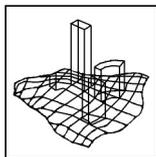


# 基于智能城市评价指标体系的城市诊断\*



吴志强 李翔 周新刚 潘起胜 何睿

**提 要** 智能城市基于新技术来缓解城镇化中的各种城市问题，以推动智能城镇化建设。但是，如何科学地评价智能城市的表现仍然有待研究。在研究现有的智能城市评价指标体系之后，构建了智能城市评价指标体系。指标体系包括两个层次的结构：主要维度着重于顶层政策设计，二级指标由基于这五个维度的20个指标组成。该评价体系运用城市研究和实践中所总结的规律、理论和经验，对城市发展和运行进行动态监测和诊断。在这项研究中，选择了长江三角洲的27个城市进行实证研究，以比较城市智能发展的程度。以上海为例，提出了提高城市智商的建议。基于该系统，可以了解最新的各个维度的城市排名，进行有针对性的城市诊断，制定促进智能化建设的政策，为智能城市的发展提供支持。

**关键词** 智能城市；城市诊断；评价指标体系

中图分类号 TU984 文献标识码 A  
DOI 10.16361/j.upf.202002001  
文章编号 1000-3363(2020)02-0012-07

## 作者简介

吴志强，中国工程院院士，同济大学副校长，建筑与城市规划学院，高密度人居环境生态与节能教育部重点实验室，教授，博导，wus@tongji.edu.cn  
李翔，同济大学建筑与城市规划学院，博士研究生  
周新刚，同济大学建筑与城市规划学院，高密度人居环境生态与节能教育部重点实验室，助理教授，硕导，通讯作者，zxcg@tongji.edu.cn  
潘起胜，同济大学建筑与城市规划学院，教授，城乡协调发展与乡村规划高峰团队国际PI  
何睿，同济大学建筑与城市规划学院，博士研究生

City Diagnosis with the City Intelligence Quotient (City IQ) Evaluation System  
WU Zhiqiang, LI Xiang, ZHOU Xingang, PAN Qisheng, HE Rui

**Abstract:** Intelligent city is considered a new-technology based approach to the mitigation of urban problems. However, it still remains to be studied how intelligent city performance can be scientifically evaluated. After a review of existing intelligent city evaluation systems, this research intends to examine a systematic City Intelligence Quotient (City IQ) Evaluation System. The evaluation system has a two-layer structure: the primary layer emphasizing top-level policy design consists of five dimensions, while the secondary layer includes twenty indicators within the five dimensions. The evaluation system is also used to monitor and analyze the degree of intelligent development based on principles, theories, and lessons summarized from literature and practice. In this research, 27 cities in the Yangtze River Delta, China are selected for comparing the degree of urban intelligence development. Finally, suggestions for improvement are put forward by taking Shanghai as an example. The evaluation system can be used to provide up-to-date ranking of cities in various dimensions, and diagnosis of urban problems, and to formulate policies to promote intelligent city development.

**Keywords:** intelligent city; city diagnosis; evaluation system

随着大数据、人工智能、移动互联网和云计算等新技术快速发展，对未来智能城市的发展产生很大的影响。基于对城市的全面感知，智能评价指标体系能够对当前城市发展作出更加准确和恰当的判断和反应，引导城市进行反思学习和有序发展。

从1978年到2019年，中国常住人口城镇化率从17.9%提升到60.6%，但是快速城镇化过程是以资源严重耗费、环境污染严重以及依靠廉价劳动密集型产业为基础换来的，智能城镇化是未来中国城镇化的必然的转变和选择（吴志强，杨秀，刘伟，2015）。智能城市的理论推进和创新对我国城市规划和建设方面具有重大的意义。城市诊断是运用城市研究和实践中所归纳总结的规律、理论和经验，对城市发展和运行状态进行动态监测和剖析。城市的智能化发展水平是对城市运行和发展水平进行诊断的重要方面。构建的评价体系如何能够应用于城市规划实践，引导中国城市智能化发展还有待探索（吴志强，2018）。本研究通过构建智能城市评价指标体系测度城市智能

\* 中国工程科技知识中心建设项目“智能城市知识服务系统”（项目编号：CKCEST-2019-3-8）；国家自然科学基金青年项目“基于手机信令数据的居民就业活动自足性研究——以上海为例”（项目编号：41801147）；上海市浦江人才计划项目“利用手机大数据探索城市就业活动辅助智慧规划——以上海市为例”（项目编号：18PJ114）

发展水平,对城市的智能建设水平进行评价和比较,从而为智能城市发展提供支撑。

## 1 智能城市建设:从理论到实践

智能城市的定义非常多,大概包括了智能市民、智能政府、智能交通、智能生活、智能环境和智能经济等多个方面(R. Giffinger,等,2007; S. Joss,等,2019)。智能城市区别于传统城市发展模式的根本之处就在于,智能城市是通过系统和全生命周期的发展理念,运用大数据、人工智能、移动互联网、云平台等信息技术,实现消耗资源最小化的精明永续发展。

自21世纪初期,欧盟、美国、韩国等国家率先开展了关于智能城市的讨论与实践,诞生了许多可借鉴的案例(吴志强,柏昉,2014)。智能城市顶层规划方面,英国的《智慧伦敦规划》和日本的I-Japan战略提供了典范。英国的《智慧伦敦规划》专注于“人”而不是“物”的战略,强调促进公众参与,为公众提供更公开透明的数据。美国把智能城市建设提升为国家战略,在基础设施、智能电网等方面进行重点投资与建设。韩国作为全球第四大电子产品制造国,物联网国际标准制定主导国之一,通过智能城市的建设培育新兴产业。

智能城市的实践方面,通过各种传感器和终端收集到的大数据被广泛用于智慧管理、智慧出行、智慧环境、智能生活等方面。在智慧管理方面,维也纳、波士顿等城市推出手机应用、门户网站等平台,通过市民报告、部门监控等渠道实时监控并解决市政故障。在智慧出行方面,阿姆斯特丹、巴塞罗那等城市通过开发手机应用,为居民提供实时的公交、车位等信息。在智慧环境方面,哥本哈根、巴塞罗那等城市通过传感器收集环境质量信息,实现实时监控;伦敦、斯德哥尔摩等城市计划推出智能电网,实现能源的智能使用和管理。在智能生活方面,维也纳、纽约等城市在开放数据的基础上开发了生活服

务类手机应用或工具。

智能城市作为一种新的城镇化方式,具有优化城市环境,提高城市创新能力和人民生活水平,创造可持续的城市发展,促进高效和智能的城市治理等特征。当前,国外智能城市应用案例日趋增多,我国也进行了积极的探索,国家各部委正大力推进智能城市相关试点工作。

## 2 智能城市评价指标体系概述

我国在智能城市实践的同时,也陆续编制智能城市评价指标体系来引导城市实践,比如《国家智慧城市(区、镇)试点指标体系》《第七届中国智慧城市发展水平评估报告》《智慧南京评估指标体系》等。然而已有指标体系存在一些问题。

### 2.1 数据静态,忽视城市生命的动态发展

目前智能城市评价的数据来源大多是政府统计数据,未能将实时动态数据纳入评价体系。政府数据更新周期较长,无法反映城市实时状态,难以形成所有城市统一的评价标准,缺乏可比性。理想的智能城市是一个有机生命体,城市指标作为了解城市的窗口,是城市研究最重要的量化工具,而现有指标不能反映城市的动态发展过程。

### 2.2 方法主观,数据处理缺乏科学性

城市之间的比较更重要的是智慧程度的相对值,而非绝对值比较。但是现行的评价体系通过指标打分,以总分进行城市间的比较,量化过程中会产生主观因素的干扰。而且大部分指标体系采用权重算法,权重赋值缺乏科学性。需

要将城市放入城市群落中进行比较,发现所处位置。

### 2.3 结果单一,缺乏评价结果的展示与传播

现行评价指标体系以最终分数为单一结果,且未考虑将数据可视化,以便更有效地展示数据特征。评价结果受众面有限,非专业技术人员难以通过单一的分了解城市的智能化程度并进行城市间比较。

综上,经过对世界智能城市评价体系的对比分析后,发现目前的指标体系存在诸多不足。因此,急需建立一套基于“智能城市有机生命体”概念,能够反映城市的动态发展过程的机制,以实现科学地对全球城市智能化水平进行评估。

## 3 智能城市评价指标体系的构建

### 3.1 智能城市评价指标体系的理论基础

智能城市评价指标体系的哲学基础是城市生命体理论,必须充分尊重城市规律,走智能城镇化道路(Z. Wu,等,2016)。研究团队在对现有国内外智能城市的指标体系进行横向比较之后,选择具有广泛代表性、独特创新性、实践操作性的评价指标,并创新性地吸纳“人类智商”的方法来评测城市的智能程度。

智能城市评价指标体系为二级结构,共20个指标(表1)。一级指标强调顶层设计,包括智能环境与建设、智能管理与服务、智能经济与产业、智能硬件设施、居民智能素养五个维度。二级指标为城市的具体系统,触及智能城市发展的各方面。指标体系的建构均把城

表1 指标体系  
Tab.1 The indicator system

一级指标	二级指标
智能环境与建设	环境监测,污染溯源,智能建设,绿色能源
智能管理与服务	电子政务,灾害预警,交通管理,公共健康
智能经济与产业	智慧农业,智慧工业,智慧创意,政策支持
智能硬件设施	无线网络,宽带网络,数据中心,管网设施
居民智能素养	公众参与,学习资源,教育水平,人才政策

资料来源:作者自制。



图1 智能城市特征

Fig.1 The characteristics of intelligent city  
资料来源：作者自绘。

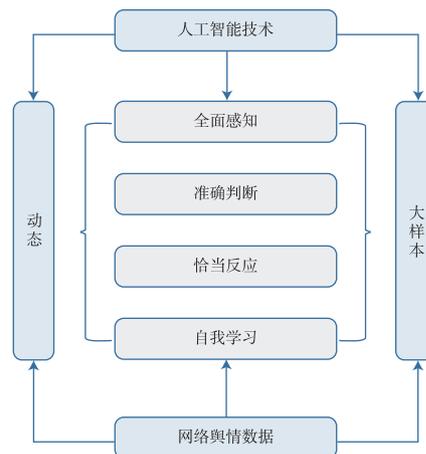


图2 评价体系创新点

Fig.2 Innovation of this evaluation system  
资料来源：作者自绘

市作为智能生命体为前提，反映城市智能化的动态发展过程。

智能城市评价指标体系根植于智能城市的核心理论，即依据城市生命体的哲学思想和所秉持的城市智能化发展趋势价值观，形成“全面感知——准确判断——恰当反应——自我学习”的智能城市发展的四个循环（吴志强，甘惟，张昭，等，2015）。基于对城市的全面感知，构建创新的智能城市评价指标体系能够对当前城市做出更加准确和恰当的判断和反应，引导城市进行反思学习和有序发展（图1）。

**全面感知：**动态获取城市的各类信息和数据，实现对全球大样本城市的全面感知。一定程度上解决了传统静态统计数据出现的部分指标无法获得、获得频率低的问题。城市的对比意义大于城市的绝对值意义，通过对标城市智能化的整体和各维度，可以定位城市在全球城市群落里的位置，更好地进行智能城镇化建设。

**准确判断：**在大样本全面感知的基础上，对城市智能化过程中的任何细微的状态变化，通过智能技术进行及时的自动识别，筛选关键的信息和数据、加以计算判断状态的变化。分析判断城市整体和各维度的智能发展情况在世界城市群落中的位置，对城市各维度进行诊断。

**恰当反应：**通过计算分析判断城市短板、弱点，及时给出预警和建议，实

现最少能源、空间和时间资源的消耗。基于对城市整体和各维度的历史表现，通过政府、企业、市民共同决策推进城市智能化发展。

**自我学习：**基于文本情感分析的人工智能技术，精准实时地分析文本语义，主动学习文字的情感。在全面感知、准确判断和恰当反应的过程中，智能城市像人一样不断自我学习，随着经验的提升，对流程进行改善，实现智能城市的迭代更新以及实现更高层次的智能化。

### 3.2 智能城市评价指标体系的创新

#### 3.2.1 大样本的城市

智能城市之间的比较更重要的是相对比较，不是绝对值比较，评测智能城市的目的是了解城市在群落中的位置。现有的评价指标体系的数据处理缺乏一套可以进行比较的方法。智能城市发展建设评价的目的应具有国际视野，将城市放到世界城市群落中进行横向对比，客观了解世界各城市智能发展的情况，科学理性地判断一个城市的整体和各方面位于全球城市群落中的地位，以及智能建设的优势和劣势领域。样本量越大，评测的结果越精确。评测体系需要不断扩展城市列表，覆盖世界更多的国家和地区。本文创新的指标体系方法，基于自下而上的客观数据，直观反应智能城市各方面的问题和发展程度，可获得几乎全样本的城市智能发展情况。运

用人工智能技术全网搜索，实现大样本取样进行语义分析，最大程度地保证了数据样本的可信度。

#### 3.2.2 动态的智能城市评价数据接入

智能城市的发展包括了“规划、建设、运行、维护”的复杂漫长的过程，需要智能城市评价的相关数据获取，从静态、单一的获取，向动态化、多样性的获取转变。动态的数据获得可以作为实时监测智能城市发展状况的坚实基础，在智能城市发展过程中对城市的整体情况以及各维度进行实时监测，突破传统智能城市发展监测通常以“年”为时间粒度的瓶颈，将时间粒度缩短为“周”，极大地提高了监测频率。创新地使用网络海量信息的全网搜索，实现实时信息更新，有效地解决了传统评价指标体系难以获得大量实时数据的难点，实时测度城市在不同时期的发展水平。

传统的指标体系仅限于分析和比较城市的当前或静止状态的表现，忽略了对城市进行评价和未来预测的重要功能。本研究中，对智能城市的动态监测可以形成大样本城市时间序列上的评价数据，通过分析历史评价得分，为实现智能城市“全面感知、准确判断、恰当反应、自我学习”的逻辑闭环提供有力的支撑（图2）。

#### 3.2.3 利用网络舆情替代测度

智能城市评价指标体系分为二级结构。一级指标强调顶层设计，二级指标体

现城市发展的具体系统,把控智能城市发展的各方面,每个一级指标下有4项二级指标。每个城市的二级指标共计20个。

传统的智能城市评价受限于统计数据的获得,在参评的城市数量上难以突破,常不超过100个世界主要的城市。传统的统计数据局限性体现在无法涵盖足够的指标,无法获得尽可能多的城市的统计数据,无法获取时间粒度较小的

实时统计数据三大方面。

本研究创新地接入网络社交媒体的舆情分析数据,建设了动态的智能城市评价数据库。网络舆情是社情民意在互联网这个可见载体上的公共表达,具有民情民意传达、民众监督社会和推动社会公正、平等、创新等功能。网络舆情能为智能城市的公共政策提供准确、及时和公正的参考,能有效地对城市公共

政策的执行过程进行监督,能实时地反馈公共政策的执行效果,从而促进公共政策决策过程的民主化、透明化,增强决策的公信力,提高决策的科学性,提升决策的有效性。

因此,选择网络舆情数据替代政府统计数据,把城市作为智能生命体,充分利用舆情数据的大样本、可获得性和实时性,根据感知、判断、反应和学习的过程,反映城市智能化的动态发展过程。以市民的主观感知性的指标为主,更直观反映智能城市建设运营的成效,体现出“智能城市,以人为本”的精神,反映出智能城市的直接利益相关者,对智能城市建设的实时评价和期望。

### 3.2.4 利用智能城市评价指标体系进行城市诊断

利用网络舆情数据测度城市智能化发展的智能城市评价指标体系,可以实现评价指标体系的感知、判断、反应、学习、大样本和实时的特性,具体技术路线见图3。

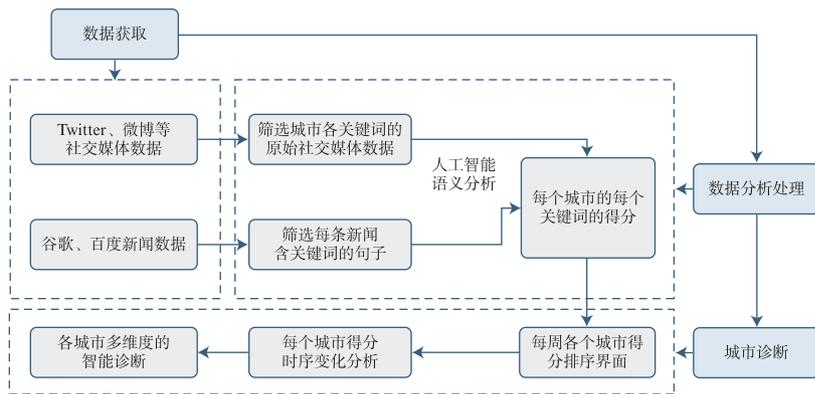


图3 利用智能城市评价指标体系进行城市诊断的技术路线  
Fig.3 Technical framework of city diagnosis with the City IQ evaluation index system  
资料来源:作者自绘。

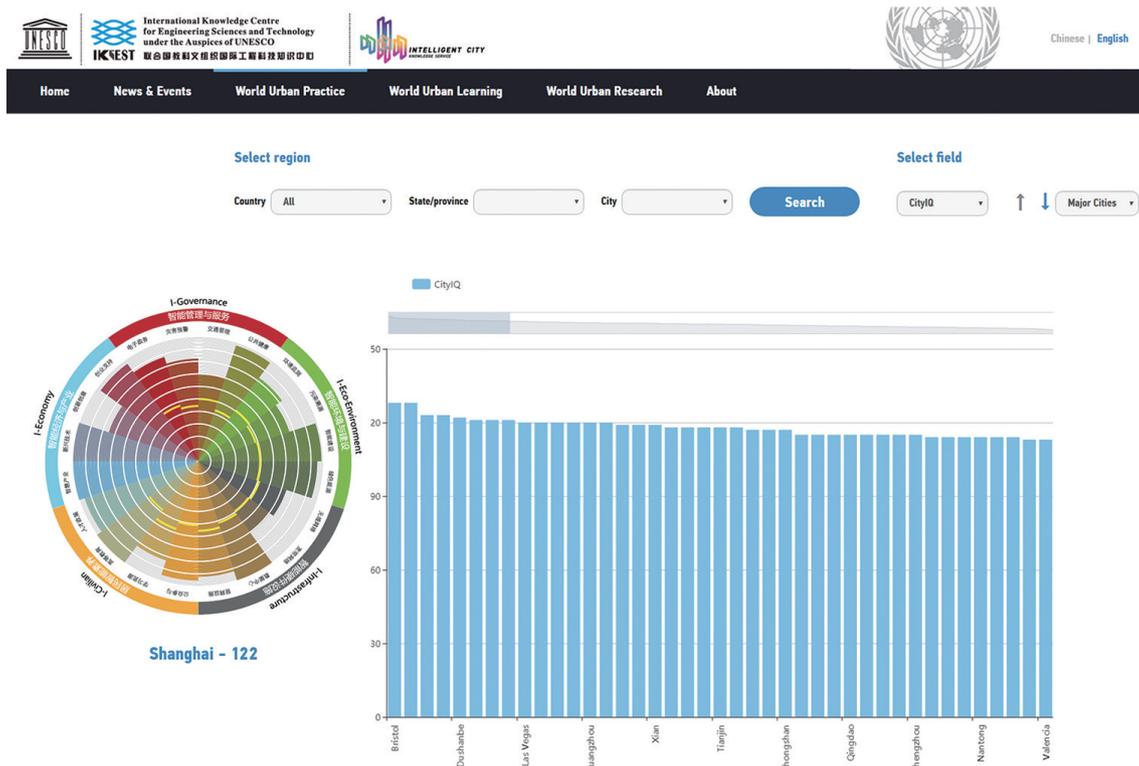


图4 数据可视化——得分排序界面  
Fig.4 Data visualization—City IQ rankings  
资料来源: <http://icity.ikcest.org/content/cityiq>

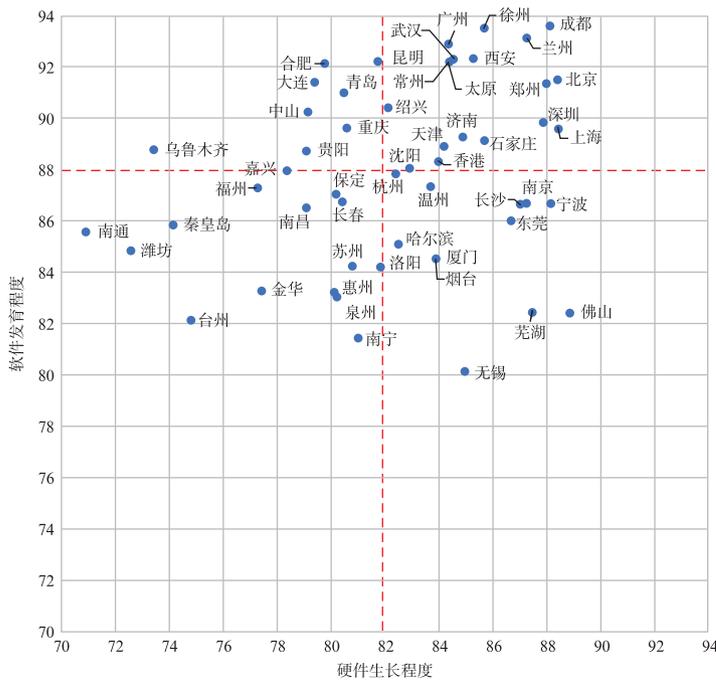


图5 我国部分城市智能发展的硬件生长和软件发育程度

Fig.5 The hardware and software intelligent development of selected Chinese cities  
资料来源: <http://icity.ikcest.org/content/cityiq>

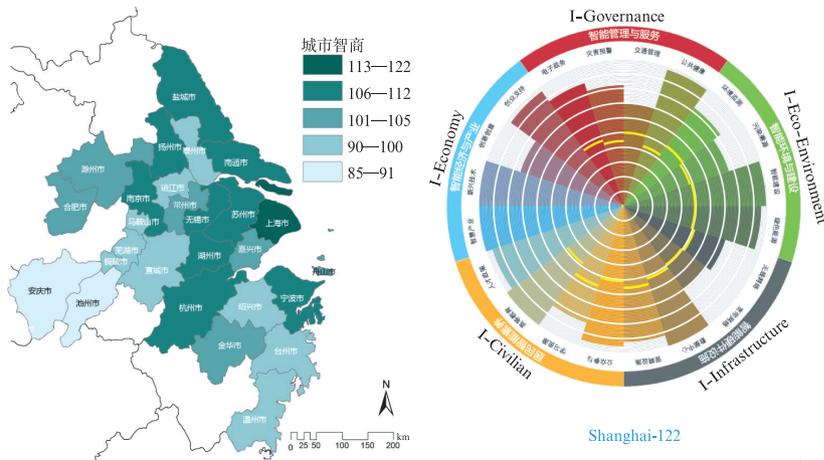


图6 长三角中27个城市的城市智商和5个维度、20个指标的智能发展情况(上海为例)

Fig.6 The overall City IQ of 27 cities in the Yangtze River Delta and the specific intelligent development scores in 5 dimensions with 20 indicators  
资料来源: <http://icity.ikcest.org/content/cityiq>

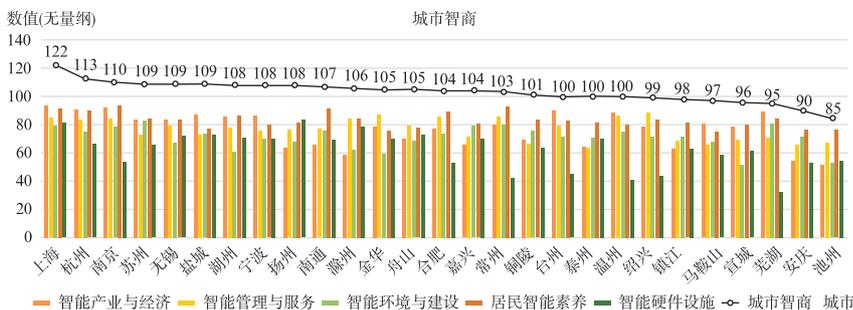


图7 长三角27个城市的城市智商对比情况

Fig.7 Comparison of City IQ of 27 cities in the Yangtze River Delta  
资料来源: 作者自绘.

### (1) 数据获取

将代表城市智能化发展情况的20个分项指标进行语义的转化,形成网络搜索的关键词列表。根据智能语义转化形成的关键词搜索列表,以一周为时间粒度获取 Google 新闻搜索引擎、Twitter、微博等世界主流的社交媒体数据,对各个城市的得分进行持续观测,得到关于某个城市在智能城市方面的近期新闻动态和社交媒体的反应。

### (2) 数据分析处理

语义分析过程相对复杂,运用了基于主动学习的文本情感分析模型,对数据进行分析。将上述数据通过语义分析转换为相应的得分指数,对得分进行持续观测,保持每周获取数据,且数据均为新闻和舆情对城市各方面的评价、态度和期望,保证评测的客观性和时效性。

### (3) 城市诊断

每周获得各城市的得分排序,以及各城市得分的时序变化情况,从而对各城市进行多维度的智能诊断。

## 3.3 智能城市评价得分在线可视化

通过对目标城市检索,多维度展示城市不同维度智能发展状况:①城市得分排序图显示该城市智商得分的排序,同时展示了每个城市各维度及各指标的情况;②单个城市得分图展示该城市20个关键词每一项的得分(图4)。

## 4 基于智能城市评价指标体系的城市诊断

### 4.1 智能城市的城市诊断

城市的智能化发展水平是对城市运行状态和发展水平进行诊断的重要方面。本评价体系注重相对比较,根据智能城市评价指标体系对城市的智能化发展水平在一定范围内进行大样本的动态实时评价。基于智能评价指标体系可以了解城市在各维度的排名情况,有针对性地制定政策,推进智能化建设。

城市是复杂的生命体,智能城市的建设要以城市生命体的哲学思想为基础,尊重城市发展规律。城市内部系统分类复杂,但究其根本可概括为硬件和

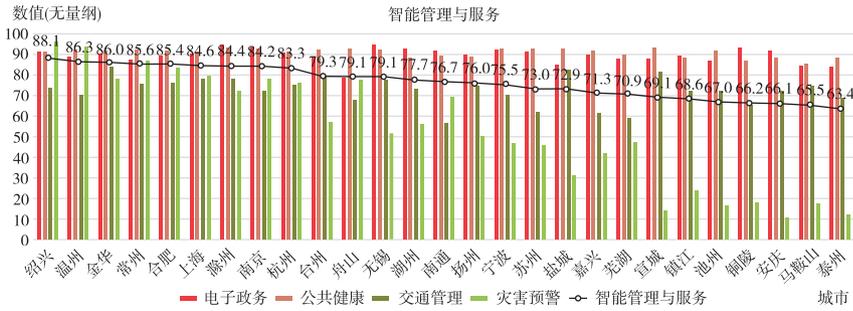


图8 长三角27个城市的智能管理与服务的对比情况

Fig.8 Comparison of intelligent governance and service of 27 cities in the Yangtze River Delta  
资料来源: 作者自绘.

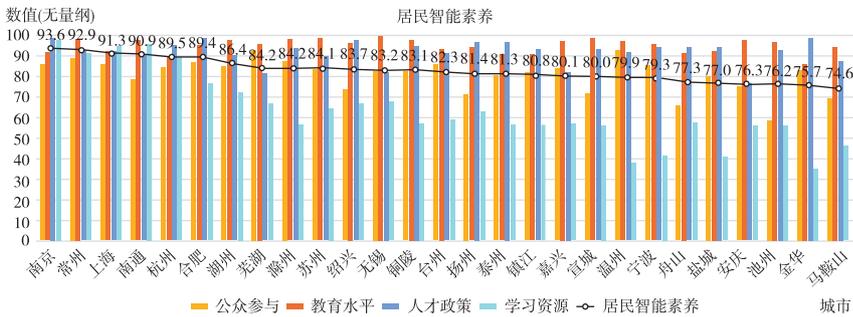
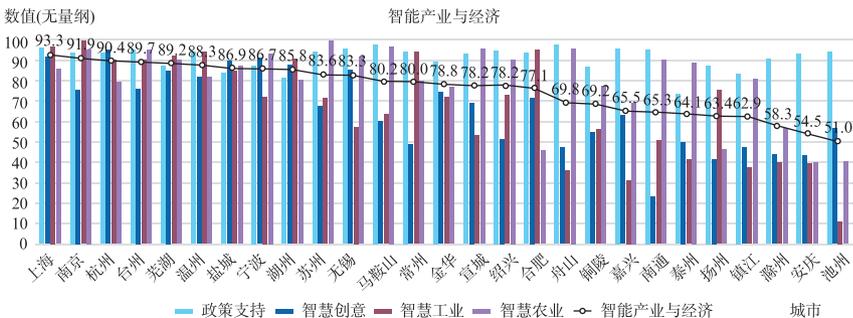


图9 长三角27个城市的居民智能素养的对比情况

Fig.9 Comparison of residents' intelligent capacity of 27 cities in the Yangtze River Delta  
资料来源: 作者自绘.



根据智能管理与服务维度的排名(图8),绍兴、温州、金华3个浙江城市位列三甲,得分较低的是马鞍山和泰州。在4个方面中,灾害预警项得分较低的城市占多数,上海整体排第6位,也在该方面得分较低。

根据居民智能素养维度的排名(图9),得分较高的城市是南京、常州、南通3个江苏省城市,上海排在第三位,较低的是金华与马鞍山。在4个方面中,学习资源方面差距较大,但长三角城市的教育水平得分都较高。

根据智能经济与产业维度的排名(图10),得分较高的城市是上海、南京、杭州3个省会城市或直辖市。较低的是安庆和池州。大多数城市在政策支持项上得分较高,上海更是在4个方面都位列前茅。

根据智能环境与建设维度的排名(图11),得分较高的城市是苏州、芜湖、常州,上海排在第4位,较低的是宣城和池州。在4个方面中,上海在智能建设方面排名较低,需要在这方面加强以提升智能环境与建设。

## 5 结论

传统的评价指标大多基于静态统计数据,难以实现对城市大样本、及时的评价。本研究构建了智能城市评价指标体系,从5大维度、20个指标衡量城市的智能发展程度。依据智能城市评价指标体系,可以基于大样本、统一对城市不同维度进行动态、实时的诊断。通过人工智能技术获得动态的舆情数据,反映民众对城市智商的评价情况,有助于

发现城市问题,对城市运行状况进行动态监测和剖析。将我国部分城市的城市智商值从硬件生长程度、软件发育程度进行比较,得出智能城市的硬件和软件方面表现。以长三角27个城市为例,比较了5个维度、20个指标的城市智能发展程度。并以上海为例,提出了提高城市智商的建议。

利用智能城市评价体系对不同城市不同方面的智能发展水平进行监测和诊断,可以发现城市各方面通过普通观测手法无法轻易发现的问题,评价城市各方面的建设和运营管理,并从不同维度不同指标提出“处方”辅助城市智能化建设。

智能城市的理论推进和实践创新对城市建设和规划方面具有重大的意义。根据智能城市评价指标体系对城市的智能化发展水平进行大样本的动态实时评价,基于智能评价指标体系可知城市在各维度的排名情况,从而有针对性地制定政策推进智能化建设,为我国智能城市发展提供理性支撑。

感谢中国工程科技知识中心建设项目组,联合国教科文组织国际工程科技知识中心智能城市iCity平台的工作人员和学生志愿者的付出和支持。

## 参考文献 (References)

- [1] GIFFINGER R, FERTNER C, KRAMAR H, et al. Smart cities—ranking of European medium-sized cities[R]. Vienna: Vienna University of Technology, 2007: 1-12.
- [2] JOSS S, SENGERS F, SCHRAVEN D, et al. The smart city as global discourse: storylines and critical junctures across 27 cities[J]. Journal of Ur-

ban Technology, 2019, 26(1): 3-34.

- [3] WU Z, PAN Y, YE Q, et al. The city intelligence quotient (City IQ) evaluation system: conception and evaluation[J]. Engineering, 2016, 2(2): 196-211.
- [4] 吴志强,杨秀,刘伟.智力城镇化还是体力城镇化——对中国城镇化的战略思考[J].城市规划学刊,2015(1): 15-23. (WU Zhiqiang, YANG Xiu, LIU Wei. Intelligent urbanization or labor urbanization: strategic thinking on urbanization path of China[J]. Urban Planning Forum, 2015(1): 15-23.)
- [5] 吴志强.论新时代城市规划及其生态理性内核[J].城市规划学刊,2018(3): 19-23. (WU Zhiqiang. Urban planning in new era and the core of ecological rationality[J]. Urban Planning Forum, 2018(3): 19-23.)
- [6] 吴志强,柏旸.欧洲智慧城市的最新实践[J].城市规划学刊,2014(5): 15-22. (WU Zhiqiang, BAI Yang. A review of recent practices of smart cities in the EU[J]. Urban Planning Forum, 2014(5): 15-22.)
- [7] 吴志强,甘惟,张昭,等.21世纪的世博会——走向精神的生态智慧[J].时代建筑,2015(4): 20-25. (WU Zhiqiang, GAN Wei, ZHANG Zhao, et al. Expo in the 21st century—towards a spiritual level of smart ecology[J]. Time Architecture, 2015(4): 20-25.)

修回: 2020-03