

家用燃气表检定检测的技术要点与优化策略

张煜岷

广东 广州 510800

DOI:10.61369/ME.2025120032

摘要：家用燃气表计量特性关乎贸易结算公平与用气安全。其检定检测涉及流量范围、示值误差、密封性等核心参数，受环境、设备及操作因素影响。对此，可从密封性检测、示值误差修正、构建标准流程等多方面优化，借助智能化技术提升检测效率与精准度，未来有望实现更智能高效的发展。

关键词：家用燃气表；检定检测；智能化技术

Technical Points and Optimization Strategies for Calibration and Testing of Household Gas Meters

Zhang Yumin

Guangzhou, Guangdong 510800

Abstract : The measurement characteristics of household gas meters are related to trade settlement fairness and gas safety. Its calibration and testing involve core parameters such as flow range, indication error, and sealing, which are affected by environmental, equipment, and operational factors. In this regard, optimization can be achieved from multiple aspects such as sealing detection, correction of indication errors, and construction of standard processes. With the help of intelligent technology, detection efficiency and accuracy can be improved, and in the future, more intelligent and efficient development is expected to be achieved.

Keywords : household gas meter; verification and testing; intelligent technology

引言

家用燃气表计量特性直接关乎贸易结算公平与用气安全。2022年发布的《计量发展规划（2021—2035年）》强调提升计量技术与管理水平，这与家用燃气表检定检测密切相关。其核心计量参数有严格技术要求，检定检测存在诸多技术难点，且受环境、设备与操作因素影响。目前通过优化检测方法、构建智能模型、设计远程系统等策略提升检定检测效能。在相关政策指引下，未来随着新技术融合，燃气表检定检测将更智能高效，保障燃气行业安全稳定运行。

一、家用燃气表检定检测的技术要点分析

（一）燃气表计量特性与检测标准

家用燃气表的计量特性关乎贸易结算的公平公正，其核心计量参数有着明确技术要求。流量范围决定了燃气表适用的燃气使用量区间，需与实际使用场景匹配。示值误差直接影响计量准确性，按规定应控制在一定范围内，例如，JJG577—2012规定，在常用流量（ $Q_{max} \sim Q_{min}$ ）范围内，示值误差不得超过 $\pm 1.5\%$ 至 $\pm 3\%$ ，以确保用户使用燃气量的计量精准。密封性则是保障燃气使用安全的关键，防止燃气泄漏。国家计量检定规程如JJG577—2012对这些指标作出规范，详细规定了各参数的检测方法、合格标准等^[1]。严格依据这些标准进行检定检测，能保证家用燃气

表计量特性的可靠，为燃气贸易结算和安全使用提供坚实保障。

（二）检定检测流程与关键技术

家用燃气表检定检测中，密封性测试需将燃气表连接到试验装置，充入规定压力的气体，保压一定时间，观察是否有泄漏，标准操作要确保连接紧密，防止外界干扰。示值误差检测时，让气体通过燃气表，记录燃气表读数及标准装置读数，对比计算误差，操作过程要保证气体流量稳定。压力损失试验需测量燃气表进出口压力差，操作要规范连接测压点。其中，气体稳压控制是关键技术难点，要保证气体压力在检定检测过程中稳定，否则会影响示值误差等检测结果；微压差检测也颇具挑战，需精确测量微小压力差，对检测设备精度要求高^[2]。

二、燃气表检定中的常见问题分析

(一) 环境因素对检测的影响

环境因素对燃气表检定检测结果准确性存在显著影响。温度波动会改变燃气的物理性质，比如热胀冷缩，使得燃气的体积发生变化，进而影响燃气表计量的准确性。若在检定时温度控制不当，就会造成检测偏差。气压变化同样不可忽视，它会影响燃气在管道内的流动特性，不同气压下燃气的流速、流量会有所不同，当气压不稳定时，燃气表的计量数值就会出现误差。如果环境控制未能达标，未将温度、气压等参数稳定在合适范围，检测结果必然受到干扰。量化分析可知，有研究表明，当环境温度偏离标准温度（如20℃）超过5℃时，可能导致燃气表示值误差产生超过0.5%的附加偏差，这对于精确计量燃气用量，保障用户与供气企业双方权益极为关键，必须重视环境因素对燃气表检定检测的影响，做好环境参数的严格把控^[3]。

(二) 设备与操作因素导致的误差

在燃气表检定过程中，设备与操作因素会导致误差。从设备方面看，标准表校准失准是一大问题。若标准表本身不准确，将直接导致被检燃气表的测量结果出现偏差，因为燃气表的检定是以标准表为参照的^[4]。气体管路泄漏也不容忽视，气体在管路中若发生泄漏，会使得实际通过燃气表的气体流量与理论设定值不一致，进而影响检定准确性。从操作角度而言，预压时间不足（标准要求预压时间通常不低于30秒），燃气表内部构件未能达到稳定运行状态，测量数据会有波动。流量调节不当同样会带来误差，流量若未调节至规定范围，会使燃气表运行工况与正常使用工况不同，导致测量结果不准确，这些设备与操作因素带来的误差，都极大地影响了燃气表检定的可靠性与准确性。

三、燃气表检测技术优化策略

(一) 检测技术改进方案

1. 密封性检测方法优化

在燃气表密封性检测方法优化方面，提出基于压差传感器的动态监测方案。传统密封性检测方法在效率与精度上存在一定局限，而此新方案通过压差传感器实时获取数据，可敏锐捕捉燃气表在运行过程中的压力变化。同时，构建泄漏量-压降曲线的数学模型，该模型依据物理学中压力与流量的相关原理，结合燃气表实际工作特性建立^[5]。借助此模型，能将检测过程中获取的压降数据快速转化为泄漏量，实现对燃气表密封性的快速精确判断。相较于以往依靠人工经验或简单静态检测的方式，这一优化方案大大提升了密封性检测的准确性与时效性，为保障燃气表安全稳定运行提供有力技术支撑。

2. 示值误差智能修正算法

为实现家用燃气表示值误差的智能修正，可开发基于机器学习的温度压力补偿模型。燃气表的示值误差受温度和压力等环境因素影响显著。通过实时采集环境中的温度与压力参数，输入预先构建好的基于机器学习算法的补偿模型中。该模型经大量样本数据训练，能够精准分析温度、压力变化与示值误差间的复杂关系。依据模型分析结果，对燃气表的示值进行实时、自动校正，从而有效降低因环境因素导致的误差，提升燃气表检测精度^[6]。

此智能修正算法不仅提高了检测效率，还减少了人工干预带来的不确定性，确保燃气表在不同环境条件下都能准确计量，为家用燃气表检定检测提供更可靠的技术支撑。

(二) 检测管理体系优化

1. 标准化作业流程构建

构建标准化作业流程，需制定涵盖多关键环节的操作手册。预处理环节，应明确燃气表检测前的清洁、外观检查等具体步骤与标准，确保表具处于适宜检测状态。参数校准环节，严格依据相关技术规范，对燃气表的流量、压力等关键参数进行精准校准，保证校准过程的准确性与可重复性。环境监控环节，针对检测时的温度、湿度等环境因素设定严格标准，例如检测环境温度控制在18到22℃，湿度控制在45%到75%，实时监测并记录环境数据，因为环境变化可能影响检测结果。同时，建立全过程质量控制体系，对每个操作步骤进行质量把控，从燃气表进入检测流程直至出具检测报告，每个环节都设置质量控制点，通过详细的记录与严格审核，确保检测结果的可靠性与一致性^[7]。

2. 设备全生命周期管理

在燃气表检测技术优化策略的检测管理体系优化中，设备全生命周期管理至关重要。一方面，要实施标准表周期性验证，定期对标准表进行校准与验证，确保其测量的准确性和可靠性，这是保障燃气表检测精度的基础。另一方面，建立检测设备预防性维护制度，依据设备使用频率、运行状况等制定科学的维护计划，提前发现并解决潜在故障隐患，延长设备使用寿命，降低因设备故障导致的检测误差。同时，借助大数据技术构建设备健康状态评估模型^[8]，收集设备运行数据、故障记录等多维度信息，通过数据分析实时掌握设备健康状况，为设备维护、更新提供科学依据，实现从设备采购、使用到报废的全流程精细化管理，提升燃气表检测管理体系的整体效能。

四、智能化检测技术发展

(一) 物联网技术应用

1. 远程校准系统设计

远程校准系统设计是家用燃气表智能化检测的关键环节。通过开发支持5G通信的智能燃气表终端，利用物联网技术实现检测数据实时回传与远程诊断功能。在此基础上构建远程校准系统，能够突破空间限制，减少人工现场校准的繁琐流程。系统可依据实时回传数据，由专业校准软件对燃气表各项参数进行分析评估。一旦发现偏差，系统自动生成校准指令并远程发送至燃气表终端，完成校准操作^[9]。这不仅提高了校准的效率和精准度，还能降低人力成本与时间成本，确保家用燃气表始终保持高精度运行，为用户提供准确可靠的燃气计量服务，推动家用燃气表检定检测技术迈向新高度。

2. 检测过程可视化监控

构建基于工业物联网的检测数字孪生系统，能够达成对家用燃气表检定检测中压力、流量等参数的立体化实时监测，从而实现检测过程可视化监控。借助物联网技术，将各类传感器与检测设备相连，把压力、流量等关键参数实时采集并传输至系统平台^[10]。系统基于这些数据，构建与实际检测场景高度匹配的数字孪生模型，以直观的图形、图表形式，动态展示检测过程中的各

项参数变化。工作人员可通过电脑、手机等终端设备，随时随地查看检测现场的实时状态，及时发现如压力异常波动、流量不稳定等潜在问题，以便迅速采取措施进行调整优化，大大提高检测效率与准确性，保障家用燃气表检定检测工作的高质量开展。

（二）大数据分析应用

1. 检测数据深度挖掘

通过聚类算法对家用燃气表的历史检测数据展开分析，能够有效识别不同品牌燃气表所呈现出的独特故障模式与特征，进而构建相应的故障特征数据库。此数据库具有重要意义，一方面，它可成为后续检测工作中故障诊断的有力参考依据。当新的检测数据出现时，能够快速与数据库中的故障特征进行比对，精准判断燃气表是否存在故障以及可能的故障类型。另一方面，基于这些深度挖掘的数据，可进一步分析出不同品牌燃气表故障发生的规律和趋势，比如故障高发时段、常见故障组合等。这不仅有助于维修人员提前准备相应的维修材料和制定维修计划，还能为燃气表的生产厂家提供改进产品质量的关键信息，从源头优化产品设计，降低故障发生率，全面提升家用燃气表的整体性能与可靠性。

2. 预测性维护模型构建

预测性维护模型构建旨在通过大数据分析实现对家用燃气表关键部件剩余寿命的精准预测。以神经网络为基础，收集燃气表运行的各类数据，如流量、压力、使用时长等。将这些大量数据作为输入，对神经网络进行训练，使其学习燃气表正常运行与部件劣化时数据的特征差异。经过充分训练后，神经网络能够基于实时监测数据，分析判断关键部件是否出现劣化趋势，并预测剩余寿命。例如，通过监测流量数据的异常波动、压力变化的不稳定性等信息，模型能提前感知部件潜在故障。该模型的构建，能让维护人员及时掌握燃气表关键部件状况，在故障发生前采取针对性维护措施，避免因部件损坏影响燃气表正常使用，提高家用燃气表运行的可靠性与安全性。

（三）人工智能辅助决策

1. 智能诊断专家系统

智能诊断专家系统在构建时，首先聚焦于收集、整理各类家用燃气表故障案例，将不同故障现象及对应的处理方式详细记

录。通过故障树分析，深入探究故障产生的潜在原因，从燃气表的机械结构、电子元件到通信模块等各个方面进行梳理，明确各部件间的逻辑关系。以这些数据为基础，建立起全面的知识库系统。当燃气表检测出现异常时，该系统能够依据故障现象，利用知识库中的信息进行智能推理，快速定位可能的故障原因。例如，若燃气表读数异常，系统会从传感器故障、数据传输问题等多方面推理，进而生成针对性的处置建议，帮助工作人员高效解决问题，提升家用燃气表检定检测的智能化水平。

2. 检测方案优化算法

在检测方案优化算法方面，采用遗传算法实现多目标优化是关键所在。家用燃气表检定检测既要求效率，又要保证精度，传统方法较难兼顾。而遗传算法模拟自然选择和遗传机制，能有效解决这一难题。它以检测参数为基因，通过选择、交叉、变异等操作，在参数空间中搜索最优解。比如将检测时间、检测频率、误差允许范围等参数编码为染色体，让算法在大量组合中筛选。在每次迭代中，算法评估每个参数组合的适应度，即兼顾效率与精度的程度，适应度高的组合被保留并参与下一代生成。最终，自动生成能平衡效率与精度的最优检测参数组合，显著提升家用燃气表检定检测的整体效能。

五、总结

家用燃气表的准确计量对于保障居民安全用气以及合理计费至关重要。检定检测工作中的核心技术要点，如气体流量控制、压力稳定、温度补偿等，直接关系到燃气表计量的准确性。而创新优化策略，例如采用智能化检测技术，能大幅提升检测效率与计量精准度。通过自动化的数据采集、分析与处理，减少人为误差，实现更高效的检定流程。未来，随着物联网、大数据与人工智能技术在燃气计量领域的深度融合，燃气表检定检测有望迈向更智能、更高效的发展阶段，不仅能进一步提升计量准确性，还可实现远程监控、故障预警等功能，为燃气行业的安全稳定运行提供更有力的技术支撑。

参考文献

- [1] 姚懋欣.面向订单需求的燃气表计量检定线智能调度方法研究 [D]. 华南理工大学, 2023.
- [2] 蒋慧清.L家用医疗器械公司品牌认知优化策略研究 [D]. 大连海事大学, 2023.
- [3] 杜沙.B公司家用无创呼吸机营销策略优化研究 [D]. 天津大学, 2022.
- [4] 魏月芬.D公司家用无创呼吸机营销渠道优化策略研究 [D]. 上海外国语大学, 2023.
- [5] 聂嘉乐.动态优化问题的环境检测与响应策略研究 [D]. 武汉理工大学, 2022.
- [6] 徐雅静.家用燃气表的计量检测及技术要求分析 [J]. 数码设计 (上), 2022(8): 33-35.
- [7] 赵娜.家用燃气表的计量检测及其技术要求 [J]. 中国高新科技, 2021,(07): 146-147.
- [8] 李天顺, 孙佳东, 李东洋, 等. 基于改进的YOLOX家用燃气表检测算法 [J]. 长江信息通信, 2022, 35(06): 142-146.
- [9] 尹潇, 田贯三, 方妍, 等. 济南市无温度补偿家用燃气表计量误差分析 [J]. 煤气与热力, 2021, 41(12): 14-16+19.
- [10] 曹昊.录井现场安全防护设备日常维护及检定检测探讨 [J]. 西部探矿工程, 2022, 34(4): 89-90, 92.