

核技术利用建设项目  
X 射线室内探伤项目（迁建）环境影响报告表  
（公示版）

浙江顺通锅炉压力容器制造有限公司

二〇二〇年一月

环境保护部监制

# 核技术利用建设项目

## X 射线室内探伤项目（迁建）环境影响报告表 （公示版）

建设单位名称：浙江顺通锅炉压力容器制造有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：朱金祥

通讯地址：浙江省龙游县城南开发区城南路 97 号

邮政编码：324400

联系人：叶\*\*

电子邮箱：/

联系电话：1\*\*\*\*\*

# 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.....	7
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	8
表 6 评价依据.....	9
表 7 保护目标与评价标准.....	11
表 8 环境质量和辐射现状.....	15
表 9 项目工程分析与源项.....	17
表 10 辐射安全与防护.....	20
表 11 环境影响分析.....	23
表 12 辐射安全管理.....	29
表 13 结论与建议.....	33
表 14 审批.....	36

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称	X 射线室内探伤项目（迁建）				
建设单位	浙江顺通锅炉压力容器制造有限公司				
法人代表	朱金祥	联系人	叶**	联系电话	1*****
注册地址	浙江省龙游县城南开发区城南路 97 号				
项目建设地点	浙江省龙游县城南开发区城南路 97 号压力容器制造车间内				
立项审批部门	——		批准文号	——	
建设项目总投资（万元）	50	项目环保投资（万元）	20	投资比例（环保投资/总投资）	40%
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建（迁建） <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建			占地面积（m <sup>2</sup> ）	35.6
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 项目建设单位情况**

浙江顺通锅炉压力容器制造有限公司（以下简称为“公司”），成立于 1999 年 7 月 27 日，位于浙江省龙游县城南开发区城南路 97 号，是一家专业生产染缸、空压机储气罐的企业。公司占地面积 106 亩，现有职工 240 人，共有五间厂房，目前使用其中两间，分别作为不锈钢车间（原染罐车间）和压力容器制造车间，另外三间厂房用于出租。为保证产品质量和生产的安全，需对压力容器进行无损检测，因此企业于 2003 年建造了 2 间 X 射线探伤室，并配置了 3 台 X 射线探伤机（型号和数量分别为：XXQ2505，1 台、XXQ-3005，2 台）。该项目已于 2008 年 6 月 2 日取得原浙江省环境保护局的环保审批意见（浙环辐[2008]59 号，见附件 4）。公司于 2008 年 7 月取得原浙江省环境保护厅颁发的辐射安全许可证（浙环辐[H0003]（00647），见附件 3），许可的种类和范围为使用 II 类射线装置，有效期至 2022 年 9 月 2 日。2009 年 10 月，其中 1 台射线机（型号：XXQ-2505）因使用不当造成射线管击穿报废，已由相关有资质

单位回收（见附件 13），因此企业实际在用的 X 射线探伤机为两台（型号均为 XXQ-3005）。现有项目已于 2013 年 4 月通过衢州市环境监测中心站的环保验收（衢环监（2013）辐字第 05 号，见附件 4）。两间老探伤室（1 号探伤室和 2 号探伤室）分别位于原不锈钢车间（现已出租）及原染罐车间内（现改不锈钢车间），目前均已停止使用。其具体位置见附图 3。

公司射线装置应用情况详见表 1-1：

**表1-1 射线装置情况详情一览表**

序号	射线装置名称	类别	数量	设备技术参数	工作场所名称	使用情况	环评及许可情况	备注
1	XXQ3005	II	1	300kV 5mA	原不锈钢车间（现已出租）1号探伤室	在用	已环评（浙环辐[2008]59号）；已许可	1号探伤室已停止使用
2	XXQ3005	II	1	300kV 5mA	原染罐车间（现改为不锈钢车间）2号探伤室	在用		2号探伤室已停止使用
3	XXQ2505	II	1	250kV 5mA	/	已报废		射线机已报废，已由厂家回收，见附件 14
4	XXQ3005	II	2	300kV 5mA	压力容器制造车间 新建 3 号探伤室	利旧	本次迁建环评	迁建，射线机一用一备

## 1.2 建设项目和任务由来

因生产发展需要，同时缩短工件探伤过程中的运输路径，公司拟在厂区压力容器制造车间的东南角新建一间固定式探伤室（见附图 3），同时停止使用 1 号探伤室和 2 号探伤室，并利用现有已配置的 2 台 X 射线探伤机（型号均为 XXQ3005，一用一备）、暗室及危废暂存间（位于暗室内）开展无损检测工作。公司所有的探伤工作仅限于探伤室内。

对照原环境保护部令第 44 号《建设项目环境影响评价分类管理名录》及生态环境部令第 1 号《关于修改〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉部分内容的决定》，本项目属于五十、核与辐射：191、核技术利用建设项目。本次评价的内容为使用 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重新申领辐射安全许可证。

为保护环境，保障公众健康，浙江顺通锅炉压力容器制造有限公司于 2019 年 11 月 11 日正式委托浙江问鼎环境工程有限公司（国环评证乙字第 2053 号）对本项目进行辐射环境影响评价（见附件 1）。评价单位接受委托后，通过现场踏勘、监测、收集有关资料等工作，结合本项目特点，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辐射环境影响报告表，供建设单位上报

审批。

### 1.3 评价目的

(1) 对本项目探伤室拟建址及周边环境进行辐射环境本底水平检测，以掌握该场所及周边环境背景水平；

(2) 通过理论计算方法，对拟建的X射线探伤机作业时对周围辐射环境影响进行预测评价，提出环境污染控制对策；

(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) 提出环境管理和环境监测计划，使该项目满足国家和地方生态环境部门对建设项目环境管理规定的要求，为项目运行期辐射环境保护管理提供科学依据。

### 1.4 项目建设内容与规模

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：

表1-2 本项目建设内容与规模

序号	设备名称	类别	规格型号	数量	技术参数	用途	备注
1	X射线探伤机	II类	XXQ3005	2台	300kV, 5mA	工业探伤	定向机、均在新建3号探伤室内使用、一用一备

注：公司同一探伤室内不存在多台探伤机同时开机的工况。

### 1.5 项目选址及周边环境保护目标

#### 1.5.1 企业地理位置

浙江顺通锅炉压力容器制造有限公司位于浙江省龙游县城南开发区城南路97号，其地理位置见附图1。公司东侧为龙飞路，隔路为浙江家德家居有限公司；南侧为德贤路，隔路为浙江博林仪器有限公司；西侧紧邻浙江顺康金属制品有限公司；北侧为城南路，隔路为农田。周围环境情况见附图2，厂区总平面布置见附图3。

厂界坐标及周边500m范围内敏感点情况见图1-1及表1-3：



图 1-1 厂区及周边敏感点情况图

表1-3 企业各厂界坐标及周边500米范围内敏感点情况

企业情况		环境敏感点情况				
名称	厂界坐标	名称	方位	厂界最近距离	保护对象	
浙江顺通 锅炉压力 容器制造 有限公司	A点	N:29°01'08.11" E:119°11'50.41"	城南新城	东侧	220m	居民点
	B点	N:29°01'03.95" E:119°11'44.08"	龙港城南花苑	东侧	426m	居民点
	C点	N:29°01'11.77" E:119°11'37.96"	兰桂庭小区	东南侧	454m	居民点
	D点	N:29°01'15.44" E:119°11'43.80"	东华街道办事处	东侧	319m	行政办公点

### 1.5.2 探伤室位置及布局

本项目探伤工作场所分为两处，一处为新建 3 号探伤室，由曝光室和操作室组成，位于厂区压力容器生产车间（1F）的东南角，另一处利用现有的暗室及危废暂存间（位于暗室内），位于厂区办公楼（1F）西北角，其所属建筑物均为一层结构，无地下室。新建 3 号探伤室东侧为成品堆放区，南侧隔过道为德贤路，西侧为产品堆放区，北侧为产品焊接区，楼上为有坡度屋脊，人员不可达到。曝光室西侧靠北部开设一工件防护门；操作室与曝光室并列，位于其西侧靠南部，防护门南侧。探伤室的平面布局见附图 6。

### 1.5.3 选址合理性分析

本项目探伤室周围 50m 范围内主要为公司内部生产车间及道路等，无居民点与学校等环境敏感点。经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的。同时本项目用地性质属于工业用地（见附件 5），周围无环境制约因素。因此，本项目选址是合理可行的。

## 1.6 原有核技术利用项目许可情况

本项目为迁建项目，浙江顺通锅炉压力容器制造有限公司之前已开展过与辐射有关的工作。根据国家有关辐射环境管理规定，公司于 2008 年 6 月 2 日取得了原浙江省环境保护局的环保审批意见（浙环辐 [2008]59 号，见附件 4）；于 2008 年 7 月取得了原浙江省环境保护厅颁发的辐射安全许可证（浙环辐[H0003]（00647）见附件 3），许可的种类和范围为使用 II 类射线装置，有效期至 2022 年 9 月 2 日；于 2013 年 4 月通过了衢州市环境监测中心站的环保验收（衢环监（2013）辐字第 05 号，见附件 4），根据有关资料及现场监测和检查结果，该项目在正常运行工况下，探伤室及室外探伤各点位的辐射剂量率均符合《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》（GB2117-2006）的要求（探伤室：屏蔽墙外 30cm 处不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；室外探伤：控制区边界外不大于  $15\mu\text{Sv/h}$ ，监督区边界外不大于  $1.5\mu\text{Sv/h}$ ），辐射工作人员和公众所受的辐射照射分别低于其剂量管理限值，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，验收监测报告见附件 12。公司每年定期委托相关有资质单位开展辐射环境监测，监测结果表明探伤室周围辐射水平能够满足标准要求，2019 年度辐射检测报告见附件 11。现有探伤房产生的废显（定）影液及废胶片专用容器收集后暂存于暗室内的危废暂存间，定期由相关有资质单位处理，委托协议见附件 13。

**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
本项目不涉及								

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)	年最大操作量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
本项目不涉及										

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
本项目不涉及										

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线探伤机	II 类	2 台	XXQ3005	300	5	无损检测	新建 3 号探伤 室内	利旧 (一用一备)、 定向机

(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)	最大管电 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	
本项目不涉及													

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	排放口活度	暂存情况	最终去向
臭氧和氮氧化物	气态	—	—	少量	少量	少量	不暂存	公司定时开启工件门排气通风，臭氧在常温常压下可自行分解为氧气
废显（定）影液	液态	—	—	约 25L	约 300L	—	专用容器收集后暂存于暗室内的危废暂存间	委托有资质的单位处理（见附件12）
废胶片	固态	—	—	—	约 150 张	—		

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>；年排放总量为 kg。

2、含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m<sup>3</sup>）或活度（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》，原环境保护部令第 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（2016 年修订）》，原环境保护部令第 44 号，2017 年 9 月 1 日起施行；</p> <p>(12) 《关于修改〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉部分内容的决定》，生态环境部令第 1 号，2018 年 4 月 28 日；</p> <p>(13) 《国家危险废物名录（2019 年修订）》，原环境保护部令第 39 号，2016 年 8 月 1 日起施行；</p> <p>(14) 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>(15) 《浙江省建设项目环境保护管理办法(2018年修正)》，浙江省人民政府令第364号，2018年3月1日起施行；</p> <p>(16) 《浙江省辐射环境管理办法》，浙江省人民政府令第289号，2012年2月1日起施行。</p>
技术标准	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016)，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》(GB 18871-2002)，2003年4月1日实施；</p> <p>(3) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015)，2015年6月1日实施；</p> <p>(4) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)及第1号修改单，2017年10月27日实施。</p>
其他	<p>(1) 环评委托书，见附件1；</p> <p>(2) 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》（HJ 10.1-2016）的规定：“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”，并结合本项目的实际情况，确定评价范围为X射线探伤室周围50m的区域，评价范围示意图见附图2。

### 7.2 保护目标

结合厂区总平面布局及现场勘查情况，本项目探伤室评价范围50m内主要为公司内部生产车间及道路，无居民点与学校等环境敏感点。因此，本项目环境保护目标为该公司从事X射线探伤机操作的辐射工作人员、辐射工作场所周围其他非辐射工作人员和公众成员。

表7-1 本项目环境保护目标基本情况表

场所位置	环境保护目标		方位	最近距离（m）	人数	受照类型	年剂量约束值（mSv）
新建3号 探伤室	职业 人员	探伤装置 操作人员	西侧	0.3	2人	职业照射	5.0
	公众 成员	其他工作 人员	东、西、 北侧	0.3	2人	公众照射	0.25
		普通公众	——	10	流动		

### 7.3 评价标准

#### 1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）

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。

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的潜在照射危险约束为前提条件（治疗性医疗照射除外）。

#### 6.4.1 控制区

6.4.1.1 注册者和许可证持有者应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。

## 6.4.2 监督区

6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，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。

### 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 作为年剂量管理约束值。**

### 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 作为年剂量管理约束值。**

## 2、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）

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 射线探伤室墙和入门口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  $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，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  $30\text{cm}$  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。

### 3、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

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  $500\text{kV}$  以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

#### 3.2 需要屏蔽的辐射

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  $0^\circ$  入射探伤工件的  $90^\circ$  散射辐射。

3.2.3 当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个什值层厚度（TVL）或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）。

### 3.3 其他要求

3.3.1 探伤室一般应设有人员门和单独的工件门。对于探伤可人工搬运的小型工件探伤室。可以仅设人员门。探伤室人员门宜采用迷路的形式。

3.3.2 探伤装置的控制室应置于探伤室外，控制室和人员门应避开有用线束照射的方向。

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

3.3.4 当探伤室使用多台 X 射线探伤装置时，按最高管电压与相应该管电压下的常用最大管电流设计屏蔽。

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》（GB 18871-2002）、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）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：探伤室表面外 30cm 处剂量率不超过  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为  $100\mu\text{Sv/h}$ 。

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 环境现状评价对象

拟建项目区域及周边环境

### 8.2 检测因子

X- $\gamma$ 辐射剂量率

### 8.3 检测点位

根据《环境地表 $\gamma$ 辐射剂量率测定规范》（GB/T 14583-1993）、《辐射环境检测技术规范》（HJ/T 61-2001）等要求，结合现场条件，对本项目探伤室拟建址及周围进行检测布点，共布设 7 个检测点位，布点情况见附图 7，检测报告见附件 10。

### 8.4 检测方案

- (1) 检测单位：浙江鼎清环境检测技术有限公司
- (2) 检测时间：2019 年 11 月 19 日
- (3) 检测方式：现场检测
- (4) 检测依据：《环境地表 $\gamma$ 辐射剂量率测定规范》（GB/T 14583-1993）等
- (5) 检测频次：依据 GB/T 14583-1993 标准予以确定
- (6) 检测工况：辐射环境本底
- (7) 天气环境条件：天气：晴；温度：10~20℃；相对湿度：42~50%
- (8) 检测仪器

表 8-1 检测仪器的参数与规范

仪器名称	便携式多功能射线检测仪
仪器型号	BG9512（内置探头：BG9512；外置探头：BG7030）
生产厂家	贝谷科技股份有限公司
仪器编号	DQ2015-XJ37
能量范围	内置探头：50keV~1.3MeV $\leq\pm 30\%$ （相对于 $^{137}\text{Cs}$ 661keV）； 外置探头：25KeV~3MeV $\leq\pm 30\%$ （相对于 $^{137}\text{Cs}$ 661keV）；
量 程	内置探头：0.05 $\mu\text{Sv/h}$ -30mSv/h； 外置探头：30nGy/h-200 $\mu\text{Gy/h}$ ；
检定单位	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心
检定证书	2019H21-10-2094469001
检定有效期	2019 年 10 月 16 日~2020 年 10 月 15 日

## 8.5 质量保证措施

- (1) 合理布设检测点位，保证各检测点位布设的科学性和可比性，同时满足标准要求。
- (2) 检测方法采用国家有关部门颁布的标准，检测人员经考核并持合格证书上岗。
- (3) 检测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- (4) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，并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。
- (6) 检测报告严格实行三级审核制度，经过校核、审核，最后由技术负责人审定。

## 8.6 检测结果及评价

检测结果见表8-2。

表8-2 探伤室拟建址及周围环境辐射背景检测结果

点位编号	点位描述	γ辐射剂量率 (nGy/h)	
		平均值	标准差
#1▲	拟建探伤室南侧	103	2
#2▲	拟建探伤室西侧	112	3
#3▲	拟建探伤室北侧	115	1
#4▲	拟建探伤室东侧	119	2
#5▲	拟建探伤室中部	84	3
#6▲	操作间中部	67	2
#7▲	拟建探伤室西侧外	94	1

注：上述检测值均未扣除宇宙射线响应。

由表8-2可知：本项目探伤室拟建址各检测点位的γ辐射剂量率在88~120nGy/h之间。由《浙江省环境天然放射性水平调查报告》可知，衢州市室内γ辐射剂量率在26.5~150.6nGy/h之间，可见探伤室拟建址及周围环境的γ辐射剂量率处于一般本底水平，未见异常。

## 表 9 项目工程分析与源项

### 9.1 工艺设备和工艺分析

#### 9.1.1 探伤机的特点及作业方式

浙江顺通锅炉压力容器制造有限公司新建3号探伤房利用已有的2台X射线探伤机，型号均为XXQ-3005（额定管电压：300kV，额定管电流：5mA，定向机，一用一备），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。探伤房内的探伤机不同时开机使用，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。

#### 9.1.2 探伤机工作原理

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感光片进行照射，当X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熔金属（如钨、铂、金、钽等）制成。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在X射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生X射线。典型的X射线管结构图见图9-1。

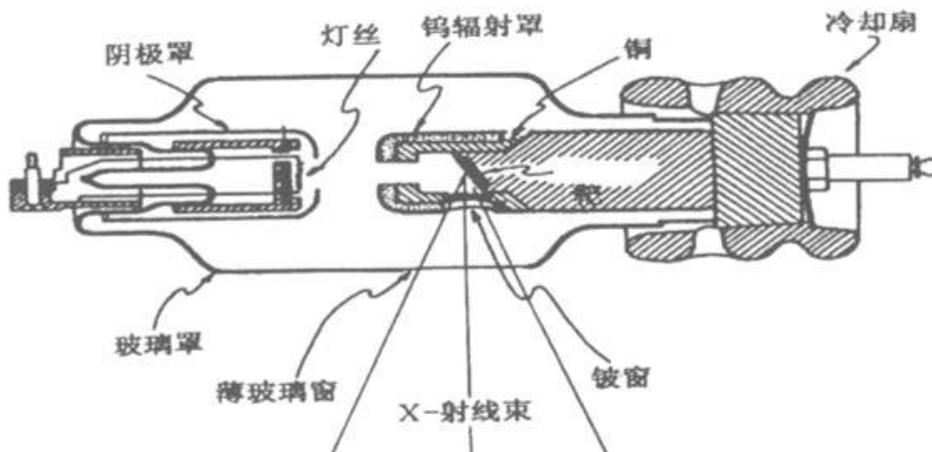


图 9-1 典型的 X 射线管结构图

### 9.1.3 探伤过程及产污环节

该公司射线探伤均在固定的曝光室内，曝光室与车间相通，将需要进行射线探伤的工件放置于平板滚轮车上，送入曝光室内，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。探伤工艺流程及产污环节见图9-2。

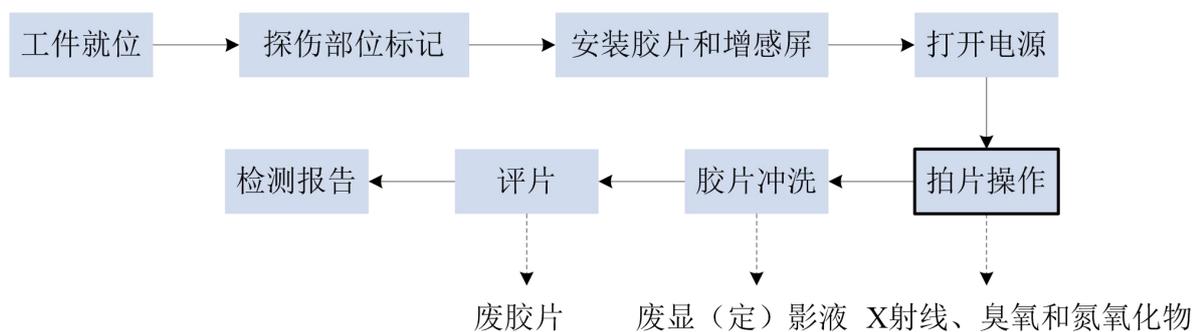


图 9-2 探伤工艺流程及产污环节示意图

### 9.1.4 运行工况和人员配置计划

本项目探伤机只在固定式探伤室内使用，不在探伤室外使用，且不存在2台探伤机同时运行的工况。探伤室工件门设于曝光室西侧，工件由平板滚轮车载入曝光室，探伤机均为定向机，主射方向朝南，避免了射线照射到操作室、工件门和车间其他区域。

探伤工件为自生产的压力容器，基本尺寸：直径2200mm，长度6000mm，探伤厚度为20mm。最大探伤工况为：每个工件曝光时间约5min，年拍片量约15000张，年工作按50周计，则年探伤时间约1250h，周探伤时间25h。项目拟配有2个辐射工作人员，轮流进行辐射操作。

## 9.2 污染源项描述

### （1）X射线

由X射线探伤机的工作原理可知，X射线随探伤机器的开、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。因此，在开机曝光期间，X射线是本项目的主要污染因子。

### （2）臭氧和氮氧化物

X射线探伤机工作时产生射线，会造成探伤铅房内空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物，对周围环境空气会产生影响。

### (3) 废显（定）影液与废胶片

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）影液与废胶片，属于《国家危险废物名录（2019年修订）》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，本项目年拍片约15000张，按洗1000张片用20L显（定）影液，经估算项目工作过程中每年产生的废显（定）影液约300L，每年产生废胶片约150张（废片率按1%计算），该部分危险废物定期委托有相关资质单位处理，完好的胶片由公司定期建档备查。X射线探伤机运行时无其它固体废弃物产生。

## 表 10 辐射安全与防护

### 10.1 项目安全设施

#### 10.1.1 辐射工作场所分区

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求，辐射工作场所可分为控制区、监督区，其划分原则如下：控制区是指需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域；监督区是指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。

根据控制区、监督区的划分原则，结合《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）的相关规定，本项目对探伤工作场所实行分区管理，将探伤室实体墙划为控制区的边界，在探伤室门外1m处采用黄色警戒线作为标志，禁止无关人员入内，并设置电离辐射警告标识和中文警示说明；操作室、成品堆放区、产品待检区等其他相邻区域作为监督区边界，分区管理见附图6。

#### 10.1.2 辐射防护屏蔽设计

本项目探伤工作场所分为两处，一处为新建3号探伤室，由曝光室和操作室组成，位于厂区压力容器生产车间（1F）的东南角；另一处利用现有的暗室及危废暂存间（位于暗室内），位于厂区办公楼（1F）西北角，其所属建筑物均为一层结构，无地下室。新建3号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，曝光室的西侧并排布置有操作室。该探伤室平面与剖面设计图分别见附图7~附图6，各侧墙体、防护门的设置及屏蔽情况见表10-1。

表 10-1 新建3号探伤室屏蔽情况一览表

项目		设计情况
曝光室	外尺寸	面积为 43.84m <sup>2</sup> ，尺寸为 8.63m（长）×5.08m（宽）×3.30m（高）
	内尺寸	面积为 35.60m <sup>2</sup> ，尺寸为 8.00m（长）×4.45m（宽）×3.00m（高）
四侧墙体		630mm 混凝土
顶棚		300mm 混凝土
工件防护门 （设于西墙上）		电动门，门洞的尺寸为 2.4m（宽）×3.0m（高）； 门的尺寸为 2.7m（宽）×3.2m（高），敷设 12mm 铅板
工作人员出入口		无
迷道		无
电缆孔		Φ150mm，U 型，埋深 300mm
通风口		无（工作人员定时开门排风）

### 10.1.3 辐射安全和防护及环保措施

本项目探伤室建成后，必须具备以下辐射安全和防护及环保措施：

(1) 探伤室工件门与人员出入门须安装门-机联锁装置，且只有在防护门关闭后X射线装置才能进行探伤作业。防护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。

(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。“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。

(3) 照射状态指示装置应与X射线探伤装置联锁。

(4) 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。

(5) 探伤室防护门上应有电离辐射警告标志和中文警示说明。

(6) 探伤室内应设置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X射线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。

(7) 钥匙开关：操作室内应设有钥匙开关，只有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拨出。

(8) 在探伤室内设有现场监控系统，以用于监控工件摆放位置是否合理，同时可以监控防护门位置，确保人员安全。

(9) 探伤室门外1m处划定黄色警戒线，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。

(10) 公司须给每个辐射工作人员配备个人剂量计，工作期间必须正常佩戴。

(11) 在开展探伤工作之前，公司应与有危险废物处置资质单位签订废显（定）影液及废胶片的回收协议，且厂区内应设置专门的危险废物暂存间，其建设须满足“防风、防雨、防晒、防渗、防腐”等基本要求。

(12) 公司须配备至少1台剂量报警仪。

(13) 应建立X射线探伤机使用台账及相关危险废物管理台账。

## 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。工作人员定时开启工件门，少量臭氧和氮氧化物可通过工件门排出探伤室，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

该公司年拍片量约 15000 张，产生一定量的废显（定）影液及废胶片，属于危险废物，本次环评要求将其桶装收集后存放在危险废物暂存间，并由专人保管，委托有资质的单位处理处置，建立相关台账。

## 表 11 环境影响分析

### 11.1 建设阶段对环境的影响

本项目新建 3 号探伤房在施工期间，会对周围环境产生如下的影响：

(1) 大气：本项目在建设施工期需进行的挖掘地基、混凝土浇筑等作业，各种施工将产生地面扬尘，另外机械和运输车辆作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染采取以下措施：

- a. 及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；
- b. 车辆在运输建筑材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；
- c. 施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘。

(2) 噪声：整个建筑施工阶段，建筑设备在运行中将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 的标准，尽量使用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业。

(3) 固体废物：项目施工期间，产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，委托有资质的单位清运，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落。

(4) 废水：项目施工期间，有一定量含有泥浆的建筑废水产生，对这些废水进行初级沉淀处理，并经隔渣后排放。

该单位在施工阶段计划采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在公司局部区域，对周围环境影响较小。

### 11.2 运行阶段对环境的影响

为分析预测 X 射线探伤室投入运行后所引起的辐射环境影响，本项目选用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 及第 1 号修改清单中计算方法进行理论计算。本项目探伤室共配置 2 台探伤机，型号均为 XXQ3005，不存在同时运行的工况。本次评价按照能量为 XXQ3005 的设备进行辐射影响预测，最大管电压为 300kV，最大管电流为 5mA，年探伤时间为 1250h，周探伤时间为 25h，主射方向朝向南侧，以该方向作为主射束方向考虑，对设备其他三侧墙体、顶棚及防护门均考虑泄漏辐射和散射辐射。

#### 11.2.1 预测模式

##### 1、有用线束

在给定屏蔽物质厚度 X 时,屏蔽体外关注点的有用线束辐射剂量率 $\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )按式(11-1)计算:

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

式中: I——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流, 单位为毫安 (mA), 本项目取值 5mA;

$H_0$ ——距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量,  $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ , 以  $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$  为单位的值乘以  $6\times 10^4$ , 根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.1, 300kV X 射线在 3mm 铝过滤条件下输出量为  $20.9\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ , 即取  $1.25\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ;

B——屏蔽透射因子, 根据 GBZ/T250-2014 附录 B 图 B.2 曲线查知: 保守取 300kV 管电压下, 600mm 混凝土的透射因子为  $1\times 10^{-6}$ ;

R——距辐射源点 (靶点) 至关注点的距离, 单位为米 (m), 取值见表 11-1;

## 2、泄漏辐射和散射辐射

### ①泄漏辐射屏蔽

在给定屏蔽物质厚度 X 时, 屏蔽体外关注点的泄漏辐射剂量率 $\dot{H}$  ( $\mu\text{Sv/h}$ ) 按式 (11-2) 计算:

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots\text{式 (11-2)}$$

式中: B——屏蔽透射因子, 根据 GBZ/T250-2014 附录 B 图 B.2 曲线查知: 保守取 300kV 管电压下, 600mm 混凝土的透射因子为  $1\times 10^{-6}$ , 300mm 混凝土的透射因子为  $9\times 10^{-4}$ ; 根据附录 B 图 B.1 曲线查知: 取 300kV 管电压下, 12mm 铅门的透射因子为  $2.2\times 10^{-4}$ ;

R——距辐射源点 (靶点) 至关注点的距离, 单位为米 (m), 取值见表 11-1;

$\dot{H}_L$ ——距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率, 单位为微希每小时 ( $\mu\text{Sv/h}$ ), 根据 GBZ/T 250-2014 表 1, 当 X 射线管电压  $>200\text{kV}$  时,  $\dot{H}_L$  取值  $5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ 。

### ②散射辐射屏蔽

在给定屏蔽物质厚度 X 时, 屏蔽体外关注点的散射辐射剂量率 $\dot{H}$  ( $\mu\text{Sv/h}$ ) 按式 (11-3) 计算:

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_S^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots\text{式 (11-3)}$$

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), 本项目取值 5mA;

$H_0$ ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，以  $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$  为单位的值乘以  $6\times 10^4$ ，根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.1，在未获得厂家给出的输出量，散射辐射屏蔽估算选取表中各千伏（kV）下输出量的较大值保守计算，即 300kV 管电压下输出量为  $20.9\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即取值  $1.25\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

B——屏蔽透射因子，根据 GBZ/T 250-2014 表 2，本项目原始 X 射线能量为 300kV，对应的散射辐射最大能量为 200kV。根据 GBZ/T250-2014 附录 B 图 B.2 曲线查知：保守取 200kV 管电压下，600mm 混凝土的透射因子为  $1.1\times 10^{-7}$ ，300mm 混凝土的透射因子为  $1.1\times 10^{-4}$ ；根据附录 B 图 B.1 曲线查知：取 200kV 管电压下，12mm 铅门的透射因子为  $9\times 10^{-8}$ ；

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（ $1\text{m}^2$ ）散射体散射在距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。与散射物质有关，在未获得相应物质的 $\alpha$ 值时，可以水的 $\alpha$ 值保守估计，见附录 B 表 B.3；

$R_0$ ——辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m）；

$\frac{R_0^2}{F\cdot\alpha}$ ——根据 GBZ/T 250-2014 B.4.2，当 X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为  $20^\circ$  时，本项目取值 50。

$R_s$ ——散射体至关注点的距离，单位为米（m），取值见表 11-1。

### 11.2.2 参数选取

辐射屏蔽计算相关参数见表 11-1。

表 11-1 辐射屏蔽计算相关参数一览表

关注点位	与辐射点的距离	屏蔽参数	需考虑的屏蔽辐射类型
东墙外 30cm 处	4.93m	630mm 混凝土	泄漏辐射、散射辐射
南墙外 30cm 处	3.15m	630mm 混凝土	有用线束
西墙外 30cm 处	4.93m	630mm 混凝土	泄漏辐射、散射辐射
北墙外 30cm 处	3.15m	630mm 混凝土	泄漏辐射、散射辐射
顶棚外 30cm 处	2.10m	300mm 混凝土	泄漏辐射、散射辐射
工件防护门外 30cm 处	3.30m	12mm 铅板	泄漏辐射、散射辐射

### 11.2.3 估算结果

辐射屏蔽影响预测结果见表 11-2。

表 11-2 辐射屏蔽理论计算结果一览表

关注点位	有用线束 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	泄漏辐射 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	散射辐射 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	总剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	GBZ 117-2015 标 准限值 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
东墙外 30cm 处	——	$2.06 \times 10^{-4}$	$5.66 \times 10^{-4}$	$<0.001$	2.5
南墙外 30cm 处	0.63	——	——	0.63	2.5
西墙外 30cm 处	——	$2.06 \times 10^{-4}$	$5.66 \times 10^{-4}$	$<0.001$	2.5
北墙外 30cm 处	——	$5.04 \times 10^{-4}$	$1.39 \times 10^{-3}$	$1.89 \times 10^{-3}$	2.5
顶棚外 30cm 处	——	0.46	3.12	3.58	100
工件防护门外 30cm 处	——	0.101	0.001	0.102	2.5

注：曝光室为一层建筑，顶上人员不可达到。

根据表 11-2 计算可知，X 射线探伤机在最大工况运行时，四周屏蔽墙及防护门外关注点辐射剂量率最大值为  $0.63\mu\text{Sv/h}$ ，顶棚外辐射剂量率为  $3.58\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中“X 射线探伤室墙和入口门关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为  $100\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

#### 11.2.4 人员受照剂量估算

年有效剂量估算公式如下：

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

式中： $P_{\text{年}}$ ——年受照剂量，mSv/a；

H——关注点辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

U——使用因子；

T——居留因子；

t——年受照时间，h/a。

剂量估算时，探伤室辐射工作人员的剂量率为操作室内剂量率最高的地方，即机房人员进出门外的剂量率，居留因子取 1；公众人员位置取曝光室周边辐射剂量率最高的地方，即工件防护门外 30cm 处的剂量率，居留因子取 1/16。本项目使用因子均取 1，人员受照剂量计算参数及结果如下。

**表 11-3 人员受照剂量计算参数及计算结果一览表**

人员属性	辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	周受照时间 (h/周)	周受照总剂量 ( $\mu\text{Sv/周}$ )	年受照时间 (h/a)	年受照总剂量 (mSv/a)
操作室辐射工作人员	0.101	25	2.525	1250	0.126
公众成员	0.63	25	0.984	1250	0.049

注：探伤设备由两名辐射工作人员轮流操作，本表格中辐射人员受照剂量按人均进行计算。

根据表 11-3 计算可知，本项目 X 射线探伤机运行后，辐射工作人员周受照剂量为  $2.525\mu\text{Sv/周}$ 、公众成员周受照剂量为  $0.984\mu\text{Sv/周}$ ，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中“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  $100\mu\text{Sv/周}$ ，对公众不大于  $5\mu\text{Sv/周}$ ”的要求；辐射工作人员年受照剂量为  $0.126\text{mSv/a}$ ，公众成员年受照剂量为  $0.049\text{mSv/a}$ ，均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的辐射工作人员、公众成员年剂量限值的要求，同时也满足本项目对辐射工作人员、公众成员的剂量约束值（职业人员  $\leq 5\text{mSv/a}$ 、公众成员  $\leq 0.25\text{mSv/a}$ ）的要求。

### 11.2.5 非放射性污染环境影响分析

#### （1）臭氧和氮氧化物

探伤机工作时产生射线，会造成探伤室内空气电离，产生少量的臭氧和氮氧化物。探伤室内未设置机械排风系统，但操作人员会定时开启工件门排风，一小时开启 10 次左右，可满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中“每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的要求，不会形成局部聚集，且臭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。

#### （2）废显（定）影液与废胶片

探伤作业完成后产生的废显（定）影液与废胶片，必须按规定进行合理的处置，送交有资质的危险废物处置单位集中收集与处置，不得随意排放或废弃，采取该措施后不会对周围环境或人类健康造成危害。目前该公司已与宁波海曙银影固废处理有限公司签订了危险废物委托处置协议，见附件 7。同时，本次环评要求建设单位在厂区内设置专门危险废物暂存间（设于暗室内，具体位置见附图 3），其建设须满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及 2013 年修改单的要求，做好“防风、防雨、防晒、防渗、防腐”工作。

### 11.3 事故影响分析

公司拟购的 X 射线探伤机属于 II 类射线装置，可能发生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-机联锁失效，至使防护门未完全关闭，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；或在门-机联锁失效探伤期间，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或因失窃而造成的辐射照射。

为了杜绝事故发生，公司必须进行门-机联锁装置的定期检查，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，应首先向当地生态环境部门报告，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。人为故意引起的或失窃而引起的辐射照射，还应该及时向公安部门报告。

## 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

#### 12.1.1 辐射安全管理机构设置情况

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》等法律法规要求，浙江顺通锅炉压力容器制造有限公司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；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。

浙江顺通锅炉压力容器制造有限公司目前已成立以企业负责人为组长的辐射安全防护管理机构，并配备1名专职辐射安全管理人员，统筹管理整个企业的辐射安全工作。

#### 12.1.2 人员配备与职能

公司现有2名探伤人员专职从事探伤检测工作。本环评要求所有从事辐射工作的人员均应参加辐射防护与知识培训，并通过考核取得培训合格证书，同时应每隔四年再次参加培训，培训合格后方可继续从事原岗位工作。

### 12.2 辐射安全管理规章制度

#### 12.2.1 有关辐射安全规章制度名录

##### (1) 管理机构

公司已制定了《辐射防护安全管理机构及职责》，确定了相关辐射工作安全责任人，设置了以企业负责人为组长的辐射安全防护领导机构，并指定了专人负责射线装置运行时的安全和防护工作。

##### 本环评的建议和要求：

- ①辐射安全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；
- ②辐射安全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。

##### (2) 规章制度

公司已制订《辐射安全管理工作制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《设备检修、维护制度》、《射线装置台账管理制度》、《自行检查及年度评估报告制度》、《安全培训制度》及《放射工作监测制度》等规章制度。公司现已组织辐

射工作人员进行上岗培训和辐射安全防护知识的培训，并取得了辐射安全培训合格证书（见附件10），并进行了个人剂量监测和职业健康检查。

#### **本环评的建议和要求：**

①操作规程：补充《X射线探伤操作规程》：

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、操作人员必须熟悉检测装置的性能和使用方法，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。

②岗位职责：完善《辐射工作人员岗位职责》，内容应包括从事X射线探伤的工作人员的相关资格要求，管理人员、操作人员的职责。

③设备维修制度：完善《设备检修、维护制度》，内容应包括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检测装置；待检修完毕，开启检测装置试探伤，确认检修完成；检修后主要性能未达到仪器基本参数时不准重新投入使用等。

④射线装置使用登记、台帐管理制度：完善《射线装置台帐管理制度》，台帐规定使用与管理规程，登记内容包括射线装置的生产单位、到货日期、规格型号等，同时加强档案管理。

⑤监测方案：完善《放射工作监测制度》，明确监测频次和监测项目，主要包括个人剂量监测和工作场所监测，监测方式由企业自主监测与有资质单位开展的年度监测。监测结果妥善保存，定期上报环境保护行政主管部门。此外，根据18号令，使用射线装置的单位，应当对本单位的射线装置的安全和防护状态进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

⑥辐射事故应急预案：完善《辐射事故应急预案》，针对本项目可能产生的辐射污染情况完善事故应急措施，依据《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》的要求，必须明确建立应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急，辐射事故分类与应急预案的措施。当发生事故时，公司应当立即启动辐射事故应急方案，采取有效防范措施，及时制止事故的恶化，并在2小时内向当地环境保护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行政部门报告。

#### **12.2.2安全培训及健康管理制**

公司所有辐射工作人员均应参加由有资质单位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。

公司目前2名员工专职从事探伤检测工作，且已于2017年11月参加了相关有资质单位组织的辐射安全防护培训，并取得了培训合格证书，培训证书见附件7。取得培训证书的辐射工作人员应每隔4年参加复训，复训通过考核后方可继续从事探伤工作。公司应及时组织辐射工作人员参加复训，未及时参加复训或复训考核不合格，不得从事相关辐射工作。

企业应按《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，为保护辐射工作人员身体健康，应安排从事探伤的工作人员在上岗前进行放射性职业健康体检，体检合格方能上岗。对于离岗人员也必须进行离岗体检，对职业健康体检报告妥善长期保留。在岗人员需定期进行放射职业健康体检，两次检查的时间间隔不应超过2年。公司已于2018年7月委托相关有资质医院对辐射工作人员进行职业健康体检，体检结果表明现有辐射工作人员可继续从事辐射工作，报告见附件9。公司已为所有辐射工作人员配备个人剂量计，本环评要求个人剂量计须按规范佩戴，不得随意放置。公司已委托相关有资质单位对辐射工作人员开展个人剂量检测，并出具个人剂量检测报告，个人剂量检测结果表明辐射工作人员所受有效剂量均能够满足标准要求，个人剂量检测报告见附件8。辐射管理人员负责个人剂量计的收集和发放、个人剂量检测报告、培训证书和职业健康体检报告的归档工作。

## 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。

### 12.3.1 监测仪器

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》（GBZ 117-2015）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。公司已配备一台X- $\gamma$ 剂量监测仪，并为每名辐射工作人员配备了个人剂量计。

### 12.3.2 个人剂量监测

公司已委托相关有资质单位开展辐射工作人员的个人剂量检测。个人剂量计应按照规定时间送检，不允许漏交或不交个人剂量计，建立剂量管理限值和剂量评价制度，对受到超剂

量限值的应进行评价，跟踪分析高剂量的原因，优化实践行为。指定专职辐射管理人员负责对个人剂量检测结果（检测报告）统一管理，建立档案，个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满75周岁，或者停止辐射工作30年。

### 12.3.3 探伤工作场所辐射监测

本项目正式投入使用后，公司须定期（每年1次）委托有资质的单位对探伤室周围环境进行监测，并建立监测技术档案，监测数据每年年底向当地生态环境部门上报备案。

（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、工作人员操作位及周围其他工作区域等。

（3）监测项目：X- $\gamma$ 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。

## 12.4 辐射事故应急

公司已建立《辐射事故应急预案》。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，结合单位的实际情况和事故工况分析，该公司须建立的辐射事故应急预案应当完善下列内容：

（1）应急机构和职责分工。

（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。

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，应首先向当地生态环境部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，应同时向当地卫生行政部门报告，当发生认为破坏行为时，应及时向公安部门报备。

（5）编写事故总结报告，上报生态环境部门归档。

企业应急方案应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。

公司应定期、具有针对性的对可能发生的辐射事故进行演练，演练内容包括辐射事故应急预案的可操作性、针对性、完整性，并根据实际情况组织修订辐射事故应急预案。

## 表 13 结论与建议

### 13.1 结论

#### 13.1.1 实践正当性

浙江顺通锅炉压力容器制造有限公司因生产发展需要及缩短工件探伤过程中的运输路径，公司拟在厂区压力容器制造车间的东南角新建一间固定式探伤室（见附图3），同时停止使用1号探伤室和2号探伤室，并利用现有已配置的2台X射线探伤机（型号均为XXQ3005，一用一备）、暗室及危废暂存间（位于暗室内）开展无损检测工作，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》（GB 18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。因而，只要按规范操作，该公司使用X射线探伤机是符合辐射防护“实践的正当性”的要求。因此，该项目使用X射线探伤机的目的是正当可行的。

#### 13.1.2 选址合理性

本项目用地性质为工业用地，且探伤室评价范围 50m 内主要为公司内部生产车间及道路等，无居民点与学校等环境敏感点。因此，本项目选址是合理可行的。

#### 13.1.3 主要污染因子、防护措施及辐射环境影响评价

本项目主要污染因子为 X 射线。

经理论计算可知，X 射线探伤机在最大工况运行时，四周屏蔽墙及防护门外关注点辐射剂量率最大值为  $0.63\mu\text{Sv/h}$ ，顶棚外辐射剂量率为  $3.58\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中“X 射线探伤室墙和入口门关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为  $100\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。本项目 X 射线探伤机运行后，辐射工作人员周受照剂量为  $2.525\mu\text{Sv/周}$ 、公众成员周受照剂量为  $0.984\mu\text{Sv/周}$ ，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中“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  $100\mu\text{Sv/周}$ ，对公众不大于  $5\mu\text{Sv/周}$ ”的要求；辐射工作人员年受照剂量不超过  $0.126\text{mSv/a}$ ，公众成员年受照剂量不超过  $0.049\text{mSv/a}$ ，均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中规定的辐射工作人员、公众成员年剂量限值的要求，同时也满足本项目对辐射工作人员、公众成员的剂量约束值（职业人员  $\leq 5\text{mSv/a}$ 、公众成员  $\leq 0.25\text{mSv/a}$ ）的要求。

少量臭氧和氮氧化物可通过定时开启工件门排出探伤室，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。探伤产生的废显（定）影液及废胶片要求集中存放，由有资质的单位回收处理，不得随意排放或废弃。

#### **13.1.4 辐射安全和防护及环保措施**

具体辐射安全和防护及环保措施见本报告章节 10.1.3。

#### **13.1.5 辐射环境管理制度**

公司已成立辐射安全防护管理机构，并以文件形式明确各成员职责，明确了辐射防护负责人及其职责。

公司应按照本报告提出的要求制定并完善各项规章制度，包括操作规程、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。在日后的工作实践中，公司应根据核技术应用情况及时对辐射安全防护管理机构成员作相应调整，确保调整后的辐射安全防护管理机构的基本组成涵盖核技术应用所涉及的相关部门。新增的辐射工作人员同样须参加相关部门举办的有关法律、法规、规章、专业技术、安全防护和应急响应等知识的培训教育，并通过考核取得上岗证，考核不合格的不得上岗。公司还应不断加强对辐射工作人员的有关技能和辐射安全防护知识的再教育和培训，进一步提高其对专业技能和放射防护工作重要性的认识。

#### **13.1.6 安全培训及健康管理**

根据国家关于个人健康管理的规定，公司已对辐射工作人员进行了职业健康检查，并建立职业健康监护档案，已委托有资质单位定期开展个人剂量检测工作，所有辐射工作人员在上岗前均配有个人剂量计。公司应完善现有的人员培训计划，并按照培训计划及时安排辐射工作人员参加相关法律法规及辐射防护与知识等方面的培训。新增的辐射工作人员同样需要开展人员培训及上岗前的职业健康体检，取得培训合格证书及体检合格与可上岗，并按要求每四年参加一次复训。辐射工作人员在上岗前和离职后都须在有资质的单位进行职业病健康体检，且须在岗期间每两年进行一次职业病健康体检，并建立完整的个人健康档案，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。

#### **13.1.7 环保可行性结论**

综上所述，浙江顺通锅炉压力容器制造有限公司X射线室内探伤项目，在落实本评价报告所提出的各项污染防治措施和辐射管理计划后，该公司将具备与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和辐射安全防护措施，本次评价的2台X射线探伤机投入运行后对周围环境产

生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。

## 13.2 建议和承诺

(1) 企业承诺将根据报告表的要求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,公司需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,公司应当按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4号)规定的程序和标准,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

下一级生态环境部门预审意见

公章

经办人（签字）：

年 月 日

审批意见

公章

经办人（签字）：

年 月 日

