

煤矿井下采矿技术及采矿方法

高学宝

伊金霍洛旗振兴煤炭有限责任公司 内蒙古 鄂尔多斯 017200

摘要：随着我国经济的快速发展，对煤炭资源的需求量居高不下，煤矿井下开采作业也日益频繁。本文聚焦煤矿井下采矿技术及采矿方法，阐述其必要性后，详细介绍了常见的采矿技术，涵盖爆破采煤、普通机械化采煤及综合机械化采煤技术，同时对壁式体系、柱式体系、充填采煤等井下常见采矿方法展开论述。此外，分析了煤矿井下采矿技术及方法朝着智能化与自动化水平提高、绿色开采受重视、深部开采面临挑战与突破等方向的发展趋势，旨在为煤矿井下开采作业的高效、安全、持续开展提供参考依据。

关键词：煤矿井下；采矿技术；采矿方法

关键：煤炭资源在我国能源结构中占据重要地位，煤矿井下开采是获取煤炭的关键环节。随着行业发展及对开采效率、安全性、环保性等要求的提升，深入探究煤矿井下采矿技术及采矿方法显得尤为必要。合理运用先进的采矿技术与恰当的采矿方法，不仅能提高煤炭产量、保障井下作业安全，还能减少对环境的影响，推动煤炭产业可持续发展。因此，本文对相关技术及方法进行梳理与分析，探讨其发展趋势，具有重要的现实意义。

1 煤矿井下采矿技术及采矿方法的必要性

煤矿井下采矿技术及采矿方法的必要性主要体现在以下几个方面：首先，煤矿井下采矿技术及采矿方法是确保煤矿生产安全的关键。由于煤矿开采作业通常在复杂且恶劣的地下环境中进行，施工人员面临着重大的安全风险。因此，采用先进的采矿技术和方法能够显著提升作业过程的安全性，有效减少安全事故的发生，保护施工人员的生命安全。其次，高效的采矿技术和方法对于提高煤矿开采效率至关重要。随着煤炭需求的不断增长，煤矿企业需要不断提高开采效率以满足市场需求。先进的采矿技术能够优化开采流程，减少不必要的生产环节，从而提高开采速度和质量，降低生产成本。此外，采矿技术及采矿方法的选择还直接关系到煤炭资源的合理利用和环境保护。合理的采矿技术能够最大限度地回收煤炭资源，减少资源浪费。同时，先进的采矿方法还能够减少地表沉陷、瓦斯排放等环境问题，有利于实现煤炭开采与环境保护的协调发展。最后，随着科技的不断发展，煤矿井下采矿技术及采矿方法也在不断创新和完善。智能化、自动化等现代技术手段的应用，不仅提高了开采效率和安全性，还为煤矿行业的可持续发展奠定了坚实基础。因此，不断研究和探索新的采矿技术和方法，对于推动煤矿行业的技术进步和产业升级具

有重要意义。

2 煤矿井下常见采矿技术

2.1 爆破采煤技术

爆破采煤技术是煤矿井下一种较为传统且常用的开采手段。它主要通过合理布置炸药，利用炸药爆炸产生的强大冲击力来破碎煤体或岩石，从而便于后续的煤炭开采及巷道开拓等作业。在实际操作中，要依据开采区域的具体情况确定炮孔的深度、间距以及装药量等关键参数。例如，浅孔爆破适用于局部小范围开采，操作灵活但效率相对较低；深孔爆破则可用于较大规模的开采，不过对钻孔精度和起爆顺序要求严格。爆破采煤技术具有成本较低、对地质条件适应性相对较强的优点，能在一些复杂地质构造区域开展作业。然而，其也存在一定局限性，如爆破产生的震动可能影响周边岩体稳定性，还会带来粉尘、飞石等安全隐患，需要严格做好安全防护与管理措施^[1]。

2.2 普通机械化采煤技术

普通机械化采煤技术是在传统采煤基础上融入了部分机械设备，实现了一定程度的机械化作业。其核心设备通常包含采煤机、刮板输送机以及单体液压支柱等。采煤机负责对煤层进行切割落煤，刮板输送机则将落下的煤炭及时运输出去，单体液压支柱用于对顶板进行有效支护，保障作业空间的安全。这种采煤技术相较于爆破采煤，劳动强度明显降低，开采效率有了较大提升，而且能更好地控制煤炭的开采质量，使开采出的煤炭粒度等更为均匀。不过，普通机械化采煤技术各设备之间的协同配合要求较高，若某个环节出现故障，可能影响整个采煤作业的正常进行。同时，其整体的自动化程度还有待进一步提高，对于一些复杂煤层条件的适应性也稍显不足。

2.3 综合机械化采煤技术

综合机械化采煤技术代表了当前煤矿井下采煤的较高水平,它集成了众多先进的机械设备,实现了采煤、装煤、运煤以及顶板支护等多道工序的全面机械化和自动化衔接。比如,大功率的滚筒采煤机能够高效地切割各种硬度和厚度的煤层,刮板输送机运力强大且具备可调节的运输速度,液压支架可自动移架、跟机支护,能根据顶板压力情况实时调整支撑力,保障顶板的稳定。这种技术极大地提高了采煤效率,煤炭产量大幅增加,同时减少了井下作业人员数量,降低了劳动强度,也提升了作业的安全性。并且它对煤层赋存条件的适应性也在不断增强,可在不同倾角、厚度的煤层中广泛应用。但综合机械化采煤技术的设备投入成本高,对设备的维护保养以及操作人员的专业素养要求也颇为严格。

3 煤矿井下常见采矿方法

3.1 壁式体系采煤法

3.1.1 长壁采煤法

长壁采煤法是煤矿井下壁式体系采煤法里极具代表性且应用广泛的一种采煤方式。它的工作面沿着煤层走向进行布置,长度往往可达数百米甚至上千米,而推进方向垂直于煤层走向。在实际应用中,长壁采煤法适配性良好,尤其适用于煤层赋存稳定、倾角较小的情况。借助综合机械化采煤工艺,能让采煤、装煤、运煤等环节实现连续自动化作业,大幅提高采煤效率,煤炭回收率颇高。同时,其巷道布置规整有序,方便通风管理,能有效保障井下空气质量,利于运输系统的高效运行。不过,该方法也存在一定局限,面对复杂的地质构造,比如频繁出现断层、褶曲时,开采难度会显著增加,需要采取针对性措施来应对,确保开采工作的顺利推进。但总体而言,长壁采煤法在现代化大型煤矿开采中发挥着关键作用,有力保障了煤炭资源的稳定产出^[2]。

3.1.2 短壁采煤法

短壁采煤法作为壁式体系采煤法的重要组成部分,有着自身独特的特点与应用场景。它的工作面长度相较于长壁采煤法明显要短,这使得其在布置上更为灵活多变,能够更好地适应一些不规则的煤块区域或者边角煤的开采。在煤层赋存不稳定、存在较多小型地质构造的情况下,短壁采煤法展现出了较好的适应性,可有效减少开采过程中的资源浪费,充分挖掘零散的煤炭资源。然而,由于工作面短,其产量相对有限,并且生产系统的连续性不如长壁采煤法,设备需要较为频繁地进行搬迁、安装,这在一定程度上会影响整体的开采效率。所以,短壁采煤法常应用于一些小型煤矿或者大型煤矿中

特定的、不适宜采用长壁采煤法的局部开采区域,对煤炭资源的全面开采起到补充作用。

3.2 柱式体系采煤法

3.2.1 房式采煤法

房式采煤法是柱式体系采煤法中的一种典型方式。在具体操作时,会先在煤层中开掘出相互平行的煤房,这些煤房就如同一个个独立的空间,用于煤炭的开采,而煤房之间并不预留煤柱,主要依靠煤层自身的强度以及顶板的稳固性来维持开采空间的稳定。这种采煤法适用于煤层埋藏较浅、顶板稳定性好且煤层厚度不大的情况。它的优点在于开采初期速度较快,设备投入相对较少,能较快地获取煤炭资源。同时,由于不需要布置和回收煤柱,一定程度上简化了开采流程。不过,其对顶板条件的依赖程度极高,一旦顶板出现局部垮落等不稳定情况,极易影响整个开采作业的安全,而且煤炭回收率相对较低,会造成一定的资源浪费,所以在资源保护要求较高以及顶板条件复杂的区域应用就会受到诸多限制。

3.2.2 房柱式采煤法

房柱式采煤法同样在柱式体系采煤法里占据重要地位。它的实施过程是先在煤层里开掘一系列的煤房,煤房之间会保留一定宽度的煤柱,这些煤柱起着关键的支撑作用,用以承载顶板压力,保障开采区域的安全稳定,随后在煤房中开展煤炭开采工作。该采煤法适用于煤层埋藏较浅、顶板较为稳定、煤层厚度适中的条件。其优势在于初期投资成本不高,开采操作相对简单,能较快地投入生产。并且,煤柱的存在可在一定阶段内保障顶板安全,降低安全风险。然而,它的煤炭回收率一般只能达到50%左右,大量煤柱留存造成了资源浪费,而且随着时间推移,煤柱可能在长期压力下出现破坏,引发地表塌陷等问题,后续煤柱的回收难度也较大,不利于长期的可持续开采和资源高效利用。

3.3 充填采煤法

3.3.1 膏体充填采煤法

膏体充填采煤法是充填采煤法中较为先进且应用效果显著的一种方式。它采用特殊配制的膏体充填材料,这类材料具有高浓度、不离析、低泌水等优良特性,能在充入采空区后迅速凝固,形成强度较高的充填体。在实际应用场景中,膏体充填采煤法尤其适用于建筑物下、水体下等压煤开采区域。通过精准地将膏体充填到采空区,可有效控制顶板下沉,最大限度减少对地表的影响,实现煤炭资源的安全高效回收,煤炭回收率能得到极大提升。不过,该方法也存在一定局限,膏体充填材料的制备工艺较为复杂,需要专业的设备和严格的配比控制,

导致成本相对较高,而且对充填设备的性能要求也很苛刻,设备的日常维护和管理难度较大,这在一定程度上限制了它在部分对成本把控较严的煤矿中的应用。

3.3.2 矸石充填采煤法

矸石充填采煤法是一种具有环保与资源综合利用双重优势的采煤方法。它主要是利用井下掘进过程中产生的矸石作为充填材料,通过专门的充填系统将矸石运输并充填到采空区。这一方法巧妙地解决了矸石的堆放难题,减少了矸石升井后占用地面空间以及可能带来的环境污染问题,实现了矸石的就地资源化利用。同时,充填到采空区的矸石能在一定程度上支撑顶板,控制采空区的变形,有助于保护地表。但矸石本身的粒度、形状等并不均匀,会影响充填的密实性和整体效果,需要不断优化充填工艺,比如合理控制矸石投放顺序、增加压实环节等,来保障充填质量,进而充分发挥其在采煤过程中的积极作用。

4 煤矿井下采矿技术及采矿方法的发展趋势

4.1 智能化与自动化水平不断提高

随着科技的飞速发展,煤矿井下采矿的智能化与自动化水平正踏上持续提升的快车道。如今,各类先进的传感器、监测设备被广泛应用于井下,能够实时精准地采集诸如瓦斯浓度、顶板压力、设备运行状态等多维度的数据信息。借助大数据分析以及人工智能算法,这些海量数据可转化为有价值的决策依据,实现对采煤机、掘进机等关键设备的远程操控与智能调度。例如,采煤机能够依据煤层的实时变化自动调整切割高度与速度,液压支架也可自动跟机移架、精准支护顶板。同时,智能巡检机器人穿梭在井下巷道,代替人工完成危险区域的巡查任务,极大地提高了作业安全性与开采效率,降低了劳动强度。未来,智能化与自动化将向更深层次、更全面的方向发展,构建起全流程的智能开采系统,使煤矿井下开采变得更加高效、精准且安全可靠。

4.2 绿色开采技术日益受重视

在环保理念深入人心以及可持续发展要求日益严格的大背景下,煤矿井下绿色开采技术愈发受到关注。一方面,充填采矿技术不断优化升级,新型的充填材料正被积极研发,它们不仅成本更低、充填效果更佳,而且能更好地控制地表塌陷,减少对地表生态环境的破坏,

同时提高煤炭资源回收率。另一方面,对于矿井水、瓦斯等伴生资源的综合利用也在不断拓展。矿井水经过处理后可回用于井下生产、地面灌溉等,实现水资源的循环利用;瓦斯则能被收集起来用于发电、供热等,变废为宝,降低温室气体排放。此外,在开采过程中通过优化开采布局、采用少矸石排放的工艺等措施,进一步减轻对周边环境的影响,推动煤炭行业走上绿色、可持续的发展道路。

4.3 深部开采技术面临新挑战与突破

随着浅部煤炭资源的逐渐枯竭,煤矿井下深部开采成为必然趋势,然而这也带来了诸多新挑战。深部地层存在高地应力、高温、高瓦斯等复杂恶劣的环境条件,对巷道支护、设备性能以及开采工艺都提出了更高要求。例如,高地应力容易导致巷道围岩大变形甚至失稳破坏,传统的支护方式难以满足需求,促使科研人员研发高强度、高韧性的新型支护材料以及更科学有效的支护结构。同时,高温环境不仅影响井下作业人员的身体健康,也对设备的正常运行和使用寿命造成威胁,这就需要开发高效的降温技术与设备。在开采工艺方面,深部开采要探索更适合复杂地质条件下的破岩、采煤方法,提高开采效率^[3]。

结束语

总之,煤矿井下采矿技术及采矿方法的不断发展与优化,对煤炭行业意义重大。从传统的爆破、普通机械化采煤技术到如今的综合机械化采煤以及各类先进采矿方法,它们各有优劣且适用于不同场景。面对智能化、绿色化、深部开采等发展趋势,我们需持续钻研创新,攻克技术难题,让采矿技术与方法更科学高效、环保安全。如此,方能在保障煤炭稳定供应的同时,推动煤炭产业可持续发展,实现经济效益与生态效益的双赢。

参考文献

- [1]余鲜勇.煤矿井下采矿生产技术及采矿方法探析[J].中外企业家,2020,(12):145-146
- [2]张峰帆.浅谈煤矿井下采矿生产技术及采矿方法[J].冶金管理,2023,(19):187-189
- [3]邢险峰.煤矿井下采矿技术及采矿方法的选择[J].石化技术,2021,25(11):158-159