

基于因子和聚类分析的安徽省智慧城市发展评价

赵维树, 段伟伟

(安徽建筑大学 经济管理学院, 安徽 合肥 230601)

摘 要: 智慧城市评价体系的构建是衡量智慧城市发展水平的重要依据。文中以安徽省 16 个地级市为研究对象, 收集各地级市 2018 年统计数据, 选取基础设施、产业、交通、教育、民生、网络、医疗 7 个方面共 60 个二级指标, 进一步对数据进行整理分析。采用双重因子分析法对指标进行公因子提取分析, 应用聚类分析法对其中 15 个地级市进行归类, 得出智慧城市建设水平排名。进一步从客观的角度评价智慧城市发展水平, 加快各市经济发展, 以探讨安徽省 16 个城市协同发展的智慧城市发展模式。

关键词: 智慧城市; 因子分析; 聚类分析; 发展评价

中图分类号: F299.23

文献标识码: A

文章编号: 2095-8382 (2021) 02-027-07

Evaluation of Smart City Development in Anhui Province Based on Factor and Cluster Analysis

ZHAO Weishu, DUAN Weiwei

(School of Economics and Management, Anhui Jianzhu University, Hefei 230601, China)

Abstract: The construction of a smart city evaluation system is an important basis for measuring the development level of smart cities. The article takes 16 prefecture-level cities in Anhui Province as the research object, collects the statistical data of each prefecture-level city in 2018, and selects a total of 60 secondary indicators from seven aspects of infrastructure, industry, transportation, education, people's livelihood, network, and medical care. Carry out sorting analysis. The dual factor analysis method is used to extract and analyze the common factors of the indicators, and the cluster analysis method is used to classify 15 prefecture-level cities to obtain a ranking of smart city construction levels. Further evaluate the development level of smart cities from an objective perspective, accelerate the economic development of each city, and explore the smart city development model of the coordinated development of 16 cities in Anhui Province.

Keywords: Smart city; factor analysis; cluster analysis; development evaluation

国家统计局数据显示,2020 年年末我国常住人口城镇化水平超过 60%,并预测我国 2050 年城镇化水平将达到 79%。中央印发的“十三五”规划中,进一步指出构建信息化建设的重要性。信息技术的发展,特别是目前物联网和云计算构建出的城市大数据系统,对于城市中存在的变量和可能事态的确定趋势能更准确地做出决策^[1]。信息化技术

与城市发展相结合,智慧城市一词应运而生。智慧城市利用互联网提供的城市运营数据,采用新兴技术让城市的发展、规划和管理更加精细化,从而缓解日益增长的人口给城市带来各种交通、环境、资源等问题^[2]。智慧城市的建设可以促进城市产业结构转型升级,实现城市智慧化,智慧城市在全国范围内引领人们从传统的生活方式向信息化生活

收稿日期: 2020-08-01

基金项目: 安徽省高校省级人文社会科学研究重大项目 (SK2019ZD51)。

作者简介: 赵维树 (1962-), 男, 副教授, 主要从事工程造价管理研究、工程项目管理研究、工程估价管理研究、全过程工程造价管理等研究。

方式过渡^[3]。智慧城市的建设将推动经济发展方式转变,对城市的发展产生重要影响^[4]。智慧城市主要反映城市的智慧管理和战略性新兴产业的发展,构建美好城市生活空间,故新一轮经济增长点必须依托智慧城市的建设^[5]。

城镇化水平的不断提高不仅带来城市人口的增加,同时带来了一系列的城市发展问题^[6]。安徽省地处我国华东区域,地理环境优越,21 世纪的安徽省在城镇化水平不断提高的同时城市病也日益突出,省会合肥市交通堵塞,周边地级市发展不均衡,环境污染,资源匮乏等问题一直都是安徽省发展的阻碍。如何摆脱这些不利因素的影响,实现安徽省各地级市协同发展,应充分利用当今信息化时代的优势,紧跟大数据、物联网等新兴产业。

本文借鉴已有研究成果,在此基础上构建安徽省智慧城市发展评价指标体系,关于智慧城市评价指标的方法目前有很多,德尔菲法等是比较常见的方法,但是这些方法大多具有很强的主观色彩,难以做到客观评价。而因子分析法能消除指标之间的相互影响,保证数据的相互独立,从而保证研究结果的准确性。所以在对相关评价指标体系进行梳理的基础上,重新建立指标库,并运用因子分析和主成分分析对各个城市发展水平进行分析,利用聚类分析对 16 个城市分为四类并加以评价。

1 智慧城市发展评价的指标体系

1.1 指标体系的构建原则

智慧城市评价体系是对智慧城市建设程度进行定量分析的重要工具。本文结合已有参考文献和相关国家政策建议,建立科学完整的评价指标体系。

(1) 科学性:智慧城市评价体系的基本要求是科学性,可以准确地反映智慧城市的建设水平,以体现出智慧城市的本质内容。

(2) 代表性:智慧城市涵盖内容很多,选取的指标能够反映出个城市在某个方面的总体发展水平。

(3) 可采集性:智慧城市评价体系的每个指标应该容易采集,计算方式简单,尽量选用可量化的客观指标,选用政府统计部门的数据,保证结果真实性和有效性。

(4) 可比性:最后应该具有可比性原则,通过对各个城市的指标数据整合分析,根据排名对比分析各个城市在建设智慧城市的过程之中出现的优势和劣势。

1.2 指标体系的收集

智慧城市评价指标不仅要满足以上四个构建原则,更要充分考虑地域环境的特殊性和城市的发展情况。本文在确定智慧城市评价指标体系的过程中充分研究相关研究成果^[7-11],如表 1 所示。

表 1 智慧城市评级指标体系研究成果

作者 (发表年份)	指标内容
陈铭,2011	从基础设施、智慧产业、智慧人文等 4 个一级指标,涵盖 23 个二级指标。
刘妍晨,2018	从基础设施、智慧应用设施、智慧管理平台 3 个一级指标,涵盖 16 个二级指标。
孔波,2019	从智慧教育、智慧医疗、智慧交通、智慧通信等 11 个一级指标,涵盖 78 个二级指标。
崔庆宏,2019	从基础设施、智慧生活等 6 个一级指标,涵盖 60 个二级指标。
胡军燕,2020	从智慧经济、智慧生活、智慧环境等 5 个维度,选取 8 个一级指标,涵盖 13 个二级指标

1.3 指标体系的选取

随着智慧城市建设日趋火热,发展评价指标体系显得尤为重要,当前智慧城市建设尚处在探索阶段^[12]。通过对相关文献和理论知识的研究,根据评价指标体系的相关原则,结合安徽省新型智慧城市模型建立特点及其发展模式,最终归纳为智慧基础设施、智慧产业、智慧交通等七个部分,依次分析统计指标一共 60 项,详情见表 2。

表 2 智慧城市评级指标体系

一级指标	二级指标
智慧基础设施	X ₁ :服务业从业人员(万人)
	X ₂ :信息传输服务业、计算机服务业和软件业从业人员(人)
	X ₃ :科学研究和技术服务业从业人员(人)
	X ₄ :人均地区生产总值(元/人)
	X ₅ :地区生产总值增长率(%)
	X ₆ :年末手机用户数(万户)
	X ₇ :宽带接入用户数(万户)
	X ₈ :建筑业支出额(万元)
	X ₉ :科学技术支出额(万元)

续表 2

智慧产业	X_{10} : 金融业从业人员 (人)
	X_{11} : 提供信贷服务和商务服务业从业人员 (人)
	X_{12} : 文娱产业从业人员 (人)
	X_{13} : 市辖区内服务业占 GDP 比例 (%)
	X_{14} : 邮政部门提供服务收入 (万元)
	X_{15} : 电信部门提供服务收入 (万元)
	X_{16} : 外商直接投资项目数 (个)
智慧交通	X_{17} : 专利申请通过审查量 (件)
	X_{18} : 民用运输船舶拥有量 (艘)
	X_{19} : 公路旅客运输量 (万人)
	X_{20} : 人均道路占有面积 (平方米)
	X_{21} : 年末实有公共汽 (电) 车营运车辆数 (辆)
	X_{22} : 全年公共汽 (电) 车客运总量 (万人次)
	X_{23} : 年末实有出租车数 (辆)
智慧教育	X_{24} : 汽车保有量 (辆)
	X_{25} : 教育就业人员 (人)
	X_{26} : 教育经费 (万元)
	X_{27} : 普通高等学校校数 (个)
	X_{28} : 中等职业教育学校校数 (个)
	X_{29} : 普通高等学校专任教师数 (人)
	X_{30} : 中等职业学校专任教师数 (人)
	X_{31} : 普通高等学校在校学生数 (人)
	X_{32} : 普通中学在校学生数 (万人)
	X_{33} : 普通小学在校学生数 (万人)
智慧民生	X_{34} : 公共图书馆藏书 (万册)
	X_{35} : 剧场建筑数量 (个)
	X_{36} : 城镇居民基本养老保险参保人数 (人)
	X_{37} : 失业保险参保人数 (万人)
	X_{38} : 城市建成区绿化覆盖率 (%)
	X_{39} : 绿化土地面积 (公顷)
	X_{40} : 城市生活垃圾无害化处理率 (%)
	X_{41} : 生活污水、工业废水处理厂集中处理率 (%)
	X_{42} : 工业固体废物综合利用率 (%)
	X_{43} : 公共管理、社会保障和社会组织从业人员 (人)
智慧网络	X_{44} : 卫生和社会工作从业人员 (人)
	X_{45} : 互联网收录的景点数 (个)
	X_{46} : 近半年百度指数搜索量 (整体日均值)
	X_{47} : 市官方微博发布数量 (个)
	X_{48} : 酒店可网上订购的数量 (个)
	X_{49} : 健身场所可网上搜索的数量 (个)
	X_{50} : 手机营业厅总数 (个)
智慧医疗	X_{51} : 诚信店铺在赶集网的收录量 (个)
	X_{52} : 最近一周百度知道搜索结果 (个)
	X_{53} : 医院和卫生院数量 (个)
	X_{54} : 执业医师和执业助理医师数量 (人)
	X_{55} : 城镇基本医疗保险参保人数 (人)
	X_{56} : 医疗卫生机构数量 (个)
	X_{57} : 社区服务设施数 (个)
	X_{58} : 医务人员数量 (人)
	X_{59} : 医疗机构床位使用率 (%)
	X_{60} : 医疗机构床位个数 (个)

1.3.1 智慧基础设施

智慧基础设施包含 9 个二级指标。互联网对智慧基础设施的建设起着举足轻重的作用,故选取宽带接入用户数,年末手机用户数等指标来代表地区的信息技术发展程度。地区生产总值增长率是智慧基础设施建设的动力,建筑业支出更是一个地区基建产业发展的体现,最后选取的科学技术支出额与科学研究和技术服务业从业人员是建设智慧基础设施的正向指标。

1.3.2 智慧产业

智慧产业包含 8 个二级指标。智慧产业的关键是降低第一、二产业的占比,提升第三产业的比重。选取与服务业、金融业相关的指标,包括从业人员和收入情况,增加外商直接投资项目数和专利申请通过审查量表现出城市先进技术的发展程度,是智慧产业的发展驱动力。

1.3.3 智慧交通

智慧交通包含 7 个二级指标。运用互联网、大数据等技术,实现交通导行、车辆使用率和乘客运输量最优化,实现交通资源的最大利用,所以选取相关车辆、船舶、公共交通的数量和公共交通的运输量来表示智慧交通的建设程度。

1.3.4 智慧教育

智慧教育包含 10 个二级指标。城市中居民的教育水平是智慧城市的储备力量。选取学校个数、教师个数、在校学生数及教育经费、图书馆藏书等指标反应智慧教育的发展水平。

1.3.5 智慧民生

智慧民生包含 10 个二级指标。智慧民生同居民的生活息息相关,城市的建设应该在注重 GDP 增长的同时更要提升居民的生活体验,最终实现以人为本,包括居民的基本保障、环境适宜度和文化熏陶,让城市的居民可以感受到智慧城市可持续发展的魅力。所以选取了养老保险、失业保险的参保人数、城区绿化和污水、垃圾处理率等相关指标。

1.3.6 智慧网络

智慧网络包含 8 个二级指标。城市网络的覆盖率和网络的利用率可直观表现出智慧城市的建设程度,选取网络上可搜索到的景点、酒店和健身房的数量以及政府信息平台的建设构建智慧网络的评价指标体系。

表 4 解释的总方差

成分	初始特征值			旋转载荷平方和			旋转载荷平方和
	总计	方差百分比	累积 %	总计	方差百分比	累积 %	总计
1	6.596	94.223	94.223	6.596	54.454	54.454	3.812
2	0.262	3.750	97.972	0.262	43.519	97.972	3.046
3	0.078	1.119	99.091				
4	0.035	0.502	99.594				
5	0.019	0.277	99.871				
6	0.006	0.084	99.955				
7	0.003	0.045	100.000				

由图 1 碎石图可以看出:折线的折点在因子数为 2 的位置,故提取两个因子是合适的。

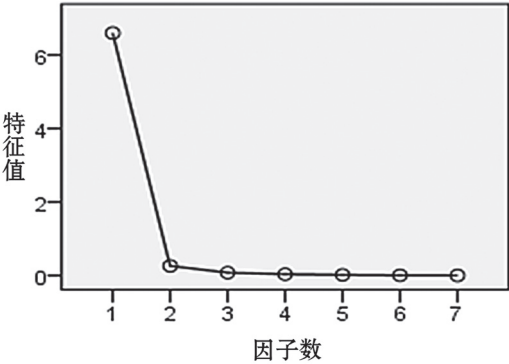


图 1 碎石图

表 5 是旋转成分矩阵,表示每个变量在各个因子中系数的大小。第一个主因子在智慧网络,智慧产业,智慧民生,智慧基础设施上有较大的荷载,第二个主因子在智慧医疗,智慧交通,智慧教育上有较大的荷载。第一个主因子主要展示的是城市的经济增长速度和城市规模建设,主因子得分越高,显示出城市规模越大,城市基础设施建设越完善;第二个主因子主要是显示出城市居民的幸福指数,主因子得分越高城市居民的幸福指数就越高,显示出城市的宜居性。

表 5 旋转成分矩阵

一级指标	成分	
	1	2
智慧网络	0.867	0.448
智慧产业	0.837	0.539
智慧民生	0.818	0.552
智慧基础设施	0.786	0.603
智慧医疗	0.452	0.884
智慧交通	0.646	0.753
智慧教育	0.671	0.733

3.2 城市排名分析

以方差贡献率为权数,计算安徽省 16 个地级市的综合统计量(见式 5)。

$$X_i = (0.54\alpha_i + 0.44\beta_i) / 0.9797 \tag{5}$$

智慧城市水平综合得分用 X_i 来表示, α_i 和 β_i 为各个城市的因子得分, $i=1,2,3\cdots 16$,具体结果见表 6。

表 6 成分得分系数矩阵

一级指标	成分	
	1	2
智慧基础设施	0.288	-0.099
智慧产业	0.494	-0.332
智慧交通	-0.232	0.487
智慧教育	-0.150	0.396
智慧民生	0.438	-0.271
智慧网络	0.713	-0.589
智慧医疗	-0.810	1.126

由表 7 得出安徽省智慧城市建设仍处在探索阶段,发展不平衡的问题依旧很突出,急需一套完整的具有科学性的评价体系。

表 7 安徽省 16 个地级市综合排名情况

城市	智慧基础设施	智慧产业	智慧交通	智慧教育	智慧民生	智慧网络	智慧医疗	综合排名
合肥市	1	1	1	1	1	1	1	1
淮北市	15	16	14	14	15	15	13	14
亳州市	7	7	6	4	13	10	9	8
宿州市	4	8	10	5	9	11	5	9
蚌埠市	9	6	3	7	11	7	8	7
阜阳市	3	3	2	2	3	3	2	2
淮南市	12	9	9	10	4	12	10	10
滁州市	6	4	7	9	6	8	6	6
六安市	8	11	5	8	7	6	4	5
马鞍山市	10	10	12	11	8	13	12	12
芜湖市	2	2	4	3	2	5	7	3
宣城市	11	12	11	12	12	9	11	11
铜陵市	13	14	13	13	14	16	15	15
池州市	16	15	16	16	16	14	16	16
安庆市	5	5	8	6	5	4	3	4
黄山市	14	13	15	15	10	2	14	13

3.3 城市聚类分析

依据七个公因子的得分对城市进行分类,由于合肥市整体智慧城市水平明显高于其他城市,因此只用其他 15 个城市的智慧城市水平进行聚类,用 SPSS 24.0 软件的平均链接方法进行聚类的树状图如图 2 示。

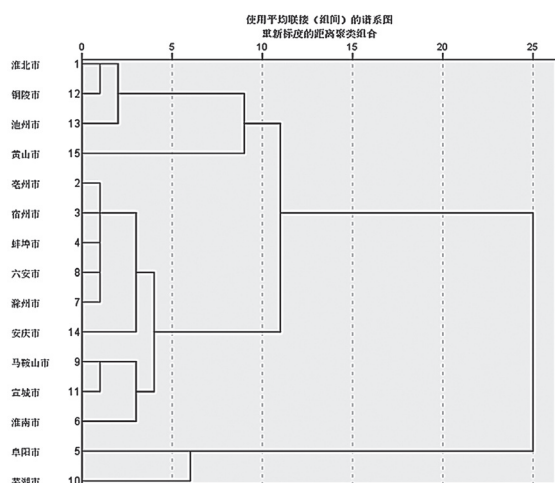


图 2 安徽省 15 城市聚类分析

本文依据安徽省 15 个地级市聚类分析图和安徽省 16 个地级市综合排名表把安徽省各个城市的智慧水平分为四类:排名第一是合肥市;其次是阜阳市和芜湖市;淮南市、宣城市、马鞍山市、安庆市、滁州市、六安市、蚌埠市、宿州市、亳州市智慧城市建设程度一般,智慧城市水平相对较低的代表城市有黄山市、池州市、铜陵市和淮北市。

4 分析与建议

4.1 综合排名分析

对比综合排名和智慧基础设施排名,得出智慧基础设施在智慧城市建设过程中处于核心地位。智慧基础设施排名中合肥市稳居首位,芜湖市其次,而池州市排名靠后。这说明合肥市和芜湖市在智慧基础设施方面占有优势,离不开紧靠南京都市圈这得天独厚的地势,更是因为城市基础设施建设完善。故完善基础设施建设,聚焦城市网络信息平台建设是黄山市和淮北市、池州市的主要任务。

4.2 城市横向对比分析

(1) 部分城市综合排名虽然很高,但是有些单项排名出现滞后。芜湖市综合排名第三名,但智慧医疗排名第七名;安庆市综合排名第四名,但智慧交通排名第八名。

(2) 芜湖市在智慧医疗的建设要向合肥市和阜阳市靠拢,在智慧医疗的建设方面升级医疗基础服务,针对不同的人群提供多样便捷的服务。智慧医疗应整合医疗信息管理系统,建立时实性的电子健康档案,努力做到区域信息共享,打破居民和医务

人员以及医务人员之间的信息壁垒。

(3) 安庆市在智慧交通方面要了解智慧交通的发展是城市行动力和交流能力的重要保障,公交专用道和新式公交站牌的创建是彰显现代公交技术的重要体现。智慧交通在建设的过程中,及时发布交通信息,保证信息沟通的畅通性。

4.3 影响因子对比分析

(1) 智慧网络的排名黄山市第二,而淮北市和铜陵市排名靠后。解决城市网络服务效率低和城市网络利用率低是首要任务,将城市居民的衣、食、住、行等生活的各个方面同网络进行有机结合,提高城市 5G 覆盖率,并且进一步同城市交通、智慧教育和智慧医疗进行融合,最大程度发挥出通信网络的便捷性。

(2) 智慧教育中排名较高的城市是合肥市和阜阳市。合肥市教育局开通教育局政务微博之后,居民和教育局之间沟通的渠道进一步增加。阜阳市政府在智慧教育方面积极发挥专家论证作用,多次邀请有关专家进行公开性会谈,解决居民有关教育方面的问题。而排名靠后的城市是池州市和黄山市,这类城市在智慧教育方面应进一步坚持政务公开决策,增强与城市居民的沟通桥梁。智慧教育更是决定城市的发展潜力,建立区域教育资源平台,以平台的建立整合全市的教育资源,基于大数据专业性和涵盖性引领学生自我发现自身兴趣点,并深入研究是智慧教育的建设重点。

(3) 智慧民生由排名可以看出淮北市、池州市和铜陵市排名靠后。合肥市在智慧民生建设的基础上推出智慧社区建设,努力建设成以人为本的需求为导向、以信息技术为驱动的一种新型社区模式。芜湖市以“互联网+社会服务管理”为模式推动城市智慧民生建设,在理论的层面解决目前智慧城市建设过程中的问题。智慧民生同居民的生活息息相关,城市的建设应该在注重 GDP 增长的同时更要提升居民的生活体验。

4.4 建议

从全省来看,安徽省各城市建设水平差距大,智慧发展不均衡。合肥市智慧城市排名第一,池州市排名靠后,通过数据分析可以看出主要是智慧产业和智慧交通、医疗、教育等方面需要完善。《2020 年“数字池州”建设工作要点》中更是提出措施建

设“城市大脑”等智慧基础设施,但是在城市轨道交通和智慧公交的渠道有待拓宽,高新产业占比也有待提高,科技成果转化仍然只有25%左右,投入结构并不合理。需形成以合肥市为主导,各城市积极参与城市群的建设,借助邻边城市的基础设施,形成“由上自下”的顶层设计来统筹城市各个系统;抓住地域优势和“一带一路”的机遇,加速科技成果转化率;利用人才优势,打破人才保护壁垒,加快智慧城市学科建设,形成完备的理论体系。

5 结束语

智慧城市的建设尚在起步阶段。城市的发展先后经历了传统城市模式和数字城市模式,现在正在向智慧城市模式迈进。智慧城市同传统城市和数字城市相比,最大的优势在于集中收集和整合信息资源,凸显城市服务的智能性。智慧城市的建设对政府而言,将会更好地提升政府的服务性和责任性,提升城市的治理层面,展示深度城市服务模式,以更加动态化和全面化服务城市,提升居民幸福感和参与感。

参考文献:

- [1] 王庭凯. 云计算技术在智慧城市中的应用研究[J]. 智能建筑与智慧城市, 2020(7): 27-28.
- [2] Harrison C, Eckman B, Hamilton R, et al. Foundations for smarter cities[J]. IBM Journal of Research and Development, 2010, 54(4): 1-16.
- [3] 张宇, 阮雪灵, 闫幸. 我国智慧城市发展存在的问题及应对策略研究[J]. 中国管理信息化, 2020, 23(2): 187-189.
- [4] 巫细波, 杨再高. 智慧城市理念与未来城市发展[J]. 城市发展研究, 2010, 17(11): 56-60, 40.
- [5] 翟方. 基于智慧城市建设背景下经济增长的因素分析[J]. 河北企业, 2017(7): 71-72.
- [6] Chen H, Jia B, Lau S. Sustainable urban form for Chinese compact cities: Challenges of a rapid urbanized economy[J]. Habitat International, 2008, 32(1): 28-40.
- [7] 陈铭, 王乾晨, 张晓海, 等. “智慧城市”评价指标体系研究——以“智慧南京”建设为例[J]. 城市发展研究, 2011, 18(5): 84-89.
- [8] 胡军燕, 修佳钰, 潘灏. 基于面板数据的城市智慧度评价与分类[J]. 统计与决策, 2020, 36(7): 76-80.
- [9] 刘妍晨, 纪海波, 张兴. 探究智慧社区建设标准及评价体系——基于B-SOP大数据智慧运营管理平台[J]. 城市住宅, 2019, 26(11): 98-101.
- [10] 孔波, 曹淑娟, 蒋红敬. 基于因子分析的河南省智慧城市评价体系研究[J]. 河南教育学院学报(自然科学版), 2019, 28(3): 13-18.
- [11] 崔庆宏, 赵金先, 武丹丹, 等. 智慧青岛建设的评价指标体系及其应用研究[J]. 青岛理工大学学报, 2019, 40(2): 127-136.
- [12] 刘锐, 李红华, 王菲, 等. 智慧环保建设评价指标体系研究[J]. 中国环境管理, 2018, 10(2): 68-72.