

井工煤矿采矿工程中的巷道布置与优化

马永家

宁夏王洼煤业有限公司银洞沟煤矿 宁夏 756000

摘要：巷道布置是井工煤矿采矿工程中的核心环节，对煤炭开采效率、生产成本以及作业安全具有深远影响。本文详细探讨了巷道布置的基本原则、具体方法，并提出了针对性的优化策略。通过综合运用地质勘探技术、数值模拟方法和先进的施工管理手段，旨在构建一个既高效又安全的巷道系统，以适应现代煤矿开采的需求。

关键词：井工煤矿；采矿工程；巷道布置；优化策略；生产效率

引言

随着全球能源需求的持续增长，煤炭作为重要的能源来源，其开采效率与安全性日益受到关注。在井工煤矿中，巷道布置是影响采矿效率和安全的因素。因此，对巷道布置进行深入研究并提出优化策略，对于提升煤矿的整体运营效率和保障矿工安全至关重要。

1 巷道布置的基本原则

巷道布置应遵循以下四个基本原则，以确保采矿过程的顺利进行：（1）安全性原则：巷道设计必须符合安全生产法规，预防瓦斯积聚、煤尘爆炸等安全隐患。

（2）经济性原则：在满足安全和生产需求的前提下，应尽量减少巷道长度和复杂度，以降低建设成本和维护费用。（3）高效性原则：巷道布置应便于煤炭的运输和提升，减少物料搬运距离和时间，提高整体生产效率。

（4）灵活性原则：设计时应考虑地质条件的变化和生产需求的调整，使巷道系统能够适应未来的扩展和改造。

2 巷道布置的具体方法

2.1 单一巷道布置

单一巷道布置是井工煤矿中最基础且常见的巷道布置方式。这种布置方式主要适用于地质条件较为简单、煤层厚度适中或较薄的矿区。其核心理念是通过一条主要巷道连接各个采煤工作面和辅助设施，实现煤炭的开采、运输以及通风等功能。在实施单一巷道布置时，首先需要选定合适的位置开设主巷道，这通常基于详细的地质勘探结果和煤层分布情况。主巷道的走向应尽量与煤层走向一致，以减少煤炭开采过程中的阻力。同时，巷道的宽度和高度也需根据采煤设备、通风需求以及安全规定进行合理设计。单一巷道布置的优点在于其结构简单明了，便于管理和维护。由于只有一条主巷道，因此可以减少巷道交叉和分支，从而降低了通风阻力和瓦斯积聚的风险。此外，这种布置方式还能有效减少煤炭在运输过程中的转载次数，提高运输效率^[1]。然而，单一

巷道布置也存在一定的局限性。由于所有工作面都依赖于同一条主巷道，因此一旦该巷道发生故障或受损，将可能影响到整个矿区的正常运营。此外，在煤层厚度变化较大或地质条件复杂的矿区，单一巷道布置可能无法满足生产需求。为了克服这些局限性，可以在设计时考虑增加巷道的灵活性和可扩展性。例如，在主巷道的基础上设置一些分支巷道，以适应煤层厚度的变化和地质条件的复杂性。同时，应加强对巷道的定期检查和维护工作，确保其始终处于良好的工作状态。

2.2 分层巷道布置

分层巷道布置是在井工煤矿采矿工程中针对厚煤层或多煤层开采而设计的一种巷道布置方法。这种布置方式的核心思想是将不同煤层的巷道进行分层设置，以便更有效地进行分层开采和管理。在实施分层巷道布置时，首先要对煤层进行详细的勘探和分析，确定各煤层的厚度、倾角和分布情况。根据这些信息，可以设计出适应不同煤层的巷道系统。每一层巷道都针对特定的煤层进行设计，确保能够高效地开采该煤层的煤炭资源。分层巷道布置的优点在于它可以根据不同煤层的特性进行针对性的开采。由于每个煤层的地质条件和煤质可能存在差异，因此通过分层巷道布置可以更好地适应这些差异，提高开采效率。此外，这种布置方式还有助于减少煤炭开采过程中的混杂和污染，提高煤炭的质量。在实施分层巷道布置时，需要考虑多个因素。首先是巷道的稳定性和安全性。由于不同煤层的物理性质和应力状态可能不同，因此需要对每层巷道的支护和加固措施进行精心设计，以确保巷道的稳定性和安全性。其次是巷道的通风和排水问题。在分层巷道布置中，需要确保每层巷道都有良好的通风条件，以防止瓦斯积聚和煤尘爆炸等安全隐患。同时，还需要考虑巷道的排水系统，以防止地下水涌入巷道，影响正常的采矿作业。此外，分层巷道布置还需要考虑煤炭的运输和提升问题。由于不

同煤层的巷道系统相互独立，因此需要设置合适的运输和提升设备，以确保煤炭能够顺畅地从各煤层运出。

2.3 联合巷道布置

联合巷道布置是一种高效的巷道布置方法，特别适用于开采近距离煤层群。这种方法的核心思想是通过一组共用的巷道来同时开采多个煤层，从而实现资源的集中开采和优化管理。联合巷道布置通常包括采区上山、下山、分阶段巷道以及采区硐室等共同巷道。这些巷道一般开掘在煤层群最下面的薄煤层内或煤层群下面的底板岩石中，通过石门或溜煤眼与各煤层联结。这种方法能够显著提高采区生产能力，并有利于优化集中生产^[2]。联合巷道布置允许同时开采多个煤层，从而有效提高了采区的生产能力。通过合理的巷道设计，可以布置较多的工作面进行同时生产，进一步提升了整体生产效率。由于多个煤层共享一组巷道，因此减少了巷道的总数量和掘进量，进而降低了维护费用。这种布置方式还改善了巷道维护条件，使得维护工作更为简便。联合巷道布置有助于减少煤损，提高煤炭资源的采出率。通过优化巷道设计，可以更有效地开采煤炭资源，减少资源浪费。联合巷道布置简化了运输系统，使得煤炭和其他材料的运输更加高效。这种布置方式还有利于发挥设备效能，提高运输效率。在实施联合巷道布置时，需要考虑多个关键因素。首先是煤层层数和各煤层的间距，这决定了巷道的布置方式和共享程度。其次是煤层倾角和厚度，这些因素会影响巷道的稳定性和开采效率。此外，还需要综合考虑生产能力、设备状况、地质构造等因素，以确保巷道布置的安全性和经济性。

3 巷道布置的优化策略

3.1 地质勘探与数据分析

地质勘探与数据分析是巷道布置优化中不可或缺的一环。在煤矿开采前，对矿区进行全面的地质勘探至关重要，这不仅能够确保巷道布置的合理性，还能预防潜在的地质风险。利用三维地震勘探技术，可以深入探测煤层的分布、厚度以及断层、褶皱等地质构造。这种技术通过在地表布置震源和接收器，记录地震波在地下传播的信息，进而分析出地下的地质结构。三维地震勘探不仅提供了丰富的地质数据，还能帮助工程师们更准确地判断巷道的走向和布局，从而避免在地质复杂区域布置巷道，减少安全隐患。除了地震勘探，电磁探测技术也是一种重要的地质勘探手段。它利用电磁波的传播特性来探测地下的电阻率分布，从而推断出煤层、含水层、断层等地质体的位置和形态。电磁探测技术对于识别含水体和导电性异常区域尤为敏感，因此在预防巷道突水

等地质灾害方面具有显著优势。通过综合运用这些先进技术，可以获取大量精确的地质数据。接下来，对这些数据进行深入分析和处理，提取出对巷道布置有指导意义的信息^[3]。例如，根据煤层分布数据，可以确定巷道的最佳走向和开采顺序；根据断层和褶皱数据，可以预测巷道开挖过程中可能遇到的地质难题，并提前制定相应的应对措施。此外，地质勘探与数据分析的结果还能成为巷道的支护设计提供重要依据。通过分析地层的应力分布和岩石的物理性质，可以选择合适的支护方式和材料，确保巷道的稳定性和安全性。

3.2 数值模拟与风险评估

在巷道布置的优化过程中，数值模拟与风险评估是确保设计安全性和稳定性的关键环节。随着计算机技术的发展，数值模拟软件在采矿工程中的应用越来越广泛，为巷道布置提供了有力的技术支持。数值模拟软件能够模拟巷道开挖后的应力分布、变形情况以及潜在的破坏模式。通过输入地质勘探获得的数据，如地层参数、岩石力学性质等，软件可以构建出一个数字化的矿区模型。在这个模型上，工程师可以对不同的巷道布置方案进行模拟，观察巷道开挖后周围的应力变化、岩石的位移情况以及可能出现的破坏区域。在模拟过程中，还可以考虑不同的开采顺序、支护方式等因素对巷道稳定性的影响。例如，通过改变巷道的开挖顺序，可以观察哪种顺序下巷道的稳定性最好；通过尝试不同的支护方案，可以找到最适合当前地质条件的支护方式。风险评估则是基于数值模拟的结果，对不同的巷道布置方案进行安全性和稳定性的综合评价。这包括评估巷道开挖后可能出现的地质灾害风险，如顶板垮落、片帮、底板鼓起等，以及评估不同方案下巷道的长期稳定性。通过综合比较不同方案的模拟结果和风险评估数据，可以选择出最优的巷道布置设计。这个设计应该能够在确保安全的前提下，最大化地提高采矿效率和经济效益。此外，数值模拟还可以用于预测巷道开挖过程中可能出现的突发情况，如地下水涌入、瓦斯突出等，从而帮助工程师提前制定应对措施，减少事故发生的可能性。

3.3 支护技术与材料创新

在巷道布置的优化中，支护技术与材料的创新是提升巷道稳定性和安全性的重要手段。随着科技的进步，高强度支护材料和先进的支护技术不断涌现，为煤矿巷道的长期稳定提供了有力支持。高强度支护材料的应用是提升巷道承载能力的关键。这类材料，如高强度钢筋混凝土、高性能纤维复合材料等，具有优异的力学性能和耐久性。它们能够有效抵抗巷道周围的应力变化，

减少巷道的变形和破坏风险。例如，高强度钢筋混凝土支护结构，通过合理的钢筋配置和混凝土浇筑，能够形成坚固的支护体系，确保巷道的稳定。除了高强度支护材料，先进的支护技术同样重要。目前，预应力锚杆（索）支护技术、注浆加固技术等煤矿巷道支护中得到了广泛应用。预应力锚杆（索）通过施加预应力，将巷道周围的岩层紧密连接在一起，形成一个整体稳定的支护结构。而注浆加固技术则通过向巷道周围岩层注入特定的浆液，增强岩层的整体性和稳定性。这些先进的支护技术和高强度支护材料的应用，不仅提高了巷道的承载能力和稳定性，还显著减少了巷道的维护成本。传统的支护方式往往需要频繁进行维修和加固，而采用高强度材料和先进技术后，巷道的维护周期大大延长，降低了维护频率和成本。此外，这些创新还为煤矿生产带来了更多的安全保障。稳定的巷道结构减少了因巷道失稳引发的安全事故风险，为矿工提供了一个更安全的工作环境。

3.4 智能化监控与管理

在巷道布置的优化策略中，智能化监控与管理是不可或缺的一环。随着现代信息技术的发展，物联网、大数据等技术日益成熟，为煤矿巷道的实时监控与管理提供了强大的技术支持。通过引入物联网技术，可以在巷道内部署各种传感器，实时监测巷道的环境参数，如温度、湿度、气体浓度等。这些传感器能够不间断地收集数据，并通过无线网络将数据实时传输到中央监控系统。这样，管理人员可以随时掌握巷道的实时状态，及时发现异常情况。大数据技术的应用则使得对这些海量数据的处理和分析成为可能。通过对历史数据的挖掘和分析，可以预测巷道可能出现的问题和安全隐患，从而

提前采取措施进行预防。例如，根据巷道内部的温度、湿度变化趋势，可以预测巷道的通风需求，及时调整通风系统，确保巷道内的空气质量。此外，智能化监控与管理系统还可以实现与应急响应机制的联动。一旦系统检测到潜在的安全隐患，如瓦斯浓度超标、巷道变形等，它可以自动触发报警机制，并通过短信、邮件等方式及时通知管理人员。这样，煤矿可以迅速启动应急预案，组织人员撤离或进行紧急救援，从而大大提高应急响应能力^[4]。除了实时监测和预警功能外，智能化监控与管理系统还可以帮助煤矿实现精细化管理。通过对巷道使用情况的统计和分析，可以优化巷道的布局和使用计划，提高巷道的利用效率。同时，系统还可以对巷道维护进行智能调度，确保维护工作的及时性和有效性。

结语

本文通过对井工煤矿采矿工程中巷道布置的原则、方法和优化策略进行全面分析，强调了优化巷道布置在提升煤矿生产效率、降低运营成本以及保障安全生产方面的重要作用。展望未来，随着科技的不断进步和创新应用的推广，巷道布置的优化将更加智能化、精细化，为煤矿产业的可持续发展注入新的活力。

参考文献

- [1]云昭铭.基于地质构造特征的巷道布置优选研究[J].煤矿现代化,2024,33(03):100-104.
- [2]陈伟鹏.煤矿开采巷道布置与采煤工艺的应用[J].矿业装备,2024,(01):23-25.
- [3]陈炜.改进煤矿巷道布置方式降低巷道掘进率的方法[J].内蒙古煤炭经济,2023,(13):166-168.
- [4]高建峰.煤矿采煤巷道布置与采煤工艺分析[J].能源与节能,2023,(05):141-143.