

煤矿掘进中的支护结构与稳定性评价技术研究

赵晓帅

晋能控股煤业集团塔山煤矿

DOI:10.12238/gmsm.v6i6.1607

[摘要] 煤矿掘进是煤炭开采的重要环节,其支护结构的设计和施工直接影响着煤矿开采的安全和效率。本文综述了煤矿掘进中的支护结构的类型、特点和应用,分析了支护结构的稳定性评价的原理、方法和指标,探讨了支护结构的优化设计和施工技术,展望了支护结构的发展趋势和挑战。

[关键词] 煤矿掘进; 支护结构; 稳定性评价; 优化设计; 施工技术

中图分类号: TU74 文献标识码: A

Research on Support Structure and Stability Evaluation Technology in Coal Mine Excavation

Xiaoshuai Zhao

Jinneng Holding Coal Group Tashan Coal Mine

[Abstract] Coal mine excavation is an important link in coal mining, and the design and construction of its support structure directly affect the safety and efficiency of coal mines. This article summarizes the types, characteristics, and applications of support structures in coal mine excavation, analyzes the principles, methods, and indicators of stability evaluation of support structures, explores the optimization design and construction technology of support structures, and looks forward to the development trends and challenges of support structures.

[Key words] coal mine excavation; Support structure; Stability evaluation; Optimize design; construction technique

引言

煤矿掘进是指在煤矿地下开挖巷道,以便进行煤炭开采、运输、通风、排水等活动的过程。煤矿掘进中的支护结构与稳定性评价技术是煤矿工程的重要内容,它直接关系到煤矿的安全生产和经济效益。因此,研究煤矿掘进中的支护结构与稳定性评价技术,不仅有利于提高支护结构的技术水平和应用水平,也有利于促进煤矿掘进的技术进步和产业发展。本文旨在综述煤矿掘进中的支护结构与稳定性评价技术的最新进展和成果,为支护结构的设计、施工、管理和改进提供一些参考和启示。

1 煤矿掘进中的支护结构的类型、特点和应用

煤矿掘进中的支护结构是指用于保护巷道的稳定和完整的结构系统^[1]。根据支护材料、形式和作用,可以将其分为木质、金属、混凝土、锚固和喷射等类型。每种类型的支护结构都有其优缺点,适用于不同的地质条件、巷道用途和经济效益。^[2]

木质支护结构是使用木材或木制品作为支护材料的结构,如木桩、木梁、木架等。它的优点是材料易得、成本低、施工简便、可回收,缺点是易燃、易腐、强度低、寿命短。它适用于地质条件较好、岩层变形较小、巷道断面较小的煤矿掘进。

金属支护结构是使用金属或金属制品作为支护材料的结构,如钢轨、钢管、钢板、钢筋等。它的优点是强度高、耐磨、耐腐、寿命长,缺点是重量大、成本高、施工复杂、难以回收。它适用于地质条件较差、岩层变形较大、巷道断面较大的煤矿掘进。

混凝土支护结构是使用混凝土或混凝土制品作为支护材料的结构,如混凝土柱、混凝土梁、混凝土板、混凝土拱等。它的优点是强度高、耐磨、耐腐、寿命长,缺点是重量大、成本高、施工复杂、难以回收。它适用于地质条件较差、岩层变形较大、巷道断面较大的煤矿掘进。

锚固支护结构是使用锚杆、锚索、锚网等锚固材料和设备,将巷道壁体和顶板与岩层紧密连接,形成一个整体的结构。它的优点是强度高、刚度大、适应性强、成本低、施工简便,缺点是锚固效果难以检测、锚固材料易损坏、锚固长度受限。它适用于地质条件较好、岩层变形较小、巷道断面较小的煤矿掘进。

喷射支护结构是使用喷射机将水泥、砂浆、泡沫等喷射材料喷射到巷道壁体和顶板上,形成一层坚硬的保护层的结构。它的优点是强度高、密封性好、适应性强、成本低、施工简便,

缺点是喷射厚度难以控制、喷射质量难以保证、喷射材料易流失。它适用于地质条件较好、岩层变形较小、巷道断面较小的煤矿掘进。

2 支护结构的稳定性评价的原理、方法和指标

首先,支护结构的稳定性评价的原理是基于力学和数学的理论和方法,建立支护结构和岩层的力学模型,分析支护结构的受力平衡、变形协调、破坏判据等,计算支护结构的应力、应变、位移、安全系数等参数,与规范或实测值进行比较,判断支护结构的稳定性^[3]。这一原理是评价的基础,它决定了评价的目的和内容,也决定了评价的方法和指标的选择和应用。

其次,支护结构的稳定性评价的方法主要有以下几种:解析法、数值法、实验法和经验法。这四种方法各有优缺点,适用于不同的情况。解析法具有计算简便、精度高、适用范围广等优点,但也存在忽略非线性、非均匀、非连续等影响因素,难以考虑复杂边界条件和加载方式等缺点。数值法具有考虑非线性、非均匀、非连续等影响因素,适应复杂边界条件和加载方式等优点,但也存在计算复杂、耗时长、需要大量输入数据等缺点。实验法具有直观可靠、易于验证、能反映实际情况等优点,但也存在成本高、周期长、难以模拟全尺度和全过程等缺点。经验法具有计算简便、适用性强、能考虑多种因素等优点,但也存在精度低、局限性大、难以推广等缺点。这四种方法,可以根据实际情况,单独使用或组合使用,以达到最合理的评价效果。

最后,支护结构的稳定性评价的指标主要有以下几种:应力指标、应变指标、位移指标和安全系数指标。这四种指标,可以反映支护结构的受力状况、变形程度、破坏模式、安全余量等,可以单独使用或组合使用,以达到最准确的评价效果。应力指标是指反映支护结构的受力状况的参数,如支护结构的轴向应力、剪切应力、弯曲应力、扭转应力等。应力指标可以用来判断支护结构的强度是否满足要求,是否发生屈服或破坏。应变指标是指反映支护结构的变形程度的参数,如支护结构的轴向应变、剪切应变、弯曲应变、扭转应变等。应变指标可以用来判断支护结构的刚度是否满足要求,是否发生过大的变形或失稳。位移指标是指反映支护结构的相对位置变化的参数,如支护结构的沉降、侧移、倾斜、旋转等。位移指标可以用来判断支护结构的稳定性是否满足要求,是否发生危险的位移或偏移。安全系数指标是指反映支护结构的安全余量的参数,如支护结构的强度安全系数、刚度安全系数、稳定性安全系数等。安全系数指标可以用来综合评价支护结构的安全性和可靠性,是否达到规范或设计的要求。在选择评价指标时,应综合考虑支护结构的类型、特点、作用、影响因素等,选择最合适的评价指标。

综上所述,支护结构的稳定性评价是一种基于力学和数学的理论和方法,运用解析法、数值法、实验法和经验法等方法,计算应力指标、应变指标、位移指标和安全系数指标等指标,与规范或实测值进行比较,判断支护结构的安全性和可靠性的过程。支护结构的稳定性评价的原理、方法和指标相互联系,相互影响,共同决定了评价的效果和质量。支护结构的稳定性评

价应根据具体的工程条件和目的,综合运用原理、方法和指标,以达到最佳的评价效果。

3 支护结构的优化设计和施工技术

支护结构的优化设计和施工技术是一种在满足支护结构的安全性和可靠性的前提下,提高支护结构的效率和经济性,减少支护结构的成本和资源消耗的过程^[4]。支护结构的优化设计和施工技术主要有理论优化、实验优化和经验优化三种,它们各有优缺点,适用于不同的情况。下面,我们将对这三种技术进行简要的介绍和整合。

理论优化是利用力学和数学的理论和方法,建立支护结构的优化模型,确定支护结构的优化目标、约束条件和变量,求解支护结构的最优解或最佳解的过程。理论优化具有精度高、适用范围广、能考虑多种因素等优点,但也存在建模复杂、求解困难、难以实施等缺点^[5]。理论优化的步骤包括建立支护结构的力学模型、确定支护结构的优化目标、确定支护结构的约束条件、确定支护结构的优化变量、求解支护结构的优化问题、验证和评价支护结构的优化结果等。

实验优化是利用物理模型或现场试验,通过调整支护结构的参数,观察和比较支护结构的性能,找出支护结构的最优或最佳参数的过程。实验优化具有直观可靠、易于验证、能反映实际情况等优点,但也存在成本高、周期长、难以优化全局等缺点。实验优化的步骤包括建立支护结构的物理模型或现场试验、确定支护结构的优化目标、确定支护结构的优化变量、设计支护结构的优化方案、实施支护结构的优化试验、分析和评价支护结构的优化结果等。

经验优化是利用历史数据或经验公式,根据支护结构的实际效果,修正和完善支护结构的参数,形成支护结构的最优或最佳参数的过程。经验优化具有计算简便、适用性强、能考虑多种因素等优点,但也存在精度低、局限性大、难以推广等缺点。经验优化的步骤包括收集和整理支护结构的历史数据或经验公式、确定支护结构的优化目标、确定支护结构的优化变量、修正和完善支护结构的参数、验证和评价支护结构的优化结果等。

4 支护结构的发展趋势和挑战

支护结构的发展趋势和挑战是一种关于支护结构在煤矿掘进的技术和环境的变化下,需要面对的新的需求和问题,以及支护结构需要实现新的目标和水平的探讨^[6]。支护结构的发展趋势和挑战主要有智能化、环保化和多功能化三个方面,下面,我们将对这三个方面进行简要的介绍和整合。

智能化是指利用信息技术、控制技术、传感技术等,使支护结构具有自动化、智能化、网络化的功能。智能化可以提高支护结构的安全性和效率,减少人工干预和误差,实现支护结构的优化管理和运行。智能化的发展趋势包括支护结构的智能化设计、智能化施工和智能化运行三个方面,它们分别是利用人工智能、机器人、云计算等技术,使支护结构的设计过程具有自主学习、自适应调整、自动优化的能力,使支护结构的施工过程具有自主操作、自动调节、自动检测的能力,使支护结构的运行过程

具有自主分析、自动预警、自动维护的能力。

环保化是指利用新型材料、新型工艺、新型设备等,使支护结构具有节能、减排、降噪、回收的功能。环保化可以减少支护结构的资源消耗和环境污染,提高支护结构的可持续性和社会责任。环保化的发展趋势包括支护结构的节能化、减排化和降噪化三个方面,它们分别是利用轻质材料、高强材料、复合材料等,使支护结构的材料用量和重量减少,从而降低支护结构的能耗和碳排放,利用无污染材料、可降解材料、可回收材料等,使支护结构的材料不产生或减少有害物质的排放,从而降低支护结构对环境的影响,利用隔音材料、吸音材料、消声材料等,使支护结构的材料具有降低或消除噪音的功能,从而降低支护结构的对人员和设备的噪音干扰。

多功能化是指利用多种材料、多种形式、多种技术等,使支护结构具有多种功能和作用。多功能化可以增强支护结构的适应性和灵活性,满足煤矿掘进的多样化和复杂化的需求。多功能化的发展趋势包括支护结构的防水化、防火化和防爆化三个方面,它们分别是利用防水材料、防水工艺、防水设备等,使支护结构的材料具有防止或减少水的渗透和流动的功能,从而降低支护结构的对水的侵蚀和损坏,利用防火材料、防火工艺、防火设备等,使支护结构的材料具有防止或减少火的点燃和蔓延的功能,从而降低支护结构的对火的燃烧和损坏,利用防爆材料、防爆工艺、防爆设备等,使支护结构的材料具有防止或减少爆炸的引发和影响的功能,从而降低支护结构的对爆炸的冲击和破坏。

综上所述,支护结构的发展趋势和挑战是一种关于支护结构在煤矿掘进的技术和环境的变化下,需要面对的新的需求和问题,以及支护结构需要实现的新的目标和水平的探讨。支护结构的发展趋势和挑战主要有智能化、环保化和多功能化三个方

面,它们分别涉及到支护结构的设计、施工和运行的不同方面,也分别需要支护结构的研究者和工作者不断创新和探索,以提高支护结构的技术水平和应用水平,为煤矿掘进的安全和效率做出贡献。

5 结论

煤矿掘进中的支护结构是保障巷道稳定和重要的设施,其类型、特点、应用、评价、优化、发展等方面的研究和实践一直是煤矿工程的热点和难点。本文综述了这些方面的最新进展和成果,为支护结构的设计、施工、管理和改进提供了一些参考和启示。本文认为,支护结构的选择应根据多种因素进行综合考虑,支护结构的评价应采用合适的方法和指标,支护结构的优化应在保证安全性和可靠性的基础上,提高效率和经济性,支护结构的发展应适应煤矿掘进的技术和环境的变化,实现智能化、环保化、多功能化等目标。希望本文能对煤矿掘进的技术进步和产业发展有所帮助。

[参考文献]

- [1]王思波.层状岩体中拱形巷道拱肩破坏机理及合理支护技术研究[D].西安科技大学,2014.
- [2]梁向强.煤矿掘进中支护技术的应用研究[J].探索科学,2020,(12):9.
- [3]郭士强.煤矿掘进中支护技术的应用研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术:00320-00320[2023-11-04].
- [4]宋瑞军.煤矿掘进中支护技术的应用研究[J].能源与节能,2016,(1):2.
- [5]李菁戈.煤矿掘进巷道支护技术研究[J].机械管理开发,2018,33(10):3.
- [6]薛睿博.煤矿开采技术与掘进支护技术研究[J].矿业装备,2021,(4):8-9.