

矿井保水开采处理技术及研究进展

张 贺

(中煤科工集团南京设计研究院有限公司 江苏 南京 211800)

摘 要: 随着矿业开采深度的不断扩大, 矿井保水开采处理技术也面临着新的挑战和需求。本论文旨在系统综述矿井保水开采处理技术的分类、原理及研究进展, 力求为相关研究和实践提供全面的参考和借鉴。通过深入探讨矿井保水技术的最新进展, 旨在推动矿山工程领域技术的创新与发展, 进一步提升矿山开采的安全性和效率。

关键词: 矿井保水; 开采处理技术; 研究进展; 矿山安全; 高效开采

矿井保水开采处理技术是矿山工程领域的一项关键技术, 它直接关系到矿山的安全生产和资源有效利用。在煤炭、金属矿产及其他矿产资源的开采过程中, 保水技术的运用至关重要。随着矿山开采深度和规模的不断扩大, 保水工作面临着新的挑战和问题。因此, 深入研究矿井保水开采处理技术, 总结并分析其研究进展, 对于指导矿山工程实践、提升矿山开采效率、确保矿山安全具有重要的理论和实践意义。

1. 矿井保水技术分类

1.1 常规保水技术

1.1.1 粘土墙施工技术

粘土墙施工技术, 又称为粘土封堵技术, 是一种传统的矿井保水方法。该技术主要用于地下工程中, 通过建造粘土墙来隔离矿井内部与周围岩石中的水体, 以防止水的渗入和流失。粘土墙施工技术优点在于成本较低, 施工相对简单, 但由于粘土的渗透系数受到含水量和压力的影响较大, 墙体在长期使用中可能会出现裂缝和渗透现象, 从而影响其防渗效果。此外, 若地下水流速较高, 粘土墙可能会被冲刷而降低其防渗性能。因此, 这种技术更适用于地下水流动缓慢且水压较低的矿井环境。在高水压或者水流速较大的环境下, 可能需要使用更先进的保水技术。

1.1.2 灌浆技术

灌浆技术是一种广泛应用于土木工程、矿井加固、防渗、地基处理等领域的工程技术。在矿井保水中, 灌浆技术主要是为了堵塞矿井岩石的裂隙、空洞和其他通道, 以防止地下水的渗入和矿井水的流失。该技术涉及将某些稠度的灌浆料(如水泥浆、化学浆或粘土浆)通过注浆管路注入到岩土体裂隙中。灌浆技术的优点在于可以比较精确地对裂隙和空洞进行填充和加固, 从而有效地防止水的渗漏。此外, 通过合理设计可以针对不同大小和类型的空间进行个性化处理。然而, 灌浆技术的缺点包括成本较高, 施工技术要求高, 对材料的选择和控制要求严格, 且施工条件可能会受限于矿井的实际环境。

1.1.3 煤层注水技术

煤层注水技术是一种提高煤矿开采安全性的重要手段, 主要用于降低煤层中的粉尘含量、减少热点和煤与岩石的摩擦来预防煤与瓦斯突出事故, 并且有助于遏制煤尘爆炸的危险。其基本原理是向煤层中注入水分, 以增加煤层湿度, 降低煤层的可爆性和流动性。煤层注水技术的优点包括可以有效减少煤尘, 降低瓦斯突出的风险, 改善开采环境, 有利于保障矿工安全。然而, 该技术也可能存在一些局限性和挑战, 如注水量的控制、注水均匀性、水源的安排等。如果注水过量, 可能会降低煤质, 影响煤炭的热量值, 甚至导致工作面水害问题。这就需要注水工作进行精确控制并进行充分的技术准备和规划。



图 1 煤层注水封控器

1.2 高效保水技术

1.2.1 高压注水技术

高压注水技术是通过使用高压泵将水以较高压力注入地下煤层或岩土体中, 以达到降低粉尘、减少瓦斯、防治地下火灾、提高开采率或进行岩土加固的目的。高压注水技术通常应用于煤矿安全、石油开采、隧道施工、地基加固等领域。由于高压注水可以提高煤层开采的安全性和效率, 这种技术在现代采矿活动中变得越来越重要。不过, 如何根据具体的地质条件科学设计注水方案、正确选择注水压力与量, 以及严格监控注水过程, 是确保高压注水技术成功应用的关键因素。

1.2.2 微波加热技术

微波加热技术是利用微波的热效应对物质进行加热的一种技术。微波是一种电磁波, 具有频率从 300MHz (0.3GHz) 到 300GHz 的范围, 它可以使某些分子(例如水分子)在微波场中快速振动, 产生热量并通过这种方式加热物质。微波加热技术在工业生产、农业、医疗、食品加工以及环境保护等多个领域都有重要应用。在煤矿方面, 微波加热技术的潜在应用包括:

微波辅助煤层气开采: 通过微波加热能够降低煤体的强度, 从而促进煤层气的解吸和抽提, 提高煤层气开采效率。

煤炭升级和改性: 利用微波处理可以改变煤的性质, 提高其热值或减少污染物排放。

煤炭干燥: 相较于传统干燥方式, 微波干燥可以更加均匀且效率更高。

然而, 微波加热技术的实际应用也面临一些挑战和局限性。例如, 微波加热可能造成的热分布不均、微波源的设计和制造成本、以及大规模工业应用的设备可靠性和效率问题等。进一步的研究正在进行中, 以解决这些问题, 并最大化微波加热技术的应用潜力。

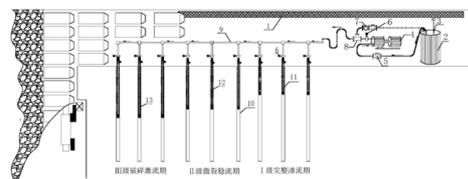


图 2 多级式煤层注水钻孔封孔系统

1.2.3 岩巷注浆技术

岩巷注浆技术是一种地下工程的常用加固方法,它涉及向岩石的裂缝、孔隙、断层和其他空洞中注入浆料,以填充空隙、减小渗漏和提高岩体强度。该技术经常用于隧道、矿山、坝基、桥梁、地铁以及其他需要提升岩土稳定性或防水性的工程。注浆料通常是一种粘稠的流体,可以是水泥浆、化学浆或其他特殊材料。岩巷注浆技术的应用不仅增强了岩石的整体结构稳定性,而且还可以有效地防止水的渗透,保障了地下工程的安全和使用寿命。通过合理的设计和执行业,注浆技术可以显著提升岩土工程的综合性能。

2 矿井保水技术原理

2.1 常规保水技术原理

防水隔离:通过建立防水隔离层或者屏障,如地下水防护墙、防渗层、注浆封堵等,隔绝地下水与矿井的直接接触。这些隔离措施可以在在矿井四周布置,也可以是在特定水文地质结构部位布置。

排水隧道和集水坑:建设排水隧道,引导地下水流向特定点,通过集水坑集中水流,从而降低矿区水位,控制水的流入量。这种方法可以有效地减少矿井抽排水的工作量。

矿井和地面水体隔离:在地面水体(如河流、湖泊等)与矿井的交接区域实施一定措施,如打桩、沉箱、密封堰体等,以防止水体向矿井渗漏。

补注井和抽水井的平衡应用:在水文地质条件允许的情况下,通过补注井来向含水层补充水量,使矿区地下水水位保持稳定,从而减少对矿井的水压力,并且通过抽水井进行控制性抽水,保护矿井不被水淹。

防渗层的修复与维护:维护和修复矿井中已经存在的防渗层,比如矿井的井壁、隔水墙等,防止随着时间的推移出现裂缝、孔洞导致渗漏。

通常情况下,以上保水技术可能会结合使用,以达到最佳保水效果。这些方法的运用需要考虑多种因素,如地质条件、水文地质条件、施工技术、经济成本以及环保要求等。通过准确的水文地质勘察和科学的设计,常规保水技术能够有效管理和控制矿井水问题。

2.2 高效保水技术原理

高效保水技术是指比传统方法更为先进和效率更高的措施,用以降低矿井底部或者其它工作区水的流入,提高保水效果,节约能源和降低成本。高效保水技术往往融合了现代科技成果,包括更高级的材料、装备和监测系统。以下是一些高效保水技术原理:

先进的注浆材料和技术:使用性能更优的注浆材料,如微细水泥浆、有机硅浆料或者生物浆料,以及高压、精准的注浆技术,能够更加有效地封堵裂缝和孔隙,阻止水流的侵入。

智能化水文地质监测:部署先进的传感器和监测系统来实时监控水位、水压、流速等参数,借助专业的数据分析软件预测地下水动态,实现精确的保水措施。

水压平衡技术:利用高精度的抽排水设备和控制系统,在矿井周围形成人工控制的水压平衡带,有效平衡地下水压力,避免水体对矿井的自然渗透。

组合密封技术:结合多种技术和材料,如柔性材料、高弹性复合材料等,以获得更好的防水性能和适应性,改进井和巷道的封闭效果。

地下水动态管理和可持续利用:根据矿区水文地质条件的变化,采取动态调整的策略,如变频调速抽水机组,能够根据实际需要动态调整抽水量和抽水速率。

综合治理模式:将多种技术、方法和手段进行综合搭配和应用,如利用地面和地下的联合控制,以及与区域水资源管理相结合的方案,以实现更为全面的水害防治。

这些高效保水技术并不是完全独立使用的,它们常常依照具体的工程条件和安全需求相互结合,通过科学的规划和施工以达到最佳的保水效果。随着技术的不断发展,未来可能还会有更多创新性

的高效保水技术被应用于矿井水害治理中。

3 研究进展

3.1 基于保水技术的矿山安全监测系统

基于保水技术的矿山安全监测系统是一套集成了多种传感器、数据分析软件和实时预警机制的先进监控平台,旨在对矿井内外的水文地质条件进行全面监测,以识别和预测潜在的水害风险。该系统可以持续跟踪水位、压力、流速等关键指标,并利用复杂的数据处理算法来评估安全状况。及时的数据收集和分析确保了任何异常情况能迅速被识别,从而允许操作者采取预防措施,有效维护矿山的稳定,并保障作业人员的安全。

3.2 新型保水材料研究

矿井新型保水材料的研究着眼于开发能够在苛刻地下环境中有效控制水分的材料,以降低水的损耗,提高矿井作业的安全性和效率。当前,科研人员正通过纳米技术及高分子材料科学等先进领域,创制出具有超强吸水性和稳定化学性能的保水材料。这些材料通常还具备良好的抗压强度和抗磨损性,可以在恶劣地质条件下维持其结构和功能。研究中还特别考虑到材料的环境适应性,确保在地下复杂的化学环境中仍能保持高效的保水性能,并且对矿井生态系统影响降至最低。通过改善矿井中的水循环利用,这些保水材料的应用有助于减少对地表水资源的依赖,同时也能有效避免水与矿石的接触,减缓矿物资源的氧化和损耗。因此,这些新材料的开发对于矿业的可持续发展具有重要意义,能助力矿业节约宝贵的水资源,同时确保了矿井作业的安全。

3.3 智能化保水技术发展

智能化保水技术的发展正在彻底改变传统的矿业水管理模式。利用物联网(IoT)、人工智能(AI)、大数据分析和自动化控制系统等现代科技,矿井智能化保水技术能够有效实现对矿井水资源的实时监控、精确调度和自动控制。具体来说,通过安装各种传感器监控矿井内的水文地质条件、水位和水质,实时数据传输至集中控制中心,并借助 AI 算法对数据进行分析,预测矿井内的潜在水害风险和水资源使用情况。这是一套集成了预测分析、风险预警、决策支持和执行机制为一体的智能化水管理系统。进一步地,自动化控制技术则可以按照系统分析的结果,自动调节矿井中的泵站运行、水阀开闭等,实现对矿井内水资源的精细控制。此外,智能化保水技术还可能包括智能矿井施工计划的优化,以减少开采过程中的水损耗,并通过高效的水循环使用和回收技术,进一步减少对地面水资源的依赖,提升矿井作业效率和安全性。智能化保水技术不仅能够减少水资源浪费,降低环境影响,还能提高矿井工作人员的安全系数,是实现矿井经济效益和环保双赢的关键推手。随着技术的不断进步和创新,矿井智能化保水技术必将在未来的矿业发展中发挥越来越重要的作用。

结束语:

综上所述,矿井保水开采处理技术及其研究正在快速发展,集中体现在高效节水的开采方法、智能化水害监测预警系统以及水资源回收再利用技术等方面的创新成果,标志着矿业朝着更加环保和可持续发展的方向迈进。随着更多先进技术的应用和研究的深入,未来矿井保水开采将更加智能化、高效率,既确保了矿产资源的合理利用,也保护了宝贵的水资源,为实现绿色矿业和生态文明建设作出了积极贡献。

参考文献:

- [1]魏丹峰,张春辉,赵振.煤炭开采与保水开采技术[J].能源与环保,2021,43(10):306-310.
- [2]信连凯.保水开采的实践及应用[J].能源与节能,2021,(11):190-191.
- [3]张玉军,宋业杰,樊振丽等.鄂尔多斯盆地侏罗系煤田保水开采技术与应用[J].煤炭科学技术,2021,49(04):159-168.