

# 浅谈煤炭洗选技术应用

落永平 宋万军 贾宝爱

国源电力有限公司上榆泉煤矿 山西 忻州 034000

**摘要:** 煤炭洗选是煤炭产业绿色高效发展的关键环节,其核心依托煤与杂质的物理性质差异实现分离提纯。本文系统阐述煤炭洗选技术的核心原理与多维价值,分类剖析重力选煤、浮游选煤及其他辅助技术的特点,详细探讨各类技术的应用实践要点,并预判智能化、绿色化与高效化深度融合的发展趋势。研究表明,合理选用洗选技术并优化应用方案,可显著提升煤炭品质、降低污染物排放、提高资源利用率。本文研究成果为煤炭洗选技术的科学应用与升级转型提供理论参考,助力煤炭产业高质量可持续发展。

**关键词:** 煤炭;洗选技术;具体应用;发展趋势

引言:在“双碳”目标引领与节能环保政策约束下,煤炭清洁高效利用成为产业转型的核心方向。煤炭洗选作为衔接原煤开采与下游利用的关键枢纽,通过脱灰脱硫提质,既能满足电力、钢铁等行业差异化用煤需求,又能减少燃烧污染物排放,具有不可替代的产业价值。当前,我国煤炭资源禀赋复杂,不同煤种、不同产区原煤性质差异显著,对洗选技术的适配性提出更高要求。基于此,本文从核心原理与价值定位出发,分类梳理主流洗选技术特点,深入探讨各类技术的应用实践路径,分析未来发展趋势,为提升煤炭洗选技术应用水平、推动产业绿色转型提供支撑。

## 1 煤炭洗选技术核心原理与价值定位

### 1.1 煤炭洗选核心原理与技术逻辑

煤炭洗选的核心原理基于煤炭与伴生杂质(矸石、硫铁矿等)在物理性质(密度、粒度、表面润湿性等)上的差异,通过人为创造的分选环境实现煤与杂质的分离。其中,重力分选依托密度差异,利用重力、离心力等作用使不同密度的物料分层,密度较小的煤炭富集在上层,密度较大的杂质沉于下层;浮游分选则借助表面润湿性差异,在浮选药剂作用下使煤炭颗粒附着于气泡表面上浮,杂质则留在矿浆中。整体技术逻辑围绕“精准识别差异—构建分选环境—高效分离提纯”展开,通过对分选介质、设备参数的调控,实现煤炭的分级提纯。

### 1.2 洗选技术的多维价值与产业链定位

洗选技术对煤炭产业具有不可替代的价值,一方面可显著提升煤炭品质,降低灰分、硫分等有害成分含量,提高发热量,满足电力、钢铁等不同行业的用煤标准;另一方面能减少煤炭燃烧过程中的污染物排放,契合节能环保政策要求,助力“双碳”目标实现。在煤炭产业链中,洗选处于原煤开采与加工利用之间的关键环节,是衔接

上游资源开发与下游产业需求的核心枢纽,不仅能提升煤炭产品的附加值,还能推动产业链向绿色化、高效化转型,提升整个煤炭产业的可持续发展能力<sup>[1]</sup>。

## 2 主流煤炭洗选技术分类及技术特点

### 2.1 重力选煤技术

重力选煤技术依托煤与矸石等杂质的密度差异实现分选,是煤炭洗选领域应用最广泛的基础技术类型,核心涵盖重介质选煤、跳汰选煤等主要方式。(1)重介质选煤技术以密度介于煤与矸石之间的重悬浮液为分选介质,通过介质流场构建稳定的分选环境,使不同密度的物料实现分层分离。其技术特点表现为分选精度高,能有效处理粒度范围较宽的原煤,适应性强,可针对不同煤质调整介质密度,分选过程稳定可控,后续产品质量波动小,且单机处理能力较大,适合大规模工业化生产,不过需配备完善的介质回收循环系统,保障介质利用率的同时降低运行成本。(2)跳汰选煤技术借助上下交变的脉动水流,使原煤在跳汰机内按密度分层,密度大的矸石下沉,密度小的煤炭上浮,从而完成分选。该技术的核心特点是工艺简单,设备结构相对简洁,操作维护便捷,投资与运行成本较低,对原煤的适应性较广,可处理多种粒度和煤质的原煤。其分选效率受水流脉动参数影响较大,通过优化脉动频率和振幅可提升分选效果,在中小型选煤厂及动力煤分选领域应用较为普遍,具备较强的工业化适配性。

### 2.2 浮游选煤技术(浮选)

浮游选煤技术主要针对细粒级煤炭分选,基于煤与矿物杂质表面物理化学性质的差异,利用浮选药剂改变物料表面疏水性,在气液固三相体系中实现分选。该技术的核心特点是分选精度高,能有效回收细粒级优质煤炭,大幅提升资源利用率,适用于处理粒度较细的粉煤,

弥补了重力选煤在细粒级物料分选上的不足。其分选过程受煤质表面特性、药剂配比及矿浆工况参数影响显著,需严格控制矿浆浓度、pH值及药剂添加量,保障分选效果稳定。

浮选技术的工艺系统相对复杂,需配备浮选机、搅拌桶、药剂制备系统等配套设备,运行过程中对操作参数的调控要求较高。相较于重力选煤,其单机处理能力较小,单位处理成本偏高,但在细粒煤分选领域具有不可替代性,是提升煤炭资源综合回收效率的关键技术之一,广泛应用于炼焦煤及优质动力煤的细粒级分选环节。

### 2.3 其他辅助洗选技术

干法选煤技术以空气为分选介质,依托煤与矸石的密度差异及空气流场作用实现分选,无需用水,核心特点是节水效果显著,适合缺水地区、严寒地区及易泥化煤种的分选。其工艺简单,设备投资较低,运行过程无废水排放,后续环保处理压力小,分选过程中物料水分无增加,可直接提升产品煤发热量。脱硫降灰技术作为辅助洗选技术,聚焦于降低煤炭中的硫分和灰分含量,提升煤炭清洁利用水平。其技术特点是针对性强,可根据煤炭中硫分(有机硫、无机硫)和灰分的赋存状态,采用物理、化学或联合工艺实现脱除。物理脱硫降灰依托物料性质差异实现分离,工艺相对温和,成本较低;化学脱硫降灰则能有效脱除部分物理方法难以去除的硫分,脱除效率较高,但需消耗化学药剂,可能产生二次污染物,需配套完善的环保处理系统<sup>[2]</sup>。

## 3 煤炭洗选技术的具体应用

### 3.1 重力选煤技术的应用

重力选煤技术凭借其工艺成熟、适配性广的特点,在煤炭洗选领域占据重要地位,其应用实践核心围绕原煤预处理、技术参数适配及运行过程管控展开,重点保障分选过程的稳定性与高效性。(1)原煤预处理环节。应用前需对原煤进行系统的性质检测,明确原煤的粒度组成、密度分布及杂质嵌布特征,为技术类型选择提供依据。随后通过破碎、筛分工艺对原煤进行预处理,破碎环节需控制破碎粒度,避免过度破碎导致细粒煤流失;筛分环节则分离出不同粒度等级的原煤,剔除大块矸石等不合格颗粒,确保进入分选环节的原煤粒度均匀,为后续分选创造良好条件。需对原煤进行脱泥处理,去除附着在煤颗粒表面的细泥,避免细泥影响分选介质的稳定性,提升分选精度。(2)核心分选环节应用。重介质选煤技术应用时,需精准调控重介质悬浮液的密度,根据原煤密度差异确定合理的介质密度范围,通过添加重晶石粉等加重剂及水来调整密度,并借助密度监测设备实

时跟踪,确保密度稳定在设定区间。分选过程中,需保障分选设备的密封性,防止介质泄漏,同时控制原煤进料速度,使原煤与介质充分接触、分层。跳汰选煤技术应用则聚焦于脉动参数的优化,根据原煤粒度调整跳汰频率与振幅,合理设定水流上升与下降的周期,使原煤颗粒在脉动水流作用下充分松散、分层,确保密度大的矸石下沉、密度小的煤炭上浮。(3)后续处理与运行管控。分选完成后,需对精煤、中煤及矸石进行分级回收,通过脱介、脱水工艺处理精煤,降低精煤水分与介质残留量。重介质选煤还需重点做好介质回收净化工作,通过磁选机回收磁性介质,再经分级、过滤等环节净化介质,实现介质循环利用,降低运行成本。运行过程中,需建立完善的监测体系,实时监控设备运行状态、分选产品品质等指标,及时调整工艺参数,处理设备故障,保障整个选煤系统连续稳定运行。

### 3.2 浮游选煤技术的应用实践与优化路径

浮游选煤技术主要针对细粒级煤炭(通常0.5mm以下)的分选,其应用实践聚焦于矿浆体系构建、药剂适配及设备运行优化,优化路径则围绕提升分选效率、降低运行成本展开,弥补重力选煤技术在细粒煤分选领域的不足。(1)应用实践核心环节。矿浆体系构建是浮游选煤的基础,需根据细粒煤的表面性质调整矿浆pH值,通过添加酸、碱等调整剂改善煤颗粒表面润湿性,增强煤颗粒与气泡的结合能力。药剂选用需遵循适配性原则,根据煤种特性选择合适的捕收剂与起泡剂,捕收剂需能精准附着于煤颗粒表面,增强其疏水性;起泡剂则需能产生大小均匀、稳定性适中的气泡,为煤颗粒的上浮提供载体。同时,需严格控制药剂添加量,避免药剂过量导致成本增加或污染环境,过少则影响分选效果。设备运行方面,需调控浮选机的充气量与搅拌强度,确保矿浆与气泡充分接触、混合,避免因充气不足导致分选不充分,或搅拌过度造成气泡破裂。(2)应用优化核心路径。技术层面,研发并应用高效浮选药剂,替代传统药剂,在提升分选效果的同时降低药剂消耗量,减少对环境影响;优化浮选设备结构,提升设备的充气效率与矿浆循环能力,增强对细粒煤的捕获能力,拓展分选粒度范围。工艺层面,采用分段浮选工艺,针对不同粒度、不同表面性质的细粒煤分阶段调整浮选参数,实现精准分选;将浮选技术与其他洗选技术联合应用,对重力选煤后的细粒级尾煤进行再分选,提高煤炭资源利用率。运行层面,引入自动化监测与控制系统,实时监控矿浆pH值、药剂浓度、气泡状态及分选产品品质等指标,动态调整工艺参数,实现浮选过程的精准控制;加强设备维

维护保养,定期清理设备内部的矿浆残留与杂质,减少设备故障对分选过程的影响,提升运行稳定性。

### 3.3 其他辅助洗选技术的应用

其他辅助洗选技术作为主流洗选技术的补充,主要适配特殊场景或解决特定分选难题,其应用实践聚焦于场景适配性调整与主流技术的协同配合,提升整体洗选效果。(1)干法选煤技术应用。干法选煤技术无需用水作为分选介质,主要适配缺水地区、严寒地区及对煤炭水分有严格要求的场景。应用实践中,需根据原煤性质调整分选参数,通过风机产生的气流形成分选床层,借助振动装置使原煤颗粒松散,利用煤炭与杂质的密度差异实现分层。需精准控制风速与振动频率,风速过低无法带动煤颗粒悬浮,过高则易导致细粒煤流失;振动频率需与风速匹配,确保颗粒充分分层。(2)脱硫降灰辅助技术应用。该技术主要用于降低煤炭中的硫分与灰分,提升煤炭品质,满足环保与用煤行业要求。应用实践中,需先检测煤炭中硫分与灰分的赋存状态,对于物理性嵌布的硫分与灰分,可采用物理脱硫降灰技术,通过强化分选环节,如优化重力选煤或浮游选煤参数,实现杂质与煤炭的精准分离;对于化学性结合的硫分,可采用化学脱硫技术,通过添加氧化剂、还原剂等化学药剂,使硫分转化为可分离的化合物,再通过洗涤、过滤等工艺去除。需严格控制药剂添加量与反应条件,避免过度反应影响煤炭品质。(3)协同应用实践。辅助洗选技术常与主流洗选技术协同应用,形成组合分选工艺。例如,在缺水地区采用“干法选煤+脱硫降灰”组合工艺,先通过干法选煤去除大部分杂质,再通过脱硫降灰技术精准降低硫分与灰分;对于复杂原煤,采用“重力选煤+浮游选煤+辅助脱硫”组合工艺,先通过重力选煤处理粗粒煤,再通过浮游选煤回收细粒煤,最后通过辅助脱硫技术优化煤质<sup>[3]</sup>。

## 4 煤炭洗选技术应用发展趋势

当前煤炭洗选技术应用核心发展趋势聚焦智能化、绿

色化与高效化深度融合。(1)智能化方面,依托国产芯片与自主可控系统构建洗选全流程管控平台成为主流,通过三维可视化、实时数据监测实现“无人值守、有人巡视”作业,打破传统“信息孤岛”,提升分选精准度与运维效率。(2)绿色化发展呈现显著导向,干法选煤技术因节水优势在缺水地区逐步推广,同时洗选废弃物资源化利用路径持续拓展,煤矸石发电、制新型建材,粉煤灰生产加气混凝土等综合利用模式日趋成熟,推动形成“资源—产品—废弃物—再生资源”的循环链条。(3)高效化层面,聚焦设备升级与工艺优化,重点研发低能耗、高适配性的智能分选设备,大力推广干法分选等工艺适配复杂煤质,结合国家煤炭清洁利用政策导向推动洗选产能结构优化,助力煤炭行业从粗放加工向清洁高效利用转型<sup>[4]</sup>。

结束语:煤炭洗选技术是推动煤炭产业绿色化、高效化转型的核心支撑,其应用水平直接关系煤炭资源利用率与生态环保效益。本文系统梳理了煤炭洗选的核心原理、主流技术类型、应用实践及发展趋势,明确了不同洗选技术的适配场景与优化方向。未来,煤炭洗选技术需进一步强化智能化、绿色化与高效化的深度融合,依托自主可控技术构建全流程管控体系,拓展废弃物资源化利用路径,优化复合分选工艺。相信通过技术创新与应用升级,煤炭洗选行业将持续提升核心竞争力,为煤炭产业高质量发展及“双碳”目标实现注入更强动力。

### 参考文献:

- [1]张慧敏.煤炭洗选节能降耗技术的应用研究[J].能源与节能,2025(3):91-93+96.
- [2]王元亨.煤炭洗选节能降耗技术应用与研究[J].能源与节能,2023(9):85-87.
- [3]郝婷婷.煤炭洗选技术及洗选工艺优化研究[J].中国科技期刊数据库工业A,2025(10):013-016.
- [4]胡冬,王琪,华超.智能化技术在煤炭洗选加工中的应用与前景[J].内蒙古煤炭经济,2025(12):121-123.