

煤矿水文地质条件综合探测及防治水研究

刘建平

国能神东煤炭榆家梁煤矿，陕西榆林，719316；

摘要：煤矿水文地质条件复杂多变，对矿井安全构成严重威胁。本文探讨了煤矿水文地质条件的综合探测方法，包括地质调查、地球物理勘探、水文地质钻探等，并深入分析了防治水策略，如疏水降压、注浆堵水、建立防水隔离煤柱等。通过综合运用多种探测手段，结合科学的防治水措施，可有效保障煤矿安全生产，提高资源开采效率。

关键词：煤矿水文地质；综合探测；防治水；安全生产

DOI：10.69979/3060-8767.25.03.034

引言

煤矿作为我国重要的能源来源，其安全生产一直是行业关注的重点。煤矿水文地质条件是影响矿井安全的重要因素之一，复杂的水文地质环境可能引发突水、涌水等灾害，严重威胁矿井生产和人员安全。因此，对煤矿水文地质条件进行综合探测，并采取相应的防治水措施，对于保障煤矿安全生产具有重要意义。

1 煤矿水文地质条件概述

1.1 煤矿水文地质条件特点

煤矿水文地质条件具有复杂性和多样性。一方面，不同地区的煤矿受地质构造、岩性、气候等多种因素影响，其水文地质条件存在显著差异；另一方面，随着煤矿开采深度的增加，水文地质条件也会发生变化，如地下水压力增大、含水层之间的水力联系更加复杂等。这些特点使得煤矿水文地质条件的探测和防治水工作面临较大挑战。

1.2 煤矿水文地质条件对安全生产的影响

煤矿水文地质条件对安全生产的影响主要体现在以下几个方面：一是突水灾害，当采掘活动接近或揭露含水层时，可能引发突水事故，造成人员伤亡和财产损失；二是矿井涌水，大量涌水会淹没巷道和工作面，影响矿井正常生产；三是地下水对矿井设备的腐蚀，长期浸泡在地下水中的矿井设备容易发生腐蚀，缩短使用寿命。

2 煤矿水文地质条件综合探测方法

2.1 地质调查

地质调查是煤矿水文地质条件综合探测的基础工作。通过收集和分析矿区及周边的地质资料，包括地层、构造、岩性、水文地质条件等，可以初步了解矿区的水

文地质概况。同时，结合矿井生产实际，对矿井涌水点、积水区等进行实地调查，进一步掌握矿井水文地质条件的动态变化。

2.2 地球物理勘探

地球物理勘探是煤矿水文地质条件综合探测的重要手段之一。常用的地球物理勘探方法包括重力勘探、磁法勘探、电法勘探和地震勘探等。

2.2.1 重力勘探

重力勘探是通过测量地球重力场的变化，了解地下不同密度物质的分布情况。在煤矿水文地质勘探中，重力勘探可以帮助确定地下水位、地下水储备和水文地质结构。例如，当地下水富集时，由于水的密度小于岩石，会引起局部重力异常，通过重力勘探可以探测到这种异常，进而推断地下水的分布情况。

2.2.2 磁法勘探

磁法勘探是通过测量地球磁场的变化，了解地下物质的磁性特征及分布情况。在煤矿水文地质勘探中，磁法勘探主要用于探测地下水的磁性特征、水文地质结构及岩石矿物的磁性特征。虽然水的磁性较弱，但地下水与周围岩石的磁性差异仍可被磁法勘探所探测到，从而间接了解地下水的分布情况。

2.2.3 电法勘探

电法勘探是利用电场对地下物质的导电性、储水性、分布情况进行探测。在煤矿水文地质勘探中，电法勘探可以探测地下水位、水体变化、水文地质结构及储水性质。常用的电法勘探方法包括电阻率法、激发极化法等。电阻率法通过测量地下岩石和水的电阻率差异来探测地下水的分布情况；激发极化法则通过测量地下水在电场作用下的极化特性来探测地下水的存在和分布情况。

2.2.4 地震勘探

地震勘探是通过测量地震波在地下物质中的传播特性,了解地层、岩体结构及物质性质分布的方法。在煤矿水文地质勘探中,地震勘探可以用于探测地下空洞、断层、地下水分布情况。地震波在传播过程中遇到不同介质界面时会发生反射、折射和透射等现象,通过分析这些现象可以推断地下物质的性质和分布情况。

2.3 水文地质钻探

水文地质钻探是煤矿水文地质条件综合探测的直接手段。通过钻探可以获取地下含水层的水位、水质、水量等参数,以及含水层的岩性、厚度、结构等信息。水文地质钻探还可以进行抽水试验、注水试验等专门水文地质试验,以进一步了解含水层的水文地质特性。

2.3.1 钻探布置原则

在进行水文地质钻探时,应根据矿区的具体情况和勘探目的合理布置钻探孔位。一般来说,钻探孔位应覆盖矿区的主要含水层(段),并尽量构成对勘探区地质与水文地质有效控制的剖面。同时,还应考虑钻探孔的深度和角度,以确保能够准确探测到目标含水层。

2.3.2 钻探施工要点

在水文地质钻探施工过程中,应严格按照钻探操作规程进行作业。首先,要做好钻探设备的检查和维护工作,确保设备正常运转;其次,要合理选择钻进方法和钻进参数,以提高钻进效率和钻探质量;最后,要做好钻探过程中的观测和记录工作,包括钻孔水位、水温、水质等参数的观测和记录,以及岩芯的采集和描述等。

3 煤矿防治水策略

3.1 疏水降压

3.1.1 疏水降压的原理

疏水降压基于地下水动力学原理,是煤矿防治水的重要策略之一。在煤矿开采过程中,地下水对采掘活动构成严重威胁,而疏水降压能有效降低这种风险。当含水层中的地下水被疏放后,地下水压力会显著降低。从物理原理上看,地下水压力的降低改变了地下水对矿井围岩和采掘工作面的作用力,从而减少了地下水突涌的可能性。同时,疏水降压还会改变地下水的流动方向。原本可能向矿井涌水的地下水,在疏水作用下会向疏放孔流动,这样就减少了向矿井涌水的量。这种流动方向的改变是基于地下水在压力差作用下的自然流动特性,通过合理设置疏放孔,可以引导地下水流向指定区域,从而降低矿井涌水风险,保障煤矿开采的安全进行。

3.1.2 疏水降压的实施方法

疏水降压主要有地面和井下两种实施方法。地面疏水降压通过在地面布置疏水钻孔或疏水巷道来实现。地

面作业具有施工条件相对较好、便于大型设备使用的优势。疏水钻孔可以直接穿透含水层,将地下水疏放到地面,而疏水巷道则可以在更大范围内收集地下水。井下疏水降压是在井下布置疏水钻孔或疏水巷道,将地下水疏放到井下排水系统。井下作业需要考虑巷道的稳定性和排水系统的承载能力。在实施疏水降压时,必须根据矿区的具体情况和含水层的水文地质特性来选择合适的方法。不同的矿区,其地质构造、含水层分布和富水性等存在差异,只有因地制宜地选择疏水降压方法,才能达到良好的防治水效果。

3.2 注浆堵水

3.2.1 注浆堵水的原理

注浆堵水利用浆液的凝固和固化特性来封堵含水层或导水通道。当浆液被注入含水层或导水通道后,会在其中发生一系列物理和化学变化。从物理角度来看,浆液会在压力作用下扩散到含水层或导水通道的各个角落,填充其中的空隙。随着浆液中水分的逐渐排出,固体颗粒相互凝聚,形成具有一定强度的结构体。从化学角度而言,某些注浆材料会发生化学反应,生成不溶于水的固化物。这些固化物与物理凝聚的结构体共同形成具有一定强度和隔水性能的堵水帷幕。

3.2.2 注浆堵水的实施方法

注浆堵水有地面和井下两种实施方式。地面注浆堵水通过在地面布置注浆钻孔,将浆液注入含水层或导水通道。地面注浆可以利用较大的注浆压力和流量,适用于处理深度较大、范围较广的含水层或导水通道。井下注浆堵水则是在井下布置注浆钻孔或注浆巷道进行注浆。井下注浆可以更直接地作用于目标区域,但需要考虑井下的作业环境和空间限制。在实施注浆堵水时,要根据矿区的具体情况和含水层的水文地质特性选择合适的注浆材料和注浆参数。不同的注浆材料具有不同的性能和适用范围,注浆参数如注浆压力、流量和浆液配比等也会影响注浆效果。

3.3 建立防水隔离煤柱

3.3.1 防水隔离煤柱的留设原则

防水隔离煤柱的留设需要遵循多方面原则。首先,煤柱宽度的确定是关键。它要综合考虑相邻矿井的地质构造,如断层、褶皱等的发育情况;水文地质条件,包括含水层的分布、富水性和导水性等;煤层赋存条件,如煤层的厚度、倾角和稳定性;围岩性质,如岩石的强度、透水性等;开采方法,不同的开采方法对煤柱的稳定性影响不同;以及岩层移动规律,预测开采后岩层的变形和移动情况。其次,煤柱的留设位置应选择在矿井

与含水层或积水区之间的水力联系最弱的位置,这样可以最大程度地减少地下水对矿井的影响。最后,煤柱的留设要考虑到矿井的长期发展规划,避免因后续开采活动破坏煤柱的完整性,确保煤柱在整个矿井生产周期内都能有效发挥防水隔离作用。

3.3.2 防水隔离煤柱的管理和维护

防水隔离煤柱的管理和维护对其有效发挥作用至关重要。一方面,要定期对防水隔离煤柱进行观测和检查。通过专业的监测设备和方法,及时发现煤柱中的裂隙、破碎带等问题。裂隙和破碎带的出现会降低煤柱的强度和隔水性能,一旦发现必须及时处理。可以采用注浆加固等方法对裂隙和破碎带进行修复,恢复煤柱的完整性。另一方面,要加强对防水隔离煤柱的保护。避免在煤柱附近进行采掘活动或布置其他工程设施,因为这些活动可能会对煤柱造成破坏,影响其隔水性能。

4 煤矿水文地质条件综合探测与防治水工作的结合

4.1 综合探测为防治水工作提供依据

煤矿水文地质条件的综合探测工作是防治水工作的基石,为其提供科学依据至关重要。地质调查能够从宏观层面了解矿区的地质构造、地层分布以及周边水文环境,为后续探测指明方向。地球物理勘探则利用物理方法,如重力、磁法、电法和地震勘探等,对地下含水层的分布、厚度、富水性以及导水通道等进行详细探测,这些物理特性的差异为准确判断水文地质条件提供了数据支持。水文地质钻探则是直接获取地下含水层信息的手段,通过钻孔可以获取水位、水质、水量等关键参数。全面了解这些信息后,就能清晰掌握矿区的水文地质全貌,包括含水层之间的水力联系。基于这些科学依据,防治水工作才能制定出针对性强、科学合理的措施,如确定合理的疏水降压区域、选择合适的注浆堵水位置 and 材料、精准留设防水隔离煤柱等,从而提高防治水工作的有效性和可靠性。

4.2 防治水工作验证综合探测成果

防治水工作的实施效果是检验综合探测成果准确性的重要途径。在实施疏水降压措施后,观察矿井涌水量和水压的变化情况,如果涌水量明显减少、水压降低,说明对含水层的分布和水力联系等探测成果较为准确,疏水降压措施起到了预期作用。注浆堵水措施实施后,若矿井涌水得到有效控制,表明对导水通道的探测和注浆材料、参数的选择是合理的。建立防水隔离煤柱后,若矿井未出现因地下水突涌导致的安全事故,说明煤柱的留设位置和宽度等符合实际情况。反之,如果防治水

措施效果不佳,如涌水量未减少、水压未降低或仍出现突水事故等,就需要重新审视综合探测成果,分析可能存在的误差和遗漏,进一步调整和完善综合探测方法,以提高探测成果的准确性,为后续防治水工作提供更可靠的依据。

4.3 综合探测与防治水工作的动态调整

煤矿水文地质条件和矿井生产情况处于动态变化之中,这决定了综合探测与防治水工作必须进行动态调整。在矿井生产过程中,随着开采深度的增加、开采范围的扩大以及地质构造的变动,水文地质条件会发生变化,如含水层的水位、水质、水量可能发生改变,导水通道也可能出现新的情况。因此,需要定期对水文地质条件进行复测和补充勘探,及时更新水文地质资料,确保防治水工作依据的信息是最新的、准确的。同时,根据矿井生产实际情况和防治水效果,对防治水措施进行优化和调整。例如,当发现原有的疏水降压措施效果不佳时,可能需要调整疏水钻孔的位置或增加钻孔数量;当注浆堵水出现局部失效时,要分析原因并重新选择注浆材料或参数;当防水隔离煤柱受到开采活动影响时,要及时采取措施进行加固或调整煤柱范围。

5 结语

煤矿水文地质条件的综合探测及防治水研究是保障煤矿安全生产的重要工作。通过综合运用地质调查、地球物理勘探和水文地质钻探等多种探测手段,可以全面了解矿区的水文地质条件;在此基础上,采取疏水降压、注浆堵水、建立防水隔离煤柱等防治水措施,可以有效降低矿井突水灾害的发生风险。同时,综合探测与防治水工作还需要进行动态调整和优化,以适应煤矿水文地质条件和矿井生产情况的动态变化。通过不断加强煤矿水文地质条件的综合探测及防治水研究,可以为煤矿的安全生产提供有力保障。

参考文献

- [1] 综合物探方法在景福煤矿底板水探测中的实践应用[J]. 段建军. 煤, 2024(06)
- [2] 综合物探方法在煤矿老空水及其涌出通道探测中的应用研究[J]. 卢向星; 孙旭; 李仁杰. 山东煤炭科技, 2023(10)
- [3] 综合物探在煤矿深部开采与灾害防治中的应用[J]. 葛鹏. 内蒙古煤炭经济, 2023(18)
- [4] 综合物探方法在探测煤矿采空区上部覆岩结构上的应用——以宁东灵武矿区为例[J]. 杨斌; 仵阳. 科技创新与应用, 2023(13)