

# 矿井水文地质特征及水害防治技术分析

李 旭

内蒙古蒙泰满来梁煤业有限公司 内蒙古 鄂尔多斯 017200

**摘 要：**矿井水文地质特征涵盖含隔水层、地下水动力、充水水源与通道等要素，对水害防治意义重大。防治核心技术包括水文地质勘察，以掌握关键信息；排水系统优化，保障及时排水；堵水防渗，阻断地下水路径。防治技术需综合应用，依据充水特征优化技术组合，强化施工过程管控，确保施工质量，同时根据开采进度和水文地质变化动态调整防治方案，保障矿井安全生产。

**关键词：**矿井水文；地质特征；水害防治；技术分析

引言：矿井水害作为影响矿山安全生产的重大隐患，其防治工作需基于对矿井水文地质特征的精准把握。矿井水文地质涵盖含隔水层发育、地下水动力、充水水源与通道等核心要素，这些要素相互关联、共同作用，决定了矿井水文地质条件的复杂程度。随着开采活动推进，水文地质条件动态变化，给水害防治带来挑战。本文聚焦矿井水文地质特征，深入剖析其核心要素，系统阐述水文地质勘察、排水系统优化、堵水防渗等防治技术，并探讨技术综合应用策略，为科学制定水害防治方案、保障矿井安全生产提供理论支撑。

## 1 矿井水文地质核心特征

矿井水文地质特征作为矿井所在区域地下水与地质环境相互作用结果的集中呈现，是全面认识矿井水文地质条件的关键所在，其核心要素涵盖多个方面。（1）含隔水层发育特征是重要基础。不同矿区含隔水层的岩性、厚度、分布范围及组合关系差异显著。厚而连续的隔水层能有效阻隔地下水渗入矿井，而含水层的富水性、透水性则直接影响矿井涌水量大小。（2）地下水动力特征反映了地下水在含水层中的运动状态，包括流向、流速、水力梯度等。这些参数不仅决定了地下水的补给、径流和排泄条件，还与矿井的充水强度密切相关。在地下水动力活跃的区域，矿井充水风险往往较高。（3）充水水源类型多样，常见的有大气降水、地表水、地下水以及老窑积水等。不同水源的补给方式、水量大小及变化规律各不相同，对矿井的威胁程度也存在差异。（4）充水通道特征决定了地下水进入矿井的途径和方式。断层、裂隙、岩溶溶洞等地质构造，以及采矿活动形成的导水裂隙带、冒落带等，都可能成为地下水涌入矿井的通道。（5）这些核心要素相互关联、相互影响，共同决定了矿井水文地质条件的复杂程度。准确把握矿井水文地质特征，对于科学制定水害防治策略、保障矿井安全生产具有重要意义<sup>[1]</sup>。

## 2 矿井水文地质具体特征分析

### 2.1 含隔水层发育特征

含隔水层作为矿井水文地质条件的基础构成地质体，其各项特性对地下水的储存与运移有着直接且关键的影响。（1）含水层是能够储存并允许地下水透过的岩层。在矿井开采进程中，常见含水层类型多样。松散岩类含水层多由砂、砾石等松散沉积物堆积而成，其孔隙度大、透水性良好，当地下水埋藏较浅时，极易对浅部开采工作面构成威胁。碎屑岩类含水层以砂岩、砂砾岩等为主，其透水性受孔隙发育程度以及裂隙发育状况的双重控制，不同区域间差异明显。碳酸盐岩类含水层，如石灰岩、白云岩等，因岩溶作用发育，易形成强透水区域，是引发大规模矿井水害的重要潜在隐患来源。（2）隔水层则是指难以容纳或透过地下水的岩层，常见的有黏土、页岩、泥岩等。隔水层能否有效发挥作用，关键在于其完整性和连续性。若隔水层厚度较大、岩性均匀且无断裂破坏，便能切实阻隔上部含水层中的地下水进入开采空间；反之，若隔水层存在裂隙、孔洞，或因构造作用遭到破坏而形成不连续区域，就会丧失隔水功能，成为地下水运移的通道<sup>[2]</sup>。

### 2.2 地下水动力特征

地下水动力特征集中反映在地下水的补给、径流与排泄规律上，这些规律直接决定着地下水的运动方向、速度以及水量大小。（1）地下水补给来源具有多样性。大气降水补给是多数矿井地下水的主要来源，其补给量受多重因素影响，降水强度越大、时长越久，且地表渗透条件良好时，补给量就越大。地表水补给多出现在矿井临近河流、湖泊等水体的区域，当水体水位高于地下水水位，地表水便会借助渗透作用或通过构造通道补给地下水。此外，相邻含水层的越流补给也是地下水补给的一种形式。（2）地下水径流方向受地形、地质构造以

及含水层埋藏条件共同控制。在断层、裂隙等构造发育的区域,地下水的径流速度会大幅加快,且容易形成集中的径流通道。(3)地下水排泄方式分为自然排泄和人工排泄。自然排泄包括通过泉的形式流出以及蒸发等;人工排泄则主要指矿井排水和地下水开采。在矿井开采过程中,人工排泄会打破原有的地下水动力平衡,可能导致周边含水层水位持续下降,严重时甚至会引发地表沉降等一系列地质环境问题。

### 2.3 矿井充水特征

矿井充水特征涵盖充水水源与充水通道两大核心要素,是精准判断水害类型、科学评估危害程度的重要依据。(2)矿井充水水源,即进入矿井开采空间的地下水或地表水来源,主要有老空水、含水层水、地表水及断层水。老空水积存于以往开采形成的采空区、老窑等空间,水量大、水压高,且因长期与煤岩等接触,水质多含硫化物等有害物质,一旦发生突水,往往造成人员伤亡和设备损毁等严重后果。含水层水是矿井充水的常规主要水源,其充水量大小取决于含水层的富水性和透水性,富水性强、透水性好的含水层,对矿井充水威胁大。断层水是地下水经断层通道进入矿井,由于断层破碎带透水性强,断层水突水常具有突发性强、水量大的特征,可能瞬间淹没巷道。(2)充水通道是地下水进入矿井开采空间的路径,包括断层裂隙、采动裂隙、岩层孔隙、溶洞及井筒壁渗漏通道等。断层裂隙,尤其是活动性断层,其破碎带透水性强,易连通不同含水层或地表水与地下水。采动裂隙破坏隔水层完整性,使上部含水层水渗入。岩层孔隙和溶洞作为含水层内地下水运移通道,其发育程度直接影响矿井充水强度。

## 3 矿井水害防治核心技术

### 3.1 水文地质勘察技术

水文地质勘察作为掌握矿井水文地质特征、精准识别水害隐患的基石,其核心任务在于全面查明含水层的分布范围、富水性强弱、地下水动力特征以及充水通道的具体位置等关键信息。(1)常用的勘察技术丰富多样。钻探勘察是直接且有效的手段,通过钻孔取样和原位测试,能够直接获取岩层的岩性特征、含隔水层的厚度以及地下水的实际水位等数据,为准确判断矿井水文地质条件提供第一手资料。物探勘察则借助地球物理方法,像地震勘探、电法勘探、电磁勘探等,利用岩层物理性质的差异,间接推断含水层的分布范围、裂隙的发育区域以及断层的位置等,具有探测范围广、工作效率高的显著优势。抽水试验则通过对钻孔进行抽水操作,测定含水层的渗透系数、涌水量等重要参数,为科学评

估含水层的富水性以及合理制定排水方案提供有力依据。(2)在具体勘察过程中,需紧密结合矿井的开采规划,分区域、分阶段开展精细化的勘察工作。尤其要重点关注开采工作面周边以及构造破碎带等关键区域,确保所获取的勘察数据准确无误且具有高度针对性,从而为制定切实可行的水害防治方案提供坚实的支撑<sup>[3]</sup>。

### 3.2 排水系统优化技术

排水系统作为矿井抵御水害的关键防线,其核心作用在于及时将涌入矿井的地下水排出,为矿井营造安全稳定的开采环境。排水系统优化技术主要涵盖排水系统布局优化、排水设备选型优化以及排水能力核算等重要方面。(1)在排水系统布局上,需依据矿井独特的水文地质特征和开采布局进行科学规划。合理设置排水泵房、水仓及排水管路,保证排水系统能全面覆盖所有开采区域,特别是水害风险相对较高的区域。对于实施多水平开采的矿井,采用分段排水方式十分必要,这能有效减少排水扬程,显著提升排水效率。(2)排水设备选型环节,要紧密结合矿井的最大涌水量和正常涌水量,挑选扬程、流量与之相匹配的水泵设备,并配备充足的备用泵,以便在突发涌水状况下能够迅速响应。同时,优先选用高效、节能的排水设备,有助于降低排水能耗,实现经济效益与环保效益的双赢。(3)排水能力核算方面,要综合考虑含水层补给量、充水强度等多方面因素,确保排水系统的排水能力始终大于矿井最大涌水量,防止因排水不及时而引发水害事故,切实保障矿井安全生产。

### 3.3 堵水防渗技术

堵水防渗技术作为针对矿井充水通道和含水层的关键防治手段,其核心要义在于精准阻断地下水进入矿井的路径,或是有效降低含水层的透水性能,进而减少矿井充水量,保障开采安全。(1)常用的堵水防渗技术丰富多样,主要包括注浆堵水、帷幕注浆以及隔水层加固等。注浆堵水技术,是借助专业设备向充水通道或含水层注入特定注浆材料,像水泥浆、化学浆液等。这些材料在通道内逐渐凝固,形成坚固的隔水屏障,有力阻断地下水的运移。此技术尤其适用于断层裂隙、溶洞等集中充水通道的堵水治理,效果显著。(2)帷幕注浆技术,是在矿井开采区域周边精心构筑连续的注浆帷幕,将开采区域与周边含水层严格隔离开来,从源头上切断地下水的补给途径。该技术对于含水层富水性强、周边水体补给充足的矿井,具有极高的适用性和有效性。(3)隔水层加固技术,则是通过注浆、锚杆支护等科学方式,增强原有隔水层的完整性和承载能力,防止在采

动过程中隔水层破裂，进而形成新的充水通道。此技术常应用于浅部开采或隔水层较薄区域的水害防治工作。

#### 4 矿井水害防治技术的综合应用

##### 4.1 技术组合优化

在矿井水害防治中，需依据矿井具体的充水特征，科学合理地搭配运用不同的防治技术。比如，针对以断层水、溶洞水作为主要充水水源的矿井，首先要运用钻探勘察技术，凭借其直接获取岩层信息的特点，精准定位充水通道的具体位置。随后，采用注浆堵水技术，向通道内注入合适的浆液，待其凝固后形成隔水屏障，有效阻断地下水运移通道。同时，配套安装监测预警技术装备，实时监控地下水的动态变化，以便及时发现问题并采取应对措施。而对于以松散岩类含水层水作为主要充水水源的矿井，可采用帷幕注浆技术，在开采区域周边形成连续的注浆帷幕，将含水层与开采区域隔离开来。再结合排水系统优化技术，合理布局排水设备与管路，提升排水效率。在技术组合过程中，务必充分考虑各技术的适用范围和互补特性，从而实现防治效果的最优化<sup>[4]</sup>。

##### 4.2 施工过程管控

水害防治技术的施工质量对最终防治效果起着决定性作用，故而必须强化施工过程中的质量管控工作。在开展注浆堵水、帷幕注浆等关键施工环节时，要严格控制注浆材料的配比精度，精确控制注浆压力的大小以及注浆量的多少等关键参数。只有如此，才能保证注浆后所形成的隔水屏障具备连续性与完整性，切实发挥阻断地下水的作用。在排水系统施工期间，要确保排水管路连接紧密且牢固，水仓容量符合设计标准要求，排水设备的安装严格遵循规范流程，以此保障排水系统能够长期稳定运行。此外，还需加强施工过程中的现场监测力度，安排专业人员实时跟踪施工状况，及时发现并妥善处理施工过程中出现的各类问题，防止因施工质量不达标而致使水害防治措施失效。

##### 4.3 动态防治调整

在矿井开采作业推进期间，岩层所承受的应力状态

会持续改变，这一变化可能引发新的充水通道出现。与此同时，地下水原有的动力平衡也会被打破，进而导致水文地质条件产生动态变化。鉴于此，矿井水害防治工作必须具备动态调整的灵活性与适应性。要依据开采的实际进度以及水文地质条件的实时变化，及时开展补充性的勘察工作，精准更新相关水文地质数据，为防治决策提供可靠依据。在此基础上，对既有的防治技术和方案进行科学合理的优化调整。例如，在采掘工作面不断向前推进的过程中，一旦发现新的裂隙发育区域，应迅速采用注浆加固技术对该区域进行处理，同时加大对该区域的监测频次与力度，通过全方位、精细化的管控，确保矿井水害风险始终处于可控范围之内，保障矿井安全生产<sup>[5]</sup>。

#### 结束语

矿井水文地质条件复杂多变，其核心特征深刻影响着水害的发生与发展。从含隔水层发育到地下水动力特征，再到矿井充水特征，每一环节都关乎水害防治的成效。而水害防治核心技术，如水文地质勘察、排水系统优化、堵水防渗等，为应对水害提供了有力支撑。在综合应用中，技术组合优化、施工过程管控以及动态防治调整等措施，确保了防治工作的科学性与有效性。未来，随着矿井开采的不断深入，我们需持续加强研究与实践，不断提升水害防治水平，以更加精准、高效的手段保障矿井安全生产，推动矿业行业的可持续发展。

#### 参考文献

- [1]王池.探析煤矿水文地质特征与水害防治技术[J].矿业装备,2024,(09):70-72.
- [2]刘玉萍.矿山水文地质特征与防治水措施[J].中国金属通报,2024,(08):207-209.
- [3]李晓伟.水文地质对煤矿防治水工作的价值分析[J].当代化工研究,2021(7):42-43.
- [4]王曙光.水文地质对煤矿防治水工作的重要性[J].中国石油和化工标准与质量,2021,41(7):128-129.
- [5]解少贤.矿山恢复治理中水文地质条件的影响分析[J].世界有色金属,2023(5):127-129.