

核技术利用建设项目

福建省南平铝业股份有限公司

1台 X 射线数字成像检测系统项目

环境影响报告表

(公示本)

建设单位(盖章): 福建省南平铝业股份有限公司

编 制 单 位: 福建省冶金工业设计院有限公司

二〇二五年九月

核技术利用建设项目

福建省南平铝业股份有限公司

1 台 X 射线数字成像检测系统项目

环境影响报告表

(公示本)

建设单位名称：福建省南平铝业股份有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）

周策

通讯地址：福建省南平市延平区工业路 65 号

邮政编码：353000

联系人：***

电子邮箱：*****

联系电话：*****

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源基本情况	19
表 3 非密封放射性物质	19
表 4 射线装置	20
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	21
表 6 评价依据	22
表 7 保护目标与评价标准	24
表 8 环境质量和辐射现状	32
表 9 项目工程分析与源项	37
表 10 辐射安全与防护	46
表 11 环境影响分析	59
表 12 辐射安全管理	75
表 13 结论与建议	84

表 1 项目基本情况

建设项目名称		福建省南平铝业股份有限公司 1 台 X 射线数字成像检测系统项目				
建设单位		福建省南平铝业股份有限公司				
法人代表		周策	联系人	***	联系电话	*****
注册地址		福建省南平市工业路 65 号				
项目建设地点		福建省南平铝业股份有限公司控股子公司 福建省华银铝业有限公司压铸厂房				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）		80	环保投资（万元）	25	投资比例	31.25%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积（m ² ）	84
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类			
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备PET用放射性药物			
		<input type="checkbox"/> 销售	/			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙			
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
	其他	/				

1.1 建设单位情况

福建省南平铝业股份有限公司（以下简称南平铝业）创建于 1958 年，前身为“613”军工厂，为福建省工业控股集团有限公司权属企业之一，综合实力位居中国铝行业前列，公司总部位于福建省南平市，共有 13 个控股子公司和产品事业部。目前公司铝年加工产能超 45 万吨，即铝电解—铝铸造（铸轧）—铝加工（模具、铝型材、铝板带材）—铝材机加工等产能，主导产品为“闽铝”牌铝合金型材，包括建筑型材和工业型材，其他产品主要有铝及铝合金板带材、铝及铝合金铸锭、铝及铝合金结构件等。公司产品广泛应用于 IT 电子信息、机械制造、建筑安装、光伏太阳能、汽车制造、轨道交通、航空航天、国防军工、工业散热器、集装箱等行业。

1.2 项目由来

福建省华银铝业有限公司为福建省南平铝业股份有限公司控股子公司，公司合金、压铸及包装纸生产线的生产经营、设备安全和环境保护工作目前由福建省南平铝业股份有限公司直接负责统一协调管理（南铝公司承包经营华银公司合金及压铸生产线合作协议见附件四）。

为提高产品质量，福建省南平铝业股份有限公司根据生产需要，拟在福建省华银铝业有限公司压铸厂房西南侧建设 1 间操作室，新增一台型号为 UNC-160 的 X 射线数字成像检测系统，用于铝压铸件内部无损探伤。该设备自带屏蔽室，射线装置参数一览表见表 1.2-1。

表 1.2-1 拟建项目射线装置参数一览表

型号	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	数量（台）	类别	设备位置	用途
UNC-160	***	***	1	II类	操作室	无损探伤

根据环境保护部、国家卫生健康委员会的公告（2017 年第 66 号）《关于发布〈射线装置分类〉的公告》规定及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》（中华人民共和国生态环境部令第 16 号），拟建项目 1 台工业 X 射线数字成像检测系统为 II 类射线装置，属于《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》（中华人民共和国生态环境部令第 16 号）中的“五十五、核与辐射 172 核技术利用建设项目”，应编制环境影响报告表。福建省南平铝业股份有限公司于 2025 年 8 月委托我司（见附件一）对福建省南平铝业股份有限公司 1 台 X 射线数字成像检测系统项目进行

环境影响评价工作。

我司接受委托后，对福建省南平铝业股份有限公司 1 台 X 射线数字成像检测系统项目工作场所防护情况和辐射工作人员拟采取的防护情况进行了调查，充分收集了有关资料，在完成辐射环境质量现状监测、污染源分析等工作的基础上，依照《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》（HJ 10.1-2016）的相关要求编制完成了《福建省南平铝业股份有限公司 1 台 X 射线数字成像检测系统项目环境影响报告表》。

1.3 项目地理位置及周边环境

压铸厂房共一层，属于已建厂房，拟在压铸厂房西南侧建设 1 间操作室，面积约为 84m²，操作室北侧 50m 范围内为过道及表面处理工作区，南侧 50m 范围内为车间仓库及厂区道路，东侧 50m 范围内为纸箱、托盘存放区及压铸工作区，西侧 50m 范围内为车间休息室、厂区道路及仓库。50 米评价范围均在厂界内，为公司厂房和道路。

涉密，不公示

图 1.3-1 X 射线数字成像检测系统周边环境

保护目标主要分布在操作室内、操作室北侧的过道及表面处理工作区，南侧库房及厂区道路，东侧纸箱、托盘存放区及压铸工作区，西侧车间休息室、厂区道路及仓库。由于该设备带自屏蔽设施，放置于常驻人员较稀疏的厂房，四周 50m 范围内均在厂界内，无学校、居民等环境影响敏感点，因此判断该项目的选址是合理的。

公司厂址具体地理位置详见图 1.3-2，公司厂区总平面布置图详见图 1.3-3，辐射环境影响评价范围见图 1.3-4，设备所在车间平面布置见图 1.3-5。

延平区地图



审图号：闽S（2022）201号

福建省制图院 编制 福建省自然资源厅 监制

图 1.3-2 项目地理位置图

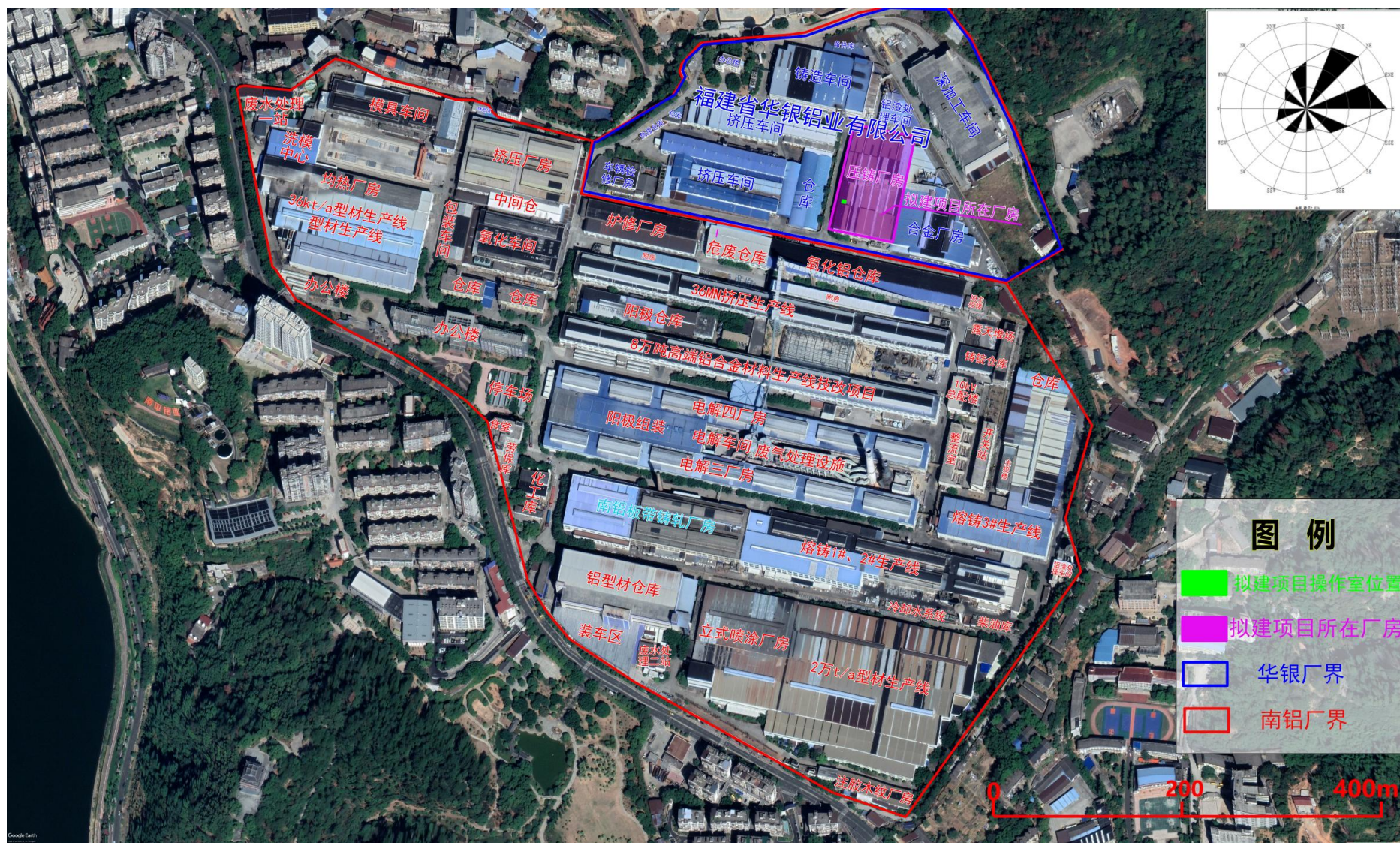


图 1.3-3 厂区总平图

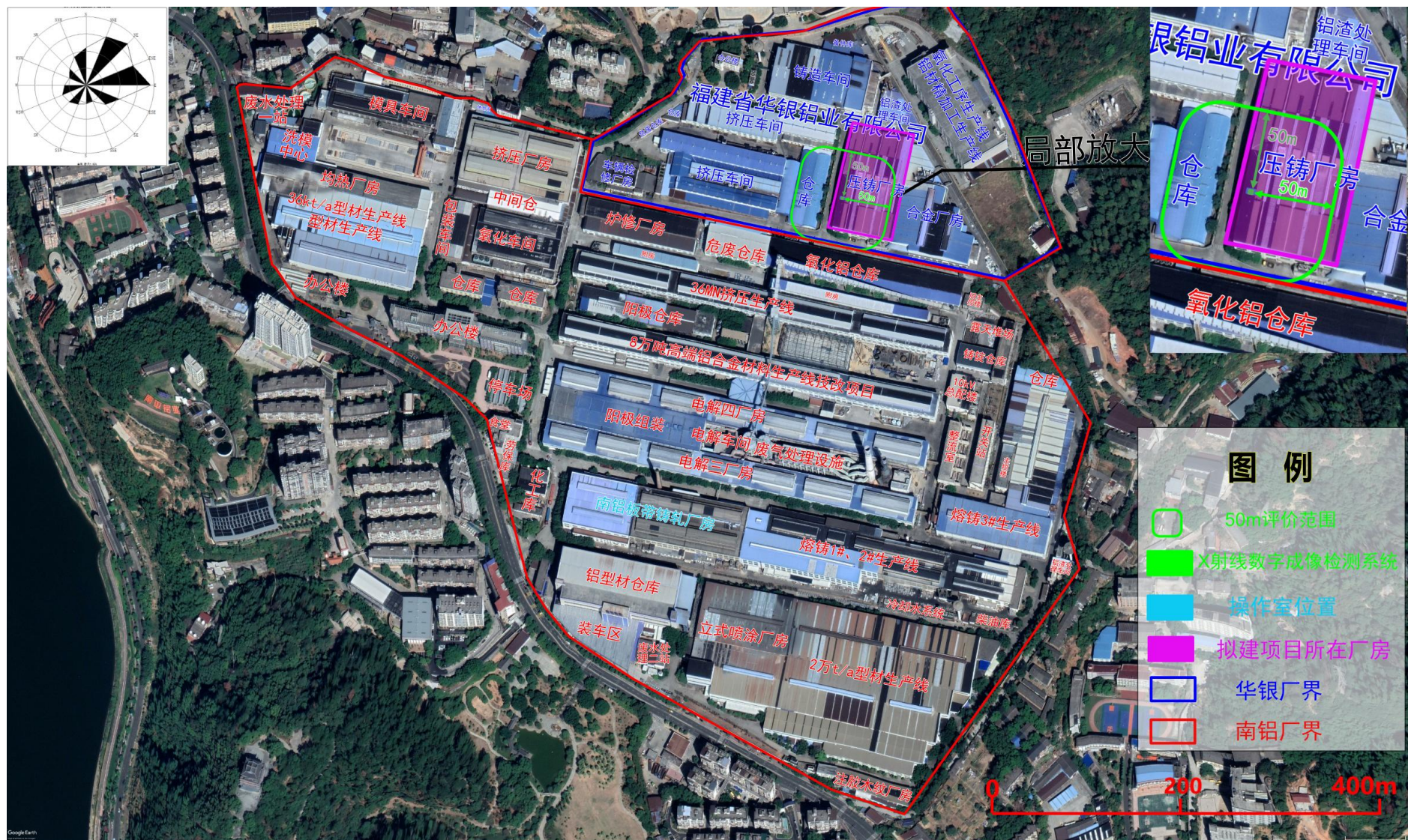


图 1.3-4 项目辐射环境影响评价范围图

涉密，不公示

图 1.3-5 X 射线数字成像检测系统所在压铸车间布置图（局部）

1.4 实践正当性分析

拟建项目 1 台 X 射线数字成像检测系统主要用于铝压铸件内部无损探伤，能够检测铝压铸件的外部形状和内部结构、检测物体内部的缺陷。拟建项目的建设实施后，其应用能提高产品的质量，保证产品合格，提前预防安全事故发生，在保证安全使用的同时，也创造了更大的经济效益和社会效益，符合辐射防护“实践的正当性”原则；拟建项目考虑了经济和社会的因素之后，通过操作室辐射防护措施将辐射环境影响保持在可合理达到的尽量低的水平，符合辐射防护“最优化”原则；拟建项目通过对潜在照射所致危险实施控制，使拟建项目所引起的个人照射可满足剂量限值要求，符合辐射防护“剂量限值”原则；项目在加强管理后均满足国家相关法律、法规和标准的要求，不会给所在区域带来环境压力。

因此，拟建项目对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的实践的正当性原则。

1.5 符合性分析

1.5.1 国家产业政策符合性分析

本项目属于中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中的“第一类 鼓励类”——“十四、机械”——“1.科学仪器和工业仪表：用于辐射、有毒、可燃、易爆、重金属、二噁英等检测分析的仪器仪表，水质、烟气、空气检测仪器，药品、食品、生化检验用高端质谱仪、色谱仪、光谱仪、X 射线仪、核磁共振波谱仪、自动生化检测系统及自动取样系统和样品处理系统，科学研究、智能制造、测试认证用测量精度达到微米以上的多维几何尺寸测量仪器，自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备，用于纳米观察测量的分辨率高于 3.0 纳米的电子显微镜，各工业领域用高端在线检验检测仪器设备”，因此本项目符合国家产业政策。

1.5.2 生态环境分区管控符合性分析

根据《福建省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的通知》（闽政〔2020〕12 号）、“福建省生态环境管控数据应用平台”查询结果、《南平市 2024 年生态环境分区管控动态更新成果（征求意见稿）》，拟建项目位于南平市重点管控单

元“延平区重点管控单元5”（管控单元编码ZH35070220011），其所在管控单元见图1.5-1，与管控要求符合性分析见表1.5-1~表1.5-3。

表 1.5-1 与全省生态环境总体准入要求的符合分析

适用范围	准入要求	改建项目情况	符合性
全省陆域	1.石化、汽车、船舶、冶金、水泥、制浆造纸、印染等重点产业，要符合全省规划布局要求。	不涉及。	符合
	2.严控钢铁、水泥、平板玻璃等产能过剩行业新增产能，新增产能应实施产能等量或减量置换。	本项目属于“十五五、核与辐射172核技术利用建设项目”，不涉及。	符合
	3.除列入国家规划的大型煤电和符合相关要求的等容量替代项目，以及以供热为主的热电联产项目外，原则上不再建设新的煤电项目。	本项目属于“十五五、核与辐射172核技术利用建设项目”，不涉及。	符合
	4.氟化工产业应集中布局在《关于促进我省氟化工产业绿色高效发展的若干意见》中确定的园区，在上述园区之外不再新建氟化工项目，园区之外现有氟化工项目不再扩大规模。	本项目属于“十五五、核与辐射172核技术利用建设项目”，不涉及。	符合
	5.禁止在水环境质量不能稳定达标的区域内，建设新增相应不达标污染物指标排放量的工业项目。	不涉及。	符合
	6.禁止在通风廊道和主导风向的上风向布局大气重污染企业，推进建成区大气重污染企业搬迁或升级改造、环境风险企业搬迁或关闭退出。	福建省南平铝业股份有限公司不位于延平区通风廊道和主导风向的上风向。	符合
	7.新建、扩建的涉及重点重金属污染物的有色金属冶炼、电镀、制革、铅蓄电池制造企业布局应符合《福建省进一步加强重金属污染防控实施方案》（闽环保固体〔2022〕17号）要求。禁止低端落后产能向闽江中上游地区、九龙江北溪江东北引桥闸以上、西溪桥闸以上流域、晋江流域上游转移。禁止新建用汞的电石法（聚）氯乙烯生产工艺。	本项目属于“十五五、核与辐射172核技术利用建设项目”，不属于重点重金属污染物行业。	符合
	1.建设项目新增的主要污染物（含VOCs）排放量应按要求实行等量或倍量替代。涉及总磷排放的建设项目应按要求实行总磷排放量倍量或等量削减替代。涉及重金属重点行业建设项目新增的重点重金属污染物应按要求实行“减量置换”或“等量替换”。涉新增VOCs排放项目，VOCs排放实行区域内等量替代，福州、厦门、漳州、泉州、莆田、宁德等6个重点控制区可实施倍量替代。	本项目不涉及总磷、重金属及VOCs排放。	符合
	2.新改扩建钢铁、火电项目应执行超低排放限值，有色项目应当执行大气污染物特别排放限值。水泥行业新改扩建项目严格对照超低排放、能效标杆水平建设实施，现有项目超低排放改造应按“闽环规〔2023〕2号”文件的时限要求分步推进，2025年底前全面完成[2][4]。	本项目属于“十五五、核与辐射172核技术利用建设项目”，不涉及。	符合
	3.近岸海域汇水区域、“六江两溪”流域以及排入湖泊、水库等封闭、半封闭水域的城镇污水处理设施执	本项目无废水排放。	符合

		行不低于一级 A 排放标准。到 2025 年，省级及以上各类开发区、工业园区完成“污水零直排区”建设，混合处理工业污水和生活污水的污水处理厂达到一级 A 排放标准。		
		4.优化调整货物运输方式，提升铁路货运比例，推进钢铁、电力、电解铝、焦化等重点工业企业和工业园区货物由公路运输转向铁路运输。	本项目属于“五十五、核与辐射 172 核技术利用建设项目”，不涉及铁路运输。	符合
		5.加强石化、涂料、纺织印染、橡胶、医药等行业新污染物环境风险管控。	不涉及。	符合
	资源开发效率要求	1.实施能源消耗总量和强度双控。	本项目属于“五十五、核与辐射 172 核技术利用建设项目”，不涉及。	符合
		2.强化产业园区单位土地面积投资强度和效用指标的刚性约束，提高土地利用效率。	本项目位于福建省南平铝业股份有限公司现有厂房内，不属于产业园区。	符合
		3.具备使用再生水条件但未充分利用的钢铁、火电、化工、制浆造纸、印染等项目，不得批准其新增取水许可。在沿海地区电力、化工、石化等行业，推行直接利用海水作为循环冷却等工业用水。	不涉及。	符合
		4.落实“闽环规〔2023〕1 号”文件要求，不再新建每小时 35 蒸吨以下燃煤锅炉，以及每小时 10 蒸吨及以下燃生物质和其他使用高污染燃料的锅炉。集中供热管网覆盖范围内禁止新建、扩建分散燃煤、燃油等供热锅炉。	不涉及。	符合
		5.落实“闽环保大气〔2023〕5 号”文件要求，按照“提气、转电、控煤”的发展思路，推动陶瓷行业进一步优化用能结构，实现能源消费清洁低碳化。	不涉及。	符合
	全省海域	空间布局约束 1.对环保和生产要素具有较高要求的石化、汽车、船舶、冶金、水泥、制浆造纸、印染等重点产业，要符合全省规划布局要求。 2.闽江、九龙江、敖江、晋江、龙江、木兰溪及交溪等入海河流沿岸，严格限制环境风险较大的项目。 3.优化海水养殖布局、结构和方式，控制养殖规模和密度，整治禁养区违法养殖和限养区不符合规定的养殖设施。	不涉及。	符合
		污染排放管控 1.三沙湾、罗源湾、闽江口、兴化湾、泉州湾、厦门湾、东山湾、诏安湾 8 个重点海湾实行主要污染物入海总量控制。对三沙湾、罗源湾等半封闭性的海域，实行湾内新（改、扩）建项目氮、磷污染物排放总量减量置换。 2.对交溪、霍童溪、闽江、萩芦溪、木兰溪、晋江、九龙江及漳江 8 条主要入海河流入海断面强化水质控制，削减氮磷入海总量。重点整治污染较重的入海小流域，全面消除劣 V 类。 3.强化沿海石化、钢铁、印染、造纸等重污染行业整治，推动企业入园集聚发展，提升工业集聚区废水治理水平。新建、升级工业集聚区应同步规划、建设	不涉及。	符合

		<p>污水集中处理设施或利用现有的污水集中处理设施，污水处理设施应具备脱氮除磷工艺，并安装自动在线监控装置。</p> <p>4.优化养殖结构和品种，控制养殖规模和密度，严控投饵性网箱养殖比例，推广生态养殖，推进池塘养殖标准化改造、近海养殖网箱环保改造，加强养殖尾水综合治理与监管，规模以上水产养殖主体实现尾水达标排放或循环回用。</p>		
	环境风险防控	<p>1.强化沿海工业区和沿海石化、化工、冶炼、石油及危化品储运等企业的环境风险防控。</p> <p>2.建立港口船舶污染事故应急体系，加强港口船舶及其作业活动污染水环境的应急能力建设，提升船舶及港口码头污染事故应急处置能力。</p> <p>3.建立和完善海上溢油及危险化学品泄漏等环境风险防范体系，健全应急响应机制。</p>	不涉及。	符合
城镇生活类重点管控单元	空间布局约束	<p>严禁在城镇人口密集区新建危险化学品生产企业；现有不符合安全和卫生防护距离要求的危险化学品生产企业 2025 年底前完成就地改造达标、搬迁进入规范化工园区或关闭退出。</p>	<p>本项目属于“十五、核与辐射 172 核技术利用建设项目”，不属于新建危险化学品生产企业。</p>	符合
	污染物排放管控	<p>在城市建成区新建大气污染型项目，二氧化硫、氮氧化物排放量应实行倍量削减替代。</p>	<p>本项目运行时铅屏蔽室内将产生少量的臭氧和氮氧化物，在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气，设备设有机械通风装置，产生的气体对周围环境空气质量影响极小，不涉及二氧化硫、氮氧化物的倍量削减替代。</p>	符合

表 1.5-2 项目与南平市总体准入要求符合性分析

适用范围	准入要求		改建项目情况	符合性
南平市陆域	空间布局约束	<p>1.禁止新建制浆造纸、印染等涉水项目，退城入园项目除外；限制发展高耗能、高排放、高污染产业，禁止有损自然生态系统侵占水面、湿地、林地农业开发活动，禁止新建不符合流域规划的水电项目。禁止低端落后产能向闽江中上游地区转移。</p>	<p>本项目属于“十五、核与辐射 172 核技术利用建设项目”，位于福建省南平铝业股份有限公司现有厂房内，不新增建设用地。</p>	符合
		<p>2.氟化工产业应在省级认定的化工园区内建设，重点发展邵武市金塘工业园区和福建顺昌金山新材料产业园的氟化工产业；园区之外现有氟化工项目不再扩大规模。</p>	不涉及。	符合
		<p>3.对列入国家《重点管控新污染物清单》(2023 年版)中的新污染物，按照重点管控新污染物清单要求，禁止、限制重点管控新污染物的生产、加工使用和进出口，在化工园区新建项目实施“禁限控”化学物质管控措施。项目在开展环境影响评价时应严格落实相关要求，严格涉新污染物建设项目源头防控和准入管理。</p>	<p>本项目属于“十五、核与辐射 172 核技术利用建设项目”，不涉及《重点管控新污染物清单》(2023 年版)中的新污染物。</p>	符合
		<p>4.严格落实国家产业政策，优化产业结构和产业布</p>	<p>本项目位于福建省</p>	符合

污染物排放管控	局，国家公园保护协调区原则上禁止开发性、生产性建设活动，仅允许有限人类活动，不作为产业布局重点，国家公园发展融合区和绿色发展区根据各园区发展定位，布局相关的环境敏感性绿色工业，国家公园延伸拓展区重点承接环境敏感型绿色工业及其相关产业，全力打造与绿水青山相得益彰的绿色低碳经济发展格局。	南平铝业股份有限公司 现有厂房内，不涉及国家公园保护协调区、国家公园发展融合区、绿色发展区、国家公园延伸拓展。	
	5.永久基本农田执行《国土资源部关于全面实行永久基本农田特殊保护的通知》、《自然资源部农业农村部关于加强和改进永久基本农田保护工作的通知》（自然资规〔2019〕1号）、《自然资源部农业农村部国家林业和草原局关于严格耕地用途管制有关问题的通知》（自然资发〔2021〕166号）《福建省基本农田保护条例》（2010年修正本）等相关规定，严格落实永久基本农田特殊保护制度。严格永久基本农田占用与补划。已划定的永久基本农田，任何单位和个人不得擅自占用或者改变用途。非农业建设不得“未批先建”。一般建设项目不得占用永久基本农田，能源、交通、水利、军事设施等重大建设项目选址确实难以避让永久基本农田的，经依法批准，应在落实耕地占补平衡基础上，按照数量不减、质量不降原则，在可以长期稳定利用的耕地上落实永久基本农田补划任务。	本项目位于福建省南平铝业股份有限公司现有厂房内，属于建设用地，不占用基本农田。	符合
	6.乡镇级饮用水水源保护区，参照县级饮用水水源保护区管控单元的管理要求，依据《中华人民共和国水污染防治法》《饮用水水源保护区污染防治管理规定》《福建省水污染防治条例》（2021年）等饮用水水源保护区管理相关要求进行管理。	本项目位于福建省南平铝业股份有限公司现有厂房内，不涉及乡镇级饮用水水源保护区。	符合
	7.区域规划及相关生态环境保护要求调整时，依据合法有效最新要求执行。	本项目已根据区域规划及相关生态环境保护最新要求进行执行。	符合
	1.氟化工、电镀等行业要实行水污染物特别排放限值。	不涉及。	符合
	2.工业类新（改、扩）建项目和集中式水污染治理设施的主要污染物（化学需氧量、氨氮、二氧化硫、氮氧化物）排放总量指标应符合区域环境质量和总量控制要求，立足于通过“以新带老”、削减存量，努力实现区域、企业自身总量平衡。确需新增主要污染物排放量的，应通过市场交易、政府储备出让等方式有偿取得，总量指标来源、审核和监督管理按照“闽环发〔2014〕13号”、“闽政〔2016〕54号”文件的要求执行。	不涉及。	符合
	3.涉新增 VOCs 排放项目，VOCs 排放实行区域内等量替代。	不涉及。	符合
	4.强化挥发性有机物整治。推动企业加大源头替代力度，推广使用低（无）挥发性有机物含量的原辅材料。实施化工、合成革、木材加工、家具制造等重点行业 VOCs 废气治理提标改造工程，推进加油站、储油库和油罐车 VOCs 治理。组织企业对现有挥发性有机废气收集率、治理设施同步运行率和去除率开展自查，对达不到要求的挥发性有机物收集、治理设施进行更换或升级改造，确保实现达标排放。深化氮氧化物等	不涉及。	符合

		<p>污染物治理。推进钢铁行业超低排放改造，推进建材行业深度治理，建设绿色建材行业体系。大力推进工业园区、产业聚集区集中供热。</p>		
		<p>5.新、改、扩建重点行业建设项目要按照“闽环保固体（2022）17号”文件要求，遵循重点重金属污染物排放“等量替代”原则落实总量控制要求，总量来源原则上应是同一重点行业内的削减量，当同一重点行业无法满足时可从其他重点行业调剂。</p>	<p>本项目属于“五十五、核与辐射 172 核技术利用建设项目”，不属于铜、铅锌、镍钴、锡、锑和汞冶炼的重有色金属冶炼业，不排放重金属污染物。</p>	符合
		<p>6.加强新污染物排放控制。对列入国家《重点管控新污染物清单》(2023 年版)中的新污染物，持续推动禁止、限制、限排等环境风险管控措施。全面落实国家发改委《产业结构调整指导目录》中有毒有害化学物质的淘汰和限制措施，强化绿色替代品和替代技术的推广应用。严格执行产品质量标准中有毒有害化学物质含量限值。对使用有毒有害化学物质或在生产过程中排放新污染物的企业，全面实施强制性清洁生产审核，全面推进清洁生产改造。加强石化、涂料、纺织印染、橡胶、医药等行业新污染物环境风险管控。</p>	<p>本项目属于“五十五、核与辐射 172 核技术利用建设项目”，不涉及《重点管控新污染物清单》(2023 年版)中的新污染物。</p>	符合
		<p>7.省级及以上工业园区，以石化、化工、电镀、印染、制革等重点行业所在园区为重点，2025 年底前完成园区“污水零直排区”建设。鼓励省级以下园区参照有关要求，结合实际推动实施。</p>	<p>本项目位于福建省南平铝业股份有限公司现有厂房内，不属于产业园区。</p>	符合
	环境风险防控	<p>排放重点管控新污染物的企事业单位和其他生产经营者应按照相关法律法规要求，对排放（污）口及其周边环境定期开展环境监测，评估环境风险，排查整治环境安全隐患，依法公开新污染物信息，采取措施防范环境风险。土壤污染重点监管单位应严格控制有毒有害物质排放，建立土壤污染隐患排查制度，防止有毒有害物质渗漏、流失、扬散。严格落实废药品、废农药以及抗生素生产过程中产生的废母液、废反应基和废培养基等废物的收集利用处置要求。</p>	<p>本项目属于“五十五、核与辐射 172 核技术利用建设项目”，不涉及《重点管控新污染物清单》(2023 年版)中的新污染物。</p>	符合
	资源开发效率要求	<p>1.强化市、县二级行政区域用水总量、用水强度双控刚性约束。开展规划和建设项目节水评价工作，从源头上把好节水关。严格实行取水许可制度。</p>	<p>本项目属于“五十五、核与辐射 172 核技术利用建设项目”，不涉及。</p>	符合
		<p>2.严格按照城镇开发边界范围和建设用地指标开展集中建设，避免城镇无序拓展。推动园区绿色高效建设。推动工业用地向园区集中。</p>	<p>本项目位于福建省南平铝业股份有限公司现有厂房内，不新增建设用地。</p>	符合
		<p>3.新、改、扩建项目对标国内能效标杆水平或先进水平，开展节能审查，促进绿色低碳发展。对新建高耗能项目进行事前谋划和严格准入，对存量高耗能企业从严控制新增用能，坚决遏制“两高”项目盲目发展。</p>	<p>本项目属于“五十五、核与辐射 172 核技术利用建设项目”，不涉及。</p>	符合
		<p>4.落实“闽环规（2023）1号”文件要求，全市范围内每小时 2 蒸吨及以下燃煤锅炉在 2023 年底前全面淘汰；每小时 2—10 蒸吨(含)燃煤锅炉在 2024 年底前全面淘汰，其中大气环境监管重点地区（延平区、建阳区）在 2023 年底前淘汰。到 2025 年底，全市范围内每</p>	<p>本项目属于“五十五、核与辐射 172 核技术利用建设项目”，不涉及。</p>	符合

		小时 35 蒸吨以下燃煤锅炉通过集中供热、清洁能源替代、深度治理等方式全面实现转型、升级、退出，县级及以上城市建成区在用锅炉（燃煤、燃油、燃生物质）全面改用电能等清洁能源或治理达到超低排放水平。严格新建项目审批，不再新建每小时 35 蒸吨以下锅炉（燃煤、燃油、燃生物质），以及每小时 10 蒸吨及以下燃生物质和其他使用高污染燃料的锅炉。集中供热管网覆盖范围内禁止新建、扩建分散燃煤、燃油等供热锅炉。每小时 35(含)—65 蒸吨燃煤锅炉和位于县级及以上城市建成区内保留的燃煤、燃油、燃生物质锅炉，原则上 2025 年底前必须全面实现超低排放(烟尘、二氧化硫、氮氧化物排放浓度分别不高于 10、35、50 毫克/立方米；执行锅炉大气污染物排放标准的燃油锅炉基准含氧量按 3.5%折算，其他锅炉 9%；执行火电厂大气污染物排放标准的燃油锅炉基准含氧量按 3%折算，燃煤锅炉 6%)。		
--	--	---	--	--

表 1.5-3 项目与环境管控单元生态环境准入符合性分析

环境管控单元编码	环境管控单元名称	环境管控单元类别	管控要求		符合性分析	是否符合
ZH35070220011	延平区重点管控单元 5	重点管控单元	空间布局约束	1.严禁在人口聚集区新建涉及化学品和危险废物排放的项目，城市建成区内现有化工等重污染企业搬迁项目须实行产能等量或减量置换。 2.深化“散乱污”企业整治工作，巩固上阶段“散乱污”治理成果，建立“散乱污”企业长效监管机制。	本项目属于“五十五、核与辐射 172 核技术利用建设项目”，位于南平市延平区福建南平铝业股份有限公司厂区内。	符合
			污染物排放管控	1.在城市建成区和工业园区外新建大气污染型项目，新增大气污染物落实新增二氧化硫、氮氧化物排放总量控制要求。 2.加快区内污水管网的建设工程，确保工业企业的所有废(污)水都纳管集中处理，鼓励企业中水回用。	1.本项目位于南平市延平区水东组团，项目仅有极少量臭氧和氮氧化物产生，通过动力通风装置排到大气中，对环境基本无影响。 2.本项目无废水排放。	符合
			环境风险管控	单元内现具有潜在土壤污染环境风险的企业退役后，应开展土壤环境状况评估，经评估认为污染地块可能损害人体健康和环境，应当进行修复的，由造成污染的单位和个人负责被污染土壤的修复。	不涉及	符合
			资源开发效率要求	高污染燃料禁燃区内，禁止新建、改建、扩建燃用高污染燃料的设施。	本项目不涉及高污染燃料，仅使用的电属于清洁能源	符合

因此，拟建项目符合延平区重点管控单元 5 的管控要求。



图 1.5-1 项目所在管控单元判定图

1.6 评价目的

(1) 对拟建项目核技术利用场所及周边的辐射环境现状进行现场调查和监测，掌握该场址的辐射水平和辐射环境质量现状；

(2) 通过环境影响评价，预测拟建项目对其周围环境影响的程度和范围，提出环境污染对策，为拟建项目的辐射环境管理提供科学依据；

(3) 对不利影响和存在的问题提出防治措施，使辐射环境影响满足相关标准要求并减少到“可合理达到的尽量低的水平”；

(4) 提出环境管理和环境监测计划，使该项目满足国家和地方生态环境部门对建设项目环境管理规定的要求，为辐射环境管理提供科学依据。

1.7 现有核技术应用项目许可情况

该单位无原有核技术利用项目，本项目为福建省南平铝业股份有限公司首次开展核技术利用项目。

1.8 原有核技术应用项目辐射安全管理及防护情况

该单位无原有核技术利用项目，本项目为福建省南平铝业股份有限公司首次开展核技术利用项目。

1.9 环保投资

拟建项目环保投资情况见表 1.9-1。

表 1.9-1 环保投资情况一览表

项目	环保投资金额（万元）	
个人剂量片	1.5	合计：25
便携式辐射剂量仪	2	
固定式场所辐射剂量报警仪	2.5	
个人剂量委托监测费用	4.5	
X 射线数字成像系统操作室周围辐射剂量率委托监测费用	5	
安排工作人员参加辐射安全防护专业知识培训费用	2.5	
竣工环境保护验收费用	4	
工作状态指示灯、电离辐射警告标志、规章制度上墙等	1.5	
职业人员体检	1.5	

拟建项目总投资为 80 万元，其中环保投资为 25 万元，占总投资的 31.25%。今后在项目实践过程中，应根据国家发布的法规内容，结合公司实际情况对环保设施做补充，使之更能满足实际需要。同时建设单位应定期对环保设施、监测仪器等进行检查、维护。

表 2 放射源基本情况

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) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（二）X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线数字成像系统	Ⅱ类	1	UNC-160	***	***	铝压铸件内部 无损探伤	操作室	/

（三）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧	气态	/	/	微量	微量	/	通风排放	排入大气
氮氧化物	气态	/	/	微量	微量	/	通风排放	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

法律法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日实施</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修订；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日实施；</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，2019 年 3 月 2 日修订；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》，2017 年 10 月 1 日实施；</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，2021 年 1 月 1 日实施；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，2011 年 5 月 1 日；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2021 年 1 月 4 日实施；</p> <p>(9) 《放射工作人员职业健康管理办法》，2007 年 11 月 1 日；</p> <p>(10) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，2019 年 12 月 23 日；</p> <p>(11) 《福建省环保厅关于印发〈核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲〉（试行）的通知》（闽环保辐射〔2013〕10 号）；</p> <p>(12) 《关于发布射线装置分类办法的公告》，2017 年 12 月 5 日；</p> <p>(13) 《产业结构调整指导目录》（2024 年本），2023 年 12 月 27 日发布，2024 年 2 月 1 日实施；</p> <p>(14) 《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》（环发〔2006〕145 号）。</p>
技术标准	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ/T10.1-2016）；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(3) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），2023 年 3 月 1 日实施；</p> <p>(4) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及第 1 号修改单（GBZ/T250-2014/XG1-2017）</p>

	<p>(5) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2021）；</p> <p>(6) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>(7) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）；</p> <p>(8) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014/XG1-2017）。</p>
其他	<p>(1) 《委托书》，福建省南平铝业股份有限公司，2025 年 8 月；</p> <p>(2) 《中国环境天然放射性水平》，国家环境保护局，1995 年 8 月；</p> <p>(3) 《辐射防护技术与管理》（张丹枫赵兰才编著）第一卷；</p> <p>(4) 公司提供的拟建项目相关资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目内容为新增使用 1 台 X 射线数字成像检测系统，设备在压铸车间操作室内使用，运行过程中主要为电离辐射对周围环境的影响。依据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ/T10.1-2016）评价范围和保护目标的相关规定：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。

结合本项目特点，本项目的评价范围为 X 射线数字成像检测系统自带的铅屏蔽体外 50m 的范围，评价范围见图 1.3-4。

7.2 保护目标

根据对拟建项目周围环境的现场踏勘和调查，拟建项目环境保护目标是 X 射线数字成像检测系统周围的辐射工作人员及评价范围内的公众。

拟建项目 50m 评价范围均在南铝厂区内，评价范围内为厂区工作场所，包括厂房、厂区道路。详见表 7.2-1。

表 7.2-1 X 射线数字成像检测系统工作场所周边环境及保护目标

环境保护对象	点位描述	相对方位	距离	规模	年有效剂量约束值（mSv/a）
职业工作人员	X 射线数字成像检测系统操作人员	铅屏蔽室东侧	0.8m	2 人	5
公众成员	厂房内过道及表面处理工作区	铅屏蔽室北侧	0.3~19m	6 人	0.25
	车间休息室、厂房外道路及仓库	铅屏蔽室西侧	1.9~50m	流动人群	
	库房及厂房外道路	铅屏蔽室南侧	1.5~50m	流动人群	
	东侧产品存放区及压铸工作区	铅屏蔽室东侧	0.6~50m	5 人	

7.3 评价标准

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

第 4.3.2.1 款 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

表 7.3-1 拟建项目辐射环境影响评价标准

对象	剂量限值
职业照射剂量限值	应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值： ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可做任何追溯性平均），20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。
公众照射剂量限值	实践使公众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： ①年有效剂量，1mSv； ②剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即取值范围在每年 0.1~0.3mSv）。但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化的上限。 特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

第 6.4 款 辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

表 7.3-2 辐射工作场所的分区标准

辐射工作场所的分区	要求
控制区	6.4.1.1 注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。 6.4.1.2 确定控制区的边界时，应考虑预计的正常照射的水平、潜在照射的可能性和大小，以及所需要的防护手段与安全措施的性质和范围。
监督区	注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

7.3.2 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

4 使用单位放射防护要求

4.1 开展工业探伤工作的使用单位对放射防护安全应负主体责任。

4.2 应建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责，建立和实施放射防护管理制度和措施。

4.3 应对从事探伤工作的人员按 GBZ128 的要求进行个人剂量监测，按 GBZ98 的要求进行职业健康监护。

4.4 探伤工作人员正式工作前应取得符合 GB/T9445 要求的无损探伤人员资格。

4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。

4.6 应制定辐射事故应急预案。

5 探伤机的放射防护要求

5.1 X 射线探伤机

5.1.1 X 射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表 1 的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T26837 的要求。

5.1.2 工作前检查项目应包括：

- a) 探伤机外观是否完好；
- b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损；
- c) 液体制冷设备是否有渗漏；
- d) 安全联锁是否正常工作；
- e) 报警设备和警示灯是否正常运行；
- f) 螺栓等连接件是否连接良好；
- g) 机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。

5.1.3 X 射线探伤机的维护应符合下列要求：

a) 使用单位应对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行；

- b) 设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测；
- c) 当设备有故障或损坏需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品；
- d) 应做好设备维护记录

6 固定式探伤的放射防护要求

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、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门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 100 μ Sv/周，对公众场所，其值应不大于 5 μ Sv/周；

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

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 100 μ Sv/h。

6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。

6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。

6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

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

6.1.9 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线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，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探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X- γ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

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

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

6.2.5 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的，应遵循本标准第 7.1 条～第 7.4 条的要求。

6.3 探伤设施的退役

当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容：

c) X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。

e) 当所有辐射源从现场移走后，使用单位按监管机构要求办理相关手续。

f) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

7.3.3 《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）

3.1.2 控制台

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

3.1.2.2 应设置有高压接通时的外部报警或指示装置

3.1.2.3 控制台或 X 射线管头组装体上应设置与探伤室防护门联锁的接口，当所有能进入探伤室的门未全部关闭时不能接通 X 射线管管电压；已接通的 X 射线管管电压在任何一个探伤室门开启时能立即切断。

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

3.1.2.5 应设置紧急停机开关。

3.1.2.6 应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

4 工业 X 射线探伤室探伤的防护要求

4.1 防护安全要求

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

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

4.1.3 X 射线探伤室墙和入口门的辐射屏蔽应同时满足：

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

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

4.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

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

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

4.1.5 探伤室应设置门—机联锁装置，并保证在门（包括人员门和货物门）关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。门打开时应立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开

始 X 射线照射。门—机联锁装置的设置方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。

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

4.1.7 照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。

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

4.1.9 探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。

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

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

7.3.4 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及第 1 号修改单

本标准规定了工业 X 射线探伤室辐射屏蔽要求。本标准适用于 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置的探伤室。

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

人员在关注点的周剂量参考水平（ H_e ）如下：

职业工作人员： $H_e \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

公众： $H_e \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

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的自辐射源点到探伤室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）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 1。

b) 除 2、a) 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的关注点的剂量率总和，应按 1、c) 的剂量率参考控制水平 H_e ($\mu\text{Sv/h}$) 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 $100\mu\text{Sv/h}$ 。

拟建项目相关限值采用标准见表 7.3-3。

表 7.3-3 拟建项目相关标准限值

项目	内容	相关限值	标准名称
连续 5 年的年平均有效剂量限值	辐射工作人员	20mSv	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 (GB18871-2002)
年有效剂量限值	非辐射工作人员	1mSv	
管理限值	辐射工作人员	5mSv/a	辐射工作人员取连续 5 年年平均有效剂量限值的 1/4 作为管理限值
	非辐射工作人员	0.25mSv/a	非辐射工作人员取年有效剂量限值的 1/4 作为管理限值
剂量率参考控制水平	探伤室外表面 30cm 处剂量率控制值	$\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$	《工业探伤放射防护标准》 (GBZ117-2022)
	对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶表面 30cm 处剂量率控制值	$\leq 100\mu\text{Sv/h}$	

表 8 环境质量和辐射现状

为掌握拟建项目所在地的辐射环境质量现状，福建创投环境检测有限公司于 2025 年 9 月 5 日对拟建项目工作场所及其周围环境进行 γ 辐射剂量率背景水平调查。

8.1 监测内容与点位

本项目 1 台 X 射线数字成像检测系统位于福建省南平铝业股份有限公司的控股子公司福建省华银铝业有限公司压铸厂房内，操作室位于一层，无地下室及第二层，北侧为过道及表面处理工作区，南侧为车间仓库及厂区道路，东侧为纸箱、托盘存放区及压铸工作区，西侧为厂区道路及仓库。故本次监测内容为 X 射线数字成像检测系统拟放置位置及周围的环境 γ 辐射剂量率。本项目周围环境保护目标主要为从事 X 射线数字成像检测系统操作的辐射工作人员及设备周围公众。

8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

8.2.1 评价对象

本项目 X 射线数字成像检测系统拟放置位置周围辐射环境。

8.2.2 监测因子

γ 辐射剂量率。

8.2.3 监测点位

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2021）中“5.3.3 射线装置”的辐射环境监测内容，结合拟建项目评价范围，确定拟建项目检测点位为 X 射线数字成像检测系统拟放置位置及周边受影响区域。在 X 射线数字成像检测系统拟放置位置及周围共布置 9 个监测点位，监测点位详见表 8.2-1、图 8.2-1。

表 8.2-1 压铸厂房监测点位情况表

序号	监测位置		监测内容
1	▲1	X 射线探伤机位置	γ 辐射空气吸收剂量率
2	▲2	X 射线探伤机铅防护房东侧	
3	▲3	X 射线探伤机铅防护房北侧	
4	▲4	X 射线探伤机铅防护房西侧	
5	▲5	X 射线探伤机铅防护房南侧	

6	▲6	操作室东侧	
7	▲7	操作室北侧	
8	▲8	操作室西侧	
9	▲9	操作室南侧	

涉密，不公示

图 8.2-1 监测点位图

8.3 监测方案、质量保证措施

8.3.1 监测方案

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）及《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）在 X 射线数字成像系统拟建址周围布设监测点位，测量 X 射线数字成像系统拟放置位置周围贯穿辐射剂量率。

①环境条件监测单位：福建创投环境检测有限公司；监测时间：2025 年 9 月 5 日；监测环境条件：天气情况：晴，温度 31~33℃，湿度 58~60%。

②监测方法：本次γ辐射空气吸收剂量率现状检测方法依据《电离辐射防护与辐射

源安全基本标准》（GB18871-2002）、《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）和《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2021）。节选有关内容见表 8.3-1。

③监测仪器：高灵敏 x、γ辐射检测仪 XH-3512E。

具体测量步骤如下：

- a) 开机预热。
- b) 手持仪器。一般保持仪器探头中心距离地面（基础面）为 1m。
- c) 仪器读数稳定后，通常以约 10s 的间隔（可参考仪器说明书）读取/选取 10 个数据，记录在测量原始记录表中。

表 8.3-1 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》相关内容

仪器指标	通用要求
量程	量程下限应不高于： $1\times10^{-8}\text{Gy/h}$ ；量程上限按照辐射源的类型和活度进行选择，应急测量情况下，应确保量程上限符合要求，一般不低于： $1\times10^{-2}\text{Gy/h}$
相对固有误差	$<\pm 15\%$
能量响应	50KeV~3MeV，相对响应之差 $<\pm 30\%$ （相对 ^{137}Cs 参考γ辐射源）
角响应	$0^{\circ}\sim180^{\circ}$ 角响应平均值（ R_{θ} ）与刻度方向上的响应值（ R ）的比值应大于等于 0.8（对 ^{137}Cs γ辐射源）
使用温度	-10~40℃（即时测），-25~50℃（连续测量）
使用相对湿度	$<95\%$ （35℃）

③监测仪器：高灵敏 x、γ辐射检测仪 XH-3512E，仪器参数见表 8.3-2。

表 8.3-2 监测仪器与监测规范表

仪器名称	高灵敏 x、γ辐射检测仪
仪器型号	XH-3512E
生产厂家	西安中核核仪器有限公司
量程	$1\text{nGy/h}\sim200\mu\text{Gy/h}$
能量范围	25keV~7MeV
检定/校准单位	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心
检定/校准证书编号	2025H21-10-6005000001
检定有效期限	2025.7.18-2026.7.17
监测规范	环境γ辐射剂量率测量技术规范 HJ 1157-2021； 辐射环境监测技术规范 HJ 61-2021
监测单位	福建创投环境检测有限公司
监测时间	2025.9.5
监测因子	X- γ 辐射剂量率
剂量率单位	nGy/h
探测下限	1nGy/h

8.3.2 质量保证措施

- ①本项目监测单位福建创投环境检测有限公司已通过资质认定，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》（HJ 61-2021）和《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）制定监测方案及实施细则，布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性；
- ③监测仪器经计量部门检定合格，并在检定有效期内；
- ④每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，对仪器进行校验；
- ⑤监测人员经考核并持有合格证书上岗，由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录；
- ⑥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、测量原始数据等全部保留，以备复查；
- 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监测报告严格实行三级审核制度，经过复核，最后由授权签字人签发。

8.4 监测结果与环境现状调查结果评价

本项目 1 台 X 射线数字成像系统周边环境辐射剂量率监测结果见表 8.4-1。
监测报告见附件六，宇宙射线的响应报告见附件七。

表 8.4-1 拟建 X 射线数字成像系统周围环境γ辐射剂量率水平监测结果

序号	监测位置	γ辐射剂量率（nGy/h）
▲1	X 射线探伤机位置	**
▲2	X 射线探伤机铅防护房东侧	**
▲3	X 射线探伤机铅防护房北侧	**
▲4	X 射线探伤机铅防护房西侧	**
▲5	X 射线探伤机铅防护房南侧	**
▲6	操作室东侧	**
▲7	操作室北侧	**
▲8	操作室西侧	**
▲9	操作室南侧	**

注：检测结果已扣除宇宙射线响应值(** nGy/h)，该宇宙射线响应值为 2025 年 9 月 4 日在福清市东张水库测量所得（宇宙射线响应报告见附件七）。

由表 8.4-1 监测结果表明，福建省南平铝业股份有限公司 1 台 X 射线数字成像检测系统项目辐射工作场所周围环境 γ 辐射剂量率在**~**nGy/h 之间，参考《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年），福建省室内辐射环境本底范围值 70.9~351.7nGy/h 之间。对比表明，拟建项目选址周围的环境 γ 辐射剂量率在该调查水平范围内，拟建项目场所环境 γ 辐射现状未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

福建省南平铝业股份有限公司因生产需要，新增 1 台型号为“UNC-160”X 射线数字成像检测系统，用于铝压铸件内部无损探伤。X 射线数字成像检测系统自带铅防护，在厂区内的具体位置见图 1.3-3。

9.1.1 设备组成及参数

拟建项目使用的 UNC-160 型 X 射线数字成像检测系统主要由 X 射线系统、探测器成像系统、图像处理系统、机械传动系统、射线防护系统及电气控制系统组成。基本结构组成见图 9.1-1~图 9.1-5，X 射线数字成像检测系统基本技术参数见表 9.1-1。

涉密，不公示

图 9.1-1 X 射线基本结构组成图

①机械传动系统：主要由 C 型臂、移动小车系统、立柱传动系统，射线管机构，探测器机构组成，各机构模块化设计，高可靠性，高稳定性，高集成度。C 型臂沿两端分别装有 X 射线系统和探测器，距离 1140mm；立柱传动单元使得 C 型臂中心可上下移动，移动范围为：700mm。C 型臂可在水平方向绕 C 型臂中心上下旋转 15°，移

动小车系统可带动工件前后移动及 360 度旋转，X 射线管辐射角为**。为防止设备碰撞而损坏设备，射线管和平板探测器不能单独移动位置。C 型臂本身的上下移动，加上样品的前后移动和 360 度旋转，可完全满足样品检测的任意角度需要。

涉密，不公示

图 9.1-2 机械结构示意图

②X 射线发射系统：X 射线管是可以看作是高压下的真空管，包含有两个电极，阴极灯丝加热下产生电子，在高压的作用下高速运动最后撞击到阳极金属靶上，靶面受高能电子撞击后，绝大多数（约 99%）动能转化为热能，少部分转化为 X 射线，X 射线管是一种可控的 X 射线产生装置，关闭电源后不会发射 X 射线。基本原理如下图所示：

涉密，不公示

图 9.1-3 X 射线发射系统基本原理示意图

③探测器成像系统：探测器表面的闪烁体将透过物体后衰减的 X 线转换为可见光，闪烁体下的非晶硅光电二极管阵列又将可见光转换为电信号，在光电二极管自身的电容上形成存储电荷，每个像素的存储电荷量与入射 X 线强度成正比，在控制电路的作用下，扫描读出各个像素的存储电荷，经 A/D 转换后输出数字信号，传送给计算机进行图像处理从而形成 X 线数字影像。

④图像处理系统：图像处理硬件系统由工控机，显示器，操作台，鼠标等硬件组成。

涉密，不公示

图 9.1-4 图像处理硬件传输信息示意图

图像软件正常启动时为全中文操作界面，主要包括工具栏，工具条，图像调节，图像显示区，状态栏，参数显示区等。

涉密，不公示

图 9.1-5 图像处理软件系统界面

⑤电气控制系统：电气控制单元主要由计算机处理系统与 PLC 逻辑控制单元组成，采用中央集成式控制方式，以可编程逻辑控制器 PLC 为核心，现场各传感器的信号反馈给 PLC，根据检测工艺，PLC 经过逻辑程序运算，完成相应电机运动控制；达到自动精确运动控制，同时保证人员和设备安全。

⑥辐射防护系统：铅房做到 6 面防护，外侧为钢-铅-钢夹层结构；内壁为方管焊接而成的框架，在寿命期限内有足够的强度、刚度、稳定性、耐腐蚀性、抗疲劳性等性能，以确保试验机和操作人员的安全。铅房上装有吊环，易于吊车搬运，下端装有支脚，以有利于叉车搬运。铅房顶部设有明显可见的报警灯，内部设有照明及摄像机。铅门入口设有红外线光幕，防止铅门闭合时夹伤未撤出铅门外人员。铅房内有紧急停止按钮，按下该停止按钮设备停止运行，保证维修时安全。

表 9.1-1 X 射线数字成像检测系统基本技术参数

设备型号	UNC-160
生产厂家	重庆日联科技有限公司
用途	用于铝压铸件内部无损探伤
设备尺寸	**
设备自屏蔽	**
最大管电压和最大管电流	**
成像方式	**
射线源与探测器距离	**
主束方向	**
成像器有效面积	**
标准扫描范围	**
出束角度	**
焦点尺寸	**
整机功率	**
整机重量	**
冷却方式	**

9.1.2 工作原理

由 X 射线管发出 X 射线，X 射线穿透被测物体，根据被测物体的不同密度及不同厚度对 X 射线的吸收和反射特性不同，成像器将穿透被测物体的 X 射线信息转换成灰度信息并传输给计算机，计算机通过图像处理软件对原始图像进行图像降噪、锐化等处理，将被检测物体内部结构状况清晰地显示出来，并根据需要进行数据的本地存

储、打印。

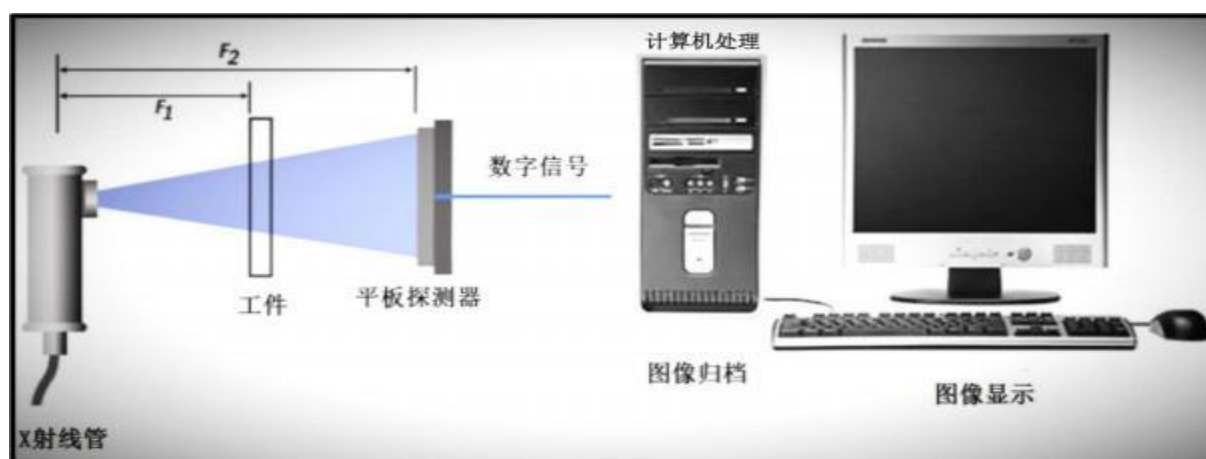


图 9.1-6 X 射线数字成像检测系统工作原理

9.1.3 工艺流程及产污环节

本项目使用的 X 射线数字成像检测系统工作流程为：

- (1) 打开设备总电源，射线机电源，打开控制计算机和图像计算机。
- (2) 计算机开启后，打开图像处理软件，在图像软件上连接运动控制软件，打开控制软件，在控制软件上连接 PLC 和图像软件，确保软件之间通信状态正常。
- (3) 使设备满足初始化条件，切换为自动状态，点击初始化按钮，进行初始化。
- (4) 将待检工件放置在检测平台上，关闭铅门。
- (5) 再次确认各通信是否正常，切换为自动状态，选择待检工件对应的数据库，使设备满足自动检测条件，按下控制软件上的开始自动检测按钮，开始自动检测流程，此环节产生 X 射线、少量臭氧及氮氧化物。
- (6) 当数据库全部位置检测完成后，射线关闭，手动打开铅门取出检测完毕的工件，再次放置待检测工件，关闭铅门。
- (7) 此时再次点击自动检测按钮，将重新开始自动检测流程。
- (8) 重复 (5) ~ (7) 对相同数据库工件进行检测。
- (9) 设备使用完毕后，关闭控制软件和成像软件后关闭计算机，关闭射线机电源钥匙开关，待计算机关闭后再为整个系统断电。

X 射线数字成像检测系统工艺流程及产污环节示意图见图 9.1-7。

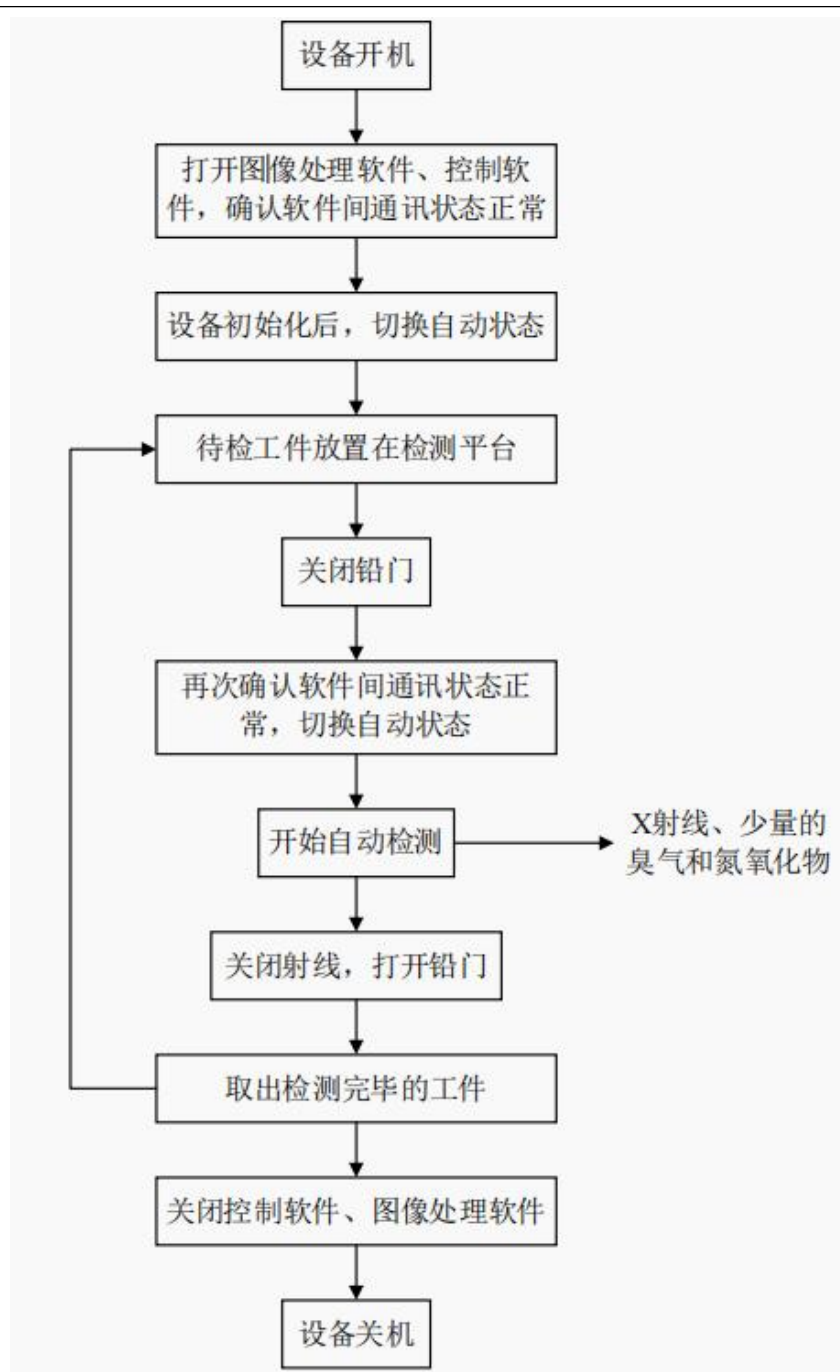


图 9.1-7 X 射线数字成像检测系统工艺流程及产污环节图

9.1.4 工作量预计

本项目 X 射线数字成像检测系统主要用于铝压铸件内部无损探伤，照射时射线方向根据工件具体情况朝向不同。辐射工作人员在操作室内操作位进行操作。本项目拟配置辐射工作人员 2 名，为操作人员，实行每天 8 小时工作制。项目建设完成后，工业 X 射线数字成像检测系统仅在本项目操作室使用。

根据建设单位提供数据，每个压铸造件从进入到离开 X 射线数字成像检测系统的时长约 1min，对每个铸造件曝光的时长约 30s。假设本项目 X 射线数字成像检测系统每天 8 小时不间断进行工件元器件无损探伤扫描，则每天曝光总时长 $8h \times (30 \div 60) = 4h$ ，每周工作**天，年工作**周，年最大曝光总时长为**h。

9.2 源项描述

9.2.1 施工期的污染源项

本项目 X 射线数字成像检测系统位于压铸厂房一层，无土建工程，不会产生施工废水和扬尘，同时不产生放射性废物、放射性废水和放射性气体。

本项目施工期产生噪声来源的主要是设备搬运和安装时产生间歇性噪声和振动，搬运和安装工作时间应避开午间和夜间休息时间，减少对项目周边人员产生影响。固体废物主要是包装箱、防震泡沫等固体垃圾，对废纸箱等可回收利用的施工废物料应予以回收利用，不可回收利用的收集后交由环卫部门清运，不得随意废弃。

本项目施工期不涉及射线装置的生产、调试和使用，因此，不会对周围环境产生电离辐射影响。

9.2.2 运营期的污染源项

（1）外照射源的强度

根据厂家提供数据，本 UNC-160 型 X 射线数字成像检测系统的最大管电压为**，最大管电流为**。

（2）正常工况

①放射性污染

根据 X 射线数字成像检测系统的工作原理可知，X 射线是随射线装置的开、关而产生、消失。本次项目所使用的 X 射线数字成像检测系统只有在开机并出线的状态时，才会有 X 射线的产生，不产生放射性气体、放射性废水及放射性固体废物。因此，在开机曝光期间，X 射线是该项目的主要污染因子。

在 X 射线数字成像检测系统开机曝光期间，对工件进行无损探伤时，X 射线对辐射工作人员及监督区周边的其他人员造成影响。

②非放射性污染

拟建项目 1 台 X 射线数字成像检测系统工作时最大管电压为**，依据 0.6kV 以上

的 X 射线能使空气电离，该项目运行时室内将产生少量的臭氧和氮氧化物，臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气。

③其他污染

本项目采用数字成像方式，在显示屏上直接显示探伤结果，不涉及胶片、影液等感光材料废物。无放射性废物及其他废气、废水和固体废物产生。

因此，在正常运行状态下，该项目对周围环境影响不大。

（3）事故工况

该 X 射线数字成像检测系统可能发生最大概率辐射事故主要有以下几个方面：

①X 射线数字成像检测系统在对工件进行检测的工况下，门-机联锁失效，致使防护门未完全关闭，致使 X 射线泄漏到铅屏蔽体外面，给周围活动的人员造成不必要的照射；

②在设备联锁失效时出束，工作人员误打开防护门，使其受到额外的照射；

③X 射线数字成像检测系统在检修、维护等过程中，检修、维护人员误操作，造成有关人员误照射。

本项目 X 射线数字成像检测系统事故状态下污染源项同正常工况。

表 10 辐射安全与防护

10.1 工作场所布局 and 分区

(1) 工作场所布局

拟建项目 UNC-160 型 X 射线数字成像检测系统位于压铸厂房西南侧建设 1 间操作室，操作室北侧为过道及表面处理工作区，南侧为库房及厂区道路，东侧为纸箱、托盘存放区及压铸工作区，西侧为厂区道路及仓库。

压铸厂房为一层建筑物，楼上楼下无建筑物，与其他生产区域相对独立，通过 X 射线数字成像检测系统自带的铅屏蔽体的有效屏蔽，不会对外环境人员造成影响，该项目的辐射工作场所布局是合理可行的。

(2) 工作场所分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中“6.4 辐射工作场所的分区：应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。”“6.4.1.1 注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区。”和“6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。”，项目将辐射工作场所分为控制区和监督区

控制区：应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

由于拟建项目使用的 X 射线数字成像监测系统自屏蔽材料的屏蔽作用，使得出束状态下 X 射线装置周围剂量率远低于国家标准的辐射剂量率限值。

根据分区原则以及结合拟建项目情况，拟建项目分区如下：

- ①控制区：将 X 射线数字成像检测系统自带的铅屏蔽体内的区域划为控制区。
- ②监督区：将 X 射线数字成像检测系统自带的铅屏蔽体外的操作室其他区域划为监督区。

本次辐射工作场所分区见表 10.1-1。

表 10.1-1 本项目辐射工作场所分区

序号	辐射工作场所	控制区	监督区
1	操作室	X 射线数字成像检测系统自带的铅屏蔽体内	X 射线数字成像检测系统自带的铅屏蔽体外的操作室其他区域

本项目 X 射线数字成像检测系统所在的操作室与其四周厂房内其他区域相对较为独立，控制区密封在自带的铅屏蔽体钢结构材料内部，无法进入，控制区边界采用门机联锁装置并设置电离辐射警示标志和工作状态指示灯；监督区无需专门的防护手段或安全设施，但需要对职业照射条件进行监督，设备出束状态下禁止无关人员进入监督区，并在该入口处悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，设置标明监督区的标牌。

参考《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中对 X 射线数字成像检测系统项目的辐射防护要求，由以上分析可知，该项目的辐射工作场所布局和分区合理可行，该项目固有的辐射防护设施以及公司拟为该项目落实的防护措施较全面和完善，符合相关要求。

涉密，不公示

图 10.1-1 辐射工作场所分区图

10.2 安全设施

10.2.1 屏蔽体构造和参数

该项目拟使用的 UNC-160 型 X 射线数字成像检测系统带铅质自屏蔽体，其外观

及内部结构见图 10.2-1、图 10.2-2。

涉密，不公示

图 10.2-1 UNC-160 型 X 射线数字成像检测系统外观

涉密，不公示

图 10.2-2 UNC-160 型 X 射线数字成像检测系统内部结构图

本项目 UNC-160 型 X 射线数字成像检测系统的屏蔽参数见表 10.2-1、图 10.2-3、图 10.2-4。

表 10.2-1 屏蔽体结构和屏蔽参数

项目	设计情况	屏蔽铅当量
尺寸	**	
净空尺寸	**	
前部（防护门侧）	**	5mmPb
防护门	**	5mmPb
后部	**	5mmPb
左部	**	5mmPb
右部	**	8mmPb
顶部	**	8mmPb
底部	**	5mmPb
通风口	**	5mmPb
出线口	**	5mmPb
注：取内衬铅板厚度作为屏蔽体铅当量，不计钣金和钢板屏蔽效果。		

涉密，不公示

图 10.2-3 X 射线数字成像检测系统正视图

涉密，不公示

图 10.2-4 X 射线数字成像检测系统俯视图

X 射线数字成像检测系统设有一个自动式防护门，供受检测工件进出。防护门与 X 射线高压控制电路联锁，从而保证在门未关闭的情况下，无法开启射线；或在门打开情况下，立即切断射线输出。

10.2.2 辐射工作场所拟采取的辐射安全措施

为确保辐射工作人员的工作环境和铅屏蔽体外部环境安全，以及避免辐射事故的发生，本项目辐射工作场所拟设置多重安全防护措施，因本项目 UNC-160 型 X 射线数字成像检测系统为设备厂家批量一体化设计并建造，设备出厂时其电路、电控及屏蔽防护系统、警示灯均已建设完成，建设单位无法增加 X 射线数字成像检测系统上的外置设备，如设备出束时的声音提示装置等。此外，非维护保养情况下，人员不进入铅屏蔽体内部。拟设置的辐射安全措施具体如下：

①门-机联锁

X 射线数字成像检测系统拟设置了门-机连锁，当铅门未完全关闭的状态，不能启动高压发生器，在高压发生器开启状态下，铅门不能被打开。此外，在铅屏蔽体内部安装了铅门开关按键及急停按键，以防操作者误操作将人员关在铅屏蔽体内，方便铅屏蔽体内部的人员在紧急情况下离开铅屏蔽体，铅屏蔽体内的人员可先将内部急停开

关按下（防止高压开启），再在内部将铅门打开。

②指示灯和声音提示装置

X 射线数字成像检测系统拟配备三色报警灯，绿色代表设备处于通电状态，黄色代表设备处于 X 射线“预备”状态，红色代表设备处于 X 射线“照射”状态和声音提示装置，指示灯和声音提示装置与 X 射线联锁。“预备”信号应持续足够长的时间。以确保操作室内人员安全离开，设备旁拟张贴说明标签及使用方法。

X 射线数字成像检测系统拟配备 1 套固定式辐射探测报警装置，其探头安装在铅门上方，显示器安装在操作台，便于操作位工作人员观察。

③准备出束声光提示

在开机出束前，铅房外将启动声光提示装置，提醒人员撤离，声音提示信号应持续足够长的时间，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。

④紧急停机装置

X 射线数字成像检测系统在操作台和铅屏蔽体内共设置 3 个急停开关，（有中文标识），且相互串联，按下按钮，以便辐射工作人员在日常检测工件时或维护保养状态下，发生紧急情况，按下急停开关即令设备停机，设备旁拟张贴说明标签及使用方法。铅房内的紧急止动按钮安装在维修门内，铅房外的紧急止动按钮安装在升降铅门旁，高度均为距离地面 1.2m。

⑤视频监控设施

现场监控主要由红外高清摄像头、录像机、显示器三部分组成，检测室内安装有红外高清摄像头，实时监控检测室检测状态，方便调整工件检测角度和安全监控检测室是否有人。

⑥警告标志

拟在 X 射线数字成像检测系统自带的铅屏蔽体表面及所在操作室进出门张贴明显的电离辐射警告标志并附中文警示说明。

⑦通风系统

X 射线数字成像检测系统设有机机械通风装置，铅房顶部开有 2 个 $\varnothing 155$ 的换气通风孔，配有轴流风机，其风量是 $330\text{m}^3/\text{h}$ ，根据设备尺寸推算内部体积约 5.7m^3 ，每小时换气次数可达 58 次，符合参考标准《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）“每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的要求，出风口设有铅板防护罩，最大程度上避

免射线泄漏，防护厚度为 5mm 铅板。

涉密，不公示

图 10.2-5 出风口、走线口防护措施

⑧监测设备

拟为辐射工作人员（2 人）配备 2 枚个人剂量计及 2 枚个人剂量报警仪，工作人员在进行工作时，正确佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。必须对职业人员进行个人剂量监测，对工作人员个人照射的累积剂量进行监测。各项规章制度、操作规程和应急处理设施应制定完善，严格按照相关规定操作。

辐射工作场所拟配备 1 台便携式剂量率测量仪，对正在工作的 X 射线数字成像检测系统进行剂量率监测，以确认 X 射线数字成像检测系统是否正常工作。辐射工作场所拟配备 1 台固定式场所辐射探测报警装置，剂量报警仪主机安装在操作台上，只要铅房内剂量超过预设剂量阈值，就会报警对正在工作的 X 射线数字成像检测系统的检测区场所进行实时监测，确保检测区剂量率正常。

⑨门禁系统

为加强 X 射线数字成像检测系统所在辐射工作场所的辐射安全管理，单位拟在操作室安装门禁或者门锁系统，仅辐射工作人员可进入该区域。同时在防护门入口设有红外线光幕，防止铅门闭合时夹伤未撤出铅门外人员。

⑩X 射线数字成像检测系统的退役

建设单位在后期的使用过程中，若因出现 X 射线数字成像检测系统的停用或退役，应将 X 射线数字成像检测系统中的 X 射线发生器处置至无法使用的状态，或者经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。当设备移走后，建设单位应办理辐射安全许可证中的探伤机设备辐射场所注销手续，同时清除该场所的所有电离辐射警告标志和安全告知。

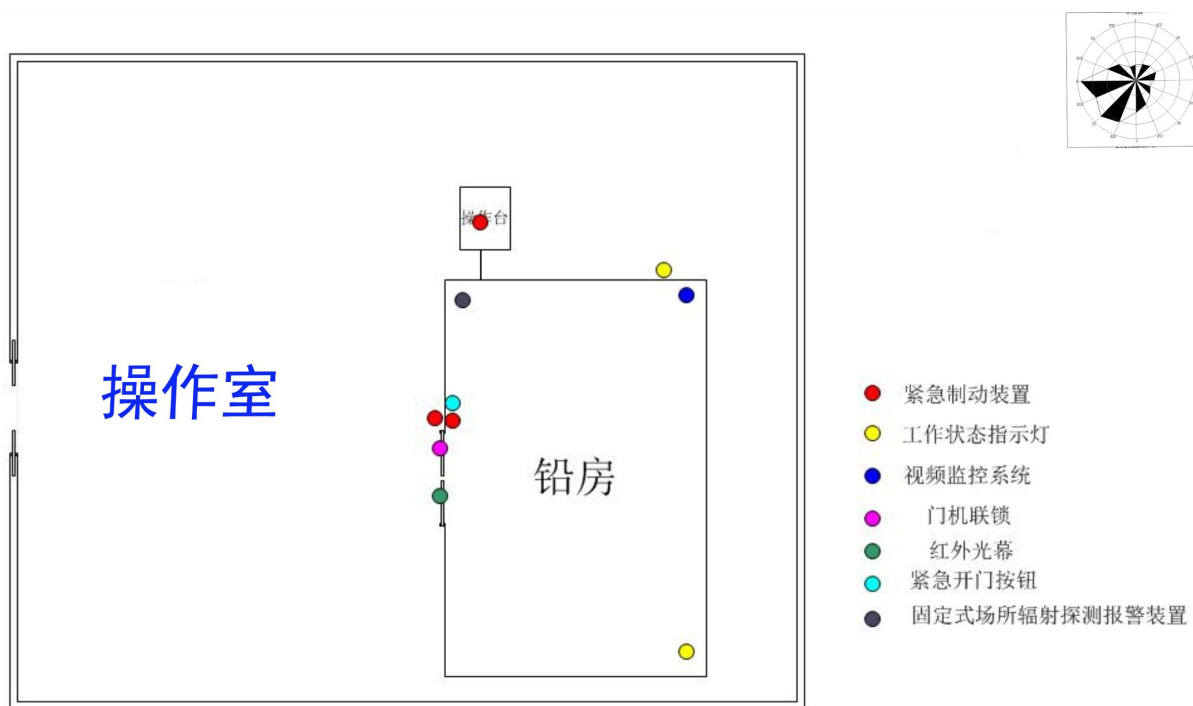


图 10.2.6 辐射安全装置布置示意图

10.3 防护与屏蔽评估

拟建项目 1 台 X 射线数字成像检测系统，属于Ⅱ类射线装置，采用了自带完整铅屏蔽的全钢防护设计，屏蔽体结构和屏蔽参数见表 10.2-1。该 X 射线数字成像检测系统的辐射源安装在一个全密封的自屏蔽外壳内。外壳采用三明治结构，中间夹层为铅板，外表层为钢板，采用至少**mm 钢板+**mm 铅板+**mm 钢板进行屏蔽，在 X 射线源一侧，屏蔽铅板最厚处采用**mm 钢板+**mm 铅板+**mm 钢板，能有效降低设备运行对周围环境造成的辐射影响。在通风口和出线孔均有防护厚度铅板和钨金防护，气流经导向后才进入室内，最大程度上避免射线泄漏。

10.4 辐射防护措施符合性分析

10.4.1 与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原国家环保总局令第 31 号）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（中华人民共和国环境保护部令 第 18 号）符合性分析

本项目辐射工作场所拟配置的各项辐射安全防护措施及管理制度与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原国家环保总局令第 31 号）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（中华人民共和国环境保护部令 第 18 号）中的相关要求对比，均符合该标准要求，符合性分析情况见表 10.4-1。

10.4.2 与《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）符合性分析

本项目辐射工作场所拟配置的各项辐射安全防护措施与《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的相关要求进行对比，均符合该标准要求，符合性分析情况见表 10.4-2。

表 10.4-1 辐射防护制度对照 31 号令及 18 号令等法规要求的对照表

31 号令及 18 号令等法规条文规定	拟建项目情况	符合情况
使用Ⅱ类射线装置，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	建设单位已成立辐射安全管理委员会，负责管理单位的辐射安全工作，确保辐射工作场所的正常运行。	符合
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。取得辐射安全培训合格证书的人员，应当每四年/五年接受一次再培训。	本项目拟配置的 2 名辐射工作人员，将参与省环保部门组织的电离辐射安全与防护培训，考核合格者方可上岗。	符合
放射性同位素与射线装置使用场所应当设置明显的放射性标志和中文警示说明，入口处应设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号，有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射安全措施。	本项目辐射工作场所拟设置电离辐射警示标识、视频监控及操作室设置门禁系统，可防止工作人员和公众受到意外照射。	符合
配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。	拟为辐射工作人员（2 人）配备 2 枚个人剂量计及 2 枚个人剂量报警仪，辐射工作场所拟配备 1 台辐射监测仪和 1 套固定式辐射探测报警装置，并能正常使用。	符合
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、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	建设单位已制定一套辐射管理规章制度文件，如有健全的操作规程、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，并严格实施。	符合
有完善的辐射事故应急措施。	建设单位已根据本项目实际情况制定辐射事故应急预案。	符合
生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度评估报告。	建设单位将在本项目正式运行后，编制辐射安全和防护状况年度评估报告，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度评估报告。	符合
生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。	拟为辐射工作人员（2 人）配备 2 枚个人剂量计及 2 枚个人剂量报警仪，并为辐射工作人员建立个人剂量和职业健康档案。	符合
生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。	本项目在建成并运行后，建设单位将委托有资质单位对辐射工作场所进行监测，并出具监测报告。	符合

表 10.4-2 各项辐射安全防护措施与《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）相关要求的对照表

GBZ117-2022 标准要求		拟建项目情况	符合性
4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。		本项目拟为辐射工作人员（2人）配备2枚个人剂量计及2枚个人剂量报警仪；辐射工作场所拟配备1台辐射监测仪和1套固定式辐射探测报警装置，并能正常使用。	符合
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、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门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/T 250。	X射线数字成像检测系统操作位于铅屏蔽体外左侧，避开有用线束直射方向（主束方向为上、下、前、后）。拟建项目X射线数字成像检测系统自带屏蔽体，屏蔽铅板最厚处高达8mm铅当量，厚度符合 GBZ/T250 要求。	符合
	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。	已根据 GB18871 的要求，对工作场所进行分区管理，X射线数字成像检测系统铅防护房内设为控制区，X射线数字成像检测系统操作室区域内设为监督区，实行分区管理。	符合
	6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。	X射线数字成像检测系统已经设置了门-机连锁，当铅防护门未完全关闭的状态，设备不能启动，在设备开启状态下，铅防护门不能被打开。此外，在铅屏蔽体内部安装了铅防护门开关按键及急停按键，以防操作者误操作将人员关在铅屏蔽体内，方便铅屏蔽体内部的人员在紧急情况下离开铅屏蔽体。	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。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。	X射线数字成像检测系统配备三色报警灯，位于设备顶部左侧，绿色代表设备处于通电状态，黄色代表设备处于X射线“预备”状态，红色代表设备处于X射线“照射”状态和声音提示装置，指示灯和声音提示装置与X射线联锁。“预备”信号应持续足够长的时间。以确保操作室内人员安全离开设备旁拟张贴说明标签及使用方法。	符合
	6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。	设备设有监视器，连接操作台，用于对设备内的实时X射线数字成像检测系统工作情况监视。	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志和中文警示说明。	X射线数字成像检测系统外设有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	在铅房内外和操作台上易于接触的地方共设置3个紧急止动按钮（有中文标识），且相互串联，按下按钮，高压电源立即被切断	符合

GBZ117-2022 标准要求		拟建项目情况	符合性
	伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。	并停止出束。铅房内的紧急止动按钮安装在维修门内，铅房外的紧急止动按钮安装在升降铅门旁，高度均为距离地面 1.2m。	
	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。	X 射线数字成像检测系统设有机械通风装置，铅房顶部开有 2 个 Ø155 的换气通风孔，配有轴流风机，其风量是 330m³/h，根据设备尺寸推算内部体积约 5.7m³，每小时换气次数可达 58 次，换气次数不小于 3 次。出风口设有铅板防护罩，防护厚度为 5mm 铅板。	符合
	6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	拟建项目建成后，X 射线数字成像检测系统所在区域均配备 1 台固定式场所辐射探测报警装置，计量报警仪主机安装在操作台上，只要铅房内剂量超过预设剂量阈值，就会报警，对正在工作的 X 射线数字成像检测系统的场所进行实时监测，确保剂量率正常。	符合
6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求	6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。	建设单位已制订详细的操作规程并进行内部培训，明确要求在使用射线装置前应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。	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。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告	建设单位将为拟建项目工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪，工作人员在进行工作时，正确佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。	符合
	6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。	建设单位拟委托第三方检测机构对 X 射线数字成像检测系统周围的环境辐射水平进行每年一次年度检测。并且日常拟使用 X-γ 辐射剂量率仪，定期（每月不少于 1 次）对设备外周围剂量当量率进行巡测，做好巡测记录。	符合
	6.2.4 交接班或当班使用便携式 X-γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X-γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。	建设单位已制订详细的操作规程并进行内部培训，明确交接班或当班使用剂量仪前，应检查剂量仪是否正常工作，如在检查过程中发现剂量仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。	符合
	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。	建设单位已制订详细的辐射防护制度，在 X 射线数字成像检测系统工作期间，现有辐射工作人员均已正确使用佩戴个人剂量计；将为拟建项目工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪，工作人员在进行工作时，正确佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。	符合
	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。	拟建项目 X 射线数字成像检测系统设有防护门，人员无法进入。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。	符合

10.5 项目安全设施可行性

根据本项目辐射工作场所拟设置的各项辐射安全与防护措施可知，本项目 X 射线数字成像检测系统自带铅屏蔽体，有固定的辐射工作场所，且场所均设有相应的辐射安全和防护措施。本项目辐射工作场所拟设置的各项辐射安全和防护措施符合《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（中华人民共和国环境保护部令第 18 号）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）等相关文件的要求。

综上所述，本项目 X 射线数字成像检测系统自带铅屏蔽体采用的屏蔽材料和防护厚度能够有效屏蔽其辐射源产生的 X 射线，对辐射工作场所采取的辐射安全与防护措施符合相关要求。故本项目安全设施是合理可行的。

10.6 三废的治理

10.6.1 电离辐射

根据 X 射线数字成像检测系统的工作原理可知，X 射线是随射线装置的开、关而产生、消失。本次项目所使用的 X 射线数字成像检测系统只有在开机并出线的状态时，才会有 X 射线的产生，不产生放射性气体、放射性废水及放射性固体废物。因此，在开机曝光期间，X 射线是该项目的主要污染因子。

在 X 射线数字成像检测系统开机曝光期间，对工件进行无损检测时，X 射线对辐射工作人员及监督区周边的其他人员将造成影响。

10.6.2 废气

本项目拟使用的 X 射线数字成像检测系统在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧和氮氧化物，臭氧在空气中 50min 后会自动分解为氧气。项目 X 射线数字成像检测系统设有机械通风装置，排风机风量 330m³/h，出风口设有铅板防护罩。产生的臭氧和氮氧化物最终通过操作室内通风装置排至室外。臭氧和氮氧化物排出到室外后可经自然扩散、分解和稀释后对周边环境基本无影响。该项目采用数字成像方式，在显示屏上直接显示探伤结果，不涉及胶片、影液等感光材料废物。无放射性废物及其他废气、废水和固体废物产生。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

拟建项目 1 台 X 射线数字成像检测系统位于已建的压铸厂房内西南侧，无土建工程，不会产生施工废水和扬尘，同时不产生放射性废物、放射性废水和放射性气体。

拟建项目产生噪声来源的主要是设备搬运和安装时产生间歇性噪声和振动，搬运和安装工作时间应避开午间和夜间休息时间，减少对项目周边人员产生影响。固体废物主要是包装箱、防震泡沫等固体垃圾，对废纸箱等可回收利用的施工废物料应予以回收利用，不可回收利用的收集后交由环卫部门清运，不得随意废弃。

故建设过程中对环境的影响非常小。

11.2 运行阶段对环境的影响

本项目 1 台 X 射线数字成像检测系统的主要环境污染因子是能量流形式的 X 射线。X 射线数字成像检测系统的型号为 UNC-160，设备基本工作参数见表 11.2-1。X 射线管靶点距离各墙面距离情况见表 11.2-2 及图 11.2-1、图 11.2-2。

表 11.2-1 X 射线数字成像检测系统工作参数

名称	参数
设备型号	UNC-160
最大管电压, kV	**
最大管电流, mA	**
X 射线机光电管正常工作时的电压范围, kV	**
X 射线光机电管正常工作时的电流范围, mA	**
每次检测 X 射线的检测时间, 分钟/次	**
工作前训机时间, 分钟	**
每个工件的检测次数, 次/件	**
每天检测工件的个数, 个/日	**
周工作天数, 天/周	**
年工作天数, 天/a	**
最大扫描区域	**

表 11.2-2 X 射线管靶点距离各面墙体距离情况一览表

方向	距铅房内表面 距离 mm	屏蔽体厚度 mm	距关注点的距离 mm (屏蔽体外 30cm 处)
X 射线管靶点垂直从上往下 (下面)	948	5	1253
X 射线管靶点水平从后往前 (前面)	665	5	970

X 射线管靶点垂直从下往上（上面）	972	8	1280
X 射线管靶点水平从前往后（后面）	1300	5	1605
X 射线管靶点水平从左往右（右面）	1526	8	1834
X 射线管靶点水平从右往左（左面）	424	5	729
X 射线管靶点水平从后往前（防护门）	860	5	1165
X 射线管靶点水平从右往左（操作台）	/	5	1529

涉密，不公示

图 11.2-1 X 射线管靶点与铅房内表面距离图（俯视图）

涉密，不公示

图 11.2-1 X 射线管靶点与铅房内表面距离图（正视图）

11.2.1 辐射环境影响分析

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）“4 探伤室辐射屏蔽估算方法”并结合本项目情况及特点对屏蔽防护体的屏蔽效果进行计算。本项目计算取电流为**mA，电压为**kV，建设单位提供的设备射线装置年最大出束时间为**h，一年按 50 周计算，则每周受照射最大时间为**h。

拟建项目选用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及第 1 号修改单中计算方法进行理论计算。本项目 UNC-160 型工业 X 射线数字成像检测系统主束方向定向型，有用线束自东向西，该方向按照有用线束进行预测计算，东侧按照漏射 X 射线进行考虑，其他方向按照散射辐射和泄漏辐射的复合作用进行考虑。

11.2.1.1 估算模式及参数选取

（1）关注点剂量率参考控制水平的确定

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及第 1 号修改单，辐射屏蔽的剂量参考控制水平如下：

①探伤室辐射屏蔽的剂量当量率（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（ $H_{c,d}$ ）：

（a）人员在关注点的周剂量参考控制水平 H_c 如下：

职业工作人员： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

公众： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

每年按 50 周计算，辐射工作人员和公众对应的年有效剂量限值分别为 5mSv、0.25mSv。

（b）相应 H_c 的导出剂量率参考控制水平 $H_{c,d} (\mu\text{Sv}/\text{h})$ 按下式计

$$\text{算： } H_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \quad (11-1)$$

式中：

H_c —周剂量参考控制水平，单位为微希每周（ $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ），拟建项目周剂量控制水平辐射工作人员取 100 $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，公众取 5 $\mu\text{Sv}/\text{周}$ （每年按 50 周计算，辐射工作人员和公众对应的年有效剂量限值分别为 5mSv、0.25mSv）；

U —探伤装置向关注点方向照射的使用因子，射线装置向关注点方向照射的使用因子。本项有用线束自东向南，因此南侧使用因子取 1，余下三侧、顶部、

底部、和防护门（操作位）的使用因子取 1/4；

T—人员在相应关注点驻留的居留因子，参考人员在辐射场所周围的实际驻留位置取值；按照拟建项目对辐射工作人员最不利的情况分析，X 射线数字成像检测系统在放置工件后，在操作位（前侧防护门）进行操作；操作台（前侧防护门）及 X 射线数字成像检测系统自带铅屏蔽体外为全居留，居留因子保守取 1。

t—探伤装置周照射时间，单位为小时每周（h/周）；拟建项目 1 台 X 射线数字成像系统电压为**kV，电流为**mA，设备每周出束时间为**h。

（B）关注点最高剂量率参考控制水平 $H_{c,max}$ ：

$$H_{c,max}=2.5\mu\text{Sv/h}$$

（C）关注点剂量率参考控制水平 H_c ： H_c 为 $H_{c,d}$ 和 $H_{c,max}$ 二者的较小值。

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①。

（B）除②（A）的条件外，应考虑下列情况：

（a）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①（C）的剂量率参考控制水平 $H_c(\mu\text{Sv/h})$ 加以控制。

（b）对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 100uSv/h。拟建项目铅房顶部保守取值 10μSv/h。

表 11.2-3 关注点剂量率参考控制水平计算结果

关注点	U	T	H_c ($\mu\text{Sv/周}$)	t (h/周)	$\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	$H_{c,max}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	\dot{H}_e ($\mu\text{Sv/h}$) / $\mu\text{Sv/h}$
左侧	1/4	1	100	24	**	**	**
右侧（主束方向）	1	1	100		**	**	**
上侧	1/4	1	100		**	**	**
下侧	1/4	1	100		**	**	**
前侧	1/4	1	100		**	**	**
后侧	1/4	1	100		**	**	**
前侧防护门	1/4	1	100		**	**	**
左侧操作位	1/4	1	100		**	**	**

(2) 屏蔽投射因子

对于给定的屏蔽物质厚度 X ，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按 (11-2) 计算：

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

式中：X—屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位，mm；

TVL—半值层厚度，见《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》附录 B 表 B.3，mm，本项目 1 台 X 射线数字成像检测系统最大管电压为**kV，运用内插法得出**kV 的 TVL 值为**mm，不考虑钢板的屏蔽。

设备表面屏蔽透射因子计算结果见表 11.2-4。

表 11.2-4 设备表面屏蔽透射因子

名称	射线束	射线能量 (kV)	屏蔽材料及厚度 X (mm)	半值层厚度 TVL (mm)	屏蔽透射 因子 B
前面	泄漏	**	**	**	1.69×10^{-5}
后面	泄漏	**	**	**	1.69×10^{-5}
上面	泄漏	**	**	**	2.29×10^{-8}
下面	泄漏	**	**	**	1.69×10^{-5}
左面	泄漏	**	**	**	1.69×10^{-5}
右面	主束	**	**	**	2.29×10^{-8}
前面防护门	泄漏	**	**	**	1.69×10^{-5}
左面操作位	泄漏	**	**	**	1.69×10^{-5}

(3) 有用线束

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad (11-3)$$

式中：

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

I —X 射线装置的常用最大管电流，mA，本项目 UNC-160 型 X 射线数字成像检测系统取 $I=**\text{mA}$ ；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，本项目 UNC-160 型 X 射线数字成像检测系统查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录表 B.1 可得，最大管电压**kV，最大输出量 $H_0=18.3\text{mSv} \cdot \text{m}^2 (\text{mA} \cdot \text{min}) = 1.098 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 (\text{mA} \cdot \text{h})$ 。

B —屏蔽透射因子，见表 11.2-4， $B=2.29 \times 10^{-8}$ 。

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m），辐射源点至装置各方向距离如图 10.2-3、图 10.2-4 所示，本项目取 X 射线管靶点到铅屏蔽体表面 30cm 处作为关注点见表 11.2-2。

则设备主射线辐射屏蔽效果预测结果见表 11.2-5。

表 11.2-5 有用线束方向屏蔽效果预测表

点位	I (mA)	B	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2$ (mA·h)	R(m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率控制 要求/ $\mu\text{Sv/h}$	评价
右面	**	**	**	**	**	**	满足

（4）泄漏辐射

在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关心点的泄漏辐射剂量 \dot{H}_c 按下式计算

$$\dot{H}_{\text{漏}} = \frac{\dot{H}_L \cdot B_2}{R^2} \quad (11-4)$$

式中：

\dot{H}_L —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ），根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）表 1 中的规定，拟建项目 X 射线数字成像检测系统机管电压 **kV，取 $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

B_2 —漏射屏蔽因子，见表 11.2-4。

（5）散射辐射

射线机有用线束经过工件 90° 散射后，散射线最高能量低于入射 X 射线的最高能量，拟建项目保守分析，X 射线数字成像检测系统取散射后的 X 射线能量为 **kV。

在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关心点的泄漏辐射剂量 \dot{H} 按下式计算

$$\dot{H}_{\text{散}} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B_3}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad (11-5)$$

式中：

I —X 射线探伤装置在最高管电压下的最大管电流，单位为毫安（mA）；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，本项目 UNC-160 型 X 射线数字成像检测系统查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附

录表 B.1 可得，最大管电压 **kV，最大输出量 $H_0 = **\text{mSv}\cdot\text{m}^2 (\text{mA}\cdot\text{min}) = **\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2 (\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

TVL—什值层厚度：根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 B 表 B.2 查得：150kV < kV ≤ 200kV 原始 X 射线的 90° 散射辐射最高能量为 150kV。因此本项目 150kV 的 X 射线在铅中的什值层厚度约 **mm。

B₃-散射屏蔽因子，见表 11.2-6；

F—R₀ 处的辐射野面积，单位为平方米（m²），0.1866m²。

α—散射因子，入射辐射被单位面积（1m²）散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量当量率与该面积上的入射辐射剂量当量率的比。与散射物质有关，在未获得相应物质的 α 值时，可以求的 α 保守估计，见《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 表 B.3，本项目 UNC-160 型 X 射线数字成像检测系统的最大管电压为 **kV，保守取 200kV 时 0° 散射角的 α_w 值 1.9E-03，则散射因子 $\alpha = \alpha_w \times (10000/400) = 1.9\text{E-}03 \times (10000/400) = 4.75\text{E-}02$ ；

R₀—辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m），0.57m；

R_s—散射体至关注点的距离，单位为米（m），见表 11.2-2。

$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$ —根据 GBZ/T250-2014 表 B4.2，当 X 射线数字成像检测系统出束中心轴与扫描圆锥边界夹角为 **，探根据 GBZ/T250-2014 表 B4.2，当 X 射线探伤装置圆锥束中

心轴和圆锥边界夹角为 20° 时， $F = \Pi (R_0 \tan \theta)^2 = 0.135$ ，则 $\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} = 0.02$ 。

表 11.2-6 设备表面散射屏蔽因子

名称	射线束	射线能量 (kV)	屏蔽材料及厚度 X (mm)	什值层厚度 TVL (mm)	散射屏蔽 因子 B ₃
前面	散射	**	**	**	**
后面	散射	**	**	**	**
上面	散射	**	**	**	**
下面	散射	**	**	**	**
左面	散射	**	**	**	**
前面防护门	散射	**	**	**	**
左面操作位	散射	**	**	**	**

11.2.1.2 辐射环境影响估算

辐射屏蔽计算相关参数及理论计算结果分别见表 11.2-7。

表 11.2-7 非有用线束方向屏蔽效果预测表

参数		前面	后面	上面	下面	左边	前面防护门	左面操作位
设计厚度 (mm)		**	**	**	**	**	**	**
泄漏辐射	B ₂	**	**	**	**	**	**	**
	R (m)	**	**	**	**	**	**	**
	\dot{H}_L (μSv/h)	**						
	\dot{H} (μSv/h)	**	**	**	**	**	**	**
散射辐射	散射线能量 (kV)	**	**	**	**	**	**	**
	B ₃	**	**	**	**	**	**	**
	I	**	**	**	**	**	**	**
	$H_0 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 /$ (mA·h)	**						
	$\frac{F \bullet \alpha}{R_0^2}$	**						
	R _s (m)	**	**	**	**	**	**	**
	\dot{H} (μSv/h)	**	**	**	**	**	**	**
泄漏辐射和散射辐射复合 作用(μSv/h)		0.478	0.175	0.0003	0.287	0.847	0.332	0.193
剂量率参考控制水平 (μSv/h)		2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
评价		满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足

注：R_s 取装置表面外 30cm 为关注点。

由表 11.2-5 和表 11.2-7 的预测结果可知，本项目 UNC-160 型 X 射线数字成像检测系统主束射线方向最大辐射剂量率为 0.02μSv/h，屏蔽体外 30cm 处的泄漏辐射与散射辐复合作用最大剂量率为 0.847μSv/h，拟建项目 1 台 X 射线数字成像检测系统各关注点均满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中要求的“关注点最高剂量率参考控制水平 2.5μSv/h”的要求，同时也满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中要求的“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h”的要求。

11.2.2 年附加有效剂量估算

（1）剂量估算公式

《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中外照射人均年有效剂量的

估算模式，X-γ射线产生的外照射人均年附加有效剂量按下列公式计算：

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

其中：H：X-γ射线外照射人均年附加有效剂量，mSv；

\dot{H} ：X-γ射线当量剂量率，μSv/h；

t：射线装置年出束时间，小时；拟建项目 1 台 UNC-160 型 X 射线数字成像检测系统电压为**kV，电流为**mA，设备每周出束时间为**h，年工作**周，则人均年工作时间为**h 计。

T：人员居留因子，无量纲。根据人员在不同场所逗留的时间长短，取不同的居留因子。故左面操作位居留因子保守取 1，前面防护门、北侧过道及表面处理工作区保守取 1/8，东侧纸箱托盘存放区及压铸工作区、南侧车间仓库、西侧厂区道路及仓库偶然有人员经过的地方取 1/16。

（2）年附加剂量的估算

拟建项目为新建项目，南铝厂区内在此之前无其他相关辐射设备，因此不考虑辐射剂量叠加的情况。

根据福建省南平铝业股份有限公司提供资料可知，UNC-160 型 X 射线数字成像检测系统的操作人员为**人，操作人员一周工作时间**h，年工作**h。

本项目工作人员和公众成员个人年附加有效剂量估算结果见表 11.2-7。

表 11.2-7 工作人员及公众成员的年附加有效剂量估算结果表

对象		仪器型号	周操作时间 t (h/周)	年操作时间 t (h/a)	表面剂量率 \dot{H} (μSv/h)	居留因子 T	周剂量 H (μSv/周)	年剂量 H (mSv/a)
工作人员 (职业)	左面操作位	UNC-160	**	**	**	**	**	**
其他工作人员 (公众)	前面防护门				**	**	**	**
	前面 (北侧表面处理工作区)				**	**	**	**
	左面 (纸箱托盘存放区及压铸工作区)				**	**	**	**
	右面 (厂区道路及仓库)				**	**	**	**
	背面 (车间仓库)				**	**	**	**

由表 11.2-7 可知，本项目 X 射线数字成像检测系统机正常运行时，工作人员职业照射的周有效剂量为 4.632μSv/周，年有效剂量为 0.232mSv/a，满足《工业 X 射线探伤

放射防护要求》（GBZ117-2015）中的要求，即人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业人员不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值要求以及本项目职业人员的目标管理限值，即 $5\text{mSv}/\text{a}$ 。

公众人员受照射的周有效剂量最大值为 $1.434\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，年有效剂量最大值为 $0.072\text{mSv}/\text{a}$ ，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中的要求，即人员在关注点的周剂量参考控制水平，对公众不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值要求以及本项目公众的目标管理限值，即 $0.25\text{mSv}/\text{a}$ 。

11.2.3 三废治理措施后的环境影响分析

（1）电离辐射

根据 X 射线数字成像检测系统的工作原理可知，X 射线是随射线装置的开、关而产生、消失。拟建项目所使用的 X 射线数字成像检测系统只有在开机并出线的状态时，才会有 X 射线的产生，不产生放射性气体、放射性废水及放射性固体废物。拟建项目在采取对辐射工作场所分区、配备警示设施及个人剂量计等相关辐射安全防护措施后，对周围环境的影响较小。

（2）废气

X 射线数字成像检测系统在运行过程中，X 射线管加高压轰击靶材料而产生 X 射线。在此过程中，X 射线会电离空气产生少量的臭氧和氮氧化物，从而对周边环境产生一定的影响。由于 X 射线数字成像检测系统检测过程中，每次检测时间较短，且铅室间断性进出被检工件而打开、关闭防护门，产生的少量臭氧和氮氧化物不会形成局部聚集，且臭氧在 50 分钟后自动分解为氧气，另铅防护房安装有动力排风装置，排风机风量 $330\text{m}^3/\text{h}$ ，在工作期间保持开启，能满足每小时有效通风换气次数应不小于 3 次要求，故所产生的气体对周围环境空气质量及周围工作人员影响极小。

11.3 事故影响分析

拟建项目 X 射线数字成像检测系统只有在通电的情况下才有 X 射线发出，断电后无射线。因此只有在铅防护门、联锁装置或 X 射线检测设备发生故障的情况下，才可能导致工作人员和周围公众接受意外的 X 射线外照射。控制室内有剂量报警装置，如

果联锁失效，剂量报警装置就会报警，操作人员通过操作位急停按钮立即停机，切断高压或关闭电源，并组织有关人员进行维修，便可杜绝此类误照的事件发生。同时，应严格管理，使用过程中要经常定期检查和维修联锁系统、剂量报警装置及安全保障系统，仪器操作人员应严格按照操作规程进行运行操作并佩戴个人剂量片，每次开机前必须要确认联锁系统工作正常，才能进行开机运行。

11.3.1 事故分级

根据《放射性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 11.3-1。

表 11.3-1 辐射事故等级划分表

事故等级	事故情形
特别重大辐射事故	I类、II类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。
重大辐射事故	I类、II类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	III类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故	IV类、V类放射源丢失、被盗、失控，或放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

11.3.2 辐射事故识别

拟建项目 X 射线数字成像检测系统属于 II 类射线装置，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 射线数字成像检测系统只有在通电开机的情况下才有 X 射线发出，断电后无射线，可能发生的事故工况导致工作人员和周围公众接受意外的 X 射线外照射，主要有以下几种情况：

（1）辐射工作人员还未全部撤离铅屏蔽室，操作人员启动设备，造成滞留人员的误照射；

（2）门—机联锁装置发生故障，X 射线数字成像检测系统工作时人员打开铅室并误入，造成有人员被误照射；

（3）X 射线装置在对工件进行 X 射线检测时，门—机联锁发生故障，导致在防护门未关到位的情况下射线发生器出束，X 射线泄露使附近人员受到不必要的照射；

(4) 视频监控系统失效，人员未全部撤离铅防护房，辐射工作人员开启 X 射线数字成像检测系统，对操作人员造成误照射；

(5) 设备检修时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启 X 射线发生器，使检修人员受到意外照射；

(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。

11.3.3 辐射事故后果计算

假定在事故情况下，人员误入曝光室，X射线直接照射到人员，人员受到的有效剂量与 X 射线数字成像检测系统产生的初级射线束造成的空气吸收剂量有关，在空气中 X 射线数字成像检测系统产生的初级射线束造成的空气吸收剂量可用式（11-7）计算：

$$D=I\delta_x/r^2 \dots\dots\dots (11-7)$$

式中：

D—空气吸收剂量率，mGy·min⁻¹；

I—管电流，mA；本项目取**mA；

δ_x —X 射线机的发射常数，取**mGy·m²/（mA·min）；

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式（11-8）计算：

$$E=D\cdot\sum W_T\cdot\sum W_R \dots\dots\dots (11-8)$$

式中：

E—人员受到的有效剂量率，mSv·min⁻¹；

W_T —组织权重因数，全身为 1；

W_R —辐射权重因数，X 射线为 1。

根据式 11-7 及 11-8，事故情况下保守考虑，人员无任何屏蔽措施，未穿戴防护设备且未携带个人剂量报警状态下误入铅房内部。由于铅房内外和操作台内均安装有紧急止动开关按钮，当发生辐射事故时候，相关人员可以立即通过铅室或操作台紧急止动开关中断电源，整个处理时间约 10s，单次辐射事故受照射剂量计算结果见表 11.3-2。

表 11.3-2 事故情况下周围人员受到的剂量估算结果

类别	工作电压	工作电流	X 射线源正面距离 (m)	暴露吸收剂量率 (mSv/次)		
				1s	5s	10s
X 射线数字成像检测系统	**kV	**mA	0.5	1.188	5.94	11.88
			1	0.297	1.485	2.97
			1.5	0.132	0.66	1.32

通过计算结果表明，人员在位于出束点主射方向 0.5m 位置持续受照 10s 时受照剂量最大为 11.88mSv/次（未考虑反射时能量的衰减，仅计算距离衰减），未超过 GB18871-2002 中职业照射水平任何一年的有效剂量 50mSv 限值，超过公众照射年有效剂量 1mSv 限值。对本项目来说，最大可信事故为一般辐射事故。

在实际工作情况下，周围公众难以直接进入铅房内部。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。

11.3.4 辐射事故处置方案

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条及《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》（原国家环境保护总局环发 145 号文件）等相关规定，发生辐射事故时，应当立即启动本单位事故应急预案，采取应急措施，并根据事故等级判断是否向当地生态环境主管部门、公安部门、卫生健康主管部门报告。

针对拟建项目可能发生的辐射事故，拟建项目采取的处理原则是：

①立即消除事故源，防止事故继续蔓延和扩大，即第一时间断开电源，停止 X 射线的产生。

②及时检查、估算受照人员的受照剂量，如果受照剂量较高，应及时安置受照人员就医检查；及时处理，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。这样可以缩小事故影响，减少事故损失。

③事故处理后分析相关资料，及时总结报告。公司对于辐射事故进行记录：包括事故发生的时间和地点、所有涉及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。

④对可能发生的辐射事故，应及时采取措施，妥善处理，以减少和控制事故的危

害影响，并接受监督部门的处理，同时及时上报生态环境主管部门和卫生健康主管部门。

11.3.5 辐射事故防范措施

引起辐射事故事件的原因可分为人为因素、技术因素或其它因素。人为因素如蓄意破坏、偷盗、违反操作规程、操作失误、安全观念淡薄、管理缺失等；技术因素为设计不合理、设备故障等；其它因素如自然原因等。为加强辐射安全管理工作，公司应从辐射安全管理、辐射安全意识两方面着手，提高辐射安全文化素养，加强辐射防护意识，预防辐射事故发生。为减少事故发生，公司需做好以下工作。

（1）事故报告程序

一旦发生辐射事故，辐射工作人员立即封闭现场，通讯员负责联络事故应急处理领导小组和应急处理专业队伍。根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，在事故发生后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。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康部门报告。

（2）辐射事故应急措施

①一旦发现有人员误入或误留机房，工作人员应立刻切断电源，确保射线装置停止工作；

②误入或误留人员应在最短的时间内撤离机房。机房外划出警戒范围，设置明显的电离辐射标志，禁止公众人员入内；

③对可能受到超剂量照射的人员，尽快安排其接受检查或在指定的医疗机构救治；

④发现上述事故者应立即报告公司辐射事故应急办公室，由公司辐射事故应急办公室上报当地生态环境部门，造成或可能造成人员超剂量照射的同时上报当地卫生健康部门；

⑤事故处理完毕后，成立事故调查小组，分析事故原因，总结教训。

事故发生后，除了上述工作外，还应进行以下几项工作：

①确定现场的辐射强度及影响范围，划出禁入控制范围，防止外照射的危害。

②根据现场辐射强度，确定工作人员在现场处置的工作时间。

③现场处置任务的工作人员应佩带防护用具及个人剂量计和剂量报警仪。

④应尽可能记录下现场有关情况，对工作人员可能受到的事故照射剂量，可针对事故实际情况进行评估，并对工作人员进行健康检查和跟踪，按照国家有关辐射卫生防护标准和规范以及相关程序，评估事故对工作人员健康的影响。

⑤事故处理后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生的原因，从中吸取经验和教训，必须采取措施防止类似事故再次发生。

⑥以上应急响应流程公司应每年组织演练一次。

(3) 事故预防措施

针对可能发生的辐射事故，拟建项目采取的预防措施见 11.3-3。

表 11.3-3 事故预防措施表

事故工况	采取措施
①辐射工作人员还未全部撤离铅屏蔽室，操作人员启动设备，造成滞留人员的误照射	必须进行联锁装置的定期检查，严格按照操作规程进行作业，确保安全。每天检测作业前，检查确认辐射安全联锁、急停开关、X 射线数字成像检测系统完好性等项安全措施，避免联锁失灵等设施设备事故。杜绝联锁装置旁路情况下开机操作。
②X 射线数字成像检测系统装置在对工件进行 X 射线检测时，人为解除门机联锁装置或门机联锁装置发生故障，导致在防护门未关到位的情况下射线发生器出束，X 射线泄露使周边人员受到不必要的照射。	
③视频监控系统失效，人员未全部撤离铅防护房，辐射工作人员开启 X 射线数字成像检测系统，对操作人员造成误照射。	对视频监控系统必须进行定期检查，严格按照操作规程进行作业，确保安全。
④门—机联锁装置发生故障，X 射线数字成像检测系统工作时人员打开铅室并误入，造成有人员被误照射。	辐射工作人员佩戴个人剂量片和个人剂量报警仪，个人剂量计应定期送交有资质的检测部门进行检测，并建立个人剂量档案，确保工作人员的照射剂量控制在剂量管理限值范围内。个人剂量报警仪在工作期间，随身携带，并设定安全阈值和报警，同时为确保检测值准确，建设单位应定期将个人剂量报警仪和辐射监测仪送有资质单位检定或校准。
⑤设备检修时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启 X 射线发生器，使检修人员受到意外照射。	调试、维修、维护作业应由专业人员按规定程序完成，作业过程中应有两名有维修资格的人员操作，拔下控制台安全联锁钥匙，并在控制台设立维修标牌。作业完工后应确认维护门关闭，安全联锁恢复。维修人员需佩戴个人剂量报警仪。

综上所述，项目拟采取的防护措施可预防事故情况发生，避免人员受到不必要的照射。

11.4 退役对环境的影响

拟建项目退役时，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第18号，2011年）相关规定，使用I类、II类、III类放射源的场所，生产放射性同位素的场所，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》确定的甲级、乙级非密封放射性物质使用场所，以及终结运行后产生放射性污染的射线装置，应当依法实施退役。

X射线数字成像检测系统的射线随设备开机产生，关机时不产生辐射影响。但X射线数字成像检测系统的X射线屏蔽材料含铅，有一定毒性，必须回收利用或按规定处置；X射线数字成像检测系统的X射线装置的射出窗上使用了铍，应予以回收利用不得随意废弃。因此，X射线数字成像检测系统退役时，应送往有资质的单位回收，确保退役后的安全处置，不得随意丢弃。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 辐射安全与环境保护管理机构

福建省南平铝业股份有限公司辐已成立了辐射安全与环境管理机构，并明确了相应的职责。辐射安全与环境管理机构小组以董事长周策为组长，林国城等为成员的辐射安全领导小组负责辐射安全与环境保护管理工作，满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中规定的：“使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作”。

领导小组具体职责：

- （1）负责对本公司 X 射线数字成像检测系统安全防护工作和辐射环境保护工作（以下称辐射安全与环境管理工作）实施统一监督管理；
- （2）负责本公司的环境影响评价报告的申报和协助有关部门进行验收；负责本公司辐射工作许可证的申报以及协助相关部门进行审核；负责对本公司辐射项目“三同时”制度执行情况进行检查；
- （3）监督本公司辐射污染的防治工作；负责本公司辐射设备的日常监督管理；负责本公司辐射安全与环境管理的监察工作；负责本公司辐射污染的治理整改以及辐射污染纠纷的处理；
- （4）负责制定辐射环境污染事故应急预案；组织开展一般辐射事故的应急响应工作；配合有关部门对本公司一般以上辐射事故的应急响应、调查处理和定级定性工作；
- （5）负责本公司辐射安全和环境管理队伍的建设。

综上，福建省南平铝业股份有限公司的辐射安全管理满足相关规定及要求，此外，福建省南平铝业股份有限公司在 UNC-160 型 X 射线数字成像检测系统运行后，应注重设备安全及人员的辐射安全管理，设备安全的安全管理主要包括定期对设备安全联锁系统、警示灯等措施进行检查及记录，人员的安全管理主要包括个人剂量计的配备管理、定期进行辐射安全培训、个人剂量监测及职业健康体检等。

12.1.2 辐射工作人员配置

福建省南平铝业股份有限公司按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定，拟配备 2 名辐射工作人员，并制定考核计划。因此，在人员配备到位且通过核技术辐射安全与防护考核后，本项目辐射工作人员的配置是满足要求的。

福建省南平铝业股份有限公司已制定计划拟安排 2 名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上学习“辐射安全管理”岗位相关知识，并在辐射安全与防护培训平台上网络报名参加考核，直到成绩合格，取得培训合格证书后持证上岗。在今后的工作中公司还应不断加强对职业人员的有关技能和辐射安全防护知识的再教育或培训，进一步提高对专业技能和辐射防护工作重要性的认识。

12.2 辐射安全管理规章制度

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正本，生态环境部部令第 20 号，原国家环保总局令第 31 号）、《突发环境事件信息报告办法》（环保部令第 17 号）及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部令第 18 号）等相关规定，福建省南平铝业股份有限公司制定了《辐射安全防护和安全保卫制度》《辐射事故/事件应急预案》《辐射工作岗位职责》《辐射环境监测方案》《辐射安全和防护设施维护维修制度》《辐射工作人员培训计划》《辐射个人剂量和健康管理制度》等辐射安全管理制度，相关制度见表 12.2-1 和附件五。

表 12.2-1 建设单位已建立的管理制度

序号	要求建立管理制度	公司对应建立的管理制度内容
1	辐射防护和安全管理制 度	公司制定了《辐射防护和安全管理制 度》对公司辐射工作人员职 责、检测工作程序和个人防护作出要求。
2	应急预案	公司制定了《辐射事故/事件应急预案》，规定了发生辐射事故时公司 相关人员职责和处理程序，将辐射事故的影响减少到最小。
3	岗位职责	公司制定的《辐射工作岗位职责》明确了辐射工作人员和管理人员 在辐射工作中各自的责任。
4	监测计划	公司制定的《辐射环境监测方案》中规定了委托监测和日常监测的 频率和内容，并要求对检测结果存档保留。
5	培训计划	公司制定的《辐射工作人员培训计划》中规定了辐射工作人员必须 参加生态环境部门组织的辐射安全与防护培训，持证上岗，并对内 部培训做了要求。
6	操作规程	公司制定的《X 射线数字成像检测系统操作规程》中规定了辐射工 作人员操作探伤机的详细流程，能减少辐射事故的发生。
7	设备检修维护制度	公司制定的《辐射安全和防护设施维护维修制度》中提出了对安全 防护设备和 X 射线数字成像检测系统的定期检修和维护要求，能防 止因设备损坏造成辐射事故。

8	使用登记、台账制度	公司制定的《射线装置使用台账管理制度》中提出了 X 射线数字成像检测系统使用情况进行登记。
9	职业健康监护制度	公司制定的《辐射个人剂量和健康管理制
10	辐射工作人员个人剂量档案制度	

项目建设和单位的辐射安全管理规章制度符合中华人民共和国环境保护部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等管理规定，拟建项目在建成后，应对辐射安全管理制度进行及时更新。

12.3 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：

1、辐射工作人员个人剂量监测

按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求：应对从事探伤工作的人员按 GBZ128 的要求进行个人剂量监测，按 GBZ98 的要求进行职业健康监护。根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的规定，职业照射个人剂量档案应终身保存。建设单位将按照有关要求，对辐射工作人员上岗前进行职业健康检查，经检查合格后方可从事辐射工作。委托检测机构对辐射工作人员进行个人剂量监测，工作人员按要求佩戴检测机构发放的个人剂量计上岗，定期回收读出个人受照剂量，监测周期为 3 个月，并按要求建立个人剂量档案及职业健康档案，并为辐射工作人员长期保存职业照射记录。建设单位应根据每年的工作人员的变化增加个人剂量计。

2、环境监测

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中的相关规定，项目正常运行后，建设单位应该对辐射工作场所周围的环境进行背景监测，不具备自行监测能力的，可以委托具有检测机构资质认证的环境监测机构进行监测。

具体监测方案如下：

①监测内容：对该建设单位辐射工作场所四周环境进行辐射水平监测。

②监测频度：项目正常运行后进行监测，以后每年委托有资质单位进行一次年度监测。

③监测范围：主要对辐射工作场所周围的环境进行监测，重点对辐射工作场所周围的人员流动较多的地方进行监测。

④监测项目：X- γ 辐射空气吸收剂量率。

3、工作场所和周围环境监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号）的相关规定，使用射线装置的单位应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。并将监测记录资料统计结果及时上报主管部门，以便了解和监护防护设施的运行情况，为主管部门下一步辐射防护决策提供科学技术依据。

具体监测方案如下：

①检测内容：对该建设单位辐射工作场所四周环境进行常规监测。监测数据每年年底向审批部门上报备案。

②监测频度：在项目建成运行后应进行项目的验收监测，以后每年委托有资质单位进行一次年度监测。

③监测范围：主要对铅屏蔽体外 30cm 及周围进行监测，重点对设备周围、防护门及操作台等处进行监测。

④监测项目：X- γ 辐射空气吸收剂量率。

4、常规监测

①待项目建成后，X 射线数字成像检测系统所在区域拟配备 1 台便携式剂量率测量仪，对正在工作的 X 射线数字成像检测系统进行剂量率监测，以确认 X 射线数字成像检测系统是否正常工作。

②待项目建成后，X 射线数字成像检测系统所在区域拟配备 1 台固定式场所辐射探测报警装置，对正在工作的 X 射线数字成像检测系统的检测区场所进行实时监测，确保检测区剂量率正常，发现问题及时整改，所有监测记录均存档备查。

5、竣工环保验收监测

公司应根据核技术利用项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4 号）、《建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类》（生态环境部公告 2018 年第 9 号）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行

验收，委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，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。拟建项目环保设施验收期限一般不超过 3 个月，需要对该类环保设施进行调试或者整改的，验收期限可适当延期，但最长不超过 12 个月。

具体监测计划见表 12.3-1。

表 12.3-1 拟建项目辐射监测计划

监测计划	监测方案	监测项目	监测频次	监测方式	控制要求
辐射工作人员个人剂量监测	辐射工作人员各配备 1 枚个人剂量计	年有效剂量	每季度一次	委托有资质单位检测	5mSv/a
常规监测	①X 射线数字成像检测系统自带铅屏蔽体外四周及门缝 30cm 处； ②设备操作台； ③ 自屏蔽体周围 50m 内的巡测及人员经常停留位置。	X-γ辐射剂量率	每月 1 次	自行使用便携式 X-γ剂量率测量仪监测	剂量率不大于 2.5μSv/h
工作场所和周围环境监测			每年 1 次	委托有资质单位检测	
竣工环保验收			竣工后调试阶段开展竣工环保验收监测，监测一次		
监测依据	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2021）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）、《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）				

12.4 辐射事故应急

12.4.1 辐射事故/事件应急处理机构与职责

（1）辐射事故/事件应急处理领导小组

公司成立辐射事故（事件）应急指挥中心，组织、开展辐射事件的应急处理救援工作，其日常工作由安环保卫部负责。本公司董事长周策为总指挥，副总指挥由公司总经理**、副总经理**担任。总经理为辐射安全第一责任人，第一责任部门为压铸车间。

公司辐射事故/事件应急组织结构见图 12.4-1。

（2）应急处理领导小组职责

1) 总指挥

- ①负责全面指挥全单位的应急救援工作；
- ②负责批准应急救援预案的启动与终止；
- ③接受政府的指令和调动；
- ④负责确定事故(事件)现场的指挥人员；
- ⑤负责确定事故(事件)状态下各级人员的职责；
- ⑥负责人员、资源配置、应急队伍的调动工作。

2) 副总指挥

- ①在总指挥不在时代替行使总指挥职责；
- ②负负责事故(事件)应急救援中的现场抢险指挥工作；
- ③负责事故(事件)应急救援中的技术指挥工作；
- ④协调解决好医疗救护、后勤保障、通讯联络相关工作；
- ⑤协助总指挥协调事故(事件)现场的其他相关工作。

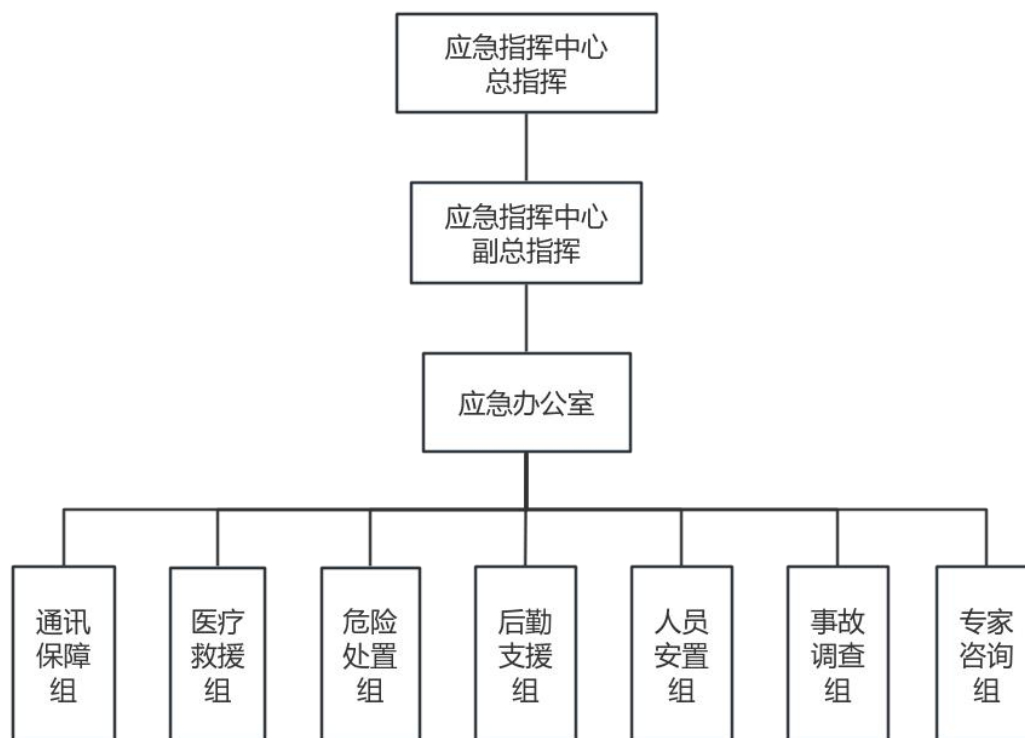


图 14.4-1 公司辐射事故/事件应急组织结构图

12.4.2 辐射事故应急预案和应急人员的培训演习计划

12.4.2.1 辐射事故应急预案内容

为了应对生产运行中的事故和突发事件，建设单位已制订辐射事故/事件应急预案。

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关规定，辐射事故/事件应急预案，公司制定的辐射事故/事件应急预案主要内容如下：

- 1、应急机构和职责分工；
- 2、应急的具体人员和联系电话；
- 3、应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- 4、辐射事故发生的可能、分级及应急响应措施；
- 5、辐射事故调查、报告和处理程序。

12.4.2.2 应急措施

若本项目发生了辐射事故，公司应迅速、有效采取以下应急措施：

- 1、发现误照射事故时，工作人员应立即切断电源，立即撤出操作室，关闭操作室防护门，同时向辐射事故（事件）应急指挥中心报告。
- 2、公司根据估算的超剂量值，尽快安排误照人员进行检查或在指定的医疗机构救治；对可能受辐射损伤的人员，应立即采取暂时隔离和应急救援措施。
- 3、事故发生后的2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境和公安部门报告。造成或可能造成超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康部门报告。
- 4、最后查清事故原因，分清责任，消除事故隐患。

12.4.2.3 应急人员的培训演习计划

①应急培训

（A）公司辐射工作人员上岗前应参加辐射安全与防护知识的考核，通过后才能上岗。

（B）公司将积极开展辐射安全防护知识的内部学习，增强辐射工作人员的防护意识，避免辐射事故的发生。同时将定期邀请生态环境主管部门的专家讲课，主要包括辐射安全的基础知识、核技术应用项目的防护安全、辐射事故应急等内容。

②应急演练

（A）辐射安全防护领导小组根据需要，每年至少组织一次辐射事故应急演练，辐射事故演练分为专业性演练和综合性演练，专业性演练由辐射事故应急小组的成员参加，综合性演练除了辐射事故应急小组外，公司其他部门的相关成员也应参加。

（B）演练过程中应注重人员救助、物资援助的演练。同时应急演练前建设单位应制定相应的应急演练前编制演练计划，根据可能发生的辐射事故/事件组织有针对性

的演练，采取面推演、模拟现场演练等形式。演练完成后对演练情况作出总结，发现问题及时整改，不断提升辐射事故/事件的应急处置能力。

12.5 建设项目竣工环境保护验收项目一览表

建设单位应在建设项目配套建设的环境保护设施竣工后，公开竣工日期；对建设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，并在调试期间应开展验收监测；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。建设单位公开上述信息的同时，应当向所在地县级以上生态环境主管部门报送相关信息，并接受监督检查。建设项目竣工环境保护验收项目一览表见表 12.5-1。

表 12.5-1 建设项目竣工环境保护验收项目一览表

编号	验收项目	验收内容		验收标准及要求
1	辐射防护措施	屏蔽措施	前部（防护门侧）：**；防护门：**；后部：**；左部：**；右部：**；顶部：**；底部：**；通风口、出线口：**。	本项目 X 射线数字成像检测系统自带铅屏蔽体外 0.3m 周围关注点剂量率应不大于《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中标准限值（2.5μSv/h）。
		通风系统	铅屏蔽体内设有机械通风装置。	按要求配备辐射防护设施并正常运行。
		监督区及控制区边界划分	X 射线数字成像检测系统自带的铅屏蔽体内为控制区，X 射线数字成像检测系统自带的铅屏蔽体外的工作室其他区域为监督区。	《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）。
		设备工作状态显示与联锁装置	①门一机联锁机制：X 射线数字成像检测系统正面防护门安装 1 个门机联锁，当铅门未完全关闭的状态，不能启动高压发生器，在高压发生器开启状态下，铅门不能被打开； ②视频监控设施：射线数字成像检测系统内设有监视器，连接操作台，用于对设备内的实时 X 射线工作情况监视。	按要求配备辐射防护设施并正常运行。
		紧急停机装置	急停按钮和控制锁：在铅屏蔽体内部安装了铅门开关按键及急停按键，以防操作者误操作将人员关在铅屏蔽体内，方便铅屏蔽体内的人员在紧急情况下离开铅屏蔽体，铅屏蔽体内的人员可先将内部急停开关按下（防止高压开启），再在内部将铅门打开。急停按钮被按下后，必须首先将其复位，系统才可重启。	
		警示装置	控制区边界拟悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌；监督区边界上悬挂清晰	

			<p>可见的“无关人员禁止入内”警告牌，现场工作必要时设专人警戒</p> <p>控制区边界配备有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，夜晚作业时，在控制区边界应设置警示灯</p> <p>监督区边界进出口的醒目位置张贴电离辐射警示标识和警告标语。</p>	
2	监测	监测、报警仪器	辐射工作场所拟配备 1 台辐射监测仪和 1 套固定式辐射探测报警装置，并能正常使用。	<p>个人剂量监测每年不少于 4 次，场所日常监测每月 1 次，场所年度监测 1 年 1 次；有检测记录和检测报告原件存档；《电离辐射防护与辐射源安全 基 本 标 准 》（GB18871-2002）及《工业探伤放射防护标 准 》（GBZ117-2022）中照射限值要求，辐射工作人员年有效剂量限值 5mSv，公 众 年 有 效 剂 量 0.25mSv。</p>
		个人剂量计及监测、报警仪器	为每名辐射工作人员配备个人剂量计及个人剂量报警仪，并能正常使用。	
3	管理制度	辐射安全管理机构	成立辐射防护安全管理机构并明确职责。	<p>根据建设单位实际情况制定并完善相关规章制度，并按制度执行到位。</p>
		辐射事故应急预案	制定辐射事故/事件应急预案。	
		辐射安全与防护培训	全部辐射工作人员均需通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并考核，取得辐射安全与防护培训合格证书，持证上岗，并建立个人档案。	
		职业健康体检管理	辐射工作人员每 2 年均应参加健康体检，并建立个人健康档案。	
		监测制度	完善《辐射环境监测计划》并严格执行。	
		台账制度	落实设备使用台账管理制度及辐射环境监测台账管理。	
		年度评估报告制度	每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。	
		操作规程、岗位职责、检修维护制度	制定完善的操作规程、岗位职责、检修维护制度等辐射安全管理制度。	

表 13 结论与建议

13.1 结论

1、环境影响分析结论

通过现状监测可知，福建省南平铝业股份有限公司拟建 1 台 X 射线数字成像检测系统所在区域的环境 γ 辐射剂量率在**~**nGy/h 之间，参考《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年），福建省室内辐射环境本底范围值 70.9~351.7nGy/h 之间，处于当地正常天然本底辐射水平。

（1）建设阶段对环境的影响

本次新增的 1 台 X 射线数字成像检测系统自带屏蔽体，不涉及土建工程，故建设期产生的环境影响主要是设备进厂安装时产生的噪声、包装材料废物等环境影响。拟建项目产生噪声来源的主要是设备搬运和安装时产生间歇性噪声和振动，搬运和安装工作时间应避开午间和夜间休息时间，减少对项目周边人员产生影响。固体废物主要是包装箱、防震泡沫等固体垃圾，对废纸箱等可回收利用的施工废物料应予以回收利用，不可回收利用的收集后交由环卫部门清运，不得随意废弃。故建设过程中对环境的影响非常小。

（2）运行阶段对环境的影响

①辐射工作场所屏蔽防护设计

经估算可知，在自带的铅屏蔽体的防护作用下 1 台 X 射线数字成像检测系统主束射线方向辐射剂量率为 0.02 μ Sv/h，X 射线数字成像检测系统四周屏蔽体外 30cm 处的泄漏辐射与散射辐合作用剂量率最大为 0.847 μ Sv/h，均满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求。

②年有效剂量估算

根据剂量估算结果，新增 1 台 X 射线数字成像检测系统对辐射工作人员年附加有效剂量最大值为 0.232mSv，周边公众人员最大年附加有效剂量为 0.072mSv，均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的辐射工作人员的连续五年有效剂量平均限值 20mSv 和公众人员年有效剂量限值 1mSv 的要求，同时满足辐射工作人员的管理限值 5mSv/a 和公众人员管理限值 0.25mSv/a 的要求。

2、辐射安全与防护分析结论

（1）项目安全设施

拟建 1 台 X 射线数字成像检测系统自带屏蔽体，拟采用的屏蔽材料和防护厚度能够有效屏蔽射线装置产生的 X 射线，符合中华人民共和国环境保护部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等相关文件的要求，拟建项目安全设施是合理可行的。拟建项目 1 台 X 射线数字成像检测系统的主要技术参数与《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的技术要求对照，符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的要求。

（2）三废的治理

①电离辐射

拟建项目 1 台 X 射线数字成像检测系统自带屏蔽体，运行产生的 X 射线，经铅屏蔽体屏蔽后，对周围环境影响较小。

②废气

拟建项目 X 射线数字成像检测系统运行产生的微量的臭氧和氮氧化物，经排风系统排至室外，经自然扩散、分解和稀释后对周边环境基本无影响。

③固废及其他废物

拟建项目采用数字成像方式，在显示屏上直接显示探伤结果，不涉及胶片、影液等感光材料废物。无放射性废物及其他废气、废水和固体废物产生。

3、可行分析结论

（1）实践正当性分析

福建省南平铝业股份有限公司新增 1 台 X 射线数字成像检测系统主要用于铝压铸件内部无损探伤，其应用能提高产品的质量，确保设备的安全可靠性，为拟建项目的建设创造了更大的经济效益和社会效益，符合辐射防护“实践的正当性”原则；拟建项目考虑了经济和社会的因素之后，通过操作室辐射防护措施将辐射环境影响保持在可合理达到的尽量低的水平，符合辐射防护“最优化”原则；拟建项目通过对潜在照射所致危险实施控制，使拟建项目所引起的个人照射可满足剂量限值要求，符合辐射防护“剂量限值”原则；项目在加强管理后均满足国家相关法律、法规和标准的要求，不会给所在区域带来环境压力。

因此，拟建项目对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的实践的正当性原则。

（2）产业政策符合性分析

拟建项目投入使用主要用于铝压铸件内部无损探伤，符合辐射防护“实践的正当性”原则。拟建项目在加强管理后均满足国家相关法律法规和标准的要求，不会给所在区域带来环境压力。同时，拟建项目属于中华人民共和国国家发展和改革委员会令第7号《产业结构调整指导目录（2024年本）》中的“第一类 鼓励类”——“十四、机械”——“1. 科学仪器和工业仪表：用于辐射、有毒、可燃、易爆、重金属、二噁英等检测分析的仪器仪表，水质、烟气、空气检测仪器，药品、食品、生化检验用高端质谱仪、色谱仪、光谱仪、X射线仪、核磁共振波谱仪、自动生化检测系统及自动取样系统和样品处理系统，科学研究、智能制造、测试认证用测量精度达到微米以上的多维几何尺寸测量仪器，自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备，用于纳米观察测量的分辨率高于3.0纳米的电子显微镜，各工业领域用高端在线检验检测仪器设备”，因此拟建项目符合国家产业政策。

综上，建设单位具备从事辐射活动的技术能力，在全面落实本报告提出的各项环保对策措施的基础上，切实做到“三同时”，并在运行时严格落实管理和监测计划，从辐射环境保护角度出发，福建省南平铝业股份有限公司1台X射线数字成像检测系统的建设是可行的。

13.2 建议

（1）在项目建设同时，应确保辐射防护设施和管理措施的建设，切实做到环保设施和主体工程“同时设计、同时施工、同时投产”。

（2）制订辐射监测计划、购置相关辐射监测仪器。

（3）做好各项环保安全设施的维护，完善各项制度，加强日常管理。

（4）定期开展活动，检查辐射工作场所相关的管理制度，加紧配置各种防护设备，辐射工作人员一定要持证上岗，落实个人佩戴有个人射线剂量仪，定期进行辐射人员的健康体检，杜绝辐射事故隐患，确保核技术应用设备和人员的安全。

（5）定期检查操作室设置的“电离辐射”标志，工作报警装置和联锁装置，发现故障及时解决。

（6）X射线数字成像检测系统投入使用前，向生态环境保护主管部门申报，经有

关部门验收合格后方可运行。

（7）对本报告表提出的辐射防护措施，应严格执行，辐射防护存在不足的地方，应尽快完善。

（8）公司若未来如需增加本报告表所涉及之外的污染源和射线装置或对其使用功能进行调整变动，则应按要求向有关生态环境保护主管部门进行申报，并按污染控制目标采取相应的污染治理措施，主动接受生态环境保护主管部门的监督管理。

（9）拟建项目环评批复后，建设单位应及时向环保行政主管部门办理辐射安全许可证申领手续，并及时开展竣工环保验收工作。

预审意见：

公 章

经办人

年 月 日

审批意见：

公 章

经办人

年 月 日