

# 矿山暗立井施工技术浅析

杜识博

平煤神马建工集团矿山建设工程有限公司建井一处 河南 平顶山 467000

**摘要:** 本文首先强调了矿山暗立井施工技术的重要性,指出其对于矿山安全生产和经济效益的关键作用。接着,详细介绍了矿山暗立井施工前的准备工作,包括地质勘察和工程设计两个环节。然后,阐述了暗立井施工的常用方法,包括钻爆法、冻结法和注浆法,并分析了它们的优缺点和适用条件。最后,讨论了支护技术在暗立井施工中的应用,介绍了钢架支护、喷射混凝土支护和锚杆支护等常用支护技术。文章强调了选择合适的施工方法和支护技术对于确保井筒稳定性和安全性的重要性。

**关键词:** 矿山; 暗立井; 施工技术; 安全; 效率

## 引言

随着矿业的不断发展,矿山开采深度逐渐增加,地质条件也越来越复杂。在这种背景下,矿山暗立井作为连接地面和地下矿体的重要通道,其施工技术的重要性日益凸显。暗立井施工技术不仅关系到矿山的安全生产,还直接影响到矿山的生产效率和经济效益。因此,本文旨在对矿山暗立井施工技术进行深入浅出的分析,以期对相关领域的实践和研究提供有益的参考。

## 1 矿山暗立井施工技术的重要性

随着矿业的不断发展,矿山开采深度逐渐增加,地质条件也越来越复杂。在这种背景下,矿山暗立井施工技术的重要性日益凸显。首先,矿山暗立井作为连接地面和地下矿体的重要通道,其稳定性是矿山安全生产的关键因素之一。一旦暗立井在施工过程中出现问题,如坍塌、冒顶等,将直接威胁到矿工的生命安全,并可能导致严重的安全事故。因此,采用先进的暗立井施工技术,确保井筒的稳定性和安全性,对于保障矿山的安全生产具有重要意义。其次,施工技术的优劣也直接影响到矿山的生产效率和经济效益。先进的暗立井施工技术能够实现快速、准确的掘进和支护,缩短施工周期,提高施工进度。优化的施工技术还可以减少人力和物力的投入,降低材料消耗和能源消耗,从而降低施工成本。这些措施的综合作用将有效提高矿山的生产效率和经济效益。总之,矿山暗立井施工技术的重要性不容忽视。为了确保矿山的安全生产和提高生产效率及经济效益,必须加强对矿山暗立井施工技术的研究和探索,不断完善和优化施工技术体系。只有这样,才能为矿业的持续发展提供有力保障<sup>[1]</sup>。

## 2 矿山暗立井施工技术

### 2.1 施工前的准备

在进行矿山暗立井施工之前,充分而细致的准备工作是确保施工顺利进行的关键。这一阶段主要包括地质勘察和工程设计两个重要环节。

#### 2.1.1 地质勘察

地质勘察是暗立井施工前不可或缺的一环,其主要目的是全面了解和评估地下的地质情况。这包括了对地层结构、岩石性质、断层、褶皱等地质构造的详细调查。通过地质勘察,可以获取关于地层稳定性、水文地质条件以及可能存在的地质灾害风险等重要信息。这些信息将为后续的工程设计提供准确的地质依据。在地质勘察过程中,通常会采用地质钻探、地球物理勘探、地质测绘等多种技术手段。地质钻探可以直接获取地下岩芯样本,进而分析岩石的物理力学性质、含水层情况等。地球物理勘探则可以通过测量地下的电磁、重力、磁性等物理场的变化,来推断地下的地质构造和岩石性质。地质测绘则是对地表地貌、露头、断层等地质现象进行详细测量和记录,以建立三维地质模型。

#### 2.1.2 工程设计

在完成了地质勘察之后,接下来便是进行工程设计阶段。工程设计的主要任务是根据地质勘察结果和矿山的生产要求,制定出合理的施工方案和设计参数。这包括了井筒的形状、尺寸、支护方式、施工方法等多个方面的设计。首先,根据地质资料和生产要求,确定井筒的形状和尺寸。井筒的形状通常根据地质条件和施工方法来选择,可以是圆形、方形或其他形状。井筒的尺寸则需要考虑矿山的生产规模、设备运输等因素。其次,进行支护方式的设计。根据地质条件和井筒的形状尺寸,选择合适的支护方式,如钢架支护、喷射混凝土支护或锚杆支护等。支护方式的选择需要综合考虑安全性、经济性和施工便利性等因素。最后,制定施工方法

和工艺流程。根据井筒的形状、尺寸和支护方式,选择合适的施工方法,如钻爆法、冻结法或注浆法等。同时,还需要制定详细的工艺流程和施工计划,确保施工的顺利进行。施工前的准备工作是确保矿山暗立井施工顺利进行的关键环节。通过充分的地质勘察和工程设计,可以为施工提供准确的地质依据和合理的施工方案,从而确保施工的安全性和效率。

## 2.2 施工方法

在矿山暗立井的施工过程中,施工方法的选择对于工程的顺利进行和质量的保证至关重要。根据地质条件、井筒规格和施工要求的不同,暗立井施工方法主要有钻爆法、冻结法和注浆法等。下面将对这几种常用方法进行详细介绍。

### 2.2.1 钻爆法

钻爆法是矿山暗立井施工中的一种重要且常用的施工方法。它主要依赖于精确的钻孔作业和炸药爆破来实现井筒的开挖。这种方法在地质条件优越、岩石硬度适中的矿区得到了广泛应用,因为它具有施工速度快和成本效益高的显著特点。在实施钻爆法时,首先需要使用钻机进行精确的钻孔作业<sup>[2]</sup>。钻机的选择和使用对于整个施工过程至关重要,高效的钻机能够提高钻孔效率,确保钻孔的准确性和稳定性,为后续装药和爆破提供可靠的基础。完成钻孔后,需要在孔内装填适量的炸药。炸药的装填量和爆破参数的设定需要精确计算和控制,以确保爆破效果符合预期,同时最大限度地减少对环境和其他设施的影响。然而,钻爆法也存在一定的风险和挑 战。因此,在施工过程中,安全始终是首要考虑的因素。为了确保安全,施工人员必须经过专业培训,严格遵守操作规程和安全标准。还需要采取一系列的安全措施,如定期检查和维护设备、设置安全警戒线、进行安全演练等,以确保施工活动的安全顺利进行。

### 2.2.2 冻结法

冻结法,作为一种独特的矿山暗立井施工方法,特别适用于地质条件复杂、含水层丰富或需要穿越不稳定地层的挑战情况。其核心理念是通过在井筒周围精心布置冻结管,借助先进的制冷设备,将管内的液体冷却至冰点以下,逐渐冻结成坚硬的冰壁。在施工过程中,首先在井筒周围布置一圈冻结管,形成一个闭环系统。制冷设备将低温冷媒循环输送到冻结管内,使管内的液体逐渐降温并冻结成冰。随着冷媒的持续循环和低温的维持,冰层逐渐向外扩展,直至形成一个完整的、稳定的冻结壁。这个由冰构成的冻结壁不仅具有极高的强度和稳定性,而且能够有效地隔绝地下水和松散岩层的流

动,从而提供一个安全的施工环境。在冻结壁的保护下,施工人员可以安全地使用挖掘机等设备进行井筒的挖掘工作,无需担心地层的不稳定或水的涌入。冻结法的优点在于其能够应对各种复杂的地质条件,尤其是在含水层丰富或地层不稳定的情况下,展现出极高的施工安全性。该方法对环境的影响相对较小,是一种相对环保的施工方式。然而,冻结法也存在一定的技术难度和成本投入,因此在实际应用中需要综合考虑各种因素。

### 2.2.3 注浆法

注浆法在矿山暗立井施工中,特别是在地质条件较差或需要加固井壁的情况下,具有显著的应用价值。该方法通过向井壁注入水泥浆或化学浆液,实现对井壁的有效加固和稳定。在施工过程中,注浆设备扮演着至关重要的角色。这些设备能够将预先配制好的水泥浆或化学浆液,以一定的压力和流量,准确地注入到井壁中。浆液在井壁内部渗透,填充孔隙和裂缝,并在一定时间后固结,从而形成一个坚固的保护层。这个保护层不仅提高了井壁的稳定性和物理力学性质,还有效地改善了井壁的物理力学性质。注浆法的优点在于其灵活性和适应性。它可以根据不同的地质条件和施工要求,调整浆液的配比和注浆参数,以达到最佳的加固效果。注浆法对环境的影响较小,符合现代绿色施工的理念。然而,注浆法也存在一定的技术难度。为了确保施工质量和安全,施工人员需要经过专业培训,并严格遵守操作规程和安全标准。同时,注浆设备和材料的选择也至关重要,直接影响到施工效果和质量。在选择施工方法时,除了考虑地质条件、施工要求和成本等因素外,还应充分评估各种方法的优缺点和适用条件。注浆法作为一种有效的井壁加固方法,在矿山暗立井施工中具有广泛的应用前景。

## 2.3 支护技术

在矿山暗立井的施工过程中,支护技术是确保井筒稳定性和安全性的关键措施。由于地下环境的复杂性和不确定性,支护技术的作用显得尤为重要。下面将详细介绍几种常用的支护技术。

### 2.3.1 钢架支护

在众多支护方法中,钢架支护以其独特的优势成为了矿山暗立井施工中的明星技术。钢架支护的核心是利用高强度钢构件进行搭建,形成稳固的支撑结构。这些钢构件经过精确的设计和制造,具备优异的力学性能和稳定性。在井筒内,钢架支护能够迅速搭建起一个坚固的“保护伞”,为井筒提供强有力的支撑。无论是井筒的顶部还是侧壁,钢架支护都能有效地防止岩石松动和坍塌,确保施工人员的安全和工程的顺利进行。除了显

著的支撑效果外，钢架支护还具备诸多优点。首先，其高强度和刚性保证了在极端地质条件下的可靠性。即使在复杂的地质环境中，钢架支护也能保持稳定的支撑能力，有效地应对各种挑战。其次，钢架支护的安装相对便捷，能够适应不同的施工环境和要求。它可以根据具体的井筒形状和尺寸进行定制，确保支护结构与井筒的紧密贴合，提供最佳的支撑效果。更为重要的是，钢架支护具有出色的灵活性和可调整性。根据实际地质条件和施工需求，钢架支护可以进行灵活调整和优化。这意味着在不同的地质条件和施工挑战下，钢架支护都能提供定制化、高效的解决方案。这种灵活性使得钢架支护能够适应各种复杂的施工环境，为矿山暗立井施工提供了有力的技术支撑。

### 2.3.2 喷射混凝土支护

在矿山暗立井施工中，喷射混凝土支护是一种广泛应用的先进技术。这种支护方式的核心在于利用高效的喷射设备，将预先配制好的混凝土以特定的压力和速度准确地喷射到井壁上。这一技术的应用不仅显著提高了施工效率，而且有效地增强了井壁的稳定性和承载能力，为矿山安全提供了坚实保障。喷射混凝土支护的显著优点在于其快速、经济和广泛的适应性。相比传统的支护方法，喷射混凝土支护能够在短时间内形成一层均匀、致密的支护层，从而大大缩短了施工周期<sup>[1]</sup>。这对于需要快速推进的矿山项目来说，无疑是一个巨大的优势。喷射混凝土的材料成本相对较低，使得这种支护方式在经济上具有竞争力，有助于降低矿山开发的总体成本。然而，要确保喷射混凝土支护的效果和质量，施工过程中必须严格控制混凝土的配比和喷射参数。这要求施工人员具备高度的专业技能和丰富的经验，能够根据具体的地质条件和施工要求，灵活调整喷射参数，以确保喷射层的稳定性和耐久性。施工现场的管理和控制也至关重要。必须确保喷射设备的正常运行，保持施工现场的清洁，以及实时监测喷射层的质量。通过这些措施的实施，可以确保喷射混凝土支护作业的顺利进行和质量达标。

### 2.3.3 锚杆支护

在矿山暗立井施工中，锚杆支护是一种广泛采用的

支护技术，尤其适用于地质条件较好、岩石较坚硬的情况。锚杆支护通过在井壁上钻孔并安装锚杆，利用锚杆的锚固力将井壁稳定，从而有效地增强井筒的稳定性和安全性。锚杆支护的显著优点在于其施工简便、成本低以及对井筒破坏小。与传统的支护方式相比，锚杆支护无需大量使用混凝土等材料，因此能够显著降低施工成本。由于锚杆支护对井筒的破坏较小，能够最大限度地保留井筒的完整性和稳定性。在实施锚杆支护时，首先需要在井壁上钻设适当大小和深度的孔洞，然后将预先准备好的锚杆插入孔洞中，并使用专用的锚固剂进行固定。随着锚杆的安装和锚固剂的固化，锚杆与井壁岩石形成一个整体，共同抵抗外部荷载和变形。为了确保锚杆支护的效果和质量，施工过程中需要严格控制钻孔直径、深度和角度等参数，以及锚杆的材质、直径和长度等。同时，还需要对锚固剂的性能和使用方法进行充分了解和掌握，以确保其能够有效地传递和分散荷载。锚杆支护以其施工简便、成本低和对井筒破坏小等优点，在矿山暗立井施工中发挥着重要作用。在选择和应用支护技术时，应综合考虑地质条件、施工要求和成本等因素，以确保支护技术的有效实施和工程的顺利进行。加强安全管理和质量控制也是至关重要的，能够确保施工人员的安全和工程的长期稳定性。

### 结语

矿山暗立井施工技术是矿山开采过程中的重要环节，其优劣直接关系到矿山的生产安全和经济效益。通过对暗立井施工技术的深入研究和分析，可以提高施工的安全性和效率，为矿山工程师和施工人员提供有价值的参考信息。在未来的发展中，随着科技的不断进步和创新，相信矿山暗立井施工技术将会不断完善和发展，为矿业的安全生产和可持续发展做出更大的贡献。

### 参考文献

- [1]王刚,李明,张涛.矿山暗立井施工技术研究与实践[J].矿业工程研究,2021,36(1):78-83.
- [2]李建军,张志强,王海涛.深部矿山暗立井施工关键技术探讨[J].矿业安全与环保,2023,50(1):89-92.
- [3]王丽丽,李军,王晓明.矿山暗立井施工中的注浆技术应用研究[J].工程技术研究,2022,7(23):94-96.