

化学分析实验室检测结果的质量控制措施

王凤英

宁夏灵元质量检测科技有限公司 宁夏 吴忠 751100

摘要: 化学分析实验室检测结果的可靠性是科研探索与生产管控的重要支撑,而质量控制是保障该可靠性的核心。当前实验室质量管控存在全流程协同不足、体系适配性欠缺等问题。本文分析人员、设备、试剂等核心影响因素,提出全流程质量控制措施,探究质量控制体系的构建与持续改进路径,为提升实验室检测结果准确性、完善质量管控机制提供参考。

关键词: 化学分析实验室;检测结果;影响因素;质量控制措施

引言:化学分析作为揭示物质特性的核心手段,其检测结果的质量直接决定后续决策的科学性。在科研、工业生产、环境监测等领域,可靠的检测数据不可或缺,但实际检测中,多因素干扰及管控流程不完善易导致结果偏差,制约实验室功能发挥。因此,系统梳理质量控制影响因素,构建全流程管控机制与动态改进体系,成为提升化学分析实验室检测水平的关键。本文围绕这一核心问题展开研究,为质量控制实践提供理论与技术支撑。

1 化学分析实验室检测结果的质量控制的相关概述

1.1 质量控制的内涵与核心目标

化学分析实验室检测结果的质量控制是贯穿检测全流程的系统性活动,核心是通过一系列标准化、规范化的措施,减少检测过程中的各类误差,确保检测数据具备准确性、精密性、可比性和可靠性。其核心目标并非单纯追求数据的绝对精准,而是在既定检测条件下,将误差控制在可接受范围内,使检测结果能够客观反映被检测对象的实际特性,为后续的科研探索、生产管控等活动提供可信的数据支撑。质量控制涵盖了从检测前的准备工作、检测中的操作执行,到检测后的结果审核等多个环节,是实验室技术能力与管理水平的重要体现。

1.2 质量控制在化学分析中的价值

化学分析的核心价值在于通过精准检测数据揭示物质的组成、含量与特性,质量控制是该价值实现的关键保障。在科研领域,可靠数据是理论验证与成果转化的基础,可规避数据偏差引发的研究方向偏离;工业生产中,精准检测结果用于原材料筛查、生产过程监控及成品质量评估,保障产品质量稳定;环境监测等领域,准确数据能客观反映环境状况,为相关决策提供科学支撑。缺乏有效质量控制会导致检测数据偏差显著,弱化检测活动的实际意义。质量控制体系为动态闭环管理系

统,需结合实验室检测范围、技术能力与检测需求针对性构建,通过全链条管理降低误差影响,同时推动检测流程优化与技术水平提升,增强实验室核心竞争力^[1]。

2 化学分析实验室检测结果质量控制的的核心影响因素

2.1 人员因素

人员是化学分析检测的主体,专业能力与操作规范性直接决定检测质量。检测人员需具备扎实的化学分析理论基础,熟练掌握各类检测方法的原理、流程及注意事项。若其对检测方法理解偏差,或未严格遵循标准化流程(如称量不规范、滴定终点判断不准),会直接导致检测数据偏差。责任心与严谨态度至关重要,粗心敷衍可能引发样品混淆、数据记录错误等问题,进一步降低结果可靠性。随着检测技术迭代,人员需具备持续学习能力,及时掌握新方法与技术,以适应多元检测需求的质量控制要求。

2.2 设备与仪器因素

检测设备与仪器是化学分析的核心工具,性能状态直接决定检测精度。仪器精度、稳定性、灵敏度等参数需与检测要求匹配,精度不足则无法捕捉检测细微变化,导致数据精密性欠缺。长期使用后,仪器核心部件易出现磨损老化,若未及时校准维护,会产生系统误差。另外,仪器安装环境需符合规范,远离振动源、电磁干扰等干扰因素,否则会影响正常运行:如天平置于振动环境中会导致称量数据波动,光谱仪受电磁干扰会降低检测信号稳定性。

2.3 试剂与耗材因素

试剂与耗材是化学分析的基础材料,质量直接影响检测反应准确性。试剂纯度、有效期、稳定性需满足检测要求,使用纯度不足的试剂,其中杂质可能与检测对象发生副反应或干扰检测信号,导致结果偏高或偏低。部分试剂对温湿度、光照敏感,储存不当易变质,进而

改变化学性质。滴定管、移液管、比色皿等耗材的质量同样关键,若存在漏液、刻度不准、透光性差等问题,会引发取样量偏差、检测信号失真,影响结果可靠性^[2]。

2.4 检测方法因素

检测方法是化学分析的依据,其科学性、适用性与标准化程度直接影响结果质量。不同检测方法对同一对象可能产生不同结果,需结合检测目的和对象特性选择适配方法,如采用灵敏度不足的方法检测低含量样品,会导致结果失真。需严格执行检测方法的标准化要求,若未遵循规定的反应温度、时间、试剂用量等条件,会破坏方法的重复性与再现性,增大数据离散度,检测方法需经过验证确认,未验证的方法可能存在缺陷,无法保障结果可靠性。

2.5 环境因素

实验室环境条件对检测结果影响显著,主要涉及温度、湿度、洁净度、气压等参数。温度变化会影响化学反应速率、溶液浓度及仪器性能,如滴定分析中温度波动会改变标准溶液浓度,影响滴定准确性;色谱分析中温度变化会干扰色谱柱分离效果,导致保留时间漂移。湿度超标易造成试剂吸潮变质、仪器部件受潮损坏,还可能影响样品稳定性(如部分样品高湿环境下易吸潮增重)。洁净度不足会导致样品污染,尤其在痕量分析中,空气中杂质进入样品会使结果偏高。气压波动则主要影响气相色谱等依赖气体的检测方法,干扰气体流速,降低检测信号稳定性。

2.6 样品因素

样品的代表性、完整性与稳定性直接决定检测结果的有效性。样品采集需遵循随机均匀原则,采集不规范则无法反映整体特性,即便后续检测控制严格,结果也无实际意义。不同样品需采用针对性保存方法(如冷藏、冷冻、添加防腐剂),保存不当会导致样品组成与含量变化,造成结果失真。样品预处理的目的是去除干扰组分、浓缩目标组分,若预处理方法不当(如提取不完全、干扰去除不彻底),会引发结果偏差。样品标识与追溯不可或缺,标识错误或混淆会导致结果与实际样品不匹配,丧失检测价值。

3 化学分析实验室检测结果的全流程质量控制措施

3.1 前期准备阶段的质量控制

前期准备阶段是质量控制的基础环节,其核心是确保检测前的各项条件均满足检测要求。(1)需明确检测任务的需求,包括检测项目、检测精度、检测时限等,根据需求选择合适的检测方法,并对检测方法进行验证,确认方法的检出限、精密度等参数符合要求。(2)

对检测设备与仪器进行全面检查与校准,确保仪器的精度等级符合检测要求,校准合格率需达到99%以上,同时检查仪器的运行状态,确保无故障隐患。对于检测试剂与耗材,需严格核查其纯度、有效期、储存条件等,试剂验收合格率不低于98%,杜绝使用不合格的试剂与耗材。(3)还需对实验室环境条件进行调控,将温度、湿度等参数控制在检测方法要求的范围内,如一般化学分析实验室温度控制在20~25℃,湿度控制在45%~65%,确保环境条件不会对检测结果产生不利影响。(4)对检测人员进行岗前培训,确保其熟悉检测方法和操作流程,具备相应的操作技能。

3.2 样品管理阶段的质量控制

样品管理阶段的质量控制核心是保障样品的代表性、完整性和稳定性。(1)在样品采集环节,需严格按照采样规范进行,确保采样工具的洁净性和采样方法的科学性,采样过程中需详细记录采样时间、地点、环境条件等信息。样品采集后,需及时进行标识,标识内容包括样品名称、编号、采样日期、检测项目等,确保样品的可追溯性。(2)在样品运输过程中,需根据样品的特性选择合适的运输方式和运输条件,如易变质样品需冷藏运输,避免样品在运输过程中发生变化^[3]。(3)样品到达实验室后,需及时进行接收审核,检查样品的外观、标识、数量等是否符合要求,审核合格后进行登记入库。(4)样品储存需按照其特性选择合适的储存环境和储存期限,如挥发性样品需密封储存于阴凉通风处,储存过程中需定期检查样品的状态,确保样品未发生变质。

3.3 检测实施阶段的质量控制

检测实施阶段是质量控制的核心环节,需严格按照检测方法和操作规范进行,最大限度减少操作误差。(1)在检测操作前,需再次检查仪器的运行状态和校准情况,确保仪器正常工作。(2)检测过程中,需严格控制反应条件,如反应温度、反应时间、试剂用量等,确保各项条件符合检测方法的要求。为减少偶然误差,需进行平行样测定,平行样数量根据检测项目的要求确定,一般不少于2份,平行样测定相对偏差需控制在±2%以内。(3)对于关键检测项目,还需进行加标回收试验,加标回收率需保持在95%~105%的合理区间,以验证检测方法的准确性。检测过程中需详细记录各项数据,包括仪器读数、反应现象、操作步骤等,记录内容需真实、准确、完整,不得随意涂改。(4)需注意实验室环境条件的稳定,避免环境因素对检测过程产生干扰,如在痕量分析中,需确保实验室的洁净度,避免样品被

污染^[4]。

3.4 结果审核与报告阶段的质量控制

结果审核与报告阶段是质量控制的最后环节，核心是确保检测结果的准确性和报告的规范性。(1) 检测人员需对检测数据进行初步审核，检查数据记录的完整性和规范性，对异常数据进行分析判断，若发现数据异常，需重新进行检测验证。(2) 初步审核合格后，由审核人员进行复核，复核内容包括检测方法的适用性、操作步骤的规范性、数据计算的准确性等，复核过程中需重点关注平行样数据的一致性和加标回收试验结果，若平行样相对偏差超出允许范围或加标回收率不在合理区间，需查明原因并重新进行检测。(3) 结果审核合格后，按照规定的格式编制检测报告，检测报告内容需包括样品信息、检测项目、检测方法、检测结果、不确定度等信息，确保报告内容的完整、准确和规范。检测报告编制完成后，需进行最终审核，审核合格后加盖实验室专用章，方可出具。(4) 还需对检测报告和相关记录进行归档保存，确保检测结果的可追溯性，归档资料需保存完整，保存期限根据相关要求确定。

4 化学分析实验室质量控制体系的建立与持续改进

4.1 质量控制体系的构建框架

化学分析实验室质量控制体系构建以精准分析、可靠结果为核心目标，搭建涵盖人员、设备、试剂、方法、环境等关键要素的全流程框架。需先明确质量目标与职责分工，梳理分析检测全流程，形成标准化作业流程；同时建立资源保障机制，确保检测设备合规配置与维护、试剂耗材规范管理、实验环境稳定可控，为体系运行奠定基础。框架构建注重各要素协同衔接，形成“目标引领-流程管控-资源支撑”的闭环结构，保障检测过程规范性与结果准确性。

4.2 内外部质量控制与审核评审

内部质量审核是体系有效运行的关键手段，需定期对检测流程、操作规范、记录完整性等开展全要素全流程系统性核查，及时发现偏差与潜在问题并制定纠正措施，确保审核全面客观。管理评审需结合实验室运营实际，定期综合评估质量目标达成情况、体系运行效果及资源配置合理性，统筹内外部影响因素，明确优化方向，推动体系适配发展需求。外部质量控制通过能力验证、实验室间比对等方式实施，主动参与外部验证并借

助结果比对定位检测短板，引入外部技术交流与指导，学习先进方法与技术，弥补内部管控盲区。内外部质量控制与审核评审形成协同机制，通过双向发力强化体系运行效能，提升检测水平与结果公信力。

4.3 质量控制的信息建设

信息化建设是提升质量控制效率与精度的重要支撑。通过搭建质量控制信息管理平台，实现检测数据实时采集、自动分析与全程追溯，减少人工记录误差；借助信息化系统实现设备维护、试剂耗材管理、审核流程线上化管控，优化管理流程、提升工作效率。同时，信息化系统可完成质量数据统计分析与趋势预判，为管理评审与体系优化提供数据支撑，推动体系从被动整改向主动预防转变^[5]。质量控制体系需结合内部审核、外部验证结果及信息化数据反馈，持续优化流程、完善要素配置，形成“建立-运行-审核-改进”的闭环管理，确保体系始终适配实验室检测需求，保障检测结果精准可靠。

结束语：化学分析实验室检测结果的质量控制是贯穿全流程的系统工程，其核心在于实现人员、设备、试剂等多要素的协同管控与闭环管理。完善的质量控制体系与全流程管控措施，是保障检测数据精准可靠的关键，更是支撑科研创新、产业升级与环境治理等领域科学决策的重要基础。未来，实验室需依托信息化建设强化管控效能，通过内外审核与持续改进动态优化体系，不断提升检测能力与结果公信力，为行业高质量发展提供坚实的技术支撑。

参考文献

- [1] 苏金梅. 化学分析实验室检测结果的质量控制探究[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023, 43(19): 62-64.
- [2] 王倩. 影响化学分析实验室检测结果因素分析[J]. 汽车博览, 2021(18): 140-141.
- [3] 薛立娇, 佟宁. 化学实验室检测结果质量控制的影响因素及控制对策研究[J]. 环球市场, 2020(7): 248.
- [4] 梁莉莉. 化工材料检测中化学分析的有效应用探讨[J]. 化纤与纺织技术, 2023, 52(09): 58-60.
- [5] 邹勇, 谢山宇, 胡芳, 等. 化学分析实验室检测数据准确性的控制策略[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2024, 44(16): 92-94.