

探析地球物理勘探技术发展及应用

刘沛岩

河北省水利水电勘测设计研究院集团有限公司 天津 300221

摘要: 文章主要阐述了我国地球物理勘探技术,包括现阶段的3D可视化技术、复杂山地地震技术、井中地震技术、深度域成像技术。同时介绍了其发展趋势,如高分辨等实时成像趋势、从静态向动态过渡趋势、地下探测趋势。还提及了地球物理勘探技术的应用,涵盖传统应用和创新应用。

关键词: 地球物理; 勘探技术发展; 应用

引言

地球物理勘探技术在资源勘探、地质研究等领域有着至关重要的作用。在我国,随着科技的不断进步,地球物理勘探技术也在持续发展。无论是新的技术手段的涌现,还是未来发展趋势的变化,都深刻影响着该技术在实际中的应用情况。了解我国地球物理勘探技术的现状、发展趋势和应用,对于更好地发挥其价值具有重要意义。

1 现阶段我国地球物理勘探技术

1.1 3D可视化技术

3D可视化技术,作为地球物理勘探领域的一项重要技术革新,正逐步改变着传统勘探数据的呈现方式。该技术通过计算机图形学和图像处理技术,将海量的勘探数据转换为三维图像,使得地质结构和地下资源分布得以直观、立体地展示。在3D可视化技术的支撑下,勘探人员可以更加清晰地观察到地下地层的形态、厚度、产状等特征,以及断层、褶皱等地质构造的分布情况。这不仅提高了勘探数据的解释精度,还极大地缩短了数据解释的时间周期,为资源勘探和开发提供了有力的技术支撑。此外,3D可视化技术还可以与虚拟现实、增强现实等先进技术相结合,构建出更加逼真的地下地质模型。这种模型不仅可以用于资源勘探和开发决策,还可以用于地质灾害预警、地下空间规划等领域,为城市建设和社会发展提供重要参考。

1.2 复杂山地地震技术

复杂山地地震技术是针对复杂山地地形进行地震勘探的一种技术。由于山地地形复杂多变,地表覆盖物种类繁多,地震波的传播路径会受到多种因素的影响,如地形起伏、地表覆盖物厚度、地下介质性质等。因此,在复杂山地地区进行地震勘探时,需要采用特殊的数据采集和处理方法,以准确提取地下地质信息。复杂山地地震技术主要包括地震波的激发、接收和处理三个

环节。在激发环节,需要选择合适的震源类型和激发方式,以确保地震波能够有效地传播到地下目标层。在接收环节,需要布置合理的检波器阵列,以捕捉来自地下的地震波信号。在处理环节,则需要采用先进的信号处理技术,对接收到的地震波信号进行滤波、去噪、反演等操作,以提取出地下地质结构的信息。近年来,随着计算机技术和信号处理技术的不断发展,复杂山地地震技术取得了显著进步。通过采用高精度数据采集系统、高性能计算平台以及先进的信号处理技术,可以实现对复杂山地地区地下地质结构的高精度探测和分析。

1.3 井中地震技术

井中地震技术是在钻井中进行地震勘探的一种方法。通过在井中放置地震检波器,接收来自地下的地震波信号,进而分析地下地质结构和资源分布^[1]。井中地震技术具有高精度和高分辨率的特点,特别适用于油气田勘探和矿产资源评价等领域。井中地震技术主要包括垂直地震剖面 and 井间地震两种方法。VSP方法是通过在井中放置检波器,接收来自地面震源的地震波信号,以分析地下地质结构和储层特征。井间地震方法则是在两口或多口井之间放置检波器,通过相互激发和接收地震波信号,来探测井间地层的结构和性质。井中地震技术具有许多优点。首先,由于井中检波器距离地下目标层较近,因此可以接收到更加清晰的地震波信号,提高探测精度和分辨率。其次,井中地震技术可以实现对地下储层的三维探测,为油气田勘探和矿产资源评价提供更加全面的信息。最后,井中地震技术还可以与测井、钻井等工程技术相结合,形成综合勘探和开发方案,提高资源勘探和开发效率。

1.4 深度域成像技术

深度域成像技术是一种利用地震波数据进行深度成像的技术。它通过对地震波数据进行处理和分析,提取出地下地质结构的深度信息,并以图像的形式展示出

来。这种技术可以直观地反映地下地质结构的形态和分布特征,为资源勘探和开发提供重要依据。深度域成像技术主要包括地震波反演、成像处理和解释三个环节。在地震波反演环节,需要采用先进的反演算法和模型,对接收到的地震波数据进行处理,以提取出地下地质结构的深度信息。在成像处理环节,则需要采用图像处理技术,对反演得到的数据进行滤波、增强、分割等操作,以形成清晰的地下地质结构图像。在解释环节,则需要结合地质、测井等多源信息,对成像结果进行综合分析和解释。近年来,随着计算机技术和信号处理技术的不断发展,深度域成像技术取得了显著进步。通过采用高精度数据采集系统、高性能计算平台以及先进的反演和成像算法,可以实现对地下地质结构的高精度成像和分析。这不仅提高了资源勘探和开发的效率,还为地质灾害预警、环境保护等领域提供了有力的技术支撑。

2 我国地球物理勘探技术的发展趋势

2.1 高分辨、高可靠性、实时成像趋势

随着勘探领域的不断扩展和勘探目标的日益复杂,对地球物理勘探技术的要求也越来越高。高分辨、高可靠性、实时成像已成为地球物理勘探技术的重要发展趋势。高分辨技术意味着能够更精细地描述地下地质结构和资源分布特征。这要求地球物理勘探技术具有更高的数据采集精度和更强的数据处理能力。通过采用高精度数据采集系统、高性能计算平台以及先进的信号处理技术,可以实现对地下地质结构的高精度探测和分析。高可靠性技术则要求地球物理勘探技术具有更高的稳定性和准确性。在复杂地质条件下,地震波的传播路径会受到多种因素的影响,导致数据质量下降。因此,需要采用更加稳健的数据处理方法和解释技术,以提高勘探结果的可靠性和准确性。实时成像技术则要求地球物理勘探技术能够实时地获取和处理勘探数据,形成清晰的地下地质结构图像。这要求地球物理勘探技术具有更高的数据采集速度和更强的数据处理能力。通过采用实时数据采集系统和高速计算平台,可以实现对勘探数据的实时处理和分析,为资源勘探和开发提供更加及时和准确的信息。

2.2 静态向动态过渡趋势

传统的地球物理勘探技术主要以静态测量为主,即测量某一时刻的地下物理场分布。然而,随着勘探需求的不断变化和勘探对象的日益复杂,静态测量已经难以满足实际需求。因此,地球物理勘探技术正逐渐从静态向动态过渡^[2]。动态测量技术是指通过实时监测和分析地下物理场的变化情况,来揭示地下地质结构和资源分布

的动态特征。这种技术可以实现对地下储层的动态监测和预警,为油气田勘探和开发提供更加准确和及时的信息。为了实现动态测量,需要采用更加先进的数据采集和处理技术。例如,采用高精度数据采集系统和高性能计算平台,可以实现对地下物理场的实时监测和分析;采用先进的信号处理技术和成像算法,可以实现对地下地质结构的动态成像和解释。

2.3 地下探测趋势

随着资源勘探的深入和地下空间的开发利用,对地下地质结构和资源分布的了解需求日益迫切。因此,地球物理勘探技术正不断向地下探测方向发展。地下探测技术是指通过采用先进的勘探技术和设备,对地下更深层次的地质结构和资源分布进行探测和分析。这种技术可以实现对地下储层的三维探测和成像,为油气田勘探和矿产资源评价提供更加全面的信息。为了实现地下探测,需要采用更加先进的勘探技术和设备。例如,采用高精度地震勘探技术和设备,可以实现对地下更深层次的地质结构进行探测和分析;采用电磁勘探技术和设备,可以实现对地下金属矿产资源的探测和定位;采用重力勘探技术和设备,可以实现对地下岩层的密度分布进行探测和分析。此外,还需要加强多源信息的融合和综合分析。通过将地球物理勘探技术与地质、测井、钻井等多源信息相结合,可以实现对地下地质结构和资源分布的更全面和准确的描述和解释。

3 地球物理勘探技术的应用

3.1 地球物理勘探技术的传统应用

(1) 矿产资源勘探。矿产资源勘探是地球物理勘探技术最早也是最重要的应用领域之一。通过利用地球物理现象和方法对地下储层及地质构造进行探测和分析,可以实现对矿产资源的有效评价和开发利用。在矿产资源勘探中,常用的地球物理勘探技术包括地震勘探、电磁勘探、重力勘探等。地震勘探通过激发和接收地震波信号,可以实现对地下地质结构和储层的探测和分析;电磁勘探则利用地下岩层的导电性和磁性差异来探测矿产资源;重力勘探则通过测量地下岩层的重力异常来推断其密度分布和构造特征。这些地球物理勘探技术不仅可以用于矿产资源的勘探和开发,还可以用于地质灾害预警、环境保护等领域。例如,通过地震勘探可以监测地下断层和滑坡等地质灾害的发生情况;通过电磁勘探可以监测地下水污染和土壤污染等问题。(2) 油气田勘探。油气田勘探是地球物理勘探技术的另一个重要应用领域。通过利用地震波、电磁波等物理现象对地下油气储层进行探测和分析,可以实现对油气资源的有效评

价和开发利用。在油气田勘探中,常用的地球物理勘探技术包括地震勘探、测井技术等。地震勘探通过激发和接收地震波信号,可以实现对地下油气储层的探测和分析;测井技术则通过测量井壁和井底的地质参数来推断地下储层的性质和分布特征。这些地球物理勘探技术不仅可以用于油气资源的勘探和开发,还可以用于油气田生产过程中的监测和管理。例如,通过地震勘探可以监测油气田的生产动态和储层变化情况;通过测井技术可以监测油气井的产量和流体性质等参数。(3)地质灾害预警。地质灾害预警是地球物理勘探技术在环境保护领域的重要应用之一。通过利用地球物理现象和方法对地质灾害进行监测和预警,可以实现对地质灾害的有效预防和减轻。在地质灾害预警中,常用的地球物理勘探技术包括地震监测、重力监测等。地震监测通过监测地震波的传播和反射情况,可以预测地震的发生和强度;重力监测则通过测量地下岩层重力异常变化,可以预测滑坡、泥石流等地质灾害的发生。例如,在地震预警系统中,地震监测设备可以实时监测地震波的传播速度和方向,当监测到异常的地震波信号时,系统可以迅速发出预警信息,提醒人们采取必要的避险措施。此外,重力监测也可以用于预测滑坡等地质灾害的发生,通过监测地下岩层的重力异常变化,可以判断岩层的稳定性和滑动趋势,从而提前采取防治措施。

3.2 地球物理勘探技术的创新应用

(1) 地下水资源勘探。地下水资源是人类生活和生产的重要水源之一。然而,随着城市化进程的加速和人口的增长,地下水资源面临着日益严峻的挑战。因此,利用地球物理勘探技术进行地下水资源勘探,对于保障水资源的可持续利用具有重要意义。在地下水资源勘探中,常用的地球物理勘探技术包括电磁勘探、重力勘探等。电磁勘探通过测量地下岩层的导电性和磁性差异,可以推断地下水的分布和储量;重力勘探则通过测量地下岩层的重力异常,可以推断地下水的赋存状态和运移规律^[3]。这些地球物理勘探技术不仅可以用于地下水资源的勘探和开发,还可以用于地下水资源的监测和管理。例如,通过电磁勘探可以监测地下水的污染程度和分布

范围;通过重力勘探可以监测地下水的动态变化和补给来源。(2) 城市地下空间规划。随着城市化进程的加速,城市地下空间的开发利用日益受到重视。利用地球物理勘探技术进行城市地下空间规划,可以为城市规划提供科学依据和技术支持。在城市地下空间规划中,常用的地球物理勘探技术包括地震勘探、电磁勘探等。地震勘探可以揭示地下岩层的分布和构造特征,为地下空间的开发利用提供地质依据;电磁勘探则可以探测地下管线和设施的分布情况,为地下空间的规划和设计提供参考。(3) 环境污染监测。环境污染是当前全球面临的重要问题之一。利用地球物理勘探技术进行环境污染监测,可以实现对环境污染的有效监测和治理。在环境污染监测中,常用的地球物理勘探技术包括电磁勘探、重力勘探等。电磁勘探可以探测地下污染物的分布和迁移规律;重力勘探则可以监测地下污染物的积累和扩散情况。这些地球物理勘探技术的应用,不仅可以提高环境污染监测的准确性和及时性,还可以为环境污染的治理提供科学依据和技术支持。例如,通过电磁勘探可以定位地下污染物的分布范围,为污染物的清除和处理提供指导;通过重力勘探可以监测污染物的扩散速度和范围,为污染物的控制和治理提供决策依据。

结束语

地球物理勘探技术是人类探索地球内部奥秘的有力工具。我国在这一领域已取得一定成果,从现有的多种勘探技术,到明确的发展趋势,再到广泛的应用场景,都展现出其巨大潜力。在未来,随着技术的进一步发展和完善,地球物理勘探技术必将在更多领域大放异彩,为资源开发、地质灾害预防等工作提供更精准、更有效的支持,推动相关行业不断向前发展。

参考文献

- [1]龙智远.地球物理勘探技术方法及应用研究分析[J].电子元器件与信息技术,2020,4(09):114-115.
- [2]李杰强.浅谈深部开采中地球物理勘探技术的应用[J].中国金属通报,2019(10):28+30.
- [3]杨倩.地球物理勘探技术在地质工程勘查中的应用研究[J].世界有色金属,2020(22):161-162.