

# 煤矿区水文地质条件分析与矿井水害防治技术优化

赵洁洁

陕西韩城天久注浆勘探有限责任公司

DOI: 10.32629/jpm.v7i1.8690

**[摘要]** 水害防治是煤矿生产过程中不可忽视的技术难题，尤其是在复杂的水文地质条件下，矿井水害可能导致严重的生产事故和经济损失。因此，深入分析煤矿区的水文地质条件，并针对性地优化矿井水害防治技术，对于提高煤矿开采效率、保障矿井安全具有重要意义。本文阐述了矿区水文地质条件的评价标准，分析矿井水害原因并研究矿井水害防治技术，以期为矿井安全生产提供理论支持和技术保障。

**[关键词]** 煤矿区；水文地质条件；矿井水害；防治技术优化

## Analysis of hydrogeological conditions in coal mining areas and optimization of mine water hazard prevention and control technology

Zhao Jiejie

Shaanxi Hancheng Tianjiu Grouting Exploration Co., Ltd.

**[Abstract]** Water hazard prevention and control is a technical challenge that cannot be ignored in the production process of coal mines, especially under complex hydrogeological conditions. Mine water hazards may lead to serious production accidents and economic losses. Therefore, in-depth analysis of the hydrogeological conditions in coal mining areas and targeted optimization of mine water hazard prevention and control technologies are of great significance for improving coal mining efficiency and ensuring mine safety. In this article, you will elaborate on the evaluation criteria for hydrogeological conditions in mining areas, analyze the causes of mine water hazards, and study the prevention and control techniques for mine water hazards, in order to provide theoretical support and technical support for mine safety production.

**[Key words]** coal mining area; Hydrogeological conditions; Mine water damage; Optimization of prevention and control technology

### 引言

随着我国煤炭工业的快速发展，煤矿开采活动日益频繁，煤矿水文地质条件对煤矿安全生产和资源开发的重要性愈发凸显。煤矿水文地质条件复杂多变，不同类型煤矿的水文地质特征差异显著，这为煤矿安全生产和资源开发带来了诸多挑战。科学合理地进行煤矿水文地质条件分析，并针对性地优化矿井水害防治技术，是提高煤矿安全生产水平、降低资源开发风险的关键。

### 1. 矿区水文地质特征的评价标准

水文地质特征的评估不仅涉及到地下水的分布和流动，还要对地质构造及其对水文条件的影响进行深度分析。在进行矿区水文地质特征的评价时，必须详细调查矿区的水文地质条件，了解地下水的种类、埋藏深度、富水性、渗透性等因素，

以便预测潜在的水害风险，确保矿井开采作业的安全与高效。

对于矿井水文地质特征的评价标准而言，地下水的流动性和富水性是两个重要的评估指标。地下水流动性反映了水在地下岩层中的运动能力，而富水性则指示了岩层中水源的储量。通过对地下水流动模式的分析，可以预测水流对矿井开采作业可能带来的影响，特别是在矿区的不同区域进行水害预防措施的制定时，这些因素是至关重要的。此外，地下水压力的变化也应成为评估标准的一部分。地下水的压力水平直接关系到矿井内水害的发生几率，如突水、涌水等灾害。

此外，矿区水文地质特征的评估还应关注地下水与岩层的相互作用。当地下水与岩层中的矿物质发生物理或化学反应时，可能导致岩层的渗透性发生变化，从而影响地下水的流动性和储存量。特别是在一些含水层与煤层接触的区域，水文条

件的变化可能引发一系列矿井水害。因此,在进行矿区水文地质特征评估时,必须考虑地下水与岩层的相互作用,评估其对矿井作业可能产生的影响。

## 2. 矿井水害原因分析

### 2.1 地表水危害

地表水对矿井水害的危害主要表现在两个方面。首先,在矿井开采过程中,尤其是在雨季暴雨期间,地表水位的剧烈上涨是造成水害的主要原因之一。暴雨使得矿区周围的河流、湖泊等水体的水位快速上升,超出设计排水能力,容易引发水流倒灌。倒流现象使得原本应当排放的水反向渗透进矿井,不仅影响矿井的正常生产,还可能导致突水、涌水等严重水害事故,危及矿井作业人员的安全。其次,矿井周围存在许多坍塌区、裂隙等地质结构,这些天然或人为的导水通道为地表水流入矿井提供了通道。地表水通过这些通道进入矿井,特别是在暴雨或雪融季节,地下水位的升高和渗流现象会加剧水害的发生<sup>[1]</sup>。

### 2.2 水溃型水害

随着矿井开采逐步向更深部位推进,矿区水文地质条件逐渐复杂,容易发生由“老空水”或“老窑水”引发的突水灾害。这些积水由于长期未得到有效排除,形成了较高的水压,一旦在后续的开采过程中碰到空区或裂隙,水体便可能以极大的能量猛烈冲入井中,造成突发性水害,危及矿井的安全运行。水溃型水害的突发性和破坏性极强,常常在短时间内引发大范围的涌水,甚至可能导致矿井内的设备被淹没,严重影响矿井的生产及工作人员的安全。

### 2.3 导水通道水害

导水通道为地下水的流动提供了通道,成为矿井水害发生的主要隐患。根据导水通道的类型,矿井水害可分为几种形式:点状岩溶陷落柱通道型水害、线状断裂带通道型水害、窄条状隐伏露头通道型水害、面状裂隙网络通道型水害以及地震通道型水害。每种导水通道的水害特征和危害程度均有所不同。首先,点状岩溶陷落柱通道型水害主要发生在岩溶发育较为严重的地区,矿井开采过程中可能遇到不规则的地下空隙,水体通过这些空隙进入矿井,极易引发突水事件。其次,线状断裂带通道型水害较为常见,矿井开采过程中可能穿越地下断裂带,这些断裂带通常充满水源,造成水流迅速进入矿井,带来巨大的安全风险。窄条状隐伏露头通道型水害多见于地下存在潜在水源的区域,水源虽不明显,但通过隐伏裂隙或地质构造可迅速进入矿井,危害矿井安全。面状裂隙网络通道型水害通常是由于矿井附近存在复杂的裂隙网络,水体可以通过这些裂隙迅速流入矿井,甚至在深部开采中引发大范围涌水。

### 2.4 老空水危害

老空水是指积存在采空区、已弃或关闭的矿井区域的水体,由于这些区域长期未得到有效管理,水体会逐渐积聚,形

成较大的水压,增加了突发性水害的风险。随着矿井开采的推进,采空区的积水量不断增加,且由于采空区的空间较为封闭,水体得不到有效排放,可能导致水位持续上升。积水不仅增加了矿井的水害风险,还可能在后续的开采过程中向下渗透,破坏矿井作业面,造成突水灾害。特别是在具有挡土墙的封闭空间内,由于水流无法顺畅排出,积水压力逐渐增大,一旦遇到采掘作业或采掘设备的震动,积水便可能突破封闭结构,引发突水事故。对于已弃或关闭的矿井,老空水危害尤为严重,因为这些区域通常缺乏必要的监测和维护,水体长期积存,不仅导致水害风险增加,还可能与周围正在开采的矿井发生水流连通,造成更大范围的水害事故。

### 2.5 断层水危害

断层是由于地壳变动形成的岩层破裂带,这些断层带常常带有不规则的裂隙和通道,为地下水的流动提供了新的通道,改变了地下水的正常流动路径。断层带的岩石通常比周围岩层更加松散或脆弱,渗透性较强,导致水分在断层处容易积聚。随着矿井开采深度的增加,断层带内的水体积聚逐渐增多,水压也随之增大。当水压达到一定程度时,地下水会沿着断层带流动,并可能以较大的水流冲入矿井,导致涌水现象发生。涌水量的突然增加,不仅对矿井的排水系统构成极大挑战,还可能引发涌泥等连带水害问题。断层水的涌入不仅会淹没矿井设备,造成设备故障,还可能在短时间内改变矿井内部的水文条件,导致生产环境的急剧恶化,甚至引发安全事故。

### 2.6 孔隙水危害

孔隙水危害常发生在地质结构较为疏松的矿区,土层结构如流沙层、卵石层和黏土砂层等,通常具有较高的含水量,这些层次的水分能够通过孔隙渗透并在开采过程中汇集,形成潜在的水害风险。孔隙水的存在使得矿井内的水文条件变得复杂,尤其当矿井开采接近或通过这高含水层时,水流的变化可能导致涌水现象的发生,严重时甚至可能导致矿井淹没。矿井的开采通常需要合理预留煤柱,以保证开采过程中的稳定性和支撑力。然而,如果预留煤柱设计不合理,支撑力不足,便无法有效防止回采过程中土层的崩塌,进一步增加了孔隙水的渗透与汇聚。这种情况常常会导致矿井内部结构的变形,造成巷道堵塞,甚至引发严重的水灾。

## 3. 煤矿生产采用的矿井水害防治技术

### 3.1 注浆堵水

注浆堵水技术的核心目标是通过注入特定的浆液,封闭或堵塞矿井内的地下水通道,从而减少水害发生的风险,并保持矿井作业面的稳定。在实施注浆堵水之前,首先进行系统的水文地质调查,准确掌握矿区内重要含水层群和水分富集区的空间分布,分析各类含水层的水分含量及其迁移特性。这一过程要求详细勘察地下水的流动方向、流速以及水位的变化,以便

选择合适的注浆技术。基于调查结果，结合矿井的地层特性，针对具体的含水层设计科学合理的注浆方案。尤其在存在水流动的部位或易受洪水影响的含水层中，常采用钻孔灌浆法，该方法通过钻孔将水泥浆、化学浆或其他具有良好封堵性能的浆液注入地下，形成一堵水层或加固层，切断地下水的流动通道，达到截流、封闭地下水通路的效果。注浆材料的选择非常重要，应根据含水层的性质、渗透性及水文条件，选择合适的浆液类型，以确保其具有足够的渗透阻力和耐久性<sup>[2]</sup>。

### 3.2 超前探测技术

该技术包括钻井方法和地球物理勘探方法两大类。钻井方法主要通过通过在矿井周围或作业面前方设置钻孔，获取岩心样本，分析地层的水文地质特征，准确掌握地下水的流动状态、渗透性以及水分含量。这种方法能够直接了解矿井周围岩层的物理性质和水文条件，为后续的水害防治工作提供详细数据。地球物理勘探方法包括地震反射法、电法勘探、瞬变电磁法等，通过非破坏性探测手段，快速识别地下水流动和地层结构特征，能够对常规方法难以检测的区域进行精准勘察。地震反射法通过发射地震波并分析波的反射情况，揭示地下岩层和水体的分布情况；而电法勘探方法则利用地层的电导率差异，确定含水层的分布及渗透性。这些技术方法能够在矿井开采前、采掘过程中甚至是后期工作中提供实时监控和预警，提前发现可能存在的水害问题并采取相应的防治措施。

### 3.3 立体探放技术

由于矿山开采过程中采空区积水的存在，且积水赋存层位较为复杂，常常出现多个采空区交叠现象，这使得水害的探测和开采过程变得尤为困难。为应对这一挑战，立体探放技术采用了地下组合探测与地表综合探测相结合的策略，能够全面、精确地评估矿井内的水害风险并有效进行防治。具体操作上，首先在地表设置大直径探排钻孔，通过钻孔深入到回采巷道，在巷道内进行探测。当遇到采空区时，需设置暂时的止水设备，阻止水流进入作业区域，防止水害的发生。在封井工作完成后，井口会安装一个阀门，确保止水设备能够及时启动，达到控制地下水流的目的。对于采空区内存在大量积水的情况，必须先通过井下排水系统将水排放出去，确保矿井作业面的干燥，然后再进行进一步的探测工作。此时，立体探放技术中的三维超前探测方法尤为重要，它通过对地下水文地质条件的三维建模和实时监控，能够有效预警矿井水害的潜在威胁，提供精准的数据支持，确保矿井开采的安全性。

### 3.4 老窑水防治

老窑积水指的是矿井在建成后，由于采空区积水所引发的水害问题，尤其在雨水充沛的季节，积水现象尤为突出，对矿井的安全性构成了严重威胁。防治老窑积水的核心原则是“预防为主，防治结合”，即通过合理的预防措施，减少水害的发

生，同时加强针对积水的及时治理和应急响应。首先，矿井需严格按照防水管理规定，设立完善的排水系统。在矿井的关键位置，如井口及采空区附近，设立水位警戒线，用于实时监测和早期预警水位的变化，确保及时发现和处理水害隐患。对于积水严重的地区，应建立应急水仓和泄流设施，以便在发生水害时快速有效地排水，避免积水进一步蔓延。其次，在施工过程中，施工单位应按照相关防治水要求，定期检查矿井内部的排水系统，确保其畅通无阻，并且对采空区遗留的积水进行专项排查，堵塞可能存在的水源漏洞。这些措施能够最大程度地降低老窑积水问题对矿井安全的影响<sup>[3]</sup>。

### 3.5 顶、底板水防治

顶板积水通常为静止状态，但随着煤矿开采的逐步深入，顶板积水往往会通过工作面裂隙逐渐排出，这会对矿井的稳定性和生产进度产生影响。目前国内煤矿开采中，顶板积水的防治常常采用钻排法。该方法通过先确定积水点的位置，然后钻孔并放水，从而排除积水，减小积水对矿井安全的威胁。此外，排水巷道是解决顶板积水问题的常见手段。在井下排水效果不佳时，排水巷道常与其他排水系统联合使用，以提高排水效果。在排水巷道设计时，需根据矿山具体的地质条件选定合适的巷道方向，并确保排水孔的设置与顶板水流方向一致，从而优化排水效果，防止积水进一步蔓延。相比之下，底板积水的防治相对简单，但仍需高度重视。在采矿过程中，应确保底板隔水层不被破坏，以防止底板水体的渗漏或积聚。通过物探和钻探等技术手段，能够识别底板中可能富水的区域，并采取疏水减压措施，从源头上减轻水害风险。特别是某些底板水体存在于复杂的地层结构中，这些地层容易发生涌水现象。在这种情况下，除了常规的排水减压措施外，还需结合底板灌浆技术，加强底板的防水处理，防止水体渗透并减少突发性水害的发生。

## 4. 结束语

加强水文地质勘查、构建全方位监测预警体系、优化疏干排水系统、研发新型注浆堵水材料以及强化应急管理，是降低矿井水害风险、保障煤矿安全生产的有效途径。未来，随着科学技术的不断进步和煤矿开采条件的日益复杂，矿井水害防治技术将面临更多挑战。因此，需要持续加强相关研究，不断完善防治技术体系，提高防治技术的针对性和有效性。

### [参考文献]

- [1]董志胜.煤矿水文地质特征与矿井水害防治技术质量分析[J].内蒙古煤炭经济, 2023(2): 175-177.
- [2]刘敏.煤矿水文地质特征与矿井水害防治技术质量分析[J].中国石油和化工标准与质量, 2022, 42(16): 114-116.
- [3]王木胜.探析煤矿水文地质特征与矿井水害防治技术[J].内蒙古煤炭经济, 2021(12): 187-188.