

# The Study for Internal Economic Relationship of the Urban Agglomeration Based on Cointegration Theory and VAR Model

—Illustrated by Central Yunnan Province as an Example

Haiqiang Lan<sup>1</sup>, Yanju Meng<sup>1</sup>, Wen Gan<sup>2</sup>, Jiwang Liu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Statistics & Mathematics College, Yunnan University of Finance and Economics, Kunming

<sup>2</sup>International Business School, Yunnan University of Finance and Economics, Kunming

Email: lhq19872006@163.com

Received: Sep. 21<sup>st</sup>, 2013; revised: Oct. 22<sup>nd</sup>, 2013; accepted: Oct. 30<sup>th</sup>, 2013

Copyright © 2013 Haiqiang Lan et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. In accordance of the Creative Commons Attribution License all Copyrights © 2013 are reserved for Hans and the owner of the intellectual property Haiqiang Lan et al. All Copyright © 2013 are guarded by law and by Hans as a guardian.

**Abstract:** Since the 10th Five-Year Plan of China, “actively and steadily promoting urbanization” has been a fundamental development strategy in our country. Therefore, it is very important for the development of every urban agglomeration and our national urbanization construction to study the internal economic relationship of the urban agglomeration and further clarify the state of development of the urban agglomeration. This paper introduces the theory of cointegration and VAR model and we use urban agglomeration in central Yunnan as an example for empirical analysis. The usefulness and effectiveness of the proposed methods are illustrated using an example of the urban agglomeration in central Yunnan. And this paper deeply analyses the internal economic relationship of the urban agglomeration in central Yunnan. The conclusion is drawn by analyzing the results. We found that the proposed methods are applicable for our country to study the internal economic relationship and accurately reflect the overall state of development of urban agglomerations in China.

**Keywords:** Urban Agglomeration; Theory of Cointegration; VAR Model

## 基于协整理论和 VAR 模型的城市群内部经济关系研究

—以滇中城市群为例

兰海强<sup>1</sup>, 孟彦菊<sup>1</sup>, 干文<sup>2</sup>, 刘继旺<sup>1</sup>

<sup>1</sup>云南财经大学, 统计与数学学院, 昆明

<sup>2</sup>云南财经大学, 国际工商学院, 昆明

Email: lhq19872006@163.com

收稿日期: 2013年9月21日; 修回日期: 2013年10月22日; 录用日期: 2013年10月30日

**摘要:** “积极稳妥地推进城镇化”自纳入我国“十五”规划以来, 已成为国家一项基本发展战略。因此, 准确地刻画城市群内部经济关系, 明确城市群发展状态, 对我国各个城市群的发展和城镇化建设意义重大。本文引入了协整理论和 VAR 模型对城市群内部经济关系进行了深入研究, 并以滇中城市群为例进行了实证分析, 验证了该方法在研究城市群内部经济关系以明确城市群发展状态中的实用性和有效性, 探究了滇中城市群内部的经济关系。研究结果和方法对我国目前已经以及正在形成的城市

群内部经济关系的研究具有较好的借鉴作用。

**关键词：**城市群；协整理论；VAR 模型

## 1. 引言

自 2001 年“积极稳妥地推进城镇化”写入我国“十五”规划以来，这一发展方针至今都是国家一项基本的发展战略<sup>[1]</sup>。因此，准确刻画城市群内部经济关系(即城市群内部核心城市和其他城市之间的关系)，明确城市群发展状态，对我国有关地区制定切合时宜的城市群发展规划、方针政策等显得非常必要，而且对于我国积极稳妥地推进城镇化建设也非常有意义。

目前我国已经以及正在形成 23 个不同规模、不同发育程度的城市群，如长江三角洲城市群、京津冀城市群、珠江三角洲城市群、中原城市群和滇中城市群等<sup>[2-4]</sup>。国内许多专家学者，对城市群各个方面展开了广泛的研究。如姚士谋(1998)<sup>[5]</sup>将城市群(urban agglomeration)定义为，在特定的地域范围内具有相当数量的不同性质、类型和等级规模的城市，依托一定的自然环境条件，以一个或两个超大或特大城市作为地区经济的核心，借助于现代化的交通工具和综合运输网的通达性，以及高度发达的信息网络，发生与发展着城市个体之间的内在联系，共同构成的一个相对完整的城市集合体。侯启章(1993)<sup>[6]</sup>、吴启焰(1999)<sup>[7]</sup>和王兴平(2002)<sup>[8]</sup>认为，城市的区域演化发展过程为：一般城市 - 都市区 - 城市密集区 - 城市群 - 大都市区 - 都市连绵区 - 都市带。景哲(2005)<sup>[9]</sup>从空间结构、运作机制、组织管理和区域合作等 4 个方面对城市群的类型模式进行了详细的划分。庞晶等(2008)<sup>[10]</sup>认为由市场决定的生产过程在微观、中观、宏观三个层面上的运行机理决定着城市群的产生、发育与成长机制。汤放华等(2010)<sup>[11]</sup>以长株潭城市群为例，运用人文地理学和区域经济学的方法，对城市群空间结构的演化特征和机制进行了系统梳理。张会清等(2005)<sup>[12]</sup>以南京和杭州为例对城市群内部中心城市间的合作关系进行了研究，认为这两座城市可在基础设施和产业分工等方面合作。余初亮(2009)<sup>[13]</sup>利用欧氏距离模型和引力模型对长江三角洲城市群内周边城市和核心城市上海之间的经济结构差异情况、经济吸

引和经济联系程度等方面进行了系统的研究。徐昌华(2010)<sup>[14]</sup>以皖江城市带中心城市芜湖市为例对城市群发展与区域中心城市建设关系进行了研究，并对示范区城市群建设和中心城市芜湖市建设提出了相应措施。牛文元(2003)<sup>[15]</sup>、孙森等(2007)<sup>[16]</sup>、陈秀山(2007)<sup>[17]</sup>、陆大道(2009)<sup>[18]</sup>、方创琳(2011)<sup>[19]</sup>、和吴福象(2012)<sup>[20]</sup>等研究指出，城市群的发展具有明显的集聚和规模效应，对其内部和周边城市的发展具有巨大的辐射带动作用，能提升一个区域的整体竞争力，是未来我国城镇化发展的主体形态。因此，城市群的发展对我国加快推进城镇化进程、解决当前经济发展面临的众多问题和增强综合国力具有显著作用。

同时国外专家学者对城市群的很多方面也进行了非常广泛的研究。总的来说，国外对城市群的研究早于国内，研究成果也很丰富。城市群思想的萌芽最早可追溯至 19 世纪末，如 Howard Ebenezer(1898)<sup>[21]</sup>在出版的《明天：一条通向真正改革的和平道路》(Tomorrow: A Peaceful Path to Real Reform)中提出了城镇集群(town cluster)的概念，并主张将城市周边地域的城镇纳入城市规划，把城市和农村的改造作为统一问题来解决。J.Gottmann(1957)<sup>[22]</sup>在对美国东北部大西洋沿岸地区城市结构与形态变化的研究后，首次提出了 megalopolis 概念，其在学术界有不同的翻译，如城市群、城市带、大都市圈等，但是从其具有的五个基本条件来看，本质上是指具有密切联系并在地理位置上比较接近的较大城市群体，即所谓的城市群(urban agglomeration)。E.L.Ullman(1957)<sup>[23]</sup>提出了城市群的内外空间相互作用理论，他认为城市作为区域中心，不是孤立存在的，一方面城市与区域间相互作用，另一方面城市与相邻区域的中心城市也会相互作用影响。J.R.Friedman(1966)<sup>[24]</sup>在研究委内瑞拉区域经济发展演变特征时，认为城市群核心区域和边缘区域存在着极化与扩散的基本关系。Y.N.Pyrgiotis et al.(1991)<sup>[25]</sup>研究了跨国网络化城市群结构体系，认为城市群本质上是产业空间整合的产物，最终将占据全球经济的核心位置。Futianhexiao(1995)<sup>[26]</sup>从人口、居住、消费、中心地等级、第三产业和城市职能等，对日本

城市群以都市空间为经、结构演变为纬进行了深入研究。R.E.Lang et al.(2005)<sup>[27]</sup>对巨型区域(megaregion)即超大都市连绵区(beyond megalopolis)进行研究, 研究指出以东北海岸、中西部地区、墨西哥湾和加州南部等 10 个区域, 人口约 1.97 亿, 占美国 68%, 聚集了 80% 百万以上人口的大城市。P.Hall(2006)<sup>[28]</sup>认为中国和欧洲的城市在 21 世纪将形成相同的特征, 即出现巨型城市区域(mega-city region)。

国外专家学者在大都市区、大都市带、城市市场、城市群内外部相互关系、全球化下的城市群等方面对城市群进行了广泛研究。而国内专家学者从城市群的概念内涵、类型模式、形成机制、协调发展、空间结构、发展阶段、城市群内部中心城市发展以及城市群发展的集聚规模效应等方面对我国城市群进行了深入的研究<sup>[29-35]</sup>。但是纵观国内外相关研究, 鲜有城市群内部经济关系的研究。因此, 本文旨在弥补这一缺陷, 用协整理论和 VAR 模型对城市群内部经济关系进行研究, 并以滇中城市群为例说明城市群内部中心城市与其他城市间的经济关系。

## 2. 研究方法

### 2.1. 协整理论

1987 年 Engle 和 Granger 提出了协整分析以及误差修正模型<sup>[36-38]</sup>。他们认为对于一个  $k$  维向量时间序列  $y_t = (y_{1t}, y_{2t}, \dots, y_{kt})'$  ( $t=1, 2, \dots, T$ ), 其中:  $y_{kt}$  表示各分量序列,  $t$  表示时间,  $T$  表示时间跨度。如果其各分量序列都是  $d$  阶单整( $I(d)$ )序列, 且存在非零向量  $\beta$ , 使得  $\beta^T y_t \sim I(d-b)$ ,  $0 < b \leq d$ , 则称  $\{y_t\}$  的分量序列存在  $d, b$  阶协整关系, 记为  $y_t \sim CI(d, b)$ , 而  $\beta$  称为协整向量。该理论认为两个或多个非平稳时间序列的线性组合可能是平稳的, 这种平稳的线性组合可被解释为变量之间长期稳定的均衡关系。具体实现步骤为:

#### 2.1.1. 序列的平稳性检验

若原序列均为非平稳序列, 而它们  $d$  阶差分后均为平稳序列, 则可用协整理论来研究变量之间的长期稳定和短期动态均衡关系。

#### 2.1.2. Granger 因果检验

1969 年, Granger 给出了 Granger 因果关系的定

义, 即如果变量  $X_t$  有助于预测或解释变量  $Y_t$ , 则  $X_t$  是  $Y_t$  的 Granger 原因<sup>[39,40]</sup>。后经 C.A.Sims 扩展<sup>[41,42]</sup>, 已经成为经济学家研究变量之间是否存在因果关系的常用方法。在平稳序列的基础上, 本文用 Granger 因果检验确定出变量之间的因果关系, 为模型中自变量和因变量的选择提供可靠信息。

#### 2.1.3. 协整检验

本文选择的协整检验是基于模型回归残差的“Engle-Granger 两步法”<sup>[43,44]</sup>。其基本思想是首先对序列  $X_t$  和  $Y_t$  做静态回归, 然后对回归模型的残差序列进行平稳性检验。若残差序列是平稳的, 则表明序列  $X_t$  和  $Y_t$  之间存在协整关系, 即序列  $X_t$  和  $Y_t$  之间存在长期稳定的均衡关系, 否则序列  $X_t$  和  $Y_t$  不存在协整关系或长期稳定的均衡关系。在序列  $X_t$  和  $Y_t$  的回归模型基础上, 可以采用推导法得出序列  $X_t$  和  $Y_t$  间长期稳定的均衡关系。假设序列  $X_t$  和  $Y_t$  建立了一阶自回归分布滞后模型(记为  $ADL(1,1)$ ), 如式(1):

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 X_t + \beta_3 X_{t-1} + \varepsilon_t, t=1, 2, \dots, T \quad (1)$$

其中:  $\varepsilon_t$  为随机扰动项, 且  $\varepsilon_t \sim i.i.d.N(0, \sigma^2)$ ,  $\beta_0$  为常数项,  $\beta_i (i=1, 2, 3)$  为回归系数,  $t$  表示时间变量,  $T$  表示时期跨度。

由式(1)经推导可得式(2):

$$\widehat{Y}^* = k_0 + k_1 X^* \quad (2)$$

其中:  $k_0 = \beta_0 / (1 - \beta_1)$ ,  $k_1 = (\beta_2 + \beta_3) / (1 - \beta_1)$ ,  $k_1$  度量了  $Y_t$  与  $X_t$  的长期稳定的均衡关系。式(2)即为  $X_t$  和  $Y_t$  的长期稳定的均衡关系模型。

#### 2.1.4. 误差修正模型(ECM)

ECM 模型可以进一步考察因变量和自变量之间的短期波动对长期均衡的影响关系。本文采用推导法建立 ECM 模型。由式(1)经推导可得式(3)<sup>[45]</sup>:

$$\Delta Y_t = (\beta_1 - 1)(Y_{t-1} - k_0 - k_1 X_{t-1}) + \beta_2 \Delta X + \varepsilon_t \quad (3)$$

令  $\alpha = \beta_1 - 1$ , 则式(3)可写成式(4):

$$\Delta Y_t = \alpha(Y_{t-1} - k_0 - k_1 X_{t-1}) + \beta_2 \Delta X_t + \varepsilon_t \quad (4)$$

则式(4)即为误差修正模型(ECM 模型)。

误差修正项(ECM)为:

$$ECM_t = Y_t - k_0 - k_1 X_t \quad (5)$$

## 2.2. 向量自回归(VAR)模型

1980年,C.A.Sims提出的向量自回归(VAR)模型,采用多方程自回归模型的联立形式,不以经济理论为基础,在模型的每个方程中,内生变量对模型中全部内生变量的滞后值进行回归来确定模型的动态结构。VAR模型是一种经典的非结构化模型,可以克服一般传统回归模型主观地把一些变量视为内生的而把另一些变量视为外生的以及为了使模型可识别而舍去某些变量等缺陷<sup>[46-51]</sup>。VAR模型的一般形式如式(6):

$$Y_t = \alpha + \sum_{i=1}^p \beta_i Y_{t-i} + \varepsilon_t, t = 1, 2, \dots, T \quad (6)$$

其中:  $Y_t$  是  $k$  维内生变量列向量,  $Y_{t-i}$  是  $Y_t$  向量的  $i$  阶滞后向量,  $\beta_i$  是  $(k \times k)$  维系数矩阵,  $\alpha$  是常数项向量,  $p$  是滞后阶数,  $T$  是样本个数或时期跨度。  $\varepsilon_t$  是  $k$  维扰动列向量, 它们相互之间可以同期相关, 但不与自己的滞后值相关且不与等式右边的变量相关, 假设  $\Sigma$  是  $\varepsilon_t$  的协方差矩阵, 则  $\Sigma$  是一个  $(k \times k)$  的正定矩阵。

由于 VAR 模型是一种非理论性模型, 其主要功能不是解释回归系数的意义, 而是说明随机扰动项一个标准差新息(innovations)的冲击对内生变量的影响和相对重要性, 这就需要用脉冲响应函数和方差分解作进一步分析。脉冲响应函数可以描述来自随机扰动项的一个标准差大小的新息冲击对内生变量当前和未来取值的影响, 并能形象地展现出变量之间动态作用的路径变化。通过脉冲响应函数可以演示城市群内部核心城市和其他城市的相互影响关系和持续时间。方差分解法是分析每一个结构冲击对内生变量变化的贡献度, 可衡量不同结构的随机扰动项的冲击的相对重要程度<sup>[52]</sup>。在本文中通过方差分解可以确定城市群内部核心城市和其他城市对彼此相互作用的强度和相对重要程度。

## 3. 实证分析

本文以滇中城市群为例进行实证分析。滇中城市群是指云南中部以昆明为核心, 半径约 150~200 公里左右包括昆明市、曲靖市、玉溪市和楚雄彝族自治州四个州市组成的行政辖区, 是云南的人口聚居区和经济核心区。20 世纪 90 年代以来, 滇中城市群取得了快速的发展。尤其是随着“桥头堡战略”——中央为云南量身定制的发展战略, 深入的实施以及“西部大

开发战略”的稳步推进, 滇中城市群获得了前所未有的发展机遇期。云南省有关部门也抓住了这一大好时机, 有所作为。如 2009 年, 云南省发改委出台《云南省滇中城市经济圈区域协调发展规划(2009~2020 年)》向社会公开征求意见; 2010 年, 云南省住房和城乡建设厅在网上公示了《滇中城市群规划修改(2009~2030 年)》公开征求社会意见。但是, 由此也可知滇中城市群还没有发展完善, 正处于形成发展阶段。

### 3.1. 数据来源及处理

由于20世纪90年代以来, 滇中城市群取得了迅速发展。因此, 本文选取滇中城市群各个州市1990~2010年的数据, 数据包括各个州市GDP和居民消费价格指数(CPI)。数据均来自云南省1991~2011年统计年鉴。其中, 1990和1991年各个州市的GDP数据缺失, 本文分别采用各个州市1992~1997年的GDP平均发展速度推算而得。各个州市GDP数据均运用居民消费价格指数(CPI)进行缩减(1990年CPI = 100)以消除价格因素的影响, 并取自然对数以消除可能存在的异方差问题。处理后的昆明GDP和滇中城市群其他三州市的GDP之和两序列分别记为序列  $X_t$  和  $Y_t$ 。

### 3.2. 协整分析

#### 3.2.1. 序列 $X_t$ 和 $Y_t$ 的平稳性检验

本文选择单位根(ADF)检验, 来确定序列  $X_t$  和  $Y_t$  的平稳性。单位根(ADF)检验的原假设为: 序列至少存在一个单位根; 备择假设为: 不存在单位根。Eviews 6.0检验结果如表1所示。从中可以看到, 在相应检验类型下, 序列  $X_t$  和  $Y_t$  的  $p$  值均大于0.1的显著性水平, 由此可以判定序列  $X_t$  和  $Y_t$  在显著性水平0.1(或0.05)下均为非平稳序列; 经一阶差分后, 序列  $\Delta(X_t)$  的  $p$  值小于0.05, 而  $\Delta(Y_t)$  的  $p$  值稍大于0.05且小于0.1的显著性水平, 因此, 在显著性水平0.1下有理由拒绝序列  $\Delta(X_t)$  和  $\Delta(Y_t)$  至少存在一个单位根的原假设, 认为这两个一阶差分后的序列均为平稳序列(因  $\Delta(Y_t)$  的  $p$  值只稍大于0.05, 故在0.05的显著性水平下, 也可以认为此结论成立)。故序列  $X_t$  和  $Y_t$  都是一阶单整序列, 简记为:  $X_t \sim I(1)$ ,  $Y_t \sim I(1)$ 。进而可认为, 序列  $X_t$  和  $Y_t$  之间可能存在着长期稳定的均衡关系, 可以进行 Granger 因果分析和协整分析。

**Table 1. ADF test of  $X_t$  and  $Y_t$**   
**表1. 序列 $X_t$ 和 $Y_t$ 单位根(ADF)检验结果**

变量	检验类型(C, T, K)	ADF 统计量	1%临界值	5%临界值	10%临界值	p 值	结论 ( $\alpha = 0.1$ )
$X_t$	(C, 0, 1)	-0.66	-3.83	-3.03	-2.66	0.83	非平稳
$Y_t$	(C, 0, 0)	-1.08	-3.81	-3.02	-2.65	0.70	非平稳
$\Delta(X_t)$	(C, 0, 0)	-4.45	-3.83	-3.03	-2.66	0.0027	平稳
$\Delta(Y_t)$	(C, 0, 4)	-3.02	-3.96	-3.08	-2.68	0.0552	平稳

注：检验类型中的 C 表示带常数项(取 0 表示无常数项)，T 表示带趋势项(取 0 表示无趋势项)，K 表示滞后阶数(表中的滞后阶数均为软件根据 SIC 准则自动选定的)。

### 3.2.2. Granger 因果检验

通过Eviews6.0，Granger因果检验结果如表2所示。

从表2可知，在滞后阶数为4阶时，在显著性水平 0.05下，可认为昆明GDP是滇中城市群其他三个州市 GDP的格兰杰原因；但是，滇中城市群其他三州市 GDP不是昆明GDP的格兰杰原因。由此可知，昆明的发展很好地带动了滇中城市群其他三州市的发展，而滇中城市群其他三州市的发展并没有很好地促进昆明的发展。

### 3.2.3. 协整检验

通过以上平稳性检验发现，序列  $X_t$  和  $Y_t$  之间可能存在长期稳定的均衡关系，但是要做出肯定的判断，必须进行协整检验以确定。依据基于回归模型残差序列的“Engle-Granger两步法”，选择昆明GDP数据(即  $X_t$ )为自变量，滇中城市群其他三州市——曲靖、玉溪和楚雄GDP之和(即  $Y_t$ )为因变量，用OLS回归方法估计模型，结果如式(7)：

$$\hat{Y}_t = 1.24 + 0.88X_t \quad (3.23) \quad (23.54) \quad (7)$$

$$\bar{R}^2 = 0.97 \quad D.W. = 0.53$$

由于  $D.W.$  统计量比较小，表明残差序列可能存在自相关问题。通过序列相关的LM检验可判断式(7)的残差序列是否存在自相关问题。LM检验的原假设为：直到  $p$  阶滞后不存在序列相关( $p$  为预先定义好的整数)；备择假设：存在  $p$  阶自相关。选择滞后2期的LM检验，可得检验统计量的  $p$  值 = 0.0017 < 0.05。因此，在0.05的显著性水平下应拒绝原假设，认为以上回归模型(即式(7))存在自相关问题。

**Table 2. Granger causality test of  $X_t$  and  $Y_t$**   
**表2. Granger因果检验结果**

原假设	滞后阶数	F 统计量	p 值	结论 ( $\alpha = 0.05$ )
$X_t$ 不是 $Y_t$ 的格兰杰原因	4	17.58	0.0005	拒绝
$Y_t$ 不是 $X_t$ 的格兰杰原因	4	1.57	0.2713	不拒绝

通过引入适当的滞后项，可以消除自相关问题。经多次尝试，本文确定了一阶自回归分布滞后模型，即ADL(1, 1)模型：

$$\hat{Y}_t = 0.05 + 0.78Y_{t-1} + 1.44X_t - 1.23X_{t-1} \quad (0.12) \quad (4.54) \quad (2.70) \quad (-2.16) \quad (8)$$

$$\bar{R}^2 = 0.98 \quad D.W. = 1.93$$

对式(8)的残差序列  $\{e_t\}$  进行LM检验，其F统计量的P值为0.9341较大，不拒绝原假设，认为式(8)的残差序列  $\{e_t\}$  不存在自相关问题。

接着对式(8)的残差序列  $\{e_t\}$  做平稳性检验。仍选择单位根(ADF)检验，检验结果如表3所示。

检验结果显示，残差序列  $\{e_t\}$  在显著性水平0.05下是平稳序列。由此可认为，在显著性水平0.05下，序列  $X_t$  和  $Y_t$  存在协整关系，即  $CI(1,1)$  的，依据式(8)可知协整向量为(1, -0.95)。因此，可认为1990~2010年曲靖、玉溪和楚雄的GDP之和与昆明GDP之间存在长期稳定的均衡关系。

利用式(8)可推导出，昆明经济增长和滇中城市群其他三州市经济增长的长期稳定的均衡关系如式(9)：

$$\hat{Y}_t = 0.23 + 0.95X_t \quad (9)$$

由式(9)可知，滇中城市群其他三州市经济增长对昆明经济增长的长期弹性为0.95。

Table 3. ADF test of residual series  $\{e_t\}$

表3. 残差序列  $\{e_t\}$  的ADF检验结果

变量	检验类型(C, T, K)	ADF 统计量	1%临界值	5%临界值	p 值	结论 ( $\alpha = 0.05$ )
$e_t$	(0, 0, 0)	-4.20	-2.69	-1.96	0.0003	平稳

从上述回归模型可知,从长期来看,昆明GDP对滇中城市群其他三州市GDP有着较为显著的影响,即昆明GDP每增加1%,滇中城市群其他三州市GDP总量将平均增加0.95%。这也符合一般的结论,即大城市对周边的城市有很好的辐射带动作用。

进一步,从式(9)中可得误差修正项(ECM项):

$$ECM_t = Y_t - 0.23 - 0.95X_t \quad (10)$$

### 3.2.4. 误差修正模型(ECM 模型)

由式(8)可推导出误差修正模型(ECM模型):

$$\Delta \hat{Y}_t = -0.22ECM_{t-1} + 1.44\Delta X_t \quad (11)$$

其中,

$$ECM_{t-1} = Y_{t-1} - 0.23 - 0.95X_{t-1}$$

式(11)即为误差修正模型(ECM模型),其中: $ECM_{t-1}$ 表示滞后一期的误差修正项。式(11)反映了滇中城市群其他三州市GDP总量的短期波动 $\Delta Y_t$ 是如何被决定的,即滇中城市群其他三州市GDP总量的短期波动不仅受昆明GDP短期波动的影响,而且受滞后一期的误差修正项( $ECM_{t-1}$ )的影响。

根据式(11)也可以看出,滇中城市群其他三州市GDP总量的增长率对昆明GDP增长率的短期弹性为1.44,即滇中城市群其他三州市GDP总量与昆明GDP之间具有动态的调整机制。 $ECM_{t-1}$ 项为-0.22,系数为负,说明误差修正项对短期偏离长期有相对较强的调节作用,其调节机制为<sup>[53]</sup>:

当 $Y_{t-1} > 0.23 + 0.95X_{t-1}$ 时, $ECM_{t-1}$ 对 $Y_t$ 的净影响为负;

当 $Y_{t-1} < 0.23 + 0.95X_{t-1}$ 时, $ECM_{t-1}$ 对 $Y_t$ 的净影响为正。

### 3.2.5. 结论分析

1) 从因果关系上来看,昆明经济增长是滇中城市群其他三州市经济增长的统计学原因,即昆明经济增长促进了滇中城市群其他三州市的经济增长;但是,滇中城市群其他三州市经济增长不是昆明经济增长的统计学原因。由此可见,滇中城市群四州市间还没

有形成互相影响、互相依存和互相促进的关系。这与滇中城市群当前发展现状也是相符的。因此,应协调好滇中城市群间的发展,以形成良性互动,从而才能更好地促进云南经济的发展;

2) 从长期来看,昆明经济增长与滇中城市群其他三州市经济增长之间存在着协整关系,即昆明经济增长1个百分点将带动滇中城市群其他三州市经济增长0.95个百分点,说明了昆明经济增长与滇中城市群其他三州市经济增长存在着长期稳定的均衡关系。因此,昆明应加快发展,以辐射带动周边州市共同发展;

3) 从短期来看,昆明经济增长与滇中城市群其他三州市经济增长存在着短期动态均衡关系,即昆明经济增长率每提高1个百分点,滇中城市群其他三州市的经济增长率将提高1.44个百分点;同时 $ECM_{t-1}$ 项系数为负,符合相反修正机制, $ECM_{t-1}$ 项系数估计值为-0.22,说明了当短期波动偏离长期均衡时,将以-0.22的调整力度将非均衡状态拉回到均衡状态。

## 3.3. VAR 模型分析

### 3.3.1. 模型的建立

由以上分析可知序列 $X_t$ 和 $Y_t$ 存在着协整关系,因此可直接对 $X_t$ 和 $Y_t$ 数据建立VAR模型。根据AIC、SC和HQ信息准则以及似然比(LR)检验统计量和最终预测误差(FPE),并考虑所建模型的稳定性后<sup>[54-56]</sup>,本文将变量的滞后阶数确定为一阶,建立了VAR(1)模型,回归估计结果如式(12)所示。

$$\begin{pmatrix} Y_t \\ X_t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.82 \\ 0.53 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0.68 & 0.25 \\ -0.07 & 1.03 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Y_{t-1} \\ X_{t-1} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \end{pmatrix}, \quad (12)$$

$t = 1, 2, \dots, 21$

其中: $\varepsilon_{1t}$ 和 $\varepsilon_{2t}$ 均为随机扰动项,且满足模型假设条件; $X_{t-1}$ 和 $Y_{t-1}$ 为序列 $X_t$ 和 $Y_t$ 滞后一期的值。

两个方程的拟合优度分别为0.9742和0.9969,表明式(12)拟合效果较好。同时,通过AR根检验,发现AR特征多项式根模的倒数全部位于单位圆内(如图1所示),这表明所建立的VAR(1)模型是稳定的。

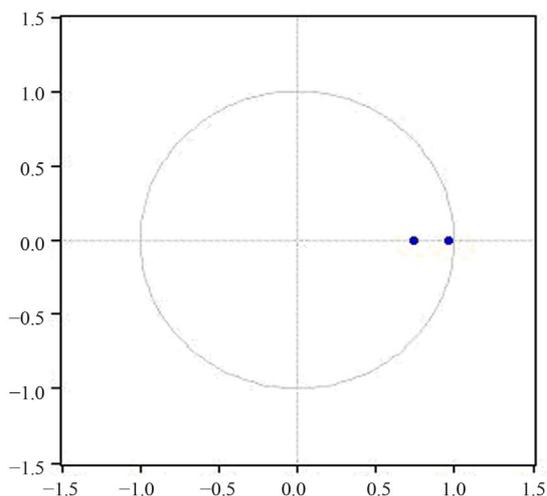


Figure 1. AR roots graph of VAR(1)  
图 1. VAR(1)的 AR 特征多项式逆根图

进而也说明了选取的两个变量(昆明 GDP 和滇中城市群其他三州市 GDP 之和)之间存在着长期稳定的均衡关系, 可以进一步进行分析。

### 3.3.2. 脉冲响应函数分析

根据所建立的 VAR(1)模型, 可以得到各种脉冲响应图。这里只给出滇中城市群其他三州市经济增长对昆明经济增长和昆明经济增长对滇中城市群其他三州市经济增长一单位标准差冲击的脉冲响应图, 如图 2 和 3 所示。其中, 横坐标表示跟踪期, 纵坐标表示脉冲响应; 实线表示脉冲响应函数, 虚线表示正负两倍标准差偏离带。

从图 2 可以看到, 滇中城市群其他三州市经济增长对昆明经济增长新息(innovations)的一个标准差冲击的响应先是稳步增加, 第 5 期时达到最大, 然后保持在第 5 期的水平上。这表明昆明经济增长的某一冲击在长期会给滇中城市群其他三州市的经济增长带来同向的冲击, 即昆明的经济增长对滇中城市群其他三州市的经济增长有明显的带动作用, 而且这种带动作用具有长期的持续效应。这与本文前面协整理论分析的结果也是相同的。

从图 3 可以看到, 昆明经济增长对滇中城市群其他三州市经济增长新息的一个标准差冲击的响应首先会大幅度上升, 然后单调平滑的下降, 最后在第 8 期左右下降至逐渐消失。这表明, 滇中城市群其他三州市经济增长的某一冲击对昆明经济增长短期内影响较大, 而长期内不存在持续效应。这与前文 Granger

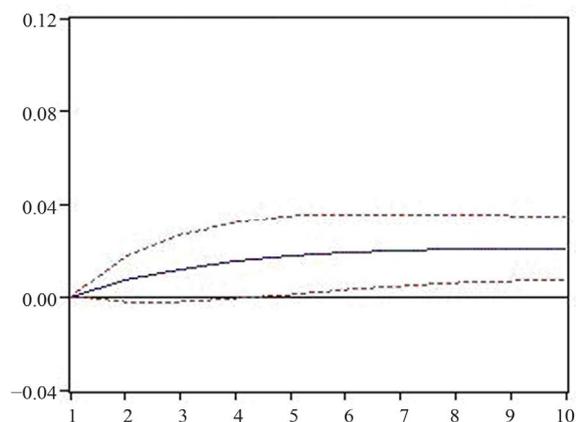


Figure 2. The graph of IRFs, impulse variable  $X_t$ , and response variable  $Y_t$

图 2. 滇中城市群其他三州市经济增长对昆明经济增长冲击的脉冲响应

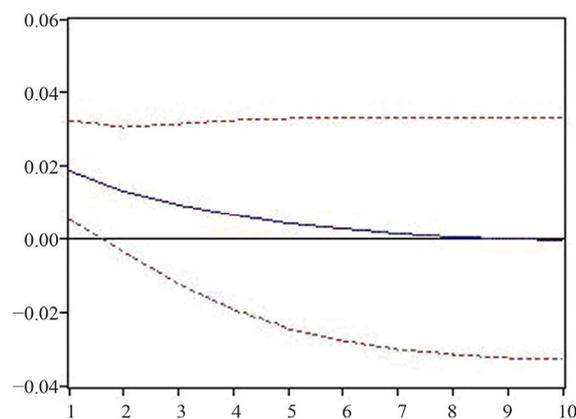


Figure 3. The graph of IRFs, impulse variable  $Y_t$ , and response variable

图 3. 昆明经济增长对滇中城市群其他三州市经济增长冲击的脉冲响应

因果检验的结果也是相符的, 即滇中城市群其他三州市的经济增长不是昆明经济增长的统计学原因。

### 3.3.3. 方差分解

脉冲响应函数给出了 VAR 模型中一个内生变量的冲击对其他内生变量产生的影响, 而要确定每一个结构冲击对内生变量变化的贡献度, 并评价不同结构冲击的相对重要性, 则需建立方差分解模型。方差分解是通过将系统的预测均方误差分解为系统中每一个结构冲击的贡献度, 进而评价对 VAR 模型中的变量产生影响的每一个随机扰动的相对重要性<sup>[57]</sup>。基于所建立的 VAR(1)模型, 可以得到各变量的方差分解结果, 如表 4 所示。

从表 4 可以看出, 滇中城市群其他三州市 GDP

**Table 4. The table of variance decomposition**  
**表 4. 方差分解表**

时期	滇中城市群其他三州市 GDP 的方差分解			昆明 GDP 的方差分解		
	预测标准误差	滇中城市群其他三州市 GDP(%)	昆明 GDP(%)	预测标准误差	滇中城市群其他三州市 GDP(%)	昆明 GDP(%)
1	0.09	100	0	0.03	31.24	68.76
2	0.11	99.56	0.44	0.05	24.90	75.10
3	0.12	98.58	1.42	0.05	20.17	79.83
4	0.12	97.12	2.88	0.06	16.68	83.32
5	0.13	95.30	4.70	0.07	14.11	85.89
6	0.13	93.25	6.75	0.07	12.19	87.81
7	0.13	91.10	8.90	0.08	10.75	89.25
8	0.13	88.95	11.05	0.08	9.64	90.36
9	0.13	86.85	13.15	0.09	8.78	91.22
10	0.14	84.85	15.15	0.09	8.10	91.90

的波动在第 1 期只受自身波动的影响；昆明经济增长对滇中城市群其他三州市经济增长的波动的冲击在第 2 期才显现出来，此后呈现逐步增强态势。这表明昆明经济增长对滇中城市群其他三州市经济增长具有一定的带动作用，而且这种带动作用具有长期的持续效应。同时也可以看出，昆明 GDP 的波动在第 1 期起就受到了自身波动和滇中城市群其他三州市 GDP 的波动冲击的影响；受滇中城市群其他三州市经济增长的影响在第 1 期相对弱一些，而且以后各期又逐渐减弱，说明了滇中城市群其他三州市经济增长对昆明经济增长在短期有一定的影响，而在长期没有持续影响，究其原因，是因为滇中城市群发展的还不是很完善，城市群内部还没有形成良好的互相促进的关系。因此，云南省相关部门应进一步采取有力措施，促进滇中城市群四州市相互融合，协调发展，以提升滇中城市群整体发展水平。

### 3.3.4. 结论分析

从 VAR 模型的脉冲响应函数和方差分解分析可以看到，两者的分析结果保持一致，即昆明的经济增长对滇中城市群其他三州市的经济增长具有明显的长期带动作用，而滇中城市群其他三州市的经济增长对昆明的经济增长在短期有一定的促进作用，而在长期则没有持续效应。而且通过脉冲响应函数和方差分解还可以清晰地看到昆明与滇中其他三州市经济间

相互关联的形式。

## 4. 文章小结

从本文的模型分析结果来看，引入的协整理论和 VAR 模型的分析结果表明，当前滇中城市群核心城市昆明和其他三州市还没有形成良好的相互促进关系，而此结论与滇中城市群当前发展状态恰好相符，说明了该方法能够清晰的揭示出滇中城市群内部经济关系以及滇中城市群当前的发展状态。因此，本文引入的方法在对城市群内部经济关系的研究中具有很好的实用性和有效性，很值得用于对我国目前其他已经以及正在形成的 22 个城市群内部经济关系的深入研究。

从本文选择的方法本身来看，协整分析与误差修正模型是最常用的对两个变量长期稳定关系和短期动态关系进行刻画的方法，本文也很好的实现了这一方法对滇中城市群内部经济关系的研究。但是，本文选用的 VAR 模型并没有给出变量之间当期相关关系的确切形式，即在模型的右端不含内生变量的当期值，而这些当期相关关系隐藏在误差项的相关结构之中，是无法解释的。然而，结构 VAR 模型(SVAR)可以成功地解决了这一问题<sup>[58]</sup>。因此，也可用 SVAR 模型更全面地刻画城市群内部经济关系，这也是本文接下来很值得的进一步研究。

从本文对滇中城市群内部经济关系的分析来看，

云南省有关部门应着力采取有效措施,如加快发展经济,调整产业结构、重视增长极,培育城镇体系、提升教育,推行山地城镇化等,积极地促进滇中城市群内部良性互动关系的形成。这样才能更好地促进滇中城市群的发展,更好地促进云南整体的发展。

## 5. 致谢

本文在写作过程中得到云南财经大学石磊教授的修改和建议,在此表示诚挚感谢!同时对国家自然科学基金重点项目“兼顾效率与公平的中国城市化”(批准号:71133004)的资助在此也表示感谢!

## 参考文献 (References)

- [1] 李广军 (2001) 积极稳妥地推进城镇化. *长江建设*, 2, 16-17.
- [2] 王婧, 方创琳 (2011) 中国城市群发育的新型驱动力研究. *地理研究*, 2, 335-347.
- [3] 方创琳 (2011) 中国城市群形成发育的新格局及新趋向. *地理科学*, 9, 1025-1034.
- [4] 顾朝林 (2011) 城市群研究进展与展望. *地理研究*, 5, 771-784.
- [5] 姚士谋 (1998) 关于城市群基本概念的新认识. *城市研究*, 6, 15-17.
- [6] 侯启章 (1993) 珠江三角洲城市群研究. 硕士学位论文, 中山大学, 广州, 3-7.
- [7] 吴启焰 (1999) 城市密集区空间结构特征及演变机制——从城市群到大都市带. *人文地理*, 1, 11-16.
- [8] 王兴平 (2002) 都市区划: 中国城市化的新阶段. *城市规划汇刊*, 4, 56-59.
- [9] 景哲 (2005) 关中城市群发展模式研究. 硕士学位论文, 西安理工大学, 西安, 57-76.
- [10] 庞晶, 叶裕民 (2008) 城市群形成与发展机制研究. *生态经济*, 2, 97-99.
- [11] 汤放华, 陈修颖 (2010) 城市群空间结构演化: 机制、特征、格局和模式. 中国建筑工业出版社, 北京.
- [12] 张会清, 王旭 (2005) 城市群内部副中心城市间的合作关系研究. *华东经济管理*, 8, 48-50.
- [13] 余初亮 (2009) 长三角城市群内部经济关系的实证研究. 硕士学位论文, 浙江大学, 杭州.
- [14] 徐昌华 (2010) 城市群发展与区域中心城市建设关系研究——以皖江城市带中心城市芜湖市为例. 硕士学位论文, 合肥工业大学, 合肥.
- [15] 牛文元 (2003) 城市群向组团式城市群跃升. *中国建设报*.
- [16] 孙森, 卢紫 (2007) 论城市群对经济的推动作用与环渤海城市群的发展. *现代财经*, 4, 52-56.
- [17] 陈秀山, 张岩 (2007) 国外沿海城市群发展模式的启示与借鉴. *领导之友*, 3, 49-50.
- [18] 陆大道 (2009) 城市群发展的空间战略影响国家未来发展. [http://www.china.com.cn/news/2009-12/30/content\\_19156088.htm](http://www.china.com.cn/news/2009-12/30/content_19156088.htm)
- [19] 方创琳 (2011) 中国城市群形成发育的新格局及新趋向. *地理科学*, 9, 1025-1034.
- [20] 吴福象 (2012) 城市群是区域协调发展的新引擎. *中国社会科学报*. <http://www.csstoday.net/fukan/quyu/17042.html>
- [21] Ebenezer, H. (2000) 明日的田园城市(金经元译). 商务印书馆, 北京.
- [22] Gottmann, J. (1957) Megalopolis or the urbanization of the Northeastern seaboard. *Economic Geography*, 33, 189-200.
- [23] Ullman, E.L. (1957) American commodity flow. University of Washington Press, Seattle.
- [24] Friedman, J.R. (1966) Regional development policy: A case study of Venezuela. MIT Press, Cambridge.
- [25] Pyrgiotis, Y.N. (1991) Urban networking in Europe. *Ekistics*, 50, 350-351.
- [26] Kazuaki, T. (1995) Structural evolution of metropolitan area. Antiquity and Contemporaneity College, Tokyo, 14-79.
- [27] Lang R.E. and Dhavale, D. (2005) Beyond megalopolis: Exploring America's new "Megalopolitan" geography. *Metropolitan Institute Census's Report*, 5-6.
- [28] Hall, P. and Pain, K. (2006) The polycentric metropolis: Learning from mega-city regions in Europe. Earthscan, London.
- [29] 赵勇, 白永秀 (2007) 城市群国内外研究文献综述. *城市科学*, 7, 6-11.
- [30] 周惠来, 郭蕊 (2007) 中国城市群研究的回顾与展望. *地域研究与开发*, 5, 55-60.
- [31] 苗长虹, 王海江 (2006) 中国城市群发育现状分析. *地域研究与开发*, 2, 24-29.
- [32] 王红霞 (2006) 城市群的发展与区域合作: 城市与区域合作发展研究热点综述. *上海经济研究*, 12, 115-123.
- [33] 徐清梅, 张思锋, 牛玲, 雍岚 (2002) 中国城市群几个基本问题的观点述评. *城市科学*, 1, 18-22.
- [34] 裘丽岚 (2011) 国内外城市群研究的理论与实践. *城市观察*, 5, 164-173.
- [35] 宋智勇 (2011) 中部六大城市群一体化发展研究. *宏观经济管理*, 8, 33-37.
- [36] 郭更臣, 彭代彦 (2011) 湖北农村居民持久收入与消费的协整分析. *华中农业大学学报(社会科学版)*, 5, 39-42.
- [37] 丁叶 (2011) 江西财政支出的协整与误差修正模型分析. *东方企业文化*, 8, 57-58.
- [38] 王吉林 (2011) 基于协整和误差修正模型的居民消费需求探讨. *商业时代*, 27, 18-19.
- [39] 李季, 赵放 (2011) FDI 与垂直型产业内贸易实证研究——基于中日统计数据数据的 Granger 因果检验. *世界经济研究*, 7, 81-86.
- [40] 缪建营, 李治国 (2011) 国际原油价格影响因素实证研究——基于协整分析和格兰杰因果关系检验. *重庆工商大学学报(自然科学版)*, 5, 484-488.
- [41] Sims, C.A. (1972) Money, income, and causality. *The American Economic Review*, 62, 540-552.
- [42] Sims, C.A. (1980) Comparison of interwar and postwar business cycles: Monetarism reconsidered. *The American Economic Review*, 70, 250-257.
- [43] 王瑜, 王世杰 (2011) 我国产业结构与货币供应量的协整分析. *西部金融*, 9, 65-66.
- [44] 赵爱文, 李东 (2011) 中国碳排放与经济成长的协整与因果关系分析. *长江流域资源与环境*, 11, 1297-1303.
- [45] 高铁梅 (2009) 计量经济分析方法与建模——EViews 应用及实例. 第 2 版, 清华大学出版社, 北京, 180-181.
- [46] 吴振信, 薛冰, 王书平 (2011) 基于 VAR 模型的油价波动对我国经济影响分析. *中国管理科学*, 1, 21-28.
- [47] 杨爽, 刘萍, 周星 (2011) 基于 VAR 模型分析农村公共产品与经济增长之间的关系——以福建省数据检验为例. *社会科学辑刊*, 2, 98-102.
- [48] 刘宏杰, 李素娜 (2009) 中国财政支农支出与农村居民收入之间的经验研究——基于向量自回归模型的经济计量分析. *青岛科技大学学报(社会科学版)*, 4, 53-56.
- [49] 柳彬德, 张丽峰 (2009) 中国能源需求向量自回归模型的建立与分析. *技术经济与管理研究*, 2, 85-91.
- [50] 莫力科, 乔雪 (2011) 城市住宅价格与宏观经济变量的关系分析——基于 VAR 模型的实证研究. *工程管理学报*, 4, 443-

- 448.
- [51] 王海兰, 牛晓耕 (2011) 我国服务贸易的进出口结构优化研究——基于 VAR 模型的实证研究. *中央财经大学学报*, **9**, 69-74.
- [52] 陈平 (2008) 股票市场对货币政策传导机制影响的实证研究——基于脉冲响应函数和方差分解的技术分析. *北方经济*, **5**, 74-86.
- [53] 孙海涛, 宋荣兴 (2011) 基于误差修正模型的能源消费与经济增长关系研究. *生态经济*, **8**, 61-63.
- [54] 张晖, 唐沿源 (2011) 政府间转移支付与地方公共支出关系的实证研究——基于协整、VAR 模型的分析. *经济与管理研究*, **7**, 17-23.
- [55] 关浩杰 (2011) 中国农民收入变动与经济增长的动态关系——基于 VAR 模型的实证分析. *首都经济贸易大学学报*, **1**, 24-28.
- [56] 查道中, 吉文惠 (2011) 城乡居民消费结构与产业结构、经济增长关联研究——基于 VAR 模型的实证研究. *经济问题*, **7**, 19-22.
- [57] 朱孔来, 李静静, 乐菲菲 (2011) 中国城镇化进程与经济增长关系的实证研究. *统计研究*, **9**, 80-87.
- [58] 吕素香, 汪增群 (2009) 中国货币政策区域非对称性效应——基于结构向量自回归模型(SVAR)的检验. *北京工商大学学报(社会科学版)*, **1**, 48-52.