

核技术利用建设项目

山西西山煤电股份有限公司马兰矿
使用矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置项
目环境影响报告表

(报批本)

山西西山煤电股份有限公司马兰矿

2022年3月

表 1 项目基本情况

建设项目名称	山西西山煤电股份有限公司马兰矿使用矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置项目				
建设单位	山西西山煤电股份有限公司马兰矿				
法人代表	郝志强	联系人	王维杰	联系电话	15203467685
注册地址	山西省太原市古交市马兰镇				
项目建设地点	山西西山煤电股份有限公司马兰矿主斜井巷道内				
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	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积 (m ²)	/
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"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
其他	/				

1.1 建设单位概况

山西西山煤电股份有限公司马兰矿（简称“马兰矿”）位于太原古交市古岔线马兰镇，地理坐标：经度 112.036393，纬度 37.856489。公司经营范围包括矿产资源开采、煤炭开采、煤质化验、机电修理、煤炭洗选等。

根据已批准的“太原市古交工矿区总体规划”，要建设西曲、镇城底、马兰、屯兰、东曲五对矿井，1990 年全部矿井建成投产后，年产煤为 1650 万吨。马兰矿是国家“六五”期间重点建设项目之一，是山西煤炭能源重化工基地建设的重要组成部分，本矿于 1983 年 11 月 20 日开工建设，1990 年 6 月 27 日建成投产。

原核工业部第七研究所编制了古交矿区环境影响评价报告书，原山西省环境保护局于 1986 年 4 月以晋环管字（86）27 号文出具了《关于古交工矿区环境影响报告书审查的批复》。

矿井年工作日 330 天，每天四班作业，每班工作 8h，现有职工 83 人。

1.2 项目概况

1.2.1 建设规模、目的

本矿井下煤炭运输采用胶带运输方式，井下煤炭通过集中胶带巷带式输送机经井底煤仓转载到主斜井带式输送机上，运至地面生产系统。主斜井输送带长度 1142m，带宽 1.4m，带速 3.9m/s，主斜井巷道内设检修通道。

皮带输送机是煤矿生产中必不可少的设备，输送带（强力输送带）是带式输送机牵引和运转的重要部件，在使用过程中，由于输送带载荷量增加、被废钢铁或矸石等异物或障碍物划伤、长期在恶劣环境下使用使输送带老化、钢丝绳芯接头搭接和硫化不好等原因而产生钢丝绳芯断裂、划伤、锈蚀、接头伸长等故障，一旦发生故障将会造成重大安全事故和人员伤亡，引起停产、运输物料的损耗、设备的损坏等巨大的经济损失，严重影响安全生产。

为保证井下所采原煤的顺利、安全外运，有效预防皮带的断裂，提高生产率，山西西山煤电股份有限公司马兰矿拟使用 1 台矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置，对钢丝绳芯胶带的断绳、锈蚀、损伤以及硫化接头的抽动、接头内断绳、损伤等状况在线实时监测。

本项目矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置拟安装于主斜井井口房巷道内距井口约 100m 处的皮带下方，安装位置示意图如下图：

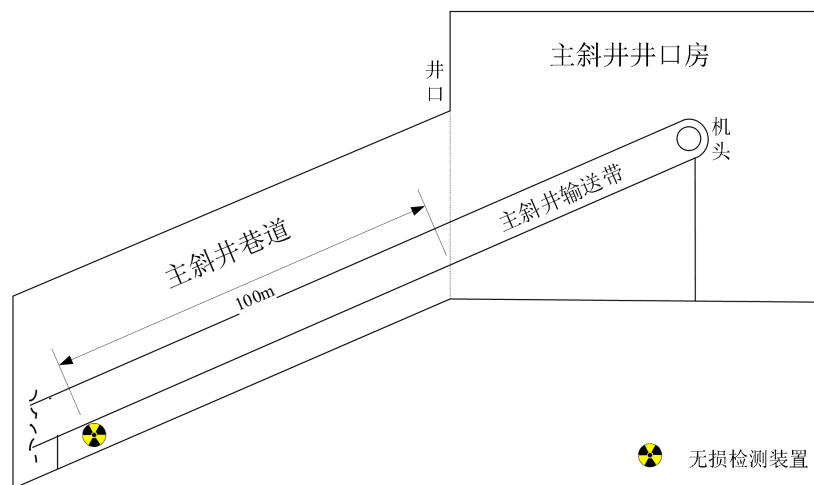


图 1-1 项目矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置安装位置示意图

项目矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置拟安装于巷道内，其位置西北向东南为皮带走向，南侧为检修通道，北侧为碛墙；周边除检修人员外无人通过。矿用钢丝绳芯无损检测装置控制系统拟布置在办公楼四层工程师站。项目周边关系图见附图 2，主斜井皮带巷平面布置示意图见附图 3。

1.2.2 任务的由来

根据《关于发布射线装置分类的公告》（2017），山西西山煤电股份有限公司马兰矿拟使用 1 台矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置为 II 类 X 射线装置。

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》和《建设项目环境保护管理条例》，使用 II 类 X 射线装置项目须进行辐射环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》，本项目须编制环境影响报告表。

山西西山煤电股份有限公司马兰矿于 2021 年 10 月委托我单位对该项目进行辐射环境影响评价（见附件一）。接受委托后我单位组织技术人员对山西西山煤电股份有限公司马兰矿的钢丝绳芯输送带无损检测装置使用场所以及周边环境进行了实地踏勘，在此基础上编制完成了《山西西山煤电股份有限公司马兰矿使用矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置项目环境影响报告表》。

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》(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 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注

(二) X 射线机

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
矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置	II	1	ZSX220(127)D(B)	90	0.7	输送带探伤检测	主斜井井口房巷道内距井口 100m 处的皮带下方	本次评价内容

(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

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，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

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(2015 年 1 月);</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年 12 月);</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003 年 10 月);</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2019 修订)(2019 年 3 月 2 日);</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(部令第 20 号)(2021 年 1 月 4 日);</p> <p>(6) 《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》(原国家环保总局, 环发〔2006〕145 号);</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(部令第 18 号, 2011 年 5 月 1 日起实施);</p> <p>(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年版);</p> <p>(9) 《山西省环境保护条例》(2017 年 3 月 1 日起施行);</p> <p>(10) 《<山西省环境保护条例>实施办法》(2020 年 3 月 15 日起施行)。</p>
<p>技术标准</p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);</p> <p>(2) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015);</p> <p>(3) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019);</p> <p>(4) 《环境地表γ辐射剂量率测定规范》(HJ1157-2021);</p> <p>(5) 《射线装置分类》(环保部令 2017 第 66 号);</p> <p>(6) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021);</p> <p>(7) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》(GB22448-2008);</p> <p>(8) 《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>(9) 《太原市辐射事故应急预案》。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 项目委托合同;</p> <p>(2) 企业提供相关资料;</p> <p>(3) 设备说明书。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本次评价范围为：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》HJ10.1-2016 规定，“射线装置所在场所无实体边界时，评价范围应不低于 100 米”，检测装置在主斜井井口房巷道内距井口 100m 处的皮带下方，南侧为检修通道，北侧为碛墙，设备垂直向上 10m 为地面；周边除检修人员外无人通过，设备启动后禁止检修人员进入检修通道，所以本次环评确定评价范围为以矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置所在主斜井井口为中心、半径 100 米范围内的区域。

7.2 保护目标

因检测装置在主斜井井口房巷道内距井口 100m 处的皮带下方，运行时候没有人员存在，所以无保护目标。

7.3 评价标准

7.3.1 剂量限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的规定，工作人员的职业照射和公众照射的剂量限值如下：

（1）职业照射

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：

①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量，20mSv。

②任何一年中的有效剂量，50mSv。

（2）公众照射

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：

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。

（3）年剂量约束值

第 11.4.3.2 款规定，剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内。

结合项目的实际情况，提出项目剂量约束值如下：

①对辐射工作的工作人员，本项目取四分之一，即 5mSv/a 作为剂量约束值。

②对公众中关键人群组的成员，本项目取十分之一，即 0.1mSv/a 作为剂量约束值。

7.3.2 探伤作业分区

本项目为固定安装、固定开放场所使用的探伤装置项目，即：非探伤室探伤项目。结合项目特点，参照《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中现场探伤要求进行分区，并在相应的边界设置警示标识。

一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围内划为控制区，在控制区边界外将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。

项目剂量约束值见下表：

表 7.2 项目剂量管理约束值

工作场所	评价项目		评价标准
矿用钢丝绳 芯输送带无 损检测装置	有效剂量约束值	职业人员	$\leq 5\text{mSv/a}$
		公众人员	$\leq 0.1\text{mSv/a}$
	周围剂量当量率		控制区： $> 15\mu\text{Sv/h}$ 监督区： $> 2.5\mu\text{Sv/h}$ 且 $\leq 15\mu\text{Sv/h}$

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

山西西山煤电股份有限公司马兰矿位于山西省太原古交市古岔线马兰镇。项目地理位置示意图见附图 1。

矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置拟安装于主斜井井口房巷道内距井口 100m 处的皮带下方，该矿用钢丝绳芯无损检测装置控制系统拟布置在办公楼四层工程师站。主斜井皮带巷平面布置示意图见附图 3。

8.2 辐射环境现状

杭州旭辐检测技术有限公司于 2021 年 10 月 26 日对矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置所在井口地面场所及周边区域的环境 γ 辐射剂量率进行了监测。

8.2.1 监测内容

项目评价范围内的环境 γ 辐射剂量率。

8.2.2 监测环境

环境温度：15℃；环境湿度：50%；天气状况：晴。

8.2.3 监测仪器

仪器名称：环境监测用 X、 γ 辐射空气比释动能率仪

仪器型号：JC-5000

仪器编号：JC70-09-2019

能量响应：48keV~3MeV $\leq\pm 30\%$ （相对于 ^{137}Cs ）

量程：1nGy/h~200 $\mu\text{Gy/h}$ ，1nSv/h~200 $\mu\text{Sv/h}$

检定机构：上海市计量测试技术研究院

检定证书号：2021H21-10-3324684001

有效期：2021 年 5 月 31 日~2022 年 5 月 30 日

8.2.4 监测布点

以主斜井井口为中心，对主斜井井口房以及周围 100m 范围内的区域处进行监测。监测布点如下图所示。

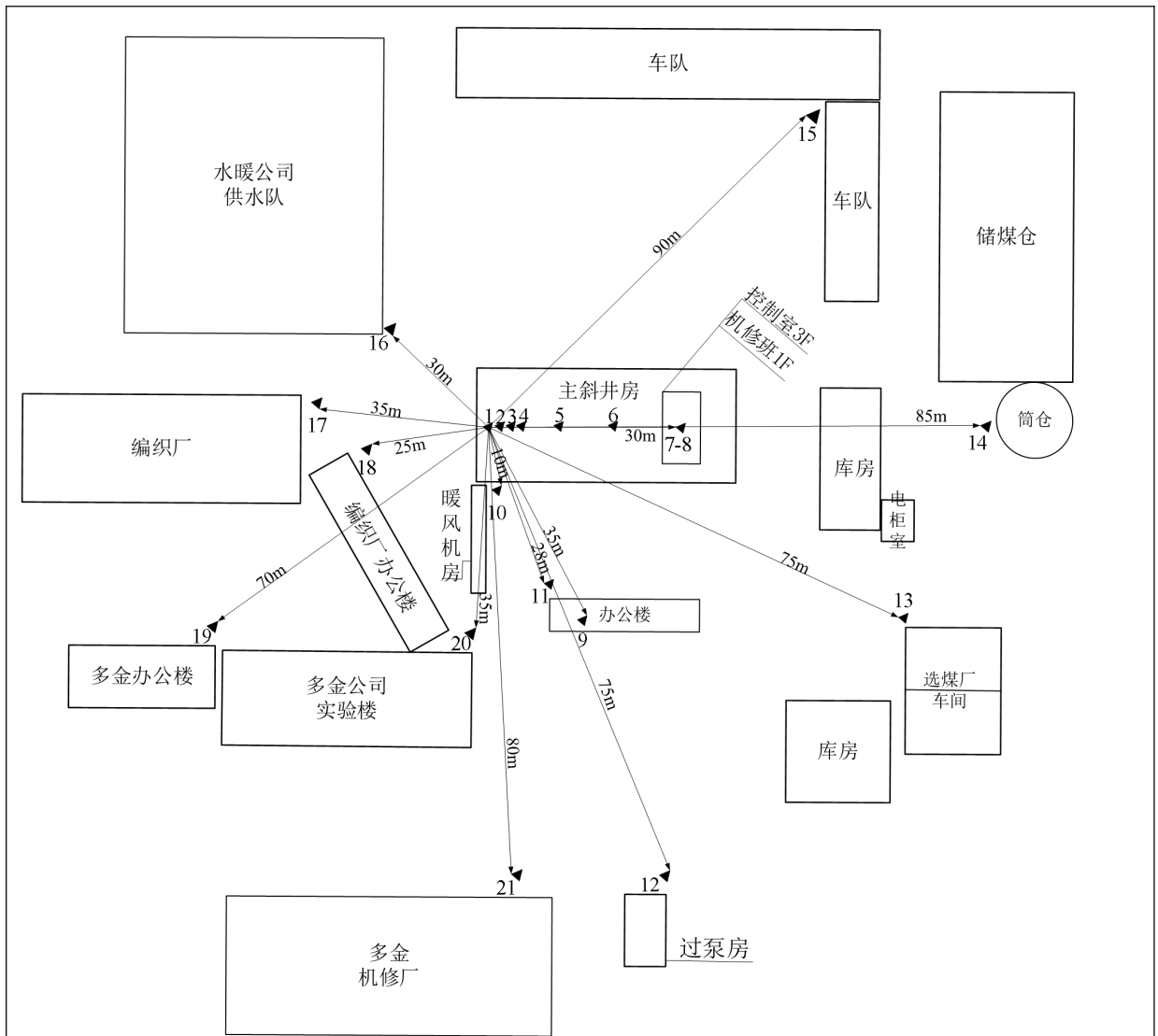


图 8.1 监测布点图

8.2.5 质量保证措施

- (1) 使用的仪器经上海市计量测试技术研究院校准，确保监测数据的准确、可靠。
- (2) 严格按照操作规程操作监测仪器，并认真做好记录，专人负责质量保证及核查检查工作。
- (3) 监测数据处理按《辐射环境监测技术规范》要求进行。

8.3 辐射环境质量现状

项目矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置拟安装于主斜井井口房巷道内距井口 100m 处的皮带下方，主斜井地面场所及周边区域环境 γ 辐射剂量率检测结果见下表。

表 8.1

环境 γ 辐射剂量率检测结果

单位: nGy/h

序号	检测地点	检测点位描述	监测值
1	山西西山煤电股份有限公司马兰矿主斜井井口处及周边区域	主斜井井口处	124
2		主斜井井口东侧 1m 处	123
3		主斜井井口东侧 3m 处	121
4		主斜井井口东侧 5m 处	117
5		主斜井井口东侧 10m 处	118
6		主斜井井口东侧 20m 处	116
7		主斜井房 1F 机修班内	115
8		主斜井房 3F 皮带控制室内	117
9		办公楼 4F 设备操控室内	110
10		暖风机房北侧	105
11		办公楼西侧	102
12		过泵房北侧	102
13		选煤厂车间西侧	91
14		筒仓西侧	88
15		车队南侧	95
16		水暖公司供水队东侧	92
17		编织厂办公室北侧	95
18		编织厂北侧	94
19		多经办公楼北侧	93
20		多经实验楼北侧	92
21		多经机修班北侧	91

项目矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置周边区域环境 γ 辐射剂量率本底监测结果为（88~124）nGy/h。扣除探测器对宇宙射线的响应，检测装置周边区域环境 γ 辐射剂量率本底监测结果为（59~90）nGy/h。由此可知，项目矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置所在周边区域环境 γ 辐射剂量率属于正常水平。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 设备用途

矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置主要用于对钢丝绳芯胶带的断绳、锈蚀、损伤以及硫化接头的抽动、接头内断绳、损伤等状况在线实时监测，可以有效预防皮带的断裂，提高生产率。

9.1.2 工作原理

矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置主要是利用 X 光的穿透能力，物体的密度、厚度等参数都对 X 光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。

该装置基于 X 射线透视原理，实现对输送带内钢丝绳芯断绳、锈蚀、接头抽动及带面损伤等工况的高速、在线、无损检测及定位，并将检测到的视频录像存储于上位计算机上，数据采集完成后视频录像可以进行慢速（变速）播放并可对发现的可疑部分可以进行抓图、标定、比对及测量，并可将视频图像及报表打印输出，系统还可以实现局域网数据共享。

项目装置包括 X 射线检测主装置和控制台两部分。检测主装置一般由 X 射线管、图像增强器和摄像机组成。核心部件是 X 射线管，X 射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料构成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金、钽等）制成。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接射向嵌在金属阳极中的靶体，高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速到很高的速度，这些高速电子轰击靶物质，与靶物质作用产生韧致辐射，释放出 X 射线，X 射线探伤所利用的就是其释放出的 X 射线。

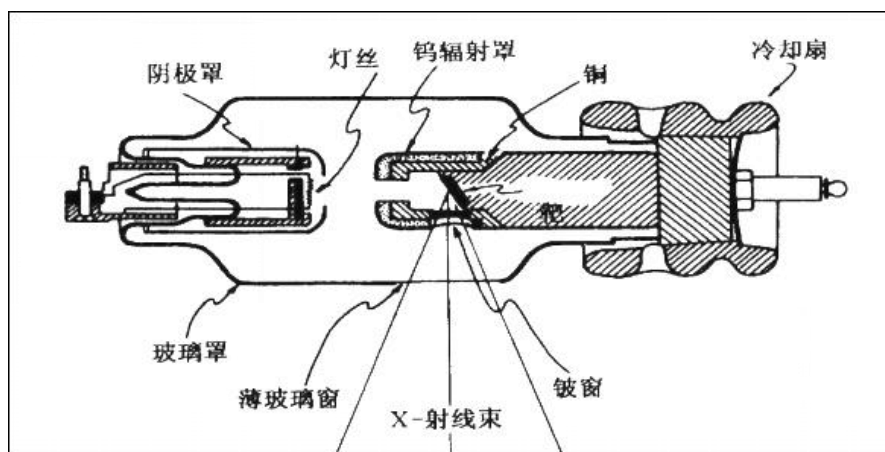


图 9-1 典型 X 射线管结构图

当被检测物件内部存在破损、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，即透过的射线强度较大，透射 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，在监视器上实时显示，可迅速对工件的破损、断线等缺陷进行辨别。

9.1.3 设备组成

矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置由矿用隔爆型 X 射线发射箱、矿用本安型 X 射线接收箱、矿用隔爆兼本安型控制主机、上位机、声光报警器、断路器、接线盒、电缆、光缆等组成。

①X 射线发射箱

X 射线发射箱由控制器、射线源两部分组成。采用最新 PWM 中高频脉宽调制技术，管电压、管电流高精度闭环控制；电源输入预稳设计能有效消除电网波动的影响；设有过压、过流、过热等多种保护及良好的射线屏蔽。

②X 射线接收箱

X 射线接收箱集信号探测、模拟信号放大、模数转换与数字信号输出于一体。采集电路通过采集穿透皮带后的射线信号，将其转化为不同模拟电压信号，模拟电压信号通过高精度 AD 转化为数字信号，数字信号经处理器编码后存储，在接收到上传命令后，组织数据以规定信号格式从指定传输接口发送至装置的主机。

③控制主机

主要实现对 X 射线发射箱、X 射线接收箱的电源控制、电压转换，控制器接收上位机命令实现控制命令，同时将接收箱采集的信号转换成光信号通过光缆传输给远距离的上位机。

④上位机

上位计算机监控软件将整条输送带的内部透视图像在显示器上清晰、直观地显示，并对所有缺陷进行智能分析，精确检测出钢丝绳芯输送带的实际情况。

矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置系统组成原理图见图 9-2，安装示意图见图 9-3。

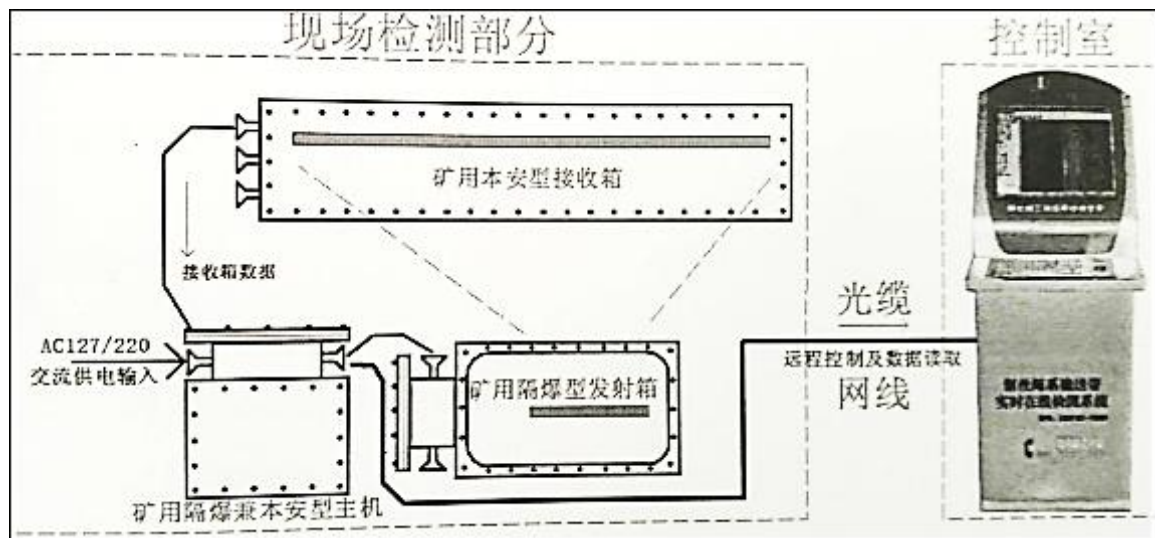


图 9-2 矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置系统组成原理图

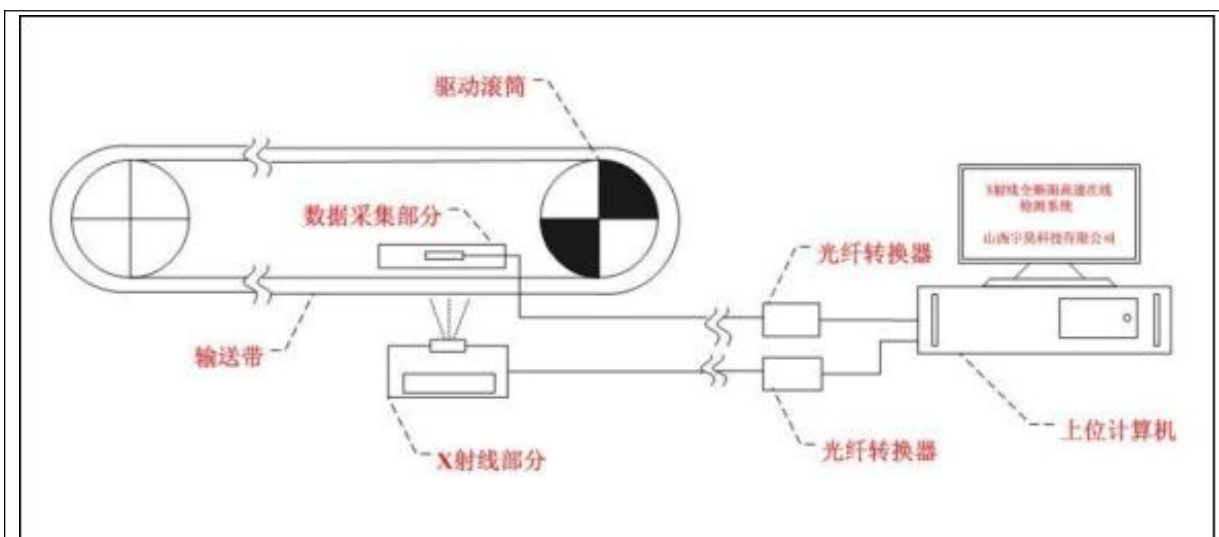


图 9-3 矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置安装示意图

9.1.4 工艺及操作流程

项目工艺流程如下图所示：

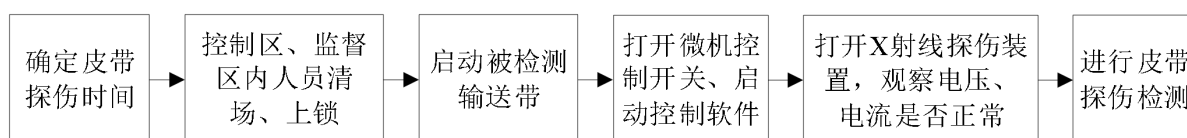


图 9-4 项目工艺流程简图

项目矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置具体操作流程如下：

- (1) 启动被检测带式输送机，确保运转正常。
- (2) 打开微机控制器电源开关，打开输送带检测软件，进入软件主界面。
- (3) 打开 X 光机，观察光源电压与电流指示值是否正常。
- (4) 点击“开始按钮”，接收箱开始采集输送带信息窗口显示输送带内钢丝绳画面。
- (5) 点击“开始记录”按钮，数据开始存储。
- (6) 采集完成后，点击“停止按钮”数据停止记录。
- (7) 点击“关闭光机按钮”，发射箱停止发射 X 射线，窗口变黑，表示光机被关闭。
- (8) 点击“停止检测”按钮，接收板停止向工控机发送数据。
- (9) 点击右下角“数据分析”按钮，进入数据分析界面。
- (10) 点击“开始数据分析”按钮，软件自动调入当前检测的数据，并对数据进行分析处理，识别断头、接头等信息。
- (11) 数据处理完成后，弹出软件自动生成 PDF 格式的检测报告，可进行存储或打印。
- (12) 操作完成后，点击“退出”检测软件。
- (13) 关闭微机，切断电源，做好清洁工作，并认真检查探伤机是否处于安全位置。

(14) 填写设备运行记录。

9.1.5 操作过程的防护措施

辐射工作人员在工作期间必须认真佩戴个人剂量计，携带个人剂量报警仪，并严格按照各设备的操作规程进行操作。评价要求射线装置运行期间检修人员不得在检修通道内停留。项目对无损检测装置采取距离防护，划分控制区和监督区，进行分区管理。在井口处加装防护栏，无损检测装置启动前进行检修通道的人员清场，装置运行期间检修人员禁止进入检修通道。

9.2 污染源项描述

矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置是将电能转化为电子射线，然后轰击重金属靶产生 X 射线，利用 X 射线能穿透一定厚度的矿用皮带，进行检测。在使用过程中，只有在开机启动并处于出线情况下，才会对装置现场周围环境产生 X 射线辐射，关机以后停止辐射。

主要污染因子为 X 射线，污染途径为外照射。

9.2.1 施工期污染工序及产污情况

施工期主要为设备的安装，不进行土建施工，无扬尘、废水、固体废物等产生。

9.2.2 营运期污染工序及产污情况

1、正常工况

矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置将电能转化为电子流轰击重金属靶，产生 X 射线，进行皮带无损检测。由于被检物体表面和无损检测装置周围物体的散射作用，部分 X 射线可对环境产生能量流污染；但是在非探伤期间，则没有射线污染。另外，X 射线与空气中的氧气电离作用会产生微量的臭氧和氮氧化物，经自然分解和稀释后对环境几乎没有影响。所以使用矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置时的主要污染因子为 X 射线，污染途径为外照射。

2、事故工况

项目使用的矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置属于 II 类射线装置。根据该射线装置的作业特点，可能发生的事故工况主要有以下几种情况：

(1) 人员误入射线装置控制区和监督区，使工作人员受到额外的照射或对公众人员造成不必要的照射。

(2) 人为故意引起的辐射照射。

(3) 警示标识没有或者不明显，检修人员不知道射线装置附近有辐射，长时间在辐射区停留造成的意外辐射照射。

表 10 辐射安全与防护

10.1 工程概况

山西西山煤电股份有限公司马兰矿拟使用 1 台矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置，主要用于对钢丝绳芯胶带的断绳、锈蚀、损伤以及硫化接头的抽动、接头内断绳、损伤等状况在线实时监测，可以有效预防皮带的断裂，提高生产率。

项目输送带无损检测装置拟安装于主斜井井口房巷道内距井口约 100m 处的皮带下方；其位置西北向东南为皮带走向，南侧为检修通道，北侧为砸墙；周边除检修人员外无人通过。矿用钢丝绳芯无损检测装置控制系统拟布置在办公楼四层工程师站。

10.2 辐射安全措施

10.2.1 设备自带防护情况

(1) 远程控制

操作人员在控制室内进行远程操作，无损检测系统设有密码，未启动设备自带软件的开关按钮，设备无法运行。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) 控制器监控

当 X 射线发射机接通高压产生 X 射线后，系统将始终实时监测 X 射线发射机的各种参数。在曝光阶段出现任何故障，控制器都将立即切断 X 射线发射机的高压。

10.2.2 需要设置的安全防护措施

(1) 辐射防护屏蔽设施

在井口处加装防护栏，防止无损检测装置运行期间检修人员进入检修通道，使检修人员受到额外和不必要的照射。

(2) 场所分区

根据项目实际情况，并按照辐射防护最优化的原则，将辐射工作场所划分为控制区和监督区，进行分区管理。

(3) 安全警示标志

在控制区边界设置醒目的电离辐射警示标志，悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，警示周围人员不要靠近。在监督区边界悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，并在井口处设置防护栏，防止无关人员入内。

(4) 视频监控及语音广播设备

射线装置周围设置防爆型监控摄像头，以观察辐射工作场所内人员驻留情况和设备运行状态。

在控制室设置语音广播设备，在辐射工作场所监督区边界设置扬声器，用于提醒现场人员注意

和撤离辐射工作场所。

(5) 工作状态指示灯

射线装置顶部设置防爆型工作状态指示灯，X 射线出束过程中，指示灯会持续闪烁红光。

(6) 紧急止动开关

控制柜设置紧急止动按钮，按下即可切断电源，停止 X 射线出束。控制柜设置防止非工作人员操作的钥匙开关。

10.3 安全操作要求

(1) 辐射工作人员进入工作区域时除佩戴常规个人剂量计外，还应配备个人剂量报警仪。当辐射水平达到设定的报警水平时，剂量仪报警，辐射工作人员应立即离开工作区域，同时阻止其他人进入工作区域，并立即向辐射防护负责人报告。

(2) 应定期测量周围区域的辐射水平或环境的周围剂量当量率，包括操作者工作位置。测量值应当与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。对监测结果建立档案。

(3) 交接班或当班使用剂量仪前，应检查剂量仪是否正常工作。如在检查过程中发现剂量仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

(4) 定期检修设备，有使用寿命的必须按时更换，防止因设备故障而发生辐射事故。通过加强以上防护设施，本项目能够满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GB 117-2015) 提出的防护要求。

(5) 现场探伤作业的边界巡查与监测

①开始现场探伤之前，探伤工作人员应确保在控制区内没有任何其他人员，并防止有人进入控制区。

②控制区的范围应清晰可见，工作期间要有良好的照明，确保没有人员进入控制区。

③在试运行（或第一次曝光）期间，应测量控制区边界的剂量率以证实边界设置正确。必要时调整控制区的范围和边界。

④开始探伤工作之前，应对剂量仪进行检查，确认剂量仪能正常工作。在现场探伤工作期间，便携式测量仪应一直处于开机状态，防止 X 射线曝光异常或不能正常终止。

⑤现场探伤期间，工作人员应佩戴热释光个人剂量计和个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携巡测仪，两者均应使用。

10.4 监测设备

配置 1 台便携式 X-γ 辐射监测仪、2 台个人剂量报警仪，并为职业人员每人配置 1 台热释光个

人剂量计。

10.5 三废的治理

矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置主要是利用 X 射线的穿透能力，物体的密度、厚度等参数都对 X 光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。矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置在使用过程中，只有在开机启动并处于出线情况下，才会对探伤现场周围环境产生 X 射线辐射，关机以后停止辐射。

矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置在出束过程中会电离空气中的氧气产生微量的臭氧和氮氧化物。由于废气的产生量很小，且臭氧的化学性质活泼，经自然分解和稀释后对环境几乎没有影响。

该系统采用数字化终端成像系统，完成扫描后立即在显示终端上显示，不涉及固废及危废产生。

在投入正常使用的过程中不会产生放射性废水、废渣等废弃物。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

项目将矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置安装在输送带上，并在办公楼四层工程师站内安装计算机控制装置，不进行土建施工，无扬尘、废水、固体废物等产生。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 项目概述

1、项目工作场所布局

项目矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置拟安装于主斜井井口房巷道内距井口约 100m 处的皮带下方；其位置西北向东南为皮带走向，南侧为检修通道，北侧为碛墙；周边除检修人员外无人通过。矿用钢丝绳芯无损检测装置控制系统拟布置在办公楼四层工程师站。

2、设备辐射防护屏蔽设计

根据矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置厂家提供的信息可知，本次拟使用的 1 台 ZSX220(127) D(B) 型矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置最大管电压为 90kV，最大管电流为 0.7mA，X 射线源在装置底部中间位置。根据产品设计说明书，本次拟使用的 1 台射线装置发射箱防护外壳采用钢板和铅板的复合结构，射线源经发射箱屏蔽准直后，射线自下向上呈扇形出射。

11.2.2 辐射环境影响分析

项目无损检测装置主射方向向上，而主射方向均为无人员可达区，投入运行后主要的环境影响为检测过程中漏射、散射的 X 射线对周围环境的电离辐射影响。因此，本项目仅考虑无损检测装置四周的漏射、散射影响。

项目对主斜井皮带巷输送带无损检测装置除设备自带防护外不增加其他屏蔽措施，采用计算和类比的方法对探伤装置控制区和监督区边界进行分析。

1、模式计算分析

根据主斜井皮带巷平面布置示意图（见附图 3），拟安装位置东西为皮带走向，南侧为检修通道，北侧为碛墙；周边除检修人员外无人通过。本次评价要求在射线装置运行前对皮带巷内进行清场，限制人员进入。项目射线装置主射方向向上，主射方向为无人员可达区，而且井口处有防护栏隔开，运行期间不会有人员靠近。因此，项目仅考虑射线装置四周的漏射、散射影响。

控制区和监督区边界核算：

①漏射情况控制区和监督区范围

对于给定屏蔽物质厚度 X，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按下式计算。

$$B = 10^{-X/TVL} \quad (\text{式 11-4})$$

式中：

B——屏蔽透射因子；

X——屏蔽物质厚度，与TVL取相同的单位；

TVL——查GBZ/T250-2014附录表B.2得到，90kV管电压的相应值为0.96mm；

在给定屏蔽物质厚度 X 时，相应的屏蔽透射因子 B 按式 11-4 计算，然后按式 11-5 计算漏射辐射源至关注点的距离。

$$\dot{H} = \frac{H_L \cdot B}{R^2} \quad (\text{式 11-5})$$

式中：

B——屏蔽透射因子；

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

H_L——距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄露辐射剂量率，μSv/h，查 GBZ/T250-2014 表 1 得到，X 射线管电压为 90kV 时，数值取 1×10³μSv。

表 11.1 射线装置控制区及监督区在漏射情况下计算结果表

位置		参考控制水平	B 透射因子	距离
矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置	控制区边界	15μSv/h	0.00825	0.74m
	监督区边界	2.5μSv/h		1.82m

② 散射情况控制区和监督区范围

按下式计算散射体至关注点的距离。

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad (\text{式 11-6})$$

式中：

B——屏蔽透射因子；

R_s——散射体至关注点的距离，m；

R₀——辐射源点（靶点）至探伤工件（皮带）的距离；

I——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流；

H₀——距辐射源点（靶点）1m 处输出量，距辐射源点（靶点）1m 处输出量，以 mGy·m²/mA·min 为单位的值乘以 6×10⁴，查 GBZ/T 250-2014 附录表 B.1，由内插法得 90kV 管电压时的最大输出量为 1.1×10⁶μSv·m²/(mA·h)；

F——R₀ 处的辐射野面积，为 1.4m×0.4m=0.56m²；

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。本项目按推荐值取 1.6×10^{-3} 。

射线装置控制区及监督区在散射情况下计算结果见下表。

表 11.2 射线装置控制区及监督区在散射情况下计算结果表

位置		参考控制水平	B 透射因子	距离
矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置	控制区边界	15 μ Sv/h	0.00825	1.23m
	监督区边界	2.5 μ Sv/h		3.02m

根据以上计算，由射线装置漏射和散射叠加效应后达到控制区 15 μ Sv/h 的距离在 2m 处可以满足要求，达到监督区 2.5 μ Sv/h 处的距离在 5m 处可以满足要求。根据确定的距离，按式 11-5、11-6 分别计算边界处的辐射剂量率，判定控制区和监督区范围是否满足限值要求。计算结果见下表。

表 11.5 控制区和监督区辐射剂量率

关注点	主要辐射来源	屏蔽层厚度	到辐射源点距离	透射因子	辐射剂量率(μ Sv/h)		
					漏射	散射	合计
控制区边界	漏射+散射	/	2m	0.00825	5.16	7.55	12.71
监督区边界	漏射+散射	/	5m	0.00825	0.83	1.21	2.03

由上表可知，将无损检测装置四周 2m 范围内划为控制区，5m 范围内划为监督区，可满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 标准中控制区与监督区的要求。为了方便管理，在射线装置工作前对主斜井井口房无关人员进行清场，禁止检修人员进入检修通道。

2、类比分析

(1) 距离防护情况类比

类比对象为山西三元福达煤业有限公司使用的 ZSX127 型钢丝绳芯皮带 X 射线无损检测装置，最大管电压为 90kV，最大管电流为 1.0mA，除自带防护外均未加装其他屏蔽措施。本项目输送带无损检测装置最大管电压、最大管电流均小于类比装置最大管电压、最大管电流，且类比对象在监测时除自带防护外均未加装其他屏蔽措施。因此可类比山西三元福达煤业有限公司的监测数据对本项目进行合理化分区控制。

山西三元福达煤业有限公司使用的矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置四周 X- γ 辐射剂量率检测结果见下表。

表 11.3 类比对象四周 X- γ 辐射剂量率检测结果一览表

序号	检测地点	检测点位描述	检测结果 (μ Sv/h)
1	山西三元福达煤业有限公司主斜井口房	东侧 1m (1#)	36.05
2		东北侧 1m (2#)	11.10
3		西北侧 1m (3#)	10.40
4		西侧 1m (4#)	43.32

续表 11.3

类比对象四周 X-γ辐射剂量率检测结果一览表

5	山西三元福达煤业有限公司主斜井口房	西南侧 1m (5#)	11.37
6		南侧 1m (6#)	20.49
7		东南侧 1m (7#)	13.58
8		东侧 2m (8#)	9.52
9		东北侧 2m (9#)	1.52
10		西北侧 2m (10#)	2.00
11		西侧 2m (11#)	11.72
12		西南侧 2m (12#)	4.07
13		东南侧 2m (13#)	2.45
14		东南侧 3m (14#)	0.73
15		东北侧 3m (15#)	0.41
16		西北侧 3m (16#)	0.49
17		西侧 3m (17#)	3.37
18		西南侧 3m (18#)	0.58
19		东侧 3m (室外) (19#)	0.44
20		西侧 3.5m (20#)	2.35
21		探伤装置场所本底 (关机)	0.08

根据类比现状监测结果, 类比装置在无其他防护情况下东侧 2m 处的 X-γ辐射剂量率为 9.52 μ Sv/h, 已小于控制区边界 15 μ Gy/h 的要求; 东南侧 3m 处的 X-γ辐射剂量率为 0.73 μ Sv/h, 已小于监督区边界 2.5 μ Gy/h 的要求。出于偏安全考虑, 本项目矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置四周 2 米范围内划为控制区, 5 米范围外划为监督区。为方便管理, 在巷道入口安装防护栏, 无损检测装置运行前, 对主斜井井口房巷道内进行清场, 无损检测装置运行期间关闭防护栏, 禁止检修人员进入检修通道。

11.2.3 区域划分情况

(1) 场所分区

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。根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GB117-2015) 的防护安全要求“应对探伤工作场所实行分区管理”。

按照《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015): 将作业时被检物体周围的空气比释动能率大于 15 μ Gy/h 的范围内划为控制区, 控制区边界外空气比释动能率在 2.5 μ Gy/h 以上的范围划为监督区。

根据项目场地实际情况、辐射防护屏蔽设计辐射防护最优化原则, 本项目输送带无损检测装置场所分区见图 11-1。

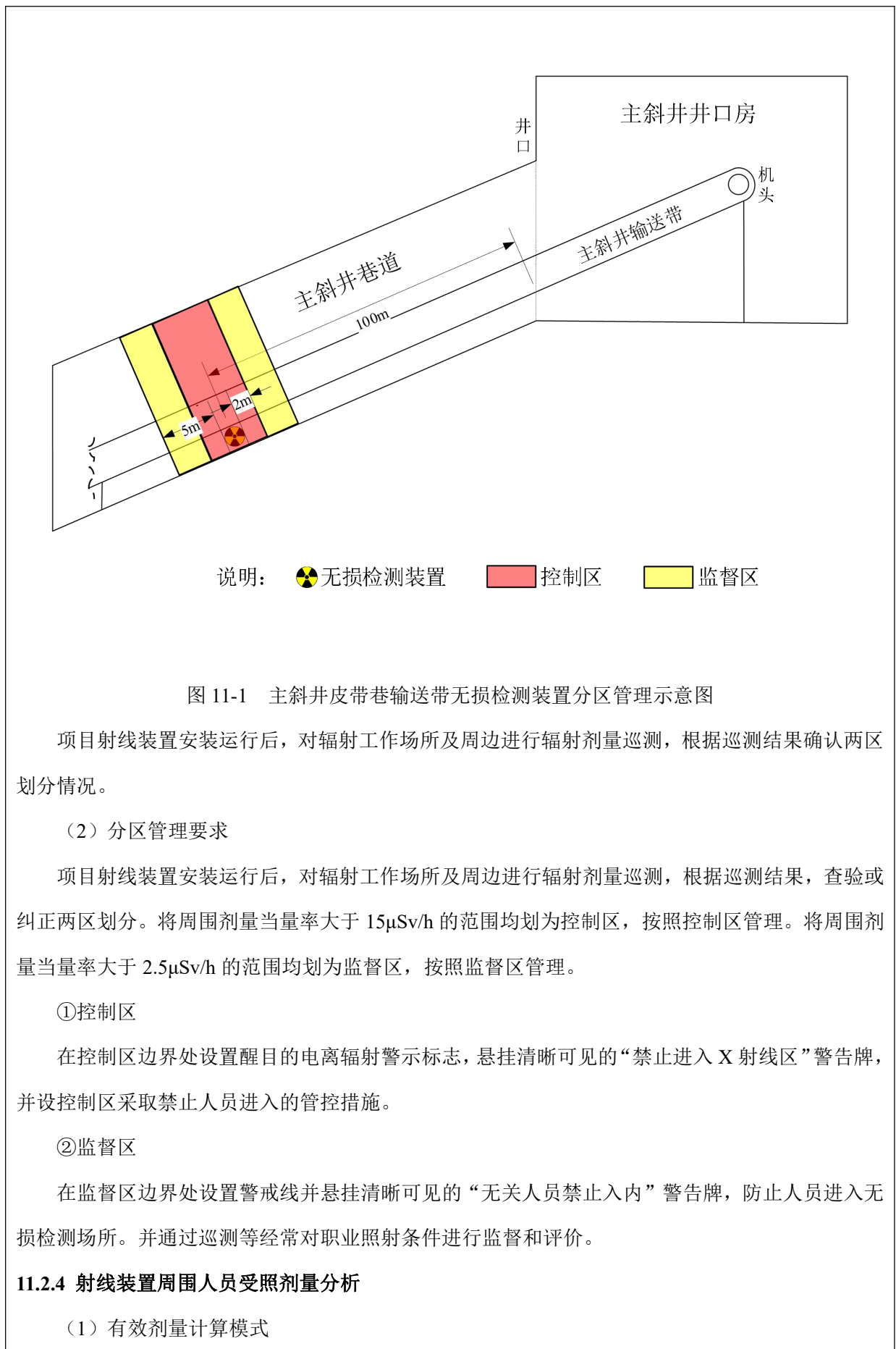


图 11-1 主斜井皮带巷输送带无损检测装置分区管理示意图

项目射线装置安装运行后，对辐射工作场所及周边进行辐射剂量巡测，根据巡测结果确认两区划分情况。

(2) 分区管理要求

项目射线装置安装运行后，对辐射工作场所及周边进行辐射剂量巡测，根据巡测结果，查验或纠正两区划分。将周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围均划为控制区，按照控制区管理。将周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围均划为监督区，按照监督区管理。

①控制区

在控制区边界处设置醒目的电离辐射警示标志，悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，并设控制区采取禁止人员进入的管控措施。

②监督区

在监督区边界处设置警戒线并悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，防止人员进入无损检测场所。并通过巡测等经常对职业照射条件进行监督和评价。

11.2.4 射线装置周围人员受照剂量分析

(1) 有效剂量计算模式

$$E=H \times T \times W_T$$

式中：E—有效剂量，Sv/a；

H—剂量当量率，Sv/h；

T—受照时间，h；

W_T —组织权重因子，偏安全考虑取1。

(2) 受照时间 (T) 的选取

① 职业工作人员受照时间

将矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置运行时间作为职业工作人员的受照时间。主斜井输送带长度1142m，带速3.9m/s，输送带运行一圈所需时间约为293s，则该检测装置曝光时间约为14分钟/次。经核实该无损检测装置每天使用1次，年工作时间约330次×14分钟，则职业工作人员年受照时间为77小时， $T_{\text{职业}}=77\text{h}$ 。

② 公众成员受照时间

输送带无损检测装置运行期间人员不得进入检修通道。项目矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置拟安装于主斜井井口房巷道内距井口约100m处的皮带下方，无损检测装置运行期间周围无公众成员。

(3) 空气吸收剂量率

职业人员取最大剂量当量率2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 。

(4) 计算结果

由上计算可知，职业人员所受年有效剂量最大值为 $H_{\text{职业}}=0.0799\text{mSv/a}$ 。

(5) 有效剂量评价

经过计算，在进行探伤时，现场工作人员所受辐射造成的年有效剂量最大值为0.0799mSv/a，低于职业人员5mSv/a的管理限值，能够满足标准要求。由于射线装置距其他保护目标较远，经过距离及墙壁衰减，对其他保护目标无影响。

11.2.5 非放射性污染物排放的环境影响分析

X射线与空气中的氧气电离作用会产生微量的臭氧和氮氧化物，由于氮氧化物的产率仅为臭氧产率的十分之一，且臭氧是强氧化物，能使材料加速老化，与有机物及可燃气体接触时易引起爆炸。国家标准对空气中臭氧浓度的标准严于氮氧化物，因此，在考虑有害气体的影响时仅考虑臭氧的影响。臭氧在空气中50分钟后会自动分解为氧气，所产生的微量臭氧经自然分解和稀释后，对环境几乎没有影响。

11.3 事故影响分析

事故是指引起异常的辐射危害的任何情况，风险评价的目的是分析存在的潜在的危險，提出合理可行的防范、应急与减缓措施。射线装置仅在运行时产生 X 射线，停机后射线就会消失，故只有在开机状态下，射线装置产生的 X 射线才会贯穿屏蔽设施进入外环境，从而带来一定的辐射影响。

(1) 环境风险识别

- ①射线装置正常运行时，工作人员和公众可能误入监督区或控制区，造成 X 射线误照射。
- ②运行过程中工作状态指示灯出现故障，报警仪未报警，人员误入受到 X 射线照射。
- ③工作人员误操作，在控制区有人的情况下运行射线装置。

(2) 辐射事故防范措施

为避免误照事故的发生和发生后能够立即采取有效措施，建设单位需做好以下防范措施：

- ①防止 X 射线防护失效，给周围活动人员和工作人员造成不必要的照射。

对于此项风险，该公司拟配备辐射监测仪器进行日常的监测，并定期委托有资质单位对辐射场所进行监测，监测结果进行妥善保存，监测结果出现异常时，及时进行分析，采取相应的措施，确保射线装置在正常防护状态下运行。

- ②人员误入监督区、控制区，导致人员受到超剂量照射。

对于此项风险，应在射线装置运行前对主斜井井口房人员进行清场，限制人员进入井口房，运行过程中检测通道禁止无关人员通过。在辐射工作场所设置警告牌、防护栏、警戒线、视频监控系統、警示灯、紧急安全出口灯等设施，防止公众误入无损检测场所。

③检查系统准备启动和工作中，操作室操作员应密切注视监视器，以便在发生异常情况时及时关断辐射源出束或停机，防止事故发生。

- ④检查系统发生故障而紧急停机后，在未查明原因和维修结束前，不得重新启动射线装置。

- ⑤调试和维修时，应保证切断辐射源出束状态。

- ⑥辐射工作场所应醒目设置警示标识。

(3) 辐射事故应急预案

针对项目可能会发生的误照射事故，公司应制定《辐射事故应急预案》，该应急预案包括有：辐射事故严重度分类、应急救援组织与职责、应急准备、培训与演练、应急响应等内容。

针对项目发生的误照射事故，应采取以下的具体应急措施：

①发生辐射事故时，操作人员应立即关闭电源，迅速撤离现场并及时向公司领导报告。射线装置使用单位在接到事故报告后，应以最快的速度组织应急救援工作，迅速封闭事故现场，禁止无关人员进入该区域。

②对受辐射损伤人员进行现场医疗救助及伤员转送，并在第一时间将事故情况通报当地生态环境、卫生健康等主管部门。

③迅速查明和分析发生事故的原因，制订事故处理方案，尽快排除故障。若不能自行排除故障，则应上报生态环境主管部门并通知进行现场警戒和守卫，及时组织专业技术人员排除事故。

④事故的善后处理，总结事故原因，吸取教训，采取补救措施。

⑤如发生射线装置丢失现象，应尽快将情况通报当地公安部门。

11.4 选址的合理性分析

本次评价对象为山西西山煤电股份有限公司马兰矿拟使用的1台矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置，属于核技术在无损检测领域内的应用。项目主斜井输送带无损检测装置拟安装于主斜井井口房内井下距井口约100m处的皮带下方。项目无损检测装置主射方向向上，主射方向均为无人员可达区。装置西北向东南为皮带走向，南侧为检修通道，北侧为碛墙；周边除检修人员外无人通过。矿用钢丝绳芯无损检测装置控制系统拟布置在办公楼四层工程师站。按本报告提出的要求，明确项目控制区和监督区的划分，所致工作人员及公众成员的有效剂量满足标准要求，从辐射环境保护角度分析，选址合理。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

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》等有关法律法规及国家标准的要求，为了加强射线装置的安全和防护的监督管理，促进射线装置的安全应用，正确应对突发性辐射事故，确保事故发生后能快速有效地进行现场应急处理、处置，维护和保障工作人员和公众的生命安全和财产，山西西山煤电股份有限公司马兰矿应成立辐射安全与防护领导小组，组长由法定代表人担任，同时设置 1 名技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作，专职管理人员需通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

山西西山煤电股份有限公司马兰矿使用钢丝绳芯输送带无损检测装置项目至少须配备 4 名辐射工作人员。从事辐射工作的人员应通过生态环境部开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）进行培训并参加考核合格，如以后新增加或变动辐射工作人员，均应通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

辐射安全与防护领导小组的主要职责：

①全面负责本单位的辐射安全与防护管理工作。

②认真学习贯彻国家相关法律法规、标准，结合实际工作特点制定辐射安全与防护规章制度并检查监督实施。

③负责对本单位所有从事辐射工作的人员进行辐射安全与环境保护的知识宣贯，并安排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培训和考核。

④检查辐射安全与防护设施，开展辐射环境监测，对射线装置的安全与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建立健全操作规程、岗位职责、人员培训计划等辐射安全管理制度，编制辐射事故应急预案，并能妥善处理所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工作，接受环保监督、监测部门的检查指导。

12.2 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》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关管理要求，山西西山煤电股份有限公司马兰矿应当具备健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等。

根据《核技术利用监督检查技术程序》（2020 年发布版）的相关要求，山西西山煤电股份有限公司马兰矿需制定的辐射安全管理规章制度见表 12.1。

表 12.1

辐射安全管理规章制度一览表

序号	规章制度
1	辐射安全管理规定
2	运行操作规程
3	辐射安全和防护设施维护维修制度
4	监测方案
5	监测仪表使用与校验管理制度
6	辐射工作人员培训/再培训管理制度
7	辐射工作人员个人剂量管理制度
8	辐射事故应急预案

建设单位应参照以下原则进行制定：

(1) 辐射安全管理规定：明确辐射安全管理目的，工作场所、设备及人员管理要求；职业卫生防护要求等。

(2) 运行操作规程：明确辐射工作人员的资质条件要求、操作过程中采取的具体防护措施、X射线装置操作步骤以及注意要点。

(3) 辐射安全和防护设施维护维修制度：明确辐射安全和防护设施日常维护检修范围、内容、频次、责任人等。

(4) 监测方案：明确监测项目、监测点位、监测频次、监测方法、仪器要求及监测人员等。

(5) 监测仪表使用与校验制定管理制度：明确使用要求、校验频次等。

(6) 辐射工作人员培训/再培训管理制度：明确培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。

(7) 辐射工作人员个人剂量管理制度：明确规定个人剂量检测周期、个人剂量监测档案的内容和保管方式等。个人剂量档案应包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料，个人剂量档案应当终生保存。辐射工作人员有权查阅、复印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或者辐射工作人员本人提供个人剂量档案的复印件。

(8) 辐射事故应急预案：针对本单位的核技术利用项目情况，对可能发生的辐射事故制定应急方案，该方案要明确事故情况下应采取的防护措施和执行程序，有效的控制事故，并确保事故信息上报的时效性。

(9) 建立射线装置使用登记台帐，记录射线装置的工作场所、运行参数、开关机时间等信息。

(10) 建立核技术利用项目资料档案，档案包括环评资料、验收资料、人员剂量监测资料及各级生态环境部门对核技术利用项目检查提出的相关意见资料等。

(11) 环评审批后应申请领取辐射安全许可证。

(12) 射线装置投入试运行后组织进行项目竣工环保验收。

(13) 在实际工作中，单位应不断对以上制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。

(14) 该公司应根据要求每年编写射线装置安全和防护年度评估报告，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告并登录网上系统填写相关内容。年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。安全和防护年度评估报告应当包括下列内容：

- 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射线装置台账。
- ⑤场所辐射环境和个人剂量监测情况及监测数据。
- ⑥辐射事故及应急响应情况。
- ⑦核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况。
- ⑧存在的安全隐患及其整改情况。
- ⑨其他有关法律、法规规定的落实情况。

(15) 应加强核安全文化宣贯，宣贯内容核心为核与辐射安全法规基本要求及核安全文化基本理念。

主要内容应包括：

- ①认真学习核与辐射安全法规知识。
- ②全面、深刻知悉与业务相关的各项核安全法规要求，增强忧患意识、责任意识、诚信意识、敬畏意识和守法意识。
- ③自觉应用核与辐射安全法规开展相关工作。
- ④严格守法，维护核与辐射安全法规的权威和尊严。
- ⑤提高辐射工作人员的认识水平、文化素养和工作能力，强化核安全文化建设，提升核与辐射安全水平。

12.3 辐射监测

(1) 监测仪器

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管理办法》及相关管理要求，企业应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量报警仪、X-γ辐射监测仪等。企业应制定的日常辐射监测方案，定期或不定期对设备四

周屏蔽措施进行检查；同时接受生态环境部门开展的辐射环境监督（检测）检查。监测数据编入《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》。

山西西山煤电股份有限公司马兰矿需配备必要的监测仪器，对辐射工作场所放射性水平进行监测，并定期委托有资质的监测单位进行例行监测；对辐射工作人员配备个人剂量计，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。

（2）监测方法及项目

监测方法：按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）执行。

监测项目：X- γ 射线剂量率及职业性外照射个人剂量。

监测范围：辐射防护控制区、监督区及其周围环境，工作人员个人剂量监测。

（3）监测方案

①监测要求

个人剂量监测：从事无损检测的辐射工作人员均需佩戴个人剂量报警仪、个人剂量计。并按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关法规标准要求建立个人剂量档案。

作业场所自主监测：

需配备便携式剂量监测仪，可对 X- γ 剂量率进行监测。

具体监测点位如下：

通过巡测，发现辐射水平异常位置；

射线装置控制区及监督区边界离地面高度为 1m 处；

控制室操作台位置；

其他保护目标地面高度 1m 处。

委托环境监测：

定期对场所周围环境辐射剂量率进行监测，周期：1 次/年；

定期委托有资质的单位对产生辐射的设备进行防护监测；

建成后运行期间，委托有资质的单位进行验收监测；

屏蔽措施等关键条件发生改变时，以及设备大修后，均应请有资质的单位对相关工作场所进行全面辐射监测和辐射安全评价；

出现辐射事故，及时申报生态环境部门和相关部门，进行现场监测。

本项目监测计划具体见表 12.2 所示。

表 12.2 项目监测方案

项目	监测项目	监测频度	监测范围	监测设备
自主监测	X-γ射线空气吸收剂量率	运行前一次、运行中监测一次	控制区边界（检测装置四周 2m）及监督区边界（检测装置四周 5m）离地面高度为 1m 处、井口位置地面高度 1m 处。	拟购置便携式 X-γ 辐射监测仪、按照国家规定进行计量检定。
委托监测	X-γ射线空气吸收剂量率	竣工环保验收监测	控制区边界（检测装置四周 2m）及监督区边界（检测装置四周 5m）离地面高度为 1m 处、井口位置地面高度 1m 处。	使用经过计量检定，并在有效期内仪器。
		辐射安全许可证延续和更换		
	职业性外照射个人剂量	每 3 个月送有资质的单位检测 1 次	项目辐射工作人员。	

12.4 辐射事故应急

12.4.1 事故分析及措施

(1) 探伤时工作人员和公众可能误入监督区或控制区，造成工作人员大剂量误照。

(2) 人为原因引起的辐射照射。矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置在事故工况下，主要污染因子仍然是 X 射线，污染途径仍然是外照射。

由于本项目工作人员必须佩带个人剂量报警仪，矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置运行时有声光报警，其次有防护栏，故发生辐射事故的可能性极小。

12.4.2 事故报告

发现发生辐射事故，应当立即启动本单位辐射事故应急响应，采取必要措施，立即填写《辐射事故初始报告表》，同时向太原市生态环境局古交分局电话报告。如若射线装置丢失、被盗的，立即向古交市公安局报告，对于造成或可能造成人员辐射损伤照射的，还应同时向古交市卫生健康和体育局报告。

12.4.3 辐射事故应急预案

该公司应制定辐射事故应急预案，本报告主要从应急组织机构及其职责、应急响应、上报程序、应急方案管理、如何预防事故五个方面进行论述。

(1) 应急组织机构及其职责

成立以法人代表为应急组织机构，应急组织机构应包括应急事故指挥处、现场监管处、保卫处，并确定各处总负责人及每一个具体行动的负责人及其联系电话。应急事故指挥处职责：

- ①负责制定和修订应急预案。
- ②部署事故的应急工作。
- ③对应急人员进行培训。

④负责应急方案的演练。

⑤负责上报应急事故。

现场监管处职责：

①负责监督操作人员在作业现场按照正确的操作规程进行操作。

②一旦发生事故，立即启动应急预案，电话汇报该单位的应急组织机构。

(2) 针对各种事故响应措施

①发生辐射事故时，操作人员应立即关闭电源，迅速撤离现场并及时向公司领导报告。射线装置使用单位在接到事故报告后，应以最快的速度组织应急救援工作，迅速封闭事故现场，禁止无关人员进入该区域。

②对可能受到辐射损伤的人员，应当立即送至当地卫体局指定的医院或者有条件救治辐射损伤病人的医疗机构进行检查和治疗，或者报请当地卫体局指挥协调相关医疗卫生机构派出专业人员赴事故现场，采取紧急医学救援措施。

③迅速查明和分析发生事故的原因，制订事故处理方案，尽快排除故障。若不能自行排除故障，则应上报生态环境主管部门并通知进行现场警戒和守卫，及时组织专业技术人员排除事故。

④如发生射线装置丢失现象，应尽快将情况通报当地公安部门。

(3) 信息报送

发现发生辐射事故，应当立即启动本单位辐射事故应急响应，采取必要措施，立即填写《辐射事故初始报告表》，同时向太原市生态环境局古交分局电话报告。如若射线装置丢失、被盗的，立即向古交市公安局报告，对于造成或可能造成人员辐射损伤照射的，还应同时向古交市卫生健康和体育局报告。

(4) 预案管理

①对事故的发生、处理整个过程进行记录。

②每项计划定时更新。

(5) 预防事故的发生

①按操作规程进行操作。

②操作人员必须持有辐射安全培训合格证书，并应严格按照操作规程进行操作。

③定期对设备进行维护。

④对环境监测仪器定期维护与校准。

⑤定期进行核安全文化教育。

12.5 辐射防护措施及环保投资

项目	“三同时”措施	要求	投资(万元)
辐射安全和防护措施	安全措施	射线装置机柜安装有联锁安全装置，射线装置周围设置监控摄像头、声光报警装置；在主斜井皮带巷内控制区，监督区边界处设置警戒线，并悬挂清晰可见的警告牌；在主斜井井口设置防护栏。	2.0
辐射安全管理	辐射安全管理机构	建立以法定代表人为第一责任人的辐射安全管理机构。	/
	监测仪器	便携式 X-γ 辐射监测仪 1 台、个人剂量报警仪 2 台、热释光个人剂量计 4 台。	2.0
	辐射工作人员培训	至少 4 名人员通过生态环境部开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行培训学习并参加考核合格。	/
	辐射环境管理	监测、日常管理等。	2.0
合计			6.0

12.6 竣工环境保护验收

山西西山煤电股份有限公司马兰矿使用矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置项目竣工环境保护验收内容见下表。

表 12.4 项目竣工环境保护验收一览表

序号	验收对象	验收内容及要求
1	便携式监测仪	配备 1 台便携式 X-γ 辐射监测仪，保证能正常运行。
2	辐射安全和防护措施	射线装置机柜安装有联锁安全装置，射线装置周围设置监控摄像头、声光报警装置；在主斜井皮带巷内控制区，监督区边界处设置警戒线，并悬挂清晰可见的警告牌；在主斜井井口设置防护栏。
3	热释光个人剂量计	从事辐射工作人员每人 1 台热释光个人剂量计。
	个人剂量报警仪	配备 2 台个人剂量报警仪。
4	管理机构	设立以法人组长的辐射安全与防护领导小组，由 1 名技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以红头文件形式下发公司各部门。
5	规章制度	①辐射安全管理规定；②操作规程；③射线装置工作人员岗位职责；④辐射安全和防护设施维护维修制度；⑤辐射工作人员培训/再培训管理制度；⑥辐射工作人员个人剂量管理制度；⑦监测方案；⑧辐射事故应急预案等规章制度。
6	人员培训	至少 4 名人员通过生态环境部开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行培训学习并参加考核合格。
7	个人剂量档案及健康档案	辐射安全工作人员每人均佩戴个人剂量计，并定期进行监测，建立个人剂量档案及健康档案。

12.7 从事辐射活动能力评价

依据《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管理办法》规定，现对山西西山煤电股份有限公司马兰矿从事本项目辐射活动能力评价列于表 12.5 和表 12.6。

表 12.5 项目执行《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求对照表

序号	要求	拟采取的措施
1	使用Ⅱ类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	项目使用的矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置属于Ⅱ类射线装置，本单位拟设置辐射安全与防护领导小组，作为专门的辐射安全与环境保护管理机构。
2	从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	本单位拟安排项目辐射工作人员全部参加培训 and 考核，考核合格后上岗。
3	放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	控制区设置电离辐射警告标志及悬挂清晰可见的“禁止进入X射线区”警告牌。监督区悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，并按要求落实辐射防护和安措施，设置声光报警装置和监控装置。
4	配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量监测报警、辐射监测等仪器。	辐射工作人员拟配备个人剂量计及个人剂量报警仪，拟购置 1 台便携式X-γ辐射监测仪。
5	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	拟制定健全的操作规程、岗位职责、辐射防护与安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等。
6	有完善的辐射事故应急措施。	拟制定完善的辐射事故应急预案。

表 12.6 项目执行《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求对照表

序号	要求	本单位落实情况
1	第五条 生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号。	设置电离辐射警告标志，设置声光报警装置，并按要求落实辐射防护和安措施。
2	第九条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。	拟购置 1 台便携式X-γ辐射监测仪进行自测，并定期委托有辐射水平监测资质的单位对辐射工作场所及其周围环境进行监督监测。
3	第十二条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前	承诺每年 1 月 31 日前向发证机关提交年度评估报告。

	向发证机关提交上一年度的评估报告。	
4	第十七条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照生态环境部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。	拟对项目所有辐射工作人员通过生态环境部开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行培训学习并参加考核合格。
5	第二十三条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当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、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应当终身保存。	拟对所有从事辐射工作的人员配备个人剂量计，并安排专人负责个人剂量监测管理，同时建立辐射工作人员个人剂量档案。
6	第二十四条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，不具备个人剂量监测能力的，应当委托具备条件的机构进行个人剂量监测。	拟委托有资质单位进行个人剂量监测。

通过以上分析可知，在采取环评规定措施的情况下，该单位从事本项目辐射活动的技术能力符合相应法律法规的要求。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 本次评价内容及污染途径

本次评价内容为山西西山煤电股份有限公司马兰矿拟使用的 1 台矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置，属于 II 类射线装置。最大管电压 90kV，最大管电流 0.7mA。污染途径为 X 射线外照射。

13.1.2 辐射实践正当化

该单位使用矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置，主要用于对钢丝绳芯胶带的断绳、锈蚀、损伤以及硫化接头的抽动、接头内断绳、损伤等状况进行在线监测，可以有效预防皮带的断裂，提高生产率。其所带来的利益远大于其所付出的代价，符合辐射实践的正当性。

13.1.3 选址的合理性

项目输送带无损检测装置拟安装于主斜井井口房内井下距井口约 100m 处的皮带下方。项目无损检测装置主射方向向上，主射方向均为无人员可达区。装置西北向东南为皮带走向，南侧为检修通道，北侧为砸墙；周边除检修人员外无人通过。矿用钢丝绳芯无损检测装置控制系统拟布置在办公楼四层工程师站。按本报告提出的要求，明确项目控制区和监督区的划分，所致工作人员及公众成员的有效剂量满足标准要求，从辐射环境保护角度分析，选址合理。

13.1.4 环境影响评价

1、辐射环境影响

(1) 辐射剂量率现状评价

项目矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置所在地面场所及周边区域环境 γ 辐射剂量率本底监测结果为 (88~124) nGy/h，扣除探测器对宇宙射线的响应，检测装置周边区域环境 γ 辐射剂量率本底监测结果为 (59~90) nGy/h，属于正常水平。

(2) 射线装置控制区与监督区划分

通过计算和类比可知，由射线装置漏射和散射叠加效应后达到控制区 15 μ Sv/h 的距离在 2m 处可以满足要求，达到监督区 2.5 μ Sv/h 处的距离在 5m 处可以满足要求。为了方便管理，在射线装置工作前对主斜井井口房无关人员进行清场，禁止无关人员进入检修通道。在主斜井井口处安装防护栏，禁止设备启用时检修人员进入检修通道。

根据理论预测和类比分析结果，结合本单位实际情况，将主斜井皮带巷距无损检测装置 2 米的范围内划为控制区，5 米的范围划为监督区。

(3) 射线装置周围人员受照剂量分析

射线装置工作人员所受辐射造成的年有效剂量最高为 0.0799mSv/a，未超过工作人员有效剂量

约束值要求（5mSv/a）。

2、非放射性污染物排放的环境影响

项目所产生的微量臭氧经自然分解和稀释后，对环境几乎没有影响。

13.1.5 辐射安全和防护管理措施

该单位在按照本报告的要求建立辐射安全与环境保护管理机构、辐射安全管理规章制度，并落实报告中提出的辐射安全和防护措施后，可以满足辐射安全管理要求。

13.1.6 从事辐射技术的能力

该单位核技术利用项目为新建项目，依据《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管理办法》要求进行对照，在采取环评规定措施情况下，该单位从事本项目辐射活动的技术能力符合相应法律法规的要求，具备从事辐射技术的能力。

13.1.7 结论

山西西山煤电股份有限公司马兰矿拟使用的1台矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置，在严格执行本环评所述的环境管理、环境监测计划、安全防护措施后，能够达到辐射防护要求，对于环境和公众是安全的，从辐射环境保护角度论证，该核技术应用项目是可行的。

13.2 建议

- （1）要在整个运行期间认真完善及落实各项规章制度。
- （2）要认真落实本报告所述的各项环保措施。
- （3）加强核安全文化宣贯。

表 14 审批

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

