

Chemical Analysis of Metallic Elements of Geological Rock Samples

Lei Wang

Chengdu University of Technology, Chengdu, Sichuan, 610059, China

Abstract

With the deepening of earth science research, the distribution and content of metal elements in geological rocks have become the key parameters to evaluate the deposit resources, discuss the evolution of the crust and the geodynamic process. Metal elements not only have great development value in the economic field, but also play a vital role in environmental science, geochemistry and other fields. Therefore, the accurate and efficient chemical analysis of the metal elements in the geological rock samples is of great significance for promoting the development of earth science, guiding the exploration of mineral resources and environmental protection. In this paper, the chemical analysis method of metal elements in geological rock samples is studied to promote the in-depth research.

Keywords

petrology; geological rock samples; chemical analysis; mineral resources exploration

地质岩石样品金属元素化学分析

王磊

成都理工大学, 中国·四川成都 610059

摘要

随着地球科学研究的不断深入, 地质岩石中的金属元素分布和含量成为评估矿床资源、探讨地壳演化及地球动力学过程的关键参数。金属元素不仅在经济领域具有巨大的开发价值, 而且在环境科学、地球化学等领域也扮演着至关重要的角色。因此, 对地质岩石样品中的金属元素进行准确、高效的化学分析, 对于推动地球科学的发展、指导矿产资源勘查以及环境保护工作具有重要意义。论文通过深入研究分析了地质岩石样品金属元素化学分析方法, 以期能够促进研究的深入进行。

关键词

岩石学; 地质岩石样品; 化学分析; 矿产资源勘探

1 引言

地质岩石样品的化学分析是地球科学研究中的重要组成部分。通过对岩石中金属元素的定性和定量分析, 可以获得岩石的成分信息, 从而对岩石的成因、演化等过程做出推断和解释。这项工作通常涉及样品前处理、仪器分析方法、数据处理和质量控制。

2 对地质岩石样品金属元素进行化学分析的作用

2.1 是矿产资源勘探和评估的基础

岩石样品中金属元素的含量和分布是判断矿体类型、品位和储量的关键指标。例如, 铜矿勘探需要测定岩石样品中铜元素的含量, 而黄金矿勘探则需要检测岩石中金元素的存在形式和浓度。通过对大量岩石样品进行系统化学分析,

可以绘制出矿体的三维分布图, 从而指导勘探工作的开展, 优化勘探位置, 提高勘探效率^[1]。同时, 化学分析结果还可以为矿山开采和选矿提供依据, 制定合理的开采方案和选矿工艺流程。

2.2 有利于环境监测和污染评估

某些金属元素如铅、汞、镉等在自然界的含量较低, 但由于人类活动的影响, 这些元素的浓度可能会在局部区域显著升高, 对生态环境和人体健康造成严重威胁。通过对岩石样品进行化学分析, 可以了解重金属元素在区域范围内的背景值, 从而判断是否存在污染, 并评估污染程度。此外, 还可以利用化学分析数据追踪污染源头, 为环境修复提供依据。

2.3 为基础科学研究提供了宝贵数据

岩石中金属元素的存在形式、赋存状态和分布特征反映了岩石形成的环境条件和演化历史。通过对不同类型岩石样品进行系统化学分析, 可以揭示金属元素在地质过程中的迁移转化规律, 从而深入理解矿物的成因机制、元素的地球化学循环过程等科学问题。这些基础研究不仅有助于拓展地

【作者简介】王磊 (1990-), 男, 中国四川成都人, 本科, 工程师, 从事矿物学、岩石学、矿床学研究。

质学科的理论前沿,还可以为矿产资源的勘探开发提供理论指导。

3 地质岩石样品金属元素化学分析方法

3.1 样品前处理

3.1.1 样品采集与制备

采集过程中,应确保样品的代表性,尽可能减少人为污染。对于固体岩石样品,通常采用钻探或人工开采的方式获取,并对新鲜样品进行干燥、粉碎和混匀处理,以备后续分析。此外,还需对样品进行分样和包装,以防止在运输和存储过程中发生污染或变质。对于液体或气体样品,则需采用专门的采样设备和容器,并严格控制采样条件,如温度、压力等。

3.1.2 样品分解

样品分解是前处理的另一关键步骤,旨在将样品中的目标元素转化为适合后续分析的形态。常用的分解方法包括酸分解、碱熔融、高温焙烧等。选择合适的分解方法需考虑样品的矿物成分、目标元素的存在形态以及后续分析方法的要求。例如,对于硅酸盐矿物样品,通常采用氢氟酸或其他强酸进行分解;对于难溶性氧化物矿物,则可采用碱熔融或高温焙烧的方式。分解过程中,还应注意控制温度、时间等参数,以确保目标元素充分溶解,同时避免发生其他不良反应。

地质样品加工流程如图1所示。

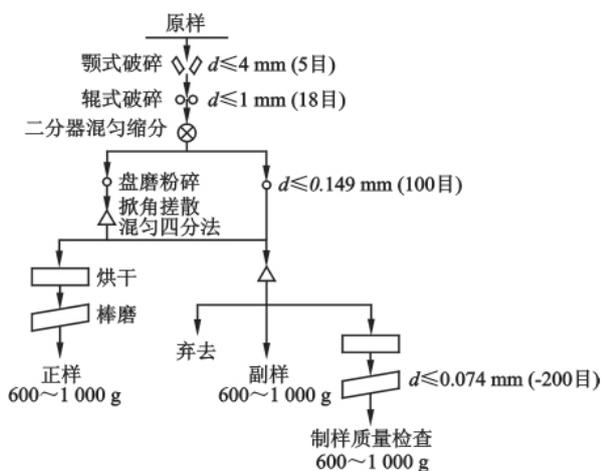


图1 地质样品加工流程

3.2 仪器分析方法

3.2.1 原子吸收光谱法

原子吸收光谱法是一种广泛应用的元素分析技术,它利用原子在特定波长吸收光子的特性来测定样品中元素的含量。该方法操作简便、灵敏度高、成本较低,适用于痕量和超痕量元素的分析。在分析地质岩石样品中金属元素时,通常需要将样品溶解或者通过其他方式制备成溶液,然后利用空心阴极灯等光源产生特征谱线,测定样品溶液对该谱线的吸收度,从而确定元素的浓度。原子吸收光谱法可以同时测定多种元素,尤其擅长分析锌、铜、铁、铅、镉、铬等过渡金属元素^[2]。但该方法对于一些挥发性元素的测定存在一

定局限性。

3.2.2 电感耦合等离子体质谱法

电感耦合等离子体质谱法是一种高灵敏度、高精度的元素分析技术,可以对大多数元素进行同时测定。它利用高温等离子体将样品完全电离,产生的离子被引入质谱仪进行分离和检测。该方法具有极低的检测限、广泛的线性范围、高的精密度和准确度等优点,适用于地质矿产样品中从主量元素到超痕量元素的分析。在分析地质岩石样品中金属元素时,常采用酸溶解或者微波消解等方式对样品进行预处理,制备成溶液后直接进样测定。电感耦合等离子体质谱法可以同时测定大约70种元素,尤其擅长分析铂、金、钽等贵金属元素和铀、钍等放射性元素。但该方法对于一些易形成分子离子的元素(如氯、硫等)的测定会受到一定干扰。

3.2.3 X射线荧光光谱法

X射线荧光光谱法是一种无损、快速、准确的元素分析技术,可以直接对固体样品进行测定,无需复杂的样品制备过程。它利用X射线激发样品中的元素发射出特征X射线,根据该X射线的能量和强度来确定元素的种类和含量。该方法可以同时测定从钠到铀的几乎所有元素,尤其适用于主量元素和常量元素的分析。在分析地质岩石样品中金属元素时,通常将研磨成粉末的样品压制成圆片或者直接测定矿物晶体,根据标准品校正后即可获得元素的含量。X射线荧光光谱法操作简便、快速、无损,但对于痕量元素的检测能力相对较差。

3.3 数据处理和质量控制

3.3.1 分析结果数据整理与校正

在获得原始分析数据后,需要对数据进行初步筛选和整理。这一过程包括剔除明显异常的数据点,检查数据的完整性,以及将不同批次的分析数据进行汇总。同时,还需要根据仪器的响应特性、基体效应等因素对数据进行必要的校正,以消除这些因素对分析结果的影响。常用的校正方法包括内标法、标准曲线法等。通过数据整理与校正,可以得到更加准确、可靠的分析结果。

3.3.2 内部和外部标准样品使用

在整个分析过程中,应当合理使用内部和外部标准样品,以控制分析质量。内部标准样品是在样品制备过程中加入的已知浓度的元素,通过比较内标元素的理论值与测量值,可以监控样品制备过程是否存在问题,并对仪器的灵敏度、稳定性等进行评估。外部标准样品则是与待测样品基体相似、含量已知的地质标准物质,通过分析外标样品,可以准确评估分析方法的准确度,并对仪器的校准状态进行检查^[3]。在分析过程中,应当定期插入内部和外部标准样品,并对其分析结果进行统计和评价,以确保分析质量的可控性。

3.3.3 系统准确性与重复性评估

系统准确性和重复性评估是保证分析结果可靠性的另

一关键环节。准确性反映了分析结果与真实值之间的偏离程度,通常通过对标准物质进行分析并与其认证值进行比较来评估。重复性则体现了在相同条件下重复测量时分析结果的一致性程度,通常通过对同一样品进行多次平行测定并计算相对标准偏差来评估。只有当系统准确性和重复性达到预期水平时,分析结果才能被视为可靠和有效。

4 地质岩石样品金属元素分析方法的未来发展趋势

4.1 快速分析技术的发展

快速分析技术的发展主要体现在两个方面:一是利用新型探测器和检测原理,实现快速、高效的元素检测;二是借助先进的数据处理算法和人工智能技术,优化分析流程,提高数据质量和处理效率。在探测器和检测原理方面,激光等离子体发射光谱(LIBS)、激光感生电离质谱(LA-ICP-MS)、X射线荧光光谱(XRF)等技术将得到广泛应用。这些技术能够在很短的时间内对样品进行多元素同时检测,检测速度快,灵敏度高,适用于野外和实验室环境。

与此同时,在数据处理算法和人工智能技术方面也将取得长足进步。通过深度学习、机器学习等算法,可以自动识别和分类光谱峰,实现元素的快速定性和定量分析。同时,人工智能技术还可以优化分析流程,自动控制仪器参数,减少人为干预,从而进一步提高分析效率和准确性。

快速分析技术的发展将极大推动地质勘探和矿产资源开发领域的进步。它不仅能够提高工作效率,缩短周期,还能够降低成本,提高经济效益。同时,快速分析技术也将为其他相关领域的发展作出贡献,如环境监测、材料科学、考古学等。

4.2 高灵敏度和高分辨率分析技术的发展

质谱技术的革新将大幅提高金属元素分析的灵敏度和准确性。新一代的电感耦合等离子体质谱(ICP-MS)和激光等离子体质谱(LA-ICP-MS)等技术能够实现对极微量元素的高精度定量分析,并且可以提供空间分辨率高达亚微米级别的元素分布图像。这些技术的发展将有助于揭示岩石样品中微量元素的赋存状态和成因机制,为矿产资源评价和成矿作用研究提供更加精细的数据支持。

同步辐射技术的应用将极大地拓展金属元素分析的分辨率和成像能力。利用同步辐射X射线荧光(SR-XRF)和X射线吸收精细结构谱(XAFS)等技术,可以实现从微米到纳米尺度的元素分布和化学结构分析^[4]。这种高分辨率成像有助于揭示金属元素在矿物晶格中的赋存形式,为矿物学和矿床学研究提供新的视角。

计算机模拟技术的发展也将推动金属元素分析方法的

进步。通过建立准确的热力学数据库和动力学模型,可以预测和模拟各种地质过程中金属元素的赋存状态和迁移规律。结合高分辨率分析数据,这些模型将有助于更好地理解金属元素在地质过程中的行为,为矿产资源勘探和开采提供理论指导。

4.3 多元分析方法的发展

近年来,多元分析方法在地质岩石样品金属元素分析中的应用日益广泛。X射线荧光光谱法(XRF)与电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS)的联用是一种典型的多元分析方法。XRF可以快速、无损地对样品进行元素筛查,而ICP-MS则具有极高的灵敏度和精确度,能够对痕量和超痕量元素进行定量分析。两种方法的结合既保证了分析的效率,又提高了结果的准确性。此外,激光剥蚀电感耦合等离子体质谱法(LA-ICP-MS)与扫描电子显微镜(SEM)的联用也是一种新兴的多元分析方法。LA-ICP-MS可以实现样品的原位微区分析,而SEM则能够提供样品的微观形貌和结构信息,两者结合可以深入研究元素的空间分布特征和赋存状态。

此外,多元分析方法还朝着原位、实时分析的方向发展^[5]。传统的分析方法常常需要对样品进行破坏性处理,而且无法获取动态变化的信息。原位分析技术的发展,如同步辐射X射线荧光光谱(SR-XRF)和原位X射线吸收精细结构(XAFS)分析,使得在不破坏样品的情况下获取元素的化学状态和局部结构信息成为可能。

5 结语

总的来说,地质岩石样品金属元素化学分析是一项系统的工作,需要科学的采样策略、可靠的测试手段以及深入的数据分析。只有通过这些环节的有机结合,才能从元素地球化学角度全面认识地质体的形成和演化历史,为地球科学研究提供有价值的信息。随着分析技术的不断进步,这一领域必将为我们揭示更多地球奥秘。

参考文献

- [1] 王冬冬,娜荷芽,武应凯.探讨地质岩石样品金属元素化学分析与应用[J].中国金属通报,2023(19):143-145.
- [2] 王福林.地质岩石样品金属元素化学分析与应用[J].南方农机,2019,50(4):232-233.
- [3] 张莹莹.地质岩石样品金属元素化学分析与应用研究[J].区域治理,2019(4):226-226.
- [4] 黄运弢.岩石矿物样品金属元素化学分析技术探究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2021(12):73-74.
- [5] 胡隽.地质统计学在微量元素化学分析中的应用研究[J].科技资讯,2013,11(21):98.