

# 检验检测实验室的科技创新与质量管理 在化学计量领域的综合运用

陈芸\*, 程硕桢, 王娜, 陈媛, 吕婷

(湖北省计量测试技术研究院, 武汉 430223)

**摘要:** 本文详细探讨了检验检测实验室在科技创新与质量管理方面的关键作用。科技创新是实验室提高检测能力、提升技术水平的重要手段,也是推动实验室持续发展的核心动力。质量管理是确保检验检测实验室出具准确、可靠检测报告的核心环节,实验室需对此建立科学规范的质量管理体系,并持续优化改进。同时,中国合格评定国家认可委员会(China National Accreditation Service for Conformity Assessment, CNAS)作为国际互认协议的签署方,对检验机构人员能力管理提出了明确要求。此外,化学计量技术面临着新的发展与挑战。**关键词:** 科技创新; 质量管理; 化学计量

## Technological innovation and quality management in the field of chemical metrology

CHEN Yun\*, CHENG Shuo-Zhen, WANG Na, CHEN Yuan, LV Ting

(Hubei Institute of Measurement and Testing Technology, Wuhan 430223, China)

**ABSTRACT:** This overview discusses in detail the key role of inspection and testing laboratories in technological innovation and quality management. Firstly, technological innovation is an essential tool for laboratories to enhance their testing capabilities and technical standards, and it is also the core driving force for their sustainable development. Secondly, quality management is the core aspect of ensuring the accuracy and reliability of testing reports issued by inspection and testing laboratories. Labs need to establish a scientific and standardized quality management system and continuously improve it. At the same time, the China National Accreditation Service for Conformity Assessment (CNAS), as a signatory of international mutual recognition agreements, has put forward explicit requirements for the management of personnel capabilities in inspection institutions. Furthermore, chemical metrology technology faces new development and challenges. This article will delve into these important topics.

**KEY WORDS:** technological innovation; quality management; chemical metrology

## 0 引言

随着社会的发展和科技的进步,检验检测实验室在各领域发挥的作用越来越重要<sup>[1]</sup>。作为技术评价机构,通过相应的检验活动保证产品市场中产品的质量,食品药品的健康与安全,生活环境的数据监测等等,同时为社会提供公平公正的检测数据<sup>[2]</sup>。但随着检验检测行业的高速发展,涉及到的检测内容也越来越多,一些检测相关的问题随之暴露出来,比如设备、环境不能满足标准要求,人员缺乏培训等,同时市场对检验检测实验室的专业技术能力要求越来越高,为了保证检测实验室的高质量发展,科技创新与质量管理变得尤为重要<sup>[3]</sup>。科技创新,即科学与技术的自身突破与不断发展,通过科技创新能提高实验室的专业技术水平,提升检测结果的准确性和可靠性;质量管理是实验室管理的纲要,是确保实验室出具的检测报告具

有公信力和可信赖性的关键<sup>[4]</sup>。

## 1 科技创新在检验检测实验室中的作用

随着科技的不断发展,检验检测实验室也在逐步实现技术升级和进步<sup>[5]</sup>。科技创新在检验检测实验室中发挥着越来越重要的作用,为实验室注入了新的活力和动力。

首先,科技创新可以提升检验检测实验室的效率和精度。传统的检验检测方法往往耗费大量时间和人力,而且容易出现误差。而通过科技创新,引入自动化检测设备、智能化算法等先进技术,可以大幅提高检验检测的准确性和效率。一是在高技术科学仪器的应用方面,各种联用设备等现代化学仪器在分析实验室的大范围使用,由于其具有越来越高的精度和分辨率,使实验可以更加准确地对极小量值领域进行探索。二是引入的自动化设备可以自动完

\*通信作者: 陈芸, 硕士, 工程师, 研究方向为化学分析仪器及在线设备的计量研究。E-mail: 814354420@qq.com

\*Corresponding author: CHEN Yun, Master, Engineer, Hubei Institute of Measurement and Testing Technology, Wuhan 430223, China. E-mail: 814354420@qq.com

成部分检测任务,减少人工操作,降低误差率,提高检测的一致性。例如自动试剂分配器,可以在短时间内精确地分配和注射试剂,降低了实验室技术人员的工作量和错误率。在食品安全检测领域,新型的生物传感器和快速检测试剂盒可以缩短检测时间,提高检测精度<sup>[6]</sup>。三是数据处理的创新和智能化、在线化。目前已有较为成熟的自动记录和处理数据的软件和程序在分析实验室中大量使用,如LabVIEW、Origin和MATLAB等,这些工具可以快速处理大量的数据集,使得实验结果更加可靠且容易分析,大幅降低过去由于手动记录和计算的出错率。

其次,科技创新可以推动检验检测实验室的数字化和智能化<sup>[7]</sup>。现代科技使得实验室可以借助大数据、云计算、物联网等技术,实现数据共享和分析,提高检测结果的追溯性和可靠性。已有实验室研究人员在探索使用虚拟实验或模拟来代替真实实验的可能性。这种方法不仅可以节省大量的时间和成本,而且可以在安全的环境中进行,这些模拟程序还有助于理解实验结果,甚至可以确定未来实验的研究方向。大数据、云计算和物联网等技术在检验检测领域的交叉融合,逐渐帮助实验室实现数据的快速共享和交换,提高实验室的协同工作效率。并且实验室可以更方便地获取和利用外部资源,形成正向循环。

同时,科技创新还可以促进检验检测实验室的可持续发展。环保意识日益增强,检验检测实验室需要采取更加环保、节能的技术和设备。科技创新使得实验室能够引入新型的环保材料、节能设备等,实现实验室的绿色发展,降低对环境的影响。未来随着科技的不断发展,检验检测实验室将继续发挥科技创新的作用,不断提升自身的技术水平和竞争力。

### 1.1 技术升级与设备更新

科技创新是推动实验室不断前行的重要力量。在科技的引领下,实验室能够持续引进前沿的新技术、新设备,不断提升自身的检测能力和技术水平。为了确保检测结果的准确性和可靠性,研究并应用先进的检测方法是关键。例如,纳米技术和生物技术等新兴领域的技术成果,为实验室改进和优化现有的检测手段提供了强有力的支持。这些创新技术的应用,为实验室带来了更加高效、准确的检测结果,为相关领域的发展提供了强有力的技术支持。

### 1.2 人才培养与团队建设

科技创新离不开人才的支持。通过不断培养和引进高素质人才,组建具备国际竞争力的团队,是实验室实现科技创新的重要途径。同时,鼓励团队成员参与国内外学术交流与合作,提升团队的科研实力和创新能力。

### 1.3 推动行业进步

检验检测实验室的科技创新不仅有助于提升实验室自身的能力和水平,还能推动整个行业的技术进步。通过与高校、研究机构等合作,共享科研成果和技术资源,共同推动行业向前发展<sup>[8]</sup>。目前来看,很多实验室已经完成了

实验室自动化的升级,下一步就是要朝着实验室智能化的方向前行,未来智能实验室不仅需要具备路径和运动水平日趋复杂的自动化功能,同时在一定程度上能够感知实验室人员心理、语言或行为诉求,并且能自动实现这些诉求。对于实验室领域而言,通过技术创新来降低能耗、减少排放,是未来技术发展的又一个重要方向<sup>[9]</sup>。

## 2 质量管理在检验检测实验室中的重要性

检验检测实验室的核心竞争力是其技术能力,而确保其能力输出的一项重要活动即质量管理。实验室质量管理存在的问题可能涉及管理体系、人员素质、仪器设备、样品管理以及数据处理和分析等方面,需要实验室加强质量管理,提高检测能力和水平,确保检测结果的准确性和可靠性,为社会提供准确、可靠、高效的检测服务。

### 2.1 保证检测结果的准确性

质量管理是检验检测实验室的核心工作,旨在确保检测结果的准确性和可靠性。为实现这一目标,实验室需建立科学规范的质量管理体系,明确各项工作的流程和规范要求。同时,通过通过有效的质量管理手段,例如内部审计、外部审核以及客户反馈等途径,及时发现并纠正工作中存在的问题。避免误判和错判,为消费者提供准确的数据信息。

### 2.2 提高客户的满意度

高质量的检测报告是赢得客户信任的关键。通过持续优化质量管理体系,提高检测结果的准确性和可靠性,能够满足客户的需求,进而提高客户满意度。同时,与客户保持良好的沟通和合作关系,及时了解客户需求,也是提高客户满意度的有效途径。通过加强质量管理提高实验室的信誉和竞争力,吸引更多的客户和市场份额,形成正向循环,促进检验检测实验室的发展。

### 2.3 提升实验室的综合竞争力

通过强化质量管理,检验检测实验室能够提高自身的综合竞争力。通过质量管理中的质控手段,既可以规范实验操作,提高工作效率,节约资源,减少不必要的浪费和损失,还可以降低实验风险,提高安全性。通过质量管理,来保障输出高质量的检测报告,有助于实验室在行业中树立良好的形象和声誉。

## 3 检验检测实验室人员能力管理与CNAS认可符合性的要求

检验检测实验室的人员能力管理是保证实验室工作质量的重要环节。中国合格评定国家认可委员会(CNAS)对检验检测实验室的人员资质、培训、考核、授权等方面有着严格的要求<sup>[10]</sup>。下面就符合CNAS认可的管理要求,对化学校准领域的实验室人员能力管理进行探讨。

### 3.1 人员资质

CNAS 对实验室的人员资质依据不同的岗位职责有具体要求, 包括学历、专业、工作经历、年龄、劳务关系等各方面。检验检测实验室在建立初期和运行期间, 都应确保人员具备其负责的实验室活动的的能力。例如在化学检测领域, 要求实验室管理层中至少应包括一名在申请认可或已获认可的化学检测领域内具有足够知识和经验的人员, 负责实验室技术活动。该人员应具有化学专业或与所从事检测范围密切相关专业(以下简称化学或相关专业)的本科及以上学历和五年以上化学检测的工作经历<sup>[11]</sup>。

### 3.2 人员培训

检验检测实验室应建立健全的人员培训制度, 确保员工具备必要的知识和技能。培训内容应包括检验检测的基础知识、操作技能、质量管理体系等方面的知识。同时, 针对新技术、新方法和新标准, 实验室应及时识别实验室人员的持续培训需求, 并制订程序, 对培训活动进行适当安排, 开展持续培训并保留培训记录, 确保员工具备相应的技术能力。以化学领域检测实验室为例, 从事化学检测的人员应接受过包括检测方法、质量控制方法以及有关化学安全和防护、救护知识的培训并保留相关记录<sup>[12]</sup>。操作色谱、光谱、质谱等复杂分析仪器或相关设备的人员还应接受过涉及仪器原理、操作和维护等方面知识的专门培训, 掌握相关的知识和专业技能<sup>[13]</sup>。而对于校准领域的实验室, 其人员的岗位资格培训应包含计量校准基础知识、专业技术知识、操作技能培训等内容, 同时对实施校准人员培训的机构或人员的资质和能力都有详细要求。检验检测实验室的领域众多, 针对不同领域, 有不同的要求, 实验室在日常进行培训的时候需要对照条款的规定去执行, 保证培训能够落在实处, 对提高实验室的技术水平有所帮助。

### 3.3 人员监督和人员能力监控

人员监督和人员能力监控是检验检测实验室中不可或缺的两个环节, 概念上相互关联但又有所区别, 人员监督强调初始能力, 人员培训合格后, 应在具有相应的检测或校准能力监督人员的监督下工作, 是针对人员授权前的监督。人员能力监控则强调持续能力, 人员独立上岗后, 实验室还应选择适当的方式对其工作进行监控, 并保留相应记录, 以确认其能力能够持续保持。定期对实验室人员进行能力监控, 目的在于评估其能力、工作表现和专业素养是否能够满足实验室工作的要求。能力监督的方式可以利用质量控制结果, 包括盲样测试、实验室内比对、能力验证和实验室间比对结果、现场监督实际操作过程、核查记录等手段, 对人员的能力实施监控。同时实验室应建立完善的考核机制, 确保监督的公正性和有效性, 同时根据监督结果对员工进行必要的辅导和改进<sup>[14]</sup>。

### 3.4 人员授权

检验检测实验室应对员工进行授权管理, 确保员工具备相应的工作权限。实验室应建立完善的人员授权机制,

确保只有经过技术能力评价满足要求的人员才能授权其独立从事检测活动。授权还应根据员工的能力和岗位需求进行, 并定期进行审查和更新, 确保员工在授权范围内开展工作。例如对从事化学领域方法开发、修改、验证和确认的人员的授权, 至少应授权到相应的检测技术。而校准人员的岗位资格授权则应列出授权的校准项目或测量设备名称。

## 4 化学计量技术与检验检测行业适配性新挑战

计量工作是所有测量活动的一个基础, 计量溯源性是国际间相互承认测量结果的前提条件, 它是测量活动连接和互认的基本的共识, 是一个前提, 是计量技术标准来支撑我们的检验活动, 在检验检测领域, 正确高效使用计量这个工具, 可以帮助实验室保证测量结果的准确可靠和权威性<sup>[15]</sup>。随着科技的不断进步, 化学计量技术也在不断发展, 面临着新的挑战。本文将对化学计量技术的发展现状和面临的新挑战进行探讨。

### 4.1 化学计量技术的发展现状

近年来, 化学计量技术在多个领域得到了广泛应用, 包括材料科学、生物医学、环境科学等。在化学分析领域, 化学计量技术已经成为了常规的分析手段, 如光谱、色谱、质谱等。这些技术能够提供准确、灵敏的定量和定性信息, 帮助科学家们深入理解化学反应的机理和物质的性质。

美国在 100 年前就提出了, 计量在全球引领它的工业竞争力, 促进工业生产经营, 近十几年来, 中国计量科学院以及全国计量技术机构的专家们也在一些工业领域进行了计量支撑, 在标准物质研制和计量标准装置的研发方面均有一定的成效。

### 4.2 化学计量技术面临的新挑战

尽管化学计量技术在多个领域取得了显著的进展, 但仍面临着一些新的挑战。近年来国家层面上化学计量的战略研究逐步推进, 国际计量委员会提出的 2030+ 战略, 就是全球近 100 个国家广泛参与, 形成了“七大新兴的计量需求”, 具体包括: 气候变化与环境、健康与生命科学、食品安全、能源、先进制造、数字化转型和新计量, 前面六项都是与化学包括生物计量有密切的关系, 这些新的计量需求的产生, 目前已经形成了相应的国际计量体系和框架, 未来对我们测量活动将会带来更大的一个变化。这些变化跟检验检测等测量活动是相辅相成, 密切相关的。

例如在气候变化与环境方面, 随着环境污染问题的日益严重, 环境科学领域对化学计量技术的需求不断增加。例如, 需要发展能够用于痕量污染物的分析方法, 以实现环境污染的精确监测和管理<sup>[16]</sup>。

又例如在健康与生命科学领域, 随着科学研究的深入, 对化学计量技术的要求也越来越高。例如, 对于复杂生物样品的分析, 需要发展更加灵敏、特异的分析方法。对于复杂体系的合成, 需要实现更加精确的控制<sup>[17]</sup>。

### 4.3 科技创新与质量管理在化学计量领域的影响因素

化学计量领域的分析实验室中, 质量管理和科技创新

对全面质量管理理论中的五个影响产品质量的主要因素均有较为直接的影响<sup>[18]</sup>, 下图1简要归纳了科技创新与质量管理在化学计量领域的影响因素。

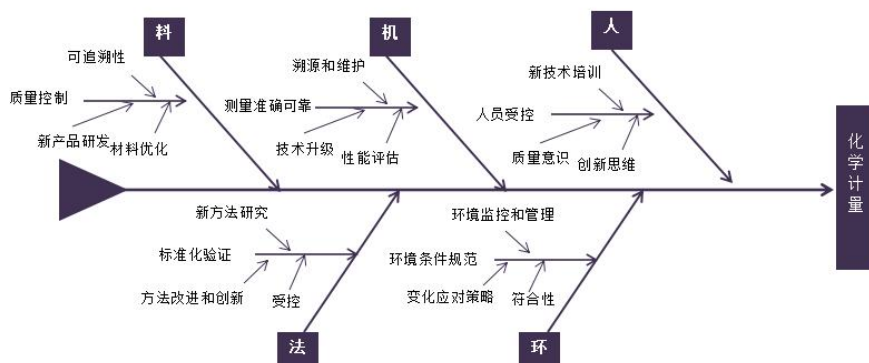


图1 科技创新与质量管理在化学计量领域的影响因素

Fig.1 Factors influencing technological innovation and quality management in the field of chemical metrology

### 4.4 结论与展望

化学计量技术在过去几十年中取得了显著的进展, 为科学研究和社会发展做出了重要贡献。然而, 随着科学研究的深入和新的环境问题的出现, 化学计量技术面临着新的挑战<sup>[19]</sup>。未来, 需要进一步发展更加灵敏、特异的分析方法, 提高合成过程的精确度和效率, 并适应环境保护的需求。

在应对这些挑战的过程中, 计算机科学和人工智能的发展为化学计量技术的发展提供了新的机遇。例如, 人工智能可以通过机器学习等方法对大量数据进行挖掘和分析, 从而优化分析过程和提高分析结果的准确性<sup>[20]</sup>。因此, 未来可以期待看到更多交叉学科的研究成果应用于化学计量技术的发展中。

#### 参考文献

- [1] 曾艳, 孔翦, 陈平, 等. 新时期高校检验检测机构建设现状与发展[J]. 实验技术与管理, 2022, 39(4): 1-4;
- [2] 兰淑惠, 江荆, 魏雅娟, 等. 第三方检验检测实验室HSE管理体系建设与实践[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(7): 313-316.
- [3] 张红英. 浅议化学检测实验室人员管理的质量控制[J]. 理化检验: 化学分册, 2021, 57(7): 608-611;
- [4] 石玉成, 吴洁琼, 韩红玉. 检验检测行业发展现状、趋势及对策[J]. 金川科技, 2020, (4): 77-80.
- [5] 王鸿东, 许晖, 易宏, 等. 现代质量管理体系下的产业科技创新研究-以舰船备件管理为例[J]. 现代管理科学, 2016, 4: 93-95.
- [6] 何欢, 曹进, 丁宏, 等. 质量量度在食品检验检测实验室管理中的应用[J]. 中国药师, 2017, 20(8): 1457-1460;
- [7] 张悦悦, 段慧灵, 郭千轶. 如何提升检验检测实验室的质量管理[J]. 时代汽车, 2021, (19): 163-164.
- [8] 冯腾汉. 建设高质量的检验检测实验室[J]. 大众标准化, 2015, (11): 65-66.
- [9] 冯腾汉. 论检验检测实验室的重要性[J]. 大众标准化, 2018, (2): 32-33.

- [10] 中国国家认证认可监督管理委员会. RBT 214-2017 检验检测机构资质认定能力评价-检验检测机构通用要求[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [11] 苏志明, 孙晓辰, 侯君钊, 等. 检测实验室质量控制方法的探讨[J]. 理化检验: 化学分册, 2022, 58(12): 1466-1469.
- [12] 康文娟. 化学检测实验室的质量控制[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023, 43(13): 17-19.
- [13] 朱留杰. 化学分析实验室检测结果的质量控制研究[J]. 当代化工研究, 2022, (5): 42-44.
- [14] 李艳, 黄莹. 第三方实验室开展标准化质量管理与质量控制的实践研究[J]. 中国医药科学, 2018, 8(20): 245-248.
- [15] 李怀林. 提升检验检测能力服务高质量发展[J]. 智慧中国, 2021, (7): 48-51.
- [16] 施禅臻, 张爱亮, 宋钊, 等. 生态环境第三方检测机构计量器具量值溯源管理问题探讨[J]. 中国环境监测, 2021, 37(1): 11-17.
- [17] 陈延青, 孙培琴, 修宏宇, 等. 化学检测实验室认可中的资源要求分析[J]. 理化检验: 化学分册, 2022, 58(3): 346-349.
- [18] 王九忱. 实验室检测质量控制有效性评价方法探讨[J]. 理化检验: 化学分册, 2014, 50(9): 1156-1157.
- [19] 左鹏飞, 骆海清, 周利英, 等. CNAS 认可实验室质量安全风险管理[J]. 理化检验: 化学分册, 2014, 50(5): 614-617;
- [20] 袁娅, 高伟, 梁新福, 等. 数字化试验检测平台在实验室质量控制中的应用[J]. 理化检验: 化学分册, 2023, 59(8): 963-965.

#### 作者简介



陈芸, 硕士, 工程师, 研究方向为化学分析仪器及在线设备的计量研究。