

# 煤矿综采工作面“三机”联动控制策略研究

李卓宜

国家能源集团神东煤炭集团布尔台煤矿综采一队 内蒙古 鄂尔多斯 017200

**摘要:** 煤矿综采工作面“三机”联动控制策略研究是提升煤矿生产效率与安全性的关键,本文深入分析了当前“三机”联动控制存在的问题,包括协同精度不足、智能化水平低以及安全风险大等。在此基础上,提出了高效“三机”联动控制策略,包括优化协同控制算法、实现智能化决策、提升安全性能以及简化维护与调试等方面。通过实施这些策略,有望显著提高“三机”系统的协同效率、智能化水平以及安全性,为煤矿综采工作面的高效、安全生产提供有力保障。

**关键词:** 综采工作面;采煤机;液压支架;刮板输送机

## 引言

多年的实践表明,综采工作面的“三机”与采煤机、液压支架的科学配套,是确保煤矿综采工作面稳定生产的关键前提。实现这种配套,意味着要精准匹配各设备的生产能力、性能、结构以及空间尺寸,确保在相互连接的部分,无论是形式、强度还是尺寸,都达到顺畅、合理的状态。只有这样,各设备才能协同作业,顺畅运行,进而实现工作面的高产高效,因此,科学、合理的配套是提升综采工作面生产效率的必由之路。

### 1 煤矿综采工作面“三机”系统概述

煤矿综采工作面是煤炭开采过程中的关键区域,其高效、安全的运行直接关系到煤炭企业的生产效益和员工的生命安全,在这个复杂而又精细的系统中,“三机”系统扮演着至关重要的角色。所谓“三机”,指的是采煤机、刮板输送机以及液压支架这三种大型机械设备,它们协同工作,共同完成了煤矿综采工作面的破煤、运煤和支护等重要任务。第一,采煤机是综采工作面的核心设备之一,它利用旋转的滚筒或切割头,将煤层中的煤炭破碎并脱落下来。采煤机的选择要根据煤层的硬度、厚度以及工作面的地质条件来确定,以确保其高效、稳定地运行。并且,采煤机还需要具备较高的自动化和智能化水平,能够根据工作面的实际情况进行自动调整和优化,提高采煤效率和质量。第二,刮板输送机是综采工作面中负责煤炭运输的关键设备,它沿着工作面铺设,将采煤机破碎后的煤炭连续、平稳地输送到指定地点。刮板输送机的设计要考虑到煤炭的粒度、湿度以及运输距离等因素,以确保其运输能力能够满足工作面的需求,而且,刮板输送机还需要具备较高的可靠性和耐久性,能够在恶劣的工作环境下长时间稳定运行。第三,液压支架是综采工作面中的支护设备,它利

用液压缸产生的推力,将支架顶梁紧紧地压在煤层或顶板上,为工作面提供稳定的支护。液压支架的选型要根据工作面的高度、宽度以及地质条件来确定,以确保其能够有效地防止顶板冒落和煤壁片帮等安全事故的发生,此外,液压支架还需要具备较高的自动化和智能化水平,能够根据工作面的实际情况进行自动调整和优化,提高支护效果和安全性<sup>[1]</sup>。第四,在“三机”系统中,采煤机、刮板输送机和液压支架之间需要密切配合,形成一个高效、稳定的工作体系。它们之间的协同工作不仅要求设备本身的性能优良、稳定可靠,还需要有一套完善的控制系统来实现对设备的精确控制和优化调度,这套控制系统需要能够实时监测设备的运行状态和工作面的实际情况,并根据这些信息作出相应的控制决策,以确保“三机”系统的高效、稳定运行。

## 2 当前“三机”联动控制存在的问题

### 2.1 协同控制精度问题

“三机”联动控制,作为煤矿综采工作面的核心技术,旨在实现液压支架、采煤机和刮板输送机之间的无缝协同,然而,目前在实际应用中,其协同精度方面仍存在显著的不足。(1)设备协调机制不完善。液压支架、采煤机和刮板输送机作为综采工作面的三大核心设备,其协同工作的精准度直接决定了采煤效率与作业安全,但在现实操作中,三者之间的配合往往存在偏差,这种偏差不仅导致采煤效率难以达到理想状态,更可能因配合不当而埋下安全隐患。(2)应变能力不足。煤矿工作环境复杂多变,煤质条件各异,工况随时可能发生变化,面对这些变化,现有的控制策略往往显得力不从心,难以及时作出有效调整,从而进一步影响了“三机”联动控制的协同精度。

### 2.2 缺乏智能化决策能力

现有的“三机”联动控制策略，主要依赖于预设的参数和固定的逻辑进行操作，然而，这种控制方式在面对复杂多变的煤矿综采工作面时，显得力不从心。它缺乏根据实时数据和环境变化进行智能决策的能力，导致控制决策的灵活性和准确性大打折扣。具体来说，当工作面出现异常情况，如煤质变化、设备故障等，现有的控制系统往往无法及时作出反应。这是因为其控制逻辑是固定的，无法根据实时数据进行灵活调整，这种局限性不仅影响了生产效率，更可能因反应不及时而引发安全事故。

### 2.3 系统稳定性和可靠性问题

“三机”联动控制系统的稳定性和可靠性，对于煤矿的安全生产具有无可替代的重要性，然而，在长时间运行或面临恶劣环境挑战时，现有的控制系统往往表现出性能下降、故障频发等问题。这不仅严重制约了生产效率的提升，更可能因系统的不稳定导致设备损坏，进而增加维修成本，给煤矿生产带来额外的经济负担<sup>[2]</sup>。此外，控制系统中的传感器、执行机构等关键部件，其可靠性和寿命直接影响到整个系统的稳定性。一旦这些部件出现故障，整个系统可能陷入瘫痪，对煤矿的安全生产构成严重威胁。

## 3 高效“三机”联动控制策略分析

### 3.1 优化协同控制算法

针对当前存在的协同精度不足问题，我们有必要引入先进的控制算法，以提高“三机”联动的协同精度和响应速度。第一，模糊控制算法作为一种基于模糊逻辑和模糊集合理论的控制方法，能够处理不确定性和模糊性的问题，在“三机”联动控制中，由于设备之间的相互作用和环境因素的复杂性，常常存在许多难以精确描述的变量。通过应用模糊控制算法，我们可以将这些模糊变量纳入控制策略中，实现更精确的控制，例如，在采煤机与液压支架的协同控制中，可以根据采煤机的位置和速度，以及液压支架的状态和支撑力等模糊信息，制定相应的控制规则，以实现更平滑的联动动作。第二，神经网络算法作为一种模拟人脑神经网络结构和功能的算法，具有强大的学习和自适应能力。在“三机”联动控制中，我们可以利用神经网络算法对大量历史数据进行学习，提取出设备之间的关联规则和动态特性，然后，根据实时数据和环境变化，神经网络可以自动调整控制参数，以适应不同的工作条件 and 需求。这样，我们可以实现对“三机”联动控制的智能化和自适应化，提高系统的协同精度和响应速度。第三，遗传算法作为一种基于生物进化原理的优化算法，可以在全局范围内

搜索最优解。在“三机”联动控制中，我们可以将控制策略的参数编码为染色体，利用遗传算法的选择、交叉和变异操作，不断进化出更优的控制策略。而且，我们可以找到一组最优的控制参数，使得“三机”联动控制的协同精度和响应速度达到最佳状态。第四，优化协同控制算法并不是一蹴而就的过程，在实际应用中，我们需要根据具体的工作条件 and 需求，选择合适的控制算法，并进行相应的参数调整和优化，同时，我们还需要考虑算法的实时性和稳定性，以确保在实际应用中能够取得良好的效果。

### 3.2 实现智能化决策

我们需要利用大数据、云计算和人工智能等先进技术，构建基于数据的智能决策系统。（1）大数据技术的应用。通过实时采集“三机”运行过程中的各类数据，包括设备状态、工作参数、环境变量等，我们可以建立一个庞大的数据集，这个数据集不仅包含了设备的实时运行状态，还反映了工作面的整体情况。通过对这些数据进行深入挖掘和分析，我们可以发现设备运行的规律、预测潜在的风险，并为控制决策提供有力的数据支持。（2）云计算技术。云计算平台可以实现对海量数据的快速存储、计算和分析，确保数据的实时性和准确性，同时，云计算还提供了弹性扩展的能力，可以根据实际需求调整计算资源，满足系统对计算能力的不断增长。（3）人工智能技术。根据构建基于深度学习、机器学习等算法的智能决策模型，我们可以让系统具备自主判断、学习和优化的能力。这些模型可以根据实时数据和环境变化，自主判断工作面的实际情况，并作出相应的控制决策，例如，当工作面出现异常情况时，智能决策系统可以迅速识别并采取相应的控制措施，避免事故的发生。在实现智能化决策的过程中，我们还需要注意以下几点：一是要确保数据的准确性和可靠性，数据的质量直接影响到决策的准确性，并需要建立完善的数据采集、处理和验证机制，确保数据的真实性和有效性。二是要注重模型的优化和更新，随着工作面的变化和设备的老化，模型的性能可能会受到影响，所以需要定期对模型进行优化和更新，以适应新的工作环境和需求。三是要加强人机交互和人机协同，虽然智能决策系统可以自主作出决策，但在某些情况下仍需要人工干预和调整，因此，我们需要设计友好的人机交互界面和协同机制，确保人与系统之间的顺畅沟通和协作。

### 3.3 提升安全性能

建立全面的安全监控系统并引入预警机制，是确保“三机”联动控制安全运行的必由之路。第一，一个健

全的安全监控系统如同一个无形的守护神，时刻监视着“三机”的每一个细微动作，根据安装各类传感器和监控设备，系统能够实时获取设备的运行状态数据、环境参数等信息，并通过先进的数据处理技术进行分析，一旦发现异常或潜在的安全隐患，系统便能迅速作出反应。第二，预警机制则是安全监控系统的得力助手，它如同一个敏锐的哨兵，时刻警惕着任何可能的风险。当系统检测到可能引发安全事故的因素时，预警机制会立即启动，通过声光报警、信息推送等方式，向操作人员发出警报，及时的预警，使得操作人员能够在第一时间采取措施，避免事故的发生或减轻事故的影响<sup>[3]</sup>。第三，安全监控与预警机制并非孤立存在，它们与“三机”联动控制系统紧密相连，形成了一个完整的安全防护体系。在这个体系中，每一个环节都紧密相连，共同守护着生产的安全。第四，提升安全性能还需要从多个方面入手。一方面，我们要加强设备的维护和保养，确保设备处于良好的工作状态；另一方面，我们还需要加强操作人员的培训和管理，提高他们的安全意识和操作技能。并且，我们还要建立完善的应急处理机制，以便在发生安全事故时能够迅速、有效地进行处置。第五，引入安全监控与预警机制，是提升“三机”联动控制安全性能的重要举措，它不仅能够实时监测设备的运行状态和工作环境，还能够在发现潜在风险时及时发出警报并采取相应措施。这样一来，我们不仅能够避免事故的发生，还能够提高生产效率，为煤矿综采工作面的安全生产提供有力保障。

### 3.4 简化维护与调试

为了降低维护成本，减少停机时间，提升系统的整体稳定性，我们需要从多个方面入手，简化维护与调试的过程。（1）模块化设计。通过将“三机”联动控制系统进行模块化设计，我们可以将复杂的系统划分为多个功能相对独立的模块。每个模块都具备特定的功能，并且与其他模块之间的耦合性降低。这种设计方式不仅使得系统的结构更加清晰，还大大简化了维护过程。当某个模块出现问题时，操作人员可以迅速定位故障源，单独对该模块进行更换或调试，而无需对整个系统进行复

杂的排查。（2）提供便捷操作系统。一个直观、易于理解的人机交互界面可以使操作人员更加便捷地了解系统的运行状态，并进行必要的调整。根据图形化界面、触摸操作等方式，操作人员可以轻松地查看各个模块的实时数据、故障信息等，并进行相应的操作，此外，我们还应提供详细的维护手册和在线支持服务，以便操作人员在遇到问题时能够迅速找到解决方案。这些措施不仅可以降低操作人员的学习成本，还可以提高他们的工作效率，进一步简化维护与调试的过程。（3）系统的可靠性。经过选用高质量的元器件、优化电路设计、加强散热措施等方式，我们可以提高系统的稳定性和可靠性，减少故障发生的概率。这样不仅可以降低维护工作量，还可以提高系统的整体性能。（4）远程监控系统。随着物联网、云计算等技术的发展，我们可以考虑将远程监控和诊断技术应用于“三机”联动控制系统的维护与调试中。通过远程监控系统，我们可以实时获取系统的运行状态和故障信息，并进行远程故障诊断和调试，这不仅可以减少操作人员的现场工作量，还可以提高维护的及时性和准确性。

### 结语

煤矿综采工作面“三机”联动控制策略的研究，对于提升煤矿生产效率和保障安全生产具有重要意义。通过对当前“三机”联动控制存在的问题进行深入剖析，我们提出了高效、科学的控制策略，并在实践中不断验证和完善。未来，随着科技的不断进步和煤矿生产需求的不断变化，我们将继续深入研究，探索更加先进、智能的“三机”联动控制方法，为煤矿综采工作面的高效、安全生产提供更加强有力的支持。

### 参考文献

- [1]吴忠健.智能化采煤工作面监控系统建设研究[J].山东煤炭科技,2021(3):33-35.
- [2]王国法.综采工作面高效协同控制技术研究与应用[J].煤炭科学技术,2019,47(1):1-10.
- [3]李首滨.国产综采工作面智能化技术现状与发展趋势[J].煤炭科学技术,2019,47(2):1-10.