

目 录

1 项目概况.....	1
2 总论.....	2
3 射线装置.....	9
4 探伤原理和探伤流程.....	10
5 污染源分析.....	12
6 辐射环境影响评价.....	13
7 污染防治措施、辐射环境管理及监测计划.....	20
8 公示.....	24
9 从事辐射活动能力要求.....	25
10 结论与建议.....	26
附图 1 本项目地理位置示意图.....	28
附图 2 本项目卫星示意图.....	29
附图 3 公司厂区平面及监测点位示意图.....	30
附图 4 探伤室平面布置示意图.....	31
附图 5 厂区规划平面布置示意图.....	32

1 项目概况

单位名称	浙江德创环保科技股份有限公司		地 址	绍兴袍江新区三江路以南	
法人代表	金猛	电 话	0575-88556525	邮 编	312071
联 系 人	鲍双平		联系电话	13516754303	
项目名称	X 射线室内探伤项目（新建）		项目地点	厂区内	
项目用途	无损检测		项目依据	绍市环审[2014]53 号	
总 投 资	15150 万元				
核 技 术 项目 投资	100 万元		核技术项目 环保投资	10 万元	
应 用 类 型	放射性同位素应用	密封源	射线装置	其 它	
	--	--	II类	--	
<p>核技术应用的目的是任务：</p> <p>浙江德创环保科技股份有限公司拟在绍兴袍江新区三江路以南厂区内新建 1 间探伤室，配备 2 台 X 射线探伤机，主要利用其对公司所生产的压力容器等产品进行无损检测工作，从而保证产品的质量与生产的安全。</p>					

2 总论

2.1 任务由来

浙江德创环保科技股份有限公司是一家专业从事脱硫、脱硝、除尘等烟气处理技术研究及配套装备研发、制造、工程于一体的高新技术企业，是目前国内少数几家既能够专业生产烟气脱硫系统设备、脱硝系统蜂窝式和板式催化剂以及除尘系统主要设备的生产厂家，又能够提供脱硫脱硝除尘工程建设的产业化专业方案解决公司。为保证公司所生产的压力容器等产品的质量，公司拟新建 1 间探伤室，配备 2 台 X 射线探伤机，开展 X 射线室内探伤项目。

经与建设单位核实，公司 5 年内辐射活动规模即本次评价规模为：新建 1 间探伤室，配备 2 台 X 射线探伤机，所有探伤作业仅限在探伤室内。

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》。为保护环境，保障公众健康，浙江德创环保科技股份有限公司于 2015 年 11 月 2 日正式委托浙江国辐环保科技中心对本项目进行辐射环境影响评价。

评价单位在现场踏勘的基础上，按照国家有关建设项目辐射环境影响报告表的内容和格式，编制完成本项目的环境影响报告表（报批稿）。

2.2 编制依据

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》，2014 年 4 月；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2003 年 9 月；
- (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月；
- (4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 253 号，1998 年；
- (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号，2005 年 12 月；
- (6) 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；
- (7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月；
- (8) 《浙江省建设项目环境保护管理办法》，省政府令第 288 号，2011 年 12 月；
- (9) 《浙江省辐射环境管理办法》，省政府令第 289 号，2012 年 2 月。

2.3 项目相关文件

- (1) 企业法人营业执照，见附件 1；
- (2) 委托书，见附件 2；
- (3) 辐射环境影响评价告知书，见附件 3；

(4) 《关于浙江德创环保科技股份有限公司燃煤锅炉微细粉尘减排装备及配套装置产业化项目环境影响报告表的审查意见》，绍市环审[2014]53 号，绍兴市环境保护局，见附件 4。

2.4 引用导则

《辐射环境保护管理导则 核技术应用项目环境影响报告书(表)的内容和格式》，HJ/T 10.1—1995 国家环境保护局。

2.5 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。

本项目取其四分之一即 5mSv 作为管理限值。

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。

(2) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)。

本标准规定了工业 X 射线探伤室探伤、工业 X 射线 CT 探伤与工业 X 射线现场探伤的放射防护要求。

本标准适用于使用 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置(以下简称 X 射线装置或探伤机)进行探伤的工作。

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的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旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时,探伤室顶的辐射屏蔽要求同 4.1.3;

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 $100 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

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 射线照射,关上门不能自动开始 X 射线照射。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。

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。

(3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)。

5.1 典型条件

探伤室探伤工作的典型条件如下:

a) 探伤室外表面 30cm 外的剂量率控制值为 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 。

b) X 射线管电流 (I) 为 5mA, X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角 20° 。

c) X 射线探伤机的泄漏辐射在距靶点 1m 处的剂量率，见表 1。

5.2 探伤室的典型屏蔽厚度表

在 5.1 典型条件下，不同千伏 X 射线有用线束、泄漏辐射和 90° 散射辐射屏蔽所需要的铅和混凝土厚度列于表 1-1、表 1-2 和表 1-3。

表 1-1 有用线束屏蔽所需厚度

屏蔽物质	管电压 kV	距靶点不同距离处的有用线束所需厚度 mm						
		2m	3m	4m	6m	8m	10m	15m
铅	150	4.3	4.0	3.8	3.5	3.2	3.1	2.8
	200	6.5	6.0	5.7	5.2	4.9	4.7	4.2
	250	12	11	10.6	9.6	9.0	8.4	7.5
	300	23	21	20	18	17	16	14
	400	39	37	34	32	30	28	25
混凝土	150	360	340	320	300	280	260	240
	200	450	420	400	370	350	330	300
	250	510	470	450	420	400	380	350
	300	570	540	510	480	450	430	400
	400	640	600	580	540	520	500	460

注：表中数据按 4.1 计算得出，铅的密度为 11.3t/m³，混凝土的密度为 2.35t/m³

表 1-2 泄漏辐射屏蔽所需厚度

屏蔽物质	管电压 kV	距靶点不同距离处的泄漏辐射屏蔽所需厚度 mm						
		2m	3m	4m	6m	8m	10m	15m
铅	150	2.3	2.0	1.7	1.4	1.2	1.0	0.7
	200	3.4	2.9	2.5	2.0	1.7	1.4	0.9
	250	7.8	6.8	6.1	5.1	4.3	3.8	2.8
	300	15	13	12	10	8.8	7.4	5.4
	400	22	19	17	14	12	11	7.8
混凝土	150	170	140	130	100	84	70	46
	200	210	180	150	120	100	86	55
	250	240	210	190	160	130	120	86
	300	270	240	210	170	150	130	96
	400	270	240	210	170	150	130	96

注：表中数据按 4.1 计算得出，铅的密度为 11.3t/m³，混凝土的密度为 2.35t/m³

表 1-3 散射辐射屏蔽所需厚度

屏蔽物质	管电压 kV	距靶点不同距离处的散射辐射屏蔽所需厚度 mm						
		2m	3m	4m	6m	8m	10m	15m
铅	150	3.8	3.5	3.2	2.9	2.6	2.5	2.1
	200	4.1	3.7	3.5	3.2	3.0	2.7	2.4
	250	5.6	5.1	4.8	4.3	3.9	3.6	3.2
	300	5.8	5.3	4.9	4.4	4.1	3.8	3.3
	400	12.0	11.0	10.3	9.3	8.6	8.0	7.0
混凝土	150	280	250	240	210	200	180	160
	200	300	270	260	230	210	200	180
	250	350	320	290	260	240	220	190
	300	360	330	300	270	250	240	200
	400	380	340	320	290	270	250	220

注：表中数据按 4.1 计算得出，铅的密度为 11.3t/m³，混凝土的密度为 2.35t/m³

2.6 评价目的

(1) 对该公司 X 射线室内探伤项目拟建址进行辐射环境背景水平监测，以掌握该拟建地的辐射环境背景水平；

(2) 对拟使用的 X 射线室内探伤项目进行辐射环境影响预测评价。

(3) 对不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”。

(4) 满足国家和地方环境保护部门对建设项目环境管理规定的要求，为该项目的辐射环境管理提供科学依据。

2.7 评价范围

根据本项目的特点，结合《辐射环境保护管理导则核技术应用项目环境影响报告书（表）的内容和格式》（HJ/T 10.1—1995）的相关规定，确定以曝光室周围 50m 作为本项目的评价范围。

2.8 环境保护目标

环境保护目标为 X 射线探伤室周围活动的辐射工作人员、以及公司内的其他非辐射工作人员和公众成员。50m 评价范围内无环境敏感点。

2.9 地理位置

2.9.1 企业地理位置

浙江德创环保科技股份有限公司位于绍兴袍江新区三江路以南，其地理位置示意图见附图 1，公司北面为三江路，隔路为浙江立盛织染有限公司厂房，南侧为河道，隔河道为在建厂房和农田，西侧为浙江环球集团，东侧为忠兴印染公司和浙江金鼎纺纱有限公司。

2.9.2 X 射线探伤室位置

本项目 X 射线探伤室位于三号车间东角，X 射线探伤室东南西北侧均为生产车间道路，三号车间北侧为二号车间，南、东、西侧均为厂区道路。X 射线探伤室周围 50m 范围内无环境敏感点，厂区平面图见附图 3。

3 射线装置

3.1 概况

公司 5 年内的 X 射线探伤机技术参数和规模详见表 3-1。

表 3-1 射线装置技术参数表

序号	设备名称	数量 (台)	设备型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	作业地点
1	X 射线探伤机	2 台	--	250	5	探伤室内
备注	公司使用的射线装置属 II 类射线装置。 公司同一探伤室内不存在多台探伤机同时开机的工况。					

3.2 探伤机的特点及作业方式

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 5min，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 方式工作和休息，确保 X 线管充分冷却，防止过热。

4 探伤原理和探伤流程

4.1 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。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、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为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。典型的 X 射线管结构示意图如图 4-1 所示。

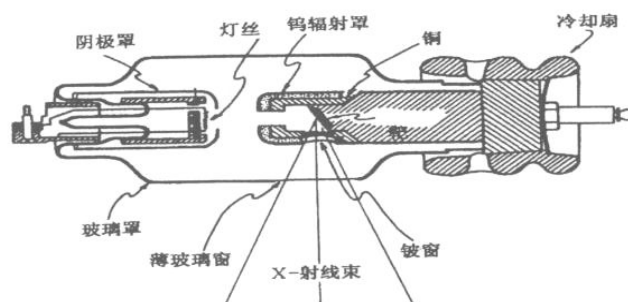


图 4-1 典型的 X 射线管结构示意图

4.2 探伤流程

该公司射线探伤均在固定的曝光室内，将需要进行射线探伤的工件放置于曝光室，设置适当位置，在工件待检部位布设 X 射线胶片并加以编号，检查无误，摆放 X 射线探伤机，工作人员撤离曝光室，并将工件门关闭，然后根据探伤工件材质厚度、待检部位、检查性质等因素调节相应管电压、管电流和曝光时间等，检查无误即进行曝光，当达到预定的照射时间后，关闭电源。待全部曝光摄片完成后，工作人员进入曝光室，打开工件门将探伤工件送出曝光室外，从探伤工件上取下已经曝光的 X 片，待暗室冲洗处理后给予评片，完成一次探伤。探伤工艺流程如图 4-2 所示。

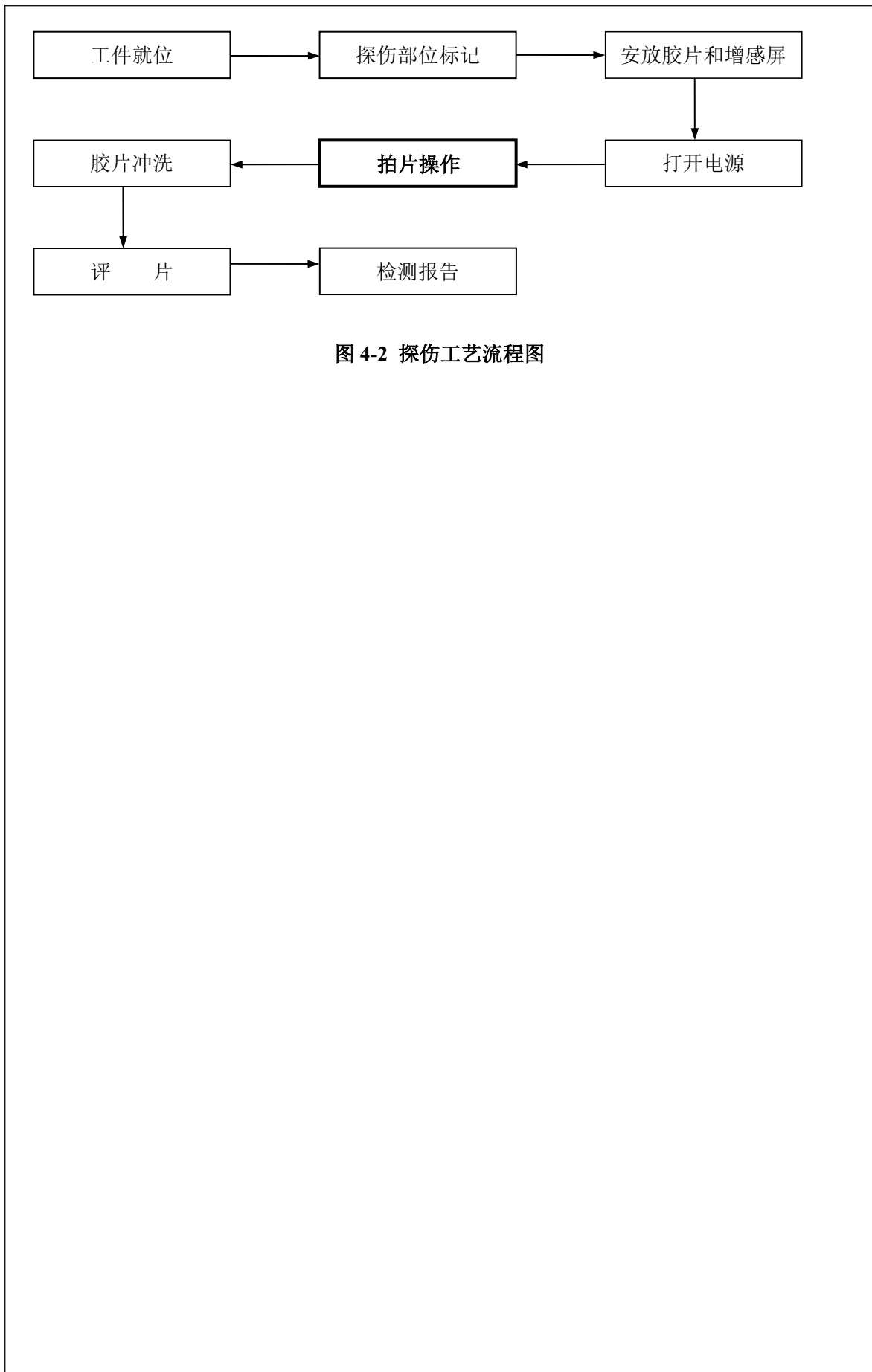


图 4-2 探伤工艺流程图

5 污染源分析

5.1 污染因子

①X 射线

由 X 射线探伤机的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。本项目使用的 X 射线探伤机只有在开机并处于出线状态时（曝光状态）才会发出 X 射线。因此，在开机曝光期间，X 射线成为污染环境的主要污染因子。

②臭氧和氮氧化物

该公司 X 射线探伤机产生的 X 射线能使空气电离，会产生少量臭氧和氮氧化物，因此本项目 X 射线探伤机正常运行时会产生一定量的臭氧和氮氧化物。

③废显定影液及胶片

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 HW16，并无放射性。探伤机运行时无其它固体废弃物产生。

5.2 正常工况

X 射线探伤机在对工件进行照相的工况下，X 射线经透射、散射，对作业场所及周围环境产生辐射影响。

5.3 事故工况

公司使用的射线装置属 II 类射线装置，可能的事故工况主要有以下几种情况：

1、X 射线探伤机在对工件进行照相的工况下，门-机连锁失效，至使铅防护门未完全关闭，X 射线泄漏到曝光室外面，给周围活动的人员造成不必要的照射。或在门-机连锁失效探伤期间，工作人员误打开防护门，使其受到额外的照射。

2、人为故意引起的辐射照射。

3、有人员在探伤室内时，操作室内工作人员误打开探伤机，造成误照射。

为了杜绝事故发生，公司必须进行门机连锁装置的定期检查，严格按照操作规程进行作业，确保安全。

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行政部门报告。

6 辐射环境影响评价

6.1 X 射线探伤室概况

根据公司提供的探伤室设计资料可知，浙江德创环保科技股份有限公司拟建的探伤室为一层建筑。探伤室东西长（内径）约 11m，南北宽（内径）约 6m，高（内径）约 4m，面积约 66m²，全车窗设计。工件门设计了门—机联锁安全装置和开机工作警示灯。探伤室各屏蔽情况见表 6-1，平面布置见附图 4。

表 6-1 探伤室屏蔽情况一览表

项目	内容
四侧屏蔽墙	南北侧 550mm 厚混凝土、东西侧 500mm 厚混凝土
曝光室顶棚	350mm 厚混凝土
工件门	电动推移门，门洞宽 3m×高 3m 门宽 3.5m×高 3.5m，搭肩需大于 10 倍门缝， 敷设 12mm 铅板
工作人员出入门	手动推移门，门洞宽 0.8m×高 2m 门宽 1.2m×高 2.4m，搭肩需大于 10 倍门缝， 敷设 12mm 铅板
电缆管线	1 个直径 50mm，地下 U 型
通风	1 个直径 250mm，地下 U 型排气口，机械通风
备注	年拍片约 10000 张，工件直径 1m~2m，长度 2m~9m

6.2 X 射线探伤室及其周围辐射环境背景水平监测

为了解浙江德创环保科技股份有限公司 X 射线探伤室及其周围的辐射环境背景水平，评价单位于 2015 年 11 月 4 日对探伤室拟建址周围进行辐射环境本底水平现场监测。

6.2.1 监测仪器与规范

监测仪器的参数与规范见表 6-2。

6.2.2 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）监测方法采用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。

表 6-2 X-γ射线剂量率监测仪器参数与规范

仪器名称	X-γ剂量监测仪
仪器型号	FH40G+FHZ672E-10
生产公司家	Thermo 公司
能量响应	在 60keV~3MeV 范围内误差 <±15%
量 程	X-γ: 1nSv/h~100μSv/h
检定证书	上海市计量测试技术研究院（华东国家计量测试中心） （证书编号：2015H21-20-002932） 有效期：2015 年 8 月 13 日~2016 年 8 月 12 日
监测规范	《环境地表γ辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93） 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）

6.2.3 监测结果及评价

监测结果见表 6-3，现状监测点位见附图 3。

表 6-3 探伤室拟建址及其周围辐射环境背景监测结果¹⁾

监测点位	监测点位描述	辐射剂量率（nSv/h）	
		平均值	标准差
▲1	探伤室拟建址	105.10	3.84
▲2	探伤室拟建址北侧	106.10	2.96
▲3	探伤室拟建址东侧	106.80	3.85
▲4	探伤室拟建址南侧	108.20	2.30
▲5	探伤室拟建址西侧	109.10	1.85

注：1) 监测结果未扣除宇宙射线的响应，监测点位图见附图 3。

由表 6-3 的监测结果可知，X 射线探伤室拟建址各监测点位的γ辐射剂量率在 105.1~109.1nSv/h 之间，由《浙江省环境天然放射性水平调查报告》可知，绍兴地区建筑物室内γ辐射剂量率在 61~335nGy/h 之间，道路上γ辐射剂量率在 51~154nGy/h 之间，可见其γ辐射剂量率处于一般本底水平，未见异常。

6.3 建设或安装期的辐射环境影响分析

由于 X 射线探伤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、关而产生和消失的。在 X 射线探伤室建设过程中，X 射线探伤机未通电运行，

故不会对周围环境造成电离辐射影响，也无放射性废气、废水及固体废弃物产生。

6.4 运行期的辐射环境影响分析

6.4.1 理论计算

(1) 计算公式及参数选取

根据《放射物理与防护》(人民卫生出版社, 李迅茹主编, 2002年)中“屏蔽厚度的确定方法”, 可查透射量图得 X 射线初级防护屏蔽墙的厚度。

$$B = \frac{Pd^2}{WUT} \dots\dots\dots (1)$$

式中: B —有用射线的最大允许透射量, $\text{mSv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$;

P —周剂量限值, $\text{mSv}\cdot\text{W}^{-1}$;

d —参考点到焦点的距离, m ;

W —周工作负荷, $\text{mA}\cdot\text{min}\cdot\text{W}^{-1}$;

U —利用因子;

T —居留因子。

根据《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》(GBZ117-2006)第 4.1.2 条, 屏蔽设计应充分考虑有用线束照射的方向和范围、装置的工作负荷及室外情况, 在进行屏蔽墙设计时可取公众剂量约束值 0.3mSv/a , 并要求 X 射线实时成像系统屏蔽墙外 30cm 处空气比释动能率不大于 $2.5\mu\text{Gy/h}$, 无迷路 X 射线实时成像系统门的防护性能应与同侧墙的防护性能相同。本项目以 0.3mSv/a 作为公众剂量约束值, 按每年 50 周计算, 可取周剂量限值为 0.006mSv/w ;

本项目 X 射线探伤室长、宽和高分别为 11m、6m 和 4m, X 射线探伤机位于离各侧墙体的位置相对固定, 考虑墙体的厚度, 墙外 30cm 到焦点的最小距离 d 分别为 4.57m 和 2.9m, 工件及工作人员出入门外 30cm 到焦点的最小距离 d 分别为 4.66m 和 2.99m, 具体详见 (2)、(3)、(4)、(5) 和 (6) 式所示。

东西侧墙外 30cm 到焦点的最小距离 d :

$$3.67+0.5+0.3=4.47\text{m}\dots\dots (2)$$

工件门外 30cm 到焦点的最小距离 d :

$$3.67+0.5+0.12+0.3=4.59\text{m}\dots\dots (3)$$

南北侧墙外 30cm 到焦点的最小距离 d :

$$2+0.55+0.3=2.85\text{m}\dots\dots (4)$$

工作人员出入门外 30cm 到焦点的最小距离 d:

$$2+0.55+0.12+0.3=2.97\text{m}\dots\dots (5)$$

顶棚外 30cm 到焦点的最小距离 d:

$$4-1+0.35+0.3=3.65\text{m}\dots\dots (6)$$

本项目探伤机工作电流值为 5mA，预计每天开机探伤时间 120min，每周工作 6 天，则周工作负荷可由 (7) 式求得。

$$\text{周工作负荷 } W: 5 \times 120 \times 6 = 3600 \text{ mA} \cdot \text{min} \cdot \text{W}^{-1} \dots\dots (7)$$

U 为利用因子，取 1；T 为居留因子，取 0.25。

(2) 屏蔽设计符合性分析

查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 5.2 探伤室的典型屏蔽厚度表，各侧防护墙和工件、工作人员出入门按有用线束屏蔽所需厚度查表 1-1，天棚按散射辐射屏蔽所需厚度查表 1-3，可得表 6-4 的结果。

表 6-4 探伤室屏蔽符合情况一览表

项目	设计屏蔽水平	查表结果	是否符合
东西侧防护墙	500mm 厚混凝土	443mm 厚混凝土	符合
南北侧防护墙	550mm 厚混凝土	474mm 厚混凝土	符合
天棚防护	350mm 厚混凝土	299mm 厚混凝土	符合
工件出入门	12mm 铅板	10.3mm 铅板	符合
工作人员出入门	12mm 铅板	11.1mm 铅板	符合

6.4.2 类比分析

本项目通过类比监测的评价方法来加强预测拟建 1 间探伤室及 2 台 X 射线探伤机建成后的辐射环境影响。

(1) 类比监测

类比对象选取国家环境保护总局辐射环境监测技术中心对宁波远成石化电力机械有限公司在用的 1 间探伤室及 1 台 X 射线探伤机的监测数据。与本项目的可比性分析详见表 6-5。

表 6-5 拟建探伤机房和类比探伤机房对照表

	类比项目	本项目
最大管电压、管电流	250kV, 5mA	250kV, 5mA
方向	定向	定向、周向
四周墙体厚度	500mm 混凝土	500mm 的混凝土
天棚厚度	280mm 混凝土	350mm 混凝土
工件门屏蔽	12mm 铅板	12mm 铅板
面积	10.6m×6m	11m×6m

由表 6-5 的类比情况一览表可知，本项目和类比项目有较好的可比性，因此可用宁波远成石化电力机械有限公司在用的 1 间探伤室及 1 台 X 射线探伤机的使用情况说明本项目建成后探伤机对周围环境的辐射影响。类比项目监测结果见表 6-6 和表 6-7，监测点位示意图见图 6-1。

监测情况说明

关机状态：探伤机均处于关闭状态；

开机状态：一台 2505 定向机开机；以 230kV 电压，5mA 电流水平照射。

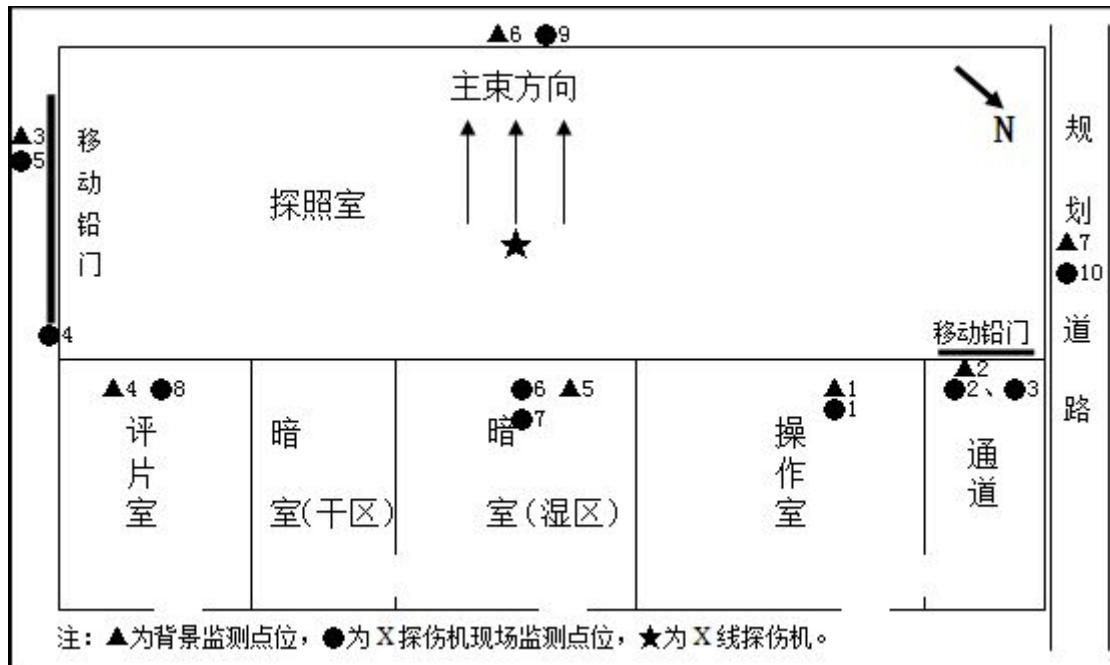


图 6-1 类比监测点位示意图

表 6-6 探伤机工作现场 X- γ 辐射剂量率背景水平监测结果 *

单位: nGy/h

监测点位	监测点位描述	平均值	标准差
▲1	操作室	153.6	4.7
▲2	防护门前	113.9	5.2
▲3	探照室东南侧大防护门前	81.2	4.6
▲4	评片室	117.6	4.8
▲5	暗室（湿区）	123.2	2.2
▲6	探照室西南侧墙体外	126.3	6.7
▲7	探照室北侧规划道路	128.8	3.3

*监测结果未扣除宇宙射线的响应，下同。

表 6-7 类比监测结果*

单位: nGy/h

监测点位	监测点位描述（监测时工况）	平均值	标准差
●1	操作台前距防护墙 30cm 处，230kV · 5mA	177.6	18.6
●2	防护门前 10cm 处，230kV · 5mA	205.4	12.1
●3	防护门前（门缝），230kV · 5mA	641.6	8.4
●4	东南侧大防护门前（门缝），230kV · 5mA	212.2	7.4
●5	东南侧大防护门前 10cm 处，230kV · 5mA	167.5	15.5
●6	暗室（湿区）距防护墙 30cm，230kV · 5mA	479.7	13.2
●7	暗室（湿区）距防护墙 1m，230kV · 5mA	275.2	12.8
●8	评片室距防护墙 30cm，230kV · 5mA	177.6	18.6
●9	西南侧主防护墙体外 30cm，230kV · 5mA	154.0	5.2
●10	西北侧防护墙体外 30cm，230kV · 5mA	341.7	16.5

*监测结果未扣除宇宙射线的响应；

根据表 6-6 和表 6-7 的监测结果可见，当探伤机以可能的最大运行工况运行时，该探伤室周围各监测点位的 X- γ 剂量率与未开机时相比有不同程度的变化。但其开机剂量率符合《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 μ Sv/h。”的要求。

(2) 预测分析

通过对宁波远成石化电力机械有限公司在用的1间探伤室及1台X射线探伤机的使用情况的现场监测结果，可以估算出辐射工作人员及公众成员所受到的照射剂量。

①辐射工作人员

根据表 6-6 和表 6-7 监测结果，X 射线探伤机在开机探伤时周围各关心点位的 X- γ 辐射剂量率与未开机时相比，操作点位的辐射剂量率增量为 24nGy/h，若探伤工作为 1 名辐射工作人员完成，其年附加有效剂量当量为 0.01mSv，低于管理限值（5mSv），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

②公众成员

探伤机开机工作时，将开启工作声光警示装置，告诫车间其他工作人员不要在探伤室周围停留。公司应有严格的管理制度，公众成员一般不进入该厂区，车间其他工作人员和公众人员不会接受额外的辐射照射，因此，公众成员所接受的剂量也能符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

7 污染防治措施、辐射环境管理及监测计划

7.1 污染防治措施

探伤室建成后，必须具备以下污染防治措施：

(1) 探伤室设计有安装门-机联锁安全装置和灯光警示装置，且只有在工件门和工作人员出入口处于关闭状态时 X 射线装置才能出束。工件门和工作人员出入口打开时应立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。

(2) 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，且照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。“预备”和“照射”信号应有明显的区别，且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。

(3) 工件防护门与屏蔽墙设计有搭接，搭接的长度将大于 10 倍的间隙，防止射线外泄。

(4) 探伤室周围均须设置电离辐射警告标志，并用中文注明“当心电离辐射”，探伤室各侧墙体外 1m 处划黄色警戒线，告诫无关人员不得靠近。各项辐射环境管理规章制度应张贴于工作现场处。

(5) 辐射工作场所设计有机械通风设施，工作期间应保证机械通风的正常运行，每小时有效通风换气次数应不小于 3 次，降低室内臭氧和氮氧化物的浓度。

(6) 公司须给每个辐射工作人员配备个人剂量计，工作期间必须佩戴。

(7) 公司须配备 1 台剂量报警仪。

(8) 探伤过程中产生的废显（定）影液及胶片要求集中存放，必须送交有资质的单位处理。

(9) 应建立探伤机使用台账和废液回收台账。

7.2 辐射环境管理要求

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》及环境保护主管部门的要求，公司必须成立辐射防护管理机构，制订辐射环境管理规章制度，并在取得相应的《辐射安全许可证》后射线装置方可正式使用。具体如下：

一、管理机构

公司必须制定《放射防护安全管理机构及职责》。内容包括：

①公司应确定本单位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。

二、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：

a. 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；

b. 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》。

a. 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。

b. 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、拍片操作人员职责和暗室处理人员职责。

(4) 公司必须制定《辐射防护和安全保卫制度》

a. 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。

b. 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》

a. 定期对 X 射线探伤室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。

b. 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。

三、事故应急

公司必须建立《辐射事故应急预案》。本项目使用的射线装置属 II 类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条之规定，结合单位的实际情况和表 5 中 5.3 的事故工况分析，该公司须建立的辐射事故应急预案应当包括下列内容：

- (一) 应急机构和职责分工；
- (二) 应急人员的组织、培训以及应急；
- (三) 可能发生辐射事故类别与应急响应措施；
- (四) 辐射事故调查、报告和处理程序及人员和联系方式。

发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，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行政部门报告。

四、安全培训及健康管理

公司应为每个辐射工作人员配备个人剂量计，每三个月送有资质的单位检测一次。

辐射工作人员上岗前、离岗时以及每 1 至 2 年应进行一次放射职业体检，并

为他们建立个人剂量档案和职业健康监护档案。

公司所有辐射工作人员均应参加环保部门组织的辐射安全与防护培训，并取得培训合格证后方可上岗，并按要求每四年参加一次复训。

7.3 监测方案

公司须定期（每年一次）请有资质的单位对 X 射线探伤室周围环境进行辐射环境监测，建立监测技术档案。监测数据每年年底向市环保局和当地环保局上报备案。

（1） 监测频度：每年常规监测一次。

（2） 监测范围：探伤室屏蔽墙外、防护门及缝隙处、工作人员操作室以及周围其他评价范围等。

（3） 监测项目：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。

8 公示

为使公司内部职工及周围公众了解本项目的建设情况及对环境的影响，建设单位就本项目的环境影响于 2015 年 11 月 4 日在公司门口张贴了辐射环境影响评价告知书（见图 8-1），内容主要包括工程概况、环境影响及初步评价结论；意见反馈方式主要为电话，时间为 10 个工作日（见附件 3）。

建设单位、环保部门和评价单位在公告期间没有收到任何反馈情况和异议。



图 8-1 现场告知照片

9 从事辐射活动能力要求

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) 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。

10 结论与建议

10.1 实践的正当性

浙江德创环保科技股份有限公司拟建 1 间 X 射线探伤室，配备 2 台 X 射线探伤机，目的是为了对所生产的压力容器等产品进行无损检测，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。因而，只要按规范操作，该公司使用探伤机是符合辐射防护“正当实践”原则。因此，该项目使用探伤机的目的是正当可行的。

10.2 选址合理性分析

浙江德创环保科技股份有限公司位于绍兴袍江新区三江路以南，其地理位置示意图见附图 1，公司北面为三江路，隔路为浙江立盛织染有限公司厂房，南侧为河道，隔河道为在建厂房和农田，西侧为浙江环球集团，东侧为忠兴印染公司和浙江金鼎纺纱有限公司。X 射线探伤室周围 50m 范围内无环境敏感点，其选址是合理可行的。

10.3 辐射防护屏蔽能力分析

曝光室南北侧屏蔽墙为 550mm 厚混凝土、东西侧屏蔽墙为 500mm 厚混凝土，顶棚为 350mm 混凝土，工件及工作人员出入门为 12mm 铅当量的铅板，其探伤室设计屏蔽能力能符合《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的要求。

10.4 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，另外探伤过程中产生一定量的臭氧和氮氧化物，洗片过程中产生一定量的废显（定）影液及胶片。

根据分析结果，公司从事辐射操作的工作人员和公众成员所受到额外辐射照射符合《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”的要求以及本项目的剂量管理限值要求。

探伤产生的废显（定）影液及胶片要求集中存放，由有资质的单位回收处理。

10.5 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。

10.6 安全培训及健康管理

公司应为每个辐射工作人员配备个人剂量计，每三个月送有资质的单位检测一次。

辐射工作人员上岗前、离岗时以及每 1 至 2 年应进行一次放射职业体检，并为他们建立个人剂量档案和职业健康监护档案。

公司所有辐射工作人员均应参加环保部门组织的辐射安全与防护培训，并取得培训合格证后方可上岗，并按要求每四年参加一次复训。

10.7 结论

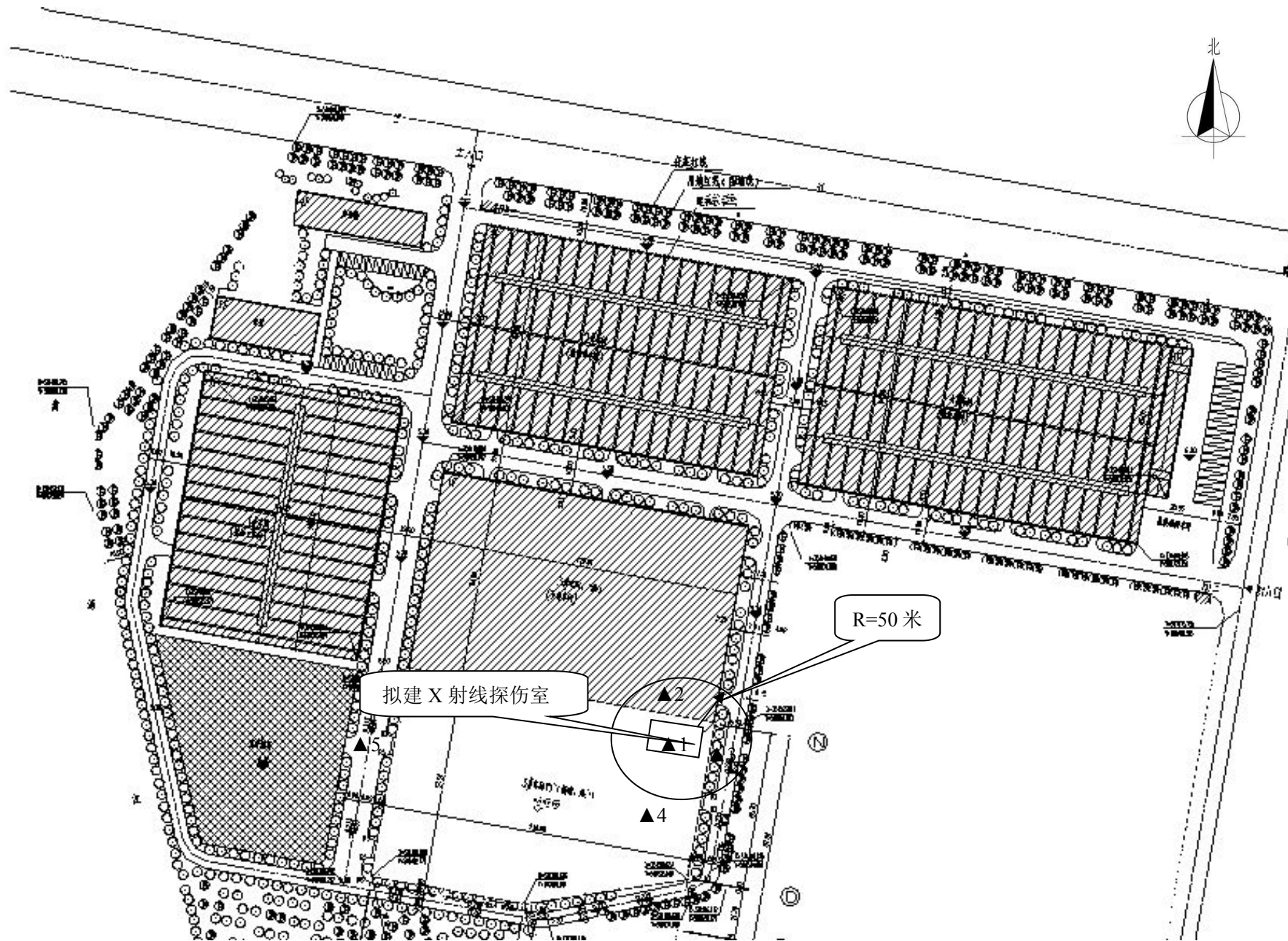
浙江德创环保科技股份有限公司新建 1 间探伤室，配备 2 台 X 射线探伤机，在落实本评价报告所提出的各项污染防治措施和辐射环境管理计划后，该公司将具备其所从事的辐射活动的技术能力和辐射安全防护措施，其 X 射线探伤机在探伤室内运行时对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设是可行的。



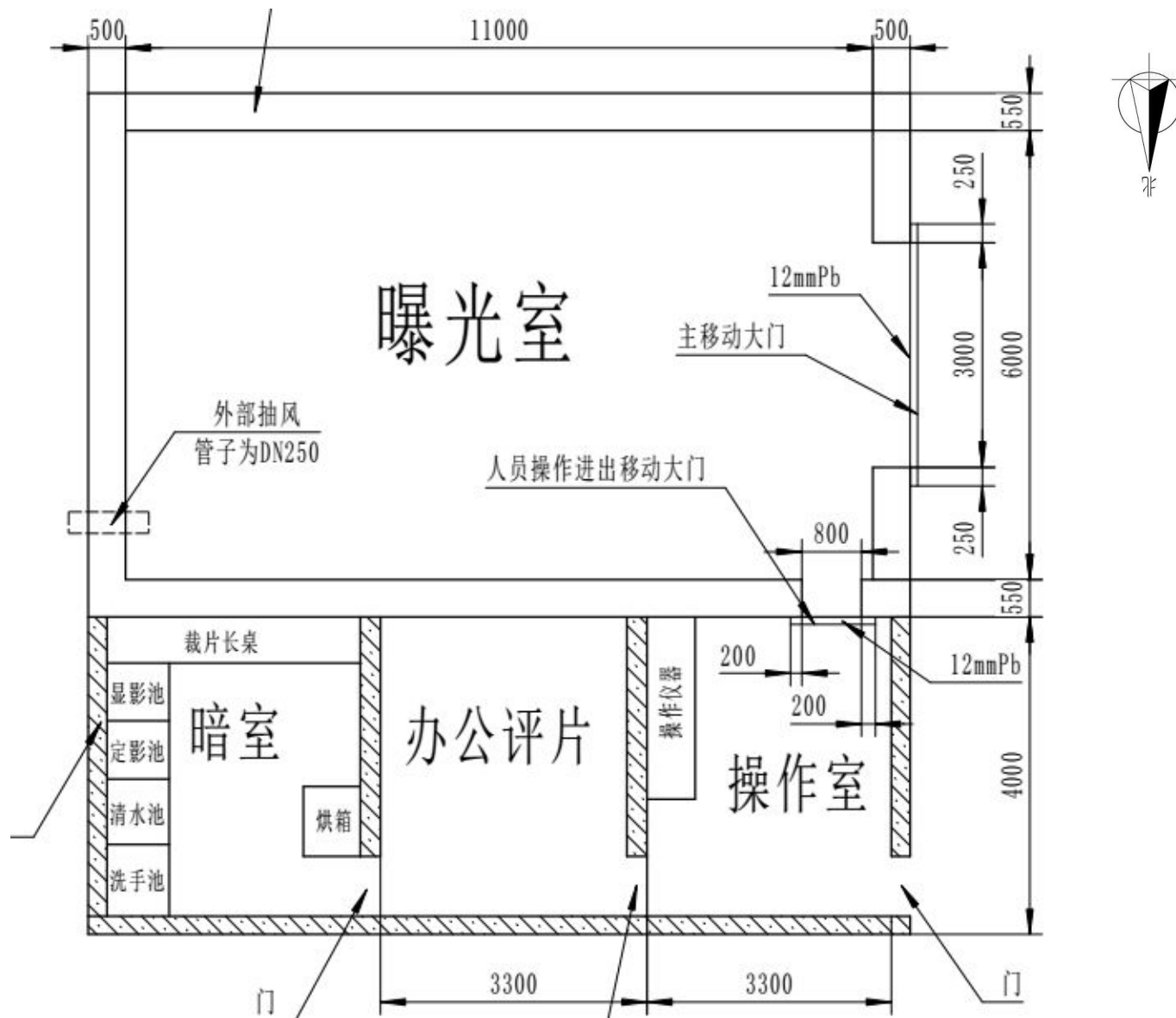
附图 1 本项目地理位置示意图



附图 2 本项目卫星示意图



附图 3 公司厂区平面及监测点位示意图



附图4 探伤室平面布置示意图



附图 5 厂区规划平面布置示意图