

煤田地质勘查新技术、新方法的应用与展望

陈雁军

山西省煤炭地质一一五勘查院有限公司 山西 大同 037003

摘要:在煤田地质勘查领域,技术革新始终是推动行业发展的关键力量。本文聚焦煤田地质勘查领域,先简述了煤田地质勘查基础。着重阐述了地震勘探技术、瞬变电磁法、遥感技术、地质雷达、三维激光扫描技术等新技术、新方法在煤田地质勘查中的应用情况。同时分析了应用这些技术所面临的数据处理与解释复杂、技术适应性、设备成本及技术人才短缺等挑战。对煤田地质勘查新技术、新方法的未来发展进行展望,包括多技术融合、智能化与自动化、深部勘查技术突破以及绿色勘查技术发展等方面,以期为该领域的发展提供参考。

关键词:煤田;地质勘查;新技术;新方法;应用与展望

引言:煤田地质勘查对于煤炭资源的合理开发与利用至关重要。随着煤炭行业的发展,传统勘查技术逐渐难以满足复杂地质条件下的勘查需求。新技术、新方法的不断涌现为煤田地质勘查带来了新的机遇。准确把握煤田地质条件,高效运用地震勘探、瞬变电磁等新技术、新方法,能提升勘查精度与效率。然而,新技术应用也面临诸多挑战,对其进行深入研究并展望未来发展方向,对推动煤田地质勘查技术进步意义重大。

1 煤田地质勘查基础

煤田地质勘查,是一项针对煤炭资源展开的系统性地质工作。其核心目的在于全面、精准地查明煤炭资源的赋存状况。这不仅包括煤层的厚度、层数、埋藏深度、分布范围等基本信息,还涉及到对煤质的详细分析,如煤的发热量、灰分、硫分等指标,这些数据对于评估煤炭的工业利用价值起着关键作用。在勘查过程中,常用的方法丰富多样。地质填图是基础性工作,勘查人员通过实地观察、测量,将地层、构造、岩石等地质现象绘制在图纸上,为后续勘查提供直观的地质信息。地球物理勘探利用岩石物理性质的差异,像密度、磁性、电性等,采用重力勘探、磁力勘探、电法勘探等技术,快速探测地下地质结构,圈定可能存在煤炭资源的区域。钻探则是获取地下实物资料的关键手段,通过钻孔取出岩芯样本,能直接观察煤层情况,进行准确分析。煤田地质勘查是煤炭工业的先行性工作,其成果直接影响着煤炭资源开发的可行性、安全性与经济效益。精准的勘查数据为煤炭开采方案的设计、矿井建设规划提供了科学依据,推动煤炭行业的稳定发展^[1]。

2 煤田地质勘查新技术、新方法的应用

2.1 地震勘探技术

地震勘探技术以弹性波理论为基础,通过人工激发

地震波,如采用炸药震源、可控震源等方式,使地震波向地下介质中传播。当波遇到不同弹性性质的地层界面,如煤层与围岩的分界面时,会产生反射、折射和透射等现象。专业仪器接收这些返回的地震波信号,利用先进的数字信号处理技术,对其进行滤波、叠加、偏移成像等处理,从而得到地下地质结构的清晰图像。在煤田勘查中,该技术凭借高分辨率优势,能够精确确定煤层厚度,误差可控制在极小范围内。在复杂构造的煤田,如断层交错、褶皱发育区域,地震勘探能清晰分辨出各煤层的空间分布,为煤矿开采方案的设计提供精准的地质依据。例如在山西某煤田,通过地震勘探技术,成功查明深部煤层受断层影响的错动情况,保障了后续开采作业的安全与高效。

2.2 瞬变电磁法

瞬变电磁法属于时间域电磁感应探测技术。在实际操作中,利用不接地回线或接地线源向地下发送强大的脉冲电流,瞬间产生脉冲磁场。该磁场在地下导电介质中激励出感应电流,当脉冲电流突然关断,感应电流不会立即消失,而是以一定的时间常数衰减,同时产生二次磁场。通过高精度的接收线圈观测二次磁场随时间的变化规律,经过数据处理和反演计算,就能获取地下地质体的电性分布特征。因其对低阻体响应强烈,在煤田水文地质勘查中发挥着关键作用。在探测煤矿采空区积水时,能快速准确地圈定积水范围和深度。在山东某煤矿,借助瞬变电磁法提前发现了隐伏采空区的积水隐患,及时采取了防治措施,避免了重大透水事故的发生。

2.3 遥感技术

遥感技术是一种基于地物对电磁波的反射、发射特性差异来获取信息的探测手段。搭载在卫星、飞机等平台上的光学传感器、雷达传感器等,可接收来自地球表

面不同地物发射或反射的电磁波信号。这些信号经过数字化处理、图像增强、分类解译等一系列操作,能够转化为直观的地质信息。在煤田勘查初期,从宏观角度对大面积区域进行快速扫描,通过分析遥感影像的色调、纹理、形态等特征,能够识别出可能蕴藏煤炭资源的地层和地质构造。在新疆某偏远煤田勘探时,利用高分辨率卫星遥感影像,初步圈定了多个潜在的含煤区域,大大缩小了后续实地勘查的范围,节省了大量的人力、物力和时间成本。

2.4 地质雷达

地质雷达利用超高频(通常为几十兆赫兹到几千兆赫兹)电磁波在地下介质中的传播特性来探测地质目标体。发射天线向地下发射短脉冲电磁波,当电磁波遇到不同介电常数的介质分界面,如煤层与夹矸、断层破碎带等,会产生反射和散射。接收天线捕捉这些反射波,根据反射波的双程走时、波形特征以及振幅变化等信息,通过专业的数据分析软件进行处理和解释,从而推断出地下地质体的具体位置、几何形状和规模大小。由于其探测精度高、操作便捷,在煤矿井下巷道掘进过程中应用广泛。在巷道前方进行超前探测时,能及时发现煤层厚度的细微变化、小断层的存在以及陷落柱等地质异常,为安全生产提供及时准确的地质信息,有效降低了巷道掘进过程中的地质风险。

2.5 三维激光扫描技术

三维激光扫描技术也被称为“实景复制技术”,其工作原理是通过激光测距仪发射激光束,并精确测量激光束从发射到接收反射光的时间差或相位差,从而获取被测物体表面每个采样点的三维空间坐标(X、Y、Z)。同时,结合配套的软件系统,将大量的离散点云数据进行拼接、滤波、分类等处理,快速构建出物体表面的高精度三维模型。在煤田地质勘查领域,该技术主要应用于地形测绘和露天煤矿开采监测。在露天煤矿开采过程中,利用三维激光扫描技术定期对开采现场进行扫描,实时掌握开采进度。通过对比不同时期的三维模型,能够精确分析露天矿边坡的变形情况,及时发现潜在的滑坡隐患,为矿山的安全生产提供有力保障。在地形复杂的矿区进行地形测绘时,该技术能够快速、准确地获取地形数据,为矿区的规划设计和道路建设提供可靠的基础资料^[2]。

3 新技术、新方法应用面临的挑战

3.1 数据处理与解释的复杂性

煤田地质勘查新技术产生的数据不仅量大,还具有多源异构特性。例如,地震勘探数据是连续时间序列,

而遥感影像则是离散的像素集合。不同类型数据的融合与协同分析面临技术瓶颈,单一数据的处理也存在难题。传统算法难以应对复杂地质条件下数据的非线性特征,深度学习等新兴方法虽有潜力,但模型训练依赖大量标注数据,而煤田地质领域标注数据获取困难,导致模型泛化能力不足,数据解释的准确性和可靠性难以保障。

3.2 技术适应性问题

不同煤田形成的地质历史和环境差异巨大,从古老的石炭-二叠纪煤田到新生代煤田,地层结构、岩石性质截然不同。像地质雷达在干燥煤层中信号传播良好,但在富含水的煤层,电磁波衰减严重,探测深度和精度急剧下降。而且,随着勘查向深部进行,高温、高压等极端条件使现有技术的适用性面临新考验,深部地质信息的准确获取成为技术难题。

3.3 设备成本与技术人员短缺

高端勘查设备除了购置成本高,后续的升级改造、校准维护费用也不菲。小型勘查企业因资金有限,无力承担先进设备,只能依赖传统手段,导致勘查效率和质量落后。从人才角度看,高校相关专业课程设置更新滞后,无法满足新技术发展需求,毕业生难以快速适应工作岗位。行业内缺乏完善的在职培训体系,技术人员难以持续提升技能,进一步加剧了人才短缺困境^[3]。

4 煤田地质勘查新技术、新方法的展望

4.1 多技术融合发展

在未来的煤田地质勘查中,多技术融合将成为必然趋势。单一技术往往存在局限性,而多技术融合能够实现优势互补。例如,将地震勘探的高分辨率与瞬变电磁法对低阻体的灵敏探测相结合,在复杂地质条件下,地震勘探可清晰勾勒出煤层及地质构造的大致轮廓,瞬变电磁法能精准定位可能存在的富水区域,为煤矿开采的安全性评估提供更全面的信息。遥感技术与地质雷达的融合也具有重要意义。遥感技术从宏观角度对大面积区域进行快速监测,初步圈定潜在的含煤区域和地质异常带,地质雷达则对重点区域进行精细探测,确定异常体的具体位置和规模。这种由面到点的勘查模式,既能提高勘查效率,又能增强勘查的准确性。此外,多技术融合还体现在数据层面。将不同技术获取的数据进行整合,利用先进的数据融合算法和人工智能技术进行分析处理,构建更加精确的三维地质模型,为煤田资源评估、开采方案设计提供可靠依据,从而全面提升煤田地质勘查的质量和水平。

4.2 智能化与自动化发展

在煤田地质勘查领域,智能化与自动化发展是未来

重要方向。随着科技的飞速进步,智能化勘查设备将逐步取代传统工具。例如,无人机搭载智能传感器,能依据预设程序自动规划飞行路线,对煤田区域进行高精度测绘,实时传输图像数据,极大提升勘查效率。在数据处理方面,人工智能算法可自动识别和分类海量地质数据,深度学习模型能快速分析地震波、电磁信号等,精准预测煤层分布和地质构造,相比人工分析,大幅缩短处理时间,提高结果准确性。自动化的钻探设备也将广泛应用,通过智能控制系统,根据地层变化自动调整钻进参数,确保钻孔质量,减少人为操作失误。在勘查作业流程中,智能化系统可实现全程监控与管理,自动评估勘查进度和成果,及时发现潜在问题并预警。这种智能化与自动化的发展,不仅降低人力成本,还能在复杂危险环境下保障勘查工作的顺利进行,推动煤田地质勘查行业迈向更高水平。

4.3 深部勘查技术突破

随着浅部煤炭资源逐渐减少,深部煤田地质勘查的重要性日益凸显,然而其面临诸多挑战,急需技术突破。深部地层高温高压,普通勘查设备难以承受。目前,新型耐高温、高压材料研发成为关键。例如,采用特殊合金制造钻探设备零部件,可有效提升其在深部恶劣环境下的稳定性和耐用性,保障钻探工作顺利进行。在深部地球物理探测技术方面,也将取得新进展。改进后的地震勘探技术,通过研发适用于深部的高能量震源和高灵敏度接收器,提高对深部地质结构的分辨率,更清晰地识别深部煤层及地质构造。此外,针对深部复杂地质条件,开发新的电磁探测方法,增强对深部地质体电性特征的探测能力,精准定位深部煤炭资源。同时,为了克服深部信号衰减严重的问题,数据处理和传输技术也将迎来革新。借助量子通信技术,实现深部勘查数据的高效、稳定传输;运用更先进的算法,对复杂的深部数据进行精准处理,挖掘其中隐藏的地质信息,为深部煤炭资源的高效开发提供有力技术支撑。

4.4 绿色勘查技术发展

在可持续发展理念深入人心的当下,煤田地质勘查

的绿色化转型迫在眉睫,绿色勘查技术迎来蓬勃发展机遇。在能源利用上,太阳能、风能等清洁能源将广泛应用于勘查设备。例如,将太阳能板集成于无人机、地面监测站等设备,为其提供持续稳定的电力支持,减少对传统化石能源的依赖,降低碳排放。在勘查过程中,也会采用更环保的技术手段。传统的化学药剂在地质分析中可能造成土壤和水体污染,而新型的无损检测技术将取而代之,通过物理特性分析获取地质信息,避免化学污染。此外,绿色勘查还体现在对生态环境的保护措施上。在野外作业时,采用生态友好型的材料搭建临时设施,作业结束后可快速拆除且不对周边环境造成破坏。对于勘查过程中产生的废弃物,如废弃岩芯、废旧设备等,建立完善的回收处理体系,实现资源的循环利用,减少对环境的压力。通过绿色勘查技术的发展,煤田地质勘查行业将在获取煤炭资源的同时,最大程度降低对生态环境的负面影响,实现资源开发与环境保护的和谐共生^[4]。

结束语

煤田地质勘查中新技术、新方法的应用,极大提升了勘查效率与精度,为煤炭资源的合理开发利用筑牢根基。从地震勘探等精准探测地质构造,到多技术融合、智能化、深部勘查及绿色勘查技术的发展,为行业开辟了新路径。未来,随着技术不断创新突破,有望进一步解决复杂地质难题,实现资源高效开发与生态保护协同共进,推动煤田地质勘查行业迈向高质量发展的新阶段,持续为能源保障贡献力量。

参考文献

- [1]芦跃军.煤田地质勘查中新技术、新方法的应用与展望[J].内蒙古煤炭经济,2023(09):163-165.
- [2]赵明明.煤田地质勘查中新技术、新方法的挑战[J].西部探矿工程,2021,33(09):168-169.
- [3]徐永红.煤田地质勘查中新技术、新方法的应用与展望[J].内蒙古煤炭经济,2020(1):202-204.
- [4]刘西锋,贾文凯,刘佛刚.新技术在煤田地质勘探中应用及发展趋势.建筑理论[J],2021.112-113