

核技术利用建设项目  
室内 X 射线探伤项目  
环境影响报告表

河南亚临界机械装备有限公司

2023 年 5 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

## 室内 X 射线探伤项目 环境影响报告表

建设单位名称：河南亚临界机械装备有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：\_\_\_\_\_

通讯地址：河南省安阳市市辖区高新区平原路先进装备示范园 3 号路路南亚  
临界办公楼二楼 201-210 室

邮政编码：455000

联系人：王建峰

电子邮箱：[w66168@163.com](mailto:w66168@163.com) 联系电话：0372-2590189

## 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.....	5
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.....	15
表 9	项目工程分析与源项.....	18
表 10	辐射安全与防护.....	22
表 11	环境影响分析.....	27
表 12	辐射安全管理.....	33
表 13	结论与建议.....	39
表 14	审批.....	41

**表1 项目基本情况**

建设项目名称		室内 X 射线探伤项目				
建设单位		河南亚临界机械装备有限公司				
法人代表	王金顺	联系人	王建峰	联系电话	0372-2590189	
注册地址		河南省安阳市市辖区高新区平原路先进装备示范园 3 号路路南 亚临界办公楼二楼 201-210 室				
项目建设地点		河南省安阳市高新区河南省亚临界生物技术有限公司场内				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		30.0	项目环保投资 (万元)	3.0	投资比例 (环保投资/ 总投资)	
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> )	
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			
	非密闭放射性物质	<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 type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
	其他					
	<b>1.1 公司简介</b>  河南亚临界机械装备有限公司是一家从事工程技术研发服务，成立于 2020 年 07 月 31 日，公司注册地位于河南省安阳市市辖区高新区平原路先进装备示范园 3 号路路南亚临界办公楼二楼 201-210 室，法人为王金顺，企业的经营范围为：油脂加工机械、药用萃取设备、生物提取技术装备制造，工程技术研发服务，预包装食品、化妆品销售，与经营项目相关的进出口业务。					
<b>1.2 项目由来及建设规模</b> (1) 建设规模						

公司目前生产的产品中涉及压力容器产品（主要为压力容器，在 30 升-50 立方米之间，直径 200-2800mm 之间，高度小于 4m），需使用 X 射线探伤机进行无损检测，以确保焊接质量。公司拟在河南省安阳市高新区河南省亚临界生物技术有限公司场内西南角厂房内新建 1 座探伤室（租赁河南亚临界生物技术有限公司南车间，租赁协议详见附件 2），并配套建设操作室、读片室和暗室等辅助房间，共计 51.1m<sup>2</sup>，购买 2 台 X 射线探伤机（II 类射线装置），于探伤室内开展 X 射线探伤工作。

本次评价涉及的射线装置详细信息见表 1-1。

表 1-1 本次评价涉及的射线装置一览表

序号	装置名称	型号	数量	最大管电压	最大管电流	发生器尺寸	备注
1	便携式 X 射线探伤机	XXG-2505 型	1 台	250kv	5mA	320×320×640mm	定向
2	便携式 X 射线探伤机	XXH-2505 型	1 台	250kv	5mA	320×320×730mm	周向

## （2）产业政策及项目由来

本项目为使用 X 射线装置进行室内无损探伤，经查《产业结构调整指导目录》（2019 年本），不属于限制类和淘汰类，为允许类项目，符合产业政策。

本项目租赁河南省亚临界生物技术有限公司厂房，根据河南省亚临界生物技术有限公司土地证（见附件 4）可知，土地类型为工业用地。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《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》（2019 年修正版）等国家辐射环境管理相关法律法规的规定，该项目应进行环境影响评价。依据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）本项目属“五十五、核与辐射 172、核技术利用建设项目：生产、使用 II 类射线装置的”应编制环境影响报告表。

2023 年 3 月河南亚临界机械装备有限公司委托我单位（安阳鑫峰环境保护咨询有限公司）承担了该项目的环境影响评价。接到委托后，我单位立即组织技术人员对现场进行了调查和资料收集工作，在此基础上编写了该项目的环境影响报告表。

## 1.3 评价目的

（1）对项目拟建探伤室所在位置周围进行辐射环境质量现状监测，以掌握

现状辐射水平。

(2) 分析判断该项目运行后对周边环境的污染程度和范围，针对存在或潜在的辐射影响提出可行的补救措施和应急措施。

(3) 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”。

(4) 评价项目的可行性，从环境保护角度为生态环境主管部门和建设单位进行辐射环境管理提供科学依据。

#### **1.4 项目地理位置及周边环境**

河南亚临界机械装备有限公司位于河南省安阳市高新区河南省亚临界生物技术有限公司场内（河南省亚临界生物技术有限公司北侧紧邻亚临界路、东侧为安阳市高新区火炬研发园、南侧为安阳金钟新能源有限公司、西侧紧邻先进装备示范园 1 号路），厂区地理位置图见附图一，周边环境示意图见附图二。

本项目探伤室位于河南省亚临界生物技术有限公司西南侧厂房内部，探伤室东侧为操作室、读片室和暗室，南侧为公司南围墙、西侧为配电室、北侧为车间内过道。拟建探伤室周围 50 米内主要为安阳金钟新能源有限公司最北侧厂房和河南省亚临界生物技术有限公司内部建筑物，无居民区、学校和医院等敏感区域。厂区平面布置图见附图三，车间内平面布置图见附图四。

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
1	/	/	/	/	/	/	/	/
2	/	/	/	/	/	/	/	/
3	/	/	/	/	/	/	/	/
4	/	/	/	/	/	/	/	/

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
1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
4	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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
1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（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	便携式 X 射线探伤机	Ⅱ类	1 台	XXG-2505 型	250kv	5mA	无损检测	探伤室	定向
2	便携式 X 射线探伤机	Ⅱ类	1 台	XXH-2505 型	250kv	5mA	无损检测	探伤室	周向

（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 (μA)	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	
1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

**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
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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》(中华人民共和国主席令第九号,2015年1月1日起施行);</p> <p>(2)《中华人民共和国环境影响评价法》(2018年12月29日起修订版施行);</p> <p>(3)《中华人民共和国放射性污染防治法》(中华人民共和国主席令第六号,2003年10月1日起施行);</p> <p>(4)《建设项目环境保护管理条例》(中华人民共和国国务院令第253号,根据《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》国务院第682号令,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》(国务院令 第449号,2005年12月1日起施行,2019年3月2日修订);</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号公布根据2008年11月21日环境保护部2008年第二次部务会议通过的《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》修正根据2017年12月12日环境保护部第五次部务会议通过的《环境保护部关于修改部分规章的决定》第二次修正经2019年8月22日生态环境部令 第7号第三次修正经2021年1月4日生态环境部令 第20号第四次修正);</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)《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021年版);</p> <p>(9)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2017年第66号公告,2017年12月6日印发并施行;</p> <p>(10)《河南省辐射污染防治条例》(河南省第十二届人民代表大会常务委员会第十七次会议通过,2016年3月1日起施行)。</p>
------	--

技术标准	<p>(1)《环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016);</p> <p>(2)《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>(3)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);</p> <p><u>(4)《工业探伤放射防护标准》(GB117-2022);</u></p> <p>(5)《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014);</p> <p>(6)《环境 <math>\gamma</math> 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021);</p> <p><u>(7)《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)。</u></p>
其他	<p>(1) 项目委托书;</p> <p>(2)《河南浩拓检测技术有限公司检测报告》([浩拓检]字 2023 第 037 号)(2023 年 3 月 27 日);</p> <p>(3) 其它技术资料。</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）规定要求：“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”。

本项目为在探伤室内使用II类射线装置，本次评价范围为探伤室四周墙体外 50m 的范围，评价范围示意图详见附图五。

**7.2 保护目标**

本项目的环境保护目标为该公司从事无损检测的工作人员及探伤作业现场周围活动的公众人员。根据公司探伤场所外环境特征，确定评价范围内环境保护目标见表 7-1 所示。

**表 7-1 本项目主要环境保护目标一览表**

保护目标		人数	位置	距 X 射线源最近距离	备注
探伤室	操作室工作人员	2 人	探伤室及相邻操作室、暗室、读片室	2.5m	主要为探伤室内部工作人员活动区域，活动时间约为上午 8: 00-12: 00，下午 13: 00-17: 00
公众成员	公司员工（探伤室四周 50m 范围内的车间工人，含北侧机械加工中心工人）	8~12 人	北侧机械加工中心、东侧卷板机及办公室周边区域	9.3m	北侧机械加工中心为河南省亚临界生物技术有限公司生产厂房，主要为内部工作人员活动区域，活动时间约为上午 8: 00-12: 00，下午 13: 00-17: 00；东侧卷板机及办公室周边区域为河南亚临界机械装备有限公司工作区域，活动时间约为上午 8: 00-12: 00，下午 13: 00-17: 00
	安阳金钟新能源有限公司最北侧厂房内员工	10~15 人	安阳金钟新能源有限公司最北侧厂房生产区域	10.0m	主要为安阳金钟新能源有限公司最北侧厂房内部员工活动区域，活动时间约为 8:00~18:00
	探伤室四周 50m 范围内偶然经过的公众成员	/	西侧先进装备示范园 1 号路区域	13.0m	主要为 1 号路过往人员，活动时间及人数随机

备注：2 台探伤机使用时均安装于探伤室中间。

### 7.3 评价标准

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

标准中附录 B 规定：

B1 剂量限值：

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

- a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；
- b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；
- c) 眼晶体的年当量剂量，150mSv；
- d) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。

B1.2 公众照射

B1.2.1 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：

- a) 年有效剂量，1mSv；
- b) 特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv；
- c) 眼晶体的年当量剂量，15mSv；
- d) 皮肤的年当量剂量，50mSv。

该标准 11.4.3.2 规定，剂量约束值通常在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内，但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限。

参考以上标准，本次评价以职业照射年有效剂量限值的 1/4（5.0mSv）作为职业人员的年管理剂量约束值；以公众照射年有效剂量限值的 1/4（0.25mSv）作为公众成员的年管理剂量约束值。

#### 7.3.2. 《工业探伤放射防护标准》(GB117-2022)

### (1) 使用单位放射防护要求

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

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

- 探伤工作人员正式工作前应取得符合 GB/T9445 要求的无损探伤人员资  
格。

- 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。

- 应制定辐射事故应急预案。

### (2) 探伤室放射防护要求

- 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：关注点的周围剂量当量参考控  
制水平，对放射工作场所，其值应不大于 100 $\mu$ Sv/周，对公众场所，其值应不大  
于 5 $\mu$ Sv/周；屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。

- 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：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“探伤室墙体和门的辐射屏蔽”要求；对没有人员到达的探伤室  
顶，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 100 $\mu$ Sv/h。

- 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出  
门）关闭后才能进行探伤作业。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。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止  
出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。

- 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，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，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。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号  
意义的说明。

- 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用  
的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

- 探伤室防护门上应有符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

- 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。

- 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。

- 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

### (3) 探伤室探伤操作的放射防护要求

- 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

- 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X-γ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

- 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

- 交接班或当班使用便携式 X-γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X-γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

- 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。

- 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。

### **7.3.3、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）**

#### **(1) 范围**

本标准规定了工业 X 射线探伤室辐射屏蔽要求。

本标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

#### (2) 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平

相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射。

散射辐射考虑以  $0^\circ$  入射探伤工件的  $90^\circ$  散射辐射。

当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个半值层厚度（TVL）或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）。

#### (3) 其他要求

探伤装置的控制室应置于探伤室外，控制室和人员门应避开有用线束照射的方向。

屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

应考虑探伤室结构、建筑费用及所占空间，常用的材料为混凝土、铅和钢板等。

### **7.3.4 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）**

本次环评引用以下条款：

常规监测的周期应综合考虑放射工作人员的工作性质、所受剂量的大小、剂量变化程度及剂量计的性能等诸多因素。常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月。

#### (1) 剂量计的佩带

对于比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩带在人体躯干前方中部位置，一般在左胸前；当辐射主要来自人体背面时，剂量计应佩带在背部中间。

剂量计应具有容易识别的标识和编码，其大小、形状、结构和重量合适，便于佩戴且不影响工作。

#### (2) 剂量评价一般原则

当职业照射受照剂量大于调查水平时，除记录个人监测的剂量结果外，还应

作进一步调查。本标准建议的年调查水平为有效剂量 5mSv，单周期的调查水平为 5mSv/（年监测周期数）。

当放射工作人员的年个人剂量当量小于 20mSv 时，一般只需要将个人剂量当量视为有效剂量进行评价；否则应估算人员的有效剂量；当人员的晶状体、皮肤和四肢的剂量有可能超过相应的年当量剂量限值时，给出年有效剂量的同时估算其年当量剂量。

综合考虑《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》（GB117-2022）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）以及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）等评价标准，确定本项目管理目标限值：职业人员年有效剂量不超过 5mSv；公众年有效剂量不超过 0.25mSv；对放射工作场所，其值应不大于 100μSv/周，对公众场所，其值应不大于 5μSv/周；屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h；本项目屋顶不上人，探伤室顶外表面 30cm 处行处的剂量率参考控制水平执行《工业探伤放射防护标准》（GB117-2022）中“对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 100μSv/h”。

表8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

本项目探伤室位于河南省亚临界生物技术有限公司西南侧厂房内部(河南省亚临界生物技术有限公司北侧紧邻亚临界路、东侧为安阳市高新区火炬研发园、南侧为安阳金钟新能源有限公司、西侧紧邻先进装备示范园 1 号路)，厂区地理位置图见附图一。

拟建探伤室周围 50 米内主要为安阳金钟新能源有限公司最北侧厂房和河南省亚临界生物技术有限公司内部建筑物，无居民区、学校和医院等敏感区域。

8.2 环境质量和辐射现状

为掌握项目拟建位置的辐射环境现状，河南亚临界机械装备有限公司委托具有检测资质的河南浩拓检测技术有限公司于 2023 年 3 月 20 日对拟建区域周围环境的 X- $\gamma$  辐射剂量率进行了现场检测，并出具了检测报告。具体情况如下：

- (1) 检测单位：河南浩拓检测技术有限公司；
- (2) 检测因子：环境  $\gamma$  辐射剂量率；
- (3) 检测点位

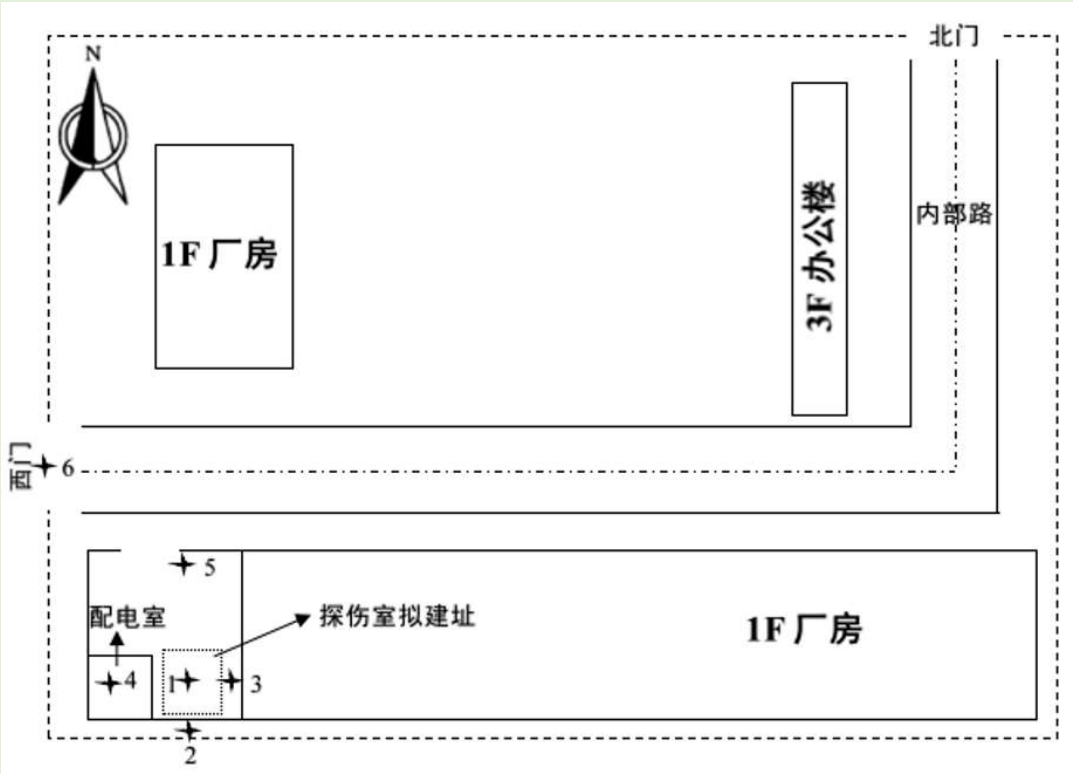


图 8-1 环境  $\gamma$  辐射剂量率检测点位

- 检测点位 1#、2#、3#均位于拟建探伤室区域，监测期间为空地；
  - 检测点位 4#位于配电室（电压 380kv）内部，配电室主要用于公司内部所有配电，配电室后墙外有变压器；
  - 检测点位 5#位于车间门口处；
  - 检测点位 6#位于河南省亚临界生物技术有限公司西门处，临近先进装备示范园 1 号路。
- (4) 检测时间：2023 年 3 月 20 日；
- (5) 检测环境：天气：多云，温度：（7~15）℃，相对湿度：52%；
- (6) 检测仪器：环境级 X、γ 辐射剂量率测量仪（型号 FJ1200）；
- (7) 质量控制措施：
- 检测及分析均严格按照国家技术规范要求执行；
  - 检测分析方法采用国家颁布的标准分析方法；
  - 检测仪器经计量部门检定合格并在有效期内；
  - 检测仪器符合国家有关标准和技术要求，检测前后进行仪器状态检查并记录存档；
  - 检测人员经培训合格并持证上岗，检测报告严格实行三级审核制度。
- (8) 检测结果：

表 8-1 检测结果一览表

序号	检测点位描述	检测结果（nGy/h）	备注
1	探伤室拟建址中央位置	62	室内
2	探伤室拟建址南侧 2m 处	62	室内
3	探伤室拟建址东侧 5m 处	60	室内
4	探伤室拟建址西侧 6m 处	66	室内
5	探伤室拟建址北侧 15m 处	61	室内
6	公司西门位置（对照点）	35~44	室外

注：①依据 HJ 1157-2021：测量结果= $k_1 \times k_2 \times R_\gamma - k_3 \times D_c$ 。本次检测仪器校准因子  $k_1$  为 0.986，效率因子  $k_2$  取 1， $k_3$  取 0.9（平房，点位 1、点位 3 至点位 5）、1（原野、道路，点位 2、点位 6）；换算系数取 1.20Sv/Gy；仪器对宇宙射线的响应值  $D_c$  为 9.3nGy/h；

②测量时仪器探头距地面/地板的参考高度均为 1m，仪器读数稳定后，以 10s 为间隔读取 10 个数据。

根据上述检测结果可知，本项目探伤室拟建址内部环境 γ 辐射剂量率检测值在（60~66）nGy/h 之间，趋于一定范围内，较为合理；公司西门（对照点）检

测点位处的环境  $\gamma$  辐射剂量率检测值在（35~44）nGy/h 之间，趋于一定范围内，较为合理。因探伤室墙体、地面均为水泥材质，有天然的辐射， $\gamma$  辐射剂量率较外部空旷区域高属正常范围。

表9 项目工程分析与源项

9.1 施工期工艺流程简述

本项目探伤室墙体均为混凝土结构，操作室及暗室等辅助房间均为砖混结构，施工期主要建设内容包括探伤室及辅助房间的土建施工、防护门、紧急停机按钮等辐射安全防护设备的安装等，建设内容较少，施工期可能的污染因素主要为噪声、扬尘、施工废水、生活污水、固体废物等常规污染因素，不涉及辐射影响。

9.2 运营期工艺流程简述

9.2.1 X 射线探伤机简介

(1) X 射线探伤机结构

X 射线探伤机主要由 X 射线发生器、控制器、连接电缆及附件组成。控制器采用了先进的微机控制系统，可控硅规模快速调压，主、副可控硅逆变控制及稳压、稳流等电子线路和抗干扰线路，工作稳定性好，运行可靠。

其中，X 射线发生器为组合式，X 射线管、高压变压器与绝缘体一起封装在桶装套内。X 射线发生器一端装有风扇和散热器，并配备探伤机系统表征工作状态的警示灯。X 射线管、屏蔽套及附件总称管头组装体。

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、源开关及接地端子的插座盒。

(2) X 射线产生原理

X 射线机主要由 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作用的韧致辐射即为 X 射线。典型的 X 射线管结构见图 9-1。

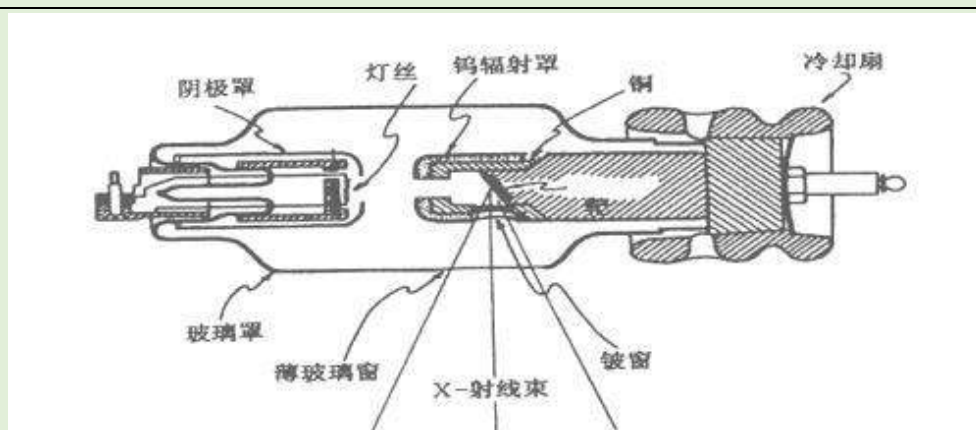


图 9-1 典型的 X 射线管结构图

### (3) 探伤原理

X 射线探伤机是利用 X 射线对物件进行透射拍片的检测装置。X 射线管产生的 X 射线穿透被检测工件的焊缝，当射线在穿过焊缝时其衰减明显减少，胶片接受的辐射增大，在显影后的胶片上产生一个黑度差显示焊缝所在的位置，X 射线探伤机就据此实现探伤目的。

### (4) 操作流程

公司检测的工件主要为钢板、钢管和自制钢材容器等，所有的探伤工作均在室内进行，没有野外探伤项目。

工作人员在进行 X 射线探伤前，在需要进行射线探伤的工件焊缝处贴上胶片并加以编号，将工件放置于平板小车上，沿着导轨推入探伤室，根据工件大小以及焊缝位置，将 X 射线探伤机固定在适当的位置，然后确定人员离开探伤室并检查无误后，关闭各防护门，按照无损检测标准选择单壁单影、双壁单影透照方式，根据工件规格选择一次透照长度及张数，根据曝光曲线选择合适的管电压以及曝光时间，接通电源并开始计时；达到预定的照射时间后关机，完成一次探伤。然后，工作人员进入探伤室，打开工件门将探伤工件送出探伤室外，从探伤工件上取下已经曝光的胶片，在暗室冲洗照片，于评片室观察照片、出具探伤报告。

X 射线探伤机初次使用或每隔一段时间后需进行训机，然后出曝光曲线。训机的目的是为了提高射线管真空度，如果真空度不良，会使阳极烧毁或者击穿射线管，导致故障，甚至报废。训机也在探伤室内进行，流程与正常开机流程基本相同。

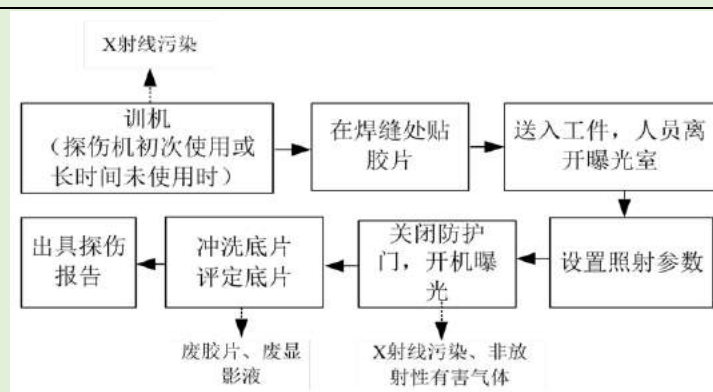


图 9-2 X 射线探伤机工作流程及产污环节示意图

### 9.2.2 人员配备及工作负荷

根据公司提供资料，拟为本项目配备 2 名辐射工作人员。根据订单要求，本项目探伤机每天累计检测工件约 12 片，每次曝光时间不超过 3min，本项目年曝光时间不超过 150h（日探伤拍片 12 片/d，每张拍照 15mA·min（5mA，3min），周照时间为 3.0h/周，每年工作时间为 50 周）。

## 9.3 污染源分析

### 9.3.1 辐射污染源分析——X 射线

由探伤机的工作原理可知，探伤机只在开机并处于曝光状态时才会发出 X 射线。因此，在探伤机正常开机曝光期间，产生的 X 射线经透射、反射（散射），可能会对探伤室周围环境带来电离辐射影响，X 射线为主要污染因子，污染途径为射线外照射。

### 9.3.2 非辐射污染分析

#### （1）废气

本项目探伤机的最大额定管电压为 250kV，在探伤机正常开机曝光期间，X 射线会使探伤室内的空气发生电离（在 x 射线作用下，空气分子会失去一部分围绕原子核旋转的最外层电子，使空气发生电离，有些空气分子因失去电子而带正电，成为正离子；有些分子获得电子而带负电，成为负离子），空气电离产生臭氧（O<sub>3</sub>）和氮氧化物（NO<sub>x</sub>），在 NO<sub>x</sub> 中以 NO<sub>2</sub> 为主，它们是具有刺激性作用的非放射性有害气体。

经类比《河南众德环保科技有限公司 X 射线探伤机应用项目环境影响报告表》、《郑州宣明检测技术有限公司 X 射线现场探伤项目环境影响报告表》等文

件，臭氧和氮氧化物的产生量均较小，均采用定性方式分析；同时类比《成都航利航空科技有限责任公司工业 X 射线探伤项目竣工环境保护验收监测报告表》（2023 年 3 月）、《烟台宏远铝业股份有限公司 X 射线探伤机及探伤室扩建项目竣工环境保护验收监测报告表》（2023 年 4 月），均为对产生量较小的氮氧化物进行监测，因此，本项目电离过程产生的废气量较小，通过车间上部排放系统排放。

## （2）固废

X 射线探伤机拍片完成后，在洗片过程中将产生废显影液及废定影液，废显影液中含有硫酸甲基对氨基苯酚（又名米吐尔）和对苯二酚（海多吉农）等强氧化剂；废定影液主要含有硫代硫酸钠和钾矾或铬矾等化学物质。根据《国家危险废物名录》（2021 年版）中的危险废物划分类别，该废显影液、废定影液属于感光材料危险废物，其危废类别为 HW16，废物代码为：900-019-16。经咨询企业本项目每年产生的废显影液约 120L/a，废定影液约 120L/a；同时在清洗胶片时会产生废水量约 260L/a。

本项目在洗片过程中及评片后将产生废弃的胶片，根据《国家危险废物名录》（2021 年版）废胶片属于感光材料危险废物，其危废类别为 HW16，废物代码为：900-019-16。经咨询企业本项目每年产生的废胶片量约 200 张。

### 9.3.3 事故工况污染源

本项目在事故工况下的污染因子和污染途径与正常工况下基本相同，主要为 X 射线对辐射工作人员及周围公众造成意外照射。

根据《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》（环发[2006]145 号），本项目 X 射线探伤机为Ⅱ类射线装置，可能发生的辐射事故为一般辐射事故，具体为射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

**表10 辐射安全与防护**

**10.1 项目安全设施**

**10.1.1 防护屏蔽设计**

根据建设单位提供资料，探伤室设计参数见下表 10-1。

**表 10-1 探伤室设计参数一览表**

探伤室尺寸	5000mm×7000mm（不含操作室、读片室和暗室）
四周屏蔽墙	探伤室四周墙体整体厚度均为 500mm，采用混凝土结构
顶棚	顶棚整体厚度为 300mm
门洞尺寸	3000mm*4000mm
防护大门	防护铅门的门洞尺寸：3000mm*4000mm(H)； 门体尺寸：3600mm*4300mm (H)
	防护铅门骨架采用工字钢、槽钢等异型钢材焊接而成，骨架无缝；门体内采用优质异形钢，门体表面使用优质冷轧板；内部为无缝辐射防护板，纯度为 99.99%的国家优质铅板，优质防护黏合剂，表面根据用户要求喷漆；为防止漏线，门体上采用不打孔的新工艺。防护铅门为电动平移门，开门方向向右（从探伤室外面对铅门）。
	防护铅门的运行速度控制在 3~4 米/分钟；防护铅门采用下传动方式
	防护铅门屏蔽层厚度：14mm
	防护铅门与墙体搭接尺寸：左、右侧各为 300mm；上部搭接 200mm，下部搭接 100mm；地浸轨道、无缝。
	防护铅门外表面全部采用 3mm 厚冷轧板，门体立面平整光洁。大门设计为钢结构，在门体下部安装有导轨，门体上部设有导轮组，地沟内设置传动轮组，在墙体上部设有上部支撑架和上导轨，门体运行的两个终点均设置有软、硬限位及缓冲机构。门体采用摆线针减速机作为驱动机构，链条牵引门体上的链轮驱动门体的运动，门体上导轨防止门体的左右倾斜，使门体平稳移动，软、硬限位和缓冲机构保证门体精确的行程，以达到门体安全精确的开启和关闭。
通风系统设计	由于放射源会激发出少量臭氧及氮氧化物，按《工业探伤放射防护标准》（GB117-2022）规定，要求在探伤区设置机械排风，有效通风次数≥3 次/小时，通风管道位置设有防护铅罩，防止射线的泄漏。
电气管道设计	防护墙应尽可能避免管道穿过，但必须有管道通过时需做弧形弯曲，以防辐射泄漏通过。管道采用自地坪下穿墙而过，电缆及上、下水均采用此种方式。埋地管沟边缘距离地面不小于 400mm，墙体不许留洞。
照明要求	探伤室设置 4 盏 LED 照明灯，距地高度为 3.8m，照度不小于 150Lx。
安装装置	防护铅门（钢材+无缝防护铅板）上方安装工作状态指示灯(声光报警)，门面上显著位置贴醒目的电离辐射标志牌；防护铅门预留有联锁接口，与探伤机实现安全联锁，保证防护门不关闭或未关闭完全，射线机不能出束。只有在所有防护门都关闭后，射线机才能具备出束条件，如果意外防护门打开，则射线机中断出束；为保证防护门安全运行，防护门设

	置必要的行程限位控制开关。
注释：混凝土墙体及顶面板连续浇筑时应振捣密实防止有裂缝产生。	

### 10.1.2 分区管理措施

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求在辐射工作场所内划出控制区和监督区。对控制区进行严格控制，探伤室在出束过程中严禁任何人员的进入，且控制区边界外应有明确的标记，监督区为工作人员操作仪器时的工作场所，非相关人员禁止入内，避免对设备进行误操作。

本项目综合考虑项目选址及辐射防护与安全的最优化原则，将探伤室划定为控制区，曝光室外相邻区域（暗室、操作室、工件门外 1m 范围内及南墙、西墙墙外 30cm）划定为监督区。

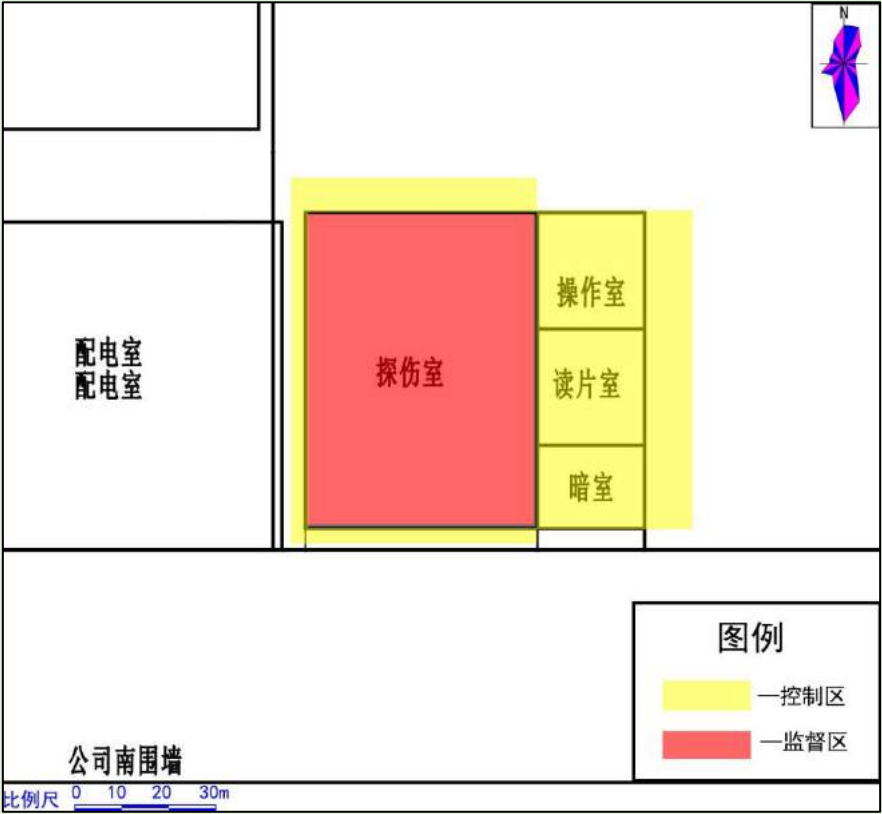


图 10-1 项目分区控制图

### 10.1.3 辐射安全防护措施

（1）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避开有用线束照射的方向。

（2）应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成的内部区域

划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。

(3) 探伤室应设置门-机联锁装置，并保证在门关闭后 X 射线装置才能进行射线作业。门打开高压即断电，X 射线停止出束。

(4) 工作人员工作时佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，辐射场外设置红色信号灯以及警示牌以确保射线检测工作人员和周围人员的人身安全。

(5) X 射线探伤机发生故障时，应及时移交专业人员检修或送回原厂维修，严禁设备带病运行。

(6) 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”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应该与该工作场所内使用的其他报警信号有明显的区别。

(7) 工作人员应进行辐射防护知识培训及考核，取得相应的培训证书后方能上岗，上岗后要根据国家标准的相关规定定期体检，建立个人健康档案，发现问题及时处理。

(8) 完善各种安全管理规章制度和对事故的预防、处理等措施，做好保卫工作，防止射线装置被盗。培养工作人员的辐射防护安全意识，严格按照 X 射线探伤机操作规程操作，保证工作人员健康安全。

(9) 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用，按钮或拉绳应当带有标签，标明使用方法。

(10) 曝光室内设计有视频监控装置，工作人员可在操作台处清楚的观察到曝光室内部。

## 10.2 三废的治理

根据 X 射线的原理可知 X 射线探伤机在工作时产生射线，造成室内空气电离，产生微量的臭氧和氮氧化物，项目探伤房体积为  $140\text{m}^3$ ，探伤室东墙南侧下方安装风量为  $800\text{m}^3/\text{h}$  的排风扇，保证每小时通风不小于 3 次，微量的臭氧及氮氧化物可通过排风口排出探伤室。通风管道及电缆沟穿墙方式为“U”型穿墙。在排风口及电缆穿线口外设有铅皮进行遮挡，防止射线泄露。

项目废显影液、定影液、清洗胶片产生的废水暂存在贴有危废标识的专用容

器里放置于危废暂存间内，废胶片集中收集放置于危废暂存间内，本项目在仓库西南角设置一间危险废物暂存间（5m<sup>2</sup>），详细位置见附图四，危险废物定期交由有资质单位进行处理。鉴于《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）于 2023 年 7 月 1 日实施，本次评价建议按照 GB18597-2023 的要求对危险废物进行贮存管理，保证废显（定）影液和废胶片不污染环境，具体要求如下：

- 贮存设施应根据危险废物的形态、物理化学性质、包装形式和污染物迁移途径，采取必要的防风、防晒、防雨、防漏、防渗、防腐以及其他环境污染防治措施，不应露天堆放危险废物。

- 贮存设施应根据危险废物的类别、数量、形态、物理化学性质和污染防治等要求设置必要的贮存分区，避免不相容的危险废物接触、混合。

- 贮存设施或贮存分区内地面、墙面裙脚、堵截泄漏的围堰、接触危险废物的隔板和墙体等应采用坚固的材料建造，表面无裂缝。

- 贮存设施地面与裙脚应采取表面防渗措施。

- 贮存库内不同贮存分区之间应采取隔离措施。

- 危险废物存入贮存设施前应对危险废物类别和特性与危险废物标签等危险废物识别标志的一致性进行核验，不一致的或类别、特性不明的不应存入。

- 应定期检查危险废物的贮存状况，及时清理贮存设施地面，更换破损泄漏的危险废物贮存容器和包装物，保证堆存危险废物的防雨、防风、防扬尘等设施功能完好。

- 作业设备及车辆等结束作业离开贮存设施时，应对其残留的危险废物进行清理，清理的废物或清洗废水应收集处理。

- 贮存设施运行期间，应按国家有关标准和规定建立危险废物管理台账并保存。

- 贮存设施所有者或运营者应建立贮存设施环境管理制度、管理人员岗位职责制度、设施运行操作制度、人员岗位培训制度等。

- 贮存设施所有者或运营者应建立贮存设施全部档案，按国家有关档案管理的法律法规进行整理和归档。

- 贮存设施所有者或运营者应按照国家有关规定编制突发环境事件应急预案，定期开展必要的培训和环境应急演练，并做好培训、演练记录。贮存设施所

有者或运营者应配备满足其突发环境事件应急要求的应急人员、装备和物资，并应设置应急照明系统。

**表11 环境影响分析**

**11.1 建设阶段对环境的影响**

本项目探伤室建设过程中对环境的影响主要是主体工程、施工过程中产生的噪声、粉尘以及振动等。建设单位应合理安排施工时间，避免高噪声设备同时施工；对于施工中产生的粉尘、垃圾和废物按照有关部门的要求进行处理，可以预计，由于工程量小，施工周期短，在建设施工过程中对环境产生的影响是可以接受的。

在项目设备安装期间，探伤机不开机，不产生 X 射线，不会对周围环境带来辐射影响，也无放射性废物产生。

**11.2 运行阶段对环境的影响**

为了分析预测该项目探伤机投入使用后所引起的辐射环境影响，本项目的屏蔽评价采用理论计算及个人剂量估算的方式进行。

**11.2.1 探伤室屏蔽厚度合理性分析**

本项目使用 2 台 X 射线探伤机，1 台为周向，1 台为定向。定向探伤机（最大管电压均为 250kV，最大管电流 5mA）朝南墙照射，周向探伤机（最大管电压均为 250kV，最大管电流 5mA）照射方向为周向。探伤机作业时均位于探伤室中央，且探伤过程中探伤机位置不会发生变化（2 台探伤机不同时作业），本项目选取参数周向探伤机进行分析预测。理论计算参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及修改单要求进行。

根据探伤室平面设计图，操作时探伤机固定于探伤室中央出束，暗室及操作间位于探伤室东侧，选取东墙外表面 30cm（a），南墙外表面 30cm（b）、西墙外表面 30cm（c），工作人员及工件出入门外表面 30cm（d），顶棚外表面 30cm 处（e）作为预测点位，预测点位图详见下图 11-1。

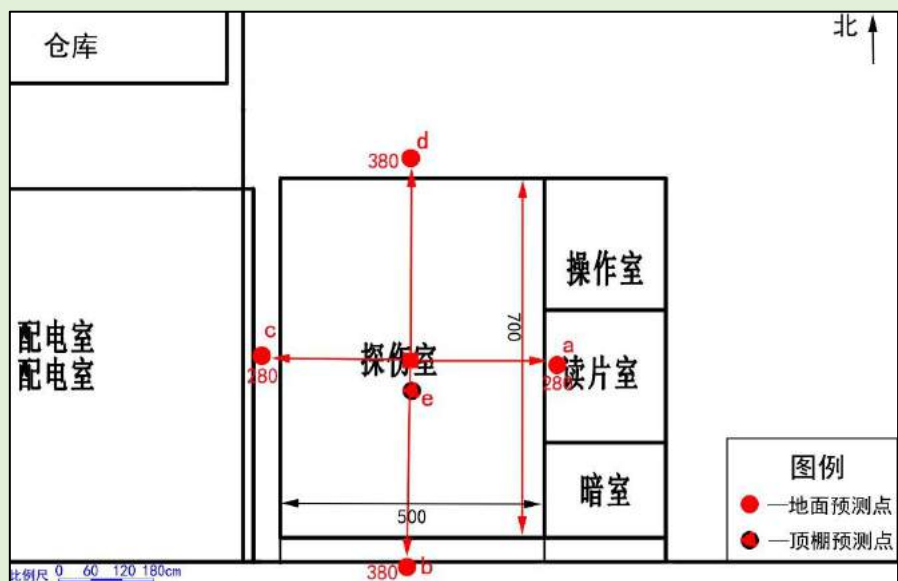


图 11-1 预测点位图

(1) 关注点剂量控制水平

各侧墙体外关注点控制剂量按下式进行计算。

$$\dot{H}=H_c/ (t \cdot U \cdot T)$$

式中： $\dot{H}$ —剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$H_c$ —周剂量参考控制水平，《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）职业人员取  $100\mu\text{Sv/周}$ ，公众取  $5\mu\text{Sv/周}$ ；

$t$ —探伤机周照射时间，日探伤拍片 12 片/d，每张拍照  $15\text{mA} \cdot \text{min}$ （ $5\text{mA}$ ， $3\text{min}$ ），周照射时间为  $3.0\text{h/周}$ ；

$U$ —探伤装置向关注点照射的使用因子；

$T$ —人员在相应关注点驻留的居留因子。

各墙面及顶棚参数选取及计算结果见表 11-1。

表 11-1 探伤室各侧墙体控制剂量水平参数选取及计算结果表

预测点位	使用因子	居留因子	受照射类型	周剂量参考控制水平 ( $\mu\text{Sv/周}$ )	剂量率参考控制水平 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
a 东墙	1	1	职业	100	33.33，取 2.5
b 南墙	1	1/8	公众	5	13.33，取 2.5
c 西墙	1	1/8	公众	5	13.33，取 2.5
d 工作人员及工件出入口	1	1/2	公众	5	3.33，取 2.5
e 顶棚	/	/	/	/	100

注：根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），人员可到达的关注点

的最高剂量率参考水平不能超过 2.5μSv/h，因此剂量率参考控制水平取 2.5μSv/h。本项目探伤室屋顶属于人员不可到达的关注点，剂量率参考控制水平取 100μSv/h。

## (2) 屏蔽厚度核算

因建设单位未规定周向探伤机的工作方向，因此本次评价将东墙、南墙、西墙、工件和工作人员出入口及顶棚均按照主射方向进行评价。

项目探伤室各墙体、工件和工作人员出入口、顶棚主要受有用线束的影响，屏蔽透射因子计算公式如下：

$$B = \frac{\dot{H}_c \cdot R^2}{I \cdot H_0}$$

式中： $\dot{H}_c$ —剂量率参考控制水平，μSv/h；

R—辐射源至关注点的距离，m；

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 处输出量，取  $8.34 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 。

表 11-2 屏蔽厚度核算一览表

预测点位	参考控制水平 (μSv/h)	与关注点距离 (m)	屏蔽投射因子	理论计算屏蔽 厚度 (mm)
a 东墙	2.5	2.80	$4.7 \times 10^{-6}$	混凝土，480
b 南墙	2.5	3.80	$8.66 \times 10^{-6}$	混凝土，460
c 西墙	2.5	2.80	$4.7 \times 10^{-6}$	混凝土，480
d 工作人员及工 件出入口	2.5	3.80	$8.66 \times 10^{-6}$	混凝土，460
e 顶棚	100	4.30	$4.43 \times 10^{-4}$	混凝土，300
注：理论计算屏蔽厚度由《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 图 B.1、图 B.2 透射曲线得出。				

## (3) 屏蔽设计符合性分析

本项目 X 射线探伤室的屏蔽厚度核算结果见表 11-3。

表 11-3 X 射线探伤室屏蔽符合情况一览表

预测点位	理论计算所需厚度 (mm)	实际设计厚度 (mm) ①	是否满足屏蔽要求
a 东墙	混凝土，480	混凝土，500	满足
b 南墙	混凝土，460	混凝土，500	满足
c 西墙	混凝土，480	混凝土，500	满足
d 工作人员及 工件出入口	混凝土，460	500mm 混凝土、 防护铅门 14mm	满足
e 顶棚	混凝土，300	混凝土，300	满足

注释：①来源于河南瑞德森射线防护工程有限公司出具的《河南亚临界机械装备有限公司新建探伤房项目施工图》。

综上所述，本项目探伤室设计屏蔽厚度满足防护要求。

### 11.2.2 剂量估算

当使用 X 射线探伤机时，根据照射条件，项目探伤室各墙体、工件和工作人员出入口、顶棚为有用线束照射方向，其受照射剂量主要考虑有用线束的辐射影响。

#### (1) 主射方向剂量率核算

由于主射束造成的辐射剂量率  $\dot{H}$  可根据下式计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2}$$

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，单位为毫安（mA）；

$H_0$ —距辐射源点 1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，以  $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$  为单位的值乘以  $6\times 10^4$ ，此 X 探伤机  $H_0$  取值  $8.34\times 10^5\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

$B$ —屏蔽透射因子；由《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 B.1、B.2 曲线查出。

$R$ —辐射源点至关注点的距离，单位为米（m）。

探伤室外各关注点辐射剂量率见表 11-4。

表 11-4 探伤室外各关注点辐射剂量率计算结果一览表

关注点	设计屏蔽厚度 (mm)	与关注点距离 (m)	屏蔽投射 因子	辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
a 东墙	混凝土，500	2.80	$1\times 10^{-6}$	0.53
b 南墙	混凝土，500	3.80	$1\times 10^{-6}$	0.29
c 西墙	混凝土，500	2.80	$1\times 10^{-6}$	0.53
d 工作人员及工 件出入口	500mm 混凝土、 防护铅门 14mm	3.80	$1\times 10^{-6}$	0.29
e 顶棚	混凝土，300	4.30	$4.43\times 10^{-4}$	99.9

备注：根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录图 B.1，15mmPb 对应的屏蔽透射因子已低于曲线中下限值（ $1\times 10^{-6}$ ），因此取  $1\times 10^{-6}$ 。

根据上表估算，各关注点周围辐射剂量率满足《工业探伤放射防护标准》（GB117-2022）中规定的标准要求。

#### (2) 人员剂量估算

人员剂量根据下式计算。

$$H=\dot{H}\times t\times T\times 10^{-3}$$

式中：

$H$ —X- $\gamma$  射线外照射人均年有效剂量当量（mSv）；

$\dot{H}$ —人员受照辐射剂量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

$t$ —年受 X- $\gamma$  射线照射时间（h）；

$T$ —居留因子。

探伤室外受照射效剂量估算结果见表 11-5。

表 11-5 探伤室外受照射效剂量估算结果表

关注点	辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	年照射时间 (h)	居留因子	年受照剂量 (mSv)	受照射类型
a 东墙	0.53	150	1	0.0795	职业照射
b 南墙	0.29		1/8	0.00054	公众照射
c 西墙	0.53		1/8	0.0099	公众照射
d 工作人员及 工件出入门	0.29		1/2	0.02175	公众照射
注：顶棚人员不可到达，故不作照射剂量估算。					

工作人员在控制室工作位置年受照剂量为 0.0795mSv，公众年受照剂量最大值为 0.02175mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业人员 20mSv/a，公众人员 1mSv/a 的限制要求，也低于本报告提出的职业人员 5mSv/a，公众人员 0.25mSv/a 的剂量约束值。

### 11.2.3 通风装置合理性分析

本项目 X 射线探伤机正常运行时会产生微量的臭氧和氮氧化物。项目探伤房体积为 140m<sup>3</sup>，探伤室东墙北侧下方安装风量为 800m<sup>3</sup>/h 的排风扇，保证每小时通风不小于 3 次，微量的臭氧及氮氧化物可通过排风口排出探伤室。因此探伤机运行产生的臭氧对工作人员的影响很小。通风管道及电缆沟采用 U 型穿墙方式，为防止射线泄露，在排风口设置有铅皮遮挡。

综上所述，本项目探伤室防护设计能够满足标准要求。

## 11.3 事故影响分析

### 11.3.1 发生事故处理应采取的措施

（1）操作过程中，设备发生任何故障都要停机，及时通知有关人员进行维修，并做好故障记录，不允许设备带故障运行；

（2）当发生事故后应对事故影响人员进行医学检查，确定接触其所受到的

辐射剂量水平，并在第一时间将事故情况通报生态环境保护、卫生等主管部门；

（3）分析确定发生事故的具体时间及发生事故的原因，写出事故报告，总结原因，吸取教训，采取补救措施；

（4）X 射线装置丢失的机率很小，X 射线机在非工作情况下不会对环境造成影响。如确实发生丢失现象，应尽快将情况通报公安部门。

#### 11.3.2 对于 X 射线探伤事故防范措施

（1）严格按照使用规程合理使用工业探伤机，并定期进行维护保养；

（2）探伤机开始工作前，启动报警装置，并严格检查探伤室内有无人员，确定探伤室内无人员后再关闭防护门；

（3）探伤室应安装联锁和报警装置，并定期对联锁和报警装置进行检查，防止联锁装置和报警系统出现故障，导致防护门无法紧闭，人员误入，从而造成照射事故；

（4）探伤室应划分警戒控制区域，警告人员在设备运行时禁止非工作人员入内；

（5）探伤机房中应增设有紧急停机开关和开门开关，把事故影响降到最低；

（6）建设单位制定辐射事故应急制度和辐射事故应急预案，应予以落实。

**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**

**(1) 管理机构**

按照《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, 2005 年 12 月 1 日起施行, 2019 年 3 月 2 日修订) 中对使用射线装置单位的要求, 本项目拟成立辐射安全管理机构, 且拟设 2 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。公司拟签订辐射安全工作责任书, 法人代表为辐射安全工作第一责任人, 由辐射安全管理机构全面主持辐射安全管理工作, 统一指挥射线装置运行安全的工作, 负责 X 射线探伤机的工作及职业工作人员的管理, 组织落实辐射工作的各项管理规章制度和操作规程, 防止辐射安全事故的发生。辐射防护领导机构应规定各成员的职责, 做到分工明确、职责分明。

**(2) 职业工作人员**

公司拟为本项目配备 2 名探伤工作人员, 进行探伤相关工作, 目前具体人员尚未确定, 待人员确定后, 公司拟安排本项目辐射工作人员于国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行自主学习, 并参加考核, 经考核合格后方可上岗。

**12.2 辐射安全管理规章制度**

**(1) 公司必须制定《安全防护管理工作制度》, 内容应包括:**

- 公司须按法律法规要求, 尽快向有权限的生态环境部门申请办理《辐射安全许可证》, 领取许可证且办理登记手续后方可从事许可范围内的放射工作, 需改变许可登记内容或终止放射工作时, 必须按规范向审批部门办理变更或注销手续;

- 公司在从事辐射操作前, 须制订《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》、《辐射工作安全责任书》等规章制度; 同时公司须组织辐射工作人员进行上岗培训和辐射安全防护知识的培训, 并进行个人剂量监测和职业健康检查。

**(2) 公司必须制定《操作规程》**

- 凡涉及对射线装置进行的操作, 都有应有明确的操作规程 (包括开机检查、门机连锁检查等一系列工作), 操作人员必须按操作规程进行操作。

- 操作人员必须熟悉探伤机的性能和使用方法，并做好相应的个人防护，操作规程应张贴在操作人员可看到的显眼位置，防止误操作。

(3) 公司必须制定《岗位职责》

公司必须制定评片人员职责和拍片操作人员职责。

(4) 公司必须制定《辐射防护和安全保卫制度》

- 射线装置的使用场所，应有门—机联锁安全装置、开机工作警示灯，电离辐射警示标志及中文警示说明等防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。

- 建立射线装置的档案和台账，贮存、使用射线装置时及时进行登记、检查，做到帐物相符。

(5) 公司必须制定《设备检修维护制度》

对可能引起操作失灵的关键零配件及时更换。设备检修时禁止开启探伤机，待检修完毕，开启探伤机试探伤，确认检修完成。大修后主要性能未达到仪器基本参数时不准重新投入使用。并且每年将射线装置送交有资质的单位进行检定，检定合格后方可继续使用。

(6) 公司须制定《自行检查和年度评估制度》

- 定期对室内 X 射线探伤项目的安全装置和防护措施、设施的安全防护效果进行检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患，必须立即进行整改，避免事故的发生。如每天进行门-机联锁安全装置、工作指示灯和电离辐射标志检查，每月核实规章制度执行情况，每季度进行个人剂量档案归档及检查，每年进行身体健康档案归档及检查等。

- 根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（部令 第 18 号）的要求，公司应当对本单位的辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向《辐射安全许可证》发证机关提交上一年度的评估报告。

(7) 安全培训及健康管理

- 公司应为每个辐射工作人员配备个人剂量计，每三个月送有资质的单位检测一次。

- 辐射工作人员上岗前、离岗时以及每 1 至 2 年应进行一次放射职业体检，

并为他们建立个人剂量档案和职业健康监护档案，保存时限为工作人员年满 75 岁或工作人员停止辐射工作后 30 年。

● 公司所有辐射工作人员均应参加生态环境部门组织的辐射安全与防护培训，考核通过后方可上岗，并按要求定期参加复训和考核。

### 12.3 辐射监测

河南亚临界机械装备有限公司拟制定《辐射监测方案》，并根据拟制定的《辐射监测方案》对工作场所和周围环境进行监测。同时为辐射工作人员每人配置个人剂量计，并根据《辐射监测方案》对个人剂量进行定期检测。

拟制定的监测方案须包括以下内容：

#### 12.3.1 辐射工作场所监测计划

##### （1）监测因子

X( $\gamma$ )空气吸收剂量率。

##### （2）监测频率

定期监测：正常情况下，每年进行 1~2 次例行监测。

应急监测：工作场所如发现异常情况或怀疑有异常情况，应对工作场所和环境进行应急检测。

年度监测：每年委托有资质单位对探伤室周围的辐射剂量率进行检测，出具年度检测报告，并随年度评估报告上报生态环境部门。

##### （3）监测范围

曝光室为中心，周围 50m 范围内。

##### （4）监测布点

监测点主要涵盖以下几处位置：

①通过巡测，发现的辐射水平异常高的位置；

②探伤室防护门外 30cm 离地面高度为 1m 处，测门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周；

③探伤室防护面外 30cm 离地面高度为 1m 处，每个防护面至少测 3 个点；

④探伤室室顶外 30cm 处，至少测 1 个点；

⑤人员经常活动的位置，主要包括操作台处及其他人员能到达的位置；

⑥探伤结束后应监测探伤室的入口，以确保 X 射线探伤机已经停止工作。

(5) 监测人员和监测记录

每年至少 1 次例行监测由辐射工作人员负责，监测结果进行记录并存档。

每年委托有资质单位进行年度检测，检测报告存档，并与年度评估报告一起上报生态环境部门。

12.3.2 个人剂量的监督与检测

(1) 严格遵守国家辐射环境管理法规；

(2) 所有探伤工作人员，必须接受个人剂量监测，建立个人剂量档案，个人剂量档案应包括个人基本信息、工作单位及剂量监测结果等材料，个人剂量档案应保存终生；

(3) 探伤工作人员工作期间须按要求佩戴个人剂量计；

(4) 个人剂量计的监测周期常规为 90 天，即个人剂量检测单位每三个月出具一份个人剂量检测报告；

(5) 探伤工作人员的受照剂量超过年管理剂量约束值时，所在单位应查明原因，采取改进措施。

公司制定的监测方案须从辐射工作场所的日常自主监测、年度监测及个人剂量监测等方面进行规定，待本项目建成后公司应根据监测方案定期开展自主监测，做好记录，发现屏蔽体外剂量率超标时应及时查明原因并采用相应改进措施，每年委托有资质单位对本项目开展年度监测并出具年度监测报告，随年度评估报告一并上报给生态环境部门；同时应开展个人剂量监测，按照相关要求建立个人剂量档案。

**12.4 辐射事故应急**

公司应按照《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，2005 年 12 月 1 日起施行，2019 年 3 月 2 日修订）和生态环境主管部门的要求制定辐射安全事故应急预案，明确应急指挥机构及职责，制定处置程序和处置措施，同时指定责任人保障应急物资及装备。发生辐射事故时，该公司应当立即启动应急方案，采取应急措施，并立即向当地生态环境保护主管部门、公安部门、卫生主管部门报告。

《辐射事故应急预案》需包括以下主要内容：

#### **12.4.1 辐射事故应急处理机构与职责**

(1) 公司成立辐射事故（事件）应急处理领导小组，组织开展风险事件的应急处理工作。

(2) 明确应急处理领导小组职责：

a.定期组织对检测探伤现场、设备和人员进行辐射防护情况自查和检测，发现事故隐患及时督导整改；

b.发生人员受超剂量照射事故，应启动本预案；

c.事故发生后立即组织有关部门和人员进行事故应急处理；

d.负责向生态环境部门及卫生行政部门及时报告事故情况；

e.负责辐射事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作；

f.人员受照时，要通过个人剂量计或其它工具、方法，迅速估算受照人员的受照剂量；

g.负责迅速安置受照人员就医，及时控制事故影响。

#### **12.4.2 辐射事故应急原则**

a.迅速报告原则；

b.主动抢救原则；

c.生命第一的原则；

d.科学施救，控制危险源，防止事故扩大的原则；

e.保护现场，收集证据的原则。

#### **12.4.3 辐射事故应急处理程序**

a.事故发生后，当事人应立即通知同工作场所的工作人员离开，及时上报辐射事故应急处理领导小组，并在 2 小时内填写《辐射事故初始事故表》，及时报告生态环境部门、公安部门和安阳市卫生计生监督部门；

b.应急处理领导小组召集专业人员，根据具体情况迅速制定事故处理方案；

c.事故处理必须在应急处理领导小组的领导下，在有经验的工作人员和辐射防护人员的参与下进行；

d.各种事故处理以后，必须组织有关人员进行讨论，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。

总之，为减少事故发生，必须加强管理力度，提高职业人员的技术水平，严格按照规范操作，认真落实应急预案，并加强设备检查和维修，减少故障发生，提高单位应急能力。

#### **12.4.4 辐射事故应急演练**

公司应定期进行辐射事故应急演练，对演练效果作出评价，提交演练报告，详细说明演练过程中发现的问题，列出不符合项，进行整改。

#### **12.4.5 环境风险事故培训演习计划**

公司应结合本公司具体情况，根据辐射事故（事件）应急方案或计划定期组织不同规模的演练，对演练中暴露的问题及时整改，并做好演练记录，演练结束后，应及时总结评估辐射事故应急预案的可行性，必要时，对应急预案做出修改和完善。

**表13 结论与建议**

**13.1 结论**

**(1) 实践的正当性**

河南亚临界机械装备有限公司拟在厂区建立 1 座探伤室，安装 2 台 X 射线探伤机（II类射线装置），主要利用探伤机对公司生产的压力容器产品进行无损检测。有利于提高产品质量，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。

**(2) 产业政策合法性**

本项目为使用 X 射线装置进行室内无损探伤，经查《产业结构调整指导目录》（2019 年本），不属于限制类和淘汰类，为允许类项目，符合产业政策。

**(3) 探伤室的辐射屏蔽能力分析**

根据理论计算，探伤室各屏蔽体的防护能力均符合《工业探伤放射防护标准》（GB117-2022）的要求。

**(4) 辐射环境影响评价**

根据估算，各关注点周围辐射剂量率满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）规定的标准要求。

工作人员在控制室工作位置年受照剂量为 0.0795mSv，公众年受照剂量最大值为 0.02175mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业人员 20mSv/a，公众人员 1mSv/a 的限制要求，也低于本报告提出的职业人员 5mSv/a，公众人员 0.25mSv/a 的剂量约束值。

**(5) 辐射环境管理**

本项目拟成立辐射安全管理机构，且拟设 2 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。并按照相关要求制定《安全防护管理制度》、《操作规程》、《岗位职责》、《设备检修维护制度》和《自行检查和年度评估制度》等制度，能够满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关要求。

综上所述，河南亚临界机械装备有限公司只要严格按照国家有关辐射防护规定执行，采取切实措施做好辐射防护管理工作，保障人员安全，并严格落实

本评价报告所提出的各项污染防治措施和辐射环境管理计划，该公司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，该项目的辐射环境影响就可以控制在国家允许的标准范围之内。因此，从辐射环境保护的角度认为该项目可行。

## **13.2 建议和承诺**

### **13.2.1 承诺**

- (1) 严格按照设计方案建设探伤室。
- (2) 保证门机联锁装置、电离辐射警告标志和工作状态指示灯运行良好。
- (3) 建立健全、完善并落实各项管理规章制度，建立辐射安全管理档案。
- (4) 严格按照本环评要求，为本项目配备一定数量的个人剂量计、个人剂量报警仪及 X- $\gamma$  辐射巡检仪；
- (5) 加强工作人员的个人剂量监督并建立工作人员个人剂量档案；
- (6) 按照危废管理相关规定，严格管理废显（定）影液、废胶片，做到规范贮存，并实行联单管理和台账管理，将危废交由有资质单位规范处置；
- (7) 按规定操作 X 射线探伤机，确保探伤室内无人员滞留。
- (8) 项目建成后按照环保要求及时组织进行竣工环保验收。
- (9) 待本项目辐射工作人员确定后，公司拟安排辐射工作人员于国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行自主学习，并参加考核，经考核合格后方可上岗。

### **13.2.2 建议**

- (1) 加强对工作人员的教育和培训，避免辐射事故（件）的发生；
- (2) 完善操作规程、管理制度以及应急响应方案，定期演练；
- (3) 对辐射工作人员要求熟知防护知识，能合理的应用“距离、时间、屏蔽”的防护措施，使公众成员和工作人员所受到的照射降到“可合理达到的尽量低水平”。

表14 审批

下一级环保部门预审意见：		
经办人	公章	年 月 日
审批意见：		
经办人	公章	年 月 日