

核技术利用建设项目

阳泉煤业（集团）有限责任公司五矿

使用矿用钢绳芯输送带

X 射线探伤装置项目

# 环境影响报告表

（公示本）

阳泉煤业（集团）有限责任公司五矿

2026 年 4 月

核技术利用建设项目

阳泉煤业（集团）有限责任公司五矿

使用矿用钢绳芯输送带

X 射线探伤装置项目

# 环境影响报告表

建设单位名称：阳泉煤业（集团）有限责任公司五矿

建设单位法定代表人（签名或签章）：王中奎

通讯地址：阳泉市平定县贵石沟

邮政编码：045209 联系人：左海富

电子邮箱：

联系电话：





主斜井皮带机



中央区头部皮带机



中央区二部皮带机



技改巷皮带机

## 目 录

表 1 项目基本情况 .....	1
表 2 放射源 .....	10
表 3 非密封放射性物质 .....	11
表 4 射线装置 .....	12
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） .....	14
表 6 评价依据 .....	15
表 7 保护目标与评价标准 .....	17
表 8 环境质量和辐射现状 .....	27
表 9 污染源项分析（包括贯穿辐射污染） .....	31
表 10 辐射安全与防护 .....	37
表 11 环境影响分析 .....	44
表 12 辐射安全管理 .....	54
表 13 结论及建议 .....	67
表 14 审批 .....	70

**附件：**

附件 1 委托书。

附件 2 阳泉煤业（集团）有限责任公司五矿未批先建意见成建设项目环保备案登记表。

附件 3 企业现有辐射安全许可证。

附件 4 现有项目环保手续。

附件 5 监测报告。

附件 6 生态环境分区管控相关要求。

附件 7 专家意见

**附图：**

附图 1 项目地理位置图

附图 2 输送带平面布置及射线装置安装位置图

附图 3 X 射线探伤装置安装位置分布图

附图 4 本项目皮带及探伤机位置示意图

附图 5 各皮带机探伤装置控制区、监督区示意图

附图 6 环境保护目标图

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		阳泉煤业（集团）有限责任公司五矿使用矿用钢绳芯输送带 X射线探伤装置项目			
建设单位		阳泉煤业（集团）有限责任公司五矿			
法人代表		王中奎	联系人	左海富	联系电话
注册地址		阳泉市平定县贵石沟			
项目建设地点		阳泉煤业（集团）有限责任公司五矿			
立项审批部门		/	批准文号		/
建设项目总投资 （万）		210.25	环保投资 （万）	78	投资比例 （环保投 资/总投 资）  37.1%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积 （m <sup>2</sup> ）  /
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				
<p><b>项目概述：</b></p> <p><b>1.建设单位概况</b></p> <p>阳泉煤业（集团）有限责任公司五矿位于山西省平定县城西南，隶属平定县管辖。五矿属“一矿二井”型矿井，即现有两对生产井，分别为贵石沟井与五林井以及两矿井各自配套的洗煤厂。依据山西省煤炭工业厅公告[2014] 第 244 号：核定贵石沟井生产能力 680 万吨。贵石沟井为瓦斯突出矿井，2015 年山西省煤炭工业厅文件晋煤行发[2015]886 号“关于核减阳煤集团五矿贵石沟井</p>					

生产能力的批复”，最终核定该矿生产能力由 680 万吨/年降至 500 万吨/年。依据山西省煤炭工业厅公告[2014] 第 245 号：核定五林井生产能力 90 万吨。本次评价对象为五矿贵石沟井使用矿用钢绳芯输送带 X 射线探伤装置。

阳泉市环境保护局2017年3月31日对阳泉煤业（集团）有限责任公司五矿项目进行了未批先建已建成建设项目环保备案登记，备案编号：2016-0-0021。

本井田含煤地层为二叠系下统山西组及石炭系上统太原组，含煤15层，煤层总厚度15m左右。含煤系数为8.4%。主要可采煤层有8号、15号二层，局部可采煤层有3上号、8号、9上号、9下号、12号五层。

## 2.项目目的和任务由来

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载的重要部件，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。

阳泉煤业（集团）五矿采用综合机械化采煤，为保证井下所采原煤的顺利、安全外运，该公司拟在主斜井皮带机、中央区头部皮带机、中央区二部皮带机、技改巷皮带机安装X射线探伤装置，用于煤矿生产中输送带的安全检测，查找输送带内钢绳芯断绳、锈蚀、接头抽动及带面损伤等可能导致断带事故的安全隐患。根据《关于发布射线装置分类的公告》（2017），本项目使用的矿用钢绳芯输送带X射线探伤装置为Ⅱ类X射线装置。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《建设项目环境保护管理条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，该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》，本项目属于“使用Ⅱ类射线装置”，需编制环境影响报告表。阳泉煤业（集团）有限公司五矿于2025年12月20日委托山西清源环境咨询有限公司对该项目进行辐射

环境影响评价（见附件一）。接受委托后评价单位组织技术人员对阳泉煤业（集团）有限责任公司五矿使用矿用钢绳芯输送带 X 射线探伤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《阳泉煤业（集团）有限责任公司五矿使用矿用钢绳芯输送带 X 射线探伤装置项目环境影响报告表（报审版）》。

阳泉市生态环境局 2026 年 3 月 20 日主持召开了《阳泉煤业（集团）有限责任公司五矿使用矿用钢绳芯输送带 X 射线探伤装置项目环境影响报告表》技术审查会。会后环评单位根据专家意见对报告进行了认真的补充修改，形成《阳泉煤业（集团）有限责任公司五矿使用矿用钢绳芯输送带 X 射线探伤装置项目环境影响报告表（报批版）》提交建设单位报送管理部门审批。

### 3.项目建设内容

本项目建设内容主要是在阳泉煤业（集团）有限公司五矿贵石沟井主斜井带式输送机、中央区头部胶带机、中央区二部胶带机、技改巷胶带机各安装 1 套矿用钢绳芯输送带 X 射线探伤装置（共 4 套）用于准确评定输送带工作状态及是否存在隐患。本次工程内容较为简单，主要为设备安装，具体见表 1-1 所示。

表1-1 项目建设内容一览表

工程名称	建设内容及规模	主要环境影响因素		备注
		施工期	运营期	
主体工程	矿用钢绳芯输送带 X 射线探伤装置（装置 1）	仅为设备安装，产生施工噪声。	X 射线	新建，安装于主斜井皮带机 7 号改向滚筒后 5 米处
	矿用钢绳芯输送带 X 射线探伤装置（装置 2）		X 射线	新建，安装于中央区头部皮带机卸载滚后 40 米处
	矿用钢绳芯输送带 X 射线探伤装置（装置 3）		X 射线	新建，安装于中央区二部皮带 2 号驱动滚前 3 米处
	矿用钢绳芯输送带 X 射线探伤装置（装置 4）		X 射线	新建，安装于技改巷皮带机张紧装置后 1 米
辅助工程	控制柜安装		/	新建

公用工程	供配电		/	新建
办公及生活设施	均利用煤矿主体工程设施		生活污水、生活垃圾	不新增
环保工程	射线装置四周屏蔽防护（2mm钢板+4mm铅板）；警示标识、标志；急停开关；视频监控装置；声光报警装置；个人防护及监测用品等		/	新建

#### 4.射线装置及主要技术参数

本项目使用的射线装置为4台矿用钢绳芯输送带X射线探伤装置，设备型号及主要参数见表1-2。

表 1-2 射线装置主要技术参数一览表

装置名称	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	安装位置	照射方式	数量
矿用钢绳芯输送带 X 射线探伤装置	KJ581	160	1	安装于主斜井 7 号改向滚筒后 5 米处	定向向上	1台
	KJ581	160	1	安装于中央区头部皮带机卸载滚后 40 米处	定向向上	1台
	KJ581	160	1	安装于中央区二部皮带 2 号驱动滚前 3 米处	定向向上	1台
	KJ581	160	1	安装于技改巷皮带机张紧装置后 1 米	定向向上	1台

#### 5.劳动定员及工作时间

根据建设单位提供的资料，年工作330天，主斜井装置每天检测一次，其他位置每周1-3次（考虑最大环境影响，本次评价按3次计），各配备2名辐射工作人员，共8名，新增管理人员2名，新增辐射工作人员和管理人员由煤矿现有职工中调配，尚未参加辐射安全与防护考核。本次评价要求辐射管理及工作人员需在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn/>）进行自主学习并参加辐射安全与防护考核，考核合格后方可上岗。

射线装置工作时间及皮带参数见表1-3。

表1-3 射线装置工作时间及所在皮带参数一览表

射线装置 安装位置	皮带 长度 m	皮带 宽度 m	射线装置距皮 带的距离 mm	皮带带 速 m/s	射线装置工作时间		
					min/次	次/a	h/a
主斜井皮带机	2204	1.4	500	4.0	9.2	330	50.6
中央区头部 皮带机	2400	1.2	500	3.6	11.1	142	26.3
中央区二部皮带机	2400	1.2	500	3.6	11.1	142	26.3
技改巷皮带机	2802	1.4	500	4.0	11.7	142	27.7

备注：中央区头部、中央区二部皮带机为固定带速；主斜井皮带机、技改巷皮带机带速最低为4m/s，最高为5m/s，为了计算项目最大环境影响，本项目射线装置工作时间取最低带速4m/s。

## 6.项目位置及保护目标

### (1) 建设单位地理位置

阳泉煤业（集团）有限责任公司五矿位于山西省平定县城西南，隶属平定县管辖。井田位于山西省平定县城西南，呈北东南西向延伸，全井田分北部及南部，北部南北长近9公里，东西宽近8公里，南部南北长6公里，东西宽5公里，总面积约82.5341平方公里，地理坐标位于东经113°28'31"~113°35'29"，北纬37°41'15"~37°48'17"。

五矿贵石沟井工业场地位于平定县城西南约6km处，其配套的洗煤厂位于工业场地东侧。项目地理位置详见附图1。

### (2) 辐射工作场所位置

本项目辐射装置为矿用钢绳芯输送带X射线探伤装置，分别安装于主斜井皮带7号改向滚筒后5m处、中央区头部皮带卸载滚后40m处、中央区二部皮带2号驱动滚前3m处、技改巷皮带张紧装置后1m。

各带式输送机旁留设检修通道，皮带停运时检修（皮带运行过程（探伤设备工作时）不检修）。

### (3) 项目周围环境概况及保护目标

本项目井下X射线探伤装置安装位置远离人员活动区，操作室距探伤安装位置在9-40m左右，探伤设备工作时，除操作室工作人员及探伤装置巡检

人员外，无其他人员活动。中央区头部皮带机射线探伤装置设置在中央区头部皮带机巷，周边分布有轨道巷、联络巷以及停用的火药库等，与其他巷道及停用火药库等设施之间有煤壁阻隔，附近敏感目标为：操作室人员及探伤装置巡检人员，操作室位于距射线装置水平距离约 9m，垂直距离约 3m 的位置；中央区二部皮带机射线探伤装置设置于中央区二部皮带巷，周边分布有猴车巷、中央区二部皮带巷横贯以及其他停用巷道，探伤装置与猴车巷、二部皮带巷横贯等巷道之间有煤壁阻隔，附近敏感目标为：操作室人员及探伤装置巡检人员，操作室位于距射线装置水平距离约 28m；垂直距离约 0m 的位置；技改巷皮带机射线探伤装置设置于技改皮带巷内，周边主要分布有轨道巷、主斜井机尾巷、硐底候车室、副立井操作室等，射线装置与上述设施之间均有煤壁阻隔，技改巷皮带机射线探伤装置附近敏感目标为：操作室人员及探伤装置巡检人员，操作室位于距射线装置水平距离约 40m；垂直距离约 0m。

地面主斜井皮带射线探伤装置 100m 范围内为工业场地及洗煤厂部分功能建筑、道路及空地，敏感目标为控制室（操作室）、库房、热风机房、机房、绞车房、方仓、热源撬、辅助斜井房、辅助斜井绞车房、洗煤厂皮带操作室、洗煤厂预筛分车间、洗煤厂库房、洗煤厂皮带机尾房、洗煤厂原煤队及准备队队部工作人员及检修人员。操作室位于距射线装置直线距离约 28m，垂直距离约 4m 的位置；库房位于距射线装置直线距离约 5m，垂直距离约 2m 的位置；热风机房位于距射线装置直线距离约 5m，垂直距离约 2m 的位置；机房位于距射线装置直线距离约 14m，垂直距离约 2m 的位置；绞车房位于距射线装置直线距离约 15m，垂直距离约 2m 的位置；方仓位于距射线装置直线距离约 17m，垂直距离约 2m 的位置；热源撬位于距射线装置直线距离约 38m，垂直距离约 2m 的位置；辅助斜井房位于距射线装置直线距离约 87m，垂直距离约 2m 的位置；辅助斜井绞车房位于距射线装置直线距离约 33m，垂直距离约 2m 的位置；洗煤厂皮带机操作室位于距射线装置直线距离约 55m，垂直距离约 5m；洗煤厂预筛分车间位于距射线装置直线距离约 57m，垂直距离约 5m

的位置；洗煤厂库房位于距射线装置直线距离约 63m，垂直距离约 2m 的位置；洗煤厂皮带机尾房位于距射线装置直线距离约 72m，垂直距离约 2m 的位置；洗煤厂原煤队、准备队队部位于距射线装置直线距离约 79m，垂直距离约 2m 的位置。

## 7.核技术利用手续

### (1) 辐射安全许可情况

阳泉煤业（集团）有限责任公司五矿针对阳煤五矿选煤厂于 2025 年 7 月 16 日取得了《辐射安全许可证》。证书编号：晋环辐证[02231]（有效期至 2030 年 7 月 15 日）。五矿选煤厂目前正常使用 5 台在线灰分仪，共有 10 枚放射源。设备安装正常，于 2016-2020 年期间分别投入使用。分别安装于 138、210、242、701、702 皮带上。另有 134 皮带 1 台灰分仪共 2 枚放射源于 2025 年 12 月退役，并由山西省生态环境监测和应急保障中心（山西省生态环境科学研究院）接收。详见下表。

表 1-4 原有设备情况一览表

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
1	Cs-137	3.7×10 <sup>8</sup> *1	V	使用	灰分仪	138#皮带	138#皮带机
2	Am-241	3.7×10 <sup>9</sup> *1	IV	使用	灰分仪	138#皮带	138#皮带
3	Cs-137	3.7×10 <sup>8</sup> *1	V	使用	灰分仪	210#皮带	210#皮带
4	Am-241	3.7×10 <sup>9</sup> *1	IV	使用	灰分仪	210#皮带	210#皮带
5	Cs-137	3.7×10 <sup>8</sup> *1	V	使用	灰分仪	242#皮带	242#皮带
6	Am-241	3.7×10 <sup>9</sup> *1	IV	使用	灰分仪	242#皮带	242#皮带
7	Cs-137	1.85×10 <sup>10</sup> *1	V	使用	灰分仪	701#皮带	701#皮带
8	Am-241	3.7×10 <sup>10</sup> *1	IV	使用	灰分仪	701#皮带	701#皮带
9	Cs-137	3.7×10 <sup>8</sup> *1	V	使用	灰分仪	702#皮带	702#皮带
10	Am-241	3.7×10 <sup>10</sup> *1	IV	使用	灰分仪	702#皮带	702#皮带
11	Cs-137	1.85×10 <sup>10</sup> *1	V	退役	灰分仪	134#皮带	山西省生态环境监测和应急保障中心接收

12	Am-241	3.7×10 <sup>9</sup> *1	IV	退役	灰分仪	134#皮带	山西省生态环境监测和应急保障中心接收
----	--------	------------------------	----	----	-----	--------	--------------------

(2) 辐射安全与环境保护管理机构

阳泉煤业（集团）有限责任公司五矿已成立辐射安全防护领导小组，由矿长任组长，总工任副组长，其它相关部门主要负责人为成员，主要负责放射源管理方面的各项工作，协调解决管理中出现的重大问题。下设辐射管理办公室，设在工程管理部，对放射源装置的购置、许可、看管、安全防护、安全保卫工作实施统一监督管理。

(3) 规章制度建设情况

阳泉煤业（集团）有限责任公司五矿已经制定规章制度较为完善，主要包括：安全防护制度、岗位交接班制度；操作规程；巡查、检查、维护制度；暂库存管理制度；各级防护管理人员岗位职责；事故应急预警机制及演练；放射源监测方案；新增放射源管理规定；废放射源回收管理规定；放射源台账；建立个人剂量档案等，并要求各相关单位严格执行。

(4) 人员培训

现有辐射管理及工作人员共 5 名，均取得了辐射安全和防护培训合格证书。

(5) 辐射环境监测及个人剂量监测

2025 年，阳泉煤业（集团）有限责任公司五矿委托山西聚友生态环境科技有限公司对场所辐射环境进行的监测，并出具了监测报告。由监测报告可知，6 台灰分仪辐射工作场所 1m 处辐射剂量率为 0.078-0.368μSv/h，放射源工作场所辐射监测结果满足相关标准要求。

根据 2025 年个人剂量计统计个人剂量监测结果，辐射工作人员累计个人剂量当量为 0.04~0.31mSv，现有辐射工作人员个人剂量监测结果满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）职业照射剂量限值。

(6) 辐射事故应急管理

阳泉煤业（集团）有限责任公司五矿已经制定了《放射源事故应急预案》，预案中明确了事故类型和危害程度、应急指挥机构及职责、处置程序、应急处置方式等。并对应急预案进行了定期演练。未发生过辐射安全事故。

（7）年度辐射安全评估报告落实情况

2025 年度，阳泉煤业（集团）有限责任公司五矿完成了各项辐射安全防护工作，依据相关法律法规对单位核技术应用设施的安全和防护状况进行了年度评估，编写了年度评估报告。

**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
	本项目不新增							

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
	本项目不涉及	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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 (MV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
	本项目不涉及									

(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	矿用钢绳芯输送带 X 射线探伤装置	II	1	KJ581	160	1	皮带无损检测	安装于主斜井 7 号改向 滚筒后 5 米处，安装于 回程皮带下方	本次 评价
2	矿用钢绳芯输送带 X 射线探伤装置	II	1	KJ581	160	1	皮带无损检测	安装于中央区头部皮带 机卸载滚后 40 米处，安 装于回程皮带下方	本次 评价
3	矿用钢绳芯输送带 X 射线探伤装置	II	1	KJ581	160	1	皮带无损检测	安装于中央区二部皮带 2 号驱动滚前 3 米处，安装 于回程皮带下方	本次 评价
4	矿用钢绳芯输送带 X 射线探伤装置	II	1	KJ581	160	1	皮带无损检测	安装于技改巷皮带机张 紧装置后 1 米，安装于回 程皮带下方	本次 评价

(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	
	本项目不涉及												

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/m<sup>3</sup>；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/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日。</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日。</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日。</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，中华人民共和国国务院[2017]第 682 号令，2017.10.1 施行。</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（（2019 年 3 月 2 日实施）。</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2019 年修订），2021 年 1 月 4 日实施。</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，国家环境保护总局令第 18 号，2011 年 5 月 1 日。</p> <p>(8) 《关于发布射线装置分类办法的公告》，2017 年第 66 号公告；</p> <p>(9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）。</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》，环发[2006]145 号，2006 年 9 月 26 日。</p> <p>(11) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）。</p> <p>(12) 《山西省辐射事故应急预案》（晋政办发〔2021〕23 号）。</p> <p>(13) 《阳泉市辐射事故应急预案》（阳政办发〔2021〕84 号）。</p> <p>(14) 《平定县辐射事故应急预案》（平政办发〔2021〕15 号）。</p>
------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p style="text-align: center;">技 术 标 准</p>	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则—核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016)。</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)。</p> <p>(3) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)。</p> <p>(4) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)。</p> <p>(5) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)。</p> <p>(6) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》(GB22448-2008)。</p> <p>(7) 《环境 <math>\gamma</math> 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)。</p> <p>(8) 《生态环境部(核安全中心)辐射安全与防护监督检查技术程序(2020 年版)》。</p> <p>(9) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)。</p>
<p style="text-align: center;">其 他</p>	<p>(1) 环境影响评价委托书(见附件一)。</p> <p>(2) 《KJ581 矿用钢绳芯输送带无损检测系统使用说明书》，山西戴德测控技术有限公司。</p> <p>(3) 建设单位提供的有关资料。</p>

**表 7 保护目标与评价标准**

**7.1 评价范围**

本项目为 II 类 X 射线装置使用项目，依据《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中“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，无实体边界项目应不低于 100m 范围。

根据本项目的辐射类型和工作场所特点，运行过程中产生的 X 射线辐射，工作场所为现场探伤，主要影响人员是射线装置工作场所临近的职业工作人员及公众，因此，本次评价范围为以 X 射线探伤装置为中心，半径 100m 范围内。本项目 4 台 X 射线探伤装置距离均在 1km 以上，评价范围无重叠，各 X 射线探伤装置位置关系见附图 4。

**7.2 环境保护目标**

本项目井下 X 射线探伤装置安装位置远离人员活动区，与其他巷道及设施之间有煤壁阻隔，操作室距探伤安装在 9-40m 左右，探伤设备工作时，除操作室工作人员及检修人员外，无其他人员活动。地面主斜井皮带射线探伤装置 100m 范围内为工业场地及洗煤厂部分功能建筑、道路及空地，敏感目标为控制室（操作室）、库房、热风机房、机房、绞车房、方仓、热源撬、辅助斜井房、辅助斜井绞车房、洗煤厂皮带操作室、洗煤厂预筛分车间、洗煤厂库房、洗煤厂皮带机尾房、洗煤厂原煤队和准备队队部工作人员及检修人员，各敏感目标与探伤装置相对位置关系见环境保护目标见表 7-1 及附图 2、附图 6。

表 7-1 辐射环境保护对象及保护目标一览表

装置	环境敏感点	保护目标名称	相对安装位置方位	人 数 (人)	与射线装置距离 (m)	
					垂直	水平
中央区头部皮带机	操作室	职业人员	西北	1	-3	9
	巡检人员	职业人员	南侧	1	-1	3
中央区二部皮带机	操作室	职业人员	东北	1	0	28
	巡检人员	职业人员	南侧	1	0	3
技改巷皮带机	操作室	职业人员	东侧	1	0	40
	巡检人员	职业人员	南侧	1	0	3
主斜井皮带	控制室(内)	职业人员	东侧	2	+4	28

带探伤机	设操作室)					
	巡检人员	职业人员	南侧	2	+1	3
	库房	公众人员	南侧	2	+2	5
	热风机房	公众人员	北侧	1	+2	5
	机房	公众人员	东侧	3	+2	14
	绞车房	公众人员	东南	3	+2	15
	方仓	公众人员	东南	3	+2	17
	热源撬	公众人员	西南	1	+2	38
	辅助斜井房	公众人员	西侧	20	+2	87
	辅助斜井绞车房	公众人员	西侧	2	+2	33
	洗煤厂皮带操作室	公众人员	东侧	2	+5	55
	洗煤厂预筛分车间	公众人员	东北	10	+5	57
	洗煤厂库房	公众人员	东侧	1	+2	63
	洗煤厂皮带机尾房	公众人员	东侧	1	+2	72
	洗煤厂原煤队、准备队队部	公众人员	东北	20	+2	79

备注：1、“+”表示较探伤装置高出的相对距离，“-”表示较探伤装置低的相对距离。以各探伤装置安装地面为参考线。

2、库房、热风机房、机房、绞车房、方仓、热源撬、辅助斜井绞车房、洗煤厂库房和皮带机尾房平时无人，管理及维护人员定期检查、维修。

### 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》（GB18871-2002），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值10%~30%（即0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内。

结合本项目的实际情况，本项目提出剂量约束值如下：

①对辐射工作人员的职业照射，本项目取四分之一，即5mSv/a作为剂量约束值。

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

#### 7.3.2探伤作业场所分区

根据《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的规定，将作业时被检物体周围的空气比释动能率大于15 μGy/h的范围内划为控制区；在控制区边界外将作业时空气比释动能率大于2.5 μGy/h的范围划为监督区，并在相应的边界设置警示标识。

#### 7.4生态环境分区管控

本项目4台X射线探伤装置共涉及平定经济技术开发区煤电铝组团大气环境高排放重点管控单元、平定县大气环境布局敏感重点管控单元、阳泉市平定县一般管控单元。项目与生态分区管控单元符合性分析见下表：

表7-2（1）项目与汾渭平原相关管控要求符合性分析

管控类别	管控要求	本项目	符合性
空间布局约束	重点区域原则上不再新建除集中供暖外的燃煤锅炉。	本项目不涉及新建燃煤锅炉。	符合
	重点区域不再新增燃料类煤气发生炉，新改扩建加热炉、热处理炉、干燥炉、熔化炉原则上采用清洁低碳能源；安全稳妥推进使用高污染燃料的工业炉窑改用工业余	本项目不涉及。	符合

	热、电能、天然气等；燃料类煤气发生炉实行清洁能源替代，或因制宜采取园区（集群）集中供气、分散使用方式。		
	重点区域禁止新增钢铁、焦化、水泥熟料、平板玻璃、电解铝、氧化铝、聚氯乙烯、烧碱产能，合理控制煤制油气产能规模。	本项目不涉及。	符合
污染物排放管控	重点区域新改扩建用煤项目，依法实行煤炭等量或减量替代，替代方案不完善的不予审批；不得将使用石油焦、焦炭、兰炭等高污染燃料作为煤炭减量替代措施。	本项目不涉及用煤。	符合
	2025年实现重点区域平原地区散煤基本清零，逐步推进山区散煤清洁能源替代。		符合
	重点区域公共领域新增或更新公交、出租、城市物流配送、轻型环卫等车辆中，新能源汽车比例不低于80%。	本项目不涉及。	符合
	重点区域城市建成区内，焦炉实施炉体加罩封闭，并对废气进行收集处理。	本项目不涉及。	符合
	重点区域除特殊功能要求外的室内地坪施工、室外构筑物防护和城市道路交通标志基本使用低VOCs含量涂料。	本项目施工过程如涉及涂料使用，应使用低VOCs涂料。	符合
	重点区域推进建材（含砂石骨料）清洁方式运输。	本项目不涉及	符合
	强化区域协同治理，进一步加强汾渭平原大气污染防治联防联控。	本项目主要污染因子为X射线。	符合
环境风险防控	推进建设区域性、流域性环境应急物资储备库，建立多层级、网络化应急物资信息管理系统。加强突发环境事件应急演练。	本项目按要求建立应急物资储备及信息管理系统，加强突发环境事件应急演练。	符合
资源开发效率要求	到2025年，汾渭平原煤炭消费量实现负增长，重点削减非电力用煤，煤矸石、原料用煤不纳入煤炭消费总量考核。	本项目不涉及。	符合

表 7-2（2） 阳泉市生态环境管控要求符合性分析

管控类别	管控要求	本项目	符合性
空间布局约束	禁止在居民楼等人口集中地区新建、改建和扩建产生有毒有害气体、恶臭气体的生产经营场所。禁止在人口集中地区和其他依法需要特殊保护的区域内焚烧沥青、油毡、橡胶、塑料、皮革、垃圾以及其他产生有毒有害烟尘和恶臭气体的物质。禁止在人口密集区、旅游景区和其他可能对公共场所产生恶臭影响的范围内，建设畜禽养殖场或者养殖小区。禁止露天焚烧秸秆、落叶、荒草等产生烟尘的物质。	本项目不涉及。	符合

	新建涉工业窑炉的建设项目，原则上要入工业园区，并符合工业园区规划环境影响评价要求，配套建设高效环保治理设施。落实省、市相关产业政策及产能置换办法。	本项目不涉及。	符合
	城市规划区、县城规划区范围内原则上禁止新建、扩建焦化、钢铁、化工、有色金属冶炼和水泥等污染较重以及危险化学品贮存，处理处置高风险项目。	本项目不涉及。	符合
	推进城市建成区及周边重污染企业搬迁退出，积极发展清洁、低碳、绿色行业。	本项目不属于重污染企业。	符合
	新建、改建、扩建“两高”项目在符合环境保护法律法规和相关法定规划的前提下，应满足区域环境质量改善、重点污染物排放总量控制、碳排放达峰目标、相关规划环评和行业准入条件要求；新建、扩建“两高”项目，还应通过产业结构调整、污染物区域削减等措施腾出环境容量。	本项目不属于“两高”项目。	符合
	在优先保护类耕地集中区限制新建扩建煤矿、金属采选冶炼、化工焦化等行业企业，禁止建设危险废弃物处置填埋场所。	本项目不涉及优先保护类耕地。	符合
	严格执行相关行业企业布局选址要求，禁止在居民区、学校、医疗和养老机构、幼儿园等周边规定范围内新建、扩建有色金属冶炼、焦化、煤焦油加工等行业企业。	本项目不涉及。	符合
	在滹沱河流域河道管理范围内，禁止从事下列行为：（一）弃置矿渣、石渣、煤灰、泥土、垃圾等阻碍行洪的物体；（二）围垦河道；（三）修建围堤、阻水渠道、阻水道路；（四）种植高杆农作物、芦苇和树木（堤防护林除外）；（五）设置拦河渔具；（六）在堤防和护堤地建房、放牧、开渠、打井、挖窖、葬坟、晒粮、存放物料、开采地下资源、进行考古发掘以及开展集市贸易活动；（七）法律、法规禁止的其他行为。	本项目不涉及。	符合
	在滹沱河流域水工程保护范围内，禁止从事下列行为：（一）损毁堤防、护岸、闸坝等水工程建筑物和防汛设施、水文监测和测量设施、河岸地质监测设施以及通信照明等设施；（二）进行爆破、打井、采石、取土、钻探、挖筑鱼塘等影响水工程运行和危害水工程安全的活动；（三）非管理人员操作河道上的涵闸闸门或者干扰河道管理单位正常工作；（四）法律、法规禁止的其他行为。	本项目不涉及。	符合
污染物	污染物总量减排严格落实“十四五”相关	本项目不涉及污染物总	符合

排放管 控	目标。	量指标。	
	禁煤区范围内，除煤电、集中供热和原料用煤企业外，禁止储存、销售、燃用煤炭。	本项目不涉及。	符合
	2023 年地表水国考断面达到或优于Ⅲ类比例稳定达到 80%及以上，力争达到 100%，全面消除劣 V 类水质国、省考断面。饮用水水源水质达到或优于Ⅲ类比例达到省下达的年度目标。稳定消除城市建成区、县城建成区黑臭水体。新建工业企业生产废水原则上不得排入城镇生活污水处理厂。	本项目不涉及新增废水排放。	符合
	坚决完成国家、省下达我市的环境空气质量约束性指标。市区 PM2.5 平均浓度逐年改善。环境空气质量综合指数在全国 168 个重点城市中排名前移，力争退出后 20 位。	本项目主要污染因子是 X 射线。	符合
	到 2025 年，农村环境整治水平显著提升，农业面源污染得到初步控制，农村生态环境持续改善。新增完成 85 个以上行政村环境整治，农村生活污水治理率达到 30%，基本消除较大面积农村黑臭水体；化肥农药使用量持续减少，主要农作物化肥、农药利用率均达到 43%，农膜回收率达到 80%；畜禽类污染综合利用率稳定在 90%以上。	本项目不涉及。	符合
	禁止新建燃料类煤气发生炉。	本项目不涉及。	符合
	“十四五”期间，工业炉窑完成燃料清洁低碳化替代，以清洁低碳能源以及工厂余热、电厂热力等替代煤、渣油、重油等燃料，禁止掺烧高硫煤。加快淘汰燃煤工业窑炉，有色行业淘汰燃煤干燥窑、燃煤反射炉、以煤为燃料的熔铅锅和电铅锅，淘汰热电联产供热管网覆盖范围内的燃煤加热、烘干炉，全市铸造行业冲天炉改为电炉。	本项目不涉及。	符合
	得排污许可证的单位，应当采用先进的技术、工艺和设备，减少污染物的排放，并对生产过程中产生的废水进行处理实现循环利用。排污单位排放污染物不得超过国家和省的污染物排放标准，不得超过排放总量控制指标。	本项目采取相应环保措施确保污染物达标排放。	符合
环境风 险防控	严格防控河流水库水源保护及输送区、大中型城镇人口密集区“两区”及工业集聚区风险源、跨敏感水库道路风险源“两源”突发环境风险。强化区域开发和项目建设的环境风险评价，对涉及有毒有害化学品、重金属和新型污染物的项目，建立生态环境风险防范清单，实行严格的环境准入把关。	本项目严格落实环境风险防范措施。	符合

	完善地下水污染源监测体系，强化地下水污染风险防控，全面推进地下水污染调查、监测、评估、风险防控和修复。	本项目不涉及。	符合
	依法开展土壤污染状况调查和风险评估，强化污染地块再开发利用准入管理，加强重点行业企业用地土壤日常监管，从源头上消除土壤污染。定期开展土壤污染重点监管单位周边土壤监测，严格土地征收、收回、收购等环节。	本项目不涉及。	符合
	化学品生产企业，加油站、尾矿库、危险废物处置场、垃圾填埋场等企业以及工业集聚区，应当采取防渗漏等措施，防止污染水环境。	本项目不涉及。	符合
资源开发效率要求	水资源：1、到 2025 年，全市用水总量控制目标 2.3 亿 m <sup>3</sup> 。非常规水源利用进一步增强，水资源利用效率显著提高，万元地区生产总值用水量和万元工业增加值用水量完成省下达目标任务。2、到 2035 年，全市用水总量控制在 2.40 亿立方米以内，水资源节约和循环利用达到先进水平。3、新建企业和园区要在规划布局时，统筹供排水、水处理及循环利用设施建设，工业集聚区再生水利用率应达到 30%以上。4、加大矿井水综合利用，矿井水利用率应达到 75%以上。5、滹沱河刘玉水资源配置应当统筹兼顾上下游、左右岸和有关地区之间的利益，实现多水源互补。水资源利用应当优先使用地表水，合理调配外调水，充分利用达标矿井水和再生水，有效涵养和保护地下水。	本项目工作人员由公司现有人员调配，不新增水资源消耗。	符合
	土地资源：1、土地资源利用上线严格落实《阳泉市国土空间总体规划（2021-2035 年）》。2、永久基本农田不得转为林地、草地、园地等其他农用地及农业设施建设用地，严格管控一般耕地转为其他农用地。按照国家有关规定确需将耕地转为林地、草地、园地等其他农用地及农业设施建设用地的，各县（区）政府应当组织编制年度耕地“进出平衡”总体方案，建立年度耕地“进出平衡”监管机制。以下情形不列入年度耕地“进出平衡”实施范围：国家安排的生态退耕、自然灾害损毁难以复耕、河湖水面自然扩大造成耕地永久淹没的。	本项目不新增土地资源占用。	符合
	能源：能源消费总量控制在 1080 万吨标准	本项目能源消耗量较低。	符合

	煤,万元GDP 能耗强度降至0.89 吨标准煤。非化石能源消费量达到114.7 万吨标准煤,占能源消费总量10.6%。2、落实能耗双控任务,推动风电、光伏发电、抽水蓄能电站、煤层气发电、生物质清洁燃料利用等新能源价值链高端攀升。3、到2025年,阳泉瓦斯抽采量达到15亿立方米,发电及其他利用总量达到6亿立方米,煤层气综合利用率达到40%。		
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

表7-2(3) 项目与平定经济技术开发区煤电铝组团大气环境高排放重点管控单元管控要求符合性分析

管控类别	管控要求	本项目	符合性
空间布局约束	执行省、重点区域(汾渭平原)、阳泉市的空间布局准入要求,入园企业需符合园区产业定位。	本项目属于煤矿探伤装置建设,不违背园区产业定位,符合省、重点区域(汾渭平原)、阳泉市的空间布局准入要求。	符合
	基本农田未经调整,禁止占用	本项目探伤装置位于井下或五矿工业场地内不占用基本农田。	符合
污染物排放管控	入园项目在符合规划产业定位和规模的前提下,同时要严格执行大气倍量削减替代要求。	本项目主要污染因子为X射线。	符合
	有行业标准的优先执行行业排放标准,无行业排放标准的分别执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)、《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93)		符合
	严格控制“两高”行业产能。		符合
环境风险防控	严格控制具有重大环境风险源的工业生产项目进入,必须制定完善的环境风险防控措施。	本项目不属于涉重大环境风险源工业生产项目。项目按规定制定完善的环境风险防控措施。	符合
	入园企业应根据相关规范要求设置一定容积的事故水池、初期雨水池、定期监测地下水水质。	本项目不涉及。	符合
	开发区危险废物暂存库按《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)的相关要求建设。	本项目不涉及。	符合
资源开发效率要求	开发区范围内禁止开采地下水。	本项目不涉及地下水开采。	符合
	工业废水回用率80%、固废综合利用率100%。	本项目不涉及。	符合

表 7-2 (4) 项目与平定县大气环境布局敏感重点管控单元管控要求符合性分析

管控类别	管控要求	本项目	符合性
空间布局约束	执行山西省、重点区域（汾渭平原）、阳泉市空间布局的准入要求。	本项目属于煤矿探伤装置建设，符合省、重点区域（汾渭平原）、阳泉市的空间布局准入要求。	符合
	新建、改建、扩建“两高”项目在符合环境保护法律法规和相关法定规划的前提下，应满足区域环境质量改善、重点污染物排放总量控制、碳排放达峰目标、相关规划环评和行业准入条件要求；新建、扩建“两高”项目，还应通过产业结构调整、污染物区域削减等措施腾出环境容量。	本项目不属于“两高”项目。	符合
污染物排放管控	执行山西省、阳泉市污染物排放控制的要求。	本项目主要污染因子为 X 射线，管控单元未对本项目排放污染物提出具体管控要求。	符合
	禁止新建燃料类煤气发生炉。	本项目不涉及。	符合
	工业炉窑完成燃料清洁低碳化替代，以清洁低碳能源以及工厂余热、电厂热力等替代煤、渣油、重油等燃料，禁止掺烧高硫煤。	本项目不涉及。	符合
环境风险防控	严格落实《阳泉市重污染天气应急预案》。	本项目不涉及。	符合
	对涉及有毒有害化学品、重金属和新型污染物的项目，建立生态环境风险防范清单，实行严格的环境准入把关。	本项目不涉及。	符合
资源开发效率要求	进一步优化清洁取暖路径，以热电联产、工业余热集中供热为主要方式。	本项目不涉及	符合

表 7-2 (5) 项目与阳泉市平定县一般管控单元管控要求符合性分析

管控类别	管控要求	本项目	符合性
空间布局约束	执行山西省、重点区域（汾渭平原）、阳泉市空间布局的准入要求。	本项目属于煤矿探伤装置建设，符合省、重点区域（汾渭平原）、阳泉市的空间布局准入要求。	符合
	排放大气污染物的工业项目应当按照规划和环境保护规定进入工业园区。	本项目主要污染因子为 X 射线。	符合
	禁止在临近基本农田区域排放重金属和多环芳烃、石油烃等有机污染物的开发建设活动。	本项目不涉及	符合

污染物排放管控	执行山西省、阳泉市污染物排放控制的要求。	本项目主要污染因子为 X 射线，管控单元未对本项目排放污染物提出具体管控要求。	符合
环境风险防控	/	/	/
资源开发效率要求	/	/	/

## 表 8 环境质量和辐射现状

### 8.1 项目地理和场所位置

阳泉煤业（集团）有限责任公司五矿位于山西省平定县城西南，隶属平定县管辖。井田位于山西省平定县城西南，呈北东南西向延伸，全井田分北部及南部，北部南北长近 9 公里，东西宽近 8 公里，南部南北长 6 公里，东西宽 5 公里，总面积约 82.5341 平方公里，地理坐标位于东经 113°28'31"~113°35'29"，北纬 37°41'15"~37°48'17"。

五矿贵石沟井工业场地位于平定县城西南约 6km 处，其配套的洗煤厂位于工业场地东侧。

本项目辐射装置为矿用钢绳芯输送带 X 射线探伤装置，安装于主斜井皮带带 7 号改向滚筒后 5m 处、中央区头部皮带卸载滚后 40m 处、中央区二部皮带 2 号驱动滚前 3m 处、技改巷皮带张紧装置后 1m，均安装于皮带下方。

评价委托山西志源生态环境科技有限公司对阳泉煤业（集团）有限责任公司五矿的辐射环境本底值监测数据。

### 8.2 辐射环境监测

#### 8.2.1 监测布点

根据设备及周围情况，监测点位为：4 台矿用钢绳芯输送带 X 射线探伤装置拟安装位置及周边代表性环境敏感点，共布设 21 个监测点位，详见监测布点图。

#### 8.2.2 监测项目

监测项目为环境  $\gamma$  辐射剂量率。

#### 8.2.3 监测时间

监测时间为 2026 年 1 月 14 日。

#### 8.2.4 监测仪器及监测方法

表 8-1 监测仪器

仪器名称	环境级 X- $\gamma$ 辐射检测仪
仪器型号	RD500

能量响应	48keV-3MeV
量程	0.01 μ Gy/h-15mGy/h
检定证书编号	JL25A009000477
校准有效期	2025年3月5日至2026年3月4日

### 8.2.5 质量保证措施

- ①使用的仪器经校准，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》（HJ61-2021）要求进行，检测结果扣除了宇宙射线响应值。
- ④现场监测不少于2名监测人员并共同开展，监测人员均参加过相关的培训，均持证上岗。
- ⑤监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术负责人审定。

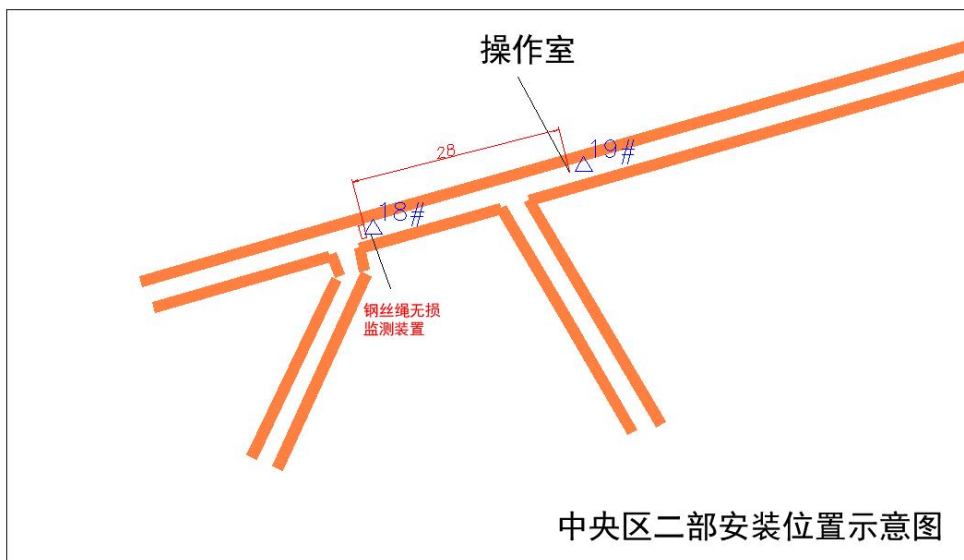
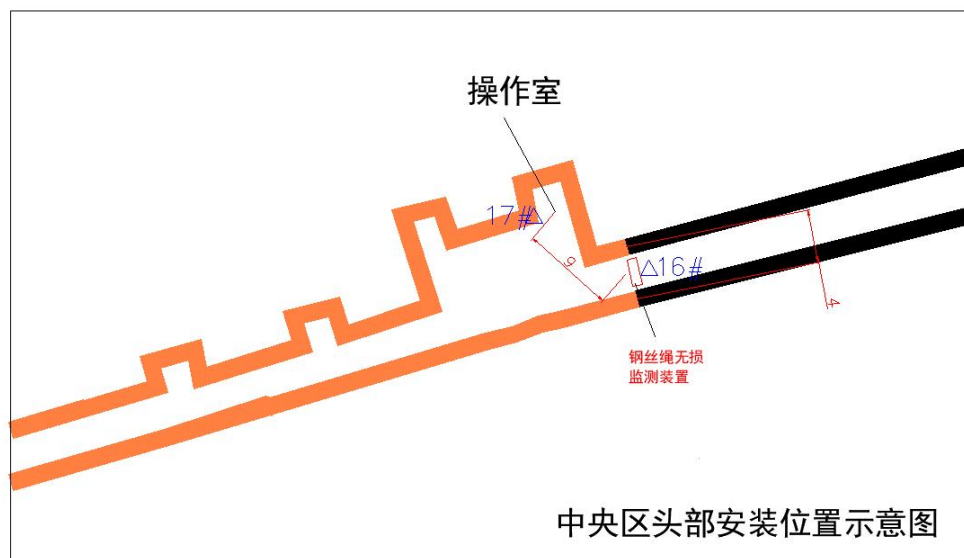
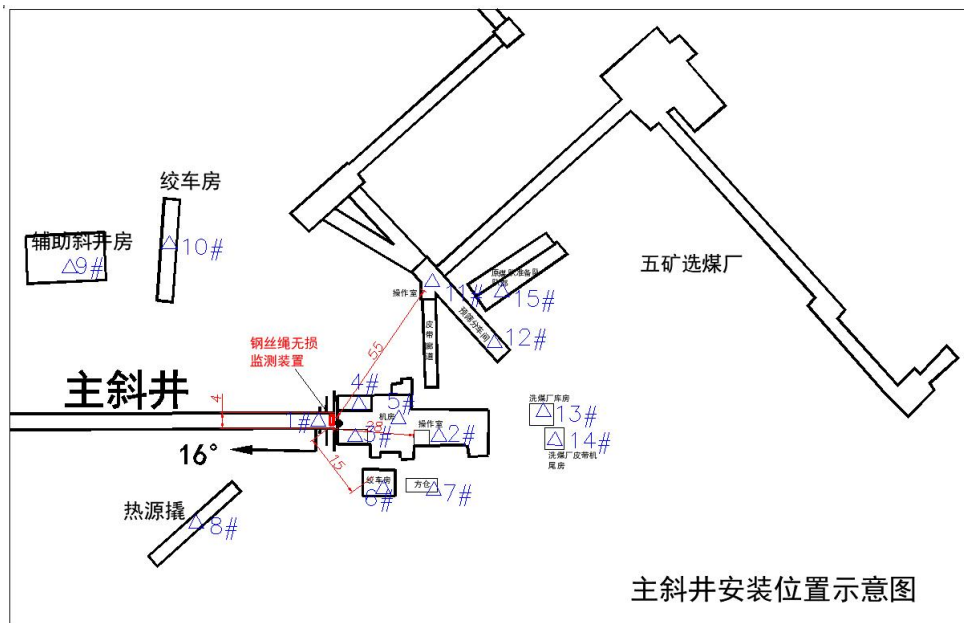
### 8.2.5 监测结果

监测数据见表 8-2。

略

### 8.2.6 监测结果评价

根据《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015），阳泉市天然  $\gamma$  辐射剂量率为 31.9~86.2nGy/h。由表 8-2 监测结果可知，本项目现状环境  $\gamma$  辐射剂量率在 52~71nGy/h 之间，与阳泉市天然辐射本底无显著差异，属于当地天然辐射本底水平。



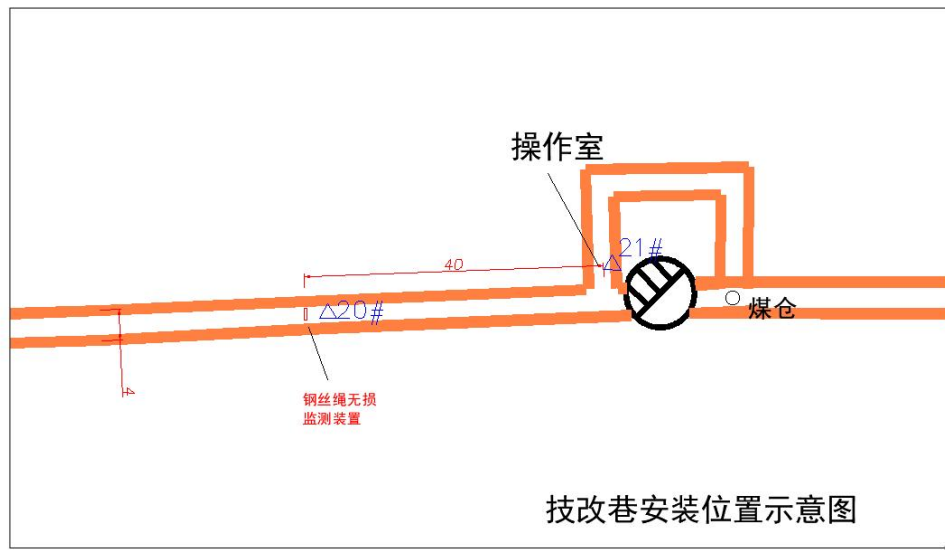


图 8-1 现状监测布点图

表 9 污染源项分析（包括贯穿辐射污染）

## 9.1 工程设备和工艺分析

### 9.1.1 工作原理

矿用钢绳芯输送带X射线探伤装置基于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。

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、钼等)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。典型的X射线管结构示意图见图9-1。

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。

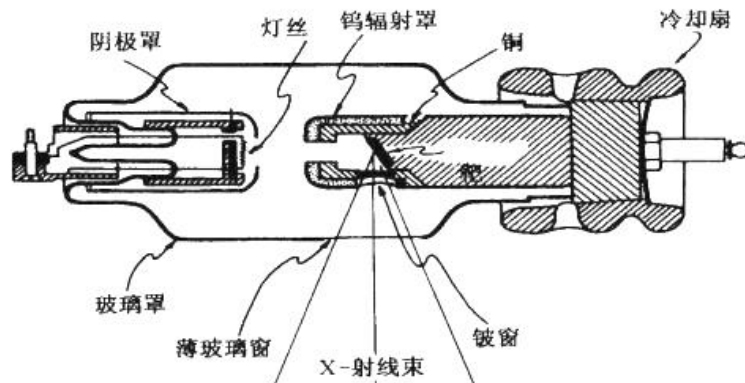


图 9-1 典型 X 射线管结构图

### 9.1.2 设备组成

矿用钢绳芯输送带 X 射线无损检测系统由电涌保护器、上位机、交换机、打印机、电缆、光缆、矿用一般性光端机、矿用隔爆兼本安型钢绳芯输送带无损监测系统主机、矿用隔爆型 X 射线发射箱、矿用本安型 X 射线接收箱、矿用本安型摄像仪、矿用本安型激光发射器、矿用本安型声光报警器、矿用隔爆兼本安型电源箱、矿用本安型光端机等组成。

#### (1) 输送带无损检测装置主机

该部分主要实现了电源控制通断、电压转换，设备状态监测和信号传输功能，输入电源首先通过电压转换电路，实现多路不同电压输出形式，各路输出电压通过控制器控制通断状态；控制器接收上位机命令实现控制命令，并将采集到的信号以规定信号格式从指定传输接口发送至上位机。

#### (2) X 射线发射箱

该部分主要实现射线束的产生、发射功能，通过将接入的 AC220V 电压进行升压处理，使管端压差达到一定值后产生射线，射线经过过滤后形成射线束。

#### (3) X 射线接收箱

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。

矿用钢绳芯输送带 X 射线探伤装置示意图见图 9-2。

### 9.1.3 工作流程

(1) 探伤作业前，探伤工作人员应检查射线装置，检查安全装置的性能及报警信号、标志的状态。

(2) 探伤工作人员应配备防护服、个人剂量报警仪及个人剂量仪。个人剂量报警仪及个人剂量仪应按期进行检定或校准。以保证准确有效。

(3) 探伤作业前必须检查皮带探伤机四周、并确保在探伤机出线前及工作期间控制区和内无任何人，监督区内无公众人员。

(4) 开始探伤工作之前，应对便携式测量仪进行检查，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) 在首次开启探伤机时，应根据巡测结果调整监督区和控制区设置的要求。

(6) 探伤工作以前，探伤作业场所由 1 名现场探伤工作人员对监督区进行清场并在边界进行警戒，然后由 1 名探伤人员在控制室启动探伤机。

(7) 启动被检测带式输送机，确保运转正常；

(8) 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；

(9) 打开 X 光机，观察光源电压与电流指示值是否正常；

(10) 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；

(11) 点击“开始记录”按钮，数据开始存储；

(12) 采集完成后，点击“停止按钮”数据停止记录；

(13) 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；

(14) 点击“停止检测”按钮，接收板停止向工控机发送数据；

(15) 点击右下角“数据分析”按钮，进入数据分析界面；

(16) 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；

(17) 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；

(18) 操作完成后，点击“退出”检测软件；

(19) 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；

(20) 探伤作业结束后，要停止探伤装置射线源，严禁长时间开启射线源导致人员伤害。

(21) 填写设备运行记录。

## 9.2 辐射源项分析

### 9.2.1 施工期污染源

本工程施工内容主要为设备安装，工程量很小，施工期短。

施工过程中主要环境影响包括：设备噪音及少量的包装废物。另外在设备调试过程中会产生 X 射线。

### 9.2.2 运营期污染源分析

#### (1) 放射性污染

本项目运营期的主要污染因子是 X 射线。

由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失的。因此，在开机曝光期间，有用束和漏射、散射的 X 射线对周围环境造成辐射污染。

#### (2) 非放射性污染源分析

本工程射线装置运行时无放射性废水、废气和放射性固体废物产生。

X 射线装置在工作状态时，产生的 X 射线会使空气电离产生极少量的臭氧和氮氧化物等有害气体。由于该项目 X 射线机工作的管电压、管电流较小，因此产生的臭氧和氮氧化物也极少，可忽略。

#### (3) 事故工况下污染途径

本项目使用的射线装置属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探伤装置在正常探伤时，人员管控不到位或无关人员靠近射线装置，受到散射、漏设射线的照射。

②工作人员误操作，在管控区有人的情况下操作机器。

③探伤装置在开机探伤过程中辐射防护结构未安装牢固或由于其他自然及人为原因导致意外脱落，未及时维修，致使 X 射线泄漏，使工作人员受到额外的照射或给周围活动人员造成不必要的照射。

④设备维修期间，维修工程师在检修期间误开机，造成辐射伤害。

⑤未认真执行操作规程，造成人员以外照射和周围环境放射性污染。

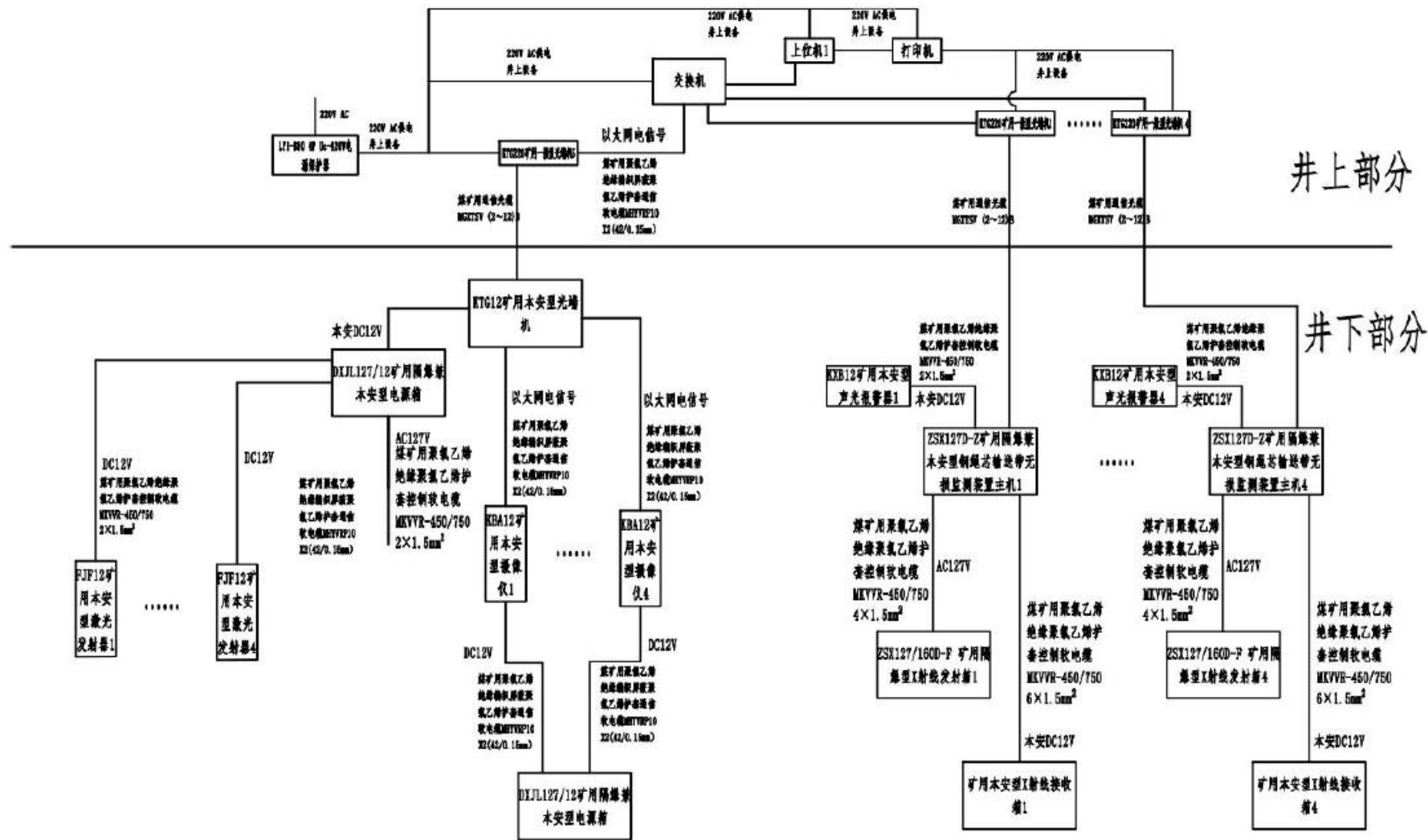


图 9-2 X 射线探伤装置布置及连接关系示意图

**表 10 辐射安全与防护**

**10.1 项目安全设施**

**10.1.1 项目工作场所布局**

本项目辐射装置为矿用钢绳芯输送带 X 射线探伤装置，安装于主斜井皮带机 7 号改向滚筒后 5m 处、中央区头部皮带机卸载滚筒后 40m 处、中央区二部皮带机 2 号驱动滚前 3m 处、技改巷皮带机张紧装置后 1m 处（详见附图 2）。

本项目装置 100m 范围有：①中央区头部皮带机射线探伤装置设置在中央区头部皮带机巷，周边分布有轨道巷、联络巷以及停用的火药库等，与其他巷道及停用火药库等设施之间有煤壁阻隔，附近敏感目标为：操作室人员及探伤装置巡检人员，操作室位于距射线装置水平距离约 9m，垂直距离约 3m 的位置。②中央区二部皮带机射线探伤装置设置于中央区二部皮带巷，周边分布有猴车巷、中央区二部皮带巷横贯以及其他停用巷道，探伤装置与猴车巷、二部皮带巷横贯等巷道之间有煤壁阻隔，附近敏感目标为：操作室人员及探伤装置巡检人员，操作室位于距射线装置水平距离约 28m；垂直距离约 0m 的位置。③技改巷皮带机射线探伤装置设置于技改皮带巷内，周边主要分布有轨道巷、主斜井机尾巷、硐底候车室、副立井操作室等，射线装置与上述设施之间均有煤壁阻隔，技改巷皮带机射线探伤装置附近敏感目标为：操作室人员及探伤装置巡检人员，操作室位于距射线装置水平距离约 40m；垂直距离约 0m。④主斜井皮带机射线装置控制室及输送皮带周边循环人员活动区以及周边煤矿工业场地和洗煤厂部分功能建筑主要有库房、热风机房、机房、绞车房、方仓、热源撬、辅助斜井房、辅助斜井绞车房、洗煤厂皮带操作室、洗煤厂预筛分车间、洗煤厂库房、洗煤厂皮带机尾房、洗煤厂原煤队和准备队队部等。

各带式输送机旁留设检修通道，仅在皮带停运时检修（皮带运行过程（探伤设备工作时）不检修）。射线装置运行期间，使用时间较短，在操作期间，

监督区警戒线周围有辐射工作人员进行巡测、警戒线和无关人员管控，禁止人员靠近。因此布局合理。

### 10.1.2 辐射工作场所分区情况

#### (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《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）：现场探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，并在相应边界设置警示标识。一般将作业时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，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。

根据计算结果可知，本项目在采取屏蔽措施后距离射线装置外  $0.2\text{m}$  处剂量率小于  $15\mu\text{Gy/h}$ ， $0.50\text{m}$  处剂量率小于  $2.5\mu\text{Gy/h}$ 。皮带外侧铅屏蔽体距射线装置距离大于  $0.2\text{m}$ 。

根据设备生产厂家对探伤装置屏蔽和区域划分知道方案，并结合现场实际情况，控制区、监督区边界的划分可适当扩大范围，使其边界更加容易管控。保守考虑实际分区及采取措施如下：

主斜井输送带探伤装置：将铅屏蔽体内区域作为控制区，屏蔽体外主斜井房内其他区域以及输送带走向上射线装置两侧各  $3\text{m}$  作为监督区。在铅屏蔽体外（控制区边界）设置醒目的警示标志、悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，并备注：探伤作业期间严禁任何人员入内。

在主斜井房外（监督区边界）悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，防止非辐射工作人员进入无损检测场所。

中央区头部皮带机、中央区二部皮带机、技改巷皮带机探伤装置：将铅屏蔽体内区域作为控制区，将屏蔽体外输送带走向上射线装置两侧各  $3\text{m}$  巷道内区域作为监督区。在铅屏蔽体外（控制区边界）设置醒目的警示标志、悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，并备注：探伤作业期间严禁任何人员入内。

在输送带行进方向上射线装置两侧 3m 处(监督区边界)悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌,地上画出黄色警示线,防止非辐射工作人员进入无损检测场所。

射线装置工作场所功能分区见附图5。

### (2) 分区管理要求及措施

本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。并定期对分区边界进行检测验证。将周围剂量当量率大于  $15\mu\text{Sv/h}$  的范围均化为控制区,按照控制区管理。

#### ①控制区

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,同时在进行检查前进行检查控制区内无人员活动。

#### ②监督区

监督区边界设置黄色警戒线,警戒线处悬挂清晰可见的“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。

### 10.1.3 辐射屏蔽设计

本项目涉及 1.4m 和 1.2m 两种带宽皮带机,各射线装置发射箱自带内外两层护壳,内层护壳为 15mm 钢板,外层护壳为 1.5mm 铁板,发射箱顶部留有出束口。考虑拟用射线装置自身屏蔽情况弱,本项目拟在皮带机外侧(X 射线探伤装置发射箱、接收箱和回程皮带四周)设屏蔽装置。采取的辐射屏蔽措施见下表,屏蔽措施结构示意图见图 1、图 2。

表 10-1 各射线装置采取的辐射屏蔽措施

序号	射线装置安装位置	屏蔽措施
1	主斜井皮带机(1.4m 带宽)	探伤装置外侧建议防护体结构尺寸为 $1.9\text{m} \times 1.4\text{m} \times 0.95\text{m}$ ,其中皮带通过侧 $1.9\text{m} \times 1.4\text{m}$ ,皮带过道侧 $1.4\text{m} \times 0.95\text{m}$ 。防护体结构 2mm 厚钢板+4mm 厚铅板。
2	中央区头部皮带机(1.2m 带宽)	探伤装置外侧建议防护体结构尺寸约为 $1.8\text{m} \times 1.4\text{m} \times 0.95\text{m}$ ,其中皮带通过侧 $1.8\text{m} \times 1.4\text{m}$ ,皮带过道侧 $1.4\text{m} \times 0.95\text{m}$ 。防护体结构 2mm 厚钢板+4mm 厚铅板。

3	中央区二部皮带机（1.2m 带宽）	探伤装置外侧建议防护体结构尺寸约为 1.8m×1.4m×0.95m，其中皮带通过侧 1.8m×1.4m，皮带过道侧 1.4m×0.95m。防护体结构 2mm 厚钢板+4mm 厚铅板。
4	技改巷皮带机（1.4m 带宽）	探伤装置外侧建议防护体结构尺寸为约为 1.9m×1.4m×0.95m，其中皮带通过侧 1.9m×1.4m，皮带过道侧 1.4m×0.95m。防护体结构 2mm 厚钢板+4mm 厚铅板。
备注：X 射线发射箱出束方向从下往上照射。现场安装时要根据射线装置安装位置及与皮带高度等条件进行调整，防护挡板需屏蔽射线发射箱及射线束照射范围。防护挡板安装时尽可能减小屏蔽体与皮带间缝隙，同时要对屏蔽体和地面进行安装固定，确保安装牢固。		

图 1（1） 1.4m 带宽射线屏蔽装置结构图（正视图，皮带通过侧）

图 1（2） 1.4m 带宽射线屏蔽装置结构图（侧视图，皮带过道侧）

图 1（3） 1.4m 带宽射线屏蔽装置结构图（俯视图）

图 2（1） 1.2m 带宽射线屏蔽装置结构图（正视图，皮带通过侧）

图 2（2） 1.2m 带宽射线屏蔽装置结构图（侧视图，皮带过道侧）

图 2（3） 1.2m 带宽射线屏蔽装置结构图（侧视图）

#### 10.1.4 辐射安全措施

##### （1）设备固有安全设施与措施

###### ①远程控制

操作人员在操作室内进行远程操作，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。

##### （2）应完善的安全装置

### ①控制台

应设有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显示装置；应设有高压接通时的外部报警或指示装置，设钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，X射线管才能出束，钥匙只有在停机或待机才能拔出。设紧急停机开关。控制台应设辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

### ②设置声光报警器

探伤装置屏蔽体顶部安装醒目的声光报警器装置及有提示“预备”状态和“照射”状态的指示灯和声音提示装置“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。

### ③视频监控装置

射线装置周围设置监控摄像头，辐射工作场所设置监视用摄像装置，以观察辐射工作场所内人员驻留情况和设备运行状态。

### ④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，防止无关人员入内。

### ⑤语音广播设备

在操作台上设置语音广播设备，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。

### ⑥紧急止动开关

本项目4台探伤设备操作室控制台和探伤装置辐射工作场所周围分别设置紧急停机开关，按下即可切断电源，停止X射线出束。控制台设置防止非工作人员操作的钥匙开关。

## （3）安全操作要求

①辐射工作人员进入工作区域时不仅佩戴常规个人剂量计，同时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和周围毗邻区域人员居留处。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。对监测巡查结果建立档案。

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在每一次照射前，操作人员都应该确认控制区内部没有人员驻留，并确认在所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始检测探伤工作。

⑤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。

#### （4）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、监督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X- $\gamma$ 辐射监测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 X- $\gamma$ 辐射监测仪，两者均应使用。

#### （4）防护用品

煤矿应为职业人员配置防护铅衣。

### （5）监测设备

煤矿应为职业人员每人配置个人剂量计及一台个人剂量报警仪，配备便携式X-γ辐射监测仪，皮带探伤期间对人员活动区域进行巡测，监测结果记录并存档。

通过采取以上防护措施后，本项目能够满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GB117-2015）提出的防护要求。

### 10.2 三废的治理

本项目为 X 射线装置，通电开机状态下产生 X 射线，停电后 X 射线即消失，不产生放射性三废。

X 射线装置在出束过程中会电离空气中的氧气产生臭氧，由于本项目产生的臭氧量很小，并且由于臭氧的化学性质活泼，因此产生的臭氧的环境影响可以忽略不计。

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，不涉及使用定影液、显影液，不产生清洗废水。

本项目运行过程中无其它废物产生。

## 表 11 环境影响分析

### 11.1 建设阶段环境影响分析

本项目为新建工程，项目所用设备安装于输送带上、在操作室安装计算机控制装置、不存在土建施工。工程施工内容仅为设备安装，施工量很小，施工环境不敏感，施工期产生少量的施工噪声不会对周围环境造成影响。X 射线探伤装置在安装过程中不产生 X 射线，不会对周围辐射环境产生影响。射线装置调试会产生 X 射线，但时间很短、辐射影响很小。安装调试由厂商进行，建设单位不得自行拆卸、安装设备。安装调试期间，应加强辐射防护管理，保证各屏蔽体屏蔽到位，在装置周边设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近，在人员离开控制区进行调试，安装调试结束后，项目建设影响随之消除。

### 11.2 运行阶段环境影响分析

#### 11.2.1 射线装置运行情况

根据本项目使用矿用钢绳芯输送带 X 射线探伤系统厂家提供信息可知，本项目固定式 X 射线检测装置最大管电压为 160kV，最大管电流为 1mA。

本项目 X 射线发射箱出束方向出线定向向上。各设备采取的辐射屏蔽措施及运行时间见下表。

表 11-1 各射线装置采取的辐射屏蔽措施

序号	射线装置安装位置	屏蔽措施	运行时间
1	主斜井皮带机	探伤装置外侧建议防护体结构尺寸为 1.9m×1.4m×0.95m，其中皮带通过侧 1.9m×1.4m，皮带过道侧 1.4m×0.95m。防护体结构 2mm 厚钢板+4mm 厚铅板。	9.2min/次，330 次/a，50.6h/a
2	中央区头部皮带机	探伤装置外侧建议防护体结构尺寸约为 1.8m×1.4m×0.95m，其中皮带通过侧 1.8m×1.4m，皮带过道侧 1.4m×0.95m。防护体结构 2mm 厚钢板+4mm 厚铅板。	11.1min/次，142 次/a，26.3h/a
3	中央区二部皮带机	探伤装置外侧建议防护体结构尺寸约为 1.8m×1.4m×0.95m，其中皮带通过侧 1.8m×1.4m，皮带过道侧 1.4m×0.95m。防护体结构 2mm 厚钢板+4mm 厚铅板。	11.1min/次，142 次/a，26.3h/a
4	技改巷皮带机	探伤装置外侧建议防护体结构尺寸为约为 1.9m×1.4m×0.95m，其中皮带通过侧 1.9m×1.4m，皮带过道侧 1.4m×0.95m。防护体结构 2mm 厚钢板+4mm 厚铅板。	11.7min/次，142 次/a，27.7h/a

备注：X 射线发射箱出束方向从下往上照射。

### 11.2.2 辐射环境影响评价

评价采用理论预测评价的方法进行辐射环境影响分析。为了解防护铅板屏蔽的辐射屏蔽效果，本次计算采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》

(GBZ/T250-2014) 中推荐的预测方式进行计算。

由于本项目主射方向向上，主射方向均为无人员可达区，因此，本项目仅考虑射线装置四周的漏射、散射影响。

#### 11.2.2.1 理论预测评价分析：

(1) 控制区及监督区边界核算

##### ① 泄漏辐射

$$H = \frac{H_L \cdot B}{R^2} \text{----- (公式11-1)}$$

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

式中：H—关注点的剂量当量率，μSv/h；

B—为屏蔽透射因子；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

$H_L$ —距靶点1m处X射线管组装体的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ，查GBZ/T250-2014表1得到，160kV管电压的数据取为 $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

X—屏蔽物质厚度，与TVL取相同单位

TVL—屏蔽物质的什值层厚度，查GBZ/T250-2014附录表B.2并计算可知，160kV管电压的相应值为1.05mm。

在漏射情况下，射线装置在不同距离处的剂量率计算结果表见表11-2。

表11-2 射线装置四周置控制区及监督区在漏射情况下计算结果表

装置	拟采用的屏蔽厚度	辐射源至关注点不同距离	B透射因子	剂量率 $\mu\text{Sv/h}$
探伤装置	4mm铅+2mm钢=4.18mmpb	0.1m	1.04E-4	26
	4mm铅+2mm钢=4.18mmpb	0.2m	1.04E-4	6.5
	4mm铅+2mm钢=4.18mmpb	0.3m	1.04E-4	2.9
	4mm铅+2mm钢=4.18mmpb	0.4m	1.04E-4	1.6
	4mm铅+2mm钢=4.18mmpb	0.5m	1.04E-4	1.04
	4mm铅+2mm钢=4.18mmpb	0.6m	1.04E-4	0.72
	4mm铅+2mm钢=4.18mmpb	0.7m	1.04E-4	0.53

② 散射辐射屏蔽

$$B = 10^{-X/\text{TVL}} \text{-----} (\text{公式11-3})$$

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \text{-----} (\text{公式11-4})$$

式中：

$\dot{H}$ —关注点的剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$R_s$ —为散射体至关注点的距离，m；

I—X射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流；

$H_0$ —距辐射源点（靶点）1m处输出量，查附录表B.1，160kV管电压时的最大输出量为 $1.1 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

F— $R_0$ 处的辐射野面积，本项目为 $1.4\text{m} \times 0.4\text{m} = 0.56\text{m}^2$ ；

$R_0$ —辐射源点（靶点）至探伤工件（皮带）的距离（本项目取0.5m）；

$\alpha$ —散射因子，入射辐射被单位面积（ $1\text{m}^2$ ）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 $\alpha$ 值时，以水散射体的 $\alpha$ 值保守估计，见附录B表B.3。本项目按推荐值取 $1.9 \times 10^{-3}$ ；

TVL—屏蔽物质的半值层厚度，根据GBZ/T250-201表2，原始X射线 $150 \leq kv \leq 200$ ，确定散射辐射为150kv，散射X射线的TVL取0.96mm。

对于估算出的屏蔽透射因子B。

射线装置四周控制区及监督区在散射情况下计算结果表见表11-3。

表11-3 射线装置四周置控制区及监督区在散射情况下计算结果表

装置	拟采用的屏蔽厚度	辐射源至关注点不同距离	B透射因子	剂量率 $\mu\text{Sv/h}$
探伤装置	4mm铅+2mm钢 =4.18mmpb	0.1m	4.42E-5	20.71
	4mm铅+2mm钢 =4.18mmpb	0.2m	4.42E-5	5.18
	4mm铅+2mm钢 =4.18mmpb	0.3m	4.42E-5	2.30
	4mm铅+2mm钢 =4.18mmpb	0.4m	4.42E-5	1.29
	4mm铅+2mm钢 =4.18mmpb	0.5m	4.42E-5	0.83
	4mm铅+2mm钢 =4.18mmpb	0.6m	4.42E-5	0.58
	4mm铅+2mm钢 =4.18mmpb	0.7m	4.42E-5	0.42

根据以上计算结果对泄漏辐射和散射辐射进行叠加，叠加后的射线装置周围辐射剂量率计算结果表见表11-4。

表11-4 射线装置周围辐射剂量率计算结果表

散射体至关注点的距离 m	关注点的剂量当量率 $\mu\text{Sv/h}$		
	漏射	散射	漏射+散射叠加
Rs			
0.10	26	20.71	46.71
0.20	6.5	5.18	11.68
0.30	2.9	2.30	5.2
0.40	1.6	1.29	2.89
0.50	1.04	0.83	1.87
0.60	0.72	0.58	1.3
0.70	0.53	0.42	0.95

根据《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的规定，将作业时被检物体周围的空气比释动能率大于 $15\mu\text{Gy/h}$ 的范围内划为控制区；在控制区边界外将作业时空气比释动能率大于 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 的范围划为监督区，并

在相应的边界设置警示标识。

根据以上计算结果可知，本项目在采取屏蔽措施后距离射线装置外 0.2m 处剂量率小于 15 $\mu$ Gy/h，0.50m 处剂量率小于 2.5 $\mu$ Gy/h。皮带外侧铅屏蔽体距射线装置距离大于 0.2m。

根据现场实际情况，为便于项目管理，保守考虑实际分区及采取措施如下：

主斜井房输送带探伤装置：将铅屏蔽体内区域作为控制区，屏蔽体外主斜井房内其他区域及输送带走向上射线装置两侧各 3m 巷道内区域作为监督区。在铅屏蔽体外（控制区边界）设置醒目的警示标志、悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，并备注：探伤作业期间严禁任何人员入内。

在主斜井房外（监督区边界）悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，防止非辐射工作人员进入无损检测场所。

中央区头部输送带、中央区二部输送带、技改巷输送带探伤装置：将铅屏蔽体内区域作为控制区，将屏蔽体外输送带走向上射线装置两侧各 3m 巷道内区域作为监督区。在铅屏蔽体外（控制区边界）设置醒目的警示标志、悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，并备注：探伤作业期间严禁任何人员入内。

在输送带行进方向上射线装置两侧 3m 处（监督区边界）悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，地上画出黄色警示线，防止非辐射工作人员进入无损检测场所。

#### 11.2.4 关注点辐射剂量率及人员有效剂量计算

##### ①人员有效剂量计算公式

X射线产生的外照射人均年有效剂量按下列公式计算：

$$E = H \times T \times WT \quad \text{-----} \quad (\text{式 11-5})$$

其中：E—有效剂量，Sv/a；

H—剂量当量率，Sv/h；

T—受照时间，h；

WT—组织权重因子。

② 辐射剂量当量率和年有效剂量估算

本项目拟采用4mm铅板+2mm钢板（近似铅当量4.18mmPb）作为屏蔽体，射线出束朝向为向上，周围辐射源项主要考虑散射+漏射线。根据建设单位提供资料，该公司X射线探伤装置全年运行时间分别见下表。根据现场实际情况，职业人员主要为在监督区边界处进行巡检人员，公众人员主要为监督区边界以外人员。

根据公式11-1、公式11-2、公式11-3、公式11-4计算关注点剂量当量率H。各关注点剂量率贡献值见下表：

表11-5 关注点剂量率计算结果

关注点	关注点位置	屏蔽厚度 (mmpb)	距离 R (m)	剂量率 $\mu\text{Sv/h}$			照射时 间 (h/a)	居 留 因 子	年附加有效 剂量 (mSv)
				漏射	散射	叠加贡 献值			
中央区 头部输 送带探 伤机	操作室	4.18	9	0.0032	0.0026	0.0058	26.3	1	0.00015
	监督区边界	4.18	3	0.029	0.023	0.052	26.3	1	0.00137
中央区 二部输 送带探 伤机	操作室	4.18	28	0.00033	0.00026	0.0006	26.3	1	0.000016
	监督区边界	4.18	3	0.029	0.023	0.052	26.3	1	0.00137
技改巷 输送带 探伤机	操作室	4.18	40	0.00016	0.00013	0.00029	27.7	1	8.033E-06
	监督区边界	4.18	3	0.029	0.023	0.052	27.7	1	0.00144
主斜井皮 带探伤机	操作室	4.18	28	0.00033	0.00026	0.00060	50.6	1	3.036E-05
	监督区边界	4.18	3	0.029	0.023	0.052	50.6	1	0.0026
	库房（公众）	4.18	5	0.0104	0.0083	0.0187	50.6	1/5	0.000218
	热风机房（公 众）	4.18	5	0.0104	0.0083	0.0187	50.6	1/5	0.000218
	机房（公众）	4.18	14	0.00133	0.00106	0.00239	50.6	1/5	2.78148E-05
	绞车房（公 众）	4.18	15	0.00116	0.00092	0.00208	50.6	1/5	2.10496E-05

方仓（公众）	4.18	17	0.0009	0.00072	0.00162	50.6	1/5	1.63944E-05
热源撬（公众）	4.18	38	0.00018	0.00014	0.00032	50.6	1/5	3.2384E-06
辅助斜井房（公众）	4.18	87	3.451E-05	2.73646E-05	6.18749E-05	50.6	1	3.13087E-06
辅助斜井绞车房（公众）	4.18	33	0.00024	0.00019	0.00043	50.6	1/5	4.3516E-06
洗煤厂皮带操作室（公众）	4.18	55	8.635E-05	6.84703E-05	0.00015	50.6	1	7.59E-06
洗煤厂预筛分车间（公众）	4.18	57	8.03966E-05	6.37497E-05	0.00014	50.6	1	7.084E-06
洗煤厂库房（公众）	4.18	63	6.58122E-05	5.21851E-05	0.00012	50.6	1/5	1.39656E-06
洗煤厂皮带机尾房（公众）	4.18	72	5.03875E-05	3.99542E-05	9.03417E-05	50.6	1/5	1.0514E-06
洗煤厂原煤队、准备队队部（公众）	4.18	79	4.18537E-05	3.31874E-05	7.50411E-05	50.6	1	3.79708E-06

由上表计算结果可知，本项目射线装置正常运行所致职业人员年附加有效剂量最大为 0.0026mSv，低于工作人员剂量管理约束限值 5mSv/a 的要求；公众人员年附加有效剂量最高为 0.000218mSv，低于公众人员剂量管理约束限值 0.1mSv/a 的要求。

### 11.3 非放射性污染物环境影响分析

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。

本项目电离作用有限，臭氧产额很小，加之分解快，作用场所通风条件好，可忽略其影响。

### 11.4 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探伤装置在正常探伤时，人员管控不到位或无关人员靠近射线装置，受到散射、漏设射线的照射。②工作人员误操作，在管控区有人的情况下操作机器。③探伤装置在开机探伤过程中辐射防护结构未安装牢固或由于其他自然及人为原因导致意外脱落，未及时维修，致使 X 射线泄漏，使工作人员受到额外的照射或给周围活动人员造成不必要的照射。④设备维修期间，维修工程师在检修期间误开机，造成辐射伤害。⑤未认真执行操作规程，造成人员以外照射和周围环境放射性污染。

#### 11.4.2 辐射事故防范措施

要避免误照事故的发生及发生后能采取立即采取有效防范措施，建设单位需做好以下防范措施：

①X 射线探伤装置屏蔽体外顶部拟设置声光报警装置，X 射线出束过程中，报警装置会持续闪烁红光，声光报警装置与发射箱进行联锁。

②定期仔细核查监视与警示装置，确定其处于正常状态。定期检查防护挡板、视频监控与声光报警装置，确定其处于正常状态。

③加强辐射安全管理，严格禁止进入规定控制区，禁止无关人员进入监督区，在严格落实此措施可以确保人员的清场，杜绝探伤误照事故的发生。

④严格遵循每次检测前清场制度，在确保控制区内无人的前提下方可进行检测作业。

⑥检查系统准备启动和工作中，控制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放射源出束或停机，防止事故发生。

⑦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，不得重新启动辐射源。

⑧调试和维修时，应保证切断辐射源出束状态。

⑨辐射工作场所应醒目设置警示标识。

⑩无损检测系统应有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。严格制定并执行无损探伤装置的使用和登记制度。

⑪在进行探伤作业时，由于探伤作业时间较短，工作人员尽量选择在公众人员最少的时间进行作业。

项目在落实以上的各种防范措施后，能够满足（GB18871-2002）中相关规定要求。实际运行中工作人员按操作规程正确操作，并认真执行各种安全规章制度，可有效减少或避免辐射事故发生。

#### 11.4.3 辐射事故应急预案

针对本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。

针对本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上级领导报告。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，严禁任何人擅自移动和取走现场物件（紧急救援需要除外）。

②立即启动本单位辐射事故应急响应，采取必要措施。对受照人员，送专业医院进行诊断与治疗。并立即向相关管理部门电话报告，对于造成或可能造成人员辐射损伤照射的，还应同时向平定县卫生健康和体育局报告，及时填写《辐射事故初始报告表》，1小时内完成书面报告。

③对受辐射的人员，及时送往医院进行检查和抢救，并在第一时间将事故情况通报当地环保、卫生等主管部门。

④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。

⑤事故的善后处理，总结事故原因，吸取教训，采取补救措施。

**表 12 辐射安全管理**

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 管理机构及职责

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条规定：使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 II 类、III 类射线装置的工作单位，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；其他辐射工作单位应当具有 1 名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全和环境保护管理工作。

阳泉煤业（集团）有限责任公司五矿已成立辐射安全管理领导组，负责领导和协调煤矿的辐射防护工作。具体人员如下：

组长：王中奎（矿长）

副组长：焦小石（总工程师） 任寅生（安全管理中心主任）

成员：李玉文 覃慧文 昌江 张存国 杨利军 翟继鹏 左海富。

辐射安全管理领导小组的主要职责是：

一、组长责任制

1、根据国家法律法规，放射防护领导小组组长是放射防护管理的第一责任人。

2、贯彻执行《中华人民共和国放射性污染的标准》，落实本公司的放射防护情况，保障本公司放射工作人员放射管理工作正常开展，保障放射工作场所的放射防护设施符合国家环境标准和卫生要求。

3、为本公司的放射防护提供必要的经费和组织保障。

4、建立放射防护管理组，确定逐级放射防护责任，批准实施放射防护管理制度和操作规程。

二、副组长责任制

1、组织本公司新、改、扩建的放射工作场所的放射防护设施设计、施工、验收工作。

2、组织放射防护检查，督促落实放射防护整改措施，以及查处放射防护的

重大隐患。

3、组织制定符合本公司实际的放射事故预防措施与应急预案。

三、专职放射防护管理人员责任制

1、拟定年度放射防护工作计划，组织实施日常的放射防护管理工作。

2、组织制定放射防护管理制度和操作规程并检查监督其落实。

3、拟定放射防护工作的资金投入和组织保障方案。

4、组织实施新、改、扩建放射工作场所的放射防护设计，验收工作。

5、负责办理本公司放射工作许可证和放射工作人员证。

6、配合落实放射工作人员的上岗前和定期的体检、放射防护知识的培训，组织落实放射工作人员的个人剂量监测工作。

7、建立并负责管理本公司的放射防护档案。

8、组织实施放射防护检查和释放隐患整改工作。

9、组织开展对放射工作人员和有关管理人员的放射知识培训，组织放射事故预防措施与应急预案的实施和演习。

10、本公司放射防护责任人委托的其他放射防护管理工作，放射防护管理人应当定期向放射防护责任人报告放射防护情况，及时报告涉及放射防护的重大问题。

12.2.2 新增辐射工作人员

阳泉煤业（集团）有限责任公司五矿使用矿用钢绳芯输送带 X 射线探伤装置新增辐射工作人员 8 人，工作时、每台射线装置设 2 名工作人员，新增管理人员 2 名。10 名辐射管理及工作人员需在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn/>）进行自主学习并参加辐射安全与防护考核，考核合格后方可上岗。

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》（2008 年修改）（环境保护部第 3 号令）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保

部第 18 号令) 的相关管理要求, 阳泉煤业(集团) 有限责任公司五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《生态环境部(核安全中心) 辐射安全与防护监督检查技术程序(2020 年版)》的相关要求, 阳泉煤业(集团) 有限责任公司五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)
4	监测方案
5	检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完善或进行制定:

(1) 辐射安全管理规定: 明确本单位辐射安全与防护管理的组织体系、职责分工, 包括辐射防护领导机构及负责人、辐射安全与防护负责人等。应制定辐射防护目标; 规定辐射工作人员上岗条件; 规定本单位内部的辐射安全与防护管理和监督制度; 以及整个运行操作寿期内的射线装置的管理。

(2) 运行操作规程: 要求所有工作都使用程序, 按程序办事。对射线装置制定操作程序, 并定期对运行操作程序进行复查和必要的更新,

(3) 辐射安全与防护设施的维护与维修制度: 明确安全防护设施日常维护检修机构人员和职责、维护维修范围、内容、频次、方法等。

(4) 监测方案: 明确监测项目, 监测时间、地点和监测频次, 监测方法和监测仪器要求, 参考水平和超过参考水平时应采取的行动等。

(5) 对配备的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：明确规定个人剂量监测及职业健康体检的周期、监测结果记录、监测档案的组成和保存情况等。

(8) 辐射事故应急预案：针对煤矿的核技术利用项目情况，对可能发生的辐射污染情况制定事故应急方案，应急预案应包括应急机构和职责分工，应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备，辐射事故分级及应急响应措施，辐射事故的调查、报告和处理程序等。应急预案内容全面、具体、可操作性强，应急措施和应急响应准备有效可行。

(9) 环评审批后应重新申请领取辐射安全许可证。

(10) 设备投入运行后组织进行环保验收。

(11) 项目运营后应当对本单位核技术利用设施的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告（包括纸质、电子版）。

安全和防护状况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（简称“辐射安全培训”）情况；
- ④核技术应用设施台账；
- ⑤场所辐射环境监测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。

年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

单位在完善并制定以上制度后，能够满足《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等法律法规对射线装置使用中的辐射防护要求。在实际工作中，单位应不断对以上制度进行补充和完善。

### 12.3 辐射监测

#### 12.3.1 监测仪器

评价要求：煤矿为每位辐射工作人员配备个人剂量计，及个人剂量报警仪，建立辐射工作人员个人剂量档案，配备 X- $\gamma$  辐射剂量率仪。

#### 12.3.2 监测方案

按照国家相关法律、法规和标准的要求，结合煤矿实际情况制定辐射环境监测方案如表 12-2，监测记录应清晰、完整，并纳入档案管理。

表 12-2 阳泉煤业（集团）有限责任公司五矿环境监测方案

项目	监测项目	监测范围	监测频次
自主监测	X- $\gamma$ 射线周围剂量当量率	控制区及监督区边界外离地面高度为 1m 处；主要关注点	控制区及监督区每月进行一次自检；关注点每季度监测一次
委托监测	职业性外照射个人剂量	辐射工作人员	有资质单位每三个月监测一次
	X- $\gamma$ 射线周围剂量当量率	控制区及监督边界离地面高度 1m 处；主要关注点	竣工环保验收监测
			编制辐射防护年度评估报告（每年）
			辐射安全许可证延续

#### 12.3.3 监测方法

监测方法：按照《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）执行。

### 12.4 辐射事故应急

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）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求，对于使用 II 类射线装置

的单位，应当根据可能发生的辐射事故的风险，制定并完善本单位的应急预案，做好应急准备。应急预案应包含以下内容：

(1) 应急机构和职责分工：

(2) 应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备：在预案中明确应急培训的内容、机构、频次等，同时根据事故类型配备与本单位最严重事故相适应的应急装备和物资。

(3) 辐射事故分级与应急响应措施：根据本单位拥有的核技术利用项目情况，针对可能发生的每类事故事件，制定相应的响应措施。

针对本项目射线装置使用情况，应急响应措施主要包括：

①避免工作人员和公众不必要的电离辐射剂量的紧急措施。

②防止人员进入控制区的措施。

③一旦发生误照，立即切断电源，迅速安排受照人员远离辐射源，并实施医学检查或到指定的医院救治，并对现场进行保护，积极配合有关部门进行调查处理。对受照人员和应急工作人员做好个人剂量监测，应急工作人员佩戴热释光个人剂量计和个人剂量报警仪，并对应急工作人员做好个人防护措施。

(4) 辐射事故的调查、报告和处理程序。根据国务院 449 号令和环保部第 18 号令等要求，事故单位应当将事故情况报告给相关部门，并规定调查和处理程序。

一旦发生辐射事故，应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要应急措施，并在 1h 内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门报告。有可疑故意引起的辐射事故应同时向公安部门报告，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。不得隐瞒事故，不得拖延不报或者谎报。应急预案中需有应急人员及当地环保、公安、卫生等部门的联系电话，明确上报程序、上报内容。

(5) 辐射事故应急响应解除。本项目意外辐射解除或降至规定限值以内，则辐射事故应急响应解除。

建设单位需按照以上要求制定本单位的辐射应急预案，在发生事故时，立即启动应急预案，并上报各管理部门，可以满足应对辐射事故和突发性事件时应急处理要求。

#### 应急人员的培训演习计划

制定完应急预案后，应规定应急人员的培训演习计划。

①制定周密的演练方案，明确演练内容、目的、时间、地点、人员等。

②进行合理的人员分工，成立演练领导组、工作组、保障组等机构，进行角色分工，明确人员职责。

③做好充分的演练准备，维护仪器设备，配齐物资器材，找好演练场地。

④认真开展实战演练，按照事先预定的方案和程序进行。

⑤演练完毕后及时进行总结归纳。

#### 12.5 环保投资与验收清单

本项目总投资 210.25 万元，本次环评涉及环境保护投资共计 78 万元，主要用于辐射屏蔽、污染防治措施、辐射环境监测仪器、个人防护用品配置及人员培训。

本项目主要辐射防护措施及环保投资见表 12-3：

表 12-3 环保投资一览表

项目	“三同时”措施	要求	投资（万元）
辐射安全管理机构	辐射防护管理	建立以法定代表人为第一责任人的安全管理机构	/
辐射安全和防护措施	屏蔽措施	射线装置四周设 2mm 厚钢板+4mm 厚铅板屏蔽结构	45
	安全措施	①射线装置周围设置监控摄像头； ②X 射线探伤装置屏蔽体外顶部拟设置声光报警装置，并与探伤机进行连锁； ③在两侧控制区防护挡板表面设置醒目的电离辐射警示标志，悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌；在监督区边界悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌，监督区边界处设警戒线。设备周围设语音广播设备；	20

		工作状态指示等与探伤装置安全有效连锁。⑤操作台和无损检测系统工作场所周围均设置紧急止动按钮。	
人员配备	辐射防护与安全培训和考核	辐射工作人员通过生态环境部组织开发的国家核技术 利用辐射安全与防护培训平台进行学习考核，考核后 上岗。	/
	个人剂量监测	辐射工作人员佩戴个人剂量计，并定期送检（最长不超过三个月），加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。	0.5
监测仪器和防护用品	监测仪器	配备 1 台便携式 X-γ辐射监测仪	6
	个人剂量计	配备 10 台个人剂量计、个人剂量报警仪	6
辐射安全管理制度	修订各项规章制度，包括《辐射安全与防护管理》《辐射安全和防护设施维护 与维修》《辐射防护和安全保卫》《监测方案》《监测仪表使用与校验管理》、《辐射工作人员个人剂量管理》《辐射工作人员培训/再培训》《射线装置的操作规程》《辐射安全与防护台账及档案管理》《非固定场所使用的管理规定》《辐射安全与防护考核细则》等		0.5
合计			78

环保验收清单见下表。

表 12-4 环保验收清单

验收内容	验收要求
辐射安全管理机构	成立以法定代表人为组长的辐射安全与环境保护管理领导组，并设专人负责辐射安全管理工作，以红头文件下发各部门。
防护用品与监测仪器	本项目拟配置个人剂量报警仪 10 台、个人剂量计 10 台、铅衣 5 套，1 台便携式 X-γ辐射监测仪。
辐射安全和防护措施	<p>屏蔽结构：射线装置四周设 2mm 钢板+4mm 铅板的防护结构。</p> <p>视频监控装置：X 射线无损检测装置四周设置视频监控装置。</p> <p>紧急止动按钮：控制操作台和无损检测系统工作场所四周均设置紧急止动按钮。</p> <p>声光报警装置：X 射线无损检测系统屏蔽结构顶部均设提示“预备”和“照射”状态的声光提示装置。</p> <p>警示标志、标识：在两侧控制区防护挡板表面设置醒目的电离辐射警示标志，悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌；在监督区边界悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌，监督区边界处设警戒线。设备周围设语音广播设备；工作状态指示等与探伤装置安全有效连锁。</p>

规章制度	修订完善各项规章制度：：《辐射安全与防护管理》《辐射安全和防护设施维护与维修》《辐射防护和安全保卫》《监测方案》《监测仪表使用与校验管理》《辐射工作人员个人剂量管理》《辐射工作人员培训/再培训》《射线装置的操作规程》《辐射安全与防护台账及档案管理》《非固定场所使用的管理规定》《辐射安全与防护考核细则》等。辐射安全管理制度得到宣贯和落实。
人员培训	新增辐射工作及管理人员均应通过生态环境部“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”中辐射安全防护专业知识及相关法律法规的培训和考核，且考核合格，在有效期内。
个人剂量监测及管理	辐射工作人员个人剂量管理制度必须明确：辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检（最长不超过3个月），加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。
应急预案	辐射事故应急预案应符合工作实际，明确应急处理组织机构及职责、应急人员的组织、培训，辐射事故分级及应急措施、辐射事故的调查、报告和处理程序等。

### 12.6 从事辐射活动能力评价

依据《关于修改〈放射性同位素与射线装置安全许可管理办法〉的决定》（环境保护部令第3号）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第18号）规定，现对阳泉煤业（集团）有限责任公司五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“环保部3号令”要求对照表

序号	环保部3号令要求	本单位落实情况	是否符合要求
1	应当设有专门的辐射安全环境保护管理机构，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；其他辐射工作单位应当有1名具有大专以上学历的技术人员专职或兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。	本项目为使用II类X射线装置，煤矿已设置辐射安全防护领导小组，并指定1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与防护管理工作。	符合
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。	煤矿拟安排本项目从事辐射工作人员全部参加培训和考核，取得上岗证后上岗。	符合
3	放射性同位素与射线装置使用场所防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射要求的安全措施。	配备X射线屏蔽设施，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	符合

		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。	
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。	本项目拟配置个人剂量报警仪 10 台、个人剂量计 10 台、铅衣 5 套，可携式 X- $\gamma$ 辐射剂量仪 1 台。	符合
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。	符合
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处理预案。	符合

表 12-6 项目执行“环保部 18 号令”要求对照表

序号	环保部 18 号令要求	本单位落实情况	是否符合要求
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。	拟配备 X 射线屏蔽设施，控制区、监督区设置电离辐射警告标志，并按要求落实辐射防护和安措施。	符合
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。	配备 1 台可携式 X- $\gamma$ 剂量仪进行自测，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。	符合
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 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。	承诺每年 1 月 31 日前向环保部门提交年度评估报告。	符合
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，应当按照环境保护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。	拟对所有辐射工作人员全部参加辐射安全培训和考核，取得上岗证后方可上岗。	符合
5	第二十三条 生产、销售、使用放射性同位素	拟对所有从事放射性	符合

	<p>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。</p> <p>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。个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。</p>	<p>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。</p>	
6	<p>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。</p>	<p>拟委托有资质单位进行个人剂量监测（每季度1次）。</p>	符合

表 12-7 项目执行“II类非医用X线装置使用场所监督检查技术程序”关于管理制度与执行情况对照表（编号：NNSA HQ-08-JD-IP-024）

序号	检查项目	本单位落实情况
管理制度		
1	辐射安全管理规定	符合
2	操作规程	符合
3	非固定场所使用的管理规定	符合
4	辐射安全和防护设施维护维修制度（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）	拟根据本项目情况进一步完善
5	监测方案	拟根据本项目情况进一步完善
6	监测仪表使用与校验管理制度	拟根据本项目情况进一步完善
7	辐射工作人员培训/再培训管理制度	拟根据本项目情况进一步完善
8	辐射工作人员个人剂量管理制度	拟根据本项目情况进一步完善
9	辐射事故应急预案	拟根据本项目情况进一步完善
辐射安全防护措施		

序号	检查项目	本项目拟配置情况	符合性
1	入口处电离辐射警示标志	屏蔽体外设电离辐射警示标志	符合
2	入口处机器工作状态显示	屏蔽体外设机器工作状态显示	符合
3	隔室操作	隔室远距离操作	符合
4	迷道	箱体屏蔽不设迷道	/
5	防护门	箱体屏蔽不设防护门	/
6	控制台有钥匙控制	控制台有钥匙控制	符合
7	门机联锁系统	箱体固定安装无防护门	/
8	照射室内监控设施	屏蔽体内人员不可达，射线探伤安装场所设有监控设施	符合
9	通风设施	工作场所设有通风装置	符合
10	照射室内紧急停机按钮	照射范围内无人员活动	/
11	控制台上紧急停机按钮	控制台设置紧急停机按钮	符合
12	出口处紧急开门开关	铅屏蔽体内无人员活动，人员不可达。	/
13	准备出束声光提示	设置声光报警装置	符合
14	便携式辐射监测仪	矿方拟配备1台便携式辐射监测仪	符合
15	个人剂量报警仪	拟配10台个人剂量报警仪	符合
16	个人剂量计	拟配10个人剂量计	符合

以上分析可知，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。



**表 13 结论及建议**

**结论：**

### 13.1 项目概况

阳泉煤业（集团）有限责任公司五矿新建矿用钢绳芯输送带 X 射线探伤装置项目为：使用 4 台矿用钢绳芯 X 射线探伤装置，分别安装在主斜井皮带机、中央区头部皮带机、中央区二部皮带机、技改巷皮带机，为使用 II 类 X 射线装置项目。项目总投资 210.25 万元。其中环保投资 78 万元，占比 37.1%。

### 11.3 环境质量现状

评价委托山西志源生态环境科技有限公司对阳泉煤业（集团）有限责任公司五矿的辐射环境本底值进行监测，测定环境本底值为 0.052~0.071 $\mu$ Gy/h。

### 13.3 环境影响评价

（1）评价要求在每台 X 射线探伤装置外侧采用 4mm 铅板+2mm 钢板复合屏蔽结构，其中 1.4m 宽皮带机防护体结构尺寸为 1.9m $\times$ 1.4m $\times$ 0.95m，其中皮带通过侧 1.9m $\times$ 1.4m，皮带过道侧 1.4m $\times$ 0.95m。防护体结构 2mm 厚钢板+4mm 厚铅板；1.2m 宽皮带机防护体结构尺寸约为 1.8m $\times$ 1.4m $\times$ 0.95m，其中皮带通过侧 1.8m $\times$ 1.4m，皮带过道侧 1.4m $\times$ 0.95m。屏蔽措施符合《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GB117-2015）提出的防护要求。

#### （2）控制区、监督区划分

根据以上计算结果可知，本项目在采取屏蔽措施后距离射线装置外 0.2m 处剂量率小于 15 $\mu$ Gy/h，0.50m 处剂量率小于 15 $\mu$ Gy/h。皮带外侧铅屏蔽体距射线装置距离大于 0.2m。

根据现场实际情况，为便于项目管理，保守考虑实际分区及采取措施如下：

主斜井房输送带探伤装置：将铅屏蔽体内区域作为控制区，屏蔽体外主斜井房内其他区域及输送带走向上射线装置两侧各 3m 作为监督区。在铅屏蔽体外（控制区边界）设置醒目的警示标志、悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，并备注：探伤作业期间严禁任何人员入内。

在主斜井房外（监督区边界）悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，防止非辐射工作人员进入无损检测场所。

中央区头部输送带、中央区二部输送带、技改巷输送带探伤装置：将铅屏蔽体内区域作为控制区，将屏蔽体外输送带走向上射线装置两侧各 3m 巷道内区域作为监督区。在铅屏蔽体外（控制区边界）设置醒目的警示标志、悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，并备注：探伤作业期间严禁任何人员入内。

在输送带行进方向上射线装置两侧 3m 处（监督区边界）悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，地上画出黄色警示线，防止非辐射工作人员进入无损检测场所。

## （2）剂量估算

由计算结果可知，本项目射线装置正常运行所致职业人员年附加有效剂量最大为 0.0026mSv，低于工作人员剂量管理约束限值 5mSv/a 的要求；公众人员年附加有效剂量最高为 0.000218mSv，低于公众人员剂量管理约束限值 0.1mSv/a 的要求。

### 13.4 辐射防护与安全措施

①按照相关要求，设置相应的控制台、紧急停机、视频监视系统等。

②所有放射工作人员均佩戴个人剂量计，并定期进行测读，记录在个人剂量档案中；配备剂量报警仪。

③煤矿应建立辐射相关规章制度，加强管理。

④从事放射工作的工作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考核，且每四年接受一次在培训。

⑤煤矿应为放射工作人员建立个人健康档案以及个人剂量档案并终身保存。

### 13.5 辐射与环境保护管理

煤矿成立辐射安全管理领导小组，制订相关管理制度，包括应急预案、设备操作制度、管理措施等，规章制度基本健全，具有可操作性，满足辐射管理的要求。评价要求配备 8 名相关的专业人员操作，2 名管理人员，且均要求取得辐射

安全与防护培训证。

### 13.6 结论

综上所述，该煤矿只要严格按照国家有关辐射防护规定执行，严格执行相关规章制度、应急预案，则该项目对放射性工作人员和公众产生的辐射影响就可以控制在国家标准允许的范围之内，从辐射环境保护角度就认为该项目可行。

#### 建议：

- (1) 严格执行操作规程，加强管理。
- (2) 严格落实监测计划，落实各项污染防治措施。
- (3) 强化管理，严格落实各项管理制度、辐射污染防治措施。
- (4) 接受各级环保行政主管部门的监督检查。
- (5) 单位的辐射管理制度应根据管理部门的相关要求进行完善和更新。
- (6) 每年 1 月 31 日前向辐射安全许可证颁发部门报送上一年度辐射安全年度评估报告。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见:

公章

经办人

年 月 日

审批意见:

公章

经办人

年 月 日