gy/h}\sim1\times10^{-2}\text{Gy/h}$<br>相对固有误差: $<\pm15\%$<br>能量响应: 50keV-3MeV; |
| 3  | 剂量率监测仪(便<br>携式)           | 待定    | 拟配备3台  |   |

注:拟配备的剂量率监测仪(便携式)的相关参数参考《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)。

剂量率监测仪应在国家计量部门或其授权的校准机构检定/校准或定期自行检定/校准,保证量值可溯源至国家计量基准。校准因子应准确使用;仪器检修后需重新检定/校准。为保证监测数据的准确可靠,计量器具应定期核查,核查周期的长短取决于其可靠程度、故障率等因素。核查方法可自行确定,可选取个别关键指标进行核查,操作应方便快捷,核查结果应能确定仪器是否适用,但不宜用于修正仪器的校准因子,除非监测方法另有规定。如核查误差超过15%时(监测方法规定了误差要求的,以监测方法规定为准),仪器应停用,检查原因,重新检定/校准。

### 10.1.7 其他安全管理措施

(1) 本项目的X射线探伤机对产生的X射线用屏蔽套屏蔽,射线装置泄漏辐射不会超过相应国家标准规定的限值,且本项目X射线装置装有可调限束装置,使装置发射的线束宽度尽量减小,以减少泄漏辐射。同时针对不同厚度的探伤工件建设单位将设置不同的曝光工况和曝光时间,以减小不必要的照射。

(2) 探伤作业期间,辐射工作人员应利用探伤周围设施防护,如墙体、拐角等

有利地形，应地制宜，选择有利地形，有效地降低射线对人体的照射剂量。

(3) 在现场探伤作业时拟在主束方向采取铅屏蔽防护，探伤机配置 4mm 厚可移动铅板。根据业主提供的资料，现场探伤时，探伤机与探伤工件距离不大于 0.8m，且本项目探伤机的主射方向辐射角为 40+5°，因此，保守考虑，本项目探伤时选取边长为 1m 的方形铅板作为屏蔽措施。

(4) 应在作业现场边界外公众可达地点放置安全信息公示牌，为了进一步加强现场探伤辐射安全管理，确保辐射安全和公众健康，本环评参照《关于进一步加强γ射线移动探伤辐射安全管理的通知》(环境保护部办公厅函，环办函[2014]1293 号)中要求，提出以下建议：

在从事现场探伤时，应在作业现场边界外公众可达地点放置安全信息公示牌，将辐射安全许可证、公司法人、辐射安全负责人、操作人员和现场安全员的姓名、照片、资质证书和生态环境部门监督举报电话等信息进行公示，接受公众监督。安全信息公示牌面积应不小于 2 平方米，公示信息应采取喷绘(印刷)的方式进行制作。安全信息公示牌应适应野外作业需要(具备防水、防风等抵御外界影响的能力)，确保信息的清晰辨识。公示信息如发生变化应重新制作安全信息公示牌，禁止对安全信息公示牌进行涂改污损。

#### (5) 确定监测方案

根据每次探伤的具体工况明确监测点位、监测设备、监测因子及监测频次，预先制定监测结果记录表格。监测点位至少应考虑控制区边界、监督区边界以及探伤操作人员位置等。

#### (5) 时间防护

①熟练操作：探伤人员熟练操作可尽可能地缩短照射时间，减少重复照射的几率。本项目辐射工作人员上岗前均需取得辐射安全培训合格证书并通过公司内部的辐射安全与防护培训，熟悉现场探伤操作规程，且每次探伤作业前，辐射工作人员均提前制定探伤计划，做好充分准备，操作时力求熟练、迅速。如果工作量大，工作人员需在强辐射场内进行工作应采取轮流、替换的办法，严格限制每个人的操作时间。如果工程区域周围有人群等敏感目标，作业时间尽量避开公众活动的高峰时段。

②优化曝光时间：在确保工件质量的前提下，在每次使用探伤机进行探伤之前，

根据工件满足的实际质量要求制定最优化的探伤方案,选择合理可行尽量短的曝光时间,减少工作人员和相关公众的受照射时间。

### 10.1.8 运输和贮存

#### 1、运输

(1) X 射线探伤装置: X 射线探伤装置在未接通电源的情况下,无射线产生,所以在运输过程中无需额外防护,但需保证 X 射线装置的运输安全。

①使用专用车辆运输,每车至少安排 2 名操作人员随车押运。

②在包装和运输过程中,应采用防震、防潮、防尘的材料和方法,避免对设备造成损害。

③在存放射线装置的包装外设置明显的电离辐射警示标志。

#### (2) 铅板:

①运输前准备:应了解铅板的规格、重量、特性及运输路线和环境条件。根据铅板的特点选择合适的运输工具和装载方式,如货车、平板车等,确保铅板在运输工具上平稳放置。同时对运输工具进行检查和维护,确保其处于良好状态。

②包装:可使用坚固的木箱或金属框架来固定铅板,避免其在运输过程中移动或碰撞;可在铅板的边缘和角落添加防护材料,如泡沫塑料、橡胶垫或防震材料,以减少冲击和压力避免刮擦和压损;若铅板过大过重可将铅板分成小块进行包装,减少运输过程中的风险。

③装载:使用专业的装卸设备,如叉车或起重机,避免人工搬运造成的损伤。

④运输路线规划:选择平坦、宽敞的道路进行运输,避免经过颠簸或狭窄的路段。避开施工区域和交通繁忙的时段,减少不必要的延误和风险。

⑤运输途中的管理:定期检查铅板的包装状况,确保防护措施完好无损。监控运输工具的运行状态,避免因颠簸或急转弯导致的铅板移位或碰撞。在恶劣天气条件下,采取额外的防护措施,如覆盖防水布,以防铅板受潮或腐蚀。

#### 2、贮存

本项目探伤机无探伤任务时贮存于厂房一层设备间储物柜内。设备间拟采取一系列的措施以保证设备安全,包括:

(1) X 射线探伤机出库作业前辐射工作人员需报相关领导批准后方可出库开展

探伤工作，探伤完毕后，探伤机需及时送回公司设备间进行保管。

（2）限制出入

①设备间门钥匙由设备负责人保管，只有当设备负责人在场时，才可以打开设备间门上的锁。钥匙保管员请假或特殊情况离开时，钥匙应移交给单位负责人保管，并作好交接记录。

②设置警示标志：在设备间入口处设置明显的警示标识提醒未经授权的人员不得入内。

（3）射线装置主机、线缆分开存放。

（4）设备间储物柜实行“双人双锁”管理。

（5）防盗

①定期检查：定期对设备间进行安全检查，确保设备和保存设施的完好，并及时处理发现的安全隐患。

②安装监控系统：在存放区域安装监控实行 24h 实时监控，可清晰观察设备间人员出入情况。

③每次工作人员领用或归还探伤机时需填写设备领用/归还登记表，记录领用/归还人员、领用/归还时间、领用/归还时设备状态等（见附件 5），一旦发生盗窃案件，立即向公安机关报案。

### 10.1.9 本项目现场探伤物料配备

公司进行 X 射线探伤时，拟为辐射工作人员配备了个人剂量计、个人剂量报警仪（带剂量显示功能）、剂量监测仪（便携式）、电离辐射警告标志和警戒线等必备探伤物料，详见表 10-2。所有辐射安全与防护用品均由专人保管和定期维护，确保能正常使用，领取和归还还需办理相关登记手续。

表 10-2X 射线探伤物料配备

| 编号 | 名称           | 配备情况    | 备注  |
|----|--------------|---------|---|
| 1  | 警戒线、电离辐射警告标志 | 拟配备若干   | 在控制区和监督区边界用警戒线围住，并张贴警告牌及电离辐射标志。   |
| 2  | 剂量监测仪（便携式）   | 拟配备 3 台 | 试运行测量阶段使用剂量监测仪（便携式）对现场进行控制区和监督区的精确划分。探伤机出束进行探伤过程中，工作人员携带剂量监测仪（便携式）防止工作人员受到超剂量照射。探伤结束后，携带剂量监测仪（便 |

|    |         |                            |   |
|----|---------|----------------------------|---|
|    |         |                            | 携式)确认探伤机停止出束后进入控制区收回 X 射线机。                             |
| 3  | 个人剂量计   | 拟配备 12 个, 每个季度定期检测         | 辐射工作人员工作期间佩戴个人剂量计, 每三个月送检。                              |
| 4  | 个人剂量报警仪 | 拟配备 12 个                   | 辐射工作人员工作期间佩戴个人剂量报警仪, 防止工作人员受到超剂量照射。                     |
| 5  | 对讲机     | 辐射工作人员每人拟配备 1 个, 共 12 个。   | 现场探伤工作期间方便辐射工作人员沟通使用                                    |
| 6  | 铅板      | 拟配备 4mm 厚方形铅板, 边长为 1m, 3 件 | 现场探伤作业时拟在主束方向采取铅屏蔽防护, 减小控制区和监督区范围。                      |
| 7  | 声光报警装置  | 拟配备 3 个                    | 探伤机出束时发生声光报警提示。   |
| 8  | 照明灯     | 拟配备若干                      | 使控制区和监督区的范围清晰可见且有良好的照明。                                 |
| 9  | 灯光警示    | 拟配备若干个                     | 夜间进行探伤作业时, 在控制区和监督区边界设立灯光警示和相应的警告牌。                     |
| 10 | 安全信息公示牌 | 拟配备若干块                     | 在检测区域和以及周边公众可达地点放置安全信息公示牌。                              |
| 11 | 钥匙开关    | 设备自带                       | 控制台上设置有钥匙开关, 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。 |
| 12 | 急停按钮    | 设备自带                       | 控制台设置有急停按钮和安全警示灯联锁接口。                                   |
| 13 | 安全警示灯   | 设备自带                       |   |

#### 10.1.10 总结和对比分析

建设单位拟使用 X 射线装置进行现场探伤, 对照《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 对现场探伤辐射安全与防护措施进行评价, 详见表 10-3。

表 10-3X 射线装置现场探伤辐射安全措施对照分析

| 《工业探伤放射防护标准》<br>(GBZ117-2022) 要求       | 本项目方案                                   | 是否<br>满足 |
|--|---|----------|
| 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 | 建设单位在接受现场探伤任务后, 在实施移动式探伤工作之前, 制定现场探伤作业方 | 满足       |

|  |  |    |
|--|--|----|
| 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。   | 案，作业方案包括：工况、地点、时间、工作人员、两区范围、监测方案和清场方式等。  |    |
| 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。 | 探伤作业前，先安排工作人员熟悉探伤作业地点、工作条件和被检工件的基本信息。需对探伤作业的具体情况进行公示，在控制区和监督区边界设立灯光警示和相应的警告牌，必要时设专人警戒。公示的同时利用广播（或手持大功率喊话器等）通知射线作业场所和时间。                              | 满足 |
| 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。   | 本项目拟购 3 台探伤机，配备 12 名辐射工作人员，安排 2 名操作人员，安排 2 名辐射工作人员负责现场辐射安全管理工 作。   | 满足 |
| 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。  | 建设单位现场探伤作业时，对工作场所实行分区管理，将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv}/\text{h}$ 的范围内划为控制区；将控制区边界外、作业时间周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 的范围划为监督区，并在两区的边界设置警示标示。 | 满足 |
| 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。  | 建设单位现场探伤过程中在控制区边界上设置明显的红白警戒线，设置清晰可见的电离辐射警告标志和“禁止进入射线探伤区”的警告牌。探伤工作人员在控制区边界外操作。  | 满足 |
| 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。  | 在进行区域划分时，建设单位会充分考虑使用地形优势进行划分，并在控制区边界拉起警戒线。   | 满足 |
| 现场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，X 射线探伤机应用准直器，视情况采用局部屏蔽措施（如铅板）。   | 现场探伤作业过程中，控制区内不进行其他工作。配备铅板屏蔽，会根据现场实际情况进行使用。  | 满足 |
| 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。                               | 建设单位拟为每台探伤机配备 1 台剂量率监测仪，现场探伤期间，并定期对其开展检定/校准工作；每名辐射工作人员拟配备 1 个个人剂量报警仪，共 12 个。   | 满足 |
| 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。  | 本项目探伤作业期间会对控制区边界上代表点的剂量率进行检测，若探伤的位置在此方向或射线束的方向发生改变时，将调整控制区的边界。   | 满足 |

|  |   |    |
|--|---|----|
| 应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 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。 | 本项目会将控制区边界外，作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 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，同时设置专人警戒。 | 满足 |
| 探伤机控制台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。  | 本项目控制台一般放置于控制区外，且操作采取延时曝光方式，曝光时控制台操作人员已退至控制区外安全区域   | 满足 |
| 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。                      | 建设单位拟配备有声光报警装置，X 射线探伤机出束时会发出声音警示。   | 满足 |
| 警示信号指示装置应与探伤机联锁。   | 建设单位拟配备的 X 射线装置有警示信号联锁接口。   | 满足 |
| 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。   | 建设单位将根据实际工作情况测试设备音量，在控制区边界如无法听到报警将采取其他措施（如扩音器及多加警示灯），保证控制区所有边界可看见或听见“预备”信号和“照射”信号。                | 满足 |
| 应在监督区边界和建筑物的进出口的醒目位置张贴电离辐射警示标识和警告标语等提示信息。  | 控制区边缘用红白警戒线围住，周围张贴“禁止进入射线探伤区”的警告牌及电离辐射标志，监督区边缘设置黄色警戒线，悬挂“无关人员禁止入内”的警告牌及电离辐射标志。                    | 满足 |
| 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。                                    | 建设单位在现场探伤过程中根据控制器与 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及现场实际情况选择最佳设备布置，并采取适当的防护措施，如使用铅板屏蔽。               | 满足 |
| 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。                             | 现场探伤时间段为晚上 22:00~次日 05:00，建设单位拟在控制区和监督区边界设立灯光警示和相应的警告牌，必要时设专人警戒，安排人员进行巡查。                         | 满足 |
| 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。  | 建设单位在试运行或首次曝光时候，将使用监测仪器进行检测，测量控制区的边界是否满足要求，会根据实际情况调整控制区的范围和边界。                                    | 满足 |
| 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。       | 在开始探伤工作之前，辐射工作人员会对便携式 X-γ 剂量率仪进行检查，确认能正常工作。现场探伤期间，剂量率监测仪始终处于开机状态                                  | 满足 |

|  |   |    |
|--|---|----|
| 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。 | 移动式探伤期间,辐射工作人员除进行常规个人监测外,将佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪,个人剂量报警仪不替代便携式X-γ剂量率仪,两者均使用。 | 满足 |
|--|---|----|

根据以上分析可知,建设单位现场探伤采取的辐射安全与防护措施和落实本次环评提出的要求后,辐射安全防护方面可满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)的要求。

## 10.2 三废的治理

### 10.2.1 臭氧及氮氧化物

本项目属于室外现场探伤,现场探伤时间较短,探伤过程产生的臭氧及氮氧化物极少,同时探伤现场开阔,臭氧及氮氧化物易于扩散。

### 10.2.2 危险废物

本项目产生的废显、定影液,废胶片分别暂存在废液间的专用容器里,在储存到一定的量以后交由有危废资质的单位处理。而本项目室外探伤工作中,在现场完成拍片后,不会在现场处理胶片,胶片运输回公司的暗室进行处理,处理过程中产生的废显影液、废定影液及废胶片最终交由有危废资质的单位处理。每年探伤活动预计产生废显、定影液为300L/a、产生废胶片135张/a。查《国家危险废物名录》(2021年版)可知,公司产生的废显影液、废定影液及废胶片属于HW16感光材料废物。

伟茂公司建设废液间时,应有防风、防晒、防雨、防漏、防渗、防腐等措施。另外,伟茂公司承诺,项目投入运营后,会与有相关资质的机构签订废物(液)处理处置及工业服务合同,由该机构定期上门对感光材料废物进一步进行处理处置。

建设单位拟采取的感光材料废物暂存措施如下:

①建设单位拟按照HJ276的要求在暗室的门口设置危险废物贮存场所标志、危险废物贮存分区标志。

②建立危险废物产生、外运、处置及最终去向的详细台账,由专人进行管理,同时建设单位应与具有相应危险废物处理资质的单位签订处理协议。

③建设单位计划将冲洗胶片产生的废液存放在专用的带盖塑料桶中,废胶片拟使用2个带盖塑料袋集封存,暂存在废液间,不同废物分开存放。贮存容器具有防渗和防腐效果,存放于废液间,避免了露天堆放。

④根据《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)的贮存设施污染控制要求,拟准备2个带盖塑料桶收集贮存废显(定)影液,容器顶部与液体表面之间保留100毫米以上的空间,预留适当的空间,防止收缩膨胀导致容器渗漏和变形,容器表面保持清洁,容器与废显(定)影液相容(不相互发生反应)。

⑤废液间地面、接缝处,裙脚应重点防渗,本项目将废显、定影液等收集后,并用塑料桶密封盛装,防止废显影液及废定影液渗漏。

⑥建设单位应定期检查危险废物的贮存情况,及时清理地面,更换破损泄漏的容器,保证废液间的设施功能完善。

⑦废液间和危险废物收集容器必须按《危险废物识别标志设置技术规范》(HJ1276-2022)的规定设置危险废物标签(如图10-1)。危险废物标签应包含废物名称、废物类别、废物代码、废物形态、危险特性、主要成分、有害成分、注意事项、产生/收集单位名称、联系人、联系方式、产生日期、废物重量和备注。危险废物标签宜设置危险废物数字识别码和二维码。

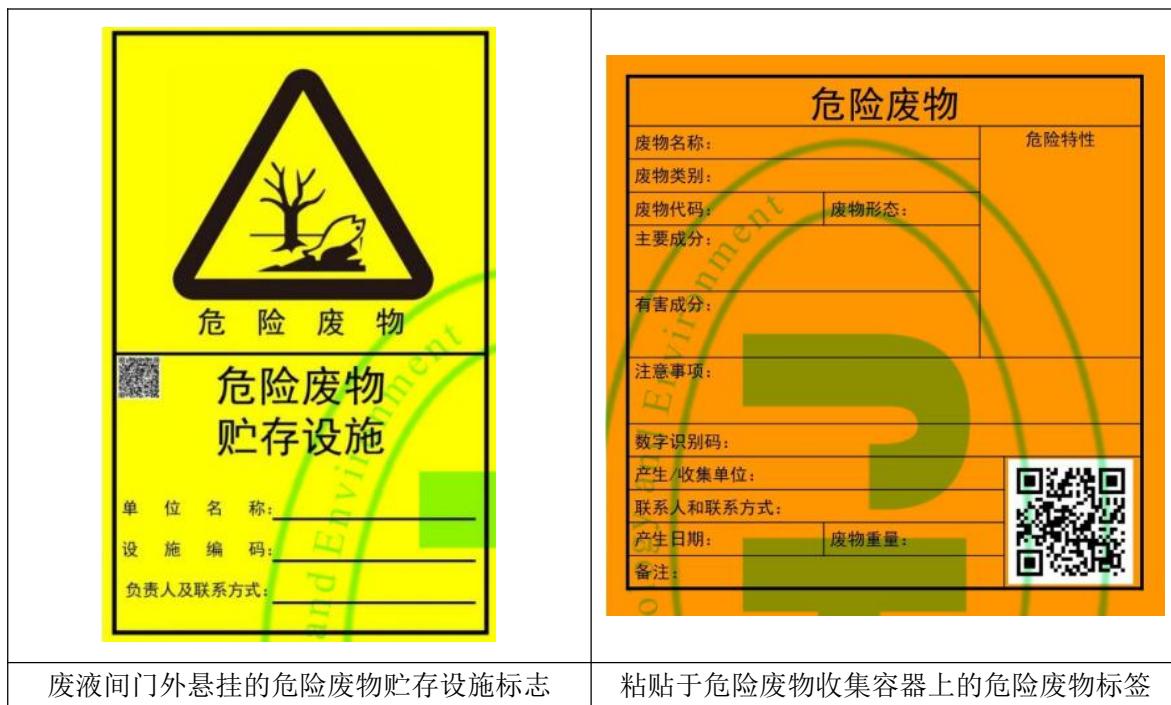


图 10-1 危险废物标志

综上分析,建设单位制定的感光材料废物处置措施较合理,满足《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)的有关要求,能有效避免感光材料废物随意排放、污染环境。

## 表 11 环境影响分析

### 11.1 建设阶段对环境的影响

该评价项目施工期对环境的影响主要为建设暗室产生的噪声、扬尘、少量施废水和建筑垃圾，施工期的环境影响是短暂的、可逆的，随着施工期的结束而消失。本项目为现场移动式 X 射线探伤项目，X 射线探伤装置装配和调试均由装置厂家完成，故本项目建设阶段不涉及射线装置使用，对周围辐射环境无辐射影响。

### 11.2 运行阶段辐射环境影响理论分析

本项目拟使用 1 台 XXG2505L 型、1 台 XXG2005L 型、1 台 XXG3005 型定向探伤机实施室外探伤作业，每台设备年探伤曝光时间最大为 210h。在探伤机探伤作业过程中，主要环境影响为 X 射线。

#### 11.2.1 周围环境辐射剂量估算

本次预测 X 射线探伤机的辐射环境影响时，主要根据最小受检工件厚度和最大管电压、管电流出束条件下估算本项目的控制区和监督区范围，给建设单位实际现场探伤时提供两区划分的参考距离。

本项目探伤业务主要为桥梁的钢结构焊缝，检测厚度一般为 5mm~50mm。根据作业场景不同，本项目探伤机在探伤过程中，出束方向主要朝向上、下及水平方向。

(1) 探伤机主射束方向朝上或朝下时无需铅板屏蔽；

(2) 主射束方向为水平时，在多数工作环境下可在主射束方向使用铅板（现场探伤的工作示意图，如图 11-1 所示，训机和试曝光时不贴胶片），少数工作环境下不便使用铅板(如：高空环境下进行现场探伤作业不便使用铅板屏蔽)。分别预测出控制区和监督区的最大和最小范围。

根据现场探伤工作方式，定向便携式 X 射线探伤现场将在主线束和非主线束两个不同范围产生距离不同的控制区、监督区边界。

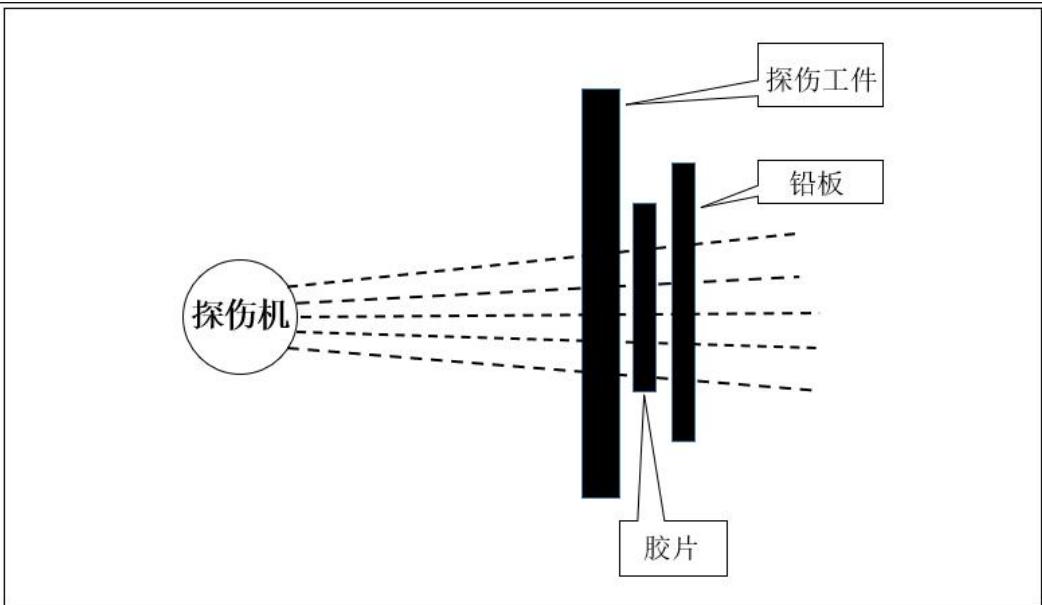


图 11-1 现场探伤的工作示意图

### (1) 有用线束方向的控制区与监督区理论计算

参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)，关注点的剂量率  $\dot{H}$  ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ) 按式 11-1 计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad (11-1)$$

从而推算有用线束衰减至剂量率限值所需的距离：

$$R = \sqrt{\frac{I \cdot H_0 \cdot B}{\dot{H}}} \quad (11-2)$$

式中：

$I$ ——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为 mA；

$H_0$ ——距辐射源点(靶点) 1m 处的输出量，单位为  $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，选取 GBZ/T250-2014 中标准值计算，本项目 X 射线探伤机采用 3mmAl 为滤过条件，最大管电压为 300kV 时，输出量保守取值为  $20.9 \text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ，即  $1.25 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；最大管电压为 250kV 时，输出量保守取值为  $13.9 \text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ，即  $8.34 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；最大管电压为 200kV 时，输出量保守取值为  $8.9 \text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ，即  $5.34 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$  如图 11-2 所示；

| 管电压<br>kV | 滤过条件     | 输出量 $H_{\mathrm{s}}$<br>$\mathrm{mGy} \cdot \mathrm{m}^2 / (\mathrm{mA} \cdot \mathrm{min})$ |
|-----------|----------|--|
| 150       | 2 mm 铅   | 18.3   |
|           | 3 mm 铅   | 5.2  |
| 200       | 2 mm 铅   | 28.7   |
|           | 3 mm 铅   | 8.9  |
| 250       | 0.5 mm 铜 | 16.5   |
|           | 3 mm 铅   | 13.9   |
| 300       | 3 mm 铅   | 20.9   |
|           | 3 mm 铜   | 11.3   |
| 400       | 3 mm 铜   | 23.5   |

注 1：表中值取自 ICRP33，在本标准中以等量值的  $\mathrm{mSv} \cdot \mathrm{m}^2 / (\mathrm{mA} \cdot \mathrm{min})$  进行屏蔽计算。

注 2：有用线束屏蔽估算时根据透射曲线的过滤条件选取相对应的输出量。

注 3：在未获得厂家给出的输出量，散射辐射屏蔽估算选取表中各千伏(kV)下输出量的最大值保守估计。

图 11-2X 射线输出量

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为 m；

B——屏蔽透射因子；

当主射束方向不使用铅板屏蔽时，根据 ICRPPublicationNo.33 中 Table5 中 200kV 条件下，5mm 的钢换算为 0.4mm 的铅，厚度为 30mm 的钢换算为 2.3mm 的铅；250kV 条件下，5mm 的钢换算为 0.3mm 的铅，厚度为 40mm 的钢换算为 3.8mm 的铅；300kV 条件下，5mm 的钢换算为 0.3mm 的铅，厚度为 50mm 的钢换算为 6.3mm 的铅见图 11-3。

本项目探伤机滤过材料均为 3mmAl，由于《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中无电压为 250kV、300kV，3mmAl 滤过条件下铅的透射因子，故 XXG2505L 型和 XXG3005 型探伤机主射线束透过铅的屏蔽透射因子保守按辐射防护手册（第一分册）中图 10.5h（图 11-4）中 0.5mmCu 进行取值。

当主射束方向使用 4mm 铅板屏蔽时，在给定屏蔽物质厚度 X 时，由附录 B.1 曲线查出相应的屏蔽透射因子 B，见图 11-4。

Table 5. Lead equivalence of various materials for low energy x rays\*

| Material                                    | Material<br>density<br>(kg m <sup>-3</sup> ) | Material<br>thickness<br>(cm) | cm lead equivalent at applied kilovoltages of |      |      |      |      |       |       |      |
|---|--|-------------------------------|---|------|------|------|------|-------|-------|------|
|   |  |                               | 50  | 75   | 100  | 150  | 200  | 250   | 300   | 400  |
| Clay brick <sup>b</sup>                     | 1 600  | 10                            | 0.06  | 0.08 | 0.09 | 0.08 | 0.08 | 0.10  | 0.11  | 0.13 |
|   |  | 20                            | 0.14  | 0.17 | 0.19 | 0.17 | 0.17 | 0.23  | 0.30  | 0.45 |
|   |  | 30                            | 0.22  | 0.27 | 0.31 | 0.26 | 0.26 | 0.40  | 0.55  | 0.85 |
|   |  | 40                            | —   | 0.38 | 0.45 | 0.37 | 0.37 | 0.60  | 0.83  | 1.27 |
|   |  | 50                            | —   | —    | —    | 0.48 | 0.48 | 0.81  | 1.13  | 1.71 |
| Barytes plaster<br>or concrete <sup>b</sup> | 3 200  | 1.0                           | 0.09  | 0.15 | 0.18 | 0.09 | 0.07 | 0.06  | 0.06  | 0.08 |
|   |  | 2.0                           | 0.18  | 0.27 | 0.33 | 0.18 | 0.14 | 0.13  | 0.14  | 0.16 |
|   |  | 2.5                           | 0.23  | 0.33 | 0.40 | 0.22 | 0.17 | 0.17  | 0.18  | 0.20 |
|   |  | 5.0                           | —   | —    | —    | 0.43 | 0.34 | 0.36  | 0.39  | 0.43 |
|   |  | 7.5                           | —   | —    | —    | 0.59 | 0.50 | 0.56  | 0.61  | 0.68 |
|   |  | 10.0                          | —   | —    | —    | —    | 0.68 | 0.77  | 0.84  | 0.95 |
|   |  | 12.5                          | —   | —    | —    | —    | —    | —     | 1.08  | 1.21 |
|   |  | 15.0                          | —   | 0.09 | 0.09 | 0.05 | 0.04 | 0.031 | 0.031 | 0.04 |
| Steel <sup>c,d</sup>                        | 7 800  | 0.1                           | —   | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | —     | —     | —    |
|   |  | 0.2                           | —   | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | —     | —     | —    |
|   |  | 0.3                           | —   | 0.05 | 0.05 | 0.03 | 0.03 | —     | —     | —    |
|   |  | 0.4                           | —   | 0.07 | 0.07 | 0.04 | 0.04 | —     | —     | —    |
|   |  | 1.0                           | —   | —    | —    | 0.25 | 0.23 | 0.281 | 0.33  | 0.43 |
|   |  | 4.0                           | —   | —    | —    | 0.33 | 0.30 | 0.38  | 0.47  | 0.65 |
|   |  | 5.0                           | —   | —    | —    | 0.40 | 0.37 | 0.49  | 0.63  | 0.88 |

<sup>a</sup> See text regarding geometry.<sup>b</sup> Binks (1955).<sup>c</sup> Kaye *et al.* (1938).<sup>d</sup> Trout and Gager (1950).

图 11-3 各屏蔽材料的 HVL 和 TVL

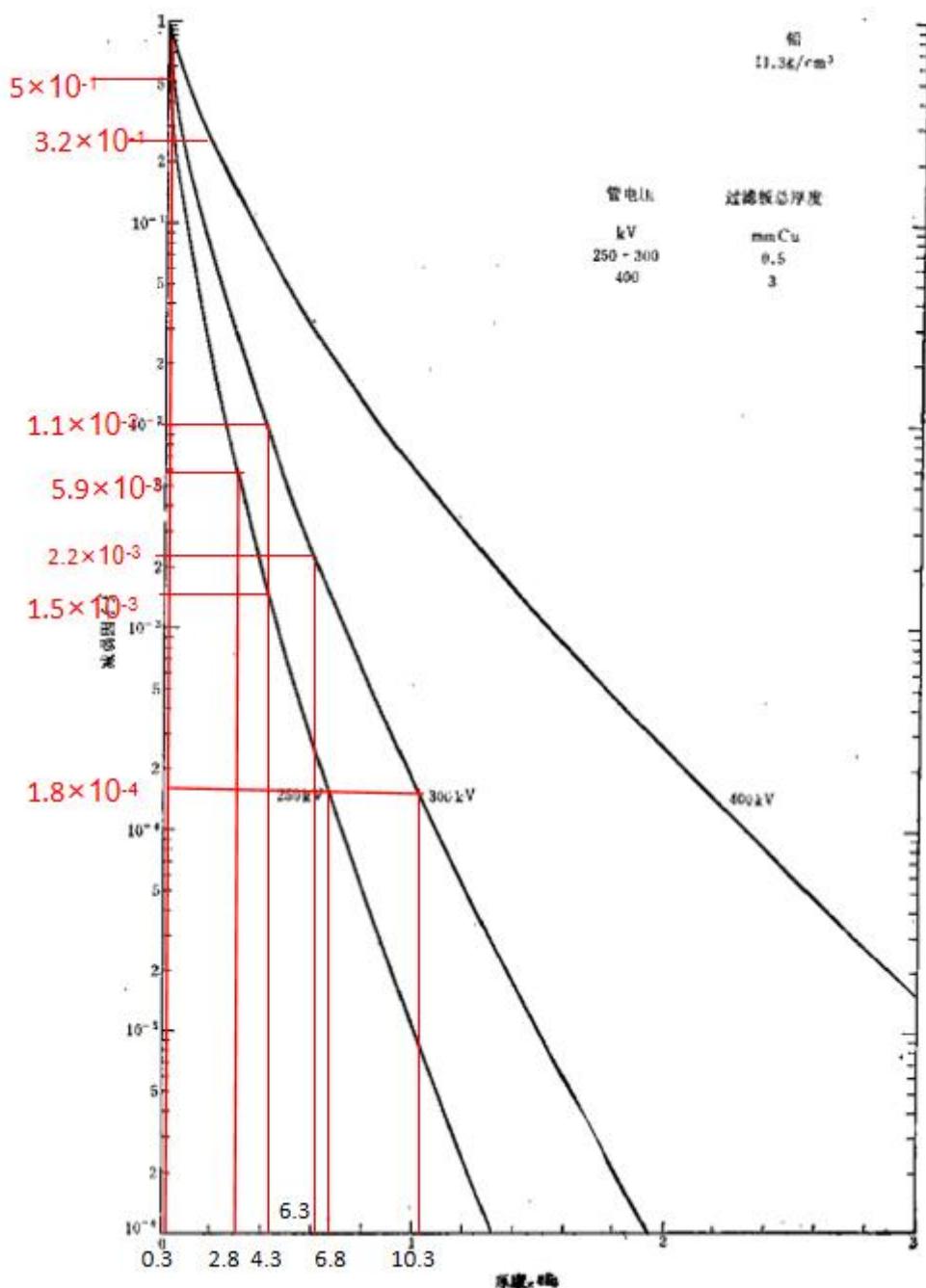


图10.5b 宽束X射线通过铅层的减弱曲线 (恒定管电压为250—400kV)<sup>104</sup>

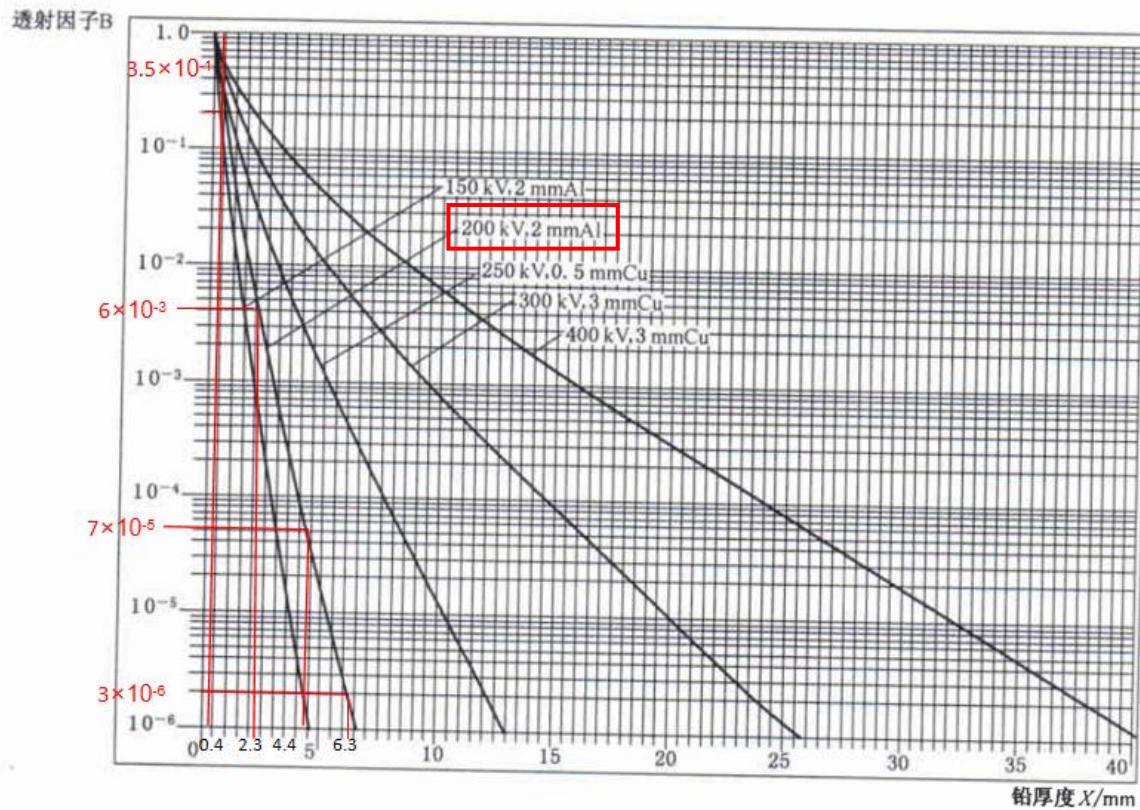


图 B. 1 X 射线穿过铅的透射

图 11-4X 射线穿过铅的透射

本项目属 X 射线探伤, 年出束时间为 210h, 每周出束时间为:  $210 \div 12 \div 4 = 4.38h$  (4.38 < 7), 因此应将作业场所中周围剂量当量率大于  $15\mu\text{Sv}/\text{h}$  的区域划为控制区。根据式 11-2 及表 9-1 中参数计算, X 射线探伤机主射束方向无屏蔽时, 控制区和监督区的边界距离如表 11-1 所示。

表 11-1 定向 X 射线探伤机主射线束方向控制区及监督区计算结果

| 探伤机型号    | 区域  | 边界剂量当量率限值                   | 离靶 1m 处的输出量<br>$\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ | 探测厚度(mm) | 等效铅当量<br>(mm) | B       | 边界距离 R<br>(m) |
|----------|-----|-----------------------------|---|----------|---------------|---------|---------------|
| XXG2005L | 控制区 | 15 $\mu\text{Sv}/\text{h}$  | 5.34E+05  | 钢: 5mm   | 0.4           | 3.5E-01 | 250           |
|          | 监督区 | 2.5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ | 5.34E+05  | 钢: 5mm   | 0.4           | 3.5E-01 | 611           |
|          | 控制区 | 15 $\mu\text{Sv}/\text{h}$  | 5.34E+05  | 钢: 30mm  | 2.3           | 6E-03   | 33            |
|          | 监督区 | 2.5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ | 5.34E+05  | 钢: 30mm  | 2.3           | 6E-03   | 80            |
| XXG2505L | 控制区 | 15 $\mu\text{Sv}/\text{h}$  | 8.34E+05  | 钢: 5mm   | 0.3           | 3.2E-01 | 298           |
|          | 监督区 | 2.5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ | 8.34E+05  | 钢: 5mm   | 0.3           | 3.2E-01 | 731           |
|          | 控制区 | 15 $\mu\text{Sv}/\text{h}$  | 8.34E+05  | 钢: 40mm  | 2.8           | 5.9E-03 | 40            |
|          | 监督区 | 2.5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ | 8.34E+05  | 钢: 40mm  | 2.8           | 5.9E-03 | 99            |
| XXG3005  | 控制区 | 15 $\mu\text{Sv}/\text{h}$  | 1.25E+06  | 钢: 5mm   | 0.3           | 5E-01   | 456           |
|          | 监督区 | 2.5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ | 1.25E+06  | 钢: 5mm   | 0.3           | 5E-01   | 1,118         |
|          | 控制区 | 15 $\mu\text{Sv}/\text{h}$  | 1.25E+06  | 钢: 50mm  | 6.3           | 2.2E-03 | 30            |
|          | 监督区 | 2.5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ | 1.25E+06  | 钢: 50mm  | 6.3           | 2.2E-03 | 74            |

当主射束方向为水平时，在增加 4mm 铅板屏蔽后，其控制区、监督区边界 R 计算如下表 11-2 所示。

表 11-2 定向 X 射线探伤机主射线束方向增加屏蔽后控制区及监督区计算结果

| 探伤机型号    | 区域  | 边界剂量当量率限值                   | 离靶 1m 处的输出量<br>$\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ | 探测厚度(mm)      | 等效铅当量<br>(mm) | B       | 边界距离 R<br>(m) |
|----------|-----|-----------------------------|---|---------------|---------------|---------|---------------|
| XXG2005L | 控制区 | 15 $\mu\text{Sv}/\text{h}$  | 5.34E+05  | 钢 5mm+4mm 铅板  | 4.4           | 7E-05   | 4             |
|          | 监督区 | 2.5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ | 5.34E+05  | 钢 5mm+4mm 铅板  | 4.4           | 7E-05   | 9             |
|          | 控制区 | 15 $\mu\text{Sv}/\text{h}$  | 5.34E+05  | 钢 30mm+4mm 铅板 | 6.3           | 3E-06   | 1             |
|          | 监督区 | 2.5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ | 5.34E+05  | 钢 30mm+4mm 铅板 | 6.3           | 3E-06   | 2             |
| XXG2505L | 控制区 | 15 $\mu\text{Sv}/\text{h}$  | 8.34E+05  | 钢 5mm+4mm 铅板  | 4.3           | 1.5E-03 | 20            |
|          | 监督区 | 2.5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ | 8.34E+05  | 钢 5mm+4mm 铅板  | 4.3           | 1.5E-03 | 50            |

|         |     |                |          |               |      |         |     |
|---------|-----|----------------|----------|---------------|------|---------|-----|
|         | 控制区 | 15 $\mu$ Sv/h  | 8.34E+05 | 钢 40mm+4mm 铅板 | 6.8  | 1.8E-04 | 7   |
|         | 监督区 | 2.5 $\mu$ Sv/h | 8.34E+05 | 钢 40mm+4mm 铅板 | 6.8  | 1.8E-04 | 17  |
| XXG3005 | 控制区 | 15 $\mu$ Sv/h  | 1.25E+06 | 钢 5mm+4mm 铅板  | 4.3  | 1.1E-02 | 68  |
|         | 监督区 | 2.5 $\mu$ Sv/h | 1.25E+06 | 钢 5mm+4mm 铅板  | 4.3  | 1.1E-02 | 166 |
|         | 控制区 | 15 $\mu$ Sv/h  | 1.25E+06 | 钢 50mm+4mm 铅板 | 10.3 | 1.8E-04 | 9   |
|         | 监督区 | 2.5 $\mu$ Sv/h | 1.25E+06 | 钢 50mm+4mm 铅板 | 10.3 | 1.8E-04 | 21  |

## (2) 非主射线方向的控制区和监督区划分计算

非主束方向指除有用线束外的方向，非主线束方向未采用铅板进行屏蔽。

### ① 漏射线

$$H_{\text{漏}} = \frac{H_L \cdot B}{R^2} \quad (11-3)$$

式中：

B——屏蔽透射因子；

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，(m)；

$H_{\text{漏}}$ ——预测点剂量率， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

$H_L$ ——距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 中表 1 (如图 11-5 所示) 取值

表 1 X 射线探伤机的泄漏辐射剂量率

| X 射线管电压<br>kV          | 距靶点 1 m 处的泄漏辐射剂量率 $H_L$<br>$\mu\text{Sv}/\text{h}$ |
|------------------------|--|
| <150                   | $1 \times 10^3$                                    |
| $150 \leq kV \leq 200$ | $2.5 \times 10^3$                                  |
| >200                   | $5 \times 10^3$                                    |

图 11-5X 射线探伤机泄漏辐射剂量率

### ② 散射线

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)，非主射方向上的散射辐射剂量率可根据下式计算。

$$H_{\text{散}}^{\bullet} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_S^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad (11-4)$$

式中：

I——X 射线装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

$H_0$ ——距辐射源点 1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

B——辐射屏蔽透射因子；

$R_S$ ——散射点至关注点的距离，m。

$R_0$ ——辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，m；根据建设单位提供的资料取 0.8m。

F—— $R_0$  处的辐射野面积， $\text{m}^2$ ； $0.34\text{m}^2$  ( $\pi (\tan 22.5^\circ \times 0.8\text{m})^2 = 0.34$ )。

$\alpha$ ——散射因子, 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 附录 B.3,  $a_w$  保守取  $1.9 \times 10^{-3}$ ,  $\alpha$  可保守取为  $1.9 \times 10^{-3} \times 10000/400=0.0475$ ;

相关参数取值见下表所示:

表 11-3 相关参数取值

| 探伤机型号    | 最大管电流<br>(mA) | 离靶 1m 处的输出量<br>$\text{mSv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{min})$ | 最小探测厚度 X(mm) | B | $F \cdot \alpha/R_0^2$ |
|----------|---------------|---|--------------|---|------------------------|
| XXG2005L | 5             | 8.9   | 钢: 5         | 1 | 0.025                  |
| XXG2505L | 5             | 13.9  | 钢: 5         | 1 | 0.025                  |
| XXG3005  | 5             | 20.9  | 钢: 5         | 1 | 0.025                  |

根据式 (11-3)、(11-4) 所述, 计算结果见下表:

表 11-4 (1) 14 不同距离非主射方向空气吸收剂量率计算表 (无屏蔽) ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )

| XXG2005L 型探伤机 |                                |                                |                                |
|---------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 距离射线靶的距离 (m)  | 漏射 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ) | 散射 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ) | 合计 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ) |
| 5             | 100.00                         | 2,670.00                       | 2,770.00                       |
| 10            | 25.00                          | 667.50                         | 692.50                         |
| 20            | 6.25                           | 166.88                         | 173.13                         |
| 30            | 2.78                           | 74.17                          | 76.94                          |
| 40            | 1.56                           | 41.72                          | 43.28                          |
| 50            | 1.00                           | 26.70                          | 27.70                          |
| 65            | 0.59                           | 15.80                          | 16.39                          |
| 68            | 0.54                           | 14.44                          | 14.98 (控制区)                    |
| 100           | 0.25                           | 6.68                           | 6.93                           |
| 150           | 0.11                           | 2.97                           | 3.08                           |
| 165           | 0.09                           | 2.45                           | 2.54                           |
| 167           | 0.09                           | 2.39                           | 2.48 (监督区)                     |
| 200           | 0.06                           | 1.67                           | 1.73                           |
| 300           | 0.03                           | 0.74                           | 0.77                           |
| XXG2505L 型探伤机 |                                |                                |                                |
| 距离射线靶的距离 (m)  | 漏射 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ) | 散射 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ) | 合计 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ) |
| 5             | 200.00                         | 4,170.00                       | 4,370.00                       |
| 10            | 50.00                          | 1,042.50                       | 1,092.50                       |

|            |       |        |                    |
|------------|-------|--------|--------------------|
| 20         | 12.50 | 260.63 | 273.13             |
| 30         | 5.56  | 115.83 | 121.39             |
| 40         | 3.13  | 65.16  | 68.28              |
| 50         | 2.00  | 41.70  | 43.70              |
| 80         | 0.78  | 16.29  | 17.07              |
| <b>85</b>  | 0.68  | 14.10  | <b>14.77 (控制区)</b> |
| 100        | 0.50  | 10.43  | 10.93              |
| 150        | 0.22  | 4.63   | 4.86               |
| 200        | 0.13  | 2.61   | 2.73               |
| 206        | 0.11  | 2.39   | <b>2.50 (监督区)</b>  |
| <b>250</b> | 0.08  | 1.67   | 1.75               |
| 300        | 0.06  | 1.16   | 1.21               |

#### XXG3005 型探伤机

| 距离射线靶的距离 (m) | 漏射 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) | 散射 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) | 合计 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) |
|--------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 5            | 200.00                  | 6250.00                 | 6450.00                 |
| 10           | 50.00                   | 1562.50                 | 1612.50                 |
| 20           | 12.50                   | 390.63                  | 403.13                  |
| 30           | 5.56                    | 173.61                  | 179.17                  |
| 40           | 3.13                    | 97.66                   | 100.78                  |
| 50           | 2.00                    | 62.50                   | 64.50                   |
| 100          | 0.50                    | 15.63                   | 16.13                   |
| <b>104</b>   | 0.46                    | 14.45                   | <b>14.91 (控制区)</b>      |
| 150          | 0.22                    | 6.94                    | 7.17                    |
| 200          | 0.13                    | 3.91                    | 4.03                    |
| 250          | 0.08                    | 2.50                    | 2.58                    |

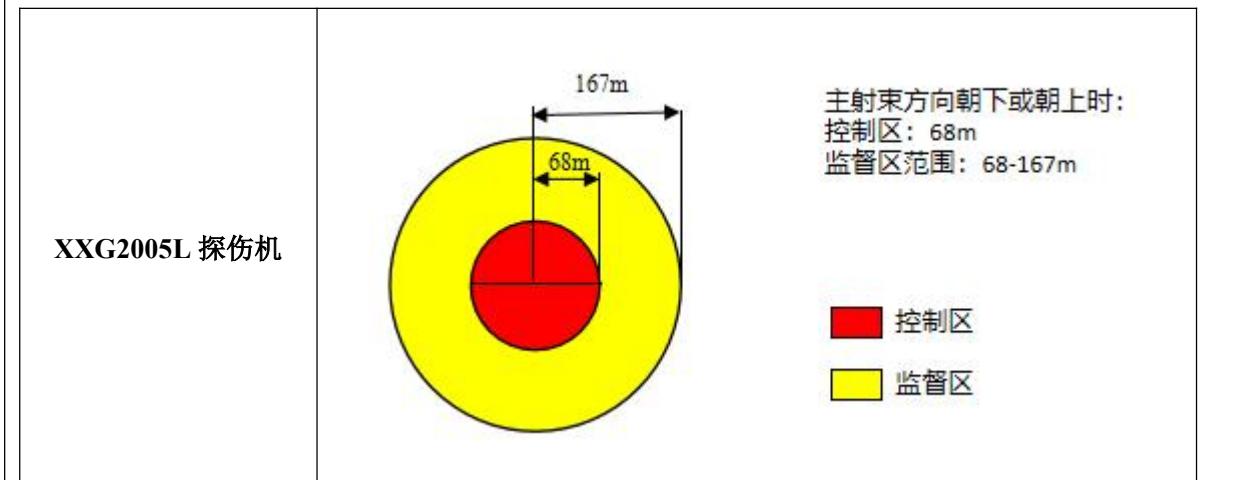
|     |      |      |            |
|-----|------|------|------------|
| 254 | 0.08 | 2.42 | 2.50 (监督区) |
| 300 | 0.06 | 1.74 | 1.79       |

建设单位室外探伤每次仅限单台探伤机开机操作，根据表 11-1、11-2 和表 11-4 计算结果，可得出本项目 X 射线探伤机探伤时，控制区和监督区的边界范围，见表 11-5 所示。

表 11-5 定向 X 射线探伤机监督区和控制区划分情况

| 探伤机型号    | 方向   | 工件 mm    | 增加屏蔽   | 控制区 (m) | 监督区 (m) |
|----------|------|----------|--------|---------|---------|
| XXG2005L | 主射束  | 5mm 钢    | ——     | 250     | 611     |
|          |      |          | 4mm 铅板 | 4       | 9       |
|          |      | 30mm 钢   | ——     | 33      | 80      |
|          |      |          | 4mm 铅板 | 1       | 2       |
|          | 非主射束 | 5-30mm 钢 | ——     | 68      | 167     |
| XXG2505L | 主射束  | 5mm 钢    | ——     | 298     | 731     |
|          |      |          | 4mm 铅板 | 20      | 50      |
|          |      | 40mm 钢   | ——     | 40      | 99      |
|          |      |          | 4mm 铅板 | 7       | 17      |
|          | 非主射束 | 5-40mm 钢 | ——     | 85      | 206     |
| XXG3005  | 主射束  | 5mm 钢    | ——     | 456     | 1118    |
|          |      |          | 4mm 铅板 | 68      | 166     |
|          |      | 50mm 钢   | ——     | 30      | 74      |
|          |      |          | 4mm 铅板 | 9       | 21      |
|          | 非主射束 | 5-50mm 钢 | ——     | 104     | 254     |

结合表 11-5 及 X 射线探伤机探伤时铅板的使用情景：由此可画出探伤现场控制区和监督区范围（保守按探测工件为 6mm 钢时进行两区划分），详见下图 11-6、11-7、11-8 所示。



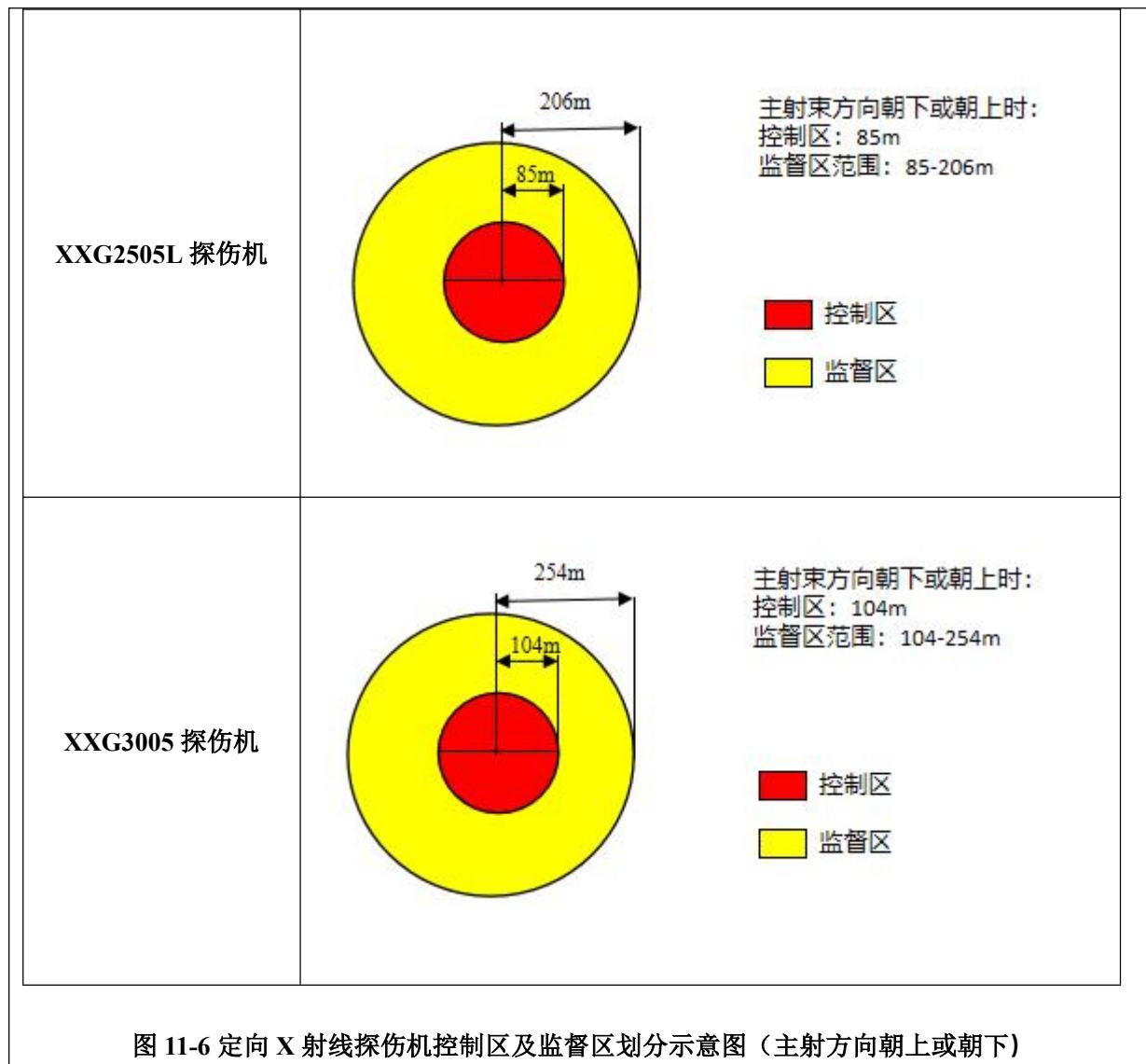
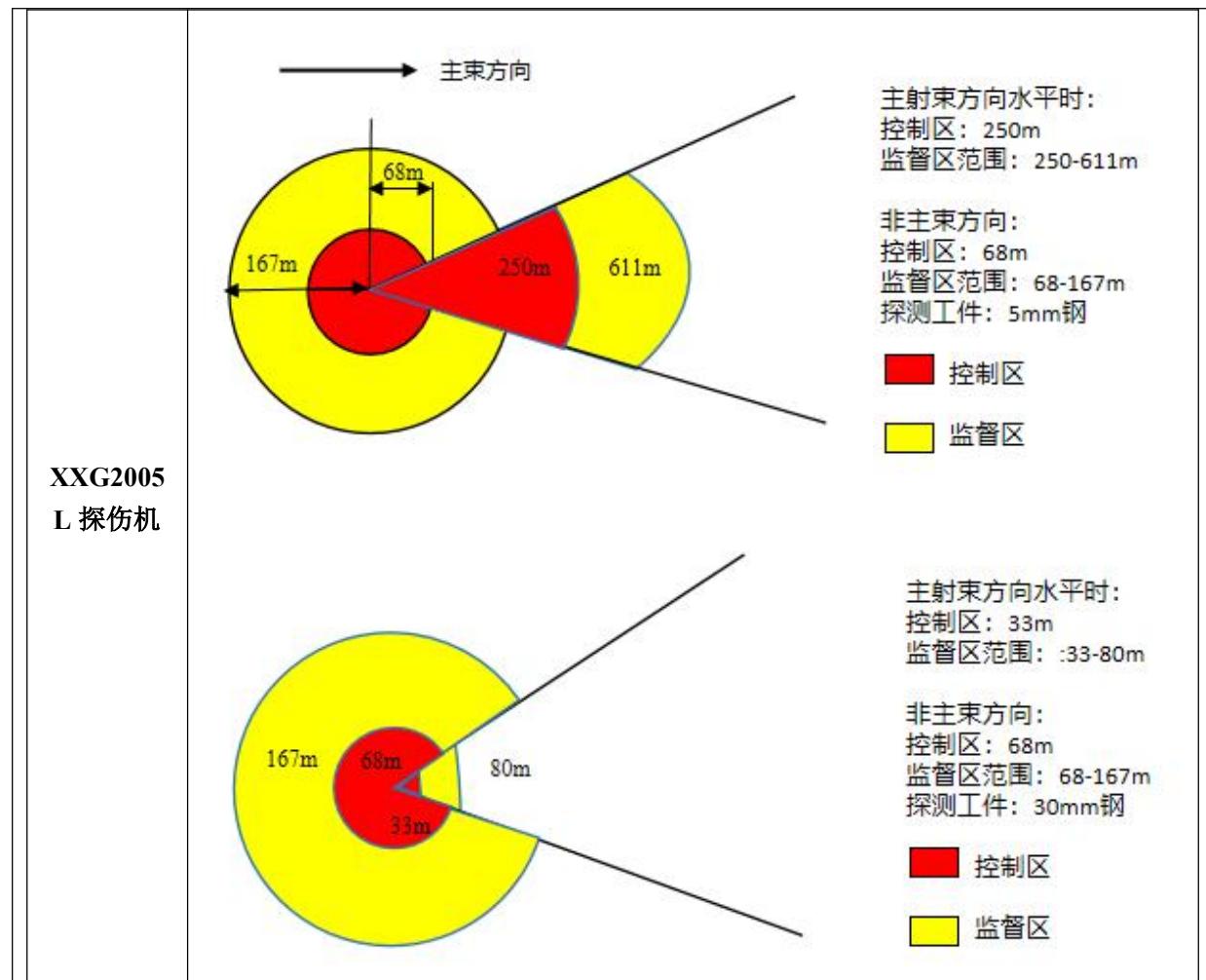
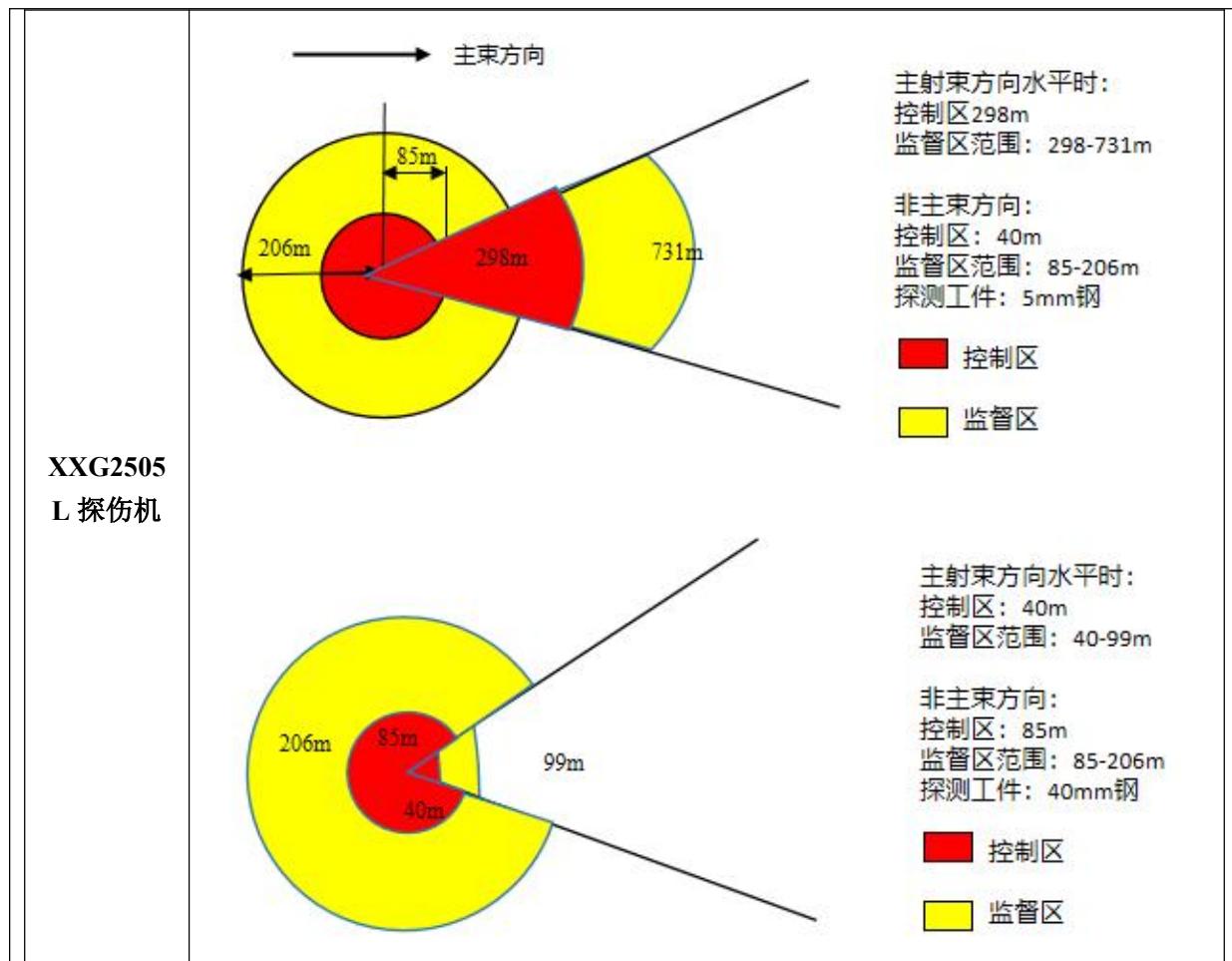


图 11-6 定向 X 射线探伤机控制区及监督区划分示意图（主射方向朝上或朝下）





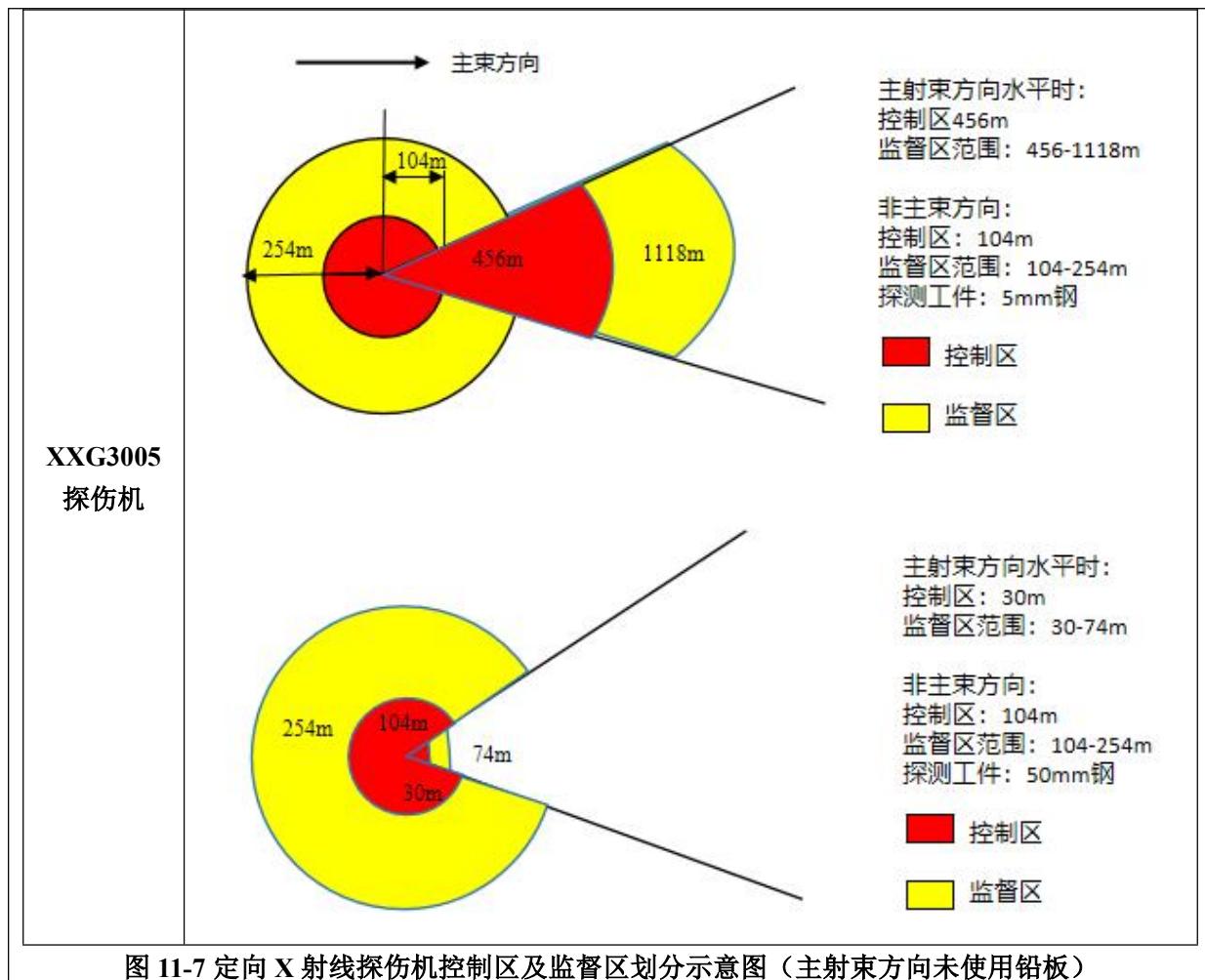
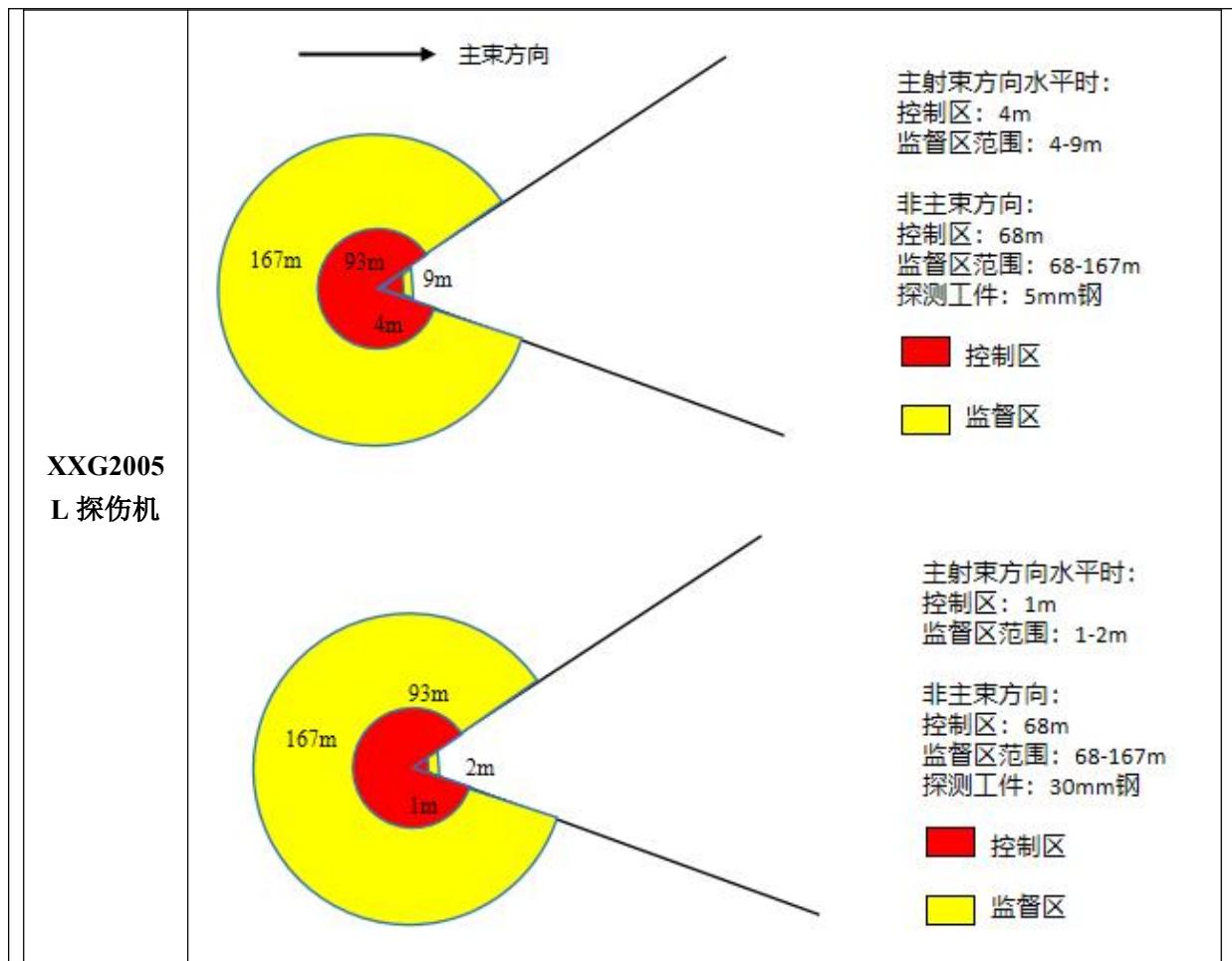
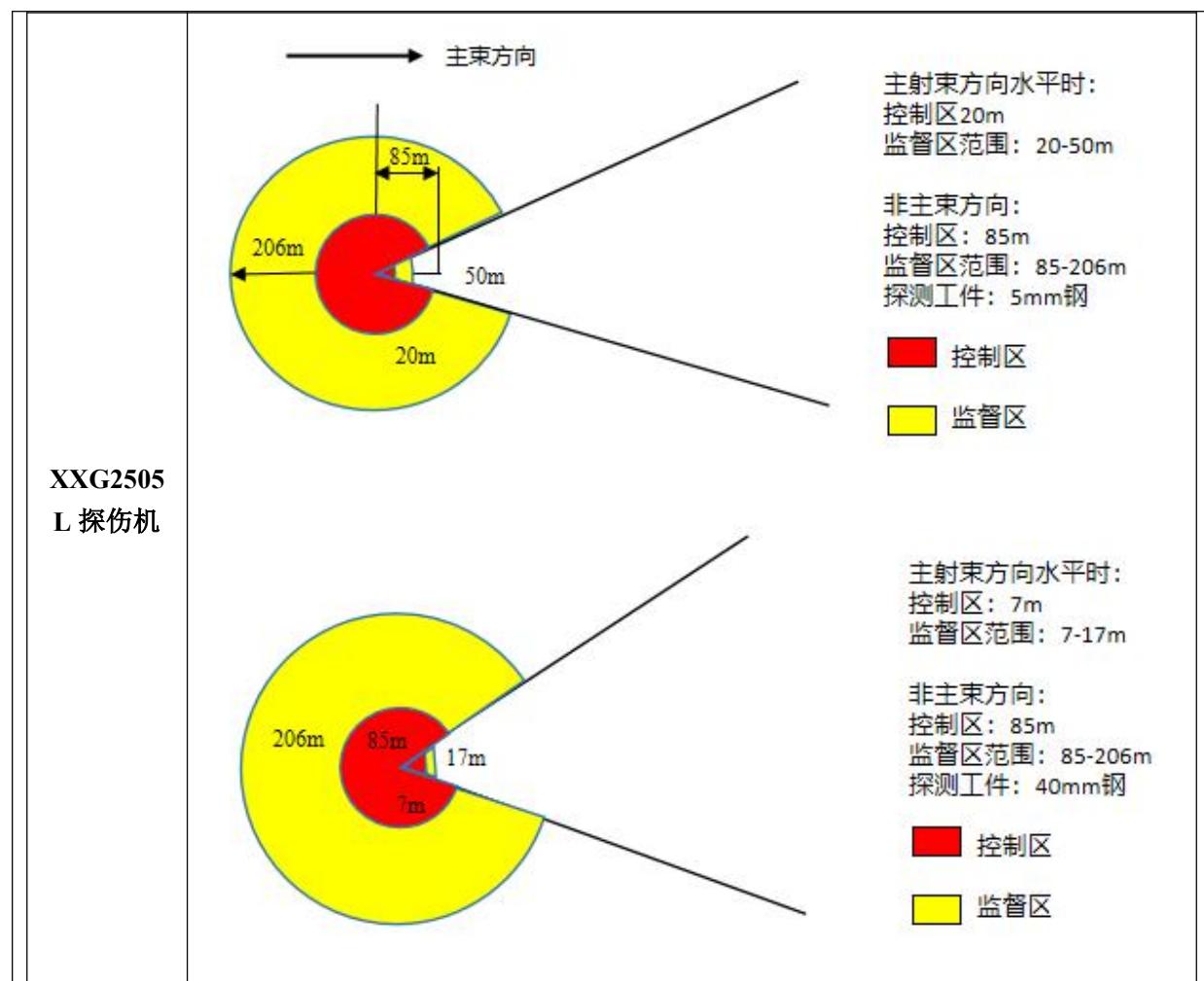


图 11-7 定向 X 射线探伤机控制区及监督区划分示意图（主射束方向未使用铅板）





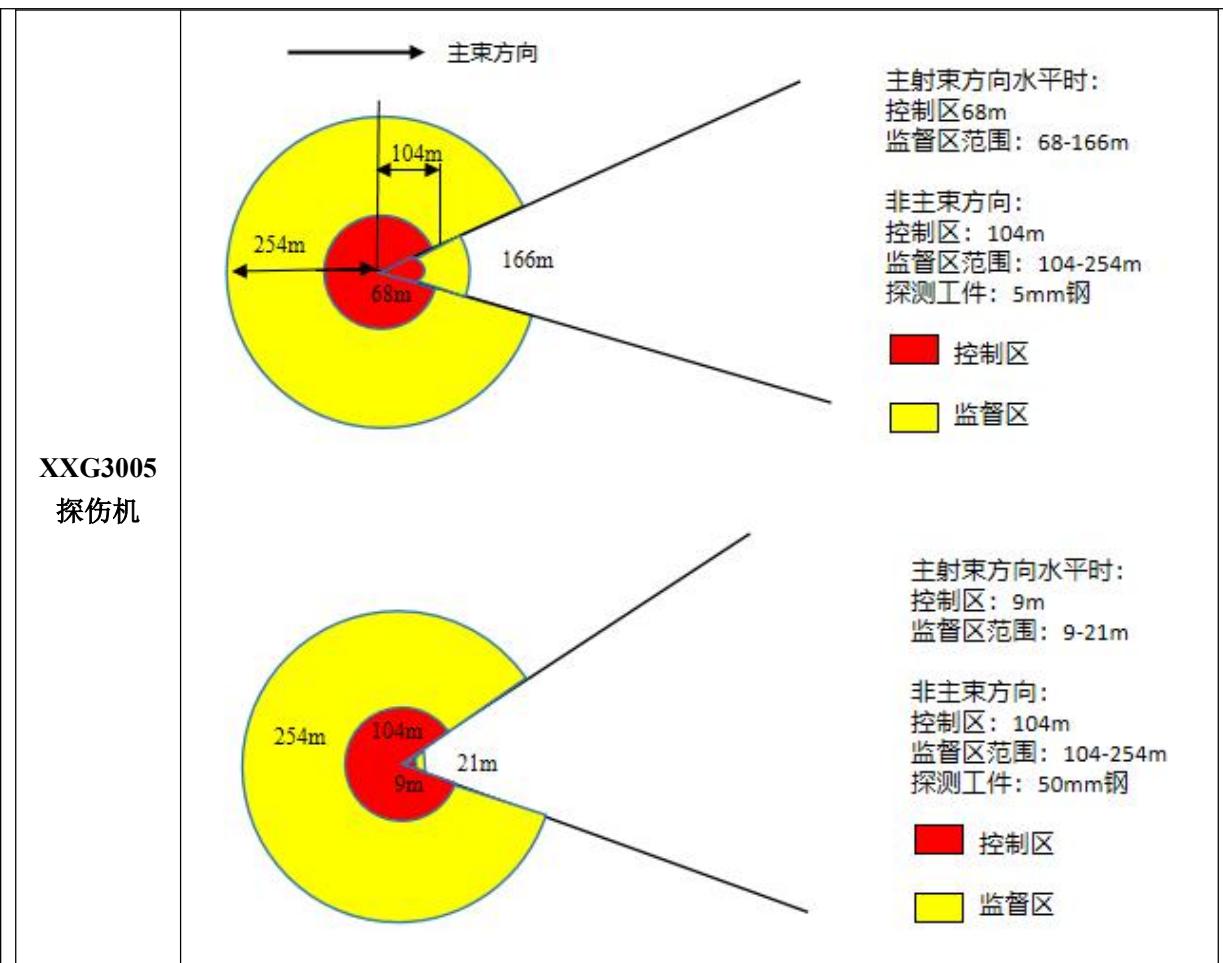


图 11-8 定向 X 射线探伤机控制区及监督区划分示意图 (主射束方向使用 4mm 铅板)

本项目仅进行夜间探伤, 探伤时人员流动少, 清场较为简单, 应根据现场实际情况, 主射束方向尽量避开环境敏感点, 同时使敏感点位于监督区范围之外。监督区范围内存在敏感点时, 还需把无关人员疏散至监督区以外, 充分利用工作现场的各种材料进行遮挡屏蔽, 如金属构件、设备及构筑物等进行防护。若监督区和控制区范围内存在敏感点且无法清场时, 应停止探伤作业。

计算时, 采用设备的最大输出参数, 因此, 本项目理论计算结果划定的控制区、监督区相对保守, 仅为本项目 X 射线现场探伤控制区和监督区的划分提供参考。实际探伤过程中 X 射线探伤机的管电压的改变、射线水平照射角度的改变、被检测工件的厚度变化以及探伤现场的遮蔽物等地形和环境的影响都会使辐射场的辐射剂量水平变化, 从而改变控制区和监督区的范围。因此, 现场探伤作业必须由以上理论预测的结果, 先初步划分控制区、监督区, 进行现场探伤作业时使用辐射巡检仪检测, 根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022), 将作业场所中周围剂量当量率在  $15\mu\text{Sv}/\text{h}$  以上的范围内划为控制区, 控制区边界外剂量当量率在  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$  以上的范围内划为监督区。

## 11.2.2 人员受照剂量估算

按照下式对工作人员及公众的年受照剂量进行估算：

$$H=H_r \times T \times t \times 10^{-3} \quad (11-6)$$

式中：

H—年有效剂量， mSv；

H<sub>r</sub>—关注点辐射剂量率，  $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

t—年受照时间， h；

T—居留因子。

### (1) 辐射工作人员

本项目进行室外（野外）探伤时，控制台一般放置于控制区外，且操作采取延时曝光方式，曝光时控制台操作人员已退至控制区外安全区域。操作人员处于非主射束方向，位于控制区边界外，探伤机出束时，控制区边界周围剂量当量率最大为  $15\mu\text{Sv}/\text{h}$  ( $0.015\text{mSv}/\text{h}$ )；辐射安全管理管理人员位于监督区边界外，其所在位置剂量率监督区取  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$  ( $0.0025\text{mSv}/\text{h}$ )。本项目保守按辐射工作人员每年探伤工作时间 210h；其他探伤现场两区划分、边界巡测和安全巡查工作人员因每次划定的控制区、监督区范围大小不一，确认边界剂量率所需时间不一。从偏保守角度考虑，其在控制区和监督区停留时间相同，各为总曝光时间的二分之一，则其所在位置剂量率取各边界处剂量率控制值（控制区  $15\mu\text{Sv}/\text{h}$ ， 监督区  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ），居留因子取 1；

### (2) 公众

本项目探伤时，公众位于监督区警戒线外，公众受照剂量率取监督区边界剂量率  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。探伤作业在晚上进行，避开居民区和人员密集的区域，公众人员居留因子取  $1/16$ 。上述取值是偏保守和安全的，本项目辐射工作人员和公众的年有效剂量估算结果见下表。

表 11-6 本项目 X 射线探伤机探伤工作人员和公众年有效剂量估算结果

| 成员         | 操作类型           |           | 剂量率<br>( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ) | 时间<br>(h) | 年有效剂量<br>(mSv/a) |  |  |
|------------|----------------|-----------|------------------------------------|-----------|------------------|--|--|
| 辐射工作<br>人员 | 控制台操<br>作人员    | 试运行（两区划分） |                                    | 15        | 3.15             |  |  |
|            |                | 训机        |                                    |           |                  |  |  |
|            |                | 探伤曝光      |                                    |           |                  |  |  |
|            | 两区划分、<br>巡测、巡查 | 控制区       | 试运行（两区划分）                          |           | 1.84             |  |  |
|            |                |           | 训机                                 |           |                  |  |  |

|        |     |           |     |      |      |  |
|--------|-----|-----------|-----|------|------|--|
| 人员     | 监督区 | 探伤曝光      |     | 62.5 |      |  |
|        |     | 试运行（两区划分） |     | 37.5 |      |  |
|        |     | 训机        |     | 5    |      |  |
|        |     | 探伤曝光      |     | 62.5 |      |  |
| 其他公众人员 |     | 试运行（两区划分） | 2.5 | 210  | 0.03 |  |
|        |     | 训机        |     |      |      |  |
|        |     | 探伤曝光      |     |      |      |  |

由表 11-6 可知, X 射线探伤机现场探伤时对工作人员职业照射的最大年有效剂量值为 3.15mSv/a, 公众照射的最大年有效剂量值为 0.03mSv/a, 符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的要求, 也低于本环评提出的剂量约束值: “工作人员剂量管理约束值不超过 5mSv/a, 公众剂量管理约束值不超过 0.25mSv/a”。

## 11.3 非放污染物环境影响分析

### 11.3.1 臭氧及氮氧化物

由于现场探伤作业时间较短, 探伤过程中产生的臭氧及氮氧化物极少, 同时探伤现场环境开阔, 臭氧及氮氧化物易于扩散。

### 11.3.2 危险废物

本项目每年产生的废显、定影液约 300L, 废胶片约 135 张, 属于危险废物。本项目产生的废显影液、废定影液拟收集暂存在废液间内的带盖塑料桶中, 废胶片拟使用带盖塑料盒收集封存, 暂存在废液间。废液容器顶部与液体表面之间应保留 100 毫米以上的空间, 废物包装外上应粘贴危险废物识别标志。所有危险废物定期送交有危废资质的单位进行处置。

项目正式投入使用前, 建设单位应与有危废资质单位签订危险废物处理处置服务合同, 由该单位定期上门收集危险废物进一步进行处理处置。

## 11.4 事故影响分析

### 11.4.1 事故

根据污染源分析, 本项目环境风险因子为 X 射线, 危害因素为 X 射线超剂量照射, X 射线探伤机只有在开机状态下才会产生 X 射线, 一旦切断电源便不会再有射线产生。

本次评价 X 射线探伤机事故状态分六种情况:

(1) 探伤时用较大工况探伤较薄的工件;

- (2) 正常探伤时无工件遮挡;
- (3) 正常探伤时, 铅板未架设稳定而滑落或者探伤机未进行固定而造成探伤机主射线束平行于地面, 周围人员受到误照射;
- (4) 现场探伤时人员误入或滞留于控制区内受超剂量照射;
- (5) 探伤机丢失、被盗, 对环境和社会产生危害。
- (6) 探伤机摆置不当, 机头未投射于工件位置, 而直接射向人员居留位置, 而导致误照射。

本次评价事故分析考虑可能产生的最大辐射事故, 即探伤机最大工况运行时, 无工件遮挡且无防护, 此时探伤人员和公众误入或滞留于控制区, 造成有关人员被误照射。

#### 11.4.2 辐射事故影响分析

##### (1) X射线装置事故后果计算

由于 X 射线探伤机只有在开机状态下才会产生 X 射线, 当发生辐射事故时, 相关人员可以立即通过操作台紧急止动开关中断电源, 本项目拍一张片子 X 射线机最长出束时间约为 5min, 本次环评处理事故时间按最不利情况下取探伤机的拍一张片子的出束时间 5min, 即最长曝光时间计算。人员受到的有效剂量与探伤机产生的初级射线束造成的空气吸收剂量有关, 在空气中探伤机产生的初级射线束造成的空气吸收剂量可用式 11-1 计算。本项目探伤机(按照 XXG3005 型探伤机考虑)作业时发生事故时对受照人员的有效剂量计算结果见下表。

在 300kV 条件下透过 5mm 的钢可换算为 0.3mm 铅当量, 透射因子为 3.20E-01。人员受到的有效剂量与探伤机产生的初级射线束造成的空气吸收剂量有关, 在空气中探伤机产生的初级射线束造成的空气吸收剂量可用式 11-1 计算。本项目探伤机作业时发生事故时对受照人员的有效剂量计算结果见下表。

表 11-7XXG3005 型定向 X 射线探伤机作业时发生事故时对受照人员的有效剂量计算结果

| 受照距离 (m) | 透射因子B    | 受照剂量 (mSv) |
|----------|----------|------------|
| 1        | 3.20E-01 | 167.20     |
| 2        | 3.20E-01 | 41.80      |
| 5        | 3.20E-01 | 6.69       |
| 10       | 3.20E-01 | 1.67       |
| 20       | 3.20E-01 | 0.42       |
| 30       | 3.20E-01 | 0.19       |

|     |          |      |
|-----|----------|------|
| 40  | 3.20E-01 | 0.10 |
| 50  | 3.20E-01 | 0.07 |
| 100 | 3.20E-01 | 0.02 |

由表 11-7 可以看出, 事故情况下, XXG3005 型定向 X 射线探伤机 X 射线直接照射到人员身上, 误入人员在距离射线头 1m 处停留 5min, 其所受有效剂量为 167.2mSv/ 次; 在距离射线头 10m 处停留 5min, 所受有效剂量最高为 1.67mSv/ 次。

## (2) X 射线装置事故情况下对人体损伤估计

根据《辐射防护导论》中表 2.3, 不同照射剂量对人体损伤的估计, 如下表 11-8 所示:

表 11-8 不同照射剂量对人体损伤的估计

| 剂量, Gy   | 类型       |     | 初期症状或损伤程度                                       |
|----------|----------|-----|---|
| <0.25    |          |     | 不明显和不易觉察的病变                                     |
| 0.25~0.5 |          |     | 可恢复的机能变化, 可能有血液学的变化                             |
| 0.5~1    |          |     | 机能变化, 血液变化, 但不伴有临床症                             |
| 1~2      | 骨髓型急性放射病 | 轻度  | 乏力, 不适, 食欲减退                                    |
| 2~3.5    |          | 中度  | 头昏, 乏力, 食欲减退, 恶心, 呕吐, 白细胞<br>短暂上升后期下降           |
| 3.5~5.5  |          | 重度  | 多次呕吐, 可有腹泻, 白细胞明显下降                             |
| 5.5~10   |          | 极重度 | 多次呕吐, 腹泻, 休克, 白细胞急剧下降                           |
| 10~50    | 肠型急性放射病  |     | 频繁呕吐, 腹泻严重, 腹疼, 血红蛋白升高                          |
| >50      | 脑型急性放射病  |     | 频繁呕吐, 腹泻, 休克, 共济失调, 肌张力增高, 震颤, 抽搐, 昏睡, 定向和判断力减退 |

### 11.4.3 事故分级

根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院令第449号)第四十条: 根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素, 从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级, 如表11-9 所示:

表 11-9 事故等级划分表

| 事故等级     | 事故情形                                |
|----------|-------------------------------------|
| 特别重大辐射事故 | I类、II类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果, 或者放 |

|        |  |
|--------|--|
|        | 射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上(含 3 人)急性死亡。   |
| 重大辐射事故 | I类、II类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下(含 2 人)急性死亡或者 10 人以上(含 10 人)急性重度放射病、局部器官残疾。 |
| 较大辐射事故 | III类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下(含 9 人)急性重度放射病、局部器官残疾。                        |
| 一般辐射事故 | IV类、V类放射源丢失、被盗、失控，或放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射                                     |

根据表11-7计算所得结果，参照表11-8不同照射剂量对人体损伤的估计，结合《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》中事故等级的划分，本项目可能发生的辐射事故等级为一般辐射事故。

根据上述情况及其危害结果，若本项目发生辐射事故，最大可能为一般辐射事故。本项目射线装置一旦发生辐射事故，应立即切断电源，停止射线装置。建设单位在管理中必须认真执行安全操作规程和各项规章制度，强化安全管理，杜绝此类事故发生。

#### 11.4.4 事故防范措施

为杜绝上述辐射事故的发生，建设单位需严格执行以下风险预防措施：

(1) 定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。

(2) 建设单位拟制定《X 射线探伤机操作规程》。凡涉及对探伤机进行操作，必须按操作规程执行，每次现场探伤至少 2 名操作人员同时在场，并做好个人的防护，佩戴个人剂量计，携带个人剂量报警仪。

(3) 在本项目探伤作业开启前，建设单位需严格确认探伤机固定是否牢固以及本项目的辐射屏蔽措施是否到位（铅板安置是否妥当），清场是否彻底，警戒线、警告标志、工作状态指示灯以及声音提示装置等措施是否设置完整，确认所有的辐射安全与防护措施到位后，才可开启探伤作业。

(4) 定期对使用探伤机和探伤室的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期更换，建立射线装置维护、维修台账；

(5) 加强辐射工作人员的管理，装置开机前，必须确保无关人员全部撤离后才可开启；加强辐射工作人员的业务培训，防止误操作，以避免工作人员和公众受到意外辐射。

(6) 加强控制区和监督区管理，在射线装置运行期间，加强对监督区公众的管理，禁止人员进入控制区。控制区和监督区边界正确设置警告牌。

(7) 检查系统发生故障而紧急停机后，在未查明原因和维修结束前，不得重新开启 X 射线装置。

(8) 加强辐射安全管理，建设单位已成立了辐射防护领导小组负责单位辐射防护工作的监督、监测、检查、指导和管理；负责收集、整理、分析全单位辐射防护的有关资料，掌握辐射防护的发展趋势，及时制定并采取防护措施；督促各有关人员采取有效的防护措施，合理使用个人防护用品，遵守个人防护守则，使个人辐射剂量保持在最低水平，并对辐射工作人员建立健康档案。

#### 11.4.5 事故应急措施

本项目探伤作业过程中发生事故后处理的原则是：

(1) 第一时间断开电源，停止 X 射线的发射。

(2) 及时检查、估算受照人员的受照剂量，如果受照剂量较高，应及时安排受照人员就医检查。

(3) 出现事故后应及时处理，应尽快集中人力、物力，有组织、有计划的进行处理。缩小事故影响，减少事故损失。

(4) 处理较复杂的事故时，应在上级主管部门及领导的指导和监督下进行，要对事故处理人员进行辐射监测。

(5) 在事故处理过程中，要在可合理做到的条件下，尽可能减少人员照射。

(6) 事故处理后应收集保存资料，如：X 射线探伤任务指令单、进出场所记录表、监测布置图、现场射线剂量监测记录表和现场记录（含控制区和监督区的划分）资料等，详见附件 5，及时总结报告。

一旦有辐射事故发生，应及时处理，严格按制定的辐射事故应急预案的相关规定响应。X 射线装置失控而造成事故应立即查明原因，迅速纠正和终止照射，同时上报生态环境和卫生行政部门，由专业救援人员采取相应的防护措施，对可能受到超剂量照射人员进行受照剂量估算，并根据实际情况判断是否送往医疗单位进行医疗处理。



## 表 12 辐射安全管理

### 12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条第一款：使用I类、II类、III类放射源，使用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；其他辐射工作单位应当有1名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。

本项目使用II类射线装置，根据要求应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构。广东伟茂特种设备检测有限公司目前已成立“辐射安全与环境保护管理领导小组”，人员设置如下：

表 12-1 辐射安全与环境保护管理领导小组

| 职责 | 姓名  | 职务 | 联系方式<br>(手机号码) | 专职/兼职 |
|----|-----|----|----------------|-------|
| 组长 | 何健  | 组长 | 13802534232    | 兼职    |
| 成员 | 杨彬光 | 组员 | 13316022113    | 兼职    |
| 成员 | 高俊茹 | 组员 | 13725217228    | 专职    |
| 成员 | 林彩欣 | 组员 | 13829201114    | 专职    |

其职责包括：

- 1、负责本公司辐射安全与防护管理工作。
- 2、严格按照国家相关规定申请领取许可证，办理登记手续严格按照许可范围开展工作。
- 3、辐射工作人员必须持证上岗，严格遵守有关的操作规程及规章，定期组织辐射工作人员参加公司内部辐射安全与防护培训，定期组织辐射事故应急演练。
- 4、组织辐射操作人员进行职业健康体检，实施辐射工作人员的个人剂量监测并做好职业健康体检和个人剂量档案的管理工作。
- 5、对公司射线装置的安全防护进行定期检查。
- 6、组织对各项有关辐射安全与防护管理规章制度的制定和修订工作，并负责对本公司工业X射线探伤过程中相关规章制度、防护措施落实情况进行监督和检查。
- 7、建立健全的辐射事故应急预案，制定专人负责，落实安全责任制，制定必要

的事故应急措施。

8、编写射线装置安全和防护状况年度评估报告，并按规定报送政府生态管理部门

9、定期向生态环境主管部门报告安全工作，接受监督检查。

## 12.2 辐射安全管理制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用射线装置的单位，应有“健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射应急措施”。

环评单位协助公司制定了一系列 X 射线探伤防护相关规章制度，见表 12-2。

表 12-2 本项目规章制度

| 序号 | 项目 | 制度                     | 落实情况 |
|----|----|------------------------|------|
| 1  | 综合 | 辐射安全与环境防护管理制度          | 拟落实  |
| 2  |    | X 射线探伤机操作规程            | 拟落实  |
| 3  |    | 射线装置设备使用和维修台账管理制度      | 拟落实  |
| 4  |    | 辐射工作安全责任书              | 拟落实  |
| 5  |    | 暗室操作规程                 | 拟落实  |
| 6  |    | 危险废物处置措施               | 拟落实  |
| 7  | 人员 | 辐射工作人员职业健康管理制度         | 拟落实  |
| 8  |    | 辐射工作人员培训制度             | 拟落实  |
| 9  | 监测 | 辐射工作场所监测计划             | 拟落实  |
| 10 | 应急 | 广东伟茂特种设备检测有限公司辐射事故应急预案 | 拟落实  |

注：详见附件 5

公司制定的辐射安全管理制度较全面，应严格按照制定管理公司的核技术利用项目，可以实现安全和规范管理。一旦发生辐射事故时，可以实现迅速和有效的应对，基本满足《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》等法律法规的要求。广东伟茂特种设备检测有限公司应严格执行以上规章制度，责任到人，将事故和危害降到最低限度。

## 12.3 辐射工作人员培训

根据生态环境部《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》

(2019年, 第57号) 的相关要求, 自2020年1月1日起, 新从事辐射活动的人员, 以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员, 应当通过生态环境部培训平台(<http://fushe.mee.gov.cn>) 报名并参加考核。2020年1月1日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效。

本项目配备12名辐射工作人员, 5名工作人员已通过生态环境部培训平台辐射防护与安全培训考核, 其他人员正在学习中。核技术利用辐射安全与防护培训考核成绩报告单见附件4, 建设单位应根据人员变动情况, 及时安排新增人员和未参与培训的辐射工作人员在生态环境部辐射安全与防护培训平台上参加培训, 考核合格后方可上岗; 在项目运行过程中按要求定期组织辐射工作人员进行再培训和考核, 确保所有辐射工作人员培训合格后上岗。

## 12.4 辐射监测

辐射工作场所监测是安全防护的一项必要的措施, 通过辐射监测得到的数据, 可以分析判断和估计电离辐射水平, 防止人员受到超剂量的照射。公司须根据工作内容配备必要的监测设备和仪器, 建立环境监测制度。

公司可参照以下监测方案制定监测计划:

### (1) 日常自行监测

伟茂公司应配备相应的辐射监测设备, 包括辐射剂量率报警仪和辐射监测仪等。用于辐射工作场所的辐射水平自行检测和分区, 及时了解工作人员所处区域的辐射水平, 避免操作人员在不知情的情况下长时间受到超剂量照射。需根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 辐射工作场所的辐射水平进行检测和分区划分。

①在每次现场探伤前, 对探伤现场周围的环境敏感点或者评价范围区域进行辐射环境现状检测。

②使用移动式X射线探伤装置进行现场探伤时, 应通过巡测确定控制区和监督区。

③当X射线探伤装置、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。

④在工作状态下应检测操作位置, 确保操作位置的辐射水平时可接受的。

⑤在工作状态下检测控制区和监督区边界周围剂量当量率，应满足控制区边界周围剂量当量率限值不大于  $15\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，监督区边界周围剂量当量率限值不大于  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

⑥探伤机停止工作时，还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。

⑦建设单位在每次进行现场探伤时，均应进行辐射水平监测。

⑧根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)要求，每次移动式探伤作业时，建设均要开展此项监测。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（年度监测）；
- 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  $1.25\text{mSv}$ 。

### （2）年度常规监测

根据《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号令2011年)的相关规定，使用放射性同位素与射线装置的单位按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托有资质的环境监测机构进行监测。

建设单位将严格执行辐射监测计划，定期委托有相关资质的第三方辐射监测机构对公司的辐射工作场所进行监测。年度监测数据作为本单位的射线装置安全和防护状况年度评估报告的一部分，每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

### （3）个人剂量监测

公司将对12名辐射工作人员开展个人剂量监测，个人监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测，每名辐射工作人员需佩戴个人剂量计，监测周期为1次/季。监测工作要委托具有相应资质的机构承担。

①如果在单个季度出现个人剂量超过  $1.25\text{mSv}$  时需进行干预，并进行剂量异常原因调查，最终形成正式调查报告，并本人签字。年剂量超过  $5\text{mSv}$  的管理限制时，暂停该辐射工作人员继续从事放射性作业，并进行剂量异常原因调查，最终形成正式调查报告，并本人签字，并上报当地生态环境主管部门。

②个人剂量检测报告（连续四个季度）应当连同年度评估报告一起作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成内容一并提交给发证机关。

③辐射工作人员个人剂量档案包括辐射工作人员姓名、性别、起始工作时间、监测年份、职业类别、每季度受照剂量、年有效剂量、多年累积有效剂量等内容。加强对辐射工作人员个人剂量档案、个人健康档案的保管，辐射工作人员调动工作单位时，个人剂量、个人健康档案应随其转给调入单位。公司还应关注工作人员每一次的累积剂量监测结果，对监测结果超过剂量管理限值的原因进行调查和分析，优化实践行为，同时终生保存，以备辐射工作人员查看和管理部门检查。

辐射工作人员上岗前应当进行上岗前的职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的辐射工作；项目运行后公司还应当组织辐射工作人员定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不应超过2年，必要时可增加临时性检查。

#### （4）环保措施竣工环境保护验收

评价项目竣工3个月内，公司应当按照《建设项目环境保护管理条例》及《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的规定，对配套建设的环境保护设施进行验收。公司应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编制验收监测报告。如验收过程中需进行整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过12个月。

公司不具备编制验收监测报告能力的，可以委托有能力的技术机构编制，公司对受委托的技术机构编制的验收监测报告结论负责。公司在验收过程中，应当如实查验、监测、记载建设项目环保设施的建设和调试情况，不得弄虚作假。

除按照国家规定需要保密的情形外，公司应当依法向社会公开验收报告。

表 12-4 监测计划

| 检测项目    | 检测点位   | 检测周期   |       |         |
|---------|--|--------|-------|---------|
|         |  | 建设单位自检 | 委托检测  | 验收检测    |
| 周围剂量当量率 | ①控制区边界：周围剂量当量率不大于 $15\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，探头距地面 1m 处，检测仪器探头朝向探伤机方向，至少在监督区边界东南西北及主射束方向测量 5 个监测点    | 每次探伤前  | 1 次/年 | 竣工环保验收时 |
|         | ②监督区边界：周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，探头位置距地面 1m 处，检测仪器探头朝向探伤机方向，至少在控制区边界东南西北及主射束方向测量 5 个监测点 |        |       |         |
|         | ③现场探伤操作位处  |        |       |         |
|         | ④周围环境敏感目标处   |        |       |         |
| 个人剂量计   | 委托有资质的单位每三个月送检一次   |        |       |         |

## 12.5 辐射事故应急

根据国务院第 449 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十一条对辐射事故应急预案内容的要求，辐射事故应急预案应当包括下列内容：

- (1) 应急机构和职责分工；
- (2) 应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- (3) 辐射事故分级与应急响应措施；
- (4) 辐射事故的调查、报告和处理程序。

为了有效处理探伤过程中可能产生的工业探伤辐射事故，强化辐射事故应急处理责任，最大限度地控制事故危害，公司制定了《广东伟茂特种设备检测有限公司辐射事故应急预案》（见附件 5）。对照上述要求，《广东伟茂特种设备检测有限公司辐射事故应急预案》符合辐射事故应急预案内容的要求，可操作性较强，能够满足在发生辐射安全事故时的应急处理需要。在今后预案的实施过程中，应根据国家发布新的相关法规内容，结合公司实际及时对预案进行补充修改，使之更能符合实际需要。

一旦发生辐射事故，应立即启动应急预案，采取必要的应急措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，由应急领导小组按辐射事故应急程序逐级上报地方及省级生态生态环境主管部门，同时上报公安部门，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。并及时组织专业技术人员排除事故。配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

## 表 13 结论与建议

### 13.1 结论

#### 13.1.1 项目概况

项目名称：广东伟茂特种设备检测有限公司核技术利用建设项目

建设单位：广东伟茂特种设备检测有限公司

建设性质：新建

建设单位地址：佛山市禅城区石湾镇街道华景路 5 号鄱阳城 1 座 805 室。

建设内容及规模：拟购 1 台 XXG2505L 型、1 台 XXG2005L 型、1 台 XXG3005 型定向 X 射线探伤机开展室外探伤检测作业。探伤地点不固定，用于桥梁建筑钢结构探伤，属Ⅱ类射线装置。本项目设置辐射工作人员 12 名，年工作时间约 120 天，公司仅在夜间 22:00~次日 05:00 开展现场探伤。

#### 13.1.2 本项目产业政策符合性分析

本项目是利用 X 射线进行探伤检测，系核技术应用项目在工业领域内的运用。根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，属于鼓励类中“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、海洋等专业科技服务，标准化服务、计量测试、质量认证和检验检测服务，科技普及”项目。符合国家当前的产业政策。

#### 13.1.3 环境影响分析结论

根据估算，室外现场探伤工作人员最大受照剂量为 3.15mSv/a，公众最大受照剂量为 0.03mSv/a，可知本项目探伤作业的辐射工作人员和周围公众所受的照射剂量低于《电离辐射防护和辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的剂量限值及本环评提出的剂量管理约束值（工作人员 5mSv/a，公众人员 0.25mSv/a）。

#### 13.1.4 安全措施分析结论

公司确保现场探伤时控制区和监督区范围内无集中居民区、学校、医院等辐射环境敏感区域，尽量避免在人群密集区和居民区进行现场探伤，无法避免时，应划定工作区域，把无关人员疏散至监督区以外。在监督区边缘设专人警戒，防止无关人员进入监督区和控制区，引起不必要的意外照射。

探伤作业前，公司提前向现场的相关单位申请对探伤现场划定的控制区和监督区区域进行清场，并注意控制在监督区边界附近不停留无关人员。监督区和控制区一旦划分，应限制非辐射工作人员进入该区域。射线机工作期间，辐射工作人员应撤至监督区。

本项目采取的辐射安全措施主要有现场巡查、警戒标识及个人剂量报警装置等辐射安全防护措施，公司按照以上辐射安全措施进行探伤时，是可以满足要求。但在探伤过程中，应根据标准规范及本次评价要求落实相关辐射防护措施并规范作业方案及流程，进一步保障现场探伤安全，具体内容见表 10 辐射安全与防护。

### 13.1.5 辐射安全管理分析结论

管理机构：公司已按要求成立辐射安全与防护管理小组，明确辐射安全防护管理小组的职责，并将加强监督管理。

公司已制定了一系列 X 射线探伤防护相关规章制度，如《辐射安全与环境防护管理制度》、《X 射线探伤机操作规程》、《辐射工作人员职业健康管理制度》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射工作场所监测计划》、《设备维护和维修制度》、《广东伟茂特种设备检测有限公司辐射事故应急预案》等。公司应根据项目实际开展情况，不断对各项管理制度进行调整、补充和完善，并在实际工作中严格执行。

人员培训和剂量监测：本项目辐射工作人员均已通过辐射安全与防护培训考核，未持有辐射安全培训合格证书或证书过期的辐射工作人员应在生态环境部辐射安全与防护培训平台参加培训并考核合格后方可上岗；公司辐射工作人员按要求佩戴个人剂量计上岗，个人剂量计每季度送检。可满足各项核技术利用项目对辐射安全管理的要求。

综上所述，评价项目在落实和完善国家相关法规标准要求及本次环评提出的各项辐射安全管理措施后，公司的管理机构、规章制度及辐射工作人员的管理能够满足相关辐射防护标准要求和本项目现场探伤开展的需求。

### 13.1.6 项目可行性分析结论

综上所述，广东伟茂特种设备检测有限公司落实国家相关法规标准要求及本环评提出的各项要求后，本项目正常运行时，对周围环境产生的辐射影响符合环境保护的要求，对辐射工作人员及周围公众造成的影响满足国家辐射防护标准的要求。从环境保护和辐射防护的角度论证，该评价项目可行。

## 13.2 建议

(1) 根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 及《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019) 要求, 公司应每一季度定期对从事辐射工作的工作人员进行个人剂量监测, 现场探伤工作人员必须正确配戴个人剂量计及个人剂量报警仪。

(2) 加强辐射工作人员专业知识学习。定期对参加辐射工作的工作人员进行防护知识与安全培训, 考核合格后, 方可进行现场探伤工作。

(3) 按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部令第 18 号) 中的相关要求办理辐射安全许可证后方可开展现场探伤业务, 并在每年的 1 月 31 日前提交年度评估报告。

(4) 应定期或不定期针对射线装置的各种管理、操作、保安措施的落实情况进行检查, 确保设备的正常。

(5) 建设单位在申领辐射安全许可证之前, 注册并登录全国核技术利用辐射安全申报系统(网址: <http://rr.mee.gov.cn>), 对建设单位所用射线装置的相关信息进行填写。

(6) 建设项目正式投产运行前, 建设单位应及时组织竣工环保验收。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见:

## 附件 1：环评委托

## 委托书

工物研（广州）科技有限公司：

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《中华人民共和国环境影响评价法》及《建设项目环境影响评价分类管理目录》等法律法规的有关规定，我单位广东伟茂特种设备检测有限公司核技术利用建设项目需办理环境影响审批手续，现委托工物研（广州）科技有限公司对该项目进行环境影响评价。

特此委托

委托单位：广东伟茂特种设备检测有限公司

2025年8月15日

## 附件 2：探伤机的参数说明

### 关于 XXG2005L 型、XXG2505L 型、XXG3005 型定向 X 射线探伤机探伤机的参数说明

我司销售的 XXG2005L 型、XXG2505L 型、XXG3005 型定向 X 射线探伤参数如下：

| 型号              | XXG2005L        | XXG2505L        | XXG3005         |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 最大管电压 (kV)      | 200             | 250             | 300             |
| 最大管电流 (mA)      | 5               | 5               | 5               |
| 周向/定向           | 定向              | 定向              | 定向              |
| 滤过条件            | 3mmAl           | 3mmAl           | 3mmAl           |
| 辐射角             | 40°±5°          | 40°±5°          | 40°±5°          |
| 单次照射时间 (min)    | 5               | 5               | 5               |
| 最大 kV/mA 值的探测厚度 | 钢板 A3<br>30mm 钢 | 钢板 A3<br>40mm 钢 | 钢板 A3<br>50mm 钢 |



黄石上方检测设备有限公司

### 附件3：营业执照



国家企业信用信息公示系统网址: <http://www.gsxt.gov.cn>

市场主体应当于每年 1月1日至 6月30日通过  
国家企业信用信息公示系统报送公示年度报告

国家市场监督管理总局监制

#### 附件 4：核技术利用辐射安全与防护培训考核成绩报告



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



莫文杰, 男, 2003年12月11日生, 身份证: 44088120031211741X, 于2025年09月参加X射线探伤 辐射安全与防护考核, 成绩合格。

编号: FS25GD1200996

有效期: 2025年09月12日至 2030年09月12日



报告单查询网址: [fushe.mee.gov.cn](http://fushe.mee.gov.cn)

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



林彩欣, 女, 1992年11月10日生, 身份证: 440981199211102542, 于2025年08月参加X射线探伤 辐射安全与防护考核, 成绩合格。

编号: FS25GD1200792

有效期: 2025年08月12日至 2030年08月12日



报告单查询网址: [fushe.mee.gov.cn](http://fushe.mee.gov.cn)

## 核技术利用辐射安全与防护考核

### 成绩报告单



何健，男，1972年12月27日生，身份证号：440824197212270036，于2025年09月参加X射线探伤 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS25GD1200946

有效期：2025年09月01日至 2030年09月01日

报告单查询网址：[fushe.mee.gov.cn](http://fushe.mee.gov.cn)



## 附件 5：相关制度

### 关于成立辐射安全与环境保护管理机构的通知

公司各单位：

根据国家《放射性同位素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》等国家相关法规并结合本公司实际情况，特成立射线装置安全和防护领导小组，具体人员如下：

组长：何健

成员：杨彬光、高俊茹、林彩欣

领导小组自通知下发之日起履行职责。

辐射安全与环境保护管理领导小组

| 职责 | 姓名  | 职务 | 联系方式<br>(手机号码) | 专职/兼职 |
|----|-----|----|----------------|-------|
| 组长 | 何健  | 组长 | 13802534232    | 兼职    |
| 成员 | 杨彬光 | 组员 | 13316022113    | 兼职    |
| 成员 | 高俊茹 | 组员 | 13725217228    | 专职    |
| 成员 | 林彩欣 | 组员 | 13829201114    | 专职    |

辐射安全与环境保护管理小组职责：

严格遵守和执行公司的《辐射安全与环境防护管理制度》，领导并共同做好辐射安全与环境防护的各项工作，确保公司的辐射安全防护工作有序进行。

1、负责本公司辐射安全与防护管理工作。

2、严格按照国家相关规定申请领取许可证，办理登记手续严格按照许可范围开展工作。

3、辐射工作人员必须持证上岗，严格遵守有关的操作规程及规章，定期组织辐射工作人员参加公司内部辐射安全与防护培训，定期组织辐射事故应急演练。

4、组织辐射操作人员进行职业健康体检，实施辐射工作人员的个人剂量监测并做好职业健康体检和个人剂量档案的管理工作。

5、对公司射线装置的安全防护进行定期检查。

6、组织对各项有关辐射安全与防护管理规章制度的制定和修订工作，并负责对全公司工业 X 射线探伤过程中相关规章制度、防护措施落实情况进行监督和检查。

7、建立健全的辐射事故应急预案，制定专人负责，落实安全责任制，制定必要的事故应急措施。

8、编写射线装置安全和防护状况年度评估报告，并按规定报送政府生态管理部门

9、定期向生态环境主管部门报告安全工作，接受监督检查。

# 辐射安全与环境防护管理制度

## 1、编制目的

为加强公司对所属射线装置的安全使用和防护工作的监督管理，保障从事辐射工作人员和公司内职工的健康与安全，保护周边环境，结合公司辐射工作实际，特制定本制度。

## 2、适用范围

本制度适用于公司使用和管理射线装置的部门和个人。

## 3、引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

《中华人民共和国放射性污染防治法》

《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》

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》

## 4、职责

### 4.1 钢结构部

4.1.1 制定公司有关射线装置的安全与环境防护管理办法。

4.1.2 根据国家相关规定，及时办理辐射安全许可证的申请、换发、核查、变更和注销等手续，严格按照许可范围开展工作。

4.1.3 对公司射线装置的安全防护进行定期检查。

4.1.4 做好工作人员的辐射防护与安全培训。

4.1.5 为辐射工作人员送检、换发个人剂量仪。

4.1.6 整理并保存辐射安全防护工作的管理档案、个人剂量档案和职业健康监护档案。

4.1.7 建立健全的应急预案，制定专人负责，落实安全责任制，制定必要的事故应急措施。

4.1.8 组织辐射工作人员定期参加有关部门举办的无损检测人员职业资格培训。

4.1.9 定期对无损检测设备进行维护保养，使装置处于良好的运行状态。

## 4.2 辐射工作人员

4.2.1 接受辐射安全负责人的领导开展日常工作。

4.2.2 正确佩戴个人辐射防护装备。

4.2.3 长期保存射线装置使用登记台账及相关技术资料。

4.2.4 负责日常辐射安全防护监督工作，熟练掌握设备的现场探伤操作规程，严格遵守辐射防护安全的相关规章制度。

4.2.5 发生辐射性事故时，立即采取应急措施并向环保、公安、卫生等行政主管部门报告。

## 5、管理要求

辐射安全与环境防护管理实行国家的“预防为主、防治结合、严格管理、安全第一”的方针。

(1) 严格按照国务院有关放射性同位素与射线装置放射防护的规定申请领取许可证、办理登记手续；

(2) 辐射工作人员必须持证上岗，严格遵守相关的操作规程及规章制度，严禁违章操作，认真进行查对、操作及登记记录工作。射线装置的管理、使用要由专人负责，建立健全岗位职责，按照“谁使用、谁负责”的原则，落实管理责任制；

(3) 射线装置操作人员应做好上岗前的辐射防护工作，划分好区域，并设立标识。工作人员要佩戴有效的、合格的个人剂量计，并按时送检；对于接受辐射剂量超标人员，要及时脱离接触射线，并及时查明原因，堵塞漏洞；

(4) 在启用射线装置前应做好辐射安全防护措施，无关人等不得进入射线装置操作区，如确有必要进入区域内应给予必要的防护用品；

(5) 定期进行辐射防护和法规知识的培训和安全教育，每年对辐射工作人员进行职业健康检查，建立职业健康档案，做到一人一档并妥善保管，防虫蛀、防霉、防丢失，保证档案安全。

## 6、剂量限值

### 6.1 个人剂量管理目标值

(1) 工作人员个人剂量管理目标值低于  $5\text{mSv/a}$ 。

(2) 公众人员个人剂量管理目标值低于  $0.25\text{mSv/a}$ 。

### 6.2 现场探伤剂量率限值

(1) 监督区边界  $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

(2) 控制区边界 $\leq 15\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

## 7、现场探伤

(1) 现场探伤前, 工作人员需填写 X 射线探伤任务单, 初次探伤需根据现场情况和预测结果划分监督区和控制区。

(2) 现场探伤时, 应对场所进行清场, 划分控制区和监督区, 并拉起警戒线, 竖起警示牌。

(3) 初次监测时, 由远及近检测监督区和控制区剂量率, 并根据实际情况调整监督区和控制区大小, 之后纪录在现场探伤记录, 现场探伤记录签名后, 上交公司存档。

(4) 严格按照说明书进行操作, 杜绝一切非法操作。

(5) 现场探伤时, 人员应正确佩戴个人剂量计和个人剂量报警器。

(6) 禁止单人从事现场探伤任务, 每次探伤工作必须不少于 3 人同时在场。

(7) 每次探伤前, 工作人员做好装置, 监测仪器的检查工作, 并记录在案。

(8) 每次工作结束后关闭探伤装置, 必须利用监测仪器确认探伤机停止出束后回收。

## 8、辐射安全管控

委托有资质的单位每年对射线装置进行检测, 每年年底对射线装置的安全和环境防护状况进行年度评估并形成报告, 按规定提交给生态环境主管部门。

## 9、应急处置

凡发现有射线装置故障，应立即向安全环保处和质量管理处报告，严禁私自拆修处理。一旦发生意外照射事故，应按《广东伟茂特种设备检测有限公司辐射事故应急预案》处理。

# X 射线探伤机操作规程

## （一）无损检测工艺流程

本项目主要是使用便携式定向工业 X 射线探伤机，进行工业 X 射线现场探伤，并进行记录，最终形成无损检测报告。本项目探伤机探伤对象为钢板，公司探伤业务主要为钢桥梁焊缝检测，广东伟茂特种设备检测有限公司现场探伤作业具体工作流程如下：

**（1）接收室外探伤任务后，制定现场探伤作业方案并发布探伤作业通知，该作业方案应包括：**

- ①工况、时间、地点、控制区范围、监督区范围、监测方案、清场方式等；
- ②明确探伤人员、防护人员、运输人员、保卫人员的职责和分工；
- ③对探伤人员的要求，包括：探伤与防护培训要求；
- ④探伤准备，包括：探伤设备、技术、检测设备和材料等；
- ⑤探伤实施，包括：工作要点、安全防护、工艺参数设置、操作流程；
- ⑥图像评定，包括：评定条件及要求；
- ⑦探伤记录及报告要求；
- ⑧质量检查的要求、方法等；
- ⑨职业健康安全和环境管理等内容；

**（2）在现场探伤曝光开始前应做好探伤作业前的各项准备工作：**

- ①公司先安排工作人员熟悉探伤作业地点、工作条件和被检工件的基本信息。需对探伤作业的具体情况进行公示，应在检测区域和以及周边公

众可达地点放置安全信息公示牌，将辐射安全许可证、单位法人、辐射安全负责人、操作人员和现场安全员的姓名、照片、资质证书和生态环境部门监督举报电话等信息进行公示，接受公众监督。其中，安全信息公示牌面积应不小于  $2\text{m}^2$ ，公示信息应采取喷绘（印刷）的方式进行制作。安全信息公示牌应适应野外作业需要（具备防水、防风等抵御外界影响的能力），确保信息的清晰辨识。公示信息如发生变化应重新制作安全信息公示牌，禁止对安全信息公示牌进行涂改、污损。夜间进行探伤作业时，必须在控制区和监督区边界设立灯光警示和相应的警告牌，必要时设专人警戒。公示的同时利用广播（或手持大功率喊话器等）通知射线作业场所和时间。

②设备出库：辐射工作人员提前至公司设备间（探伤机贮存间）领取探伤装置，并检查探伤装置性能，检查合格后，公司配备专用车辆将探伤机运至探伤现场，每车至少安排 1 名操作人员随车押运。

③初步划定控制区和监督区边界，设置安全警戒措施：

到达现场后，根据射线装置和被检物体的距离、照射方向、实际和屏蔽条件的因素，利用现场地形、地物屏蔽，选择最佳的设备布置位置，工作人员将 X 射线探伤机放置在最佳的拍片位置，根据曝光时间、焦距、确定焦点位置，摆放好铅屏蔽板等防护用品。根据现场情况划定作业场所工作区域，并在相应边界设置警示标识。工作区域划分应以在即将探伤的工作条件下，参照后文计算出的控制区和监督区的范围，预设出“两区”的范围，在两区边界设置警戒线（离地  $0.8\text{m}\sim1.0\text{m}$  左右）。控制区边界设置红色警戒线围住，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，并在控制区边界设立灯光警示，控制区范围内应设有良好的照明，控制区内部分区域不在工作人员视野范围内，应安排人员进行巡查；工作人员操作位应位于控制区外，射线工作期间在控制区内不可同时进行其他工作，不能有人员居留。监督区边界设置黄色警戒线，悬挂“无关人员禁止入内”的警告牌及电离辐射标志，并在监督区边界设立灯光警示和相应的警告牌。出束期间安排人员在监督区外巡视。

④初步确定探伤现场二区边界时进行清场，确保控制区及监督区内无其他人员且各种辐射安全措施到位后，连接好 X 射线探伤机控制部件，并检查设备部件是否正常。贴置成像板（成像板通过布袋保护，紧贴 GIS 壳体放置），调整防护铅板位置（根据工作环境使用铅板，探伤机主射束方向朝上或朝下时无需使用铅板屏蔽；主射束方向为水平时，在多数工作环境下可在主射束方向使用铅板，少数工作环境下不便使用铅板。（如：高空环境下进行现场探伤作业不便使用铅板屏蔽）

④训机：设备长时间不用后一般在野外现场探伤时进行训机和制作曝光曲线。每次现场探伤时，设备开机后进行训机，一次训机后 24 小时不必再次训机。启动训机功能键后设备进入训机状态，语音提示“训机开始”，从低电压逐步增大至高电压，直至最大电压后结束，整个训机过程中准备灯变为红色。待训练指示灯熄灭，设备发出特定蜂鸣提示声音后，训机结束。训机完成后准备灯变为绿色。训机开始前，在待测工件（距探伤机出束口约 1m 距离）后放置 4mm 厚的方形铅板等，能有效减少训机过程对周边环境产生的辐射影响。训机过程应按现场探伤工作流程进行，辐射工作

人员需佩戴个人剂量计与个人剂量报警仪。训机结束后按照探伤现场记录表做好相关记录与工作方案一并存档备查，探伤现场记录详见附件 5。

⑤现场探伤工作每台设备配备 4 名辐射工作人员，安排 2 名辐射工作人员负责现场辐射安全管理工作，配置便携式巡测仪，佩戴个人剂量计巡查，确保探伤作业期间无人员误入作业区。安排 2 名操作人员，辐射工作人员每人各配备 1 个个人剂量计与 1 个个人剂量报警仪。

**(3) 确保探伤作业前的各项准备工作完成后，即可开启设备电源，进行探伤作业。探伤作业流程如下：**

①开始探伤前应并利用广播（或手持大功率喊话器等）告知即将开展探伤作业和探伤场所，确认已经清场，避免有人员滞留控制区和监督区范围内，探伤时间段为 22:00~次日 05:00。确认监督区内无无关人员和控制区内无人员后，试运行测量，设备操作人员在控制台设置试曝光条件，采取延时曝光的方式进行试曝光，操作人员在开机后利用延时曝光时间及时撤离到控制区之外，控制区内不能有人员居留。本项目辐射安全管理人员携带个人剂量报警仪（带剂量显示功能）、个人剂量计和辐射巡测仪对控制区、监督区边界进行巡测、验证、修正。必要时重新确定控制区和监督区边界。测量控制区和监督区的实际剂量当量率后，如果不能满足“二区”设置要求，尽可能采取调整曝光方向、增加铅板屏蔽等措施缩减二区范围。若采取上述措施后仍无法满足“二区”设置的剂量率要求，停止工作。

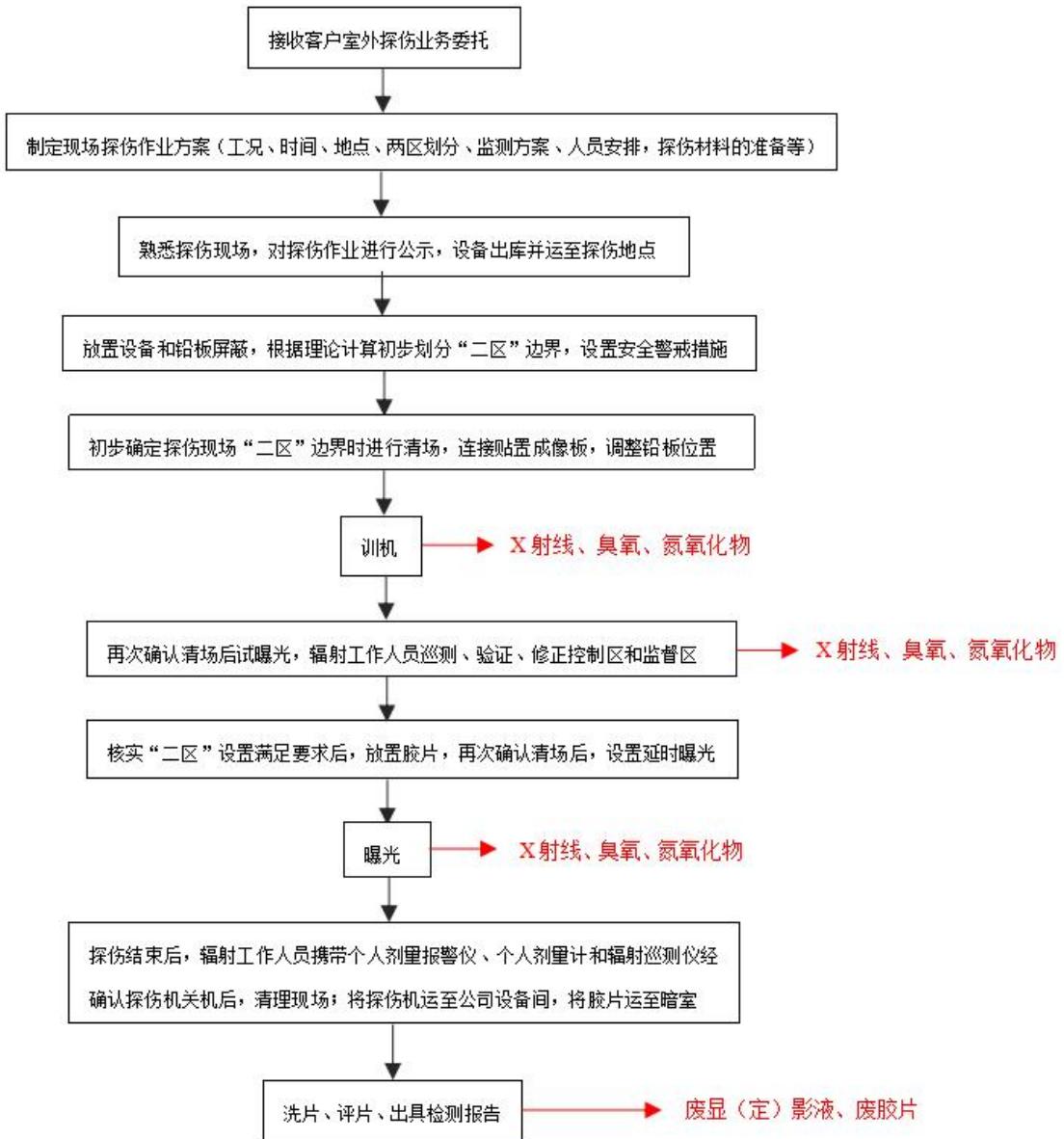
②核实“二区”设置满足要求后，辐射工作人员在工件背面放置好胶片并再次确认监督区和控制区内无关人员已全部清理离场，控制区内不能有人员居留。本项目所使用探伤机均具备延时曝光功能（当准备灯变绿后，

连续按停扭两下，数码管两小数点同时闪烁，此时拨动码开关，可在 0.0-9.9min 之间设置延时），控制台位于非主射方向，控制台与 X 射线管头或高压发生器的连接电缆约 25m，当探伤机线缆连接长度大于控制区范围时，操作人员位于控制区外，通过控制器直接启动探伤机出束。如探伤机线缆连接长度不足时，操作人员采取设定延迟时间后自动出束功能，操作人员可在延迟时间内撤离控制区范围外。当现场探伤工件规格、探伤机的位置及射束方向发生变化时需要重新划定控制区与监督区，重新测量控制区和监督区的实际的剂量当量率，并记录。达到预定照射时间和曝光量后关闭探伤机，每次探伤机曝光与休息时间严格按照 1:1 执行。探伤时，对现场辐射安全进行管理，不定时巡查监督区边界情况，防止无关人员逗留（遇有雷雨天、大雾、照明不足等情况，工作人员能见度低于 100m 时，应停止作业。）。

③现场探伤作业完成后，本项目探伤工作人员携带个人剂量报警仪、个人剂量计和辐射巡测仪经确认探伤机关机后，进入控制区，收回 X 射线探伤机，取下胶片，解除警戒，清理现场，将探伤机运行至公司的探伤机贮存间，将胶片带回，在公司暗室进行洗、评片。

现场相关记录（X 射线探伤任务指令单、进出场所记录表、监测布置图、现场射线剂量监测记录表和现场记录（含控制区和监督区的划分）资料等，详见附件 5）应与工作方案一并存档备查。

现场探伤作业流程及产污环节图见下图所示。



探伤作业流程及产污环节示意图

## (二) 设备操作规程

操作探伤机应按以下要求进行：

### (1) 通电前的准备

- 上机操作者，可正确使用 X 射线机的操作和维护设备；
- 检查使用电源和设备标称电压是否相符；
- 检查气绝缘 X 射线机的气压是否符合要求；
- 将电源线，高压电缆线插头分别和控制箱，高压发生器及冷却系统

牢固连接，保证接触良好；

e)在合适的位置摆放 X 射线探伤机的发生器，将“管电流调节”、“管电压调节”旋钮逆时针转到初始极限位置（最小管电压和管电流）；

f)在工件上放好胶片，对准位置，调好焦距。

## **(2) 通电后检查**

a)打开电源开关，数码管显示“HH”，控制器及 X 射线发生器之冷却风扇起动，X 射线警示灯亮，随后蜂鸣器鸣响。约 15s 后，数码管显示时间旋钮的设定值，蜂鸣器停叫，准备灯亮；

b)检查冷却系统工作情况(气绝缘机的机头风扇运转是否正常)。

## **(3) 曝光控制**

a)开机人员在计时器上选取所需要的曝光时间，并设置合适的“管电压”和“管电流”；

b)按下“高压”按钮，“高压”信号灯亮，由于探伤机自带延时曝光功能，即在打开曝光按钮，经过预设延时后开始曝光，控制台开始自动计时，数码管显示递减时间；

c)该曝光延时功能为室外现场探伤作业的操作人员提供开机后撤出控制区外的时间。在第一次曝光期间，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；

d)当数码管显示“0.0”时，曝光时间到，机器自动切断高压，蜂鸣器响，准备灯、高压灯灭；

e)曝光时间结束，自动降压至最低值并切断高压，工作结束；

f)使用巡测仪确认 X 射线探伤机已关闭后，进入控制区收完设备后，撤销警戒。

## **(4) 注意事项：**

a) 机器曝光时间和休息时间严格按照 1:1 比例进行；

b) 当电源电压在瞬间有较大波动时，可能使保护电路动作，此不属机器故障，待电源稳定后可继续使用。

### （三）曝光曲线制定工作流程

每台 X 射线探伤机使用之前应制作相应的曝光曲线，并定期对曝光曲线进行校验。新购或大修后的设备应重新制作曝光曲线，曝光曲线制作过程也产生 X 射线。根据建设单位提供资料，一般情况下，X 射线探伤机首次购买后以及返厂维修后，设备均由厂家进行训机和制作曝光曲线。

### （5）洗片工作流程

洗、评片室拟设在厂房一层，公司在现场探伤照射后的胶片由辐射工作人员当天放入暗袋运回公司暗室。具体洗片工作流程如下：

①探伤前配制化学试剂：遵照药粉制造商包装上的说明和配方，按说明书规定的温度配置好化学药剂。

②探伤后，将照射过的暗袋带至洗片室，拆开暗袋，取出胶片放入洗片夹。从取出胶片直至定影操作结束，以下所有操作过程都必须在暗室环境下进行。

③显影：将带胶片的洗片夹依次放入显影槽（容器）内，视放置位置，保证胶片之间的间隔至少为 12.7mm，不要多放。正常显影在 20°C 时为 5~8 分钟。显影过程中，最好是一分钟内将胶片作水平和垂直方向搅动数秒钟。

④停影：在显影结束后，将洗片夹从显影槽内取出，放入流动清水中去除胶片上附着的残留显影液

⑤定影：将停显后的胶片立即放入定影槽内，胶片在定影液中不得互

相接触，为保证均匀而快速的定影，胶片在刚浸入定影液时，以及一分钟后，均应作上下方向的搅动约 10 秒钟，然后让其在定影液中浸渍到定影结束。定影时间至少为到底片通透时间的两倍，但对于刚配制不久的定影液，定影时间不得超过 15 分钟。

⑥冲洗：定影完成后，将洗片夹从定影槽中取出，放置在流动水中冲洗 20~30 分钟。

⑦润湿和干燥：冲洗完成后，可把胶片浸入润湿剂中约 30 秒。然后将胶片从洗片夹中取出，通过悬挂或其他方式将胶片在环境温度的静止空气或循环空气下进行干燥。

洗片、评片结束后，将废显（定）影液和废胶片分类收集后运输到废液间的专用容器内暂存，最终交由有资质单位回收处置，并建立钢结构室危险废物管理台账（内容包括：废物名称、产生日期、转移日期，去向及经办人等）并存档。

## 设备领用/归还登记表

设备名称: \_\_\_\_\_

设备编号: \_\_\_\_\_

设备负责人: \_\_\_\_\_

## 探伤现场记录情况

接到探伤任务后，探伤组负责人应在整个探伤过程中按照探伤现场记录表内容进行记录，确保每次探伤现场情况完整。

年度

| 日期 | 工程项目 | 探伤物件 | 部位 | 尺寸 | 检测地点 | 控制区距射线源距离 | 监督区距射线源距离 | 探伤人员 | 数量 | 巡查人 | 备注 |
|----|------|------|----|----|------|-----------|-----------|------|----|-----|----|
|    |      |      |    |    |      |           |           |      |    |     |    |
|    |      |      |    |    |      |           |           |      |    |     |    |
|    |      |      |    |    |      |           |           |      |    |     |    |
|    |      |      |    |    |      |           |           |      |    |     |    |
|    |      |      |    |    |      |           |           |      |    |     |    |
|    |      |      |    |    |      |           |           |      |    |     |    |
|    |      |      |    |    |      |           |           |      |    |     |    |
|    |      |      |    |    |      |           |           |      |    |     |    |
|    |      |      |    |    |      |           |           |      |    |     |    |
|    |      |      |    |    |      |           |           |      |    |     |    |

## 现场射线剂量监测记录表

| 监测日期 | 监测地点 | 工程项 | 监测人 | 监测仪 | 监测记录         |    |    |    |    |              |             |    |    |    |    |
|------|------|-----|-----|-----|--------------|----|----|----|----|--------------|-------------|----|----|----|----|
|      |      |     |     |     | 控制区边缘周围剂量当量率 |    |    |    |    | 监督区边缘周围剂量当量率 |             |    |    |    |    |
|      |      |     |     |     | 控制区边界距射线源距离  | 东侧 | 南侧 | 西侧 | 北侧 | 主射           | 监督区边界距射线源距离 | 东侧 | 南侧 | 西侧 | 北侧 |
|      |      |     |     |     |              |    |    |    |    |              |             |    |    |    |    |
|      |      |     |     |     |              |    |    |    |    |              |             |    |    |    |    |
|      |      |     |     |     |              |    |    |    |    |              |             |    |    |    |    |
|      |      |     |     |     |              |    |    |    |    |              |             |    |    |    |    |
|      |      |     |     |     |              |    |    |    |    |              |             |    |    |    |    |
|      |      |     |     |     |              |    |    |    |    |              |             |    |    |    |    |
|      |      |     |     |     |              |    |    |    |    |              |             |    |    |    |    |
|      |      |     |     |     |              |    |    |    |    |              |             |    |    |    |    |
|      |      |     |     |     |              |    |    |    |    |              |             |    |    |    |    |
|      |      |     |     |     |              |    |    |    |    |              |             |    |    |    |    |

## X 射线探伤作业场所进出人员登记表

# 辐射工作人员职业健康管理制度

## 1、编制目的

为贯彻落实国家《中华人民共和国职业病防治法》及《放射工作人员职业健康管理办法》（卫生部令第 55 号）的要求，保障辐射工作人员的人身健康，制定本制度。

## 2、适用范围

本制度适用于工厂使用和管理射线装置的部门和个人。

## 3、引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

《中华人民共和国职业病防治法》

《放射工作人员职业健康管理办法》（卫生部令第 55 号）

## 4、职责

### 4.1 钢结构部

负责从事和拟从事辐射工作人员的职业健康体检，负责辐射工作人员的职业健康管理，建立职业健康监护档案和辐射防护培训档案，并妥善保存。职业健康监护档案应包括以下内容：

- (1) 职业史、既往病史和职业照射接触史；
- (2) 历次职业健康检查结果及评价处理意见；
- (3) 职业放射性疾病诊疗、医学随访观察等健康资料。

## 5、管理要求

5.1 新入职或调岗的拟从事辐射工作的人员必须依据有资质的体检机构出具的上岗前体检报告,符合《放射工作人员职业健康管理方法》(卫生部令第55号)方可入职上岗。

5.2 辐射工作人员上岗前,应为每名辐射工作人员配备个人剂量计,及时安排其接受辐射防护法规和防护知识培训并取得合格证明。

5.3 辐射工作人员上岗前,辐射工作人员每2年到有资质的体检机构进行一次职业健康检查,脱离辐射工作岗位时也应进行离岗前职业健康检查。

5.4 工作单位不得安排怀孕的妇女参与应急处理和有可能造成职业性内照射的工作,哺乳期妇女在其哺乳期间应避免接受职业性内照射。

5.5 对参加应急处理或者受到事故照射的辐射工作人员,核技术利用单位应当及时组织健康检查或者医疗救治,按照国家有关标准进行医学随访观察。

5.6 辐射工作人员每2年到有资质的体检机构进行一次职业健康检查,必要时可增加临时性检查。脱离辐射工作岗位时也应进行离岗前职业健康检查。收到检查结果后要如实告知本人,并将结果记录保存。发现不宜继续从事辐射工作的,根据体检机构的意见及时调离辐射工作岗位并妥善安置;对需要复查和医学随访观察的,及时予以安排。

5.7 辐射工作人员在职业健康监护、个人计量监测、防护培训中形成的档案要统一保管。

5.8 辐射工作人员有权查阅、复印本人的档案,存档部门应当如实提供。

# 辐射工作人员培训制度

## 1、目的：

为了规范公司辐射工作人员的辐射作业，确保人员按照国家相关法规以及公司的安全规定进行辐射作业，特制定该培训制度。

## 2、职责：

组织本公司辐射工作人员接受生态环境部组织的外部辐射防护培训和公司内部的辐射安全培训，落实培训计划的制定与实施，建立并按照规定的期限妥善保存培训档案。培训档案包括各次培训中的课程名称及培训时间、考试或考核成绩等资料。

## 3、范围：

公司进行辐射安全管理及操作的人员。

## 4、具体规定

### 4.1 培训单位、内容及方式：

#### 4.1.1 外部培训

根据生态环境部《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 年第 9 号）的相关要求，仅从事Ⅲ类射线装置使用活动的辐射工作人员无需参加集中考核，由核技术利用单位自行组织考核。从事Ⅱ类射线装置使用的辐射工作人员上岗前，在生态环境部辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）上参加培训，考核合格后方可上岗；2020 年前取得辐射安全培训合格证书，合格证书有效期为 4 年；2020 年后，

取得考核合格单，培训考核合格单有效期为5年，应根据合格证书颁发日期/考核合格单，组织人员进行再培训，确保所有工作人员持证上岗。

#### 4.1.2 公司内部培训

内部辐射防护培训由有技术能力的有资格单位承担。有资格单位会同我司共同负责培训计划的制定，并按照国家有关规定和标准的要求实施培训和考核。培训内容和深度应根据培训对象、工作性质和条件确定。培训方式可采用异地或本单位课堂教学、现场实习和个人学习等。

#### 4.2 岗前、转岗和在岗培训：

4.2.1 辐射工作人员上岗前需参加生态环境部辐射安全与防护培训和公司内部培训，经考试合格领取培训上岗证后，方可上岗。

4.2.2 辐射工作人员岗位发生变化或者培训证不在有效期内，必须及时参加复训，待复训合格后方可从事相关工作。

4.2.3 各类辐射工作人员在岗期间按有关规定定期进行培训与考核。

#### 4.3 培训内容

4.3.1 学习辐射安全法律法规常识和基本防护知识。

4.3.2 学习辐射事故应急措施和演练。

#### 4.4 考核：

4.4.1 辐射防护基本知识应列为辐射工作人员业务考核的内容。

4.4.2 定期对在岗辐射工作人员进行辐射防护知识与技能的考核。

# 危险废物处置措施

## 1、废弃 X 射线机的处置

1.1 X 射线机故障后，应运回公司统一封存管理。

1.2 不可使用的 X 射线机在公司封存期间，应贴上禁用的红色标签，以防止误用。

1.3 无法修复且不再使用的 X 射线机应联系生产厂家回收。回收应做好交接和登记。

## 2、废弃胶片和显定影废液的处置

2.1 胶片裁剪后，拍片操作人员应将不用的胶片边角料统一收集在规定的专门废物箱内，不允许随意丢弃。

2.2 对于废弃的底片，评片人员应统一收集在规定的暗室危废暂存桶置于危废暂存间内，不允许随意丢弃。

2.3 对于暗室产生的废弃显影液和定影液，应使用专门的危废暂存桶统一收集后暂存于危废暂存间内，不允许随意倾倒。

2.4 应定期联系有资质的专业回收处置公司，来回收废弃的胶片和显定影废液，由专业的废物处置公司处理废弃胶片和废显定影废液。

# 辐射工作场所监测计划

为了保护环境保障公众健康，公司必须加强辐射作业的现场管理，做好辐射防护工作，定期对辐射装置，监测项目为 X 射线空气吸收剂量率，其监测计划如下：

## 一、作业场所的个人剂量监测

1、个人剂量监测委托有资质的单位或机构实施，监测周期为 1 次/季。现场辐射工作人员必须佩戴个人剂量计上岗，并要求佩戴人员妥善保管，防止个人剂量计受到其他原因造成的检测值异常。辐射安全管理小组负责个人剂量计的定期送检和建立个人剂量监测档案。

2、员工可以随时查阅每周期的个人剂量检测报告。

3、个人剂量监测档案应当包括：

（1）常规监测的方法和结果等相关资料；

（2）应急或者事故中受到照射的剂量和调查报告等相关资料。

## 二、现场作业场所的监测

1、每次探伤作业前，工作人员检查警告信号、警告牌、标志的状态，并检查监督区和控制区的清场情况，确保在 X 射线探伤机曝光前控制区内无论何人员。

2、X 射线作业场所启用时，检验人员围绕控制区，监督区边界巡测辐射水平，并按控制区边界不大于  $15\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，和监督区边界不大于  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$  的有关要求进行防，满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)的要求。

## 监测内容和要求

①监测内容：X- $\gamma$ 辐射剂量率

②监测布点及数据管理：监测布点因参考环评提出的监测计划，监测数据应记录完善，并将数据实时汇总。

③在每次现场探伤前，对探伤现场周围的环境敏感点或者评价范围区域进行辐射环境现状检测。

④当 X 射线探伤装置、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。

⑤在工作状态下应检测操作位置，确保操作位置的辐射水平时可接受的。

⑥在工作状态下检测控制区和监督区边界周围剂量当量率，应满足控制区边界周围剂量当量率限值不大于  $15\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，监督区边界周围剂量当量率限值不大于  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

⑦探伤机停止工作时，还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（年度监测）；

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  $1.25\text{mSv}$ 。

## 监测计划

| 检测项目    | 检测点位   | 检测周期       |          |             |
|---------|--|------------|----------|-------------|
|         |  | 建设单位<br>自检 | 委托检<br>测 | 验收检测        |
| 周围剂量当量率 | ①控制区边界：周围剂量当量率不大于 $15\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，探头距地面 1m 处，检测仪器探头朝向探伤机方向，至少在监督区边界东南西北及主射束方向测量 5 个监测点    | 每次探伤<br>前  | 1 次/年    | 竣工环保验<br>收时 |
|         | ②监督区边界：周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，探头位置距地面 1m 处，检测仪器探头朝向探伤机方向，至少在控制区边界东南西北及主射束方向测量 5 个监测点 |            |          |             |
|         | ③现场探伤操作位处  |            |          |             |
|         | ④周围环境敏感目标处   |            |          |             |
| 个人剂量计   | 委托有资质的单位每三个月送检一次   |            |          |             |

3、建立作业现场的辐射巡检制度,现场探伤的工作条件变动时必须重新进行现场监测。并验证确定的控制区和监督区。

### 三、仪器的保管与使用

#### 1、个人剂量计的保管与使用

(1) 辐射工作人员进入工作区域必须佩戴个人剂量计，剂量计应佩戴在人体躯干前方左胸位置。

(2) 外照射个人剂量监测周期最长不应超过 90 天，个人剂量计有识别的标识和编码，应按规定要求佩戴，中途不得随意更换、调换。

(3) 必须严格落实个人剂量计发放、佩戴和回收规定，非工作时间个人剂量计必须统一回收保管。剂量计应正确使用，不得自行打开，如有丢失损坏或异常，应立即向组长报告。

(4) 个人剂量计监测结果出现超标等问题时，应配合个人剂量监测单位或机构进行调查，明确超标原因，并予以整改

(5) 个人剂量计在每个佩戴周期结束后，尽快送往个人剂量检测单位或机构，收到个人剂量计监测报告后，进行存档。同时确定辐射工作人员是否可继续上岗，以确保其身体健康；允许辐射工作人员查阅、复印本人的个人剂量监测档案。

## 2、个人剂量报警仪的保管与使用

(1) 每名辐射工作人员分别配备1枚个人剂量报警仪；  
(2) 操作人员必须保管妥当，使用中注意避免磕碰、落砸。不得审换使用及转借他人使用如有故障，及时上报，进行修理、更换。如出现人为情况下的丢失、损坏，将根据损坏程度及设备价值予以经济赔偿处理

## 3、环境剂量监测仪的保管与使用

(1) 使用人员必须经过培训后，方可进行操作，除确定的操作人员外，其他人员未经允许不得擅自使用。  
(2) 开机前应对仪器状态进行仔细检查，按操作规程依次开机，并检查是否运行正常，确认正常后方可使用，如发现异常情况及时汇报相关负责人。  
(3) 使用时必须严格遵守使用范围的规定，不得超范围使用  
(4) 使用完毕，应及时清理，保持整洁。  
(5) 对违反操作规程和应保管不善致使仪器损坏的，要视情节追究当事人责任。  
(6) 不可自行拆卸仪器。

剂量率监测仪应在国家计量部门或其授权的校准机构检定/校准或定

期自行检定/校准，保证量值可溯源至国家计量基准。校准因子应准确使用；仪器检修后需重新检定/校准。

为保证监测数据的准确可靠，计量器具应定期核查，核查周期的长短取决于其可靠程度、故障率等因素。核查方法可自行确定，可选取个别关键指标进行核查，操作应方便快捷，核查结果应能确定仪器是否适用，但不宜用于修正仪器的校准因子，除非监测方法另有规定。如核查误差超过15%时（监测方法规定了误差要求的，以监测方法规定为准），仪器应停用，检查原因，重新检定/校准。

#### 四、年度监测和年度评估

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第18号令2011年）的相关规定，使用放射性同位素与射线装置的单位应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责：不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境检测机构进行整测。

- 1、每年委托有相关监测资质的监测单位对辐射工作场所进行全面的监测；
- 2、监测内容：现场探伤监督区、控制区划分；
- 3、年度评估：年度监测数据将作为本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况年度评估报告的一部分，每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

# 射线装置设备使用和维修台账管理制度

## 1、目的：

为了规范工厂射线装置设备的使用和维修，特制定该制度。

## 2、职责：

设备管理员负责设备的领用台账的登记，以及送外进行设备的维修。

检验员负责领用设备的正常使用和保管。

## 3、具体内容

3.1X 射线装置由专人管理，在使用过程中应强化设备的维护和保养意识，定期维护并及时做好维护记录，确保机器处于良好的工作状态。

3.2 应有专人负责 X 线机的使用、维修和保养，并建立专册登记簿。机器发生故障，停止使用并及时汇报，并通知修理部门协作修理，及时记录。

3.3 做好维修保养知识的搜集、整理、登记，完善计算机相应数据库软件管理。

3.4X 射线装置使用纪录、个人剂量测试记录、人员健康体检纪录及机器保养维修纪录必须实行科学化、规范化管理，做到分类建档，归类清楚。

3.5 使用设备、进行个人剂量检测、机器的维修保养等必须严格登记，并按规定整理。凡调阅各类纪录数据，必须经辐射防护领导小组批准，做到事事有登记，份份有着落，查找及时、准确。

3.6 使用者应遵守操作规程，掌握操作技巧，安全地使用 X 射线装置。

3.7 定期请专业人员检测机器的输出量及相关性能，协助维修人员做好

质量控制和校准工作，使设备运行安全稳定可靠。

3.8 机器出现故障时，应做好记录，及时报告申请维修，并记录维修情况。

3.9 与厂方工程师保持良好的沟通，利用电话支持、远程诊断、现场维修等多种方式，快捷地处理问题。

## 辐射工作安全责任书

为认真贯彻执行国家对射线装置管理的有关法律、法规，为保障人体健康，落实辐射工作安全责任，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》（国务院令第 499 号）的有关规定，本单位制定了辐射工作安全责任书：

单位负责人梁耀武（职务总经理）为本单位辐射工作安全责任人。

二、设置专项机构：辐射安全领导小组

三、在许可规定的范围内从事辐射工作。

四、健全安全、保安和防护管理规章制度，制定辐射事故应急方案，并采取措施防止辐射事故的发生。一旦发生事故将立即报告当地生态环境部门。

五、保证其辐射工作场所安全、防护和污染防治设施符合国家有关要求，并确保这些设施正常运行。

六、按有关规定妥善处置危险废物。

七、对本单位辐射工作人员进行有关法律、法规、规章、专业技术、安全防护和应急响应等知识的培训教育，持证上岗。

八、每年对本单位辐射工作安全与防护状况进行一次自我安全评估，安全评估报告将对存在的安全隐患提出整改方案。

九、建立辐射工作人员健康和个人剂量档案。

## 暗室操作规程

- 1.从事暗室操作人员需经过专业培训持证上岗。
- 2.暗室应符合标准规定，保持整洁、卫生。
- 3.进入暗室前将手洗净，避免污染胶片。
- 4.进入暗室后，操作人员应在黑暗环境中适应 10 分钟左右，方可进行工作。
- 5.暗室用品应摆放整齐，暗室用红灯应调至较低。
- 6.在显定影过程中应避免胶片之间互相接触。定影后的底片应经充分水洗处理，以防止水迹的产生。
- 7.胶片盒要在暗室内开封，未使用完胶片应安原包装入盒内以防曝光，放于阴凉干燥处立放。
- 8.装胶片时应避免与衬纸产生摩擦防止静电感光，胶片不得弯曲。
- 9.胶片应远离显定液避免药液污染胶片。

# 广东伟茂特种设备检测有限公司 辐射事故应急预案

为了加强对公司使用射线装置的安全防护，有效预防并及时控制或消除各类辐射事故，规范突发性辐射事故应急处置工作，提高对突发辐射事故的处理能力，最大程度地预防和减少突发辐射事故的损害，保障群众健康，维护环境安全，根据《放射事故管理法规》和《放射性同位素与射线装置放射防护条例》及其他有关法律及法规的规定，结合公司实际拟定了本方案作为辐射事故应急处理预案。

## 一、辐射事故领导小组的组成与职责

1、公司成立辐射事故领导工作小组，负责公司的辐射事故应急管理工作。人员组成如下：

| 职责 | 姓名  | 职务 | 联系方式<br>(手机号码) | 专职/兼职 |
|----|-----|----|----------------|-------|
| 组长 | 何健  | 组长 | 13802534232    | 兼职    |
| 成员 | 杨彬光 | 组员 | 13316022113    | 兼职    |
| 成员 | 高俊茹 | 组员 | 13725217228    | 专职    |
| 成员 | 林彩欣 | 组员 | 13829201114    | 专职    |

### 主要职责

- (1) 负责公司“应急预案”的制定、修订；
- (2) 贯彻执行国家辐射事故应急方针和政策，配合省生态环境厅做好事故应急处理工作；
- (3) 组织应急专业队伍，并组织实施和演练；
- (4) 检查督促做好重大事故的预防措施和辐射事故应急的各项准备工作；

- (5) 在事故发生后及时组织有关部门和人员进行辐射事故应急处理;
- (6) 及时向辐射事故领导小组报告工作，并负责向辐射环境管理部门、卫生部门及公安部门及时报告事故情况，并协助工作。

## 二、辐射事故应急应遵循的原则：

迅速报告原则；

主动抢救原则；

生命第一的原则；

科学施救，控制危险源，防止事故扩大的原则；

保护现场，收集证据的原则。

## 三、辐射事故的分级

辐射事故根据人员受照剂量和伤亡人数分为一般辐射事故、较大辐射事故、重大辐射事故和特别重大辐射事故：本次核技术利用项目辐射等级为一般辐射事故，预案针对一般辐射事故。

| 事故等级   | 事故情形                   |
|--------|------------------------|
| 一般辐射事故 | 射线装置失控导致人员受到超过年剂量限制的照射 |

## 四、辐射事故的预防措施：

由于移动式探伤没有固定的作业场所和屏蔽防护设施，因此，工作人员要根据现场实际情况采取有效的措施加强防护。

### 1、距离防护

增加操作距离，采取加长电缆实行远距离操作，可减少工作人员的受照量。同时，操作位置要避开射线的主射束方向。

## 2、设立控制区和监督区

现场操作时，可将周围剂量当量率大于  $15\mu\text{Sv}/\text{h}$  的范围设为控制区，周围剂量当量率大于  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$  的范围划为监督区。并在控制区和监督区边界上设置醒目的警示标志，禁止无关人员进入控制区。同时，并在边界上设置警戒线，必要时专人警戒。

## 3、屏蔽防护

利用现场环境的屏蔽防护物如墙体、工件、堆放物等，或使用简易屏蔽防护屏等进行必要的屏蔽防护。

## 4、时间防护

反复模拟演练，提高操作技能，充分做好探伤前的准备工作，缩短操作时间，减少受照射剂量。

## 五、可能发生的辐射事故：

1、设备故障：进行现场探伤作业时，探伤机延时曝光功能故障，工作人员还未撤离至安全区域就已曝光；或控制系统失灵，X射线无法停束，异常曝光对工作人员造成不必要的照射。

2、进行现场探伤作业时，控制区或监督区警戒线、电离辐射警示标志（牌）等脱落或不清晰或现场巡视人员未及时发现无关人员误入等原因，造成人员误入监督区或控制区，使人员受到不必要的照射。

3、探伤时用较大工况探伤较薄的工件；

4、正常探伤时无工件遮挡；

5、正常探伤时，铅板未架设稳定而滑落或者探伤机未进行固定而造成

探伤机主射线束平行于地面，周围人员受到误照射；

6、探伤机丢失、被盗，对环境和社会产生危害（向公安机关报案 110）。

7、探伤机摆置不当，机头未投射于工件位置，而直接射向人员居留位置，而导致误照射。

## 六、事故应急处理程序：

1、事故发生后，操作人员应根据现场情况及时采取应急防护措施，关闭设备电源，当事人应立即通知同工作场所的工作人员和公众离开辐射区，撤离事故现场所有人员，使之到达安全地带，保护好现场，使得无关人员不得入内，防止事故继续发生和扩大。并在第一时间向生态环境部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告，并协助生态环境部门、公安部门和卫生部门做好辐射事故后果预测与评价以及环境辐射监测等工作，为采取辐射事故应急对策和应急防护措施提供依据。

2、辐射事故领导工作小组应当根据现场的情况，协助有关部门实行有效的剂量监督，并做好辐射事故现场接受照射人员的救护、转运和医学处置工作。

3、辐射事故领导工作小组根据生态环境部门、公安部门、卫生部门的应急处理意见，在有经验的工作人员和卫生防护人员的参与下进行处置。未取得主管部门同意允许，不得进入事故区。整个过程应实施有效的剂量监督，对事故现场实施保护和控制

4、根据对现场的剂量监督情况，向生态环境主管部门申请解除现场应

急状态。

5、各种事故处理以后，必须组织有关人员进行讨论，了解事发经过、事发情况，分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故重复发生。凡严重或重大的事故，应向上级主管部门报告。

6、应急终止：符合下列条件后，终止应急状态：

(1) 事件现场得到控制，事件条件已经消除。  
(2) 事件所造成危害已经被彻底消除，无继发可能。  
(3) 采取了必要的防护措施以保护公众免受再次危害，并使事件可能引起的中长期影响趋于合理且尽量低的水平。

7、辐射事故应急状态终止后，辐射防护领导小组应当组织相关人员进行事故的调查、分析，并向环保与公安等主管部门提交详细的事故处理报告。

除上述工作外，现场辐射工作人员还应进行以下几项工作：

1、迅速确定现场的辐射强度及影响范围，划出禁区，降低辐射危害。  
2、根据现场辐射强度，估算应急工作人员在现场工作的时间，估算事故人员的受照剂量。  
3、协助和指导在现场执行任务的工作人员佩戴防护用具及个人剂量报警仪。  
4、对严重剂量事故，应尽可能记下现场辐射强度和有关情况。并对现场重复测量，估计当事人所受剂量，根据受照剂量情况决定是否送医院进行医学处理或治疗。

## 七、事故报告制度

发生辐射事故时，单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要的防护措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境主管部门（0755-82781862）、公安部门（110）和卫生部门报告。报告内容包括：

- （1）事故地点；
- （2）现场防护器材配置情况；
- （3）现场人员情况；
- （4）现场危险物存放情况；
- （5）现场急需援助情况。

## 八、辐射事故的调查

1、本单位发生重大辐射事故后，应立即由辐射事故领导工作小组组织事故调查、善后处理和恢复生产。

2、调查要遵循实事求是的原则，对事故的发生时间、地点、起因、过程和人员伤害情况及财产损失情况进行细致的调查分析，并认真做好调查记录，记录要妥善保管。

3、配合辐射事故领导小组编写、上报事故报告书方面的工作，同时，协助环境行政部门、公安部门进行事故调查、处理等各方面的相关事宜。

本预案自发布之日起生效，实施过程中如有与国家、省、市应急预案相抵触之处，以国家、省、市辐射事故应急预案的条款为准。

## 九、应急能力保障

## 1、培训和演练

(1) 培训：对公司所有参与辐射事故应急准备与响应的人员进行培训和定期再培训。培训内容应包括辐射监测仪器、通讯及防护设施的使用和应急预案执行步骤等。

(2) 演练：对公司所有参与辐射事故应急准备与响应的人员须定期（每年一次）组织应急演练，应急演练的类型应覆盖全面，以检验、改善和提高应急准备和应急响应能力，并通过演练逐步完善应急预案。

## 2、应急和救助的装备、资金、物资准备

(1) 人员保障：辐射事故领导小组和辐射事故应急工作小组，应保持与应急职责相适应的快速反应。

(2) 物资准备：辐射事故应急工作小组负责应急装备、物资保障工作，配备必要的个人防护、监测、鉴定、检验等设备、器材，配备必要的交通、通讯工具。

## (5) 辐射事故

辐射事故应急处置工作和日常工作经费，由辐射事故应急领导小组提出经费支出预算报财务部审批后执行。应急处置专项资金主要用于突发辐射事故防护准备，包括预防预警系统的建立、应急技术装备添置、应急事故行动处置、人员培训及日常经费开支等。

## 十、附则

1、本方案应在日后不断完善修订，自发布之日起施行。

佛山市生态环境局：0757-83382525

公安部门：110（射线装置被盗或丢失）

环保热线：12345

急救医疗电话：120

## 辐射事故初始报告表

|        |   |                        |       |       |            |                  |
|--------|---|------------------------|-------|-------|------------|------------------|
| 事故单位名称 | (公章)  |                        |       |       |            |                  |
| 法定代表人  |   | 地址                     |       | 邮编    |            |                  |
| 电话     |   | 传真                     |       | 联系人   |            |                  |
| 许可证号   |   | 许可证审批机关                |       |       |            |                  |
| 事故发生时间 |   | 事故发生地点                 |       |       |            |                  |
| 事故类型   | <input type="checkbox"/> 人员受照<br><input type="checkbox"/> 人员污染                            | 受照人数                   |       | 受污染人数 |            |                  |
|        | <input type="checkbox"/> 丢失<br><input type="checkbox"/> 被盗<br><input type="checkbox"/> 失控 | 事故源数量                  |       |       |            |                  |
|        | <input type="checkbox"/> 放射性污染  | 污染面积 (m <sup>2</sup> ) |       |       |            |                  |
|        |   |                        |       |       |            |                  |
| 序号     | 事故源核素名称   | 出厂活度 (Bq)              | 出厂日期  | 放射源编码 | 事故时活度 (Bq) | 非密封放射性物质状态 (固液态) |
|        |   |                        |       |       |            |                  |
|        |   |                        |       |       |            |                  |
| 序号     | 射线装置名称  | 型号                     | 生产厂家  | 设备编号  | 所在场所       | 主要参数             |
|        |   |                        |       |       |            |                  |
|        |   |                        |       |       |            |                  |
| 事故经过情况 |   |                        |       |       |            |                  |
| 报告人签字  |   | 报告时间                   | 年月日时分 |       |            |                  |

注：射线装置的“主要参数”是指 X 射线机的电流 (mA) 和电压 (kV)、加速器线束能量等主要性能参数。