

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

浙江幸星装备有限公司

2022 年 1 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：浙江幸星装备有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：浙江省湖州市南浔区菱湖镇竹墩村潘家圩

邮政编码：313019

联系人：王孟

电子邮箱：/

联系电话：18968782736

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
（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.....	5
（二）X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途.....	5
（三）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源.....	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.....	23
表 11 环境影响分析.....	27
表 12 辐射安全管理.....	36
表 13 从事辐射活动能力分析.....	42
表 14 结论与建议.....	43
表 15 审批.....	46
附件 1 营业执照.....	错误！未定义书签。
附件 2 一般项目环评批复.....	错误！未定义书签。
附件 3 委托书.....	错误！未定义书签。
附件 4 现场照片.....	错误！未定义书签。
附件 5 检测报告.....	错误！未定义书签。
附件 6 危废处理协议.....	错误！未定义书签。
附件 7 专家意见.....	错误！未定义书签。

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		浙江幸星装备有限公司			
法人代表	王光庆	联系人	王孟	联系电话	18968782736
注册地址		浙江省湖州市南浔区菱湖镇竹墩村潘家圩			
项目建设地点		浙江省湖州市南浔区菱湖镇竹墩村潘家圩			
立项审批部门		——		批准文号	——
建设项目总投资 (万元)	1095	项目环保投资 (万元)	100	投资比例(环 保投资/总投 资)	9.1%
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(m ²)	约 74.4m ² (探伤室)
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	/			

1.1 公司简介

浙江幸星装备有限公司成立于 2020 年 01 月 15 日，位于浙江省湖州市南浔区菱湖镇竹墩村潘家圩，注册资本 1000 万元人民币。经营范围为：一般项目：炼油、化工生产专用设备制造；制药专用设备制造；食品、酒、饮料及茶生产专用设备制造；环境保护专用设备制造；污泥处理装备制造（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）。

公司目前主要开展“年产 1400 套智能控制制药、化工、环保设备生产项目”，从事智能控制制药、化工、环保设备生产，为本次 X 射线探伤机及探伤室项目服务的主体工程，该项

目已于 2021 年 2 月 26 日取得湖州市生态环境局环评批复，备案号为：湖浔环建〔2021〕20 号。

1.2 项目由来及建设规模

公司目前生产的智能控制制药、化工、环保设备中涉及焊接工艺，需使用 X 射线探伤机进行无损检测，以确保焊接质量。公司拟在浙江省湖州市南浔区菱湖镇竹墩村潘家圩，公司生产车间内北侧新建一座探伤室，配套建设暗室、操作间等辅助房间，购置 4 台 X 射线探伤机，于探伤室内开展 X 射线探伤工作。

经与建设单位核实，公司目前无其他核技术利用项目应用，本次属首次开展核技术利用建设项目。公司的辐射活动规模预计为：新建 1 间探伤室并配 4 台 X 射线探伤机，所有探伤作业仅限在探伤室内进行，本项目探伤室设置有大防护门，门洞宽 4200mm，高 4200mm，能满足最大探伤工件的使用。年拍片数约 15000 张。

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	类别	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	数量 (台)	备注
1	X 射线探伤机	II	XX3505T	350	5	2	定向（向北照射）
2	X 射线探伤机	II	XX3505Z	350	5	2	周向（向上、向下照射）

1.3 评价目的

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

浙江幸星装备有限公司位于浙江省湖州市南浔区菱湖镇竹墩村潘家圩，为工业用地，其主体工程环评批复见附件 2，其地理位置图见附图 1，公司东侧为空地（规划工业用地），北侧为河道，河道以北为农田，南侧为竹墩路，路以南为湖州维龙仓储服务有限公司厂区，西侧为河道，河道以西为浙江景昇新材料科技有限公司厂区。X 射线探伤室为单层建筑，位于生产车间内北侧，东侧为操作间、暗室等配套房间及生产车间待规划区域，南侧为生产车间待规划区域，东南侧为拟建设危废暂存间，无地下层，室顶上方无其他场所。公司周边环境示意图见附图 2。

本项目探伤室 50m 评价范围内主要为厂内建筑，无居民区与学校等环境敏感区域。本项目用地性质属于工业用地，周围无环境制约因素。因此，本项目选址是合理可行的。

1.5 产业政策符合性分析

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，符合产业政策。

1.6 实践正当性分析

本项目使用 X 射线探伤机对企业生产的智能控制制药、化工、环保设备的焊接质量进行无损检验，有利于提高产品质量，有利于促进社会就业，具有较好的经济效益和社会效益。本项目保护目标为探伤室周围活动的辐射工作人员以及公众成员。本项目运营过程中主要产生电离辐射影响，经辐射环境影响预测，在采取一定的辐射防护措施后，对周围环境与人员的辐射影响符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量管理限值”的要求。因此，综合分析，本项目建设符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“实践正当性”的要求。

1.7 目的和任务的由来

公司在智能控制制药、化工、环保设备生产过程中，需使用 X 射线探伤机对产品焊缝进行无损检测。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，评片人员通过黑度差判断焊接焊缝质量及缺陷位置，通过及时检测和及时反馈，挑选出不合格产品，并能够使焊接人员及时调整焊接工

艺，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，以及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（部令第 16 号）中“五十五、核与辐射，172 核技术利用建设项目中生产、使用 II 类射线装置的”，应编制报告表，并向有权限的生态环境主管部门申领《辐射安全许可证》。因此，浙江幸星装备有限公司委托山东益景检测技术有限公司对其室内 X 射线探伤项目进行辐射环境影响评价。接受委托后，在现场调查与核实、环境检测、收集和分析有关资料及预测估算等基础上，我单位于 2022 年 1 月编制完成了《浙江幸星装备有限公司室内 X 射线探伤项目环境影响报告表》。

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)	年最大用量 (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	XX3505T	350	5	无损检测	探伤室内	定向
2	X 射线探伤机	II类	2台	XX3505Z	350	5	无损检测	探伤室内	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	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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
废胶片	固态	/	/	/	13.5kg	/	集中存放于危废暂存间	定期委托具有危废处置资质的单位处理
废显（定）影液	液态	/	/	/	300kg	/	集中存放于危废暂存间	定期委托具有危废处置资质的单位处理
非放射性有害气体	气态	/	/	/	/	/	/	通过机械排风装置排至外部环境

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 6 评价依据

法规文件	<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 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 77 号，2018.12 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 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 修订，2020.9 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 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 施行，2014.7 第一次修订，2019.3 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》，国家环境总局令第 31 号，2006.3 施行，2008.12 第一次修订，2017.12 第二次修订，2019.8 第三次修订，2021.1 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 施行；9. 《国家危险废物名录（2021 年版）》，生态环境部令第 15 号，2021.1 实施；10. 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，生态环境部令第 16 号，2021.1 施行；11. 《危险废物转移联单管理办法》，国家环境保护总局令第 5 号，1999.10 实施；12. 《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，2016.3 施行；13. 《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 施行；14. 《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》，国家环保总局环发[2006]145 号，2006.9 施行；
------	--

	<p>15. 《浙江省辐射环境管理办法（2021年修正）》，浙江省人民政府令第388号，2021.2施行；</p> <p>16. 《浙江省建设项目环境保护管理办法（2021年修正）》，浙江省人民政府令第388号，2021.2施行。</p>
技术标准	<p>1. 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）；</p> <p>2. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>3. 《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）；</p> <p>4. 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）；</p> <p>5. 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>6. 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>7. 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及其修改单。</p>
其他	<p>1. 浙江幸星装备有限公司营业执照，见附件 1；</p> <p>2. 浙江幸星装备有限公司一般项目环评备案文件，见附件 2。</p> <p>3. 浙江幸星装备有限公司提供的图纸、设计资料等材料。</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》（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。

7.2 保护目标

结合厂区总平面布局及现场勘查情况，本项目探伤室周围 50m 内主要为生产车间、厂区道路、空地等，无居民区与学校等环境敏感区域。

本项目保护目标为评价范围内活动的职业工作人员和公众成员。

(1) 本项目职业工作人员为在探伤室东侧暗室、操作间内进行探伤相关作业的辐射工作人员。

(2) 本项目公众成员包括探伤室周围的车间工人以及偶然经过评价范围内的其他公众成员。

表 7-1 探伤室周围主要保护目标情况

保护目标		方位、距离	人数
辐射工作人员		探伤室东侧相邻暗室、操作间	4 人
公众成员	公司员工	探伤室南侧、东侧 50m 范围内的车间工人	约 150 人
	其他公众成员	探伤室四周 50m 范围内偶然经过的公众成员、探伤室北侧 50m 范围内厂区外空地偶然经过的公众成员、西侧停车场偶然经过的公众成员。	/

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）。

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。

剂量约束值通常在公众照射剂量限值 10%~30%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。

本次评价取规定限值的 1/4，即以 5.0mSv 作为职业工作人员的年剂量约束值；以 0.25mSv 作为公众成员的年剂量约束值。

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 7-2 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, $\text{mGy} \cdot \text{h}^{-1}$
<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：

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 $100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众不大于 $5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

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

4.1.4 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邻旁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上述 4.1.3 中的要求。

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。

4.2 安全操作要求

4.2.1 探伤工作人员进入探伤室时除佩戴常规个人剂量计外，还应配备个人剂量报警仪。当辐射水平达到设定的报警水平时，剂量仪报警，探伤工作人员应立即离开探伤室，同时阻止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

4.2.2 应定期测量探伤室外周围区域的辐射水平或环境的周围剂量当量率，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应当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。

4.2.3 交接班或当班使用剂量仪前，应检查剂量仪是否正常工作。如在检查过程中发现剂

量仪不能正常工作,则不应开始探伤工作。

4.2.4 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。

4.2.5 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。

4.2.6 开展探伤室设计时未预计到的工作,如工件过大必须开门探伤,应遵循 5.1、5.3、5.4、5.5 的要求。

本次评价以 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 作为探伤室四周墙体及防护门外各关注点的剂量率参考控制水平;本项目探伤室为单层建筑,室顶不需要人员到达,且自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内无其他建筑物,因此以 $100 \mu\text{Sv/h}$ 作为探伤室室顶外关注点的剂量率参考控制水平。

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。

3.2 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平

3.2.1 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。

3.2.2 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

3.2.3 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什值层厚度。(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)。

3.3 其他要求

3.3.1 探伤房一般应设有人员门和单独的工件门。对于探伤可人工搬运的小型工件探伤房,可以仅设人员门。探伤房人员门宜采用迷路形式。

3.3.2 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。

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

3.3.5 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。

4、项目管理目标

根据上述标准，确定本项目的管理目标如下：

(1) 辐射剂量率控制水平：以 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 作为探伤室四周墙体及防护门外各关注点的剂量率参考控制水平；本项目探伤室为单层建筑，室顶不需要人员到达，以 $100 \mu\text{Sv/h}$ 作为探伤室室顶外关注点的剂量率参考控制水平。

(2) 辐射剂量控制水平：以 5.0mSv 作为职业工作人员的年剂量约束值；以 0.25mSv 作为公众成员的年剂量约束值。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理及场所位置

本项目探伤室位于浙江省湖州市南浔区菱湖镇竹墩村潘家圩，公司生产车间内北侧，拟配备 4 台 X 射线探伤机。探伤室东侧为操作间、暗室等配套房间及生产车间待规划区域、道路、空地等场所，周围 50m 范围内无居民区，公司厂区平面图见附图 3。

表 8-1 本项目探伤室建设区域周围环境一览表

名称	方向	场所名称	距场所距离
探伤室	南面	探伤室外被检工件停留区域、道路	0.5m~15m
		生产车间待规划区域	15m~50m
	北面	厂区内空地、道路	0m~50m
	西面	厂区内停车场、厂区内绿化空地	0m~50m
	东面	探伤室配套辅助房间，暗室、操作间等	0m~4m
		生产车间待规划区域	4m~50m

8.2 环境质量和辐射现状

8.2.1 检测目的

为了解浙江幸星装备有限公司 X 射线探伤室及其周围的辐射环境背景水平，委托检测单位济南中威检测技术有限公司于 2021 年 5 月 24 日对 X 射线探伤室建设场址周围进行辐射环境本底水平现场检测。

8.2.2 检测因子及频次

检测因子： γ 射线空气吸收剂量率；

检测频次：在正常情况下测量一次，每个点位读 10 个数，取其平均值作为测量结果。

检测点位：于探伤室建设区域四周各布设 1 个检测点位，厂区内布设 1 个检测点位，共布设 5 个检测点位。检测布点示意图见图 8-1。

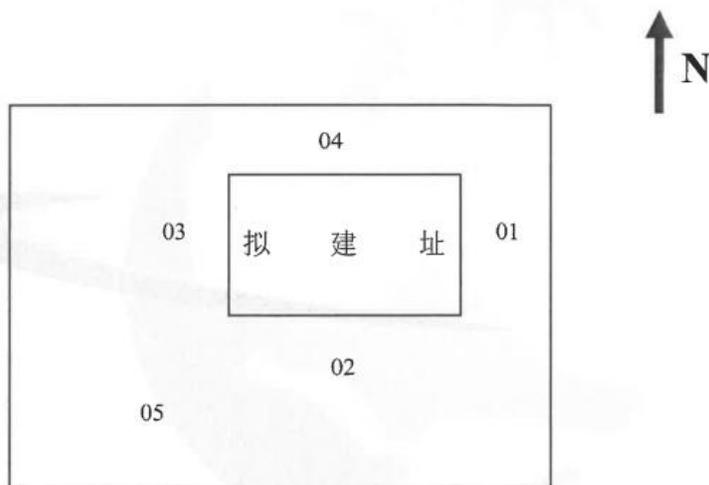


图 8-1 检测布点示意图

8.2.3 检测方案

目前，本项目尚未投运，因此，仅对建设场址进行检测。

8.2.4 检测条件

检测日期：2021 年 5 月 24 日；天气：晴；温度：19.2℃~27.6℃；相对湿度：65%~79%。

8.2.5 质量保证措施

- (1) 合理布设检测点位，保证各检测点位布设的科学性和可比性。
- (2) 检测方法采用国家有关部门颁布的标准，检测人员经考核并持有合格证书上岗。
- (3) 检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，并对仪器进行校验。
- (5) 由 2 名专业检测人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- (6) 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。

表 8-2 γ 剂量率检测仪器及参数与监测规范

仪器名称	便携式 X- γ 剂量率仪
仪器型号	BH3103B

仪器编号	JC01-02-2010
生产厂家	中核（北京）核仪器厂
量 程	$(1\sim 10000) \times 10^{-8}\text{Gy/h}$
能量范围	25keV ~3MeV, 极限偏差 $\pm 15\%$
检定证书编号	Y16-20201088
检定有效期	2020 年 8 月 24 日~2021 年 8 月 23 日
检定单位	山东省计量科学研究院
监测规范	HJ/T61-2001 《辐射环境监测技术规范》

8.2.6 检测结果及评价

检测结果见表 8-3。

表 8-3 X 射线探伤室建设区域及其周围辐射环境背景监测结果

检测点位	检测点位描述	γ 空气吸收剂量率 (10^{-8}Gy/h)	
		平均值	标准差
▲1	X 射线探伤室场址东侧	13.2	0.1
▲2	X 射线探伤室场址南侧	13.2	0.3
▲3	X 射线探伤室场址西侧	13.4	0.3
▲4	X 射线探伤室场址北侧	13.5	0.3
▲5	厂区	13.6	0.3

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 $1.86 \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 。

由表 8-3 的检测结果可知，室内 X 射线探伤项目场址周围各检测点位的 γ 空气吸收剂量率在 $(13.2\sim 13.6) \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 之间，由《浙江省环境天然放射性水平调查报告》可知，湖州市道路 γ 辐射剂量率在 $(1.3\sim 13.9) \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 之间，可见其 γ 辐射剂量率处于一般本底水平，未见异常。

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，操作间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。施工期工艺流程及产污环节见图 9-1。

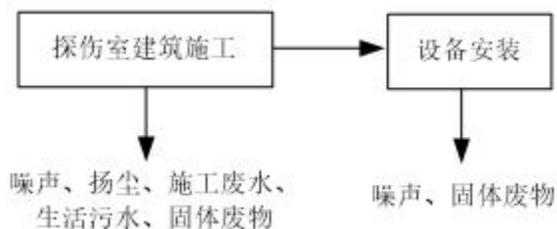


图 9-1 施工期工艺流程及产污环节

9.2 营运期工艺流程简述

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轭致辐射即为 X 射线。典型的 X 射线管结构见图 9-2。

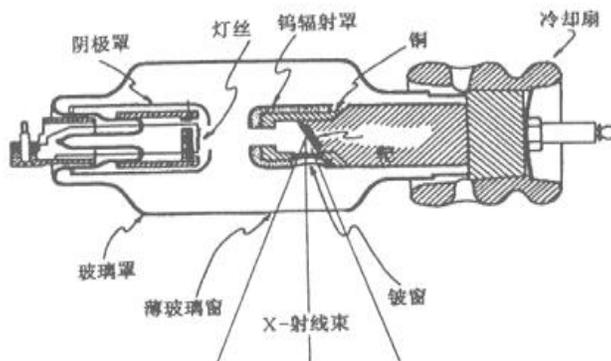


图 9-2 典型的 X 射线管结构图

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、X 射线探伤机主要技术参数

本项目拟购置的 4 台 X 射线探伤机型号分别为 XX3505T 型和 XX3505Z 型，其主要技术参数见表 9-1。

表 9-1 本项目 X 射线探伤机主要技术参数表

型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	焦点尺寸	射线管辐射角	最大穿透 钢	备注
XX3505T	350	5	2.0×2.0	40°	30mm	定向
XX3505Z	350	5	2.0×2.0	40°	30mm	周向

9.2.2 工作流程

本项目在探伤室内进行探伤工作。X 射线探伤机存放于探伤室内，不另行设置贮存场所。

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，叉车司机将工件通过叉车运至探伤室内预定位置，人员离开探伤室，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。本项目 X 射线探伤机存放于探伤室内，不另行设置贮存场所。日常状态下防护门上锁，钥匙由专

人管理，以确保 X 射线探伤机的安全。

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。

本项目工作流程示意图见图 9-3。

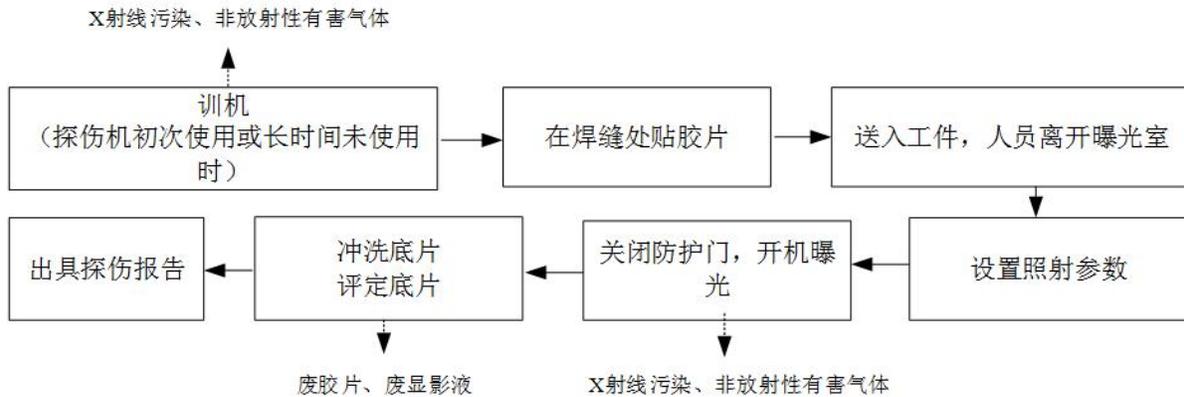


图 9-3 X 射线探伤机工作流程及产污环节示意图

9.2.3 人员配置及工作负荷

本项目探伤装置仅在固定探伤室内使用，不在探伤室外使用，且不存在两台探伤机同时使用的情况。公司所有探伤作业仅限探伤室内，不在车间或野外探伤。最大探伤工况：最大曝光时间为 3min/次，XX3505T 型定向探伤机年拍片 7000 张，XX3505Z 型周向探伤机年拍片数为 8000 张，合计年拍片总数量为 15000 张，则年探伤时间为 750h。项目计划配置 4 名辐射工作人员，2 名工作人员一班，轮流进行操作，并实行两班制（每班 8 小时）。

9.3 污染源项描述

9.3.1 施工期污染因素分析与评价因子

1、噪声

本项目施工期噪声主要来自混凝土搅拌、浇筑辅助器材拆卸等几个阶段，主要噪声源为混凝土搅拌机等各种建筑施工机械运转时的噪声以及建筑材料运输过程中的交通噪声，另外还有突发性、冲击性、不连续性的敲打撞击噪声。

2、废水

施工期废水主要来自两个方面：一是施工泥浆废水，二是施工人员的生活废水，施工泥

浆废水主要来自混凝土养护、砌砖保湿。本项目建设内容较为简单，废水产生量较小。

3、固体废物

固体废物主要是建筑垃圾和施工人员的生活垃圾，本项目建设内容较为简单，固体废物产生量较小。

4、扬尘

在建设施工期需进行的建筑材料混合、混凝土浇筑等作业，各种施工将产生地面扬尘，另外机械设备和厂内运输车辆作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。

综上，施工期主要环境影响评价因子为：施工噪声、施工废水和生活污水、生活垃圾和建筑垃圾、施工扬尘。

施工过程中施工机械在运行时都将产生不同程度的噪声。本项目施工期较短，在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的标准，使用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业，施工期噪声对周围环境影响较小。

建设单位应严格贯彻落实认真落实各项抑尘降噪减振措施，并对建筑垃圾等固体废物实行无害化管理，以避免对环境造成显著不利影响。

9.3.2 营运期污染因素分析与评价因子

1、X射线

X射线机开机后产生X射线，对周围环境产生辐射影响，关机后X射线随之消失。

2、非放射性污染因素分析

（1）非放射性有害气体

本项目产生的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。

（2）危险废物

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年版）》规定的危险废物-“HW16感光材料废物”，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，危险特性为毒性，废胶片和废显（定）影液

中常见有害成分主要有：卤化银、银、硫代硫酸钠、硫代硫酸铵、亚硫酸钠、亚硫酸氢钠、乙酸、硼酸、铝矾、铬矾等，并无放射性。必须采取防扬散、防流失、防渗漏或者其他防止污染环境的措施，同时应建立废显影液、定影液处理台账管理制度和转移联单管理制度。根据公司提供的资料，结合本项目的工作负荷，每年最多拍片 15000 张产生的废胶片数量大约为 1500，每张片子平均约 9g，废胶片产生量约 13.5kg/a。一般每洗 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 300kg/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。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全与防护

10.1.1 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”。公司拟将探伤室内部设置为控制区，探伤室配套的操作间、暗室等辅助房间和相邻区域划分为监督区。项目分区示意图见附图 4。

10.1.2 屏蔽设计

本项目探伤室为单层建筑，并配套建设了操作间、暗室等辅助房间，功能房间齐全，辅助房间与探伤室相邻，布局较为合理，探伤室平面布置见附图 4，探伤室防护设计见表 10-1。

表 10-1 探伤室防护设计参数一览表

项目	内容
内部尺寸	探伤室南北净长 12.4m、东西净宽 6m、净高 4.8m，净容积约 357m ³ 。
四周墙体	探伤室四周墙体厚度均为 70cm，采用混凝土结构，密度为 2.35g/cm ³
室顶	探伤室室顶整体厚度为 48cm，采用混凝土结构，密度为 2.35g/cm ³
大防护门	探伤室南侧设计有大防护门 1 个，用于工件进出。大防护门为电动平移式，总厚度约 20cm，采用铅钢复合结构，总体防护能力为 33mmPb。大防护门尺寸为 4.8m×4.6m（宽×高），门洞尺寸 4.2m×4.2m（宽×高），左、右、上、下与周围墙壁搭接量分别为 30cm、30cm、20cm、20cm，大防护门与墙壁之间的缝隙不大于 1cm，搭接量与缝隙比例大于 10:1，可满足防护要求。
小防护门	探伤室北侧设计有“L”型迷道，厚度为 70cm，采用混凝土结构，密度为 2.35g/cm ³ 。迷道外口处设有小防护门 1 个，用于人员进出。小防护门为手动平移式，总厚度约 10cm，采用铅钢复合结构，总体防护能力为 12mmPb。小防护门尺寸为 1.2m×2.3m（宽×高），门洞尺寸 0.9m×2.1m（宽×高），左、右、上、下与周围墙壁搭接量分别为 15cm、15cm、10cm、10cm，小防护门与墙壁之间的缝隙不大于 1cm，搭接量与缝隙比例大于 10:1，可满足防护要求。
机械排风装置	探伤室内西北角地面位置设计有一处通风口，尺寸为 300×300mm，采用地下 U 型穿墙，经探伤室北墙，自室顶上方东北角向上排放废气。通风系统采用机械排风装置，设计通风换气量约 1500m ³ /h，探伤室净容积 357m ³ ，有效通风换气次数大于 3 次/h。
操作位	操作位位于探伤室东侧的操作间内，职业人员可通过探伤室东北侧小防护门进出曝光

室。操作位可避开有用线束照射，符合标准要求。

10.1.3 安全设计

(1) 本项目操作位控制台设计有 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、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；设计有与防护门联锁的接口，可确保防护门未关闭时不能接通 X 射线管管电压，已接通的 X 射线管管电压在防护门开启时能立即切断；并设计有钥匙开关，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，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）3.1.2.1 款~3.1.2.6 款管理要求。

(2) 防护门设计有门-机联锁装置，门打开时 X 射线照射立即停止，关上门不能自动开始 X 射线照射，且设有紧急开门装置，可方便探伤室内人员在紧急情况下离开。满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）4.1.5 款的管理要求。

(3) 探伤室工件进出防护门口和内部设计有能够显示“预备”和“照射”状态的工作状态指示灯和声音提示装置，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，并与场所周围使用的其他报警信号有明显区别，照射状态指示装置能够与 X 射线机有效联锁；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）4.1.6~4.1.8 款的管理要求。

(4) 探伤室防护门上设计有电离辐射警告标识和中文警示说明。满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）4.1.9 款的管理要求。

(5) 探伤室内东西两侧各设计有 1 处紧急停机按钮，确保出现事故时能立即停止照射，紧急停机按钮的位置可使其探伤室内任何位置的人员都不需要穿过主射线束就能使用，且紧急停机按钮设计有明显标志，标明使用方法。满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）4.1.10 款的管理要求。

(6) 探伤室设计有机械通风设施，设计通风换气量约 1500m³/h，探伤室净容积 357m³，工作期间应保证机械通风的正常运行且每小时有效通风换气次数不小于 3 次，具有降低室内臭氧和氮氧化物的浓度作用，本项目排风口向上，不朝向人员活动密集区，顶部无人到达，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。

10.1.4 其他防护设计

除探伤室硬件安全防范措施外，公司还将完善和加强以下几个方面的措施：

1、根据《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，2019.8修订）中第十六条第五款要求，企业须配备相应的防护用品和监测仪器以满足探伤工作的要求。本项目探伤室拟配备4名辐射工作人员，拟配备个人剂量计4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4台及X-γ辐射巡检仪1台，待配备相应的仪器设备后可满足探伤工作要求。

2、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，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。

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。

3、公司拟定期为工作人员健康查体，建立工作人员健康档案。

4、制订完善的规章制度，建立探伤机使用台账。

10.2 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。

系统产生的X射线会使空气电离，从而产生臭氧(O₃)和氮氧化物(NO_x)。本项目探伤室设计有机械排风装置，有效通风换气次数大于3次/h，并设置排风管道将废气排至顶部外部环境，顶部无人到达，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。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。

此外，拍片、洗片过程中产生的废胶片和废显（定）影液均为危险废物（废物代码为900-019-16）。应按照《危险废物贮存污染控制标准》和《危险废物转移联单管理办法》等危废管理相关规定要求，对危险废物实行联单管理和台账管理，规范贮存，并委托有相应危废处理资质的单位处置。危废暂存间拟建设于探伤室东南侧，用于暂存本项目产生的废胶片、废显（定）影液。危废暂存间拟采用砖混结构，并做好防渗层，满足防渗、防晒、防雨、防风等要

求，危废暂存间内部设置照明设施，危废暂存间实行双锁专人管理制，拟按照《危险废物贮存污染控制标准》粘贴危险废物标签，并在门外张贴警示标志。危废暂存间面积应满足本项目产生的危废暂存。

本次评价要求公司应按照以下措施对本次评价产生的废胶片、废显（定）影液及危废暂存间进行管理：

①存放废显（定）影液的废液桶上粘贴符合《危险废物贮存污染控制标准》附录 A 规定的危险废物标签；

②废显（定）影液应暂存在防渗漏且无反应的容器内，容器内须留足够空间，并定期对容器（废液桶）及危废暂存间进行检查，发现破损，应及时采取措施清理更换；

③将不同类别的危险废物分区存放，并在中间设置分隔过道；

④危险废物分类收集，危险废物中不得混入其他废物；

⑤做好危险废物情况的记录，记录上须注明危险废物的名称、来源、数量、特性、入库日期、废物出库日期及接受单位名称等；

⑥制定危险废物管理计划，不得擅自倾倒、堆放危险废物，与具备危废处置资质的单位签订危废协议，按照《危险废物转移联单管理办法》相关规定，将本项目产生的废胶片及废显（定）影液委托有资质单位及时转移处置；

在按照以上要求将本项目产生的危险废物妥善处置后，不会对周围环境造成影响。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目施工期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。

1、声环境影响分析

本项目施工期噪声主要来自开挖地基、场地平整、打桩、混凝土浇筑等几个阶段，本项目施工期较短，仅在白天工作时间施工，经距离衰减后，对周边环境影响较小。

2、水环境影响分析

本项目施工期较短且施工量小，施工期废水主要为少量施工泥浆废水和施工人员的生活污水。施工泥浆水采用沉淀池充分沉淀后，上清水重复利用，淤泥集中堆放后期用作回填土。施工人员生活污水经厂区内临时化粪池收集后由环卫部门定期清理。

3、固体废物影响分析

本项目固体废物主要为施工期间人员日常生活产生的生活垃圾和施工垃圾，生活垃圾统一放至生活垃圾存放点，拟由环卫部门定期清运。施工垃圾对弃渣处置必须坚持“先挡后弃”。其次将建筑垃圾分类，拟回收其中尚可利用的部分建筑材料，对没有利用价值的废弃物拟运送到环卫部门指定的建筑垃圾堆埋场。经采取以上措施，固体废物对周围环境影响较小。

4、大气环境影响分析

本项目在建设施工期各种施工将产生地面扬尘，另外机械和运输车辆作业时产生废气和扬尘。施工期间拟通过洒水抑尘和设置围挡，减少扬尘产生量和影响。因此，扬尘对周边大气环境影响较小。

综上所述，本工程施工期对环境的影响是小范围和短暂的。随着施工期的结束，对环境的影响也逐步消失。

11.2 运行阶段对环境的影响

本项目 X 射线探伤机尚未购置，本次评价采用理论计算的方法评估 X 射线探伤机开机时对周围环境的影响。

11.2.2 探伤室外辐射水平预测

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：

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

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，mA，本项目最大管电流为 5mA；

H_0 ——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 。根据企业提供资料，查 GBZ/T250-2014 附表 B.1，使用内插法 350kV 管电压 3mm 铜过滤条件下输出量为 $17.4 \text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ；

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

$$B = 10^{-X/\text{TVL}} \quad (11-2)$$

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，可查表 11-1。

(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。

$$\dot{H} = (\dot{H}_1 \cdot B) / R^2 \quad (11-3)$$

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}_1 ——距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为 $\mu\text{Sv/h}$ 。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 1，本项目 \dot{H}_1 取

5000 μ Sv/h。

表 11-1 X 射线束在铅和混凝土中的什值层厚度

X 射线管电压 (kV)	什值厚度 TVL (铅, mm)	什值厚度 TVL (混凝土, cm)
300	5.7	100
350	6.95	100
400	8.2	100

注：300kV、400kV 管电压摘自 GBZ/T250-2014 附表 B. 2，350kV 管电压使用内插法计算得出。

(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：

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

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，mA，本项目最大管电流为 5mA；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输出量， μ Sv \cdot m²/ (mA \cdot h)，以 mSv \cdot m²/ (mA \cdot min) 为单位的值乘以 6×10^4 。取 350kV 管电压 3mm 铜过滤条件下输出量为 17.4mSv \cdot m²/ (mA \cdot min)；

B —屏蔽透射因子；在给定屏蔽物质厚度时，相应的屏蔽透射因子，按 GBZ/T250-2014 中表 2 并查附录 B 表 B. 2 的相应值；

表 11-2 (GBZ/T250-2014 中表 2) X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值

原始 X 射线 (kV)	散射辐射 (kV)
150 \leq kV \leq 200	150
200 < kV \leq 300	200
300 < kV \leq 400	250

注：该表仅用于以什值层计算散射辐射在屏蔽物质中的衰减。

根据上表可知，最大管电压为 350kV 的 X 射线机散射辐射能量为 250kV。散射能量 250kV 对应铅的 TVL 为 2.9mm，混凝土的 TVL 为 90mm。

$F - R_0$ 处的辐射野面积，单位为平方米；

α —散射因子，入射辐射被单位面积 (1m²) 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 —辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米；

$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$ ：本项目 X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为 20° ，参考标准

B. 4. 1，管电压为 350kV 时取值为 1/50；

R_s —散射体至关注点的距离，单位为米。

2. 计算结果

实际工作时，X 射线向上、向北方向照射，X 射线管距室顶、北墙距离分别为 4.2m、5.7m， $4.2\text{m} \times \tan 20^\circ \approx 1.53\text{m}$ ，X 射线管距南墙、大防护门、东墙、西墙以及小防护门最近距离为 3m，均大于 1.53m。因此南墙、大防护门、东墙、西墙和位于东侧的小防护门均不受有用线束照射。

综上，北墙、室顶考虑有用线束照射，南墙、大防护门、东墙、西墙和位于东侧的小防护门考虑漏射线及散射线照射。

关注点和辐射路径示意图见图 11-1。

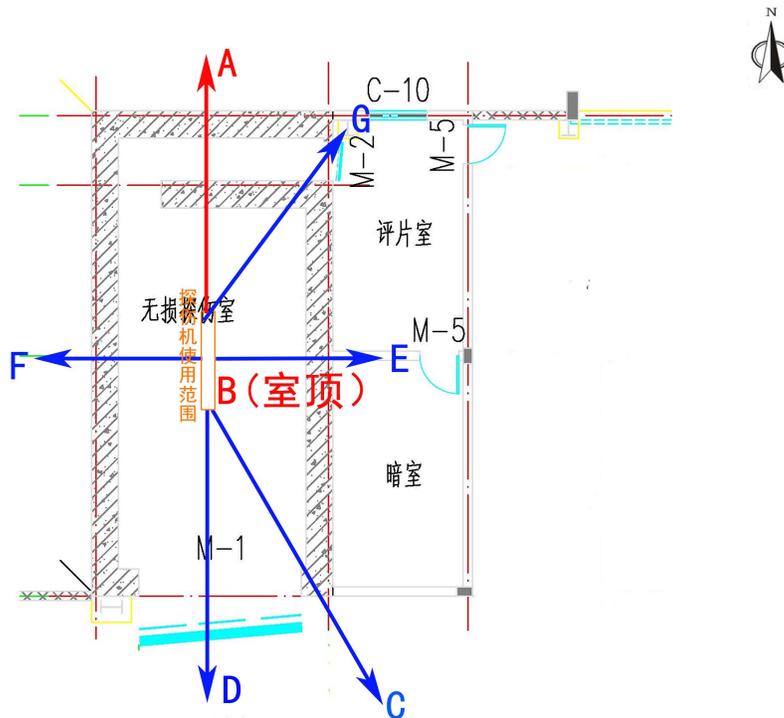


图 11-1 辐射影响核算关注点及辐射路径示意图

a、南墙、北墙、大防护门、室顶外辐射水平预测

在北墙、室顶外设置关注点 A、B，关注点处辐射剂量率计算结果见表 11-3。

表 11-3 探伤室外关注点处的辐射剂量率计算结果

关注点	射线类型	屏蔽层	有效屏蔽厚度	关注点到靶点的距离 (m)	关注点处剂量率计算值 ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率限值 ($\mu\text{Sv/h}$)
A	有用线束	北墙	700mm 混凝土	6.0	0.023	2.5
B		室顶	480mm 混凝土	4.5	4.09	100

根据上表可知，本项目 X 射线探伤机开机状态下，探伤室北墙外关注点处的辐射剂量率最大为 $0.023 \mu\text{Sv/h}$ ，低于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的剂量率参考控制水平。探伤室室顶外关注点处的辐射剂量率最大为 $4.09 \mu\text{Sv/h}$ ，低于 $100 \mu\text{Sv/h}$ 的剂量率参考控制水平。

b、南墙、大防护门、东墙、西墙及小防护门外辐射水平预测

在南墙、大防护门、东墙、西墙及小防护门外设置关注点 C~G，对仅受漏射线及散射线影响的屏蔽体进行计算，关注点处辐射剂量率计算结果见表 11-4。

表 11-4 探伤室外关注点处的剂量率计算结果

关注点	射线类型	屏蔽层	有效屏蔽厚度	关注点/散射体到靶点的距离 (m)	关注点处剂量率计算值 ($\mu\text{Sv/h}$)		剂量率限值 ($\mu\text{Sv/h}$)
C	漏射线	南墙	700mm 混凝土	6.0	1.39×10^{-5}	6.23×10^{-5}	2.5
	散射线				4.84×10^{-5}		
D	漏射线	大防护门	33mmPb	6.2	2.3×10^{-3}	2.3×10^{-3}	2.5
	散射线				1.1×10^{-8}		
E	漏射线	东墙	700mm 混凝土	3.3	4.59×10^{-5}	2.059×10^{-4}	2.5
	散射线				1.60×10^{-4}		
F	漏射线	西墙	700mm 混凝土	3.3	4.59×10^{-5}	2.059×10^{-4}	2.5
	散射线				1.60×10^{-4}		
G	漏射线	小防护门	12mmPb	7.1	1.86×10^{-7}	1.89×10^{-7}	2.5
	散射线				2.51×10^{-9}		

根据上表可知，本项目 X 射线探伤机开机状态下，探伤室南墙、大防护门、东墙、西

墙、小防护门外关注点处的辐射剂量率最大为 $2.3 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$ ，低于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的剂量率参考控制水平。

c、通风口外辐射水平分析

通风口设计于探伤室内西北角地面位置，采用地下 U 型穿墙，X 射线探伤机有用射束无法直接照射到通风口，漏射线经通风口自地下穿过屏蔽墙体，需经过多次散射，每次散射至少降低 1 个数量级，辐射水平将大大降低，通风口防护设计较为合理，通风口外辐射水平预计可满足标准要求。

综上所述，本项目探伤室四周关注点处的辐射剂量率最大为 $2.3 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$ ，低于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的剂量率参考控制水平。室顶外关注点处的辐射剂量率最大为 $4.09 \mu\text{Sv/h}$ ，低于 $100 \mu\text{Sv/h}$ 的剂量率参考控制水平。

11.2.3 年有效剂量

1、年有效剂量估算公式

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

$$H_{Er} = D_r \times t \times 0.7 \times 10^{-6} (mSv/a)$$

式中：

H	年有效剂量当量，Sv/a；
t	年受照时间，h；
D_r	X 射线空气吸收剂量率，单位 Gy/h。
0.7	剂量换算系数，Sv/Gy。

2、照射时间确定及附加剂量计算结果

建设单位预计，本项目年拍片量为 15000 张左右，每张片曝光时间不超过 3min，则年开机时间 45000min，即年开机工作约 750h。保守按照探伤室东侧防护面剂量率最大值进行计算，根据表 11-4 可知，该区域辐射剂量率最大为 $2.059 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$ ，居留因子取 1，通过公式可计算本项目所致辐射工作人员的年最大附加有效剂量约为 $1.54 \times 10^{-4} mSv/a$ ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中相应“剂量限值”的要求，符合本次评价职业照射年剂量约束值要求（5mSv）。

本项目设计屏蔽水平优于理论估算值，探伤室位于生产车间边缘，与常驻人的生产区域

尚有一定距离，且企业拟加强管理，探伤期间厂区内其他工作人员不得靠近探伤室，南侧公众成员主要为生产车间待规划区域工人，居留因子取 1。受照剂量率为南侧防护面剂量率最大值进行计算，根据表 11-4 可知该区域辐射剂量率为 $2.3 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$ ，通过公式可计算本项目南侧所致公众成员的年最大附加有效剂量约为 $1.72 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ 。东侧公众成员主要为生产车间待规划区域工人，居留因子取 1，受照剂量率保守为东侧防护面剂量率最大值进行计算，根据表 11-4 可知该区域辐射剂量率最大为 $7.72 \times 10^{-5} \mu\text{Sv/h}$ ，过公式可计算本项目东侧所致公众成员的年最大附加有效剂量约为 $5.79 \times 10^{-5} \text{mSv/a}$ 。北侧公众成员主要为厂区外空地 50m 范围内偶然经过的路人，居留因子取 1/16，受照剂量率保守为北侧防护面剂量率最大值进行计算，根据表 11-1 可知该区域辐射剂量率最大为 $0.023 \mu\text{Sv/h}$ ，通过公式可计算本项目北侧所致公众成员的年最大附加有效剂量约为 $1.08 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ 。西侧公众成员主要为西侧停车场偶然经过的路人，居留因子取 1/16，受照剂量率保守为西侧防护面剂量率最大值进行计算，根据表 11-4 可知该区域辐射剂量率最大为 $2.059 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$ ，过公式可计算本项目西侧所致公众成员的年最大附加有效剂量约为 $1.54 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ 。

本项目所致公众成员的年最大附加有效剂量约为 $1.08 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ 。符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中相应“剂量限值”的要求，符合本次评价公众照射年剂量约束值（0.25mSv）要求。

11.2.4 三废的治理

废显（定）影液和废胶片属于危险废物，公司拟分别收集后，暂存在危废暂存间，本次评价要求公司须按照上文 10.2 章节相关要求对危废的收集、贮存等进行管理，并对危险废物实行联单管理和台账管理，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机械排风装置排至顶部外部环境，该区域无人到达，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。

11.2.5 运行分析与评价

由上述运行期间的分析可以看出，浙江幸星装备有限公司在按照现有设计条件建设探伤室，正常运行期间：

探伤室四周墙体、防护门外的辐射剂量率不超过 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《工业 X 射线探

伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的标准要求；室顶外的辐射剂量率不超过 $100\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）要求的“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 $100\mu\text{Sv/h}$ ”的标准要求。

在总曝光时间为750h/a的条件下，职业人员的年有效剂量不大于 $1.54\times 10^{-4}\text{mSv/a}$ ，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 5mSv/a 的年剂量约束值。

在总曝光时间为750h/a的条件下，公众成员的年有效剂量不大于为 $1.08\times 10^{-3}\text{mSv/a}$ ，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 0.25mSv/a 的年剂量约束值。

总之，在现有条件下，浙江幸星装备有限公司探伤室周围的剂量率、辐射工作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。

11.3 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、紧急停机按钮等失效使工作人员和公众误闯或误留，使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）公司拟制定的规章制度落实不到位时，可能会造成操作人员违规操作、射线装置损坏、射线装置使用不当、发生应急事故时无法及时正确处理等，严重时危害辐射工作人员及周边公众的健康和安全。

2、风险事故（件）防范措施

（1）本项目探伤室设有门机联锁装置，正常情况下可以避免工作时误开防护门的情况发生，但要经常性的检查、维护门-机联锁装置正常运行，建立严格的探伤程序；

（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）严格遵守并落实好企业制定的各项辐射安全管理规章制度。

发生上述不必要照射事故（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 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

12.1.1 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）中对使用射线装置单位的要求，浙江幸星装备有限公司拟成立辐射安全管理机构，且拟设 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。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。

12.1.2 职业工作人员

公司拟为本项目配备 4 名探伤工作人员，进行探伤相关工作，目前人员尚未确定，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：

1、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；

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》。

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）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》

1、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。

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。

(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) 公司须制定《自行检查和年度评估制度》

1、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。

2、根据环保部第 18 号令的要求，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

1、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。

2、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。

3、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。

(8) 危废专人管理

(9) 台帐管理和转移联单管理制度。

12.3 辐射监测

12.3.1 辐射监测方案

浙江幸星装备有限公司拟制定《辐射监测方案》，拟购置 1 台 X- γ 辐射巡检仪，4 台个人剂量报警仪，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。需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：

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，主要包括操作位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。

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；

(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取相应改进措施，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

12.4.1 环境风险事故应急预案

浙江幸星装备有限公司拟根据《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。《辐射事故应急预案》需包括以下主要内容：

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) 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。

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。

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、公安部门和卫生部门；

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。

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。

12.4.2 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进行整改，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。

12.5 竣工验收

本次评价项目竣工后，建设单位应根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环环评[2017]4 号）对配套建设的环境保护设施进行验收，建设单位应如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，自行或委托有能力的技术机构编制验

收报告，报告编制完成 5 个工作日内，建设单位应公开验收报告，公示的期限不得少于 20 个工作日。建设单位在提出验收意见的过程中，可组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用

序号	验收项目	主要内容及要求
1	环保手续完善	环评手续齐备，取得辐射安全许可证。
2	项目建设情况	实际建设内容及规模与环评一致。
3	剂量限值达标	满足本项目的管理目标：职业人员年有效剂量 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。
4	屏蔽能力达标	探伤室周围剂量当量率不超过 2.5uSv/h。
5	安全防护措施	安全联锁装置、紧急开门按钮、紧急停机按钮、警示灯装置、电离辐射标志、通风设施等。
6	设置警示标识	探伤室防护门外醒目位置张贴电离辐射警示标识和中文警示说明。
7	管理规章制度	制定各项管理规章制度和操作规程。
8	事故应急预案	拟制定详细完整、合理可行的《辐射事故应急预案》。
9	落实监测计划	建立职业健康检查和个人剂量检测档案，落实日常环境监测，并有详细记录。
10	人员持证情况	职业工作人员均参加辐射安全与防护培训，并考核合格。
11	配置防护用品	拟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，包括个人剂量计、剂量报警仪等仪器。

验收监测（调查）报告编制完成后，建设单位应当根据验收监测（调查）报告结论，提出验收意见。存在问题的，建设单位应当进行整改，整改完成后方可提出验收意见。

表 13 从事辐射活动能力分析

该公司的 X 射线探伤室建设项目为新建项目，依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条之规定，该公司从事辐射活动应具备相应的条件，具体如下：

(1) 使用 II 类射线装置的，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。

(2) 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。

(3) 射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施（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）。

(4) 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，包括个人剂量计、剂量报警仪等仪器。

(5) 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、人员培训计划、监测方案等。

(6) 有完善的，可操作的辐射事故应急方案。

表 14 结论与建议

14.1 结论

实践的正当性

浙江幸星装备有限公司室内 X 射线探伤项目，目的是为了对产品进行无损检测，提高产品质量，具有良好的经济效益和社会效益。其运行所致辐射工作人员和周围公众成员的剂量符合《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”的要求和本项目提出的剂量约束值要求。因而，只要按规范操作，该公司使用室内 X 射线探伤机是符合辐射防护“正当实践”原则。因此，该项目使用 X 射线探伤机的目的是正当可行的。

选址合理性分析

浙江幸星装备有限公司位于浙江省湖州市南浔区菱湖镇竹墩村潘家圩，其地理位置图见附图 1，公司东侧为空地（规划工业用地），北侧为河道，河道以北为农田，南侧为竹墩路，路以南为湖州维龙仓储服务有限公司厂区，西侧为河道，河道以西为浙江景昇新材料科技有限公司厂区。公司周边环境示意图见附图 2。

本项目探伤室评价范围 50m 内主要为公司内部生产车间、道路、空地、等场所。无居民区与学校等环境敏感区域。本项目用地性质属于工业用地，周围无环境制约因素。因此，本项目选址是合理可行的。

辐射防护屏蔽能力分析

探伤室大防护门（工件进出门）采用钢架结构内衬 33mm 铅板做防护，小防护门（人员进出门）采用钢架结构内衬 12mm 铅板做防护，南北防护墙采用 700mm 混凝土，东西防护墙采用 700mm 混凝土，室顶采用 480mm 混凝土。经估算，X 射线探伤室设计屏蔽能力符合《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的要求。

主要污染因子及辐射环境影响评价

本项目的主要污染因子为 X 射线，经估算，本项目探伤室四周关注点处的辐射剂量率最大为 0.023 $\mu\text{Sv/h}$ ，低于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 的剂量率参考控制水平。室顶外关注点处的辐射剂量率最大为 4.09 $\mu\text{Sv/h}$ ，低于 100 $\mu\text{Sv/h}$ 的剂量率参考控制水平。另外探伤过程中产生一定量的臭氧和氮氧化物，但由于所产生的少量臭氧和氮氧化物不足已影响到外环境总量，故在此不做定量分析。

根据分析结果，公司从事辐射操作的工作人员和公众成员年有效剂量符合《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”的要求以及本项目的剂量约束值要求。

辐射环境管理制度

公司在从事辐射操作前，必须制订《放射防护安全管理机构及职责》、《安全防护管理工作制度》、《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》、《辐射事故应急预案》等规章制度。

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。

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。

总之，本项目在严格执行相关法律法规、标准规范等文件，严格落实各项辐射安全管理、防护措施的前提下，该项目对辐射工作人员和公众成员是安全的，对周围环境产生的辐射影响较小，不会引起周围辐射水平的明显变化。因此，从环境保护角度分析，项目建设是可行的。

14.2 承诺和建议

14.2.1 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，为本项目配备个人剂量计4支、个人剂量报警仪4台及X- γ 辐射巡检仪1台；
- 4、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；
- 5、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；
- 6、按规定操作X射线探伤机，确保探伤室内无人员滞留。
- 7、项目建成后按照环保要求及时组织进行竣工环保验收。
- 8、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；

14.2.2 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 15 审批

下一级生态环境部门预审意见:

经办人

公 章

年 月 日

审批意见:

经办人

公 章

年 月 日