

新时期煤矿水文地质和防治水措施研究

贺 进

华亭黄庄煤矿有限责任公司 甘肃 平凉 744100

摘 要：新时期煤矿开采面临复杂水文地质条件挑战，其核心特征表现为水文地质条件复杂、地下水类型多样且赋存规律复杂、动态变化显著。为应对这些挑战，煤矿水文地质勘察技术不断创新，涵盖三维地质勘探、流量测井、钻孔透视与射线探测、综合物探技术集成及动态监测与大数据分析等。然而，当前煤矿防治水仍存在勘察精度不足、监测预警滞后、防治措施落实到位及应急管理薄弱等问题。本文通过分析新时期煤矿水文地质特征与勘察技术，提出强化技术支撑、完善监测预警、落实防治措施及提升应急能力等对策，以为煤矿安全生产提供有力保障。

关键词：新时期煤矿；水文地质；防治水措施

引言：随着我国煤炭工业的持续发展，煤矿开采深度与规模不断扩大，水文地质条件愈发复杂，水害事故频发，严重威胁煤矿安全生产。新时期煤矿水文地质研究不仅需揭示其复杂的地质结构与地下水赋存规律，还需掌握其动态变化特征，以指导防治水工作。当前，尽管煤矿水文地质勘察技术取得显著进步，但仍存在诸多不足，如勘察精度不够、监测预警体系不完善等，导致防治水措施难以有效落实。因此，深入研究新时期煤矿水文地质特征，探索高效防治水措施，对于保障煤矿安全生产、促进煤炭工业可持续发展具有重要意义。

1 新时期煤矿水文地质核心特征

1.1 水文地质条件复杂性凸显

新时期煤矿开采深度不断延伸，所面临的水文地质条件愈发复杂。地层岩性多变，不同岩层的透水性、富水性差异显著，既有透水性强的砂岩、砾岩层，又有隔水性能良好的泥岩、页岩层，相互交错分布。地质构造也极为复杂，断层、褶皱、裂隙等构造发育，这些构造不仅破坏了岩层的完整性，还成为地下水运移和富集的通道与场所。此外，不同区域的地质历史演化过程不同，导致水文地质条件的区域差异明显，使得煤矿水文地质条件呈现出高度的复杂性和不确定性，给煤矿防治水工作带来了巨大挑战。

1.2 地下水类型与赋存规律

新时期煤矿地下水类型丰富多样，常见的有孔隙水、裂隙水和岩溶水。孔隙水主要赋存于松散沉积物孔隙中，其分布受沉积物颗粒大小、分选性及埋藏条件影响；裂隙水存在于岩石裂隙中，裂隙的发育程度、连通性决定着裂隙水的富水性与运动特征；岩溶水则赋存于可溶性岩石的溶蚀裂隙和溶洞中，具有分布不均、水量大、水动力条件复杂等特点。不同类型地下水在煤矿中

的赋存空间、补给来源、径流途径和排泄方式各异，且相互之间可能存在水力联系，准确掌握其赋存规律是煤矿防治水的关键基础。

1.3 水文地质动态变化特征

新时期煤矿水文地质处于动态变化之中，受多种因素影响。自然因素方面，季节性降水变化会引起地下水位的波动，丰水期地下水位上升，可能增加煤矿突水风险；气候变化导致的长期降水模式改变，也会影响地下水的补给与排泄平衡。人为因素方面，煤矿开采活动会打破原有的水文地质平衡状态，采掘工作使岩层应力重新分布，产生新的裂隙，改变地下水的运移通道；排水降压等防治水措施的实施，会促使地下水向降压区流动，导致地下水动态场发生变化。这种动态变化特征要求煤矿防治水工作必须实时监测、动态调整策略^[1]。

2 新时期煤矿水文地质勘察技术

2.1 三维地质勘探技术

三维地质勘探技术在新时期煤矿水文地质勘察中发挥着关键作用。它借助先进的地球物理探测设备与软件，构建出精准的三维地质模型，直观呈现地下地质结构的复杂形态。该技术通过多道地震勘探、高密度电阻率法等手段，获取丰富的地下地质信息，包括地层岩性、地质构造、断层分布等。在数据处理阶段，运用专业的三维建模软件，将采集的数据转化为可视化的三维模型，使地质人员能够清晰观察地下地质体的空间位置、形状和相互关系。三维地质勘探技术不仅能准确识别含水层的分布范围、厚度和富水性，还能精确确定导水通道的位置，如断层、裂隙等。这为煤矿防治水工作提供了详细的地质依据，有助于提前制定科学合理的防治措施，降低水害发生的风险，保障煤矿开采的安全与高效进行。

2.2 流量测井技术

流量测井技术是煤矿水文地质勘察中用于测定地下水流动状态的重要手段。它通过在钻孔中下入专门的流量测井仪器,测量不同深度处地下水的流量、流速和流向等参数。该技术基于热脉冲、电磁感应等原理,能够精确获取地下水的动态信息。流量测井可以确定含水层的渗透性能,了解地下水的补给、径流和排泄条件。在煤矿开采过程中,通过流量测井可以监测采动影响下地下水的变化情况,及时发现潜在的突水隐患。同时,结合其他水文地质资料,流量测井还能为煤矿排水系统的设计和优化提供依据,合理确定排水能力和排水路线。此外,流量测井技术具有操作简便、测量精度高、实时性强等优点,能够为煤矿水文地质勘察和防治水工作提供及时、准确的数据支持。

2.3 钻孔透视与射线探测技术

钻孔透视与射线探测技术为煤矿水文地质勘察提供了独特的视角。钻孔透视技术利用电磁波或声波在地下介质中的传播特性,通过在钻孔中发射和接收信号,探测钻孔周围地质体的结构和性质。它能够清晰呈现钻孔周围一定范围内的地质构造,如岩层界面、裂隙发育情况等,帮助地质人员了解地下地质体的三维分布。射线探测技术则主要包括伽马射线、中子射线等,通过测量射线在地下介质中的衰减情况,推断地质体的岩性、密度和含水性等信息。这两种技术相结合,可以更全面地获取钻孔周边的水文地质信息,准确识别含水层和导水通道。在煤矿防治水中,钻孔透视与射线探测技术有助于提前发现潜在的水害威胁,为采取针对性的防治措施提供科学依据,保障煤矿开采的安全进行。

2.4 综合物探技术集成

综合物探技术集成是新时期煤矿水文地质勘察的重要发展方向。它综合运用多种地球物理勘探方法,如地震勘探、电法勘探、磁法勘探、重力勘探等,充分发挥各方法的优势,实现优势互补。不同的物探方法对不同的地质体和物理场具有不同的响应特征,通过综合应用多种方法,可以获取更全面、准确的地质信息。例如,地震勘探在探测地质构造方面具有优势,电法勘探对含水层的识别效果较好,将两者结合可以更准确地确定含水层与地质构造的关系。在数据处理和解释阶段,采用先进的信息融合技术和地质建模方法,将各种物探数据进行整合分析,构建更精确的地质模型。综合物探技术集成能够提高水文地质勘察的精度和可靠性,为煤矿防治水工作提供更科学、全面的地质依据,有效降低水害风险^[2]。

3 新时期煤矿防治水存在的问题

3.1 水文地质勘察精度不足

当前新时期煤矿水文地质勘察中,精度不足问题较为突出。在勘察手段上,部分传统方法对复杂地质结构探测能力有限,难以精准获取地下含水层分布、厚度及富水性等关键信息。数据采集过程中,受设备精度、操作规范等因素影响,数据存在一定误差,影响对水文地质条件的准确判断。而且,勘察范围有时未能全面覆盖煤矿开采区域及周边影响范围,遗漏部分关键地段,导致对整体水文地质情况把握不准确,为后续防治水工作埋下隐患,增加了煤矿突水等水害事故发生的风险。

3.2 监测预警体系滞后

新时期煤矿现有的监测预警体系存在明显滞后性。监测设备方面,部分设备老化,精度下降,不能及时准确地捕捉水文地质参数的细微变化,如地下水位、水压等关键指标的监测数据可能出现延迟或偏差。预警机制上,信息传递流程繁琐,从数据采集到分析再到发出预警,中间环节过多,导致预警信息不能迅速传达至相关人员。同时,预警标准不够科学合理,对一些潜在水害风险的预警不够灵敏,无法在灾害发生前及时发出有效预警,使得煤矿难以提前采取防范措施。

3.3 防治措施落实不到位

在新时期煤矿防治水工作中,防治措施落实不到位的情况屡见不鲜。一方面,部分煤矿对防治水工作重视程度不够,在资金投入上不足,导致防治水设施建设不完善,如排水系统能力不足、防水闸门质量不达标等。另一方面,在防治水措施执行过程中,存在打折扣现象。例如,未按设计要求进行探放水作业,探放水钻孔的深度、角度、数量等不符合规定;对已查明的导水裂隙等隐患,未及时采取有效的封堵或加固措施,使得防治水措施无法发挥应有的作用,无法有效阻断水害路径。

3.4 应急管理能力薄弱

新时期煤矿应急管理能力薄弱体现在多个方面。应急预案方面,部分煤矿的应急预案缺乏针对性和可操作性,没有根据煤矿自身的水文地质条件和实际开采情况制定详细的应急流程和措施,在突发水害时难以有效指导救援工作。应急救援队伍上,专业人员数量不足,且缺乏定期的专业培训和实战演练,救援技能和应急反应能力有待提高。应急物资储备方面,物资种类不全、数量不足,且缺乏有效的管理和维护,在紧急情况下可能无法及时调配到所需物资,影响救援效率和效果,导致灾害损失扩大^[3]。

4 新时期煤矿防治水的相关措施

4.1 强化技术支撑，提升勘察精度

新时期煤矿防治水，强化技术支撑是基础。积极引入先进的三维地震勘探技术，凭借其高分辨率成像，能精准呈现地下复杂地质构造，清晰定位含水层位置与范围。高精度电法勘探可有效探测地下低阻体，辅助判断地下水赋存情况。同时，利用先进的钻探技术，提高钻孔质量与取芯率，获取更准确地质资料。结合地理信息系统（GIS）与大数据分析，对勘察数据深度挖掘整合，构建三维可视化水文地质模型，直观展示地下地质结构与水文特征。此外，加强与科研机构合作，开展技术攻关与创新，研发适合煤矿复杂地质条件的勘察设备与方法。定期组织勘察人员培训与交流，提升技术水平，确保勘察工作科学、精准、高效，为防治水提供可靠地质依据。

4.2 完善监测预警，实现风险可控

完善监测预警体系对煤矿水害风险管控意义重大。构建全方位、多层次监测网络，在煤矿关键区域合理布置水位、水压、水质、雨量等监测传感器，实时采集数据。借助物联网技术，实现数据自动传输与远程监控，确保信息及时准确传递。建立科学预警模型与标准，综合考虑地质条件、开采阶段等因素设定预警阈值。数据超阈值时，系统自动预警并通过多种方式通知人员。加强数据动态分析与研判，结合地质预报和开采计划，提前预测水害趋势。定期维护校准监测设备，保证正常运行。通过完善体系，及时发现隐患，提前防范，将水害风险控制在可接受范围。

4.3 落实防治措施，阻断水害路径

落实防治措施是阻断煤矿水害路径的关键。依据详细水文地质勘察报告，制定针对性防治水方案。严格执行“有疑必探、先探后掘”原则，采用超前探放水技术，按设计布置钻孔，探清前方水文地质情况。对导水裂隙、断层等构造，用注浆加固方法，选合适材料和工艺填充裂隙，增强岩体强度，阻断地下水通道。加强煤矿排水系统建设，合理规划排水路线，优化设备选型布局，提高排水能力。做好防水闸门、密闭等防水设施施

工与维护，保证密封性能。采掘过程中加强现场管理，监督措施执行，确保各项措施落实到位，有效阻断水害路径，保障安全生产。

4.4 提升应急能力，减少灾害损失

提升应急能力可有效减少煤矿水害灾害损失。制定完善、科学、实用应急预案，明确应急组织、职责分工、响应流程和救援措施等内容，针对不同水害类型制定专项处置方案。组建专业应急救援队伍，配备充足人员，定期组织培训和演练，提高应急处置与协同作战能力。加强应急物资储备与管理，建立台账，定期检查维护更新，确保物资充足可靠，灾害时能及时调配。与周边专业救援力量建立联动机制，实现资源共享。开展应急知识宣传教育，提高职工应急意识和自救互救能力，灾害发生时能迅速正确应对，最大限度减少人员伤亡和财产损失，降低灾害对生产的影响^[4]。

结束语

新时期煤矿水文地质与防治水工作面临着更为复杂多变的挑战，但也迎来了技术革新与理念进步带来的新机遇。通过对煤矿水文地质条件的深入勘察与精准分析，我们能够更清晰地把握地下水的分布与运动规律。而一系列科学有效的防治水措施，从技术支撑、监测预警到应急处理，形成了一套完整的防控体系。未来，我们需持续探索创新，不断优化技术与措施，加强多学科融合与协同合作，提升煤矿防治水的智能化、精准化水平，为煤矿安全生产筑牢坚实防线，推动煤炭行业在安全高效的发展道路上稳步前行。

参考文献

- [1]周少明.煤矿水文地质类型分析及水害防治简述[J].内蒙古煤炭经济,2023(17):187-189
- [2]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(07):42-43
- [3]仝增刚,宋洪柱,刘慧.库车县金沟煤矿水文地质条件及防治水措施分析[J].煤炭与化工,2022,40(1):132-135.
- [4]许晶晶.井工煤矿水害类型及其防治措施[J].华北自然资源,2022(05):145-148.