

山西寿阳段王煤业集团有限公司使用矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置项目 竣工环境保护验收监测报告表

晋大地晋新验监〔2024〕005号

建设单位：山西寿阳段王煤业集团有限公司

编制单位：山西大地晋新环境科技研究院有限公司

2024年5月

建设单位法人代表： (签字)

编制单位法人代表： (签字)

项目负责人： (签字)

填表人： (签字)

建设单位：山西寿阳段王煤业集团有限公司 (盖章) 编制单位：山西大地晋新环境科技研究院有限公司 (盖章)

电话：13663547847

电话：0351-6869883

传真：/

传真：/

邮编：045405

邮编：030006

地址：晋中市寿阳县平舒乡段王村

地址：山西转型综合改革示范区
学府产业园长治路 251 号
瑞杰科技 A 座七层南区

表 1 项目基本情况

建设项目名称		山西寿阳段王煤业集团有限公司使用矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置项目			
建设单位名称		山西寿阳段王煤业集团有限公司			
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建			
建设地点		晋中市寿阳县平舒乡段王村			
源项		放射源	/		
		非密封放射性物质	/		
		射线装置	使用 3 台 II 类射线装置		
建设项目环评批复时间	2023.4.25	开工建设时间	2023.12.28		
取得辐射安全许可证时间	2024.3.28	项目投入运行时间	2024.4.18		
辐射安全与防护设施投入运行时间	2024.4.18	验收现场监测时间	2024.04.25		
环评报告表审批部门	晋中市生态环境局	环评报告表编制单位	山西大地晋新环境科技研究院有限公司		
辐射安全与防护设施设计单位	/	辐射安全与防护设施施工单位	/		
投资总概算	87.0 万元	辐射安全与防护设施投资总概算	19.0 万元	比例	21.8%
实际总概算	87.0 万元	辐射安全与防护设施实际总概算	19.0 万元	比例	21.8%
验收依据	<p>(1) 《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 6 号，2003 年 10 月 1 日；</p> <p>(2) 《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；</p> <p>(3) 《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>(4) 《放射性同位素和射线装置安全许可管理办法》(中华人民共和国生态环境部令第 20 号修改) 2021 年 1 月 4 日实施；</p>				

<p>验收依据</p>	<p>(5)《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022);</p> <p>(6)《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);</p> <p>(7)关于发布《射线装置分类》的公告(公告 2017 年第 66 号)环境保护部、国家卫生和计划卫生委员会;</p> <p>(8)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);</p> <p>(9)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019);</p> <p>(10)《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》(HJ 1326-2023);</p> <p>(11)《山西寿阳段王煤业集团有限公司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);</p> <p>(12)《晋中市生态环境局关于山西寿阳段王煤业集团有限公司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的批复》(市环函〔2023〕128 号)。</p>
<p>验收执行标准</p>	<p>本次竣工验收采用《山西寿阳段王煤业集团有限公司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》中确定的环境保护标准。</p> <p>即：正常运行状态下验收执行限值如下：</p> <p>(1) 工作场所周围剂量当量率</p> <p>将作业场所中周围剂量当量率大于 15μSv/h 的区域划为控制区，将控制区边界外作业时周围剂量当量率大于 2.5μSv/h 的范围划为监督区。</p> <p>(2) 个人剂量约束值</p> <p>职业人员年有效剂量：$\leq 5\text{mSv/a}$;</p> <p>公众成员年有效剂量：$\leq 0.1\text{mSv/a}$。</p>

表 2 项目建设情况

2.1 项目建设内容

(1) 建设单位情况

山西寿阳段王煤业集团有限公司位于晋中市寿阳县平舒乡段王村西南约 1.4 公里，行政区划属平舒乡管辖。根据原山西省环境保护厅关于《山西寿阳段王煤业集团有限公司 3.0Mt/a 矿井兼并重组整合及 4.0Mt/a 洗煤厂改扩建项目环境影响报告书》的批复：你公司是省煤矿企业兼并重组整合工作领导小组办公室批复的整合保留矿（晋煤重组办发【2009】58 号），矿井能力 3.0Mt/a，无新增产能，井田面积 36.9767km²，批准开采 6#-15#煤层。工业场地位于寿阳县平头镇北张芹村东南约 0.9km 处，项目主要利用原段王煤矿工业场地，新建主井，改造原段王煤业副井、主井、北进风立井、北回风井、西回风井为副井、进风行人斜井、北进风立井、北回风井、西回风井，建设提升、平头镇，井田面积 36.9767km²，煤矿开采规模 300 万吨/年，选煤规模 400 万吨/年，服务年限 59.1 年。工程于 2015 年 10 月竣工。项目环境影响报告书于 2014 年 12 月 22 日取得原山西省环境保护厅的环评批复（晋环函[2014]1484 号），项目于 2016 年 6 月 2 日取得原山西省环境保护厅的竣工验收批复（晋环许可函[2016]7 号）。

山西寿阳段王煤业集团有限公司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，有效预防皮带的断裂，提高生产率，使用 3 台矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置，对钢丝绳芯皮带的断绳、锈蚀、损伤以及硫化接头的抽动、接头内断绳、损伤等状况进行检测。项目于 2023 年 4 月 25 日取得晋中市生态环境局关于本项目的批复（市环函【2023】128 号）。

(2) 建设内容和规模

山西寿阳段王煤业集团有限公司使用 3 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 140kV，最大管电流 1.1mA。

(3) 项目总平面布置、建设地点和周围环境敏感目标分布情况

山西寿阳段王煤业集团有限公司位于晋中市寿阳县平舒乡段王村西南侧约 1.4km，行政区划属平舒乡管辖。项目地理位置图见附图1。

本项目使用矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置共3台，安装位置分别位于井下二水平集中胶带巷皮带下方（距地面183m，距地面井口1650m）、井下二水平集中

胶带巷皮带下方（距地面232m，距地面井口2130m）及主斜井井口房内回程皮带下方（距井口10m，距二层操作室15m）。

其中井上的无损检测装置安装位置位于主斜井井口房内部，检测装置距南侧井口 10m，距东西两侧墙体 5m，距东北侧二层操作室 15m，其周围 100m 范围为段王煤业工业场地范围内，周边无常住居民。主斜井井口房周围 100m 范围内的工业场地分布铲车库、木材加工车间、筛矸楼、车库、值班室、压滤车间、锅炉房及煤泥棚。主斜井井口房周围关系示意图见附图 2。

项目验收阶段环境保护目标与环评阶段变化对比见下表。

表 2.1 项目验收阶段环境保护目标与环评阶段变化情况表

射线装置	环评阶段			验收阶段			变化情况
	保护目标	方向	距离	保护目标	方向	距离	
主斜井井口房内无损检测装置	木材加工车间	西北侧	50m	木材加工车间	西北侧	50m	无变化
	筛矸楼	北侧	63m	筛矸楼	北侧	63m	无变化
	车库及值班室	北侧	98m	车库及值班室	北侧	98m	无变化
	压滤车间及锅炉房	北侧	100m	压滤车间及锅炉房	北侧	100m	无变化
	煤泥棚	东北侧	70m	煤泥棚	东北侧	70m	无变化
	操作室	井口房内东北侧	15m	操作室	井口房内东北侧	15m	无变化
井下一水平集中胶带巷无损检测装置	操作室	机头方向	34m	操作室	机头方向	34m	无变化
井下一水平集中胶带巷无损检测装置	操作室	机头方向	35m	操作室	机头方向	35m	无变化

(4) 项目实际建设内容与批复建设内容变动情况

项目实际建设内容与环评批复建设内容变动情况见下表。

表 2.2 项目环评阶段建设内容与实际建设内容一览表

工程名称	环评阶段建设内容	实际建设内容	变动情况
主体工程	<p>共使用 3 台无损检测装置。</p> <p>①1 台安装于井下一水平集中胶带巷皮带下方（距地面 183m，距地面井口 1650m）；</p> <p>②1 台安装于井下二水平集中胶带巷皮带下方（距地面 232m，距地面井口 2130m）；</p> <p>③1 台安装于主斜井井口房内回程皮带下方（距井口 10m，距二层操作室 15m）。</p>	<p>共使用 3 台无损检测装置。</p> <p>①1 台安装于井下一水平集中胶带巷皮带下方（距地面 183m，距地面井口 1650m）；</p> <p>②1 台安装于井下二水平集中胶带巷皮带下方（距地面 232m，距地面井口 2130m）；</p> <p>③1 台安装于主斜井井口房内回程皮带下方（距井口 10m，距二层操作室 15m）。</p>	无变化
辅助工程	<p>各射线装置的控制系統分别安装于井下一水平集中胶带巷操作室、井下二水平集中胶带巷操作室及主斜井井口房内东北侧操作室。</p>	<p>各射线装置的控制系統分别安装于井下一水平集中胶带巷操作室、井下二水平集中胶带巷操作室及主斜井井口房内东北侧操作室。</p>	无变化
环保工程	<p>①井下一水平、二水平集中胶带巷无损检测装置四周加装防护挡板（3mm 钢板+3mm 铅板）。</p> <p>无损检测装置东西两侧 3m 处设置可移动防护栏作为控制区边界；控制区边界以外的 3m 范围划为监督区，设置警戒线。</p> <p>②井上主斜井房内无损检测装置四周加装防护挡板（3mm 钢板+4mm 铅板）。</p>	<p>①由于井下巷道环境复杂，无法在无损检测装置四周加装防护挡板，根据辐射防护三原则（时间、距离和屏蔽），结合安装位置现场条件，在巷道内行人一侧以装置为中心两侧各加装长 3m（共 6m），高 1.6m 防护板（3mm 钢板+3mm 铅板）。</p> <p>无损检测装置东西两侧 6m 处设置固定防护栏作为控制区边界；控制区边界以外的 3m 范围划为监督区，设置警戒线。</p> <p>②井上主斜井房内无损检测装置四周加装防护挡板（3mm 钢板+4mm 铅板）。</p>	<p>①根据辐射防护三原则（时间、距离和屏蔽），结合井下巷道复杂安装条件，防护设施安装方式发生变化，但防护铅当量不变，并加大了控制区的距离。</p> <p>②井上防护措施无变化，控制区边界增大。</p>
公用工程	供配电	供配电	无变化

本项目主体工程无损检测装置安装位置未发生变化，无损检测装置运行时对周围的环境影响无变化，只是控制台位置由调度楼移至主斜井井口房内皮带控制室，对周围环境无影响。综上所述，项目基本与环评时的建设内容一致。

2.2 源项情况

项目矿用钢丝绳芯皮带无损检测装置名称、型号、类型、射线种类、技术参数等情况详见下表。

表 2.3 项目涉及源项相关参数

辐射活动场所名称	射线装置名称	型号	类别	数量	射线种类	管电压 kV	管电流 mA	生产厂家
井下一水平集中胶带巷皮带下方	矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置	KJ581 (ZSX127-160D)	II	1	X	140	1.1	山西戴德测控技术股份有限公司
井下二水平集中胶带巷皮带下方	矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置	KJ581 (ZSX127-160D)	II	1	X	140	1.1	山西戴德测控技术股份有限公司
主斜井井口房	矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置	KJ581 (ZSX127-160D)	II	1	X	140	1.1	山西戴德测控技术股份有限公司

2.3 工程设备与工艺分析

2.3.1 设备组成

本项目所用矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置由皮带无损检测装置控制台（主机、USB 接收机、计算机、打印机）、探伤装置（X 射线发射箱、X 射线接收箱）组成。

（1）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。

矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置示意图及安装示意图见图 9-2 和图 9-3。

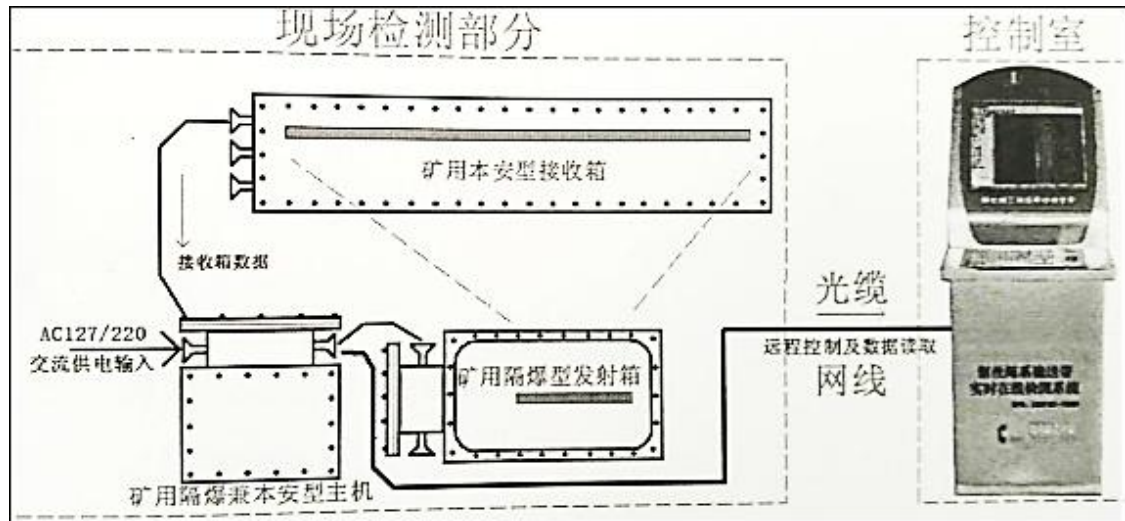


图 2-1 矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置示意图

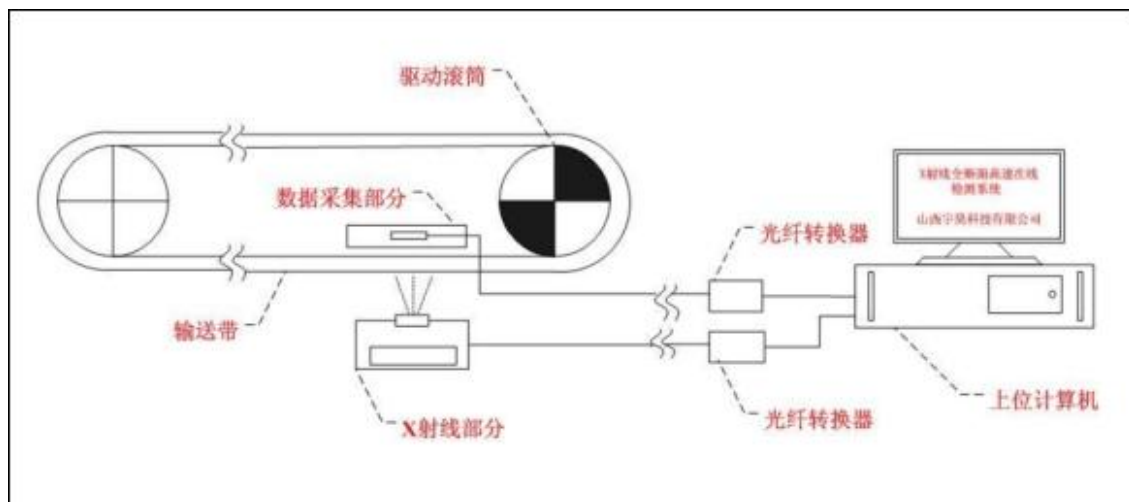


图 2-2 矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置安装示意图

2.3.2 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。

本系统基于 X 射线透视原理，实现对皮带内钢丝绳芯断绳、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。

矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置包括 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、钼、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。

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操作室，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。

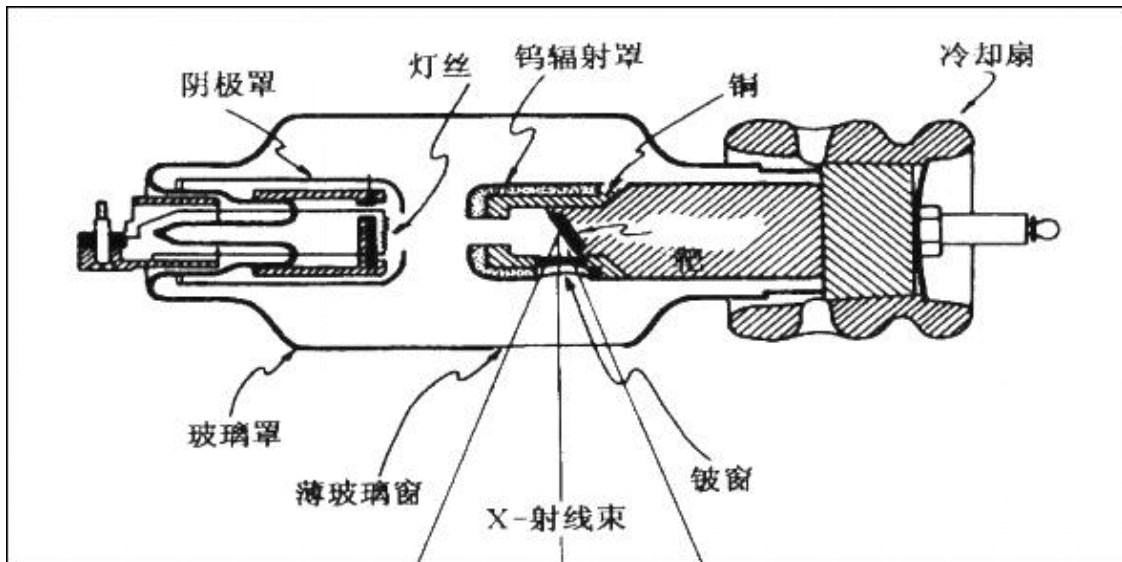


图 2-3 典型 X 射线管结构图

2.3.3 工艺及操作流程

(1) 本项目工艺流程见下图

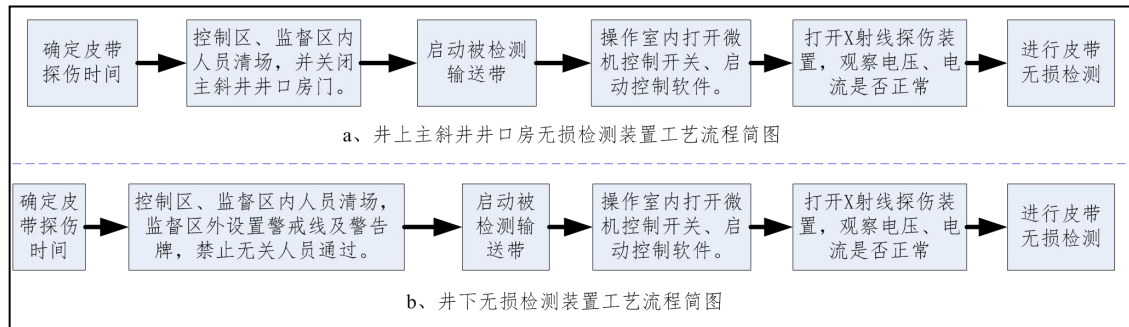


图 2-3 工艺流程简图

(2) 本项目皮带探伤具体操作流程如下：

- 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，打开皮带检测软件，输入软件密码，进入软件主界面。
- ③ 打开 X 光机，观察电压与电流指示值是否正常。
- ④ 点击“开始按钮”，接收箱开始采集皮带信息窗口显示皮带内钢丝绳画面。
- 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，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。

2.4 产污环节及污染途径

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，进行皮带无损探伤。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及氮氧化物，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。所以矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置使用时的主要污染因子为 X 射线，污染途径为外照射。

表 3 辐射安全与防护设施/措施

3.1 项目工作场所的布局和分区管理

(1) 工作场所布局情况

山西寿阳段王煤业集团有限公司段王矿使用 3 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。

①井下无损检测装置：无损检测装置分别位于井下一水平集中胶带巷皮带下方（距地面 183m，距地面井口 1650m）和井下二水平集中胶带巷皮带下方（距地面 232m，距地面井口 2130m）。井下一水平集中胶带巷皮带无损检测装置北侧为人员通道，南侧为硃墙。操作室位于无损检测装置的东侧 34m 处。无损检测装置东西两侧 100m 范围内无井下人员（皮带控制人员及检修人员）长期停留及工作的场所及设备硃室。井下二水平集中胶带巷皮带无损检测装置南侧为人员通道，北侧为硃墙。操作室位于无损检测装置的东侧 35m 处。无损检测装置东西两侧 100m 范围内无井下人员（皮带控制人员及检修人员）长期停留及工作的场所及设备硃室。

②井上无损检测装置：无损检测装置安装位置位于主斜井井口房内回程皮带下方，皮带两侧均为设备维护人员通道。检测装置距南侧井口 10m，距东西两侧墙体 5m，距东北侧二层操作室 15m，其周围 100m 范围为段王煤业工业场地范围内，周边无常住居民。主斜井井口房周围 100m 范围内的工业场地分布有铲车库、木材加工车间、筛矸楼、车库及值班室、压滤车间及锅炉房、煤泥棚。

现场调查照片如下：





主斜井房无损检测装置防护措施



急停按钮



视频监控装置



视频监控装置



井下一水平集中皮带巷控制区边界、电离辐射警示标志



井下二水平集中皮带巷控制区边界、电离辐射警示标志

(2) 分区管理情况

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)及《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)的要求,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。

1) 控制区

①根据现场实体边界情况,对于井下无损检测装置(井下一水平及井下二水平),在巷道内行人一侧以装置为中心两侧各加装长3m(共6m),高1.6m防护板(3mm钢板+3mm铅板)。在无损检测装置安装位置东西两侧6m处设置固定防护栅栏作为控制区边界,控制区边界上合适的位置设置电离辐射警告标志。控制区采取禁止人员进入的管控措施。

②对于井上无损检测装置位于主斜井口房内,在装置四周加装3mm钢板+4mm厚的铅板防护。结合现场情况,将设备周围一定范围内(东侧以固定护栏往里,南、西北依据现场条件设置可移动防护栏)区域设为控制区,在控制区边界处合适位置设置电离辐射警告标志并悬挂清晰可见的警告牌。

控制区采取禁止人员进入的管控措施。

无损检测装置周围设置监控摄像头,以观察辐射工作场所内人员驻留情况和设备运行状态。

2) 监督区

①对于井下无损检测装置(井下一水平及井下二水平),将控制区边界以外的3m范围区域划为监督区,在监督区处设置警戒线,并在边界层悬挂清晰可见的警告牌,设备运行期间禁止无关人员通过。

②对于井上主斜井口房内的无损检测装置,将控制区边界以外至主斜井井口房边界区域设为监督区。

射线装置工作场所周围剂量当量率检测结果见下表(详见检测报告)。

根据辐射防护监测结果,在运行工况(120kV, 1.0mA)的照射条件下,井下一水平和二水平集中胶带巷无损检测装置控制区边界(1#、3#、6#、8#监测点位)剂量率在(4.45~6.64) $\mu\text{Sv/h}$,折算为最大运行工况下(140kV, 1.1mA),控制区边界最大值为8.52 $\mu\text{Sv/h}$,小于15 $\mu\text{Sv/h}$ 的控制区限值要求;监督区边界(2#、4#、7#、9#监测点位)及操作室(5#、10#监测点位)的剂量率在(0.07~0.87) $\mu\text{Sv/h}$,折算为最大运行工况下(140kV, 1.1mA),监督区最大值为1.11 $\mu\text{Sv/h}$,满足小于2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 的监督区限

值要求。

在运行工况（120kV，1.0mA）的照射条件下，井上（矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置所在工作场所）主斜井房内二层操作室、四周墙体及门外 30cm 处及主斜井房周围的环境保护目标的剂量率在（0.07~0.65） $\mu\text{Sv/h}$ ，折算为最大运行工况下（140kV，1.1mA），各检测点处剂量率最大值为 0.83 $\mu\text{Sv/h}$ ，均满足小于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 的监督区限值要求。

（3）辐射防护分区管理

项目工作场所辐射防护分区示意图如下：

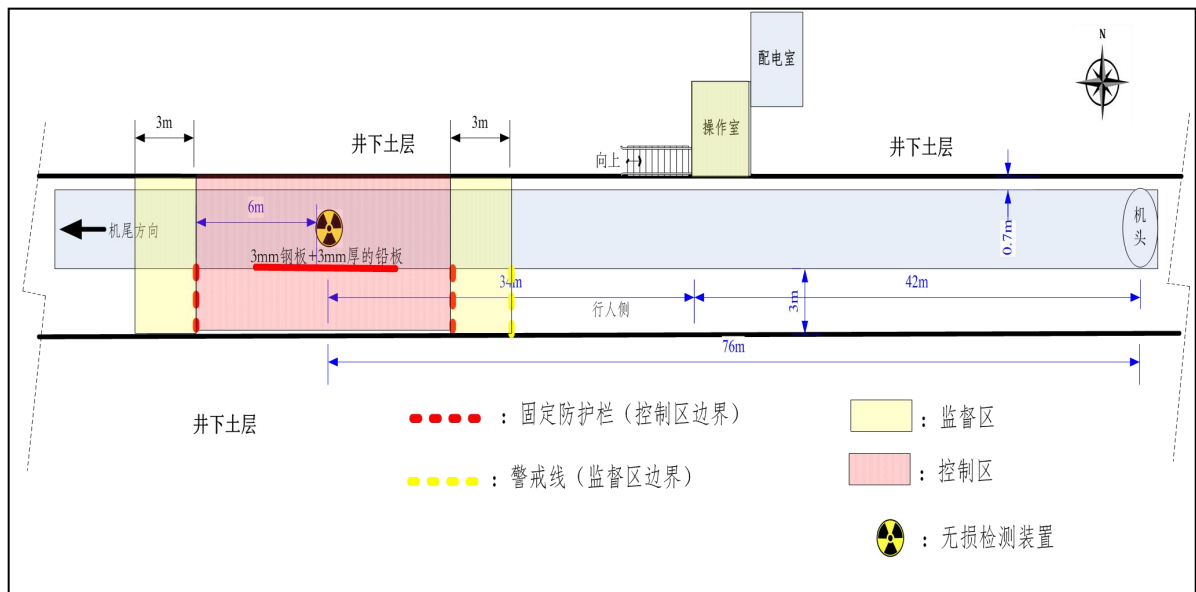


图 3-1 井下一水平集中胶带巷无损检测装置分区管理示意图

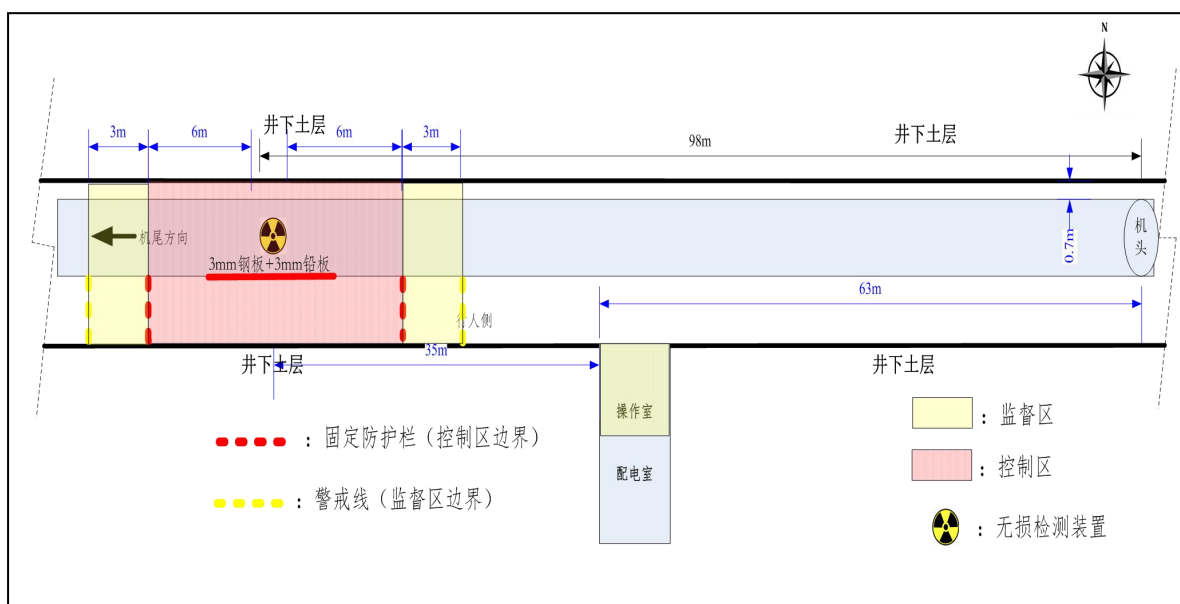


图 3-2 井下二水平集中胶带巷无损检测装置分区管理示意图

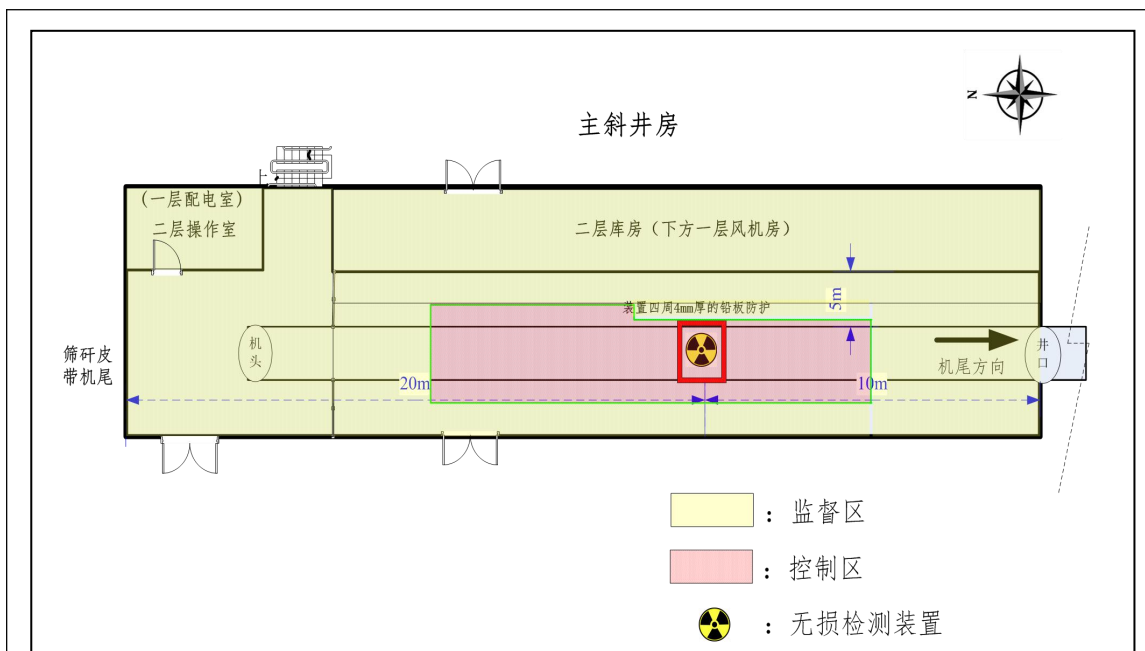
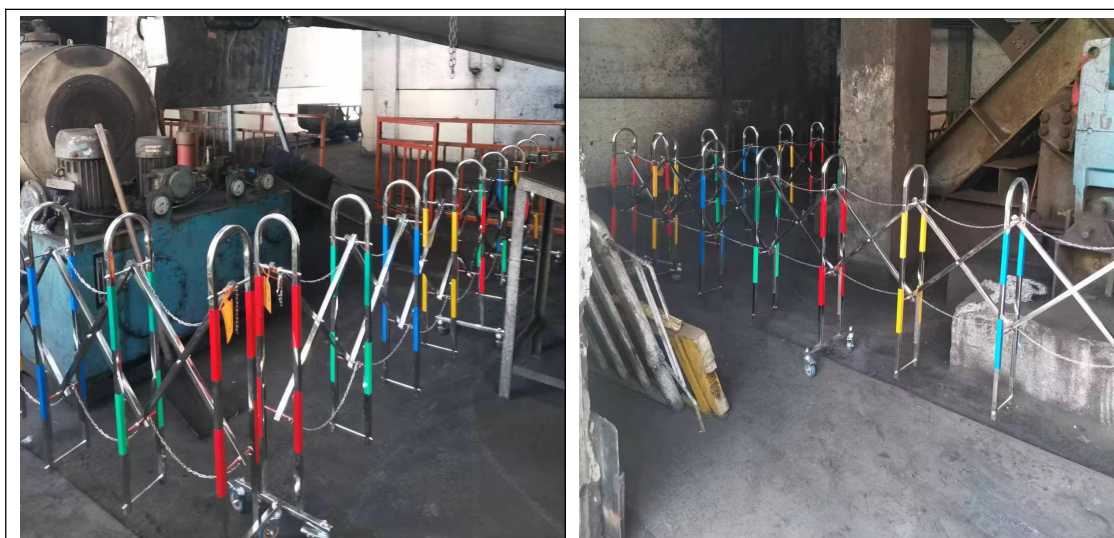


图 3-3 主斜井口房无损检测装置分区管理示意图



主斜井口房无损检测装置控制区边界（可移动防护栏）

3.2 屏蔽设施建设情况和屏蔽效能

(1) 屏蔽设施建设情况

根据项目环评及批复的要求，项目采用远程操作，并进行了屏蔽防护。

井下无损检测装置：由于井下巷道环境复杂，无法在无损检测装置四周加装防护挡板，结合安装位置现场条件，在巷道内行人一侧以装置为中心两侧各加装长 3m（共 6m），高 1.6m 防护板（3mm 钢板+3mm 铅板）。无损检测装置东西两侧 6m 处设置固定防护栏作为控制区边界；控制区边界以外的 3m 范围划为监督区，设置警戒线。

井上无损检测装置：井上无损检测装置位于主斜井口房内，在装置四周加装3mm钢板+4mm厚的铅板防护，将无损检测装置所在主斜井房内的区域设为控制区，在主斜井房门设置电离辐射警告标志并悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌。

验收监测期间，通过对井下及井上无损检测装置周围 X- γ 辐射剂量率进行监测，确保控制区边界周围剂量当量率不大于 15 μ Sv/h 的参考控制水平，主皮带控制室及主斜井井口房边界满足监督区周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h 要求。项目按环评及批复的要求进行了屏蔽设施建设。

(2) 屏蔽效能

根据辐射防护监测结果，在运行工况（120kV，1.0mA）的照射条件下，井下一水平和二水平集中胶带巷无损检测装置控制区边界（1#、3#、6#、8#监测点位）剂量率在（4.45~6.64） μ Sv/h，折算为最大运行工况下（140kV，1.1mA），控制区边界最大值为 8.52 μ Sv/h，小于 15 μ Sv/h 的控制区限值要求；监督区边界（2#、4#、7#、9#监测点位）及操作室（5#、10#监测点位）的剂量率在（0.07~0.87） μ Sv/h，折算为最大运行工况下（140kV，1.1mA），监督区最大值为 1.11 μ Sv/h，满足小于 2.5 μ Sv/h 的监督区限值要求。

在运行工况（120kV，1.0mA）的照射条件下，井上（矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置所在工作场所）主斜井房内二层操作室、四周墙体及门外 30cm 处及主斜井房周围的环境保护目标的剂量率在（0.07~0.65） μ Sv/h，折算为最大运行工况下（140kV，1.1mA），各检测点处剂量率最大值为 0.83 μ Sv/h，均满足小于 2.5 μ Sv/h 的监督区限值要求。

因此各无损检测装置所在场所的辐射屏蔽均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中控制区和监督区的周围剂量当量率要求，屏蔽效能良好。

3.3 辐射安全与防护措施的设置和功能实现情况

(1) 辐射安全与防护措施

根据现场调查，本次验收的无损检测装置具备了以下辐射安全与防护措施：

1) 井下（一水平、二水平）集中胶带巷无损检测装置：

①屏蔽措施：在巷道内行人一侧以装置为中心两侧各加装长 3m（共 6m），高 1.6m 防护板（3mm 钢板+3mm 铅板）。

②安全警示标志

无损检测装置东、西两侧 6m 处设置固定防护栏作为控制区边界，控制区边界（固定栅栏）上设置电离辐射警告标志。

控制区边界以外的 3m 范围划为监督区，监督区处设置警戒线，并在边界层悬挂清晰可见的警告牌，设备运行期间禁止无关人员通过。

③视频监控

无损检测装置巷道内设置监控摄像头，以观察辐射工作场所内人员驻留情况和设备运行状态。

④操作人员在控制室内进行远程操作，控制系统设有密码，未启动设备自带软件的开关按钮，设备无法运行。控制台和无损检测装置附近设有紧急停机按钮，按下即可切断电源，停止 X 射线出束。

2) 井上主斜井房内无损检测装置：

①屏蔽措施：在装置四周加装 3mm 钢板+4mm 厚的铅板。

②安全警示标志：将无损检测装置所在主斜井房内的区域设为控制区，在主斜井房门设置电离辐射警告标志。

③视频监控

主斜井房内设置监控摄像头，以观察辐射工作场所内人员驻留情况和设备运行状态。



视频监控

④操作人员在控制室内进行远程操作，控制系统设有密码，未启动设备自带软件的开关按钮，设备无法运行。控制台和无损检测装置附近设有紧急停机按钮，按下即可切断电源，停止 X 射线出束。

(2) 监测仪器及防护用品

项目配备有 1 台 X- γ 辐射检测仪、2 台个人剂量报警仪，为每位辐射工作人员配备了 1 个热释光个人剂量计，并配置了 2 套铅衣。

监测仪器、防护用品现场调查照片如下：



X- γ 辐射检测仪



个人剂量报警仪



个人剂量计



防护用品

(3) 环评和批复要求及落实情况

项目辐射安全与防护设施与环评和批复要求对比见下表。

表 3.2 辐射安全与防护措施落实情况一览表

序号	环评和批复要求	落实情况	是否符合要求
1	<p>井下无损检测装置四周加装防护挡板(3mm 钢板+3mm 铅板);井上无损检测装置四周加装防护挡板(3mm 钢板+4mm 铅板);射线装置周围设置监控摄像头、声光报警装置、具有提示“预备”和“照射”状态的指示灯;在控制区防护铅板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 射线工作区”警告牌;在主斜井井口房和监督区边界悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌,防止其他人员误入。</p>	<p>由于井下巷道环境复杂,无法在无损检测装置四周加装防护挡板,结合安装位置现场条件,在巷道内行人一侧以装置为中心两侧各加装长 3m(共 6m),高 1.6m 防护板(3mm 钢板+3mm 铅板)。</p> <p>井上无损检测装置四周加装防护挡板(3mm 钢板+4mm 铅板);射线装置周围设置监控摄像头;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 射线工作区”警告牌。</p> <p>在主斜井口房和监督区边界悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌,防止其他人员误入。</p>	符合
2	<p>探伤作业时,对工作场所实行分区管理(控制区、监督区),并在相应边界设置警示标志,防止其他人员误入。</p> <p>操作人员在控制室远程操控,操作人员配置热释光个人剂量计及个人剂量报警仪,并定期送检,加强个人剂量监测,建立个人剂量档案;配备便携式辐射检测仪,用于现场警戒巡测;加强管理,防止工作人员和公众受到照射,做好日常巡检,确保安全运行。</p>	<p>探伤作业时,对工作场所实行分区管理(控制区、监督区),并在相应边界设置警示标志,防止其他人员误入。</p> <p>操作人员在控制室远程操控,操作人员配置了热释光个人剂量计及个人剂量报警仪。</p> <p>配备的便携式辐射监测仪及热释光个人剂量计定期送检,加强个人剂量监测,建立个人剂量档案。</p> <p>配备 1 台便携式辐射检测仪,用于现场警戒巡测。</p> <p>作业期间加强管理,防止工作人员和公众受到照射,做好日常巡检,确保安全运行。</p>	符合
3	<p>应配备 1 台便携式辐射监测仪、2 台个人剂量报警仪。</p>	<p>配备了 1 台便携式辐射监测仪、2 台个人剂量报警仪。</p>	符合
3	<p>为每位辐射工作人员配备 1 个热释光个人剂量计。</p>	<p>为每位辐射工作人员配备 1 个热释光个人剂量计。配备了 2 套防护铅衣、铅帽手套及防护眼镜。</p>	符合
4	<p>试运行期间,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。</p>	<p>试运行期间,采用便携式 X-γ 辐射监测仪对射线装置周围进行了巡测。控制区和监督区的划分符合相关要求。</p>	符合

3.4 辐射安全管理情况

(1) 辐射安全管理机构

为加强射线装置管理，落实辐射工作安全责任，切实保障辐射工作人员和公众的健康和安全，确保核技术利用设施安全可靠运行，根据《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法规及安全管理工作的需要，建设单位成立了辐射安全与防护领导小组，并以红头文件的形式下发各部门。领导小组职责：

①组织贯彻落实国家和地方政府、生态环境部门有关辐射安全管理的方针、政策。

②定期召开会议、听取辐射安全工作情况汇报，讨论决定辐射安全工作中的重大问题和采取的措施。

③组织开展射线装置安全检查活动，组织处理、通报事故。

④组织制定和完善射线装置管理制度和操作规程，监督检查各规章制度的执行，督促整改辐射事故隐患。

(2) 辐射工作人员

项目配备了3名辐射工作人员，均在“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”进行了学习，且参加考核成绩合格，取得了核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单，有效期为5年，其复印件见附件3。

项目辐射工作人员名单见下表。

表 3.3 辐射工作人员名单

序号	姓名	性别	工作岗位	辐射工作类别	有效期	成绩报告单编号
1	陈鹏	男	辐射工作人员	X射线探伤	2023.3.31至 2028.3.31	FS23SX1200031
2	窦月全	男	辐射工作人员	X射线探伤	2023.3.31至 2028.3.31	FS23SX1200032
3	牛俊伟	男	辐射工作人员	X射线探伤	2023.3.31至 2028.3.31	FS23SX1200032

(3) 辐射安全与防护管理规章制度的制定与执行情况

建设单位制定了辐射安全管理规定、射线装置操作规程等各项规章制度，辐射安全与防护管理制度与环评及批复要求对比见下表。

表 3.4 辐射安全与防护管理规章制度一览表

序号	环评及批复要求	规章制度	执行情况	是否符合要求
1	成立辐射安全防护领导小组	红头文件	已成立辐射安全防护领导小组并签发红头文件。	符合
2	辐射防护和安全保卫制度	辐射防护和安全保卫制度	配备了专职管理人员，按照管理规定进行了管理。	符合
3	设备运行操作规程	操作规程	有操作规程，辐射工作人员按照操作规程进行操作。	符合
4	设备检修维护制度	辐射安全和防护设施维护维修制度	制定了辐射安全和防护设施维护维修制度。	符合
5	监测方案	监测方案	制定了监测方案。	符合
6	人员培训计划、人员参加辐射安全和防护知识培训	辐射工作人员培训制度	制定了工作人员培训制度。	符合
7	个人剂量检定、个人剂量档案、职业健康体检、个人健康档案	辐射工作人员个人剂量管理制度	已建立辐射工作人员个人剂量管理制度。	符合
8	辐射事故应急措施	辐射事故应急预案	已建立辐射事故应急预案。	符合
9	岗位职责	辐射工作人员岗位职责	已建立辐射工作人员岗位职责。	符合
10	设备台账管理制度	射线装置使用登记制度	已建立射线装置使用登记制度并按要求进行管理。	符合

(4) 《II类非医用X线装置监督检查技术程序》(文件编码: NNSA/HQ-08-JD-IP-024)的要求及落实情况

①辐射安全防护设施

对照《II类非医用X线装置监督检查技术程序》中关于辐射安全防护设施的要求,项目落实情况见下表。

表 3.5 II 类非医用 X 线装置辐射安全防护设施要求及落实情况表

序号	检查项目		落实情况	是否符合要求
1	B 场所 设施 (移动式)	控制台有钥匙控制	控制系统设有密码。	符合
2		控制台上紧急停机按钮	控制台和装置附近有紧急停机按钮。	符合
3		声光报警	工作现场安装了声光报警装置。	符合
4		警戒线及警示标志	设置了防护栏及警示标志。	符合
5	C 监测 设备	便携式辐射检测仪	已配备 1 台 X-γ辐射检测仪。	符合
6		个人剂量报警仪	已配备 2 台个人剂量报警仪。	符合
7		个人剂量计	为每位辐射工作人员配备了 1 个热释光个人剂量计。	符合
8	D 应急物资	灭火器材	主斜井口房内配有灭火器材	符合

②管理制度

对照《II 类非医用 X 线装置监督检查技术程序》中关于管理制度的要求，项目落实情况见下表。

表 3.6 II 类非医用 X 线装置管理制度要求及落实情况表

序号	检查项目	落实情况	是否符合要求
1	辐射安全与环境保护管理机构	设置了辐射安全与防护领导组，并指定 2 名技术人员专职负责辐射安全与防护管理工作。	符合
2	操作规程	制定了射线装置操作规程。	符合
3	非固定场所使用的管理规定	制定了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）	制定了岗位职责、辐射安全和防护设施维护维修制度等。	符合
5	监测方案	制定了监测方案。	符合
6	监测仪表使用与校验管理制度	制定了监测仪表使用与校验管理制度。	符合
7	辐射工作人员培训/再培训管理制度	辐射工作人员已取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单，且均在有效期内。	符合
8	辐射工作人员个人剂量管理制度	制定了辐射工作人员个人剂量管理制度。	符合
9	辐射事故应急预案	制定了辐射事故应急预案。	符合

表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

环境影响报告表主要结论

(1) 辐射安全与防护设施/措施要求

井下无损检测装置：在井下一水平集中胶带巷及下二水平集中胶带巷装置拟安装位置东侧、南侧及西侧加装 3mm 钢板+3mm 厚的铅板防护（北侧为井下土层无需加装防护）。井上无损检测装置：在主斜井井口房内装置拟安装位置四周加装 3mm 钢板+4mm 厚的铅板防护。

(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。

①井下无损检测装置：在无损检测装置东西两侧 3m 处设置可移动防护栏作为控制区边界，控制区边界上合适的位置应设置电离辐射警告标志并悬挂清晰的“禁止进入射线工作区”警告牌。控制区边界以外的 3m 范围划为监督区，监督区处设置警戒线，并在边界层悬挂清晰的“无关人员禁止入内”警告牌，设备运行期间禁止无关人员通过。

②井上无损检测装置：为方便管理并结合现场情况，将铅板向外 1m 内的区域设为控制区，在控制区边界处设置可移动防护栏，控制区边界上合适的位置设置电离辐射警告标志并悬挂清晰的“禁止进入射线工作区”警告牌。控制区采取禁止人员进入的管控措施。将控制区边界以外至主斜井井口房边界区域设为监督区，在监督区边界设置醒目的警示标志，并在大门上悬挂清晰的“无关人员禁止入内”警告牌，防止人员进入检测场所。设备开启前对主斜井井口房进行清场并关闭主斜井井口房大门，无损检测装置运行期间禁止无关人员进入主斜井井口房内。

(3) 安全警示标志

①井下无损检测装置：控制区边界上合适的位置应设置电离辐射警告标志并悬挂清晰的“禁止进入射线工作区”警告牌，警示周围人员不要靠近。监督区处设置警戒线，并在边界层悬挂清晰的“无关人员禁止入内”警告牌，设备运行期间禁止无关人员通过。

②井上无损检测装置：控制区边界上合适的位置应设置电离辐射警告标志并悬挂清晰的“禁止进入射线工作区”警告牌，警示周围人员不要靠近。在主斜

井井口房进出口的醒目位置张贴电离辐射警告标志和警示语等提示信息，防止无关人员靠近，在无损检测装置运行期间关闭主斜井井口房入口大门，禁止人员进入主斜井井口房。

(4) 视频监控系统

无损检测装置周围设置监控摄像头，以观察辐射工作场所内人员驻留情况和设备运行状态。

(5) 工作状态指示灯

射线装置顶部设置工作状态指示灯（井下设备要求防爆型工作状态指示灯，主斜井井口房内为普通型工作状态指示灯），工作状态指示灯须与射线装置联锁。X 射线出束过程中，报警灯会持续闪烁红光。

(6) 紧急制动开关

控制柜和无损检测装置配电点设置紧急停机按钮，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。

(7) 辐射工作人员：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；

(8) 个人剂量计和个人剂量报警仪的使用：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；

(9) 监测仪器和防护用品：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。现场巡测人员应穿戴防护铅衣。

(10) 管理机构和规章制度：设立以法人为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。建立健全以下规章制度：《辐射安全管理规定》《操作规程》《射线装置工作人员岗位职责》《辐射安全和防护设施维护维修制度》《辐射工作人员培训/再培训管理制度》《辐射工作人员个人剂量管理制度》《监测方案》《辐射事故应急预案》等规章制度。

(11) 结论

山西寿阳段王煤业集团有限公司使用 3 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，能够满足国家有关环保要求，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。

4.2 审批部门批复意见

晋中市生态环境局《关于山西寿阳段王煤业集团有限公司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的批复》（市环函【2023】128号）：

一、你公司在晋中市寿阳县平舒乡段王村山西寿阳段王煤业集团有限公司主斜井皮带下方、井下一水平和二水平集中胶带巷皮带下方建设使用矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置项目，主要建设内容包括：安装3台射线装置，型号为KJ581（ZSX127-160D）型（最大管电压140kV、最大管电流1.1mA）、控制柜、射线装置四周防护、供配电、警示标志、声光报警装置、人员防护装备、视频监控系统等。项目总投资87万元，其中环保投资19万元。根据《报告表》及评估报告结论，本项目符合国家产业发展政策，选址从辐射安全和环境保护的角度考虑可行。项目实施可能对周围环境产生一定的不利影响，在全面落实《报告表》和本批复提出的各项环境保护措施后，环境不利影响可以得到一定缓解和控制。我局原则同意《报告表》的总体评价结论和各项生态环境保护措施。

二、你公司要严格按照《报告表》要求，落实各项生态保护和污染防治措施，并重点做好以下工作：

1、做好施工期污染防治工作。施工场地及道路洒水抑尘，物料遮盖抑尘；采用低噪声施工设备，合理安排施工时间，减轻施工期噪声的影响；施工期含铅边角料回收处理，其他建筑垃圾送当地环卫部门指定地点集中处置。

2、严格落实电磁辐射各项环境保护措施。井下无损检测装置四周加装防护挡板（3mm钢板+3mm铅板）；井上无损检测装置四周加装防护挡板（3mm钢板+4mm铅板）；射线装置周围设置监控摄像头、声光报警装置、具有提示“预备”和“照射”状态的指示灯；在控制区防护铅板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射线工作区”警告牌；在主斜井井口和监督区边界悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，防止其他人员误入。

3、探伤作业时，对工作场所实行分区管理（控制区、监督区），并在相应边界设置警示标志，防止其他人员误入。操作人员在控制室远程操控，操作人员配置热释光个人剂量计及个人剂量报警仪，并定期送检，加强个人剂量监测，建立个人剂量档案；配备便携式X-γ辐射监测仪，用于现场警戒巡测；加强管理，防止工作人员和公众受到照射，做好日常巡检，确保安全运行。

4、制定辐射安全管理规定、运行操作规程、安全防护设施的维护与维修制度、监测方案、辐射工作人员培训管理制度等相关制度，并严格落实制度规定，确保运行安全。至少 3 名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、建立有效的环境风险防范与应急管理体系并不断完善，明确岗位责任，定期开展工作场所环境辐射水平监测，严格落实各项应急管理及环境风险防范措施，确保事故状态下不对外环境造成污染影响。

6、严格履行审批制度，如活动种类、范围和作业地址改变，需另行申报。

三、你公司应落实生态环境保护主体责任，建立内部生态环境管理体系，明确机构、人员、职责和制度，加强生态环境管理，推进各项生态环境保护措施落实。项目建设必须执行配套建设的环保设施与主体工程同时设计、同时施工、同时竣工的“三同时”制度。工程建成后须按国家有关规定程序实施竣工环境保护验收。

四、我局委托晋中市生态环境局寿阳分局、晋中市生态环境保护综合行政执法队按照各自职责负责该项目“三同时”监督检查及日常监督管理工作。

五、你单位收到本批复后 10 个工作日内，要将批准后的环境影响报告表分送晋中市生态环境保护综合行政执法队、晋中市生态环境局寿阳分局和晋中市能源局。按规定接受各级生态环境部门的日常监督检查。

表 5 验收监测质量保证及质量控制

为保证环境监测工作质量，提高环境监测质量管理水平，确保验收监测数据准确、可靠、代表性强，依据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）、《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）、《环境监测质量管理技术导则》（HJ630-2011）和《关于印发〈环境监测质量管理规定〉和〈环境监测人员持证上岗考核制度〉的通知》（国家环保总局环发〔2006〕114号）等文件，验收监测单位对监测全程序进行质量控制。

5.1 现场监测质量保证

（1）检测仪器

选用合适的放射防护检测仪器，并按规定进行定期检定/校准，取得相应证书。使用前，对辐射检测仪器进行检查，包括是否物理损坏、调零、电池、仪器对射线的响应等。

（2）检测条件

X 射线无损检测装置额定工作条件下。

（3）检测要求

- ①验收检测时首先进行周围辐射水平的巡测，确定控制区和监督区；
- ②在工作状态下检测操作位置，确保操作位置的辐射水平是可以接受的；
- ③探伤机停止工作时，通过检测工作场所的辐射水平，确认探伤机确已停止工作。

（4）检测方法

在探伤机处于照射状态，用便携式 X-γ 辐射监测仪对设定的控制区边界及监督区边界进行巡测，确保边界处的周围剂量当量率满足限值要求。

5.2 环境监测过程质量保证与质量控制方法

（1）监测方案

明确监测任务的性质、目的、内容、方法等要求，对监测任务制定监测方案。监测方案包括：监测目的和要求、监测点位、监测项目和频次、监测分析方法和依据、质量保证与质量控制要求、监测结果评价标准、监测时间安排、提交报告的日期等。

（2）监测点位布设

监测点位按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求进行设置，

保证监测信息的代表性和完整性。

(3) 数据处理和监测报告

监测人员要正确理解监测方法中的计算公式，保证监测数据的计算和转换不出差错。对计算结果进行校核。数字修约应遵守 GB/T8170 的规定。监测结果的有效位数应与监测方法中的规定相符，计算中间所得数据的有效位数多保留一位。监测结果应使用法定计量单位。向社会出具具有证明作用的数据和结果的，监测机构应当在其资质认定证书规定的监测能力范围内出具监测数据、结果。监测报告应信息完整，监测数据及报告经“三校”、“三审”后报出。

5.3 人员和其他相关要求

(1) 人员要求

现场监测应不少于 2 名监测人员共同开展，现场监测人员必须持证上岗；辐射监测质量保证工作需覆盖监测过程中每个环节、所有工作人员；对从事辐射监测和质量管理的培训、资格确认、任用、授权和能力等进行规范管理，确保这些工作人员达到并保持与其承担的工作相适应的水平。

(2) 原始记录

原始记录应满足记录控制程序的要求。确保所有质量活动和监测过程的技术活动记录信息的完整性、充分性和可追溯性，包括合同评审、监测方案和质量控制计划的编审、质量监督、监测点位地理信息、环境条件、样品描述、监测的方法依据、测量仪器、监测人员等必要信息。纸质记录和电子记录应安全储存。

记录需由记录人和复核人签字确认。常规监测的原始记录应永久保存，核查报告等质量保证记录至少保存 6 年。

(3) 质量管理体系

辐射监测机构为实施质量管理，实现和达到质量方针和质量目标，应建立由组织机构、程序、过程和资源构成，且具有一定活动规律的质量管理体系。

辐射监测机构应当定期进行内部审核、管理评审，不断完善质量管理体系，保证其基本条件和技术能力能够持续符合相关规定和本单位质量保证要求，并确保质量管理体系有效运行。

(4) 质量保证核查

以文件规定内部和外部核查制度，定期检查质量管理体系运行情况、质量保证计划执行情况，以便更好地实现质量管理“计划、执行、检查、处理”的 PDCA 循环。

表 6 验收监测内容

6.1 监测项目

工作场所周围剂量当量率。

6.2 监测单位

根据验收的需要，杭州旭辐检测技术有限公司对项目进行了周围剂量当量率的检测并出具了检测报告。

6.3 监测仪器

监测使用仪器见下表。

表 6.1 监测仪器一览表

仪器名称及编号	技术指标	检定有效期	计量检定证书编号和检定单位名称
环境监测用 X、γ 辐射空气比释动能率仪 JC-5000 (JC157-04-2023)	能量响应：48keV~3MeV 量程：1nSv/h~200μSv/h	2023.5.12- 2024.5.11	2023H21-10-4568739001 上海市计量测试技术研究院

6.4 监测内容及布点

(1) 监测内容

本次验收的射线装置工作场所周围剂量当量率。

(2) 监测布点

① 周围辐射水平巡测

对主斜井房及井下一水平和二水平集中胶带巷内矿用钢丝绳芯皮带无损检测装置周围辐射水平进行巡测，以发现可能出现的高辐射水平区，并根据探伤现场的实际情况，由远及近对监督区、控制区边界周围剂量当量率进行测量。

② 定点检测

通过巡测发现的辐射水平异常高的位置、人员经常活动的位置和周围环境保护目标处。

监测布点图见附件 4 检测报告图 1~图 3。

表 7 验收监测

7.1 验收监测期间运行工况记录

项目射线装置工况稳定，辐射安全与防护设施运行正常。验收监测期间运行工况记录如下。

表 7.1 运行工况记录表

序号	设备名称	型号	技术参数 (最大)	检测地点	检测时间	运行 工况
1	矿用钢丝绳 芯皮带无损 检测装置	KJ581 (ZS X127-160 D)	管电压 140kV 管电流 1.1mA	井下一水平集中胶 带巷作场所周围控 制区边界、监督区 边界及操作室	2024.4.25	120kV 1.0mA
2	矿用钢丝绳 芯皮带无损 检测装置	KJ581 (ZS X127-160 D)	管电压 140kV 管电流 1.1mA	井下二水平集中胶 带巷作场所周围控 制区边界、监督区 边界及操作室	2024.4.25	120kV 1.0mA
3	矿用钢丝绳 芯皮带无损 检测装置	KJ581 (ZS X127-160 D)	管电压 140kV 管电流 1.1mA	主斜井房墙体、门 外 30cm 处操作室 内操作位处及房周 围环境保护目标	2024.4.25	120kV 1.0mA

7.2 验收监测结果

项目辐射工作场所和周围环境辐射水平监测结果见下表（详见检测报告）。

表 7.2 辐射工作场所和周围环境辐射水平监测结果

监测点 位号	监测点位	监测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	备注
1	井下一水平集 中胶带巷矿用 钢丝绳芯输送 带无损检测装 置周围	东侧控制区边界处	井下一水 平集中胶 带巷
2		东侧监督区边界处	
3		西侧控制区边界处	
4		西侧监督区边界处	
5		操作室（开机/关机）	
6	井下二水平集 中胶带巷矿用 钢丝绳芯输送 带无损检测装 置周围	东侧控制区边界处	井下二水 平集中胶 带巷
7		东侧监督区边界处	
8		西侧控制区边界处	
9		西侧监督区边界处	
10		操作室（开机/关机）	

续表 7.2 辐射工作场所和周围环境辐射水平监测结果

监测点 位号	监测点位	监测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	备注
11	二层操作室（开机/关机）	0.08	主斜井房 周围
12	二层库房	0.31	
13	东侧门外 30cm 处	0.11	
14	主斜井房东墙外北侧 30cm 处	0.08	
15	主斜井房东墙外中部 30cm 处	0.08	
16	主斜井房东墙外南侧 30cm 处	0.09	
17	主斜井房南墙外东侧 30cm 处	0.11	
18	主斜井房南墙外中部 30cm 处	0.21	
19	主斜井房南墙外西侧 30cm 处	0.12	
20	主斜井房西墙外南侧 30cm 处	0.15	
21	主斜井房西墙外中部 30cm 处	0.65	
22	西侧门 1 外 30cm 处	0.45	
23	主斜井房西墙外北侧 30cm 处	0.15	
24	侧门 2 外 30cm 处	0.09	
25	主斜井房北墙外西侧 30cm 处	0.08	
26	主斜井房北墙外中部 30cm 处	0.07	
27	主斜井房北墙外东侧 30cm 处	0.08	
28	西北侧 50m 木材加工车间	0.09	
29	北侧 63m 筛矸楼	0.10	
30	北侧 98m 车库及值班室	0.09	
31	北侧 100m 压滤车间及锅炉房	0.09	
32	东北侧 88m 煤泥棚	0.10	

7.3 辐射安全与防护设施监测结果评价

根据辐射防护监测结果，在运行工况（120kV，1.0mA）的照射条件下，井下一水平和二水平集中胶带巷无损检测装置控制区边界（1#、3#、6#、8#监测点位）剂量率在（4.45~6.64） $\mu\text{Sv/h}$ ，折算为最大运行工况下（140kV，1.1mA），控制区边界最大值为 8.52 $\mu\text{Sv/h}$ ，小于 15 $\mu\text{Sv/h}$ 的控制区限值要求；监督区边界（2#、4#、

7#、9#监测点位)及操作室(5#、10#监测点位)的剂量率在(0.07~0.87) $\mu\text{Sv/h}$,折算为最大运行工况下(140kV, 1.1mA), 监督区最大值为 1.11 $\mu\text{Sv/h}$, 满足小于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 的监督区限值要求。

在运行工况(120kV, 1.0mA)的照射条件下, 井上(矿用钢丝绳芯输送带无损检测装置所在工作场所)主斜井房内二层操作室、四周墙体及门外 30cm 处及主斜井房周围的环境保护目标的剂量率在(0.07~0.65) $\mu\text{Sv/h}$, 折算为最大运行工况下(140kV, 1.1mA), 各检测点处剂量率最大值为 0.83 $\mu\text{Sv/h}$, 均满足小于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 的监督区限值要求。

7.4 有效剂量结果评价

(1) 有效剂量计算公式

$$H = \mu \times H_0 \times t \times T \times W$$

式中: H—年有效剂量, Sv/a;

H_0 —关注点附加剂量率, Sv/h;

μ —转换因子, 此处取 1;

T—居留因子, 无量纲;

t—照射时间, h/a;

W—组织权重因子。

(2) 受照时间(T)的选取

①职业工作人员受照时间

井下一水平集中胶带巷皮带带长 3000m, 带宽 1.2m, 带速 3.1m/s, 皮带运转一周约 16.1 分钟, 无损检测装置曝光时间以 21.0 分钟计(多运转皮带的 1/3), 每月运行一次, 则年照射时间为 4.2 小时, $T_{\text{职业}}=4.2\text{h}$ 。

井下二水平集中胶带巷皮带带长 2600m, 带宽 1.2m, 带速 3.1m/s, 皮带运转一周约 14.0 分钟, 无损检测装置曝光时间以 19 分钟计(多运转皮带的 1/3), 每月运行一次, 则年照射时间为 3.8 小时, $T_{\text{职业}}=3.8\text{h}$ 。

主斜井房皮带带长 1960m, 带宽 1.2m, 带速 3.1m/s, 皮带运转一周约 10.5 分钟, 无损检测装置曝光时间以 14 分钟计(多运转皮带的 1/3), 每月运行一次, 则年照射时间为 2.8 小时, $T_{\text{职业}}=2.8\text{h}$ 。

②公众成员受照时间

对于井下一水平集中胶带巷及井下二水平集中胶带巷的公众人员主要为皮带检修人员，居留因子取 1/8，则公众受照时间取 0.53h 及 0.48h。

对于主斜井井口房，由于皮带无损检测期间对主斜井井口房进行清场，井口房内无人员停留，公众成员主要为主斜井井口房外的木材加工车间、筛矸楼等场所内的人员，工作时间人员驻留在内工作，偏安全考虑居留因子取 1，则公众受照时间均取 2.8h。

(3) 剂量当量率

井下一水平集中胶带巷职业人员取控制区边界剂量率最大值 $6.64\mu\text{Sv/h}$ （见表 7.2），公众人员取监督区边界的值 $0.87\mu\text{Sv/h}$ （见表 7.2）。

井下二水平集中胶带巷职业人员取控制区边界剂量率最大值 $6.32\mu\text{Sv/h}$ （见表 7.2），公众人员取监督区边界的值 $0.66\mu\text{Sv/h}$ （见表 7.2）。

主斜井房职业人员取主斜井房周围剂量率最大值 $0.65\mu\text{Sv/h}$ （见表 7.2），公众人员取保护目标处剂量率最大值 $0.10\mu\text{Sv/h}$ （见表 7.2）。

(4) 计算结果

①井下一水平职业人员所受年有效剂量最大值为 0.028mSv ，井下二水平职业人员所受年有效剂量最大值为 0.024mSv ，主斜井房职业人员所受年有效剂量最大值为 0.002mSv ，职业人员总年有效剂量为 0.054mSv ，低于职业人员 5mSv/a 的管理目标限值；

②公众成员所受年有效剂量最大值为 $4.6\times 10^{-3}\text{mSv}$ ，低于公众人员 0.1mSv/a 的管理目标限值。

表 8 验收监测结论

8.1 验收基本情况

本次验收内容为山西寿阳段王煤业集团有限公司使用 3 台矿用钢丝绳芯皮带无损检测装置，属于 II 类射线装置，最大管电压 140kV，最大管电流 1.1mA，型号均 KJ581（ZSX127-160D），无损检测装置分别位于井下一水平集中胶带巷皮带下方（距地面 183m，距地面井口 1650m）、井下二水平集中胶带巷皮带下方（距地面 232m，距地面井口 2130m）及主斜井井口房内回程皮带下方（距井口 10m，距层操作室 15m）。

污染因子为 X 射线，污染途径为外照射。

（1）现场调查情况

项目辐射安全与防护措施、环境管理制度已按环评及环评批复提出的各项要求基本落实。

（2）工作场所周围剂量当量率检测结论

项目探伤工作场所控制区和监督区的划分符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中 X 射线探伤作业分区设置要求。

（3）有效剂量结论

职业人员所受年有效剂量最大值为 0.054mSv/a，低于职业人员 5mSv/a 的管理目标限值；

公众成员所受年有效剂量最大值为 4.6×10^{-3} mSv/a，低于公众人员 0.1mSv/a 的管理目标限值。

（4）从事辐射技术的能力

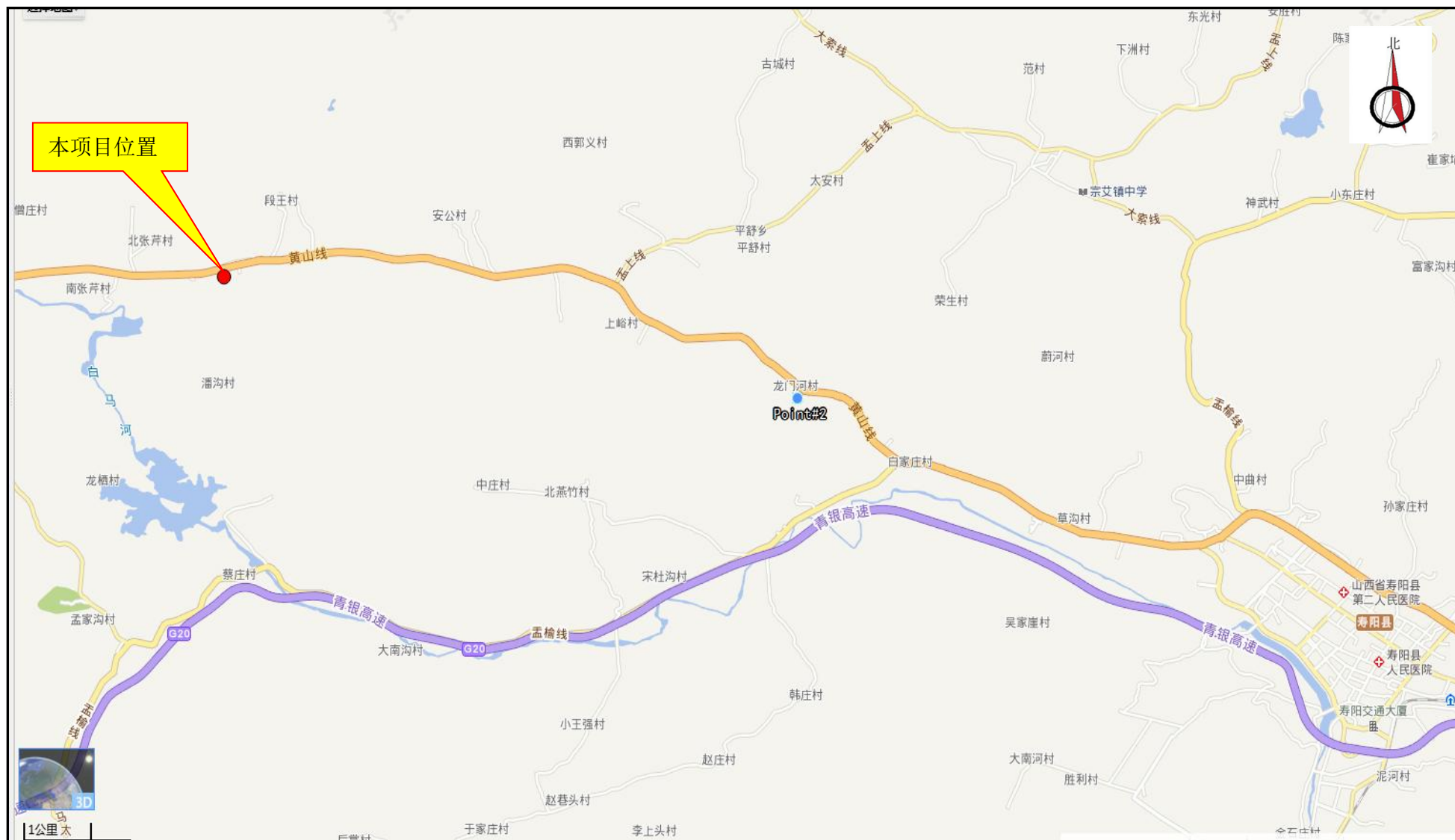
项目有 3 名辐射工作人员，均在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行了学习，且参加考核成绩合格，取得了核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单。该公司已申领辐射安全许可证，具备从事辐射技术的能力。

8.2 总结论

山西寿阳段王煤业集团有限公司使用 3 台矿用钢丝绳芯皮带无损检测装置项目，环境管理制度基本齐全，安全防护措施到位。通过现场调查及监测，基本按照环评文件及批复要求进行了落实管理，可通过竣工环保验收。

8.3 建议与要求

运行期间认真落实各项规章制度。



附图1 项目地理位置示意图

