

核技术利用建设项目

苏州奥克思光电科技有限公司
生产、销售、使用 3 个系列的 X 射线检
测装置项目
环境影响报告表

苏州奥克思光电科技有限公司

2018 年 12 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

苏州奥克思光电科技有限公司
生产、销售、使用 3 个系列的 X 射线检
测装置项目
环境影响报告表

建设单位名称：苏州奥克思光电科技有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：苏州市吴中区横泾天鹅荡路 2588 号 17 幢

邮政编码：215000

联系人：郁易纯

电子邮箱：yi_chun@axtek.cn

联系电话：13115108112

表 1 项目基本情况

建设项目名称	生产、销售、使用 3 个系列的 X 射线检测装置项目				
建设单位	苏州奥克思光电科技有限公司				
法人代表	李晨光	联系人	郁易纯	联系电话	13115108112
注册地址	苏州市吴中区横泾天鹅荡路 2588 号 17 幢				
项目建设地址	苏州市吴中区横泾天鹅荡路 2588 号 17 幢				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)	500	项目环保投资 (万元)	30	投资比例 (环保投资/总投资)	6.0%
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积 (m ²)	190
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 checked="" type="checkbox"/> 生产	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 销售	<input checked="" 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. 项目概述

苏州奥克思光电科技有限公司 (AXTEK) 于 2012 初成立于江苏苏州, 是一家专门从事 X-ray 检测服务、SMT 自动化设备的研发、生产、销售、进出口贸易为一体的高科技企业。

企业现租用横泾工业坊内一座一层厂房, 拟开展 X 射线检测装置的生产、销售工作, 并在设备生产过程中对设备进行开机调试。本次为企业首次开展核技术利用项目, 环评内容即对上述设备调试时的辐射环境影响进行评价, 核技术利用情况见表 1-1。

表 1-1 核技术利用项目一览表

序号	射线装置名称	数量	管电压 kV	管电流 mA	射线装置类别	工作场所名称	活动种类	环评情况及审批时间	许可情况
1	AX 系列 X 射线检测装置	20 台/年	90	0.18	II	调试间	生产销售使用	本次环评	未许可
2	XI 系列 X 射线检测装置	20 台/年	90	0.18	II				
3	XC 系列 X 射线检测装置	40 台/年	80	0.7	II				

2. 项目周围环境

苏州奥克思光电科技有限公司厂址位于苏州市吴中区横泾天鹅荡路 2588 号 17 幢，项目地理位置见附图 1。

企业厂房位于横泾工业坊园区内，厂房为一层建筑结构，北侧为区间道路及相邻企业厂房，东侧为苏州日之容塑料制品有限公司，南侧为区间道路，西侧为苏州市巨茂和纺织科技有限公司。企业厂房周围环境见附图 2，厂房平面布置见附图 3。

X 射线检测装置的调试间位于企业厂房西北侧，调试间北侧为仓库，东侧为装配车间，东南侧为办公区及办公室，南侧和西侧均为相邻企业厂房。调试间周围 50m 范围基本仍在横泾工业坊园区范围内，没有居民点、学校和医院等环境敏感点，项目选址可行。

3. 原有核技术利用项目许可情况

本项目为企业首次开展核技术利用项目。

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	X射线检测装置	II	20台/年	AX系列	90	0.18	工业检测	调试间	/
2	X射线检测装置	II	20台/年	X1系列	90	0.18	工业检测	调试间	/
3	X射线检测装置	II	40台/年	XC系列	80	0.7	工业检测	调试间	/
/									

(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
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	通风排放	排入大气， 臭氧在 50 分钟后自动 分解
/								

注：1. 常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³；年排放总量用 kg。

2. 含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法 规 文 件	<ol style="list-style-type: none">1) 《中华人民共和国环境保护法》(修订), 2014 年 4 月 24 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订, 2015 年 1 月 1 日起施行;2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(修订), 2016 年 7 月 2 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议通过, 2016 年 9 月 1 日起施行;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;4) 《建设项目环境保护管理条例》(修订), 国务院令 682 号, 2017 年 10 月 1 日起施行;5) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2018 年修改版), 生态环境部令 第 1 号, 自 2018 年 4 月 28 日起施行;6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》, 国务院 449 号令, 2005 年 12 月 1 日起施行, 2014 年 7 月 29 日修订;7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2017 年修正), 环境保护部令 第 47 号, 自 2017 年 12 月 20 日起施行;8) 关于发布《射线装置分类》的公告, 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;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》, 国家环保总局, 环发(2006)145 号, 2006 年 9 月 26 日;10) 《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, 自 2011 年 5 月 1 日起施行;11) 《江苏省辐射污染防治条例》(修正), 江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第二次会议于 2018 年 3 月 28 日通过, 江苏省人大常委会公告 第 2 号, 自 2018 年 5 月 1 日起施行。
------------------	--

1. 技术导则和规范

- (1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016);
- (2) 《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);
- (3) 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T 61-2001)。

2. 评价标准

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

职业照射和公众照射剂量限值:

	剂量限值
职业照射	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; b) 任何一年中的有效剂量, 50mSv。
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; b) 特殊情况下, 如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv, 则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

- (2) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015);

4.1.1 节: 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 节: 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 节: X 射线探伤室墙和入口门的辐射屏蔽应同时满足:

- a) 人员在关注点的周剂量参考控制水平, 对职业工作人员不大于 100 μ Sv/周, 对公众不大于 5 μ Sv/周;
- b) 关注点最高周围剂量当量参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h。

4.1.4 节: 探伤室顶的辐射屏蔽应满足:

- a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点

到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同 4.1.3；

b) 对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 100 μ Sv/h。

4.1.5 节：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。

4.1.7 节：照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。

4.1.9 节：探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。

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

3.1.1 节：探伤室墙和入口门外周围剂量当量率（以下简称剂量率）和每周周围剂量当量（以下简称周剂量）应满足下列要求：

a) 周剂量参考控制水平 (H_c)

人员在关注点的周剂量参考控制水平 H_c 如下：

职业工作人员： $H_c \leq 100\mu$ Sv/周；

公众： $H_c \leq 5\mu$ Sv/周。

(4) 江苏省天然贯穿辐射水平

来自《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》(1993 年 3 月《辐射防护》第 13 卷第 2 期)。

江苏省天然贯穿辐射水平调查结果*： 单位：nGy/h)

	室外剂量率	室内剂量率
范围	62.6~101.9	77.2~152.4
均值	79.5	115.1
标准差 S	7.0	16.3

*：结果含宇宙射线电离成分所致（空气吸收）剂量率

注：上表中均值 $\pm 3S$ 后的室外剂量率为 79.5 ± 21.0 ，室内剂量率为 115.1 ± 48.9 ，将作为评价环境现状监测结果的参考标准。

其他	<p>与本项目有关的文件</p> <p>附件一：委托书；</p> <p>附件二：营业执照；</p> <p>附件三：本项目辐射环境本底检测报告，苏州热工研究院有限公司环境检测中心，2018年11月7日；</p> <p>附件四：核技术利用项目承诺书；</p> <p>附件五：辐射工作安全责任书。</p>
----	---

表 7 保护目标与评价标准

<p>评价范围</p> <p>本项目评价范围：以企业调试间为中心，周围 50m 范围。</p> <p>调试间位于企业厂房的西北侧，周围 50m 范围内没有居民点、学校和医院等环境敏感点。</p>																																												
<p>保护目标</p> <p>调试间周围 50m 范围内有：厂房内的装配车间、会议室、办公区、展厅、仓库及卫生间，厂房外的相邻企业厂房。</p> <p>本项目对环境的影响主要是进行 X 射线检测装置调试工作时对周围环境产生的辐射影响，辐射工作人员和厂房内外的其他人员（公众）均是需要关注的对象。环境保护目标分布情况见表 7-1。</p> <p style="text-align: center;">表 7-1 环境保护目标分布一览表</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>序号</th> <th>方位</th> <th>保护目标</th> <th>距离</th> <th>人员</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>调试间内</td> <td>调试区域</td> <td>相邻</td> <td>辐射工作人员</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>调试间北侧</td> <td>相邻企业厂房</td> <td>约 15m</td> <td>厂外其他人员</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>调试间东北侧</td> <td>相邻企业厂房</td> <td>约 20m</td> <td>厂外其他人员</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>调试间东侧</td> <td>装配车间</td> <td>约 2m</td> <td>厂内非辐射工作人员</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>调试间东南侧</td> <td>办公区</td> <td>约 10m</td> <td>厂内非辐射工作人员</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>调试间南侧</td> <td>相邻企业厂房</td> <td>约 2m</td> <td>厂外其他人员</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>调试间西侧</td> <td>相邻企业厂房</td> <td>约 2m</td> <td>厂外其他人员</td> </tr> </tbody> </table>					序号	方位	保护目标	距离	人员	1	调试间内	调试区域	相邻	辐射工作人员	2	调试间北侧	相邻企业厂房	约 15m	厂外其他人员	3	调试间东北侧	相邻企业厂房	约 20m	厂外其他人员	4	调试间东侧	装配车间	约 2m	厂内非辐射工作人员	5	调试间东南侧	办公区	约 10m	厂内非辐射工作人员	6	调试间南侧	相邻企业厂房	约 2m	厂外其他人员	7	调试间西侧	相邻企业厂房	约 2m	厂外其他人员
序号	方位	保护目标	距离	人员																																								
1	调试间内	调试区域	相邻	辐射工作人员																																								
2	调试间北侧	相邻企业厂房	约 15m	厂外其他人员																																								
3	调试间东北侧	相邻企业厂房	约 20m	厂外其他人员																																								
4	调试间东侧	装配车间	约 2m	厂内非辐射工作人员																																								
5	调试间东南侧	办公区	约 10m	厂内非辐射工作人员																																								
6	调试间南侧	相邻企业厂房	约 2m	厂外其他人员																																								
7	调试间西侧	相邻企业厂房	约 2m	厂外其他人员																																								
<p>评价标准</p> <p>1. 人员受照剂量管理目标（剂量约束值）</p> <p>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。周剂量控制水平，参考 GBZ 117-2015，对职业人员不大于 100μSv/周，公众不大于 5μSv/周进行管理。</p> <p>2. 环境剂量率控制限值</p> <p>X 射线检测装置铅房四周、顶部及防护门外 30cm 处，最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h。</p>																																												

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

2018年8月8日苏州热工研究院有限公司环境检测中心受苏州奥克思光电科技有限公司委托，对其厂房内拟开展X射线检测装置调试工作的区域及周围的辐射环境本底进行了检测。

1. 监测因子

本项目监测因子为环境空气中X- γ 辐射剂量率。

2. 监测方案

检测时使用的设备为6150AD5/H+6150AD-b/H型X- γ 剂量率仪，设备检定的有效期为2017年12月4日~2018年12月3日，检测点位布置见图8-1。

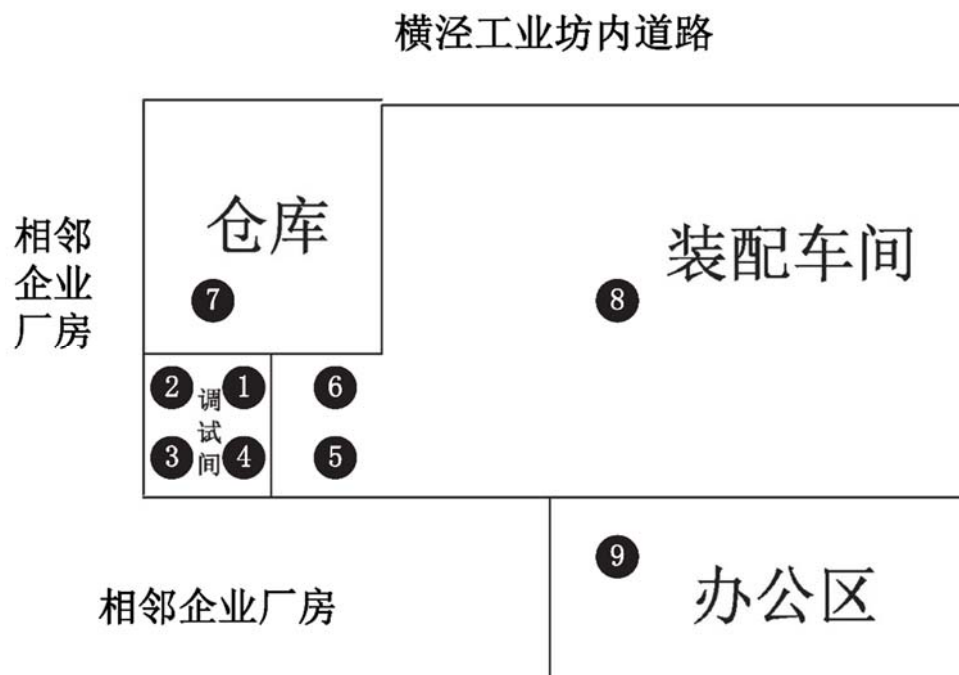


图 8-1 检测点位布置示意图

3. 环境现状监测结果及评价

表 8-1 给出了本项目拟开展 X 射线检测装置调试工作的区域及周围的辐射环境本底检测结果。

表 8-1 本项目设备调试区域周围辐射环境本底的检测结果

序号	检测点位置	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
1	设备调试区域 (调试间内)	0.134 \pm 0.002
2	设备调试区域 (调试间内)	0.134 \pm 0.003
3	设备调试区域 (调试间内)	0.133 \pm 0.002
4	设备调试区域 (调试间内)	0.134 \pm 0.002
5	设备调试区域东侧 (装配车间)	0.147 \pm 0.002
6	设备调试区域东侧 (装配车间)	0.145 \pm 0.003
7	设备调试区域北侧 (仓库)	0.141 \pm 0.002
8	设备调试区域东北侧 (装配车间)	0.149 \pm 0.002
9	设备调试区域东南侧 (办公区)	0.134 \pm 0.002

*检测结果未扣除宇宙射线响应值

检测结果表明：苏州奥克思光电科技有限公司拟开展 X 射线检测装置调试工作区域的辐射环境本底剂量率在 (0.133~0.149) $\mu\text{Sv/h}$ 之间，处于江苏省辐射环境本底水平的正常涨落范围内。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1. 设备组成

企业生产、销售、使用的 AX 系列、X1 系列及 XC 系列 X 射线检测装置均为自屏蔽式射线装置，每类设备（铅房）内置 1 个 X 射线发生器，设备主射线方向均朝向铅房顶部，以上系列产品的设计参数见表 9-1。

表 9-1 X 射线检测装置的设计参数

型号	额定电压	额定电流	射线方向
AX 系列 X 射线检测装置	90kV	0.18mA	固定朝上
X1 系列 X 射线检测装置	90kV	0.18mA	固定朝上
XC 系列 X 射线检测装置	80kV	0.7mA	固定朝上

2. 工作原理

本项目 X 射线检测装置属于 II 类射线装置，非工作状态下不产生 X 射线，进行检测工作时接通设备高压，发射 X 射线。

X 射线检测装置由曝光箱控体（包括箱体内部固定的 X 线发生器及影像接受器、连接电缆等）、显示器、控制台等组成，利用受检材料对 X 射线吸收并成像的原理，采用 X 射线进行透照，并在设备外部连接的工业电视显示器上观察、分析被检测件的内部缺陷。

3. 工艺流程

• X 射线检测装置的生产、安装流程

公司根据销售合同和客户的要求，确定需生产 X 射线检测装置的型号和数量，随后采购需要的物料、外协加工，并对部件进行加工组装，直至完成整机安装。

• X 射线检测装置的调试（使用）流程

先对整个系统进行调试，然后依次对其系统性能进行测试，主要包括对安全联锁进行调试、对系统相关参数进行设置、对辐射防护进行测试、对系统稳定性进行测试，最后完成辐射防护检测和最终检验测试。

本项目设备的生产、安装、调试流程及产污环节如图 9-1 所示。

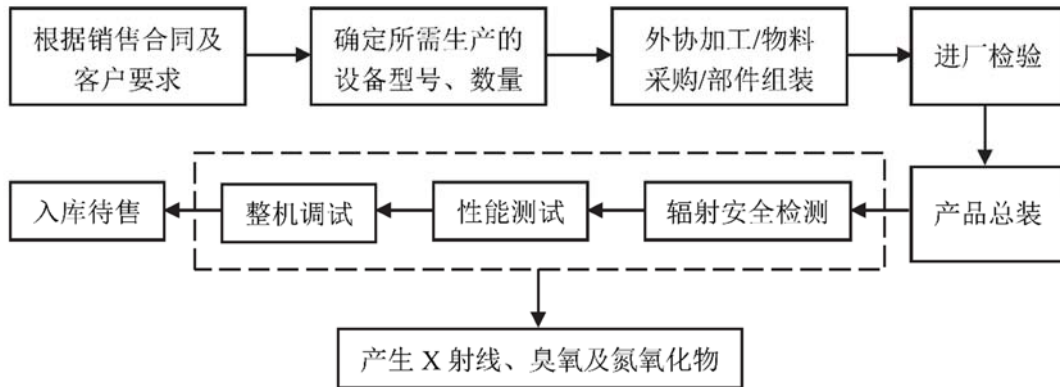


图 9-1 本项目 X 射线装置的生产、安装、调试流程及产污环节示意图

• X 射线检测装置的销售流程

在协助用户通过环评和获得辐射安全许可后，在客户许可的调试区域内进行安装调试，满足要求并通过验收后提交给客户，此阶段开机曝光时间较短，不作人员受照剂量分析。本项目 X 射线检测装置的销售流程及产污环节如图 9-2 所示。

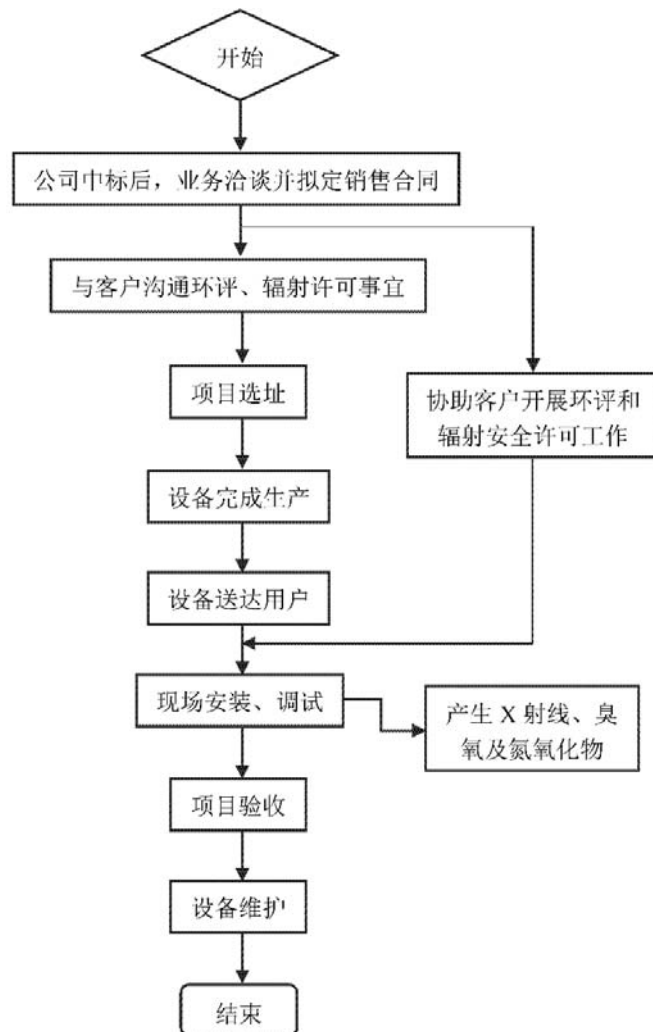


图 9-2 本项目 X 射线装置的销售流程及产污环节示意图

本项目企业配备了 2 名辐射工作人员，调试工作由 2 名辐射工作人员共同完成，同一时段内只开机调试一台设备，单班运行。设备年总开机曝光时间不超过 800h（按 AX 系列设备年产量 20 台、X1 系列设备年产量 20 台，XC 系列设备年产量 40 台，每台设备开机调试时间不超过 10h 计算），年工作按 50 周计，辐射工作人员周受照时间则不超过 16h。

污染源项描述

1. 放射性源项

参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中附录 B 及表 1，给出 X 射线检测装置放射性源项，详见表 9-2。

表 9-2 X 射线检测装置放射性源项参数表

射线装置型号	主射线剂量率 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$	漏射线剂量率
AX 系列 (90kV、0.18mA)	5.2	$1.0\times 10^3\mu\text{Sv/h}$
X1 系列 (90kV、0.18mA)	5.2	$1.0\times 10^3\mu\text{Sv/h}$
XC 系列 (80kV、0.7mA)	5.2	$1.0\times 10^3\mu\text{Sv/h}$

注：根据业主提供的设备过滤条件参照表 B.1，可知管电压为 150kV（本项目设备管电压远低于 150kV，保守按 150kV 取值）时在 3mm 铝过滤条件下，X 射线的输出量为 $5.2\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 。

2. 非放射性源项

1) 废气

本项目产生的废气主要是 X 射线电离空气产生的少量臭氧和氮氧化物，这部分废气通过自然通风排出至大气中，臭氧 50 分钟后在大气中自然分解为氧气，这部分废气对环境影响较小，不作定量分析。

2) 废水

本项目所有设备均通过工业电视成像，不洗片，无洗片废水。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

1. 辐射工作场所分区管理

企业将辐射工作场所进行分区管理,以 X 射线装置铅房边界作为控制区边界,以调试间的边界作为监督区边界,管理措施如下:

控制区边界(铅房)采用门机联锁装置,铅房上显著位置设置电离辐射警告标识,设备上设置工作状态指示灯,设备开启高压调试期间任何人不允许打开铅房防护门。

监督区边界加强辐射工作场所所在区域入口管理,设置门禁系统,调试间禁止公众进入。辐射工作人员进入监督区必须携带合格的个人剂量报警仪。

企业对于辐射工作场所的分区管理措施是合理可行的,可有效加强辐射安全管理。

2. 辐射安全场所屏蔽设计方案

企业生产和使用的 X 射线检测装置均采用自屏蔽铅房结构,尤其对 X 射线主束束方向铅板加厚,有效屏蔽和降低铅房四周、顶部的辐射水平。理论预测,企业生产和使用的 X 射线装置满足辐射防护要求。X 射线检测装置的屏蔽设计参数见表 10-1,装置的屏蔽结构示意图见附图 4-1~4-3。

表 10-1 X 射线检测装置的屏蔽设计参数

型号	铅房尺寸 (mm)	屏蔽设计
AX 系列 X 射线检测装置	1180*1490*1447	铅房顶部采用 5mm 铅板 铅房周身采用 3mm 铅板
X1 系列 X 射线检测装置	1113.5*1310*1503	
XC 系列 X 射线检测装置	1200*1450*1800	铅房顶部采用 3.5mm 铅板 铅房周身采用 3mm 铅板

3. 辐射安全设施描述及评价

- (1) 门机联锁: X 射线装置(铅房)所有防护门都与 X 射线发生器设置了门机联锁,任何一扇防护门未完全关闭到位,铅房内部的 X 射线发生器都不能接通高压出束。操作期间误打开任何一扇防护门,可立即停止 X 射线出束。
- (2) 设备周围醒目位置设置电离辐射警告标识和工作状态指示灯,设备出束期间工作状态指示灯亮,并具备声光报警功能。

(3) 设备操作台上安装急停开关，发生紧急状况时按下急停开关，立即终止 X 射线出束，所有急停开关需复位后方可进行下一次检测工作。

综上所述，企业对 X 射线检测装置的设计满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 中的要求，可提示公众，警示 X 射线设备正在运行，防止意外事故发生。

三废的治理

本项目不产生放射性废物。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目企业租用苏州市横泾工业坊内已建成的一座一层厂房开展核技术利用项目，无需进行混凝土浇筑等土建施工，因此没有施工期环境影响。

运行阶段对环境的影响

1. 运行期环境辐射水平估算

X 射线检测装置工作时产生的 X 射线将对周围环境造成一定的辐射影响。

本项目辐射防护目标是符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护三原则：即“实践的正当性，防护与安全的最优化和个人剂量限值”。

本项目 3 个系列的 X 射线检测装置的射线方向均固定朝上，报告通过理论计算，预测当 X 射线装置按额定最大工况运行时，设备铅房设计的屏蔽厚度是否满足屏蔽要求。

X 射线工作人员受照剂量率可根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的公式进行计算，各类周围剂量当量率计算方式如下：

——有用线束

$$H=I \cdot H_0 \cdot B/R^2$$

式中：H：关注点辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

I：X 射线检测装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

H_0 ：距辐射源点 1m 处输出量，3 个系列的 X 射线装置均保守按 150kV 的查表值进行计算，根据业主提供的过滤条件，查 GBZ/T 250-2014 中的表 B.1 可知：150kV 时在 3mm 铝过滤下的输出量为 $5.2 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

B：屏蔽透射因子，查 GBZ/T250-2014，由图 B.1 可知：保守按 150kV 时在 2mm 铝过滤下，5mm 铅的透射因子为 8×10^{-7} ，3.5mm 铅的透射因子为 1×10^{-5} （见图 11-1）；

R：辐射源至关注点的距离，m。

——泄漏辐射

$$H=H_L \cdot B/R^2$$

式中：H：其他关注点泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_L ：距靶点 1m 处 X 射线管泄漏辐射剂量率，在 X 射线管电压 $<150\text{kV}$ 时，取 $1.0 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ；

R：辐射源靶点至关注点的距离，m；

其中：

$$B=10^{-X/\text{TVL}}$$

B：屏蔽透射因子；

X：屏蔽物质厚度，mm；

TVL：屏蔽物质的什值层厚度，查 GBZ/T 250-2014 中表 B.2 和《辐射防护手册》中“宽束条件下各种材料的十分之一值层厚度”可知：3 个系列的设备均保守按 100kV 时铅取 0.84mm（注：此值为 X 射线经强衰减后的值）。

——散射辐射

$$H = (I \cdot H_0 \cdot B / R_s^2) \cdot (F \cdot \alpha / R_0^2)$$

式中：H：关注点散射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

I：X 射线装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

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

R_s ：散射体至关注点的距离，m；

$F \cdot \alpha / R_0^2$ ：散射因子，当 X 射线装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为 20° 时，其值在 90kV 和 80kV 时保守均取 1/60；

其中：

$$B=10^{-X/\text{TVL}}$$

B：屏蔽透射因子；

X：屏蔽物质厚度，mm；

TVL：屏蔽物质的什值层厚度，原始射线 $<150\text{kV}$ 时， 90° 散射辐射最高能量保守取值与原始射线一致，查 GBZ/T 250-2014 中表 B.2 和《辐射防护手册》中“宽束条件下各种材料的十分之一值层厚度”可知：3 个系列的设备均保守按 100kV 时铅取 0.84mm（注：此值为 X 射线经强衰减后的值）。

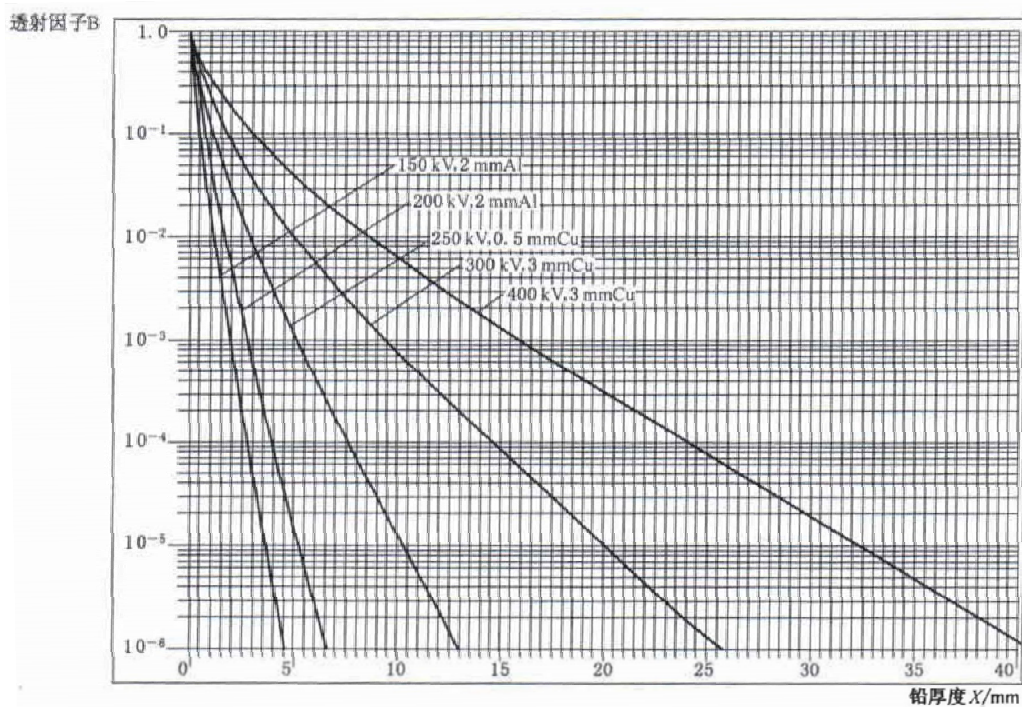


图 11-1 X 射线穿过铅的透射

X 射线检测装置屏蔽计算参数见表 11-1~表 11-3, 辐射环境剂量率计算结果见表 11-4~表 11-6, 图 11-2 为本项目屏蔽计算点位示意图。

表 11-1 AX 系列 X 射线检测装置几何参数和辐射屏蔽参数

序号	位置	受照人员	居留因子 T	距离 R(m)	屏蔽材料	需屏蔽的辐射源
①	铅房顶部屏蔽体外 30cm	职业人员	1/16	1.02	5mm 铅	有用线束
②③	铅房两侧屏蔽体外 30cm	职业人员	1	0.89	3mm 铅	泄漏辐射 散射辐射
④⑤	铅房前后屏蔽体外 30cm	职业人员	1	1.05	3mm 铅	泄漏辐射 散射辐射
⑥	调试间东侧 (装配车间)	公众	1	2.89	3mm 铅	泄漏辐射 散射辐射
⑦	调试间东南侧 (办公区)	公众	1	10.9	3mm 铅	泄漏辐射 散射辐射
⑧	调试间南侧 (相邻企业厂房)	公众	1	3.05	3mm 铅	泄漏辐射 散射辐射
⑨	调试间西侧 (相邻企业厂房)	公众	1	2.89	3mm 铅	泄漏辐射 散射辐射
⑩	调试间北侧 (相邻企业厂房)	公众	1	16.1	3mm 铅	泄漏辐射 散射辐射

表 11-2 X1 系列 X 射线检测装置几何参数和辐射屏蔽参数

序号	位置	受照人员	居留因子 T	距离 R(m)	屏蔽材料	需屏蔽的辐射源
①	铅房顶部屏蔽体外 30cm	职业人员	1/16	1.05	5mm 铅	有用线束
②③	铅房两侧屏蔽体外 30cm	职业人员	1	0.86	3mm 铅	泄漏辐射 散射辐射
④⑤	铅房前后屏蔽体外 30cm	职业人员	1	0.96	3mm 铅	泄漏辐射 散射辐射
⑥	调试间东侧 (装配车间)	公众	1	2.86	3mm 铅	泄漏辐射 散射辐射
⑦	调试间东南侧 (办公区)	公众	1	10.9	3mm 铅	泄漏辐射 散射辐射
⑧	调试间南侧 (相邻企业厂房)	公众	1	2.96	3mm 铅	泄漏辐射 散射辐射
⑨	调试间西侧 (相邻企业厂房)	公众	1	2.86	3mm 铅	泄漏辐射 散射辐射
⑩	调试间北侧 (相邻企业厂房)	公众	1	16.0	3mm 铅	泄漏辐射 散射辐射

表 11-3 XC 系列 X 射线检测装置几何参数和辐射屏蔽参数

序号	位置	受照人员	居留因子 T	距离 R(m)	屏蔽材料	需屏蔽的辐射源
①	铅房顶部屏蔽体外 30cm	职业人员	1/16	1.20	3.5mm 铅	有用线束
②③	铅房两侧屏蔽体外 30cm	职业人员	1	0.90	3mm 铅	泄漏辐射 散射辐射
④⑤	铅房前后屏蔽体外 30cm	职业人员	1	1.03	3mm 铅	泄漏辐射 散射辐射
⑥	调试间东侧 (装配车间)	公众	1	2.90	3mm 铅	泄漏辐射 散射辐射
⑦	调试间东南侧 (办公区)	公众	1	10.9	3mm 铅	泄漏辐射 散射辐射
⑧	调试间南侧 (相邻企业厂房)	公众	1	3.03	3mm 铅	泄漏辐射 散射辐射
⑨	调试间西侧 (相邻企业厂房)	公众	1	2.90	3mm 铅	泄漏辐射 散射辐射
⑩	调试间北侧 (相邻企业厂房)	公众	1	16.0	3mm 铅	泄漏辐射 散射辐射

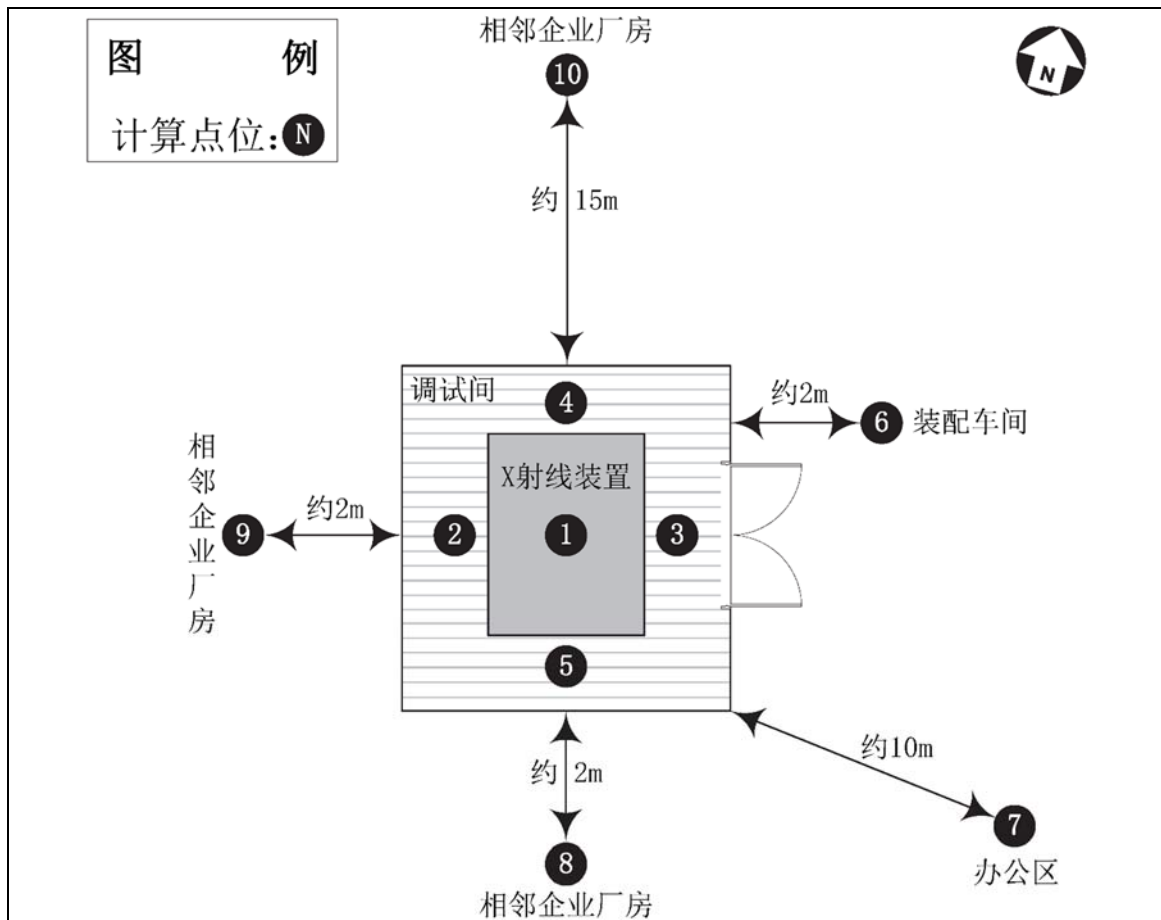


图 11-2 本项目 X 射线检测装置计算点位分布示意图

表 11-4 AX 系列 X 射线检测装置辐射剂量率计算结果

序号	位置	有用线束 ($\mu\text{Sv/h}$)	泄漏辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	总剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	GBZ 117-2015 国标限值 ($\mu\text{Sv/h}$)
①	铅房顶部屏蔽体外 30cm	0.043	/	/	0.043	2.5
②③	铅房两侧屏蔽体外 30cm	/	0.339	0.317	0.656	2.5
④⑤	铅房前后屏蔽体外 30cm	/	0.243	0.228	0.471	2.5
⑥	调试间东侧 (装配车间)	/	0.032	0.030	0.062	2.5
⑦	调试间东南侧 (办公区)	/	0.002	0.002	0.004	2.5
⑧	调试间南侧 (相邻企业厂房)	/	0.029	0.027	0.056	2.5
⑨	调试间西侧 (相邻企业厂房)	/	0.032	0.030	0.062	2.5
⑩	调试间北侧 (相邻企业厂房)	/	0.001	0.001	0.002	2.5

表 11-5 X1 系列 X 射线检测装置辐射剂量率计算结果

序号	位置	有用线束 ($\mu\text{Sv/h}$)	泄漏辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	总剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	GBZ 117-2015 国标限值 ($\mu\text{Sv/h}$)
①	铅房顶部屏蔽体外 30cm	0.041	/	/	0.041	2.5
②③	铅房两侧屏蔽体外 30cm	/	0.363	0.340	0.703	2.5
④⑤	铅房前后屏蔽体外 30cm	/	0.291	0.272	0.563	2.5
⑥	调试间东侧 (装配车间)	/	0.033	0.031	0.064	2.5
⑦	调试间东南侧 (办公区)	/	0.002	0.002	0.004	2.5
⑧	调试间南侧 (相邻企业厂房)	/	0.031	0.029	0.060	2.5
⑨	调试间西侧 (相邻企业厂房)	/	0.033	0.031	0.064	2.5
⑩	调试间北侧 (相邻企业厂房)	/	0.001	0.001	0.002	2.5

表 11-6 XC 系列 X 射线检测装置辐射剂量率计算结果

序号	位置	有用线束 ($\mu\text{Sv/h}$)	泄漏辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	总剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	GBZ 117-2015 国标限值 ($\mu\text{Sv/h}$)
①	铅房顶部屏蔽体外 30cm	1.517	/	/	1.517	2.5
②③	铅房两侧屏蔽体外 30cm	/	0.331	1.206	1.537	2.5
④⑤	铅房前后屏蔽体外 30cm	/	0.253	0.920	1.173	2.5
⑥	调试间东侧 (装配车间)	/	0.032	0.116	0.148	2.5
⑦	调试间东南侧 (办公区)	/	0.002	0.008	0.010	2.5
⑧	调试间南侧 (相邻企业厂房)	/	0.029	0.106	0.135	2.5
⑨	调试间西侧 (相邻企业厂房)	/	0.032	0.116	0.148	2.5
⑩	调试间北侧 (相邻企业厂房)	/	0.001	0.004	0.005	2.5

根据上述理论计算，企业生产、销售和使用的各类 X 射线检测装置在最大能量工况下运行，设备铅房周围的环境辐射剂量率均小于 2.5 μ Sv/h，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中的限值要求。

2. 人员受照剂量估算

人员受照年有效剂量估算公式如下：

$$P=D \cdot U \cdot T \cdot W \cdot 10^{-3}$$

式中：P：受照年有效剂量，mSv/a；

D：周围剂量当量率， μ Sv/h；

U：方向因子，无量纲；

T：居留因子，无量纲；

W：人员受照时间，根据运行工况分别取 200h/a 和 400h/a。

企业所生产的 AX 系列、X1 系列 X 射线检测装置年总开机调试时间按 200h 计算，XC 系列 X 射线检测装置年总开机调试时间按 400h 计算，年工作周按 50 周计算，人员年、周受照剂量计算结果见表 11-7~表 11-9。

表 11-7 AX 系列 X 射线检测装置人员年、周受照剂量计算结果

序号	位置	受照人员	年有效剂量 (mSv/a)	剂量约束值 (mSv/a)	周受照剂量 (μ Sv/周)	周剂量控制水平 (μ Sv/周)
①	铅房顶部屏蔽体外 30cm	职业人员	0.001	5	0.011	100
②③	铅房两侧屏蔽体外 30cm	职业人员	0.131	5	2.623	100
④⑤	铅房前后屏蔽体外 30cm	职业人员	0.094	5	1.884	100
⑥	调试间东侧 (装配车间)	公众	0.012	0.25	0.249	5
⑦	调试间东南侧 (办公区)	公众	0.001	0.25	0.017	5
⑧	调试间南侧 (相邻企业厂房)	公众	0.011	0.25	0.223	5
⑨	调试间西侧 (相邻企业厂房)	公众	0.012	0.25	0.249	5
⑩	调试间北侧 (相邻企业厂房)	公众	<0.001	0.25	0.008	5

表 11-8 X1 系列 X 射线检测装置人员年、周受照剂量计算结果

序号	位置	受照人员	年有效剂量 (mSv/a)	剂量约束值 (mSv/a)	周受照剂量 (μSv/周)	周剂量控制水平 (μSv/周)
①	铅房顶部屏蔽体外 30cm	职业人员	0.001	5	0.010	100
②③	铅房两侧屏蔽体外 30cm	职业人员	0.140	5	2.809	100
④⑤	铅房前后屏蔽体外 30cm	职业人员	0.113	5	2.254	100
⑥	调试间东侧 (装配车间)	公众	0.013	0.25	0.254	5
⑦	调试间东南侧 (办公区)	公众	0.001	0.25	0.017	5
⑧	调试间南侧 (相邻企业厂房)	公众	0.012	0.25	0.237	5
⑨	调试间西侧 (相邻企业厂房)	公众	0.013	0.25	0.254	5
⑩	调试间北侧 (相邻企业厂房)	公众	<0.001	0.25	0.008	5

表 11-9 XC 系列 X 射线检测装置人员年、周受照剂量计算结果

序号	位置	受照人员	年有效剂量 (mSv/a)	剂量约束值 (mSv/a)	周受照剂量 (μSv/周)	周剂量控制水平 (μSv/周)
①	铅房顶部屏蔽体外 30cm	职业人员	0.038	5	0.758	100
②③	铅房两侧屏蔽体外 30cm	职业人员	0.615	5	12.29	100
④⑤	铅房前后屏蔽体外 30cm	职业人员	0.469	5	9.387	100
⑥	调试间东侧 (装配车间)	公众	0.059	0.25	1.184	5
⑦	调试间东南侧 (办公区)	公众	0.004	0.25	0.084	5
⑧	调试间南侧 (相邻企业厂房)	公众	0.054	0.25	1.085	5
⑨	调试间西侧 (相邻企业厂房)	公众	0.059	0.25	1.184	5
⑩	调试间北侧 (相邻企业厂房)	公众	0.002	0.25	0.039	5

表 11-10 人员年、周最大受照剂量统计结果

	职业人员最大年有效剂量(mSv/a)	公众最大年有效剂量(mSv/a)	职业人员最大周受照剂量(μ Sv/周)	公众最大周受照剂量(μ Sv/周)
AX 系列 X 射线检测装置	0.131	0.012	2.623	0.249
XI 系列 X 射线检测装置	0.140	0.013	2.809	0.254
XC 系列 X 射线检测装置	0.615	0.059	12.29	1.184
累计值	0.886	0.084	17.72	1.687

据上述计算结果得出：在企业所生产 X 射线检测装置年总开机调试时间满 800h 的情况下，预测职业人员受照的年有效剂量最大累计值为 0.886mSv/a，公众受照的年有效剂量最大累计值为 0.084mSv/a，均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对个人年有效剂量（职业人员 20mSv/a，公众 1mSv/a）的要求，并低于剂量约束值：职业人员 5mSv/a，公众 0.25mSv/a。同时满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）和《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中的人员周剂量参考控制水平（职业工作人员： $H_c \leq 100 \mu$ Sv/周；公众： $H_c \leq 5 \mu$ Sv/周）的要求。

因此本项目 X 射线检测装置的屏蔽设计满足辐射屏蔽要求。

3. 放射性固体废物和流出物排放对环境的影响

1) 废气处置

X 射线检测装置铅房内产生的臭氧和氮氧化物的量少，经关机后自然通风排放至大气环境中自然分解，对周围环境影响很小。

2) 废水处置

本项目所有设备均通过工业电视成像，不洗片，无洗片废水。

事故影响分析

1) 最大可信事故

本项目最大可信事故是：X 射线检测装置的门机联锁失灵，人员打开防护门时 X 射线装置仍处于出束状态，造成人员受到意外照射。

2) 事故后果

本项目中的 X 射线检测装置属于 II 类射线装置，为中危险射线装置，事故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。

3) 事故预防措施

分析事故发生的原因，此类事故大都是人为因素造成的，即由于忽视辐射安全管理，违规操作造成的辐射事故。为有效预防各类辐射事故发生，建议企业采取以下事故预防措施：

(1) 企业内部加强辐射安全管理，警钟长鸣，管理人员定期开展监督检查，营造持续改进的辐射安全文化。

(2) 严格执行辐射安全管理制度，按照操作规程工作。每次在设备开机运行前，检查确认门机联锁、急停开关、工作状态指示灯等各项安全措施的有效性，严禁在联锁装置等安全设施故障情况下开机操作。

(3) 辐射工作人员注意佩戴好个人剂量计并携带个人剂量报警仪等监测仪表。若辐射工作人员按照规定在操作时携带有效的个人剂量报警仪，当报警仪发出报警声时，人员可立即知晓情况并按下急停开关，设备可停止出束，此时人员不会受到大剂量照射。

(4) 每台 X 射线检测装置开机作业需由 2 人或以上共同操作，开机状态下人员不得脱岗。

(5) X 射线装置的调试间采用 2mm 铅当量的防护门，四周墙体及顶部均采用 38mm 的钡水泥涂层加以射线屏蔽，在 X 射线泄漏事故发生时可对调试间周围的公众起到有效的辐射防护作用。

表 12 辐射安全管理

<p>辐射安全与环境保护管理机构的设置</p> <p>1. 辐射管理机构设置情况</p> <p>企业已成立辐射安全与环境保护管理机构，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。</p> <p>2. 人员配备与职能</p> <p>企业为本项目配备了 2 名辐射工作操作人员，在通过辐射安全知识培训后，专门从事本项目 X 射线检测装置的开机调试工作。</p>
<p>辐射安全管理规章制度</p> <p>1. 辐射安全管理规章制度的建立情况</p> <p>根据已修订的《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中的有关要求，使用射线装置的单位要建立健全的操作规程、岗位职责、辐射防护制度、安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训制度、台帐管理制度和监测方案，并有完善的辐射事故应急措施。</p> <p>企业已制定制度的初稿，目前尚未完成完善的辐射安全管理规章制度。</p> <p>2. 辐射安全管理规章制度的落实情况和可行性</p> <p>企业应根据上述要求制定、完善相关规程，将相应规章制度落实到日常生产工作中。具体包括：</p> <p>1) 操作规程</p> <p>建议企业针对拟建的射线装置制定相应的“操作规程”，规定在工作时的操作步骤、相关注意事项等，并使工作人员熟练掌握。</p> <p>2) 岗位职责</p> <p>建议企业针对射线装置的使用，制定“岗位职责”，成立专门机构或配备专职、兼职管理人员，负责辐射安全和防护工作。明确企业中法人、辐射防护安全管理部门和放射工作人员的职责，并且责任落实到人。</p> <p>3) 辐射防护和安全保卫制度</p> <p>建议企业制定“辐射防护与安全保卫制度”，规定专人负责 X 射线检测装置的辐射防护与安全保卫工作，定期对辐射防护与安全保卫相关的用品、仪器等进行检查。</p>

4) 设备检修维护制度

建议企业制定“设备检修维护制度”，规定专人负责 X 射线检测装置的安全措施（联锁装置、警示标志、工作指示灯等）、监测仪器等的定期检修维护。

5) 人员培训制度

建议企业制定“人员培训计划和健康管理制”，对工作人员在上岗前进行健康检查，进行辐射安全知识培训，人员在体检合格、培训并考试合格后方可上岗工作并建立职业健康监护和培训考试档案。

6) 台帐管理制度和监测方案

建议制定“台帐管理制度”和“监测方案”，包括辐射工作人员的剂量监测工作制度和工作场所定期环境监测制度。发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《江苏省辐射污染防治条例（2018 年修正本）》，在接到辐射工作人员个人剂量监测报告之日起 5 日内报发证的环境保护、卫生部门调查处理。对于在企业定期自我监测或委托监测时发现异常情况的，应立即采取应急措施，并向县（市、区）或者设置区的市环境主管部门报告。

对照要求，建议企业立即完善辐射安全管理制度，并在日常的辐射环境管理中，使每个辐射工作人员都熟练掌握，避免由于违规操作而造成的人员意外照射。

辐射监测

1. 正常运行时环境监测方案

1) 个人剂量监测

企业开展辐射工作人员个人剂量监测，每 3 个月将个人剂量计收集后统一送有资质的单位检测。企业内辐射安全管理机构对个人剂量监测结果（检测报告）统一管理，建立档案，长期保存。

个人年剂量高于 5mSv/a 时查明原因，采取改进措施，对受照人员给予及时医学检查、暂停辐射工作，并根据《江苏省辐射污染防治条例》在接到监测报告之日起 5 日内报告环保、卫生部门调查处理。

2) 工作场所辐射环境监测

企业每年委托有监测资质的单位对辐射工作场所进行年度监测；连同年度辐射环境评估报告一并在次年 1 月 30 日前送交环保部门。

企业每季度用巡检仪对工作场所进行环境自检，保存相关记录。设备出现故障维修后，委托开展环境检测，达到国家标准后再次启用。

辐射项目试运行 3 个月内委托开展竣工验收监测。

2. 环境监测仪器配备

本项目运行后，企业将委托有资质单位对 2 名辐射工作人员和 1 名辐射管理人员开展个人剂量监测。企业将为本项目配备 2 台有效的个人移动式报警仪，辐射工作人员在设备操作时随身携带，另将配备 1 台 X- γ 剂量率巡检仪，作为日常自检时使用。

辐射事故应急

企业应制定辐射事故应急预案，规定事故后的应急措施。在应急预案中规定在照射过程中，若射线装置出现异常，立即切断高压，报设备部门检修。若有被误照射人员，立即送有资质的医疗机构检查和救治。

在应急程序中明确应急组织机构中各成员的姓名和 24 小时联系电话以及上报环保、卫生等管理机构中事故报告部门的负责人和 24 小时联系电话。

对于在企业定期自我监测或委托监测时发现异常情况的，应根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《江苏省辐射污染防治条例（2018 年修正本）》，并向县（市、区）或者设置区的市环境主管部门报告。在发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并根据国家环保总局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，在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门和公安部门报告，根据《江苏省辐射污染防治条例》要求“在事故发生后一小时内向所在地环境保护和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生部门报告”；根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求“在两小时内填写初始报告，向当地人民政府环境保护主管部门报告”。

附表 生产、销售、使用 3 个系列的 X 射线检测装置项目“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预计投资 (万元)
辐射安全管理机构	设立管理机构,并以文件形式明确机构内各人员职责	建立辐射安全与环境保护管理机构,配备不少于 1 名大学本科以上学历人员从事辐射防护和环境保护管理工作。	10
辐射安全和防护措施	AX 系列和 X1 系列射线装置的铅房顶部采用 5mm 的铅板,铅房周身采用 3mm 的铅板; XC 系列射线装置的铅房顶部采用 3.5mm 的铅板,铅房周身采用 3mm 的铅板。	X 射线装置运行时周围 30cm 处辐射剂量率满足《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》GBZ117-2015 中 2.5 μ Sv/h 的限值要求。人员年有效剂量满足剂量约束值中职业人员 5mSv/a、公众 0.25mSv/a 的要求。满足人员周剂量控制要求(职业人员 100 μ Sv/周、公众 5 μ Sv/周)。	14
	安全措施(联锁装置、警告标识、工作状态指示灯、急停开关等)	设备周围电离辐射警告标识清楚醒目,设备开机时工作状态指示灯正常,防护门和设备高压出束实现门机联锁,操作台设置急停开关。	2
人员配备	辐射防护与安全培训和考核	辐射安全管理人员和操作人员参加环保部门培训,通过考核,持证上岗。	1
	个人剂量监测	辐射工作人员定期接受剂量监测,建立个人剂量档案。	0.5
	人员职业健康监护	辐射工作人员接受健康体检,建立健康档案。	0.5
监测仪器和防护用品	环境辐射剂量巡检仪	工作场所配置 1 台巡检仪,企业定期自检使用。	1
	个人剂量报警仪	每名辐射工作人员配备 1 台有效的个人剂量报警仪,开展辐射工作时随身携带。	0.5
辐射安全管理制度	操作规程、岗位职责、辐射防护制度、安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训制度、台帐管理制度和监测方案、辐射事故应急措施	制度完善,并具有可操作性	0.5
总计	—	—	30

表 13 结论与建议

结论

1. 项目概况

本项目建设单位是苏州奥克思光电科技有限公司，厂址位于苏州市吴中区横泾天鹅荡路 2588 号 17 幢，企业在厂区内拟开展 X 射线检测装置的生产、销售工作，并在设备生产过程中对设备进行开机调试。企业所生产的 3 个系列的 X 射线装置主要参数为：AX 系列 X 射线检测装置（管电压 90kV，管电流 0.18mA，产量为 20 台/年）、X1 系列 X 射线检测装置（管电压 90kV，管电流 0.18mA，产量为 20 台/年）及 XC 系列 X 射线检测装置（管电压 80kV，管电流 0.7mA，产量为 40 台/年）。

本项目评价的重点是 X 射线检测装置在厂区内开机运行时对周围环境和人员的辐射影响。

2. 辐射安全与防护分析结论

企业厂房位于苏州市横泾工业坊内，调试间所在位置位于企业厂房的西北侧，周围 50m 范围内没有居民点、学校和医院等环境敏感点，项目选址可行。

所有 X 射线检测装置上均设置电离辐射警告标识和工作状态指示灯，防护门和 X 射线装置高压出束设置门机联锁，人员在操作台上进行操作，操作台上设置急停开关。上述安全设施设计满足《工业 X 射线探伤放射卫生防护要求》（GBZ117-2015）中有关门机联锁、工作状态指示灯、急停开关、安全警告标识等安全措施要求。

企业已组织辐射工作人员及安全管理人员在上岗前参加环保部门组织的辐射防护知识培训，为每个辐射工作人员进行定期的个人剂量监测，建立个人剂量档案。为每名辐射工作人员配备 1 台有效的个人剂量报警仪，开展辐射工作时随身携带，同时企业配置 1 台 X- γ 辐射剂量率巡检仪作为日常自检使用。

本项目 X 射线装置开机产生少量臭氧等废气通过自然通风排放，不会对周围环境产生影响。

综上所述，在现有的选址、设计及管理条件下，本项目运行后能有效的对人员进行辐射安全防护，对周围环境的影响很小。

3. 环境影响分析结论

经现场检测，拟开展 X 射线检测装置调试工作区域的辐射环境本底剂量率在 (0.133~0.149) $\mu\text{Sv/h}$ 之间，处于江苏省环境辐射本底水平的正常涨落范围内。

通过对 X 射线检测装置的预测：在现有的设计参数条件下，企业生产、销售和使用的各类 X 射线检测装置在最大能量工况下运行，设备铅房周围的环境辐射剂量率均小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 中的限值要求。

职业工作人员受照年有效剂量最大累计值为 0.886mSv/a ，公众受照年有效剂量最大累计值为 0.084mSv/a ，均满足国标《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中个人剂量限值要求 (职业人员 20mSv/a ，公众 1mSv/a)，并低于剂量约束值 (职业人员 5mSv/a ，公众 0.25mSv/a)。同时满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 和《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 中的人员周剂量参考控制水平 (职业工作人员： $H_c \leq 100\mu\text{Sv/周}$ ；公众： $H_c \leq 5\mu\text{Sv/周}$) 的要求。

综上所述，在现有的屏蔽设计条件下，X 射线检测装置能满足辐射防护要求，本项目运行后对辐射工作人员和周围公众造成的辐射影响很小。

4. 可行性分析结论

本项目生产、销售、使用 X 射线检测装置，出于企业正常生产需要，所有设备设计采用门机联锁等多项辐射安全措施，采取保守的屏蔽设计方案，人员受照剂量和环境辐射剂量率处于较低的水平，符合“辐射防护三原则”的要求。

从保护环境的角度而言，在实现本项目“三同时”一览表中的各项辐射防护措施，且企业按照制定的辐射防护制度来进行辐射安全管理的条件下，本项目是可行的。

建议和承诺

1. 建议

- (1) 建议企业尽快建立完善的辐射安全管理制度并严格执行，加强对辐射操作和管理人员有关辐射防护的培训，杜绝麻痹大意，以避免意外事故对公众和职业人员造成附加影响；
- (2) 定期对安全联锁装置的有效性和可靠性进行检查，并保留检查记录。

委 托 书

现委托苏州热工研究院有限公司编制苏州奥克思光电科技有限公司“生产、销售、使用 3 个系列的 X 射线检测装置项目”的环境影响报告表。

本公司生产的设备有：

AX 系列 X 射线检测装置，年产量 20 台；

X1 系列 X 射线检测装置，年产量 20 台；

XC 系列 X 射线检测装置，年产量 40 台。

苏州奥克思光电科技有限公司

2018 年 8 月 7 日

编号 320506000201712060199



营业执照

(副本)

统一社会信用代码 91320506595613753X (1/1)

名 称	苏州奥克思光电科技有限公司
类 型	有限责任公司
住 所	苏州市吴中区横泾天鹅荡路2588号17幢
法定代表人	李晨光
注册 资 本	200万元整
成 立 日 期	2012年05月11日
营 业 期 限	2012年05月11日至2032年05月10日
经 营 范 围	研发、生产、销售：光学检测设备及配件、自动化设备及配件、智能机器人及配件；视觉检测、图像处理软件的开发、销售；自营和代理各类商品及技术的进出口业务。（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



请于每年1月1日至6月30日履行年报公示义务

2017年 12月 06日



苏州热工研究院有限公司环境检测中心

检测 报 告

报告编号：SNPI环检(电离)字[2018]第539号

项目名称 生产、销售、使用3个系列的X射线检测装置辐射环境本底检测

委托单位 苏州奥克思光电科技有限公司

检测类型 电离环评检测

报告日期 2018年11月7日

苏州热工研究院有限公司环境检测中心

(加盖检测报告专用章)



报 告 说 明

- 1、报告无本单位检测报告专用章、骑缝章无效。
- 2、复制报告未重新加盖本单位检测报告专用章无效。
- 3、报告涂改无效。
- 4、自送样品的委托检测，其结果仅对来样负责；对不可复现的检测项目，结果仅对所代表的时间和空间负责。
- 5、检测报告版权属本中心，若需复印，需经本中心复印，且应全部复印。

单位名称：苏州热工研究院有限公司环境检测中心

地 址：江苏省苏州市西环路1788号

电 话：0512-68702663

传 真：0512-68702663

电子邮件：qinhongjuan@cgnpc.com.cn

邮政编码：215004

苏州热工研究院有限公司环境检测中心 检测报告

报告编号: SNPI环检(电离)字[2018]第539号

第 2 页/共 4 页

现场情况说明

检测环境条件	天气: 晴 温度: 33.4℃ 湿度: 59.8%RH
检测设备	X-γ 剂量率仪 主机: 6150AD5/H; 探头: 6150AD-b/H HJ-145 能量响应范围: 20keV-7MeV; 剂量率测量范围: 5nSv/h - 99.9 μSv/h 有效期:2017-12-04至2018-12-03
检测对象参数	环境本底
检测工况	环境本底
现场情况记录	本项目所在车间为一层建筑结构, 设备的生产、安装工作在装配车间内开展, 设备的开机调试工作在调试间内开展。调试间北侧为仓库, 东侧为装配车间, 东南侧为办公区, 南侧及西侧均为相邻企业厂房。
检测点位	见检测点位示意图。

苏州热工研究院有限公司环境检测中心 检测报告

报告编号: SNPI环检(电离)字[2018]第539号

第 3 页/共 4 页

表1 X射线检测装置调试区域周围的X-γ辐射剂量率检测结果

检测点序号	检测点位置	辐射剂量率(μSv/h)
1	设备调试区域(调试间内)	0.134±0.002
2	设备调试区域(调试间内)	0.134±0.003
3	设备调试区域(调试间内)	0.133±0.002
4	设备调试区域(调试间内)	0.134±0.002
5	设备调试区域东侧(装配车间)	0.147±0.002
6	设备调试区域东侧(装配车间)	0.145±0.003
7	设备调试区域北侧(仓库)	0.141±0.002
8	设备调试区域东北侧(装配车间)	0.149±0.002
9	设备调试区域东南侧(办公区)	0.134±0.002

注:检测结果均未扣除宇宙射线响应值。

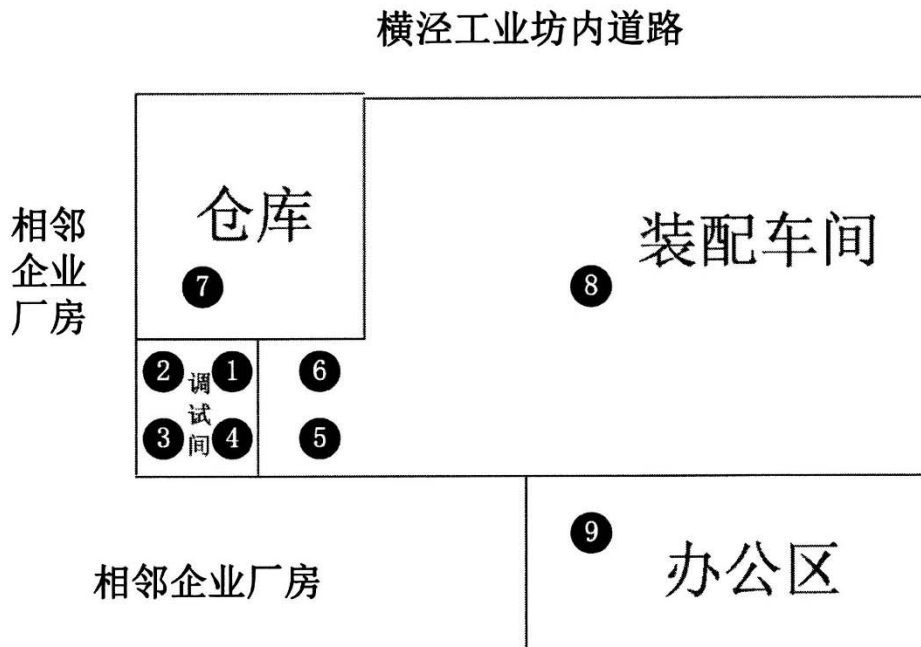
—以下数据空白—

苏州热工研究院有限公司环境检测中心 检测报告

报告编号：SNPI环检(电离)字[2018]第539号

第 4 页/共 4 页

图 例
检测点位：● N



附图1 检测点位示意图

核技术利用项目承诺书

苏州奥克思光电科技有限公司 X 射线装置使用情况如下：

序号	射线装置名称	数量	射线装置类别	最大管电压 kV	最大管电流 mA	用途	工作场所名称
1	AX 系列 X 射线检测装置	20 台/年	II	90	0.18	生产销售使用	调试间
2	X1 系列 X 射线检测装置	20 台/年	II	90	0.18		
3	XC 系列 X 射线检测装置	40 台/年	II	80	0.7		

AX 系列和 X1 系列 X 射线检测装置的射线出束方向固定朝上，设备外壳顶部采用 5mm 的铅板，周身采用 3mm 的铅板进行辐射屏蔽防护；XC 系列 X 射线检测装置的射线出束方向固定朝上，设备外壳顶部采用 3.5mm 的铅板，周身采用 3mm 的铅板进行辐射屏蔽防护，以上设备 X 射线出束过滤条件均为 3mm 铝。

企业指派 1 名辐射安全管理人员和 2 名辐射工作操作人员，均参加环保部门组织的辐射安全知识培训，通过考核后持证上岗。企业开展设备调试工作时，由 2 名辐射工作人员共同操作，不同时进行多台设备的开机调试。企业为每名辐射工作人员配备 1 台个人剂量报警仪，并为辐射工作操作人员委托有资质单位进行个人剂量的检测。企业配备 1 台辐射巡检仪，定期进行自检。

本公司郑重承诺：以上资料完全属实，如存在瞒报、假报等及由此导致的一切后果由本公司承担全部责任。

单位名称：苏州奥克思光电科技有限公司

2018 年 8 月 7 日

辐射工作安全责任书

为防治放射性污染，保护环境，保障人体健康，落实辐射工作安全责任，根据《中华人民共和国放射性污染防治法》有关规定，苏州奥克思光电科技有限公司承诺：

一、单位负责人_____ (职务 法人) 为本单位辐射工作安全责任人。

二、设置专职机构(名称)_____或指定专人_____负责放射性同位素与射线装置的安全和防护工作。

三、在许可规定的范围内从事辐射工作。

四、健全安全、保安和防护管理规章制度，制定辐射事故应急方案，并采取措施防止辐射事故的发生。一旦发生事故将立即报告当地环保部门。

五、建立放射性同位素的档案，并定期清点。

六、指定专人___/___负责放射性同位素保管工作。放射性同位素单独存放，不与易燃、易爆、腐蚀性等物品混存。确保贮存场所具有有效防火、防水、防盗、防丢失、防泄漏的安全措施。贮存、领取、使用、归还放射性同位素时及时进行登记、检查，做到账物相符。

七、保证其辐射工作场所安全、防护和污染防治设施符合国家有关要求，并确保这些设施正常运行。

八、发生任何涉及放射性同位素的转让、购买行为时，在规

定时间内办理备案登记手续。

九、在运输或委托其他单位运输放射性同位素时，遵守有关法律法规，制定突发事件的应急方案，并有专人押运。

十、按有关规定妥善处置放射性废物或及时送城市放射性废物库贮存。

十一、对本单位辐射工作人员进行有关法律、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，持证上岗。

十二、每年对本单位辐射工作安全与防护状况进行一次自我安全评估，安全评估报告将对存在的安全隐患提出整改方案，安全评估报告报省(市)级环保部门备案。

十三、建立辐射工作人员健康和个人剂量档案。

十四、认真履行上述责任，如有违反，造成不良后果的，将依法承担有关法律及经济责任。

单 位：

法定代表人：

负 责 人：

联 系 人：

电 话：

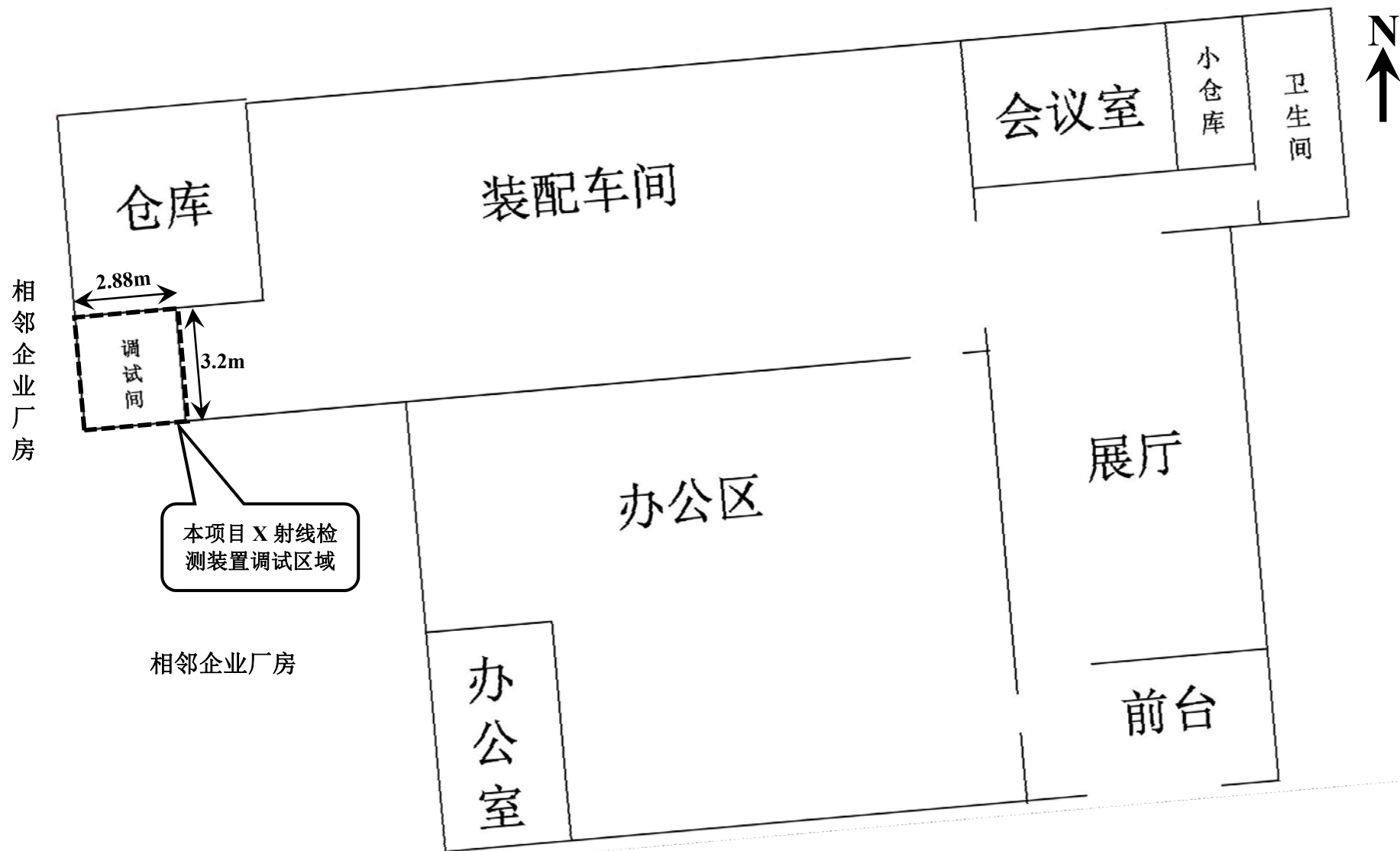
日 期：



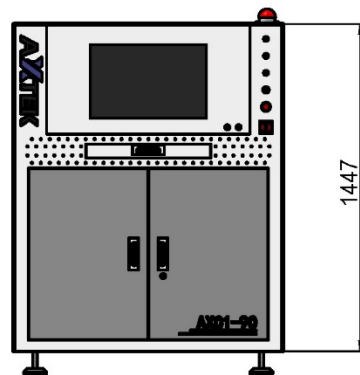
附图 1 项目地理位置图



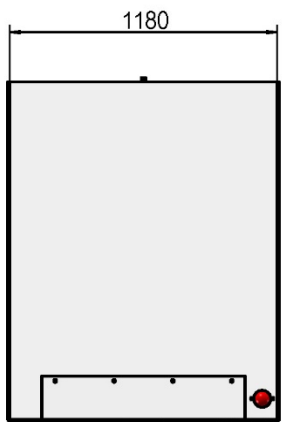
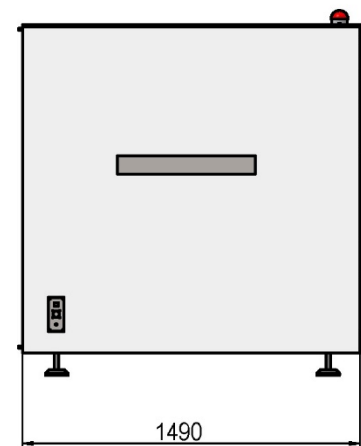
附图 2 企业厂房周围环境示意图



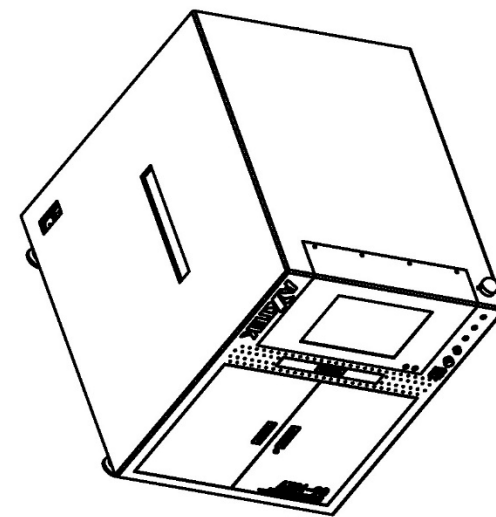
附图 3 企业厂房平面布置图



主射线方向



3mm 铅

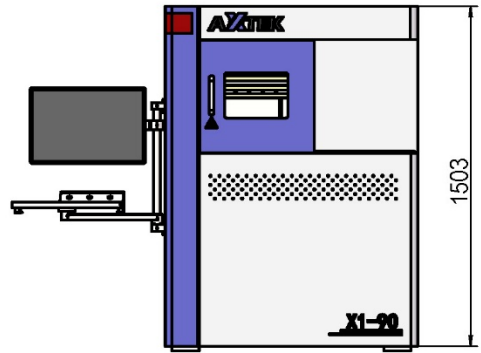


屏蔽材料：
顶部采用 5mm 铅板
周身采用 3mm 铅板

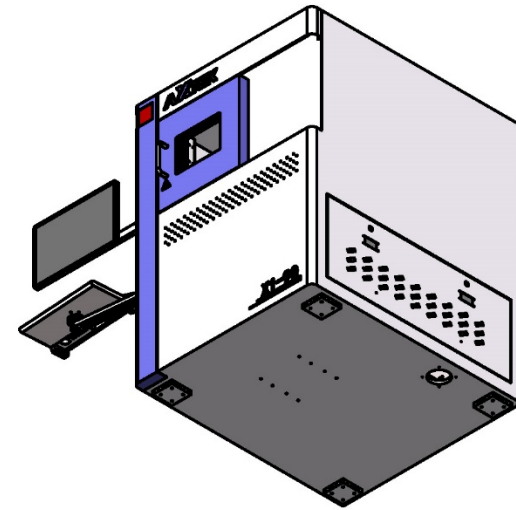
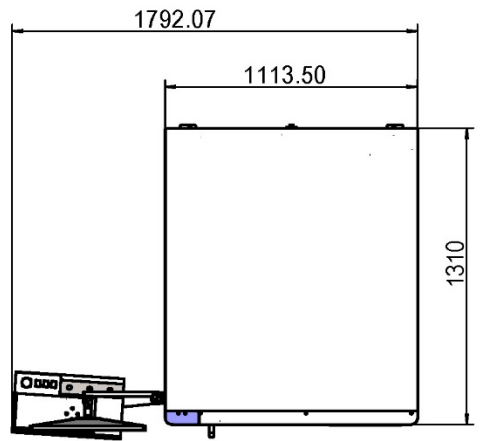
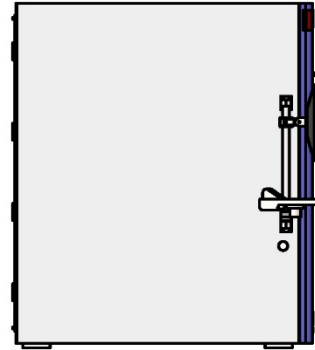
技术条件
1.未注公差按GB/1800.1-2009, IT14级;
2.周边锐边倒钝,未注倒角C0.5.未注圆角R0.5;

附图 4-1 AX 系列 X 射线检测装置屏蔽结构示意图

				零件名称	装配体1			
				夹具	图样标记	数量	重量	比例
标记	处数	更改文件号	签字		材料		1	1391
设计			2018/8/28		共	张	第	张
校对					奥克思光电科技			
审核								
批准								



↑
主射线方向



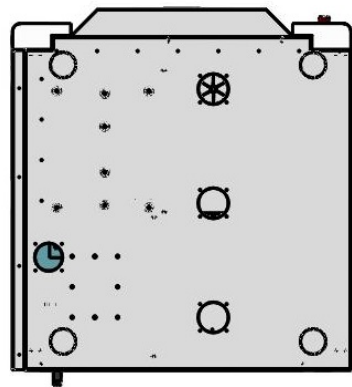
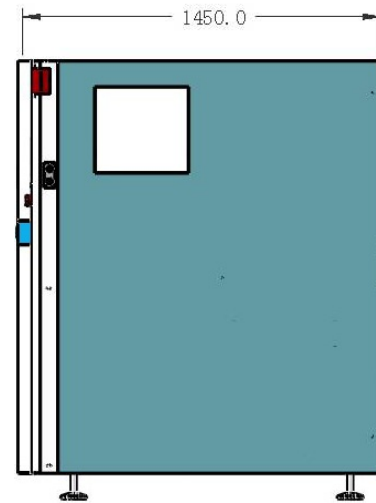
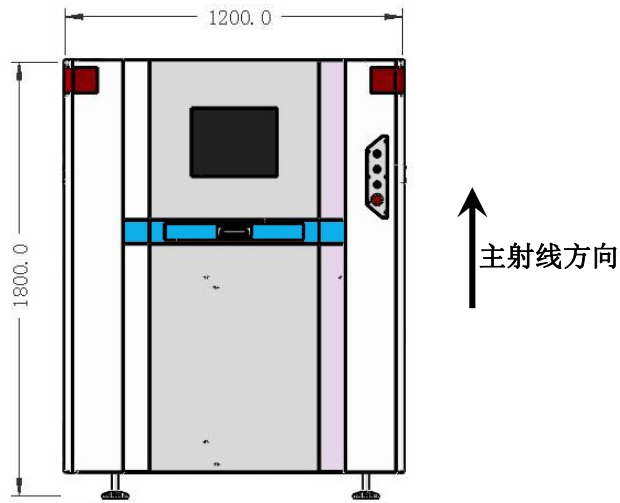
屏蔽材料：
顶部采用 5mm 铅板
周身采用 3mm 铅板

技术条件
1.未注公差按GB/1800.1-2009, IT14级;
2.周边锐边倒钝,未注倒角C0.5.未注圆角R0.5;

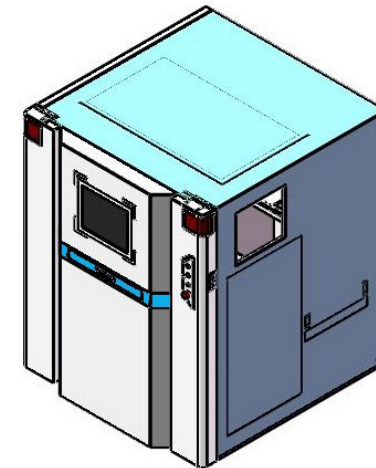
附图 4-2 X1 系列 X 射线检测装置屏蔽结构示意图

				零件名称	总成装配			
				夹具	图样标记	数量	重量	比例
标 记	处 数	更改文件号	签 字 日期				1	993.454
设 计			2018/8/28	材料	共 张 第 张			
校 对					奥 克 思 光 电 科 技			
审 核								
批 准								

▽ (▽▽)



屏蔽材料：
 顶部采用 3.5mm 铅板
 周身采用 3mm 铅板



Notes:
 1. Undeclared chamfer C0.5 and remove burrs
 2. Don't have scratches and knock for parts appearance
 3. Undeclared roughness Ra=3.2

附图 4-3 XC 系列 X 射线检测装置屏蔽结构示意图

TOLERANCES UNLESS OTHERWISE SPECIFIED	DWN 张振伟	PART NAME	MATERIAL/FINISH	
---------------------------------------	---------	-----------	-----------------	--