

# 井下煤矸智能分选在新庄煤矿的应用

李伟

中煤科工集团北京华宇工程有限公司, 北京 100120

**[摘要]** 井下煤矸智能分选系统作为煤炭绿色开采的重要内容, 能促使煤矿矸石不出井、地面无留存、有效杜绝矸石山地面堆放引发的系列生态环保问题, 最大限度减少煤炭开采对生态环境的扰动。开展井下矸石智能分选系统建设是新型煤炭工业发展的方向, 是构建人与自然和谐共生的新型能源供给体系的优先选项, 设计推荐井下煤矸分选采用以智能干选机为核心的智能分选工艺。在井底煤仓下口布置 TDS 智能分选硐室系统。以减少矸石无效运输, 提高原煤质量, 节省运输成本, 提高销售收入, 提高企业经济效益。

**[关键词]** 新庄煤矿; 井下矸石分选工艺; 分选系统布置

DOI: 10.33142/ec.v7i9.13336

中图分类号: TD355

文献标识码: A

## Application of Intelligent Sorting of Underground Coal Gangue in Xin Zhuang Coal Mine

LI Wei

CCTEG Beijing Huayu Engineering Co., Ltd., Beijing, 100120, China

**Abstract:** As an important part of green coal mining, the underground coal gangue intelligent sorting system can prevent coal gangue from leaving the well and leaving no residue on the ground, effectively eliminate a series of ecological and environmental problems caused by the stacking of gangue mountains on the ground, and minimize the disturbance of coal mining to the ecological environment. The construction of the underground gangue intelligent sorting system is the direction of the development of the new coal industry and a priority option for building a new energy supply system that harmonizes human and nature. The design recommends the use of intelligent dry sorting machines as the core intelligent sorting process for underground coal gangue sorting. TDS intelligent sorting chamber system is arranged at the bottom of the underground coal bunker to reduce ineffective transportation of gangue, improve the quality of raw coal, save transportation costs, increase sales revenue, and improve enterprise economic benefits.

**Keywords:** Xin Zhuang coal mine; underground gangue sorting process; sorting system layout

### 1 工程概况

新庄煤矿位于沁水县东南方向, 行政区划隶于沁水县管辖。井田含煤地层为二叠系下统山西组 5 号煤层, 煤层厚 3.90~6.14m, 平均厚 5.30m, 含泥岩、炭质泥岩夹矸 0~2 层, 厚度 0.05~0.60m。煤层结构简单, 为全区稳定可采煤层, 5 号煤层为低灰、特低硫、特低磷~高磷、高发热量、较高软化温度灰 2~3 号无烟煤。

新庄煤矿建设规模 4.0Mt/a, 采用立井开拓, 矿井采用走向长壁后退式大采高综采采煤法、全部冒落法管理顶板。工作面长度 270m, 平均采高 5.51m, 年推进度 1820m。

### 2 项目建设的背景及必要性

#### 2.1 项目建设的背景

煤炭在我国一次能源结构中占 70% 以上, 作为国民经济基础的煤炭工业对于社会、经济的发展和人民生活水平的提高极为重要。长期以来, 由于煤炭开采普遍采用顶板全部垮落法处理采空区, 在保证国家能源供给, 支撑国民经济快速发展的同时, 引发了岩层及地表沉陷、大量煤矸石与瓦斯等有害固气体排放、农田及建筑物破坏、村庄迁徙、地下水流失、土地沙漠化等严重的生态环境破坏问题。

煤炭绿色开采就是针对煤炭开采造成的生态环境破

坏等问题提出的, 通过绿色开采技术的应用, 使煤炭开采对矿区环境的扰动量小于区域环境容量, 实现资源开发利用最优化和生态环境影响最小化。

井下矸石智能分选系统作为煤炭绿色开采的重要内容, 能促使煤矿矸石不出井、地面无留存、有效杜绝矸石山地面堆放引发的系列生态环保问题, 最大限度减少煤炭开采对生态环境的扰动。开展井下矸石智能分选系统建设是新型煤炭工业发展的方向。

#### 2.2 项目建设的可行性及必要性

##### 2.2.1 建设井下矸石智能分选系统的可行性

为减少矸石无效运输, 提高原煤质量, 节省运输成本, 提高销售收入, 提高企业经济效益, 近年来井下排矸呼声越来越高, 目前国内用于大块煤排矸的主要工艺为动筛跳汰机排矸、重介浅槽排矸、智能干选机排矸, 目前在井下设置块煤排矸的案例有几十个, 说明井下智能分选排矸是可行的。

##### 2.2.2 建设井下矸石智能分选系统的必要性

国家提出绿色矿山理念, 积极推进煤炭发展方式转变, 提高煤炭资源综合开发利用水平, 实现煤炭工业安全、绿色、集约、高效发展。煤炭安全绿色开发和清洁高效利用,

是煤炭工业可持续发展的必由之路,是改善民生和建设生态文明的必然要求。

据不完全统计,每年由于煤炭开采导致的土地塌陷 2.667 万 km<sup>2</sup>, 历年累计堆放的矸石山有 1600 多座, 约为 55 亿吨, 且每年以 2~3 亿吨的速度增加。矸石在地面矸石地面堆放不仅占压大量土地资源, 造成环境污染, 还不符合国家政策。

煤矸石是指煤矿在开拓掘进、采煤和煤炭洗选等生产过程中排出的含碳岩石, 是煤矿生产过程中的废弃物。煤炭开采过程中, 井下毛煤一般不作处理, 由矿井提升运输系统运至井上再进行排矸作业。随煤流运至井上的矸石属于矿井的无效运输, 其占用了矿井主运系统的提升能力, 导致矿井主运系统压力倍增, 工作繁重。井下毛煤矸石含量大会造成原煤质量差, 在井下通过干选技术对块原煤预排矸分选, 把原煤中大块矸石分选出来, 可有效降低升井毛原煤含矸量, 减少矿井主运系统无效运输, 可以有效降低原煤灰分, 提高原煤煤质, 同时也能提高矿井产能。

为更好地保护生态环境, 基于资源节约和环境友好的开采理念, 实现煤矿的可持续发展, 近年来煤炭行业提出了“采选充一体化”的新生产模式, 即井下采煤、井下煤矸分选、选后矸石井下采空区充填三部分形成的循环闭合开采体系。

煤矿生产过程中产生的矸石山占压大量土地资源, 造成环境污染; 大量的矸石山堆积可能造成自然, 矸石地面排放目前已经不符合国家政策要求。在井下进行毛煤预排矸系统, 矸石直接在井下充填, 不仅可减少提升能耗和无效运输, 也可以减少地表矸石大量堆积而引起的环境污染。

### 3 井下矸石分选工艺

#### 3.1 设计依据

##### 3.1.1 煤源

矿井井下矸石智能分选系统的煤源为井下采煤工作面、煤巷掘进工作面采掘的 5 号煤层及其顶底板矸石。

5 号煤煤层厚 3.90~6.14m, 平均厚 5.30m, 含泥岩、炭质泥岩夹矸 0~2 层, 以距顶板约 0.50m 和距底板约 1.00m 的两层较为稳定 (厚度 0.05~0.60m)。煤层结构简单, 其煤厚变异系数  $\gamma=15$ , 为全区稳定可采煤层。

顶板主要是泥岩、砂质泥岩、次为粉砂岩, 局部为中、细粒砂岩或粉砂岩。底板为黑色泥岩、砂质泥岩或深灰色粉砂岩。

##### 3.1.2 矿井原煤含矸量及其组成

根据本矿井原煤大样筛分试验, 结果见表 1。

采用插值法按比例进行含矸量估算, 估算出新庄矿井 +50mm 原煤量 1.0444Mt/a, +50mm 矸石量为 0.2168Mt/a; +80mm 原煤量为 0.578Mt/a, +80mm 矸石量为 0.132Mt/a; +100mm 原煤量为 0.2672Mt/a, +100mm 矸石量为 0.0752Mt/a。计算结果详见表 2。

表 1 原煤筛分组成综合表

粒级/mm		产率	灰分
		%	%
>50	煤	18.61	12.22
	夹矸煤	2.07	28.11
	矸石	5.42	56.27
+50 合计		26.11	22.63
50-25		19.63	21.23
25-13		9.37	21.53
13-6		18.60	18.82
6-3		6.20	20.49
3-1		12.15	20.43
1-0.5		2.98	22.54
0.5-0		4.96	22.431
50-0 合计		73.89	20.60
原煤总计		100.00	21.13

表 2 原煤矸石含量及其组成估算结果

粒级 (mm)		产率 (%)	产量 (Mt/a)	灰分 (%)	
原煤总计	合计	100	4.00	21.13	
	煤	87.25	3.49		
	矸石	12.75	0.51		
50-0	煤	66.56	2.6624		
	矸石	7.33	0.2933		
	合计	73.89	2.9556	20.6	
+50	煤	18.62	0.7448	12.22	
	夹矸煤	2.07	0.0828	28.11	
	矸石	5.42	0.2168	56.27	
	合计	26.11	1.0444	22.63	
其中	50-80	煤	8.78	0.3512	12.22
		夹矸煤	0.76	0.0304	28.11
		矸石	2.12	0.0848	56.27
		合计	11.66	0.4664	22.63
	80-100	煤	5.85	0.234	12.22
		夹矸煤	0.5	0.02	28.11
		矸石	1.42	0.0568	56.27
		合计	7.77	0.3108	22.63
	+100	煤	4	0.16	12.22
		夹矸煤	0.8	0.032	28.11
		矸石	1.88	0.0752	56.27
		合计	6.68	0.2672	22.63

#### 3.2 分选工艺的确定

目前煤矿矸石分选多数都是在地面选煤厂完成的, 所选出的矸石多堆积在地面或山沟, 占用土地和污染环境。故国家推行清洁生产政策, 要求不可利用矸石需返回井下

充填采空区或废巷。

根据矿井原煤大样分选试验报告,原煤随粒度的增大,含矸比例逐渐增加。考虑原煤中粗块含矸比例大,属不可用矸石,需返回井下。故矿井在井下建设分选设施,将原煤中大块矸石直接分选出来,用于井下采空区充填,对减少矸石往返运输能耗和费用以及矿井清洁生产是有利的。

目前煤矿井下应用比较广泛的煤矸分离工艺主要有三种,即动筛跳汰分选工艺、重介浅槽分选工艺和 TDS 智能干选工艺。

智能分选工艺的核心设备是智能干选机,采用基于 X 射线识别的智能煤矸干选技术,通过 X 射线和图像识别技术,运用深度学习算法等先进技术,针对不同的煤质特征建立与之相适应的分析模型,通过大数据分析,对煤与矸石进行数字化识别,最终通过智能分选系统将矸石排出。智能分选系统包括给料、识别、执行几大主要系统,以及供风、除尘、配电、控制、瓦斯监测等辅助系统,其中每台智能分选机都配备一台矿用湿式除尘风机,该除尘风机是一种以洗涤液为介质,在机械力的作用下将洗涤液雾化成为细微小液滴颗粒,通过一定速度的撞击或乳化剂的作用与粉尘粒子结合,达到净化的目的。

智能分选工艺原理图见图 1。

目前井下 TDS 智能干选机应用的案例有临矿集团的王楼煤矿,肥矿集团的陈蛮庄和梁宝寺煤矿,枣矿集团的滨湖煤矿。经过一段时间的运行调试,应用的效果较好,分选效果可以达到要求,整体来说,分选精度相比重介浅槽分选稍差,跟动筛效果差不多,但智能化程度较高,设备故障率较低。

国内拥有煤安标志的 TDS 智能干选机中,目前分选能力最高的是 TDS28-300 型,其带式布料器宽度 2.8m,+50~300mm 处理能力 260t/h。

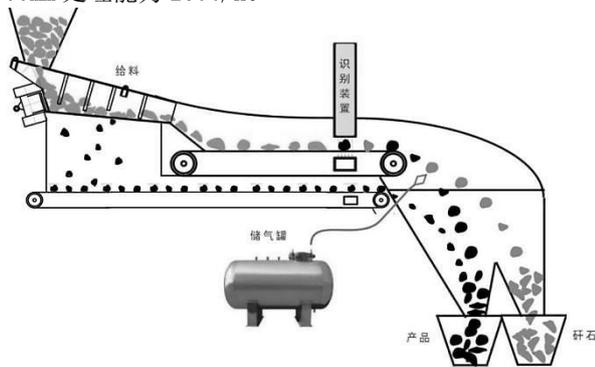


图 1 智能分选机分选工艺原理图

设计推荐井下矸石分选采用以智能干选机为核心的智能分选工艺。其优势主要体现在如下方面:

### 3.2.1 系统简洁、稳定可靠、可实现无人值守

智能分选工艺因不需借助水和介质对煤炭的分选,从而没有产品脱水、脱介、水处理及介质回收系统而大大简

化工艺流程。智能分选系统非常简洁,环节少,故障点也少,故障率低,可实现无人值守。

### 3.2.2 占地面积小、节省投资

智能干选机体积小,系统简洁,井下智能分选系统可集成布置一个巷道内。

### 3.2.3 生产成本低

井下智能分选系统简洁,节省人工成本;智能分选设备台数少,备品备件及维修费用低;智能分选系统装机功率比浅槽小,电耗少(约浅槽的 1/4),并且没有水耗和介耗。智能分选系统加工费低于浅槽分选系统,节省生产成本。

### 3.2.4 无介质和药剂消耗,对现有副井提升无影响

浅槽分选系统需要介质和药剂耗材,这些耗材均需副井提升,占用副井提升资源,不利于生产组织。井下智能分选系统不用水、不用介,不产生煤泥,无需介质和药剂,不占用副井提升资源。

### 3.2.5 系统简单,可靠近采区灵活布置

井下动筛或浅槽,一般只能在井底煤仓等位置集中布置,系统复杂,工程量大,选出的矸石需要远距离运输到工作面充填。智能分选系统可靠近采区布置,矸石返运距离短,布置比较灵活。

通过对井下分选方案的分析,设计选择智能化程度较高的智能干选机分选工艺方案。

## 4 井下矸石智能分选系统布置

### 4.1 井下矸石智能分选系统布置原则

(1)井下矸石智能分选系统设置应当根据布料能力,在尽可能减少矸中带煤损失的基础上,提高井下矸石选出量,降低原煤矸石提升比例;

(2)井下矸石智能分选及煤炭与矸石运储系统布置,需遵循系统简单、灵活适应能力强、环节少、工艺可靠、工程量与投资省的原则。

### 4.2 井下矸石智能分选系统布置方案

#### (1) 智能分选与返煤返矸系统布置方案

根据上述原则和矿井主运、提升系统布置、智能分选系统流程(图 2):

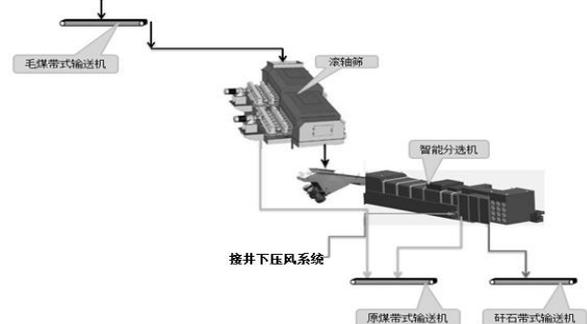


图 2 智能分选系统流程

在井底一号煤仓下口、垂直箕斗装载平巷向北布置 TDS 智能分选硐室。一号煤仓下设两个给料口,均向分选

硐室滚轴筛给料,筛上煤矸经 TDS 智能分选机分选,块煤经破碎机破碎至筛分粒径以下和筛下原煤合并,由垂直分选硐室和垂直配仓巷的两条 14° 胶带斜巷转运至井底二号煤仓,然后由布置到二号煤仓下的装载胶带送至箕斗装载硐室。分选的矸石由与分选硐室垂直布置的矸石转载斜巷胶带送南翼进风排矸大巷输送机转运至矸石仓。在一二号煤仓上部设置配仓胶带,矿井西翼和南翼大巷来煤既可卸入井底一号煤仓,经分选后转运至二号煤仓;也可在 TDS 智能分选系统故障时不入一号煤仓,而经配仓胶带直接送入二号煤仓,经箕斗装载箕斗送至箕斗装载硐室装入箕斗提升至地面。井下智能分选系统巷道布置见图 3。

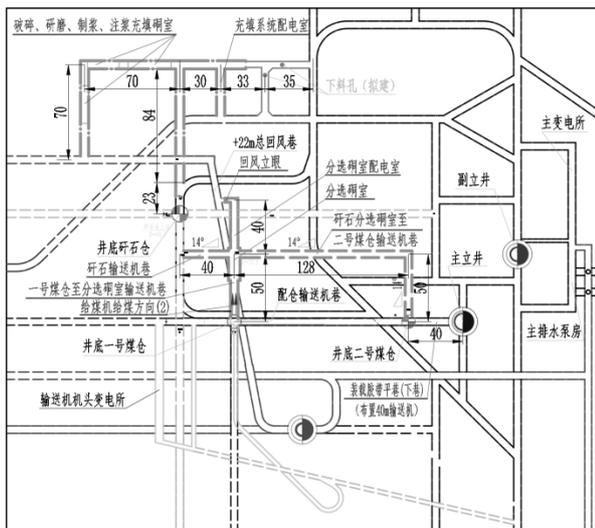


图 3 井下智能分选系统巷道布置方案

#### 4.3 井下矸石智能分选系统主要设备

井下矸石智能分选系统设备主要包括井下矸石分选硐室设备以及分选矸石带式输送机设备等,详见表 3。

表 3 智能分选系统主要设备

序号	设备名称	规格型号	数量	备注
1	除铁器	B=1200mm 磁场强度≥150MT 悬挂高度 350mm	1 台	防爆
2	预先分级筛	滚轴筛 GZS18x40-10-10 型 10 轴 筛面尺寸 1800mm 处理 量 Q=1100t/h	1 台	防爆
3	振动布料器	TDS14-300-Z1224 型	2 台	防爆
4	智能干选机	宽度 B=2800mm 处理量 Q=260t/h, 入料粒度 300-50mm	1 套	防爆
5	储气罐	φ=2400mm 容积 20m³ 压力 0.8MPa	1 台	防爆
6	原煤带式输送机 1	B=1200mm Q=1000t/h L=12.2m V=2.5m/s a=0°	1 台	防爆
7	原煤带式输送机 2	B=1200mm Q=1000t/h L=121m V=2.5m/s a=0~15°	1 台	防爆
8	原煤带式输送机 3	B=1200mm Q=1000t/h L=51m V=2.5m/s a=0~15°	1 台	防爆
9	矸石带式输送机	B=1000mm Q=100t/h L=40m V=2.5m/s a=0~-15°	1 台	防爆

#### 【参考文献】

- [1] 杨彦宏. 井下煤矸智能干选系统巷设计方法探讨[J]. 煤炭工程, 2023, 55(1): 6-11.
- [2] 梁卫国, 郭凤岐, 于永军, 等. 煤矸石井下原位智能分选充填技术研究进展[J]. 煤炭科学技术, 2024, 52(4): 12-27.
- [3] 张宪良, 秋丰岐. 塔山煤矿井下煤矸智能分选方案设计[J]. 陕西煤炭, 2024, 43(5): 85-88.
- [4] 胡伯. 小保当煤矿矸石充填技术研究及应用[J]. 煤炭工程, 2021(8): 4.

作者简介: 李伟(1989—), 男, 吉林桦甸人, 工程师, 就职于中煤科工集团北京华宇工程有限公司, 长期从事煤矿设计工作。