

工程地质勘查中的新技术新方法综述与展望

段 举

广西科源工程咨询有限责任公司 广西 南宁 530000

摘要：随着科技的飞速发展，工程地质勘查领域迎来了前所未有的变革。本文综述了当前工程地质勘查中的新技术与新方法，包括遥感技术、地球物理勘探技术、无人机技术、3D打印技术及其发展趋势，旨在为地质勘查工作的现代化、智能化提供理论支持和实践指导。通过分析这些技术的原理、应用及优势，本文展望了未来工程地质勘查技术的发展方向。

关键词：工程地质勘查；新技术；新方法；无人机技术；展望

引言

工程地质勘查是工程建设的基础性工作，直接关系到工程的安全性与经济性。随着信息技术的不断进步，传统勘查方法已难以满足现代工程对精度、效率及环保的需求。因此，探讨和应用新技术新方法成为地质勘查领域的重要课题。

1 工程地质勘查中新技术与新方法综述

1.1 遥感技术

遥感技术作为现代地质勘查的重要手段之一，在工程地质勘查中发挥着至关重要的作用。通过利用卫星、飞机等高空平台搭载的传感器，对地表进行非接触式的测量与观测，遥感技术能够快速、准确地获取大面积的地质信息，为工程建设提供可靠的地质依据。

遥感技术依托的平台多样，包括地球同步轨道卫星、极轨卫星、无人机、有人驾驶飞机等，这些平台能够覆盖不同的空间尺度和观测角度，满足不同精度和分辨率的数据需求。在传感器技术方面，多光谱传感器能够获取地表物体在不同光谱波段的反射特性，常用于识别地表覆盖类型、植被分布等；高光谱传感器则提供连续光谱范围内的反射信息，能够精细区分地表物质成分，对于矿产勘查尤为重要；雷达传感器利用微波探测地表，具有穿透云雾和植被覆盖的能力，特别适用于复杂地形和恶劣气候条件下的地质勘查；红外传感器则通过测量地表发射的红外辐射，获取地表温度信息，对于地热资源勘查、活动断层识别等具有特殊价值。

在数据获取与处理方面，遥感技术利用传感器对目标区域进行扫描或拍摄，获取原始的遥感影像或数据。随着卫星技术的发展，数据的分辨率和精度不断提高，为地质勘查提供了更为详尽的信息。数据预处理包括辐射校正、几何校正、大气校正等步骤，以消除传感器误差、地形起伏、大气干扰等因素对遥感数据的影响。预

处理后的数据更加接近地表真实情况，提高了后续分析的准确性^[1]。在图像解译与分析方面，遥感技术结合目视解译和计算机自动分类等方法，识别地表覆盖类型、地质构造、矿化蚀变带等目标对象，提取关键特征信息，并进行增强处理，以便更好地进行地质解译。

遥感技术在工程地质勘查中具有显著的技术优势。首先，遥感技术能够在短时间内覆盖大面积区域，获取丰富的地质信息，提高勘查效率；其次，随着卫星通讯技术的发展，遥感数据能够实时传输至地面接收站，为紧急情况下的地质勘查提供即时信息支持；此外，遥感技术不受地形、气候等自然条件限制，能够在复杂环境下进行地质勘查工作；最后，通过多源遥感数据的融合处理，遥感技术可以提供更为全面、准确的地质信息，满足不同领域的需求。

1.2 地球物理勘探技术

地球物理勘探技术基于物理学原理，特别是岩石和矿石的物理性质差异。这些物理性质包括密度、磁性、电性、弹性波传播速度以及放射性等。当地下存在不同物理性质的岩石或矿体时，它们会对周围的地球物理场产生影响，形成异常场。通过观测和分析这些异常场，可以推断出地下地质构造和矿体的存在。

地球物理勘探技术主要包括以下几种方法：（1）重力勘探：利用地下密度不均匀体引起的重力异常来推断测区的地质构造或矿产分布。重力勘探通过精密的重力测量仪器观测地表重力加速度值的变化，结合地质和其他物探资料进行分析，从而确定地下密度不同的矿体与岩层的埋藏情况。（2）磁法勘探：自然界的岩石和矿石具有不同磁性，可以产生各不相同的磁场，使地球磁场在局部地区发生变化，出现地磁异常。磁法勘探利用专门仪器观测这些磁异常，进而研究地下地质问题，寻找磁性矿体和研究地质构造。（3）电法勘探：根据岩石和

矿石电学性质的差异进行找矿和研究地质构造。电法勘探通过观测人工或天然的电场或交变电磁场在地下的分布规律,分析、解释这些场的特点和规律,达到找矿勘探的目的。(4)地震勘探:利用人工激发的地震波在地下传播时遇到不同介质分界面产生的反射、折射等现象,通过接收和分析这些反射波来推断地下地质构造。地震勘探广泛应用于石油、天然气等矿产资源的勘探中。(5)放射性勘探:借助于地壳内天然放射性元素衰变放出的射线(如 α 、 β 、 γ 射线)穿过物质时将产生特殊物理现象的性质,利用专门仪器测量这些射线的强度来寻找与放射性元素共生的稀有元素、稀土元素以及多金属元素矿床。

地球物理勘探技术具有速度快、效率高、成本低且工作空间广泛等优点。与钻探等传统勘探方法相比,物探设备轻便,可以在各种复杂地形和环境下进行工作。此外,物探还能提供大面积的地质信息,有助于地质学家更好地了解地下地质构造和岩性分布。

1.3 无人机技术

无人机技术是一种利用无人驾驶飞行器进行空中作业的技术,通过搭载各种传感器和设备,无人机能够实现高精度、高效率的数据采集和处理。在工程地质勘查中,无人机技术以其灵活性、高效性和安全性受到广泛青睐。无人机技术在工程地质勘查中的应用包括:(1)地形测量与制图:无人机搭载测绘设备,如激光雷达(LiDAR)、高分辨率相机等,可以快速获取大范围、高精度的地形数据。通过航拍和三维建模技术,无人机能够生成详细的地形模型和数字地图,为工程规划、土地利用评估等提供准确的空间数据支持。(2)地质构造与岩性调查:利用无人机搭载的多光谱相机和热红外传感器,可以获取地表和浅层的岩性、构造信息。通过对无人机拍摄的高清影像进行分析,可以识别出地质构造线、断层、褶皱等地质特征,为深入的地质勘查提供重要线索^[2]。(3)地质灾害监测与评估:无人机技术还可以应用于地质灾害的监测与评估。通过定期对潜在地质灾害区域进行无人机航拍,可以实时监测地质灾害的发生和发展过程,评估灾害规模和影响范围,为灾害防治提供科学依据。

无人机能够在短时间内覆盖大面积区域,快速获取大量数据,显著提高勘查效率。还可以在复杂地形和恶劣气候条件下进行作业,突破传统勘查方法的限制。且无需人员进入危险区域,降低了勘查过程中的安全风险。相比传统勘查方法,无人机技术具有较低的成本投入,有助于节约勘查经费。

1.4 3D打印技术

3D打印技术,作为一种先进的快速成型技术,其核心在于通过逐层堆叠材料的方式,精确地构造出三维实体模型。这一技术在工程地质勘查领域的应用,主要体现在地质模型和地形模型的制作上,为勘查人员提供了一种直观、立体的理解地下地质结构的手段。具体而言,3D打印技术能够依据地质勘查数据,如钻探、物探、遥感等多元信息,构建出高精度的地质模型。这些模型不仅展示了地层的分布、岩性的变化,还能精确反映地质构造特征,如断层、褶皱等。相较于传统的手工制作或计算机模拟,3D打印技术制作的模型具有更高的精度和更丰富的细节,使得地质结构的复杂性和多样性得以充分展现。此外,3D打印技术还具备快速成型的优势。在地质勘查过程中,往往需要迅速制作出地质模型以辅助决策。3D打印技术能够在短时间内完成模型的打印,大大提高了工作效率。同时,该技术还支持个性化定制,可以根据实际需求调整模型的大小、比例和材质,满足不同的勘查需求。除了制作地质模型,3D打印技术还可以用于地形模型的制作。通过打印出地形模型,勘查人员可以直观地了解勘查区域的地形地貌,为工程规划和设计提供有力的支持。

2 工程地质勘查的技术发展趋势与展望

2.1 智能化与集成化

随着科技的飞速发展,工程地质勘查技术正步入一个智能化与集成化的新时代。这一趋势不仅深刻改变了传统勘查模式,还极大地提升了勘查效率和精度,为复杂地质条件下的工程建设提供了更为可靠的技术支持。智能化是工程地质勘查技术发展的核心驱动力之一。通过引入人工智能技术,地质勘查实现了数据的自动采集、处理与分析。这一过程极大地减少了人工干预,降低了人为误差,提高了数据处理效率和准确性。同时,结合大数据分析技术,勘查人员能够深入挖掘地质数据中的潜在信息,揭示地质构造的复杂性和多样性,为工程决策提供更加科学、全面的依据。例如,智能算法能够自动识别地质异常体,预测地质灾害风险,为工程安全提供有力保障^[3]。面对复杂多变的地质条件,单一勘查技术往往难以满足实际需求。因此,集成化成为工程地质勘查技术发展的另一重要方向。通过将多种勘查技术进行有机融合,形成综合勘查体系,勘查人员能够充分利用各种技术的优势,实现勘查信息的互补与融合。这种集成化勘查体系不仅提高了勘查的全面性和准确性,还降低了勘查成本,缩短了勘查周期。例如,将遥感技术与地球物理勘探技术相结合,可以实现对勘查

区域的多维度、多尺度观测,为地质模型的构建提供更加丰富、准确的数据支持。

2.2 环保与可持续发展

随着全球环保意识的日益增强,绿色勘查逐渐成为未来工程地质勘查的重要发展方向。这一转变不仅体现了对自然环境的尊重和保护,也是实现地质勘查行业可持续发展的必然要求。在地质勘查过程中,环境影响评估将成为不可或缺的环节。通过对勘查区域生态环境的全面调查和科学评估,可以准确预测勘查活动可能带来的环境影响,从而制定针对性的环保措施。这些措施包括但不限于:合理规划勘查路线,避免对敏感生态区域的干扰;采用低噪音、低振动的勘查设备,减少对野生动植物栖息地的破坏;以及实施严格的废弃物管理,确保勘查过程中产生的垃圾和废弃物得到妥善处理 and 处置。为了实现绿色勘查,环保型勘查技术的研发和应用将受到高度重视。这些技术旨在通过创新手段降低勘查活动对环境的负面影响。例如,采用非侵入式的地球物理勘探方法,可以减少对地表植被的破坏;而利用生物降解材料制作勘查设备,则能有效降低勘查过程中的环境污染风险。同时,循环利用和节能减排技术的应用也将成为地质勘查行业实现绿色可持续发展的重要途径。通过优化勘查流程,提高设备能效,以及推广使用可再生能源,可以显著降低勘查活动的能耗和碳排放^[4]。此外,积极探索勘查废弃物的资源化利用途径,如将废弃的勘查设备部件进行回收再利用,不仅可以减少资源浪费,还能进一步降低勘查成本。

2.3 高性能与低成本

在工程地质勘查领域,高性能与低成本是技术发展的两大核心目标。为了实现这一目标,研发高性能、低成本的勘查设备和仪器成为未来发展的必然趋势。技术创新是提升勘查设备性能的关键。通过引入新材料、新工艺和新技术,可以显著提高设备的稳定性、耐用性和精度。例如,采用高性能的传感器和探测技术,能够更准确地获取地质数据,提高勘查的分辨率和深度。同

时,优化设备的结构设计,减少能耗和磨损,延长设备的使用寿命,也是技术创新的重要方向。在追求高性能的同时,降低成本同样重要。通过工艺改进和规模化生产,可以降低设备的制造成本。采用模块化设计,使得设备更易于维护和升级,降低使用成本和维护成本。此外,推动勘查技术的标准化和普及化应用,也能够降低行业整体的学习成本和应用门槛,提高技术的可及性和竞争力。为了实现高性能与低成本的双重目标,工程地质勘查行业还需要加强产学研合作,促进技术创新与产业应用的紧密结合。通过建立创新联盟、共享研发资源、推动技术成果转化等方式,可以加速高性能、低成本勘查设备和仪器的研发进程,推动行业整体的技术进步和产业升级。高性能与低成本是工程地质勘查技术发展的两大核心追求。通过技术创新和工艺改进,可以不断提升勘查设备的性能和稳定性,同时降低成本,提高技术的可及性和竞争力。这一趋势将引领工程地质勘查行业走向更加高效、精准和可持续的发展道路。

结语

工程地质勘查中的新技术新方法为地质勘查工作带来了革命性的变化。通过应用遥感技术、地球物理勘探技术、无人机技术和3D打印技术等现代化手段,不仅提高了勘查效率和精度,还推动了地质勘查工作的智能化和绿色化发展。展望未来,随着科技的不断进步和应用实践的深入探索,工程地质勘查技术将迎来更加广阔的发展前景。

参考文献

- [1]魏鹏涛.建筑工程地质勘查技术分析研究[J].城市建设理论研究(电子版),2019,(09):27.
- [2]胡越凯,蒋亮,崔家瑞,等.岩土工程地质勘查技术与质量控制研究[J].工程建设与设计,2023,(07):209-211.
- [3]梁锋,张伟.建筑工程中地质勘查技术应用研究[J].建筑技术开发,2019,46(02):4-5.
- [4]徐建凤.建筑工程地质勘查技术分析研究[J].绿色环保建材,2019,(03):207-208.