

# 煤矿松软煤巷锚网索支护技术研究

付东亚

三门峡观音堂煤业有限公司 河南 三门峡 472123

**摘要:** 随着煤矿开采深度的不断增加,地质条件变得日益复杂,传统的支护方法已难以满足现代煤矿生产的需求。在这种背景下,锚网索支护技术应运而生,成为解决松软煤层巷道支护问题的有效手段。锚网索支护技术通过在巷道周围安装锚杆、锚索和金属网,形成一个整体的支护系统,有效控制围岩的变形和破坏。该技术不仅提高了煤巷的稳定性和安全性,还显著降低了支护成本,延长了巷道的使用寿命。基于此,论文深入探讨了煤矿松软煤巷锚网索支护技术,以供行业内参考。

**关键词:** 煤矿; 松软煤巷; 锚网索支护技术

引言: 煤矿松软煤巷的支护一直是煤炭开采领域的重要课题。由于松软煤层的地质特性,巷道掘进后往往面临着围岩稳定性差、变形量大等问题,给煤矿的安全生产带来了巨大挑战。锚网索支护技术作为一种先进的支护手段,在松软煤巷中的应用价值日益凸显。所以,针对煤矿松软煤巷锚网索支护技术展开探讨与研究是非常有必要的。

## 1 煤矿松软煤巷锚网索支护技术的价值

### 1.1 提高了松软煤巷的稳定性

在松软煤层中,巷道掘进后围岩的变形量大,且变形速度快,传统的支护方式如棚式支架或砌碹往往难以承受这种变形,导致支护结构失效,巷道垮塌。而锚网索支护技术利用锚杆、锚索、塑料网、金属梯形梁或W钢带等材料的联合使用,形成了一个强大的支护体系。该体系不只是能够承受围岩的变形压力,还能通过锚杆和锚索的预紧力,对围岩进行主动支护,显著改善围岩的受力状态,继而提高围岩的强度和稳定性。

### 1.2 降低了巷道支护成本

传统的支护方式往往需大量的材料和人力投入,且支护效果不理想,巷道失修率高,维修费用昂贵。而锚网索支护技术由于其支护效果好,巷道变形量小,维修量大大降低,从而极大地减少了支护材料和人工的投入<sup>[1]</sup>。更重要的是,锚网索支护技术还可以根据巷道的地质条件进行灵活设计,优化支护参数,使得支护成本更加经济合理。

### 1.3 提高了煤矿生产的安全性和效率

因松软煤巷的稳定性差,传统的支护方式常常难以保证巷道的安全性,工人劳动强度大,生产效率低。而锚网索支护技术能够提高巷道的稳定性,从而大幅度降低了巷道垮塌和冒顶等安全事故的风险,为工人提供了

一个更加安全的工作环境。与此同时,由于锚网索支护的施工速度快,支护效果好,可以大大缩短巷道的掘进周期,继而提高煤矿的生产效率。

### 1.4 具有较好的适应性

在松软煤层中,地质条件往往复杂多变,巷道掘进过程中可能会遇到各种不利的地质因素,如断层、裂隙、软弱夹层等。传统的支护方式往往难以适应这种复杂的地质条件,而锚网索支护技术则可采取调整锚杆和锚索的布置方式、改变支护材料的规格和性能等手段,来适应不同的地质条件,最大程度上保证巷道的稳定性和安全性。

### 1.5 推动了煤矿支护技术的创新和进步

随着现代煤炭开采技术的不断发展,对巷道支护的要求也越来越高。锚网索支护技术的出现和发展,不仅满足了松软煤巷支护的需求,还推动了煤矿支护技术的不断创新和进步。如,利用研发新型锚杆和锚索材料、优化支护设计方法和施工工艺等手段,可以进一步提高锚网索支护的支护效果和经济性。

## 2 煤矿松软煤巷锚网索支护技术

### 2.1 锚杆支护

锚杆支护是煤矿松软煤巷支护中常用的技术手段。其优点显著,首先,锚杆能够主动加固围岩,通过与围岩紧密结合,最终形成承载结构,能够有效提高煤巷的稳定性,控制围岩变形。其次,锚杆支护施工相对简便快捷,可大幅缩短施工周期,有利于提高采掘效率。再者,从经济性来看,锚杆材料成本相对较低,且安装过程中人力、物力消耗较少,综合成本较为经济。但锚杆支护也存在一定局限性。在松软煤巷中,若围岩破碎程度过高,锚杆的锚固力可能难以充分发挥,导致支护效果下降。对于大断面煤巷或地应力较大的区域,单一锚

杆支护可能无法满足支护强度要求。其适用性方面，适用于围岩相对完整性较好、地应力较小的松软煤巷。在煤层厚度变化不大、顶底板较为稳定的巷道中能取得较好的支护效果。例如，在一些中小型煤矿的普通采掘工作面的回风顺槽支护中，锚杆支护常常被优先选用，在保障安全的前提下，实现了高效与经济的平衡。

## 2.2 金属网支护

金属网支护在煤矿松软煤巷中发挥着独特的作用，能够有效防止煤巷围岩的片帮和漏顶现象是其最突出的优势。金属网可以将松散的煤岩块连接在一起，形成一个相对整体的防护层，增强围岩的整体性。与此同时，金属网具有较好的柔韧性，能够适应一定程度的围岩变形，与其他支护形式配合时，可进一步提升支护体系的可靠性<sup>[2]</sup>。不过，金属网支护单独使用时支护强度有限，难以承受较大的地应力和围岩压力。在高应力区域或围岩极度破碎的情况下，金属网可能被压垮或撕裂。其经济性方面，金属网本身成本不算高昂，但在安装和维护过程中，需要耗费一定的人力和时间成本，如定期检查金属网的破损情况并及时修补。在适用性上，金属网支护常与其他支护方式联合应用。在围岩破碎但整体压力不大的煤巷中，如一些煤层浅部的准备巷道，金属网可作为辅助支护手段，与锚杆或锚索等配合，可有效防止煤岩小块掉落，继而保障巷道的正常使用和人员安全。

## 2.3 注浆加固技术

在煤矿松软煤巷的支护过程中，注浆加固技术扮演了不可或缺的角色。该技术利用向围岩裂隙中注入特制的浆液，并使其固化，从而显著增强了巷道的整体稳定性。其主要优势在于能够有效抵抗地压，防止巷道变形和塌陷，同时还能隔绝地下水，改善作业环境。除此之外，由于施工简便且成本相对较低，使得注浆加固成为煤矿巷道支护工程中的首选方案之一。而该技术的应用也面临着一些挑战，比如选择合适的注浆材料以及确定最佳的注浆工艺参数等，这些都需根据具体的煤层地质条件及巷道实际情况来进行科学合理的选择。特别是在处理松软煤层时，注浆加固往往与其他类型的支护方法（如锚杆支护、金属网支护）相结合使用，形成一种复合型支护体系，以进一步提高整个结构的安全性与稳定性。

## 2.4 综合支护技术

针对松软煤巷复杂多变的地质特点，采用综合支护技术是一种非常有效的策略。这种方法将多种不同类型的支护手段结合起来，利用它们之间的互补性来提升整体的防护性能。通常情况下，“综合”意味着主动与被动两种类型支护措施的结合应用——例如，将锚网索系

统（包括锚杆、金属网加上注浆加固）同棚式结构（如钢架支撑）联合起来使用。其中，像锚杆这样的主动式元件可以直接增强岩石自身的强度；而当遇到较大程度的位移或破坏时，则由被动组件提供额外的安全保障。实际操作中，工程师们需依据现场的具体状况（包括但不限于岩性特征、开采深度等因素）、预期达到的安全标准以及预算限制等多方面考量，精心规划出一套最优化的组合方案。通过实施这样全面而灵活的综合治理措施，不仅可以大幅度提高矿井内部空间的安全性水平，同时也为保障矿工的生命财产安全奠定了坚实的基础。

## 3 加强锚网索支护技术应用的措施

### 3.1 深化理论研究，完善设计方法

锚网索联合支护技术的有效应用，离不开坚实的理论基础和科学的设计方法。目前，尽管在行业内已经取得了一定的研究成果，但在实际应用中仍面临许多挑战。为了深化理论研究，需从多个维度出发，全面探讨锚网索支护技术的作用机理和失效模式。如，从力学原理的角度，可深入研究锚杆、锚索和金属网等支护结构的受力特点，以及它们与周围岩体的相互作用关系。此举有助于人们更准确地预测支护结构的变形和破坏模式，从而提出更有效的支护方案。

与此同时，还需结合实际工程案例，利用先进的数值模拟技术对支护结构进行精确的分析和优化。数值模拟技术可以模拟复杂地质条件下的支护过程，帮助人们更好地理解支护机理，优化支护参数。在与实际工程数据的对比验证后，可不断提高数值模拟的准确性和可靠性，为支护设计提供更为科学的依据。

除此之外，加强对锚网索材料性能的研究也必不可少。应不断筛选和测试新型材料，以选择出性能优异、经济合理的材料。其内容包括但不限于考虑材料的强度、韧性、耐腐蚀性等性能指标，以及材料的成本和可获得性等因素。通过综合评估不同材料的性能和经济性，可为支护结构选择出最优的材料组合，进一步提高支护效果。

### 3.2 加强施工管理，确保施工质量

锚网索联合支护技术的施工质量极大地影响其支护效果，所以加强施工管理相当关键。施工前，需严格把控原材料质量，确保锚杆、锚索和金属网等材料符合设计要求。这需对供应商进行严格的资质审核，并建立完善材料检验制度。除了对供应商进行资质审核外，还需对每批次的材料进行抽样检验，确保材料的质量符合相关标准和规范。在施工过程中，要严格规范施工工艺，严格按照设计图纸和施工规范进行施工。其内容包

括锚杆的钻孔、注浆、安装以及金属网的铺设和连接等各个环节。为确保施工工艺的规范性和准确性，可制定详细的施工操作指南和质量验收标准。

另外，加强施工现场的安全管理同样不可忽视。所以，施工单位需严格遵守安全操作规程，确保施工人员的生命安全。如，在钻孔和注浆等危险作业中，应采取有效的安全防护措施，如佩戴防护面罩、手套等个人防护装备；在高空作业中，则必须设置安全网和防护栏等安全防护设施。而且，此环节中还需建立健全的安全管理制度和应急预案，以便在发生安全事故时能够迅速响应和处理。为了确保支护结构的完整性和稳定性，还应建立完善的施工质量监控体系。包括利用现代化的监控设备和技术手段对施工过程进行全程监控。

### 3.3 推进技术创新，提升技术水平

#### 3.3.1 新材料研发与应用

在锚网索支护技术应用中，新材料的探索意义重大。对于现有材料的改进是基础，像是对常用锚杆、锚索材料的材质优化，改进其制造工艺，提升性能指标。而着眼于全新材料体系的研发更是关键所在，比如开发融合高强度、高韧性与耐腐蚀特点的新型材料，使其在诸如高应力、强腐蚀的极端地质环境下，依旧能稳固支撑，延长支护结构的使用寿命，保障支护的长期可靠性。在此基础上，应考量材料的环保性与可回收性，选择对环境友好、使用后便于回收处理的材料，契合当下绿色发展理念，助力锚网索支护技术可持续发展，减少对环境的潜在负面影响。

#### 3.3.2 创新支护结构设计

传统支护结构在面对复杂多变的地质条件时，通常存在一定的局限性。因而，突破常规、探寻更高效灵活的支护形式迫在眉睫。要深入剖析不同地质条件下，如软岩、破碎带、高地应力区域等与支护结构的相互作用机制，依据具体情况定制贴合实际的支护方案，避免“一刀切”式的设计<sup>[1]</sup>。借助先进的计算机辅助设计工具，能精准模拟支护结构在各种工况下的受力、变形情况，在不断优化参数、调整布局后，才能实现支护效果的最大化，使支护结构更好地适应复杂地质环境，最终提升巷道整体稳定性。

#### 3.3.3 智能化监测与管理升级

现代科技发展，物联网、大数据等技术为锚网索支护的智能化监测和管理带来了新机遇。在支护现场广泛安装各类传感器及监测设备，像应力传感器、位移传感器等，全方位实时采集支护结构的受力大小、变形程度等关键数据。利用大数据算法对海量数据进行深度分析挖掘，能清晰呈现支护结构的实时状态，一旦数据出现异常波动，可及时察觉潜在安全隐患。基于这些分析结果，提前制定并实施针对性防范和治理措施，实现从被动应对到主动预防的转变，有效保障煤矿井下作业安全，进一步提升锚网索支护技术应用的安全性和科学性。

### 3.4 加强人才培养，打造专业团队

人才是锚网索支护技术发展的核心要素。所以，相关单位应从以下几个方面入手：

3.4.1 为了加强人才培养，应建立完善的培训体系，为技术人员提供多样化的学习资源和实践机会。例如，可定期邀请行业内的专家学者进行专题讲座和授课，分享最新的技术动态和研究成果；而且，也可组织技术人员到先进企业进行参观学习，了解最新的工艺和设备，拓宽他们的视野和思路。

3.4.2 在人才引进方面，应制定具有吸引力的优惠政策和高薪待遇，以吸引更多具有丰富经验和创新能力的专业人才加入我们的团队。与此同时，还应注重团队协作和沟通，建立良好的工作氛围和机制，激发团队成员的积极性和创造力。

### 结语

综上所述，煤矿松软煤巷锚网索支护技术具有显著的价值。它不仅能够提高松软煤巷的稳定性，降低巷道支护成本，提高煤矿生产的安全性和效率，还具有较好的适应性和创新性。因此，在松软煤层中进行巷道掘进时，应优先考虑采用锚网索支护技术，以确保巷道的安全稳定和高效生产。

### 参考文献

- [1] 闫伟. 煤炭采矿工程巷道掘进和支护技术分析 [J]. 低碳世界, 2024, 14 (02): 49-51.
- [2] 马言. 朱集西煤矿掘锚机组适用性分析及优化研究 [J]. 能源技术与管理, 2024, 49 (01): 115-118.
- [3] 司洪福. 采矿工程巷道掘进和支护技术的应用 [J]. 内蒙古煤炭经济, 2024, (07): 121-123.