

# 高强支护技术在煤矿采掘中的应用研究

李玉成

华亭煤业集团有限责任公司新窑煤矿公司 甘肃 平凉 744000

**摘要：**高强支护技术作为一种关键的煤矿采掘支护手段，通过综合运用锚杆、锚索、钢丝网及喷射混凝土等材料，构建出高强度、高稳定性的支护结构，显著提升了巷道抵抗变形与坍塌的能力。本文深入分析了高强支护技术的理论基础、实际应用及其带来的优势与挑战，并就技术创新、应用策略及安全管理等方面提出改进建议，以期为推动煤矿采掘安全、高效发展提供有力支撑。

**关键词：**高强支护技术；煤矿采掘；应用

**引言：**随着煤炭资源的深入开发，煤矿采掘面临的地质条件日益复杂，巷道稳定性问题愈发突出，对支护技术提出了更高的要求。高强支护技术以其高强度、高刚度和良好的稳定性，在保障煤矿采掘安全、提高开采效率方面发挥着重要作用。本文旨在深入探讨高强支护技术在煤矿采掘中的应用现状、优势与挑战，并提出相应的优化策略，以期为该技术在煤矿领域的广泛推广和应用提供理论依据和实践指导。

## 1 高强支护技术概述

### 1.1 高强支护技术的定义

高强支护技术是现代煤矿采掘中不可或缺的一项关键技术，它巧妙地将锚杆、锚索、钢丝网、钢带以及喷射混凝土等多种支护材料组合使用，形成一种具有高强度、高刚度和良好稳定性的支护体系。这种支护技术通过综合运用各种材料的特性，使得巷道在采掘过程中能够抵抗更大的压力，有效防止巷道变形和坍塌，保障了煤矿采掘的安全性和效率。

### 1.2 高强支护技术的原理

高强支护技术的核心原理在于两个方面：一是提高巷道周围岩石的预应力，二是通过预防性支护实现高强支护的效果。（1）提高巷道周围岩石的预应力是关键所在。通过锚杆和锚索的预紧力，使巷道周围的岩石在受到采掘活动影响之前就已经处于受压状态。这种预应力状态能够显著提升岩石的承载能力，抵抗采掘过程中产生的应力集中和变形，从而保持巷道的稳定性。（2）预防性支护也是高强支护技术的重要原理之一。在采掘活动开始之前，通过预先安装支护材料，对巷道进行高强支护，有效预防了岩石的松动和垮塌。这种预防性支护措施能够最大限度地降低采掘活动对巷道的影响，保障采掘作业的安全进行。

### 1.3 高强支护技术的应用范围

高强支护技术因其出色的支护效果而广泛应用于各类煤矿开采地区。特别是对于那些地质构造复杂、煤层软等特性的煤矿开采区域，高强支护技术更是展现出了其独特的优势。在这些地区，传统支护方法往往难以满足巷道的稳定性需求，而高强支护技术则凭借其高强度、高刚度和良好的稳定性，有效地解决了这些难题，为煤矿的安全生产提供了有力保障。

## 2 煤矿采掘中高强支护技术的应用

### 2.1 锚杆钢带支护

（1）施工过程与方法。锚杆钢带支护的施工过程主要包括钻孔、安装锚杆、固定钢带等步骤。首先，使用锚杆钻机在巷道围岩中钻出适当深度和直径的孔，然后将锚杆插入孔中，并使用树脂药卷或其他锚固剂进行固定。锚杆固定后，将钢带沿巷道方向铺设，并使用锚杆托盘和螺母将钢带与锚杆紧密相连。通过调整锚杆的预紧力，可以提高巷道围岩的预应力，增强支护效果<sup>[1]</sup>。

（2）支护效果与优势分析。锚杆钢带支护具有支护强度高、稳定性好、施工简便等优点。锚杆能够深入巷道围岩内部，提供强大的锚固力，有效抵抗巷道围岩的变形和破坏。钢带作为连接锚杆的纽带，能够增强支护体系的整体性，进一步提高支护效果。此外，锚杆钢带支护还具有成本低、易于维护等特点，广泛应用于各种复杂地质条件下的煤矿采掘工作。

### 2.2 喷射混凝土支护技术

（1）干式喷射与湿式喷射的具体应用。喷射混凝土支护技术主要包括干式喷射和湿式喷射两种。干式喷射是将混凝土干料与速凝剂混合后，通过喷射机将混合物压缩成气流并喷射到巷道围岩表面。湿式喷射则是将混凝土湿料预先拌合均匀后，通过输送管道送至喷射机进行喷射。在实际应用中，湿式喷射因其粉尘污染小、喷射质量高等优点而得到广泛应用。（2）支护原理与效果

评估。喷射混凝土支护的原理是通过快速喷射混凝土形成一层紧密贴合巷道围岩的支护层,这层支护层能够填补围岩表面的裂缝和空隙,增强围岩的强度和稳定性。同时,喷射混凝土支护还能够隔绝水和空气对围岩的侵蚀作用,延长巷道的使用寿命。在效果评估方面,可以通过对支护后的巷道进行定期监测和检查,评估支护层的厚度、强度和稳定性等指标,确保支护效果满足设计要求。

### 2.3 光爆锚喷网支护技术

(1) 加固拱结构与悬吊功能的作用。光爆锚喷网支护技术通过在巷道围岩中布置锚杆和喷射混凝土层,形成加固拱结构。这种结构能够有效地将巷道围岩的压力分散到更大的范围内,提高巷道的承载能力。同时,锚杆的悬吊作用能够支撑巷道顶部的围岩,防止其因重力作用而垮塌。(2) 改善围岩稳定性和抗剪力的效果。光爆锚喷网支护技术能够显著改善围岩的稳定性和抗剪力。通过锚杆的锚固作用和喷射混凝土的封闭作用,能够增强围岩的整体性,提高其抵抗变形和破坏的能力<sup>[2]</sup>。此外,钢丝网作为重要的组成部分,能够进一步约束围岩的变形,提高支护体系的整体刚度和稳定性。光爆锚喷网支护技术还能够有效减少巷道围岩的松动范围,降低巷道支护的难度和维护成本。

### 2.4 预留煤柱支护技术

(1) 适用于煤矿巷道上、下区段的支护。预留煤柱支护技术主要用于煤矿巷道上、下区段的支护。通过在巷道两侧或顶部预留一定宽度的煤柱,利用煤柱的承载能力支撑巷道围岩的压力。这种支护技术具有施工简便、成本低等优点,适用于地质条件相对稳定的煤矿采掘工作。(2) 操作简便性与应用效果。预留煤柱支护技术的操作简便性主要体现在施工过程中的快速性和易行性。在巷道掘进过程中,根据设计要求预留一定宽度的煤柱即可。这种支护技术的应用效果主要取决于煤柱的宽度和稳定性。合理的煤柱宽度能够有效地支撑巷道围岩的压力,提高巷道的稳定性。然而,过宽的煤柱会浪费煤炭资源,增加开采成本。因此,在设计和应用过程中需要充分考虑地质条件和开采要求,确定合理的煤柱宽度。

### 2.5 I型或U型可塑性支架支护技术

(1) 提高道路稳定性与易于维护的特征。I型或U型可塑性支架支护技术主要用于提高煤矿巷道的道路稳定性。这种支架具有良好的可塑性和韧性,能够适应巷道围岩的变形和压力变化。同时,支架的安装和维护相对简便,能够降低支护成本和提高支护效率<sup>[3]</sup>。(2) 在特

定条件下的应用案例分析。在地质条件复杂、煤层软弱等特定条件下,I型或U型可塑性支架支护技术具有显著的应用优势。例如,在某煤矿的深部开采区域,由于煤层软弱、地质构造复杂,传统支护措施难以满足巷道稳定性的要求。采用I型或U型可塑性支架支护技术后,巷道的稳定性得到了显著提高,支护成本也得到了有效控制。此外,在巷道交叉口、转弯处等特殊部位,I型或U型可塑性支架支护技术也能够提供有效的支护作用,确保巷道的安全性和稳定性。

## 3 高强支护技术在煤矿采掘中的优势与挑战

### 3.1 优势分析

(1) 提高巷道稳定性和安全性。高强支护技术在煤矿采掘中的显著优势在于其能够显著提高巷道的稳定性和安全性。通过采用锚杆、钢带、喷射混凝土等多种支护材料,形成具有高强度和高刚度的支护体系,能够有效地抵抗巷道围岩的变形和压力,防止巷道发生坍塌和冒顶等安全事故。这不仅保障了煤矿工人的生命安全,也提高了煤矿开采的效率和效益。(2) 成本相对较低,支护效果好。相较于传统的支护方式,高强支护技术通常具有更低的成本。一方面,高强支护材料的使用寿命长,减少了频繁更换和维修的需求,降低了支护成本。另一方面,高强支护技术的支护效果好,能够有效地减少巷道围岩的变形和破坏,降低了巷道维护的难度和成本。这使得高强支护技术在煤矿采掘中具有较高的性价比,得到了广泛的应用和推广。(3) 适用范围广,操作简便。高强支护技术具有广泛的适用范围,可以应用于不同类型的煤矿巷道和地质条件。同时,高强支护技术的施工操作相对简便,易于掌握和推广。这降低了施工难度和工期,提高了施工效率和质量。因此,高强支护技术在煤矿采掘中具有广泛的应用前景和市场需求。

### 3.2 挑战与问题

(1) 高应力巷道与沿空巷道支护的难题。尽管高强支护技术具有显著的优势,但在面对高应力巷道和沿空巷道时,仍然面临一定的挑战。高应力巷道和沿空巷道的围岩压力较大,变形和破坏的风险较高。传统的支护方式往往难以满足这些巷道的支护需求,而高强支护技术虽然能够提高支护强度,但在某些极端情况下,仍可能面临支护效果不佳或成本过高的问题。因此,如何进一步优化高强支护技术,提高其在高应力巷道和沿空巷道中的支护效果,是当前面临的重要挑战。(2) 监测机制构建与落实的不足。高强支护技术在煤矿采掘中的效果评估和维护管理依赖于完善的监测机制。然而,在实际应用中,监测机制的构建和落实往往存在不足。一些

煤矿企业缺乏专业的监测设备和人员,导致无法及时准确地掌握巷道围岩的变形和压力情况。这不仅影响了支护效果的评估和维护管理的及时性,也增加了巷道发生安全事故的风险。因此,加强监测机制的构建和落实,提高监测数据的准确性和可靠性,是当前面临的重要问题。(3)特殊地质条件下的应用限制。高强支护技术在特殊地质条件下的应用也受到一定的限制。例如,在断层、褶皱等地质构造复杂的地区,巷道围岩的变形和压力情况往往更加复杂,传统的支护方式和高强支护技术都可能面临困难。此外,在煤层厚度变化大、煤层倾角大等特殊地质条件下,高强支护技术的应用也面临一定的挑战。因此,如何针对特殊地质条件进行优化设计和技术创新,提高高强支护技术在这些条件下的适应性,是当前面临的重要课题。

#### 4 高强支护技术的优化与改进建议

##### 4.1 技术创新方向

(1)开发新型支护材料与设备。为了提升高强支护技术的效能与适应性,研发新型支护材料与设备至关重要。这包括开发具有更高强度、更优耐腐蚀性和更长使用寿命的锚杆、锚索及喷射混凝土材料。同时,应探索轻质、高强度的复合材料,以降低支护材料的运输与安装成本。在设备方面,应致力于研发更为精准、高效的支护施工机械,如智能化锚杆钻机、自动化喷射混凝土设备等,以提升施工效率与质量。(2)提高支护系统的智能化和自动化水平。随着信息技术的发展,将智能化与自动化技术融入高强支护系统,将显著提升其效能与安全性。例如,利用传感器实时监测巷道围岩的应力、变形等关键参数,通过数据分析预测支护效果,及时调整支护方案。此外,开发智能支护机器人,实现支护作业的远程控制与自动化执行,减少人员直接暴露于危险环境的风险,提高作业效率。

##### 4.2 应用策略调整

(1)根据地质条件灵活选择支护方案。煤矿地质条件复杂多变,高强支护技术的应用应充分考虑地质因素,灵活调整支护方案。这要求工程师在设计与施工前,对巷道所在区域的地质构造、岩性特征、地下水等情况等进行详尽勘查与分析,确保支护方案的科学性与针对性。针对特殊地质条件,如断层、褶皱带等,应探索

采用复合支护结构,以增强支护系统的整体稳定性<sup>[4]</sup>。

(2)加强支护效果的监测与评估。支护效果的监测与评估是高强支护技术应用不可或缺的一环。应建立完善的监测体系,定期收集与分析巷道围岩的变形、应力等数据,及时发现支护体系中的问题并采取措施予以解决。同时,引入先进的评估方法与技术,如数值模拟、三维激光扫描等,对支护效果进行量化评估,为支护方案的优化提供科学依据。

##### 4.3 安全管理措施强化

(1)完善高强支护技术的培训体系。提升作业人员的专业技能与安全意识是确保高强支护技术安全应用的关键。应定期组织培训,内容涵盖支护材料的选择与使用、施工机械的操作与维护、安全规程的遵循等,确保每位作业人员都能熟练掌握高强支护技术的相关知识与技能。(2)建立健全支护安全管理制度。建立健全的支护安全管理制度,是保障高强支护技术安全实施的基础。这包括制定严格的支护作业流程与操作规范,明确各级人员的安全管理职责,建立支护事故应急响应机制等。同时,应强化安全监督与检查,对违反安全规定的行为进行严肃处理,确保支护作业全程的安全可控。

##### 结束语

通过对高强支护技术在煤矿采掘中的深入分析与研究,我们不难发现,其在增强巷道稳定性、保障作业安全及提升开采效率方面的作用显著。尽管在实际应用中仍面临一些技术与管理上的挑战,但通过持续的技术创新、策略优化及安全管理强化,这些难题将逐渐得到解决。展望未来,高强支护技术必将在煤矿采掘领域发挥越来越重要的作用,为煤炭资源的安全高效开采提供坚实的技术支撑。

##### 参考文献

- [1]连志波.煤矿采煤掘进工作中的技术应用分析[J].内蒙古煤炭经济,2023,(14):178-180.
- [2]吕超.煤矿采煤掘进工作中高强支护技术的应用研究[J].当代化工研究,2021,(04):42-43.
- [3]赵连飞,万广涛,孙涛.高强支护技术在采煤掘进工作中的应用[J].内蒙古煤炭经济,2024,(18):169-170.
- [4]李恺峰,李文涛,赵庆东.煤矿采掘中的高强支护技术探究[J].内蒙古煤炭经济,2024,(07):59-60.