

煤矿地质构造探测技术在防治水中的应用研究

梁斌辉

华亭煤业集团有限责任公司砚北煤矿 甘肃 平凉 744100

摘 要：煤矿地质构造探测技术在防治水中的应用研究，不仅涉及地质学、水文学、工程学等多学科的交叉融合，还需要结合煤矿具体的地质条件和水文地质环境，进行细致而深入分析和论证。科学合理的探测手段，可以准确识别煤矿的地质构造特征和水文地质条件，为制定有效的防治水措施提供科学依据，从而显著降低水害事故的发生率，提高煤矿的安全生产水平。

关键词：煤矿地质构造；探测技术；防治水中的应用

引言：煤矿地质构造对于煤矿的安全生产和高效开采具有至关重要的影响。准确探测地质构造的形态、位置和特征，能够为煤矿开采提供可靠的地质依据，有效预防瓦斯突出、顶板垮落、突水等事故的发生，同时提高煤炭资源的回收率。随着科学技术的不断发展，煤矿地质构造探测技术也日益多样化和精准化，为煤矿行业的可持续发展提供了有力支撑。

1 煤矿地质构造探测技术

1.1 地震勘探技术

地震勘探是一种广泛应用于煤矿地质构造探测的地球物理方法。其原理是利用人工激发的地震波在地下介质中的传播特性，通过接收和分析反射波、折射波等信号来推断地质构造的情况。

事实上，通过在地面或井下布置震源和检波器，激发地震波并记录其传播过程中的各种信息。经过数据处理和解释，可以获得地下岩层的分层结构、断层、褶皱等构造的位置和形态。如，三维地震勘探技术能够提供更加详细准确的地下地质构造图像，对于复杂地质条件下的煤矿开采具有重要意义。它可以清晰地揭示小型断层、陷落柱等地质异常体的分布，帮助煤矿企业提前制定合理的开采方案，避免开采过程中的地质灾害风险。

1.2 瞬变电磁法

瞬变电磁法是基于电磁感应原理的一种探测技术。它向地下发送脉冲式的电磁场，当电磁场在地下传播遇到不同电性的地质体时，会产生感应电动势，从而在接收线圈中产生二次感应电磁场^[1]。通过测量和分析二次场的变化特征，可以推断地下地质构造和电性分布情况。

在煤矿地质构造探测中，瞬变电磁法对于探测含水构造、岩溶洞穴等具有独特的优势。由于水的导电性较好，与周围岩石存在明显的电性差异，因此该方法能够有效地识别出潜在的水害隐患。例如，在一些煤矿的采

区巷道布置前，利用瞬变电磁法进行超前探测，可提前发现前方是否存在含水断层或裂隙带，为采取相应的防治水措施提供依据，保障煤矿开采的安全。

1.3 地质雷达技术

地质雷达利用高频电磁波在地下介质中的传播特性来探测地质构造。发射天线向地下发射高频电磁波，电磁波在遇到不同介质的界面时会发生反射，接收天线接收反射回来的电磁波信号，并根据信号的传播时间、振幅、频率等参数来推断地下地质构造的情况。

值得肯定的是，地质雷达具有分辨率高、操作简便、探测速度快等优点，适用于浅层地质构造的精细探测。在煤矿井下，可以用于探测巷道围岩的裂隙发育情况、煤层厚度变化、小断层等构造。如，在巷道掘进过程中，使用地质雷达对前方煤层进行探测，可以实时了解煤层的厚度和结构变化，及时调整掘进参数，最大程度上确保巷道的顺利掘进和煤炭资源的高效回收。

1.4 钻探技术

钻探技术是一种直接获取地下地质信息的方法。在预定位置钻孔，取出岩芯进行分析，可直观地了解地层的岩性、构造、煤层厚度及顶底板情况等。

钻探技术虽然相对较为传统，但在一些情况下仍然是不可或缺的。比如，对于一些通过地球物理方法探测到的疑似地质构造异常区，需利用钻探进行验证和详细了解其特征。另外，对于煤矿开采过程而言，为确定煤层的赋存状态和地质构造的具体情况，也会布置一定数量的钻孔进行探测。而且，随着钻探技术的不断发展，如定向钻探技术的应用，能够在复杂地质条件下实现对特定目标的精确钻探，有效提高钻探的效率和准确性，为煤矿地质构造的探测提供了更可靠的手段。

1.5 综合探测技术的应用

由于煤矿地质构造的复杂性，单一的探测技术往往

存在一定的局限性,因此综合运用多种探测技术已成为趋势。如,将地震勘探与瞬变电磁法相结合,能够同时获取地下地质构造的形态和含水性信息,更全面地了解地质情况;地质雷达与钻探技术配合使用,能够在钻孔前利用地质雷达进行初步探测,确定钻孔位置和方向,提高钻探的成功率和效果。

2 煤矿地质构造探测技术在防治水中的应用问题

2.1 探测技术不够先进

目前,虽然我国已经拥有了一些先进的地质探测技术,如遥感技术、地球物理探测等,但在煤矿地质构造探测方面,这些技术的应用还不够广泛和深入。部分煤矿仍采用传统的探测方法,如钻探、坑探等,这些方法不仅效率低下,而且精度有限,难以满足复杂地质条件下的探测需求。

2.2 数据集成与分析能力不足

煤矿地质构造探测涉及多种数据来源,包括地质勘探数据、水文地质数据、遥感数据等。问题是目前这些数据往往分散在不同的部门或系统中,缺乏有效的集成与分析平台^[2]。这导致在防治水工作中,难以形成全面、准确的数据支持,影响了防治决策的科学性和有效性。

2.3 人才短缺与技术更新滞后

煤矿地质构造探测技术要求较高,需要具备专业知识和丰富经验的探测人员。但是我国煤矿行业在这一领域的人才储备相对不足。另一方面,随着科技的不断进步,探测技术也在不断发展更新,但部分煤矿企业由于资金、观念等方面的原因,未能及时引进新技术、新设备,导致技术更新滞后。

2.4 探测与防治脱节

在实际工作中,煤矿地质构造探测与防治水工作往往存在脱节现象。探测工作主要集中在地质构造的了解上,而防治工作则更侧重于具体的防水措施。脱节无疑会导致探测成果难以直接应用于防治工作中,降低了防治效果。

2.5 环境干扰与安全隐患

煤矿地质构造探测工作通常在复杂、恶劣的环境中进行,如地下深处、高温高压等。这些环境不仅对探测设备提出更高要求,还给探测人员带来一定的安全隐患。再加上,探测过程中可能产生的噪音、震动等也会对周边环境造成一定干扰。

3 煤矿地质构造探测技术在防治水中的应用策略

3.1 综合运用多种探测技术,提升探测精度

煤矿地质构造探测技术多种多样,涵盖了钻探技术、物探技术、遥感技术等多个领域,每种技术都有其

独特的优势和适用范围。技术实施过程中,应依据具体的地质条件和水文地质状况,巧妙地将这些技术进行有机整合,从而获取全面且精确的地质信息。

钻探技术作为一种直接获取地下岩石和水样本的手段,在地质构造探测中起着关键作用。应用精心设计的钻孔水文地质调查,可精准地确定水源的具体位置,明确水涌点的分布情况,进而有的放矢地制定针对性强的防治措施。比如,在一些老矿区,由于开采历史悠久,地质构造复杂,系统的钻探勘察,能够详细了解地层的岩性变化、含水层的分布以及断层的导水性等关键信息,为后续的防治水工作提供坚实的基础数据。与此同时,基于钻探成果开展的注浆固结和前向卸压导水等技术措施,可以有效封堵导水通道,降低水害风险。

物探技术以其无损、高效的显著特性,能够敏锐地探测到地质构造的细微变化。像弹性波探测,通过向地下发射弹性波并分析其反射和折射信号,能够清晰地勾勒出断层、裂隙带等构造的轮廓,为判断其导水性提供重要依据;而电法探测则利用不同地质体导电性的差异,精准地探测出含水异常体的位置和范围。将物探技术与钻探技术紧密结合,能够实现优势互补。首先利用物探技术进行大范围的初步探测,圈定可能存在地质构造异常和水害隐患的区域,然后在这些重点区域进行钻探验证和详细勘察,从而大幅提高探测的精度和效率,确保对地质构造和水文地质情况的全面掌控,为防治水工作提供精准的指导。

3.2 构建智能化的地质构造探测与防治水系统

通过精心构建智能化的地质构造探测与防治水系统,能够全方位、全过程地实现数据的实时采集、近乎瞬间的快速传输、高度精准的分析以及高效流畅的处理,从而为防治水决策打造出坚实的科学基础,提供确凿可靠的依据,大幅提升决策的准确性和科学性。

以物联网技术为依托,在煤矿井下纵横交错的巷道网络以及关键的地质构造区域广泛而周密地布置各类先进传感器,这些传感器如同敏锐的触角,实时、不间断地监测水位的细微涨落、温度的微小波动、压力的微妙变化等一系列关键参数的动态情况,并通过高速稳定的通信网络将这些珍贵的数据即时传输到地面的监控中心^[3]。在监控中心,大数据和人工智能技术得以大显身手,它们如同拥有超强智慧的大脑,对海量且繁杂的监测数据进行深度挖掘和精细分析,凭借强大的计算能力和复杂的算法模型,精准地预测水害的发生概率、清晰地勾勒其发展趋势以及准确地评估可能造成的危害程度。而智能化的防治水系统则像是一个具备高度自动化和智能

决策能力的“指挥官”，依据这些精准的预测成果，迅速且自动地调整防治水的策略和措施。例如，当预测到水位即将快速上升达到危险阈值时，系统会立即自动开启排水设备，加大排水力度；若分析发现某区域的地质构造变化可能影响注浆效果，系统则会自动调整注浆参数，优化注浆工艺。如此一来，实现了防治水工作从传统的人工经验判断向自动化和智能化管理的重大转变，极大地增强了防治水工作的及时性和有效性，显著降低了水害事故发生的风险，为煤矿安全生产筑牢了坚实的防线，有力地保障了煤矿的正常生产秩序和人员生命财产安全，推动煤炭行业在安全的轨道上稳健前行。

3.3 注重探测技术的创新与发展

随着科学技术的持续进步，煤矿地质构造探测技术也在不断推陈出新，呈现出蓬勃发展的态势。例如，高精度三维地震技术能够更加清晰、准确地呈现地下地质构造的三维形态，为复杂地质条件下的构造解析提供了有力支撑；瞬变电磁三维成像技术则在含水构造的探测方面表现出色，能够精确地描绘出含水区域的空间分布特征；三维激光扫描技术可快速获取井下巷道和地质构造的三维空间信息，为地质建模和分析提供了丰富的数据基础。

而且，这些先进技术的集成与应用，进一步提升了探测的精度和效率。如，将高精度三维地震与瞬变电磁三维成像技术相结合，能够同时获取地质构造的形态和含水情况的详细信息，实现对地质体的全方位、多角度探测，为防治水工作提供更为全面、深入的地质依据。而随着智能化技术的不断演进，未来的地质构造探测技术将朝着更加智能化、自动化的方向发展^[4]。如，利用智能机器人深入井下进行地质构造探测，能够克服人类难以到达的复杂环境限制，获取更为精准的地质数据；利用先进的智能算法对探测数据进行快速、准确的分析处理，能够大大缩短数据处理周期，提高决策的时效性，从而更好地满足煤矿防治水工作日益增长的技术需求，确保煤矿生产的安全与稳定。

3.4 强化探测技术人员的培训与管理

第一，地质构造探测技术的有效应用，无疑离不开

一支高素质、专业化的技术人员队伍。他们是确保探测数据准确性、防治水措施有效性的关键因素。所以，对他们的培训与管理，必须予以高度重视。

第二，定期组织专业培训和学习活动，是提升技术人员专业素养的重要途径。培训不仅应包括最新的探测技术、方法和设备操作技能，还应涵盖地质学、水文地质学等相关学科的基础知识^[5]。系统的学习，技术人员能够更全面地理解探测技术的原理和应用，提高在实际工作中解决问题的能力。

第三，建立严格的考核制度和资质认证体系，是确保技术人员专业技能和职业素养的重要手段。定期的考核，可以检验技术人员的学习成果和实际操作能力，及时发现并解决存在的问题。而资质认证体系则能为技术人员提供一个明确的职业发展路径，激励他们不断提升自己的专业水平。

第四，合理的激励机制也是必不可少的。技术创新奖励、工作绩效奖励等激励措施，能够激发技术人员的工作热情和创新精神。在这样的环境下，技术人员将更愿意投入时间和精力去探索新的探测技术和方法，为煤矿防治水工作贡献更多的智慧和力量。

结语：综上所述，煤矿地质构造探测技术在保障煤矿安全生产、提高资源回收率等方面发挥着重要作用。随着技术的不断进步和创新，这些探测技术将不断完善和发展，为煤矿行业的可持续发展奠定坚实的基础。

参考文献

- [1]程建远,王会林.煤矿地质保障技术现状与智能探测前景展望[J].智能矿山,2020,1(01):35-45.
- [2]尹江涛.煤矿地质防治水中的隐蔽水体探测技术与方法研究[J].内蒙古煤炭经济,2024(02):55-57.
- [3]王晓辰.探析煤矿地质防治水工作常见问题和对策[J].矿业装备,2024,(01):114-116.
- [4]李晨.煤矿防治水面临的问题及对策[J].能源与节能,2023,(12):161-163+169.
- [5]王智.水文地质在煤矿防治水中的作用[J].能源与节能,2023,(12):209-211+217.