

我国国家质量基础设施发展战略研究

宫轲楠, 于连超, 徐学林

(中国计量科学研究院, 北京 100029)

摘要: 国家质量基础设施 (NQI) 是一个国家高质量发展的技术基础, 是国家创新体系的重要组成部分。提升国家质量基础设施的技术能力和管理水平是支撑科技强国、质量强国建设的关键手段。开展国家质量基础设施发展战略研究, 对支撑我国从大国向强国转变具有重要战略意义。本文系统分析了国内外质量基础设施发展现状以及存在的问题, 研究提出了我国国家质量基础设施发展战略的总体思路、发展目标和发展方向, 从明确国家质量基础设施的战略定位, 优化国家质量基础设施组织体系建设, 夯实国家质量基础设施基础及系统性服务, 加强国家质量基础设施多元化投入保障, 推动国家质量基础设施国际交流合作等方面提出政策及保障措施建议, 以期为我国国家质量基础设施的科学发展提供支撑和参考。

关键词: 国家质量基础设施; 标准; 计量; 认证认可; 检验检测

中图分类号: F406 文献标识码: A

Development Strategy of National Quality Infrastructure in China

Gong Kenan, Yu Lianchao, Xu Xuelin

(National Institute of Metrology, China, Beijing 100029, China)

Abstract: National quality infrastructure (NQI) is the technical foundation of a country's high-quality development and an important component of the national innovation system. Improving the technical capacity and management level of the NQI is a key means to promote China's strength in science and technology and product quality. Conducting strategic research on NQI is critical for transforming China from a country of quantity to a country of quality. This study analyzes the status quo and existing problems in the development of quality infrastructure in China and abroad and proposes the overall idea, objectives, and future direction of the NQI development strategy for China. Furthermore, we propose several policies to provide support and reference for the scientific development of China's NQI, including clarifying the strategic positioning of NQI, optimizing the construction of NQI, consolidating NQI technical foundations and systemic services, strengthening diversified resource investment, and participating in the international exchanges of NQI.

Keywords: national quality infrastructure (NQI); standards; metrology; certification and accreditation; inspection and testing

一、前言

国家质量基础设施 (NQI) 的概念由联合国贸

易和发展会议 (UNCTAD) 和世界贸易组织 (WTO) 于 2005 年发布的《出口战略的创新——应对质量
保证挑战的战略方法》正式提出 [1]。随着 NQI 在

收稿日期: 2021-01-08; 修回日期: 2021-02-22

通讯作者: 徐学林, 中国计量科学研究院研究员, 主要从事 NQI 理论与实践研究工作; E-mail: xuxl@nim.ac.cn

资助项目: 中国工程院咨询项目“国家标准化发展战略研究”(2019-ZD-26)

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

相关领域的不断传播,学术界及相关国际组织仍在不断拓展 NQI 的内涵和外延 [2~5]。2018 年 11 月,在瑞士日内瓦举行国际质量基础设施网络 (INetQI) 成立会议,会议提出了 NQI 的最新定义——由支持与提升产品、服务和过程的质量,安全和环保性所需的公共和民间、私人组织与政策,相关法律法规和实践构成的体系,主要依赖于标准、计量、认可、合格评定等要素。简单来说, NQI 以标准、计量、认证认可、检验检测等技术要素为核心,通过相互协调,共同支持质量的保证、提升、承诺、传递与信任。

NQI 各要素已经融入到人类社会经济活动的各个领域,成为建立和维护生产、贸易、社会、国家乃至国际政治经济秩序的重要工具 [6]。美国、欧洲、日本等发达国家和地区是传统产业的发源地,同时也掌握了众多新兴产业领域的国际话语权。这些国家和地区国际领先的经济实力和产业能力都离不开强大的 NQI 作为支撑。“十八大”以来,我国 NQI 各要素核心技术能力不断提升, NQI 综合实力不断加强,技术支撑机构不断发展壮大。但与此同时,我国 NQI 支撑产业发展的技术能力还存在不足。特别是在人工智能、先进制造、新能源、新材料、量子技术等新兴产业领域,我国对国际标准的贡献较低,先进测量技术能力不足,也缺乏核心的检测和分析技术,严重限制了我国战略性新兴产业的长远发展。此外,在管理层面,我国 NQI 各要素的管理存在各自为政的局面,相关管理机构和技术机构缺乏沟通与协作,严重削弱了 NQI 各要素的协同效应和一体化的服务能力。

本文作为“中国标准 2035”项目的学术性成果展示,分析以标准为主线的 NQI 发展现状、趋势及存在的问题,研究我国 NQI 支撑高质量发展的战略目标,梳理充分发挥 NQI 基础性、支撑性、科学性优势的重点发展方向,研究提出相关政策措施,使 NQI 具备支撑我国从大国向强国转变的技术能力和组织管理能力,以期为新时代 NQI 的科学发展提供支撑和参考。

二、国外 NQI 的发展现状

NQI 反映了一个国家经济社会发展的质量和效益水平,是一个国家综合竞争力的重要体现。各国

NQI 发展的体制环境、机制特征存在较大差异,但从全球发展路径来看,均经历了从分散到统一、协调、融合,更注重战略性、创新性、国际化的过程,通过 NQI 技术能力的提高来提升本国国际竞争力 [7]。

在战略地位方面,许多发达国家和地区都将夯实 NQI 提升到国家战略的高度。如欧盟成员国、美国、日本、英国、德国、法国等先后制定和发布了本国的标准化战略,突出标准化对国家经济发展的战略地位,推动本国标准上升为国际标准 [8~12]。美国国会颁布了《质量促进法案》,在国家层面设立标准、计量等重大支持专项 [13]。德国实施“以质量推动品牌建设、以品牌助推产品出口”的国策,其中计量发挥了重要的支撑作用,标准对国民经济增长的贡献率达到 30% 以上 [14]。日本制定了“知识集群”计划,将产业质量技术基础内部要素之间的功能逐步融合,使相互支撑作用发挥聚合效应 [15]。

在法律法规方面,发达国家的 NQI 法律法规体系相对较为完善,并能够根据社会经济以及国际贸易竞争态势的变化及时修订,以满足相关要求。如美国宪法、法典专门规定了对计量的管理,并于 1996 年 3 月由美国国会批准了《国家技术转让与促进法案 1995》(NTTAA 1995) [16]。该法案强调了技术创新对推动经济发展的重要作用,明确了美国国家标准与技术研究院 (NIST) 协调标准和合格评定,规定了政府在采购和立法中使用标准并参加标准的制定。1999 年,韩国为落实《宪法》第 128 条“韩国应建立国家标准体系”条款的规定,制定了《国家标准基本法》,由有关建立标准化、计量和合格评定体系的条款组成,由此构建出相对完善的 NQI 法制体系 [17,18]。

在运行机制方面,市场机制在发达国家 NQI 的资源配置中发挥了决定性作用。除国家标准外,发达国家都有体系比较健全、数量庞大的社会团体标准,二者之间具有良好的联系协调机制。在计量领域,美国、英国、德国等国家一方面由政府负责维护测量标准的计量溯源性,另一方面鼓励民间资本进入,充分利用社会资源满足市场的计量校准需求。在认证认可领域,发达国家的认证机构背后的组成主体不但包括政府机构、科研院所,还有很多社会团体组织,这些机构不仅具有较强的专业水平和社

会公信力，有些也具有较强的资金实力。在检验检测领域，政府一般不直接干预检测机构的经营发展，市场化第三方检测机构在公平的市场竞争环境中自由发展壮大。

在财政支持方面，发达国家注重在 NQI 领域投入资金支持。美国在 1988 年开始实施“制造业拓展伙伴计划”（MEP），通过联邦资助、州政府、协会和其他私人资金的公私合募形式，为中小制造业企业提供持续的资金支持、NQI 援助和培训 [19]。法国 2007 年开始推行“中小企业加入欧洲和国际标准化委员会引导资金项目”，每年补贴金额 50 万欧元，通过政策资金支持中小企业参与欧洲和国际标准化委员会的相关活动 [20]。印度总理莫迪于 2014 年宣布实施制造业“双零质量项目”（即零缺陷、零影响），五年累计投资 5.18 亿人民币，主要用于帮助中小企业提升质量水平，提升印度制造业在全球供应链的核心地位，引导产业走向可持续发展 [21,22]。

在总体技术发展水平方面，发达国家的 NQI 经过几十年甚至上百年的发展，已经非常成熟，能够很好地满足本国社会经济发展的需要。此外，得益于本国较高的科技发展水平和强劲的技术创新能力，国外发达国家的 NQI 发展水平普遍较高，在国际竞争中具有绝对优势。美国 NIST 通过测量推动创新，推进先进技术解决方案的采用。如 NIST 致力于开发一系列便携的高精度器件，有助于客户进行精确的就地测量，与不断发展的产品开发周期保持同步。欧洲计量合作项目（EMRP）旨在整合欧洲各国的相关计量研究计划，以促进欧洲关键研究能力的提升，增强欧洲竞争力，为欧盟政策的实施提供技术支撑 [23]。

三、我国 NQI 的发展现状及面临的问题

（一）我国 NQI 的发展现状

我国建立了相对完整的 NQI 管理体系，标准、计量、认证认可、检验检测等能力持续提升，NQI 综合实力不断加强，技术支撑机构不断发展壮大。我国 NQI 科技和服务水平显著提升，在促进经济转型发展等方面的基础引领作用进一步凸显。

近年来，《中国制造 2025》《中共中央 国务

院关于深化体制机制改革加快实施创新驱动发展战略的若干意见》《“十三五”国家科技创新规划》《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020 年）》《国家创新驱动发展战略纲要》《推动共建“一带一路”建设的愿景与行动》等一系列文件，都明确提出要进一步加快 NQI 发展。各地方政府也纷纷制定标准、计量、质量发展规划或指导意见，明确提出加强 NQI 建设，提升标准化建设水平。NQI 在促进区域经济提质增效升级、提升政府治理能力、推进高水平对外开放等方面的作用受到越来越广泛的关注。

从技术水平来看，我国 NQI 核心能力不断提升。具体来看，标准的规则作用进一步突出，主导制定国际标准数量不断增加，参与国际标准化活动能力大幅提升。计量的基础作用进一步强化，我国成为了国际上少数具有独立完整时间频率计量体系的国家。认证认可的桥梁作用进一步增强，在国际认证认可标准、规则制定和互认体系建设进程中发挥着越来越积极的作用。检验检测的服务作用进一步凸显，检验检测认证服务业与现代产业体系深度融合，检验检测对经济社会的辐射带动作用日益显现。在消费品安全、国门安全和特种设备安全等“三大安全”方面，检验检测成效显著。

（二）我国 NQI 发展面临的问题

虽然我国在 NQI 建设方面取得了积极进展，但其技术水平和能力较发达国家仍有一定差距。

第一，NQI 支撑产业发展的技术能力存在不足。以新兴产业为例，在人工智能、先进制造、新能源、新材料、量子技术等领域，我国对国际标准的贡献较低，先进测量技术能力不足，也缺乏核心的检测和分析技术，这些技术能力的不足严重限制了我国战略性新兴产业的长远发展。

第二，以市场为主体的创新环境尚未形成。NQI 的建设与发展既需要政府提供财政支持，又需要充分发挥市场资源配置的基础性作用。在我国，市场配置资源的基础性作用在 NQI 建设与发展中还没有充分显现。在标准体系中，政府主导制定的标准还占据绝大多数；在计量管理方面，行政管理干预技术评价问题较为突出。

第三，NQI 各要素之间缺乏有效的协调。在产

业发展过程中, NQI 各要素之间是紧密相连的。标准是质量的外在规定, 计量是质量的内在量化, 计量是标准制定的技术基础, 标准需要借助认证认可和检验检测获得信任。由于受行政管理体制“条块化”影响, 我国标准、计量、认证认可、检验检测等 NQI 各要素形成了各自为政的局面, 相关管理机构和技术机构缺乏沟通与协作, 限制了 NQI 的协同效应和一体化的服务能力。

第四, 支撑 NQI 建设与发展的制度体系尚待进一步健全和完善。我国标准、计量和质量等方面的法律制度主要建立于 20 世纪 80 年代, NQI 方面的很多法律制度和管理方式还具有浓厚的计划经济色彩, 已严重不适应社会主义市场经济和新时代发展要求。近年来, 我国在标准、计量、认证认可、检验检测等 NQI 方面出台了一系列相关政策, 试图为 NQI 发展提供政策指引。但是这些政策多是短期的和部门化的, 难以为 NQI 建设与发展提供整体性的制度安排。

四、我国 NQI 发展的战略目标与路径

(一) 总体思路

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导, 全面贯彻落实党的“十九大”精神, 坚持贯彻十九届五中全会关于完善国家质量基础设施, 加强标准、计量、专利等体系和能力建设, 深入开展质量提升行动的部署要求, 全面实施创新驱动发展战略, 推动科技创新、NQI 能力提升和产业升级协同发展, 为提高供给体系质量奠定基础。围绕建设我国质量大厦、铸就牢固的 NQI, 通过不断完善 NQI 创新体系、持续提升 NQI 科技创新水平、全面提高 NQI 服务产业的能力和国际化水平, 最终形成适配现代化经济体系建设的 NQI, 推动提高我国 NQI 核心竞争力, 服务国民经济高质量发展, 有效支撑科技强国、质量强国建设。

(二) 发展目标

到 2025 年, 主导制定重要国际标准数量大幅增加, 关键性测量及检验检测技术自主可控, 国际互认的国家校准与测量能力全球名列前茅, 协同服务整体效能充分释放, 全链条的 NQI 整体技术解决

方案广泛应用, 服务科技创新和产业发展能力显著提升。我国 NQI 的国际影响力举足轻重, 成为国际竞赛规则的重要制定者和竞赛场地的重要主导者。

到 2035 年, 我国 NQI 总体技术水平位居国际前列, 环境更加开放, 资源配置更加合理, 创新基础融合发展, 技术、装备和方法满足质量发展的需要。核心技术国产化、自主化率超过 50%, 能够有效满足国内重点行业和领域市场需求, 瞄准国际前沿、国家急需、领域热点、国内空白, 开发一批标准、规范、设备、仪器等。同时, NQI 体系更加健全, 形成中央、地方、科技、市场管理和行业部门联动, 企业、科研院所、高等院校等创新主体共同参与的 NQI 协同创新机制。面向产业链质量提升, 形成一系列具有特色和重要影响力的“标准-计量-认证认可-检验检测”集成化解决方案, 利用优势资源提高服务能力和服务水平, 为企业稳步发展深度赋能。

(三) 发展重点与发展方向

1. 标准领域

着力构建市场标准与政府标准有效协同、中国标准与国际标准兼容协调、结构要素与发展需求高度契合, 充分顺应科技创新、产业发展及社会治理规律的新型标准体系。不断优化完善产品、工程、服务标准, 关键领域标准化工作有力配合国家重大战略实施, 有效引导新产业、新业态发展。

2. 计量领域

加快构建以量子计量为基础的国家现代先进测量体系, 建设一批适应量子化研究的高水平精密测量基础设施。研制具有自主知识产权的计量基标准物质、器件、装备, 实现基准量子化、传递方式扁平化的新计量发展格局, 进一步推动增强我国的科技创新、先进制造和国际贸易竞争实力, 服务国家重大战略和产业现代化建设。

3. 认证认可领域

提升认证认可采信水平, 将认证认可采信度纳入到国家治理体系现代化考核指标之中。在智能制造、先进制造、生物安全、节能减排和生态保护等重点领域实现跨越式发展, 主动对外输出自主创新的认证认可制度、模式和经验。初步建立国家级基础性认证认可结果采信信息共享平台, 整合认证认

可信息和数据资源，加强认证认可信息共享和应用平台建设。有序扩展认证认可覆盖范围，不断拓宽认证认可服务领域，形成种类齐全、形式多样、统一协调、国际互认的国家认证认可制度体系。

4. 检验检测领域

推进检验检测的云服务化，提高不同数据流的互通融合，搭建不同对象和不同场景下的有效模型，提高数据的可用性和价值。推动检验检测的大数据化和智能化，依托检验检测中的大规模数据流分析和融合技术，实现从检验检测方案资源配置，到检验检测数据分析和精准判别，再到智慧化风险预警评估。

5. NQI 协同发展

面向企业、产业、区域特别是中小企业提供全方位、全过程的 NQI 综合服务。围绕重点消费品、重点产业链、重点区域（见表 1）的质量提升需求，形成“标准—计量—认证认可—检验检测”全链条技术解决方案。围绕地方经济和产业发展需求，推进 NQI 技术资源、信息资源、人才资源、设备设施向社会共享开放，开展“一站式”服务，建设一批为产业发展提供全生命周期的技术支持。建设一批 NQI 技术服务中心，培育市场化的 NQI 技术服务业态，培养企业“为质量付费”“为质量投资”的经营理念，整合创新和质量技术资源、打通创新链和质量链，助力实验室环境下的技术能力转化为产业环境下的生产能力和质量保障能力，逐步培养一批“专精特新”的隐形冠军，以多要素、多层次、多方式的“一站式”技术服务能力，发挥倍增和叠加效应。

五、政策及保障措施

（一）明确 NQI 的战略定位

加强顶层设计，制定 NQI 发展战略。针对我

国高质量发展需求，配合国家重大战略部署，通盘规划和布局 NQI，将 NQI 建设纳入国民经济和社会发展规划。为 NQI 各要素协调发展提供整体性的制度安排，逐步解决制约和影响 NQI 发展的项目碎片化、资金碎片化、技术碎片化、应用碎片化、产业碎片化等诸多问题，并在此基础上配置相关资源，监督、管理 NQI 各要素的协调发展，为高质量发展培育新动能。

（二）优化 NQI 组织体系建设

优化重组质量资源，研究制定行政主管部门调整之后的标准、计量、认证认可、检验检测资源配置方案。以市场需求为导向，强化行业协会、中介机构的服务职能，发挥其技术、信息、信用、协调等优势，形成政府、社会、市场三元共治的质量生态。根据企业特点，以质量管理存在的问题为导向，完善龙头企业 NQI 示范应用，面向技术密集型重点行业、区域、产业集群建立质量技术创新和管理服务平台，促进企业质量管理能力提升。加快建立 NQI 资源和成果共享服务平台，解决成果碎片化问题，通过合理的布局，实现 NQI 各要素的融合，推动科技成果转化和产业化。

（三）夯实 NQI 技术基础及系统性服务

加强共性计量标准制定，优化标准制定的技术支撑，加强标准、计量、认证认可、检验检测的融合发展，开展重点领域共性质量技术问题攻关，针对企业单靠市场难以解决的产品质量可靠性、稳定性、安全性、适用性等共性技术问题，以及 NQI 各要素协同问题等，加快关键和前沿共性技术攻关，完善有利于质量发展的技术支撑体系。紧贴市场需求和特色经济发展，为产业集聚区和区域经济发展进一步提供“标准—计量—认证认可—检验检测”全链条的协同服务。以创业创新需求

表 1 NQI 协同发展重点领域及方向

发展重点	发展方向
重点消费品	电子产品、家用电器、汽车、纺织等消费领域产品
重点产业链	石化、钢铁、有色、建材、装备等传统行业，智能制造、5G 技术、新材料、大数据和人工智能等战略性新兴产业
重点区域	京津冀、长江三角洲、粤港澳大湾区、成渝地区双城经济圈等

为导向, 培育和引导标准评价和质量咨询等服务业态, 为各类企业、产业、园区提供生命周期质量技术支持。

(四) 加强 NQI 多元化投入保障

在资金投入方面, 财政资金持续稳定支持 NQI 基础性、战略性、前沿性科学研究和共性技术研究。探索建立市场化、多元化经费投入机制, 鼓励地方、企业、金融机构等方面资金积极投入应用研究和成果转化, 健全竞争性经费和稳定支持经费相协调的投入机制, 优化 NQI 基础研究、应用研究、试验发展和成果转化的经费投入结构。在人才投入方面, 稳定支持优秀创新团队持续从事 NQI 科学研究。支持高水平研究型大学和科研院所建设 NQI 人才培养基地, 组建跨学科、综合交叉的科研团队, 加强协同合作。探索建立高等学校、职业学校、科研机构、企业联合育才机制, 将 NQI 教育纳入国民教育、干部培训和企业培训体系。

(五) 推动 NQI 国际交流合作

深化 NQI 对外开放合作, 依托工程项目、中欧班列、跨境合作区等重要载体, 加快“一带一路”沿线国家 NQI 互联互通互认, 推动 NQI 共建共享, 促进国际产能和装备制造合作。鼓励社会组织、产业技术联盟和企业积极参与 NQI 国际交流, 推动和参与 NQI 全球治理。打造以我为主、面向国际的 NQI 合作交流平台, 推动 NQI 先进理念和技术方法的传播。支持海外专家牵头或参与 NQI 国家科技计划项目, 吸引国际高端人才来华开展 NQI 联合研究, 吸纳国际 NQI 科技创新的先进经验和最新成果, 加快提升我国 NQI 研究水平和原始创新能力, 不断提升我国 NQI 的国际影响力。

参考文献

[1] UNCTAD, WTO. Innovations in export strategy: A strategic approach to the quality assurance challenge [C]. Geneva: UNCTAD, WTO, 2005.

[2] Kellermann M. Ensuring quality to gain access to global markets: A reform toolkit [M]. Washington D.C.: The World Bank Group, 2019.

[3] Yoo H. A case study on the establishment of a national quality infrastructure in Korea [J]. International Congress of Metrology, 2019: 04002.

[4] Racine J L. Harnessing quality for global competitiveness in Eastern Europe and Central Asia [M]. Washington D.C.: The World Bank Group, 2011.

[5] 蒋家东, 李相祺, 郑立伟. 国家质量基础设施研究综述 [J]. 工业工程与管理, 2019, 24(2): 198–205.
Jiang J D, Li X Z, Zheng L W. National quality infrastructure: A review [J]. Industrial Engineering and Management, 2019, 24(2): 198–205.

[6] 陈钢. 加强质量技术基础设施建设 助推经济提质增效升级 [J]. 行政管理改革, 2016 (10): 30–35.
Chen G. Strengthen the construction of quality and technical infrastructure to boost the quality and efficiency of the economy [J]. Administration Reform, 2016 (10): 30–35.

[7] 于连超. 论国家质量基础设施发展政策及其法律制度建设 [J]. 标准科学, 2020 (9): 6–11.
Yu L C. On national quality infrastructure development policies and their legal system construction [J]. Standard Science, 2020 (9): 6–11.

[8] United States Standards Strategy Committee. United States standards strategy [EB/OL]. (2020-12-09) [2020-12-19]. http://www.ansi.org/standards_activities/nss/uss.

[9] 许柏, 杜东博, 刘晶, 等. 日本标准化战略发展历程与最新进展 [J]. 标准科学, 2018 (10): 6–10.
Xu B, Du D B, Liu J, et al. Development history and latest progress of Japan standardization strategy [J]. Standard Science, 2018 (10): 6–10.

[10] British Standards Institution, Department of Trade and Industry, Confederation of British Industry. National standardization strategic framework [EB/OL]. (2003-10-01) [2020-10-19]. <http://www.strategicstandards.com/files/UK.pdf>.

[11] DIN Deutsches Institut für Normung e. V. The German standardization strategy [EB/OL]. (2016-11-03) [2020-10-19]. <http://www.din.de/go/german-standardization-strategy>.

[12] AFNOR Normalisation. The french standardization strategy (2016—2018) [EB/OL]. (2016-06-01) [2020-10-19]. <http://normalisation.afnor.org/wp-content/uploads/2016/06/Strategie-francaise-2016-18-GB.pdf>.

[13] Walgren D. Malcolm baldrige national quality improvement act of 1987 [EB/OL]. (1987-01-28) [2020-10-19]. <https://www.congress.gov/bill/100th-congress/house-bill/812>.

[14] Eichengreen B, Ritschl A. Understanding west German economic growth in the 1950s [J]. Economic History Working Papers, 2008, 3(3): 191–219.

[15] Ministry of Education C, Sports, Science and Technology. Outline of the knowledge cluster initiative [EB/OL]. (2010-02-01) [2020-10-19]. https://www.mext.go.jp/component/a_menu/science/micro_detail/_icsFiles/afildfile/2010/02/01/1288448_2.pdf.

[16] Morella C. National technology transfer and advancement act of 1995 [EB/OL]. (1996-03-07) [2020-10-19]. <https://www.nist.gov/standardsgov/national-technology-transfer-and-advancement-act-1995>.

[17] 宫轲楠, 徐文见. 韩国国家质量基础设施立法及其启示 [J]. 标准科学, 2020 (9): 12–16, 26.
Gong K N, Xu W J. The legal system of national quality infrastructure in South Korea and its enlightenment to China [J].

- Standard Science, 2020 (9): 12–16, 26.
- [18] 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 Regulation, 2020 (8): 52–55.
- [19] National Institute of Standards and Technology. Manufacturing extension partnership (MEP) [EB/OL]. (1998-01-01) [2020-10-19]. <https://www.nist.gov/mep>.
- [20] EVRARD L. Politique nationale de normalisation et stratégie pour la compétitivité de notre économie [R]. Paris: Ministère de l'Économie, de l'Industrie et du Numérique, 2014.
- [21] Quality Council of India. Vision and mission of ZED scheme [EB/OL]. (2015-08-15) [2020-10-19]. <https://zed.org.in/vision-mission>.
- [22] 邓川子. 印度“双零”项目及试点情况介绍 [J]. 中国计量, 2018, 273(8): 64–68.
- Deng C Z. Introduction to India's "Zero Defect Zero Effect" project and pilot [J]. China Metrology, 2018, 273(8): 64–68.
- [23] Wittke W. Interim evaluation of the European Metrology Research Programme (EMRP) [R]. Brussels: European Commission, 2012.