

# LNG 船专用配套能力及低温关键系统研制保障能力提升工程

(X 射线探伤部分)

## 环境影响报告表

(报批稿公示版)

建设单位：沪东中华造船（集团）有限公司

环评单位：上海建科环境技术有限公司

2022 年 5 月



核技术利用建设项目

LNG 船专用配套能力及低温关键系统研制保障能力提升工程

(X 射线探伤部分)

环境影响报告表



沪东中华造船（集团）有限公司

2022 年 5 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

LNG 船专用配套能力及低温关键系统研  
制保障能力提升工程

(X 射线探伤部分)

环境影响报告表



建设单位名称：沪东中华造船（集团）有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

陈建良

通讯地址：上海市浦东新区浦东大道 2851 号

邮政编码：200129

联系人：邱晓静

电子邮箱：[hzigzhgl@163.com](mailto:hzigzhgl@163.com) 联系电话：15618657031

表 1 建设项目基本情况

建设项目名称		LNG 船专用配套能力及低温关键系统研制保障能力提升工程 (X 射线探伤部分)			
建设单位		沪东中华造船(集团)有限公司			
法人代表	陈建良	联系人	邱晓静	联系电话	15618657031
注册地址		上海市浦东新区浦东大道 2851 号			
项目建设地点		本项目位于中船长兴造船基地二期工程地块(崇明区长兴镇东南角),西至江南造船(集团)有限公司特船项目东侧红线,东至横沙小港,南临长江,北侧为长兴岛东西向交通主干道江南大道。			
立项审批部门		中国船舶集团有限公司	批准文号	中船战发(2021)903 号	
建设项目总投资 (万元)		233.2	项目环保投资 (万元)	15	投资比例(环保 投资/总投资) 6.4%
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(m²)	不新增
应用 类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类(医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放 射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III类		
	其他	/			
<p>项目概述</p> <p>1.1 项目背景及由来</p> <p>1.1.1 建设单位情况</p>					

沪东中华造船（集团）有限公司（以下简称“沪东中华”）是中国船舶集团有限公司（以下简称“中船集团”）下属核心造船企业，是中国综合竞争能力最强造船企业之一，被国际权威机构评为世界大型造船企业。公司具有雄厚的船舶开发、设计、和建造实力，产品以军用舰船、大型 LNG 船、超大型集装箱船、海洋工程及特种船为主，产品远销亚洲、欧洲、非洲、大洋洲、南美洲等 40 多个国家和地区，广受国内外船东和各界好评。同时沪东中华还是我国唯一同时拥有超大型集装箱船、大型 LNG 船两种高技术、高附加值船型独立自主研发和制造能力的大型国有船企。

### 1.1.2 项目背景及由来

为推进我国船舶工业的工业布局调整，经中船集团统筹决策，提出了建设上海长兴岛造船产业基地重大战略，以提高大型液化天然气（LNG）船、超大型集装箱船等高技术船舶开发和建造能力。上海长兴岛造船产业基地定位高技术、高附加值产品建造，与国内大型船厂形成错位竞争，避免进一步加剧国内船舶市场过热的苗头，引导国内船舶产品结构调整。

2021 年 8 月，中船集团对《沪东中华造船（集团）有限公司 LNG 船专用配套能力及低温关键系统研制保障能力提升工程项目建议书》进行正式立项批复（批复文号：中船战发〔2021〕903 号），通过该项目建设，沪东中华将新增 LNG 船围护系统安装、低温阀制作等专用配套工艺设备设施，新建陆上 LNG 低温工程试验中心，填补 LNG 船建造专用配套能力及低温关键系统研制能力缺口，形成年产 8-12 艘大型 LNG 船建造专用配套能力。同时，针对 LNG 船配套设备焊缝质量要求高、管系接头探伤检测需求多的特点，配套 10 台高性能进口 X 射线探伤机，及时、可靠地完成低温管系射线探伤检测任务。

本项目新增 10 套便携式 X 射线探伤机，系 LNG 船专用配套能力及低温关键系统研制保障能力提升工程的一部分，用于在二期基地焊接试验中心内的探伤室对 LNG 低温管系进行无损探伤。

### 1.1.3 本项目建设规模

本项目配备 10 台 X 射线探伤机，在焊接试验中心的 2 个探伤室内进行探伤作业。其中一台最大管电压 360kV、最大管电流 5mA 的探伤机仅用于在大探伤室作业，其余设备均可在两个探伤室内使用。

本项目探伤室探伤年拍片量约 30000 张。探伤室探伤配备探伤工作人员 6 名来协调工作，6 名人员拟从浦东厂区现有人员调配过来，专职负责长兴基地探伤室探伤，与浦东厂区探伤室和现场探伤工作不重叠，因此不作人员剂量叠加。探伤室工班为白班，工作时间为 8:00-17:00，专职负责探伤室探伤检测相关工作。

本项目新增 10 台 X 射线探伤机在两个探伤室进行探伤作业，全年拍片量约 30000 张，周拍片量约 600 张，设备配置情况可以满足工作需要。

本项目拟新增 X 射线探伤机参数见下表。

表 1-1 本项目新增 10 台 X 射线探伤机参数一览表

装置类别	射线装置型号	管电压(kV)	管电流(mA)	数量	类别	工作场所名称	出束方式	辐射角(轴向×径向)	备注
X 射线探伤机	待定	300	5	2	II 类	大/小探伤室	定向	40°×60°	新增
	待定	200	3	5	II 类	大/小探伤室	定向	40°×60°	新增
	待定	250	5	2	II 类	大/小探伤室	定向	40°×60°	新增
	待定	360	5	1	II 类	大探伤室	周向	360°×30°	新增

#### 1.1.4 编制报告表的依据

建设单位根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《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许可管理办法》等法律法规，委托上海建科环境技术有限公司开展“LNG 船专用配套能力及低温关键系统研制保障能力提升工程（X 射线探伤部分）”环境影响评价工作。

对照《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》以及《<建设项目环境影响评价分类管理名录>上海市实施细化规定（2021 年版）》，本项目属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目”的“使用 II 类射线装置的”项目类别，项目环评类别为报告表。因此，本项目应编制环境影响报告表，报崇明区生态环境局审批。

对照《上海市建设项目环境影响评价分类管理重点行业名录（2021 年版）》（沪环规[2021]7 号），本项目不属于其中的重点行业；对照《上海市生态保护红线》，本项目也不在崇明区生态保护红线范围内。

表 1-2 本项目环评类别判定依据

项目类别	环评类别	本项目情况	环评类别判定结果
	报告表		
五十五、核与辐射	制备 PET 用放射性药物的；医疗使用 I 类放射源的；使用 II 类、III 类放射源的；生	本项目内容为使用 X 射线探伤机在长兴二	报告表

172、核技术利用建设项目	产、使用Ⅱ类射线装置的；乙、丙级非密封放射性物质工作场所（医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的除外）；在野外进行放射性同位素示踪试验的；以上项目的改、扩建（不含在已许可场所增加不超出已许可活动种类和不高于已许可范围等级的核素或射线装置的）	期基地探伤室内进行探伤活动，属于使用Ⅱ射线装置的类别，且长兴二期基地探伤室不属于已许可场所，符合报告表编制类别	
---------------	---	---	--

## 1.2 项目地理位置

### 1.2.1 企业地理位置及周边情况

本项目位于崇明区长兴镇中船长兴二期工程基地内，探伤室、设备存放间等均位于二期工程焊接试验中心内。

中船长兴二期基地四至边界及周边情况：中船长兴造船基地二期工程选址于“中船集团公司与上海签署的合作备忘录的8公里岸线、12平方公里用地范围”内，西至上海市长兴岛江南造船（集团）有限责任公司特种船项目东侧红线，红线以东是江南造船（集团）有限公司特船区（中船长兴一期工程）；东至围垦用地，东边界外是长兴海洋装备产业园区备用地；南临长江，北侧为长兴岛东西向交通主干道江南大道，江南大道以北是长兴海洋装备产业园区（原有民宅、学校均已搬迁），现有企业为上海东鼎钢结构有限公司。中船长兴二期基地周边1km范围内无居民区、学校、医院、养老院等敏感目标分布。

本项目厂区平面布置情况：本项目探伤室所在的焊接试验中心，位于二期工程（第一部分）生产区南侧，靠近长江；综合办公区位于二期工程（第一部分）生产区北侧，靠近江南大道，生产区内不设置员工宿舍。二期基地的生活区（设员工宿舍）位于生产区边界外东北侧，靠近江南大道，远离生产区的探伤室。

本项目在上海市地理位置详见附图1，项目区域位置见附图2，项目周边环境图见附图3，本项目所在焊接试验中心各楼层平面布置图及剖面图见附图4-1至4-4。

### 1.3 原有核技术利用项目许可情况

建设单位沪东中华造船（集团）有限公司已于2019年9月18日取得辐射安全许可证，许可证编号为沪环辐证（30106）。现有许可涉源部门包括：浦东大道2851号曝光室，浦东大道2851号七、八号码头，室外现场探伤（委托方指定地点）。许可种类和范围：使用Ⅱ类射线装置（许可证台账共有20台X射线探伤机）。根据现有辐

射安全许可证内容，现场探伤场所约定为“委托方指定地点”，已涵盖所有可能的现场探伤场所。

本项目探伤室位于长兴二期基地焊接试验中心内，不在现有辐射安全许可证已许可范围内，属于新增工作场所。

公司现有的辐射安全许可证及副本见附件 3，现有 20 台 X 射线探伤机台账见附件 3。现有的探伤机将在辐射安全许可证已许可地点继续使用。

**表 1-3 公司现有辐射许可证情况**

单位名称	沪东中华造船（集团）有限公司			
地址	上海市浦东新区浦东大道 2851 号			
涉源部门	名称	地址		
	曝光室	浦东大道 2851 号		
	七、八号码头	浦东大道 2851 号		
	室外探伤现场	委托方指定地点		
种类和范围	使用 II 类射线装置			
射线装置	装置名称	类别	装置数量	活动种类
	X 射线探伤机	II 类	20	使用
证书编号	沪环辐证（30106）			
有效期至	2024 年 9 月 17 日			
发证日期	2019 年 9 月 18 日			
发证机关	上海市生态环境局			

建设单位高度重视辐射安全问题，认真贯彻落实各项辐射安全管理制度，自取得辐射安全许可证以来，辐射环境事件零投诉，辐射污染零事故。

（1）为确保落实各项辐射安全管理制度，建设单位已制定了一系列的辐射安全防护制度，对操作人员进行培训，并将各项制度张贴在操作室墙壁上。已建立的记录有：《射线装置安全和防护制度》、《射线探伤现场安全工作流程》、《射线装置安全和防护管理岗位职责》、《射线装置维修制度》、《射线探伤检测制度》、《射线探伤操作规程》、《射线装置安全事故应急预案》、《射线监测人员培训制度》、《安全工作守则》。

（2）组织辐射工作人员参加辐射安全与防护培训，并建立培训档案记录。浦东厂区现有辐射工作人员 38 人，均已通过培训考核持证上岗，目前证书都在有效期内。

（3）定期组织工作人员参加辐射工作人员职业健康体检，每两月一次对辐射工作人员进行个人剂量监测，2021 年度个人剂量监测结果全部符合个人剂量管理要求。



(4) 定期对 X 射线装置及辐射安全和防护设施设备进行保养与维护，安全连锁装置、监控报警设施、工作指示信号、监测防护仪器等均处于良好的状态。在曝光房外墙及大门上都张贴有醒目的电离辐射警示标识。野外作业时，拉起安全警戒线。操作人员均佩戴个体计量检测仪和个体射线报警仪等个体防护用品。

(5) 制订了《射线装置安全事故应急预案》，并对现场操作人员进行培训。

(6) 制定并落实探伤场所周围环境辐射水平监测计划。2021 年监测报告（监测单位：上海申丰地质新技术应用研究有限公司；报告编号：2021H23107022）显示：在 X 射线探伤机正常工作条件下，X 射线探伤机房周围环境辐射水平符合国家标准《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的规定限值。正常工作条件下，可满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）放射工作人员和公众限值要求。

(7) 已编制并按时提交 2021 年度《核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》。

建设单位原有核技术利用项目已按要求申领辐射安全许可证，实际使用射线装置及场所与辐射安全许可证许可内容一致，在运行中严格按辐射管理要求落实辐射安全防护措施，辐射人员个人剂量监测和工作场所剂量监测均符合标准要求，按时提交年度评估报告，运行至今未发生过辐射安全投诉或事故，无遗留需整改问题。

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	便携式 X 射线探伤机	II	2	待定	300	5	工业探伤	探伤室	新增
2	便携式 X 射线探伤机	II	5	待定	200	3	工业探伤	探伤室	新增
3	便携式 X 射线探伤机	II	2	待定	250	5	工业探伤	探伤室	新增
4	固定式 X 射线探伤机	II	1	待定	360	5	工业探伤	探伤室	新增

(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
显影液、定影废液	液态	/	/	/	0.9t	/	危废间	委托有资质单位处置
废胶片	固态	/	/	/	300kg	/	危废间	委托有资质单位处置
洗片废液	液态	/	/	/	30t	/	危废间	委托有资质单位处置
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	/	最终排放入大气，臭氧会自行分解为氧气

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/m<sup>3</sup>；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/m<sup>3</sup>）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 4 月 24 日中华人民共和国主席令第 9 号修订, 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》(2002 年中华人民共和国主席令第 24 号发布, 2018 年 12 月 29 日第二次修订);</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003 年中华人民共和国主席令第 6 号发布, 2003 年 10 月 1 日起施行);</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》(1998 年国务院令第 253 号发布, 2017 年 7 月 16 日国务院令第 682 号修订);</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2005 年 9 月国务院令第 449 号发布, 2019 年 3 月 2 日国务院令第 709 号修订);</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2006 年 1 月 18 日国家环境保护总局令第 31 号发布, 2019 年 8 月 22 日第三次修正);</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(2011 年中华人民共和国环境保护部令第 18 号发布, 2011 年 5 月 1 日起施行);</p> <p>(8) 《射线装置分类》(环境保护部国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号, 2017 年 12 月 5 日起施行);</p> <p>(9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 年版)》(2021 年 1 月 1 日起施行);</p> <p>(10) 《&lt;建设项目环境影响评价分类管理名录&gt;上海市实施细化规定(2021 年版)》(自 2021 年 9 月 1 日起施行, 有效期至 2026 年 8 月 31 日);</p> <p>(11) 《上海市建设项目环境影响评价重点行业名录(2021 年版)》(沪环规[2021]7 号, 自 2021 年 9 月 1 日起施行, 有效期至 2026 年 8 月 31 日);</p> <p>(12) 《上海市放射性污染防治若干规定》(2009 年 12 月 9 日上海市人民政府令第 23 号发布, 2015 年 5 月 22 日上海市人民政府令第 30 号修订);</p>
------	--

	<p>(13) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部，公告 2019 年第 57 号，2019 年 12 月 24 印发）；</p> <p>(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》（环发[2006]145 号）；</p> <p>(15) 《上海市环境保护局关于贯彻落实新修订的&lt;建设项目环境保护管理条例&gt;的通知》（沪环保评[2017]323 号）；</p> <p>(16) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 4 月 29 日修订）</p> <p>(17) 《国家危险废物名录》（2021 版）；</p> <p>(18) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号）；</p> <p>(19) 《上海市环境保护局关于贯彻落实&lt;建设项目竣工环境保护验收暂行办法&gt;的通知》（沪环保评[2017]425 号）。</p>
技术标准	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>(2) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）；</p> <p>(3) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》（GB 22448-2008）；</p> <p>(4) 《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>(5) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</p> <p>(6) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及第 1 号修改单 GBZ/T 250-2014/XG1-2017；</p> <p>(7) 《环境 γ 辐射剂量率测定规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>(8) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>(9) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及 2013 修改单。</p>
其他	<p>(1) 环评委托书，见附件 1</p> <p>(2) 企业营业执照，见附件 2</p> <p>(3) 建设单位提供的相关资料</p>

表 7 保护目标与评价标准

### 7.1 评价范围

本项目为使用 II 类射线装置进行探伤室探伤，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 50 米的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）。

本项目为探伤室探伤，属于有实体屏蔽边界的情况，评价范围为以探伤室屏蔽墙体为起点，外延 50m 的区域。

### 7.2 保护目标

本项目探伤室位于焊接试验中心内，焊接试验中心为局部三层建筑，探伤室屋面高度 10m，上部屋顶层为不上人屋面，屋顶无其他构筑物，仅布置通排风设施，探伤室下面为土地，无地下室。

探伤室边界外 50m 范围均为厂区内，探伤室南侧为探伤工件物流通道，边上设钢丝网隔墙（16m 长，5.5m 高），物流通道南侧是仓库和公厕；探伤室北侧是操作间，操作间以北是设备存放间、暗室、探伤办公室以及焊接试验中心培训区域等；探伤室西侧 35m 外是港池区域；东侧 10m 外是船体联合车间。探伤室 50m 范围保护目标列表见表 7-1，周边 50m 环境示意图见图 7-1。

表 7-1 探伤室周边 50m 范围保护目标

场所		方位	距离	人员数量	保护对象类别	剂量约束值 mSv/a
小探伤室及四周环境	小探伤室操作间（监督区）	北（1 层）	紧邻~3m	3	职业人员	5
	射线设备存放间		3m~7m			
	探伤机室		7m~10m			
	无损办公室		10m~16m			
	新技术操作间	北（2 层）	紧邻~4m	2	公众	0.1
	MT/PT 试件库		4m~9m	流动人员	公众	0.1
	MT/PT 实验室		9m~14m	6	公众	0.1
	外协办公室		14m~19m	10	公众	0.1
	图纸、档案资料室	北（3 层）	紧邻~3.5m	1	公众	0.1
	小办公室		3.5m~7m	3	公众	0.1

	大办公室		7m~18m	18	公众	0.1
	超声波仪器调试室		18m~22m	流动人员	公众	0.1
	空地（工件物流通道）	南	紧邻~16m	流动人员	公众	0.1
	不上人屋面	屋顶	紧邻	无人	/	/
大探伤室及四周环境	大探伤室操作间（监督区）	北（1层）	紧邻~3m	3	职业人员	5
	暗室		3m~10m			
	评片间	北（2层）	紧邻~4m	2	公众	0.1
	报验室		4m~7.5m	2		
	无损 AI 数据中心		7.5~11m	2		
	创新工作室	北（3层）	紧邻~5m	4	公众	0.1
	档案资料室		5m~11m	流动人员	公众	0.1
	更衣室		19m~22m	流动人员	公众	0.1
	空地（工件物流通道）	南	紧邻~16m	流动人员	公众	0.1
	不上人屋面	屋顶	紧邻	无人	/	/
探伤室所在厂房内部环境	一层培训办公室	北（1层）	16m~19m	18	公众	0.1
	装配实训工位		19m~25m		公众	0.1
	培训区焊接工位		25m~50m		公众	0.1
探伤室所在厂房外部周围环境	室外通道	小探伤室东	紧邻~10m	流动人员	公众	0.1
	船体联合车间西南区域	小探伤室东	10m~50m	12	公众	0.1
	仓库	南	16m~20m	流动人员	公众	0.1
	厕所	南	35m~50m		公众	0.1
	空地	南	20m~50m		公众	0.1
	通道	大探伤室西	紧邻~35m		公众	0.1
	变配电箱	大探伤室西	35m~45m		公众	0.1
	港池东侧边缘区域	大探伤室西	45m~50m		公众	0.1



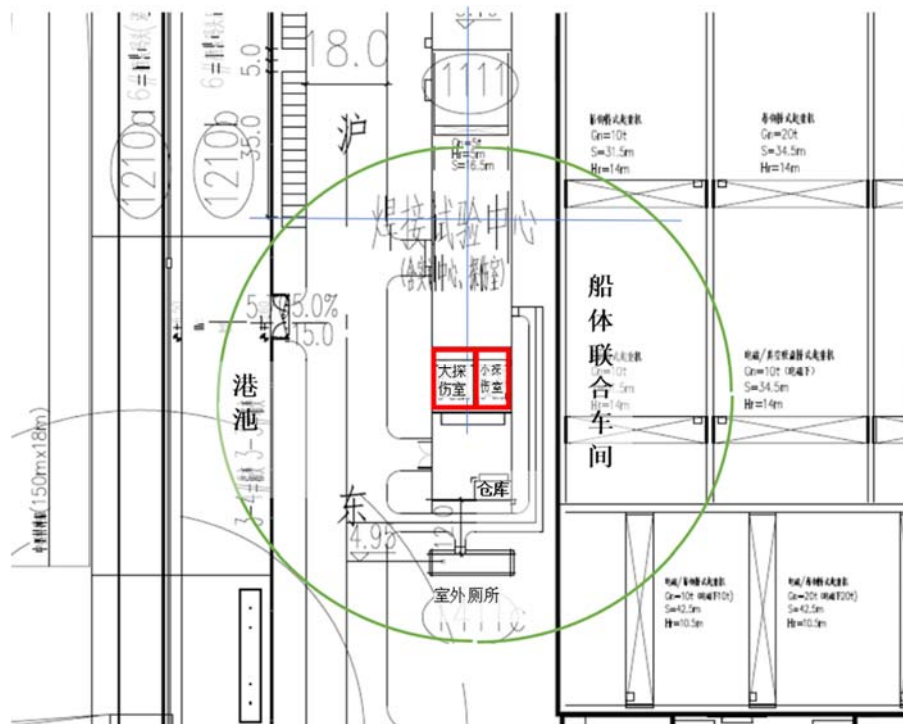


图 7-1 探伤室周边 50m 范围环境示意图

## 7.3 评价标准

### 7.3.1 剂量限值和剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的规定,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)。

#### (1) 职业照射

**剂量限值:**根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)第 4.3.2.1 条和附录 B1.1.1 条的规定,对任何工作人员,由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯平均) 20mSv。

**剂量约束值:**参考《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)中职业照射受照剂量年调查水平,本项目取剂量限值的四分之一即 5mSv/a 作为剂量约束值。

## (2) 公众照射

剂量限值：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)附录 B1.2.1 条的规定，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年有效剂量 1mSv。

剂量约束值：根据 GB18871-2002 第 11.4.3.2 条，剂量约束值通常应在公众照射剂量限值的 10%~30%范围之内，本项目从严取剂量限值的 10%即 0.1mSv/a 作为剂量约束值。

射线装置运行时，探伤工作人员和公众所受照射剂量应低于本报告提出的剂量管理约束值，以确保该装置运行时工作人员和公众的安全。

遵循辐射防护最优化原则，本项目放射工作人员和公众（包括本项目的非放射工作人员）的年剂量限值和剂量约束值，见下表。

表 7-2 放射工作人员和公众年剂量限值和剂量约束值

适用范围	剂量限值	剂量约束值
职业照射	20mSv/年	5mSv/年
公众照射	1mSv/年	0.1mSv/年

### 7.3.2 工业探伤的分区分管理

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的相关规定，应划定控制区、监督区，控制区和监督区以外区域为对人员活动不限制的区域。

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）规定，本项目将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部紧邻的操作间划为监督区。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  $\mu$  Sv/周，对公众不大于 5  $\mu$  Sv/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  $\mu$  Sv/h。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 X 射线探伤室墙和入口门的辐射屏蔽要求；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 $\mu$ Sv/h。

本项目探伤室位于焊接试验中心内，焊接试验中心局部三层建筑，总层高 12m，探伤室屋顶高度 10m，屋顶仅布设通排风设备，探伤室屋顶为不上人屋面。但探伤室

屋顶低于北侧紧邻 3F 资料室和创新工作室屋顶，考虑到射线斜穿探伤室屋顶可能对 3F 北侧紧邻人员形成照射，屋顶剂量率参考控制水平取  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

表 8 环境质量和辐射现状

## 环境质量和辐射现状

### 8.1 项目位置及周边环境

中船长兴造船基地二期工程西起江南造船（集团）有限公司特船项目东侧红线，东至横沙小港，南临长江，北侧为长兴岛东西向交通主干道江南大道。

本项目探伤室位于基地二期工程的焊接试验中心内，含两个探伤室，探伤室边界外 50m 范围均为厂区内，探伤室南侧为探伤工件物流通道，物流通道两边设钢丝网隔墙（16m 长，5.5m 高），物流通道南侧是仓库和公厕；探伤室北侧是操作间，操作间以北是设备存放间、暗室、探伤办公室以及焊接试验中心培训区域等；探伤室西侧 35m 外是港池；东侧 10m 外是船体联合车间。

### 8.2 环境质量和辐射现状

#### 8.2.1 环境现状评价对象、监测因子和监测点位

本项目为使用 X 射线装置进行探伤，其种类和范围为使用 II 类射线装置，根据项目工作原理及特点，项目运行期间主要的环境污染物为 X 射线电离辐射污染，项目在进行现状调查时，主要调查探伤室场址及周边环境的辐射本底水平。

环境现状评价对象：本项目探伤室场址及周边环境的辐射本底水平。

监测因子： $\gamma$  辐射剂量率

监测点位：本项目探伤室场址及周边环境点位

#### 8.2.2 监测方案、质量保证措施、监测结果

##### （1）监测方案

①监测目的：本项目探伤室场址及周边环境辐射本底水平检测

②监测内容： $\gamma$  辐射剂量率

③监测仪器：6150AD-b/H 便携式 X、 $\gamma$  辐射周围剂量当量率仪

④布点原则：在本项目探伤室场址及周边环境进行布点，监测点位图见图 8-1。

⑤监测方法：按照《环境  $\gamma$  辐射剂量率测定规范》（HJ 1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）中的要求进行，监测时仪器探头水平距离地面 1m，每组读 10 个数据，读数间隔 10s。

(2) 质量保证措施

- ①委托的检测机构已通过计量认证，具备有相应的检测资质和检测能力；
- ②委托的检测机构制定有质量体系文件，所有活动均按照质量体系文件要求进行，实施全过程质量控制；
- ③委托的检测机构所采用的监测设备均通过计量部门检定合格，并在检定有效期内；
- ④所有检测人员均通过专业的技术培训和考核，并取得检测上岗证；
- ⑤检测报告实行三级审核。

(3) 监测结果及评价

2022 年 3 月 15 日委托中辐评检测认证有限公司对项目地块周边辐射环境水平进行了监测。监测报告见附件 4，监测结果汇总见表 8-1。

表 8-1 本项目厂区辐射环境本底水平监测结果

序号	监测位置	测量次数	监测结果（ $\mu\text{Gy/h}$ ）		
			最低值	最高值	平均值
1	码头	10	0.08	0.08	0.08
2	焊接试验中心（探伤室所在地）	10	0.09	0.09	0.09
3	港池	10	0.10	0.10	0.10
4	船体联合车间	10	0.10	0.11	0.10

根据监测结果可知，本项目探伤室场址及周边环境的  $\gamma$  辐射剂量率基本在同一个水平，都在  $80\sim 110\text{nGy/h}$  范围内，与上海市环境天然贯穿辐射水平相当。

本项目建成后，应对探伤室周边环境辐射水平进行定期检测，对检测结果进行评估年累积  $\gamma$  辐射剂量是否满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871 - 2002）中相应规定的对公众和职业人员受照剂量的限值要求。

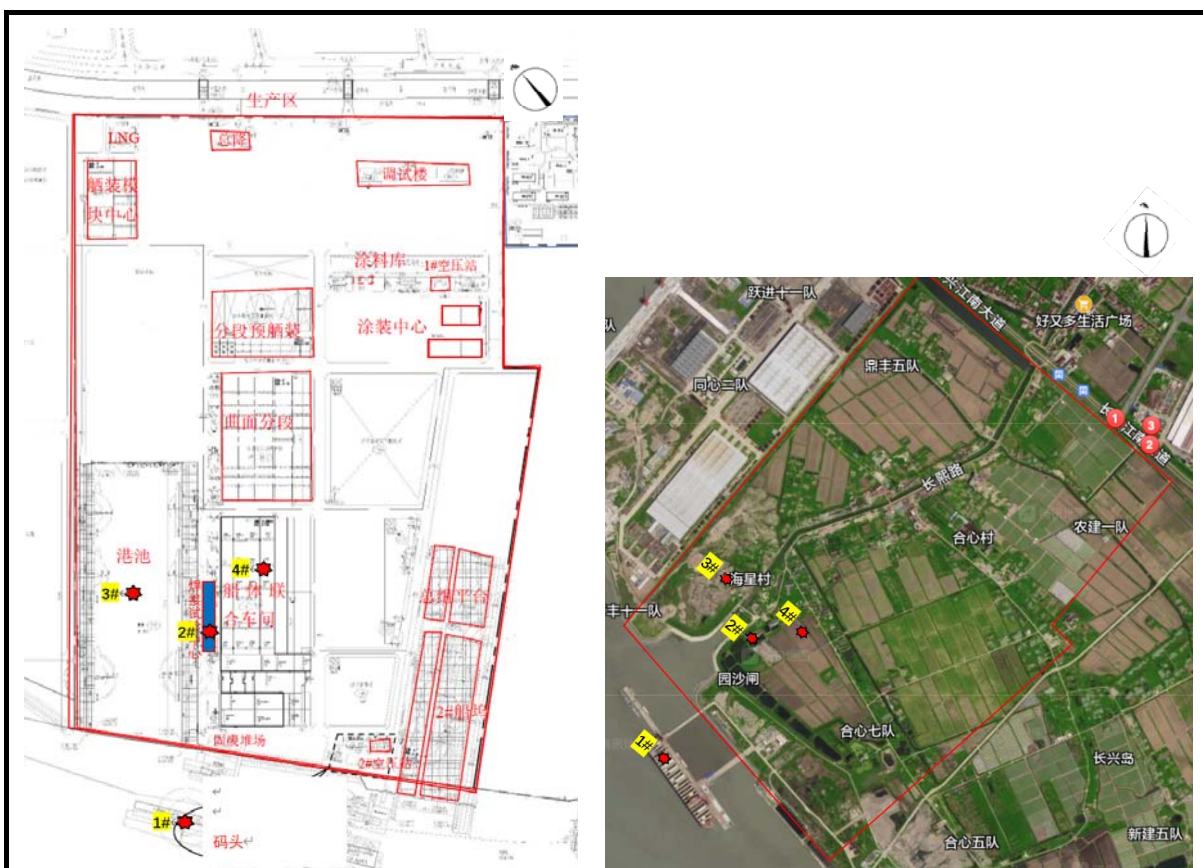


图 8-1 监测点位图（左：厂区平面布置图；右：现状环境图）

表 9 项目工程分析与源项

## 工程设备和工艺分析

### 9.1 工程设备和工艺分析

#### 9.1.1 项目概况

本项目设一大一小 2 个相邻的探伤室，配备 10 台 X 射线探伤机，探伤机不用时均放置在探伤设备存储间保存。探伤室年拍片总量共计约 30000 张，每次探伤的平均曝光时间为 3 分钟。

#### 9.1.2 设备特点

本项目使用的便携式 X 射线探伤机具有体积小、重量轻、携带方便、自动化程度高、交互界面简洁直观、操作方便等特点。

便携式 X 射线机的组成包括一个用于产生 X 射线的管头、一根连接电缆、一个控制器和一根电源线缆。设备操作由控制器内的电脑控制，所有与 kV、mA 和曝光时间相关的信息都在其操作屏幕上清楚可见。为确保操作者处于安全的环境，管头灯、主要外部指示灯和按钮都将被监控，任何故障都将阻止 X 射线的产生，正在进行的曝光也将中止，显示屏幕上给出相应的出错信息。



图 9-1 便携式 X 射线探伤机及组件

#### 9.1.3 工作原理

X 射线探伤机的核心部件是 X 射线管，X 射线管是一个内真空的玻璃管，其中一端是作为电子源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极。当两端加有高压时，阴极的灯丝热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，形成静电式加速，获取能量。具有一定动能的高速运动电子，撞击靶材料，产生大量 X 射线。

X 射线无损检测过程中，由于被检工件内部结构密度不同，其对射线的阻挡能力也不一样，物质的密度越大，射线减弱强度越大，底片感光量就小。当工件内部存在气孔、裂缝、夹渣等缺陷时，射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径所透过的物质密度要小得多，其减弱强度较小，即透过的射线强度较大，底片感光量较大，从而可以从底片曝光强度的差异判断焊接的质量、缺陷位置和被检样品内部的细微结构等。

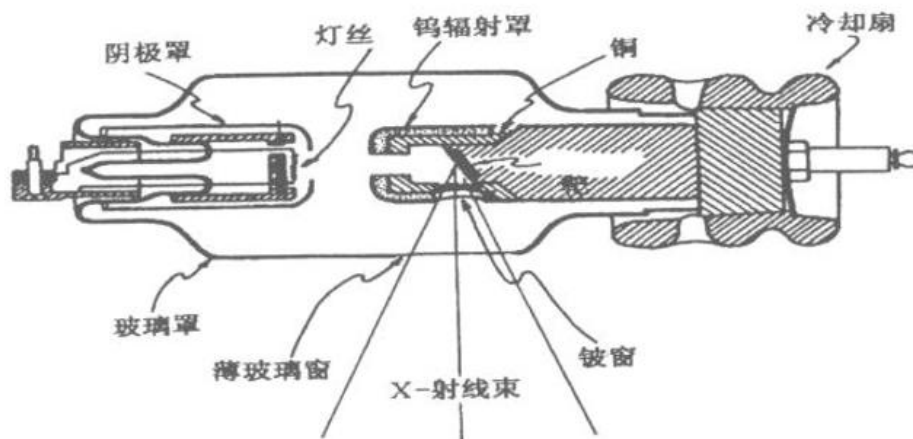


图 9-2 典型的 X 射线管结构示意图

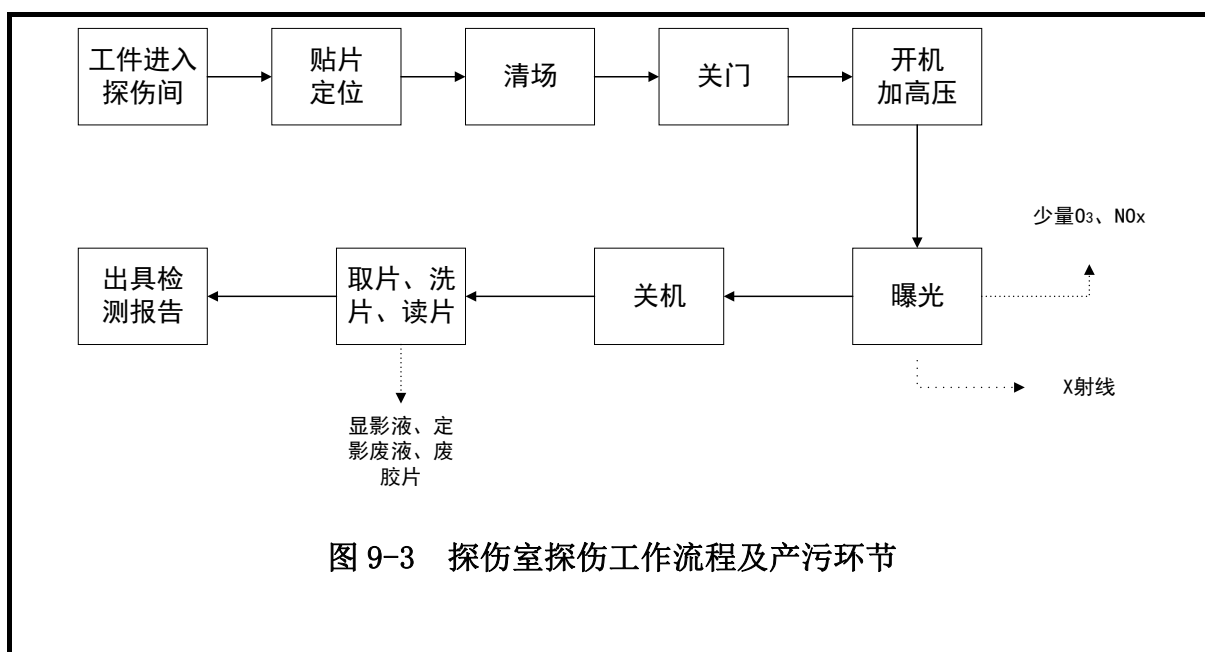
#### 9.1.4 工作流程

探伤室 X 射线探伤时，将被探伤工件运送到探伤室内，探伤工作人员在操作间内开启 X 射线装置，对工件焊缝等需检测部位进行无损检测，其工作流程如下：

- ① 将被探伤工件运送至探伤室并固定；
- ② 在工件需检测的部位贴上感光胶片，并将 X 射线探伤机放置在合适的位置；
- ③ 检查探伤室内人员滞留情况，确定无人后探伤工作人员关闭防护门；
- ④ 探伤工作人员开启 X 射线探伤机进行无损检测；
- ⑤ 达到预定照射时间和曝光量后关闭 X 射线探伤机，工作人员取下胶片，曝光结束；
- ⑥ 工作人员进行洗片、读片，判断工件焊接质量、缺陷等，出具检测报告。

X 射线探伤机开展探伤室探伤时，其工作流程及产污环节如下图所示。





## 9.2 污染源项描述

### 9.2.1 电离辐射污染源

由 X 射线探伤机的工作原理可知，当 X 射线探伤机只有在开机并处于出束状态（曝光状态）时，才会发出 X 射线，对周围环境产生辐射影响。X 射线随探伤机的开、关而产生和消失。因此，在开机曝光期间，X 射线产生的电离辐射成为污染环境的主要污染因子。

### 9.2.2 非辐射污染源分析

#### （1）废气

NO<sub>x</sub> 及臭氧：X 射线会造成空气电离，产生极少量的臭氧和氮氧化物。

#### （2）废水

X 射线探伤不排放废水。

#### （3）固废

X 光胶片冲洗环节，会产生废显（定）影液 0.9t/a；洗片废液经收集后作为危废处置，产生量约为 30t/a；胶片保存期限为 7 年，7 年后作为危废处置，按照年拍片量 30000 张计，废胶片产生量约 0.3t/a。上述固废均属于《国家危险废物名录》（2021 年版）的危险废物，废显（定）影液、洗片废液、废胶片属于同一类危险废物（废物类别：HW16 感光材料废物，废物代码：900-019-16 “其他行业产生的废显（定）影剂、

胶片 and 废像纸” )。

项目危废均分类收集后暂存于长兴二期基地厂区危废库内，危废库位于涂装车间附近，建筑面积约 750 m²。本项目液体危废均采取密封桶装，且下方设防渗托盘，危废间地面设环氧地坪防渗，防渗满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及 2013 修改单相关要求。

本项目危废预计年产生量约 31.2t，危废类别为 HW16，将委托有相关资质的单位处理。长兴基地项目，将单独签署危废委托处置合同，本项目正式运行前将签订危废委托处置合同。

表 9-1 项目固废产生及处置情况

序号	固废名称	物理性状	主要成分	属性	代码	危害特性	产生量 (t/a)	处置去向
S1	废显(定)影液	液态	废显(定)影液	危险废物	HW16/900-019-16	T	0.9	委托有资质单位处置
S2	废胶片	固态	废胶片	危险废物			0.3	
S3	洗片废液	液态	含重金属无机废液	危险废物			30	

注：危险特性，是指对生态环境和人体健康具有有害影响的毒性（Toxicity,T）、腐蚀性（Corrosivity,C）、易燃性（Ignitability,I）、反应性（Reactivity,R）和感染性（Infectivity,In）。

表 10 辐射安全与防护

## 10.1 项目安全设施

### 10.1.1 工作场所布局与分区

本项目探伤室与操作间分开独立设置，布局满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中关于操作间应与探伤室分开设置的要求。

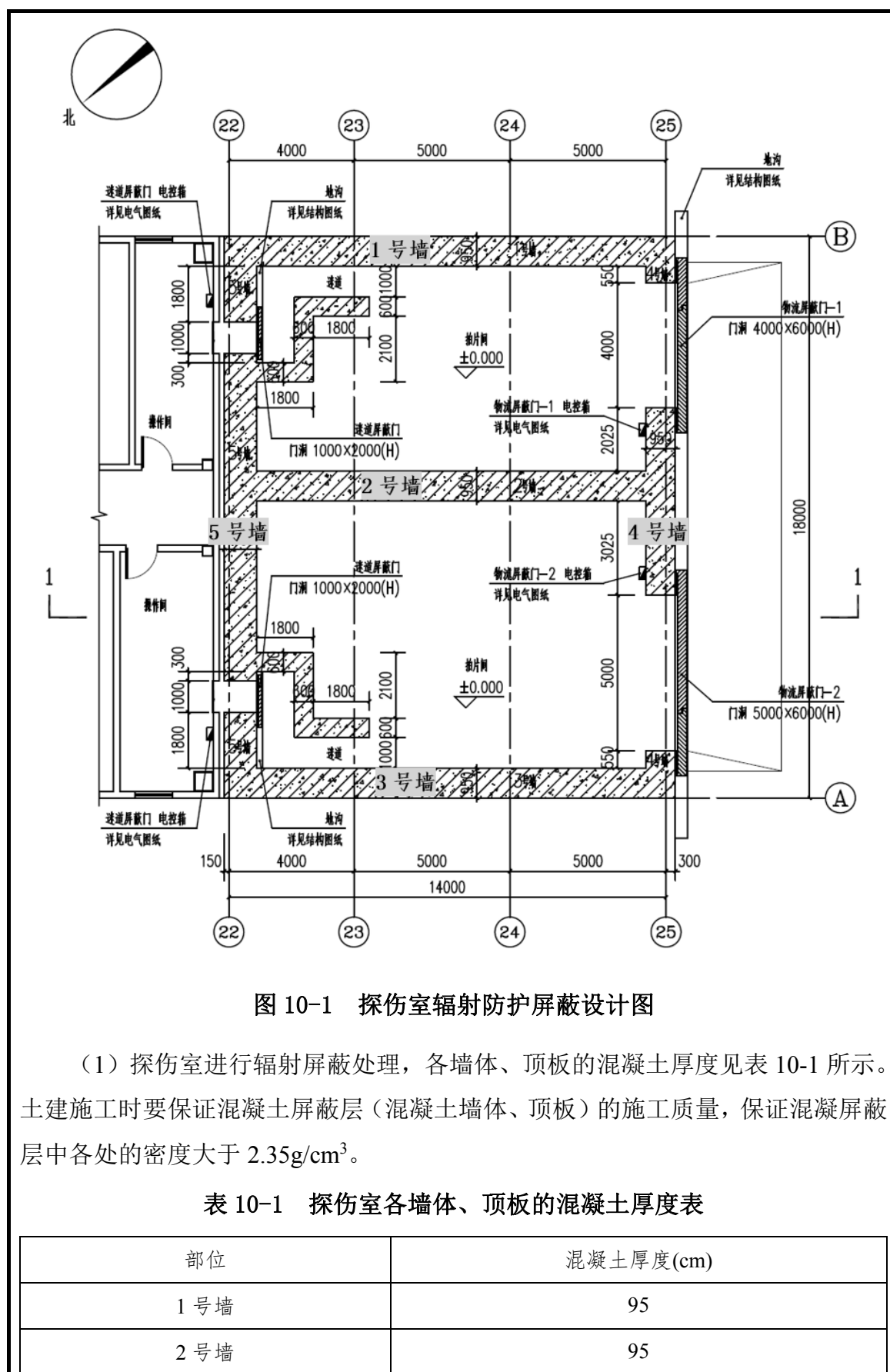
本项目将探伤室作为辐射防护控制区，将操作间作为辐射防护监督区，本项目探伤室辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

### 10.1.2 探伤室探伤安全防护措施

#### 10.1.2.1 辐射防护屏蔽设计

根据建设单位提供的探伤室辐射屏蔽工艺图（设计单位：中船第九设计研究院有限公司），两个探伤室的内净尺寸分别为  $12.45\text{m} \times 6.58\text{m}$  和  $12.45\text{m} \times 8.58\text{m}$ ，室内净高均为  $9.4\text{m}$ 。探伤时 X 射线机的机头距各方向的墙、门最近为  $1\text{m}$ ，距顶板的最小距离为  $6\text{m}$ ，主射方向应避开朝向操作间。

探伤室各墙面和屏蔽门示意图如图 10-1。



3 号墙	95
4 号墙	95
5 号墙	105
迷道墙	60
迷道顶板	60
探伤室顶板	60

(2) 物流大门、迷道小门设计为具有辐射防护功能的屏蔽门。其中，两个物流屏蔽门为双开电动移门式铅屏蔽门；迷道屏蔽门为单开电动移门式铅屏蔽门。屏蔽门尺寸及门与墙体重叠尺寸见表 10-2。屏蔽门主要由门体、导轨、传动系统和门机联锁控制系统（电控箱、行程开关、报警红灯）等组成。

表 10-2 屏蔽门尺寸及门与墙体重叠尺寸表

屏蔽门编号	门洞尺寸 (mm)	门体尺寸 (mm)	屏蔽门与屏蔽墙重叠部分尺寸 (mm)				铅板厚度 (mm)	备注
			上	下	左	右		
物流屏蔽门-1	4000×6000(h)	4100× 7100(h) 和 1660×7100 (h)	700	400	800	800	70 ( $\rho=11.34\text{g/cm}^3$ )	屏蔽门中缝搭接 160mm，中缝不大于 2mm。
物流屏蔽门-2	5000×6000(h)	4600× 7100(h) 和 2160×7100 (h)	700	400	800	800	70 ( $\rho=11.34\text{g/cm}^3$ )	屏蔽门中缝搭接 160mm，中缝不大于 2mm。
迷道屏蔽门	1000×2000(h)	1700×2400(h)	200	200	200 /500	500 /200	30 ( $\rho=11.34\text{g/cm}^3$ )	

(3) 探伤室设置全室通风，风管从探伤室顶部穿出，室外风口不朝向人员活动区域。风管穿顶板处采用“Z”字形，即在板中预埋一个“Z”字形风管，且风管外包 20mm 铅板，风机软接头至穿顶板处的风管及室内风管外包 10mm 铅板。风管穿顶板处增加不小于 600mm 厚的混凝土台座，混凝土台座对风管四周的屏蔽

厚度不小于 600mm。屋顶风机出风口设计为朝向斜下方屋顶层地面 45°，避免可能对 3F 区域造成影响。

(4) 探伤室的混凝土墙体和顶板不得随意贯穿，否则会产生漏束辐射。根据设计方案，电气线路通过 5 号墙下预设的电缆沟穿过，电缆沟穿墙处设计为“U”形，一头从墙体一侧地面穿入，另一头从墙体另一侧地面穿出，电缆沟顶部距地面 700mm，电缆沟上铺设 10mm 厚铅屏蔽盖板。

#### **10.1.2.2 探伤室探伤辐射安全和防护措施**

建设单位严格遵照设计要求，确保探伤室具有如下辐射安全装置和防护措施：

1) 控制台设置有 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。

2) 控制台设置有高压接通时的外部报警或指示装置。

3) 控制台或 X 射线关头组装体上设置与探伤室屏蔽防护门联锁接口，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。探伤室屏蔽门关闭前，务必对探伤室内部进行检查清场，并对工作人员进行清点；探伤房内设置监控探头，开机曝光前，通过控制台监视屏确认探伤室内无人员停留，方可开始曝光。

4) 控制台设有钥匙开关，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。

5) 控制台设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。操作台及探伤室内部设置有急停按钮，并带有标明使用方法的标签。

6) 探伤室顶部安装有工作状态指示灯，并与检测装置联锁。检测装置工作时，警示灯开启，警告无关人员勿靠近或在附近做不必要的逗留。

7) 探伤室通过 5 号墙下预设的电缆沟穿过，电缆沟穿墙处为“U”型管道，电缆通过“U”型管道连接。

8) 在探伤室内适当位置处设置辐射监测系统。

#### **10.1.3 贮存射线装置的场所安全管理措施**

①设置明显的放射性标志，其入口处设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁或报警装置。

- ②X 射线探伤机在储存时必须断开电缆连接。
- ③制定射线装置的领取、归还和登记制度，做好设备台账管理。
- ④射线装置贮存场所采取专人管理制度，做好探伤机的出入库登记管理工作。
- ⑤公司 X 射线探伤机储存场所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。

#### 10.1.5 辐射安全防护设施配备

为保证探伤室工作安全持续开展，公司在落实探伤室防护及监控措施情况下，也为探伤室工作人员配备相应辐射监测仪器和辐射安全防护用品，包括铅衣、个人剂量报警仪、x/γ 辐射巡测仪等。本项目为 2 个探伤室，每次最多有 4 名探伤人员同时作业，本项目探伤室及人员相关辐射安全防护设施配备情况具体见下表，由于个人剂量计企业是按人员数量足量配备的，负责长兴基地探伤室作业的人员为浦东原厂调配人员，专职从事长兴基地探伤室探伤工作，故本次防护设备不需要另行配备个人剂量计，其余防护及监控设备均为新增配备。

表 10-3 本项目探伤场所及人员辐射安全防护设备设施配备情况一览表

类别	名称	单位	数量	备注
人员辐射防护及监测设备	个人剂量计	个	6	已有设备
	铅衣	件	4	每次最多 4 人同时作业
	个人剂量报警仪	台	4	每次最多 4 人同时作业
	x/γ 辐射巡测仪	台	2	每个探伤室 1 个
探伤室防护及监控设施	急停按钮	个	4	每个探伤室 2 个（物流屏蔽门和迷道屏蔽门附近）
	声光报警器	个	4	
	辐射监测仪探头	个	4	
	门机联锁控制系统	套	2	每个探伤室 1 套
	高清彩色摄像头	个	8	每个探伤室内设置 4 个
	彩色视频监视器	台	2	每个控制室 1 台

#### 10.2 三废的治理

##### (1) 废气

NO<sub>x</sub> 及臭氧：探伤机工作时产生射线，会造成空气电离，产生极少量的臭氧和氮氧化物，这部分废气对周围环境影响很小，无需采取其他治理措施。

## （2）废水

X 射线探伤不排放废水。

## （3）固废

X 光胶片冲洗时，会产生废显（定）影液 0.9t/a；洗片废液经收集后作为危废处置，产生量约为 30t/a；胶片保存期限为 7 年，7 年后作为危废处置，按照最大年拍片量 30000 张计，废胶片产生量约 0.3t/a。以上固废均属于《国家危险废物名录》（2021 年版）的危险废物，废显（定）影液、洗片废液、废胶片属于同一类危险废物（废物类别：HW16 感光材料废物，废物代码：900-019-16 “其他行业产生的废显（定）影剂、胶片和废像纸”）。

按照《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 4 月 29 日修订），建设单位应落实以下危险废物管理要求：

1) 应当按照国家有关规定制定危险废物管理计划，包括减少危险废物产生量和降低危险废物危害性的措施以及危险废物贮存、利用、处置措施，并报环保主管部门备案。建立危险废物管理台账，如实记录有关信息，并通过国家危险废物信息管理系统向环保主管部门申报危险废物的种类、产生量、流向、贮存、处置等有关资料。

2) 收集、贮存危险废物，应当按照危险废物特性分类进行。禁止混合收集、贮存性质不相容而未经安全性处置的危险废物。

3) 转移危险废物的，应当按照国家有关规定填写、运行危险废物电子或者纸质转移联单。

本项目建成后，建设单位将严格按照固废法及相关危废管理要求，制定危废管理计划，建立管理台账，并向崇明区生态环境局申报备案；危废转移严格落实转联单制度。

本项目危废均分类包装暂存，液体危废均采取密封桶装，且下方设防渗托盘，废胶片采用密封袋装，暂存于厂区危废库内，定期委托有资质单位处置。危废库位于涂装车间附近，建筑面积约 750 m<sup>2</sup>，危废库面积较大，本项目依托可行，危废库能满足《关于进一步加强上海市危险废物污染防治工作的实施方案》（沪环土[2020]50 号）中要求危废贮存场所贮存能力至少 15 天的要求。

危废库地面采用混凝土硬化措施，混凝土表面铺设环氧地坪，防渗满足《危险



废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及 2013 年修改单相关要求，且项目液体危废均采取密封桶装，下方设置防渗托盘，泄漏风险极小，储存过程不会产生二次污染。

本项目危废预计年产生量约 31.2t，危废类别为 HW16，将委托有相关资质的单位处理。长兴基地项目，将单独签署危废委托处置合同，本项目正式运行前将签订危废委托处置合同。

本项目危废将按法规要求 100%妥善收集暂存及委托处置，不会对周边环境产生影响不会对周围环境产生污染影响。

表 11 环境影响分析

### 11.1 建设阶段对环境的影响

本项目探伤室位于长兴二期地块焊接试验中心内，探伤室土建规模较小，但施工期仍会产生一定的废气、废水、噪声和固废污染。建设单位将按照《上海市扬尘污染防治管理办法》等要求落实施工期扬尘控制，采取场地硬化，定时洒水压尘，物料采取遮挡措施等，减少施工期扬尘影响；采用低噪声施工设备，合理安排施工作业时间，施工以昼间为主，如需夜间施工，应根据《关于印发<上海市建设工程夜间施工许可和备案审查管理办法>的通知》（沪环保防[2011]164 号）要求，在工程开工前 15 天向辖区环保主管单位办理申报登记手续；施工期泥浆水和车辆冲洗水经场地内沉淀池处理后，上清液回用于场地洒水，泥浆和渣土合并外运处置；建筑垃圾和工程废弃渣土，按照《上海市建筑垃圾处理管理规定》（2017 年沪府令 57 号）的相关要求，分类外运处理，建设工程竣工后，施工单位将按要求在 1 个月内将工地的剩余建筑垃圾、工程渣土处理干净。

X 射线探伤机只有在开机曝光过程中才会产生辐射，其产生的射线是随机器的开关而产生、消失。在建设阶段设备运输过程中不会对周围环境造成电离辐射影响，也无放射性废气、废水及固体废物产生。

综上，在落实施工期相关污染防治措施前提下，施工期污染对周边环境影响较小，且随着项目土建完成，施工期污染也随之消失不再产生。且项目周边 200m 无居住区、宿舍等敏感目标分布，因此施工期不会对周边敏感目标造成扰民影响。

### 11.2 运行阶段对环境的影响

#### 11.2.1 估算模式选取

本项目固定式 X 射线探伤采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的计算公式估算探伤室表面外 30cm 处的辐射水平，估算模式如下：

##### （1）有用线束

有用线束照射方向的剂量率预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的公式：

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

式中：

$\dot{H}_c$ —参考点处剂量率，单位  $\mu\text{Sv/h}$ 。

$I$ —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位 mA。

$H_0$ —距辐射源点（靶点）1m 处输出量，单位  $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{h})$ 。

$B$ —屏蔽透射因子，在给定屏蔽物质厚度  $X$  时，按下式计算：

$$X = -\text{TVL} \cdot \lg B \quad (\text{公式 11-2})$$

式中：

$X$ —屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL—见 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.2。

## （2）散射线

散射辐射屏蔽计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的公式：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad (\text{公式 11-3})$$

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，单位为毫安（mA）；

$H_0$ —距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

$B$ —屏蔽透射因子；

$F$ — $R_0$  处的辐射野面积，单位为平方米（ $\text{m}^2$ ）；

$\alpha$ —散射因子，入射辐射被单位面积（ $1\text{m}^2$ ）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；

$R_0$ —辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m）；

$R_s$ —散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

## 11.2.2 估算结果

### （1）小探伤室

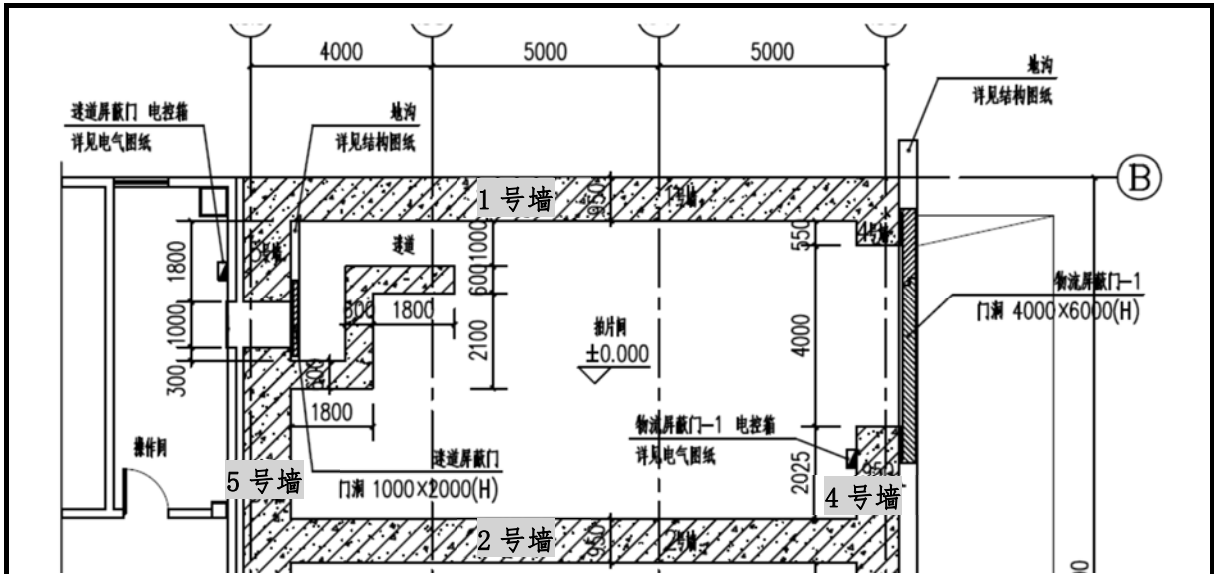


图 11-1 小探伤室示意图

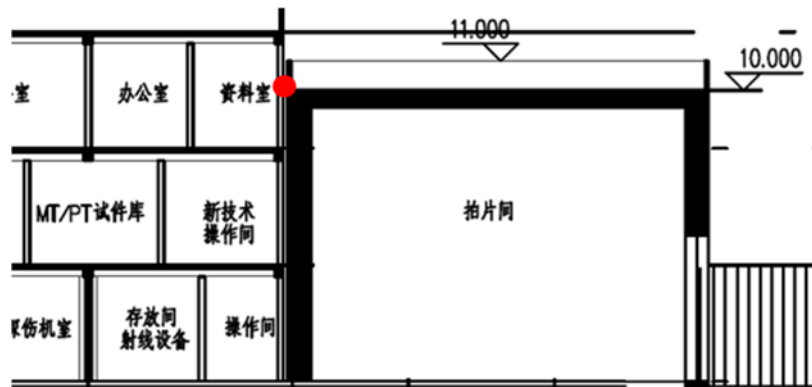


图 11-2 小探伤室剖面示意图

### 1) 有用线束

如图 11-1, 小探伤室的尺寸为 12.45m×6.58m, 室内净高为 9.4m, 5 号墙体 (混凝土) 厚度为 1050mm, 1、2、4 号墙体 (混凝土) 厚度为 950mm, 迷道墙体 (混凝土) 厚度为 600mm, 迷道屏蔽门铅板厚度为 30mm, 物流屏蔽门铅板厚度为 70mm, 顶板 (混凝土) 厚度为 600mm。顶部上空。如图 11-2, 由于 3F 资料室高于小探伤室屋顶, 因此需要考虑顶部射线斜射后对资料室的照射情况, 由于小探伤室屋顶刚好在 3F 资料室中部位置, 因此 X 射线以 45° 角照射时, 才可能有较大的照射区域。因此还需要关注小探伤室顶部与 3F 资料室交叉点的剂量率。

小探伤室正常拍片时一般是 1 台探伤机单独作业, 根据设计资料, 最多可能有 2 台探伤机同时作业, 如果同时曝光, 为避免散射线对其他片子的影响, 会根据探伤工

艺要求选择合适的机头方向，两台设备有用线束分别朝向不同方向。该探伤室使用的 X 射线辐射强度最大的设备为管电压 300KV，管电流 5mA 的探伤机。拍片时 X 射线机的机头距各方向的墙、门最近为 1m，距顶板的最小距离为 6m。探伤作业时 X 射线照射方向会根据工件摆放方式的变化而调整，探伤室四周墙壁及顶部均有可能受到 X 射线直接照射的影响，根据 GBZ/T 250-2014 中 3.2.1 要求，在进行辐射环境影响分析时探伤室四周墙壁及顶部均保守考虑有用线束屏蔽时，不考虑进入有用线束区的散射辐射。

将相关参数带入公式（11-1），可估算出探伤室四周墙壁及顶部表面外 30cm 处的瞬时剂量，其计算参数及计算结果见表 11-1。

表 11-1 小探伤室四周墙壁、顶部屏蔽防护计算参数及计算结果

参数	迷道屏蔽门+迷道墙	迷道屏蔽门墙	物流屏蔽门	其它三侧墙	顶部	小探伤室顶部与 3F 资料室交叉点
X (设计厚度)	30mm 铅板+600mm 混凝土	1050mm 混凝土	70mm 铅板	950mm 混凝土	600mm 混凝土	848mm 混凝土
I (mA)	5	5	5	5	5	5
$H_0(\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1})$	$1.25\times 10^6$	$1.25\times 10^6$	$1.25\times 10^6$	$1.25\times 10^6$	$1.25\times 10^6$	$1.25\times 10^6$
TVL (mm)	5.7 (铅) /100 (混凝土)	100	5.7	100	100	100
B	$5.46\times 10^{-12}$	$3.16\times 10^{-11}$	$5.24\times 10^{-13}$	$3.16\times 10^{-10}$	$1\times 10^{-6}$	$3.31\times 10^{-9}$
R (m)	3.55	1.3	1.3	1.3	6.3	8.78
1 台设备参考点处辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	$2.71\times 10^{-6}$	$1.17\times 10^{-4}$	$1.94\times 10^{-6}$	$1.17\times 10^{-3}$	0.158	$2.68\times 10^{-4}$
2 台设备参考点处辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	$5.41\times 10^{-6}$	$2.34\times 10^{-4}$	$3.88\times 10^{-6}$	$2.34\times 10^{-3}$	0.315	$5.37\times 10^{-4}$
$\dot{H}_c$ 控制值 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
评价结果	符合要求	符合要求	符合要求	符合要求	符合要求	符合要求

注：① $H_0$  根据 GBZ/T 250-2014 中表 B.1 查表所得，过滤条件保守取 3mm 铝。

②迷道屏蔽门外侧关注点的屏蔽物质厚度将 600mm 混凝土按铅当量折算后与铅板厚度的加和值计算所得。

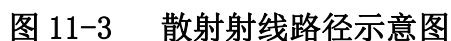
③迷道屏蔽门外侧 30cm 处距离机头最近的距离为屏蔽门到迷道墙的距离 (1.2m) + 屏蔽门侧墙体厚度的距离 (1.05m) + 机头距离迷道墙面最小距离 (1m) + 0.3m = 3.55m；其余墙体根据设计要求，机头距离墙面最小距离 (1m) + 0.3m = 1.3m；根据设计要求，机头距顶板最小距离 (6m) + 0.3m = 6.3m。

④小探伤室顶部与 3F 资料室交叉点 X (设计厚度) 考虑 45° 角照射时，穿过顶部混凝土的厚度为  $600\text{mm}\times\sqrt{2} = 848\text{mm}$ ；而距离关注点的最小距离为  $6\text{m}\times\sqrt{2}+0.3\text{m}=8.78\text{m}$ 。

⑤实际工作中，2 台设备同时运行的情况下，为避免设备间互相干扰，有用线束不可能朝向

由表 11-1 可知，最不利情况下，当两台 X 射线探伤机均以最大管电压 300kV、最大管电流 5mA 的工况同时在小探伤室运行时，房间四周及顶部外参考点处的剂量率均远小于控制值，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中的要求。本项目按照小探伤室设计资料，最多两台探伤机同时作业的最不利情况进行探伤室辐射屏蔽防护计算；建设单位运行过程中将严格落实各项规章制度，为确保拍片质量和减少人员辐射影响，将合理安排顺序作业。

考虑到射线有可能直接照射到 1 号墙体后, 经过 1 号墙一次散射后不经过迷道墙而有可能直接到达迷道屏蔽门, 因此, 本项目对有用线束一次散射后到达屏蔽门的剂量率进行估算。散射路线示意图如下图 11-2。由公式 11-3 所知, 靶点到散射点的距离  $R_0$  与散射点到关注点的距离  $R_s$ , 取值越小, 则关注点剂量率越大, 因此本项目在最短散射路径的情况下进行估算。



35

表 11-2 小探伤室迷道屏蔽门散射射线屏蔽防护计算参数及计算结果

参数	迷道屏蔽门
X (设计厚度)	30mm 铅板
I (mA)	5
$H_0(\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1})$	$1.25 \times 10^6$
TVL (mm)	1.4 (铅)
B	$3.728 \times 10^{-22}$
F (辐射野面积)	1.8
$\alpha$ (散射系数)	0.00475
$R_0$ (m)	1.88
$R_s$ (m)	3
参考点处辐射剂量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	$6.22 \times 10^{-19}$
评价结果	符合要求

①  $H_0$  根据 GBZ/T 250-2014 中表 B.1 查表所得，过滤条件保守取 3mm 铝，由于散射点实际距离大于 1m，故该取值为保守取值。

② TVL 取值：X 射线散射辐射的最高能量低于入射 X 射线的最高能量，使用该散射 X 射线最高能量相应的 X 射线的半值层，根据 GBZ/T 250-2014 中 4.2.3 表 2，铅的 TVL 按 200kV 取值。

③ 辐射野面积按照与 1 号墙对应的迷道墙上下距离 1m 的投影面积估算。

④ 散射系数以水散射体保守估计，根据 GBZ/T 250-2014 中表 B.3 查表所得。

⑤  $R_0$  取值的最短距离为距离 1 号墙内侧 1m 和迷道墙尽头外 1m 的交叉点（由于设计要求设备离各墙体最短距离为 1m）到散射点的距离，根据勾股定理可以计算出这段距离为 1.88m。

⑥  $R_s$  取值最短距离为屏蔽门与 5 号墙壁交叉点与 Z 型迷道墙突出点的连线延长线到 1 号墙的散射点，考虑到计算方便，不再外延到屏蔽门墙体外侧 30cm 处，仅保守取值到屏蔽门外侧。由于屏蔽门与 5 号墙壁交叉点到 1 号墙内侧的距离为 1.8m，根据相似三角形定理和勾股定理，可以计算出  $R_s$  为 3m。

上述计算结果表明，散射射线对辐射剂量率的贡献远小于有用线束。由于不可能出现两台以上设备在同样角度产生一次散射到达迷道屏蔽门，因此，仅考虑一台设备（管电压最大的设备）的影响。

## (2) 大探伤室

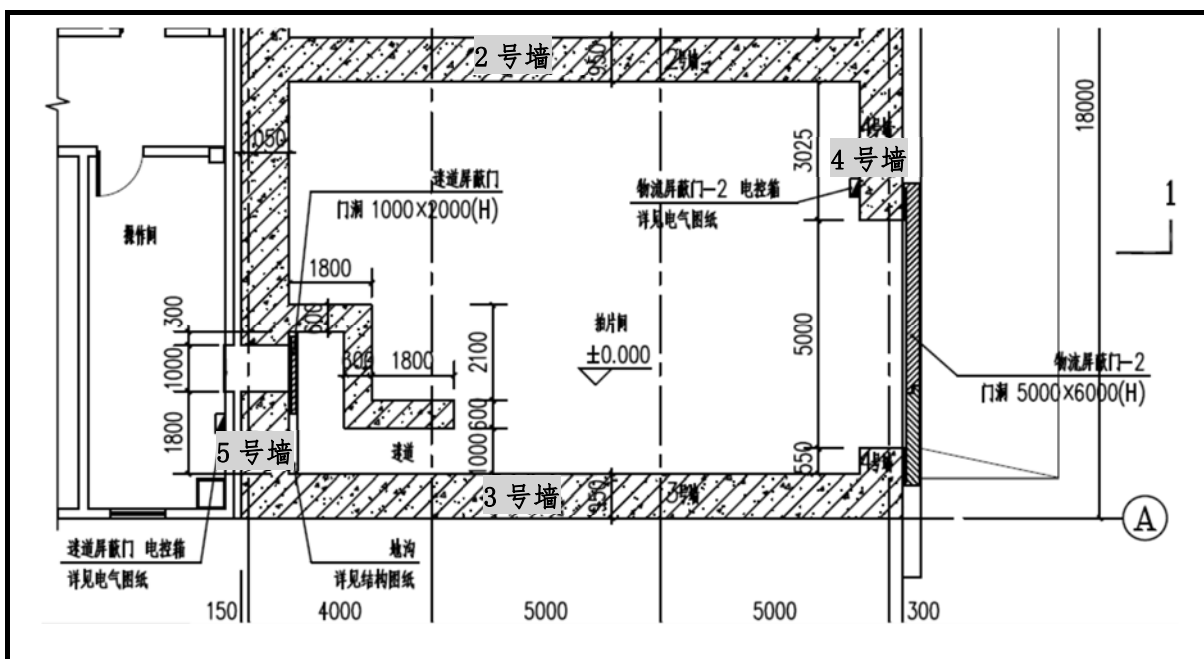


图 11-4 大探伤室示意图

#### 1) 有用线束

如上图，大探伤室的尺寸为 12.45m×8.58m,室内净高均为 9.4m，5 号墙体（混凝土）厚度为 1050mm，1、2、4 号墙体（混凝土）厚度为 950mm，迷道墙体（混凝土）厚度为 600mm，迷道屏蔽门铅板厚度为 30mm，物流屏蔽门铅板厚度为 70mm，顶板（混凝土）厚度为 600mm。顶部上空。

参考图 11-2，由于 3F 创新工作室与大探伤室的结构关系与 3F 资料室与小探伤室的关系完全相同，因此也需要考虑顶部射线斜射后对创新工作室的照射情况，由于大探伤室屋顶刚好在 3F 创新工作室中部位置，因此 X 射线以 45° 角照射时，才可能有较大的照射区域。因此还需要关注大探伤室顶部与 3F 创新工作室交叉点的剂量率。

与小探伤室类似，大探伤室正常拍片时一般是 1 台探伤机单独作业，根据设计资料，最多可能有 2 台探伤机同时作业，如果同时曝光，为避免散射线对其他片子的影响，会根据探伤工艺要求选择合适的机头方向，两台设备有用线束分别朝向不同方向。管电压 360KV，管电流 5mA 的探伤机为周向机，仅在大探伤室使用，不会和其他探伤机同时作业。按最不利情况考虑，大探伤室可能同时使用的 X 射线辐射强度最大的 2 台设备组合为：2 台管电压 300kV、管电流 5mA 的探伤机。拍片时 X 射线机的机头距各方向的墙、门最近为 1m，距顶板的最小距离为 6m。

两个探伤室的四周墙壁（屏蔽门）的厚度、材质完全相同，管电压 300kV、管电



流 5mA 的探伤机的辐射影响已在小探伤室进行了预测计算，此处直接引用。两个探伤室的主要区别就在于 360kV 探伤机仅在大探伤室使用，因此本节重点对 360KV 设备在大探伤室的辐射情况进行预测，2 台 300kV、5mA 设备同时运行的情况引用小探伤预测结果。探伤作业时 X 射线照射方向会根据工件摆放方式的变化而调整，探伤室四周墙壁及顶部均有可能受到 X 射线直接照射的影响，根据 GBZ/T 250-2014 中 3.2.1 要求，在进行辐射环境影响分析时探伤室四周墙壁及顶部均保守考虑有用线束屏蔽，不考虑进入有用线束区的散射辐射。

将相关参数带入公式（11-1），可估算出探伤室四周墙壁及顶部表面外 30cm 处的瞬时剂量，其计算参数及计算结果见表 11-3。

表 11-3 大探伤室四周墙壁、顶部屏蔽防护计算参数及计算结果

参数	迷道屏蔽门+ 迷道墙	迷道屏蔽门 墙	物流屏蔽门	其它三侧墙	顶部	大探伤室顶 部与 3F 创 新工作室交 叉点
X (设计厚度)	30mm 铅板 +600mm 混凝 土	1050mm 混 凝土	70mm 铅板	950mm 混凝 土	600mm 混 凝土	848mm 混 凝土
I (mA)	5	5	5	5	5	5
$H_0(\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1})$	$1.41\times 10^6$	$1.41\times 10^6$	$1.41\times 10^6$	$1.41\times 10^6$	$1.41\times 10^6$	$1.41\times 10^6$
TVL (mm)	8.2 (铅) /100 (混凝土)	100	8.2	100	100	100
B	$2.20\times 10^{-10}$	$3.16\times 10^{-11}$	$2.91\times 10^{-9}$	$3.16\times 10^{-10}$	$1\times 10^{-6}$	$3.31\times 10^{-9}$
R (m)	3.55	1.3	1.3	1.3	6.3	8.78
使用 1 台 360kV 设备参考点处辐射剂量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	$1.23\times 10^{-4}$	$1.32\times 10^{-4}$	$1.21\times 10^{-2}$	$1.32\times 10^{-3}$	0.178	$3.03\times 10^{-4}$
使用 2 台设备(2 台 300kV5mA 设备)参考点处最大辐射剂量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	$5.41\times 10^{-6}$	$2.34\times 10^{-4}$	$3.88\times 10^{-6}$	$2.34\times 10^{-3}$	0.315	$5.37\times 10^{-4}$
$\dot{H}_c$ 控制值( $\mu\text{Sv/h}$ )	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
评价结果	符合要求	符合要求	符合要求	符合要求	符合要求	符合要求

注：①360kV 管电压的  $H_0$  根据 GBZ/T 250-2014 表 B.1 查表所得，保守取 400kV、过滤条件为 3mm 铜的  $H_0$  值。

②迷道屏蔽门外侧关注点的屏蔽物质厚度将 600mm 混凝土按铅当量折算后与铅板厚度的加和值计算所得。对于铅的 TVL 值使用管电压为 400kV 下为 8.2mm 进行保守估算。

③ 由于两个探伤室四周屏蔽防护设计相同，300kV5mA 设备参数引用表 11-1 的数据。

④迷道屏蔽门外侧 30cm 处距离机头最近的距离为屏蔽门到迷道墙的距离 (1.2m) + 屏蔽门侧墙体厚度的距离 (1.05m) + 机头距离迷道墙面最小距离 (1m) + 0.3m = 3.55m; 其余墙体根据设计要求, 机头距离墙面最小距离 (1m) + 0.3m = 1.3m; 根据设计要求, 机头距顶板最小距离 (6m) + 0.3m = 6.3m。

⑤大探伤室顶部与 3F 创新工作室交叉点 X (设计厚度) 考虑 45° 角照射时, 穿过顶部混凝土的厚度为  $600\text{mm} \times \sqrt{2} = 848\text{mm}$ ; 而距离关注点的最小距离为  $6\text{m} \times \sqrt{2} + 0.3\text{m} = 8.78\text{m}$ 。

⑥实际工作中, 2 台设备同时运行的情况下, 为避免设备间互相干扰, 有用线束不可能朝向同一个方向。本次预测, 按照 2 台设备剂量率叠加的方式进行计算, 是出于极端最不利情况考虑, 如果极端最不利情况下, 辐射屏蔽防护剂量满足要求, 那么实际工作中, 有用线束朝向不同方向, 辐射剂量率肯定能满足要求。

由表 11-3 可知, 当一台最大管电压 360kV、最大管电流 5mA 的 X 探伤机单独运行时, 或者两台最大管电压 300kV、最大管电流 5mA 的探伤机同时在大探伤室运行时, 房间四周及顶部外参考点处的剂量率均远小于控制值, 满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 中的要求。本项目按照大探伤室设计资料, 最多两台探伤机同时作业的最不利情况进行探伤室辐射屏蔽防护计算; 建设单位运行过程中将严格落实各项规章制度, 为确保拍片质量和减少人员辐射影响, 将合理安排顺序作业。

## 2) 散射线

考虑到射线有可能直接照射到 3 号墙体后, 经过 3 号墙一次散射后不经过迷道墙而有可能直接到达迷道屏蔽门, 因此, 本项目对有用线束一次散射后到达屏蔽门的剂量率进行估算。由于两个探伤室迷道屏蔽门、迷道墙的布设关于 1 号墙和 3 号墙是完全对称的, 因此散射路线图也是完全对称。

将相关参数带入公式 (11-3), 可估算出射线经墙体散射后到达迷道屏蔽门外表面处的瞬时剂量, 其计算参数及计算结果见表 11-4。

表 11-4 大探伤室迷道屏蔽门散射射线屏蔽防护计算参数及计算结果

参数	迷道屏蔽门
X (设计厚度)	30mm 铅板
I (mA)	5
$H_0(\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1})$	$1.41 \times 10^6$
TVL (mm)	2.9 (铅)
B	$4.52 \times 10^{-11}$
F (辐射野面积)	1.8
$\alpha$ (散射系数)	0.00475
$R_0$ (m)	1.88
$R_s$ (m)	3
参考点处辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	$8.5 \times 10^{-8}$
评价结果	符合要求

注：①360kV 管电压的  $H_0$  根据 GBZ/T 250-2014 表 B.1 查表所得，保守取 400kV、过滤条件为 3mm 铜的  $H_0$  值，由于散射点实际距离大于 1m，故该取值为保守取值。

②TVL 取值：X 射线散射辐射的最高能量低于入射 X 射线的最高能量，使用该散射 X 射线最高能量相应的 X 射线的半值层，根据 GBZ/T 250-2014 中 4.2.3 表 2，铅的 TVL 按 250kV 取值。

③辐射野面积按照与 3 号墙对应的迷道墙上下距离 1m 的投影面积估算。

④散射系数以水散射体保守估计，根据 GBZ/T 250-2014 中表 B.3 查表所得。

⑤ $R_0$  取值的最短距离为距离 3 号墙内侧 1m 和迷道墙尽头外 1m 的交叉点（由于设计要求设备离各墙体最短距离为 1m）到散射点的距离，根据勾股定理可以计算出这段距离为 1.88m。

⑥ $R_s$  取值最短距离为屏蔽门与 5 号墙壁交叉点与 Z 型迷道墙突出点的连线延长线到 3 号墙的散射点，考虑到计算方便，不再外延到屏蔽门墙体外侧 30cm 处，仅保守取值到屏蔽门外侧。由于屏蔽门与 5 号墙壁交叉点到 3 号墙内侧的距离为 1.8m，根据相似三角形定理和勾股定理，可以计算出  $R_s$  为 3m。

上述计算结果显示散射射线对辐射剂量率的贡献远小于有用线束。由于不可能出现两台以上设备在同样角度产生一次散射到达迷道屏蔽门，因此，仅考虑一台设备（管电压最大的设备）的影响。

### 11.2.3 探伤工作人员和公众年有效剂量估算

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

$$P_{\text{年}} = H \cdot U \cdot T \cdot t \cdot 10^{-3} \quad (\text{公式 11-4})$$

式中：

$P_{\text{年}}$ —年有效剂量，mSv/a；

$H$ —关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$U$ —使用因子， $U=1$ ；

$T$ —居留因子；

$t$ —一年工作时间，h/a。

#### （1）探伤工作人员

探伤室配备 6 名探伤人员，人员剂量保守按照全负荷计算。本项目探伤室人员仅专职负责长兴基地探伤室工作，与浦东厂区探伤室和现场探伤工作不重叠，因此剂量不需要叠加计算。本项目年最大拍片量总计 30000 张，单次曝光时间平均为 3min。年训机时间约 25 小时，由于训机产生的射线剂量率远小于正常曝光的射线剂量率，本项目有用线束的关注点剂量率预测值已经很低（最大值为  $0.012\mu\text{Sv/h}$ ），且训机总时长较短，故训机时（在探伤室进行）产生的射线剂量率贡献可忽略。在人员剂量估算

时，按照每次拍摄一张片子的情况估算，则年累积曝光时长约 1500 小时。

操作间探伤工作人员：根据预测结果，当使用管电压 300kV 管电流 5mA 探伤机照射时，操作间屏蔽墙外关注点最大剂量率为  $1.17 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$ ，使用因子  $U=1$ ，居留因子取  $T=1$ ，操作间工作人员年有效剂量为  $1.76 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ ；当使用管电压 360kV 管电流 5mA 探伤机照射时，操作间屏蔽墙外关注点最大剂量率为  $1.32 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$ ，使用因子  $U=1/4$ ，居留因子取  $T=1$ ，操作间工作人员年有效剂量为  $4.95 \times 10^{-5} \text{mSv/a}$ 。本项目保守按较大值考虑，探伤室操作间人员年有效剂量为  $1.76 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ 。

## （2）公众人员

探伤室东、南、西侧周边公众：根据预测结果，使用管电压 360kV，管电流 5mA 探伤机照射时，南侧物流屏蔽门外关注点剂量率远大于东西两侧，因此本项目保守采用管电压 360kV，管电流 5mA 探伤机照射时来估算探伤室东、南、西侧公众年有效剂量。关注点最大辐射剂量率为  $0.0121 \mu\text{Sv/h}$ ，年工作时间约 1500h，使用因子取  $1/4$ ，居留因子保守取部分居留最大值  $1/2$ ，探伤室东、南、西侧周边公众年有效剂量为  $0.0027 \text{mSv/a}$ 。

探伤室北侧 2F 紧邻人员：根据预测结果，当使用管电压 300kV，管电流 5mA 探伤机照射时，屏蔽墙外关注点剂量率为  $1.17 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$ ，使用因子  $U=1$ ，居留因子取  $T=1$ ，估算公众年有效剂量为  $1.76 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ ；当使用管电压 360kV，管电流 5mA 探伤机照射时，屏蔽墙外关注点剂量率为  $1.32 \times 10^{-4}$ ，使用因子  $U=1/4$ ，居留因子取  $T=1$ ，估算公众年有效剂量为  $4.95 \times 10^{-5} \text{mSv/a}$ 。本项目保守按较大值考虑，探伤室北侧 2F 紧邻人员年有效剂量为  $1.76 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ 。

探伤室北侧 3F 紧邻人员：由下图可知，由于探伤室屋顶低于 3F 屋顶，因此 3F 与探伤室紧邻的区域需要考虑射线通过顶层后的照射。由附图 4-3 可知，小探伤室上方 3F 对应的是资料室，大探伤室上方 3F 对应的是创新工作室。对于资料室，小探伤室顶层关注点剂量率为  $2.68 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$ ，年工作时间约 1500h，居留因子取 1，年有效剂量为  $4.02 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ 。对于创新工作室，大探伤室顶层关注点最大剂量率为  $2.68 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$ （管电压 300kV 管电流 5mA）或  $3.03 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$ （管电压 360kV 管电流 5mA）。年工作时间约 1500h，居留因子取 1，管电压为 360kV 的周向机使用因子取  $1/4$ ，管电压 300kV 管电流 5mA 的定向机使用因子取 1，经计算后取较大值，创新

工作室的年有效剂量为  $4.02 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ 。

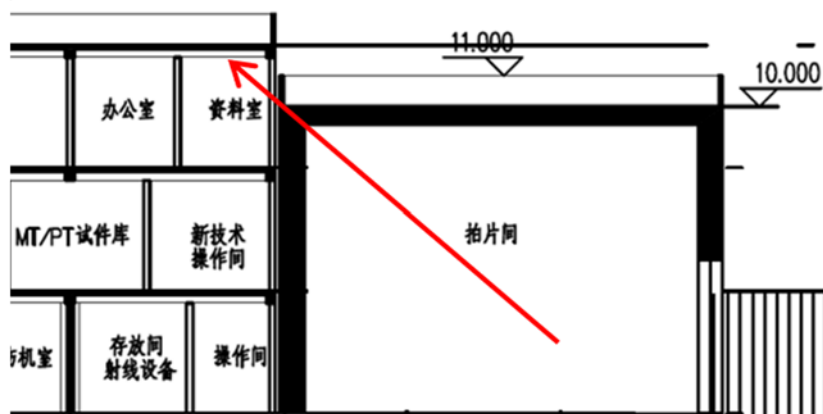


图 11-5 3F 照射示意图

表 11-5 保护目标人员年有效剂量预测值

保护目标		剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	年照射时 间 (h/a)	使用 因子	居留 因子	年剂量预测 值 ( $\text{mSv/a}$ )
职业 人员	探伤室探伤工作人员	$1.17 \times 10^{-4}$	1500	1	1	$1.76 \times 10^{-4}$
公众 人员	探伤室东、南、西侧周边 公众	0.0121	1500	1/4	1/2	0.0027
	2F 紧邻单元：新技术操作 间，评片间公众	$1.17 \times 10^{-4}$	1500	1	1	$1.76 \times 10^{-4}$
	3F 图纸、档案资料室公众	$2.68 \times 10^{-4}$	1500	1	1	$4.02 \times 10^{-4}$
	3F 创新工作室公众	$2.68 \times 10^{-4}$	1500	1	1	$4.02 \times 10^{-4}$

根据上表预测结果可知，职业人员中探伤室探伤工作人员年最大剂量预测值为  $1.76 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ ，公众人员年最大剂量预测值为  $0.0027 \text{mSv/a}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值要求和项目管理目标中对探伤工作人员（ $5 \text{mSv/a}$ ）和公众成员（ $0.1 \text{mSv/a}$ ）的剂量约束值的要求。

#### 11.2.4 其他废物排放对环境影响分析

##### (1) 废气

X 射线装置工作过程中会使空气电离产生少量的臭氧（ $\text{O}_3$ ）和氮氧化物（ $\text{NO}_x$ ）。

探伤室通风设置情况：本项目含 2 个探伤室，小探伤室尺寸为  $12.45 \text{m} \times 6.58 \text{m} \times 9.4 \text{m}$ ，离心式风机额定风量为  $5000 \text{m}^3/\text{h}$ ，换气次数约为 6.5 次/h；大探伤室尺寸为

12.45m×8.58m×9.4m，离心式风机额定风量为 6400m<sup>3</sup>/h，换气次数约为 6.4 次/h。因此，本项目探伤室通风设置满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中探伤室每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求，探伤作业时产生的少量的臭氧（O<sub>3</sub>）和氮氧化物（NO<sub>x</sub>）不会在探伤室内累积，对周围环境造成的影响也几乎可忽略不计。

## （2）废水

X 射线探伤不排放废水。

## （3）固废

X 光胶片冲洗时，会产生废显（定）影液 0.9t/a；洗片废液经收集后作为危废处置，产生量约为 30t/a；胶片保存期限为 7 年，7 年后作为危废处置，按照最大年拍片量 30000 张计，废胶片产生量约 0.3t/a。均属于《国家危险废物名录》（2021 年版）的危险废物，废显（定）影液、洗片废液、废胶片属于同一类危险废物（废物类别：HW16 感光材料废物，废物代码：900-019-16 “其他行业产生的废显（定）影剂、胶片和废像纸”）。

本项目建成后，建设单位将严格按照固废法及相关危废管理要求，制定危废管理计划，建立管理台账，并向崇明区生态环境局申报备案；危废转移严格落实转联单制度。

本项目危废均分类包装暂存，液体危废均采取密封桶装，且下方设防渗托盘，废胶片采用密封袋装，暂存于厂区危废库内，定期委托有资质单位处置。危废库位于涂装车间附近，建筑面积约 750 m<sup>2</sup>，危废库面积较大，本项目依托可行，危废库能满足《关于进一步加强上海市危险废物污染防治工作的实施方案》（沪环土[2020]50 号）中要求危废贮存场所贮存能力至少 15 天的要求。

危废库地面采用混凝土硬化措施，混凝土表面铺设环氧地坪，防渗满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及 2013 年修改单相关要求，且项目液体危废均采取密封桶装，下方设置防渗托盘，泄漏风险极小，储存过程不会产生二次污染。

本项目危废预计年产生量约 31.2t，危废类别为 HW16，将委托有相关资质的单位处理。长兴基地项目，将单独签署危废委托处置合同，本项目正式运行前将签订危废委托处置合同。

本项目危废将按法规要求 100%妥善收集暂存及委托处置，不会对周边环境产生

影响不会对周围环境产生污染影响。

### 11.3 事故影响分析

#### 11.3.1 事故可能情况

结合本项目使用 II 类射线装置进行探伤的实际情况，可能存在以下几种事故工况：

(1) 由于门机联锁失效，屏蔽门（包括物流屏蔽门和迷道屏蔽门）未能全部关闭时，X 射线装置已通电作业，此时，X 射线从屏蔽门泄漏可能给操作间探伤工作人员或经过物流屏蔽门外的其他公众造成不必要的照射。

(2) 机器调试、检修时误照。X 射线装置在调试或检修过程中，责任者脱岗，不注意防护或他人误开机使人员受到照射。

#### 11.3.2 事故分级

本项目 X 射线探伤机属于 II 类射线装置，为中危险射线装置，事故发生后，对周围活动的人员造成额外的照射，可能引起急性放射性损伤。长时间、大剂量照射甚至导致死亡。

根据国家环境保护总局文件《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》（环发[2006]145 号），X 射线探伤机属于 II 类射线装置，根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。

特别重大辐射事故，是指射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。

重大辐射事故，射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。

较大辐射事故，是指射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾，

一般辐射事故，是指射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

发生辐射事故时，事故单位要立即切断电源、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，首先向当地环境保护部门和公安部门报告，造成或可能造成

超剂量照射的，还应当同时向当地卫生行政部门报告。对于射线装置被盗事故还应向公安部门报告。

### 11.3.3 事故预防措施

辐射事故工况主要是因为忽视辐射安全管理，违规操作造成的。为有效预防各类辐射事故发生，企业将严格规范操作，采取以下事故预防措施：

（1）制定辐射事故应急预案，做好辐射事故应急处置工作。

（2）加强探伤室的安全管理

①屏蔽门外装有声光报警器，报警器和门锁联机，屏蔽门关闭后，声光报警器启动，警示无关人员不要靠近。

②探伤人员随身佩戴剂量报警仪，如果出现射线泄漏导致操作间剂量超标，剂量报警仪将发出警报，探伤人员将马上切断电源，确保工作环境的辐射安全。

③规范使用辐射巡测仪，探伤作业期间，将对探伤室周围环境辐射剂量进行巡测，确保周围辐射环境安全。

④探伤作业前必须做好清场工作：关闭物流屏蔽门后，进行探伤室清场检查，然后关闭迷道屏蔽门，再通过视频摄像头再次确认探伤室内无人，方可启动设备。

⑤开机前必须检查并确保门机联锁装置正常运行，所有屏蔽门均关闭后设备电源控制箱才能通电，防止误照射等现象的发生。

在严格执行上述探伤室安全管理措施，规范操作的情况下，不会发生事故照射工况。

（3）控制不必要的接触射线时间。对工作人员来讲，除了尽量减少作业时间外，还应控制年接受剂量总量，合理确定工作时间。

（4）企业内部加强辐射安全管理，管理人员定期开展监督检查。

（5）定期对本单位射线装置的安全防护措施、设施的防护效果进行检测或者检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。

（6）严格按照操作规程进行作业，确保安全。

（7）从事 X 探伤的工作人员必须经过有关部门的专业培训，具备上岗资格证，业务熟练；严格遵守探伤机使用管理规定和操作规程，禁止违章操作、野蛮作业；作



好探伤机的日常维护保养，定期检查，保证探伤机始终处于完好状态。操作过程中，设备发生任何故障都要立即停机，及时通知有关人员进行维修，并做好故障记录，不允许设备带故障运行。

（9）制定防止射线装置误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施和管理制度。

（10）加强运输过程中的防盗意识，运输时安排专人押送。贮存射线装置的场所，按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其入口处将照国家有关安全和防护标准的要求，安装防盗门、防盗窗、监控及报警器装置等。

表 12 辐射安全管理

本项目建设单位沪东中华造船(集团)有限公司为已持有辐射安全许可证的单位,建设单位已建立较为完善的辐射安全管理制度,本项目也将延续现有已建立的相关管理制度,并在运行过程中针对二期基地情况进行不断完善。

### 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许可管理办法》(环境保护部令第3号)要求,使用放射性同位素、射线装置的单位申请领取许可证,应当具备下列条件:使用 I 类、II 类、III 类放射源,使用 I 类、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,监督各项制度的落实,并制定落实环境监测计划和事故应急预案。

根据以上要求,建设单位成立辐射安全防护管理小组,并制定《射线装置安全和防护管理岗位职责》。

表 12-1 辐射安全防护管理小组成员及职责

职位	姓名	部门	职责
组长	翁红兵	公司管理层	辐射安全综合管理
组员	朱勇	安全部门	辐射相关安全管理工作
	朱彩丽	保健部门	辐射工作人员健康管理
	傅元飞	设备管理部门	辐射设备管理
	徐晨光	质检部门	辐射设备使用及防护

《射线装置安全和防护管理岗位职责》内容包括:

#### (1) 公司辐射安全分管领导

熟悉国家有关辐射防护条例,法规,认真贯彻落实辐射安全相关文件精神,负责本单位辐射安全防护综合管理。

#### (2) 安全部门

1) 设立专(兼)职辐射防护安全员。

2) 定期对本单位辐射防护制度的执行情况进行监督检查,发现问题,及时汇报并采取有效措施使本单位的射线防护工作符合国家有关规定和标准。

3) 密切配合相关主管部门的监督、监测工作。

4) 作好相关法规和辐射防护知识培训工作。

5) 负责射线装置许可证申请和维持工作。

6) 负责本单位的年度评估报告的编写,组织相关人员进行应急演练,负责应急方案的维护等工作。

### (3) 保健部门

1) 负责本单位放射工作人员的健康管理工作,督促做好个人剂量计的定期调换工作,负责组织放射工作人员进行健康体检。

2) 负责保存放射工作人员个人剂量及健康监护档案等。

3) 做好放射工作人员就业前体检及就业后定期体检工作,对不符合健康要求的,根据参加放射工作情况,给予减少接触、短期脱离、疗养或调离,做好放射工作人员休假疗养工作。对于离职人员,应在离职前进行体检,确保人员在离职前符合健康管理要求。

4) 经常检查放射工作人员是否按照规定操作。是否佩带个人剂量计、个人剂量报警仪,穿戴个人防护用品。

5) 负责个人剂量仪调换,作好放射工作量统计工作并保留存档。

### (4) 设备管理部门

1) 对管辖范围内的放射探伤设备及防护设备,加强管理,设备不得外借或外租给任何单位和个人,并进行定期的检查,维修保养。

2) 负责新、改、扩建 X 射线工作场所的防护设施设计、验收申报工作,对目前使用的 X 射线机及工作场所实行每年监测一次,X 射线机及工作场所不符合国家标准的应立即制定整改方案,并限期整改。

### (5) 质检部门(探伤部门)

认真执行辐射防护相关法规文件,严格执行本单位制订的有关规章制度,增强自我保护意识及保障自身与公众的安全与健康,配合作好放射主管部门的监督、检测工作。

## 12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中对使用射线装置的单位的

相关要求，建设单位已制定一系列的辐射安全管理制度，与管理办法符合性分析见下表。

**表 12-2 企业辐射安全管理制度与许可管理办法要求的对照分析**

许可管理办法要求	建设单位现有辐射安全管理制度	本项目情况
(一) 使用 I 类、II 类、II 类放射源，使用 I 类、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。	建设单位已成立辐射安全防护管理小组，组长来自公司管理层，组员分别来自安全部门、保健部门、设备管理部门和质检部门，并已建立《射线装置安全和防护管理岗位职责》。	根据人员变动情况及人员特点，及时调整辐射安全管理小组人员工作安排，确保辐射安全管理小组有效履行相关职能。
(二) 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。	建设单位现有辐射工作人员，全部经过辐射相关培训，并已通过辐射安全与防护考核，考试成绩合格。	如增加新进人员，应确保先通过辐射相关培训，经考核合格后方可上岗进行探伤作业。
(三) 使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。	建设单位不涉及放射性同位素。	本项目不涉及。
(四) 放射性同位素与射线装置使用场所防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	建设单位现有探伤设备和场所已按照《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 落实控制台相关安全措施，包括报警装置、门机联锁、钥匙开关、急停开关等；并制定《射线探伤操作规程》，严格执行分区管理和巡测制度。	本项目新增探伤室按 GBZ117-2015 要求落实声光报警器、门机联锁、钥匙开关、急停开关等安全防护措施。并将不断完善操作规程，确保辐射工作安全操作。
(五) 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，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。	建设单位已按要求配备个人剂量计、剂量报警仪、辐射巡测仪以及铅衣等防护和监测设备。	本项目将按要求配备个人剂量计、辐射巡测仪、铅衣等防护和监测设备。
(六) 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、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	建设单位已制定《射线探伤操作规程》，具备健全的安全操作规程；已制定《辐射安全防护管理机构及职责》，明确辐射安全防护岗位职责；已建立《射线现场安全管理规定》，明确现场辐射防护和安全制度；已制定《射线装置安全管理规定》，明确设备检修维护制度和登记管理制度；已制定人员培训计划和监测方案，现有探伤人员均经培训考核合格上岗，人员剂量率等也按要求定期监测存档。	本项目将延续已有管理制度，并针对新增探伤场所和新设备，及时更新相关制度规定，确保能更好地指导安全作业。

(七) 有完善的辐射事故应急措施。	建设单位已建立《射线装置安全事故现场处置方案》，包括 1) 应急配置和管理，2) 潜在的辐射事故诱发因素，3) 预防措施，4) 应急处理程序，5) 事故调查。具备较完善的辐射事故应急措施。	本项目将延续已有辐射事故应急措施和管理制度，并在运行中不断优化完善，确保一旦发生事故能够及时有效的得以处理。
<p>建设单位已按相关法规要求制定了一系列辐射安全和防护管理制度，包括《射线装置安全和防护制度》、《射线探伤现场安全工作流程》、《射线装置安全和防护管理岗位职责》、《射线装置维修制度》、《射线探伤检测制度》、《射线探伤操作规程》、《射线装置安全事故应急预案》、《射线监测人员培训制度》、《安全工作守则》等。本项目建成后，建设单位应针对长兴二期基地厂区的具体情况，不断完善各项管理制度，对于新增的探伤地点、设备、人员培训档案、人员健康档案等应在原有各管理制度和管理记录档案上新建或更新，确保安全生产。本项目拟从浦东厂区调配人员至长兴基地探伤室专职从事探伤作业（与浦东厂区探伤室和现场探伤工作不重叠），现有人员已全部经过辐射相关培训，并已通过辐射安全与防护考核；后续如涉及新进人员，应确保先通过辐射相关培训，由有经验的老员工带教，并经考核合格后方可上岗进行探伤作业。</p>		
<p><b>12.3 辐射监测</b></p> <p><b>12.3.1 监测仪器</b></p> <p>根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《工业 X 射线探伤放射防护要求》等要求，使用 II 类射线装置的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器。本项目探伤工作人员将按要求配备个人剂量计、个人剂量报警仪，同时配备辐射巡测仪等监测设备。各类仪器均定期送至有资质单位进行检定、校准，确保可以正常使用。</p> <p><b>12.3.2 监测方案</b></p> <p>(1) 工作场所监测</p> <p>委托有资质单位定期对辐射工作场所，即探伤室周围及厂界环境辐射水平进行监测，监测频率为每年一次，监测项目为环境 <math>\gamma</math> 辐射剂量率，并建立监测档案，用于递</p>		

交年度辐射安全评估报告。

建设单位还应严格按照相关规范，完善企业自测和记录台账。自测内容见下表。

表 12-3 辐射环境自行监测及检查计划

类别	监测/检查位置	监测频次	备注
x- $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率	探伤室屏蔽门缝隙处	设备大修后及每周一次	根据监测结果，提出评估与改进意见。
	操作间		
	探伤室屏蔽墙外侧四周	每月一次	
安全装置及设施	门机联锁、急停按钮、警示标志等	每日开机前检查	

### (2) 个人计量监测

探伤工作人员均配备个人剂量计，个人剂量计一般每 2 个月（最长不超过 3 个月）送到相关部门检测一次，并建立个人剂量档案。个人剂量档案包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案将保存至探伤工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。

### (3) 职业健康检查

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

## 辐射事故应急

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》中第四十一条的规定，结合本项目的实际情况和事故工况分析，建设单位将针对 X 射线探伤机可能产生的辐射事故情况制定《辐射事故应急预案》，应急预案内容将包括：

- (1) 应急机构和职责分工（具体人员和联系电话）。
- (2) 应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备。
- (3) 辐射事故分级与应急响应措施。
- (4) 辐射事故调查、报告和处理程序。

(5) 环保、卫生和公安部门的联系部门和电话。

(6) 编写事故总结报告，上报环保主管部门归档。

发生辐射事故时，建设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，首先向当地环保主管部门报告，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。

应急方案将建立辐射事故报告框图，明确人员及联系电话，以保证事故报告的可操作。建设单位将定期组织辐射事故应急演练。

为避免发生辐射事故，公司将按相关法律法规规定，完善并加强管理，使射线装置始终处于受控状态。

### 环保设施竣工验收

根据《建设项目环境保护管理条例》有关规定，建设项目需要配套建设的环保设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。根据《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》（国令第 628 号）、《上海市环境保护局关于贯彻落实新修订的<建设项目环境保护管理条例>的通知》（沪环保评[2017]323 号）、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号）、《上海市环境保护局关于贯彻落实<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的通知》（沪环保评[2017]425 号）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（中华人民共和国环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行）规定，编制环境影响报告表的建设项目竣工后，建设单位应该按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，自行对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。

本项目三同时环保竣工验收内容一览表见下表。

表 12-4 项目环保工程竣工验收内容一览表

类别	项目	验收要求	验收标准	验收内容
电离辐射	探伤室	探伤室四周墙外、防护门外、周围 30cm 处剂量当量率不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$	GBZ117-2015 GBZ/T250-2014	关注点最高周围剂量当量率
环境管理	环评批复落实情况	报批，取得环评批复	环评批复	核实环评批复要求是否落实

探伤室屏蔽措施	两个探伤室的内净尺寸分别为 12.45m×6.58m 和 12.45m×8.58m，室内净高均为 9.4m。1~4 号墙混凝土厚度 95cm，5 号墙混凝土厚度 105cm，迷道墙和顶板厚度 60cm，物流屏蔽门铅板厚度 70mm，迷道屏蔽门铅板厚度 30mm。	符合设计要求	核实建设情况
贮存射线装置的场所辐射安全管理措施	在设备存放间设置采取专人管理制度，建立出入库登记制度。	《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《工业 X 射线探伤放射防护要求》	核实设备间是否采取专人管理以及出入库登记情况检查。
辐射安全管理规章制度	按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条相关条款要求制定辐射安全管理规章制度。		核实所制定相关辐射安全管理规章制度是否满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条相关要求。
辐射监测仪器及个人防护用品	探伤工作人员必须配备个人剂量计和个人剂量报警仪；配备 x/γ 辐射巡测仪；作业场所采取一系列安全警示和辐射防护措施。		核实是否配备相关辐射防护设施
探伤工作人员资格	探伤工作人员均应通过核技术利用辐射安全与防护考核，成绩合格方可上岗		核实工作人员培训及考核情况
辐射应急预案	制定《辐射事故应急预案》，加强辐射事故应急管理工作	《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》	核实应急预案制定工作是否落实
辐射安全许可证	更新辐射安全许可证，将本项目新增探伤房及设备纳入辐射安全许可证		核实辐射安全许可证是否已更新
通风装置	探伤室设置全室通风，两个探伤室风机额定风量分别为 5000m³/h 和 6400m³/h。风管穿顶板处采用“Z”字形，且风管外包 20mm 铅板，风机软接头至穿顶板处的风管及室内风管外包 10mm 铅板。风管穿顶板处增加不小于 600mm 厚的混凝土台座，混凝土台座对风管四周的屏蔽厚度不小于 600mm。	符合《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）换气次数要求和辐射防护要求	核实实际建设情况



	危废	显影和定影废液、废胶片、洗片废液等，分类收集暂存于危废库，委托有资质单位处置	《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2002）及修改单	危废库防渗措施等是否满足标准要求；是否签订危废委托处置合同
		制定危废管理计划，建立危废管理台账，并向崇明区生态环境局申报备案；危废转移严格落实转联单制度。	《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年4月29日修订）	相关危废管理计划、管理台账、转联单等是否按管理要求落实

表 13 结论与建议

### 13.1 结论

#### 13.1.1 实践的正当性

本项目共新增 10 台 X 射线探伤机，用于在探伤室内对 LNG 船低温管系进行无损探伤检测。由于 LNG 船舶制造对于钢结构部件焊缝质量要求非常严格，为了确保并提高产品质量，X 射线无损探伤检测是质量保证中十分重要且必要的一个工作环节。本项目射线装置运行时所致探伤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）要求。

因此，本项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”要求。

#### 13.1.2 选址、布局的合理性

本项目探伤室位于焊接试验中心，顶部上空，探伤室采取了严格的屏蔽措施，四周及顶部关注点剂量当量率均远小于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。本项目评价范围内无居民区、职工宿舍等环境敏感点，选址基本合理。

本项目探伤室与操作间分开独立设置，布局满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中关于操作间应与探伤室分开设置的要求。

射线装置的贮存场所，是一个独立的专用设备间，设备间设置警示标示，采取“防盗、防火、防潮、防爆”的安全措施，并采取专人管理制度以及使用登记制度等。

故本项目选址、布局合理。

#### 13.1.3 辐射安全与防护分析

建设单位将制定 X 射线探伤操作规程，制定相应的工作流程及规章制度，坚持先清场示警再开机的操作程序，以防发生误照射事故。

探伤室制定了严格管理制度：操作台及探伤室内部设置有急停按钮；探伤室顶部安装有工作状态指示灯，并与检测装置联锁；防护门设置有门机联锁装置，只有当防护门完全关闭后 X 射线装置才能出束，门打开时立即停止 X 射线照射；探伤室表面设有“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明，提醒无关人员勿靠近。

建设单位将为探伤工作人员配备个人剂量计、铅衣、个人剂量报警仪等防护用品，

并配备辐射巡测仪等辐射防护设施。

在严格落实以上措施后，本项目满足探伤工作辐射安全与防护要求。

#### **13.1.4 辐射环境影响分析**

根据估算结果，本项目探伤房的辐射防护设计能够满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的要求。

根据理论估算结果可知，本项目投入运行后，探伤工作人员和公众人员年最大有效剂量均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的“剂量限值”要求和本次评价“剂量约束值”要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众人员年有效剂量不超过 0.1mSv），满足防护标准要求。

#### **13.1.5 辐射环境管理**

建设单位按照相关法规要求制定辐射环境管理规章制度，

1) 设有专门的辐射安全与环境管理机构，设置了专职辐射安全管理员。2) 探伤工作从业人员通过了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) 建立了《射线装置安全管理规定》、《射线探伤检测制度》、《射线探伤操作规程》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，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。5) 建立了设备检修维护制度、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。6) 建立了《射线装置安全事故现场处置方案》来完善的辐射事故应急措施。

上述制度按照国家法律法规的要求制定，建设单位将根据实际情况不断补充完善各种辐射环境管理规章制度。

#### **13.1.6 人员培训及健康管理**

(1) 公司的探伤工作人员均参加由生态环境部组织的核技术利用辐射安全与防护考核，成绩合格通过考核后上岗。

(2) 公司为每位探伤工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪，个人剂量计一般每 2 个月送有资质单位检测一次，建立个人剂量档案，并加强档案管理。

(3) 公司将组织探伤工作人员进行上岗前的职业健康检查，放射工作人员在岗期

间职业健康检查的周期不得超过 2 年。探伤工作人员离开工作岗位的也应进行职业健康检查。企业应在工作人员年满 75 岁之前，为他们保存职业照射记录。在工作人员停止辐射工作后，其照射记录至少要保存 30 年。

#### **13.1.7 结论**

综上所述，本项目拟采取的辐射安全和防护措施适当，具有从事 X 射线探伤辐射活动相适应的技术能力和辐射安全管理能力，在严格落实本报告所提出的各项污染防治措施和辐射管理计划前提下，本项目 X 射线探伤机在探伤室作业时对周围环境产生的影响符合辐射环境保护的要求。从辐射环境保护角度论证，本项目的建设是可行的。

#### **13.2 建议和承诺**

（1）强化内部管理监督和辐射安全培训，避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，尽量将对人员和环境的影响降到最低。

（2）本项目取得环评批复，且项目建成后投运前，建设单位应及时申请更新《辐射安全许可证》，并通过自主验收后，本项目 X 射线探伤装置和探伤室方可投入使用。由于本项目建成后，存在浦东现有探伤室和本项目探伤室同时存在的情况，辐射许可及监管工作属于跨区管理，由上海市生态环境局负责，因此，本项目建成后，应向上海市生态环境局申请更新辐射安全许可证。

（3）根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号）、《上海市环境保护局关于贯彻落实<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的通知》（沪环保许[2017]425 号）等管理要求开展自主验收（验收前需更新《辐射安全许可证》），验收合格后，本项目探伤室和 X 射线探伤装置方可正式投入使用。

表 14 审批

<p>下一级环境保护行政主管部门审查意见：</p>		
<p>公章</p>		
<p>经办人：</p>		<p>年 月 日</p>
<p>审批意见：</p>		
<p>公章</p>		
<p>经办人：</p>		<p>年 月 日</p>

## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	os13kq		
建设项目名称	LNG船专用配套能力及低温关键系统研制保障能力提升工程 (X射线探伤部分)		
建设项目类别	55--172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	沪东中华造船 (集团) 有限公司		
统一社会信用代码	9131000070326335X7		
法定代表人 (签章)	陈建良		
主要负责人 (签字)	沈华		
直接负责的主管人员 (签字)	邱晓静		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	上海建科环境技术有限公司		
统一社会信用代码	91310120593183075T		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
张小莉	2014035310352013310101000529	BH005696	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	
张小莉	报告编制	BH005696	
孟保川	技术审核	BH002443	



# 环境影响评价信用平台

当前位置: 首页 > 编制人员诚信档案

编制人员诚信档案

编制人员诚信档案

姓名: 孟保川

从业单位名称:

信用编号:

职业资格情况: --请选择--

职业资格证书管理号:

查询

序号	姓名	从业单位名称	信用编号	职业资格证书管理号	近三年编制报告书数量 (经批准)	近三年编制报告表数量 (经批准)	当前状态	更新时间	信用记录
1	孟保川	上海建科环境技术有限公司	BH002443	2013035310350000003512310159	0	0	正常公开	2019-10-31 12:13:19	详情

首页

« 上一页

1

下一页 »

尾页

当前 1 / 20 条, 跳到第 1 页 跳转 共 1 条

## 环评委托书

上海建科环境技术有限公司：

我司拟在上海市崇明区长兴岛中船长兴二期工程地块新建 LNG 船专用配套能力及低温关键系统研制保障能力提升工程（X 射线探伤部分）项目，根据《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》，该项目应编制环境影响评价文件。为此，我司特委托贵公司承担该项目的环境影响评价工作。

特此委托！

沪东中华造船（集团）有限公司



2022 年 3 月



附件 2 企业营业执照



# 营 业 执 照

统一社会信用代码 9131000070326335X7  
证照编号 00000000201711300046

名 称	沪东中华造船（集团）有限公司
类 型	有限责任公司（非自然人投资或控股的法人独资）
住 所	浦东大道 2851 号
法定代表人	陈建良
注 册 资 本	人民币 341725.1070 万元整
成 立 日 期	2001 年 3 月 26 日
营 业 期 限	2001 年 3 月 26 日 至 不约定期限
经 营 范 围	军、民用船舶，海洋工程，船用柴油机的设计、制造、服务及修理，160t 及以下桥式起重机，600t 及以下门式起重器，高层建筑钢结构、桥梁及大型钢结构，市政工程建筑、金属结构、网架工程（登级）的制造、安装及施工，机电设备安装工程，经外经贸部批准的自营进出口业务及进料加工，“三来一补”业务，机械设备设计、制造，工业设备工程安装、修理，一级起重机械安装，船用配件的设计、制造、服务及修理，铸钢件生产；承包与其实力、规模、业绩相适应的国外工程项目，对外派遣实施上述境外工程所需的劳务人员。 【依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动】



登记机关   
2017 年 11 月 30 日

企业信用信息公示系统网址：<https://www.sgs.gov.cn/notice>

中华人民共和国国家工商行政管理总局监制

附件 3 建设单位原有辐射许可证



## 辐射安全许可证

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称：沪东中华造船（集团）有限公司

地址：上海市浦东新区浦东大道 2851 号

法定代表人：陈建良

种类和范围：使用 II 类射线装置

证书编号：沪环辐证[30106]

有效期至：2024 年 09 月 17 日

发证机关：上海市生态环境局

发证日期：2019 年 09 月 18 日



中华人民共和国环境保护部制

# 辐射安全许可证

副本



国家环境保护总局制



根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定,经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	沪东中华造船(集团)有限公司		
地址	上海市浦东新区浦东大道 2851 号		
法定代表人	陈建良	电话	021-58713222
证件类型	身份证	号码	310108196703264819
涉源 部门	名称	地址	负责人
	曝光室	浦东大道 2851 号	徐晨光
	七、八号码头	浦东大道 2851 号	徐晨光
	室外探伤现场	委托方指定地点	徐晨光
	以下空白		
种类和范围	使用 II 类射线装置		
许可证条件			
证书编号	沪环辐证[30106]		
有效期至	2024 年 09 月 17 日		
发证日期	2019 年 09 月 18 日(发证机关章)		

### 活动种类和范围

### (三) 射线装置

证书编号: 沪环辐证[30106]

[illegible]

# 台帐明细登记

## (三) 射线装置

证书编号:

沪环辐证[30106]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源 / 去向		审核人	审核日期
1	X 射线探伤机	300EG-M2	II类	X 射线探伤机	曝光室、 室外探伤现场	来源	日本理学电机	翟霁月	2014-11-12
						去向			
2	X 射线探伤机	200SPS	II类	X 射线探伤机	曝光室、 室外探伤现场	来源	日本理学电机	翟霁月	2014-11-12
						去向			
3	X 射线探伤机	300EG-S3	II类	X 射线探伤机	曝光室、 室外探伤现场	来源	日本理学电机	翟霁月	2014-11-12
						去向			
4	X 射线探伤机	300EG-S3	II类	X 射线探伤机	曝光室、 室外探伤现场	来源	日本理学电机	翟霁月	2014-11-12
						去向			
5	X 射线探伤机	250EG-M2	II类	X 射线探伤机	曝光室、 室外探伤现场	来源	日本理学电机	翟霁月	2014-11-12
						去向			
6	X 射线探伤机	250EG-M2	II类	X 射线探伤机	曝光室、 室外探伤现场	来源	日本理学电机	翟霁月	2014-11-12
						去向			
7	X 射线探伤机	250EG-M2	II类	X 射线探伤机	曝光室、 室外探伤现场	来源	日本理学电机	翟霁月	2014-11-12
						去向			
8	X 射线探伤机	250EG-S3	II类	X 射线探伤机	曝光室、 室外探伤现场	来源	日本理学电机	翟霁月	2014-11-12
						去向			



# 台帐明细登记

## (三) 射线装置

证书编号:

沪环辐证[30106]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源 / 去向		审核人	审核日期
9	X 射线探伤机	250EG-S3	II 类	X 射线探伤机	曝光室、 室外探伤现场	来源	日本理学电机	翟霁月	2014-11-12
						去向			
10	X 射线探伤机	250EG-S3	II 类	X 射线探伤机	曝光室、 室外探伤现场	来源	日本理学电机	翟霁月	2014-11-12
						去向			
11	X 射线探伤机	250EG-S3	II 类	X 射线探伤机	曝光室、 室外探伤现场	来源	日本理学电机	翟霁月	2014-11-12
						去向			
12	X 射线探伤机	250EG-S3	II 类	X 射线探伤机	曝光室、 室外探伤现场	来源	日本理学电机	翟霁月	2014-11-12
						去向			
13	X 射线探伤机	RIX-200MC	II 类	X 射线探伤机	七、八号码头	来源	日本托雷柯	翟霁月	2014-11-12
						去向			
14	X 射线探伤机	RIX-200MC	II 类	X 射线探伤机	七、八号码头	来源	日本托雷柯	翟霁月	2014-11-12
						去向			
15	X 射线探伤机	RIX-200C	II 类	X 射线探伤机	七、八号码头	来源	日本托雷柯	翟霁月	2014-11-12
						去向			
16	X 射线探伤机	RIX-200C	II 类	X 射线探伤机	七、八号码头	来源	日本托雷柯	翟霁月	2014-11-12
						去向			

# 台帐明细登记

## (三) 射线装置

证书编号:

沪环辐证[30106]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源 / 去向		审核人	审核日期
17	X射线探伤机	RIX-250C	II类	X射线探伤机	七、八号码头	来源	日本托雷柯	翟弄月	2014-11-12
						去向			
18	X射线探伤机	RIX-250C	II类	X射线探伤机	七、八号码头	来源	日本托雷柯	翟弄月	2014-11-12
						去向			
19	X射线探伤机	RIX-300-MC	II类	X射线探伤机	七、八号码头	来源	日本托雷柯	翟弄月	2014-11-12
						去向			
20	X射线探伤机	RIX-300-MC	II类	X射线探伤机	七、八号码头	来源	日本托雷柯	翟弄月	2014-11-12
						去向			
	以下空白					来源			
						去向			
						来源			
						去向			
						来源			
						去向			
						来源			
						去向			



附件 4 现状监测报告



# 监 测 报 告

报告编号：2022ZFP03020FH01

委托单位：上海建科环境技术有限公司

受检单位：沪东中华造船（集团）有限公司

项目地址：上海市长兴岛沪东中华造船二期工程项目地块

项目类别： $\gamma$  辐射剂量率

委托批号：2022ZFP03020FH01

中辐评检测认证有限公司

2022 年 03 月 18 日



## 一、项目基本情况

委托单位名称	上海建科环境技术有限公司
委托单位地址	上海市闵行区申旺路 519 号 7 幢 H 座
受检单位名称	沪东中华造船(集团)有限公司
受检单位地址	上海浦东大道 2851 号
监测项目	$\gamma$ 辐射剂量率
监测日期	2022 年 03 月 15 日
监测地点	沪东中华造船(集团)有限公司新增工业探伤项目拟建场所
监测环境	温度: 21.3°C, 相对湿度: 58.6%RH, 气压: 102.1kPa
主要监测仪器	6150AD-b/H 便携式 X、 $\gamma$ 辐射周围剂量当量率仪(检定日期: 2022.01.29; 量程: 50nSv/h~99.9 $\mu$ Sv/h; 主机编号 158202, 探头编号 160260)
监测依据	《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157—2021)
项目描述	本公司受上海建科环境技术有限公司委托, 对沪东中华造船(集团)有限公司位于上海市长兴岛沪东中华造船二期工程项目地块的新增工业探伤项目拟建场所(码头、焊接试验中心、港池、船体联合车间、船坞、总组平台、曲面分段、分段预舾装、舾装模块中心、调试楼)进行环境 $\gamma$ 辐射剂量率本底水平监测。监测点示意图详见附图一~二。

## 二、监测结果

## 1. 测点编号: 03020FH01-1

表1 沪东中华造船(集团)有限公司新增工业探伤项目拟建场所  
环境  $\gamma$  辐射剂量率监测结果一览表

序号	监测位置	测量 次数	监测结果 ( $\mu\text{Gy/h}$ )		
			最低值	最高值	平均值
1	码头	10	0.08	0.08	0.08
2	焊接试验中心	10	0.09	0.09	0.09
3	港池	10	0.10	0.10	0.10
4	船体联合车间	10	0.10	0.11	0.10
5	船坞	10	0.08	0.09	0.08
6	总组平台	10	0.10	0.10	0.10
7	曲面分段	10	0.08	0.09	0.09
8	分段预舾装	10	0.08	0.09	0.09
9	舾装模块中心	10	0.09	0.10	0.09
10	调试楼	10	0.09	0.09	0.09

备注:

①监测设备校准因子: 0.91;

②本报告仅对本次监测点位及监测结果负责;

③按照《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157—2021), 使用  $^{137}\text{Cs}$  作为检定/校准参考辐射源时, 空气比释动能与周围剂量当量转换系数取  $1.20\text{Sv/Gy}$ 。

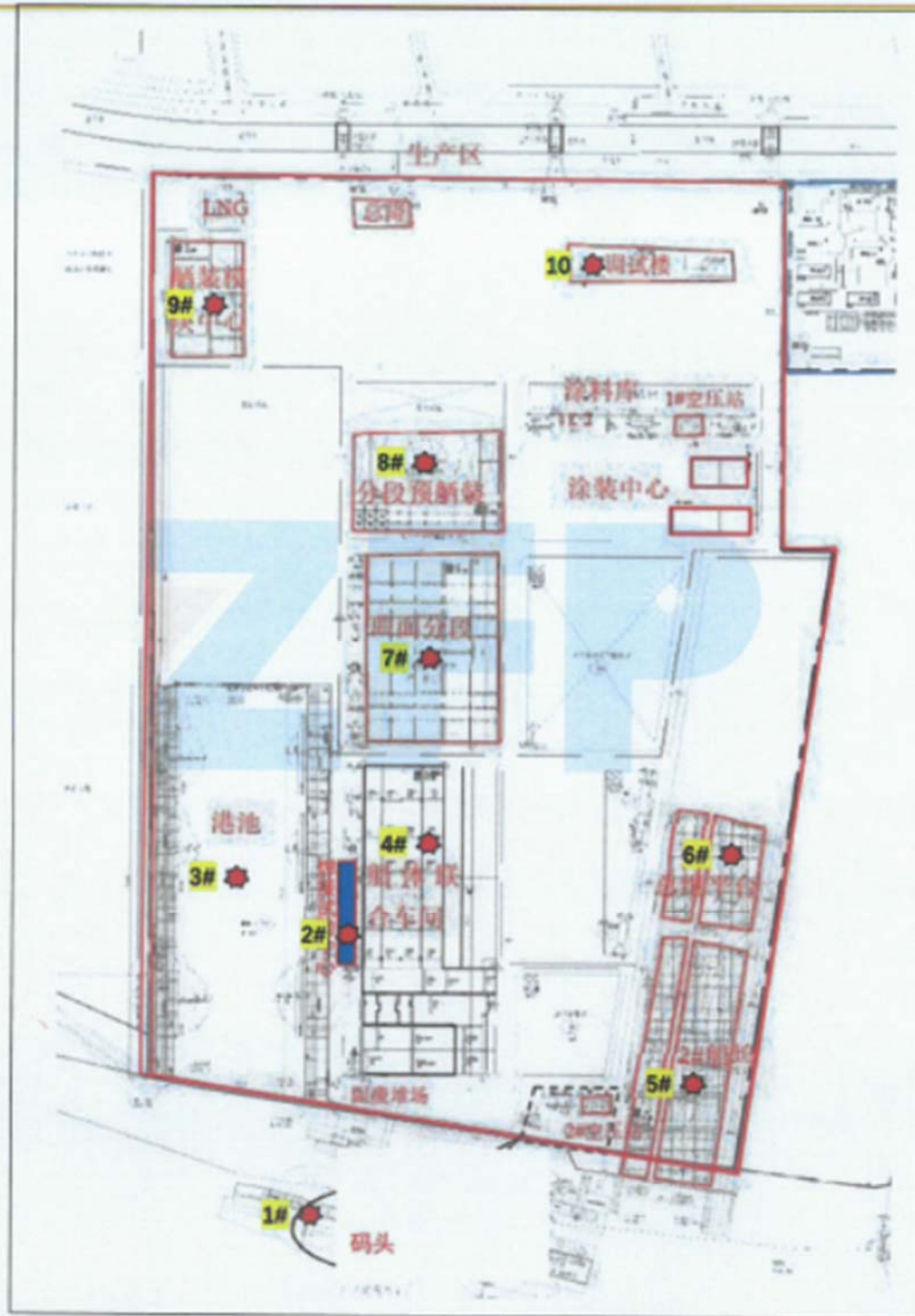
编制: 

审核: 

批准: 

批准日期: 2022.03.18

附图一

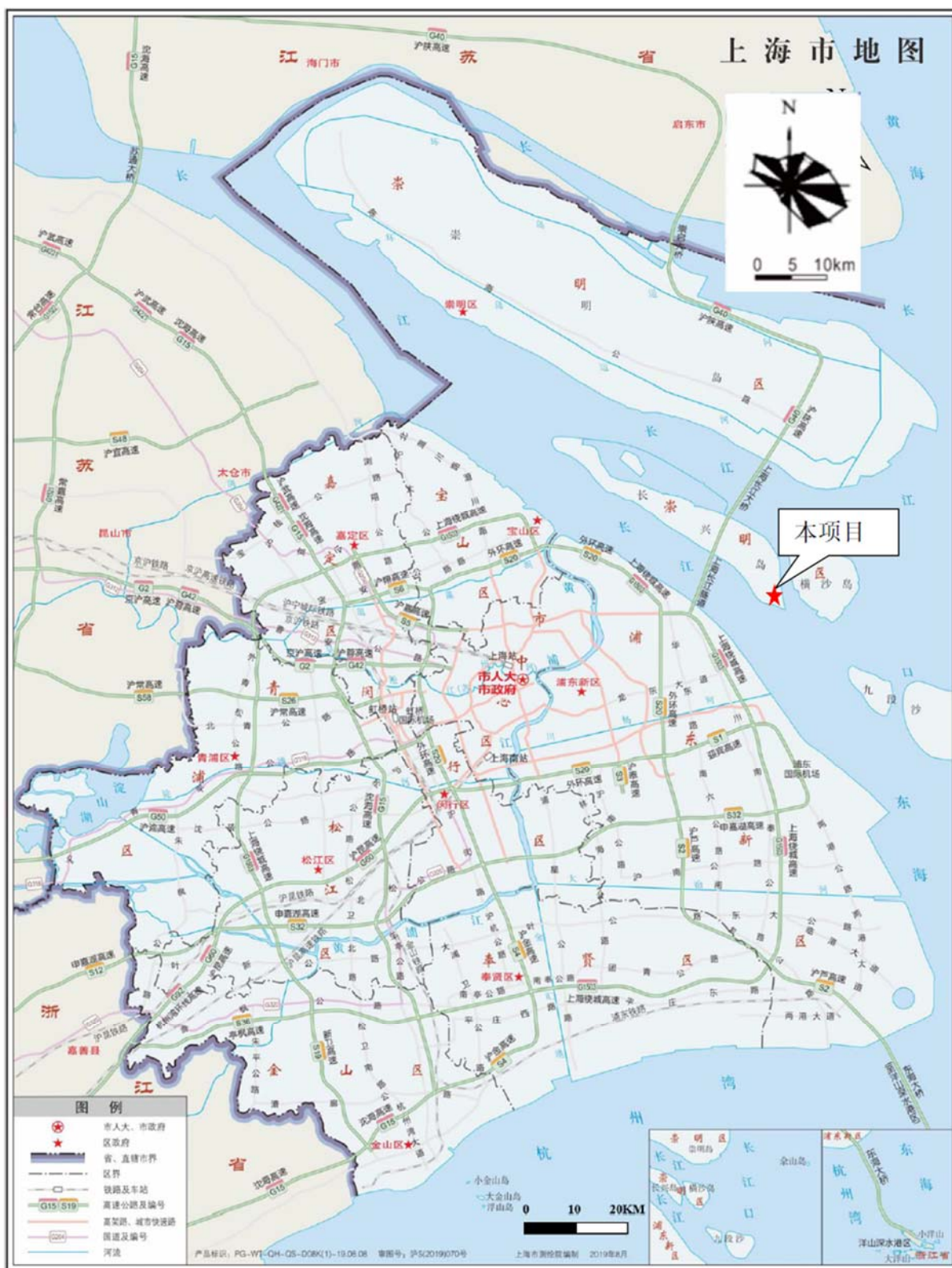




附图二

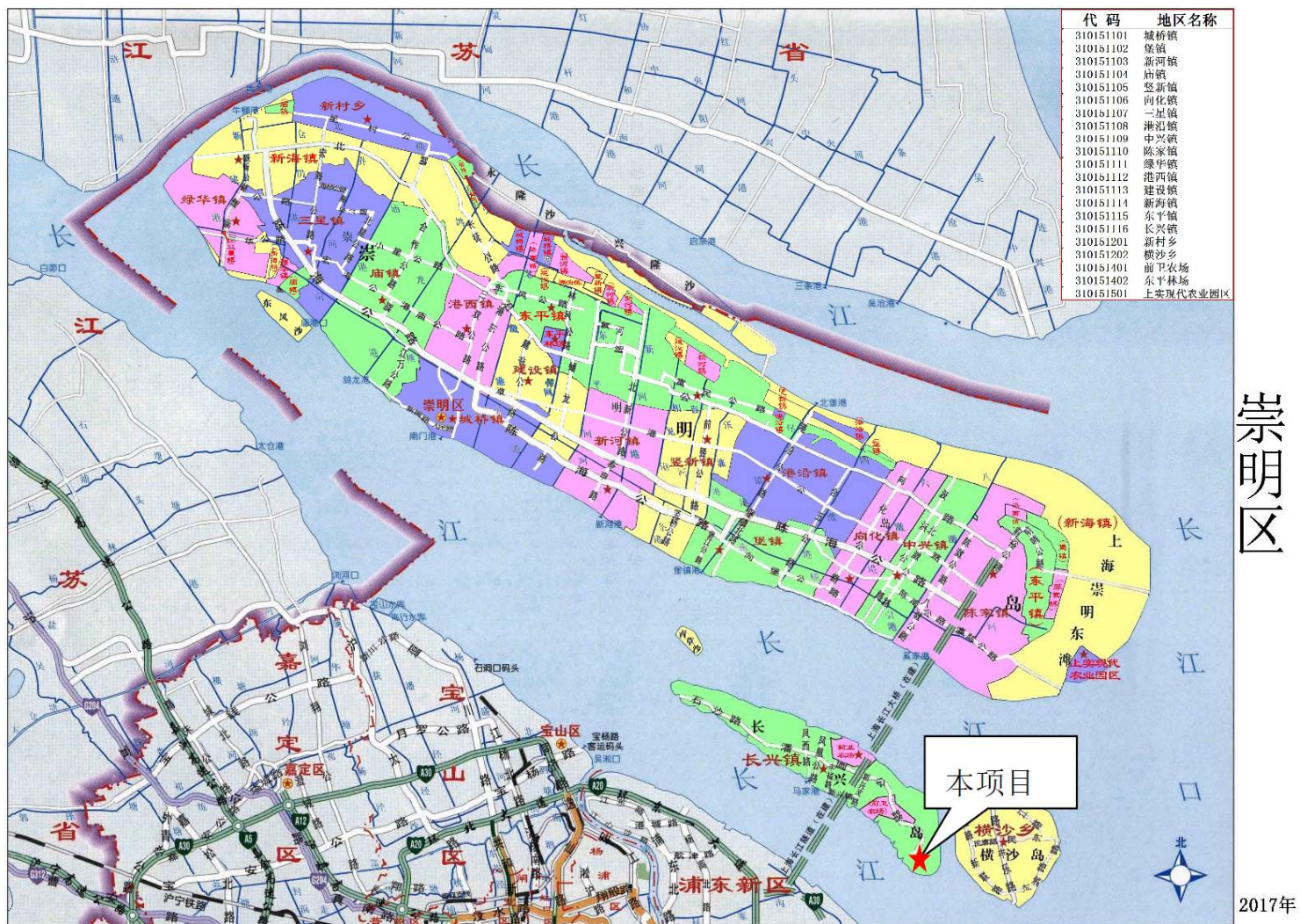


报告内容至此结束



附图1 项目地理位置图





附图2 项目在崇明区的位置图

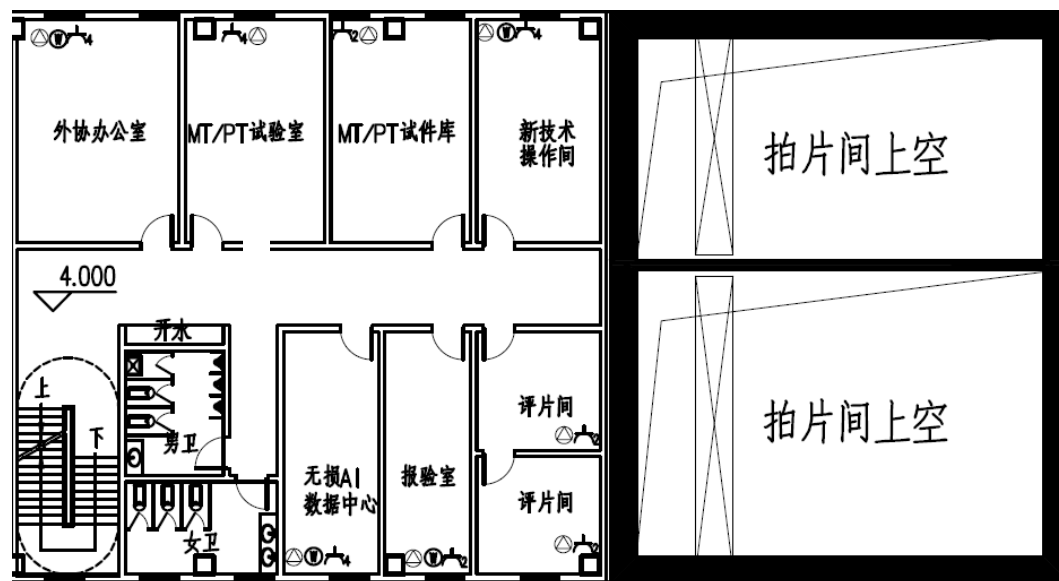
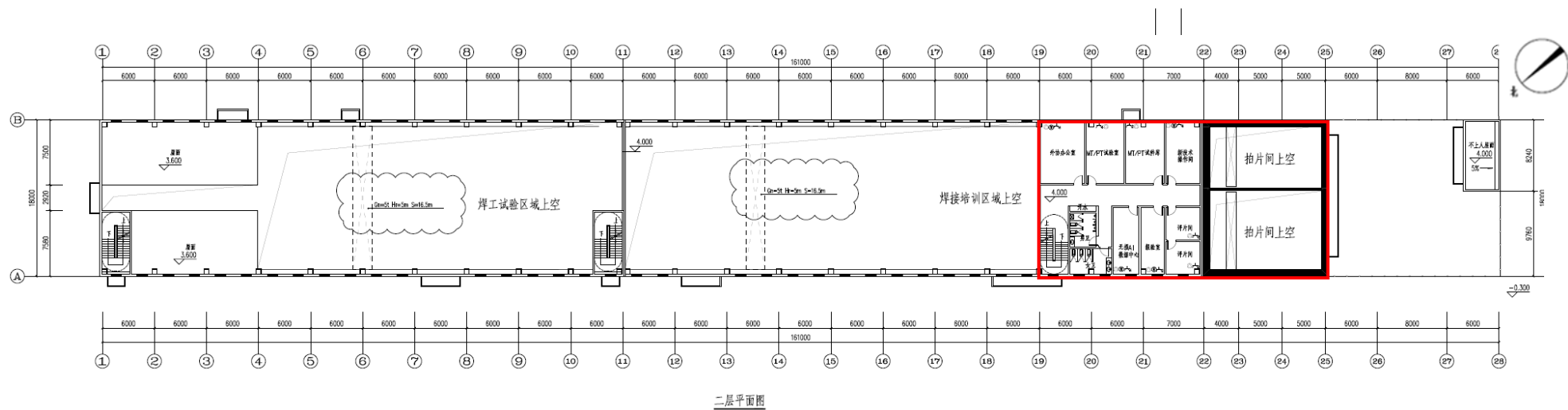




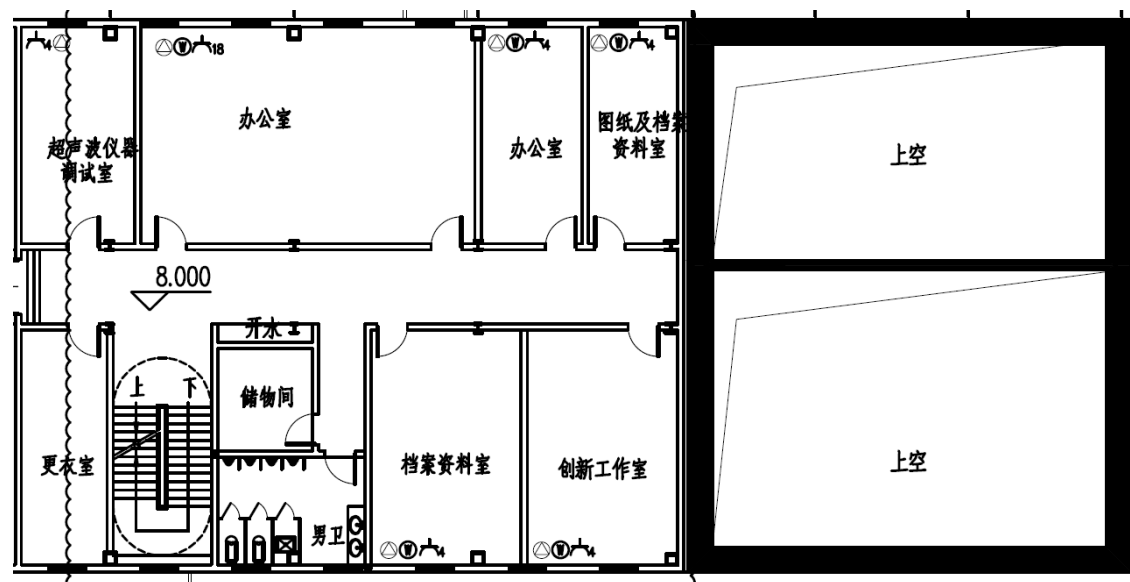
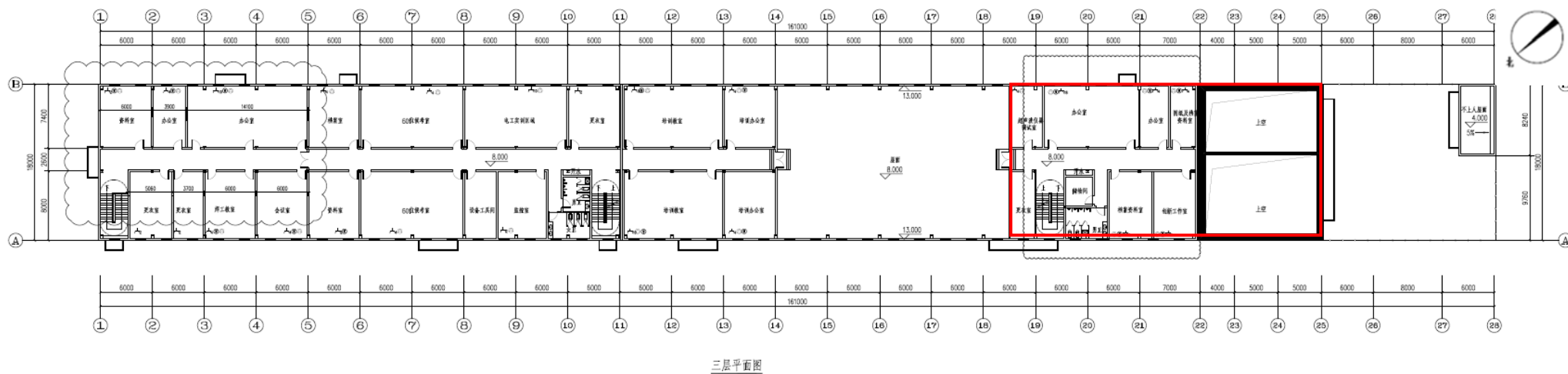
附图 3 本项目厂区周边环境现状及规划情况图







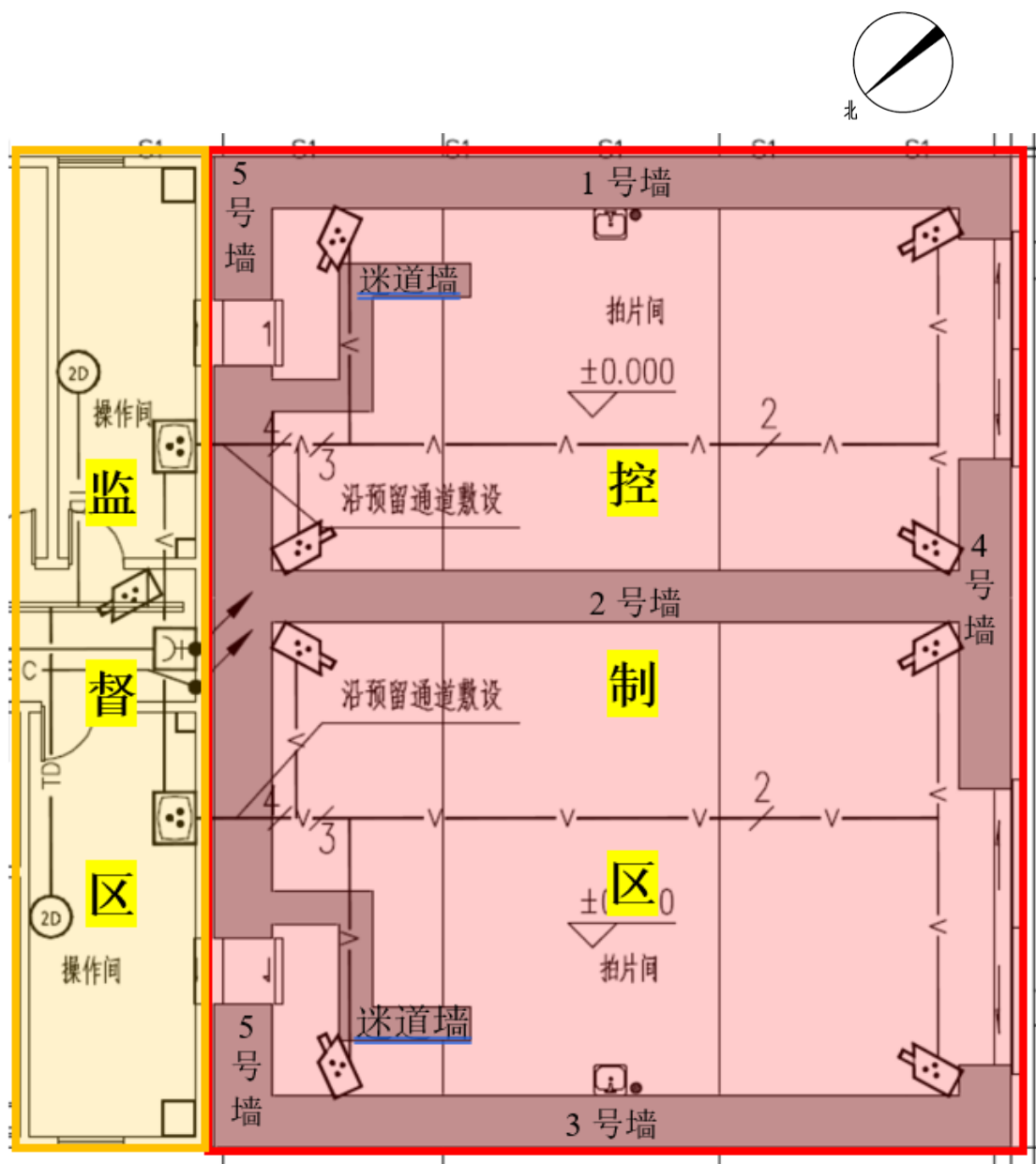
附图 4-2 本项目平面布置图（焊接试验中心 2F）



附图 4-3 本项目平面布置图（焊接试验中心 3F）







图例

数字式高清彩色枪式摄像机

彩色视频监视器

附图 5 探伤作业场所分区防控图

