

地质勘查及地质钻探技术

王国伟

山西省煤炭地质一一五勘查院有限公司 山西 大同 037001

摘 要：地质勘查及钻探技术是矿产开发、工程建设和灾害防治的关键。地质勘查运用地质测绘、地球物理及化学勘探等方法，系统探测地球表面地质要素。地质钻探作为其重要环节，采用回转、冲击、定向及绳索取芯等技术深入地下获取信息。本文概述了这些技术的基本原理、面临的问题、常用手段及多领域应用，强调其在揭示资源分布、评估灾害风险等方面的重要性，为地质勘探和灾害防治提供科学依据和技术支撑。

关键词：地质勘查；地质钻探技术；深部找矿；矿产开发

1 地质勘查概述

地质勘查是地质工作的重要组成部分，旨在通过科学的方法和手段，对地球表面的岩石、地层、构造、矿产、地下水等地质要素进行系统性的探测与研究。这一过程不仅为矿产资源开发提供了基础数据支持，还为工程建设、地质灾害防治、生态环境保护等多个领域提供了科学依据。地质勘查工作通常包括地质测绘、地球物理勘探、地球化学勘探、遥感地质调查、钻探与坑探等多种技术手段。地质测绘是通过地图和测量数据，对地质现象进行空间定位和描述；地球物理勘探利用重力、磁力、电性、放射性等物理性质差异，探测地下结构和矿产分布；地球化学勘探则是通过分析岩石、土壤、水等的化学成分，寻找矿产和评估环境质量。在地质勘查过程中，专业人员会依据地质学理论，结合地质历史和地质构造背景，对勘查区域进行综合分析和评价。这不仅有助于揭示地下资源的分布规律，还能预测潜在的地质灾害风险，如滑坡、泥石流、地震等，为防灾减灾工作提供预警信息^[1]。随着科学技术的进步，地质勘查的精度和效率不断提高，为国家的能源保障、基础设施建设、生态环境保护等方面做出了重要贡献。未来，地质勘查将继续朝着智能化、精准化方向发展，为人类社会的可持续发展提供坚实的地质支撑。

2 地质勘查及地质钻探技术存在的问题

2.1 设备陈旧与更新需求

地质勘查和地质钻探作业中，设备的先进性直接关系到勘查的精度和钻探的效率。然而，当前面临的一个显著问题是设备陈旧。许多地勘单位仍在使用的技术较为落后的钻探设备，这些设备在钻探深度、精度以及作业效率上已难以满足现代地质勘查的需求。例如，我国尚未广泛采用轻型易拆、适合直升机搬迁的钻探设备，以及全液压动力头式岩心钻机，这些在国外已较为普及的

先进设备在国内仍处于起步阶段。自动化、智能化钻机的缺乏也限制了钻探作业的高效进行。设备的陈旧不仅影响了勘查和钻探的准确性，还可能导致安全隐患的增加，对人员安全和作业环境构成威胁。

2.2 人才匮乏与培养机制

地质勘查及地质钻探技术的实施高度依赖于专业人才，目前该领域面临着人才匮乏的严峻挑战。地勘工作繁琐复杂，所需人才不仅要具备扎实的地质学理论知识，还需拥有丰富的实践经验。然而，由于地勘工作环境艰苦，加之待遇和职业发展机会有限，许多优秀人才不愿涉足这一领域，导致专业人才短缺。同时，现有的人才培养机制也存在不足，一些地勘单位在人才招聘和培养上缺乏系统性和针对性，难以形成有效的人才梯队^[2]。随着地质勘查和地质钻探技术的不断发展，对人才的技能和素养要求也在不断提高，而现有的人才培养体系往往难以满足这些需求。人才的匮乏和培养机制的不完善，已成为制约地质勘查及地质钻探技术发展的重要因素。

3 地质勘查方法

3.1 地质填图法

地质填图法是地质勘查中最基础也是最重要的方法之一。它主要通过野外观测与室内综合分析相结合，系统地收集和分析地质信息，最终绘制出反映特定区域地质特征的地质图。这一过程不仅要求地质人员具备扎实的地质学理论基础，还需具备敏锐的观察力和丰富的实践经验。在填图过程中，地质人员需沿着预设的路线进行详细的野外调查，观察并记录岩石类型、地层序列、构造特征、古生物化石等信息。这些信息将被整合到地质图中，形成一幅直观描绘地质现象的画卷。地质填图法的优点在于其能够直观地展示地质体的空间分布规律，为后续的地质研究、矿产资源勘查和地质灾害评估提供重要依据。然而，该方法也受限于地表露头情况、

植被覆盖等因素,因此在某些地区可能需要进行更深层次的勘探工作。

3.2 地球物理勘查法

地球物理勘查法是利用地球物理场的性质差异来探测地下结构和矿产资源的一种方法。它主要包括重力勘探、磁力勘探和电法勘探等几种类型。

3.2.1 重力勘探:重力勘探是基于岩石和矿物密度差异的原理,通过测量地下重力场的变化来探测隐伏的地质体和矿产资源。这种方法在石油、天然气、煤矿等资源的勘探中具有显著效果。重力勘探能够揭示地下密度异常体的分布,从而为矿产资源评估提供重要线索。然而,由于重力场受多种因素影响,如地形起伏、地壳厚度等,因此在进行重力勘探时需要充分考虑这些因素对结果的影响。

3.2.2 磁力勘探:磁力勘探则是利用岩石和矿物的磁性差异来探测地下结构的一种方法。它特别适用于寻找磁性矿产,如铁、钴、镍等。磁力勘探通过测量地下磁场的变化,可以揭示磁性体的空间分布特征,为矿产资源勘查提供有力支持。然而,磁力勘探也受到地磁场背景、地质构造等多种因素的干扰,因此在解释和分析磁力勘探数据时,需要综合考虑这些因素,以提高勘探的准确性和可靠性。

3.2.3 电法勘探:电法勘探则是基于岩石和矿物的电学性质差异,如导电性、极化性等,来探测地下结构。它主要包括电阻率法、激发极化法、电磁法等。电法勘探在金属矿产、地下水、地热资源等领域具有广泛应用。通过向地下发送电流或电磁波,并测量其在地下的分布情况,可以推断出地下地质体的电学性质,进而揭示其结构和成分。然而,电法勘探也受到地下介质不均匀性、地表干扰等因素的影响,因此在进行勘探时需要复杂的处理数据和解释。

3.3 地球化学勘查法

地球化学勘查法是通过分析岩石、土壤、水、气体等介质中化学元素的含量和分布特征来探测矿产资源、评估环境质量的一种方法。它主要基于不同地质体和矿产资源中化学元素的富集、分散和迁移规律。地球化学勘查法的优点在于其灵敏度高、覆盖面广、成本相对较低。通过采集地表或浅部样品,并利用化学分析或仪器测试手段测定其中化学元素的含量,可以根据元素含量和分布特征来推断地下矿产资源的存在和分布。此外,地球化学勘查还可以用于评估环境质量,监测土壤、水体等介质中污染元素的含量和分布。然而,地球化学勘查也受到多种因素的影响,如地表覆盖、元素迁移、采

样误差等^[3]。因此,在进行地球化学勘查时,需要选择合适的采样点、采样深度和采样方法,以确保结果的准确性和可靠性。同时,还需要对样品进行适当的处理和保存,以避免元素损失或污染对结果的影响。

4 地质钻探技术

4.1 常规地质钻探技术

常规地质钻探技术是地质勘探领域的基础和核心,主要包括回转钻探和冲击钻探两种类型。

4.1.1 回转钻探

回转钻探是通过钻杆的回转运动,带动钻头破碎岩石,从而获取地下地质信息的一种钻探方法。该方法适用于多种地质条件,特别是中硬至硬岩层。回转钻探具有钻进效率高、取芯质量好、钻探深度大等优点。在钻探过程中,可以根据需要调整钻头的类型、转速、压力等参数,以适应不同的地质条件。此外,回转钻探还可以结合各种地质勘探仪器,如测斜仪、地质雷达等,进行更为详细的地质数据采集和分析。

4.1.2 冲击钻探

冲击钻探则是利用冲击力破碎岩石的一种钻探方法。它主要适用于软岩、破碎岩层以及岩溶地区。冲击钻探具有钻进速度快、适应性强、设备简单等优点。然而,该方法在硬岩层和深层钻探中效果较差,且取芯质量相对较差。因此,在选择冲击钻探时,需要充分考虑地质条件、钻探深度和取芯质量等因素。

4.2 现代地质钻探技术

随着科技的进步和地质勘探需求的不断变化,现代地质钻探技术应运而生。这些技术不仅提高了钻探效率和取芯质量,还拓展了钻探领域和应用范围。

4.2.1 定向钻探技术

定向钻探技术是一种能够控制钻探方向、实现精确勘探目标的现代钻探方法。它主要利用定向钻进设备和导向系统,对钻探方向进行精确控制。定向钻探技术在深部矿产勘探、油气田勘探以及地质灾害预警等方面具有重要应用价值。通过定向钻探,可以更加精确地了解地下地质结构和矿产资源的分布特征,为资源开发和灾害防治提供重要依据。

4.2.2 绳索取芯钻探技术

绳索取芯钻探技术是一种先进的钻探取芯方法。它利用绳索将取芯管送入钻孔底部,并通过绳索的提拉将取芯管连同岩芯一起提取出来。该方法具有取芯效率高、取芯质量好、钻进成本低等优点。特别是在复杂地质条件下,绳索取芯钻探技术能够更好地适应地层变化,提高取芯成功率。此外,该技术还可以与多种地质勘探仪器结

合使用,进行更为详细的地质数据采集和分析。

4.3 钻探设备与工具

钻探设备与工具是地质钻探技术的重要组成部分。随着钻探技术的不断发展,钻探设备与工具也在不断更新换代。现代钻探设备不仅具有更高的钻进效率和取芯质量,还具备更强的适应性和智能化水平。例如,现代钻探设备通常采用先进的控制系统和传感器技术,能够实现钻进参数的实时监测和调整;同时,还具备故障诊断和自我保护功能,提高了设备的可靠性和安全性。在钻探工具方面,随着材料科学和制造技术的不断进步,新型钻探工具不断涌现。这些工具不仅具有更高的强度和耐磨性,还具备更好的适应性和灵活性^[4]。例如,金刚石钻头、硬质合金钻头新型钻头材料的应用,极大地提高了钻头的钻进效率和取芯质量;同时,各种特殊用途的钻探工具也如雨后天春笋般涌现出来,为地质钻探领域注入了新的活力。

5 地质钻探技术在不同领域的应用

5.1 矿产勘探中的应用

地质钻探技术在矿产勘探中发挥着至关重要的作用。通过钻探,可以深入地下,直接获取矿石样本,从而准确判断矿产的储量、品位和分布情况。这对于矿产资源的开发与利用具有决定性意义。在矿产勘探中,地质钻探技术能够提供详细的地质信息,包括岩石类型、地层结构、矿体形态等。这些信息有助于地质学家分析矿产资源的成因、分布规律以及开采潜力。通过钻探取得的样本还可以进行实验室分析,进一步确定矿产的化学组成、物理性质以及经济价值。另外,地质钻探技术在石油和天然气勘探中也具有重要地位。通过钻探,可以揭示地下油气藏的位置、规模和储层性质,为油气开采提供关键的技术支持。随着钻探技术的不断发展,深部油气资源的勘探和开采成为可能,进一步拓宽了地质钻探技术的应用领域。

5.2 工程建设中的应用

在工程建设领域,地质钻探技术同样发挥着不可或缺的作用。通过钻探,可以了解建设场地的地质条件,包括土层性质、岩石强度、地下水位等,从而为工程设计与施工提供科学依据。在基础设施建设项目中,如高速公路、铁路、桥梁、隧道等,地质钻探技术能够揭示地下的不良地质现象,如软弱土层、断层、岩溶等,

帮助工程师选择合适的线路走向和施工方案。通过钻探还可以确定地基处理方案,确保建筑物的稳定性和安全性;在水利、水电等工程中,地质钻探技术还能够用于水库渗漏、坝基稳定性等方面的勘探和评估。这些勘探结果对于工程的安全运行和长期稳定性具有重要影响。

5.3 地质灾害防治中的应用

地质灾害是指由地质因素引起的自然灾害,如山体滑坡、泥石流、地面塌陷等。这些灾害对人民生命财产安全构成严重威胁。地质钻探技术在地质灾害防治中发挥着重要作用。通过钻探,可以深入地下,了解地质体的结构、组成和稳定性。这有助于预测地质灾害的发生概率和潜在危害程度。同时,钻探还可以揭示地下空洞、软弱土层等不良地质现象,为地质灾害的治理提供科学依据。在地质灾害预警方面,地质钻探技术可以用于地下水位、地下应力等参数的监测。这些参数的变化往往与地质灾害的发生密切相关;通过实时监测和分析这些参数的变化趋势,可以及时发现地质灾害的预兆并采取相应的防治措施。此外,地质钻探技术还可以用于地质灾害治理工程的设计和施工。通过钻探取得的地下地质信息,可以帮助工程师选择合适的治理方案和技术手段,确保治理工程的有效性和安全性。

结束语

综上所述,地质勘查及地质钻探技术在推动矿产资源开发、保障工程建设安全及地质灾害防治等方面发挥着不可替代的作用。随着科技的进步,地质勘查的精度和地质钻探的效率将持续提升,为国家的能源安全和基础设施建设提供更加坚实的技术支撑。未来,期待地质勘查与钻探技术在智能化、精准化方面取得更大突破,为人类社会的可持续发展贡献更多力量。

参考文献

- [1]陈礼伟.深部矿产资源勘查及地质钻探找矿技术研究[J].冶金与材料,2023,43(06):29-31.
- [2]师晓林.地质勘查与深部地质钻探找矿技术探讨[J].冶金与材料,2023,43(03):115-117.
- [3]陈国荣,闫博,孙汉勇等.地质勘查与深部地质钻探找矿技术工作探讨[J].现代盐化工,2023,50(01):69-71.
- [4]熊青山.地质岩心钻探技术在资源勘查中的应用现状及发展趋势分析[J].世界有色金属,2021(10):167-168.