

doi: 10.3969/j.issn.1000-7695.2017.02.013

智慧城市建设能力评估模型与实证研究

张中青扬, 邹 凯, 向 尚, 毛太田

(湘潭大学公共管理学院, 湖南湘潭 411105)

摘要: 在智慧城市建设热潮中, 提出一个合理的建设能力评估模型, 科学地对智慧城市建设能力进行分类和评估。从智慧城市建设能力的四个主要因素出发, 构建智慧城市建设能力指标体系, 对智慧城市实例进行 ward 系统聚类, 选取决策树的 C4.5 算法建立建设能力评估模型, 并验证模型的科学性。结果发现政策法规完善率、互联网普及率、R&D 活动经费占 GDP 比重是智慧城市建设能力差距最显著的影响因素, 根据评估结果提出进行特色智慧城市建设的政策建议。

关键词: 智慧城市; 建设能力; 决策树

中图分类号: F204

文献标志码: A

文章编号: 1000-7695 (2017) 02-0073-05

Model Construction and Empirical Study on Smart City Construction Ability Assessment

ZHANG Zhongqingyang, ZOU Kai, XIANG Shang, MAO Taitian

(School of Public Administration, Xiangtan University, Xiangtan 411105, China)

Abstract: In the smart city construction boom, the paper puts forward a reasonable construction of ability evaluation model, scientifically classifies and evaluates the ability of smart city construction. From four main factors of smart city construction ability, the paper builds an index system of smart city construction, carries out ward system clustering on examples of smart city, and selects decision tree C4.5 algorithm to establish construction ability evaluation model and verify that the model is scientific. It is found that the improving degree of policies and regulations, internet penetration rate, and the proportion of R & D expenditure in GDP are the most significant factors affecting the ability of gap of the smart city construction. According to the evaluation results, the paper makes policy recommendations to construct characteristic smart city.

Key words: smart city; construction ability; decision tree

随着我国新型城镇化建设的推进, 各地区掀起了一股建设智慧城市的热潮。《国务院关于深入推进新型城镇化建设的若干意见》中明确提出要加快建设智慧城市, 目前智慧城市试点地区已达 290 个, 各试点单位先后开展了一系列智慧城市建设举措, 提高了城市信息化和智能化程度, 但是由于我国正处于智慧城市建设初期, 尚且缺乏合理、科学的建设目标和规划, 大部分试点单位希望智慧城市能够面面俱到, 缺乏特色, 形成千篇一律的智慧城市蓝图, 没有真正为城市的未来发展战略服务^[1]。随着智慧城市建设逐步深化, 建设具有中国地方特色的智慧城市成为各方关注的焦点, 在客观评估自身建设能力的基础上, 充分发挥自身优势资源, 扬长避短, 建设一个经济、适用、绿色的特色智慧城市成为智慧城市持续发展不得不解决的问题。

国外学者研究了智慧城市建设中设定规划^[2]和

目标^[3]的问题, 分析了智慧城市建设过程中的挑战与对策^[4], 构建了具有实践价值的智慧城市系统框架^[5], 提出智慧城市建设评价体系并进行评估^[6]。国内学者对智慧城市建设的建设中, 大多从建设构架^[7]、关键技术^[8]、建设水平^[9]、问题与对策分析^[10]等方面进行研究。目前国内外学者对智慧城市建设中缺乏对城市建设能力的分析与发掘, 更没有从系统的角度对建设能力进行评估研究。

因此, 本文根据智慧城市建设基础和发展现状, 构建一套智慧城市建设能力评价体系, 结合定性与定量的方法, 利用基于 ward 聚类的决策树模型对智慧城市建设能力进行评估。通过对智慧城市建设能力的评估, 辨别智慧城市建设具备的能力现状, 为建设具有地方特色的智慧城市提供决策依据。

收稿日期: 2016-04-28, 修回日期: 2016-06-28

基金项目: 国家社会科学基金项目“大数据环境下政务信息资源优化配置与服务模式创新研究”(15BTQ051) 研究成果之一

1 智慧城市建设能力评估指标体系构建

智慧城市建设能力评估指标体系是对智慧城市建设能力进行评估的基础与标准,是对智慧城市运用大数据、物联网、云计算等新一代信息技术,规划城市建设、提升城市管理、完善城市公共服务水平进行评价的一系列要素项集合,对城市建设、管理、应用能力进行衡量。2007年,基于智慧产业、智慧民生、智慧治理、智慧移动、智慧环境、智慧生活6个一级指标及31个二级指标对欧盟中等城市智慧城市发展情况进行评估^[11]。王伟^[12]等从城市管理、基础设施、公共服务、能源环保、产业经济五个方面对智慧城市进行评价。项勇等^[13]基于ANP-TOPSIS方法对智慧城市进行评价。2015年国家标准化委员会确定基础设施智能化、公共服务便捷化、社会管理精细化、生活环境宜居化和产业体系现代化五个方面作为智慧城市成效类一级评价指标。在智慧城市评估指标研究方面,主要对智慧城市建设和发展情况进行评价,鲜有针对智慧城市建设能力的评价指标体系。

本文通过与智慧城市领域相关专家的反复讨论,参考2015年国家标准化委员会颁布的《智慧城市评价指标体系总体框架》,结合智慧城市建设特点,构建智慧城市建设能力评估指标体系:①信息资源保障。信息资源的开放、共享、利用程度是科学建设智慧城市的前提与基础。主要用电话普及率、互联网普及率、云平台服务企业率、信息资源利用率4个指标进行衡量;②网络安全保障。智慧城市的建设、发展需要运用新一代信息技术的支撑,对信息网络的依赖程度越来越高,网络安全保障已经成为智慧城市建设、发展的基础保障。主要用网络安全管理制度完善率、信息系统整体安全性、网络安全预警时间、网络安全应急响应时间4个指标进行衡量;③创新技术保障。创新技术保障是智慧城市建设需要的技术创新水平,智慧城市建设需要一定的新技术研发能力和技术创新水平进行支撑。主要用地方财政科技拨款占地方财政支出比重、R&D活动经费占GDP比重、研究与开发机构R&D人数、发明专利总数、技术市场成交合同数5个指标进行衡量。④发展机制保障。健全的发展机制为智慧城市建设提供政策性导向,为建设合理、合法、有效的智慧城市提供政策规范性保障。主要用政策法规完善率、规范标准完善率、规划与建设方案完善率3个指标进行衡量。

表1 智慧城市建设能力评估指标体系

一级指标	二级指标
信息资源保障 (A)	电话普及率(部/百人) A1
	互联网普及率(%) A2
	云平台服务企业率(%) A3
	信息资源利用率(%) A4
网络安全保障 (B)	网络安全管理制度完善率(%) B1
	信息系统整体安全性 B2
	网络安全预警时间(小时) B3
	网络安全应急响应时间(小时) B4
创新技术保障 (C)	地方财政科技拨款占地方财政支出比重(%) C1
	R&D活动经费占GDP比重(%) C2
	研究与开发机构R&D人数(万) C3
	发明专利总数(件) C4
	技术市场成交合同数(个) C5
发展机制保障 (D)	政策法规完善率(%) D1
	规范标准完善率(%) D2
	规划与建设方案完善率(%) D3

2 ward 聚类 - C4.5 决策树模型算法

2.1 ward 聚类法

Ward 系统聚类法的关键思想就是离差平方和的分析,使用欧氏距离的平方作为类之间距离的度量,它擅长于处理类间界限不清晰的情况。首先将总体中的每一个样本都看成一类,将距离最借近的两个类合并,计算新的类与其他类的距离,重复这个合并的步骤。设总体样本中共有 n 个样本,可以分成 G_1, G_2, \dots, G_k 这 k 个类, X_{ij} 表示 G_i 中的第 j 个样本, G_i 类中含有 N_i 个样本数, X_i 表示 G_i 的重心,计算 G_i 类中样本的离差平方和为:

$$S_i = \sum_{j=0}^{N_i} (X_{ij} - X_i)^2$$

总体类内的离差平方和为:

$$S = \sum_{i=0}^k \sum_{j=0}^{N_i} (X_{ij} - X_i)^2$$

Ward 系统聚类法要求在每一次合并类的过程中, S 增加的值最小,如此两类合并直到最后所有样本全部合并成一个类^[14]。

2.2 C4.5 决策树

决策树是一种类似于流程图的树结构,在风险评估模型中每一个非终端内部节点表示对一个风险属性的测试,每一个分支代表该测试的不同输出,每一个终端结点代表一个风险等级。C4.5 算法使用信息增益率代替信息增益来选择分枝属性^[15],因此相对传统的 ID3 算法克服了偏好选择属性取值多的属性的不足。对于离散型属性 C4.5 的选择方法和 ID3 的方法是一致的,但对于连续性属性, C4.5 通过计算最佳分割阈值来对连续性数据进行分割,通过两个区间表示离散取值。C4.5 决策树的算法过程如下:

Step1 将连续型属性数据集离散化,计算每个属

性的信息增益率

对于数据集 T 可以分为 k 个类, $|T|$ 表示数据集 T 中的样本数量, T 中任意元组属于类 C_i 的概率为 P_i , 用 $P_i = |T_{i,x}| / |T|$ 来估计。对于 T 中元组分类所需要的期望信息熵为:

$$Info(T) = -\sum_{i=1}^k P_i \log_2(P_i) \quad (1)$$

对于属性 A 具有 q 个不同值 $\{a_1, a_2, \dots, a_q\}$, 可以用属性 A 将 T 划分为 q 个分区集合 $\{T_1, T_2, \dots, T_q\}$, 其中 T_j 中的样本具有相同的属性值 a_j , $|T_j|$ 表示数据集 T_j 中的样本数量, 第 j 个分区的权重用 $|T_j| / |T|$ 来计算。对于按属性 A 划分对数据集 T 的元组分类所需要的期望信息熵为:

$$Info_A(T) = \sum_{j=1}^q \frac{|T_j|}{|T|} \times Info(T_j) \quad (2)$$

由式 (1) 和式 (2) 得到按属性 A 划分数据后的信息增益为:

$$Gain(A) = Info(T) - Info_A(T) \quad (3)$$

使用分裂信息值将信息增益规范化, 属性 A 分裂 q 个子集所产生的信息值为:

$$SplitInfo_A(T) = -\sum_{j=1}^q \frac{|T_j|}{|T|} \times \log_2\left(\frac{|T_j|}{|T|}\right) \quad (4)$$

由式 (3) 和式 (4) 得到信息增益率为:

$$GainRatio(A) = \frac{Gain(A)}{SplitInfo_A(T)} \quad (5)$$

Step2 使用信息增益率最大的属性作为分枝节点, 迭代建立决策树的分枝, 直到分枝节点中样本全部属于同一类别, 或者样本数低于设置最小阈值, 这样将样本数最多的类别作为终端结点的标识。

Step3 为避免拟合过度, 对生成决策树进行后置剪枝, 消除噪音数据节点和孤立节点。

Step4 输出决策树, 用决策树对测试数据集进行分类。

3 智慧城市建设能力 ward 聚类 - 决策树模型评估

参考《2015年(第五届)智慧城市发展水平评估报告》内容, 本文选取智慧城市发展水平总体评估结果排名前十和排名居中的20个重点城市: 无锡、上海、北京、杭州、宁波、深圳、珠海、佛山、厦门、广州、天津、长沙、西安、贵阳、哈尔滨、银川、重庆、大连、兰州、昆明作为研究样本, 为了表述方便, 依次用编号1-20表示。定量评价数据主要来源于《2015中国统计年鉴》, 个别数据来源于中国科技统计网等互联网网站, 定性评价指标使用德尔菲方法由专家评判打分, 原始数据整理如表2所示。

表2 20个城市原始数据集

编号	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4	C5	D1	D2	D3
1	148.19	58.8	55	65	67	6	4	2	3.43	1.87	49.88	196.71	240.94	55	72	86
2	170.38	71.1	60	65	75.8	7	8	2	5.58	3.11	16.82	116.14	248.64	60	72	86
3	228.09	75.3	60	75	59.5	6	7	3	5.64	5.76	24.54	232.37	672.84	50	67.5	80
4	163.63	62.9	65	75	63.6	6	6	3	3.74	1.85	33.84	133.72	119.23	55	67.5	80
5	163.63	62.9	65	75	78	7	4	2	3.74	1.85	33.84	133.72	119.23	60	72	86
6	166.86	68.5	60	75	71.1	7	5	2.5	6.48	2.07	50.69	222.76	185.77	60	67.5	80
7	166.86	63.5	45	50	53.9	5	4	4	4.81	1.96	50.69	222.76	185.77	30	35	50
8	166.86	63.5	55	75	53.7	5	4	2.5	3.36	1.96	50.69	222.76	185.77	40	42	46
9	166.89	65.5	60	75	59.9	6	3	2.5	1.84	1.26	13.59	342.6	370.8	40	37.5	34
10	166.86	63.5	50	70	61.4	6	4	3	3.91	1.96	50.69	222.76	185.77	40	37.5	40
11	142.9	61.4	60	55	55.8	5	4	2	3.35	1.63	11.33	327.9	149.47	50	60	70
12	92.68	35.6	45	34	50.2	5	3	3	1.19	1.09	10.74	416.0	487.9	40	35.5	24
13	169.44	46.4	55	75	60.3	6	3	3	0.99	1.91	9.71	488.5	259.69	40	32.5	20
14	91.92	34.9	30	30	49.6	5	2	2	0.96	0.64	2.4	104.7	658	30	31.5	32
15	106.92	41.7	50	75	44.1	4	3	4	1.19	1.02	6.26	245.4	213.1	20	30	30
16	101.57	41.7	36	30	46.5	4	2	4	1.11	0.73	0.95	243	544	20	24	22
17	105.95	45.7	50	45	49.9	5	4	2	0.97	1.28	5.84	232.1	401.6	50	67.5	80
18	129.51	58.8	45	22	51.2	5	4	3	2.23	1.54	9.96	397.5	111.73	40	55.5	64
19	92.63	36.8	42	30	46.7	4	2	2	0.74	0.97	2.71	812	335.4	30	34.5	36
20	88.64	35.1	29	30	52.3	5	2	2.5	0.97	0.63	3.05	142.3	278.5	20	30	30

使用 SPSS21.0 统计软件对数据进行 ward 聚类, 绘制 ward 聚类谱系图如图 1 所示。将聚类结果分为 5 组, 并将其作为分类属性添加至原始数据表 2。其中贵阳、昆明、兰州、长沙、哈尔滨、银川为 T1 组, 宁波、深圳、无锡、杭州、上海为 T2 组, 北京为 T3 组, 佛山、广州、珠海为 T4 组, 厦门、西安、天津、重庆、大连为 T5 组。

利用 weka 数据分析软件进行建模计算, 根据

2.2 中决策树算法计算步骤, 计算 16 个指标属性的信息增益率并按降序排列。由于北京与其他重点城市各指标具有显著差异及弱相关性, 被单独分为 T3 组, 其各项指标能力可直接通过观察原始数据集得出, 因而不使用决策树算法对其进行分类和评估。各指标属性信息增益率: $A_1 = 0.921, A_2 = 1.141, A_3 = 0.762, A_4 = 0.563, B_1 = 0.500, B_2 = 0.238, B_3 = 0.079, B_4 = 0.163, C_1 = 0.837, C_2 = 1.018, C_3 = 0.373, C_4 = 0.693,$

$C_5 = 0.307, D_1 = 1.322, D_2 = 0.627, D_3 = 0.437$ 。信息增益率从大到小排序为: $D_1 > A_2 > C_2 > A_1 > C_1 > A_3 > C_4 > D_2 > A_4 > B_1 > D_3 > C_3 > C_5 > B_2 > B_4 > B_3$ 。选择信息增益率最大的指标属性作为分枝节点, 迭代建立决策树的分枝, 最终得到如图 2 所示大小为 7, 叶子数为 4 的决策树模型。ROC 曲线是在不同判定条件下交叉验证得到的结果, 是一条纵坐标为真正率, 横坐标为假正率的曲线, 曲线面积越大, 说明模型越有效, 通常 ROC 面积在 0.7 以上有一定的准确率, 在 0.9 以上有较高准确率。本文 ROC 面积 = 0.933 > 0.9, 证明决策树分类效果显著, 从而接受模型。

从图 2 决策树模型中可知, 政策法规完善率 (D_1)、互联网普及率 (A_2)、R&D 活动经费占 GDP 比重 (C_2) 是影响智慧城市建设能力的重要指标, 根节点上各指标属性的信息增益率作为智慧城市建设能力评估各项指标的权重, 将指标权重与原始数据标准化后的数据集相乘, 按照除网络安全应急响应时间 (B_3) 是负相关, 其余指标属性均为正相关的原则加权, 得到 19 个智慧城市建设能力评估值, 同时将建设能力从高到低划分为 VH、H、M、L、VL 五个等级表示, 如表 3 所示。各城市能力值排名和相对能力等级与《2015 年 (第五届) 智慧城市发展水平评估报告》中智慧城市发展水平总体评估结果排名高度吻合, 说明城市建设能力越好, 其发展水平越高, 同时反映出 C4.5 决策树算法对智慧城市建设能力进行分类评估的准确性和合理性。为了进一步证明使用 C4.5 决策树算法评估智慧城市建设能力的优越性, 本文将较为广泛应用的两种分类方法 Logistic 回归和决策表作为对照, 输入表 2 数据集和相同的聚类分组, 分别用两种方法对建设能力进行分类, 得到结果如表 4, 其中误报率为负向反映分类效果, 其余检验项目均为正向反映分类效果, 根据表 4 数据可得 C4.5 决策树的分类效果显著优于 Logistic 回归和决策表。

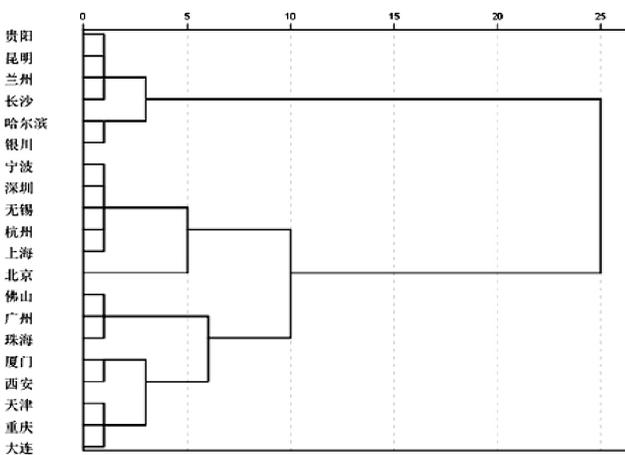


图 1 20 个城市 ward 聚类谱系图

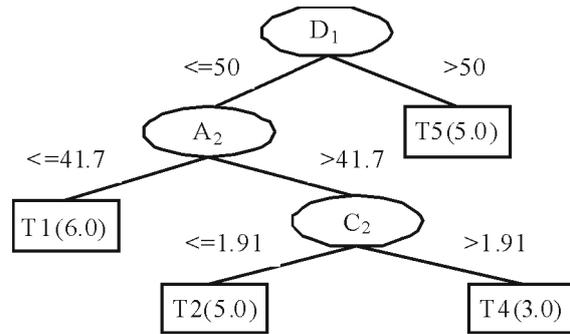


图 2 智慧城市建设能力评估决策树模型

表 3 19 个智慧城市建设能力评估值与能力等级

城市	能力值	相对能力	城市	能力值	相对能力	城市	能力值	相对能力
无锡	6.11	VH	厦门	0.31	L	银川	-11.09	VL
上海	9.92	VH	广州	3.59	M	重庆	-3.09	L
杭州	6.60	VH	天津	1.80	L	大连	-2.63	L
宁波	8.22	VH	长沙	-7.55	VL	兰州	-9.97	VL
深圳	10.46	VH	西安	-1.21	L	昆明	-11.89	VL
珠海	1.78	M	贵阳	-11.02	VL	北京		H
佛山	3.33	M	哈尔滨	-7.93	VL			

表 4 三种风险等级分类方法效果比较

评估方法	真正率	误报率	查准率	查全率	F 值	ROC 面积
C4.5 决策树	0.895	0.029	0.908	0.895	0.896	0.933
决策表	0.368	0.228	0.342	0.368	0.354	0.651
logistic 回归	0.796	0.038	0.802	0.796	0.798	0.826

4 智慧城市建设能力评估结果分析与启发

根据智慧城市建设能力评估表 3 的数据, 可以看出我国智慧城市建设能力参差不齐, 各城市建设能力差距较大, (1) 长三角和珠三角经济圈城市 (无锡、上海、杭州、宁波、深圳、珠海、佛山、广州) 的相对建设能力较高。由于这些城市处于我国沿海“双三角”经济圈, 凭借自然地理优势, 城市经济发展水平领军全国, 具有优质教育科研资源和最新的科技技术能力, 信息化水平较高, 信息资源开放利用程度较高; (2) 我国首都北京发展智慧城市的建设能力较为突出。由于北京独特的政治地位, 人才聚集, 科研基础雄厚, 新一代信息技术利用较为广泛, 拥有较为详尽的智慧城市建设相关政策支撑; (3) 中西部地区智慧城市建设能力较低, 西安、重庆、银川、贵阳、兰州等内陆城市, 城市经济发展相对落后, 信息资源开放程度较低, 缺乏官方颁布的智慧城市建设相关保障制度。

基于评估模型反映出影响建设能力的重要指标, 对于要提高智慧城市建设能力, 提出以下建议: 首先, 普及城市信息化基础设施覆盖面, 重视固定资产投资与建设, 提升城市信息化水平, 利用物联网、大数据、云计算等新一代信息技术的应用, 促进城市信息资源的开放与利用水平, 将智能与智慧融合。其次, 重视科教文卫事业的发展, 大力培养、扶持智慧 (下转第 96 页)

- [8] 蒋天颖. 浙江省区域创新产出空间分异特征及成因 [J]. 地理研究, 2014, 33 (10): 1825-1836
- [9] 李国平, 王春杨. 我国省域创新产出的空间特征和时空演化——基于探索性空间数据分析的实证 [J]. 地理研究, 2012, 31 (01): 95-106
- [10] 程叶青, 王哲野, 马靖. 中国区域创新的时空动态分析 [J]. 地理学报, 2014, 69 (12): 1779-1789
- [11] 陈晓红. 区域技术创新能力对经济增长的影响——基于中国内地 31 个省市 2010 年截面数据的实证分析 [J]. 科技进步与对策, 2013, 30 (02): 36-40
- [12] ADAK M. Technological Progress, Innovation and Economic Growth; the Case of Turkey [J]. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 2015 (195): 776-782
- [13] 宋之杰, 施小平. 河北省区域创新能力对经济增长的贡献率的实证分析 [J]. 河北学刊, 2010 (01): 208-211
- [14] 李恒. 区域创新能力的空间特征及其对经济增长的作用 [J]. 河南大学学报 (社会科学版), 2012, 52 (04): 73-79
- [15] 王丽洁. 区域创新能力与经济增长动态关系研究 [J]. 统计与决策, 2016 (16): 142-144
- [16] 宋周莺, 车姝韵, 王姣娥. 东北地区的创新能力演化及其经济带动作用分析 [J]. 地理科学, 2016 (09): 1388-1396
- [17] PECE A M, O. E. O. SIMONA F. Salisteanu. Innovation and Economic Growth: An Empirical Analysis for CEE Countries [J]. Procedia Economics and Finance, 2015 (26): 461-467
- [18] 曹裕, 胡韩莉. 创新能力、吸收能力与区域经济增长关系研究 [J]. 财经理论与实践, 2014, 35 (06): 123-127
- [19] 马云红. 区域创新系统与区域经济发展协调度评价模型构建 [J]. 经济问题探索, 2008 (05): 39-41
- [20] 张建. 区域经济与区域创新能力的耦合性研究及对贵州农业发展的建议 [J]. 贵州农业科学, 2009 (12): 212-215
- [21] 蒋天颖, 刘程军. 长江三角洲区域创新与经济增长的耦合协调研究 [J]. 地域研究与开发, 2015 (06): 8-13, 42
- [22] 王晖. 区域创新与区域经济发展的关系研究 [D]. 杭州: 浙江工业大学, 2012
- [23] 郑艳民, 张言彩, 韩勇. 区域创新投入、产出及创新环境的数量关系研究——基于省级截面数据的实证分析 [J]. 科技进步与对策, 2012, 29 (15): 35-41
- [24] 黄木易, 程志光. 区域城市化与社会经济耦合协调发展度的时空特征分析——以安徽省为例 [J]. 经济地理, 2012, 32 (02): 77-81
- [25] 华娟, 涂建军, 卢德彬, 等. 重庆区域经济发展的时空差异分析 [J]. 西南大学学报 (自然科学版), 2012, 32 (04): 129-133
- [26] 杨友宝, 王荣成, 曹洪华. 东北老工业城市旅游业与城市化耦合演变关系研究 [J]. 人文地理, 2016, 31 (01): 140-146
- [27] 王富喜, 毛爱华, 李赫龙, 等. 基于熵值法的山东省城镇化质量测度及空间差异分析 [J]. 地理科学, 2013, 33 (11): 1323-1329
- [28] 邓楚雄, 谢炳庚, 吴永兴, 等. 上海都市农业生态安全定量综合评价 [J]. 地理研究, 2011, 30 (04): 645-654
- [29] 刘雷, 张华. 山东省城市化效率与经济发展水平的时空耦合关系 [J]. 经济地理, 2015, 35 (08): 75-82
- [30] 王伟, 孙雷. 区域创新系统与产业转型耦合协调度分析——以铜陵市为例 [J]. 地理科学, 2016 (02): 204-212
- [31] 刘耀彬, 李仁东, 宋学锋. 中国城市化与生态环境耦合度分析 [J]. 自然资源学报, 2005, 20 (01): 105-112
- [32] 廖重斌. 环境与经济协调发展的定量评判及其分类体系——以珠江三角洲城市群为例 [J]. 热带地理, 1999, 19 (02): 76-82
- [33] 蒋天颖, 华明浩, 许强, 等. 区域创新与城市化耦合发展机制及其空间分异——以浙江省为例 [J]. 经济地理, 2014, 34 (06): 25-32
- [34] 吴玉鸣, 柏玲. 广西城市化与环境系统的耦合协调调度与互动分析 [J]. 地理科学, 2011, 31 (12): 1474-1479
- [35] 胡喜生, 洪伟, 吴承祯. 福州市土地生态系统服务与城市化耦合度分析 [J]. 地理科学, 2013, 33 (10): 1216-1223

作者简介: 谢彦龙 (1990—), 男, 河北邢台人, 在读硕士研究生, 主要研究方向为区域发展与规划; 李同昇 (1960—), 男, 陕西岐山人, 院长, 教授, 博士生导师, 博士, 主要研究方向为经济地理学; 李梦雪 (1991—), 女, 山东济南人, 在读硕士研究生, 主要研究方向为城市网络; 陈云莎 (1991—), 女, 河南济源人, 在读硕士研究生, 主要研究方向为人口经济学; 王昭 (1990—), 女, 陕西铜川人, 在读博士研究生, 主要研究方向为区域发展与规划; 赵新政 (1983—), 男, 通信作者, 河南安阳人, 讲师, 硕士生导师, 博士, 主要研究方向为城市地理、城市与区域发展。

(上接第 76 页)

城市建设相关的研发人才和项目, 为科技不断创新提供强大的人力、财力、物力支撑, 提高解决智慧城市建设瓶颈的技术水平, 进一步推进智慧城市建设。最后, 完善智慧城市建设政策法规和规范标准, 制定具有地方特色、详尽可行的智慧城市建设方案, 秉承以人为本的建设宗旨, 满足公众对智慧城市的需求, 建设一个更绿色、更经济、更适用、更安全、更智能、可持续发展的城市环境。

参考文献:

- [1] 张继平. 智慧城市之路科学治理与城市个性 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2013
- [2] GRAHAM S, MARVIN S. Telecommunications and the city: Electronic spaces, urban places [M]. London: Routledge, 1996: 2
- [3] ADEL S, ELMAGHRABY, MICHAEL M. Losavi. Cyber security challenges in Smart Cities: Safety, security and privacy [J]. Journal of Advanced Research (2014) 5, 491-497
- [4] MARGARITA A. Smart city policies: A spatial approach [J]. Cities 41 (2014) S3-S11.
- [5] ASHIM K D, HOONG C C, MAZHARUL HAQUE M D, et al. A methodological framework for benchmarking smart transport cities [J]. Cities 37 (2014) 47-56
- [6] GEORGE C, LAZAROIU A, MARIACRISTINAR. Definition methodology for the smart cities model [J]. Energy 47 (2012) 326-332

- [7] 许庆瑞, 吴志岩, 陈力田. 智慧城市的愿景与构架 [J]. 管理工程学报, 2012 (04): 1-7
- [8] 袁远明. 智慧城市信息系统关键技术研究 [D]. 武汉: 武汉大学, 2012
- [9] 闫海. 我国智慧城市建设水平评价研究 [D]. 太原: 太原科技大学, 2013
- [10] 辜胜阻, 杨建武, 刘江日. 当前我国智慧城市建设中的问题与对策 [J]. 中国软科学, 2013 (01): 6-12
- [11] 罗文. 智慧城市诊断评估模型与实践 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2014: 14-22
- [12] 王伟, 杜彦洁, 刘甲男, 等. 基于城市发展需求理论的智能电网支撑智慧城市评价指标体系研究 [J]. 华东电力, 2014, 42 (11): 2260-2264
- [13] 项勇, 任宏. 基于 ANP-TOPSIS 方法的智慧城市评价研究 [J]. 工业技术经济, 2014, 246 (4): 131-136
- [14] 何跃, 王猛. 基于灰色关联与 Ward 系统聚类的国民幸福评价 [J]. 统计与决策, 2012 (05): 42-45
- [15] QUINLAN J R. C4. 5: Programs for machine learning [M]. San Mateo: Morgan Kaufmann Publishers Inc, 1993: 17-42

作者简介: 张中青扬 (1992—), 女, 陕西汉中, 硕士研究生, 主要研究方向为社会发展统计; 邹凯 (1965—), 男, 湖南新化人, 副院长, 教授, 博士, 主要研究方向为管理科学与工程; 向尚 (1990—), 男, 湖南衡阳人, 硕士研究生, 主要研究方向为竞争情报与知识管理; 毛太田 (1971—), 男, 湖南永州人, 教授, 博士, 主要研究方向为管理科学与工程。