核技术利用建设项目

云南今飞铝业有限公司工业探伤核技术利用项目环境影响报告表

（报批稿）

云南今飞铝业有限公司（公章）

2026 年 02 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

云南今飞铝业有限公司工业探伤核技术利用项目环境影响报告表

建设单位名称：云南今飞铝业有限公司

建设单位法人代表（签字或盖章）：[redacted]

通讯地址：[redacted]

邮政编码：[redacted] 联系人：[redacted]

电子邮箱：[redacted] 联系电话：[redacted]

打印编号：1767941393000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	1181j9
建设项目名称	云南今飞铝业有限公司工业探伤核技术利用项目
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）	云南今飞铝业有限公司
统一社会信用代码	91530303MAD94UCH8P
法定代表人（签章）	[redacted]
主要负责人（签字）	[redacted]
直接负责的主管人员（签字）	[redacted]
二、编制单位情况	
单位名称（盖章）	云南巽通环保科技有限公司
统一社会信用代码	91530302MA6N5Y2T9G
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
[redacted]	03520250653000000029	BH078468	[redacted]

2. 主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
[redacted]	项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论与建议	BH078468	[redacted]
[redacted]	项目基本情况、放射源、非密封放射性物质、废弃物(重点是放射性废弃物)、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量与辐射现状	BH079821	[redacted]

目录

表 1 项目基本情况 1
表 2 放射源 17
表 3 非密封放射性物质 17
表 4 射线装置 18
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） 19
表 6 评价依据 20
表 7 保护目标与评价标准 24
表 8 环境质量与辐射现状 32
表 9 项目工程分析与源项 37
表 10 辐射安全与防护 44
表 11 环境影响分析 55
表 12 辐射安全管理 68
表 13 结论与建议 77

表 1 项目基本情况

<table>
<tr><td>建设项目名称</td><td colspan="5">云南今飞铝业有限公司工业探伤核技术利用项目</td></tr>
<tr><td>建设单位</td><td colspan="5">云南今飞铝业有限公司</td></tr>
<tr><td>法人代表</td><td>**</td><td>联系人</td><td>**</td><td>联系电话</td><td>**</td></tr>
<tr><td>注册地址</td><td colspan="5">**********</td></tr>
<tr><td>项目建设地点</td><td colspan="5">**********</td></tr>
<tr><td>立项审批部门</td><td colspan="2">沾益区发展和改革局</td><td>项目编码</td><td colspan="2">2510-530303-04-03-266919</td></tr>
<tr><td>建设项目总投资（万元）</td><td>300</td><td>项目环保投资(万元)</td><td>6.555</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td>2.19%</td></tr>
<tr><td>项目性质</td><td colspan="3">☑新建□改建□扩建□其它</td><td>占地面积(m^2)</td><td>2#总建筑面积 12264m^2（探伤室在既有厂房内安装，建筑面积 30m^2）</td></tr>
<tr><td rowspan="9">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>□销售</td><td colspan="4">□I类□II类□III类□IV类□V类</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="4">□I类（医疗使用）□II类□III类□IV类□V类</td></tr>
<tr><td rowspan="3">非密封放射性物质</td><td>□生产</td><td colspan="4">□制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="4">/</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="4">□乙□丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>□生产</td><td colspan="4">□II类□III类</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="4">□II类□III类</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="4">☑II类□III类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="5">/</td></tr>
</table>

项目概述：

1、云南今飞铝业有限公司简介

云南今飞铝业有限公司为浙江今飞凯达轮毂股份有限公司全资控股公司，成立于 2024 年 1 月，位于云南曲靖高新技术产业开发区白水片区，公司主要从事汽车零

部件及配件制造；汽车轮毂制造；有色金属压延加工；新材料技术研发；有色金属合金制造；金属材料制造；金属材料销售；有色金属合金销售；高性能有色金属及合金材料销售。

云南今飞铝业有限公司总占地面积为77805.2m^2，总建筑面积为49720m^2，包括4栋标准厂房（1号、2号、3号、4号厂房）、1栋办公楼、1栋宿舍楼及1栋公厕等；利用1号、4号标准厂房建设年产6万吨低碳铝合金棒建设项目，后考虑市场需求，利用2号、3号厂房新建年产120万件铝合金汽车轮毂智能制造生产线。

公司于2024年6月委托云南湖柏环保科技有限公司编制完成《年产6万吨低碳铝合金棒建设项目环境影响报告表》（报批稿），并于2024年7月1日取得曲靖市生态环境局沾益分局关于《年产6万吨低碳铝合金棒建设项目环境影响报告表的批复》（曲沾环审〔2024〕11号）。目前正处于设备安装阶段，尚未投入生产，项目预计于2026年4月进行环保竣工验收。

2025年5月，公司委托云南湖柏环保科技有限公司编制完成《年产120万件铝合金汽车轮毂智能制造建设项目》（报批稿），并于2025年6月6日取得曲靖市生态环境局沾益分局关于《年产120万件铝合金汽车轮毂智能制造建设项目环境影响报告表的批复》（曲沾环审〔2025〕16号）。目前正在建设中，尚未投入生产。

2.项目由来

云南今飞铝业有限公司年产120万件铝合金汽车轮毂生产线建成后，需对产品进行无损探伤，《年产120万件铝合金汽车轮毂智能制造建设项目环境影响报告表》（报批稿）中未包括核技术利用项目的辐射环境影响。

云南今飞铝业有限公司从浙江今飞凯达轮毂股份有限公司处购置1台X射线数字成像检测系统，根据设备说明书，系统型号****型，额定管电压****kV，额定管电流****mA，X射线探伤装置配置射线防护铅室、进料输送线、C型臂机构（C型臂上端配有平板探测器，下端配有X射线系统）、轮毂夹紧旋转装置、配电箱、气动控制箱、高压器、冷却箱、操作控制台等组成。

根据《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》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法律法规要求，建设单位须对该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（2021年版）》（生态环境部令第16号），本项目属于“五

十五、核与辐射”中“172 核技术利用建设项目—使用II类射线装置”，应编制环境影响报告表。

据此，云南今飞铝业有限公司委托我单位对本项目进行环境影响评价，环评委托书详见附件。接受委托后，我单位组织有关技术人员通过现场勘察、收集资料等工作，结合本项目的特点，编制了《云南今飞铝业有限公司工业探伤核技术利用项目环境影响报告表》，供建设单位上报审批。

3、项目建设内容及规模

本项目主要建设情况如下：

（1）项目名称：云南今飞铝业有限公司工业探伤核技术利用项目；

（2）建设单位：云南今飞铝业有限公司；

（3）建设地点：****；

（4）建设性质：新建；

（5）建设内容：购置并在公司 2#厂房内安装一套 X 射线数字成像检测系统，设备型号****型，配置射线防护铅室、进料输送线、C 型臂机构（C 型臂上端配有平板探测器，下端配有 X 射线系统）、轮毂夹紧旋转装置、配电箱、气动控制箱、高压器、冷却箱、操作控制台等组成，用于在线检测未经加工的铸造轻质铝合金轮毂，及时地发现气孔、裂缝等铸造缺陷，以保证成品质量的同时可以降低生产成本，避免生产力的浪费。系统灵活可调，可检测不同尺寸及种类的轮毂。本项目为室内固定探伤，X 射线机安装于屏蔽铅室内，无法移动，无室外探伤作业。

项目未单独设置办公生活楼，生活办公区依托年产 6 万吨低碳铝合金棒建设项目办公生活综合楼；未单独设置危险废物暂存间，其危险废物依托年产 6 万吨低碳铝合金棒建设项目正在建设的危险废物暂存间。

项目组成及主要环境问题识别情况见表 1-1。

表 1-1 项目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	2#生产厂房	2#总建筑面积 12264m^2，建筑高 15.6m，长约 120m，宽约 100m，单层钢架厂房，为公司既有厂房	/	/
	探伤操作室	位于 2#厂房低压铸造区东侧，尺寸长 6m，宽 5m，高 4m，采用岩棉板建设，建筑面积 30m^{2,} 探伤操作室内设置机械换气扇	施工废水、扬尘、施工机械	X 射线、臭氧、氮氧化物、噪声

	铅室	铅房内侧为钢-铅-钢夹层结构；方管焊接而成的框架。 进出料铅门为气动铅门；独立的安全开关可防止门在检测过程中打开或在门打开时关闭射线，外形尺寸 2.53m×2.3m×2.11m，上、下、前、后、左、右均为 2mm 钢+7mmPb+2mm 钢，相当于 7mm 铅当量；观察窗尺寸 0.42m×0.32m，结构为铅玻璃，7mm 铅当量	噪声、建筑垃圾	
	进料输送	进料输送线为辊子式链传动流水线，电机驱动。配有气动对中装置，保证轮毂能够在辊子中间传输，配有气动推料装置，将轮毂推到铅房夹紧线上。		
	C 型臂机构	C 型臂上端配有平板探测器，下端配有 X 射线系统。 C 型臂可根据检测要求进行角度偏转，最大偏角 55，伺服电机控制，C 射线管射线窗口设有气动光闸。		
	平板探测器	类型为数字平板探测器阵列，尺寸 300mm×300mm，分辨率 1500×1500pixel		
	X 射线系统。	X 射线管型号为**型，发射角 40°，过滤器滤过铅当量 2mm，可以降低辐射场或辐射剂量，还可以提高检测结果的质量。射线单次出束时间为 1~3min，年出束 240000min，即每年出束 4000h。		
	轮毂夹紧旋转装置	由两条靠近的链条组成，根据轮毂的尺寸不同，链条被推开。轮毂重量由链条支撑，且链条夹持住轮毂下缘移动、旋转。		
	操作控制台	尺寸 1500mm×800mm，控制柜集成了所有的系统控制和射线检验系统监控。在工业 PC 上部区域，装有显示监控器及 X 射线系统控制单元，在桌面上安装机械手柄以及各种按钮包括紧急开关		
公用工程	利用公司建成的排水、配电、供电和通讯系统。			/
办公、生活设施	依托公司建成的办公用房			生活污水、生活垃圾
环保工程	废气	探伤操作室墙壁顶端设置 2 组换气扇，X 射线电离空气产生的臭氧和氮氧化物通过探伤操作室设置的换气扇引出探伤操作室。	/	/
	废水	①生活污水依托公司整体生活污水处置方案，经收集后统一进入地下化粪池，经处理后再进入园区污水处理厂。 ②冷却水定期更换，循环使用，设置 1 个冷却水收集桶，容积为 18L，循环使用不外排。 纯水制备废水收集后用于厂区绿化，不外排。	/	/
	固废	生活垃圾经收集后，由环卫部门统一清运。	/	/
		废变压器油经收集后依托公司危废贮存库暂存，定期交由有资质单位处理。		
	电离辐射	①铅室前门配有铅玻璃，尺寸为 420mm×320mm，每扇门都有 2 个安全开关，安全开关由一个安全的继电器控制，	/	/

		与 X 射线系统开关形成双回路互锁，防护铅室的顶部有各个方位设置可以看见的报警灯，铅门防护相当于 7mm 铅当量，设置门机联锁装置。 ②铅房内侧为钢－铅－钢夹层结构；方管焊接而成的框架。进出料铅门为气动铅门，铅门防护相当于 7mm 铅当量，设置门机联锁装置。 ③对本项目核技术应用工作场所采取分区管理，将铅室区域设置为控制区，设置管理措施和联锁装置限制任何人员进入；探伤操作室划为监督区，在地面采用黄色警戒线划出监督区的具体范围，并采用隔栏进行隔离，隔栏上悬挂电离辐射警告标志提示无关人员远离； ④加强对辐射工作人员的管理，辐射工作人员参加生态环境主管部门组织的辐射安全与防护集中考核，取得考核合格证后方才安排上岗；安排本项目辐射工作人员进行上岗前、岗中和离岗职业健康体检，体检结果适宜从事辐射工作后方才安排上岗；为辐射工作人员配置个人剂量计，要求其在从事辐射工作时正确佩戴个人剂量计，并每 3 个月将个人剂量计送有资质单位检验； ⑤监测仪器的配备：根据相关法律法规的要求，配备便携式 X-γ剂量监测仪 1 台，用于工作场所剂量监测；配备个人剂量报警仪 1 台，个人剂量计 3 台，辐射工作人员进入辐射工作现场均应佩戴个人剂量计及个人剂量报警仪； ⑥个人防护用品配备：本项目拟为辐射工作人员配备 0.5mmPb 的铅衣、铅围脖、铅眼镜、铅围裙、铅帽等个人防护用品 1 套； ⑦铅室设置门-机联锁装置；铅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，并与探伤机联锁； ⑧铅室内、探伤操作室出入口安装监视装置，操作台设专用监视器，监视探伤操作室内人员活动和探伤设备运行情况； ⑨安装紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射，按钮带有标签，标明使用方法； ⑩配置固定式场所辐射探测报警装置 1 台。		

4、设备配置及技术参数

（1）本项目射线装置应用情况如下：

表 1-3 本项目射线装置应用情况一览表

序号	装置名称	型号	设备参数	类别	工作场所	活动种类	备注

1	X 射线数字成像检测系统	****	额定管电压：**** 额定管电流：****	II	2#厂房低压铸造区东侧探伤操作室	使用	已购

（2）本项目 X 射线探伤数字成像系统所使用的 X 射线机技术参数情况见表 1-4。

表 1-4 本项目 X 射线机技术参数及屏蔽柜防护情况表

型号		****
X射线输出系统	X射线额定管电压	****
	X射线额定管电流	****
	mA稳定度	****
	焦点尺寸	****
	辐射角	40º
工作环境		10-35℃
冷却方式		水，流量≥4L/min
靶材料		****
屏蔽柜	外形尺寸（长×宽×高）	2.53m×2.3m×2.11m
	结构	上、下、前、后、左、右均为2mm钢+7mmPb+2mm钢，相当于7mm铅当量
防护铅门		铅门防护当量约7mm，设置门机联锁装置
观察窗	尺寸	420mm×320mm
	结构	铅玻璃，7mm铅当量

生产工况：根据云南今飞铝业有限公司生产规划，公司年生产 120 万件商用车铝合金汽车轮毂成品，根据工艺要求，需按 10%的比例进行焊缝探伤抽检，每年检测 120000 件轮毂。轮毂检测尺寸 14 寸～24 寸，最小尺寸单个轮毂检测出束 1min，最大尺寸单个轮毂检测出束 3min，本次取平均值单个轮毂检测 X 射线检测出束 2min，则年出束 240000min，即每年出束 4000h。

劳动定员：本项目实行 3 班制，每班 8h，每年工作 330 天。每班 1 人，共配置工作人员 3 名，从事室内待检测轮毂的搬运和射线机的操作，项目所配置的所有工作人员均为从事使用II类射线装置的辐射工作人员。

根据相关辐射安全管理法律法规要求，建设单位拟安排本项目辐射工作人员参加生态环境主管部门组织的辐射安全与防护集中考核，取得考核合格证后方才安排上岗；安排本项目辐射工作人员进行上岗前、岗中和离岗职业健康体检，体检结果适宜从事辐射工作后方才安排上岗；为本项目辐射工作人员配置个人剂量计，要求其在从事辐射工作时正确佩戴个人剂量计，并每 3 个月将个人剂量计送有资质单位检验。

6、项目选址及平面布置合理性分析

（1）选址合理性分析

本项目位于云南今飞铝业有限公司 2#厂房内，公司位于云南省曲靖市高新技术产业开发区白水片区工业大道 22 号，北侧为曲靖圣鹏铝业有限公司，西北侧为伟创铝业有限公司，东北侧为曲靖市沾益区呈钢能源有限公司，西侧为云南爱家铝业有限公司，东南侧为云南世纪丰铝业有限公司，探伤操作室位于公司 2#厂房低压铸造区，西侧为低压铸造区，北侧为探伤工件放置区，西南侧为热处理区和机加工区，东侧为厂区道路，周边 50m 范围内为公司内部用地，无敏感点。2#厂房屋顶为不可达区域，项目在一层且无地下室，周围无环境制约因素，探伤操作室已进行了辐射屏蔽防护设计，采用“钢-铅-钢”夹层结构，可抵御 160kV 的 X 射线。对周围环境影响较小，项目选址合理。

（2）平面布局合理性分析

探伤操作室位于公司 2#厂房低压铸造区，西侧低压铸造区，北侧为探伤工件放置区，西南侧为热处理区和机加工区，东侧为厂区道路。紧邻探伤操作室各部分功能如下：

②西侧低压铸造区：低压铸造区布置 14 台低压铸造机用于毛坯铸造。铸造模具使用钢制模具，采用电加热方式对合金液进行保温。铸造过程中产生的废品暂存于下机废品区，后续返回至综合熔化炉熔化。

③西南侧热处理区：布置一体化热处理设备，该设备包括固熔、淬水、时效 3 个自动化工段。

③北侧探伤工件放置区：暂存探伤工件，布置轮毂传送带。

④东侧厂内道路：人员、车辆通道。

⑤正上方：人员不可达。

综上，探伤操作室四邻区域远离厂区大门、办公区等人流集中区，上下均无其他建筑，故本项目平面布置是合理的。

7、实践正当性分析

本项目为确保产品的质量安全，购置 X 射线数字成像检测系统一套（II类射线装置），进行无损检测。在检验过程中射线装置的应用可能会造成如下放射性环境问题：

（1）给周围环境和辐射工作人员造成一定的辐射影响；

（2）射线装置的使用及管理的失误会造成一定的辐射安全事故。

项目充分考虑了周围场所的防护与安全，对射线装置采取了相应的防护措施，并制定辐射安全管理制度，本项目运营后对辐射工作人员和公众外照射引起的年附加剂量低于设置的项目管理目标值，本项目实施所获利益远大于其危害，因此本项目的实施符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”要求。

8、产业政策符合性

本项目利用 X 射线探伤机用于在线检测未经加工的铸造轻质铝合金轮毂，及时地发现气孔、裂缝等铸造缺陷，以保证成品质量，属于核技术在无损检测领域内的运用，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中第十四项第 1 条“科学仪器和工业仪表：X 射线仪”，属于国家鼓励类产业，项目不属于“淘汰类”及“限制类”项目，符合国家产业政策。

9、项目规划符合性分析

本项目位于云南今飞铝业有限公司内，项目用地属于已规划的工业用地，本项目不新增用地，云南今飞铝业有限公司年产120万件铝合金汽车轮毂生产线的建设符合《曲靖高新技术产业开发区总体规划》（2021—2035年）》，本项目为该生产线配套项目，因此项目符合《曲靖高新技术产业开发区总体规划》（2021—2035年）》。

10、与《曲靖市“三线一单”生态环境分区管控实施方案》的符合性分析

2024年7月15日，经曲靖市人民政府同意，曲靖市生态环境局印发《曲靖市生态环境分区管控动态更新方案（2023年）》（曲环通〔2024〕36号），全市共划定91个环境管控单元。其中，优先保护单元27个，重点管控单元55个，一般管控单元9个。

本项目位于曲靖高新技术产业开发区白水片区，根据云南省生态环境分区管控查询平台查询，该项目位于曲靖市高新区重点管控单元。对照《曲靖市生态环境分区管控动态更新方案（2023年）》中各个单元的要求。本项目与管控要求对照分析如下表所示。

表 1-5 与“生态环境分区管控”符合性分析一览表

曲环通〔2024〕36		项目情况	符合性
空	1.严格执行《长江经济带发展负面清单	1.严格执行《长江经济带发展负面清单	符

间布局约束	指南（试行，2022 年版）》《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行）》等产业准入有关要求。 2.严格实施化解过剩产能和淘汰落后产能，制定产能过剩行业淘汰计划，确保国家、省下达的淘汰落后产能目标任务全面完成。 3.将资源承载能力、生态环境容量作为承接产业转移的基础和前提，合理确定承接产业转移重点，禁止引进环境污染大、资源消耗高、技术落后的生产能力。 5.严格控制在生态脆弱或环境敏感地区建设《环境保护综合名录》中“高污染、高环境风险”行业项目。 6.禁止在合规园区外新建、扩建钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色行业中的高污染项目。 7.集中式饮用水水源地严格执行《中华人民共和国水污染防治法》《地下水管理条例》《饮用水水源保护区污染防治管理规定》《云南省牛栏江保护条例》《曲靖市集中式饮用水水源地保护条例》《云南省曲靖独木水库保护条例》，水源地内城镇开发边界范围已开发区域强化环境基础设施建设与运行维护。 8.各县（市、区）产业园区重点管控单元、曲靖经济开发区重点管控单元、曲靖高新技术产业开发区重点管控单元、宣威市经济技术开发区重点管控单元空间布局约束、污染物排放管控、环境风险防控、资源利用效率四个维度严格执行现行有效的园区规划、规划环评及其审查意见。	指南（试行，2022 年版）》《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行）》等产业准入有关要求。 2.项目属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中第十四项第 1 条“科学仪器和工业仪表：X 射线仪”，属于国家鼓励类产业，项目不属于“淘汰类”及“限制类”项目，符合国家产业政策。 3.项目为核技术利用建设项目不属于污染环境大、资源消耗高、技术落后的项目。 5.项目不属于《环境保护综合名录》中“高污染、高环境风险”行业项目。 6.项目为核技术利用建设项目，不属于石化、化工、焦化、建材、有色行业中的高污染项目。 7.项目不在集中式饮用水水源地范围内。 8.项目位于曲靖市高新区重点管控单元，项目将从空间布局约束、污染物排放管控、环境风险防控、资源利用效率四个维度严格执行现行有效的园区规划、规划环评及其审查意见。	合	
污染物排放管控	1.推进以能源、化工、冶金、建材、造纸、农副食品加工、工业涂装和包装印刷等行业为重点的清洁生产审核工作，具体行业包括但不限于煤矿、火力发电，甲醇、焦化、氮肥、磷肥、氯碱、电石、制药、农药、黄磷、铬盐生产，钢铁、铁合金铅锌铝冶炼及再生，水泥、石灰、建筑陶瓷、平板玻璃、沥青防水材料，纸浆造纸，酿造、味精、柠檬酸、酶制剂、酵母，新能源电池（正负极材料），多晶硅、单晶硅、有机硅，工业涂装和包装印刷等行业。 2.落实云南省碳达峰碳中和相关要求，处理好发展和减排、整体和局部、长远目标和短期目标、政府和市场的关系，加快推动减污降碳协同创新试点，坚定不移走生态优先、绿色低碳的高质量发展道路。	1.项目为核技术利用建设项目，不涉及煤矿、火力发电，甲醇、焦化、氮肥、磷肥、氯碱、电石、制药、农药、黄磷、铬盐生产，钢铁、铁合金铅锌铝冶炼及再生，水泥、石灰、建筑陶瓷、平板玻璃、沥青防水材料，纸浆造纸，酿造、味精、柠檬酸、酶制剂、酵母，新能源电池（正负极材料），多晶硅、单晶硅、有机硅，工业涂装和包装印刷等行业。 2.项目不涉及碳排放。 3.本项目冷却水循环使用，不外排；纯水制备废水收集后用于厂区绿化，不外排。生活污水经收集后（食堂废水经隔油池隔油处理后）统一进入地下	符合	

	3.加大重点流域水污染防治，确保水质如期达标。南盘江龚家坝、北盘江旧营桥等断面汇水区，新建、改建、扩建重点行业建设项目实行主要污染物排放减量置换。到 2025 年，牛栏江、南盘江、北盘江流域内所有城镇区域内实现生活污水处理设施全覆盖、生活污水全处理。 4.牛栏江等流域内，严格按照《云南省牛栏江保护条例》《牛栏江流域（云南部分）水环境保护规划报告》及其中期评估报告有关要求，禁止在牛栏江水源保护区核心区新建、改建、扩建排污口。牛栏江流域上游保护区内已设置排污口的生产企业，排放水污染物应当符合国家或者地方规定的水污染物排放标准和重点水污染物排放总量控制指标。 5.严格保护集中式饮用水水源地，整治饮用水源保护区内的污染源，确保饮水安全。	化粪池，经处理后排入园区污水管网。生活垃圾经统一收集后委托当地环卫部门清运。 4-5.项目不在牛栏江流域、集中式饮用水水源地范围内。		
环境风险防控	1.以南盘江、北盘江、牛栏江流域为重点，定期开展流域工业企业、工业集聚区环境风险评估，落实防控措施。 2.开展麒沾马区域大气污染联防联控，逐步推行区域统一规划，统一监测，实行协同的环境准入、落后产能淘汰、机动车环境管理政策和考核评估制度。精细化协同管控，加强监测预警应急能力建设，及时采取差异化管控措施。 5.逐步建成全市土壤环境质量监测网络，推进各县（市、区）土壤环境质量监测点位全覆盖；有色金属矿采选、有色金属冶炼、石油加工、化工、农药、焦化、电镀、制革、印染、危险废物处置等行业企业拆除生产设施设备、构筑物和污染治理设施，要事先制定残留污染物清理和安全处置方案。 6.加强环境风险防控和应急管理，制定和完善突发环境事件和饮用水水源地突发环境事件应急预案，加强风险防控和突发环境事件应急处理处置能力。 7.严格管控类农用地，重金属超标区域严禁种植食用农产品；涉重金属、持久性有机物等有毒有害污染物工业企业退出用地，须经评估符合建设用地、农用地土壤环境质量相关要求后，方可用于居住或农业用地。	1.项目将严格落实防控措施。 2.根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》项目不属于淘汰落后产能 5.项目为核技术利用建设项目，不涉及有色金属矿采选、有色金属冶炼、石油加工、化工、农药、焦化、电镀、制革、印染、危险废物处置等行业企业拆除生产设施设备、构筑物和污染治理设施。 6.企业将及时制定、修编突发环境事件应急预案 7.本项目位于曲靖市沾益工业园区白水片区，项目用地属于二类工业用地，项目不涉及涉重金属、持久性有机物等有毒有害污染物工业企业。	符合	

资源开发效率要求		1.坚持以水而定、量水而行，统筹生活、生产和生态用水，科学合理配置水资源，保障河湖基本生态用水。确定河流生态需水量，确保河流生态系统功能。通过电站引水闸的调节，使最低下泄流量不小于河道所需的最小生态径流，以维持下游生物的最小生态需水，以维持坝下游最小生态需水。 2.加强南盘江、北盘江、牛栏江等生态流量保障工程建设，合理安排闸坝下泄水量和泄洪时段，维护河湖基本生态用水需求，重点保障、生态敏感区生态流量。 4.建立水资源刚性约束制度，实行水资源消耗总量和强度双控，严格实施取水许可和水资源有偿使用制度，强化用水全过程管理，深入抓好工业、城镇、农业等方面用水量控制，严格规范取水许可审批管理。 7.坚持最严格的耕地保护制度，坚决制止耕地“非农化”防止耕地“非粮化”。坚持节约用地，严格执行耕地占补平衡等制度，提高土地投资强度和单位面积产出水平。	1、2、4.项目不属于高耗水项目，项目冷却水循环使用，不外排；软化水制备装置浓水经收集沉淀后绿化；生活污水经隔油池及化粪池处理进入园区生活污水管网，均排入白水片区污水处理厂。新鲜水利用量不大，不会影响区域水资源供需失衡。 7.本项目位于曲靖市沾益工业园区白水片区，项目用地属于二类工业用地。	符合
曲靖市高新区重点管控单元	空间布局约束	1.园区现有企业在符合行业发展规划、产业布局和产业政策等要求的前提下开展节能降耗、治污减排、提升生产工艺技术装备水平等方面的技术改造，进一步降低污染物排放。 2.花山片区、白水片区现有煤化工、钢铁、建材、有色金属冶炼等“两高”产业严格执行国家有关产能削减或替代方案，其中属于落后低端、低效产能的应依法依规有序退出。 3.白水片区不新增煤化工企业，现有煤化工企业不得进行改扩建（安全、环保、节能和智能化改造项目除外）	①本项目属于《年产 120 万件铝合金汽车轮毂智能制造建设项目》配套项目，位于工业园区规划中的“有色金属冶炼及精深加工区”片区，符合国家产业政策和区域相关 规划；②本项目属于《年产 120 万件铝合金汽车轮毂智能制造建设项目》配套项目，不属于煤化工、钢铁、建材、有色金属冶炼等“两高”产业；③项目位于高新区白水片区，《曲靖高新技术产业开发区总体规划（2023-2035）》定位为有色金属冶炼及精深加工区，详细规划中用地属性为工业用地，曲靖高新区管委会经过认真研究，项目符合园区规划，同意在该位置选址。	符合
	污染物排放管控	1.杜绝各企业生产废水、生活污水及废油、废酸、固体废弃物任意乱排放进入岩溶（洼地、落水洞）环境或农田、水体中，保护地下水环境免受污染。 2.花山片区、白水片区应慎重引入	1.本项目严格执行废水污染防治措施，项目冷却水循环使用，不外排；纯水制备废水收集后用于厂区绿化，不外排；生活污水经隔油池及化粪池处理进入园区生活污水管网，排入白水片区污水处理厂；公司现已设置全厂初	符合

		新化工企业，新的化工企业及其他可能对地下水造成污染的企业入驻园区时应对区域地下水作详细勘察，现有化工企业改扩建时必须进行地下水详细勘察，充分论证，在岩溶强发育、存在较多落水洞和岩溶漏斗的区域内，不得新建、改建、扩建可能造成地下水污染的建设项目。 3.花山片区现有重污染企业要开展技术升级改造和环保设施提标改造。 4.白水片区不新设废水排污口，生产废水、生活污水、初期雨水经收集处理后全部回用。 5.积极申报省级绿色低碳示范产业园区试点建设。	期雨水收集系统，初期雨水经雨水收集池处理后进入园区工业污水管网，不会对周围环境造成影响； 2.本项目属于《年产 120 万件铝合金汽车轮毂智能制造建设项目》配套项目，不属于煤化工、钢铁、建材、有色金属冶炼等“两高”产业； 3.本项目位于白水片区，不涉及花山片区。 4.本项目不设废水排污口，本项目冷却水循环使用，不外排；纯水制备废水收集后用于厂区绿化，不外排；生活污水经隔油池及化粪池处理进入园区生活污水管网，排入白水片区污水处理厂；公司已设置初期雨水收集池，收集的初期雨水进入园区工业污水管网后，进入白水片区污水处理厂。 5.本项目为园区建设项目，使用天然气作为燃料。	
	环境风险防控	1.制定并完善园区综合环境应急预案，加强区域应急物资调配管理，组织园区范围内的环境安全隐患排查、应急培训和演练，构建区域环境风险联控机制。 2.加强企业内部环境风险三级防护措施，对涉风险的生产和储存设施设置围堰防护，企业应配套事故应急池，并规范处置事故废水。 3.重点化工、冶金类项目入驻园区应充分考虑对岩溶地下水的影响，优化布局，严格水文地质、工程地质勘查，合理避让地下暗河及落水洞发育区，做好地下水污染防治及监控，按照相关规范要求 采取针对性防渗措施。	1.项目制定并完善园区综合环境应急预案，加强区域应急物资调配管理，组织园区范围内的环境安全隐患排查、应急培训和演练，构建区域环境风险联控机制。 2-3.厂区危废库、已建成的初期雨水收集池为重点防渗区，按《环境影响评价技术导则－地下水环境》（HJ610-2016）要求防渗，防止危险废物泄漏后进入外环境；危废库配套导流沟及事故收集池，确保一旦废机油倾翻发生泄漏事故，不会发生漫溢；须配备有应急桶、铲子、沙子等应急物资，若发现漏油，用沙子吸收溢出的液体，然后用铲子铲装含油沙至应急桶，妥善放置。	符合
	资源开发效率要求	1.企业需对自行用地范围内产生的初期雨水进行收集，并进行处理。 2.鼓励园区企业提高工业废水重复利用率，使用中水。 3.构建“园区—中水系统—中水用户”水资源综合利用体系，逐步提高园区中水回用率。	1.企业已考虑全厂初期雨水收集，收集后进入园区工业污水管网。 2.本项目冷却水循环使用，定期补水，不外排；纯水制备废水收集后用于厂区绿化，不外排。 3.白水污水处理厂经处理后回用至上游铝型材生产等企业，废水不外排	符合

综上所述，项目建设符合《曲靖市“三线一单”生态环境分区管控实施方案》

的相关控制要求。

11、与《曲靖高新技术产业开发区总体规划》（2023-2035 年）》的符合性分析

本项目位于曲靖市高新技术产业开发区白水片区，根据《曲靖高新技术产业开发区总体规划（2023～2035 年）》规划，项目用地属于二类工业用地，白水片区以金属新材料为主，发展有色金属冶炼及精深加工、汽车摩托及机械制造、煤化工配套及资源循环利用、能源生产供应及装备配套等产业。项目属于《年产 120 万件铝合金汽车轮毂智能制造建设项目》配套项目，使用曲靖云铝淯鑫铝业有限公司产生的铝液生产汽车铝轮毂。

产业布局及产业发展方向符合性分析如下：

表 1-6 与开发区规划符合性分析

总体规划		本项目情况	符合性
规划范围	规划目标年（2035 年）规划用地面积为 20.51 平方公里。其中：花山片区规划范围面积 13.88 平方公里；城西片区规划范围面积 1.71 平方公里；白水片区规划范围面积 4.92 平方公里。	项目选址于白水片区规划范围内，用地性质为二类工业用地。	符合
产业布局规划	以金属新材料为主，发展有色金属冶炼及精深加工、汽车摩托及机械制造、煤化工配套及资源循环利用、能源生产供应及装备配套等产业。主要分为有色金属冶炼及精深加工区、能源装备及专用材料配套区、煤化工配套及资源循环利用区、生产性综合服务区 4 个功能区。 有色金属冶炼及精深加工区：位于片区西部，壮大绿色铝精深加工产业集群。有色金属冶炼压延及精深加工产业为主，延伸发展高端有色金属新材料、汽车摩托配件、机械专业设备等先进制造业；	项目属于《年产 120 万件铝合金汽车轮毂智能制造建设项目》配套项目，位于工业园区规划中的“有色金属冶炼及精深加工区”片区项目使用曲靖云铝淯鑫生产的铝液生产汽车轮毂，属于有色金属合金制造及汽车摩托配件。	符合

综上，项目建设符合《曲靖高新技术产业开发区总体规划》（2023-2035 年）》。

12、与本项目有关的原有污染情况及主要环境问题

根据云南今飞铝业有限公司《年产 6 万吨低碳铝合金棒建设项目环境影响报告表》、《年产 120 万件铝合金汽车轮毂智能制造建设项目环境影响报告表》及建设单位厂区布局规划，厂区内建设有食堂、宿舍、化粪池等配套工程，本项目生产用电依托厂区原有供电设施，项目工作人员的生活依托厂区原有生活设施。本项目依托的办公生活设施及环保设施具体情况如下：

（1）项目依托的办公生活设施

项目办公生活设施（办公楼、宿舍楼、公厕）均为 2023 年 10 月建成的存量设施，目前，公司已布置有员工宿舍、厨房食堂、办公室等，截至本项目启动时，处

于可直接投用状态，不存在待建、缓建或未完工的情况。本项目工作人员生活、办公依托该职工办公生活区设施可行。

（2）项目依托公辅设施情况

项目用水、用电均由厂区供水、供电系统提供，本项目不新增相关设施设备。厂区用水均由当地供水管网供给。

（3）项目依托污水处理、环保设施建设情况

①冷却水

项目冷却水每月更换一次，一次 15L，经收集后循环使用，不外排。

②纯水制备废水依托可行性分析

根据《年产 120 万件铝合金汽车轮毂智能制造建设项目环境影响报告表》，项目设有 1 台软水制备机用于厂内软水的制备，软水机的制备能力为 3t/h，纯水制备效率为 75%。根据建设单位提供设计资料，年产 120 万件铝合金汽车轮毂智能制造建设项目纯水的需求量为 54m^3/d，则纯水制备用水量为 72m^3/d。纯水制备过程约 25%为浓水，产生量为 18m^3/d；本项目设备使用的纯水从铸造车间取得，纯水制备率为 90%，纯水需求量为 15L/台（一个月更换一次），项目纯水制备废水产生量为 1.67L/月，20L/a，水量较小，回用水池容量接纳可行。废水污染因子主要为 SS，浓度在 100mg/L，经收集至 1 座 80m^3 的回用水池沉淀后用于厂区非雨天绿化。

本项目属于《年产 120 万件铝合金汽车轮毂智能制造建设项目》配套项目，利用主项目提供的纯水（通过软水制备设备）进行探伤作业，纯水用量完全由轮毂产量决定，设备建设可紧密跟随轮毂产线进度，以实现与主项目的协同增效，避免了产能闲置，故依托可行。

③软化水制备废水经收集沉淀后绿化的可行性分析

软化水制备废水污染因子主要为 SS、钙、镁离子，这些离子在低浓度下对植物生长无显著危害，但高浓度可能影响土壤结构或植物吸收养分。为避免土壤酸化伤害，项目软化水制备废水首先通过沉淀池收集，自然沉淀去除悬浮物和树脂碎片，并用石灰中和至中性 pH，消除酸性对土壤和植物的潜在伤害。经中和和沉淀的浓水，钙、镁离子浓度显著降低，适合用于绿化灌溉，故措施可行。

④污水处理设施依托可行性

A.化粪池

根据现场调查，厂区已建生活污水经隔油池（15m^3）、化粪池总量为54m^3（标准厂房已建3个，办公楼、宿舍楼及公厕容积分别为9m^3、30m^3、15m^3），“年产6万吨低碳铝合金棒建设项目”生活污水量为5.2m^3/d；“年产120万件铝合金汽车轮毂智能制造建设项目”13.6m^3/d，本项目辐射工作人员从项目定员170人之中调剂故《年产120万件铝合金汽车轮毂智能制造建设项目》中核算的废水已包括本项目职工的生活污水；化粪池仍有48.8m^{3}余量，容量接纳可行。

B、白水片区污水处理厂

白水工业园区已建处理能力为4500m^3/d（一期），一期工程采用“A^2/O+膜深度处理”工艺，工艺主要包括两部分，第一部分为前端处理系统包含预处理与二级处理及砂滤消毒处理，处理后尾水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级标准中A等级标准；第二部分为深度处理系统，主要采用膜浓缩-蒸发结晶技术，进一步提高处理后废水水质，达到园区企业生产回用要求，膜浓缩高盐水采用MVR蒸发工艺结晶处理后回用至上游铝型材生产等企业。根据现场调查及资料收集，现阶段白水片区污水处理厂的废水处理量为21.0351万m^3/a（约576.3m^3/d），剩余处理量能满足本项目生产废水；污水处理厂和废水收集管道、回用水输送管道，目前已铺设至项目区，因此，项目的外排污废水水量小于白水片区污水处理厂的剩余处理量。本项目运营后厂区不新增废水，依托公司整理污水和固废处理措施可行。

⑤危废贮存库依托可行性

本项目产生的危废为废变压器油，根据现场调查，厂区已建的危废贮存库位于4号厂房西南角。危废暂存间地面采用混凝土浇灌，有剪力挡墙和钢屋架顶棚，并按要求进行防渗防漏工程。危废贮存库面积约576m^2，高15.6m，有效堆高5.5m，有效贮存容积3168m3，贮存的危险废物包括6万吨铝棒项目产生的铝灰渣（2400t/a）、收尘灰（657.832t/a）、废矿物油（1.5t/a）及年产120万件铝合金汽车轮毂智能制造建设项目产生的铝灰渣（756t/a）、收尘灰（89.99t/a）、废切削液（40t/a）、废矿物油（2.0t/a）及未鉴定的沉渣（0.169t/a）；各类危险废物在贮存库内分区堆存。危废暂存间的贮存能力见表2-3。

表1-7 危险废物贮存能力

序号	危废名称	年最大量(t/a)	吨体积（m^3/t）	周转时间（d/次）	所需容积（m^3）	暂存库容积（m^3）

年产 6 万吨铝棒项目危险废物						
1	铝灰渣	2400	0.7	10	56.0	/
2	收尘灰	657.832	0.7	10	15.5	
3	废矿物油	1.5	1.1	150	0.8	
年产 120 万件铝合金汽车轮毂智能制造建设项目危险废物						
1	铝灰渣	756	0.7	10	17.6	/
2	收尘灰	89.99	0.7	10	2.1	
3	废切削液	40	1.1	10	1.5	
4	废矿物油	2.0	1.1	150	1.1	
本项目危险废物						
1	废变压器油	0.02	1	150	1	/
合计		3947.352			95.6	3168

表 1-7 表明，该项目依托已建设的危废贮存库的贮存能力完全能满足危险废物的贮存要求。

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

本项目不涉及

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

本项目不涉及

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

本项目不涉及

(二)X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	用途	工作场所	备注
1	X 射线检测系统	II	1 台	****	****	****	轮毂无损检测	2#厂房	已购，未使用

(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	

本项目不涉及

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧	气态	--	--	少量	少量	--	不暂存	通过探伤操作室设置的机械排风装置引出探伤操作室外排放
氮氧化物	气态	--	--	少量	少量	--	不暂存	
冷却水	液体	--	--	不排放	不排放	--	暂存	收集后循环使用，不外排
纯水制备废水	液体	--	--	不排放	不排放	--	暂存	收集后用于厂区绿化，不外排
生活污水	液态	--	--	少量	少量	--	暂存	化粪池处理后进入园区污水管网
生活垃圾	固态	--	--	少量	少量	--	暂存	环卫部门统一清运
废液压油	液态	--	--	不排放	不排放		暂存	收集后暂存于危废贮存库，定期交由有资质单位处理
以下空白								

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m^3。

2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m^3）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》，中华人民共和国主席令第 9 号，2015 年 1 月 1 日起实施； （2）《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修订版，第十三届全国人大常委会第二十一次会议通过，2018 年 12 月 29 日起实施； （3）《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令第 6 号，2003 年 10 月 1 日实施； （4）《中华人民共和国大气污染防治法》，2018 年 10 月 26 日全国人民代表大会常务委员会修正并施行； （5）《中华人民共和国水污染防治法》2017 年 6 月 27 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议修正，自 2018 年 1 月 1 日起施行； （6）《中华人民共和国噪声污染防治法》2021 年 12 月 24 日，中华人民共和国第十三届全国人民代表大会常务委员会第三十二次会议通过，2022 年 6 月 5 日起施行； （7）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 04 月 29 日修订版，国家主席令第 43 号，2020 年 9 月 01 日实施）； （8）《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； （9）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，中华人民共和国国务院令第709 号，2019 年 3 月 2 日实施； （10）《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》，2021 年 1 月 1 日起实施； （11）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2021 年 1 月 4 日修订； （12）《关于发布射线装置分类的公告》，中华人民共和国原环境保护部 2017 年第 66 号公告，2017 年 12 月 5 日发布； （13）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国原环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日施行；

	（14）《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》，原国家环保总局，环发〔2006〕145 号； （15）《放射工作人员职业健康管理办法》，中华人民共和国卫生部令第 55 号，2007 年 3 月 23 日经卫生部部务会议讨论通过，2007 年 11 月 1 日起施行； （16）《产业结构调整指导目录（2024 年本）》； （17）《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 20 日实施）； （18）《云南省环保局关于〈在辐射安全许可证工作中确定电离辐射安全管理限值请示〉的复函》（云环函[2006]727 号，2006 年 12 月）； （19）《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案》（2022 年修订）； （20）《曲靖市突发辐射环境污染事件应急预案》； （21）《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），自 2020 年 1 月 1 日起施行； （22）《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 年第 9 号），自 2021 年 3 月 15 日起施行； （23）关于印发《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》的通知（生态环境部办公厅，环办辐射函〔2025〕313 号，2025-08-29）
技术标准	（1）《建设项目环境影响评价技术导则——总纲》（HJ2.1-2016）； （2）《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1－2016)； （3）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； （4）《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）； （5）《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014)； （6）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； （7）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； （8）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； （9）《放射工作人员健康要求》（GBZ98-2017）； （10）《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）。

其他	（1）《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》； （2）《X 射线和γ射线防护手册》（苏森龄著）； （3）《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）； （4）项目委托书及建设单位提供的其他相关材料。 （5）云南省生态环境厅关于印发《云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲（2021 年版）》和《云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查技术程序（2021 年版）》的通知（云环通〔2021〕227 号）。 （6）《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》（GB22448-2008）将于 2026.7.31 作废，由 GB22448-2025《无损检测仪器 500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》代替，本次评价从设备分类、漏射线限值、X 射线管等方面分析。

表 6-1GB22448-2008 与 GB22448-2025 标准与本项目核心差异对比表

要求	GB22448-2008	GB22448-2025	本项目情况
设备分类	细分为一般结构、精细结构、特级防护、全防护	表 1①u<150，≤1mSv/h；②150kV≤u≤200kVkV，≤2.5mSv/h；③u>200kV，≤5mSv/h	项目系统型号**型，额定管电压**kV，额定管电流**A，按照 150kV≤u≤200kVkV，≤2.5mSv/h 执行
漏射线限值	未明确量化	明确按管电压分级限值≤200kV：≤2.5mGy/h（1m 处）；＞200kV：≤5mGy/h（1m 处）	本项目最大电压 160kV，漏射线限值≤2.5mGy/h（1m 处）
X 射线管要求	无强制限束装置与焦点标识	强制安装限束装置、明确焦点位置标识、设置电离辐射标志	项目将安装限束装置、明确焦点位置标识、设置电离辐射标志
控制器安全	无钥匙开关要求	必须配备钥匙开关，仅开启后方可出束禁止随意更改高压发生器连接断电后不得产生 X 射线	项目控制器配备了钥匙开关，进出料铅门为气动铅门；自带独立安全开关可防止门在检测过程中打开或在门打开时关闭射线
电缆长度（便携式）	无明确要求	控制器与高压发生器间电缆长度≥20m	项目为固定式
探伤室屏蔽	原则性要求	室外 30cm 处≤2.5μSv/h 无人区顶面≤100μSv/h（需标识）门防护性能必须与同侧墙体一致	根据预测项目探伤室室外 30cm 处≤2.5μSv/h，无人区顶面≤100μSv/h，铅房内侧为钢-铅-钢夹层结构；外形尺寸 2.53m×2.3m×2.11m，上、下、

				前、后、左、右均为 2mm 钢+7mmPb+2mm 钢，相当于 7mm 铅当量；观察窗尺寸 0.42m×0.32m，结构为铅玻璃，7mm 铅当量，防护性一致
	人员监测	无强制档案要求	强制建立职业人员个人剂量与健康管理档案符合连续 5 年年均剂量与单年最大剂量限值	项目将建立职业人员个人剂量与健康管理档案，严格管理
	智能化要求	无	支持远程监控、AI 剂量预测、人员定位联锁（为未来系统集成预留接口）	项目可实现人员定位联锁（为未来系统集成预留接口）
	环保与绿色要求	未涉及	提倡低能耗设计、鼓励废旧材料回收利用	项目铅玻璃、铅门、铅屏蔽罩、控制电路板、传感器、高压发生器模块等均具备回收价值

表 7 保护目标与评价标准

一、评价范围

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“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”要求；结合本项目实际情况，确定本项目辐射环境影响评价范围为：以 X 射线检测系统所在探伤操作室边界向外延伸 50m 的范围。本项目评价范围图详见图 7-1。

****

图 7-1 项目辐射环境评价范围示意图

二、保护目标

根据现场调查，项目评价范围 50m 区域涉及云南今飞铝业有限公司用地范围，项目评价范围内保护目标活动人员主要是本项目辐射工作职业人员和公众成员；职业人员指从事本项目 X 射线探伤系统相关工作的人员，公众人员指在项目屏蔽体外延 50m 范围内工作、活动及偶尔经过的人员。项目 50m 评价范围内无居民点等保护目标，项目不涉及自然保护区、风景名胜区等环境敏感区。

具体环境保护目标情况见表 7-1 所示，项目辐射环境评价范围及保护目标详见附图 7-1。

表 7-1 项目主要环境保护目标一览表

<table>
<tr><th>序号</th><th>保护目标</th><th colspan="2">保护目标所在场所</th><th>与探伤操作室的距离和方位</th><th>保护目标情况</th><th>剂量约束值</th><th>工作时间</th></tr>
<tr><td>1</td><td>职业人员</td><td colspan="2">操作工位</td><td>探伤操作室内，铅室外，0m</td><td>3 人</td><td>5mSv/a</td><td rowspan="6">3 班制，每班工作 8 小时，年工作时间 330 天。</td></tr>
<tr><td>2</td><td rowspan="5">公众人员</td><td rowspan="5">探伤操作室附近生产区工作</td><td>厂区道路</td><td>北侧约 9.3m</td><td rowspan="5">约 30 人，公司员工及流动人群，偶尔停留</td><td rowspan="5">0.25mSv/a</td></tr>
<tr><td></td><td>轮毂放置区</td><td>探伤操作室四周，紧邻</td></tr>
<tr><td>3</td><td>车间过道</td><td>北侧 8.3m，东侧 11m</td></tr>
<tr><td>4</td><td>低压铸造区</td><td>西侧 19.6m</td></tr>
<tr><td>5</td><td>热处理区</td><td>西南侧 24m</td></tr>
</table>

三、评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

B1 剂量限值

本附录所规定的剂量限值适用于实践所引起的照射，不适用于医疗照射，也不适用于无任何主要责任方负责的天然源的照射。

本附录所规定的剂量限值与潜在照射的控制无关，也与决定是否和如何实施干预无关，但实施干预的工作人员应遵循第 11 章中的有关要求。

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值；

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

b）任何一年中的有效剂量，50mSv；

c）眼晶体的年当量剂量，150mSv；

d）四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。

B1.1.2 特殊情况

在特殊情况下，可依据第 6 章 6.2.2 所规定的要求对剂量限值进行如下临时变更：

依照审管部门的规定，可将 B1.1.1.1 中 a)项指出的剂量平均期破例延长到 10 个连续年；并且，在此期间内，任何工作人员所接受的年平均有效剂量不应超过 20mSv，任何单一年份不应超过 50mSv；此外，当任何一个工作人员自此延长平均期开始以来所接受的剂量累计达到100mSv时，应对这种情况进行审查；

剂量限制的临时变更应遵循审管部门的规定，但任何一年内不得超过 50mSv，临时变更的期限不得超过 5 年。

B1.2 公众照射

B1.2.1 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；

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；

眼晶体的年当量剂量，15mSv；

皮肤的年当量剂量，50mSv。

2、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

6.1 探伤室放射防护要求

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、屏蔽物材料和机构等各种因素。无迷路探伤室的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T250。

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。

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 100μSv/周，对公众场所，其值应不大于 5μSv/周；

b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h。

6.1.4 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 6.1.3；

b)对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取为 100μSv/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。

6.1.6 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”信号的意义说明。

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活动和探伤设备运行情况。

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识和中文警示说明。

6.1.9 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束就能够使用。按钮或拉绳应当带有标签，标明使用方法。

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。

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

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防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

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。当辐射水平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。

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

6.2.4 交接班或当班使用 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。

6.2.5 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。

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

6.2.7 开展探伤室设计时未预计到的工作，如工件过大等特殊原因必须开门

探伤，应遵循本标准第 7.1~7.4 条的要求。

3、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）

3 探伤室屏蔽要求

3.1 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平

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

a）周剂量参考控制水平（H_c）和导出剂量率参考控制水平（$\dot{H}_{c.d}$）：

1）人员在关注点的周剂量参考控制水平 H_c 如下：

职业工作人员：H_c≤100μSv/周；

公众：H_c≤5μSv/周。

2）相应 H_c 的导出剂量率参考控制水平$\dot{H}_{c.d}$（μSv/h）按下式进行计算：

$$\dot{H}c.d = Hc/(t \times U \times T)$$

式中：H_c——周剂量参考控制水平，单位为微希每周（μSv/周）；

U——探伤装置向关注点方向照射的使用因子；

T——人员在相应关注点驻留的居留因子；

t——探伤装置周照射时间，单位为小时每周（h/周）。

t 按下式计算：

$$t = \frac{W}{60 \times I}$$

式中：W——X 射线探伤的周工作负荷（平均每周 X 射线探伤照射的累积“mA·min”值），mA·min/周；

60——小时与分钟的换算系数；

I——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA）。

b)关注点最高剂量率参考控制水平$\dot{H}_{c.max}$：

$\dot{H}_{c.max}$=2.5μSv/h

c）关注点剂量率参考控制水平$\dot{H}_c$：

$\dot{H}_c$为上述 a）中的$\dot{H}_{c.d}$和 b）中的$\dot{H}_{c.max}$二者中的较小值。

3.1.2 探伤室顶的剂量率参考控制水平应满足下列要求：

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，距探伤室顶外表面 30cm 处和(或)在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处，辐射屏蔽的剂量参考控制水平同 3.1.1。

b）除 3.1.2a)的条件外，应考虑下列情况：

1）穿过探伤室顶的辐射与室顶上方空气作用产生的散射辐射对探伤室外地面附近公众的照射。该项辐射和穿出探伤室墙的透射辐射在相应关注点的剂量率总和，应按 3.1.1c）的剂量率参考控制水平$\dot{H}_c$（μSv/h）加以控制。

2）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以取为 100μSv/h。

3.2 需要屏蔽的辐射

3.2.1 相应有用线束的整个墙面考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射。

3.2.2 散射辐射考虑以 0°入射探伤工件的 90°散射辐射。

3.2.3 当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个什值层厚度(TVL)或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度(HVL)。

3.3 其他要求

3.3.1 探伤室一般应设有人员门和单独的工件门。对于探伤可人工搬运的小型工件探伤室，可以仅设人员门，探伤室人员门宜采用迷路形式。

3.3.2 探伤装置的控制室应置于探伤室外，控制室和人员门应避开有用线束照射的方向。

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

3.3.4 当探伤室使用多台 X 射线探伤装置时，按最高管电压和相应该管电压下的常用最大管电流设计屏蔽。

3.3.5 应考虑探伤室结构、建筑费用及所占空间，常用的材料为混凝土、铅和钢板等。

4、本项目管理限值：

（1）职业照射和公众照射

根据《云南省环保局关于<在辐射安全许可工作中确定电离项目辐射安全管理限值请示>的复函》（云环函〔2006〕727 号）中的规定，单一项目取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的四分之一。即：职业照射个人受照剂量管理限值取 5mSv/a；公众照射个人受照剂量管理限值取 0.25mSv/a。

（2）关注点周围剂量当量率

①周剂量率控制水平

放射工作场所周围剂量当量参考控制水平其值应不大于 100μSv/周，公众场所，其值应不大于 5μSv/周。

②关注点周围剂量率参考控制水平

a.对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取为 100μSv/h。

5、环境质量标准

（1）环境空气质量标准

公司所在地功能区划属环境空气质量二类区，环境空气质量执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准及修改单要求。

（2）地表水环境质量标准

云南今飞铝业有限公司所在区域最近的地表水体为为鸡上河，位于本项目西侧 1350m 处；湖库为西面 2310 处的水洞山水库。鸡上河由西向东汇入响水河水库，根据云南省水利厅于 2014 年 5 月发布的《云南省水功能区划（2014 年修订）》知：沾益白水片区鸡上河属于富源县响水河水库坝址以上源头段，2030 年水质目标为 II 类。本项目所在区域地表水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II 类标准。地表水环境质量具体标准值见表 7-4。

表7-4地表水环境质量标准（摘录）（单位：mg/L）

名称	pH	CODcr	BOD_5	氨氮	总磷	石油类
浓度限值	6～9（无量纲）	15	3	1.0	0.1	0.05

（3）声环境质量标准

项目所在地属工业园区声环境执行（GB3096-2008）《声环境质量标准》3 类区标准，具体标准值见表 7-5。

表7-5声环境质量标准（单位：Leq［dB(A)］）

类别	昼间	夜间
3 类	65	55

6、污染物排放标准

（1）废气污染物排放标准

项目运营期辐射电离产生氮氧化物执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 的无组织排放浓度监控限值。

表7-6大气污染物综合排放标准（无组织排放浓度监控限值）

污染物	氮氧化物
浓度限值	0.12mg/m^3

（2）废水污染物排放标准

本项目生活污水经化粪池预处理后出水水质满足《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）A 级标准及污水处理厂接管要求后排入园区污水管网进入白水片区污水处理厂。具体标准限值见表 7-7。

表7-7废水排入园区污水处理厂进水标准限值一览表

项目	pH 值	悬浮物	动植物油	CODcr	BOD_5	氨氮（以 N 计）	总磷（以 P 计）	氟化物
颗粒物	6.5-9.5	400	100	500	350	45	8	20

（3）噪声

项目位于工业园区内，运营期噪声厂界执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类标准。标准限值列于表 7-8。

表7-8《工业企业厂界环境噪声排放标准》3类标准限值

类别	昼间［dB(A)］	夜间［dB(A)］
3 类	65	55

（4）固体废物

本项目运营期固废为生活垃圾，无工业固废产生。

表 8 环境质量与辐射现状

环境质量和辐射现状：

项目位于云南省曲靖市高新技术产业开发区白水片区工业大道 22 号云南今飞铝业有限公司 2#厂房内，项目建成投运后主要污染为 X 射线检测系统在工作状态下发出的 X 射线电离辐射污染，对环境空气、地表水质量和声环境影响较小；因此本次评价重点对评价区域开展了辐射现状调查及监测，对区域环境空气、地表水质量和声环境只进行简单现状调查分析。

一、环境空气质量现状

根据《曲靖市环境质量年报（2024 年）》，曲靖市中心城区 2024 年环境空气中 SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$ 年均浓度，CO24 小时平均第 95 百分位数浓度及 O_3 日最大 8 小时平均第 90 百分位数浓度均小于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，项目所在区域为环境空气质量达标区。沾益区主城区 2024 年环境空气中 SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$ 年均浓度，CO24 小时平均第 95 百分位数浓度及 O_3 日最大 8 小时平均第 90 百分位数浓度均小于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，项目所在区域环境空气质量良好。

二、地表水环境质量现状

本项目位于曲靖市高新技术产业开发区白水片区，根据现场调查，项目所在区域地表河流主要为鸡上河，位于本项目西侧 1350m 处；湖库为西面 2310 处的水洞山水库，东北侧 13.7KM 处的响水河水库。鸡上河由西向东汇入响水河水库，根据云南省水利厅于 2014 年 5 月发布的《云南省水功能区划（2014 年修订）》知：沾益白水片区鸡上河属于富源县响水河水库坝址以上源头段，水质目标为 II 类。本项目所在区域地表水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II 类标准。

根据云南省生态环境厅驻曲靖市生态环境监测站发布的《2024 年环境质量年报》，响水河水库省控点水质类别 II 类，水质状况为优。

三、声环境质量现状

项目所在区域为曲靖高新技术产业开发区沾益工业园区白水片区，根据声功能区划，该区属于 3 类声功能区，区域声环境执行《声环境质量标准》

（GB3096-2008）中 3 类区标准。

厂区边界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 3 类厂界标准，本项目引用 2024 年 8 月曲靖高新技术产业开发区总体规划（2023-2035 噪声监测中项目南面 225m 处的独树海子（最近的居民区）监测结果，报告编号：蓝硕检字[2024]1718 号监测报告见附件 4。

(1)监测点位：独树海子村；

(2)监测项目：Leq（dB）；

(3)监测时间与频率：连续监测 2 天，每天昼、夜各一次；

(4)监测结果：监测结果见下表。

表 8-2 独树海子村声环境质量现状监测结果单位：dB(A)

检测点位	监测日期	监测值		GB3096-2008 中 3 类区标准	达标情况
		昼间	夜间		
独树海子村	2024.07.29	44.8	35.1	昼间：65dB(A)，夜间：55dB(A)	达标
	2024.07.30	45.3	36.4		达标

根据监测结果，区域声环境质量满足《声环境质量标准》（GB3096－2008）中的 3 类标准要求。

四、辐射环境现状

（一）辐射环境现状监测方案

本次环评在进行现场调查期间，首先根据建设单位人员介绍，了解了本项目平面布置方式以及周围敏感目标的分布情况，确立了本项目的监测方案。

监测环境：现场监测时收集环境温度、环境湿度、天气状况等信息。

监测对象：本项目 X 射线机放置位置及周边辐射环境本底监测。

监测因子：X-γ辐射空气吸收剂量率。

监测布点：铅室外 30cm 处东、南、西、北各设 1 个监测点位，操作台 1 个监测点位，共计 5 个。

监测点位布设见图 8-1。

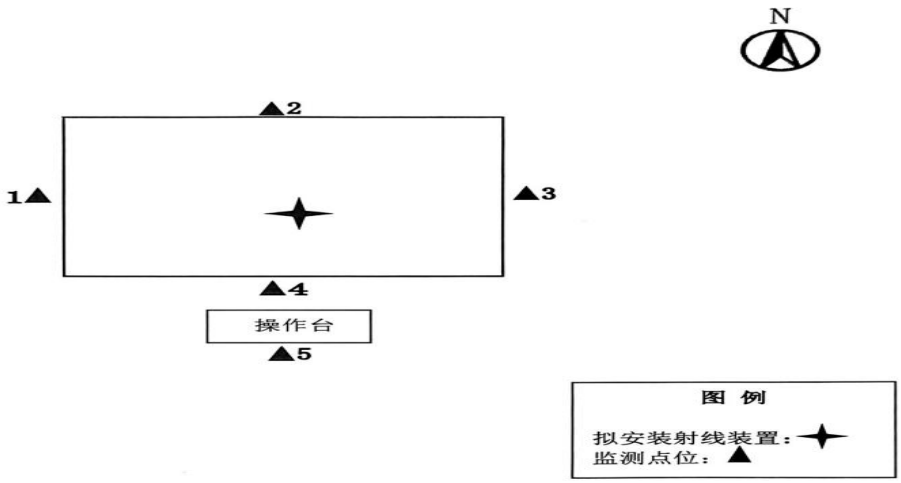

图 8-1 项目辐射环境监测布点示意图

（二）监测期间气象条件

监测期间气象条件见表 8-3

表 8-3 监测点位气象条件

监测日期	天气	温度（℃）	湿度
2025.12.24	阴	5~12	58~62%

（三）监测仪器

表 8-4 监测使用的仪器

序号	监测项目	主要检测仪器设备型号及名称、编号	仪器编号	检定单位	检定证书编号	有效期
1	电离辐射（环境 X-γ 剂量率）	BH3103B 型便携式 X-y 剂量率仪	FS-J35	****	****	至 2026.7.2

（四）监测质量保证措施

①本项目监测单位为****，取得了云南省市场监督管理局下发的《检验检测机构资质认定证书》（CMA 认证），证书编号检字第[2025]-L0248，有效期至 2026 年 7 月 2 日。该单位具备完整、有效的质量控制体系；

②根据《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）制定监测方案及实施细则；

③严格按照监测单位《质保手册》、《作业指导书》开展现场工作；

④监测仪器每年经计量部门检定后使用；每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，并对仪器进行校验；

⑤监测人员经考核并持有合格证书上岗；

⑥根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021），监测高度为1m，合理布设监测点位置，兼顾监测技术规范和实际情况，监测结果具有代表性和针对性；

⑦监测时获取足够的数据量，以保证监测结果的统计学精度。监测中异常数据以及监测结果的数据处理按照统计学原则处理；

⑧建立完整的文件资料。仪器校准（测试）证书、监测方案、监测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留，以备复查；

⑨监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术负责人审定。

（五）环境质量现状监测结果与评价

2025 年 12 月 24 日，****对本项目拟建 X 射线机周围辐射环境现状进行了监测。监测结果见表 8-5。

表 8-5 本项目核技术应用场所周围 X-γ辐射剂量率监测结果

测量点号	测量点位置	X-γ辐射剂量率（nGy/h）	
		测量值	扣除宇宙射线后 X-γ辐射剂量率
1	拟安装射线装置场所铅室外 30cm 东侧	67±3	35
2	拟安装射线装置场所铅室外 30cm 北侧	79±3	47
3	拟安装射线装置场所铅室外 30cm 西侧	69±2	37
4	拟安装射线装置场所铅室外 30cm 南侧	81±3	49
5	拟安装射线装置操作位处	79±2	47

根据表 8-5 可知，本项目核技术应用场所（室内）周围 X-γ辐射剂量率（扣除宇宙射线后）范围为 35~49nGy/h，根据《云南省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（刁仁平，李广通等；辐射防护，1995 年 1 月，第 15 卷第 1 期，P48-P55），曲靖市的室内γ辐射剂量率范围为 16.8~163.8nGy·h，道路γ辐射剂量率范围为 18.8~112.5nGy·h。本项目核技术应用场所（室内）环境 X-γ辐射剂量率未见异常，

处于当地天然辐射水平范围内。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析：

一、施工期工艺分析

项目建设于已建厂房内部，施工期不涉及土建施工，主要为操作间搭建和设备安装。根据 X 射线检测系统供应厂商设计，X 射线机自带防护铅室（2.53m×2.3m×2.11m），厂区内不再自建防护隔离铅室。施工期具体工艺流程见图 9-1。

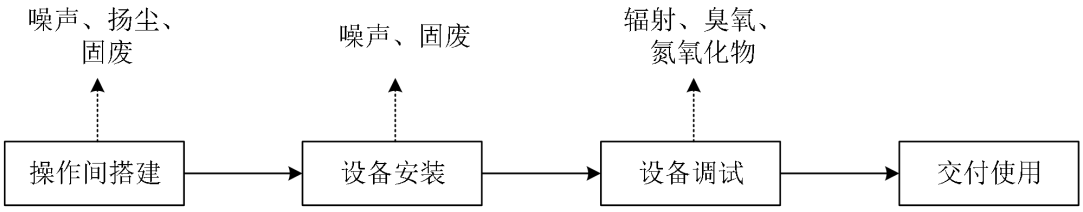

图 9-1 施工期工艺流程及污染物产生环节图

本项目施工期产污环节主要集中在操作间搭建、设备安装和调试阶段，辅助用房搭建和设备安装阶段污染因子主要为施工噪声、施工扬尘和固体废物，不产生辐射影响；设备调试阶段污染因子主要为辐射、产生少量的臭氧和微量的氮氧化物。

本项目工程量小，时间短，本项目施工期会对周围声环境质量产生一定影响，但本项目工程量小，施工期短，通过作业时间控制，合理安排好各种噪声施工机具的使用时间，场地内及时清扫、建筑过程中产生的边角料及时清理，加强施工现场的管理等手段，对周围声环境产生较小的影响，该影响是暂时性的，对周围声环境的影响随建设期的结束而消除。施工期间不新增劳动定员，施工人员生活污水依托厂区已建设施收集处理。

施工噪声主要为各类施工机械设备噪声，通过选用低噪声施工设备、合理安排施工时间，可降低施工噪声的影响。项目施工过程在现有已建成厂房内进行，通过厂房隔声可进一步降低对周边环境的影响。

本项目设备的安装和调试应请设备供货方专业人员进行，不得自行安装及调试设备。在安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，在设备外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。

二、营运期工程设备和工艺分析

本项目拟使用 1 台 X 射线检测系统。

1、工作原理

（1）X 射线产生原理

X 射线的产生是利用 X 射线管中高速度电子去撞击阳极靶，从而产生 X 射线。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成。阴极是钨制灯丝，它装在聚集杯中。当灯丝通电加热时，灯丝上产生大量活跃电子，聚焦杯使这些电子聚集成束，向嵌在阳极中的金属靶体射击。灯丝电流愈大，产生的电子数量越多。在阴阳两极高压作用下，电子流向阳极高速运动撞击金属靶，当电子到达靶原子核附近时，在原子核库仑场的作用下，运动突然受阻，其能量以电磁波（X 射线）的形式释放。为减少无用的低能光子的照射，常用适当厚度的过滤片把低能光子滤掉。X 射线管示意图见图 9-2

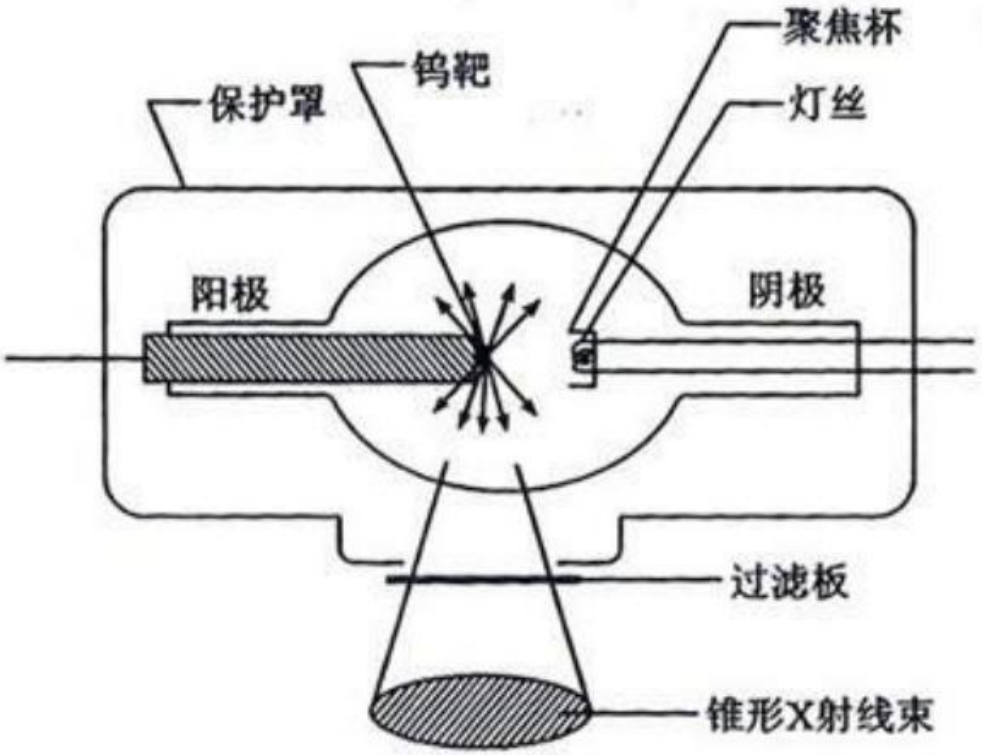

图 9-2X 射线管示意图

（2）X 射线探伤机运行方式

X 射线探伤的工作原理是利用 X 射线穿透物质和在物质中有衰减的特性来发现其中缺陷。X 射线具有穿透性，它能穿透可见光不能穿透的物质。X

射线透过工件时，会产生吸收现象。物质的致密度、厚度的不同会使 X 射线影像成像出现差异。

项目探伤对象为建设单位年产 120 万件铝合金汽车轮毂智能制造建设项目生产的铝合金汽车轮毂，轮载直径 13 英寸-26 英寸，工件最大重量 50KG，铅室净尺寸长 2530mm，宽 2300mm，高 2105mm，铅室及门宽尺寸与工件能够匹配。

X 射线探伤机通电时通过高压发生器、X 射线管产生电子束，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，由于有缺陷的材料与没缺陷的材料吸收射线不同，所以工件的缺陷显影在成像板上，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X射线探伤数字成像系统配备有数字平板探测器阵列和工业监视器1套，采用数字直接成像技术，无需洗片，无洗片废液和废胶片产生。影像保存在电脑固定文件夹内，工作人员可以根据影像来判断工件内部是否有缺陷以及缺陷的性质、位置等，实现无损检测，达到提高产品质量的目的。

2、设备组成

本项目 X 射线检测系统，型号为**型，由射线防护铅室、进料输送线、C 型臂机构（C 型臂上端配有平板探测器，下端配有 X 射线系统）、轮毂夹紧旋转装置、配电箱、气动控制箱、高压器、冷却箱、操作控制台组成。

X 射线检测系统各组成部分详见下图。

****
防护铅室、进料输送线、C 型臂机构

****
配电箱、气动控制箱、高压器、冷却箱

图 9-3X 射线检测系统平面布置示意图

3、工作流程简述

①轮毂平放在传送带上，由传送带送入射线防护铅室内；

②轮毂移动至定位位置，此时轮毂由两条链子控制，链式移动装置根据预先设定的几何尺寸、张力、旋转速度等参数固定轮辋并移动至检测位置，工件门关闭，并开始旋转检测；

③开动 X 射线机，X 光管开始发出射线，X 射线穿透工件投射到与其对应的探测器系统上，产生可见的 X 射线图像，将其传输到工业监视器上，操作人员在显示器上观察到工件的 X 射线图像。该过程以工件旋转为主，可旋转 180°，C 型臂可根据检测要求进行角度偏转，最大偏角 55°。当检验人员作出判定之后，轮毂被移动到下一个存放位置。

该过程产生少量的臭氧和微量的氮氧化物，设备噪声；X 射线机通电，冷却系统同步运行，此过程产生冷却水。

④检测结束后，轮毂被移动到出口一侧的甬道的传送仓内，并移送到射线柜出口位置。

⑤关闭 X 射线机，完成探伤。工艺流程如图 9-3 所示。

****

图 9-4 探伤工艺流程及产污环节示意图

另工作前探伤工作人员检查铅室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等安全防护措施；在进入探伤操作室时，佩戴常规个人剂量计外，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，探伤工作人员立即退出探伤操作室，同时防止其他人进入探伤操作室，并立即向辐射防护负责人报告。定期测量探伤操作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。测量值与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。交接班或当班使用便携式X-γ剂量率仪前，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，则不开始探伤工作。在每一次照射前，操作人员确认探伤操作室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才开始探伤工作。

4、项目涉及的人流和物流路径规划

****

图 9-5X 射线探伤工件及人员通道图

污染源项描述：

本项目为工业X射线探伤项目，探伤机曝光工作时，将产生X射线，X射线电离空气会产生少量臭氧和氮氧化物。此外项目运行期将产生员工生活污水、生活垃圾及设备运行噪声。

（1）辐射污染因子分析

由工业X射线探伤机的工作原理可知，X射线随机器的开、关而产生和消失。本项目使用的工业X射线探伤机只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发射X射线。因此，在开机曝光期间，X射线是污染环境的主要污染因子。

（2）废气

项目运行期产生的废气主要为X射线探伤机运行时，X射线电离空气产生的臭氧和氮氧化物，臭氧在空气中可自动分解为氧气，因此，工作状态产生的少量臭氧和微量的氮氧化物，对周围环境影响较小。

本项目探伤操作室内带有机械通风装置，每小时有效通风换气次数5次，可以满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求，对环境影响较小。

（3）噪声

本项目运营期产生的噪声主要包括X射线探伤数字成像系统设备噪声。噪声源源强较低，与本项目周边其他生产区域产生的噪声基本相同，项目生产线布置在室内，探伤过程规范操作，噪声经厂房的隔声和传播过程中的几何发散衰减后，对周边声环境影响较小。

（4）废水

本项目探伤机采用数字直接成像技术，无洗片废水。运营期主要废水为工作人员生活污水、纯水制备废水以及更换的冷却水。

①生活污水

本项目配备工作人员 3 人，年工作 330 天，本项目辐射工作人员从公司定员之中调剂，每人每天生活用水量以 50L 计，则年生活用水量为 0.15m^3/d，49.5m^3/a。生活污水产生量以用水量 80%计，则生活污水产生量为 0.12m^3/d，39.6m^3/a。

公司定员约 170 人，本项目辐射工作人员从公司定员 170 人之中调剂，故《年产 120 万件铝合金汽车轮毂智能制造建设项目环境影响报告表》中核算的废水产生量已包括本项目职工的生活污水产生量，本项目运营后厂区不新增废水产生量。本项目生活污水依托公司整体生活污水处理方式，经收集后（食堂废水经隔油池隔油处理后）统一进入地下化粪池，经预处理后排入园区污水管网。

②冷却水

项目冷却水每月更换一次，一次 15L，经冷却水收集桶收集后循环使用，不外排。

③纯水制备废水

本项目依托铸造车间纯水制备设备，纯水制备率为 90%，纯水需求量为 15L/台（一个月更换一次），项目纯水制备废水产生量为 1.67L/月，20L/a，经清水池收集后用于厂区绿化，不外排。

（5）固废

本项目探伤机采用数字直接成像技术，无废胶片和洗片废液产生。运营期主要固废为生活垃圾。本项目配备工作人员 3 人，年工作 330 天，每人每天产生的生活垃圾以 0.5kg 计，则年生活垃圾产生量为 1.5kg/d，0.495t/a。《年产 120 万件铝合金汽车轮毂智能制造建设项目环境影响报告表》中核算的生活垃圾产生量已包括本项目职工的上述生活垃圾产生量，本项目生活垃圾依托公司整体生活垃圾处理处置方式，经收集后交由环卫部门统一清运处置。

（6）事故工况污染源分析

X 射线探伤机属于 II 类射线装置，探伤机只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发射 X 射线，因此，该项目辐射事故多为门机联锁装置故障，在防护门未关闭情况下造成意外照射，辐射事故等级为一般，主要：

①辐射工作人员违反操作规程或误操作，造成意外照射；

②防护铅室安全联锁装置、工作状态指示灯或其他安全装置失灵，在防护门未关闭的情况下出束，造成意外照射；

③探伤机维修调试过程中，因维修人员误操作导致探伤机出束，维修人员滞留探伤设备内（横向侧躺）出束，造成人员误照射。

从理论上讲，发生上述这种事故的概率极小，为防止事故的发生，在设备检验时要注意安全联锁设施的可靠性与稳定性的验证，使用过程中要经常定期检查和维护联锁系统及安全保障系统，设备操作人员应严格按照操作规程进行运行操作，每次开机前必须确认防护铅室周围无人员滞留时，才能进行开机运行。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施：

1、工作场所布局

云南今飞铝业有限公司位于曲靖市高新技术产业开发区白水片区，探伤操作室位于公司 2#厂房低压铸造区，西侧为低压铸造区，北侧为探伤工件放置区，西南侧为热处理区和机加工区，东侧为厂区道路，周边 50m 范围内为公司内部用地。车间仅为一层建筑，本项目地板以下为土壤层，本项目探伤铅室顶板和车间顶板之间为临空，人员不可达。操作台位于探伤铅室北侧，检测系统工作区域相对独立，操作台和探伤室设置满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117—2022）中关于分开设置的要求。本项目 X 射线主射方向朝上，因此操作室避开了主射方向，设置合理。

2、辐射工作场所分区

（1）分区原则

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，应把放射性工作场所分为控制区、监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制，划分原则如下：

①控制区：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；

②监督区：把未被定为控制区，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的区域划分为监督区。

对控制区运用行政管理程序（如工作许可证制度）和联锁装置限制进入。监督区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。

（2）本项目辐射工作场所分区

本次评价根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求，对探伤工作场所实行分区管理。本项目将作业场所周围剂量当量率大于 15μSv/h 的区域划分为控制区，控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5μSv/h 的区域划分为监督区。

结合本项目实际布局情况，将铅室划为控制区，探伤台划为监督区。

本项目 X 射线检测系统自带铅室屏蔽射线，正常工况下，不会出现人员滞留的情况，满足辐射控制区的管理要求。此外，企业还应在屏蔽铅室上设置明显的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、门机联锁装置、照射状态指示灯和急停装置等，预防潜在照射及事故照射的发生。

监督区只有经授权的放射性工作人员才能进入监督区进行操作，公众不允许进入。由于本项目布置于企业整体车间内，为了防止周边公众人员误入监督区，建设单位必须在地面采用黄色警戒线划出监督区的具体范围，在其边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，提示公众人员远离。

企业落实上述措施后，本项目辐射工作场所监督区、控制区的划分及相关管控措施，满足辐射防护管理和职业照射控制要求。

表 10-1 项目场所分区与管理要求一览表

分区	划分范围	安全措施及管理要求
控制区	铅室内	电离辐射警告标志、门机联锁装置、照射状态指示灯和急停装置等
监督区	探伤操作室内	在地面采用黄色警戒线划出监督区的具体范围，并采用隔栏进行隔离，隔栏上悬挂电离辐射警告标志

*****

图 10-1 项目分区控制示意图

3、辐射安全及防护措施

（1）铅室屏蔽设计

本项目探伤机为丹东华日 X 射线实时成像检测系统，由配置射线防护铅室、进料输送线、C 型臂机构（C 型臂上端配有平板探测器，下端配有 X 射线系统）、轮毂夹紧旋转装置、配电箱、气动控制箱、高压器、冷却箱、操作控制台等组成。根据设备说明书，本项目自带铅室屏蔽设计如下：

项目探伤机为丹东华日理学电气股份有限公司轮毂检测系统，型号为****型，额定管电压：****，额定管电流：****，设备自带屏蔽体（铅室）屏蔽射线。根据设备说明书，本项目自带铅室屏蔽设计如下：屏蔽铅室外形尺寸 2.53m×2.3m×2.11m，上、下、前、后、左、右均为 2mm 钢+7mmPb+2mm 钢，相当于 7mm 铅当量；观察窗尺寸 0.42m×0.32m，结构为铅玻璃，7mm 铅当量。设置门机联锁装置，铅门防护当量约 7mm。

（2）安全防护设施与措施

①设备自带的安全措施：

本项目 X 射线检测系统自带以下安全措施：

a.机械通风装置：探伤操作室内设置有机械通风装置，有效换气次数大于 3 次/小时；

b.探伤铅室和操作间分别设置，隔室操作；

c.门机联锁装置：门机联锁装置即是关上探伤铅室的防护门，才能启动 X 射线机的高压，如果开启探伤铅室防护门，X 射线机会自动切断高压，停止 X 射线出束；

d.报警和指示装置：探伤铅室顶部设置有报警和指示灯，并与探伤机联动，关上探伤铅室的防护门，启动 X 射线机高压时，报警和指示装置会发出报警信号；

e.急停开关：本项目 X 射线检测系统在操作间的控制台上易于接触的地方设置紧急停止开关；按下按钮，探伤机高压电源立即被切断，停止出束，防护门可从内侧打开，急停开关使用后，需复位后方可进行下一次探伤工作；

f.钥匙开关：在控制台设置钥匙开关，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；

g.警示标志：探伤铅室外墙设置有电离辐射警告标志；

h.监控系统：探伤铅室内设置有视频监控系统，辐射工作人员可从操作室的电脑上，看到探伤铅室内的工作状态；

②本项目建设单位拟采取的辐射安全与防护措施：

a.项目建设探伤操作室，铅室及操作工位设置于探伤操作室内。探伤工作场所尺寸为 6m×5m×4m，墙体为轻质建材板（岩棉板），厚度约 83mm，虽几乎无屏蔽效果，但可阻止公众人员进入。

b.对本项目核技术应用工作场所采取分区管理，将铅室区域设置为控制区，设置管理措施和联锁装置限制任何人员进入；将探伤操作室设置为监督区，在地面采用黄色警戒线划出监督区的具体范围，并采用隔栏进行隔离，隔栏上悬挂电离辐射警告标志提示无关人员远离。

b.每次工作开始前对设备进行检查：探伤机外观是否存在可见的损坏，电缆是否有断裂、扭曲以及配件破损，安全联锁是否正常工作，报警设备和警示灯是

否正常运行，螺栓等连接件是否连接良好。

c.每次工作开始前对设备进行检查：探伤仪外观是否存在可见的损坏，电缆是否有断裂、扭曲以及配件破损，液体制冷设备是否有渗漏，安全联锁是否正常工作，报警设备和警示灯是否正常运行，螺栓等连接件是否连接良好。

d.对设备进行定期自行检查：电气安全，包括接地和电缆绝缘检查；制冷系统过滤器的清洁或更换；所有的联锁和紧急停机开关的检查。

e.每年请受过专业培训的工作人员或设备制造商对设备进行维护，对设备性能进行检测，做好设备维护记录。

f.加强对辐射工作人员的管理，辐射工作人员参加生态环境主管部门组织的辐射安全与防护集中考核，取得考核合格证后方才安排上岗；安排本项目辐射工作人员进行上岗前、岗中和离岗职业健康体检，体检结果适宜从事辐射工作后方才安排上岗；为辐射工作人员配置个人剂量计，要求其在从事辐射工作时正确佩戴个人剂量计，并每 3 个月将个人剂量计送有资质单位检验。

g.监测仪器的配备：根据相关法律法规的要求，配备便携式 X-γ 剂量监测仪 1 台，用于工作场所剂量监测；配备便携式辐射剂量监测报警仪 1 台，个人剂量计 3 台，辐射工作人员进入辐射工作现场均应佩戴个人剂量计及个人剂量报警仪。

h.个人防护用品配备：本项目拟为辐射工作人员配备 0.5mmPb 的铅衣、铅围脖、铅眼镜、铅围裙、铅帽等个人防护用品 1 套。

I.项目在设备安装调试前完成辐射检测仪器的采购和使用培训，设备调试过程应做好配合设备供应商做好辐射安全工作。

3、事故预防措施

项目检测室的电动铅门，在操作台和检测室内都有铅门开关。检测室内有急停按钮，当急停按钮被按下，X 射线不能开启。在 X 射线开始时，电动铅门不能被打开。操作台配有用户界面和控制计算机，位于操作室内。检测室内的大部分区域可通过视频摄像监控。在进行安装、维护及修理工作时，工作人员可在门打开时进入检测室。在维修调试过程中，可通过检测室内的手柄控制所有机械轴的运行。打开检测室门的这种行为必须由有权限的、经过培训且合格的人员进行，并且是处于安全状态下。辐射工作人员必须严格按照操作程序进行，防止事故照

射的发生，避免工作人员和公众接受不必要的辐射照射，工作人员每次上班时首先要检查防护措施是否正常，若存在安全隐患，应立即修理，恢复正常。

（1）设备故障预防措施

①冷却系统故障禁止高压开。

将整个 X 射线机系统电缆连接好，打开控制器电源，冷却泵通电。关断冷却泵控制开关，控制器显示冷却泵流量不足，打开冷却泵控制开关，控制器显示冷却泵正常，说明冷却泵流量传感器正常。否则禁止开高压。

②铅门故障禁止开高压。

将整个 X 射线机系统电缆连接好，打开控制器电源。若打开铅门，控制器显示铅门故障，关闭铅门，控制器显示铅门正常，则说明铅门正常。否则说明铅门保护电路有故障，禁止开高压。

③设备采用 45#变压器油。出厂时绝缘强度不低于 45kV/2.5mm。

④室内灰尘较大或湿度较大(60%)时，禁止进行维护、保养操作。

⑤高压电缆、套筒安装、保养过程中，严禁使用任何溶剂进行清洗、擦拭，如:无水乙醇，四氯化碳等。

⑥高压电缆插头在与电缆插头座(套筒)分离时，应将头端对地放电，防止电击。

⑦高压电缆插头在与电缆插头座分离后,应套上电缆保护帽，保证电缆插头的清洁和避免破损。

（2）设备维护措施

设备工作处于正常时，设备维护非常重要，它直接影响设备的使用寿命和性能。应注意以下几点:

①注意保护部件上的涂镀层以防锈蚀。

②设备工作间隙观察冷却系统显示温度，判断冷却系统工作是否正常。

③观察冷却系统在日常工作中是否有油、水泄漏现象。

④高压电缆插头、插座应每三个月(湿度过大时，应减为一个月)清洗保养一次，更换硅脂，具体详见"高压电缆安装"。不定期保养或保养操作不当将会造成电缆、套筒爬电，甚至击穿，此现象视为人为事故处理。

（3）应急措施

①发生辐射事故时，应第一时间启动应急预案。立即消除事故源，防止事故继续蔓延和扩大。X 射线探伤机失控第一时间断开电源，停止 X 射线的产生。

②对于受到或可能受到急性辐射损伤的人员，应迅速送往医院进行诊断和治疗;及时检查、估算受照人员的受照剂量，如有人员受到超剂量照射，对超剂量照射人员应建立详细档案和跟踪。

③出现事故后，应尽快集中人力、物力，有组织、有计划地进行处理。

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事故处理后应累积资料，及时总结报告。建设单位对辐射事故进行记录，包括事故发生的时间和地点，涉及的事故责任人和受害者名单；对任何可能受到照射的人员所做的辐射剂量估算结果;所做的任何医学检查及结果；采取的任何纠正措施:事故的可能原因:为防止类似事件再次发生所采取的措施。

⑥对可能发生的放射事故，应及时采取措施，妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，并上报生态环境等相关行政部门，接受监督部门的处理。

4、辐射安全防护设施对照分析

（1）与《云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲（2021 年版）》和《云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查技术程序（2021 年版）》辐射安全措施要求

根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》和云南省生态环境厅关于印发《云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲（2021 年版）》和《云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查技术程序（2021 年版）》的通知（云环通〔2021〕227 号）中对固定式 II 类射线装置场所设施的要求，本次评价根据建设单位采取的辐射安全措施进行了对照分析，具体情况见表 10-2。

表 10-2 固定式探伤辐射安全措施对照表

序号	检查项目		落实情况	备注
1*	A 场所设施（固定式）	入口处电离辐射警告标志	设备自带	
2*		入口处机器工作状态显示	已配置	
3		工作场所分区管理及标识	已配置	
4		隔室操作	已配置	

5		迷道	未设置迷道，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求	根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中 6.1.1：“操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开…无迷路探伤操作室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。”项目有用线束照射方向向上，操作工位已避开有用线束照射方向，铅室正面设置一道铅门，铅门与 X 射线机联锁铅门防护效果为 7PbmmPb，不低于同侧墙防护性能（7mmPb）。
6*		防护门	已配置	铅门防护效果为 7mmPb
7*		控制台有钥匙控制	已配置	
8*		门机联锁系统	已配置	
9*		照射室内监控设施	已配置	
10		通风设施	已配置	
11*		照射室内紧急停机按钮	已配置	
12*		控制台上紧急停机按钮	已配置	
13*		出口处紧急开门开关	已配置	
14*		准备出束声光提示	已配置	
19*	C 监测设备	便携式辐射监测仪	已配置	
20*		个人剂量报警仪	已配置	
21*		个人剂量计	已配置	
22	D 应急物资	灭火器材	已配置	
注：加*的项目是重点项				

（2）与《工业探伤放射防护要求》（GBZ117-2022）放射防护要求符合性分析

对照《工业探伤放射防护要求》（GBZ117-2022），本项目放射防护措施落实情况如下：

表 10-3 项目放射防护要求措施落实情况

《工业探伤放射防护要求》			本项目落实情况	备注
探伤室放	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	本项目有用线束照射方向由下到上，操作工位位于铅室侧方，不在有用线束照射方向。 铅室的屏蔽墙采用“钢-铅-钢”	符合

射防护要求		小、直射、散射、屏蔽物材料和机构等各种因素。无迷路探伤室的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T250。	夹板式，顶部铅当量约 7mm，铅屏蔽柜上下左右前后的屏蔽结构铅当量 7mm。 根据辐射环境影响分析，铅室屏蔽厚度满足要求。	
	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	项目已对探伤工作场所实行分区管理，将铅室区域设置为控制区，设置管理措施和联锁装置限制任何人员进入；将探伤操作室设置为监督区，在地面采用黄色警戒线划出监督区的具体范围，并采用隔栏进行隔离，隔栏上悬挂电离辐射警告标志提示无关人员远离，满足 GB18871 要求。	符合
	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 100μSv/周，对公众场所，其值应不大于 5μSv/周； b)屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h。	根据环境影响分析，项目放射工作场所周围剂量当量值最大值＜100μSv/周，公众场所周围剂量当量值最大值＜5μSv/周； 铅室外 30cm 处周围剂量当量率最大值＜2.5μSv/h	符合
	6.1.4	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 6.1.3； b)对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取为 100μSv/h。	项目铅室顶人员不可达，根据环境影响分析，项目铅室顶 30cm 处剂量当量率为 0.49μSv/h，小于 100μSv/h	符合
	6.1.5	探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出和探伤工件进出门）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。	项目铅室已设置门-机联锁装置，铅室门关闭后才能进行探伤作业，操作台上设置紧急停机按钮，在探伤过程中，防护门被意外打开时，能立刻停止出束。	符合
	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	铅室内及门口设置指示灯及声音装置，可提示“预备”和“照射”状态，并与探伤机联锁。“预	符合

		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”信号的意义说明。	备”和“照射”信号区别明显，与工作场所其他报警信号有明显的区别。拟在醒目位置处设置“预备”和“照射”信号意义说明。	
	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活动和探伤设备运行情况。	已在铅室内及探伤工作室内安装监视装置，并有专用的监视器，可监视探伤设备运行情况及探伤操作室内人员活动情况。	符合
	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识和中文警示说明。	防护门上将按 GB18871 要求设置电离辐射警告标识和中文警示说明。	符合
	6.1.9	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束就能够使用。按钮或拉绳应当带有标签，标明使用方法。	已在操作台设置紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮带有标签，并标明使用方法。	符合
	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。	探伤操作室内设置 2 组机械通风装置，本项目为 5 次，满足每小时通风换气次数不小于 3 次。	符合
	6.1.11	探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	将在探伤室内配置 1 台固定式场所辐射探测报警装置。	符合
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防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。	探伤工作前检查防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。	符合
	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。当辐射水平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。	项目已为工作人员配置个人剂量计，每人一台；配置 1 台个人剂量报警仪和 1 台便携式 X-γ剂量率仪。当辐射水平达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员立即退出探伤室，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。	符合
	6.2.3	应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平或环境的周围剂量当量率，包括操作工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应当与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作	环评提出辐射监测计划，在铅室四周、操作工位等设置监测点位，定期监测剂量率水平。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。	符合

		并向辐射防护负责人报告。		

三废的治理：

1、废气

项目运行期产生的废气主要为 X 射线探伤机运行时，X 射线电离空气产生的臭氧和氮氧化物。由于本项目 X 射线探伤机工作时的管电压、管电流较小，最大管电压仅为 160kV，最大管电流仅**mA，产生的臭氧和氮氧化物极少。本项目探伤操作室内带有 2 组机械通风装置，每小时有效通风换气次数不小于 3 次，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求，少量臭氧和氮氧化物通过通风装置引出探伤操作室外排放，对环境影响较小。

2、废水

根据上文项目源项分析，运营期主要废水为工作人员的生活污水，本项目不新增工作人员，不新增生活污水，生活污水依托公司整体生活污水处理处置方式，经收集后（食堂废水经隔油池隔油处理后）统一进入地下化粪池，经处理后再进入园区污水管网。

新增冷却水 15L/次，0.18m^3/a，经冷却水收集桶收集后用循环使用，不外排。

新增纯水制备废水 1.67L/月，0.02m^3/a，经收集后用于厂区绿化，不外排。

3、固废

根据上文项目源项分析，运营期主要固废为工作人员的生活垃圾，本项目不新增工作人员，不新增生活垃圾，生活垃圾依托公司整体生活垃圾处理处置方式，经收集后交由环卫部门统一清运处置。

4、噪声

本项目运营期产生的噪声主要包括 X 射线探伤数字成像系统设备噪声。噪声源源强较低，与本项目周边其他生产区域产生的噪声基本相同，项目生产线布置在室内，探伤过程规范操作，噪声经厂房的隔声和传播过程中的几何发散衰减后，对周边声环境影响较小。

5、固废

废变压器油产生量共约为 0.02t/a，收集转移至专用废物桶，放置于厂区现有危废贮存库，定期交有资质的危废处理单位处置。

综上所述，公司针对本项目产生的各项污染物采取了有效的污染防治措施。

5、环保投资估算

项目总投资 300 万元，环保投资估算为 6.555 万元，占总投资的 2.19%。具体投资估算见表 10-4。

表 10-4 本项目 X 射线检测系统环保投资估算一览表

序号	项目	环保设施及措施	投资金额（万元）	备注
1	探伤机屏蔽	探伤机防护铅室、铅门	/	设备自带
2	辐射安全措施	通风装置、门机联锁、急停开关、钥匙开关、指示灯、视频监控等	/	设备自带
3		监督区、控制区划分	0.5	企业落实
4		规章制度上墙，设置各类台账		企业落实
5	辐射工作人员防护	辐射防护用品：0.5mmPb 的铅衣、铅围脖、铅眼镜、铅围裙、铅帽等个人防护用品 1 套。	2	企业落实
6		辐射安全与防护考核、健康体检	1	企业落实
7		配备便携式 X-γ剂量监测仪 1 台	0.4	企业落实
8		个人剂量报警仪 1 台	0.1	企业落实
9		个人剂量计 3 台	0.05	企业落实
10		固定式场所辐射探测报警装置。	0.5	企业落实
11	废水处理措施	冷却水收集桶 1 个，容积为 18L	0.005	企业落实
12	自行监测	设备性能及辐射工作场所防护监测	2	企业落实
13	三废治理	依托公司整体工程	0	依托
合计			6.555	/

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响：

项目建设于已建厂房内部，施工期不涉及土建施工，主要为辅助用房（操作间）搭建和设备安装。根据 X 射线探伤机供应厂商设计，X 射线机自带防护铅室，厂区内不再自建防护隔离铅室。

本项目施工期产污环节主要集中在辅助用房搭建、设备安装和调试阶段，辅助用房搭建和设备安装阶段污染因子主要为施工噪声、施工扬尘和固体废物，不产生辐射影响；设备调试阶段污染因子主要为辐射、产生少量的臭氧和微量的氮氧化物。本项目工程量小，时间短，环境影响较小，施工结束后，项目施工期的环境影响也随之消除。

运行阶段对环境的影响：

一、辐射环境影响分析

本项目运营期的主要环境问题是探伤机运行时产生的 X 射线污染，可能会对工作人员和公众的身体健康造成影响。为了能更真实的反映探伤时探伤机对周围辐射环境影响，本次评价采用理论计算的方法进行分析。项目探伤室尺寸长 6m，宽 5m，高 4m，墙体为轻质建材板（岩棉板），厚度约 83mm，采用岩棉板建设，探伤操作室内设置机械换气扇，铅室及操作台设置于探伤操作室内。

1、本项目 X 射线探伤相关参数

本项目探伤机为丹东华日理学电气股份有限公司轮毂检测系统，型号为****型，额定管电压：****，额定管电流：****，设备自带屏蔽体（铅室）屏蔽射线。根据设备说明书，本项目自带铅室屏蔽设计如下：屏蔽铅室外形尺寸 2.53m×2.3m×2.11m，上、下、前、后、左、右均为 2mm 钢+7mmPb+2mm 钢，相当于 7mm 铅当量；观察窗尺寸 0.42m×0.32m，结构为铅玻璃，7mm 铅当量。

2、关注点的选择

结合项目实际，本项目主束从下到上照射，主束方向的关注点为铅室顶棚，人员不可达，铅室底部为土壤层，无需进行评价。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），关注点为探伤室外表面 30cm 处人员可能受照剂量最大的位置，在距探伤室一定距离处，公众成员居留因子大并可能受照剂量大的位置也应作为关注点。

结合本项目实际情况：

（1）确定铅室外 30cm 处作为关注点；

（2）探伤操作室内操作工位，作为本项目关注点；

（3）探伤操作室外 50m 范围内各生产区公众人员居留因子较大，列为本项目关注点。辐射剂量率随距离的增大而减小，本次评价以探伤操作室外最近生产区即探伤室外 30cm 处轮毂放置区为代表进行影响分析。

本次辐射环境影响评价的关注点如下表所示。

表 11-1 辐射评价关注点一览表

点位	关注点描述	需考虑的辐射	关注对象
1#	铅室底板下方 30cm 处（土壤层）	泄漏辐射、散射辐射	/
2#	铅室顶棚上方 30cm 处（临空）	有用线束	/
3#	铅室北侧墙体外 30cm 处	泄漏辐射、散射辐射	辐射工作人员
4#	铅室南侧墙体外 30cm 处	泄漏辐射、散射辐射	辐射工作人员
5#	铅室东侧墙体外 30cm 处	泄漏辐射、散射辐射	辐射工作人员
6#	铅室西侧墙体外 30cm 处	泄漏辐射、散射辐射	辐射工作人员
7#	操作工位（铅室外，探伤操作室外）	泄漏辐射、散射辐射	辐射工作人员
8#	探伤室北侧墙体外 30cm 处轮毂放置区	泄漏辐射、散射辐射	公众
9#	探伤室南侧墙体外 30cm 处轮毂放置区	泄漏辐射、散射辐射	公众
10#	探伤室东侧墙体外 30cm 处轮毂放置区	泄漏辐射、散射辐射	公众
11#	探伤室西侧墙体外 30cm 处轮毂放置区	泄漏辐射、散射辐射	公众

3、探伤室辐射屏蔽估算

本次评价采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的计算公式进行估算。

（1）有用线束辐射屏蔽

本项目探伤机为固定式定向探伤机，探伤机出束方向自下而上，有用线束照向顶棚，屏蔽铅室顶棚临空，不会有人员停留，故本次评价仅对有用线束照射方向的关注点 2#点的剂量率进行计算，不对其进行评价。

具体计算公式如下。

$$\dot{H} = \frac{I \times H_0 \times B}{R^2}$$

式中：

$\dot{H}$——剂量率参考控制水平，μSv/h；

I——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA）；本项目为 6.25mA；

H_0——距辐射源点（靶点）1m 处的输出量，μSv •m²/（mA •h），以 mSv •m²/（mA •min）为单位的值乘以 6×10⁴，见附录表 B.1；根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014）：150kV 管电压 2mm 铝滤过条件下距辐射源点（靶点）1m 处的输出量为 18.3mSv·m²/（mA·min），200kV 管电压 2mm 铝滤过条件下距辐射源点（靶点）1m 处的输出量为 28.7mSv·m²/（mA·min）;根据企业提供的资料，本项目探伤机管电压为 160kV,本次预测 H_0 采用内插法近似求得 160kV 条件下管电压 2mm 铝过滤条件下输出量取值，取 20.38mSv·m²/（mA·min）。

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；本项目探伤时，辐射源点至 2#点的距离 R 为 1.805m；

B——屏蔽透射因子；

对于给定屏蔽物质厚度 X，透射因子 B 计算公式如下：

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

X——屏蔽物质的厚度，本项目铅室顶部防护效果为 7mmPb，屏蔽物质铅厚度取 7mm；

TVL——屏蔽物质的什值层厚度，根据 GBZ/T250-2014 附录 B.3，150kV 条件下 X 射线束在铅中的什值层厚度为 0.96mm，200kV 条件下 X 射线束在铅中的什值层厚度为 1.4mm，本项目 X 射线探伤机最大管电压为 160kV，采用内插法近似求得 160kV 条件下 X 射线束在铅中的什值层厚度以 1.05mm 计。

有用线束方向 2#点剂量率计算参数及结果详见下表 **11-2**。

11-22#点剂量率计算参数及结果一览表

参数						结果
I（mA）	**H_0 (mSv·m²/mA·min)**	**R m**	**X mm**	**TVL mm**	**B**	**$\dot{H}$ μSv/h**
6.25	20.38	1.835	7	1.05	$2.15*10^{-7}$	0.49

（2）泄漏辐射屏蔽

在给定屏蔽物质厚度 X 时，泄漏辐射在关注点的剂量率按下式计算：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \times B}{R^2}$$

式中：

B—屏蔽透射因子；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

$\dot{H}_L$—距靶点 1m 处 X 射线管的泄漏辐射剂量率，μSv/h。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），管电压 150~200kV 的 X 射线探伤机，距靶点 1m 处 X 射线管的泄漏辐射剂量率的典型值为 2.5×10^3μSv/h；本项目探伤机管电压为 160kV，$\dot{H}_L$ 取 2.5×10^3μSv/h。

****

图 11-1 计算关注点位置立面示意图

****

11-2 关注点位置平面示意图

本项目各关注点泄漏辐射剂量率计算参数及结果详见下表。

表 11-3 各关注点泄漏辐射剂量率计算参数及结果一览表

参数						结果
点位	$\dot{H}_L$ μSv/h	R m	X mm	TVL mm	B	$\dot{H}$ μSv/h
1#	2500	0.3	7	1.05	$2.15*10^{-7}$	0.00597
3#	2500	1.565	7	1.05	$2.15*10^{-7}$	0.00022
4#	2500	1.565	7	1.05	$2.15*10^{-7}$	0.00022
5#	2500	1.45	7	1.05	$2.15*10^{-7}$	0.00026
6#	2500	1.45	7	1.05	$2.15*10^{-7}$	0.00026
7#	2500	2.45	7	1.05	$2.15*10^{-7}$	0.00009
8#	2500	3.45	7	1.05	$2.15*10^{-7}$	0.00005
9#	2500	3.15	7	1.05	$2.15*10^{-7}$	0.00005
10#	2500	1.575	7	1.05	$2.15*10^{-7}$	0.00022
11#	2500	5.04	7	1.05	$2.15*10^{-7}$	0.00002

（3）散射辐射屏蔽

X 射线 90°散射辐射的最高能量低于入射 X 射线的最高能量，本项目所使用的探伤机的最高能量为 160kV，参考 GBZ/T250-2014 中 4.2.3 散射辐射屏蔽中表 2：原始 X 射线能量大于 150kV 且小于等于 200kV 时，X 射线 90°散射辐射最高的能量相应为 150kV 的散射辐射，因此，本项目探伤机散射的最高能量为 150kV。

在给定屏蔽物质厚度时，关注点的散射辐射剂量率按《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中给出的下式进行计算：

$$\dot{H} = \frac{I \times H_0 \times B}{R_s^2} \times \frac{F \times \alpha}{R_0^2}$$

式中：

Rs——散射体至关注点的距离，单位为米（m）；

R_0——辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m）；

F——R_0处的辐射野面积，单位为平方米（m^2）；

α——散射因子，入射辐射被单位面积（$1m^2$）散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）GBZ/T250-2014，附录 B.4.2，当 X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为 20°时，4.2.3 式(9)的 $R_0^2/F\cdot\alpha$因子的值为：60（150kV）和 50（200kV～400kV）。

项目为 160kV，介于 150kV 与 200kV 之间，本次取 150kV 对应的 60。

TVL——屏蔽物质的什值层厚度，根据 GBZ/T250-20144.2.3，90°散射辐射的 TVLX 射线 90°散射辐射的最高能量低于入射 X 射线的最高能量，使用该散射 X 射线最高能量相应的 X 射线的什值层计算其在屏蔽物质中的辐射衰减，本项目 X 射线探伤仪最大管电压为 160kV，散射辐射的最高能量相应的 kV 值为 150，根据表 B.2，对应的什值层厚度为 0.96mm。

本项目各关注点散射辐射剂量率计算参数及结果详见下表。

表 11-4 各关注点散射辐射剂量率计算参数及结果一览表

参数								结果
点位	I（mA）	H_0 ($mSv\cdot m^2/mA\cdot min$)	Rs m	$F\cdot\alpha/R_0^2$	X mm	TVL mm	B	$\dot{H}$ μSv/h
1#	6.25	20.38	1.335	0.0167	7	0.96	$5.11*10^{-8}$	0.00366
3#	6.25	20.38	0.185	0.0167	7	0.96	$5.11*10^{-8}$	0.19056
4#	6.25	20.38	0.185	0.0167	7	0.96	$5.11*10^{-8}$	0.19056
5#	6.25	20.38	0.415	0.0167	7	0.96	$5.11*10^{-8}$	0.03787
6#	6.25	20.38	0.415	0.0167	7	0.96	$5.11*10^{-8}$	0.03787
7#	6.25	20.38	1.3	0.0167	7	0.96	$5.11*10^{-8}$	0.00386
8#	6.25	20.38	0.31	0.0167	7	0.96	$5.11*10^{-8}$	0.06787
9#	6.25	20.38	2	0.0167	7	0.96	$5.11*10^{-8}$	0.00163
10#	6.25	20.38	2.3	0.0167	7	0.96	$5.11*10^{-8}$	0.00123
11#	6.25	20.38	0.3	0.0167	7	0.96	$5.11*10^{-8}$	0.07247

（4）泄漏辐射、散射辐射叠加影响

综上，汇总各关注点需考虑的辐射影响，得到本项目各关注点的剂量率如下表所示。

表 11-5 本项目各关注点的剂量率计算结果一览表（汇总）

点位	关注点描述	功能	需考虑的辐射	预测剂量率μSv/h
1#	铅室底板下方 30cm 处	土壤层	泄漏辐射、散射辐射	0.0093

2#	铅室顶棚上方 30cm 处	临空	有用线束	0.49
3#	铅室北侧墙体外 30cm 处	探伤操作室	泄漏辐射、散射辐射	0.19078
4#	铅室南侧墙体外 30cm 处	探伤操作室	泄漏辐射、散射辐射	0.19078
5#	铅室东侧墙体外 30cm 处	探伤操作室	泄漏辐射、散射辐射	0.03813
6#	铅室西侧墙体外 30cm 处	探伤操作室	泄漏辐射、散射辐射	0.03813
7#	操作工位（铅室外，探伤操作室内）	探伤操作室	泄漏辐射、散射辐射	0.00395
8#	探伤室北侧墙体外 30cm 处	轮毂放置区	泄漏辐射、散射辐射	0.06792
9#	探伤室南侧墙体外 30cm 处轮毂放置区	轮毂放置区	泄漏辐射、散射辐射	0.00168
10#	探伤室东侧墙体外 30cm 处轮毂放置区	轮毂放置区	泄漏辐射、散射辐射	0.00145
11#	探伤室西侧墙体外 30cm 处轮毂放置区	轮毂放置区	泄漏辐射、散射辐射	0.07249

4、各关注点剂量率达标分析

项目光束从下往上照射，铅室东、西、南、北水平方向无主射线直射，仅存在散射线。项目公众是不确定的，本次分别取所在方位的探伤室墙体外数据最大值估算。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）：

3.1.2 探伤室顶的剂量率参考控制水平应满足下列要求：

2）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以取为 100μSv/h。

根据《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

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 100μSv/周，对公众场所，其值应不大于 5μSv/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 2.5μSv/h。

6.1.4 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

b) 对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制

水平通常可取 100μSv/h。

①散射辐射屏蔽

X 射线 90°散射辐射的最高能量低于入射 X 射线的最高能量，本项目所使用的探伤机的最高能量为 160kV，参考 GBZ/T250-2014 中 4.2.3 散射辐射屏蔽中表 2：原始 X 射线能量大于 150kV 且小于等于 200kV 时，X 射线 90°散射辐射最高的能量相应为 150kV 的散射辐射，因此，本项目探伤机散射的最高能量为 150kV。

在给定屏蔽物质厚度时，关注点的散射辐射剂量率按《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中给出的下式进行计算：

$$\dot{H} = \frac{I \times H_0 \times B}{R_s^2} \times \frac{F \times \alpha}{R_0^2}$$

式中：

Rs——散射体至关注点的距离，单位为米（m）；

R_0——辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m）；

F——R_0 处的辐射野面积，单位为平方米（m^2）；

α——散射因子，入射辐射被单位面积（$1m^2$）散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。

②辐射剂量估算公式 X-γ 射线产生的外照射人均年有效当量剂量按下式）计算：

$$H_{(Er)}=H_{(10)} \times T \times t \times 10^{-3}$$

式中：HEr——X 或 γ 射线外照射人均年有效剂量当量，单位为毫希（mSv）；

H（10）——X 或 γ 射线周围剂量当量率，单位为微希每小时（μSv/h）；

T——人员在相应关注点驻留的居留因子；

t——X 或 γ 射线照射时间，单位为小时（h）。

照射时间：周照射时间：4000 小时÷47.14 周≈84.84 小时/周，每人每周照射时间：84.84 小时/周÷3 人≈28.28 小时/人/周：

本项目各关注点剂量参考控制水平计算结果及取值详见下表。

表 11-6 各关注点剂量参考控制水平计算结果及取值一览表

点位	敏感人群类别	需屏蔽的辐射源	预测点剂量率（μSv/h）	照射时间	居留因子	剂量估算（mSv/a）
1#	土壤层，人员无法到达，不评价					
2#	不需要人员到达的探伤室顶					

3#	辐射人员	散射	0.19056	1333.3	1	1.42×10^{-4}
4#		散射	0.19056		1	1.42×10^{-4}
5#		散射	0.03787		1	2.84×10^{-5}
6#		散射	0.03787		1	2.84×10^{-5}
7#		散射	0.00386		1	2.93×10^{-6}
8#	公众人员	散射	0.00005		0.5	8.28×10^{-8}
9#		散射	0.00005		0.5	8.28×10^{-8}
10#		散射	0.00022		0.5	3.38×10^{-7}
11#		散射	0.00002		0.5	3.38×10^{-7}
注：①1#~7#在探伤操作室内，主要考虑对辐射工作人员的影响，根据附录 A，场所全居留，居留因子取 1. ②8#~11#主要考虑对公众的影响，根据附录 A，场所部分居留，居留因子取 1/2						

由上表估算结果可知，探伤室正常运行时，各屏蔽体外 30cm 处的剂量率，均能满足《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 2.5μSv/h”，对公众场所，其值应不大于 5μSv/周的要求。

根据表 11-10 可知，本次探伤室配置到位后，每名辐射工作人员所受的最大年有效剂量为 1.42×10^{-4}mSv/a，远低于本评价管理目标值 5mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

公众人员根据表 11-10 可知，项目使用探伤室开展无损检测工作时，在探伤室周围活动的公众成员所受的最大有效剂量为 3.38×10^{-7}mSv/amSv/a，低于本评价剂量管理目标值 0.25mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

（3）年有效剂量统计本项目拟配备 3 名辐射工作人员，每次 1 人操作 X 射线探伤机。本项目辐射工作人员所受的年有效剂量低于本评价管理目标值 5mSv/a；在探伤室周围活动的公众成员所受的最大年附加有效剂量均低于本评价管理目标值 0.25mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

二、非辐射环境影响分析

1、大气环境影响分析

X 射线与空气中的氧气作用产生少量臭氧和氮氧化合物，其中由于氮氧化物的产率仅为臭氧产率的十分之一，且臭氧是强氧化物，能使材料加速老化，与有机物及可燃气体接触时易引起爆炸，标准中对大气中臭氧浓度的标准严于氮氧化物。因此本报告表主要对臭氧的产生及排放进行分析。室内探伤时，臭氧产额的计算公式如下：

Qo=6.5×10-3G·So·R·g

式中：Qo：臭氧产额，mg/h；

G：电离辐射源 1m 处的辐射剂量率，Gy/h，本项目取值为 0.1Gy/h；

So：射束在离源点 1m 处的照射面积，m^2，本项目取值为 1；

R：射束径迹长度，m，本项目取值为 1；

g：空气每吸收 100eV 辐射能量产生的 O_3 的分子数，本项目取值为 10。

本项目采用 2 组机械通风装置，单组最大通风量为 $300m^3/h$，本项目新建探伤室容积按照 $120m^3$ 进行计算，则探伤室内每次换气时间为 0.2h，每小时换气约 5 次，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中“每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的要求。

如照射时间足够长，浓度均匀，则可根据以下公式计算探伤室内臭氧的浓度：

C=QT/V

T=（tv×td）/（tv+td）

式中：C：室内臭氧平衡浓度，mg/m^3；0.004875

Q：臭氧产额，mg/h；

T：臭氧有效清除时间，h；

V：室内体积，m^3，本项目取值为 $120m^3$；

tv：平均每次换气时间，0.2h；

td：臭氧分解时间，本项目取值为取 1h。

根据以上公式可计算出使用探伤机工作时，臭氧产额为 0.065mg/h，探伤室室内 O_3 的平衡浓度为 $0.00013mg/m^3$，远低于《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）中室内臭氧符合最高容许浓度 $0.3mg/m^3$ 的要求。

本项目探伤室拟采用机械通风，拟在探伤室内东南角设置直通 2#厂房屋顶的通风管，臭氧通过探伤室排风机排出 2#厂房（总高度 15.6m）外，经大气自然扩散后，对大气环境影响较小。

2、水环境影响分析

根据上文项目源项分析，运营期主要废水为工作人员的生活污水，依托公司整体生活污水处理处置方式，经收集后（食堂废水经隔油池隔油处理后）统一进入地下化粪池，经处理后再进入园区污水管网，冷却水产生量较少，收集后循环使用，不外排；纯水制备废水产生量较少，经收集后用于厂区绿化，不外排，对周围地表水环境影响小。

3、声环境影响分析

本项目运营期产生的噪声主要包括 X 射线探伤数字成像系统设备噪声。噪声源源强较低，与本项目周边其他生产区域产生的噪声基本相同，项目生产线布置在室内，探伤过程规范操作，噪声经厂房的隔声和传播过程中的几何发散衰减后，对周边声环境影响较小。

4、固体废物环境影响分析

本项目探伤机采用数字直接成像技术，无废胶片和洗片废液产生。运营期主要固废为工作人员的生活垃圾及危险废物废变压器油。

X 射线探伤机内置专用高压变压器，设备日常维护中会产生废变压器油。根据《国家危险废物名录 2025》，变压器维护、更换和拆解过程中产生的废变压器油，属于危险废物，代码 900-220-08，本项目产生量约 0.02t/d，经危废收集桶收集后依托厂区 4 号厂房西南角危废贮存库内暂存，并定期交由有危废处理资质的单位进行处理。

项目生活垃圾依托公司整体生活垃圾处理处置方式，经收集后交由环卫部门统一清运处置。

事故影响分析：

1、事故情况下人员受到的有效剂量当量

1 室内探伤时最大可能性事故分析根据本项目探伤机的工作原理分析，可能发生的事故工况主要有以下几种情况：

（1）装置在运行时，人员误入或滞留在曝光室内而造成误照射；

（2）辐射工作人员或公众还未全部撤离探伤室，操作人员启动设备，造成滞留人员的误照射；

（3）安全联锁装置发生故障，探伤机工作时无关人员打开防护门并误入，造成有人员被误照射；

（4）在产品检测时门机联锁失灵，人员在检测装置工作时在设备门打开情况下逗留在装置附近，造成有人员被误照射；

（5）装置在检修、维护等过程中，检修、维护人员误操作，造成有关人员误照射；

（6）辐射工作人员由于缺乏操作经验和防护知识，安全观念淡薄等，违反操作规程和有关规定，造成有关人员误照射，可能导致人员受到超过年剂量限值的照射。根据上述事故情况分析，本次评价事故分析考虑最大可信事故，即 X 射线探伤机以最大工况运行时，人员误入或滞留在探伤室内而在非主射方向上被误照射。

辐射事故影响分析

1、事故假设：

（1）探伤装置在运行时，人员误入或滞留在曝光室内而造成误照射；

（2）当发生辐射事故时候，相关人员可以立即通过控制台上紧急止动开关或者曝光室内四周墙上的紧急止动开关中断电源，该名人员未穿戴个人防护用品。

2、剂量估算假定在事故情况下，X 射线直接照射到人员，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以下公式计算：

$$D=I \cdot \delta x/r^2$$

式中：D：空气吸收剂量率，mGy • min-2；

I：管电流，mA；本项目取 6.25mA；

δx：距离靶点 lm 处输出量，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 B 中表 B.1 查表可得。

r：参考点距 X 射线管焦斑的距离，m。

人员受到的有效剂量可用下式计算：

$$E=D \cdot \sum WT \cdot \sum WR$$

式中：

E：人员受到的有效剂量率，mSv/min；

WT：组织权重因数，全身为 1；

WR：辐射权因数，X 射线为 1。

室内探伤时，仅使用****型 X 射线探伤机（****），且辐射事故只会局限在探伤室内。该探伤室铅室长宽尺寸为 2.53m×2.3m×2.11m，当发生辐射事故时候，相关人员可以立即通过操作台上紧急制动开关中断电源，整个处理时间约 1min，单次辐射事故受照射剂量计算结果见表 11-7。

表 11-7 室内无损检测事故情况下周围人员受到的剂量估算结果

探伤机型号	与探伤机距离（m）	有效剂量率E（mSv/min）	受照剂量（mSv/次）			
			15s	30s	45s	60s
****	1	127.38	31.84	63.69	95.53	127.38
	1.5	56.61	14.15	28.31	42.46	56.61

	2	31.84	7.96	15.92	23.88	31.84
	2.5	20.38	5.10	10.19	15.29	20.38
	3	20.38	5.10	10.19	15.29	20.38
	3.5	10.40	2.60	5.20	7.80	10.40
	4	7.96	1.99	3.98	5.97	7.96

根据表 11-9，在辐射事故状态下，本项目 X 探伤室内探伤最大可能受照剂量为 127.38mSv/次，超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的职业人员 20mSv/a 的剂量限值和公众 1mSv/a 的剂量限值以及《云南省环保局关于<在辐射安全许可工作中确定电离项目辐射安全管理限值请示>的复函》（云环函[2006]727）中的规定（职业照射个人受照剂量管理限值 5mSv/a）。

根据《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案》（2022 年修订）及《曲靖市生态环境局辐射事故应急响应预案》：根据辐射事故的性质、程度、可控性和影响范围等因素，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。其中：

特别重大辐射事故：I、II类放射源丢失、被盗、失控并造成大范围严重辐射污染后果的；射线装置失控导致 3 人以上急性死亡的；放射性物质泄漏，造成大范围辐射污染后果的。

重大辐射事故：I、II类放射源丢失、被盗的；射线装置失控导致 3 人以下急性死亡或者 10 人以上急性重度放射病、局部器官残疾的；造成较大范围辐射污染后果的。

较大辐射事故：III类放射源丢失、被盗的；射线装置失控导致 10 人以下急性重度放射病、局部器官残疾的；放射性物质泄漏，造成小范围辐射污染后果的。

一般辐射事故：IV、V类放射源丢失、被盗的；射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射，放射性物质泄漏，造成厂区内或设施内局部辐射污染后果的。

根据分析，若本项目发生辐射事故，最大可能为一般辐射事故。本项目射线装置一旦发生辐射事故，应立即切断电源，停止射线装置。建设单位在管理中必须认真执行安全操作规程和各项规章制度，强化安全管理，杜绝此类事故发生。

3、事故防范措施

对前述本项目 X 射线装置可能发生的事故情况，为了防止其发生，应采取多种风险防范措施：

①具有紧急停止按钮，当设备出现错误或故障时，能中断照射，并有相应故障显示；

②铅室的防护门外近处设置醒目的电离辐射警告标志及工作指示灯；

③必须按操作规程并经控制台确认验证设置无误时，才能由“启动”键启动照射；

④每月检查铅室的门机联锁装置和门灯联锁装置，确保在防护铅门关闭后，X 射线探伤机才能进行照射；

⑤每月对使用射线装置的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期更换；

⑥为维修人员和辐射工作人员配备个人剂量报警仪和其他辐射防护装备，设备维修时应严格按照操作规程进行，在设备高压通电的情况下，严禁任何人进入防护铅室内。

4、辐射事故应急

云南今飞铝业有限公司将制定《云南今飞铝业有限公司辐射事故应急处理预案》，应急预案中成立辐射事故应急处理领导小组，规定辐射事故应急处理领导小组工作职责和分工，明确辐射事故应急处理预案的适用范围、辐射事故应急处理原则，规定辐射事故的预防措施和应急处理措施。

发生辐射事故时，云南今飞铝业有限公司应立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告，涉及人为故意破坏的还应向公安部门报告，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。

事故状态下的防护区管理要求：发生辐射事故时，建设单位应立即停止射线装置的使用，对射线装置进行断电，并保护好现场。事故状态下，将原监督区范围化为控制区，采取措施禁止非辐射事故处理人员进入。待事故原因查明，射线装置和铅室经检测符合防护要求后方再重新调整为非辐射事故状态下的防护分区。

表 12 辐射安全管理

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》等法律法规要求，使用 II 类射线装置的单位应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，辐射工作人员必须通过辐射防护和安全专业知识及相关法律法规的培训和考核。

建设单位在本项目运行前将严格按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求成立辐射安全与环境保护管理机构来负责相关辐射安全监督管理工作。同时建设单位拟按照《职业性外照射个人监测规范》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关要求为新增辐射工作人员配备个人剂量计并建立个人剂量监测档案，定期进行职业健康体检并成立职业健康档案。

项目辐射工作人员从项目定员 170 人之中调剂，建设单位已承诺在本项目开展前，将安排新增的辐射工作人员学习国家核技术利用辐射安全与防护培训平台上的视频课程和课件，积极报名机考并获得辐射安全与防护考核合格证明。届时若有非辐射工作人员操作本项目 X 射线探伤机，同样要求其完成学习后通过考核上岗并为其建立个人剂量监测档案。

辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2017 年修订）（生态环境部令第 20 号）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令）的相关管理要求，使用射线装置的单位应当具备有健全的操作规程、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，并根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》、云南省生态环境厅关于印发《云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲（2021年版）》和《云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查技术程序（2021年版）》的通知（云环通[2021]227 号）的相关要求中的相关规定，建设单位应建立管理制度如下：

表 12-1 管理制度汇总对照分析表

序号	检查项目		项目落实情况
1	综合管理	辐射防护和安全保卫制度	拟制定
2		安全操作规程	拟制定
3		设备检修维护制度	拟制定
4		辐射安全管理机构设置（设置文件）	拟制定
5		场所设施退役（报废）管理制度	不涉及
6		放射源使用管理登记制度	不涉及
7		非密封放射性物质管理制度	不涉及
8		射线装置管理制度	拟制定
9	监测	监测方案	拟制定
10		监测仪器检验与刻度管理	拟制定
11	人员管理	辐射工作人员资质管理	拟制定
12		辐射工作人员岗位职责管理	拟制定
13		辐射工作人员健康管理制度	拟制定
14		辐射工作人员个人剂量管理	拟制定
15		辐射工作人员培训制度	拟制定
16	事故应急	辐射事故应急管理制度及方案	拟制定
17	废物管理	闲置（废弃）放射源及其他放射性废物处置管理制度	不涉及

环评要求：云南今飞铝业有限公司应根据本项目射线装置实际应用情况，成立辐射安全与环境保护领导机构，明确成员相关职责，并不断细化、完善公司决策层、辐射防护负责人、直接从事放射工作的作业人员管理相关要求。辐射工作人员和负责辐射安全防护的管理人员必须经过辐射安全和防护专业知识以及相关法规的培训，经考核通过后，方可上岗操作。辐射安全防护措施部分，落实固定式探伤作业场所的分区、标志及指示灯、监测设备及个人防护用品等措施要求。

辐射监测

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，使工作人员和公众所受照射尽可能低。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）中的相关规定，本项目监测和检查内容包括：个人剂量监测、工作场所监测。

1、个人剂量监测：

辐射工作人员在从事辐射工作时应按规定正确佩戴个人剂量计，个人剂量计应定期委托具有相应资质能力的单位进行监测。根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019），常规监测周期一般为一个月，最长不应超过 3 个月。本项目常规监测周期为 3 个月。

建设单位应做好个人剂量档案管理工作。对于个人剂量异常情况应做到自查自纠，及时采取补救措施，自查自纠结果当事人、相关管理人员应签字、公司盖章后存档，对于个人剂量超标的情况公司还应立即向生态主管部门和卫生行政主管部门报告。

2、辐射工作场所的自行监测

（1）监测内容：X-γ 空气吸收剂量率；

（2）监测频次：

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）5.3.3.2：X 射线机在运行前对屏蔽墙或自屏蔽体外 30cm 处的 X-γ 空气吸收剂量率进行一次监测；运行中，对屏蔽墙或自屏蔽体外 30cm 处的 X-γ 空气吸收剂量率进行巡测，并选择部分关注点位开展 γ 空气吸收剂量率（开关机时各测量一次）或累积剂量监测，每年 1~2 次。

本次评价监测频次取每年 1 次，监测报告附录到年度自查评估报告中，于每年 1 月 31 日前将评估结果上传至全国核技术利用辐射安全申报系统（****）。

（3）监测范围

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）5.3.3.2，结合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），监测点位分为水平巡测及水平定点检测，监测点位如下：

①探伤室四周墙体外 30cm 离地面高度为 1m 处，每个墙面至少测 3 个点；

②探伤室门外 30cm 离地面高度为 1m 处，门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周各 1 个点；

③通过巡测发现的辐射水平异常高的位置

④人员经常活动的位置：操作工位

⑤巡测探伤室墙壁外 30cm 处的辐射水平。

其中①~④为水平定点检测，⑤为水平巡测。

（4）监测设备或监测单位：

巡测采用便携式 X-γ 剂量率仪，水平定点检测委托有资质单位进行监测。

建设单位拟配备 1 台 X-γ剂量率仪、3 台个人剂量报警仪、3 枚个人剂量计等监测设备，用于公司核技术利用项目的日常监测，并做好监测台账记录，出现异常时适当增加监测频次。

根据国务院公布的《生态环境监测条例》，本项目运营期的监测计划详见下表。

表 12-2 本项目监测计划一览表

<table>
<tr><th colspan="2">监测项目及点位</th><th>监测内容</th><th>监测频次</th><th>备注</th></tr>
<tr><td rowspan="2">核技术应用场所（探伤室）</td><td>水平巡测</td><td rowspan="3">X-γ剂量率</td><td>1 次/年</td><td>便携式 X-γ剂量率仪自主监测</td></tr>
<tr><td rowspan="2">水平定点监测：①铅室四周墙体外 30cm 离地面高度为 1m 处，每个墙面至少测 3 个点；
②铅室轮毂进、出口各设置 1 个点；
③铅室门外 30cm 离地面高度为 1m 处，门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周各 1 个点；
④通过巡测发现的辐射水平异常高的位置；
⑤人员经常活动的位置：操作工位（地面处、离地高度 1m 处及 1.7m 处各设置 1 个点）</td><td rowspan="2">①竣工验收监测：正式投入使用前委托有资质单位监测 1 次。②常规监测：每年委托有资质单位监测 1 次。
③自主监测：建设单位每季度至少自行监测 1 次。
④其他监测：涉及设备或者防护设施维修后等也应进行监测。</td><td>自行监测，委托有资质的单位检测</td></tr>
<tr><td colspan="2">辐射工作人员</td><td>个人累计剂量</td><td>验收监测，委托有资质的单位检测</td><td>委托有资质的单位检测</td></tr>
</table>

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、射线源开关钥匙在探伤工作前进行一次检查，避免故障发生。

辐射事故应急

①发生辐射事故时，应第一时间启动应急预案。立即消除事故源，防止事故继续蔓延和扩大。X 射线探伤机失控第一时间断开电源，停止 X 射线的产生。

②对于受到或可能受到急性辐射损伤的人员，应迅速送往医院进行诊断和治疗;及时检查、估算受照人员的受照剂量，如有人员受到超剂量照射，对超剂量照射人员应建立详细档案和跟踪。

③出现事故后，应尽快集中人力、物力，有组织、有计划地进行处理。

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事故处理后应累计资料，及时总结报告。建设单位对辐射事故进行记录,包括事故发生的时间和地点，涉及的事故责任人和受害者名单；对任何可能受到照射的人员所做的辐射剂量估算结果;所做的任何医学检查及结果；采取的任何纠正措施:事故的可能原因:为防止类似事件再次发生所采取的措施。

⑥对可能发生的放射事故，应及时采取措施，妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，并上报生态环境等相关行政部门，接受监督部门的处理。

年度安全状况评估

建设单位应在每年 1 月 31 日前填报上一年度评估报告。年度评估报告应包括辐射安全和防护设施的运行与维护情况；辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况；射线装置台账；场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；辐射事故及应急响应情况；核技术利用项目新建、改扩建和退役情况；存在的安全隐患及其整改情况；其他有关法律、法规规定的落实情况等方面的内容。

从事辐射活动能力的评估

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的等法律法规的相关管理要求，建设单位在本项目运营前应确保具备使用本项目II类射线装置的条件，如设置辐射安全管理机构、制定辐射安全管理制度、满足辐射防护的场所、有效的安全防护措施、取得辐射安全考核证书的人员、有效的防护用品及监测仪器以及人员的个人剂量监测及健康体检等。

结合本项目拟采取的辐射安全与防护措施，对建设单位从事辐射活动能力进

行分析评估，并就不足之处提出相应的完善要求。建设单位使用本项目Ⅱ类射线装置应具备的能力条件与要求的符合性分析见下表。

表 12-3 建设单位从事本项目辐射活动能力的评估一览表

序号	应具备的条件	拟（已）采取的措施
1	设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或至少有 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。	成立辐射安全与环境保护管理机构为公司辐射安全管理领导小组，该机构由厂长任组长，在组成上涵盖了本项目核技术应用项目所涉及的相关部门和人员。
2	使用场所必须有相应的屏蔽措施。	本项目 X 射线探伤机自带铅室屏蔽射线，铅室外设探伤室，预测结果表明探伤室外的剂量率可以满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）标准要求。
3	使用场所必须有相应的安全措施。	本项目探伤机和防护铅室配备了符合 GBZ117-2022 标准要求的安全措施，如门机联锁装置、报警和指示装置、电离辐射警告标识、急停开关、钥匙开关、视频监控装置等。
4	机房内应设置通风系统，通风换气次数不低于 3 次/h。	本项目探伤室内带有 2 组机械通风装置，每小时有效通风次数 5 次，可以满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求。
5	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。	本项目辐射工作人员拟在上岗前参加生态环境部门组织的辐射安全与防护的考核并通过考核。考核合格后，方才上岗从事辐射相关工作。
6	从事辐射工作的人员必须开展个人剂量监测。	本项目辐射工作人员拟全部佩戴个人剂量计，定期送检，并建立个人剂量档案。
7	从事辐射工作的人员必须开展人员职业健康监护。	本项目辐射工作人员拟按规定进行岗前、在岗和离岗体检，对于体检结果出现异常的，进行岗位调整，不得安排从事辐射相关工作。
8	配备必要的监测仪器。	拟配备便携式 X-γ剂量率仪、个人剂量报警仪等监测仪器设备。
9	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、放射性同位素和射线装置台账制度、辐射事故应急措施。	已建立操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫等制度以及辐射事故应急预案等辐射安全管理制度，在今后的工作中，拟结合核技术应用变化情况，不断完善。

通过对照国家有关要求与本项目从事辐射活动能力的逐项分析，本项目探伤机的防护铅室的屏蔽效果满足辐射防护要求，各种辐射安全设施设计较齐全。建设单位在落实以上各项辐射安全和防护措施以及辐射安全管理措施后，将具备使用本项目 X 射线探伤机的综合能力。

辐射安全许可与竣工环保验收

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年 1 月 4 日修订）等法律法规，使用射线装置的单位，需取得辐射安全许可证。本项目 X 射线探伤机在投入使用前，建设单位应向生态环境主管部门申请核发辐射安全许可证，未取得辐射安全许可证前，不得无证运营。

建设项目竣工后，建设单位应根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号）对配套建设的环境保护设施进行验收，建设单位不具备验收监测报告能力的，可委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织设计单位、施工单位、环评单位、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成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

建设单位应公开上述相关信息，向所在地县级以上环境保护主管部门报送相关信息，并接受监督检查，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用。

验收报告公示期满后 5 个工作日内，建设单位应当登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台，填报建设项目基本信息、环境保护设施验收情况等相关信息。

本项目“三同时”验收一览表如下。

表 12-4“三同时”验收一览表

项目	“三同时”验收内容	验收要求
环保手续履行情况	取得项目环评批复，取得辐射安全许可证。	环保手续齐全
辐射安全管理机构	辐射安全管理领导小组全面负责公司辐射安全与环境保护管理工作，成员涵盖公司核技术应用项目相关部门和人员。	机构职责正常履行，人员涵盖齐全
辐射安全管理制度	公司辐射安全管理制度制定完善，符合法律法规要求和公司核技术应用项目状况，制度得到落实。	辐射安全管理制度齐全，得到落实，相关制度上墙
设备信息	丹东华日理学电气公司提供 X 射线检测系统系统一套，管电压****，管电流****。	设备与环评设备相同
铅室屏蔽防护措施	①防护铅室外部尺寸为 2.53m×2.3m×2.11m； ②采用“钢-铅-钢”夹板式铅室，铅门防护当量约 7mm，上下左右前后屏蔽结构铅当量 7mm；	铅室防护门和各墙体屏蔽能力达到 GBZ117-2022 标准要

	③铅室前门配有铅玻璃，尺寸为 420mm×320mm。 ④铅室外自建一个探伤室，尺寸为 6m×5m×4m ⑤探伤室设置出入口电离辐射警示标志，铅室东、西、南、北侧墙体外侧醒目处（距地面 1.5-1.8m）各悬挂 1 块“当心电离辐射”标志，覆盖 4 个方位边界，提醒人员靠近铅室时注意辐射风险。设备本体或附近墙体悬挂 1 块“当心电离辐射”标志，标注“工作时禁止靠近”控制区边界：探伤室内按 GB18871 划分控制区（辐射剂量率较高区域），边界处设置红色警示线+“当心电离辐射”标志，禁止无关人员进入控制区。操作台入口或醒目位置悬挂 1 块“当心电离辐射”标志，提醒操作人员注意辐射防护。	求，瞬时剂量率不超过 2.5μSv/h；辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.25mSv，其他按要求设置
机械通风	探伤室带有 2 组机械通风装置，臭氧和氮氧化物通过通风装置引出探伤室外排放。	按要求设置
安全装置生产运行	①铅室设置门-机联锁装置；铅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，并与探伤机联锁； ②铅室内、探伤操作室出入口安装监视装置，操作台设专用监视器，监视探伤操作室内人员活动和探伤设备运行情况； ③安装紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射，按钮带有标签，标明使用方法； ④配置固定式场所辐射探测报警装置 1 台。	按要求设置并能正常运行
分区管理	对本项目核技术应用工作场所采取分区管理，将铅室区域设置为控制区，设置管理措施和联锁装置限制任何人员进入；将探伤操作室设置为监督区，在地面采用黄色警戒线划出监督区的具体范围，并采用隔栏进行隔离，隔栏上悬挂电离辐射警告标志提示无关人员远离。	按要求进行分区管理，并落实相关管理措施
辐射工作人员	加强对辐射工作人员的管理，辐射工作人员参加生态环境主管部门组织的辐射安全与防护集中考核，取得考核合格证后方才安排上岗；安排本项目辐射工作人员进行上岗前、岗中和离岗职业健康体检，体检结果适宜从事辐射工作后方才安排上岗；为辐射工作人员配置个人剂量计，要求其在从事辐射工作时正确佩戴个人剂量计，并每 3 个月将个人剂量计送有资质单位检验；签订人员个人剂量检测协议或合同	按要求落实
监测仪器	配备便携式 X-γ剂量监测仪 1 台，用于工作场所剂量监测；配备个人剂量报警仪 1 台，个人剂量计 3 台，辐射工作人员进入辐射工作现场均应佩戴个人剂量计及个人剂量报警仪；	按要求配备并使用

个人防护用品	配备 0.5mmPb 的铅衣、铅围脖、铅眼镜、铅围裙、铅帽等个人防护用品 1 套；	按要求落实
检测设备的检定、校准	①提前制定年度检定/校准计划，明确设备清单、周期、机构、责任人； 到期前 1 个月委托资质机构，送检/现场校准（固定式设备优先现场校准）； ②校准/检定后，机构出具证书，使用单位核对证书编号、有效期、检测项目、合格结论； ③合格设备粘贴检定/校准合格标识（标注有效期、机构名称），不合格设备立即停用、封存，严禁继续使用	按要求落实
自行检测	①建立自行检测台账，原始记录可追溯，检测报告可用于内部管理与监管备查； ②原始记录：至少保存 5 年（环保、安监检查必备），电子记录+纸质记录双重备份 ③异常报告：发现剂量率超标、联锁失效、屏蔽破损等立即上报辐射安全负责人，24h 内启动整改，整改后复测合格方可复工	按要求落实
固废	签订废变压器油收集处置合同或协议	按要求落实

注：以上措施应在项目“三同时”验收时，全部落实到位。

表 13 结论与建议

结论：

1、项目概况

本项目主要建设情况如下：

（1）项目名称：云南今飞铝业有限公司工业探伤核技术利用项目；

（2）建设单位：云南今飞铝业有限公司；

（3）建设地点：云南省曲靖市沾益县白水街道绿色水电铝产业园区工业大道 22 号云南今飞铝业有限公司 2 号厂房内；；

（4）建设性质：新建；

（5）建设内容：购置并在公司 2#厂房内安装一套 X 射线数字成像检测系统，设备型号型号****型，配置射线防护铅室、进料输送线、C 型臂机构（C 型臂上端配有平板探测器，下端配有 X 射线系统）、轮毂夹紧旋转装置、配电箱、气动控制箱、高压器、冷却箱、操作控制台等组成。用于在线检测未经加工的铸造轻质铝合金轮毂，及时地发现气孔、裂缝等铸造缺陷，以保证成品质量同时可以降低生产成本，避免生产力的浪费。系统灵活可调，可检测不同尺寸及种类的轮毂。本项目为室内固定探伤，X 射线机安装于屏蔽铅室内，无法移动，无室外探伤作业。

（6）核技术应用情况：

本项目核技术应用类型为使用II类射线装置，射线装置为丹东华日理学电气公司轮毂检测系统 1 套，型号为****型，最大管电压****kV，最大管电流****mA。

2、产业政策符合性分析

本项目利用 X 射线探伤机用于在线检测未经加工的铸造轻质铝合金轮毂，及时地发现气孔、裂缝等铸造缺陷，以保证成品质量，属于核技术在无损检测领域内的运用，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中第十四项第 1 条“科学仪器和工业仪表：X 射线仪”，属于国家鼓励类产业，项目不属于“淘汰类”及“限制类”项目，符合国家产业政策。

3、实践正当性分析

本项目为确保产品的质量安全，购置 X 射线检测系统一套（II类射线装置），进行无损检测。项目充分考虑了周围场所的防护与安全，经分析可知，本项目运

营后对辐射工作人员和公众外照射引起的年附加剂量低于设置的项目管理目标值，本项目实施所获利益远大于其危害，因此本项目的实施符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”要求。

4、选址及平面布局合理性分析

本项目位于云南今飞铝业有限公司 2#厂房内，公司位于****，北侧为曲靖圣鹏铝业有限公司，西北侧为伟创铝业有限公司，东北侧为曲靖市沾益区呈钢能源有限公司，西侧为云南爱家铝业有限公司，东南侧为云南世纪丰铝业有限公司，探伤操作室位于公司 2#厂房低压铸造区，西侧低压铸造区，北侧为探伤工件放置区，西南侧为热处理区和机加工区，东侧为厂区道路，周边 50m 范围内为公司内部用地，无敏感点。2#厂房屋顶为不可达区域，项目在一层且无地下室，周围无环境制约因素，探伤操作室已进行了辐射屏蔽防护设计，采用“钢−铅−钢”夹层结构，可抵御 160kV 的 X-射线。对周围环境影响较小，项目选址合理。

5、环境质量现状评价

2025 年 12 月 24 日，云南省核工业二 O 九地质大队对本项目拟建 X 射线机周围辐射环境现状进行了监测，根据监测结果本项目核技术应用场所（室内）周围 X-γ辐射剂量率（扣除宇宙射线后）范围为 35~49nGy/h，根据《云南省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（刁仁平，李广通等；辐射防护，1995 年 1 月，第 15 卷第 1 期，P48-P55），曲靖市的室内γ辐射剂量率范围为 16.8~163.8nGy·h，道路γ辐射剂量率范围为 18.8~112.5nGy·h。本项目核技术应用场所（室内）环境 X-γ辐射剂量率未见异常，处于当地天然辐射水平范围内。

6、辐射环境影响评价

本项目在 X 射线机外自带铅室屏蔽射线，防护铅室外部尺寸为 2.53m×2.3m×2.11m；铅室材质为“钢-铅-钢”夹板式，铅门防护当量约 7mm，上、下、前、后、左、右均为 2mm 钢+7mmPb+2mm 钢，相当于 7mm 铅当量；观察窗尺寸 0.42m×0.32m，结构为铅玻璃，7mm 铅当量，每扇门都有 2 个安全开关，安全开关由一个的安全继电器控制，与 X-射线系统开关形成双回路互锁，防护铅室的顶部有各个方位设置可以看见的报警灯。

本项目采取的辐射安全和防护措施适当，能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的屏蔽防护要求。

预测结果表明，本项目屏蔽铅室外各关注点剂量率均可以满足剂量率控制要求，辐射工作人员和公众人员的年附加剂量可以满足本项目剂量管理限值（辐射工作人员 5mSv/a，公众人员 0.25mSv/a）的管理要求。

7、非辐射环境影响评价

（1）废气

根据上文项目源项分析，出使用探伤机工作时，臭氧产额为 0.065mg/h，探伤室室内 O_3 的平衡浓度为 0.00013mg/m^3，远低于《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）中室内臭氧符合最高容许浓度 0.3mg/m^3 的要求，对大气环境影响较小。

（2）废水

根据上文项目源项分析，运营期主要废水为工作人员的生活污水，依托公司整体生活污水处理处置系统，经收集后（食堂废水经隔油池隔油处理后）统一进入地下化粪池，经处理后再进入园区污水管网，冷却水产生量较少，收集至厂内综合污水处理站处理后进入园区污水管网，纯水制备废水产生量较小，经清水池收集后用于厂区绿化，不外排，对周围地表水环境影响较小。

（3）声环境

本项目运营期产生的噪声主要包括 X 射线探伤数字成像系统设备噪声。噪声源源强较低，与本项目周边其他生产区域产生的噪声基本相同，项目生产线布置在室内，探伤过程规范操作，噪声经厂房的隔声和传播过程中的几何发散衰减后，对周边声环境影响较小。

（4）固体废物环境影响分析

本项目探伤机采用数字直接成像技术，无废胶片和洗片废液产生。运营期主要固废为工作人员的生活垃圾，依托公司整体生活垃圾处理处置方式，经收集后交由环卫部门统一清运处置，对周边环境影响小。

根据《国家危险废物名录 2025》，变压器维护、更换和拆解过程中产生的废变压器油，属于危险废物，代码 900-220-08，本项目产生量约 0.02t/d，经危废收集桶收集后依托厂区 4 号厂房西南角危废贮存库内暂存，并定期交由有危废处理资质的单位进行处理。

8、辐射安全管理

云南今飞铝业有限公司将建立以公司领导为第一责任人的辐射安全管理领导小组，全面负责公司辐射安全管理工作，并制定了一系列辐射安全管理制度。在今后的运营过程中拟根据公司核技术应用项目的实际变化情况及时对辐射安全相关制度进行系统修订，提高制度可操作性，做到所有辐射工作都有章可循，有制度保障。建设单位在严格落实本报告所提出的辐射安全管理措施并加强对辐射工作人员个人剂量、辐射安全与防护考核和职业健康体检的管理的情况下，可以满足辐射安全管理要求。

9、评价结论

综上所述，在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施的情况下，云南今飞铝业有限公司将具有与其所从事的辐射活动相适应的管理能力并具备相应的辐射安全防护措施。“云南今飞铝业有限公司工业探伤核技术利用项目”的建设、运行对周围环境产生的影响能够满足辐射环境保护的要求，从辐射环境影响的角度论证，本项目的建设和运行是可行的。

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、根据法律法规和公司核技术应用项目的实际变化情况及时对辐射安全管理机构和辐射安全管理制度进行更新。

3、定期对辐射工作场所防护和射线装置设备性能进行监督检查和检测，发现异常及时调查、及时整改，定期查看辐射工作人员个人剂量报告，发现异常及时调查并记录调查结果，调查结果应有被调查人签字确认。

4、加强对辐射工作人员的管理，建立辐射工作人员职业健康档案，明确辐射工作人员范围，做到个人剂量监测人员、职业

体检人员、辐射安全防护考核人员三统一，对辐射人员进行动态管理。

5、建设单位需依据《生态环境监测条例》第二条，将辐射监测纳入日常环境管理，覆盖辐射源使用、排放及周边环境敏感区域，确保监测范围全面，避免遗漏关键点位；参照《条例》规定，建设单位应制定详细监测方案，明确监测点位、频次、方法及标准。方案需符合生态环境监测规范和标准，并经内部审核后

实施，确保监测活动科学、规范；监测过程中，建设单位应保存所有操作记录，包括设备使用日志、校准报告、异常事件处理等，确保业务活动全过程可追溯；定期组织员工学习《条例》及相关法规，强化辐射监测的法律意识和操作技能。培训内容应包括设备使用规范、数据管理要求及违规后果，确保全员参与监测治理体系。