

基于 2TLNNs TODIM 法的互联网+农业特色小镇发展水平评价研究

辜慧琳, 王宏伟* (四川师范大学计算机科学学院, 四川成都 610101)

摘要 互联网+农业特色小镇发展水平评价是新城镇建设的需要。构建了互联网+农业特色小镇的评价指标体系,以四川省的 4 个特色小镇为例,采用 3 个专家基于 2TLNNs TODIM 方法对 4 个特色小镇的评分值,分别评价其互联网+农业特色小镇发展水平。结果表明,在特色小镇的发展水平评价研究中,基于 2TLNNs 环境下的 TODIM 方法具有可行性与有效性。不同的特色小镇因为个体资源条件和发展规划等的差异,其发展水平呈现出不同的情况。

关键词 互联网+农业特色小镇; 2TLNNs TODIM 方法; 2TLNNs; TODIM

中图分类号 F 291.1 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)02-0001-05

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.02.001



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Study on the Evaluation of the Development Level of Internet + Agricultural Characteristic Town Based on 2TLNNs TODIM Method
GU Hui-lin, WANG Hong-wei (School of Computer Science, Sichuan Normal University, Chengdu, Sichuan 610101)

Abstract The evaluation of the development level of internet + agricultural characteristic town is the need of new town construction. This paper constructed the evaluation index system of the internet + agricultural characteristic town, took 4 characteristic towns in Sichuan Province as examples, and used 3 experts to evaluate the development level of the internet + agricultural characteristic town by using the 2TLNNs TODIM method based on the rating value of 4 characteristic towns. The results showed that the TODIM method based on 2TLNNs environment was feasible and effective in the study of the development level evaluation of characteristic towns. Different characteristic towns had different levels due to the differences in individual resources and development planning.

Key words Internet + agricultural characteristic town; 2TLNNs TODIM method; 2TLNNs (2-tuple linguistic neutrosophic sets); TODIM (Portuguese acronym for interactive multi-criteria decision making)

近年来,特色小镇的建设上升到国家战略层面。国家发改委、财政部、农业部等多个部委统筹推进“互联网+”现代农业行动和特色小镇建设,陆续出台的多项文件为推进互联网+农业特色小镇的建设指明了方向。四川省在落实政策时结合本地实际,于 2018 年提出了集中打造 100 个农业互联网特色小镇的目标,目前成都市已形成了以天府新区太平镇、青白江区福洪镇为代表的现代农业型特色小镇。然而,学界对互联网+农业特色小镇的研究还不够系统,难以指导互联网+农业特色小镇的建设,对互联网+农业特色小镇的发展理论进行全面研究具有重要的现实意义。

1 文献综述

国外对小城镇的研究主要是从小城镇发展理念入手。经济学家马歇尔(Alfred Marshall)1884 年率先提出了新城理论;彼得·克鲁泡特金(Peter Kropotkin)倡导工业村建设;埃比尼泽·霍华德(Ebenezer Howard)1898 年提出了田园城市与社会城市理论;泰勒于 1915 年首次提出了卫星城镇的概念^[1]。基于实证和小(城镇)评价指标的研究方面,国外学者对旅游小镇研究较多,如 Halseth 等^[2]基于城市领域内的位置、旅游区生命周期模型内的时间安排、物业价值的差异,以及房地产经纪人作为“看门人”在指导投资方面的作用 4 个指标对南非自由州的 Fouriesburg 小镇进行评价。Krushel

等^[3]描述了一个特定时期内小城镇景观状态的模型和预测算法,比较各种景观技术的有效性,以及评估外部因素对遥远未来树种公园状况的影响。Mcguigan^[4]对不列颠哥伦比亚省农村和小城镇进行社会影响评估,并提出改善社会影响评估实践和政策。

国内对小城镇的研究始于费孝通先生,他主张城市发展应该走“小城镇为主、大中城市为辅”的道路^[5]。浙江省省长李强^[6]在我国首次提出“特色小镇”的概念,他认为“特色小镇是浙江特色产业、新型城市化与‘两美浙江’建设碰撞在一起的产物,既非行政概念,又非工业园区概念,而是‘产、城、人、文’四位一体有机结合的重要功能平台”。目前,国内学者在特色小镇的定义、内涵、特征,战略模式等方面做了较多研究。卫龙宝等^[7]提出浙江特色小镇建设开创的新县域经济发展模式,对全国新型城镇化的发展和中国社会经济转型具有借鉴意义。徐梦周等^[8]尝试将特色小镇的发展问题纳入创新生态系统观的视阈之中,并通过梦想小镇实践案例的探索,就特色小镇进一步优化发展提出若干对策建议。徐萍等^[9]认为特色农业小镇是农业特色鲜明、多种功能融合、农业文化汇聚、生态环境优美、公共服务配套的“宜居、宜商、宜业、宜养、宜游”的发展空间平台。吴奶金等^[10]提出农业特色小镇是一种理念新、机制新、产业优、结构合理的新型农业创新创业平台,具有示范特色、空间特色、地域特色、文化特色、夯实产业等特点。李冬梅等^[11]以组织种群生态学理论为依据,认为农业特色小镇超越了传统意义的建制镇或者建制镇+集镇的地域范畴,具有要素高度集聚、经营主体多元参与、三次产业深度融合等显著特征,正成为现代农业与新型城镇化协同推进的重要载体和当前我国推进农业供给侧结构性改革的新动能。“中国技术经济学会农业技术经济分

基金项目 四川省科技厅重点项目“物流一体化线上线下融合技术研究”(2018GZ0270);2018 年国家级大学生创新创业项目“互联网+高校智能‘微农业’的实践创新研究——以四川师范大学为例”(201810636077)。

作者简介 辜慧琳(1997—),女,四川仁寿人,从事科技指标与评价和电子商务研究。*通信作者,副教授,硕士,从事电子商务和物流工程研究。

收稿日期 2019-07-21

会 2015 年年会暨换届会议”中指出互联网+农业是充分利用移动互联网、大数据、云计算、物联网等新一代信息技术与农业的跨界融合,创新基于互联网平台的现代农业新产品、新模式与新业态^[12]。据此,可将互联网+农业特色小镇看成以“互联网+”为手段,以农村资源禀赋和特色产业为基础,高起点、高标准、高水平的农业特色互联网小镇。

针对特色小镇指标体系的研究主要包括,吕康娟等^[13]将小城镇评价指标体系分成四部分:自然优势、经济效益、社会效益、建设优势,由此构建小城镇建设评价指标体系。吴一洲等^[14]构造了基本信息、发展绩效和特色水平 3 个维度的特色小镇发展水平指标体系。潘静波^[15]基于空间到时间、小镇内和小镇外二维视角,设计了区域经济环境、特色金融小镇金融发展指标、金融生态环境、金融制度安排、金融管理和服务水平、互联网金融发展指标等对金融类“特色小镇”进行评估。温燕等^[16]依据 GEM 模型和专家调研形成了资本资源力、产业发展力、基础设施力、政府支持力、环境资源力 5 个方面的特色小镇核心竞争力指标体系。赵海洋^[17]设定了基础设施建设、生态环境影响、相关制度建设、社会民生发展以及社会经济发展 5 个潜变量并分别确定了基于 SEM 的特色小镇社会效益评价指标。徐友全等^[18]基于 GRA-AHP 方法对建造风险、特定项目风险、金融风险、信用风险等 8 项特色小镇 PPP 项目建设指标进行风险评价。雷仲敏等^[19]基于特色小镇的科学内涵构造了产业、环境、文化、功能、体制 5 个维度的指标体系对青岛夏庄生态农业特色小镇进行实证研究。董兴林等^[20]构建了经济、社会和资源环境 3 个方面可持续发展指标体系,评价了青岛西海岸新区特色小镇可持续发展情况。闵忠荣等^[21]按照“产业发展、和谐宜居、文化传承、设施服务”的创建要求,选取了特色产业、宜居环境、传统文化、设施服务和体制机制 5 个类别指标对江西省建制镇类特色小镇建设进行评价。高雁鹏等^[22]基于特色小镇的内涵及特征,结合三生空间的提出背景和发展目标,分别构建镇区、村庄层面的三生功能特色小镇评价指标体系。田学礼等^[23]构建了涵盖体育特色小镇基本信息、体育特色产业、体育特色资源、体育公共服务 4 个维度的特色小镇发展水平评价指标体系。薛燕^[24]从小镇茶基础条件、茶产业竞争力、综合效益方面选取了 21 个评价指标,探讨了茶文化特色小镇评价指标体系。周旭霞^[25]优化了特色小镇考核指标,将共性发展目标和个性发展目标设为考核项目,个性发展目标主要强化小镇的特色打造,引导小镇更注重特色产业发展、特色企业培育和特色亮点聚焦,共性发展目标强化高端人才、制度创新等指标,切实发挥特色小镇创新发展的导向性。

由于互联网+战略的广泛应用,国内不少学者建立了互联网+农业评价指标体系,如侯飞飞^[26]基于 G1 犹豫模糊法,建立了政策支持水平、技术应用水平、效益评价 3 个维度对互联网农业发展水平进行评价。多属性决策方法在互联网+农业特色小镇评价中具有巨大的应用潜力。然而,现有研究没有将其融合在特色小镇的发展水平评价中。TODIM 方法是基于前景理论的考虑决策者心理行为的多属性决策方法,

基于人们依据经验提供的描述,旨在帮助人们在面对风险时作出有效评价,可以根据决策者的风险偏好作出符合决策者心理的决策结果,在实际生活中具有广泛的应用^[27]。

总体而言,当前的研究往往局限于对特色小镇作定性探讨,缺乏定量分析。由于特色小镇考核期为 3 年,许多特色小镇还处于规划策划阶段。该研究采用基于前景理论的扩展 TODIM 方法对互联网+农业特色小镇发展水平进行评价,并为特色小镇的发展提出建议。

2 评价指标体系构建

2.1 指标体系的构建

特色小镇发展水平评价指标体系应准确体现特色小镇的特点,形成一个有机的评估系统,在选取评价指标时应遵循系统全面性^[28]、相对独立性^[29]、典型代表性^[29]、动态适应性^[30]、以人为核心^[14]的原则。系统全面性原则:所选取的指标应涵盖特色产业、环境设施、制度机制等,不应片面强调经济效益和规模。相对独立性原则:指标的选取应相对独立且不相关,不能互为解释,从而确保最终评价结果的全面性和科学性。典型代表性原则:特色小镇评判指标的选取应在遵循整体性与完全性的基础上,突出指标选取的重点。动态适应性原则:特色小镇的发展是一个动态的过程,在不同的时期具有不同的表现,指标选取应该具有动态性,并进行适应性调整。以人为核心原则:整个指标体系最终虽然是定量的综合评分,但在具体指标设计中,应同时考虑主客观相结合的模式,将特色小镇的使用者等微观主体的主观感受和体验也纳入到指标体系中。

目前,国内学界并未形成互联网+农业特色小镇发展水平评价指标体系。农业特色小镇是一个复杂的系统,需构建简明、全面且科学的评价指标体系。根据特色小镇科学内涵、国内外对于特色小镇发展建设的评价指标研究和专家咨询,构建了互联网+农业特色小镇发展建设的评估框架(表 1),具体分为 3 个层次:目标层、准则层和指标层。其中,准则层包括特色产业、环境设施、制度机制 3 个维度,每个准则层下分别设置具有代表性的因子组成指标层。

2.2 指标体系的解释

特色产业:特色小镇具有明显的产业特色,新兴产业成长快,传统产业改造升级效果明显,充分利用互联网+等新兴手段,推动产业链向研发、营销延伸。特色产业维度包括特色产业投入水平、互联网技术应用水平、休闲农业服务水平、可复制性经验水平。特色产业投入水平代表农业、服务业、工业产业的投入水平;互联网技术应用水平是科技研发、新农人发展水平、互联网镇群融合的应用程度;休闲农业服务水平是农业到休闲观光旅游的服务水平,也是农业工业服务业产业链竞争力的关键;可复制性经验水平,即特色小镇的代表示范效应。**环境设施:**环境设施维度主要包括宜居宜旅水平、特色文化风貌水平、设施服务完善水平。宜居宜旅水平,表示特色小镇居住旅游的舒适度;特色文化风貌水平,即小镇特色文化资源,城镇视觉风貌水平;设施服务完善水平,代表设施完善度、服务质量等公共服务水平。制度机制维度主要包括政策支持水平、制度创新水平、建设运营水平。政策支持水平,表示政府扶持创建工作及提供相

关要素保障程度;制度创新水平,代表规划建设管理水平、镇村融合发展制度水平等;建设运营水平,即企业主体、市场化运作化机制、特色小镇客厅建设等情况。

表 1 互联网+农业特色小镇发展水平评价指标体系

Table 1 Evaluation index system of the development level of internet + agricultural characteristic town

目标层 Target layer	准则层 Criterion layer	指标层 Indicator layer
互联网+农业特色小镇 Internet + agricultural characteristic town	特色产业	特色产业投入水平 互联网技术应用水平 休闲农业服务水平 可复制性经验水平
	环境设施	宜居宜旅水平 特色文化风貌水平 设施服务完善水平
	制度机制	政策支持水平 制度创新水平 建设运营水平

3 基于 2TLNNs TODIM 方法的评价模型

3.1 2TLNSs(二元组语言中智集) 基于二元组语言模糊集(2TLS)的概念和单值中智集(SVNS)的基础理论,2TLNSs(2-tuple linguistic neutrosophic sets)首先被王杰等^[31]定义如下。

定义 1:

设 $\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_k$ 是一个语言术语集。任意符号 η_i 显示可能的语言变量,并且 $\eta = \{\eta_0 = \text{极差}, \eta_1 = \text{非常差}, \eta_2 = \text{差}, \eta_3 = \text{中等}, \eta_4 = \text{好}, \eta_5 = \text{非常好}, \eta_6 = \text{极好}\}$, 则 2TLNSs η 可以被描述为:

$$\eta = \{(s_\alpha, \phi), (s_\beta, \varphi), (s_\gamma, \gamma)\} \quad (1)$$

其中 $s_\alpha, s_\beta, s_\gamma \in \eta, \phi, \varphi, \gamma \in [-0.5, 0.5], (s_\alpha, \phi), (s_\beta, \varphi), (s_\gamma, \gamma)$ 分别代表由 2TLNNs 表示的真实隶属度、不确定性隶属度、虚假隶属度,满足条件 $\Delta^{-1}(s_\alpha, \phi), \Delta^{-1}(s_\beta, \varphi), \Delta^{-1}(s_\gamma, \gamma) \in [0, k], 0 \leq \Delta^{-1}(s_\alpha, \phi) + \Delta^{-1}(s_\beta, \varphi) + \Delta^{-1}(s_\gamma, \gamma) \leq 3k$ 。

定义 2:

设 $\eta = \{(s_\alpha, \phi), (s_\beta, \varphi), (s_\gamma, \gamma)\}$ 是一个 2TLNN(2-tuple linguistic neutrosophic number), 则 η 的得分函数和准确度函数表示为:

$$s(\eta) = (2k + \Delta^{-1}(s_\alpha, \phi) - \Delta^{-1}(s_\beta, \varphi) - \Delta^{-1}(s_\gamma, \gamma)) / 3k, \\ s(\eta) \in [0, 1] \quad (2)$$

$$h(\eta) = \Delta^{-1}(s_\alpha, \phi) - \Delta^{-1}(s_\gamma, \gamma), h(\eta) \in [-k, k] \quad (3)$$

基于定义 2, 对于 2 个二元语言中智数(2TLNNs) η_1 和 η_2 有:

- (1) 如果 $s(\eta_1) < s(\eta_2)$, 则 $\eta_1 < \eta_2$;
- (2) 如果 $s(\eta_1) > s(\eta_2)$, 则 $\eta_1 > \eta_2$;
- (3) 如果 $s(\eta_1) = s(\eta_2), h(\eta_1) < h(\eta_2)$, 则 $\eta_1 < \eta_2$;
- (4) 如果 $s(\eta_1) = s(\eta_2), h(\eta_1) > h(\eta_2)$, 则 $\eta_1 > \eta_2$;
- (5) 如果 $s(\eta_1) = s(\eta_2), h(\eta_1) = h(\eta_2)$, 则 $\eta_1 = \eta_2$ 。

3.2 基于 2TLNNs 的 TODIM 方法 假设 $\{\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_n\}$ 是一组备选方案, $\{d^1, d^2, \dots, d^k\}$ 是加权向量为 $\{v_1, v_2, \dots, v_k\}$ 的

专家列表, $\{c_1, c_2, \dots, c_m\}$ 是加权向量为 $\{w_1, w_2, \dots, w_m\}$ 的标准列表, 从而满足 $w_i \in [0, 1], v_i \in [0, 1]$ 和 $\sum_{i=1}^n w_i = 1, \sum_{i=1}^m v_i = 1$ 构造一个决策矩阵 $\eta^A = [r_{ij}^A]_{m \times n}$, 其中 $\eta_{ij}^A = \{(s_{\alpha_{ij}}, \phi_{ij})^A, (s_{\beta_{ij}}, \varphi_{ij})^A, (s_{\gamma_{ij}}, \gamma_{ij})^A\}$ 表示专家 d^k 在标准 $c_i (i = 1, 2, \dots, m)$ 下对备选方案 $\eta_j (j = 1, 2, \dots, n)$ 的估计结果。

$(s_{\alpha_{ij}}, \phi_{ij})^A$ 表示真实隶属度, $(s_{\beta_{ij}}, \varphi_{ij})^A$ 表示不确定性隶属度, $(s_{\gamma_{ij}}, \gamma_{ij})^A$ 表示虚假隶属度, $0 \leq \Delta^{-1}(s_{\alpha_{ij}}, \phi_{ij})^A + \Delta^{-1}(s_{\beta_{ij}}, \varphi_{ij})^A + \Delta^{-1}(s_{\gamma_{ij}}, \gamma_{ij})^A \leq 3k (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n)$ 。令 $w_{ik} = w_i / w_k (0 \leq w_{ik} \leq 1)$ 是 c_i 对 c_k 的相对值, $w_k = \max(w_i) (k, i = 1, 2, \dots, m)$ 。

首先, 确定相对指标权重 $w_{ik} = w_i / w_k (0 \leq w_{ik} \leq 1), w_k = \max w_i (k, i = 1, 2, \dots, m)$ 。

第二, 计算每个指标下的相对优势度矩阵^[32]

$$\vartheta_i^A(\eta_j, \eta_t) \begin{cases} \sqrt{w_{ik} d(r_{ij}^A - r_{it}^A) / \sum_{i=1}^m w_{ik}} & r_{ij}^A - r_{it}^A > 0 \\ 0 & r_{ij}^A - r_{it}^A = 0 \\ -\frac{1}{\theta} \sqrt{\sum_{i=1}^m w_{ik} d(r_{ij}^A - r_{it}^A) / w_{ik}} & r_{ij}^A - r_{it}^A < 0 \end{cases} \quad (4)$$

$$d(f_{ij}^A - f_{it}^A) = \frac{1}{3k} (|\Delta^{-1}(s_{\alpha_{ij}}, \phi_{ij})^A - \Delta^{-1}(s_{\alpha_{it}}, \phi_{it})^A| + |\Delta^{-1}(s_{\beta_{ij}}, \varphi_{ij})^A - \Delta^{-1}(s_{\beta_{it}}, \varphi_{it})^A| + |\Delta^{-1}(s_{\gamma_{ij}}, \gamma_{ij})^A - \Delta^{-1}(s_{\gamma_{it}}, \gamma_{it})^A|) \quad (5)$$

其中, 公式(4)中 θ 为损失衰减系数。 θ 越小表明决策者的损失规避程度越高。当 $r_{ij}^A - r_{it}^A > 0$ 时, $\vartheta_i^A(\eta_j, \eta_t)$ 表示收益, 当 $r_{ij}^A - r_{it}^A < 0$ 时, $\vartheta_i^A(\eta_j, \eta_t)$ 表示损失。公式(5)中 $d(r_{ij}^A - r_{it}^A)$ 表示 2 个评价价值之间的距离。

第三, 计算方案的优势度总和

$$\vartheta^A(\eta_j, \eta_t) = \sum_{i=1}^n \vartheta_i^A(\eta_j, \eta_t) (j, t = 1, 2, \dots, n) \quad (6)$$

第四, 基于专家加权向量 $\{v_1, v_2, \dots, v_k\}$ 计算整体优势度 $\delta(\eta_j, \eta_t)$

$$\delta(\eta_j, \eta_t) = \sum_{i=1}^k v_i \vartheta_i^A(\eta_j, \eta_t) (j, t = 1, 2, \dots, n) \quad (7)$$

第五, 计算方案的综合感知价值函数值 $\delta(\eta_j)$

$$\delta(\eta_j) = \frac{\sum_{i=1}^n \delta(\eta_j, \eta_t) - \min_j \{\sum_{i=1}^n \delta(\eta_j, \eta_t)\}}{\max_j \{\sum_{i=1}^n \delta(\eta_j, \eta_t)\} - \min_j \{\sum_{i=1}^n \delta(\eta_j, \eta_t)\}} \quad (8)$$

最后, 根据计算所得的综合感知价值函数值 $\delta(\eta_j)$ 将所有方案进行排序, 计算所得的最大值为最佳方案。

4 实证研究

农业特色小镇的建设受一系列政治制度、经济社会等因素的影响, 这些因素决定了其发展水平的高低。四川省积极响应国家新型城镇化政策, 于 2018 年提出将集中打造 100 个农业互联网特色小镇, 现已形成了以天府新区太平镇等为代表的现代农业型特色小镇。因此, 以成都市为例建立互联网+农业特色小镇发展水平评价模型。现有 4 个农业互联网特色小镇的建设项目 $\eta_j (j = 1, 2, 3, 4)$, 根据上述 10 项标准来评估这些建设项目: G_1 是特色产业投入水平; G_2 是互联网技术应用水平; G_3 是休闲农业服务水平; G_4 是可复制性经验水平; G_5 是宜居宜旅水平; G_6 是特色文化风貌水平; G_7 是设施服务完善水平; G_8 是政策支持水平; G_9 是制度创新水平; G_{10} 是建设运营水平。4 个建设项目 $\eta_j (j = 1, 2, 3, 4)$ 被 3 个专家

d^k 以 10 个指标用 2TLNNs 方法进行评估, 指标权重 $w =$ 权重 $v = (0.35, 0.25, 0.4)$, 损失衰减系数 $\theta = 2.5$ 。3 个专家的评估情况显示在表 2~4 中。

表 2 专家 d^1 的 2TLNNs 评估矩阵Table 2 2TLNNs evaluation matrix of expert d^1

准则层 Criterion layer	指标层 Indicator layer	η_1	η_2	η_3	η_4
特色产业 Characteristic industry	G_1	$\{(s_2, 0), (s_4, 0), (s_1, 0)\}$	$\{(s_3, 0), (s_2, 0), (s_5, 0)\}$	$\{(s_4, 0), (s_4, 0), (s_1, 0)\}$	$\{(s_4, 0), (s_4, 0), (s_2, 0)\}$
	G_2	$\{(s_5, 0), (s_5, 0), (s_3, 0)\}$	$\{(s_3, 0), (s_4, 0), (s_1, 0)\}$	$\{(s_2, 0), (s_1, 0), (s_5, 0)\}$	$\{(s_1, 0), (s_3, 0), (s_2, 0)\}$
	G_3	$\{(s_5, 0), (s_3, 0), (s_2, 0)\}$	$\{(s_2, 0), (s_5, 0), (s_5, 0)\}$	$\{(s_5, 0), (s_4, 0), (s_1, 0)\}$	$\{(s_3, 0), (s_1, 0), (s_3, 0)\}$
	G_4	$\{(s_2, 0), (s_4, 0), (s_5, 0)\}$	$\{(s_1, 0), (s_1, 0), (s_4, 0)\}$	$\{(s_4, 0), (s_5, 0), (s_3, 0)\}$	$\{(s_5, 0), (s_5, 0), (s_1, 0)\}$
环境设施 Environmental facilities	G_5	$\{(s_3, 0), (s_5, 0), (s_1, 0)\}$	$\{(s_3, 0), (s_4, 0), (s_5, 0)\}$	$\{(s_1, 0), (s_4, 0), (s_5, 0)\}$	$\{(s_5, 0), (s_4, 0), (s_4, 0)\}$
	G_6	$\{(s_1, 0), (s_5, 0), (s_1, 0)\}$	$\{(s_3, 0), (s_5, 0), (s_1, 0)\}$	$\{(s_2, 0), (s_1, 0), (s_5, 0)\}$	$\{(s_5, 0), (s_2, 0), (s_1, 0)\}$
	G_7	$\{(s_1, 0), (s_4, 0), (s_1, 0)\}$	$\{(s_2, 0), (s_1, 0), (s_1, 0)\}$	$\{(s_5, 0), (s_5, 0), (s_1, 0)\}$	$\{(s_1, 0), (s_3, 0), (s_2, 0)\}$
制度机制 System mechanism	G_8	$\{(s_3, 0), (s_5, 0), (s_4, 0)\}$	$\{(s_4, 0), (s_1, 0), (s_5, 0)\}$	$\{(s_5, 0), (s_5, 0), (s_2, 0)\}$	$\{(s_2, 0), (s_3, 0), (s_3, 0)\}$
	G_9	$\{(s_2, 0), (s_4, 0), (s_3, 0)\}$	$\{(s_1, 0), (s_4, 0), (s_5, 0)\}$	$\{(s_4, 0), (s_5, 0), (s_1, 0)\}$	$\{(s_5, 0), (s_5, 0), (s_4, 0)\}$
	G_{10}	$\{(s_5, 0), (s_1, 0), (s_2, 1)\}$	$\{(s_2, 0), (s_1, 0), (s_5, 0)\}$	$\{(s_3, 0), (s_4, 0), (s_3, 0)\}$	$\{(s_3, 0), (s_4, 0), (s_5, 0)\}$

表 3 专家 d^2 的 2TLNNs 评估矩阵Table 3 2TLNNs evaluation matrix of expert d^2

准则层 Criterion layer	指标层 Indicator layer	η_1	η_2	η_3	η_4
特色产业 Characteristic industry	G_1	$\{(s_3, 0), (s_5, 0), (s_1, 0)\}$	$\{(s_5, 0), (s_2, 0), (s_1, 0)\}$	$\{(s_2, 0), (s_1, 0), (s_5, 0)\}$	$\{(s_4, 0), (s_4, 0), (s_2, 0)\}$
	G_2	$\{(s_2, 0), (s_1, 0), (s_1, 0)\}$	$\{(s_1, 0), (s_3, 0), (s_2, 0)\}$	$\{(s_5, 0), (s_5, 0), (s_1, 0)\}$	$\{(s_1, 0), (s_3, 0), (s_2, 0)\}$
	G_3	$\{(s_4, 0), (s_1, 0), (s_5, 0)\}$	$\{(s_2, 0), (s_3, 0), (s_3, 0)\}$	$\{(s_5, 0), (s_5, 0), (s_2, 0)\}$	$\{(s_3, 0), (s_1, 0), (s_3, 0)\}$
	G_4	$\{(s_1, 0), (s_4, 0), (s_5, 0)\}$	$\{(s_5, 0), (s_5, 0), (s_4, 0)\}$	$\{(s_4, 0), (s_5, 0), (s_1, 0)\}$	$\{(s_5, 0), (s_5, 0), (s_1, 0)\}$
环境设施 Environmental facilities	G_5	$\{(s_2, 0), (s_1, 0), (s_5, 0)\}$	$\{(s_3, 0), (s_4, 0), (s_5, 0)\}$	$\{(s_3, 0), (s_4, 0), (s_3, 0)\}$	$\{(s_5, 0), (s_4, 0), (s_4, 0)\}$
	G_6	$\{(s_4, 0), (s_4, 0), (s_1, 0)\}$	$\{(s_1, 0), (s_5, 0), (s_1, 0)\}$	$\{(s_2, 0), (s_4, 0), (s_1, 0)\}$	$\{(s_3, 0), (s_2, 0), (s_5, 0)\}$
	G_7	$\{(s_2, 0), (s_1, 0), (s_5, 0)\}$	$\{(s_1, 0), (s_4, 0), (s_1, 0)\}$	$\{(s_5, 0), (s_5, 0), (s_3, 0)\}$	$\{(s_3, 0), (s_4, 0), (s_1, 0)\}$
制度机制 System mechanism	G_8	$\{(s_5, 0), (s_4, 0), (s_1, 0)\}$	$\{(s_3, 0), (s_5, 0), (s_4, 0)\}$	$\{(s_5, 0), (s_3, 0), (s_2, 0)\}$	$\{(s_2, 0), (s_5, 0), (s_5, 0)\}$
	G_9	$\{(s_4, 0), (s_5, 0), (s_3, 0)\}$	$\{(s_2, 0), (s_4, 0), (s_3, 0)\}$	$\{(s_2, 0), (s_4, 0), (s_5, 0)\}$	$\{(s_1, 0), (s_1, 0), (s_4, 0)\}$
	G_{10}	$\{(s_1, 0), (s_4, 0), (s_5, 0)\}$	$\{(s_5, 0), (s_1, 0), (s_2, 1)\}$	$\{(s_3, 0), (s_5, 0), (s_1, 0)\}$	$\{(s_3, 0), (s_4, 0), (s_5, 0)\}$

表 4 专家 d^3 的 2TLNNs 评估矩阵Table 4 2TLNNs evaluation matrix of expert d^3

准则层 Criterion layer	指标层 Indicator layer	η_1	η_2	η_3	η_4
特色产业 Characteristic industry	G_1	$\{(s_2, 0), (s_1, 0), (s_1, 0)\}$	$\{(s_5, 0), (s_5, 0), (s_1, 0)\}$	$\{(s_4, 0), (s_4, 0), (s_2, 0)\}$	$\{(s_4, 0), (s_1, 0), (s_5, 0)\}$
	G_2	$\{(s_4, 0), (s_1, 0), (s_5, 0)\}$	$\{(s_2, 0), (s_4, 0), (s_1, 0)\}$	$\{(s_1, 0), (s_3, 0), (s_2, 0)\}$	$\{(s_1, 0), (s_4, 0), (s_5, 0)\}$
	G_3	$\{(s_1, 0), (s_4, 0), (s_5, 0)\}$	$\{(s_1, 0), (s_4, 0), (s_1, 0)\}$	$\{(s_3, 0), (s_1, 0), (s_3, 0)\}$	$\{(s_1, 0), (s_1, 0), (s_4, 0)\}$
	G_4	$\{(s_2, 0), (s_1, 0), (s_5, 0)\}$	$\{(s_3, 0), (s_5, 0), (s_4, 0)\}$	$\{(s_4, 0), (s_5, 0), (s_1, 0)\}$	$\{(s_3, 0), (s_4, 0), (s_5, 0)\}$
环境设施 Environmental facilities	G_5	$\{(s_2, 0), (s_3, 0), (s_3, 0)\}$	$\{(s_2, 0), (s_4, 0), (s_3, 0)\}$	$\{(s_3, 0), (s_4, 0), (s_3, 0)\}$	$\{(s_3, 0), (s_5, 0), (s_1, 0)\}$
	G_6	$\{(s_5, 0), (s_5, 0), (s_4, 0)\}$	$\{(s_5, 0), (s_1, 0), (s_2, 1)\}$	$\{(s_2, 0), (s_4, 0), (s_5, 0)\}$	$\{(s_2, 0), (s_1, 0), (s_1, 0)\}$
	G_7	$\{(s_3, 0), (s_4, 0), (s_5, 0)\}$	$\{(s_1, 0), (s_5, 0), (s_1, 0)\}$	$\{(s_3, 0), (s_5, 0), (s_1, 0)\}$	$\{(s_4, 0), (s_1, 0), (s_5, 0)\}$
制度机制 System mechanism	G_8	$\{(s_1, 0), (s_1, 0), (s_4, 0)\}$	$\{(s_4, 0), (s_5, 0), (s_3, 0)\}$	$\{(s_5, 0), (s_5, 0), (s_1, 0)\}$	$\{(s_3, 0), (s_4, 0), (s_1, 0)\}$
	G_9	$\{(s_3, 0), (s_4, 0), (s_5, 0)\}$	$\{(s_1, 0), (s_4, 0), (s_5, 0)\}$	$\{(s_5, 0), (s_4, 0), (s_4, 0)\}$	$\{(s_2, 0), (s_5, 0), (s_5, 0)\}$
	G_{10}	$\{(s_3, 0), (s_5, 0), (s_1, 0)\}$	$\{(s_2, 0), (s_1, 0), (s_5, 0)\}$	$\{(s_5, 0), (s_2, 0), (s_1, 0)\}$	$\{(s_1, 0), (s_1, 0), (s_4, 0)\}$

通过计算得最终的综合感知价值排序值如表 5。

表 5 总体感知价值函数值

Table 5 Overall perceived function values

方案 Programme	η_1	η_2	η_3	η_4
η_1	0	-2.283 5	-4.700 6	-3.100 1
η_2	-3.368 9	0	-4.328 2	-3.039 9
η_3	-1.385 8	-1.374 1	0	-2.008 8
η_4	-2.839 3	-1.910 6	-3.539 2	0

根据 2TLNNs TODIM 方法可得成都市 4 个互联网农业特色小镇的综合感知价值函数值分别为 $\delta(\eta_1) = 0.109 4$, $\delta(\eta_2) = 0.000 0$, $\delta(\eta_3) = 1.000 0$, $\delta(\eta_4) = 0.410 1$, 由此可知方案的排序为 $\eta_3 > \eta_4 > \eta_1 > \eta_2$, 即第 3 个互联网+农业特色小镇的发展水平最高。

通过在 2TLNNs TODIM 方法的计算过程中改变参数 θ , 可以描述对排序结果的影响。从表 6 的计算结果中可以很容易地通过更改 θ 值来确定发展水平最高的项目是 η_3 。

表 6 参数 θ 对决策结果的影响Table 6 Effects of parameter θ on decision result

方案 Pro- gramme	$\theta=1.0$		$\theta=1.5$		$\theta=2.0$		$\theta=2.5$		$\theta=3.0$		$\theta=4.0$		$\theta=5.0$	
	$\delta(\eta_j)$	排序 Ranking												
η_1	0.096 8	3	0.085 0	3	0.105 5	3	0.109 4	3	0.113 0	3	0.119 4	3	0.125 0	3
η_2	0.000 0	4	0.000 0	4	0.000 0	4	0.000 0	4	0.000 0	4	0.000 0	4	0.000 0	4
η_3	1.000 0	1	1.000 0	1	1.000 0	1	1.000 0	1	1.000 0	1	1.000 0	1	1.000 0	1
η_4	0.418 7	2	0.305 5	2	0.412 8	2	0.885 9	2	0.407 7	2	0.403 3	2	0.399 5	2

5 结语

互联网+农业特色小镇的建设是推动新城镇发展的重要战略。该研究构建了互联网+农业特色小镇的评价指标体系,并运用 2TLNNs TODIM 方法对成都市互联网+农业特色小镇发展水平进行评价。TODIM 方法基于前景理论,充分考虑了决策者的心理行为。同时,将原始的 TODIM 模型拓展到 2TLNN 环境下考虑行为的主观性和每个替代方案的支配地位时更合理、更科学。我国正处于全面建成小康社会的关键时期,互联网+农业特色小镇的建设应该在国家政策红利的指导下注重互联网技术的应用,加大休闲农业的特色发展,创造宜居宜旅的生活环境,促进产业融合;同时吸收总结经验,为新城镇的发展指明方向。通过分析每个特色小镇在不同参数情况下的总体感知价值函数值可知,不同的特色小镇因为个体资源条件和发展规划等的差异,其发展水平呈现出不同的情况。

参考文献

- [1] 张敏.创新生态系统视角下特色小镇演化研究[D].苏州:苏州大学,2018.
- [2] HALSETH G, MEIKLEJOHN C. Indicators of small town tourism development potential: The case of Fouriesburg, South Africa [J]. Urban forum, 2009, 20(3): 293-317.
- [3] KRUSHEL E G, STEPANCHENKO I V, STEPANCHENKO O V, et al. Landscaping state modeling in a small town [J]. World applied sciences journal, 2013, 25(12): 1669-1675.
- [4] MCGUIGAN E K. Social impact assessment in rural and small-town British Columbia [D]. Vancouver: University of British Columbia, 2015.
- [5] 张群, 秦川. 国内外小城镇建设理论与实践分析 [J]. 小城镇建设, 2008(12): 100-104.
- [6] 李强. 特色小镇是浙江创新发展的战略选择 [J]. 中国经贸导刊, 2016(4): 10-13.
- [7] 卫龙宝, 史新杰. 浙江特色小镇建设的若干思考与建议 [J]. 浙江社会科学, 2016(3): 28-32.
- [8] 徐梦周, 王祖强. 创新生态系统视角下特色小镇的培育策略: 基于梦想小镇的案例探索 [J]. 中共浙江省委党校学报, 2016, 32(5): 33-38.
- [9] 徐萍, 卫新, 王美青, 等. 探索特色农业小镇建设新路径 [J]. 浙江经济, 2016(5): 50-51.
- [10] 吴奶金, 陈高威, 林珊, 等. 基于新型业态变化的农业特色小镇理念与构建 [J]. 云南农业大学学报(社会科学), 2017, 11(3): 7-12.
- [11] 李冬梅, 郑林凤, 林赛男, 等. 农业特色小镇形成机理与路径优化: 基于

成都模式的案例分析 [J]. 中国软科学, 2018(5): 79-90.

- [12] 赵芝俊, 陈耀. 互联网+ 农业: 理论与实践——2015 年中国技术经济学会农业技术经济分会年会综述 [J]. 农业技术经济, 2015(11): 126-128.
- [13] 吕康娟, 刘延岭, 关柯. 小城镇建设评价指标体系的研究 [J]. 城市发展研究, 2001(5): 69-72.
- [14] 吴一洲, 陈前虎, 郑晓虹. 特色小镇发展水平指标体系与评估方法 [J]. 规划师, 2016, 32(7): 123-127.
- [15] 潘静波. 二维视角下金融类“特色小镇”的培育指标体系构建: 以杭州市为例 [J]. 经贸实践, 2016(20): 31-32.
- [16] 温燕, 金平斌. 特色小镇核心竞争力及其评估模型构建 [J]. 生态经济, 2017, 33(6): 85-89.
- [17] 赵海洋. 基于 SEM 的我国特色小镇项目社会效益评价研究 [D]. 济南: 山东建筑大学, 2017.
- [18] 徐友全, 姚辉彬, 安强, 等. 基于 GRA-AHP 的特色小镇 PPP 项目建设风险评价 [J]. 工程管理学报, 2017, 31(6): 71-76.
- [19] 雷仲敏, 张梦琦, 李载驰. 我国特色小镇发展建设评价研究: 以青岛夏庄生态农业特色小镇建设为例 [J]. 青岛科技大学学报(社会科学版), 2017, 33(3): 8-12, 28.
- [20] 董兴林, 牛春云. 青岛西海岸新区特色小镇可持续发展评价研究 [J]. 青岛农业大学学报(社会科学版), 2017, 29(1): 40-45.
- [21] 闵忠荣, 周颖, 张庆园. 江西省建制镇类特色小镇建设评价体系构建 [J]. 规划师, 2018(11): 138-141.
- [22] 高雁鹏, 徐筱菲. 辽宁省特色小镇三生功能评价及等级分布研究 [J]. 规划师, 2018(5): 132-136.
- [23] 田学礼, 赵修涵. 体育特色小镇发展水平评价指标体系研究 [J]. 成都体育学院学报, 2018, 44(3): 45-52.
- [24] 薛燕. 茶文化特色小镇的评价研究 [J]. 福建茶叶, 2018(8): 135.
- [25] 周旭霞. 优化特色小镇考核制度研究: 基于杭州的实践 [J]. 中共杭州市委党校学报, 2018(1): 24-30.
- [26] 侯飞飞. 基于 G1-犹豫模糊法的“互联网+ 农业”发展水平评价 [D]. 泰安: 山东农业大学, 2016.
- [27] GOMES L, LIMA M. TODIM: Basics and application to multicriteria ranking of projects with environmental impacts [J]. Foundations of computing and decision sciences, 1992, 16(4): 113-127.
- [28] 郭亚军. 综合评价理论、方法及应用 [M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [29] 杜栋, 庞庆华, 吴炎. 现代综合评价方法与案例精选 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.
- [30] 彭张林, 张爱萍, 王素凤, 等. 综合评价指标体系的设计原则与构建流程 [J]. 科研管理, 2017(S1): 209-215.
- [31] WANG J, WEI G W, WEI Y. Models for green supplier selection with some 2-tuple linguistic neutrosophic number Bonferroni mean operators [J]. Symmetry, 2018, 10(5): 1-36.
- [32] WANG J, WEI G W, LU M. TODIM method for multiple attribute group decision making under 2-tuple linguistic neutrosophic environment [J]. Symmetry, 2018, 10(10): 1-17.