

核技术利用建设项目

工业 X 射线现场探伤应用项目

环境影响报告表

(公示稿)

咸亨国际（杭州）电气科技研究院有限公司

2021 年 4 月

环境保护部制

## 核技术利用建设项目

# 工业 X 射线现场探伤应用项目 环境影响报告表

建设单位名称：威亨国际（杭州）电气科技研究院有限公司

建设单位法人代表(签名或盖章)：李\*\*

通讯地址：浙江省杭州市上城区婺江路 217 号 5 层 511 室

邮政编码：310000 联系人：陈\*

电子邮箱：/联系电话：137\*\*\*\*\*

# 目录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	4
表 3 非密封放射性物质.....	4
表 4 射线装置.....	4
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	6
表 6 评价依据.....	7
表 7 保护目标与评价标准.....	9
表 8 环境质量和辐射现状.....	13
表 9 项目工程分析与源项.....	14
表 10 辐射安全与防护.....	17
表 11 环境影响分析.....	20
表 12 辐射安全管理.....	26
表 13 结论与建议.....	29
表 14 审批.....	31

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称	工业 X 射线现场探伤应用项目				
建设单位	咸亨国际（杭州）电气科技研究院有限公司				
法人代表	李**	联系人	陈*	联系电话	137*****
注册地址	浙江省杭州市上城区婺江路 217 号 5 层 511 室				
项目建设地点	现场探伤，作业场所不固定； 探伤装置存放于杭州市下城区石桥路 279 号 31 幢 107 室				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）	200	项目环保投资（万元）	5	投资比例(环保投资/总投资)	2.5%
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 易地扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积(m <sup>2</sup> )	84
应用类型	放射源	<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		
	非密封放射性物质	<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 项目概况**

**1.1 建设单位基本情况及项目由来**

咸亨国际（杭州）电气科技研究院有限公司（以下简称为“公司”）是一家具有独立法人资格，从事特种设备无损检测、金属制品检测和电力检测等业务的单位。现因业务发展需要，公司拟配备 7 台 X 射线探伤机开展现场探伤项目承担电缆、变电站 GIS 设备、耐张线夹等电力相关设备的检测，探伤设备最大管电压 300kV，最大管电流 5mA。

对照《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，本项目属于“五十五、核与辐射：“172.核技术利用建设项目”：“使用 II 类射线装置”，应编制辐射环境影响报告表，并及时向有权限的生态环境部门申领辐射安全许可证。为此，咸亨国际（杭州）电气科技研究院有限公司委托浙江问鼎环境工程有限公司对“工业 X 射线现场探伤应用项目”进行

辐射环境影响评价。我单位在现场踏勘的基础上，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》（HJ 10.1-2016）的相关要求，编制完成了本项目的环境影响报告表。

## 1.2 建设内容及规模

因业务发展需要，公司拟开展现场探伤，计划购置 7 台 X 射线探伤机对特种设备和钢结构设备进行无损检测，以保证产品的质量和生产的安全。设备情况详见表 1-1。

表 1-1 项目建设内容

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 套	130kV+1417WGR	130	1	无损检测	现场探伤	定向
2	X 射线探伤机	II类	1 套	160kV-X+WGB1417	160	3			
3	X 射线探伤机	II类	1 套	MXXD-160+1417WGR	160	3			
4	X 射线探伤机	II类	1 套	MRCH-250	250	5			
5	X 射线探伤机	II类	1 套	250kV-WG B1417	250	5			
6	X 射线探伤机	II类	1 套	250-X	250	5			
7	X 射线探伤机	II类	1 套	300kV WGB14*17	300	5			

## 1.3 评价目的

- (1) 评价项目在运行过程中对工作人员及公众成员所造成的辐射影响；
- (2) 评价辐射防护措施效果，提出减少辐射危害的措施，为生态环境行政主管部门的管理提供依据；
- (3) 通过项目辐射环境影响评价，为建设单位保护环境和公众利益给予技术支持；
- (4) 对不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”；
- (5) 评价项目的可行性，从环境保护角度为主管部门和建设单位进行辐射环境管理提供科学依据。

## **2 项目选址及周边环境保护目标**

### **2.1 企业地理位置**

公司位于浙江省杭州市上城区婺江路 217 号 5 层 511 室，租用杭州市下城区石桥路 279 号（杭州经纬天地创意产业园）31 幢 107 室 84m<sup>2</sup> 工业厂房用于 X 射线装置的贮存，本项目 X 射线机均采用 X 射线实时成像系统。贮存室地理位置示意图见附图 1，周围环境概况图见附图 2，租赁协议见附件 2。本次拟配备的 7 台 X 射线机用于室外现场探伤，作业场所不固定。

### **2.2 现场探伤时作业场地位置**

该公司现场探伤无确定的作业地点，根据承接项目的需要，在施工现场进行，具体操作地点的选择严格按照公司管理制度进行。每个工作组必须要有临时存放 X 射线探伤设备的场所，临时存放场所须满足“防盗、防火、防潮、防爆”要求，并须有专人管理。

## 表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) ×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
本项目不涉及								

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)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
本项目不涉及										

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》(GB 18871-2002)。

## 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
本项目不涉及										

(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套	130kV+1417 WGR	130	1	无损检测	现场探伤	定向
2	X射线探伤机	II类	1套	160kV-X+W GB1417	160	3	无损检测	现场探伤	定向
3	X射线探伤机	II类	1套	MXXD-160+ 1417WGR	160	3	无损检测	现场探伤	定向
4	X射线探伤机	II类	1套	MRCH-250	250	5	无损检测	现场探伤	定向
5	X射线探伤机	II类	1套	250kV-WGB 1417	250	5	无损检测	现场探伤	定向
6	X射线探伤机	II类	1套	250-X	250	5	无损检测	现场探伤	定向
7	X射线探伤机	II类	1套	300kV WGB14*17	300	5	无损检测	现场探伤	定向

(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)	最大靶电流 ( $\mu$ A)	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	
本项目不涉及													



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	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧和 NO <sub>x</sub>	气态	/	/	少量	少量	少量	不暂存	直接进入大气,臭氧在常温常压下 可自行分解为氧气
以下空白								

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说明，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（2014 年修订）》，2015 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法（2018 年修订）》，2018 年 12 月 29 日起施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，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（2019 年修改）》，国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日起施行；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2019 年修改）》，生态环境部令第 7 号，2019 年 8 月 22 日起施行；</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 日起施行；</p> <p>(8) 《关于发布射线装置分类的公告》，原环境保护部、国家卫生计生委公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行；</p> <p>(9) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，原国家环境保护总局环发（2006）145 号，2006 年 9 月 26 日起施行；</p> <p>(10) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》，原环境保护部办公厅环办辐射函（2016）430 号，2016 年 3 月 7 日起施行；</p> <p>(11) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，生态环境部令第 16 号，自 2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(12) 《关于发布《省环境保护主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单 2015 年本》及《设区市环境保护主管部门负责审批环境影响评价文件的重污染、高环境风险以及严重影响生态的建设项目清单（2015 年本）》的通知，原浙江省环境保护厅浙环发（2015）38 号，2015 年 10 月 23 日起施行；</p> <p>(13) 《浙江省建设项目环境保护管理办法（2021 年修正）》，浙江省人民政府令第 388 号，2021 年 2 月 1 日起施行；</p> <p>(14) 《浙江省辐射环境管理办法（2021 年修正）》，浙江省人民政府令第 388 号，2021 年 2 月 1 日起施行；</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)，2016年4月1日实施；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》，(GB18871-2002)，2003年4月1日实施；</p> <p>(3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 及第 1 号修改单，2017年10月27日实施。</p> <p>(4) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)，2015年6月1日实施。</p>
其他	<p>(1) 建设单位提供的工程设计图纸及相关技术参数资料。</p>

## 表 7 保护目标与评价标准

### 7.1 评价范围

根据《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：“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）”。

考虑到该项目的实际情况，以各设备最大监督区范围为评价范围，因此根据理论计算结果可知，本项目的评价范围为：

- （1）使用 130kV 的 X 射线探伤机满功率条件下现场探伤时，评价范围为 38m；
- （2）使用 160kV 的 X 射线探伤机满功率条件下现场探伤时，评价范围为 73m；
- （3）使用 250kV 的 X 射线探伤机满功率条件下现场探伤时，评价范围为 98m；
- （4）使用 300kV 的 X 射线探伤机满功率条件下现场探伤时，评价范围为 107m。

### 7.2 保护目标

现场探伤作业时，对工作场所实行分区管理，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  $15 \mu\text{Sv/h}$  的范围内划为控制区，由专人看守；将控制区边界外、作业时间周围剂量当量率大于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$  的范围划为监督区，该区域允许与探伤活动有关的辐射工作人员在此活动，公众人员不得入内。

由于本项目为 X 射线的现场探伤，探伤地点不固定，因此 X 射线探伤机在工作条件下的环境目标是不定的。环境保护目标为 X 射线探伤机工作现场处的辐射工作人员以及周围其他公众成员。

该 X 射线探伤机运行时，辐射工作人员和公众所受照剂量低于本报告提出的管理剂量约束值，以确保该 X 射线探伤机运行时工作人员和公众的安全。

### 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）

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

##### B1.1 职业照射

B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

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

本项目取其四分之一即  $5\text{mSv}$  作为管理约束值。

## B1.2 公众照射

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv。

本项目取其四分之一即 **0.25mSv** 作为管理约束值。

### (2) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)。

本标准规定了工业 X 射线探伤室探伤、工业 X 射线 CT 探伤与工 X 射线现场探伤的放射防护要求。本标准适用于使用 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置进行探伤的工作。

3.1.1.5 X 射线装置在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率应符合表 3-1 要求。

表 3-1 X 射线管头组装体漏射线空气比释动能率

管电压 (kV)	漏射线空气比释动能率 (mGy/h)
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

3.1.3 对于移动式 X 射线装置，控制器与 X 射线管头或高压发生器的连接电缆不应短于 20m。

## 5 工业 X 射线现场探伤的放射防护要求

### 5.1 X 射线现场探伤作业分区设置要求

5.1.1 探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，并在相应的边界设置警示标识。

5.1.2 一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 15 $\mu$ Sv/h 的范围内划为控制区。如果每周实际开机时间明显不同于 7h，控制区边界周围剂量当量率应按式 (1) 计算：

$$\dot{K} = \frac{100}{t} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

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

t——每周实际开机时间，单位为小时 (h)；

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

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

5.1.4 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）。

5.1.5 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。

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

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

5.1.8 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。

## 5.2 X 射线现场探伤作业的准备

5.2.1 在实施现场探伤工作之前，运营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。

5.2.2 运营单位应确保开展现场探伤工作的每台 X 射线装置至少配备两名工作人员。

5.2.3 应考虑现场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）。

5.2.4 现场探伤工作在委托单位的工作场地实施的准备和规划，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。委托方应给予探伤工人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。

## 5.3 X 射线现场探伤作业安全警告信息

5.3.1 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。

5.3.2 警示信号指示装置应与探伤机联锁。

5.3.3 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。

5.3.4 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。

## 5.4 X 射线现场探伤作业安全操作要求

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

5.4.2 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。

### 5.5 X 射线现场探伤作业的边界巡查与监测

5.5.1 开始现场探伤之前，探伤工作人员应确保在控制区内没有任何其他人员，并防止有人进入控制区。

5.5.2 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。

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

5.5.4 现场探伤的每台探伤机应至少配备一台便携式剂量仪。开始探伤工作之前，应对剂量仪进行检查，确认剂量仪能正常工作。在现场探伤工作期间，便携式测量仪应一直处于开机状态，防止 X 射线曝光异常或不能正常终止。

5.5.5 现场探伤期间，工作人员应佩戴个人剂量计、直读剂量计和个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携巡测仪，两者均应使用。

### 6.3 现场探伤的分区及检测要求

6.3.1 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。

6.3.2 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。

6.3.3 在工作状态下应检测操作位置，确保操作位置的辐射水平是可接受的。

6.3.4 在工作状态下应检测控制区和监督区边界线周围剂量当量率，确保其低于国家法规和运营单位制定的指导水平。

6.3.5 探伤机停止工作时，还应检测操作者所在位置的辐射水平，以确保探伤机确已停止工作。

## 表 8 环境质量和辐射现状

### 8.1 项目地理位置和场所位置

#### 8.1.1 企业地理位置

公司位于浙江省杭州市上城区婺江路 217 号 5 层 511 室, X 射线装置贮存室位于杭州市下城区石桥路 279 号 (杭州经纬天地创意产业园) 31 幢 107 室 84m<sup>2</sup> 工业厂房。

#### 8.1.2 工作场所位置

公司拟配备的 7 台 X 射线机用于室外现场探伤, 作业场所不固定, 根据检测项目工件的需要, 在施工场进行 X 射线探伤操作, 具体操作地点的选择严格按照公司的管理制度进行。X 射线探伤机在不使用时存放于杭州市下城区石桥路 279 号 31 幢 107 室工业厂房内, 本项目 X 射线机均采用 X 射线实时成像系统。

### 8.2 环境现状评价对象、监测因子和监测点位

本项目使用 X 射线探伤机进行现场探伤, 由于其涉及的待检测项目具体地点不固定。因此, 本项目不再进行辐射环境现状监测。



## 表 9 项目工程分析与源项

### 9.1 工程设备和工艺分析

#### 9.1.1 设备组成及工作方式

因业务发展需要，公司拟开展现场探伤，配备的 7 台 X 射线探伤机均使用 X 射线实时成像检测系统，X 射线实时成像检测系统配置 X 射线发生单元装置、X 射线成像单元装置、实时成像控制台计算机、控制台软件和无线传输及控制装置等。系统基本配置图见图 9-1。



图 9-1 X 射线实时成像系统基本配置图

本项目配备的 130kV、160kV 和 250kV 探伤机开关机看片均为无线传输操作，探伤作业人员在控制区边界外通过实时成像控制台计算机软件看片；300kV 探伤机需探伤作业人员手动开机，300kV 探伤机设有延时开机装置，可延时 5min，探伤作业人员开机后迅速退至控制区边界外通过实时成像控制台计算机软件看片，关机可通过无线传输操作。

#### 9.1.2 探伤原理

X 射线成像是新一代的无损检测设备，以数字实时成像的技术取代传统的拍片方式。通过 X 射线管产生的 X 射线透过被检测物体后衰减，由图象增强器接收并转换成数字信号，利用半导体传感技术、计算机图像处理技术和信息处理技术，将检测图像直接显示在显示器屏幕上，可显示出材料内部的缺陷性质、大小、位置等信息，按照有关标准对检测结果进行缺陷等级评定，从而达到无损检测的目的。

X 射线探伤机主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难融金属（如钨、铂、金、钼等）制成。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。典型的 X 射线管结构示意图如图 9-2 所示。

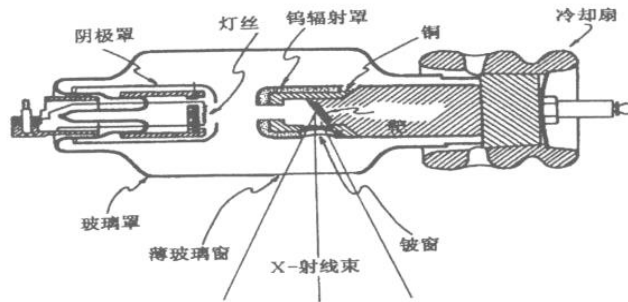


图 9-2 典型的 X 射线管结构示意图

### 9.1.3 工作流程及产污环节分析

X 射线现场探伤工作流程及产污环节见图 9-3。

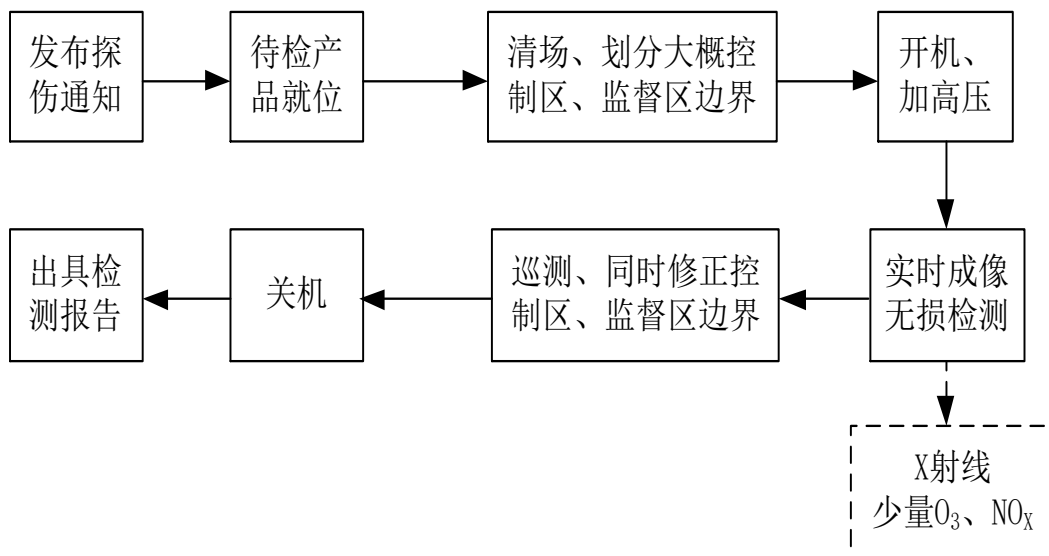


图 9-3 现场探伤工作流程及产污环节示意图

工作流程及产污环节分析：

①根据探伤工件、选择合适射线装置；

②在实施现场探伤工作之前，对工作环境进行全面评估，确定初步警戒范围，发作业通知单，业主单位协助，发布作业告示；

③作业区域清场，设置警戒线、警示标志等，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，控制区的范围清晰可见，确保没有人员进入控制区，并安排人员进行巡查；

④工作人员佩戴个人剂量计、直读剂量计和个人剂量报警仪等进行无损探伤作业；其中 130kV、160kV 和 250kV 探伤机开关机看片均为无线传输操作，探伤作业人员在控制区边界外通过实时成像控制台计算机软件看片；300kV 探伤机需探伤作业人员手动开机，300kV 探伤机设有延时开机装置，可延时 5min，探伤作业人员开机后迅速退至控制区边界外通过实时成像控制台计算机软件看片，关机可通过无线传输操作；

⑤对 X 射线现场探伤作业的边界巡查与监测；

⑥作业结束，撤销警戒，出具监测报告。

#### 9.1.4 运行工况与人员配置计划

现场探伤作业时，根据待检产品参数选择适用型号的探伤机，同一探伤地点内同一时间只使用 1 台探伤机，即同一探伤地点不会出现 2 台探伤机同时进行探伤作业的情况，探伤工作主要安排在晚上进行。

公司拟配备 4 名放射工作人员，分两组工作，每组 2 名。每组年工作约 100d，每天曝光时间约 2h，每次探伤仅开机 1 台射线探伤机，每次探伤作业安排辐射工作人员数为 2 人，1 名负责射线机的操作和看片，1 人负责现场巡视及监督检查，以确保探伤现场工作场所安全及外来人员误入。

## 9.2 污染源项分析

### (1) X 射线

本项目探伤机为 II 射线装置，由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。本项目使用的 X 射线探伤机只有在开机并处于出线状态时（曝光状态）才会发出 X 射线。因此，在开机曝光期间，X 射线成为污染环境的主要因子。

### (2) 废气

X 射线探伤机在开机状态下，空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，且在室外作业不会发生累计，对工作人员以及周围的公众造成影响几乎可忽略不计。

### (3) 固体废物

本项目配备的 X 射线探伤机均采用 X 射线实时成像系统，因此无废显（定）影液与废胶片产生。

## 表 10 辐射安全与防护

### 10.1 项目安全设施

#### 10.1.1 现场探伤工作场所分区管理

根据 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》、GBZ117-2015《工业 X 射线探伤放射防护要求》中关于辐射工作场所的分区规定，使用单位应做到：

(1) 现场探伤作业时，对工作场所实行分区管理，并在相应的边界设置警示标示。应将作业场所中周围剂量当量率大于  $15\mu\text{Sv/h}$  的范围内划为控制区；应将控制区边界外、作业时间周围剂量当量率大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$  的范围划为监督区。

(2) 控制区要求：

1) 在控制区内不应同时进行其他工作。应采取措施如利用铅屏蔽，使移动式 X 射线仪器的工作控制区应限制在尽可能小且适度的范围内。

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

3) 在设立控制区时，应按下列步骤：①估计控制区的范围；②确定控制区的边界；③标明控制区。

4) 不允许在接通 X 射线机后用测得的剂量率来确定控制区边界。在第一次工作开始前要根据估计和经验划定并标志出控制区边界。在第一次工作期间要借助剂量率测量仪进行检测或修正。应用绳索或条带来隔离或由保安人员阻止非工作人员进入控制区。所有入口应用警戒牌标明，现场的监视人员应配备有射线监测仪器。

(3) 监督区要求：

应在监督区边界和建筑物的进出口的醒目位置悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。

(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。工作状态下应检测控制区和监督区边界线周围剂量当量率，确保其低于国家法规和运营单位制定的指导水平。

(5) 确保在探伤操作期间，在划定的监督区范围内无公众，在控制区内不应有任何人员。

(6) 移动探伤作业场所难以划出安全防护区域的，探伤作业单位必须建造探伤室。

## 10.1.2 辐射安全与防护措施分析

### (1) 贮存射线装置的场所

1) 贮存场所应采取双人双锁的管理制度；

2) 制定射线装置的领取、归还和登记制度，做好设备台账管理，同时每次现场作业均应严格执行相应制度并做好设备台账管理；

3) 公司 X 射线探伤机储存场所应设置电离辐射警告标志，并采取“防盗、防火、防潮、防爆”的安全措施。设备临时储存场所同样须做到“防盗、防火、防潮、防爆”的要求。

4) 公司 X 射线探伤机无探伤作业时存放于专门的贮存间内，该处只存放设备用，不得进行设备检修活动。探伤机检修均由设备生产厂家承担，该公司人员不承担检修工作。

### (2) X 射线探伤机运输和临时储存

1) 本项目 X 射线探伤机的运输工作由公司内部负责，运输全程由经过培训的辐射工作人员负责，如人员需要离开车辆，应至少保留 1 名工作人员负责 X 射线探伤机的看管；

2) 无法当天返回贮存库时，X 射线探伤机由工作人员负责看管，并派人 24h 值班；

3) X 射线探伤设备临时存放场所须满足“防盗、防火、防潮、防爆”要求；

4) 公司应制定 X 射线探伤机运输管理规定，工作人员严格按照规定进行规范运输。

### (3) 现场探伤场所

1) 现场探伤作业前，应对作业场所周围环境进行调查评估，避免在场界有人口密集区或环境敏感区（如学校、幼儿园）周围开展现场探伤作业；

2) 移动式 X 射线探伤机，控制器与 X 射线管头或高压发生器的连接电缆不应短于 20m，探伤机控制台应设置在合适位置或设有延时开机装置；

3) 采取各种措施（准直器、局部屏蔽措施铅板等）进一步缩小控制区和监督区范围；

4) 探伤过程中严格执行 X 射线现场探伤操作规程及 X 射线现场探伤流程，坚持先示警再开机的操作程序，以防发生误照射事故；

5) 探伤过程中严格按照《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）要求划定控制区和监督区，在控制区边界拉起警戒绳并悬挂清晰的“禁止进入 X 射线区”警告牌、提示“预备”、“照射”状态的指示灯和声音提示装置，警示信号指示装置拟与 X 射线探伤机进行联锁，在监督区边界拉起警戒绳并悬挂清晰的“无关人员禁止入内”警告牌和电离辐射警告标志，必要时设专人警戒；

6) 确保控制区、监督区内的范围清晰可见，工作期间设置良好的照明，确保没有人员进

入控制区或监督区；关键的区域拟安排人员进行巡查，必要时设专人警戒。在清理完现场确保场内无其他人员后，开机探伤；

7) 第一次曝光期间采取试运行措施，测量控制区边界的剂量率以证实边界设置正确，必要时调整控制区的范围和边界；

8) 每次开展现场探伤工作时确保至少配备 2 名操作人员和 1 台环境辐射巡测仪，探伤作业曝光时所有探伤工作人员均在控制区边界外，每名操作人员均拟佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，并保证个人剂量报警仪和环境辐射巡测仪一直处于开机状态。每次探伤期间对工作现场情况进行记录；

9) 当 X 射线探伤装置、场所、被检测体（材料、规格、形状）、照射方向、屏蔽等条件发生变化时，均拟重新进行巡测，并记录巡测结果，确定新的划区界线；

#### 10) 辐射防护措施配备

为保证现场探伤工作安全持续开展，根据《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序》的相关要求，公司需要为每组辐射工作人员配备相应的监测仪器和个人防护用品。公司拟配备 4 名放射工作人员，分两组工作，每组两名，同一地点同一时间不使用 2 台或者多台探伤机工作，公司为拟辐射工作人员配置如下辐射防护用品和监测仪器。

表 10-1 公司拟配置的辐射防护设施一览表

序号	名称	数量
1	个人剂量计	4 个
2	个人剂量报警仪	4 台
3	辐射剂量监测仪器	1 台/组（共 2 台）
4	安全警示标识	3 个/组
5	警戒绳	1000m/组
6	警戒带	2 卷/组
7	工作警示灯	2 只/组
8	报警装置	2 套/组
9	对讲机	2 部/组
10	高音喇叭	1 个/组
11	铅衣、铅帽、铅手套	4 套
12	铅眼镜	4 副
13	铅屏风	3 个/组

## 10.2 三废的治理

探伤机在工作时产生的 X 射线会致使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，其中臭氧在空气中短时间可自动分解为氧气，这部分废气对周围环境影响很小。

## 表 11 环境影响分析

### 11.1 建设阶段对环境的影响

由于 X 射线探伤机只有在无损检测过程中才会产生辐射，其产生的 X 射线是随机器的开、关而产生和消失的。在 X 射线探伤室建设过程中，X 射线探伤机未通电运行，故不会对周围环境造成电离辐射影响，也无放射性废气、废水及固体废物产生。

### 11.2 运行阶段对环境的影响

本项目拟配置7台X射线探伤机。其中130kV（1mA）1台，160kV（3mA）2台，250kV（5mA）3台，300kV（5mA）1台。根据工程分析可知，本项目运行后主要的环境影响是X射线探伤机工作时产生的X射线对周围环境的辐射影响。

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015），将作业场所中周围剂量当量率大于  $15 \mu\text{Sv/h}$  的范围内划为控制区，将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$  的范围划为监督区。

#### 11.2.1 估算模式

##### 1、有用线束

参考《辐射防护导论》（方杰主编，P36，式3.1），本次环评利用公式（1）来估算有用线束辐射影响：

$$\dot{K}_a = I\delta_x (r_0/r)^2 \eta \quad \text{公式（1）}$$

式中：

$\dot{K}_a$ ——空气比释动能率， $\text{mGy} \cdot \text{min}^{-1}$ ，控制区边界取  $15 \mu\text{Sv/h}$ ，即  $2.5 \times 10^{-4} \text{mSv min}^{-1}$ ，监督区边界取  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，即  $4.2 \times 10^{-5} \text{mSv min}^{-1}$ ；

I——X射线机管电流，mA；本项目不同型号探伤机分别为：

130kV（1mA）、160kV（3mA）、250kV（5mA）、300kV（5mA）；

$\delta_x$ ——X射线探伤机的发射率常数， $\text{mGy m}^2 \text{mA}^{-1} \text{min}^{-1}$ ，根据《辐射防护导论》（方杰主编，P343，附图4），滤过条件保守取0.5mm铜。

$\delta_x$ （130kV）= $3 \text{mGy m}^2 \text{mA}^{-1} \text{min}^{-1}$ ； $\delta_x$ （160kV）= $5 \text{mGy m}^2 \text{mA}^{-1} \text{min}^{-1}$ ；

$\delta_x$ （250kV）= $16 \text{mGy m}^2 \text{mA}^{-1} \text{min}^{-1}$ ； $\delta_x$ （300kV）= $24 \text{mGy m}^2 \text{mA}^{-1} \text{min}^{-1}$ ；

$r_0$ ——X射线管钨靶离焦点的距离，取1m；

$r$ ——参考点到X射线机靶的距离，m；

$\eta$ ——透射比，根据《辐射防护手册》（第三分册）（李德平、潘自强主编，P63，表3.4），在管电压130kV下，20mm铁屏蔽效果等效为约1.6mmPb；在管电压160kV下，30mm铁屏蔽效果等效为约2.4mmPb；在管电压250kV下，40mm铁屏蔽效果等效为约4mmPb；在管电压300kV下，60mm铁屏蔽效果等效为约8mmPb。透射比分别为：

$$\eta(130\text{kV})=0.02; \eta(160\text{kV})=0.015; \eta(250\text{kV})=0.005; \eta(300\text{kV})=0.004。$$

## 2、非有用线束

### (1) 漏射线

根据《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）标准中规定：X射线探伤装置在额定工作条件下，当X射线管电压 $>200\text{kV}$ 时，X射线管焦点1m处的漏射线空气比释动能率 $<5\text{mGy/h}$ ；当X射线机管电压处于 $150\text{kV}\sim 200\text{kV}$ 时，X射线管焦点1m处的漏射线空气比释动能率 $<2.5\text{mGy/h}$ 。

一般情况下出厂合格的X射线探伤机都将满足该要求。根据下列公式可以估算出探伤过程中泄漏射线的辐射影响范围。

$$K_1 = k_0 R_0^2 / R_1^2 \quad \text{式 (2)}$$

式中： $K_1$ ——距探伤机表面 $R$ 处的空气比释动能率， $\text{mGy/h}$ ，对于控制区边界取 $15\mu\text{Sv/h}$ ，对于监督区边界取 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；

$K_0$ ——距离探伤机表面1m处的空气比释动能率， $\text{mGy/h}$ ；

$R_0$ ——探伤机表面外，1m；

$R_1$ ——参考点距探伤机表面的距离，m。

### (2) 散射线

散射线可根据《辐射防护导论》（方杰主编，P185，式6.6）及推导公式计算：

$$\eta_{rR} \leq k \frac{\dot{H}_{L,h} \gamma_i^2 \cdot r_R^2}{F_{j0} \cdot a_r \cdot a \cdot q}$$

由上式可以导出：

$$\dot{H}_{L,h} = \frac{F_{j0} \cdot a_r \cdot a}{\gamma_i^2 \cdot r_R^2} \cdot \frac{1}{k} \quad \text{公式 (3)}$$

式中： $\dot{H}_{L,h}$ ——参考点处X辐射计量率（ $\text{Sv/h}$ ）；

$\dot{H}_{L,h}$ （控制区） $=1.5 \times 10^{-5} \text{Sv/h}$ ， $\dot{H}_{L,h}$ （监督区） $=2.5 \times 10^{-6} \text{Sv/h}$ ；

$F_{j0}$ ——辐射源处距设置屏蔽层前1m处的吸收剂量指数衰变（ $\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{min}^{-1}$ ），参



考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250 -2014) 第 1 号修改清单:

130kV探伤机:  $F_{j0}=I \cdot \delta_0 =18.3\text{mGy m}^2 \text{ mA}^{-1} \text{ min}^{-1} \times 1\text{mA}=0.0183\text{Gy m}^2 \text{ min}^{-1}$ ;

160kV探伤机:  $F_{j0}=I \cdot \delta_0 =20.38\text{mGy m}^2 \text{ mA}^{-1} \text{ min}^{-1} \times 3\text{mA}=0.0611\text{Gy m}^2 \text{ min}^{-1}$ ;

250kV探伤机:  $F_{j0}=I \cdot \delta_0 =16.5\text{mGy m}^2 \text{ mA}^{-1} \text{ min}^{-1} \times 5\text{mA}=0.0825\text{Gy m}^2 \text{ min}^{-1}$ ;

300kV探伤机:  $F_{j0}=I \cdot \delta_0 =20.9\text{mGy m}^2 \text{ mA}^{-1} \text{ min}^{-1} \times 5\text{mA}=0.1045\text{Gy m}^2 \text{ min}^{-1}$ ;

$a_r$ ——反射物的反射系数, 依据《辐射防护导论》图 6.4, 单能光子在铁上的反射系数保守取 0.007;

$a$ ——X 射线束在反射物上的投照面积 ( $\text{m}^2$ ),  $a=\pi (r_i \times \tan(\theta/2))^2$ ,  $\theta$ 为辐射角, 本项目取  $40^\circ$ , 可保守估算出 X 射线束在反射物上的投照面积为  $0.1\text{m}^2$ ;

$r_i$ ——辐射源同反射点之间的距离 (m), 取 0.5m;

$r_R$ ——反射点到参考点的距离 (m);

$k$ ——单位换算系数, 对于 X 射线源为  $1.67 \times 10^{-2}$ 。

### 3、估算结果

将相关参数分别代入公式 (1)、(2)、(3), 可以分别估算出本项目 X 射线现场探伤控制区和监督区的边界范围, 估算结果分别见表 11-1、表 11-2 和表 11-3。

表 11-1 有用线束照射方向控制区与监督区边界范围估算结果表

探伤机型号	探伤钢板厚度 (mm)	控制区范围 (m)	监督区范围 (m)
130kV (1mA)	20	16	38
160kV (3mA)	30	30	73
250kV (5mA)	40	40	98
300kV (5mA)	60	44	107

表 11-2 泄漏辐射控制区与监督区边界范围估算结果表

探伤机型号	控制区范围 (m)	监督区范围 (m)
130kV (1mA)	13	32
160kV (3mA)	13	32
250kV (5mA)	18	45
300kV (5mA)	18	45

表 11-3 散射辐射控制区与监督区边界范围估算结果表

探伤机型号	控制区范围 (m)	监督区范围 (m)
130kV (1mA)	14	35
160kV (3mA)	26	64

250kV (5mA)	30	74
300kV (5mA)	34	84

综上所述，从理论计算结果可知：

(1) 130kV 的 X 射线探伤机满功率条件下现场探伤时，主射束方向控制区范围最大约为 16m，监督区最大约为 38m；非有用射束方向控制区范围最大约为 14m，监督区最大约为 35m；

(2) 160kV 的 X 射线探伤机满功率条件下现场探伤时，主射束方向控制区范围最大约为 30m，监督区最大约为 73m；非有用射束方向控制区范围最大约为 26m，监督区最大约为 64m；

(3) 250kV 的 X 射线探伤机满功率条件下现场探伤时，主射束方向控制区范围最大约为 40m，监督区最大约为 98m；非有用射束方向控制区范围最大约为 30m，监督区最大约为 74m；

(4) 300kV 的 X 射线探伤机满功率条件下现场探伤时，主射束方向控制区范围最大约为 44m，监督区最大约为 107m；非有用射束方向控制区范围最大约为 34m，监督区最大约为 84m。

由于 X 射线探伤机工作时，各边界的 X 射线计量率与探伤区域周围的物体、地形等诸多因素有关，用纯理论难以准确估算，因此公司可根据计算结果初步确定现场探伤时的监督区和控制区的边界，严格执行控制区边界比释动能率控制在 15 $\mu$ Gy/h 以下，监督区边界外比释动能率控制在 2.5 $\mu$ Gy/h 以下的划分要求，并加强管理。

### 11.2.2 射工作人员和公众剂量估算及评价

按照联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）--2000 年报告附录 A，X- $\gamma$  射线产生的外照射人均年有效剂量当量按下列公式计算：

$$P_{\text{年}} = H \cdot U \cdot T \cdot t \cdot 10^{-3} \quad \text{公式 (4)}$$

式中：

$P_{\text{年}}$ ——年有效剂量，mSv/a；

H——关注点的剂量率， $\mu$ Sv/h；

U——使用因子，U=1；

T——居留因子；

t——年工作时间，h/a。

#### (1) 对辐射工作人员的影响

X 射线现场探伤时公司将空气比释动能率在 15  $\mu$  Sv/h 以上的范围内划为控制区辐射工作人员位于控制区边界外。公司拟配备 4 名放射工作人员，分两组工作（每组 2 名），每组年工作 100d，每天曝光时间约 2h，则单名辐射工作人员 X 射线现场探伤受照时间最大为 200h/a，

居留因子取 1，使用因子保守取 1，则单名辐射工作人员从事本项目现场探伤作业受到的年有效剂量为约 3mSv。

综上所述，公司在做好安全防护措施的情况下，本项目运行后，单名辐射工作人员年有效剂量最大为约 3mSv，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员受照剂量限值和本项目管理目标值的要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv）。

## （2）对周围公众产生的影响

根据操作规范，在每次现场探伤作业前，该公司都须将探伤计划（包括探伤时间、地点等）告知探伤作业所涉及区域内及周边的相关部门及相关人员，严格执行清场工作。探伤作业一般均在晚上等现场其他非辐射工作人员下班后进行，或者提前一天通知周围的非辐射工作人员在探伤作业时间回避现场。

该公司在进行探伤前划定控制区和监督区，公众成员不得进入监督区区域，监督区的边界剂量率小于等于  $2.5 \mu\text{Gy/h}$ 。

由于该公司移动式探伤机操作现场不固定，探伤均在委托单位内进行，假设每年在同一地点探伤 50 次，每次探伤时间 5min，居留因子  $T=1/8$ 。

则据公式（4）可以计算出该地点公众成员的年附加有效剂量当量为 0.001mSv。

综上所述，公众成员年有效剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对公众受照剂量限值和本项目管理目标值的要求（公众年有效剂量不超过 0.25mSv）。

### 11.2.3 他废物排放对环境影响分析

X 射线现场探伤在良好通风条件下，臭氧和氮氧化物可很快弥散在大气环境中，不会发生累计，对工作人员以及周围的公众造成影响几乎可忽略不计。

## 11.3 事故影响分析

### 11.3.1 事故工况

（1）在进行现场探伤时，现场探伤工作人员误入控制区或周围公众成员误入监督区和控制区，给上述工作人员及公众成员造成误照射；

（2）工作人员或公众还未全部撤离控制区，工作人员启动设备，造成有关人员被误照；

（3）现场探伤时在未照射完毕的情况下，现场探伤工作人员误入控制区给工作人员造成误照射；

(4) 在警示灯、警戒线和警示标识未发生作用的情况下，人员误入正在运行的射线装置工作场所；

(5) 探伤工作结束后，探伤机未存放指定的地方，随意存放，导致非辐射工作人员误通电，产生X射线污染，对公众造成不必要的照射，同时加大了探伤机遗忘或被盗的可能性。

### 11.3.2 事故后果

本项目可能发生的事故是人员受到超过年剂量限值的照射。根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理与报告制度的通知》（环发<2006>145号）中规定的辐射事故分类和分级处理原则，此类事故通常属于一般辐射事故。

### 11.3.3 事故应急措施

通过分析，本项目可能发生的辐射事故通常为一般辐射事故，发生辐射事故时，公司应立即采取以下应急措施，尽可能将辐射事故影响降至最小。

- (1) 切断电源，确保X射线探伤机停止出束；
- (2) 立即向单位领导汇报，并控制现场区域，防止无关人员进入；
- (3) 对可能受到大剂量照射的人员，及时送医院检查和治疗。

公司日常工作中应加强管理，严格要求辐射工作人员按照操作规程进行探伤作业，每次开展X射线现场探伤前均应检查辐射安全措施的有效性，每次探伤作业均应根据要求利用辐射巡测仪对控制区和监督区边界进行检测并修正，确保场内无人停留；同时公司在实际工作中应不断对辐射安全管理制度进行完善，加强职工辐射防护知识的培训，尽可能避免辐射事故的发生。

此外，公司应制定辐射事故应急方案，在发生辐射事故时，立即启动辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在1小时内向当地生态环境部门报告，2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地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。对于可能受到大剂量照射的人员，迅速安排医学检查和救治，积极配合政府管理部门做好事故调查和善后工作。

## 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和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《关于做好 2020 年核技术利用辐射安全与防护培训考核工作有关事项的通知》等法律法规要求，使用射线装置的单位应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；辐射工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核；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，应当通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名并参加考核，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。

### 12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用 X 射线装置的单位要制定健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性核素台帐和使用登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急措施。

**操作规程：**明确现场探伤操作规程，操作步骤和应采取的安全和防护措施，重点是探伤前监督区、控制区内的清场和边界外的安全警戒；明确工作人员佩戴个人剂量计，携带个人剂量报警仪或检测仪器，尽可能避免事故发生。

**岗位职责：**明确管理人员、探伤操作人员的岗位责任，明确操作人员的资质条件要求，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

**辐射防护和安全保卫制度：**根据本项目的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是 X 射线装置的安全和防护，要落实到个人。

**设备检修维护制度：**明确 X 射线装置以及辐射监测设备维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保 X 射线装置以及剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

**射线装置使用登记、台帐管理制度：**公司应完善 X 射线装置使用登记制度，规范 X 射线装置的台帐管理。完善交接班制度，严格按照记录表内容进行登记，使所有工作人员的操作记录有据可查。

**人员培训计划：**明确培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。

**监测方案：**明确监测频次和监测项目，包括个人剂量监测和工作场所监测。工作场所监测包括公司自主监测与有资质单位开展的年度监测，监测结果妥善保存，以备检查。

**事故应急方案：**针对本项目可能产生的辐射事故补充完善辐射事故应急方案或应急措施，该方案或措施中要明确应急机构和职责分工、应急人员的组织、培训、事故报告制度、辐射防护措施及事故处理程序等。当发生辐射事故时，公司应当立即启动辐射事故应急方案，采取有效的事故处理措施，防止事故恶化，并在 1 小时内向当地生态环境主管部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射时，还应同时报告当地卫生主管部门。

公司每年对本单位的射线装置的安全和防护状态进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告，符合相关法规要求。

## 12.3 辐射监测

### 12.3.1 监测仪器配备

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）等要求，使用 II 类射线装置的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器。企业应为每名辐射工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪，同时企业应配有便携巡测仪以及相应的如铅衣、铅围脖等防护用品。

### 12.3.2 监测方案与健康检查

根据辐射管理要求，公司拟制定了如下监测方案：

（1）每年年底请有资质单位对 X 射线探伤机专用贮存室周围、现场辐射工作场所及周围环境辐射水平进行监测，并于 1 月 30 日前报生态环境主管部门备案；

（2）辐射工作人员佩戴个人剂量计，并定期（不少于 1 次/季度）送有资质部门进行监测，建立个人剂量档案；

（3）所有辐射工作人员上岗前均应进行职业性健康体检，以排除职业禁忌症。开展辐射工作后，应定期开展职业健康体检（不少于 1 次/2 年），并建立个人职业健康档案；

（4）辐射工作人员对每次工作现场控制区和监督区边界辐射水平进行巡测或连续性监测，并记录档案。

## 12.4 辐射事故应急

公司必须建立《辐射事故应急预案》。本项目使用的射线装置属 II 类射线装置。根据《放

射性同位素与射线装置安全和防护条例》中第四十一条的规定，结合单位的实际情况和事故工况分析，该公司须建立的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（具体人员和联系电话）。
- (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) 辐射事故调查、报告和处理程序。

发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的防范措施并在 2 小时内填报《辐射事故初始报告表》。对于发生的误照射事故，应首先向当地生态环境部门报告，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，当发生认为破坏行为时，应及时向公安部门报备。

- (5) 生态环境、卫生和公安部门的联系部门和电话。
- (6) 编写事故总结报告，上报生态环境部门归档。

企业应急方案应建立辐射事故报告框图，明确人员及联系电话，以保证事故报告的可操作。

公司应定期、具有针对性的对可能发生的辐射事故进行演练，演练内容包括辐射事故应急预案的可操作性、针对性、完整性，并根据实际情况组织修订辐射事故应急预案。

## 表 13 结论与建议

### 13.1 结论

#### 13.1.1 项目概况

咸亨国际（杭州）电气科技研究院有限公司因业务发展需要，拟开展现场探伤，本项目拟配备 7 台 X 射线探伤机开展现场探伤，承担电缆、变电站 GIS 设备和耐张线夹等电力相关设备的检测，以保证产品的质量和生产的安全。探伤机最大管电压为 300kV、最大管电流为 5mA，均属于 II 类射线装置。

#### 13.1.2 实践正当性评价

采用工业 X 射线无损探伤手段对产品设备质量进行控制，在不损坏材料或者装置的情况下，对其内部结构及质量进行监督，保证了制造设备的质量。采取适当的安全和防护措施后，该项目的建设和运行对个人或社会所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射危害，该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

#### 13.1.3 辐射安全与防护分析结论

公司应制定有 X 射线现场探伤操作规程及探伤流程，探伤过程中应严格执行相应的规章制度，坚持先示警再开机的操作程序，以防发生误照射事故。

X 射线现场探伤工作尽可能地安排在傍晚或夜间工人完全离场的情况下进行，根据现场条件来划定防护距离，运用距离、时间及屏蔽物等防护原则进行防护。

在探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，并在相应的边界设置警示标识。必须安排专人巡查控制区和监督区边界。因此，每个移动探伤现场除操作人员外，还至少有 1 名安全巡查人员，并落实在操作规程里。

企业应为辐射工作人员配备个人剂量计、个人剂量报警仪、辐射监测仪器、铅衣、铅帽、铅屏风等防护用品。

#### 13.1.4 环境影响分析结论

根据计算结果，本项目 X 射线辐射工作人员和周围公众成员年受照有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）剂量限值和本项目管理目标限值的要求（职业人员年剂量约束值不超过 5mSv，公众年剂量约束值不超过 0.25mSv）。

#### 13.1.5 可行性分析结论

咸亨国际（杭州）电气科技研究院有限公司工业 X 射线现场探伤应用项目在落实本评价报告提出的各项污染防治措施、应急预案和辐射安全管理计划后，将具备其所从事的辐射活动



的技术能力和辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能符合辐射环境保护的要求。故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

### **13.2 建议和承诺**

(1) 认真学习贯彻国家相关的环保法律、法规，不断提高遵守法律的自觉性和安全文化素养，切实做好各项环保工作。

(2) 定期委托有资质单位对项目的辐射环境进行监测。定期对放射工作人员进行业务技术、放射防护知识的培训和提高。

(3) 认真保管好探伤设备的各种档案资料以及定期的测试报告，做到各种数据有据可查。

(4) 按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，本项目竣工三个月内完成环境保护验收工作；需要对该类环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过 12 个月。

## 表 14 审批

下一级生态环境主管部门预审意见：

公章

经办人年月日

审批意见：

公章

经办人年月日