

煤层倾角变化对综采工作面设备稳定性的影响及适应性调整

吴延东

郑州煤电股份有限公司超化煤矿 河南 郑州 452385

【摘要】：煤层倾角的变化直接影响综采工作面设备的运行稳定性与作业安全性。倾角越大，设备在运输、支护与采煤过程中所承受的不稳定因素越多，导致滑移、倾覆及运转异常等问题频发。为提升综采设备在不同倾角条件下的适应性，需从设备结构、安装方式及运行策略等方面进行有针对性的调整。研究煤层倾角变化与设备稳定性之间的内在关系，对保障综采工作面的安全生产具有重要意义。

【关键词】：煤层倾角；综采工作面；设备稳定性；适应性调整；安全生产

DOI:10.12417/2811-0528.26.03.067

引言

煤炭资源多分布于不同倾角的地质构造中，煤层倾角的变化已成为影响综采设备稳定性的重要因素。当前综采设备多为标准化设计，难以全面适应倾角突变的复杂地质环境。若未及时作出调整，影响设备运行效率，还可能带来安全风险。深入探讨煤层倾角变化对设备的实际影响，并提出科学合理的应对策略，成为提升综采作业效率与安全性的关键环节。

1 煤层倾角变化对综采设备稳定性构成的主要影响因素

煤层倾角的变化对综采设备稳定性产生显著影响，其作用机制复杂且具有多维特性。在实际生产中，综采设备常用于中厚煤层的高效开采作业，而当煤层倾角增大时，设备所处工作环境的空间稳定性遭到破坏，设备在安装、运行和运输过程中更容易受到重力分量变化的干扰。尤其在大倾角煤层中，重力沿倾斜方向的分力会导致设备发生滑移或偏位，使得液压支架、刮板输送机等设备的受力状态趋于不均衡，易诱发倾覆、下滑甚至结构损伤。采煤机在坡度变化显著的区域运转时，稳定性和轨迹控制精度会受到干扰，导致运行效率下降，增加设备事故风险。

在综采工作面施工过程中，不同倾角区段之间的过渡往往伴随着地应力场的重新分布，进而改变了设备工作面的受力环境。尤其是在倾角突变带和倾角回转带，巷道围岩稳定性降低，支架底座与煤岩接触面之间的摩擦系数发生变化，使得设备在支撑和顶板控制过程中稳定性显著下降。支架初撑力不足或跟机速度不匹配时极易发生漏顶、片帮现象，加剧设备的不稳定状态。运输系统如刮板输送机在倾斜巷道中负载分布不均，电机负荷波动增大，设备运行状态波动频繁。工作面整体布置因倾角变化也需作出调整，如调整支架中心距、优化机头机尾位置等，以适应新的稳定性需求，这些都对设备的结构强度、稳定控制系统提出更高要求。

面对煤层倾角变化带来的稳定性挑战，还必须考虑设备自身设计的适应性。传统综采设备多基于近水平煤层的工况设计，缺乏对大倾角及变倾角煤层的动态适应能力。当前的研究与实践表明，加强液压支架抗滑移设计、优化采煤机导向装置、增加输送机定位支撑装置等方式，可有效提升设备在复杂倾角环境下的稳定性。应结合地质勘探数据对倾角变化进行预判，并在设备调度和安装过程中引入可调式安装结构和智能稳定性监控系统，实现动态调控。唯有在综采系统设计与现场管理中同步考虑煤层倾角的空间变化特征，才能确保设备在不同地质条件下始终保持良好的运行稳定性与作业安全性。

2 不同倾角条件下综采设备的适应性调整措施

在不同倾角煤层的综采作业中，设备的适应性调整成为保障作业安全与高效生产的关键环节。煤层倾角的变化使得工作面空间结构发生变化，常规综采设备在原有安装方式和运行参数下难以满足新的工况需求。需要对设备的安装方式进行针对性调整，采用具有抗滑移功能的液压支架，增加底座摩擦力或配置楔形垫板，以提升支护稳定性。针对大倾角煤层，可设置限位装置、防滑挡板等手段抑制支架下滑趋势。在支架之间合理控制中心距与顶梁角度，有助于形成有效的承载体系，应力分布更为均衡。针对工作面坡度变化剧烈的区域，宜采用可调式机尾机头架构，使输送设备适应地形变化，保障运输链条张力稳定，防止刮板松弛或卡滞现象。

采煤机作为关键作业设备，其适应性设计直接关系到整体系统效率。在大倾角条件下，为确保采煤机稳定运行，可采用低重心设计、履带式行走机构并配备抗滑控制系统，以增强其沿倾斜面移动的稳定性。导向装置也需升级为柔性联动结构，避免机身在起伏不平的地形中发生偏摆。配合远程控制与自动化识别系统，提高设备在不同倾角段的精准调整能力，减少人工干预带来的操作误差。在中等倾角区域，适合采用滚筒可调角度的采煤机机型，以便在局部倾角突变时调整采高与进刀角

度，提升煤壁控制精度。

为实现综采设备的综合适应性，还需从整体系统协调角度出发，构建多维度调整机制。集成智能监测平台，对支架状态、运输链张力、采煤机姿态及倾角变化进行实时数据采集与分析，实现设备状态的动态感知与反馈调控。设备的模块化设计也有助于现场根据不同倾角工况快速进行结构调整与功能拓展，提高设备在多变地质条件下的适应能力。应加强现场作业人员的培训，提升其对设备调整参数的掌握程度，配合标准化作业流程，建立设备状态动态评估制度。在多倾角煤层综采过程中，唯有实现设备结构、控制策略与人员操作三者之间的高度协同，才能有效应对倾角变化所带来的多重挑战，确保综采设备长期稳定、安全运行。

3 提升设备稳定性保障综采安全运行的优化路径

提升综采设备稳定性以保障工作面安全运行，需从系统性优化路径入手，全面提升设备结构、运行控制与作业环境之间的协同效能。在不同倾角煤层中，由于设备承受的应力状态复杂且变化频繁，要求设备具备良好的抗滑移、抗倾覆与自调节能力。在支护系统方面，可增强支架底座与底板之间的咬合力，配置高摩擦系数材料，优化支架滑靴结构，使其具备更强的抗侧移与止滑性能。加强支架初撑力控制精度与液压控制系统响应速度，有助于提高对顶板的支撑连续性和压力调节能力，避免顶板离层、冒落等风险，保障设备在不稳定围岩环境中的可靠性。

在运行控制层面，实现设备智能化、自适应调控是稳定运行的关键方向。可在综采系统中引入多源感知模块，如倾角传

感器、载荷监测装置与姿态识别系统，对设备实时工况进行采集与建模，结合智能算法预测可能的不稳定行为，提前进行干预调控。当系统识别出支架受力偏移或刮板输送机局部阻力异常时，能够自调节程序快速修正运行参数。采煤机运行轨迹也可惯性导航与激光扫描实现精准跟踪，在复杂倾角变化区域实现路径修正，避免设备偏移与卡机现象。在数据平台上构建设备运行数字孪生模型，实现全周期运行状态的监控与回溯分析，为后续优化提供决策依据。

作业环境的优化同样是提升设备稳定性的必要路径。在施工准备阶段，应基于地质勘探成果制定详细的工作面布置方案，优先避开倾角突变带与断层富集区，在必须穿越的区域布置专用设备调整平台或设立缓冲支架带，分散集中应力的传递路径。作业期间，加强巷道底板支护、合理控制炮掘参数，防止底鼓与冒顶影响设备基础稳定性。定期开展设备稳定性评估与系统性检修，结合现场监测数据，调整作业参数与设备配置，形成立动闭环调控机制。只有实现从结构优化、智能控制到环境治理的全过程优化路径，才能真正提升综采设备在多倾角煤层中的稳定性，确保煤矿作业过程的高效、安全与可持续运行。

4 结语

本文围绕煤层倾角变化对综采设备稳定性的影响展开，系统分析了稳定性受扰动的关键因素，提出了多维度的适应性调整措施，并构建了保障设备运行安全的优化路径。研究表明，倾角变化改变了设备运行受力环境，也对系统协调性和智能化控制提出了更高要求。只有结构升级、智能调控与环境治理协同推进，才能有效提升综采设备的稳定性，从而确保复杂地质条件下的安全高效采煤。

参考文献：

- [1] 王强,李建.不同倾角煤层综采设备布置与适应性分析[J].煤炭工程,2021,53(4):88-92.
- [2] 陈伟,周峰.大倾角煤层综采工作面支架稳定性研究[J].煤矿机械,2020,41(7):105-109.
- [3] 刘洋,韩超.基于智能控制的综采设备稳定性提升方法探讨[J].煤炭技术,2022,41(12):135-139.