

关于产品质量计量检验方法的探讨

肖胜官

玉林市检验检测研究院 广西 玉林 537000

摘要：产品质量是产业发展的核心竞争力，计量检验作为保障产品质量的关键技术手段，其方法的科学性与精准性至关重要。本文围绕产品质量计量检验方法展开探讨，阐述了其定义。分析了计量检验与质量检测的关联性 & 边界，介绍了物理量、化学量、几何量、动态参数及综合性能五大类计量检验方法。探讨了技术创新驱动下，自动化、数字化、智能化技术对检验方法的优化作用，为提升产品质量检验效能、推动产业质量管控升级提供了理论与实践参考。

关键词：产品；质量计量检验；主要方法

引言：随着产业升级与新型产品不断涌现，产品质量计量检验面临更高要求。精准、科学的检验方法是保障产品质量的关键。本文结合玉林市检验检测研究院实践，从定义入手，厘清计量检验与质量检测的关系，系统梳理主要检验方法，剖析技术创新带来的优化路径，旨在为完善检验体系、增强质量监管效能提供切实思路。

1 产品质量计量检验的定义

产品质量计量检验是依托计量科学原理与技术手段，对产品的质量特性进行定量测量、数据溯源与精准评价的系统性活动，其核心目标是通过量值的准确传递与科学分析，判定产品是否符合既定标准或技术规范，为质量管控、市场监管及产业升级提供权威数据支撑。从本质上看，这一过程并非简单的“合格判定”，而是以量值准确性为核心的质量特性量化过程。它通过运用各类计量器具、检测设备及标准化方法，将产品的物理性能（如强度、硬度）、化学组成（如成分含量、有害物质残留）、几何参数（如尺寸、形位公差）等质量属性转化为可比较、可追溯的数值，进而通过与标准值的比对，实现对产品质量水平的客观描述。

从功能维度看，产品质量计量检验具有双重属性：一是“把关性”，通过对原材料、半成品及成品的关键参数计量，剔除不合格品，防止质量风险传递；二是“引导性”，通过长期积累的计量数据，分析质量波动规律，为企业改进生产工艺、优化供应链管理提供数据依据。相较于常规质量检测，计量检验更强调“溯源性”——所有测量结果必须能通过连续的比较链与国家或国际基准相联系，这是其区别于一般检测活动的核心特征，也是数据公信力的根本保障。

从应用场景看，产品质量计量检验贯穿于产品全生命周期：在研发阶段，为新材料、新工艺的性能验证提

供精准计量数据；在生产阶段，通过在线计量实时监控关键参数，实现质量的过程控制；在流通阶段，为贸易双方提供公认的计量结果，减少质量争议；在售后阶段，通过对失效产品的计量分析，追溯质量问题根源^[1]。

2 计量检验与质量检测的关联性及边界划分

计量检验与质量检测同属产品质量管控体系的核心环节，二者既相互依存又各有侧重。关联性体现在：计量检验是质量检测的技术基础，其提供的精准量值为质量检测的判定结果提供依据。如质量检测中判定食品“合格”，需依赖计量检验对污染物含量的精确测量数据；反之，质量检测发现的共性问题，又会推动计量检验方法的升级，如新材料产品的质量检测需求可能促使新型计量技术的研发。二者共同形成“量值精准→判定可靠→质量提升”的闭环，服务于产品全生命周期的质量管控。

边界划分主要体现在三方面：（1）核心目标，计量检验聚焦“量值的准确性与溯源性”，通过建立与国家基准的连接确保数据可比；质量检测则侧重“是否符合标准”，依据计量结果与技术规范的比对做出合格判定。（2）技术基础，计量检验以计量学、误差理论为支撑，强调测量过程的系统控制；质量检测更依赖检测标准、方法细则，注重操作流程的规范性。（3）应用场景，计量检验多用于仪器校准、方法验证等基础性环节，质量检测则直接服务于生产验收、市场监管等终端场景。如同一台电子秤，计量检验关注其称量误差是否在允许范围内，质量检测则依据该误差结果判定其是否可用于贸易结算^[2]。

3 产品质量计量检验的主要方法

3.1 物理量计量检验方法

物理量计量检验方法以产品的力学、热学、电学、

光学等物理特性为测量对象,通过标准化的计量器具和操作流程实现量值的精准获取,具体如下:(1)力学特性计量针对力值、质量、硬度等参数,采用力标准机、电子天平、硬度计等设备测量。力值计量通过逐级校准的力标准传递系统,控制加载速度、持续时间等变量;质量计量依据质量量值传递体系,按精度需求选择砝码校准,关注温度、湿度、气流等环境影响;硬度计量根据材料特性选用布氏、洛氏、维氏等硬度计,控制压头类型、试验力及保持时间。(2)热学特性计量围绕温度、热量、热导率展开。温度计量依赖热电偶、热电阻等器具,通过与标准温度计比对校准,高精度测量需恒温槽、黑体炉保障环境稳定;热量计量通过热量计测量热容、相变潜热,注重系统热绝缘与热平衡;热导率计量用稳态法或动态法,通过温差和热流量计算,确保样品与装置良好接触以减少热损失。(3)电学特性计量涉及电压、电流、电阻等参数,使用标准电压源、电阻箱等器具校准。测量需考虑仪器内阻、引线电阻、电磁场干扰,采用屏蔽、接地等措施;高频参数测量需关注分布参数影响,采用专用方法与设备。(4)光学特性计量针对光度、色度、光谱特性,使用光度计、光谱仪等仪器。光度计量依据光照度、光通量标准,通过标准光源校准,控制测量角度和距离;色度计量基于三刺激值理论,用标准色板校准,确保符合CIE标准色度系统;光谱特性计量通过光谱仪测量物质对光的吸收、反射或发射特性,校准仪器波长与光度精度。

3.2 化学量计量检验方法

化学量计量检验方法用于测定产品化学成分的种类、含量及形态,通过化学分析或仪器分析技术实现精准计量,具体方法如下:(1)样品前处理是基础环节,常用消解、萃取、蒸馏、层析等方法。消解用酸、碱或氧化剂在高温下破坏基质,使目标成分溶出,控制温度、时间和试剂用量;萃取利用分配系数差异分离,依样品选择液-液、固-液或超临界萃取,控制时间、温度和溶剂比例;蒸馏依据沸点差异提纯,精确控制温度和馏分范围。(2)化学分析方法中,滴定分析法通过标准溶液与被测物质反应,依消耗体积计算含量,需准确配制溶液、选指示剂并做空白试验;重量分析法通过分离并称量被测物质确定含量,严格控制沉淀生成、过滤、洗涤等步骤。(3)仪器分析法借助专用仪器测量物理化学性质。光谱分析法利用光的吸收、发射或散射特性,包括紫外-可见、原子吸收等光谱法,需用标准物质校准波长和吸光度,控制样品制备与测量条件;色谱分析法基于组分在固定相和流动相的分配差异分离定量,优化色

谱柱、流动相、流速等参数,用标准曲线或内标法计算;电化学分析法测量电位、电流等,确保电极稳定和系统电化学平衡;质谱分析法通过质荷比确定物质分子量和结构,校准仪器分辨率、灵敏度,结合标准物质定量。

3.3 几何量计量检验方法

几何量计量检验方法针对产品尺寸、形状、位置等几何参数,保障装配性能和使用功能,具体方法如下:

(1)长度计量涵盖线性尺寸、距离等,依范围和精度选器具。小尺寸用游标卡尺、千分尺等,注意校准状态和测量力;大尺寸用激光干涉仪、全站仪,通过光束干涉或三角测量实现高精度测量,修正温湿度、气压影响;微纳米尺度用扫描电子显微镜、原子力显微镜,控制环境振动、噪声和洁净度。(2)角度计量测量平面角、锥角等,用角度块、测角仪等器具。角度块通过比对校准,确保接触良好和温度稳定;测角仪利用光学分度盘或光栅装置测量,修正轴系误差;圆周角度测量可用圆光栅编码器或激光干涉测角仪,通过多圈测量平均减少误差。(3)形位误差计量包括直线度、平面度等参数。直线度测量用直尺法、准直法或激光干涉法,测偏差确定误差;平面度测量用平板法、水平仪法或激光干涉仪,依测点分布计算;圆度和圆柱度用圆度仪测量,经数据处理得结果;位置误差测量以基准为参考,用百分表、激光干涉仪测偏差。(4)表面形貌计量表征微观特征,测粗糙度、波纹度等。接触式用触针式粗糙度仪,控制触针压力、速度和取样长度;非接触式用光学干涉法、激光散射法等,适用于柔软表面,实现三维形貌重构,需选合适取样和评定长度。

3.4 动态参数计量检验方法

动态参数计量检验方法测量产品运动或变化状态下的参数,反映动态工况性能,主要方法如下:(1)速度与加速度计量测线速度、角速度等。线速度用激光多普勒测速仪,通过多普勒频移计算;角速度用陀螺仪、转速计,前者基于角动量守恒,后者通过光电、磁电感应测量;线加速度用压电式、电容式等传感器,校准灵敏度、频率响应和线性度;角加速度通过角速度传感器微分或专用传感器测量,考虑系统动态响应。(2)振动与冲击计量评估产品承受能力,测频率、振幅等参数。振动计量用振动台和传感器,通过已知信号校准灵敏度和频率响应;冲击计量用冲击台产生脉冲,结合传感器测量,控制脉冲波形和幅值,确保传感器安装不影响被测对象特性,避免环境振动干扰。(3)流量计量针对流体(液体、气体、粉体)的瞬时和累积流量。液体流量用容积式、速度式或质量流量计,依流体性质选型并校

准；气体流量用差压式、涡街流量计等，考虑压缩性和湿度影响；粉体流量用冲板式、科里奥利质量流量计，控制流动状态和均匀性。（4）动态压力计量测量脉动、冲击压力等，用动态压力传感器、压力波导管。传感器需有良好频率响应，通过激波管、快速阀门校准；优化传感器安装位置和引压管设计，减少动态响应误差。

3.5 综合性能计量检验方法

综合性能计量检验方法协同测量多个相关参数，全面评估产品整体性能，具体方法如下：（1）多参数同步计量通过集成传感器和测量系统，实现多参数同时测量，减少时间、环境变化误差。设计时考虑模块兼容性和同步性，用统一时钟控制采集，数据处理采用多变量分析消除交叉干扰。（2）环境适应性计量模拟不同环境（温度、湿度、腐蚀等）下的性能变化，通过环境试验箱测量。温度试验控制变化速率和稳定度，测性能随温度变化；湿度试验控制相对湿度范围，评估潮湿环境稳定性；腐蚀试验用盐雾、二氧化硫试验箱，测腐蚀速率和性能退化，确保环境参数均匀稳定。（3）耐久性与可靠性计量通过加速或长期试验，评估使用寿命和失效概率。耐久性计量测长期负荷下的性能衰减，用统计方法确定指标；可靠性计量通过故障分析和寿命试验，计算可靠度、故障率，用恒定应力、步进应力等试验方法，记录失效时间和模式，拟合模型辅助质量改进。（4）电磁兼容计量评估抗干扰能力和辐射水平，测电磁干扰（EMI）和抗扰度（EMS）。EMI测量用频谱分析仪、天线，在屏蔽室或开阔场进行；EMS测量通过信号发生器等施加干扰信号，测性能变化，系统需符合电磁兼容标准以保证结果可比和权威^[1]。

4 技术创新驱动下计量检验方法的优化方向

技术创新为计量检验方法的优化提供了核心动力，主要体现在以下自动化、数字化与智能化三个维度的深度融合。（1）自动化设备在批量检验中的规模化应用。通过机器人采样、全自动检测线与智能分选系统的联动，实现从样品上载、参数测量到结果判定的全流程无人化操作。批量检验中，自动化设备可通过预设程序

严格控制测量条件（如压力、温度、检测路径），消除人工操作导致的随机误差，使同批次产品检验数据的重复性提升。模块化设计的自动化系统可快速切换检测参数，适应多品类产品的柔性检验需求，大幅缩短换型时间。（2）数字化技术重构了检验流程的全链条管理。借助物联网传感器实现数据自动采集，将传统纸质记录转化为电子数据流，通过加密传输与分布式存储确保数据完整性。实时分析平台则能对采集的海量数据进行即时处理，生成动态质量波动曲线，使检验周期缩短。数字化还推动了检验资源的协同共享，跨实验室的数据互通打破了地域壁垒，实现了标准方法、校准记录的在线调用，提升了多场地检验的协同效率。（3）智能化算法为检验方法的迭代升级提供了决策支撑。基于机器学习的异常值识别模型，可通过训练历史数据建立正常波动阈值，自动标记偏离常规的测量结果，识别准确率较人工审核提高。同时算法能对多批次检验数据进行趋势分析，挖掘方法参数（如测量频率、样本量）与结果精度的关联规律，为方法优化提供量化建议^[4]。

结束语

产品质量计量检验是贯穿产品全生命周期的关键环节，其方法体系涵盖多维度检验类别，且与质量检测既关联又有边界。技术创新为检验方法优化提供强大动力。未来需持续推动技术与方法融合，完善标准化体系，提升检验精准度与效率，以更好发挥计量检验在质量管控中的支撑作用，助力产业高质量发展。

参考文献

- [1]姜军.关于产品质量计量检验方法的探讨[J].现代经济信息,2019(34):320-321.
- [2]李芳.产品质量计量检验方法的相关研究[J].中外交流,2021,28(3):515-516.
- [3]万宏志.对产品质量计量检验方法的思考[J].商品与质量,2020(48):176-177.
- [4]陈童.关于产品质量计量检验方法的探讨[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2020(4):270-271.