

地质找矿中地质实验测试方法探析基于地质样品实验测试技术分析

邵新华¹ 苏 婕¹ 张志彬²

1. 内蒙古第九地质矿产勘查开发有限责任公司 内蒙古 锡林浩特 026000

2. 中基基固建设工程有限公司成都分公司 四川 成都 610299

摘要: 本文旨在探讨地质找矿工作中地质实验测试方法的应用及其重要性, 通过对地质样品实验测试技术的深入分析, 阐述其在地质勘探和矿产资源开发中的关键作用。文章从地质实验测试方法的基本原理出发, 详细论述了其在矿物鉴定、岩石薄片制备与观察、地球化学分析、地球物理勘探等方面的应用, 并强调了其在提高勘探效率、降低勘探成本、保障研究进度和减少环境污染等方面的优势。通过本文的研究, 以期为地质找矿工作的科学开展提供参考和支持。

关键词: 地质找矿; 实验测试; 矿物鉴定; 光谱分析

引言

地质找矿是地质科学研究的重要组成部分, 对于国家经济发展和资源保障具有重要意义。地质实验测试作为地质勘探和矿产资源开发的重要技术手段, 通过对地质样品进行详细的化学、物理特性测试, 为找矿工作提供丰富的基础数据和信息。本文将从地质样品实验测试技术的角度, 探讨其在地质找矿中的应用及其重要性。

1 地质实验测试方法的基本原理

地质实验测试方法主要通过采集地质样品, 运用化学、物理等实验手段, 对样品的成分、结构、性质等进行详细分析。其基本原理包括: (1) 化学实验分析: 通过溶解样品、利用火焰或石墨炉等加热设备激发元素原子, 测量其吸收光谱或发射光谱, 确定元素的种类和含量。(2) 物理实验分析: 利用显微镜、X射线衍射仪、电子探针等设备, 观察样品的物理特性和光学特性, 确定其矿物组成和结构。(3) 地球物理勘探: 通过测量地球物理场的变化, 如重力、磁场、电磁波等, 推断地下地质体的分布和性质。

2 地质实验测试方法在地质找矿中的应用

2.1 矿物鉴定

矿物鉴定作为地质实验测试的核心环节, 对于识别和理解矿石资源具有至关重要的意义。它基于对矿物物理、化学及光学特性的深入分析, 旨在准确确定矿物的种类、性质及其潜在的经济价值。以下是几种常用的矿物鉴定方法, 每种方法都各具特色, 能够相互补充, 共同构建起一个完整的矿物鉴定体系。

2.1.1 显微镜鉴定

显微镜鉴定是最直观且常用的矿物鉴定手段之一。它主要依赖于偏光显微镜或交叉偏光显微镜, 通过高倍放大观察矿物的微观结构、颜色、透明度、折射率、双折射率(如存在)、物理特性、断口形态以及包体分布等特征。这些特征往往与矿物的化学成分和晶体结构紧密相关, 是区分不同矿物种类的重要依据。例如, 石英的透明度高、无解理, 而长石则具有特征的两组完全解理, 这些差异在显微镜下清晰可见。

2.1.2 X射线衍射鉴定

X射线衍射(XRD)技术是一种非破坏性的分析方法, 广泛应用于矿物鉴定中。当X射线照射到矿物样品上时, 由于矿物内部原子或离子的排列方式(即晶体结构)不同, 会产生特定的衍射图案^[1]。通过对比这些图案与已知矿物的标准图谱, 可以精确确定矿物的晶体结构和成分。XRD特别适用于那些难以通过显微镜直接鉴别的微细矿物颗粒或混合物, 为矿物鉴定提供了强有力的支持。

2.1.3 电子探针分析

电子探针分析(EPMA)是一种高精度的微区分析方法, 它能够对矿物样品中的微量元素进行定量分析。该技术利用聚焦的电子束轰击样品表面, 激发样品中的原子产生特征X射线。通过检测这些X射线的能量和强度, 可以准确测定样品中各元素的含量。电子探针分析尤其适用于研究矿物中的微量元素分布、替代机制以及成因探讨, 为深入理解矿物的形成环境和演化历史提供了重要线索。

2.1.4 光谱分析

光谱分析是一系列基于物质与光相互作用原理的分析方法的总称,包括紫外-可见光谱(UV-Vis)、红外光谱(IR)、拉曼光谱(Raman)等。每种光谱技术都有其独特的优势和应用范围。例如,紫外-可见光谱主要用于研究矿物中某些元素的价态变化和络合物形成;红外光谱则能揭示矿物中的官能团和化学键信息;而拉曼光谱法对样品的制备要求较低,且对水分不敏感,特别适用于含水矿物和有机矿物的分析。光谱分析不仅能够提供矿物的化学成分信息,还能反映其结构特征,是矿物鉴定中不可或缺的一部分。

2.2 岩石薄片制备与观察

岩石薄片制备和观察在地质实验测试中占据着举足轻重的地位,它是连接宏观地质现象与微观岩石学特征之间的桥梁。通过精心制备的岩石薄片,地质学家能够深入洞察岩石的内部结构、成分分布以及成岩过程,从而为地质找矿、油气勘探、工程地质评价等领域提供宝贵的信息。以下是岩石薄片制备与观察的详细步骤和方法。

2.2.1 岩石薄片制备

机械制备:机械制备是岩石薄片制备的传统方法,主要适用于硬度适中、易于切割和抛光的岩石类型,如砂岩、泥岩等。制备过程通常包括以下几个步骤:一是取样:从原始岩石中选取具有代表性的部位进行取样,确保薄片能够反映岩石的整体特征。二是切割:使用精密的切割设备,如金刚石锯片,将岩石样品切割成适当大小的块状。三是粘片:将切割好的岩石块用特制的胶水粘贴在玻璃片上,确保岩石块平整且牢固。四是研磨:使用不同粒度的研磨粉(如金刚石粉)和研磨机,逐步将岩石块研磨至所需的薄片厚度。这一过程中,需不断检查薄片的平整度,以确保最终质量。五是抛光:在研磨至接近最终厚度后,使用更细的研磨粉或抛光膏对薄片进行抛光,以去除表面的划痕和毛刺,使薄片表面光滑如镜。

化学制备:对于硬度较大、难以通过机械方法制备的岩石,如某些火成岩和变质岩,化学制备是一种有效的替代方法。它主要利用酸蚀、腐蚀等化学反应,使岩石中的部分矿物溶解或软化,从而便于切割和抛光。化学制备的具体步骤因岩石类型和所需薄片厚度的不同而有所差异,但通常包括酸处理、清洗、干燥等环节。

2.2.2 薄片观察

光学显微镜观察:光学显微镜是观察岩石薄片的主要工具之一。它利用光的透射、反射和折射原理,揭示岩石薄片的内部结构、矿物组成和纹理特征。在观察过程中,可以根据需要调整显微镜的放大倍数、光照强度

和物镜类型,以获得清晰的图像^[2]。此外,还可以结合染色、荧光等特殊技术,进一步突出岩石中的特定成分或结构。

扫描电镜观察:扫描电镜(SEM)是一种高分辨率的显微镜,能够观察岩石薄片的微观形貌和表面结构。与光学显微镜相比,扫描电镜具有更高的放大倍数和更深的景深,能够揭示岩石中更细微的细节。同时,扫描电镜还可以与能谱仪(EDS)等附件联用,对岩石中的元素进行定量分析,从而提供更全面的信息。

2.3 地球化学分析

2.3.1 原子吸收光谱(AAS)

原子吸收光谱是一种基于元素原子对特定波长光的吸收现象而建立起来的分析方法。其工作原理是,利用火焰、石墨炉等加热设备将样品中的元素原子激发至气态,然后测量这些原子在特定波长下的吸收光谱强度。由于不同元素对光的吸收具有特征性,因此可以通过对比标准溶液与未知样品的吸收光谱,来确定样品中元素的含量。原子吸收光谱法具有灵敏度高、选择性好、操作简便等优点,特别适用于微量元素的定量分析。

2.3.2 电感耦合等离子体质谱(ICP-MS)

电感耦合等离子体质谱是一种将电感耦合等离子体(ICP)作为离子源,与质谱仪(MS)相结合的高精度分析技术。在ICP中,样品被高温高能量的等离子体电离成正离子,这些离子随后进入质谱仪进行分离和检测。ICP-MS具有分辨率高、精度高、灵敏度高显著优点,能够同时检测多种元素,且检测限极低,非常适合于痕量元素的分析。此外,ICP-MS还具有分析速度快、样品消耗量少等优势,广泛应用于地质、环境、食品等多个领域。

2.3.3 X射线荧光光谱(XRF)

X射线荧光光谱是一种利用X射线照射样品,激发样品中原子产生荧光辐射,进而测量其荧光光谱以确定元素成分和含量的分析方法。当X射线与样品中的原子相互作用时,原子会吸收X射线的能量并跃迁至高能态,随后在回到低能态时释放出特征性的荧光辐射。通过测量这些荧光辐射的强度和能量,可以推断出样品中元素的种类和含量。X射线荧光光谱法具有非破坏性、高效率、高精度等优点,特别适用于固体样品的快速分析,如岩石、矿物、土壤等。

2.4 地球物理勘探

2.4.1 重力物探

重力物探是利用地球重力场的变化来探测地下地质体的一种方法。地球表面的重力加速度会因地下物质密

度的不同而发生变化。通过高精度的重力测量仪器,如重力仪,可以测量出地球表面的重力异常,进而推断出地下地质体的密度分布。重力物探在寻找大型矿体、油气藏以及研究地壳结构等方面具有广泛应用。其优点是不受地表覆盖层的影响,能够直接反映地下物质的密度变化,但缺点是分辨率相对较低,难以精确划定地质体的边界。

2.4.2 地震物探

地震物探,也称为地震勘探或地震测量,是通过人工激发地震波,并测量其在地下的传播和反射特性来推断地下地质结构和性质的一种方法。在地震物探中,通常使用炸药爆炸、气枪激发或振动器等方式产生地震波。这些地震波在地下传播过程中,会遇到不同密度和速度的地质体界面,从而发生反射、折射和透射等现象^[3]。通过布置在地表或井中的检波器接收这些地震波信号,并进行处理和分析,可以获取地下地质体的结构信息,如层位、断层、岩性等。地震物探在油气勘探、矿产勘查、工程地质评价等领域具有广泛应用,其优点是分辨率高、探测深度大,但缺点是成本较高且需要专业的技术和设备支持。

2.4.3 甚低频电磁技术

甚低频电磁技术(VLF-EM)是一种利用甚低频电磁信号探测地下地质体的方法。该方法基于电磁感应原理,通过测量地下介质对甚低频电磁信号的响应来推断地质体的存在和性质。在甚低频电磁勘探中,通常使用发射机向地下发射甚低频电磁信号,然后使用接收机接收并测量地下介质对信号的响应。通过Fraser滤波等数据处理方法,可以提取出与地质体相关的异常信号,并圈定出异常地质体的位置和范围。甚低频电磁技术在寻找金属矿、非金属矿以及地下水资源等方面具有广泛应用,其优点是设备轻便、操作简便、探测速度快,但缺点是受地表覆盖层和地质噪声的影响较大。

3 地质实验测试方法的重要性

3.1 提供精确的基础数据和信息

地质实验测试通过高精度的仪器设备和科学的分析方法,对地质样品进行细致入微地考察,从而获得精确的基础数据和信息。这些数据包括但不限于岩石和矿物的化学成分、物理性质(如硬度、密度、磁性等)、微观结构、同位素年龄等,它们构成了地质学研究的基础框架。这些数据不仅有助于揭示地质体的成因、演化历程,还为矿产资源的预测、评价和开发利用提供了科学依据。在油气勘探、金属非金属矿产勘查等领域,精确的基础数据是制定合理勘探方案、评估资源潜力的前提。

3.2 显著提升勘探效率

地质实验测试的结果能够直接指导勘探工作,帮助地质工作者快速锁定目标区域,减少无效勘探。例如,通过地球化学分析,可以识别出与成矿作用密切相关的元素异常带,为找矿提供直接线索;地震物探则能揭示地下构造特征,为油气藏定位提供关键信息。这些测试技术的应用,大幅缩短了勘探周期,提高了勘探的针对性和成功率。

3.3 有效控制并降低勘探成本

地质实验测试在降低勘探成本方面的作用不容忽视。一方面,通过前期详细的实验测试,可以准确评估矿产资源的潜力和价值,避免盲目勘探造成的资源浪费;另一方面,测试数据为勘探方案的优化提供了依据,使得勘探工作更加高效、经济^[4]。此外,随着测试技术的不断进步,如遥感技术、GIS技术等的应用,进一步降低了勘探的难度和成本。

3.4 促进环境保护与可持续发展

地质实验测试在环境保护方面也发挥着重要作用。通过测试,可以了解矿床的性质和分布,从而在开采过程中采取更加环保的开采方式和措施,减少资源浪费和对环境的破坏。同时,测试数据还可以为环保部门提供科学依据,帮助他们制定更加合理的环保政策和措施,确保矿产资源的开发利用与环境保护相协调,促进可持续发展。例如,在矿山环境治理和生态修复中,地质实验测试可以提供关于土壤污染、水体污染等方面的数据,为制定治理方案提供依据。

结语

地质实验测试方法在地质找矿中发挥着至关重要的作用,通过矿物鉴定、岩石薄片制备与观察、地球化学分析、地球物理勘探等手段,为地质勘探提供丰富的基础数据和信息,提高勘探效率,降低勘探成本,减少环境污染。未来,随着科技的不断发展,地质实验测试方法将不断创新和完善,为地质找矿工作提供更加有力的技术支持。

参考文献

- [1]刘义峰.地质找矿工作中地质实验测试方法研究[J].中国金属通报,2024,(01):78-80.
- [2]邱雪.地质找矿工作中地质实验测试方法研究[J].中国金属通报,2022,(09):38-40.
- [3]郑鑫.地质找矿中地质实验测试方法研究[J].冶金管理,2021,(23):90-91.
- [4]齐新.地质找矿工作中地质实验测试方法的重要性探讨[J].居舍,2020,(05):86.