

煤矿开采技术及掘进支护技术分析

申子山

山西东庄煤业有限公司 山西 长治 046308

摘要：本文全面审视煤矿开采与掘进支护技术的现状与发展路径。首先，阐述煤矿开采技术对维护国家能源战略与经济繁荣的关键作用。继而，分类详述露天、地下及新型开采技术的特点、优劣及适用场景。深入剖析掘进支护技术的重要性，追溯其发展脉络，分类介绍并聚焦锚杆支护技术的实践成效。最后，展望煤矿开采技术向智能化、绿色化转型的未来趋势，倡导技术创新与可持续发展战略，为行业进步提供方向指引。

关键词：煤矿开采技术；掘进支护技术；综采技术；锚杆支护；发展趋势

引言：煤炭作为世界上最重要的化石能源之一，在能源结构中占据着举足轻重的地位。随着工业化和城市化进程的加快，对煤炭资源的需求日益增长。因此，提高煤矿开采效率、保障生产安全成为煤炭行业的重要课题。煤矿开采技术及掘进支护技术作为煤炭生产的关键环节，其发展水平直接影响到煤炭资源的开采效率和安全性。本文将从煤矿开采技术的重要性出发，分析主要开采技术分类及掘进支护技术，并探讨煤矿开采的未来发展趋势。

1 煤矿开采技术的重要性

1.1 提高开采效率与煤炭产量

随着科技的进步，煤矿开采技术不断向高效、智能化方向迈进。先进的开采技术，如综合机械化采煤（综采）技术，通过集成应用大功率采煤机、液压支架和刮板输送机等设备，实现了采煤作业的连续化、自动化，极大地提高了开采效率。这不仅使得煤炭产量大幅增加，满足了日益增长的能源需求，也为国家经济发展提供了坚实的能源保障。

1.2 降低开采成本，提升经济效益

高效开采技术的应用，不仅提高了煤炭产量，还通过减少人力投入、降低能耗和物料消耗等途径，有效降低了开采成本^[1]。在市场竞争日益激烈的今天，成本控制成为企业生存发展的关键。煤矿企业通过采用先进技术，提升生产效率，优化资源配置，能够在保障产品质量的同时，增强市场竞争力，实现经济效益的稳步提升。

1.3 保障工人生命安全，减少事故风险

煤矿开采作业环境复杂多变，存在诸多安全隐患。传统的人工开采方式不仅劳动强度大，而且事故频发，严重威胁工人的生命安全。而现代煤矿开采技术，如锚杆支护技术、自动化监测预警系统等，通过加强矿井支护、实时监测作业环境参数等手段，有效降低了事故

发生的概率。同时智能化设备的广泛应用，减少了工人直接暴露在危险环境中的时间，进一步提升了作业安全性，保障了工人的生命安全。

1.4 推动行业转型升级，促进可持续发展

煤矿开采技术的不断进步，不仅提升了煤炭产业的竞争力，还推动了整个行业的转型升级。随着绿色开采、智能开采等先进理念的提出和实践，煤矿企业开始注重环境保护和资源节约利用，努力实现经济效益、社会效益和环境效益的和谐统一。这不仅有助于缓解煤炭开采对生态环境的压力，还为实现煤炭产业的可持续发展奠定了坚实基础。

2 煤矿主要开采技术分类

2.1 露天开采技术

露天开采技术，顾名思义，是指在地表直接剥离覆盖在煤层之上的岩石和土壤，使煤层暴露出来，进而采用机械设备进行开采的一种方法。该技术主要适用于煤层埋藏较浅、厚度较大、地质条件相对简单的矿区。

2.1.1 其显著优势在于

(1) 开采效率高：露天开采可以充分利用大型机械设备进行连续作业，如电铲、装载机、运输卡车等，实现大规模、高效率的煤炭开采。(2) 成本低廉：相较于地下开采，露天开采省去了复杂的井巷工程和通风、排水等辅助设施的建设费用，成本更低。(3) 安全性好：露天开采作业环境相对开阔，便于安全管理和事故救援，且工人直接暴露在危险环境中的时间较短，安全风险相对较低。

2.1.2 露天开采技术也存在不容忽视的缺点

即对地表环境的破坏较大。开采过程中需要剥离大量表土和岩石，形成大面积的露天采场和排土场，导致土地资源浪费、水土流失、生态破坏等问题^[2]。因此，在采用露天开采技术时，必须严格遵循环保法规，采取有效的生

态恢复和治理措施,最大限度地减少对环境的影响。

2.2 地下开采技术

2.2.1 长壁采煤法

长壁采煤法是目前我国煤矿广泛采用的一种高效开采方法。它适用于煤层稳定、地质条件较好、厚度适中的大型煤矿。该方法采用长壁工作面沿煤层走向推进,通过综合机械化采煤设备(如采煤机、液压支架、刮板输送机等)实现煤炭的连续开采和运输。长壁采煤法的优点在于开采效率高、产量大、成本相对较低,且随着技术的进步,其安全性和环保性也在不断提高。然而,该方法对煤层赋存条件和地质环境的适应性有一定要求,且开采过程中会产生大量的煤矸石和地下水排放问题,需要采取有效措施进行处理。

2.2.2 短壁采煤法

短壁采煤法是一种适用于小型煤矿或地质条件复杂区域的开采方法。它采用短壁工作面沿煤层倾向或斜交方向推进,通过炮采、机采或人工挖掘等方式进行煤炭开采。短壁采煤法的优点在于灵活性强,能够适应各种复杂的地质条件,且投资少、见效快。但是,该方法开采效率相对较低,成本较高,且对工人的劳动强度和安全风险也较大。因此,在采用短壁采煤法时,必须注重提高开采效率、降低成本、加强安全管理,确保生产安全。

3 煤矿掘进支护技术分析

3.1 锚杆支护技术

锚杆支护技术作为煤矿掘进支护的重要手段,其核心原理是通过锚杆将围岩与稳定的岩层紧密连接起来,从而提高围岩的整体稳定性。锚杆通常由金属或其他高抗拉材料制成,具有结构简单、施工方便、成本低廉等优点。

3.1.1 锚杆支护的工作原理

锚杆支护利用锚杆的抗拉强度,通过机械装置或粘材料将锚杆固定在围岩中。当围岩受到外力作用时,锚杆能够有效地传递和分散这些力,防止围岩发生破坏或变形。锚杆支护不仅能够提高围岩的强度和稳定性,还能充分利用围岩自身的承载力来抵抗外部压力,实现主动支护。

3.1.2 锚杆支护的施工流程

首先根据巷道围岩的物理力学性质和地质条件,设计合理的锚杆支护方案。然后,在围岩中钻孔,安装锚杆并注入锚固剂。待锚固剂固化后,安装垫板和螺母,并施加预紧力,使锚杆与围岩紧密结合。整个施工过程中,需要严格控制钻孔质量、锚杆安装角度和预紧力等关键参数,以确保支护效果。

3.1.3 锚杆支护的优势

锚杆支护技术具有适应性强、支护效果好、成本低廉等优点。它能够适应不同地质条件和巷道形状,提高巷道的稳定性和安全性。锚杆支护还能够减少支护材料的消耗和运输成本,降低工人的劳动强度,提高掘进效率。

3.2 锚索支护技术

锚索支护技术适用于深部巷道和地质条件复杂的区域,能够提供更大的支护强度。锚索通常由高强度钢索制成,具有抗拉强度高、耐腐蚀性好等特点。

3.2.1 锚索支护的工作原理

锚索支护通过利用岩石或土体的抗拉强度,将锚索固定在围岩中,并通过锚索的拉力来增强围岩的稳定性。锚索支护能够分散围岩受到的拉力,防止围岩发生破坏或变形。同时,锚索还能够与围岩形成整体结构,提高围岩的承载能力和稳定性。

3.2.2 锚索支护的施工方法

锚索支护主要包括锚杆预埋锚索和喷射锚索两种施工方法^[3]。锚杆预埋锚索是在土体中埋设钢管,将锚索通过钢管连接固定在结构物上;喷射锚索则是通过专用设备将锚索喷射到土体或岩石中,形成牢固的支护体系。施工过程中,需要严格控制锚索的埋设深度、间距和预紧力等参数,以确保支护效果。

3.2.3 锚索支护的优势

锚索支护技术具有支护强度大、适应性强、施工简便等优点。它能够适应深部巷道和复杂地质条件的要求,提供可靠的支护保障。锚索支护还能够减少支护材料的消耗和运输成本,提高掘进效率。

3.3 联合支护技术

联合支护技术是将多种支护方式结合使用,以适应不同的巷道条件。在煤矿掘进作业中,联合支护技术能够充分发挥各种支护方式的优点,提高巷道的稳定性和安全性。

3.3.1 联合支护的组成

联合支护通常包括锚杆支护、锚索支护、喷射混凝土支护等多种方式。锚杆支护通过提高围岩的强度和稳定性来实现支护效果;锚索支护则通过提供更大的支护强度来适应深部巷道和复杂地质条件;喷射混凝土支护则能够进一步增加围岩的承载能力和稳定性。

3.3.2 联合支护的优势

联合支护技术具有支护效果好、适应性强、经济合理等优点。它能够根据巷道的具体条件选择合适的支护方式,实现最佳支护效果。同时联合支护还能够减少支护材料的消耗和运输成本,提高掘进效率。此外,联合

支护还能够提高巷道的整体稳定性和安全性，为煤矿生产提供可靠的保障。

4 煤矿开采发展趋势

在21世纪这个科技飞速发展与环境保护意识日益增强的时代，煤矿开采行业正经历着前所未有的变革。面对资源枯竭、环境压力增大以及技术进步等多重挑战，煤矿开采的发展趋势逐渐清晰。

4.1 智能化开采

智能化开采是当前煤矿行业转型升级的关键方向。随着物联网、大数据、云计算、人工智能等高新技术的快速发展，煤矿开采正逐步向自动化、智能化迈进。智能化开采不仅能够显著提高生产效率，降低人力成本，还能大幅提升作业安全性，减少事故发生的可能性。

4.1.1 技术特点

智能化开采系统通过集成传感器网络、无线通信技术、智能控制算法等，实现对开采设备的远程监控、精准控制和自主作业。如无人驾驶的矿车、智能掘进机、自动化采煤机等设备的应用，使得煤矿开采作业更加高效、精准^[4]。同时大数据分析技术能够实时收集并处理开采过程中的海量数据，为生产决策提供科学依据，优化开采方案，提升资源利用率。

4.1.2 影响与前景

智能化开采的推广将深刻改变煤矿行业的面貌，促进产业结构的优化升级。一方面，它将减轻工人的劳动强度，改善工作环境，提高生产安全性；另一方面，智能化技术的应用还将推动煤矿行业向高技术、高附加值方向发展，增强行业的竞争力。未来，随着技术的不断进步和成本的进一步降低，智能化开采将成为煤矿开采的主流模式。

4.2 绿色开采

在环境保护成为全球共识的今天，绿色开采成为煤矿行业不可避免的选择。绿色开采强调在开采过程中最大限度地减少对环境的影响，实现经济效益、社会效益和环境效益的和谐统一。

4.2.1 主要措施

绿色开采包括多个方面，如采用保水开采技术减少水资源破坏；实施充填开采技术控制地表沉陷；利用矸石等废弃物进行生态修复等。此外，还应加强煤炭加工利用过程中的污染控制，如采用先进的洗选技术提高煤炭质量，减少燃煤污染物的排放。

4.2.2 意义与影响

绿色开采的实施对于保护生态环境、促进可持续发展

具有重要意义。它不仅能够减少煤矿开采对土地、水资源等自然资源的破坏，还能降低开采活动对大气、水体等环境的污染。同时，绿色开采还有助于提升煤矿企业的社会形象，增强公众对煤炭行业的认可度和支持度。

4.3 深部开采技术的研发

随着浅部煤炭资源的逐渐枯竭，深部开采已成为煤矿行业未来发展的必然趋势。然而，深部开采面临着高地应力、高地温、高渗透压等复杂地质条件和技术难题，对开采技术提出了更高的要求。

4.3.1 技术挑战

深部开采过程中，由于地应力的增加，巷道和采场的稳定性问题更加突出，容易发生冒顶、片帮等安全事故。同时深部岩石的物理力学性质也发生变化，对开采工艺和设备性能提出了更高的要求。此外深部开采还面临着通风、降温、排水等难题，需要采用先进的技术手段加以解决。

4.3.2 研发方向

针对深部开采的技术难题，未来应重点研发高效稳定的支护技术、先进的采掘装备以及智能化的开采系统。还应加强深部岩石力学、地热利用等方面的研究，为深部开采提供理论支持和技术储备。另外还应注重深部开采过程中的环境监测与治理技术的研究，确保开采活动对生态环境的影响降到最低。

结语

煤矿开采与掘进支护技术的革新，正引领行业迈向高效、安全、绿色的新纪元。面对未来，我们需紧抓科技脉搏，深度融合AI、大数据等先进技术，促进智能化转型。同时，强化人才队伍建设，提升行业创新能力，确保技术红利充分释放。在追求经济效益的同时，兼顾环境保护与社会责任，实现煤矿开采的可持续发展。携手并进，共创未来，煤矿行业定能焕发新生，为经济社会发展注入强劲动力。

参考文献

- [1]刘峰.煤矿开采工程巷道掘进和支护技术[J].中国石油和化工标准与质量,2022,42(13):159-161.
- [2]袁昌模.基于煤矿开采技术与掘进支护技术的探讨[J].内蒙古煤炭经济,2022(06):32-34.D
- [3]郭连伟.煤矿开采技术与掘进支护技术探索[J].内蒙古煤炭经济,2022(01):48-50.
- [4]林家锐.探究煤矿开采技术条件及采掘工艺[J].低碳世界,2020,10(7):62-63.