

核技术利用建设项目

北京松田程科技有限公司  
使用 II 类射线装置项目  
环境影响报告表

北京松田程科技有限公司

二〇二二年六月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

北京松田程科技有限公司  
使用 II 类射线装置项目  
环境影响报告表

建设单位名称：北京松田程科技有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：北京市房山区阎村镇兴阎街7号

邮政编码： 联系人： 王建国

电子邮箱： 联系电话： 15110167242

## 目 录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	6
表 3 非密封放射性物质.....	6
表 4 射线装置.....	7
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	8
表 6 评价依据.....	9
表 7 保护目标与评价标准.....	10
表 8 环境质量和辐射现状.....	15
表 9 项目工程分析与源项.....	18
表 10 辐射安全与防护.....	24
表 11 环境影响分析.....	32
表 12 辐射安全管理.....	42
表 13 结论与建议.....	49

表 1 项目基本情况

建设项目名称		使用II类射线装置项目			
建设单位		北京松田程科技有限公司			
法人代表	林松月	联系人	王建国	联系电话	15110167242
注册地址		北京市房山区阎村镇燕东路北（北京市房山区阎村镇兴阎街7号）			
项目建设地点		北京市房山区阎村镇兴阎街7号半成品库房车间无损检测室			
立项审批部门		无	批准文号	无	
建设项目总投资 (万元)	65.5	项目环保投资 (万元)	10	投资比例(环保 投资/总投资)	14.2%
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(m <sup>2</sup> )	32
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	制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
	射线装 置	<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
		<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		
	其它	<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
其它	无				

1.1 单位概况

北京松田程科技有限公司成立于 2000 年，位于北京市中关村房山园区，注册地点为北京市房山区阎村镇燕东路北，统一信用代码：91110111721496915A，法人林松月。北京松田程科技有限公司为双高新技术企业，一直专注于市政管网用聚乙烯（PE）球阀的研发生产，2020 年取得国家实验室认可资格（CNAS），同年被评为北京首批专精特新中小企业。

公司以科技创新为基础，建设数字化、智能化工厂，实现精加工和装配车间全年恒温恒湿，引进业内先进的智能化生产设备，自主研发出全自动组装焊接机、在线检测设备并申请国家发明专利，保证生产过程更高效、更智能、更精准。

公司秉承“安全第一、诚信第一”的经营理念，竭诚为广大新老客户提供优质的产品及服务

务。自公司成立以来，已多次成为国家重点工程项目选定合作商，如：北京大兴国际新机场工程、2021年北京环球影城工程、2022年冬奥会会场工程及河北雄安新区工程等。

公司营业执照见附件1，产权证见附件2（产权证和注册地址不一样）。项目地理位置、厂区总图、周边环境关系和总平面布局图见附图1-5。

## 1.2 目的和项目由来

北京松田程科技有限公司主要生产燃气用埋地聚乙烯、聚丙烯阀门（公司产品种类较多，典型产品外观见图1.1），阀门为塑料制品，配件需要将塑料颗粒通过注塑机融化后，注塑到模具型腔中定型，由于配件尺寸较大，因冷却收缩或水分蒸发等因素，将导致塑料配件内部存在气泡，影响成品的安全性，所以识别出配件内部的气泡，提高产品质量及安全性是必要的，利用X射线进行无损检测可识别出配件内部的气泡。

X检测系统可满足检测部件内部疏松、缩孔、气孔、冷隔、沙眼、夹渣、裂缝等缺陷。本项目用于检测塑料配件内部的气泡。

使用X射线检测系统，可用于检测塑料制品内部的气孔、气泡、金属杂质等。



图 1.1 公司典型产品塑料阀门

本项目购置的一台无损检测装置，属于II类射线装置，根据国家有关规定，需要办理辐射安全许可证后方可使用。

目前，该公司为首次使用射线装置，没有申领过辐射安全许可证。本次环评属首次开展核技术利用建设项目，新申领辐射安全许可证。因射线装置的使用可能对职业人员、公众人员的健康及周围环境产生危害，依据《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》、《建设项目环境保护管理条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《建设项目环境影响评价分类管理办法》等法律法规要求，本项目的建设须编制环境影响报告表，报北京市生态环境局审批，取得环评批复文件后，方可申领辐射安全许可证。

为保护环境，保障工作人员和其他公众健康，北京松田程科技有限公司委托环评机构北京

晟源环境工程有限公司对本项目进行核技术利用建设项目环境影响评价，环评技术服务委托书见附件 1。

环评单位在现场调查基础上，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》（HJ 10.1-2016），编制本项目的核技术利用项目环境影响报告表。

### 1.3 建设内容和规模

#### (1) 建设内容

本项目建设单位厂区半成品仓库北侧新建一间无损检测室，占地面积 32m<sup>2</sup>，长 5.6m，宽 5.6m，位于生产车间半成品库房一层。无损检测室内安装一间铅房，委托厂家进行定制加工，运输到检测室内可直接安装使用。铅房的外部尺寸为 1.8m×1.9m×2.2m（内径为 1.7m×1.83m×2.0m），铅房外侧为钢-铅-钢夹层结构，内壁为方管焊接二层的框架。四周及顶棚防护厚度为 6mmPb+4mm 钢板。接线口和排风口设有铅防护罩，防护厚度为 6mmPb+4mm 钢板。铅防护门尺寸为 860mm×1560mm，6mmPb+4mm 钢板。通风孔及电缆孔防护罩，铅厚均为 6mmPb+4mm 钢板。

#### (2) 建设规模

本项目拟在公司厂区内半成品仓库北侧新建无损检测室，使用 1 台工业 X 射线探伤机（属 II 类射线装置），用于产品的无损检测，设备情况见表 1.1。

表 1.1 拟新购射线装置情况表

名称	型号	管电压 (kV)	管电流 (mA)	工作场所	类别	出束方向	生产厂家
X 射线数字成像检测系统	XYG-1603	160	3	无损检测室	II 类	定向、正北	丹东奥龙射线仪器集团有限公司

规划检测量：预计每天检测约 30 个部件，每次曝光时间 1min，每周检测部件 210 个，曝光时间 210min，每年检测 10950 件，曝光时间 182.5h。

#### (3) 开展本项目的能力建设

为开展无损检测工作并新申请辐射安全许可证，已有 3 名辐射工作人员进行辐射安全与防护培训并通过考核，拟再安排 1 名辐射安全与防护管理人和 1 名 X 射线探伤机操作人员参加培训 and 考核。已通过考核人员见表 1.2。

表 1.2 参加辐射安全与防护知识培训并考核通过辐射工作人员

序号	姓名	性别	工作岗位	证书编号	培训/考核时间
1	王建国	男	X 射线探伤操作	FS22BJ1200184	2022.4.22
2	李子洋	男	X 射线探伤操作	FS22BJ1200188	2022.4.22

3	王宏伟	男	辐射安全管理	FS22BJ1200300	2022.4.22
---	-----	---	--------	---------------	-----------

公司拟成立辐射安全与环境保护领导小组，组长由法人总经理边仙花担任，全面负责射线装置的安全防护工作。拟建立以下辐射安全管理制度：《辐射安全防护管理总纲》、《辐射安全与环境保护管理机构和岗位职责》、《操作规程》、《辐射防护及安保措施》、《设备检修维护制度》、《人员培训制度》、《台帐管理制度》、《监测方案》和《辐射事故应急预案》。

公司为确保辐射安全，预防事故发生，拟购买一台 X-γ 辐射监测仪和 2 台个人剂量报警仪，配备铅衣、铅眼镜、铅手套、铅帽各 2 套。

### 1.4 场址选择

项目建设地点为北京市房山区阎村镇燕东路北，公司半成品库房北侧新建无损检测室，位于东经 116°12'8"，北纬 39°42'57"。项目用地为工业用地/厂房，符合建设用地性质的规定。

新建无损检测室利用现有库房，位于库房的北侧。无损检测室四邻情况如下：北侧隔库房外墙为室外空地、空压机机房和变配电室，西侧紧和南侧紧邻库房存贮区，东侧为库房过道、加工车间。项目选址和周边环境状况见附图 1-附图 5。

### 1.5 环境保护目标

本项目环境保护目标是无损检测操作人员、机房周围的本公司其他工作人员，以及在本幢建筑物周围活动的公众。

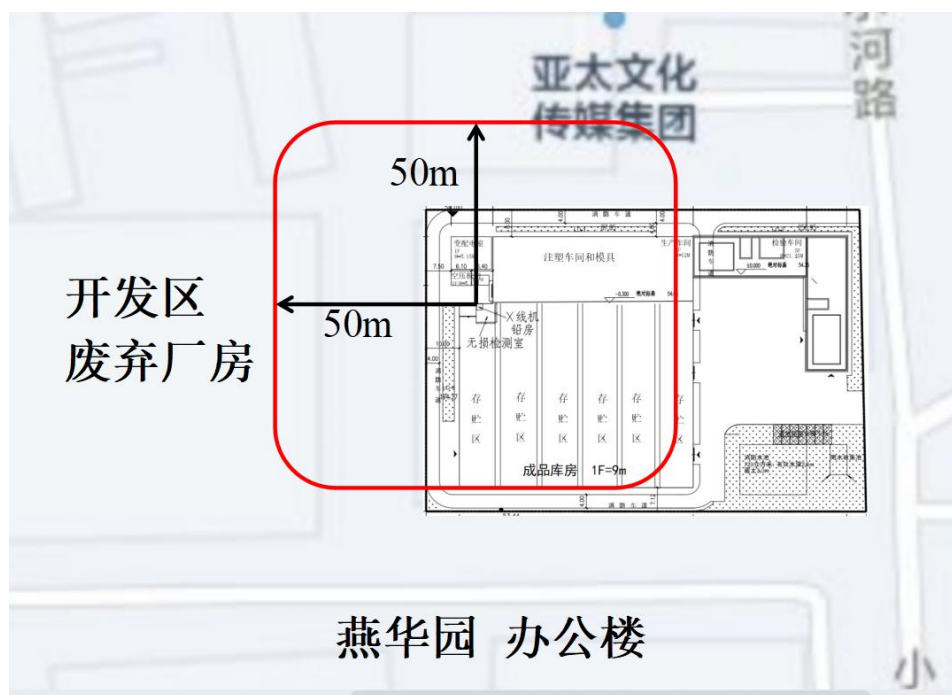


图 1-2 项目选址及周边环境状况

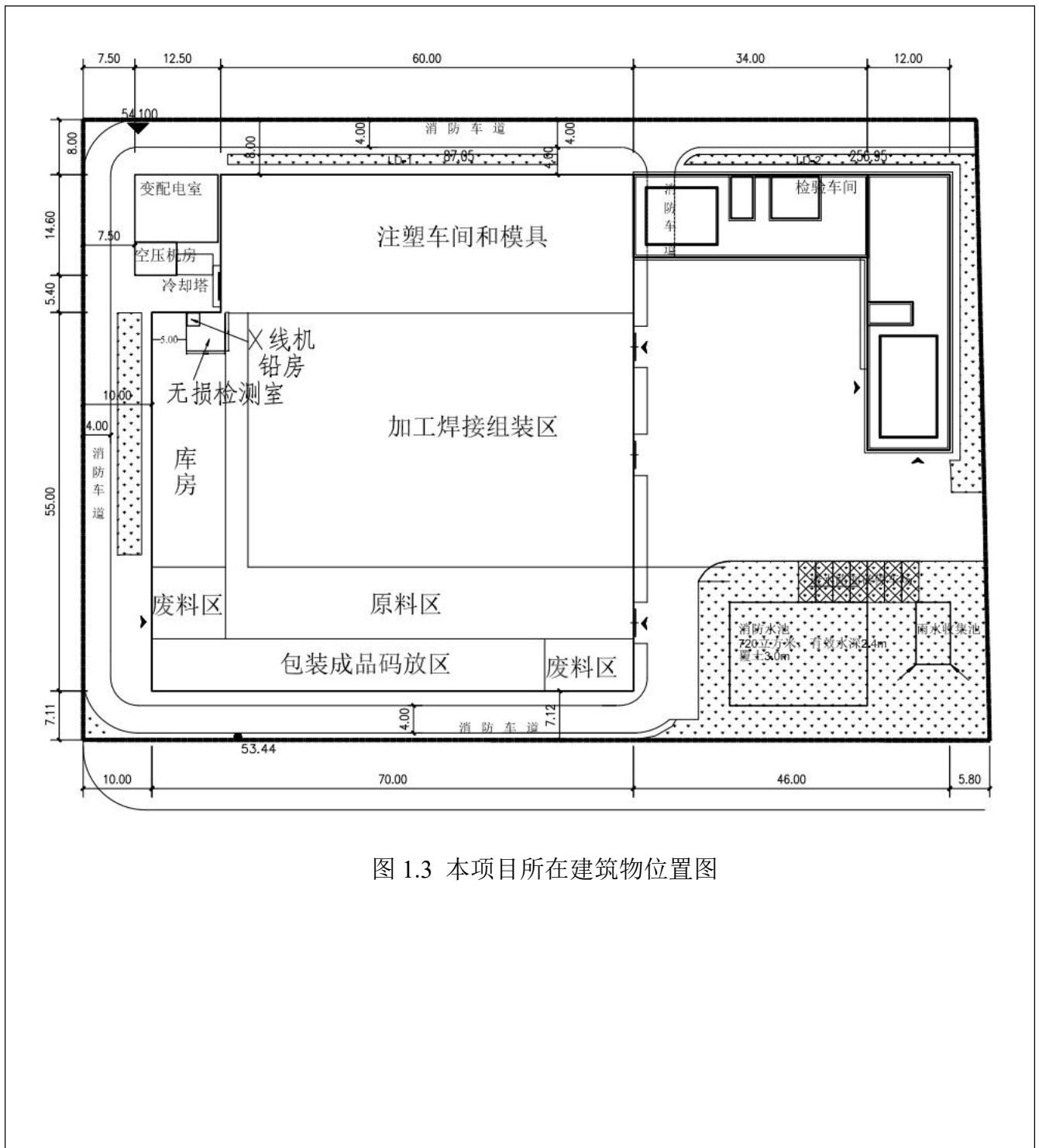


图 1.3 本项目所在建筑物位置图



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
	无							

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
	无									

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
	/									

(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/ (台)	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线数字成 像检测系统	II	160	XYG-1603	160	3	无损检测	无损检测室	固定使用

(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	形号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (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	年排放总量	排放口 浓度	暂存 情况	最终去向
无								

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

<b>法规文件</b>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国主席令第 9 号，自 2015 年 1 月 1 日起实施；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，中华人民共和国主席令第 48 号，2018 年 12 月 29 日修改；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令第 6 号，自 2003 年 10 月 1 日起实施；</p> <p>(4) 《国务院关于修改&lt;建设项目环境保护管理条例&gt;的决定》，中华人民共和国国务院令第 682 号，自 2017 年 10 月 1 日起实施；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，中华人民共和国国务院令第 449 号，自 2005 年 12 月 1 日起施行，国务院令 709 号修订，自 2019 年 3 月 2 日起实施；</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年修订本）；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，中华人民共和国生态环境部（原环境保护部）2006 年 1 月 18 日，2020 年 12 月 25 日生态环境部令 20 号修改版；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国生态环境部（原环境保护部）令第 18 号，自 2011 年 4 月 18 日起实施；</p> <p>(9) 《关于发布&lt;射线装置分类&gt;的公告》，生态环境部（原环境保护部）、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 6 日起实施；</p> <p>(10) 《关于发布&lt;建设项目竣工环境保护验收暂行办法&gt;的公告》，国环规环评 [2017] 4 号，自 2017 年 11 月 22 日起实施；</p>
<b>技术标准</b>	<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》（HJ 10.1-2016）；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2021）；</p> <p>(4) 《放射工作人员健康标准》（GBZ 98-2017）；</p> <p>(5) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）；</p> <p>(6) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）；</p> <p>(7) 《工业射线探伤辐射安全和防护分级管理要求》（DB 11/T 1033-2013）；</p> <p>(8) 《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分 化学有害因素》（GBZ 2.1-2019）；</p> <p>(9) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</p> <p>(10) 《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）。</p>
<b>其他</b>	<p>建设单位提供的资料及产品相关技术资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

项目所在半成品仓库，为地上 2 层建筑，无地下室。一层楼高 3m，为半成品库房，二层也为半成品库房。无损检测机房建设在一层半成品库房的西北侧。项目所在位置、周围环境及其平面布局见附图 1~附图 5。

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》（HJ 10.1-2016）规定以及本项目的辐射环境影响特点，本项目评价范围以无损检测室实体屏蔽墙为边界外 50m 范围内的区域，评价范围见图 7-1。

本项目所在的 1 层探伤室机房周围 50m 范围内周边环境如下：

楼内部分：无损检测室及其北侧的空地，西侧和南侧的库房，东侧为库房过道、加工焊接车间。

楼外部分：探伤室北侧为空压机机房、变配电室、院内道路和空地，西侧隔院内道路为开发区废弃厂房。



图 7.1 本项目评价范围

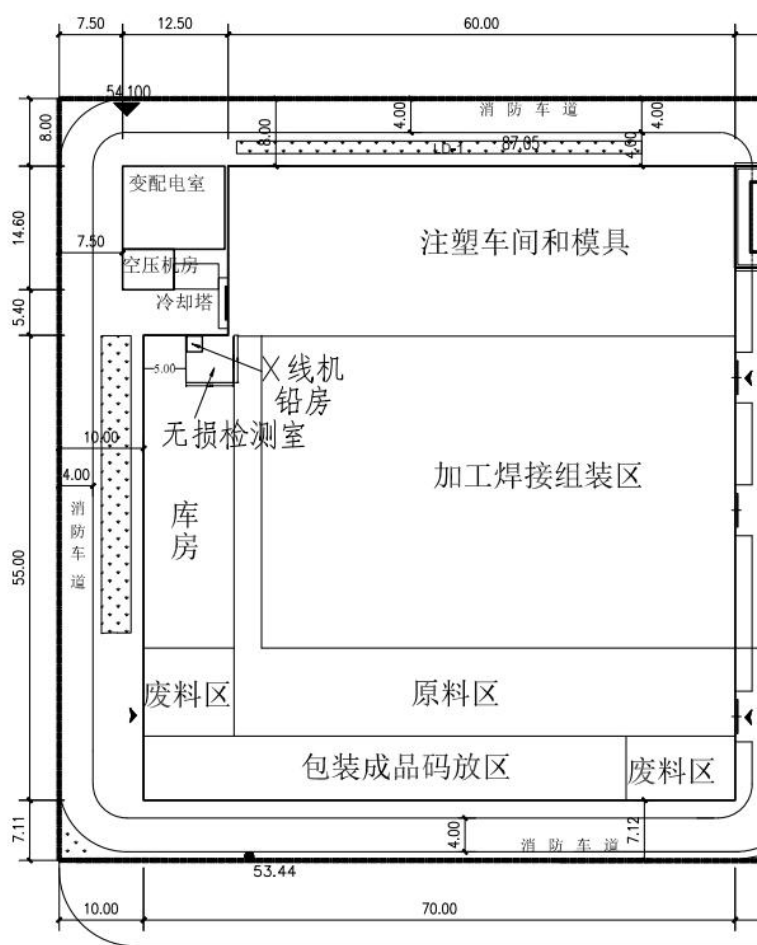


图 7.2 本项目所在建筑物一层平面布局图

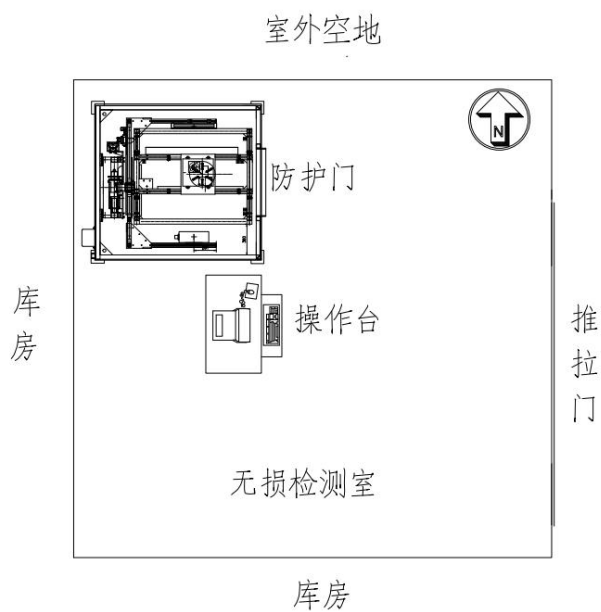


图 7.3 无损检测室平面布局图

## 7.32 保护目标

本项目环境保护目标见表 7.1。

表 7.1 本项目周围环境保护目标

项目名称	方位	保护目标	距离	人数	公众
探伤机房	北侧	空压机房、变配电室	0~20m	平常无人，仅维修情况下有人 1~2 人短暂停留	公众
		室外道路和空地	20~35m	偶尔有人经过	公众
		亚太文化传媒集团	35~50m	10~50	公众
	南侧	无损检测室内	0~3.5m	2 人	公众
		库房	3.5~50m	偶尔有人，2~3	公众
	东侧	无损检测室内	0~3m	2 人	职业
		库房过道和加工焊接车间	3~50	4~10	公众
	西侧	库房	0~5m	平时无人	公众
		室外绿化带、消防通道、空地	5~20m	偶尔路过 1~2 人	公众
		开发区废弃公司厂房	35~50m	平时无人	公众
	上方	铅房上部空间	2~3m	无人到达区	——
		半成品库房	3m~6m	2~3 人	公众
	下方	土层	——	——	——

## 7.4 评价因子

本报告表的放射性污染评价因子主要为射线装置运行过程中产生的 X 射线。

## 7.5 评价标准

### 7.5.1 剂量限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的规定，工作人员职业照射和公众照射的剂量限值如下：

#### （1）职业照射

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 年的平均有效剂量，20mSv；
- （b）任何一年中的有效剂量，50mSv。

#### （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；
- （b）特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效

剂量可提高到 5mSv。

表 7.2 个人剂量限值

辐射工作人员	公众关键人群组成员
连续 5 年的年平均有效剂量不超出 20mSv，且任何一年中的年有效剂量不超出 5mSv。	年有效剂量不超出 1mSv，特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。
眼晶体的当量剂量 150mSv/a；四肢或皮肤的当量剂量 500mSv/a。	眼睛体的当量剂量 15mSv/a；皮肤的当量剂量 50mSv/a。

### 7.5.2 年剂量约束值

本项目实施后，职业人员所受照射剂量约束值设定为 2mSv/a；公众人员受照剂量约束值设定为 0.1mSv/a。

### 7.5.3 工业 X 射线探伤防护具体要求

参照《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015），工业 X 射线探伤具体防护要求有：

(1) 3.1.1.5 款：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 7.3 的要求。

表 7.3 距 X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率控制值

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

(2) 4.1.1 款：探伤室的设置应充分考虑周围的辐射安全，操作室应与探伤室分开并尽量避开有用线束照射的方向；

(3) 4.1.3 款：X 射线探伤室墙和入口门的辐射屏蔽应同时满足：

a) 人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业工作人员不大于 100 $\mu$ Sv/周，对公众不大于 5 $\mu$ Sv/周；

b) 关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。

(4) 4.1.4 款：探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同 4.1.3。

(5) 4.1.5 款：探伤室应安装门-机联锁装置，并保证在门（包括人员门和货物门）关闭后



X 射线装置才能进行探伤作业。门打开时应立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室；

(6) 4.1.6 款：探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号应持续足够长时间，以确保探伤室内人员安全离开。“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；

(7) 4.1.7 款：照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁；

(8) 4.1.9 款：探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明；

(9) 4.1.11 款：探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。

根据《工业射线探伤辐射安全和防护分级管理要求》（DB 11/T 1033-2013）的规定，移动探伤机，开始探伤作业前，应划定作业场所警戒区域，并在相应的边界设置警示标识。

参照《工业 X 射线探伤辐射安全和防护分级管理要求》（DB11/T1033-2013），工业 X 射线探伤具体防护要求有：

表 7.4 管理等级的划分及管理要求

管理等级	管理对象	管理要求
四级	X 射线固定式探伤	通用管理要求及四级管理要求

#### 7.5.4 剂量率控制水平

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）和《工业射线探伤辐射安全和防护分级管理要求》（DB11/T1033-2013）的规定，本项目中，屏蔽体外表面 30cm 处剂量当量率不大于 2.5 $\mu$ Sv/h，机房四周墙外、顶部和防护门外 30cm 处的附加剂量率均采用 2.5  $\mu$ Sv/h 作为剂量率控制水平。

#### 7.5.5 非放射性控制值

本项目运行过程中，将会产生臭氧（O<sub>3</sub>）和氮氧化物（NO<sub>x</sub>），其中氮氧化物以二氧化氮（NO<sub>2</sub>）为主，根据《工作场所有害因素职业接触限值-化学有害因素》（GBZ 2.1-2019），工作场空气中 O<sub>3</sub> 和 NO<sub>2</sub> 的浓度限值分别为 0.3 mg/m<sup>3</sup> 和 5 mg/m<sup>3</sup>。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 地理位置和场所位置

8.1.1 地理位置

本项目位于北京市房山区阎村镇燕东路北北京松田程公司一层，北京松田程公司北侧为亚太传媒文化集团，西侧为开发区废弃厂房、南侧为燕华园办公楼。

8.1.2 场所位置

本项目新建无损检测室，位于公司一层库房的西北侧。无损检测室的北侧为空压机房和变配电室，西侧和南侧为原有的库房存贮区，东侧为库房过道和加工车间，楼上为半成品库房，无地下建筑物。



图 8.1 本项目场所位置图

表 8.1 本项目无损检测室围环境一览表

建设地点	方位	周围环境	直线距离
无损检测室	北侧	空压机房（冷却塔）	5.4m
	南侧	无损检测室外库房	3.64m
	东侧	无损检测室外过道	3.68m

	西侧	库房存贮区	5m
	下方	土层	——
	上方	半成品库房	1m

## 8.2 辐射环境现状评价

### 8.2.1 评价对象

环境现状评价的对象为辐射工作场所环境辐射本底水平。

### 8.2.2 监测因子

辐射工作场所及周围环境地表  $\gamma$  辐射剂量率。

### 8.2.3 监测点位及时间

环境影响评价单位于 2022 年 4 月 28 日对本项目建设地点及其周边进行了环境本底  $\gamma$  剂量率现状监测。

监测点位：无损检测室及周边，见图 8.2。

使用 AT1123 型号剂量率仪（仪器检定日期为 2020 年 6 月 30 日，检定证书编号分别是 DYjl2020-04621）进行检测，各监测点位现状监测结果（本检测报告未扣除宇宙射线）见表 8.1。

表 8.1 无损检测室及其周围环境  $\gamma$  辐射剂量率监测结果

监测点位	监测点位置说明	环境 $\gamma$ 辐射剂量率 (nGy/h)
1	机房中间，离地面 1 m	110
2	机房西侧，离地面 1 m	112
3	机房南侧，离地面 1 m	112
4	机房东侧，离地面 1 m	110
5	机房北侧，离地面 1 m	118
6	机房正上方楼层，离地面 1 m	108
备注	上述监测结果未扣除宇宙射线本底值。	

由表 8.1 可知，监测点 X- $\gamma$  辐射剂量率在 (108~118) nSv/h 之间，根据《北京市环境天然放射性水平调查研究》(1989)，北京市天然辐射水平范围为 60-123nGy/h（室外，含宇宙射线）和 69.8-182 nGy/h（室内，含宇宙射线），监测结果均属于建筑物室、内外正常本底水平，未发现环境辐射水平异常情况。

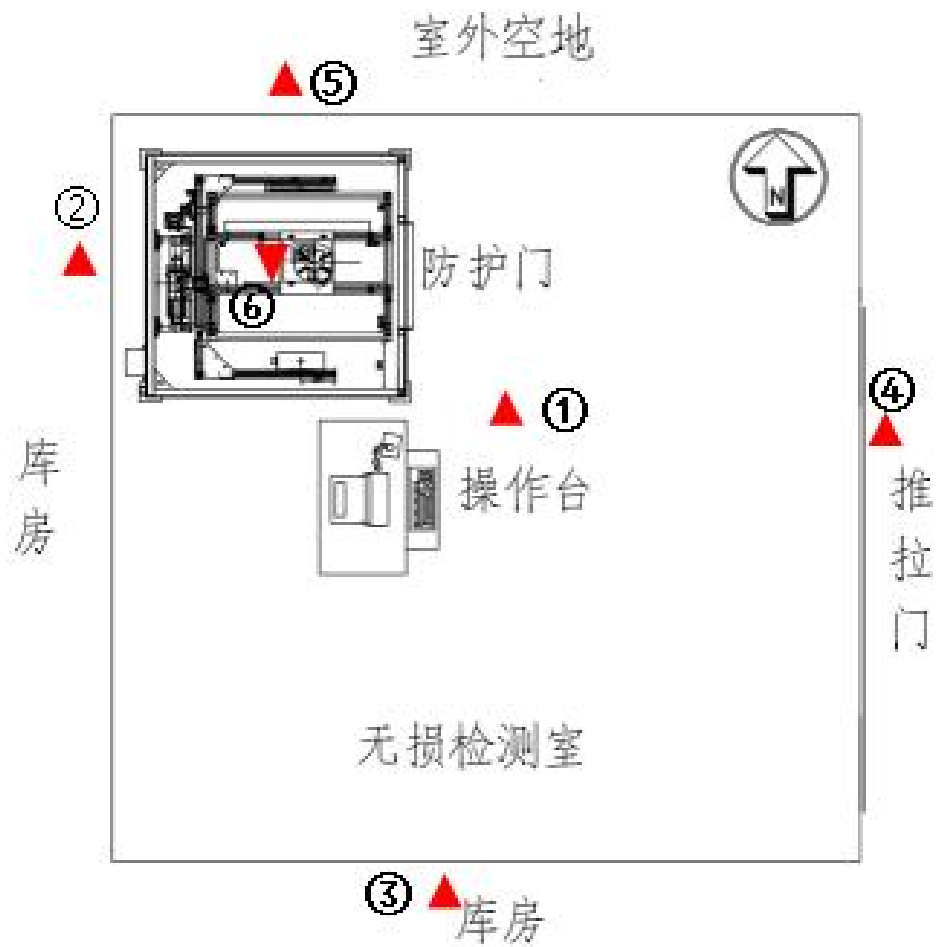


图 8.2 项目辐射环境本底监测点位图

## 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 工作原理

X 射线探伤机主要由 X 射线管和高压电源组成，其核心部分是 X 射线管。X 射线管由阴极和阳极组成，阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金、钽等）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被靶所突然阻挡从而产生 X 射线。典型的 X 射线管结构图见图 9.1。

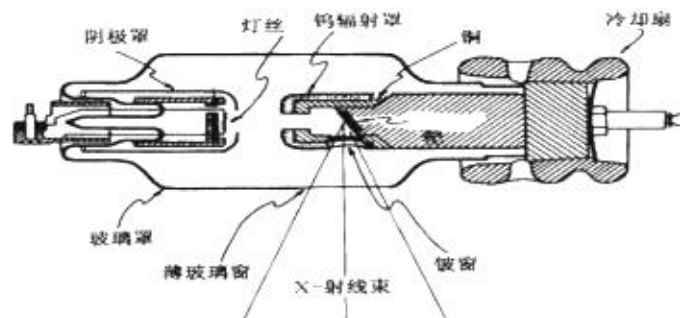


图 9.1 典型 X 射线管结构图

本项目中使用的 X 射线探伤机是在被测产品无损伤状态下，利用 X 射线成像技术对待检产品进行无损检测，X 射线管产生 X 射线，透过待测件后被探测器直接转化为电子信号，从而产生电子图像。通过对图像的观测分析和软件计算分析，用来检查待检产品情况，帮助工作人员正确分辨待检产品内部结构组成、材质等。

从检测技术方面来讲，为了获得较好的投射效果，同时为了避免频繁改变照射线束方向而造成设备故障率提高，本项目中探伤机投照方向固定为向地面照射。本项目中拟将探伤机安装在可移动平板的架子上，机头固定，可上下移动，调整机头高度，以适应不同尺寸和形状的工件检测需求，目前公司产品，最大受检工件高约 0.6 m。在检测时，探伤机机头至受检工件距离一般调整为 0.5~1.0 m 以内。

本项目使用工业 X 射线探伤机，设备包括 X 射线管、高压发生器、冷却系统以及控制器。移动臂结构，为成像器和射线管同步移动系统；可分别完成成像器和射线管的升降及摆动。设备组成示意图见图 9.2，探伤机实物图见图 9.3~9.5。

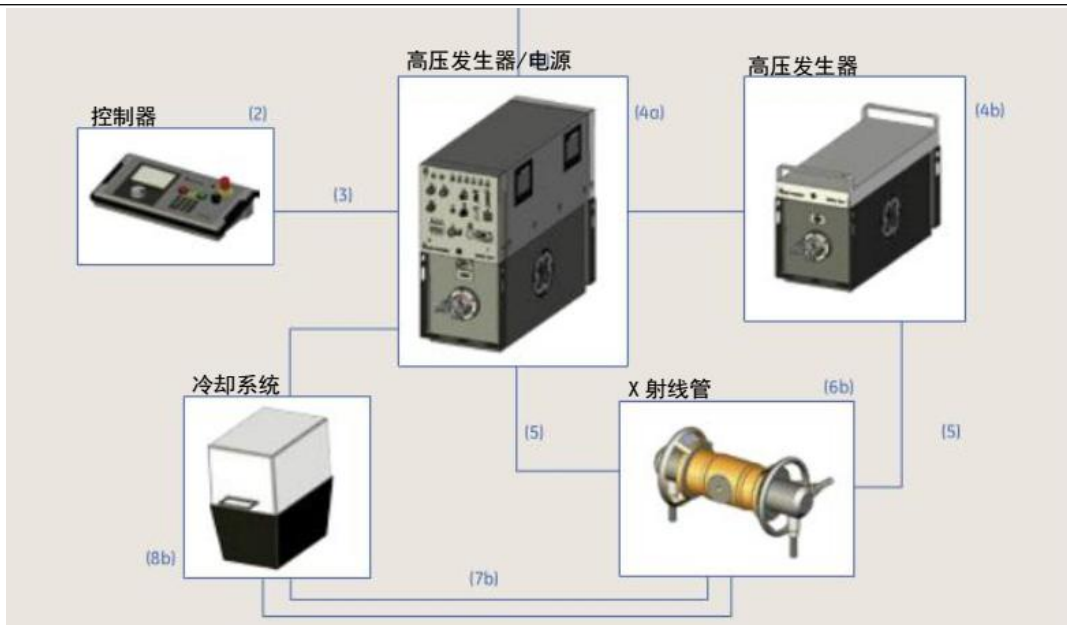


图 9.2 工业 X 射线探伤机设备组成示意图



图 9.3 X 射线检测系统外观照片



图 9.4 X 射线检测系统操作控制台

X 射线  
探伤机



图 9.5 X 射线探伤机及工件检测平台

### 9.1.2 检测流程

探伤机检测作业流程为：

- (1) 控制台电源和出束钥匙开关由专人保管，避免丢失和误用。
- (2) 操作人员经辐射安全与防护考核合格和使用探伤机培训。佩带个人剂量报警仪、个人剂量计。
- (3) 检查安全联锁开关和其他警示装置是否正常。关闭安全防护门。

(4) 在设备使用过程中随时注意设备的工作状态是否稳定，是否有报警提示，发现异常及时关机检修。如果遇检修不了的问题可以与制造厂家联系请专业的人员进行修理。

(5) 人工上件，打开小防护铅门，将工件放置在检测平台，工件放在检测固定工装上；

(6) 关闭铅门。

(7) 选择合适的管电压、管电流和曝光时间。

(8) 接通电源，灯丝点亮，预热两分钟。

(9) 开启 X 射线电源，根据需要可调节样品检测位置和角度。

(8) 检测完毕后，关闭 X 射线机电源。

(9) 打开铅门将工件取出。

(10) 然后进行下一工件检测依次重复上述检测过程。

(11) 探伤作业过程一旦发现意外，应该立即停用，分析原因，及时上报。

(12) 下班前，清理工作现场，为下一次检测工作做好准备。

(13) 填写设备履历使用记录。

本项目不设暗室，不使用胶片，根据扫描成像后图片判断产品质量是否合格。

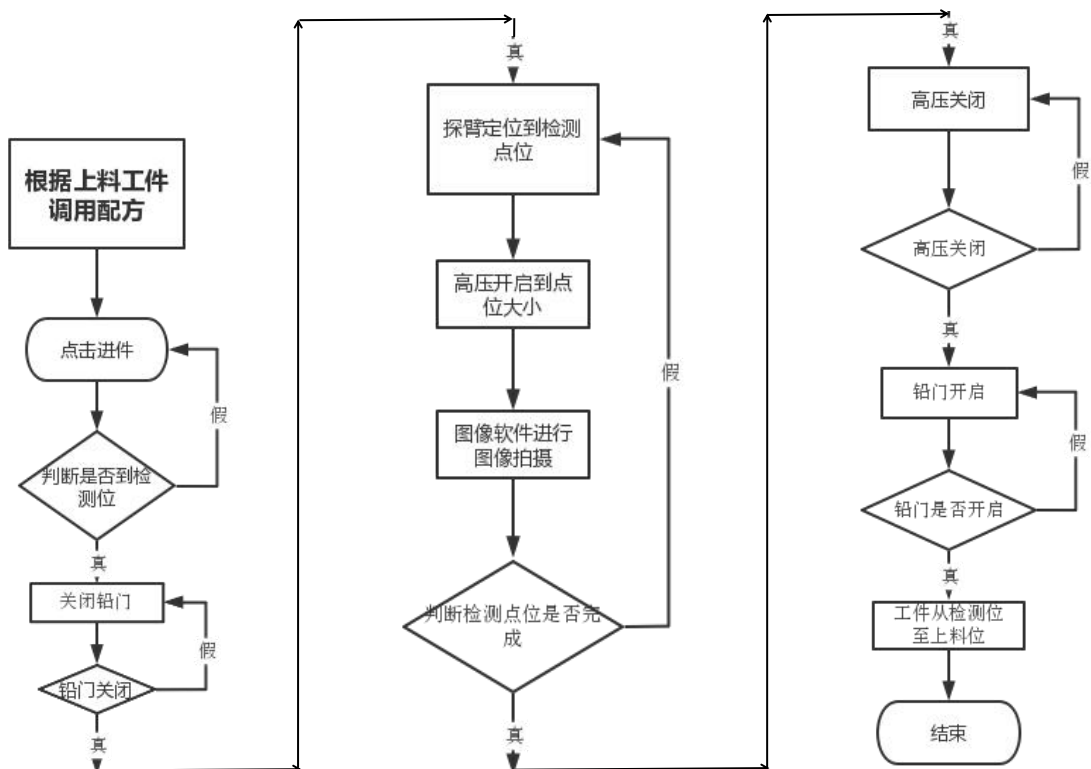


图 9.6 X 射线检测系统控制流程图

### 9.1.3 探伤作业时间



本项目建成后，每次使用探伤机需要 2 名辐射工作人员同时在场方可操作，并指定一名安全负责人。

根据实际工作需求，预计每天那检测约 30 个部件，每次曝光时间 1min，每周检测部件 210 个，曝光时间 210min，每年检测 10950 件，曝光时间 182.5h。

## 9.2 污染源项描述

### 9.2.1 主要放射性污染

工业 X 射线探伤机产生放射性污染危害人体健康和环境，评价因子主要为 X 射线。X 射线开机出束时产生，关闭电源，出束停止放射性污染立即消失。

出束检测时，X 射线主束呈现一定的角分布，由束流窗口发出；也有少量的 X 射线沿非主束方向发出，称为泄漏辐射；X 射线照射到受检工件或其他屏蔽体会向各个方向散射，称为散射辐射。

本项目 X 射线发生器出束方向固定朝向正北，探伤室四周及上方需考虑主束照射、泄漏辐射和散射辐射叠加产生的辐射照射。

本项目使用的 X 射线探伤机只有在开机并处于出束状态时（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污染因子。

### 9.2.2 非放射性污染

探伤机工作时发出的 X 射线电离空气分子产生微量的臭氧和氮氧化物。正常工况下通过机械通风，机房内每小时通风换气不少于 4 次的情况下，机房内有害气体的量可以被降低到标准限值以内，几乎不会对人体造成危害；有害气体通过距通风窗排到机房外，对环境的影响十分轻微。风机风量 300 立方米每小时，无损检测室体积为：75m<sup>3</sup>，每小时通风换气大于 4 次。

### 9.2.3 正常工况的污染途径

射线装置发出的 X 射线经透射、散射，对作业场所及周围环境产生 X 射线辐射，会对工作人员和公众产生一定的外照射危害。

### 9.2.4 非正常工况下的污染分析

固定式探伤机在使用过程中可能发生的事故有：

- 1、开机检测时，门机联锁失效，操作人员或公众误入探伤室内造成超剂量照射；
- 2、门机联锁失效，防护门未完全关闭的情况下出束曝光，对工作人员及公众造成外照射；

- 3、工作人员未按照操作规程操作，导致超剂量照射；
- 4、探伤机被盗，被不知情的人员通电开机，造成周边人员受到照射；
- 5、检修时产生，由于操作不当等原因，造成误照射等。

无论任何情况，在没有辐射防护或屏蔽的情况下接通电源，产生 X 射线，都会对人体产生外照射危害，大剂量的外照射可产生急性放射病；小剂量的外照射也可能对人体产生具有不利影响的辐射效应，危害人体的健康。

表 10 辐射安全与防护

### 10.1 辐射防护基本原则

本项目对人体健康的危害来自 X 射线的外照射损伤。对外照射的防护,可以采取时间防护、距离防护和屏蔽防护等措施。在探伤室内使用的工业 X 射线探伤机,辐射防护手段主要依靠屏蔽防护,即探伤室四周墙壁、屋顶、防护门等采取实体屏蔽措施,减少或避免探伤机产生的 X 射线对周围环境和人员造成影响。

### 10.2 辐射防护措施

#### 10.2.1 场所布局与分区管理

本项目将探伤工作区设置在公司库房一层的一角,周围 50m 范围内无居民区或其他环境敏感点,选址合理。在一层库房西北侧的一端,远离周边公众,位置布局相对合理。

辐射工作场所实行分区管理,本项目将 X 射线检测系统的铅房设为控制区;铅房四周和无损检测室划分为监督区。

监督区范围:机房西侧和北侧 1m,南侧和东侧无损检测室内区域划定为监督区。机房西侧和北侧设置警戒线,在警戒线上设置表明监督区的标牌。需要对监督区进行监督和评价,定期进行辐射环境监测。工作场所分区示意图见 10.1。

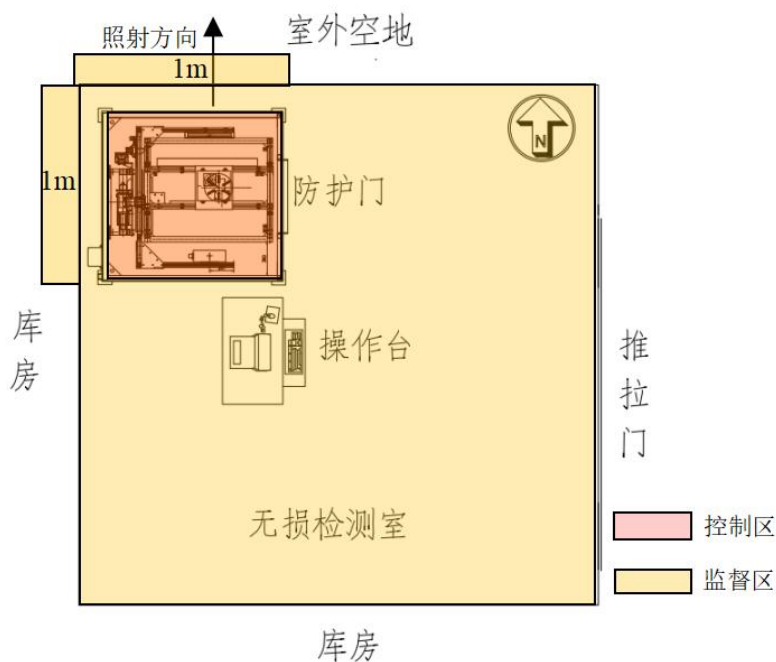


图 10.1 工作场所分区示意图

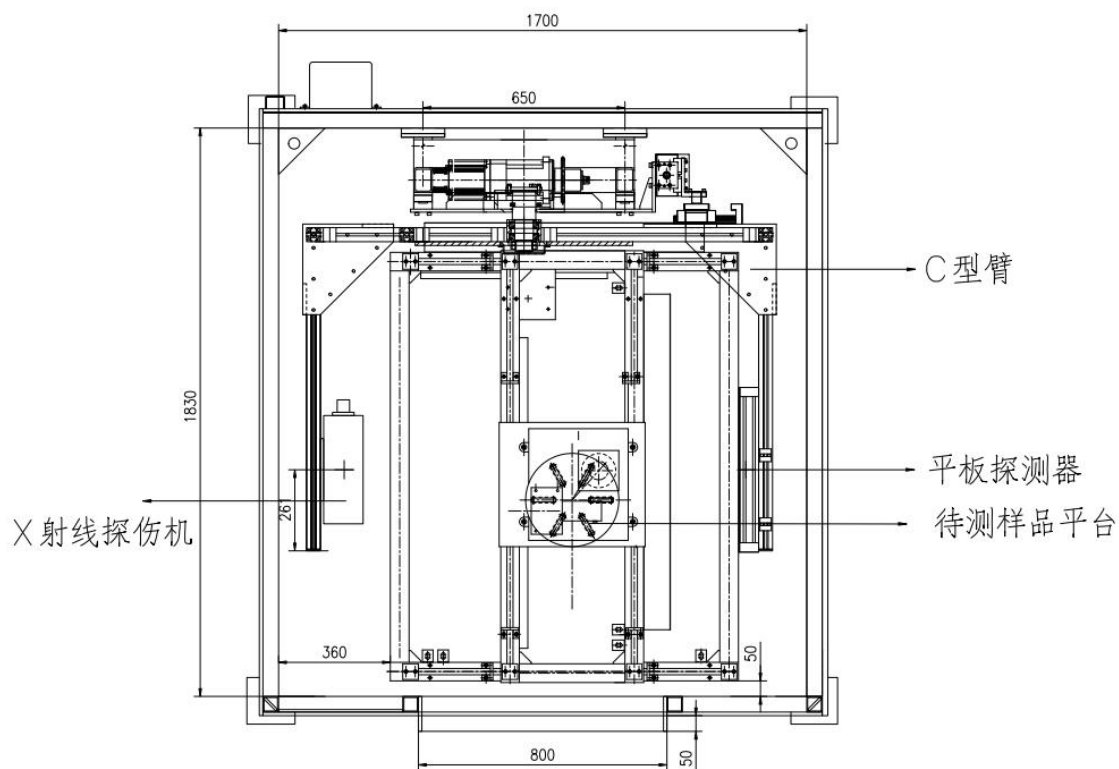
## (2) 探伤机房的铅防护屏蔽

新建 1 间铅房的四周墙体和顶棚、地面均采用铅防护，屏蔽 X 射线的贯穿辐射。委托专业厂家进行定制加工，运输到室内可直接安装使用。探伤室的尺寸和铅防护设计厚度见表 10.1，固定防护结构见图 10.2。

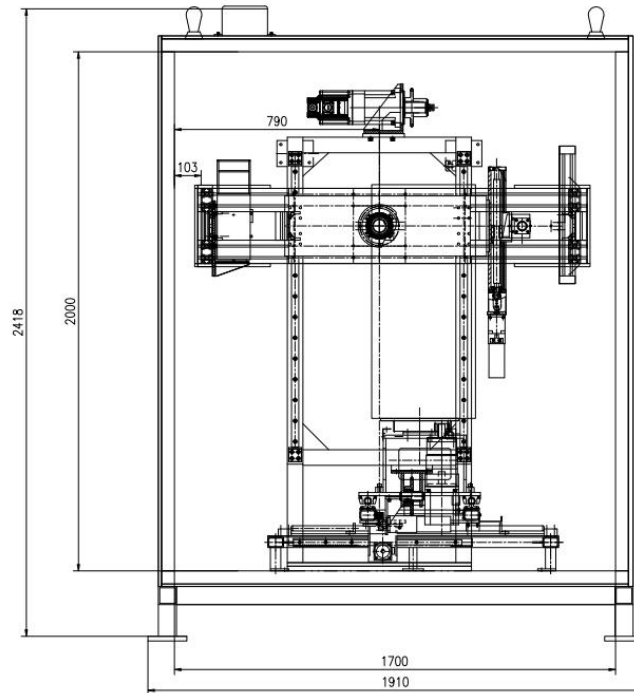
铅房的尺寸为，铅房外侧为钢-铅-钢夹层结构，内壁为方管焊接二层的框架。各防护面的防护厚度为 6mmPb+4mm 钢板。接线口和排风口设有铅防护罩，防护厚度为 6mmPb+4mm 钢板。铅防护门尺寸为 860mm×1560mm，4mmPb+4mm 钢板。

表 10.1 探伤室尺寸和辐射防护厚度

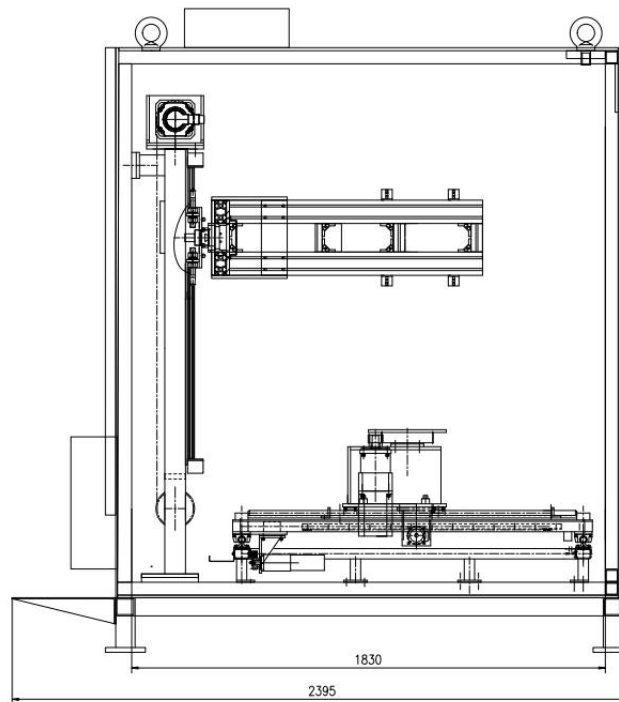
机房	机房尺寸/m	设计铅防护厚度
铅房	1.8m×1.9m×2.2m	东墙：6mmPb+4mm 钢板 西墙：6mmPb+4mm 钢板 南墙：6mmPb+4mm 钢板 北墙：6mmPb+4mm 钢板（射束方向，不变） 顶板：6mmPb+4mm 钢板 地板：6mmPb+4mm 钢板 接线口和排风口设有铅防护罩，防护厚度为 6mmPb+4mm 钢板



(1) 探伤机房平面布局图



(2) 探伤机房立面布局图



(3) 探伤机房立面布局图

图 10.2 X 射线探伤室平面、立面图

(2) 防护性能要求

探伤室屏蔽体外 30cm 处空气比释动能率不大于  $2.5\mu\text{Gy/h}$ 。

(3) 安全防护设施

辐射安全防护设施，主要包括：防护门上张贴电离辐射警示标识，有中文警示说明；探伤室内有 2 个紧急停机按钮；有监控设备；声光报警和通风换气扇。见图 10.3。

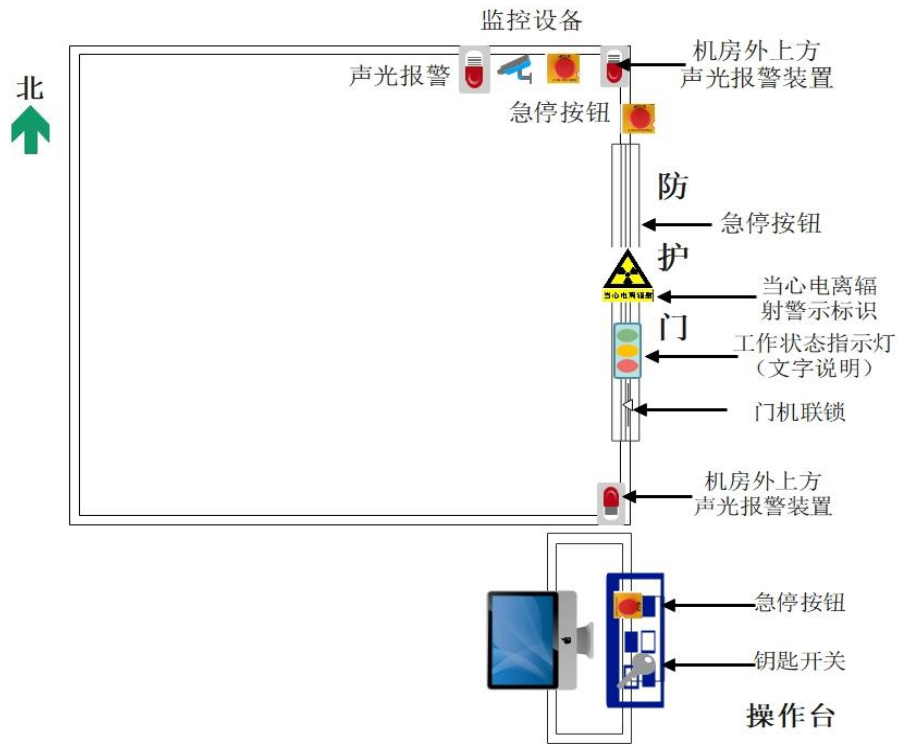


图 10.3 铅房辐射安全防护设施安装示意图

①安装门-机安全联锁装置。安全联锁装置应具有以下功能：安全门开启或未关闭到位时，探伤机不能启动曝光出束；在照射过程中安全门一旦开启，探伤机自动停止曝光出束，重新启动被中止的照射只能通过控制台进行。安全联锁装置安装在每个探伤室的防护门上，和设备电源联锁。

本项目使用的探伤机安全联锁装置的逻辑图，如图 10.4 所示。

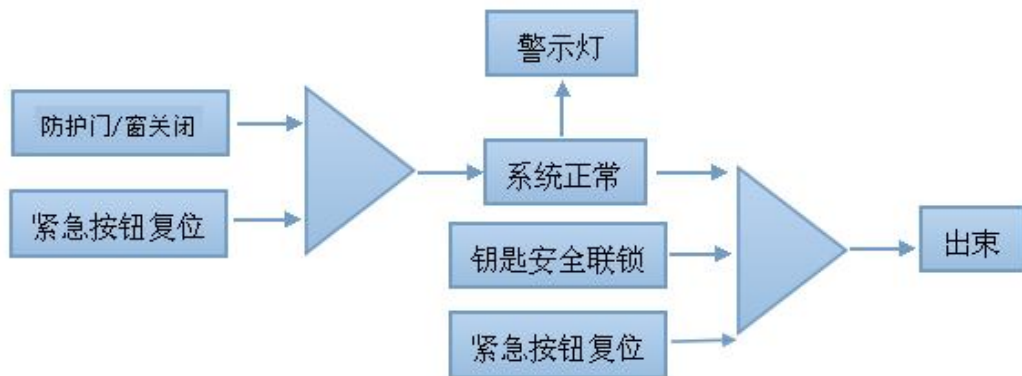


图 10.4 X 射线探伤机安全联锁逻辑图

②在控制台、探伤室内墙上及防护门的出入口处安装紧急停止按钮，紧急停止按钮应清晰

标记和说明。防止人员滞留的情况下，按下急停按钮，立即切断电源，停止出束。急停开关必须手动复位才能重新出束。机房内外各安装 1 个急停按钮，一个位于机房门口的旁边，一个位于机房内侧墙体上面。

③电离辐射警示标识。按照辐射安全规定，在辐射工作场所进出口醒目位置处张贴电离辐射警告标识以及中文警示说明。本项目电离辐射警示标识拟张贴在探伤室的防护门上、防护墙上和探伤机上醒目位置。

④声光报警器。铅房顶外侧上部拟设有工作状态指示灯，并安装声音警示装置。探伤作业开始前，有声音警示，探伤过程中指示灯应醒目显示禁止入内的标识。声光报警装置（声光可独立运行）。在探伤室内外均设置“准备出束”及“照射”状态指示灯和声音提示装置，提醒工作人员在探伤机出束前撤出机房，并在探伤机出束期间不进入机房。根据探伤机不同的工作状态提供声音和灯光提示。声光报警器与探伤机连锁，一旦失效，探伤机无法出束。

⑤专人保管启动钥匙。探伤机控制箱面板安装 X 射线锁，钥匙在“OFF”状态时，系统无法就绪和出束。

⑥监控系统：用于监视铅房内是否有人滞留，实现无死角监视。机房内布局摄像头 1 台，主监视器为 24 英寸 2K 高清液晶。

操作台为钢琴式造型，集成 X 射线机、机械、和监控系统的全部操作。操作台上摆放了一台彩色监视器，用于显示现场监控系统的观察。

⑦工作人员进入机房时需要随身携带个人剂量报警仪，当机房辐射剂量超过标准时，仪器发出警报声，提示工作人员退出机房。

⑧排风系统：满足探伤室的换气次数大于 4 次/h。

⑨消防安全：检测室放置 2 台灭火器，防止火灾事故发生。

#### （4）辐射安全管理制度

公司为确保避免辐射事故发生，严格落实各项管理制度，如：

①专人管理探伤机门和设备启动钥匙，经公司授权后专人管理。

②操作人员培训制度。所有操作人员需经辐射安全与防护考核合格，探伤机操作方法经内部培训考核合格，有一名熟练操作人员的现场指导下方可开机使用。每次操作需要有两个人在场，方可开机使用。

③开机前，工作人员必须严格按操作规程进入机房巡视，确认无滞留人员后，关闭机房防护门，机房防护门关闭后方能开机；

④每天对联锁装置以及出束信号指示灯等安全措施进行定期检查,保证门未关时探伤机无法启动;探伤机启动时将门打开,立即停止曝光出束。

⑤公司指派专人定期对探伤装置进行维护和保养,并做好维护记录,保证设备完好。

⑥使用个人剂量报警仪和进行个人剂量检测,关注每一次个人剂量检测结果,如出现检测结果异常,立即查找原因并进行整改,将检测结果上报北京市生态环境局。

### 10.3 辐射工作人员配置

本项目拟配备3名操作人员,公司辐射安全与防护负责人、辐射安全管理员各1名,拟参加辐射安全与防护培训考核。公司计划5人通过辐射安全与防护考核。

### 10.4 辐射检测仪器

为加强辐射安全防护,按照有关标准,拟配备1台X- $\gamma$ 辐射剂量率仪和2台个人剂量报警仪,为场所分区和人员防护提供必要的设备保障。X- $\gamma$ 辐射剂量率仪需每年进行计量校准,确保监测数据的可靠性。

### 10.5 法规符合情况

#### 10.5.1 与《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的符合情况

原环保部令第18号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》对拟使用射线装置的单位提出了具体要求,本项目具备的条件与“18号令”要求的对照情况见表10.2。

表 10.2 安全和防护能力对照检查情况

安全和防护管理办法要求	公司实际情况	符合情况
第五条 射线装置的生产调试和使用场所,应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	机房拟设置门机联锁;机房外拟在明显位置设置电离辐射警告标识及中文警示说明,安装警示灯;机房内安装监控探头,无监控死角,工作场所计划设置控制区和监督区。	拟符合
第九条 生产、销售、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生态环境主管部门认定的环境监测机构进行监测。	项目投产使用后,拟自行对辐射工作场所进行辐射水平监测,并填写相关记录,监测频次不少于1次/季度;将委托有资质单位进行监测,监测频次不少于1次/年。	拟符合
第十二条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位,应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估,并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。	将按照要求,每年1月31日前向生态环境部门提交上一年度的辐射安全年度评估报告。	拟符合



<p>第十七条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照生态环境部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的不得上岗。</p>	<p>拟安排 5 名辐射工作人员参加辐射安全与防护培训和考核。</p>	<p>拟符合</p>
<p>第二十三条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。</p>	<p>所有从事辐射工作的人员均拟配备个人剂量计，并委托有资质的监测机构进行个人剂量监测，每季度送检 1 次。</p>	<p>拟符合</p>
<p>第二十四条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，不具备个人剂量监测能力的，应当委托具备条件的机构进行个人剂量监测。</p>	<p>将委托有资质的单位进行辐射工作人员个人剂量监测，每季度送检 1 次。</p>	<p>拟符合</p>

### 10.5.2 对《关于修改<放射性同位素与射线装置安全许可管理办法>的决定》要求满足情况

依据《关于修改<放射性同位素与射线装置安全许可管理办法>的决定》（2020 年 12 月 25 日生态环境部令 20 号修改版）规定，对射线装置的使用单位提出了具体要求，本项目具备的条件与法规要求的对照检查见表 10.3。

表 10.3 安全许可管理要求对照检查情况

安全许可管理相关要求	公司具体情况	是否符合
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。	已设立辐射安全管理小组，总经理任组长并专职负责公司辐射安全管理工作。	拟符合
从事辐射工作的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。	拟安排 5 名辐射工作人员参加辐射安全与防护培训和考核。	拟符合
放射性同位素与射线装置使用场所所有防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	机房拟设置门机连锁，机房内和控制台处设有急停按钮；机房外拟在明显位置设置电离辐射警告标识及中文说明、警示灯；机房内安装监控探头，无死角监控。工作场所设置控制区和监督区。	拟符合
配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪。	拟配备辐射剂量率检测仪和个人剂量报警仪，能够满足本项目的使用需求。	拟符合
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、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	拟制定《辐射安全管理体系和岗位职责》、《辐射防护与安全保卫制度》、《人员培训制度》、《辐射监测方案》、《设备检修维护制度》、《辐射工作人员个人剂量监测制度》、《操作规程》等相关管理制度。公司将根据情况对现行规章制度	拟符合

	度进行及时修订。	
有完善的辐射事故应急措施。	制定了《辐射应急预案》。	拟符合
产生放射性废气、废液、固体废物的，应具有确保放射性废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	本项目中的射线装置使用过程中不产生放射性废水、废气和固体废物。	本项目不涉及

### 10.6 三废的治理

本项目中主要使用射线装置进行产品检测，设备运行过程中不产生放射性废气、废液、固体废物。

本项目运行过程中会产生少量臭氧和氮氧化物，建设单位拟在南墙设置铅百叶通风窗，选用的排风扇排风量不小于 300m<sup>3</sup>/h，满足每小时不少于 4 次的通风要求，项目建成投运后有害气体排放后对环境的影响十分轻微。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段的环境影响

本项目建设过程中，将加工好的铅房在室内进行组装，并安装防护系统、铅防护门和操作台。

由于建设过程均在室内完成，无粉尘产生，对室外环境和周围人群的不产生环境影响。

11.2 探伤机辐射影响分析

5. 平板探测器成像视野：427m×427mm

6. 检测工件范围：≤ φ 600mm×600mm（高）

11.2.1 设备运行情况

本项目探伤室内使用的 X 射线探伤机照射方向为固定竖直向北照射，有用线束摆动张角为±15°。平板探测器成像视野：427mm×427mm，检测工件范围：≤ φ 600mm×600mm（高）。探伤机和探测器安装在可以移动的 C 型臂上，样品转台具有±360° 调节范围，可对样品部件进行全方位的扫描。本项目探伤机水平位置固定，允许在一定的高度范围内移动，升降行程为 0~600mm。机头位置取决于受检工件几何尺寸和所需检测部位。受检工件大小不一，以小型精密工件为主，机头距受检工件间距一般为 0.2~1 m 以内。

本项目使用设备中，每台设备操作时均配备 2 人，方可开展工作，照射方向均垂直向北，地面以下为土层，无地下建筑物。

探伤机距离四周墙体的最小距离可参照表 11.1。

表 11.1 本项目探伤机机头出束位置距周围墙体距离

工作场所	设备型号	射线靶与物体距离	墙体方位	机头距墙体外 30cm 关注点的距离范围（mm）
探伤机房	XYG-1603 型	0.5m~1.0m	北墙	1500~1800
			南墙	634~1134
			东墙	831~1331
			西墙	963~1463
			顶棚	2000~1000

使用规划如下：

探伤机主要用于塑料部件，规划每天检测构件 30 件，每次出束时间为 1min，每天出束时间为 30min，为今后发展考虑，平均每天出束时间为 36min，本次评价按年度出束 200h 计算。

### 11.2.2 剂量率估算公式

本项目中，探伤机机头安装在可调节位置的移动架上，探伤机高度一般距地面 50cm；受检工件一般在高度为 30cm 的情况下进行检测。

探伤机的主射束固定朝向北侧，地下无建筑，主要考虑射线装置运行过程中有用线束、漏射线和散射线对周围环境的辐射影响。参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），剂量率可由公式 11-1~11-5 进行估算，相关参数取各设备的对应值。本节提到的“关注点”为屏蔽体外距屏蔽体 30cm 的任意一点。

#### ①有用线束剂量率估算公式

有用线束所致剂量率可由式（11-1）计算得到。

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

式中：

$\dot{H}$ —有用线束所致关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$I$ —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

$H_0$ —距靶点 1m 处 X 射线管输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，以  $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$  为单位的值乘以  $6 \times 10^4$ ，参照 GBZ/T 250-2014 中表 B.1 以及 ICRP33 号出版物图 3，管电压 160kV、2mm 铝过滤的 X 射线管输出量插值计算取  $20.4 \text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ；

$B$ —屏蔽透射因子，无量纲，本项目根据屏蔽物质厚度  $X$ ，参照 GBZ/T 250-2014 附录 B.1 的曲线查出有用线束对应的屏蔽透射因子  $B$ ，小于  $10^{-6}$ ，按  $5 \times 10^{-7}$  计算；

$R$ —靶点至关注点的距离，m，机头（靶点）至关注点距离按表 11.1 中所列数据进行计算；

#### ②漏射线剂量率估算公式

漏射线所致剂量率可由式（11-2）和式（11-3）估算得到。

$$\dot{H}_L = \frac{\dot{H}_{L(1)} \cdot B}{R^2} \quad (11-2)$$

$$B = 10^{-X/TVL} \quad (11-3)$$

式中： $\dot{H}_L$ —漏射线所致关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{H}_{L(1)}$ —距靶点 1 m 处 X 射线管组装体的泄露辐射剂量率（参照 GBZ/T 250-2014 中表 1，管电压为 160kV 的泄露辐射剂量率均取  $2500 \mu\text{Sv/h}$ ；

$B$ —屏蔽透射因子，无量纲；

$R$ —靶点至关注点的距离，m，机头（靶点）至关注点距离按表 11.1 中所列数据进行计算；

$X$ —屏蔽厚度，mm；本项目全部采取铅板作防护墙，160kV 探伤机防护厚度分别为 6mm。

$TVL$ —X 射线束在屏蔽材料中的什值层厚度，mm。

表 11.2 X 射线在不同材料中的什值层厚度（TVL）

X 射线管电压 (kV)	X 射线管电流 (mA)	什值层厚度 (TVL) * (mm)		输出量 ( $\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ )	泄露辐射剂量率 ( $\mu\text{Gy/h}$ )
		主束	90° 散射		
160	3	1.05	0.96	1.22E+06 (铝)	$2.5 \times 10^3$

注：\*混凝土、铅对应什值层参照 GBZ/T 250 - 2014 中表 B.2，以及 ICRP 33 号出版物表 3 计算得出。参照 ICRP33 号出版物，0.4cm 钢板折合 0.04cm 铅。

### ③ 散射辐射剂量率估算公式

X 射线 90° 散射辐射的最高能量低于入射 X 射线最高能量，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的“表 2 X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值”，本项目中 160kV 探伤机的散射辐射等效管电压为 150kV。相应的 TVL 值见表 11.2。

散射线所致关注点的剂量率可由式（11-4）和（11-5）计算得到。

$$H_s = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad (11-4)$$

式中： $H_s$ —散射线所致关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$H_0$ —距靶点 1m 处 X 射线管输出量，本项目输出量见表 11.2；

$I$ —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA，本项目射线装置的最大管电流见表 11.2；

$B$ —屏蔽透射因子，按设计最大管电压对应的等效管电压所对应的什值层（表 11.2）和公式（11-3）进行计算；

$F$ — $R_0$  处的辐射野面积；

$\alpha$ —散射因子，入射辐射被单位面积（ $1\text{m}^2$ ）散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比；

$R_0$ —靶点至检测件的距离；

公式 11-4 中  $F \cdot \alpha / R_0^2$  部分，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中 B.4.2 中的描述，160kV 探伤机的  $F \cdot \alpha / R_0^2$  取 1/60。

$R_s$ —散射体至关注点的距离, m。散射线散射点至墙体距离按表 11.1 中所列数据进行计算。

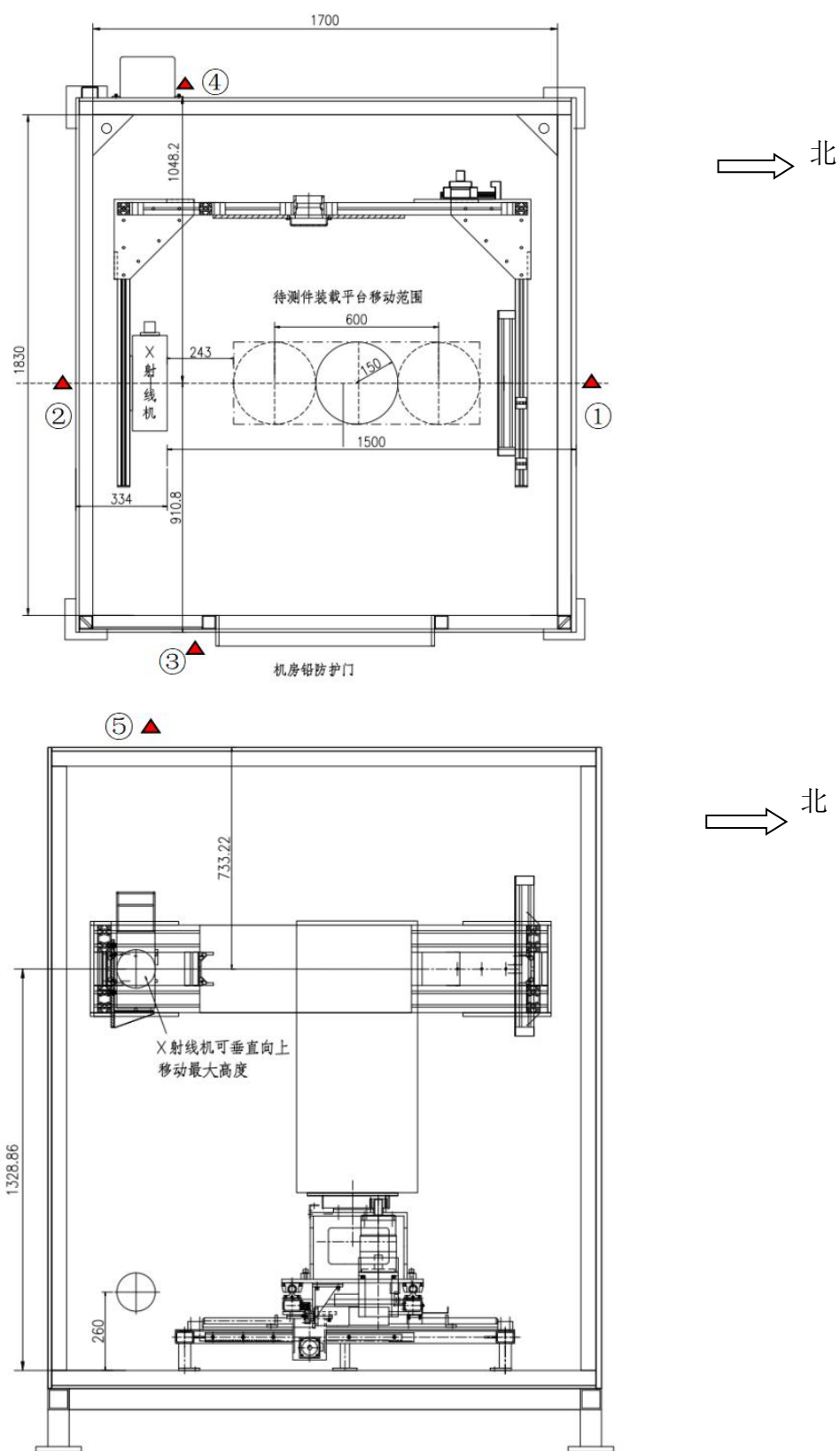


图 11.1 探伤机房 X 射线探伤机工作点位和关注点

### 11.2.3 剂量率估算

#### (1) 射线装置运行时机房周围辐射剂量率

本项目中，探伤机房均位于所在建筑一层，地下无建筑、均为土层，对于定向朝向地面照射的主要考虑探伤机运行时漏射线和散射线对环境的影响。

根据建设单位和设备厂家提供的资料，参照式（11-1）~式（11-4）可估算出正常工况下射线装置漏射线和散射线所致机房周围附加剂量率。机房内探伤机所处位置平面布局和调节到最大高度示意图见图 11.1，机房周围辐射剂量率见表 11.3。

表 11.3 探伤机运行时铅房周围最大附加剂量率

探伤机位置	关注点位	位置	距离/mm	屏蔽厚度	射线束	透射因子 B	附加剂量率 (μSv/h)		备注
下方位置	1	北墙外 30cm	1800	6mm 铅+4mm 钢板	主射束方向	5.0E-07	0.57		公众
	2	南墙外 30cm	634	6mm 铅+4mm 钢板	泄漏射线	8.03E-07	5.0E-03	2.2E-02	职业
					散射射线	2.15E-07	1.7E-02		
	3	东墙外 30cm	1211	6mm 铅+4mm 钢板	泄漏射线	8.03E-07	1.4E-03	1.0E-02	职业
					散射射线	2.15E-07	9.0E-03		
	4	西墙外 30cm	1348	6mm 铅+4mm 钢板	泄漏射线	8.03E-07	1.1E-03	8.3E-03	公众
					散射射线	2.15E-07	7.2E-03		
	最上方位置	5	机房顶板外 30cm	1033	6mm 铅+4mm 钢板	泄漏射线	8.03E-07	1.9E-03	1.4E-02
散射射线						2.15E-07	1.2E-02		

根据计算可以看出，探伤机所在铅房周围剂量率符合《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中机房四周墙外 30cm 处的附加剂量率均不大于 2.5μSv/h 的要求。

### 11.2.3 职业人员和公众受照剂量估算

本项目中，本项目探伤机投产使用后，拟安排专职从事无损检验操作工作。探伤机每次使用需要 2 名辐射工作人员同时在场，规划每天检测构件 30 件，每次出束时间为 1min，每天出束时间为 30min，为今后发展考虑，全年工作 250 天，年度最大曝光时间 200h。

根据表 11.4 中因本项目对各关注点引入的附加剂量率，可使用公式 11-6 估算各工作岗位或环境区域中职业人员和公众的年受照剂量，结果见表 11.4。

$$H_c = H_c \times t \times T \quad (11-6)$$

式中： $H_c$ —关注点位置受到的年附加剂量， $\mu\text{Sv/a}$ ；

$H_c$ —关注点附加剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$t$ —为射线装置年出束时间；

$T$ 为居留因子，根据关注点处人员的居留情况分别选取 1、1/8 和 1/4。

表 11.4 X 射线探伤机运行时人员年有效剂量估算表

场所	位置描述	最大附加剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	居留因子 $T$	年出束时间 $h$	年受照剂量 ( $\mu\text{Sv/a}$ )	人员
无损检测室	北墙外	0.57	1/8	200	16.1	公众
	南墙外	2.2E-02	1	200	5.0	公众
	东墙外	1.0E-02	1	200	2.3	职业
	西墙外	8.3E-03	1/4	200	0.47	职业
	机房顶层	1.4E-02	1/4	200	0.78	无人到达

根据表 11.5，辐射工作人员年受照射剂量最大的处于南墙外和东墙外两处剂量累积，为  $7.3\mu\text{Sv/a}$ ，公众人员年受照射剂量  $16.1\mu\text{Sv/a}$ ，位于机房北侧墙外活动的公众人员。

#### 11.2.4 本项目环境保护目标辐射情况分析

本项目周围环境保护目标见表 7.1，探伤室周围 50m 范围内辐射情况如下：

##### ①北侧

探伤室铅房北侧外 30cm 处剂量率为  $0.57\mu\text{Sv/h}$ ，不考虑库房墙体的防护，向北 1m 处于空压机房空地位置，剂量率为  $0.23\mu\text{Sv/h}$ ，居留因子为 1/8 时，年受照射剂量为  $4.3\mu\text{Sv/a}$ ；实际情况下，空压机房处平时无人滞留，本项目将该区域设置为监督区，可放置当心电离辐射标识和中文警示说明，防止公众人员长时间滞留。

##### ②东侧和南侧

机房东侧和南侧为辐射工作人员工作的区域，在该区域工作的人员年受照射剂量为  $7.3\mu\text{Sv/a}$ ，远低于剂量管理约束值  $2\text{mSv/a}$ 。

##### ③西侧

机房西侧为库房存储区，偶尔有公众人员进入，年受照射剂量估算为  $0.31\mu\text{Sv/a}$ ，低于公众剂量管理约束值  $0.1\text{mSv/a}$ 。

④机房上方为无人到达空间，机房高 2.3m，库房高度为 3m，机房正上方二层库房 1m 处剂量率为  $0.002\mu\text{Sv/h}$ ，居留因子去 1/8，年度附加剂量为  $0.04\mu\text{Sv}$ ，远远低于公众剂量管理约束限值。

根据表 11.4 中职业人员和公众受到的年有效剂量，经分析可知，库房内其他临近区域和



库房外区域，射线能量经距离衰减后，剂量率减少与距离平方成反比，其余 50m 范围内环境保护目标处剂量率忽略不计，为环境本底水平。

### 11.2.5 辐射照射所致有害气体

#### (1) 臭氧：

根据王时进等人发表的《辐射所致臭氧的估算与分析》（中华放射医学与防护杂志，1994 年 4 月第 14 卷第 2 期）给出的公式，估算所致臭氧的产额和浓度。

#### ①、有用线束的 O<sub>3</sub> 产额

采用公式 11-7 计算有用射线束所致 O<sub>3</sub> 产额的公式，可得对于本项目探伤机工作时有用线束 O<sub>3</sub> 产额。

$$P = 2.43 \dot{D}_0 (1 - \cos \theta) R G \quad (11-7)$$

式中：

$P$  为 O<sub>3</sub> 的产额，mg/h；

$\dot{D}_0$  为探伤机有用线束在距 1m 处的输出量，Gy/m<sup>2</sup> · min；

$\theta$  为有用线束的半张角，本项目中取 15° ；

$R$  为射线束中心点到屏蔽物（工件或地面）的距离，m，本项目中取  $R=1.5\text{m}$ ，作保守计算；

$G$  为空气吸收 100eV 辐射能量产生的 O<sub>3</sub> 分子数，文献估算时取值为 10。

#### ②、泄露射线的 O<sub>3</sub> 产额

将泄漏辐射看成为 4 $\pi$  方向均匀分布的点源，并考虑探伤室墙壁的散射线使室内的产额增加 10%，按公式 11-8 计算，得到本项目泄露射线的 O<sub>3</sub> 产额为 0.02mg/h。

$$P = 3.32 \times 10^{-3} \dot{D}_0 G V^{1/3} \quad (11-8)$$

式中：

$P$  为 O<sub>3</sub> 的产额，mg/h；

$\dot{D}_0$  为探伤机有用线束在距 1m 处的输出量，Gy/m<sup>2</sup> · min，取 0.061 Gy/m<sup>2</sup> · min；

$G$  为空气吸收 100eV 辐射能量产生的 O<sub>3</sub> 分子数，文献估算时取值为 10；

$V$  为探伤室容积,  $m^3$ 。

综合①、②两部分, 本项目探伤机有用线束与泄露(含散射)射线的 $O_3$ 总产额为 $0.08mg/h$ 。

### ③、臭氧的动态浓度

探伤室内产生的臭氧一部分由通风系统排到室外, 另一部分自然分解。空气中的臭氧平均浓度可用公式11-9计算。

$$Q(t) = \frac{Q_0 T}{V} (1 - e^{-t/T}) \quad (11-9)$$

式中:  $Q(t)$  为探伤室  $t$  时刻臭氧的平均浓度,  $mg/m^3$ ;

$Q_0$  为臭氧的辐射化学产额,  $mg/h$ ;

$V$  为探伤室容积,  $m^3$ , 本项目探伤室体积约为  $6.2m^3$ 。

$T$  为臭氧的有效清除时间,  $h$ , 用公式 11-11 计算, 其结果为  $0.19h$ 。如果受照时间很长, 即  $t \gg T$ , 则公式 11-9 可简化为公式 11-10:

$$Q(t) = \frac{Q_0 T}{V} \quad (11-10)$$

其中有效清除时间  $T$  用公式 11-11 计算, 其结果为  $0.19h$ 。保守按探伤机一直开启估算, 满足  $t \gg T$ , 房间内臭氧浓度达到饱和, 即达到最大值:

$$T = \frac{t_v \cdot t_d}{t_v + t_d} \quad (11-11)$$

式中  $t_v$  表示换气一次所需的时间,  $h$ 。本项目中, 房间换气次数为  $4$  次/ $h$ , 则一次换气所需时间为  $0.25h$ ;  $t_d$  表示臭氧的有效分解时间,  $h$ , 取  $0.83h$ 。

表 11.6 探伤室臭氧产生量计算

场所	线束	$O_3$ 产额/ $mg/h$	机房体积/ $m^3$	动态浓度/ $mg/m^3$	标准限值	是否达标
3 号探伤室	有用线束	0.076	6.2	2.43E-03	0.3 $mg/m^3$	是
	泄露线束	0.0036				

经计算, 各探伤室产生的最大臭氧浓度均低于《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分 化学有害因素》(GBZ 2.1-2007) 中规定的场所  $O_3$  浓度限值。

探伤室内臭氧通过排风系统排放, 经过大气的稀释和扩散作用使其浓度进一步降低, 其浓

度远低于《环境空气质量保准》（GB 3095-2012）中对于二类区的 1h 浓度限值  $0.2\text{mg}/\text{m}^3$ 。

### （2）氮氧化物：

在多种氮氧化物（NO<sub>x</sub>）中，以 NO<sub>2</sub> 为主，其产额约为 O<sub>3</sub> 的一半。《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分 化学有害因素》（GBZ 2.1-2007）中规定，工作场所中 NO<sub>2</sub> 的浓度限值为  $5\text{mg}/\text{m}^3$ ，远超 O<sub>3</sub> 的浓度限值。同时，《环境空气质量保准》（GB 3095-2012）中 NO<sub>2</sub> 与 O<sub>3</sub> 的浓度限值相同，故 NO<sub>x</sub> 的产生和排放均对工作人员和周围环境影响极小。

### （3）结论

探伤机出束时机房内会产生少量的臭氧和氮氧化物，产生的有害气体浓度限值低于相关标准要求，本项目拟在各探伤机房右上角设置排风窗（距地面高度 2.3m），通风窗配带铅防护罩，以保证防护效果；每小时通风不少于 4 次，有害气体排放后对环境的影响十分轻微。

## 11.5 事故影响分析

### 11.5.1 事件（故）分析

#### （1）仪器故障

X 线机漏射线指标达不到《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）规定的要求，或探伤机故障以及控制系统失灵，出现异常曝光可致人员受到一定的照射剂量，造成工作人员不必要的照射。

#### （2）误照

① 探伤机在出束状态下，防护门与控制台的安全连锁系统失效，人员误入机房产生误照；

② 防护门与控制台的安全连锁系统失效，在没有关闭防护门的情况下，探伤机出束，对经过门口或在门口处停留的人员产生误照；

③ 出束前未清理机房内人员，导致人员误留机房而受到照射。

#### （3）射线装置丢失、被盗事故

射线装置丢失被盗后，不了解探伤机用途的人员开机可能造成周围人员受到大剂量的照射。

#### （4）误照射情况下的人员受照剂量分析

误照射情况下最大辐射损伤事故是在机房内有人的情况下进行出束照射，滞留或误入探伤室的人员将受到泄露辐射和散射辐射的外照射损伤。本项目出束情况下距离靶 1m 处的 X 射线的泄露辐射剂量率为  $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv}/\text{h}$ ，散射剂量率为  $6.1 \times 10^4 \mu\text{Sv}/\text{h}$ ，滞留机房内 1min，受照射剂

量为 1.1mSv。根据辐射事故应急预案，应立即对受照射人员进行健康体检。发现异常照射或辐射事故，应立即向北京市生态环境局汇报事故情况，并进行整改，进一步落实辐射安全管理制度。

### 11.5.2 风险防范措施

对于射线装置可能发生的意外照射事件（故），关键在于预防，建议采取以下措施：

（1）采取防止工作人员和公众受到意外照射的安全联锁措施，如探伤室内安装有声响警示系统，机房防护门和控制台电源联锁，机房内安装有闭路监视系统等，可以防止人员误留、误入，受到意外照射。

（2）机房防护门处设置电离辐射警告标志、中文警告说明和工作状态指示灯。

（3）规范工作秩序，严格执行《操作规程》和《辐射防护与安全保卫制度》，辐射安全防护管理小组定期检查安全规章和制度落实情况，发现问题及时纠正。

（4）从事 X 射线探伤的工作人员必须参加并通过辐射安全与防护考核，业务熟练。

（5）定期检查机房的辐射防护设施，保证门机安全联锁、急停开关和警示灯等正常工作。

（6）完善《辐射应急预案》，应急预案须明确辐射安全防护管理小组及职责、处理原则和处理程序等。

（7）无损检测室和探伤机房防护门上锁，防止设备被盗。探伤机指定专人管理，房间钥匙由专人管理。

### 11.5.3 事件（故）应急措施

发生射线装置故障或误照情况，应首先切断电源，确保探伤机停止出束。保护好现场，控制现场区域，防止无关人员进入，并立即向管理小组汇报情况。对可能受到辐射伤害的人员，及时送当地卫生主管部门指定的医院或者有条件救治辐射损伤病人的医院进行检查和治疗，或者请求医院立即派人赶赴事故现场，采取救治措施。

一旦发生辐射事故，建设单位将立即启动本单位的辐射事故应急方案，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》，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的，还应同时向当地卫生主管部门报告。建设单位每年至少组织一次应急演练。

发生探伤机丢失被盗事故，保护好现场，立即向公安部门报案，并积极配合公安部门展开调查工作，尽快追回丢失的射线装置。

## 表 12 辐射安全管理

### 12.1 辐射安全与环境保护管理机构

为保障辐射工作安全有序进行，公司设有辐射安全防护管理小组，可满足本项目辐射安全管理的需求。

辐射安全领导小组组织机构：

组 长： 边仙花 （总经理）

副组长： 朱琦玮、王宏伟 （质量部经理）辐射安全和防护负责人

成 员： 王建国 （安环主管）

李子洋 射线探伤装置保管人员、射线探伤作业员

岗位职责：

#### 一、管理机构的主要职责：

（1）经过辐射安全与防护管理知识培训，熟悉掌握辐射安全和防护知识；主要负责国家相关法律法规和相关行政管理部门要求的落实。

（2）了解操作的 X 射线探伤机基本结构和性能特点，熟悉操作程序，负责辐射安全和防护设施及规章制度的落实情况进行监督检查。

（3）负责组织辐射工作人的培训和考核。

（4）负责组织场所辐射环境监测和个人剂量监测。

（5）负责每年对公司的辐射安全与防护工作进行总结。

（6）了解易出的事故和误操作的可能性，正确合理使用 X 射线探伤机，不断的提高射线辐射安全防护水平。

（7）组织制定辐射事故等级和应急救援预案；

（8）组织辐射事故应急演练。

#### 二、组长职责：

法人委托总经理为组长，为单位辐射安全工作“第一责任人”，公司法人对辐射安全工作负总责。

#### 三、副组长职责：

（1）副组长负责全面辐射安全管理工作，辐射安全和防护责任人；

（2）负责辐射安全和防护机构及人员的监督、管理工作；

- (3) 负责辐射安全和防护管理制度的贯彻实施；
- (4) 组织本单位相关部门及人员开展辐射应急行动；
- (5) 组织对本单位的辐射安全和防护状况进行评估。

#### 四、辐射安全员职责

- (1) 定期组织对探伤室、探伤装置的安全状况进行检查并记录；
- (2) 组织开展相关辐射监测、并负责监测数据的记录及管理；
- (3) 负责个人剂量计及辐射监测仪器的维护、检定及比对；
- (4) 负责辐射防护用品与应急物资的管理及发放；
- (5) 参与本单位的辐射应急行动，控制应急人员的受照剂量；
- (6) 负责对辐射工作人员进行辐射防护知识和监测仪表操作技能的培训。

#### 五、射线探伤作业人员岗位职责：

- (1) 遵守辐射安全和防护制度、执行探伤作业相关规程；
- (2) 正确佩戴个人剂量计和剂量报警仪、辐射监测仪；
- (3) 负责作业前后对探伤装置进行安全检查，作业过程中对作业场所进行安全检查；
- (4) 在探伤作业时采取合理的防护措施减少人员受照射量；
- (5) 发现辐射安全隐患及时向辐射安全和防护责任人报告。

#### 六、射线探伤装置保管人员岗位职责：

- (1) 遵守辐射安全管理制度、执行探伤装置保管相关规程，熟练使用辐射监测仪；
- (2) 负责机房周围辐射水平监测；
- (3) 负责定期对射线探伤装置及保管场所进行安全检查并记录；
- (4) 发现辐射安全隐患及时向辐射安全和防护责任人报告。

### 12.2 辐射安全管理规章制度

依照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 第 449 号）、《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》（GBZ 117-2015），结合情况和实践，公司拟制定符合法规要求的管理制度和操作规程。

### 12.3 辐射工作人员情况

公司计划为本项目配备 5 名辐射工作人员，专职负责本项目探伤机的使用，其中有 1 名辐射工作人员专职负责公司辐射安全管理工作，所有人员需通过辐射安全与防护考核。

## 12.4 个人剂量监测

公司拟为每名辐射工作人员配备个人剂量计，并根据相关要求，委托有资质单位每季度进行一次监测，并出具监测报告。

拟建立辐射工作人员个人剂量档案，并按要求终生保存。

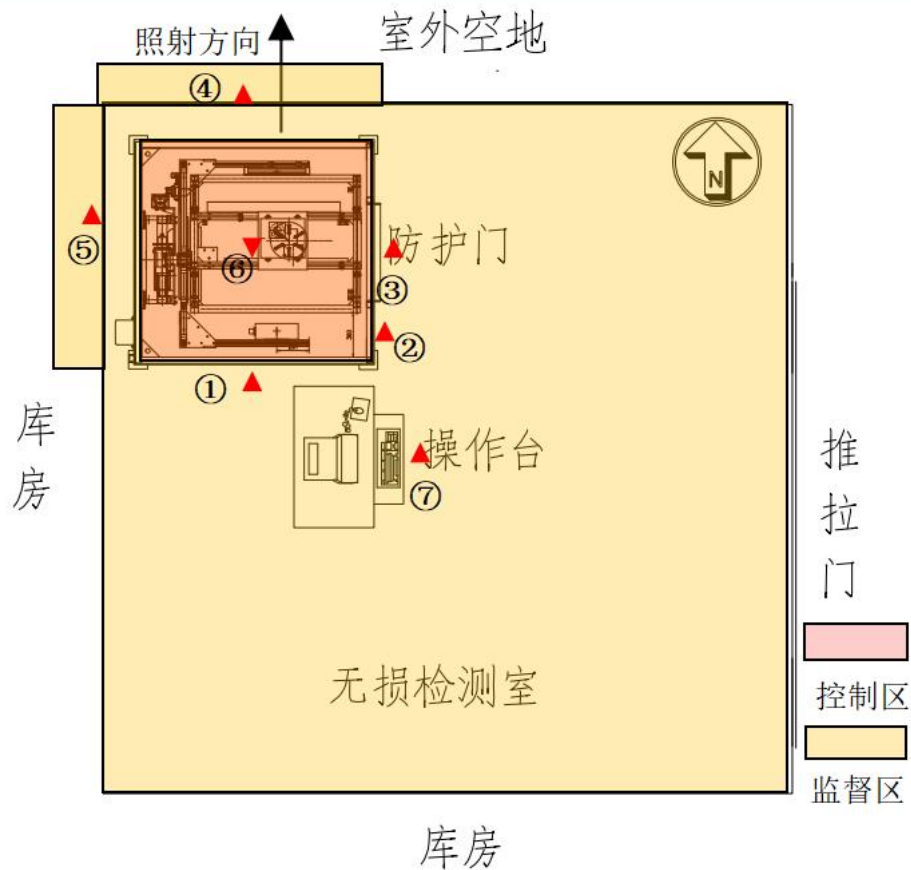
## 12.5 工作场所及辐射环境监测辐射监测

### 12.5.1 工作场所自行监测

公司拟配备 1 台 X/γ 剂量率测量仪用于日常监测，每季度至少监测一次，并做好监测记录，监测点位包括但不限于探伤室四侧墙壁、防护门、操作位、楼上地面、通风窗，发现问题及时上报、整改。

对于 X 射线探伤室，采取定点监测和巡测相结合的方式监测探伤室周围的辐射水平。其中，定点监测应至少包括以下内容：

- a) 通过巡测，发现的辐射水平异常高的位置；
- b) 探伤室门外 30cm 离地面高度为 1m 处，测门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周；
- c) 探伤室墙外或邻室墙外 30cm 离地面高度为 1m 处，每个墙面至少测 3 个点；
- d) 楼上距离地板 30cm 处；
- e) 人员经常活动的位置。



注： ●表示检测点位 楼上点位▲

图 12.1 本项目工作场所监测点位布局

表 12.1 探伤室辐射场所监测记录表

场所	序号	监测点位	检测结果 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	是否达标	备注
探伤室	1	南侧无损检测室墙外 30cm			
	2	东侧无损检测室墙外 30cm			
	3	东侧无损检测室防护门外 30cm			
	4	北侧库房墙外 30cm			
	5	西侧无损检测室防护门外 30cm			
	6	楼上地板 30cm			
	7	操作位			

监测日期： 年 月 日

检测人员：（签字）

### 12.5.2 工作场所及周边环境辐射水平委托监测

在项目使用后委托有资质单位每年至少进行一次辐射环境水平监测。监测结果每年 1 月 31 日前上报辐射安全许可证管理系统。



### 12.5.3 监测仪器情况

公司拟配备 1 台辐射剂量率仪和 2 台个人剂量报警仪。每台探伤机至少配备两名辐射工作人员，每名辐射工作人员配备一台个人剂量报警仪。辐射剂量率仪和个人剂量报警仪的数量可满足建设单位日常工作需求。

### 12.6 安全检查和防护

每次工作前，探伤作业操作人员应检查安全联锁装置的性能及警示信号的状态。确认探伤至内无人且门已关闭、所有安全装置起作用后才能启动照射。

辐射防护人员应定期检查探伤室安全门—机联锁装置，以及出束信号指示灯等安全措施。

辐射安全和防护负责人应至少每半年组织一次对联锁安全装置和紧急停止按钮的安全检查，发现问题应及时组织检修和维护，保存检查和维护记录。

### 12.7 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 449 号）和《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》（环发[2006]145 号）的相关规定，公司应按要求制定《辐射应急预案》，一旦发生辐射事故，立即启动辐射事故应急预案，并采取必要的应急措施。

根据《辐射应急预案》的要求，公司应每年组织一次应急演练，以提高员工应急意识和应急水平，并通过演练检验应急预案的可操作性。

### 12.8 辐射安全与防护设施设计情况

公司已委托探伤室设计单位对探伤室的辐射防护设施设计情况，见表 12.2。

表 12.2 辐射安全与防护设施设计核查表

序号	项目	检查内容	设计情况	备注
1*	A 场所设施	入口电离辐射警告标识	√	无损检测室和探伤机房防护门上张贴
2*		入口处机器工作状态指示灯	√	探伤机房上方设有工作状态指示灯
3		隔室操作	√	操作台位于机房南侧
4*		迷道	/	不需要
5*		防护门	√	探伤机房设有铅防护门
6*		控制台有防止非工作人员操作的锁定开关	√	控制台有开机钥匙，专人负责管理
7*		门机联锁系统	√	防护门和射线出束高压联

				锁
8*		探伤室内监控设备	√	探伤室内设有监视探头，确保无死角监视
9		通风设施	√	机房上方设有排风口，带有铅防护罩
10*		探伤室内紧急停机按钮	√	机房内设有1个紧急停机按钮
11*		控制台上紧急停机按钮	√	控制台上设有1个紧急停机按钮
12*		出口处紧急开门按钮	√	门内侧带门把手，可直接开启
13*		准备出束声光提示	√	机房安装声光报警装置
14*	B 监测设备	便携式辐射监测仪器仪表	√	拟配备1台辐射剂量率仪，检测限小于0.1μSv/h
15*		个人剂量计	√	每人2只，由个人剂量检测机构配发，轮换使用
16*		个人剂量报警仪	√	共配备2个人剂量报警仪
17	C 应急物资	灭火器材	√	无损检测室内配置2台灭火器

注：加\*的项目是重点项，有“设计建造”的划√，没有的划×，不适用的划/。

## 12.7 项目环保验收内容建议

根据项目建设和运行情况，评价单位建议本项目竣工环保验收内容见表 12.4。

表 12.4 本项目“三同时”验收一览表

序号	验收内容	验收要求
1	剂量限值	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和环评报告建议，公众、职业照射剂量约束值执行0.1mSv/a和2mSv/a。 根据《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）的要求，本项目探伤室四周墙体和顶部关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于2.5μSv/h。
2	电离辐射标志和中文警示	探伤机机房门口设置明显的放射性警告标识和中文警示说明，工作状态指示灯。
3	屏蔽设计参数	工业X射线探伤机场所及其配套用房的建设和布局与环评报告表描述内容一致，每小时通风不少于4次。
4	辐射安全设施	探伤室安装门机联锁开关，防护门上方安装声光报警装置；探伤室设置视频监控系统；探伤室内墙体上各设有2个急停按钮、机房外控制台设1个急停按钮。
5	辐射监测	制定了辐射监测制度；监测记录存档；配备1台X/γ辐射检测和2台个人剂量报警仪；辐射工作人员进行个人剂量监测，并建立个人健康档案。
6	规章制度	制定的辐射安全管理制度和操作规程满足管理要求，且得到落实。
7	人员培训	所有辐射工作人员均通过辐射防护知识考核，定期参加内部培训。
8	应急预案	辐射事故应急预案符合实际，应急预案明确了的应急处理组织机构及职责、处

		<p>理原则、信息传递、处理程序和处理技术方案等，配备必要的应急器材、设备。</p> <p>建设单位应按照培训和演练计划开展培训和演习，确保在发生辐射事故时，及时有序地按照应急预案开展辐射事故应急处置。</p>
--	--	---

## 表 13 结论与建议

### 13.1 结论

#### (1) 项目概况

本项目位于北京市房山区阎村镇兴阎街 7 号半成品库房车间无损检测室，建设内容为在 1 层西北侧半成品库房北侧新建一间无损检测室，新增使用一套 X 射线数字成像检测系统，型号为 XYG-1603，属于 II 类射线装置。

#### (2) 实践的正当性

本项目采用 X 射线检测塑料注塑工艺因气泡对产品造成缺陷，可提高早期产品质量报警能力，加强产品的质量管理，帮助找到产品缺陷根本原因，从而避免缺陷再次发生。在新建的铅屏蔽机房内曝光检测，对工作人员和周围公众成员造成的附加受照剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求，对周边环境影响轻微，具有一定的社会效应和经济效益，符合辐射防护“正当实践”原则。因此，该项目实施的目的是正当可行的。

#### (3) 辐射环境影响评价

本项目实施后，探伤室四周屏蔽墙外最大附加剂量率低于本评价设定的剂量率控制值  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，机房屏蔽设计满足该设备运行时所需要的防护要求；本项目辐射工作人员年附加剂量和公众人员年附加剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，同时也达北京市《工业射线探伤辐射安全和防护分级管理要求》（DB 11/T 1033-2013）标准的要求，满足本次评价报告提出的辐射工作人员年有效剂量不超过  $2\text{mSv}$ ，公众人员年有效剂量不超过  $0.1\text{mSv}$  剂量约束值要求。

(4) 本项目运行过程中，不产生放射性废水、废气和固体废物；探伤机出束时机房内会产生少量的臭氧和氮氧化物，产生的有害气体浓度限值低于相关标准要求，排放后对环境的影响十分轻微。

(5) 拟配备辐射监测仪器和防护用品，具备从事辐射工作的人员、场地和经费条件，制定较完善的《辐射安全管理规章制度》，定期组织辐射工作人员培训，所有辐射工作人员均通过辐射安全与防护考核。

(6) 本项目辐射安全防护设施和已经制定的辐射安全管理制度，符合与国家生态环境

部及北京市有关规定，项目建成后，辐射防护技术能力能够满足有关法律法规的要求。

综上所述，在严格落实本报告提出的各项辐射安全与防护措施、污染防治措施、辐射安全与防护管理措施的基础上，本项目的建设和运行阶段对周围环境产生的影响符合辐射环境保护要求，从辐射环境保护角度，本项目的建设是可行的。

### 13.2 建议和承诺

为保护环境，促进射线装置的安全应用，保障公众和工作人员身体健康，防止事故发生，建议加强辐射安全管理，落实辐射安全与防护设施，确保辐射工作人员通过辐射安全和防护知识考核，并做好日常监测工作。建设单位郑重承诺：

(1) 制定较为完善的《辐射安全管理规章制度》，严格按照环评文件和监测方案中的要求对场所进行监测，建立监测记录并存档备查；

(2) 发生辐射事故时，严格按照应急预案中的处理规程进行事故事件上报、应急处置等工作；

(3) 如新增其他射线装置将及时向原发证机关申报审批；

(4) 如新增辐射工作人员，须经培训并通过考核后方可开展工作，并按规定做好健康体检和个人剂量监测。

(5) 需领取辐射安全许可证方可开展探伤作业，后期需进行竣工环保验收。项目运行过程中，不弄虚作假、不违规操作，严格遵守辐射安全管理规定；

(6) 接受生态环境部门及其他部门的管理、监督及指导。

