

煤矿水文地质特征及矿井水害防治的研究

阿依别克·莫合塔尔汗

国能新疆宽沟矿业有限责任公司，新疆 昌吉 831215

摘要： 本研究旨在深入探讨煤矿水文地质特征及矿井水害防治技术，以保障煤矿的安全生产和可持续发展。通过对水文地质特征的全面分析，结合矿井水害防治的实际案例，本研究提出了系统的矿井水害防治方法。研究揭示了煤矿水文地质特征的复杂性及其对采矿活动的影响。最终成果包括建立了煤矿水文地质数据库，制定了科学合理的煤矿开采方案，并提出了有效的矿井水害防治技术，为煤矿安全生产提供了科学依据和技术支持。研究表明，煤矿水文地质特征的研究对于保障煤矿安全生产和推动煤矿行业的可持续发展具有重要意义。

关键词： 煤矿水文地质特征；矿井水害防治；安全生产；可持续发展

Research on the Hydrogeological Characteristics of Coal Mines and the Prevention and Control of Mine Water Hazards

Ayibieke · Mohetaerhan

Guoneng Xinjiang Kuangou Mining Co., Ltd. Changji, Xinjiang 831215

Abstract: The purpose of this study is to deeply explore the hydrogeological characteristics of coal mines and the prevention and control technology of mine water hazards, so as to ensure the safe production and sustainable development of coal mines. Based on a comprehensive analysis of the hydrogeological characteristics and the actual cases of mine water hazard prevention, this study proposes a systematic method for mine water hazard prevention. The study reveals the complexity of the hydrogeological characteristics of coal mines and their impact on mining activities. The final results include the establishment of a coal mine hydrogeological database, the formulation of a scientific and reasonable coal mining plan, and the proposal of effective mine water hazard prevention and control technology, which provides a scientific basis and technical support for coal mine safety production. The results show that the study of the hydrogeological characteristics of coal mines is of great significance to ensure the safe production of coal mines and promote the sustainable development of the coal mining industry.

Keywords: hydrogeological characteristics of coal mines; mine water hazard prevention; safe production; sustainable development

引言

煤炭作为我国主要的能源之一，在国民经济发展中占据重要地位。然而，煤矿水文地质条件的复杂性给煤矿安全生产带来了巨大挑战。矿井水害是煤矿生产过程中常见的灾害之一，不仅严重威胁着矿工的生命安全，还可能导致矿井停产甚至报废，给煤矿企业带来巨大的经济损失。因此，深入研究煤矿水文地质特征及矿井水害防治技术，对于保障煤矿安全生产、推动煤矿行业的可持续发展具有重要意义。本文将从煤矿水文地质特征出发，分析其主要影响因素及表现形式，探讨矿井水害的形成机制及防治措施。通过综合运用野外调查、室内实验和数值模拟等方法，揭示煤矿水文地质特征的本质及其对采矿活动的影响。在此基础上，提出系统的矿井水害防治方法，为煤矿安全生产提供科学依据和技术支持。

一、煤矿水文地质特征分析

(一) 主要含水层与隔水层

煤矿矿区的水文地质结构复杂，含水层与隔水层的交替出现，构成了独特的水文地质环境。一是第四系松散含水层组由松散沉积物组成，如砂土、粘土和砾石等。其厚度和岩性变化较

大，受地形和气候条件的影响显著。在煤矿开采过程中，第四系松散含水层组往往是矿井水的主要来源之一，特别是在浅层煤矿开采中，其影响尤为突出。二是上侏罗统底部砾岩含水层由砾岩和砂岩组成，具有良好的透水性和储水性。其厚度和分布范围受地质构造和沉积环境的影响。在煤矿开采过程中，若上侏罗统底部砾岩含水层与煤层直接接触，则可能引发突水事故，对煤矿安

作者简介：阿依别克·莫合塔尔汗（1995.05-），新疆阿勒泰，本科，助理工程师。

全生产构成严重威胁^[1]。三是下侏罗纪西山窑组底部分界砂岩含水层主要由砂岩组成，具有一定的透水性和储水性。其厚度和岩性变化较大，受地质构造和沉积环境的影响。在煤矿开采过程中，下侏罗纪西山窑组底部分界砂岩含水层的水位和水量变化对矿井排水系统产生重要影响，需要密切关注其动态变化。四是与含水层相对应的是隔水层，它们在煤矿水文地质结构中起着重要的阻隔作用。主要隔水层包括三工河组底部泥岩隔水层、三工河组中段砂泥岩段隔水层等。这些隔水层主要由泥岩、石炭系凝灰岩等不透水或弱透水性岩石组成，能够有效阻隔地下水的流动，对矿井水害防治具有重要作用。五是三工河组底部泥岩隔水层由泥岩组成，具有较低的透水性和良好的隔水性能。其厚度和分布范围受地质构造和沉积环境的影响。在煤矿开采过程中，三工河组底部泥岩隔水层能够有效地阻隔上覆含水层的水下渗，减少矿井涌水量，降低水害风险。六是三工河组中段砂泥岩段隔水层由砂泥岩组成，具有一定的隔水性能。其厚度和岩性变化较大，受地质构造和沉积环境的影响。在煤矿开采过程中，三工河组中段砂泥岩段隔水层能够减缓地下水的流动速度，降低矿井排水系统的压力，为矿井水害防治提供有利条件。

（二）水文地质条件与影响因素

煤矿水文地质条件受到多种因素的影响，包括地质构造、煤层地质条件、气候条件和人类活动等。这些因素相互作用，共同决定了煤矿水文地质特征的复杂性和多样性。首先，地质构造对地下水的分布和流动路径具有重要影响。褶皱、断层等地质构造能够改变地下水的流向和流速，形成地下水富集区或贫水区。其次，煤层地质条件决定了煤矿水文地质过程的复杂性和多样性。煤层的厚度、倾角、埋藏深度以及煤质等因素都会影响地下水的赋存和运移。例如，厚煤层往往伴随着丰富的地下水资源，而薄煤层则可能相对贫水^[2]。再者，气候条件主要通过降水量和蒸发量的变化影响地下水的补给和排泄。在雨季，大量的降水会迅速补给地下水，导致地下水位上升，增加矿井涌水量和突水风险。而在旱季，地下水补给量减少，地下水位下降，但长期干旱也可能导致隔水层干裂，降低其隔水性能。最后，人类活动如煤矿开采、排水和尾矿处理等也会对煤矿水文地质特征产生显著影响。煤矿开采会破坏原有的水文地质结构，导致地下水的重新分布和运移。排水活动会改变地下水的自然流态，影响矿井涌水量和水质。而尾矿处理不当则可能引发尾矿库溃坝等事故，对下游环境和矿井安全构成严重威胁。

（三）水文地质分区与特征

根据地下水的分布和运移特征，煤炭层内部可以划分为不同的水文地质分区，包括充水区、渗透区、稳定水区和干燥区。这些分区各自具有独特的水文地质特征和对煤矿开采活动的影响。第一，充水区地下水丰富，水位高，水压大，是矿井水害的高发区域。在充水区进行煤矿开采时，需要特别关注突水和透水事故的风险，采取有效的防治措施，如注浆加固、疏水降压等。第二，渗透区地下水流动速度较快，透水性强，对矿井排水系统造成较大压力。在渗透区进行煤矿开采时，需要加强排水系统的建设和维护，确保排水畅通无阻，避免水灾事故的发生。第三，稳

定水区地下水位相对稳定，水压适中，对煤矿开采活动的影响较小。但稳定水区也可能因地质构造变化或人类活动的影响而转化为充水区或渗透区，因此需要密切关注其动态变化，及时采取措施进行防治。第四，干燥区地下水贫乏，甚至无地下水存在，对煤矿开采活动的影响较小。但在某些情况下，干燥区也可能因地质构造变化或人类活动的影响而出现地下水，因此需要加强水文地质勘探和监测工作，确保煤矿开采的安全进行。

二、矿井水害的形成机制

（一）矿井水害的类型

矿井水害作为煤矿开采过程中的一大安全隐患，其类型多样，每种类型都对应着不同的成因和防治策略。主要类型包括地表水害、老空水害和底板突水。

地表这类水害通常发生在矿井周围存在大量地表水体或降雨量较大的地区。地表水通过裂隙、塌陷区、废弃井筒等自然或人为形成的通道涌入矿井，造成淹井、设备损坏甚至人员伤亡。地表水害的发生往往与矿井地理位置、地形地貌、气候条件以及人类活动密切相关。

老空水害是指采空区或旧巷道内积聚的地下水，在采矿活动的影响下突然涌出造成的水害。这类水害通常发生在煤矿开采历史较长、采空区分布广泛的矿区。老空水害具有突发性强、水量大、危害严重等特点，是煤矿安全生产中的一大威胁^[3]。

底板突水是指煤层底板隔水层在采矿活动的影响下发生失稳，导致地下水突破隔水层涌入矿井的水害。这类水害通常发生在煤层底板存在薄弱带、断层或裂隙发育的地区。底板突水的发生与煤层底板的地质构造、水文地质条件以及采矿活动的强度密切相关。

（二）水害形成的原因

矿井水害的形成原因复杂多样，既包括自然因素，也涉及人为因素。

自然因素方面，地质构造是影响矿井水害形成的重要因素。断层、褶皱等地质构造能够改变地下水的流向和流速，形成地下水富集区或贫水区。水文地质条件决定了地下水的分布和运移特征。含水层的厚度、岩性、透水性以及隔水层的性能等都会影响矿井水害的形成。气候条件主要通过降水量和蒸发量的变化影响地下水的补给和排泄。在雨季，大量的降水会迅速补给地下水，增加矿井涌水量和突水风险。而在旱季，地下水补给量减少，但长期干旱也可能导致隔水层干裂，降低其隔水性能。

人为因素方面，不合理的采矿方法会破坏原有的水文地质结构，导致地下水的重新分布和运移。例如，采用不适当的开采顺序、开采强度或开采深度等，都可能引发矿井水害。排水系统是矿井水害防治的基础设施。如果排水系统设计不合理、设备老化或维护不善，将导致排水能力不足，无法及时排出矿井涌水，从而引发水害。缺乏有效的水害防治措施或防治措施执行不力也是导致矿井水害发生的重要原因。例如，未按规定进行水文地质勘探、未制定详细的水害防治方案、未落实水害防治责任等。

（三）水害发生的预兆与识别

矿井水害在发生前通常会有一些预兆，这些预兆对于及时识别矿井水害、采取有效防治措施具有重要意义。当煤层或岩层表面出现潮湿或颜色变暗时，可能意味着地下水正在向矿井渗透或积聚。巷道壁或顶板出现水珠或水雾，类似于“挂汗”现象，这往往是地下水渗透的迹象。煤层或岩层温度异常下降，可能表明地下水正在流经该区域。矿井内出现异常的水声，如水流声、水击声等，可能意味着地下水正在大量流动或积聚。地下水涌出时可能携带大量气体，如甲烷、二氧化碳等，导致矿井内气体浓度异常升高。

三、矿井水害防治技术

（一）防治水技术路线

矿井水害防治应遵循“预测预报、有疑必探、先探后掘、先治后采”的原则，认真落实“探、防、堵、疏、排、截、监”七项综合治理措施。具体技术路线包括建立完善的矿井排水系统，确保排水设备性能可靠、排水能力充足。同时，加强排水系统的日常维护和保养，确保其正常运行和有效使用。通过地质勘探、物探、化探等手段查明矿井水文地质条件和水害隐患。重点探查含水层的分布、厚度、岩性、透水性以及隔水层的性能等，为制定水害防治方案提供依据。根据探查结果采取相应措施进行治理。例如，对于地表水害，可以修筑防排水工程、填堵塌陷区等；对于老空水害，可以通过钻孔探放水、底板泄水巷探放水等措施进行防治；对于底板突水，则可以通过疏水降压、底板注浆加固等措施进行防治。

（二）具体防治措施

针对不同类型的矿井水害，需要采取不同的防治措施。

地表水害防治方面，一是在矿井周围修筑堤坝、水渠等防排水设施，防止地表水涌入矿井。二是对于因采矿活动导致的地表塌陷区，及时进行填堵和复垦，恢复地表植被和土壤结构，减少地表水下渗和积聚。三是建立地表水害监测预警系统，实时监测地表水体的水位、流量等参数，及时发现并处理异常情况。

老空水害防治方面，一是在采矿过程中，定期通过钻孔探放老空区积水，降低其水位和水压，减少突水风险^[1]。二是在煤层底板开凿泄水巷，将老空区积水引入泄水巷并排出矿井。三是定期对老空区进行探查和监测，掌握其积水情况和动态变化，为制定

防治措施提供依据。

底板突水防治方面，通过钻孔或巷道将煤层底板含水层的水位降低至安全水平，减少突水风险。对煤层底板进行注浆加固处理，提高其隔水性能和稳定性，防止地下水突破隔水层涌入矿井。对煤层底板的地质构造和水文地质条件进行详细勘探和监测，及时发现并处理潜在的水害隐患。

（三）新技术新方法的应用

随着科技的不断发展，新技术新方法在矿井水害防治中得到了广泛应用。这些新技术新方法的应用大大提高了矿井水害防治的效率和准确性。第一，利用电法、重力法、地震法等地球物理勘探技术可以判断煤炭层内的地下水分布和运移情况。这些技术具有探测深度大、精度高、分辨率强等特点，能够为矿井水害防治提供重要的地质信息。第二，利用计算机模拟技术进行水文地质数值模拟，可以模拟煤炭层内地下水的分布、运移和水化学特征等情况。通过数值模拟可以预测矿井涌水量、突水风险等关键参数，为制定防治措施提供依据。第三，羽状多分支水平定向钻进技术，这种技术可以用于煤层底板加固和水害防治。通过钻进多个分支孔道并注入加固材料，可以形成一道坚固的隔水屏障，防止地下水突破隔水层涌入矿井。这种技术具有施工速度快、加固效果好、对煤层破坏小等优点。第四，利用物联网、大数据、人工智能等技术构建智能监测预警系统，可以实时监测矿井内的水位、水压、气体浓度等参数，并通过数据分析和模型预测来发现潜在的水害隐患。这种系统具有自动化程度高、响应速度快、预测准确等特点，能够为矿井水害防治提供有力的技术支持。

四、结束语

综上所述，煤矿水文地质特征及矿井水害防治的研究对于保障煤矿安全生产和推动煤矿行业的可持续发展具有重要意义。通过深入分析煤矿水文地质特征及其影响因素、探讨矿井水害的形成机制及防治措施、应用新技术新方法提高矿井水害防治的效率和准确性等措施的实施，可以有效降低矿井水害的发生频率和危害程度，保障煤矿的安全生产。未来，随着科技的不断发展和管理水平的不断提高，我国矿井水害防治工作将取得更加显著的成效。同时，我们也应继续加强研究与实践探索，为煤矿行业的可持续发展贡献更多智慧和力量。

参考文献

- [1] 许林, 王鹏程, 张衍鹏, 等. 煤矿水文地质特征与水害防治方案[J]. 当代化工研究, 2024, (09): 106-108.
- [2] 侯志星. 煤矿水文地质特征与矿井水害防治技术质量分析[J]. 矿业装备, 2024, (03): 122-124.
- [3] 徐少勤, 唐凡迎. 煤矿水文地质条件分析及矿井水害防治技术[J]. 内蒙古煤炭经济, 2023, (19): 187-189.
- [4] 孙豫陇. 水文地质特征与矿井水害防治对策[J]. 中国金属通报, 2022, (03): 121-123.