

管棚超前支护技术在矿井施工中的应用

余杭远

贵州图南矿业（集团）有限公司，贵州 兴仁 562300

摘要： 本文详细介绍了管棚超前支护技术在矿井施工中的应用，包括技术概述、应用场景、关键参数优化以及工程案例分析。管棚超前支护技术通过在隧道开挖前沿安装钢管形成管棚结构，并配合注浆加固，为掌子面提供超前支护，确保施工安全。该技术在实践中展现出了显著的优势，包括提高施工安全性、加快施工进度、减少对环境的影响以及适应性强。通过对该技术的深入了解和掌握，工程技术人员能够更好地应对矿井施工中的挑战，为我国矿产资源的开发提供有力保障。

关键词： 管棚超前支护技术；矿井施工；施工安全性；施工进度

Application Of Pipe Shed Advanced Support Technology In Mine Construction

Yu Hangyuan

Guizhou Tunan Mining (Group) Co., Ltd., Xingren, Guizhou 562300

Abstract： This article provides a detailed introduction to the application of pipe shed advanced support technology in mine construction, including technical overview, application scenarios, key parameter optimization, and engineering case analysis. The pipe shed advanced support technology forms a pipe shed structure by installing steel pipes at the front of tunnel excavation, and cooperating with grouting reinforcement to provide advanced support for the tunnel face, ensuring construction safety. This technology has shown significant advantages in practice, including improving construction safety, accelerating construction progress, reducing environmental impact, and strong adaptability. Through in-depth understanding and mastery of this technology, engineering and technical personnel can better cope with the challenges in mine construction, providing strong support for the development of mineral resources in China.

Keywords： advanced support technology for pipe shed; mine construction; construction safety; construction progress

引言

随着社会经济的快速发展，矿产资源的需求不断增加，矿井施工在国民经济中的重要性日益凸显。然而，这一领域面临着复杂的地质条件、高地应力环境以及施工安全与效率的挑战。为了应对这些挑战，各种先进的施工技术被广泛应用，其中管棚超前支护技术尤为关键。

起源于20世纪50年代的欧洲，管棚超前支护技术已经在全球矿井施工中得到广泛应用。该技术通过在隧道开挖前沿安装一系列管道，形成管棚结构，并进行注浆加固，以提前对掌子面进行支护，确保施工安全。相较于传统支护技术，管棚超前支护技术具有施工速度快、支护效果好、对地层扰动小等显著优势。

一、管棚超前支护技术概述

在矿井施工中，确保工作面的稳定性是至关重要的。管棚超前支护技术作为一种创新型支护方法，已经在地下工程中展现了其独特的优势。

（一）管棚超前支护技术定义

管棚超前支护技术是一种在隧道开挖前，先沿着隧道轮廓线安装一系列钢管，形成钢管棚，然后在钢管内进行注浆，以加固

周边地层，从而在开挖过程中提供超前支护的方法。这种技术通常用于软弱破碎地层、高地应力区或地下水丰富的地质条件下，以确保施工的安全和效率。

（二）技术原理与作用机制

管棚超前支护技术通过预先安装的钢管棚和注浆加固措施，构建了一个强大的环形保护层。这一层不仅能有效抵抗地层的应力，还能防止地下水渗透，显著降低掌子面的变形和坍塌风险。该技术的作用机制表现在几个方面：钢管棚本身提供了即时的强

度和刚度，为开挖面提供了初步的支撑；将钢管打入围岩后，为增强钢管刚度，还应在管棚内插设钢筋笼，灌注水泥浆，确保管棚结构和周围岩体有机黏结，同时使围岩等级提高，自稳性能增强^[1]；钢管棚与注浆的协同作用形成了一个预支护的壳体，为后续施工创造了一个安全的环境。

（三）管棚超前支护技术的优势

管棚超前支护技术在实践中展现出了显著的优势，包括提高施工安全性、加快施工进度、减少对环境的影响以及适应性强。通过提前加固掌子面前方的地层，该技术有效降低了施工过程中的安全风险。此外，管棚超前支护可以连续进行，无需等待注浆硬化，从而缩短了施工周期。同时，该技术减少了地层扰动，降低了对周边环境的影响。最重要的是，管棚超前支护技术适用于多种复杂地质条件，展现了良好的适应性^[2]。这些优势使得该技术在矿井施工中发挥着重要作用，为矿产资源的开发提供了有力保障。

二、管棚超前支护技术在矿井施工中的应用

矿井施工是一项复杂的工程技术活动，面临着诸多挑战。管棚超前支护技术作为一种先进的施工方法，其在解决矿井施工中的问题方面发挥着重要作用。

（一）矿井施工中存在的问题

在矿井施工领域，工程师们常常面临一系列复杂的挑战，包括但不限于多变的地质条件、极高的地应力和丰富的地下水。这些因素共同作用，使得传统的支护方法在稳定性和安全性方面显得力不从心，导致施工效率的降低和安全风险的提升。在这种背景下，寻找一种能够有效预支护、适应性强、能够在复杂环境中保持高效和安全的技术变得尤为迫切。管棚超前支护技术因此应运而生，它通过在开挖前沿安装一系列钢管，形成管棚结构，并配合注浆加固，为掌子面提供及时而有效的支撑，从而成为解决这些问题的创新方案。

（二）管棚超前支护技术的应用场景

管棚超前支护技术在矿井施工中展现出了其广泛的应用潜力，尤其在应对软弱破碎地层、高地应力区域以及富水地层等复杂条件时，该技术表现出了其显著的优势。在软弱破碎地层中，管棚超前支护技术能够提供必要的支撑力，有效预防地层坍塌的风险^[3]。在高地应力区域，该技术能够有效地抵抗强大的地应力，确保施工过程的安全。此外，面对富水地层，通过注浆加固的措施，管棚超前支护技术能够有效地封堵地下水，从而降低施工的难度，保障施工的顺利进行。

（三）管棚超前支护技术的具体应用步骤

在管棚超前支护技术的实施过程中，精心设计和周密施工是确保成功的关键。以下是详细的施工步骤，每一步都旨在提高施工的安全性和效率。

1. 管棚设计：管棚作为隧道施工中一种重要的加固措施，具有荷载传递作用明显、工艺简单、施工便捷等优点，在国内外工程界得到广泛应用^[4]。因此，这一阶段是技术的核心，需要根据

地质勘探报告、工程需求和现场施工设备的能力，综合考虑来确定管棚的各项参数。这包括钢管的直径、长度、间距以及注浆材料的类型等。设计时还需考虑管棚的搭接方式，以确保超前支护的效果。

2. 钻孔与安装：现场施工人员使用钻机进行精确钻孔，确保孔位和角度的准确性。随后，将钢管按照设计要求逐个安装到位，形成钢管棚。这一过程要求高精度地操作，以确保管棚的稳定性和支护效果。

3. 管棚支护：钢管安装完成后，进行注浆作业，将特制的注浆材料注入钢管内，填充地层的空隙和裂缝，从而增强地层的整体稳定性。注浆材料的选择和配比应根据地质条件进行优化，以达到最佳的加固效果。

4. 监控与调整：在施工过程中，对管棚的变形、地下水位以及支护效果进行实时监控，是确保施工安全的重要措施^[5]。通过监测收集的数据，工程师可以及时发现问题，并根据实际情况调整施工方案，以应对可能出现的风险和挑战。

三、管棚超前支护技术的关键参数优化

管棚超前支护技术的核心在于其关键参数的精确设计与优化，这些参数直接影响着支护结构的稳定性和施工的效率。

（一）管棚直径与间距的优化

在管棚超前支护技术中，管棚的直径与间距是两个紧密相连的参数，它们的搭配决定了支护体系的整体刚度和强度。较大的管棚直径意味着更强的支撑力，但这也可能带来更高的材料成本和施工挑战。因此，在选择直径时，必须综合考虑地层的稳定性、现场施工设备的性能以及预算的约束。另一方面，管棚间距的设定同样重要，它直接关系到管棚之间土体的稳定性。过于宽松的间距可能导致土体塌陷，而过于紧密的间距则可能导致资源的浪费。理想的间距应该能够确保管棚间的土体得到充分支撑，同时也要便于施工人员的安全操作^[6]。

（二）管棚长度与搭接长度的优化

管棚的长度是超前支护的关键因素，它决定了支护的范围和有效性。同时，搭接长度对于支护的连续性和整体稳定性起着至关重要的作用。在设定管棚长度时，必须综合考虑地层的预支护需求、施工进度以及成本效益。较长的管棚虽然能够提供更广阔的安全工作面，但相应的材料和施工成本也会增加。因此，搭接长度的设计至关重要，它需要确保在掌子面推进的过程中，新安装的管棚与旧管棚之间能够无缝对接，从而避免产生支护空白区，减少搭接不当带来的风险。

（三）支护材料与施工工艺的选择

在管棚超前支护技术中，支护材料和施工工艺的选择是确保施工成功的关键。所选支护材料需展现出卓越的力学性能、出色的耐腐蚀性以及良好的可注浆性。常见的支护材料包括钢管、玻璃钢等，它们各自具有不同的特点和优势，选择时应与具体的工程需求和环境相适应。同时，施工工艺的选用也应基于地质条件、支护材料以及施工设备等多种因素进行综合考量^[7]。现代施

工技术，如数字化钻孔和自动化注浆，不仅提升了施工的精确度和效率，还有助于减少人为错误，从而确保施工的质量和安全性。

四、管棚超前支护技术的工程案例

为了更深入地理解管棚超前支护技术的实际应用效果，我们将通过一个具体的工程案例来进行分析。

（一）工程背景及条件

在我国某山区，一项大型矿井施工项目正面临着诸多挑战，包括地质条件的复杂性、地下水资源的丰富性以及高地应力等环境因素。这些挑战使得传统的支护方法在保证施工安全性和效率方面显得力不从心。为了应对这些难题，该项目决定采用管棚超前支护技术，这一创新技术能够有效解决地质条件复杂、地下水丰富和高地应力等挑战，为施工提供了强有力的技术支持^[8]。

（二）管棚超前支护技术的实施方案

根据该工程的独特特点和地质条件，制定了一套详细的管棚超前支护技术实施方案。

1. 管棚设计：对地质条件、工程需求以及施工设备等因素进行深入分析，以确定管棚的直径、长度和间距等关键参数。这些参数的选择直接影响到管棚的支护效果和施工的顺利进行。

2. 钻孔与安装：在确定了管棚的设计参数后，使用专业的钻机在隧道轮廓线上进行精确钻孔。随后，将钢管按照设计要求逐个安装到位，形成一个完整的钢管棚。这一步骤需要高度的精准度和协调性，以确保管棚的稳定性和支护效果。

3. 管棚支护：钢管安装完成后，进行注浆作业，将特制的注

浆材料注入钢管内，填充地层的空隙和裂缝，从而增强地层的整体稳定性。注浆材料的选择和配比需根据地质条件进行优化，以达到最佳的加固效果^[9]。

4. 监控与调整：在施工过程中，对管棚的变形、地下水位以及支护效果进行实时监控。根据监测数据，及时调整施工方案，以应对可能出现的风险和挑战。这一步骤对于确保施工的安全性和效率至关重要。

（三）施工效果与评价

通过在该项目中成功实施管棚超前支护技术，我们取得了显著的施工效果，主要体现在以下几个方面：第一，施工安全性得到了显著提高。管棚超前支护技术有效地加固了掌子面前方的地层，大大降低了施工过程中的安全风险。第二，施工进度得到了显著加快。该技术可以连续进行，无需等待注浆硬化，从而大幅缩短了施工周期。第三，对地层的扰动得到了显著减少。管棚超前支护技术对地层扰动小，降低了施工对周边环境的影响。第四，该技术具有强大的适应性。它适用于多种复杂地质条件，具有良好的适应性^[10]。

结束语

随着社会对矿产资源的需求日益增加，矿井施工的安全与效率显得尤为重要。管棚超前支护技术作为一项创新技术，在确保施工安全、提升效率、减少对地层的干扰等方面表现出了其独特的优势。未来，随着技术的持续进步，预计管棚超前支护技术将在矿井施工领域扮演更加关键的角色。我们期待更多专业人士的加入，共同推动这一技术的创新与发展。

参考文献

[1] 苟德明, 阳军生, 张戈. 浅埋暗挖隧道管棚变形监测及受力机制分析 [J]. 岩石力学与工程学报, 2007, (6).

[2] 杨昊. 基于 ABAQUS 隧道开挖中管棚超前支护效果有限元分析 [J]. 安徽建筑, 2022, 29(01): 150-151. DOI: 10.16330/j.cnki.1007-7359.2022.01.068.

[3] 张哲. 长大管棚超前支护在铁路隧道洞口施工中的应用 [J]. 智能城市, 2021, 7(19): 145-146. DOI: 10.19301/j.cnki.znzs.2021.19.069.

[4] 施英, 罗春. 隧道管棚超前支护作用机理及其影响因素研究 [J]. 人民长江, 2022, 53(11): 130-135. DOI: 10.16232/j.cnki.1001-4179.2022.11.021.

[5] 夏治涛. 引水隧洞进口管棚超前支护参数优化研究 [J]. 黑龙江水利科技, 2021, 49(05): 117-119. DOI: 10.14122/j.cnki.hskj.2021.05.038.

[6] 唐锦璋. 泄洪洞进口软岩洞段管棚超前支护参数优化研究 [J]. 水利科学与寒区工程, 2021, 4(03): 150-152.

[7] 陈灿. 管棚超前支护在金钩挂水库工程中的应用 [J]. 湖南水利水电, 2020, (04): 92-94+111. DOI: 10.16052/j.cnki.hnslsd.2020.04.030.

[8] 杨宸. 隧道软弱围岩管棚超前支护施工技术 [J]. 交通世界, 2020, (20): 151-152. DOI: 10.16248/j.cnki.11-3723/u.2020.20.067.

[9] 洪润林, 张志强. 管棚超前支护下隧道开挖围岩稳定性分析 [J]. 四川建筑, 2020, 40(03): 237-238+242.

[10] 李继光. 软弱围岩大断面隧道自进式管棚超前支护技术 [J]. 石家庄铁路职业技术学院学报, 2020, 19(02): 23-28.