

编号: PPRYHP-20251217

核技术利用建设项目

广州优飞智能设备有限公司

核技术利用迁建项目

环境影响报告表

(送审稿)



广州优飞智能设备有限公司

2025 年 12 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

广州优飞智能设备有限公司

核技术利用迁建项目

环境影响报告表

建设单位名称：广州优飞智能设备有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：莫理林

莫理林

通讯地址：广州市黄埔区光谱西路3号电科东信科技大厦1201房

邮政编码：510700

联系人：黄静

电子邮箱：

联系电话：

打印编号: 1765961589000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	453j13		
建设项目名称	广州优飞智能设备有限公司核技术利用迁建项目		
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)	广州优飞智能设备有限公司		
统一社会信用代码	91440104050617914J		
法定代表人(签章)	莫理林		
主要负责人(签字)	黄静		
直接负责的主管人员(签字)	黄静		
二、编制单位情况			
单位名称(盖章)	工物研(广州)科技有限公司		
统一社会信用代码	91440106MA59CFKN61		
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
肖雪珍	12354443512440725	BH011845	肖雪珍
2 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
肖雪珍	编制评价依据、保护目标与评价标准、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、全文校核	BH011845	肖雪珍
林婉婷	项目基本情况、放射源、非密封放射性物质、射线装置、废弃物(重点是放射性废弃物)、环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项、辐射安全管理、结论与建议	BH069692	林婉婷

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、环境保护部批准颁发。它表明持证人通过国家统一组织的考试,取得环境影响评价工程师的职业资格。

This is to certify that the bearer of the Certificate has passed national examination organized by the Chinese government departments and has obtained qualifications for Environmental Impact Assessment Engineer.



Ministry of Human Resources and Social Security
The People's Republic of China



持证人签名:

Signature of the Bearer

肖雪珍

管理号:
File No.:

12354443512440725



Ministry of Environmental Protection
The People's Republic of China

编号: 0011726
No.:

姓名:

Full Name 肖雪珍

性别:

Sex 女

出生年月:

Date of Birth 1988年03月

专业类别:

Professional Type

批准日期:

Approval Date 2012年05月27日

签发单位盖章:

Issued by

签发日期: 2012 年 09 月 26 日

Issued on



广东省社会保险个人参保证明

该参保人在广东省参加社会保险情况如下：

姓名			肖雪珍			证件号码											
参保险种情况																	
参保起止时间				单位				参保险种									
								养老	工伤	失业							
202506		-	202512	广州市:工物研（广州）科技有限公司				7		7		7					
截止				2025-12-29 17:25				, 该参保人累计月数合计				实际缴费7个月, 缓缴0个月		实际缴费7个月, 缓缴0个月		实际缴费7个月, 缓缴0个月	

备注：

本《参保证明》标注的“缓缴”是指：《转发人力资源社会保障部办公厅 国家税务总局办公厅关于特困行业阶段性实施缓缴企业社会保险费政策的通知》（粤人社规〔2022〕11号）、《广东省人力资源和社会保障厅 广东省发展和改革委员会 广东省财政厅 国家税务总局广东省税务局关于实施扩大阶段性缓缴社会保险费政策实施范围等政策的通知》（粤人社规〔2022〕15号）等文件实施范围内的企业申请缓缴三项社保费单位缴费部分。

证明机构名称（证明专用章）

证明时间

2025-12-29 17:25



202512298247981722

广东省社会保险个人参保证明

该参保人在广州市参加社会保险情况如下：

姓名			林婉婷			证件号码								
参保险种情况														
参保起止时间			单位			参保险种								
						养老		工伤		失业				
202506		-	202512	广州市:工物研（广州）科技有限公司			7		7		7			
截止			2025-12-29 17:26			该参保人累计月数合计			实际缴费7个月,缓缴0个月		实际缴费7个月,缓缴0个月		实际缴费7个月,缓缴0个月	

备注：

本《参保证明》标注的“缓缴”是指：《转发人力资源社会保障部办公厅 国家税务总局办公厅关于特困行业阶段性实施缓缴企业社会保险费政策的通知》（粤人社规〔2022〕11号）、《广东省人力资源和社会保障厅 广东省发展和改革委员会 广东省财政厅 国家税务总局广东省税务局关于实施扩大阶段性缓缴社会保险费政策实施范围等政策的通知》（粤人社规〔2022〕15号）等文件实施范围内的企业申请缓缴三项社保费单位缴费部分。

证明机构名称（证明专用章）

证明时间

2025-12-29 17:26

建设单位责任声明

我单位广州优飞智能设备有限公司(统一社会信用代码 91440104050617914J)
郑重声明:

一、我单位对广州优飞智能设备有限公司核技术利用迁建项目环境影响报告表(项目编号:PPRYHP-20251217, 以下简称“报告表”)承担主体责任, 并对报告表内容和结论负责。

二、在本项目环评编制过程中, 我单位如实提供了该项目相关基础资料, 加强组织管理, 掌握环评工作进展, 并已详细阅读和审核过报告表, 确认报告表提出的污染防治、生态保护与环境风险防范措施, 充分知悉、认可其内容和结论。

三、本项目符合生态环境法律法规、相关法定规划及管理政策要求, 我单位将严格按照报告表及其批复文件确定的内容和规模建设, 并在建设和运营过程严格落实报告表及其批复文件提出的防治污染、防止生态破坏的措施, 落实环境环保投入和资金来源, 确保相关污染物排放符合相关标准和总量控制要求。

四、本项目将按照《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》有关规定, 在项目建成后申请取得辐射安全许可证。

五、本项目建设将严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度, 并按规定接受生态环境部门日常监督检查。在正式投产前, 我单位将对配套建设的环境保护设施进行验收, 编制验收报告, 向社会公开验收结果。

建设单位(盖章): 广州优飞智能设备有限公司

建设单位法定代表人(签字/签章):

编制单位(盖章): 工物研(广州)科技有限公司

编制单位法定代表人(签字/签章):

2025. 12. 29

编制单位责任声明

我单位工物研（广州）科技有限公司(统一社会信用代码 91440106MA59CFKN6J)郑重声明：

一、我单位符合《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》第九条第一款规定，无该条第三款所列情形，不属于该条第二款所列单位。

二、我单位受广州优飞智能设备有限公司的委托，主持编制了广州优飞智能设备有限公司核技术利用迁建项目环境影响报告表(项目编号:PPRYHP-20251217，以下简称“报告表”)。在编制过程中，坚持公正、科学、诚信的原则，遵守有关环境影响评价法律法规、标准和技术规范等规定。

三、在编制过程中，我单位建立和实施了覆盖本项目环境影响评价全过程的质量控制制度，落实了环境影响评价工作程序，并在现场踏勘、现状监测、数据资料收集、环境影响预测等环节以及环境影响报告表编制审核阶段形成了可追溯的质量管理机制。

四、我单位对报告表的内容和结论承担直接责任,并对报告表内容的真实性、客观性、全面性、规范性负责。

编制单位（盖章）：工物研（广州）科技有限公司

编制单位法定代表人（签字/签章）：



2025年12月29日

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	22
表 3 非密封放射性物质	22
表 4 射线装置	23
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	24
表 6 评价依据	25
表 7 保护目标及评价标准	27
表 8 环境质量和辐射现状	34
表 9 项目工程分析和源项	42
表 10 辐射安全与防护	62
表 11 环境影响分析	80
表 12 辐射安全管理	99
表 13 结论与建议	109
表 14 审批	112
附件 1：环评委托书	113
附件 2：辐射安全许可证	114
附件 3：原有核技术利用项目环评批复文件	117
附件 4：原有核技术利用项目验收意见	119
附件 5：法人身份证	123
附件 6：营业执照	124
附件 7：租赁合同	125
附件 8：相关制度	135
附件 9：监测报告	170
附件 10：辐射工作人员上岗证	177
附件 11：关于无人机 X 射线探伤装置的参数说明	180

表 1 项目基本情况

建设项目名称		广州优飞智能设备有限公司核技术利用迁建项目			
建设单位		广州优飞智能设备有限公司			
法人代表		莫理林	联系人	黄静	联系电话
注册地址		广州市黄埔区光谱西路 3 号电科东信科技大厦 1201 房			
项目建设地点		黄埔区科学城光谱西路 3 号办公楼 105 房调试间			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)		10	项目环保投资 (万元)	5	投资比例 (环保投资/ 总投资)
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input checked="" type="checkbox"/> 其它			占地面积 (m ²)
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	/			

1.1 建设单位概况

广州优飞智能设备有限公司（以下简称“优飞公司”或“建设单位”）成立于2012年07月17日，多年来专注于无人机智能巡检行业解决方案，公司拥有多项自主知识产权、技术专利、软件著作权，是集研发、生产、销售、培训及服务于一体的高新技术企业。面对多行业日益复杂的巡检场景，公司根据不同的场景需求，结合多年行业经验，自主研发了自动机场系列、无人机智能库房、无人机智能挂载系列，软件平台系统等产品。以科技赋能，解决方案下沉至诸多应用场景，为能源、电力、政企、安防、应急等领域提供应用解决方案。面向管理人员及巡检人员提供应用服务，以专业化的售前、售中、售后服务赢得了客户的信赖与好评，致力于成为智能巡检行业引领者。

1.2 项目由来

本项目为射线装置搬迁项目，原有项目（《广州优飞智能设备有限公司核技术利用建设项目环境影响报告表》（编号：PPRYHP-20240905）已于2025年1月22日取得广东省生态环境厅出具的**环评批复**（粤环穗审【2025】15号，见附件3），于2025年3月21日取得**辐射安全许可证**（粤环辐证【A8407】，见附件2），于2025年8月30日进行**项目验收**（验收意见见附件4）。

原有项目位于广州市黄埔区安居宝科技园F栋，现因原场地到期及公司规划需搬迁至广州市黄埔区科学城光谱西路3号办公楼105房（租赁合同见附件7）调试间。根据《中华人民共和国环境影响评价法》（根据2018年12月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议《关于修改〈中华人民共和国劳动法〉等七部法律的决定》修正）第二十四条“建设项目的环评文件经批准后，建设项目的性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染、防止生态破坏的措施发生重大变动的，建设单位应当重新报批建设项目的环评文件。”由于本项目建设地点发生重大变动，建设单位应当重新报批建设项目的环评文件。

根据《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）对射线装置分类，本项目属于使用II类射线装置中的其他工业用X射线探伤装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021

版)中“五十五、核与辐射”中“第172、生产、使用II类射线装置的;以上项目的改、扩建”的规定,本项目应编制环境影响报告表。

为此,建设单位委托工物研(广州)科技有限公司开展“广州优飞智能设备有限公司核技术利用迁建项目”的环境影响评价工作(委托书见附件1)。在接受委托后,环评单位组织相关技术人员进行了现场勘察、资料收集、法规调研等工作,并结合项目特点,按照《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)中环境影响报告表的内容和格式,编制了本项目的环境影响报告表。

1.3 项目建设内容及规模

1.3.1 建设项目内容

建设单位生产、销售、使用的无人机X射线探伤装置涉及组装、调试、销售、理论培训、实操培训、维修后测试等环节。无人机和X射线机均是成熟机型,建设单位仅对成熟机进行组装,不涉及无人机及X射线机的研发工序。

调试、实操培训及维修后测试环节涉及射线装置出束,其中调试及维修后测试场所拟设置在公司一层的调试间(现为闲置房间。见图1.5-2);实操培训在客户单位指定场所进行,实操培训场所选择远离居民区、学校等非人群密集和人员居留时间长的场所。

本项目配套设施为**组装区和存放区**,拟设置于广州市黄埔区科学城光谱西路3号电科东信科技大厦东塔五楼中的组装间,组装间内分为左右两侧区域,左侧为组装区,右侧为存放区。见图1.5-2。

根据建设单位提供资料,本项目涉及出束的X射线机无需训机,建设单位仅对故障设备的加装部件(即)进行维修,故障无人机及故障X射线机由对应的设备厂家进行维修,维修结束寄回建设单位,由建设单位进行组装并测试后寄回客户单位。

本项目铅箱及无人机X射线探伤装置信息见下表。

表 1.3-1 铅箱及无人机X射线探伤装置信息表

铅箱	
尺寸(mm)	前门尺寸(mm)

无人机 X 射线探伤装置						
型号	使用的 X 射线机型号	主要技术参数	滤过条件	周向/定向	设备的最大工作周期	辐射角
XD	XR150	最大管电压 150kV 最大管电流 0.5mA	1.5mmCu	定向	每 4 分钟 200 次脉冲	40°
XD2	XR200	最大管电压 150kV 最大管电流 0.5mA				
XD4	XRS3	最大管电压 270kV 最大管电流 0.25mA				

搬迁后铅箱无结构、屏蔽体等变动，无人机 X 射线探伤装置使用的 X 射线机型号、参数等无变动。拟搬迁前后信息对比见下表。

表 1.3-2 搬迁前后各信息对比一览表

铅箱						
项目		搬迁前情况	搬迁后情况	备注		
整体尺寸（mm）				一致		
六面尺寸	前、后侧尺寸（mm）			一致		
	左侧、右侧尺寸（mm）			一致		
	顶部、底部尺寸（mm）			一致		
前门尺寸（mm）					一致	
辐射屏蔽参数	四周及顶、底部			一致		
	前门			一致		
	线缆穿屏蔽体			铅箱右侧设有一个线缆穿出口，线缆呈“L”型穿出洞口，线缆防护罩采用与主体一致的屏蔽厚度（20mmPb）	铅箱右侧设有一个线缆穿出口，线缆呈“L”型穿出洞口，线缆防护罩采用与主体一致的屏蔽厚度（20mmPb）	一致
	排气扇防护罩			铅箱顶部设有一个排气扇，排气扇防护罩采用“扇帘”的设计，防护罩屏蔽厚度与主体屏蔽厚度一致（20mmPb）	铅箱顶部设有一个排气扇，排气扇防护罩采用“扇帘”的设计，防护罩屏蔽厚度与主体屏蔽厚度一致（20mmPb）	一致
门机联锁		铅箱前门设置门机联锁装置（前门处设置一个限位开关），射线机与开关接线后可实现在前门完全关闭到位后，射线机才能通电，具备出束条件。一旦前门被打开则设备无法出束	铅箱前门设置门机联锁装置（前门处设置一个限位开关），射线机与开关接线后可实现在前门完全关闭到位后，射线机才能通电，具备出束条件。一旦前门被打开则设备无法出束	一致		

门灯联锁	铅箱前门右边设有三色信号指示灯用以警示辐射工作人员注意安全，工作期间辐射工作人员位于铅箱正前方操作，辐射工作人员可明显注意到铅箱此时的状态。本项目铅箱三色信号指示灯有红色、黄色、绿色三种灯光，不同的灯光表示设备不同的运行状态。 铅箱前门正上方设有射线装置指示灯，“射线有害，灯亮勿入”灯亮时表示设备正在工作，熄灯表示设备停止工作。	铅箱前门右边设有三色信号指示灯用以警示辐射工作人员注意安全，工作期间辐射工作人员位于铅箱正前方操作，辐射工作人员可明显注意到铅箱此时的状态。本项目铅箱三色信号指示灯有红色、黄色、绿色三种灯光，不同的灯光表示设备不同的运行状态。 铅箱前门正上方设有射线装置指示灯，“射线有害，灯亮勿入”灯亮时表示设备正在工作，熄灯表示设备停止工作。	一致
安全联锁			一致
无人机 X 射线探伤装置			
项目	搬迁前情况	搬迁后情况	评价
设备型号、参数	①无人机 X 射线探伤装置（型号 XD，使用的 X 射线机型号 XR150，最大管电压 150kV，最大管电流 0.5mA） ②无人机 X 射线探伤装置（型号 XD2，使用的 X 射线机型号 XR200，最大管电压 150kV，最大管电流 0.5mA） ③无人机 X 射线探伤装置（型号 XD4，使用的 X 射线机型号 XRS3，最大管电压 270kV，最大管电流 0.25mA）	①无人机 X 射线探伤装置（型号 XD，使用的 X 射线机型号 XR150，最大管电压 150kV，最大管电流 0.5mA） ②无人机 X 射线探伤装置（型号 XD2，使用的 X 射线机型号 XR200，最大管电压 150kV，最大管电流 0.5mA） ③无人机 X 射线探伤装置（型号 XD4，使用的 X 射线机型号 XRS3，最大管电压 270kV，最大管电流 0.25mA）	一致
滤过条件	均为 1.5mmCu	均为 1.5mmCu	一致
周向/定向	定向	定向	一

			致
设备的最大工作 周期	每 4 分钟 200 次脉冲	每 4 分钟 200 次脉冲	一 致
辐射角	40°	40°	一 致

1.3.2 劳动定员及

(1) 劳动定员

建设单位已配置 5 名辐射工作人员参与辐射工作，其中操作人员 2 名，现场管理人员 3 名。所有辐射工作人员均已通过辐射安全与防护培训考核（见附件 10）。建设单位配置的 5 名辐射工作人员满足当前业务量，本项目保守以只有一组工作小组（一组工作小组共 5 名辐射工作人员，2 名为操作人员，3 名为管理人员）进行人员剂量估算，建设单位将在今后工作中根据实际工作量新增辐射工作人员，并要求所有新增的辐射工作人员需通过辐射安全与防护培训考核并持证上岗。

另配置 5 名工作人员（不涉及辐射工作）负责组装和理论培训期间的工作，配置 15 名工作人员（不涉及辐射工作）负责销售期间的工作。

表 1.3-3 劳动定员及工作内容

工作阶段	配置工作人员数量（人）	工作内容	是否涉及辐射工作
设计、组装	5	负责无人机X射线探伤装置的设计，并负责安装X射线机（设计、组装期间不对X射线机进行改造）	否
调试、维修后测试	5 (辐射工作人员)	主要负责无人机的调试和无人机X射线探伤装置开关机、参数设置、设备摆放、收取设备等操作。设置警戒线和电离辐射警告标志等。	是
销售	15	与客户单位确认交期和安装要求，审核客户单位资质等	否
理论培训	5	负责理论培训期间的工作	否
实操培训	5 (辐射工作人员)	2 操作人员：负责设备开关机、参数设置、无人机飞行、收取设备等操作	是
		3 管理人员：操控巡检无人机进行巡查，设备出束工作期间对现场辐射安全进行管理，在实操培训期间不定时巡查监督区边界情况，防止无关人员逗留	

备注：本项目调试、维修后测试、实操培训工作期间的辐射工作人员相同。调试及维修后测试期间辐射工作人员负责 X 射线机摆放、开关机、设置参数等；实操培训期间分为 2 名操作人员和 3 名管理人员。负责设计组装、销售、理论培训的工作人员为非辐射工作人员，与本项目辐射工作人员不重复。

(2) 工作负荷

调试：调试场所拟设置于办公楼一层调试间。根据建设单位提供资料，预计年产量

1000 台，设备最大工作周期为每 4 分钟 200 次脉冲。根据建设单位提供资料，设备出束 5-7 脉冲即可成像，10 脉冲即可得到较好的影像，每台设备调试 1 次最多需要 10 次脉冲，每台设备最多需要调试 5 次。本项目按每台设备需要的最大调试次数进行估算（即调试 5 次/台，每次调试出束 10 脉冲），保守估计每调试 1 台设备曝光时间约为 $1.7\text{E}-02\text{h}$ /台，则设备调试期间年总曝光时间为 $1.7\text{E}+01\text{h}$ 。

实操培训：实操培训场所在客户指定作业场所，实操培训场所选择远离居民区、学校等非人群密集和人员居留时间长的场所，为不固定场所。建设单位预计年销售 1000 台，每台设备实操培训期间每次曝光最多需要 10 次脉冲，每次实操培训最多进行 5 次曝光，保守估计（即按 10 次脉冲/次，共 5 次进行估算）实操培训期间每台设备曝光时间约为 $1.7\text{E}-02\text{h}$ /台，则设备培训期间年总曝光时间为 $1.7\text{E}+01\text{h}$ 。

维修后测试：维修后测试场所与调试场所一致，铅箱设置于办公楼调试间。建设单位预计年销售 1000 台，每台设备测试 1 次最多曝光 10 次脉冲，每台设备最多需要测试 5 次。保守估计每台设备均需维修一次，维修后最多需测试 5 次，则设备测试期间曝光时间约为 $1.7\text{E}-02\text{h}$ /台，则设备测试期间年总曝光时间为 $1.7\text{E}+01\text{h}$ 。

综上所述，建设单位年生产 1000 台的无人机 X 射线探伤装置年总曝光时间为 $5.0\text{E}+01\text{h}$ 。

表 1.3-4 工作负荷一览表

设备名称	涉及出束的装置	阶段	设备的最大工作周期	曝光脉冲数	数量(台/年)	每台设备所需曝光时间 h	年总曝光时间 h/a
无人机 X 射线探伤装置	X 射线机	调试	每 4 分钟 200 次脉冲	50	1000	$1.7\text{E}-02$	$5.0\text{E}+01$
		实操培训		50		$1.7\text{E}-02$	
		维修后测试		50		$1.7\text{E}-02$	

1.4 本项目产业政策符合性及实践正当性分析

1.4.1 产业政策符合性分析

建设单位生产、销售、使用无人机 X 射线探伤装置，设备售出后将用于开展耐张线夹及接续管 X 射线无损检测，系核技术应用项目在工业领域内的运用。根据国家发展和改革委员会第 7 号令《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，属于鼓励类中“十四、机械 1、科学仪器和工业仪表：用于辐射、有毒、可燃、易爆、重金属、二噁英等检测分析的仪器仪表，水质、烟气、空气检测仪器，药品、食品、生化检验用高端质

谱仪、色谱仪、光谱仪、X射线仪、核磁共振波谱仪、自动生化检测系统及自动取样系统和样品处理系统，科学研究、智能制造、测试认证用测量精度达到微米以上的多维几何尺寸测量仪器，自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备，用于纳米观察测量的分辨率高于3.0纳米的电子显微镜，各工业领域用高端在线检验检测仪器设备”的X射线仪项目。因此，本项目符合国家当前的产业政策。

1.4.2 实践正当性分析

本项目为搬迁项目，根据建设单位提供资料，原使用场所因合约到期，需要更换使用场所，拟搬迁使用场所50m范围内无新增居民区、学校、医院等环境敏感区，周围敏感目标数量无明显增多。

X射线探伤作为五大常规无损检测方法之一，可以探测各型金属内部可能产生的缺陷，如气孔、针孔、夹杂、疏松、裂纹、偏析、未焊透和熔合不足等，且能较直观地显示工件内部缺陷的大小和形状，对保障产品质量起了十分重要的作用。另外，无人机与X射线探伤技术相结合凭借高效、精准、安全等诸多优势，正重塑输电线路及众多相关领域的检测模式，为各行业发展注入强大动力，其带来的巨大利好远远超过可能存在的些许局限，具有广阔的应用前景。

由于X射线探伤的方法效果显著，因此，该项目的实践是必要的。但是，由于在设备调试和实操培训过程中射线装置的应用可能会给周围环境和辐射工作人员造成一定的辐射影响，同时射线装置的使用及管理的失误会造成辐射安全事故。建设单位在开展设备调试和实操培训过程中，对射线装置的使用将严格按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项辐射产生的影响控制在满足国家防护标准下的低水平。本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中4.3.1实践的正当性的要求，因此本项目核技术应用的实践具有正当性。

1.5 本项目地理位置及周边环境关系

建设单位拟将铅箱放置于公司办公楼调试间，铅房地理位置图见图1.5-1。



图 1.5-1 铅箱地理位置图

1.5.1 周边环境关系

(1) 外环境关系

铅箱北侧约 7m 为园区内道路，约 40m 为东门，约 49m 为航新航空大厦；东侧约 2.4m 为园区内道路，约 40m 为园区外光宝路。

(2) 内环境关系

铅箱位于 105 房。铅箱北侧约 1m 为女厕；西侧约 3.2m 为男厕，约 15.4m 为其他公司出入口，约 13.9m 为后门；西南侧约 7.7m 为物料分拣区，约 11.4m 为物料验收区，约 19.7m 为总装作业区一，约 32.2m 为大堂；南侧约 1m 为仓储区，约 12.2m 为总装作业区二，约 17.0m 为修整作业区，约 22.4m 为办公区，约 26.3m 为楼梯间，约 24.9m 为仓储区；正上方为食堂后厨，正下方无实体建筑。

本项目铅箱 50m 范围内无居民区、学校等敏感点，铅房 50m 周围环境见表 1.6-1。

表 1.5-1 铅箱 50m 范围环境一览表

方位		环境点	距离
室内	/	调试间（铅箱所在房间）	/
	北侧	女厕	1m
	西侧	男厕	3.2m
		其他公司出入口	15.4m
		后门	13.9m
	西南侧	物料分拣区	7.7m
		物料验收区	11.4m
		总装作业区一	19.7m
		大堂	32.2m
	南侧	仓储区	1m
		总装作业区二	12.2m
		修整作业区	17.0m
		办公区	22.4m
		楼梯间	26.3m
		仓储区	24.9m
	正上方	食堂后厨	/
	正下方	无实体建筑	/
室外	北侧	园区内道路	7m
		东门	40m
		航新航空大厦	49m
	东侧	园区内道路	2.4m
		园区外光宝路	40m
	南侧	停车场	50m

1.5.2 选址合理性

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）对核技术利用建设项目环境影响报告书的评价范围和保护目标的相关规定：射线装置应用项目的评价范围，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。因此本项目以铅箱边界外50m的范围内的区域作为评价范围。

本项目铅箱屏蔽体外50m区域为办公楼（铅箱所在楼栋）、航新航空大厦、停车场、光宝路及50m范围内道路。50m评价范围内无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等敏感区。因此本项目调试和维修后测试场所的选址合理。

实操培训在客户指定作业场所进行，实操培训场所选择远离居民区、学校等非人群密集和人员居留时间长的场所，为不固定场所，建设单位在进行设备实操培训前，需确保无人机 X 射线探伤装置出束时控制区和监督区范围内无居民区、学校、医院等辐射环境敏感区域。无法避免时，应划定工作区域，把无关人员疏散至监督区以外。

实操培训期间射线装置距离监督区边界的最大距离大于100m的，取监督区边界作为评价范围；射线装置距离监督区边界的最大距离不足100m的，取射线装置所在位置为中心外100m作为评价范围。



拟设置铅箱房间（调试间）



东侧道路



北侧道路



正上方



楼栋西侧道路



原铅箱所在调试间现状

图 1.5-4 现场环境图

1.6 原有核技术利用项目情况

广州优飞智能设备有限公司持有辐射安全许可证（粤环辐证【A8407】），发证日期 2025 年 3 月 21 日，有效期至 2030 年 3 月 20 日，许可的种类和范围为生产、销售、使用 II 类射线装置。所有射线装置历史环保手续见下表。

表 1.6-1 历史环保手续一览表

装置名称	型号	数量	活动种类	环评情况	辐射安全许可证	验收情况
无人机 X 射线探伤装置	XD	1000 台/年	生产、销售、使用	粤环穗审【2025】15 号	粤环辐证【A8407】	验收意见见附件 4
无人机 X 射线探伤装置	XD2					
无人机 X 射线探伤装置	XD4					

备注：以上射线装置即为本次项目搬迁涉及射线装置

（1）辐射安全与环境保护管理机构

建设单位已成立辐射安全与环境保护管理小组并配备专职辐射防护管理人员，明确职责，制定辐射时间应急处理措施。

（2）规章制度

建设单位已制定有《辐射安全与环境保护管理制度》、《无人机 X 射线探伤装置销售规程》、《无人机 X 射线探伤装置操作规程》、《辐射工作人员职业健康管理规定》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射工作场所监测计划》、《射线装置使用和维修台账管理制度》、《广州优飞智能设备有限公司辐射事故应急预案》等制度并进行制度落实，开展核技术利用项目以来未发生任何辐射事故。

（3）辐射工作人员持证情况

建设单位现有 5 名辐射工作人员，均已通过生态环境部辐射安全与防护培训平台培训考核，考核证书见附件 10。

（4）场所监测

场所监测：原有核技术利用项目自验收后未有设备售出，未进行设备出厂调试。

年度监测：原有核技术利用项目自建成未满一年，因此未进行年度监测，建设单位承诺将严格执行辐射监测计划，定期委托有相关资质的第三方辐射监测机构对公司的辐射工作场所进行监测。年度监测数据作为本单位的射线装置安全和防护状况年度评估

报告的一部分，每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

（5）个人剂量监测情况

建设单位现有辐射工作人员均已配备个人剂量计，由于个人剂量计佩戴时间未满 3 个月，尚未出具个人剂量检测报告。

（6）年度评估报告情况

原有核技术利用项目自建成未满一年，期间无进行产品调试、销售等。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求，建设单位应每年对使用的射线装置和安全防护状况进行年度评估，并于每年的 1 月 31 日前向发证机关提交上一年的年度评估报告。

原有核技术利用项目于 2025 年 1 月 22 日取得广东省生态环境厅出具的环评批复（粤环穗审【2025】15 号，见附件 3），于 2025 年 3 月 21 日取得辐射安全许可证（粤环辐证【A8407】，见附件 2），于 2025 年 8 月 30 日进行项目验收（验收意见见附件 4）。建设单位承诺将根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求每年按时向生态环境主管部门提交年度评估报告。

（7）应急演练情况

经与建设单位沟通，建设单位在原项目建成以来未进行过应急演练。

建议：辐射安全与环境保护管理机构小组应定期组织辐射工作人员参加辐射安全与防护相关法律法规的考核学习，并落实辐射工作人员上岗培训计划，每年组织公司内部应急演练。

1.7 本项目与原有核技术利用项目依托关系

（1）辐射工作人员依托关系

本项目拟依托原有 5 名辐射工作人员，均已通过生态环境部辐射安全与防护培训平台培训考核。（辐射工作人员培训证明见附件 10）

（2）辐射安全管理制度依托关系

建设单位已制定有《辐射安全与环境保护管理制度》、《无人机 X 射线探伤装置销售规程》、《无人机 X 射线探伤装置操作规程》、《辐射工作人员职业健康管理规定》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射工作场所监测计划》、《射线装置使用和维修台账管理制度》、《广州优飞智能设备有限公司辐射事故应急预案》等制度。建设单

位在本项目建成后应根据最新法律法规和标准要求完善相关制度，并在日常工作中严格落实规章制度，确保能够满足核技术利用项目的管理需求。

(3) 辐射防护设施依托关系

本项目搬迁后依托现有辐射监测仪器进行辐射水平自行监测，依托的监测设备见下表。

表 1.7-1 建设单位现有监测设备一览表

仪器类型	仪器名称	型号	数量	备注
监测设备	便携式 X-γ剂量率仪	RT-800D	2 台	依托原有
报警仪器	个人剂量报警仪	RT-100A	5 台	
辐射防护用品	个人剂量计	/	5 个	

其他辐射防护设施依托关系见下表。本项目为搬迁项目，监测设备、个人剂量报警仪、辐射防护用品依托原有设备；门机联锁、门灯联锁均依托铅箱原有设施。

表 1.7-2 其他辐射防护设施依托关系

项目	铅箱现状	备注
门机联锁	本项目铅箱前门设置门机联锁装置（前门处设置一个限位开关），射线机与开关接线后可实现在前门完全关闭到位后，射线机才能通电，具备出束条件。一旦前门被打开则设备无法出束。	依托原有
门灯联锁	铅箱前门右边设有三色信号指示灯用以警示辐射工作人员注意安全，工作期间辐射工作人员位于铅箱正前方操作，辐射工作人员可明显注意到铅箱此时的状态。本项目铅箱三色信号指示灯有红色、黄色、绿色三种灯光，不同的灯光表示设备不同的运行状态： 1、所有灯关闭表示总电源、射线装置电源关闭； 2、红灯亮起表示设备 X 射线管打开，这时设备正在工作中； 3、绿灯亮起表示总电源已打开； 4、黄灯亮起表示设备前门已关闭，可以开启射线源。 铅箱前门正上方设有射线装置指示灯，“射线有害，灯亮勿入”灯亮时表示设备正在工作，熄灯表示设备停止工作。	依托原有



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)	年最大使用量 (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》（GB18871-2002）

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	无人机 X 射线探 伤装置	II类	1000 台/ 年	XD	150	0.5	开展耐张线夹 及接续管的无 损检测	调试间	/
2	无人机 X 射线探 伤装置	II类		XD2	150	0.5	开展耐张线夹 及接续管的无 损检测		/
3	无人机 X 射线探 伤装置	II类		XD4	270	0.25	开展耐张线夹 及接续管的无 损检测		/

(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 (mA)	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	年排放量	排放口 浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	微量	微量	/	不暂存	空气中自行分解
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日实施）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（根据 2018 年 12 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议《关于修改〈中华人民共和国劳动法〉等七部法律的决定》修正）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日实施）；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（中华人民共和国国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日实施）；</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 14 日经国务院令第 449 号公布，2014 年 7 月 29 日经国务院令第 653 号修改，2019 年 3 月 2 日经国务院令第 709 号修改）；</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 号公布，2008 年 12 月 6 日经环境保护部令第 3 号修改，2017 年 12 月 20 日经环境保护部令第 47 号修改，2019 年 8 月 22 日经生态环境部令第 7 号修改，2021 年 1 月 4 日经生态环境部令第 20 号修改）；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起实施）；</p> <p>(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）；</p> <p>(9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》（生态环境部令第 16 号，2020 年 11 月 5 日生态环境部部务会议审议通过，2021 年 1 月 1 日起施行）；</p> <p>(10) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（生态环境部令第 9 号），自 2019 年 11 月 1 日施行；</p> <p>(11) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号，2024 年 2 月 1 日起施行）；</p> <p>(12) 《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，2020 年 1 月 1 日起施行）；</p>
------	---

	(13)《建设项目竣工环境保护验收暂行方法》(国环规环评[2017]4号)。
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)；</p> <p>(2)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)；</p> <p>(3)《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)；</p> <p>(4)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)；</p> <p>(5)《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)；</p> <p>(6)《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》(HJ 1326—2023)；</p> <p>(7)《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；</p> <p>(8)《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；</p> <p>(9)《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB8999-2021)；</p> <p>(10)《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010)。</p>
其他	<p>(1)环评委托书；</p> <p>(2)广州优飞智能设备有限公司提供的资料；</p> <p>(3)《辐射防护手册(第一分册)》，李德平、潘志强；</p> <p>(4)《中国环境天然放射性水平》(中国原子能出版社，2015 年 7 月第 1 版)。</p>

表 7 保护目标及评价标准

7.1 评价范围

建设单位拟将铅箱放置于办公楼一层调试间（现为闲置房间）；实操培训在客户指定作业场所进行，实操培训场所选择远离居民区、学校等非人群密集和人员居留时间长的场所，为不固定场所。

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）对核技术利用建设项目环境影响报告书的评价范围和保护目标的相关规定：射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）。

因此在设备调试及维修后测试期间将铅箱屏蔽体外 50m 范围内作为评价范围；实操培训期间根据第十一章理论估算，主射束方向水平时，地面投影的主射线束方向控制区边界为 26m，监督区边界为 65m；非主射束方向控制区边界为 18m，监督区边界为 45m。因此选取实操培训期间距离探伤装置周围 100m 作为评价范围。评价范围示意图见图 7.1-1。



图7-1.1 铅箱周围50m外环境图

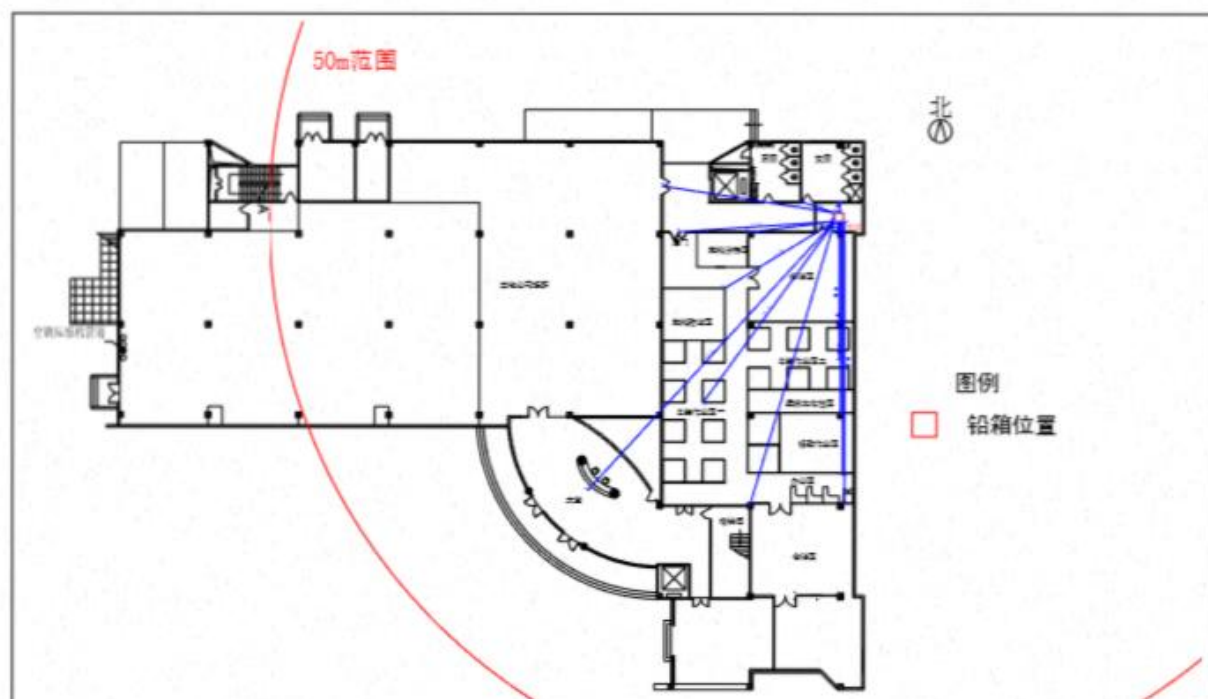


图 7.1-2 铅箱周围 50m 内环境图

7.2 保护目标

铅箱 50m 评价范围内包括办公楼（铅箱所在楼栋）、航新航空大厦、停车场、光宝路及 50m 范围内道路。环境保护目标主要为本项目辐射工作人员、航新航空大厦员工、在光宝路的流动人员、在评价范围内道路的流动人员。实操培训本项目的环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 本项目 50m 评价范围环境保护目标

方位		场所	与铅箱距离
室内	/	调试间（铅箱所在房间）	/
	北侧	女厕	1m
	西侧	男厕	3.2m
		其他公司出入口	15.4m
		后门	13.9m
	西南侧	物料分拣区	7.7m
		物料验收区	11.4m
		总装作业区一	19.7m
		大堂	32.2m
	南侧	仓储区	1m
		总装作业区二	12.2m
		修整作业区	17.0m
		办公区	22.4m
		楼梯间	26.3m
		仓储区	24.9m

室外	正上方	食堂后厨	/
	正下方	无实体建筑	/
	北侧	园区内道路	7m
		东门	40m
		航新航空大厦	49m
	东侧	园区内道路	2.4m
		园区外光宝路	40m
	南侧	停车场	50m

7.3 评价标准

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

（1）剂量限值

①职业照射

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）附录 B 剂量限值：应对任何工作人员的职业水平进行控制，使之不超过下述限值：由审管部门决定的连续 5 年的平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv。

②公众照射

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）附录 B 剂量限值：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：年有效剂量，1mSv。

③剂量约束

在环境评价中，出于“防护与安全的最优化”原则，本项目辐射工作人员及公众取其年剂量限值的 1/4 作为剂量约束限值，即工作人员的年剂量约束值 5mSv，公众的年剂量约束值 0.25mSv。

（2）辐射管理分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

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。

7.3.3 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

6 固定式探伤的放射防护要求（本项目设备出厂调试及维修后测试工作固定场所为调试间）

6.1 探伤室放射防护要求（本项目探伤室为调试间铅箱）

6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB 18871 的要求。

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足

a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

本项目参照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）标准中的探伤室即是本项目评价的铅箱屏蔽体，根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）剂量限值的要求，本项目使用的铅箱的自屏蔽体外 30cm 的周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。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。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。

6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

6.1.10 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。

6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求

6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等

防护安全措施。

6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，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。

6.2.4 交接班或当班使用便携式 X- γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X- γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

6.2.6 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。

7 移动式探伤的放射防护要求（本项目实操培训场所为不固定场所）

7.1 作业前准备

7.1.1 在实施移动式探伤（本项目不实施移动探伤，但建设单位需对设备进行出厂调试、实操培训及维修后测试）工作之前，使用单位应对工作环境进行全面评估，以保证实现安全操作。评估内容至少应包括工作地点的选择、接触的工人与附近的公众、天气条件、探伤时间、是否高空作业、作业空间等。应考虑移动式探伤对工作场所内其他的辐射探测系统带来的影响（如烟雾报警器等）。

7.1.2 使用单位应确保开展移动式探伤工作的每台探伤机至少应配备两名专职工作人员。

7.1.3 移动式探伤工作如在委托单位的工作场地实施准备和规划，使用单位应与委托单位协商适当的探伤地点和探伤时间、现场的通告、警告标识和报警信号等，避免造成混淆。委托单位应给予探伤作业人员充足的时间以确保探伤工作的安全开展和所需安全措施的实施。

7.2 分区设置

7.2.1 探伤作业（本项目不实施移动探伤，但建设单位需对设备进行出厂调试、实操培训及维修后测试）时，应对工作场所实行分区管理，将工作场所划分为控制区和监督区。并在相应的边界设置警示标识。现场射线探伤工作应在指定为控制区的区域内进行。

7.2.2 一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的区域划为控制区。

7.2.3 控制区边界上合适的位置应设置电离辐射警告标志并悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌，探伤作业人员应在控制区边界外操作，否则应采取专门

的防护措施。

7.2.5 移动式探伤作业工作过程中，控制区内不应同时进行其他工作。为了使控制区的范围尽量小，应使用合适的准直器并充分考虑探伤机和被检物体的距离、照射方向、时间和现场屏蔽等条件。视情况采用局部屏蔽措施。

7.2.6 每一个探伤作业班组应至少配备一台便携式 X-γ剂量率仪，并定期对其开展检定/校准工作。应配备能在现场环境条件下可听见、看见或产生震动信号的个人剂量报警仪。

7.2.7 探伤作业期间还应对控制区边界上代表点的剂量率进行检测，尤其是探伤的位置在此方向或射线束的方向发生改变时，适时调整控制区的边界。

7.2.8 应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区，并在其边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。

7.2.10 探伤机控制台（X 射线发生器控制面板）应设置在合适位置或设有延时开机装置，以便尽可能降低操作人员的受照剂量。

7.3 安全警示

7.3.1 委托单位（业主单位）应配合做好探伤作业的辐射防护工作，通过合适的途径提前发布探伤作业信息，应通知到所有相关人员，防止误照射发生。

7.3.3 X 和 γ 射线探伤的警示信号指示装置应与探伤机联锁。

7.3.4 在控制区的所有边界都应能清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号。

7.3.5 应在监督区边界和建筑物进出口的醒目位置张贴电离辐射警告标志和警示语等提示信息。

7.4 边界巡查与检测

7.4.1 开始移动式探伤之前，探伤工作人员应确保在控制区内没有任何其他人员，并防止有人进入控制区。

7.4.2 控制区的范围应清晰可见，工作期间应有良好的照明，确保没有人员进入控制区。如果控制区太大或某些地方不能看到，应安排足够的人员进行巡查。

7.4.4 开始移动式探伤工作之前，应对便携式 X-γ剂量率仪进行检查，确认能正常工作。在移动式探伤工作期间，便携式 X-γ剂量率仪应一直处于开机状态，防止射线曝光异常或不能正常终止。

7.4.5 移动式探伤期间，工作人员除进行常规个人监测外，还应佩戴个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携式 X- γ 剂量率仪，两者均应使用。

表 8 环境质量和辐射现状

<div><div>8.1 环境质量和辐射现状</div><div><div>8.1.1 环境现状评价对象</div><p>铅箱及周围 50m 范围内环境，如下：</p><p>（1）外环境关系</p><p>铅箱北侧约 7m 为园区内道路，约 40m 为东门，约 49m 为航新航空大厦；东侧约 2.4m 为园区内道路，约 40m 为园区外光宝路。</p><p>（2）内环境关系</p><p>铅箱位于 105 房。铅箱北侧约 1m 为女厕；西侧约 3.2m 为男厕，约 15.4m 为其他公司出入口，约 13.9m 为后门；西南侧约 7.7m 为物料分拣区，约 11.4m 为物料验收区，约 19.7m 为总装作业区一，约 32.2m 为大堂；南侧约 1m 为仓储区，约 12.2m 为总装作业区二，约 17.0m 为修整作业区，约 22.4m 为办公区，约 26.3m 为楼梯间，约 24.9m 为仓储区；正上方为食堂后厨，正下方无实体建筑。</p><div>8.1.2 监测因子</div><p>环境γ辐射剂量率</p><div>8.1.3 监测布点</div><p>根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）中 5.1.1 “测量点位应依据测量目的布设，并结合源和照射途径以及人群分布和人为活动情况仔细选择”，本次监测目的主要是获得环境 γ 辐射天然本底水平和人为活动所引起环境 γ 辐射水平变化的资料。在辐射工作场所周围 50 米范围内的建筑及其四周、项目场地周围道路、人流量较大或人员居留因子较大的代表性区域和公司边界共布置了 24 个监测点，监测点位布置如图 8-2 所示。</p><div>8.2 监测方案、质量保证措施及监测结果</div><div>8.2.1 监测方案</div><div><div>(1) 监测单位：广东安源鼎盛检测评价技术服务有限公司</div><div>(2) 监测日期：2025 年 10 月 30 日</div><div>(3) 监测方式：现场检测</div></div></div></div>

(4) 环境条件：温度：26℃~28℃；湿度：49%~51%	
(5) 检测标准：《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）	
(6) 监测报告编号：AYDS-HF2025-063	
(7) 监测设备信息见下表	
表 8.2-1 环境级辐射剂量率仪	
仪器名称及型号	BG9512 型环境级辐射剂量率仪
探头型号	BG99PG-03
测量量程	10nGy/h-200μGy/h
能量响应	25keV~3MeV
校准单位	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心
校准日期	2024 年 12 月 23 日
有效日期	2025 年 12 月 22 日
校准证书编号	2024H21-20-5662191001



图 8.2-2 铅箱位置及周围 γ 辐射剂量率检测布点图（公司外） 检测布点示意图

8.2.2 质量保证措施

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）和《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）中有关辐射环境监测质量保证一般程序和监测机构的质量体系文件（包括质量手册、程序文件、作业指导书）实行全过程质量控制，保证此次结果科学有效。本次辐射环境监测质量保证措施的内容有：

（1）严密的组织：监测机构分工明确，有管理人员、技术人员，并赋予各人员相应的权利，确保其行使权力时必须的资源，并对监测人员有充分的监督。监测报告由专业人员编制、管理人员审核最后签发，以保证报告质量；

（2）文件化管理：监测机构制定相关的质量要求文件，监测活动严格按照作业指导书等相关文件进行。监测单位具有相关的质量证明文件，包括人员培训记录、仪器/设备检定/校准证书等，监测过程记录原始数据并将数据以文件形式保存；

（3）规范化操作：监测机构的监测过程中严格遵照《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）和《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）的相关要求执行，监测人员熟练监测业务并参照标准和作业指导书执行监测活动。监测数据根据标准的进行数据处理；

（4）有效的控制：监测过程中全程处于受控状态，以达到质量要求所采取的作业技术活动；

（5）质量保证计划：监测单位对全过程制定了相应的质量保证计划，质量保证计划的内容包括：

1）明确单位的组织架构、职责、权力层次和对应管理接口，以及工作内容和能力；解决所有的管理措施，包括规划、调度和资源。

2）建立并宣贯工作流程和程序。

3）满足辐射环境监测的监管要求。

4）使用合适的采样和测量方法，选择合适的设备及其文件记录，包括对设备和仪器进行恰当的维护、测试和校准，保证其能正常运行。

5）选择合适的环境介质采样和测量的地点及采样频度。

6）使用的校准标准可追溯至国家标准或国际标准。

7）有审查和评估监测方案整体效能的质量控制机制和程序（任何偏离正常程序的

行为均应记录），必要时进行不确定度分析。

8) 参加能力验证或实验室间比对。

9) 满足记录及存档的规定要求。

10) 培训从事特定设备操作的人员，使其拥有相应的资格（根据管理需要）。

8.2.3 监测工况

环境本底值。

8.2.4 监测结果

本项目辐射环境现状各监测点位的监测结果见表 8-2。

表 8.2-2 辐射环境现状监测布点及结果一览表

序号	检测位置	检测结果 (nGy/h)	标准差	地面 材质	场所 性质
1	调试间（铅箱所在房间）	124	2	混凝土	室内
2	女厕（距铅箱北侧 1.0m）	119	2	瓷砖	室内
3	男厕（距铅箱西侧 3.2m）	116	2	瓷砖	室内
4	其他公司出入口（距铅箱西侧 15.4m）	111	1	瓷砖	室内
5	后门（距铅箱西侧 13.9m）	130	1	瓷砖	室内
6	物料分拣区（距铅箱西南侧 7.7m）	133	1	瓷砖	室内
7	物料验收区（距铅箱西南侧 11.4m）	128	2	瓷砖	室内
8	总装作业区一（距铅箱西南侧 19.7m）	122	1	瓷砖	室内
9	大堂（距铅箱西南侧 32.2）	118	2	瓷砖	室内
10	仓储区（距铅箱南侧 1m）	109	2	瓷砖	室内
11	总装作业区二（距铅箱南侧 12.2m）	116	1	瓷砖	室内
12	修整作业区（距铅箱南侧 17.0m）	110	1	瓷砖	室内
13	办公区（距铅箱南侧 22.4m）	120	2	瓷砖	室内
14	楼梯间（距铅箱南侧 26.3m）	119	2	瓷砖	室内
15	仓储区（距铅箱南侧 24.9m）	129	2	瓷砖	室内

16	105 房正上方（二楼食堂后厨）	110	1	瓷砖	室内
17	园区内道路（距铅箱北侧 7m）	101	2	混凝土	室外
18	东门（距铅箱北侧 40m）	116	2	混凝土	室外
19	航新航空大厦（距铅箱北侧 49m）	118	1	混凝土	室外
20	园区内道路（距铅箱西侧 49m）	108	2	混凝土	室外
21	园区内道路（距铅箱东侧 2.4m）	111	1	混凝土	室外
22	停车场（距铅箱南侧 50m）	106	2	混凝土	室外
23	园区内道路（距铅箱南侧 44m）	112	2	混凝土	室外
24	光宝路（距铅箱东南侧 49m）	115	2	混凝土	室外

注：1、以上数据已校准，校准因子：1.10；

2、检测时仪器探头垂直地面，距地约 1m，以 10s 间隔时间选取 10 个读数；

3、检测结果扣除了仪器对宇宙射线的响应部分（23nGy/h），建筑物对宇宙射线的屏蔽因子楼房取 0.8，平房取 0.9，道路取 1。

4、数据处理时，依据 HJ1157-2021 环境 γ 辐射剂量率测量结果按照公式（1）计算：

$$D_{\gamma} = k_1 \times k_2 \times R_{\gamma} - k_3 \times D_c \quad (1)$$

上式中：

D_{γ} ——测点处环境 γ 辐射空气吸收剂量率值，Gy/h；

k_1 ——仪器检定校准因子；

k_2 ——仪器检验源效率因子 [$k_2 = A_0/A$ （当 $0.9 \leq k_2 \leq 1.1$ 时，对结果进行修正；当 $k_2 < 0.9$ 或 $k_2 > 1.1$ 时应对仪器进行检修，并重新检定/校准），其中 A_0 、 A 分别是检定/校准时和测量当天仪器对同一检验的净响应值（需考虑检验源衰变校正）；如仪器无检验源，该值取 1。

R_{γ} ——仪器测量读数值均值（空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照 JJG393）；

k_3 ——建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，楼房取 0.8，平房取 0.9，原野、道路取 1；

D_c ——测点处宇宙射线响应值，Gy/h。

5、监测单位于 2025 年 4 月 27 日在河源万绿湖进行了仪器的宇宙射线响应及其自身本底的测量万绿湖的经纬度如下：东经 114°35'15"，北纬：23°47'22"，海拔为 92.3m。受检单位经纬度如下：东

113°25'4", 北纬: 23°9'29", 海拔为 21m。依据 HJ 61-2021 的要求, 海拔高度 $\leq 200\text{m}$, 经度差别 $\leq 5^\circ$ 纬度 $\leq 2^\circ$, 故不进行测量点的仪器对宇宙射线响应值的修正。

8.3 环境现状调查结果的评价

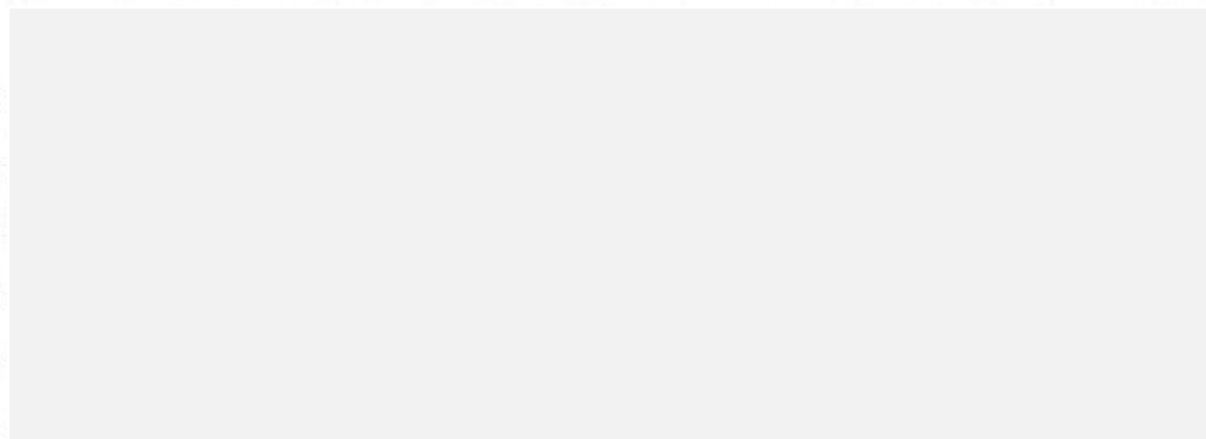
由监测结果可知, 本项目室内 γ 辐射剂量率水平在 $109\text{nGy/h}\sim 133\text{nGy/h}$ 之间, 室外的 γ 辐射剂量率水平在 $101\text{nGy/h}\sim 118\text{nGy/h}$ 之间。根据《中国环境天然放射性水平》(中国原子能出版社 2015 年 7 月第 1 版) 可知广东省广州市室内的 γ 辐射剂量率在 $104.6\text{nGy/h}\sim 264.1\text{nGy/h}$ 之间, 室外的 γ 辐射剂量率在 $52.5\text{nGy/h}\sim 165.7\text{nGy/h}$ 之间。对比可知本项目所在场址及周边环境 γ 辐射剂量率检测值在当地天然辐射正常水平之内。

根据《中国环境天然放射性水平》(中国原子能出版社, 2015 年 7 月第 1 版) 中调查数据, 全国环境原野 γ 辐射(空气吸收) 剂量率辐射环境现状情况: 全国原野 γ 辐射剂量率范围为 $2.4\sim 340.8\text{nGy/h}$, 道路 γ 辐射剂量率范围为 $3.0\sim 399.1\text{nGy/h}$, 室内 γ 辐射剂量率范围为 $11.0\sim 418.5\text{nGy/h}$, 以上数据均已扣除宇宙射线响应。建设单位应在本项目验收完成后, 在与客户单位签订合作协议后, 应记录开展实操培训期间的辐射水平数据, 并进行存档。

表 9 项目工程分析和源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 设备组成



设备成品图见 9.1-1，使用的 X 射线机见 9.1-2。无人机 X 射线探伤装置涉及出束的 X 射线机主要参数见表 9.1-1。所使用的无人机性能参数要求见表 9.1-2。

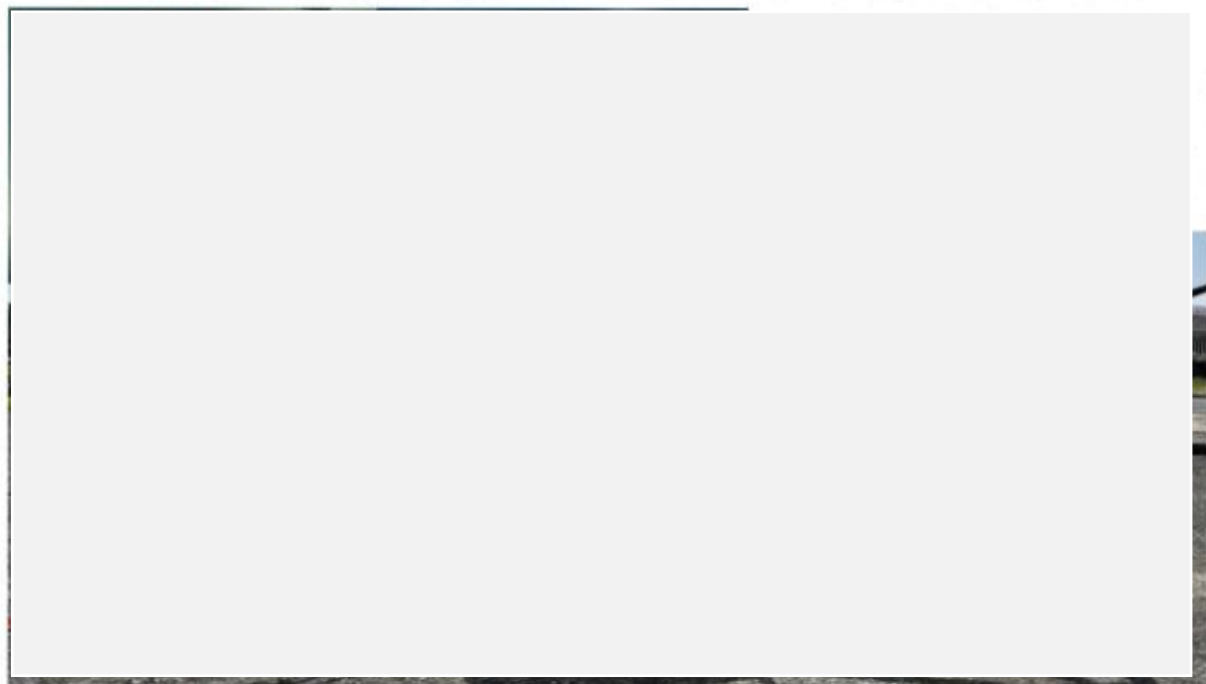


图 9.1-1 设备成品图



图 9.1-2 使用的 X 射线机示意图

表 9.1-1 本项目无人机 X 射线探伤装置主要参数表

型号	XD	XD2	XD4
X 射线机型号	XR150	XR200	XRS3
最大管电压 (kV)	270	150	150
最大管电流 (mA)	0.5	0.5	0.25
周向/定向	定向		
滤过条件	1.5mmCu		
设备的最大工作周期	每 4 分钟 200 次脉冲		
射线源至工件距离 (m)	调试及维修后测试: 0.6 实操培训: 2		
工作期间主射束朝向	调试及维修后测试: 主射束朝下 实操培训: 主射束水平		
每脉冲 X 射线剂量(单元前 12 英寸)	2mR-2.8mR	2mR-3.4mR	2mR-4.3mR
距辐射源点 1m 处剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	1.05E+04 ^② (保守按照三种型号每脉冲 X 射线剂量最大值 4.3mR 进行估算)		
1m 处泄漏辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	5.0×10 ³ ^③ (保守按照三种型号最大管电压为 270kV 进行取值)		
辐射角	40°		
探测厚度	5~13mm (钢)		
设备年总曝光时间 (h)	5.0E+01		

注:

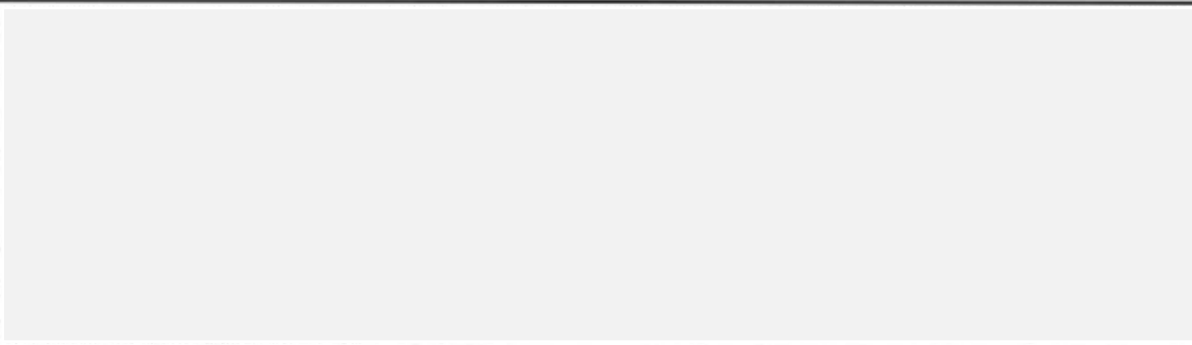
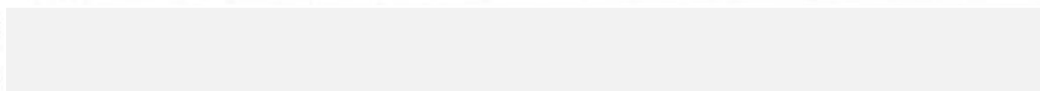
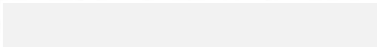



表 9.1-2 本项目无人机性能参数要求一览表

无人机性能	要求
承载重量	连接 X 射线机的无人机：不小于 6kg 连接成像板的无人机：不小于 2.5kg



9.1.2 铅箱

建设单位使用的铅箱自带辐射屏蔽罩体，铅箱正面设有前门，正面设置警示灯和三色信号指示灯，顶部设有一个排气扇。铅箱尺寸为 ，铅箱前门尺寸为 。前门尺寸较小，工作期间人员不需要进入铅箱内部，在使用铅箱期间，建设单位应严格控制人员不得进入铅箱内部。X 射线机通过铅箱右侧穿线孔与铅箱外部的无人机连接，有用线束方向固定朝下，铅箱外观图见图 9.1-3。

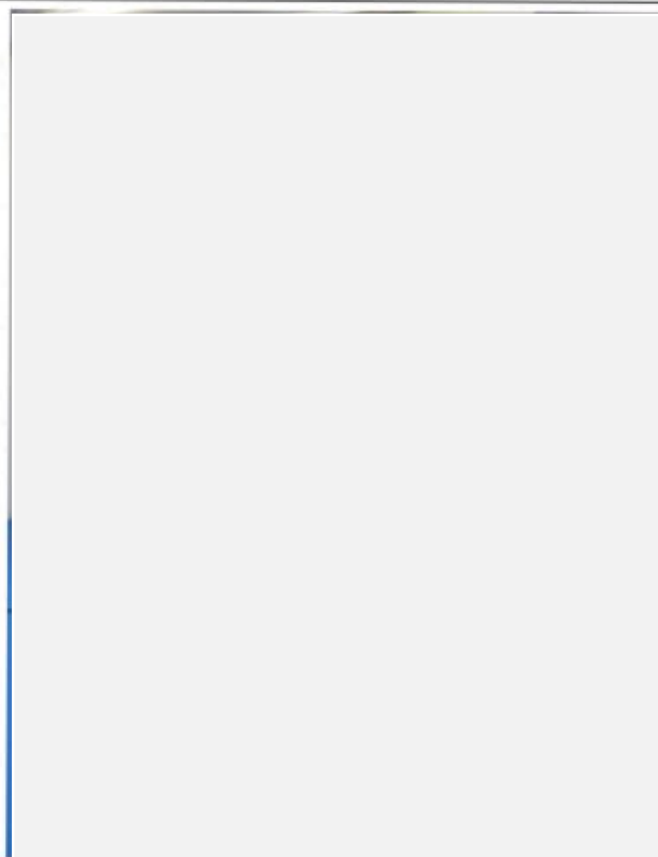


图 9.1-3 铅箱现状图

9.1.3 工作原理

X 射线探伤机为利用 X 射线进行显像，产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成（见图 9.1-4）。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦环使这些电子聚焦成束，直接向嵌在铜阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前加速达到很高的速度。靶体一般用高原子序数的难熔金属如钨、铂、金、钼等制成。高速电子轰击靶体产生 X 射线。X 射线管工作时，靶体上会产生大量的热，必须采取适当的措施将热量导出。

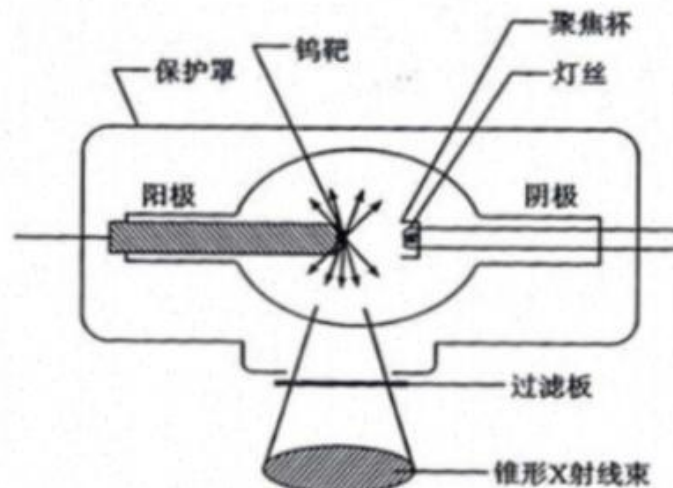


图 9.1-4 典型 X 射线管结构图

脉冲式 X 射线机的工作原理为：电源电压经升压后经整流成直流高压向贮能电容充电，档电容上电压上升到 10kV 左右时，开关自行击穿，贮能电容通过开关向脉冲变压器初级放电；脉冲变压器次级电压上升到上百 kV 时，锐化器自行击穿；一个个上升时间很快的脉冲电压加到 X 射线管上，由此产生一个个脉冲 X 射线，脉冲频率通常在几十至几百赫兹之间，本项目无人机 X 射线探伤装置脉冲宽度为 25ns，最大工作周期为每 4 分钟 200 脉冲。

9.1.4 工作方式

本项目共设置辐射工作人员 5 名，均为原有辐射工作人员，负责设备调试、实操培训和维修后测试期间的操作。

（1）调试及维修后测试：

5 名辐射工作人员负责无人机的调试和无人机 X 射线探伤装置开关机、参数设置、设备摆放、收取设备等操作。设置警戒线和电离辐射警告标志等。操作人员将支架固定在铅箱内部后，将待调试的 X 射线机、成像板和检测工件放置在铅箱内，X 射线机通过线缆连接铅箱外部的无人机。布置好支架、X 射线机、探测工件、成像板等部件后，操作人员通过遥控器查看设备间连接状态，确认各设备间连接后，关闭前门。操作人员位于铅箱前方操作，通过遥控器设置脉冲数等参数，设备根据设置的参数出束后自动停止出束，等待回传图像信息，确认成像效果合格，关闭设备。操作人员打开铅箱前门，取回 X 射线机、成像板和压接金具，并收回无人机，放置于设备间进行储存。

（2）实操培训：

5 名辐射工作人员中 2 名为操作人员，负责操控无人机和设置参数等；3 名为管理人员，负责辐射工作现场的管理。本项目由 1 名操作人员控制无人机-成像板飞至压接线上，另 1 名操作人员控制无人机-X 射线机飞至成像板前，操作人员均可通过遥控器实时观察现场情况。操作人员寻找合适的操作位置，通过无人机数传通讯控制 X 射线机产生脉冲射线（即操作人员在成像软件上设置曝光参数，点击出束，设备达到设置的脉冲数自动停止出束），成像板接收到数字信号后回传至成像软件，经处理得到探伤图像。1 名管理人员操控巡查无人机在现场设备工作期间监督区范围内的巡视，另外 2 名管理人员在控制区外进行地面巡视，防止无关人员误入工作区域。

9.2 工作流程及产污环节

本项目无人机 X 射线探伤装置涉及组装、出厂前调试、销售、理论培训、实操培训、维修后测试等环节。建设单位使用的 X 射线机、无人机均是成熟机型，直接对成熟机型进行组装，无需进行射线装置的研发工序。

9.2.1 组装（组装过程中不产生 X 射线，不会产生电离辐射影响）

建设单位拟于组装区进行 [redacted] 安装，配置 5 名工作人员负责设备设计、组装期间的工作，5 名组装工作人员不负责辐射工作。接到任务后，建设单位分别从生产厂商采购无人机和 X 射线机。

[redacted]

机距待测工件 2m)。组装完成后，对设备进行外观和机械构造检查。检查完成运至调试间等待调试。

无人机 X 射线探伤装置主要部件来源见表 9.2-1。

表 9.2.1-1 本项目无人机 X 射线探伤装置主要部件来源表

部件	来源	是否是成熟机型
X射线机	Golden Engineering	是
无人机	/	

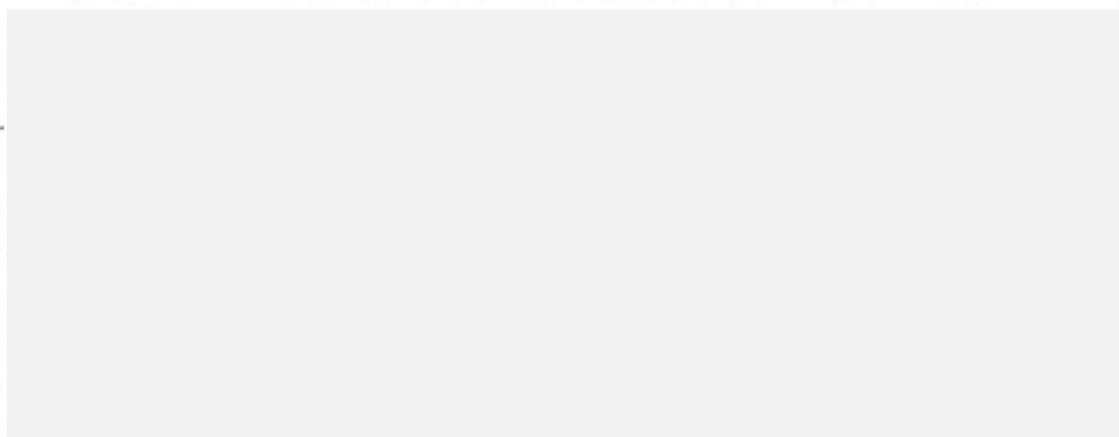


图 9.2.1-1 快拆模块安装效果图（X 射线机外壳安装细节）

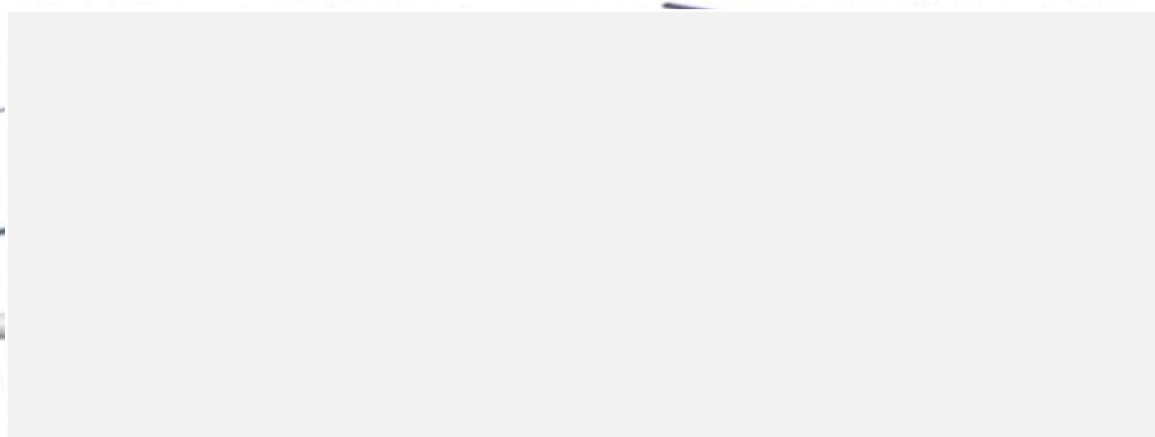


图 9.2.1-2 快拆模块安装效果图（快拆支架安装细节图）

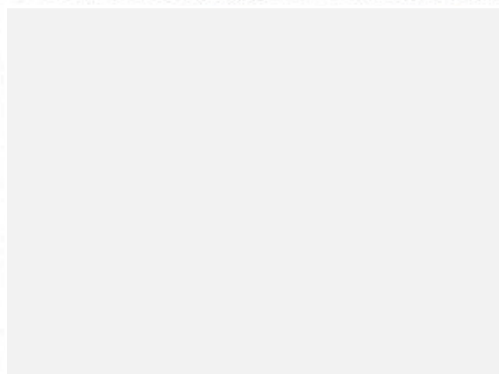


图9.2.1-3 激光测距模块安装效果图

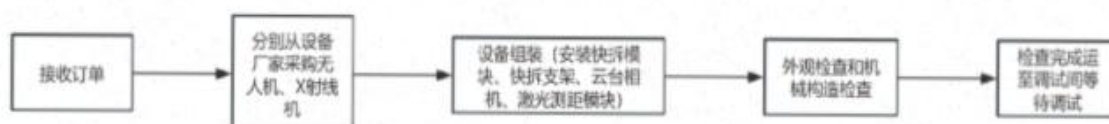


图9.2.1-4 组装流程图

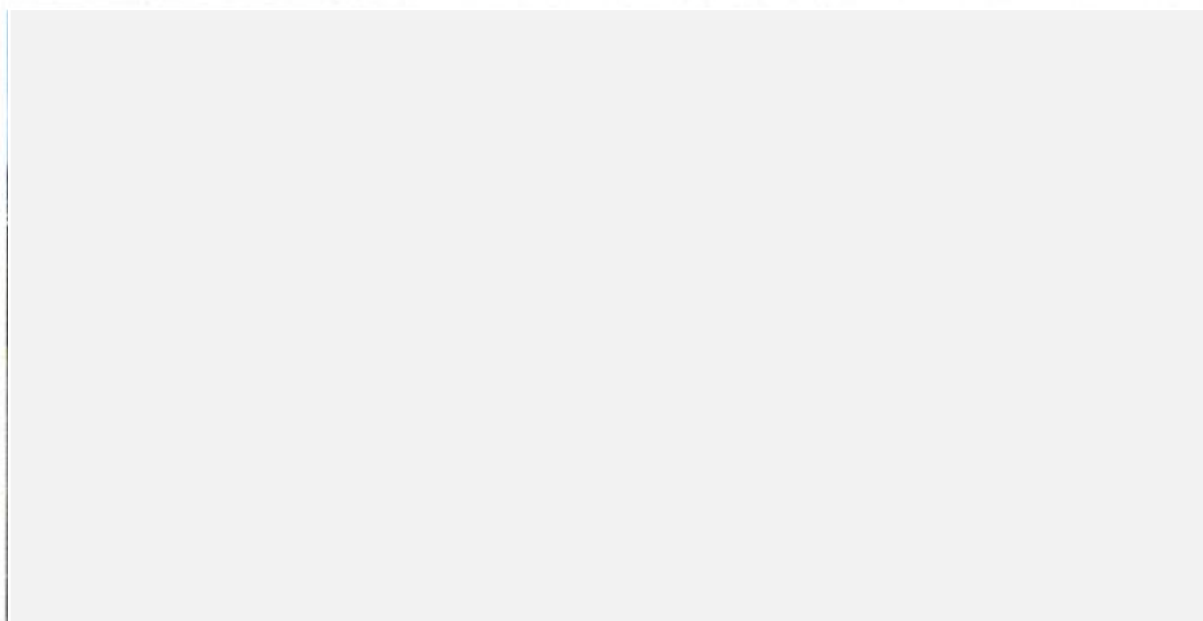


图9.2.1-5 组装成品图

9.2.2 出厂前调试

建设单位拟于公司一层调试间进行设备出厂前调试的出束环节，拟配置 5 名辐射工作人员进行调试工作，负责无人机的调试和无人机 X 射线探伤装置开关机、参数设置、设备摆放、收取设备等操作，并设置警戒线和电离辐射警告标志等。

设备调试期间包括无人机调试（无人机调试期间不产生 X 射线）和无人机-X 射线机出束调试，确保无人机、X 射线机状态及通讯正常，拍摄影像能够正常回传。调试流程如下。

I 无人机调试：建设单位位于公司楼顶（公司周围非禁飞区）对无人机进行调试。首先开启无人机，检查无人机设备外观状态、设备连接状态，并校准无人机指南针和 IMU（惯性测量单元），检查无人机通讯状况和各项传感器状态，无人机各项指标正常后，进行无人机-X 射线机调试。

II 无人机-X 射线机调试：操作人员将支架放置于铅箱内部，将成像板放置于铅箱内，待测工件放置在成像板上（根据建设单位提供资料，调试期间使用的待测工件为 5mm 压接金具（钢）），将待调试的 X 射线机放置在支架上，主射束朝下（调试间下层无实体建筑），无人机放于铅箱外，通过线缆与 X 射线机连接。连接各部件后操作人员通过遥控器查看设备间连接状态，确认各设备间连接正常，关闭前门。操作人员位于铅箱前方操作，通过遥控器设置脉冲数等参数，设备出束前会有二次确认，点击确认后，

设备根据设置的参数进行出束，达到设定脉冲数后设备自动停止出束。等待设备回传图像信息至遥控器，确认成像效果合格，关闭设备。操作人员打开铅箱前门，取回 X 射线机、成像板和压接金具，并收回无人机，放置于设备间进行储存。

本项目采用数字成像技术，不使用显影液和定影液，无洗片废水、废显影液、废定影液和废胶片产生。调试流程及产污环节图见图 9.2.2-1，设备现场调试摆放示意图见图 9.2.2-2。

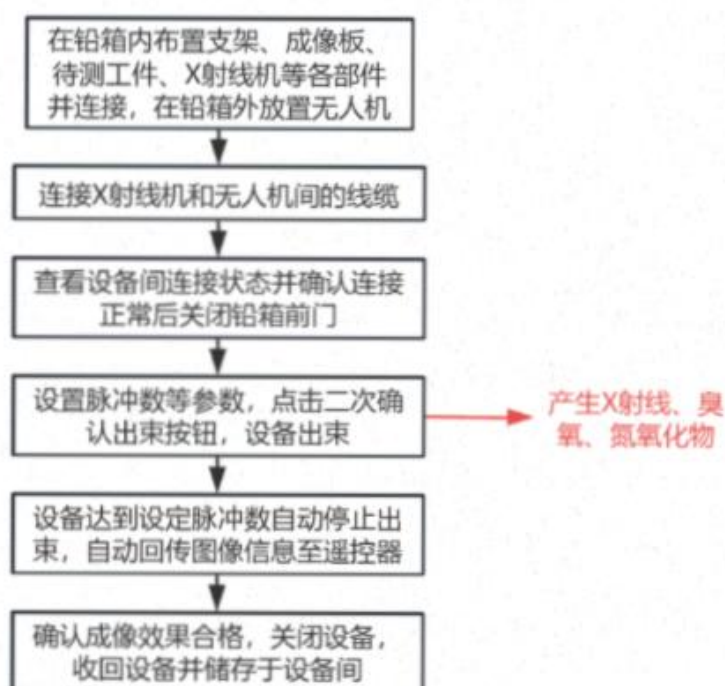


图 9.2.2-1 调试流程及产污环节示意图

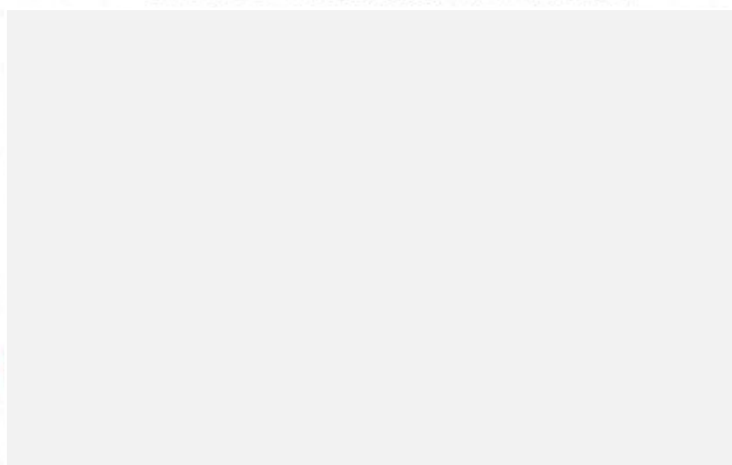


图 9.2.2-2 铅箱工作期间示意图（铅箱门开）

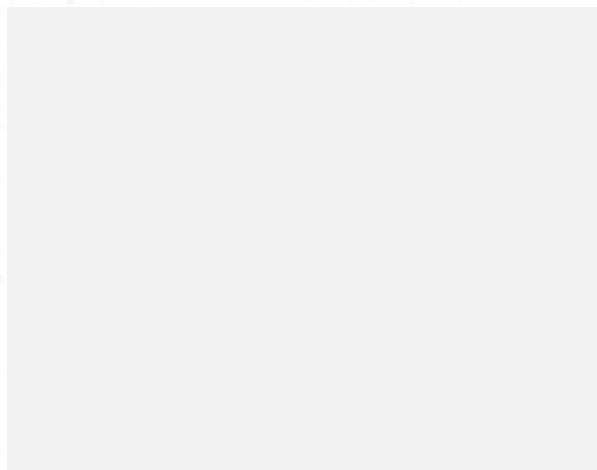


图 9.2.2-3 铅箱工作期间示意图（铅箱门关）

9.2.3 销售（销售过程中不产生 X 射线，不会产生电离辐射影响）

建设单位拟配置 15 名工作人员负责销售期间的工作，销售流程如下：

①销售人员与客户单位确认交期和安装要求；

②审核客户单位资质，是否进行了环境影响评价等相关手续，相关证件是否在有效期限等；

③客户单位资质齐全后，发货。

在销售过程中，设备不通电，不会产生 X 射线，不会产生电离辐射影响。销售流程见图 9.2.3-1。

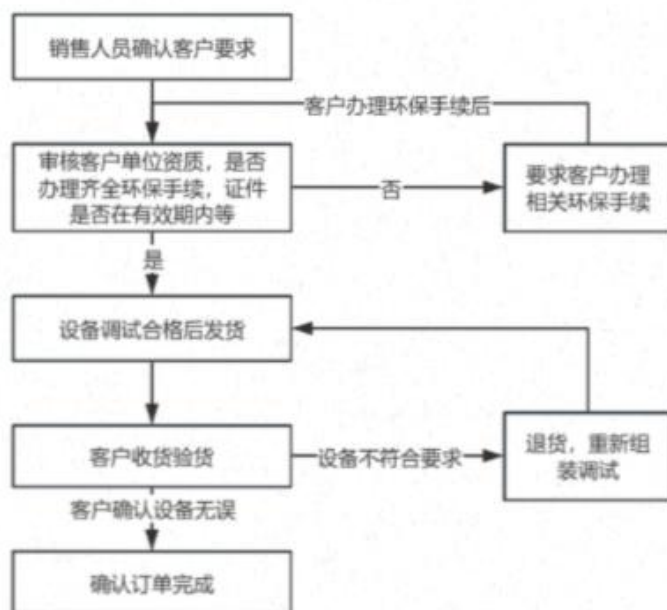


图 9.2.3-1 销售工艺流程图

9.2.4 培训

培训过程分为理论培训和实操培训，理论培训位于公司内部，实操培训在客户指定作业场所进行，实操培训场所选择远离居民区、学校等非人群密集和人员居留时间长的场所，为不固定场所。

I 理论培训（理论培训期间不产生 X 射线，不会产生电离辐射影响）：

（1）与客户单位约定培训时间、培训地点，安排理论培训人员，理论培训期间需安排至少 1 名辐射工作人员在场，负责解答相关疑问。

（2）进行理论培训。

II 实操培训：

实操培训场所在客户指定作业场所，实操培训场所选择远离居民区、学校等非人群密集和人员居留时间长的场所，为不固定场所。实操培训模拟现场高空探伤操作，以供客户单位较好掌握高空探伤的操作流程。

（1）与客户单位确认实操培训时间、培训地点，安排实操培训人员；

（2）收到实操培训任务后，制定现场实操培训方案，该作业方案应包括：

- ①工况、时间、地点、控制区范围、监督区范围、监测方案、清场方式等；
- ②明确辐射工作人员、防护人员、运输人员的职责和分工；
- ③对辐射工作人员的要求；
- ④调试准备，包括：技术、工艺、检测设备和材料等；
- ⑤调试实施，包括：工作要点、安全防护、工艺参数设置、操作流程；
- ⑥图像评定，包括：评定条件及要求；
- ⑦调试工作记录及报告要求；
- ⑧质量检查的要求、方法等；
- ⑨职业健康安全和环境管理等内容。

（3）在现场实操培训开始前应做好作业前的各项准备工作：

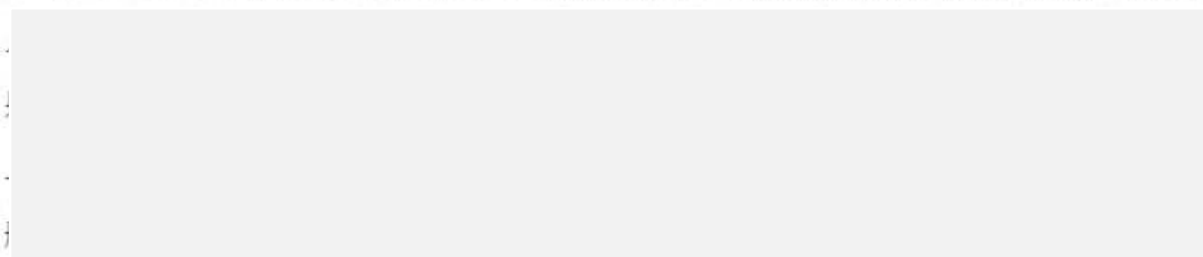
①公司先安排工作人员熟悉现场培训场所和工作条件的基本信息，同时利用广播（或手持大功率喊话器等）通知射线作业场所和时间。

②对实操培训工作的情况进行通知后，公司配备专用车辆将客户单位购买的无人机 X 射线探伤装置运至客户指定的实操培训场所，每车至少安排 1~2 名辐射工作人员随车

押运。到达现场后，建设单位应根据后文理论计算结果（主射束方向投影到地面的控制区边界为 26m，监督区边界为 65m；非主射束方向投影到地面的控制区边界为 18m，监督区边界为 45m），在主射束方向不小于 26m 处划定控制区，不小于 65m 处划定监督区；在非主射束方向不小于 18m 处划定控制区，不小于 45m 处划定监督区，并在相应边界设置警示标识。每次实操培训均根据后文理论计算结果划分控制区和监督区。

在两区边界设置警戒线（离地 0.8m~1.0m 左右）。控制区边界设置红色警戒线围住，周围张贴“禁止进入射线工作区”的警告牌及电离辐射标志，并在控制区边界设立相应的警告牌，控制区范围内应保证光线良好，若控制区和监督区部分区域不在工作人员视野范围内，应安排人员在控制区外进行巡查；工作人员操作位应位于控制区外，射线工作期间在控制区内不可同时进行其他工作，不能有人人员居留。监督区边界设置黄色警戒线，悬挂“无关人员禁止入内”的警告牌及电离辐射标志，并在监督区边界设立相应的警告牌。

③确定实操培训现场二区边界时进行清场，确保场内无无关人员且各种辐射安全措施到位后，依次展开无人机机臂，检查机臂锁紧扣，确保机臂展开到位并锁紧，检查无



工件为高压线路的耐张线夹和接续管，距地高度 $>5\text{m}$ ，射线机出束方向水平。

④实操培训期间辐射工作人员及客户单位均位于控制区外，本项目设置 5 名辐射工作人员，其中 2 名操作人员位于控制区外进行操作，负责连接设备各部件、设置曝光参数、操控无人机等；另外 3 名管理人员负责现场辐射安全管理工作，其中 1 名管理人员操控 1 台巡检无人机在监督区进行飞行巡查，巡检无人机通过热成像和监控功能进行巡查，确保实操培训期间无无关人员进入，另外 2 名管理人员不定时在监督区进行巡查，确保实操培训期间无无关人员误入作业区。

（4）确保实操培训前各项准备工作完成后，即可开启设备电源，进行现场实操培训。实操培训流程如下：

①开始实操培训前应利用广播（或手持大功率喊话器等）告知即将开展实操培训的

场所,确认已经清场,避免有人员滞留控制区和监督区范围内,根据建设单位提供资料,工作时段为 8:00~18:00。1 名管理人员操控巡检无人机在上空进行巡检,无人机通过热成像和监控进行巡检,确认监督区边界内无无关人员和控制区内无人员。2 名操作人员操控无人机缓慢起飞,悬停 3 秒,检查无人机飞行姿态,各个方向操作等。确认无人机正常后,其中 1 名操作人员操控无人机-成像板飞往目标杆塔,将成像板挂到耐张线夹或接续管,无人机悬停等待。另外 1 名操作人员操控无人机-X 射线机飞往成像板前(参考《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010)表 13.0.2-1,110kV、220kV 导线对地面最低距离 5m,无人机-X 射线机距地高度大于 5m,成像板有专用固定部件,X 射线机距成像板前约 2m),2 名操作人员均可通过遥控器实时监控现场画面。另外 2 名管理人员每人各配备 1 个个人剂量计与 1 台个人剂量报警仪在监督区进行巡查,控制区内不能有人员居留,监督区内不能有无关人员居留。

②曝光(根据建设单位提供资料,实操培训期间 X 射线机出束方向水平,曝光期间出束 10 次脉冲,出束时间为 $3.3 \times 10^{-3}h$),设备出束前会有二次确认,点击确认出束,设备根据设定的脉冲数出束,达到设定的脉冲数后设备自动停止出束,等待图像回传并查看图像信息。工作期间辐射工作人员及客户单位均位于控制区外。实操培训期间,对现场辐射安全进行管理,建设单位已设置 3 名管理人员,其中 1 名管理人员操控巡检无人机在上空进行巡检,另外 2 名管理人员不定时巡查监督区边界情况,防止无关人员逗留(遇有雷雨天、大雾、照明不足等情况,工作人员能见度低于 100m 时,应停止作业;风速超过当地飞行要求或无人机飞行不稳定,应停止作业)。

③现场实操培训完成后,1 名操作人员通过遥控器控制无人机-成像板飞至控制区内部地面,另外 1 名操作人员通过遥控器控制无人机-X 射线机飞至控制区内部地面,1 名管理人员控制巡检无人机飞回地面。关闭设备,辐射工作人员携带个人剂量报警仪、个人剂量计和辐射巡测仪经确认探伤装置关机后,进入控制区,收回无人机 X 射线探伤装置,曝光结束,辐射工作人员解除警戒,清理现场,将探伤装置运至客户单位设备间进行贮存。

现场相关记录(X 射线现场培训任务指令单、进出场所记录表、现场培训照片、监测布置图、公示材料、现场射线剂量监测记录表和现场记录资料等)应与工作方案一并存档备查。

本项目采用数字成像技术，不使用显影液和定影液，无洗片废水、废显影液、废定影液产生。建设单位在实操培训期间产生部分废报纸材料、废纸和塑料标签或其他废弃物将根据当地垃圾分类规定，将垃圾进行分类投放，对于可回收垃圾尽可能进行资源再利用。

设备连接方式见图 9.2.4-1，实操培训期间现场示意图见 9.2.4-2，实操培训流程及产污环节见图 9.2.4-3。

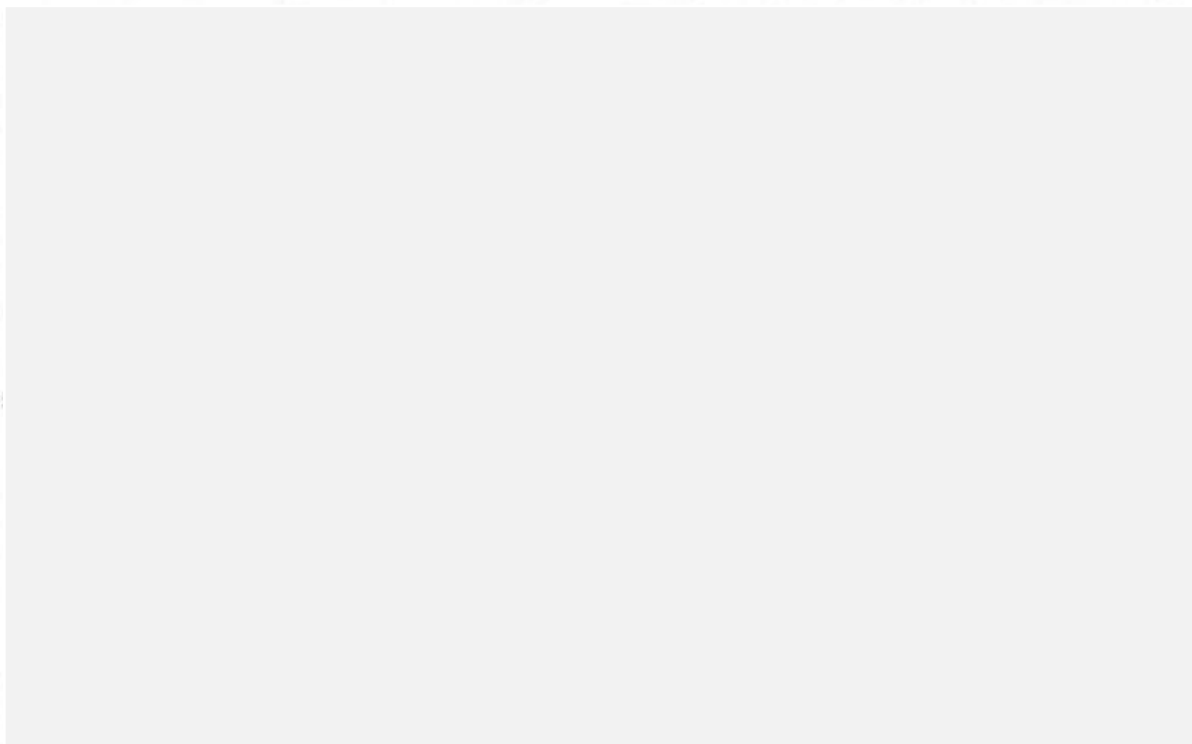


图 9.2.4-1 设备连接示意图

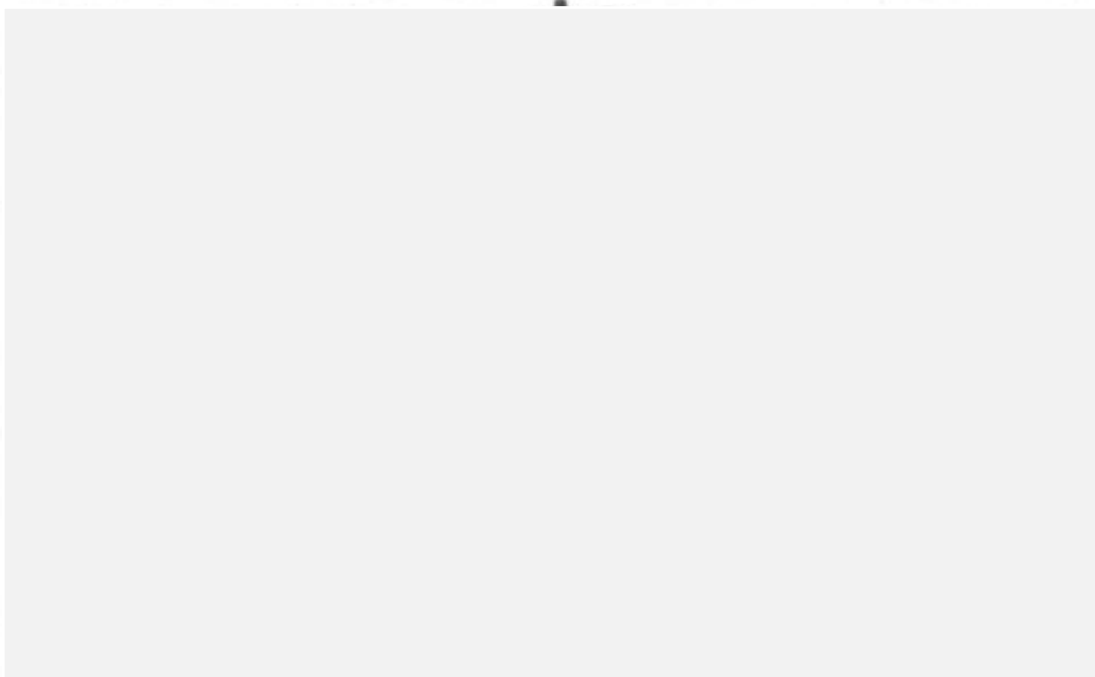


图 9.2.4-2 实操培训期间现场示意图

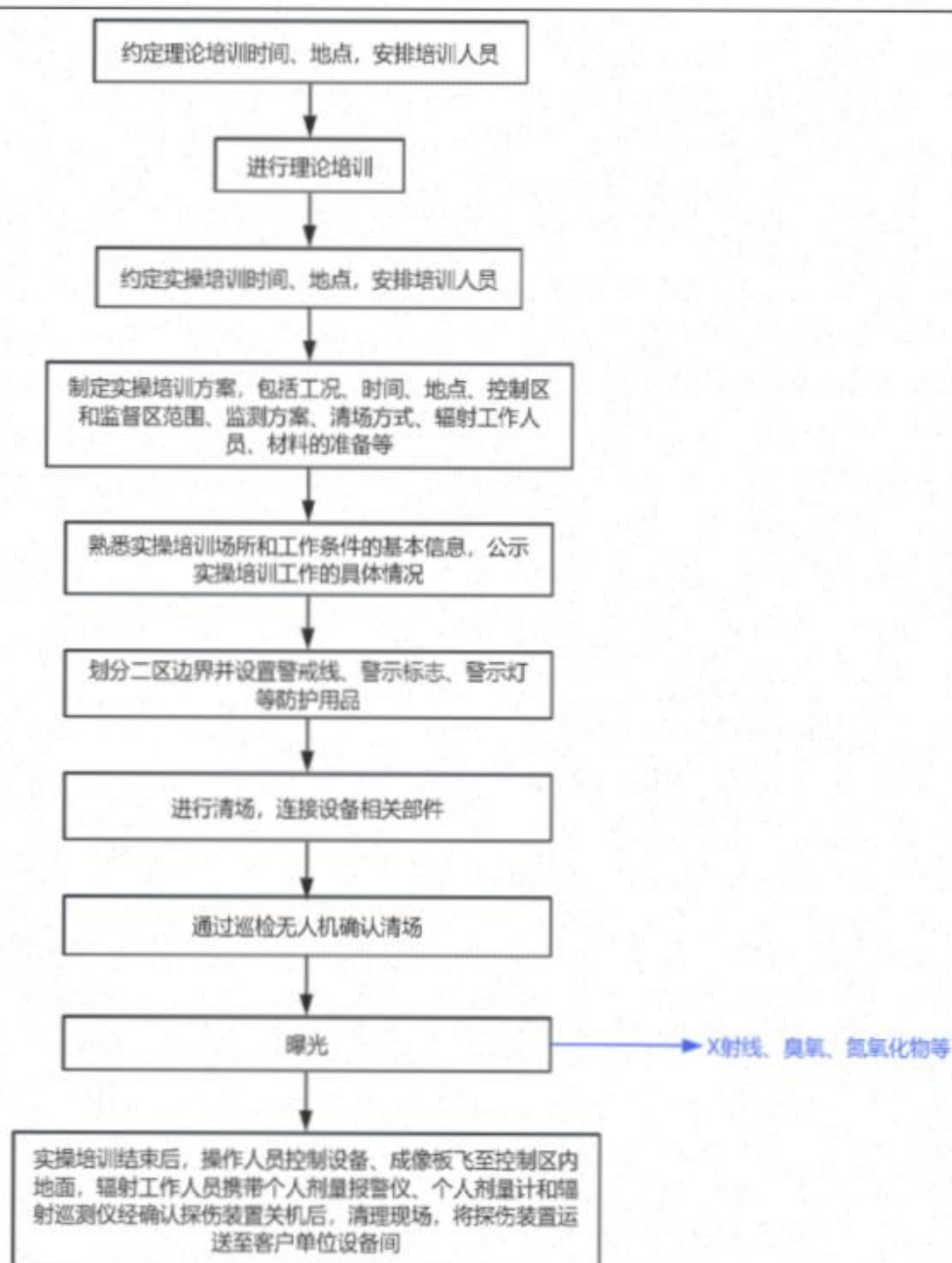


图 9.2.4-3 培训工艺流程图

9.2.5 维修后测试

建设单位仅对故障设备的加装部件（即 [] ）进行维修，故障无人机及故障 X 射线机由相应的设备厂家进行维修，维修结束寄回建设单位进行组装并测试。组装地点为组装间内组装区，测试地点为调试间。测试流程与设备出厂前调试流程一致，设备测试完成后寄回客户单位。维修后测试流程图见图 9.2.5-1。



图 9.2.5-1 维修后测试流程图

9.3 人员配置及工作负荷

(1) 劳动定员

建设单位已配置 5 名辐射工作人员参与辐射工作，其中操作人员 2 名，现场管理人员 3 名。所有辐射工作人员均已通过辐射安全与防护培训考核（见附件 10）。建设单位配置的 5 名辐射工作人员满足当前业务量，本项目保守以只有一组工作小组（一组工作小组共 5 名辐射工作人员，2 名为操作人员，3 名为管理人员）进行人员剂量估算，建设单位将在今后工作中根据实际工作量新增辐射工作人员，并要求所有新增的辐射工作人员需通过辐射安全与防护培训考核并持证上岗。

另配置 5 名工作人员（不涉及辐射工作）负责组装和理论培训期间的工作，配置 15 名工作人员（不涉及辐射工作）负责销售期间的工作。

表 9.3-1 劳动定员及工作内容

工作阶段	配置工作人员数量（人）	工作内容	是否涉及辐射工作
------	-------------	------	----------

设计、 组装	5	负责无人机X射线探伤装置的设计，并负责安装X射线机 (设计、组装期间不对X射线机进行改造)	否
调试、 维修 后测 试	5 (辐射工作人 员)	主要负责无人机的调试和无人机X射线探伤装置开关机、参数设置、设备摆放、收取设备等操作。设置警戒线和电离辐射警告标志等。	是
销售	15	与客户单位确认交期和安装要求，审核客户单位资质等	否
理论 培训	5	负责理论培训期间的工作	否
实操 培训	5 (辐射工作人 员)	2 操作人员：负责设备开关机、参数设置、无人机飞行、收取设备 等操作	是
		3 管理人员：操控巡检无人机进行巡查，设备出束工作期间对现场 辐射安全进行管理，在实操培训期间不定时巡查监督区边界情 况，防止无关人员逗留	

备注：本项目调试、维修后测试、实操培训期间的工作期间的辐射工作人员相同。调试及维修后测试期间辐射工作人员负责 X 射线机摆放、开关机、设置参数等；实操培训期间分为 2 名操作人员和 3 名管理人员。负责设计组装、销售、理论培训的工作人员为非辐射工作人员，与本项目辐射工作人员不重复。

(2) 工作负荷

调试：调试场所拟设置于办公楼一层调试间。根据建设单位提供资料，预计年产量 1000 台，设备最大工作周期为每 4 分钟 200 次脉冲，每台设备调试 1 次最多需要 10 次脉冲，每台设备最多需要调试 5 次。本项目按每台设备需要的最大调试次数进行估算（即调试 5 次/台，每次调试出束 10 脉冲），保守估计每调试 1 台设备曝光时间约为 $1.7E-02h$ /台，则设备调试期间年总曝光时间为 $1.7E+01h$ 。

实操培训：实操培训场所在客户指定作业场所，实操培训场所选择远离居民区、学校等非人群密集和人员居留时间长的场所，为不固定场所。建设单位预计年销售 1000 台，每台设备实操培训期间曝光最多需要 10 次脉冲，每次实操培训最多进行 5 次曝光，保守估计（即按 10 次脉冲/次，共 5 次进行估算）实操培训期间每台设备曝光时间约为 $1.7E-02h$ /台，则设备培训期间年总曝光时间为 $1.7E+01h$ 。

维修后测试：维修后测试场所与调试场所一致，铅箱设置于办公楼调试间。建设单位预计年销售 1000 台，每台设备测试 1 次最多曝光 10 次脉冲，每台设备最多需要测试 5 次。保守估计每台设备均需维修一次，维修后最多需测试 5 次，则设备测试期间曝光时间约为 $1.7E-02h$ /台，则设备测试期间年总曝光时间为 $1.7E+01h$ 。

综上所述，建设单位生产、销售、使用 1000 台的无人机 X 射线探伤装置年总曝光时间为 $5.0E+01h$ 。

表 9.3-2 工作负荷一览表

设备名称	涉及出束的装置	阶段	设备的最大工作周期	曝光脉冲数	数量(台/年)	每台设备所需曝光时间 h	年总曝光时间 h/a
无人机 X 射线探伤装置	X 射线机	调试	每 4 分	50	1000	$1.7E-02$	$5.0E+01$
		实操培训	钟 200	50		$1.7E-02$	
		维修后测试	次脉冲	50		$1.7E-02$	

9.4 污染源项分析

由X射线探伤机的工作原理可知，高速电子与靶物质发生碰撞，就会产生韧致辐射X射线和低于入射电子能量的特征X射线，当电子在靶核附近通过，被靶核的库仑场减速时，电子的部分动能转化为相等能量的X射线发射出来，即韧致辐射X射线。因此，X射线装置在工作时会产生较高能量的X射线，少量的X射线泄漏和散射射线，对周围环境造成辐射污染影响。另外，探伤装置工作时还会产生少量的臭氧及氮氧化物，对周围环境空气会产生影响。X射线发生器的管电压越高，它所产生的X射线束的能量越大即穿透物质的能量越强。但随着电源的关闭，X射线也随之消失，对周围环境和人体健康无影响。因此，在开机运行状态下，X射线是污染环境的主要污染因子。

本项目无人机X射线探伤装置应用过程不产生放射性三废，包括废水、废气和固废。

9.4.1 正常工况

本项目的主要污染因子是X射线，无人机X射线探伤装置只有在开机处于曝光状态下才会发出X射线。正常工况下通常分为三种射线，即：

- ①从X射线出束口发射出的有用射线；
- ②从X射线管防护套发射的漏射线；
- ③以上射线经过散射体（成像板等）产生的散射线。

有用线束是产生辐射剂量的主要部分，泄露辐射和散射线的占比相对很小。

9.4.2 事故工况

本项目在以下几种异常情况下工作人员或其他人员可能接触到高剂量X射线照射：

- (1) 铅箱安全联锁装置发生故障，导致在前门未关到位的情况下射线发生器出束，

X 射线泄漏使辐射工作人员或公众受到意外照射。

(2) 设备软件控制故障，导致高低压错乱或门机联锁失灵，辐射工作人员打开铅箱前门时X射线装置仍处于出束状态，造成人员意外照射。

(3) 人员误照射：主要发生的辐射事故是由于对作业现场划定的控制区、监督区管理不到位，导致人员误入该区域引起误照射。

(4) 在不适合实操培训的场地进行实操培训操作，对公众或工作人员造成不必要的照射。

(5) 探伤装置丢失、被盗，对环境和社会产生危害（向公安机关报案110）。

(6) 探伤装置未安装水平，机头未投射于工件位置，而直接射向人员居留位置，而导致误照射。

建设单位应严格落实安全管理制度，按操作规程进行现场工作，避免辐射事故的发生。

9.4.3 非放射性污染

本项目设备仅在出束期间产生微量臭氧及氮氧化物，铅箱自带辐射屏蔽罩体，放置于公司一层调试间，屏蔽体内部空间狭小，铅箱工作期间人员不需要进入屏蔽体内部，建设单位应在使用铅箱期间严格管理人员不得进入铅箱。本项目铅箱顶部设有 1 个排风口，排风量约 $216\text{m}^3/\text{h}$ ，设备内部体积约 0.82m^3 ，排风扇在工作期间保持开启可确保设备内部每小时有效通风换气次数大于 263 次，可有效避免臭氧(O_3)及氮氧化物 NO_x 等对辐射工作人员的危害。

实操培训场所在客户指定作业场所，实操培训场所选择远离居民区、学校等非人群密集和人员居留时间长的场所，实操培训不是在密闭的场所内，室外空气流通可使系统产生的少量臭氧和氮氧化物浓度迅速降低。

无人机 X 射线探伤装置在运行时无放射性废水和放射性固体废弃物产生。本项目采用数字成像技术，不使用显影液和定影液，无洗片废水、废显影液、废定影液和废胶片产生。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

建设单位拟于公司一层调试间铅箱内进行无人机 X 射线探伤装置出厂前调试及维修后测试；实操培训在客户指定作业场所，实操培训场所选择远离居民区、学校等非人群密集和人员居留时间长的场所，为不固定场所。

10.1.1 辐射分区管理

(1) 两区划分依据

为了便于辐射防护管理和职业照射的控制，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求：

控制区：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。

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) 本项目分区管理情况

1、出厂调试及维修后测试

建设单位将铅箱屏蔽体内部划为控制区，控制区通过自屏蔽体、安全联锁装置等进行控制；将铅箱屏蔽体外整个调试间划为监督区，监督区通过在边界设置电离辐射警告标志进行控制。

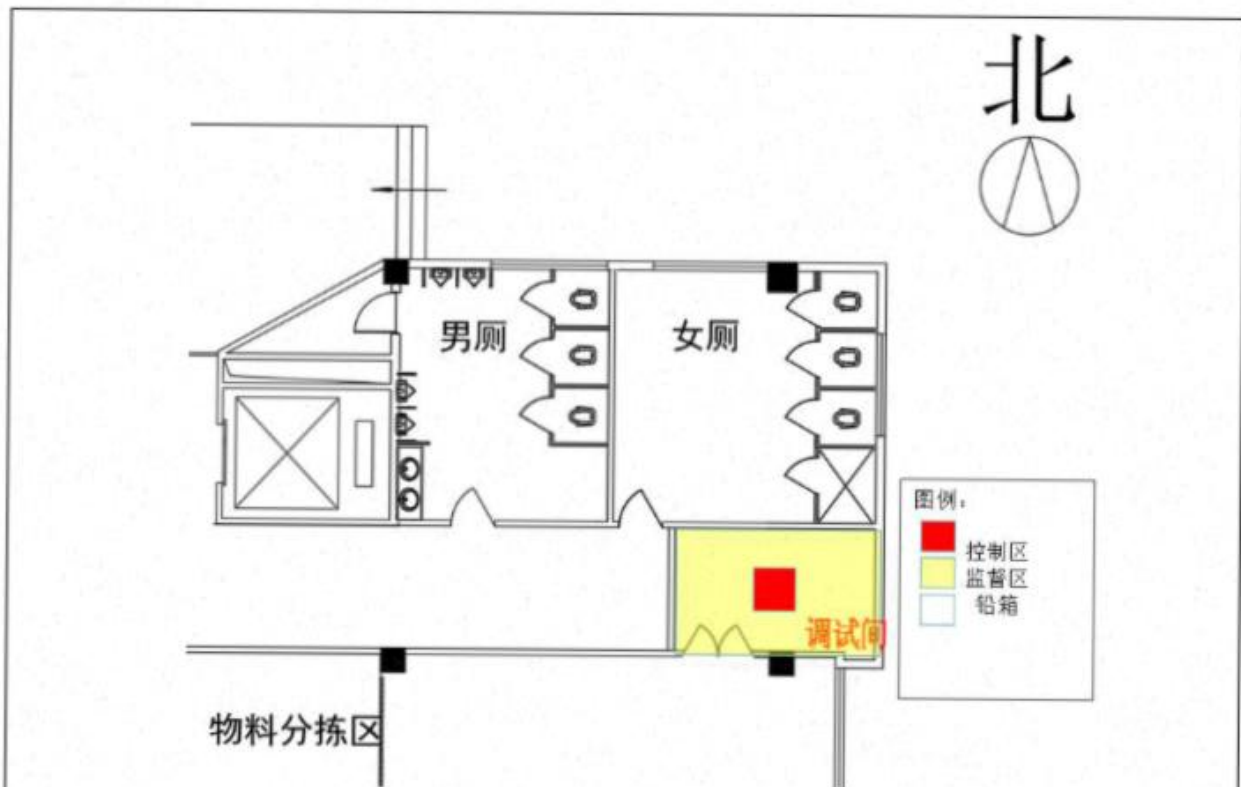


图 10.1-1 本项目辐射工作场所分区示意图（调试及维修后测试）

2、实操培训

建设单位将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围内划为控制区；将控制区边界外、作业时间周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区。现场作业前，建设单位需对现场划定的控制区和监督区区域进行清场，射线工作期间操作人员应撤至控制区外，控制区不能有人居住，且不在控制区内进行其他工作，并注意在监督区边界附近不停留无关人员。

1) 控制区管理措施：

作业场所中剂量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围内划为控制区，现场工作前根据理论计算（见第 11 章节环境影响分析内容）进行区域划分。

①控制区要求用红色警戒线围住，周围张贴“禁止进入射线工作区”的警告牌及电离辐射标志；

②由于实操培训时间段为日间 8:00-18:00，因此，必须在控制区边界设立相应的警告牌，若控制区范围较大或者有实体物体遮挡导致控制区内部分区域不在工作人员视野范围内，应安排人员进行巡查。

③工作人员操作位位于控制区外，射线装置工作期间在控制区内不可同时进行其他

工作，不能有人居住。

2) 监督区管理措施:

作业场所中控制区边界外剂量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围内划为监督区，现场工作前分区根据理论计算值（见第 11 章节环境影响分析内容）进行区域划分。

①监督区边缘设置黄色警戒线，悬挂“无关人员禁止入内”的警告牌及电离辐射标志；现场工作期间安排人员在监督区外巡视。

②必须在监督区边界设立相应的警告牌。

③现场作业时，每名辐射工作人员均应配备个人剂量计及个人剂量报警仪。

每次进行实操培训前，操作人员应检查探伤装置和无人机的连接状态、设备电量等性能。

建设单位应尽量避免在人群密集区和居民区等敏感点进行实操培训工作，应使探伤装置的有用线束方向避开最近的敏感点，同时使其他敏感点也处于监督区范围之外。划定工作区域，把无关人员疏散至监督区以外，在监督区边缘设置警戒线，出束期间安排 1 名管理人员操控巡检无人机进行巡视，安排 2 名管理人员在控制区外巡视，防止无关人员进入监督区，禁止人员进入控制区，引起不必要的意外照射。

设备达到设定的脉冲数自动停止出束。现场工作期间应对现场辐射安全进行管理，不定时巡查监督区边界情况，防止无关人员逗留。现场工作结束后，必须用剂量率监测仪（便携式）进行监测，操作人员应佩戴个人剂量报警仪，确定探伤装置关机并收回后，由操作人员在检查记录上签字，方能携带探伤装置离开现场。

3) 巡查

建设单位应为辐射工作人员配备剂量率监测仪（便携式），仪器能量响应范围需大于射线装置的能量范围，配备仪器响应时间尽可能短。建设单位每次现场工作前根据后文估算结果划分控制区和监督区。现场巡查时需要：

①巡查人员需配备个人剂量计和个人剂量报警仪（带剂量显示功能）；

②每次曝光结束后，需要用剂量率监测仪（便携式）确认关机后，才可进入控制区。

10.2 铅箱辐射屏蔽设计

10.2.1 主体屏蔽设计

建设单位使用的铅箱自带辐射屏蔽体，使用铅箱时 X 射线机出束方向固定朝下（根

据建设单位提供资料，调试间正下方无实体建筑），屏蔽参数见表 10.2-1，铅箱实体图见图 10.2-1。

表 10.2-1 铅箱设计屏蔽参数

射线出束方向		搬迁前后对比
射线出束角度		一致
铅箱尺寸		一致
前、后屏蔽体尺寸		一致
左、右屏蔽体尺寸		一致
顶、底屏蔽体尺寸		一致
前门尺寸		一致
屏蔽厚度		一致
		一致
	一致	
	一致	

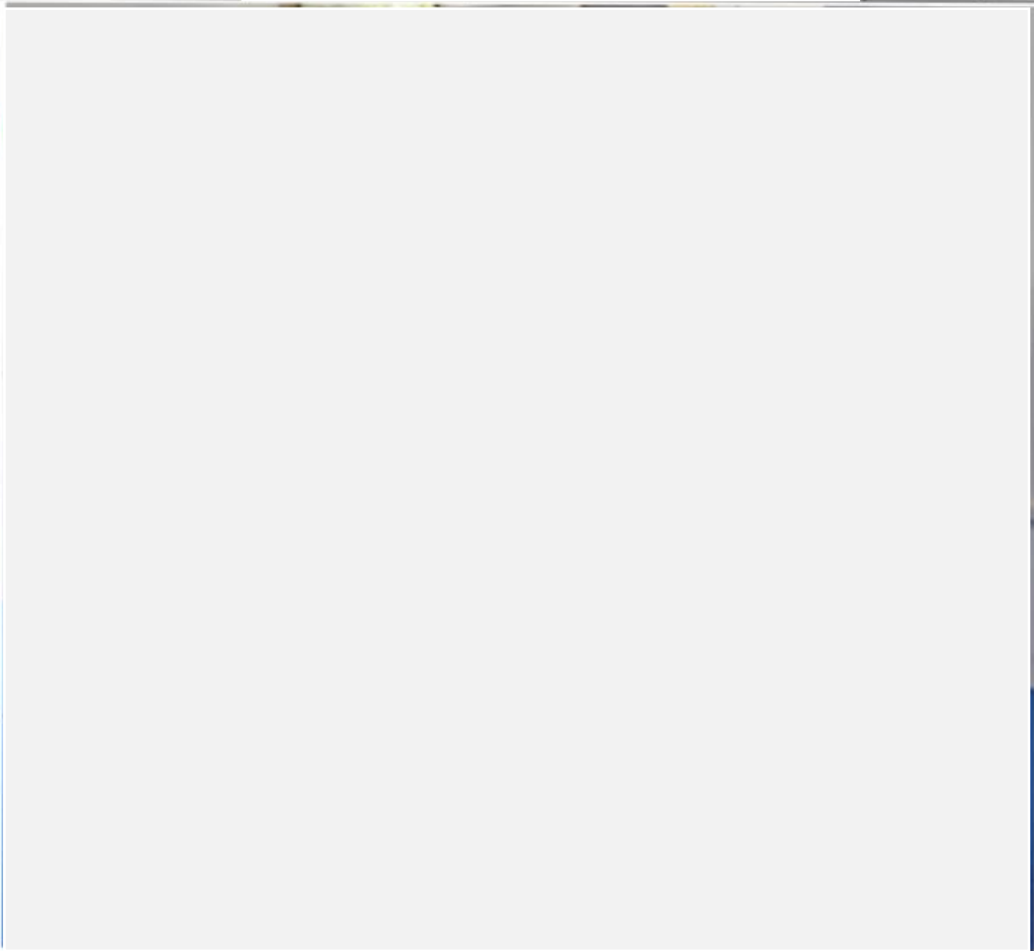


图 10.2-1 铅箱实体屏蔽图

10.2.2 前门的设计

本项目铅箱前门为平开门，前门与门洞之间采用“L”型的搭接方式，前门四边与

门洞重叠宽度约 10cm。本项目使用的铅箱搭接方式以及重叠宽度能有效减少漏射，因此本项目前门的防漏设计合理。

10.2.3 排气扇防护罩屏蔽设计

铅箱顶部设有一个排气扇，排气扇防护罩采用“扇帘”的设计，防护罩样式见图 10.2-2，防护罩屏蔽厚度与主体屏蔽厚度一致（20mmPb），射线经防护罩衰减和散射后，防护罩外辐射剂量处于安全水平，因此本项目铅箱排气扇防护罩的防漏设计合理。

铅箱排气扇排风量约为 $216\text{m}^3/\text{h}$ ，铅箱内部体积约为 0.82m^3 ，排气扇在工作期间保持开启可确保设备内部每小时有效通风换气次数约 263 次。

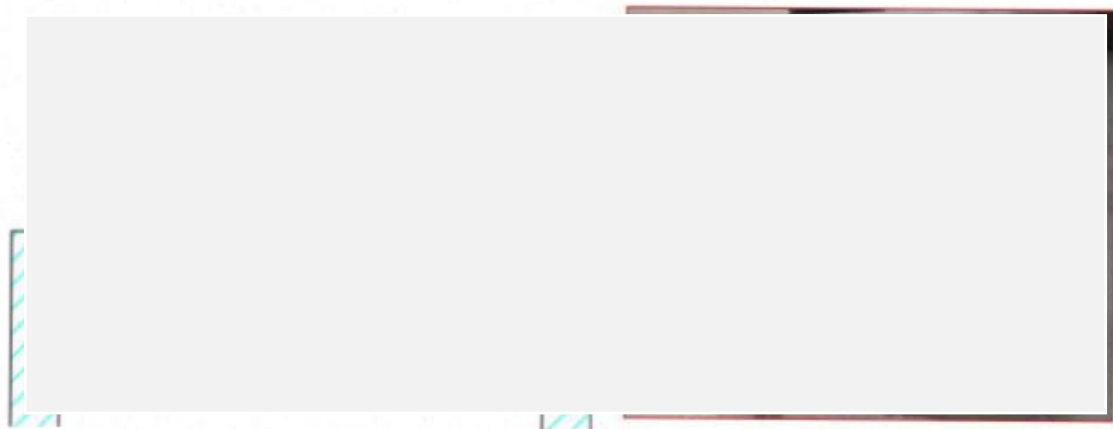
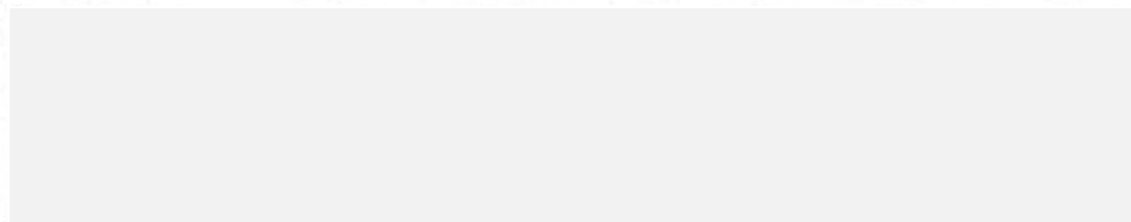


图 10.2-2 排气扇防护罩防漏设计图

10.2.4 管线穿铅箱屏蔽体防护罩屏蔽设计

根据建设单位提供资料，无人机X射线装置调试及维修后测试期间，无人机放置于铅箱外部，通过线缆与铅箱内部的X射线机连接。

本项目铅箱右侧设有一个线缆穿出口，线缆呈“L”型穿出洞口，线缆穿出防护罩防漏设计见下图，线缆防护罩采用与主体一致的屏蔽厚度（20mmPb），洞口外射线经防护罩衰减和散射后，防护罩外辐射剂量处于安全水平，因此本项目铅箱线缆防护罩的防漏设计合理。



侧视图

俯视图

图 10.2-3 线缆穿屏蔽体防护罩防漏设计图（铅箱侧视图）

根据《广州优飞智能设备有限公司核技术利用建设项目竣工环境保护验收监测报告表》（PPRYYS-202580827）验收监测结果可知三种型号设备在最大正常工况运行时铅箱屏蔽体外30cm处最大周围剂量当量率为 $0.20\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

10.3 辐射安全与防护措施

10.3.1 铅箱辐射安全与防护措施

（1）自屏蔽体措施

本项目铅箱自带辐射屏蔽体，屏蔽性能良好。铅箱门洞及内部空间狭小，工作期间人员不需要进入铅箱内部，在使用铅箱期时，建设单位应严格管理人员不得进入铅箱。

（2）门机联锁

本项目铅箱前门设置门机联锁装置（设备前门设置一个限位开关），射线机与门机联锁装置接线后可实现在前门完全关闭到位后，射线机才能通电，具备出束条件。一旦前门被打开，设备会自动断电，高压被切断，无法出束。

（3）门灯联锁

铅箱前方设有三色信号指示灯用以警示辐射工作人员注意安全，工作期间辐射工作人员位于铅箱前方操作，辐射工作人员可明显注意到铅箱此时的状态。本项目铅箱三色信号指示灯有红色、黄色、绿色三种灯光，不同的灯光表示设备不同的运行状态：

- 1、所有灯关闭表示总电源、射线装置电源关闭；
- 2、红灯亮起表示设备X射线管打开，这时设备正在工作中；
- 3、绿灯亮起表示总电源已打开；
- 4、黄灯亮起表示设备前门已关闭，可以开启射线源。

铅箱前门正上方设有射线装置指示灯，“射线有害，灯亮勿入”灯亮时表示设备正在工作，熄灯表示设备停止工作。

（4）安全联锁

号指示灯正常的情况下设备才具备出束条件，以上任一状态未成功连接则设备无法出束。且设备出束前有二次确认提示。安全联锁逻辑图见下图。

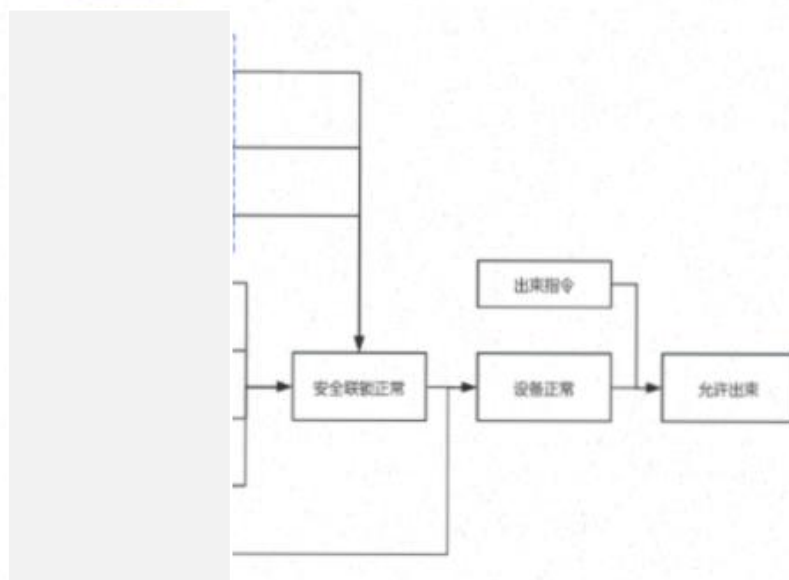
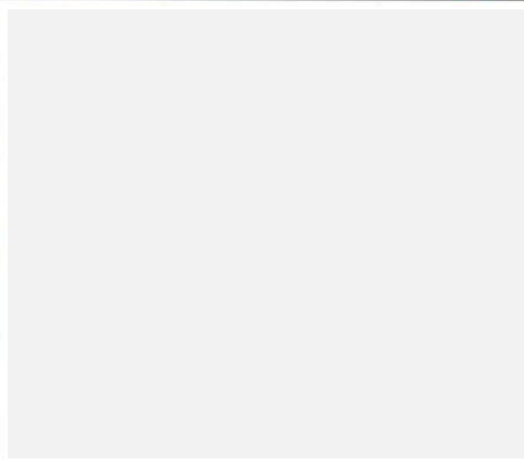


图 10.3-1 安全联锁逻辑图

(5) 警告标志

铅箱前门设置电离辐射警告标志，建设单位拟在调试间出入口处和铅箱前门张贴“当心电离辐射”的电离辐射警告标志。



门机联锁装置（图中红色框）



三色信号指示灯

	
射线装置指示灯	警告标志
	
排气扇	管线穿铅箱屏蔽体防护罩

图 10.3-2 铅箱辐射安全与防护措施

10.3.2 无人机 X 射线探伤装置辐射安全与防护措施

(1) 无人机 X 射线探伤装置存放安全

①本项目设备拟贮存于组装间内右侧存放区，贮存期间不产生 X 射线。无人机、X 射线机、线缆分开存储，其中 X 射线机存放在专用设备箱内，设备箱上设置辐射警示标识。设备间建立有效的防盗措施，保证 X 射线机的存放安全。

②建设单位高度重视无人机 X 射线探伤装置使用过程管控，将建立健全设备出入库登记制度。严格按照仪器的操作规程进行检测，将不断强化设备使用过程中的安全管理。

(2) 无人机 X 射线探伤装置固有安全性措施

①工作时辐射工作人员可通过无人机遥控器面板中的成像软件能明显看到现场情况、X 射线机连接状态、X 射线机电量、X 射线机距离工件间距离，以及脉冲数、俯仰角度参数选择。无人机 X 射线探伤装置中设置有开关按钮，只有在打开开关后，X 射线管才能出束。

②无人机遥控器成像软件设有安全联锁，只有 显示已连接 时设备才具备出束条件，以上任一状态未成功连接则设备无法出束，且设备在出束前会有二次确认提示，只有在按下二次确认后，设备才会出束，否则设备不出束。

③无人机 X 射线探伤装置设有安全指示灯和声音提示装置，当设备出束时指示灯亮起同时发出声音提示，当探伤装置停止出束时，指示灯熄灭，停止报警。

④本项目无人机 X 射线探伤装置最大工作周期为每 4 分钟 200 次脉冲，每秒最多产生 15 次脉冲，设备达到设置的脉冲次数后自动停止出束，设备不能一直连续发射脉冲。

⑤负责搭载 X 射线机的无人机自带开放接口，与 X 射线机连接后，可通过成像软件设置脉冲数及控制射线机出束。

⑥X 射线机出束过程中，操作人员可按下遥控器面板中“停止”按键使得设备停止出束，需解除指令后，重复确认出束前的操作，即 显示已连接，按下二次确认按钮后，设备才会出束，否则设备不出束。

10.3.3 实操培训期间辐射安全管理措施

（1）最低防护距离要求

到达实操培训现场后，建设单位应根据后文理论计算结果（主射束方向投影到地面的控制区边界为 26m，监督区边界为 65m；非主射束方向投影到地面的控制区边界为 18m，监督区边界为 45m），在主射束方向不小于 26m 处划定控制区，不小于 65m 处划定监督区；在非主射束方向不小于 18m 处划定控制区，不小于 45m 处划定监督区，并在相应边界设置警示标识。主射束应避免人群密集和人员居留时间长的场所。

（2）确定监测方案

根据每次实操培训的具体工况明确监测点位、监测设备、监测因子及监测频次，预先制定监测结果记录表格。监测点位至少应考虑控制区边界、监督区边界以及操作人员位置等。

（3）时间防护

熟练操作：辐射工作人员在满足实操培训质量要求的基础上熟练操作可尽可能地缩短照射时间，减少重复照射的几率。本项目辐射工作人员上岗前均需取得辐射安全培训合格证书并通过公司内部的辐射安全与防护培训，熟悉现场操作规程，熟悉无人机操作

方式，且每次对客户进行实操培训前，辐射工作人员均提前制定工作计划，做好充分准备，操作时力求熟练、迅速。建设单位拟定期安排辐射工作人员进行无人机操控培训，以提高辐射工作人员操控无人机的熟练度。

（4）现场管理

辐射工作人员在撤离至控制区外安全区域后再设置脉冲数等参数，达到设置的脉冲次数时设备自动停止发射脉冲。无人机 X 射线探伤装置开机时，任何人员不得进入控制区，监督区边界安排 2 名管理人员巡查看守，并安排 1 名管理人员操控巡检无人机在监督区边界范围内进行巡检。

（5）设备安全措施

无人机 X 射线探伤装置通过 对准成像板，无人机悬停后，可通过成像软件微调 X 射线机角度，以确保出束角度与成像质量。使用的巡检无人机应具备热成像监控功能，以防止无关人员误入实操培训工作区域。

10.3.4 设备的监测仪器和防护用品

本项目配置原有的 5 名辐射工作人员负责设备出厂调试、实操培训及维修后测试期间的工作，所有辐射工作人员均通过生态环境部辐射安全与防护培训平台培训及考核。

建设单位已为每名辐射工作人员配备个人剂量计及个人剂量报警仪，在设备出厂调试、实操培训及维修后测试工作期间随身佩戴，公司将委托第三方检测机构对本单位辐射工作人员进行个人剂量检测，定期送检，监测周期最长不超过 90 天，个人剂量档案和健康档案终身保存。辐射工作人员在进行设备调试及维修后测试期间个人剂量报警仪设置报警阈值为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，一旦听到报警，需立即停止工作并切断电源，排查报警原因后方可继续工作；在实操培训期间出现超剂量照射时，应立即关闭探伤装置出束。

本项目无人机 X 射线探伤装置已配备 2 台剂量率监测仪（便携式），用于无人机 X 射线探伤装置辐射防护检测，在设备调试、实操培训及维修后测试工作期间。本项目配备的剂量监测和报警装置见表 10-2。

表 10.3-1 监测仪器配备情况

序号	名称	型号	配备情况
1	个人剂量计	/	每名辐射工作人员均已配备
2	个人剂量报警仪（带剂	型号：	每名辐射工作人员均已配备




	量显示功能)	RT-100A	
3	便携式 X- γ 剂量率仪	型号: RT-800D	<p>已配备两台</p> <p>能量响应: 50KeV~5MeV, 响应变化低于+20%</p> <p>测量范围: 剂量率 0.05 μ Sv/h~1mSv/h(可选 0.1 μ Sv/h~50mSv/h), 累积剂量 0-9999mSv</p> <p>灵敏度: 1 μ Sv/h>5CPS</p> <p>相对固有误差: $\leq +10\%$ (^{137}Cs, 200 μ Sv/h)</p> <p>响应时间: 1s</p>
			
个人剂量计		便携式 X- γ 剂量率仪	
		/	
个人剂量报警仪		/	

图 10.3-3 铅箱辐射安全与防护措施及检测设备配备情况

10.3.5 运输和储存

1、运输

(1) 无人机 X 射线探伤装置

无人机 X 射线探伤装置在未接通电源的情况下, 无射线产生, 所以在运输过程中

无需额外防护，但需保证设备的运输安全。

①使用专用车辆运输，每车至少安排 1~2 名辐射工作人员随车押运。

②在包装和运输过程中，应采用防震、防潮、防尘的材料和方法，避免对设备造成损害。

③在存放射线装置的包装外设置明显的电离辐射警示标志。

④运输途中的管理：定期检查包装状况，确保防护措施完好无损。监控运输工具的运行状态，避免因颠簸或急转弯导致的设备的移位或碰撞。在恶劣天气条件下，采取额外的防护措施，如覆盖防水布，以防设备受潮或腐蚀、损耗。

2、贮存

本项目无人机 X 射线探伤装置拟贮存于组装间内存放区。存放区拟采取一系列的措施以保证设备安全，包括：

①无人机 X 射线探伤装置出库作业前辐射工作人员需报相关领导批准后方可出库，调试及维修后测试完毕后，设备需及时送回存放区。

②限制使用

a.建设单位拟将无人机、X 射线机、线缆分开存储，X 射线机存放在专用设备箱内。设备箱由设备负责人直接管理，只有当设备负责人在场时，才可打开设备箱。设备负责人请假或特殊情况离开时，设备箱应移交给单位负责人保管，并作好交接记录。

b.设置警示标志：存放区拟设置地面标识，并设置明显的警示标识提醒未经授权的人员不得经过。

③每次工作人员领用或归还探伤装置时需填写仪器设备出入库管理登记表，记录领用/归还人员、领用/归还时间、领用/归还时设备状态等（见附件 6）

④将存放区所在的组装间纳入公司安保工作范围，并划为重点区域，加强巡视管理。

⑤组装间无邻近房间，组装间周围不存放易燃、易爆、腐蚀性等物品。

⑥定期检查：定期对组装间进行安全检查，确保设备和保存设施的完好，并及时处理发现的安全隐患；确保组装间的窗户和门锁坚固耐用，不易被破坏；定期检查窗户和门锁的完好性，及时更换损坏的部件。

⑦安装监控系统：建设单位拟在组装间内安装监控，可清晰观察组装间人员出入情况。监控系统的录像存档要定期备份，以便必要时查看录像内容并进行溯源调查。

⑧定期进行存放区的盘点工作，核对记录和物品是否一致。

⑨长期保存射线装置使用登记台账及相关技术资料。

10.3.6 物料配备

建设单位已为每位辐射工作人员各配备 1 个个人剂量计、1 台个人剂量报警仪（带剂量显示功能），并已为本项目设备配备 2 台剂量率监测仪（便携式）、电离辐射警告标志和警戒线等必备物料，详见表 10-3。

表 10.3-2 物料配备

编号	名称	配备情况、数量	备注
1	警戒线、电离辐射警告标志	已配备若干	实操培训期间在控制区和监督区边界用警戒线围住，并张贴警告牌及电离辐射标志。铅箱前门、组装间出入口处、组装间内存放区张贴电离辐射标志。
2	剂量监测仪（便携式）	已配备 2 台	实操培训期间辐射工作人员携带剂量监测仪（便携式）进行巡查，防止工作人员受到事故剂量照射。实操培训结束后，携带剂量监测仪（便携式）确认探伤装置停止束束后进入控制区收回无人机 X 射线探伤装置。建设单位拟配备的剂量监测仪（便携式）还用于调试间及周围环境的日常检测。
3	个人剂量计	辐射工作人员每人已配备 1 个，每个季度定期检测	辐射工作人员工作期间佩戴个人剂量计，每三个月送检。
4	个人剂量报警仪	辐射工作人员每人已配备 1 个，配备的个人剂量报警仪带剂量显示功能	辐射工作人员工作期间佩戴个人剂量报警仪，防止人员受到事故剂量照射。
5	对讲机	辐射工作人员每人已配备 1 个	实操培训期间方便辐射工作人员沟通使用
6	安全信息公示牌	已配备若干块	实操培训期间在检测区域及周边公众可达地点放置安全信息公示牌。
7	开关按钮	设备自带	无人机 X 射线探伤装置自带开关按钮，只有在打开开关按钮后，X 射线管才能束束。
8	安全警示灯	设备自带	设备自带安全警示灯，束束时指示灯亮起，停止束束时指示灯熄灭。

10.3.7 总结和对比分析

本项目设备售出后将用于开展耐张线夹及接续管的 X 射线无损检测。建设单位拟于调试间进行设备出厂调试及维修后测试，实操培训在客户指定场所进行，实操培训场

所选择远离居民区、学校等非人群密集和人员居留时间长的场所，为不固定场所。

对照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）对铅箱和现场工作辐射安全与防护措施进行评价，详见表 10.3-3。

表 10.3-3 无人机 X 射线探伤装置铅箱和现场工作辐射安全措施对照分析

《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）要求	本项目方案	是否满足
6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。	本项目铅箱自带辐射屏蔽罩体，屏蔽性能良好，调试及维修后测试期间辐射工作人员位于铅箱前方操作，工作期间主射束朝下，调试间正下方无实体建筑，避开了辐射工作人员操作位。	满足
6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB18871 的要求。	建设单位拟将铅箱内部划为控制区，将铅箱外整个调试间划为监督区。	满足
6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足 a)关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 100 μ Sv/周，对公众场所，其值应不大于 5 μ Sv/周；b)屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 μ Sv/h。	根据表 11 的理论计算，辐射工作人员的职业照射周有效剂量最大值约为 5 μ Sv；调试及维修后测试期间公众的周有效剂量最大值不超过 5.73E-07 μ Sv；实操培训期间公众的周有效剂量最大值不超过 0.25 μ Sv。射线装置屏蔽体外 30cm 辐射剂量率不大于 0.11 μ Sv/h，满足关注点的周围剂量当量参考水平和屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平。根据《广州优飞智能设备有限公司核技术利用建设项目竣工环境保护验收监测报告表》（PPRYYS-202580827）验收监测结果可知三种型号设备在最大正常工况运行时铅箱屏蔽体外 30cm 处最大周围剂量当量率为 0.20 μ Sv/h，与本项目估算结果相当。	满足
6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。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。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立即停止出束或回源。	铅箱前门设置门机联锁装置，只有在前门完全关闭到位后，设备才能接收到高压接通信号，具备出束条件，一旦前门被打开，设备则自动断电，无法出束。	满足

6.1.6 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，并与探伤机联锁。“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。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。	铅箱前门设有三色信号指示灯用以警示辐射工作人员注意安全，工作期间辐射工作人员位于铅箱前方操作设备，辐射工作人员可明显注意到铅箱此时的状态。本项目铅箱三色信号指示灯有红色、黄色、绿色三种灯光，不同的灯光表示设备不同的运行状态。铅箱前门正上方设有射线装置指示灯，灯亮时表示设备正在工作，熄灯表示设备停止工作。	满足
6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。	自整体尺寸为3mm，前门尺寸为箱内部空间较小且工作期间人员无需进入铅箱内部，不便安装监视器，但在使用铅箱时，建设单位应严格管理人员不得进入铅箱。	满足
6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	铅箱前门设置电离辐射警告标志，建设单位拟在调试间门口张贴“当心电离辐射”的电离辐射警告标志。	满足
6.1.10 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。	本项目铅箱仅在出束期间产生微量臭氧及氮氧化物，铅箱放置于调试间内，铅箱顶部设有一个排气扇，排风量约216m ³ /h，铅箱内部体积约为0.82m ³ ，排气扇在工作期间保持开启可确保设备内部每小时有效通风换气次数约263次。	满足
6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。	辐射工作人员在进行设备调试或维修后测试前将先确认射线装置指示灯、门机联锁等安全联锁系统正常的情况下才能启动射线装置。	
6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式X-γ剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。	建设单位已为每名辐射工作人员配备1个个人剂量计、1台个人剂量报警仪，工作期间随身佩戴，个人剂量报警仪工作期间保持开机状态，个人剂量计每季度送检。个人剂量报警仪设置报警阈值为2.5μSv/h，一旦听到报警，需立即停止工作并切断电源，排查报警原因后方可继续工作。	满足
6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，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。	建设单位计划每年一次委托第三方检测机构对铅箱周围的环境辐射水平进行年度检测。日常使用X-γ辐射剂量率仪，定期（每月不少于1次）对设备外周围剂量当量率进行检测，做好检测记录。	满足
6.2.4 交接班或当班使用便携式X-γ剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现	建设单位使用便携式X-γ剂量率仪前应检查是否能正常工作，便携式X-γ剂量率仪不能正常	满足

便携式 X-γ剂量率仪不能正常工作,则不应开始探伤工作。	工作,则不应开始辐射工作。	
6.2.5 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。	辐射工作人员在每次对设备出厂调试或维修后测试前,需正确佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪,并携带便携式 X-γ剂量率仪,射线装置才能启动、出束,把潜在的辐射降到最低。	满足
6.2.6 在每一次照射前,操作人员都应该确认探伤室内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。	本项目铅箱自带屏蔽体,屏蔽体内部空间狭小,工作期间人员不需进入铅箱内部。辐射工作人员需要在辐射工作前确认各项安全联锁系统正常的情况下射线装置才能启动开始辐射工作。	满足
7.1.1 在实施移动式探伤工作之前,使用单位应对工作环境进行全面评估,以保证实现安全操作。评估内容至少应包括工作地点的选择、接触的工人与附近的公众、天气条件、探伤时间、是否高空作业、作业空间等。	建设单位在进行实操培训工作前,应制定现场作业方案,作业方案包括:工况、地点、时间、工作人员、两区范围、监测方案和清场方式等。	满足
7.1.2 使用单位应确保开展移动式探伤工作的每台探伤机至少应配备两名专职工作人员。	建设单位已配置 5 名辐射工作人员负责实操培训期间的工作,2 名为操作人员,负责连接设备部件、设置参数、操控无人机等操作;另外 3 名为管理人员,负责工作期间的管理工作。	满足
7.1.3 移动式探伤工作如在委托单位的工作场地实施准备和规划,使用单位应与委托单位协商适当的探伤地点和探伤时间、现场的通告、警告标识和报警信号等,避免造成混淆。委托单位应给予探伤作业人员充足的时间以确保探伤工作的安全开展和所需安全措施的实施。	建设单位实操培训场所在客户指定作业场所,实操培训场所选择远离居民区、学校等非人群密集和人员居留时间长的场所,为不固定场所,建设单位在进行实操培训前,先安排工作人员熟悉实操培训地点、工作条件的基本信息。同时利用广播(或手持大功率喊话器等)通知射线作业场所和时间。	满足
7.2.1 探伤作业时,应对工作场所实行分区管理,将工作场所划分为控制区和监督区。并在相应的边界设置警示标识。	建设单位在实操培训时,对工作场所实行分区管理,将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围内划为控制区;将控制区边界外、作业时间周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区,并在两区的边界设置警示标识。	满足
7.2.3 控制区边界上合适的位置应设置电离辐射警告标志并悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌,探伤作业人员应在控制区边界外操作,否则应采取专门的防护措施。	建设单位实操培训期间在控制区边界上设置明显的红白警戒线,设置清晰可见的电离辐射警告标志和“禁止进入射线工作区”的警告牌。辐射工作人员在控制区边界外操作。	满足
7.2.5 移动式探伤作业工作过程中,控制区内不应同时进行其他工作。为了使控制	建设单位在实操培训期间,控制区内不进行其他工作。建设单位在进行实操培训时设备出束	满足

区的范围尽量小,应使用合适的准直器并充分考虑探伤机和被检物体的距离、照射方向、时间和现场屏蔽等条件。视情况采用局部屏蔽措施。	方向水平,设备位于高空出束(距地距离大于5m),不便配备铅板屏蔽。	
7.2.6 每一个探伤作业班组应至少配备一台便携式X-γ剂量率仪,并定期对其开展检定/校准工作。应配备能在现场环境条件下可听见、看见或产生震动信号的个人剂量报警仪。	建设单位已为辐射小组配备2台剂量率监测仪,并定期对其开展检定/校准工作;每名辐射工作人员均已配备1台个人剂量报警仪。	满足
7.2.7 探伤作业期间还应对控制区边界上代表点的剂量率进行检测,尤其是探伤的位置在此方向或射线束的方向发生改变时,适时调整控制区的边界。	建设单位在实操培训射线装置出束期间,剂量率监测仪(便携式)应一直保持开机状态,防止工作人员受到超剂量照射。	满足
7.2.8 应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区,并在其边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌,必要时设专人警戒。	建设单位在实操培训期间将控制区边界外,作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区,并在其边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌,同时设置专人警戒。	满足
7.2.10 探伤机控制台应设置在合适位置或设有延时开机装置,以便尽可能降低操作人员的受照剂量。	实操培训期间操作人员位于控制区外安全区域,操作人员可通过无人机遥控器控制X射线装置出束。	满足
7.3.3 警示信号指示装置应与探伤机联锁。	建设单位使用的X射线机自带信号指示装置,设备开启后指示装置亮起,设备关闭后指示装置熄灭。	满足
7.3.4 在控制区的所有边界都应能清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号。	建设单位将根据实际工作情况测试设备音量,在控制区边界如无法听到报警将采取其他措施,保证控制区所有边界可看见或听见“预备”信号和“照射”信号。	满足
7.3.5 应在监督区边界和建筑物的进出口的醒目位置张贴电离辐射警示标识和警告标语等提示信息。	建设单位拟在控制区边缘用红白警戒线围住,周围张贴“禁止进入射线工作区”的警告牌及电离辐射标志,监督区边缘设置黄色警戒线,悬挂“无关人员禁止入内”的警告牌及电离辐射标志。	满足
7.4.2 控制区的范围应清晰可见,工作期间要有良好的照明,确保没有人员进入控制区。如果控制区太大或某些地方不能看到,应安排足够的人员进行巡查。	实操培训工作时间段为8:00~18:00,建设单位拟在控制区和监督区边界设立灯光警示和相应的警告牌,必要时设专人警戒,安排人员进行巡查。	满足
7.4.4 开始移动式探伤工作之前,应对便携式X-γ剂量率仪进行检查,确认能正常工作。在移动式探伤工作期间,便携式X-γ剂量率仪应一直处于开机状态,防止射线曝光异常或不能正常终止。	建设单位在进行实操培训之前,辐射工作人员会对便携式X-γ剂量率仪进行检查,确认能正常工作。设备工作期间剂量率监测仪始终处于开机状态。	满足

<p>7.4.5 移动式探伤期间，工作人员除进行常规个人监测外，还应佩戴个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携式 X-γ 剂量率仪，两者均应使用。</p>	<p>建设单位在进行实操培训期间，辐射工作人员除进行常规个人监测外，还应佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪（带剂量显示功能），个人剂量报警仪不替代便携式 X-γ 剂量率仪，两者均使用。</p>	<p>满足</p>
<p>根据以上分析可知，建设单位在对设备进行出厂调试、实操培训及维修后测试期间采取的辐射安全与防护措施和落实本次环评提出的要求后，辐射安全防护方面可满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求。</p> <h3>10.4 三废的治理</h3> <h4>10.4.1 臭氧及氮氧化物</h4> <p>本项目采用数字成像方式，在成像软件上直接显示检测结果，不涉及胶片、影片等感光材料废物。无放射性废物及放射性废气、废水和固废的产生。</p> <p>射线装置仅在出束期间产生微量臭氧及氮氧化物，铅箱拟放置于公司办公楼调试间（铅箱尺寸 mm，铅箱体积约为 0.82m³）。</p> <p>铅箱内部空间狭小，使用铅箱期间人员不需要进入屏蔽体内部，建设单位应在使用铅箱期间严格管理人员不得进入铅箱。铅箱顶部设有一个排气扇，铅箱排风量约为 216m³/h，铅箱内部体积约 0.82m³，排风扇在工作期间保持开启可确保设备内部每小时有效通风换气次数约 263 次。</p> <p>调试间南侧墙体设有排气扇，排气扇外接排气管道，排气管往右走向东侧玻璃窗外，最终排气口位于公司东侧玻璃窗外，场地开阔，窗外为园区内道路和园区边界，人员居留因子较小，排放后可有效降低废气浓度。</p> <p>满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“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”的要求，可有效避免臭氧（O₃）及氮氧化物 NO_x 等对辐射工作人员的危害。</p>		

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目组装间和调试间均依托现有闲置房间，其中组装间内划为左右两侧区域，左侧区域为组装区，右侧区域为存放区。建设单位使用的 X 射线机、无人机均是成熟机型，直接对成熟机型进行组装，无需进行射线装置的研发工序。设备组装过程中将产生少量包装箱、防震泡沫等固体废物，对废纸箱等可回收利用的施工废物应予以回收利用，不可回收利用的收集后交由环卫部门清运处理。

建设期间不涉及射线装置的使用，不会对周边环境产生电离辐射影响，但在组装过程中，需严格按照相关使用说明、相关管理制度执行。综上所述，本项目建设阶段对周围环境的影响较小。

11.2 运行阶段辐射环境影响理论分析

11.2.1 周围环境辐射剂量估算

建设单位拟在调试间铅箱内进行设备出厂调试及维修后测试；实操培训在客户指定作业场所，实操培训场所选择远离居民区、学校等非人群密集和人员居留时间长的场所，为不固定场所。

根据建设单位及厂家提供的资料，调试及维修后测试期间 X 射线机出束方向朝下，出束角度为 40° ，探伤工件为压接金具，铅箱底部屏蔽体外关注点剂量率按主射束保守估算；实操培训期间出束方向水平，出束角度为 40° ，探伤工件为高压线路耐张线夹和接续管（耐张线夹和接续管厚度为 5~13mm 钢，本项目保守取 5mm 钢进行估算），设备在高空出束（距地距离大于 5m），设备工作现场将在主线束和非主线束两个不同范围产生距离不同的控制区、监督区边界。

（1）有用线束方向理论计算

本项目评价选取正常操作时铅箱外 30cm 处的辐射剂量率和操作位处辐射剂量率。由于铅箱放置于地面（铅箱内 X 射线机和成像板均固定不可移动），且辐射工作人员可远程操作出束，因此铅箱底部屏蔽体外关注点选取铅箱底部外 100mm，操作位保守按铅箱前屏蔽体外表面 30cm 处进行估算。各关注点说明如下：

A：铅箱前屏蔽体外表面30cm处

B: 铅箱后屏蔽体外表面 30cm 处

C: 铅箱左屏蔽体外表面 30cm 处

D: 铅箱右屏蔽体外表面 30cm 处

E: 铅箱上屏蔽体外表面 30cm 处

F: 铅箱下屏蔽体外表面 10cm 处

根据建设单位提供资料,本项目无人机 X 射线探伤装置主要参数见表 11-1,估算时射线源、成像板(散射体)距关注点距离分布图见图 11-1 和图 11-2。

表 11-1 本项目无人机 X 射线探伤装置主要参数表

设备型号	XD	XD2	XD4
X 射线机型号	XR150	XR200	XRS3
最大管电压 (kV)	270	150	150
最大管电流 (mA)	0.5	0.5	0.25
周向/定向	定向		
滤过条件	1.5mmCu		
设备的最大工作周期	每 4 分钟 200 次脉冲		
射线源至工件距离 (m)	调试及维修后测试: 0.6 实操培训: 2		
工作期间主射束朝向	调试及维修后测试: 主射束朝下 实操培训: 主射束水平		
每脉冲 X 射线剂量 (单元 前 12 英寸)	2mR-2.8mR	2mR-3.4mR	2mR-4.3mR
距辐射源点 1m 处剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	1.05E+04 ^② (保守按照三种型号每脉冲 X 射线剂量最大值 4.3mR 进行估算)		
1m 处泄漏辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	5.0 \times 10 ³ ^③ (保守按照三种型号最大管电压为 270kV 进行取值)		
辐射角	40°		
探测厚度	5~13mm (钢)		
设备年总曝光时间 (h)	3.7E+01		

注:

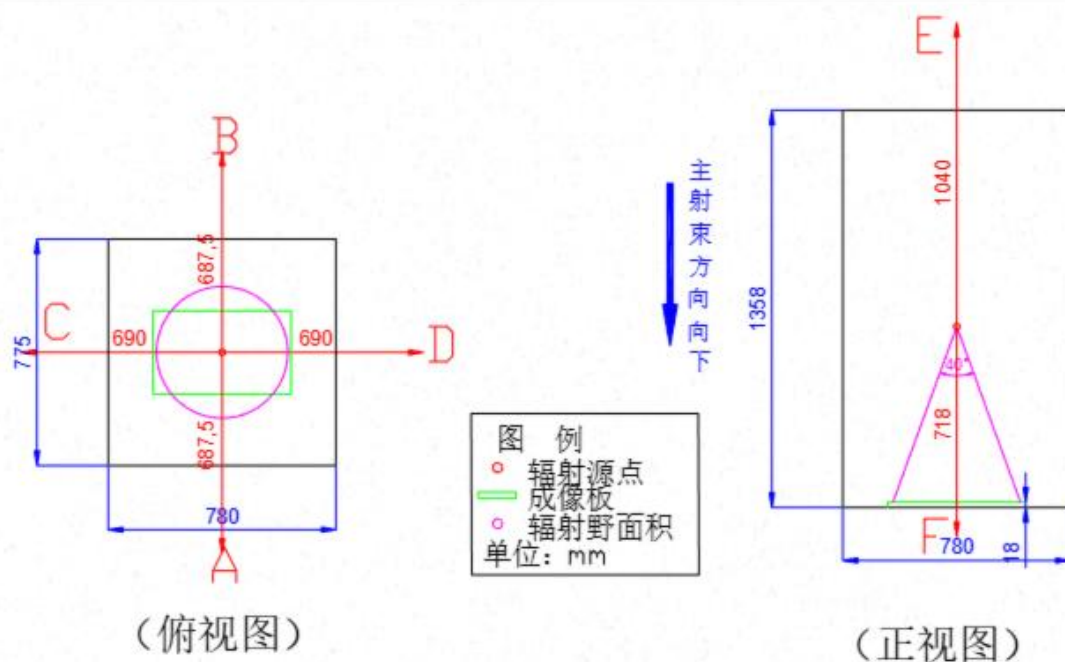


图 11-1 射线源至关注点距离分布图

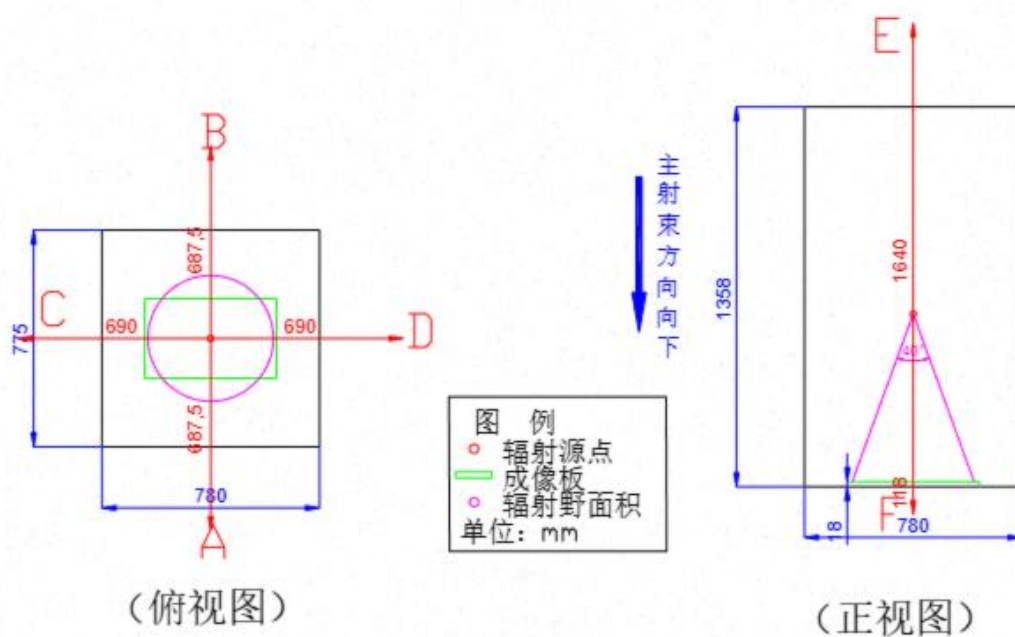


图 11-2 散射体至关注点距离分布图

参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014), 关注点的剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) 按式 11-1 计算:

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

从而推算有用线束衰减至剂量率限值所需的距离：

$$R = \sqrt{\frac{I \cdot H_0 \cdot B}{H}} \quad (11-2)$$

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 mA；

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

依据表 11-1 可知距辐射源点（靶点）1m 处的剂量率为 $1.05\text{E}+04 \mu\text{Sv/h}$ 。

B——屏蔽透射因子，建设单位使用的三种型号 X 射线机中最大管电压为 270kV，滤过条件均为 1.5mmCu，铅箱底部屏蔽体铅当量为 20mmPb。由于《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中无电压 270kV、1.5mmCu 滤过条件下铅的透射因子，故调试及维修后测试（即铅箱中调试）主射束透过铅的屏蔽透射因子保守按辐射防护手册（第一分册）中图 10.5h（图 11-3）中 300kV0.5mmCu 进行取值，即 $1.0\text{E}-06$ ；实操培训时屏蔽透射因子取 1；

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离。

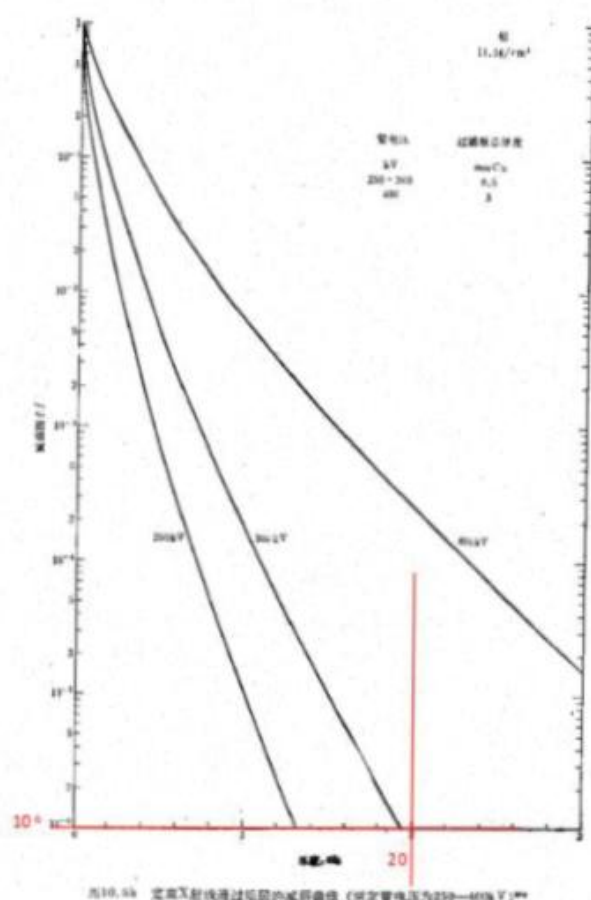


图11-3 屏蔽透射因子取值图

根据式 11-1~式 11-2 及表 11-1, 铅箱有用线束方向屏蔽体表面 10cm 处辐射剂量率见表 11-2, 实操培训期间主射束方向控制区及监督区计算结果见表 11-3。

表 11-2 铅箱有用线束方向屏蔽体表面 10cm 处辐射剂量率估算 (调试及维修后测试)

关注点	铅当量 (mmPb)	距靶点1m处辐射 剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	B	R (m)	\dot{H}_{\pm} ($\mu\text{Sv/h}$)
F: 铅箱下屏蔽体 外表面 10cm 处	20	1.05E+04	1.0E-06	0.718	2.04E-02

表 11-3 无人机 X 射线探伤装置主射线束方向控制区及监督区计算结果 (实操培训)

设备名称	区域	剂量当量率 限值	透射因 子 B	距靶点1m处辐射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	边界距离 R (m)
无人机 X 射线 探伤装置	控制区	15 $\mu\text{Sv/h}$	1	1.05E+04	27
	监督区	2.5 $\mu\text{Sv/h}$	1	1.05E+04	65

备注: 实操培训期间有用线束方向辐射影响保守按未被压接线屏蔽估算。

(2) 非主射线方向的控制区和监督区划分计算

非主束方向指除有用线束外的方向。

① 泄漏辐射剂量率

$$\dot{H}_{\text{漏}} = \frac{H_L \cdot B}{R^2} \quad (11-3)$$

式中:

B——屏蔽透射因子, 调试及维修后测试屏蔽透射因子见式 11-4 取值, 实操培训屏蔽透射因子取 1;

R——辐射源点 (靶点) 至关注点的距离, (m);

$\dot{H}_{\text{漏}}$ ——预测点剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

H_L ——距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率, ($\mu\text{Sv/h}$), 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中表 1 (如图 11-4 所示), 本项目拟使用的射线机最大管电压为 270kV, 保守按照 270kV 条件下泄漏辐射剂量率为 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

X 射线管电压 kV	距靶点 1 m 处的泄漏辐射剂量率 \dot{H}_L $\mu\text{Sv/h}$
<150	1×10^3
$150 \leq kV \leq 200$	2.5×10^3
>200	5×10^3

图 11-4 X 射线探伤机泄漏辐射剂量率

对于给定屏蔽物质厚度 X，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按下式计算：

$$B=10^{-X/\text{TVL}} \quad (11-4)$$

式中：

X——屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL——不同能量射线对应半值层厚度，参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录表 B.2（见图 11-5），本项目 X 射线机最大管电压为 270kV，利用插值法可得管电压 270kV 条件下铅的 TVL 为 4.02mm。

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

表 B.2 X 射线束在铅和混凝土中的半值层厚度和什值层厚度

X 射线管电压 kV	半值层厚度 HVL mm		什值层厚度 TVL mm	
	铅	混凝土	铅	混凝土
150	0.29	22	0.96	70
200	0.42	26	1.4	86
250	0.86	28	2.9	90
300	1.7	30	5.7	100
400	2.5	30	8.2	100

注 1：HVL 和 TVL 均为 X 射线经衰减后的值。

注 2：表中值取自 ICRP33，铅的密度为 11.3 t/m^3 ，混凝土的密度为 2.35 t/m^3 。

图 11-5 铅在不同能量射线对应半值层厚度 TVL 图

② 散射辐射剂量率

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），非主射方向上的散射辐射剂量率可根据下式计算。

$$\dot{H}_{\text{散}} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_S^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad (11-5)$$

式中：

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, $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$;

B——辐射屏蔽透射因子, 根据 GBZ/T250-2014 表 2 (图 11-6), 本项目 X 射线机最大管电压为 270kV, 因此 X 射线 90° 散射辐射最高能量保守取为 200kV, 铅的半值层根据图 11-5 取值约为 1.4mm, 根据式 11-4 可得在调试及维修后测试期间屏蔽透射因子 $B=10^{-20/1.4}=5.18\text{E}-15$, 实操培训期间屏蔽透射因子 $B=1$ 。

表 2 X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值

原始 X 射线 kV	散射辐射 kV
$150 \leq \text{kV} \leq 200$	150
$200 < \text{kV} \leq 300$	200
$300 < \text{kV} \leq 400$	250

注: 该表仅用于以半值层计算散射辐射在屏蔽物质中的衰减。

图 11-6 X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值

R_s ——散射点至关注点的距离, m。

R_0 ——辐射源点 (靶点) 至探伤工件的距离, m; 根据建设单位提供资料, 调试期间及维修后测试期间辐射源点 (靶点) 至探伤工件的距离为 0.6m, 实操培训期间辐射源点 (靶点) 至探伤工件的距离为 2m。

F—— R_0 处的辐射野面积, m^2 ; 调试期间及维修后测试期间工件距出束口 0.6m, 辐射角度为 40° , 保守按照探测工件表面积为辐射野面积可得 $F_{\text{调试及维修后测试}}=0.005\pi \times 0.6 \tan 20^\circ \times 2=6.86\text{E}-03\text{m}^2$, 实操培训期间工件距出束口约 2m, 辐射角度为 40° , 可得 $F_{\text{实操培训}}=0.005\pi \times 2 \tan 20^\circ \times 2=0.02\text{m}^2$ 。

α ——散射因子, 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 附录 B 表 B.3, 本项目使用的三种型号 X 射线机中最大管电压为 270 kV, a_w 保守取 300kV 下的 1.9×10^{-3} , α 可保守取为 $a_w \times 10000/400=1.9 \times 10^{-3} \times 10000/400=0.0475$ 。

散射辐射剂量率和漏射辐射剂量率相关参数取值见下表所示:

表 11-4 散射辐射剂量率和漏射辐射剂量率相关参数取值

设备名称	无人机 X 射线探伤装置
最大管电压 (kV)	270
1m 处泄漏辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	5.0×10^3
距靶点 1m 处辐射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	$1.05\text{E}+04$
R_0 (m)	调试及维修后测试: 0.6; 实操培训: 2
F (m^2)	调试及维修后测试: $6.86\text{E}-03$; 实操培训: 0.02
α	0.0475

根据式 11-3~式 11-4 和表 11-4, 非主射束方向控制区及监督区计算结果见表 11-5~表 11-7 所示。

表 11-5 铅箱表面 30cm 处非主射束方向辐射剂量率估算（调试及维修后测试）

关注点	铅当量 (mm Pb)	漏射参数				散射参数							$H_{\text{漏}}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	$H_{\text{散}}$ ($\mu\text{Sv/h}$)
		TVL (mm)	B	H_L ($\mu\text{Sv/h}$)	R (m)	TVL (mm)	B	距靶点 1m 处辐射剂量率 $\mu\text{Gy/h}$	F (m^2)	α	R_s (m)	R0 (m)		
A: 铅箱前屏蔽体外表面 30cm 处	20	4.02	1.06E-05	5000	0.688	1.4	5.18E-15	1.05E+04	6.86E-03	0.0475	0.688	0.6	1.12E-01	1.04E-13
B: 铅箱后屏蔽体外表面 30cm 处	20	4.02	1.06E-05	5000	0.688	1.4	5.18E-15	1.05E+04	6.86E-03	0.0475	0.688	0.6	1.12E-01	1.04E-13
C: 铅箱左屏蔽体外表面 30cm 处	20	4.02	1.06E-05	5000	0.690	1.4	5.18E-15	1.05E+04	6.86E-03	0.0475	0.690	0.6	1.11E-01	1.03E-13
D: 铅箱右屏蔽体外表面 30cm 处	20	4.02	1.06E-05	5000	0.690	1.4	5.18E-15	1.05E+04	6.86E-03	0.0475	0.690	0.6	1.11E-01	1.03E-13
E: 铅箱上屏蔽体外表面 30cm 处	20	4.02	1.06E-05	5000	1.040	1.4	5.18E-15	1.05E+04	6.86E-03	0.0475	1.640	0.6	4.90E-02	1.83E-14

表 11-6 铅箱表面 30cm 处复合辐射剂量率计算（调试及维修后测试）

关注点	有用线束 $\mu\text{Sv/h}$	泄漏辐射 $\mu\text{Sv/h}$	散射辐射 $\mu\text{Sv/h}$	复合辐射剂量率 $\mu\text{Sv/h}$
A: 铅箱前屏蔽体外表面 30cm 处	/	1.1E-01	1.0E-13	1.1E-01
B: 铅箱后屏蔽体外表面 30cm 处	/	1.1E-01	1.0E-13	1.1E-01
C: 铅箱左屏蔽体外表面 30cm 处	/	1.1E-01	1.0E-13	1.1E-01
D: 铅箱右屏蔽体外表面 30cm 处	/	1.1E-01	1.0E-13	1.1E-01
E: 铅箱上屏蔽体外表面 30cm 处	/	4.9E-02	1.8E-14	4.9E-02
F: 铅箱下屏蔽体外表面 10cm 处	2.0E-02	/	/	2.0E-02

表 11-7 无人机 X 射线探伤装置不同距离非主射方向辐射剂量率计算表（实操培训）

距离 (m)	漏射 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射 ($\mu\text{Sv/h}$)	合计 ($\mu\text{Sv/h}$)
5	200.00	0.11	200.11
10	50.00	0.03	50.03
15	22.22	0.01	22.23
19	13.85	0.01	13.86 (控制区)
30	5.56	0.00	5.56
40	3.13	0.00	3.13
45	2.47	0.00	2.47 (监督区)

根据表 11-5 和表 11-6 的计算结果可知本项目铅箱屏蔽体外最大辐射剂量率为 $0.11\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。根据《广州优飞智能设备有限公司核技术利用建设项目竣工环境保护验收监测报告表》（PPRYYS-202580827）验收监测结果可知三种型号设备在最大正常工况运行时铅箱屏蔽体外 30cm 处最大周围剂量当量率为 $0.20\mu\text{Sv/h}$ ，与本项目估算结果相当。

实操培训期间主射束及非主射束控制区和监督区划分情况见表 11-8。

表 11-8 无人机 X 射线探伤装置监督区和控制区划分情况（实操培训）

设备名称	方向	控制区 (m)	监督区 (m)	工件厚度
无人机 X 射线探伤装置	主射线	27	65	5mm 钢
	非主射线	19	45	

备注：保守以未透过工件厚度进行估算。

根据表 11-8 确定的实操培训期间主射线束及非主射线束情况，控制区和监督区边界距离无人机 X 射线探伤装置的距离可以画出工作现场的控制区和监督区范围。根据建设单位提供资料，实操培训期间出束方向水平，出束角度为 40° ，无人机 X 射线探伤装置控制区和监督区划分示意图见图 11-7 所示。

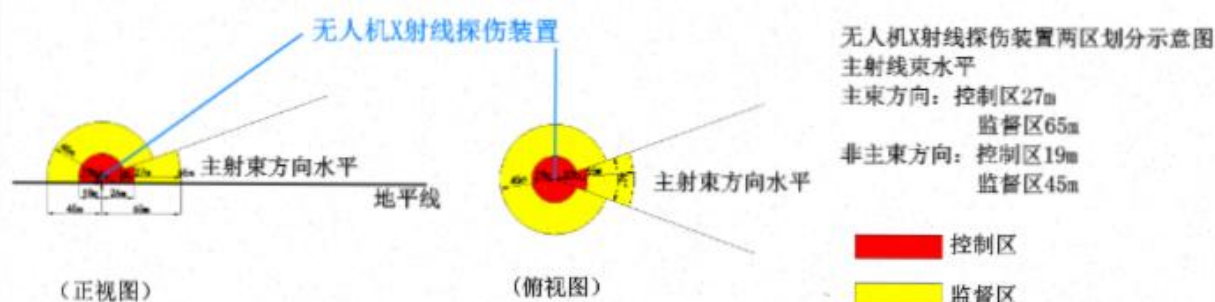


图11-7 无人机X射线探伤装置控制区及监督区划分示意图（实操培训）

由表 11-8 和图 11-7 可知，实操培训期间无人机 X 射线探伤装置在高空出束，设备出束方向水平，则主射束方向投影到地面的控制区边界为 26m，监督区边界为 65m；非主射束方向投影到地面的控制区边界为 18m，监督区边界为 45m。

上述理论计算结果较为保守，建设单位在实操培训期间必须根据以上理论预测的结果进行控制区、监督区的划分。

11.2.2 人员受照剂量估算

按照下式对工作人员及公众的年受照剂量进行估算：

$$H = \dot{H}_s \times T \times t \times 10^{-3} \quad (11-6)$$

$$\dot{H}_s = \left(\frac{r_0}{R} \right)^2 \times \dot{H}_x \quad (11-7)$$

式中：

H——年有效剂量，mSv；

\dot{H}_s ——关注点辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

r_0 ——射线源至关注点的距离，m；

R——射线源至计算点的距离，m；

\dot{H}_x ——铅箱外表面 30cm 处关注点的辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t——年受照时间，h；

T——居留因子，选取参照《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）附录 A 中表 A.1。

根据建设单位提供资料，本项目设备无需训机，建设单位共设置 5 名辐射工作人员，建设单位预计本项目设备年生产 1000 台，工作人员年工作 52 周，每周最多生产 20 台。结合表 9 工作负荷内容，设备年总曝光时间为 $5.0\text{E}+01\text{h}$ ，周总曝光时间为 1h。本项目设备负荷量见下表。

表 11-9 设备负荷量

年最大产量（台）	1000
周最大产量（台）	20
设备年总出束时间（h）	$5.0\text{E}+01$
设备周最大出束时间（h）	1

调试及维修后测试期间，公司将铅箱屏蔽体内部划为控制区，将铅箱屏蔽体外整个调试间划为监督区；实操培训期间，公司将作业场所周围剂量当量率在 $15\mu\text{Sv/h}$ 以上的范围内划为控制区，将控制区边界外剂量当量率在 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 以上的范围内划为监督区，操作人员均位于控制区边界外。

实操培训期间从偏保守角度考虑，安全巡查工作人员在监督区边界巡查，则其所在位置剂量率取监督区边界处剂量率控制值（ $2.5\mu\text{Sv/h}$ ），居留因子取 1。

实操培训场所在客户指定作业场所，实操培训场所选择远离居民区、学校等非人群密集和人员居留时间长的场所，为不固定场所。实操培训期间客户单位与本项目辐射工作人员位于控制区警戒线外，其他公众人员位于监督区警戒线外，其他公众受照剂量率取监督区边界剂量率 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。实操培训期间公众人员包括客户单位和附近偶然居留的人员，客户居留因子取 1，附近偶然居留人员居留因子取 $1/16$ 。上述取值是偏保守和安全的，本项目辐射工作人员和公众的年有效剂量估算结果见下表。

表 11-10.1 本项目辐射工作人员和公众年有效剂量估算结果（调试及维修后测试场所）

位置	方向	场所	影响人群	居留因子	r0 (m)	Hx 辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	R (m)	Hs 关注点处辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年出束时间 (h)	周出束时间 (h)	年有效剂量(mSv/a)	周有效剂量 ($\mu\text{Sv/周}$)
室内	/	调试间（铅箱所在房间）	辐射工作人员	1	/	1.12E-01	/	1.12E-01	3.3E+01	6.7E-01	3.73E-03	7.47E-05
	北侧	女厕	公众	1/16	0.690	1.12E-01	1.97	1.37E-02	3.3E+01	6.7E-01	2.86E-05	5.73E-07
	西侧	男厕	公众	1/16	0.688	1.12E-01	4.17	3.05E-03	3.3E+01	6.7E-01	6.35E-06	1.27E-07
		其他公司出入口	公众	1/16	0.688	1.12E-01	16.37	1.98E-04	3.3E+01	6.7E-01	4.12E-07	8.24E-09
		后门	公众	1/16	0.688	1.12E-01	14.87	2.40E-04	3.3E+01	6.7E-01	5.00E-07	9.99E-09
	西南侧	物料分拣区	公众	1	0.690	1.12E-01	8.67	7.10E-04	3.3E+01	6.7E-01	2.37E-05	4.73E-07
		物料验收区	公众	1	0.690	1.12E-01	12.37	3.49E-04	3.3E+01	6.7E-01	1.16E-05	2.32E-07
		总装作业区一	公众	1	0.690	1.12E-01	20.67	1.25E-04	3.3E+01	6.7E-01	4.16E-06	8.32E-08
		大堂	公众	1/16	0.690	1.12E-01	33.17	4.85E-05	3.3E+01	6.7E-01	1.01E-07	2.02E-09
	南侧	仓储区	公众	1/16	0.690	1.12E-01	1.97	1.37E-02	3.3E+01	6.7E-01	2.86E-05	5.73E-07
		总装作业区二	公众	1	0.690	1.12E-01	13.17	3.07E-04	3.3E+01	6.7E-01	1.02E-05	2.05E-07
		修整作业区	公众	1	0.690	1.12E-01	17.97	1.65E-04	3.3E+01	6.7E-01	5.51E-06	1.10E-07
		办公区	公众	1	0.690	1.12E-01	23.37	9.77E-05	3.3E+01	6.7E-01	3.26E-06	6.51E-08
		楼梯间	公众	1/16	0.690	1.12E-01	27.27	7.17E-05	3.3E+01	6.7E-01	1.49E-07	2.99E-09
		仓储区	公众	1/16	0.690	1.12E-01	25.87	7.97E-05	3.3E+01	6.7E-01	1.66E-07	3.32E-09
	正上	食堂后厨	公众	1/16	1.040	4.90E-02	5.00	2.12E-03	3.3E+01	6.7E-01	4.41E-06	8.82E-08

	方											
室外	北 侧	园区内道路	公众	1/40	0.690	1.12E-01	7.97	8.40E-04	3.3E+01	6.7E-01	7.00E-07	1.40E-08
		东门	公众	1/16	0.690	1.12E-01	40.97	3.18E-05	3.3E+01	6.7E-01	6.62E-08	1.32E-09
		航新航空大厦	公众	1	0.690	1.12E-01	49.97	2.14E-05	3.3E+01	6.7E-01	7.12E-07	1.42E-08
	东 侧	园区内道路	公众	1/40	0.688	1.12E-01	3.37	4.67E-03	3.3E+01	6.7E-01	3.89E-06	7.78E-08
		园区外光宝路	公众	1/40	0.688	1.12E-01	40.97	3.16E-05	3.3E+01	6.7E-01	2.63E-08	5.26E-10
	南 侧	停车场	公众	1/40	0.690	1.12E-01	50.97	2.05E-05	3.3E+01	6.7E-01	1.71E-08	3.42E-10

表 11-10.2 本项目辐射工作人员和公众年有效剂量估算结果（实操培训）

成员		操作类型		剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年出束时 间 (h)	周出束时 间 (h)	居留因子	周有效剂 量($\mu\text{Sv}/$ 周)	年有效剂 量 (mSv)
辐射工作人员	操作人员	实操培训	曝光	15	1.7E+01	3.3E-01	1	5.0E+00	2.5E-01
	安全巡查人员	实操培训	监督区 曝光	2.5	1.7E+01	3.3E-01		8.33E-01	4.17E-02
公众	客户单位	实操培训	曝光	15	1.7E-02	1.7E-02	1	2.50E-01	2.50E-04
	其他公众人员	实操培训	曝光	2.5	1.7E-02	1.7E-02	1/16	2.60E-03	2.60E-06

建设单位已有的 5 名辐射工作人员负责调试、实操培训、维修后测试工作期间的工作,因此辐射工作人员的年有效剂量最大值和周有效剂量最大值考虑调试、实操培训、维修后测试工作期间的剂量叠加。由表 11-10 可知,辐射工作人员的职业照射周有效剂量最大值约为 $5\mu\text{Sv}$;调试及维修后测试期间公众的周有效剂量最大值不超过 $5.73\text{E-}07\mu\text{Sv}$;实操培训期间公众的周有效剂量最大值不超过 $0.25\mu\text{Sv}$ 。满足“对放射工作场所,其值应不大于 $100\mu\text{Sv/周}$,对公众场所,其值应不大于 $5\mu\text{Sv/周}$ ”的周剂量限值控制要求。

辐射工作人员的职业照射年有效剂量最大值约为 0.254mSv/a ,调试及维修后测试期间公众照射的最大年有效剂量为 $2.86\text{E-}05\text{mSv/a}$,实操培训期间公众照射的最大年有效剂量为 $2.5\text{E-}04\text{mSv/a}$ 。符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)的要求,也低于本环评提出的剂量约束值:“工作人员剂量管理约束值不超过 5mSv/a ,公众剂量管理约束值不超过 0.25mSv/a ”。

11.3 非放射性污染物环境影响分析

11.3.1 臭氧及氮氧化物

由于设备调试、实操培训及维修后测试时间较短,工作过程中产生的臭氧及氮氧化物极少,同时铅箱设置排气扇、实操培训期间工作现场环境开阔,臭氧及氮氧化物易于扩散。

11.3.2 危险固废

由于本项目采用数字成像技术,不使用显影液和定影液,因此无洗片废水、废显影液、废定影液和废胶片产生。

11.4 事故影响分析

11.4.1 辐射事故识别

根据污染源分析,本项目环境风险因子为 X 射线,危害因素为 X 射线超剂量照射,无人机 X 射线探伤装置只有在开机状态下才会产生 X 射线,一旦切断电源便不会再有射线产生。

本次评价无人机 X 射线探伤装置事故状态分以下情况:

- (1) 铅箱安全联锁装置发生故障,导致在前门未关到位的情况下射线发生器

出束，X 射线泄漏使辐射工作人员或公众受到意外照射。

(2) 设备软件控制故障，导致高低压错乱或门机联锁失灵，辐射工作人员打开铅箱前门时X射线装置仍处于出束状态，造成人员意外照射。

(3) 人员误照射：主要发生的辐射事故是由于对作业现场划定的控制区、监督区管理不到位，导致人员误入该区域引起误照射。

(4) 在不适合实操培训的场地进行实操培训操作，对公众或工作人员造成不必要的照射。

(5) 射线装置丢失、被盗，对环境和社会产生危害（向公安机关报案110）。

(6) 射线装置未安装水平，机头未投射于工件位置，而直接射向人员居留位置，而导致误照射。

建设单位应严格落实安全管理制度，按操作规程进行现场工作，避免辐射事故的发生。本次评价事故分析考虑可能发生的最大辐射事故，即探伤装置以最大工况270kV运行时，无铅屏蔽板且无防护，此时辐射工作人员和公众误入或滞留于控制区，造成有关人员被误照射。

11.4.2辐射事故影响分析

本项目为“使用Ⅱ类射线装置”核技术应用项目，营运中可能存在风险和潜在事故隐患。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，辐射事故从重到轻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。其中，本项目为带有自屏蔽的射线装置使用，根据射线装置分类原则和本项目射线装置情况，可能发生的辐射事故等级见表 11-11，本项目可能发生的辐射事故等级为一般辐射事故。

表 11-11 辐射工作人员和公众年有效剂量估算

事故等级	事故情形
特别重大辐射事故	I类、II类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上(含 3 人)急性死亡。
重大辐射事故	I类、II类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 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	III类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失

	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	IV类、V类放射源丢失、被盗、失控，或放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

(1) 调试及维修后测试期间无人机X射线装置事故后果计算

使用的射线机中最大管电压为270kV，距靶点1m处剂量率为 $1.05\text{E}+04\mu\text{Gy/h}$ 。调试及维修后测试期间辐射工作人员可远程操控设备出束，因此操作位保守按铅箱前屏蔽体外表面30cm处进行估算。辐射工作人员在进行设备调试及维修后测试期间个人剂量报警仪设置报警阈值为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，一旦听到报警，需立即按下软件上的停止出束，反应时间约为10s，铅箱前表面距离射线源约0.387m。因此，一次事故下辐射工作人员受到的剂量为0.195mGy。

(2) 实操培训期间无人机X射线装置事故后果计算

无人机X射线探伤装置只有在开机状态下才会产生X射线，设备最大工作周期为每4分钟200次脉冲。本次环评处理事故时间按最不利情况下出束200脉冲进行估算，即4min。人员受到的有效剂量与探伤装置产生的初级射线束造成的空气吸收剂量有关，在空气中探伤装置产生的初级射线束造成的空气吸收剂量可用式11-1计算。本项目探伤装置作业期间发生事故时对受照人员的有效剂量计算结果见下表。

表 11-12 无人机 X 射线探伤装置作业发生事故时对受照人员的有效剂量计算结果

受照距离 (m)	距靶点 1m 处辐射剂量率 $\mu\text{Gy/h}$	时间 min	受照剂量 (mSv)
1	$1.05\text{E}+04$	4	$7.00\text{E}-01$
2	$1.05\text{E}+04$	4	$1.75\text{E}-01$
5	$1.05\text{E}+04$	4	$2.80\text{E}-02$
10	$1.05\text{E}+04$	4	$7.00\text{E}-03$
20	$1.05\text{E}+04$	4	$1.75\text{E}-03$
30	$1.05\text{E}+04$	4	$7.78\text{E}-04$
40	$1.05\text{E}+04$	4	$4.37\text{E}-04$
50	$1.05\text{E}+04$	4	$2.80\text{E}-04$
100	$1.05\text{E}+04$	4	$7.00\text{E}-05$

通过以上分析可知，调试及维修后测试期间事故情况下，辐射工作人员收到的辐射剂量为0.195mGy；实操培训期间事故情况下无人机X射线探伤装置X射线直接照射到人员身上，误入人员在距离射线头1m处停留4min，其所受有效剂量为0.7mSv/次；在距离射线头10m处停留4min，所受有效剂量最高为0.007mSv/

次。

11.4.4事故防范措施

(1) 定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或检查，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。

(2) 操作规程：每次现场工作需 5 名辐射工作人员同时在场，辐射工作人员按照操作规程进行操作，并做好个人的防护。

(3) 定期检查装置，确保安全联锁正常运行；每月对无人机 X 射线探伤装置出束状态进行检查、维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件需及时更换。工作人员应经常检查设备安全装置的运行状况。

(4) 加强辐射工作人员的管理，装置开机前，必须确保无关人员全部撤离监督区外才可开启；加强辐射工作人员的业务培训，防止误操作，以避免工作人员和公众受到意外辐射。

(5) 加强控制区和监督区管理，在射线装置运行期间，加强对监督区公众的管理，禁止人员进入控制区。控制区和监督区边界正确设置警告牌。

(6) 检查系统发生故障而紧急停机后，在未查明原因和维修结束前，不得重新开启 X 射线装置。

(7) 现场应设置电离辐射警示标志，并安装醒目的工作状态指示灯。

(8) 操作人员应在生态环境部辐射安全与防护培训平台参加培训并考核合格后方可上岗。

(9) 操作人员须严格按操作规程进行作业，不得擅自改变操作程序，确保安全。

(10) 工作时必须随身携带个人剂量计，同时应使用个人剂量报警仪。

(11) 铅箱四周设置电离辐射警告标志、中文警示说明，设备自带工作状态信号灯。

(12) 开机前须检查设备工作状态指示灯、急停开关及门机联锁功能等安全装置是否运行正常，观察开关指示灯是否连通。

(13) 开机前要确定辐射监测仪正常的情况下才能开机作业。

(14) 检修时应采取可靠的断电措施，切断需检修设备上的电器电源，并经启动复查确认无电后，在电源开关处挂上“正在检修禁止合闸”安全标志。

(15) 如发生违反操作规程或其他原因造成事故，须立刻启动事故应急预案。

(16) 实操培训期间建设单位应根据并评价项目中理论计算结果，在主射束方向不小于 26m 处划定控制区，不小于 65m 处划定监督区；在非主射束方向不小于 18m 处划定控制区，不小于 45m 处划定监督区，并在相应边界设置警示标识。主射束应避免人群密集和人员居留时间长的场所。

11.4.5 事故应急措施

本项目现场工作过程中发生事故后处理的原则是：

(1) 及时检查、估算受照人员的受照剂量，如果受照剂量较高，应及时安排受照人员就医检查。

(2) 出现事故后应及时处理，应尽快集中人力、物力，有组织、有计划的进行处理。缩小事故影响，减少事故损失。

(3) 处理较复杂的事故时，应在上级主管部门及领导的指导和监督下进行，要对事故处理人员进行辐射监测。

(4) 在事故处理过程中，要在可合理做到的条件下，尽可能减少人员照射。

(5) 事故处理后应收集保存资料，如：调试、实操培训及维修后测试工作方案、X 射线工作任务指令单、进出场所记录表、现场监测照片、监测布置图、公示材料、现场记录（含控制区和监督区的划分）资料等，及时总结报告。

(6) 辐射工作人员在进行设备调试及维修后测试期间个人剂量报警仪设置报警阈值为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，一旦听到报警，需立即按下急停按钮，排查报警原因后方可继续工作；在实操培训期间出现超剂量照射时，应立即关闭探伤装置出束。

一旦有辐射事故发生，应启动应急预案，及时处理，严格按制定的辐射事故应急预案的相关规定响应。X 射线装置失控而造成的事故应立即查明原因，迅速纠正和终止照射，同时上报生态环境和卫生行政部门，由专业救援人员采取相应的防护措施，对可能受到超剂量照射人员进行受照剂量估算，并根据实际情况判断是否送往医疗单位进行医疗处理。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条第一款：使用I类、II类、III类放射源，使用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；其他辐射工作单位应当有1名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。

广州优飞智能设备有限公司已成立辐射安全与环境保护管理机构，辐射安全与环境保护管理机构全面负责辐射工作的管理和领导工作，统一领导、统一指挥，辐射安全与环境保护管理机构至少有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。

辐射安全与环境保护管理机构应明确主要职责：

- 1、制定公司有关射线装置的安全与环境防护管理办法。
- 2、严格按照国家相关规定申请领取许可证，办理登记手续严格按照许可范围开展工作。
- 3、辐射工作人员必须持证上岗，严格遵守有关的操作规程及规章，定期组织辐射工作人员参加有关部门举办的辐射安全与防护培训，定期组织公司内部辐射应急演练。
- 4、组织辐射操作人员进行职业健康体检。
- 5、对公司射线装置的安全防护进行定期检查。
- 6、配合上级主管部门做好辐射工作人员体检、安全防护装置有效性测试及安全监察。
- 7、发生辐射事故，立即报告上级领导和有关部门采取有效措施，不得拖延或者隐瞒不报。
- 8、编写射线装置安全和防护状况年度评估报告，并按规定报送原发证机关。
- 9、建立健全的辐射事故应急预案，制定专人负责，落实安全责任制，制定必要的事故应急措施。

12.2 辐射安全管理制度

根据《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，使用射线装置的单位，应有“健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射应急措施”。

建设单位已制定了一系列 X 射线现场工作防护相关规章制度，如《辐射安全与环境防护管理制度》、《无人机 X 射线探伤装置销售规程》、《无人机 X 射线探伤装置操作规程》、《辐射工作人员职业健康管理规定》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射工作场所监测计划》、《射线装置使用和维修台账管理制度》、《广州优飞智能设备有限公司辐射事故应急预案》。详见附件 6。建设单位应根据最新法律法规和标准要求不断完善规章制度。

公司制定的辐射安全管理制度较全面，应严格按照制定的规章制度管理公司的核技术利用项目，实现安全和规范管理。一旦发生辐射事故时，可以实现迅速和有效的应对，基本满足《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》等法律法规的要求。广州优飞智能设备有限公司应严格执行以上规章制度，责任到人，将事故和危害降到最低限度。

12.3 辐射工作人员培训

根据生态环境部《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》（2019 年，第 57 号）的相关要求，自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核。

本项目配备 5 名辐射工作人员，均已取得辐射安全培训合格证书，建设单位应根据人员变动情况，及时安排新增人员和未参与培训的辐射工作人员在生态环境部辐射安全与防护培训平台上参加培训，考核合格后方可上岗；在项目运行过程中按要求定期组织辐射工作人员进行再培训和考核，确保所有辐射工作人员培训合格后上岗。

12.4 辐射监测

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《电离辐射防护与辐射

源安全基本标准》（GB18871-2002）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）等法律法规及标准的要求，建设单位已制定相应的辐射监测计划，包括验收监测、年度监测、日常监测和个人剂量监测。

12.4.1 环保措施竣工环境保护验收

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），建设单位是建设项目环境保护验收的责任主体，本项目竣工后，建设单位应按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》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，验收报告分为验收监测（调查）报告、验收意见和其他需要说明的事项等三项内容。

建设单位应如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编制验收监测（调查）报告。建设单位不具备编制验收监测（调查）报告能力的，可以委托有能力的技术机构编制。验收监测（调查）报告编制完成后，建设单位应当根据验收监测（调查）报告结论，逐一检查是否存在验收不合格的情形，提出验收意见。存在问题的，建设单位应当进行整改，整改完成后方可提出验收意见。为提高验收的有效性，在提出验收意见的过程中，建设单位可以组织成立验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式，协助开展验收工作。验收工作组可以由设计单位、施工单位、环境影响报告书（表）编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等组成，代表范围和人数自定。

12.4.2 辐射工作人员个人剂量监测

建设单位应委托有资质的单位定期对辐射工作人员的个人受照剂量进行例行检查并出具相关检测报告，个人剂量监测应遵照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）等相关规定执行，个人剂量监测的监测周期不得超过3个月；建立个人剂量档案和健康管理档案，做好工作人员的剂量数据登记和汇总工作，工作人员职业照射个人剂量监测档案应终生保存。每季度对个人剂量进行检查，当发现职业操作人员累积剂量接近5mSv/a时，应立即停止该人员的辐射工作，分析和查找剂量接近剂量约束值的原因，并采取相应的整改措施。

12.4.3 工作场所辐射监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定：生产、销售使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责。

调试及维修后测试期间，应按照监测方案执行，开展定期自行监测及委托监测。射线装置的辐射防护检测应在额定工作条件下，应首先进行装置整体的辐射水平巡测，以发现可能出现的高辐射水平区，然后再定点检测。

辐射工作场所监测是安全防护的一项必要的措施，通过辐射监测得到的数据，可以分析判断和估计电离辐射水平，防止人员受到超剂量的照射。公司须根据工作内容配备必要的监测设备和仪器，建立环境监测制度。公司可参照以下监测方案制定监测计划：

(1) 日常自行监测

公司应配备相应的辐射监测设备，包括辐射剂量率报警仪和辐射监测仪等。用于辐射工作场所的辐射水平自行检测和分区，及时了解工作人员所处区域的辐射水平，避免操作人员在不知情的情况下长时间受到超剂量照射。参照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的规定，建设单位在进行设备出厂前调试及维修后测试时应首先进行铅箱整体的辐射水平巡测，以发现可能出现的高辐射水平区，然后再定点检测。现场实操培训工作需根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）辐射工作场所的辐射水平进行安全巡查。

1) 调试及维修后测试

- ①通过巡测，发现辐射水平异常高的位置；
- ②前门外 30cm 及门缝处；
- ③铅箱外 30cm 处；
- ④操作位；

2) 现场实操培训工作

①在每次实操培训工作开始前，对现场周围的环境敏感点或者评价范围区域进行辐射环境现状检测。

②实操培训时当无人机 X 射线探伤装置场所、照射方向等条件发生变化时，均应重新划区。

③在工作状态下应检测操作位置，确保操作位置的辐射水平时可接受的。

④建设单位在开展实操培训期间应始终根据表 11 估算的两区范围对控制区和监督区划分。

⑤实操培训停止工作时，还应检测操作者所在位置的辐射水平，以确认探伤装置已停止工作。

⑥建设单位在每次实操培训时，均应进行辐射水平监测。

⑦根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求，每次移动式探伤作业时（本项目不实施移动探伤，但建设单位需对客户单位进行实操培训），建设单位均要开展此项监测。凡属下列情况之一时，应由有相应资质的技术服务机构进行此项监测：

- a) 新开展现场射线探伤的单位；
- b) 每年抽检一次（年度监测）；
- c) 在居民区进行的移动式探伤；
- d) 发现个人季度剂量（3 个月）可能超过 1.25 mSv。

（2）年度常规监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令 18 号令 2011 年）的相关规定，使用放射性同位素与射线装置的单位按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。

建设单位将严格执行辐射监测计划，定期委托有相关资质的第三方辐射监测机构对公司的辐射工作场所进行监测。年度监测数据作为本单位的射线装置安全和防护状况年度评估报告的一部分，每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

（3）个人剂量监测

公司将对辐射工作人员开展个人剂量监测，监测工作要委托具有相应资质的辐射防护技术服务机构承担，常规个人剂量监测的周期应综合考虑工作人员的工作性质、所受剂量的大小、剂量变化程度及剂量计的性能等诸多因素，监测周期一般最长不得超过 3 个月，公司需配合委托单位及时收发个人剂量计。个人剂量监测档案包括辐射工作人员姓名、性别、起始工作时间、监测年份、职业类别、每季度受照剂量、年有

效剂量、多年累积有效剂量等内容。加强对辐射工作人员个人剂量档案、个人健康档案的保管，要求终身保存，辐射工作人员调动工作单位时，个人剂量、个人健康档案应随其转给调入单位。公司还应关注工作人员每一次的累积剂量监测结果，对监测结果超过剂量管理限值的原因进行调查和分析，优化实践行为，同时应建立并终生保存个人剂量监测档案，以备辐射工作人员查看和管理部门检查。辐射工作人员上岗前应当进行上岗前的职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的辐射工作；项目运行后公司还应当组织辐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应超过 2 年，必要时可增加临时性检查。

（4）竣工环境保护验收

评价项目竣工 3 个月内，公司应当按照《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 253 号令）、《国务院关于修改〈建设项目竣工环境保护管理条例〉的决定》（国务院令 682 号）的规定，对配套建设的环境保护设施进行验收。公司应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编制验收监测报告。如验收过程中需进行整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过 12 个月。

公司不具备编制验收监测报告能力的，可以委托有能力的技术机构编制，公司对受委托的技术机构编制的验收监测报告结论负责。公司在验收过程中，应当如实查验、监测、记载建设项目环保设施的建设和调试情况，不得弄虚作假。

除按照国家规定需要保密的情形外，公司应当依法向社会公开验收报告。监测计划见表 12-1。

表 12-1 辐射工作场所监测要求

监测类别	监测因子/监测点位			监测频次	监测方式
辐射工作人员个人剂量监测	个人外照射剂量			1 次/90 天	委托有相关资质的第三方辐射监测机构对公司的辐射工作场所进行监测
年度监测	铅箱外周围剂量当量率（不超过 2.5μSv/h） ①通过巡测，发现辐射水平异常高的位置； ②前门外 30cm 及门缝处； ③铅箱外 30cm 处； ④操作位；			1 次/年	
	实操培训	监督区边界(2.5μSv/h)	探头距地面 1m 处，检测仪器探头朝向探伤装置方向，至少在监督区边界东南西北和主射束五个方向测量 5 个监测点。	开展实操培训时	
		控制区边界（15μSv/h）	探头距地面 1m 处，检测仪器探头朝向探伤装置方向，至少在监督区边界东南西北和主射束五个方向测量 5 个监测点。		
日常监测	铅箱外周围剂量当量率（不超过 2.5μSv/h） ①通过巡测，发现辐射水平异常高的位置； ②前门外 30cm 及门缝处； ③铅箱外 30cm 处； ④操作位；			1 次/月	自行监测
	实操培训	监督区边界(2.5μSv/h)	探头距地面 1m 处，检测仪器探头朝向探伤装置方向，至少在监督区边界东南西北和主射束五个方向测量 5 个监测点。	每次进行实操培训时	
		控制区边界（15μSv/h）	探头距地面 1m 处，检测仪器探头朝向探伤装置方向，至少在监督区边界东南西北和主射束五个方向测量 5 个监测点。		

验收监测	铅箱外周围剂量当量率（不超过 2.5μSv/h） ①通过巡测，发现辐射水平异常高的位置； ②前门外 30cm 及门缝处； ③铅箱外 30cm 处； ④操作位；		仅竣工验收进行	评价项目竣工 3 个月内， 公司按照规定验收	
	实操培训	监督区边界(2.5μSv/h)	探头距地面 1m 处，检测仪器探头朝向探伤装置方向，至少在监督区边界东南西北和主射束五个方向测量 5 个监测点。	开展实操培训时	建设单位应在本项目验收完成后，在与客户单位签订合作协议后，应记录开展实操培训期间的辐射水平数据，并进行存档。
		控制区边界（15μSv/h）	探头距地面 1m 处，检测仪器探头朝向探伤装置方向，至少在监督区边界东南西北和主射束五个方向测量 5 个监测点。		

12.4.4 工作场所辐射监测方案

(1) 检测仪器

本项目日常辐射监测的仪器配置一览表见表 12-2。

表 12-2 辐射监测仪器配置一览表

名称	已配备数量	用途
个人剂量报警仪	辐射工作人员各一台	当剂量率达到设定的报警阈值时，将会报警警示工作人员
便携式 X-γ剂量率仪	2 台	当剂量率达到设定的报警阈值时，将会报警警示工作人员；并用于射线装置周围剂量当量率日常监测。

(2) 监测因子和控制要求

本项目的监测因子：周围剂量当量率，根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的剂量限值的要求和本项目关注点的剂量率参考控制水平分析，本项目铅箱屏蔽体外 30cm 处的周围剂量当量率的控制值为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；实操培训期间控制区边界剂量率不大于 $15\mu\text{Sv/h}$ ，监督区边界剂量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

(3) 检测布点要求见表 12-1

检测异常处理：一旦发现辐射水平超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 应立即按下软件中停止出束按钮，停止辐射工作，查找原因，进行整改。整改好、并经检测确认辐射水平合格后，方可继续工作。验收监测发现超过控制水平的，应整改合格后方可通过竣工环境保护验收。

监测应遵照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）等相关规定执行。建设单位配备辐射剂量巡测仪对装置周围的辐射水平进行监测，重点监测门缝、辐射工作人员操作位置等点位，并对监测时间、监测点位、监测结果等进行记录存档。

12.5 辐射安全与防护年度评估

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求，建设单位应每年对使用的射线装置和安全防护状况进行年度评估，并于每年的 1 月 31 日前向发证机关提交上一年的年度评估报告。

12.6 辐射事故应急预案

根据国务院第 449 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十一条对辐射事故应急预案内容的要求，辐射事故应急预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) 辐射事故的调查、报告和处理程序。

为了有效处理调试和实操培训过程中可能产生的辐射事故，强化辐射事故应急处理责任，最大限度地控制事故危害，公司已制定《广州优飞智能设备有限公司辐射事故应急预案》（见附件 8）。对照上述要求，现有《辐射事故应急预案》符合辐射事故应急预案内容的要求，可操作性较强，能够满足在发生辐射安全事故时的应急处理需要。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

项目名称：广州优飞智能设备有限公司核技术利用迁建项目

建设单位：广州优飞智能设备有限公司

建设性质：其它（搬迁）

建设地址：调试及维修后测试地点位于黄埔区科学城光谱西路 3 号办公楼一层调试间；配套的组装区和存放区位于广州市黄埔区科学城光谱西路 3 号电科东信科技大厦东塔五楼组装间，组装间内分为左右两侧区域，左侧为组装区，右侧为存放区。

建设内容及规模：建设单位生产、销售、使用三种型号无人机 X 射线探伤装置（设备信息见表 1.3-1）。该设备售出后将用于开展耐张线夹及接续管的无损检测，所用无人机 X 射线探伤装置属 II 类射线装置，公司仅在 8:00~18:00 开展现场工作。本项目已配备 5 名辐射工作人员。

13.1.2 本项目产业政策符合性分析

建设单位拟生产、销售、使用无人机 X 射线探伤装置，设备售出后将用于开展耐张线夹及接续管的无损检测，系核技术应用项目在工业领域内的运用。根据国家发展和改革委员会第 7 号令《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，属于鼓励类中“十四、机械 1、科学仪器和工业仪表：用于辐射、有毒、可燃、易爆、重金属、二噁英等检测分析的仪器仪表，水质、烟气、空气检测仪器，药品、食品、生化检验用高端质谱仪、色谱仪、光谱仪、X 射线仪、核磁共振波谱仪、自动生化检测系统及自动取样系统和样品处理系统，科学研究、智能制造、测试认证用测量精度达到微米以上的多维几何尺寸测量仪器，自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备，用于纳米观察测量的分辨率高于 3.0 纳米的电子显微镜，各工业领域用高端在线检验检测仪器设备”的 X 射线仪项目。符合国家当前的产业政策。

无人机与 X 射线探伤技术相结合，相较于传统的输电线路无损检测技术，具有优越性和局限性，但无人机与 X 射线探伤技术相结合凭借高效、精准、安全、经济等诸多优势，正重塑输电线路及众多相关领域的检测模式，为各行业发展注入强大动力，其带来

的巨大利好远远超过可能存在的些许局限，为输电线路无损检测行业带来了深远的意义，具有广阔的应用前景。

13.1.3 环境影响分析结论

根据估算，辐射工作人员最大受照剂量为 0.254mSv/a ，铅箱 50m 评价范围内公众的年有效剂量最大值为 $2.86\text{E-}05\text{mSv/a}$ ，实操培训期间公众照射的最大年有效剂量为 $2.5\text{E-}04\text{mSv/a}$ ，可知本项目辐射工作人员和周围公众所受的照射剂量低于《电离辐射防护和辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中规定的剂量限值及本环评提出的剂量约束值（工作人员 5mSv/a ，公众人员 0.25mSv/a ）。

13.1.4 安全措施分析结论

本项目拟采取的各项辐射防护措施和设施均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）等标准对辐射防护、安全操作以及防护监测的要求，能够满足评价项目的正常使用。

13.1.5 辐射安全管理分析结论

管理机构：公司已按要求成立辐射安全与防护管理小组，明确辐射安全与防护管理小组的职责，并将加强监督管理。

公司已制定了一系列 X 射线探伤防护相关规章制度，如《辐射安全与环境防护管理制度》、《无人机 X 射线探伤装置销售规程》、《无人机 X 射线探伤装置操作规程》、《辐射工作人员职业健康管理规定》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射工作场所监测计划》、《射线装置使用和维修台账管理制度》、《广州优飞智能设备有限公司辐射事故应急预案》等。公司应根据项目实际开展情况，不断对各项管理制度进行调整、补充和完善，并在实际工作中严格执行。

人员培训和剂量监测：本项目共配备 5 名辐射工作人员，所有辐射工作人员应在本项目建成前在生态环境部辐射安全与防护培训平台参加培训并考核合格后方可上岗；公司辐射工作人员按要求佩戴个人剂量计上岗，个人剂量计每季度送检，可满足各项核技术利用项目对辐射安全管理的要求。

综上所述，评价项目在落实和完善国家相关法规标准要求及本次环评提出的各项辐射安全管理措施后，公司的管理机构、规章制度及辐射工作人员的管理能够满足相关辐射防护标准要求和本项目现场工作开展的需求。

13.1.6 项目可行性分析结论

综上所述，广州优飞智能设备有限公司落实国家相关法规标准要求及本环评提出的各项要求后，本项目正常运行时，对周围环境产生的辐射影响符合环境保护的要求，对辐射工作人员及周围公众造成的影响满足国家辐射防护标准的要求。从环境保护和辐射防护的角度论证，该评价项目可行。

13.2 承诺

建设单位须认真做好以下几项工作：

(1) 落实本报告所提出的各项污染防治措施和辐射环境管理要求。

(2) 按照“使用Ⅱ类射线装置”的要求，组织本项目的辐射工作人员通过“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”参加辐射安全与防护知识培训和考核，考核通过后方可从事辐射工作；建设单位加强所有辐射工作部门辐射工作人员的辐射安全教育，按要求定期组织辐射工作人员进行再培训和考核，需要组织工作人员参加辐射安全与防护培训并持证上岗。

(3) 建设单位应对所有辐射工作人员加强管理，安排专人负责射线装置辐射工作人员的个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。委托有资质的第三方检测机构对辐射工作人员进行个人剂量监测，工作人员按要求佩戴检测机构发放的个人剂量计上岗，定期回收读出个人有效剂量，按要求建立个人剂量档案及职业健康档案；

(4) 建设单位辐射管理人员加强法规宣传，依法履行环保手续，年度评估报告严格按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定完善报告内容。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见:		
经办人	年	月 日
公章		
审批意见:		
经办人	年	月 日
公章		

附件 1：环评委托书

委托书

工物研（广州）科技有限公司：

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《中华人民共和国环境影响评价法》及《建设项目环境影响评价分类管理目录》等法律法规的有关规定，我单位广州优飞智能设备有限公司核技术利用迁建项目需办理环境影响审批手续，现委托工物研（广州）科技有限公司对该项目进行环境影响评价。

特此委托！

委托单位（盖章）：广州优飞智能设备有限公司

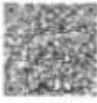
2025 年 10 月 28 日



附件 2：辐射安全许可证

	
<h1>辐射安全许可证</h1>	
<p>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。</p>	
单位名称：	广州优飞智能设备有限公司
统一社会信用代码：	91440104050617914J
地 址：	广东省广州市黄埔区起云路8号6栋101房6栋201房
法定代表人：	莫理林
证书编号：	粤环辐证[A8407]
种类和范围：	生产、销售、使用 II 类射线装置（具体范围详见副本）。
有效期至：	2030年03月20日
	发证机关： 
	发证日期：2025年03月21日
<p>中华人民共和国生态环境部监制</p>	

(15) 004536



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	广州优飞智能设备有限公司			
统一社会信用代码	91440104050617914J			
地 址	广东省广州市黄埔区起云路8号6栋101房6栋201房			
法定代表人	姓 名	莫理林	联系方式	020-38031456
辐射活动场所	名 称	场所地址		负责人
	调试间	广东省广州市黄埔区起云路8号6栋		陈启标
证书编号	粤环辐证[A8407]			
有效期至	2030年03月20日			
发证机关	广东省生态环境厅			
发证日期	2025年03月21日			





(三) 射线装置

证书编号：粤环证证[A8407]												
活动种类和范围					使用台账				备注			
序号	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
1	测试间	工业用 X 射线探伤装置	II 类	生产、销售、使用	1000	无人机 X 射线探伤装置	XD	/	管电压 150 kV 管电流 0.5 mA	/		
						无人机 X 射线探伤装置	XD4	/	管电压 270 kV 管电流 0.25 mA	/		
						无人机 X 射线探伤装置	XD2	/	管电压 150 kV 管电流 0.5 mA	/		

证书编号：粤环辐证[A8407]

附件 3：原有核技术利用项目环评批复文件

广东省生态环境厅

粤环穗审〔2025〕15 号

广东省生态环境厅关于广州优飞智能设备有限公司核技术利用建设项目 环境影响报告表的批复

广州优飞智能设备有限公司：

你单位报批的《广州优飞智能设备有限公司核技术利用建设项目环境影响报告表》（以下简称报告表，编号为 PPRYHP-20240905）等材料收悉。经研究，批复如下：

一、你单位注册地址为广州市黄埔区起云路 8 号 6 栋 101 房 6 栋 201 房，本次核技术利用建设项目位于广州市黄埔区安居宝科技园 F 栋二层组装间、F 栋一层调试间和设备间，项目为生产、销售、使用无人机 X 射线探伤装置（型号：待定，年

— 1 —

产量 1000 台，最大工作周期为每 4 分钟 200 次脉冲），拟于 F 栋二层组装间组装无人机 X 射线探伤装置；拟于 F 栋一层调试间铅箱内进行无人机 X 射线探伤装置出厂前调试及维修后测试；拟将无人机 X 射线探伤装置储存于一层设备间；实操培训在客户指定作业场所，为不固定场所。

二、广州市环境技术中心组织专家对报告表进行了技术评审，出具的评估意见认为，报告表有关该项目建设可能造成的环境影响分析、预测和评价内容，以及提出的辐射安全防护措施合理可行，环境影响评价结论总体可信。你单位应按照报告表内容组织实施。

三、项目在建设和运行中应严格落实报告表提出的各项辐射安全防护措施以及安全责任，确保辐射工作人员有效剂量约束值低于 5 毫希沃特/年，公众有效剂量约束值低于 0.25 毫希沃特/年。

四、项目建设应严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。项目建成后，你单位应按规定的程序申请辐射安全许可证。

五、项目的环境保护日常监督管理工作由广州市生态环境局黄埔分局负责。



公开方式：主动公开

抄送：广州市生态环境局（固辐处、黄埔分局），广州市环境技术中心，工物研（广州）科技有限公司。

广东省生态环境厅办公室

2025 年 1 月 23 日印发

附件 4：原有核技术利用项目验收意见

广州优飞智能设备有限公司核技术利用建设项目竣工环境保护 验收工作组意见

2025 年 8 月 30 日，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）的要求，广州优飞智能设备有限公司对本公司核技术利用新建项目进行竣工环境保护验收，参加会议的有：广州优飞智能设备有限公司（建设单位）、工物研（广州）科技有限公司（验收报告编制单位）及特邀专家 2 名，与会代表与专家共同组成验收工作组，验收工作组查勘了项目现场，查阅了相关资料，听取了《广州优飞智能设备有限公司核技术利用建设项目竣工环境保护验收监测报告表》（报告编号：PPRYYS-20250827）的介绍，经讨论形成意见如下：

一、工程建设基本情况

（一）建设地点、建设性质

项目建设地点：广州市黄埔区安居宝科技园 F 栋一层、二层

建设项目性质：新建

（二）建设过程及环保审批情况

环评编制单位：工物研（广州）科技有限公司

环评文件审批部门：广东省生态环境厅

审批时间：2025 年 1 月 22 日

审批文号：粤环穗审[2025]15 号

辐射安全许可证发证日期：2025 年 3 月 21 日

辐射安全许可证编号：粤环辐证[A8407]

（三）项目投资情况

项目实际总投资：71.22 万元

环保投资：13.22 万元

（四）验收范围

广州优飞智能设备有限公司位于广州市黄埔区起云路 8 号 6 栋 101 房 6 栋 201 房。建设单位分别购置无人机、X 射线机组装成无人机 X 射线探伤装置。无人机 X 射线探伤装置调试及维修后测试场所位于优飞公司一层调试间。

表1 建设内容一览表

装置名称	规格型号	使用的 X 射线机型号	类别	最大管电压	最大管电流	数量
无人机 X 射线探伤装置	XD	XR150	II类	150kV	0.5mA	1000 台/年
无人机 X 射线探伤装置	XD2	XR200	II类	150kV	0.5mA	
无人机 X 射线探伤装置	XD4	XRS3	II类	270kV	0.25mA	

二、工程变动情况

(1) 本次验收的无人机 X 射线探伤装置型号、使用的 X 射线机型号及参数与原环评文件一致。

(2) 本项目已按照环评文件论证过的设计方案进行施工，实际建成情况与环评阶段的设计方案一致。即铅箱的建设均采取了辐射屏蔽，充分考虑周围场所的人员防护与安全，并落实了相应的各项辐射安全措施和个人防护措施。该验收项目的实际建成防护设施满足环评文件、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)和《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中关于防护设施的相关技术要求。

(3) 按照环评文件对辐射安全管理方面的要求，设置了辐射安全与环境管理机构，制定了相应的辐射安全管理规章制度和辐射监测计划，落实了个人剂量监测制度等环评要求。

三、环境保护措施落实情况

本项目落实了环境影响评价制度和竣工环境保护验收制度，成立了辐射安全与防护管理小组，制定了安全防护和环境保护规章制度，建立了辐射事故应急预案，已落实环境影响报告表和批复文件提出的污染防治设施和措施。

四、环境保护设施建设情况

环境辐射监测结果显示，本项目正常运行时，铅箱屏蔽体外 30cm 处的辐射水平满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的剂量限制要求。工作人员和公众年受照剂量满足环评报告及批复提出的年剂量约束值：工作人员不超过 5mSv，公众不超过 0.25mSv 的要求。

本项目验收完成后，优飞公司开始投入生产销售，在与客户单位签订合作协议后，广州优飞智能设备有限公司应记录开展实操培训期间的辐射水平数据作为

《广州优飞智能设备有限公司核技术利用建设项目竣工环境保护验收监测报告表》(报告编号: PPRYYS-20250827) 的补充内容。

五、验收结论

广州优飞智能设备有限公司核技术利用建设项目认真履行了环境保护审批和许可手续, 落实了环境影响报告表及其批复的要求, 严格执行环境保护“三同时”制度, 相关的验收文档资料齐全, 辐射安全与防护设施及措施运行有效, 对环境的影响符合相关的标准要求。

综上所述, 验收组一致同意通过广州优飞智能设备有限公司核技术利用建设项目《粤环穗审[2025]15号》竣工环境保护验收。

验收组签名:

广州优飞智能设备有限公司

年 8 月 30 日

附件

广州优飞智能设备有限公司竣工环境保护验收工作组名单

序号	姓名	单位	联系电话	备注
	黄钟	广州优飞智能设备有限公司		验收负责人
	廖 彬	广东省生态环境监测中心		
	马 江	广东省生态环境监测中心		
	林婉婷	广州优飞智能设备有限公司		
	陈永江	广州优飞智能设备有限公司		
	余耀昌	广州优飞智能设备有限公司		
	尹 强	广州优飞智能设备有限公司		

附件 5：法人身份证



附件 6：营业执照

编号：811202516967602-13

统一社会信用代码
9144010403506179143

营业执照

(副本)



扫描二维码登录
“国家企业信用
信息公示系统”
了解更多登记、
备案、许可、监
管信息。

名称 广州优飞智能设备有限公司

类型 其他有限责任公司

法定代表人 黄理林

经营范围 电气机械和器材制造业（具体经营项目请登录国家企业信用
信息公示系统查询，网址：
<http://www.gsxt.gov.cn/>。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。）

注册资本 陆仟万元（人民币）

成立日期 2012年07月17日

住所 广州市黄埔区光复西路3号电科东信科技大厦
1201房

登记机关



2025年12月25日

国家企业信用信息公示系统网址：<http://www.gsxt.gov.cn>

市场主体应当于每年1月1日至6月30日通过
国家企业信用信息公示系统报送公示年度报告

国家市场监督管理总局监制

附件 7：租赁合同

房产租赁合同

合同编号：广州邮通-综管-销售-2025090092

出租方：广州邮电通信设备有限公司
承租方：广州优飞智能设备有限公司

(以下简称甲方)
(以下简称乙方)

根据《中华人民共和国民法典》及相关法律法规的规定，甲、乙双方在平等、自愿的基础上，就甲方将房产出租给乙方使用，乙方承租甲方房产事宜，为明确双方权利义务，经协商一致，订立本合同。

第一条 房产的位置、面积、功能及用途

1. 甲方将位于 广州市黄埔区科学城光复西路3号办公楼首层105房 的房产租赁于乙方使用。房产建筑面积为 673 平方米。

2. 乙方承租本房产用于 办公及生产，乙方如转变使用功能，须经得甲方的书面同意。

第二条 租赁期限

1. 租赁期限为 三年，即从 2026 年 1 月 1 日起至 2028 年 12 月 31 日止。

2. 租赁期满后，乙方需要继续承租的，应在租赁期限届满前 30 个月书面通知甲方，经甲方同意后，双方将对有关租赁事项重新签订房产租赁合同。乙方可在同等承租条件下享有优先承租的权利。

第三条 房产的租赁费用（以下价格均已含税）

1. 租期内（2026 年 1 月 1 日起至 2028 年 12 月 31 日止）租金和综合管理费、空调使用费、电梯维护费和消防维护费总计 817685 元（大写：捌拾壹万柒仟陆佰玖拾伍元整）。

(1) 租期内租金、综合管理费合计 元（大写： ），详见下表：

时间	租金、综合管理费 (元/㎡/月)					单月合计 (元)	全年合计 (元)
	面积 (㎡)	租金 (元/㎡/月)	月小计 (元)	管理费 (元/㎡/月)	月小计 (元)		
2026 年 1 月 1 日 -2026 年 12 月 31 日							
2027 年 1 月 1 日 -2027 年 12 月 31 日							
2028 年 1 月 1 日 -2028 年 12 月 31 日							
合计							

(2) 电梯维护费和消防维护费每年 元计算，租期内合计 元（大写： ），每年 6 月计收。

2. 水费、电费及空调用电费用

水费：4.86 元/吨（水费单价随着政府价格调整而调整），按承租面积占总面积的分摊比例计算。

电费：按供电局当月收取园区单价标准进行收取。公共设施所产生的用电费用，按实际发生的金额分摊。

空调用电费用正常期间每月小计 1 元,中央空调机提供制冷的正常期间为每年 5 月 1 日至 11 月 15 日上午 08:30 时—下午 17:00 时(周六、周日及节假日除外)。非正常期间使用,需另外加收空调用电费用,按实际用电量计算,两家以上同时使用的再按分摊计算。租期内空调使用费总计 1 元(大写: 1)。

第四条 房屋押金

1. 乙方应于本合同签订之日起 5 日内,向甲方支付租房押金人民币 。
2. 合同关系终止,在乙方已向甲方交清了全部应付的租金、综合管理费、水费、电费及因本租赁行为所产生的一切费用,并按本合同规定履行向甲方交还承租的房产等本合同所约定的义务后十日内,甲方将向乙方无息退还租房押金。

第五条 房产的交付及免租期

1. 自 2026 年 1 月 1 日起开始计收租金、综合管理费。
2. 在本租赁合同生效之日起 15 天内,甲方将房产按现状交付乙方使用,且乙方同意按房产及设施的现状承租。
3. 自交付之日起至 2025 年 12 月 31 日为装修免租期。

第六条 租赁费用的支付

1. 乙方在每月 10 日前(如遇法定节假日顺延)向甲方缴付当月租金、综合管理费及上月乙方使用的水费、电费和中央空调使用费。
2. 付款方式:乙方以银行转账支票向甲方支付或直接汇入甲方账户。甲方账号为:工商银行广州市白云路支行 3602004409000147813。

第七条 甲方的义务

1. 提供大楼外部公共场所的卫生、绿化、保安巡查、公共走道及大楼外照明用电的服务。
2. 负责对房产定期安全检查,承担建筑主体结构及公共设施的维护维修费用。
3. 甲方做好园区内公共场所的安全与防火工作,由专人负责监督,做好不定期和定期(春节、五一节、国庆节)的防火和安全生产检查工作,预防安全事故的发生,负责监督乙方对有关安全制度的落实和执行,并督促乙方开展租用场所的安全与防火工作。
4. 做好消防水泵的日常保养,保证设备正常运行。
5. 保证提供(政府行为、供电部门及突发事件停电、停水除外)乙方办公正常用电量(照明、空调、其它普通办公设备)、用水量。
6. 甲方在乙方租用范围内设立独立电表,该电表设在甲方电房。

第八条 乙方的义务

1. 不改变房产用途。
 2. 不得承租的房产转租、分租或者与他人房产互换使用。
 3. 对房产内部进行扩、加、改建(含改变间隔)或者实施室内外装修、设备安装、公司招牌、广告牌设置等,应符合政府部门对装修、消防、卫生和环保等法律法规的有关规定,且在得到政府有关主管部门的同意,并征得甲方的书面同意后,方可实施上述行为。
- 乙方在实施上述行为期间,应服从甲方《装修管理规定》的管理。

乙方在室内装修工程不能损坏房产的承重结构和房产外表,对楼层使用的负载不能超过0.25T/m²。

4. 乙方在承租的房产内需要安装或者使用超过水、电表容量的任何水、电设备,应事前将方案申报甲方审核,征得甲方的书面同意后,委托甲方到有关部门办理增容手续,有关费用由乙方负担。在相关手续未得到有关部门批准前,乙方不得擅自安装。

5. 乙方应按照安全生产、消防安全的有关法律、法规、规章、制度,认真贯彻执行“安全第一、预防为主”的安全生产方针和“预防为主、防消结合”的消防工作方针,履行安全生产、防火安全职责,保证承租房产内的安全生产与消防安全。

6. 乙方应建立本单位的安全防火组织架构,明确本单位的安全责任人,制定各岗位的安全制度和职责,日常加强对员工的安全意识教育,每年定期把各安全责任人的名单书面报送甲方。

7. 乙方应教育本单位的员工遵守安全生产与消防法规,自觉做好安全生产与防火工作。

(1) 乙方爱护和保管好设置在租用场所的消防设施和消防器材,乙方对租用场所的消防设施或设备负责维护保养(要求有消防维护保养资质的单位进行维护保养),确保消防报警系统正常运行。如因消防报警系统和设施失窃而造成安全事故,由乙方赔偿由此所造成的全部损失。

(2) 不得乱拉乱接和擅自改变租用场所的电气设施,确保用电安全。

(3) 保持安全通道的畅通和生产场所的清洁有序,对与生产无关的杂物应及时清理。

(4) 指定专人负责,每天下班前应检查场地是否存在不安全因素及隐患,经确认无疑后关好窗、门后才离开。

(5) 原则上不得让未成年人与无关人员进入承租场所。

(6) 遵守和执行甲方安全管理部门制定的各项规章制度,协助做好各项安全管理和安全检查。

(7) 由于乙方的疏忽或制度的不落实所造成的安全事故,由乙方自行负责,乙方同时赔偿由此所造成的甲方全部损失(包括直接损失和预期利益损失)。

8. 乙方各项排放(如排污、排毒、辐射等)需符合国家环保部门排放标准,否则,因此引起的行政处罚及造成甲方或第三方的其他损失等由乙方承担,同时乙方应限期整改。

9. 乙方应协助甲方检查承租房产的安全,因乙方原因(包括但不限于不搬迁或者妨碍施工等)而延误对房产维修,造成任何(包括甲方、乙方及其他第三方)人身伤亡、财产损失,由乙方负责赔偿。

10. 乙方应合法使用房产,因乙方非法使用房产(包括但不限于对承租房产使用不当或者人为损坏等)或因乙方原因造成甲方或其他第三方的任何损失,由乙方承担赔偿责任。

11. 乙方应定期自行检查乙方单位的用电设备,尤其是特种设备的正常运行。特种设备应按规定进行年检,不得违规使用。

12. 乙方应要求员工严格遵守甲方的电梯管理规定,由于违反规定造成的安全事故,责任由乙方负责,由乙方赔偿由此所造成的全部损失。

13. 乙方承诺,在甲方出卖该房产时,放弃在同等条件下优先购买该房产的权利。

第九条 甲方的违约责任

1. 甲方因不能提供本合同约定的房屋而解除合同的,应支付乙方本合同剩余租赁时间内租赁费用总额(水电费、空调使用费、电梯维护费、消防维护费除外)的20%作为违约金。

2. 甲方违反本合同约定,提前收回房屋的,应按照合同剩余租赁时间内租赁费用总额(水电费、空调使用费、

电梯维护费、消防维护费除外)的20%向乙方支付违约金。

第十条 乙方的违约责任

1. 乙方违反本合同约定提前退租的,须提前三个月书面通知甲方,并按照合同剩余租赁时间内租赁费用总额(水电费、空调使用费、电梯维护费、消防维护费除外)的20%向甲方支付违约金。

2. 租赁期间,乙方逾期支付房产租赁费用(包括但不限于房产租金、综合管理费、水电费、空调使用费、电梯维护费、消防维护费等)的,应向甲方支付滞纳金,滞纳金的计算:按拖欠天数乘以欠缴房产租赁费用的3%,逾期达到七日,甲方有权停止向乙方供应水电,因断水电给乙方造成的损失,由乙方自行承担。

3. 租赁期间,乙方有下列行为之一的,甲方有权终止本房产的租赁合同,收回该房屋,乙方应按照合同剩余租赁时间内租赁费用总额(水电费、空调使用费、电梯维护费、消防维护费除外)的20%向甲方支付违约金,优先以押金作抵扣,不足部分再另行收取。

(1) 租赁期限内,若乙方未按时足额向甲方支付房产的租赁费用(包括但不限于房产租金、综合管理费、设备费、水电费、电梯维护费、消防维护费等)达到十五日;

(2) 未经甲方书面同意,拆、改、变动房屋结构的;

(3) 违反第八条第一项、第二项之规定;

(4) 违反第八条第三至第十二项之规定,经甲方通知后,在合理期限内仍不改正的;

(5) 损坏承租房屋,在甲方提出的合理期限内仍未修复的;

(6) 利用承租房屋存放危险物品或进行违法活动;

(7) 乙方各项排放(如排污、排海、辐射等)不符合国家环保部门排放标准,经国家环保部门提出整改要求后,未按要求进行整改或者整改未通过;

4. 租赁期内,乙方违反第八条所约定的义务,造成甲方或其他第三方损失的,该责任由乙方承担。

第十一条 合同关系终止

1. 合同关系终止。

(1) 乙方应如期交还该房屋并将所属物品搬离房产,逾期不搬离的所属物品,视为乙方放弃其所有权,甲方有权处置。乙方逾期归还房产,则每逾期一日应向甲方支付原日租金二倍的滞纳金,至乙方归还该房屋为止。

(2) 双方应共同检查交接房产和设备,如发现现有损坏的,则在乙方租房押金中扣除,不足部分由乙方负责赔偿。

2. 租赁期届满或因甲方违约导致合同终止。

乙方在租赁期间对租赁房产所进行的扩、加、改建(含改变间隔)或者室内外装修等,乙方有权在合同关系终止时拆除未形成附和的装饰装修物,但其余部分不得拆除(乙方保证拆除后,须将出租房产恢复至租赁前状态,因拆除造成房屋毁损的,乙方应当恢复原状,并赔偿损失);乙方不拆除或超期未拆除,则上述设施或装修等全部无偿归甲方所有,甲方可任意处置,乙方承诺不需甲方向乙方作出任何形式的补偿。

3. 因乙方违约导致合同关系终止。

(1) 合同关系终止后,甲方有权处置乙方房产内的财产,乙方应在五日内,向甲方支付欠缴的租赁费用、违约金、滞纳金以及赔偿金等全部费用,若乙方未按时支付,甲方可在五日后,变卖或拍卖留置的财产用于抵偿上述费用。

(2) 乙方在租赁期间对租赁房产所进行的扩、加、改建(含改变间隔)或者室内外装修等全部无偿归甲方所有,乙方承诺不需甲方向乙方作出任何形式的补偿。

(3) 乙方擅自拆除无权拆除部分,影响房产美观或造成甲方损失的,须向甲方承担损害赔偿责任。

第十二条 免责条款

租赁期间,此场地若因政府原因或不可抗力因素(包括但不限于地震、洪水、战争等),致使任何一方不能履行本合同时,遇有上述不可抗力的一方,应立即通过传真、信函或电子邮件等方式书面通知对方,本合同自动解除,双方互不追究对方违约责任。

第十三条 争议解决

在房产租赁期间,如有变动或未尽事宜,双方本着平等互利,互谅互让的原则,协商解决,签订补充协议书。协商不成时,任何一方可向租赁房产所在地人民法院起诉,因争议解决产生的所有费用,包括但不限于诉讼费、律师费、公证费、鉴定费、差旅费等所有费用均由违约方承担。本合同以及补充协议书经双方签章后作为向房地产主管机关登记的广州市房地产租赁契约的附件。

第十四条 双方需说明的其它问题

1. 双方对本合同任何条款包括(格式条款)均已充分了解,并同意按合同条款全面履行合同。
2. 双方向房管局提供的租赁合同,仅为申报之用,双方之间的租赁关系以本合同为准。
3. 未尽事宜,双方共同协商解决。

第十五条 甲、乙双方承诺共同遵守国家、省、市有关法律、法规及房地产管理的各项规定,接受当地房地产主管机关的监督、管理。

第十六条 本合同自甲乙双方签字并盖章后生效。

第十七条 本合同一式四份,甲乙双方各执两份,具有同等的法律效力。

甲方:广州优飞智能设备有限公司

(盖章)

签约代表人:

日期: 2025 年 9 月 19 日

乙方:广州优飞智能设备有限公司

(盖章)

签约代表人:

日期: 2025 年 9 月 19 日

2. 水费、电费及中央空调使用费

水费：4.86 元/吨（水费单价随政府价格调整而调整），按承租面积占总面积的分摊比例计算。

电费：按供电局当月收取园区单价标准进行收取，公共设施所产生的用电费用，按实际发生的金额分摊。

中央空调使用费：中央空调使用费目前按冷冻水流量计量，收费标准为 2 元/吨；待中央空调收费系统完善后改用热能计量表（KW/h）计量，收费标准：（区间收费：0.3 元/ KW/h 到 0.5 元/ KW/h）。

第四条 房屋押金

1. 乙方应于本合同签订之日起 5 日内，向甲方支付租房押金人民币 []。

2. 合同关系终止，在乙方已向甲方交清了全部应付的租金、综合管理费、水费、电费及因本租赁行为所产生的一切费用，并按本合同规定履行向甲方交还承租的房产等本合同所约定的义务后十日内，甲方将向乙方无息退还租房押金。

第五条 房产的交付及免租期

1. 自 2025 年 1 月 1 日起开始计收租金、综合管理费。

2. 在本租赁合同生效之日起 15 天内，甲方将房产按现状交付乙方使用，且乙方同意按房产及设施的现状承租。

3. 自交付之日起至 2025 年 12 月 31 日为装修免租期。

第六条 租赁费用的支付

1. 乙方在每月 10 日前（如遇法定节假日顺延）向甲方缴付当月租金、综合管理费及上月乙方使用的水费、电费和中央空调使用费。

2. 付款方式：乙方以银行转账支票向甲方支付或直接汇入甲方账户，甲方账号为：工商银行广州市白云路支行 3602001409000147813。

第七条 甲方的义务

1. 提供大楼外部公共场所的卫生、绿化、保安巡查、公共走道及大楼外照明用电的服务。

2. 负责对房产定期安全检查，承担建筑主体结构及公共设施的维护维修费用。

3. 甲方做好园区内公共场所的安全与防火工作，由专人负责监督，做好不定期和定期（春节、五一节、国庆节）的防火和安全生产检查工作，预防安全事故的发生，负责监督乙方对有关安全制度的落实和执行，并督促乙方开展租用场所的安全与防火工作。

4. 做好消防水泵的日常保养，保证设备正常运行。

5. 保证提供（政府行为、供电部门及突发事件停电、停水除外）乙方办公正常用电量（照明、空调、其它普通办公设备）、用水量。

6. 甲方在乙方租用范围内设立独立电表，该电表设在甲方电房。

第八条 乙方的义务

1. 不改变房产用途。

2. 不得承租的房产转租、分租或者与他人房产互换使用。

3. 对房产内部进行扩、加、改建（含改变间隔）或者实施室内外装修、设备安装、公司招牌、广告牌设置等，须符合政府部门对装修、消防、卫生和环保等法律法规的有关规定，且在得到政府有关主管部门的同意，并征得

甲方的书面同意后,方可实施上述行为。

乙方在实施上述行为期间,应服从甲方《装修管理规定》的管理。

乙方在室内装修工程不能损坏房产的承重结构和房产外表,对楼层使用的负载不能超过 0.25T/m²。

4. 乙方在承租的房产内需要安装或者使用超过水、电表容量的任何水、电设备,应事前将方案申报甲方审核,征得甲方的书面同意后,委托甲方到有关部门办理增容手续,有关费用由乙方负担。在相关手续未得到有关部门批准前,乙方不得擅自安装。

5. 乙方应按照安全生产、消防安全的有关法律、法规、规章、制度,认真贯彻执行“安全第一、预防为主”的安全生产方针和“预防为主、防消结合”的消防工作方针,履行安全生产、防火安全职责,保证承租房产内的安全生产与消防安全。

6. 乙方应建立本单位的安全防火组织架构,明确本单位的安全责任人,制定各岗位的安全制度和职责,日常加强对员工的安全意识教育,每年定期把各安全责任人的名单书面报送甲方。

7. 乙方应教育本单位的员工遵守安全生产与消防法规,自觉做好安全生产与防火工作。

(1) 乙方爱护和保管好设置在租用场所的消防设施和消防器材,乙方对租用场所的消防设施或设备负责维护保养(要求有消防维护保养资质的单位进行维护保养),确保消防报警系统正常运行。如因消防报警系统和设施失灵而造成的安全事故,由乙方赔偿由此所造成的全部损失。

(2) 不得乱拉乱接和擅自改变租用场所的电气设施,确保用电安全。

(3) 保持安全通道的畅通和生产场所的清洁有序,对与生产无关的杂物应及时清理。

(4) 指定专人负责,每天下班前应检查场地是否存在不安全因素及隐患,经确认无疑后关好窗、门后才离开。

(5) 原则上不得让未成年人与无关人员进入承租场所。

(6) 遵守和执行甲方安全管理部门制定的各项规章制度,协助做好各项安全管理和安全检查。

(7) 由于乙方的疏忽或制度的不落实所造成的安全事故,由乙方自行负责,乙方同时赔偿由此所造成的甲方全部损失(包括直接损失和预期利益损失)。

8. 乙方各项排放(如排污、排毒、辐射等)需符合国家环保部门排放标准,否则,因此引起的行政处罚及造成甲方或第三方的其他损失等由乙方承担,同时乙方应限期整改。

9. 乙方应协助甲方检查承租房产的安全,因乙方原因(包括但不限于不搬迁或者妨碍施工等)而延误对房产维修,造成任何(包括甲方、乙方及其他第三方)人员伤亡、财产损失,由乙方负责赔偿。

10. 乙方应合法使用房产,因乙方非法使用房产(包括但不限于对承租房产使用不当或者人为损坏等)或因乙方原因造成甲方或其他第三方的任何损失,由乙方承担赔偿责任。

11. 乙方应定期自行检查乙方单位的用电设备,尤其是特种设备的正常运行,特种设备应按规定进行年检,不得违规使用。

12. 乙方应要求员工严格遵守甲方的电梯管理规定,由于违反规定造成的安全事故,责任由乙方负责,由乙方赔偿由此所造成的全部损失。

13. 乙方承诺,在甲方出卖该房产时,放弃在同等条件下优先购买该房产的权利。

第九条 甲方的违约责任

1. 甲方因不能提供本合同约定的房屋而解除合同的,应支付乙方本合同剩余租赁时间内租赁费用总额(水电

费、空调使用费、电梯维护费、消防维护费除外)的20%作为违约金。

2. 甲方违反本合同约定,提前收回房屋的,应按照合同剩余租赁时间内租赁费用总额(水电费、空调使用费、电梯维护费、消防维护费除外)的20%向乙方支付违约金。

第十条 乙方的违约责任

1. 乙方违反本合同约定提前退租的,须提前三个月书面通知甲方,并按照合同剩余租赁时间内租赁费用总额(水电费、空调使用费、电梯维护费、消防维护费除外)的20%向甲方支付违约金。

2. 租赁期间,乙方逾期支付房产租赁费用(包括但不限于房产租金、综合管理费、水电费、空调使用费、电梯维护费、消防维护费等)的,应向甲方支付滞纳金,滞纳金的计算:按拖欠天数乘以欠缴房产租赁费用的3%,逾期达到七日,甲方有权停止向乙方供应水电,因断水电给乙方造成的损失,由乙方自行承担。

3. 租赁期间,乙方有下列行为之一的,甲方有权终止本房产的租赁合同,收回该房屋,乙方应严格按照合同剩余租赁时间内租赁费用总额(水电费、空调使用费、电梯维护费、消防维护费除外)的20%向甲方支付违约金,优先以押金作抵扣,不足部分再另行收取。

(1) 租赁期限内,若乙方未按时足额向甲方支付房产的租赁费用(包括但不限于房产租金、综合管理费、设备费、水电费、电梯维护费、消防维护费等)达到十五日;

(2) 未经甲方书面同意,拆、改、变动房屋结构的;

(3) 违反第八条第一项、第二项之规定;

(4) 违反第八条第三至第十二项之规定,经甲方通知后,在合理期限内仍不改正的;

(5) 损坏承租房屋,在甲方提出的合理期限内仍未修复的;

(6) 利用承租房屋存放危险物品或进行违法活动;

(7) 乙方各项排放(如排污、排毒、辐射等)不符合国家环保部门排放标准,经国家环保部门提出整改要求后,未按要求进行整改或者整改未通过;

4. 租赁期内,乙方违反第八条所约定的义务,造成甲方或其他第三方损失的,该责任由乙方承担。

第十一条 合同关系终止

1. 合同关系终止。

(1) 乙方应如期交还该房屋并将所属物品搬离房产,逾期不搬离的所属物品,视为乙方放弃其所有权,甲方有权处置。乙方逾期归还房产,则每逾期一日应向甲方支付原日租金二倍的滞纳金,至乙方归还该房屋为止。

(2) 双方应共同检查交接房产和设备,如发现有损坏的,则在乙方租房押金中扣除,不足部分由乙方负责赔偿。

2. 租赁期届满或因甲方违约导致合同终止。

乙方在租赁期间对租赁房产所进行的扩、加、改建(含改变间隔)或者室内外装修等,乙方有权在合同关系终止时拆除未形成附和的装饰装修物,但其余部分不得拆除(乙方保证拆除后,须将出租房产恢复至租赁前状态,因拆除造成房屋毁损的,乙方应当恢复原状,并赔偿损失);乙方不拆除或超期未拆除,则上述设施或装修等全部无偿归甲方所有,甲方可任意处置,乙方承诺不需甲方向乙方作出任何形式的补偿。

3. 因乙方违约导致合同关系终止。

(1) 合同关系终止后,甲方有权留置乙方房产内的财产,乙方应在五日内,向甲方支付欠缴的租赁费用、违

约金、滞纳金以及赔偿金等全部费用，若乙方未按时支付，甲方可在五日后，变卖或拍卖留置的财产用于抵偿上述费用。

(2) 乙方在租赁期间对租赁房产所进行的扩、加、改建(含改变间隔)或者室内外装修等全部无偿归甲方所有，乙方承诺不需甲方向乙方作出任何形式的补偿。

(3) 乙方擅自拆除无权拆除部分，影响房产美观或造成甲方损失的，须向甲方承担损害赔偿责任。

第十二条 免责条款

租赁期间，此场地若因政府原因或不可抗力因素(包括但不限于地震、洪水、战争等)，致使任何一方不能履行本合同时，遇有上述不可抗力的一方，应立即通过传真、信函或电子邮件等方式书面通知对方，本合同自动解除，双方互不追究对方违约责任。

第十三条 争议解决

在房产租赁期间，如有变动或未尽事宜，双方本着平等互利，互谅互让的原则，协商解决，签订补充协议书。协商不成时，任何一方均可向租赁房产所在地人民法院起诉，因争议解决产生的所有费用，包括但不限于诉讼费、律师费、公证费、鉴定费、差旅费等所有费用均由违约方承担。本合同以及补充协议书经双方签章后作为向房地产主管机关登记的广州市房地产租赁契约的附件。

第十四条 双方需说明的其它问题

1. 双方对本合同任何条款包括(格式条款)均已充分了解，并同意按合同条款全面履行合同。
2. 双方向房管局提供的租赁合同，仅为申报之用，双方之间的租赁关系以本合同为准。
3. 未尽事宜，双方共同协商解决。

第十五条 甲、乙双方承诺共同遵守国家、省、市有关法律、法规及房地产管理的各项规定，接受当地房地产主管机关的监督、管理。

第十六条 本合同自甲乙双方签字并盖章后生效。

第十七条 本合同一式四份，甲乙双方各执两份，具有同等的法律效力。

甲方：广州恒山房地产开发有限公司
(盖章)
签约代表人：(1) 合同专用章

日期：2015年9月19日

乙方：广州恒山科技有限公司
(盖章)
签约代表人：黄静

日期：2015年9月19日

附件 8：相关制度

关于成立辐射安全与环境保护管理机构的通知

广州优飞智能设备有限公司各部室：

为更好地贯彻执行国家有关放射性污染防治的法律法规，落实国家生态环境部颁布的有关辐射安全管理的文件精神，加强对公司辐射安全管理，强化责任意识、安全意识和环保意识，经公司研究决定成立辐射安全与防护管理小组，成员如下：

组长：李婉仪

人员：陈启润、李广裕、余维昌、黄静

领导小组职责：

严格遵守和执行公司的《辐射安全与环境保护管理制度》，领导并共同做好辐射安全与环境保护的各项工作，确保公司的辐射安全防护工作有序进行。

- 1、制定公司有关射线装置的安全与环境保护管理办法。
- 2、严格按照国家相关规定申请领取许可证，办理登记并严格按照许可范围开展工作。
- 3、辐射工作人员必须持证上岗，严格遵守有关的操作规程及规章，定期组织辐射工作人员参加有关部门举办的辐射安全与防护培训，定期组织公司内部辐射应急演练。
- 4、组织辐射操作人员进行职业健康体检。
- 5、对公司射线装置的安全防护进行定期检查。
- 6、配合上级主管部门做好辐射工作人员体检、安全防护装置有效性测试及安全监察。



7、发生辐射事故，立即报告上级领导和有关部门采取有效措施，不得拖延或者隐瞒不报。

8、编写射线装置安全和防护状况年度评估报告，并按规定报送原发证机关。

9、建立健全的辐射事故应急预案，制定专人负责，落实安全责任制，制定必要的事故应急措施。



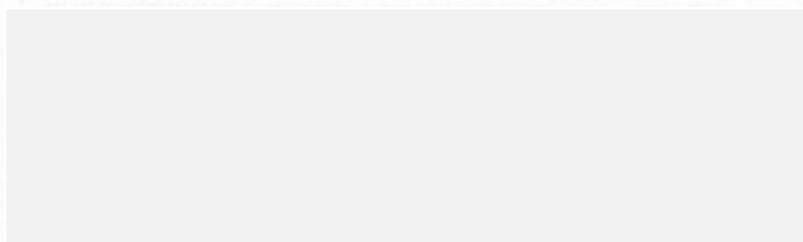
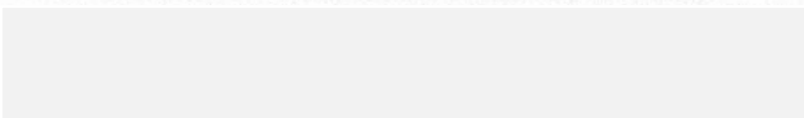
无人机 X 射线探伤装置操作规程

(一) 工作流程

我单位拟生产、销售、使用的无人机 X 射线探伤装置涉及到组装、出厂前调试、销售、理论培训、实操培训、售后维护等环节。本项目拟生产的均是成熟机型，故本项目无需进行射线装置的研发工序，直接对成熟机型进行组装。

(1) 组装

我单位拟于公司二层组装间进行 [] 的安装，建设单位拟配置 5 名工作人员负责设备设计、组装期间的工作，5 名组装工作人员不负责辐射工作。接到任务后，建设单位分别从生产厂商采购无人机和 X 射线机。



本项目无人机 X 射线探伤装置主要部件来源表

部件	来源	是否是成熟机型
X射线机	生产厂家: Golden Engineering	是
无人机	/	是

(2) 出厂前调试

我单位于公司一层调试间铅箱内进行设备出厂前调试的出束环节,配置 5 名辐射工作人员进行调试工作,负责无人机的调试和无人机 X 射线探伤装置开关机、参数设置、设备摆放、收取设备等操作。设置警戒线和电离辐射警告标志等。

设备调试期间包括无人机调试(无人机调试期间不产生 X 射线)和无人机-X 射线机出束调试,确保无人机、X 射线机状态及通讯正常,拍摄影像能够正常回传。调试流程如下。

I 无人机调试:于公司楼顶(公司周围非禁飞区)对无人机进行调试。首先开启无人机,检查无人机设备外观状态、设备连接状态,并校准无人机指南针和 IMU(惯性测量单元),检查无人机通讯状况和各项传感器状态,无人机各项指标正常后,进行无人机-X 射线机调试。

II 无人机-X 射线机调试:

操作人员将支架放置于铅箱内部,将成像板放置于铅箱内,待测工件放置在成像板上(调试期间使用的待测工件为 5mm 压接金具(钢)),将待调试的 X 射线机放置在支架上,主射束朝下(调试间下层无实体建筑),无人机放置于调试间内铅箱部。X 射线机通过线缆与无人机连接,连接各部件后操作人员通过遥控器查看设备间连接状态,确认各设备间连接正常,关闭前门,操作人员位于铅箱前方操作,通过遥控器设置脉冲数等参数,设备出束前会有二次确认,点击确认后,设备根据设置的参数进行出束,达到设定脉冲数后设备自动停止出束。待设备回传图像信息至遥控器,确认成像效果合格,

关闭设备。操作人员打开铅箱前门,取回 X 射线机、成像板和压接金具,并收回无人机,放置于设备间进行储存。

(3) 培训

培训过程分为理论培训和实操培训，理论培训位于公司内部，实操培训在客户指定作业场所进行，实操培训场所选择远离居民区、学校等非人群密集和人员居留时间长的场所，为不固定场所。

I 理论培训：

(1) 与客户单位约定培训时间、培训地点，安排理论培训人员，理论培训期间需安排至少 1 名辐射工作人员在场，负责解答相关疑问。理论培训期间不产生 X 射线，不会产生电离辐射影响。

(2) 进行理论培训。

II 实操培训：

实操培训场所在客户指定作业场所，实操培训场所选择远离居民区、学校等非人群密集和人员居留时间长的场所，为不固定场所。实操培训模拟现场高空探伤操作，以供客户单位较好掌握高空探伤的操作流程。

(1) 与客户单位确认实操培训时间、培训地点，安排实操培训人员。

(2) 收到实操培训任务后，制定现场实操培训方案，该作业方案应包括：

①工况、时间、地点、控制区范围、监督区范围、监测方案、离场方式等；

②明确辐射工作人员、防护人员、运输人员的职责和分工；

③对辐射工作人员的要求；

④调试准备，包括：技术、工艺、检测设备和材料等；

⑤调试实施，包括：工作要点、安全防护、工艺参数设置、操作流程；

⑥图像评定，包括：评定条件及要求；

⑦调试工作记录及报告要求；

⑧质量检查的要求、方法等；

⑨职业健康安全和环境管理等内容。

(3) 在现场实操培训开始前应做好作业前的各项准备工作：

①我司应安排工作人员熟悉现场培训场所和工作条件的基本信息，同时利用广播（或手持大功率喊话器等）通知射线作业场所和时间。

②对实操培训工作的情况进行通知后，公司配备专用车辆将客户单位购买的无人机



X射线探伤装置运至客户指定的实操培训场所，每车至少安排 1~2 名辐射工作人员随车押运。到达现场后，应根据理论计算结果（主射束方向投影到地面的控制区边界为 26m，监督区边界为 65m；非主射束方向投影到地面的控制区边界为 18m，监督区边界为 45m），在主射束方向不小于 26m 处划定控制区，不小于 65m 处划定监督区；在非主射束方向不小于 18m 处划定控制区，不小于 45m 处划定监督区，并在相应边界设置警示标识。

在两区边界设置警戒线（离地 0.8m~1.0m 左右）。控制区边界设置红色警戒线围住，周围张贴“禁止进入射线工作区”的警告牌及电离辐射标志，并在控制区边界设立相应的警告牌，控制区范围内应保证光线良好，若控制区和监督区部分区域不在工作人员视野范围内，应安排人员在控制区外进行巡查；工作人员操作位应位于控制区外，射线工作期间在控制区内不可同时进行其他工作，不能有人居住。监督区边界设置黄色警戒线，悬挂“无关人员禁止入内”的警告牌及电离辐射标志，并在监督区边界设立相应的警告牌。

③确定实操培训现场二区边界时进行清场，确保场内无无关人员且各种辐射安全措施到位后，依次展开无人机机臂，检查机臂锁紧扣，确保机臂展开到位并锁紧，检查无人机外观，检查桨叶，无明显裂痕，桨叶垫片无损坏。连接无人机摄像头、无人机 X 射线机等相关部件，并检查设备部件是否正常。打开无人机电源，长按一下，长按电源上的开关键，进入无人机自带的控制软件界面逐一检查无人机设置参数。检查无人机返航高度、限高、限远、摇杆模式、失控行为、避障行为、RTK 等。实操培训期间待测工件为高压线路的耐张线夹和接续管，距地高度 > 5m，射线机出束方向水平。

④实操培训期间辐射工作人员及客户单位均位于控制区外，设置 5 名辐射工作人员，其中 2 名操作人员位于控制区外进行操作，负责连接设备各部件、设置曝光参数、操控无人机等；另外 3 名管理人员负责现场辐射安全管理工作，其中 1 名管理人员操控 1 台巡检无人机在控制区外进行飞行巡查，巡检无人机通过热成像和监控功能进行巡查，确保实操培训工作期间无无关人员进入，另外 2 名管理人员不定时在监督区进行巡查，配置 1 台便携式巡测仪在控制区边界外进行巡测，确保实操培训期间无无关人员误入作业区。

（4）确保实操培训前各项准备工作完成后，即可开启设备电源，进行现场实操培训。实操培训流程如下：

①开始实操培训前应利用广播（或手持大功率喊话器等）告知即将开展实操培训的场所，确认已经清场，避免有人员滞留控制区和监督区范围内，工作时段为 8:00-18:00。1 名管理人员操控巡检无人机在上空进行巡检，无人机通过热成像和监控进行巡检，确认监督区边界内无无关人员和控制区内无人员。2 名操作人员操控无人机缓慢起飞，悬停 3 秒，检查无人机飞行姿态，各个方向操作等。确认无人机正常后，其中 1 名操作人员操控无人机-成像板飞往目标杆塔，将成像板挂到耐张线夹或接续管，无人机悬停等待。另外 1 名操作人员操控无人机-X 射线机飞往成像板前（110kV、220kV 导线对地面最低距离 5m，无人机-X 射线机距地高度大于 5m，成像板有专用固定部件，X 射线机距成像板前约 2m），2 名操作人员均可通过遥控器实时监控现场画面。另外 2 名管理人员每人各配备 1 个人剂量计与 1 台个人剂量报警仪在监督区进行巡测，控制区内不能有人居留。

②曝光（实操培训期间 X 射线机出束方向水平，曝光期间出束 10 次脉冲，出束时间为 $3.3 \times 10^{-4}h$ ），设备出束前会有二次确认，点击确认后，设备根据设定的脉冲数出束，达到设定的脉冲数后设备自动停止出束，等待图像回传并查看图像信息。曝光期间辐射工作人员及客户单位均位于控制区外。当现场培训探伤装置的位置发生变化时需对现场重新划定控制区与监督区，重新测量控制区和监督区的实际的剂量当量率，并记录。实操培训期间，对现场辐射安全进行管理，3 名管理人员中，其中 1 名管理人员操控巡检无人机在上空进行巡检，另外 2 名管理人员不定时巡查监督区边界情况，防止无关人员逗留（遇有雷雨天、大雾、照明不足等情况，工作人员能见度低于 100m 时，应停止作业；风速超过当地飞行要求或无人机飞行不稳定，应停止作业）。

③现场实操培训完成后，1 名操作人员通过遥控器控制无人机-成像板飞至控制区内部地面，另外 1 名操作人员通过遥控器控制无人机-X 射线机飞至控制区内部地面，1 名管理人员控制巡检无人机飞回地面。关闭设备，辐射工作人员携带个人剂量报警仪、个人剂量计和辐射巡测仪经确认探伤装置关机后，进入控制区，收回无人机 X 射线探伤装置，曝光结束，辐射工作人员解除警戒，清理现场，将探伤装置运至客户单位设备间进行贮存。

现场相关记录（X 射线现场培训任务指令单、进出场所记录表、现场培训照片、监测布置图、公示材料、现场射线剂量监测记录表和现场记录资料等）应与工作方案一

并存档备查。

实操培训期间产生部分废报纸材料、废纸和塑料标签或其他废弃物将根据当地垃圾分类规定，将垃圾进行分类投放，对于可回收垃圾尽可能进行资源再利用。

(4) 维修后测试

我单位仅对故障设备的加装部件 进行维修，故障无人机及故障 X 射线机由相应的设备厂家进行维修，维修结束寄回建设单位进行组装并测试。组装地点为公司二层组装间，测试地点为公司一层调试间铅箱内。测试流程与设备出厂前调试流程一致，设备测试完成后寄回客户单位。

(二) 设备操作规程

操作探伤装置应按以下要求进行：

(1) 通电前的准备

- a) 操作人员可正确使用 X 射线装置的操作和维护设备；
- b) 检查使用电源和设备标称电压是否相符；
- c) 检查气绝缘 X 射线装置的气压是否符合要求；
- d) 调试及维修后测试期间摆放无人机 X 射线探伤装置的 X 射线机器、

成像板和工件并固定住；

- e) 确保 X 光机、通信装置、云台相机正确连接，依次开启遥控器、无人机、X 光机、成像板、电池电压；



(2) 通电后检查

a)进入成像软件确保

(3) 曝光控制

a)实操培训期间根据估算的两区范围进行两区划分：调试及维修后测试期间以铅箱内部划为控制区，铅箱外整个调试间划为监督区；

b)实操培训期间操作人员退至控制区外安全区域后，在遥控器中的成像软件设置脉冲数；调试及维修后测试期间辐射工作人员位于铅箱前方操作设备；

c)曝光结束成像软件显示“就绪”，机器自动切断高压，同时拍摄的照片自动回传至屏幕；

d)实操培训结束后辐射工作人员使用巡测仪确认无人机X射线装置已关闭后，操作人员进入控制区收设备后，撤销警戒。

(4) 注意事项：

当电源电压在瞬间有较大波动时，可能使保护电路动作，此不属机器故障，待电源稳定后可继续使用。

由于我单位使用的成像板是电子影像，因此不产生废显（定）影液和废胶片等危险废物。



设备运行记录表

设备编号:

名称型号:

年 月

使用 期间	使用目的（调试、实 操培训、维修后测试）	运行记录		异常情况 及处理记录	使用人 签名
		使用前	使用后		
		<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
		<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
		<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
		<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
		<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
		<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
		<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
		<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
		<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
		<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
		<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
		<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
		<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
		<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
		<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
		<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
		<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
设备抽查意见		签名: _____ 年 月 日			



- 说明：1、运行记录根据情况在方框内画√；
- 2、异常情况记录需记录异常的状况、发现时间和修复时间；
- 3、检测编号栏检测项目适用时填写。

辐射工作人员职业健康管理规定

1、编制目的

为贯彻落实国家《职业病防治法》及《放射工作人员职业健康管理规定》的要求，保障辐射工作人员的人身健康，制定本制度。

2、适用范围

本制度适用于工厂使用和管理射线装置的部门和个人。

3、引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

《中华人民共和国职业病防治法》

《放射工作人员职业健康管理规定》

4、职责

4.1 辐射工作人员

4.2.1 接受辐射安全负责人的领导开展日常工作。

4.2.2 正确佩戴个人辐射防护装备。

4.2.3 长期保存射线装置使用登记台账及相关技术资料。

4.2.4 负责日常辐射安全防护监督工作，熟练掌握设备的现场工作操作规程，严格遵守辐射防护安全的相关规章制度。

4.2.5 发生辐射事故时，立即采取应急措施并向环保、公安、卫生等行政主管部门报告。

5、管理要求



5.1 新入职或调岗的拟从事辐射工作的人员必须依据有资质的体检机构出具的上岗前体检报告,符合《放射工作人员健康标准》方可入职上岗。

5.2 辐射工作人员上岗前,应为每名辐射工作人员配备个人剂量计,及时安排其接受放射防护法规和防护知识培训并取得合格证明。

5.3 辐射工作人员上岗前,工作单位负责向所在地县级以上地方人民政府卫生行政部门为其申请办理《放射工作人员证》。放射工作人员每2年到有资质的体检机构进行一次职业健康检查,脱离辐射工作岗位时也应进行离岗前职业健康检查。

5.4 工作单位不得安排怀孕的妇女参与应急处理和有可能造成职业性内照射的工作,哺乳期妇女在其哺乳期间应避免接受职业性内照射。

5.5 对参加应急处理或者受到事故照射的辐射工作人员,工作单位应当及时组织健康检查或者医疗救治,按照国家有关标准进行医学随访观察。

5.6 辐射工作人员每2年到有资质的体检机构进行一次职业健康检查,必要时可增加临时性检查。脱离辐射工作岗位时也应进行离岗前职业健康检查。收到检查结果后要如实告知本人,并将结果记录保存。发现不宜继续从事辐射工作的,根据体检机构的意见及时调离辐射工作岗位并妥善安置;对需要复查和医学随访观察的,及时予以安排。

5.7 辐射工作人员在职业健康监护、个人剂量监测、防护培训中

形成的档案要统一保管。

5.8 辐射工作人员有权查阅、复印本人的档案,存档部门应当如实提供。

辐射工作人员培训制度

1、目的：

为了规范公司辐射工作人员的辐射作业，确保人员按照国家相关法规以及公司的安全规定进行辐射作业，特制定该培训制度。

2、职责：

组织本公司辐射工作人员接受生态环境部组织的外部辐射防护培训和公司内部的辐射安全培训，落实培训计划的制定与实施，建立并按照规定期限妥善保存培训档案。培训档案包括各次培训中的课程名称及培训时间、考试或考核成绩等资料。



3、范围：

公司进行辐射安全管理及操作的人员。

4、具体规定

4.1 培训单位、内容及方式：

4.1.1 外部培训

生态环境部组织的外部培训：本项目射线装置属于II类射线装置，所有辐射工作人员上岗前均需在生态环境部辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）的学习、报名培训并参加考核，所有辐射工作人员必须完成培训考核，执证上岗。辐射工作人员每5年要重新参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的考核，考核合格后，方可继续从事辐射工作。

4.1.2 公司内部培训

内部辐射防护培训由有技术能力的有资格单位承担。有资格单位会同我司共同负责培训计划的制定，并按照国家有关规定和标准的要求实施培训和考核。培训内容和深度应根据培训对象、工作性质和条件确定。培训方式可采用异地或本单位课堂教学、现场实习和个人学习等。

公司还需定期组织辐射工作人员进行无人机培训，学习无人机基础知识、航空法规与飞行安全、飞行操作技能、模拟飞行训练与实操训练等。

4.2 岗前、转岗和在岗培训：

4.2.1 辐射工作人员上岗前需参加生态环境部辐射安全与防护培训和公司内部培训，经考试合格领取培训上岗证后，方可上岗。

4.2.2 辐射工作人员岗位发生变化或者培训证不在有效期内，必须及时参加复训，待复训合格后方可从事相关工作。

4.2.3 各类辐射工作人员在岗期间按有关规定定期进行培训与考核。

4.3 培训内容

4.3.1 学习辐射安全法律法规常识和基本防护知识。

4.3.2 学习辐射事故应急措施和演练。

4.4 考核：

4.4.1 辐射防护基本知识应列为辐射工作人员业务考核的内容。

4.4.2 定期对在岗辐射工作人员进行辐射防护知识与技能的考核。



辐射工作场所监测计划

为了保护环境保障公众健康，公司必须加强辐射作业的现场管理，做好辐射防护工作，定期对辐射装置，监测项目为 X 射线空气吸收剂量率，其监测计划如下：

一、作业场所的个人剂量监测

1、个人剂量监测委托有资质的单位或机构实施，监测周期为 1 次/季。现场辐射工作人员必须佩戴个人剂量计上岗，并要求佩戴人员妥善保管，防止个人剂量计受到其他原因造成的检测值异常。辐射安全与防护管理小组负责个人剂量计的定期送检和建立个人剂量监测档案。

2、员工可以随时查阅每周期的个人剂量检测报告。

3、个人剂量监测档案应当包括：

- (1) 常规监测的方法和结果等相关资料；
- (2) 应急或者事故中受到照射的剂量和调查报告等相关资料。

二、辐射工作场所的监测

1、每次进行调试、维修后测试、实操培训前，工作人员检查警告信号、警告牌、标志的状态，并检查监督区和控制区的清场情况，确保在无人机 X 射线探伤装置实操培训曝光前控制区内无任何人员；调试及维修后测试期间确保调试间内无无关人员。

2、X 射线作业场所启用时，检验人员围绕控制区，监督区边界巡测辐射水平，并按控制区边界不大于 $15\mu\text{Sv/h}$ ，和监督区边界不大

于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的有关要求进行防护，满足《工业探伤放射防护标准》

(GBZ 117-2022) 的要求。

监测内容和要求

①监测内容：X- γ 辐射剂量率

②监测布点及数据管理：监测布点因参考环评提出的监测计划，

监测数据应记录完善，并将数据实时汇总。

辐射工作场所现场监测要求

监测类别	监测因子/监测点位		监测频率	监测方式
辐射工作人员个人剂量监测	个人外照射剂量		1次/90天	委托有相关资质的第三方辐射监测机构对公司的辐射工作场所进行监测
年度监测	铅箱外周剂量当量率（不超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ） ①通过巡测，发现辐射水平异常高的位置； ②前门外 30cm 及门缝处； ③铅箱外 30cm 处； ④操作位； ⑤调试间四周墙外 30cm 处，正上方距地面 1m 处； ⑥设备周围人员常停留区域，结合环评中现状监测点及预测关注点进行布点。		1次/年	
实操培训	监督区边界（ $2.5\mu\text{Sv/h}$ ） 控制区边界（ $15\mu\text{Sv/h}$ ）	探头距地面 1m 处，检测仪器探头朝向探伤装置方向。至少在监督区边界东南西北和主射束五个方向测量 5 个监测点。 探头距地面 1m 处，检测仪器探头朝向探伤装置方向。至少在监督区边界东南西北和主射束五个方向测量 5 个监测点。	每年 1 次	
日常监测	铅箱外周剂量当量率（不超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ） ①通过巡测，发现辐射水平异常高的位置； ②前门外 30cm 及门缝处； ③铅箱外 30cm 处； ④操作位； ⑤调试间四周墙外 30cm 处，正上方距地面 1m 处； ⑥设备周围人员常停留区域，结合环评中现状监测点及预测关注点进行布点。		1次/月	自行监测

实操培训	监督区边界 ($2.5\mu\text{Sv/h}$)	探头距地面 1m 处,检测仪器探头朝向探伤装置方向,至少在监督区边界东南西北和主射束五个方向测量 5 个监测点。	每次进行实操培训时	
	控制区边界 ($15\mu\text{Sv/h}$)	探头距地面 1m 处,检测仪器探头朝向探伤装置方向,至少在监督区边界东南西北和主射束五个方向测量 5 个监测点。		
验收监测		铅箱外周围剂量当量率 (不超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$) ①通过巡测,发现辐射水平异常高的位置; ②前门外 30cm 及门缝处; ③铅箱外 30cm 处; ④操作位; ⑤调试间四周墙外 30cm 处,正上方距地面 1m 处; ⑥设备周围人员常停留区域,结合环评中现状监测点及预测关注点进行布点。	仅竣工验收进行	评价项目竣工 3 个月内,公司按照规定验收
实操培训	监督区边界 ($2.5\mu\text{Sv/h}$)	探头距地面 1m 处,检测仪器探头朝向探伤装置方向,至少在监督区边界东南西北和主射束五个方向测量 5 个监测点。		
	控制区边界 ($15\mu\text{Sv/h}$)	探头距地面 1m 处,检测仪器探头朝向探伤装置方向,至少在监督区边界东南西北和主射束五个方向测量 5 个监测点。		

3、建立作业现场的辐射巡检制度,现场工作条件变动时必须重新进行现场监测,并验证确定的控制区和监督区。

三、仪器的保管与使用

1、个人剂量计的保管与使用

(1) 辐射工作人员进入工作区域必须佩戴个人剂量计,剂量计应佩戴在人体躯干前方左胸位置。

(2) 外照射个人剂量监测周期最长不应超过 90 天,个人剂量计有识别的标识和编码,应按规定要求佩戴,中途不得随意更换、调换。

(3) 必须严格落实个人剂量计发放、佩戴和回收规定,非工作时间个人剂量计必须统一回收保管。剂量计应正确使用,不得自行打开,如有丢失损坏或异常,应立即向组长报告。

(4) 个人剂量计监测结果出现超标等问题时, 应配合个人剂量监测单位或机构进行调查, 明确超标原因, 并予以整改。

(5) 个人剂量计在每个佩戴周期结束后, 尽快送往个人剂量检测单位或机构, 收到个人剂量计监测报告后, 进行存档。同时确定辐射工作人员是否可继续上岗, 以确保其身体健康; 允许辐射工作人员查阅、复印本人的个人剂量监测档案。

2、个人剂量报警仪的保管与使用

(1) 每名辐射工作人员分别配备 1 枚个人剂量报警仪;

(2) 操作人员必须保管妥当, 使用中注意避免碰撞、摔碰, 不得串换使用及转借他人使用如有故障, 及时上报, 进行修理、更换。如出现人为情况下的丢失、损坏, 将根据损坏程度及设备价值予以经济赔偿处理

3、环境剂量监测仪的保管与使用

(1) 使用人员必须经过培训后, 方可进行操作, 除确定的操作人员外, 其他人员未经允许不得擅自使用。

(2) 开机前应对仪器状态进行仔细检查, 按操作规程依次开机, 并检查是否运行正常, 确认正常后方可使用, 如发现异常情况及时汇报相关负责人。

(3) 使用时必须严格遵守使用范围的规定, 不得超范围使用

(4) 使用完毕, 应及时清理, 保持整洁。

(5) 对违反操作规程和应保管不善致使仪器损坏的, 要视情节追究当事人责任。

(6) 不可自行拆卸仪器。

剂量率监测仪应在国家计量部门或其授权的校准机构检定/校准或定期自行检定/校准，保证量值可溯源至国家计量基准。校准因子应准确使用；仪器检修后需重新检定/校准。

为保证监测数据的准确可靠，计量器具应定期核查，核查周期的长短取决于其可靠程度、故障率等因素。核查方法可自行确定，可选取个别关键指标进行核查，操作应方便快捷，核查结果应能确定仪器是否适用，但不宜用于修正仪器的校准因子，除非监测方法另有规定。如核查误差超过 15% 时（监测方法规定了误差要求的，以监测方法规定为准），仪器应停用，检查原因，重新检定/校准。

四、年度监测和年度评估

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令 2011 年）的相关规定，使用放射性同位素与射线装置的单位应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境检测机构进行监测。

1、每年委托有相关监测资质的监测单位对辐射工作场所进行全面的监测；

2、监测内容：铅箱屏蔽体外 30cm 处周围剂量率；实操培训监督区、控制区划分；

3、年度评估：年度监测数据将作为本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况年度评估报告的一部分，每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

射线装置使用和维修台账管理制度

1.目的:

为了规范公司射线装置的使用和维修,特制定该制度。

2.职责:

设备管理员负责设备的领用台账的登记,以及送外进行设备的维修。

检验员负责领用设备的正常使用和保管。

3.具体内容

3.1 射线装置由专人管理,在使用过程中应强化设备的维护和保养意识,定期维护并及时做好维护记录,确保机器处于良好的工作状态。

3.2 本项目设备售出后均不在公司内部进行维修,维修均分别由无人机厂家和 X 射线机厂家负责,我单位应设置专人负责射线装置的使用、跟进维修和保养,并建立专册登记簿。使用过程中若机器发生故障,停止使用并及时汇报,并将故障无人机或故障 X 射线机寄往设备厂家修理,并及时记录。

3.3 做好保养知识的搜集、整理、登记,完善计算机相应数据库软件管理。

3.4 射线装置使用记录、个人剂量测试记录、人员健康体检记录及机器保养维修纪录必须实行科学化、规范化管理,做到分类建档,归类清楚。



3.5 使用设备、进行个人剂量检测、机器的维修保养等必须严格登记，并按规定整理。凡调阅各类纪录数据，必须经辐射安全与防护管理小组批准，做到事事有登记，份份有着落，查找及时、准确。

3.6 使用者应遵守操作规程，掌握操作技巧，安全地使用射线装置。

3.7 定期请设备厂家专业人员检测机器的输出量及相关性能，使设备运行安全稳定可靠。

3.8 机器出现故障时，应做好记录，及时报告申请维修，并记录维修情况。

3.9 与厂方工程师保持良好的沟通，利用电话支持、远程诊断、现场维修等多种方式，快捷地处理问题。



无人机 X 射线探伤装置销售规程

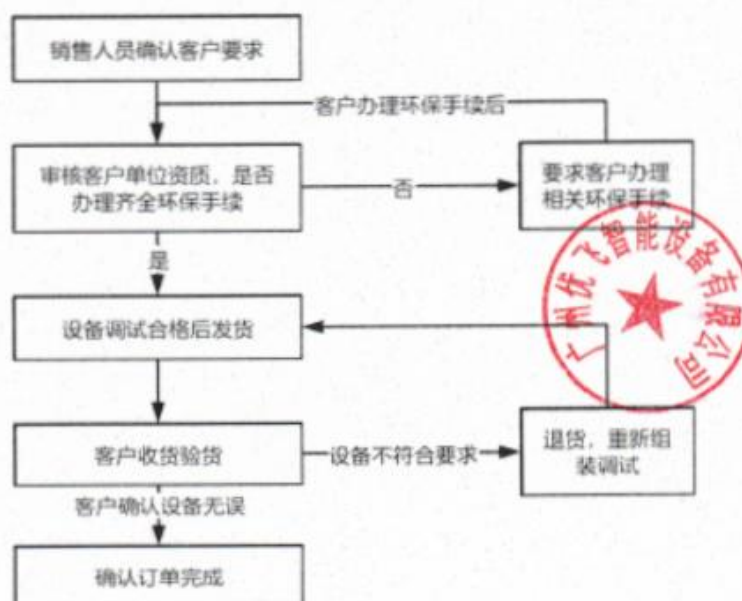
一、销售人员与客户单位确认交期和安装要求；

二、审核客户单位资质，是否进行了环境影响评价等相关手续，相关证件是否在有效期限等；

三、客户单位资质齐全后，发货。

在销售过程中，设备不通电，不会产生 X 射线，不会产生电离辐射影响。

销售流程见下图。



销售工艺流程图

广州优飞智能设备有限公司辐射事故应急预案

为了加强对公司使用射线装置的安全防护，有效预防并及时控制或消除各类辐射事故，规范突发性辐射事故应急处置工作，提高对突发辐射事故的处理能力，最大程度地预防和减少突发辐射事故的损害，保障群众健康，维护环境安全，根据辐射事故管理法规和《放射性同位素与射线装置放射防护条例》及其他有关法律及法规的规定，结合公司实际拟定了本方案作为辐射事故应急处理预案。

一、辐射事故领导小组的组成与职责

1、公司成立辐射事故领导工作小组，负责公司的辐射事故应急管理工作。成员组成如下：



组长：卢德谦（[REDACTED]）

副组长：陈绵钦（[REDACTED]）

人员：曹琨尤（[REDACTED]）、钟鸿鹏（[REDACTED]）、骆陈龙（[REDACTED]）、冯自鸿（[REDACTED]）

主要职责

- （1）负责公司“应急预案”的制定、修订；
- （2）贯彻执行国家辐射事故应急方针和政策，配合省生态环境厅做好事故应急处理工作；
- （3）组织应急专业队伍，并组织实施和演练；
- （4）检查督促做好重大事故的预防措施和辐射事故应急的各项准备工作。

作：

(5) 在事故发生后及时组织有关部门和人员进行辐射事故应急处理；

(6) 及时向辐射事故领导小组报告工作，并负责向辐射环境管理部门、卫生部门及公安部门及时报告事故情况，并协助工作。

二、辐射事故应急应遵循的原则：

迅速报告原则；

主动抢救原则；

生命第一的原则；

科学施救，控制危险源，防止事故扩大的原则；

保护现场，收集证据的原则。

三、辐射事故的分级

辐射事故根据人员受照剂量和伤亡人数分为一般辐射事故、较大辐射事故、重大辐射事故和特别重大辐射事故：本项目无人机 X 射线探伤装置事故工况下不会导致人员受到超过年剂量限值的照射。

四、辐射事故的预防措施：

(1) 出厂前调试和维修后测试

1、操作人员应在生态环境部辐射安全与防护培训平台参加培训并考核合格后方可上岗。

2、操作人员须严格按操作规程进行作业，不得擅自改变操作程序，确保安全。

3、工作时必须随身携带个人剂量计，同时应使用剂量报警仪。



4、铅箱设置电离辐射警告标志、中文警示说明，铅箱自带工作状态信号灯。

5、开机前须检查铅箱工作状态指示灯、急停开关及门机联锁功能等安全装置是否运行正常，观察开关指示灯是否连通。

6、开机前要确定辐射监测仪正常的情况下才能开机作业。

7、如发生违反操作规程或其他原因造成事故，须立刻启动事故应急预案。

(2) 实操培训

由于维修后测试没有固定的作业场所和屏蔽防护设施，因此，工作人员要根据现场实际情况采取有效的措施加强防护。

1、距离防护

增加操作距离，本项目采取远程操控无人机飞行，实行远距离操作，可减少工作人员的受照量。同时，操作位置要避开射线的主射束方向。

2、设立控制区和监督区

现场操作时，可将周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围设为控制区，周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区。并在控制区和监督区边界上设置醒目的警示标志，禁止无关人员进入控制区。同时，并在边界上设置警戒线，必要时专人警戒。

3、屏蔽防护

利用现场环境的屏蔽防护物如墙体、工件、堆放物等，或使用简易屏蔽防护屏等进行必要的屏蔽防护。



4、时间防护

反复模拟演练，提高操作技能，充分做好工作前的准备工作，缩短操作时间，减少受照射剂量。

五、可能发生的辐射事故：

(1) 铅箱安全联锁装置发生故障，导致在前门未关到位的情况下射线发生器出束，X射线泄漏使辐射工作人员或公众受到意外照射。

(2) 设备软件控制故障，导致高低压错乱或门机联锁失灵，辐射工作人员打开铅箱前门时X射线装置仍处于出束状态，造成人员意外照射。

(3) 人员误照射：主要发生的辐射事故是由于对作业现场划定的控制区、监督区管理不到位，导致人员误入该区域引起误照射。

(4) 在不适合实操培训的场地进行实操培训操作，对公众或工作人员造成不必要的照射。

(5) 射线装置丢失、被盗，对环境和社会产生危害（向公安机关报案110）。

(6) 射线装置未安装水平，机头未投射于工件位置，而直接射向人员居留位置，而导致误照射。

我单位应严格落实安全管理制度，按操作规程进行现场工作，避免辐射事故的发生。

六、事故应急处理程序：

I调试及维修后测试

(一) 一旦发生辐射事故，马上按下急停按钮，切断总电源开关，当

事人应立即通知同工作场所的工作人员离开，并及时上报：

（二）对相关受照人员进行身体检查，确定对人身是否有损害，以便采取相应的救护措施，其次对设备、设施进行检查，确定其功能和安全性能。

（三）应急处置小组组长应立即召集专业人员，根据具体情况迅速制定事故处理方案；事故处理必须在单位负责人的领导下，在有经验的辐射事故应急人员的参与下进行。

1、迅速确定现场的辐射强度及影响范围，划出禁区，防止外照射的危害。

2、根据现场辐射强度，决定工作人员在现场工作的时间。

3、对严重剂量事故，应尽可能记下现场辐射强度和有关情况，对现场重复测量，估计当事人所受剂量，根据受照剂量情况决定是否送医院进行医学处理或治疗。

4、各种事故处理以后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故重复发生。凡严重或重大的事故，应向上级主管部门报告。

（四）发生辐射事故后，当事员工应第一时间上报辐射事故应急处置小组。小组成员接到报告后应在两小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

II 实操培训

1、事故发生后，操作人员应根据现场情况及时采取应急防护措施，关闭设备电源，当事人应立即通知同工作场所的工作人员和公众离开辐射区，撤离事故现场所有人员，使之到达安全地带，保护好现场，使得无关人员不得入内，防止事故继续发生和扩大。并在第一时间向生态环境部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告，并协助生态环境部门、公安部门和卫生部门做好辐射事故后果预测与评价以及环境放射性监测等工作，为采取辐射事故应急对策和应急防护措施提供依据。

2、辐射事故领导工作小组应当根据现场的情况，协助有关部门实行有效的剂量监督，并做好辐射事故现场接受照射人员的救护、转运和医学处置工作。

3、辐射事故领导工作小组根据生态环境部门、公安部门、卫生部门的应急处理意见，在有经验的工作人员和卫生防护人员的参与下进行处置。未取得主管部门同意允许，不得进入事故区。整个过程应实施有效的剂量监督。

4、根据对现场的剂量监督情况，向生态环境主管部门申请解除现场应急状态。

5、各种事故处理以后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故重复发生。凡严重或重大的事故，应向上级主管部门报告。

6、应急终止：符合下列条件后，终止应急状态：

- (1) 事件现场得到控制，事件条件已经消除。
- (2) 事件所造成的危害已经被彻底消除，无继发可能。
- (3) 采取了必要的防护措施以保护公众免受再次危害，并使事件可能引起的中长期影响趋于合理且尽量低的水平。

7、辐射事故应急状态终止后，辐射防护领导小组应当组织相关人员进行事故的调查、分析，并向环保与公安等主管部门提交详细的事故处理报告。

除上述工作外，现场辐射工作人员还应进行以下几项工作：

- 1、迅速确定现场的辐射强度及影响范围，划出禁区，降低辐射危害。
- 2、根据现场辐射强度，估算应急工作人员在现场工作的时间，估算事故人员的受照剂量。
- 3、协助和指导在现场执行任务的工作人员佩戴防护用具及个人剂量报警仪。
- 4、对严重剂量事故，应尽可能记下现场辐射强度和有关情况。并对现场重复测量，估计当事人所受剂量，根据受照剂量情况决定是否送医院进行医学处理或治疗。

七、事故报告制度

发生辐射事故时，单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要的防护措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境主管部门、公安部门和卫生部门报告。

八、辐射事故的调查

1、本单位发生辐射事故后，应立即由辐射事故领导工作小组组织事故调查、善后处理和恢复生产。

2、调查要遵循实事求是的原则，对事故的发生时间、地点、起因、过程和人员伤害情况及财产损失情况进行细致的调查分析，并认真做好调查记录，记录要妥善保管。

3、配合辐射事故领导小组编写、上报事故报告书方面的工作，同时，协助环境行政部门、公安部门进行事故调查、处理等各方面的相关事宜。

本预案自发布之日起生效，实施过程中如有与国家、省、市应急预案相抵触之处，以国家、省、市辐射事故应急预案的条款为准。

九、应急能力保障

1、培训和演练

(1) 培训：对公司所有参与辐射事故应急准备与响应的人员进行培训和定期再培训。培训内容应包括辐射监测仪器、通讯及防护设施的使用和应急预案执行步骤等。

(2) 演练：对公司所有参与辐射事故应急准备与响应的人员须定期（每年一次）组织应急演练，应急演练的类型应覆盖全面，以检验、改善和提高应急准备和应急响应能力，并通过演练逐步完善应急预案。

2、应急和救助的装备、资金、物资准备

(3) 人员保障：辐射事故应急领导小组和辐射事故应急工作小组，应保持一致与应急职责相适应的快速反应的应急队伍。

(4) 物资准备：辐射事故应急工作小组负责应急装备、物资保障工作，

配备必要的个人防护、监测、鉴定、检验等设备、器材，配备必要的交通、通讯工具。

（5）辐射事故

辐射事故应急处置工作和日常工作经费，由辐射事故应急领导小组提出经费支出预算报财务部审批后执行。应急处置专项资金主要用于突发辐射事故防护准备，包括预防预警系统的建立、应急技术装备添置、应急事故行动处置、人员培训及日常经费开支等。

十、附则

1、本方案应在日后不断完善修订，自发布之日起施行。


公安主管部门：110

卫生热线电话：12320

环保热线：12345

广州市生态环境局热线电话：020-38920928



辐射事故初始报告表						
事故单位名称						
法定代表人		地址		邮编		
电话		传真		联系人		
许可证号		许可证审批机关				
事故发生时间		事故发生地点				
事故类型	<input type="checkbox"/> 人员受照 <input type="checkbox"/> 人员污染	受照人数	受污染人数			
	<input type="checkbox"/> 丢失 <input type="checkbox"/> 被盗 <input type="checkbox"/> 失控	事故源数量				
	<input type="checkbox"/> 放射性污染	污染面积 (m ²)				
序号	事故源核素名称	出厂活度 (Bq)	出厂日期	放射源编码	事故时活度 (Bq)	非密封放射性物质状态 (固液态)
序号	射线装置名称	型号	生产厂家	设备编号	所在场所	主要参数

附件 9：监测报告

MA

202319117244

检测报告

报告编号

AYDS-HF2025-003

委托单位

工物研（广州）科技有限公司

受检单位

广州优飞智能设备有限公司

检测类别

环评检测

广东安源鼎盛检测评价技术有限公司

2025 年 11 月 12 日

地址：东莞市南城区域星城车站北邻恒正大厦 15 楼

电话：0769-22809722-0

网址：<http://www.ay-ds.cn/>

邮箱：Moan.Zhang@ay-ds.cn

客服 QQ: 2880635253 2880507629 2880507623

说 明

- 1、报告无“骑缝章”或我公司报告专用章无效。
- 2、报告无编制人、校核人、签发人签名无效，报告经涂改无效。
- 3、报告部分复制无效（全文复制除外）。
- 4、我公司只对来样或自采样品负责。
- 5、报告未经我公司同意不得用于广告，商品宣传等商业行为。
- 6、报告只提供委托方使用，如需提供给第三方使用，请与我公司联系。
- 7、对本报告若有异议，请在收到报告后 15 个工作日内向我公司提出，逾期不受理。
- 8、除客户特别申明外，本报告的所有记录档案保存期限为长期。
- 9、公司识别信息：

名 称：广东安源鼎盛检测评价技术服务有限公司
工作场所：东莞市南城区袁屋边车站北路恒正大厦 15 楼
电 话：0769-22869222
传 真：0769-22869333
邮 编：523000
网 址：<http://www.ay-ds.cn>

一、基本信息

委托编号:	AYDS-HF2025-063	检测类别:	环评检测
委托单位:	工物研(广州)科技有限公司		
受检单位:	广州优飞智能设备有限公司		
受检单位地址:	广州市黄埔区科学城光谱西路3号办公楼首层		
检测项目:	环境γ辐射剂量率	检测方式:	现场检测
检测人员:	温金书、董亚飞		
检测日期:	2025年10月30日		
检测标准:	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)		
仪器名称:	环境级辐射剂量率仪		
仪器信息:	厂家: 中广核贝谷科技有限公司, 设备型号: BG9512 型; 探头型号: BG99PG-03, 能量响应: 25keV~3MeV; 测量量程: 10nGy/h-200μGy/h; 相对固有误差: ≤±15%, 出厂编号: ITR5JVGW。		
仪器校准证书:	校准单位: 上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心; 校准证书编号: 2024H21-20-5662191001; 校准日期: 2024年12月23日; 有效日期: 2025年12月22日。		
环境条件:	天气: 阴, 气温: 26℃~28℃, 湿度: 49%~51%		
建设项目概况:	广州优飞智能设备有限公司拟将铅箱搬迁至调试间内, 铅箱内进行无人机X射线探伤装置调试, 对该建设项目场所周围50m范围的环境γ辐射剂量率进行检测。检测结果见表1, 检测布点示意图见图1~图2。		

二、检测结果（表1）

序号	检测位置	检测结果 (nGy/h)	标准差	地面 材质	场所 性质
1	调试间（铅箱所在房间）	124	2	混凝土	室内
2	女厕（距铅箱北侧 1.0m）	119	2	瓷砖	室内
3	男厕（距铅箱西侧 3.2m）	116	2	瓷砖	室内
4	其他公司出入口（距铅箱西侧 15.4m）	111	1	瓷砖	室内
5	后门（距铅箱西侧 13.9m）	130	1	瓷砖	室内
6	物料分拣区（距铅箱西南侧 7.7m）	133	1	瓷砖	室内
7	物料验收区（距铅箱西南侧 11.4m）	128	2	瓷砖	室内
8	总装作业区一（距铅箱西南侧 19.7m）	122	1	瓷砖	室内
9	大堂（距铅箱西南侧 32.2）	118	2	瓷砖	室内
10	仓储区（距铅箱南侧 1m）	109	2	瓷砖	室内
11	总装作业区二（距铅箱南侧 12.2m）	116	1	瓷砖	室内
12	修整作业区（距铅箱南侧 17.0m）	110	1	瓷砖	室内
13	办公区（距铅箱南侧 22.4m）	120	2	瓷砖	室内
14	楼梯间（距铅箱南侧 26.3m）	119	2	瓷砖	室内
15	仓储区（距铅箱南侧 24.9m）	129	2	瓷砖	室内
16	105 房正上方（二楼食堂后厨）	110	1	瓷砖	室内
17	园区内道路（距铅箱北侧 7m）	101	2	混凝土	室外
18	东门（距铅箱北侧 40m）	116	2	混凝土	室外
19	航新航空大厦（距铅箱北侧 49m）	118	1	混凝土	室外
20	园区内道路（距铅箱西侧 49m）	108	2	混凝土	室外

序号	检测位置	检测结果 (nGy/h)	标准差	地面 材质	场所 性质
21	园区内道路（距船舶东侧 2.4m）	111	1	混凝土	室外
22	停车场（距船舶南侧 50m）	106	2	混凝土	室外
23	园区内道路（距船舶南侧 44m）	112	2	混凝土	室外
24	光宝路（距船舶东南侧 49m）	115	2	混凝土	室外

注：1、以上数据已校准，校准因子：1.10；

2、检测时仪器探头垂直地面，距地约 1m，以 10s 间隔时间选取 10 个读数；

3、检测结果扣除了仪器对宇宙射线的响应部分（23nGy/h），建筑物对宇宙射线的屏蔽因子楼房取 0.8，平房取 0.9，道路取 1；

4、数据处理时，依据 HJ1157-2021 环境 γ 辐射剂量率测量结果按照公式（1）计算：

$$\dot{D}_r = k_1 \times k_2 \times R_y - k_3 \times \dot{D}_c \quad (1)$$

上式中：

\dot{D}_r ——测点处环境 γ 辐射空气吸收剂量率值，Gy/h；

k_1 ——仪器检定校准因子；

k_2 ——仪器校验源效率因子（ $k_2 = A_0/A$ ，当 $0.9 \leq k_2 \leq 1.1$ 时，对结果进行修正；当 $k_2 < 0.9$ 或 $k_2 > 1.1$ 时，应对仪器进行检修，并重新检定/校准），其中 A_0 、 A 分别是检定/校准时和测量当天仪器对同一检验源的净响应值（需考虑检验源衰变校正）；如仪器无检验源，该值取 1；

R_y ——仪器测量读数均值（空气比释动能和周围测量当量的换算系数参照 JJG393）；

k_3 ——建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，楼房取 0.8，平房取 0.9，原野、道路取 1；

\dot{D}_c ——测点处宇宙射线响应值，Gy/h。

5、本单位于 2025 年 4 月 27 日在河源万绿湖进行了仪器的宇宙射线响应及其自身本底的测量，万绿湖的经纬度如下：东经 114°35'15"，北纬：23°47'22"，海拔为 92.3m。受检单位经纬度如下：东经 113°25'4"，北纬：23°9'29"，海拔为 21m，依据 HJ 61-2021 的要求，海拔高度 $\leq 200m$ ，经度差别 $\leq 5^\circ$ ，纬度 $\leq 2^\circ$ ，故不进行测量点的仪器对宇宙射线响应值的修正。

三、检测布点示意图

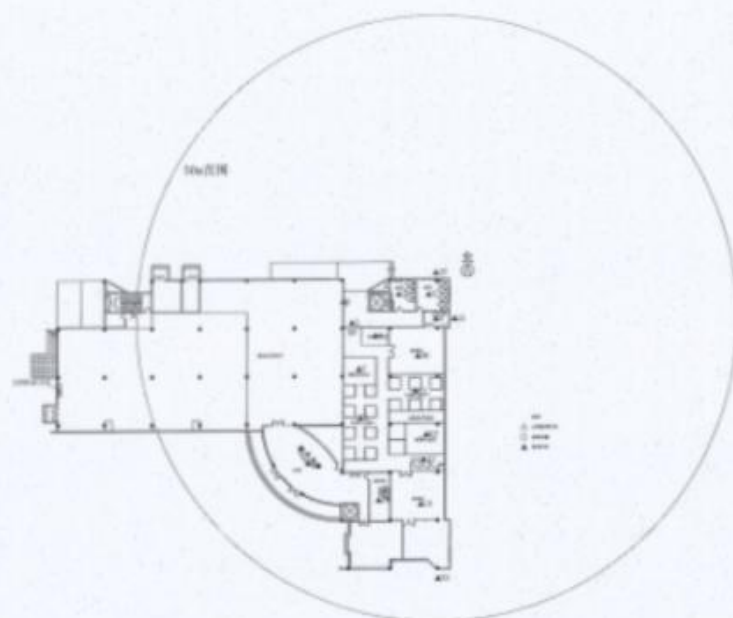
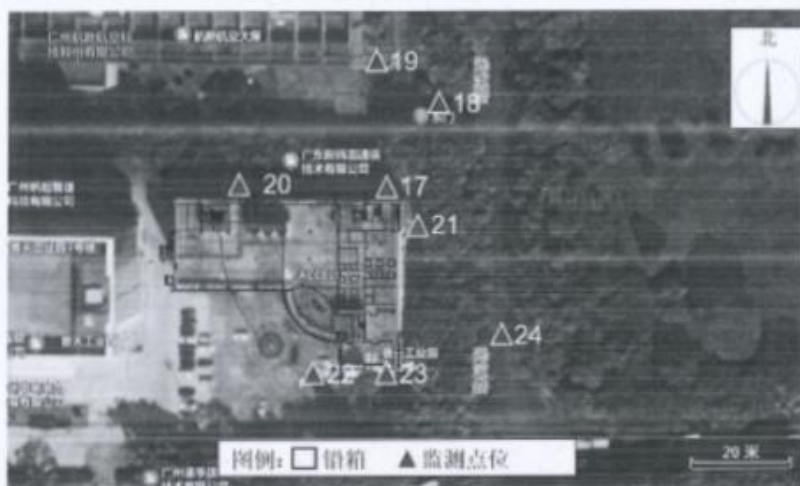


图1 铅箱位置及周围 γ 辐射剂量率检测布点图（公司一层） 检测布点示意图



编制: 温钟

审核: 鄧

签发: 李星武
2015 年 11 月 12 日

报告结束

附件 10: 辐射工作人员上岗证

核技术利用辐射安全与防护考核	
成绩报告单	
	
白倩, 女, 1999年10月10日生, 身份证: [REDACTED] 于2024	
年08月参加 X射线探伤 辐射安全与防护考核, 成绩合格。	
编号: FS24GD1200773	有效期: 2024年08月23日至 2029年08月23日
报告单查询网址: fushe.mee.gov.cn	
	

核技术利用辐射安全与防护考核	
成绩报告单	
	
曹琨尤, 男, 2003年05月10日生, 身份证: [REDACTED] 于202	
4年08月参加 X射线探伤 辐射安全与防护考核, 成绩合格。	
编号: FS24GD1200751	有效期: 2024年06月20日至 2029年08月20日
报告单查询网址: fushe.mee.gov.cn	
	

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



李婉仪，女，2001年04月16日生，身份证：[REDACTED] 于2024年08月参加 X射线探伤 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS24GD1200767

有效期：2024年08月23日至 2029年08月23日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



宋彩源，女，1999年01月27日生，身份证：[REDACTED] 于2024年08月参加 X射线探伤 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS24GD1200769

有效期：2024年08月23日至 2029年08月23日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



骆陈龙, 男, 2000年09月30日生, 身份证: [REDACTED] 于2024年08月参加 X射线探伤 辐射安全与防护考核, 成绩合格。

编号: FS24GD1200757

有效期: 2024年08月20日至 2029年08月20日



报告单查询网址: fushhe.mee.gov.cn



附件 11：关于无人机 X 射线探伤装置的参数说明

