

# Interference Factors and Their Correction Methods in the Chemical Analysis of Rock Samples

Yaqiong Chen

The Third Geological and Mineral Exploration Institute of Gansu Provincial Geological and Mineral Development Bureau, Lanzhou, Gansu, 730050, China

## Abstract

In the chemical analysis of rock samples, the interference factors often have a significant impact on the accuracy and reliability of the results. The main interference factors include the mineral composition, physical properties, the selection of analytical methods and the sensitivity of the instrument. Interactions between minerals, differences in solubility, and competitive adsorption between elements may all bias the analysis results. Furthermore, the possible contamination introduced during the sample preparation as well as the background noise of the instrument can also affect the final data. In order to improve the accuracy of the analysis results, an effective correction method should be adopted. The appropriate internal standard elements were selected, and the effect of interference was eliminated by comparing the ratio of the target element to the internal standard element in the sample, corrected using the standard addition method, and the actual concentration of the target element in the sample was determined by adding a known concentration to the sample.

## Keywords

rock samples; chemical analysis; correction method

## 岩石样品化学分析中干扰因素及其校正方法

陈亚琼

甘肃省地质矿产开发局第三地质矿产勘查院, 中国·甘肃·兰州 730050

## 摘要

在岩石样品的化学分析中, 干扰因素常常对结果的准确性和可靠性产生显著影响。主要干扰因素包括样品的矿物组成、物理性质、分析方法的选择及仪器的灵敏度等。矿物之间的相互作用、溶解度差异以及元素之间的竞争吸附都可能导致分析结果的偏差。此外, 样品制备过程中可能引入的污染以及仪器的背景噪声也会影响最终数据。为提高分析结果的准确性, 需采取有效的校正方法。选择适当的内标元素, 通过比较样品中目标元素与内标元素的比值来消除干扰的影响, 利用标准加入法进行校正, 通过向样品中添加已知浓度的标准物质, 确定样品中目标元素的实际浓度。

## 关键词

岩石样品; 化学分析; 校正方法

## 1 引言

岩石样品的化学分析在地质学、矿物学和材料科学等领域中具有重要意义。其结果不仅影响资源的勘探和开发, 还对环境监测和材料性能评估等方面产生深远影响。然而, 在分析过程中, 样品的复杂性及仪器的局限性可能导致干扰因素的出现, 从而影响分析结果的准确性和可靠性。论文深入探讨岩石样品化学分析中常见的干扰因素及其相应的校正方法, 以期为提高分析精度提供理论依据和实践指导。岩石样品化学分析中的干扰因素复杂多样, 但通过合理的校正方法, 可以显著提高分析结果的可靠性, 为地质研究和资源

勘探提供重要的支持。

## 2 干扰因素分析

### 2.1 样品矿物组成

岩石样品的矿物组成复杂, 通常包含多种矿物和化合物。不同矿物的化学性质和结构对目标元素的分析有显著影响。岩石样品的矿物组成是影响其化学分析结果的关键因素。不同类型的岩石(如火成岩、沉积岩和变质岩)具有各自特定的矿物组合, 这些矿物的物理和化学性质直接影响目标元素的分布与反应。火成岩中常见的矿物如长石、石英和黑云母, 具有较高的稳定性, 而沉积岩中则可能包含黏土矿物和碳酸盐矿物, 这些矿物在分析中可能导致共沉淀或遮蔽效应。变质岩则常含有新形成的矿物, 如云母和角闪石, 可能影响某些元素的释放和测定。例如, 某些矿物在分析过

【作者简介】陈亚琼(1975-), 女, 中国甘肃武威人, 助理工程师, 从事实验测试研究。

程中可能与目标元素形成共沉淀或引起遮蔽效应,从而导致分析结果的偏差。在多矿物样品中,矿物之间的相互作用更加复杂,可能导致某些元素的分布不均或反应活性降低,最终影响分析结果。此外,矿物的粒径、形态和相互配位关系也可能导致元素在样品中的分布不均,进一步复杂化分析过程。因此,全面了解样品的矿物组成对于选择适当的分析方法和校正策略至关重要。

## 2.2 样品制备过程

样品的制备过程是影响分析结果的关键环节。样品的破碎、粉磨和消解等步骤中,任何引入的污染都可能导致分析结果的偏差。使用不洁净的器具或试剂可能引入交叉污染,从而增加假信号的风险。此外,样品的颗粒大小和均匀性也会影响分析的准确性,尤其在光谱分析中,样品的均匀性至关重要。应选择具有代表性的岩石块,确保样品反映整体岩石特征。对采集的岩石进行粗碎,去除表层风化层和杂质。通常使用锤子或电动破碎机进行初步破碎,以便获得更小的样品块。将破碎后的岩石样品研磨至所需的粒度,常用的研磨工具包括球磨机和研钵。然后,通过筛网分级,获得统一粒径的粉末,以确保分析结果的一致性。对于湿润的样品,需在烘箱中低温干燥,以去除水分,防止在后续分析中影响结果。在进行某些分析(如X射线荧光分析)时,需将样品压制成药片或其他形状,以便于测量。每个样品在制备后应进行清晰标记,并存放在干燥、阴凉的环境中,以防止污染和变化。确保样品的均匀性和代表性,为后续的矿物分析、化学成分测定和地质研究提供可靠基础。

## 2.3 分析方法选择

分析方法的选择对分析结果的影响不可忽视。不同的化学分析技术在灵敏度、选择性和适用性上存在差异。例如,火焰光度法对某些元素的灵敏度较低,而电感耦合等离子体质谱(ICP-MS)则能够检测到更低浓度的元素。选择不当的分析方法不仅会导致目标元素的检出率降低,还可能导致对干扰因素的忽视,从而影响整体分析结果的可靠性。

## 2.4 仪器的灵敏度和背景噪声

在岩石样品的化学分析中,仪器的灵敏度和背景噪声是影响分析结果准确性的重要因素。灵敏度指的是仪器在检测微量元素或化合物时的能力,通常以检测限(LOD)来衡量。背景噪声则是指在分析过程中,仪器产生的非目标信号,这些信号可能来自环境、样品本身或仪器的内部干扰。理解并处理这些因素,对于提高分析的可靠性至关重要。

仪器的灵敏度直接影响到分析的可检测范围。在化学分析中,灵敏度高的仪器能够检测到极低浓度的元素,从而确保在复杂样品中识别和定量微量成分。例如,电感耦合等离子体质谱(ICP-MS)具备极高的灵敏度,能够在几ppb(十亿分之一)的浓度下进行分析。高灵敏度仪器通常配备先进的探测器和信号处理系统,以降低背景噪声,提高信号对比度,从而增强检测能力。灵敏度再高的仪器也无法完全

避免背景噪声的影响。背景噪声主要来源于仪器自身的电子噪声、样品基质的干扰,以及环境因素如温度和电磁干扰。为了有效处理背景噪声,实验室通常采用以下几种策略:其一,通过选择合适的仪器设置(如增益、滤波等)来优化信号采集过程,减少无用信号的干扰。其二,在样品分析前进行基线校正,以消除固定背景信号的影响。可以通过多次测量并采用平均值法来降低随机噪声的影响,从而提高分析结果的可靠性。

在样品预处理阶段,选择合适的提取和分离方法也能显著降低背景噪声。例如,在进行固体样品分析时,利用化学分离技术去除基质干扰,能够提高目标元素的信号强度,同时减少背景噪声的贡献。特别是对于复杂矿石样品,采用离子交换或萃取等技术,可以有效地分离出目标元素,从而提高其在最终分析中的信噪比。此外,数据处理也是降低背景噪声影响的重要环节。通过应用数学模型和统计方法,可以从原始数据中剔除异常值,识别和调整系统误差,从而获得更为准确的分析结果。比如,使用基于标准添加法的校正,可以在已知浓度的标准溶液中进行回归分析,帮助消除样品基质的干扰,提高定量分析的准确性。

在岩石样品的化学分析中,仪器的灵敏度和背景噪声处理是不可忽视的两个方面。提高灵敏度和有效管理背景噪声,不仅有助于提升分析的准确性和可靠性,也为进一步的地质研究和矿物资源评估提供了坚实基础。通过合理的实验设计和数据处理策略,可以有效地应对这些挑战,实现对微量元素精准分析。

## 3 校正方法

### 3.1 内标法

内标法的核心思想是向样品中添加已知浓度的内标物质,这种物质与待测元素在化学性质上相似,但在分析过程中可以被独立检测。通过比较待测元素和内标物质的信号强度,可以有效消除由于样品基质、仪器波动或操作误差等因素引起的干扰。内标法是一种有效的干扰校正技术。在此方法中,向样品中添加已知浓度的内标元素,以消除仪器和样品之间的干扰。内标元素的选择应考虑其化学性质应与目标元素相似且在分析过程中不受干扰。通过比较内标元素与目标元素的信号比值,可以有效校正因样品变化或仪器波动导致的分析误差。内标法的优势在于其简单易行,且能够提高结果的重现性。

选择合适的内标物质是内标法成功的关键。理想的内标物质应具备以下特征:首先,其化学性质应与待测元素相似,以保证在样品处理和分析过程中两者的行为一致。其次,内标物质应具有稳定的信号强度和较高的灵敏度,以确保在分析时能够准确测量。最后,内标物质的浓度应在适当范围内,避免对待测元素的分析产生干扰。在样品准备阶段,将选定的内标物质以已知浓度加入待测样品中。这个步骤可以在样品消解或溶解时进行,确保内标物质与样品充分混合。

为避免内标物质对待测元素的影响,应确保其添加量适中,一般推荐添加量在待测元素浓度的1%~10%之间。使用合适的分析仪器(如电感耦合等离子体质谱 ICP-MS 或光谱仪)对样品进行分析。在这一过程中,记录待测元素和内标物质的信号强度。需要注意的是,仪器的校准和性能检查应在样品分析前进行,以确保数据的准确性。为确保结果的可靠性,建议在分析过程中进行重复实验,并使用标准样品进行对比验证。通过比较不同批次样品的结果,可以评估内标法的稳定性和准确性。此外,也可以采用外标法进行对照分析,以进一步验证内标法的有效性。在实验结束后,详细记录实验条件、内标物质的选择、添加量以及数据处理的过程。最终结果应以报告的形式呈现,确保实验的可追溯性。这不仅有助于分析的透明性,还为后续研究提供重要的数据支持。

### 3.2 标准加入法

标准加入法是另一种常用的校正技术。在该方法中,向样品中添加已知浓度的标准物质,并通过分析不同浓度下的样品来建立标准曲线。该方法能够有效消除基体效应和分析干扰,尤其适用于复杂基体的样品。标准加入法通过直线回归分析可建立准确的浓度—信号关系,从而提高分析的准确性。

首先,准备一系列含有不同已知浓度待测元素标准溶液的岩石样品。这些标准溶液的浓度呈梯度增加。将这些样品按照相同的分析方法进行处理和测定。在测定过程中,以加入的标准溶液浓度为横坐标,对应的测定信号(如吸光度、发射强度等)为纵坐标,绘制标准加入曲线。通常情况下,随着标准溶液浓度的增加,测定信号也会相应增强,并且在一定范围内呈线性关系。通过对标准加入曲线进行线性回归分析,可以得到回归方程。然后,将未添加标准溶液的岩石样品的测定信号代入回归方程中,反推出该样品中待测元素的浓度。这种方法的原理是通过向样品中加入已知浓度的标准溶液,使得待测元素的浓度发生变化,从而改变测定信号。通过观察测定信号的变化,可以确定样品中待测元素的真实浓度,同时校正由于干扰因素引起的误差。例如,在岩石样品中可能存在其他元素的干扰,导致待测元素的测定结果偏高或偏低。通过标准加入法,可以在一定程度上消除这种干扰,提高分析结果的准确性。总之,标准加入法在岩石样品化学分析中具有重要的应用价值。它能够有效地校正干扰因素,提高分析结果的准确性和可靠性,为岩石学研究和地质勘探等领域提供准确的数据支持。

### 3.3 多元回归分析

多元回归分析是一种统计方法,可用于解决复杂样品

中的干扰问题。通过构建数学模型,将多种干扰因素纳入考量,可以提高分析结果的准确性。此方法通常需要大量的数据支持,以便对各个干扰因素进行有效的定量分析。多元回归分析可以帮助识别影响结果的主要因素,从而为后续的分析提供参考。

通过收集多个样品的数据,利用统计学模型,研究者可以识别出各因素对待测元素信号的影响程度,并进行相应的校正。进行多元回归分析的第一步是收集数据。这包括待测样品中目标元素的浓度,以及可能存在的干扰元素的浓度。通常情况下,需要测定足够多的样品,以确保回归模型的可靠性。此外,还需考虑其他可能影响分析结果的变量,如温度、压力和仪器参数。在模型建立过程中,可以使用逐步回归法来选择重要变量,确保模型的简洁性和有效性。在建立回归模型后,需对其进行验证。这可以通过交叉验证、残差分析等方法来完成,以评估模型的预测能力和适用性。通过比较预测值与实际值,分析模型的准确度,确保其在实际应用中的有效性。一旦模型经过验证并被确认有效,就可以应用于实际的岩石样品分析中。在分析新样品时,根据已建立的回归模型,可以计算出干扰因素对待测元素信号的影响,并进行相应的校正。通过这种方式,能够显著提高分析的准确性,减少由于基体效应导致的误差。分析结果应进行科学解读。在多元回归分析中,关注各个变量的回归系数可以了解它们对目标元素浓度的影响程度。此外,还可以利用模型进行预测,评估在不同条件下样品分析结果的变化趋势。

## 4 结语

岩石样品的化学分析受到多种干扰因素的影响,然而,通过合理的校正方法,可以显著提高分析结果的准确性和可靠性。内标法、标准加入法及高分辨率技术等方法在实际应用中显示出良好的效果,为地质研究、资源勘探和环境监测提供了有力支持。未来,随着分析技术的不断进步,预计将出现更多高效的干扰校正方法,为岩石样品化学分析提供更高的精度保障。

### 参考文献

- [1] 张合良.岩石矿物化学分析的基本流程[J].化工管理,2020(28):2.
- [2] 周欣.原子吸收分光光度法在岩石矿物分析中的应用[J].江苏建材,2024(4):64-66.
- [3] 贾昌飞.试析岩石矿物分析测试中的质量控制要点[J].内蒙古煤炭经济,2024(1):22-24.