

复杂地质条件下采矿掘进支护技术及应用探究

张 嘉

宁夏鑫汇矿山勘查设计研究院有限公司 宁夏 银川 750000

摘 要：随着矿产资源开采的深入，地质条件愈发复杂多变，给采矿作业带来了前所未有的挑战。为了确保采矿过程的安全与效率，必须采用科学合理的掘进支护技术。基于此，本文简要介绍了复杂地质条件对于采矿掘进工程产生的不利影响，分析了复杂地质条件下采矿掘进支护技术及应用，包括锚网支护技术、矿井断面安全维护及掘进机维护、矿井巷道提前进行安全处理、临时U钢支护法的应用等方面，以进一步提升采矿掘进支护技术的整体水平，为采矿行业的安全高效发展提供有力支持。

关键词：复杂地质条件；采矿掘进支护技术；应用

引言

矿产资源作为国民经济发展的重要基础，其开采过程的安全与效率直接关系到国家能源安全和经济发展大局。然而，随着开采深度的不断增加，地质条件愈发复杂多变，给采矿作业带来了诸多挑战。特别是在复杂地质条件下，巷道固定困难、岩层不稳定等问题尤为突出，严重威胁着采矿作业的安全与进度。因此，研究并应用科学合理的掘进支护技术，对于保障采矿作业的安全顺利进行具有重要意义。

1 复杂地质条件对于采矿掘进工程产生的不利影响

1.1 机械设备在地下运行困难

在深入探索地下矿藏、不断延长巷道掘进深度的过程中，大型机械化设备无疑成为了提升生产效率、保障作业连续性的关键所在。这些设备以其强大的挖掘能力、高效的作业效率，极大地推动了采矿行业的现代化进程。然而，随着掘进作业向更深、更复杂的地下空间推进，机械设备所面临的运行环境也日益严峻，其运行困难的问题逐渐凸显^[1]。一方面，面对半固体矿岩巷道这类特殊地质条件，机械设备在掘进过程中需直面硬度系数较高的围岩结构。这些坚硬的岩石不仅考验着挖掘设备的切削能力与耐用性，还极易导致设备关键部件的快速磨损，如刀具、传动系统等。频繁的更换与维护不仅增加了运营成本，还可能因设备故障而延误工期，影响整体开采进度。此外，高硬度围岩还可能引发设备振动加剧，进而对设备本身的稳定性及操作精度造成不利影响，增加了作业风险。另一方面，随着巷道掘进深度的不断增加，机械设备在狭长、封闭的地下空间内运行所产生的巨大振动力，成为了另一个不容忽视的问题。这种振动力不仅会对设备自身的结构安全构成威胁，还可能通过地层传播，对周边支护结构产生不利影响。在复

杂地质条件下，原本就较为脆弱的围岩与支护系统，在持续振动的作用下，其稳定性极易受到破坏，导致围岩松动、支护失效等安全隐患。一旦发生坍塌事故，不仅会造成巨大的经济损失，更可能危及井下作业人员的生命安全，后果不堪设想。

1.2 潜在风险因素增加

地下水问题，作为采矿作业中常见的难题之一，其复杂性和不确定性往往给掘进工作带来巨大挑战。在深层开采过程中，地下水层的分布、水压大小、水质成分等因素均可能对掘进作业造成直接影响。若地下水涌入巷道，不仅会影响施工进度，还可能引发巷道积水、支护结构失效等连锁反应，严重威胁作业安全。此外，地下水还可能携带有害物质，对作业环境及人员健康构成潜在危害。而瓦斯问题，则是煤矿开采中特有的安全隐患。随着开采深度的增加，煤层中瓦斯的含量和压力往往也会相应增大。若瓦斯治理措施不当，一旦发生瓦斯积聚、泄露甚至爆炸，其后果将是灾难性的，瓦斯问题不仅要求采矿企业具备先进的瓦斯监测与治理技术，更要求作业人员具备高度的安全意识和应急处理能力。面对这些潜在风险，掘进支护技术的稳定性显得尤为重要。然而，在实际操作中，由于不同区域地质环境和水文状况的显著差异，掘进支护技术的选择与应用也面临着诸多挑战。若地质勘测技术不够先进，无法准确掌握地下地质情况，就可能导致支护设计不合理，进而影响支护结构的稳定性。同时，若施工人员缺乏专业素质，对掘进支护技术的掌握不够熟练，也可能在作业过程中出现操作失误，进一步加剧安全风险。

2 复杂地质条件下支护技术应用措施

2.1 锚网支护技术

在复杂多变的地质条件下，支护技术的应用成为了

确保采矿作业安全、高效进行的重要基石，锚网支护技术，作为专为应对复杂地质环境挑战而研发的一种先进支护手段，其重要性不言而喻。该技术通过锚杆与金属网的联合作用，有效增强了巷道围岩的稳定性，为采矿工作提供了坚实的支撑与保护。首先，锚网支护技术的选择与应用需基于对地质条件的深入分析与精准判断，复杂地质条件往往伴随着岩层性质的多样性与不确定性，如坚硬矿层的存在、软弱土质的分布等，这些都要求我们在选用支护技术时必须持谨慎态度。针对矿层整体坚硬的情况，退后卧底法成为了一种可行的采矿方式，它能够在地质环境相对稳定的区域内有效开展工作，尽管该方法对工作人员的体能要求较高，但通过合理的资源调配与作业安排，可以最大限度地减轻劳动强度，提高作业效率^[2]。然而，在面临软弱土质等不利地质条件时，垂直破顶法则成为了更优的选择。该方法要求采用高性能的开挖设备，如柔佛苏丹等设备，以确保开挖过程的顺利进行。同时，对开挖设备的选型与配置也需根据具体工况进行精心规划。例如，在巷道宽度的界定上，需根据所采用的掘进机械类型（如综合掘进机或通用掘进机）来合理划分边界桩。在实际操作中，还需紧密结合固体矿场的开发现状，选用最适宜的掘进机械，以实现作业效能的最大化。具体而言，当开挖长度较短（如低于三百米）时，普通掘进机凭借其操作简便、成本较低的优势，往往能够满足作业需求；而当开挖长度增加，超过三百米时，则更适宜采用复合掘进机，以其更强的挖掘能力与适应性来应对复杂的地质条件。这一选择不仅关乎开采效率与成本的控制，更直接关系到采矿作业的安全性与稳定性。此外，掘进机作为采矿作业中的关键设备，其选型、配置与维护保养均需严格把控。通过选用合适的掘进机械，可以显著提升开采固体矿石的质量，降低开挖费用，并促进整体开挖过程的顺利进行。

2.2 矿井断面安全维护及掘进机维护

在固体矿产资源的深度开发过程中，确保矿井断面安全与掘进机的有效维护是保障开采作业顺利进行、提升作业效率与安全性的关键环节，面对复杂多变的地质条件，相关主管部门及管理者需采取一系列科学、合理的措施，以优化作业环境，强化设备性能，确保开采活动的安全高效进行。第一，针对矿井断面的安全维护，关键在于构建一个稳定可靠的作业平台，这要求管理者根据固体矿产的具体地质特征，制定并实施针对性的断面优化方案。通过定期对断面层进行细致检查与修补，及时发现并处理潜在的裂缝、剥落等问题，有效降低断

面压力，维护巷道的稳定性与安全性。在此过程中，应充分利用现代科技手段，如地质雷达、无人机巡检等，提高监测精度与效率，确保断面维护工作的全面性与及时性。同时，还应加强断面支护结构的设计与施工质量控制，采用高强度、耐腐蚀的材料与先进的支护技术，提升支护系统的整体承载能力，为采矿作业提供坚实的支撑。第二，在固体矿产开发中，掘进机作为核心设备之一，其性能状态直接影响着开采进度与作业安全。因此，管理者需高度重视掘进机的选型、使用与维护工作。在选型阶段，应充分考虑地质条件、开采规模、作业环境等因素，选择适应性强、性能稳定、维护方便的掘进机型。在使用过程中，应制定严格的操作规程与维护保养制度，确保操作人员熟练掌握设备性能与操作方法，避免因操作不当导致的设备损坏或安全事故。并且，还应定期对掘进机进行全面检查与维护保养，包括更换磨损严重的截齿、清理积尘、检查液压系统与电气系统等，确保设备始终处于良好运行状态。第三，在掘进机的维护过程中，截齿的选择与更换尤为关键。截齿作为掘进机直接作用于矿岩的部件，其性能直接影响着切割效率与机械损耗。因此，在选用截齿时，需综合考虑其硬度、长度、耐磨性等因素，确保截齿能够适应复杂地质环境下的作业需求。在挖掘过程中，应尽量避免让掘进机直接切割硬度过高的岩层，以减少机械损耗与安全隐患。此外，还应根据截齿的磨损情况及时更换，以保证切割效率与作业安全。第四，掘进机作为采矿作业中的关键设备，其选型、配置与维护保养均需严格把控。通过选用合适的掘进机械，可以显著提升开采固体矿石的质量，降低开挖费用，并促进整体开挖过程的顺利进行。

2.3 矿井巷道提前进行安全处理

面对地层的复杂性与不确定性，采取科学合理的巷道密封与加固措施显得尤为重要。（1）针对巷道的上、下二段，必须精心选择并应用适宜的施工技术进行密封处理。这一过程不仅要求技术上的精准无误，还需充分考虑地质条件的特殊性，确保密封效果能够有效应对突如其来外力冲击，防止巷道因外力作用而发生变形，进而保障巷道的整体稳定性和安全性。（2）在巷道密封的基础上，深入了解并全面分析矿山内部的地质断面情况同样重要，这需要我们借助先进的勘探技术和设备，对矿山地质结构进行细致入微的探查，以准确掌握断面的分布、规模及特性。基于这些详实的数据，我们可以有针对性地选取合适的地点架设减压装置，通过科学调控水压，减轻地下水对巷道稳定性的不利影响。同时，

对于截面范围过大的区域,还需采取专门的纠正措施,如加固支护、优化断面形状等,以增强巷道的承载能力和抗变形能力^[3]。(3)通风不仅能够为施工人员提供清新的空气,确保其呼吸健康,还能有效调节巷道内的湿度和温度,避免因潮湿环境而引发的塌方等安全隐患。因此,在巷道设计和施工过程中,必须充分考虑通风系统的布局与效能,确保风流能够顺畅地流经各个作业区域,带走湿气与有害气体,为施工人员创造一个干燥、舒适的作业环境。(4)别是在一些固体矿山中,当挖掘到一定深度后,往往会遇到大量地下水涌出的现象。这些地下水如果得不到及时有效的处理,不仅会影响施工进度和效率,还可能因积水过多而导致矿山塌陷等严重后果。所以,在矿山设计和施工过程中,必须建立完善的排水系统。这包括合理规划排水设施的位置与规模、选用高效节能的排水设备、制定科学的排水方案等。通过这些措施的实施,我们可以有效控制地下水的涌出量,保持矿山内部的干燥与稳定,为采矿作业的安全进行提供有力保障。

2.4 临时U钢支护法的应用

在矿产开采的深邃进程中,随着采掘深度如阶梯般逐级攀升,掘进工程仿佛一位勇敢的探险者,不断向未知与挑战迈进。这一过程中,每一米的深入都伴随着难以预料的危险因素,地质条件的复杂程度更是呈几何级数增长。特别是在掘进作业触及地下深处时,那些隐藏在黑暗之中的断层,以其巨大的落差和潜在的不稳定性,成为了威胁作业安全的主要隐患。当掘进路径遭遇这些地质断层,若未能及时采取有效的支护加固措施,机械设备的每一次振动都可能成为压垮骆驼的最后一根稻草,引发矿洞坍塌的灾难性后果。在此背景下,临时U钢支护法以其独特的优势应运而生,成为复杂地质条件下确保矿洞稳定性的重要利器。该技术巧妙地利用U型钢这种高强度、高韧性的材料,构建出坚固的支护框架,精准地部署在可能发生坍塌的巷道或矿洞之中^[4]。U型钢以其独特的U型结构,不仅能够有效分散围岩压力,还能通过其良好的抗弯性能,为矿洞提供强有力的支撑,显

著提升地下断层的稳定性与安全性。然而,值得注意的是,临时U钢支护法虽有其独到之处,却也并非万能。其“临时性”的特质要求我们在实际应用中必须保持高度的警惕与灵活性。当掘进作业进入长期、持续的阶段,单一的临时U钢支护可能难以满足长期支护的需求。此时,智慧的采矿工程师们会巧妙地将其与锚杆支护技术相结合,形成优势互补的复合支护体系。锚杆支护以其深入岩层内部的锚固力,为矿洞提供了更为持久、稳定的支护效果,与临时U钢支护相辅相成,共同构建起一道坚不可摧的安全屏障。在实施临时U钢支护法时,还需特别关注支护结构的布置与设计。支护点的选择、支护密度的确定、以及U型钢与围岩之间的接触处理等细节问题,都直接关系到支护效果的优劣。因此,技术人员需根据具体的地质条件、开采工艺以及设备性能等因素,进行科学合理的规划与计算,确保支护结构既能满足安全要求,又能实现经济效益的最大化。

结语

综上所述,复杂地质条件下的采矿掘进支护技术是确保采矿作业安全与效率的关键所在。通过科学合理的支护技术应用和严格的施工管理措施,可以有效应对复杂地质条件带来的挑战,保障采矿作业的顺利进行。未来,随着采矿技术的不断进步和地质勘探技术的日益完善,我们有理由相信,采矿掘进支护技术将不断得到优化和创新,为采矿行业的可持续发展提供更加坚实的技术支撑。

参考文献

- [1]魏鹏达.复杂地质条件下的煤矿掘进支护技术应用标准[J].中国石油和化工标准与质量,2021,41(23):177-178.
- [2]周荣章.复杂地质条件下采矿掘进支护技术及应用[J].内蒙古煤炭经济,2021(19):181-182.
- [3]马胜利.复杂地质条件下的煤矿掘进支护技术应用探究[J].内蒙古煤炭经济,2021(19):189-190.
- [4]赵丹丹,赵坤.复杂地质条件下的采矿掘进支护技术及应用[J].大众标准化,2020,13:101-102.