

核技术利用建设项目

厦门太古飞机工程有限公司  
翔安新机场维修基地 X 射线探伤项目

环境影响报告表

(公开版)



厦门太古飞机工程有限公司 (盖章)

2022年8月

**表 1 项目基本情况**

<b>建设项目名称</b>		厦门太古飞机工程有限公司翔安新机场维修基地 X 射线探伤项目			
<b>建设单位</b>		厦门太古飞机工程有限公司			
<b>法人代表</b>	官剑文	<b>联系人</b>	**	<b>联系电话</b>	**
<b>注册地址</b>		厦门高崎国际机场东侧埭辽路 20 号			
<b>项目建设地址</b>		厦门市翔安区 13-20 大嶝片区机场北路与环嶝路交叉口东南侧			
<b>立项审批部门</b>		/		<b>批准文号</b>	/
<b>建设项目总投资 (万元)</b>	120	<b>项目环保投资 (万元)</b>	50	<b>投资比例 (环保投资/总投资)</b>	42%
<b>项目性质</b>		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		<b>占地面积 (m<sup>2</sup>)</b>	162
<b>应用类型</b>	<b>放射源</b>	<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		
	<b>非密封放射性物质</b>	<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		
	<b>射线装置</b>	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
<b>其他</b>	/				
<b>项目概况</b>					
<b>1.1 建设单位基本情况</b>					
<p>厦门太古飞机工程有限公司于 1993 年 7 月 1 日在厦门成立，是外商合资兴办的大型民用飞机维修企业，该公司维修基地现位于厦门市湖里区埭辽路 20 号。目前，公司拥有六座双宽体机位机库，其中第 1、2、3，5，6 机库可同时容纳两架宽体飞机及一架窄体机停车场大修，第 4 机库则同时可接纳一架 A380 及一架 B747 飞机停车场大修，具备年维修飞机 150 架次和改装货机 10 架的能力。</p> <p>为配合厦门翔安新机场的建设以及公司的发展需求，厦门太古飞机工程有限公司决定将其飞机维修基地整体搬迁至厦门市翔安区 13-20 大嶝片区机场北路与环嶝路交叉口东南侧（即厦门翔安新机场 2 号北跑道西北侧）。迁建后维</p>					

修基地预计年维修飞机 270 架次（包含飞机改装的业务）。

飞机维修过程中，存在射线检测作业，主要是对飞机复合材料积水、油箱内重要结构疲劳裂纹和焊接件焊接缺陷检测，为保证工程质量，厦门太古飞机工程有限公司拟在维修基地建设曝光室，并使用 5 台 X 射线机（其中 3 台从湖里基地搬迁至翔安基地，2 台新购），探伤作业分为两部分：①在曝光室内对零件等开展固定探伤作业，②在机库内飞机维修过程开展现场 X 射线探伤作业。

厦门太古飞机工程有限公司现已取得辐射安全许可证，聘用 18 名已取得辐射安全与防护培训合格证书的人员，其中 14 名为专职辐射操作人员、4 名辐射安全管理员。

### 1.2 项目建设内容

项目拟在飞机维修基地建设一间曝光室（位置见图 1.1-图 1.3），并使用 5 台 X 射线机，射线设备具体参数如下：

表 1.1 射线设备参数

射线机型号	数量	出射线束	穿透力	最大管电压	最大管电流	设备存放地址	备注
型号未定	2	定向发射，锥形线束（ $40^{\circ}\pm 5^{\circ}$ ）	42mm 钢	200kV	10mA	曝光室所在建筑二层 NDT 工具房	新购
ERESCO 42MF4	1		42mm 钢	200kV	10mA		从湖里基地搬迁至翔安基地
ERESCO 200MF4-R	1		42mm 钢	200kV	10mA		
ERESCO 65MF4	1		65mm 钢	300kV	10mA		

曝光室由 1 间曝光室、1 间操作室、1 间评片室、1 间暗室、1 间胶片存储室和 1 间冲机室组成，具体见图 1.5。

项目 5 台 X 射线机根据作业需要分别在曝光室开展固定探伤、在机库内开展移动探伤，X 射线机年开机出束时间预计不大于 1000h。

### 1.3 任务由来

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》以及《国务院关于修改部分行政法规的决定》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、

《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》等国家辐射环境管理相关法律法规的规定，为切实做好该项目

的环境保护工作，厦门太古飞机工程有限公司委托福建省环安检测评价有限公司对拟建项目进行环境影响评价（委托书见附件3）。本次环评主要针对厦门太古飞机工程有限公司翔安新机场维修基地 X 射线探伤项目进行环境影响评价。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》、《关于发布射线装置分类办法的公告》等有关规定和厦门太古飞机工程有限公司提供的资料，该项目编制环境影响报告表。

#### **1.4 项目地理位置及周围环境**

项目位于厦门市翔安区 13-20 大嶝片区机场北路与环嶝路交叉口东南侧飞机维修基地内，曝光室位于飞机维修基地 2 号机库北侧 1 层，X 射线机存放于 2 层的 NDT 工具房，曝光室北侧约 37m 为 4 号办公楼，西、东、南侧为 2 号机库内部，项目现状为空地。

根据现场调查和图 1.2 可知，项目周围 50m 评价范围内无学校、居民区等环境敏感点，项目周围无环境制约因素，根据理论估算，项目运行时对周围环境辐射影响较小，因此，项目选址合理。项目环境保护目标主要是探伤房辐射工作人员和评价范围内的公众。

#### **1.5 产业政策符合性分析**

项目使用 X 射线探伤机对飞机维修进行无损检测，不属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修改，国家发展和改革委员会 2021 年令第 49 号）中的“限制类”和“淘汰类”，项目建设符合国家现行产业政策。

#### **1.6 代价利益分析**

项目的建设和运行满足了企业的发展需求，提高了产品的质量，具有良好的社会效益和经济效益。项目总投资 120 万元，其中环保投资 50 万元，占总投资的 42%，项目环保投资额可保证环保措施的落实。根据下文分析，项目经辐射防护屏蔽和安全管理后，可保证项目辐射环境剂量率和人员辐射剂量满足项目管理目标要求。

因此，从代价利益方面分析，项目获得的利益远大于对环境的影响，具有明显的经济效率、社会效益，该项目的建设符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

#### **1.7 项目环保投资**

项目环保投资见表 1.2。

**表 1.2 项目环保投资 单位：万元**

序号	项目	投资金额
1	探伤房的土建和防护施工	40
2	辐射安全装置和保护措施（电离辐射警告标志、工作状态指示灯和声音提示装置、门机联锁装置、紧急停机按钮、视频监控、辐射监测仪器、辐射安全规章制度上墙等）	8
3	通风系统	1
4	个人剂量监测、职业健康体检、辐射安全与防护考核	1
5	合计	50

**1.8 建设单位核技术利用现状**

1、现有核技术利用项目许可情况

厦门太古飞机工程有限公司维修基地现位于厦门市湖里区埭辽路 20 号，配套建设有 1 间曝光室，已取得辐射许可证，证书编号：闽环辐证[00026]，许可种类和范围：使用 II 类、III 类射线装置，许可有效期至 2023 年 9 月 13 日，现有射线装置情况见表 1.3。

**表 1.3 现有射线装置**

序号	装置名称	规格型号	类型	用途	场所	备注
1	工业 X 射线探伤机	ERESCO42MF4	II 类	无损检测	公司内	/
2		ERESCO42MF3.1	II 类	无损检测	公司内	
3		ERESCO42MF4	II 类	无损检测	公司内	
4		ERESCO65MF4	II 类	无损检测	公司内	
5		ERESCO200MF4-R	II 类	无损检测	公司内	
6	X 射线行李检测仪	CMEX-B6550	III 类	行李检查	西大门	根据《射线装置分类》，属于豁免管理
7		CMEX-B6550	III 类	行李检查	三期南门	
8		CMEX-B6550	III 类	行李检查	六期西门	
9		CMEX-B6550	III 类	行李检查	第一牵引道	
10		CMEX-B6550	III 类	行李检查	12BAY 通道	
11		CMEX-100120N	III 类	货物检查	12BAY 仓库	
12		CMEX-B6550	III 类	行李检查	三期南门（备用）	
13	DEX6550	III 类	行李检查	备用		

目前在用的射线装置均已履行了相关环保手续，无遗留环保问题。

2、现有辐射安全管理情况

(1) 辐射安全与环境保护管理机构

厦门太古飞机工程有限公司已组建辐射安全和防护领导小组，指定专人负责辐射安全与环境保护管理工作，并明确各成员管理职责，满足环保相关管理要求。

(2) 辐射安全管理规章制度

厦门太古飞机工程有限公司已针对现有核技术利用项目制定了辐射安全管理规章制度及辐射事故应急预案，主要包括《辐射安全管理制度》、《射线装置安全操作规程》、《辐射防护监测管理》、《辐射工作人员培训/再培训管理制度》及《辐射事故应急预案》。

厦门太古飞机工程有限公司制定的辐射安全管理规章制度较完备且具有一定的可行性，满足现有核技术利用项目和本项目对辐射安全管理规章制度的需求。厦门太古飞机工程有限公司能够按照辐射安全管理规章制度进行管理，辐射工作人员也能够严格按照各项规章制度开展工作，满足环保相关管理要求。

### （3）辐射监测和年度评估

厦门太古飞机工程有限公司每年均委托有资质单位对辐射工作场所进行监测，监测结果满足相关标准要求；每年对本单位辐射工作场所的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告，满足环保相关管理要求。

### （4）个人剂量监测与健康体检

厦门太古飞机工程有限公司现有辐射工作人员均已配备个人剂量计，已定期（每季度一次）送有资质部门进行个人剂量监测，建立了个人剂量档案，现有辐射工作人员的受照剂量均未超过职业人员年剂量管理限值要求。

厦门太古飞机工程有限公司已定期（1 年/次）组织现有辐射工作人员进行了职业健康体检，并建立辐射工作人员职业健康监护档案，根据最近一次职业健康体检报告（体检日期为 2021 年 12 月），现有辐射工作人员均可继续原放射工作，满足环保相关管理要求。

### （5）辐射安全和防护知识培训

厦门太古飞机工程有限公司现有辐射工作人员均已按要求参加辐射安全与防护考核，成绩合格，证书均在有效期内，满足环保相关管理要求。

### （6）运行情况

厦门太古飞机工程有限公司开展核技术利用项目至今，未发生过辐射安全事故。

**表 2 放射源**

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) ×枚数	类别	活种动类	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	活种动类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：等效操作量和操作方式见国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)。

**表 4 射线装置**

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	工业 X 射线探伤机	II 类	1	ERESCO 42MF4	200	10	工业探伤	曝光室、机库内	定向、便携式
2	工业 X 射线探伤机	II 类	1	ERESCO 200MF4-R	200	10	工业探伤	曝光室、机库内	定向、便携式
3	工业 X 射线探伤机	II 类	2	型号未定	200	10	工业探伤	曝光室、机库内	定向、便携式
4	工业 X 射线探伤机	II 类	1	ERESCO 65MF4	300	10	工业探伤	曝光室、机库内	定向、便携式

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/



表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(2014 年修订), 2015 年 1 月 1 日起实施;</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年修订), 2018 年 12 月 29 日起实施;</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》, 2003 年 10 月 1 日起实施;</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2019 年修订), 2019 年 3 月 2 日起实施;</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》(2017 年修订), 2017 年 10 月 1 日起实施;</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021 年修订), 2021 年 1 月 4 日起实施;</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年版), 2021 年 1 月 1 日起实施;</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》, 2011 年 5 月 1 日起实施;</p> <p>(9) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》, 国家环境保护总局文件, 环发[2006]145 号文;</p> <p>(10) 《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 号公告, 2017 年 12 月 5 日起实施;</p> <p>(11) 《国家危险废物名录》(2021 年版), 2021 年 1 月 1 日起施行;</p> <p>(12) 《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》, 2019 年 11 月 1 日起施行;</p> <p>(13) 《关于发布&lt;建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法&gt;配套文件的公告》, 2019 年 11 月 1 日起施行;</p> <p>(14) 《生态环境部关于启用环境影响评价信用平台的公告》, 2019 年 10 月 25 日生成;</p> <p>(15) 《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>
------	--

	<p>(16) 《产业结构调整指导目录(2019年本)》(2021年修改), 2021年12月30日起施行;</p> <p>(17) 福建省环保厅关于印发《核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲》(试行)的通知(闽环保辐射〔2013〕10号)。</p>
<p>技 术 标 准</p>	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016);</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则——核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016);</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021);</p> <p>(4) 《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021);</p> <p>(5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);</p> <p>(6) 《工业X射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015);</p> <p>(7) 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014);</p> <p>(8) 《用于光子外照射放射防护的剂量转换系数》(GBZ/T144-2002)。</p>
<p>其 它</p>	<p>(1) 项目委托书;</p> <p>(2) 厦门太古飞机工程有限公司提供的与本项目相关资料;</p> <p>(3) 厦门太古飞机工程有限公司辐射安全许可证。</p>

**表 7 保护目标与评价标准**

**7.1 评价范围**

本项目为使用 5 台 X 射线探伤机，可分别在曝光室内固定探伤、机库内移动探伤，运行过程中主要为电离辐射对周围环境的影响。根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的相关规定，考虑项目的实际情况，本项目评价范围为：①曝光室屏蔽墙体外周边 50m 范围，②机库内以探伤设备为中心的 100m 范围内。

**7.2 保护目标**

按照本项目的评价范围及项目的特殊性，确定本项目的主要环境保护目标。本项目的 X 射线探伤机在曝光室内均为隔室操作、在机库内为移动式现场探伤，本项目周围环境及主要环境保护目标见表 7.1。

**表 7.1 项目周边环境及保护目标**

名称	周围环境		主要环境保护目标	规模	评价标准
曝光室	北墙外	内部道路	偶尔经过的人员（公众人员）	流动人群（2 人）	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）
	南墙外	预留车间	车间人员（公众人员）	3 人	
	西墙外	烧焊车间	车间人员（公众人员）	5 人	
	东墙外	操作室、评片室	操作室的职业人员	2 人	
	曝光室顶外表面	客舱车间	车间人员（公众人员）	2 人	
机库内	机库内为移动式现场探伤，无固定环境敏感目标；		控制区外监督区内的探伤人员，以及偶尔进入监督区的其他人员为环境保护目标。		

**7.3 评价标准**

辐射环境评价标准采用《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），包括职业照射、公众照射剂量限值。X 射线探伤机工作场所空气比释动能率的控制标准采用《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015），包括 X 射线探伤机控制区、监督区的划分。

剂量限值分为有效剂量限值和对单个器官的当量剂量限值，根据本项目的情况，仅列出有效剂量限值。

**（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）**

**B1.1 职业照射中 B1.1.1.1 条规定：应对任何工作人员的职业照射水平进行控**

制，使之不超过下述限值：

a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯平均），20mSv；

b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；

**B1.2 公众照射中 B1.2.1 规定：**实践使公众中有关键人群组的成员所受到的平均剂量估算值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

b) 特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv；

综合考虑厦门太古飞机工程有限公司使用射线装置的具体情况和将来发展，并为其他辐射设施和实践留有余地，取年有效剂量限值的 1/4 作为职业人员的年受照剂量约束值，即 5mSv/a；取公众年剂量限值的 1/4 作为公众的年受照剂量约束值，即 0.25mSv/a。

### **(2) 现场 X 探伤场所空气比释动能率控制标准**

X 射线探伤机工作场所空气比释动能率的控制标准采用《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015），包括 X 射线探伤机控制区、监督区的划分。被检物体周围的空气比释动能率大于 15 $\mu$ Sv/h 的范围内划为控制区，控制区边界外空气比释动能率大于 2.5 $\mu$ Sv/h 的范围内划为监督区。

### **(3) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）**

本标准规定了工业 X 射线探伤室探伤、工业 X 射线 CT 探伤与工业 X 射线现场探伤的放射防护要求。

本标准适用于 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置（以下简称 X 射线装置或探伤机）进行的探伤工作。

#### **3 工业 X 射线探伤装置放射防护的性能要求**

##### **3.1 设备技术要求**

###### **3.1.2 控制台**

3.1.2.1 应设置有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。

3.1.2.2 应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。

3.1.2.3 控制台或 X 射线管头组装体上应设置与探伤室防护门联锁的接口，当所有能进入探伤室的门未全部关闭时不能接通 X 射线管管电压；已接通的 X 射

线管管电压在任何一个探伤室门开启时能立即切断。

3.1.2.4 应设有钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

3.1.2.5 应设置紧急停机开关。

3.1.2.6 应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

## 4 工业 X 射线探伤室探伤的放射防护要求

### 4.1 防护安全要求

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

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

4.1.3 X 射线探伤室墙和入口门的辐射屏蔽应同时满足；

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

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

4.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

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

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

4.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，并保证在门（包括人员门和货物门）关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。门打开时应立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。

4.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。

4.1.7 照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。

4.1.8 探伤室内、外醒目位置处应有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。

4.1.9 探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。

4.1.10 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应当带有标签，标明使用方法。

4.1.11 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。

## 5 工业 X 射线现场探伤的防护要求

### 5.1 X 射线现场探伤作业分区设置要求

5.1.1 探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，并在相应的边界设置警示标识。

5.1.2 一般应将作业场所中周围剂量当量率大于  $15\mu\text{Sv/h}$  的范围内划为控制区。如果每周实际开机时间明显不同于 7h，控制区边界周围剂量当量率应按式(1)计算：

$$K=100/t\text{.....(1)}$$

式中：K ——控制区边界周围剂量当量率,单位为微希沃特每小时( $\mu\text{Sv/h}$ )；

t ——每周实际开机时间，单位为小时(h)；

100——5mSv 平均分配到每年 50 工作周的数值，即  $100\mu\text{Sv/周}$ 。

5.1.3 控制区边界应悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，探伤作业人员在控制区边界外操作，否则应采取专门的防护措施。

5.1.4 现场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，X 射线探伤机应用准直器，视情况采用局部屏蔽措施（如铅板）。

5.1.5 控制区的边界尽可能设定实体屏障，包括利用现有结构（如墙体）、临时屏障或临时拉起警戒线（绳）等。

5.1.6 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。

5.1.7 现场探伤工作在多楼层的工厂或工地实施时，应防止现场探伤工作区上层或下层的人员通过楼梯进入控制区。

5.1.8 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。

## 表 8 环境质量和辐射现状

### 8.1 项目地理和场所位置

厦门太古飞机工程有限公司飞机维修基地拟整体搬迁至厦门市翔安区 13-20 大嶝片区机场北路与环嶝路交叉口东南侧(即厦门翔安新机场 2 号北跑道西北侧),项目曝光室位于飞机维修基地 2 号机库北侧 1 层, X 射线机存放于 2 层的 NDT 工具房,曝光室北侧约 37m 为 4 号办公楼,西、东、南侧为 2 号机库内部,项目现状及周边环境均为空地。

### 8.2 监测内容

监测内容为项目拟建址及周围环境的辐射水平现状,监测点位详见图 8.1。

### 8.3 监测仪器与规范

监测仪器参数与规范见表 8.1。

表 8.1 监测仪器参数与规范

仪器设备名称	便携式 X、 $\gamma$ 辐射仪
仪器设备型号	HD2005
管理编号	ESE-C040
检定单位	深圳市计量质量检测研究院
检定证书编号	224700136
有效期	2022 年 1 月 20 日-2023 年 1 月 19 日
测量范围	$1 \times 10^{-8} \text{Gy/h} \sim 1 \times 10^{-4} \text{Gy/h}$
探测下限	$1 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$
检测依据	《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021) 《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)

### 8.4 质量保证措施

- (1) 合理布设监测点位,保证各监测点位布设的科学性和可比性。
- (2) 监测方法采用国家有关部门颁布的标准,监测人员经考核并持有合格证书上岗。
- (3) 监测仪器每年定期经计量部门检定,检定合格后方可使用。
- (4) 由专业人员按操作规程操作仪器,并做好记录。
- (5) 监测报告严格实行三级审核制度,经过校对、校核,最后由技术总负责人审定。
- (6) 通过国家级计量认证及中国实验室国家认可委员会认可。

### 8.5 监测结果及分析

监测结果见表 8.2。

**表 8.2 拟建曝光室环境  $\gamma$  辐射剂量率监测结果**

序号	监测位置	环境 $\gamma$ 辐射剂量率 ( $\times 10^{-8}$ Gy/h)
1	项目西墙侧	10.3
2	项目南墙侧	9.8
3	项目东墙侧	10.1
4	项目北墙侧	10.5
5	项目中央点位	10.2

注：检测结果扣除宇宙射线响应。

由表 8.2 可知,拟建曝光室所在地及周边环境辐射水平在在 0.098~0.105 $\mu$ Gy/h 之间,处于福建省室内、室外辐射环境本底范围值内(注:福建省室内辐射环境本底范围值 0.071~0.352 $\mu$ Gy/h,室外辐射环境本底范围值 0.039~0.399 $\mu$ Gy/h,来源于《中国环境天然放射性水平》)。

表 9 项目工程分析与源项

## 9.1 工程设备和工艺分析

### 9.1.1 产品概述

X 射线机是产生 X 射线的装置，其主要由 X 射线管和 X 光机电源以及控制电路等组成，而 X 射线管又由阴极灯丝和阳极靶以及真空玻璃管组成，X 射线机电源又可分为高压电源和灯丝电源两部分，其中灯丝电源用于为灯丝加热，高压电源的高压输出端分别夹在阴极灯丝和阳极靶两端，提供一个高压电场使灯丝上活跃的电子加速流向阳极靶，形成一个高速的电子流，轰击阳极靶面后，99% 转化为热量，1% 由于韧致辐射产生 X 射线。厦门太古飞机工程有限公司使用的 X 射线探伤机型号为 ERESO 型，均为风冷式定向探伤机。



图 9.1 项目使用 X 射线机照片示意图

### 9.1.2 工作原理

X 射线探伤机接通电源后，通过控制单元控制并发射射线，射线束穿透被检零件到达感光胶片，检测人员通过分析感光胶片影像来确定被检零件的状态。射线在穿透零件时，部分被零件吸收和散射，如零件内部存在裂纹、腐蚀、空洞等不连续性，会使被检材料在射线束方向的有效厚度减小，减少射线衰减，从而影响到达胶片的射线强度。潜影后的胶片经过处理形成可见的图像，即射线底片，检测人员通过底片分析被检零件是否存在缺陷。

项目使用的 X 射线探伤机的工作电流是固定的（为 5mA），工作电压连续可调，可以根据检测工件厚度进行选择设定，最大工作电压为 300kV。有用线束形状为圆锥形，辐射角小于  $40^\circ$ （即轴线与锥面夹角为  $20^\circ$ ），立体角为  $4\pi$  的 3%。工作原理图见图 9.2。

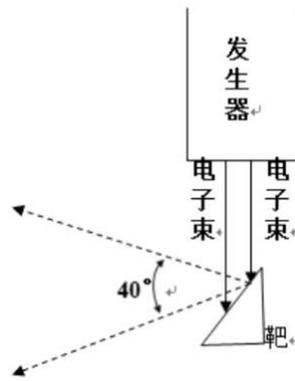


图 9.2 X 射线探伤的工作原理

### 9.1.3 设备结构组成

本探伤系统主要由控制器、X 射线发生器、电源电缆、连接电缆等附件组成。X 射线管示意图见图 9.3。

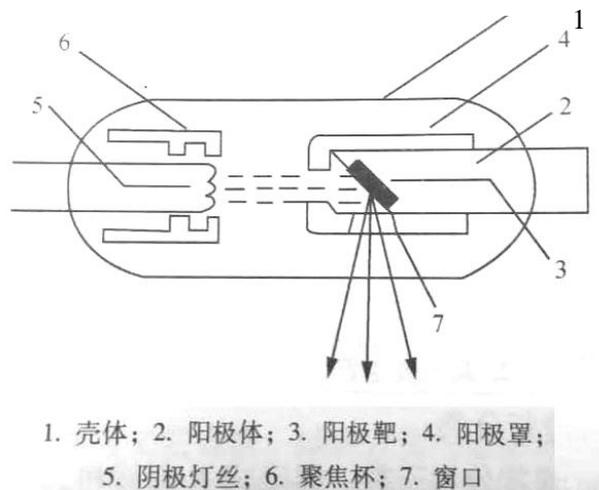


图 9.3 X 射线管示意图

### 9.1.4 探伤操作流程

#### ①曝光室

将零件通过人工或其他运输设备运至曝光室内，将探伤机放置在平台上，清理曝光室内人员，关闭防护门，确认曝光室内无人员滞留及防护门关闭好的情况下，实施探伤作业。

#### ②机库

接到机库检测任务，应先对现场安全状况进行确认，如存在安全隐患或不适于检测作业，应及时要求责任部门进行整改，整改完毕后方可进行检测作业。

提前定制工作计划，包括工作天数、曝光次数、所需胶片数量及其它需要注意的事项。当计划确定后，由计划人员在现场施工范围内进行宣传通告。确保所有员

工知道 X 射线的危害性，并在辐射工作期间自觉远离辐射工作区域。

射线工作前安全员对辐射区域进行巡视、人员清场，待清场后迅速设置和固定探伤机、划出控制区与监督区并设置警戒线和警示标志。操作人员及安全员在整个射线工作过程中必须携带“个人辐射剂量仪”等防护用品。

操作人员在划定监督区域后，布置胶片及曝光场景，进行电压、电流和曝光时间的参数设置，启动延时曝光按钮后人员迅速撤离至警戒线外。

曝光结束后关闭射线机，对已曝光的胶片进行回收并布置下一次的曝光场景。

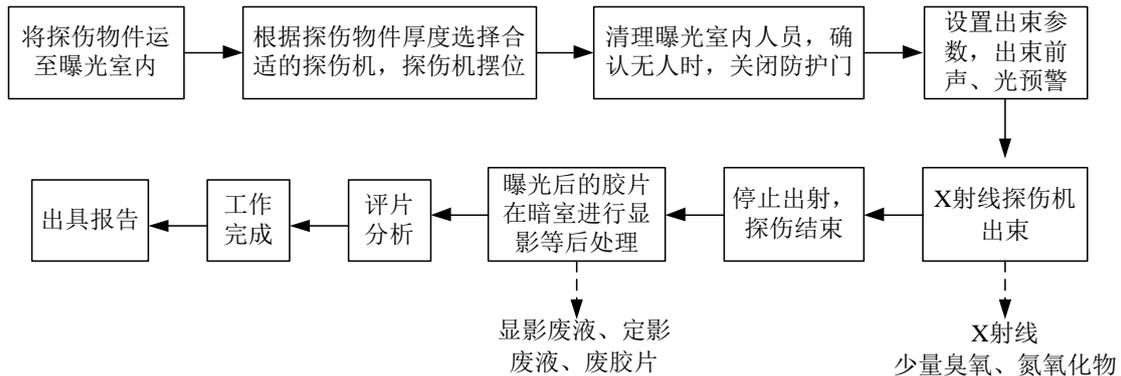


图 9.4 曝光室工作流程及产污环节

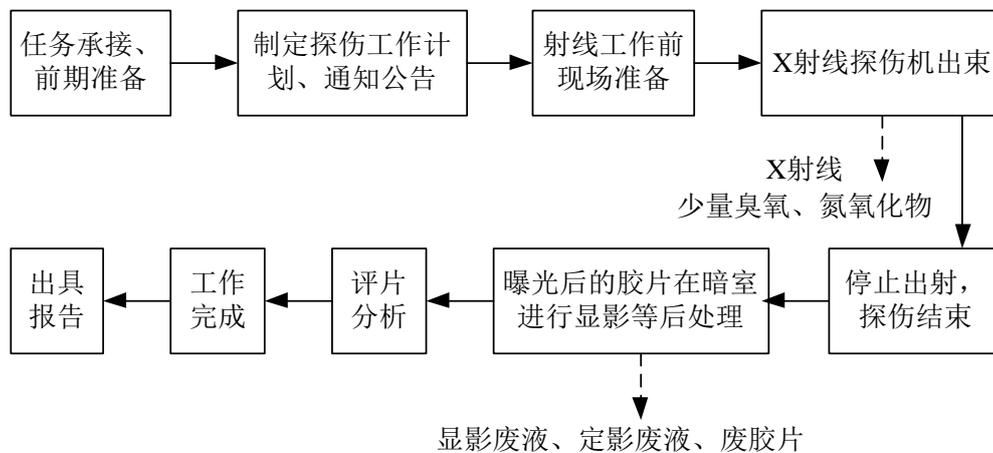


图 9.5 机库内移动探伤工作流程及产污环节

当天的射线工作完成后，已曝光的胶片在暗室进行洗片；进行评片工作，出具检测报告。

### 9.1.5 人流、物流路径规划

项目曝光室北墙拟设置工件进出门，东墙拟设置人员进出门，工件均从工件门进出探伤室，辐射工作人员均从人员门进出探伤室。

## 9.2 污染源项描述

### 9.2.1 辐射污染源分析

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

### 9.2.2 非辐射污染源分析

(1) X 射线工作状态时，会产生电离产生少量臭氧和氮氧化物，但总体平均浓度较低，臭氧在排入空气 50 分钟后，会自动分解为氧气，对大气环境基本没有影响。

(2) X 射线探伤机在运行时无其它废气、废水和固体废弃物产生。

(3) 项目洗片工作会产生固体废弃物，全部委托有资质单位进行安全处置。

### 9.2.3 正常工况的污染途径

X 射线探伤机在对工件进行照相的工况下，X 射线经透射、散射、漏射，对作业场所及周围环境及人员产生的辐射影响。

### 9.2.4 事故工况的污染途径

项目使用 II 类射线装置在曝光室内进行固定式 X 射线探伤、在机库内进行移动式 X 射线探伤，可能发生的辐射事故如下：

(1) 探伤过程中工作人员或其他人员误留在曝光室内或移动探伤设置的控制区内，致使其受到照射；

(2) 由于安全联锁等装置失灵，探伤过程中，工作人员或其他人员误入曝光室内或移动探伤设置的控制区内，致使其受到照射；

(3) 由于安全联锁装置失灵，X 射线探伤机在开机曝光时，探伤室防护门未能完全关闭，致使 X 射线泄漏到探伤室外面，给周围活动的人员造成不必要的照射；

(4) 机器调试、检修时误照。探伤机在调试或检修过程中，责任者脱岗，不注意防护或他人误开机使人员受到照射。

事故工况下产生的污染物和污染途径与正常工况下一致。

**表 10 辐射安全与防护**

**10.1 项目安全设施**

**10.1.1 控制区与监督区划分**

项目将 X 射线探伤机辐射工作场所分为控制区、监督区，曝光室内固定探伤：曝光室内部区域为控制区，曝光室外部相邻区域范围内划为监督区；机库内移动探伤：被检物体周围的空气比释动能率大于  $15\mu\text{Sv/h}$  的范围内划为控制区，控制区边界外空气比释动能率大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$  的范围内划为监督区；实行分区管理，避免人员误闯入或误照。

**10.1.2 辐射防护屏蔽设计**

项目拟建的曝光室墙体及顶棚材料均采用混凝土，具体屏蔽情况详见表 10.1。

曝光室电缆管道、通风管道均采用地下 U 型管道，从地面下约 10cm 处穿墙，不破坏探伤室的整体屏蔽效果。

为了避免辐射泄漏过大，曝光室防护门设计安装时，应尽量减小防护门与搭接墙体之间的缝隙，防护门与屏蔽墙、地面之间的搭接宽度至少应为门缝的十倍。

**表 10.1 曝光室污染防治措施情况一览表**

曝光室净尺寸	屏蔽体	材料、厚度
8.22m*7.0m*4.85m (长、宽、高)	北墙、南墙	600mm 混凝土
	西墙、东墙、迷道	320mm 混凝土
	顶棚	280mm 混凝土
	工件门（位于北侧）	防护门铅当量 15mmPb
	人员门（位于东侧）	防护门铅当量 15mmPb

注：混凝土密度不低于  $2.35\text{t/m}^3$ ，铅密度为  $11.3\text{t/m}^3$

**10.1.3 辐射安全措施**

**曝光室内固定探伤拟采取以下辐射安全措施：**

- ①曝光室、控制台设置监视和对讲设备。
- ②曝光室门口和内部同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，“预备”和“照射”信号有明显区别，并与区域内其他报警信号有明显区别。状态指示灯与 X 射线探伤装置设置联锁装置。
- ③曝光室设置门-机联锁装置，保证在门关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。门打开时立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。
- ④曝光室内设置急停按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。急停按钮带有标签，标明使用方法。

⑤曝光室防护门上设置电离辐射警告标志和中文警示说明。

⑥曝光室内、外醒目位置处拟设置清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。

⑦曝光室设计了机械排风系统，排风口拟设置在所在建筑东北侧顶部，处位置避开了有用线束方向，排风口大小为 30cm×20cm，拟配备的排气扇排气能力为 1200m<sup>3</sup>/h，能使曝光室有效换气次数 4 次/h 以上，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）“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。”要求。

⑧工作人员操作时佩带个人剂量计，并定期送检，配备个人剂量报警仪。

⑨配备铅防护服、个人剂量报警器等辐射防护用品，配备辐射监测仪。

#### 机库内移动探伤拟采取以下辐射安全措施：

①对工作场所实行分区管理，控制区边界架设红外监控报警仪，或悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”，探伤作业人员在控制区边界外操作，必要时设专人警戒。

②探伤机控制台设置在合适位置或设置延时开机装置，尽可能降低操作人员的受照剂量。

③配备环境监测用 X-γ 辐射空气吸收剂量率仪、警示标志牌、辐射安全警示笛、安全警示灯、红外监控报警仪、辐射作业警戒隔离带。

④配备个人剂量报警器、个人辐射监测剂量计。

厦门太古飞机工程有限公司已制定了严格的 X 射线探伤机管理制度《辐射安全管理制度》和安保措施，X 射线机存放在 2 号机库 2 层的 NDT 工具房，射线主机及控制台分开存放，且是断电存放。曝光室在下班后，由安全员专人锁门保管钥匙；控制台的钥匙由安全员专人保管，工作前由安全员指定方能借出，并签署“射线装置使用登记表”。

#### 辐射防护措施符合性分析

项目辐射防护措施合理性分析采用《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）进行分析，见表 10.2、表 10.3。

表 10.2 项目曝光室辐射防护措施符合性分析表

标准防护要求	项目方案	符合性
控制台： 应设置有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间	项目控制台拟设置 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间	符合

<p>选取及设定值显示装置。</p> <p>应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。</p> <p>控制台或 X 射线管头组装体上应设置与探伤室防护门联锁的接口，当所有能进入探伤室的门未全部关闭时不能接通 X 射线管管电压；已接通的 X 射线管管电压在任何一个探伤室门开启时能立即切断。</p> <p>应设有钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。</p> <p>应设置紧急停机开关。</p> <p>应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。</p>	<p>选取及设定值显示装置。</p> <p>拟设置有高压接通时的外部报警或指示装置。</p> <p>控制台或 X 射线管头组装体上拟设置与探伤室防护门联锁的接口，当所有能进入探伤室的门未全部关闭时不能接通 X 射线管管电压；已接通的 X 射线管管电压在任何一个探伤室门开启时能立即切断。</p> <p>拟设有钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。</p> <p>拟设置紧急停机开关。</p> <p>拟设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。</p>	
<p>探伤室的设置应充分考虑周围的辐射安全，操作室应与探伤室分开并尽量避开有用线束照射的方向。</p>	<p>项目曝光室与操作室分开，主射线方向朝南，避开操作室方向。</p>	符合
<p>应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。</p>	<p>曝光室划定了控制区和监督区，曝光室内为控制区，曝光室周边为监督区。</p>	符合
<p>X 射线探伤室墙和入口门的辐射屏蔽应同时满足：</p> <p>a)人员在关注点的周剂量参考控制水平,对职业工作人员不大于 100<math>\mu</math>Sv/周,对公众不大于 5<math>\mu</math>Sv/周；</p> <p>b)关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5<math>\mu</math>Sv/h。</p>	<p>由以上估算结果可知，曝光室屏蔽墙外 30cm 处空气比释动能率最大为 1.62<math>\mu</math>Sv/h，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中曝光室屏蔽墙外 30cm 处关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5<math>\mu</math>Sv/h 的要求。</p>	符合
<p>探伤室顶的辐射屏蔽应满足：</p> <p>a)探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同 4.1.3；</p> <p>b)对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 100<math>\mu</math>Sv/h。</p>	<p>曝光室上方为车间，曝光室顶外 30cm 处最大剂量率为 1.44<math>\mu</math>Sv/h，小于 2.5<math>\mu</math>Sv/h。</p>	符合
<p>探伤室应设置门-机联锁装置，并保证在门(包括人员门和货物门)关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。门打开时应立即停止 X 射线照射,关上门不能自动开始 X 射线照射。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。</p>	<p>拟在曝光室设置门机联锁装置。</p>	符合
<p>探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和</p>	<p>拟在曝光室内外均安装状态指示</p>	符合

“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。	灯和声音提示装置。	
照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。	状态指示灯与 X 射线探伤机拟设置联锁装置。	符合
探伤室内、外醒目位置处应有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。	拟在曝光室内、外醒目位置处设置清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。	符合
探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。	拟在曝光室防护门上设置电离辐射警告标识和中文警示说明。	符合
探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应当带有标签，标明使用方法。	拟在曝光室内设置紧急停机按钮，并设置标签和使用说明。	符合
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。	曝光室设置排气扇，排气能力为 1200m <sup>3</sup> /h，能保证曝光室每小时有效通风换气次数不小于 4 次。	符合

**表 10.3 项目移动探伤辐射防护措施符合性分析表**

标准防护要求	项目方案	符合性
探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，并在相应的边界设置警示标识。 一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 15μSv/h 的范围内划为控制区。	项目探伤作业时，根据实际情况对工作场所实行分区管理，并在相应的边界设置警示标识。	符合
控制区边界应悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，探伤作业人员在控制区边界外操作，否则应采取专门的防护措施。	控制区边界架设红外监控报警仪，或悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”，探伤作业人员在控制区边界外操作，必要时设专人警戒。	符合
现场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，X 射线探伤机应用准直器，视情况采用局部屏蔽措施（如铅板）。	项目移动探伤作业过程中，控制区内无其他工作。X 射线探伤机用准直器，视情况采用局部屏蔽措施（如铅板）。	符合
控制区的边界尽可能设定实体屏障，包括利用现有结构(如墙体)、临时屏障或临时拉起警戒线(绳)等。	控制区的边界根据实际情况设置屏障，包括利用现有结构、临时拉起警戒线、架设红外监控报警仪等。	符合
应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5μSv/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。	控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5μSv/h 的范围划为监督区，并在其边界架设红外监控报警仪，或悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。	符合
现场探伤工作在多楼层的工厂或工地实施时，应防止现场探伤工作区上层或下层的	项目移动探伤作业前会发布通知，告知射线工作时间和射线的辐射危	符合

人员通过楼梯进入控制区。	害性，现场探伤工作在多楼层的工厂或工地实施时，防止现场探伤工作区上层或下层的人员通过楼梯进入控制区。	
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。	探伤机控制台根据实际情况布置，设置在合适位置或设有延时开机装置。	符合

## 10.2 三废的治理

### (1) 废气

项目 X 射线探伤机运行过程中，因射线与空气相互作用会产生少量的臭氧及氮氧化物，臭氧在空气中 50 分钟后会自动分解为氧气。项目曝光室东侧靠墙方向拟设置机械排风系统，排风管道采用 U 形从地面下方穿墙，设计排风能力为 1200m<sup>3</sup>/h，曝光室体积为 279m<sup>3</sup>（8.22m\*7.0m\*4.85m），有效换气次数可以达到 4 次/h 以上，臭氧及氮氧化物通过楼顶排风管道排至大气环境，经扩散、分解、稀释后，对周边环境基本没有影响。

### (2) 危险废物

项目使用 X 射线探伤，采用射线照相，经显影液显影后再经定影液定影后成像。此过程将产生显影、定影废液和废胶片，属于《国家危险废物名录》中 HW16 危险废物。项目洗片作业均在暗室内进行，洗片作业产生的显影、定影废液首先收集于收集桶内，废胶片收集于防漏胶袋内，后统一暂存于厂内危废暂存间内，计划继续委托现有处置单位福建兴业东江环保科技有限公司和厦门晖鸿环境资源科技有限公司

表 11 环境影响分析

## 11.1 建设阶段对环境的影响

### 11.1.1 施工噪声环境影响分析

由于施工机械的流动性和作业的间歇性及环境的复杂性，施工边界噪声增量难以定量给出。此外，本项目施工机械噪声源强大，但周边无敏感目，主要从提出污染防治措施方面降低施工噪声对周围环境的影响。

### 11.1.2 施工期扬尘影响分析

施工期易发生的各类扬尘源都属于无组织排放的瞬时面源，其源强大小与扬尘颗粒物的粒径大小、比重以及环境的风速、湿度等因素有关，风速越大、颗粒越小、土沙的含水率越低，扬尘的产生量就越大。施工期各类扬尘的产生高度都较低，粉尘颗粒也比较大，污染扩散的距离不会很远，其影响主要在施工场地下风向区域。根据以上对污染源的分析，在扬尘点下风向 0~50m 为较重污染带，50~100m 为污染带，100~150m 为轻污染带，150m 以外对大气影响甚微。在干燥、风速大的气候条件下，这种影响更大。

运输车辆道路扬尘强度除了与风速、湿度等因素有关，还与路面状况有关。据实地踏勘，本项目可进出施工区域的主要道路为水泥路面，逢车辆经过时会产生少量粉尘污染，但由于施工规模较小，且在颗粒的重力沉降作用下，对周围环境影响较小。

### 11.1.3 施工废水

项目施工高峰期所需施工人员约 10 人，用水量按 150L/人·天计算，污水排放系数按 0.8 计算，则排放量约为 1.2m<sup>3</sup>/d；污染物产生浓度约为：COD 450mg/L、BOD<sub>5</sub> 350mg/L、SS 400mg/L、氨氮 35mg/L。

项目施工现场设置临时化粪池，施工现场的少部分污水经化粪池处理后回用或用于周边绿化；施工产生的工艺废水主要为设备清洗废水，经沉淀处理后，用于场地抑尘，不外排，对周围环境影响较小。

### 11.1.4 施工固体废物

施工期生活垃圾按 0.5kg/人·d 计，施工人员约 10 人，则施工生活垃圾产生量约为 5kg/d。生活垃圾应置于飞机维修基地内部垃圾收集箱内，定期由环卫工人送至附近的垃圾中转站。

施工建筑垃圾主要包括砂石、石块、碎砖瓦、废木料、废金属、废钢筋等杂物，

根据建筑垃圾量计算标准，各设备房在建设过程每平方米将产生 0.03t 垃圾。经计算将产生约 5t 建筑垃圾。

本项目施工过程中还将产生一定的弃土量，建筑垃圾和弃土应分类存放、加强管理。在此基础上，对周围环境影响小。

### 11.1.5 其他影响分析

拟购入的各设备安装和调试由厂家进行，安装调试的过程中，只要严格按照相关使用说明和管理制度执行，对周围环境辐射影响很小。

因此，本项目施工期环境影响很小。

## 11.2 运行阶段对环境的影响

根据工程分析可知，本项目运行后主要的环境影响是 X 射线探伤机工作时产生的 X 射线对周围环境的辐射影响。本报告对本项目的辐射环境影响采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及其他理论计算公式进行分析评价。

### 11.2.1 曝光室外关注点剂量率计算

项目 X 射线探伤机均为定向探伤机，曝光室内不会同时使用 2 台及以上 X 射线探伤机，故理论计算时，按最高能量的 X 射线探伤机进行计算，即用管电压为 300kV、管电流为 5mA 的 X 射线探伤机进行计算。

X 射线探伤机主射方向朝南侧，探伤机探伤时距墙体最近距离为 1.5m，距地面高度为 0.7m。

#### (1) 有用线束的屏蔽

##### ①理论计算公式

对于给定的屏蔽物质厚度时，屏蔽体外关注点的剂量率计算公式如下：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \cdot I \cdot B}{R^2} \quad (11-1)$$

$\dot{H}$  ——屏蔽体外关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{H}_0$  ——距辐射源点 1m 处的输出量， $\text{mGy} \times \text{m}^2 / (\text{mA} \times \text{min})$ ；

R ——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

I ——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

B ——辐射屏蔽透射因子；

$$B = 10^{-X/\text{TVL}} \quad (11-2)$$

X——屏蔽物质厚度；

TVL——见附录 B 表 B.2；

### ②估算结果

公司 X 射线探伤机有用线束方向朝曝光室南墙，有用线束墙外 30cm 处的剂量率计算结果见表 11.1。

表 11.1 有用线束方向关注点外剂量率计算结果

位置	屏蔽物质厚度	透射因子 B	$\dot{H}_0$ mGy×m <sup>2</sup> / (mA×min)	I (mA)	R (m)	$\dot{H}$ (μSv/h)
南墙外 30cm	600mm 混凝土	1.0×10 <sup>-6</sup>	20.9	5	2.4	1.09

R=1.5m（辐射源点与墙体距离）+0.6（墙体厚度）+0.3m（关注点与墙体距离）

曝光室的各墙、大防护门及探伤室顶外表面需考虑 X 射线的散射及泄漏辐射影响。计算时，从保守角度考虑，X 射线探伤机位于距各墙体最近的位置：北、西、东均为 2m，顶棚为 4.15m。

### （2）泄漏辐射的屏蔽

#### ①理论计算公式

对于给定的屏蔽物质厚度时，屏蔽体外关注点的剂量率计算公式如下：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad (11-3)$$

$\dot{H}$  ——屏蔽体外关注点的剂量率，μSv/h；

$\dot{H}_L$  ——距辐射源点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，μSv/h；由《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1 可知，大于 200kV 的 X 射线管组装体 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率 5000μSv/h；

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B——辐射屏蔽透射因子。

#### ②估算结果

由《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）的表 1 可知，大于 200kV 的 X 射线探伤机的泄漏辐射率为 5000μSv/h，本次环评的 X 射线探伤机最大的管电压为 300kV，故泄漏辐射率取 5000μSv/h。计算结果见表 11.2。

表 11.2 泄漏辐射方向关注点外剂量率计算结果

序号	位置	屏蔽物质厚度	透射因子 B	$\dot{H}_0$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	R (m)	$\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )
1	防护大门外 30cm	铅当量 15mm	$2.34 \times 10^{-3}$	5000	2.9	1.39
2	东墙外 30cm	320mm 混凝土	$1.90 \times 10^{-4}$	5000	2.62	0.14
3	西墙外 30cm	320mm 混凝土	$1.90 \times 10^{-4}$	5000	2.62	0.14
4	顶外表面 30cm	280mm 混凝土	$5.55 \times 10^{-4}$	5000	4.73	0.12

### (3) 散射辐射的屏蔽

#### ①理论计算公式

对于给定的屏蔽物质厚度时，屏蔽体外关注点的剂量率计算公式如下：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \cdot I \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad (11-4)$$

$\dot{H}$  ——屏蔽体外关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{H}_0$  ——距辐射源点 1m 处的输出量， $\text{mGy} \times \text{m}^2 / (\text{mA} \times \text{min})$ ；

$R_0$  ——辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，m；

$R_s$  ——散射体至关注点的距离，m；

I ——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

B ——辐射屏蔽透射因子；

F —— $R_0$  处的辐射野面积， $\text{m}^2$ ；

$\alpha$  ——散射因子。

#### ②估算结果

此次环评的 X 射线探伤机圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为  $20^\circ$ ；由《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）B.4.2 可知， $R_0 / (F \times \alpha)$  因子取值 50（200kV~400kV）。计算时，选取曝光室内管电压最大的探伤机进行计算，由《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2 可知，300kV 的散射辐射能量为 200kV，什值层厚度取相应散射能量的对应值。

表 11.3 关注点处（散射辐射）剂量率计算结果

序号	位置	屏蔽物质厚度	透射系数 B	$\dot{H}_0$ $\text{mGy} \times \text{m}^2 /$ $(\text{mA} \times \text{min})$	电流 I (mA)	R (m)	$\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )
1	防护大门外 30cm	铅当量 15mm	$1.93 \times 10^{-11}$	8.9	5	2.9	$1.23 \times 10^{-7}$

2	东墙外 30cm	320mm 混 凝土	$1.90 \times 10^{-4}$	8.9	5	2.62	1.48
3	西墙外 30cm	320mm 混 凝土	$1.90 \times 10^{-4}$	8.9	5	2.62	1.48
4	顶外表面 30cm	280mm 混 凝土	$5.55 \times 10^{-4}$	8.9	5	4.73	1.32

#### (4) 泄漏辐射与散射辐射叠加

曝光室非有用线束方向的泄漏辐射及散射辐射剂量率叠加值见表 11.4。

表 11.4 非有用线束方向关注点处剂量率计算结果

序号	位置	泄漏辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	散射辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	合计 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
1	防护大门外 30cm	1.39	$1.23 \times 10^{-7}$	1.39
2	东墙外 30cm	0.14	1.48	1.62
3	西墙外 30cm	0.14	1.48	1.62
4	顶外表面 30cm	0.12	1.32	1.44

#### (5) 迷道入口门处的剂量率

①理论计算公式

$$H_{L,h} = \frac{F_{j0} \cdot \alpha_{\gamma 1} \cdot \alpha_{\gamma 2} \cdot a_1 \cdot a_2}{r_1^2 \cdot r_{R1}^2 \cdot r_{R2}^2} \cdot B \quad (11-5)$$

$H_{L,h}$ ——关注点处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$F_{j0}$ ——辐射源处辐射水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\alpha_{\gamma}$ ——反射物的反射系数；

$a$ ——射线束在反射物上的投照面积， $\text{m}^2$ ；

$r_i$ ——X 射线源到第一反射层的距离， $\text{m}$ ；

$r_R$ ——反射点到参考点的距离， $\text{m}$ ；

$B$ ——屏蔽透射因子。

②估算结果

迷道入口处的剂量率主要考虑 X 射线探伤机有用线束朝迷道方向照射时，射线经迷道内各墙面散射至迷道入口处的剂量率。

散射系数由《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中附录 B 的 B.3 散射因子表查得， $\alpha_w$  取标准建议保守值  $1.9 \times 10^{-3}$ ，则散射因子  $\alpha = \alpha_w \cdot 10000/400 = 4.75 \times 10^{-2}$ 。

由《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）可知，原始 X 射

线为 300kV 时 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值为 200kV，则迷道防护门铅门的什值层厚度取管电压 200kV 时的相应值，即  $T_{V_L}^{Pb}=1.4\text{mm}$ 。

相关计算参数及结果见表 11.5~表 11.7。

**表 11.5 X 射线探伤机 1m 处的剂量率**

位置	$F_{j0}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )
300kV 探伤机 1m 处的剂量率	$5 \times 10^3$

**表 11.6 迷道散射相关计算参数**

$\alpha_{\gamma 1}$	$a_1$ ( $\text{m}^2$ )	$\alpha_{\gamma 2}$	$a_2$ ( $\text{m}^2$ )	$r_1$ (m)	$r_{R1}$ (m)	$r_{R2}$ (m)
0.0475	4.56	0.048	4.43	2.88	4.45	0.66

**表 11.7 迷道入口处的剂量率**

屏蔽物质厚度	铅的什值层厚度	透射因子 B	经铅门屏蔽后的剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
铅当量 15mm	1.4mm	$1.93 \times 10^{-11}$	$6.15 \times 10^{-11}$

### (6) 小结

由以上估算结果可知，X 射线曝光室屏蔽墙外 30cm 处空气比释动能率最大为  $1.62\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 中探伤室屏蔽墙外 30cm 处关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$  的要求，故本项目曝光室设计合理。

### 11.2.2 曝光室内固定探伤作业职业人员和公众年有效剂量分析

个人年有效剂量当量计算模式如下：

$$H_{\gamma} = D_{\gamma} \times T \quad (11-6)$$

式中： $H_{\gamma}$ — $\gamma$  辐射外照射人均年有效剂量，mSv；

$D_{\gamma}$ — $\gamma$  辐射剂量率，mGy/h；

T—年工作时间，年工作时间为 60 天，每天 8h，即 480h；

#### a 对职业人员

职业人员的附加辐射剂量率为探伤机开机状态下控制室（墙外 30cm）的剂量估算值，居留因子为 1，年工作时间为曝光室内探伤机曝光时间。

项目曝光室人员工作制度为：2-4 人/班，8h/班，1 班/天，60 天/年。

#### b 对公众成员

考虑最大化，公众成员的辐射剂量率为开机状态下，曝光室周边除控制室外其他各点剂量率估算值中的最高值（西墙外 30cm 处），西墙外为居留因子为 1/8，年工作时间为该曝光室内探伤机曝光时间。

工作人员和公众成员的最大年有效剂量见表 11.8。

**表 11.8 X 射线探伤机所致工作人员和公众最大年有效剂量估算表**

对象	辐射剂量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	年曝光(工作)时间(h)	附加年有效剂量 ( $\text{mSv/a}$ )
工作人员	1.09	480	0.52
公众人员	1.62	480/8=60	0.10

表 11.8 表明, 本项目曝光室内 X 射线探伤机对工作人员职业照射的最大年有效剂量值为 0.52mSv, 符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的要求, 低于管理限值 5mSv; 对公众照射的最大年有效剂量值为 0.10mSv, 符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的要求, 低于管理限值 0.25mSv。

### 11.2.3 机库内移动探伤作业控制区和监督区的范围估算

机库内移动探伤作业控制区和监督区的范围估算如下:

#### (1) 漏射线控制区和监督区(非主射方向)

在实际探伤过程中, 定向探伤机的主束射向所检查的工件, 射线能量根据被检工件的厚度进行调节, 有用射束大部分被工件所屏蔽, 射线经工件屏蔽后的漏射线对总的剂量贡献较小。在此基础上, 建设单位须严格利用便携 X- $\gamma$  射线巡测仪将 X 射线移动探伤工作场所周围剂量当量率大于  $15\mu\text{Sv/h}$  的范围内划为控制区, 严禁任何人进入该区域; 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, 严禁公众人员进入该区域。

本项目 X 射线移动探伤设备的最大管电压为 200kV、300kV, 根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015) 中 3.1.1.5 中规定的: 当 X 射线探伤机的管电压不小于 150kV 且不大于 200kV 时, 要求距 X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率小于  $2.5\text{mGy/h}$ ; 当 X 射线探伤机的管电压大于 200kV 时, 要求距 X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率小于  $5\text{mGy/h}$ , 按下列公式可以估算出不同距离漏射线的空气比释动能率, 详见表 11.9。

$$H=H_0 (r_0/r)^2 \quad (11-7)$$

式中: H—距 X 射线管固定距离 r 米处的空气比释动能率, mGy/h;

$H_0$ —距 X 射线固定距离  $r_0$  米处的空气比释动能率, mGy/h;

**表 11.9 无屏蔽状态下不同距离漏射线的空气比释动能率 ( $\mu\text{Gy/h}$ )**

距离 (m)		1	5	13	18.3	30	31.7	40	44.8
空气比释动能率	150kV~200kV	2500	100	14.79	7.47	2.78	2.49	1.56	1.25
	>200kV	5000	200	29.59	14.93	5.56	4.98	3.13	2.49

根据估算结果可知，本项目使用管电压为 200kV、300kV 射线探伤机在移动探伤工作时，非主射方向须划定控制区为离 X 射线探伤机 18.3m 的区域，监督区为离 X 射线探伤机 44.8m 的区域。

(2) 主射方向的控制区和监督区

依据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）对 X 射线探伤机运行时，主射方向的控制区和监督区估算可采用公示（11-1）进行估算，本项目移动探伤使用的 X 射线探伤机最大管电压为 300kV，因此采用该管电压设备进行估算，式中：

$\dot{H}$  ——关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ，控制区为  $15\mu\text{Sv/h}$ ，监督区为  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{H}_0$  ——距辐射源点 1m 处的输出量， $\mu\text{Sv}\times\text{m}^2/(\text{mA}\times\text{min})$ ，依据 GBZ/T250-2014 中附录表 B.1 可知，200kV 时  $\dot{H}_0=8.9\times 6\times 10^4\mu\text{Sv}\times\text{m}^2/(\text{mA}\times\text{min})$ ，300kV 时  $\dot{H}_0=20.9\times 6\times 10^4\mu\text{Sv}\times\text{m}^2/(\text{mA}\times\text{min})$ ；

I——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA，I=5mA；

B——辐射屏蔽透射因子，0.0625；

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

根据公式（11-1）估算可知，本项目 X 射线探伤机在工作时主射方向划定控制区的距离如表 11.10。

表 11.10 主射方向的控制区和监督区划定范围

最大管电压 (kV)	控制区距离 (m)	监督区距离 (m)
200	105.5	258.4
300	161.6	395.9

根据上表估算结果可知，本项目在使用管电压为 200kV 的 X 射线探伤机工作时主射方向划定控制区的距离为 105.5m，监督区的距离为 258.4m；使用管电压为 300kV 的 X 射线探伤机工作时主射方向划定控制区的距离为 161.6m，监督区的距离为 395.9m。

在 X 射线探伤机工作时，其周围的 X- $\gamma$  辐射剂量率还有散射线的贡献，散射线的 X 射线剂量率与 X 射线探伤机本身、周围的物体、地形等诸多因素有关，用纯理论难以准确估算，需要仪器直接测量。并且具体探伤时，漏射线及散射线大部分被工件屏蔽，因此实际划定的控制区及监督区均应比理论计算值要小，同时，移动探伤根据业务要求开展，各业务地点环境不一致，人员分布情况可能不一致，所

以在进行 X 射线移动探伤作业时，应采用巡测方式进行控制区及监督区的划分，使用管电压为 200kV 的 X 射线探伤机工作时，可以参照以主射方向 105.5~258.4m 进行巡测以划定监督区，非主射方向以 18.3~44.8m 处划为监督区；在使用管电压为 300kV 的 X 射线探伤机工作时，可以参照以主射方向 161.6~395.9m 进行巡测以划定监督区，非主射方向以 18.3~44.8m 处划为监督区。

探伤作业前对辐射场所及其周围进行人员清场，探伤工作时，X 射线探伤机主射方向应优先朝向厂区移动探伤区域、周围空旷地带或山体地形，避免朝向可能有人员活动的区域方向，才可以满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中要求的将 X 射线移动探伤工作场所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、作业时周围剂量当量率大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$  的范围划为监督区。

#### 11.2.4 机库内移动探伤作业职业人员和公众年有效剂量分析

项目机库内移动探伤作业时，操作位布置在探伤机朝着照射相反的方向。探伤机现场工作人员由 1 人固定操作、1~3 人辅助工作，2~4 人/班、1 班/次。X 射线探伤机一年预计最大拍片量 6000 张，每张曝光时间为 5min，则年曝光时间为 500h。项目辐射操作人员共 18 人，轮班进行探伤作业，因此，每位探伤工作人员受照时间最大为 56h/年，最大年受照剂量为  $56\text{h/a} \times 15\mu\text{Sv/h} = 0.84\text{mSv/a}$ ，符合职业工作人员的剂量约束值（5mSv）的要求。工作人员实际受照剂量由热释光个人剂量计给出。

项目机库内移动探伤作业期间尽量疏散人员，监督区边界处及其附近可能偶尔有人停留。对在监督区边界处的公众人员，停留因子取值为 1/16，则公众人员的最大年受照剂量为： $500\text{h/a} \times 2.5\mu\text{Sv/h} \times 1/16 = 0.08\text{mSv/a}$ ，符合公众照射剂量约束值（0.25mSv）的要求。

由于下列因素，公众和探伤工作人员实际受照剂量低于上述估算值。

（1）探伤机具有延时曝光功能，探伤工作人员设定好时间和 kV 数并接通高压后可即刻离开控制台或躲藏在掩体等后面或采取了一些防护措施，因此探伤工作人员实际操作位的最大空气比释动能率小于  $15\mu\text{Sv/h}$ 。

（2）进行探伤时，由于受工程钢结构材质、周围建筑物墙体等的吸收与屏蔽作用，控制台可能位于控制区边界外，使得操作位的 X 射线比释动能率低于控制区边界。

（3）探伤机工作电压多数情况下低于最大电压，X 射线强度减弱，空气比释

动能率减小。

(4) 探伤机透照时间较短，年累计透照时间一般小于上述值。

(5) 每位探伤工作人员实际年受照时间小于 56h。

### 11.2.5 曝光室内固定探伤作业、机库内移动探伤作业计算结果汇总

综合曝光室内固定探伤作业、机库内移动探伤作业计算结果，本项目 X 射线探伤机对工作人员职业照射的最大年有效剂量值为 1.36mSv (0.52+0.84mSv)，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求，低于管理限值 5mSv；对公众照射的最大年有效剂量值为 0.18mSv (0.10+0.08mSv)，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求，低于管理限值 0.25mSv。

### 11.2.6 非放射性废气环境影响分析

(1) 显影、定影废液和废胶片

项目运行过程中无放射性废水、放射性固废、放射性废气产生，洗片作业每年将产生不大于 400kg 的显影、定影废液和不大于 200 张的废胶片，属于《国家危险废物名录》中 HW16 危险废物，不得随意排放。

项目洗片作业均在暗室内进行，洗片作业产生的显影、定影废液首先收集于收集桶内，废胶片收集于防漏胶袋内，后统一暂存于厂内危废暂存间内，计划继续委托现有处置单位福建兴业东江环保科技有限公司和厦门晖鸿环境资源科技有限公司。

厦门太古飞机工程有限公司已于 2022 年取得《厦门市生态环境局关于厦门太古翔安新机场维修基地项目环境影响报告书的批复》(厦环审〔2022〕9 号)，环境影响报告书中已明确在维修基地北侧建设一间 7#危废品库，面积 1098m<sup>2</sup>，存放维修基地内所产生的危险废物。

显影、定影废液暂存时使用的收集桶、暂存废胶片的防漏胶袋以及危废暂存间应满足《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)及修改单中要求：

①按《环境保护图形标识——固体废物贮存(处置)场》(GB15562.2)在收集场所醒目的地方设置危险废物警告标识，应张贴《危险废物管理制度》；

②显影、定影废液应采用防渗漏的专用容器存放，妥善放置并防止倾倒，并设置规范的危险废物标识；

③危废暂存间内有耐腐蚀的硬化地面和基础防渗层，地面无裂隙；

④定期对所贮存的危险废物包装容器及贮存设施进行检查；

⑤危废暂存间具备防风、防雨、防晒、防渗漏条件；

⑥按照国家有关规定制定危险废物管理计划；建立危险废物管理台账，对危险废物情况做了详细的记录，并且记录上注明危险废物的名称、来源、数量、特性和包装容器的类别、入库日期、存放库位、废物出库日期及接收单位名称，危险废物的记录和货单在危险废物回取后均保留 3 年以上。通过国家危险废物信息管理系统向所在地生态环境主管部门申报危险废物的种类、产生量、流向、贮存、处置等有关资料；

⑦危废暂存间内禁止存放除危险废物及应急工具以外的其他物品。

#### (2) 臭氧和氮氧化物

X 射线探伤机在使用过程中，任何致电离辐射与空气作用会产生一定的臭氧（O<sub>3</sub>）与氮氧化物（NO<sub>x</sub>）。曝光室内东侧靠墙方向拟设置机械排风系统，排风管道采用 U 形从地面下方穿墙，未破坏探伤室的整体屏蔽效果，排风管道外口拟设置于所在建筑物顶楼，避免朝向人员活动密集区，设计排风能力为 1200m<sup>3</sup>/h，曝光室体积为 279m<sup>3</sup>（8.22m\*7.0m\*4.85m），能使曝光室有效换气次数 4 次/h 以上，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）的相关要求（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。）。

项目采取机械通风的措施后，曝光室内曝光过程中产生的少量臭氧和氮氧化物可及时排出室外，自然扩散至大气环境。项目探伤机开机曝光时间较短，臭氧和氮氧化物产生量较少，臭氧常温下 22~25 分钟即可分解一半，常温下可自行分解为氧气。排风管道外口拟设置于所在建筑物顶楼，自然扩散条件良好，臭氧和氮氧化物经扩散、分解、稀释后，对周边环境基本没有影响。

### 11.3 事故影响分析

X 射线探伤机只有在通电的情况下才有 X 射线发出，断电后无射线。因此只有在探伤机开机透照时，发生设备故障，导致探伤工作人员和周围公众接受意外的 X 射线外照射。只有及时使用 X 射线剂量率仪检查，切断高压或关闭电源，便可杜绝此类误照的事件发生。

预防措施：

- (1) 事先通知客户在公司内部通告射线工作时间和射线的辐射危害性；
- (2) 射线工作前对工作现场进行清场，确保无关人员离开工作现场；

(3) 按照法规规定划定合格的监测区、控制区，并用警戒线、警戒标志、警戒灯、红外监控警报仪等多种方式进行警戒，避免公众人员误闯。

应对措施：

(1) 当发现人员误闯工作现场，操作人员立即在控制台按下“紧急停止”按钮，并迅速对射线机进行断电操作：

(2) 立即将受照射人员送到当地有资质的医院进行检查治疗；

(3) 立即启动“应急预案”，通知本公司的安全管理人员及客户，必要时上报当地的环保及相关部门。

#### **11.4 达到报废年限后对环境的影响**

X 射线探伤机在达到报废年限后，应当委托有资质的单位对探伤机内部的 X 光管进行拆除并处理。拆除 X 光管的探伤机在任何情况下均不会再产生 X 射线，由公司按照企业一般设备报废的相关规定进行处置。

## 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和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条第一款的要求，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。

根据法律、法规的规定，厦门太古飞机工程有限公司已组建辐射安全和防护领导小组，见表 12.1，能够满足本项目的管理需要。在今后工作中，应继续加强管理，充分发挥辐射安全和防护领导小组职责，做好辐射安全管理工作。管理机构的基本组成涵盖各部门，在框架上基本符合要求。

表 12.1 辐射安全管理机构人员组成

序号	成员	姓名	职务/职称	学历	负责范围	备注
1	组长	雷跃	经理	本科	统筹管理、负责人	专职
2	副组长	彭海卫	工程师	大专	质检管理、安全管理	专职
3	组员	陈瑞潭	工程师	大专	安全管理、探伤机操作和管理	专职
4	组员	陈惠安	工程师	本科	辐射制度的制修订、协调工作	专职
5	组员	邱宏宝	工程师	本科	制定应急计划、后勤保障工作	专职

### 12.2 辐射安全管理规章制度

#### 12.2.1 辐射安全管理制度

公司已制定《辐射安全管理制度》、《射线装置安全操作规程》、《辐射防护监测管理》、《辐射工作人员培训/再培训管理制度》等规章制度，曝光室除了具有防止误照射和误操作的设施外，曝光室及射线装置由专人负责管理，定期对射线探伤装置及曝光室进行安全检查和记录，并有专人负责。

公司制定各项规章制度符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条第六款的要求，具有可行性。

本项目投入运行前，公司应尽快按照相关要求制定相应制度，公司的各项管理制度将符合国家相关法规要求。公司应严格执行以上的规章制度，责任到人，将放射事故和危害降到最低限度。

#### 12.2.2 人员培训

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第 18 号令）

的相关规定，公司从事辐射工作人员需要全部参加辐射安全培训并取得合格证书。

公司聘用 18 名取得辐射安全与防护培训合格证书的人员至本项目，其中 14 名为专职辐射操作人员、4 名辐射安全管理员，并承诺辐射工作人员 5 年复训一次。

### 12.2.3 健康管理

公司严格按照国家关于健康管理的规定，为工作人员配备个人剂量计。

具体还应做好以下几个方面：对新上岗工作人员，做好上岗前的健康体检，合格者才能上岗；同时，公司应为辐射工作人员终生保存个人剂量监测档案和职业健康监护档案；在本公司从事过辐射工作的人员在离开该工作岗位时也将进行健康体检。

## 12.3 辐射监测

项目在运行期的辐射监测项目分为个人剂量监测、工作场所监测。

### 1、个人剂量监测

工作人员应正确佩戴个人剂量计，操作人员还应当携带剂量报警仪。外照射个人剂量监测周期最长不应超过 90 天，个人剂量监测工作应当由具备资质的技术服务机构承担。

### 2、工作场所监测

(1) 工作场所监测分为自行监测和委托监测。自行监测每季度开展一次，由无损探伤部门组织，并对监测数据的真实性、可靠性负责。监测人员必须通过辐射安全与防护培训。委托监测每年开展一次，由各部门协调有资质的辐射监测单位进行。

曝光室外的环境 X 辐射剂量率定点监测，一般监测点位包括：

A) 通过巡测发现的辐射水平异常高的位置；

B) 曝光室门外 30cm 离地面高度为 1m 处，门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周；

C) 曝光室墙外或邻室墙外 30cm 离地高度为 1m 处，每个墙面至少测 3 个点；

D) 人员可能到达的曝光室屋顶或机房上层外 30cm 处，至少包括主射束到达范围的 5 个监测点；

E) 人员经常活动的位置。

(2) 每次监测结果均应建立档案保存，并交与专门办公室保管。

项目探伤工作场所辐射监测计划见表 12.2。

表 12.2 项目辐射监测计划一览表

监测因子	监测项目	监测频次	监测点位	控制要求
X- $\gamma$ 辐射 剂量率	竣工环保 验收监测	项目竣工后 3-12 个月内	1、曝光室门外 30cm 离地面高度为 1m 处，测门的左、中、右测 3 个点 和门缝四周。	剂量率不 大于 2.5 $\mu$ Sv/h
	年度监测	1 次/年	2、曝光室四周墙体外 30cm 离地面 高度为 1m 处，每个墙面至少测 3 个点。	
	自行监测	1 次/季度	3、控制室内人员操作位、评价范围 内人员经常活动的位置。	

### 3、现有核技术利用项目辐射监测的开展情况

厦门太古飞机工程有限公司每年均委托有资质单位对辐射工作场所进行监测，监测结果满足相关标准要求；每年对本单位辐射工作场所的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告，满足环保相关管理要求。

厦门太古飞机工程有限公司现有辐射工作人员均已配备个人剂量计，已定期（每季度一次）送有资质部门进行个人剂量监测，建立了个人剂量档案，现有辐射工作人员的受照剂量均未超过职业人员年剂量管理限值要求。

厦门太古飞机工程有限公司已定期（1 年/次）组织现有辐射工作人员进行了职业健康体检，并建立辐射工作人员职业健康监护档案，根据最近一次职业健康体检报告（体检日期为 2021 年 12 月），现有辐射工作人员均可继续原放射工作，满足环保相关管理要求。

## 12.3 辐射事故应急

公司按照国务院令第 449 号《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和环境保护主管部门的要求已制定《辐射事故应急预案》，方案包括如下内容：

- (一) 应急机构和职责分工；
- (二) 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；
- (三) 辐射事故分级与应急响应措施；
- (四) 辐射事故调查、报告和处理程序。

发生辐射事故时，公司应当立即启动应急方案，采取应急措施，并立即向当

地环境保护主管部门、公安部门、安监局等相关部门报告。

公司已制定的《辐射事故应急预案》符合辐射事故应急方案要求。

### 1、与《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的符合情况

环保部 2011 年第 18 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（以下简称“环保部 18 号令”）对拟使用射线装置和放射性同位素的单位提出了具体条件，本项目具备的条件与“环保部 18 号令”要求的对照评估如表 12.3 所示。

**表 12.3 项目安全和防护管理情况评估表**

环保部 18 号令有关要求	本项目情况
<b>第五条：</b> 射线装置的生产调试和使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	机库内移动探伤：探伤工作开始前，控制区边界架设红外监控警报仪，或悬挂警示牌、安全警示灯，确保在控制区内没有任何其他人员，防止无关人员进入。
<b>第八条：</b> 在室外、野外使用放射性同位素与射线装置的，应当按照国家安全和防护标准的要求划出安全防护区域，设置明显的放射性标志，必要时设专人警戒。	
<b>第九条：</b> 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；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可的环境监测机构进行监测。	计划辐射工作场所自行监测每季度开展一次，委托有资质的单位对辐射工作场所监测每年开展一次；已配置便携式辐射剂量率仪和个人剂量报警仪等设备。
<b>第十二条：</b> 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素和射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。	计划每年 1 月 31 日前向环保部门提交上一年度评估报告。
<b>第十七条：</b> 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核，考核不合格的，不得上岗。	辐射工作人员和辐射防护专职管理人员已全部取得辐射安全与防护培训合格证书，承诺每 5 年接受再培训。
<b>第二十三条：</b> 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。	计划个人外照射剂量计每季度送检 1 次。严格执行个人剂量监测管理规定，建立个人剂量档案。

## 2、与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的符合情况

环保部 2008 年第 3 号令“关于修改《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的决定”（以下简称“环保部 3 号令”）规定了辐射安全许可证申请单位从事辐射活动应具备的条件，表 12.4 汇总对照列出了本项目执行“环保部 3 号令”具体要求的情况。

**表 12.4 项目执行“环保部 3 号令”要求对照表**

应具备条件	本项目情况
使用 II 类射线装置的工作单位，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。	已制定《辐射安全管理机构》，并确定领导小组组长、副组长及成员，专职的辐射安全管理人员负责辐射安全与环境保护管理工作。
从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	辐射工作人员和辐射防护专职管理人员已全部取得辐射安全与防护培训合格证书，承诺每 4 年接受再培训。
射线装置使用场所防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全设施。	（1）计划配备环境监测用 X-γ 辐射空气吸收剂量率仪、警示标志牌、辐射安全警示笛、安全警示灯、红外监控警报仪、辐射作业警戒隔离带。 （2）计划为每名操作人员配备个人剂量报警器、个人辐射监测剂量计。
配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。	计划配备个人剂量仪、辐射监测仪、个人剂量报警仪。
有健全的操作规程、辐射防护和安全保卫制度、岗位职责、设备检修维护制度、人员健康管理制度、人员培训计划、监测方案等。	项目投入运行前，所有制度已全部制定完善。
有完善的辐射事故应急措施。	已制定《辐射事故应急预案》。

由以上分析可知，在落实上表中相关内容后，该公司从事辐射活动的技术能力基本符合相关法律法规的要求。

## 12.4 建设项目竣工环境保护验收一览表

建设项目竣工环境保护验收一览表见表 12.5。

**表 12.5 建设项目竣工环境保护验收项目一览表**

编号	验收项目	验收内容	验收标准及要求
1	辐射防护措施	①曝光室：墙体、顶棚均为混凝土浇筑，北墙、南墙厚 600mm，西墙、东墙、迷道墙厚 320mm，顶棚厚 280mm；曝光室大防护门、迷道防护门铅当量	符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》

		<p>15mmPb；设有排风口，排风口位置避开了有用线束方向，排风口大小均为 30cm×20cm，拟配备的排气扇排气能力为 1200m<sup>3</sup>/h。</p> <p>②设配备环境监测用 X-γ 辐射空气吸收剂量率仪、警示标志牌、辐射安全警示笛、安全警示灯、红外监控警报仪、辐射作业警戒隔离带。</p> <p>③职业人员配备个人剂量报警器、个人辐射监测剂量计。</p>	(GB18871-2002)相关规定。
2	管理制度	<p>①成立辐射防护安全管理机构。</p> <p>②建立健全相应放射安全防护规章制度，各项规章制度应张贴上墙，严格执行。</p> <p>③如有辐射事故的发生，严格按照《辐射事故应急预案》中规定采取应急措施，及时向环保行政部门报告，并向公安机关、卫生行政部门上报。</p> <p>④防护门外设置工作指示灯、电离辐射警告标志、报警装置及设置门—机联锁安全装置。照射室安装摄像头，并设置通风设施。曝光室设置紧急开门按钮，室内、操作台均设置急停开关。</p> <p>⑤曝光室各防护门必须安装门-机联锁装置。</p> <p>⑥职业人员必须佩带个人剂量计，包括仪器购买及维修、维护费用和单位项目预留防护资金，建立个人剂量档案和职业健康监护档案并长期保存。</p> <p>⑦个人剂量计检测（3 个月 1 次）和健康体检（1 年 1 次）。</p> <p>⑧安排人员参加环保部门组织的辐射安全与防护培训。</p>	符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》相关规定。
3	环境监测	<p>①项目建成后委托有资质的技术服务机构进行验收检测；投入使用后每年至少进行 1 次常规检测。</p> <p>②职业人员必须佩带个人剂量计，建立个人剂量档案和职业健康监护档案并长期保存。</p>	符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)相关规定
4	危废处置	<p>显影、定影废液首先收集于收集桶内，废胶片收集于防漏胶袋内，后统一暂存于厂内危废暂存间内，计划继续委托现有处置单位福建兴业东江环保科技有限公司和厦门晖鸿环境资源科技有限公司。</p> <p>显影、定影废液和废胶片贮存容器以及危废存放间应满足危险废物暂存要求。</p>	符合《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)及修改单的要求。

表 13 结论与建议

### 13.1 结论

厦门太古飞机工程有限公司翔安新机场维修基地 X 射线探伤项目位于厦门市翔安区 13-20 大嶝片区机场北路与环嶝路交叉口东南侧飞机维修基地内，拟建设一间曝光室，并使用 5 台 X 射线机，探伤作业分为两部分：①在曝光室内对零件等开展固定探伤作业，②在机库内飞机维修过程开展现场 X 射线探伤作业。

#### (1) 辐射安全与防护分析结论

建设单位在设置辐射工作场所时已充分考虑了设备性能和运行特点、周围工作场所的防护与安全，对辐射工作场所选址和布局设计进行了综合考虑，辐射工作场所屏蔽设计符合辐射工作场所使用和辐射防护安全的要求。

项目曝光室拟设置门机联锁、工作装置指示灯、声音提示装置、电离辐射警示标志、紧急停机按钮、排风装置等一系列辐射安全与防护措施。

建设单位拟为项目配备红外监控警报仪、警示牌、安全警示灯、辐射剂量率仪、个人剂量报警仪、个人剂量计等辐射监测仪器和个人防护用品。

项目辐射安全与防护措施满足相关标准要求。

#### (2) 环境影响评价结论

通过理论计算结果分析可知，项目曝光室设计合理，屏蔽措施可满足辐射防护要求。经预测分析，辐射工作人员所受剂量最大为 0.52mSv/a，公众人员所受剂量为 0.10mSv/a，低于本报告提出的职业工作人员 5mSv/a、公众人员 0.25mSv/a 的剂量约束限值。

#### (3) 可行性分析

项目使用 X 射线探伤机对飞机维修进行无损检测，不属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修改，国家发展和改革委员会 2021 年令 49 号）中的“限制类”和“淘汰类”，项目建设符合国家现行产业政策。

项目的建设和运行满足了企业的发展需求，提高了产品的质量，具有良好的社会效益和经济效益。项目总投资 120 万元，其中环保投资 50 万元，占总投资的 42%，项目环保投资额可保证环保措施的落实。根据下文分析，项目经辐射防护屏蔽和安全管理后，可保证项目辐射环境剂量率和人员辐射剂量满足项目管理目标要求。

因此，从代价利益方面分析，项目获得的利益远大于对环境的影响，具有明

显的经济效率、社会效益，该项目的建设符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

#### **(4) 总结论**

综上所述，厦门太古飞机工程有限公司翔安新机场维修基地 X 射线探伤项目只要严格按照国家有关辐射防护规定执行，采取切实措施做好辐射防护管理工作，保障人员安全，并落实本报告表提出的辐射防护措施，该项目的辐射环境影响即可控制在国家允许的标准范围之内。

因此，从辐射防护角度认为厦门太古飞机工程有限公司翔安新机场维修基地 X 射线探伤项目的建设可行。

### **13.2 建议和承诺**

1、项目运行中，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

2、公司为每位辐射工作人员配备的个人剂量计应定期送检，并建立个人健康档案。

3、定期检查曝光室设置的“电离辐射”标志，工作报警装置和联锁装置，发现故障及时解决。

4、建议每年对每台设备的 1m 处的泄漏射线空气比释动能率进行一次实测，以保证设备符合要求。正在使用中的 X 探伤机每年也应监测一次，监测内容包括控制区、管理区范围及 1m 处的泄漏射线空气比释动能率。并建立监测数据档案，以备查用。

5、本项目从事探伤作业的工作人员已参加辐射安全与防护培训并取得合格证，辐射培训证书到期的工作人员应积极参加复训。

6、每年 1 月 31 日前，将上年度的射线装置安全和防护状况年度评估报告提交到省市环保部门。

7、本项目批复后，建设单位应及时向生态环境主管部门申请变更辐射安全许可证，并按要求开展自主验收。

## 表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

公 章

经办人

年 月 日

审批意见：

公 章

经办人

年 月 日

### 建设项目环评审批基础信息表

建设单位（盖章）：		厦门太古飞机工程有限公司			填表人（签字）：			建设单位联系人（签字）：			
建设项目	项目名称	厦门太古飞机工程有限公司翔安新机场维修基地 X 射线探伤项目			建设内容、规模			建设内容：使用 5 台 II 类射线机 建设规模：5 台 II 类射线机			
	项目代码 <sup>1</sup>										
	建设地点	厦门市翔安区 13-20 大嶝片区机场北路与环嶝路交叉口东南侧									
	项目建设周期（月）	24			计划开工时间			2024 年 12 月			
	环境影响评价行业类别	五十、核与辐射			预计投产时间			2026 年 12 月			
	建设性质	新建（迁建）			国民经济行业类型 <sup>2</sup>			745 质检技术服务			
	现有工程排污许可证编号（改、扩建项目）				项目申请类别			新申项目			
	规划环评开展情况				规划环评文件名						
	规划环评审查机关				规划环评审查意见文号						
	建设地点中心坐标 <sup>3</sup> （非线性工程）	经度	118.352087	纬度	24.563655	环境影响评价文件类别			环境影响报告表		
建设地点坐标（线性工程）	起点经度		起点纬度		终点经度		终点纬度		工程长度（千米）		
总投资（万元）	120			环保投资（万元）			50		环保投资比例	42%	
建设单位	单位名称	厦门太古飞机工程有限公司	法人代表	官剑文	评价单位	单位名称	福建省环安检测评价有限公司	证书编号	12353543511350193		
	统一社会信用代码（组织机构代码）	91350200612017380W	技术负责人	**		环评文件项目负责人	尤明灿	联系电话	0592-5236696		
	通讯地址	厦门高崎国际机场东侧埭辽路 20 号	联系电话	**		通讯地址	中国（福建）自由贸易试验区厦门片区高殿路 8 号 417-421 单元				
污染物排放量	污染物	现有工程（已建+在建）		本工程（拟建或调整变更）	总体工程（已建+在建+拟建或调整变更）			排放方式			
		①实际排放量（吨/年）	②许可排放量（吨/年）	③预测排放量（吨/年）	④“以新带老”削减量（吨/年）	⑤区域平衡替代本工程削减量 <sup>4</sup> （吨/年）	⑥预测排放总量（吨/年） <sup>5</sup>	⑦排放增减量（吨/年） <sup>5</sup>			
	废水	废水量(万吨/年)					0.000	0.000	○不排放		
		COD					0.000	0.000	○间接排放：□市政管网		
		氨氮					0.000	0.000	□集中式工业污水处理厂		
		总磷					0.000	0.000	○直接排放：受纳水体_____		
	废气	总氮					0.000	0.000			
		废气量（万标立方米/年）					0.000	0.000	/		
		二氧化硫					0.000	0.000	/		
		氮氧化物					0.000	0.000	/		
	颗粒物					0.000	0.000	/			
	挥发性有机物					0.000	0.000	/			
项目涉及保护区与风景名胜区的	影响及主要措施		名称	级别	主要保护对象（目标）	工程影响情况	是否占用	占用面积（公顷）	生态防护措施		
	生态保护目标										
	自然保护区		无		/				□避让 □减缓 □补偿 □重建（多选）		
	饮用水水源保护区（地表）		无		/				□避让 □减缓 □补偿 □重建（多选）		
	饮用水水源保护区（地下）		无		/				□避让 □减缓 □补偿 □重建（多选）		
风景名胜区		无		/				□避让 □减缓 □补偿 □重建（多选）			

注：1、同级经济部门审批核发的唯一项目代码  
 2、分类依据：国民经济行业分类(GB/T 4754-2017)  
 3、对多点项目仅提供主体工程的中心坐标  
 4、指该项目所在区域通过“区域平衡”专为本工程替代削减的量  
 5、⑦=③-④-⑤；⑥=②-④+③，当②=0 时，⑥=①-④+③