

核技术利用建设项目

新增 886 机库 X 射线室外探伤项目

环境影响报告表

(公示本)

北京飞机维修工程有限公司成都分公司

二〇二四年四月



生态环境部监制

目 录

表 1	项目概况	1
表 2	放射源	10
表 3	非密封放射性物质	10
表 4	射线装置	11
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	12
表 6	评价依据	13
表 7	保护目标与评价标准	15
表 8	环境质量和辐射现状	18
表 9	项目工程分析与源项	21
表 10	辐射安全与防护	29
表 11	环境影响分析	37
表 12	辐射安全管理	48
表 13	结论与建议	56

表 1 项目概况

建设项目名称		新增 886 机库 X 射线室外探伤项目			
建设单位		北京飞机维修工程有限公司成都分公司			
法人代表		***	联系人	***	联系电话
注册地址		四川省成都市双流区东升镇金桂大道 100 号			
项目建设地点		探伤地点位于四川省成都市双流区大件路东升段 66 号（Ameco 西南航线中心）886 机库，探伤机无探伤任务时存放在结束上个探伤任务的机库控制室内			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		93.4	项目保护投资（万元）	42.4	投资比例（环保投资/总投资）
项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其它			占地面积（m ² ）
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I类 ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
		☐ 使用	☐ I类（医疗使用） ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II类 ☐ III类		
		☐ 销售	☐ II类 ☐ III类		
		☒ 使用	☒ II类 ☐ III类		
	其它	/			
项目概述 一、建设单位情况 北京飞机维修工程有限公司是国航的下属公司，下辖成都、重庆、杭州、天津、呼和浩特、上海、贵阳、温州、华北航线中心、西南航线中心等11个维修单位，承担着国航256架各类型民航客机的维护工作，为国航的飞机提供专业化、规范化的技术保障。 北京飞机维修工程有限公司成都分公司（简称“飞机维修成都分公司”）（统一					

社会信用代码：***）承担国航执管机队以及部分第三方客机的航线维护、飞机维修及附件修理工作。现拥有201机库、202机库（位于维修基地西区）和886机库（位于维修基地东区）。201机库可提供3个大修机位，2个飞机C检机位；202机库可提供3个B757（A320系列）飞机大修机位，2个飞机C检机位以及1个A330（含以下）飞机喷漆机位。886机库可提供3个大修机位，2个飞机C检机位；201机库、202机库和886机库总维修飞机能力达2756架/年。

公司已在维修基地西区开展了探伤室内X射线探伤活动及201机库、202机库内X射线室外探伤活动。为满足日益增长的飞机结构原位检测的需求，利用已许可探伤设备新增设备使用场所，本次新增维修基地东区886机库内X射线探伤活动，主要用于检查飞机部件金属材料和复合材料制品的内部缺陷，如飞机机身门框、机翼拼接结构、机翼上下蒙皮、各操作舵面（如：扰流板、襟翼）等区域。本项目胶片处理在维修基地西区的检测中心已有的评片室、暗室、胶片存放室中进行。

按照《中华人民共和国环境保护法》、《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》、《放射性同位素和射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的规定和要求，本项目需进行环境影响评价。根据环境保护部第44号令《建设项目环境影响评价分类管理名录》和中华人民共和国生态环境部第1号令《关于修改<建设项目环境影响评价分类管理名录>部分内容的决定》，本项目应编制环境影响报告表，报四川省生态环境厅申请审批。因此，飞机维修成都分公司委托四川省中栎环保科技有限公司编制该项目的环境影响报告表（委托书见附件1）。

我公司接受本项目环境报告表编制工作的委托后，在进行现场踏勘、实地调查了解项目所在地环境条件和充分研读相关法律法规、规章制度、技术资料后，在项目区域环境质量现状评价的基础上，对项目的环境影响进行了预测，并按相应标准进行评价。同时，对项目对环境可能造成的影响、项目单位从事相应辐射活动的的能力、拟采取的辐射安全和防护措施及相关管理制度等进行了评价分析，在此基础上提出合理可行的对策和建议，编制完成本报告表。

二、产业政策符合性

本项目系核和辐射技术用于工业检测领域，属高新技术。根据《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）相关

规定，本项目属鼓励类第三十一项“科技服务业”第1条“工业设计、气象、生物及医药、新材料、新能源、节能、环保、测绘、海洋等专业技术服务，标准化服务、计量测试、质量认证和检验检测服务，科技普及”，符合国家现行产业发展政策。

三、项目概况

（一）项目名称、性质、地点

项目名称：新增 886 机库 X 射线室外探伤项目

建设单位：北京飞机维修工程有限公司成都分公司

建设性质：扩建

建设地点：探伤地点位于四川省成都市双流区大件路东升段 66 号（Ameco 西南航线中心）886 机库内，探伤机无探伤任务时存放在结束上个探伤任务的机库控制室内

（二）建设内容与规模

北京飞机维修工程有限公司成都分公司拟在维修基地东区的 886 机库（占地面积约 10220m²，长 119m×宽 85.88m×高 23m）内开展室外探伤活动，利用公司已许可的 3 台定向探伤机。公司按生产计划调配 3 台设备，不存在同一个机库内使用 2 台及以上设备；由于不同机库同时进行室外探伤，对现场监管人力及设施投入太大，因此不存在东、西区两个机库同时各有 1 台设备开工的情况。

3 台探伤机型号分别为：ERESCO 65MF4 定向 X 射线探伤机，其管电压最大为 300kV，管电流最大为 6mA；LLX160-1DA 定向 X 射线探伤机，其管电压最大为 160kV，管电流最大为 10mA；ERESCO200MF4-R 定向 X 射线探伤机，其管电压最大为 200kV，管电流最大为 10mA；属于 II 类射线装置。探伤机单次曝光时间约 2~10min，3 台设备年累计曝光总时间约为 50h。X 射线探伤对象为飞机机身门框、机翼拼接结构、机翼上下蒙皮、各操作舵面（如：扰流板、襟翼）等区域，材质为铝合金和复合材料。对于铝合金结构，被检厚度范围为 2mm~100mm；对于复合材料结构（主要是检测蜂窝内的水分），被检厚度范围为 10mm~200mm。

在 886 机库内东北侧设置 1 间控制室，控制室采用铅房结构，位置固定。铅房室内净尺寸为 2.6m×2.3m×2.2m，其中四周屏蔽体和屋顶底部均为 14mm 铅当量。铅房设有 2 扇观察窗（铅房北侧 1 扇，东侧 1 扇），均为 14mm 铅当量，窗口尺寸为 0.3m×0.2m，离地距离为 1.0m。铅防护门为 14mm 铅当量，采用手动推拉方式开启，门洞尺寸为 0.7m×1.8m。在铅房外顶部设置摄像头，并在铅房内配备相应监控

记录系统。

本项目室外探伤作业地点位于 886 机库内，在进行探伤时，确定好探伤部位，将探伤机固定在工作梯或设备架上，探伤参数设置完成后，操作人员撤到铅房内，采取延时曝光远程控制的方式对探伤机进行操作命令。无探伤任务时，X 射线探伤机存放在结束上个探伤任务的机库控制室内。

本项目胶片处理在维修基地西区的检测中心 1 层已有的评片室、暗室、胶片存放室中进行，产生的废显影液、废定影液、废胶片经专门的收集桶收集后暂存于的暗室内，相关危险废物均与有相应处理资质的单位签订回收合同回收处理，不外排。

本项目建设组成及主要的环境问题情况见表 1-1。

表 1-1 建设项目建设组成及主要的环境问题表

名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题	
		施工期	运营期
主体工程	在 886 机库内使用 3 台定向探伤机，型号分别为：ERESCO 65MF4 定向 X 射线探伤机，其管电压最大为 300kV，管电流最大为 6mA；LLX160-1DA 定向 X 射线探伤机，其管电压最大为 160kV，管电流最大为 10mA；ERESCO200MF4-R 定向 X 射线探伤机，其管电压最大为 200kV，管电流最大为 10mA；属于 II 类射线装置。3 台设备不同时开机使用，根据公司调度及探伤对象选择相应的设备，单次曝光时间约 2~10min，3 台设备年累计曝光时间约为 50h。	本项目不存在施工期环境影响	X 射线 臭氧
辅助工程	控制室采用铅房结构，室内净尺寸为 2.6m×2.3m×2.2m，其中四周屏蔽体和屋顶、底部均为 14mm 铅当量。铅房设有 2 扇观察窗，均为 14mm 铅当量，窗口尺寸为 0.3m×0.2m，离地距离为 1.0m。铅防护门为 14mm 铅当量，采用手动推拉方式开启，门洞尺寸为 0.7m×1.8m		——
	胶片处理依托检测中心已有的评片室、暗室、胶片存放室，利用已有冲片机进行洗片		废显、定影液，废胶片及洗片废水
环保工程	①生活垃圾经收集后，由环卫部门统一清运； ②886机库工作人员生活废水经机场污水管网排入机场污水处理厂处理，尾水排入江安河； ③洗片废水经维修基地西区已建预处理设施处理后，在进入园区污水处理站，处理达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准后接入市政污水管网，排入成都双流区东升污水处理厂，尾水排入白河； ④产生的废显影液、废定影液、废胶片交由有资		——

	质的单位处置。		
公用工程	市政水网、市政电网、配电系统、污水处理站		——
办公及生活设施	依托飞机维修成都分公司已有的办公及生活设施		生活垃圾、生活污水

（三）本项目主要原辅材料及能耗情况

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-2。

表 1-2 主要原辅材料及能耗情况表

类别	名称	年耗量(单位)	来源	主要化学成分
主 (辅) 料	胶片	约 1kg/年	外购	卤化银
	显影液	约 40kg/a	外购	溴化钾、无水亚硫酸钠
	定影液	约 40kg/a	外购	硫代硫酸钠($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)、无水亚硫酸钠
能 源	煤(T)	——	——	——
	电(kW)	探伤用电	约 100kW	——
	气(Nm^3)	——	——	——
水 量	地表水	生活用水	——	——
	地下水	——	——	——

（四）本项目涉及射线装置

本项目涉及射线装置的情况见表 1-3。

表 1-3 本项目使用的射线装置的相关情况

根据探伤对象及设备工况不同，探伤机具体使用情况见表 9-1。

（五）项目外环境关系

本项目选址于成都市双流国际机场两跑道间联络道北侧，成都维修基地东区厂区内（即 Ameco 西南航线中心），用地性质符合双流国际机场规划。从外环境关系角度看，厂区西侧为双流国际机场跑道，北侧、西北侧为停机坪，东南侧约 100m 为华成汽车修理厂，南侧约 70m 成都今日达航空快递、中航货运。本项目为机场辅助功能设施，临近双流机场，有利于项目运行。公司周边外环境情况见附图 2。

（六）项目选址、平面布局合理性及实践正当性分析

1、项目选址的合理性分析

本项目所在的 886 机库建设已取得成都市环境环保局成环建评[2012]553 号文批复，本项目依托的暗室、评片室已取得批复（原四川省环境保护厅川环审批[2015]33 号）及验收意见（批复及验收意见见附件 4），机库整体项目选址合理性已在相应的环评报告中进行了论述，本项目仅为机库整体项目的配套建设项目，不

新增用地，且机库内室外探伤有控制区、监督区划分和严格的作业管理制度，产生的辐射对监督区以外的环境影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

2、项目平面布局合理性分析

本项目探伤作业位于飞机维修成都分公司 886 机库内。886 机库与维修基地东区北厂界最近距离为 196m，与维修基地东区南厂界最近距离为 110m，与维修基地东区西厂界最近距离为 139m，与维修基地东区东厂界最近距离为 101m。

在公司厂界范围内，886 机库东北侧为停机坪、特种车队、公寓楼、食堂；东南侧为机库办公楼；西南侧为航材库房；西北侧为停机坪。公司总平面布置图见附图 3。

886 机库内西北部为飞机跑道，西南部为发动机库，东南部主要为机库维修配套用房（工具设备库房、资料室等），东北部为机库设备间、千斤顶测试平台间。本项目胶片处理在检测中心 1 层西部（位于维修基地西区）已有的评片室、暗室、胶片存放室中进行。

室外探伤所在的886机库，检测过程中产生的X射线对监督区以外的环境的辐射影响是可以接受的。总体来看886机库的平面布置既便于飞机维修过程中各个工艺的衔接，满足安全作业的需要，又便于进行分区管理和辐射防护，从辐射安全防护的角度分析，其总平布置是合理的。

3、实践正当性

射线检验作为五大常规无损检测方法之一，可以探测各种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，对保障产品质量起到十分重要的作用，将核技术应用到本项目中，可达到一般非放射性检验方法所不能及的检验效果，是其它检验项目无法替代的，由于射线检验的方法效果显著，因此，该项目的实践是必要的。但是，由于在检验过程中射线装置的应用可能会造成如下辐射环境问题：

- ①给周围环境和辐射工作人员造成一定的辐射影响；
- ②射线装置使用和管理的失误可能会引起辐射事故。

建设单位在开展射线检测过程中，对射线装置的使用将严格按照国家有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情况下，可以将该项辐射产生的影响降至尽可能小。本项目给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，因此该核技术应用的实践具有正当性。

（七）劳动定员及工作制度

本项目辐射工作人员依托公司原有的辐射工作人员。

公司共有辐射工作人员21人，轮班制分为5组，每次安排4人，室外探伤作业仅在夜间进行。

四、原有核技术利用情况

（一）公司原有核技术利用项目环评手续履行情况

（1）飞机维修成都分公司现持有四川省生态环境厅核发的《辐射安全许可证》（川环辐证[00485]），许可的种类和范围：使用Ⅱ类射线装置。发证日期：2022年05月18日，有效期至2025年05月17日。

（2）飞机维修成都分公司现有核技术利用项目的许可情况见表1-6。

表1-6 已获许可使用射线装置

序号	设备名称	规格型号	类别	数量	使用场所	备注
1	ERESCO 200MF4-R 型探伤机	ERESCO 200MF4-R	Ⅱ	1	检测中心一楼	上证在用
2	ERESCO 65MF4 定向 X 射线探伤机	ERESCO 65MF4	Ⅱ	1	201 机库	
3	LLX160-1DA 定向 X 射线探伤机	LLX160-1DA	Ⅱ	1	202 机库	

（二）辐射工作人员培训情况

飞机维修成都分公司共有21名辐射工作人员，均参加了辐射安全与防护考核，考核成绩合格，具体见附件8。

（三）开展辐射监测的情况

1、个人剂量检测

公司辐射工作人员均佩戴了个人剂量计，每季度对个人剂量计进行检测，并按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）和《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）要求建立个人剂量档案。公司委托宜宾蓝瑞鑫卫生检测科技有限公司完成了2023年个人剂量检测工作。经统计计算，最

大有效季度剂量为0.401mSv（郑勇），最大年有效剂量为0.44mSv（郑勇），未发现单季度个人有效剂量超过季度限值1.25mSv的情况，也未发现年个人剂量值超过5mSv的情况。

2、工作场所辐射水平监测

飞机维修成都分公司委托四川省永坤环境监测有限公司开展了2023年度辐射环境现状监测。根据监测报告，探伤机正常曝光时，201机库开机曝光时控制区边界外空气比释动能率应低于15μGy/h，201机库开机曝光时监督区边界外空气比释动能率应低于2.5μGy/h；202机库开机曝光时控制区边界外空气比释动能率应低于15μGy/h，201机库开机曝光时监督区边界外空气比释动能率应低于2.5μGy/h；探伤室外30cm处的剂量率低于2.5μGy/h。

（四）辐射安全管理规章制度落实情况

飞机维修成都分公司根据既有X射线使用项目的实施情况，制定了一系列辐射安全管理规章制度，具体如下：①辐射安全与环境保护管理机构文件；②辐射安全管理规定；③辐射工作设备操作规程；④辐射安全和防护设施维护维修制度；⑤辐射工作人员岗位职责；⑥射线装置台账管理制度；⑦辐射工作场所和环境辐射水平监测方案；⑧监测仪表使用与校验管理制度；⑨辐射工作人员培训制度和辐射工作人员个人剂量管理制度；⑩辐射事故应急预案。

五、本项目依托情况

本项目所在机库已在《中国国际航空股份有限公司西南分公司成都维修基地东区还建工程环境影响报告表》中完成了环境影响评价并已取得原成都市环境保护局批复（成环建评〔2012〕553号）（见附件2）。本项目依托的主要环保设施有：

（1）生活废水：本项目工作人员在886机库产生的生活污水经机场污水管网排入机场污水处理厂处理，尾水排入江安河。

（2）洗片废水：本项目洗片废水经维修基地西区已建预处理设施处理后，再进入园区污水处理站，处理达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准后接入市政污水管网，排入成都双流区东升污水处理厂，尾水排入白河。

（2）生活、办公垃圾收集后由城管部门统一收集清运。

（3）公司危险废物处理情况

根据现场探勘调查，本项目胶片处理依托检测中心已有的评片室（约35m²）、

暗室（约14m²）、胶片存放室（约35m²）。废显影液、废定影液采用20L 高密度塑料桶收集，存放在暗室内，目前废显影液、废定影液各有2个收集桶，每月清运，能满足东、西区的洗片需求。暗室冲片机下方和危险废物收集桶地面采用耐腐蚀的不锈钢板隔离及硬化地面，且表面无裂痕，四周设有围堰，可以防止泄漏后造成二次污染。在废显、定影液和废胶片的包装物上粘贴按要求完整填写危废标签内容，并醒目显示收集废液的名称。

由于胶片是按需裁剪使用，且冲洗的胶片需要长时间存档，因此每年产生废胶片的数量极少。日常拍片裁剪的废胶片存放在有标识的专用塑料桶内，存档过期的胶片公司每年会进行整理，委托有处置危险废物资质的单位进行处理。



暗室现状图

飞机维修成都分公司既有 X 射线使用项目产生的废显影液、废定影液、废胶片已委托有危废处理资质的公司处置。

在室外探伤实施过程中，公司还需完善在暗室、胶片存放室应设置危险识别标志。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) × 枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	/	/	

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度（n/s）。

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大 操作量 (Bq)	日等效最大 操作量 (Bq)	年最大用 量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与 地点
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（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)	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	定向 X 射线探伤机	II 类	1 台	ERESCO200MF4-R	200	10	探伤检测	检测中心一楼探伤室、886 机库	辐射安全许可证上已登记，本次新增 886 机库室外探伤
2	定向 X 射线探伤机	II 类	1 台	ERESCO 65MF4	300	6	探伤检测	201 机库、886 机库	辐射安全许可证上已登记，本次新增 886 机库室外探伤
3	定向 X 射线探伤机	II 类	1 台	LLX160-1DA	160	10	探伤检测	202 机库、886 机库	辐射安全许可证上已登记，本次新增 886 机库室外探伤

（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 (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 总 量	排 放 口 浓 度	暂 存 情 况	最 终 去 向
废胶片	固 态	/	/	/	约 5kg/a	/	/	交由有资质单位回收处理
废显影液	液 态	/	/	/	约 40kg/a	/	/	交由有资质单位回收处理
废定影液	液 态	/	/	/	约 40kg/a	/	/	交由有资质单位回收处理
臭氧	气 态	/	/	/	少量	/	/	排入大气

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	(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日实施； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日实施； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日实施； (4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日实施； (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院第 449 号令，2019 年 3 月修订； (6) 《四川省辐射污染防治条例》，四川省第十二届人民代表大会常务委员会公告第 63 号，2016 年 6 月 1 日实施； (7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，生态环境部 部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行； (8) 原环保部《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评（2017）4 号），2017 年 11 月 22 日起实施； (9) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原中华人民共和国环境保护部令第 31 号，2021 年 1 月 4 日修订）； (10) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起实施； (11) 《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》（环发[2006]145 号，原国家环境保护总局、公安部、卫生部文件，2006 年 9 月 26 日）； (12) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》，(环发[2012]77 号)，原环境保护部文件，2012 年 7 月 3 日； (13) 《射线装置分类》（原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号）； (14) 《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》生态环境部公告公告 2019 年 第 57 号； (15) 《国家危险废物名录（2021 年版）》（2021 年 1 月 1 日实施）。
------------------	--

技 术 标 准	(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》(HJ10.1-2016)； (2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)； (3) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)； (4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)； (5) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》(GB22448-2008)； (6) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)； (7) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)； (8) 《职业性外照射急性放射病诊断》(GBZ104 -2017)； (9) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)； (10) 《危险废物识别标注设置技术规范》(HJ1276-2022)。
其 他	(1) 环评委托书； (2) 飞机维修成都分公司公司提供的资料； (3) 《辐射防护手册》(第一分册—辐射源与屏蔽，原子能出版社，1987)； (4) 《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》； (5) 原四川省环境保护厅关于印发《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)的通知》(川环函〔2016〕1400 号)。

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）要求，放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目是具体情况而定，应不低于 100m 的范围），结合本项目实际，确定本项目辐射评价范围以探伤检测飞机所在区域边界起，周围 100m 的区域内。

保护目标

根据《四川省野外（室外）使用放射性同位素与射线装置辐射安全和防护要求(试行)》（原四川省环境保护厅，川环办发[2016]149 号）：探伤作业前应将无关人员清离出场，划分控制区和监督区，实施“两区”管理。控制区边界外空气比释动能率应低于 $15\mu\text{Gy/h}$ ，边界上设置明显的警戒线，应有清晰可见的电离辐射警告标志和“禁止进入射线探伤区”的标牌。探伤期间专人在边界巡逻、看守，未经许可人员不得入内。监督区位于控制区外，监督区边界外空气比释动能率应低于 $2.5\mu\text{Gy/h}$ ，边界处应有电离辐射警告标志牌和“无关人员禁止入内”的标牌。公众不得进入该区域。

本项目室外探伤地点位于 886 机库内，探伤对象主要为飞机机身门框、机翼拼接结构、机翼上下蒙皮、各操作舵面（如：扰流板、襟翼）等区域。在本项目影响分析一章中划定的控制区和监督区均在飞机维修成都分公司厂区内，操作人员、安全员、监督区外的公众均应划定为保护目标；探伤作业时，操作人员位于控制室（铅房）内。当主射束无法避开保护目标时，建设单位需要做好清场工作，确保两区内无公众的情况下方可进行探伤工作，监督区边界处放置“当心电离辐射”的警示牌，具体环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 本项目环境保护目标表

保护目标	相对探伤机的位置	与探伤机的距离（m）	人数（人/次）	照射类型	年剂量约束值（mSv）
职业人员	不定	控制区外，监督区内	4	职业照射	5.0
公众	不定	监督区外，评价范围内	/	公众照射	0.1

评价标准

一、环境质量标准

(1) 地表水环境：《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) III类水域标准；

(2) 环境空气：《环境空气质量标准》(GB 3095-1996)二级标准、《工业企业设计卫生标准》(TJ36-79)；

(3) 声环境：《机场周围飞机噪声环境标准》(GB9660-88) 二类区域标准。

二、污染物排放标准

(1) 废气：执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 中二级标准；

(2) 废水：《四川省岷江、沱江流域水污染排放标准》(DB51/2311-2016)；

(3) 噪声：①施工期执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 各阶段标准限值；②《机场周围飞机噪声环境标准》(GB9660-88) 二类区域标准；

(4) 固体废物：一般固体废物执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)；危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》

(GB18597-2023)。

(5) 电离辐射：

①职业照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 第 4.3.2.1 条的规定，对任何工作人员，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过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。本项目环评取上述标准中规定的职业照射年有效剂量限值的 1/4 (即 5mSv/a) 作为职业人员年剂量约束值。

②公众照射：第 B1.2.1 条的规定，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年有效剂量 1mSv。本项目环评取上述标准中规定的公众年有效剂量限值的 1/10 (即 0.1mSv/a) 作为公众的年剂量约束值。

三、剂量控制水平标准

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 并结合《关于印发<四川省野外(室外)使用放射性同位素与射线装置辐射安全和防护要求(试行)>的通知》(川环办发〔2016〕149 号) 中的要求，探伤作业前应将无关人员清理出场，划分控制区和监督区，实施“两区”管理。控制区边界外空气比释动能率应低于

15 μ Gy/h，监督区位于控制区外，监督区边界外空气比释动能率应低于 2.5 μ Gy/h。

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）表 1 的规定：当 X 射线探伤机的管电压 150~200kV 时，要求漏射线 1m 处的周围剂量当量率小于 2.5mSv/h；当 X 射线探伤机的管电压大于 200kV 时，要求漏射线 1m 处的周围剂量当量率小于 5.0mSv/h。

表 8 环境质量和辐射现状

一、项目位置、布局和周边环境

本项目探伤作业位于飞机维修成都分公司 886 机库内。886 机库与北厂界最近距离为 196m，与南厂界最近距离为 110m，与西厂界最近距离为 139m，与东厂界最近距离为 101m。

在公司厂界范围内，886 机库东北侧为停机坪、特种车队、公寓楼、食堂；东南侧为机库办公楼；西南侧为航材库房；西北侧为停机坪。公司总平面布置图见附图 3。

886 机库内西北部为飞机跑道，西南部为发动机库，东南部主要为机库维修配套用房（工具设备库房、资料室等），东北部为机库设备间、千斤顶测试平台间。本项目胶片处理在检测中心 1 层西部（位于维修基地西区）已有的评片室、暗室、胶片存放室中进行。

	
886 机库	控制室拟建位置
	
胶片存放室（检测中心 1 楼）	评片室（检测中心 1 楼）

图 8-1 项目建设场所现状图

二、环境质量和辐射现状

为掌握项目所在地的辐射环境现状，2024 年 1 月 18 日，四川省中栎环保科技有限公司委托四川省永坤环境监测有限公司对项目建设场所进行了现场监测，监测报告见附件 9。

一、监测方法与标准

《环境地表γ辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-1993)。

二、监测项目与监测方法

表 8-1 监测项目、方法及方法来源

监测项目	监测设备			使用环境
	名称及编号	测量范围	检定情况	
环 X-γ 辐射剂量率	RJ32-3602 型分体式多功能辐射剂量率仪 编号： YKJC/YQ-40	1nGy/h~1.2mGy/h 20keV~3.0MeV	检定/校准单位： 中国测试技术研究院 证书编号： 202311000199 检定/校准有效期： 2023.11.02~2024.11.01 校准因子：1.09（校准源： ¹³⁷ Cs）	天气：晴 温度： 11.5℃ ~ 12.8℃ 湿度： 51.6%~ 52.4%

辐射监测仪已经由计量部门年检，且在有效期内，测量方法按国家相关标准实施，测量不确定度符合统计学要求，布点合理、人员合格、结果可信，可以作为电离辐射环境现状的科学依据。

三、质量保证

本项目环境现状监测单位四川省永坤环境监测有限公司，通过了计量认证，具备完整、有效的质量控制体系。

四川省永坤环境监测有限公司质量管理体系：

（1）人员管理

从事监测的单位四川省永坤环境监测有限公司通过了四川省市场监督管理局的计量认证（计量认证号：182312080067）。

（2）仪器设备管理

①管理与标准化；②计量器具的标准化；③计量器具、仪器设备的检定。

（3）记录与报告

①数据记录制度；②报告质量控制。

四、监测结果

表 8-2 本项目拟建场所本底值监测结果 单位：nGy/h

点 位	监测位置	环境 X-γ辐射剂量率 (单位：nGy/h)		备注
		测量值	标准差	
1	机库中央	85	2.8	室内
2	操作位	85	2.4	
3	机库设备库等（东北侧）	84	2.0	
4	发动机库等（西南侧）	86	2.9	
5	机库维修配套用房（工具设备库房等，东南侧）	84	2.0	
6	机库维修配套用房（资料室等，东南侧）	85	3.4	
7	机坪	84	2.9	室外
8	道路	83	2.7	
9	航材库房	83	2.3	
10	室外道路	82	2.4	室外

根据现场监测报告，本项目所在区域的周边环境 X-γ辐射剂量率为 82nGy/h ~86nGy/h，与中华人民共和国生态环境部《2022 年全国辐射环境质量报告》中四川省环境γ辐射剂量率自动监测结果（61.9~151.8 nGy/h）基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、施工期

本项目在886机库内进行探伤作业，886机库已经进行了环境影响评价，并已建成使用。本项目依托的评片室、暗室、胶片存放室位于检测中心一层，检测中心已进行了环境影响评价，并取得了批复，批复文号为双环建[2012]216号，现已建成使用。本项目施工期主要为整体式铅房的安装过程中产生的环境影响。铅房由厂家生产、运输，在建设单位进行组装，在组装制作期间会产生少量固体废物、噪声和少量生活废水。固体废物可回收处理部分由厂家安装工人回收处理，不能回收部分与生活垃圾一起集中收集后，交由环卫部门收运处置；铅房安装时间较短，对周围环境影响较小。生活废水经机场污水管网排入机场污水处理厂处理，尾水排入江安河，不会对周围环境造成影响。

二、运营期

本项目拟使用 3 台定向 X 射线探伤机实施探伤作业。在运营过程中，主要环境影响因素为探伤机探伤时产生的 X 射线、臭氧，洗片过程中产生的废显影液、废定影液、废胶片及洗片废水。

1、工作原理

X 射线探伤机通电时通过高压发生器、X 光管产生电子束，电子束撞击靶，产生 X 射线。利用不同物质和不同的物体结构对 X 射线衰减系数不相同。当 X 射线照射工件时，将成像板放在工件的另一面，当 X 射线照射工件时，胶片放在工件底面，由于有缺陷的材料与没有缺陷的材料吸收射线不同，工件的缺陷显影在底片上，借助于缺陷的图像可以判断工件缺陷的性质、大小、形状和部位。本项目利用 X 射线对飞机机身门框、机翼上下蒙皮、各操作舵面（如：扰流板、襟翼）等区域进行无损检测。

2、操作流程

（1）接受现场探伤任务后，制定现场探伤作业方案，该作业方案应包括工况、时间、地点、控制区和监督区范围、监测方案、清场方式等，明确辐射安全管理人员、探伤操作人员、警戒人员的职责和分工等。

(2) 在探伤曝光开始前应做好探伤作业前的各项准备工作，主要包括以下几个方面：

①应根据现场情况划定作业场所工作区域，并在相应边界设置警示标识。工作区域划分应以在即将探伤的工作条件下，开机状态以探伤检测飞机为边界，从 100m 外由远到近用剂量率仪巡测划定。依据《四川省野外（室外）使用放射性同位素与射线装置辐射安全与防护要求》的规定，将现场工作区域划分为控制区和监督区。

②需对探伤作业的具体情况进行公示，应在 886 机库外公示栏处及大门口处放置安全信息公示牌，将辐射安全许可证、单位法人、辐射安全负责人、操作人员和现场安全员的姓名、照片、资质证书和环保部门监督举报电话等信息进行公示，接受公众监督。其中，安全信息公示牌面积应不小于 2m²，公示信息应采取喷绘（印刷）的方式进行制作。安全信息公示牌应适应室外作业需要（具备防水、防风等抵御外界影响的能力），确保信息的清晰辨识。公示信息如发生变化应重新制作安全信息公示牌，禁止对安全信息公示牌进行涂改、污损。

③根据探伤规范要求，预测曝光时间、焦距、确定焦点位置。

④在现场探伤作业前必须进行清场，设置警戒线（离地 0.8m-1.0m 左右）、“探伤作业禁止入内”、“当心电离辐射”等警示标识。

⑤探伤作业工作人员分组轮流值班，每组 4 名，其中 1 名专职负责辐射安全管理工作以及负责清场巡查，确保探伤作业期间无人员误入作业区，3 名操作人员负责实施探伤操作。每名工作人员配备 1 枚个人剂量计，并佩戴个人剂量报警仪。

(3) 确保探伤作业前的各项准备工作完成后，操作人员撤离进入控制室（铅房），即可开启设备电源，进行探伤作业。探伤作业流程如下：工作人员穿戴防护用品，设置和固定探伤机、贴置胶片、划出控制区与监督区、设置警示标志、操作人员设置电压和曝光时间、调整焦距、启动延时曝光按钮、人员撤离至控制室（铅房）内、曝光、曝光结束后，关闭 X 射线探伤机。取下胶片，收集至检测中心一层暗室进行冲洗，冲洗胶片采用自动冲片机，然后进行评片、审片。探伤结束后，做好相关记录（影像、照片和现场记录资料等），与工作方案一并存档备查。

3、产污环节及污染因子

X 射线探伤机曝光时，出束方向固定。在打开 X 射线探伤机进行探伤曝光时，有X射线、臭氧产生。在洗片、评片过程中，有废显影液、废定影液、洗片废水和废胶片产生。

探伤机探伤流程及产污环节如图 9-1 所示：

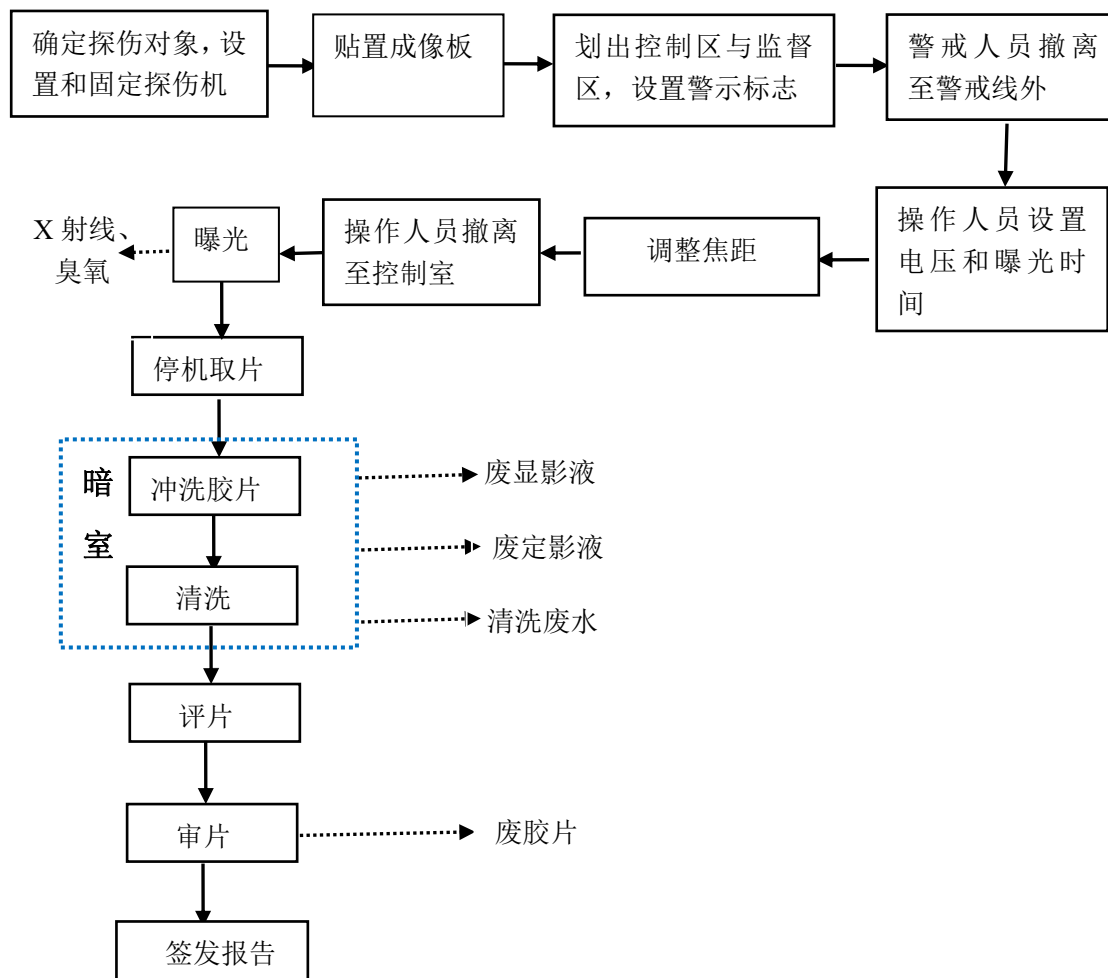


图 9-1 探伤机操作流程及产污环节示意图

4、X 射线装置的探伤工况及工件情况

北京飞机维修工程有限公司成都分公司拟在 886 机库内使用 3 台定向探伤机，型号分别为：ERESCO 65MF4 定向 X 射线探伤机，其管电压最大为 300kV，管电流最大为 6mA；ERESCO200MF4-R 定向 X 射线探伤机，其管电压最大为 200kV，管电流最大为 10mA；LLX160-1DA 定向 X 射线探伤机，其管电压最大为 160kV，管电流最大为 10mA；均属于 II 类射线装置。3 台设备不同时在机库内使用，根据探伤对象选择相应的设备，单次曝光时间约 2~10min，年累计曝光

时间约为 50h。

根据探伤对象及设备工况不同，探伤机使用情况如下：

表 9-1 探伤机使用情况

图 9-2 探伤检测工件实景图

图 9-3 飞机机翼、操作舵面示意图

5、本项目洗片过程

本项目利用已有冲片机进行自动洗片，冲片机型号为 MP943，冲片过程如下图所示：

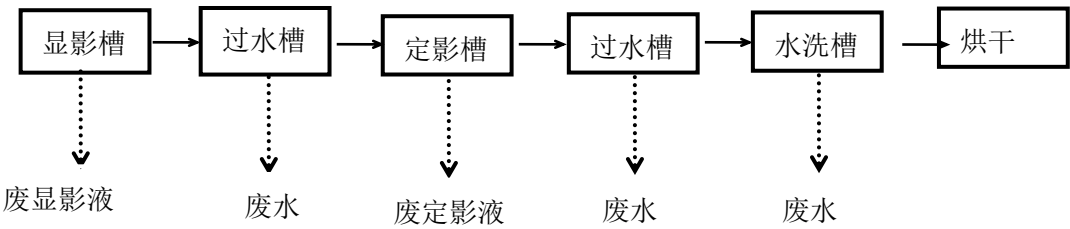


图 9-4 冲片机冲片流程图

污染源项描述

一、电离辐射

X射线探伤机开机工作时，通过高压发生器和X光管产生高速电子束，电子束撞击钨靶，靶原子的内层电子被电离，外层电子进入内层轨道填补空位，放出具有确定能量的X射线，本项目产生的 X 射线能量最大为 300kV。不开机状态不产生 X 射线。

二、废气

空气在强辐射照射下，使氧分子重新组合产生臭氧。

三、废水

本项目共涉及工作人员21人，均为原有辐射工作人员，不新增废水。用水量按120L/人·天计，废水排放系数以0.85，则每天产生生活污水2.14m³/d，经机场污水管网排入机场污水处理厂处理，尾水排入江安河。

本项目洗片废水经维修基地西区已建预处理设施处理后，再进入园区污水处理站，处理达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准后接入市政污水管

网，排入成都双流区东升污水处理厂，尾水排入白河。

四、固体废物

一般固体废物：本项目共涉及工作人员 21 人，均为原有辐射工作人员，不新增生活垃圾，产生量以 0.5kg/人·天计，则每天产生生活垃圾 10.5kg/d，依托厂区垃圾收集设施收集，由环卫部门统一清运。

危险废物：本项目拍片完成后，在暗室洗片过程中将产生废显影液、废定影液，在审片过程中将产生废弃胶片。废显影液中含有硫酸甲基对氨基苯酚（又名米吐尔）和对苯二酚（海多吉浓）等强氧化剂；废定影液主要含有硫代硫酸钠和钾矾或铬矾等化学物质。根据《国家危险废物名录》（环境保护部令 第15号，2021年1月1日起实施）中的危险废物划 分类别，该废显影液、废定影液和废胶片属于感光材料危险废物，其危废编号为HW16。

本项目洗片、晾片依托检测中心已有的评片室、暗室、胶片存放室。废显影液的产生量约40kg/a、废定影液的产生量约40kg/a，废胶片的产生量约1kg/a，暂存于贴有危险标识的专用容器内。飞机维修成都分公司将产生的废显影液、废定影液、废胶片交由有资质的公司妥善处置，不外排。

项目产生的危险废物在收集、暂存和转运过程中，应严格遵守下列要求：

1) 危险废物收集、贮存、运输的一般要求

A、从事危险废物收集、贮存、运输经营活动的单位应具有危险废物经营许可证。在收集、贮存、运输危险废物时，应根据危险废物收集、贮存、处置经营许可证核发的有关规定建立相应的规章制度和污染防治措施，包括危险废物分析管理制度、安全管理制度、污染防治措施等。

B、危险废物转移过程应按《危险废物转移联单管理办法》执行。

C、危险废物收集、贮存、运输单位应建立规范的管理和技术人员培训制度，定期针对管理和技术人员进行培训。培训内容至少应包括危险废物鉴别要求、危险废物经营许可证管理、危险废物转移联单管理、危险废物包装和标识、危险废物运输要求、危险废物事故应急方法等。

D、危险废物收集、贮存、运输单位应编制应急预案。应急预案编制可参照《危险废物经营单位编制应急预案指南》，涉及运输的相关内容还应符合交通行政主管部门的有关规定。针对危险废物收集、贮存、运输过程中的事故易发环节

应定期组织应急演练。

E、危险废物收集、贮存、运输过程中一旦发生意外事故，收集、贮存、运输单位及相关部门应根据风险程度采取如下措施：

a 设立事故警戒线，启动应急预案，并按《突发环境事件信息报告办法》(环保部令第 17 号)要求进行报告。

b 若造成事故的危险废物具有剧毒性、易燃性、爆炸性或高传染性，应立即疏散人群，并请求生态环境、消防、医疗、公安等相关部门支援。

c 对事故现场受到污染的土壤和水体等环境介质应进行相应的清理和修复。

d 清理过程中产生的所有废物均应按危险废物进行管理和处置。

e 进入现场清理和包装危险废物的人员应受过专业培训，穿着防护服，并佩戴相应的防护用具。

2) 危险废物的收集

A、危险废物产生单位进行的危险废物收集包括两个方面，一是在危险废物产生节点将危险废物集中到适当的包装容器中或运输车辆上的活动；二是将已包装或装到运输车辆上的危险废物集中到危险废物产生单位内部临时贮存设施的内部转运。

B、危险废物的收集应根据危险废物产生的工艺特征、排放周期、危险废物特性废物管理计划等因素制定收集计划。收集计划应包括收集任务概述、收集目标及原则、危险废物特性评估、危险废物收集量估算、收集作业范围和方法、收集设备与包装容器、安全生产与个人防护、工程防护与事故应急、进度安排与组织管理等。

C、危险废物的收集应制定详细的操作规程，内容至少应包括适用范围、操作程序和方法、专用设备和工具、转移和交接、安全保障和应急防护等。

D、危险废物收集和转运作业人员应根据工作需要配备必要的个人防护装备，如手套、防护镜、防护服、防毒面具或口罩等。

E、在危险废物的收集和转运过程中，应采取相应的安全防护和污染防治措施，包括防爆、防火、防中毒、防感染、防泄露、防飞扬、防雨或其它防止污染环境措施。

F、危险废物收集时应根据危险废物的种类、数量、危险特性、物理形态、

运输要求等因素确定包装形式，具体包装应符合如下要求：

- a 包装材质要与危险废物相容，可根据废物特性选择钢、铝、塑料等材质。
- b 性质类似的废物可收集到同一容器中，性质不相容的危险废物不应混合包装。
- c 危险废物包装应能有效隔断危险废物迁移扩散途径，并达到防渗、防漏要求。
- d 包装好的危险废物应设置相应的标签，标签信息应填写完整翔实。
- e 盛装过危险废物的包装袋或包装容器破损后应按危险废物进行管理和处置。
- f 危险废物还应根据 GB12463 的有关要求进行运输包装。

G、危险废物的收集作业应满足如下要求：

- a 应根据收集设备、转运车辆以及现场人员等实际情况确定相应作业区域，同时要设置作业界限标志和警示牌。
- b 作业区域内应设置危险废物收集专用通道和人员避险通道。
- c 收集时应配备必要的收集工具和包装物，以及必要的应急监测设备及应急装备。
- d 危险废物收集应填写记录表，并将记录表作为危险废物管理的重要档案妥善保存
- e 收集结束后应清理和恢复收集作业区域，确保作业区域环境整洁安全。
- f 收集过危险废物的容器、设备、设施、场所及其它物品转作它用时，应消除污染，确保其使用安全。

H、危险废物内部转运作业应满足如下要求：

- a 危险废物内部转运应综合考虑厂区的实际情况确定转运路线，尽量避开办公区和生活区。
- b 危险废物内部转运作业应采用专用的工具，危险废物内部转运应填写《危险废物厂内转运记录表》。
- c 危险废物内部转运结束后，应对转运路线进行检查和清理，确保无危险废物遗失在转运路线上，并对转运工具进行清洗。

I、收集不具备运输包装条件的危险废物时，且危险特性不会对环境和操作人

员造成重大危害，可在临时包装后进行暂时贮存，但正式运输前应按本标准要求
进行包装。

3) 危险废物的贮存

①危险废物贮存可分为产生单位内部贮存、中转贮存及集中性贮存。所对应的
贮存设施分别为：产生危险废物的单位用于暂时贮存的设施；拥有危险废物收
集经营许可证的单位用于临时贮存的设施；以及危险废物经营单位所配置的贮存
设施。

②危险废物贮存设施的选址、设计、建设、运行管理应满足 GB18597、GBZ1
和 GBZ2 的有关要求。

③危险废物贮存设施应配备通讯设备、照明设施和消防设施。

④贮存危险废物时应按危险废物的种类和特性进行分区贮存，每个贮存区域
之间宜设置挡墙间隔，并应设置防雨、防火、防雷、防扬尘装置。

⑤危险废物贮存期限应符合《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》的
有关规定。

⑥危险废物贮存单位应建立危险废物贮存的台帐制度，危险废物出入库交接
需进行记录。

⑦危险废物贮存设施应根据贮存的废物种类和特性按照 GB18597 附录 A 设
置标志。

⑧危险废物贮存设施的关闭应按照 GB18597 和《危险废物经营许可证管理办
法》的有关规定执行。

五、射线装置报废处置

根据《四川省辐射污染防治条例》，射线装置在报废处置时，使用单位应当
对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化。本项目使用的 X 射线探伤装
置在进行报废处理时，对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化，将探伤
机高压射线管进行拆卸并破碎处理，同时将设备主机的电源线绞断，使探伤机不
能正常通电，防止二次通电使用，造成误照射。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、辐射工作场所两区划分

为加强辐射源所在区域的管理，限制无关人员受到不必要的照射，划定辐射控制区和监督区。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）控制区和监督区的定义划定辐射控制区和监督区。控制区：在辐射工作场所划分的一种区域，在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和安全措施；监督区：未被确定为控制区、通常不需要采取专门防护手段和措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域。

根据《四川省野外（室外）使用放射性同位素与射线装置辐射安全和防护要求(试行)》（原四川省环境保护厅，川环办发[2016]149号）：探伤作业前应将无关人员清离出场，划分控制区和监督区，实施“两区”管理。控制区边界外空气比释动能率应低于 $15\mu\text{Gy/h}$ ，边界上设置明显的警戒线，应有清晰可见的电离辐射警告标志和“禁止进入射线探伤区”的标牌。探伤期间专人在边界巡逻、看守，探伤时严禁任何人员在此区域内活动。监督区位于控制区外，监督区边界外空气比释动能率应低于 $2.5\mu\text{Gy/h}$ ，边界处应有电离辐射警告标志牌和“无关人员禁止入内”的标牌，公众不得进入该区域。工作区域划分应以在即将探伤的工作条件下，开机状态以探伤检测飞机所在区域边界起，从 100m 外由远到近用剂量率仪巡测划定。依据《四川省野外（室外）使用放射性同位素与射线装置辐射安全与防护要求》的规定，将现场工作区域划分为控制区和监督区。应在确保安全的原则下，因地制宜的划定控制区和监督区，并设置警戒线，应切实做好清场工作。

公司应对每次探伤工作场所划分控制区、监督区，并实行“两区”管理制度。本项目控制区和监督区划分如下：

表 10-1 室外探伤“两区”划分与管理

室外探伤	控制区	监督区
“两区”划分范围	剂量率在 $15\mu\text{Gy/h}$ 以上的范围，可根据探伤的实际情况设置控制区	剂量率在 $2.5\mu\text{Gy/h} \sim 15\mu\text{Gy/h}$ 之间的范围，根据探伤的实际情况设置监督区
辐射防护措施	其它人员不能在这些区域停留，设置明显的警戒线，并设置明显的电离辐射标志，边界上悬挂清晰可见的“禁止进入射线区”警示标识	该区设置电离辐射标志，经常进行剂量监督，需要专门防护措施，限制公众在该区域长期滞留，边界处设置“当心，电离辐射”警示标识，边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，设置专人巡视

二、辐射安全及防护措施

1、设备固有安全性

X射线探伤机只有在开机状态下才会产生X射线，关机状态下不会产生X射线，在开机状态下的固有安全性如下：

①X射线机开启时，控制箱上将有黄灯亮起，此时应首先对射线机进行训机，这是射线机自有的功能。如不进行训机，射线机将不能开启高压；

②若射线机无法启动高压，首先应确认控制箱内的保险管是否烧坏，以及射线机头过滤片和屏蔽罩是否损坏；

③射线机延时启动，有安全操作、保护人员人身安全的作用；在射线机延时启动期间，警戒人员应再次确认控制区（除铅房内）及周围无人逗留。如果有人，必须立刻关闭射线机；ERESCO 65MF4 定向X射线探伤机采用延时曝光，ERESCO200MF4-R 定向X射线探伤机采用延时曝光，LLX160-1DA 定向X射线探伤机采用遥控控制延时曝光；

④远程控制曝光功能，即布置好射线机和被检对象后，人员撤离到铅房内，通过X射线装置配备的远程控制器，按下曝光开关，并且曝光按钮仅在控制器上设置，射线机侧面无曝光按钮，以此确认人员的安全；

⑤保险管烧坏时射线机将自动停止高压运行并自行断电；

⑥接头接触不良时，射线机将显示故障功能，且不能开启高压运行；

⑦控制箱内线路灰尘较多时造成短路，射线机将自动断电；

⑧探伤机在主射束出口安装有X射线过滤器，将对探伤检测无用的低能量射线束进行过滤，以此来减小X射线对环境的影响。

2、辐射防护措施

X射线基本防护原则是远离X射线并加以必要的屏蔽。对外照射的防护方法有源项控制法、距离防护法和屏蔽防护法，本项目在886机库内探伤，作业位置不固定，主要对机身门框等区域进行原位探伤，采用2mm铅当量的屏蔽体。本项目仅夜间实施探伤作业。

（1）屏蔽防护

本项目采用2mm铅当量的屏蔽体（铅板）对主射束进行屏蔽。本项目在886机库内设置1间控制室，控制室结构为整体铅房。在进行探伤作业时，操作人员

确定好探伤部位，将探伤机固定在工作梯或设备架上，操作人员撤离到控制室内进行操作，控制室位置固定。

控制室（整体铅房）内净尺寸为 2.6m×2.3m×2.2m，其中四周屏蔽体和屋顶底部均为 14mm 铅当量。铅房设有 2 扇观察窗（铅房北侧 1 扇，东侧 1 扇），均为 14mm 铅当量，窗口尺寸为 0.3m×0.2m，离地距离为 1.0m。铅防护门为 14mm 铅当量，采用手动推拉方式开启，门洞尺寸为 0.7m×1.8m。

（2）源项控制

本项目 X 射线探伤机产生的 X 射线用屏蔽套进行屏蔽，且 X 射线装置均装有可调限束装置，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减少泄漏辐射。同时针对不同厚度的材料探伤工件，公司将设置不同的曝光工况和曝光时间，以减小不必要的照射。

（3）距离防护

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 6.4 条要求，辐射工作场所应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。并同时根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）和《四川省野外（室外）使用放射性同位素与射线装置辐射安全和防护要求（试行）》（四川省环境保护厅，川环办发[2016]149 号），本项目可设置的电离辐射警告标志如图 10-1 所示。



图 10-1 电离辐射警告标志

（4）时间防护

在确保产品质量的前提下，在每次使用探伤机进行探伤之前，根据工件满足的实际质量要求制定最优化的探伤方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数，

以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照射时间。本项目室外探伤在 886 机库内进行，控制区及监督区控制在厂区范围内，作业时间尽量选择在深夜，同时做好工程区域内的人员清场工作。

(5) 其它

根据《四川省野外（室外）使用放射性同位素与射线装置辐射安全和防护要求(试行)》（原四川省环境保护厅，川环办发[2016]149 号）和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函[2016]1400 号），环评针对本项目开展对建设单位提出如下要求：

①制定室外探伤工作方案

在室外探伤作业前，按项目应制定现场探伤工作方案，该工作方案主要包括探伤工况、时间、地点、控制区范围、监测方案、清场方式等，明确辐射安全管理人员、警戒人员、操作人员的职责和分工。工作期间做好相关记录，与方案一同存档备查。具体内容包括：

a.明确探伤工况：使用的探伤设备、探伤对象、时间安排（开始和结束时间节点）、探伤场所位置；

b.根据探伤工况等划定安全防护区域（控制区和监督区）范围，明确对控制区、监督区采取的警戒、安全措施。并通过影像资料记录现场各类辐射安全措施的履行情况。

c.确定监测方案：根据每次探伤的具体工况明确监测点位、监测设备、监测指标及频次，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、监督区边界以及探伤操作人员位置等，并每年委托有资质的辐射监测单位对作业场所周围环境至少进行 1 次监测。若发现异常情况，应当立即采取措施，同时向当地生态环境主管部门报告。

d.明确清场方式：如预先公告、开始前广播、安排专人检查等，确保在探伤操作期间，在划定的监督区范围内无公众，控制区内不应有任何无关人员，操作人员均位于铅房内。

e.明确职责和分工：明确工作人员的分工计划，如探伤操作人员名单及其职责等。本项目室外探伤共配置辐射工作人员 21 名，实行轮班制，每次安排 4 名，其中 1 名辐射安全管理人员、1 名现场安全员，2 名探伤操作人员。现场安全员

负责清场，布置防护措及探伤作业期间巡逻，确保本项目探伤时控制区内无任何人员、监督区内没有除本项目辐射工作人员的其他人停留；操作人员负责初步划定控制区和监督区边界及探伤作业时探伤机操作；辐射安全管理人员负责统筹整个野外探伤工作，检查现场的辐射安全措施是否到位，对操作人员的操作是否规范进行监督以及定期组织相关人员进行辐射防护专业培训。

②探伤作业前进行公示

在探伤作业前，应在 886 机库外公示栏处及大门口处放置安全信息公示牌。公告牌中应包括辐射安全许可证，公司法人，辐射安全负责人，操作人员和现场安全员的姓名、照片和资质证书，探伤作业性质、时间、地点、控制范围，当地生态环境主管部门监督举报电话等内容。安全信息公告牌面积应不小于 2m²，公告信息应采取喷绘（印刷）的方式制作，应具备防水、防风等抵御外界影响的能力，确保信息的清晰辨识。公告信息如发生变化应重新制作，禁止对安全信息公告牌进行涂改、污损。

③内部管理机构 and 规章制度

室外探伤作业辐射环境安全内部管理机构 and 规章制度，逐级落实室外探伤作业的辐射安全责任制。要制定有针对性的辐射事故应急预案，并明确项目所在地生态环境主管部门、公安部门、卫生部门联系方式。每次室外探伤作业完成后，要按照“一事一档”的要求建立辐射安全与防护档案，需要归档的材料应包括以下内容：

a.生态环境主管部门现场检查记录及整改要求落实情况；

b.作业活动期间的相关记录和日志：包括现场公示、射线装置的领用记录、设备检查记录及帐务复核记录，每次作业的时间、地点、操作人员、每次作业清场、两区划分记录（采取影像资料和文字形式），对工作场所和周围环境监测记录；

c.作业活动期间异常情况的说明，以及需要记录的其它有关情况。

④探伤分组及个人防护

环评要求项目单位在探伤作业前开展制定探伤工作方案、张贴探伤作业公告、划定控制区和监督区、清场、个人防护等准备工作。至少保证探伤作业时有 1 台便携式 X 辐射剂量监测仪、若干警示标志、警戒绳。同时，还要为每名操作

人员配备 1 枚个人剂量计，个人剂量计应编号并定人佩戴，定期送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案。

⑤探伤机无探伤任务时存放在机库铅房内，铅房具备防盗和安全等功能，周围有摄像头 24 小时监控，并设置专人看管铅房，铅房钥匙交由专人进行保管，探伤机从铅房取出进行室外作业、室外探伤完毕送回铅房时都需进行登记，严格做好记录管理工作，探伤机取出作业前辐射工作人员需报相关领导批准后方可取出开展探伤作业，探伤机在室外探伤完毕后，探伤机需及时送回铅房内进行保管。

⑥探伤时辐射防护工作

探伤准备：探伤机架设安装完毕后，再一次对探伤区和防护区进行清场，确认无人后，开启警报器；除探伤机操作人员外，警戒人员在监督区边界指定位置放置警示牌，严禁无关人员进入该区域。

探伤操作：若使用 ERESCO 65MF4 定向 X 射线探伤机或 ERESCO200MF4-R 定向 X 射线探伤机实施探伤作业，设备安装调试完成后，设置延时曝光参数，操作人员退至铅房内；若使用 LLX160-1DA 定向 X 射线探伤机实施探伤作业，设备安装调试完之后，待操作人员退至铅房内，采取远程无线遥控方式对探伤机进行操作命令。

在室外探伤任务期间，未进行探伤时，由专人对探伤机进行保管。

⑦探伤机的运输及管理工作

由于本项目探伤机为公司已有设备，本次新增使用场所，涉及在不同场所使用时，探伤机的运输及管理工作。探伤机的运输路径为维修基地东区与维修基地西区之间往返，由专人专车运输，根据设备出入库管理制度，在出入库台账上登记相关信息。

三、工作场所安防措施

为确保本项目射线装置储存安全，本项目采取的安全保卫措施见表 10-2。

表 10-2 X 射线探伤机工作场所安防措施一览表

工作场所	措施类别	对应措施
------	------	------

X 射线探伤机场所	防盗和防破坏	①本项目将控制室纳入公司日常安保巡逻工作范围，并划为重点区域，加强巡视管理，以防遭到破坏； ②机库内需要设置监控摄像头实行 24h 实时监控； ③安排有专人进行管理和维护，并进行台账记录，一旦发生盗窃事件，立即向公安机关报案。
	防射线泄漏	本项目拟使用的 X 射线探伤机购置于正规厂家（GE 和 Balteau），出厂时探伤机的杂散辐射和泄漏辐射不会超过规定的限值。

四、环保投资估算

本项目总投资***万元，环保投资***万元，占总投资***。项目环保投资估算见表 10-3。

表 10-3 辐射安全防护和环保设施(措施)投资一览表

类 别		环保设施	投资金额 (万元)	备 注
室 外 探 伤	防护设备	辐射防护铅服 2 套	***	针对新增场所配置
		整体铅房（控制室）1 间	***	需配置
	监测仪器	个人剂量计 21 套	—	利旧
		个人剂量报警仪 3 台	—	利旧
		便携式辐射监测仪 1 台	***	针对新增场所配置
	安全装置	控制区和监督区警示标志	***	需配置
		公告牌、安全警示线若干		
		大功率喊话器 1 个		
		红外报警器 4 个	***	需配置
		大功率照明灯 4 个	***	需配置
		对讲机 4 个	***	需配置
	废水处理	专用废液收集桶（带危险废物标志）4 个	—	利旧
	固废处理	废胶片收集桶（带危险废物标志）1 个	—	利旧
其 他	危废处理	危险废物处理费	***	应预留
	设备维护	每个月对探伤装置的配件、机电设备进行检查、维护、及时更换部件		
	人员培训	辐射工作人员及应急人员的组织培训		
	应急预案	应急和救助的资金、物资准备		
合计			***	/

三废的治理

一、废气处理措施

本项目探伤地点周围为较开放的场所，大气扩散条件良好，产生的臭氧气体经自然分解和稀释后，对周围大气环境的影响较小。

二、废水处理措施

生活废水：本项目工作人员在886机库产生的生活污水经机场污水管网排入机场污水处理厂处理，尾水排入江安河

洗片废水：本项目洗片废水经维修基地西区已建预处理设施处理后，再进入园区污水处理站，处理达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准后接入市政污水管网，排入成都双流区东升污水处理厂，尾水排入白河。

三、固体废物处理措施

（1）生活垃圾

工作人员产生的生活垃圾约 10.5kg/d，依托厂区垃圾收集设施收集，由环卫部门统一清运。

（2）危险废物

本项目每年产生的废显影液约40kg/a，废定影液约40kg/a，废胶片约1kg/a，属于危险废物，其危废编号为HW16。飞机维修成都分公司将产生的废显影液、废定影液、废胶片交由有资质的公司妥善处置，不外排。本项目洗片、晾片依托检测中心已有的评片室、暗室、胶片存放室，产生的危险废物暂存于贴有标识的收集桶内，放置收集桶的位置地面已做了防水、防倾倒、防腐等工作，并在四周修筑了围堰，可以防止泄露后造成二次污染。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目施工期主要为整体式铅房的安装过程中产生的环境影响。铅房由厂家生产、运输，在建设单位进行组装，在组装制作期间会产生少量固体废物、噪声和少量生活废水。固体废物可回收处理部分由厂家安装工人回收处理，不能回收部分与生活垃圾一起集中收集后，交由环卫部门收运处置；铅房安装时间较短，对周围环境影响较小。生活废水经机场污水管网排入机场污水处理厂处理，尾水排入江安河，不会对周围环境造成影响。

运行阶段对环境的影响

飞机维修成都分公司拟在 886 机库内使用 3 台 X 射线探伤机，3 台探伤机不存在在同一个机库内同时开机的情况。ERESCO 65MF4 定向 X 射线探伤机，其管电压最大为 300kV，管电流最大为 6mA，属于 II 类射线装置；LLX160-1DA 定向 X 射线探伤机，其管电压最大为 160kV，管电流最大为 10mA，属于 II 类射线装置；ERESCO200MF4-R 定向 X 射线探伤机，其管电压最大为 200kV，管电流最大为 10mA，属于 II 类射线装置；单次曝光时间约 2~10min，3 台探伤机年使用总时间约 50h。

本项目 X 射线探伤机的检修由设备厂家负责，飞机维修成都分公司只负责探伤机的使用。X 射线探伤对象为飞机机身门框、机翼拼接结构、机翼上下蒙皮、各操作舵面（如：扰流板、襟翼）等区域，对于铝合金结构，被检厚度范围为 2mm~100mm；对于复合材料结构（主要是检测蜂窝内的水分），被检厚度范围为 10mm~100mm。

本项目运营期的环境影响因素为：X 射线探伤机工作时产生的 X 射线机、臭氧，洗片过程中产生的废显影液、废定影液、废胶片、废水。

一、 X 射线环境影响分析

1、漏射线（除主射方向以外）控制区和监督区的划定

在实际探伤过程中，射线能量根据被检工件的厚度进行调节，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，根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），将作业场所中周围剂量当量率大于 15μSv/h 的区域划为控

制区，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；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。

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）表 1 的规定：当 X 射线探伤机的管电压 150~200kV 时，要求漏射线 1m 处的周围剂量当量率小于 2.5mSv/h ；当 X 射线探伤机的管电压大于 200kV 时，要求漏射线 1m 处的周围剂量当量率小于 5.0mSv/h ，由此可以估算出不同距离漏射线的剂量率，见表 11-1。

表 11-1 不同距离漏射线的 X 射线剂量率（mSv/h）

距离(m)	1	5	10	13	19	20	32	45
150~200kV	<2500	<100	<25	<15	<6.9	<6.3	<2.5	<1.3
>200kV	<5000	<200	<50	<29.6	<15	<12.5	<4.9	<2.5

根据理论计算结果可知，当 3 台设备在不同电压的工况下，漏射的两区划分见表 11-2：

表 11-2 不同电压下漏射的两区划分

为方便管理，控制区、监督区采用矩形划定。

2、主射方向的控制区和监督区划定

根据建设单位提供资料可知，探伤机工况见表 11-3。

表 11-3 探伤机的参数表

由于本项目属于室外探伤作业，利用 X 射线定向探伤机对飞机机身门框、机翼上下蒙皮、各操作舵面（如：扰流板、襟翼）等区域进行探伤，根据不同工件及位置控制曝光时间，探伤时主射束根据探伤区域朝向不同，探伤机产生的 X 射线通过工件及屏蔽体进行衰减。

考虑到探伤作业的实际情况，本项目探伤情形分为 3 种情况：

根据上述探伤条件，X 射线经工件和屏蔽体屏蔽后的辐射剂量可近似按下面公式计算：

$$D_1 = I \delta_X / r^2 \dots\dots\dots (\text{式 11-1})$$

$$D_2 = D_1 / 10^{(d_1/d_2)} \dots\dots\dots (\text{式 11-2})$$

公式中：

D_1 —未经工件屏蔽前空气吸收剂量率， $\text{mGy} \cdot \text{min}^{-1}$ ；

D_2 —经工件屏蔽后空气吸收剂量率， $\text{mGy} \cdot \text{min}^{-1}$ ；

I —管电流，mA，ERESCO 65MF4 取 6、ERESCO200MF4-R 取 10、LLX160-1DA 取 10；

δ_X —发射率常数， $\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ，《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》GBZ/T250-4014 表 B.1，ERESCO 65MF4 最大管电压 300kV 时取 20.9，电压 150kV 时取 5.2；ERESCO200MF4-R 最大电压 200kV 时取 8.9，电压 150kV 时取 5.2；LLX160-1DA 最大管电压 160kV 取 5.9；

r —参考点距 X 射线管焦斑的距离，m；

d_1 —被检工件与屏蔽体厚度，mm，情况 1 取 9.2、情况 2 和情况 3 取 2.48；

d_2 —铅的十分之一值层厚度，mm，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.2，ERESCO 65MF4 最大管电压 300kV 时取 5.7，电压 150kV 时取 0.96；ERESCO200MF4-R 最大电压 200kV 时取 1.4，电压 150kV 时取 0.96；LLX160-1DA 最大管电压 160kV 取 1.1。

不同距离处年有效剂量用下式计算：

$$E = H \times T \times N \times U \dots\dots\dots (\text{式 11-3})$$

E —关注点的年有效剂量， $\mu\text{Sv/a}$ ；

H —辐射剂量率计算值， $\mu\text{Sv/h}$ ；

T —工作负荷，h/a；

U —居留因子，本项目取 1；

N —转换因子；保守取值 1；

经计算，不同距离处空气吸收剂量率和年有效剂量见表 11-4~6。

表 11-4 情况 1 不同距离处空气吸收剂量率和年有效剂量表

当使用 ERESCO 65MF4 型定向探伤机工况为最大管电压 300kV 时，主射束方向将距离飞机边界 111m 的范围划为控制区，将距离飞机边界 111m-271m 的范

围划为监督区；漏射方向将距离飞机边界 19m 的范围划为控制区，将距离飞机边界 19m-45m 的范围划为监督区。由于飞机零部件在进行原位探伤时，不会有工作人员位于被检区域上方或下方且飞机与机库顶部、地面的距离均小于 111m，综合考虑，取漏射方向控制区的范围作为 ERESO 65MF4 型定向探伤机管电压 >150kV 条件下的控制区，即控制区为距离飞机边界 19m 的矩形区域；取漏射方向监督区的范围作为情况 1 条件下的监督区，即监督区为距离飞机边界 19m-45m 的矩形区域。

图 11-1 使用 ERESO 65MF4 型定向探伤机（电压>150kV）漏射方向控制区、监督区划分示意图

（续）表 11-4 情况 1 不同距离处空气吸收剂量率和年有效剂量表

当使用 ERESO200MF4-R 型定向探伤机工况为最大管电压 200kV 时，本项目实施室外探伤时，主射束方向将距离飞机边界 0.4m 的范围划为控制区，将距离飞机边界 0.4m-0.8m 的范围划为监督区；漏射方向将距离飞机边界 13m 的范围划为控制区，将距离飞机边界 13m-32m 的范围划为监督区。由于飞机零部件在进行原位探伤时，不会有工作人员位于被检区域上方或下方，综合考虑，取漏射方向控制区的范围作为 ERESO200MF4-R 型定向探伤机管电压 >150kV 条件下的控制区，即控制区为距离飞机边界 13m 的矩形区域；取漏射方向监督区的范围作为情况 4 条件下的监督区，即监督区为距离飞机边界 13m-32m 的矩形区域。

图 11-2 ERESO200MF4-R 型定向探伤机（电压>150kV）漏射方向控制区、监督区划分示意图

表 11-5 情况 2 不同距离处空气吸收剂量率和年有效剂量表

当使用 ERESO 65MF4 型定向探伤机工况为电压≤150kV 时，主射束方向将距离飞机边界 19m 的范围划为控制区，将距离飞机边界 19m-45m 的范围划为监督区；漏射方向将距离飞机边界 13m 的范围划为控制区，将距离飞机边界

13m-32m 的范围划为监督区。综合考虑，取主射、漏射方向控制区较大的范围作为 RESCO 65MF4 型定向探伤机电压 $\leq 150\text{kV}$ 条件下的控制区，即控制区为距离飞机边界 19m 的矩形区域；取主射、漏射方向监督区较大的范围作为 RESCO 65MF4 型定向探伤机电压 $\leq 150\text{kV}$ 条件下的监督区，即监督区为距离飞机边界 19m-45m 的矩形区域。

图 11-3 使用 ERESCO 65MF4 型定向探伤机（电压 $\leq 150\text{kV}$ ）控制区、监督区划分示意图

（续）表 11-5 情况 2 不同距离处空气吸收剂量率和年有效剂量表

当使用 ERESCO200MF4-R 型定向探伤机工况为电压 $\leq 150\text{kV}$ 时，本项目实施室外探伤时，主射束方向将距离飞机边界 24m 的范围划为控制区，将距离飞机边界 24m-58m 的范围划为监督区；漏射方向将距离飞机边界 13m 的范围划为控制区，将距离飞机边界 13m-32m 的范围划为监督区。综合考虑，取主射、漏射方向控制区较大的范围作为 ERESCO200MF4-R 型定向探伤机电压 $\leq 150\text{kV}$ 条件下的控制区，即控制区为距离飞机边界 24m 的矩形区域；取主射、漏射方向监督区较大的范围作为 ERESCO200MF4-R 型定向探伤机电压 $\leq 150\text{kV}$ 条件下的监督区，即监督区为距离飞机边界 24m-58m 的矩形区域。

图 11-4 使用 ERESCO200MF4-R 型定向探伤机（电压 $\leq 150\text{kV}$ ）控制区、监督区划分示意图

表 11-6 情况 3 不同距离处空气吸收剂量率和年有效剂量表

当使用 LLX160-1DA 型定向探伤机时，主射束方向将距离飞机边界 37m 的范围划为控制区，将距离飞机边界 37m-90m 的范围划为监督区；漏射方向将距离飞机边界 13m 的范围划为控制区，将距离飞机边界 13m-32m 的范围划为监督区。综合考虑，取主射、漏射方向控制区较大的范围作为情况 3 条件下的控制区，即控制区为距离飞机边界 37m 的矩形区域；取主射、漏射方向监督区较大的范围作为情况 3 条件下的监督区，即监督区为距离飞机边界 37m-90m 的矩形区域。

图 11-5 使用 LLX160-1DA 型定向探伤机时控制区、监督区划分示意图

综上，不同设备不同工况条件下，两区划分见表 11-7：

表 11-7 两区划分情况表

控制区需设置明显的警戒线和辐射警示标识，专人看守；监督区边界应有“当心，电离辐射”警示标识，公众不得进入该区域。此外，X 射线探伤机工作时，其周围的 X 射线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，一般需要仪器直接测量，并且具体探伤时，漏射线及散射线均大部分被工件所屏蔽，因此实际划定的控制区及监督区均应比理论计算值要小。本次环评要求：室外探伤时，职业人员需配置个人剂量报警仪，且需将报警限值设置为 15μGy/h，以避免职业人员误入控制区。

3、操作人员剂量计算

本项目在 886 机库使用 ERESO 65MF4 定向 X 射线探伤机、LLX160-1DA 定向 X 射线探伤机、ERESCO200MF4-R 定向 X 射线探伤机实施探伤作业，年累计曝光时间约为 50h。公司共 21 名辐射工作人员，每次安排 4 名人员值班，可分为 5 组，每组人员受曝光约 10h/年。根据表 11-2，ERESCO 65MF4 定向 X 射线探伤机和 ERESO200MF4-R 定向 X 射线探伤机管电压大于 150kV 时，主射方向垂直地面朝上或朝下；当管电压小于 150kV 时，才有可能主射方向投向控制室。当控制室受到主射照射的情景下，LLX160-1DA 定向 X 射线探伤机的发射率常数大于其他 2 台设备，当保守考虑，操作人员的年有效剂量以 LLX160-1DA 定向 X 射线探伤机主射照射进行预测。在 X 射线探伤机曝光过程中，操作人员位于铅房内，探伤作业点与铅房的距离最近为 5m，居留因子取 1。

$$H_R = (r_o / R)^2 \times H_0 \times 10^{-x/Tr} \quad (11-4)$$

公式中：

r_o ：从靶到屏蔽体内侧参考点的距离，m；

R ：从靶到屏蔽体外考查点的距离，m；

X ：屏蔽体厚度，cm，取 1.4；

H_0 ：屏蔽体外侧的剂量当量率，mSv/h；

H_R ：计算点的有效剂量率，mSv/h；

T_r : 射线的 1/10 值层厚度, cm, 铅取值为 0.57;

T: 曝光时间, h, 取 10。

根据公式 11-3 计算出操作人员受照射的年有效剂量为 0.48mSv/a, 低于本次评价确定的年剂量约束值 5mSv/a。

4、警戒线工作人员

监督区边界: 本项目探伤时, 监督区警戒线处有效剂量率为 0.0025mSv/h。本项目保守按一组工作人员每年探伤工作时间 10h, 居留因子取 1 计算, 得出监督区边界警戒人员受照射的年有效剂量为 0.025mSv/a, 低于本次评价确定的剂量约束值 5mSv/a。

5、职业人员年附加剂量预测结果

由于操作人员利用原有辐射工作人员, 存在剂量叠加问题。保守考虑, 根据 2023 年个人剂量检测结果, 原有辐射工作人员年有效剂量最大为 0.401mSv/a。剂量叠加后, 操作人员的年有效剂量为 0.881mSv/a, 监督区边界警戒人员受照射的年有效剂量为 0.426mSv/a, 均低于本次评价确定的年剂量约束值 5mSv/a。

6、敏感目标环境影响分析

本项目室外探伤敏感目标主要是监督区外的公众。

本项目探伤时, 监督区警戒线处有效剂量率最大为 0.0025mSv/h, 本项目按照探伤机年工作 50 h 保守计算, 公众居留因子取 1/4, 得出监督区边界公众受照射的年有效剂量为 0.031mSv/a, 低于本次评价确定的剂量约束值 0.1mSv/a。

二、大气环境影响分析

本项目探伤地点周围为较开放的场所, 大气扩散条件良好, 产生的 O_3 气体经自然分解和稀释后, 对周围大气环境的影响较小。

三、固体废物环境影响分析

生活垃圾: 工作人员产生的生活垃圾约 10.5kg/d, 依托厂区垃圾收集设施收集, 由环卫部门统一清运。

危险废物: 公司探伤作业每年预计产生废显影液约 40kg/a, 废定影液约 40kg/a, 废胶片 1kg/a。本项目胶片处理依托检测中心已有的评片室、暗室、胶片存放室。废显影液、废定影液采用 20L 高密度塑料桶收集, 存放在暗室内。暗

室冲片机下方和危险废物收集桶地面采用耐腐蚀的硬化地面，且表面无裂痕，四周设有围堰，可以防止泄漏后造成二次污染。废胶片存放在有标识的专用塑料桶内。暗室和胶片存放室有安全照明设施和观察窗口。在废显、定影液和废胶片的包装物上粘贴按要求完整填写危废标签内容，并醒目显示收集废液的名称。北京飞机维修成都分公司将产生的废显影液、废定影液、废胶片交由有资质的公司妥善处置，不外排。

四、水环境影响分析

生活废水：本项目工作人员在886机库产生的生活污水经机场污水管网排入机场污水处理厂处理，尾水排入江安河。

洗片废水：本项目洗片废水经维修基地西区已建预处理设施处理后，再进入园区污水处理站，处理达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准后接入市政污水管网，排入成都双流区东升污水处理厂，尾水排入白河。

五、射线装置报废处理

根据《四川省辐射污染防治条例》，“射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化”。本项目涉及的 X 射线探伤机涉及报废时，必须进行去功能化（如将探伤机高压射线管进行拆卸并破碎处理，同时将探伤机主机的电源线绞断）。使探伤机不能正常通电，防止二次通电使用，造成误照射。

六、声环境影响分析

室外探伤会开启警报器进行报警，因此会产生一定的噪声，但由于时间较短，且经距离衰减后，对周围声环境的影响较小。

事故影响分析

一、辐射事故分级

根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 第 449 号）第四十条：根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故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，详见表 11-8。

表 11-8 辐射事故等级划分表

环境风险因子	潜在危害	事故等级
X 射线	X 射线装置失控导致人员受超年剂量限值的照射	一般辐射事故
	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	较大辐射事故
	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	重大辐射事故
	射线装置失控导致 3 人以上(含 3 人)急性死亡	特别重大辐射事故

根据《职业性外照射急性放射病诊断》(GBZ104-2017), 急性放射病发生参考剂量见表 11-9。

表11-9 急性放射病初期临床反应及受照剂量范围参考值

急性放射病	分度	受照剂量范围参考值
骨髓型急性放射病	轻度	1.0Gy~2.0Gy
	中度	2.0Gy~4.0Gy
	重度	4.0Gy~6.0Gy
	急重度	6.0Gy~10.0Gy
肠型急性放射病	轻度	10.0Gy~20.0Gy
	中度	/
	重度	20.0Gy~50.0Gy
	急重度	/
脑型急性放射病	轻度	10.0Gy~100.0Gy
	中度	
	重度	
	急重度	
	死亡	100Gy

二、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, X 射线探伤机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。

本次评价分析考虑可能发生的最大辐射误照射情景, 即探伤机被操作人员误触开启并在最大工况运行时, 无工件遮挡且无防护的情况下, 探伤操作人员或公众误入或滞留于机库内, 造成人员被误照射。

三、辐射事故影响分析

当 ERESKO 65MF4 定向 X 射线探伤机在最大管电压 300kV 时发生误照射, 相关人员可以立即通过紧急止动开关中断电源, 整个处理时间保守估计 1min,

人员受到的有效剂量与探伤机产生的初级射线束造成的空气吸收剂量有关，在空气中探伤机产生的初级射线束造成的空气吸收剂量可用式 11-1、11-2 计算，人员受到的有效剂量可用式 11-3 进行计算。本项目探伤机作业时发生误照射对受照人员的有效剂量计算结果见表 11-10。

表 11-9 误照射情况下周围人员受到的剂量估算结果

距射线靶距离(m)	有效剂量 (mSv/次)
0.5	501.6
1	125.4
5	5.02
10	1.25
20	0.31
30	0.14
40	0.08
50	0.05
100	0.01

由表 11-10 可以看出，X射线直接照射到人员身上，误入人员在距离射线头 0.5m 处停留 1min，其所受有效剂量最高达 501.6mSv/次，高于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871- 2002）规定的公众人员 1mSv/a 的剂量限值，根据表 11-8、表 11-9 可知，不会引起人员骨髓型急性放射病，构成一般辐射事故。一旦发生误照射，应立即停止射线装置（切断电源），严禁公众在警戒区内停留。

综上所述，本项目一旦发生误照，周围人员较容易受到超剂量照射。在 X 射线直接照射情况下，应立即启动事故应急预案，在探伤工作开始之前，必须在所有控制区周边和监督区周边张贴告示，在监督区和控制区范围内的其他工作人员需进行全面的清场，在警戒区范围内严禁无关人员进入，避免受到意外照射。因此，公司在运营过程中必须严格执行相关规章制度和工作管理制度，严格杜绝此类事故的发生。

四、事故防范措施

为了杜绝上述辐射事故的发生，要求公司严格执行以下辐射事故预防措施：

①清场采用预先公告、开始前广播、安排专人检查等，在探伤机架设完毕后，再一次对探伤区域和防护区域进行巡视清场，确认无人后，开启红外警报器。

②在室外探伤作业前，制定规范的室外探伤实施方案，该工作方案主要包括探伤工况、时间、地点、控制区范围、监测方案、清场方式等，明确探伤人员、防护人员、保卫人员的职责和分工。工作期间做好相关记录，与方案一同存档备查；

③室外探伤作业前需要进行公告，应在 886 机库外公示栏处及大门口处放置安全信息公示牌，将辐射安全许可证、公司法人、辐射安全负责人、操作人员和现场安全员的姓名、照片、资质证书和生态环境主管部门监督举报电话等信息进行公示，接受公众监督。要求在探伤现场提前公告，且安全信息公示牌面积不小于 2m²。

④凡涉及对 X 射线探伤机进行操作，必须按操作规程执行，探伤作业时，至少有 2 名操作人员同时在场，操作人员按照操作规程进行操作，并做好个人的防护，佩戴个人剂量计，携带个人剂量报警仪，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置；

⑤必须制定探伤机操作安全防护措施，X 射线探伤机曝光前待人员全部撤离后才进行，防止误操作，防止工作人员和公众受到意外辐射；

⑥每月对使用射线装置的安全装置进行日常维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期进行更换；

⑦公司所有辐射工作人员均须参加辐射安全与防护培训，并取得合格证书，所有辐射工作人员均须持证上岗。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

一、辐射防护与安全管理机构

飞机维修成都分公司已成立了辐射安全管理领导小组的通知（见附件 6）。辐射安全领导小组作为辐射防护与安全管理的机构，其职责如下：在 X 射线作业辐射事故发生时，立即采取有效措施，关停射线装置和设备，抢救受辐射事故伤害的工作人员进行检查，组织对射线作业现场进行妥善处置。

环评要求：①公司应当进一步完善细化辐射安全与环境保护管理机构的职能，补充小组成员联系方式；

②认真学习贯彻国家相关法规、标准，结合本单位实际制定安全规章制度并检查监督实施；

③负责公司辐射工作人员的法规教育和安全环保知识培训；

④检查公司的环保设施，对公司使用 X 射线探伤机的安全防护情况进行年度评估；

⑤实施辐射工作人员的个人剂量检测并做好个人剂量的档案管理工作；

⑥定期向生态环境主管部门报告辐射安全相关工作，接受监督检查和指导。

二、辐射工作岗位人员配置和能力分析

本项目辐射工作人员依托公司原有的辐射工作人员，共 21 名，均已参加辐射安全与防护培训，考核成绩为合格，具体见附件 8。

辐射工作人员需熟悉专业技术，使之能胜任探伤实践，而且对安全防护与相关法规知识也需作相应了解，实际操作中须按安全操作规程行事，自觉遵守规章制度，努力做好各项安全工作。从事无损检测的辐射工作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，定期参加环保部门组织的辐射防护安全培训，取得《辐射安全培训合格证》，考核不合格的，不得上岗。若辐射工作人员培训时间超过 4 年，需参加复训。

三、辐射安全综合管理和规章制度落实情况分析

1、辐射安全综合管理要求及落实情况

本项目建设单位涉及使用 II 类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环保部令第 3 号）“第十六条”和《四川省核技术利用辐射安全与防护

监督检查大纲》（川环函[2016]1400 号），建设单位需具备的辐射安全管理要求见表 12-1。

表 12-1 建设单位辐射安全管理基本要求汇总对照分析表

序号	辐射安全管理要求	落实情况	应增加的措施
1	从事生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位	公司持有原四川省环境保护厅核发的《辐射安全许可证》（川环辐证[00485]），许可的种类和范围为：使用Ⅱ类射线装置，使用场所为检测中心一层曝光室	需增加 886 机库使用场所
2	辐射工作人员应参加专业培训机构辐射安全知识和法规的培训并持证上岗	本项目涉及辐射工作人员 21 人，均参加了辐射安全与防护培训	持证上岗，到期复训
3	辐射工作单位应建立辐射安全管理机构或配备专（兼）职管理人员	建设单位已成立“辐射防护领导小组”，专人负责辐射安全管理工作	/
4	需配置必要的辐射防护用品和监测仪器并定期或不定期地开展工作场所及外环境辐射剂量监测，监测记录应存档备查	建设单位须按照表 10-3 进行辐射防护用品的配备，并严格执行监测计划	拟落实
5	辐射工作单位应针对可能发生的辐射事故风险，制定相应辐射事故应急预案，特别应做好 X 射线探伤机的实体保卫及防护措施	已制定《辐射事故应急预案》	886 机库内探伤的相关应急措施
6	辐射工作单位应建立健全辐射防护、安全管理规章制度及辐射工作单位基础档案	已制定《X 射线探伤机操作规程》、《射线装置安全管理制度》、《辐射安全管理制度》、《X 射线探伤机使用、保管保养及检测维修制度》、《监测方案》、《监测仪表使用与校验管理制度》、《辐射人员职业健康管理制度》、《辐射人员培训/再培训管理制度》、《射线装置台账管理制度》、《辐射人员个人剂量管理制度》	/
7	辐射工作单位应作好辐射工作人员个人剂量监测和职业健康检查，建立健全个人剂量档案和职业健康监护档案	公司委托宜宾蓝瑞鑫卫生检测科技有限公司对辐射工作人员的个人剂量进行检测，并建立了健全的个人剂量档案和职业健康监护档案	/
8	辐射工作单位应在辐射工作场所入口设置醒目的电离辐射警示标志	在进行移动式探伤时，必须在划定的探伤区设置明显的警戒线和辐射警示标志	拟落实

9	辐射工作单位应提交有效的年度辐射环境监测报告	/	拟落实
10	现场探伤工作方案	在确定要进行现场探伤作业前,按项目应制定工作方案,该工作方案主要包括探伤工况、时间、地点、控制区范围、监测方案、清场方式等,明确辐射安全管理人员、操作人员、警戒人员的职责和分工。工作期间做好相关记录,与方案一同存档备查	拟落实
11	设定监督区和控制区	进行室外探伤时,应设定控制区和监督区。控制区边界外 X 射线空气吸收剂量率应不大于 $15\mu\text{Gy/h}$,并设置明显的警戒线和辐射警示标识,专人看守。监督区位于控制区外,允许有关人员在此活动。其边界剂量率应不大于 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 。边界处应有“当心,电离辐射”警示标识,公众不得进入该区域	拟落实
12	张贴探伤作业公告	在探伤作业现场应张贴公告。公告中应包括作业性质、时间、地点、控制范围、探伤单位名称、项目负责人、联系电话、辐射事故报警电话等内容	拟落实
13	档案记录	必须建立探伤运行、辐射环境监测记录、个人剂量管理及维修记录制度,并存档备查	拟落实
14	建设单位在作业期间做好公众沟通工作,妥善处理群众投诉,维护当地社会稳定;在活动结束后应向转入地市(州)生态环境主管部门提交辐射安全评估报告	公司 886 机库内进行探伤作业,在作业期间做好公众沟通工作,妥善处理群众投诉,维护当地社会稳定	拟落实
15	室外作业的一事一档,包括环保部门现场检查记录、辐射监测报告及现场作业辐射安全措施影像资料等	公司在 886 机库内探伤,做好一事一档,包括:①生态环境主管部门现场检查记录及整改要求落实情况;②作业活动期间的相关记录和日志(包括现场公示、射线装置领用记录、设备检查记录、财务复核记录、每次作业的时间、地点、操作人员、每次作业清场、两区划分记录);③工作场所和周围环境监测记录;④影像资料;⑤作业活动期间异常情况的说明,以及需要记录的其它有关情况	拟落实

2、辐射安全管理规章制度要求及落实情况

根据《生态环境部(国家核安全局)核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲(2020年)》和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》(川环函[2016]1400号)的相关要求中的相关规定,本项目需制定的规章制度见表12-2。

表12-2 管理制度汇总对照表

序号	项目	规定的制度	落实情况	备注
1	综合	辐射安全管理制度	已制定	需增加886机库管理制度
2		X射线探伤机操作规程	已制定	/
3		安全防护设备维护管理制度(包括机构人员、维护维修内容与频度)	已制定	/
4		保管管理制度	已制定	/
6		X射线探伤机管理制度(转让、使用、报废)	已制定	/
7		室外探伤工作方案(须存档)	已制定	需明确“探伤工况、时间、地点、控制区范围、监测方案、清场方式等,明确辐射安全管理人员、操作人员、警戒人员的职责和分工”
8		室外作业的一事一档,包括生态环境主管部门现场检查记录、辐射监测报告及现场作业辐射安全措施影像资料等	已制定	/
9		已完成和正在完成室外作业项目清单	已制定	/
10		射线装置台账	已制定	/
11	监测	监测方案	已制定	需明确“监测点位、监测频次”
12		监测仪表使用与校验管理制度	已制定	/
13	人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度	已制定	需补充“若辐射工作人员培训时间超过4年,需参加复训”
14		辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定	需补充“如果在单个季度出现个人剂量超过1.25mSv时需进行干预,并进行剂量异常原因调查,最终形成正式调查报告,并本人签字。年剂量超过5mSv的管理限值时,暂停该辐射工作人员继续从事探伤作业,并进

				行剂量异常原因调查,最终形成正式调查报告,并本人签字,并上报当地生态环境主管部门”
15	应急	辐射事故/事件应急预案	已制定	需补充“室外探伤最大可信事故场景、应急报告、应急措施和步骤、应急保障措施”

根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》的要求，核技术利用单位应根据使用射线装置的情况，及时修订和完善规章制度，并按照档案管理的要求分类归档放置。

（1）档案分类和归档

本项目辐射安全档案资料可分以下大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“辐射应急资料”、“室外探伤一事一档”。建设单位应当根据单位辐射项目开展的实际情况将档案资料进行分类管理。

其中“室外探伤一事一档”档案资料是针对每一个项目室外探伤作业建立完整的辐射安全与防护档案，做到一事一档。需要归档的材料应包括但不限于：

①生态环境主管部门现场检查记录及整改要求落实情况；

②作业活动期间相关记录和日志，包括现场公示、射线装置的领用记录、设备检查记录及财务复核记录，每次作业的时间、地点、操作人员、每次作业清场、两区划分记录（采取影像资料和文字形式），对工作场所和周围环境监测记录；

③作业活动期间异常情况的说明，以及需要记录的其它有关情况。

（2）需上墙的规章制度

①《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射工作设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》应把警示牌立于辐射工作现场。

②上墙制度的内容应字体醒目，简单清楚，体现现场操作性和实用性，尺寸大小应不小于 400mm×600mm，可贴于控制室墙体或控制室旁机库的墙体。

3、其它辐射安全和防护管理要求

①探伤作业时应配备现场安全员，具备对现场辐射安全负责的权限，主要负责场所区域的划分与控制、场所限制区域的人员管理、场所辐射剂量水平监测等安全相关工作，并承担探伤装置的领取、归还等工作，发现安全问题应立即停止探伤作业。

②每次探伤作业前，操作人员应严格检查探伤装置的安全性能，并复核。至少每3个月对探伤装置的性能进行全面检查、维护，发现问题应及时维修，并做好记录。

③安全信息公示牌面积应小于 2m^2 ，公示信息应采取喷绘（印刷）的方式进行制作。安全信息公示牌应适应室外作业需要（具备防水、防风等抵御外界影响的能力），确保信息的清晰辨识。公示信息如发生变化应重新制作安全信息公示牌，禁止对安全信息公示牌进行涂改、污损。

④开展自我监测，绘制监测布点图，做好相应监测数据记录并存档。发现异常情况的，应当立即采取措施，必要时向当地生态环境主管部门报告。

为了保证本项目运行过程的安全，为控制和评价辐射危害，设置了相应的辐射剂量监测手段。

四、辐射监测

辐射监测是安全防护的一项必要措施，通过辐射剂量监测得到的数据，可以分析判断和估计电离辐射水平，防止人员受到过量的照射。根据实际情况，需建立辐射剂量监测制度，包括个人剂量检测、工作场所监测和工作场所检查。

1、个人剂量检测

个人剂量检测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测，每名辐射工作人员需佩戴个人剂量片，监测周期为1次/季（每季度将个人剂量片送往有资质的检测机构进行检测）。

（1）如果在单个季度出现个人剂量超过 1.25mSv 时需进行干预，并进行剂量异常原因调查，最终形成正式调查报告，并本人签字。年剂量超过 5mSv 的管理限制时，暂停该辐射工作人员继续从事放射性作业，并进行剂量异常原因调查，最终形成正式调查报告，并本人签字，并上报当地生态环境主管部门。

（2）个人剂量检测报告（连续四个季度）应当连同年度评估报告一起作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

（3）辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。建设单位应当将个人剂量档案要永久保存。

2、辐射环境及工作场所监测

（1）监测项目：X- γ 射线空气吸收剂量率；

（2）监测频度：委托有监测资质单位对工作场所至少每年监测1次，监测报告附

录到年度自查评估报告中；使用单位工作前（机库现场）自行监测一次，在射线装置大修后监测一次，监测数据应存档备查；每次进行室外探伤作业时建设单位须进行活动场所的监测（操作前和操作后）。

（3）监测范围：控制区边界、监督区边界以及探伤操作人员位置及其他人员经常活动的位置。

工作场所监测计划建议，见表 12-3。

表12-3 工作场所监测计划建议

场所	监测项目	监测点位	监测周期		
			建设单位自检	委托检测	验收检测
探伤作业场所	X-γ空气吸收剂量率	①控制区边界：周围剂量当量率大于 15μSv/h 的区域； ②监督区边界：周围剂量当量率大于 2.5μSv/h，小于 15μSv/h 的区域； ③现场探伤操作位处； ④周围环境敏感目标处	每次探伤前	1 次/年	竣工环 保验收 期间
	个人剂量计	委托有资质的检测单位每 3 个月检测一次。			

（4）监测设备：X-γ辐射监测仪，建设单位应保证仪器的准确性和可靠性。

（5）监测质量保证

制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用有资质监测单位的监测数据与公司监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案；制定辐射环境监测管理制度。

3、工作场所检查

对工作场所的警示标志、警戒线、声光报警装置、紧急停机按钮、射线源开关钥匙在室外探伤工作前进行一次检查，避免故障发生。

五、辐射事故应急

为了加强对辐射装置安全管理，确保仪器设备的安全应用，保障公众健康，保护环境，公司需按环评要求制定较为完善的辐射安全事故应急救援预案，该预案包括：应急组织机构、应急职责分工、辐射事故应急处置（最大可信事故场景，应急报告，应急措施和步骤，应急联络电话）、应急保障措施、应急演练计划等。

一旦发生辐射事故，应立即启动应急预案并采取必要的防范措施。事故发生时，设备操作应立即切断 X 射线机的工作电源；事故发生后，应立即向公司领导及上级主管部门汇报，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射事故应急小组上报当地生态环境主管部分及省级生态环境主管部门，同时上报公安部门，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。事故发生后，应立即安排受辐射的人员接受医学检查，在指定的医疗机构救治，并保护好现场，如实向调查人员介绍情况，以利于估算受照剂量，判定事故等级，提出控制措施，并及时组织专业技术人员排除事故，配合各相关部门做好辐射事故调查工作，不得隐瞒事故的真实情况。

公司应补充应急事故须准备的仪器和设备、应急物质的准备条件及应急终止后的行动等。该预案规定的应急处理措施能尽可能缩短工作人员和公众受辐射的时间，使事故危害降到最低，使的该预案须具备对射线装置辐射事故的应急处理能力，具有可操作性。

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

项目名称：新增 886 机库 X 射线室外探伤项目

建设单位：北京飞机维修工程有限公司成都分公司

建设性质：扩建

建设地点：探伤地点位于四川省成都市双流区大件路东升段 66 号（Ameco 西南航线中心）886 机库内，探伤机无探伤任务时存放在结束上个探伤任务的机库控制室内

本次评价内容及规模：北京飞机维修工程有限公司成都分公司拟在维修基地东区的 886 机库（占地面积约 10220m²，长 119m×宽 85.88m×高 23m）内开展室外探伤活动，利用公司已许可的 3 台定向探伤机。公司按生产计划调配 3 台设备，不存在同一个机库内使用 2 台及以上设备；由于不同机库同时进行室外探伤，对现场监管人力及设施投入太大，因此不存在东、西区两个机库同时各有 1 台设备开工的情况。

3 台探伤机型号分别为：ERESCO 65MF4 定向 X 射线探伤机，其管电压最大为 300kV，管电流最大为 6mA；LLX160-1DA 定向 X 射线探伤机，其管电压最大为 160kV，管电流最大为 10mA；ERESCO200MF4-R 定向 X 射线探伤机，其管电压最大为 200kV，管电流最大为 10mA；属于 II 类射线装置。探伤机单次曝光时间约 2~10min，3 台设备年累计曝光总时间约为 50h。X 射线探伤对象为飞机机身门框、机翼拼接结构、机翼上下蒙皮、各操作舵面（如：扰流板、襟翼）等区域，材质为铝合金和复合材料。对于铝合金结构，被检厚度范围为 2mm~100mm；对于复合材料结构（主要是检测蜂窝内的水分），被检厚度范围为 10mm~200mm。

在 886 机库内东北侧设置 1 间控制室，控制室采用铅房结构，位置固定。铅房室内净尺寸为 2.6m×2.3m×2.2m，其中四周屏蔽体和屋顶底部均为 14mm 铅当量。铅房设有 2 扇观察窗（铅房北侧 1 扇，东侧 1 扇），均为 14mm 铅当量，窗口尺寸为 0.3m×0.2m，离地距离为 1.0m。铅防护门为 14mm 铅当量，采用手动推拉方式开启，门洞尺寸为 0.7m×1.8m。在铅房外顶部设置摄像头，并在铅房内

配备相应监控记录系统。

本项目室外探伤作业地点位于 886 机库内,在进行探伤时,确定好探伤部位,将探伤机固定在工作梯或设备架上,探伤参数设置完成后,操作人员撤到铅房内,采取延时曝光远程控制的方式对探伤机进行操作命令。无探伤任务时,X 射线探伤机存放在结束上个探伤任务的机库控制室内。

本项目胶片处理在维修基地西区的检测中心已有的评片室、暗室、胶片存放室中进行,产生的废显影液、废定影液暂存于暗室内,相关危险废物均将与有相应处理资质的单位签订回收合同回收处理,不外排。

二、本项目产业政策符合性分析

本项目系核和辐射技术用于工业检测领域,属高新技术。根据《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)相关规定,本项目属鼓励类第三十一项“科技服务业”第 1 条“工业设计、气象、生物及医药、新材料、新能源、节能、环保、测绘、海洋等专业技术服务,标准化服务、计量测试、质量认证和检验检测服务,科技普及”,符合国家现行产业发展政策。

三、本项目选址合理性分析

本项目建设地点位于飞机维修成都分公司 886 机库内,项目选址尽可能地远离公众以减小辐射对公众的影响。项目运营过程产生的电离辐射,经采取一定的防护治理措施后不会对周围环境与公众造成危害。由此可见,本项目选址是合理的。

四、工程所在地区环境质量现状

本项目所在区域的周边环境 X- γ 辐射剂量率为 82nGy/h~86nGy/h,与中华人民共和国生态环境部《2022 年全国辐射环境质量报告》中四川省环境 γ 辐射剂量率自动监测结果(61.9~151.8 nGy/h)基本一致,属于当地正常天然本底辐射水平。

五、环境影响评价分析结论

1、辐射环境影响分析结论

在严格落实环评提出的要求后,本项目所致职业人员及公众年剂量符合《电

离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的辐射剂量限值要求,同时也符合本报告提出的照射剂量约束值要求(职业照射 5mSv/a、公众照射 0.1mSv/a)。评价结果表明本项目辐射工作场所的防护性能符合要求。

2、非放环境影响分析结论

废气: 本项目探伤地点周围为较开放的场所,大气扩散条件良好,产生的 O₃ 气体经自然分解和稀释后,对周围大气环境的影响较小。

废水: (1) 生活废水: 本项目工作人员在886机库产生的生活污水经机场污水管网排入机场污水处理厂处理,尾水排入江安河。

(2) 洗片废水: 本项目洗片废水经维修基地西区已建预处理设施处理后,再进入园区污水处理站,处理达《污水综合排放标准》(GB8978-1996)三级标准后接入市政污水管网,排入成都双流区东升污水处理厂,尾水排入白河。

一般固体废物: 本项目工作人员产生的生活垃圾约 10.5kg/d,依托既有垃圾收集设施收集,由市政环卫部门定时收集、清运至区域生活垃圾处理厂处置。

危险固体废物: 本项目产生的废显影液、废定影液暂存于设置了危废标志的专用容器中统一收集并放置于危废暂存间内;废胶片暂存于胶片储存间内设置的废胶片暂存柜内,相关危险废物均与有相应处理资质的单位签订回收合同回收处理,不外排。

危废暂存场所应有防渗漏、防雨水和防倾倒等“三防”措施,危险废物存放容器上应有危废标识和危废类别、存放时间、责任人及处置单位等相关信息。公司拟委托有资质单位对相关危险废物进行回收、转运、处置,本项目的危险废物收集(由专人收集并及时暂存于危险废物暂存间)、储存(暂存于规范设置的危险废物暂存间)、转运及处理(交由有资质运输及处理单位)措施合理,不会对周围环境造成二次污染,符合国家环境保护要求。

根据《四川省辐射污染防治条例》,“射线装置在报废处置时,使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化”。本项目涉及的 X 射线探伤机涉及报废时,必须进行去功能化(如将探伤机高压射线管进行拆卸并破碎处理,同时将探伤机主机的电源线绞断)。使探伤机不能正常通电,防止二次通电使用,造成误照射。

六、环保设施与保护目标

公司拟配置的环保设施较全，拟采取的环保措施可行，可使本次环评中确定的绝大多数保护目标，所受的辐射剂量，保持在合理的、可达到的尽可能低的水平。

七、事故风险与防范

公司须按要求制定内容较全面、措施可行的辐射事故应急预案，并拟制定的完善的安全规章制度，并认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

八、辐射安全管理的综合能力

公司安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，辐射工作人员配置合理，拟考核合格后，持证上岗；有辐射事故应急预案；拟采用的环保设施和措施合理可行，可满足防护实际需要，经一一落实后，建设单位可具备辐射安全管理的综合能力。

九、项目环保可行性结论

在坚持“三同时”的原则，采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施，本评价认为本项目的建设，从环境保护和辐射防护角度看是可行的。

十、项目环保竣工验收检查内容

1、根据《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日实施）文件第十一条规定：

（1）编制环境影响报告表的建设项目竣工后，建设单位应当按照国务院生态环境行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。

（2）建设单位在环境保护设施验收过程中，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，不得弄虚作假。

（3）除按照国家规定需要保密的情形外，建设单位应当依法向社会公开验收报告。

2、根据生态环境部《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4 号）规定：

（1）建设单位可登陆生态环境部网站查询建设项目竣工环境保护验收相关

技术规范（<https://www.mee.gov.cn/>）。

（2）项目竣工后，建设单位应当如实查验、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（调查）报告。

（3）本项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，方可投入使用，未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

（4）本项目设计的固体废物污染环境防治设施必须经生态环境行政主管部门验收合格后，该建设项目方可投入生产或者使用。

（5）除按照国家需要保密的情形外，建设单位应当通过其网站或其他便于公众知晓的方式，向社会公开下列信息：

①本项目配套建设的环境保护设施竣工后，公开竣工日期；

②对项目配套建设的环境保护设施进行调试前，公开调试的起止日期；

③验收报告编制完成后 5 个工作日内，公开验收报告，公示的期限不得少于 20 个工作日。

根据《关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）>的通知》（川环办发[2016]1400 号）文件，建设单位公开上述信息的同时，应当在建设项目环境影响评价信息平台（<http://114.251.10.205>）中备案，同时应当向所在地生态环境主管部门报送相关信息，并接受监督检查。

表 13-1 环境保护设施验收一览表

类 别	环保设施
防护设备	辐射防护铅服 2 套、整体铅房（控制室）1 间
监测仪器	个人剂量计 21 套、个人剂量报警仪 3 台、便携式辐射监测仪 1 台
安全装置	控制区和监督区警示标志、现场告示若干、安全警示线若干、大功率喊话器 1 个、红外报警器 4 个、大功率照明灯 4 个、对讲机 4 个
管理制度	各项规章制度包括：辐射安全管理规定、操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、人员培训计划、剂量管理制度、监测方案、室外探伤工作方案、室外作业一事一档、射线装置台账、监测仪表使用与校验管理制度等

建议和承诺

1、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度的。

2、定期组织辐射工作人员参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的学习与考核。公司应加强管理，安排辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与

防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习辐射安全和防护知识并进行考试，以取得辐射安全培训成绩合格单，今后培训时间超过 5 年的辐射工作人员，需进行再考核，详见国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）。

3、将个人剂量信息和年度监测报告作为年度评估报告的内容。

4、每年要对射线装置使用情况进行安全和防护状况年度评估，安全和防护状况年度评估报告要按照《四川省核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》固定的格式进行编制；并且年度评估报告的电子档还应上传至全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>）。

5、定期检查辐射工作场所的电离辐射标志和电离辐射警告标志，若出现松动、脱落或损坏，应及时修复或更换。

6、建设单位须重视控制区和监督区的管理。

7、单位在申办辐射安全许可证之前，需登录全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>），完善相关信息。延续、变更许可证，新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。