

核技术利用建设项目

X 射线探伤机及探伤室应用项目

环境影响报告表

肥城天河机械科技有限公司

2021 年 8 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

X 射线探伤机及探伤室应用项目

环境影响报告表

建设单位名称：肥城天河机械科技有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：山东省泰安市肥城市潮泉镇工业园区

邮政编码：271600

联系人：李扬

电子邮箱：455547804@qq.com

联系电话：18535891276

表 1 项目基本情况

建设项目名称		X 射线探伤机及探伤室应用项目			
建设单位		肥城天河机械科技有限公司			
法人代表	鲍明河	联系人	李扬	联系电话	18535891276
注册地址		肥城市潮泉镇工业园区			
项目建设地点		山东省泰安市肥城市潮泉镇工业园区，厂区内三车间外西北侧			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	50	项目环保投 资 (万元)	30	投资比例(环 保投资/总投 资)	60.00%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积	约 81.51m ² (曝光室)
应用 类 型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类(医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放 射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
其他	/				
1 项目概述					
1.1 公司简介					
<p>肥城天河机械科技有限公司（曾用名：肥城市天河酒精设备厂）成立于 2007 年 04 月 11 日，注册资本伍仟万元整，公司经营范围为：火箭发射设备研发和制造；特种设备制造；通用设备制造；环境保护专用设备制造；食品、酒、饮料及茶生产专用设备制造等。公司厂址位于山东省泰安市肥城市潮泉镇工业园区，公司于 2006 年开展了“酒精设备生产线项目”，该项目环境影响报告表于 2006 年 7 月 5 日取得肥城市环境保护局的批复，并于 2012 年 8 月</p>					

9日通过肥城市环境保护局竣工环境保护验收（环验[2012]12080901号）。

公司所在地理位置见图 1-1，周边影像关系见图 1-2。

1.2 本项目建设规模

公司于 2008 年在厂区内三车间外西北侧位置建设了单层探伤室 1 座，包括曝光室、控制室、洗片室及评片室，拟用于对压力容器进行无损检测。探伤室建成之后，受市场影响，公司将此业务暂时搁置，未购置探伤机继续开展此业务，探伤室目前作为厂区临时仓库使用。根据公司生产计划的调整，现拟购置 XXH-2505 型周向 X 射线探伤机、XXQ-2505 型定向 X 射线探伤机各 1 台，于曝光室内使用 X 射线探伤机，对公司生产的压力容器进行无损检测。经现场勘查，本项目探伤室已建成，X 射线探伤机尚未购置。

公司无其他核技术利用项目，本次属首次开展核技术利用建设项目。本次评价涉及的射线装置参数见表 1-1。

表 1-1 本次评价涉及的射线装置参数表

装置名称	型号	意向厂家	数量	类别	最大管电压	最大管电流	使用状态	工作场所	用途
X 射线探伤机	XXH-2505	丹东	1 台	II 类	250kV	5mA	拟购	曝光室	无损检测
X 射线探伤机	XXQ-2505	丹东	1 台	II 类	250kV	5mA	拟购	曝光室	无损检测

本项目 X 射线探伤机用于室内探伤作业（固定场所探伤），核技术利用类型属使用 II 类射线装置。

1.3 选址合理性和实践正当性分析

1.3.1 选址合理性

公司现有生产项目环保手续齐全。本项目探伤室建设于厂区内部，不新增用地。探伤室拟建于三车间外西北侧，为单层建筑，曝光室工件进出防护门外为过道、三车间，且安装轨道延伸至三车间内，方便三车间内生产完成的工件进出探伤室。

经现场勘查，本项目探伤室位于厂区三车间外西北侧，其中探伤室北侧为厂区内空地、厂区围墙、肥城圣地安公司，探伤室东侧为通道、三车间，探伤室南侧为厂区内道路、仓库，探伤室西侧为厂区内空地、围墙、农田。曝光室评价范围内存在 1 处厂区外环境敏感目

图1-1 本项目地理位置示意图 比例尺1:75万

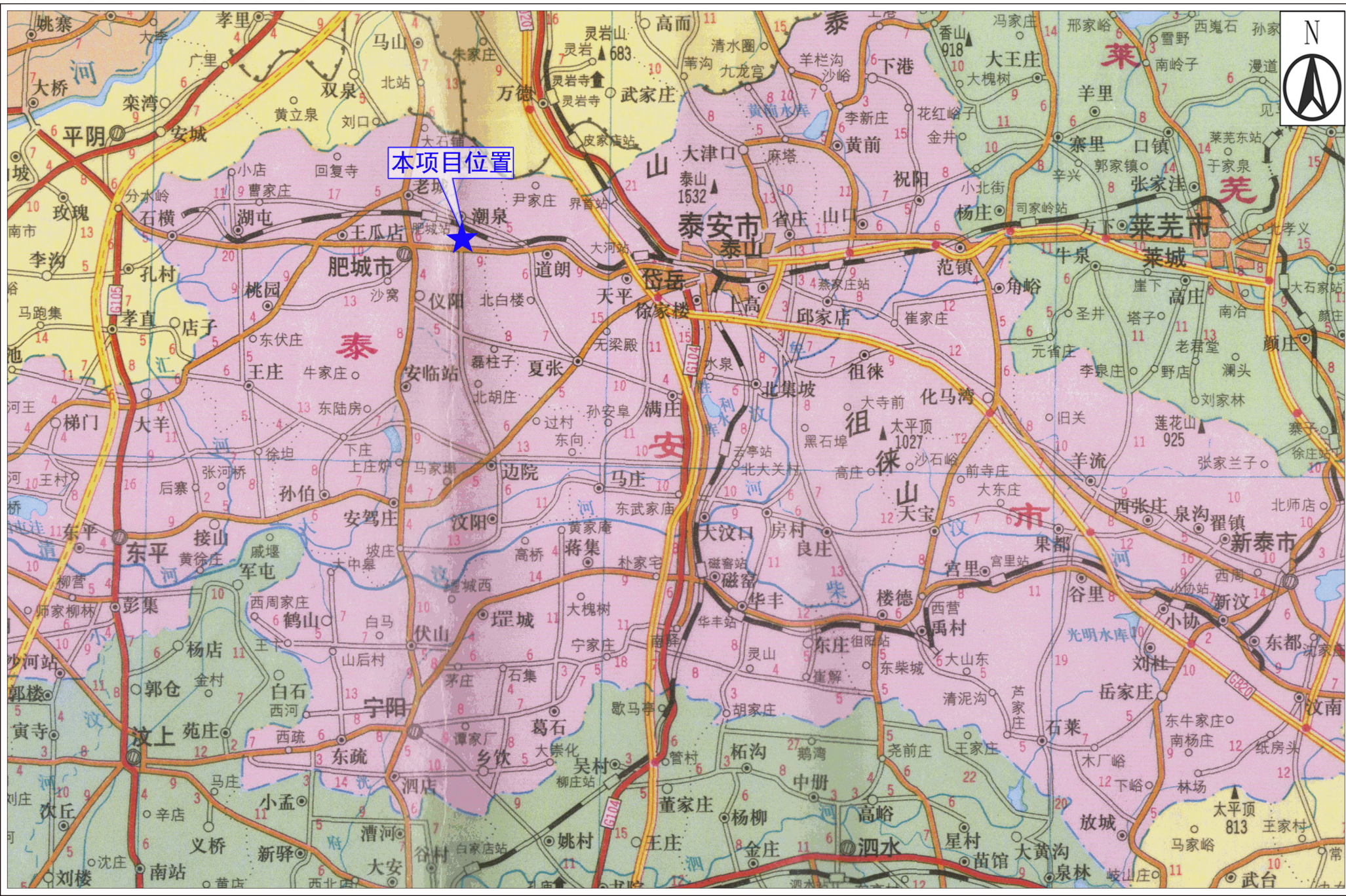


图1-2 本项目周边关系影像图 比例尺1:2500



标，为曝光室北侧 10m 处的肥城圣地安公司；存在 2 处厂区内环境敏感目标，为曝光室东侧 1m 处的三车间和南侧 48m 处的仓库，评价范围内无居民区、学校等人员密集区，因此本项目选址合理可行。

1.3.2 实践正当性

本项目使用 X 射线探伤机对压力容器进行无损检验，有利于提高公司的生产技术和产品质量，具有良好的经济效益和社会效益，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的辐射防护“实践正当性”的要求。

1.4 产业政策符合性分析

本项目所服务的主体工程为“酒精设备生产线项目”，该项目不属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中限制类和淘汰类，符合国家产业政策，本项目为使用 X 射线探伤机进行室内无损探伤，属服务于公司主体建设项目的辅助项目，因此符合产业政策。

1.5 目的和任务的由来

公司在生产压力容器过程中，需使用 X 射线探伤机对其焊缝进行无损检验。由于 X 射线在穿透物体过程中与物质发生相互作用，缺陷部位和完好部位的透射强度不同，底片上相应部位会呈现黑度差，评片人员则根据黑度变化判断缺陷情况并评价产品质量。通过及时检测和信息反馈，使生产人员及时调整焊接工艺及参数，从而保证产品质量。

X 射线探伤机在工作过程中可能对环境产生一定的辐射影响。为保护环境和公众利益，根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规对伴有辐射建设项目环境管理的规定，肥城天河机械科技有限公司委托我公司对其 X 射线探伤机及探伤室应用项目进行辐射环境影响评价。接受委托后，在进行现场调查与核实、辐射环境现状检测、收集和分析有关资料、预测估算等基础上，我单位于 2021 年 8 月编制完成了《肥城天河机械科技有限公司 X 射线探伤机及探伤室应用项目环境影响报告表》。

表 2 射线装置

X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线探伤机	II 类	1 台	XXH-2505	250	5	无损探伤	曝光室	南北周向
2	X 射线探伤机	II 类	1 台	XXQ-2505	250	5	无损探伤	曝光室	定向向北

表 3 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
废胶片 (HW16 900-019-16)	固态	/	/	0.075kg	0.9kg	/	危废间	委托具有危废处置资质的单位处理
废显（定）影液 (HW16 900-019-16)	液态	/	/	0.17kg	2kg	/	危废间	委托具有危废处置资质的单位处理
非放射性废气	气态	/	/	少量	少量	/	/	通过机械排风装置排至曝光室北侧外部环境

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/m³；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/m³）和活度（Bq）。

表 4 评价依据

<p>法规 文件</p>	<ol style="list-style-type: none"> 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，2015.1.1 施行； 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 24 号，2018.12.29 修订后施行； 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，2003.10.1 施行； 4. 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，中华人民共和国主席令第 43 号公布，2020.4.29 修订，2020.9.1 施行； 5. 《建设项目环境保护管理条例（2017 修订）》，国务院令第 682 号，2017.10.1 施行； 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，2005.12.1 施行，2014.7.29 第一次修订，2019.3.2 第二次修订； 7. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境保护总局令第 31 号，2006.3.1 施行，2021.1.4 第四次修订； 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，2011.5.1 施行； 9. 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，生态环境部令第 16 号公布，2021.1.1 施行； 10. 《关于发布〈射线装置分类〉的公告》，环境保护部与国家卫生和计划生育委员会公告，2017 年第 66 号，2017.12.5 施行； 11. 《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》，国家环境保护总局，环发〔2006〕145 号，2006.9.26 施行； 12. 《山东省辐射污染防治条例》，山东省人民代表大会常务委员会公告第 37 号，2014.5.1 施行； 13. 《山东省环境保护条例》，山东省第十三届人大常务委员会第七次会议，2018.11 修订，2019.1.1 施行； 14. 《国家危险废物名录》，生态环境部令第 15 号，2021.1.1 施行。
------------------	---

<p>技术标准</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016); 2. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002); 3. 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015); 4. 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014); 5. 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021); 6. 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021); 7. 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)。
<p>其他</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 肥城天河机械科技有限公司 X 射线探伤机及探伤室应用项目环境影响评价委托书; 2. 《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》(山东省环境监测中心站, 1989 年)。
<p> </p>	

表 5 保护目标与评价标准

5.1 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》(HJ 10.1-2016) 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”。

本项目为在曝光室内使用 X 射线探伤机，本次评价范围为曝光室四周屏蔽体外 50m 的范围。

5.2 保护目标

本项目保护目标为评价范围内活动的职业人员和公众成员。其中职业人员为在控制室、洗片室及洗片室内进行探伤相关作业的辐射工作人员，公众成员主要为肥城圣地安公司的工作人员、周围本公司的工作人员及偶然经过的其他公众等。保护目标情况见表 5-1。

表 5-1 本项目周围主要保护目标情况

保护目标	人数	区域	距离
职业人员	2	控制室、洗片室及评片室	曝光室南侧，与曝光室相邻
公众成员	<20	肥城圣地安公司	曝光室北侧约 10m~50m
	<40	本公司三车间	曝光室东侧约 1m~50m
	<10	本公司仓库	曝光室南侧约 48m~50m
	<20	偶然经过的其他公众成员	0~50m

5.3 评价标准

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职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

- a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），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 1/10 (2mSv) 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 1/10 (0.1mSv) 作为公众成员的年管理剂量约束值。

2. 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)

剂量目标控制限值执行《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)。

3.1 设备技术要求

3.1.1 X 射线管头组装体

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如下要求。

表 5-2 X 射线管头组装体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 ⁻¹
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

3.1.2 控制台

3.1.2.1 应设置有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。

3.1.2.2 应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。

3.1.2.3 控制台或 X 射线管头组装体上应设置与探伤室防护门联锁的接口，当所有能进入探伤室的门未全部关闭时不能接通 X 射线管管电压；已接通的 X 射线管管电压在任何一个探伤室门开启时能立即切断。

3.1.2.4 应设有钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

3.1.2.5 应设置紧急停机开关。

3.1.2.6 应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

4.1 防护安全要求

4.1.1 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尽量避开有用线束照射的方向。

4.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。

4.1.3 X 射线探伤室墙和入口门的辐射屏蔽应同时满足：

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

4.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

b) 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 $100 \mu\text{Sv/h}$ 。

4.1.5 探伤室应设置门-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 射线装置，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。

4.1.6 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。

4.1.7 照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。

4.1.8 探伤室内外醒目位置处应有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。

4.1.9 探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。

4.1.10 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。

4.1.11 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。

综上所述，本次评价以 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 作为曝光室四周剂量率参考控制水平。本项目探伤室顶部不需要人员到达，因此，以 $100 \mu\text{Sv/h}$ 作为曝光室顶剂量率参考控制水平。

表 6 环境质量和辐射现状

6.1 项目地理位置

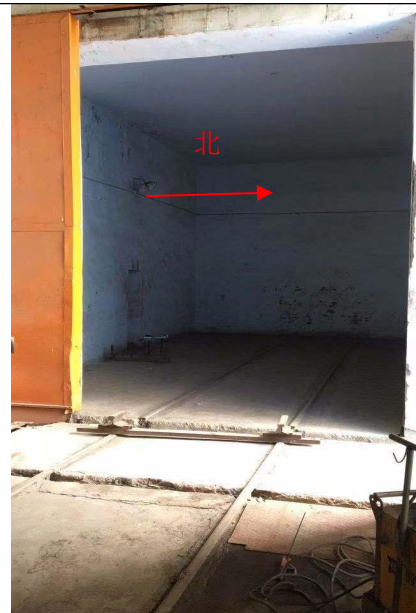
公司厂区位于泰安市肥城市潮泉镇工业园区，本项目探伤室位于公司厂区内三车间外西北侧，公司厂区总平面布置见图 6-1，曝光室四周环境详见表 6-1，现场勘查时周围环境现状照片见图 6-2。

表 6-1 本项目曝光室周围环境一览表

名称	方向	场所名称	距场所距离
曝光室	南面	控制室、洗片室、评片室	0~5m
		厂区内道路	5~48m
		仓库	48~50m
	西面	厂区内空地	0~3m
		农田	3m~50m
	北面	厂区内空地	0~10m
		肥城圣地安公司	10~50m
	东面	通道	0~1m
三车间		1~50m	



本项目探伤室



曝光室



洗片室



评片室



控制室



小防护门



大防护门



探伤室西侧（厂区内空地）

	
探伤室南侧（厂区内道路）	探伤室东侧（三车间）
	/
探伤室北侧（厂区内空地、肥城圣地安公司）	/

图 6-2 探伤室周围情况现状照片（拍摄于 2021 年 7 月）

6.2 环境天然辐射水平

根据山东省环境监测中心站对山东省环境天然放射性水平的调查，泰安市环境天然 γ 空气吸收剂量率见表 6-3。

表 6-3 泰安市环境天然辐射水平（ $\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ）

监测内容	范 围	平均值	标准差
原 野	2.99~14.23	6.55	1.93
道 路	1.84~16.74	5.30	2.67
室 内	4.63~21.84	10.36	2.62

注：表中数据摘自《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》，山东省环境监测中心站，1989 年。

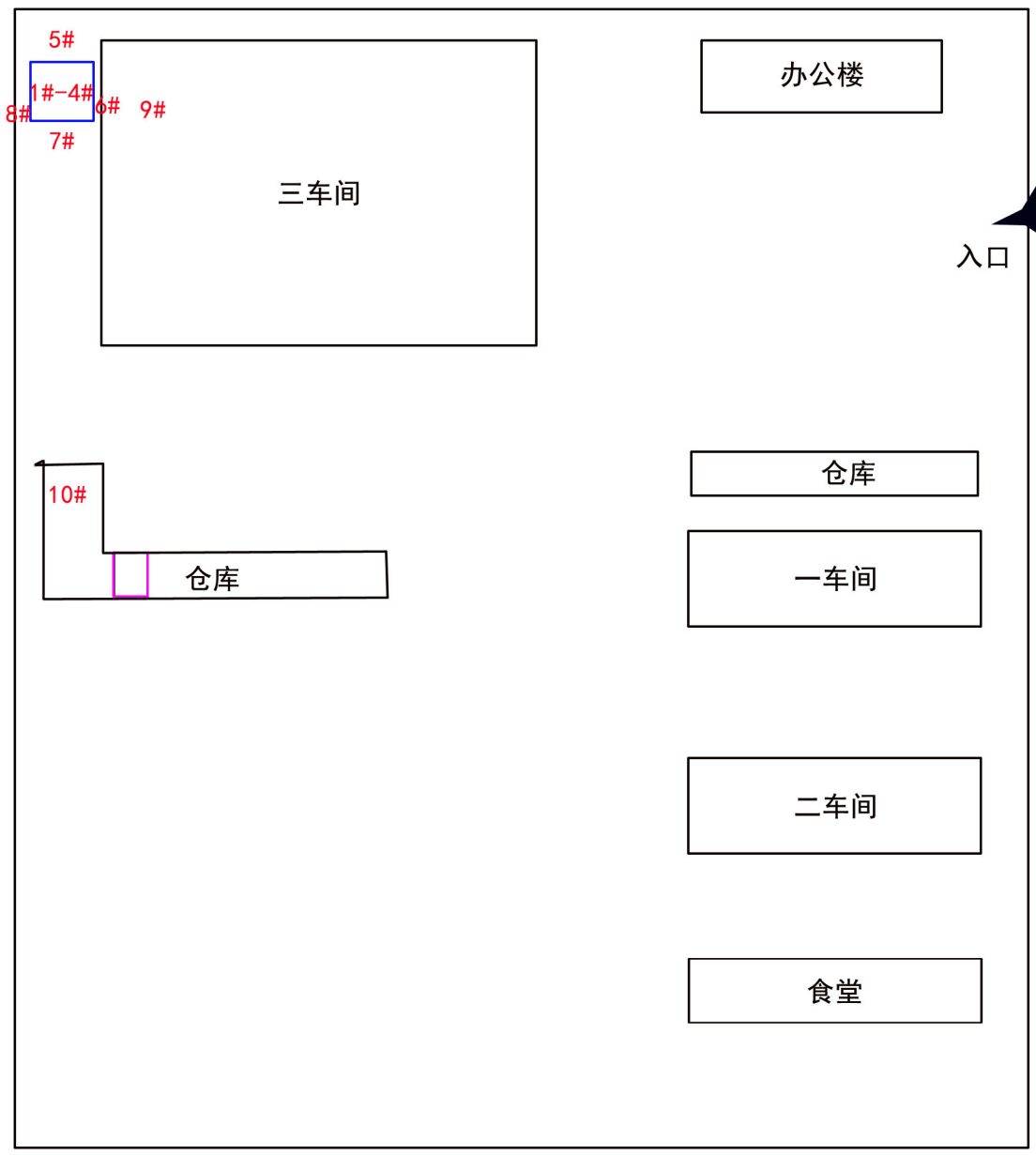
6.3 环境质量和辐射现状

图6-1 公司厂区平面布置图 比例尺1:1350



肥城圣地安公司

11#



本项目探伤室

1#-11#

辐射环境现状检测布点



本项目依托危废间

6.3.1 检测方案

本次对探伤室及周围的环境 γ 空气吸收剂量率进行检测。检测方案如下所示：

1. 环境现状评价对象

探伤室及周围辐射环境现状。

2. 检测因子

环境 γ 空气吸收剂量率。

3. 检测点位

本次于探伤室建设区域及周围布设 11 个检测点，检测布点示意图见图 6-1。

6.3.2 质量保证措施

1. 检测单位

本次评价委托具备辐射检测资质的济南中威检测技术有限公司开展检测，该公司已取得生态环境认证。

2. 检测仪器

设备名称	技术指标
便携式 x- γ 剂量率仪	测量范围：(1~10000) $\times 10^{-8}$ Gy/h； 测量精度：0.1 $\times 10^{-8}$ Gy/h； 能量响应：25keV~3MeV，极限偏差 $\pm 15\%$ ； 对宇宙射线的能量响应：极限偏差 $\pm 15\%$ （以 RSS-111 高压电离室为标准）； 剂量率指示的固有误差： $\pm 10\%$ ； 角响应：对 ^{137}Cs ， $0^\circ \sim 120^\circ$ ，极限偏差 $\pm 15\%$ 。

3. 检测方法

依据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021) 等标准要求和方法进行现场测量。将仪器接通电源预热 15min 以上，仪器探头离地 1m，设置好测量程序，仪器自动读取数据，计算均值和标准偏差。

4. 其他保证措施

本次由两名检测人员共同进行现场检测，由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。检测时获取足够的数量，以保证检测结果的统计学精度。建立完整的文件资料。仪器校准（测试）证书、检测布点图、测量原始数据、统计处理记录等全部保留，以备复查。检

测报告严格实行三级审核制度，经过校对、审核，最后由技术负责人审定。

6.3.3 检测时间与条件

2021年8月9日，温度：23.1℃；湿度：42%RH；天气：晴。

6.3.4 检测结果

环境 γ 空气吸收剂量率现状值检测结果见表6-2。

表6-2 环境 γ 空气吸收剂量率检测结果 单位： $\times 10^{-8}\text{Gy/h}$

检测点位	点位描述	平均值	标准差
1#	曝光室中间位置	8.3	0.0
2#	曝光室南侧控制室内	8.1	0.2
3#	曝光室南侧洗片室内	8.3	0.1
4#	曝光室南侧评片室内	8.3	0.1
5#	探伤室北侧厂区内空地	5.3	0.1
6#	探伤室东侧通道	7.7	0.2
7#	探伤室南侧厂区内道路	6.7	0.1
8#	探伤室西侧厂区内空地	4.9	0.2
9#	探伤室东侧1m处公司三车间	8.8	0.2
10#	探伤室南侧48m处公司仓库	8.4	0.1
11#	探伤室北侧10m处肥城圣地安公司	8.5	0.2

注：上表中 γ 空气吸收剂量率检测结果均已扣除宇宙射线响应值（ $1.75 \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ）。

6.3.5 环境现状调查结果评价

由表6-2的检测数据表明，本项目探伤室建设区域及周围的环境 γ 空气吸收剂量率现状值为（4.9~8.8） $\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ，处于泰安市环境天然放射性水平范围内[道路（1.84~16.74） $\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 、室内（4.63~21.84） $\times 10^{-8}\text{Gy/h}$]。

表 7 项目工程分析与源项

7.1 施工期工艺流程简述

本项目探伤室已建成，本次施工期不涉及土建，主要为安全防护设施的安装，建设期主要影响为噪声、固体废物等。施工期可能的污染因素主要为常规环境要素，不产生辐射影响。

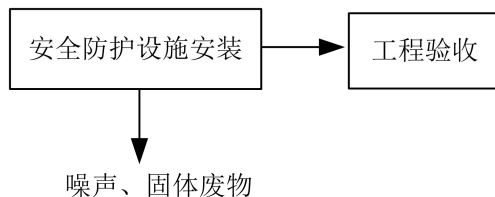


图 7-1 施工期工艺流程及产污环节示意图

7.2 营运期工艺流程简述

7.2.1 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、钼等）制成。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。这些高速电子到达靶面作用的物

致辐射即为 X 射线。典型的 X 射线管结构见图 7-2。

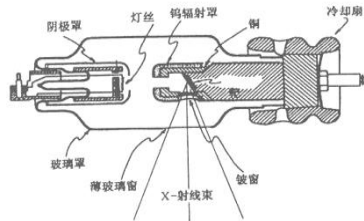


图 7-2 典型的 X 射线管结构图

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，当射线在穿过缺陷时其衰减明显减少，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缺陷所在的位置，X 射线探伤机就据此实现探伤目的。

4. X 射线探伤机主要技术参数

本项目拟购置的 X 射线探伤机主要技术参数见表 7-1。

表 7-1 本项目 X 射线探伤机主要技术参数表

型 号	输出电压	输出电流	焦点尺寸 (mm)	射线管辐射角	最大穿透钢	照射方向
XXH-2505	150~250kV	5mA	1.0×2.4	360×30°	35mm	南北周向
XXQ-2505	150~250kV	5mA	2.0×2.0	40° +5°	40mm	定向向北

7.2.2 工作流程

X 射线探伤机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。

工作人员在进行 X 射线探伤前，先在被探伤物件的焊缝处贴上胶片，将探伤工件经轨道和拖车运至曝光室内预定位置后，将探伤机放置在工件内或工件南侧，人员离开曝光室，关闭防护门，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，冲洗照片、观察照片、出具探伤报告。X 射线探伤机存放于曝光室内，不另行设置贮存场所。其工作流程示意图见图 7-3。

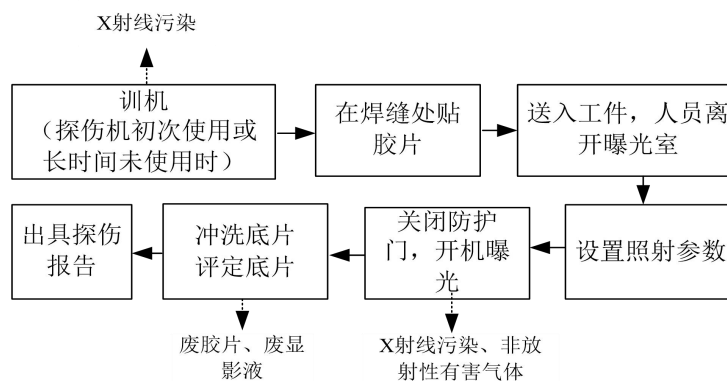


图 7-3 X 射线探伤机工作流程及产污环节示意图

6.2.3 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，本项目探伤机累计检测工件不超过 20 件，每个工件探伤焊缝数不超过 5 个，每个焊缝曝光时间不超过 3min，本项目年曝光时间不超过 5h。

7.3 污染源项描述

7.3.1 施工期污染因素分析与评价因子

1、噪声

安装设备产生突发或不连续性的敲打撞击噪声。

2、固体废物

固体废物主要是相关设备废包装物，产生量较少。

综上，施工期主要环境影响评价因子为：噪声、固体废物。

7.3.2 营运期污染因素分析与评价因子

1. 放射性废物

本项目不产生放射性固体废物、放射性废水和放射性废气。

2. X 射线

X 射线探伤机开机后产生 X 射线，对周围环境产生辐射影响，关机后 X 射线随之消失。

3. 非放射性污染因素分析

系统产生的 X 射线会使空气电离。空气电离产生臭氧(O₃)和氮氧化物(NO_x)，在 NO_x 中以 NO₂ 为主。它们是具有刺激性作用的非放射性有害气体。本项目中，臭氧和氮氧化物的产生量

均较小。

此外，探伤完成后的洗片、评片过程会产生废显（定）影液和废胶片，属于《国家危险废物名录》（2021年）规定的危险废物，废物类别为“HW16 感光材料废物”，废物代码为“900-019-16”，为其他行业产生的废显（定）影剂、胶片及废像纸。根据公司提供的资料，结合本项目的工作负荷，预计每年拍片约 100 张，每张片子平均约 9g，胶片产生量约 0.9kg/a，洗 2000 张片子约产生废显（定）影液约 40kg，则本项目废显（定）影液预计产生量共计约 2kg/a。

综上所述，本项目营运期环境影响评价的评价因子为 X 射线、非放射性有害气体、废胶片和废显（定）影液，评价重点为 X 射线。

表 8 辐射安全与防护

8.1 项目安全与防护

8.1.1 项目分区

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 中规定,“应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成内部区域划为控制区,与墙壁外部相邻区域划为监督区”。公司拟将曝光室内部设置为控制区,曝光室周围的洗片室、评片室及控制室划分为监督区。

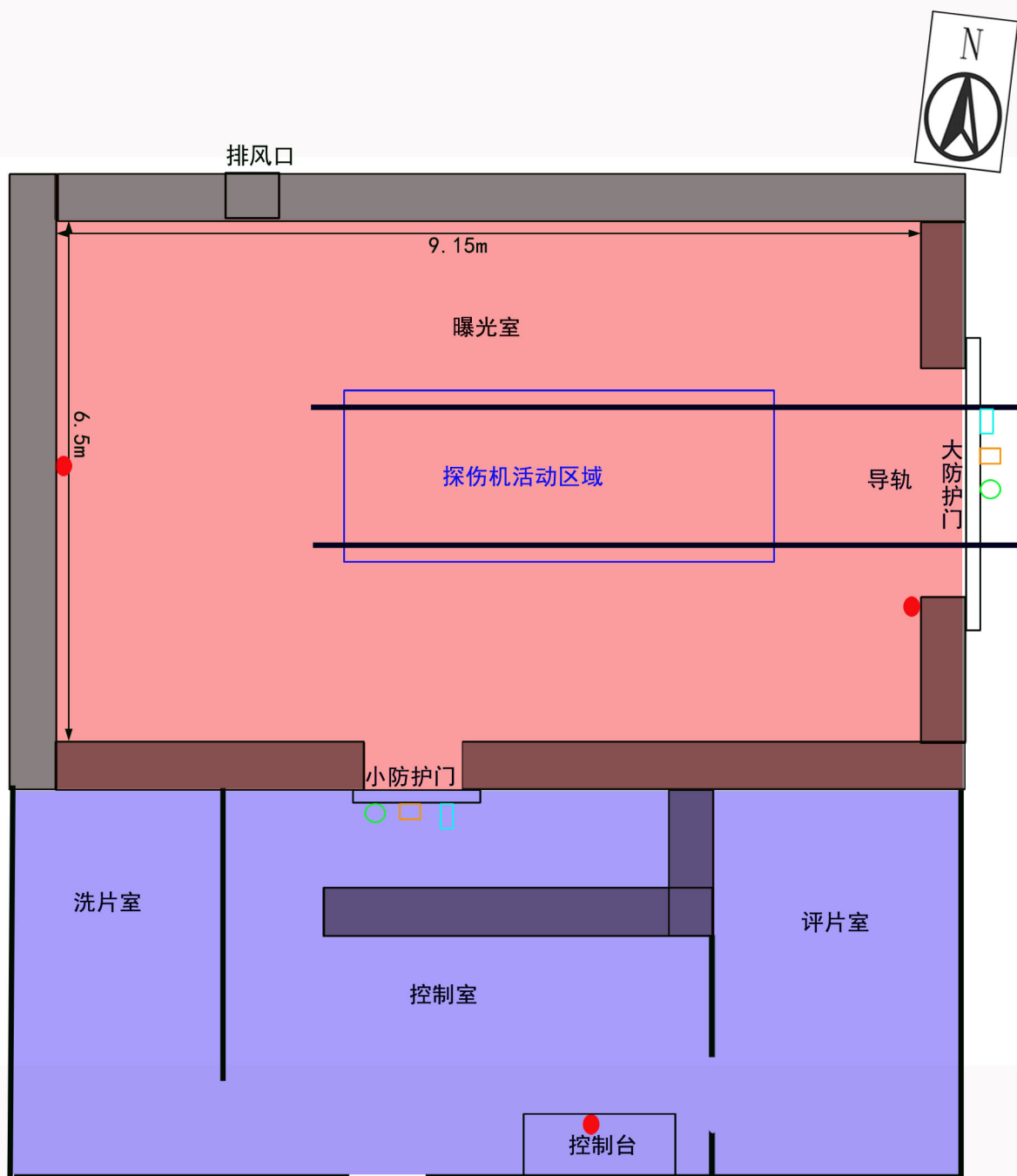
8.1.2 平面布局及防护设计

本项目探伤室为单层建筑,由曝光室、洗片室、评片室及控制室组成,其中曝光室位于北侧,其余三个房间位于曝光室南侧,由东向西依次为评片室、控制室、洗片室。探伤室平面布置见图 8-1,探伤室防护设计见表 8-1。

表 8-1 探伤室防护设计一览表

项目	内容
曝光室内部尺寸	曝光室东西净长 9.15m、南北净宽 6.5m、净高 4.9m,净容积 291.4m ³ 。
曝光室四周墙体	四周墙体为 650mm 混凝土,现浇钢筋混凝土墙 C30 混凝土浇筑,混凝土密度为 2.35g/cm ³ 。
曝光室室顶	400mm 厚混凝土,现浇钢筋混凝土墙 C30 混凝土浇筑,混凝土密度为 2.35g/cm ³ 。
大防护门	曝光室东墙设有大防护门 1 个,用于工件进出,电动平移式,铅钢复合结构,总厚度约 15cm,防护能力为 20mmPb,门体尺寸为 4.0×4.8m(宽×高),门洞尺寸 3.5m×4.4m(宽×高),上、下、左、右与周围墙壁搭接量分别为 15cm、25cm、25cm、25cm,防护门与防护面之间的缝隙不大于 1cm,搭接量与缝隙比例大于 10:1,可满足防护要求。
小防护门	曝光室南墙设有一道小防护门,用于人员进出,电动平移式,为铅钢复合结构,厚度约 10cm,防护能力为 16mmPb,尺寸为 1.1m×2.2m(宽×高),门洞尺寸 0.8m×1.8m(宽×高),上、下、左、右与周围墙壁搭接量分别为 20cm、20cm、10cm、20cm,门缝小于 1cm,门缝与搭接比小于 1/10,可满足防护要求。
机械排风装置	曝光室北墙靠近顶部处设计有一处排风口,排风口距西墙及室顶分别为 2.5m、0.5m,排风口尺寸约 30cm×30cm,排风口外拟安装 15mmPb 的铅百叶防护罩。排风口处已安装风机,可使曝光室内的废气通过排风口排至北侧外部环境,有效通风换气量约 1000m ³ /h,曝光室净容积约 291.4m ³ ,通风换气次数大于 3 次/h,曝光室北侧为厂区内空地,非人员密集区,满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 4.1.11 款的管理要求。

图8-1 本项目探伤室平面布置图 比例尺1:70



- 紧急停机开关
- 门-机连锁装置
- 电离辐射警告标志
- 工作状态指示灯
- 控制区
- 监督区

8.1.3 辐射安全环保措施

1. 大、小防护门均有门-机联锁装置和紧急开门装置，拟安装能够显示“预备”和“照射”状态的工作状态指示灯和声音提示装置，拟张贴电离辐射警告标志和中文警示说明，且“预备”信号持续时间能够确保探伤室内人员安全离开，两种信号有明显的区别，并与场所内及周围使用的其他报警信号有明显区别，同时工作状态指示灯能够与 X 射线探伤机能够有效联锁，此外，公司拟于探伤室内、外醒目位置张贴对两种信号意义的说明，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）4.1.5 款~4.1.9 款的管理要求。

2. 曝光室内东墙南端、西墙中间位置，距离地面 1.5m 各设计紧急停机按钮 1 个，控制室内探伤机的控制器自带紧急停机按钮，拟设置标签，标明其使用方法，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）4.1.10 款的管理规定。

3. 管线口设置于控制室北侧，U 型穿墙，可避免 X 射线照射。

4. 本项目控制台位于曝光室南侧的控制室，控制台设计有高压接通时的外部报警或指示装置、钥匙开关、紧急停机开关及张贴电辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识等，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）3.1.2 款的管理规定。

5. 曝光室内设计有导轨，导轨宽约 1.5m，位于曝光室内中间位置，从曝光室内向东延伸至其东侧三车间内。拟使用电动平板拖车运输工件，拖车长约 3m、宽 1.8m、高约 0.4m。实际工作时根据工件大小等调整探伤机使用位置，定向探伤机一般位于工件南侧或者工件内部向北照射，周向探伤机置于工件内部南北周向照射。探伤机活动范围为探伤室中部东西长 3.0m、南北宽 2.0m 的矩形区域，根据企业提供资料，探伤机离地高度为 0.4~1.5m，距南、北墙最近距离为 2.25m，距西墙最近距离为 4.0m，距东墙最近距离为 2.15m，距大防护门最近为 2.8m，距小防护门最近为 2.9m。

5. 本项目拟配备 2 名辐射工作人员，拟配备个人剂量计 2 支（每人一支，委托个人剂量检测后由检测单位配发）、个人剂量报警仪 1 部及 X- γ 辐射巡检仪 1 台，待配备相应的仪器设备和个人防护用品后可满足探伤工作要求。

6. 公司拟委托有资质的单位对辐射工作人员个人剂量每三个月检测一次，拟建立工作人员个人剂量档案，个人剂量档案每人一档，由专人负责保管和管理，个人剂量档案终生保存。辐射工作人员调换单位的，原用人单位应当向新用人单位或者辐射工作人员本人提供个

人剂量档案的复制件。

7. 公司拟定期为工作人员健康查体，建立工作人员健康档案。

8.2 三废的治理

本项目为 X 射线探伤机应用，在探伤过程中不产生放射性固体废物、放射性废水及放射性废气。

X 射线机产生的 X 射线会使空气电离，从而产生臭氧(O₃)和氮氧化物(NO_x)，通过排风口排至曝光室北侧外环境，该区域为厂区内空地，非人员密集区，因此本项目所产生的臭氧和氮氧化物对周围环境影响较小。

企业承诺将本项目产生危废交由有相应资质的单位处置。在处置前建设单位拟将废胶片和废显（定）影液暂存于危废间中，其中废显（定）影液存于防渗漏且无反应的桶内，然后将该桶与废胶片储存于防腐防渗的容器中，该容器和危废间门均需上锁，且钥匙由专人保管。本项目危废间位于厂区西南侧仓库西侧，具体位置见图 6-1，为公司配套厂区生产使用，该危废间防渗、防晒、防雨、防风，临时贮存条件可满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及其修改单要求。本次评价要求公司将不同类别的危废分区存放，并做好危废记录，注明危废名称、来源、数量、入库日期、出库日期及接收单位名称等，及时委托有相应危废处置资质的单位转移处置。本项目危险废物产生较少，企业根据废（定）显影液和废胶片的产生情况以及《危险废物转移联单管理办法》等环保要求进行危废转移，对危险废物实行联单管理和台账管理。因此在按照相关要求将危废妥善处置后，不会对周围环境造成影响。

表 9 环境影响分析

9.1 建设阶段对环境的影响

本项目施工期噪声主要来自安全防护设施安装过程，安装耗时较短，通过选取低噪声设备，合理控制施工时间以减少噪声污染，并尽可能回收废包装物，无利用价值的其他垃圾与生活垃圾进行集中堆放，委托环卫部门清运。通过以上措施，本项目施工期产生的噪声、固体废物对周围环境影响较小。

9.2 运行阶段对环境的影响

本次采用理论估算的方式分析探伤机开机状态下对周围环境的影响。

9.2.1 辐射剂量率理论计算

1. 估算公式及相关参数取值

(1) 有用线束屏蔽

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)，有用线束在关注点处的剂量率可按以下公式进行估算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad (9-1)$$

式中：

- I: X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最高管电流，单位为 mA，本项目为 5mA；
距辐射源点（靶点）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 6×10^4 。本项目 X 射线探伤机采用金属铜进行过滤，查 GBZ/T250-2014 附表 B.1，250kV 管电压 0.5mm 铜过滤条件下输出量为 $16.5 \text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ；
- H₀:
B: 屏蔽透射因子；
R: 辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

(2) 屏蔽透射因子

$$B = 10^{-X/\text{TVL}} \quad (9-2)$$

式中：

- X: 屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；
TVL: X 射线在屏蔽物质中的什值层厚度，查 GBZ/T250-2014 附表 B.2，混凝土对于 250kV X 射线什值层厚度为 9cm，铅对于 250kV X 射线什值层厚度为 2.9mm。

(3) 漏射辐射屏蔽

对于漏射辐射屏蔽采用以下公式计算关注点处的辐射剂量率。

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad (9-3)$$

式中：

B 屏蔽透射因子；

R 辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

\dot{H}_L 距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄露辐射剂量率，单位为 $\mu\text{Sv/h}$ ，根据 GBZ/T250-2014 表 1，本项目取 $5000 \mu\text{Sv/h}$ 。

(4) 散射辐射屏蔽

在给定屏蔽物质厚度时，关注点的散射辐射剂量率按《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中给出的公式进行计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad (9-4)$$

I X 射线探伤装置在最高管电压下的最大常用管电流，单位为 mA，本项目为 5mA；

H_0 同式 9-1；

B 屏蔽透射因子；查 GBZ/T250-2014 表 2，250kV 散射辐射的能量为 200kV，查 GBZ/T250-2014 中表 B.2，200kV 对应混凝土的 TVL 为 8.6cm，铅的 TVL 为 1.4mm。

F 散射点处的辐射野面积， m^2 ；周向探伤机主射束辐射角为 30° ，辐射源点距工件的距离约为 0.6m，则辐射野面积为 $\pi \times (\tan 15^\circ \times 0.6\text{m})^2 \approx 0.081\text{m}^2$ ；

α 散射因子，入射辐射被单位面积（ 1m^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，与散射物质有关，在未获得物质的 α 值时，可以水的 α 值保守估计，见标准中附录表 B.3，本项目 α_w 保守取 1.9×10^{-3} ， $\alpha = \alpha_w \times 10000/400 = 0.0475$ ；

R_0 辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，本项目为 0.6m；

R_s 散射体至关注点的距离，m。本项目 R_s 等于探伤机与关注点距离。

2. 计算结果

实际工作时，周向探伤机位于曝光室内探伤机工作区域南北周向照射，北墙、南墙和室顶受主射束照射。探伤机活动范围为曝光室内中间东西长 3.0m、南北宽 2.0m 的矩形区域，探伤机距南北墙最近距离均为 2.25m、最远距离均为 4.25m，距室顶最近距离为 3.4m、最远距离为 4.5m，辐射角为 30° ， $\tan 15^\circ \times 4.5\text{m}$ （探伤机与主射束墙的最远距离） $\approx 1.21\text{m}$ ，小于探伤机与曝光室东墙、西墙、大防护门的最近距离，因此周向探伤机开机时，东墙、西

墙、大防护门仅受漏射线和散射线的影响。定向探伤机定向向北照射， $\tan 22.5^\circ \times 4.25\text{m}$ （探伤机距北墙的最远距离） $\approx 1.76\text{m}$ ，小于探伤机与曝光室东墙、西墙的最短距离，因此定向探伤机开机时，东墙、西墙、大防护门处仅受漏射线和散射线的影响。

综上所述，曝光室北墙、南墙、室顶、小防护门按照 250kV 探伤机的主射束考虑，其余墙体考虑 250kV 探伤机的漏射线和散射线。

关注点和辐射路径示意图见图 9-1（a）、图 9-1（b）。

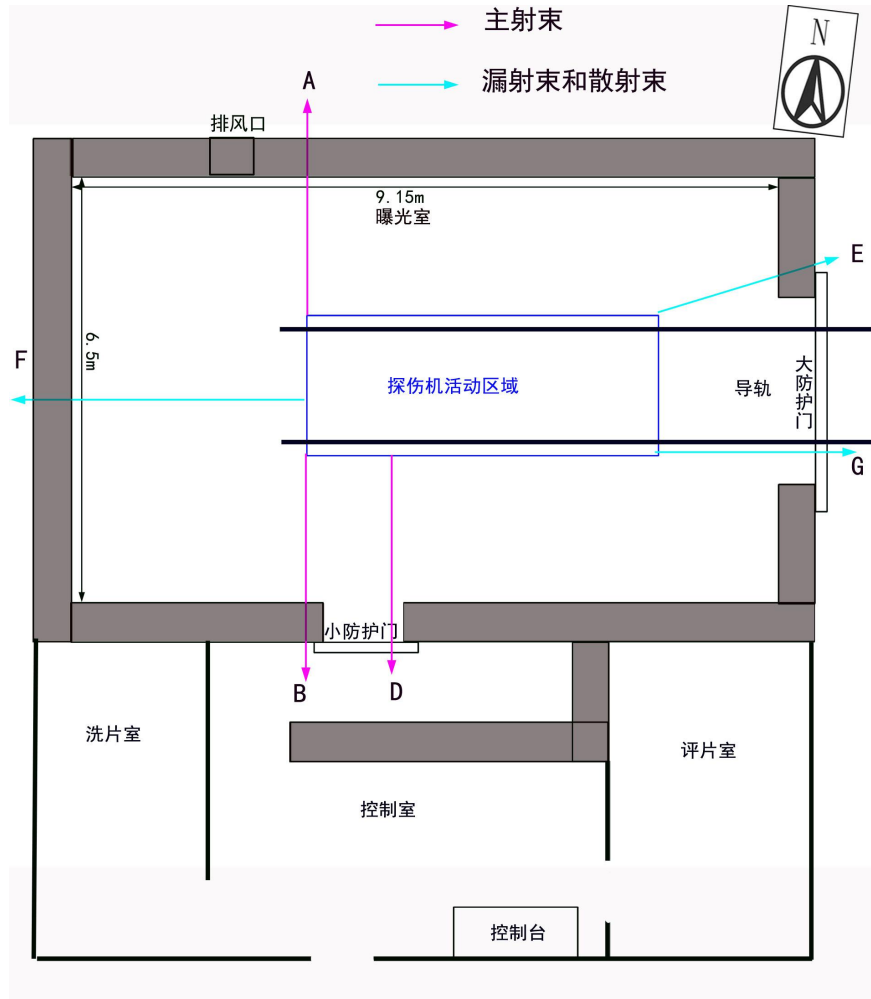


图 9-1（a） 辐射影响核算关注点及辐射路径示意图

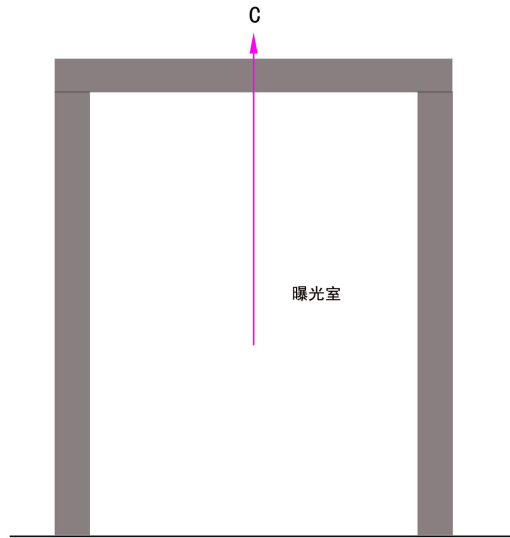


图 9-1 (b) 辐射影响核算关注点及辐射路径示意图

(1) 曝光室外剂量率计算

根据 (式 9-1) ~ (式 9-4) 计算得曝光室外参考点剂量率如下表所示:

表 9-1 曝光室外关注点处的辐射剂量率计算结果

参考点	辐射类型	屏蔽体	屏蔽	最近计算距离 m	屏蔽透射因子 B	剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	
A	250kV 主射	北墙	65cm 混凝土	$2.25+0.65+0.3=3.2$	$10^{-65/9}$	0.029	
B	250kV 主射	南墙	65cm 混凝土	$2.25+0.65+0.3=3.2$	$10^{-65/9}$	0.029	
C	250kV 主射	室顶	40cm 混凝土	$3.4+0.4+0.3=4.1$	$10^{-40/9}$	10.58	
D	250kV 主射	小防护门	16mmPb	$2.9+0.3=3.2$ (保守忽略小防护门厚度)	$10^{-15/2.9}$	1.47	
E	250kV 漏射	东墙	65cm 混凝土	$2.15+0.65+0.3=3.1$	$10^{-65/9}$	3.12×10^{-5}	1.83×10^{-4}
	250kV 散射			$2.15+0.65+0.3=3.1$	$10^{-65/8.6}$	1.52×10^{-4}	
F	250kV 漏射	西墙	65cm 混凝土	$4.0+0.65+0.3=4.95$	$10^{-65/9}$	1.22×10^{-5}	7.19×10^{-5}

	250kV 散射			4.0+0.65+0.3=4.95	$10^{-65/8.6}$	5.97×10^{-5}	
G	250kV 漏射	大防护门	20mmPb	2.8+0.3=3.1 (保守忽略大防护门厚度)	$10^{-20/2.9}$	6.60×10^{-5}	6.60×10^{-5}
	250kV 散射			2.8+0.3=3.1 (保守忽略大防护门厚度)	$10^{-20/1.4}$	2.85×10^{-11}	

根据表 9-1 可知，本项目 X 射线探伤机开机状态下，曝光室四周墙体关注点处的辐射剂量率最大为 $1.47 \mu\text{Sv/h}$ ，低于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的剂量率参考控制水平。曝光室室顶关注点外的辐射剂量率值为 $10.58 \mu\text{Sv/h}$ ，低于 $100 \mu\text{Sv/h}$ 的剂量率参考控制水平。

(2) 排风口外剂量率计算

本项目排风口位于北墙靠近室顶处，距室顶为 0.5m、距西墙为 2.5m，排风口尺寸为 $30\text{cm} \times 30\text{cm}$ 。周向探伤机南北照射时， $\tan 15^\circ \times 4.25\text{m}$ （探伤机与北墙的最远距离） $\approx 1.14\text{m} < 1.5\text{m}$ （探伤机距排风口的东西最近水平距离），因此周向探伤机开机状态下排风口处受漏射线及散射线的影响。定向探伤机向北照射时， $\tan 22.5^\circ \times 4.25\text{m}$ （探伤机与北墙的最远距离） $\approx 1.76\text{m} > 1.5\text{m}$ （探伤机距排风口的东西最近水平距离），因此定向探伤机开机状态下排风口处受主射束的影响。综上，本项目排风口考虑主射束影响。探伤机垂直方向距排风口最近距离为 2.6m、南北方向距排风口最近距离为 2.25m、东西方向距排风口最近距离为 1.5m，则靶点距排风口外 30cm 处最近距离为 4.05m。则排风口外 30cm 处剂量率为 $5 \times 16.5 \times 6 \times 10^4 \times 10^{-15/2.9} \div 4.05^2 \approx 2.03 \mu\text{Sv/h}$ ，低于限值 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

(3) 环境敏感目标处辐射剂量率分析

本项目周围三处环境敏感目标处的剂量率值见下表。

表 9-2 环境敏感目标处的辐射剂量率计算结果

环境敏感目标	距离	剂量率值 ($\mu\text{Sv/h}$)
本公司东侧三车间	1m	$1.83 \times 10^{-4} \times 3.1^2 / (2.15 + 0.65 + 1)^2 \approx 1.21 \times 10^{-4}$
本公司南侧仓库	48m	$1.47 \times 3.2^2 / (2.9 + 48)^2 \approx 5.81 \times 10^{-3}$
北侧肥城圣地安公司	10m	$2.03 \times 4.05^2 / (4.05 - 0.3 + 10)^2 \approx 0.18$

9.2.2 三废环境影响分析

废显（定）影液和废胶片属于危险废物，公司拟分别收集后，暂存在危废间，本次评价要求公司须按照上文 8.2 章节相关要求对危废的收集、贮存等进行管理，委托有相应危废处理资质的单位进行处置，在进行妥善处置后本项目产生的危险废物不会对周围环境产生影响；本

项目产生的少量非放射性废气经排风口排至曝光室北侧厂区内空地，该区域非人员密集区，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）4.1.11 款的管理要求，对周围环境和人员影响较小。

9.2.3 年有效剂量

1. 年有效剂量估算公式

$$H = 0.7 \times D_r \times T \quad (9-5)$$

式中：H ——年有效剂量，Sv/a；

T ——年受照时间，h；

D_r ——X 剂量率，Sv/h；

0.7 ——吸收剂量对有效剂量当量的换算系数，Sv/Gy。

2. 照射时间确定

根据公司提供的资料，本项目 2 台 X 射线探伤机年累积曝光时间不超过 5h。

3. 居留因子确定

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），不同环境条件下的居留因子列于表 9-2。

表 9-2 居留因子的选取

场所	居留因子T	停留位置
全居留	1	控制室、暗室、办公室、临近建筑物中的驻留区
部分居留	1/2~1/5	走廊、休息室、杂物间
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼梯、人行道

4. 职业人员的年有效剂量

X 射线探伤机工作状态下，对工作人员影响的区域主要在曝光室南侧的洗片室、评片室及控制室等，根据表 9-3 可知，该区域辐射剂量率最大值为 1.47 μ Sv/h，居留因子取 1，由公式（9-5）估算职业人员的年有效剂量为：

$$H = 0.7 \times 1.47 \times 5 \times 1 \div 1000 \approx 5.15 \times 10^{-3} \text{ mSv}$$

由以上估算结果可以看出，职业人员的年有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 20mSv/a 的剂量限值，也低于本报告提出的 2mSv 的年管理剂量约束值。

5. 公众成员的年有效剂量

X 射线探伤机工作状态下，对公众成员影响的区域主要在曝光室四周，与曝光室相邻的区域主要为厂区内空地及道路，居留因子均取 1/4，保守按照曝光室周围剂量率最大值 $2.03 \mu\text{Sv/h}$ 计算，则曝光室四周相邻区域处的公众成员年有效剂量为 $0.7 \times 2.03 \times 5 \times 1/4 \div 1000 \approx 1.78 \times 10^{-3} \text{mSv}$ 。

本项目周围三处环境敏感目标的剂量率最大值为 $0.18 \mu\text{Sv/h}$ ，居留因子取 1，则环境敏感目标处最大年有效剂量为 $0.7 \times 0.18 \times 5 \times 1 \div 1000 \approx 6.3 \times 10^{-4} \text{mSv}$ 。

综上，公众受照剂量均可满足本次评价提出的 0.1mSv 的年管理剂量约束值。

9.2.4 运行分析与评价

由上述运行期间的分析可以看出，肥城天河机械科技有限公司在按照现有设计条件建设探伤室的情况下，正常运行期间：

曝光室四周墙体、防护门外的辐射剂量率最大为 $2.03 \mu\text{Sv/h}$ ，低于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的剂量率参考控制水平。

曝光室室顶外的辐射剂量率为 $10.58 \mu\text{Sv/h}$ ，低于 $100 \mu\text{Sv/h}$ 的剂量率参考控制水平。

在总曝光时间为 5h/a 的情况下，职业人员的年有效剂量不大于 $5.15 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，低于本报告提出的 2mSv/a 的管理剂量约束值。

在总曝光时间为 5h/a 的情况下，公众成员的年有效剂量不大于 $1.78 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 1mSv/a 的剂量限值，也低于本报告提出的 0.1mSv/a 的管理剂量约束值。

总之，在现有设计条件下，肥城天河机械科技有限公司曝光室周围的辐射剂量率、职业人员及公众成员所接受的年有效剂量均不大于本报告提出的评价指标，满足国家有关要求。

9.3 事故影响分析

1. 可能的风险事故（件）

（1）检测工作过程中，门-机联锁装置失效使工作人员和公众误闯或误留，对工作人员或公众造成不必要照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命；

（2）操作人员违规操作，造成周围人员的不必要照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命；

(3) X 射线机被盗，使 X 射线机使用不当，造成周围人员的不必要照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命。

2. 风险事故（件）防范措施

(1) 经常性的检查、维护门-机联锁装置正常运行，避免人员误留曝光室；

(2) 操作人员进行专业培训，加强管理，禁止未经培训的操作人员操作 X 射线探伤机；

(3) 加强对 X 射线机在贮存、使用现场的管理，防止发生射线机的被盗、丢失。一旦发生此类事件时应及时报告当地生态环境部门、公安部门以及卫生部门。

发生上述照射事故（件）时，对环境只是造成暂时性的辐射污染，停机后污染随之消失。发生照射事故时应及时切断电源，必要时启动应急预案，对受照人员进行剂量评估，同时要医学处理。

表 10 辐射安全管理

10.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

10.1.1 辐射安全管理

肥城天河机械科技有限公司拟按照国家有关射线装置管理的法律法规，成立辐射安全领导机构，签订辐射工作安全责任书，法人代表为辐射工作安全第一责任人，统一指挥射线装置运行安全的工作。

10.1.2 人员培训

公司拟为本项目配备 2 名专职探伤工作人员，本次评价要求工作人员需参加国家核技术利用辐射安全防护培训，并考核合格后方可上岗。公司应加强人员培训管理，培训考核合格证明到期前及时参加再培训和考核。

10.2 辐射安全管理规章制度

公司拟制定各类辐射安全管理制度，如《辐射岗位工作人员培训制度》、《射线装置辐射防护与安全保卫制度》、《射线装置操作规程》、《辐射事故应急预案》、《辐射工作人员岗位职责》、《射线装置设备检修维护设备》、《辐射监测方案》、《自行检查及年度评估制度》等规章制度，以满足日常辐射安全管理要求。

公司拟由辐射安全负责人负责宣传贯彻辐射安全的相关政策及法规，制定合理的规章制度及防护措施，对探伤工作提出合理建议并进行监督管理，对环境风险事故进行处理，对职业人员的工作过程进行管理。

10.3 辐射监测

公司拟制定《辐射监测方案》，拟购置 1 台 X- γ 辐射巡检仪，并根据监测计划对工作场所和周围环境进行监测。监测方案须包括以下内容：

1. 辐射工作场所监测计划

(1) 监测因子

X(γ) 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监测。

年度监测：每年委托有资质单位对曝光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曝光室四周墙体外 30cm 离地面高度为 1m 处，每侧至少测 1 个点；
- ④曝光室室顶外 30cm 处，至少测 1 个点；
- ⑤通风口位置；
- ⑥人员经常活动的位置，主要包括控制台、洗片室、评片室、环境敏感目标处及其他人员能到达的位置。每次探伤结束后，应监测探伤室的入口，以确保 X 射线探伤机已经停止工作。

2. 个人剂量监测

(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，个人剂量档案终身保存；

(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。

10.4 辐射事故应急

10.4.1 环境风险事故应急预案

公司拟根据《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与防护条例》等法律法规的要求，制定《辐射事故应急预案》。一旦发生风险事件时，能迅

速采取必要和有效的应急响应行动，保护工作人员、公众和环境的安全。该预案应包括以下内容：

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) 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。

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，防止事故扩大的原则；

e. 保护现场，收集证据的原则。

3. 辐射应急预案的启动

a、明确应急预案的启动条件，如出现人员受照事故、人员个人剂量超标、辐射剂量率超标、设备无法关机等情况时及时启动应急预案；

b、当发生辐射事故时，由专人向公司辐射事故应急行动负责人报告，并由指定人员及时向卫生、公安、生态环境部门报告，应急预案中须明确内部联系人员及卫生、公安、生态环境部门的联系方式。

4. 辐射事故应急处理程序

a. 发生辐射事故时，公司应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并立即向当地生态环境部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生部门报告；并在 2 小时内填写辐射事故初始报告表上报当地政府及有关部门。并明确各部门联系电话。

b. 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，并及时上报辐射事故应急处理领导小组；

c. 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；

d. 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；

e. 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。

f. 定期进行事故应急演练，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。

5、辐射事故应急预案的终止

a、明确应急行动的终止条件，如实现受照人员得到救治、现场辐射水平降低至规定限值以下、设备修复完成等情况，且得到行政主管部门批准后，可终止本次应急行动；

b、指定专人发布应急行动的终止，并由辐射事故应急处理机构对当次辐射事故应急行动进行总结和反思，及时收集与事故有关的物品和资料，做好调查研究工作，认真分析事故原因，并采取妥善措施，尽量减少事故发生。

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。

10.4.2 环境风险事故培训演习计划

公司须结合单位具体情况，根据辐射事故应急方案定期组织不同规模的演练，对演练中暴露的问题及时进行整改，并做好演练记录。

表 11 结论与建议

11.1 结论

1. 肥城天河机械科技有限公司位于山东省泰安市肥城市潮泉镇工业园区，公司于厂区内三车间外西北侧建设了一座单层探伤室，包括曝光室、控制室、洗片室、评片室，现拟购置 XXH-2505 型周向 X 射线探伤机、XXQ-2505 型定向 X 射线探伤机各 1 台，用于对生产的压力容器进行无损检测。本项目 X 射线探伤机用于室内探伤作业（固定场所探伤），核技术利用类型属使用 II 类射线装置。本项目的开展有利于提高公司产品质量，具有良好的经济效益和社会效益，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的辐射防护“实践正当性”的要求。

2. 本项目探伤室拟建于厂区内部，不新增用地，现有生产项目环保手续齐全，探伤室周围无关人员相对较少，评价范围内无居民区、学校等人员密集区，同时靠近三车间，利于上下游工序衔接，因此项目选址合理可行。

3. 现状检测结果表明，本项目探伤室建设位置及周围的环境 γ 空气吸收剂量率现状值为 $(4.9\sim 8.8) \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，处于泰安市环境天然放射性水平范围内。

4. 本项目曝光室东西净长 9.15m、南北净宽 6.5m、净高 4.9m，净容积 291.4m³。四周墙体为 650mm 混凝土，室顶为 400mm 混凝土，混凝土密度为 2.35g/cm³。曝光室东侧设有大防护门 1 个，电动平移式，铅钢复合结构，用于工件进出，总体防护能力为 20mmPb。曝光室南墙设有小防护门 1 个，用于人员进出，电动平移式，为铅钢复合结构，防护能力为 16mmPb。大、小防护门均安装有门-机联锁装置和紧急开门装置，拟安装能够显示“预备”和“照射”状态的工作状态指示灯和声音提示装置，拟张贴电离辐射警告标志和中文警示说明，且工作状态指示灯能够与 X 射线探伤机能够有效联锁；曝光室内东墙南端、西墙中间位置和控制台处各设计有 1 处紧急停机按钮，控制台设计有高压接通时的外部报警或指示装置、钥匙开关、紧急停机开关及张贴电辐警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识等。以上安全防护措施可满足要求。

5. 曝光室北墙靠近室顶设计有一处排风口，有效通风换气量约 1000m³/h，通风换气次数大于 3 次/h，排风口外为厂区内空地，不属于人员聚集区，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）4.1.11 款的要求。本项目所产生的臭氧和氮氧化物对周围环境影响较小。

6. 本项目产生的废胶片及废显（定）影液依托厂区现有的危废间暂存，并及时委托有资质的危废处置单位进行处置。

7. 根据理论计算结果可知，曝光室四周墙体、防护门外的辐射剂量率最大为 $2.03 \mu\text{Sv/h}$ ，低于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的剂量率参考控制水平。曝光室室顶外的辐射剂量率最大为 $10.58 \mu\text{Sv/h}$ ，低于 $100 \mu\text{Sv/h}$ 的剂量率参考控制水平。

8. 根据估算结果可知，职业人员年有效剂量不大于 $5.15 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的职业人员 20mSv/a 的剂量限值，也低于本报告提出的 2mSv/a 的管理剂量约束值，对职业人员是安全的。

公众成员年有效剂量不大于 $1.78 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的公众成员 1mSv/a 的剂量限值，也低于本报告提出的 0.1mSv/a 的管理剂量约束值，对公众成员是安全的。

9. 公司拟成立辐射安全领导机构，拟制定各类辐射安全管理规章制度。在运行过程中，须将各项安全防护措施落实到位，在此条件下，可以确保工作人员、公众的安全，并有效应对可能的突发事故（事件）。

10. 公司拟为本项目配备 2 名探伤工作人员，工作人员需参加国家核技术利用辐射安全防护培训，并考核合格方可上岗。

11. 公司拟为本项目辐射工作人员配备个人剂量计（每人 1 支，委托个人剂量检测后由检测单位配发），拟配备个人剂量报警仪 1 部及 X- γ 辐射巡检仪 1 台，并定期委托有资质单位对个人剂量及其探伤工作场所进行监测。

12. 项目的设施较为简单，环境风险因素单一，在已有的风险防范措施和相应的事故应急预案条件下，通过进一步完善安全措施，其环境风险是可控的。

总之，在落实相关法律法规和环评文件所提出的辐射防护措施后，本项目的运行是安全的。

11.2 承诺和建议

11.2.1 承诺

1. 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，将危废交由有资质单位规范处置；

2. 按规定操作 X 射线探伤机，确保曝光室内无人员滞留；

3. 项目建成后，及时申领辐射安全许可证，并组织竣工环境保护验收工作。

11.2.2 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、探伤操作人员，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，使公众和工作人员所受到的照射降到“可合理达到的尽量低水平”。

下一级环保部门意见

经办人签字

公章

年 月 日

审批意见

经办人签字

公章

年 月 日

委 托 书

委托单位：肥城天河机械科技有限公司

被委托单位：山东海美依项目咨询有限公司

工程名称：X 射线探伤机及探伤室应用项目

工程地点：泰安市肥城市

委托内容：我单位于三车间外西北侧建设了单层探伤室 1 座，包括曝光室、控制室、洗片室、评片室，现拟购置 XXH-2505 型周向 X 射线探伤机、XXQ-2505 型定向 X 射线探伤机各 1 台，对生产的压力容器开展无损检测。根据《中华人民共和国环境影响评价法》要求，本项目须办理环境影响评价手续，现委托贵单位承担该项目环境影响评价工作。

委托单位：肥城天河机械科技有限公司

2021 年 6 月 1 日

附件 3 公司现有常规项目环评批复及验收批复

审批意见:

根据环评意见,肥城市天河酒精设备厂酒精设备生产线项目,符合国家产业政策,主要污染物废气、废水、噪声、固体废弃物等通过采取措施后,能够达标排放,同意该项目建设。根据该项目的建设特点,在建设及生产过程中应做好以下几点:

1、不得随意改变建设项目的建设地点、建设内容、建设规模和生产工艺。

2、要认真落实《建设项目环境影响报告表》中提出的各项污染治理措施和建议,解决好工艺废气排放问题,使各项大气污染物达标排放。

3、生活污水经处理装置处理后应做到综合利用,不得外排。

4、机械加工设备产生的噪声通过采取隔声、消声、减震、吸声等措施,使生产噪声达到国家规定的排放标准。

5、生产过程中产生的钢板下脚料、铁屑、焊条焊渣等固体废弃物应实现综合利用,合理处置生活垃圾等废弃物,不得随意倾倒。

6、加强生产过程中的运行管理,建立健全环境管理制度,防止对周围环境造成污染。

7、进一步加强厂区绿化美化,选择具有美化景观和吸声降噪作用的植物,以改善厂区环境质量。

项目建设应严格执行“三同时”制度;项目建成后,需经环保部门验收合格后正式投入生产。



二〇〇六年七月五日

表七

负责验收的环境行政主管部门验收意见：

环验[2012]12080901号

同意肥城市天河酒精设备厂酒精设备生产线项目通过建设项目竣工环境保护验收。

经办人：郭特立

