

化工化验中常见误差的来源与防治

邬润霞¹ 马彦龙² 赵婷¹

1. 内蒙古鄂尔多斯电力冶金股份有限公司氯碱化工分公司 内蒙古 鄂尔多斯 016064

2. 内蒙古广聚新材料有限责任公司 内蒙古 乌海 016000

摘要: 随化工产业蓬勃发展, 化验作用凸显。本文聚焦化工化验中常见误差的来源与防治。首先阐述化工化验误差的理论基础, 包括误差的基本概念、分类及对化验结果的影响。接着详细剖析常见误差来源, 涵盖仪器、试剂、操作及环境等方面。最后针对性地提出防治方法, 如校准仪器、控制试剂纯度、规范操作流程、优化环境条件以及增加重复次数与统计处理等。旨在为化工化验工作提供全面的误差分析与应对策略, 提高化验结果的准确性和可靠性, 助力化工行业的稳定发展。

关键词: 化工化验; 误差来源; 防治措施

引言: 在化工领域, 化验工作是确保产品质量、监控生产过程以及研发新产品的重要环节。准确的化验结果能够为生产决策提供可靠依据, 而误差的存在则会严重影响结果的准确性, 进而给化工生产带来诸多不利影响, 如产品质量不达标、生产过程失控等。化工化验过程中, 误差来源广泛且复杂, 涉及仪器设备、试剂、操作人员以及环境等多个方面。深入探究这些误差的来源, 并采取有效的防治措施, 对于提高化工化验的质量和水平, 保障化工生产的顺利进行具有至关重要的意义。

1 化工化验误差的理论基础

1.1 误差的基本概念

在化工化验中, 误差是指测量结果与真实值之间的差异。真实值是客观存在的准确数值, 但由于测量手段、仪器精度、环境条件以及人员操作等多种因素的限制, 实际测量得到的数值往往难以与真实值完全一致, 这种差异就构成了误差。误差是不可避免的, 但可以通过科学的方法和严格的控制措施来减小。理解误差的基本概念, 有助于化工化验人员正确认识测量结果的可靠性, 明确误差产生的根源, 从而有针对性地采取措施提高化验的准确性和精确性, 为化工生产提供更可靠的数据支持。

1.2 误差的分类

化工化验中的误差主要分为系统误差和偶然误差。系统误差是由固定因素引起的, 具有重复性、单向性和可测性。它可能源于仪器本身的不准确、试剂不纯、方法缺陷或环境条件的恒定影响等, 会使测量结果系统地偏高或偏低。偶然误差则是由一些难以控制的偶然因素造成, 其大小和方向不可预测, 如环境温度、湿度的微小波动, 操作人员读数时的微小差异等。偶然误差使测

量结果围绕真实值在一定范围内波动。明确误差分类, 有助于化验人员分析误差来源, 采取不同的策略来减小或消除误差。

1.3 误差对化工化验结果的影响

误差对化工化验结果有着多方面的重要影响。在产品质量检测方面, 误差可能导致对产品是否合格的误判。若系统误差使测量结果偏高, 可能将不合格产品判定为合格, 流入市场后会给企业带来声誉损害和经济损失; 反之, 则可能造成合格产品被误弃, 增加生产成本。在生产过程控制中, 误差会使对生产参数的监控不准确, 影响生产过程的稳定性和优化调整, 降低生产效率和产品质量的一致性。在化工研发领域, 误差会干扰对实验现象和数据的准确分析, 误导研究方向, 延缓研发进程, 甚至导致研发失败, 所以必须重视误差控制^[1]。

2 化工化验中常见误差的来源

2.1 仪器误差

仪器是化工化验的关键工具, 其自身问题会引入误差。仪器制造时可能存在精度缺陷, 比如天平的称量刻度不精准, 导致称量物质质量时出现偏差; 分光光度计的光源强度不稳定、波长不准确, 会影响对物质吸光度的测定。仪器经过长期使用, 部件会出现磨损、老化, 像滴定管的刻度因磨损变得模糊, 读数时难以准确判断液面位置; 色谱仪的色谱柱性能下降, 会使各成分的分

2.2 试剂误差

试剂是化工化验的物质基础, 其质量直接影响结果。试剂纯度不足是常见问题, 若使用的标准溶液中含有杂质, 在滴定分析中会额外消耗滴定剂, 导致测定结果偏高; 用于配制溶液的固体试剂含有水分或其他杂

质,会使溶液的实际浓度与理论浓度不符。试剂的等级选择不当也会产生误差,低等级试剂的纯度和质量标准较低,不能满足高精度化验的要求。试剂的保存条件不佳同样不可忽视,一些试剂见光易分解、受热易变质,若保存时未避光、控温,其性质会发生变化,影响化验结果。

2.3 操作误差

操作误差源于化验人员的技术水平和操作习惯。在取样环节,若取样不具有代表性,如从物料表面取样而未搅拌均匀,所取样品不能反映整体物料的真实情况。称量时,读数不准确,如未等天平示数稳定就记录数据,或者估读位数不正确,会导致称量结果误差。在滴定操作中,滴定速度过快,未控制好滴定剂的流速,可能使终点判断不准确;滴定管使用前未润洗,管内残留的水分会稀释滴定剂,影响滴定结果。在仪器操作方面,不熟悉仪器的操作规程,如使用分光光度计时未正确调零、设置参数,会使测量数据不准确。

2.4 环境误差

环境条件对化工化验结果有着不可忽视的影响。温度是重要因素之一,许多化学反应和物理性质会随温度变化而改变。例如,在溶液配制过程中,温度变化会影响溶液的体积,导致浓度不准确;一些物质的溶解度受温度影响较大,温度波动会使溶解或沉淀过程不完全,影响分析结果。湿度也会产生误差,高湿度环境下,一些试剂易吸潮,改变其质量和性质;某些仪器的电子元件受潮后可能性能下降,影响测量精度。空气中的灰尘、杂质可能污染样品或试剂,干扰化验反应。此外,实验室的通风状况不佳,会使一些挥发性物质在空气中积聚,影响分析仪器的正常工作,如气相色谱仪的载气若受到污染,会导致色谱峰异常,影响定性定量分析的准确性^[2]。

3 化工化验误差的防治方法

3.1 校准仪器与提高精度

(1) 定期校准。依据仪器使用频率与精度要求,制定科学合理的校准周期。像分析天平这类使用频繁且对精度要求极高的仪器,需缩短校准间隔。校准要严格遵循标准流程,选用经计量认证的标准器具。校准完成后,详细记录数据、日期及校准人员等信息,建立完整的校准档案。通过定期校准,能及时发现仪器偏差并修正,保证测量结果准确可靠,为化工化验提供坚实的数据基础。(2) 使用高精度仪器。在化工化验里,优先挑选高精度仪器是提升测量准确性的有效举措。高精度仪器采用先进技术与优质材料,分辨率高、误差小。例如

高精度光谱仪,能更精准地分析物质成分。选购时,要结合化验实际需求和精度标准,不能因成本而选精度不足的仪器。同时关注仪器稳定性与可靠性,确保长期使用中持续输出高质量测量数据,减少因仪器精度不够产生的误差。(3) 维护与保养。日常使用后,及时清理仪器表面污渍与残留样品,防止腐蚀部件。定期对仪器内部清洁检查,如清理色谱仪的色谱柱、检查电子仪器的线路连接。储备易损部件,及时更换老化损坏的。为仪器提供适宜存放环境,避免受潮、受热、受尘。精心维护保养可延长仪器寿命,维持其精度与性能,降低误差产生几率。

3.2 控制试剂纯度与保存条件

(1) 选用高纯度试剂。化工化验对试剂纯度要求严苛。依据分析项目的精度需求,精准挑选试剂等级。高精度定量分析,像原子吸收光谱测定金属元素含量,必须用优级纯试剂,其杂质含量极低,可大幅降低杂质对结果的干扰。采购时选正规渠道、口碑好的供应商,确保试剂质量可靠。收到试剂后,仔细核查包装、标签、性状及有效期,优先使用新近生产试剂,从源头保障试剂纯度,提升化验准确性。(2) 空白实验。在样品分析前,按相同条件,仅使用除样品外的试剂和溶剂进行实验,测出空白值。此值体现了试剂、溶剂及实验过程引入的本底干扰。后续数据处理时,用样品测定值减去空白值,能有效剔除杂质影响,让结果更接近真实值。尤其在更换试剂批次或实验环境改变时,务必及时开展空白实验,保证分析结果精准。(3) 规范保存条件。不同试剂对保存条件要求多样。见光易分解试剂,如硝酸银,要用棕色瓶装并放避光处;吸湿性强的试剂,像氢氧化钠,需密封置于干燥器;易挥发试剂,如浓盐酸,应在阴凉通风处保存。同时,要做好试剂分类存放,防止不同性质试剂相互反应。定期检查试剂保存状态,及时处理变质试剂,确保试剂质量稳定,减少因保存不当产生的误差。

3.3 规范操作流程与培训

(1) 制定标准操作规程(SOP)。依据化工化验的具体项目与要求,制定全面且细致的标准操作规程。涵盖从样品采集、预处理到仪器操作、数据分析等各个环节,明确每一步的操作方法、参数设置和注意事项。SOP应具有可操作性与指导性,让化验人员能清晰了解工作流程。定期对SOP进行评审和更新,以适应新的技术和方法。严格执行SOP可减少人为因素导致的误差,确保化验工作的一致性和准确性。(2) 加强人员培训。定期组织化验人员参加专业培训,内容涵盖理论知识、操作技

能和安全规范。邀请行业专家进行讲座,分享最新技术和经验。开展内部培训和交流活动,让经验丰富的员工传授技巧。通过理论考核和实际操作评估,检验培训效果,对不合格人员进行再培训。持续的人员培训能提升化验人员的专业素养和操作水平,使其熟悉各种误差来源及防治方法,从而降低操作误差。(3)引入自动化设备。自动化设备具有高度的精确性和重复性,能有效减少人为操作误差。例如自动滴定仪可精确控制滴定速度和终点判断,提高滴定分析的准确性;自动进样器能保证样品进样的均匀性和一致性。在引入自动化设备时,要充分考虑其与现有化验流程的适配性。同时,对化验人员进行设备操作和维护培训,确保其能正确使用和保养设备,充分发挥自动化设备的优势,提升化工化验的整体质量。

3.4 优化环境条件与控制变量

(1)稳定实验室环境。实验室的温度、湿度、气压等环境因素对化工化验结果影响显著。需安装专业的环境调控设备,如精密空调、除湿机等,将温度、湿度控制在适宜且稳定的范围内,并实时监测记录。对于对气压敏感的实验,配备气压调节装置。同时,减少人员频繁进出实验室,避免因人员活动导致环境波动。稳定的环境能为化验提供可靠的外部条件,降低因环境变化产生的误差,保证实验结果的准确性和重复性。(2)隔离干扰源。在化工化验中,要识别并隔离各类干扰源。对于有振动干扰的实验,将仪器放置在防振台上,远离打桩机、电梯等振动源。若存在化学干扰,如某些挥发性物质影响分析仪器,应将相关试剂妥善存放,并使用通风设备及时排出有害气体。对于可能产生灰尘的区域,采取密封、除尘等措施。通过隔离干扰源,减少外界因素对化验过程的干扰,提高实验数据的可靠性。(3)屏蔽电磁干扰。随着实验室电子设备的增多,电磁干扰问题日益突出。对易受电磁干扰的仪器,如精密天平、光谱仪等,采用电磁屏蔽措施。可将其放置在专门的电磁屏蔽室内,或使用屏蔽罩、屏蔽线等进行防护。同时,合理规划实验室线路,避免强电路与弱电路近距离平行铺设,减少电磁感应干扰。此外,限制实验室内无线设备的使用,降低无线信号产生的电磁干扰,确保仪器正常工作,获取准确数据。

3.5 增加重复次数与统计处理

(1)多次平行实验。在化工化验中开展多次平行实验是提高结果可靠性的有效手段。通过在相同实验条件下,对同一样品进行多次独立测定,能获得多组实验数据。由于每次实验存在随机误差,多次实验结果会有一定波动。但大量平行实验可使随机误差相互抵消,让平均值更接近真实值。一般而言,平行实验次数不少于3次,对于精度要求高的实验,可适当增加次数,以此降低偶然因素对结果的影响,提升数据的准确性。(2)统计分析并剔除异常值。对多次平行实验得到的数据进行统计分析至关重要。可运用合适的统计方法,如计算平均值、标准偏差等,了解数据的集中趋势和离散程度。同时,要识别并剔除异常值,异常值可能由操作失误、仪器故障等引起。常用的剔除方法有狄克逊准则、格鲁布斯准则等。剔除异常值后重新统计分析,能使数据更符合实际情况,提高实验结果的可信度,为后续的化工生产和分析提供准确依据。(3)不确定度评估。在化工化验中,对实验结果进行不确定度评估十分必要。它综合考虑了各种误差来源,如仪器误差、试剂误差、操作误差等。通过分析和计算各误差分量,确定合成不确定度,进而给出测量结果的扩展不确定度。不确定度评估能让实验人员清楚了解结果的可靠范围,为判断实验结果是否符合要求提供科学依据,也有助于比较不同实验方法的优劣,优化实验方案^[1]。

结束语

化工化验作为化工生产与质量控制的关键环节,其结果的准确性至关重要。常见误差来源广泛,涵盖仪器精度、试剂纯度、操作流程、环境条件以及数据处理等多个方面。这些误差若不加以有效防治,将严重影响产品质量判断、生产工艺优化以及科研成果可靠性。通过校准仪器、控制试剂、规范操作、优化环境、增加重复实验及科学统计处理等一系列防治措施,能显著降低误差,提升化验数据的精准度。

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.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.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.