

核技术利用建设项目

新增 X 射线现场探伤项目环境影响报
告表

(报批稿)

亚达管道系统股份有限公司

2018 年 10 月

环境保护部监制

目录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	5
表 3 非密封放射性物质.....	5
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.....	14
表 9 项目工程分析与源项.....	17
表 10 辐射安全与防护.....	21
表 11 环境影响分析.....	26
表 12 辐射安全管理.....	32
表 13 结论与建议.....	37
表 14 审批.....	40

附图：

附图 1 企业地理位置图

附图 2 项目所在建筑周边环境示意图

附图 3 企业总平图

附图 4 现场探伤分区示意图

附图 5 项目所在建筑周边环境照片

附件：

附件 1 项目委托书

附件 2 《浙江省企业投资项目备案通知书》，秀统计（2005）9 号，嘉兴市秀城区
发展计划与统计局，2005 年 1 月 12 日

附件 3 企业营业执照

附件 4 企业名称变更核准通知书

附件 5 原有辐射安全许可证

附件 6 原有项目批复及验收意见

附件 7 原有辐射工作人员辐射安全培训证书

附件 8 原有辐射工作人员个人剂量档案

附件 9 原有辐射工作人员职业健康体检报告

附件 10 危废委托处置协议

附件 11 环境质量现状监测报告及资质认定证书

附件 12 专家评审意见、修改清单及复核意见

附表：

建设项目环评审批基础信息表

表 1 项目基本情况

建设项目名称		新增 X 射线现场探伤项目			
建设单位		亚达管道系统股份有限公司			
法人代表	项**	联系人	金*	联系电话	13*****
注册地址		嘉兴市南湖区新丰工业区			
项目建设地点		嘉兴市南湖区新丰工业区亚达管道系统股份有限公司厂房内			
立项审批部门		嘉兴市南湖区行政审批局	项目代码	2018-330402-74-03-06583 4-000	
建设项目总投资 (万元)	30	项目环保投资 (万元)	6	投资比例(环保 投资/总投资)	20%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积 (m ²)	/
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	/				
<p>1.1 概述</p> <p>1.1.1 建设单位情况</p> <p>亚达管道系统股份有限公司成立于 2005 年 08 月 25 日, 原为浙江嘉兴亚达不锈钢制造有限公司, 公司位于嘉兴市南湖区新丰工业区, 是一家专业生产钢管、弯头、法兰等产品的有限责任公司。企业已实施年产不锈钢管 1100 吨、管件 50 万件、法兰 1500 吨和阀门 2 万台套项目, 该项目已取得嘉兴市南湖区环境保护局审批意见(批文号: 南环函 2007[92]号), 详见附件。企业在第三厂房内设有 1 间探伤室配备 3 台 X 射线探伤机, 其中 1 台 RD-2805A、1 台 XXQ-2505、1 台 2505 型(暂未上), 1 台 X 射线实时成像系统(SMART300HP 型), 用于产品质量检测。探伤活动仅限于探伤室内。</p> <p>1.1.2 任务由来</p> <p>因企业生产发展需要, 企业计划于 2018 年购买 2 套 3005 型的 X 射线探伤机, 在厂区内部指定区域, 利用 X 射线探伤装置对钢结构产品进行现场探伤操作, 以保证产品的质量和生产的安全。</p>					

根据国家有关建设项目辐射环境管理规定，本项目应编制辐射环境影响报告表，并向有权限的环保部门申领《辐射安全许可证》。为此，建设单位亚达管道系统股份有限公司于2018年7月10日委托浙江问鼎环境工程有限公司对其进行环境影响评价。环评单位在接受委托后，收集了有关工程资料，对工程进行了现场踏勘，按照国家有关环境影响评价技术规范的要求，编制完成本项目的环境影响报告表。

1.1.3 建设规模

经与建设单位核实，公司现有1间探伤室配设2台X射线探伤机，1台X射线实时成像系统，仅限在探伤室内操作；

本次拟新增2台X射线探伤机在企业内部指定区域进行现场探伤。探伤工件为企业自产产品，不对外提供检测服务。探伤规模详表1-1。

表 1-1 现场探伤规模

序号	工件种类	材质	探伤数量	来源
1	LNG 气罐	钢	2 台套/a	企业自产
2	超长多通管	钢	150 根/a	企业自产
3	撬块	钢	2 台套/a	企业自产

公司5年内企业辐射活动规模为：1间X射线探伤室配设2台X射线探伤机、1套X射线实时成像检测系统及2台X射线探伤机（3005型）用于现场探伤。公司内部不承担检修工作，所有探伤机检修均由设备生产厂家承担。

1.1.4 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，为环境保护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。

1.2 项目地理位置及周边概况

1.2.1 企业地理位置

亚达管道系统股份有限公司地址位于嘉兴市南湖区新丰工业区，企业东侧为新竹路，隔路为嘉兴亚一达特种钢铸造公司和农田，以东为农居；南侧和西侧均为农田；北侧为新大公路。厂区地理位置示意图详见附图 1；周围环境概况详见附图 2。

1.2.2 现场探伤位置

现场探伤区域位于企业第三生产厂房内，探伤区域东侧分别为企业加工车间、新竹路（75m）、农田、嘉兴亚一达特种钢铸造有限公司（135m）、农居（距探伤区域最近约 175m）；南侧分别为企业加工车间、企业职工倒班楼（距探伤区域最近约 70m）、农居（距探伤区域最近约 150m）；西侧为企业加工车间及农田；北侧分别为企业加工车间、企业办公房（距探伤区域最近约 150m）。

1.2.2 洗片、评片及储存位置

项目洗片、评片位于原有探伤室（第三车间南侧中部）南侧。探伤设备不使用时存放于原有探伤室内暂存库。

1.3 原有射线装置许可情况

企业于 2010 年新建一间探伤室配备 3 台 X 射线探伤机用于产品检测。该项目“浙江嘉兴亚达不锈钢制造有限公司 X 射线室内探伤项目（新建）”于 2010 年 12 月 17 日通过嘉兴市环境保护局审批（批文号：嘉环函[2010]32 号）。后又于 2014 年新增 1 台 X 射线实时成像检测系统用于检测，项目“亚达管道系统股份有限公司扩建 X 射线实时成像检测系统项目”于 2014 年 9 月 18 日通过嘉兴市南湖区环境保护局审批（批文号：南环函 2014[14]号）。并于 2016 年 12 月 20 日通过嘉兴市环保局验收（批文号：嘉（南）辐验（2016）02 号）。正常运行设备均通过辐射安全许可（证号：浙环辐证（F0032））。

射线装置许可情况详见下表：

表 1-2 射线装置许可情况表

序号	设备名称	型号	环评批复	验收批复	辐射安全许可证	备注
1	X 射线装置	RD-2805A	嘉环函 [2010]32 号	嘉（南）辐验 (2016) 02 号	浙环辐证 (F0032)	正常
2	X 射线装置	XXQ-2505				正常

3	X 射线装置	2505 型		/		未上
4	X 射线装置	SMART300HP 型	南环函 2014[14]号	嘉（南）辐验 (2016) 02 号		正常

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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)	年最大操作量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(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	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	2台	3005型	300	5	无损检测	车间内指定区域(第三车间东南侧)	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	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μ 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	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
废显(定)影液	液态	/	/	约33kg	约0.4t	/	项目危废暂存间集中存放(桶装加盖上锁)。	委托有资质单位回收处置
废胶片	固态	/	/	75张	900张	/		

注：1. 常规废弃物排放浓度，对于液态单位为mg/kg，固体为mg/kg，气态为mg/m²，年排放总量为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/m³)和活度(Bq)。

表 6 评价依据

<p>法规 文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法 (2014 年修订)》，2015 年 1 月 1 日；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法 (2016 年修订)》，2016 年 9 月 1 日；</p> <p>(3) 《建设项目环境影响评价分类管理名录 (2018 年修订)》，2018 年 4 月 28 日实施；</p> <p>(4) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日；</p> <p>(5) 《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；</p> <p>(6) 《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，2014 年 7 月 29 日；</p> <p>(7) 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，环境保护部令第 3 号，2008 年 12 月 6 日；</p> <p>(8) 《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；</p> <p>(9) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》，环境保护部办公厅环办辐射函 (2016) 430 号，2016 年 3 月 7 日；</p> <p>(10) 《国家危险废物名录 (2016 年修订)》，环境保护部令第 39 号，2016 年 8 月 1 日；</p> <p>(11) 《浙江省建设项目环境保护管理办法 (2018 年修正)》，省政府令第 364 号，2018 年 3 月 1 日；</p> <p>(12) 《浙江省辐射环境管理办法》，省政府令第 289 号，2012 年 2 月 1 日；</p> <p>(13) 《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，浙环发 (2015) 38 号，2015 年 10 月 23 日；</p> <p>(14) 《射线装置分类》，国家环保部、国家卫生和计划生育委员会公告，公告 2017 年第 66 号。</p>
------------------	--

<p>技术标准</p>	<p>(1) 《建设项目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》， HJ 10.1-2016;</p> <p>(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》， GB18871-2002;</p> <p>(4) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》， GBZ117-2015。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 项目委托书</p> <p>(2) 企业提供的其他资料</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目拟使用的移动 X 射线探伤机属于 II 类射线装置，用于现场探伤，探伤工作地点不固定，现场探伤时公司将根据现场情况按标准要求划定控制区与监督区。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) 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，本项目的评价范围为：最大控制区 16m、监督区 38m 范围内。

7.2 保护目标

项目评价范围均在项目厂区范围内，且不涉及企业倒班楼及办公楼，周边无学校、住宅、医院等环境敏感点。辐射工作人员及厂区内其他工作人员为主要关注对象。环境保护目标为现场探伤时评价范围内活动的工作人员及其他非辐射工作人员。

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)

4.3.3 防护与安全的最优化

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

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。

本项目取其四分之一即 5mSv 作为管理限值 (含企业一期、二期和本期合计职业照射)。

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。

本项目取其四分之一即 0.25mSv 作为管理限值 (含企业一期、二期和本期合计职业照射)。

(2) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)

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 15μSv/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 (μSv/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 μ 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 μ 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 项目场所位置

8.1.1 企业地理位置

亚达管道系统股份有限公司地址位于嘉兴市南湖区新丰工业区，企业东侧为新竹路，隔路为嘉兴亚一达特种钢铸造公司、农田，以东为农居；南侧和西侧均为农田；北侧为新大公路。厂区地理位置示意图详见附图 1；周围环境概况详见附图 2。

8.1.2 现场探伤位置

现场探伤区域位于企业第三生产厂房内，探伤区域东侧分别为企业加工车间、新竹路（75m）、农田、嘉兴亚一达特种钢铸造有限公司（135m）、农居（距探伤区域最近约 175m）；南侧分别为企业加工车间、企业职工倒班楼（距探伤区域最近约 70m）、农居（距探伤区域最近约 150m）；西侧为企业加工车间及农田；北侧分别为企业加工车间、企业办公房（距探伤区域最近约 150m）。

8.1.3 洗片、评片及储存位置

项目洗片、评片位于原有探伤室（第三车间南侧中部）南侧。探伤设备不使用时暂存于企业原有探伤室内暂存间。

8.2 环境质量和辐射现状

为了解本项目所在区域辐射环境背景水平，评价单位委托浙江鼎清环境检测技术有限公司于 2018 年 7 月 27 日对拟建地周围进行了辐射环境背景水平现场监测，其监测报告见附件 11。

8.1.1 监测因子及点位

监测因子：X- γ 辐射剂量率；

监测点位：拟建现场探伤区域；

监测时间：2018 年 7 月 27 日。

8.1.2 监测仪器及规范

监测仪器的参数与规范见表 8-1。

表 8-1 X-γ射线剂量率监测仪器参数与规范

项目	内容
仪器名称	便携式多功能射线检测仪
型号规格	BG9512(内置探头: BG9512; 外置探头 7030)
生产厂家	贝谷科技股份有限公司
仪器编号	DQ2015-XJ37
量程	内置探头: 0.1μSv/h-30mSv/h(¹³⁷ Cs); 外置探头: 本底-200μGy/h
能量范围	内置探头: 50keV~1.3MeV≤±30% (相对于 ¹³⁷ Cs 661keV); 外置探头: 25KeV~3MeV≤±30% (相对于 ¹³⁷ Cs 661keV)
检定单位	上海市计量测试技术研究院 (华东国家计量测试中心)
校准有效期	2017年8月21日~2018年8月20日

8.1.3 质量保证措施

- (1) 合理布设监测点位, 保证各监测点位布设的科学性和可比性。
- (2) 监测方法采取国家有关部门颁布的标准, 监测人员经考核并持有合格证书上岗。
- (3) 监测仪器每年定期经计量部门检定, 检定合格后方可使用。
- (4) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常, 并用检验源对仪器进行校验。
- (5) 由专业人员按操作规程操作仪器, 并做好记录。
- (6) 监测报告严格实行三级审核制度, 经过校核、审核, 最后由技术负责人审定。

8.1.4 监测结果及评价

现状监测点位见图 8-1。

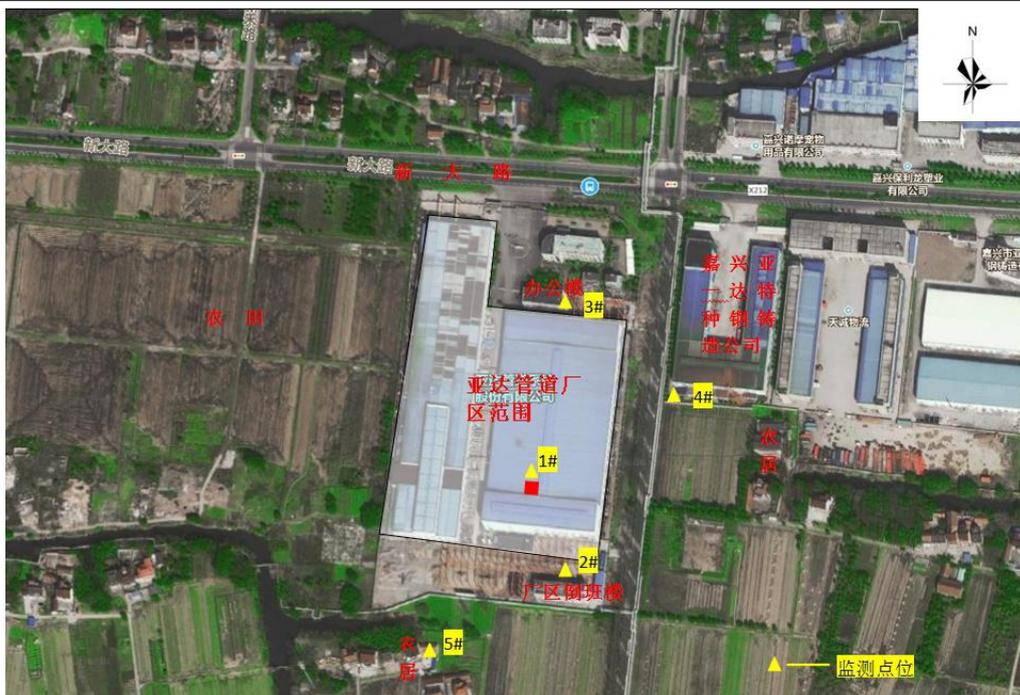


图 8-1 拟址监测点位示意图

现状监测结果见表 8-2。

表 8-2 辐射背景监测结果

点位序号	点位描述	辐射剂量率（单位：nGy/h）	
		平均值	标准差
1#	拟建址	83	3
2#	南侧倒班楼	82	2
3#	北侧办公楼	83	2
4#	嘉兴亚一达特种钢铸造公司	84	2
5#	农居	82	1

由表 8-2 的监测结果可知：项目现场探伤区域周围各监测点位辐射剂量率在 82~84nGy/h 之间，由《浙江省环境天然放射性水平调查报告》可知，嘉兴地区室内 γ 辐射剂量率在 76~271nGy/h 之间。可见，该拟建址的 γ 辐射剂量率水平未见异常。

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 设备特点及作业方式

该公司拟购的 X 射线探伤机具有体积小、重量轻、携带方便、自动化程度高等特点，曝光时间最长为 2min，为延长 X 射线探伤机使用寿命，探伤机按工作时间和休息时间以 1: 1 的方式工作和休息，确保 X 线管充分冷却，防止过热。

本项目 X 射线探伤机均为定向辐射。定向辐射是固定的，射线束辐射圆锥角一般在 40°~45°范围。

9.1.2 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，同一探伤地点内只使用 1 台探伤装置，即同一探伤地点不会出现 2 台探伤装置同时进行探伤作业的情况，探伤工作主要安排在晚上进行。该公司预计年拍片量为 9000 张，单次探伤曝光时间最长 2min，探伤工件主要 3~25mm 钢质工件。

公司拟新增 2 名放射工作人员专职现场探伤，1 名负责射线机的操作，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。本项目 2 套 X 射线探伤装置在不工作时，存放于原有探伤室内暂存库，双人双锁，由专人管理。

9.1.3 无损检测工作原理

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。通过 X 射线管产生的 X 射线对受检工件焊缝处所贴的 X 线感光片进行照射，当射线在穿过裂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较黑的图像显示裂缝所在的位置，X 射线探伤机就据此实现探伤目的。

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、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为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。典型的 X 射线管结构见图 9-1。

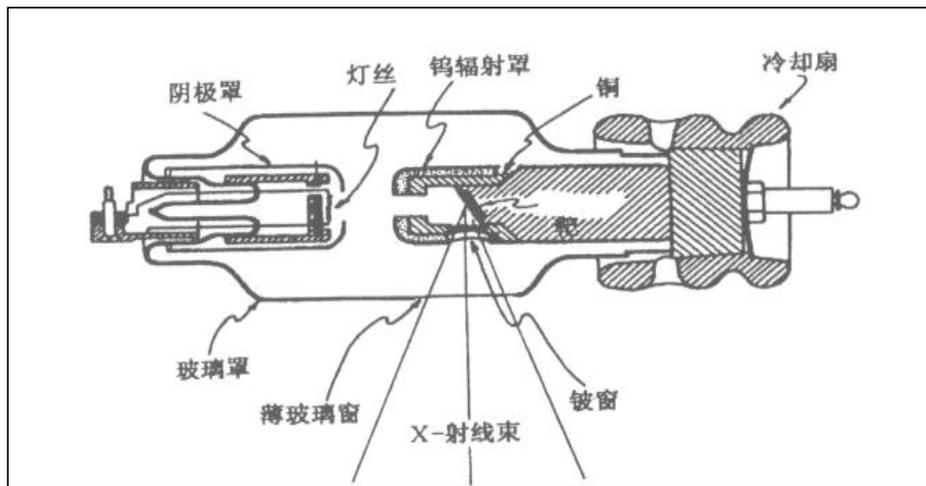


图 9-1 典型的 X 射线管结构示意图

9.1.4 工作流程及产污环节分析

1、现场探伤工作流程：

企业室内探伤原有辐射工作人员 4 人，本次拟新增 2 名辐射工作人员用于现场探伤，2 人为一组分工完成整个探伤工作流程。在探伤机所在区域周围放置警戒灯，控制区边界上拉警戒绳，设置警示牌；监督区边界设有专人巡逻警戒，防止公众成员进入探伤区域。同时探伤前完成以下内容：

(1) 申报探伤作业区和探伤时间。探伤时间一般在 21:30~01:00 之间，从 21:30 开始，根据工件多少确定时间长短；

(2) 审批探伤时间和地点，确认无其他作业，进行第一次模拟清场；

(3) 发布作业告示应向各相关部门书面送达并保留签收回执联，并在作业场所警戒区域外显著位置告知等措施进行第二次清场；

(4) 开展 X 射线探伤作业前必须在辐射可能影响范围内进行闲杂人等的清查和排除。

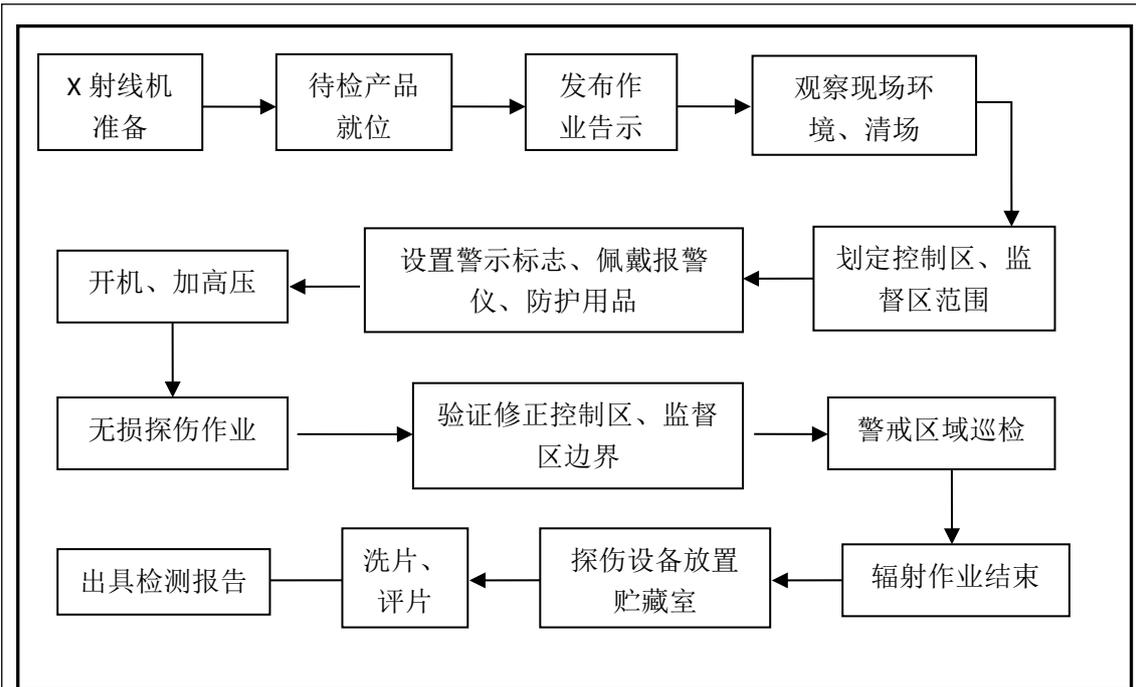


图 9-2 现场探伤工作流程图

注：发布作业告示应向各相关单位书面送达并保留签收回执联，并在作业场所警戒区域外显著位置告知。

9.2 污染源项分析

9.2.1 辐射污染源分析

由 X 射线探伤机的工作原理可知，当 X 射线探伤机只有在开机并处于出束状态（曝光状态）时，才会发出 X 射线，对周围环境产生辐射影响。X 射线随探伤机器的开、关而产生和消失。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 非辐射污染源分析

(1) NO_x 及臭氧：探伤机工作时产生射线，会造成空气电离，产生少量的臭氧和氮氧化物。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较小。

(2) 废显（定）影液及废胶片：X 射线探伤过程中产生的废显（定）影液及胶片属于国家危险废物名录中感光材料废物，危废代码为 HW16(900-019-16)，并无放射性，项目每年拍片 9000 张，经估算项目工作过程中每年产生的废显（定）影液约 0.4t，每年产生废胶片约 900 张（废片率按 10% 计算），该部分危险废物

定期委托有资质单位处理。X射线探伤机运行时无其它固体废弃物产生。

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《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)、《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》(GB 22448-2008) 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) 在指定场所进行第一次工作前应根据环评中对控制区设置范围的建议, 在试片阶段使用便携式辐射剂量仪对现场进行测量, 根据监测数据调整划分范围, 使之设置更合理、准确。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) 应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 工作场所污染防治措施

(1) 贮存射线装置的场所

①应当设置明显的放射性标志，其入口处设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号。

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。

③射线装置贮存场所应采取双人双锁的管理制度，探伤机外出现场探伤时，也应对临时的贮存场所采取双人双锁的管理制度。

④公司 X 射线探伤机储存场所应设置电离辐射警告标志。

⑤公司 X 射线探伤机无探伤作业时存放于原有探伤室暂存间内，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) 现场探伤场所

1) X 射线探伤机

①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。

②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。

③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。

④加强 X 射线探伤装置的检查和维护，每次工作前应进行日检，并定期检查；加强射线设备的维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行，并应做好设备维护记录；

2) 辐射工作人员

①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 2 名工作人员。

②现场探伤期间，工作人员应佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携巡测仪，两者均应使用。

（3）现场检测

①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；

②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。

③在工作状态下，探伤机主射线束需朝东，减少对周边敏感点的影响。

④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。

⑤现场探伤 X 射线装置关机后，人员进入控制区，需携带便携式计量率监测仪，并事先核查该仪器的正常使用情况。

⑥增加局部屏蔽措施（如铅板等）。

⑦现场探伤防护时不得空曝且必须使用准直器。

（4）评估与巡查监测

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；应考虑现场探伤对工作场所内其它的辐射探测系统带来的影响（如烟雾报警器等）。

②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。

③加强 X 射线现场探伤作业的边界巡查与监测。

（5）现场探伤作业安全警告

①作业现场应有提示“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。

②在控制区的所有边界都应清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号。

（6）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，公司需要为辐射工作人员配备相应监测仪器和个人防护用品。

该公司需为辐射工作人员配置的辐射防护用品和监测仪器，清单见表 10-1、10-2。

表 10-1 公司现有辐射防护设施一览表

类别	序号	名称	数量
辐射防护设备	1	个人剂量计	4 个
	2	铅背心	1 件
辐射安全及应急设施、设备	1	个人剂量报警仪	1 台
	2	辐射剂量监测仪器	1 台
	3	安全警示标识	5 个
	4	警戒带	若干
	5	铅屏风	3 块
	6	工作警示灯	6 只
	7	应急药箱	1 只

表 10-2 本项目拟新增的辐射防护设施一览表

类别	序号	名称	数量
辐射防护设备	1	个人剂量计	2 个
	2	铅背心	2 件
	3	铅手套	2 副
	4	铅围脖	2 套
	5	铅眼镜	2 副
	6	定向准直器	1 套
辐射安全及应急设施、设备	1	个人剂量报警仪	1 台
	2	辐射剂量监测仪器	1 台
	3	安全警示标识	若干
	4	警戒带	若干
	5	工作警示灯	2 只
	6	对讲机	2 部
	7	应急药箱	1 只

(7) 危废暂存

①产生的废显（定）影液、废胶片设置独立的危废暂存场所，上锁并由专人负责，做到防盗；危废暂存间地面进行硬化，四周设置围堰，做到防腐防渗。

②贮存场所应设置警示标示，配备称重设备，危废的容器和包装物必须粘贴危废识别标志。

③建立危险废物管理台账，定期委托有资质的单位处置，严格执行转移联单

制度。

10.2 三废的治理

本项目没有放射性三废产生。

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，不需要其他治理措施。

X 射线探伤过程中产生的废显（定）影液及废胶片属于国家危险废物名录中感光材料废物（HW16（900-019-16）），废显（定）影液年产生量约 0.4t，废胶片约 900 张。项目运行后，该部分危险废物，企业将按规范收集、贮存、处理，建立贮存台账，该部分固废定期委托有资质单位回收处理，同时做好危险废物台账，并做好危险废物转移联单记录，危废暂存间设置在企业暗室内的独立房间，采取防腐、防渗措施，设立危险废物贮存标志。

10.3 环保投资

项目环保投资估算详见下表：

表 10-3 项目环保投资估算一览表

项目	内容	费用（万元）
固废防治	危废委托处置	1
贮存场所污染防治	暂存场所依托原有	0
现场探伤污染防治	人员防护设备、监测设备、报警仪等	5
环保投资总计		6
环保投资占总投资比例		20%

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，其产生的射线是随机器的开关而产生、消失。在建设过程中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3005型（2套）。管电压和管电流分别为300kV和5mA。

现场探伤时每次仅允许在1个划定的现场区域内开启一台探伤机进行探伤，以避免交叉照射，由辐射工作人员巡查控制区及监督区内的人员滞留情况，待清场后进行探伤。鉴于现场的工作场所各不相同可类比性较差，因此本次评价采用理论计算的方法预测本项目探伤机作业时对周围环境的影响。

11.2.1 探伤区域屏蔽措施

项目探伤区域东侧为原有探伤室混凝土墙体，南侧为厂区内混凝土墙体，西侧和北侧为1mm钢板墙。具体屏蔽措施如下：

表11-1 探伤区域四周屏蔽情况

方位情况	屏蔽情况
东侧（主射方向）	700mm混凝土墙体
南侧（非主射方向）	700mm混凝土墙体
西侧（非主射方向）	1mm钢板
北侧（非主射方向）	1mm钢板

11.2.2 控制区和监督区划定

1、主射方向的控制区和监督区划定

本项目主射方向朝东，东侧紧邻原有探伤室，探伤室屏蔽墙体为厚度700mm的混凝土，可作为本项目探伤时屏蔽墙体。本项目所使用X射线探伤机管电压为300kV，查《辐射防护导论》（方杰主编）P343附图4可知，300kV的X射线探伤机的发射率常数 δ_0 为： $9\text{mGy}\cdot\text{m}^2\text{mA}^{-1}\text{min}^{-1}$ 。

300kV能量混凝土的半值层厚度为30mm，根据《辐射防护导论》（方杰主编）中在距离靶 r （m）处由X射线机产生的初级X射线束造成的空气比释动能率计算公式如下：

$$K_r = I \cdot \delta_0 \cdot (r_0 / r)^2 \dots \dots \dots \text{式 (11.1)}$$

式中：

K_r ——距离靶 r (m) 处由X射线机产生的初级X射线束造成的空气比释动能率, $mGy \cdot min^{-1}$;

I ——X射线机管电流, mA;

δ_0 ——X射线探伤机的发射率常数, $mGy \cdot m^2 mA^{-1} min^{-1}$;

r_0 ——1m。

计算可得, 1m处的未经工件屏蔽的辐射剂量率为: $9 \times 5 = 45 mGy/h$; 经墙体屏蔽后辐射剂量率为: $45/2^{(700/30)} = 4.36 \times 10^{-6} mGy/h = 4.36 \times 10^{-3} \mu Gy/h$;

根据《工业X射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)标准中规定: $15 \mu Gy/h$ 的剂量水平划定控制区; $2.5 \mu Gy/h$ 的剂量水平划定监督区; 本项目主射线X剂量率经原有探伤室墙体屏蔽后远小于规定的控制区和监督区的剂量水平。

2、漏射线控制区和监督区的划定(非主射方向)

在实际探伤过程中, 定向探伤机的主束射线所检查的工件, 射线能量根据被检工件的厚度进行调节, 有用射束大部分被工件所屏蔽。射线经工件屏蔽后的漏射线对总的剂量贡献较小。在此基础上, 建设单位须严格利用辐射剂量率仪按照边界 $15 \mu Gy/h$ 的剂量水平划定控制区, 严禁任何人进入该区域; $2.5 \mu Gy/h$ 的剂量水平划定监督区, 严禁公众人员进入该区域。

探伤区域非主射线方向屏蔽措施详见上表11-1。本计算采用屏蔽较弱的西侧、北侧进行计算(采用1mm钢板进行屏蔽)。

根据《工业X射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)标准中规定: 当X射线探伤机的管电压大于200kV时, 要求漏射线的比释动能率周围1m处的比释动能率小于 $5 mGy/h$ 。故根据泄漏辐射在关注点的剂量率计算公式:

$$H = \frac{H_L \times B}{R^2} \dots \dots \dots \text{式 (11.2)}$$

式中:

B ——屏蔽透射因子;

R ——辐射源点(靶点)至关注点的距离, 单位为米(m);

H_L ——距靶点1m处X射线管组装体的泄漏辐射剂量率, 单位为微希每小时 $\mu Sv/h$ 。

故屏蔽后漏射线控制区和监督区距离计算如下(300kV能量钢的半值层厚度为6.6mm):

(1) 控制区：当漏射线的 X 射线剂量率为 $2.5\mu\text{Gy/h}$ ，距离= $\sqrt{(5\text{mGy/h} \times 10^{-1/6.6}) / 0.0025}$ =37.5m，取 38m。

(2) 监督区：当漏射线的 X 射线剂量率为 $15\mu\text{Gy/h}$ ，距离= $\sqrt{(5\text{mGy/h} \times 10^{-1/6.6}) / 0.015}$ =15.3m，取 16m。

则300kV X射线机探伤工作时漏射线控制区和监督区的范围如下表所示：

表11-2 探伤机现场工作控制区、监督区范围（漏射线）

设备型号	最大管电压、管电流	控制区范围	监督区范围
3005型	300kV、5mA	38m	16m

综上所述，本项目以最大控制区和监督区作为本项目控制区、监督区边界。即，控制区范围为距探伤区域边界38m，监督区范围为距探伤区域边界16m。

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 $15\mu\text{Gy/h}$ 以下，监督区边界外比释动能率控制在 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 以下的划分要求，并加强管理。

亚达管道系统股份有限公司在日常探伤工作中还需落实以下要求：

(1)公司在进行 X 射线探伤过程中应注意对控制区和监督区的管理和控制，若探伤现场环境不能满足监督区的防护距离时，辐射工作人员应对 X 射线探伤机附加一定的防护装置如集光筒、活动防护罩、防护挡板、限束板等或采取其他防护措施，限制射线束中的无用射线，减小散射面积，减少散射量，屏蔽漏射线，降低探伤作业现场周围的辐射水平，缩小控制区和监督区的范围。

(2)应考虑控制器与 X 射线管和被检测物体的距离、照射方向、时间和屏蔽条件等因素，选择最佳的设备布置。操作人员尽可能利用各种屏蔽方式保护自己。为防止公众误留、误入控制区或监督区，除探伤现场事先清场，布置足够的警戒绳等围挡防止公众入内、并在关键位置布设警戒灯和警示牌提示公众外，还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。

(3)探伤作业人员应在控制区边界外操作，否则必须采取专门的防护措施；对每次工作现场情况进行记录。

(4)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，均应重新进行巡测，确定新的划区界线。

11.2.2 辐射工作人员和公众年有效剂量估算

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- γ 射线产生的外照射人均年有效剂量当量按下列公式计算：

$$P_{\text{年}} = H \cdot U \cdot T \cdot t \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots \text{式 (11.2)}$$

式中：

$P_{\text{年}}$ ——年有效剂量，mSv/a；

H——关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

U——使用因子， $U=1$ ；

T——居留因子；

t——年工作时间，h/a。

(1) 辐射工作人员

X 射线室外探伤需根据现场情况对探伤检测现场划分控制区和监督区，控制区边界空气比释动能率应不大于 $15\mu\text{Gy/h}$ ，监督区边界空气比释动能率应不大于 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 。探伤工作人员应在控制区外操作，现场与探伤无关的其他人员（公众）不得进入监督区。公司拟为本项目配备 2 名辐射工作人员，共同承担，1 名负责射线机的操作，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。该公司预计年拍片量为 9000 张，单次探伤曝光时间最长为 2min；X 射线探伤机有延时开机功能，操作人员开机后马上退至控制区边界处。则每年每位辐射工作人员开展 X 射线最大探伤时间约为 400h，且在上述偏保守的条件下，取居留因子 $T=1$ 。故可计算出该辐射工作人员的年附加有效剂量当量约为 4.5mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值要求。

(2) 公众人员及保护目标

因项目探伤时主射方向朝东，项目控制区、监督区范围内均无环境敏感保护目标。根据操作规范，在探伤前，探伤部门将批准的探伤时间和地点通知各个部门，探伤前进行巡查，并设置警戒线，确保没有无关人员停留。因此，只要根据本报告严格进行控制区和监督区的划分管理，认真落实作业前的清场、警戒绳及警戒灯的放置工作及巡检工作，现场探伤时监督区内不会有其他公众成员。因此，

其他公众成员不会受到额外的辐射照射，故对公众成员的影响较小。

11.2.3 其他废物排放对环境影响分析

X射线探伤产生的臭氧、氮氧化物等很少，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。

X射线探伤过程中产生的废显（定）影液及胶片属于国家危险废物名录中感光材料废物 HW16（900-019-16），并无放射性，该部分危险废物定期委托有资质单位回收处置，危废暂存间按照要求进行地面硬化，做到防腐防渗，对周围环境几乎不会造成影响。X射线探伤机运行时无其它固体废弃物产生。

11.3 事故影响分析

11.3.1 事故工况

公司拟使用的X射线探伤机属于II类射线装置，可能的事故工况主要有以下几种情况：

（1）仪器故障：可能发生的事故为X射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）未分区管理：X射线探伤机在照射状态，作业现场未标划安全防护区、未设置警戒线或者曝光前未清查现场，使人员误入或者误留辐射区，可导致较大剂量照射，可能造成辐射损伤，或探伤作业人员未按规定撤离到安全区域。

（3）误照：在探伤现场没有搞好警戒工作，工作人员和公众误留在警戒区内，使工作人员或公众造成不必要照射或在未确定放置胶片的工作人员远离X射线探伤机的情况下，操作控制台的工作人员开机照射，往往会造成大剂量的误照。

11.3.2 事故后果

发生辐射事故时，事故单位应当立即切断电源、保护现场，并立即启动本单位的辐射事故应急方案，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，应首先向当地环境保护部门和公安部门报告，造成或可能造成超剂量照射的，还应当同时向当地安监行政部门报告。对于射线装置被盗事故还应向公安部门报告。

11.3.3 事故预防措施

（1）从事X探伤的工作人员必须经过有关部门的专业培训，具备上岗资格

证，业务熟练；严格遵守探伤机使用管理规定和操作规程，禁止违章操作、野蛮作业；作好探伤机的日常维护保养，定期检查，保证X探伤机始终处于完好状态。操作过程中，设备发生任何故障都要立即停机，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）为防止开展移动探伤时，公众误留、误入控制区或监督区，除探伤现场事先清场，布置足够的警戒绳等围挡防止公众入内、并在关键位置布设警戒灯和警示牌提示公众外，还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。

（3）射线装置在调试和使用时，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。

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

企业需按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等要求,设立专门的辐射安全与环境保护管理机构,监督各项制度的落实,并制定落实环境监测计划和事故应急预案。

公司已制定了室内探伤的《放射防护安全管理机构及职责》。本次需新增室外探伤管理机构和职责,内容包括:

(1) 确定辐射工作安全责任人,设置以行政主管领导为组长的辐射防护领导机构,并指定专人负责射线装置运行时的安全和防护工作。

(2) 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。

(3) 辐射防护领导机构应加强监督管理,切实保证公司各项规章制度的实施。

12.2 辐射安全管理规章制度

亚达管道系统股份有限公司已根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《工业X射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)规定制定了一系列室内探伤的辐射安全管理制度,本次需新增室外探伤操作的安全管理制度,内容包括:

1、制定《辐射安全防护管理机构及职责》

(1) 公司须按法律法规要求,尽快向有权限的环保部门申请办理《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;

(2) 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、制定《X 射线探伤机安全操作规程》

(1) 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。

(2) 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、制定《辐射工作人员岗位职责》

公司分别制定评片人员、检测拍片操作人员和暗室处理人员职责。

4、制定《辐射防护和安全保卫制度》

(1) 射线装置的使用场所，应有开机工作警示灯，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。

(2) 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。

(3) 废液回收协议，该公司将废显（定）影液统一存放，并与有资质的单位签订回收协议。

5、制定《设备检修和维护制度》

对可能引起操作失灵的关键零配件及时进行更换。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、制定《自行检查和年度评估制度》

(1) 定期对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。

(2) 公司应当编写探伤机使用的安全和防护状况年度评估报告，于每年年底前上报许可证审批机关备案，接受行政机关的监督检查。

上述制度须符合国家法律法规的要求，且根据本次新增的室外探伤，需新增制度中室外探伤的相关内容。后期企业应根据实际工作情况不断补充完善各种辐射环境管理规章制度，相关辐射安全管理规章制度应张贴于工作现场。

12.3 健康管理与安全培训

(1) 公司配备的辐射工作人员已参加有资质单位组织的辐射安全与防护培训并取得初级以上培训合格证后方可上岗。

(2) 公司已为每位现场探伤辐射工作人员配备个人剂量计、直读剂量计和个人剂量报警仪，个人剂量计每3个月应送有资质单位检测一次，建立个人剂量档案，并加强档案管理。

(3) 公司应组织辐射工作人员进行上岗前的职业健康检查，放射工作人员在岗期间职业健康检查的周期不得超过2年。辐射工作人员离开工作岗位的也应进行职业健康检查。企业应在工作人员年满75岁之前，为他们保存职业照射记录。在工作人员停止辐射工作后，其照射记录至少要保存30年。

12.4 辐射监测

12.4.1 监测仪器

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》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。企业应为辐射工作人员配备个人剂量计、直读剂量计个人剂量报警仪，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。且各类仪器均需定期送至有资质单位进行检验、校对，确保可以正常使用。

12.4.2 设备及工作场所检查

1、定期检查 X 射线探伤机的安全性能，防止射线泄漏，周期：每年 1~2 次；

2、每次开展移动探伤，应加强 X 射线现场探伤作业的边界巡查与监测。

12.4.3 环境及检测场所监测

公司须定期（每年 1 次）请有资质的单位对 X 射线现场探伤周围环境进行监测，并建立监测技术档案。并完成每年度的辐射安全评估报告，上报行政主管部门。

1、监测频度：每年常规监测一次。

2、监测范围：现场探伤围绕控制区、监督区边界测量辐射水平，并按不超过 $15 \mu\text{Gy/h}$ 、 $2.5 \mu\text{Gy/h}$ 的要求进行。

3、监测内容：X- γ 辐射剂量率。

4、监测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存。

12.4.4 个人计量监测

辐射工作人员均应配备个人剂量计，个人剂量仪每 3 个月到相关部门检测一次，并建立了个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。

12.4.5 职业健康检查

1、放射工作单位应当组织上岗后的放射工作人员定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不应超过 2 年，必要时可增加临时性检查。对于新上岗工作人员，做好上岗前的健康体检，合格者才能上岗；在本单位从事过辐射工作的人员在离开工作岗位时也要进行健康检查。

2、公司须组织所有从事辐射操作的工作人员参加有资质单位的辐射防护培训，经考核合格并取得相应资格上岗证后才能上岗。

12.5 辐射事故应急

亚达管道系统股份有限公司已针对室内探伤制定了辐射事故应急方案。另需补充应针对 X 射线探伤机可能产生的辐射事故情况制定事故应急预案，应急预案内容应包括：

- (1) 应急机构和职责分工；
- (2) 应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- (3) 应急响应计划及应急程序、联系人员及联系电话等；
- (4) 辐射事故分级与应急响应措施；
- (5) 辐射事故调查、报告和处理程序；
- (6) 定期应急演练。

发生辐射事故时，公司应立即启动本单位的辐射事故的应急预案，采取应急措施，并在事故发生 2 小时内向当地县（市、区）或者设区的市环境保护部门、公安部门报送辐射事故初始报告；造成或者可能造成人员辐射伤害的，还应同时向当地安监部门报告。

因此，公司应按相关法律法规规定，完善并加强管理，使射线装置始终处于受控状态。

12.6 其他

本项目环评报批后，公司需及时向相关部门申领许可证。公司须在取得辐射

安全许可证后，才能进行 X 射线现场探伤作业，并在投入试运行 3 个月内自主开展建设项目竣工环境保护验收。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 实践的正当性

X射线探伤机实现对工件的无损检测，以保证产品的质量和生产的安全。该射线装置运行时所致辐射工作人员和周围公众的剂量辐射符合《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。因此，只要按规范操作，亚达管道系统股份有限公司使用移动X射线探伤系统符合“实践的正当性”原则。该公司使用移动X射线探伤系统目的也是正当可行的。

13.1.2 选址、布局的合理性

亚达管道系统股份有限公司地址位于嘉兴市南湖区新丰工业区，企业东侧为新竹路，隔路为嘉兴亚一达特种钢铸造公司和农田，以东为农居；南侧和西侧均为农田；北侧为新大公路。现场探伤区域位于企业内部，经采取相关防护措施后，其选址合理可行。

13.1.3 辐射防护安全措施

公司应制定有X射线现场探伤操作规程及移动探伤流程，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射线探伤工作尽可能地安排在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、铅背心、铅手套、铅围脖、铅眼镜、个人剂量报警仪等防护用品，具体内容详见表 10-1。

13.1.4 辐射环境影响结论

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》（GB18871-2002）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 辐射环境管理制度

公司需成立辐射防护安全管理机构，并以文件的形式明确各成员管理职责。还须制定《辐射防护安全管理工作制度》《射线设备安全操作规程》《辐射工作人员岗位职责》《射线设备台帐登记管理制度》《自行检查和年度评估制度》《设备检修和维护制度》《监测方案》《辐射事故应急预案》《辐射防护和安全保卫制度》《辐射工作人员健康管理和培训制度》等辐射安全管理制度。

上述制度须符合国家法律法规的要求且企业应根据实际生产情况不断补充完善各种辐射环境管理规章制度，相关辐射安全管理制度应张贴于工作现场。

13.1.6安全培训及健康管理

(1) 公司应组织辐射工作人员参加有资质单位组织的辐射安全与防护培训并取得初级以上培训合格证后方可上岗，并按要求每四年参加一次复训。

(2) 公司辐射工作人员均须配备个人剂量计，个人剂量计每3个月送有资质单位检测一次，建立个人剂量档案，并加强档案管理。

(3) 公司应组织辐射工作人员进行上岗前的职业健康检查，放射工作人员在岗期间职业健康检查的周期为1年~2年，但不得超过2年，必要时，可适当增加检查次数。辐射工作人员离开工作岗位的也应进行职业健康检查。企业应在工作人员年满75岁之前，为他们保存职业照射记录。在工作人员停止辐射工作后，其照射记录至少要保存30年。

综上所述，亚达管道系统股份有限公司X射线现场探伤项目，在落实本评价报告所提出的各项污染防治措施和辐射管理计划后，该公司将具备与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和辐射安全防护措施，其X射线探伤机现场作业时对周围环境产生的影响符合辐射环境保护的要求，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设是可行的。

13.2 建议和承诺

(1) 该项目运行后，企业应强化内部管理监督，培育单位安全文化，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

(2) 在取得辐射安全许可证后方可使用射线装置，项目投入试生产（试运行）后三个月内进行自主验收。

(3) 贮存场所不能用于开展探伤机试机及维修活动。否则，须另做报批。

(4) 根据业务开展情况，需适时增加相应的辐射管理人员及辐射工作人员等。

表 14 审批

亚达管道系统股份有限公司位于嘉兴市南湖区新丰工业区，是一家专业生产钢管、弯头、法兰等产品的有限责任公司。企业已实施年产不锈钢管 1100 吨、管件 50 万件、法兰 1500 吨和阀门 2 万台套项目。因企业生产发展需要，企业计划于 2018 年购买 2 套 3005 型的 X 射线探伤机，在厂区内部指定区域，利用 X 射线探伤装置对钢结构产品进行现场探伤操作，以保证产品的质量和生产的安全。办理环评前，我公司作出以下承诺：

环评内容本人已认真阅读，其地理位置、建设内容和规模、周边环境、主要污染物及环境影响等环评所列内容，已经本单位（本人）核实，均符合本项目实际情况，同意报告建议的各项污染防治措施，并按环评报告要求落实，严格执行“三同时”制度，做到达标排放。如存在虚报、瞒报或未能按环评报告要求落实相关措施而导致一切后果，均由本单位全部负责。

亚达管道系统股份有限公司（公章）

经办人（签字）：

年 月 日

预审意见（主管部门或当地政府）：

同意上报审批，并督促建设单位落实相关承诺措施。

（公章）

经办人（签字）：

年 月 日

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

