

智能分选设备在煤矿中的应用

张 斌 李佳琪

山西晋城煤业集团勘察设计院有限公司 山西 晋城 048006

摘要：本文介绍了智能煤矸分选设备的种类，并结合应用经验，对各种智能煤矸设备优缺点进行分析，对于设备应用有一定的参考价值。

关键词：智能煤矸分选；对比；应用

1 前言

近年来，煤矿企业的装备制造业发展速度明显加快，煤矿人工智能、云计算、大数据、信息化、网络化、自动化的发展也成为煤矿企业生产中最为关键性因素，煤矿自动化对解决目前煤矿企业中存在的生产环境复杂，占用人员多，劳动强度大，以及安全性差等问题具有重要作用。

煤矿生产系统中煤矸分选是将原煤转精煤的一个步骤，往往伴随着粉尘、潮湿、振动、噪声，甚至辐射等严重的环境污染问题。且煤矸分选不当将直接影响下一步的洗煤工艺以及煤质，造成选煤厂增加洗选成本，严重地还会造成洗煤设备的损害。

我国目前用于大块原煤排矸的主要工艺为人工捡矸、块煤跳汰机、动筛跳汰机、重介浅槽及智能煤矸分选机。

现有工艺多为手选带人工捡矸，生产效率低下，矸石拣选率直接受人员素质、管理水平等人为因素影响，人员工作环境差、效率低，管理难度大，安全性较差且人工费用高。

块煤跳汰机、动筛跳汰机是以水为介质进行分选，有效分选精度低、矸中带煤率大（一般在8%以上），且设备体积大，结构复杂，维护量较大；因此，工艺选择上不推荐。

重介浅槽分选精度高，但需要借助水、介实现对煤炭的分选，设置有产品脱介、脱水、煤泥水处理、介质回收系统，但是系统复杂，生产成本较高。

最近几年国内研发的几种智能煤矸分选系统的已基本成熟，块煤智能干选系统具有拣出率高、适用性广、分选效果好、分选效果不受煤质波动影响、设备体积小、占地面积小，投资少、不用水、不用介、电耗低、自动化程度高、节省人力、操作简便、生产维护简单、安全性能高等优点，优于块煤跳汰机、动筛跳汰机、重介浅槽等块煤分选系统，已在选煤行业得到了一定数量

的应用。

2 智能煤矸分选机分类

目前智能煤矸分选机有三大类：

(1) X(γ)射线识别+压缩空气分选：已在煤炭行业应用，已有两家公司的产品（TDS及GDRT分选系统）通过中国煤炭工业协会鉴定。

工作原理：利用振动布料器平铺煤矸，随后煤矸进入输送装置（一般为带式输送机），利用X(γ)射线对输送装置上的煤矸进行识别，在煤矸离开输送带时，利用高频电磁阀控制压缩空气对煤或矸进行喷吹，以实现煤矸分选的功能。

X光用于物料检测所依据的原理是X光对不同物料的穿透能力不同^[1]。由X光管发射的线束照射在受检煤矸上随输送带移动，位于输送带下方的X射线传感器接收到的光束强度不同，因而形成特征值不同的物体图像，通过大数据处理技术和AI模型算法等方式判断出不同物料及所在位置，能够在复杂的矿石分选环境下，针对矿石密度、大小、纹理、光泽、厚度等特征，自适应调整矿石分选模型结构，实现精准分选。

整套装置包括：

1) 入料系统：由入料斗、振动器、振动器防护罩等组成布料器。

2) 识别系统：为智能干选机的核心部分，主要由X射线发射器、探测器、大模型算法和有关操作系统等组成。

3) 执行系统：由高速高频电磁阀、空气压缩机及空气过滤净化器等组成。

4) 控制系统：通过控制系统实现人机交互功能。

5) 气源系统：为设备提供稳定清洁的高压空气风源，用于执行分选、气动控制、散热、供风等用途。

6) 除尘系统：除尘防爆，确保设备安全运行，并对煤尘进行收集利用。

(2) 视觉AI智能识别+机械抓手分选：已在煤炭行业应用，已有一家公司的产品（GPRT分选系统）产品通过

中国煤炭工业协会鉴定。

工作原理：利用振动布料器平铺煤矸，随后煤矸进入原有手选带式输送机，利用AI视觉智能识别系统对输送带上的煤矸进行识别，并利用控制系统控制智能机械抓手对煤或矸石进行抓取、分选，以实现煤矸分选的功能。

整套装置包括振动布料器、识别系统、智能机械抓手、控制系统、辅助空压系统。

(3) X(γ)射线+机械手分选。

工作原理与前两者相同，目前还处于工业试验阶段，在此暂不论述。

3 设备优缺点

(1) X(γ)射线识别+压缩空气分选

优点：

- 1) 处理量较大，一般分离矸石(煤)能力在150吨/时以上；
- 2) 一体化整体密封设计，占地较小；
- 3) 可采用模块化、可移动干法选煤设备，适用于煤源位置频繁变化的场景；
- 4) 识别率较高；

5) 可以处理粒度较小的煤矸；

6) 利用压缩空气分选，无需水、介，适用于干旱缺水及寒冷地区使用。

缺点：

- 1) 原因是X(γ)放射源的量和类型受国家标准控制，对于超大块煤矸(+300mm)或堆叠煤矸的识别能力受限；
- 2) 压缩空气对于超大块煤矸(+300mm)冲击力有限，增大冲击力会产生误吹；
- 3) 压缩空气喷吹，设备有除尘器，密封不严密可能造成二次污染，造成车间粉尘大。

以TDS智能煤矸分选系统为例，已在宏祥煤业、长平矿等矿井应用，处理粒度范围为+25mm~300mm，处理能力为100~400t/h，均运行良好。以宏祥煤业为例，该矿坑口煤含矸率较高，原煤20%比重均为+50mm矸石，严重限制煤炭煤价，制约企业发展。矿井采用TDS智能干选机进行选矸，处理能力400t/h，+50mm矸石排出率可达95%，选矸后商品煤发热量可达4000大卡，吨煤售价提高约60%。

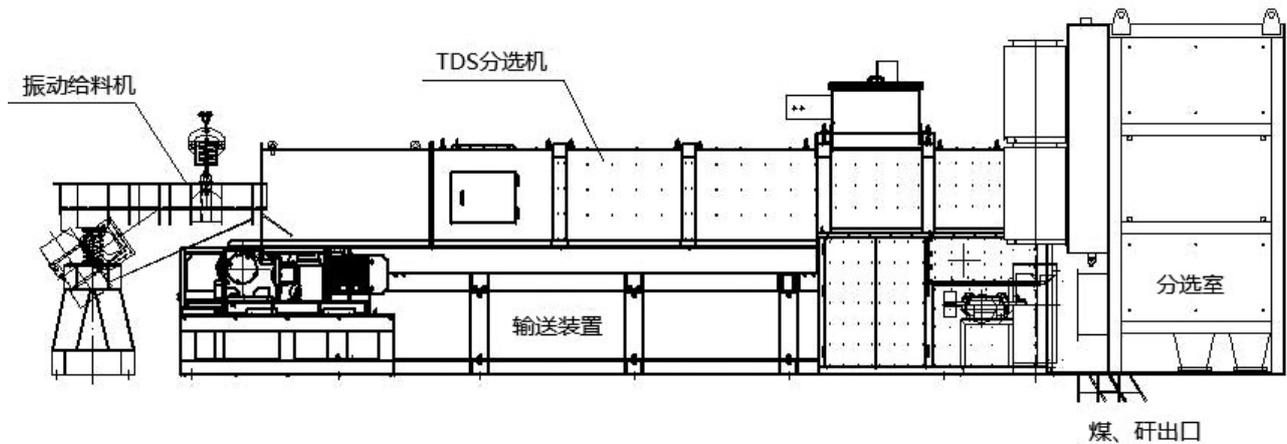


图1 TDS智能煤矸分选机

(2) 视觉AI智能识别+机械抓手分选

优点：

- 1) AI视觉识别率高，最高达98%，且不受煤矸粒度影响^[2]；
- 2) 处理煤矸粒度范围大：50~1000mm，对不同的粒度配置相应的机械手；
- 3) 在原有手选带上安装，不需要改变原有的生产流程，对生产影响较小；
- 4) 机械抓手可以实现捡杂物。

缺点：

- 1) 机械抓手需根据处理能力沿带式输送机运行方向布置，处理能力较大时需要带式输送机长度大；
- 2) 机械抓手对于处理50mm以下粒度的煤矸效果不好。
- 3) 对于粉尘大、光线暗的复杂情况，AI视觉识别受限。

以GPRT智能煤矸分选系统为例，已在长平矿、双欣矿等煤矿应用，处理粒度在50~1000mm，处理能力为100t/h~300t/h，设备均运行良好。其中双欣矿首次实现1000mm煤矸分选功能。以长平矿为例，该矿因地质条件受限，出煤大块夹矸较多，对煤质影响较大。该矿井同

时采用GPRT智能煤矸分选系统和TDS智能干选机进行选矸，替代原有人工选矸环节。解决了煤矿手选皮带人工分选煤矸效率低、管理难、劳动强度大、用工难、职业病高发工种、人工成本高的问题。减轻了选煤厂选矸系统的生产压力、减少了主洗系统的入洗量、降低了设备

损耗及能耗、降低了煤中带矸率。更换设备后不仅提高了煤矿生产效率和经济效益，而且对促进煤矿企业牢固树立新发展理念、深入实施创新驱动发展战略、改善煤矿环境、推动煤炭资源综合利用产业绿色、智能化发展具有重大意义。

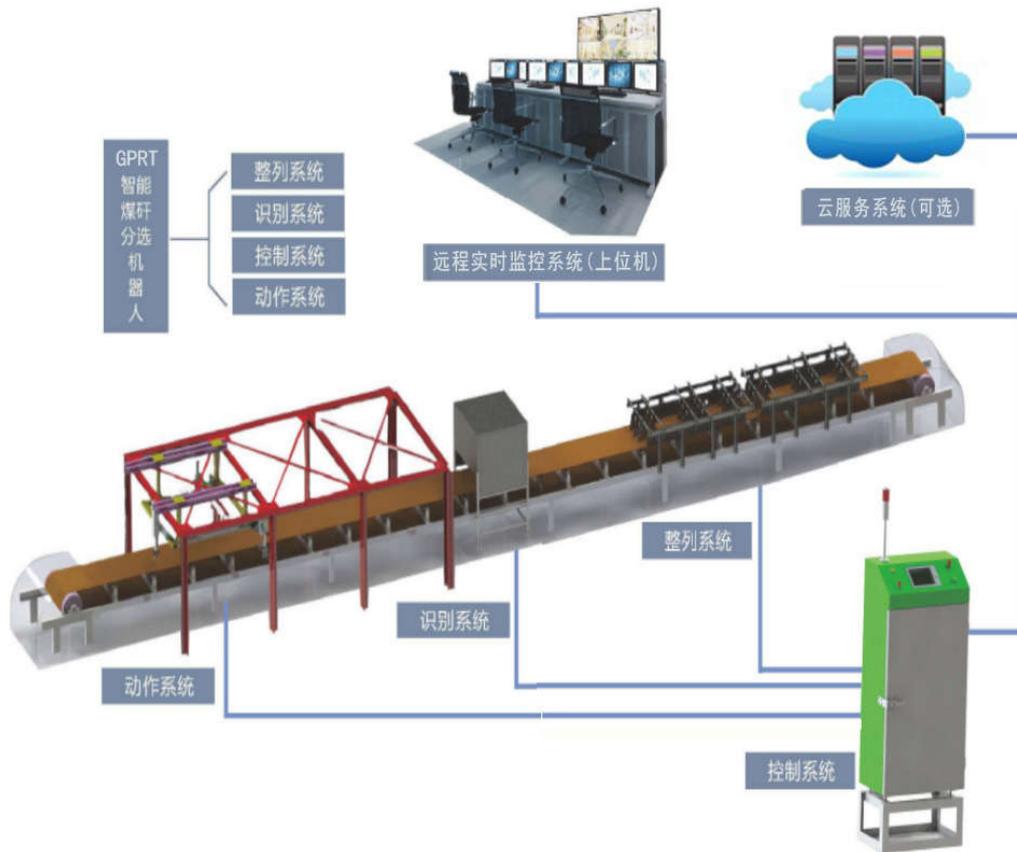


图2 GPRT智能煤矸分选机

4 结语

智能煤矸分选机由机器基本替代原有了人工捡矸方式，把生产工人从劳动强度大、生产环境差的岗位上解放出来，进一步实现“减员增效”，且减少选煤厂排矸系统的磨损、降低洗选成本；同时也降低了对选煤厂生产各环节的影响，提高了生产的安全可靠性，提高了生产效率；提升了煤质，增加了企业的经济效益。

近年来，由于煤炭资源缩减、地表沉降问题明显，矸石充填开采技术成为煤炭行业的热门板块。矸石充填开采的充填材料主要为矸石、水泥及添加剂等。这就使得智能煤矸分选机在充填开采的充填材料制备环节得到了新应用^[1]。

为实现“矸石不出井”的绿色矿井开采模式，多家设备厂家已联合矿井用户积极探索煤矿井下智能煤矸分

选机的应用，充分利用了智能煤矸分选机智能化、模块化、功能化于一体，系统占地小、煤种范围广，不受环境和温度的影响，适应性强的设备特点。

现如今，煤矿智能化建设已成为煤矿行业转型升级的驱动力。智能煤矸分选机能够实现煤矸分选自动化、智能化，符合国家对于煤矿行业的发展建设要求；智能煤矸分选机的推广应用可以对行业的发展有良性的推动力。

参考文献

- [1]冯来宏,谭家贵,等. X射线智能干选机的煤矸识别及分选稳定性研究[J]. 煤炭技术,2024,43(2):272-275.
- [2]侯晓松,李强. 智能机器人系统在煤矸分选工艺中的研究与应用[J]. 中国煤炭,2024,50(9):92-98.
- [3]巴蕾,闫龙,等. 煤矿井下煤矸智能分选及充填技术在工程中的应用研究[J]. 矿业装备,2024,(10):19-21.