 DOI: https://doi.org/10.12349/edc.v8i5.10295

Research on Establishment of Measurement Standards and Optimization of Laboratory Metrology Management System

Xiaoyan Lu

Xinjiang Bingtian Lucheng Testing Co., Ltd., Shihezi, Xinjiang, 832000, China

Abstract

Metrological standards serve as the foundation for achieving value uniformity and reliable measurement result transmission, while also constituting the core support for laboratory calibration, verification, and quality control activities. With manufacturing industry upgrades and deepening scientific research initiatives, laboratories now face heightened demands for metrological standard development and management system optimization. However, certain laboratories still exhibit deficiencies in standard selection, traceability chain establishment, environmental control, personnel competency, and data management, which compromise measurement value transfer accuracy and result credibility. To address these challenges, it is imperative to systematically examine the intrinsic relationship between metrological standard establishment and management system operations, optimizing processes through institutional design, technical implementation, and procedural control. By synchronizing standard development with system operations, strengthening critical process controls, and adopting digital solutions to enhance management efficiency and data reliability, laboratories can effectively improve their measurement value transfer capabilities and quality assurance standards.

Keywords

metrological standards; laboratory management; traceability of measurement values; metrological management system; quality control

计量标准建立与实验室计量管理体系优化研究

卢晓艳

新疆兵天绿诚检测有限公司，中国·新疆 石河子 832000

摘　要

计量标准是实现量值统一与测量结果可靠传递的基础，也是实验室开展检定、校准及质量控制活动的核心支撑。随着制造业升级与科研活动深化，实验室对计量标准建设及管理体系优化提出了更高要求。然而，部分实验室在标准选型、溯源链构建、环境控制、人员能力及数据管理等方面仍存在不足，制约了量值传递的准确性与结果公信力。基于此，需系统审视计量标准建立与管理体系运行的内在关系，从制度设计、技术实施及过程控制等维度加以优化。通过将标准建设与体系运行协同推进，强化关键环节管控，并引入数字化手段提升管理效率与数据可靠性，可有效增强实验室量值传递能力与质量保障水平。

关键词

计量标准；实验室管理；量值溯源；计量管理体系；质量控制

1 引言

计量是保证测量结果准确一致的重要技术基础，也是现代工业生产、科学研究、贸易结算、公共安全和质量监管不可缺少的支撑环节。实验室作为计量检定、校准、检测与技术服务的重要载体，其计量管理水平直接关系到数据结果的真实性、可比性与有效性。计量标准则是实验室开展量值传递和测量校准活动的核心依据，既体现实验室技术能力，也反映其质量管理水平。在新技术、新材料、新工艺不断出现的背景下，实验室承担的测量任务日益复杂，对计量标准的科学建立、动态维护和规范使用提出了更严格要求。与此同时，一些实验室仍存在标准配置与业务需求不匹配、管理文件与技术活动脱节、设备维护与期间核查不充分、数据记录和风险控制不细致等问题，导致管理体系运行的有效性不足。基于此，研究计量标准建立与实验室计量管理体系优化，不仅具有较强的理论价值，也对提升实验室综合能力和行业公信力具有现实意义。

2 计量标准建立与实验室计量管理体系优化的基础内涵

2.1 计量标准是实验室量值传递的核心载体

计量标准是用于复现、保存和传递计量单位量值的重

【作者简介】卢晓艳（1996–），女，中国甘肃定西人，本科，助理工程师，从事计量研究。

要装置、器具或系统，是实验室技术能力的重要体现。实验室开展检定、校准和测量活动，必须依托相应等级和准确度要求的计量标准，才能保证测量结果在统一量值体系中的可追溯性。不同类型实验室因业务范围、服务对象和技术要求不同，在计量标准配置上也存在差异，但无论是长度、热工、电学、力学还是化学计量领域，计量标准都承担着量值传递起点和技术支撑作用。若计量标准本身不完善，或其使用维护不规范，实验室全部后续测量活动都可能失去准确基础。因此，计量标准建立不是单纯的设备购置问题，而是关系实验室整体能力构建的系统工程。

2.2 实验室计量管理体系是保障测量质量的制度框架

实验室计量管理体系是围绕计量活动展开的制度、流程、资源和责任安排的总和，其目标在于确保设备受控、方法适宜、环境达标、人员胜任、数据可靠和结果可追溯。一个有效的计量管理体系，不仅要求技术活动符合规范，也要求管理过程具备闭环特征。它既包括文件控制、设备管理、环境管理、记录控制、不确定度评定和内部审核等内容，也涵盖样品管理、风险识别、纠正预防和持续改进等过程。计量标准建立是体系中的技术核心，而体系优化则为计量标准持续稳定发挥作用提供制度保障。两者相互依存，缺一不可。只有将计量标准建设与体系管理协同推进，实验室才能形成稳固的测量质量保障机制。

2.3 标准建设与体系优化协同是实验室能力提升的必然要求

在实验室发展过程中，单纯依靠增加设备数量或扩展检测项目，已难以满足高质量发展的需求。面对客户对精度、效率和可追溯性的更高期待，实验室必须更加重视计量标准建设质量和体系运行效能。计量标准决定实验室是否具备技术开展能力，管理体系则决定这些能力能否被稳定、规范和持续地发挥出来。如果计量标准先进但管理体系粗放，设备可能因维护不足、记录不全和权限不清而难以发挥应有价值；反之，若制度文件较完善但标准能力不足，则实验室也难以提供高水平的量值服务。因此，协同推进标准建立和体系优化，是实验室由合规运行向高效运行、由基本保障向能力提升转变的必然要求。

3 当前计量标准建立与实验室计量管理中存在的主要问题

3.1 计量标准配置与业务需求衔接不够紧密

在一些实验室建设过程中，计量标准的配置存在一定盲目性。有的实验室在立项和购置阶段更关注设备档次和投入规模，却对实际业务范围、服务对象需求和长期运行能力分析不足，导致部分计量标准使用频率偏低，甚至与核心业务脱节。还有些实验室在扩项过程中缺乏系统论证，计量标准准确度等级与检定校准任务要求匹配不足，影响后续量值传递质量。标准配置不合理，不仅造成资源浪费，也会增加管理维护压力。更为关键的是，一旦计量标准体系与实际工作场景脱节，实验室很难建立稳定、有效、适用的技术支撑结构，进而影响整体服务能力和管理效率。

3.2 量值溯源和期间控制环节仍有薄弱之处

量值溯源是计量工作的核心要求，但部分实验室在溯源链建设和期间控制上仍不够扎实。一些实验室虽然按规定完成外部校准或检定，但对溯源证书内容、校准结果利用和不确定度影响分析重视不足，未能真正将溯源结果转化为内部质量控制依据。还有些实验室在标准器具的期间核查、漂移监测、稳定性分析和异常处置方面制度不够细化，导致设备在两次检定或校准之间的性能变化缺乏充分掌握。一旦环境波动、运输振动、频繁使用或人为操作不当造成标准器具状态偏移，若不能及时识别，便可能影响测量结果准确性。溯源和期间控制的薄弱，直接削弱了实验室计量管理体系的可靠性。

3.3 管理体系运行存在形式化和碎片化倾向

部分实验室虽然建立了较为完整的管理文件，但体系运行仍存在重文件编写、轻过程落实的问题。一些程序文件和作业指导书内容较为笼统，缺乏针对性和可操作性，导致一线人员对制度要求理解不深，执行标准不统一。内部审核、管理评审和能力确认等活动有时偏重资料准备和表面合规，未能真正发现体系运行中的关键风险点。与此同时，设备管理、环境控制、人员培训、记录管理和不确定度评定等工作有时分别由不同岗位分散推进，缺少有效统筹，形成碎片化状态。体系若不能真正融入日常工作，仅停留于应对评审和检查层面，便难以发挥持续改进和质量保障作用。

4 计量标准建立的关键路径

4.1 以需求分析为前提科学确定计量标准配置方案

计量标准的建设应以实际需求为导向，通过系统化分析明确配置边界与技术路径。实验室需结合服务领域特点，对检定校准对象的类型、测量范围及准确度等级进行综合研判，并将未来业务拓展与能力提升纳入规划范围，从而形成具有前瞻性的配置方案。在标准器选型过程中，应统筹考虑主标准器与辅助设备、环境控制设施及信息化系统之间的匹配关系，使各组成部分在性能与功能上形成有机协同。过度追求高等级标准或简单重复建设，不仅会增加运行成本，也可能导致资源利用效率下降。通过科学论证与合理布局，使计量标准既满足当前业务需求，又具备适度扩展能力，有助于提升整体建设质量与运行效率，并增强实验室在动态发展环境中的适应能力。

4.2 以量值溯源为主线完善标准装置技术链条

计量标准体系的核心在于量值传递的连续性与可靠性，其技术基础体现为清晰且可验证的溯源链条。在标准建立过程中，需要明确主标准器与上一级标准之间的溯源路径，并通过合理配置辅助测量设备与环境保障条件，确保量值传递

过程稳定可控。测量方法的科学性与校准规范的适用性，是保障溯源有效性的关键，应结合具体测量对象对修正方法与不确定度来源进行系统分析，使测量结果具备可重复性与可比性。针对关键计量标准，通过重复性试验、稳定性评估及实验室间比对等手段，可建立动态质量控制机制，使标准装置在长期运行中保持技术性能的稳定。围绕量值溯源构建完整技术链条，不仅强化了计量活动的规范性，也提升了结果的可信度与溯源透明度。

4.3 以能力验证和运行评估促进标准持续完善

计量标准的有效性需要在持续运行与动态评估中不断得到验证与优化。实验室在标准投入使用后，应通过系统记录日常运行数据，结合能力验证、实验室间比对及内部审核等手段，对标准装置的性能进行综合评价。运行过程中产生的偏差，应从设备状态、方法适配性、环境条件及人员操作等方面进行深入分析，并据此调整技术参数与管理措施。对于关键或高频使用的计量标准，可建立重点监控机制，通过周期性核查与趋势分析及时发现潜在风险。评价与改进的循环过程，使计量标准由静态配置转向动态优化，不断提升其稳定性与适用性。通过这一持续完善机制，计量标准能够更好地支撑实验室技术能力提升与服务质量保障，实现长期稳定发展。

5 实验室计量管理体系优化的重点方向

5.1 优化设备全生命周期管理机制

设备管理是实验室计量管理体系的基础。优化计量管理体系，应从设备采购、验收、建档、使用、维护、校准、期间核查、停用和报废全过程入手，建立更加细致和闭环的管理机制。实验室应根据不同设备的重要性和风险等级实施分类管理，对计量标准器具、关键辅助设备和一般设备采取差异化控制策略。设备档案不应仅记录基本信息，还应系统保存检定校准记录、维修维护记录、环境适应情况和异常处置情况，形成完整历史轨迹。全生命周期管理能够帮助实验室更准确掌握设备状态，减少故障风险和质量波动，为测量结果可靠性提供坚实保障。

5.2 强化人员能力建设与岗位责任落实

实验室计量工作具有较强专业性，人员能力直接影响标准器具使用效果和管理体系运行质量。优化管理体系，需要把人员能力建设放在更加突出的位置。实验室应围绕岗位职责建立分层分类培训机制，使技术人员不仅掌握操作技能，还理解量值溯源、不确定度分析、数据修约、异常识别和质量控制等关键内容。对于关键岗位人员，应加强授权管理和能力确认，避免未经充分培训即上岗操作。与此同时，要通过岗位说明、责任清单和绩效评价将管理要求落实到具体人员，减少职责交叉和执行空档。人员胜任力持续提升，才能保证体系文件真正落地，并转化为稳定的技术能力。

5.3 提升记录管理和数据控制的规范化水平

实验室管理体系的有效运行离不开完整、准确、可追溯的记录。优化计量管理体系，应重视原始记录、检定校准记录、环境记录、设备状态记录和质量控制记录的规范化管理。记录内容应真实、及时、清晰，能够完整反映测量过程和结果形成逻辑，避免出现事后补记、信息缺项和责任不明等问题。在数据控制方面，应加强对数据采集、处理、审核、传输和存档全过程的规范，防止人为差错、版本混乱和信息丢失。随着实验室数字化程度提升，还应关注电子记录、实验室信息管理系统和数据权限控制等问题，使数据管理既提高效率，又保持可靠性和完整性。

6 推动计量标准建设与管理体系协同优化的实施路径

6.1 建立标准建设与体系运行联动机制

计量标准的建设本质上属于技术活动，但其有效运行却高度依赖管理体系的支撑。因此，将建标工作纳入实验室质量管理体系整体框架，是实现技术与管理协同的关键路径。在建标立项阶段，应同步开展资源配置与风险识别，明确人员能力、环境条件及设备保障是否满足预期要求；在论证与实施过程中，则需将文件控制、过程记录及质量验证要求嵌入技术方案之中，使技术实施具备可追溯性与规范性。验收环节不仅是技术指标达成情况的确认，更应检验其与现有管理体系的适配程度，确保标准装置具备进入受控运行状态的条件。建标完成后，相关技术内容不能停留于报告或验收资料之中，而应通过制度化转化进入体系文件，如形成标准操作程序、作业指导书及配套记录表单，使操作过程标准化、结果表达一致化。同时，应明确岗位职责与权限边界，将人员培训与授权纳入体系管理，确保操作者具备持续稳定运行标准装置的能力。通过上述机制，计量标准不再是孤立存在的技术实体，而是成为质量体系中动态运行的一部分。技术建设与管理运行之间形成闭环衔接，有助于减少运行初期的不确定性，提升实验室整体运行的协调性与执行深度，从而保障计量结果的可靠性与一致性。

6.2 加强内部监督与持续改进闭环

实验室质量管理体系的有效性，取决于其发现问题与纠正偏差的能力。内部审核与管理评审作为核心监督手段，其价值不在于形式上的符合性判断，而在于对计量标准运行状态的真实反映与系统性分析。审核活动应聚焦关键控制点，如标准装置的稳定性、关键设备的量值溯源状态、人员操作的规范性以及环境条件对测量结果的影响程度，通过过程取证与数据分析识别潜在风险。管理评审则应在更高层面整合信息，对体系运行的适宜性、充分性与有效性进行综合判断，并为资源配置与改进方向提供决策依据。针对发现的问题，应构建责任明确、路径清晰的整改机制，明确责任主体与完成时限，并通过验证手段确认整改措施的实际效果，避免问题反复出现或表面化处理。同时，应将期间核查、能力验证、实验室间比对及异常数据分析结果纳入改进体系，使技术偏差与管理缺陷能够被同步识别与处理。持续改进不

应局限于单点修正，而应通过趋势分析与系统评价形成长效机制。通过强化监督的真实性与改进的系统性，实验室能够不断优化运行模式，使质量体系具备自我修复与持续演进的能力，从而在复杂环境中保持稳定与可靠。

6.3 推进数字化赋能提升管理效率与精准度

随着信息技术的发展，数字化手段正在深刻改变实验室计量管理模式。通过构建统一的信息化平台，可实现设备状态、检定校准周期、期间核查结果及环境监测数据的集中管理，使分散信息得到有效整合。系统化的数据管理不仅减少人工记录带来的误差与重复劳动，还能够通过自动提醒机制对关键时间节点进行预警，降低因人为疏漏导致的风险。人员资质与授权状态亦可通过数字系统进行动态维护，确保操作行为始终处于受控范围之内。在计量标准运行层面，引入传感监测与数据采集技术，可实现对温湿度、电源稳定性及设备运行状态的实时监控，并通过数据分析手段识别异常趋势。结合可视化看板，管理者能够直观掌握实验室整体运行状况，提高决策效率与响应速度。数字化并非对传统管理方式的简单替代，而是通过信息整合与流程再造，使管理活动更加精细化与透明化。通过数据驱动的管理模式，实验室能够在保证合规性的同时提升运行效率，实现由经验判断向数据支撑的转变，为计量管理的现代化发展提供坚实基础。

7 结语

计量标准建立与实验室计量管理体系优化，是保障实验室测量结果准确可靠、提升技术服务能力和增强社会公信力的重要基础工作。面对测量任务不断复杂化、质量要求持续提高和管理标准日益严格的新形势，实验室必须更加重视计量标准建设的科学性、系统性和适用性，同时推动管理体系由形式合规向实质有效转变。现实中，无论是标准配置不合理、量值溯源控制不足，还是体系运行碎片化、人员能力支撑不够，都会对实验室质量保障能力产生直接影响。未来，应坚持需求导向、风险导向和持续改进导向，将计量标准建设、设备管理、人员培养、数据控制和数字化手段有机结合起来，形成技术与管理深度融合的运行格局。只有不断完善计量标准体系和实验室管理体系，才能为高质量测量活动提供更加稳定、准确和可信的支撑。

参考文献

[1] 罗晓燕,贺倩倩,魏瑞娜.计量实验室管理体系在数字化转型中的升级路径研究[J].实验室检测,2025,3(13):145-147.

[2] 吴有花.检测实验室仪器设备的计量管理工作研究与探索[J].实验室检测,2025,3(08):63-65.

[3] 梅舜豪,王雯璐,王宇萌.工程实验室计量管理平台研究及应用[J].石油化工自动化,2025,61(02):56-60.

[4] 姚立娇.地质实验室计量测试及计量认证质量管理工作探析[J].西部资源,2023,(02):193-195.

[5] 朱娜.实验室计量管理体系的应用[J].大众标准化,2020,(10):208-209.