

安徽省绿色智慧城市熵权—聚类评价

陈 莉¹, 贝芳芳²

(1. 安徽建筑大学经济与管理学院, 安徽 合肥 230601; 2. 安徽四建控股集团有限公司, 安徽 合肥 230011)

摘 要: 智慧城市的绿色发展体现着一个城市发展的均衡性, 绿色智慧城市是智慧城市发展的高级形态。在已有研究基础上, 构建适合我国国情的绿色智慧城市评价指标体系, 提出基于熵权的多指标综合评价方法, 对安徽省 16 个城市进行绿色智慧城市熵权评价, 并采用聚类分析法对这 16 个城市进行分类和分析, 最后提出绿色智慧城市建设对策。

关键词: 绿色智慧城市; 熵权法; 聚类分析; 安徽

中图分类号: F29

文献标识码: A

文章编号: 1673-131X(2018)02-0022-05

Entropy Power-Cluster Evaluation of Green Smart City in Anhui Province

CHEN Li¹, BEI Fang-fang²

(1. Anhui Jianzhu University, Hefei 230601, China;

2. Anhui Sijian Holding Group Co., Ltd., Hefei 230011, China)

Abstract: The green development of smart city embodies the balance of urban development. Green smart city is the advanced form of smart city development. Based on existing research, this paper constructs an evaluation index system of green smart city suitable for China's national conditions, proposes a multi-index comprehensive evaluation method based on entropy weight. Having an evaluation of green smart city for 16 cities of Anhui province with entropy method, and uses cluster analysis to classify and analyze these 16 cities. Finally, the construction countermeasures of green smart city are put forward.

Key words: green smart city; entropy method; cluster analysis; Anhui

绿色智慧城市是以“集约、智能、绿色、低碳”为核心发展理念, 围绕节能减排和优化环境, 以有效减轻城市能源与环境压力、构建更加宜居的生活环境、实现城市可持续发展为目标的智慧城市^[1]。19 世纪末, Ebenezer Howard 提出“田园城市”概念并提出建设“城中有乡”的新型城市构想。20 世纪末, 生态学家 R. Carson 在《寂静的春天》中表达了对城市化和工业化的担忧。随着生态城市建设的推进和智慧城市的不断发展, 建设绿色智慧城市成为解

决城市发展问题的必然途径。从世界范围来看, 柏林、巴塞罗那等城市均积极实施绿色低碳发展政策。城市未来的发展必须有绿色和智慧元素参与, 二者缺一不可^[2-3]。

我国绿色智慧城市研究起步较晚。陈劲从绿色绩效和智慧绩效两个方面构建了绿色智慧城市评价指标体系^[4]。牛文元指出, 各国都会结合本国国情来建设绿色智慧城市^[5]。赵学伟认为, 城镇化建设促进了产业结构的转型升级, 未来的城市必然

收稿日期: 2018-05-14

基金项目: 安徽省高校人文社会科学研究重点项目(SK2017A0548); 安徽省质量工程(陈莉名师工作室)项目(2016msgzs018); 安徽省高校管理类专业创新型人才培养教学团队项目(2017jxtd029)

作者简介: 陈莉(1966-), 女, 安徽阜阳人, 教授, 博士, 主要从事智慧城市评估研究。

是集绿色、低碳、智能于一体的新型城市^[6]。李健针对我国绿色智慧城市建设中出现的问题提出了对策^[7]。本文在已有研究的基础上,对安徽合肥、淮北等16个城市进行绿色智慧城市熵权—聚类评价。

一、绿色智慧城市评价指标体系的构建

(一)评价指标的初选

在充分了解绿色智慧城市内涵与特征的前提下,根据评价指标体系建立的原则,本文构建出我国智慧城市绿色发展评价指标体系。该评价指标体系包括三层:目标层、准则层和指标层。第一个层次是目标层,具体为构建绿色智慧城市评价指标体系;第二个层次是准则层,包括经济发展、社会发展、居民生活、资源节约、环境质量5个方面;第三个层次是指标层,由可测量的具体指标构成,共包括31个具体指标。

(二)评价指标的进一步筛选

使用SPSS软件对选出的31个绿色智慧城市评价指标进行主成分分析,通过执行“分析—降维—因子分析”操作命令,可以得到总方差解释表,从中可以提取所需的特征值、贡献率和累积贡献率,当前 m 个主成分累积贡献率大于等于85%时,这前 m 个主成分就可以代替原始指标成为最终的评价指标。选取特征值大于1的主成分,在每个主成分中留取较大系数所对应的那些指标。经过筛选后,绿色智慧城市评价指标体系如表1所示。

二、安徽绿色智慧城市熵权评价

(一)指标数据的标准化

在绿色智慧城市评价指标体系中,不同指标有不同的量纲,指标数量较大,涉及面较广,因而需要对原始指标数据进行无量纲化处理,以消除因指标单位不同以及数值和数量级间的巨大差别所带来的影响。无量纲化处理常用方法有min-max标准化法、z-score标准化法和平均值法等方法,本文采用的是极值法(min-max标准化法),其是对原始数据进行线性变换的一种标准化法。极值法将所有的数据都转化到[0,1],其目的是将数据转化为无量纲的纯数值,以便于不同指标之间的比较和分析。

表1 绿色智慧城市评价指标体系

目标层	准则层	指标层
绿色智慧城市评价指标体系(A)	经济发展指标(B ₁)	C ₁ 人均GDP/元
		C ₂ GDP增长率/%
		C ₃ 固定资产投资总额/亿元
		C ₄ 第三产业产值占GDP比例/%
		C ₅ 高新技术产业增加值占GDP比例/%
		C ₆ 城镇人口比例/%
		C ₇ 进出口总额/亿元
社会发展指标(B ₂)		C ₈ 每万人移动电话拥有量/部
		C ₉ 互联网宽带接入用户数/户
		C ₁₀ 第三产业从业人员占总就业人员比例/%
		C ₁₁ 科学技术支出占公共财政支出比例/%
		C ₁₂ 每百人图书馆藏书量/册
居民生活指标(B ₃)		C ₁₃ 每万人医院病床数/床
		C ₁₄ 信息、计算机和软件业从业人员占总就业人员比例/%
		C ₁₅ 每万人拥有高等学历人数/人
		C ₁₆ 人均社会消费品零售总额/元
		C ₁₇ 教育支出占公共财政支出比例/%
资源节约指标(B ₄)		C ₁₈ 单位地区生产总值能耗/吨标准煤
		C ₁₉ 一般工业固体废物综合利用率/%
环境质量指标(B ₅)		C ₂₀ 二氧化硫排放量/吨
		C ₂₁ 绿化覆盖率/%
		C ₂₂ 人均公园绿地面积/平方米
		C ₂₃ 空气污染可吸入颗粒物/mg·m ⁻³
		C ₂₄ 生活垃圾无害化处理率/%

对于正向指标而言,其与绿色智慧城市建设呈正相关关系,minA和maxA分别为A指标的最小值和最大值,标准化公式为

$$X_i = \frac{A - \min A}{\max A - \min A}$$

对于负向指标而言,其与绿色智慧城市建设呈负相关关系,minB和maxB分别为B指标的最小值和最大值,标准化公式为

$$Y_i = \frac{\max B - B}{\max B - \min B}$$

(二)指标权重的确定

权重是指某一指标在整个指标体系中的重要程度,一组评价指标相对应的权重组成了权重体系。权重系数的计算方法是否合理,决定着整个评价结果是否真实可信。为了将人为影响降到最低,本文采用熵值法来确定指标的权重系数。熵值法

赋权是在对评价指标的信息熵和变异系数进行计算的基础上,计算出指标的权重^[8-9]。

第 i 个指标的熵值 e_i 计算公式为

$$e_i = -\frac{1}{\ln(n)} \sum_{j=1}^n p_{ij} \ln p_{ij}$$

其中

$$p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{j=1}^n x_{ij}}$$

根据计算出的熵值,计算第 i 个指标的熵权为

$$\omega_i = (1 - e_i) / \sum_{i=1}^m (1 - e_i)$$

(三) 指标层数值的计算

指标层的数据是绿色智慧城市发展评价的基础数据,其数值为相应的指标层数据乘各自的权重,计算公式为

$$B_i = W_i C_i \quad (i=1, 2, 3, \dots, m)$$

式中, W_i 为相应指标的权重, C_i 为各指标标准化后的具体数值, m 为绿色智慧评价指标体系中指标的数量。

三、安徽绿色智慧城市熵权评价结果与分析

本文运用熵权法对安徽 16 个城市的绿色智慧发展情况进行评价,得出综合得分和具体排名情况(图 1)。16 个城市的得分范围为 [0.698 5, 0.163 2], 普遍得分在 0.3 左右。16 个城市中合肥市得分最高,绿色智慧发展情况较好;芜湖、铜陵、黄山、马鞍山、蚌埠分列第二位、第三位、第四位、第五位和第六位,绿色智慧发展情况属于中上等水平;安庆、池州、滁州、宣城、宿州、六安、阜阳、淮北的排名属于中等水平,具有发展为绿色智慧城市的潜力;淮南、亳州排名靠后,绿色智慧发展能力较弱,与其他城市的差距较大,需要及时发现并解决有关问题。2017 年 5 月 25 日,我国发布的最新一期城市分级名单中,合肥属于二线城市,芜湖、马鞍山等城市属于三线城市,滁州、阜阳等城市属于四线城市,这与本文的评价结果基本一致,因而从一个侧面证明了本评价结果的科学性与客观性。

作为安徽省的省会,合肥市在绿色智慧城市评价中排名第一,其在基础设施、科学研究、资产投资、城市创新成果等方面都具有一定的优势,与其他城市相比,这些方面的成果也较为突出。2015

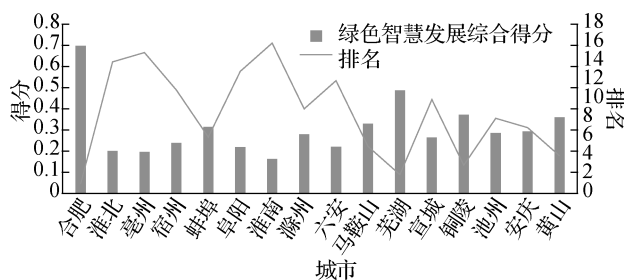


图 1 安徽绿色智慧城市熵权评价结果

年,合肥人均 GDP、GDP 增长率、信息技术服务业从业人员占总就业人员比例分别为 73 102 元/人、10.5%、2.3%,明显高于安徽其他城市。

芜湖、铜陵、黄山、马鞍山、蚌埠的绿色智慧评价综合排名处于中上等。近年来,在我国掀起智慧城市建设热潮的大背景下,以上 5 个城市经济发展保持高速增长态势,高新技术产业、固定资产投资、第三产业等方面更是得到井喷式发展,甚至在某些方面超越了合肥。2015 年,以上 5 个城市的高新技术产业增加值占 GDP 比例分别达到 29.82%、18.42%、8.01%、13.05%、20.13%,均超越合肥,位居全省前列。

安庆、池州、滁州、宣城、宿州、六安、阜阳、淮北具有发展绿色智慧城市的潜力。2015 年,国家住建部和科技部公布了第三批国家智慧城市试点名单,滁州、宿州、六安等市被列入 2014 年度国家智慧城市新增试点城市。随后,这些城市大力提升信息化水平,积极发展云计算产业,加快经济社会转型,重点开展智慧规划、智慧城管、智慧社区、智慧环保、智慧交通、智慧旅游等方面的建设,力求实现公共信息资源集中共享、城市运行安全平稳、政府高效服务、产业健康发展和居民宜居宜业。由于这些城市的智慧发展还处于初期,绿色理念尚未完全融入智慧城市发展,因而综合得分不高。

绿色智慧城市评价排名靠后的淮南和亳州,在经济发展、科研投入、创新研究等方面均没有突出优势,甚至在某些方面还明显落后于其他城市。两市人均 GDP 均不到两万元,淮南市 2015 年的 GDP 增长率甚至出现负值。

四、安徽绿色智慧城市聚类分析

为了更直观地了解同类城市和异类城市的绿色智慧发展情况,本文对安徽绿色智慧城市做了聚

类分析,将绿色智慧发展水平相近的城市归为一类,便于分析比较。具体方法是借助 SPSS 软件,采用系统聚类分析法对绿色智慧发展情况不同的城市进行分类,聚类方法选用 Ward 联接法,距离测度采用平方欧氏距离。根据聚类分析树状图(图 2),可以把安徽 16 个城市分为四类(表 2)。

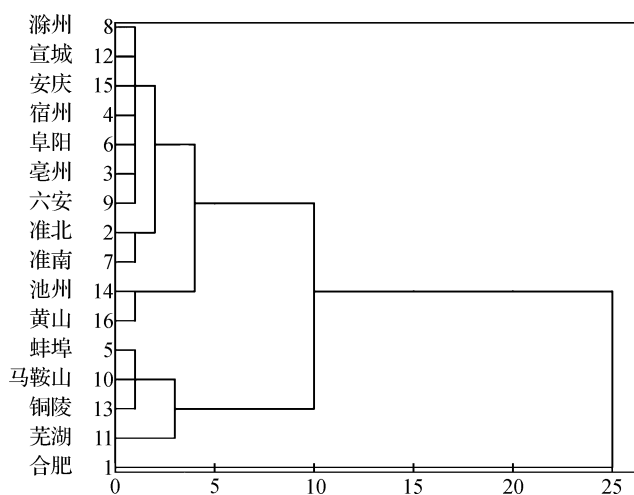


图 2 安徽 16 个城市聚类分析

表 2 安徽 16 个城市的分类情况

分类	城市
第一类	合肥
第二类	蚌埠、马鞍山、芜湖、铜陵
第三类	淮北、亳州、宿州、阜阳、淮南、滁州、六安、宣城、安庆
第四类	池州、黄山

第一类城市是合肥市。作为安徽省的省会,合肥市高度重视城市的建设发展,在绿色智慧发展评价中综合得分 0.698 5,远高于第二名的得分(0.487 1),其他得分也基本靠前,各方面发展较为均衡,在安徽绿色智慧城市建设上属于领跑者。

第二类城市包括蚌埠、马鞍山、芜湖、铜陵 4 个城市。这类城市主要分布在皖南地区或者江淮之间。在国家发布智慧城市建设试点之后,这些城市的政府部门开始规划城市建设方案,积极吸取发达城市智慧发展成功经验,为智慧与绿色融合发展打好基础。目前,这类城市信息设备不断升级,高新技术产业发展良好,政府办事效率明显提高,市民环保意识不断增强。总体来说,这类城市绿色智慧发展较好,属于绿色智慧城市建设的追赶者。

第三类城市包括淮北、亳州、宿州、阜阳、淮南、滁州、六安、宣城、安庆 9 个城市。这类城市基本上

分布在皖北或远离省会的地区,交通不便造成绿色智慧城市建设较缓慢。与发达地区相比,其信息基础设施设备落后,政府电子政务工程有待发展,互联网和无线电设备覆盖率较低,高新技术研发投入不足,能源利用率较低,环保形势不容乐观,经济发展仍以传统产业为主,产业结构有待升级。这类城市的绿色智慧发展起步较晚,属于绿色智慧城市建设的起步者。

第四类城市包括池州和黄山。这两个城市都是旅游城市,主要以旅游业带动经济的发展,绿色智慧城市建设发展较好,但仍存在绿色与智慧发展不均衡问题,即在大力开发旅游业的同时没有重视智能技术的应用。因此,当地政府应制定详细的战略部署和城市规划,大力发展智慧产业、智慧应用和智能技术,实现绿色与智慧的协同发展。

五、结论与建议

为了更好地了解安徽绿色智慧城市发展情况,本文对选取的 16 个城市进行了聚类分析,结果显示,这 16 个城市被分为四类,在与之前熵权评价结论对比后发现:除了黄山、池州、亳州、淮南的聚类分析结果与熵权评价结果有所不同外,其他城市排序结果均具有较好的一致性。在熵权评价中黄山排名第 4,而在聚类分析中其与排名居中的池州同属第四类;熵权评价排名靠后的亳州、淮南与排名居中的淮北、宿州、阜阳、滁州、六安、宣城、安庆同属第三类。这主要是因为聚类分析法是把目标数据放入少数相对同源的组或类里,是根据研究需要而设定的准则来进行分类的。本文采用个案聚类分析法,距离测度采用平方欧氏距离,所采用的测度方法对聚类分析结果是有影响的。总体而言,本文采用熵权评价方法,得到安徽 16 个城市的绿色智慧发展相对位次,能客观地反映这些城市的绿色智慧建设水平。根据上述城市的具体建设情况和评估分析结果,就如何建设绿色智慧城市提出如下建议。

(一)政府层面做好顶层设计

绿色智慧城市建设是一个庞大的系统工程,城市规划是建设的前提。现阶段,很多城市都缺乏完整的绿色智慧城市建设顶层设计,导致建设盲目跟风,忽视了当地文化和产业特色,造成治标不治本的局面,城市建设未达到预期效果。建设一流的绿

色智慧城市,需要制定科学合理的规划方案,同时要动态调整,层层落实。此外,要打破部门之间的条块分割,设立一个专门机构统筹运作,全面贯彻绿色理念,统筹和协调绿色智慧城市建设的各个方面。同时,加强政务信息公开,利用信息感知、物联网、大数据平台等智能技术,树立以人为本的绿色发展理念,提高政府部门办事效率,降低行政管理成本,逐步形成信息共享、一体化、智能化、绿色化的管理模式。

(二)集聚创新要素,促进产业升级

改变传统工业发展模式并以创新要素促进产业升级,是绿色智慧城市建设的根本途径。要改革创新体制,发展高端产业,适当引进新技术,加大政府扶持力度,通过提供低息甚至无息贷款来吸引创业者,有效整合各种资源,在短时间内实现产业升级和经济转型发展。创新要素的集聚离不开人才的引进,可通过与科研机构、高等院校合作,建立创新人才输送渠道。企业应制定科研奖励制度,提供住房补贴;政府应解决创新人才的落户问题,为其子女入学提供优惠政策,同时健全医疗保障政策,为人才的引进与开发保驾护航。在公共服务方面,要建立科技服务中心和创新投资机构,为绿色智慧城市建设的研发工作提供资金保障。

(三)加强信息基础设施建设,提升综合实力

基础设施的完善是建设绿色智慧城市的前提。应通过及时的信息沟通,让公众在出行前了解全市基础设施的利用情况,合理分配时间并合理选择交通工具,避免时间和资源的浪费,从而智能化满足公众的需求。抓住互联网飞速发展的契机,鼓励各大运营商构建具有国际先进水平的数据平台,提高互联网覆盖率,为城市建设提供“绿色通道”。一方面,推动物联网与大数据、云计算的融合发展,实现对公共交通、医疗系统、环境质量、政务信息的立体感知,为城市的高效运转提供信息支持;另一方面,以信息化驱动绿色智慧城市建设,秉承绿色理念,建立更加适宜的生活环境,采用智能技术对互联

网、物联网、大数据中心等基础信息平台进行实时监控,为公众提供更及时、更高效、更智能的服务。

(四)运用智能技术推进节能减排

运用智能技术解决城市发展中出现的环境问题。鼓励企业运用智能技术开发新能源,提升能源利用效率,实现城市建设中智慧与绿色的完美融合。智慧城市的绿色发展不仅要求人类生活的环境是绿色的,而且还要求城市的发展是低碳的。因此,必须顺应绿色智慧城市建设需求,大力推动节能减排,促进城市低碳发展。各城市要积极推动技术创新,大力发展节能减排技术,以智能技术、绿色技术推动城市经济的转型发展,提高环境承载力,进而加快绿色智慧城市建设的步伐。

参考文献:

- [1] 陆玮鑫. 智慧城市的“绿色情缘”[J]. 魅力中国, 2016(3): 28-30
- [2] 张荣华, 马妮. 美国绿色城市发展及其对我国城市建设的启示[J]. 中国社会科学院研究生院学报, 2016(3): 125-129
- [3] 秦柯, 李利. 国内外生态城市研究进展[J]. 现代农业科技, 2008(19): 32-35
- [4] 陈劲. 绿色智慧城市[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2010: 106-109
- [5] 程杰, 赖建华, 牛文元: 以创新、绿色推进智慧城市[J]. 中国信息界, 2013(Z1): 32-36
- [6] 赵学伟. 绿色建筑推动智慧城市发展[J]. 财经界, 2014(8): 98-99
- [7] 李健. 维也纳以“智慧城市”框架推动“绿色城市”建设的经验[J]. 环境保护, 2016(14): 63-66
- [8] 王莉军. 高等院校科技创新能力模糊聚类分析[J]. 渤海大学学报(自然科学版), 2013(2): 220-224
- [9] 高永生, 朱连奇, 孙奇. 农用地集约利用及其评价[J]. 农机化研究, 2010(2): 52-55, 73

(责任编辑:唐银辉)