

引用格式: 陈子昱. 国家质量基础设施量化评估国际进展及实证分析 [J]. 标准科学, 2026 (4): 78-86.
CHEN Ziyu. International Progress and Empirical Analysis of Quantitative Evaluation of National Quality Infrastructure[J]. Standard Science, 2026(4): 78-86.

国家质量基础设施量化评估国际进展及实证分析

陈子昱

(中国石油集团安全环保技术研究院有限公司)

摘要: 【目的】在国家质量基础设施(NQI)量化评估领域国际上提出了多种理论模型,发布了衡量各个国家或地区质量基础设施发展水平的报告。系统分析当前主流的NQI绩效评估模型,识别出当前在量化研究方面的不足,为建立科学的NQI绩效指标体系提供借鉴。【方法】通过对国际上两种主流的量化评估模型(GQII和QI4SD)研究目的、评估维度、评估方法的定性分析,得出两种模型在方法论上的差异,用Mann-Whitney U检验方法对二者的评估结果开展定量比较,分析二者评估结果的一致程度。【结果】GQII和QI4SD两种模型均基于国际组织的质量数据开展量化评估,但在评估维度及权重上的不同造成了二者的评估结果存在显著差异。【结论】当前国际上对NQI的概念及要素达成一致意见,对NQI的研究进入了量化阶段,但NQI发展水平量化评估体系尚未实现统一。NQI量化评估主要依赖国际组织提供的数据,提升NQI绩效水平需要国家或地区深度参与国际组织活动。

关键词: 国家质量基础设施;全球质量基础设施指数;可持续发展质量基础设施指数;量化评估

DOI编码: 10.3969/j.issn.1674-5698.2026.04.007

International Progress and Empirical Analysis of Quantitative Evaluation of National Quality Infrastructure

CHEN Ziyu

(CNPC Research Institute of Safety&Environment Technology)

Abstract: [Objective] Multiple theoretical models have been proposed internationally in the quantitative evaluation of National Quality Infrastructure (NQI), and reports measuring the NQI development levels of various countries or regions have been released. This study systematically analyzes the current mainstream NQI performance evaluation models, identifies the deficiencies in existing quantitative research, and provides a reference for establishing a scientific and impartial NQI performance indicator system. [Methods] Through the qualitative analysis of the research objectives, evaluation dimensions and assessment methods of two internationally mainstream quantitative evaluation models (i.e., Global Quality Infrastructure Index [GQII] and Quality Infrastructure for Sustainable Development [QI4SD]), this study clarifies the methodological differences between the two models. Meanwhile, the Mann-Whitney U test is employed for quantitative comparison of their evaluation results to analyze the consistency of the outcomes generated by the two

基金项目: 本文受中国石油集团安全环保技术研究院有限公司2025年管理创新研究与实践项目“产品质量技术支持业务数字化转型路径研究”(项目编号: FM1025W04801)资助。

作者简介: 陈子昱, 本科, 高级工程师, 研究方向为质量管理、质量改进工具方法研究与应用。

models. [Results] Both the GQII and QI4SD models conduct quantitative evaluations based on quality data provided by international organizations. However, differences in their evaluation dimensions and weight assignments lead to significant discrepancies in their respective evaluation results. [Conclusion] The international community has reached a consensus on the concept and core elements of NQI, and the research on NQI has entered the quantitative stage. Nevertheless, a unified quantitative evaluation system for measuring the NQI development levels of different countries or regions has not yet been established. Current quantitative research on NQI largely relies on data supplied by international organizations, indicating that enhancing NQI performance requires in-depth participation in the activities of these international bodies.

Keywords: National Quality Infrastructure(NQI); Global Quality Infrastructure Index (GQII); Quality Infrastructure for Sustainable Development (QI4SD) Index; quantitative evaluation

0 引言

国家质量基础设施(NQI)作为国家经济竞争力的隐性支柱,已成为全球价值链竞争的关键要素。世界贸易组织统计数据^[1]显示,2024年的世界贸易总量为1950年的45倍^[1],世界分工正加速从传统的以自然资源为基础的分工向以现代技术、工艺为基础的分工转变。全球经济一体化市场格局已经形成,产品与服务的设计方、制造商和供应商来自全球各地不同经济体。通过多种评估和比较手段证明自身产品、服务的质量水平逐渐成为一种刚需。系统梳理当前国际领域NQI量化评估研究进展,对主流NQI发展水平评估理论模型及评估结果进行实证分析,一方面有利于识别我国在NQI研究上薄弱环节、提升我国NQI能力水平、增强产品及服务的国际竞争力,另一方面为国内外研究人员建立科学的NQI发展绩效评估体系提供思路。

1 NQI量化评估进展

1.1 概念及框架

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NQI的概念^[2]。2017年,国际质量基础设施网络(INetQI)的10个国际组织加强合作,共同研究提出了新的NQI定义,NQI体系包括组织(公共和私人)以及支持和提高产品、服务和过程的质量、安

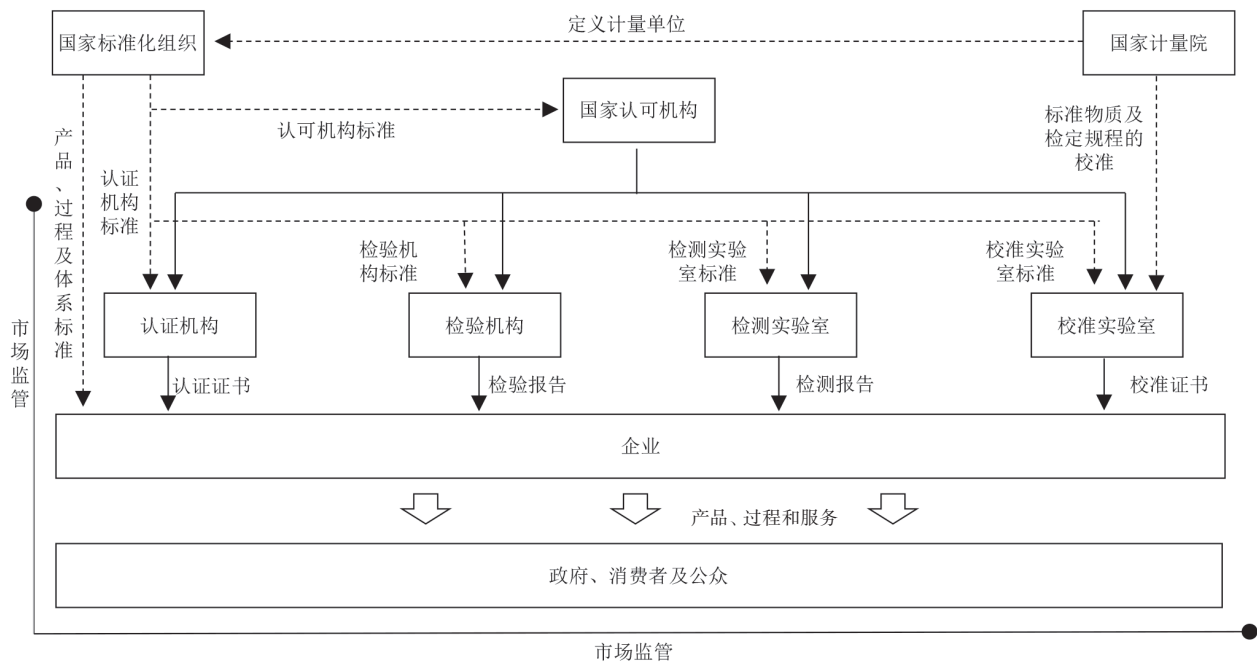
全性和环境稳健性所需的政策、相关法律和监管框架以及实践^[3]。NQI是国内市场有效运作所必需的,其国际认可对进入国外市场至关重要,是促进和维持经济发展以及环境和社会福祉的关键因素。NQI依赖于计量、标准化、认可、合格评定以及市场监管^[4]。该定义是人类在数百年工业化进程中实践总结提炼出来的理论框架。国家质量基础设施的各个要素形成一个相互支撑的技术链条,相辅相成共同构建了经济社会长期繁荣发展的“底座”,其作用机理见图1。

1.2 国外研究进展

2011年,德国咨询公司Mesopartner提出了衡量NQI发展水平的方法^[5]。该方法根据计量、标准化和认可组织提供的数据评估了53个国家或地区NQI的相对发展状况,是最早提出量化研究NQI的理论方法。2019年,该指数被命名为全球质量基础设施指数(GQII),开发者完善了评估模型^[6]。2021年,德国咨询公司Mesopartner与Analyticar联合发布了全球质量基础设施指数报告^[7],对184个经济体在NQI方面的相对发展情况进行排名,NQI研究进入量化研究阶段。2018年,12个相关国际组织在瑞士日内瓦举行会议正式成立INetQI,该组织于2022年6月提出了可持续发展质量基础设施(QI4SD)概念模型及评估框架^[8]。

1.3 国内研究进展

我国在NQI领域的研究起步较晚,“十三五”以来在国家部门的推动下取得了显著进展,有力推进了我国国民经济的持续稳定增长。在基础理



资料来源：改编自世界银行 2007。

图1 国家质量基础设施体系

论研究方面，孙志超等^[9]梳理国际评估演进，指出发达国家已将NQI评估重心从“要素合规”转向“系统贡献”，建议我国建立“动态评估+场景适配”的新机制，为政策升级提供国际坐标。陈云鹏等^[10]则引入“取象比类”传统思维，构建NQI要素协同PALM模型，揭示标准、计量、认证认可与检验检测之间的非线性协同机制，填补了本土理论空白。二者分别从国际趋势与本土认知2个层面开展分析，为我国NQI评估指标重构与要素协同理论研究开辟新路径。在量化理论研究方面，国内方面专注于国内质量基础设施提升研究，尚未提出在国际领域量化NQI发展水平的解决方案。2016年，原质检总局在《国家质量技术基础建设服务示范工程行动计划（2016）》中提出研究具有中国特色的国家质量基础能力指标体系。冯蕾等^[11]提出了一种质量基础设施能力指数测评方法，用于衡量国家和31个省（区，市）质量基础设施在不同时间与空间上的相对水平。张宝友等^[12]对质量基础设施组成要素耦合关系及其对经济高质量发展的作用机制剖析，在全国、区域和行业

多维度展开实证分析。

2 NQI量化评估模型

NQI是提升质量竞争能力的基石，更是保障国民经济有序运行的技术规则、促进科技创新的重要技术平台、提升国际竞争力的重要技术手段。研究表明，NQI发展水平与人均国内生产总值、出口及全球竞争力相关指标呈正相关关系^[5]，与GDP相关系数达到81%^[13]。构建综合指数科学合理地衡量各个国家和地区的NQI水平对促进本国经济发展，选择贸易对象、国际组织投资有着积极的指导意义。目前，国际上较为成熟的评价体系为全球质量基础设施指数（GQII）及可持续发展质量基础设施指数（QI4SD）。

2.1 全球质量基础设施指数（GQII）

GQII是一个系统评估各个国家和地区NQI发展水平的综合指标，旨在通过数据分析和国际比较，为政策制定者、研究机构及国际发展合作提供参考依据。GQII得到德国联邦物理技术研究

院和德国联邦经济合作与发展部的资助与支持,其核心目标是通过公开数据量化各国在计量、标准化、认可等NQI核心领域的发展水平,推动NQI数据的公开利用,帮助发展中国家识别差距并制定改进策略。该指数的历史可以追溯到2011年,Mesopartner公司提出了一个量化模型并对全球53个国家和地区的NQI情况进行了比较^[5]。

2.1.1 评价模型

GQII指数针对NQI框架的3个关键要素(计量、标准化、认可)分别在国际上寻找了用于评比的公开数据,根据国家在各个领域参与的国际合作可量化内容分别构建了要素指标,然后再结合3个要素的平均分得出一个综合指数。

由于国家经济总量的不同,显然用绝对数量评比差异将会非常大,小的国家的数据可能会被忽略不计。GQII综合指标对所有考察比较数据进行了归一化处理,即得分是所考察对象在总体样本国家中百分比排名。GQII认为每个要素中各项子指标同等重要,在计算要素得分时权重相同,3个要素在最终指标中的权重也一样。在每个要素的任何一个计分点均采用了百分比排名的方法计算,最高100分。如果一个国家的GQII得分为100分,那么它在每个项目上都达到了最高值,在所有分项的排名中均为第一。

2.1.2 计算方法

2011年,GQII开发者提出了GQII的概念及计算公式,并在2020年报告中对计算方法进行了修正。某个国家或地区的指数计算方法^[14]见公式(1)。

$$GQII_i = \left\{ [Metro.Membership_i + CMC Coverage_i + CIPM Cons.Comm._i + K\&SC_i + CABs(Calbr.Labs.)_i^*] \times \frac{1}{5} + [Stdzn.Membership_i + ISO Tech.Comm._i + IEC Tech.Comm._i + ISO Survey_i] \times \frac{1}{4} + [Acred.Membership_i + CAB Coverage_i + (CABs(ISO 17065)_i + CABs(ISO 17021)_i + CABs(Tst.Labs.)_i^*) / 3] \times \frac{1}{3} \right\} \times \frac{1}{3} \quad (1)$$

* 按照ISO/IEC 17025标准认可的机构。

公式中的所有数值均以排名的百分位数表示。其中,

(1) *Metro.Membership_i*为该国家或地区在国际、区域计量组织的会员资格。

(2) *CMC Coverage_i*为该国家或地区国际计量院或指定机构计量校准测量能力在国际计量局9个计量领域的覆盖范围。

(3) *CIPM Cons.Comm._i*为该国家或地区在国际计量局10个委员会的参与情况。

(4) *K&SC_i*为该国家或地区参与国际计量局关键和补充对比数量。

(5) *CABs(Calbr.Labs.)_i*为该国家或地区校准实验室数量,包括国外认可机构认可的校准实验室。

(6) *Stdzn.Membership_i*为该国家或地区在国际标准化组织会员资格。

(7) *ISO Tech.Comm*为该国家或地区在国际标准化组织ISO技术委员会参与情况。

(8) *IEC Tech.Comm._i*为该国家或地区在国际标准化组织IEC技术委员会参与情况。

(9) *ISO Survey_i*为ISO调查中该国家或地区所有管理标准认证证书总数。

(10) *Acred.Membership_i*为该国家或地区在国际认可组织的会员资格。

(11) *CAB Coverage_i*为该国家或地区在国际组织18个认可范围的覆盖数量。

(12) *CABs(ISO 17065)_i*、*CABs(ISO 17021)_i*、*CABs(Tst.Labs.)_i*分别为该国家或地区内按照ISO 17065、ISO/IEC 17021、ISO/IEC 17025认可的合格评定机构数量,包括国外认可机构认可的。

2.1.3 指数评价结果

自2021年起,GQII发布了3期指数评估结果报告,在其官方网站公开了模型数据集。2023年12月发布的报告对185个经济体的NQI的发展情况进行横向对比^[14]。报告显示,经济发达的经济体排名往往靠前,德国、中国、美国、英国和日本一直位居榜首,高收入小国和岛国,以及一些非洲低收入国家

排名靠后。排名结果跟公众的预期是一致的,即经济强国和较大的国家参与国际贸易活动较为频繁,落后的国家重点解决国内发展问题,其国际影响力较弱。

2.2 可持续发展质量基础设施指数(QI4SD)

QI4SD由联合国工业发展组织(UNIDO)与INetQI 2022年合作开发,是评估一个国家或地区的NQI为支持可持续发展目标所做的准备情况的工具。QI4SD主要基于国际组织公开提供的公开数据,还采用INetQI组织各成员提供的非公开数据,在质量政策维度还参考了UNIDO与ISO的联合调查数据^[15]。

2.2.1 评价模型

QI4SD指数模型以INetQI对NQI定义框架中的4个要素为基础。由于在项目研究周期内市场监管方面没有可靠的方法来收集数据进行量化,模型剔除了市场监管要素,同时增加了政策要素^[17]。最终,模型包括标准化、认可、计量、合格评定及政策

5个维度。

NQI和可持续发展本质上是多维度的概念,构建综合指标来衡量其发展进展是个比较复杂的问题,QI4SD指数模型构建中参考了JRC-OECD构建复合指数的方法^[16]。为了简化分析NQI对联合国2015年发布的17个可持续发展目标的贡献,QI4SD指数将15个可持续发展目标分类为可持续发展的3个支柱:社会(人类)、环境(地球)和经济(繁荣)^[17]。QI4SD指数结果包括1个衡量NQI发展状况的一般指数与NQI对可持续发展目标3个支柱贡献水平的3个P指数。一般指数的计算用5个维度上取得的绩效直接计算,P指数则由模型中与NQI关联的4个维度对可持续发展的3个支柱的贡献水平衍生得到。

QI4SD一般指数通过计算各个国家或地区在NQI相关的5个维度、38个评价指标的数据,衡量其可持续质量基础设施发展水平,评价指标及权重见表1^[18]。

表1 QI4SD一般指数评价指标及权重

维度	评价指标	权重	维度	评价指标	权重
认可	IAF认可机构的范围	1	政策	参与能力建设方案	1
	IAFMLA的签署方	1		是否有质量政策	1
	ILAC认可机构的范围	1		质量政策涉及的质量基础设施维度	1
	ILAC MRA的签署方	1		质量政策的支持和资助	1
合格评定	IEC合格评定体系成员	1		政府/政治对质量政策的认可	1
	IECEE认证证书数量	1		利益相关者参与质量政策	1
	IQNet会员资格	1		考虑质量政策的多样性	1
	认证证书的数量(ISO)	1		质量政策实施计划	1
	认可的实验室	1		质量政策的监控和评估	1
	认可的检验机构	1		审核和更新质量政策	1
	国外认可机构	1	涉及经济、贸易的质量政策	1	
	计量	参加CIPM咨询委员会	1	标准化	采用ISO标准
参与关键对比和补充对比		1	采用IEC标准		1
CMC数量		0.5	IEC会员资格		1
CMC的广度		0.5	参加IEC技术委员会		1
BIPM成员资格		1	ISO成员资格		1
OIML会员资质		1	参加ISO技术委员会		1
提供和认可的OIML-CS数量		0.5	ITU成员资格		1
参与OIML项目		1	采纳国际标准		1

2.2.2 计算方法

与GQII指数单一公式的计算方法相比, QI4SD指数的计算相对较为复杂。遵循JRC和OECD构建复合指标手册中提出的方法论, QI4SD指数采用了补插、异常值处理、归一化、加权聚合的数据处理方法计算各项数据。根据QI4SD指数的概念框架, 使用加权算术平均值的方式对各维度的数据分层聚合。每项指标及综合指数计算步骤主要包括收集指标数据、归一化处理、加权计算得分。

(1) 收集指标数据

根据一个国家或地区在该领域的的数据, 收集其在单项指标的绝对数量, 如IECEE认证证书数量、认可的检验机构数量、IAF认可范围的数量等。

(2) 归一化处理

为了排除国家规模效应对指数结果的影响, QI4SD同样采用归一化数据方法, 将不同国家同一指标数据映射到1~100的区间内。为了避免引起公众的误解, 映射区间的下限设置为1而没有设置为0, 如一个国家得分为0仅代表该国在对应指标上考察的对象数量少, 排名靠后, 并不代表该国不具备该项能力。归一化处理方式见公式(2):

$$\tilde{x}_i = \frac{x_i - \min(x_i)}{1 + \max(x_i) - \min(x_i)} \times 99 \quad (2)$$

式中: \tilde{x}_i 是该指标的归一化分值, 范围为1~100; x_i 是一个国家或地区在该指标得分的累计分值; $\min(x_i)$ 是所有国家或地区在该指标上得分的最小值; $\max(x_i)$ 是所有国家或地区在该指标上得分的最大值。

(3) 加权计算得分

每个维度上各项指标权重相同, 计算方式见公式(3):

$$X_{dim} = \frac{1}{\sum w_i} \sum_{i=1}^{N_{dim}} w_i \tilde{x}_i \quad (3)$$

式中: X_{dim} 是该维度的综合得分; N_{dim} 是该维度上子指标的数量; w_i 是第*i*个子指标的权重; \tilde{x}_i 是第*i*个子指标的归一化分值。

整体QI4SD指数得分是5个维度得分的简单平均值, 即每个维度(计量、认可、标准化、合格评定和政策)权重均相等。

2.2.3 指数评价结果

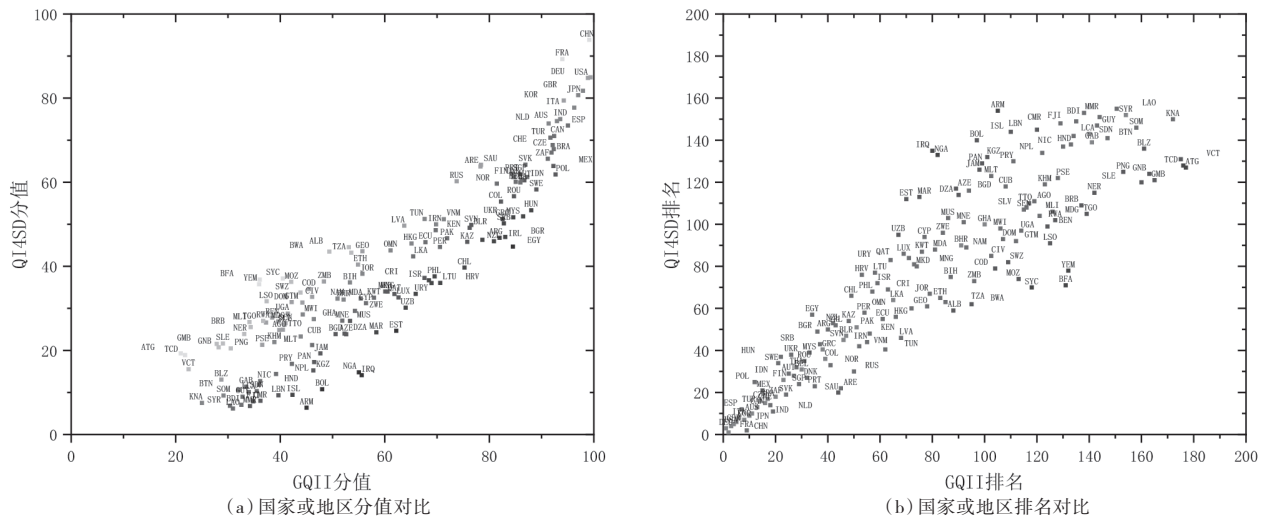
QI4SD指数自2022年提出以来共发布了2期评估结果报告, 2024年11月份正式发布的第2期评估报告对155个国家和地区的NQI发展水平进行了评估。其中, 中国在全球总体QI4SD指数中排名第一, 而德国则在“3P”指数(人类、地球和繁荣)中领先^[18]。2024年版本的研究结果再次证实了经济规模与NQI发展之间的正相关关系, 中国、法国、德国、美国、英国、日本排名靠前。但经济规模并非唯一决定因素, 一些中小型经济体(如斯洛伐克、塞舌尔、博茨瓦纳和拉脱维亚)凭借积极的NQI政策及深入参与国际组织活动, 其NQI建设同样表现突出^[18]。

3 NQI评估效果分析

GQII、QI4SD是目前比较完善的NQI评估体系。二者充分利用公开数据评估了各个国家和地区在NQI领域的发展状况, 存在诸多相同的地方, 同时二者在设计目标、评价维度及计算方法等方面存在差异。GQII 2023年指数报告和QI4SD 2024年指数报告数据收集时间比较接近且为最新评估数据(见图2), 选择这2期评价结果, 比较二者在评价NQI水平的效果具有实际意义。

3.1 选择检验方法

GQII指数与QI4SD一般指数的结果均是基于NQI核心要素评估各个国家或地区NQI发展水平。2023年, GQII指数覆盖了185个国家和地区数据, QI4SD指数覆盖了全球155个国家和地区数据, 设GQII指数结果为样本1, QI4SD指数结果为样本2。2个指数结果均为有序的排名数据, 但是GQII基于计量、标准化、认可3个维度开展评估, QI4SD则基于计量、标准化、认可、合格评定、政策5个维度开展评估, 二者在评估的维度、权重、数据收集范围



注：数据标签中的代号为国家或地区代码，参考ISO 3166-1。

图2 GQII和QI4SD一般指数评估结果

及数据处理方式完全不同。本研究基于2个样本为独立样本的假设。Henry B. Mann和D.R. Whitney在1947年开发了Mann-Whitney U检验方法，用于2个独立、有序样品的检验^[19]，以下用该方法来检验2个指数结果的一致程度。

3.2 建立假设

原假设H₀: GQII指数与QI4SD一般指数评价结果没有明显差异

备择假设H₁: GQII指数与QI4SD一般指数评价结果有明显差异

显然检验过程为双尾假设检验，显著性水平α=0.05。

3.3 构造检验统计量

3.3.1 样本数据

样本1、样本2的大小分别为n₁=185, n₂=155。

3.3.2 计算U值

将样本1和样本2总体数据合并，并按升序排列后计算每项数据的秩次，数据相同时取平均秩次。分别计算出2个样本的秩为W₁=26 131, W₂=31 839。由于样本数量较大，按照曼-惠特尼U检验大样本的检验方法选择W₁（或者W₂）计算U值为19 749，计算方法见公式（4）：

$$U = n_1 \times n_2 + \frac{n_1 \times (n_1 + 1)}{2} - W_1 \quad (4)$$

3.3.3 构造检验统计量

对于大样本，U的值近似服从正态分布，使用Z检验做出是否拒绝原假设的决策。按照公式（5）计算得到均值μ_U=14 337.5，按照公式（6）计算得到标准差σ_U=902.689 3，按照公式（7）计算得到标准呈正态分布Z的观测值z值为5.994 864 457。

$$\mu_U = \frac{n_1 \times n_2}{2} \quad (5)$$

$$\sigma_U = \sqrt{\frac{n_1 \times n_2 \times (n_1 + n_2 + 1)}{12}} \quad (6)$$

$$Z = \frac{U - \mu_U}{\sigma_U} \quad (7)$$

3.4 验证假设

进一步确定样本U值在无总体差异的情况下是否来自具有μ_U和σ_U的分布。显著性水平α=0.05时双尾假设检验临界值为Z_{1-α/2}=Z_{0.025}=1.96。原假设为真的绝域为{|Z|>Z_{1-α/2}}={|Z|>1.96}。由于观察到的Z= 5.994 864 457>1.96，统计量观测值落入原假设为真的拒绝域，GQII指数与QI4SD一般指数在评价各个国家或地区NQI发展水平的效果上存

在显著差异。

3.5 效应量计算

为量化2组独立样本的差异幅度,按照公式(8)进一步计算效应量指标——Rank-biserial相关系数 $r=-0.38$,处于中等效应范围,表明本研究得出的GQII指数与QI4SD一般指数评估结果存在显著差异的结论具有一定实践指导意义。

$$r = 1 - \frac{2U}{n_1 n_2} \quad (8)$$

GQII指数与QI4SD一般指数同时对155个国家的质量基础设施水平进行了评价,两者评估结果的分值差异及排名差异分布情况见图3。

4 结论

4.1 NQI研究进入量化研究阶段

NQI概念提出20多年时间里发展历程主要分为2个阶段:第一个阶段为2005—2017年概念形成阶段,以INetQI为代表的国际组织统一了NQI的核心概念及要素范围,为NQI水平量化研究指明了方向;第二个阶段为2018年之后的量化评估阶段,国际领域加大了对各个国家或地区NQI评估体系的研究,提出了GQII指数及QI4SD指数模型并对全球大部分国家或地区的NQI进行了量化评估,该阶段的NQI研究实现了从定性到定量跨越。

4.2 NQI量化评估模型尚未实现统一

客观地评估各个国家和地区NQI发展水平需要科学、公正的数据支撑,使得大部分的国家或地区均有机会在同一个参照系下进行量化。当前国际上主流的2种NQI量化评估模型(GQII、QI4SD)均实现了对NQI的发展水平的评估排名,但二者也存在不足,造成两者在评估效果上存在显著差异:一是两者均未严格按照INetQI对NQI定义的要害开展评估,计量、标准化、认可、合格评定等要素在指数体系中的权重不同对最终排名产生影响;二是两者均未对支撑NQI有效运行的关键要素市场监管开展评估,最终结果无法全面反映NQI的实际水平;三是QI4SD指数体系中采用了国际组织非公开的数据,造成了评估结果无法验证。国际领域亟待研发一种可追溯、可验证、统一的评估模型对各个国家或地区NQI的实际水平进行评估以支持政策的制定。

4.3 国际组织的数据是NQI量化研究的基础

国际组织在推动NQI量化研究方面扮演了不可或缺的角色。以BIPM、ISO、ILAC等为核心的组织不仅通过建立全球互认的计量标准、国际规范与认证体系,为量化比较提供了统一的标尺,更通过公开数据的收集与发布(如BIPM的CMC数据库、ISO的调查认证数据),将抽象的NQI能力转化为可度量、可分析、可比较的数据。GQII、QI4SD均

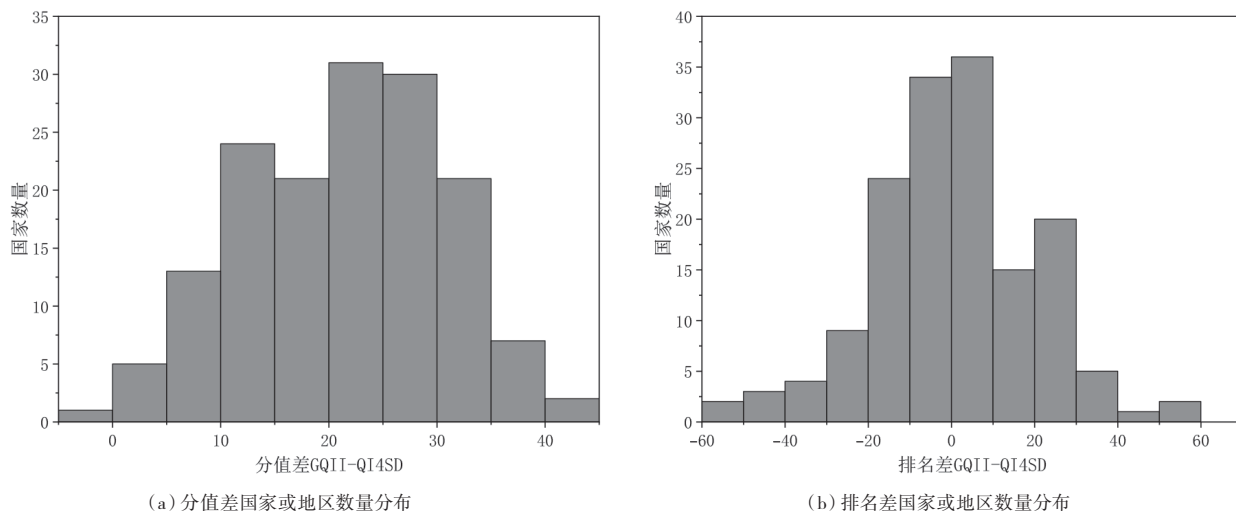


图3 GQII和QI4SD一般指数评估结果差异分布

基于国际组织公开数据量评估NQI发展水平,促进了大部分国家或地区NQI发展状况的全球可见性。未参与、少参与国际组织活动的国家或地区无法在主流的量化研究框架下获得满意积分,难以在

竞争日益激烈的国际贸易中证明其工程、产品和服务的质量可靠性,因此提升NQI绩效水平需要深度参与国际组织活动。

参考文献

- [1] WTO. Evolution of trade under the WTO: handy statistics[EB/OL].[2025-08-25]. https://www.wto.org/english/res_e/statis_e/trade_evolution_e/evolution_trade_wto_e.htm.
- [2] UNCTAD, WTO. Innovations in export strategy: A strategic approach to the quality assurance challenge [C]. Geneva:UNCTAD, WTO, 2005.
- [3] 陈子昱,刘长跃.国家质量基础设施研究:国际进展、挑战及建议[J].质量与市场,2025(8):76-78.
- [4] UNIDO. Quality Policy: Technical Guide [M]. Geneva: UNIDO, 2018.
- [5] HARMES-LIEDTKE U, OTEIZA J J. Measurement of Quality Infrastructure (Discussion paper No. 5/2011) [R]. Braunschweig: Physikalisch-Technische Bundesanstalt, 2011.
- [6] HARMES-LIEDTKE U, OTEIZA J J. Measurement and performance of Quality Infrastructure: A Proposal For A Global Quality Infrastructure Index [C]. Germany: Mesopartner; Argentina: Analyticar, 2019.
- [7] HARMES-LIEDTKE U, OTEIZA J J. Global Quality Infrastructure Index Report 2020 [R]. Germany: Mesopartner; Argentina: Analyticar, 2021.
- [8] Quality Infrastructure for Sustainable Development Index: Methodological Approach [R]. Austria: UNIDO, 2022.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] 冯蕾,黄菊秀,廖景行.一种质量基础设施能力指数测评方法:CN 202010597992.6 [P]. CN111738605A [2025-08-25].
- [12] 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.
- [13] UNIDO. Supporting Sustainable Development Goals with Quality Infrastructure: QI4SD Index Results Report 2024 [R]. Vienna; Austria: UNIDO, 2025.
- [14] HARMES-LIEDTKE U, MUÑOZ M M, WALTOS E. Global Quality Infrastructure Index Report 2023 [R]. Germany: Mesopartner; Argentina: Analyticar, 2023.
- [15] UNIDO. Quality Infrastructure For Sustainable Development Index: Methodological Approach [R]. Vienna; Austria: UNIDO, 2025.
- [16] NARDO M, SAISANA M, SALTELLI A, et al. Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide [J]. Oecd Statistics Working Papers, 2008, 73(2):1111-1111.
- [17] UNIDO. Quality Infrastructure for Sustainable Development Index: Methodological Approach [R]. Vienna; Austria: UNIDO, 2022.
- [18] UNIDO. Supporting Sustainable Development Goals With Quality Infrastructure: QI4SD Index Results Report 2024 [R]. Vienna; Austria: UNIDO, 2025.
- [19] BLACK K. Business Statistics: For Contemporary Decision Making (Sixth Edition) [M]. USA: Wiley, 2010