

核技术利用建设项目

室内 X 射线探伤项目（新建）  
环境影响报告表

温州新星设备安装有限公司

2019 年 3 月

生态环境部监制



核技术利用建设项目

# 室内 X 射线探伤项目（新建） 环境影响报告表

建设单位名称：温州新星设备安装有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：浙江省温州市平阳县萧江镇桃源包岙村

邮政编码：325402

联系人：王孟

电子邮箱：/

联系电话：18968782736

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称	室内 X 射线探伤项目（新建）				
建设单位	温州新星设备安装有限公司				
法人代表	王光庆	联系人	王孟	联系电话	18968782736
注册地址	浙江省温州市平阳县萧江镇桃源包岙村				
项目建设地点	公司车间内				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)	260	项目环保投资 (万元)	35	投资比例（环保 投资/总投资）	13.5%
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积（m <sup>2</sup> ）	2683.3
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><b>项目概述</b></p> <p>温州新星设备安装有限公司拟在浙江省温州市平阳县萧江镇桃源包岙村公司车间内新建 1 间探伤室并配备 2 台 X 射线探伤机，主要利用其对压力容器进行无损检测工作，从而保证产品的质量与生产的安全。</p> <p>经与建设单位核实：公司 5 年内的辐射活动规模为：新建 1 间探伤室并配备 2 台 X 射线探伤机，所有探伤作业仅限在探伤室内工作。</p> <p>根据国家有关建设项目辐射环境管理规定，本项目应编制辐射环境影响报告表，并向有权限的环保部门申领《辐射安全许可证》。为保证环境，保障公众健康，温州新星设备安装有限公司于 2018 年 10 月 11 日正式委托中通服咨询设计研究院有限公司对本项目进行辐射环境影响评价。</p> <p>评价单位在现场踏勘的基础上，按照国家有关建设项目辐射环境影响报告表的内容和格式，编制完成本项目的辐射环境影响报告表。</p>					

## 企业概况

温州新星设备安装有限公司是一家主要从事啤酒及相关工程设备设计、制造、安装和经营的专业公司。公司拥有 I、II 类压力容器制造许可资质和 GB1+GB2 压力管道安装资质。承接啤酒等工程各类管道，容器的安装制作，啤酒专用设备及工艺管线的设计、制作、安装和调试。占地面积 4100M<sup>2</sup>，建筑面积 3200M<sup>2</sup>，企业现有员工 100 多人。公司现有厂房已通过建设项目影响登记表完成备案，备案号：201833032600000178（见附件 2）。

预计探伤工件最大直径 1500mm，长度 3000mm，厚度 12mm，探伤室门洞宽 3500mm，高 3500mm，能满足最大探伤工件的使用。年拍片数约 5000 张，探伤机仅限探伤室内使用。

## 项目地理位置

温州新星设备安装有限公司位于温州市平阳县萧江镇桃源包岙村，其地理位置图见附图 1，公司四周均为空地。公司周围 50m 内无环境敏感点。公司周边环境示意图见附图 2。

**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
无								

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
无										

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
无										

(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 (定向)	II	1	XXQ2505	250	5	工业探伤	探伤室内	/
2	X射线探伤机 (周向)	II	1	XXQ2505	250	5	工业探伤	探伤室内	/
	以下空白								

(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	
无													

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
无								

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>）和活度（Bq）。



表 6 评价依据

<p>法规 文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国主席令第 9 号，2015 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》，中华人民共和国主席令第 48 号 2016 年修订，2016 年 9 月 1 日起施行；第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议重新修订，2018 年 12 月 29 日</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月；</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) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，环境保护部令第 44 号，2017 年 9 月 1)；《关于修改&lt;建设项目环境影响评价分类管理名录&gt;部分内容的决定》，生态环境部令第 1 号，2018 年 4 月 28 日；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号，2005 年 12 月 1 日起施行，2014 年 7 月 29 日部分修改；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环保总局第 31 号令；关于修改《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的决定，环境保护部令第 3 号，2008 年 12 月；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011 年；</p> <p>(9) 《国家危险废物名录》，环境保护部令第 39 号，2016 年 8 月。</p> <p>(10) 《浙江省建设项目环境保护管理办法》，省政府令第 364 号，2018 年 3 月 1 日；</p> <p>(11) 《射线装置分类》，环境保护部，国家卫生计生委，2017 年第 66 号令，2017 年 12 月；</p> <p>(12) 《浙江省辐射环境管理办法》，省政府令第 289 号，2012 年 2 月 1 日；</p> <p>(13) 《浙江省建设项目环境保护管理办法》，2018 年 3 月；</p> <p>(14) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，生态环境部令第 1 号，2018 年 4 月。</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》，HJ 10.1—2016 环境保护部；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(3) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）；</p> <p>(4) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及第 1 号修改单。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 营业执照，见附件 1；</p> <p>(2) 建设项目环境影响登记表，见附件 2；</p> <p>(3) 委托书，见附件 3；</p> <p>(4) 环评告知书，见附件 4；</p> <p>(5) 检验检测报告，见附件 5。</p>

**表 7 保护目标与评价标准**

<p><b>评价范围</b></p> <p>根据本项目的特点，结合《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）的相关规定，确定以探伤室周围 50m 作为本项目的评价范围。</p>
<p><b>保护目标</b></p> <p>环境保护目标为室内 X 射线探伤项目周围活动的辐射工作人员、以及公司内的其他非辐射工作人员和公众成员。50m 评价范围内无环境敏感点。</p>
<p><b>评价标准</b></p> <p><b>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）</b></p> <p>4.3.3 防护与安全的最优化</p> <p>4.3.3.1 对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件(治疗性医疗照射除外)。</p> <p><b>B1 剂量限值</b></p> <p><b>B1.1 职业照射</b></p> <p><b>B1.1.1 剂量限值</b></p> <p><b>B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：</b></p> <p>a)由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv。 本项目取其四分之一即 5mSv 作为管理限值。</p> <p><b>B1.2 公众照射</b></p> <p><b>B1.2.1 剂量限值</b></p> <p>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：</p> <p>a)年有效剂量，1mSv。 本项目取其四分之一即 0.25mSv 作为管理限值。</p> <p><b>(2) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）。</b></p> <p>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。</p> <p>本标准适用于使用 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置(以下简称 X 射线装置或探伤机)进行探</p>

伤的工作。

#### 4.1 防护安全要求

4.1.1 探伤室的设置应充分考虑周围的辐射安全,操作室应与探伤室分开并尽量避开有用线束照射的方向。

4.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区,与墙壁外部相邻区域划为监督区。

##### 4.1.3 X 射线探伤室墙和入口门的辐射屏蔽应同时满足:

a) 人员在关注点的周剂量参考控制水平,对职业工作人员不大于  $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ,对公众不大于  $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ;

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

##### 4.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足:

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时,探伤室顶的辐射屏蔽要求同 4.1.3;

b) 对不需要人员到达的探伤室顶,探伤室顶外表面  $30\text{cm}$  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。

## 4.2 安全操作要求

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

4.2.2 应定期测量探伤室外周围区域的辐射水平或环境的周围剂量当量率,包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应当与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时,应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

4.2.3 交接班或当班使用剂量仪前,应检查剂量仪是否正常工作。如在检查过程中发现剂量仪不能正常工作,则不应开始探伤工作。

4.2.4 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置,如准直器和附加屏蔽,把潜在的辐射降到最低。

4.2.5 在每一次照射前,操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下,才能开始探伤工作。

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

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

#### 5.1 典型条件

探伤室探伤工作的典型条件如下:

- a) 探伤室外表面 30cm 外的剂量率控制值为  $2.5\mu\text{Gy/h}$ 。
- b) X 射线管电流 (I) 为 5mA, X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角  $20^\circ$ 。
- c) X 射线探伤机的泄漏辐射在距靶点 1m 处的剂量率,见表 1。

#### 5.2 探伤室的典型屏蔽厚度表

在 5.1 典型条件下,不同千伏 X 射线有用线束、泄漏辐射和  $90^\circ$  散射辐射屏蔽所需要的铅和混凝土厚度列于表 7-1、表 7-2 和表 7-3。

表 7-1 有用线束屏蔽所需厚度

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

注：表中数据按 4.1 计算得出，铅的密度为 11.3t/m<sup>3</sup>，混凝土的密度为 2.35t/m<sup>3</sup>

表 7-2 泄漏辐射屏蔽所需厚度

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

注：表中数据按 4.1 计算得出，铅的密度为 11.3t/m<sup>3</sup>，混凝土的密度为 2.35t/m<sup>3</sup>

表 7-3 散射辐射屏蔽所需厚度

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

注：表中数据按 4.1 计算得出，铅的密度为 11.3t/m<sup>3</sup>，混凝土的密度为 2.35t/m<sup>3</sup>

**表 8 环境质量和辐射现状**

**室内 x 射线探伤项目位置**

本项目室内 x 射线探伤项目位于车间内，四侧为公司厂区道路和车间，室内 x 射线探伤室周围 50m 范围内无环境敏感点，公司厂区平面图见附图 3。

**x 射线探伤室及其周围辐射环境背景水平监测**

为了解温州新星设备安装有限公司 x 射线探伤室及其周围的辐射环境背景水平，评价单位委托杭州华圭环境检测有限公司于 2018 年 11 月 28 日对 x 射线探伤室拟用址周围进行辐射环境本底水平现场检测。

**检测仪器与规范**

检测仪器的参数与规范见表 8-1。

**质量保证措施**

- (1) 合理布设检测点位，保证各检测点位布设的科学性和可比性。
- (2) 检测方法采用国家有关部门颁布的标准，检测人员经考核并持有合格证书上岗。
- (3) 检测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- (4) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，并用检验源对仪器进行校验。
- (5) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

**表 8-1 X-γ射线剂量率检测仪器参数与规范**

仪器名称	X-γ剂量检测仪
仪器型号	451P
能量响应	>25 keV
量 程	0~50mSv/h
检定证书	上海市计量测试技术研究院 (检定证书编号: 2018H21-20-1500580001) 有效期: 2018 年 6 月 27 日~2019 年 6 月 26 日
监测规范	《环境地表γ辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-1993)

**检测结果及评价**

检测结果见表 8-2，现状检测点位见附图 3。



表 8-2 X 射线探伤室拟用址及其周围辐射环境背景监测结果<sup>1)</sup>

检测点位	检测点位描述	辐射剂量率 (nSv/h)	
		平均值	标准差
▲1	X 射线探伤室拟用址东侧	0.11	0.02
▲2	X 射线探伤室拟用址南侧	0.15	0.01
▲3	X 射线探伤室拟用址西侧	0.13	0.02
▲4	X 射线探伤室拟用址北侧	0.14	0.02
▲5	厂区	0.13	0.01

注：1) 检测结果未扣除宇宙射线的响应，检测点位图见附图 3。

由表 8-2 的检测结果可知，室内 X 射线探伤项目拟用址各检测点位的 $\gamma$ 辐射剂量率在 0.12~0.14 $\mu$ Sv/h 之间，由《浙江省环境天然放射性水平调查报告》可知，温州地区建筑物室内 $\gamma$ 辐射剂量率在 0.073~0.198 $\mu$ Gy/h 之间，可见其 $\gamma$ 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

### 探伤原理

X 射线探伤机是利用 X 射线对对象进行透射拍片的探伤室。通过 X 射线管产生的 X 射线对受检工件焊缝处所贴的 X 线感光片进行照射，当射线在穿过裂缝时其衰减明显减少，胶片接受的辐射增大，在显影后的胶片上产生一个较黑的图像显示裂缝所在的位置，X 射线探伤机就据此实现探伤目的。X 射线探伤机主要由 X 射线管和高压电源组成。

X 射线探伤机主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难融金属（如钨、铂、金、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 射线管结构示意图如图 9-1 所示。

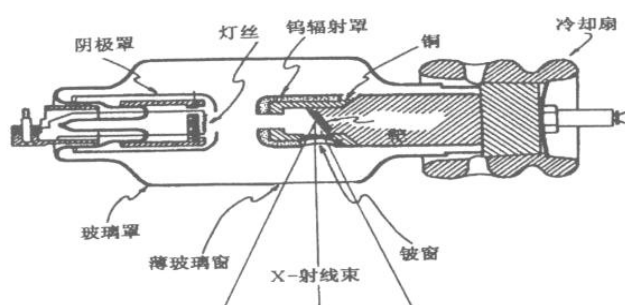
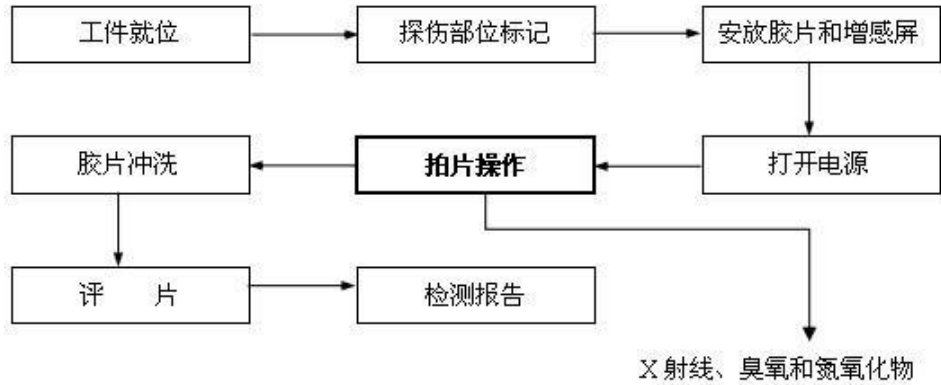


图 9-1 典型的 X 射线管结构示意图

### 探伤过程

该公司使用 X 射线机探伤均在固定的探伤室内，探伤室与车间有轨道相通，将需要进行射线探伤的工件放置于平板小车，送入探伤室，设置适当位置，在工件待检部位布设 X 射线胶片并加以编号，检查无误，工作人员撤离探伤室，并将工件门关闭，然后按照无损检测标准选择单壁单影、双壁单影透照方式，根据工件规格选择一次透照长度及张数，根据曝光曲线选择合适的管电压以及曝光时间，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



## 污染源项描述

### (1) X 射线

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

### (2) 臭氧和氮氧化物

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

### (3) 废显（定）影液及胶片

X 射线探伤机探伤过程中产生的废显（定）影液及胶片属于国家危险废物名录中感光材料废物 HW16，废物代码为 900-019-16，并无放射性。同时，应建立废显影液、定影液处理台账管理制度和转移联单管理制度。

**表 10 辐射安全与防护**

**项目安全设施**

(1) X 射线探伤室设计有安装门-机联锁安全装置和灯光警示装置，且只有在防护门处于关闭状态时 X 射线装置才能出束。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。

(2) X 射线探伤室门口和内部应需同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，且照射状态指示装置应与 X 射线探伤室机联锁。“预备”和“照射”信号应有明显的区别，且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。

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

(4) X 射线探伤室顶部外表面 30cm 处的剂量率需控制在 100 $\mu$ Sv/h 以内。

(5) X 射线探伤室设计有机械通风设施，工作期间应保证机械通风的正常运行且每小时有效通风换气次数不小于 3 次，且排风口不朝向人员活动密集区，具有降低室内臭氧和氮氧化物的浓度作用。

(6) X 射线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。

(7) 公司须给每个辐射工作人员配备个人剂量计，工作期间必须佩戴。

(8) 公司须配备至少 1 台剂量报警仪。

(9) 应建立探伤机使用台账。

**布局合理性分析**

公司的探伤室位于车间内，探伤室分为曝光室、暗室、评片室和操作室；探伤室的工件门朝车间，便于工件从轨道进出；工作人员进出门位于操作室便于操作人员进出，同时设有迷道。本项目探伤室的设置充分考虑了周围的辐射安全，在探伤室内设置了迷道，采用全无窗设计，工件门和人员出入门均设计了门-机联锁安全装置和开机工作警示灯。根据屏蔽能力分析可知，其防护能满足相应标准的要求，因此本项目探伤室设计是基本合理的。

**分区原则及区域划分**

**(1) 分区原则**

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求在辐射性工作场所内划出控制区和监督区。

控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。运用行政管理程序如进入控制区的工作许可证和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，操作区应与非放射性工作区隔开。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的制定区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标记；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

## (2) 区域划分

本次环评根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》4.1.2 的要求，结合项目辐射防护和环境情况特点，将探伤室划为控制区，其控制室划为监督区。本项目控制区和监督区划分情况见图 10-1，红色区域为控制区，黄色区域为监督区。

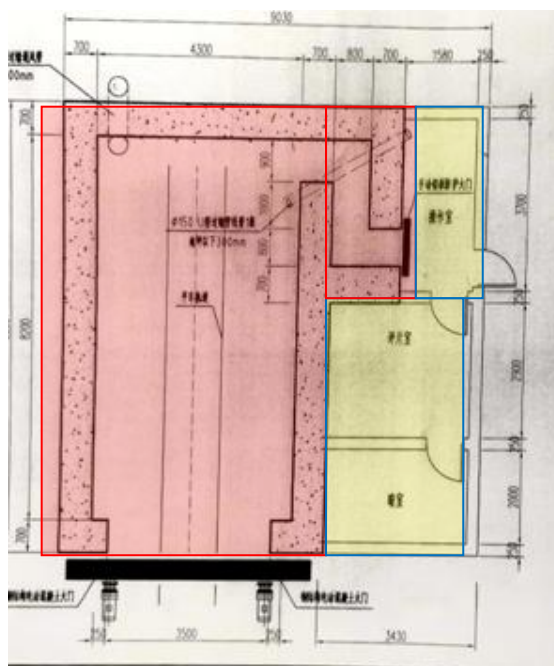


图 10-1 本项目辐射工作场所控制区和监督区划分示意图

## 三废的治理

根据 X 射线的原理可知 X 射线探伤室机在工作时产生射线，造成室内空气电离，产生一定量的臭氧和氮氧化物。通过室内的通风系统可以排出探伤室，不会对环境产生影响。

废显影液、定影液及胶片要求集中存放在有锁的存储室内，废显影液、定影液暂存应对贮存容器双重保护，地面硬化，设置围堰，设置危废标示，并由专人保管，并与有资质的单位签订废液回收协议定期送交有资质的单位处理。

**表 11 环境影响分析**

**建设阶段对环境的影响**

由于室内 X 射线探伤机只有在无损检测过程中才会产生辐射，其产生的射线是随机器的开、关而产生和消失的。X 射线探伤机未通电运行，故不会对周围环境造成电离辐射影响，也无放射性废气、废水及固体废弃物产生。X 射线探伤室内需依据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）设置紧急停机按钮或拉绳，X 射线探伤室门口需设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。

**运行阶段对环境的影响**

根据公司提供的资料可知，温州新星设备安装有限公司的 X 射线探伤室为一层设备。X 射线探伤室屏蔽情况见表 11-1，平面布置见附图 4。

**表 11-1 X 射线探伤室屏蔽情况一览表**

项目	内容
长×宽×高	8m×4m×3.8m
四侧屏蔽墙	700mm 混凝土
曝光室顶棚	400mm 混凝土
工作人员进出门	电动推移门，门洞宽 3.5m×高 3.5m 门宽 3.6m×高 3.6m（两侧门与墙体的搭接最大为 0.2m，按照搭接长度须大于等于 10 倍间隙的原则）， 200mm 厚含 15mm 铅板
工件门	电动推移门，门洞宽 0.8m×高 2m 门宽 0.9m×高 2.1m（两侧门与墙体的搭接最大为 0.2m，按照搭接长度须大于等于 10 倍间隙的原则）， 200mm 厚含 15mm 铅板
迷道	宽 900mm，长 1500mm，墙厚 700mm
电缆	地理 U 型电缆管线（直接Φ150mm，地下 300mm 处）
通风	U 型抽风（直接Φ300mm，地下 300mm 处）

**探伤室辐射屏蔽分析**

为了分析预测该项目投入使用后所引起的辐射环境影响，本项目 X 射线探伤室的屏蔽评价采用理论计算的方式进行。周向探伤机出束为水平面，四侧墙体和工件门为主射方向；定向探伤机

出束为东西方向，南侧和北侧墙体为主射方向。

**(1) 计算公式及参数选取**

本项目室内 X 射线探伤项目长、宽和高分别为 8m、4m 和 3.8m，根据建设单位提供的资料显示，同时考虑到墙体的厚度，墙外 30cm 到焦点的最小距离和各防护门、顶棚外 30cm 到焦点的最小距离计算过程见公式 (1) ~ (4)。

南北侧墙外 30cm 到焦点的最小距离 d:

$$4/2+0.7+0.3=3m..... (1)$$

东西侧墙外 30cm 到焦点的最小距离 d:

$$8/2+0.7+0.3=5m..... (2)$$

工件门外 30cm 到焦点的最小距离 d:

$$8/2+0.2+0.3=4.5m..... (3)$$

顶棚外 30cm 到焦点的最小距离 d:

$$3.8-1+0.4+0.3=3.5m..... (4)$$

**(2) 屏蔽厚度估算**

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)，探伤室的典型屏蔽厚度表，查表，使用内插法可计算得到本项目探伤室所需屏蔽厚度，具体见下表。

**表 11-2 有用线束屏蔽所需厚度**

屏蔽物质	管电压 (kV)	距靶点不同距离处的有用线束屏蔽所需厚度 (mm)						
		2m	3m	4m	6m	8m	10m	15m
铅	250	12	11	10.6	9.6	9.0	8.4	7.5
混凝土	250	510	470	450	420	400	380	350

注：表中铅的密度为 11.5t/m<sup>3</sup>，混凝土的密度为 2.35t/m<sup>3</sup>。

**表 11-3 散射辐射屏蔽所需厚度**

屏蔽物质	管电压 (kV)	距靶点不同距离处的 90°散射辐射屏蔽所需厚度 (mm)						
		2m	3m	4m	6m	8m	10m	15m
铅	250	5.6	5.1	4.8	4.3	3.9	3.6	3.2
混凝土	250	350	320	290	260	240	220	190

注：表中铅的密度为 11.5t/m<sup>3</sup>，混凝土的密度为 2.35t/m<sup>3</sup>。

**(3) 屏蔽设计符合性分析**

由以上计算，可比较公司探伤室的屏蔽设计是否符合理论计算的结果，比较结果见表 11-4。

由表 11-4 可知，该探伤室各屏蔽体的设计均符合要求。

**表 11-4 探伤室屏蔽符合情况一览表**

项目	设计屏蔽水平	标准计算值	是否符合
南北侧防护墙	700mm 混凝土	不带迷道部分墙体 470mm 混凝土 带迷道部分墙体 320mm 混凝土	符合
东西侧防护墙	700mm 混凝土	435mm 混凝土	符合
工件出入口	200mm 厚含 15mm 铅板	10.35mm 铅板	符合
工作人员出入口	200mm 厚含 15mm 铅板	4.7mm 铅板	符合
天棚	400mm 混凝土	305mm 混凝土	符合

企业考虑到发展及产品升级的需要，拟加强屏蔽水平，符合建设的正当性要求，同时，迷道所采用的墙体厚度于四周墙体一致，故四周墙体满足设计要求时，迷道墙体同样满足设计要求。

#### (4) 照射剂量分析

通过理论计算和设计屏蔽厚度的比较，推断出辐射工作人员及公众成员受到的照射剂量。

##### 1、辐射工作人员

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 射线产生的外照射人均年有效剂量当量按下列公式计算：

$$H_{E,r} = D_r \times t \times 0.7 \times 10^{-6} (mSv) \dots\dots\dots (5)$$

其中：HEr: X 射线外照射人均年有效剂量当量, mSv/a;

Dr: X 射线空气吸收剂量率, nGy/h, 根据标准取 2500nGy/h。

t: X 射线照射时间, h/a;

0.7: 剂量换算系数, Sv/Gy。

建设单位预计，本项目年拍片量为 5000 张左右，按每张片曝光时间按 5min 计，则年开机时间 25000min，即年开机工作约 417h。通过公式可计算本项目所致辐射工作人员的年最大附加有效剂量约为 0.73mSv/a 符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中相应“剂量限值”的要求，符合本次评价职业照射管理限值要求（5mSv）。

##### 2、公众成员

X 射线探伤机开机工作时，将开启工作灯光警示装置，告诫车间其他工作人员不要在 X 射线探伤机周围停留。公司应有严格的管理制度，公众成员一般不进入该区域，车间其他工作人员和



公众人员不会接受额外的辐射照射，因此，公众成员所接受的剂量也能符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

#### （5）本项目辐射环境影响预测分析

综上所述，本项目实施后，该本项目辐射工作人员年附加有效剂量当量约为 0.73mSv，其他工作人员和公众人员亦不会受到额外的辐射照射，均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的关于“剂量限值”的要求，亦符合本次评价管理限值要求（职业剂量限值 5mSv，公众剂量限值 0.25mSv）。

#### 事故影响分析

公司使用的射线装置属 II 类射线装置，可能的事故工况主要有以下几种情况：

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

（2）人为故意引起的辐射照射。

（3）有人员在探伤室内时，操作室内工作人员误打开探伤机，造成误照射。

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

发生辐射事故时，事故单位应当立即切断电源、保护现场，并立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填报《辐射事故初始报告表》。对于发生的误照射事故，应首先向当地环境保护部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

**表 12 辐射安全管理**

**辐射安全与环境保护管理机构的设置**

公司必须制定《放射防护安全管理机构及职责》。内容包括：

(1) 公司应确定本单位辐射工作安全责任人，设置以行政主管领导为组长的辐射防护领导机构，并指定专人负责射线装置运行时的安全和防护工作。

(2) 辐射防护领导机构应规定各成员的职责，做到分工明确、职责分明。

(3) 辐射防护领导机构应加强监督管理，切实保证公司各项规章制度的实施。

**辐射安全管理规章制度**

(1) 公司必须制定《安全防护管理工作制度》。内容应包括：

1、公司须按法律法规要求，尽快向有权限的环保部门申请办理《辐射安全许可证》，领取许可证且办理登记手续后方可从事许可范围内的放射工作，需改变许可登记内容或终止放射工作时，必须按规范向审批部门办理变更或注销手续；

2、公司在从事辐射操作前，须制订《操作规程》、《岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《设备检修维护制度》、《辐射工作安全责任书》等规章制度；同时公司须组织辐射工作人员进行上岗培训和辐射安全防护知识的培训，并进行个人剂量监测和职业健康检查。

(2) 公司必须制定《操作规程》。

1、凡涉及对射线装置进行的操作，都有应有明确的操作规程（包括开机检查、门机连锁检查等一系列工作），操作人员必须按操作规程进行操作。

2、操作人员必须熟悉探伤室的性能和使用方法，并做好相应的个人防护，操作规程应张贴在操作人员可看到的显眼位置，防止误操作。

(3) 公司必须制定《岗位职责》。

公司必须制定评片人员职责和拍片操作人员职责。

(4) 公司必须制定《辐射防护和安全保卫制度》

1、射线装置的使用场所，应有门—机联锁安全装置、开机工作警示灯，电离辐射警示标志及中文警示说明等防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。

2、建立射线装置的档案和台账，贮存、使用射线装置时及时进行登记、检查，做到帐物相符。

(5) 公司必须制定《设备检修维护制度》

对可能引起操作失灵的关键零配件及时进行更换。设备检修时禁止开启探伤室，待检修完毕，

开启探伤室试探伤，确认检修完成。大修后主要性能未达到仪器基本参数时不准重新投入使用。并且每年将射线装置送交有资质的单位进行检定，检定合格后方可继续使用。

(6) 公司须制定《自行检查和年度评估制度》

1、定期对室内 X 射线探伤项目的安全装置和防护措施、设施的安全防护效果进行检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患，必须立即进行整改，避免事故的发生。如每天进行门-机联锁安全装置、工作指示灯和电离辐射标志检查，每月核实规章制度执行情况，每季度进行个人剂量档案归档及检查，每年进行身体健康档案归档及检查等。

2、根据环保部第 18 号令的要求，公司应当对本单位的辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向《辐射安全许可证》发证机关提交上一年度的评估报告。

(7) 安全培训及健康管理

1、公司应为每个辐射工作人员配备个人剂量计，每三个月送有资质的单位检测一次。

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

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

**辐射监测**

**监测仪器和防护设备**

公司应配置 1 台报警仪，每个辐射工作人员均应配备个人剂量计，并建立个人剂量档案。

**监测计划**

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

(1) 监测频度：每年常规监测一次。

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

(3) 监测项目：X-γ辐射剂量率。

(4) 监测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存。

## 辐射事故应急

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

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

发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填报《辐射事故初始报告表》。对于发生的误照射事故，应首先向当地环境保护部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

**表 13 结论与建议**

### **实践的正当性**

温州新星设备安装有限公司室内 X 射线探伤项目，目的是为了对压力容器进行无损检测，其运行所致辐射工作人员和周围公众成员的剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。因而，只要按规范操作，该公司使用探伤机是符合辐射防护“正当实践”原则。因此，该项目使用 X 射线探伤机的目的是正当可行的。

### **选址合理性分析**

温州新星设备安装有限公司位于温州市平阳县萧江镇桃园包岙村，其地理位置图见附图 1，公司四周均为空地。室内 X 射线探伤项目周围 50m 范围内无环境敏感点，其选址是合理可行的。

### **辐射防护屏蔽能力分析**

探伤室铅门采用 15mm 铅板做防护，防护墙四侧采用 700mm 混凝土做防护，顶棚采用 400mm 混凝土做防护，X 射线探伤室设计屏蔽能力能符合《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的要求。

### **主要污染因子及辐射环境影响评价**

本项目的主要污染因子为 X 射线，另外探伤过程中产生一定量的臭氧和氮氧化物，但由于所产生的少量臭氧和氮氧化物不足已影响到外环境总量，故在此不做定量分析。

根据分析结果，公司从事辐射操作的工作人员和公众成员所受到额外辐射照射符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求以及本项目的剂量管理限值要求。

### **辐射环境管理制度**

公司在从事辐射操作前，必须制订《放射防护安全管理机构及职责》、《安全防护管理制度》、《操作规程》、《岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《设备检修维护制度》、《辐射事故应急预案》等规章制度。

### **安全培训及健康管理**

公司应为每个辐射工作人员配备个人剂量计，每三个月送有资质的单位检测一次。

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

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

## 结论

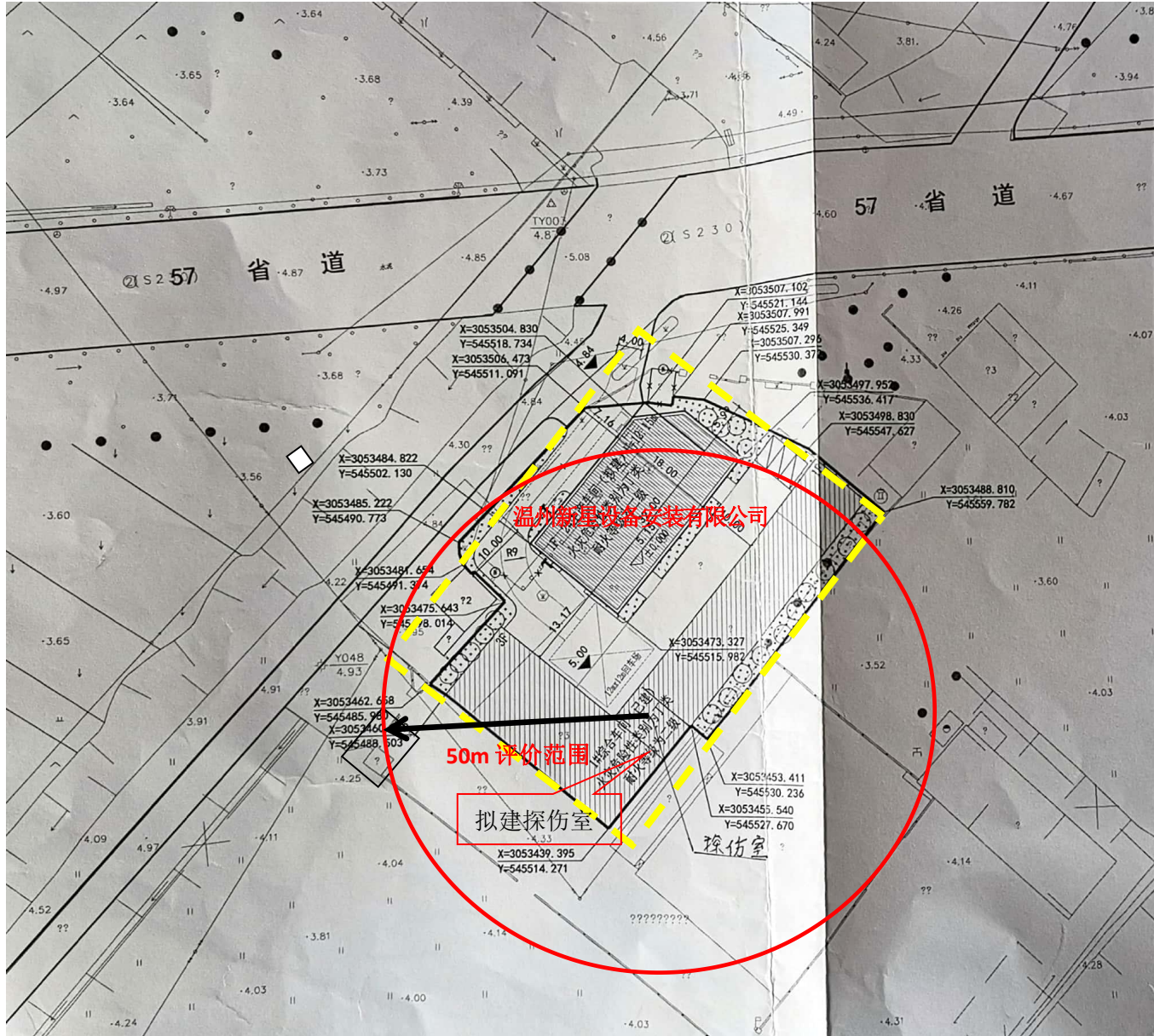
温州新星设备安装有限公司室内 X 射线探伤项目，在落实本评价报告所提出的各项污染防治措施和辐射环境管理计划后，该公司将具备其所从事的辐射活动的技术能力和辐射安全防护措施，其 X 射线探伤机在探伤室内运行时对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设是可行的。

## 建议和承诺

- (1) 环评报批后，公司需及时向环境保护主管部门申领辐射安全许可证。
- (2) 公司须在本项目内容投入试运行 3 个月内申请竣工验收。

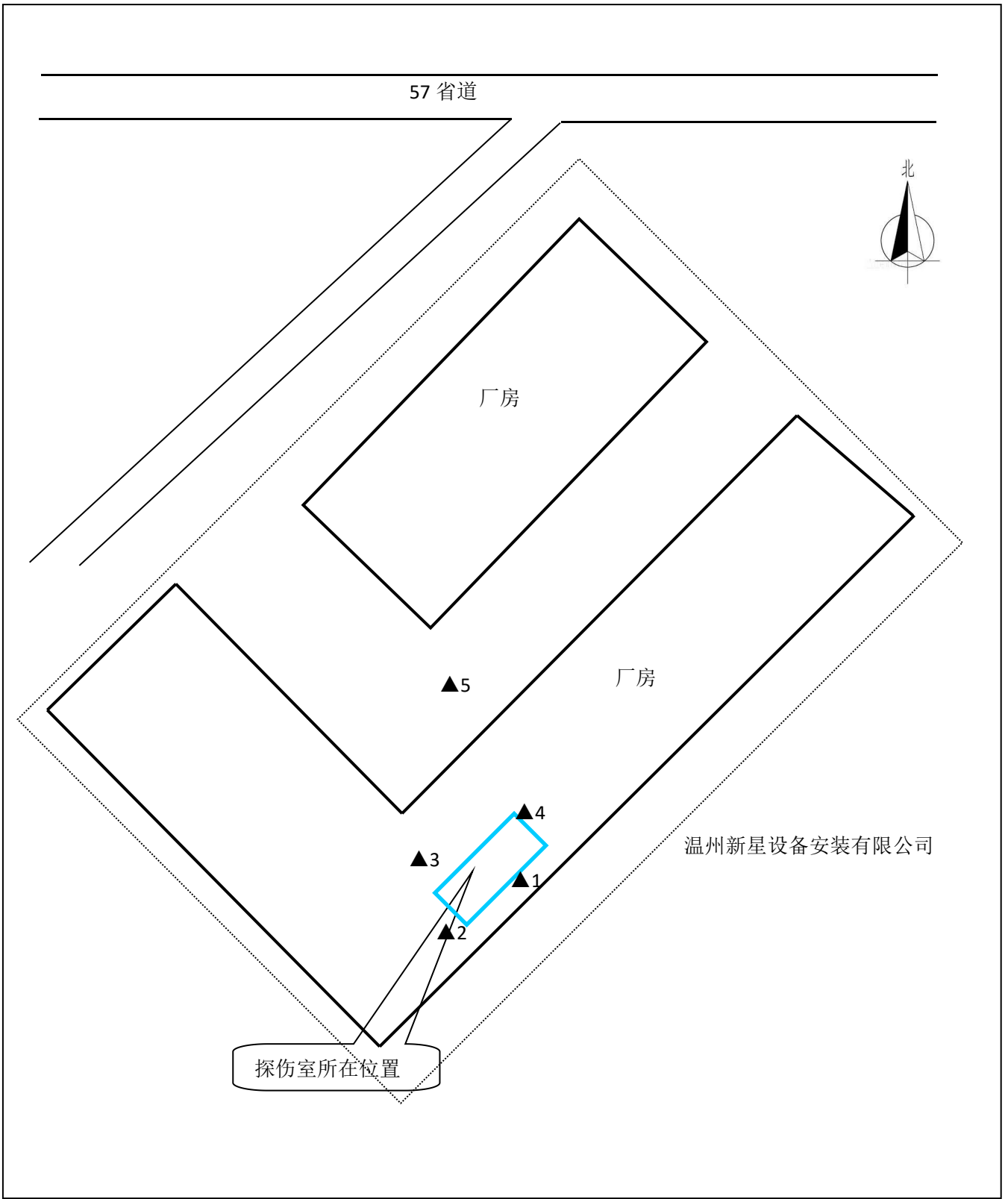


附图 1 公司地理位置图



附图 2 公司周边环境示意图





附图 3 公司平面图及监测点位图

## 情况说明

2019年3月，我单位已按专家意见要求，对本项目报告及相关内容进行修改、核实、补充，特此说明。

序号	专家意见	修改处
1	补充说明温州新星设备安装有限公司现有厂房的环评审批情况。	P2 和附件中补充说明了温州新星设备安装有限公司现有厂房的环评审批情况；
2	核实报告所列探伤机型号与管电压、管电流等技术参数的一致性，并明确其出线形式；明确探伤室内周向探伤机正常工况下出束的平面和定向探伤机正常工况下的出线束的方向。	核对了报告所列探伤机型号与管电压、管电流等技术参数的一致性，P明确其出线形式；
3	更新《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国环境影响评价法》等法律法规的修订时间；整理完善相关法律法规，对于废标准予以删除。完善编制依据。	P6 完善编制依据、更新了法律法规。
4	补充探伤室拟建址本底检测报告、检测单位的资格证明文件；补充说明检测设备的鉴定有效期；完善本底检测的相关仪器、检定有效期等参数，确保检测数据的有效性；核实检测报告检测值的单位和检测结果；明确监测依据。	P14、15 和附件中补充探伤室拟建址本底检测报告、检测单位的资格证明文件、检测设备的鉴定有效期、检定有效期等；核对了检测报告检测值的单位和检测结果；明确了监测依据；
5	补充控制区和监督区的划分原则，并在图中表明划区范围。	P19 补充了控制区和监督区的划分原则，并在图中表明划区范围
6	“表 11-1 X 射线探伤室屏蔽情况一览表”完善人员初入门处的迷道设置情况说明；完善探伤室迷道的描述及其屏蔽能力符合性分析；核实工件门和人员出入口的尺寸和搭接，确保搭接长度符合要求。	P20、21 完善了人员初入门处的迷道设置情况说明；核实工件门和人员出入口的尺寸和搭接。
7	补充说明项目检测工件的内容和尺寸；进一步完善室内探伤项目中需 X 射线探伤检测的工件尺寸大小，确保探伤室的大小尺寸满足工件的要求。	P2 补充说明了项目检测工件的内容和尺寸。
8	补充辐射工作人员和公众人员的年照射剂量估算和分析。	P22、23 补充了辐射工作人员和公众人员的年照射剂量估算和分析。
9	修改报告中关于项目验收的要求。	P28 修改了报告中关于项目验收的要求
10	完善厂区平面图和项目所在地的卫星地图，并注明评价范围。完善附件中相关的附图，在厂区平面图中标注评价范围。	附图中完善了相关附图。
11	明确探伤室内周向探伤机正常工况下出束的平面和定向探伤机正常工况下的出线束的方向。	P20 明确探伤室内周向探伤机正常工况下出束的平面和定向探伤机正常工况下的出线束的方向。
12	根据 X 射线探伤室通风换气次数，估算臭氧和氮氧化物的浓度。	P19 定性分析了臭氧和氮氧化物。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

经办人

公 章

年 月 日

审批意见：

经办人

公 章

年 月 日