

化工化验分析中的误差分析及有效处理方法

李莉莉

宁夏英力特化工股份有限公司 宁夏 石嘴山 753200

摘要: 在化工生产中, 化工化验分析至关重要, 其误差分析与处理直接影响产品质量、生产安全与效率。本文阐述化工化验分析核心内涵, 深入剖析误差的基本概念、分类, 包括系统误差、随机误差、粗大误差及误差传递与合成。并针对各类误差提出消除、控制、防范与剔除等有效处理方法, 以及提升分析结果可靠性的综合措施, 以保障化工化验分析的准确性。

关键词: 化工; 化验; 误差; 有效处理方法

引言

化工化验分析作为化学工业生产的关键环节, 为产品质量把控、生产安全保障及技术革新提供重要依据。然而, 在实际分析过程中, 误差不可避免地存在, 影响着分析结果的准确性与可靠性。深入分析误差产生的原因及规律, 并探寻有效的处理方法, 对于提高化工化验分析水平, 推动化工行业高质量发展具有重要意义, 本文将围绕化工化验分析中的误差及处理措施展开探讨。

1 化工化验分析的核心内涵

化工化验分析是化学工业生产的关键环节, 其核心在于运用科学方法与精准技术, 对化工生产中的原料、中间体和最终产品进行全面细致的检测分析; 这不仅是在把控产品质量的关键, 更是保障生产安全、提升生产效率、促进技术革新的重要手段。分析人员要借助色谱仪、光谱仪等先进仪器, 融合化学、物理等多学科知识, 精确测定样品成分、结构与性质; 通过定量与定性分析, 能准确判断原料纯度、产品合格率, 及时发现生产中可能存在的杂质、污染物等问题, 为生产调整提供科学支撑。化工化验分析十分重视数据的准确性与可靠性, 要求分析人员秉持严谨科学态度, 具备精湛操作技能, 每一步分析都要严格遵循标准操作程序, 保证数据真实且可重复, 这既是对产品质量负责, 也是对消费者安全的承诺。随着科技进步, 化工化验分析技术持续创新, 新的分析方法和仪器设备不断出现, 为化工生产提供了更强大高效的技术支持, 推动化学工业朝着更高质量、更高效的方向发展。

2 化工化验分析中的误差分析

2.1 误差的基本概念与分类体系

(1) 按误差的性质与规律分类: 误差依性质与规律可划分为系统误差、随机误差及粗大误差三类; 系统误差源于固定因素, 具有重复性和方向性特征, 会导致

测量结果系统性偏高或偏低; 随机误差则由偶然因素引发, 其大小和方向难以预测, 但遵循统计规律; 粗大误差则因操作失误、仪器故障或环境突变等异常情况产生, 数值明显偏离正常范围。(2) 按误差的来源分类: 从误差来源角度, 误差可分为方法误差、仪器误差、试剂误差、环境误差及操作误差。方法误差源于分析方法本身的局限或不完善, 如反应不完全、干扰物质影响等; 仪器误差由测量仪器精度限制或校准不当造成; 试剂误差涉及试剂纯度、浓度或稳定性问题; 环境误差涵盖温度、湿度、气压等环境因素对测量结果的影响, 操作误差则与操作人员技能水平、操作习惯或疏忽相关^[1]。(3) 按误差的表达方式分类: 误差还可按表达方式分为绝对误差和相对误差。绝对误差是测量值与真实值之间的直接差值, 反映测量的绝对准确程度; 相对误差是绝对误差与真实值的比值, 通常以百分比形式呈现, 反映测量的相对准确程度, 便于不同测量结果间比较。

2.2 系统误差的深度解析

(1) 恒定系统误差的特征与表现: 恒定系统误差指测量过程中误差大小和方向保持不变的误差, 这类误差通常源于仪器校准不当、方法缺陷或试剂不纯等固定因素; 如天平未校准准确, 所有使用该天平的测量都会存在相同重量偏差。(2) 可变系统误差的特征与表现: 可变系统误差指误差大小或方向随测量条件变化而变化的误差。这类误差可能源于环境条件波动、仪器性能漂移或操作方法改变等; 如温度变化可能导致反应速率改变, 进而影响分析结果准确性。(3) 系统误差对分析结果的定向影响: 系统误差对分析结果的影响具有定向性, 会使测量结果系统性偏高或偏低, 这种影响在多次重复测量中保持一致, 可通过校准仪器、改进方法或控制环境条件等措施减少或消除。

2.3 随机误差的统计学特性

(1) 随机误差的不可规避性与分布规律：随机误差由偶然因素引起，其大小和方向无法预测。尽管单个随机误差数值和方向随机，但大量随机误差总体分布遵循一定统计规律，如正态分布；这表明大多数随机误差数值较小，极端值出现概率较低。(2) 随机误差对分析结果精密度的决定作用：随机误差对分析结果精密度具有决定性影响。精密度指多次重复测量结果间一致性程度；随机误差越大，测量结果间离散程度越大，精密度越低；因此，提高测量精密度需减少随机误差影响。

(3) 随机误差的统计学表征参数：随机误差统计学表征参数包括标准差、方差和变异系数等。标准差反映随机误差分布离散程度，体现测量结果与平均值间偏离程度；方差是标准差平方，提供随机误差分布更详细信息；变异系数是标准差与平均值之比，便于不同测量结果间比较^[2]。

2.4 粗大误差的识别与界定

(1) 粗大误差的产生根源：粗大误差可能源于操作失误、仪器故障、环境突变或记录错误等异常情况，操作人员可能误读仪器读数，或仪器在测量过程中发生故障，导致测量结果异常。(2) 粗大误差对分析结果的破坏性影响：粗大误差对分析结果具有破坏性影响，可能使测量结果严重偏离真实值，影响分析结果准确性和可靠性；若粗大误差未被识别并剔除，可能导致错误结论或决策。(3) 粗大误差的统计判别准则：为识别和剔除粗大误差，可采用统计判别准则，如狄克逊准则、格拉布斯准则等；这些准则基于随机误差统计分布规律，通过计算测量结果与平均值间偏离程度判断是否存在粗大误差，若某测量结果偏离程度超过设定阈值，则认为该结果为粗大误差，应予以剔除。

2.5 误差的传递与合成

(1) 分析过程中各环节误差的累积效应：分析过程各环节都可能引入误差，这些误差会累积并影响最终分析结果。采样误差、称量误差、反应误差、滴定误差等都会在不同程度上影响分析结果准确性，需综合考虑各环节误差来源和大小，以评估最终分析结果可靠性。

(2) 误差传递的基本规律：误差传递指一个环节误差如何影响后续环节误差，并最终影响分析结果准确性。误差传递基本规律可通过误差传递描述来阐释，该描述考虑了各环节间函数关系以及误差传播方式；通过误差传递描述，可预测和分析不同环节误差对最终分析结果影响程度，为优化分析方法和提高分析准确性提供依据。

3 化工化验分析中的有效处理方法

3.1 系统误差的消除与校正方法

化工化验分析领域系统误差如暗处陷阱，持续定向影响分析结果准确性。有多种有效方法可消除校正系统误差，标准物质对照法是常用手段，用已知准确成分含量的标准物质同步分析，将结果与真实值比对，明确误差大小方向后校正后续结果。空白试验校正法不可或缺，未加待测样品时按相同步骤条件试验，测定试剂溶剂仪器等引入的空白值，用样品分析结果减去空白值可消除这部分误差。仪器校准与期间核查是保证仪器测量准确性的关键，定期校准仪器，用标准器具调整测量参数，使用期间核查仪器性能变化，防止仪器偏差致误差。方法比对与回收率试验同样重要，用不同方法分析同一样品，比较结果一致性，差异大说明有方法存在误差。回收率试验是向已知含量样品加待测组分后测定，计算回收率，其偏离程度反映误差大小，调整方法可减小误差。分析方法验证与确认是确保结果可靠性的最后防线，全面验证方法准确性精密度灵敏度选择性等指标，严格验证确认的方法才能减少误差^[3]。

3.2 随机误差的控制与减小策略

随机误差是化工化验分析中不可避免的干扰源，大小方向随机变化，但可通过策略控制减小。增加平行测定次数是简单有效方法，相同条件下多次平行测定样品，多次结果平均值更接近真实值，次数增加随机误差对平均值影响减小，提高结果精密度。改善测量条件与实验环境对减小随机误差至关重要，保持环境稳定，控制温度湿度气压等在适宜范围，避免环境波动致结果随机变化。优化测量条件，选合适测量时间，调整仪器测量参数，减少外界干扰影响。提升仪器设备灵敏度与稳定性是减小随机误差关键环节，选高灵敏度仪器能更准确检测微小信号变化，加强维护保养确保仪器稳定，减少性能波动致误差。规范操作流程降低人为波动也不容忽视，操作人员严格按标准规程实验，称量样品确保天平稳定准确，滴定分析控制滴定速度和终点判断准确性，减少人为因素干扰，提高结果可靠性。

3.3 粗大误差的防范与剔除机制

粗大误差是化工化验分析中的异常分子，数值明显偏离正常范围，严重干扰分析结果，需建立有效防范与剔除机制。加强人员培训与规范操作意识是防范粗大误差基础，定期培训提高操作人员专业技能和责任意识，熟悉分析流程和操作要点，避免操作失误致误差。培养严谨工作态度，认真对待每个分析环节，减少人为疏忽致误差。建立严格数据审核与复核制度是剔除粗大误差重要保障，数据分析时设专人审核复核，仔细检查原始数据，查看是否合理有无异常值，可疑数据与操作人员

沟通核实, 确认操作失误等原因致误差后剔除。应用统计检验方法判定可疑值是科学剔除粗大误差有效手段, 狄克逊检验法、格鲁布斯检验法等基于统计学原理, 通过计算分析测量数据, 判断是否存在可疑值, 确认是粗大误差致则剔除, 提高结果质量^[4]。

3.4 分析过程的全面质量控制

化工化验分析中, 实现分析过程全面质量控制是确保结果准确可靠关键。质量控制的内部方法与外部方法相结合, 内部方法监控管理分析过程各环节, 规范样品采集保存处理等, 确保样品代表性和一致性, 定期校准维护分析仪器, 保证正常运行。外部方法通过参加实验室间比对试验、能力验证等活动, 与外部实验室结果对比, 评估本实验室分析能力和水平, 及时发现问题改进。质量控制图的绘制与应用是监控分析过程稳定性重要工具, 根据分析数据绘制均值-极差控制图、均值-标准差控制图等, 观察数据点分布判断分析过程是否受控, 数据点超出控制限或呈异常趋势, 说明可能存在异常, 及时查找原因调整, 保证过程稳定性和结果可靠性。不确定度的评估与表述是全面质量控制重要内容, 不确定度是衡量结果可靠性重要指标, 反映结果与真实值偏离程度, 识别评估分析过程各环节不确定度来源, 如样品不均匀性、仪器测量误差、操作人员操作误差等, 计算综合不确定度并合理表述, 让结果使用者了解可靠性范围, 为后续决策提供准确依据。

3.5 提升分析结果可靠性的综合措施

为进一步提升化工化验分析结果可靠性, 需采取一系列综合措施。优化样品前处理技术是关键步骤之一, 样品前处理质量直接影响结果准确性, 根据样品性质和分析要求, 选合适前处理方法, 如萃取、分离、纯化等, 优化前处理条件, 提高样品纯度和代表性, 减少杂质对结果干扰, 为后续分析提供高质量样品。选择特异性强、灵敏度高的分析方法是提高结果可靠性的重要保

障, 不同分析方法特点和适用范围不同, 根据待测组分性质和含量选最适合方法, 特异性强方法能准确区分待测组分和其他干扰物质, 灵敏度高方法能检测低含量待测组分, 提高结果准确性和可靠性。确保试剂与用水纯度等级也不容忽视, 试剂和用水是分析中不可或缺物质, 纯度直接影响结果准确性, 选用高纯度试剂和符合分析要求的水, 避免杂质引入系统误差, 注意保存条件, 防止污染变质。实现分析环境恒温、恒湿与洁净控制是保证结果稳定性重要条件, 分析环境温度、湿度和洁净度会影响分析仪器和样品, 导致结果波动, 建立专门分析实验室, 配备空调、除湿机、空气净化器等环境控制设备, 将环境控制在适宜范围, 为分析工作提供稳定条件, 提高结果可靠性^[5]。

结束语: 化工化验分析中的误差分析及有效处理是确保分析结果准确可靠的关键。通过对系统误差、随机误差、粗大误差的深入分析, 以及误差传递与合成规律的探讨, 我们提出了针对性的处理方法, 并采取综合措施提升分析结果可靠性。这将有助于提高化工化验分析的精度, 为化工生产提供更有力的技术支持, 推动化工行业持续发展。

参考文献

- [1]王冠英.检测实验室化学分析方法验证[J].中国计量,2022(02):70-71+85.
- [2]双瑞前.钢铁材料化学分析中数据误差的影响因素[J].化工设计通讯,2021,47(06):135-136.
- [3]贾宝丽.钢铁材料化学分析中数据误差的影响因素探究[J].当代化工研究,2020(21):15-16.
- [4]张武.石油化工装置水质化验分析中的质量控制措施[J].石化技术,2024,31(1):209-211.
- [5]庄俊杰.化工企业水化验分析的质量控制方法[J].化工设计通讯,2023,49(10):197-199.