

引用格式: 孙志超, 郑素丽, 牛雨欣. 国家质量基础设施评估的国际进展、趋势与建议[J]. 标准科学, 2025(4):135-142.
SUN Zhi-chao, ZHENG Su-li, NIU Yu-xin. International Progress, Trends, and Recommendations for the Assessment of National Quality Infrastructure [J]. Standard Science, 2025 (4):135-142.

国家质量基础设施评估的国际进展、趋势与建议

孙志超 郑素丽* 牛雨欣

(中国计量大学 经济与管理学院)

摘要: 【目的】通过分析国家质量基础设施(NQI)评估的国际进展,把握NQI评估的特点和趋势,了解我国NQI建设水平并提出对策建议。【方法】采用文献综述和比较研究的方法,重点分析GQII、QI4SD和SCA三大评估体系的指标构成、评估方法和结果,并综合分析了中国NQI建设的强项和短板。【结果】当前NQI评估呈现以目标为导向构建评估指标体系、通过科学的数据收集和评估指南保证结果一致性、重视NQI评估与其他全局性指标的关联3个特点。整体而言,我国NQI建设成效突出,但在认证认可覆盖度和标准实施方面仍有较大提升空间。【结论】为完善我国质量基础设施评价体系探寻了方向,提出了推动我国NQI高质量发展的对策建议。

关键词: 国家质量基础设施; NQI评估; 指标体系; 对策建议

DOI编码: 10.3969/j.issn.1674-5698.2025.04.0017

International Progress, Trends, and Recommendations for the Assessment of National Quality Infrastructure

SUN Zhi-chao ZHENG Su-li* NIU Yu-xin

(School of Economics and Management, China Jiliang University)

Abstract: [Objective] This paper aims to analyze the international progress of National Quality Infrastructure (NQI) assessment, grasp the characteristics and trends of NQI assessment, understand the level of China's NQI construction, and propose countermeasures and suggestions. [Methods] This paper uses literature review and comparative study methods to focus on analyzing the indicator composition, assessment methods, and results of the three major assessment systems: GQII, QI4SD, and SCA. It also comprehensively analyzes the strengths and weaknesses of China's NQI construction. [Results] The current NQI assessment shows three characteristics: goal-oriented construction of assessment indicator systems, ensuring result consistency through scientific data collection and assessment guidelines, and emphasizing the correlation between NQI assessment and other global indicators. Overall, China's NQI construction has achieved remarkable results, but there is still significant room for improvement in the coverage of certification and accreditation and the implementation of standards. [Conclusion] This paper explores the direction for improving China's quality infrastructure evaluation system, and proposes countermeasures and suggestions to promote the high-quality development of China's NQI.

Keywords: National Quality Infrastructure (NQI), NQI evaluation, indicator system, countermeasure suggestions

基金项目: 本文受国家社科基金一般项目“基于标准竞争战略的数字产业国际竞争力提升模式与路径研究”(编号: 21BGL004)资助。

作者简介: 孙志超, 硕士研究生, 研究方向为质量和标准化管理。

郑素丽, 通信作者, 博士, 教授, 硕士生导师, 主要研究方向为标准化管理。

牛雨欣, 硕士研究生, 研究方向为标准化管理。

0 引言

国家质量基础设施(National Quality Infrastructure, NQI)是由计量、标准、合格评定和市场监管等要素组成的体系^[1],是助力科技创新^[2]、提升生产效率^[3]、推动产业变革^[4]的关键基石。近年来,各国都高度重视质量基础设施建设工作。美国通过加大政府资助力度、在前沿产业领域制定国家标准化发展战略并加强政产学研合作等方式强化NQI及其对产业发展的支撑作用^[5]。德国一直是NQI的积极倡导者,2021年以来更是以推进质量基础设施数字化转型为抓手^[6],提升德国在数字经济时代的质量竞争力。从国内情况来看,《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》指出,“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”。2023年发布的《质量强国建设纲要》中进一步明确“构建高水平质量基础设施”,并对这一任务进行了全面部署。那么,各国质量基础设施发展现状是怎样的,如何评估各国的NQI发展水平?我国NQI建设的成效如何,在国际比较中处于怎样的方位?下一阶段我国NQI建设应该从哪些方面着力,以更好地满足高质量发展的需要?这些都是当前质量基础设施研究领域亟待回答的问题。

自德国联邦物理技术研究院(Physikalisch-Technische Bundesanstalt, PTB)首次提出NQI概念以来,对NQI的研究按照内容和时间脉络大致可以分为3个阶段:首先,早期对NQI的研究主要集中在概念内涵^[7]、构成要素^[8]、实施框架^[9]和运行机理^[10]等方面,PTB、国际标准化组织(International Organization for Standardization, ISO)、联合国工业发展组织(United Nations Industrial Development Organization, UNIDO)和世界银行(World Bank)等分别提出了自己的NQI概念和要素模型。随着国际质量基础设施网络(International Network on Quality Infrastructure, INetQI)的成立,各组织对NQI的概念逐步达成共识,认为NQI是一个国家建立和执行标准、计量、

认证认可、检验检测等所需的质量体制框架的统称,既包括法规体系、管理体系等“软件”设施,也包括检验检测仪器设备、实验室等“硬件”设施,具有技术、生产和贸易等多重属性。其次,在厘清基本概念之后,不少学者和国际组织将研究的重点放到NQI的作用和互动机理上^[11-12]。例如PTB认为NQI是解决全球质量问题的终极答案^[13],世界银行和ISO则认为NQI是可持续发展的关键支柱。在互动机制上,从内部运转来看,NQI内部的计量、标准、认可、认证等要素相互联系和支撑,形成一个支撑经济社会发展的复杂网络;从外部联系来看,NQI通过与ISO、国际电工委员会(International Electrotechnical Commission, IEC)、国际认可论坛(International Accreditation Forum, IAF)等国际组织的链接促进市场准入和国际贸易,提高国际竞争力。总体而言,NQI对支撑产业升级、加强质量安全、保护消费者、促进公平竞争、推进国际贸易便利化、优化营商环境等方面的积极作用已得到各国和国际组织的普遍认可^[14],涉及的具体作用机制和不同要素间的互动机制仍在进一步深化研究当中。上述研究进一步催生了第三波研究浪潮:如何用科学的方法对NQI发展水平和作用效果进行分析验证。不少国际组织和学者围绕NQI综合评价^[15-16]、不同区域^[17]和领域^[18]的NQI效用、NQI与经济增长^[19-21]等问题开展了诸多研究。总体来看,由于发展阶段和评估目标的差异,当前NQI的评估方法和指标体系仍存在较大差异。

鉴于此,本文在系统梳理国内外NQI评估相关研究基础上,以当前最具影响力的3个国际组织NQI评估体系——全球质量基础设施指数(Global Quality Infrastructure Index, GQII)、面向可持续发展质量基础设施指数(The Quality Infrastructure for Sustainable Development, QI4SD)、标准化和合格评定良好治理成熟度评估(Standardization and Conformity Assessment, SCA治理成熟度评估)为研究对象,深入分析各评估指标体系提出的背景、指标体系构成、评估方法和评估结果,总结当前国际上NQI评估的特点和发展

趋势,并提出推动我国NQI高质量发展的对策建议。研究贡献主要体现在以下2个方面:一是通过对国际前沿NQI评估进展的追踪,为完善我国质量基础设施评价体系探寻方向,助力搭建具有中国特色的NQI监测体系;二是通过对三大评估结果的分析比较,找出我国NQI建设的短板,提出推动下一阶段NQI高质量发展的对策建议。

1 NQI评估的国际进展

如前所述, NQI水平、效用的评估是当前各国国际组织的研究重点: 2019年, 世界银行和PTB共同开发推出“质量基础设施改革工具包”, 旨在帮助政府和企业分析NQI生态系统, 为改善全世界范围的质量基础设施水平提供客观依据^[22]; 2021年, 在PTB资助下GQII正式发布, 采用综合指数法对各国(经济体)的质量基础设施发展水平进行评估; 2022年, UNIDO与INetQI的伙伴组织联合推出了面向可持续发展的QI4SD指数, 衡量每个国家(经济体)NQI发展现状及其对可持续发展目标的支撑程度; 2024年, 亚太经济合作组织(Asia-Pacific Economic Cooperation, APEC)推出了SCA治理成熟度评估, 用于推动成员国全面实施标准化和合格评定良好治理实践。由于世界银行的改革工具包仅提出了对NQI评估的概念性框架, 并未对指标体系和评估方法进行详细阐述, 也没有开展实证性的评价分析, 本文将聚焦3个评估体系对当前国际组织NQI评估的进展进行分析。

1.1 全球质量基础设施指数

GQII是全球首个对NQI发展水平进行量化评估的工具, 采用综合指数法对各国(经济体)的质量基础设施发展水平进行评估。该指数在PTB支持下由Mesopartner和Analyticar这两家咨询公司负责开发、计算和维护, 第一版指数评估结果GQII 2020于2021年3月正式发布。GQII对NQI的评估主要基于各国(经济体)在计量、标准和认证认可3个关键领域的表现, 每个领域又包含多个指标(见表1)。在此基础上通过简单平均的方法计

算得出综合指数, 以衡量经济体质量基础设施的相对发展水平。在指标选取方面, 为了保证数据的公开、透明及可获取, GQII指数的所有指标均来自质量基础设施相关国际机构[如国际计量局(BIPM)、ISO、IEC、IAF和国际实验室认可合作组织(ILAC)]等提供的公开数据。

表1 GQII评价指标体系构成

NQI要素 (一级指标)	二级指标
计量	(1) 国际和区域计量组织(BIPM、OIML或AFRIMETS、APMP、COOMET、EURAMET、GULFMET、SIM)的成员资格; (2) CIPM咨询委员会成员; (3) 校准和测量能力(CMC)领域的覆盖范围; (4) 关键和补充比较的数量; (5) 国内认可校准实验室的数量
标准	(6) 国际标准组织(ISO、IEC)成员资格; (7) 参加ISO技术委员会的情况; (8) 获得管理标准认证的公司数量
认证认可	(9) 国际或区域认可组织(ILAC和IAF或AFRAC、APAC、ARAC、EA、IAAC、SADCA(MRA/MLA)的成员或签署国; (10) 国际认可的认证计划的覆盖范围; (11) 经认可的合格评定机构的数量, 包括: 产品认证(ISO 17065)、管理体系认证(ISO 17021)、检测实验室(ISO 17025)

GQII的评价对象包括全球180多个经济体, 目前已发布GQII 2020^[23]、GQII 2021^[24]和GQII 2023^[25]三版报告。从评价结果来看, GQII排名显示出高度的稳定性: 在综合得分上, 德国、中国、美国、英国和日本一直保持在指数前五位; 经济发达国家的GQII排名较高, 而非常小或欠发达国家往往排名较低。同时GQII指数全球表现具有南北差异, 北美和西欧拥有高度发达的质量基础设施; 相比之下, 非洲的大部分地区以及拉丁美洲和亚洲的部分地区的质量基础设施落后较为明显。从各维度的分项排名来看, 各国排名也具有较高的一致性; 如果一个国家计量水平高度发达, 标准化和认证维度的表现通常也非常出色。

此外, GQII指数还将各经济体的NQI排名与其他全球数据和排名进行关联和比较, 发现GQII与国内生产总值(GDP)、商品和服务的进出口以及经济复杂指数之间都具有高度的相关性。从GQII 2021版开始, 报告增加了GQII指数与可持续发展指数的关联分析, 发现拥有先进质量基础设施体系的国家与更高的可持续发展水平相关。

1.2 面向可持续发展的质量基础设施指数

2022年, UNIDO与INetQI的伙伴组织联合推出了QI4SD指数。该指数覆盖了NQI的5个维度: 认可、合格评定、标准、计量和质量政策, 整个体系由38个指标构成(QI4SD指数的概念框架见图1)。QI4SD的数据来源广泛且多元, 涵盖了国际组织的数据库、专项调查以及相关认证机构的数据等。这些数据来源相互补充, 共同为构建全面、准确的QI4SD指数提供了坚实基础。通过将这些指标汇总成一个综合指标, 可以衡量每个国家(经济体)NQI发展现状及其对可持续发展目标的支撑程度。QI4SD还根据可持续发展目标的三大“支柱”: 人(People)、地球(Planet)和繁荣(Prosperity), 采用“3P”框架对每个国家的QI表现进行更细致的分析。每个国家在“人”“地球”“繁荣”支柱中都有一个代表QI状态的分数, 这些分数可以衡量一个国家在特定支柱中应对可持续发展的贡献和准备情况。

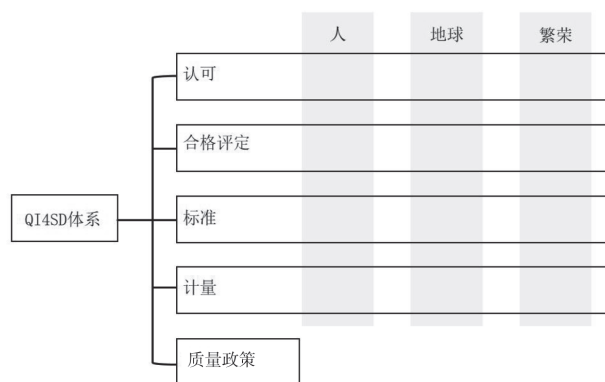


图1 QI4SD指数的概念框架

迄今为止, UNIDO已经发布了QI4SD 2022和QI4SD 2024两版评估结果^[26], 所有经济体的总体得分和单项得分均可在项目网站进行查询。在

2022年首次评估中涵盖了对137个经济体的评估, 德、中、法、美、英位列前5位; 2024年的评估对象进一步扩大至155个经济体, 排在前五位的经济体为中、法、德、美、英。此外, 为了使不同经济体之间更具可比性, QI4SD根据GDP、人均收入、所在区域等维度对国家进行分组评估。总的来说, 一个国家的QI与其经济规模之间存在强烈的相关性, 特别是在标准、合格评定和计量等维度上。一般而言, 高QI4SD指数得分主要出现在高GDP的国家, 反映了经济繁荣和QI发展之间的互惠关系; 各国在3P指标中的排名具有较高一致性, 表明优等质量基础设施是可持续发展的催化剂, 对一个国家的长期繁荣和韧性具有较强的促进作用。

1.3 标准化和合格评定良好治理成熟度评估

2024年, APEC推出了SCA治理成熟度评估指南^[27], 以推动经济体成员全面实施标准化和合格评定良好治理, 消除技术性贸易壁垒, 保护健康、安全和环境, 进而创造一个公正繁荣的社会。该评估主要根据价值链的思想, 构建了包括标准制定、标准实施、合格评定和计量可追溯性、学习和成长四个维度, 33个二级指标的评估体系(评估体系框架见图2)。在此基础上, APEC开发了《标准化和合格评定良好治理实施情况调查表》, 问卷发送至经济体成员质量基础设施相关主管部门, 他们根据问卷中的指标和评估指引进行自我评估。

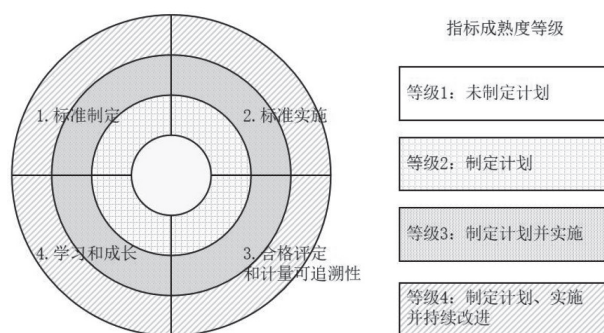


图2 标准化和合格评定良好治理成熟度评估框架

从图2可以看出, SCA治理成熟度评估更加侧重于标准化活动, 其应用对象主要是APEC经济体的相关组织, 特别是与标准化和合格评定相关的

中央和地方组织。在具体操作上,将标准化置于NQI的中心环节,覆盖了标准制定、实施、认证、计量追溯的全过程。同时,该体系将标准化活动的学习与成长作为一个单独的维度纳入体系,旨在通过持续改进建立和保持一个高效的NQI体系。在计算方法上,每个指标按完成度从差到好赋予0~3分,综合得分由所有指标的算术平均分计算而成,结果以成熟度等级的形式进行呈现:1级为初始级($0 \leq \text{得分} < 1$,此时标准化相关规划尚未建立),2级为规划级($1 \leq \text{得分} \leq 1.8$),3级为规划和实施级($1.8 < \text{得分} \leq 2.5$),4级为规划、实施和持续改进级($2.5 < \text{得分} \leq 3$)。通过成熟度得分实现对不同国家标准化和合格评定良好治理的综合评估和比较。2024年APEC对8个经济体成员进行了试评估,整体来看,前5位均已达到规划、实施和持续改进级别。

2 NQI评估的特点与发展趋势

综合分析上述3个国际组织NQI评估实践可以发现,3个评估体系各有特点且互为补充,同时也呈现一些共性的发展趋势:

(1)以目标为导向,构建全链条的评估指标体系。3个评估体系虽然因其目标差异在指标设计上各有侧重,但都基本覆盖了NQI活动的全链条。GQII包含了计量、标准和合格评定三大维度,可较为全面地评估一个国家(经济体)的NQI发展水平。QI4SD在测评NQI发展水平的基础上,将NQI的五个元素投射到可持续发展的三个层面,进而评估NQI对可持续发展目标的贡献情况,可为可持续发展目标的政策进程和国家实施计划提供有益的反馈。SCA治理成熟度评估围绕标准的制定和实施活动的全过程开展评估,以帮助经济体成员应对在产品质量、生产效率和竞争力提升中所面临的挑战。

(2)建立科学的数据收集和评估指南,保证评估结果的一致性。在数据收集上,GQII的数据全部来源于各国际组织的公开数据,保证了数据

来源的权威性与透明度;为了扩大指标的覆盖度,QI4SD除了使用INetQI组织的数据库外,还纳入了UNIDO统一开展的调查数据。为了获得更细致的一手数据,APEC的评估主要利用对经济体成员的NQI主管部门进行调查问卷的方式获取。这3个评估体系都建立了完善的指标收集列表,为数据收集和评估提供了标准化和系统化的方法,这对于确保数据的可靠性和有效性至关重要。在评估方法上,GQII和QI4SD均使用了综合指数方法,指数的构建严格遵循相关标准规范。SCA治理成熟度评估借鉴了成熟度评价的思想,并为调查问卷的实施制定了专门的指导手册。

(3)重视NQI评估与其他全局性指标的关联性。GQII将NQI评价结果和其他全局性指标(如GDP、经济复杂度、出口等)相对比,发现各国的GQII与经济复杂性指数和出口之间均存在高度正相关性,体现了NQI与经济、贸易和创新等领域的紧密联系,为理解各国发展模式和制定政策提供了重要参考。QI4SD指数2024年度报告发现,各国QI4SD与GDP呈现明显的正相关关系,且各国在3P维度的表现与QI4SD指数评分上具有一致性,反映了经济、环境和社会福祉之间的相互依存关系。

3 对我国NQI建设的启示和建议

3.1 我国NQI在三大评估体系中的表现

为了全面了解我国NQI建设的现状和问题,探寻未来改进方向,本文将我国在3个体系的评价结果进行了汇总,结果如图3至图5所示。图中数据表示我国在不同评价体系下的国际排名情况,我国在GQII 2020和GQII 2021报告中的国际排名完全一致。

整体来看,在GQII的3次测评中,我国的总体排名均稳固处于第二位,仅次于德国。分维度看,我国在标准方面的排名一直保持首位,在计量方面的排名保持稳定,相对薄弱的环节是认证,且在GQII 2023报告中我国认证维度的排名进一步下滑。这一现象主要是由两方面原因造成的:一是我

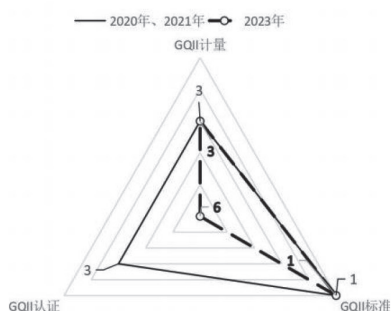


图3 我国在GQII三次评估中的表现

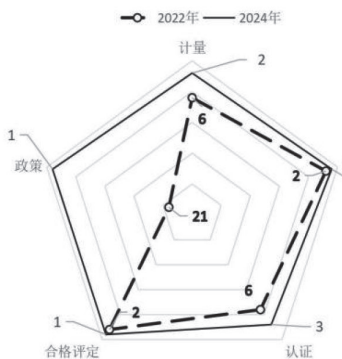


图4 我国在QI4SD两次评估中的表现

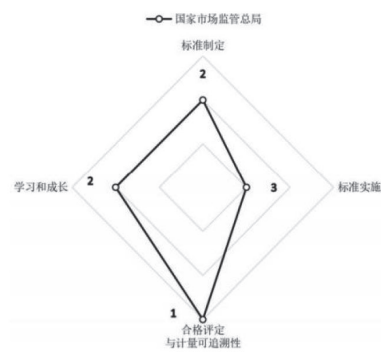


图5 我国在SCA治理成熟度评估中的表现

国受国际承认的认可方案的覆盖率约为88%，显著低于德、美、日等国；二是虽然我国认证机构数量非常庞大，但在不同类别认证中的分布非常不均衡。在QI4SD 2022报告中我国NQI综合排名位列第二，在GQII 2024报告中进一步上升至第一位。从分项指标看，标准持续表现出很高水准，计量和认证工作有明显提升，在质量政策方面更是从第21位上升至首位。按照SCA体系的不同元素来看，在合格评定和计量可追溯性方面表现最好，标准制定以及学习和成长方面表现良好，标准实施方面表现略有逊色。

由于不同评估体系的指标、数据来源和评估方法均存在差异，因而评估结果也表现出一定的异质性。但综合上述评估结果，可对当前我国NQI建设的现状和问题进一步梳理。整体而言，近年来我国NQI建设取得较为卓越的成效，支撑了经济社会健康发展。与此同时，从国际比较视野来看我国质量基础设施在特定方面还存在一定的差距，主要表现在以下2个方面：一是我国认证工作总体效果不错，但受国际承认的认可方案覆盖度仍有待提升，在关键领域的认证计划有待进一步扩展。二是尽管标准制定、国际标准化方面表现出色，但标准的实施情况仍不尽如人意，有一定的优化提升空间。当然，尽管这些评价结果对我国有一定的指导意义，但一方面国际评估的颗粒度较粗，另一方面指标设置带有明显的国际化导向，对各国国内的数据采集利用不足，难以全面深入地衡量各国NQI

体系的详细情况并给出具体建议。

3.2 启示与建议

(1) 建立统一的NQI评估监测体系。由前文可知，为了更好地了解NQI建设成效、充分发挥NQI要素效能，国际组织非常重视NQI评估工作，以PTB、UNIDO和世界银行、APEC为代表的国际组织已经形成了较为完善的评估体系。反观国内，虽然学术界对NQI各要素融合、NQI与产业协同发展等方面进行了一定的研究和评价，但迄今为止NQI评估体系尚未形成共识。笔者建议，新形势下尽快由主管部门牵头建立全国统一的质量基础设施评估和监测体系，一方面可以更好地为各地加强质量基础设施建设提供数据支撑，另一方面可加强我国质量基础设施领域的理论研究能力，为系统地参与NQI国际合作提供理论支撑。

(2) 扩大我国认证认可工作的覆盖范围。近年来，我国认证认可事业发展迅速，在促进制造强国建设、支撑绿色转型发展、促进国际贸易等方面发挥了重要作用。然而，GQII和QI4SD评估均反映出我国的认证认可工作仍存在明显的短板，特别是在工作覆盖范围上。在产业实践中主要表现为：一是重传统工业领域、轻服务和社会治理领域，不同领域的认证能力分布不均；二是在涉及国家战略和发展大局方面（如新兴产业和未来产业领域）的认证供给上仍有明显差距。因此，未来建议从更好地满足产业发展和人民生活需要出发，提供更多适应产业技术发展速度、具有市场价值的认证服务

项目,持续推动质量认证结果的国际国内互认。

(3) 进一步完善标准实施激励和监督机制。在APEC评估中,我国在标准实施方面的得分仅为2.6分,是得分最低的一个维度。《中国标准化发展年度报告(2023年)》显示国家标准的有效实施率达93.7%,但实施效果显著的国家标准仅有5784项,占总量的13.1%。虽然我国已通过系列标准政策和法律法规,加强标准的实施工作,但在实际工作中仍存在企业参与度较低、跨部门协作困难、监督机制不完善、政策支持不足等现实问题。接下来,建议从引导激励机制和实施监督机制两方面着手完善:一是加强政策引导和激励,建立法规引用标准制度,完善政策实施配套标准制度,建立健全标准实施激励机制,从而提升标准化对经济社会发展的基础支撑作用。二是加强标准实施评估与监督,建立健全实施评估机制、标准实施信息反馈机制和监督检查

机制,用制度保障标准的有效实施。

(4) 加快推进NQI数字化转型。NQI建设在数字经济时代面临诸多挑战,包括数据利用不足、数据交换和信息共享程度低等问题。当前以德国为代表的欧美国家正在积极推进数字质量基础设施建设,以应对和服务数字化转型的挑战。数字化质量基础设施包括数字工具、流程和数据空间,可以显著改善质量管理流程并促进整个价值链质量信息的集成和流畅提供。近年来,我国积极推动标准数字化工作,在机器可读标准试点、国家数字标准馆建设等方面取得了明显成效,但在计量、合格评定、认可等方面数字化工作进展仍较为缓慢。因此,对于NQI主管部门和机构而言,应加大对计量、合格评定和认可数字化解决方案的研究和应用,打造数字质量基础设施生态体系,深化全过程全链条质量数据联通共享与开发利用。

参考文献

- [1] NQI:夯实质量强国战略引领经济社会发展[J].质量与认证,2016(4):28-30.
- [2] 刘江,邹磊.以国家质量基础设施推动我国智能制造发展[J].质量与认证,2020(11):50-51.
- [3] 张宝友,毛则康,虎陈霞,等.国家质量基础设施效能的空间分异及 β 收敛性研究[J].地理科学,2023,43(3):454-465.
- [4] YIBING T. Analysis of NQI technology integration and application status of building sanitary ceramics industry[J].E3S Web of Conferences, 2020, 185:2031.
- [5] 国家市场监督管理总局质量发展局,国家市场监督管理总局发展研究中心.发达国家质量基础设施建设经验研究[M].北京:中国标准出版社,2021.
- [6] QI-Digital. The digital quality infrastructure-A guarantor for innovation and sustainability[R]. Braunschweig:Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), 2023.
- [7] 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.
- [8] 黄开胜,赵彦,杨志敏,等.国家质量基础设施多要素综合服务模式研究[J].中国标准化,2021(S1):19-26.
- [9] 陈云鹏,许庞泽,王妍.基于取象比类思维方法的国家质量基础设施要素融合理论模型构建[J].标准科学,2024(10):23-27.
- [10] 华天熠,龙妍,王斌,等.基于哈肯模型的质量基础设施内部要素协同机理[J].洁净煤技术,2024,30(8):11-17.
- [11] 胡杨,蒋家东,郑立伟,等.国家质量基础的价值作用机理和模型研究[J].中国标准化,2018(5):40-44.
- [12] 田明棋,罗红,肖克.NQI成果多元因素的作用机理及优化路径[J].中国检验检测,2021,29(4):3-7+74.
- [13] PTB.The answer to the global quality challenge: a national quality infrastructure [R].Berlin: PTB,2014.
- [14] 甘霖.关于完善国家质量基础设施支撑引领高质量发展的建议[J].中国发展,2021,21(2):12-13.
- [15] 蒋家东,张豪.质量基础设施效能评估的初步研究[J].航空标准化与质量,2019(3):23-28.
- [16] 张宝友,唐宇飞,孟丽君,等.质量基础设施效能评价:效率、耦合与影响因素[J].工业工程与管理,2022,27(1):174-183.
- [17] 孙莹,郑素丽,甘克勤.我国国家质量基础设施发展水平

- 测度及空间格局研究[J].科技管理研究,2021,41(7):191-198
- [18] 王斌,龙妍.基于哈肯模型的省域间碳效率与国家质量基础设施(NQI)协同发展演化机制[J].科技管理研究,2024,44(1):206-212.
- [19] 张宝友,黄妍,杨玉香,等.质量基础设施如何影响我国经济高质量发展[J].经济问题探索,2021(2):13-30.
- [20] 张豪, 蒋家东. 质量基础设施与经济增长:理论与实证[J].工业工程与管理, 2020,25(2):195-202.
- [21] ASWAL D K. Quality infrastructure of India and its importance for inclusive national growth[J]. Journal of Metrology Society of India, 2020, 35(2): 139-150.
- [22] KELLERMANN M. Ensuring Quality to Gain Access to Global Markets: A Reform Toolkit (English)[R]. Washington, D.C.: World Bank Group. 2019
- [23] HARMES-LIEDTKE U, OTEIZA J J. Global Quality Infrastructure Index Report 2020 [R]. Germany: Mesopartner; Argentina: Analyticar, 2021.
- [24] HARMES-LIEDTKE U, OTEIZA J J, Muñoz M M. Global Quality Infrastructure Index Report 2021: Trends, comparison, and use of data [R]. Germany: Mesopartner; Argentina: Analyticar, 2022.
- [25] HARMES-LIEDTKE U, MUÑOZ, M, WALTOS E. Global Quality Infrastructure Index Report 2023 [R]. Germany: Mesopartner; Argentina: Analyticar, 2023.
- [26] UNIDO. Summary of QI4SD Index 2024 Outcomes: Key Trends[R]. Vienna; Austria: UNIDO, 2024.
- [27] APEC. Guidance on strengthening good governance on the implementation of standardization and conformity assessment for APEC economies[R]. APEC Sub Committee on Standards and Conformance, 2024.