

大倾角煤层采煤机防滑技术研究

包川龙

四川川煤华荣能源有限责任公司斌郎煤矿 四川 达州 635000

【摘要】：大倾角煤层开采时，采煤机受重力分力、工作面设备耦合以及地质情况的影响，很容易发生下滑、滑移甚至飞车等故障，严重影响综采工作面的安全生产和生产效率。本文对大倾角煤层采煤机滑移失稳机理进行分析，从机械结构优化、液压制动升级、开采工艺优化、智能监测防控四个方面梳理防滑关键技术，结合工程应用案例验证技术的实用性，总结出有的技术缺陷及改进方向。研究结果可以给大倾角煤层综采工作面采煤机防滑控制、设备改造和工艺改进提供技术上的借鉴，保证矿井安全高效生产。

【关键词】：大倾角煤层；采煤机；防滑技术；综采开采；设备稳定性

DOI:10.12417/2811-0528.26.19.023

1 引言

我国煤炭资源赋存条件复杂，大倾角煤层分布广泛、储量大，是我国煤炭开采的主要资源储备。目前大部分矿井大倾角工作面采煤机防滑控制依靠传统的手工干预和简单的防滑装置，存在着防滑可靠性低、反应慢、适应性差等缺点，不能满足大规模、智能化的安全开采要求。因此，本文主要研究采煤机滑移失稳的主要机理，系统地整合出高效防滑技术，并且用现场的应用数据来检验技术的效果，从而为大倾角煤层综采防滑技术的升级和现场应用提供支持。

2 大倾角煤层采煤机核心防滑技术

2.1 机械结构防滑改善技术

机械结构优化属于提高采煤机固有防滑能力的前提，主要对行走机构、支撑结构以及啮合部件实施改造和升级。首先对行走机构进行结构优化，用高耐磨合金钢制作导向滑靴和行走齿轮，提高部件的耐磨性和结构强度，同时对销排和行走齿轮的配合间隙进行调整，保证啮合精度，防止出现间隙过大造成行走晃动、滑移的情况。对于滑靴底部做结构改进，加装防滑纹理和耐磨凸点，增大滑靴和刮板输送机槽体的接触摩擦力，提高机身支撑稳定性。其次在采煤机机身前后底部加装可伸缩支撑机构，设备正常运转时支撑机构收缩，不影响作业；设备停机、检修或者发生突然工况时，支撑机构迅速伸出，与刮板输送机槽体紧密接触，形成多点支撑约束，限制机身下滑位移。同时对机身配重进行优化，调节设备的重心位置，减小大倾角工况下机身倾覆、滑移的趋势。

2.2 液压制动协同防滑技术

液压制动系统是采煤机动态防滑的关键部件，对传统单制动系统反应迟缓、制动力不够大的问题，使用双向液压制动协同技术来达到全程动态防滑控制的目的。对原有的牵引液压系

统进行改造，增加独立的制动油缸和高压制动闸组，形成牵引制动、停机制动、紧急制动三级制动模式。设备正常工作时液压系统处于低压待命状态，对机身的受力、位移进行实时监测；当检测到机身有微小滑移趋势的时候，系统就会自动升压，制动闸片和制动盘紧密贴合在一起，产生可控的动力来抵消倾斜分力。采用零速悬停控制技术，配合变频调速系统，在采煤机停止运行时能迅速锁定，防止出现因惯性下滑造成的安全事故。改善液压控制系统的响应逻辑，减小制动响应时间，提高制动精度，防止制动滞后造成的滑移失控。同时对制动部件的材料进行升级，用铜基摩擦片配合大尺寸制动盘来提高制动力矩和耐磨性，保证长时间高强度制动工况的稳定。

2.3 采矿工艺防滑技术

合理的开采工艺可以改善工作面受力状况，从根本上消除采煤机滑移隐患。采用伪倾斜分段开采工艺，把传统的垂直倾向开采改为伪倾斜布置，适当减小工作面的有效倾角，降低采煤机倾斜受力分力，改善设备整体受力状态。根据煤层倾角的变化来合理划分开采分段，倾角大的地方缩短开采步距，减少设备连续倾斜运行的时间。优化割煤和推溜工艺，严格按照自上而下的割煤、分段推溜的原则进行作业，防止反向作业造成设备受力失衡。规范工作面设备铺设标准，保证刮板输送机平直度，及时调整偏移、变形槽体，定期检修更换磨损销排，保证采煤机行走轨道平整稳定。加强工作面底板控制，及时清除浮煤，平整底板，对破碎底板进行铺垫加固，减少工况缺陷造成的设备滑移。

2.4 智能监测防滑防控技术

依靠智能化监测技术，达到对采煤机滑移风险实施实时预警并开展主动防控的目的。在采煤机机身、行走机构、制动系统安装姿态传感器、位移传感器和压力传感器，对机身倾角、运行位移、制动压力、牵引动力等主要参数进行实时采集。利

用大数据分析来构建设备的防滑动力学模型,可以对设备运行是否稳定做出及时判断,并准确找到细微滑移的迹象。建立联动防控系统,当监测数据超过安全阈值的时候,系统会发出声光报警,同时启动液压制动系统精准制动,联动刮板输送机、液压支架改变运行状况,从而达成多设备协同防滑控制。配套远程监控系统,工作人员可以对设备运行情况进行实时监测,可以追踪到异常的数据并提前进行防滑隐患的排查工作,由原来的被动应对变为主动预防。

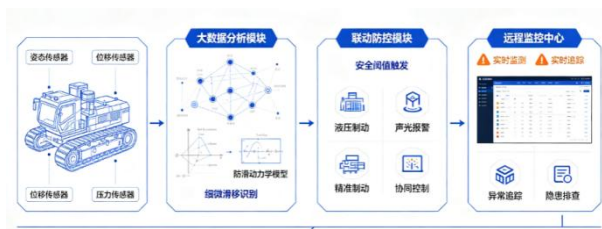


图1 远程监控系统

3 工程应用案例分析

3.1 工作面工程概况

本次工程试验选择某煤矿11020综采工作面为研究对象,该工作面属于典型的大型倾斜煤层开采工作面,煤层倾角范围为三十八度到四十八度,平均倾角为四十二度。工作面煤层赋存条件复杂,局部地区围岩破碎,底板平整度不好,开采时受重力分力的影响较大。工作面配套的综采采煤机、刮板输送机和液压支架设备没有进行改造,之前只使用基础人工防滑和简单的制动装置。

3.2 现场防滑技术实施方案

根据该工作面倾角大、围岩稳定性差、设备滑移风险高的现场工况,将前面提到的全方位防滑技术体系进行综合应用,提出有针对性的改造方案。设备结构上对采煤机行走齿轮、导向滑靴做耐磨升级,改善齿轮销排啮合精度,加装机身后可伸缩辅助防滑支撑机构,改善设备重心结构。液压系统上更换高耐磨铜基制动摩擦片,增加多级制动油缸,加装零速悬停控制系统,缩短制动响应时间,提高动态制动稳定性。从开采工艺角度来讲,采取伪倾斜分段开采方式,调节工作面的有效倾角,严格依照自上而下分段割煤、分段推溜的操作规程,持续对底板进行平整处理并清除浮煤,保持设备运行轨道的平整稳

固。

3.3 应用效果数据对比分析

本次技术改造完成之后,对工作面连续三个月的生产数据进行了统计汇总,并与改造前的常规生产数据进行了对比,从设备稳定性、制动性能、生产效率三个方面验证防滑技术体系的应用效果,具体工况数据见表1。

表1 应用效果数据对比

技术阶段	技术改造前	技术改造后
月均滑移隐患次数	7.2	0.5
制动响应时间/s	0.85	0.32
设备故障停机时长/h	28.6	4.2
工作面开采效率提升占比/%	0	12.8

3.4 综合应用效果总结

根据现场试验数据和生产工况可知,整套防滑技术体系的应用效果较好。技术改造之后采煤机滑移隐患发生率大幅度下降,设备运行稳定性得到了质的提高,从根本上解决了传统防滑方式可靠性差、隐患多的问题。设备防滑故障停机时间大大缩短,工作面连续作业能力得到提高,开采效率稳步上升。设备异常滑移、冲击磨损大幅度减少,核心部件寿命得到延长,设备维修更换成本降低,井下运维工作量减少,安全效益和经济效益双提升,完全证明了该防滑技术体系在大倾角煤层工作面的可行性和实用性。

4 结论

大倾角煤层采煤机滑移失稳属于制约综采工作面安全的主要问题,其故障原因是由力学特性、设备耦合、工况环境等诸多因素互相影响造成的。依靠机械结构改良、液压制动升级、开采工艺改变、智能监测防控等各方面防滑技术体系,可以很好地解决采煤机下滑、滑移、飞车等安全问题。工程应用案例表明,该技术体系防滑效果好,可以提高工作面开采的安全性以及生产效率。根据现场技术短板不断改进技术方案,完善多设备协同防滑机制,可以进一步提高大倾角煤层综采防滑技术水平,给复杂地质条件下煤炭安全高效开采提供坚实的保障。

参考文献:

- [1] 刘洁,赵明远.大倾角煤层中采煤机防滑控制策略优化及仿真分析[J].机械工业标准化与质量,2026,(4):53-55.
- [2] 白淑娟.解决大倾角刮板输送机防滑及链轮组件的润滑问题[J].佛山陶瓷,2022,32(9):58-59+84.