

采矿工艺在煤矿采矿工程中的应用

张宇超

山西朔州平鲁区茂华白芦煤业有限公司 山西 朔州 036000

摘要: 随着全球能源需求的持续增长, 煤矿资源的开采效率与质量成为影响能源供应的关键因素。采矿工艺作为煤矿采矿工程的核心, 其技术水平直接决定了开采效率、安全性能及环境影响。本文旨在探讨采矿工艺在煤矿采矿工程中的应用现状、技术特点、存在问题及未来发展趋势, 以为煤矿采矿工程提供理论指导和实践参考。

关键词: 采矿工艺; 煤矿采矿工程; 应用

引言

煤矿采矿工程作为能源开采的重要组成部分, 其技术水平和工艺选择直接关系到煤炭资源的可持续利用和环境保护。随着科技的进步和环境保护意识的增强, 煤矿采矿工艺正经历着从传统向现代、从粗放到精细的转变。本文将从采矿工艺的技术特点、应用现状及未来发展等方面进行深入探讨。

1 采矿工艺的技术特点

1.1 复杂性

采矿工艺流程在煤矿采矿工程中具有高度的复杂性。这种复杂性首先表现在开采前的详细勘查工作上。工程师必须对现场环境进行全面、深入的勘查, 涵盖地形地貌、地质构造、煤层分布特点、水文条件以及潜在的地质灾害风险等多个方面。这些勘查数据是制定合理、科学采矿工艺流程的基础。此外, 采矿工艺还涉及众多生产环节, 包括但不限于开拓、掘进、采煤、通风、排水、供电等。每个环节都需要进行精心的设计和严格的管理, 以确保整个采矿过程的高效、有序进行。这些环节之间相互关联、相互影响, 任何一个环节的疏漏都可能对整个采矿过程造成不利影响。同时, 煤矿开采环境的特殊性也增加了采矿工艺的复杂性。井下环境封闭、空间狭小, 且存在诸多不确定因素, 如地质条件的变化、有害气体的积聚等。因此, 在制定采矿工艺流程时, 必须充分考虑这些因素, 确保每个环节的安全性、可靠性和高效性。

1.2 危险性

煤矿采矿工程具有显著的危险性, 这主要体现在地下开采场地的复杂环境和多种潜在灾害上。除了常见的矿井煤尘、瓦斯、水灾等危险源外, 还存在通风不良、火灾、顶板事故等多种潜在风险。矿井煤尘和瓦斯是煤矿开采中最危险的因素之一。煤尘和瓦斯在一定条件下容易积聚并达到爆炸极限, 一旦遇到火源或高温就可能

引发爆炸, 造成严重的人员伤亡和财产损失。因此, 在煤矿开采过程中, 必须采取有效的防尘、防爆措施, 确保井下环境的安全。水灾是另一个常见的煤矿灾害。地下涌水或地表水渗入矿井可能导致巷道淹没、设备损坏等严重后果。为了防止水灾的发生, 必须加强对矿井水文条件的监测和预报, 及时采取有效的防水措施。此外, 通风不良也是煤矿开采中的一大隐患。井下空气流通不畅可能导致有害气体积聚, 影响井下空气质量, 进而威胁人员的健康和安全。因此, 必须建立完善的通风系统, 确保井下空气流通畅通。火灾和顶板事故也是煤矿开采中不可忽视的危险源。火灾可能由电气设备故障、明火等多种原因引发, 而顶板事故则可能由地质条件变化、支护不当等因素导致。这些事故都可能造成重大的人员伤亡和财产损失, 必须引起高度重视并采取有效的预防措施。

2 煤矿采矿工程中的采矿工艺应用

2.1 空场采矿工艺

空场采矿工艺在于将采矿区域划分为矿房和矿柱两部分, 通过有序开采和合理支护, 实现高效、安全的采矿作业。在空场采矿工艺中, 首先进行的是矿房的开采。矿房是主要的采矿区域, 其开采过程中, 需要严格控制开采顺序和开采强度, 以避免对矿柱和围岩造成过大的扰动。开采过程中, 采用先进的采矿设备和工艺, 如机械化开采、液压支架支护等, 提高开采效率和安全性。在矿房开采的同时, 矿柱和围岩的维护也是至关重要的。矿柱是支撑矿房和保持采空区稳定的关键结构, 因此, 在开采过程中, 需要加大对矿柱的支护力度, 采用注浆加固、锚杆支护等技术手段, 提高矿柱的承载能力和稳定性。同时, 对围岩进行必要的加固和支护, 防止因围岩松动而引发的安全事故。矿房回采完成后, 需要进行填充作业^[1]。填充料的选择和填充工艺的制定是确保采空区稳定性的关键。常用的填充料包括废石、尾

砂、水泥浆等,根据采空区的实际情况和填充要求,选择合适的填充料和填充工艺。填充过程中,需要严格控制填充料的粒度和含水量,确保填充料的密实度和稳定性。通过填充作业,可以有效地支撑采空区上方的岩层,防止岩层垮落和地表沉陷等问题的发生。空场采矿工艺具有开采效率高、成本低、安全性好等优点,在煤矿采矿工程中得到了广泛应用。然而,该工艺也存在一些局限性,如对矿柱和围岩的支护要求较高、填充作业难度较大等。

2.2 填充采矿工艺

填充采矿工艺,特别是注浆填充技术其核心在于利用注浆材料对矿房或矿块中的采空区进行精准、有效的填充,以稳固采空区结构,确保采矿作业的安全性。在注浆填充工艺中,首先需对填充材料进行精细选择和处理。常用的注浆材料包括水泥、粉煤灰、水玻璃以及各种化学注浆剂等。这些材料经过科学配比后,形成具有特定流动性和凝固时间的注浆液。接下来,通过专业的注浆设备和管路系统,将注浆液高压注入采空区。注浆过程中,需严格控制注浆压力、流量和注浆时机,确保注浆材料能够均匀、密实地填充到采空区的每一个角落。注浆填充工艺不仅关注填充材料的投放,还强调对地表移动、围岩崩落以及地压的有效管理。通过合理的开采顺序、支护措施和注浆工艺,可以显著减少地表移动和围岩崩落的风险。同时,通过实时监测地压变化,并据此调整开采强度和注浆策略,可以确保地压始终处于可控状态。注浆填充采矿工艺具有显著优点。首先,由于采空区得到了及时、有效的填充,地表移动和围岩崩落的风险大幅降低,为作业人员提供了更加安全的工作环境。其次,注浆材料能够紧密贴合矿石表面,形成稳固的支撑结构,从而提高矿石的回采率。然而,该工艺也存在一些挑战。注浆材料的采购、加工和运输成本相对较高,且注浆工艺的实施需要专业的技术和设备支持。此外,注浆过程中需要严格控制各项参数,以确保填充效果达到预期。

2.3 崩落采矿工艺

崩落采矿工艺是一种依据矿山实际情况,通过有计划地诱导围岩崩落来填充采空区,并进行回采作业的采矿方法。在崩落采矿工艺中,关键步骤之一是合理布置崩落区域。这需要对矿山地质条件进行深入研究,确定围岩的稳定性、崩落方向及范围等参数。通过精确计算,设计出最优的崩落方案,以确保围岩能够均匀、有效地崩落,并填充到采空区中。崩落过程中,地压的管理和控制至关重要。由于崩落会引起地压的变化,因此

必须采取相应措施,如布置减压孔、注浆加固等,以维持地压的稳定。同时,还需要对崩落过程进行实时监测,及时发现并处理潜在的安全隐患。在崩落采矿工艺中,回采作业与崩落作业相互配合,形成连续的采矿循环。回采时,需根据崩落情况调整采矿参数,如采矿高度、推进速度等,以确保回采作业的安全与高效^[2]。同时,回采过程中产生的废石等物料,也可以作为填充料用于崩落区域的填充,实现资源的循环利用。崩落采矿工艺具有适应性强、采矿成本低等优点。它能够适应不同地质条件的矿山,且不需要额外的填充材料,降低了采矿成本。然而,该工艺也存在一定的局限性,如崩落过程难以精确控制、地压管理复杂等。

2.4 溶浸采矿工艺

溶浸采矿工艺是依据矿产的物理和化学特性,通过向矿层中注入特定的溶浸液,来选择性地提取矿石中的有用成分。这一工艺巧妙地将固态矿石中的有价值元素转化为液态,进而实现高效回收。在溶浸采矿过程中,溶浸液的选择是至关重要的一环。这要求科研人员对矿石的化学成分、结构特性以及溶浸液的化学反应机理有深入的了解。溶浸液需具备对目标矿物的高度选择性,同时保持对周围岩石和环境的低影响。常见的溶浸液包括酸、碱、盐类溶液以及某些有机溶剂,它们的选择需根据矿石的具体成分和浸出条件进行优化。注入溶浸液后,需通过精确控制浸出时间、温度、压力等参数,来优化浸出效果。这一过程中,化学反应的速率和浸出液的浓度都是关键控制因素,它们直接影响着有用成分的浸出率和最终回收产品的质量。浸出完成后,需对浸出液进行收集和处理。这通常涉及固液分离、净化、浓缩等步骤,以去除杂质,提高有用成分的浓度,为后续的产品制备创造有利条件。溶浸采矿工艺具有环境友好、资源利用率高、开采成本低等优势。由于该工艺主要依赖化学反应,避免了传统采矿方法中的大量挖掘和破坏,显著减少了环境污染和生态破坏。同时,由于能够更精确地提取有用成分,资源利用率得到提高,开采成本也相应降低。然而,溶浸采矿工艺也面临一些挑战,如溶浸液的选择和配制、浸出过程的控制以及浸出液的后续处理等。

3 煤矿采矿工艺存在的问题与挑战

3.1 地质条件复杂性

煤矿地质条件的复杂性是制约采矿工艺选择与实施的关键因素。煤层厚度、倾角、埋藏深度以及顶底板岩性等多变的地质因素,均对采矿工艺产生显著影响。例如,在薄煤层开采中,由于煤层厚度小,采矿设备选型

与开采方法的选择均受到严格限制；而在倾角较大的煤层开采中，则需考虑如何有效防止煤矸石下滑、设备稳定性差等问题。因此，如何根据地质条件合理选择采矿工艺，确保开采效率与安全性，成为煤矿采矿工程面临的重要挑战。

3.2 环境保护压力

随着环保意识的日益增强，煤矿采矿工程所承受的环境保护压力也愈发加大。采矿过程中产生的废水、废气、废渣等污染物，若处理不当，将对周边环境造成严重影响。同时，采矿活动还可能引发地表塌陷、水土流失等生态问题^[3]。因此，如何在保证开采效率的同时，减少对环境的影响，实现绿色开采，成为煤矿采矿工艺亟需解决的问题。

3.3 安全风险防控

煤矿采矿工程具有高风险性，安全风险防控是采矿工艺中不可或缺的一环。采矿过程中，瓦斯爆炸、透水事故、顶板垮落等安全隐患时刻威胁着人员和设备的安全。为了有效防控安全风险，需加强安全管理体系建设，提高员工安全意识与技能水平；同时，还需采用先进的监测与预警技术，及时发现并处理潜在的安全隐患。此外，针对不同类型的安全风险，还需制定针对性的防控措施与应急预案，确保在紧急情况下能够迅速、有效地应对，从而保障开采过程的安全顺利进行。

4 煤矿采矿工艺的未来发展趋势

4.1 智能化开采

随着科技的飞速进步，煤矿采矿工艺正逐步向智能化开采迈进。智能化开采的核心在于集成应用人工智能、大数据、物联网、云计算等先进技术。智能感知技术将使得采矿设备能够实时、精确地捕获矿层结构、设备运行状态以及作业环境等多维度数据，为智能决策提供数据支持。智能控制系统将基于这些数据，实现开采过程的自动化调度、远程监控、故障预警与诊断，从而显著提高开采效率和安全性^[4]。此外，智能化开采还将推动煤矿企业的数字化转型，通过构建智能矿山信息系统，实现生产管理的透明化、精细化，进一步提升企业的竞争力和可持续发展能力。

4.2 环保型开采

环保型开采是未来煤矿采矿工艺的重要发展方向。为了实现绿色、低碳的开采目标，煤矿企业将积极采用

绿色开采技术，如保水开采、煤与瓦斯共采、无废开采等。这些技术旨在减少开采过程中对水资源的破坏、降低瓦斯排放、减少废弃物产生，从而实现煤炭资源的清洁、高效利用。同时，生态修复技术也将得到广泛应用，通过植被恢复、土地复垦、水土保持等措施，恢复采矿区的生态环境，促进生态与经济的和谐发展。此外，煤矿企业还将加强环保管理，建立健全环保制度，提高废弃物处理与资源化利用水平，确保开采活动对环境的影响最小化。

4.3 高效化开采

高效化开采是煤矿采矿工艺追求的核心目标之一。为了实现这一目标，煤矿企业将不断优化开采工艺，提高回采率，降低开采损失。先进的采矿方法，如大采高综采、放顶煤开采等，将在提高煤炭资源回收率方面发挥重要作用。同时，设备性能的提升也是实现高效化开采的关键。煤矿企业将引进高性能的采矿设备，如智能采煤机、智能掘进机等，提高设备的自动化、智能化水平，从而大幅提高开采效率。此外，煤矿企业还将加强技术创新与研发，推动采矿工艺的不断进步与升级，降低开采成本，提高市场竞争力。高效化开采不仅有助于提升煤矿企业的经济效益，还将为煤炭行业的可持续发展奠定坚实基础。

结语

采矿工艺在煤矿采矿工程中具有重要地位和作用。随着科技的进步和环境保护意识的增强，煤矿采矿工艺正经历着从传统向现代、从粗放到精细的转变。未来，煤矿采矿工艺将向智能化开采、环保型开采和高效化开采方向发展，为煤炭资源的可持续利用和环境保护贡献力量。

参考文献

- [1] 张晓刚. 采矿工艺在煤矿采矿工程中的应用[J]. 自动化应用, 2024, 65(12): 174-176+179.
- [2] 汤明明. 简述现代化采矿工艺在采矿工程中的应用[J]. 当代化工研究, 2021, (20): 138-139.
- [3] 程文胜. 煤矿采矿工艺与技术研究[J]. 山西化工, 2018, 38(06): 136-138+145.
- [4] 吕林奎. 现代化煤矿工艺技术在采矿工程中的应用[J]. 矿业装备, 2023, (07): 19-21.