

基于熵值法的沈阳智慧城市发展水平比较研究

张沈生,张露露,李璇

(沈阳建筑大学管理学院,辽宁 沈阳 110168)

摘要:从基础设施、经济发展、公共服务、科技创新和生态环境5个方面分析了沈阳智慧城市建设的影响因素,建立了评价指标体系,并运用熵值法对沈阳与广州、武汉、成都、南京、杭州、长春和济南8个典型智慧城市的发展水平进行了评价与比较分析,力求找出沈阳与其他典型智慧城市发展水平存在的差异,为沈阳智慧城市发展的相关研究提供借鉴。

关键词:熵值法;智慧城市;沈阳;比较分析

中图分类号:F294 **文献标志码:**A

智慧城市是将互联网和物联网等新一代信息技术充分运用于各个领域的一种城市信息化高级形态,是城市发展的新理念和新模式,也是城市发展的必然趋势。2013年,沈阳市浑南新区作为首批试点之一出现在住房和城乡建设部公布的90个首批智慧城市试点名单中。目前,沈阳智慧城市建设初具规模,但由于建设经验不足等原因,尚处于起步发展阶段,需要对其发展水平有清晰的定位,从而进一步明确沈阳智慧城市未来的发展方向。

因此,笔者选取被列入第一批智慧城市试点的8个副省级城市,即沈阳、广州、武汉、成都、南京、杭州、长春、济南的发展水平进行评价和比较分析。运用熵值法对影响智慧城市发展的制约因素赋权,并计算相应评价得分。从影响因素总体和每个影响因素个体两个方面对沈阳智慧城市发展水平进行评价,能更加客观与直观地体现沈阳智慧城市各影响因素和总体的发展水平,为政府决策部门提供相关依据。

一、样本数据来源

考虑可比性和数据可获得性因素,选取被列入第一批智慧城市试点名单的副省级城市,即广州、武汉、成都、南京、杭州、长春、济南和沈阳8个城市为样本,对沈阳智慧城市发展水平进行评价与比较分析。数据来源于各样本城市2018年统计年鉴、统计公报和政府有关部门官方网站的统计报告等。

二、熵值法计算步骤

确定指标权重的方法有很多种,通常分为主观与客观赋权法两类:主观赋权法基于专家的经验判断确定各属性权重的排序,主要反映决策者的想法,但评价结果具有较强的主观随意性,客观性较差;客观赋权法主要是根据原始数据之间的关系来确定权重,因此客观性较强,且不增加决策者的负担,具有较强的数学理论依据。因此,笔者选择客观赋权法中的熵值法进行比较研究。熵值法根据评价对象观测值的差异程度来确定权重系

数,避免了主观因素的干扰,能比较客观地反映评价指标在综合评价指标体系中的重要程度,具体计算步骤如下。

1. 数据标准化处理

由于原始数据的量纲、类型和数量大小不同,缺少一定的可比性,在综合评价之前需对原始数据进行标准化处理,从而解决各项不同指标的同质化问题。由于正向指标和负向指标数值代表的含义不同(正向指标数值越高越好,负向指标数值越低越好),要运用不同算法进行数据标准化处理,使其具有规范性和可比性^[1]。

当指标值与发展水平正相关时

$$X_{ij}^* = \frac{X_{ij} - m_j}{M_j - m_j} \tag{1}$$

当指标值与发展水平负相关时

$$X_{ij}^* = \frac{M_j - X_{ij}}{M_j - m_j} \tag{2}$$

式中: X_{ij}^* 为标准化处理后各指标数值; X_{ij} 为各指标原始数值; M_j 和 m_j 分别为每一指标中的最大值和最小值。

由于部分数据在标准化处理后仍为负值,为避免在熵值求权时取对数无意义^[2],需对数据进行平移^[3],各指标平移后数值为

$$X_{ij}^{\cdot} = X_{ij}^* + 1 \tag{3}$$

2. 相关计算

第 i 个样本第 j 项指标的比重为

$$Y_{ij} = x_{ij}^{\cdot} / \sum_{i=1}^m x_{ij}^{\cdot} \tag{4}$$

第 j 项指标的信息熵为

$$e_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^n Y_{ij} \ln(Y_{ij}) \tag{5}$$

式中: m 为样本个数, $0 \leq e_j \leq 1$ 。

指标 X_j 的差异性系数为

$$g_j = 1 - e_j \tag{6}$$

各指标权重为

$$w_j = \frac{g_j}{\sum_{j=1}^m g_j} \tag{7}$$

指标评价得分为

$$S_j = \sum_{j=1}^m w_j x_{ij}^* \tag{8}$$

三、沈阳智慧城市建设影响因素分析

1. 基础设施建设

城市信息化是建设智慧城市的坚实基础,而城市信息化又离不开基础设施建设信息化的不断增进和完善^[4],因此,基础设施建设是有效进行智慧城市建设不可缺少的物质基础,是城市可持续发展的保障。

2. 经济发展

经济基础决定上层建筑。城市的经济基础是智慧城市可持续发展的决定性因素。即使政府提出了智慧城市建设的相关意愿,若当地的经济基础不达标,依旧也只能是纸上谈兵。只有经济基础达到一定的水平,城市才能有资本进行智慧城市的建设,并且保证其正常的运转^[5]。

3. 社会公共服务

智慧城市公共服务水平是城市健康发展、公众生活和谐的基础保障,智慧城市建设要求能提供普遍的、公平的社会公共服务。政府或者第三方团体组织通过信息化或非信息化的途经和平台,利用财政资金和国家资源来满足公众社会生活中公共教育、医疗卫生和道路交通等各种需求。城市的健康发展也体现在人民生活水平的不断提高,而人民生活水平的不断提高有赖于社会公共服务水平的提高。社会公共服务是人民生活和谐、城市健康发展的重要保障。

4. 科技创新

智慧城市更好更快的发展需要技术的支撑。建设智慧城市的核心技术的创新能力决定了智慧城市建设的水平及其所能达到的高度,提升城市的创新能力是实现城市智慧化的关键要素。

5. 生态环境

智慧城市建设的宗旨是“以人为本”,为人类提供一个更美好的生活环境。现阶段,我国城市建设过度重视经济发展,对生态环境的重视还不够。因此,在智慧城市建设过程中应当重视生态环境的保护和自然资源的合理与有效利用。

四、沈阳智慧城市发展水平评价及比较分析

1. 评价指标体系的构建

在理解智慧城市的概念、特征等理论的基础上,借鉴学者对智慧城市评价指标体系的相关研究^[6],笔者从基础设施、经济发展、公共服务、科技创新、生态环境 5 个方面衡量智慧城市发展水平,建立沈阳智慧城市评价指标体系^[7-10](见表 1)。

表 1 沈阳智慧城市评价指标体系

| 一级指标 | 二级指标 | |
|------|------------------------------|----------------|
| | 名称及符号 | 单位 |
| 基础设施 | 移动电话普及指数 X_1 | — |
| | 固定宽带接入指数 X_2 | — |
| | 邮电业务总量 X_3 | 亿元 |
| 经济发展 | 人均地区生产总值 X_4 | 元 |
| | 城镇人均可支配收入 X_5 | 元 |
| | 第三产业增加值占 GDP 比例 X_6 | % |
| | 人均拥有道路面积 X_7 | m ² |
| 公共服务 | 每万人拥有公共电(汽)车量 X_8 | 台 |
| | 教育支出占 GDP 比例 X_9 | % |
| | 每万人拥有在校大学生数 X_{10} | 人 |
| | 社区卫生服务中心床位数 X_{11} | 张 |
| 科技创新 | 研究与试验发展活动经费占 GDP 比例 X_{12} | % |
| | 每万人发明专利申请量 X_{13} | 件 |
| | 高新技术企业数量 X_{14} | 个 |
| 生态环境 | 人均公园绿地面积 X_{15} | m ² |
| | 建成区绿化覆盖率 X_{16} | % |
| | 污水处理率 X_{17} | % |
| | 工业固废综合利用率 X_{18} | % |

此评价指标体系的优势在于所有指标均不包含人为主观因素,剔除了不可控变量的影响。因此,可以更加客观地评价沈阳智慧城市建设水平,且评价指标体系中所有的指

标数据均可获得。

2. 智慧城市发展水平评价

由式(1)~式(3)对典型智慧城市各评价指标原始数据进行标准化处理(见表 2)。

表 2 典型智慧城市各指标标准化值

| 指标 | 广州 | 武汉 | 成都 | 南京 | 杭州 | 沈阳 | 长春 | 济南 |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| X_1 | 2.000 | 1.128 | 1.079 | 1.056 | 1.487 | 1.059 | 1.000 | 1.049 |
| X_2 | 1.780 | 1.555 | 1.468 | 1.861 | 2.000 | 1.231 | 1.000 | 1.590 |
| X_3 | 2.000 | 1.588 | 1.784 | 1.390 | 1.583 | 1.304 | 1.035 | 1.000 |
| X_4 | 2.000 | 1.668 | 1.212 | 1.882 | 1.808 | 1.000 | 1.212 | 1.361 |
| X_5 | 1.962 | 1.443 | 1.249 | 1.925 | 2.000 | 1.354 | 1.000 | 1.583 |
| X_6 | 2.000 | 1.274 | 1.272 | 1.539 | 1.669 | 1.458 | 1.000 | 1.546 |
| X_7 | 1.000 | 1.198 | 1.241 | 2.000 | 1.033 | 1.046 | 1.661 | 1.938 |
| X_8 | 1.524 | 1.297 | 1.883 | 2.000 | 1.384 | 1.000 | 1.204 | 1.398 |
| X_9 | 1.125 | 2.000 | 1.000 | 1.094 | 1.656 | 1.281 | 1.047 | 1.297 |
| X_{10} | 2.000 | 1.550 | 1.042 | 1.544 | 1.044 | 1.000 | 1.148 | 1.372 |
| X_{11} | 1.407 | 2.000 | 1.578 | 1.474 | 1.410 | 1.060 | 1.000 | 1.425 |
| X_{12} | 1.039 | 1.000 | 1.623 | 1.157 | 2.000 | 1.632 | 1.412 | 1.632 |
| X_{13} | 1.414 | 1.288 | 1.530 | 2.000 | 1.461 | 1.000 | 1.154 | 1.376 |
| X_{14} | 2.000 | 1.290 | 1.247 | 1.177 | 1.297 | 1.060 | 1.000 | 1.085 |
| X_{15} | 1.461 | 1.000 | 1.205 | 1.349 | 1.185 | 1.173 | 2.000 | 1.065 |
| X_{16} | 1.601 | 1.111 | 1.457 | 2.000 | 1.186 | 1.000 | 1.435 | 1.281 |
| X_{17} | 1.723 | 2.000 | 1.683 | 1.846 | 1.732 | 1.625 | 1.000 | 1.819 |
| X_{18} | 1.926 | 2.000 | 1.240 | 1.543 | 1.241 | 1.271 | 1.000 | 1.740 |

由式(4)~式(7)确定典型智慧城市各评价指标的权重(见表 3)。

表 3 各评价指标权重

| 指标 | 权重 | 指标 | 权重 | 指标 | 权重 |
|-------|-------|----------|-------|----------|-------|
| X_1 | 0.040 | X_7 | 0.048 | X_{13} | 0.024 |
| X_2 | 0.026 | X_8 | 0.029 | X_{14} | 0.031 |
| X_3 | 0.032 | X_9 | 0.037 | X_{15} | 0.031 |
| X_4 | 0.034 | X_{10} | 0.037 | X_{16} | 0.029 |
| X_5 | 0.032 | X_{11} | 0.027 | X_{17} | 0.020 |
| X_6 | 0.024 | X_{12} | 0.034 | X_{18} | 0.033 |

在各指标权重计算结果的基础上,结合式(8),得到各城市二级指标得分,将各二级指标得分加和得到相应一级指标得分。同理可得各智慧城市发展水平总分(见表 4)。

表 4 典型智慧城市发展水平排名及得分

| 排名 | 总体 | | 基础设施 | | 经济发展 | | 公共服务 | | 科技创新 | | 生态环境 | |
|----|----|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| | 城市 | 得分 | 城市 | 得分 | 城市 | 得分 | 城市 | 得分 | 城市 | 得分 | 城市 | 得分 |
| 1 | 广州 | 0.934 | 广州 | 0.191 | 广州 | 0.178 | 南京 | 0.291 | 杭州 | 0.143 | 广州 | 0.189 |
| 2 | 南京 | 0.899 | 杭州 | 0.163 | 杭州 | 0.164 | 武汉 | 0.279 | 广州 | 0.132 | 南京 | 0.186 |
| 3 | 杭州 | 0.843 | 成都 | 0.139 | 南京 | 0.161 | 济南 | 0.271 | 成都 | 0.131 | 武汉 | 0.169 |
| 4 | 武汉 | 0.823 | 武汉 | 0.137 | 济南 | 0.133 | 广州 | 0.245 | 南京 | 0.124 | 济南 | 0.163 |
| 5 | 济南 | 0.805 | 南京 | 0.136 | 武汉 | 0.133 | 成都 | 0.232 | 济南 | 0.122 | 长春 | 0.155 |
| 6 | 成都 | 0.766 | 沈阳 | 0.117 | 沈阳 | 0.111 | 杭州 | 0.227 | 沈阳 | 0.112 | 成都 | 0.153 |
| 7 | 长春 | 0.681 | 济南 | 0.116 | 成都 | 0.111 | 长春 | 0.223 | 长春 | 0.107 | 杭州 | 0.146 |
| 8 | 沈阳 | 0.671 | 长春 | 0.100 | 长春 | 0.097 | 沈阳 | 0.192 | 武汉 | 0.105 | 沈阳 | 0.139 |

3. 智慧城市发展水平比较分析

(1) 总体水平。从各典型智慧城市总体发展水平来看,选取的8个典型城市中,智慧城市发展水平评价价值位于前两位的分别是广州和南京,后两位的城市分别是长春和沈阳。这说明被列入第一批智慧城市试点名单的副省级城市中,广州智慧城市整体发展水平更高,其次是南京,而长春和沈阳在智慧城市整体建设中则处于劣势地位。

从被列入第一批智慧城市试点名单的副省级城市的整体城市发展角度来看,选择的8个典型智慧城市中只有广州和南京总得分较高,大于0.850,说明杭州、武汉、济南成都、长春、沈阳在智慧城市建设过程中仍存在总体发展水平较低、发展不均衡的问题,在今后的发展中要注意平衡各个方面的发展差异,提高城市总体发展水平。

(2) 基础设施水平。广州、杭州排在前列,其中,广州的基础设施建设指标得分为0.191,远大于其他城市指标得分,说明广州基础设施建设较为完善,硬件设施较为完备,互联网的普及率较高,新一代信息技术发展较好。广州作为一线城市,吸引了各种人才,很多的技术创新也都源自于广州,这为广州智慧城市建设提供了基本保障。沈阳、济南和长春排名靠后,说明这些城市的基础设施建设还不够完善,其硬件设施和网络环境尚不完善,其首要任务就是要加强和完善基础设施建设。沈阳在基础设施方面的排名处于中等偏下的位置,说明沈阳智慧城市建设在基础设施方面取得了一定的成效,但仍需进一步完善。

(3) 经济发展水平。广州、杭州和南京的经济发展指标得分均超过0.150,排在前列,长春得分为0.097,排名靠后。结果表明广州、杭州和南京的经济发展较好,说明其总体经济实力较强,人们生活水平较高,服务业发展较好,城市竞争力较强。相比较而言,长春第三产业增加值占GDP比重偏低,产业结构均衡度有待提高,城镇化发展也较慢。因此,成都和长春在建设智慧城市的过程中要

着重发展经济,引进信息领域新型人才、设备和技术,发挥新一代信息技术在第三产业中的作用,进一步优化产业结构。沈阳在经济发展指标中排名第6,其第三产业增加值占GDP比重指标排名靠前,说明沈阳的产业结构和就业结构较为合理,促进了经济的稳定发展,但排名处于中下游,说明与广州、杭州和南京相比仍存在一定差距。

(4) 社会公共服务水平。南京排在首位,其次是武汉和济南,指标得分均超过0.250,而长春和沈阳指标得分分别为0.223和0.192,排在最后两位。说明南京在道路交通、教育文化、医疗卫生方面综合水平较高,其交通通达水平较高,教育的投入较多,社会医疗服务较为完善。而长春和沈阳的交通通达水平不高,教育支出占GDP比重较低、社会医疗服务有待加强。

(5) 科技创新水平。杭州和广州排在前列,指标得分分别为0.143和0.132,沈阳、长春和武汉排在后3位,指标得分分别为0.112,0.107和0.105。结果表明杭州和广州在科技创新方面具有较强的优势,为建设创新型智慧城市提供了保证。而沈阳、长春和武汉的高新技术企业数量较少,城市科技创新水平不高,城市吸引力不足,人才不断外流。因此,沈阳、长春和武汉的智慧城市建设应更加重视科技创新方面,着重提高城市的创新水平。

(6) 生态环境水平。广州、南京排在前面,指标得分均超过0.180,沈阳指标得分为0.139,排在最后。这表明广州和南京的环境质量较高,环保设施较为完善,资源利用率较高。而沈阳的环境质量较差,一定程度上影响了居民生活,给人们出行带来了极大困扰。因此,沈阳需要注重生态环境建设,增加环保投资,减少废弃物排放,增强资源循环利用。

五、结 语

笔者建立了智慧城市发展水平评价体系,并将其应用于沈阳智慧城市发展水平评价。研究发现,沈阳智慧城市发展水平总体

偏低,在基础设施建设、经济发展和科技创新方面相对较高,在社会公共服务和生态环境方面相对较低。其中,沈阳公共服务水平和生态环境水平在 8 个城市中排名最低,应引起相关部门高度重视,要在保证基础设施建设和经济稳定发展的基础上,加强科技创新能力,坚持生态环境发展与公共服务发展并重,进一步推动沈阳智慧城市建设。

参考文献:

[1] 许基伟,马欣,苗通. 基于主成分分析法的江苏省智慧城市发展评价[J]. 建设科技,2019 (15):70-75.

[2] 孟凡丽,矫庆军. 沈阳市智慧城市建设风险防控研究[J]. 电子商务,2018(8):5-6.

[3] 陈莉,张海侠. 基于熵权-云模型的我国绿色智慧城市评价[J]. 系统仿真学报,2019,31 (1):144-152.

[4] 张中青扬. 智慧城市建设水平测度研究[D]. 湘潭:湘潭大学,2017.

[5] 张宁,盛武. 基于主成分分析和熵值法的智慧城市发展现状研究[J]. 城市学刊,2018(3): 30-50.

[6] 李露. 基于城市规划体系中体现智慧城市建设需求分析[J]. 智能城市,2019(3):27-28.

[7] 孙斌,严波,尚雅楠. 基于系统动力学的包头市智慧城市评价体系研究[J]. 城市发展研究,2016(8):6-11.

[8] 谷惠牧. 基于 TOPSIS 法的智慧城市发展水平评价研究[D]. 合肥:安徽建筑大学,2018.

[9] 葛蕾蕾,佟姘,侯为刚. 国内智慧城市建设的现状及发展策略[J]. 行政管理改革,2017 (7):40-45.

[10] 于小兵,卢逸群,解小爽,等. 江苏省生态智慧城市建设评价研究[J]. 闽江学刊,2017(4): 65-75.

Comparative Research on Development Level of Shenyang Smart City Based on Entropy Method

ZHANG Shensheng, ZHANG Lulu, LI Xuan
(School of Management, Shenyang Jianzhu University, Shenyang 110168, China)

Abstract: This paper analyzes the influencing factors from five aspects of infrastructure construction, economic development, social public service, scientific and technological innovation, and ecological environment, establishes evaluation index system, and uses entropy method to evaluate, compare and analyze the development level between Shenyang and Guangzhou, Wuhan, Chengdu, Nanjing, Hangzhou, Changchun and Jinan. The paper aims at finding out differences between Shenyang and other typical smart cities in order to provide references for related studies in the development of Shenyang smart city.

Key words: entropy method; smart city; Shenyang; comparative analysis

(责任编辑:郝雪 英文审校:林昊)