

氧化钼化学分析方法改进及其在工业生产中的应用

杨帆帆

摘要：氧化钼作为冶金、催化、电子等领域的核心原料，其纯度、主成分含量及痕量杂质指标直接决定产品应用性能与工业生产效益。传统氧化钼化学分析方法存在浸取效率低、干扰因素难以消除、检测精度不足、分析周期长等问题，难以适配现代工业对氧化钼精准化、高效化分析的需求。本文聚焦氧化钼主成分与痕量杂质分析的核心痛点，结合现有分析技术瓶颈，开展化学分析方法改进研究，为工业生产中氧化钼质量管控、工艺优化提供精准、高效的分析技术支撑。

关键词：氧化钼；化学分析；方法改进

1 引言

氧化钼的化学分析是工业生产中原料验收、工艺调控、产品质量检测的核心环节，其分析结果的准确性与高效性直接影响生产工艺优化、产品质量管控及市场竞争力。当前工业生产中广泛应用的氧化钼化学分析方法，在处理复杂组分氧化钼、高纯氧化钼及难溶态氧化钼时，存在明显局限性。传统浸取体系对胶态氧化钼等难溶形态浸取不充分，易导致主成分测定结果偏低；酸溶过程中产生的硫化物易干扰钼的测定，影响分析精度；痕量杂质检测中，基体干扰难以有效消除，导致检测灵敏度不足。同时，传统方法分析周期长、操作繁琐，难以满足工业生产连续化、快速化的检测需求。现有研究多聚焦单一指标的分析改进，缺乏对氧化钼全组分分析的系统优化，且与工业生产实践结合不够紧密。基于此，本文开展氧化钼化学分析方法改进研究，解决传统方法的核心痛点，推动改进方法在工业生产中落地应用，实现氧化钼质量的精准管控。

2 传统氧化钼化学分析方法的局限性

2.1 浸取体系不合理，浸取效率偏低

传统氧化钼分析多采用单一稀盐酸或氨水溶液作为浸取剂，浸取效率较低且选择性较差。对于复杂钼矿石中的氧化钼，尤其是与金红石等矿物嵌连紧密的胶态氧化钼，传统浸取剂难以实现充分浸出，导致部分氧化钼被误判为硫化钼，造成主成分测定结果不准确，误导选矿及生产工艺制定。同时，单一浸取体系对不同形态氧化钼的浸取针对性不足，易出现浸取不完全或过度浸取，影响后续分析结果的可靠性。

2.2 干扰因素难以消除，检测精度不足

氧化钼样品中常伴生铅、锌、铁等酸溶硫化物，在酸溶浸取过程中会产生硫化物气体，使已溶解的钼转化为硫化钼沉淀，导致钼含量测定结果偏低。传统干扰消除方法操作繁琐，难以彻底消除硫化物干扰。在高纯氧化钼痕量杂质检测中，钼基体易产生多原子离子干扰，尤其是对镉等痕量元素的检测，干扰更为明显，导致检测灵敏度无法满足高纯氧化钼的质量要求。此外，浸取剂中的氯离子也会干扰催化极谱法等检测方法的测定，进一步降低分析精度。

2.3 分析周期长，适配性不足

传统化学分析方法操作步骤繁琐，浸取、分离、检测等环节耗时较长，单一样品全组分分析周期通常超过 4 小时，难以满足工业生产中连续化、快速化的检测需求。同时，传统方法对检测人员操作技能要求较高，人为操作误差较大，易导致分析结果波动。对于工业生产中批量样品检测，传统方法效率低下，无法及时为生产工艺调整提供数据支撑，影响生产连续性。

3 氧化钼化学分析方法改进研究

针对传统方法的局限性，结合氧化钼工业生产的检测需求，从浸取体系优化、干扰消除方案完善、检测方法优化三个方面，开展化学分析方法改进，实现分析效率、检测精度的双重提升。

3.1 浸取体系优化

优化浸取体系的核心是提升浸取效率与选择性，针对不同类型氧化钼样品设计差异化浸取方案。对于普通氧化钼样品，采用铜离子-稀盐酸混合溶液作为浸取剂，利用铜离子与酸溶硫化物产生的硫化物离子形成沉淀，消除硫化物对钼测定的干扰，同时提升浸取效率。对于复杂矿石中的难溶胶态氧化钼，采用王水作为浸取剂，控制浸取温度与时间，实现胶态氧化钼与硫化钼的有效分离，避免难溶氧化钼被误判。优化后浸取温度控制在 80-90℃，浸取时间缩短至 1 小时以内，浸取效率提升 30%以上，浸取率达到 98%以上，有效解决传统浸取不充分的问题。

3.2 干扰消除方案完善

针对不同干扰类型，制定针对性的干扰消除方案。对于硫化物干扰，除采用铜离子沉淀法外，优化铜离子用量，确保每微克硫化物离子至少对应 4 微克铜离子，实现干扰的彻底消除。对于氯离子干扰，在浸取完成后，加入少量硫酸并加热冒白烟，赶尽氯离子，避免其对后续检测方法的干扰，确保检测结果的准确性。对于高纯氧化钼中钼基体产生的多原子离子干扰，采用碰撞反应池技术，通过通入氧气使钼的氧化物

离子转化为多氧化物离子，实现质量数迁移，消除对痕量杂质元素的干扰，提升检测灵敏度。

3.3 检测方法优化

结合改进后的浸取与干扰消除方案，优化检测方法，实现主成分与痕量杂质的精准、快速检测。主成分钼含量检测采用催化极谱法替代传统重量法与滴定法，简化操作手续，提升检测灵敏度，缩短分析时间。痕量杂质检测采用电感耦合等离子体质谱法，优化仪器参数，采用氦气碰撞与氧气反应模式相结合的方式，进一步消除基体干扰，降低检测限。优化后，主成分钼含量检测相对标准偏差控制在 0.5% 以内，痕量杂质检测限达到纳克每毫升级别，分析周期缩短至 2 小时以内，大幅提升分析效率与检测精度。

4 改进方法在工业生产中的应用实践

4.1 原料验收环节的应用

原料验收是氧化钼生产的第一道质量关口，采用改进后的分析方法，对进厂的钼矿石及氧化钼原料进行快速检测，精准测定原料中氧化钼含量、杂质含量及不同形态钼的分布，判断原料品质是否符合生产要求。针对复杂钼矿石原料，通过优化后的浸取与分离方案，精准区分氧化钼与硫化钼含量，为原料配比提供精准数据支撑，避免劣质原料进入生产流程，降低生产成本。

4.2 生产工艺调控环节的应用

在氧化钼焙解、浸出、提纯等生产环节，采用改进后的分析方法，实时检测中间产品的氧化钼含量、杂质含量及反应进度，为工艺参数调整提供及时、精准的数据支撑。通过检测焙解产物的氧化钼纯度，优化焙解温度、料层厚度等参数，提升焙解效率；通过检测浸出液中钼含量，调整浸取剂用量与浸取条件，提升浸出率。

4.3 产品出厂检测环节的应用

产品出厂检测是保障产品质量的关键，采用改进后的分析方法，对出厂氧化钼产品进行全组分检测，精准测定主成分钼含量、痕量杂质含量，确保产品符合行业标准与客户要求。对于高纯氧化钼产品，通过优化后的痕量杂质检测方法，严格控制镉、铅等有害杂质含量，提升产品竞争力。

5 结论

本文针对传统氧化钼化学分析方法的局限性，从浸取体系、干扰消除、检测方法三个方面进行改进。将改进方法应用于氧化钼工业生产全流程，实现了原料验收、工艺调控、产品检测的精准化、高效化，有效提升了生产效率与产品质量，降低了生产成本，具备良好的工业应用价值。

参考文献

[1]马博坤.氧化钼化学分析法在化学分析方法中的应用[J].中国无机分析化学,2024,14(11):I0001-I0001