

核技术利用建设项目

X 射线探伤应用扩建项目
环境影响报告表

(公示稿)

浙江省特种设备科学研究院

2021 年 1 月

环境保护部制

核技术利用建设项目

X 射线探伤应用扩建项目 环境影响报告表

建设单位名称：浙江省特种设备科学研究院

建设单位法人代表(签名或盖章)：钟**

通讯地址：浙江省杭州市江干区凯旋路 211 号

邮政编码：310000 联系人：马**

电子邮箱：/联系电话：135*****

目录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	6
表 3 非密封放射性物质.....	6
表 4 射线装置.....	6
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	7
表 6 评价依据.....	8
表 7 保护目标与评价标准.....	10
表 8 环境质量和辐射现状.....	17
表 9 项目工程分析与源项.....	18
表 10 辐射安全与防护.....	22
表 11 环境影响分析.....	28
表 12 辐射安全管理.....	34
表 13 结论与建议.....	37
表 14 审批.....	40
附图 1 海宁基地探伤室地理位置图.....	41
附图 2 项目地理位置图.....	42
附图 3 海宁基地总平面布置图.....	43
附图 4 探伤室平面布置图及辐射工作场所分区示意图.....	44
附图 5 现场探伤周向机辐射工作场所分区示意图.....	45
附图 6 现场探伤定向机辐射工作场所分区示意图.....	46

表 1 项目基本情况

建设项目名称	X 射线探伤应用扩建项目				
建设单位	浙江省特种设备科学研究院				
法人代表	钟**	联系人	马宏伟	联系电话	135*****
注册地址	浙江省杭州市江干区凯旋路 211 号				
项目建设地点	室内探伤位于海宁市尖山新区工业园区开展汽车罐车检验检测基地已有探伤室内 现场探伤地点不固定				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资(万元)	150	项目环保投资(万元)	30	投资比例(环保投资/总投资)	20%
项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 迁建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积(m ²)	100
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 建设单位基本情况及项目建设概述

浙江省特种设备科学研究院（原称浙江省特种设备检验研究院，于 2019 年 6 月更名为浙江省特种设备科学研究院，以下简称“特科院”）是我国成立最早的特种设备检验检测机构之一。1958 年，浙江创办全国第一家锅炉检修队。顺应时代发展，“省锅炉检修队”先后更名为“省锅炉检验所”（1981）、“省锅炉压力容器检验所”（1984）。2001 年，与“省劳动安全卫生检测中心站”合并成立“浙江省特种设备检验中心”。2008 年，更名为“浙江省特种设备科学研究院”。目前，浙江省特科院已基本形成了凯旋路总部大楼以及海宁综合检验检测基地，大江东特种材料质检基地，下沙特种设备学院基地，国家电梯中心临平基地、南浔基地，罐车检验镇海基地、衢州基地“一总部七基地”发展布局。其中，有自主房产的凯旋路总部大楼，建筑面积 9383m²；海宁综合检验检测基地，总投资 2.6 亿元，建筑面

积 53800m²。

特科院是国内拥有资质项目能力最多的特种设备检验检测机构之一。先后取得危险化学品包装物和容器生产许可证检验资质，特种设备设计、生产许可鉴定评审资质；阀门、电梯、压力容器等各类特种设备型式试验资格以及省高院授予的产品质量司法鉴定资格等。54 个检验项目通过特种设备检验检测机构核准；165 个项目通过国家实验室认可；119 项检验检测能力通过资质认定和验收；53 项检验检测能力通过国家检验机构认可。

特科院海宁基地已建 1 间探伤室，于 2014 年 12 月 11 日取得了环评批复（批复文号：嘉海环辐【2014】2 号，批复规模：X 射线探伤室 1 间，并配置 XXQ-3005 型和 XXH-3005 型探伤机各 1 台，项目实施后配备一台 XXG-2505D 型（周向）和一台 XXGH-2505Z 型（定向）探伤机，实际配备探伤机在核准规模内。该项目于 2018 年 1 月通过了竣工环境保护验收。

大江东基地配备的一台 SN250 型定向 X 射线探伤机于 2019 年 9 月 6 日取得杭州市生态环境局钱塘分局审批意见（文号：杭环辐评批[2019]16 号），于 2020 年 5 月 29 日通过竣工环境保护验收。特科院已申领辐射安全许可证。

现为了更好的开展汽车罐车检验检测服务，特科院拟在海宁基地探伤室内新增两台 XXG-2505 定向探伤机，与现有 XXGH-2505Z 型定向探伤机互为两用一备。因业务发展需要，特科院拟在浙江省境内开展现场探伤项目，现场探伤拟配备一台 XXH-3005P 型探伤机（周向）和一台 SN250 型探伤机（定向）。

对照《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，本项目属于“五十五、核与辐射：“172.核技术利用建设项目”：“使用 II 类射线装置”，应编制辐射环境影响报告表，并及时向有权限的生态环境部门申领辐射安全许可证。为此，浙江省特种设备科学研究院委托浙江问鼎环境工程有限公司对 X 射线探伤应用扩建项目进行环境影响评价。我单位在现场踏勘的基础上，依据《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）的相关要求，编制完成了本项目的环境影响报告表。

1.2 建设内容及规模

特科院已在海宁基地开展室内探伤，已建探伤室一间，探伤室位置详见附图 2。现拟在海宁基地探伤室内新增两台 XXG-2505 定向探伤机，与现有 XXGH-2505Z 型定向探伤机互为两用一备。因业务发展需要，特科院拟开展现场探伤项目，现场探伤拟配备一台 XXH-3005P 型探伤机（周向）和一台 SN250 型探伤机（定向）。

新增探伤机型号参数详见表 4。

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，从环境保护角度为主管部门和建设单位进行辐射环境管理提供科学依据。

1.4 项目选址及周边环境保护目标

海宁基地位于海宁市尖山新区工业园区，东至凤凰河，南至听潮路，西至凤凰路，北至安江路。地理位置见附图 1 和附图 2。

特科院已有探伤室位于槽车检验车间南侧，探伤室东侧为凤凰河，南侧为内部道路和车间、西侧为内部道路和车间，北侧为槽罐车检验车间。探伤室半径 50m 范围内为企业厂区和东侧凤凰河，无居民点、学校等环境敏感点。探伤室周围环境照片见图 1-1。本次新增两台 XXG-2505 定向探伤机在海宁基地已有探伤室内使用。

本次拟新增一台 XXH-3005P 型探伤机（周向）和一台 SN250 型探伤机（定向）用于浙江境内室外现场探伤，作业场所不固定，其射线装置在不使用时存放于海宁基地专用设备贮存间，双人双锁，由专人管理。



探伤室西侧



探伤室南侧



探伤室北侧



探伤室位置

图 1-1 探伤室周围环境照片

1.5 原有核技术利用项目许可情况

目前，浙江省特种设备科学研究院海宁基地（海宁市尖山新区凤凰路 77 号）使用的一台 XXG-2505D 型（周向）和一台 XXGH-2505Z 型探伤机（定向）于 2014 年 12 月 11 日取得了环评批复（批复文号：嘉海环辐【2014】2 号，于 2018 年 1 月通过了环评验收（批复

文号：海环核黄验【2018】1号）。详见附件2。

浙江省特种设备科学研究院大江东基地（江东工业园区青西二路 1099 号 C 楼）使用的一台 SN250 型定向 X 射线探伤机于 2019 年 9 月 6 日取得杭州市生态环境局钱塘分局审批意见（文号：杭环辐评批[2019]16 号），于 2020 年 5 月 29 日通过竣工环境保护验收。详见附件 2。

浙江省特种设备科学研究院于 2019 年 12 月重新向浙江省生态环境厅申领了辐射安全许可证，证书编号：浙环辐证[00001]。有效期至 2022 年 03 月 28 日，详见附件 3。其中活动种类和范围为，使用 II 类射线装置。详情见表 1-1。

表 1-1 建设单位现有射线装置环保履行情况一览表

序号	设备名称	型号	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	类别	场所	环评情况	验收情况
1	探伤机	XXG-2505 D (周向)	1	250	5	II 类	海宁基地	已环评 嘉海环辐【2014】2 号	已验收 海环核黄验【2018】1 号
2	探伤机	XXGH-2505Z (定向)	1	250	5	II 类	海宁基地	已环评 嘉海环辐【2014】2 号	已验收 海环核黄验【2018】1 号
3	便携式数字 X 射线探伤机	SN250 (定向)	1	250	5	II 类	大江东基地	已环评 杭环辐评批 [2019]16 号	已自主验收

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
	以下空白							

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
	以下空白									

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
	以下空白									

(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 (台)	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	2	XXG-2505	250	5	无损检测	室内探伤	定向
3	便携式 X 射线机	II	1	XXH3005P	300	5	无损检测	现场探伤	周向
4	便携式 X 射线机	II	1	SN250	200	5	无损检测	现场探伤	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	型号	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	
	以下空白												

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
废显（定）影液	液态	---	---	/	少量	---	集中存放于暗室内	定期委托有资质的单位处理
废胶片	固态	---	---	/	少量	---		

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说明，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	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法 (2014 年修订)》，2015 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法 (2018 年修订)》，2018 年 12 月 29 日起施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例 (2019 年修改)》，国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日起施行；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法 (2019 年修改)》，生态环境部令第 7 号，2019 年 8 月 22 日起施行；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行；</p> <p>(8) 《关于发布射线装置分类的公告》，原环境保护部、国家卫生计生委公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行；</p> <p>(9) 《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》，原国家环境保护总局环发 (2006) 145 号，2006 年 9 月 26 日起施行；</p> <p>(10) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》，原环境保护部办公厅环办辐射函 (2016) 430 号，2016 年 3 月 7 日起施行；</p> <p>(11) 《建设项目环境影响评价分类管理名录 (2021 版本)》，生态环境部令第 16 号，自 2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(12) 《国家危险废物名录 (2021 年版)》，自 2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(13) 《关于发布《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》，原浙江省环境保护厅浙环发 (2015) 38 号，2015 年 10 月 23 日起施行；</p> <p>(14) 《浙江省建设项目环境保护管理办法 (2018 年修正)》，浙江省政府令第 364 号，2018 年 3 月 1 日起施行；</p> <p>(15) 《浙江省辐射环境管理办法》，浙江省政府令第 289 号，2012 年 2 月 1 日起施行；</p>
------	--

<p>技术标准</p>	<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》，(HJ10.1-2016)，2016年4月1日实施；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》，(GB18871-2002)，2003年4月1日实施；</p> <p>(3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 及第 1 号修改单，2017年10月27日实施。</p> <p>(4) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)，2015年6月1日实施。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 备案(赋码)信息表，见附件 1</p> <p>(2) 原核技术利用项目环评批复和验收意见，见附件 2；</p> <p>(3) 辐射安全许可证，见附件 3。</p> <p>(4) 建设单位提供的工程设计图纸及相关技术参数资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）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）”，并结合本项目的实际情况，确定评价范围。

（1）室内探伤：X 射线探伤室实体墙边界外延 50m 的区域。

（2）现场探伤：根据理论计算，本项目 XXH-3005P 型号 X 射线探伤机满功率开机条件下现场探伤，其主射束方向控制区范围最大约 95m，监督区范围最大约 232m；非有用射束方向控制区范围最大约 43m，监督区范围最大约 104m；SN250 型号 X 射线探伤机满功率开机条件下现场探伤，其主射束方向控制区范围最大约 70m，监督区范围最大约 170m；非有用射束方向控制区范围最大约为 35m，监督区范围最大约 85m。

现场探伤评价范围以各设备最大监督区范围为准，其中 XXH-3005P 型 X 射线探伤机（周向）现场探伤评价范围为 232m；SN250 型号 X 射线探伤机（定向）现场探伤评价范围为 170m。

7.2 保护目标

室内探伤：结合厂区总平面布局及现场勘查情况，本项目室内探伤评价范围内无居民点、学校、行政办公和医院等环境保护目标。因此，确定室内探伤项目环境保护目标为评价范围内的公众人员及辐射工作人员。

现场探伤：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。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，由专人看守；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，该区域允许与探伤活动有关的辐射工作人员在此活动，公众人员不得入内。本项目 X 射线现场探伤地点不固定，因此 X 射线探伤机在工作条件下的环境目标是不定的。环境保护目标为 X 射线探伤机工作现场处的辐射工作人员以及周围其他公众成员。该辐射装置运行时，辐射工作人员和公众所受照剂量低于本报告提出的管理剂量约束值，以确保该装置运行时工作人员和公众的安全。

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）

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

B1.1 职业照射

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** 作为管理约束值。

B1.2 公众照射

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** 作为管理约束值。

(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 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 射线探伤装置进行探伤的工作。

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免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 μ Sv/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 探伤室工件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工件门。只有在工件门关闭、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。

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 $15\mu\text{Sv/h}$ 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 ($\mu\text{Sv/h}$)；

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 $100\mu\text{Sv/周}$ 。

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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 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。

3、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

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

3.3.2 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

综合考虑《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)、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 等评价标准, 确定本项目的管理目标。

①辐射剂量率控制水平:

X 射线室内探伤项目: 探伤室四周墙体和防护门外 30cm 处辐射剂量率不超过 $2.5 \mu\text{Sv/h}$; 对不需要人员到达的探伤室顶, 探伤室屋顶外表面 30cm 处的辐射剂量率参考控制水平通常可取为 $100 \mu\text{Sv/h}$ 。

X 射线现场探伤项目: 控制区边界辐射剂量率不大于 $15 \mu\text{Sv/h}$ 监督区边界辐射剂量率不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

②辐射剂量控制水平: 职业人员年有效剂量不超过 5mSv ; 公众年有效剂量不超过 0.25mSv 。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1.项目地理位置和场所位置

拟新增两台 XXG-2505 定向探伤机在海宁基地已有探伤室内使用,海宁基地位于海宁市尖山新区工业园区凤凰路 77 号。探伤室具体位置详见附图 2。

现场探伤拟配备一台 XXH-3005P 型探伤机(周向)和一台 SN250 型探伤机(定向),使用无固定场所。

8.2 环境现状评价对象、监测因子和监测点位

拟新增两台 XXG-2505 定向探伤机在海宁基地已有探伤室内使用,探伤室已于 2014 年 12 月 11 取得原海宁市环境保护局批文(文号:嘉海环辐〔2014〕2 号),于 2017 年 3 月通过环境保护竣工验收。本次新增 2 台 XXG-2505 定向探伤机在核准范围内,现有探伤室能够满足屏蔽要求。

配备一台 XXH-3005P 型探伤机(周向)和一台 SN250 型探伤机(定向)用于现场探伤,使用无固定场所。

因此,本项目不再进行辐射环境现状监测。

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 设备组成及工作方式

该公司拟购的 X 射线探伤机具有体积小、重量轻、操作简单、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 射线管充分冷却，防止过热。

本项目 X 射线探伤机分定向辐射、周向辐射两种。定向辐射是固定的，射线束辐射圆锥角一般在 $40^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 范围，主要用于检测较小的工件。周向辐射射线束是在与 X 射线管轴线成垂直方向的 360° 圆周上同时辐射 X 射线，主要用于检测大口径管件和球形容器的，通过一次曝光可以完成整个焊缝的探伤照相工作，可以大大地提高检测效率。当直径较大的圆形筒体环焊缝射线探伤采用外透法透照工艺时，透照距离往往受到几何不清晰度 u_g 和焊缝透照厚度比 K 的影响，底片质量不甚理想。当采用射线源置于圆心位置的周向曝光技术时，无论从成像质量还是经济效益方面看，它具有独特的优点：（1）透照距离保持不变，透照厚度均一，底片黑度均匀。只要筒体半径满足一定的几何不清晰度 u_g 的要求，其成像质量优于其它透照方式；（2）射线束处处垂直于筒体曲面的切线，入射角 $\theta = 0^{\circ}$ ，有利于发现各种缺陷，焊缝中的横向裂纹检出率高；（3）由于一次曝光就能完成整个焊缝的透照，检测效率高。因此，周向曝光技术日益受到重视。

本项目新增 2 台 XXG-2505 定向探伤机用于室内探伤。新增一台 XXH-3005P 型号 X 射线探伤机（周向）和一台 SN250 型号 X 射线探伤机（定向）用于室外现场探伤。XXH-3005P 型号 X 射线探伤机穿透 40mm 钢，SN250 型号 X 射线探伤机穿透 30mm 钢。现场探伤 X 射线探伤机不工作时，存放于海宁基地专用设备贮存间，双人双锁，由专人管理。

工作方式：室内探伤不增加探伤时间，每天开机探伤时间约 1h，每周工作 5 天。现场探伤预计每天开机探伤时间约 1h，每周工作 5 天。

9.1.2 探伤机工作原理

X 射线探伤机是利用 X 射线对对象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 射线机主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由密封在真空玻璃壳中的阴极和阳

极组成，如图 9-1 所示。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。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，直接向嵌在钨阳极中的靶体射击。灯丝电流愈大，温度越高，发射的电子数量越多。高压电源加在 X 射线管的两极之间，使两极间形成一个电场，电子在射在靶体之前被加速达到很高的速度。靶体一般用高原子序数的难熔金属如钨、铂、金等制成。高速电子轰击靶体产生 X 射线和大量的热。典型的 X 射线管结构图见图 9-1。

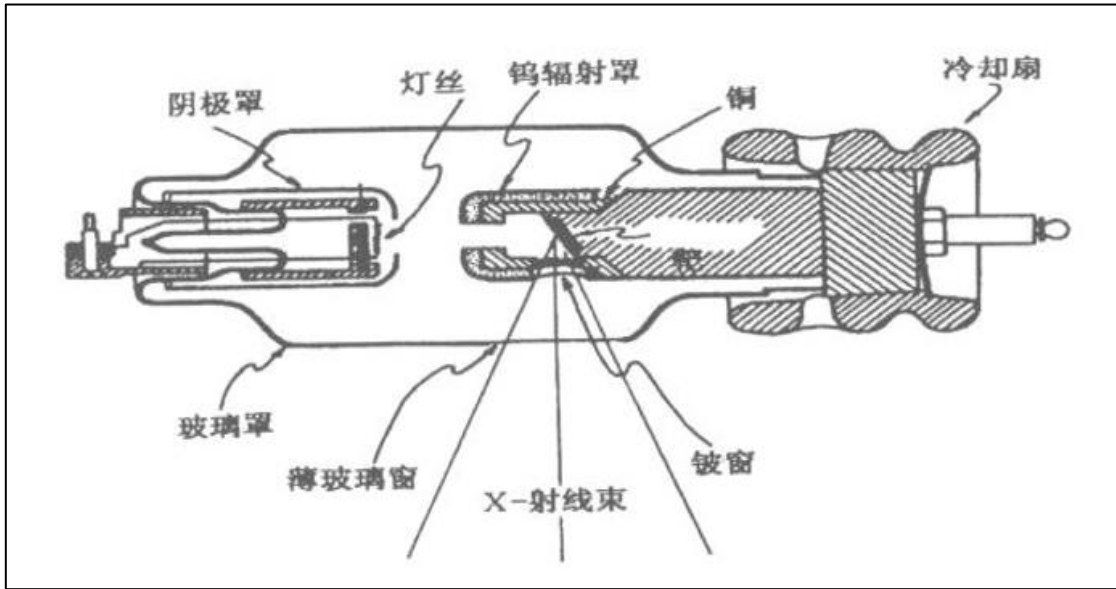


图 9-1 典型的 X 射线管结构示意图

9.1.3 探伤过程

9.1.3.1 X 射线室内探伤

公司室内探伤项目 X 射线探伤机在固定的曝光室内，将需要进行射线探伤的工件放置于曝光室内，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，工作人员撤离探伤室，并将工作门关闭，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，工作人员进入探伤室，打开工件门将探伤工件送出探伤室外，从探伤工件上取下已经曝光的 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 9-2 所示。

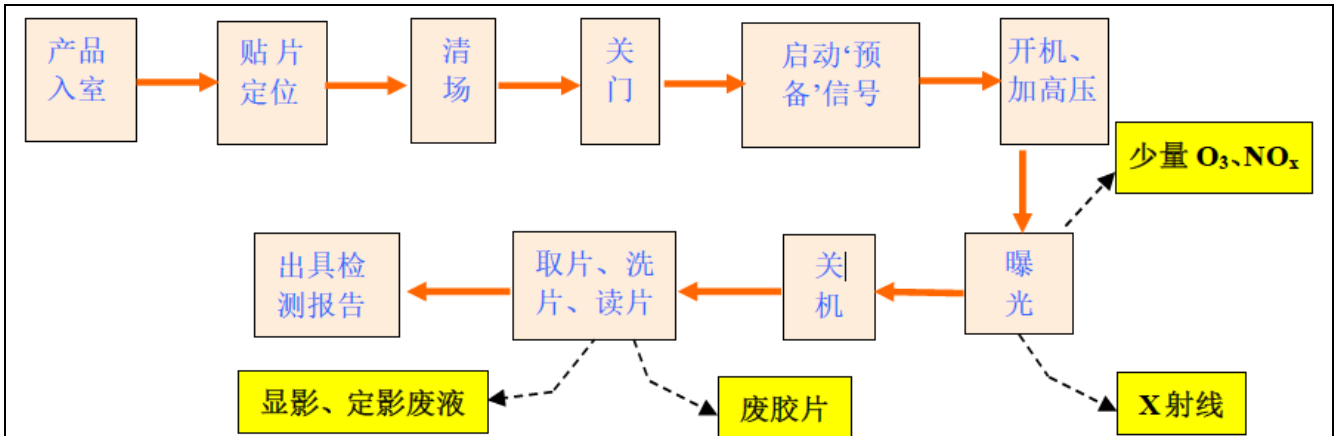


图 9-2 X 射线室内探伤工艺流程及产污环节示意图

9.1.3.2X 射线现场探伤

X 射线现场探伤前探伤操作人员划定探伤区域并设置警戒设施，进行远距离操作后退至控制区外，对被测工件进行无损检测 X 射线现场探伤工作流程及产污环节示意图 9-3，工作流程如下：

- (1) 发布 X 射线现场探伤通知，确定拍片时间、地点开具作业通知单；
- (2) 现场工作开始前，探伤操作人员将探伤设备放到指定的拍片位置，根据估算值及经验初步划定控制区和监督区边界，设置安全警戒措施；
- (3) 对探伤现场进行清场，确保场内无其他人员且各种辐射安全措施到位后，连接好 X 射线探伤机控制部件；
- (4) 将探伤机控制台放置在探伤区域外，并尽量远离探伤区域，探伤操作人员在控制台处设置开机电压等参数进行延时试曝光，携带辐射巡测仪对控制区、监督区边界进行修正并记录巡测结果，重新确定控制区、监督区边界，并重新设置安全警戒措施；
- (5) 探伤操作人员在工件需检测的部位贴上感光胶片并开始延时曝光检测，操作人员退至控制区外；
- (6) 达到预定照射时间和曝光量后探伤操作人员携带个人剂量报警仪和巡测仪进入控制区，收回 X 射线探伤机取下胶片，曝光结束，探伤工作人员解除警戒并离场；
- (7) 评片人员对探伤胶片进行洗片、读片，判断工件焊接质量、缺陷等。

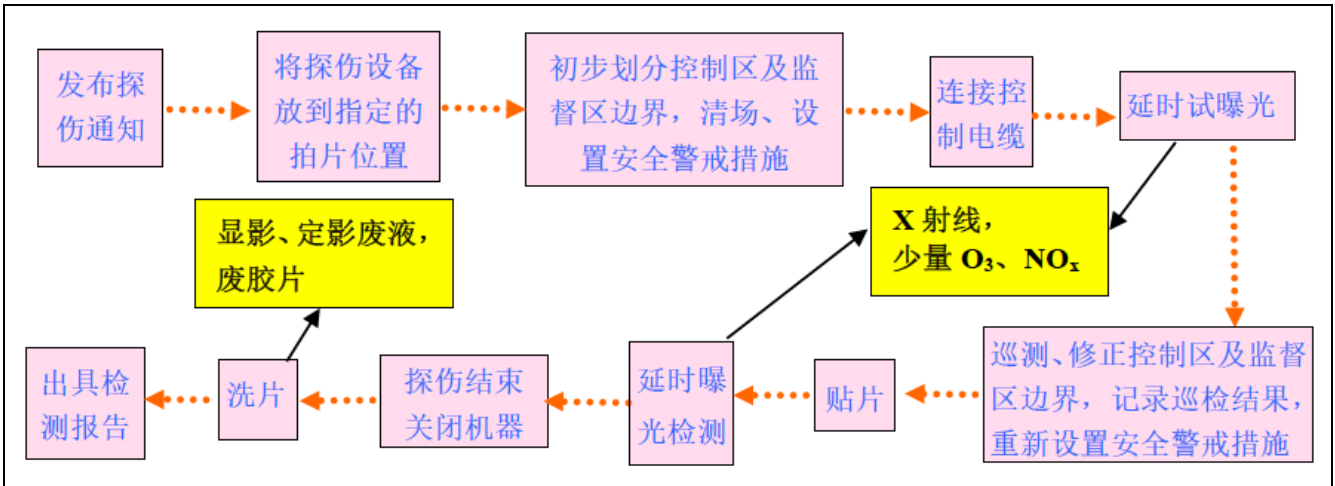


图 9-3 现场探伤工作流程及产污环节示意图

9.2 污染源项分析

(1) X 射线

本项目探伤机为Ⅱ射线装置，由 X 射线装置的工作原理可知，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因子。

(2) 废气

X 射线探伤机在开机状态下，空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，室内探伤时通过探伤室内机械排风系统排至室外，通风次数不小于 3 次/小时，由于这部分废气量产生量较少，不作定量分析。开展现场探伤时，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。

(3) 固废

探伤作业完成后，需对拍摄的底片进行显（定）影在此过程产生的一定数量的废显（定）影液，属于《国家危险废物名录（2021 年版）》中感光材料废物，危废代码为 HW16: 900-019-16，并无放射性。根据建设单位提供的资料，企业拍片量较少，公司产生少量废显影液、定影液和废胶片一起暂存在暗室中，定期委托杭州立佳环境服务有限公司进行处理（处置协议详见附件 7），危废暂存间按照要求进行地面硬化，做到防腐防渗。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 辐射工作场所布局及合理性分析

拟新增两台 XXG-2505 定向探伤机在海宁基地已有探伤室内使用,海宁基地位于海宁市尖山新区工业园区凤凰路 77 号。探伤室半径 50m 范围内为企业厂区和东侧凤凰河,无居民点、学校等环境敏感点,选址合理。

现场探伤拟配备一台 XXH-3005P 型探伤机(周向)和一台 SN250 型探伤机(定向),使用无固定场所。

10.1.2 辐射工作场所分区原则及区域划分情况

10.1.2.1 辐射工作场所分区原则

(1) X 射线室内探伤:海宁基地已有探伤室已按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求,划分了控制区和监督区。其划分原则如下:

1) 把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区,以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散,并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

2) 把未被定为控制区,在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施,但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域划分为监督区。

根据控制区、监督区划分原则,公司已对工作场所实行分区管理,将探伤室四周墙壁围成的内部区域划为控制区,与探伤室墙壁外部相邻的区域划为监督区。

(2) X 射线现场探伤: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：估计控制区的范围；确定控制区的边界；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。

10.1.2.2 本项目辐射工作场所分区划分情况

(1) **X 射线室内探伤：**公司已对工作场所实行分区管理，将探伤室四周墙壁围成的内部区域划为控制区，与探伤室墙壁外部相邻的区域划为监督区。辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

(2) **X 射线现场探伤：**公司开展 X 射线现场探伤作业时，根据现场具体情况，利用辐射巡测仪巡测，将作业场所中周围空气比释动能率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围内划为控制区，并在边界悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌；将控制区边界外、作业时周围空气比释动能率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区，并在边界悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时派专人警戒。该公司拟采取的布局与分区措施基本满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中关于移动探伤的要求。

10.1.3 工作场所辐射防护屏蔽设计

海宁基地 X 射线探伤室为自行设计的一层建筑，采用混凝土浇筑，全无窗设计，曝光室的南侧依次布置有操作室、暗室与评片室。各侧墙体、防护门的设置及屏蔽情况见表 10-1。

表 10-1 探伤室屏蔽情况一览表

项目	内容	
探伤室 (室内探伤)	内尺寸	长 24m×宽 6m×净高 9m, 面积约为 144m ²
	四侧墙体	500mm 混凝土(密度为 2.35t/m ³) (探伤室内部从底部至 4.5m 高处再敷设 3mm 铅板)
	工件门	门洞尺寸: 宽 4m×高 4.5m; 门体尺寸: 宽 4.3m×高 4.75m; 电动铅门, 铅板厚度 20mm; 门与墙体间隙尺寸≤10mm;
	工作人员出入门	门洞尺寸: 宽 1.2m×高 2.4m; 门体尺寸: 宽 1.5m×高 2.65m; 电动铅门, 铅板厚度 20mm; 门与墙体间隙尺寸≤10mm;
	天棚	300mm 混凝土(密度为 2.35t/m ³)
	电缆孔	U 型地下电缆孔(1 个)
	通风装置	U 型过强通风管
	迷道	长度 4.2m, 宽度 1.2m, 墙体 500mm 混凝土(密度为 2.35t/m ³)

探伤室已于 2014 年 12 月 11 取得原海宁市环境保护局批文(文号:嘉海环辐(2014)2 号),于 2017 年 3 月通过环境保护竣工验收。本次新增 2 台 XXG-2505 定向探伤机在核准范围内,现有探伤室能够满足屏蔽要求。

10.1.4 辐射安全与防护措施

10.1.4.1X 射线室内探伤

本项目探伤室已采取以下辐射安全装置和保护措施:

(1) 门机连锁:探伤室防护门(包括工件出入门及工作人员出入门)设置门机连锁装置,只有当探伤室的所有防护门完全关闭后,X 射线机才能进行透照检查,在透照检查过程中,任何一扇防护门被有意或无意打开,X 射线机将立即停止照射。

(2) 门灯连锁:探伤室门口及内部同时设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯,例如黄、红双色照射信号灯,黄色表示“预备”照射,当二扇防护门全部关闭,X 射线机进行透照检查,红色照射信号灯点亮,闪光或同时发出声响报警信号,告戒无关人员勿靠近照射场地。

(3) 紧急止动装置:在探伤室内墙和控制室操作台上易于接触的地方均设置多个紧急停机按钮,且相互串联,按下按钮,探伤机高压电源立即被切断,探伤机停止出束,防护门可从内侧打开。

(4) 视频监控系统:探伤室内安装 1 套实时视频监控系统和对讲装置,并连接到操作室,工作人员能在操作室内实时监控探伤过程,如果出现异常能迅速启动紧急止动装置。

(5) 警告标志:探伤室防护门外醒目处张贴“当心电离辐射”警告标志。

- (6) 探伤室内已设置机械通风设施，每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。
- (7) 探伤室内 X 射线机操作电缆设计为 U 型电缆孔。
- (8) 已配置剂量报警仪，个人剂量检测仪和便携式 X- γ 射线剂量检测仪器。

10.1.4.2X 射线现场探伤

公司进行 X 射线现场探伤时需采取以下辐射安全装置和保护措施：

- (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。
 - (5) 探伤过程中严格执行 X 射线现场探伤操作规程及探伤流程，坚持先示警再开机的操作程序，以防发生误照射事故。
 - (6) 探伤过程中严格按照《工业 X 射线探伤放射防护要求》GBZ117-2015 要求划定控制区和监督区，并在控制区边界设置“禁止进入 X 射线区”警告牌、提示“预备”、“照射”状态的指示灯和声音提示装置，在监督区边界上悬挂醒目的“无关人员禁止入内”的警告牌和电离辐射警告标志，必要时设专人警戒。在清理完现场确保场内无其他人员后，开机探伤。
 - (7) 警示信号指示装置与 X 射线探伤机连锁。
 - (8) 探伤作业时，至少有 2 名操作人员同时在场，每名操作人员配备 1 台个人剂量报警仪，佩戴个人剂量计。
 - (9) 当场所、被检测体（材料、规格、形状）、屏蔽等条件发生变化时，均利用辐射巡测仪重新进行巡测，确定新的划区界线，并每次对工作现场情况进行记录。
 - (10) 在探伤时利用现场较厚工件对射线进行遮挡，进一步缩小控制区和监督区的范围。
 - (11) 探伤机贮存场所及使用要求
- ①应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要的防护安全连锁、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，并采取“防盗、防火、防潮、防爆”的安全措施。每个工作组设备临时储存场所同样须做到“防盗、防火、防潮、防爆”的要求。

⑤公司 X 射线探伤机无探伤作业时存放于专门的贮存间内，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。

(12) 辐射防护用品配备计划

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，护设施配备具体见表 10-1。

该公司需为辐射工作人员拟配置如下辐射防护用品和监测仪器，按 2 组准备，清单见表 10-1。

表 10-1 辐射防护用品一览表

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	4 件
	3	铅手套	4 副
	4	铅围脖	4 套
	5	铅眼镜	4 副
	6	定向准直器	2 套
辐射安全及应急设施、设备	7	直读式个人剂量报警仪	4 台
	8	辐射剂量监测仪器	2 台
	9	安全警示标识	4 个
	10	警戒绳	1000m
	11	警戒带	4 卷
	12	铅屏风	2 块
	13	工作警示灯	2 只

	14	报警装置	2套
	15	室内红外监控录像装置	2套
	16	对讲机	4部
	17	应急药箱	2只

以上辐射安全与防护措施认真落实后，将满足相关法律法规的要求。

10.2 三废的治理

(1) 非放射性废气

X射线探伤室在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧和氮氧化物。曝光室屋顶设有排气孔，工作期间应保证排气孔机械通风正常运行，少量臭氧和氮氧化物可通过机械排风排出探伤室，臭氧在空气中短时间内会自动分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

(2) 固体废物

本项目现场探伤和室内探伤洗片均在暗室内进行，洗片时会产生一定量的废显（定）影液及废胶片，属于危险废物。已与杭州立佳环境服务有限公司签订危险废物委托处置合同，由其定期上门回收处置。危废暂存间按照要求进行地面硬化，做到防腐防渗。另环评要求危废贮存场所上锁并由专人负责，设置警示标示，危废的容器和包装物粘贴危废识别标志，建立危险废物管理台账，严格执行转移联单制度。

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 X 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、废水及固体废物产生。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 X 射线室内探伤辐射环境影响分析

拟新增两台 XXG-2505 定向探伤机在海宁基地已有探伤室内使用，探伤室已于 2014 年 12 月 11 取得原海宁市环境保护局批文（文号：嘉海环辐〔2014〕2 号），于 2017 年 3 月通过环境保护竣工验收。本次新增 2 台 XXG-2505 定向探伤机在核准范围内，现有探伤室能够满足屏蔽要求。

11.2.2 X 射线现场探伤辐射环境影响分析

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015），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，将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区。

（1）有用线束

根据《辐射防护导论》（方杰主编，P₆₉，式3.1），在距离靶 r （m）处由 X 射线探伤机产生的初级 X 射线束造成的空气比释动能率计算公式如下：

$$K_a = I \delta_x \left(r_0 / r \right)^2 \eta \quad \text{公式（1）}$$

式中：

K_a ——空气比释动能率， $\text{mGy} \cdot \text{min}^{-1}$ ，控制区边界取 $15 \mu\text{Sv/h}$ ，即 $2.5 \times 10^{-4} \text{mSv} \cdot \text{min}^{-1}$ ，监督区边界取 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，即 $4.2 \times 10^{-5} \text{mSv} \cdot \text{min}^{-1}$ ；

I ——X 射线机管电流，mA，本项目不同型号的探伤机最大管电流均为 5mA；

δ_x ——X 射线探伤机的发射率常数， $\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ，根据《辐射防护导论》（方杰主编，P343，附图4），本项目不同管电压探伤机发射率常数（ $\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ）分别为：

$\delta_x(250\text{kV}) = 6$ ， $(300\text{kV}) = 9$ 。

r_0 ——X 射线管钨靶离焦点的距离，本项目取 1m；

r ——参考点到 X 射线机靶的距离，m；

η ——透射比，根据《辐射防护手册》（第三分册）（李德平、潘自强主编，P63，表3.4），在管电压250kV下，保守估计30mm铁屏蔽效果等效为约3mmPb，在管电压300kV下，保守估计40mm铁屏蔽效果等效为约4mmPb。根据GBZ/T 250-2014 附录B图B.1，可查得其透射比分别为：

$$\eta(250\text{kV})=0.04, \eta(300\text{kV})=0.05。$$

(2) 非有用线束

①漏射线

根据《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）标准中规定：X射线探伤装置在额定工作条件下，当X射线管电压>200kV时，X射线管焦点1m处的漏射线空气比释动能率<5mGy/h；当X射线机管电压处于150kV~200kV时，X射线管焦点1m处的漏射线空气比释动能率<2.5mGy/h。

一般情况下出厂合格的X射线探伤机都将满足该要求。根据下列公式可以估算出探伤过程中泄漏射线的辐射影响范围。

$$K_1 = k_0 R_0^2 / R_1^2 \quad (\text{公式2})$$

式中： K_1 ——距探伤机表面R处的空气比释动能率，mGy/h，对于控制区边界取15 μ Sv/h，对于监督区边界取2.5 μ Sv/h；

K_0 ——距离探伤机表面1m处的空气比释动能率，mGy/h；

R_0 ——探伤机表面外1m；

R_1 ——参考点距探伤机表面的距离，m。

②散射线

本项目探伤机工作时，X射线一般只有经1次散射后到达工件外面时才对周围环境影响较大。假设主射线束经一次散射后到达工件外，散射线可根据《辐射防护导论》（方杰主编，P185，式6.6）及推导公式计算：

$$\eta_{rR} \leq k \frac{\dot{H}_{L,h} \cdot \gamma_i^2 \cdot r_R^2}{F_{j0} \cdot a_r \cdot a \cdot q} \quad (\text{公式3})$$

由上式可以导出：

$$\dot{H}_{L,h} = \frac{F_{j0} \cdot a_r \cdot a}{\gamma_i^2 \cdot r_R^2} \cdot q \cdot \frac{1}{k} \cdot \eta_{rR} \quad (\text{公式4})$$

式中： $\dot{H}_{L,h}$ ——参考点处X辐射计量率（Sv/h）；

$\dot{H}_{L,h}$ (控制区) $=15 \times 10^{-6} \text{Sv/h}$, $\dot{H}_{L,h}$ (监督区) $=2.5 \times 10^{-6} \text{Sv/h}$,

F_{j0} ——辐射源处辐射水平 ($\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{min}^{-1}$);

250kV探伤机: $F_{j0}=I \cdot \delta\chi=6\text{mGy m}^2 \text{ mA}^{-1} \text{ min}^{-1} \times 5\text{mA}=0.030\text{Gy m}^2 \text{ min}^{-1}$;

300kV探伤机: $F_{j0}=I \cdot \delta\chi=9\text{mGy m}^2 \text{ mA}^{-1} \text{ min}^{-1} \times 5\text{mA}=0.045\text{Gy m}^2 \text{ min}^{-1}$ 。

a_r ——反射物的反射系数, 取 0.025;

a ——X 射线束在反射物上的投照面积 (m^2), $a=\pi (r_i \times \tan(\theta/2))^2$, θ 为辐射角, 本项目取 40° , 即 $a=0.1$;

r_i ——辐射源同反射点之间的距离 (m), 取 0.5m;

r_R ——反射点到参考点的距离 (m);

k ——单位换算系数, 对于 X 射线源为 1.67×10^{-2} ;

q ——参考点所在位置相应的居留因子, 取 1;

η_{rR} ——透射因子, 取 1。

(3) 估算结果

公司现场探伤是根据待检测的工件材料及厚度选用相应的探伤机。假设探伤作业时, 设备满功率运行, 将相关参数带入公式 1~公式 4, 可以估算出不同管电压条件下探伤机探伤时控制区和监督区的边界范围, 估算结果见表 11-1~表 11-3。

表 11-1 有用线束照射方向控制区与监督区边界范围估算结果表

探伤机型号	探伤钢板最低厚度 (mm)	控制区范围 (m)	监督区范围 (m)
XXH-3005P	40	95	232
SN250	30	70	170

表 11-2 泄漏辐射控制区与监督区边界范围估算结果表

探伤机型号	控制区范围 (m)	监督区范围 (m)
XXH-3005P	18	45
SN250	18	45

表 11-3 散射辐射控制区与监督区边界范围估算结果表

探伤机型号	控制区范围 (m)	监督区范围 (m)
XXH-3005P	43	104
SN250	35	85

综上所述, 从理论计算结果可知, 本项目 XXH-3005P 型号 X 射线探伤机满功率开机条件下现场探伤, 其主射束方向控制区范围最大约 95m, 监督区范围最大约 232m; 非有用射束方

向控制区范围最大约 43m，监督区范围最大约 104m；SN250 型号 X 射线探伤机满功率开机条件下现场探伤，其主射束方向控制区范围最大约 70m，监督区范围最大约 170m；非有用射束方向控制区范围最大约为 35m，监督区范围最大约 85m。

以上理论计算结果仅为本项目 X 射线现场探伤控制区和监督区的划分提供参考。实际探伤过程中 X 射线探伤机的管电压的降低、被检测工件的厚度的增加以及探伤现场的遮蔽物都会使辐射场的辐射剂量水平下降，从而缩小控制区和监督区的范围。因此在实际探伤过程中探伤工作人员应根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的要求：在第一次探伤开始前，根据上述理论估算值和经验划定并标志出控制区和监督区边界；在试运行或第一次探伤期间，借助环境辐射巡测仪进行检测或修正，将空气比释动能率在 $15 \mu\text{Sv/h}$ 以上的范围内划为控制区，控制区边界外空气比释动能率在 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 以上的范围内划为监督。

11.2.3 辐射工作人员和公众剂量估算及评价

(1) X 射线室内探伤运行对辐射工作人员和周围公众产生的附加剂量

本项目室内探伤不增加拍片量，现有辐射工作人员能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员受照剂量限值和本项目管理目标值的要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv ）。

(2) X 射线现场探伤运行对辐射工作人员和周围公众产生的附加剂量

辐射工作人员和周围公众年有效剂量预测可参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的公式 1 来估算，估算公式如下：

$$H = \dot{H} \cdot t \cdot u \cdot T \quad (\text{公式 5})$$

式中：

H ——年有效剂量， $\mu\text{Sv/h}$ ；

\dot{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对辐射工作人员的影响

X 射线现场探伤时公司将空气比释动能率在 $15 \mu\text{Sv/h}$ 以上的范围内划为控制区辐射工作人员位于控制区边界外，现场探伤由 2 名辐射工作人员轮流完成，则单名辐射工作人员 X 射

线现场探伤年受照时间最大为 125h，居留因子取 1，使用因子保守取 1，则单名辐射工作人员从事本项目现场探伤作业受到的年有效剂量为约 1.875mSv。

综上所述，公司在做好安全防护措施的情况下，本项目运行后，单名辐射工作人员年有效剂量最大为约 1.875mSv，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员受照剂量限值和本项目管理目标值的要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv）。

②对周围公众产生的影响

根据操作规范，在每次现场探伤作业前，该公司都须将探伤计划（包括探伤时间、地点等）告知探伤作业所涉及区域内及周边的相关部门及相关人员，严格执行清场工作。探伤作业一般在晚上等现场其他非辐射工作人员下班后进行，或者提前一天通知周围的非辐射工作人员在探伤作业时间回避现场。

该公司在进行探伤前划定控制区和监督区，公众成员不得进入监督区区域，监督区的边界剂量率小于等于 $2.5 \mu\text{Gy/h}$ 。

现假设：由于该公司移动式探伤机操作现场不固定，探伤均在委托单位内进行，假设每年在同一地点探伤 50 次，每次探伤时间 5min，居留因子 $T=1/8$ 。

则根据公式（5）可以计算出该地点公众成员的年附加有效剂量当量为 0.001mSv，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对公众受照剂量限值和本项目管理目标值的要求（公众年有效剂量不超过 0.25mSv）。

（3）对辐射工作人员的综合影响

本项目室内探伤人员和现场探伤人员完全分开不重叠。本项目辐射工作人员受到的年附加有效剂量当量小于本次评价项目年剂量管理约束值（5.0mSv/a），同时也符合《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。

11.2.4 其他废物排放对环境影响分析

1、非放射性废气

X 射线现场探伤在良好通风条件下，臭氧和氮氧化物可很快弥散在大气环境中，对周围环境影响很小。

2、废显（定）影液与废胶片（非放射性）

探伤作业完成后产生的废显（定）影液与废胶片，本项目拍片量很少，洗片废水用专用容器收集与废胶片一起暂存在暗室中，定期委托有资质单位进行处理，危废暂存间按照要求进行

地面硬化，做到防腐防渗，另环评要求危废贮存场所上锁并由专人负责，设置警示标示，危废的容器和包装物粘贴危废识别标志，建立危险废物管理台账，严格执行转移联单制度。

11.3 事故影响分析

1、可能产生事故的工况

本项目拟使用的 X 射线探伤机属于 II 类射线装置，室内探伤作业可能存在以下事故工况：

(1) 机器调试、检修时误照。探伤机在调试或检修过程中，责任者脱离岗位，不注意防护或他人误开机使人员受到照射；

(2) 误传联络信号误照射。在有人贴胶片时，由于联络信号传递失误而开机，造成误照射；

(3) 二人作业，配合失误受照。两个人一起作业时，一人去开机，而另一人却仍在探伤室内而受到误照射；

(4) 探伤过程中因门—机联锁失效、警告灯损坏等原因，工作人员或其他人员误入探伤室使其受到照射；曝光期间防护门未能完全关闭时，X 射线泄漏到探伤室外面，给周围活动的人员造成不必要的照射。

本项目 X 射线现场探伤作可能存在以下事故工况：

(1) 探伤前清场不完全或探伤过程中警戒工作未到位，致使工作人员或公众误入控制区或监督区，使其受到超剂量的外照射；

(2) 现场控制区和监督区划分不合理，探伤过程中未对两区边界的辐射水平进行检测，对辐射工作人员和公众造成超剂量照射。

2、辐射事故处置方法及预防措施

(1) 立即关机、切断电源，停止探伤作业；

(2) 立即向单位领导汇报，并控制探伤区域，防止无关人员进入；

(3) 对可能受到大剂量照射的人员，及时送医院检查和治疗。

公司应加强管理，严格要求辐射工作人员按照操作规程进行探伤作业，定期检查探伤室和探伤现场的辐射安全设施，并在实际工作中不断对辐射安全管理制度进行完善，加强职工辐射防护知识的培训，定期检查探伤设备及监测仪器的性能，尽可能避免辐射事故的发生。

发生辐射事故时，该公司应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，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主管部门报告。

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

根据《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》，使用 II 类射线装置的工作单位，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。

建设单位已经组织了 5 名从事辐射操作的工作人员参加了辐射安全与防护培训的学习，经考核合格并取得了辐射安全培训证书，组织 6 名辐射操作的工作人员参加了 X 射线探伤辐射安全与防护考核，成绩合格（见附件 5）。

12.1.1 机构的设置

建设单位实施安全施工责任制，已成立放射安全管理委员会（见附件 6），管委员会主任为：钟海见。主要职责：对本单位员工加强自我防护意识教育，防止意外伤害；加强对 X 射线的检查管理，确保 X 射线保持在安全监控状态；定期对 X 射线进行巡回检查；发现射线源损坏和丢失要立即向质检部及单位领导报告，对知情不报造成后果者，将追究法律责任。

12.1.2 辐射工作人员管理

①建设单位已经组织了 5 名从事辐射操作的工作人员参加了辐射安全与防护培训的学习，经考核合格并取得了辐射安全培训证书，组织 6 名辐射操作的工作人员参加了 X 射线探伤辐射安全与防护考核，成绩合格。

②公司已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，并建立个人剂量档案。

③公司已为辐射工作人员进行职业病健康体检，每两年进行一次职业病健康体检，并建立了完整的个人健康档案，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。

④公司辐射工作人员的职业健康档案记录、人员培训合格证书、个人剂量检测档案三个文件上的人员信息统一。

表 12-1 公司辐射工作人员基本情况一览表

序号	辐射工作人员姓名	证书	个人剂量	体检报告
1	林琦	考试合格	合格	合格
2	胡建胜	培训证书	合格	合格
3	程明辉	培训证书	合格	合格
4	朱明龙	培训证书	合格	合格
5	金慕达	考试合格	合格	合格
6	熊明明	考试合格	合格	合格

7	滕霞	培训证书	合格	合格
8	叶宇峰	考试合格	合格	合格
9	项智	考试合格	合格	合格
10	程茂	考试合格	合格	合格
11	周翰卿	培训证书	合格	合格

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《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 2008 年第 3 号令），使用放射性同位素、射线装置的单位应有健全的操作规程、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；有完善的辐射事故应急措施。

为了保障 X 射线探伤机的安全使用，建设单位已制定了《辐射安全与防护管理制度》、《辐射安全与防护保卫制度》、《辐射事故报告制度》、《X 射线机安全操作规程》、《射线装置使用登记制度》、《辐射工作人员培训制度》、《工作人员体检及保健制度》、《设备检修维护制度》、《自行检查与年度评估制度》《监测方案》《个人剂量计佩带和管理须知》《射线检测现场作业安全防护管理规则》（见附件 6）。为有效处理探伤过程中可能产生的工业探伤辐射事故，强化辐射事故应急处理责任，最大限度地控制事故危害，建设单位已制定《辐射事故应急预案》（见附件 6）等规章制度。

12.3 辐射监测

辐射监测是安全防护的一项必要措施，通过辐射剂量监测得到的数据，可以分析判断和估计电离辐射水平，防止人员受到过量的照射。根据实际情况，公司需建立辐射剂量监测制度，包括工作场所监测和个人剂量监测。

（1）辐射工作人员个人剂量监测

建设单位已经为现有的辐射工作人员配置了个人剂量计和个人剂量报警仪。个人剂量计每季度送检，并建立个人剂量档案，现有辐射工作人员个人剂量年度最大值符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准（GB18871-2002）》中相应“管理限值”的要求，符合本次评价职业照射管理限值要求（5mSv）。

（2）常规监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令 2011 年）的相关规定，使用放射性同位素与射线装置的单位应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托有资质

的环境监测机构进行监测。

建设单位制定了辐射工作场所监测计划，并为工作场所配置了 1 台便携式 X- γ 射线剂量检测仪器，拟每年委托有相关资质的第三方辐射监测机构对辐射工作场所进行一次监测，每周对辐射工作场所进行一次自行监测，监测内容如表 12-2 所示。

表 12-2 辐射监测计划

监测对象	监测项目	监测点位	监测频率
探伤室	X- γ 辐射剂量率	四周屏蔽墙外 30cm 处、防护门门缝、防护门外 30cm 处、操作位；	1 年/次
现场探伤	X- γ 辐射剂量率	由远及近测量，划分控制区、监督区	1 年/次

12.4 辐射事故应急

建设单位成立了应急救援指挥机构，明确各相关责任人及其职责，明确相关应急程序及应急部门的联系电话。辐射事件应急处理领导小组将承担组织、开展探伤现场的应急救援工作，其主要职责是辐射事故应急处理。

为有效处理探伤过程中可能产生的工业探伤辐射事故，强化辐射事故应急处理责任，最大限度地控制事故危害，建设单位制定了《辐射事故应急预案》（见附件 6）。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

为了更好的开展汽车罐车检验检测服务，特科院拟在海宁基地探伤室内新增两台 XXG-2505 定向探伤机，与现有 XXGH-2505Z 型定向探伤机互为两用一备。因业务发展需要，特科院拟开展现场探伤项目，现场探伤拟配备一台 XXH-3005P 型探伤机（周向）和一台 SN250 型探伤机（定向）。现场探伤无确定的作业地点。

本项目探伤机最大管电压均为 300kV、最大管电流均为 5mA，均属于 II 类射线装置。

13.1.2 实践正当性评价

本项目采用工业 X 射线无损探伤手段对设备焊接质量进行控制，在不损坏材料或者装置的情况下，对其内部结构及质量进行监督，保证了制造设备的质量；拟建的工业 X 射线探伤机具有先进性和不可取代性，能在很大程度上改善工作条件和减轻检测人员的劳动强度。

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，本项目实施符合“实践的正当性”原则，该公司使用移动式 X 射线探伤机进行现场探伤目的是正当可行的。

13.1.3 辐射安全与防护分析结论

拟新增两台 XXG-2505 定向探伤机在海宁基地已有探伤室内使用，探伤室已于 2014 年 12 月 11 取得原海宁市环境保护局批文（文号：嘉海环辐〔2014〕2 号），于 2017 年 3 月通过环境保护竣工验收。本次新增 2 台 XXG-2505 定向探伤机在核准范围内，现有探伤室能够满足屏蔽要求。

公司应制定有 X 射线现场探伤操作规程及探伤流程，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 射线现场探伤工作尽可能地安排在傍晚或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。

13.1.4 环境影响分析结论

(1) X 射线室内探伤：拟新增两台 XXG-2505 定向探伤机在海宁基地已有探伤室内使用，探伤室已于 2014 年 12 月 11 取得原海宁市环境保护局批文（文号：嘉海环辐〔2014〕2 号），于 2017 年 3 月通过环境保护竣工验收。本次新增 2 台 XXG-2505 定向探伤机在核准范围内，现有探伤室能够满足屏蔽要求。

(1) X 射线现场探伤：从理论计算结果可知，本项目 XXH-3005P 型号 X 射线探伤机满功率开机条件下现场探伤，其主射束方向控制区范围最大约 95m，监督区范围最大约 232m；非有用射束方向控制区范围最大约 43m，监督区范围最大约 104m；SN250 型号 X 射线探伤机满功率开机条件下现场探伤，其主射束方向控制区范围最大约 70m，监督区范围最大约 170m；非有用射束方向控制区范围最大约为 35m，监督区范围最大约 85m。

理论计算结果仅为本项目 X 射线现场探伤控制区和监督区的划分提供参考。实际探伤过程中 X 射线探伤机的管电压的降低、被检测工件的厚度的增加以及探伤现场的遮蔽物都会使辐射场的辐射剂量水平下降，从而缩小控制区和监督区的范围。因此在实际探伤过程中探伤工作人员应根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的要求：在第一次探伤开始前，根据上述理论估算值和经验划定并标志出控制区和监督区边界；在试运行或第一次探伤期间，借助环境辐射巡测仪进行检测或修正，将空气比释动能率在 $15 \mu\text{Sv/h}$ 以上的范围内划为控制区，控制区边界外空气比释动能率在 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 以上的范围内划为监督。

开展室内探伤时产生的少量的臭氧和氮氧化物通过机械排风排入室外，氧在短时间内会自动分解为氧气，对大气环境基本没有影响；开展室外探伤时 X 射线现场探伤在良好通风条件下，臭氧和氮氧化物可很快弥散在大气环境中。

洗片过程产生的废显（定）影液和废胶片（危废代码：HW16：900-019-16），收集后暂存在暗室中，定期委托有资质单位进行处理，对周围环境影响较小。

13.1.5 可行性分析结论

浙江省特种设备科学研究院 X 射线探伤应用扩建项目在落实本评价报告提出的各项污染防治措施、应急预案和辐射安全管理计划后，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) 企业承诺将根据本评价报告和生态环境主管部门的要求落实相应的污染防治措施和管理要求。

(2) 环评报批并建成后，公司应及时向生态环境主管部门申领辐射安全许可证。

(3) 建设项目竣工后，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定的程序 and 标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用，并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

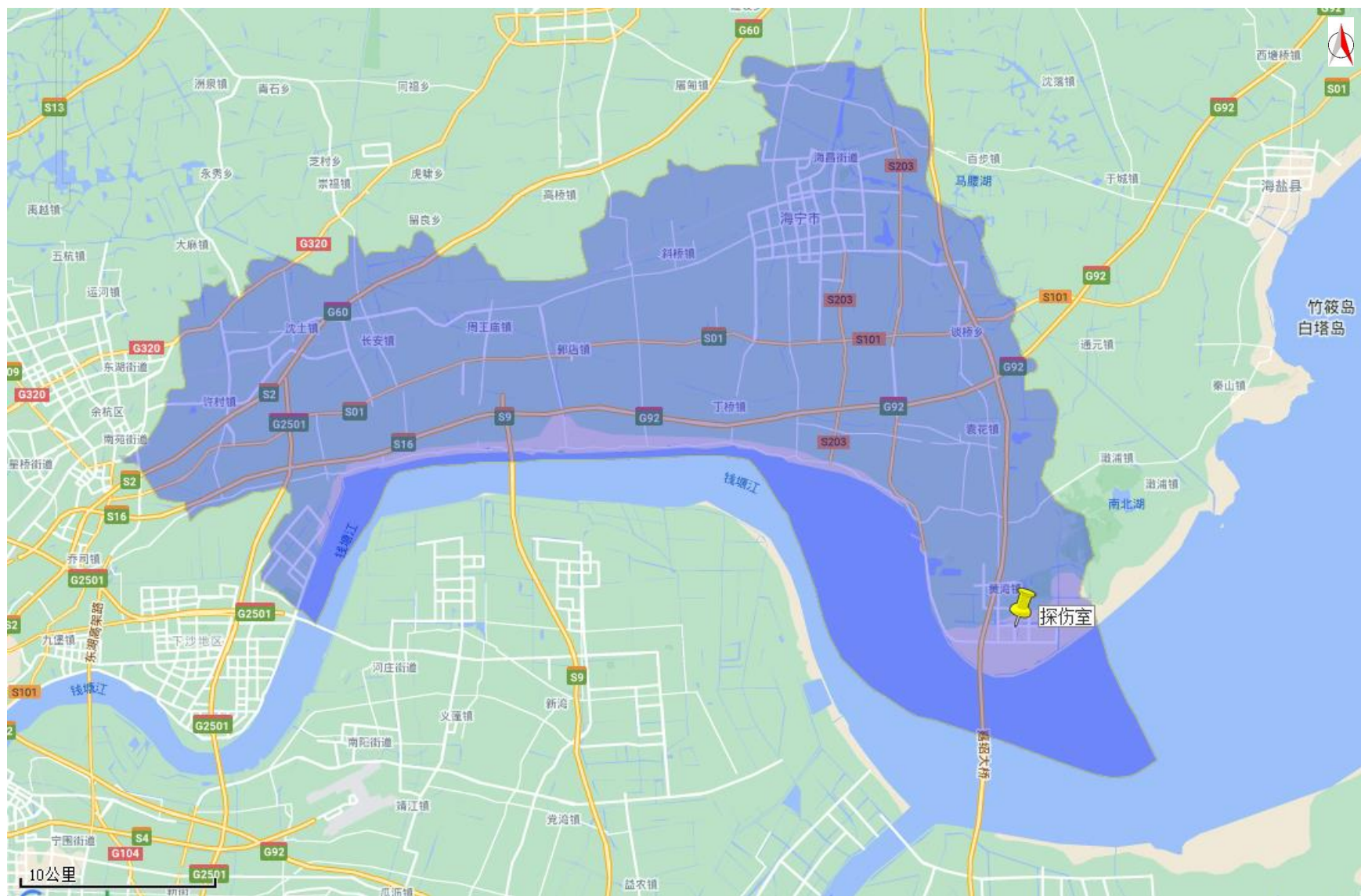
公章

经办人年月日

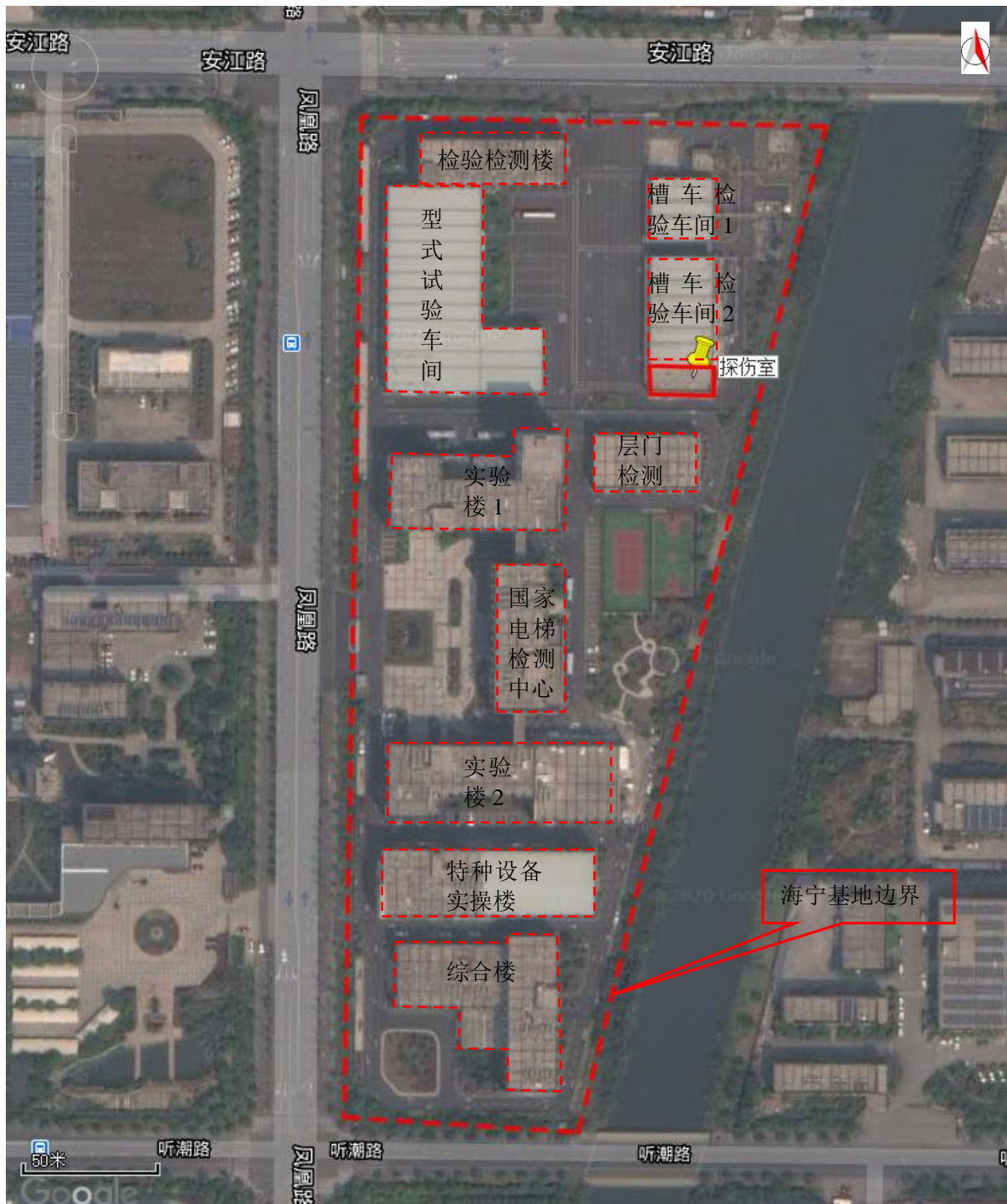
审批意见：

公章

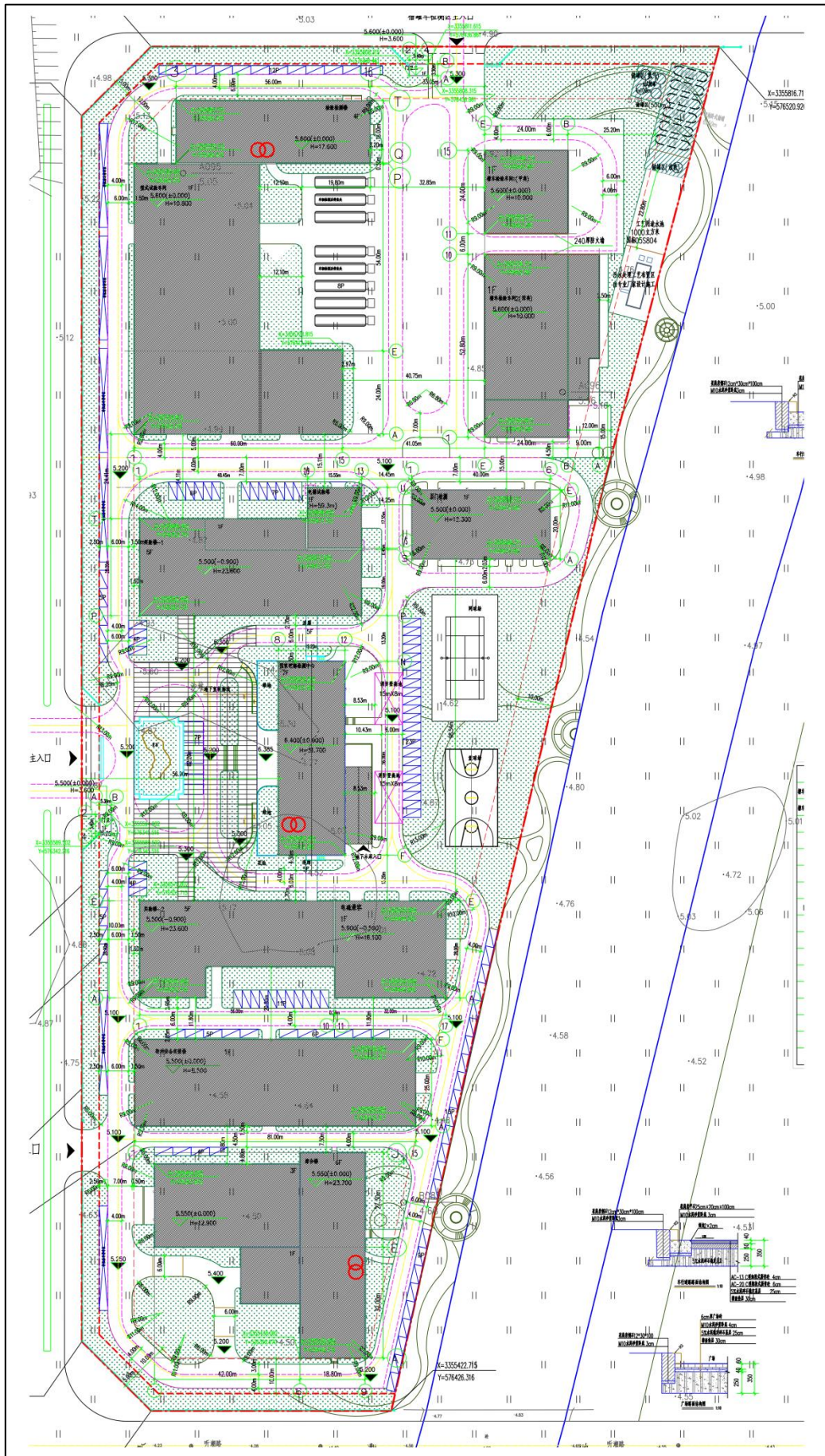
经办人年月日



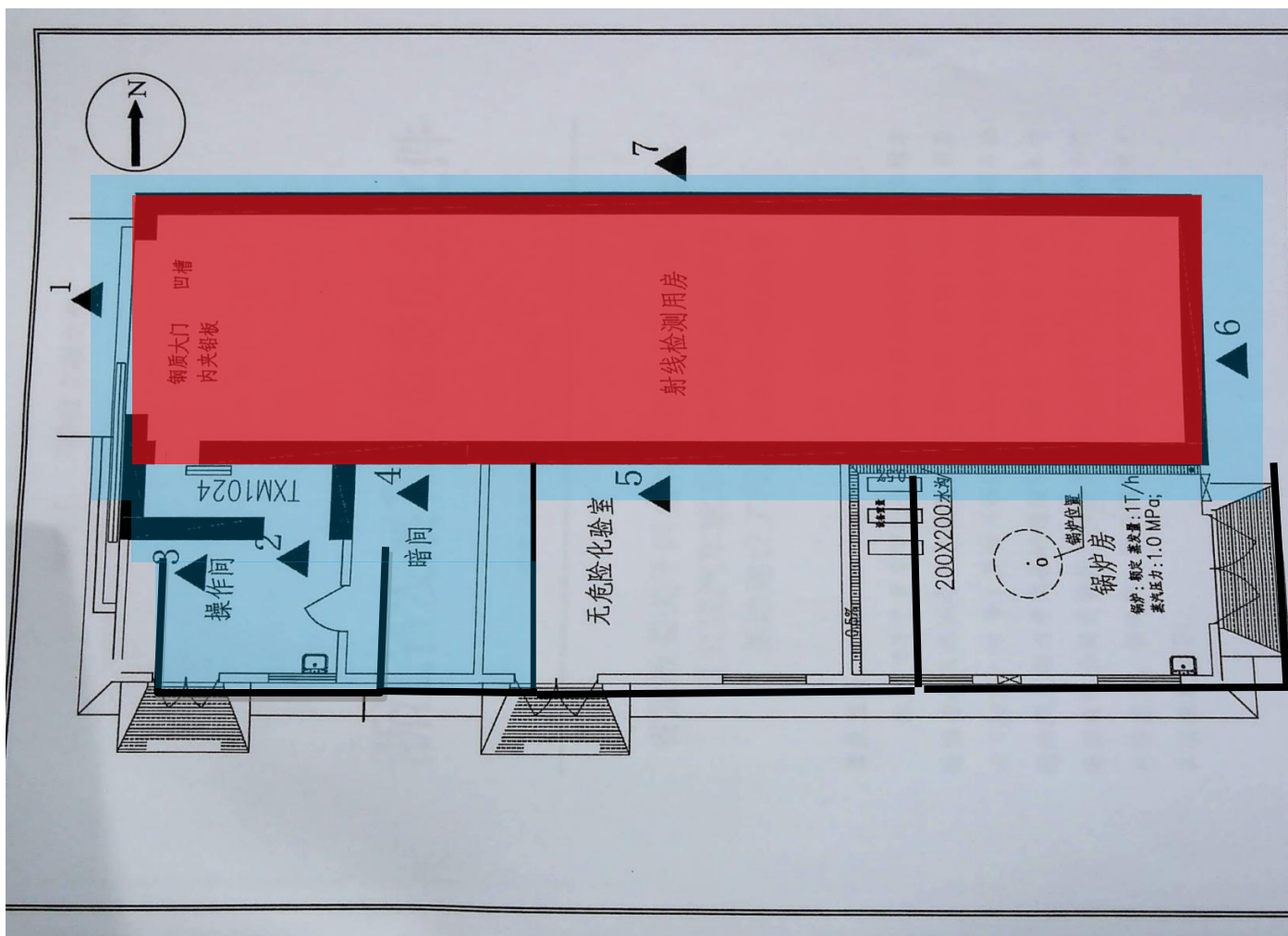
附图 1 海宁基地探伤室地理位置图



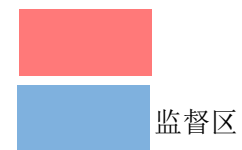
附图2 项目地理位置图

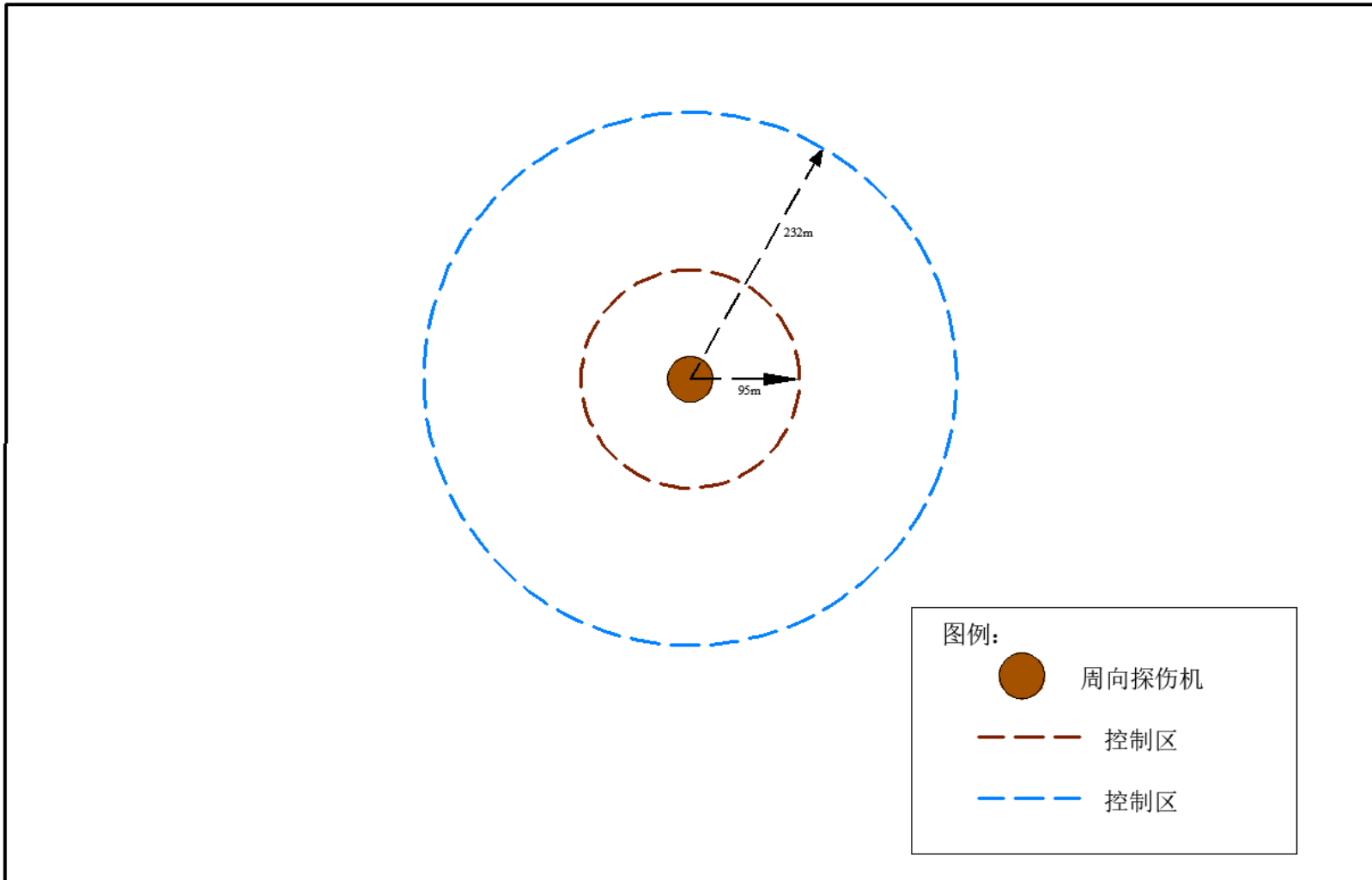


附图3 海宁基地总平面布置图

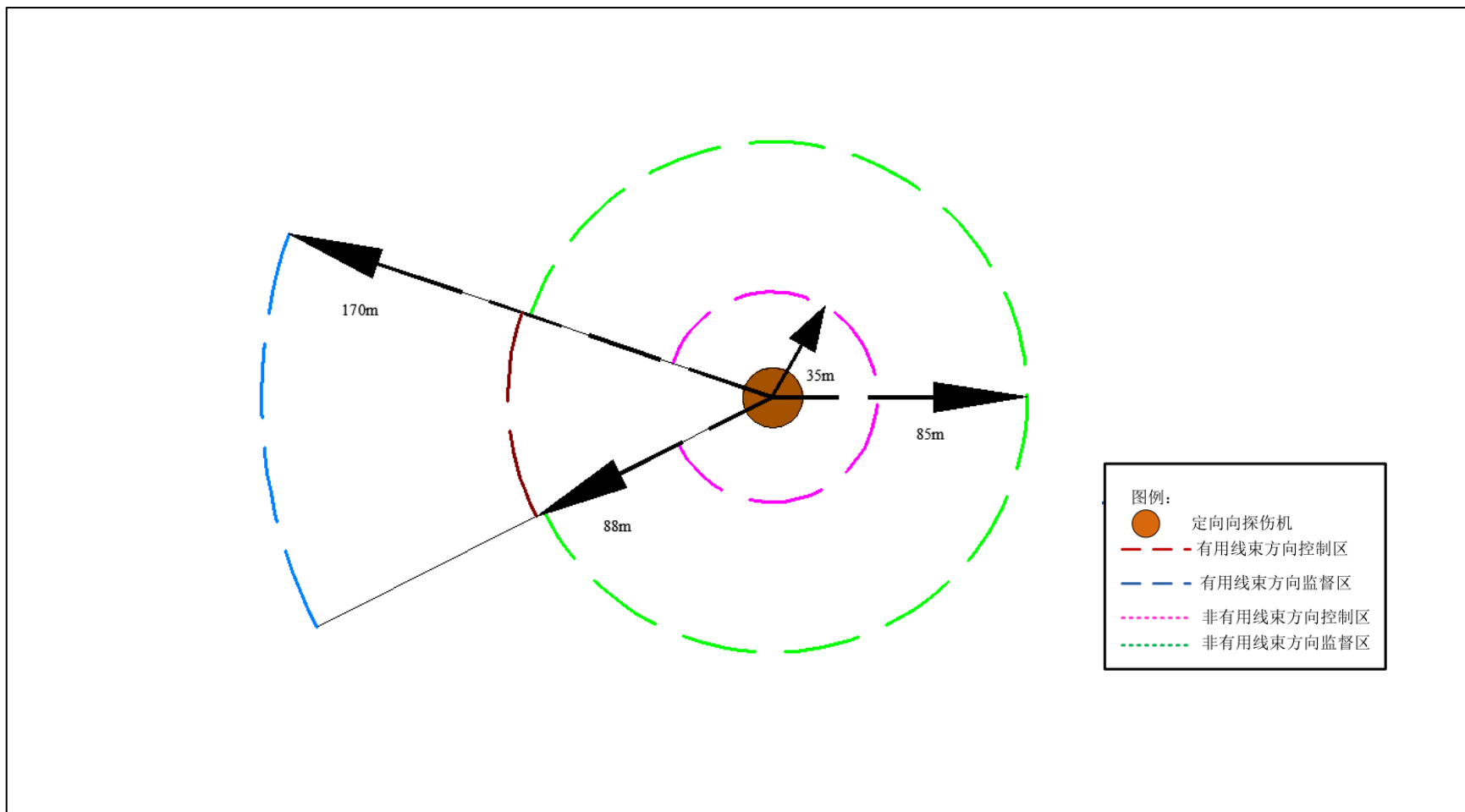


附图 4 探伤室平面布置图及辐射工作场所分区示意图





附图 5 现场探伤周向机辐射工作场所分区示意图



附图 6 现场探伤定向机辐射工作场所分区示意图