

地球物理测井在煤矿勘测中的应用

陈 涛 王春晖 薛广富

中陕核工业集团二一一大队有限公司 陕西 西安 710024

摘要：地球物理测井技术在煤矿勘测中发挥着至关重要的作用。本文简要介绍了煤矿勘测的重要性，分析了常用的地球物理测井方法，并对地球物理测井在煤矿勘测中的具体应用进行了探讨，以期为煤矿资源的合理开发和高效利用提供科学依据。

关键词：地球物理测井；煤矿勘测；应用

引言

随着能源需求的不断增长，煤矿资源的开发和利用显得尤为重要。然而，煤矿勘测作为资源开发的前提和基础，其准确性和可靠性直接关系到煤矿的安全生产和经济效益。地球物理测井技术作为一种高效、精确的勘测手段，在煤矿勘测中发挥着越来越重要的作用。

1 煤矿勘测的重要性

煤矿勘测是煤炭资源开发和利用过程中不可或缺的一环，其重要性不言而喻。随着全球能源需求的日益增长，煤炭作为主要的能源来源之一，其开采和利用对于国家经济发展和社会进步具有举足轻重的地位。第一，煤矿勘测对于确保煤炭资源的安全开采具有至关重要的作用。煤炭资源的开采过程中，面临着诸多地质和环境因素的挑战，如地层结构复杂、地下水丰富、瓦斯含量高。这些因素的存在，不仅增加了开采的难度和风险，还可能对矿工的生命安全构成威胁。因此，通过煤矿勘测，可以全面了解煤矿的地质构造、煤层分布、瓦斯赋存等关键信息，为制定合理的开采方案提供科学依据，从而确保煤炭资源的安全开采。第二，煤矿勘测对于提高煤炭资源的利用效率具有重要意义^[1]。煤炭资源的开采和利用是一个复杂的系统工程，涉及到多个环节和多个领域。通过煤矿勘测，可以精确掌握煤层的厚度、煤质、赋存状态等关键参数，为煤炭资源的加工和利用提供准确的数据支持。这有助于优化煤炭资源的利用方式，提高煤炭的附加值和市场竞争力，从而实现煤炭资源的最大化利用。第三，煤矿勘测还对于保护生态环境和推动可持续发展具有积极作用。煤炭资源的开采过程中，不可避免地对生态环境造成一定的影响。通过煤矿勘测，可以预测和评估开采活动对生态环境的影响程度，制定合理的环保措施和生态保护方案，减少开采活动对生态环境的破坏。同时，煤矿勘测还可以为煤炭资源的综合利用和循环经济提供技术支持，推动煤炭产业

的绿色发展和可持续发展。第四，煤矿勘测还为煤炭行业的决策制定提供了有力的支持。通过煤矿勘测，政府和企业可以更加准确地了解煤炭资源的分布、储量、开采条件等，从而制定出更加科学、合理的煤炭产业政策和发展规划。这不仅有助于推动煤炭产业的健康发展，还能为国家经济的稳定增长提供坚实的资源保障。

2 常用的地球物理测井方法

2.1 自然电位测井

自然电位测井是地球物理测井中常用的一种重要方法，其原理基于岩石与泥浆之间的电化学反应产生的电位差异。在煤矿勘测中，自然电位测井不仅能够帮助识别煤层和岩层的界面，还能够提供有关地层渗透性、地层水性质等重要信息，为煤矿的开采和安全生产提供重要依据。其中，自然电位测井的基本原理在于地下岩层与井内泥浆之间存在电位差。这种电位差是由于岩石颗粒对离子的吸附作用以及岩石颗粒表面与泥浆之间的离子交换作用所引起的。当岩层中含有可渗透的孔隙时，这些孔隙中的地层水会与井内泥浆发生离子交换，从而产生电位差。自然电位测井就是通过测量这种电位差的变化来推断地层的岩性、渗透性等信息。同时，在煤矿勘测中，自然电位测井的应用具有显著的优势。首先，自然电位测井是一种非侵入性的测量方法，不会对煤矿生产造成干扰或破坏。其次，自然电位测井具有较高的灵敏度和分辨率，能够准确地识别煤层和岩层的界面，为煤层的划分和厚度的确定提供可靠依据。此外，自然电位测井还能够反映地层的渗透性信息，对于评估煤矿的涌水、漏水等水文地质条件具有重要意义^[2]。而在实际应用中，自然电位测井通常与其他测井方法相结合，以提高解释的准确性和可靠性。例如，通过结合电阻率测井和声波测井等方法，可以进一步分析地层的岩性、结构和物性特征，为煤矿的地质解释和资源评价提供更为全面的信息。

2.2 电阻率测井

电阻率测井的基本原理是测量地层岩石的电阻率,即单位长度岩石的电阻值。不同岩石由于其矿物成分、孔隙度、含水率等因素的差异,其电阻率也会有所不同。因此,通过测量地层岩石的电阻率变化,可以推断出地层的岩性、孔隙结构、含水状况等信息。在煤矿勘测中,电阻率测井的应用非常广泛。首先,电阻率测井可以有效地识别煤层和岩层。由于煤层的电阻率通常较低,而岩层的电阻率较高,因此通过电阻率曲线的变化可以清晰地划分出煤层和岩层的界面。这对于确定煤层的分布、厚度以及评估煤炭资源的储量具有重要意义。其次,电阻率测井还可以揭示地层中的含水层。含水层的电阻率通常较低,因此在电阻率曲线上会表现出明显的低阻异常。通过分析这些异常,可以预测含水层的分布和厚度,为煤矿的涌水、漏水等水文地质问题的防治提供重要依据。最后,电阻率测井还能揭示地层中的断层、褶皱等地质构造。这些构造对煤矿的安全生产具有重要影响。通过电阻率曲线的变化,可以识别出这些构造的位置和规模,为煤矿的开采设计和安全生产提供重要参考。

2.3 声波测井

声波测井的基本原理,简言之,就是基于声波在不同介质中传播速度的差异来探测地层的性质。当声波在岩石中传播时,它就像一位敏锐的探险家,不断与岩石中的各种成分互动,感受着岩石的密度、弹性模量等特性。这些特性,如同岩石的指纹,使得声波的传播速度发生变化。于是,通过测量声波在地层中的传播时间,并结合已知的岩石物理参数,我们就可以精确地计算出地层的声波速度,进而揭示出地层的岩性和物理性质。在煤矿勘测中,声波测井的应用价值尤为突出。(1)它能够帮助我们准确地识别煤层和岩层的界面。由于煤层和岩层的物理性质存在显著差异,声波在其中的传播速度也会有所不同。因此,通过声波测井曲线的变化,我们可以清晰地划分出煤层和岩层的边界,为后续的煤矿开采提供精确的指导。(2)声波测井在评估地层的孔隙度和裂缝发育情况方面也具有独特的优势。孔隙度和裂缝发育情况是影响煤层储气能力和渗透性的重要因素。通过声波测井,我们可以测量地层的声波速度,并结合其他测井资料,计算出地层的孔隙度和裂缝密度。这些信息对于评估煤层的储气潜力和渗透性至关重要,有助于我们更好地利用和开发煤炭资源。(3)声波测井还能揭示地层的应力状态和地层结构。在煤矿开采过程中,地层的应力状态会发生变化,这可能导致地层的破裂和

变形。通过声波测井,我们可以监测地层的声波速度变化,从而推断出地层的应力状态和地层结构的变化情况。这对于预防煤矿地质灾害、保障安全生产具有重要意义。(4)声波测井虽然具有诸多优点,但也存在一定的局限性。例如,声波测井结果可能受到地层温度、压力等环境因素的影响,因此在实际应用中需要进行适当的校正。此外,对于某些特殊岩性,声波测井的识别能力可能相对较弱,需要结合其他测井方法进行综合分析。

3 地球物理测井在煤矿勘测中的具体应用

3.1 煤层识别与划分

地球物理测井在煤矿勘测中发挥着至关重要的作用,其中煤层识别与划分更是其核心应用之一。通过测井技术,我们能够精确判断煤层的存在与否,明确煤层的厚度、深度以及分布范围,为煤矿的开采提供重要依据。其中,在煤层识别方面,地球物理测井技术通过测量地层的物理性质参数,如电阻率、声波速度、密度等,来揭示地层的岩性特征。不同的岩石类型在物理性质上存在差异,因此这些参数的变化可以帮助我们区分煤层和岩层。例如,煤层的电阻率通常较低,声波速度较慢,密度较小,这些特征使得煤层在测井曲线上表现出独特的形态。通过对比和分析这些曲线形态,我们可以准确识别出煤层的存在。另外,在煤层划分方面,地球物理测井技术同样发挥着重要作用。通过连续的测井数据采集和处理,我们可以获得地层剖面的详细信息^[1]。这些信息包括煤层的厚度、深度、倾角以及与其他岩层的接触关系等。通过对这些数据的解释和分析,我们可以将煤层划分为不同的层段,明确各层段的性质和特征。这不仅有助于我们了解煤层的分布规律和储量情况,还能为煤矿的开采设计和安全生产提供重要依据。除此之外,地球物理测井技术还可以与其他煤矿勘测方法相结合,形成综合勘探体系。例如,与钻探资料相结合,可以验证和修正测井解释结果,提高煤层识别的准确性;与地震勘探相结合,可以扩大勘测范围,提高煤层划分的精细度。

3.2 煤质评价

地球物理测井在煤矿勘测中的应用不仅局限于煤层的识别与划分,更在煤质评价方面发挥着至关重要的作用。煤质评价是煤矿开发中不可或缺的一环,它涉及到煤炭的品质、利用价值以及市场潜力等多个方面。通过地球物理测井技术,相关人员可以对煤层的物理性质、化学成分以及储气能力等进行全面评估,为煤矿的合理开发和高效利用提供科学依据。第一,地球物理测井技术通过测量地层的电阻率、声波速度等物理参数,可以揭示煤层的岩性、孔隙度以及裂缝发育情况等信息。这

些参数与煤层的品质密切相关,例如,电阻率的变化可以反映煤层中灰分和水分含量的变化,声波速度则可以反映煤层的硬度和稳定性。通过对这些参数的综合分析,相关人员可以初步评估煤层的品质,为后续的开采和利用提供指导。第二,地球物理测井技术还可以结合其他化验资料,对煤层的化学成分进行定量评价。通过采集煤层的岩心样品,并进行实验室化验分析,相关人员可以获取煤层的灰分、硫分、挥发分等关键指标。同时,结合测井资料中的密度、中子孔隙度等信息,可以建立煤质评价的数学模型,对煤层的化学成分进行定量预测和评估。这有助于了解煤层的化学成分特征,判断其是否适合作为动力用煤、化工用煤或炼焦用煤等,为煤矿的定向开发和利用提供依据。第三,地球物理测井技术还可以用于评估煤层的储气能力和渗透性。通过测量煤层的声波速度、密度以及裂缝发育情况等信息,可以推断出煤层的孔隙结构和渗透性,进而评估其储气潜力。

3.3 煤矿地质构造分析

煤矿地质构造分析是煤矿勘测和开采过程中不可或缺的一环,它涉及到煤矿的安全生产、高效利用以及环境保护等多个方面。通过对煤矿地质构造的深入研究,我们可以了解煤层的分布规律、储量情况以及开采条件,为煤矿的规划和开发提供科学依据。(1)煤矿地质构造分析的主要目的是揭示煤矿区域的地质特征,包括地层结构、构造形态、岩石类型以及断裂带分布等。这些特征不仅影响煤层的形成和演化,还直接关系到煤层的稳定性和开采难度。因此,通过对煤矿地质构造的详细分析,我们可以预测煤矿开采过程中可能遇到的地质问题,制定相应的防范和应对措施。(2)在煤矿地质构造分析中,地层结构是一个重要的研究内容。地层结构指的是地层的叠置关系、厚度变化以及岩性组合等^[4]。通过钻探、地球物理测井等手段,我们可以获取地层结构

的相关信息,进而分析煤层的赋存状态和分布规律。例如,通过地层结构的分析,我们可以确定煤层的埋藏深度、厚度变化以及与其他岩层的接触关系,为煤矿的开采设计提供重要依据。(3)除了地层结构,构造形态也是煤矿地质构造分析的重要内容。构造形态主要包括褶皱、断层、节理等地质构造。这些构造形态对煤层的形态、产状以及稳定性具有重要影响。例如,断层可能导致煤层的错断和位移,影响煤层的连续性和开采条件。因此,通过对构造形态的分析,我们可以评估煤矿开采过程中的风险,制定合理的开采方案。(4)岩石类型和断裂带分布也是煤矿地质构造分析的关键要素。不同的岩石类型具有不同的物理力学性质,对煤矿的开采和支护方式具有重要影响。而断裂带的分布则直接关系到煤矿的安全生产和环境保护。断裂带往往伴随着地下水的活动,可能导致煤矿的涌水问题。

结语

通过对地球物理测井在煤矿勘测中的应用进行深入探讨,我们可以发现其在煤层识别与划分、煤质评价以及煤矿地质构造分析等方面具有显著的优势和潜力。随着科技的不断进步和方法的创新,地球物理测井技术将在煤矿勘测中发挥更加重要的作用。

参考文献

- [1]张玉玉.地球物理测井在煤矿勘测中的应用及其效果分析[J].煤炭技术,2022,41(1):123-125.
- [2]李涛.煤矿勘测中地球物理测井技术的实践研究[J].矿业安全与环保,2021,48(6):56-59.
- [3]王国宇.基于地球物理测井的煤矿地质构造分析[J].地球物理学进展,2020,35(4):1482-1488.
- [4]赵凯.地球物理测井技术在煤矿煤质评价中的应用探讨[J].煤炭工程,2019,51(10):45-48.