

基于智能化控制的煤炭洗选工艺优化策略探讨

高禄江

延安市禾草沟煤业有限公司

DOI:10.12238/ems.v7i9.15215

[摘要] 煤炭洗选是提升煤炭质量、实现煤炭高效利用的关键环节。在能源绿色转型与行业高质量发展的背景下，传统煤炭洗选工艺存在效率低、能耗高、资源利用率不足等问题，难以满足现代化生产需求。智能化控制技术凭借其自动化、精准化、实时性等优势，为煤炭洗选工艺优化提供了新途径。本文深入分析当前煤炭洗选工艺的发展现状与面临的挑战，阐述智能化控制在煤炭洗选领域应用的必要性与可行性，从原煤准备、洗选加工、产品脱水、煤泥水处理等核心环节探讨基于智能化控制的优化策略，分析智能化控制应用过程中面临的技术、人才、成本等挑战，并提出针对性应对措施，旨在为推动煤炭洗选工艺智能化升级、提高煤炭洗选效率与质量、促进煤炭行业可持续发展提供理论参考与实践指导。

[关键词] 智能化控制；煤炭洗选工艺；优化策略；自动化；煤炭行业发展

一、引言

煤炭作为我国能源体系的重要支柱，在保障能源供应、推动经济发展中发挥着关键作用。煤炭洗选是煤炭加工的重要环节，通过洗选可有效去除原煤中的矸石、硫分等杂质，提高煤炭质量，降低燃烧过程中的污染物排放，实现煤炭的清洁高效利用。然而，随着能源结构调整、环保要求日益严格以及煤炭行业智能化发展趋势的推进，传统煤炭洗选工艺逐渐暴露出诸多弊端，如人工操作依赖度高、生产效率低下、能耗物耗较大、产品质量不稳定等。智能化控制技术融合了自动化控制、人工智能、大数据、物联网等先进技术，能够实现煤炭洗选过程的精准监测、智能决策与高效调控，为煤炭洗选工艺优化升级提供了强有力的技术支撑。研究基于智能化控制的煤炭洗选工艺优化策略，对提升煤炭洗选行业竞争力、推动煤炭行业绿色低碳转型具有重要的现实意义。

二、煤炭洗选工艺发展现状与面临的挑战

2.1 煤炭洗选工艺发展现状

目前，我国煤炭洗选工艺主要包括跳汰选煤、重介质选煤、浮选等。跳汰选煤是利用跳汰机中水流的脉动作用，使原煤按密度分层实现分选，该工艺技术成熟、成本较低，但分选精度相对有限，对细粒煤的分选效果不佳。重介质选煤以重介质悬浮液为分选介质，依据煤与矸石的密度差异进行分选，具有分选精度高、处理能力大等优点，在我国大型煤

炭洗选厂中应用广泛。浮选则主要用于细粒煤的分选，通过添加浮选药剂，利用煤与矸石表面物理化学性质的差异实现分选。尽管这些洗选工艺在煤炭加工中发挥了重要作用，但在实际生产过程中，普遍存在自动化程度不高的问题。许多洗选厂仍依赖人工操作和经验判断，如人工调节设备参数、人工监测产品质量等，导致生产效率难以提升，产品质量波动较大。

2.2 煤炭洗选工艺面临的挑战

随着煤炭行业发展环境的变化，煤炭洗选工艺面临着多重挑战。在环保方面，煤炭洗选过程中会产生煤泥水、粉尘等污染物，若处理不当，将对周边环境造成严重污染。当前部分洗选厂的煤泥水处理系统效率低下，存在煤泥含水率高、水资源浪费等问题；粉尘治理措施不到位，作业环境粉尘浓度超标，威胁员工身体健康。在生产效率与成本控制方面，传统洗选工艺能耗物耗较高，如重介质选煤工艺中介质的消耗量大，增加了生产成本；设备运行效率低，设备故障频发且故障诊断与修复不及时，导致生产中断，降低了整体生产效率。此外，市场对煤炭产品质量要求不断提高，传统洗选工艺难以满足多样化、精细化的市场需求，亟需通过技术升级实现工艺优化。

三、智能化控制在煤炭洗选领域应用的必要性与可行性

3.1 必要性

智能化控制技术的应用是煤炭洗选行业适应时代发展的必然选择。一方面,能够有效解决传统工艺中人工操作带来的效率低、误差大等问题。通过实时监测生产数据并自动调整设备参数,实现精准分选,提高煤炭洗选质量和生产效率。另一方面,有助于煤炭洗选行业落实环保要求。智能化控制可优化煤泥水处理、粉尘治理等环节,实现污染物的精准控制和高效处理,降低环境污染风险。此外,在煤炭市场竞争日益激烈的背景下,智能化控制能够提升企业对市场变化的响应速度,根据市场需求灵活调整生产方案,提高企业经济效益和市场竞争力。

3.2 可行性

近年来,自动化控制、人工智能、大数据、物联网等技术的快速发展,为煤炭洗选智能化控制提供了坚实的技术基础。传感器技术的进步使得煤炭洗选过程中的各种参数,如原煤粒度、密度、流量、设备运行状态等能够被精准采集。物联网技术实现了设备之间、设备与控制系统之间的数据互联互通,为智能化控制提供了数据传输保障。人工智能算法,如机器学习、深度学习等,能够对大量生产数据进行分析处理,实现对煤炭洗选过程的智能预测与决策。同时,煤炭行业对智能化发展的重视程度不断提高,在政策支持、资金投入和人才培养等方面持续加大力度,为智能化控制技术在煤炭洗选领域的应用创造了良好的外部环境。

四、基于智能化控制的煤炭洗选工艺优化策略

4.1 原煤准备环节的优化

在原煤准备环节,智能化控制技术的应用能够显著提升原煤的精准采样与分析能力。具体而言,通过部署在线采样机器人和先进的智能检测设备,可以对原煤的各项关键指标,如粒度、水分、灰分、硫分等进行实时且快速的检测。这些检测数据通过物联网技术高效传输至中央控制系统,系统再利用大数据分析和机器学习算法,对原煤的质量进行全面评估和精准预测。基于这些分析结果,系统能够自动调整破碎和筛分设备的运行参数,例如破碎机的转速、筛分机的振动频率等,以确保进入洗选环节的原煤粒度严格符合工艺要求,从而显著提高洗选效率和效果。举例来说,当系统检测到原

煤粒度较大时,会自动提高破碎机的转速,以加大破碎力度;若原煤水分过高,则会相应调整筛分设备的运行参数,以增强脱水效果,确保原煤在进入洗选环节前达到最佳状态。

4.2 洗选加工环节的优化

在跳汰选煤过程中,引入智能化控制系统可以大幅提升选煤效率和精度。通过安装压力传感器、位移传感器等高精度监测设备,系统能够实时监测跳汰机内水流的脉动特性、床层厚度等关键参数。利用先进的人工智能算法对监测数据进行分析,系统可以根据原煤的具体性质和产品质量要求,自动调整跳汰机的风水制度,包括进气量、排气量、水流脉动周期等,从而实现跳汰过程的精准控制,显著提高分选精度。对于重介质选煤工艺,智能化控制系统同样发挥着重要作用。系统能够实时监测重介质悬浮液的密度、磁性物含量、流量等关键参数,并通过自动加介、补介和分流装置,精确控制悬浮液的性质。当悬浮液密度偏离设定值时,系统会自动调整介质添加量和分流比例,确保悬浮液密度稳定在最佳范围,从而提高重介质选煤的分选效率和产品质量。在浮选环节,智能化控制技术同样大显身手。系统可以根据煤浆浓度、粒度组成、药剂添加量等参数,运用机器学习算法建立浮选模型,自动优化药剂添加量和充气量,实现浮选过程的智能调控,显著提高细粒煤的分选效果,进一步提升整体选煤工艺的效率和产品质量。

4.3 产品脱水环节的优化

在产品的脱水环节中,智能化控制技术的应用能够显著提升脱水设备的工作效率和运行效能。以离心脱水机为例,通过在其关键部位安装振动传感器、温度传感器以及转速传感器等多种高精度传感器,可以实现对离心脱水机运行状态的全方位、实时监测,同时也能精准掌握产品脱水的实际效果。智能化控制系统会根据这些传感器所采集到的实时数据,进行智能分析和判断,并据此自动调整离心脱水机的转速、运行时间等关键参数,以确保最终产品的水分含量能够严格符合预定的质量标准。

此外,智能化控制技术还能够对脱水设备的启停顺序和运行时间进行优化配置。系统能够根据实际的生产负荷和需求,科学合理地安排设备的运行计划,避免不必要的能源浪

费,从而显著降低生产过程中的能耗,提升整体的生产效率和经济效益。通过这种智能化的精细管理,不仅能够确保产品质量,还能实现资源的优化利用和成本的有效控制。

4.4 煤泥水处理环节的优化

在煤泥水处理的关键环节中,智能化控制技术的应用能够显著提升煤泥水处理的整体效率,并有效促进水资源的循环再利用。具体而言,通过实时在线监测煤泥水中的多项关键参数,如浓度、粒度以及酸碱度等,智能化控制系统依托先进的大数据分析技术和精准的预测模型,能够动态地、自动地调整絮凝剂和凝聚剂的添加量,从而优化煤泥水的沉降和浓缩效果。例如,当监测到煤泥水浓度较高时,系统会立即响应,自动增加絮凝剂的投放量,以加速煤泥颗粒的凝聚和沉降过程;相反,如果煤泥水的酸碱度出现异常波动,系统则会迅速调节酸碱中和剂的添加量,确保煤泥水的水质保持稳定状态。

五、智能化控制应用面临的挑战及应对措施

5.1 技术层面的挑战及应对

智能化控制技术在煤炭洗选领域的应用涉及多学科交叉融合,技术复杂性较高。目前存在传感器精度不足、数据传输稳定性差、智能算法适应性不强等问题。例如,部分传感器在煤炭洗选复杂环境下易受粉尘、潮湿等因素影响,导致检测数据不准确;智能算法在面对原煤性质频繁变化时,难以快速准确地做出决策。为应对这些挑战,企业应加强与科研院所、技术企业的合作,加大技术研发投入,研发适用于煤炭洗选环境的高精度、高可靠性传感器;优化数据传输网络,采用5G、工业以太网等先进技术,提高数据传输的稳定性和实时性。同时,不断改进和完善智能算法,利用大量实际生产数据对算法进行训练和优化,提高算法对复杂工况的适应性和决策准确性。

5.2 人才层面的挑战及应对

智能化控制技术的应用需要既懂煤炭洗选工艺又掌握智能化技术的复合型人才。然而,当前煤炭洗选行业从业人员整体素质不高,缺乏专业的智能化技术人才。企业应加强人才培养,一方面,与高校合作开展产学研项目,定向培养煤炭洗选智能化专业人才;另一方面,定期组织内部员工培训,

邀请行业专家和技术人员授课,提高员工的智能化技术应用能力和创新意识。此外,企业还应制定优惠政策,吸引外部优秀智能化人才加入,充实人才队伍,为智能化控制技术的应用提供人才保障。

六、结论

基于智能化控制的煤炭洗选工艺优化是煤炭行业实现高质量发展必然趋势。通过在原煤准备、洗选加工、产品脱水、煤泥水处理等环节应用智能化控制技术,能够有效提高煤炭洗选效率和质量,降低能耗物耗,减少环境污染,提升企业市场竞争力。尽管在智能化控制技术应用过程中面临技术、人才、成本等方面的挑战,但通过加强技术研发、重视人才培养、合理控制成本等应对措施,能够逐步克服困难,推动煤炭洗选工艺的智能化升级。未来,随着技术的不断进步和行业发展需求的推动,智能化控制技术将在煤炭洗选领域得到更广泛、更深入的应用,为煤炭行业的可持续发展注入新的动力,助力我国能源产业朝着绿色、高效、智能的方向迈进。

[参考文献]

- [1] 杨泽. 选煤厂重介质洗选系统智能化升级改造研究[J]. 能源与节能, 2025, (04): 32-34. DOI: 10.16643/j.cnki.14-1360/td.2025.04.039.
- [2] 张慧敏. 面向煤炭洗选智能化控制系统的设计研究[J]. 能源与节能, 2024, (11): 206-209. DOI: 10.16643/j.cnki.14-1360/td.2024.11.003.
- [3] 孙裕德. 选煤厂煤泥压滤系统智能化控制研究[J]. 矿业装备, 2024, (05): 165-167.
- [4] 牛娜, 聂淼. 煤炭洗选工艺技术改造及应用研究[J]. 清洗世界, 2024, 40 (04): 190-192.
- [5] 庞晓奇. 选煤厂煤炭洗选工艺改造优化研究[J]. 能源与节能, 2024, (03): 158-161. DOI: 10.16643/j.cnki.14-1360/td.2024.03.059.
- 作者简介: 高禄江(1989.5—), 男, 陕西省延安市人, 2013年毕业于西安工业大学北方信息工程学院机械设计制造及其自动化专业, 工学学士, 延安市禾草沟煤业有限公司洗选管理部副经理, 工程师。