

# 基于 Vague 集的新型城镇化与农业现代化协调关系实证分析

李 群 崔春生 王 宾 张灵蕤

**摘 要** 新型城镇化与农业现代化的协调发展问题是“四化同步”的重要环节，也是当前中国经济发展进入新常态下亟需解决的重大课题。作者运用 Vague 集理论构建了新型城镇化和农业现代化评价指标体系，并基于 Vague 集理论的相似度模型，对 2011 年中国新型城镇化和农业现代化的协调度进行实证分析。结果显示，2011 年二者的协调度较低，新型城镇化的 Vague 值相对高于农业现代化，较低的农业现代化水平影响了新型城镇化和农业现代化的协调发展，这与目前中国二元经济的现实是相匹配的。基于此，作者从推进新型城镇化建设和深化农村现代化改革的角度提出了政策建议，力求为政策制定提供必要参考。

**关键词** 新型城镇化 农业现代化 Vague 集 协调度

[中图分类号] F061.5 [文献标识码] A [文章编号] 2095-851X (2015) 02-0061-13

## 一、引言

新型城镇化和农业现代化的协调发展是当下各级政府和学界关注的重点问题之一，城镇化的良性运行能够有力带动工业化发展，形成工业反哺农业、城市支持农村的良好态势，而农业现代化的推进则可支撑城镇化建设，二者之间的协调发展成为共

**【基金项目】** 国家社会科学基金项目“经济发展方式转变成效评价研究及其实证分析”（批准号：11BTJ015）；中国社会科学院哲学社会科学创新工程基础研究者资助项目“经济评价的理论、方法与实证分析”（2014 年~2018 年）；中国社会科学院国情调研基地项目“西部经济社会跨越式发展调研（甘肃基地）”（2013 年）。

**【作者简介】** 李群（1961-），中国社会科学院数量经济与技术经济研究所研究员、博士生导师，邮政编码：100732；崔春生（1974-），中国社会科学院数量经济与技术经济研究所博士后，河南财经政法大学计算机与信息工程学院副教授，邮政编码：450046；王宾（1987-），中国社会科学院研究生院博士研究生，邮政编码：102488；张灵蕤（1992-），美国特拉华大学商学院本科生。

致谢：感谢审稿专家匿名评审。

同推动当前经济社会发展的重要战略部署。西方国家在城镇化进程中也经历了工业化、农业现代化与城镇化协调发展的道路,并取得了良好成效,最终迈入了现代化国家行列,这些经验对于推进中国新型城镇化与农业现代化的协调发展具有一定借鉴意义。

截至2013年末,中国城镇常住人口已经达到7.31亿人,城镇化率为53.7%。由此可见,中国城镇化进程正在深入推进,城乡二元结构也逐渐发生变化。如何度量新型城镇化与农业现代化之间的协调度,以及二者之间如何协调推进等问题值得进一步探讨。因此,本文以新型城镇化与农业现代化的协调问题为主线,在界定新型城镇化和农业现代化内涵的基础上,采用Vague集理论的相似度模型,定量分析二者之间的协调关系,并提出相关政策建议,力求为政策制定与研究提供参考性意见。

## 二、文献综述

### (一) 新型城镇化的内涵与界定

目前,已有许多学者就新型城镇化与传统城镇化的内涵进行了分析,认为二者之间的差别主要体现在以下几个方面:第一,与传统城镇化注重城镇数量和规模的发展模式相比,新型城镇化更加注重质量和内涵的提升。第二,与传统城镇化过分依靠工业化带动的发展模式相比,新型城镇化更加强调工业化、农业现代化和城镇化的协调发展。第三,新型城镇化强调完整城镇体系的构建以及城乡的统筹发展,而传统城镇化过分强调中心城市的发展,忽略了县域、中心镇和农村的发展(孙雪等,2012;魏后凯,2014)。

目前学界针对城镇化的测度,主要有单一指标法和复合指标法两类。其中,单一指标法以人口为主要衡量标准,测度城镇人口占地区总人口的比重。而较多学者为使测度更符合现实,采用复合指标法测度,例如,李振福(2003)从城市发展潜力、城市经济和城市发展装备等三个方面对城镇化进行评价;赵静等(2005)从人口、经济、社会文化和地域景观等四个方面选取指标对城镇化进行测度;孙长青、田园(2013)则基于经济学视角,在评价框架中考虑了城镇化水平、民生改善、经济发展、生态宜居、集约协调等五个方面的因素;孙雪等(2012)从经济、社会、人口素质、人民生活、基础设施和环境等六个方面选取了16项指标进行评价;叶裕民(2001)认为城市现代化是新型城镇化的重要方面,应包括城市经济现代化、基础设施现代化和人的现代化等方面。总体而言,复合指标法更多考量城镇化的内涵与本质,综合考虑经济发展水平、产业结构演变以及人民生活质量等方面的因素,比单一指标法的衡量更加客观、更加贴近现实,更能够综合反映地区的城镇化发展水平。

本文认为城镇化的测评需要把握三个重点:第一,参与评价的对象主体具有可比性,因为不同级别城市的城镇化发展水平必然存在较大差异。第二,指标体系的选择应尽量反映新型城镇化的本质特征,至少应包括城乡统筹、城乡一体、产城互动、节约集约、生态宜居、和谐发展等指标。第三,从方法来看,所构建的指标体系中一级指标之间要具有一定的可替代性。因此,本文选取人均GDP、总人口增长率、人均

城镇道路面积、城市生活垃圾无害化处理率和建成区绿地率等 15 项指标对新型城镇化水平进行测度与评价，力图较全面、客观反映新型城镇化的发展现状，更加深入地理解新型城镇化的内涵和本质。

## （二）农业现代化的内涵与界定

国内学者对农业现代化的内涵与测度进行了大量研究。其中，农业现代化的内涵有狭义和广义之分，狭义农业现代化主要侧重研究农业产业；而广义农业现代化的内涵则涵盖“农业”、“农村”和“农民”现代化三方面内容（赵景阳等，2007）；郭强、李荣喜（2003）从农业发展水平、劳动者素质、环境质量和农村富裕程度等四个方面综合考察农业现代化的发展水平；门可佩、唐沙沙（2010）采用人均拥有农机总动力、有效灌溉面积占耕地面积的比重、单位耕地面积有效化肥施用量、农村人口人均用电量、人均农林牧渔业产值等 12 项指标构建农业现代化评价体系；李富军（2012）从农业投入现代化发展程度、农业科学技术化实现状况、提供农业支持的情况和农业经济结构变动状况等四个方面评价农业现代化水平；冯献等（2014）认为，农业现代化与工业化、信息化和城镇化之间高度相关，只有相互协调发展，才能达到“四化同步”的理念。现代农业科技发展必然要依赖于工业化和信息化的融合，而要实现城乡一体化发展，则必须得益于工业化和城镇化的高度互动。在测评方法方面，目前国内常用的有模型法、数据包络法（郭冰阳，2006）、参数比较法和多指标综合测度法（陈春霞，2009）等四种方法。由此可见，学者普遍认为农业现代化是由传统农业向现代农业转变的一个过程。而在这个过程中，农业发展需借助于现代科学技术和现代经济管理方法，从而实现由落后传统农业向世界先进水平的农业演进。但是，也不可否认，农业现代化不应仅仅是农业生产手段的现代化，还需要与不断完善的农业制度相配合。

类似于城镇化的测评，本文认为农业现代化指标的建立也需要把握三个重点：第一，参与评价的对象主体要具有可比性，特别是在宏观、中观和微观等各层面的评价指标应当有所差异。第二，指标体系构建过程中，应充分考虑农业现代化的内涵，从农业现代化的质量、动力和公平特征三方面建立指标体系。第三，从方法上看，各指标之间应该具有一定的可补偿性。基于以上分析，本文选取人均农业基金投入、三农支出投入、农业劳动力受教育水平、农业机械总动力数和土地生产率等 12 项指标测度农业现代化水平。

## （三）新型城镇化与农业现代化的协调研究

关于新型城镇化与农业现代化的协调关系，早已成为政府和学界关注的重要问题，党的十八大报告中明确提出，“坚持走中国特色新型工业化、信息化、城镇化、农业现代化道路，推动城镇化与农业现代化相互协调”；十八届三中全会通过的《中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定》也明确要求，“必须健全体制机制，形成以工促农、以城带乡、工农互惠和城乡一体的新型工农城乡关系，让广大农民平等参与现代化进程、共同分享现代化成果”。由此可见，新型城镇化将成为中国全面建设小康

社会的重要载体和撬动内需的最大动力，而农业现代化水平的提高是实现农业可持续发展的重要路径，其成败将影响到与城镇化的协调发展，进而影响到城镇化的进程。

厘清城镇化与农业现代化之间的内在联系对于有效推进新型城镇化建设、加速实现农业现代化都具有重要的作用（刘玉，2007），不同学者针对二者之间的关系也进行了不同视角的探讨。其中，柯福艳（2011）为寻求中国城乡二元结构的制度性和障碍性因素，建立了城镇化与农业现代化相互促进的长效机制；马雪松等（2013）则指出二者相互协调的关键在于是否实现农民市民化和农村土地的规模经营问题，并提出要将农村产权制度和城市户籍制度改革相结合，而农村产权制度改革重点在于确权颁证流转交易，户籍制度改革的重点在于剥离附着在城市户籍上的种种隐性福利，只有解决这两类问题，才能够真正实现农业现代化与城镇化的协调发展；赫修贵（2013）认为农业现代化和城镇化协调发展的特点，主要在于解决人、资本和产业三者之间的集聚配置问题，而二者协同推进最终是要解决人口的城市化和人的现代化；王春丽（2013）基于VAR模型，以1980年~2012年的年度数据为基础，采用协整检验和脉冲响应等方法实证检验了中国农业现代化和城镇化的协调关系，结果显示，中国农业现代化水平滞后于城镇化发展水平。

综上所述，新型城镇化和农业现代化的协调关系研究已日益受到各界关注，而上述研究多从二者的协调关系和机制展开探讨，鲜有文献从量化角度对二者之间的协调度进行有效度量。基于此，本文在Vague集理论上，对二者的协调度进行量化研究，以求为理论分析提供有效支撑。

### 三、Vague集理论及其协调模型

#### （一）Vague集的定义及其基本运算规则

Vague集是在Fuzzy集隶属度概念的基础上，通过引入真、假隶属度，给出区间形式的隶属程度，该区间同时列出支持证据、反对证据和中立的程度，由此可见，Vague集是Zadeh模糊集（Zadeh，1965）的推广形式之一（苏白云，2013）。Atanassov（1999）、Gau和Buehrer（1993）通过决策中的“投票模型”对Vague集进行了进一步的解释，使之较模糊集更好地处理不确定性问题。相比而言，Vague集理论比Cantor集、Fuzzy集在同时表达模糊性和不确定性的问题上具有较大优势，该理论在描述事物时更加形象、更贴近客观事物本身，对不确定模糊信息的刻画更精确，处理时更灵活。目前，Vague集理论已被广泛应用于数据挖掘、机器学习、模糊推理和模糊决策等领域。例如，崔春生等（2010、2011）借助Vague集理论研究了运筹学中的经典0-1指派问题，并运用Vague集思想研究了电子商务系统中的推荐问题；王鸿绪（2011）运用Vague集理论研究了农产品的综合评估；何永贵等（2009）将Vague集理论运用于“企业资源计划”系统的绩效评价。根据既有研究，我们对Vague集理论的定义及其运算法则做如下研讨：

## 1. Vague 集理论的定义

设存在一个论域  $U$ ，其中任何一个元素用  $x$  表示。实数值 Vague 集  $A$  由真隶属函数  $t_A$  和假隶属函数  $f_A$  构成，其中真隶属度函数的范围是  $t_A: U \rightarrow [0, 1]$ ，而假隶属度函数的范围为  $f_A: U \rightarrow [0, 1]$ 。那么，对于任意一个  $x \in U$ ， $t_A(x)$  是从支持  $x \in A$  的证据所导出的  $x \in A$  的肯定隶属度的下界， $1 - f_A$  则是从支持  $x \in A$  的证据所导出的  $x \in A$  的肯定隶属度的上界， $f_A(x)$  是从反对  $x \in A$  的证据所导出的  $x \in A$  的否定隶属度的下界，并且满足  $t_A(x) + f_A(x) \leq 1$ 。

进而， $x$  关于  $A$  的隶属度可由  $[0, 1]$  上的子区间  $[t_A(x), 1 - f_A(x)]$  表示，或者称  $[t_A(x), 1 - f_A(x)]$  是  $x$  在 Vague 集  $A$  中的 Vague 值，称  $\pi_A(x) = 1 - t_A(x) - f_A(x)$  为  $x$  关于  $A$  的未知度，也称为犹豫度或踌躇度。 $\pi_A(x)$  是  $x$  相对于未知信息  $A$  的度量， $\pi_A(x)$  的值越大，说明  $x$  相对于  $A$  的未知信息越多 (Gau and Buehrer, 1993)。当  $t_A = 1 - f_A$  时， $\pi_A(x) = 0$ ，即  $t_A(x) + f_A(x) = 1$  时，Vague 值  $x$  退化为普通模糊值，示意图如图 1 所示。

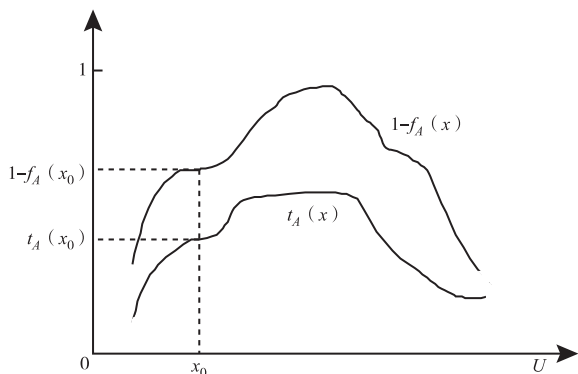


图 1 Vague 集示意图

一般地，Vague 集  $A$  可记为：

$$[x, t_A(x), 1 - f_A(x)] \quad (1)$$

当  $U$  是连续集时，Vague 集  $A$  可记为：

$$A = \int_U [t_A(x), 1 - f_A(x)] / x \quad (2)$$

当  $U$  是离散集时，Vague 集  $A$  可记为：

$$A = \sum_{i=1}^n [t_A(x_i), 1 - f_A(x_i)] / x_i \quad (3)$$

## 2. Vague 集的基本运算法则

如果  $A$ 、 $B$  是两个 Vague 集，则有：

$$\bar{A} = [x, 1 - f_A(x), t_A(x)] \quad (4)$$

$$A + B = [x, t_A(x) + t_B(x) - t_A(x)t_B(x), (1 - f_A(x))(1 - f_B(x))] \quad (5)$$

$$A \cdot B = [x, t_A(x)t_B(x), (1 - f_A(x)) + (1 - f_B(x)) - (1 - f_A(x))(1 - f_B(x))] \quad (6)$$

$$\lambda A = [x, 1 - (1 - t_A(x))^\lambda, (1 - f_A(x))^\lambda], \lambda > 0 \quad (7)$$

$$A^\lambda = [x, (t_A(x))^\lambda, 1 - (f_A(x))^\lambda], \lambda > 0 \quad (8)$$

两个 Vague 值  $x = [t_x, 1 - f_x]$ 、 $y = [t_y, 1 - f_y]$  的基本运算规则, 见式 (9) ~ 式 (12):

$$x + y = [t_x + t_y - t_x t_y, (1 - f_x)(1 - f_y)] \quad (9)$$

$$x \cdot y = [t_x t_y, (1 - f_x) + (1 - f_y) - (1 - f_x)(1 - f_y)] \quad (10)$$

$$\lambda x = [1 - (1 - t_x)^\lambda, (1 - f_x)^\lambda], \lambda > 0 \quad (11)$$

$$x^\lambda = [(t_x)^\lambda, 1 - (f_x)^\lambda], \lambda > 0 \quad (12)$$

## (二) Vague 集相似性理论

采用 Vague 集理论进行协调性评估的关键在于如何确定相似度, 王伟平、吴祈宗 (2008) 从风险偏好的角度提出, 在对 Vague 值进行衡量时, 应同时考虑真隶属函数、假隶属函数和未知度函数。由于 Vague 值的未知度会增加信息的不确定性, 对于不同风险偏好的决策者, 未知度的影响可能是截然相反的, 进而需要通过理论推导提出新的相似度公式:

$$Sim(x, y) = 1 - \frac{1}{4} [ |t_x - t_y| + |f_x - f_y| + |S_x - S_y| + \pi_x + \pi_y ] \quad (13)$$

其中,

$$S(x) = t_x - f_x \quad (14)$$

城镇化和农业现代化的共同特征是一个“化”字, 其本质在于探讨发展的“程度”, 因此, 城镇化和农业现代化描述的不是某一时间节点的状态, 而是一个循序渐进、逐步演化的过程。可见, 如何考量这一“程度”是进行定量分析的基础。Vague 集理论与 Cantor 集、模糊集相比, 在模糊性和不确定性的表达上更具有优势, Vague 集不仅可以将事物不确定性的程度形象化表达, 更能精确反映诸如优、良、中、差等定性语言信息所蕴涵的不确定性。例如, 假设有 10 人对某一断言做出各自判断, 而结果分为“正确”、“错误”和“不表态”3 种类型。若其中有 4 人认为该断言是“正确”的, 3 人认为是“错误”的, 3 人“不表态”, 就不能认为该断言是“正确”的, 此时仍需考虑弃权人的思想倾向。因为弃权人虽然投了中立票, 但并不意味着他是一个完全的中立者, 他在进行投票时, 仍然具有一定程度的倾向性, 只不过这种倾

向度还不能够完全说服其投“正确”或“错误”票，而传统的 Fuzzy 集无法处理此类模糊信息。在定量分析新型城镇化与农业现代化的协调关系时，由于所构建的评价指标体系会出于不同的考量标准及数据选取，统计结果或者某一指标的评估也就产生不同得分，而 Vague 集可准确阐述这种差异。

在新型城镇化与农业现代化协调问题的研究上，一方面，协调探讨的是一种程度，这种程度的描述是 Vague 集理论的优势；另一方面，协调的本质在于实现系统总体的最终目标，从而在两种或多种相互关联的系统之间、系统内部要素之间形成良性循环的发展态势（赵宏海，2013）。这一目标的实现在于解决双方的矛盾，使系统内每一个元素同系统的既定目标一致。简单来说，协调的目的是处理系统内各元素目标不一致的问题，力求使子系统的各个目标相同或相似，而这种相同或相似的考量自然可以借助数学中的相似性理论来处理，Vague 集中大量的相似性研究成果为经济学中“协调”思想的实现奠定了理论基础。因此，本文利用 Vague 集理论来解释和测度新型城镇化与农业现代化的协调度是合理的。

### （三）基于 Vague 集理论的“协调”模型

针对“城镇化和农业现代化相互协调”的定量评估，不同学者设计了不同的协调模型。

孙云霞、叶金国（2009）建立了两者的综合协调程度函数：

$$D = \sqrt{C * T} \quad (15)$$

其中：

$$C = \left\{ f(x) * g(y) / \left[ \frac{f(x) + g(y)}{2} \right]^2 \right\}^2, T = \alpha f(x) + \beta g(y) \quad (16)$$

$f(x)$  与  $g(y)$  表示城镇化与农业现代化的综合发展指数， $D$  为区域的城镇化与农业现代化协调度， $T$  为两者协调度指数， $\alpha$ 、 $\beta$  为待定权数。

赵宏海（2013）定义的协调度模型为：

$$C = \frac{(A + B)}{(A^2 + B^2)^{1/2}} \quad (17)$$

式（17）中， $A$  和  $B$  分别代表城镇化综合水平指数和农业现代化综合水平指数，而  $C$  则表示二者发展的协调度。若  $C$  值最大时，则需要  $A$ 、 $B$  同时为正且相等，表明二者协调程度最大；而若  $C$  值最小时，则表明二者协调程度最低，此时， $A$ 、 $B$  均为负值且相等。本文中如果  $C$  值越大，则表示新型城镇化和农业现代化的综合协调程度就越高（赵宏海，2013）。

本文定义新型城镇化和农业现代化为两个不同的 Vague 集，每一个指标是一个 Vague 值，那么任意一个区域新型城镇化和农业现代化的协调度都可以表示为两个模糊集的相似度。显然，单独探讨任意一个评价指标之间的相似度是没有意义的，

因此需要研究新型城镇化和农业现代化评价总分的相似度,即将每一个评价指标的取值用 Vague 值来表示,借助 Vague 集的综合评价方法,求得两个 Vague 值的相似度。

整个过程可以描述为以下几个步骤:第一,分别确定新型城镇化和农业现代化综合评价指标体系。第二,分别确定新型城镇化和农业现代化评价指标的权重。第三,采用 Vague 集理论获取各个指标的 Vague 值。第四,借助加权和或方法或加权积方法得到新型城镇化和农业现代化的 Vague 集综合评价值,如果各个指标之间具有可补偿性,应采用加权和或方法,否则采用加权积方法。第五,计算两个 Vague 值的相似度。

一般的,对于确定性数值,可以借助标杆值法得到相应的 Vague 值,记为:

$$v_i = \left[ \frac{(x_i - x^{\min})^2}{(x^{\max} - x^{\min})^2}, 1 - \frac{(x_i - x^{\max})^2}{(x^{\max} - x^{\min})^2} \right] \text{ (若 } i \text{ 为效益型指标)} \quad (18)$$

$$v_i = \left[ \frac{(x_i - x^{\max})^2}{(x^{\max} - x^{\min})^2}, 1 - \frac{(x_i - x^{\min})^2}{(x^{\max} - x^{\min})^2} \right] \text{ (若 } i \text{ 为成本型指标)} \quad (19)$$

其中,  $x_i$  为确定性指标  $i$  的评估值,  $v_i$  为其对应的 Vague 值,  $x^{\max}$  和  $x^{\min}$  为指标  $i$  对应的标杆值。对于不确定性数值可以定义  $t_x$  和  $1 - f_x$  分别为上下限,如某指标的评价值为 70% ~ 90%,则可定义该指标的 Vague 值为 [0.7, 0.9]。

## 四、实证分析

根据上文所述,为定量测度新型城镇化与农业现代化之间的协调度,在 Vague 集理论基础上,本文构建了新型城镇化和农业现代化的评价指标体系,进而利用 2011 年数据进行量化分析,以期寻求二者之间的协调度提供必要的参考。具体运算过程为:

步骤一:参考王博宇等(2013)和辛岭、蒋和平(2010)构建的指标体系,构建新型城镇化和农业现代化的评价指标体系,如表 1 所示;

步骤二:对各指标权重  $\omega_i$  进行分配,如表 2 和表 3 第三列所示,为便于计算进行了取整处理;

步骤三:借助标杆值法得到各个指标的 Vague 值  $v_i$ ,如表 2 和表 3 第四列所示;<sup>①</sup>

<sup>①</sup> 在数据选取过程中,鉴于 2012 年和 2013 年部分统计数据不全面,常用的插补方法对缺失数据的补充存在难度,且主观性较强。因此,在不影响实证效果的前提下,本文采用 2011 年全国的指标值以及该指标的历史最大值和最小值。数据来源:历年《中国统计年鉴》《中国第三产业统计年鉴》《中国劳动统计年鉴》《中国城市建设统计年鉴》《中国城乡建设统计年鉴》《中国财政统计年鉴》《中国人口统计年鉴》《中国卫生统计年鉴》《中国科技统计年鉴》《中国国土资源统计年鉴》和《1978 - 2007 辉煌的三十年》等。



步骤四：由于新型城镇化和农业现代化的指标体系均满足可补偿性，因此采用加权和方法得到新型城镇化和农业现代化的评估值分别为： $[0.1009, 0.9995]$  和  $[0.5635, 0.9999]$ ；

步骤五：利用 Vague 值的相似度计算公式（13），得到新型城镇化和农业现代化的协调度为 0.4347。

表 1 新型城镇化与农业现代化评价指标体系

类别	指标名称	备注
新型 城镇化	人均 GDP(元/人)	该指标由统计年鉴可得
	工业增加值占 GDP 比重(%)	该指标 = 工业增加值/GDP × 100%
	第三产业增加值占 GDP 比重(%)	该指标 = 第三产业增加值/GDP × 100%
	城镇固定资产投资总投资比重(%)	该指标 = 城镇固定资产投资额/固定资产投资额 × 100%
	总人口增长率(‰)	该指标 = $(P_{t+1} - P_t)/P_t \times 1000‰$
	城镇人口增长率(‰)	该指标 = $(P_{t+1} - P_t)/P_t \times 1000‰$
	城镇人口占总人口比重(%)	该指标 = 城镇人口/总人口 × 100%
	城镇就业人数占就业总人数的比重(%)	该指标由统计年鉴可得
	人均城镇道路面积(平方米/人)	该指标由统计年鉴可得
	用水普及率(%)	该指标由统计年鉴可得
	燃气普及率(%)	该指标由统计年鉴可得
	城市生活垃圾无害化处理率(%)	该指标由统计年鉴可得
	污水处理率(%)	该指标由统计年鉴可得
	人均公园绿地面积(平方米/人)	该指标由统计年鉴可得
建成区绿地率(%)	该指标由统计年鉴可得	
农业 现代化	人均农业资金投入(元/人)	该指标 = 农业综合开发资金投入/农业总人口*
	三农支出投入(亿元)	该指标由统计年鉴可得
	农业劳动力受教育水平(年/人)	该指标由统计年鉴可得
	农业机械总动力数(万千瓦时)	该指标由统计年鉴可得
	有效灌溉率(%)	该指标 = 农田有效灌溉面积/耕地面积 × 100%
	农业人均 GDP(元)	该指标 = 第一产业总产值/农业总人口
	劳动生产率(元/人)	该指标 = 第一产业总产值/第一产业就业人员 × 100%
	土地生产率(吨/公顷)	该指标 = 粮食产量/播种面积 × 100%
	农民人均纯收入(元)	该指标由统计年鉴可得
	农村恩格尔系数(%)	该指标由统计年鉴可得
	农业劳动力就业率(%)	该指标 = 第一产业就业人员/农业总人口 × 100%
森林覆盖率(%)	该指标由统计年鉴可得	

注：鉴于统计口径原因，本文选用“乡村人口”指标替代“农业总人口”指标，下同。

表2 新型城镇化评价数据

类别	指标名称	权重	Vague 值
经济动力	人均 GDP	0.09	[0.8377,0.9928]
	工业增加值占 GDP 比重	0.07	[0.1767,0.6641]
	第三产业增加值占 GDP 比重	0.07	[0.8967,0.9971]
	城镇固定资产投资总投资比重	0.06	[0.9791,0.9999]
人口转移	总人口增长率	0.06	[0,0]
	城镇人口增长率	0.06	[0.0269,0.3010]
	城镇人口占总人口比重	0.09	[0.9264,0.9986]
	城镇就业人数占就业总人数的比重	0.07	[0.9173,0.9982]
基础设施	人均城镇道路面积	0.06	[0.9076,0.9978]
	用水普及率	0.06	[0.9920,0.9999]
	燃气普及率	0.06	[0.9805,0.9999]
人居环境	城市生活垃圾无害化处理率	0.06	[0.7225,0.9775]
	污水处理率	0.07	[0.9640,0.9997]
	人均公园绿地面积	0.06	[0.9096,0.9979]
	建成区绿地率	0.06	[0.8312,0.9920]

表3 农业现代化评价数据

类别	指标名称	权重	Vague 值
投入水平	人均农业资金投入	0.06	[1,1]
	三农支出投入	0.06	[0.7150,0.9762]
	农业劳动力受教育水平	0.06	[0.9941,0.9999]
	农业机械总动力数	0.07	[0.8966,0.9972]
	有效灌溉率	0.07	[0.9536,0.9994]
产出水平	农业人均 GDP	0.12	[0.7829,0.9867]
	劳动生产率	0.06	[0.7682,0.9847]
	土地生产率	0.09	[0.9045,0.9976]
	农民人均纯收入	0.06	[0.7732,0.9854]
农业社会发展水平	农村恩格尔系数	0.12	[0.0031,0.1091]
	农业劳动力就业率	0.14	[0.1552,0.6327]
农业可持续发展	森林覆盖率	0.09	[1,1]

实证结果显示,2011年,中国新型城镇化和农业现代化的协调度为0.4347,总体协调程度较低,<sup>①</sup>意味着有很大的提升空间。首先,从评价指标的得分来看,新型

① 由 Vague 集相似度理论得出的实数值只是对当年某几项研究对象所作的协调度分析,较少涉及纵向对比,且相似度的取值范围在 0~1 之间。因此,该值越接近 1,表明研究对象的协调度越高。

城镇化的得分相对较高，而农业现代化的得分较低，这与当前中国二元经济的现实是相匹配的，即新型城镇化和农业现代化协调发展的短板在于农业现代化水平较低。因此，要实现二者协调发展，重点在于提高农业现代化水平。其次，从各三级指标来看，“新型城镇化”中的“城镇人口增长率、城市生活垃圾无害化处理率和建成区绿地率”等指标得分较低，反映出以上指标是新型城镇化建设的主要短板，新型城镇化的发展忽视了基本生活设施和生态环境建设，城镇化的发展形式重于发展质量。而“农业现代化”中的“三农支出投入、劳动生产率、农民人均纯收入”等指标得分较低，这些都是影响农业现代化水平提升的重要因素。

## 五、结论与启示

新型城镇化与农业现代化之间的统筹协调对于经济社会的健康发展具有重要意义。实证结果显示，中国新型城镇化与农业现代化的总体协调程度较低。其中，较低的农业现代化水平是制约二者协调发展的重要影响因素。因此，首先，政府应继续加大农业领域的投入力度，着力提升农业现代化水平。一方面，积极促进农业生产科学化和现代化，将新发明、新技术根植于农业发展中，拓宽资金扶持渠道，增加对农业的资金倾斜；另一方面，努力开展农业职业教育，培养更多的新型职业农民，着力提高农民科学文化水平，从根本上改变农业劳动生产效率低的问题，力求适应农业现代化的建设需要。其次，积极搭建新型城镇化与农业现代化的建设平台，发挥城乡两个市场在资源配置中的协调作用，增强城乡市场的互通性与渗透性；积极推进产业结构调整，促进产业优化升级，将产业链条延展至农业领域，带动与农业相关的制造业和服务业发展。

总体而言，本文将 Vague 集理论首次引入新型城镇化与农业现代化协调关系的定量评价，以 Vague 值的相似度计算创新性地构建了“协调”模型，有效测度了新型城镇化和农业现代化之间的协调程度，反映出借助定量手段进行协调度评估的必要性和科学性。这种方法为新型城镇化与农业现代化协调发展研究提供了定量分析支撑，奠定了理论基础。

### 参考文献

- 陈春霞（2009）：《我国农业现代化评价指标体系研究评述》，《改革与战略》第6期，第184~186页。
- 崔春生、李光、吴祈宗（2010）：《调剂问题的 Vague 指派方法研究》，《数学的实践与认识》第5期，第72~78页。
- 崔春生、李光、吴祈宗（2011）：《基于 Vague 集的电子商务推荐系统研究》，《计算机工程与应用》第10期，第237~239页。
- 冯献、李宁辉、郭静利（2014）：《“四化同步”背景下我国农业现代化建设的发展思路与对策建议》，《农业现代化研究》第1期，第11~14页。

郭冰阳 (2006):《中国农业现代化水平的 DEA 评价》,《统计与信息论坛》第 2 期,第 30 ~ 32 页。

郭强、李荣喜 (2003):《农业现代化发展水平评价体系研究》,《西南交通大学学报》第 1 期,第 97 ~ 101 页。

何永贵、姜连福、张立艳 (2009):《基于 BSC 和 CSF 的化工企业 ERP 应用绩效 Vague 评价》,《计算机与应用化学》第 9 期,第 1115 ~ 1120 页。

赫修贵 (2013):《城镇化和农业现代化协同推进研究》,《理论探讨》第 6 期,第 96 ~ 99 页。

柯福艳 (2011):《统筹城乡背景下城镇化与农业现代化互促共进长效机制研究》,《农村经济》第 5 期,第 36 ~ 39 页。

李富军 (2012):《我国农业现代化发展水平的评价分析》,《中国商贸》第 5 期,第 38 ~ 41 页。

李振福 (2003):《城市化水平综合测度模型研究》,《北方交通大学学报》(社会科学版)第 1 期,第 75 ~ 80 页。

刘玉 (2007):《农业现代化与城镇化协调发展研究》,《城市发展研究》第 6 期,第 37 ~ 40 页。

马雪松、邓虹、张晓霞、杨舸 (2013):《农业现代化与城镇化协调发展研究——以江西省为例》,《农业考古》第 6 期,第 316 ~ 320 页。

门可佩、唐沙沙 (2010):《华东地区农业现代化水平的综合评价》,《安徽农业科学》第 11 期,第 5963 ~ 5965 页。

苏白云 (2013):《一种运用 Vague 集理论转化区间运输规划的方法》,《数学的实践与认识》第 4 期,第 193 ~ 199 页。

孙长青、田园 (2013):《经济学视角下新型城镇化评价指标体系的构建》,《河南社会科学》第 11 期,第 56 ~ 58 页。

孙雪、杨文香、何佳 (2012):《新型城镇化测评指标体系的建立研究》,《地下水》第 2 期,第 124 ~ 126 页。

孙云霞、叶金国 (2009):《我国区域城市化与农业现代化协调性评价研究》,《社会科学论坛》(学术研究卷)第 5 期,第 87 ~ 90 页。

王博宇、谢奉军、黄新建 (2013):《新型城镇化评价指标体系构建——以江西为例》,《江西社会科学》第 8 期,第 72 ~ 76 页。

王春丽 (2013):《城镇化与农业现代化协调发展的机理与实证检验》,《江汉论坛》第 11 期,第 60 ~ 64 页。

王鸿绪 (2011):《应用 Vague 优化决策方法对小麦新品种综合评估》,《计算机工程与应用》第 12 期,第 210 ~ 212 页。

王伟平、吴祈宗 (2008):《关于 Vague 集理论中记分函数的分析》,《北京理工大学学报》第 4 期,第 372 ~ 376 页。

魏后凯 (2014):《走中国特色的新型城镇化道路》,北京:社会科学文献出版社,第 26 ~ 35 页。

辛岭、蒋和平 (2010):《我国农业现代化发展水平评价指标体系的构建和测算》,《农业现代化研究》第 6 期,第 646 ~ 650 页。

赵宏海 (2013):《安徽省城镇化与农业现代化协调发展研究》,安徽大学博士学位论文。

赵静、焦华富、宣国富（2005）：《安徽沿江城市竞争力评价研究——兼论与江苏沿江城市比较》，《世界地理研究》第4期，第78~85页。

叶裕民（2001）：《中国城市化质量研究》，《中国软科学》第7期，第27~31页。

赵景阳、郭艳红、米庆华（2007）：《广义农业现代化的内涵与评价研究——以山东省为例》，《农业现代化研究》第1期，第28~31页。

Atanassov, K. T. (1999), "Interval Valued Intuitionistic Fuzzy Sets", *Intuitionistic Fuzzy Sets Studies in Fuzziness and Soft Computing*, 35, pp. 139 - 177.

Gau, W. L. and D. J. Buehrer (1993), "Vague Sets", *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics: Systems*, 23(2), pp. 610 - 614.

Zadeh, L. A. (1965), "Fuzzy Sets", *Inform and Control*, 8(3), pp. 338 - 353.

## Research on Accommodation between New Urbanization and Agricultural Modernization by Vague Set Theory

LI Qun<sup>1</sup>, CUI Chun-sheng<sup>1,2</sup>, WANG Bin<sup>1,3</sup>, ZHANG Ling-rui<sup>4</sup>

(1. Institute of Quantitative & Technical Economics,

Chinese Academy of Social Science, Beijing 100732, China

2. College of Computer & Information Engineering,

Henan University of Economics and Law, Zhengzhou 450046, China

3. Graduate School of Chinese Academy of Social Science, Beijing 102488, China

4. Alfred Lerner College of Business and Economics, University of Delaware, DE 19716, USA)

**Abstract:** The coordination between new urbanization and agricultural modernization is a vital part of harmonized development of four modernizations in China, which is also a great topic under the situation of New Normal. This paper discussed quantitative model between urbanization and agricultural modernization based on Vague set theory, expounded their connotations and evaluation methods, built an evaluation system by Vague set theory, and then selected data in 2011 to demonstrate the rationality of this model based on similarity model in Vague set theory. The quantitative result showed that the coordination in 2011 was 0.4347. Meanwhile, the score of new urbanization was higher than agricultural modernization, which was just right for dual economy in China, and the shortcomings of development came from agricultural modernization. At last, this paper put forward some feasible suggestions for new urbanization and agricultural modernization, which could provide the reference basis for policymakers.

**Key Words:** new urbanization; agricultural modernization; Vague set theory; coordination degree