

核技术利用建设项目

中自科技股份有限公司新厂区
新建 1 台 X 射线实时成像装置项目
环境影响报告表
(公示本)

中自科技股份有限公司 (公章)

2025 年 7 月

生态环境部监制

目录

表1 项目基本情况.....	1
表2 放射源.....	11
表3 非密封放射性物质.....	11
表4 射线装置.....	12
表5 废弃物（重点是放射性废弃物）	13
表6 评价依据.....	14
表7 保护目标与评价标准.....	16
表8 环境质量和辐射现状.....	19
表9 工程分析与源项.....	23
表10 辐射安全与防护.....	30
表11 环境影响分析.....	39
表12 辐射安全管理.....	50
表13 结论与建议.....	57
表14 审批.....	63

表 1 项目基本情况

建设项目名称		中自科技股份有限公司新厂区 新建 1 台 X 射线实时成像装置项目			
建设单位		中自科技股份有限公司			
法人代表		***	联系人	***	联系电话
注册地址		成都市高新区古楠街 88 号			
建设项目地点		四川省成都市郫都区德源街道安泰五路 66 号中自科技股份有限公司新厂区生产厂房 1F 中部			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)		***	项目环保投资 (万元)	***	投资比例(环保 投资/总投资)
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他			占地面积(m ²)
应用 类型	放射源	☐ 销售	☐ I类 ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
		☐ 使用	☐ I类(医疗使用) ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
	非密封 放射性 物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II类 ☐ III类		
		☐ 销售	☐ II类 ☐ III类		
		☒ 使用	☒ II类 ☐ III类		
	其他	/			
	项目概述: 1.建设单位基本情况及任务由来 中自科技股份有限公司 2005 年 7 月成立, 2021 年在上海证券交易所科创板上市。长期以来, 公司坚持科技创新和成果转化同时发力, 致力于内燃机尾气净化及工业催化剂、储能/储能+、氢能源、复合材料等新能源、新材料技术研发, 是一家集技术、研发、生产、销售、服务于一体的国家火炬计划重点高新技术企业。 中自科技股份有限公司老厂区(注册地)位于成都市高新区古楠街 88 号,				

新厂区位于四川省成都市郫都区德源街道安泰五路 66 号，本项目拟在新厂区内实施。公司新厂区于 2020 年 12 月 3 日获得成都高新区生态环境和城乡管理局关于对《中自科技股份有限公司新型催化剂智能制造园区项目环境影响报告书》的批复，于 2023 年 7 月 31 日完成竣工环境保护验收工作。厂区内主要建筑有：生产厂房（1 栋，生产厂房西部最高 3F，其余最高 2F，H=23.5m，无地下建筑）、食堂及倒班楼（1 栋，地上 6F，H=23.10m）、仓库（1 栋，地上 1F，H=6.1m）、污水处理站（1 栋，地上 1F，3.9m）。

建设单位生产产品为各类汽车（柴油车、汽油车、天然气车）内的催化单元及汽车尾气催化转化器。催化单元主要两大组成部分为蜂窝载体（分为堇青石陶瓷蜂窝载体、金属蜂窝载体）及催化剂浆料，需将催化剂浆料严格涂覆在蜂窝载体内，合格达标的催化单元可以将 90%以上的有害气体转化为无害物质，以减少汽车尾气对环境空气的污染；同时间接减少尾气中有害物质对排气系统的腐蚀，延长发动机寿命。

催化剂浆料涂覆高度是否满足要求是影响催化单元是否生产合格的关键因素，因此，为保证催化单元的生产质量，建设单位拟在新厂区生产厂房 1F 中部检测区内配备 1 套 X 射线实时成像装置，用于对蜂窝载体内催化剂浆料涂覆高度进行 X 射线无损检测。

根据《射线装置分类》（原环境保护部公告 2017 年第 66 号），本项目拟购 X 射线实时成像装置为Ⅱ类射线装置中工业用 X 射线探伤装置。根据《放射装置分类中对自屏蔽工业探伤机构理解的回复》（原环境保护部 2018 年 2 月 12 日）：“自屏蔽式 X 射线探伤装置，应同时具备以下特征：一是屏蔽体应与 X 射线探伤装置主体结构一体设计和制造，具有制式型号和尺寸；二是屏蔽体能将装置产生的 X 射线剂量减少到规定的剂量限值以下，人员接近时无需额外屏蔽；三是在任何工作模式下，人体无法进入和滞留在 X 射线探伤装置屏蔽体内”。本项目拟建的 X 射线实时成像装置不满足上述第三点，不属于自屏蔽式 X 射线探伤装置。因此，本项目拟购 X 射线实时成像装置属于“工业用 X 射线探伤装置中其他工业用 X 射线探伤装置”。

根据《中华人民共和国环境保护法》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《中华人民共和国环境影响评价法》和《中华人民共和国放射性污染防治

法》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。同时根据中华人民共和国生态环境部 16 号令《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，本项目涉及使用“II 类射线装置”，应编制环境影响报告表。因此受中自科技股份有限公司委托，江苏睿源环境科技有限公司承担该项目的环评工作。我公司通过资料调研、现场查勘、现场监测、评价分析，编制该项目环境影响报告表。委托书见附件 1，射线装置承诺书见附件 2。

2、项目概况

（1）项目名称、性质、建设地点

项目名称：中自科技股份有限公司新厂区新建 1 台 X 射线实时成像装置项目

建设单位：中自科技股份有限公司

建设性质：新建

建设地点：四川省成都市郫都区德源街道安泰五路 66 号中自科技股份有限公司新厂区生产厂房 1F 中部

本项目地理位置见附图 1。

（2）项目建设内容与建设规模

建设单位为保证生产产品的质量，建设单位在新厂区生产厂房 1F（1 栋，生产厂房西部最高 3F，其余最高 2F，H=23.5m，无地下建筑）中部检测区内配备 1 套 X 射线实时成像装置，用于对蜂窝载体内催化剂浆料涂覆高度进行 X 射线无损检测。检测区使用金属围栏分割，长 7.12m×宽 5.16m，检测区内目前用于对蜂窝载体进行脱落率的检测，本项目开展后，检测区内的工作人员均为本项目辐射工作人员（本项目辐射工作人员既操作 X 射线实时成像装置，同时也操作检测脱落率的相关设备），其他无关人员禁止入内。本次为建设单位首次开展核技术利用项目。

X 射线实时成像装置（II 类射线装置）为外部尺寸为长 2024mm×宽 2160mm×高 2292mm，内部净尺寸为长 1904mm×宽 1606mm×高 1863mm。

本项目装置主要由 X 射线单元（X 射线管）、电气控制单元（操作台）、机械传动单元（射线管移动）、X 射线防护单元（屏蔽体）等多单元联合组成。装置生产厂家为***；型号为***；X 射线单元内高频 X 射线系统的最大管电压为 160kV、最大管电流为 3mA，出束类型为定向（从东至西），辐射角 20°。

本项目操作台（操作台上设置有电气控制单元）拟设置于 X 射线实时成像装置东侧。装置内设有 C 型臂，C 型臂两端分别装有 X 射线系统和探测器，因此可确保 X 射线始终被探测器接收。机械传动单元使得 C 型臂中心可上下移动，移动范围为：700mm，此外 C 型臂可在竖直方向绕 C 型臂中心与装置中心交点上下旋转 15° ，X 射线管辐射角为 20° ，主射范围均在装置西侧。

图 1-1 主射范围示意图

本项目装置为一体化设备，装置自带钢-铅-钢结构屏蔽体(X 射线防护单元)，无需在建设单位现场进行屏蔽施工。装置西侧为主射线照射面，屏蔽设计为 3mm 钢板+8mm 铅板+2mm 钢板，其余 5 侧（东侧、北侧（含工件门）、南侧、顶部、底部）均为非主射面，屏蔽设计为 3mm 钢板+5mm 铅板+2mm 钢板。

装置设计有 1 扇电动左右平开的工件铅门，门洞大小为 700mm 宽×1648mm 高，工件门尺寸为 771mm 宽×1758mm 高，工件门上、下、左、右及中间均采用几字型扣边搭接，各门缝处的铅板搭接均大于门缝的 10 倍，能有效防止射线泄漏；装置在顶部南部设有 2 个排口，排口位置采用与顶部相同铅板厚度的回字形防护罩，防护罩同为铅钢结构：3mm 钢板+5mm 铅板+2mm 钢板；电缆穿线孔位于装置东南部，电缆线采用倒 U 字形穿孔，穿线孔位置采用与东侧相同铅板厚度的防护罩，防护罩同为铅钢结构：3mm 钢板+5mm 铅板+2mm 钢板。

根据建设单位提供资料，本项目对蜂窝载体内催化剂浆料涂覆高度进行 X 射线无损检测，蜂窝载体材质为堇青石陶瓷或金属，形状为圆柱形（直径 30mm~330mm，高度 50mm~250mm）、方柱形（底边长 50~500mm，高度 50~200mm），本项目为量产产品，实行抽检检测，抽检率为 0.4%。

图 1-2 本项目蜂窝载体照片

根据建设单位提供资料，预计本项目 X 射线实时成像装置一天抽检 50 个工件，每个工件探伤 1 次，1 次时间曝光时间最长不超过 2min，因此装置一天工作出束时间总计为 1.67h，一年工作 250 天，年出束时间为 417.5h。此外，根据厂家提供资料结合本项目人员工作制度，本项目 X 射线实时成像装置每月工需进行一次 10min（0.17h）的训机，则总计年出束时间为 $417.5+0.17*12=419.54h$ 。

本项目为实时成像，不使用定影液、显影液，不产生放射性废物，只开展室

内探伤，不涉及野外（室外）探伤项目。

本项目组成及主要环境问题见表 1-1。

表 1-1 项目组成及主要环境问题一览表

名称	建设内容及规模	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	建设单位为保证生产产品的质量，拟在新厂区生产厂房 1F 中部检测区内配备 1 套 X 射线实时成像装置，用于对蜂窝载体内催化剂浆料涂覆高度进行 X 射线无损检测。 本项目装置主要由 X 射线单元（X 射线管）、电气控制单元（操作台）、机械传动单元（射线管移动）、X 射线防护单元（屏蔽体）等多单元联合组成。装置生产厂家为***；型号为***；X 射线单元内高频 X 射线系统的最大管电压为 160kV、最大管电流为 3mA，出束类型为定向（从东至西），辐射角 20°。 装置 X 射线防护单元（屏蔽体）采用钢-铅-钢结构，装置西侧为主射线照射面，屏蔽设计为 3mm 钢板+8mm 铅板+2mm 钢板，其余 5 侧（东侧、北侧（含工件门）、南侧、顶部、底部）均为非主射面，屏蔽设计为 3mm 钢板+5mm 铅板+2mm 钢板。 根据建设单位提供资料，本项目装置总计年出束时间为 419.54h。	装置为一体设备，不涉及现场施工	X 射线实时成像装置在工作时会产生 X 射线、臭氧、氮氧化物
辅助工程	/	/	/
办公及生活设施	依托建设单位生产厂房内已建设的办公及生活设施。	/	/
公用工程	依托建设单位厂区已建设的供水、供电和通讯系统等公用设施。	/	/
环保工程	生活污水经厂区已建的污水处理站处理达标后排入市政污水管网。生活垃圾袋装收集，定时清理消毒，并集中暂存于厂区已建的垃圾收集房，由市政环卫部门每日清运；臭氧及氮氧化物通过本项目 X 射线实时成像装置自带的通风系统排出。	/	生活污水、生活垃圾、臭氧、氮氧化物

（3）本项目环保设施依托情况

本项目辐射工作人员产生的少量生活污水依托厂区已建的污水处理站处理；生活垃圾由公司统一收集后，交给环卫部门清运。本项目共计拟配 3 名辐射工作人员（均为建设单位原厂区内工作人员），产生的生活污水及生活垃圾量极少，因此该依托是可行的。

本项目辐射工作人员产生的办公生活污水进入厂区污水处理站进行处理后，

由厂区废水总排口排放，然后进入成都合作污水处理厂进行处理，最终进入清水河。

(4) 本项目主要原辅材料及能耗情况

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-2。

表1-2 本项目主要原辅材料及能耗情况

类别	名称	年耗量（单位）	来源	主要化学成分
能源	电	5000kW·h	市政电网	—
水	生活用水	50m³/a	市政管网	H ₂ O

(5) 本项目射线装置主要设备配置及主要技术参数

表 1-3 本项目拟使用 X 射线实时成像装置相关情况

射线装置型号名称	设备主要技术参数		出束类型	射线管辐射角	厂家	数量	活动种类
	最大管电压 kV	最大管电流 mA					
***型 X 射线实时成像装置	160	3	定向 由东至西	20°	***	1 台	使用

(6) 劳动定员及工作制度

工作制度：根据建设单位提供资料，本项目辐射工作人员每年工作 250 天。

人员配置：建设单位拟为本项目配备 3 名辐射工作人员，包括 2 名操作人员，1 名辐射安全管理人员。1 名操作人员在操作台负责主要操作，另 1 名操作人员负责放置工件，确认防护门的关闭。辐射安全管理人员负责场所的日常安全管理。建设单位将安排本项目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。

(7) 产业政策符合性

根据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)》，本项目属鼓励类第三十一项“科技服务业”第 1 条“检验检测服务”，符合国家产业发展政策。

3.实践正当性分析

应用在汽车上的催化单元需严格保证其质量，而催化剂浆料涂覆高度是否满足要求是影响催化单元是否生产合格的关键因素，X射线是检测液体高度最快捷最适用的手段。X射线检测作为五大常规无损检测方法之一，能较直观地显示蜂窝载体内催化剂浆料涂覆的情况，对保障建设单位生产的催化单元质量起了十分

重要的作用。本项目核技术应用项目的开展，可达到其余无损检测方法所不能及的探伤效果，是其他探伤方法无法替代的，因此，该项目的实践是必要的。

建设单位在开展X射线检测过程中，对X射线实时成像装置的使用将严格按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对X射线实时成像装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线实时成像装置的情况下，可以将该项辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用的实践具有正当性。

4.项目外环境关系及选址合理性分析

（1）项目外环境关系

建设单位新厂区位于四川省成都市郫都区德源街道安泰五路 66 号，新厂区东侧为成都爱乐达航空制造有限公司；南侧为康强三路及绿化；西侧为安泰五路及绿化；北侧为二斗渠、德源大道及绿化。本项目新厂区生产厂房 1F 中部检测区内实施，检测区东侧各检修通道为 4#产线；南侧为成品堆放区；西侧为物流通道；北侧为 5#产线工作人员区域；上方为陶瓷半自动区及通道。

X 射线实时成像装置 50m 范围除东侧外其余均在厂区内：东侧 0m-36m 范围为生产厂房，36m-47m 范围为厂区道路及绿化，47m-50m 范围出厂区范围到达成都爱乐达航空制造有限公司；南侧 0m-50m 范围为生产厂房；西侧 0m-37m 范围为生产厂房，37m-50m 范围为厂区道路及绿化（最近距离 37m）、停车场（最近距离 48m）、门卫（最近距离 50m）；北侧 0m-50m 范围生产厂房。

（2）选址合理性分析

根据建设单位提供不动产权证书，中自科技股份有限公司新厂区土地性质为工业用地。公司新厂区于 2020 年 12 月 3 日获得成都高新区生态环境和城管管理局关于对《中自科技股份有限公司新型催化剂智能制造园区项目环境影响报告书》的批复，于 2023 年 7 月 31 日完成竣工环境保护验收工作。中自科技股份有限公司新厂区处于成都“5+2”产业园区内，园区供水、排水、供电、供气及光纤、电缆、交通等基础设施完善，为本项目的建设提供了良好的条件。

本项目 X 射线实时成像装置用于对蜂窝载体内催化剂浆料涂覆高度进行 X 射线无损检测，保证其催化单元的生产质量，属于配套工业生产，因此与厂区用

地性质相符。本项目 X 射线实时成像装置拟放置在生产厂房 1F 中部检测区内，项目 50m 范围内基本处于厂区中部，远离食堂及倒班楼，评价范围内未涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》第三条中环境敏感区，即以文化教育、行政办公和居住为主要功能的区域。本项目 X 射线实时成像装置自带屏蔽，产生的辐射经过装置自带的屏蔽措施后，对周围的影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目的选址是合理的。

5.原有核技术利用情况

本项目为新建项目，在此之前建设单位从未从事过核技术利用项目，本次为首次开展核技术利用项目。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大 操作量 (Bq)	日等效最大 操作量 (Bq)	年最大操作量 (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》（GB 18871-2002）。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机：包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线实时成像 装置	II	1 台	***型 ***	160	3	无损检测	四川省成都市郫都区德源街道 安泰五路 66 号中自科技股份有 限公司生产厂房 1F 中部检测区 内	新建
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	少量	不暂存	直接进入大气, 臭氧在常温常压下稳定性较差, 常温常态常压的空气中臭氧有效化学分解时间约为 50 分钟, 可自动分解为氧气
生活垃圾	固态	/	/	少量	少量	少量	暂存	由公司统一收集后, 交给环卫部门清运
生活污水	液态	/	/	少量	少量	少量	不暂存	生活污水进入厂区污水处理站进行处理后, 由厂区废水总排口排放, 然后进入成都合作污水处理厂进行处理, 最终进入清水河
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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. 含有放射性的废弃物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/l 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表6 评价依据

法规文件	1)《中华人民共和国环境保护法》（2014年修订本），中华人民共和国2014年主席令第9号，自2015年1月1日起施行； 2)《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年修正本），中华人民共和国2018年主席令第24号，自2018年12月29日起施行； 3)《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国2003年主席令第6号，自2003年10月1日起施行； 4)《建设项目环境保护管理条例》（2017年修正本），中华人民共和国2017年国务院令第682号，自2017年10月1日起施行； 5)《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号公布，自2011年5月1日起施行； 6)《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019年修正本），中华人民共和国2019年国务院令第709号，自2019年3月2日起施行； 7)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修正本），中华人民共和国生态环境部2021年部令第20号修正，自2021年1月4日起施行； 8)《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，中华人民共和国生态环境部2021年部令第16号，自2021年1月1日起施行； 9)《射线装置分类》，中华人民共和国环境保护部和国家卫生和计划生育委员会2017年公告第66号，自2017年12月5日起施行； 10)《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》，原国家环保总局，环发〔2006〕145号，自2006年9月26日起施行； 11)《产业结构调整指导目录（2024年本）》，中华人民共和国国家发展和改革委员会第7号令，2024年2月1日起施行； 12)《II类非医用X线装置监督检查技术程序》NNSA/HQ-08-JD-IP-024，生态环境部（国家核安全局），2020年2月20日发布； 13)《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》，中华人民共和国生态环境部公告2019年第57号，自2020年1月1日起施行； 14)《建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）》，中华人民共
------	---

	和国环境保护部环办〔2013〕103号，2014年1月1日试行； 15) 《四川省辐射污染防治条例》，四川省第十二届人民代表大会常务委员会公告第63号，2016年6月1日实施； 16) 《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》川环函[2016]1400号。
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》（HJ 10.1-2016）； 3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； 4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； 5) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； 6) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； 7) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）； 8) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及其修改单； 9) 《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017）。
其他	参考资料： 1) 《2023 成都市环境质量公报》，成都市生态环境局。

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

本项目为使用II类射线装置项目。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“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”相关规定，确定本项目评价范围为X射线实时成像装置屏蔽体边界外50m区域。

保护目标

本项目的主要环境影响因素为电离辐射。根据本项目的评价范围、辐射工作场所布局、总平布置以及外环境特征，本项目50m内环境保护目标为：

1、本项目3名辐射工作人员；

2、本项目50m评价范围内涉及的保护目标为建设单位生产厂房、厂区道路及绿化、门卫、停车场、成都爱乐达航空制造有限公司内的周围公众。50m评价范围内未涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》第三条中环境敏感区，即以文化教育、行政办公和居住为主要功能的区域。

表7-1 本项目环境保护目标情况一览表

序号	保护目标名称及所在位置		方位	距 X 射线实时成像装置最近距离	人员规模	年剂量约束值 (mSv)	
1	辐射工作人员	检测区	四周	紧邻	3 名辐射工作人员	5.0	
2	中自科技股份有限公司内周围公众	生产厂房	检修通道	东侧	2.4m	1 人	0.1
3			4#产线	东侧	5.1m	5 人	0.1
4			成品堆放区	南侧	0.4m	流动人员	0.1
5			物流通道	西侧	2.7m	流动人员	0.1
6			5#产线工作人员区域	北侧	2.6m	5 人	0.1
7			陶瓷半自动区域	上方	9.2m	3 人	0.1
8			通道	上方	9.2m	流动人员	0.1
9			其余区域	东、南、西、北、上方	最近西侧 6.0m	50 人	0.1
10			厂区道路及绿化	西侧、东侧	东侧最近 36m	流动人员	0.1
11		门卫	西侧	50m	2 人	0.1	
12	停车场	西侧	48m	流动人员	0.1		

13	成都爱乐达航空制造有限公司内 周围公众	东侧	47m	50m 范围内预 计 3 人	0.1
----	------------------------	----	-----	-------------------	-----

注：以上距离均为距 X 射线实时成像装置屏蔽体距离。

评价标准

一、工作人员职业照射和公众照射剂量限值：

本项目辐射工作人员和公众的年有效剂量执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中个人剂量限值，如下表：

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

类别	剂量限值
职业照射 剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），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的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②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。

二、剂量约束值：

参考《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)“11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值10%~30%(即0.1mSv~0.3mSv)的范围之内。”的要求，职业人员按年剂量限值1/4取值，公众按照其年剂量限值的1/10取值，确定本项目剂量约束值如下：

- 1) 职业照射的年剂量约束值不超过5mSv/a；
- 2) 公众照射的年剂量约束值不超过0.1mSv/a。

三、X 射线实时成像装置外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平：

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)“6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：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。”以及“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100μSv/h。”的要求确定本项目X射线实时成像装置外30cm处周围剂量当量率参考控制水平如下：

本项目 X 射线实时成像装置四周及顶部屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参

考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h。

四、环境保护标准

根据建设单位提供的《中自科技股份有限公司新型催化剂智能制造园区项目环境影响报告书》，并结合现行的环境保护标准，本项目应执行的环境保护标准如下：

1、环境质量标准

- （1）环境空气：执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准；
- （2）地表水：执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准；
- （3）声环境：执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中3类标准。

2、污染物排放标准

- （1）废水排放执行《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）中三级标准。
- （2）废气排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）中的二级标准。
- （3）噪声：营运期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)中3类标准。
- （4）固体废物：厂区一般固体废物执行《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18597-2001）。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状**1. 地理位置和场所位置**

建设单位新厂区位于四川省成都市郫都区德源街道安泰五路 66 号，新厂区东侧为成都爱乐达航空制造有限公司；南侧为康强三路及绿化；西侧为安泰五路及绿化；北侧为二斗渠、德源大道及绿化。

本项目新厂区生产厂房 1F 中部检测区内实施，检测区东侧隔检修通道为 4#产线；南侧为成品堆放区；西侧为物流通道；北侧为 5#产线工作人员区域；上方为陶瓷半自动区及通道。

本项目 X 射线实时成像装置拟放置于检测区南部中间，操作位位于装置东侧。

图8-1 本项目拟建址周围环境现状

2. 本项目辐射环境监测**2.1 X 射线实时成像装置环境现状评价的对象、监测因子和监测点位**

- 评价对象：本项目 X 射线实时成像装置拟建址周围及内部辐射环境。
- 监测因子：本项目 X 射线实时成像装置拟建址内部及周围环境 X- γ 辐射剂量率。
- 监测点位：在 X 射线实时成像装置拟建址内部、上方及检测区四周布置 7 个监测点位；在 50m 范围保护目标处布置 6 个监测点位。

点位 1 可以反映 X 射线实时成像装置拟建址内部天然本底辐射环境水平，点位 2-8 可以反映建设单位生产产房 1F 和 2F 的天然本底辐射环境水平；点位 9-10 能够反映厂区道路及绿化的天然本底辐射环境水平；点位 11 能够反映门卫处的天然本底辐射环境水平；点位 12 能够反映停车场处的天然本底辐射环境水平；点位 13 能够反映成都爱乐达航空制造股份有限公司处的天然本底辐射环境水平。本项目布点覆盖了 X 射线实时成像装置拟建址内部、四周及 50m 范围内的保护目标，因此布点合理。

2.2 质量保证措施

四川省瑜仁嘉卫生技术服务有限公司通过了计量认证，具备完整、有效的质量控制体系。本次监测所用的仪器性能参数均符合国家标准方法的要求，均有有

效的国家计量部门的检定合格证书，并有良好的日常质量控制程序。监测人员均经具有相应资质的单位培训，考核合格持证上岗。数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。

四川省瑜仁嘉卫生技术服务有限公司质量管理体系：

（一）资质认证

从事监测的单位，四川省瑜仁嘉卫生技术服务有限公司于 2023 年 12 月取得了四川省市场监督管理局颁发的计量认证证书，证书编号为：***，有效期至 2029 年 5 月 3 日。

（二）仪器设备管理

①管理与标准化；②计量器具的标准化；③计量器具、仪器设备的检定。

（三）记录与报告

①数据记录制度；②报告质量控制。监测人员均经具有相应资质的部门培训，考核合格持证上岗。

监测所用仪器已由计量部门年检，且在有效期内；测量方法按国家相关标准实施；测量不确定度符合统计学要求；布点合理、人员合格、结果可信，能够反映出辐射工作场所的客观辐射水平，可以作为本次评价的科学依据。

2.3 监测结果与环境现状调查结果评价

四川省生态环境监测业务系统项目编号：***

表 8-1 监测仪器及监测环境

监测项目	监测仪器			使用环境
	名称及编号	主要参数	校准/检定信息	
X/γ辐射剂量率	RJ32-3602 型分体式多功能辐射剂量率仪 SCYRJ-FSWS-033	能量响应： 20keV~3.0MeV 测量范围： 1nGy/h~1.2mGy/h	校准/检定单位： 中国测试技术研究院 校准/检定有效期： 2024.09.13~2025.09.12 校准因子：0.94（校准源： ¹³⁷ Cs）	2025.6.19 天气：晴 温度： 32.8℃ 湿度：46.3%

监测结果：本项目 X 射线实时成像装置拟建址周围γ辐射剂量率监测结果见表 8-2，X 射线实时成像装置拟建址周围辐射环境监测点位图见图 8-2。

表 8-2 本项目拟建址及周围环境 X-γ辐射剂量率水平 单位: nGy/h

点位	监测位置	测量值	标准差	备注
1	X 射线实时成像装置拟建址中部	***	***	/
2	X 射线实时成像装置拟建址东侧检修通道	***	***	/
3	X 射线实时成像装置拟建址东侧 4#产线	***	***	/
4	X 射线实时成像装置拟建址南侧成品堆放区	***	***	/
5	X 射线实时成像装置拟建址西侧物流通道	***	***	/
6	X 射线实时成像装置拟建址北侧 5#产线工作人员区	***	***	/
7	X 射线实时成像装置拟建址南侧储能生产线	***	***	/
8	X 射线实时成像装置拟建址上方通道	***	***	
9	厂房东侧厂区道路	***	***	/
10	厂房西侧厂区道路	***	***	/
11	厂房西侧门卫	***	***	/
12	厂房西侧停车场	***	***	/
13	厂区东侧成都爱达乐航空制造股份有限公司	***	***	/

*检测结果未扣除宇宙辐射响应值。

图 8-2 本项目 X 射线实时成像装置拟建址周围辐射环境监测点位示意图

由表 8-2 监测结果可知:中自科技股份有限公司新建 1 台 X 射线实时成像装置项目拟建址及周围环境空气吸收剂量率为 70nGy/h~89nGy/h, 现状监测结果与成都市生态环境局发布的《2023 成都生态环境质量公报》中环境γ辐射剂量率连续自动监测年均值范围(67nGy/h~119nGy/h)基本一致。

表9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一 工程设备

中自科技股份有限公司为保障生产产品（催化单元）的质量，拟在新厂区生产厂房1F中部检测区内配备1套X射线实时成像装置（生产厂家为***；型号为***；最大管电压为160kV；最大管电流为3mA），对蜂窝载体内催化剂浆料涂覆高度进行无损检测工作。设备参数一览表见表9-1。

表 9-1 本项目 X 射线实时成像装置参数一览表

型号	数量	最大管电压	最大管电流	出束类型	出束方向	辐射角	1m 处输出量
***	1 台	160kV	3mA	定向	从东至西	20°	***

本项目X射线实时成像装置主要由X射线单元、高分辨率实时成像单元、计算机图像处理单元、机械传动单元、电气控制单元和X射线防护单元组成。

图 9-1 本项目 X 射线实时成像装置内部结构示意图

机械传动单元主要包括C型臂检测机构、旋转载物台两部分组成。检测方式采用C型臂上下升降或竖直方向绕C型臂中心与装置中心交点上下旋转15°，检测工件不动或者旋转（载物台可带动工件360°旋转），可实现对工件各个位置进行检测。

装置内设置有1个X射线管，连接射线管和成像板的C型臂可上下移动，可在竖直方向绕C型臂中心与装置中心交点上下旋转15°，X射线管辐射角为20°。如下图所示（A点代表射线管出束点，O点代表C型臂中心与装置中心交点，C点为西侧铅板最高点，D点为C型臂移动到最高点时向上旋转15°后主射范围最高点），***，因此主射范围全在西侧屏蔽面上。

图9-2 主射投射范围示意图

二、工艺分析

1、施工期工艺分析

本项目X射线实时成像装置为一体化设备，不存在现场拼接、组装，因此不存在施工期影响。X射线实时成像装置安装调试会产生X射线，但时间很短，辐射影响很小。X射线实时成像装置安装和调试均由厂家进行专业操作，在安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应在醒目位置设立电离辐射警告标志，

禁止无关人员靠近。

2、运营期工艺分析

2.1 X射线实时成像装置工作原理

X 射线实时成像装置是结合 X 射线成像技术、计算机图像处理技术、电子技术、机械自动化技术为一体的高科技产品，该系统的自动化程度高，检测速度快，极大地提高了射线探伤的效率，降低了检验成本，检测数据易于保存和查询等优点，其实时动态效果更是传统拍片法所不及的。

X 射线实时成像装置的工作原理是X射线装置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。X 射线实时成像装置主要是利用 X 射线的穿透能力，物体的密度、厚度等参数都对 X 射线穿过其内部的衰减量有影响，在工业上常用于检测眼睛所看不到的物品内部损伤、断裂等。X 射线实时成像装置基于 X 射线的特性并结合现代图像识别、高速图像抓拍与图像跟踪等技术实现了对蜂窝载体内催化剂浆料涂覆高度情况的检测，并将检测到的数据传送至电脑主机上进行显示、分析、存储等。X 射线数字成像装置原理示意图见 9-3。

图 9-3 X 射线数字成像装置原理示意图

2.2 X 射线实时成像装置屏蔽结构及主要尺寸参数

根据厂家提供资料，X 射线实时成像装置（II类射线装置）为外部尺寸为长 2024mm×宽 2160mm×高 2292mm，内部净尺寸为长 1904mm×宽 1606mm×高 1863mm。C 型臂上下平移后极限位置距装置顶部外壳最近为 762mm，距装置底部外壳最近为 830mm；C 型臂上下平移极限位置上下旋转 15° 后距装置顶部外壳最近为 540mm，距装置底部外壳最近为 630mm；距装置西侧外壳为 1568mm；距装置东侧外壳为 456mm；距装置北侧外壳为 833mm；距装置南侧外壳为 1300mm（具体距离标注见表 11）。

本项目装置为一体化设备，装置自带钢-铅-钢结构屏蔽体（X射线防护单元），无需在建设单位现场进行屏蔽施工。装置西侧为主射线照射面，屏蔽设计为3mm钢板+8mm铅板+2mm钢板，其余5侧（东侧、北侧（含工件门）、南侧、顶部、底部）均为非主射面，屏蔽设计为3mm钢板+5mm铅板+2mm钢板。

2.3. 检测工件信息

根据建设单位提供资料，本项目对蜂窝载体内催化剂浆料涂覆高度进行 X 射线无损检测，蜂窝载体材质为堇青石陶瓷或金属，形状为圆柱形（直径 30mm~330mm，高度 50mm~250mm）、方柱形（底边长 50~500mm，高度 50~200mm），本项目为量产产品，实行抽检检测，抽检率为 0.4%。

2.4.本项目检测工艺流程及产污环节

建设单位拟为本项目配备3名辐射工作人员，包含2名操作人员，1名辐射安全管理人员。本项目工件来自生产厂房内各个生产线，由各个生产线工人抽检后收集起来放至检测区门口，辐射工作人员在检测前将需要检测的工件搬运至检测区内，而后1名操作人员在操作台负责主要操作，另1名操作人员负责将工件放进装置内，确认防护门的关闭。其工作流程如下：

1、探伤前，辐射工作人员将待测工件搬运至检测区内。

2、操作人员检查线路、检查防护措施，随后连接电源。

3、1 名操作人员手动将工件放进装置内的载物台上。

4、关闭工件门，并确认工件门关闭到位。

5、另 1 名操作人员在操作台操作，调节射线管与接收器组成的 C 型臂和工件之间的高度、角度和相对位置，设置射线机管电压、管电流等相关参数。

6、准备完成后，操作人员开启装置，开始检测。检测时配合载物台 360° 旋转，对工件进行全方位的检测。

产污：产生 X 射线、臭氧、氮氧化物等。

7、操作人员在确定图像质量满足检测要求条件下，抓取图像并人工评判缺陷类型及等级，同时系统保存图像。

8、检测完成后，打开工件门，取出工件，同时放下一个工件进装置内。

9、进入下一个工作循环。

产污：检测过程中辐射工作人员产生少量的生活垃圾、生活污水。

建设单位应按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求中的内容严格规范操作。

本项目X射线实时成像装置工作流程及产污环节见图9-4。

图9-4 本项工作流程及产污环节示意图

2.5.X 射线实时成像装置出束时间及人员配置

出束时间：根据建设单位提供资料，预计本项目 X 射线实时成像装置一天抽检 50 个工件，每个工件探伤 1 次，1 次时间曝光时间最长不超过 2min，因此装置一天工作出束时间总计为 1.67h，一年工作 250 天，年出束时间为 417.5h。此外，根据厂家提供资料结合本项目人员工作制度，本项目 X 射线实时成像装置每月工需进行一次 10min（0.17h）的训机，则总计年出束时间为 $417.5+0.17*12=419.54h$ 。

工作制度：根据建设单位提供资料，本项目辐射工作人员每年工作 250 天。

人员配置：建设单位拟为本项目配备 3 名辐射工作人员，包括 2 名操作人员，1 名辐射安全管理人员。1 名操作人员在操作台负责主要操作，另 1 名操作人员负责放置工件，确认防护门的关闭。辐射安全管理人员负责场所的日常安全管理。

2.2.6.辐射工作场所人流及物流路径

人流：

本项目辐射工作人员每日从生产厂房 1F 中部大门经过大厅进入生产厂房内，经过物流通道到达检测区内进行探伤工作，一天的工作结束后，辐射工作人员原路退出生产厂房。

物流：

本项目工件来自生产厂房内各个生产线，由各个生产线工人抽检后收集起来放至检测区门口，辐射工作人员在检测前将需要检测的工件搬运至检测区内，而后由辐射工作人员将工件放进 X 射线实时成像装置内进行检测工作，检测合格的工件由辐射工作人员放至合格框内，放到检测区门口，由工人搬运至各生产线成品堆放区内存放，检测不合格的工件由辐射工作人员放至不合格框内，放到检测区门口，由工人搬运至各生产线，进行返工生产。

图 9-6 本项目人流物流示意图

污染源项描述

一、电离辐射

由 X 射线实时成像装置工作原理可知 X 射线实时成像装置只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线，故 X 射线实时成像装置在开机期间，X 射线是本项目主要污染物。本项目 X 射线实时成像装置所产生的 X 射线最高管电压为

160kV，不开机时不产生辐射。

二、非辐射污染源分析

1、废气：出束过程中，X 射线实时成像装置内空气被 X 射线电离产生少量的臭氧、氮氧化物。

2、废水：本项目运行期间，辐射工作人员将产生少量的生活污水。

3、固体废物：项目运行期间，会产生辐射工作人员的少量生活垃圾。

4、噪声：本项目噪声主要来源于 X 射线实时成像装置内的轴流风机，在运行时噪声较小，对周围环境的影响较小。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

1. 工作场所布局及分区

1.1 工作场所布局

本项目新厂区生产厂房 1F 中部检测区内实施，检测区东侧隔检修通道为 4# 产线；南侧为成品堆放区；西侧为物流通道；北侧为 5# 产线工作人员区域；上方为陶瓷半自动区及通道。

本项目 X 射线实时成像装置拟放置于检测区南部中间，基本上位于整个生产厂房及厂区中间位置，使得 50m 范围除东侧外其余均在厂区内。操作台位于装置东侧，本项目主射方向朝向装置西侧，未朝向操作台方向，因此本项目工作场所布局设计基本合理。

1.2 工作场所分区

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求在辐射工作场所内划出控制区和监督区。将 X 射线实时成像装置屏蔽体内部区域划分为本项目的控制区，出束过程中禁止任何人员进入；将 X 射线实时成像装置位置以外检测区以内区域划分为本项目监督区，禁止非辐射工作人员进入。本项目分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

本项目辐射工作场所两区划分见表 10-1，两区划分示意图见图 10-1。

表 10-1 本项目辐射工作场所两区划分情况

项目环节	控制区	监督区
两区划分范围	X 射线实时成像装置内部区域	X 射线实时成像装置位置以外检测区以内区域
划分依据	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）6.4.1。	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）：6.4.2.1“注册者或者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”。6.4.2.2 a)“采取适当的手段划出监督区的边界”。
分区管理措施	对控制区进行严格控制，X 射线实时成像装置在曝光过程中严禁任何人进入。根据《电离辐射防护与辐射	监督区为辐射工作人员操作仪器时工作场所，禁止非相关人员进入，避免受到不必要的照射，并根据《电

	源安全基本标准》（GB 18871-2002）6.4.1.4 c）在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合附录 F 规定的警告标志。	离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）6.4.2.2 b）在监督区入口处的适当地点设立标明监督区的标牌。
辐射防护措施	工件门外粘贴电离辐射警告标志及中文警示说明。	检测区门口张贴监督区标牌。

图10-1 本项目控制区监督区划分示意图

2.设备固有安全性分析

①控制系统：X 射线实时成像装置采用操作台进行控制，操作台位于装置的东侧，运行过程由软件控制。管电压与管电流由软件自动设定，控制器自动稳定管电压和管电流。

②控制钥匙：本项目 X 射线实时成像装置的电源启动钥匙与控制台上的钥匙牢固连接。该串钥匙应随辐射工作人员进出辐射工作场所。

③高压联锁：当 X 射线发生器接通高压产生 X 射线后，系统将始终实时监测 X 射线系统的各种参数，当发生异常情况时，控制器自动切断 X 射线系统的高压。在曝光阶段出现任何故障，控制器都将立即切断 X 射线系统的高压。

④门-机联锁：X射线实时成像装置与工件门设置有门机联锁，只有当工件门完全关闭后，装置才会开始出束工作，当工件门被打开时，装置则会自动停机。

⑤通风装置：本项目X射线实时成像装置自带通风装置，有效通风换气次数不小于3次/小时。

⑥装置的屏蔽条件：本项目X射线实时成像装置为钢-铅-钢结构，装置西侧为主射线照射面，屏蔽设计为3mm钢板+8mm铅板+2mm钢板，其余5侧（东侧、北侧（含工件门）、南侧、顶部、底部）均为非主射面，屏蔽设计为3mm钢板+5mm铅板+2mm钢板。

装置设计有1扇电动左右平开的工件铅门，门洞大小为700mm宽×1648mm高，工件门尺寸为771mm宽×1758mm高，工件门上、下、左、右及中间均采用几字型扣边搭接，各门缝处的铅板搭接均大于门缝的10倍，能有效防止射线泄漏；装置在顶部南部设有2个排口，排口位置采用与顶部相同铅板厚度的回字形防护罩，防护罩同为铅钢结构：3mm钢板+5mm铅板+2mm钢板；电缆穿线孔位于装置东南部，电缆线采用倒U字形穿孔，穿线孔位置采用与东侧相同铅板厚度的防护罩，防护罩同为铅钢结构：3mm钢板+5mm铅板+2mm钢板。

图 10-2 本项目防护大样示意图

3.X 射线实时成像装置工作前检查及维护措施

(1) 工作前检查

- a) 装置外观是否完好；
- b) 电缆是否有断裂扭曲以及破损；
- c) 制冷设备是否有渗漏；
- d) 安全联锁是否正常工作；
- e) 声光报警仪、工作状态指示灯是否正常运行；
- f) 装置螺栓等连接件是否连接良好；
- g) 装置内安装的固定辐射检测仪、便携式X- γ 剂量率仪是否正常；

(2) 装置维护

- a) 建设单位应对装置设备维护负责，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) 设备维护包括装置的彻底检查和所有零部件的详细检测；
- c) 当装置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。

4、工作场所污染防治措施

工作状态指示灯及灯机联锁、声音提示装置：拟为本项目配置工作状态指示灯（绿色、黄色、红色三色警示灯）及声音提示装置（装置内、工件门外），并与装置实现联锁，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，在醒目的位置处应有三色警示灯信号意义的说明。

门灯联锁：本项目拟在 X 射线实时成像装置在工件门处设计 1 套门—灯联锁装置，电源连接，警示灯绿色亮起，防护门关闭，警示灯黄色亮起（表明装置处于预备状态），装置出束，警示灯红色亮起（表明装置处于照射状态）。

紧急停机按钮：本项目 X 射线实时成像装置拟在装置内和操作台上各设计 1 个紧急停机按钮（共计 2 个，含中文标识），确保出现紧急事故时，能立即停止照射。

电离辐射警告标志：本项目X射线实时成像装置拟在工件门外表面张贴1张“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及中文警示说明（如下图所示）。

图10-3 电离辐射警告标志

监控系统：拟在装置体内配备1个监控摄像头，对探伤过程进行实时监控，便于及时发现问题，保证探伤过程中的安全，监控显示器位于操作台上。

监督区标牌：本项目拟在检测区门口张贴监督区标牌。

紧急开门按钮：拟在 X 射线实时成像装置内工件门旁设计 1 个紧急开门按钮。

个人剂量报警仪及个人剂量计：拟为本项目3名辐射工作人员配备3套个人剂量计、为检测区工作场所配备2台个人剂量报警仪。

便携式辐射剂量监测仪：拟为本项目配备1台便携式辐射剂量监测仪。

固定式场所辐射探测报警装置：本项目拟配备 1 套固定式场所辐射探测报警装置，探头装在屏蔽体内非主射方向，显示器位于操作台上，装置一旦出束，显示器显示辐射数值，提示辐射工作人员装置内正在出束。

制度：建设单位已成立辐射安全与环境保护管理机构，拟制定相关辐射安全管理规章制度及辐射事故应急预案，拟将《辐射安全管理规定》《辐射工作设备操作规程》《辐射工作人员岗位职责》以及《辐射事故应急响应程序》张贴在操作台附近显著位置。上墙制度的内容应体现操作性和应用型，字体醒目，尺寸大小应不小于400mm×600mm。

应急物资：拟为本项目配备应急物资，如灭火器材等，能够及时应对现场的突发状况。

建设单位参照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）将设置如下辐射安全措施：

表10-2 本项目拟设置的辐射安全措施一览表

序号	措施	标准原文	措施及位置	是否满足要求
1	调试机房与操	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	本项目操作台位于装置东侧，主射方向由东至西，操作台避	是

	作室 分开	线束照射的方向并应与探伤室分开。	开主射方向。	
2	两区 划分	6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB 18871 的要求。	本项目将 X 射线实时成像装置屏蔽体内部区域划分为本项目的控制区，出束过程中禁止任何人员进入；将 X 射线实时成像装置位置以外检测区以内区域划分为本项目监督区，在检测区门口张贴监督区标牌，禁止非辐射工作人员进入。	是
3	门机 联锁	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 射线实时成像装置与工件门设置有门机联锁，只有当工件门完全关闭后，装置才会开始出束工作，当工件门被打开时，装置则会自动停机。	是
4	指示灯 和声音 提示装置及灯 机联锁	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。	拟为本项目配置工作状态指示灯（绿色、黄色、红色三色警示灯）及声音提示装置（装置内、工件门外），并与装置实现联锁，声音提示信号持续足够长的时间，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别，在醒目的位置处应有三色警示灯信号意义的说明。	是
5	视频 监控	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。	拟为本项目 X 射线实时成像装置配备 1 套监控系统，对探伤过程进行实时监控，便于及时发现安全问题，保证探伤过程中的安全。	是
6	电离辐 射警告 标志	6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	本项目 X 射线实时成像装置拟在工件门外表面张贴 1 张“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及中文警示说明。	是
7	急停 按钮	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。	本项目 X 射线实时成像装置拟在装置内和操作台上各配备 1 个紧急停机按钮（共计 2 个，含中文标识），确保出现紧急事故时，能立即停止照射。	是
8	通风	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	本项目 X 射线实时成像装置自带通风装置，有效通风换气次数不小于 3 次/小时。	是

		数应不小于 3 次。		
9	固定式剂量率仪	6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	本项目拟配备 1 套固定式场所辐射探测报警装置，探头装在屏蔽体内非主射方向，显示器位于操作台上，装置一旦出束，显示器显示辐射数值，提示辐射工作人员装置内正在出束。	是
10	开门按钮	/	拟在 X 射线实时成像装置内设计 1 个紧急开门按钮，发生事故时，按下开门按钮人员能够逃离事故现场。	是
11	防护门搭接	/	本项目工件门搭接与门缝间隙不小于 10 倍。	是
12	应急物资	/	本项目检测区内将配备灭火器。	是
13	制度	/	建设单位已成立辐射安全与环境保护管理机构，拟制定相关辐射安全管理规章制度及辐射事故应急预案。拟将相应制度并将相应制度悬挂于辐射工作场所。	是
14	监测设备	4.3 应对从事探伤工作的人员按 GBZ 128 的要求进行个人剂量监测，按 GBZ 98 的要求进行职业健康监护。 4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。	公司拟委托有资质单位对 3 名辐射工作人员进行个人剂量监测及职业健康体检。	是
			公司将为本项目配备 1 台便携式辐射监测仪。	
			公司将为本项目配备 2 台个人剂量报警仪。	

本项目辐射安全与防护措施分布见图 10-3。

图 10-3 本项目辐射安全与防护措施分布示意图

4、环保投资

为了保证本项目安全持续开展，根据相关要求，建设单位需要投入一定的资金来建设必要的环保设施，配备相应的监测仪器，本项目环保投资估算见表 10-3。本项目总投资***，环保投资***，占总投资的***。今后建设单位在项目实践中，应根据国家发布的法规内容，结合建设单位实际情况对环保设施做补充，使之更能满足实际需要。公司应定期对环保设施、监测仪器等进行检查、维护。

表 10-3 辐射安全与环保设施及投资估算一览表

项目	环保设施		数量	投资金额（万元）
新建 1 台 X 射线实时成像装置项目	辐射屏蔽措施		设备自带	***
	安全装置	声音提示装置	拟设置 2 个	***
		工作状态指示灯及灯机联锁	拟设置 2 套	***
		电离辐射警告标志及中文警示说明	拟设置 1 个	***
		紧急停机按钮（含中文标识）	拟设置 2 个	***
		紧急开门按钮	拟增加 1 个	***
		门-机联锁	设备自带	***
		门-灯联锁	拟设置 1 套	***
		设备的通风装置	设备自带通风装置	***
		监督区标牌	拟设置 1 个	***
		监控系统	拟设置 1 套	***
	辐射监测	便携式辐射剂量监测仪	拟配置 1 台	***
		固定式场所辐射探测报警装置	拟配备 1 套	***
		个人剂量报警仪	拟配备 2 台	***
		个人剂量计	拟配备 3 套	***
	其他	灭火器材	1 套	***
合计				***

1、三废的治理

1.1 废气

X 射线实时成像装置在工作状态时，会使装置内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。本项目 X 射线实时成像装置自带通风装置，排风口位于装置顶部，排风量合计为 330m³/h，装置体积为约 5.70m³，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中：“每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的要求。本项目运营期臭氧由 X 射线实时成像装置自带的机械排风系统经装置顶部排风口后再通过厂房内排风系统排入室外大气中，臭氧在常温常压下稳定性较差，常温常态常压的空气中臭氧有效化学分解时间约为 50 分钟，可自动分解为氧气，其产生臭氧和氮氧化物影响较小。

1.2 生活污水

本项目运营过程中，辐射工作人员会产生少量的生活污水。本项目辐射工作人员产生的办公生活污水进入厂区污水处理站进行处理后，由厂区废水总排口排放，然后进入成都合作污水处理厂进行处理，最终进入清水河。

1.3 生活垃圾

本项目 X 射线实时成像装置在检测过程中不打印胶片，故不产生危废，由辐射工作人员产生的生活垃圾将暂存于厂区的垃圾收集房由市政环卫部门每日清运。

1.4、噪声

本项目X射线实时成像装置的噪声源主要为轴流风机，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，对厂区外界噪声的贡献很小。

2、射线装置报废处理

根据《四川省辐射污染防治条例》：射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化，并严格执行相应报废程序。故本项目使用的 X 射线实时成像装置在进行报废处理时，应根据上述规定将该射线装置的高压射线管进行拆解和去功能化，同时将射线装置的主机电源线绞断，使射线装置不能正常通电，防止二次通电使用，造成误照射。

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）6.3：

- 1) 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。
- 2)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。
- 3)清除所有电离辐射警告标志及中文警示说明和安全告知。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目 X 射线实时成像装置为一体化设备，不存在现场拼接、组装，因此不存在施工期的影响。X 射线实时成像装置安装调试会产生 X 射线，但时间很短，辐射影响很小。X 射线实时成像装置安装和调试均由厂家进行专业操作，在安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应在醒目位置设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近。

运行阶段对环境的影响

本项目运营期的主要环境影响因素为 X 射线实时成像装置工作时产生的 X 射线、臭氧、氮氧化物。

一、X 射线的环境影响分析

检测作业过程中，X 射线的主射线、散射线、泄漏射线对周围环境产生辐射影响，其污染途径为外照射。本项目出束类型为定向，出束方向由东至西，射线管辐射角度为 20° ，主射面均在装置西侧上，其余侧为非主射面。因此装置西侧按照主射线影响计算，装置东侧、西侧、北侧、顶部均按照泄漏射线和散射射线影响计算（由于底部下方为土质层，人员无法进入装置底部，因此仅考虑屏蔽体外周围剂量当量率，不考虑人员年有效剂量。本项目保守不考虑钢板的屏蔽效果，只考虑铅板的屏蔽效果）。

根据建设单位提供资料，装置年出束时间为 419.54h。

（一）计算条件**（1）距辐射源点 1m 处输出量**

据设备生产厂家提供资料（见附件 8），本项目 X 射线实时成像装置距辐射源点 1m 处输出量为*****，单位换算为 $***\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 。

（2）散射能量

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2 可知 160kV 的 X 射线散射后的能量为 150kV。

（3）透射因子取值

本项目透射因子采用什值层计算，什值层取值来源《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 表 B.2，160kV 下铅的什值层厚度采用 150kV

和200kV下铅的什值层厚度插值得到，为1.05mm，150kV下铅的什值层厚度从表上直接取值为0.96mm。根据标准中公式（5） $B=10^{(-X/TVL)}$ 计算透射因子，计算出160kV下8mm铅的透射因子为2.40E-08；160kV下5mm铅的透射因子为1.73E-05；150kV下5mm铅的透射因子为6.19E-06。

（4）距离靶点1m处X射线管的泄漏辐射剂量率

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表1，当X射线最大管电压处于150kV-200kV之间时，距离靶点1m处的漏射辐射剂量率为2.5E+03μSv/h。

（5）计算距离

本项目装置内设置有1个X射线管，连接射线管和成像板的C型臂可上下移动，可在可在竖直方向绕C型臂中心与装置中心交点上下旋转15°，距装置6面的最近距离见下图（图上距离单位为mm）。

图11-1 本项目距离尺寸示意图

表 11-1 计算点位距离一览表

位置		距离
装置东侧	屏蔽体外 30cm	***
	检修通道	***
	4#产线	***
装置南侧	屏蔽体外 30cm	***
	成品堆放区	***
装置西侧	屏蔽体外 30cm	***
	物流通道	***
装置北侧	屏蔽体外 30cm	***
	5#产线工作人员区域	***
装置顶部	屏蔽体外 30cm	***
	通道	***
装置底部	屏蔽体外	***
50m 范围内其余建筑（结合附图 2 相关距离）		
装置东侧	厂区道路及绿化	***
	成都爱乐达航空制造有限公司	***
装置西侧	厂区道路及绿化	***
	门卫	***
	停车场	***

注：装置紧邻四周及顶部计算点位为屏蔽体外30cm，50m范围保护目标直接从屏蔽体外开始计算；装置顶部距2层通道距离为9.2m

二、X射线实时成像装置屏蔽效果预测

1.辐射屏蔽的估算

1) 有用线束屏蔽估算：

*** 公式 11-1

式中: ***

2) 非有用线束屏蔽估算:

① 泄漏辐射

*** 公式 11-2

式中: ***

② 散射辐射

*** 公式 11-3

式中: ***

2. 计算结果

表 11-2 主射线方向屏蔽效果预测表

屏蔽方位	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	$I(\text{mA})$	B	R (m)	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率参考控制水平($\mu\text{Sv/h}$)	评价
装置屏蔽体 30cm 处							
装置西侧 30cm 处	***	3	2.40E-08	***	7.42E-03	2.5	满足
50m 范围内保护目标剂量率-主射							
装置西侧物 流通道	***	3	2.40E-08	***	1.41E-03	2.5	
装置西侧厂 区道路及绿 化	***	3	2.40E-08	***	1.73E-05	2.5	
装置西侧门 卫	***	3	2.40E-08	***	9.65E-06	2.5	
装置西侧停 车场	***	3	2.40E-08	***	1.04E-05	2.5	

表 11-3 非主射线方向装置屏蔽体 30cm 处屏蔽效果预测表

屏蔽方位		装置东侧 30cm	装置南侧 30cm 处	装置北侧 30cm 处	装置顶部 30cm 处	装置底部 30cm 处
泄漏辐射	B	1.73E-05	1.73E-05	1.73E-05	1.73E-05	1.73E-05
	$\dot{H}_L$ ($\mu\text{Sv/h}$)	2.50E+03	2.50E+03	2.50E+03	2.50E+03	2.50E+03
	R (m)	***	***	***	***	***
	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	7.57E-02	1.69E-02	3.37E-02	6.13E-02	1.09E-01
散射辐射	B	6.19E-06	6.19E-06	6.19E-06	6.19E-06	6.19E-06
	I (mA)	3	3	3	3	3
	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	***	***	***	***	***
	$F * \alpha / R_0^2$	***	***	***	***	***

	R_S (m)	***	***	***	***	***
	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	5.37E-02	1.20E-02	2.39E-02	4.35E-02	7.74E-02
泄漏辐射和散射辐射的复合作用 ($\mu\text{Sv/h}$)		1.29E-01	2.89E-02	5.76E-02	1.05E-01	1.86E-01
剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)		2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
评价		满足	满足	满足	满足	满足

表 11-4 50m 范围内保护目标非主射方向剂量率计算一览表

屏蔽方位		装置东侧 4#产线	装置东侧 检修通道	装置南侧 成品堆放 区	装置北侧 5#产线工 作人员区 域	装置顶部 通道	装置东侧 厂区道路 及绿化	成都爱乐 达航空制 造有限公 司
泄 漏 辐 射	B	1.73E-05	1.73E-05	1.73E-05	1.73E-05	1.73E-05	1.73E-05	1.73E-05
	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	2.50E+03	2.50E+03	2.50E+03	2.50E+03	2.50E+03	2.50E+03	2.50E+03
	R (m)	***	***	***	***	***	***	***
	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	1.40E-03	5.30E-03	1.50E-02	3.67E-03	4.56E-04	3.25E-05	1.92E-05
散 射 辐 射	B	6.19E-06	6.19E-06	6.19E-06	6.19E-06	6.19E-06	6.19E-06	6.19E-06
	I (mA)	3	3	3	3	3	3	3
	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	***	***	***	***	***	***	***
	$F * \alpha / R_0^2$	***	***	***	***	***	***	***
	R_S (m)	***	***	***	***	***	***	***
	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	9.95E-04	3.76E-03	1.06E-02	2.61E-03	3.24E-04	2.31E-05	1.36E-05
泄漏辐射和散射辐射的复合作用 ($\mu\text{Sv/h}$)		2.40E-03	9.06E-03	2.56E-02	6.28E-03	7.80E-04	5.56E-05	3.28E-05
剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)		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

由以上计算结果可知，X 射线实时成像装置屏蔽体外 30cm 周围剂量当量率最大为 $0.186\mu\text{Sv/h}$ （底部），周围公众位置周围剂量当量率最大为 $2.56\text{E-}02\mu\text{Sv/h}$ ，满足相关要求。

三、参考点的周及年剂量估算：

*** 公式 11-12

式中：***

预测计算汇总及评价

根据表 11-2、11-3、11-4 对本项目辐射工作人员及周围公众年有效剂量估算。

表 11-5 本项目辐射工作人员剂量估算一览表

位置	使用因子 U	居留因子 T	剂量率值 ($\mu\text{Sv/h}$)	年照射时间(h)	年剂量估算值(mSv)	年剂量约束值 (mSv/年)
装置东侧 (操作位)	1	1	1.29E-01	419.54	5.41E-02	5.0

表 11-6 本项目 50m 范围内周围公众剂量估算一览表

保护目标名称	方位	居留因子	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年照射时间(h)	年有效估算值 (mSv/a)	年剂量约束值 (mSv/a)
4#产线	东侧	1	2.40E-03	419.54	1.01E-03	0.1
检修通道	东侧	1/40	9.06E-03	419.54	9.50E-05	0.1
厂区道路及绿化	东侧	1/40	5.56E-05	419.54	5.83E-07	0.1
成都爱乐达航空制造有限公司	东侧	1	3.28E-05	419.54	1.38E-05	0.1
成品堆放区	南侧	1/40	2.56E-02	419.54	2.69E-04	0.1
物流通道	西侧	1/5	1.41E-03	419.54	1.18E-04	0.1
门卫	西侧	1	9.65E-06	419.54	4.05E-06	0.1
停车场	西侧	1/40	1.04E-05	419.54	1.09E-07	0.1
5#产线工作人员区域	北侧	1	6.28E-03	419.54	2.63E-03	0.1
通道	顶部	1/5	7.80E-04	419.54	6.54E-05	0.1

综上所述，当本项目 X 射线实时成像装置满功率运行时，装置四周、顶部、底部屏蔽材料外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 要求。对于周围公众年有效剂量最大为： $2.63\text{E-}03\text{mSv}$ ；对于辐射工作人员年有效剂量最大为： $5.41\text{E-}02\text{mSv}$ ，均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量约束值和本项目管理目标的要求（职业照射的剂量约束值不超过 5mSv/a ；公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a ）。

四、大气环境影响分析

X 射线实时成像装置在工作状态时，会使装置内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。本项目 X 射线实时成像装置自带通风装置，排风口位于装置顶部，排风量合计为 $330\text{m}^3/\text{h}$ ，装置体积为约 5.70m^3 ，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中：“每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的要求。本项目运营期臭氧由 X 射线实时成像装置自带的机械排风系统经装置顶部排风口后再通过厂房内排风系统排入室外大气中，臭氧在空气中短时间内可自动稀释为氧气，其产生臭氧和氮氧化物影响较小。

事故影响分析

一、事故风险识别

本项目所用 X 射线实时成像装置属 II 类射线装置，其风险因子为 X 射线，按照《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》（2019 年修订本）第四十条关于事故的分级原则现将项目的风险物质、风险因子、潜在危害及可能发生的事故等级列于表 11-7 中。

表 11-7 射线装置的风险因子辐射伤害程度与事故分级

环境风险因子	潜在危害	事故等级
X 射线	射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射	一般辐射事故
	射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾	较大辐射事故
	射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾	重大辐射事故
	射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡	特别重大辐射事故

同时根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017），急性放射病发生参考剂量见表 11-8。

表 11-8 急性放射病初期临床反应及受照剂量范围参考值

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

二、源项分析及最大可能性事故分析

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

本项目可能发生的辐射事故：在门机联锁失效、工件门未关闭、周围人员在人员误入和误靠近 X 射线实时成像装置时，此时 X 射线实时成像装置突然误启动（控制台人员误进行开机操作，或者装置失控自动开机），对周围人员进行误照射，引发辐射事故。

三、最大可能性事故后果计算

针对最大可能性事故，对事故工况下人员的受照剂量进行估算，分析事故造成的影响与危害。

假定在事故情况下，人员误入和误靠近本项目 X 射线实时成像装置，X 射线直接射到人员（处于主射方向），由于单个工件检测一次最长出束时间为 2min，因此 2min 为一次事故下的持续照射时间。则计算结果见表 11-9。

表 11-9 事故情况下人员受到的累计剂量结果

人员与 X 射线实时成像装置距离（m）	各事持续时段的射线所致辐射剂量（Gy）				
	10s	30s	60s	80s	120s
主射线方向 0.5	1.19E-02	3.56E-02	7.13E-02	9.50E-02	1.43E-01
主射线方向 1.0	2.97E-03	8.91E-03	1.78E-02	2.38E-02	3.56E-02
主射线方向 1.5	1.32E-03	3.96E-03	7.92E-03	1.06E-02	1.58E-02
总结	通过计算结果表明，人员在位于出束点 0.5m 位置持续受照 120s 所受到的剂量为 0.143Gy，超过年剂量限值，但不会引起轻度骨髓型急性放射病，因此会发生一般辐射事故。 在实际工作情况中，周围公众难以直接进入装置内部。装置内部设置有急停按钮，若发生事故，可立即按下，装置即可停止出束。辐射工作人员在工作时，做好场所监管工作，防止人员靠近或误入 X 射线实时成像装置。				

综上所述，对于本项目来说，**最大可信事故为一般辐射事故**。针对一般辐射事故，建设单位需进行超标原因调查，并最终形成正式调查报告，经本人签字确认后上报发证机关。

四、事故防范措施

（1）定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，完善各项管理制度并严格按照要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生；

（2）建设单位需制定本项目的《X 射线实时成像装置操作规程》。凡涉及对 X 射线实时成像装置进行操作，操作人员必须按操作规程执行，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置；

（3）每月检查 X 射线实时成像装置的门机联锁装置和工作状态指示灯，确

保相关防护设施完整并处于正常状态后，射线装置出束才能进行照射。若检查有防护设施失效，应及时维修，待维修好之后，才能正常运行；

（4）对建设单位新招聘的辐射工作人员，应参加国家核技术利用辐射安全与防护考核的考试，取得合格证书，持证才能上岗。

（5）辐射工作人员在进入装置内时，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，辐射工作人员应立即退出装置外，同时防止其他人进入，并立即向辐射防护负责人报告。

（6）应定期测量 X 射线实时成像装置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，应终止检测工作并向辐射防护负责人报告。

（7）辐射工作人员应正确使用配备的辐射监测仪器，把潜在的辐射危险降到最低。

（8）在每一次照射前，操作人员都应该确认 X 射线实时成像装置内部没有人员滞留并关闭防护门。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，才能开始检测工作。

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考核。 建设单位已根据核技术应用现状，按《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求成立了辐射安全管理领导小组负责相关辐射安全监督管理工作，领导小组职责明确，能有效确保辐射工作人员、社会公众的健康与安全。该领导小组的组成涵盖了现有核技术应用所涉及的相关部门，在框架上基本符合要求。 组长：*** 副组长：*** 成员：***** 本项目拟配备 3 名辐射工作人员（2 名操作人员，1 名管理人员），建设单位将安排其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。届时新增辐射工作人员操作/管理本项目 X 射线实时成像装置，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 一、档案管理分类 根据《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》的要求，辐射工作单位的相关资料应按照档案管理的基本规律和要求进行分类归档放置。本项目档案资料可包括以下八大类：“制度文件”“环评资料”“许可证资料”“射线装置台账”“监测和检查记录”“个人剂量档案”“培训档案”“辐射应急资料”。 二、主要规章制度 根据《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》的要求，建设单位已制定辐射安全与环境保护管理机构文件，拟制定辐射安全相关规章制度，规章制度包括《辐射安全管理规定》《辐射工作设备操作规程》《辐射安全和防护设
--	--

《辐射维护维修制度》《辐射工作人员岗位职责》《射线装置台账管理制度》《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》《监测仪表使用与校验管理制度》《辐射工作人员培训制度》《辐射工作人员个人剂量管理制度》《辐射事故应急预案》。

根据四川省生态环境厅关于印发《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》（川环函[2016]1400 号）要求，《辐射工作场所安全管理要求》《辐射工作人员岗位职责》《辐射工作设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》应悬挂于辐射工作场所。因此，在项目开展前，建设单位将在检测区操作台附近墙上显著位置张贴大小和字体都足够醒目的《辐射安全管理规定》《辐射工作设备操作规程》《辐射工作人员岗位职责》以及《辐射事故应急响应程序》。上墙制度的内容应体现操作性和应用型，字体醒目，尺寸大小应不小于 400mm×600mm。

本项目涉及使用Ⅱ类 X 射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》“第十六条”和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函[2016]1400 号），建设单位需具备的辐射安全管理要求见表 12-1。

表 12-1 建设单位辐射安全管理基本要求汇总对照分析表

序号	辐射管理要求	落实情况	应增加措施
1	从事使用射线装置的单位，应持有有效的辐射安全许可证	/	待本项目环评工作完成，项目建设完成后向发证机关提交申领辐射安全许可证的申请材料
2	辐射工作人员应参加辐射安全知识和法规的考核并持证上岗	/	配备的 3 名辐射工作人员应参加辐射安全与防护考核，持证上岗
3	辐射工作单位应建立辐射安全管理机构或配备专（兼）职管理人员	已建立	/
4	需配置必要的辐射防护用品和监测仪器并定期或不定期地开展工作场所及外环境辐射剂量监测，监测记录应存档备查	/	拟为厂区配备 1 台便携式辐射监测仪；拟为本项目配备 2 台个人剂量报警仪
5	辐射工作单位应针对可能发生的辐射事故风险，制定相应辐射事故应急预案	/	拟根据本项目情况制定
6	辐射工作单位应建立健全辐射防护、安全管理规章制度及辐射工作单位基础档案	/	拟根据本项目情况建立

7	辐射工作单位应做好辐射工作人员个人剂量监测和职业健康检查，建立健全个人剂量档案和职业健康监护档案	/	配备的 3 名辐射工作人员上岗前一并落实
8	辐射工作单位应在 X 射线实时成像装置门口设置醒目的电离辐射警告标志	/	本项目辐射工作场所投运前应落实
9	辐射工作单位应提交有效的年度辐射环境监测报告	/	实施本项目后每年拟委托有资质的单位完成场所环境监测
10	辐射信息网络	/	核技术利用单位必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”（网址 http://rr.mee.gov.cn/rsmsreq/login.jsp ）中实施申报登记。申领、延续、变更许可证，新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报
11	应建立动态的台账，射线装置应做到账物相符，并及时更新	/	本项目运行前拟建立

辐射安全许可证初次申领材料

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》“生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当依照规定取得许可证”。在本项目环境影响评价文件取得四川省生态环境厅批复后，建设单位需准备以下文件并提交审管部门，申领辐射安全许可证，申领辐射安全许可证时应该提交满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条、第十八条的证明材料。办理流程：受理、审查、决定、制证、颁发和送达。

根据国家法规和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》的相关要求，将其与建设单位管理制度现状列于表 12-2 中进行对照分析。

表12-2 管理制度汇总对照表

序号	规定的制度	落实情况	应增加的措施
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	中自科技股份有限公司关于《成立辐射安全与环境保护管理机构》的通知	已制定
2	辐射安全管理规定（综合性文件）	/	拟制定

3	辐射工作设备操作规程	/	拟制定
4	辐射安全和防护设施维护维修制度	/	拟制定
5	辐射工作人员岗位职责	/	拟制定
6	射线装置台账管理制度	/	拟制定
7	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	/	拟制定
8	监测仪表使用与校验管理制度	/	拟制定
9	辐射工作人员培训制度（或培训计划）	/	拟制定
10	辐射工作人员个人计量管理制度	/	拟制定
11	辐射事故应急预案	/	拟制定

二、职业健康监护档案

建设单位应为所有辐射工作人员组织岗前的职业健康体检及建立职业健康监护档案，辐射工作人员在岗期间应每 2 年进行一次职业健康体检。职业健康监护档案应包括辐射工作人员的职业史、职业病危害接触史、职业健康检查结果、处理结果和职业病诊疗等有关个人健康资料，建设单位应终生保存所有辐射工作人员的职业健康监护档案。

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，包括工作场所监测和个人剂量监测。

一、工作场所监测

1、年度监测：拟委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为 1 次/年；年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

2、日常自我监测：拟定期自行开展辐射监测（也可委托有资质的单位进行监测），制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案，监测周期为 1-2 次/月。

二、个人剂量监测

建设单位拟为本项目辐射工作人员配备个人剂量计、建立个人剂量监测档案，并定期（根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）规定，常规监测周期最长不超过 3 个月）送有资质的单位进行监测。此外，公司还应按以下

要求实施：

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》与川环办发〔2010〕49 号文中的要求，公司应做好以下工作：

（1）公司应每一季度将个人剂量计送交有资质的部门进行检测。检测数据超过单位调查水平 1.25mSv 的，单位应组织调查，当事人应在调查报告上签字确认；检测数据超过个人剂量年度管理限值 5.0mSv 的，公司应组织调查，查明原因后采取防范措施，并报告发证机关，检测报告及有关调查报告应存档备查。

（2）建设单位应安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息，工作岗位，剂量检测结果等材料，建立并终生保存个人剂量监测档案。

（3）辐射工作人员有权查阅和复制本人的个人剂量档案。辐射工作人员调换单位的，原用人单位应当向新用人单位提供个人剂量档案的复印件。

（4）公司拟在每年的 1 月 31 日前向《辐射安全许可证》发证机关报送本单位射线装置安全和防护状况上一年度评估报告，个人剂量监测报告（连续四个季度）应当连同年度监测报告一起作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

三、监测内容和要求

（1）监测内容：X-γ辐射剂量率。

（2）监测布点及数据管理：监测布点应参考环评提出的监测计划（表 12-3）或验收监测布点方案。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

表12-3 工作场所监测计划建议

序号	类别	检测方法	检测周期	结果评价
1	验收检测	1、实时成像装置的放射防护检测，特别是验收检测时应首先进行周围辐射水平的巡测，用便携式 X-γ剂量率仪巡测装置屏蔽体外 30cm 处的辐射水平，以发现可能出现的高辐射水平区。	项目建设完成后，竣工环保验收时监测。	屏蔽体四周、顶部外 30cm 处周围及保护目标位置剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h。
2	年度检测		每年一次，由有相应资质的技术服务机构进行此项监测。	
3	自主检测	2、辐射水平定点检测： a)通过巡测发现的辐射水平异常高的位置； b)装置门外 30cm 离地面高度为 1m 处，门的左、中、右侧	建议至少每月 1 次	

		3 个点和门缝四周各 1 个点； c) 装置屏蔽体四周及顶部外 30cm 离地面高度为 1m 处，每个面至少测 3 个点； d) 人员经常活动的位置； f) 管线洞口。		
(3) 监测范围：本项目 X 射线实时成像装置周围。 (4) 监测质量保证： ①制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用监测部门的监测数据与本单位监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案；也可到有资质的单位对监测仪器进行校核； ②采用国家颁布的标准方法或推荐方法，其中自我监测可参照有资质的监测机构出具的监测报告中的方法； ③制定并完善辐射环境监测管理制度和方案。 此外，建设单位需定期和不定期对辐射工作场所进行监测，随时掌握辐射工作场所剂量变化情况，发现问题及时维护、整改。做好监测数据的审核，制定相应的报送程序，监测数据及报送情况存档备查。 落实以上措施后，本项目所配备的防护用品和监测仪器以及实施的监测方案能够满足相关管理要求。项目投运前，建设单位应当按照国务院生态环境行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护措施进行验收。验收报告编制完成后应依法向社会公示验收报告。				
辐射事故应急 建设单位需根据可能发生的辐射事故风险，制定辐射事故应急预案报所在地人民政府生态环境主管部门备案。 辐射事故应急预案的主要内容应包括：应急组织结构，应急职责分工，辐射事故应急处置（最大可信事故场景，应急报告，应急措施和步骤，应急联络电话），应急保障措施，应急演练计划。 (1) 事故报告程序 一旦发生辐射事故，辐射工作人员立即停机，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及省、市生态环境部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。				

（2）辐射事故应急措施

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戴防护用具及个人剂量计及个人剂量报警仪。
- ④应尽可能记录现场有关情况，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，按照国家有关放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。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免辐射事故的发生率，从而保证项目的正常运营，也保障了工作人员、公众的健康与安全。

表 13 结论与建议

结论**1. 实践正当性**

应用在汽车上的催化单元需严格保证其质量，而催化剂浆料涂覆高度是否满足要求是影响催化单元是否生产合格的关键因素，X射线是检测液体高度最快捷最适用的手段。X射线检测作为五大常规无损检测方法之一，能较直观地显示蜂窝载体内催化剂浆料涂覆的情况，对保障建设单位生产的催化单元质量起了十分重要的作用。本项目核技术应用项目的开展，可达到其余无损检测方法所不能及的探伤效果，是其他探伤方法无法替代的，因此，该项目的实践是必要的。

建设单位在开展X射线检测过程中，对X射线实时成像装置的使用将严格按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对X射线实时成像装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线实时成像装置的情况下，可以将该项辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用的实践具有正当性。

2. 产业政策相符性

根据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)》，本项目属鼓励类第三十一项“科技服务业”第 1 条“检验检测服务”，符合国家产业发展政策。

3. 选址合理性分析

根据建设单位提供不动产权证书，中自科技股份有限公司新厂区土地性质为工业用地。公司新厂区于 2020 年 12 月 3 日获得成都高新区生态环境和城市管理局关于对《中自科技股份有限公司新型催化剂智能制造园区项目环境影响报告书》的批复，于 2023 年 7 月 31 日完成竣工环境保护验收工作。中自科技股份有限公司新厂区处于成都“5+2”产业园区内，园区供水、排水、供电、供气及光纤、电缆、交通等基础设施完善，为本项目的建设提供了良好的条件。

本项目 X 射线实时成像装置用于对蜂窝载体内催化剂浆料涂覆高度进行 X 射线无损检测，保证其催化单元的生产质量，属于配套工业生产，因此与厂区用地性质相符。本项目 X 射线实时成像装置拟放置在生产厂房 1F 中部检测区内，

项目 50m 范围内基本处于厂区中部，远离食堂及倒班楼，评价范围内未涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》第三条中环境敏感区，即以文化教育、行政办公和居住为主要功能的区域。本项目 X 射线实时成像装置自带屏蔽，产生的辐射经过装置自带的屏蔽措施后，对周围的影响较小，从辐射安全防护的角度分析，**本项目的选址是合理的。**

本项目 X 射线实时成像装置拟放置于检测区南部中间，基本上位于整个生产厂房及厂区中间位置，使得 50m 范围除东侧外其余均在厂区内。操作台位于装置东侧，本项目主射方向朝向装置西侧，未朝向操作台方向，因此本项目工作场所布局设计基本合理。

本项目拟将 X 射线实时成像装置屏蔽体内部区域划分为本项目的控制区，出束过程中禁止任何人员进入；将 X 射线实时成像装置位置以外检测区以内区域划分为本项目监督区，禁止非辐射工作人员进入。本项目分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

4. 辐射屏蔽能力分析

根据厂家提供资料，X 射线实时成像装置外部尺寸为长 2024mm×宽 2160mm×高 2292mm，内部净尺寸为长 1904mm×宽 1606mm×高 1863mm。本项目 X 射线实时成像装置为钢-铅-钢结构，装置西侧为主射线照射面，屏蔽设计为 3mm 钢板+8mm 铅板+2mm 钢板，其余 5 侧（东侧、北侧（含工件门）、南侧、顶部、底部）均为非主射面，屏蔽设计为 3mm 钢板+5mm 铅板+2mm 钢板。

根据理论计算，X 射线实时成像装置周围屏蔽体外 30cm 处剂量率均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中相关要求。

5. 保护目标剂量

根据理论计算，本项目辐射工作人员、公众及保护目标的年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量约束值和本项目管理目标的要求（职业照射的剂量约束值不超过 5mSv/a；公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a）。

6. 工程所在地区环境质量现状

中自科技股份有限公司新建1台X射线实时成像装置项目拟建址及周围环境空气吸收剂量率为70nGy/h~89nGy/h，现状监测结果与成都市生态环境局发布的《2023 成都生态环境质量公报》中环境 γ 辐射剂量率连续自动监测年均值范围（67nGy/h~119nGy/h）基本一致。

7. 辐射安全措施

本项目运行后，辐射工作人员应按照国家有关要求配套个人剂量计并建立个人剂量档案，定期进行职业健康体检并建立职业健康监护档案。建设单位拟为厂区配备1台便携式辐射监测仪，2台个人剂量报警仪、1台固定式场所辐射探测报警装置；X射线实时成像装置自带屏蔽体、门—机联锁装置、通风装置；建设单位拟在装置内配备紧急开门按钮、监控系统、紧急停机按钮；拟在操作台上配备紧急停机按钮、监控显示器；拟在装置内部及工件门外顶部配备工作状态指示灯及灯机联锁装置、门灯联锁装置、声音提示装置；拟在防护门外面张贴电离辐射警告标志及中文警示说明；拟在检测区门口张贴监督区标牌等辐射安全措施。

8. 辐射环境管理

（1）建设单位拟委托有资质的单位每年对辐射工作场所周围环境辐射剂量率进行检测；

（2）建设单位拟为厂区配置 1 台便携式 X- γ 剂量监测仪，定期对工作场所辐射水平进行监测；

（3）建设单位拟委托有资质的公司开展个人剂量监测，所有在职辐射工作人员均需要配备个人剂量计，建设单位应及时跟监测单位核实数据，及时发现、解决问题。同时建设单位拟组织在职辐射工作人员进行职业健康体检，并为其建立职业健康档案。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，建设单位已制定辐射安全与环境保护管理机构文件，拟制定相关辐射安全管理制度，包括《辐射安全管理规定》《辐射工作设备操作规程》《辐射安全和防护设施维护维修制度》《辐射工作人员岗位职责》《射线装置台账管理制度》《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》《监测仪表使用与校验管理制度》《辐射工作人员培训制度》《辐射工作人员个人剂量管理制度》《辐射事故应急预案》。环评要求运行

本项目的建设单位在日后工作实践中，应根据具体情况和实际问题，按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求及时完善相关制度。

9、项目环保竣工验收检查内容

1、根据《建设项目环境保护管理条例》文件第十一条规定：

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

（2）建设单位在环境保护设施验收过程中，应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，不得弄虚作假。

（3）除按照国家规定需要保密的情形外，建设单位应当依法向社会公开验收报告。

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

（1）建设单位可登录生态环境部网站查询建设项目竣工环境保护验收相关技术规范。

（2）项目竣工后，建设单位应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编制验收监测报告。

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

（4）本项目设计的固体废物污染环境防治设施必须经原审批环境影响保护行政主管部门验收合格后，该建设项目方可投入生产或者使用。

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

①本项目配套建设的环境保护设施竣工后，公开竣工日期；

②对项目配套建设的环境保护设施进行调试前，公开调试的起止日期；

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

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。

表 13-1 项目环保竣工验收检查一览表

项目	环保设施		数量
新建 1 台 X 射线实时成像装置项目	辐射屏蔽措施		设备自带
	安全装置	声音提示装置	拟设置 2 个
		工作状态指示灯及灯机联锁、门灯联锁	拟设置 2 套
		电离辐射警告标志及中文警示说明	拟设置 1 个
		紧急停机按钮（含中文标识）	拟设置 2 个
		紧急开门按钮	拟增加 1 个
		门-机联锁	设备自带
		门-灯联锁	拟设置 1 套
		设备的通风装置	设备自带通风装置
		监督区标牌	拟设置 1 个
		监控系统	拟设置 1 套
	辐射监测	便携式辐射剂量监测仪	拟配置 1 台
		固定式场所辐探测报警装置	拟配备 1 套
		个人剂量报警仪	拟配备 2 台
		个人剂量计	拟配备 3 套
	其他	灭火器材	1 套

综上所述，中自科技股份有限公司新建 1 台 X 射线实时成像装置项目符合实践正当化原则，拟采取的辐射安全和防护措施适当，工作人员及公众受到的周剂量和年有效剂量符合《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）中关于剂量约束值的要求。在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后，公司将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其设施运行对周围环境产生的影响较小，故从辐射环境保护角度论证，项目可行。

建议和承诺

- 1、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度。
- 2、定期组织辐射工作人员参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的考核。
- 3、建设单位应当每年对本单位射线装置使用情况进行安全和防护状况年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告，安全和防护状况年度评估报告要按照《四川省核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》固定的格式进行编制；并且年度评估报告的电子档还应上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。

4、定期检查及维护辐射工作场所的电离辐射警告标志及中文警示说明、工作状态指示灯及灯机联锁、门机联锁、声音提示装置、急停按钮、紧急开门按钮等各项辐射安全措施，若出现松动、脱落、损坏或联锁失效，应及时修复或更换。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：	
经办人	公 章 年 月 日
审批意见：	
经办人	公 章 年 月 日