

核技术利用建设项目

宁夏力量矿业有限公司韦一煤矿

矿用钢丝绳芯输送带 X 射线探伤装置

环境影响报告表



建设项目环境影响报告书（表） 编制情况承诺书

本单位宁夏致清环境科技有限公司（统一社会信用代码91640100MA76GTL99X）郑重承诺：本单位符合《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条第一款规定，无该条第三款所列情形，不属于（属于/不属于）该条第二款所列单位；本次在环境影响评价信用平台提交的由本单位主持编制的宁夏力量矿业有限公司韦一煤矿矿用钢丝绳芯输送带X射线探伤装置项目环境影响报告书（表）基本情况信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密；该项目环境影响报告书（表）的编制主持人为贾雪（环境影响评价工程师职业资格证书管理号03520240564000000019，信用编号BH068795），主要编制人员包括贾雪（信用编号BH068795）（依次全部列出）等1人，上述人员均为本单位全职人员；本单位和上述编制人员未被列入《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》规定的限期整改名单、环境影响评价失信“黑名单”。

承诺单位（公章）：



2025年5月22日

编制单位和编制人员情况表

项目编号	7o206h		
建设项目名称	宁夏力量矿业有限公司韦一煤矿矿用钢丝绳芯输送带X射线探伤装置		
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称(盖章)	宁夏力量矿业有限公司		
统一社会信用代码	91640000788237344E		
法定代表人(签章)	纪坤朋		
主要负责人(签字)	董飞		
直接负责的主管人员(签字)	顾营盛 顾营盛		
二、编制单位情况			
单位名称(盖章)	宁夏致清环境科技有限公司		
统一社会信用代码	91640100MA76GTL99X		
三、编制人员情况			
1 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
贾雪	03520240564000000019	BH068795	贾雪
2 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
贾雪	项目基本情况、放射源、非密封放射性物质、射线装置、废弃物(重点是放射性废弃物)、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论与建议	BH068795	贾雪



环境影响评价工程师

Environmental Impact Assessment Engineer

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、生态环境部批准颁发，表明持证人通过国家统一组织的考试，取得环境影响评价工程师职业资格。



姓名: 贾雪
 证件号码: 640322199103071528
 性别: 女
 出生年月: 1991年03月
 批准日期: 2024年05月26日
 管理号: 03520240564000000019



复印无效。

合表使用，

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、生态环境部批准颁发，表明持证人通过国家统一组织的考试，取得环境影响评价工程师职业资格。

中华人民共和国人力资源和社会保障部
中华人民共和国生态环境部

仅限于人力资源和社会保障部



统一社会信用代码
91640100MA76GTL99X

营业执照

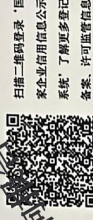
名称 宁夏致清环境科技有限公司
类型 有限责任公司(自然人投资或控股)

法定代表人 戴琦

经营范围 环境监测、监理监测；环境技术咨询与服务；水污染治理；水土保持规划设计；水土保持方案编制；水平衡测试；项目技术咨询与评估；(依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动)

注册资本 叁佰万圆整
成立日期 2019年10月11日

住所 宁夏银川市金凤区亲水大街东侧银川万达中心3号公寓1721室



扫描二维码登录“国家企业信用信息公示系统”了解更多登记、备案、许可监管信息。



登记机关 2024年09月20日

http://www.gsxt.gov.cn

国家企业信用信息公示系统网址:

国家市场监督管理总局监制

核技术利用建设项目

宁夏力量矿业有限公司韦一煤矿

矿用钢丝绳芯输送带 X 射线探伤装置

环境影响报告表

建设单位名称：宁夏力量矿业有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：宁夏吴忠市太阳山移民开发区中央大道 2 号

邮政编码：751999

联系人：顾营盛

电子邮箱：454881907@qq.com 联系电话：15009513529

编制说明

《核技术应用项目环境影响报告表》由具有从事辐射环境影响评价工作资质的单位编制。

1.申请领取许可证的辐射工作单位从事下列活动的，应当组织编制环境影响报告表：制备 PET 用放射性药物的；医疗使用 I 类放射源的；使用 II 类、III 类放射源的；生产、使用 II 类射线装置的；乙、丙级非密封放射性物质工作场所（医疗机构使用植入治疗用放射性粒籽源的除外）；在野外进行放射性同位素示踪试验的。

2.密封源要注明名称并说明源强。

3.“环境影响分析”主要是指利用核技术应用项目周围环境现状资料、设备技术参数及环境本底监测数据，分析核技术应用项目对环境造成的影响，给出结论。同时提出减少环境影响的建议。

4.《核技术应用项目环境影响报告表》报自治区生态环境部门审批。

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	7
表 3 非密封放射性物质	7
表 4 射线装置	7
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	7
表 6 评价依据	8
表 7 保护目标与评价标准	10
表 8 环境质量和辐射现状	18
表 9 项目工程分析与源项	20
表 10 辐射安全与防护	33
表 11 环境影响分析	38
表 12 辐射安全管理	47
表 13 结论与建议	54

表 1 项目基本情况

建设项目名称		宁夏力量矿业有限公司韦一煤矿矿用钢丝绳芯输送带 X 射线探伤装置				
建设单位		宁夏力量矿业有限公司				
法人代表	纪坤朋	联系人	张昆	联系电话	13346976667	
注册地址		宁夏吴忠市太阳山移民开发区中央大道 2 号				
项目建设地点		宁夏吴忠市太阳山移民开发区宁夏力量矿业有限公司韦一煤矿主斜井井口房内				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		18	项目环保投资 (万元)	3.2	投资比例 (环保投资/总投资) 17.77%	
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(m²)	/
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						

项目概述

1.1 建设单位情况

宁夏力量矿业有限公司韦一煤矿具体位于宁夏回族自治区吴忠市东南部、韦州矿区东北部，行政区划隶属吴忠市红寺堡区太阳山镇、同心县韦州镇。韦一煤矿矿井井田面积为 26.6589km²，矿井设计可采储量为 63.37Mt，设计生产能力 90 万 t/a，设计服务年限为 46.9a。该煤矿原属宁夏阳光矿业有限公司，经自治区发展改革委“宁发改能源（管理）审发〔2023〕39 号”对煤矿初步设计进行了批复，后经自治区自然资源厅 2023 年第 9 次厅务会议研究，同意韦一煤矿采矿权人名称变更登记，采矿权人由“宁夏阳光矿业有限公司”变更为“宁夏力量矿业有限公司”，矿山名称由“宁夏阳光矿业有限公司韦一煤矿”变更为“宁夏力量矿业有限公司韦一煤矿”。

宁夏力量矿业有限公司（以下简称“建设单位”）韦一煤矿全矿井采用斜井开拓方式，井田范围北以 F25 断层为界与永安煤矿相邻，南与韦二煤矿北井相邻，东以 20 号煤层氧化带底界（矿区边界）为界，西以 0 号煤层+400m 水平的底板等高线（矿区边界）为界。

韦一煤矿于 2023 年 4 月 19 日取得宁夏回族自治区自然资源厅核发的《韦一煤矿采矿许可证》（证号 C1000002012061130126020）；有效期 9 年，自 2023 年 4 月 19 日至 2032 年 4 月 20 日；批准开采标高为+1400m~+400m；井田范围由 16 个拐点圈定，南北走向长平均约 7.5km，东西倾斜宽平均约 3.5km，井田面积为 26.6589km²。

井田上、下两个煤组共划分 12 个采区，整个井田划分+950m 一个水平，首采区为上煤组一采区，投产时两个采煤工作面均布置在上煤组一采区 2 煤。为确保煤矿安全生产，为煤矿在使用钢绳芯输送带的生产过程中清除安全隐患，煤矿拟在地面主斜井井口房内安装一台固定式矿用钢丝绳芯输送带 X 射线探伤装置。

1.2 产业政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2023 年 12 月 27 日国家发展改革委令第 7 号公布，自 2024 年 2 月 1 日起施行），本项目属于“第一类 鼓励类”中“十四机械”中的第 1 条“工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”，符合国家产业政策。

1.3 实践正当性分析

宁夏力量矿业有限公司韦一煤矿矿用钢丝绳芯输送带 X 射线探伤装置，是利用 X 射线无损探伤手段通过对矿用钢丝绳芯输送带检测后图像显示的缺陷，准确评定矿用钢丝绳芯输送带是否出现绳芯锈蚀、断裂或接头伸长等故障，并对其性能进行分析，及时报警，避免重大断带安全事故的发生、设备的损坏、停产和人员伤亡，减少运输煤炭的损耗和经济损失，提高生产效率，以保证煤矿的安全生产。本项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

1.4 目的和任务的由来

利用 X 射线具有较强的穿透能力这一特点来探测非透明材料或装置的缺陷或者其内部结构的检测法，称为工业 X 射线无损探伤。该方法常常作为检查焊缝质量、材料内部缺陷的手段，从而达到无损检测的目的。建设单位拟购置的矿用钢丝绳芯输送带 X 射线探伤装置为 II 类射线装置，检测对象主要为矿用钢丝绳芯输送带。矿用钢丝绳芯输送带 X 射线探伤对煤矿井下的钢绳芯输送带在任何工况状态下的内部结构以 X 光照片的形式实时上传至计算机，经过专用的软件分析，对输送带内钢丝绳的断头、接头状况及输送带强度进行准确判断，并及时预警，为煤矿在使用钢绳芯输送带的生产过程中清除了安全

隐患，以保证煤矿的安全生产。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年1月4日修正）规定，使用II类射线装置应当组织编制环境影响报告表。根据宁夏回族自治区生态环境厅关于印发《宁夏回族自治区建设项目环境影响评价文件分级审批规定（2024年本）》的通知（宁环规发〔2024〕13号），该报告表应报宁夏回族自治区生态环境厅审批。宁夏力量矿业有限公司于2025年3月27日委托宁夏致清环境科技有限公司对宁夏力量矿业有限公司韦一煤矿矿用钢丝绳芯输送带X射线探伤装置进行环境影响评价，环评委托书见附件1。

1.5 项目建设规模

本项目拟购置1台KJ581型矿用钢丝绳芯输送带X射线探伤装置，最大管电压为140kV，最大管电流为1.0mA，射线装置拟安装于地面主斜井井口房内，主斜井井口输送带周长3420m、宽1m、厚20mm，皮带进出口宽1.25m，X射线探伤装置探伤速度与钢丝绳芯输送带运行速度（2.5~3.15m/s）保持一致。根据《射线装置分类办法》（2017年），本项目矿用钢丝绳芯输送带X射线探伤装置属于II类射线装置，射线装置基本情况见表1-1。

表 1-1 射线装置基本情况一览表

装置名称	型号	生产厂家	类别	管电压 (kV)	管电流 (mA)	数量	用途	投射类型	投射方向	可移动性	使用场所
矿用钢丝绳芯输送带X射线探伤装置	KJ581	山西戴德测控技术股份有限公司	II	140	1.0	1	探伤	定向	向下	固定安装	地面主斜井井口房内

本项目矿用钢丝绳芯输送带宽度1m，本次拟安装X射线探伤装置与钢丝绳芯输送带之间的距离为0.75m、照射宽度为0.025m。

1.6 项目周边环境保护目标及设备安装选址

本项目拟使用的1台矿用钢丝绳芯输送带X射线探伤装置为固定安装，其安装位置位于地面主斜井井口房内，现场探伤场所为开放式场所。矿用钢丝绳芯输送带X射线探伤装置由操作人员在主斜井井口房内东北角的夹二层控制室内进行操作，操作台与探伤装置水平方向直线距离为21.9m，且主斜井井口房内有其他生产人员活动。由于射线装置的特殊性，在不通电的情况下不会产生辐射影响。使用过程中，主要探伤对象为矿用

钢丝绳芯输送带，且现场探伤作业时会进行清场，并拉警戒线。因此，本项目环境保护目标为地面主斜井井口房内探伤现场从事 X 射线探伤机操作的辐射工作人员和在主斜井井口房附近活动的其他生产人员。

项目地理位置图见图 1-1，周边环境及评价范围示意图见图 1-2，X 射线探伤机安装位置见图 1-3。

同心县地图

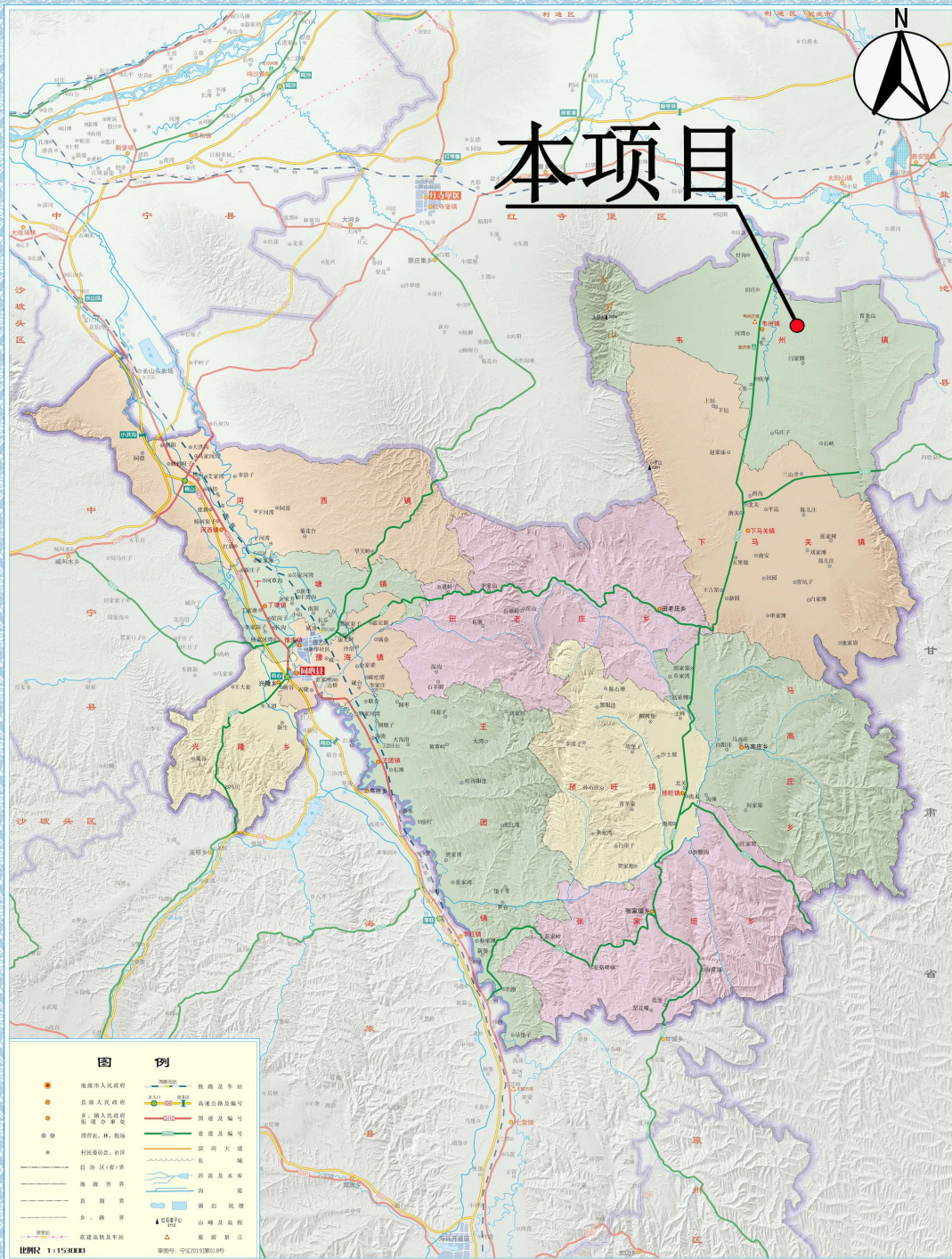


图1-1 项目位于同心县的位置关系示意图

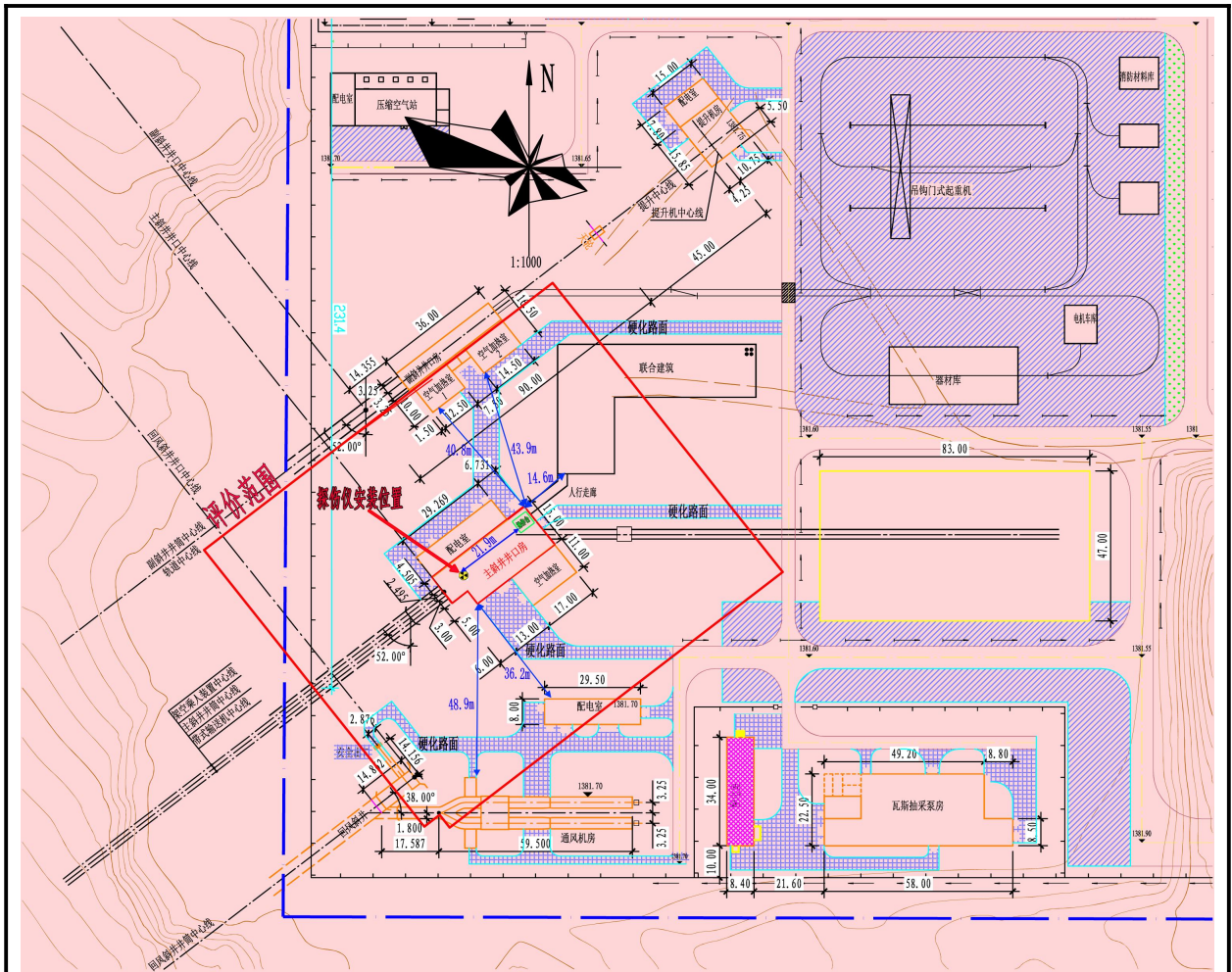


图 1-2 项目周边环境及评价范围示意图

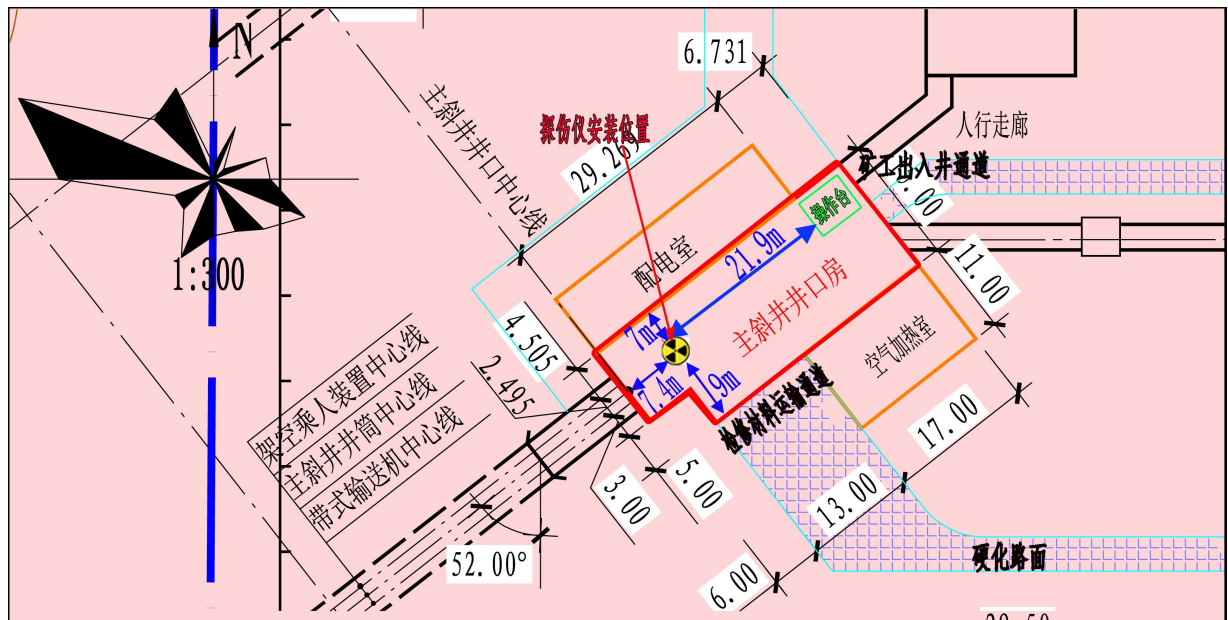


图 1-3 射线装置安装示意图

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 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	矿用钢丝绳芯输送带 X 射线探伤装置	II 类	1	KJ581	140	1.0	皮带钢丝无损探伤	地面主斜井井口房内	/

(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	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
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

<p>法规文件</p>	<p>(1)《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国第十二届全国人民代表大会常务委 员会第八次会议修订，2015 年 1 月 1 日起施行）；</p> <p>(2)《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日第十三届全国人民 代表大会常务委员会第七次会议第二次修正）；</p> <p>(3)《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第六号，2003 年 10 月 1 日起施行）；</p> <p>(4)《建设项目环境保护管理条例》（国务院令 第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施 行）；</p> <p>(5)《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部令 第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行）；</p> <p>(6)《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，2005 年 12 月 1 日起施行，2014 年 7 月 29 日第一次修订，2019 年 3 月 2 日第二次修订）；</p> <p>(7)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（生态环境部令 第 20 号，2021 年 1 月 4 日修正）；</p> <p>(8)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环境保护部令 第 18 号， 2011 年 5 月 1 日起施行）；</p> <p>(9)关于发布《射线装置分类》的公告（原环境保护部、原国家卫生和计划生育委 员会公告，2017 年第 66 号）；</p> <p>(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 环境保护部，环发〔2006〕145 号，2006 年 9 月 26 日）；</p> <p>(11)《宁夏回族自治区辐射污染防治办法》（宁夏回族自治区人民政府令 第 102 号， 2019 年 2 月）；</p> <p>(12)《宁夏回族自治区辐射事故应急预案》（宁政办发〔2022〕23 号）；</p> <p>(13)《宁夏回族自治区建设项目环境影响评价文件分级审批规定（2024 年本）》 的通知（宁环规发〔2024〕13 号）》（2025 年 2 月 1 日起施行）；</p>
<p>技术标准</p>	<p>(1)《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》（公告 2019 年第 57 号）。</p>

	<p>(2)《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）；</p> <p>(3)《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）；</p> <p>(4)《生态环境部核技术利用监督检查技术程序》（2020年版）；</p> <p>(5)《核技术利用辐射安全考核专业分类参考目录（2021年版）》；</p> <p>(6)《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（生态环境部令第9号，2019年9月）；</p> <p>(7)《关于发布<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的公告》（国环规环评〔2017〕4号，2017年11月20日）；</p> <p>(8)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(9)《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>(10)《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）；</p> <p>(11)《环境地表γ辐射剂量率测定规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>(12)《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）；</p> <p>(13)《辐射事故应急监测技术规范》（HJ1155-2020）；</p> <p>(14)《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）；</p> <p>(15)《500kV以下工业X射线探伤机防护规则》（GB22338-2008）；</p> <p>(16)《2022年全国辐射环境质量报告》。</p>
其他附件	<p>(1)环境影响评价委托书；</p> <p>(2)采矿许可证（副本）；</p> <p>(3)初步设计的批复；</p> <p>(4)辐射环境监测委托书；</p> <p>(5)辐射环境现状检测报告。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 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格式和内容》（HJ10.1-2016）中相关要求，射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）。

本项目新建 1 台矿用钢丝绳芯输送带 X 射线探伤装置位于主斜井井口房内，因此项目辐射评价范围为主斜井井口房实体围墙外 50m 水平距离范围，具体评价范围详见图 1-2。

7.2 保护目标

结合本项目的评价范围，确定本项目环境保护目标为评价范围内探伤现场从事 X 射线探伤机操作的 2 名辐射工作人员，以及主斜井井口房实体围墙外 50m 内活动的煤矿其他工作人员，环境保护目标具体分布情况见表 7-1。

表 7-1 环境保护目标分布情况一览表

类型	工作场所	保护目标	方位	距离	人数	剂量管理约束值
辐射工作人员	主斜井井口房控制室 (主斜井井口房内部)	辐射工作人员	东北侧	操作台距射线装置水平方向直线距离最近 21.9m	2 人 (1 人操作、1 人外围巡检，操作人员在操作台进行操作，外围巡检人员在监督区外进行巡检)	5mSv/a
煤矿其他工作人员(公众)	皮带机操作人员	工作人员	东北侧	操作台距射线装置源水平方向直线距离最近 21.9m	1 人 (探伤机工作时段，皮带操作人员不在现场驻留)	0.1mSv/a
	主斜井井口房配电室(已建)	巡检人员	北侧	紧邻主斜井井口房	2 人 (巡检时段避开探伤工作时段)	
	主斜井井口房空气加热室(已建)	巡检人员	南侧	紧邻主斜井井口房	2 人 (巡检时段避开探伤工作时段)	
	副斜井井口房空气加热室 1(已建)	巡检人员	北侧	距离主斜井井口房最近 40.8m	2 人 (巡检时段避开探伤工作时段)	

	副斜井井口房空气加热室 2（已建）	巡检人员	北侧	距离主斜井井口房最近 43.9m	2 人 （巡检时段避开探伤工作时段）
	联合建筑（正在建设）	工作人员	东北侧	距离主斜井井口房最近 14.6m	60 人 （根据矿区工作制度制定合理的探伤工作时段，各保护区内在探伤时段无工作人员驻留）
	通风机房配电室（已建设）	巡检人员	东南侧	距离主斜井井口房最近 36.2m	2 人/班（巡检时段避开探伤工作时段）
	通风机房（已建设）	巡检人员	南侧	距离驱动机房最近 48.9m	2 人/班（巡检时段避开探伤工作时段）
备注	项目主斜井井口房内部架空乘人装置在矿工上下井工作时段全部在非探伤工作时段，且项目矿用钢丝绳芯输送带 X 射线探伤装置与架空乘人装置进行设备互锁，架空乘人装置工作时无法启动射线探伤装置，矿工上下井使用架空乘人装置时不会受到项目探伤辐射影响，故本次环境保护目标未将主斜井井口房内部使用架空乘人装置的矿工列入其中。				

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）

7.3.1.1 防护与安全的最优化

对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件（治疗性医疗照射除外）。

7.3.1.2 剂量限值

(1) 职业照射

①对个人受到的正常照射加以限制，以保证《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中 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当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 B）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。

②B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

- a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作为追溯性平均），20mSv；
- b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；

c) 眼晶体的年当量剂量, 150mSv;

d) 四肢(手和脚)或皮肤的年当量剂量, 500mSv。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002), 连续5年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均)20mSv; 剂量约束可取限值的10%~30%, 本次评价从辐射防护最优化原则出发, 尽量避免不必要的附加剂量照射, 并为其它可能的辐射照射留下余额, 本次评价取其四分之一, 即5mSv作为本项目职业照射约束剂量。

(2)公众照射

①实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值:

a) 年有效剂量, 1mSv;

b) 特殊情况下, 若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;

c) 眼晶体的年当量剂量, 15mSv;

d) 皮肤的年当量剂量, 50mSv。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002), 剂量约束可取限值的10%~30%, 本次评价从辐射防护最优化原则出发, 尽量避免不必要的附加剂量照射, 对于公众成员本次评价取其十分之一, 即0.1mSv作为公众照射约束剂量。

表 7-2 本项目辐射照射剂量要求 单位: mSv/a

分类	5年平均有效剂量	本项目执行年剂量管理约束限
职业照射	20	5
公众照射	1	0.1

7.3.2 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)

7.3.2.1 探伤机的放射防护要求

(1)X射线装置在额定工作条件下, 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7-3的要求。

表 7-3 X射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

管电压(kV)	漏射线所致周围剂量当量率(mSv/h)
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

本项目安装的1台X射线探伤机最大管电压为140kV, 根据表7-3, 小于150kV之间,

漏射线所致周围剂量当量率控制值取1mSv/h。

(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。

7.3.3 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）

(1)有用线束

有用线束的屏蔽估算方法如下：

- a) 在给定屏蔽物质厚度 X 时，由附录 B.1 曲线查出相应的屏蔽透射因子 B 。关注点的剂量率 H ($\mu\text{Sv/h}$) 按下式计算：

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

式中：

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

H_0 ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，以 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ，见附录表 B.1；

B ——屏蔽透射因子；

R ——辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

(2)泄漏辐射和散射辐射屏蔽

a) 对于给定的屏蔽物质厚度 X ，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按下式计算：

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

式中：

X ——屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL ——见附录 B 表 B.2。

(3) 泄漏辐射屏蔽

泄漏辐射屏蔽的估算方法如下：

在给定屏蔽物质厚度 X 时，相应的屏蔽透射因子 B 按上式计算，然后按下式计算泄漏辐射在关注点的剂量率 H 单位为微希每小时 ($\mu\text{Sv/h}$)：

$$H = \frac{H_L \cdot B}{R^2}$$

式中：

B ——屏蔽透射因子；

R ——辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

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 ($\mu\text{Sv/h}$)

见表 7-4。

表 7-4 X 射线探伤机的泄漏辐射剂量率

X 射线管线电压 kV	距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率 H_L ($\mu\text{Sv/h}$)
<150	1×10^3
$150 \leq \text{kV} \leq 200$	2.5×10^3
>200	5×10^3

(4) 散射辐射屏蔽

散射辐射屏蔽估算方法如下：

a) 90° 散射辐射的 TVL X 射线 90° 散射辐射的最高能量低于入射 X 射线的最高能量，使用该散射 X 射线最高能量相应的 X 射线（见表 7-5）的什值层（见附录 B 表 B.2）计算其在屏蔽物质中的辐射衰减。

表 7-5 X 射线 90° 散射辐射的最高能量相应的 kV 值

原始 X 射线 (kV)	散射辐射 (kV)
$150 \leq \text{kV} \leq 200$	150
$200 < \text{kV} \leq 300$	200
$300 < \text{kV} \leq 400$	250

注：该表仅用于以什值层计算散射辐射在屏蔽物质中的衰减。

b) 在给定屏蔽物质厚度 X 时, 相应的屏蔽透射因子 B 按表 2 并查附录 B 表 B.1 的相应值, 确定 90° 散射辐射的 TVL, 然后按式(5)计算。关注点的散射辐射剂量率 H(μSv/h) 按式(10) 计算:

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

式中:

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

H₀——距辐射源点(靶点) 1m 处输出量, μSv·m²/(mA·h), 以 mSv·m²/(mA·min) 为单位的值乘以 6×10⁴, 见附录表 B.1;

B——屏蔽透射因子;

F——R₀ 处的辐射野面积, 单位为平方米 (m²);

α——散射因子, 入射辐射被单位面积 (1m²) 散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。与散射物质有关, 在未获得相应物质的α值时, 可以水的α值保守估计, 见附录 B 表 B.3;

R₀——辐射源点(靶点) 至探伤工件的距离, 单位为米 (m);

R_s——散射体至关注点的距离, 单位为米 (m)。

附录 A 居留因子

不同场所与环境条件下的居留因子列于表 A.1。

表 A.1 不同场所与环境条件下的居留因子

场所	居留因子 (T)	示例
全居留	1	控制室、暗室、办公室、邻近建筑物中的驻留区
部分居留	1/2~1/5	走廊、休息室、杂物间
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼体、人行道

注: 取自 NCRP144。

附录 B 辐射屏蔽估算用的典型参数

B.2 X 射线输出量

不同 X 射线管电压 (kV) 和不同过滤条件下的 X 射线距辐射源点(靶点) 1m 处输出量 H₀ 列于表 B.1。

表 B.1 X 射线输出量

管电压 (kV)	滤过条件	输出量 H ₀ (mGy·m ² /(mA·min))
150	2mm 铝	18.3

	3mm 铝	5.2
200	2mm 铝	28.7
	3mm 铝	8.9
250	0.5mm 铜	16.5
	3mm 铝	13.9
300	3mm 铝	20.9
	3mm 铜	11.3
400	3mm 铜	23.5

注 1: 表中值取自 ICRP33, 在本标准中以等量值的 $mSv \cdot m^2 / (mA \cdot min)$ 进行屏蔽计算。
注 2: 有用线束屏蔽估算时根据透射曲线的过滤条件选取相对应的输出量。
注 3: 在未获得厂家给出的输出量, 散射辐射屏蔽估算选取表中各千伏 (kV) 下输出量的较大值保守估计。

B.3 半值层厚度 (HVL) 和什值层厚度 (TVL)

X 射线在铅和混凝土中的半值层厚度和什值层厚度列于表 B.2。

表 B.2 X 射线束在铅和混凝土中的半值层厚度和什值层厚度

X 射线管电压 kV	半值层厚度 HVL (mm)		什值层厚度 TVL (mm)	
	铅	混凝土	铅	混凝土
150	0.29	22	0.96	70
200	0.42	26	1.4	86
250	0.86	28	2.9	90
300	1.7	30	5.7	100
400	2.5	30	8.2	100

注 1: HVL 和 TVL 均为 X 射线经强衰减后的值。
注 2: 表中值取自 ICRP33, 铅的密度为 $11.3t/m^3$, 混凝土的密度为 $2.35t/m^3$ 。

7.4 评价目的

(1)对建设项目环境辐射现状进行调查或监测, 以评价该地区辐射环境状况及场址周围的辐射环境现状水平;

(2)评价项目在运行过程中对工作人员及公众成员所造成的辐射影响;

(3)评价辐射防护措施效果, 提出减少辐射危害的措施, 为生态环境主管部门的管理提供依据;

(4)通过项目辐射环境影响评价, 为使用单位保护环境和公众利益给予技术支持;

(5)对不利影响和存在的问题提出防治措施, 把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”;

(6)评价项目的可行性, 从环境保护角度为生态环境主管部门和宁夏力量矿业有限公司韦一煤矿开展辐射环境管理提供依据。

7.5 评价原则

根据国家相关法律、法规及部门规章展开评价，严格执行国家和宁夏回族自治区的有关标准。要求辐射防护设计和安全措施必须满足相关标准的规定，并保证各类人员受照剂量在规定的限值以内，满足辐射实践的正当性、辐射防护与安全的最优化原则。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 环境质量和辐射现状

为掌握本项目拟安装的 X 射线探伤装置工作场所及周围环境的辐射水平，本次委托宁夏盛世蓝天环保技术有限公司对本项目拟安装的 1 台矿用钢丝绳芯输送带 X 射线探伤装置场所及其周围进行了 γ 辐射空气吸收剂量率本底监测。

8.2 监测因子

γ 辐射瞬时剂量率。

8.3 监测时间及环境条件

监测时间：2025 年 4 月 17 日；环境条件：环境温度 25.4℃，环境相对湿度 31.2%。

8.4 监测方法

本次现状监测方法主要依据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）和《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）中提供的方法。

8.5 质量保证措施

监测时间应在仪器检定证书有效期之内；仪器性能符合《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）和《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）中相关规定；合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和代表性；在测量前后进行标准源检验；监测人员持证上岗；监测单位通过 CMA 计量认证。

8.6 检测仪器

表 8-1 本项目检测仪器技术参数

检测项目	γ 辐射瞬时剂量率			
	仪器名称及型号	测量范围	生产厂家	检定与校准
检测仪器	便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪 仪器型号： MR-3512	10nGy/h~100mGy/h	微影（上海）仪器科技有限公司	出厂编号：DR2023G230 设备编号：LT-DL04 检定单位：深圳市计量质量检测研究院 检定证书号：JL2504151240 证书有效期： 2025.3.15-2026.3.14
经检测仪器对宇宙射线响应值为：28.1nSv/h (平罗县沙湖 106°21'34.36"，38°48'48.59"，海拔 1101 米)				

8.7 检测布点及检测结果

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）和《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）中的有关布点原则和方法，结合本项目的实际情况，选取射线工作场所

和周边布置监测点，检测结果见表8-2，检测点位图见图8-1。

表 8-2 本项目 γ 辐射瞬时剂量率检测结果

点位编号	检测点位	γ 辐射瞬时剂量率 (nGy/h)	相对扩展不确定度 U_R , % (K=2)
1#	X 射线探伤装置拟安装位置东侧 1m	96.2±0.8	6.5
2#	X 射线探伤装置拟安装位置南侧 1m	95.4±0.4	6.5
3#	X 射线探伤装置拟安装位置西侧 1m	95.2±0.5	6.5
4#	X 射线探伤装置拟安装位置北侧 1m	96.6±0.2	6.5
5#	X 射线探伤装置拟安装位置	95.6±0.2	6.5
6#	X 射线探伤装置拟设置操作位处	97.8±0.4	6.5
7#	X 射线探伤装置拟安装位置主斜井井口房门口	99.4±0.2	6.5
8#	对照点	99.1±0.6	6.5

注：检测结果未扣除仪器对宇宙射线的响应值。

由表 8-2 监测结果可知，X 射线探伤机安装场所及周边 γ 辐射瞬时剂量率本底测值为 (95.2±0.5~99.4±0.2) nGy/h，根据生态环境部发布的《2022 年全国辐射环境质量报告》中宁夏环境 γ 辐射剂量率年均值范围为 82.5~92.6nGy/h，以及宁夏回族自治区生态环境厅发布的《2022 年宁夏生态环境状况公报》中 2022 年宁夏环境辐射剂量率与 2021 年相比无显著性差异的结论，由此可知项目所在地环境 γ 辐射剂量率在宁夏天然本地辐射水平范围内。

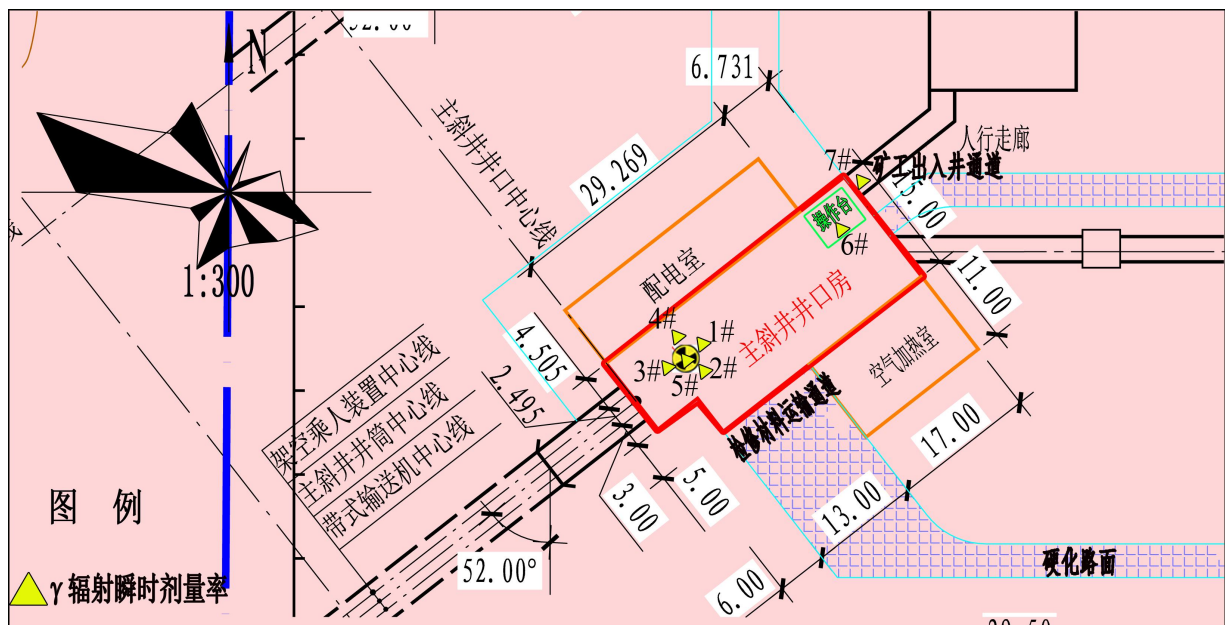


图 8-1 项目 γ 辐射瞬时剂量率监测布点图

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

9.1 KJ581 型矿用钢丝绳芯输送带 X 射线探伤工作原理

X 射线实时成像检测系统及 X 射线探伤机核心部件是 X 射线管。它是一个内真空的玻璃管，其中一端是作为电子源的阴极，另一端嵌有靶材料的阳极。当两端加有高压时，阴极的灯丝热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运行，形成静电式加速，获得能量，具有一定动能的高速运动电子撞击靶材料，产生大量 X 射线。在 X 射线无损检测过程中，由于被检工件内部结构密度不同，其对射线的阻挡能力也不一样，物质密度越大，射线强度减弱越大。而当工件内部存在焊接短路、破损、断线等缺陷时，射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径所透过的物质密度要小得多，其强度减弱较小，既透过的射线强度较大，透过 X 射线被图像增强器所接收，图像增强器把不可见的 X 射线检测信息转换为电子图像并经增强后变成视频图像信号传输至控制室，在监控器上实时显示，可迅速对工件的焊接短路、破损、断线等缺陷进行辨别。

矿用钢丝绳芯输送带 X 射线实时在线检测系统，将煤矿井下的钢绳芯输送带在任何工况状态下的内部结构，以 X 光照片的形式实时上传至计算机，经过专用的软件分析，对输送带内钢丝绳的断头、接头状况及输送带强度进行准确判断，并及时预警，为煤矿用户在使用钢绳芯输送带的生产过程中清除了安全隐患。

9.2 KJ581型矿用钢丝绳芯输送带X射线探伤设备

KJ581 矿用钢丝绳芯输送带 X 射线探伤是采用 X 光无损探测技术研制的一种强力输送带安全无损监测装置。该装置能够远程在线检测强力输送带钢丝绳芯，自动识别输送带钢丝绳芯锈蚀、断裂或接头伸长等故障，并对其性能进行分析，及时报警，避免重大断带安全事故的发生、设备的损坏、停产和人员伤亡，减少运输物料的损耗和经济损失，提高生产效率，具有显著的经济效益和社会效益。该装置可广泛应用于矿山、港口码头、发电厂、钢厂、水泥厂等领域使用强力输送带的场合，特别适用于煤矿生产中输送带的检测，也可以用于其它工业生产的产品和货物的检测。

9.2.1 功能

(1)钢丝绳芯输送带在 0~9m/s 速度工作运行中，可实时显示输送带内钢绳芯清晰的 X 光透视图像。

(2)适用于宽度 2.4m 以下，任意高度的输送带设备。

(3)可识别 0.8mm 以上的钢丝绳断头，识别位移距离 1.6mm 以上的接头抽动。

(4)对断头的判断准确率达 99%，对接头抽动的判断准确率达 98%。

(5)对钢丝绳芯缺陷定位的横向误差 $\leq 1\text{cm}$ ，纵向误差 $\leq 5\text{cm}$ 。

(6)随机存储以帧为单位的图像，可图像回看、放大、处理。

(7)依据 X 光图像，对输送带强度进行智能计算、分析、评估，当其强度值低于安全值时实施自动报警。

(8)采集到的图像数据可通过远程客服系统发送至本公司，由专业人员对输送带强度进行分析。

9.2.2 特点

(1)产品模块化。设备可拆分为四部分独立的箱体，便于长途运输与设备下井；硬件模块化，便于安装、调试、维修、更换。

(2)设备开、停机及监控均可在地面工控机上远程操作，方便操作。

(3)设备可在输送带正常工作状态下进行实时检测，无需停机，不影响生产。

(4)采用光纤通讯，可保证 20 公里以内的数据传输。此外，还可使用以太网、CAN 等多种通讯方式进行数据传输。

(5)现场使用的系统设备均集成在一个组合箱体内，便于现场标准化管理。

(6)设备高度可调，可适用于任何高度的胶带设备。

(7)只需要接入 127V 输入和光纤，现场安装简便、快捷。

(8)设备有多种规格可供选择，防爆等级有隔爆和本安两种，可根据生产现场不同需求选取适宜型号的设备。

(9)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小于 1mSv/h。

(10)机壳为钢结构，适应现场恶劣的使用条件。

9.2.3 技术指标

9.2.3.1 性能参数

(1)设备控制方式：地面上位机软件远程控制。

(2)可容检测胶带厚度： $\leq 50\text{mm}$ 。

(3)分辨率：0.8mm。

(4)系统电源电压：AC86~140V 宽电压输入，频率 50Hz，功率<1000W。

(5)防护等级：IP57。

(6)通讯距离： $\geq 20\text{km}$ 。

(7)通讯界面：USB，传输速率：最高 480Mbit。

(8)通讯媒介：网线、光缆。

(9)软件运行环境：Windows7/8/10 x86。

9.2.3.2 环境参数

(1)环境温度一般为： $-20^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$ 。

(2)平均相对湿度：不大于 95%（ $+25^{\circ}\text{C}$ ）。

(3)大气压力：86~106kPa。

(4)有爆炸性混合物，但无破坏绝缘的腐蚀性气体的场合。

(5)电气环境

供电电压：AC 127-220V，可承受波动范围：75%~110%。

输入工作电流： $< 5\text{A}$ ，消耗功率： $< 635\text{W}$ 。

9.2.3.3 控制系统本质安全参数

(1)最高输出电压：DC 12.5V。

(2)工作电流：660mA。

(3)最大输出电流：1.3A。

9.2.4 安装与调试

9.2.4.1 设备组成

(1)防护支架（含安装辅材）

(2)矿用隔爆兼本安型钢绳芯输送带无损监测装置主机

(3)矿用隔爆型 X 射线发射箱

(4)矿用本安型 X 射线接收箱

(5)工控机（防爆计算机）

(6)专用操作台

(7)网线（光缆）

9.2.4.2 设备功能

(1)设备主机

通过电源转换模块给控制单元供电，其他单元部分和外部输出均无电压输出，控制单元首先给光电转换模块供电，并等待上位机命令，在收到上位机命令后，按照规定的命令作出相关的动作响应实现对其他组成部分的控制。

(2)射线源

实现 X 射线的产生和发射，通过射线源控制器将电压升至 140kV，使射线发生管两端在高压作用下激发管端电子，电子在场内高压作用下加速，射线发生器通过特定材质虑掉能量较弱的电子，将其余射线从指定出口发射。

(3)接收箱

实现了对 X 射线的成像和数据的传输。通过采集单元接收 X 射线能量，经过一系列的信号转换和处理，将最终数据按照固定的通讯协议打包，并根据上位机命令传输至上位机显示。本质安全型防爆设备安全性更高，整体体积更轻。

(4)可调安装支架

可调支架用于现场设备各箱体安装固定及防护，根据现场情况对支架宽度、高度调整好后固定各箱体保证运行稳定。





9.2.4.3 设备组成示意图

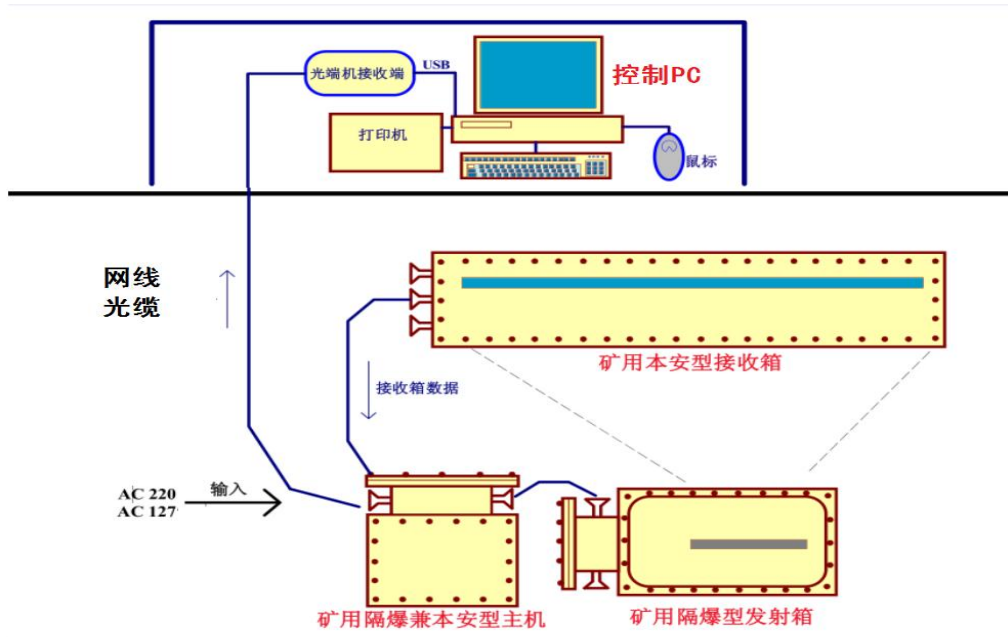
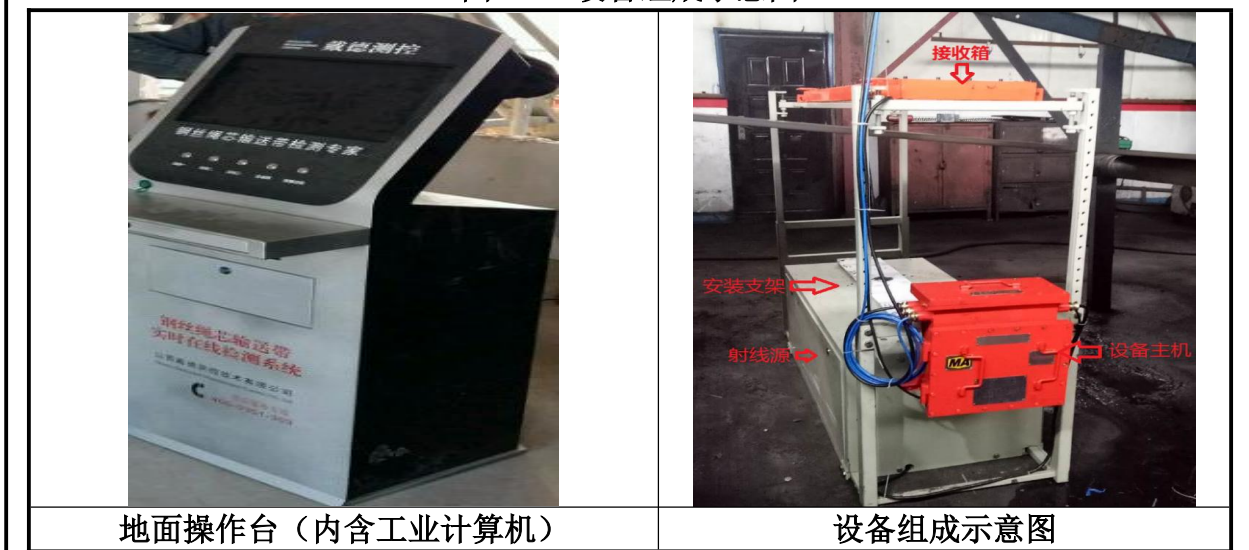


图 9-1 设备组成示意图



9.2.4.4 设备安装

(1)首先在下皮带找一个皮带下方空间 1m 以上高度的地方安装防护支架，支架尽量保持与皮带平行，1m 皮带保证支架底面到皮带检测面高度 1m 以上（皮带每增加 20cm 高度增加 10cm），接收箱到检测皮带距离尽量保持在 5~10cm 之间，设备尽量减少与皮带机架接触减少设备震动。

(2)射线源从支架开口测放入支架箱体（接线处朝外），射线源尾部到升降支腿距离为支架整体宽度三分之一地方。接收箱窗口向下，安装于检测皮带的上方；发射箱窗口向上与接收箱窗口垂直正对。

(3)按照接线腔视图连接设备，光电转换模块通过 USB 线缆连接电脑 U 口。

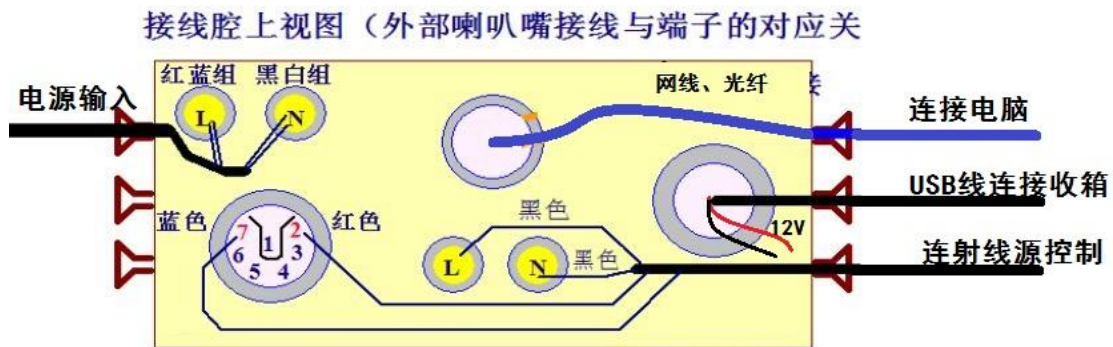


图 9-2 接线腔上视图

(4)确保输入电压为单相交流 100V~240V，通电后 PC 端光电转换模块 Power、Link、Host 灯常亮、Activity 闪烁。

9.2.5 数据采集系统使用说明

9.2.5.1 系统主界面

在桌面上双击“图像采集”，系统进入采集主界面。



图 9-3 系统主界面

9.2.5.2 系统设置

首次运行系统时需要进行参数设置，点击主界面中的“系统配置”，输入密码 123456，弹出对话框。



图 9-4 系统设置

采集卡数：根据接收箱宽度送入。举例，如 2m 接收箱时，采集卡数为 20。

通道基数：默认值为 64，不需用改动。

图像高度：在即时采集的过程中，主界面中看到的皮带图像的高度。如果高度没有覆盖到整个荧幕（即显示界面上下部分有空白间隙），用户可以先停止采集，调整此数

值以适应整个荧幕高度，使图像显示为满荧幕。

N 分钟之后开始采集：当皮带开始运行时，起始速度并不会达到标称的速度，会有一些的延时，此值用来适应皮带从开始运行到以匀速运行所需要的时间。一般设置为默认值 0.1。

分辨率：以标称的分辨率来采集数据，即荧幕上的一个像素点代表 1.6*1.6 大小的矩形，一般不需要调整。

皮带长度：此值为皮带长度预算值，即主斜井井口输送带周长 3420m，则此值可适当加大为 3500-4000m，这样保证采集到的数据完整而且能够有一个重复接头。

皮带速度：设置为皮带正常运行时的速度即可。

数据存放路径：默认路径为 D: \Data。

以上设置在第一次设置完毕后始终有效。下次运行采集系统时无需重新设置。更换检测皮带后需要重新设置，设置完成后点击“设置”并退出。

9.2.5.3 仪器操作流程

(1)开启电源

单击"开启电源"按钮，这时系统弹出“采集方式”对话框。

如果用户选择“是”，则系统将自动进入无人值守模式，以后的“开启射线源”，“开始采集”，以及数据分析都将会以无人值守的方式运行，无需人工干预。如果选择“否”，则后续操作将以手工（人工干预）的方式进行（皮带首次调试必须选择手动干预模式）。如果命令发送成功，即电源开启成功，按钮会自动变为"关闭电源"。

(2)开启射线源

此按钮只在“人工干预”方式下有效。

单击“开启射线源”按钮，软件会向底层发送开射线的命令，底层设备接收到命令后会自动开启射线源，为数据采集做准备。如果命令发送成功，则此按钮会变为“关闭射线源”。

(3)开始采集

此按钮只在“人工干预”方式下有效。单击此按钮，则采集系统会将采集回来的数据实时显示在荧幕上，并存入硬盘，以供后续观察。

(4)关闭采集

单击此按钮，系统将依次进行下列操作，自动停止采集数据，关闭射线源，关闭电源。若数据为正常采集时，无需点击“关闭采集”，当皮带转够一圈时，软件会自动停止采集，同时自动关闭射线源和关闭电源。若为非正常采集时，可手动点击逐个关闭。

(5)关闭射线源

单击此按钮，系统将会关闭射线源。

(6)关闭电源

单击此按钮，系统将会关闭采集系统的电源。

(7)图像处理

单击此按钮，系统将会启动数据分析软件。

(8)退出系统

单击此按钮，系统将在自动关闭射线源和电源之后退出。

(9)系统信息窗口

此窗口将显示系统运行的各项详细参数。

(10)操作日志窗口：此窗口将显示操作员进行的各项详细操作，以及系统运行状态。

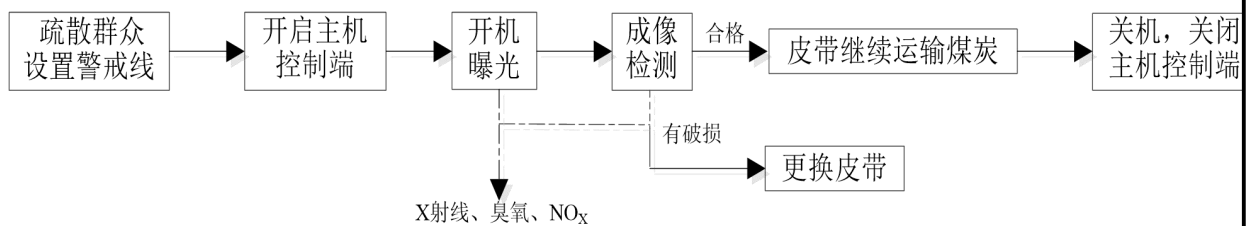


图 9-5 X 射线探伤装置工作流程及产污环节示意图

9.2.6 数据分析系统使用说明

(1)系统主界面

当数据采集完成后点击数据处理软件会自动跳入数据分析系统主界面。

点击标题栏左上角“文件”“打开图像工程文件”弹出对话框选择“D 盘”“data”“数据日期时间”“tifflist”皮带图像会在软件呈现。

(2)参数设置

①图像导入完成后移动鼠标至皮带左边缘和右边缘读取横向坐标。

②点击“系统设置”后正确输入密码（123456），进入系统设置界面，点击“系统设置”密码“123456”，读取横向坐标数值对应输入“横向起始检测边界”和“横向终止检测边界”。接头数量、皮带宽度需要根据皮带参数输入。梯度分割门限：根据图像的灰度来确定；

高斯 SIGMA 值：值越大检测的断裂越粗略，值越小检测的断裂越细小；完成后点确定退出。

③导入数据完成后，显示窗口显示出皮带的 X 射线图像。在做非接头部位定标时先应做一次清除非接头部位定标，点击“功能”下拉栏中的“清除非接头部位定标”密码“123456”。

④选择一处相对完好的非接头位置点击“功能”下拉栏中的“非接头部位定标”密码“123456”。定标的作用是为皮带的检测提供一个 X 射线的能量值。软件对整个皮带的检测判断将以此能量值为基础。这一操作可以在皮带的不同部位多次进行非接头部位定标（最多 5 次）。非接头部位定标时提示“文件左右有效边界错误”时需要调整左右检测起始边界。

⑤接头实际编号设置

打开我的电脑\C 盘\DDCK\chain\alias，按照皮带运行方向实际接头编号编辑完成。

(3)检测

①在参数设置完成后，点击“检测”按钮，开始检测皮带接头、断裂、抽动、异常等状况。

②检测完成后在图像的左侧观察点里可以看到所有的接头编号都是“0”，然后对接头进行编号（确保读取接头准确无错判），在指定的接头处点击鼠标右键的下拉菜单里点击“指定接头序号”，然后在弹出的对话框里输入该接头编号，这时所有的接头都会依次对应编号，前面为皮带接头实际编号后面为逻辑接头编号，后面为该接头到下一接头实际距离。

(4)接头参考图保存

点击菜单-》系统-》保存接头参照，（密码为 DDCK）确定后将所检测到的接头保存到默认位置（在 C 盘下的 PP 文件夹），保存成功会提示保存接头参照成功；若出现保存接头参照为灰色且无法点击时，可在图像区域点击鼠标左键激活。重新硫化接头后需要重新保存接头图片。

(5)接头形变抽动判断

当非第一次检测后，点击菜单-》功能-》接头形变量计算，将本次接头数据与初次对比得到变形量。

(6)过滤检测结果

过滤检测结果的目的是为了将皮带采集多出的部分去除掉，一般在采集数据时，为了确保采集的数据完整性都会比实际的长度多设置 2-3 个接头的长度，但又不可以影响采集结果，所以待图像处理完之后都需将多余部分去掉。

具体操作步骤：双击第一个接头，这时图像会显示当前的接头部分，点击向前翻阅使其翻阅至接头的红框外面，点击鼠标右键下拉菜单中的“设定起始点”；双击下一个与第一个重复的接头，这时图像会显示当前的接头部分，点击向后翻阅，使其翻阅至接头的红框外面。点击鼠标右键下拉菜单中的“设定终止点”；在指定完起始点与终止点之后，点击菜单-》功能-》过滤检测结果。

(7)输出报告

①打开我的电脑\C 盘\DDCK\chain\StripeXP 更改客户名称和皮带长度后保存退出。

②点击处理软件主界面“报告”后电脑会出现短时无响应不需要进行操作，等电脑相应后会自动生成 PDF 格式图文报告，报告路径为 D: \Report 文件夹。

(8)向前向后翻阅

①使用此按钮可以对皮带图像进行向前向后翻阅，方便观察，操作时点击后开始翻阅，再点击时停止翻阅。

②翻阅速度快慢可以根据自己需要进行调整，点击“浏览”下拉点击“浏览速度”进行修改。

(9)缺陷定位

在观察点双击“接头”“断裂”“异常”“抽动”显示界面会自动跳转到该位置，并用相应颜色将该位置圈定。其他缺陷的定位操作类同。

(10)放大镜

此功能用于放大局部图片，使用户能更清晰的看到缺陷图像。用法如下：点击"放大镜"按钮，图片显示区域将显示一个绿色方框。此时鼠标左键点选住绿色方框的右下角拖动，即可实现放大或者缩小功能。用鼠标向点击绿框内任意一点拖动可以实现放大镜的移动。

(11)距离测量

可对皮带任意两点之间距离进行测量，首先在皮带界面右键点击“计算两点之间距

离”，在要测量的左键点击一下。然后到相对位置的点点击一下，软件下方会显示两点之间相对距离。软件下方会显示两点之间相对距离。

(12)数据回放

在采集完数据时，系统都会自动将数据储存在 D: \Data 中，并按日期时间命名，方便以后查看，点击桌面上的“数据回放”功能，或“C 盘”“DDCK”“数据回放”找到“数据回放 exe”打开选择要回看的日期确定后即可打开。

9.3 探伤工作频次及状态

本项目拟使用的矿用钢丝绳芯输送带 X 射线探伤装置工作场所固定，由 2 名辐射工作人员进行操作，其中 1 名操作人员在地面主斜井井口房内二楼控制室穿戴铅衣进行操作，另 1 名辐射工作人员负责警戒线外围巡检防止其他人员误入探伤辐射监督区范围，并且探伤装置操作人员需要参加“X 射线探伤辐射安全与防护考核”培训教育，并取得核技术利用辐射安全与防护考核证书，探伤机年最大作业时间为 41h。具体探伤时间及工作量见下表。

表 9-1 探伤工作频次及时间统计表

序号	工作场所	工作频次	每次开机时间	年最大工作时间	年最大工作时间
1	地面主斜井井口房内	每 3 天 1 次	20min	2440min/a	41h/a

9.4 污染源项描述

(1)X 射线

由 X 射线探伤机的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。本项目使用的 X 射线探伤机只有在开机并处于出线状态时（曝光状态）才会发出 X 射线。因此，在开机曝光期间，X 射线成为污染环境的主要污染因子，污染途径是 X 射线外照射。

本项目 1 台矿用钢丝绳芯输送带 X 射线探伤装置最大管电压为 140kV，最大管电流为 1mA，过滤片为 3mm 铝。参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 B.2 中管电压 < 150kV 探伤机最大发射率常数 δ_x 为 5.2mGy·m²/（mA·min）保守作为本项目射线源的发射率常数。

(2)废气

本项目射线装置在出束过程中会电离空气产生微量的臭氧和氮氧化物，正常工况下，通过开窗通风，臭氧和氮氧化物气体不会累积，对周围人员和环境的影响处于可忽略水

平。

(3)废水

该系统采用数字化终端成像系统，不涉及使用定影液等，不产生废水。

(4)固体废物

该系统采用数字化终端成像系统，运行期无固体废物产生。

(5)噪声

本项目设备运行过程中无噪声影响。

综上所述，确定本项目主要为 X 射线的辐射影响。

9.5 正常工况污染途径分析

矿用钢丝绳芯输送带 X 射线探伤装置只有在开机并处于出线状态时（曝光状态）才会发出 X 射线，在不接通电源且未加高压状态下，无 X 射线产生。在对皮带进行探伤检测时，X 射线经透射、反射及散射对作业场所及周围环境产生辐射影响。

9.6 事故工况污染途径分析

X 射线探伤装置在事故工况下，主要是 X 射线探伤装置紧急停机按钮、开关按钮失灵，无法正常关闭 X 射线探伤装置，或者探伤过程中人员误入探伤现场，从而导致人员接受到附加照射。此外，还包括 X 射线探伤装置发生故障，导致射线输出剂量增大导致操作人员及周边人员的辐射影响。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

10.1 辐射工作场所分区管理

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），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。参照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为控制区，控制区边界应悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，探伤作业人员应在控制区边界外操作，应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区，本项目矿用钢丝绳芯输送带 X 射线探伤装置在初次使用时必须按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求划分控制区和监督区，并根据实际情况在监督区外设置警戒线，放置警示灯，防止其他人员进入作业现场。主斜井井口房内工作人员乘坐猴车（架空乘人索道）时严禁进行探伤作业，进行探伤作业时架空乘人索道井上出入口设置警戒线，放置警示灯，防止其他人员进入作业现场。

控制区、监督区划分示意图见图 10-1。

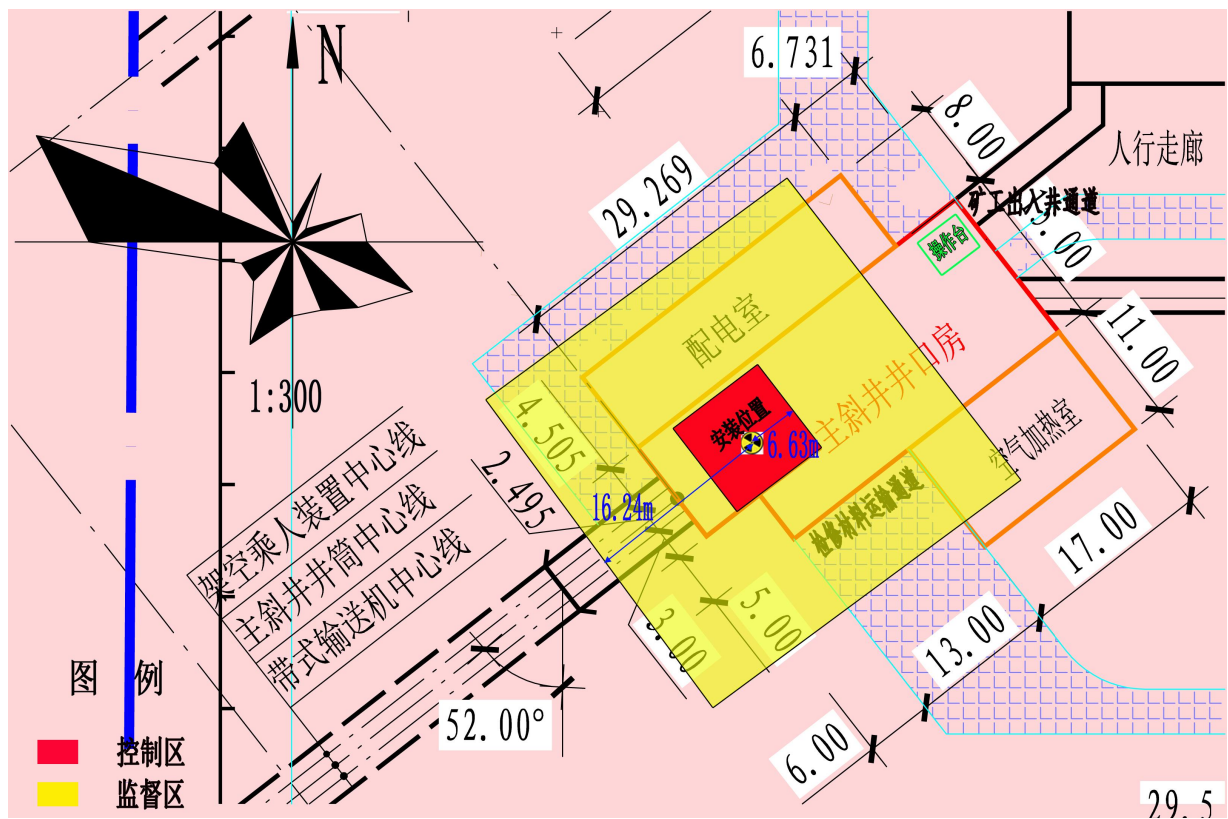


图 10-1 X 射线探伤机控制区和监督区边界示意图

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求：控制区边界剂量率不大于 $15\mu\text{Sv/h}$ ，监督区边界剂量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，可计算出 X 射线探伤装置运行时控制区最大距离约为 6.63m，监督区最大距离为 16.24m。

本项目 X 射线探伤机在使用过程中检测对象为矿用钢丝绳芯输送带，作业时 X 射线源位于皮带上方，通电作业时 X 射线装置垂直地面向下发射 X 射线穿过输送带到达接收箱，接收器位于皮带下方，X 射线装置顶部设置 10mm 铁板屏蔽防护，装置四周前后左右设置（2mm 铅板+2mm 铁板）屏蔽防护，其他散漏射线向下打到主斜井井口房内混凝土地面，故划分监督区、控制区时应考虑除 X 射线出束格向下方向外的其他方向的泄漏射线和散射线。在实际操作过程中，巡测人员会手持便携式辐射监测仪按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围化为控制区，将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围化为监督区。监督区边界放置清晰的“无关人员禁止入内”警示牌、警示灯，拉好警戒线，并安排辐射工作人员进行警戒。

10.2 辐射安全和防护措施

(1)操作台及其使用要求

本项目矿用钢丝绳芯输送带 X 射线探伤装置由防爆计算机控制，计算机安装了矿用钢丝绳芯输送带无损检测系统软件，其控制软件设置有 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。

设置高压接通时的外部报警或指示装置。防爆计算机设有专用钥匙开关，控制软件设置专用密码，只有在同时使用专用钥匙和密码登录软件后 X 射线管才能出束。专用钥匙和软件登录密码由专人负责保管和掌握，在人员离开探伤装置时，须关闭电脑和探伤装置，拔下钥匙，退出软件，防止他人进行操作。

X 射线装置操作台设置 1 个紧急停机按钮，并按要求设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

考虑辐射防护最优化，设备生产厂家制作了防护支架用于固定射线装置并进行防护，X 射线装置下方无铅板屏蔽，装置四周前后左右设置（2mm 铅板+2mm 铁板）屏蔽防护，顶部设置 10mm 铁板屏蔽防护。

此外，项目主斜井井口房内部架空乘人装置在矿工上下井工作时段全部在非探伤工

作时段，且项目矿用钢丝绳芯输送带 X 射线探伤装置与架空乘人装置进行设备互锁，架空乘人装置工作时是严禁启动射线探伤装置。

(2)紧急停机

X 射线装置操作台设置 1 个紧急停机按钮，并按要求设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

(3)警示标志

在 X 射线发射机箱、安装位置附近、控制区和监督区边界设置醒目的电离辐射警示标志 4 个，安装警示灯 4 个，且与射线装置联锁，当警示灯正常工作，X 射线装置才能发出射线。

(4)在 X 射线探伤工作开始前，必须对探伤现场进行清场，确保项目监督区范围内无其他人员的情况下方可进行探伤作业。在探伤现场安装喊话器，在探伤过程中通过声音提示他人不得进入探伤区域。

(5)作业现场配备便携式辐射检测仪 1 台，随时监测工作区域的辐射剂量，确保探伤工作时操作台以及各关注点不超出剂量水平的限值；探伤作业完成后，设备停机后，其他人员方可进入。

(6)使用 X 射线探伤的主要危害是外照射，因此在操作中必须充分利用时间、距离和屏蔽防护。

(7)应配备必要的个人防护用品，具体包括个人剂量报警仪 2 台，个人防护铅衣 2 套，防护手套 2 套，防护眼镜 2 个。

(8)应对矿用钢丝绳芯输送带 X 射线探伤装置进行定期维护，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。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。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都来自设备制造商，应做好设备维护记录。

(9)本项目两名辐射工作人员，应取得辐射防护培训证书，当建设单位拟更换辐射工作人员时，应对组织新入职辐射工作的人员进行辐射安全与防护知识教育培训，通过辐射安全与防护考核后方可上岗，杜绝无证上岗。同时要求工作人员熟练掌握操作技能，从而达到减少受照剂量的目的。

(10)委托有资质的单位对所有辐射工作人员进行个人剂量监测，并建立档案，定期体

检并形成制度，凡发现辐射工作人员出现不适应症应及时采取应急措施。

(11)辐射装置操作人员严格执行操作规程，在操作台处操作设备（操作台与探伤装置水平方向直线距离为 21.9m，位于项目辐射控制区范围之外），辐射装置停止运行前不得离开操作台。

(12)射线装置到达使用年限或者不再使用时，须对射线装置进行报废处理，破坏射线装置 X 射线发生器，确保其不能再产生 X 射线。

(13)探伤作业时，由 1 名操作人员在地面主斜井井口房内二楼控制室穿戴铅衣进行操作，考虑到辐射防护最优化及现场管理合理性，在控制区（X 射线探伤装置中心 6.63m 以内区域）边缘设置醒目的警示标线，在皮带输送方向两侧安装可以上锁的防护栅栏及设置警戒线，探伤作业时防护栅栏上锁，防止无关人员进入探伤场所。在监督区（X 射线探伤装置中心 16.24m 以内区域）边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，防止无关人员入内。另 1 名辐射工作人员对控制区和监督区进行清场，确保控制区和监督区无其他人员，在监督区边界处设置警示灯、警戒线及电离辐射警示标志。

(14)探伤作业区域安装视频监控器（2 个，无照明作用，视频存储 6 个月），确保在控制室能够实时观察现场情况，防止发生人员误入。

(15)项目建成后建设单位应在三个月内自行组织环境保护竣工验收，经验收合格后投入运行。

10.3 项目投资及环保投资

为确保项目正常运行，应根据本项目实际情况，按照辐射防护措施设置防护设施，如电离辐射警示标志，警示灯等。本项目总投资 18 万元，其中核技术利用环保投资估算为 3.2 万元，占总投资 17.77%，环保投资分项估算见表 10-1。

表 10-1 环保投资分项估算表

环保投资项目	数量	环保投资估算（万元）
射线装置防护体屏蔽	厂家自带	/
便携式辐射监测仪	1	1.5
紧急停机按钮	1	/
个人剂量报警仪	2	0.4
个人剂量计	2	0.2
防护服（铅衣）	2	0.2
防护手套	2	0.05
防护眼镜	2	0.1
警示灯	4 个	0.05

视频监控器	2 个	0.05
电离辐射警示标志	4 个	0.05
警戒线	若干	0.1
过道栅栏	3 个	0.5
合计		

三废的治理

本项目在矿用钢丝绳芯输送带 X 射线探伤装置建设及运行过程中不产生放射性废气、废水及放射性固体废弃物。射线装置在出束过程中会电离空气产生微量的臭氧和氮氧化物，正常工况下，通过开窗通风，臭氧和氮氧化物气体不会累积，对周围环境和人员产生影响轻微。

本项目矿用钢丝绳芯输送带 X 射线探伤装置安装位置位于韦一煤矿主斜井井口房内部, X 射线探伤装置主射线源投射方向向下, 主斜井井口房地面为 2.5m 厚的钢筋混凝土。X 射线辐照钢丝绳芯输送带后的射线经 X 射线接受箱接收进行数据处理和传输, 项目对外环境的影响主要为 X 射线探伤装置运行时未经接收的泄漏射线及散射辐射影响。

(1) 泄漏射线

考虑辐射防护最优化, 设备生产厂家制作了防护支架用于固定射线装置并进行防护, X 射线装置下方无铅板屏蔽, 装置四周前后左右设置 (2mm 铅板+2mm 铁板) 屏蔽防护, 顶部设置 10mm 铁板屏蔽防护。

射线穿过 (2mm 铅板+2mm 铁板) 后的泄漏辐射在关注点的剂量率 \dot{H} 可用下式计算:

$$\dot{H} = \frac{H_L \cdot B}{R^2}$$

式中: B —屏蔽投射因子, $B=10^{-X/TVL}$ 。其中:

X —屏蔽物质厚度, 与 TVL 取相同的单位, mm。由于本项目 X 射线装置四周前后左右设置 (2mm 铅板+2mm 铁板) 屏蔽防护, 铁板防护效果较铅板差, 本项目保守按照 2mm 铅板计。

TVL—参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 附录 B 表 B.2, 本项目 X 射线装置最大管电压为 140kV, 初始射线保守取值按照管电压 150kV, 铅的什值层厚度 TVL 取 0.96mm。

由上述参数计算得出 $B=10^{-X/TVL}=10^{-2/0.96}=8.25 \times 10^{-3}$ 。

R —辐射源点 (靶点) 至关注点的距离, 本项目操作台与探伤装置水平方向直线距离为 21.9m, X 射线装置距离主斜井井口房南、北两侧墙体最近距离分别为 9m 和 7m。故本次各关注点分别取: 21.9m、9m、7m。

\dot{H}_L —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$, 参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 表 1, 本项目 X 射线装置最大管电压为 140kV, 小于 150kV, 距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率取 $1 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

表 11-1 X 射线探伤装置经 (2mm 铅板+2mm 铁板) 屏蔽后泄漏辐射剂量率计算表

预测关注点	屏蔽投射因子 B	距靶点 1m 处泄漏辐射剂量	屏蔽物质厚度	什值层厚度	靶点至关注点的距离	泄漏辐射在关注点处剂量率 H
-------	----------	----------------	--------	-------	-----------	----------------

		率 H_L ($\mu\text{Sv/h}$)	X (mm)	(mm)	(m)	($\mu\text{Sv/h}$)
操作台	8.25×10^{-3}	1×10^3	2	0.96	21.9	0.0172
主斜井井口房南侧靠墙处	8.25×10^{-3}	1×10^3	2	0.96	9	0.1019
主斜井井口房北侧靠墙处	8.25×10^{-3}	1×10^3	2	0.96	7	0.1684

(2) 散射辐射

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 计算方法, 关注点的散射辐射剂量率 H ($\mu\text{Sv/h}$) 按下式计算:

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

式中: I ——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流, mA; 本项目取 1mA。

H_0 ——距辐射源点(靶点) 1m 处输出量, $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$, 以 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ; 参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 附录表 B.1, 散射线取值按照管电压 150kV, 滤过条件 3mm 铝, 对应发射率常数取 $5.2 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / \text{mA} \cdot \text{min}$, 即 $5.2 \times 6 \times 10^4 = 3.12 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 。

B ——屏蔽透射因子; $B = 10^{-X/\text{TVL}} = 10^{-2/0.96} = 8.25 \times 10^{-3}$, 未经屏蔽时取 1。

F —— R_0 处的辐射野面积, m^2 ; 本次皮带宽 1m × 照射宽度 0.025m, 即 0.025m^2 。

α ——散射因子, 入射辐射被单位面积 (1m^2) 散射体散射到其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。与散射物质有关, 在未获得相应物质的 α 值时, 可以水的 α 值保守估计, 见《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 附录 B 表 B.3, $\alpha = \alpha_w \cdot 10000/400 = 1.9 \text{E-}3 \cdot 10000/400 = 0.0475$ 。

R_0 ——辐射源点至探伤皮带的距离, m; 本项目取 0.75m。

R_s ——散射体至关注点的距离, 本项目各关注点分别取: 21.9m、9m、7m。

表 11-2 X 射线探伤装置经 (2mm 铅板+2mm 铁板) 屏蔽后散射辐射剂量率计算表

预测关注点	最大管电流 (mA)	距辐射源点 1m 处输出量 H_0 ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / \text{mA} \cdot \text{h}$)	屏蔽透射因子 B	辐射野面积 (m^2)	散射因子 α	R_0 (m)	散射体至关注点的距离 R_s (m)	关注点处散射辐射剂量率 H ($\mu\text{Sv/h}$)
操作台	1.0	3.12×10^5	8.25×10^{-3}	0.025	0.0475	0.75	21.9	0.0113

主斜井井口房南侧靠墙处	1.0	3.12×10^5	8.25×10^{-3}	0.025	0.0475	0.75	9	0.0671
主斜井井口房北侧靠墙处	1.0	3.12×10^5	8.25×10^{-3}	0.025	0.0475	0.75	7	0.1109

经计算，经（2mm 铅板+2mm 铁板）屏蔽后，关注点的散射辐射剂量率 H 分别为 0.0113 μ Sv/h、0.0671 μ Sv/h、0.1109 μ Sv/h。

此外，X 射线探伤装置未经铅板屏蔽时 1m 处散射辐射剂量率 H 为 658.67 μ Sv/h。考虑到散射线与泄漏射线叠加，X 射线探伤装置未经铅板屏蔽时 1m 处辐射剂量率为 659 μ Sv/h。

(3)主斜井井口房屏蔽散射辐射

根据建设单位提供的数据，本项目主斜井井口房实体墙壁厚 100mm，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）计算方法，关注点的散射辐射剂量率 H（ μ Sv/h）按下式计算：

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

式中：I——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；取 1.0mA。

H_0 ——距辐射源点 1m 处输出量， μ Sv \cdot m²/（mA \cdot h），以 mSv \cdot m²/（mA \cdot min）为单位的值乘以 6×10^4 ；取值同前，即 $5.2 \times 6 \times 10^4 = 3.12 \times 10^5 \mu$ Sv \cdot m²/（mA \cdot h）；

B——屏蔽透射因子； $B = 10^{-X/TVL} = 10^{-100/70} = 0.0373$ （由于主斜井井口房外墙采用的是 100mm 的混凝土墙体，故 X 取值 100mm；TVL 取值参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 B 表 B.2，本项目 X 射线装置最大管电压为 140kV，初始射线保守取值按照管电压 150kV，混凝土的什值层厚度 TVL 取 70mm）。

F—— R_0 处的辐射野面积，m²；取值同前，即 0.025m²；

α ——散射因子，取值同前，即 0.0475；

R_0 ——辐射源点至探伤工件的距离，m；本项目取 0.75m；

R_s ——散射体至关注点的距离，本项目各关注点分别取：9m、7m。

表 11-3 X 射线探伤装置经 100mm 实体墙壁屏蔽后散射辐射剂量率计算表

预测关注点	最大管电流 (mA)	距辐射源点 1m 处输出量 H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{h}$)	屏蔽投射因子 B	辐射野面积 (m^2)	散射因子 α	R_0 (m)	散射体至关注点的距离 R_s (m)	关注点处散射辐射剂量率 H ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)
主斜井井口房南侧靠墙处	1.0	3.12×10^5	0.0373	0.025	0.0475	0.75	9	0.3033
主斜井井口房北侧靠墙处	1.0	3.12×10^5	0.0373	0.025	0.0475	0.75	7	0.5014

项目主斜井井口房南侧靠墙处 X 射线探伤装置经 (2mm 铅板+2mm 铁板) 屏蔽及 100mm 实体墙壁屏蔽的散射辐射剂量率 H 分别为 $0.0671\mu\text{Sv}/\text{h}$ 、 $0.3033\mu\text{Sv}/\text{h}$; 主斜井井口房北侧靠墙处 X 射线探伤装置分别经 (2mm 铅板+2mm 铁板) 屏蔽及 100mm 实体墙壁屏蔽的散射辐射剂量率 H 分别为 $0.1109\mu\text{Sv}/\text{h}$ 、 $0.5014\mu\text{Sv}/\text{h}$; 由于主斜井井口房四周墙体均存在门窗, 忽略墙体屏蔽情况下, 只考虑经 (2mm 铅板+2mm 铁板) 铅板屏蔽, 则项目主斜井井口房南侧及北侧靠墙处的散射辐射剂量率 H 分别为 $0.0671\mu\text{Sv}/\text{h}$ 、 $0.1109\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

(4)控制区与监督区划定

根据辐射场中某点的辐射剂量均与该点和源的距离的平方成反比, 也就是平方反比定律, 可计算出本项目控制区和监督区的距离即:

$$D_1/D_2=R_2^2/R_1^2 \quad (\text{式 3})$$

D_1 —距 X 射线管焦点 R_1 处辐射剂量率, 未经铅板屏蔽 X 射线机 1m 处辐射剂量率为 $659\mu\text{Sv}/\text{h}$;

D_2 —距 X 射线管焦点 R_2 处辐射剂量率;

R_1 —距 X 射线管焦点处的距离, 1m;

R_2 —距 X 射线管焦点处的距离。

表 11-4 X 射线探伤装置控制区与监督区划定计算表

类别	散射体至关注点的距离 R_1 (m)	未经铅板屏蔽 X 射线机 1m 处辐射剂量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	控制区边界剂量率限值 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	控制区最大距离 (m)	监督区边界剂量率限值 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	监督区最大距离 (m)
计算结果	1	659	15	6.63	2.5	16.24

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 要求: 控制区边界剂量率不大于

15μSv/h，监督区边界剂量率不大于 2.5μSv/h，可计算出 X 射线探伤装置运行时控制区最大距离约为 6.63m，监督区最大距离为 16.24m。考虑到 X 射线探伤装置安装于主斜井井口房内部，且主斜井井口房属于实体封闭式机房（墙壁厚 100mm），项目建成后根据具体监测结果调整监督区和控制区，以优化分区，如果驱动机房墙外剂量率不大于 2.5μSv/h，则以主斜井井口房四周墙壁以内控制区以外为监督区。

11.2 对探伤工作人员的辐射影响

11.2.1 年有效剂量估算公式

根据建设单位提供的资料，探伤作业时，在控制区边界临时拉起警戒线（绳），悬挂清晰可见的“禁止无关人员进入 X 射线区”警示牌，禁止任何人入内。在监督区边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警示牌，项目探伤作业室安排 2 个工作人员，其中 1 人操作、1 人外围巡检，操作人员及巡检人员年最大操作时间为 41h。

参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）第 3.1.1 条款中公式（1），人员受年有效剂量计算公式如下：

$$H = \dot{H} \cdot t \cdot U \cdot T \cdot 10^{-3}$$

式中：

H —年有效剂量当量，mSv/a；

\dot{H} —关注点处周围剂量当量率，μSv/h；

t —探伤装置年照射时间，h/a；

U —探伤装置向关注点方向照射的使用因子，本次评价均保守取 1；

T —人员在相应关注点驻留的居留因子。

11.2.2 居留因子确定

参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 A 表 A.1，不同场所与环境条件下的居留因子见表 11-5。

表 11-5 不同场所与环境条件下的居留因子

场所	居留因子 T	示例
全居留	1	控制室、暗室、办公室、邻近建筑物中的驻留区
部分居留	1/2~1/5	走廊、休息室、杂物间
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼体、人行道

注：取自 NCRP144。

11.2.3 辐射工作人员及公众受照剂量估算

(1)操作台辐射工作人员年有效剂量

本项目操作台辐射工作人员，根据关注点的泄漏射线剂量率及散射辐射剂量率计算结果合计为 $0.0285\mu\text{Sv/h}$ ，居留因子取 1，探伤装置年最大照射时间为 41h/a ，则本项目职业人员年有效剂量当量为 $0.0285 \times 41 \times 1 \times 1 \times 10^{-3} = 1.17 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，小于本项目职业人员剂量约束值 5.0mSv/a ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中本项目规定的对辐射工作人员年剂量管理目标值不超过 5mSv/a 的管理要求。

(2)评价范围内公众标年有效剂量

本项目 X 射线探伤装置安装于主斜井井口房内部，评价范围内公众主要分布于驱动机房南侧及北侧，根据关注点的泄漏射线剂量率及散射辐射剂量率计算结果，其中主斜井井口房南侧靠墙处泄漏射线剂量率及散射辐射剂量率合计为 $0.1690\mu\text{Sv/h}$ ，主斜井井口房北侧靠墙处泄漏射线剂量率及散射辐射剂量率合计为 $0.2793\mu\text{Sv/h}$ ，评价范围内公众居留因子对于巡检人员取 $1/16$ 、对于常驻办公人员取 1，探伤装置向关注点方向照射的使用因子取 1。

根据主斜井井口房与各关注点之间距离关系（详见图 11-1），周围剂量当量率与辐射距离的平方成反比的关系式，计算对于周边其他工作人员（公众）年有效剂量的计算结果见下表。

表 11-6 项目周边公众及环境保护目标年和周有效剂量率估算

人员属性	关注点	周围剂量当量率 H ($\mu\text{Sv/h}$)	年照射时间 t (h/a)	居留因子 T	探伤装置向关注点方向照射的使用因子	年有效剂量 (mSv/a)
煤矿 其他 工作 人员 (公 众)	主斜井井口房 配电室	0.2793	41	1/16	1	7.16×10^{-4}
	主斜井井口房 空气加热室	0.1690	41	1/16	1	4.33×10^{-4}
	副斜井井口房 空气加热室 1	8.22×10^{-3}	41	1/16	1	2.11×10^{-5}
	副斜井井口房 空气加热室 2	4.28×10^{-3}	41	1/16	1	1.09×10^{-5}
	联合建筑	0.0390	41	1	1	1.60×10^{-3}
	通风机房配电 室	6.29×10^{-3}	41	1/16	1	1.61×10^{-5}
	通风机房	3.45×10^{-3}	41	1/16	1	8.84×10^{-6}

综上，本项目 X 射线探伤仪运行所致公众受到的年有效剂量最大值为 $1.60 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，小于本项目公众成员剂量约束值 0.1mSv/a ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中本项目规定的对公众成员年剂量管理约束值 0.1mSv 的要求。

事故影响分析

本项目环境事故影响分析目的是分析和预测矿用钢丝绳芯输送带 X 射线探伤装置在运行期间存在的潜在危险和有害因素，可能发生的突发性事件或事故，所造成的人身安全与环境影响和损害程度，提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使本项目事故概率、损失和环境影响达到可接受的水平。X 射线探伤机对人体的照射主要来自于其产生的 X 射线。X 射线具有穿透能力强、速度快、电离密度小等特点，因此射线对人体主要危害是外照射。一般来说，剂量越大，危害就越大。人体受危害的程度与电离辐射的剂量有很大关系，不同剂量引起的危害见表 11-7。但同等的剂量条件下，不同个体的机能状态不同，敏感程度差异很大，故危害程度也有所不同。

表 11-7 不同剂量引起的危害

剂量 (Sv)	危害程度
0-0.25	无明显自觉症状
0.25-0.5	出现可恢复的机能变化,有血液学的改变
0.5-1.0	出现机能变化,血相改变
1-6	可出现轻、中、重度放射病
>6	可出现死亡

11.4 主要环境风险

1.X 射线探伤机停机按钮失灵，无法正常关闭 X 射线探伤装置，从而导致人员接受到附加照射。

2.人员误入正在进行探伤作业的工作场所，而导致人员误入照射区域受到照射。

3.X 射线探伤装置发生故障，导致射线输出剂量增大导致操作人员及周边人员的辐射影响。

11.5 环境风险防范措施

1.考虑到辐射防护最优化及现场管理合理性，在控制区（X 射线探伤装置中心 6.63m 以内区域）边缘设置醒目的警示标线，在皮带输送方向两侧安装可以上锁的防护栅栏及设置警戒线，探伤作业时防护栅栏上锁，防止无关人员进入探伤场所。在监督区（X 射线探伤装置中心 16.24m 以内区域）边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，

防止无关人员入内。另 1 名辐射工作人员对控制区和监督区进行清场，确保控制区和监督区无其他人员，在监督区边界处设置警示灯、警戒线及电离辐射警示标志。

2.本项目拟设置 1 台便携式辐射监测仪进行日常监测，并定期委托有资质单位对辐射场所进行监测，检测结果妥善保管。当监测结果出现异常时，应及时分析原因，采取相应措施，确保射线装置防护屏蔽能力满足相关标准要求。

3.在辐射工作场所安装警示灯、电离辐射警示标志和视频监控器等安全防护设施并为辐射工作人员配备个人剂量计（2 个）、个人剂量报警仪（2 个）和防护服（铅衣）（2 套）等防护用品。每次辐射工作人员进行现场巡视时，辐射工作人员同时佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。定期开展个人剂量检测和职业健康体检，并妥善保管个人剂量检测和职业健康体检结果，出现异常情况时分析原因并采取相应措施。

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许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等有关法律法规及国家标准的要求，为了加强对射线装置安全和防护的监督管理，促进射线装置的安全应用，正确应对突发性放射性事故，确保事故发生时能快速有效地进行现场应急处理、处置，维护和保障公司内职工生命安全和财产安全，维护正常的工作秩序，建设单位应成立辐射安全与生态环境管理领导小组，统一管理项目辐射安全防护工作。

领导小组的职责是：

- (1)全面负责建设单位内部辐射安全管理工作；
- (2)认真学习贯彻国家相关法规、标准，结合项目实际制定安全规章制度并检查监督实施；
- (3)负责建设单位内部辐射设备操作人员的法规教育和安全环保知识培训；
- (4)检查安全环保设施，开展环保监测，对使用射线装置安全防护情况进行年度评估；
- (5)实施辐射工作人员的健康体检并做好体检资料的档案管理工作；
- (6)编制辐射事故应急预案，并妥善处理有可能发生的辐射事故；
- (7)定期向生态环境部门报告辐射安全管理工作；
- (8)设置专职辐射安全管理人员且具有大学本科以上学历。

同时，为确保专人负责辐射安全管理措施的落实，并做到以下要求：

- (1)单位负责人为辐射工作安全责任人，设置以法人为组长，分管副矿长作为副组长的辐射防护领导小组，并指定专人（2人）负责矿用钢丝绳芯输送带 X 射线探伤的安全和防护工作。
- (2)辐射防护领导机构应明确单位负责人及各成员的职责，做到分工明确、职责分明。
- (3)辐射防护领导机构应加强监督管理，指定专人负责各项规章制度的实施。
- (4)当建设单位拟更换或新增辐射工作人员时，须对组织新入职辐射工作的人员进行辐射安全与防护知识教育培训，通过辐射安全与防护考核后方可上岗，杜绝无证上岗。

辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021年修改）》，韦一煤矿应

制定安全操作规程、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、监测方案等相关辐射管理制度，并按相关要求将操作规程、应急预案等相关辐射管理制度上墙明示。

(1)辐射安全管理规定

在本项目依法取得生态环境部门相关批复手续后，无损检测装置方可投入使用。在射线装置日常使用过程中应严格按照监管部门要求进行辐射安全管理。

(2)制定辐射工作岗位职责

明确辐射工作岗位人员职责，做到分工明确、职责分明。至少有1名专职人员负责辐射安全与生态环境管理工作，定期对本单位的辐射安全进行自查，迎接生态环境部门的检查。

(3)辐射安全和设备检修维护制度

定期对探伤装置的配件及性能进行检查、维护，并对辐射安全和防护设施进行全面检查、维护，发现问题应及时维修。并做好记录。

(4)岗位职责

建设单位应依照国家安全生产管理规定，按照安全第一、预防为主的方针及“谁主管谁负责”的原则，制定无损检测人员岗位职责，规定相关人员的安全岗位职能，明确上至管理人员，下至操作人员的安全职责，确保安全责任落实到具体人并能顺利实施。

(5)制定监测仪表使用与校验管理制度

对使用的辐射监测仪表应定期进行检定或者校准，确保监测数值准确可靠。

(6)辐射工作人员培训及考核管理制度

建设单位定期组织内部辐射安全培训，辐射工作人员应取得辐射安全与防护培训合格证，或通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识并通过考核，持证上岗，并规定取证后四年复训一次。未通过考核不得使用矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置。

(7)辐射工作人员健康管理制度

辐射工作人员应进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料，还应包括其在异常情况（事故或应急）下受到的过量照射记录。职业照射个人剂量档案应当终生保存。在进行个人剂量监测的

同时定期进行体检，建立健康档案，健康档案应终生保存。

制定射线装置管理制度

(1)要求企业对安全和防护设施定期维护维修；由辐射安全管理负责人组织对本单位所有辐射防护安全工作定期进行自查，发现问题及时整改；每年1月1日至1月31日之前，向辐射安全许可证发证单位上报上一年度评估报告（含工作场所及个人剂量检测报告）。

(2)定期检查矿用钢丝绳芯输送带 X 射线探伤

定期检查的项目应包括：

- ①电气安全，包括接地和电缆绝缘检查；
- ②制冷系统过滤器的清洁或更换；
- ③所有的联锁和紧急停机开关的检查；
- ④制造商推荐的其他常规检测项目。

(3)每年对矿用钢丝绳芯输送带 X 射线探伤至少开展一次维护设备维护，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。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。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都来自设备制造商。应做好设备维护记录。

(4)辐射安全许可证

宁夏力量矿业有限公司韦一煤矿应向宁夏回族自治区生态环境厅申领辐射安全许可证，待申领辐射安全许可证后，本次评价中的无损检测装置完成建设方可投入试用，自项目竣工之日起3个月内，建设单位开展自主验收工作，编制竣工环境保护验收监测报告，并向社会公开相关信息，接收社会监督。

辐射监测

制定监测方案，委托有资质的辐射环境监测机构开展工作场所和辐射辐射工作人员个人累积剂量监测，定期对探伤场所剂量率进行自行监测。

1.监测内容

工作场所辐射环境剂量监测、辐射工作人员个人累积剂量监测。

2.监测频次

(1)每年委托有资质的辐射环境监测机构对辐射工作场所进行 X 辐射剂量当量率监

测；

(2)委托有资质的辐射环境监测机构进行个人剂量监测；常规监测的周期应综合考虑放射工作人员的工作性质、所受剂量的大小、剂量变化程度及剂量计的性能等诸多因素。常规监测周期一般为 1 个月，最长不超过 3 个月。

(3)异常结果调查：当工作人员职业外照射个人监测结果超过调查水平时，按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）中附录 C 的 C.4 所示的内容进行调查。

(4)每个月对探伤装置周围剂量率进行定期自行监测，以验证场所分区及操作位安全性。

3.监测点位

操作位、监督区及控制区边界等其他敏感点。

4.其他要求

监测记录清晰、准确、完整并纳入档案进行保存。

辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十一条之规定，使用放射性射线装置的单位，应当根据可能发生的辐射事故的风险，制定本单位的应急方案，做好应急准备。发生辐射事故时，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条之规定，使用放射性射线装置的单位应当立即启动本单位的应急方案，采取应急措施，并立即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。

结合实际情况及可能发生的辐射事故，建设单位应及时编制《辐射事故应急预案》，预案中应包括但不限于以下内容：

1.辐射事故应急处理机构与职责

本单位成立辐射事故应急处理领导小组，组织、开展辐射事故的应急处理救援工作。定期组织对辐射工作场所、设备和人员进行辐射防护情况进行自查和监测，发现事故隐患及时上报至单位领导层并落实整改措施。

(1)发生人员受超剂量照射事故应启动本预案并立即撤离相关工作人员，封锁现场切断一切可能扩大污染范围的环节，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告，涉及人为故意破坏的还应向公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向当地卫生行政部门报告。

(2)事故发生后立即组织有关部门和人员进行辐射事故应急处理；

(3)负责向行政部门及时报告事故情况；

(4)负责辐射事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作；

(5)辐射事故中人员受照时，要通过个人剂量计或其他工具、方法迅速估算受照人员的受照剂量；

(6)负责迅速安置受照人员就医，组织控制区内人员的撤离工作，并及时控制事故影响，防止事故的扩大蔓延。

2.辐射事故应急救援应遵循的原则

(1)迅速报告的原则；

(2)主动抢救的原则；

(3)生命第一的原则；

(4)科学施救，控制危险源，防止事故扩大的原则；

(5)保护现场，收集证据的原则。

3.辐射事故应急处理程序

(1)发生人员受超剂量照射事故应启动本预案并立即撤离相关工作人员，封锁现场切断一切可能扩大污染范围的环节，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门报告，涉及人为故意破坏的还应向公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向当地卫生行政部门报告。

(2)应急处理领导小组召集专业人员，根据具体情况迅速制定事故处理方案。

(3)事故处理必须在单位负责人领导下，在有经验的工作人员和卫生防护人员的参与下进行。未取得防护检测人员的允许不得进入事故区。

(4)各种事故处理以后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故重复发生。编写事故发生的基本情况，原因分析及处理结果书面报告生态环境部门。

4.宣传、培训与演练

(1)宣传和培训

制定辐射事故应急培训计划方案，每年对与辐射事故应急有关的人员实施培训。重点培训内容包括：应急响应程序；仪器设备的原理和使用方法；辐射事故的现场控制方

法；公众和应急人员的安全防护措施，环境保护的应急措施。

(2) 预案演练

结合本单位实际情况，有计划、有重点的组织辐射事故应急预案演练，演练完毕总结评估应急预案的可操作性，必要时对应急预案做出修改和完善。

5. 应急通讯方式及应急物资清单

根据本单位辐射事故报告程序，详细列出相关人员通讯方式，以及生态环境部门、公安部门、卫生健康部门通讯方式，调查本单位及周边区域辐射事故应急物资，列出应急物资清单，并确保应急物资时刻处于良好状态。

项目竣工环境保护验收管理

根据《建设项目竣工环境保护验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）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。

为核实项目污染防治措施落实情况，采取行之有效的防治措施来降低对环境的污染影响及危害。因此，本项目制定环境污染防治设施竣工验收清单，具体见表 12-1。

表 12-1 项目竣工环境保护验收清单

序号	污染防治措施
1	参照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），对于该矿用钢丝绳芯输送带 X 射线探伤项目，结合实际情况，将整个主斜井井口房内 6.63m 范围内为控制区，主斜井井口房内 16.24m 范围为监督区，便于管理，禁止公众及其他人员入内。
2	所有从事辐射工作的人员进行安全与防护知识教育培训及操作规程培训，培训考核合格方能上岗，矿用钢丝绳芯输送带 X 射线探伤装置专用钥匙和软件登录密码应由取得合格证人员负责保管和掌握，确保工作人员熟练掌握操作技巧及防辐射安全操作。
3	在 X 射线发射机箱、安装位置附近、控制区和监督区边界设置醒目的电离辐射警示标志 4 个，安装警示灯 4 个，且与射线装置联锁，当警示灯正常工作，X 射线装置才能发出射线。
4	在监督区边界上应悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，设专人警戒，在探伤现场安装喊话器，在探伤过程中通过声音提示他人不得进入探伤区域，在监督区边界外不应有经常停留的公众成员。
5	作业现场配备便携式辐射检测仪 1 台，随时监测工作区域的辐射剂量，只有仪器显示工作区域剂量达到容许水平时人员方可进入。
6	射线装置操作台设置 1 个紧急停机按钮，并按要求设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。
7	探伤的工作条件（如 X 射线机输出电流、管电压、照射方向、探伤构件厚度等）变动时，必须进行场所监测，并验证确定的控制区和监督区。
8	应配备必要的个人防护用品，具体包括个人剂量报警仪 2 台，个人防护铅衣 2 套，

	防护手套 2 套，防护眼镜 2 个。
9	探伤设备要定期检修，有规定使用寿命的部件必须按时更换，防止因设备故障而发生辐射事故，应做好设备维护记录。
10	所有从事辐射工作的人员进行安全与防护知识教育培训，培训考核合格方能上岗，使工作人员熟练掌握操作技能，减少操作时间，从而达到减少受照剂量。
11	委托有资质的单位对所有辐射工作人员进行个人剂量监测，并建立档案。
12	对所有从事工业 X 射线探伤的工作人员定期体检并形成制度，凡发现接触射线的工作人员出现不适应症应及时采取应急措施。
13	在皮带输送方向两侧安装可以上锁的防护栅栏及设置警戒线，探伤作业时防护栅栏上锁，防止无关人员进入探伤场所。
14	项目矿用钢丝绳芯输送带 X 射线探伤装置与架空乘人装置进行设备互锁，架空乘人装置工作时是严禁启动射线探伤装置，进行探伤作业时架空乘人索道井上出入口及井下出入口设置警戒线，放置警示灯，防止其他人员进入作业现场。

表 13 结论与建议

结论

一、辐射安全与防护分析结论

宁夏力量矿业有限公司韦一煤矿矿用钢丝绳芯输送带 X 射线探伤装置在对探伤工作场所分区，落实各项污染防治措施及辐射安全管理要求后，监督区、控制区的划分满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求；辐射工作人员和公众年附加有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）以及本项目剂量约束值要求（职业人员 $\leq 5.0\text{mSv/a}$ 、公众成员 $\leq 0.1\text{mSv/a}$ ）的相关要求。

二、环境影响分析结论

(一)建设或安装过程对环境的影响分析结论

由于 X 射线探伤机只有在开机并处于出束过程中才会产生 X 射线，因此建设阶段过程中不产生 X 射线，不会对周围环境产生影响，也不会产生放射性废气、废液和固体废弃物，对周围环境不会产生辐射污染。

(二)运行（使用）后对环境的影响结论

1.工作场所分区

由于探伤装置为固定安装，在现场探伤时管电压、管电流、照射方向、被检测物体等变化不大。本项目 X 射线探伤机在使用过程中检测对象为矿用钢丝绳芯输送带，作业时 X 射线源位于皮带上方，通电作业时 X 射线装置垂直地面向下发射 X 射线穿过输送带到达接收箱，接收器位于皮带下方，X 射线装置顶部设置 10mm 铁板屏蔽防护，装置四周前后左右设置（2mm 铅板+2mm 铁板）屏蔽防护，其他散漏射线向下打到主斜井井口房内混凝土地面，故划分监督区、控制区时应考虑除 X 射线出束格向下方向外的其他方向的泄漏射线和散射线。在实际操作过程中，巡测人员会手持便携式辐射监测仪按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围内化为控制区，将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围化为监督区。监督区边界放置清晰的“无关人员禁止入内”警示牌、警示灯，拉好警戒线，并安排辐射工作人员进行警戒。

本项目 1 台 X 射线机控制台位于主斜井井口房内东北角的夹二层控制室内，探伤作业时，由 1 名操作人员在主斜井井口房内二楼控制室穿戴铅衣进行操作，考虑到辐

射防护最优化及现场管理合理性，在控制区（X 射线探伤装置中心 6.63m 以内区域）边缘设置醒目的警示标线，在皮带输送方向两侧安装可以上锁的防护栅栏及设置警戒线，探伤作业时防护栅栏上锁，防止无关人员进入探伤场所。在监督区（X 射线探伤装置中心 16.24m 以内区域）边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，防止无关人员入内。另 1 名辐射工作人员对控制区和监督区进行清场，确保控制区和监督区无其他人员，在监督区边界处设置警示灯、警戒线及电离辐射警示标志。

2.对探伤工作人员的辐射影响结论

辐射工作人员最大附加有效剂量最大为 $1.17 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中本项目规定的对辐射工作人员年剂量管理目标值不超过 5mSv/a 的管理要求。

3.对公众的辐射影响结论

本项目 X 射线探伤仪运行所致公众受到的年有效剂量最大值为 $1.60 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，满足满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中本项目规定的对公众成员年剂量管理约束值 0.1mSv 的要求。

三、可行性分析结论

(一)产业政策符合性结论

本项目属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2023 年 12 月 27 日国家发展改革委令第 7 号公布，自 2024 年 2 月 1 日起施行）“第一类 鼓励类”中“十四机械”中的第 1 条“工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”，项目符合国家产业政策。

(二)实践正当性结论

宁夏力量矿业有限公司韦一煤矿矿用钢丝绳芯输送带 X 射线探伤装置项目，是利用 X 射线无损探伤手段通过对矿用钢丝绳芯输送带检测后图像显示的缺陷，准确评定矿用钢丝绳芯输送带是否出现裂纹，以保证煤矿的安全生产，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

综上所述，宁夏力量矿业有限公司韦一煤矿矿用钢丝绳芯输送带 X 射线探伤装置符合产业政策与实践的正当性，在采取严格的污染防治措施及辐射环境管理措施后，工作场所分区符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中对控制区、监督区划分的要求；辐射工作人员及公众年附加有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》

(GB18871-2002)和《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)的要求。因此,从环保角度分析,该项目的运行是可行的。

建议和承诺

- 1.便携式环境监测仪器应按照检定周期按期检定。
- 2.不断完善相关管理制度及辐射事故应急预案,加强日常演练,做到有备无患。
- 3.在本次环评结束后建设单位应按照申请程序,申请领取辐射安全许可证。

委 托 书

宁夏致清环境科技有限公司：

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》《建设项目环境影响评价分类管理名录》等法律法规要求，现委托贵单位对我公司“宁夏力量矿业有限公司韦一煤矿矿用钢丝绳芯输送带 X 射线探伤装置”核技术利用项目进行环境影响评价工作，具体事宜另行商定。

委托单位：宁夏力量矿业有限公司

2025年3月25日



中华人民共和国 采矿许可证

(副本)

证号: C1000002012061130126020

采矿权人: 宁夏力量矿业有限公司

地址: 宁夏吴忠市太阳山移民开发区中央大道2号

矿山名称: 宁夏力量矿业有限公司韦一煤矿

经济类型: 有限责任公司

开采矿种: 煤

开采方式: 地下开采

生产规模: 90万吨/年

矿区面积: 26.6589平方公里

有效期限: 玖年 自 2023年4月19日至 2032年4月20日



2023

年4月19日

中华人民共和国自然资源部印制

矿区范围拐点坐标: (2000国家大地坐标系)

点号 X坐标 Y坐标

1, 4134548.73, 36369681.32

2, 4137376.08, 363666401.92

3, 4135526.11, 363666372.37

4, 4135532.03, 363666003.12

5, 4130907.13, 363665929.10

6, 4130913.05, 363665559.64

7, 4129063.10, 363665529.97

8, 4129039.53, 363667008.16

9, 4128114.56, 363666993.49

10, 4128091.25, 36368471.84

11, 4127628.76, 36368464.59

12, 4127622.98, 36368834.20

13, 4129010.43, 36368855.89

14, 4129004.66, 36369225.43

15, 4132704.54, 36369283.15

16, 4132698.79, 36369652.54

标高: 从1, 400米至400米

井巷工程标高至地表。

批准开采2、3、4、12、14、15、17号煤层

开采深度: 由1400米至400米标高 共有16个拐点圈定

宁夏回族自治区 发展和改革委员会文件

宁发改能源（管理）审发〔2023〕39号

自治区发展改革委关于宁夏力量矿业有限公司 韦州矿区韦一煤矿初步设计的批复

太阳山开发区管委会：

报来《关于宁夏力量矿业有限公司韦州矿区韦一煤矿初步设计审查的请示》（吴太管发〔2023〕1号）（以下简称《初步设计》）及相关材料收悉。我委组织自治区自然资源厅、生态环境厅、应急管理厅，国家矿山安监局宁夏局，吴忠市发展改革委和你委及特邀专家，对中煤天津设计工程有限责任公司编制的《初步设计》进行了审查。设计单位根据审查意见对《初步设计》进行了修改完善，经研究，批复如下：

一、矿井设计生产能力 90 万吨/年。项目代码：

2303-640324-04-01-965849。

二、同意《初步设计》对韦一煤矿井田境界的划分，矿区范围由 16 个拐点坐标圈定，井田面积 26.6589km²，开采标高为 +1400—+400m。

三、矿井主要生产系统

(一) 矿井开拓方式及水平、采区划分。矿井采用斜井开拓方式，水平标高+950m，将上、下煤组各划分为 6 个采区，整个井田共划分为 12 个采区。上下煤组通过一组+950 m 水平石门联络。

(二) 采煤方法与回采工艺。同意各煤层均采用走向长壁采煤法和综合机械化采煤工艺，工作面采用后退式开采。

(三) 矿井通风。同意矿井通风方式为机械抽出式，以及对回风斜井的主要通风机设备选型。

(四) 矿井提升运输。同意主、副斜井设备的选型以及运煤系统采用皮带运输、辅助运输系统采用绞车牵引串车+单轨吊方式。

(五) 矿井排水。同意矿井排水设备的选型，在副斜井+950 m 附近设置中央泵房及主副水仓，将矿井涌水排至地面。

(六) 矿井供电。同意采用太阳山 110kV 变电站和汪家河 110kV 变电站作为矿井双回路供电方式。

(七) 工业场地布置。同意地面工业场地及生产系统的总体布置方式。

(八) 同意井下通讯、压风和防尘供水系统的设计方案。

四、主要设备选型

同意矿井主要通风机选用 2 台 FBCDZ№26/800 型防爆对旋轴流通风机，每台通风机配隔爆交流变频调速异步电动机。主斜井装备 1.0m 宽带式输送机和架空乘人装置，副斜井选用一台 JK-2.5×2.3P 型单卷筒缠绕式提升机，配用 315kW 交流变频电动机。主排水设备选用 3 台 MD150-100×5(Y) 型矿用耐磨多级离心式水泵。

五、矿井灾害防治

经专业机构评估鉴定，矿井为高瓦斯矿井，各可采煤层煤尘具有爆炸危险，不易自燃，矿井水文地质类型中等。同意矿井装备设置一套 KJ95X 型矿井数字安全监控系统。原则同意设计针对该矿瓦斯、火、粉尘、水等灾害制定的防治措施，但必须在《安全设施设计》中细化。

六、项目概算总投资

项目概算总投资为 108101.77 万元，由企业自筹。

七、项目建设施工过程中要严格落实环保、安全、水土保持、节能等专项批复要求；要科学编制施工组织设计，严格按照批准的《初步设计》确定的内容和规定的施工顺序组织施工，严禁边建设边生产；如因地质条件变化较大或其它原因确需修改变更设计的，提出修改设计并按规定重新报批，不得先施工后报批，边施工边修改；施工单位严禁转包工程和挂靠施工资质建设施工。

八、矿井按设计要求建成达到国家规定的条件后，编制联合

试运转方案报吴忠市发展改革委备案。



(此件公开发布)

抄送：自治区自然资源厅、生态环境厅、应急管理厅，国家矿山安监局宁夏局，吴忠市发展改革委。

宁夏回族自治区发展和改革委员会办公室 2023年3月17日印发



委 托 书

宁夏盛世蓝天环保技术有限公司：

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（HJ1157-2021）等法律法规要求，现委托贵单位对“宁夏力量矿业有限公司韦一煤矿矿用钢丝绳芯输送带 X 射线探伤装置”核技术利用建设项目进行辐射环境监测工作，具体事宜另行商定。

委托单位：宁夏致清环境科技有限公司

2025年4月8日





213012050594

正本

检测报告

SSLT (2025) 第DL002号

项目名称: 宁夏力量矿业有限公司韦一煤矿矿用钢丝绳芯输送带X射线探伤装置辐射环境检测

委托单位: 宁夏致清环境科技有限公司

项目类别: 委托检测

宁夏盛世蓝天环保技术有限公司

2025年04月21日

(加盖检验检测专用章)



此报告仅作为本项目检测结果呈现, 任何单位和个人不得引用本报告数据。



说 明

- 1、本报告只适用于检测目的范围。
- 2、报告无宁夏盛世蓝天环保技术有限公司“检验检测专用章”、骑缝章、CMA章及审核人、签发人签字无效，报告涂改、增删等无效。
- 3、委托检测仪对检测时作业环境负责。
- 4、委托方如对本报告有异议，须于收到本报告之日起十五日内向本单位提出，逾期视为对报告无异议。无法保存、复现的样品，不受理申诉。
- 5、未经本公司书面批准，不得部分复制本报告。
- 6、本检测结果仅代表检测时委托方提供的工况条件下项目测值。
- 7、本报告仅提供给委托方，本公司不承担其他方应用本报告所产生的责任。
- 8、未经本公司书面同意，任何单位和个人不得引用本报告数据。



检验检测机构 资质认定证书

证书编号: 213012050594

名称: 宁夏盛世蓝天环保技术有限公司

地址: 银川市金凤区亲水大街东侧银川万达中心3号公寓1721室

经审查, 你机构具备国家有关法律、行政法规规定的基
本条件和能力, 现予批准, 可以向社会出具具有证明作用的数
据和结果, 特此证明。资质认定包括检验检测机构计量认证。
检验检测能力及授权签字人见证书附表。

许可使用标志



213012050594

发证日期: 二〇二一年五月二十日

有效期至: 二〇二七年五月十九日

发证机关: 宁夏回族自治区市场监督管理厅

本证书由国家认证认可监督管理委员会监制, 在中华人民共和国境内有效。

此报告仅作为本项目检测结果显示, 非本公司检测结论, 任何单位和个人不得引用本报告数据

1401

承担单位：宁夏盛世蓝天环保技术有限公司

报告编制：秦旭东

审 核：汪 浩

签 发：戴 琦

检测人员：秦旭东 魏 翔

此报告仅作为本项目检测结果呈现，未经本公司书面同意，任何单位和个人不得引用本报告数据。



本机构通讯资料

单位名称：宁夏盛世蓝天环保技术有限公司

地 址：宁夏银川市金凤区亲水北街万达商务中心B座1721室

电 话：13519212263

电子邮箱：nxssl1t@163.com

1 任务来源

受宁夏致清环境科技有限公司委托，我单位于2025年4月17日对宁夏力量矿业有限公司韦一煤矿矿用钢丝绳芯输送带X射线探伤装置辐射环境进行现场检测。

2 检测项目

表2-1 检测项目

序号	检测地点	检测项目	检测频次
1	宁夏吴忠市	γ 辐射瞬时剂量率	一次

3 环境条件与工况

表3-1 气象参数统计表

监测日期	监时段	气温 (°C)	相对湿度 (%)	气压 (kpa)	风速 (m/s)
2025.4.17	昼间	25.4	31.2	/	/

4 检测方法 & 主要仪器设备

表4-1 检测方法 & 主要仪器设备汇总表

序号	检测项目	检测方法 & 依据	仪器名称 & 型号	测量范围	出厂编号
1	γ 辐射瞬时剂量率	《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2021) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)	便携式X、 γ 辐射周围剂量当量率仪 仪器型号: MR-3512	10nGy/h~ 100mGy/h	DR2023 G230

经检测仪器对宇宙射线响应值为: 28.1nSv/h
(平罗县沙湖106°21'34.36"38°48'48.59"海拔1101米)

表4-2 主要仪器设备检定/校准信息汇总表

序号	仪器名称/型号	生产厂家	内部编号	检定证书 & 检定/校准有效期	检定/校准机构
1	便携式X、 γ 辐射周围剂量当量率仪 仪器型号: MR-3512	微影(上海)仪器科技有限公司	LT-DL04	检定证书号: JL2504151240 检定有效期: 2025.3.15-2026.3.14	深圳市 计量质量 检测 研究院

5 检测结果

表5-1 γ 辐射瞬时剂量率检测结果

序号	检测点位	γ 辐射瞬时剂量率 (nGy/h)	相对扩展不确定度 UR, % (k=2)
1	X射线探伤装置拟安装位置东侧1m	96.2±0.8	6.5
2	X射线探伤装置拟安装位置南侧1m	95.4±0.4	6.5
3	X射线探伤装置拟安装位置西侧1m	95.2±0.5	6.5
4	X射线探伤装置拟安装位置北侧1m	96.6±0.2	6.5
5	X射线探伤装置拟安装位置	95.6±0.2	6.5
6	X射线探伤装置拟设置操作位处	97.8±0.4	6.5
7	X射线探伤装置拟安装位置主斜井井口房门口	99.4±0.2	6.5
8	对照点	99.1±0.6	6.5

注：（检测结果未扣除仪器对宇宙射线的响应值）

6 检测结论

不做结论

(以下无正文)

报告编制: 秦世东; 审核: 王峰; 签发: 李培
日期: 2025.4.21; 日期: 2025.4.21; 日期: 2025.4.21

宁夏盛世蓝天环保技术有限公司

(加盖检验检测专用章)

7 附图

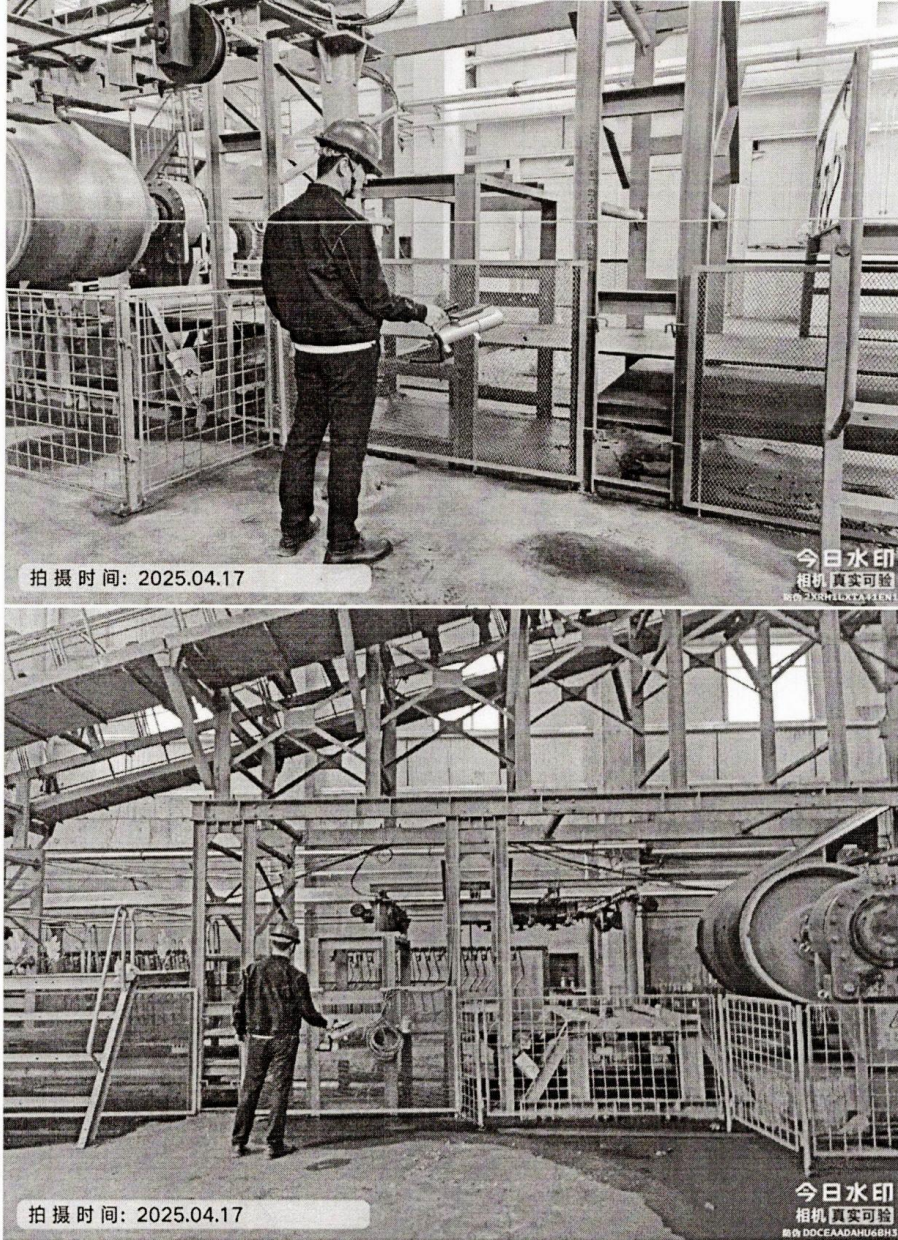


图1 检测照片