

岩石矿物分析化验中的质量控制要点研究

钟欢欢

中国黄金集团江西金山矿业有限公司, 江西 德兴 334200

[摘要] 随着科技的不断进步, 关于岩石矿物的成分、结构与形成机制的理解日渐深入, 相关分析技术也在不断优化与提升。准确可靠的分析结果不仅为后续研究奠定基础, 也为工程决策提供了重要依据。鉴于实验过程中可能出现的误差与不确定性, 有效的质量控制措施显得尤为关键。通过严格控制设备、选择合适的检测方法、管理实验环境及操作人员, 显著提高分析结果的准确性与可靠性是完全可行的。文中探讨岩石矿物分析化验过程中的关键质量控制要点, 分析其对提升实验质量的重要性, 并提出相应的优化建议。

[关键词] 岩石矿物; 分析化验; 质量控制; 化验流程

DOI: 10.33142/ec.v7i11.14233

中图分类号: P575

文献标识码: A

Research on Quality Control Points in Rock Mineral Analysis and Testing

ZHONG Huanhuan

China National Gold Group Jiangxi Mining Co., Ltd., Dexing, Jiangxi, 334200, China

Abstract: With the continuous advancement of technology, the understanding of the composition, structure, and formation mechanism of rock minerals is deepening, and related analytical techniques are constantly being optimized and improved. Accurate and reliable analysis results not only lay the foundation for subsequent research, but also provide important basis for engineering decision-making. Given the potential errors and uncertainties that may arise during the experimental process, effective quality control measures are particularly crucial. It is completely feasible to significantly improve the accuracy and reliability of analysis results by strictly controlling equipment, selecting appropriate detection methods, managing experimental environments and operators. The article explores the key quality control points in the process of rock mineral analysis and testing, analyzes their importance in improving experimental quality, and proposes corresponding optimization suggestions.

Keywords: rock minerals; analysis and laboratory testing; quality control; assay process

引言

伴随着经济的快速发展, 地质勘探的需求不断上升, 研究者需提供高效且准确的分析结果。面对复杂样品, 传统的分析方法常常遭遇挑战, 特别是在样品的多样性与复杂性日益增加的背景下, 对岩石矿物分析方法的创新与改进愈发显得必要。控制分析过程中可能出现的误差, 提升结果的可靠性, 已成为提高科研水平与经济效益的重要手段。因此, 各个环节的质量控制必须受到重视, 以确保其规范性与标准化, 为科研与工程实践提供坚实的数据支持。

1 岩石矿物的分类

在地质学与矿物学研究中, 根据成分、结构及形成环境等因素, 岩石矿物可被划分为三大类: 硅酸盐矿物、非硅酸盐矿物以及有机矿物。硅酸盐矿物为地壳中最为常见的类型, 其占总质量的 90% 以上。基本单元为硅氧四面体 (SiO_4), 可形成多种网络结构, 包括单链、双链、层状及框架硅酸盐。石英、长石及云母等常见硅酸盐矿物与其分布及成因存在密切关系。非硅酸盐矿物包括碳酸盐、氧化物、硫化物及磷酸盐等。碳酸盐矿物, 如方解石与白云石, 通常存在于沉积岩中, 其经济价值显著。氧化物矿物, 如赤铁矿与铝土矿, 在工业与冶金领域发挥着重要作用。

硫化物 (如黄铁矿与闪锌矿) 则与金属矿床的形成密切相关。有机矿物通常由生物过程形成, 与煤及石油等有机物质密切相关。在特定地质条件下, 这类矿物的形成反映了生物化学过程对矿物成分的影响。

2 岩石矿物分析化验的工艺流程

2.1 化验样品的加工制作

样品加工是岩石矿物分析的起始环节, 其目的是将原始岩石样品转化为适合后续分析的形式。确保选取具有代表性的岩石样品是至关重要的, 这样才能有效反映研究区域的矿物组成与分布特征。获取样品后, 需进行破碎处理, 通常使用机械破碎机将大块岩石破碎至小于 2 厘米。经过破碎, 样品需进行研磨处理, 常用的方法包括球磨与磨板磨, 以进一步细化样品, 要求粒径小于 200 目, 以确保后续分析的均匀性。在加工过程中, 样品污染的避免至关重要, 应使用专用工具与设备, 并保持工作环境的洁净。加工完成后, 样品须被仔细标识, 记录其来源、处理过程及相关信息, 以便于后续的追踪与管理。

2.2 岩石矿物化学成分定量测定

定量测定为岩石矿物分析中的核心环节, 目的在于确定样品中各种化学成分的含量。现代分析技术的应用显著

提高了定量测定的准确性与效率,常用的方法包括 X 射线荧光光谱 (XRF)、电感耦合等离子体质谱 (ICP-MS) 及原子吸收光谱 (AAS)。由于其快速且无损的特点, X 射线荧光光谱技术能够对样品中的主要及次要元素进行定量分析^[1]。样品处理后, 将其放入 XRF 仪器中, 激发样品中的元素产生特征荧光, 通过分析荧光信号的强度, 能够计算出各元素的含量。以高灵敏度与广泛检测范围著称的电感耦合等离子体质谱 (ICP-MS) 适用于痕量元素的检测。样品在酸中溶解, 形成液相样品后, 进入等离子体, 使样品中的元素电离并被检测。ICP-MS 特别适合微量的重金属与稀土元素的分析。完成定量测定后, 实验室会生成标准化报告, 详细列出各元素的含量及分析误差范围。这些数据为后续的地质研究、资源评估及环境监测提供了科学依据。

2.3 岩石矿物化学成分的定性分析

定性分析在岩石矿物分析中同样占据重要地位, 目的是确定样品中存在的矿物种类及其特征, 常用的定性分析方法包括矿物学显微镜观察、X 射线衍射 (XRD) 及扫描电子显微镜 (SEM)。矿物学显微镜观察为一种经典的定性分析手段。通过观察薄片样品, 研究者能够根据矿物的光学性质 (如折射率、颜色、解理等) 鉴定矿物类型。通过分析样品的衍射图谱, X 射线衍射 (XRD) 技术精确确定矿物的晶体结构及相组成。该技术在岩石学及矿物学研究中被广泛应用, 尤其适合检测矿物的多相共存情况。扫描电子显微镜 (SEM) 以高分辨率观察矿物的形态特征, 结合能谱分析 (EDS), 进一步分析矿物的化学成分。SEM 技术在矿物学及材料科学研究中应用广泛, 特别是在纳米材料的研究中显示出独特优势。

2.4 数据处理与结果分析

数据处理与结果分析为岩石矿物分析化验流程的最后环节, 涉及对所获得的定量与定性数据进行整理、统计及解释。实验室需对化学成分的数据进行校正, 以确保测量误差在可接受范围内。完成数据校正后, 分析结果将通过统计软件处理, 生成图表与数据表, 以便于对比与解释。饼图常用于展示各元素的相对丰度, 而柱状图则适用于比较不同样品之间的成分差异。这些图表直观地反映样品的矿物组成及化学特征。结合地质背景与理论模型, 深入分析样品的成因、演化及潜在经济价值应成为重点^[2]。结果解释需基于充分的文献支持与理论依据, 以确保结论的科学性与可靠性。数据处理与结果分析的最终目标在于为相关领域研究提供有价值的参考, 支持地质勘探、资源开发及环境保护等方面的决策。

3 岩石矿物样品的制备、标识、验收和储备工作

3.1 加工式样的获取

在采样过程中, 应充分考虑采样位置、深度及地质特征, 以确保所获取样品能够真实反映该区域岩石矿物的特性。样品加工的基础在于根据样品性质选择适当的破碎与研磨工艺。硬质矿石通常通过颚式破碎机进行初步破碎, 随后采用球磨机研磨至所需粒径。在这一过程中, 防止污

染与样品混淆至关重要。设备在使用前应彻底清洁, 操作人员需确保每个样品独立加工, 以避免混合使用。对于湿样品或黏性矿石, 可能需要在研磨过程中进行干燥处理, 以减少水分含量对后续分析的影响。样品加工完成后, 必须立即进行标识, 样品应保存在洁净的样品袋中, 以确保在后续分析中能够清晰追溯样品来源。

3.2 样品的定性

样品定性在岩石矿物分析中被视为基础环节, 其目的是通过初步的物理或化学方法判断样品的矿物组成、结构及物理特征。定性分析不仅为后续定量分析提供依据, 还通过初步确定矿物特征, 指导化验过程中的样品处理方式^[3]。常用的定性分析方法包括目视观察、显微镜分析及简单的化学试剂反应。通过肉眼或显微镜观察, 分析人员能够根据矿物的颜色、硬度、光泽及解理等特征, 初步判断样品中可能存在的矿物类型。例如, 透明或半透明的石英与因其低硬度及独特反应特性而更易识别的方解石, 可以通过目视观察初步识别。显微镜的进一步观察能够揭示矿物的晶体结构及形态特征, 从而更准确地进行矿物分类。在某些特定情况下, 定性分析可能还需结合简单的化学分析方法, 如酸碱反应或溶解性试验。这些方法能够确认某些矿物的存在或排除不相关成分, 从而为后续定量测定提供指导。

3.3 制定样品检测与分析系统

确保岩石矿物分析的系统性与科学性, 建立完整且合理的样品检测与分析系统, 考虑样品处理流程的顺序及检测设备的选择, 从而保证分析数据的准确性与可重复性。在制定样品检测系统时, 需考虑样品的特性及研究目标。富含硅酸盐矿物的样品通常优先选择 X 射线荧光光谱 (XRF) 进行元素分析, 而金属矿物则适合采用电感耦合等离子体质谱 (ICP-MS) 进行痕量金属元素的定量分析。检测方法的选择应基于矿物的化学成分及结构特征, 确保所用技术能够充分捕捉样品中的主要成分及微量元素。系统制定过程中, 还需明确样品处理的顺序。定性分析一般在定量分析之前进行, 通过定性分析初步确定样品中的主要矿物类型及含量, 为后续的精确定量分析提供重要参考^[4]。此外, 系统的制定还需充分考虑样品的保存方式、设备的定期校准与检测、人员操作规范等关键因素, 以确保系统在实际操作中的可行性与科学性。

3.4 明确测定方法

在岩石矿物样品分析中, 样品中元素的含量及矿物种类各不相同, 需根据具体的样品特征与研究目标选择合适的分析方法。常用的测定方法包括化学分析、光谱分析及显微分析, 每种方法在不同检测条件下均有独特优势与适用范围。化学分析方法通常用于主量元素的含量测定, 经典的湿法化学分析因其高精度及灵敏度而得到广泛应用。某些特定矿物的酸溶法与碱熔法能够有效分解矿石中的元素, 从而进行准确的定量分析。此外, 滴定分析与重量分析等手段可进一步确定样品中的氧化物与金属含量。光

谱分析方法凭借速度快、范围广的特点,在现代岩石矿物分析中被广泛应用。X 射线荧光光谱(XRF)技术能够迅速分析样品中的主要元素,而电感耦合等离子体质谱(ICP-MS)技术则能检测样品中的微量元素。显微分析方法如扫描电子显微镜(SEM)与透射电子显微镜(TEM)通过样品的微观结构与形貌分析,进一步确定矿物的晶体结构及成分。在明确测定方法时,需考虑不同分析方法的灵敏度、检测限及准确度等因素。特定样品中的微量或痕量元素,可能更适合采用 ICP-MS 等高灵敏度技术,而主量元素的检测则可采用 XRF 等较为快速的技术。每种分析方法在具体应用中需经过校正与验证,以确保其准确性与可靠性。

4 岩石矿物分析化验过程中的质控要点分析

4.1 严格控制设备质量,做好设备使用前调整

设备的质量控制在确保岩石矿物分析结果准确方面至关重要。对仪器的校准、电源及连接线的完整性进行检查,同时也需确保样品室及光学元件的清洁,是十分必要的。在分析前,所有分析仪器均需进行标准样品的校准,以验证其灵敏度与准确性。此校准过程应严格遵循标准操作程序(SOP),并做好相关记录,以便后续的追溯与检查。应根据不同类型分析的需求,选择合适的设备,以确保其技术参数符合测试标准。此外,设备的操作人员应经过专业培训,最大程度地减少人为因素导致的误差,将有助于确保实验的稳定性与可靠性。

4.2 合理选择检测方法,保证方法可行适用

在岩石矿物分析中,由于不同矿物样品具有各自独特的化学成分、物理性质及形态特征,因此采用多种分析技术进行检测显得尤为必要。常用的检测方法包括 X 射线荧光光谱(XRF)、电感耦合等离子体质谱(ICP-MS)及扫描电子显微镜(SEM)。每种方法在应用中均具备特定的优缺点。以 XRF 技术为例,它适合快速分析样品中的主要元素,而在痕量元素检测方面,ICP-MS 表现优异。在应用特定方法时,适当的预处理步骤如样品的干燥、研磨或化学处理是必不可少的。

4.3 加强化验环境控制,保证环境满足要求

实验室环境需保持稳定,确保温度、湿度及洁净度等因素符合实验要求。温度与湿度的波动可能导致样品物理化学特性变化,进而影响分析结果。实验室应建立严格的清洁制度,包括定期清洁设备、工作台及地面。样品存放区与分析区的分开设置,有助于避免样品在传输过程中受到污染。样品应存放在标识清晰、封闭良好的容器中,以防外部因素对其成分产生影响。操作人员在操作时应穿戴适当的防护装备,通过建立良好的实验室管理制度,可以有效提高分析结果的稳定性与可靠性。

4.4 严格控制化验材料,保证化验材料与试验要求相符

化验材料包括标准样品、试剂及消耗品。在使用前,

所有化验材料需经过严格检验,以确保其质量符合实验要求,避免因材料不合格而导致的分析误差。标准样品应来自信誉良好的供应商,且需定期进行质量检查与认证。使用标准样品进行校准与验证,能够有效提高分析结果的可信度。在化学试剂的选择方面,优先选用高纯度试剂,且严格遵循储存与使用规范。试剂的失效、污染或混用可能导致分析结果的不准确^[5]。在使用试剂前,必须确认其有效期并记录批号及使用情况。操作人员需定期检查实验室的化学药品存放情况,以确保化验材料的安全性与有效性。

4.5 提升操作人员素质水平,严格遵守化验操作流程

在整个分析过程中,操作人员需遵循严格的实验操作流程,以确保每一步均能精确执行。规范化的操作流程能够有效减少人为失误,从而提高实验结果的可靠性。为提升操作人员的素质,实验室应定期组织专业培训与技术交流,以确保人员了解最新的分析技术与设备使用技巧。培训内容包括理论知识、仪器操作、数据分析及报告撰写等多个方面,使操作人员在各个环节均具备必要的专业素养。在实验过程中,操作人员应保持严谨的态度,记录每一项实验数据,包括样品来源、处理过程、分析结果及任何异常情况。详细记录不仅有助于数据追溯,也为后续结果分析与质量评估提供重要依据。

5 结语

在地质科学研究中,岩石矿物分析化验具有重要意义,影响着资源开发、环境监测及地质灾害预警等多个领域。然而,面对分析过程中所遭遇的挑战,质量控制成为提升实验可靠性与科学性的关键因素。本文探讨岩石矿物分析化验过程中的质控要点,通过对设备质量的严格控制、合适检测方法的选择、环境管理的加强、化验材料的严密把控以及操作人员素质的提升,能够有效降低实验误差,显著提高分析结果的准确性。总之,为进一步提高分析的准确性与可靠性,建议在新技术与新方法的研究与应用上加大力度,推动岩石矿物分析朝高效、精准的方向发展。

【参考文献】

- [1]张凯. 先进光谱技术在多金属矿物分析中的应用与发展[J]. 世界有色金属, 2024(9): 217-219.
 - [2]王文娟. 金属矿物分析化验中的质量控制要点分析[J]. 世界有色金属, 2023(16): 226-228.
 - [3]李升科. 浅析金属矿物探工作存在的问题及对策[J]. 中国金属通报, 2020(2): 267-269.
 - [4]马亦骥. 基于深度学习的岩石矿物检测与识别研究[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2023.
 - [5]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.
- 作者简介: 钟欢欢(1992.9—), 女, 东华理工大学, 应用化学, 中国黄金集团江西金山矿业有限公司, 助理工程师。