

# TDS智能干选机在井下排矸及选后矸石充填技术的应用

项瑞鹏

天津美腾科技股份有限公司 天津 300384

**【摘要】**煤炭分选对于提升矿井经济效益至关重要。传统上，块煤筛选主要依赖跳汰机，但这种方法往往伴随着水资源消耗大和环境污染等弊端。近年来，一种名为TDS智能干选机的新技术崭露头角，其显著的特点包括高效分选、高度自动化以及环保特性，在煤矿井下预排矸应用中日益占据主导地位。本文特别聚焦于TDS智能干选机在煤矿井下的应用实践，旨在为同类系统的革新升级提供实用的参考案例。

**【关键词】**TDS智能干选机；井下排矸；选后矸石充填

## 1 TDS智能干选机概述

### 1.1 结构

TDS智能干选机的核心构造由三个关键部分构成：布料系统、识别系统和执行系统，辅以通风、除尘和电力供应三大辅助系统。首先，布料系统作为分选过程的起点，确保块原煤能够平稳且均匀地进入干选系统。识别系统则是设备的核心，包含安装于布料皮带顶部的X射线发射源和底部的接收器，通过对块煤和块矸石不同的物理特性进行分析，实现精准区分，并实时将区分结果及物料在布料皮带上的分布信息发送给执行系统。执行系统则是整个系统的大脑，配备一排沿煤炭和矸石移动路径排列的气动喷嘴，通过智能算法，根据接收到的物料位置信息，精确操控每个喷嘴的开启，从而有效地分离出精煤和矸石，实现高效分选<sup>[1]</sup>。

### 1.2 工作原理

TDS智能干选设备运用X射线识别技术，能根据块精煤和块矸石不同的性质构建定制化的大数据分析模型。接着，依赖深度大数据分析，实现煤与矸石的精确数字区分。随后，系统依靠智能化的矸石排除机制，有效剔除矸石<sup>[2]</sup>。

该设备的工作流程如下：首先，煤炭经过50毫米筛孔的原煤分级筛预筛选，然后通过振动布料器均匀布料，平铺在布料皮带上。接下来，识别系统利用先进的智能算法来识别精煤与矸石。在分选室内，执行机构依据识别结果调整电磁阀，通过喷射和吹扫的方式分离精煤与矸石。借助高压风力，改变精煤块和矸石块的前进路径，分别落入各自的输送皮带，从而实现煤炭井下的高效预排矸。

### 1.3 技术特点

(1)经济高效，运营成本低廉。TDS智能干选设备在煤炭分选过程中无需依赖水或其他介质，因此省去产品脱

水、脱介、水处理及介质回收等复杂环节，显著降低运行成本，缩短建设时间，减少设备配置，使得系统结构更为简洁<sup>[3]</sup>。

(2)卓越的分选精确度。TDS智能干选机已达到矸中带煤率不高于3%，排矸率不低于90%的技术指标，其分选精度可比肩浅槽重介分选机，超越动筛跳汰机、跳汰机以及其他预排矸工艺。

(3)广泛的应用粒度。该设备适用于300~25mm和100~25mm粒度的原煤处理，分选上限可达300mm，分选下限为25mm。

(4)强大的处理能力。目前最大的TDS40智能干选机每小时可处理400吨块原煤。

(5)先进的智能化功能，具备自我学习和故障检测能力<sup>[4]</sup>。

(6)全面的防爆设计，确保设备安全。所有组件均遵循防爆标准制造，并已获得煤矿安全认证。

(7)高效的除尘系统。采用湿式除尘器，与智能干选机一体化布局，保证高过滤精度，对0.5微米的粉尘除尘效率超过99.9%。

(8)低辐射量，安全防护到位。TDS智能干选机使用的射源与安检设备相同，非工作状态下自动断电，断电后无辐射产生。设备采用铅板全密封设计，正常运行时外表面辐射强度低于2.5微西弗/小时，1米外的平均辐射强度约为1微西弗/小时。工作人员一年的辐射剂量约0.55毫西弗，远低于GB 18871—2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的1毫西弗公众照射剂量限制，确保极高的安全性<sup>[5]</sup>。

## 2 TDS智能干选机在井下排矸及选后矸石充填的应用优势

## 2.1 准确无误的分选效能

TDS智能干选机作为行业先锋，在全国范围内的关键煤炭产区如陕西、内蒙古、新疆、江苏、云南、福建等地展现出显著的应用优势。无论面对炼焦煤、动力煤等各种不同的煤质，都能展现出卓越的分选能力。其独特的X射线识别技术配合大数据策略，精确区分煤与矸石，即使面对不同粒度间的复杂区分，也能保持极高的精准度。这种技术的优越性使得杂质混入煤质或煤中夹杂矸石的比例控制在3%之内。进一步引入X射线与CCD双源图像识别及深度学习算法，显著提升智能干选机在处理难选煤时的性能，极大地提升其分选精度和效率。

## 2.2 应用范围广

(1) 精细粒度分类：TDS智能干燥选煤机适用于处理300~25mm、100~25mm的原煤，能够依据不同粒度规格进行定制化设计；

(2) 预先去除杂物：替代手工挑选和浅槽预处理，有效减少煤炭中的矸石含量，减轻洗涤过程的压力；

(3) 高品质精煤产出：TDS智能干选机具备高精度分选能力，可根据煤炭特性和产品需求，直接将精选后的优质煤炭作为块状精煤单独出售；

(4) 黑矸分离：运用X射线与CCD图像双重识别技术，依据煤炭性质，回收浅槽矸石中热值较高的黑矸及中等质量煤炭，提升整体经济效益；

(5) 三类产物分离：根据产品规格和煤炭特性，将原煤分为精煤、中煤和矸石三大类别，精煤直接作为商品出售，中煤可直接交易或进一步破碎洗选，而矸石则直接外运；

(6) 便捷的移动分选：TDS智能干选机设计紧凑，工艺流程简洁，所需配套设备少，可装配在卡车形成移动式选煤站，适用于小型露天煤矿和煤炭储存中心的块煤分选作业；

(7) 煤矿井下预排矸：TDS智能选煤机体积小，能够在地下巷道内整合部署，实现井下预排矸，还能配合井下充填工艺，实现开采、分选和充填的一体化综合操作；

## 3 井下煤矸分选工艺分析选择

### 3.1 井下重介浅槽预排矸

重介浅槽分选设备运用阿基米德的法则对煤炭实施分类。其特点是采用的悬浮液比重超过水（故称重介质），且能依据煤炭质量的不同需求进行调节。然而，井下的浅槽排矸工艺架构复杂，设施规模宏大，涉及水和重介质的使用。重介质需自地面向井下输送，该系统导致水资源和

介质的规模消耗，进而增加运行维护的工作量和运营成本，显得相对昂贵。

### 3.2 井下TDS智能干预选排矸工艺

TDS智能干燥选别体系运用X射线和图像辨识技术，依据块精煤和矸石的不同特性构建匹配的大数据分析模型。借助深入的数据分析，此系统能精确地区分块精煤和块矸石，随后通过执行机构选出块矸石。这套系统已被广泛应用在地面洗煤厂。近年来，使用井下TDS智能干选工艺进行煤矿井下预排矸的应用也越来越多，实现在井下的无水化预排矸，矸中含煤量低于3%，选别精度可媲美浅槽法，远超动态筛选和跳汰等其他分选工艺设备。系统结构简洁，不需要水，也不需介质处理系统，支持无人值守操作，设备尺寸相对其他工艺设备较小，便于井下布局。

TDS智能干燥选别系统主要由布料、识别和执行三大核心系统构成，同时配备有通风、除尘、供电和控制系统等辅助模块。

对比分析井下TDS智能预排矸工艺和其他预排矸工艺，并结合煤矿井下的实际生产状况，在井下安装TDS智能干选系统是最合适的预排矸方案，能有效推动煤矿生产提质增效。

## 4 井下充填工艺分析选择

### 4.1 综合机械化矸石回填开采技术的应用

该项技术涉及将地下的矸石或各类固体废物破碎成适宜的粒度，随后运输到煤矿井下采空区进行充填。其核心充填工艺依靠带式输送机与多孔底卸式刮板输送机的协同作业：首先，利用矸石带式输送机将物料运送到充填支架下方的特殊刮板输送机，接着，通过刮板输送机的多孔底部卸料口将矸石排放至采空区，如图1所示。

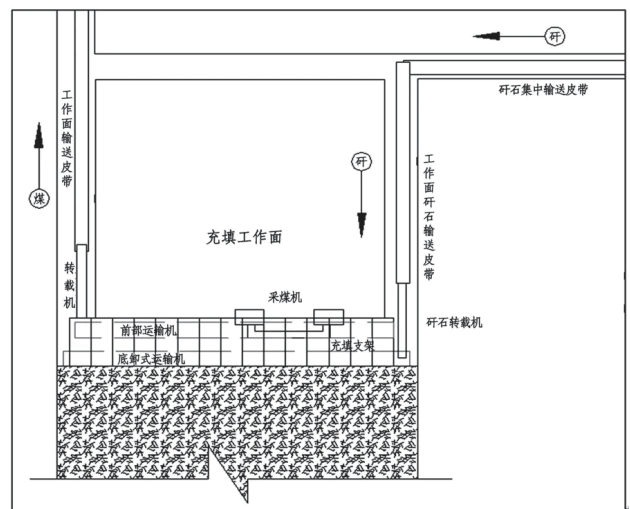


图1 原矸架后综合机械化充填开采技术

## 4.2 巷式充填

在传统的煤炭开采体系之上，巷式充填采矿法引入综合掘进机来挖掘工作面两侧巷道间的联络巷，以此开展掘进煤巷作业。当联络巷打通后，采用矸石进行充填，同时开始掘进新的联络巷，形成一种“连续掘进、逐巷充填”的开采模式。这种方法具备系统结构简洁、初期投入少、生产效率高以及有效控制顶板移动的优点，特别适合于利用矸石充填置换边角煤及压覆资源的情况。

## 4.3 膏体充填技术

将矸石破碎至5mm以下，将破碎后的矸石与水、粉煤灰、水泥按照一定的比例混合成膏体状态，借助膏体充填泵，通过输送管道输送至充填工作面进行充填。

## 4.4 矸石充填方案对比

从效率、费用和技术可行性三个方面进行比较，综合机械化矸石回填开采技术主要是以处理矸石为主要目的，地面沉陷总体控制效果较差；膏体充填存在初期设备投资较大、充填系统复杂、技术要求较高；巷式充填分为采煤系统和充填系统两套独立的系统，提高了采煤及充填工作效率，实现了“连采连充、以充保采、以充促采”的目的，有充采效率高、吨煤成本低、系统安全可靠的优势。

表1 矸石充填方案对比

充填方式	充填率	下沉系数	优点	缺点	适用条件
综合机械化矸石回填开采技术	0.7-0.8	0.2-0.3	工艺简单，充填材料充足，实现固体废物的循环利用	工人技术要求较高	中厚煤层
巷式充填技术	0.95-0.99	0.01-0.2	系统简单，充填接顶率高，采充分离、矸浆分离、连续带式输送系统进入支巷内充填，充填效率高、减排、减沉效果显著	需要新设备投入、有经验的施工队伍组织施工。	中厚煤层、厚煤层
膏体泵送充填技术	0.9-0.98	0.05-0.1	膏体浓度高，充实率高，膏体充填体早期强度高，压缩率低	初期设备投资较大，工艺复杂，成本较高	中厚煤层

## 5 TDS智能干选机的发展趋势和应用前景

### 5.1 智能化干式分选技术是工业技术发展的必然方向和代表性

干法分选是煤矿工业发展的必然方向。目前，煤炭行业正把重点转移到技术创新上来。要实现成本下降、效率提升，培育新动能，构建新的发展动能，构建新的发展优势。

常规的煤炭分选技术是根据阿基米德的基本原理，采用自流式分选技术，不仅耗水量大，而且运行过程繁琐、费用高。智能化干法分选是响应国家“大众创业、万众创

新”战略需求而提出的一种新型的煤炭分选方法，井下TDS智能干选是一种颠覆式创新，也是产业转型的典型。能够为许多用户节省能源，减少废气排放，节约能源，改善能源利用。

### 5.2 加强选煤设备的智能、自动控制

该系统采用多种传感器，实现对煤品质的在线监控。该系统能够迅速、精确地获得原煤的密度和色泽等信息，为进一步的分级工作奠定基础。TDS智能干选机采用一套先进的自动化控制技术，通过对X射线接收器采集到的信息进行实时的分析与处理，从而达到对块原煤分选等目的。TDS智能干选机一经投入使用，便可实现全流程无人干涉，极大地减少人工成本，节约大量的劳动力，从而实现企业的降本增效。

### 5.3 改善煤的综合利用

当前，我国煤炭入洗比例只有60%，特别是西北区域，因缺水制约已有的选煤工艺，致使入洗比例大大降低。我国目前的褐煤产量已超过五亿 t，但因其不适于湿法洗选，目前主要以燃煤为主，且其利用率极低。

TDS智能干选机不用水、不用介，在水资源缺乏的地方得到广泛的推广，同时对大部分煤种具有良好的分选效果。这一工艺的普及将极大地提升矸石的排出率。

## 6 结束语

综上所述，井下TDS智能干选技术的应用，通过X射线识别矸石，在煤矿井下进行预排矸，是对传统技术进行革命性的变革。该技术以投资效率高、运营成本低、建设速度快、所需设备数量少以及系统结构简洁为特征。相较于动态筛分和浅槽重介质等分类方法，展现出显著的技术优越性。尤其在煤矿井下预排矸的应用中，其表现效果明显，在井下排矸及选后矸石充填项目中值得推广应用。

### 参考文献：

- [1] 李文儒, 刘国超. TDS智能干选机在东曲选煤厂的应用[J]. 山西焦煤科技, 2022, 46(12): 52-54.
- [2] 黄邦松. TDS智能干选机在双柳煤矿的应用[J]. 中国煤炭, 2020, 46(3): 47-50.
- [3] 李新山. TDS智能干选机在永明煤矿的应用[J]. 中国煤炭, 2020, 46(8): 48-52.
- [4] 王天资. TDS智能干选机在选煤厂的应用分析[J]. 自动化应用, 2020(5): 117-118.
- [5] 徐莽. TDS智能干选机在原煤分选中的应用研究[J]. 机械管理开发, 2021, 36(7): 167-168, 283.