

核技术利用建设项目

新建工业 X 射线探伤项目

环境影响报告表

(送审件)

(四川凯德源科技有限公司)

二〇一九年六月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

新建工业X射线探伤项目 环境影响报告表

建设单位名称：四川凯德源科技有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：四川省德阳市旌阳区南湖路19号

邮政编码：618000

联系人：熊一静

电子邮箱：445777311@qq.com 联系电话：15008383814

目 录

表 1 项目基本情况.....	3
表 2 放射源.....	12
表 3 非密封放射性物质.....	13
表 4 射线装置.....	13
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	15
表 6 评价依据.....	16
表 7 保护目标与评价标准.....	18
表 8 环境质量和辐射现状.....	21
表 9 项目工程分析与源项.....	24
表 10 辐射安全与防护.....	28
表 11 环境影响分析.....	37
表 12 辐射安全管理.....	48
表 13 结论与建议.....	53
表 14 审批.....	58

附件

附件 1：环境影响评价委托书

附件 2：设备参数说明

附件 3：人员培训承诺

附件 4：关于成立辐射安全领导小组的通知

附件 5：厂房非放环评批复及更名批复

附件 6：厂房非放环评自主验收组意见及验收意见

附件 7：监测报告

附图

附图 1：项目地理位置图；

附图 2：厂区平面布置及外环境关系图；

附图 3：探伤室屏蔽设计图；

附图4：通排风设计图

表 1 项目基本情况

建设项目名称		新建工业 X 射线探伤项目			
建设单位		四川凯德源科技有限公司			
法人代表	王钟浩	联系人	熊一静	联系电话	18781091320
注册地址		四川省德阳市旌阳区南湖路19号			
项目建设地点		四川省德阳市旌阳区南湖路 19 号现有厂区内已建车间外西北侧			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	200	项目环保投资 (万元)	62.1	投资比例（环保投资/总投资）	31.05%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它			占地面积(m ²)
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I类 ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
		☐ 使用	☐ I类（医疗使用） ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II类 ☐ III类		
		☐ 销售	☐ II类 ☐ III类		
		☒ 使用	☒ II类 ☐ III类		
	其它				

项目概述

一、概述

1.1 建设单位简介

四川凯德源科技有限公司（统一社会信用代码：91510600MA63NGQD1Y）成立于2017年，公司位于四川省德阳市旌阳区南湖路19号，公司主要从事天然气调压设备、天然气计量设备、天然气加气设备的制造、销售、维护；五金交电、机电设备、机械设备、环保节能产品、化工产品等产品设备的生产销售，具有较强的精加工能力。目前，四川凯德源科技有限公司从未申领过《辐射安全许可证》。

1.2 项目由来

四川凯德源科技有限公司生产的各种型号过滤器要求质量好，性能高。因此，为确保产品的质量，四川凯德源科技有限公司拟在目前已建厂区内车间外西北侧新建一座探伤室，并在其中新增使用一台型号为XXHA-2505型X射线周向平靶探伤机，属于II类射线装置。

为加强射线装置的辐射环境管理，防止放射性污染和意外事故的发生，确保射线装置的使用不对周围环境和工作人员及公众产生不良影响，根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置防护条例》等相关法律法规要求，建设方须对该项目进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令第44号）及《关于修改〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉部分内容的决定》（生态环境部令第1号）的规定，本项目应编制环境

影响报告表。为此，四川凯德源科技有限公司委托四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）对该项目开展环境影响评价工作（见附件1）。我院接受委托后，通过现场勘察、收集资料等工作，结合本项目的特点，按照国家有关技术规范要求，编制完成《四川凯德源科技有限公司新建 X 射线探伤项目环境影响报告表》。

二、项目概况

2.1 项目名称、性质、建设地点

项目名称：新建工业 X 射线探伤项目

建设单位：四川凯德源科技有限公司

建设性质：新建

建设地点：德阳市旌阳区南湖路 19 号已建厂区内车间外西北侧，建设单位的地理位置见附图 1，本项目工作场所具体位置见附图 2。

2.2 项目建设内容和建设规模

四川凯德源科技有限公司拟在已建厂区内车间外西北侧新建一座探伤室，并在其中新增使用 1 台型号为 XXHA-2505 型 X 射线周向平靶探伤机，属于 II 类射线装置。其中探伤室室内面积为 49.4m^2 ，净空尺寸为长 9.5m ×宽 5.2m ×高 5m ，东、北、南侧墙体和屋顶均为 70cm 厚的混凝土，西侧迷道采用“Z”型设计，迷道内墙厚 70cm ，外墙厚 70cm ；工件进出口防护铅门厚度为 14mm 的铅当量，人员进出口防护铅门厚度为 5mm 铅当量。探伤室地下无房间，不考虑地面防护。配套的评片室室内面积为 14.1m^2 ，暗室室内面积为 15.2m^2 ，控制室室内面积为 12.5m^2 。

本项目 XXHA-2505 型平靶周向探伤机最大管电压为 250kV ，最大

管电流为 5mA，属于Ⅱ类射线装置，探伤机主射方向为四周墙体及地面，年照射时间不超过 30 小时。本项目不涉及野外探伤。

2.3 项目组成及主要环境问题

项目组成及主要环境问题见表 1-1。

表 1-1 项目组成及主要的环境问题表

名称	建设内容及规模		可能产生的环境问题	
			施工期	运营期
主体工程	探伤室	探伤室室内面积为 49.4m²，净空尺寸为长 9.5m×宽 5.2m×高 5m，东、北、南侧墙体和屋顶均为 70cm 厚的混凝土，西侧迷道采用“Z”型设计，迷道内墙厚 70cm，外墙厚 70cm；工件进出口防护铅门厚度为 14mm 的铅当量，人员进出口防护铅门厚度为 5mm 铅当量。 本项目 XXHA-2505 型平靶周向探伤机最大管电压为 250kV，最大管电流为 5mA，属于II 类射线装置，探伤机主射方向为四周墙体及地面，年照射时间不超过 20 小时。本项目不涉及野外探伤。	施工噪声、 施工废水、 建筑粉尘、 建筑废渣	X射线、臭 氧、噪声、
辅助工程	配套的评片室室内面积为 14.1m ² ，暗室室内面积为 15.2m ² ，控制室室内面积为 12.5m ² 。			生活废水、 生活垃圾、 废显影液、 废定影液、 废胶片
公用工程	排水、配电、供电和通讯系统等		依托已建设施	/
环保工程	生活污水经厂区内预处理池处理后达到三级标准排入污水管网，最后由石亭江污水处理厂处理后达标排入石亭江；生活垃圾经厂区垃圾收集桶收集后，由市政环卫部门统一清运。			/

2.4 主要原辅材料

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-2。

表 1-2 主要原辅材料及能耗情况表

类别	名称	年耗量	来源	主要成分
主 (辅)	显影液	10L	外购	硫代硫酸钠、无水硫酸钠、醋酸、硼酸、硫酸铝钾

料	定影液	10L	外购	硫酸甲基对氨基苯酚、无水亚硫酸钠、对苯二酚、无水碳酸钠、溴化钾
	胶片	300 张	外购	均为溴化银感光胶片
能源	电	200kW·h	厂区电网	\
水	生产用水	10t/a	厂区管网	H ₂ O

2.4 主要设备配置及主要技术参数

本项目探伤机配置及主要技术参数见表 1-3。

表 1-3 本项目探伤机技术参数一览表

型 号		XXHA-2505 (周向)1 台
输 出	X射线管电压	250kV
	X射线管电流	5mA
	mA 稳定度	1%
射线管	焦点尺寸	2.5×2.5 (mm)
	辐射角	40°
最大穿透	厚度钢 (mm)	25mm
探伤机工件距离源点的最大距离		730mm
工作方式	电脑控制全自动 1:1 间隙工作,不切断电源时最大工作时间 5min,超过 5min 自动分段工作。	
靶材料	金属靶 (钨丝)	
靶头过滤片的厚度及材料	3mm 铝	
生产厂家	丹东市无损检测有限公司	

2.6 工作人员及工作制度

人员安排：本项目从事辐射工作的工作人员共 2 人，专人专职，不与其他岗位交叉使用。

工作制度：本项目辐射工作人员每年工作 50 周，每周工作 5 天，每天工作 8 小时，实行白班单班制。

2.7 产业政策符合性

项目属于核技术在无损检测领域内的运用，根据国家发展和改革委员会第 9 号令《产业结构调整指导目录（2011 年本）》（2013 年修订）相关规定，属于该指导目录中允许类第三十一项“科技服务”中第 1 条“质量检测服务”，符合国家当前的产业政策。

三、项目选址、外环境关系、布局合理性及实践正当性分析

3.1 项目外环境关系及选址合理性分析

四川省德阳市旌阳区南湖路 19 号现有厂区内，厂区北侧与博力迅电池责任有限公司相邻，西侧为泰山南路，隔泰山南路对面约 50m 处为德阳市农机有限公司；厂区南侧为拟建的南湖路（现为空地），隔南湖路对面约 50m 处为在建为蓝谷企业港；厂区东侧为燕山路，隔燕山路对面目前为一片空地；厂区东侧 1.8km 处为绵远河。本项目与周边已建、待建企业均无相互制约因素，四川凯德源科技有限公司外环境关系见附图 2。

探伤室屏蔽墙体距南侧南湖路约 181m，距东侧燕山路约 130m，距北侧博力迅电池责任有限公司约 180m，距离较远，对周边工业企业没有影响。

本项目所在厂区已取得原德阳市环境保护局“德环审批[2015]123 号”文环评批复，并于 2017 年取得原德阳市环境保护局“德环函[2017]193 号”该项目环评项目名称更名的回复：建设单位由“四川中燃鑫泰天然气股份有限公司”变更为“四川凯德源科技有限公司”，项目名称由“LNG、CNG 加气设备制造项目环境影响报告表”变更为“LNG、CNG 加气设备制造（新型天然气调压、计量及加气智能测控设备研制

及产业化)项目”,变更的项目的建设地点不变、设施设备、产能、污染防治措施未发生改变。并于2018年5月进行了自主验收。厂区整体项目选址合理性已在相关环评报告和验收报告中进行了论述,本项目仅为厂区整体项目的配套建设项目,不新增用地,本项目探伤作业时通过采取相应有效治理和屏蔽措施后对周围的环境影响较小,其选址是合理的。建设单位平面布置及外环境关系见附图2。

3.2 布局合理性分析

本项目探伤室拟建于厂区内已有车间外北侧,位置相对独立。探伤室楼上、楼下无房间,拟建探伤室北侧约2m为仓库(2F);西侧从北往南依次设置辅助用房,包括:评片室、暗室和控制室;西侧隔辅助用房为已有水压房;东侧约20m为厂区办公楼(4F);工件大门位于探伤室南侧,南侧紧邻厂区车间。

本项目X射线探伤工作区主要由探伤室、控制室、评片室和暗室组成,其中控制室、评片室和暗室位于探伤室西侧,工件进出大门位于探伤室南侧,探伤室与车间紧邻,方便探伤工件进出探伤室;探伤室与控制室之间设有人员通道铅门,便于操作人员进出探伤室。整个探伤室的设置避开了公司内部人群较多的办公场所,且与该区域其它非辐射工作人员活动区避开一定距离。另外整个探伤室相对独立,探伤装置工作过程中产生的X射线经屏蔽墙和屏蔽门屏蔽后并通过距离衰减后对周围环境辐射影响是可接受的。

本项目探伤室依据科学规划、合理布局、辐射防护、安全管理的原则进行建设。总体来看,探伤工作区的平面布置既便于探伤各个工艺的

衔接，满足安全生产的需要，又便于进行分区管理和辐射防护，同时本项目公共工程、办公及生活设施依托拟建厂区主体工程。从利于安全生产和辐射防护的角度而言，该项目的平面布置是合理可行的。

3.3 与周边环境的兼容性分析

项目利用厂房内现有完善的水资源供给系统，生活废水经预处理通过污水管网最终进入石亭江污水处理厂处理，不会对当地水质产生明显影响；本项目产噪设备为风机，声级较小，噪声影响不大，不会改变区域声环境功能区规划。因此本项目的建设不会对周边产生新的环境污染，项目与周边环境相容。

3.4 实践正当性分析

四川凯德源科技有限公司配备 X 射线探伤机的目的是为了实现对产品的性能检测，提高产品的质量与生产安全，其探伤机运行所致辐射工作人员和周围公众成员的剂量符合本次评价标准要求，只要按规范操作、加强管理，该项目造成辐射影响是可接受的。该公司所使用的探伤机是符合辐射防护“实践的正当性”原则。

四、 与本项目有关的原有污染情况及主要环境问题

1、本项目所在厂区已取得原德阳市环境保护局“德环审批[2015]123 号”文环评批复，并于 2017 年取得原德阳市环境保护局“德环函[2017]193 号”该项目环评名称变更的回复：建设单位由“四川中燃鑫泰天然气股份有限公司”变更为“四川凯德源科技有限公司”，项目名称由“LNG、CNG 加气设备制造项目环境影响报告表”变更为“LNG、CNG 加气设备制造（新型天然气调压、计量及加气智能测控设备研制及产业

化)项目”,变更的项目的建设地点不变、设施设备、产能、污染防治措施未发生改变。并于2018年5月进行了自主验收。本项目X射线探伤室拟建地为工业用地,之前未进行过跟辐射有关的任何活动,不存在原有污染和环境遗留问题。本项目拟建探伤室位于已建厂区内车间外北侧,探伤室和配套房间的施工期环境影响,按照厂区非放射性环评提出的环保设施和环保措施处理。工作人员产生的生活污水经厂区污水预处理设施处理后,排入市政污水管网,生活垃圾经厂区垃圾收集桶收集后,由市政环卫部门统一清运。

2、四川凯德源科技有限公司为首次申领《辐射安全许可证》,无其它原有污染和环境问题。

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
	无							

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
	无									

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
无										

(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 射线探伤机	Ⅱ类	1 台	XXHA-2505	250	5	工业探伤	探伤室	新增

(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	
	无												

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
无								

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为mg/L，固体为mg/kg，气态为mg/m³；年排放总量用kg。

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

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 01 月 01 日（修订）实施）； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日实施）； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日实施）； (4) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院 682 号令）； (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第 449 号令）； (6) 《四川省辐射污染防治条例》（四川省第十二届人大常委会通过，2016 年 6 月 1 日起实施）； (7) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理报告制度的通知》（环发[2006]145 号）； (8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令第 44 号）； (9) 《关于修改<建设项目环境影响评价分类管理名录>部分内容的决定》（生态环境部第 1 号令）； (10) 《射线装置分类》（环保部与国家卫生计生委 2017 年第 66 号）； (11) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原国家环保总局第 31 号令，2017 年 12 月 12 日第二次修正）；
------	--

	(12) 《环境保护部关于修改部分规章的决定》（环境保护部令第 47 号，2017 年 12 月 20 日起实施）； (13) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（国家环保部 18 号令）。
技术标准	(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； (2) 《工业 X 射线探伤机放射防护要求》（GBZ117-2015）； (3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）； (4) 《辐射环境保护管理导则 核技术应用项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）。
其它	(1) 《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序》（第三版）； (2) 《关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）>的通知》（川环办发〔2016〕1400 号）。

表 7 保护目标与评价标准

评价范围 根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的有关规定，本项目评价范围确定为探伤室屏蔽墙体外 50m 范围内。
保护目标 根据本项目工作场所的平面布局和周围的外环境关系确定本项目主要环境保护目标为探伤室操作人员以及探伤室周围其他工作人员等。

评价标准

根据本项目所在区域，本项目应执行的环境保护标准如下。

1、环境质量标准

环境空气质量执行国家《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准；

地表水环境质量执行国家《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准；

声环境质量执行国家《声环境质量标准》（GB3096-2008）中3类标准。

2、污染物排放标准

废气执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297—1996）二级标准；

废水：排入设置有二级污水处理厂的城镇排水系统的污水，执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准；

施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放限值》（GB12523-2011）标准。

运营期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的3类标准。

3、剂量约束

（1）职业照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第4.3.2.1条的规定，对任何工作人员，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由审管部门决定的

连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯平均）20mSv。项目要求按上述标准中规定的职业照射年有效剂量约束值的 1/4 执行，即 5mSv/a。

（2）公众照射：第B1.2.1条的规定，实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过年有效剂量1mSv。项目要求按上述标准中规定的公众照射年有效剂量约束值的1/10执行，即 0.1mSv/a。

4、工作场所周围剂量率

放射工作场所边界周围剂量率控制水平根据《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）有关规定，本项目射线装置使用场所在距离探伤室屏蔽体外表面30cm 外，周围辐射剂量率应满足：控制目标值不大于2.5μSv/h；探伤室内每小时换气不小于3次。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

四川凯德源科技有限公司位于四川省德阳市旌阳区南湖路19号，交通便利。本项目位于四川凯德源科技有限公司已建厂区内，项目地理位置见附图1。

本项目周围为城市道路或工业企业，主要植被为人工种植的花草树木；动物为常见的小型动物。

为掌握项目所在地辐射水平，本次评价委托四川省创晖德盛环境检测有限公司对本项目机房所在位置及周围的辐射环境进行了监测，监测结果见表 8-3。

1、监测方法与标准

- (1) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）；
- (2) 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-1993)；
- (3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。

2、监测时间

2019 年 5 月 28 日

3、监测外环境条件

环境温度：15℃~17℃；环境湿度：54%~57%；天气状况：晴。

4、监测仪器

表 8-1 监测仪器一览表

监测因子	监测方法	方法来源	监测仪器
------	------	------	------

X-γ 空气 吸收 剂量 率	现场 监测	《辐射环境监测技术规范》(HJ/T 61-2001) 《环境地表γ辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-1993)	仪器名称：便携式 X-γ剂量率仪 仪器型号：BH3103B 仪器编号：018 检出限：1×10 ⁻⁸ Gy/h 检定单位：四川省核工业辐射测试防护设备计量检定站 检定日期：2018 年 08 月 08 日 有效日期：2019 年 08 月 07 日
----------------------------	----------	--	---

5、监测布点方案

根据建设单位平面布置及周围外环境关系确立了具体的监测点位。监测点位如下：

表 8-2 X~γ空气吸收剂量率监测布点

序号	监测点位	备注
1	拟建探伤室北侧空地	室外
2	拟建探伤室东侧空地	室外
3	拟建探伤室南侧空地	室外
4	拟建探伤室西侧空地	室外
5	厂区大门处值班室	室外

6、监测质量保证

本次监测单位为四川省创晖德盛环境检测有限公司，具有四川省质量技术监督局颁发的检验检测机构资质认定证书（编号：162312050229），并在允许范围内开展监测工作和出具有效的监测报告，保证了监测工作的合法性和有效性。具体质量保证措施如下：

- （1）合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性；
- （2）监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗；
- （3）监测仪器按规定定期经计量部门检定，检定合格后方可使用；
- （4）监测仪器经常参加国内各实验室间的比对，确保监测数据的准确性；

- (5) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否良好；
- (6) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录；
- (7) 监测报告实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术负责人审定。

7、监测结果

由表8-3可以看出，本项目厂区室外 γ 本底空气吸收剂量率属于成都市道路户外放射性水平。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、 施工期工艺分析

1、 土建、装修施工的工艺分析

本项目建设施工主要是对探伤室进行建设，首先根据使用要求进行设计，然后按照设计组织施工，施工完成后对建筑物内部进行必要的装修，装修完后安装探伤设备（包括探伤机、门机联锁、门灯联锁等），最后进行竣工验收。探伤室施工必须采取混凝土连续浇筑，避免墙体产生缝隙。且铅门与墙体重叠部分不小于门与墙体缝隙宽度的 10 倍。

在施工过程中有施工噪声、施工废渣、施工废水和建筑粉尘产生，其影响已在项目的非放射性环境影响评价中进行了评价，由于施工周期短，工程量较小，在采取相应措施后，对周围环境产生的不良影响较小。其工艺流程及产污环节如图 9-1 图所示：

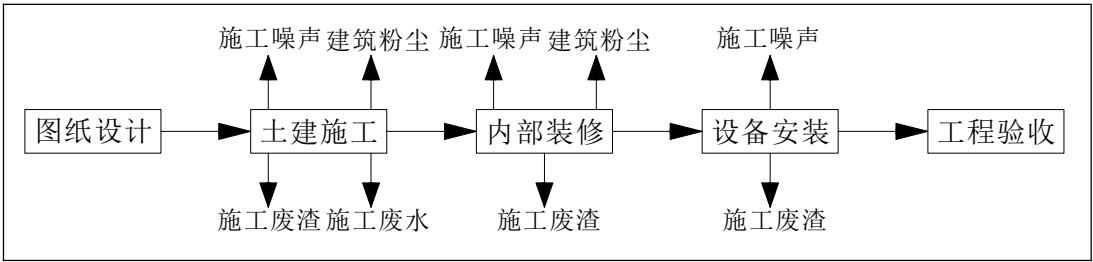


图 9-1 项目施工期工艺流程及产污环节图

2、 设备安装调试期间的工艺分析

本项目探伤机的安装调试阶段，会产生 X 射线，造成一定的辐射影响。探伤机的安装调试由厂家专业人员进行。

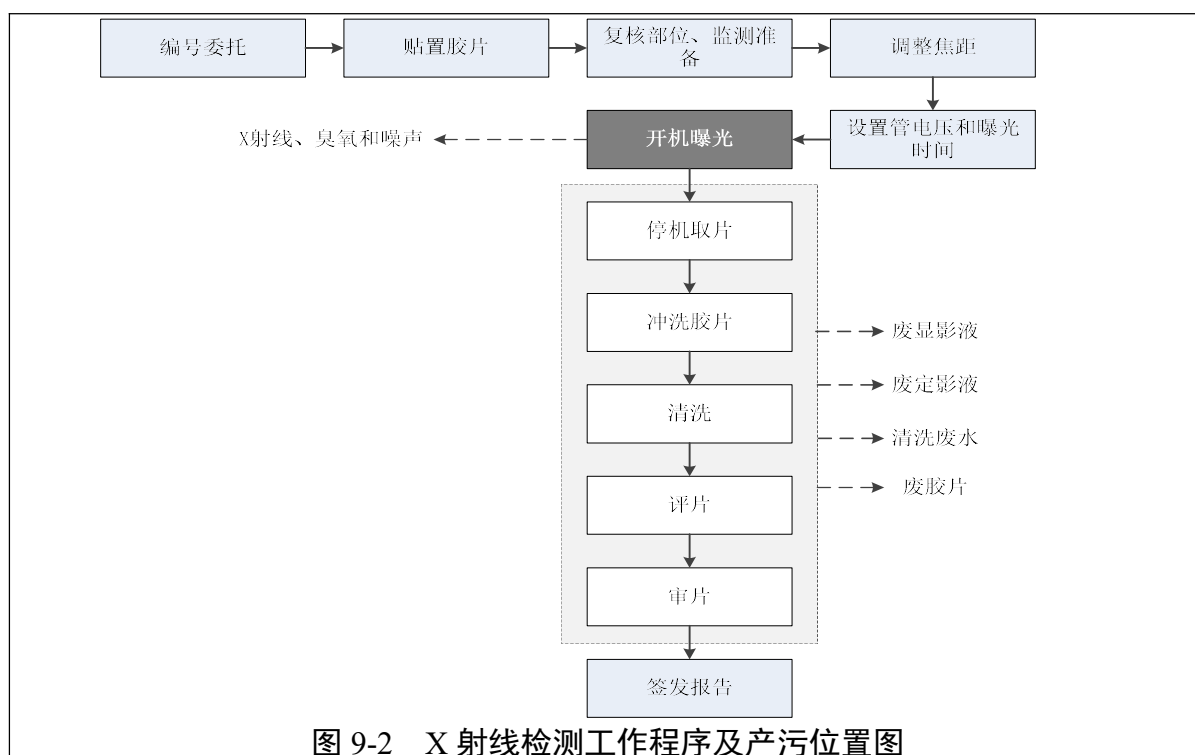
本项目探伤机安装、调试过程中，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，在机房门外设立辐射警示标志，禁止无关

人员靠近；在设备的调试和维修过程中，射线源开关钥匙应安排专人看管，或由操作人员随身携带，并在机房入口等关键处设置醒目的警示标识，人员离开时探伤室上锁。

二、 营运期工艺分析

1、工作原理：X射线探伤机的工作原理是X射线探伤机通电时通过高压发生器、X光管产生电子束，电子束撞击靶，产生X射线。利用不同物质和不同的物体结构对X射线衰减系数不相同。当X射线照射工件时，胶片放在工件的底面，由于有缺陷的材料与没缺陷的材料吸收射线不同，所以工件的缺陷显影在底片上，借助于缺陷的图像可以判断工件缺陷的性质、大小、形状和部位。

2、操作方式及流程：①检测人员在接到样品委托单后，应对试样的结构、坡口形式、焊接方法及工件厚度等进行了解，并核对试样上的钢号是否与样品委托单上的编号一致。试样应经外观检查并合格。②进入探伤室检测前，所有检测人员应配备个人剂量计，然后将工件带入探伤室并摆位。③待检测的工件摆放准备完毕后，由最后一个走出探伤室的工作人员负责关闭工件大门和人员通道门，此时门灯联锁、门机连锁、紧急止动装置启动，监控及工作状态指示装置开启，这些联锁装置未启动，高压不会启动，控制室内操作人员无法开启曝光程序。④操作人员在控制室内依据曝光曲线设置曝光参数，对探伤机进行远程操作，取下胶片，送入暗室进行冲洗，冲洗后的胶片用清水清洗。⑤应在规定的时间内按照检测工艺及时进行检测和评定。对不合格的底片应及时进行补拍。



污染源项描述

一、电离辐射

X 射线探伤机开机工作时，通过高压发生器和X光管产生高速电子束，放出具有确定能量的X射线，本项目探伤机不开机状态不产生辐射。

二、废气

探伤室空气在强辐射照射下，会使氧分子重新组合而产生臭氧。本项目 X 射线能量不高，产生的臭氧量较小。

三、废水

清洗胶片时有清洗废水产生，产生量约为 $0.9\text{m}^3/\text{a}$ ，（本项目每年拍片约 300 张，每张片子清洗废水约 3L），废水中含有少量的 AgBr 和显影剂及氧化物。

项目工作人员会产生少量的生活废水。

四、固体废物

拍片完成后，在暗室内洗片过程中将产生废显影液及废定影液，废定影液中含有硫酸甲基对氨基苯酚（又名米吐尔）和对苯二酚（海多吉浓）等强氧化剂；废显影液主要含有硫代硫酸钠等化学物质。根据国家危险废物名录中的危险废物划分类别，该废显影液、废定影液属于感光材料废物，其危废编号为 HW16。项目每年产生废显影液约 10L、废定影液约 10L。

本项目在洗片过程中及评片后将产生废弃的胶片，废胶片的产生量每年约为 50 张，废胶片属于“国家危险废物名录”中规定的危险废物，其危废编号为 HW16。

本项目工作人员会产生少量的生活垃圾。

五、噪声

探伤室风机工作时将产生一定的噪声，但建设方拟采用的是低噪音风机，其噪声值不超过 65dB(A)。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、工作区域管理

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。

控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其它适当位置处设立醒目的警告标志并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。运用行政管理程序如进入控制区的工作许可证和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，辐射工作场所操作区应与非辐射工作场所隔开。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的制定区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标记；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

根据上述要求并结合本项目探伤室平面布置和实际情况，将探伤室划为控制区，而控制室及与控制室相邻的相关配套房间等均划为监督区。本项目控制区和监督区划分情况见表 10-1，具体分区图见图 10-1。

表 10-1 本项目“两区”划分一览表

工作场所	控制区	监督区	备注
X 射线探伤室	探伤室	探伤室控制室、评片室，暗室。	控制区内禁止外来人员进入，职业工作人员在进行日常工作时候尽量不要在控制区内停留，监督区范围内应限制无关人员进入。

二、 辐射安全及防护措施

本项目射线装置主要辐射为 X 射线，对 X 射线的基本防护原则是减少照射时间、远离射线源及加以必要的屏蔽。本项目对 X 射线外照射的防护措施主要有以下几方面。

1、设备固有安全性

X射线探伤机只有在开机状态下才会产生X射线，关机状态下不会产生 X 射线，本项目探伤机购买于正规厂家，具体如下：

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

②若射线机无法启动高压，首先应确认控制箱内的保险管是否烧坏；其次检测 SF6 气体是否达标，以及射线机头过滤片和屏蔽罩是否损坏。

③射线机延时启动，有安全操作、保护人员人身安全的作用。

④保险管烧坏时射线机将自动停止高压运行并自行断电。

⑤接头接触不良时，射线机将显示故障功能，且不能开启高压运行。

⑥控制箱内线路灰尘较多时造成短路，射线机将自动断电。

2、屏蔽防护

本项目探伤室由有相应资质单位进行设计和施工，该 X 射线探伤室为钢筋混凝土结构，东、南、北侧墙体厚 70cm，屋顶厚 70cm，地下无房间，地面不做特殊防护；迷道采用“Z”型设计，西侧迷道内墙厚 70cm，

外墙厚 70cm；整个 X 射线探伤室设置两道防护铅门，其中工件大门为 14mm 铅当量的电动平推门，工作人员通道门为 5mm 铅当量的手动推拉门。铅门与墙体重叠部分不小于门与墙体缝隙宽度的 10 倍。

机房的屏蔽状况见表 10-2。

表 10-2 探伤室屏蔽状况

机房	墙体	屋顶	迷道	防护门	观察窗
探伤室	东、南、北侧墙体厚 70cm 混凝土	70m 厚混凝土	迷道采用“Z”型设计，迷道内墙厚 70cm，外墙厚 70cm；	工件防护铅门为 14mm 厚铅当量，人员防护铅门为 5mm 厚铅当量	无

探伤室控制电缆布设于电缆沟内，电缆沟采取 U 型地沟，如图 10-2；进风管道和排风管道采用“U”型管道沿地沟布设分别穿越南墙和东墙，如图 10-3 所示。电缆沟和通排风系统的布设方式不影响屏蔽墙体的屏蔽效果。

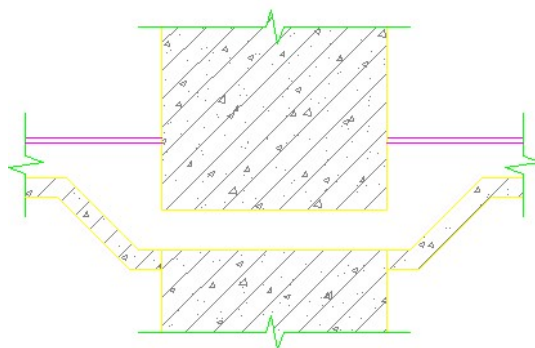


图 10-2 电缆沟穿墙防护示意图

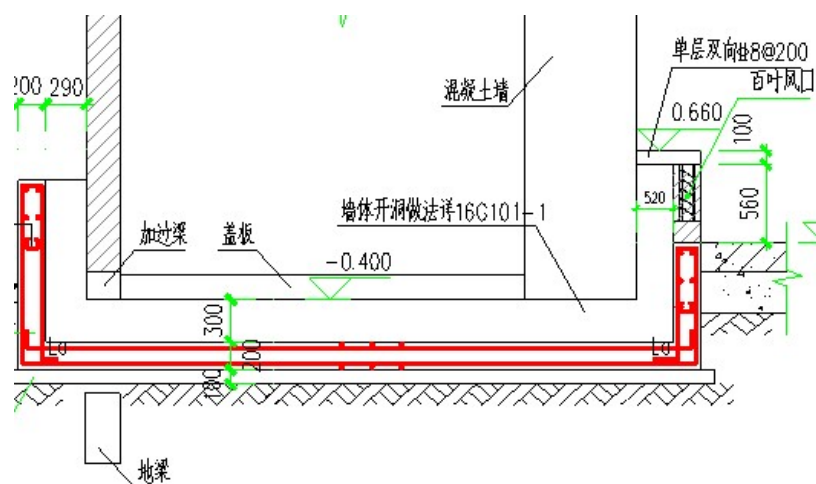


图 10-3 通排风管道布置示意图

3、距离防护

探伤室将严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理,且在探伤室的人员通道门的醒目位置将张贴固定的电离辐射警告标志并安装工作状态指示灯。限制无关人员进入,以免受到不必要的照射。

4、时间防护

在确保产品质量的前提下,在每次使用探伤机进行探伤之前,根据工件满足的实际质量要求制定最优化的探伤方案,选择合理可行尽量低的射线照射参数,以及尽量短的曝光时间,减少工作人员和相关公众的受照射时间。

三、安全装置

(1) 安全钥匙锁开关:当控制台安全钥匙锁处于关闭时,红色“锁闭”指示灯点亮,所有操作被禁止;当打开安全钥匙锁时,绿色“接通”指示灯点亮,才可以进行探伤操作程序。

(2) 门机联锁:铅门与 X 射线高压电源联锁,如关门不到位,高压

电源不能正常启动。

环评要求：本项目探伤机必须实现与工件进出铅门和人员进出铅门的联锁，并且相互之间不能短路。

（3）工作状态指示灯箱：探伤机处于出束状态时，指示灯为红色，并显示有“禁止入内”的字样，以警示人员注意安全；当探伤机处于非出束状态，指示灯为绿色。

（4）紧急止动装置：在控制台上设置 1 个紧急停止按钮（并有中文标识），探伤室四周墙面各设置 1 个紧急停止按钮（并有中文标识），按下按钮，高压电源立即被切断并停止出束。

环评要求：按下任何一个紧急止动按钮都必须能停止探伤机出束。

（5）视频监控系统：探伤室西北角、东南角和西南角各安装一个监控摄像头，操作人员可通过视频监控观测到室内情况。

（6）警告标志：探伤室防护门外醒目处张贴“当心电离辐射”警告标志。

（7）紧急开门按钮：迷道口距地面 1.2m 处设置了紧急开门按钮（并有中文标识），在事故状态下工作人员逃逸至迷道内可通过该按钮开启防护门，实现紧急逃逸。

四、辐射防护安全装置配备综合要求

为防止发生辐射事故，根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》和《关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）>的通知》（川环办发[2016]1400 号）中对工业用Ⅱ类射线装置辐射防护安全装置的要求，本次评价根据建设单位采取的辐射安全装置

及设备进行了对照分析，具体情况见表 10-4。

表 10-4 辐射安全防护设施汇总对照分析表

序号	项目	规定的措施		落实情况	应增加的措施
II类射线装置：探伤机					
1	场所设施	屏蔽措施	射线屏蔽体	已设计	/
			隔室操作	已设计	/
2		安全措施	安全联锁：门机连锁、门灯连锁	/	需配置
3			控制台紧急止动开关	设备自带	/
5			探伤室内监控设施 1 套	/	需配置
			探伤室内紧急停止开关	/	需配置
6			电离辐射警告标志 2 个	/	需配置
7			准备出束声光提示	/	需配置
			出口处紧急开门按钮	/	需配置
			通风设施		已设计
10		监测设备	便携式辐射监测仪器仪表 1 台		/
11	个人剂量计 2 个		/	需配置	
12	个人剂量报警仪 1 个		/	需配置	
13	应急物资	灭火器材		/	需配置

四、射线装置工作场所安防措施

为确保本项目探伤机的使用和储存安全，本项目采取的安全保卫措施见表 10-5。

表 10-5 探伤机工作场所安防措施一览表

工作场所	措施类别	对应措施
探伤室	防盗和防破坏	①探伤室及附属设施纳入建设单位日常安保巡逻工作范围，并划为重点区域，加强巡视管理，以防遭到破坏； ②工作场所根据需要设置监控摄像头实行 24h 实时监控； ③安排有专人进行管理和维护，并进行台账记录，一旦发生盗窃事件，立即关闭设备和防护门，并立即向公安机关报案； ④探伤室和邻近房间不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品等物品。
	防射线泄漏	①本项目所使用的探伤机购置于正规厂家，出厂时探伤机的杂散辐射和泄漏辐射不会超过《工业 X 射线探伤机放射防护要求》

		(GBZ117-2015)规定的限值; ②本项目探伤室已按照有关规范要求进行了辐射防护设计,只要按照设计和标准要求进行落实,是不存在辐射泄漏的情况,机房具体屏蔽情况见表 10-2;
--	--	---

三废的治理

1、废水

清洗胶片时有清洗废水产生,产生量约为 $0.9\text{m}^3/\text{a}$, (本项目每年拍片约 300 张, 每张片子清洗废水 3L, 共计产生 0.9m^3 废水), 废水中含有少量的 AgBr 和显影剂及氧化物。第一次与第二次清洗废水(约 $0.2\text{m}^3/\text{a}$) 污染物浓度较高, 禁止外排, 须经废液收集桶收集后交由有资质的单位处理, 收集桶具有防渗、防水和防腐的效果。其余清洗废水污染物浓度低, 依托厂区污水处理设施处理后满足城市污水处理厂的收水水质要求后, 排放至市政污水管网, 最终进入石亭江污水处理厂进行达标处理排放。

2、废气

为了减少废气对人员产生的影响, 探伤室设置独立的通排风系统, 设计通排风量为 $1000\text{m}^3/\text{h}$, 可使探伤室每小时换气 4 次。探伤机探伤过程中排风系统保持持续工作状态。探伤室采用风机进风, 通过“U”型地沟引至探伤室, 进风口位于机房东侧墙体外; 采用风机排风, 通过“U”型地沟将室内空气强制排出室外, 引至厂房顶部的排口进行排放。根据“影响分析一节”, 本项目经通风换气后, 室内外臭氧浓度均能达标。

3、固体废物处理措施

拍片完成后, 在暗室内洗片过程中将产生废显影液及废定影液, 废定影液中含有硫酸甲基对氨基苯酚 (又名米吐尔) 和对苯二酚 (海多吉

浓)等强氧化剂;废显影液主要含有硫代硫酸钠等化学物质。根据国家危险废物名录中的危险废物划分类别,该废显影液、废定影液属于感光材料废物,其危废编号为HW16。项目每年产生废显影液、废定影液最大各10L/a、10L/a,建设单位拟采用废液收集桶收集后交由有资质的单位处理,收集桶具有防渗、防水和防腐的效果。

本项目在洗片过程中及评片后将产生废弃的胶片,废胶片的产生量每年约为50张,废胶片属于“国家危险废物名录”中规定的危险废物,其危废编号为HW16。

建设方拟与有危险废物处理资质的单位签订回收协议,洗片过程中产生的初期清洗废水、废显影液、废定影液、废胶片及不需要留档的胶片,定期交该单位处理。

工作人员产生的生活垃圾依托厂区垃圾回收系统统一送往就近垃圾站进行处理处置。

4、噪声

运营期噪声主要来源于通排风系统的风机,工作场所使用的通排风系统为低噪声节能排风机和低噪声节能空气处理机,其噪声值低于65dB(A),噪声较小,无需采用专门的降噪措施。

5、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去功能化。”

6、环保投资估算

本项目环保投资估算见表10-6。

表10-6 辐射防护设施(措施)及投资估算一览表

项目	设施(措施)	金额(万元)
----	--------	--------

探伤室	辐射屏蔽措施	探伤室一座	30
	废液存放室、暗室	防渗处理	5.0
	危废收集桶	2 个	0.2
	安全装置	门-机联锁装置 2 套	2.0
		视频监控系统 1 套（3 个摄像头）	3.0
		准备出束音响装置 1 套	1.0
		门-灯联锁 2 套	1.0
		紧急开门装置 1 套	1.0
		紧急停止按钮 1 套（4 个按钮）	2.0
		入口电离辐射警告标志 2 个	0.1
		个人剂量计 2 个（4 个剂量片）	0.5
	个人防护用品	个人剂量报警仪 1 个	1.0
		通排风系统	曝光室通排风系统 1 套，暗室通风系统 1 套
	监测	便携式 X- γ 监测仪 1 台	2.0
		应急和救助的物资准备	5.0
	其他	辐射工作及管理人员及应急人员的组织培训	3.0
	合计		62.1

本项目总投资200万元，环保投资62.1万元，占总投资的31.05%。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

一、施工阶段

本项目在施工活动中，会产生施工噪声、建筑垃圾、施工扬尘和污水，对环境存在一定影响。

为此，环评提出如下要求：

（1）对施工时间、时段、施工进度，施工原材料购进时间作精心安排、系统规划；对可能受影响和破坏的对象加以保护；

（2）施工中应防止机械噪声的超标，特别是应避免机械噪声夜间作业；应使用商品混凝土，不得使用混凝土搅拌机现场作业；

（3）施工中产生的废弃物（如废材料、废纸张、废包装材料、废塑料薄膜等）应妥善保管、及时处理；

（4）施工中产生的弃土应及时回填和清运；

（5）长期干燥无雨天气应定期洒水，防止弃土扬尘；

只要工程施工期严格做到以上基本要求，就可以使其对环境的影响降至最小程度。施工结束后，项目施工期环境影响即可消除。

二、设备安装施工阶段

环评要求射线装置的安装、调试由设备厂家专业人员进行，建设单位不得自行安装及调试设备。在设备安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在探伤室门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。人员离开时机房必须上锁并派人看守。设备安装调试阶段，不允许其他无关人员进入探伤室，防

止辐射事故发生。由于设备的安装和调试均在探伤室内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，建设方需及时回收包装材料及其它固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

运行阶段对环境的影响

一、机房屏蔽体厚度合理性分析

本项目 XXHA-2505 型平靶周向探伤机主射方向为四周墙体及地面，年照射时间不超过 30 小时；该探伤室下方没有楼层，所以地面防护不予考虑。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZT250-2014)，本项目探伤室的关注点设定见图 11-1。

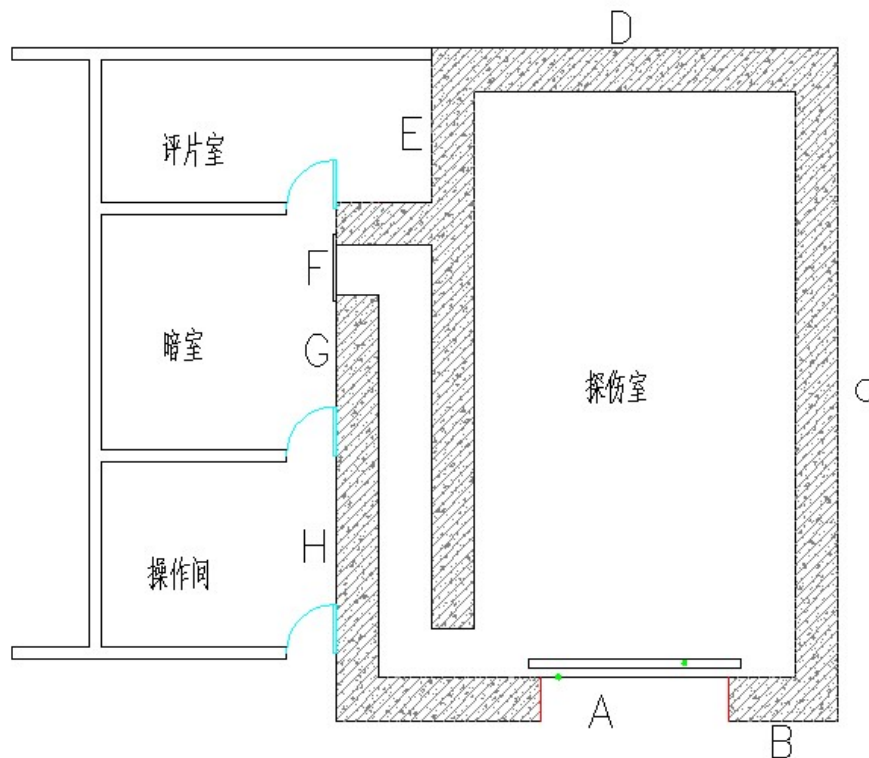


图 11-1 探伤室周围关注点示意图

表 11-1 探伤室周围关注点控制剂量水平参数选取及计算结果表

参数 探伤室	使用 因子	居留因 子	受照射类型	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	参考控制 水平 ($H_{e,\max}$) ^①	关注点控制剂量 水平 $\dot{H}_c$ $\mu\text{Sv/h}$
南侧工件大 门 A	1	1	公众	3.33	2.5	2.5
南侧 B	1	1	公众	3.33	2.5	2.5
东侧 C	1	1	公众	3.33	2.5	2.5
北侧 D	1	1	公众	3.33	2.5	2.5
西侧评片室 E	1	1	职业	167	2.5	2.5
西侧暗室人 员通道门 F	1	1	职业	167	2.5	2.5
西侧暗室 G	1	1	职业	167	2.5	2.5
西侧控制室 H	1	1	职业	167	2.5	2.5
顶部	1	/	/	100	100	100

①根据《工业 X 射线探伤机放射防护要求》(GBZ117-2015) 关注点的最高剂量率参考控制水平 ($H_{e,\max}$) 为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。②对不需要人员到达的探伤室顶, 探伤室顶表面外 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 $100\mu\text{Sv/h}$, 且本项目设备所在探伤室为平房, 屋顶不上人, 探伤室顶部按照 $100\mu\text{Sv/h}$ 进行控制。

2、屏蔽厚度核算

(1) 四周墙体、屋顶及工件大门屏蔽厚度核算

本项目探伤机主射方向为四周墙体和地面, 地下无楼层, 因此不考虑地面防护。

表 11-2 探伤室四周墙体、屋顶及工件大门理论计算与设计屏蔽参数对比情况

屏蔽设施	rp (m)	q	H_c ($\mu\text{Sv/h}$)	B	理论计算厚度	实际设计厚度	是否满足要求
西面墙体	2.5	1	2.5	3.75×10^{-6}	49cm 混凝土	70cm 混凝土 (迷道外墙和 内墙均为 70cm 混凝土)	是
南面墙体	2.5	1	2.5	3.75×10^{-6}	49cm 混凝土	70cm 混凝土	是
东面墙体	2.5	1	2.5	3.75×10^{-6}	49cm 混凝土	70cm 混凝土	是
北面墙体	2.5	1	2.5	3.75×10^{-6}	49cm 混凝土	70cm 混凝土	是

工件进出 大门	2.5	1	2.5	3.75×10^{-6}	1.2cm 厚铅 当量	1.4cm 厚铅 当量	是
屋顶	4.5	1/16	100	4.85×10^{-4}	30cm 混凝土	70cm 混凝土	是

(2) 迷道防护铅门屏蔽厚度核算

本项目探伤室迷道主要是受散射线影响。探伤室迷道为“Z”型，探伤作业时一次散射射线至少还需散射两次才能到达人员通道门处，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2：原始 X 射线能量不大于 300kV 的散射辐射能量不大于 200kV。本项目人员进出门距离散射体约 7m，根据表 5，铅门的厚度应不小于 3.2mm 铅当量，本项目探伤室防护铅门为 5mm 铅当量，能满足屏蔽要求。

综上所述，本项目探伤室各面屏蔽体的设计参数能满足屏蔽防护要求。

二、辐射环境影响分析

1、探伤室周围关注点环境影响分析

表 11-3 X 射线探伤机运行期间各关注点的剂量率估算表

关注点	点位描述	X (mm)	TVL (mm)	B	R(m)	H ($\mu\text{Sv/h}$)	受照类型
A	南侧工件大门外 30cm 处	14mmPb	2.9	1.00×10^{-10}	2.5	6.67×10^{-5}	公众
B	南侧墙体外 30cm 处	700	90	1.67×10^{-8}	2.5	1.11×10^{-2}	公众
C	东侧墙体外 30cm 处	700	90	1.67×10^{-8}	2.5	1.11×10^{-2}	公众
D	北侧墙体外 30cm 处	700	90	1.67×10^{-8}	2.5	1.11×10^{-2}	公众
E	西侧墙体外 30cm 处评片室	700	90	1.67×10^{-8}	2.5	1.11×10^{-2}	职业
F	西侧暗室人员通道门外	5mmPb (散射)	1.4	2.68×10^{-4}	7.0	3.26×10^{-3}	职业

	30cm 处						
G	西侧暗室墙体外 30cm 处	700	90	1.67×10^{-8}	2.5	1.11×10^{-2}	职业
H	西侧墙体外 30cm 处控制室	700	90	1.67×10^{-8}	2.5	1.11×10^{-2}	职业
I	屋顶 30cm 处	700	90	1.67×10^{-8}	4.5	3.44×10^{-3}	/

根据表 11-3 可知，本项目 X 射线探伤机运行后，探伤室各侧关注点处剂量率估算值最大为 $0.011 \mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业 X 射线探伤机放射防护要求》(GBZ117-2015)中关注点的最高剂量率参考控制水平($H_{e,\max}$)为 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的要求。

由式 11-6 估算各关注点的年附加有效剂量：

$$E = H \times 10^{-3} \times q \times h \times W_T \dots\dots\dots \text{(式 11-6)}$$

式中：

H —关注点的剂量当量 ($\mu\text{Sv/h}$)；

E —关注点的附加有效剂量 (mSv/a)；

h —工作负荷 (h/a)；

q —居留因子，经常有人员停留的地方取 1，有部分时间有人员停留的地方取 1/4，偶然有人员经过的地方取 1/16；

W_T —组织权重因数，全身为 1。

由此估算的直线加速器运行期间探伤室周围各关注点的年附加有效剂量见表 11-4。

表 11-4 本项目探伤机运行期间周围各关注点的年附加有效剂量估算表

关注点	点位描述	剂量当量预测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	工作负荷 (h/a)	居留因子	附加有效剂量预测结果 mSv/a	受照者类型
A	南侧工件大门外	6.67×10^{-5}	30	1	2.00×10^{-6}	公众

	30cm 处					
B	南侧墙体外 30cm 处	1.11×10^{-2}	30	1	3.34×10^{-4}	公众
C	东侧墙体外 30cm 处	1.11×10^{-2}	30	1	3.34×10^{-4}	公众
D	北侧墙体外 30cm 处				3.34×10^{-4}	公众
E	西侧墙体外 30cm 处 评片室	1.11×10^{-2}	30	1	3.34×10^{-4}	职业
F	西侧暗室人员通道门 外 30cm 处	1.11×10^{-2}	30	1	9.77×10^{-5}	职业
G	西侧暗室墙体外 30cm 处	3.26×10^{-3}	30	1	3.34×10^{-4}	职业
H	西侧墙体外 30cm 处 控制室	1.11×10^{-2}	30	1	3.34×10^{-4}	职业
I	屋顶 30cm 处	1.11×10^{-2}	30	1/16	6.44×10^{-6}	/

根据表 11-4 可知，X 射线探伤机运行后，职业人员最大受照射剂量为 $3.34 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ ，满足 5mSv/a 的剂量约束限值；公众最大受照射剂量为 $3.34 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ ，满足 0.1mSv/a 的剂量约束限值。

综上所述，本项目运行后对周围的辐射环境影响很小，是可以接受的。

三、大气环境影响分析

本项目探伤机运行时会产生少量臭氧，根据《辐射防护手册》（三分册），该探伤室内臭氧产率可用下式计算：

$$Q_0 = 0.42 D_0 R G \dots \dots \dots (\text{式 11-7})$$

$$D_0 = I * \delta \dots \dots \dots (\text{式 11-8})$$

式中：

Q_0 —臭氧产率，mg/h；

D_0 —距靶 1m 处的空气比释动能率，Gy/h；

δ —距离靶点 1m 处输出量，取 $0.834 \text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot (\text{mA} \cdot \text{h})^{-1}$ ；

I —最大管电流，取 5mA；

R —靶与屏蔽室间的距离，m；本项目取 2.0m；

G —空气每吸收 100eV 辐射能量所产生的臭氧分子数，此处取 10。

经计算，探伤室探伤机检测时臭氧产率为 35.03mg/h，单次探伤时间最长为 5min，探伤室体积为 247m³，因此计算出探伤结束后探伤室内臭氧浓度为 0.012mg/m³。

臭氧通过通风管道引至屋顶排放，经扩散后对机房周围的环境影响可以满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准中 1 小时均值≤0.2mg/m³的标准限值，对机房周围的大气环境影响较小。

四、废水环境影响分析

工作人员生活污水依托厂区污水管网收集后排入石亭江污水处理厂处理后达标排放，对水环境影响很小。

五、固体环境影响分析

本项目暗室和废液存放室均进行防渗处理，且能防雨、防风。运营期产生的废定影液、废显影液、废胶片以及初期清洗废水经专门的危废收集桶收集后暂存于废液存放室，并定期交由有危废处理资质的单位进行处理，不外排，对周围水环境无影响。

工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾由建设单位进行集中收集后并交由环卫部门统一处理，对环境的影响很小。

六、噪声环境影响分析

运营期噪声主要来源于通排风系统的风机，工作场所使用的通排风系统为低噪声节能排风机，其噪声值低于 65dB(A)，本项评价范围内没有声环境敏感目标，产生的噪声经距离衰减后对周围声环境影响很

小。

事故影响分析

1、事故等级

根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院令第 449 号), 辐射事故从重到轻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, 见表 11-5。

表 11-5 国务院令第 449 号辐射事故等级分级一览表

事故等级	事故情形
特别重大辐射事故	射线装置失控导致 3 人以上(含 3 人)急性死亡。
重大辐射事故	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。
较大辐射事故	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。
一般辐射事故	射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射

根据《实用辐射安全手册》(第二版)(丛慧玲, 北京: 原子能出版社)急性放射病的发生率以及急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系, 见表 11-6。

表 11-6 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系

辐射剂量/ Gy	急性放射病发生率/%	辐射剂量/Gy	死亡率/%
0.70	1	2.00	1
0.90	10	2.50	10
1.00	20	2.80	20
1.05	30	3.00	30
1.10	40	3.20	40
1.20	50	3.50	50
1.25	60	3.60	60
1.35	70	3.75	70
1.40	80	4.00	80
1.60	90	4.50	90
2.00	99	5.50	99

2、辐射事故识别

本项目X射线探伤机固有安全性良好, 发生辐射安全事故的概率

低。根据污染源分析，本项目环境风险因子为X射线，危害因素为X射线超剂量照射，X射线探伤机只有在开机状态下才会产生X射线，一旦切断电源便不会再有射线产生。本项目可能发生的辐射事故为：①设备检修人员还未完成检修工作，操作人员误操作启动开关，造成检修人员被误照，引发辐射事故。②X射线探伤机运行时，门机连锁失效，人员误打开铅门，被误照，引发辐射事故。③人员还未完全撤离机房，操作人员疏忽大意启动开关，造成室内停留人员被误照，引发辐射事故。

三、事故后果计算

本项目探伤机为周向平靶探伤机，距离地面 73cm，在上述事故情况下，检修人员以及其他人员可能会位于 X 射线主射方向。主要考虑有用线束对维修人员或周围公众的照射，人员受到的有效剂量与设备产生的韧致辐射造成的空气吸收剂量有关，在没有任何屏蔽措施的情况下，探伤机产生的 X 射线造成的空气吸收剂量可用式 11-3、式 11-6 计算。

人员受到的有效剂量可用式 11-9 进行计算：

$$E = D \cdot \sum W_T \cdot \sum W_R \dots\dots\dots \text{(式 11-9)}$$

式中：

E —人员受到的有效剂量率， $\text{mSv} \cdot \text{min}^{-1}$ ；

W_T —组织权重因数，求和为 1；

W_R —辐射权重因数，求和为 1。

由于操作台和探伤室内安装有紧急止动开关，当发生辐射事故时候，相关人员可以立即通过探伤室和控制室内紧急止动开关中断电源，

整个处理时间按 1min 进行计算，单次辐射事故受照射剂量计算结果见表 11-7。

表 11-7 事故情况下周围人员受到的剂量估算结果

与 X 射线探伤机靶方向的距离 (m)	受照射剂量 (mSv/min)
1	347.50
2	86.88
4	21.72
6	9.65
8	5.43
10	3.48

四、事故环境影响分析

X 射线探伤机事故情况下，X射线直接照射到人员身上，误入人员在靠近射线头 1m 处停留 1min，其所受有效剂量最高达 347.5mSv/次，远超过 GB18871-2002 中公众年有效剂量限值（1mSv），构成一般辐射事故。

根据辐射事故危害结果及其所引发的放射性事故等级见表 11-8。

表 11-8 项目环境风险因子、危险因素、危害结果及事故分级表

项目装置名称	环境风险因子	危险因素	危害结果	事故等级
X 射线探伤机	X射线	X射线超剂量照射	事故状态下导致有效剂量最大为 347.5mSv, 可造成公众人员受照剂量超过年剂量限值。	一般辐射事故

综上所述，本项目发生事故的等级为一般辐射事故，建设单位需要加强管理，杜绝此类事故的发生。

五、事故防范措施

为了杜绝上述辐射事故的发生，环评要求建设方严格执行以下风险预防措施：

(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，制定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《X 射线探伤机操作规程》。凡涉及对 X 射线 X 射线探伤机进行操作，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，防止误操作。

(3) 每月检查探伤室的门机联锁装置和门灯联锁装置，确保在铅门关闭后，探伤机才能工作；

(4) 定期对探伤机使用场所的安全装置进行维护、保养。

(5) 辐射工作人员需参加生态环境部门组织的辐射安全与防护培训，并需取得合格证书，持证上岗。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据国家环境保护部第 18 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》规定要求：建设单位需设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

(1)建设单位目前已成立了“辐射安全防护领导小组”，其职责包括：

①组织制定并落实辐射安全防护管理制度，负责对各项制度及规范进行具体实施和监督，负责统筹协调辐射安全防护的日常管理。

②制定辐射事件应急预案并组织演练，负责在辐射应急事件中进行统一指挥和应急决策。

③记录本机构发生的辐射事件并及时报告公安部门、环保部门。

④定期组织对辐射工作场所、设备和人员进行辐射防护检测、监测和检查。

⑤组织辐射工作人员接受专业技术、辐射防护知识及有关规定的培训和健康检查。

领导小组人员设置如下：

职务	人员
组长	王瑛
成员	景宗海、周昌先、沈波、曾天明、熊一静

辐射安全管理规章制度

本项目建设单位涉及使用Ⅱ类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环保部令 第 3 号）“第十六条”和《四川省

核技术利用辐射安全监督检查大纲》（川环函[2016]1400号）的相关要求中的相关规定，建设单位需制定的规章制度见表12-2。

表12-2 管理制度汇总对照表

探伤机				
序号	项目	规定的制度	落实情况	应增加的措施
1	场所设施	辐射安全管理规定	/	需制定
2		射线装置操作规程	/	需制定
3		辐射安全防护设施的维护与维修制度（包括机构人员、维护维修内容与频度、重大问题管理措施、重新运行审批级别等）	/	需制定
4		保安管理制度	/	需制定
5		档案管理制度	/	需制定
6	监测	监测方案	/	需制定
7		监测仪表使用与校验管理制度	/	需制定
8	人员	辐射工人员培训/再培训管理制度	/	需制定
9		辐射工作人员个人剂量管理制度	/	
10		辐射相关人员岗位职责	/	
11	应急	辐射事故应急预案	/	需制定

建设单位需根据具体实践过程中出现的问题对制定的规章的不足之处进行及时修订，以更适应后期运行需求。要求维修维护本项目直线探伤机的相关单位须具备有辐射安全许可证。

《辐射工作场所安全管理制度》、《探伤机操作规程》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射事故应急响应程序》需张贴上墙，且上墙制度的内容应字体醒目，简单清楚，体现现场操作性和实用性，尺寸大小应不小于400mm×600mm。

辐射监测

根据《四川省辐射污染防治条例》“使用射线装置的单位应当建立辐射监测制度，组织对从业人员个人辐射剂量、工作场所及周围环境进行监测，并建立相应档案。”为了保证本项目运行过程的安全，为控制

和评价辐射危害，设置了相应的辐射剂量监测手段，使工作人员和公众所受照射尽可能低。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）中的相关规定，本项目个人辐射剂量、工作场所及周围环境监测要求如下：

1、监测要求

辐射工作人员应按照国家规定配备个人防护用品和个人剂量监测仪器，同时配备必要的监测仪器对工作场所和周围环境进行辐射监测。个人剂量仪应有足够的可靠性、灵敏度和准确度，在辐射水平较高或者可能突然升高的地方工作时，工作人员应使用个人剂量报警仪。

2、个人剂量监测

本项目拟配置 2 名辐射工作人员，并配置个人剂量计。建设单位需将个人剂量计定期（每季度一次）送有资质的单位进行检定，并根据四川省环境保护厅四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲”（川环函[2016]1400 号）做好个人剂量管理的工作，建设单位须制定了个人剂量管理制度，辐射工作人员须配备个人剂量计，并建立个人剂量档案。

根据检查大纲的要求：①项目建成投运后，加强检测管理和辐射工作人员职业健康检查管理，保证每名辐射工作人员的个人剂量计每个季度送有资质部门检测一次，做到专人专戴，做到定期送检；②建立个人剂量档案，个人剂量档案终身保存；③当单个季度个人剂量超过 1.25mSv 时，建设单位要对该辐射工作人员进行干预，要进一步调查明确原因，并由当事人在情况调查报告上签字确认；当全年个人剂量超过 5mSv 时，建设单位需进行原因调查，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；当单年个人剂量超过 50mSv 时，需调查超标原因，确认是辐射事故时启动应急预案。

3、工作场所监测要求

A、建设单位自行监测

建设单位应制本项目探伤机工作场所自行监测方案。

(1) 监测内容： γ 辐射剂量率；

(2) 监测布点及数据管理：监测布点应与验收监测布点一致。监测数据应记录完善并签字确认，将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查；

(3) 监测频度：建设单位每季度自行监测一次，确保设备正常运行，屏蔽措施到位和环保措施正常运行。

(4) 监测范围：①包括探伤机工作场所、防护门及缝隙处、控制室以及四周屏蔽墙外环境敏感点处。

(5) 监测设备：便携式辐射监测仪1台。

(6) 监测质量保证

①制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用有监测资质单位的监测数据与建设单位的监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案；

②制定辐射环境监测管理制度。

B、年度监测

建设单位须委托有监测资质单位对本项目探伤机工作场所进行年度监测，年度监测内容应包括所有射线装置工作场所 X- γ 辐射剂量率监测，年度监测数据应于次年 1 月 31 日前报发证机关存档备案。

辐射事故应急

1、建设单位成立了辐射安全管理领导小组,全面负责建设单位的辐射事故应急工作。

2、为了加强对辐射工作场所的安全管理,保障公众健康,保护环境,建设单位须制定完善的辐射事故预防措施及应急处理预案。该预案包括:应急组织机构、应急职责分工、辐射事故应急处置(最大可信事故场景,应急报告,应急措施和步骤,应急联络电话)、应急保障措施、应急演练计划等。

一旦发生辐射事故,应立即启动应急预案,采取必要的防范措施,并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》,由辐射事故应急小组按照辐射事故应急预案的程序和要求上报当地生态环境局,同时上报公安部门,造成或可能造成人员超剂量照射的,还应同时向当地卫生行政部门报告。并及时组织专业技术人员排除事故。配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

表 13 结论与建议

结论

1、结论

1.1 项目概况

项目名称：新建工业 X 射线探伤项目

建设单位：四川凯德源科技有限公司

建设性质：新建

建设地点：四川省德阳市旌阳区南湖路 19 号现有厂区内，建设单位的地理位置见附图 1，本项目工作场所具体位置见附图 2。

本次评价内容及规模为：四川凯德源科技有限公司拟在已建厂区内车间外西北侧新建一座探伤室，并在其中新增使用 1 台型号为 XXHA-2505 型 X 射线周向平靶探伤机，属于 II 类射线装置。其中探伤室室内面积为 49.4m²，净空尺寸为长 9.5m×宽 5.2m×高 5m，东、北、南侧墙体和屋顶均为 70cm 厚的混凝土，西侧迷道采用“Z”型设计，迷道内墙厚 70cm，外墙厚 70cm；工件进出口防护铅门厚度为 14mm 的铅当量，人员进出口防护铅门厚度为 5mm 铅当量。探伤室地下无房间，不考虑地面防护。

1.2 本项目产业政策符合性分析

根据国家发展和改革委员会制订的《产业结构调整指导目录(2011 年本)》(修正)，本项目属于第一类鼓励类(第六项“核能”第 6 条“同位素、探伤机及辐照应用技术开发”)项目，符合国家现行产业政策。

1.3 本项目选址及平面布置合理性分析

本项目位于建设单位内，项目运营期对环境的影响较小。本评价认为其选址和平面布置是合理的。

1.4 工程所在地区环境质量现状

由表 8-3 可以看出，本项目厂区室外 γ 本底空气吸收剂量率属于德阳市道路户外放射性水平。

1.5 环境影响评价结论

(1) 辐射环境影响分析

经模式预测，在正常工况下，对辐射工作人员造成的附加有效剂量低于 5mSv/a 的职业人员剂量管理限值；对公众造成的附加有效剂量低于 0.1mSv/a 的公众人员剂量管理限值。

(2) 大气的环境影响分析

X 射线探伤室在探伤过程中产生的废气经排风系统通风后，浓度低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中规定的二级标准限值要求，同时不会对周围大气环境造成明显影响。

(3) 废水的环境影响分析

本项目产生的清洗废水和生活废水依托厂区污水管网排入石亭江污水处理厂，并达标排放，对周围水环境影响较小。

(4) 固体废物的环境影响分析

本项目运营期产生的废定影液、废显影液、废胶片及初期清洗废水经专门的危废收集桶收集后交由有危废处理资质的单位进行处理，不外排，对周围环境没有影响。

生活垃圾依托厂区收集设施收集后交由市政环卫部门处理，对环

境影响很小。

(5) 噪声

本项目所产生的噪声较小，经墙体和距离衰减后对周围声环境影响较小。

1.6 事故风险与防范

建设单位需按本报告提出的要求制订辐射事故应急预案和安全规章制度，项目建成投运后，应认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

1.7 环保设施与保护目标

建设单位设计的环保设施配置较全，总体效能良好，可使本次环评中确定的保护目标所受的辐射剂量，保持在合理的、可达到的尽可能低的水平。

1.8 建设单位辐射安全管理的综合能力

建设单位安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，工作人员配置合理，考试（核）合格，有辐射事故应急预案与安全规章制度；环保设施总体效能良好，可满足防护实际需要。对拟建探伤设备和场所而言，建设单位在一一落实设计的环保设施和相关的法律法规的要求后，即具备本项目辐射安全管理的综合能力。

2、项目环保可行性结论

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

建议和承诺

(1) 认真学习贯彻国家相关的环保法律、法规，不断提高遵守法律的自觉性和安全文化素养，切实做好各项环保工作。

(2) 定期开展场所和环境的辐射监测，据此对所用的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告，并于每年 1 月 31 日前上报生态环境厅，报送内容包括：①辐射安全和防护设施的运行与维护情况；②辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；③辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况；④场所辐射环境监测报告和个人剂量监测情况监测数据；⑤辐射事故及应急响应情况；⑥存在的安全隐患及其整改情况；⑦其它有关法律、法规规定的落实情况。

(3) 一旦发生辐射安全事故，按照事故等级启动应急预案并及时报告上级主管单位和属地生态管理部门。

(4) 建设单位在更换辐射安全许可证之前，注册并登录全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>），对建设单位所用射线装置的相关信息填写。

2、项目竣工验收检查内容

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，建设单位是建设项目竣工环境保护验收的责任主体，应当按照本办法规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产使用，并对验收内容、结论和所公开的信息真

实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。本工程竣工环境保护验收一览表见表 13-1。

表 13-1 环境保护设施验收一览表

项目		设施（措施）
探伤室	辐射屏蔽措施	探伤室一座
	废液存放室	防渗处理
	危废收集桶	2 个
	安全装置	门-机联锁装置 2 套
		视频监控系统 1 套（4 个摄像头）
		准备出束音响装置 1 套
		门-灯联锁 2 套
		紧急开门装置 1 套
		紧急止动按钮 1 套（4 个按钮）
		入口电离辐射警告标志 2 个
		个人剂量计 2 个（4 个剂量片）
	个人防护用品	个人剂量报警仪 1 个
	通排风系统	通排风系统 1 套
监测		便携式 X- γ 监测仪 1 台

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：	
经办人	公 章 年 月 日
审批意见：	
经办人	公 章 年 月 日