

地球物理勘探技术在煤层气勘探中的应用研究

王朝凤¹ 张青松²

1. 河南省煤层气开发利用有限公司 河南 郑州 450000

2. 河南省瓦斯治理研究院有限公司 河南 郑州 450000

摘要: 能源需求的不断增长促使我们对煤层气这一清洁能源的勘探与开发愈发重视。在煤层气勘探领域,地球物理勘探技术发挥着关键作用。地球物理勘探技术凭借其非侵入性、高精度和大范围探测的特点,为人们揭示了煤层气的分布和储存特征。它能够有效地获取地层的物理参数,如电阻率、声波速度和密度等,从而为煤层气的勘探提供重要的依据。随着技术的不断进步和创新,其在解决煤层气勘探难题方面展现出了巨大的潜力,为实现煤层气的高效开发和利用开辟了新的途径。

关键词: 地球物理勘探技术; 煤层气勘探; 应用

引言: 地球物理勘探技术,简称物探,是运用地球物理学原理和方法进行地质勘测与研究的一种重要技术手段。该技术通过测量和研究地球物理场的变化,如重力场、磁场、电场、地震波等,来揭示地下地质结构、岩性分布及矿体特征。地球物理勘探技术在井下煤层气勘探中的应用具有深远的意义,它不仅是现代能源勘探与开发的重要支撑,还在提高勘探效率、保障生产安全、促进环境保护等多个方面发挥着不可替代的作用。

1 地球物理勘探技术在煤层气勘探中应用意义

1.1 提高勘探精度与效率

地球物理勘探技术,如地震测井、电磁测井、密度测井、声波测井和核磁共振测井等,通过测量地下储层中的物理性质参数,如地震波速度、电磁特性、密度、声波特性和核磁共振等,能够获取详尽的储层信息。这些方法不仅提高了勘探的精度,还显著提升了勘探效率^[1]。例如,地震测井能够揭示地下岩性、地层构造和流体分布,为煤层气储层的精确定位提供了科学依据;而电磁测井则能准确判断煤层气的分布和含量,为后续的开采工作提供了重要参考。

1.2 评估储层特性与产能

煤层气储层的地质结构复杂,单一的地质勘探方法难以全面揭示其特性。地球物理勘探技术通过综合应用多种方法,能够全面、准确地评估煤层气储层的储量和产能。比如,密度测井和声波测井可以推断储层的孔隙度和渗透率,为煤层气资源的评价提供重要依据;而核磁共振测井则能高效获取储层的物性信息,包括孔隙度、渗透率、水饱和度等参数,为煤层气勘探和开发提供更为精确的技术支持。这些技术的应用,使得煤层气储层的评估更加科学、合理,为资源的高效开发奠定了

基础。

1.3 促进生产安全与减灾

在采煤过程中,煤层气的存在往往带来瓦斯灾害的风险。通过地面煤层气井进行煤层气开发,实现先采气、后采煤,是煤矿瓦斯灾害治理的根本途径。地球物理勘探技术在这一过程中发挥着重要作用。在准确评估煤层气的分布和含量之后,可以制定科学的开采方案,减少瓦斯灾害的发生。与此同时,在开采过程中持续监测煤层气的动态变化,能够及时发现并处理潜在的安全隐患,确保生产安全。

1.4 推动环境保护与可持续发展

煤层气的开发利用不仅能够有效缓解能源压力,还具有显著的环境效益。煤层气的主要成分是甲烷,其温室效应远强于二氧化碳。开发煤层气并将其作为能源利用,可以大幅减少甲烷的排放,对减缓全球气候变暖具有重要意义^[2]。另一方面,煤层气的开发利用还促进了相关产业的发展,如发电、小锅炉改造等,推动了能源结构的优化和经济的可持续发展。

1.5 促进技术创新与产业升级

地球物理勘探技术在煤层气勘探中的应用,不仅推动了勘探技术的创新与发展,还促进了相关产业的升级。随着技术的不断进步和完善,新的勘探方法和仪器不断涌现,为煤层气资源的开发利用提供了更为强大的技术支持。而煤层气产业的快速发展也带动了相关产业链的延伸和拓展,为经济的多元化发展注入了新的活力。

2 地球物理勘探技术

2.1 重力勘探

重力勘探利用地下不同密度物质对地球引力的影响,应用精密的重力测量仪器观测地表重力加速度的微

小变化,从而推断地下密度异常体的存在。这种方法基于牛顿的万有引力定律,适用于探测密度差异较大的矿体、岩体或地质构造,如致密块状金属矿体、盐类矿床等。重力勘探在区域地质构造研究、矿产资源勘查及油气资源勘探中均有广泛应用。

2.2 磁法勘探

磁法勘探则依赖于岩石和矿石的磁性差异。自然界中,许多岩石和矿石因含有磁性矿物而具有磁性,这些磁性体产生的磁场会叠加在地球的正常磁场之上,形成磁异常。而测量和分析这些磁异常,可以推断地下磁性矿体的位置、规模和形态。磁法勘探在寻找磁铁矿、钛铁矿等磁性矿床以及研究地质构造方面具有重要价值。

2.3 电法勘探

电法勘探根据岩石和矿石的电学性质差异进行找矿和地质构造研究。电学性质包括电阻率、激发极化率、介电常数等。电法勘探通过观测人工或天然电场在地下的分布和变化规律,来分析地下地质结构。常用的电法勘探方法包括电阻率法、激发极化法、电磁法等,它们在金属矿、非金属矿、石油勘探及水文地质调查中均有广泛应用。

2.4 地震勘探

地震勘探利用人工激发的地震波在地下传播的特性,用于接收地震波的反射、折射等信号,来揭示地下岩层的结构和构造。地震勘探在石油、天然气勘探中尤为重要,它能够提供更丰富的地质信息,帮助确定油气储层的位置、厚度和物性。在地下水资源勘探、工程地质勘察等领域,地震勘探也发挥着举足轻重的作用。

2.5 放射性勘探

放射性勘探,简称为伽玛法,使用地壳中的放射性元素蜕化所放出的 α 、 β 、 γ 等辐射加以测定。辐射在透过物体表面时形成特定的物理现象,如游离子、萤光等^[3]。通过测定放射性射线的能量及射气含量,人们可以找到放射性矿藏和处理有关的地质问题。放射性勘探在寻找铀矿、磷矿等放射性矿床方面具有独特优势。

2.6 测井

测井是地球物理探测的一个主要的井底探测手段。是指通过岩石的电化学特征、导电特点、声学特征、放射性性质等地球物理特征来测量井筒内不同深度的地球物理参数,进而推断地下岩层的岩性、孔隙度、渗透率等地质信息。测井在石油钻井、煤层气勘探等领域具有广泛应用,是获取地下地质信息的重要手段之一。

2.7 地热勘探

地热勘探专注于探测地下热能的分布和储量。地热

勘探利用地热流、地热梯度等地球物理参数,结合地质、地球化学等多学科信息,评估地热资源的开发潜力。地热勘探在温泉开发、地热发电等领域具有重要应用价值。

3 地球物理勘探技术在井下煤层气勘探中的应用问题

3.1 成本与效率问题

地球物理勘探技术,尤其是高精度三维地震勘探和复杂测井技术,需要投入大量的人力、物力和财力。高昂的勘探成本对于煤层气开发企业而言是一笔不小的负担,尤其是在勘探初期,当勘探结果尚不确定时,成本投入更显得风险重重。并且,勘探周期长、数据处理复杂也影响了勘探效率,使得企业难以迅速响应市场变化。

3.2 数据处理与解释标准化不足

目前,地球物理勘探数据处理和解释尚缺乏统一的标准和规范,不同企业和研究机构采用的方法和技术存在差异,导致勘探结果的可比性和可靠性受到影响。不得不提的是,数据解释人员的经验和技能水平也对勘探结果产生重要影响,缺乏统一的解释标准和培训体系,使得勘探结果的主观性较强。

3.3 技术创新与研发滞后

面对煤层气勘探中的诸多挑战,技术创新和研发显得尤为重要。但是,当前地球物理勘探技术的研发和应用相对滞后,难以满足煤层气勘探的迫切需求。一方面,新技术、新方法的研发周期长、投入大,且存在不确定性;另一方面,企业在技术创新方面的投入不足,缺乏与科研机构的深度合作,使得技术创新成果难以迅速转化为实际应用。

4 地球物理勘探技术在井下煤层气勘探中的应用措施

4.1 优化成本与效率管理

在优化勘探项目的成本与效率管理中,应致力于实施精细化管理策略与推动技术革新并行。主要措施包括以下几个方面:第一,需建立科学的勘探项目管理体系,明确项目目标、细化任务分工并精确规划进度,确保勘探活动高效有序展开,有效遏制资源浪费与进度延误。第二,成本控制方面,应精心编制成本控制计划,严格预算与监控勘探过程中的各项开支,通过资源优化配置、采购成本压降及设备高效利用等多重手段,实现了勘探成本的显著降低。第三,积极拥抱技术革新,持续引进并自主研发先进勘探技术与方法,旨在提升勘探效率与数据质量,缩短勘探周期,以更快的速度响应市场需求变化。

4.2 推动数据处理与解释标准化

4.2.1 为推动地球物理勘探数据处理与解释的标准化

进程,应组织行业内顶尖专家与技术精英,共同制定一套全面的数据处理与解释标准规范。该标准需明确从数据采集、处理到成果表达的各个环节的具体要求,旨在确保不同企业和研究机构间的勘探成果具备高度的可比性和互认性^[4]。然后,定期组织培训与交流,积极推广标准,增强行业内外对标准化重要性的认识,促进标准的广泛应用与执行,从而显著提升勘探成果的可靠性与一致性。

4.2.2 建立严格的数据校验与质量监控体系。该体系应涵盖对勘探数据的全面校验与审核,确保数据的准确性、完整性和一致性。在定期的质量评估与问题纠正机制后,工作人员能够及时发现并处理数据中的错误与遗漏,确保勘探成果的高质量输出,为煤层气资源的精准勘探与开发提供坚实的数据支撑。

4.3 促进技术创新与研发

想要加速地球物理勘探技术的创新与研发进程,应从以下几个方面入手:第一,积极争取政府层面的支持,通过设立专项研发基金、实施税收优惠政策等激励措施,为技术研发提供坚实的资金保障。政府的支持不仅能够有效缓解研发资金压力,还能激发企业和科研机构投身技术创新的热情与活力。第二,企业作为技术创新的主体鼓励其加大自筹资金投入,主动设立研发中心,引进和培养高端科研人才,构建完善的研发体系。第三,应高度重视产学研合作的重要性,积极搭建合作平台,加强与高校、科研院所等机构的紧密联系。建立稳定的合作机制能够实现资源共享、优势互补,共同开展技术攻关和成果转化工作。而通过联合研发、技术转移等合作模式,加速科研成果向实际应用的转化步伐,为煤层气勘探与开发提供更加先进、高效的技术支持。

4.4 强化实地应用与现场服务

4.4.1 实地勘探技术定制化。由于煤层气勘探的复杂性和多样性,应强化实地应用策略,提供定制化勘探技术服务。深入分析不同煤层气田的地质特征、储层条件及开采需求,结合最新的地球物理勘探技术,为客户量身定制勘探方案。

4.4.2 现场技术支持与即时反馈。在勘探项目实施过程中,需派遣经验丰富的技术人员进行现场指导和支持,确保勘探作业的高效与安全^[5]。实时监测勘探数据、快速响应现场问题,并及时调整勘探策略,才能有效提

升勘探作业的灵活性和应变能力。但,仅仅实时监测勘探数据、快速响应现场问题远远不够,此时还需建立快速反馈机制,将现场获取的数据和信息及时反馈给数据处理中心,加速数据处理与解释过程,为勘探决策提供更加及时、准确的支持。

4.5 加强安全管理与环境保护

4.5.1 安全管理体系建设。在煤层气勘探中,安全是首要考虑的因素。相关企业必须建立健全的安全管理体系,制定严格的安全操作规程和应急预案,确保勘探作业过程中的人员安全和设备完好。还要定期举办安全培训、应急演练和隐患排查,提升全员安全意识和应急处理能力。

4.5.2 环境保护与生态恢复。一是,勘探过程中必须严格遵守环境保护法律法规,采取科学合理的勘探方法和手段,减少对环境的干扰和破坏。二是,制定详细的生态恢复计划,在勘探结束后对勘探现场进行必要的生态修复和治理,确保勘探活动与自然环境的和谐共存。

结语:综上所述,地球物理勘探技术在煤层气勘探中的应用具有多方面的意义。它不仅提高了勘探的精度与效率,还促进了生产安全与减灾、环境保护与可持续发展以及技术创新与产业升级。随着技术的不断进步和应用范围的不断扩大,相信地球物理勘探技术将在煤层气领域发挥更加重要的作用,为能源事业的发展贡献更大的力量。

参考文献

- [1]吴鹏,胡维强,李洋冰,等. 临兴-神府区块深部煤层气地球化学特征及其影响因素[J]. 煤田地质与勘探,2024,52(5):56-66.
- [2]余传涛,柳春林,薛俊杰,等. 废弃矿井煤层气资源地球物理勘探研究进展[J]. 吉林大学学报(地球科学版),2023,53(6):1991-2005.
- [3]韦波,杨曙光,李鑫,等. 倾斜煤层煤层气与煤炭地下气化协调开发技术构想[J]. 煤炭科学技术,2024,52(5):152-165.
- [4]黄中伟,李国富,杨睿月,等. 我国煤层气开发技术现状与发展趋势[J]. 煤炭学报,2022,47(9):3212-3238.
- [5]宋凯林,朱琳. 阜新盆地油气资源勘探及产能研究[J]. 地质与资源,2024,33(1):41-48,64.