

新材料产业质量技术基础发展战略研究

陈鸣¹, 王矛¹, 杨植岗¹, 李梦琪¹, 唐宇航², 王洋¹, 王蓬¹

(1. 钢研纳克检测技术股份有限公司, 北京 100081; 2. 中国化工信息中心有限公司, 北京 100029)

摘要: 以评价、表征、标准为基础要素的质量技术基础, 对于支撑产业转型升级、促进产业技术创新、提高产业生产效率、保障产品质量水平、提高产业国际竞争力都具有重要作用。我国新材料产业创新步伐提速、生产规模扩大、产品种类增加, 对产业质量技术基础提出了新的发展要求。本文立足这一宏观背景, 分析了评价、表征、标准对于新材料产业发展的重要性, 梳理了我国新材料产业质量技术基础的发展现状。研究发现, 现阶段我国新材料产业质量技术基础的建设取得了以支撑产业发展、技术创新和国际化为代表的诸多成效, 但在整体水平、关键核心技术、匹配产业需求等方面还存在问题。为此论证了我国新材料产业评价、表征、标准平台建设方案, 对应提出加强质量技术基础顶层设计, 推行“评价-表征-标准”一站式服务, 发展自主认证、检测、标准品牌, 鼓励行政机构采信评价结果的发展建议。

关键词: 新材料产业; 质量技术基础; 评价; 表征; 标准

中图分类号: G322.1 **文献标识码:** A

Quality Infrastructure for the New Material Industry

Chen Ming¹, Wang Mao¹, Yang Zhigang¹, Li Mengqi¹, Tang Yuhang²,
Wang Yang¹, Wang Peng¹

(1. NCS Testing Technology Co., Ltd., Beijing 100081, China; 2. China National Chemical Information Center Co., Ltd., Beijing 100029, China)

Abstract: The quality infrastructure—with evaluation, characterization, and standards as its basic elements—plays an important role in supporting industrial transformation and upgrade, promoting technological innovation, improving production efficiency, ensuring product quality, and enhancing industrial international competitiveness. Meanwhile, the acceleration of new material innovations has expanded the scale of the industry and increased the types and supply of new materials, which proposes new requirements for the industrial quality infrastructure. In this article, we analyze the importance of evaluation, characterization, and standards for the development of the new materials industry and summarize the development status of the quality infrastructure in China. Currently, a technical system has been primarily formed for the new material industry in China and has greatly supported industrial innovation. China has also made progresses in internationalization in terms of assessment, characterization, and standardization of the new material industry. However, China's quality infrastructure for new materials is still underdeveloped in terms of overall level and technological innovative ability in key areas; and its internationalization progress can hardly meet industrial requirements. Therefore, an assessment-characterization-standards platform is demonstrated and analyzed for the new material industry in China. Correspondingly, we suggest that the top-level design of the quality infrastructure should be strengthened, an “evaluation-characterization-standards” one-stop

收稿日期: 2020-07-22; 修回日期: 2020-09-16

通讯作者: 陈鸣, 钢研纳克检测技术股份有限公司助理工程师, 研究方向为无机化学合成; E-mail: chenming@ncschina.com

资助项目: 中国工程院咨询项目“新材料强国 2035 战略研究”(2018-ZD-03)

本刊网址: www.engineering.org.cn/ch/journal/sscae

service mode promoted, independent brands developed regarding certification, testing, and standards, and administrative agencies encouraged to adopt the evaluation results.

Keywords: new material; industry; quality infrastructure; evaluation; characterization; standards

一、前言

国家质量基础（NQI）是提升国家发展质量的基石、提高人民福祉的保障、综合国力和国际竞争力的体现 [1]。质量技术基础包含评价、表征、标准三要素，分别对应 NQI 中的标准、检验检测、认证认可三要素；要素之间的相互融合产生综合效应，体现对产业发展的基础性和支撑性作用 [2,3]。先进基础材料、关键战略材料和前沿新材料对于新兴产业发展起着重要的支撑作用，而材料行业自身发展需要标准、试验表征、评价认证等质量技术基础。材料行业发展和质量技术基础之间形成了协同发展效应，共同促进经济提质增效。新材料与信息、能源、生物等高新技术加速融合，“互联网+”、材料基因组计划、增材制造等新技术蓬勃兴起，材料创新步伐持续加快，对质量技术基础提出了新的要求。

产业质量技术基础是围绕产业质量发展需求，建立和执行标准、检验检测、认证认可所需的质量治理架构的统称；作为 NQI 在产业领域的应用，为产业价值链提供标准、检验检测和认证认可服务 [4]。产业质量技术基础在支撑产业发展中起着关键的作用，世界各国纷纷完善管理架构 [5]，加大科研投入、健全法律法规 [6] 来支撑质量技术基础的发展，优化营商环境所倚重的质量基础设施技术支持作用 [7]，促进诸多要素之间形成合力 [8]。目前，我国质量技术基础建设初见成效 [9]，然而面对新材料产业的快速发展态势，仍然存在整体建设水平不高、关键领域核心技术创新能力不足、国际化进程与产业需求不相适应等问题 [10]。

我国经济正迈向高质量发展的新阶段，新材料产业创新步伐提速、生产规模扩大、产品种类增加，对产业质量技术基础提出了新的发展要求，加强相关基础建设更显迫切。本文开展评价、表征、标准发展的现状梳理，问题凝练，建设方案论证，以期为我国新材料产业质量技术基础建设提供理论参考。

二、评价、表征、标准对新材料产业发展的重要性

（一）支撑新材料产业提质增效升级

质量技术基础是新材料产业提质增效升级的保障，评价、表征、标准贯穿于关键基础材料、核心基础零部件/元器件、先进基础工艺（“三基”）发展的全过程；形成协同效应，服务于机械、航空航天、轨道交通、船舶、汽车、能源装备、冶金、石化、电子、轻工、纺织、仪器仪表等制造业，促进经济提质增效，推动产业转型升级 [11]。

标准是新材料产业产品质量的基础、生产效率的前提、产业升级的体现 [12]。在原材料、零部件、最终产品等物料，设计、制造、配送、使用、维护等全生命周期方面，质量保证都密切依赖于标准体系。完善的产品质量标准体系有助于推动产品质量安全指标全面达到国家强制性标准要求，实现产品质量、服务质量、工程质量的标准化。

材料表征的检验检测技术和试验数据是新材料产业结构调整、优化升级的重要基础和依据，向生产者、消费者、管理者反馈质量信息，保障产品质量提升 [13]。建设公益性检验检测公共服务平台，有利于新材料产业集聚和发展，为新兴产业“筑巢引凤”，激励相关企业增强创新能力。开展基础零部件/元器件/材料的强化、可靠性、寿命试验，发展产品质量检验检测技术，是提升“三基”产品质量水平的基础性保障、推动产业结构升级的技术性举措。

企业达到认证标准的要求才能通过符合性评价，以此发挥认证认可对产业结构转型、技术改造升级的引导作用。认证认可支撑产品质量安全和产业质量水平提升，是实现新材料产业转型升级的重要途径 [14]；增强产品的专业性和可靠性，为国产新材料产品进入国际市场提供质量依据。生产企业在自身产品质量和生产管理水平提高的过程中，将对零部件供应商提出相应要求；零部件供应商按照产品认证要求对原材料严格把关，进而促进新材料产业链质量水平的整体提升。

（二）促进新材料产业技术创新

标准引领产业技术创新，计量支撑产业技术创新，检验检测推动产业技术创新，认证认可激发产业技术创新，因此评价、表征、标准对新材料产业技术创新具有促进作用 [15]。

以科学、技术和经验为基础来制定标准，标准将引领新材料产业的技术创新。以标准为载体，新材料产业先进技术得以在更大范围内实施，加速创新成果的产业转化；随着技术创新周期的缩短，技术创新与标准化进一步融合。标准贯穿从技术成果到形成产品，再到产品规模化、系列化和市场化的全过程，其制定—实施—修订过程也是新材料产业技术创新—产业应用—再创新过程的反映。

表征能为新材料产业创新研发提供必要的试验验证条件，为“三基”的研发、设计、中试等活动提供准确的试验数据，切实保障产业技术创新。新材料产业创新成果的产业化，需要更加精准和高效的检验检测技术手段：衡量新材料产业创新产品的基础质量、环境影响、法规标准符合性，加速创新成果的市场化和国际化进程。

评价的价值在于：通过营造市场的公平竞争环境，提升新材料产品的技术附加值，提高企业和产品的市场竞争力；尽量消除产品交易中的信息不对称，促进质量与价格定位匹配，规范交易秩序，优化资源配置效率，促进产业技术创新。评价作为第三方技术手段，是解决市场信息不对称和信用缺失问题的有效手段，有助于新材料产业创新从技术向效益的转化。

（三）增强新材料产业国际竞争力

质量技术基础对提升新材料产业国际竞争力具有重要作用。标准是产业国际竞争的制高点，表征是产业国际竞争的保证，评价是产业国际竞争的桥梁。

国际贸易链条包括订货、运输、通关、结算等多个环节，每个环节都涉及具体的程序和制度；在贸易便利化和标准化成为国际贸易大趋势的态势下，国际贸易活动的统一、协调、透明环境依赖于标准。面向全球化环境，标准的数量和质量成为产业技术发展水平的重要标志之一，也体现了一个国家参与和主导国际标准的能力。

表征是提升新材料产业质量的关键技术手段，

覆盖原材料、零部件、半成品、最终产品，加工、装配、安装、维护，工况、结构、性能、安全，资源开发、生产排放、能源消耗、环境影响等诸多方面。表征技术水平是产业发展水平的综合体现，在新材料方面尤为明显。具有雄厚的检验检测技术基础，新材料产业在国际竞争中才有可靠的技术保证。

评价是新材料产业参与国际竞争不可逾越的环节和重要途径。世界贸易组织《贸易技术壁垒协定》规定，成员方在技术法规、标准和合格评定的制定、采纳与实施中必须遵守互认原则。即在合格评定程序方面，为避免因同一产品的多重测试、检验与认证而构成的不必要的贸易壁垒；如果其他成员方的合格评定程序能充分实现相同的合法目标，成员方应接受其合格程序的结果。建立并完善与国际接轨的认证认可体系，才能切实增强新材料产业的国际竞争力。

三、新材料产业质量技术基础的发展现状

（一）面向新材料产业发展的技术体系初步形成

标准体系不断完善，为新材料产业的发展奠定了坚实基础。在标准化机构及人员方面，截至2018年年底，国家标准共有 36 949 项，国家标准样品共有 1439 项；其中强制性国家标准有 2111 项，推荐性国家标准有 34 464 项，指导性技术文件有 374 项。批准设立 67 类行业标准，备案行业标准 61 854 项，备案地方标准 37 066 项。共有 2079 家社会团体在团体标准化管理平台注册，公布有 5968 项团体标准。共有 212 459 家企业在企业标准自我声明公开平台注册，通过平台公开 899 200 项标准，涵盖 1 532 101 种产品。

表征技术体系更为丰富，成为新材料产业提质升级的基础和关键 [16]。随着 2014 年国家对于检验检测认证机构“松绑”，相关民营机构大批涌现，已经初步满足新材料产业的发展需求。2018 年，通过统计直报系统明确各类检验检测机构共有 39 472 家，当年共出具检验检测报告 4.28×10^8 份，行业产值为 2810.5 亿元。

认证认可技术体系基本建立，初步满足新材料产业发展需求。我国形成了跨行业、跨部门、跨专业协同创新的发展模式，建立起国际化和国产化相结合、适应国情的认证认可制度和技术体系。认证

机构的服务领域进一步拓宽，认证认可技术保障质量提升措施有力。例如，运用新版 ISO9000 质量体系认证手段打造质量认证升级版，在航空、汽车、铁路、信息技术等 9 个行业启动升级版标准和规则制定工作。

（二）支撑新材料产业技术创新的效果明显

质量技术基础对支撑新材料产业技术创新有着重要作用。通过标准来引领科技创新、促进产业升级，逐渐成为政府规章制度的重要内容 [4]。例如，在节能减排方面发布了 44 项强制性能效标准和 27 项强制性能耗限额标准，提高了市场准入门槛，鼓励包括新材料行业在内的大批企业加大技术研发和产品创新力度，带动产业技术水平显著提升。检验检测和认证机构逐步实现涵盖产品设计研发、过程管理、成品检测、市场营销的全生命周期服务能力，成为新材料企业国际化发展、产业技术体系创新的护航者。

（三）评价、表征、标准国际化进程不断拓展

在标准化领域，我国成为国际标准化组织（ISO）、国际电工委员会（IEC）常任理事国，我国专家当选 ISO 主席、IEC 副主席和国际电信联盟（ITU）秘书长；提交国际标准提案 310 项，正式发布 147 项。通过前期努力，高端装备制造、移动通信、数字电视等方向的国际标准研制取得突破性进展，助推新材料产业及产品的国际化进程。

在检验检测领域，特种设备材料试验、结构分析、检验检测与评价方法、仪器设备和法规标准等方法标准的建立和应用，保障了我国检验检测能力和水平的持续提升，为我国新材料产业及产品获得国际用户的认可奠定了良好基础。

在认证认可领域，创建了一批国际领先的认证认可制度，亚太实验室认可合作组织的部分检测能力验证计划（占比 32%）由我国牵头承担，体现了我国能力验证领域的基础地位，有利于我国新材料产业及产品“走出去”。

四、新材料产业质量技术基础面临的问题

（一）整体建设水平不高

在标准方面，单一材料品类缺乏统一的材料标

准。多个不同层级的标准共存，使得实际应用中多版本、多标准并行，且不同版本、不同层级的材料标准之间的技术要素存在交叉和矛盾之处。这给材料生产企业的生产与管理带来了困难和隐患。采用国际、国外标准时，研究和试验验证工作不足，被动采用多、自主制定少。

在表征方面，机构布局与产业布局匹配不足、空间布局不平衡、机构间联动合作机制缺乏，难以充分发挥技术和学科的交叉效应、协同效应，也不利于发挥综合竞争优势。具有自主知识产权的核心检测能力薄弱，尚未形成对外服务的优质品牌。在以新材料为代表的一些新兴产业领域，综合性检验检测技术机构严重缺乏。另外，国有检验检测技术机构参加市场竞争的动力不足、基础不牢、能力不强。

在评价方面，我国的材料标准多为产品标准和试验方法标准，缺失相关的产品评价标准、工艺过程评价标准和评价实施标准，由此导致材料评价体系不够完善。此外，材料的评价和认证较多沿用国外已有的认证体系和评价标准。

（二）关键领域的技术创新能力不足

当前，技术创新与变革的速度明显快于传统标准组织制定标准，而新材料产业的转型升级对标准的适应性和时效性要求越来越高。然而，我国材料产业标准的创新能力不足，标准研制落后于材料研发，标准更新与新材料发展无法同步；已发布的标准覆盖性不佳，多偏向于基础类和化学分析类，导致新材料标准的预先研究动力不足，多数新材料的标准制订和修订速度跟不上产品研发速度。

我国现有的检验检测服务能力无法满足新材料产业的综合需求。例如，船舶工业尚未建立完善的数据资源共享平台，缺少有效的统计方法和虚拟仿真能力，使得压载舱、特种功能涂料、非金属材料、污损防护材料等方面的在线监测技术及评价方法缺失；在航空材料领域，虽然现有表征技术基本可以实现测试表征的自主保障，但前沿材料检测和表征技术的探索和储备明显不足。

（三）国际化进程与产业需求不相适应

标准、认证、检测“三位一体”，相互促进和制约是国际通行做法。国外的认证和检测是有收入

的,将认证和检测的部分收入投入标准研究,促进了标准水平的持续提升。而在我国,标准、认证、检测机构都是各自独立的,使得标准研究经费缺乏可靠的来源,这是制约标准实施效果和研究水平的重要因素;行政部门的条块式管理也造成了信息交流的不顺畅,难以发挥标准、认证、检测的综合效用。

新材料产业的标准、认证、检测也面临同样问题,即“三位一体”模式难以落地。我国标准体系国际认可度还不高,增加了国际贸易成本,不利于新材料产品参与国际市场竞争。检验检测技术水平和服务能力无法满足国际化需求,认证认可对中国产品“走出去”支持不够,影响了产品的国际竞争力。

五、新材料评价、表征、标准平台建设方案

(一) 建设目标

提升评价、表征和标准质量基础的能力水平,充分发挥要素间的协调互动作用,建设系统先进、协调联动的新材料评价、表征、标准平台。注重以评价为牵引、以表征为依托、以标准为基础,构建新材料评价、表征、标准三大体系相互独立又有机关联的质量技术基础三要素互动机制;适应新材料研制生产和“一材多用、一用多选”的应用需求,支撑我国新材料产业发展和国际竞争力提高。

1. 评价平台

建立统一的评价平台,汇总各类评价认证资源,特别是专业性的材料资源,如评价认证实施领域、评价认证机构及其能力、评价认证体系、评价认证项目及评价数据、实验室能力验证比对数据等。对数据资源进行收集、整理及结构化处理,为用户提供评价认证机构推荐、评价认证咨询等增值服务。通过能力比对、历史评价认证项目实施情况分析,查找评价机构自身不足,促进评价技术能力提升。收集评价认证需求,及时开发新的评价认证项目,促进评价能力和水平的持续提升,匹配新材料评价认证需求。

2. 表征平台

建立统一的试验表征平台,汇总分散的、不平衡的试验表征资源并注重统一协调,实现试验表征

资源的高效、优化利用,服务新材料产业的快速发展。收集检验检测机构检测能力、服务领域、仪器设备、人员等信息,支持全国检验检测资源的统一协调和高效利用。合理设立技术能力准入门槛,加强对入库检验检测机构的“技术认证”,促进检验检测机构规范性运作和检测能力提升,提高检测结果可靠性,为评价认证的实施提供数据支撑。

3. 标准平台

汇集材料及其试验方法领域的国际标准、国家标准、行业标准、团体标准、企业标准、计量规程和通用方法,构建多方共建、高效集成的材料标准资源数据库。对材料标准数据库进行碎片化分类,相应维度包括材料及试验专业知识、材料种类、试验方法、化学成分、力学性能、服役性能等。针对数据库使用者的差异化需求,形成材料数据库共享服务生态圈,为行业用户提供标准信息查询、标准比对、材料性能查询、选材用材建议等专业化的标准数据服务。关注标准体系中的缺失要素,针对性开展新增标准的制定工作,持续完善标准体系,满足新材料产业动态发展需求。

(二) 重点任务

1. 平台基础要素建设与完善

优化新材料产业标准体系和新材料标准供给结构,适应新一轮新材料技术和产业快速变革的发展态势。针对先进基础材料、关键战略材料和前沿新材料的不同特征,加快形成支撑先进基础材料升级、提升关键战略材料保障能力、规划前沿新材料标准布局的新材料标准体系。优化标准供给结构,积极发展团体标准,满足新材料技术和应用创新需求。

建立新材料技术成熟度划分标准评价体系和新材料质量评价体系。针对我国材料与试验评价标准体系的建设目标,从应用维度着手,开展材料性能指标、表征方法、评价的标准化工作。围绕材料生产全流程质量控制、材料全寿命周期服役的需求,建立新材料质量评价标准体系,涵盖产品质量符合性、生产工艺稳定性、服役性能适用性。推动实现新材料性能符合性、生产稳定性、服役适用性、试验结果可靠性的评价标准化。

2. 机制建设与完善

建立新材料标准制定与科技创新、产业发展相

协同的机制，一体化推进科技、标准、产业的发展。将标准化列为新材料产业重点工程、重大项目的考核验收指标之一。对于重点研发材料，开展先导性、创新性技术标准研制，促进创新成果的转化应用试点示范。依托重点企业、高等院校、产业集聚区，建设新材料行业国家技术标准创新基地。

建立质量技术基础设施协调互动机制，为新材料产业发展提供坚实的基础设施。深化质量技术基础设施要素间的作用传导机理研究，推行“计量—标准—检验检测—认证认可”一站式服务。加强标准、计量、认证认可、检验检测的深度结合，更好控制质量、提升服务并建立质量信任，使高标准、高质量的生产与服务同样具有市场认可度和竞争力。

探索新材料标准制定机制创新。利用平台大数据建立新材料的标准库，构建适应国情的新材料指标数据库。研究并提供指导性技术文件、数据库标准等新型标准，注重标准的技术适应性。利用材料基因组工程方法，推动高通量材料计算与设计、制备与表征的标准化研究。建设新材料基因组技术标准示范平台，探索拟定基因图谱中的理论性标准，指导新材料创制工作。

六、对策建议

（一）注重质量技术基础顶层设计

制定质量技术基础发展战略，推进顶层设计，发挥协同效应，对政府机构、企业、科研机构的新材料相关业务均有约束力。结合国家重大战略部署和产业高质量发展需求，优化布局以提供协同高效、系统完备的质量技术基础一体化支持。加强质量技术基础监督和评估，建立标准化与科研、产业化之间的衔接机制。鼓励标准化机构面向国家科研及产业化项目提供标准化咨询和支撑服务，覆盖项目立项、实施、推广应用、试点示范等阶段。依托标准化，推进自主技术科研成果的快速产业化，实现科研、标准化和产业化的良性循环。

（二）夯实质量技术基础，推行一站式服务

增强全民质量技术基础意识，营造支持质量技术基础实施的社会环境。在高等教育、工程技术、社会大众等层面开展专项培训和推广，形成全社会的标准化宣传教育机制。加强质量专业人才培养，

探索建立高等院校、职业学校、科研机构、企业单位联合育才机制，为计量、标准、认证认可、检验检测提供高技能的智力资源。加快有关质量的关键和前沿共性技术研究，完善质量技术支撑体系，组织实施质量基础重点专项。契合新材料产业发展需求，推行“评价—表征—标准”一站式服务模式，尽快实现“标准—计量—检验检测—认证认可”全链条的综合服务。

（三）培育和发展认证、检测、标准品牌

在新材料专业认证领域，重点开展质量认证评价体系建设。针对重点新材料开展质量认证评价体系建设试点示范工作，培育形成国际化、专业化的质量认证评价机构。基于国家新材料测试评价平台，针对新材料产业的发展需求和特殊性，梳理现有检测资源能力，研究检测方法，优化检测能力，提供可信的数据支持，培育形成国际知名的检测品牌。重点推进团体标准建设工作，培育和建立满足新材料产业发展需求的团体标准化组织。采用团体标准良好行为评价、培优计划等方式，加快团体标准化组织的国际化步伐。

（四）鼓励政府机构采信平台认证评价和检验检测结果

加强协调和统筹，充分利用现有新材料产业的资源和增量投入，加快建设新材料“评价—表征—标准”平台，将之纳入政府信息平台。新材料“评价—表征—标准”平台为相关科研机构、生产企业、用户单位提供全面精准的数据信息检索与咨询服务、新材料评价检测服务，鼓励政府机构采信平台的评价结果和测试结果。致力推动新材料“评价—表征—标准”平台的品牌化，引导市场认可和采信平台的评价与测试结果；提高平台社会关注度，增加平台业务流量，加速平台壮大成长。

参考文献

- [1] 方向. 准确性: 计量与国家质量基础设施 [J]. 上海质量, 2018 (6): 44-45.
Fang X. Accuracy: Metrology and national quality infrastructure [J]. Shanghai Quality, 2018 (6): 44-45.
- [2] 程彦, 潘鑫峰, 陈岳飞. 构建国家质量基础设施(NQI)协同服务平台的路径研究 [J]. 中国检验检测, 2020, 28(1): 3-5.
Cheng Y, Pan X F, Chen Y F. Research on the path of constructing

- the national quality infrastructure (NQI) collaborative service platform [J]. *China Inspection Body & Laboratory*, 2020, 28(1): 3–5.
- [3] 中国共产党中央委员会, 中华人民共和国国务院. 中共中央 国务院关于开展质量提升行动的指导意见 [EB/OL]. (2017-09-12)[2020-06-30]. http://www.gov.cn/zhengce/2017-09/12/content_5224580.htm.
Central Committee of the Communist Party of China, State Council of the People's Republic of China. Guiding opinions of the Central Committee of the Communist Party of China and the State Council on carrying out quality improvement actions [EB/OL]. (2017-09-12)[2020-06-30]. http://www.gov.cn/zhengce/2017-09/12/content_5224580.htm.
- [4] 徐成华. 国家质量基础设施技术体系建设的实践与思考 [J]. *中国市场监管研究*, 2020 (1): 23–26.
Xu C H. Practice and thinking on the construction of national quality infrastructure technical system [J]. *Research on China Market Supervision*, 2020 (1): 23–26.
- [5] 王颖婕, 路正南. 美国NQI发展及对中国的启示研究 [J]. *现代管理科学*, 2018 (1): 27–29.
Wang Y J, Lu Z N. The NQI development of USA and its enlightenment to China [J]. *Modern Management Science*, 2018 (1): 27–29.
- [6] 于连超. 国家质量基础设施立法的比较分析与政策建议 [J]. *中国市场监管研究*, 2020 (8): 52–55.
Yu L C. Comparative analysis and policy recommendations of national quality infrastructure legislation [J]. *Research on China Market Supervision*, 2020 (8): 52–55.
- [7] 李增年, 闫梦, 田晓平. 强化国家质量基础设施的优化营商环境效能 [J]. *标准科学*, 2020 (4): 51–55.
Li Z N, Yan M, Tian X P. Strengthen the efficiency of the national quality infrastructure in optimizing the business environment [J]. *Standard Science*, 2020 (4): 51–55.
- [8] 冯蕾, 廖景行, 黄菊秀. 我国质量技术基础协同服务理论基础及实践模式研究 [M]. 北京: 中国质量标准出版传媒有限公司, 2018.
Feng L, Liao J X, Huang J X. Research on theoretical basis and practical model of quality-based cooperative service of China [M]. Beijing: China Quality and Standards Publishing & Media Co., Ltd., 2018.
- [9] 陈岳飞, 张云曼. 国家质量基础设施(NQI)协同服务的政策支持 [J]. *中国检验检测*, 2020, 28(3): 3–5.
Chen Y F, Zhang Y M. Policy support to collaborative service of national quality infrastructure (NQI) [J]. *China Inspection Body & Laboratory*, 2018, 28(3): 3–5.
- [10] 制造质量强国战略研究课题组. 制造质量强国战略研究(基础卷) [M]. 北京: 中国质量标准出版传媒有限公司, 2016.
Research Group of The Manufacturing Power Strategy of Quality. Research on the manufacturing power strategy of quality (basic volume) [M]. Beijing: China Quality and Standards Publishing & Media Co., Ltd., 2016.
- [11] 王立志. 推动高质量发展的国家质量基础设施协同研究 [J]. *未来与发展*, 2020, 44(6): 7–11.
Wang L Z. Research on the coordination mechanism of national quality infrastructure to promote high quality development [J]. *Future and Development*, 2020, 44(6): 7–11.
- [12] 刘洪生. 标准: 规则的一致性和国家质量基础设施 [J]. *上海质量*, 2018 (5): 48–50.
Liu H S. Standard: Consistency of regulations and national quality infrastructure [J]. *Shanghai Quality*, 2018 (5): 48–50.
- [13] 陈岳飞, 徐文见, 曹冲锋, 等. 检验检测信息化平台建设与应用研究 [J]. *中国检验检测*, 2018, 26(3): 38–40.
Chen Y F, Xu W J, Cao C F, et al. Research on development and application of inspection information platform [J]. *China Inspection Body & Laboratory*, 2018, 26(3): 38–40.
- [14] 肖建华. 合格评定认可与国家质量基础 [J]. *上海质量*, 2018 (2): 27–29.
Xiao J H. Qualified rating recognition and national quality infrastructure [J]. *Shanghai Quality*, 2018 (2): 27–29.
- [15] Frush K, Chamness C, Olson B, et al. National quality program achieves improvements in safety culture and reduction in preventable harms in community hospitals [J]. *The Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety*, 2018, 44(7): 389–400.
- [16] 中国计量科学研究院. 国家质量政策——指导原则、技术指南和实践工具 [M]. 北京: 中国质量标准出版传媒有限公司, 2019.
National Institute of Metrology, China. National quality policy: Guiding principles, technical guide and practical tools [M]. Beijing: China Quality and Standards Publishing & Media Co., Ltd., 2019.