

经济不确定性的量化测度研究： 前沿进展与理论综述

李华杰 史丹 马丽梅

内容提要: 测量经济不确定性是一件重要但又较困难的事情,目前国内外专门研究经济不确定性测量方法的文献并不多。本文梳理了近年来国内外量化测度经济不确定性的文献,从中将零碎的有关经济不确定性的测量方法提炼出来,归纳为三大类:通过寻找合适的经济不确定性替代指标、通过调查数据计算被调查者对当前经济状况和预期的主观感知截面数据偏差(或预测偏差)计算不确定性、通过构建状态空间模型求解作为隐含状态量的经济不确定性。本文详细介绍了各类方法的原理和典型方法并进行了评述,分析了各类方法的适用条件和优缺点,探讨了应用各类方法的关键点和难点,并介绍了代表性应用实例。本文清晰、全面地展示了目前量化测度经济不确定性的前沿进展和理论发展,为研究经济不确定性夯实了基础。

关键词: 经济不确定性; 量化测度; 方法; 前沿进展

DOI: 10.19343/j.cnki.11-1302/c.2018.01.012

中图分类号: C829.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-4565(2018)01-0117-12

Research of Quantitative Measuring Methods of Economic Uncertainty: Frontier Progress and Theory Summary

Li Huajie Shi Dan Ma Limei

Abstract: Measuring economic uncertainty is of importance and difficulty, and there is lack of the review literature of the methods of measuring economic uncertainty. This paper carded the literature review of methods of measuring economic uncertainty in and abroad in recent years, and classified the methods into three categories: finding proper proxies as economic uncertainty, calculating the deviation of subject's forecasts deviation and error from surveys as economic uncertainty, constructing state space model and to estimate the unobserved state through mounts data as economic uncertainty. This paper analyzed the application scenarios and differences among methods, advantages and disadvantages, key point and difficulties in applying methods, and illustrate example for each method. This paper starts from the research on economic uncertainty, and draws up the measurement methods of the mainstream literature in order to show the progress of the current measurement status of economic uncertainty in order to solid the foundation of economic uncertainty research and fill the gaps in the field of economic uncertainty measurement.

Key words: Economic Uncertainty; Quantitative Measuring; Methods; Frontier Progress

一、引言

Knight(1921)将不确定性定义为“人们无法预测未来事件发生的可能性”。目前国内外主流文献一般认为经济不确定性源于经济参与机构和个人对经济的当前和预期看法的不一致,经济学家

围绕经济不确定性和经济运行、经济政策之间的关系做了大量研究。国外关于经济不确定性对经济的影响及其关系的文献有很多,如 Bloom(2009)^[1]通过采用股票波动指数作为经济不确定性的代理测量指标,认为经济活动和不确定性之间存在反周期关系:经济不确定性增加将减少就业和产出,引起就业、投资和消费及通货膨胀压力的降低,进而降低经济增长;Jurado等(2015)^[2]通过计算经济测量指标的误差方差作为经济不确定性的指标,测量结果表明全球经济在金融危机后的复苏阶段,经济增长与经济不确定性减少反复交织;Caggiano(2014)^[3]的研究认为经济不确定性的冲击对就业的影响尤其大。众多文献均认为经济不确定性的增加会对经济运行产生负面效果,影响就业、产出和通货膨胀水平。因而研究经济的不确定性对理解经济波动、提前预警、制定经济政策有重要的理论和实践意义。

本文从国内外研究经济不确定性的文献入手,仔细研究了各主流前沿文献中关于经济不确定性的测量思想和方法,将量化测度经济不确定性的思想和方法总结归纳为三大类:代理指标替代类、主观感知截面数据偏差类、状态量估计类;对比、分析了各类方法的特征及优缺点等,以期较全面地介绍和展示当前经济不确定性测量方法的研究状态,为经济不确定性的相关研究奠定了基础。

二、文献回顾

本文梳理了近年来国内外量化测度经济不确定性的代表性前沿文献,研究了经济不确定性测量的理论发展和方向,将量化测度经济不确定性的方法按测量思想归纳为三大类:

第一类,测量经济不确定性方法的思想是通过寻找合适的、易测量的、能在一定程度上反映经济不确定性的代理指标作为经济不确定性的估计。由于该类方法原理简单、逻辑明确、计算简便、可操作性强、对数据要求相对较低,经济学家们在实践中普遍采用该类方法测量经济不确定性。找到合适的测量指标是这类方法的关键所在。Bloom(2009)^[1]通过对股票市场波动序列的处理,将其作为经济不确定性的代理指标,用向量自回归模型(VAR)分析了经济活动和不确定性间的关系;Bloom等(2014)^[4]以预期公司层级收入波动、行业层级收入波动的离散作为经济不确定性的代理指标测算了经济的不确定性;实际应用最广泛的经济不确定性的代理指标是芝加哥期权交易所市场波动率——VIX指数(Volatility Index,波动率指数),它反映的是由标准普尔500期权价格给出的30天后市场波动的预期,Bloom(2009)^[5]、Caggiano(2014)^[3]、Bekaert(2013)^[6]分别采用VIX指数作为经济不确定性的代理指标研究了不确定性与经济波动的关系;Baker等(2015)^[7]提出用含有经济政策不确定性字样文章的出现频率来测量经济政策不确定性的方法,他们基于全美销量排名前10的报纸,采取按月对含有“经济”、“政策”、“不确定性”字样的关键字在报纸上出现的文章数量建立经济不确定性指数,并证明该方法得到的不确定性能够较好地解释美国近年来重大经济、政治事件;芦丽静等(2016)^[8]采用类似Baker的以关键字扫描统计频率测定经济不确定性的方法研究了经济不确定性对最终消费地区差异的影响。鲁晓东(2017)^[9]以芝加哥期权波动率指数代理外部经济不确定性,研究了不确定性和外部冲击对中国出口的影响。

不同于传统的抽样建模,基于大数据的经济测量方法趋向于直接利用总体、实时的数据做现时预测,如麻省理工大学的“10亿价格项目”(The Billion Prices Project, BPP)通过网上购物交易数据计算日常通货膨胀指数,既精确且仅有3天滞后期。从目前来看,基于大数据测量经济不确定性方法的核心思想仍是通过相关性分析寻找能代理经济不确定性的最优指标,只是得益于信息处理能力的提升,计算该指标的信息来源、覆盖范围、数据可获得性、指标实时性等在很多方面是传统经济测量方法难以实现的。Kholodili等(2009)对比分析了用google搜索数据指标和传统消费信心指数在经济衰退时期对美国个人消费的预测,得出的结论是google搜索数据指标由于数据更新快、覆盖

群体广等其预测效果优于传统指标; Dzielinski(2011)以用户在 google 上对与不确定性相关的关键词的搜索频率代表经济不确定性,对比分析了该不确定性指标和其他指标对股市的影响; Aastveit 等(2013)在分析经济不确定性对货币政策的影响时,用 google 上一个月内出现的与不确定性相关的经济文章数量除以含有“今日”、“今时”字样的经济文章数量得到的指标作为经济不确定性代理指标;类似于 Baker(2015)测量媒体上某种主题的文章数量作为经济不确定性代理的方法,Iskryan(2016)发文称 3 位美国经济学家通过测量搜索引擎上的“不确定性”、“经济”和其他与政策有关的关键词的搜索频率,建立了一种“经济政策不确定性指数”,并在分析了英国和美国的指数趋势后,认为该指数与经济政策、政治活动关系紧密;沈淑等(2015)根据消费者的行为理论,从消费者做出最终购买决策前会进行消费相关信息的检索出发,提出了基于 LASSO 机器学习理论和 KPLSR 方法的网络大数据对消费信心指数的预测;姜文杰等(2016)以均衡价格理论为基础,使用搜索关键词频率百度指数,采用自回归移动平均模型和带搜索项的自回归分布滞后模型研究并预测了上海市的房价;李凤岐等(2017)提出了自动挖掘百度搜索查询指数与经济指标之间关系的搜索预测算法,筛选出具有代表性的查询数据预测经济指标,并以此对我国 CPI 和 CCI 等先行指标进行了预测。文献中主要的基于大数据的经济测量方法均是寻找、构建、检验一个表征经济活动的指标。尽管由于便于处理,目前大量的基于大数据的经济测量方法均侧重于互联网搜索数据和“网络爬虫”等数据挖掘工具对互联网线上信息的处理,但大数据显然不止于线上数据,其突出的优势是可以利用海量的非结构化数据。从 2002 年起,关于研究夜间灯光强度与经济关系的文献逐渐增多,经济学家通过实证研究后认为夜间灯光强度可以作为一种衡量经济发展的指标。Sutton 等(2002)、Elvidge 等(2007)、Henderson 等(2012)、Mellander 等(2013)等经济学家研究了卫星拍摄的夜间灯光强度变化与经济活动之间的关系,认为灯光强度数据可作为一种有效的宏观经济运行指标;徐康宁等(2015)通过对 1992—2012 年中国省级面板数据的计量分析,认为灯光亮度与 GDP 存在非常显著的正向关系,可在一定条件下作为 GDP 的替代量;丁焕峰等(2017)用灯光数据建立了个体固定效应面板全模型(SAC)以研究我国 1992—2013 年间省级层面区域经济增长与人口变化的关系。从常规统计手段难以处理、看似无关的大数据中,通过相关性分析寻找、构建能恰当反映经济不确定性的指标正是目前基于大数据的经济不确定性测量方法的核心。

第二类测量经济不确定性方法的思想是从经济不确定性的定义出发,通过调查被调查者(经济参与中的机构和個人)对某些经济指标的主观感受和预期的截面数据的离散差异,以此衡量经济不确定性。被调查者的主观感受和预期的截面数据的分散程度反映了经济参与机构和個人对经济现状和前景判断的分歧程度,分散程度的增加意味着经济参与者对经济指标判断的分歧更大,不确定性在增加。与该方法原理类似的是通过比较经济参与者对经济预测的偏差程度来计算经济的不确定性,如果不确定性较小,则经济指标能较好预测,否则将难以预测。Bomberger(1996)^[10]最早提出了采用经济参与者对经济指标当前主观感知和预测的分散差异计算经济的不确定性;Damico 等(2008)^[11]也采用被调查者对经济指标预测的不一致程度来表征经济不确定性;Bloom(2009)通过计算样本公司的利润标准差表征经济的不确定性;Scotti(2012)^[12]测量经济不确定性的方法是比较被调查者对经济指标的预测值和实际值之间的偏差;Schaal(2012)^[13]通过比较样本公司销售增长率截面数据的偏差,以此作为经济不确定性的估计;Bachmann 等(2013)^[14]通过调查、比较样本公司对未来经营状况的预期和实际值的差异程度表征经济不确定性,认为不确定性是经济衰退的结果而不是原因,并利用数据的微观结构表明采用预测偏差的方法是估计真实不确定性的有效方法;Giodano(2003)^[15]和 Mankiw(2004)^[16]等分别提出了用预期通货膨胀率的偏差计算经济不确定性的方法;Jurado 等(2015)^[2]认为不确定性的上升意味着经济变量会变得愈加难以预

测,而如果经济变量预测偏差降低则说明不确定性也在降低,因而可用预测偏差表征不确定性,并且在以被调查者预期截面数据的偏差程度表征经济不确定性时,应分清可知预测部分和不可知预测部分,在计算不确定性前要剥离可知预测部分,仅留下纯粹的不可知预测部分,并据此提出了条件预测偏差的概念,构造了基于预测误差方差权重平均(不可测量部分)模型以测量经济不确定性; Bloom(2014)采用对GDP增长率的预期偏差计算经济不确定性; 王义中等(2014)^[17]采用广义自回归条件异方差模型,以中国季度实际GDP变化率的条件方差表征中国宏观经济不确定性,研究了宏观经济不确定性、资金需求与公司投资之间的关系。

第三类方法认为经济不确定性是经济活动的一种内部状态量,虽然经济不确定性无法直接测量,但会对经济运行有所影响并反映出来,如果这种影响可以被观测,并且观测数据较丰富,只要找到能反映观测量和经济不确定性之间的某种映射关系,便可以通过估计的方法得到经济不确定性。构建合适的状态空间方程、选取恰当的观测量是该类方法的核心。Aruoba等(2009)^[18]采用混合频率的概念,即采用不同预测周期的股市指标、宏观经济指标构建了基于卡尔曼滤波算法的测量经济不确定性的模型,以可测量的经济指标作为输出值,以经济不确定性作为状态量的状态空间方程,用卡尔曼滤波算法估计经济不确定性; Sheen等(2016)^[19]也采用基于状态空间的混合频率的卡尔曼滤波算法估计经济不确定性,研究了美国1961—2016年经济不确定性同经济政策、货币政策之间的关系。

三、主要测量方法介绍

(一) 代理指标替代法

根据所选择的经济不确定性代理指标的不同,主流文献中主要使用以下几种具体的方法:

1. VIX 代理方法。

由于股票市场可作为经济的晴雨表,股指期货代表了股市投资者对股市量化形式的预期,这满足了代理指标替代经济不确定性需要满足的两个因素:容易计算和能较好地代表经济不确定性,因此在大量关于经济不确定性的文献中均以测量股市投资者对未来股指期货的看涨和看跌的隐含波动率的加权平均方法来替代测量经济不确定性。

VIX(Volatility Index)波动率指数,又称恐慌指数,是美国芝加哥期权交易所推出的指数期权隐含波动率加权平均指数,计算步骤为选取S&P100指数期权的近月份与次月份最接近平价的看涨期权及看跌期权共8个序列,分别根据权证理论价格B-S模型(Black-Scholes模型)计算看涨期权及看跌期权的隐含波动率,再加权平均得到VIX波动率指数。2003年交易所对该指数的计算方法有所修正:将选取指标从S&P100改为S&P500,并将最接近平价的看涨期权及看跌期权的8个序列扩大到所有序列,以期通过更广泛的标的物基础提供给股市参与者一个更大的、能够反映股市大盘整体走势的经济指标。

隐含波动率反映了股市投资者对未来股票指数波动的预期,这意味着VIX指数越高,表明投资者预期未来股指波动将加剧,一定程度反映了经济参与者对未来经济活动走势分歧程度的增加,即经济不确定性的增加;反之当VIX指数走低则表明投资者预期未来股指波动率将变缓,也表明了经济不确定性在降低。该指标清楚透露了市场预期心理的变化情形,量化了投资者对股市波动的预期,进而可以较好地代表市场对经济波动的预期。由于VIX替代测量方法的原理简单、易于理解,VIX指标易得,因此以VIX指数代替经济不确定性的方法在宏观经济学研究中被广泛应用。

2. 关键字出现频率的测量方法。

由于人们对经济的主观看法会表现在各种媒体上,而措辞的不同意味着人们主观看待经济情

况发生变化,因此只要寻找并统计出人们在媒体上反映经济不确定性的措辞的变化情况,便能测量出人们主观反映的经济不确定性。这种方法的核心是认为某一时期的经济不确定性可以通过媒体反映,测量某一时期出现在媒体上的某些与经济不确定性有所关联的关键字的次数,统计关键字的出现频率即表征了经济不确定性的数值。关键字出现频率测量方法的具体步骤如下:

- (1) 选择要反映经济不确定性的媒体,例如主流经济报刊、杂志、网站等;
- (2) 确定要代表经济不确定性的关键字或关键词组,例如“经济”、“不稳定”、“不确定”、“分歧”等;
- (3) 统计某一时期某种所选媒体上出现的关键字的次数和该媒体的总字数;
- (4) 计算某媒体上关键字出现的比率,通过对关键字、媒体赋予权重,加权计算后得到经济不确定性的代理估计。

与测量关键字频率类似的一种方法是测量一定时期内含有特定关键字样的文章在媒体上出现的数量,以此表征经济不确定性。

在其他方法难以有效开展时,关键字出现频率测量方法是一种简便、有效的测量经济不确定性的方法,而且关键字和媒体可根据研究方向和内容的需要进行选取。

3. 基于大数据的测量方法。

在宏观经济研究中如何充分利用大数据方法和技术逐渐引起了国内外学者的重视。基于该方法的数据基础远大于传统统计数据,目前阶段基于网络搜索、自媒体、新闻网站、论坛、购物网站、快递和支付的数据均已有的学者纳入分析数据库,此外还有大量传统方法难以处理的线下、非结构化数据。与传统的采样建模、预测不同,基于大数据的方法更趋向于面向总体、实时的数据并做出现时预测,拥有传统采样数据和预测模型难以比拟的优点。由于数据量大,因此传统的计量经济方法需与机器学习、统计学习等分析手段结合使用。基于大数据测量经济不确定性的研究方兴未艾,在国内外均处于比较前沿的探索阶段,从目前发展来看,测量方法主要是对在传统领域、渠道中难以获得、或难以有效处理的数据中,通过相关性分析,找寻、构建能及时反映经济发展状况的指标,并以该指标预测经济的发展。因此,尽管基于大数据测量经济不确定性有其独特点,仍将其归于代理指标类中。文献中主要的基于大数据测量经济不确定性的方法有以下几种:

- (1) 通过统计搜索引擎、社交媒体上的用户对某些关键词的搜索频率、或者统计主流网站上的有关经济不确定性的文章数量,计算经济不确定性指标,或者直接利用 google trends 数据和百度指数构建不确定性指标,其原理类似于上文所述的统计媒体文本关键字频率测量法;

- (2) 近年来比较热门的灯光强度经济指标研究是典型的从传统的非结构化数据着手,研究夜间灯光强度及其变化与经济活动间的相关性,建立以灯光强度预测经济的景气指数;

- (3) 从网络零售数量和价格、互联网支付数据、邮政物流数据等互联网商贸数据入手,寻找并构建能反映经济发展、适合预测的现时经济指标。

基于大数据的经济测量方法原理并不复杂,但由于数据获取不易、数据处理复杂、处理量庞大,且由于其原理基于相关性分析而不是因果关系,一定程度上限制了其应用。但也正是由于上述不利因素,基于大数据的经济不确定性测量有广阔的发展空间。

(二) 主观感知截面数据偏差法

这种方法基于对经济不确定性的定义,认为经济不确定性在本质上是经济参与者对经济活动主观感受的差异,因而可以通过调查经济参与者对当前及未来经济形势的主观判断,得到经济参与者对当前和预期经济活动的主观感知的截面数据,再计算截面数据的偏差,得到经济参与者之间的主观分歧程度,以此衡量经济不确定性。其中,经济活动用能够比较全面反映宏观经济态势的经济

指标构建,文献中使用较广泛的有GDP增速、通货膨胀率、失业率、利率等,或是多种指标的组合。该方法的具体计算步骤如下:

(1) 获取经济参与者对当前及未来经济活动的主观判断的数据。选择合适的经济指标(如GDP增速、通货膨胀率等)以全面反映宏观经济形势,选取合适的调查周期、调查形式,设计合理的调查问卷;选取数量和背景合适的经济参与者作为调查样本,被调查者应涵盖企业经营者、政策制定者和执行者、专家学者、投资者和消费者等各群体;

(2) 对调查问卷的结果数据进行统计处理,计算被调查者对所询问各指标答复的偏差(可以计算该序列的四分位距、方差或标准差等作为偏差),以此作为对被调查者所询问经济指标认识不一致程度的表征。

设依大小顺序排列的 X_j 表示所有被调查者对第 j 个指标的主观值(当前及预测)序列 $j = 1, 2, \dots, M$; x_{ij} 表示第 i 个被调查者对第 j 个指标的主观值(依主观值大小顺序排列) $i = 1, 2, \dots, N$ 。显然有:

$$X_j = [x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{Nj}] \tag{1}$$

用系列 X_j 的四分位距或者方差、标准差来表征被调查者群体对指标 j 的主观感知的偏差程度,并以此偏差作为以指标 j 作为经济代理的不确定性。

计算序列 X_j 的四分位距:

$$IQR_j = \sqrt{(x_{\frac{3}{4}N_j} - x_{\frac{1}{4}N_j})^2} \tag{2}$$

或者序列 X_j 的方差、标准差:

$$D_j = \sum_{i=1}^N \frac{(x_{ij} - \bar{x}_j)^2}{N-1} \tag{3}$$

$$\sigma_j = \sqrt{D_j} \tag{4}$$

(3) 得到对每个指标 j 的当前及预测偏差后,对每个经济指标赋予权重 λ_j ,则被调查者对当前和预期经济活动主观感知问卷调查所获数据得到的经济不确定性 u 可依据不同的偏差计算方式表示为:

$$\begin{aligned} u &= \sum_{j=1}^M \lambda_j IQR_j \\ u &= \sum_{j=1}^M \lambda_j D_j \\ u &= \sum_{j=1}^M \lambda_j \sigma_j \end{aligned} \tag{5}$$

基于该种思路测量经济不确定性的方法还衍生出一些变种方法,但其核心思想均与上述方法一致。其中较有代表性的一种方法是通过比较被调查者在当前时点对经济未来走势的预测与未来时刻实测值的偏差,即以预期和实际的偏差表征经济不确定性。该方法的计算步骤如下:

以 x'_{ij} 表示被调查者个体在时刻 0 对时刻 t 的经济指标 j 的预测, x''_{ij} 表示经济指标 j 在时刻 t 的计算或测量值,则预测与实测的偏差可表示为:

$$\Delta x_j = \sqrt{(\sum_{i=1}^N (x'_{ij} - x''_{ij})^2) / (N-1)} \tag{6}$$

引入经济指标赋予权重 λ_j 后,以被调查者对未来经济的预期与经济实际走势间的偏差表征的经济不确定性值 u 可表示为:

$$u = \sum_{j=1}^M \lambda_j \Delta x_j \tag{7}$$

为解决在做出预测的时刻,部分预测是可以预知的,为了计算不确定性,应该去除可知的预测部分,仅留下不可知的预测部分,以此为基础计算经济不确定性,该思想的原理如下:

设 $y_{jt} \in Y_t = (y_{1t}, y_{2t}, \dots, y_{N_y t})$ 表示一系列在时刻 t 预测的经济指标, h 表示预测时段, $\mu_{jt}^y(h)$ 表示以第 j 个指标未来 h 时刻后的纯粹不可预测部分的条件偏差表征的该指标的经济不确定性:

$$u_{jt}^y(h) = \sqrt{E[y_{jt+h} - E(y_{jt+h} | I_t)]^2 | I_t} \quad (8)$$

其中, $E(\cdot | I_t)$ 是考虑了预测者在时刻 t 时可获得信息情况下的条件期望。宏观经济整体的不确定性 $u_t^y(h)$ 可由对各经济指标赋予权重 w_j 后的组合计算得到:

$$u_t^y(h) = \sum_{j=1}^{N_y} w_j u_{jt}^y(h) = E_w[u_t^y(h)] \quad (9)$$

该方法用到了条件偏差,测量不确定性时需要将在 I_t 下的可预测部分 $E[y_{jt+h} | I_t]$ 在计算条件偏差前去除。

(三) 状态量估计法

状态量估计法认为经济不确定性是经济活动的一种内部状态量,虽然无法直接测量,但由于其和可观测的经济指标之间存在某种关系,如果测量数据足够丰富,则可以通过观测量估计出不可直接测量的状态量,即经济不确定性。

通过构建经济模型的状态方程,把无法直接测量的经济不确定性作为系统的状态量,可以直接测量的经济指标作为观测量(或输出量),在数据充足的情况下通过估计算法求出系统的状态量。文献中常用的估计算法是卡尔曼滤波算法、维纳滤波算法,其可根据观测值的更新不断优化估计状态值。根据状态空间方程和卡尔曼滤波算法,估计系统状态量——经济不确定性的算法原理如下:

构建如下状态一阶自回归模型的状态空间方程:

$$u_t^i = A^i u_{t-1}^i + \varepsilon_t^i \quad \varepsilon_t^i \sim N(0, P^i) \quad (10)$$

$$Y_t^i = \gamma^i X_t^i + H^i u_t^i + \eta_t^i \quad \eta_t^i \sim N(0, Q^i) \quad (11)$$

式(10)为系统状态方程,式(11)为系统输出方程, u_t^i 为系统状态值(即需估计的经济不确定性), Y_t^i 为系统观测量(即通过统计调查数据获得的受访者对选取的经济指标的预测值的偏差,用此表示测量值,当然也可用其他指标代替),其为预测时刻的截面数据。其中 A 、 γ 、 H 为系统模型的参数, ε 、 η 分别为系统的状态一阶自回归偏差和测量干扰项,均设为高斯白噪声。 X_t^i 为对观测量 Y_t^i 直接影响的解释变量。

用 $u_{|t-1}^i$ 和 $T_{|t-1}^i$ 表示模型在时刻 $t-1$ 对时刻 t 的模型状态的预测值和误差协方差, μ_t^i 和 T_t^i 是在时刻 t 的测量值更新后的状态最优估计和误差协方差, K_t^i 为卡尔曼滤波增益, v_t^i 为新息即预测误差。由卡尔曼滤波算法,估算出 u_t^i 的卡尔曼滤波迭代算法如下:

$$u_{|t-1}^i = A^i u_{|t-1|t-1}^i \quad (12)$$

$$T_{|t-1}^i = A^i T_{|t-1|t-1}^i A^{iT} + P^i \quad (13)$$

$$u_{|t}^i = u_{|t-1}^i + K_t^i v_t^i \quad (14)$$

$$T_{|t}^i = T_{|t-1}^i - K_t^i H^i T_{|t-1}^i \quad (15)$$

$$K_t^i = T_{|t-1}^i H^{iT} (Q^i + H^i T_{|t-1}^i H^{iT})^{-1} \quad (16)$$

$$v_t^i = (Y_t^i - \gamma^i X_t^i - H^i u_{|t-1}^i) \quad (17)$$

通过卡尔曼滤波算法可得到状态量的最优估计 u_t^i 。这种方法可以实现对未来状态、当前状态的预测和过去状态的平滑处理。

四、方法评述

三类测量经济不确定性的方法均有其特征,表1列出了各类方法的典型使用方法、适用场合和优缺点。

表1 三类测量经济不确定性方法的比较

方法类别	典型方法	适用场合	优点	缺点
代理指标类	VIX 代理 关键字扫描频率 股市波动 基于大数据的宏观经济指数(构建)	基本上适用所有的场合; 缺乏专门针对经济不确定性的调查数据时; 在没有更好的直接计算不确定性的方法和数据时; 基于大数据的方法需要有丰富数据支撑相关性	原理明晰、简单易用,使用范围非常广泛,代理指标一般客观可信; 避免收集数据; 避免直接计算经济不确定性; 指标易于得到且均能在一定程度上反映不确定性	所选的代理指标较单一,难以完全反映宏观经济整体情况; 指标难以准确反映不确定性的定义; 关键字扫描频率法、大数据方法均基于相关性分析; 代理指标结构较为确定,难以灵活调节
预测偏差类	计算主观预期偏差 计算预期与实际偏差 计算条件预期偏差 计算当前感知偏差	有丰富的针对不确定性的主观调查数据且数据能量化处理; 调查指标、人员、周期和范围能合理全面代表宏观经济	从不确定性的定义出发,找到了计算落脚点,思路清晰,结果的意义明确; 调查指标、受调查群体、规模、周期和跨度均能自由调节; 数据处理、计算过程较简单	需要获得较丰富的主观调查数据,样本大小和组成难以确定,太大难以收集处理,太小没有足够的代表性,数据收集和处理工作繁重; 单个指标难以覆盖经济整体,多个指标权重难以分配
状态估计类	卡尔曼滤波估计状态 维纳滤波估计状态	能够建立系统的状态空间模型; 测量误差和状态误差符合高斯白噪声; 有针对不确定性的调查数据能得到观测数据(维纳滤波需要足够多的历史数据); 观测指标和被测对象能合理表征宏观经济	避免观测作为不确定性的直接代理,计算过程最接近不确定性的本质; 观测量可以自由调节; 状态空间模型可根据需要调整; 可通过滤波、预测和平滑处理得到不同时段的结果	观测数据的选取、收集和处理的同预测偏差类; 状态空间模型的结构、参数选择问题; 噪声难以完全符合高斯白噪声要求; 计算复杂,数据处理量大(维纳滤波需要足够丰富的历史数据做估计)

(一) 代理指标类

由于经济不确定性本质上是所有经济参与者对经济活动主观预期不一致的反映,因而直接从定义入手测量很困难,通过寻找合适的、能反映人们对经济活动主观感受的代理指标,原理简单,过程直观明了,代理指标一般计算简单,数据处理量小。

该类方法的关键点和难点是寻找或构建足以反映宏观经济不确定性的一般指标,存在的问题是不存在单一经济指标可以完全反映所有经济参与者对宏观经济的感受和预期: VIX 指数和股市波动率反映的仅仅是资本市场内机构和个人参与者对资本市场的主观预期偏差。基于统计报纸等媒体关于经济不确定性关键字出现频率的方法面临同样的问题: 该方法的原理认为经济政策的制定、影响、人们对经济的看法必然反映在媒体上,统计与不确定性相关的关键字的出现频率虽能一定程度上反映经济不确定性,但所选媒体覆盖的范围远不能代表经济整体,选取哪些媒体首先就代表了统计者本身的偏好,且所选媒体也只是该媒体采编人员对经济某方面的反映,既不能代表经济整体,也不能代表所有经济参与者的主观认知。统计关键字频率测量经济不确定性的另一个局限性在于它只能处理历史数据,得到历史上经济不确定性的某种估计,无法估计当下、预测未来的经济不确定性。基于大数据的经济不确定性测量方法的核心是寻找数据中的相关性,从传统统计方法难以有效处理的数据中通过相关性分析发现经济联系,寻找、构建覆盖更广泛、更接近真实、更实时、更易计算、更能反映经济参与者经济心理的经济指标,其优势在于经济指标的联系建立在大数据相关性分析的基础上,能充分利用信息,具有现时甚至实时预测能力,但这种基于数据间相关的联系能否支撑经济学意义上的关联,也是不得不考虑的问题。从目前来看,主要的基于大数据测量

经济不确定性的方法是测量搜索引擎上关键词的搜索频率及自媒体、网站上关键词或关键文章出现、转发的频率,以此表征经济不确定性,该方法仍遵循着经济不确定性是经济参与人对当前及未来状况不确定程度的判断。基于大数据方法的发展应是基于线上和线下、结构化和非结构化数据的全方位数据的相关性分析。Vosen 和 Schmidt(2011)比较了用 google trends 搜索数据和传统通过调查获得的密歇根大学消费者消费指数对个人消费情况的预测结果,得出基于 google trends 的预测比基于调查问卷的预测更优的结论。大数据在宏观经济领域的研究和应用方兴未艾,其在数据挖掘、数据处理和模型建立、经济分析和预测方面仍有广阔的研究空间和发展前景。尽管代理指标类方法存在上述问题,但在传统调查数据难以获得的情况下,仍是表征经济不确定性简单有效的方法,在有关描述量化经济不确定性的文献中有大量应用。

(二) 主观预期截面数据偏差类

从经济不确定性的定义出发,计算人们对当前经济评估和未来经济预期的截面数据的偏差,以此作为经济不确定性的方法遵循着人们对经济不确定性的自然理解,把人们对当前和未来经济看法的不一致程度视为不确定性,找到了一个测量经济不确定性的落脚点。

计算人们对当前经济评估和未来经济预期的截面数据偏差的方法既可用于测量当前、预测未来的不确定性,也可以根据历史数据测量该历史时刻的经济不确定性。主观预期偏差类方法的特点是需采样主观数据,通过数据处理后以数据序列的偏差表示不确定性。这类测量方法的核心是获取被调查者主观预期的数据序列偏差,因此,该类方法的合理应用要解决被调查者统计样本组成、大小、调查周期、调查指标覆盖范围、问卷调查格式、预期偏差的计算方法等问题。

由于测量宏观经济整体不确定性要求被调查者的组成应尽可能包括经济各方面参与者,样本的组成和大小很关键,但目前的方法覆盖的被调查群体的范围和数量普遍偏小,如通常的问卷调查是问询数百家家庭或职业经济学家、企业家、官员的看法,虽然有较好的代表性但仍不能反映经济整体,且问卷的对象易变,可能没有真实回答;目前采用主观预期调查数据测量不确定性的方法存在的另一个问题是只基于经济某一方面的调查,并且多数情况下只针对某一种或一类经济指标做调查,这些调查仅就单一的经济指标要求被调查者做出预测,因此要推广到整体经济上存在困难。如何选取合适的经济指标组合,使之既有利于准确反映被调查者的主观预期,又能较好覆盖整体经济,是该类方法取得成功的关键之一。

对主观预期偏差的计算是体现这类方法技巧性的重要方面,有的方法是直接计算被调查者们对未来经济指标的预测值的离散程度,有的方法是计算被调查者对未来经济指标的预测值与实际值的偏离程度,有的方法在计算未来预测值时先剔除可知预测部分,仅留下不可知预测部分参与计算等。同时,在多个经济指标下如何为每个指标赋予权重,如何根据各单个指标的预测偏差构建整体经济的预测偏差也是该类方法要解决的重要问题。

(三) 状态估计类

状态估计类测量经济不确定性方法认为经济不确定性是经济的一种内在状态量,无法直接准确测量,但是由于不确定性与很多可以观测到的信号之间存在联系,因而可以通过构建系统的状态空间模型,以可测量的信息作为观测量,把经济不确定性作为系统的状态量,估计出状态空间模型的隐含状态值即得到了经济不确定性。从某种意义上讲这类方法可能更接近测量经济不确定性的本质。

状态估计类方法的关键点在于如何建立经济系统模型,需要确定哪些指标作为观测量,如何设计观测量和状态量之间的关系,噪声如何构建和处理等,构建不同的模型得到的结果可能大相径庭;观测值的选择既要比较全面,又要易于量化测量,如 Sheen 和 Wang(2016)的方法中观测值选取

了35种经济变量,以通货膨胀、利率和利差、股市价格指数、失业率、名义GDP、工业生产总产值、新住宅开工率、固定资产投资增长率、消费品零售额增长和汽车销售量等指标的当前和预期截面的偏差作为观测值,力图反映经济整体面貌。

该类方法的难点在于如何通过观测量得到状态量,即寻找观测量和状态量的关系。观测量和状态量的关系可以通过大量的数据用线性、非线性的回归方法建立,因此数据计算量大,且关系的准确度受数据的容量、准确性和观测噪声、状态噪声的合理假设影响大。目前状态估计类测量方法文献中的主流处理办法是从数据出发,通过迭代,如Aruoba等(2009)采用的方法是通过卡尔曼滤波算法,根据观测值不断更新估计状态值作为不确定性估计。总体上,这类方法原理较复杂,对数据的质量要求高,数据处理量大。

五、应用举例

(一) 统计报刊相关文章数量代替测量经济政策不确定性

Baker等(2015)^[7]通过统计一段时间内报纸上含有以经济政策不确定性为关键字的文章数量的方法,建立了经济政策不确定性指数。

通过分别统计在美国有影响力的10种报纸:USA Today, Miami Herald, Chicago Tribune等1985—2014年电子版中含有三类关键字“不确定性”、“经济”、与政治相关的如“白宫、国会、立法、美联储等”的文章数量,并将每种报纸每月的文章总数扩展至同样数量以解决不同时期文章总数不一致的问题,据此得到基于每种报纸的月度经济政策不确定性序列,然后将该序列做单位标准差处理,再取处理后10种报纸序列的均值,最后将该序列做均值为100的均一化处理,得到美国1985—2014年的经济政策不确定性指数。

Baker等还应用该方法,通过检阅更早的历史资料,绘制了美国1900—2015年的经济政策不确定性指数;通过选择不同主题的关键字,建立了主题更加细分的经济政策不确定性指数;通过选用不同国家的报刊,得到了英国、中国等11个国家经济政策不确定性指数。

(二) 基于商业调查主观截面数据偏差及预期偏差测量经济不确定性

Bachmann等(2013)^[14]从1980—2009年的BOS(Third FED District Business Outlook Survey)和德国IFO商业环境调查(German IFO Business Climate Survey, IFO-BCS)问卷中,通过计算每期截面数据中对问题回答的不一致程度和预期偏差测量了经济不确定性。

BOS和IFO-BCS均是月度调查问卷,调查对象为企业管理者,通过一系列指标问题询问管理者对当前及预期经济环境的判断(只有“上行”、“不变”、“下行”三个选项),然后构建了基于主观认知不一致的测量经济不确定性的计算公式:

$$Uncertainty_t = \sqrt{Num(Inc) + Num(Dec) - (Num(Inc) - Num(Dec))^2} \quad (18)$$

式(18)中,Num(Inc)和Num(Dec)分别表示判断经济将上升和下降的答卷数,由上式可见,当答卷者预期差异大时,经济判断将难趋一致,此时计算出的不确定性也上升,反之将下降。

Bachmann等还计算了基于主观预期偏差的经济不确定性:在时刻 t 对时刻 $t+L$ 预测(BOS预期6个月后, L 为6;IFO-BCS预期3个月后, L 为3),预测偏差可表征不确定性,如在时刻 t 预测3个月后为“上升”,但3个月后实际为“下降”,则预期偏差可通过赋值表示为2。则基于预期偏差的计算公式为:

$$Uncertainty_t^{fe} = \sqrt{\text{预期偏差}^2} \quad (19)$$

Bachmann等计算了二者的相关性为0.73。

(三) 基于状态空间模型估计经济不确定性

Sheen 和 Wang(2016)^[19]应用状态空间模型,通过官方定期发布的数据:1978年1月至2016年2月的密歇根消费者调查(Michigan Survey of Consumers, MSC)、1968年11月至2016年2月的专业预测者调查(Survey of Professional Forecasters, SPF)和1961年1月至2016年2月的利文斯顿调查(Livingston Survey, LV),以卡尔曼滤波算法估计状态量,测量了美国宏观经济的不确定性。

MSC、SPF 和 LV 的调查数据大致可分金融市场类指标、通货膨胀类指标、经济活动类指标,总计指标数量 35 个。在定期发布的 MSC、SPF 和 LV 数据中,每个被调查者对询问的各经济指标会给出不同的估计和预测值。

由于 MSC、SPF 和 LV 的数据调查周期分别为月、季度和半年,因此数据集本质上是混合频率的。以月度为周期,构建基于混合频率的状态空间方程为:

$$u_t^i = \rho^i u_{t-1}^i + \varepsilon_t^i \varepsilon_t^i \sim N(0, P^i) \quad (20)$$

$$Y_t^i = \gamma^i X_t^i + \beta^i u_t^i + \eta_t^i \eta_t^i \sim N(0, Q^i) \quad (21)$$

其中, u_t^i ($i \in \{0, 12\}$) 为当前评估 ($i = 0$) 及 1 年后预测 ($i = 12$) 的不可观测的不确定性的表征(作为状态量), X_t^i 代表了对 i 的观测数据差异的序列(作为观测量), ρ^i 为不确定性 u_t^i 的持久性系数, ε_t^i 表征了 u_t^i 以 0 为均值、 P^i 为方差的更新, X_t^i 为观测量 Y_t^i 的解释变量部分, γ^i 和 β^i 分别为外部解释变量组成部分和状态量对观测量的贡献系数, η_t^i 代表了测量误差,噪声均定义为高斯白噪声,该方法用上一次的观测量 Y_{t-1}^i 代替了 X_t^i 。

该方法用卡尔曼滤波算法估计了经济不确定性的指标 U^0 和 U^{12} , 分别代表对当前的评估和 1 年后预测计算得到的经济不确定性。

六、总结和展望

经济不确定性是一个重要的经济参数,反映了人们对经济状况评估和预期的不一致程度。经济不确定性和大量的经济活动密切相关,研究经济不确定性对研究经济运行的本质和制定经济政策有重要意义。目前经济学家对准确理解、有效测量经济不确定性的方法基本可以归纳为三类:通过寻找并计算合适的经济不确定性的代理指标、计算被调查者对当前经济状态评估和未来经济预期的主观截面数据的偏差或预期偏差、通过估计状态空间模型的状态值。其中,由于简单易用,代理指标类方法应用最广泛、历史最悠久,通常被用来和其他测量经济不确定性方法的结果进行对比以验证它们的有效性,此类方法的核心是如何寻找到更加计算方便、准确的能覆盖经济整体并较好反映不确定性的代理指标。近年来逐渐兴起的基于大数据的经济测量方法本质上仍是通过研究数据间相关关系,寻找、构建更优的现时经济指标,在某种意义上包括计算主观预期截面数据偏差等在内的方法本质上都是在寻找一个指标能表征真实不确定性。计算被调查者对当前经济状态评估和未来经济预期的截面数据偏差的方法较多,但其核心仍是预期和偏差,由于该方法从经济不确定性的定义出发,对预期和数据偏差的处理方式多样,因此该类方法近年来发展较快,近年来大部分关于经济不确定性的文献均采用此类方法测量经济不确定性,关于此类方法的研究仍有广阔的发展空间。估计作为状态空间模型隐含状态值的不确定性的方法,是近年来国外学者在结合计量经济学、统计学、系统学等学科特点而新兴的一类方法,该类方法的原理最贴近对经济不确定性的自然理解,新颖独特,代表了量化测度经济不确定性研究的某种方向,在现有文献中较少出现。

掌握经济不确定性对准确把握我国当前经济形势、引导和制定宏观经济政策具有重要意义,但从研究文献上看,目前我国学界在经济不确定性测量领域中的研究仍然较少,文献中更多的是侧重

于以其他经济指标的变化情况作为经济不确定性的代理以研究经济不确定性和其他经济现象间的关系。由于经济不确定性测量方法需要建立在丰富的、周期性的调查数据基础上,而目前我国较缺乏类似欧美等国关于经济状态主观评估和预期的历史数据和数据调查机制,导致目前基于主观预期偏差测量经济不确定性的方法在国内难以展开。国内学者逐渐认识到数据收集、处理对测量经济不确定性的重要性,如中国社会科学院工业经济系研究员史丹已着手准备创建中国能源经济数据库,建立能源领域主观和预期的数据采集机制,这些数据基础的完善将推动我国在经济不确定性研究领域的发展。

参考文献

- [1] Bloom N. The impact of Uncertainty Shocks[J]. *Econometrica*, 2009, 77(3): 623 - 685.
- [2] Kyle Jurado, Sydney C Ludvigson, Serena Ng. Measuring uncertainty[J]. *The American Economic Review*, 2015, 105(3): 1177 - 1216.
- [3] Caggiano G, Castelnuovo E, Goshenny N. Uncertainty shocks and unemployment dynamics in US recessions[J]. *Journal of Monetary Economics*, 2014, 67: 78 - 92.
- [4] Bloom N. Fluctuations in Uncertainty[J]. *Journal of Economic Perspectives*, 2014, 28(2): 153 - 176.
- [5] Bloom N, M Floetotto, N Jaimovich. Really uncertain business cycles[R]. Working Paper, 2009.
- [6] Bakaert G, Hoerova M, Duca M L. Risk, uncertainty and monetary policy[J]. *Journal of Monetary Economics*, 2013, 60(7): 771 - 788.
- [7] Baker S R, Bloom N, Davis S J. Measuring economic policy uncertainty[J]. *Quarterly Journal of Economic*, forthcoming.
- [8] 王义中, 宋敏. 宏观经济不确定性、资金需求与公司投资[J]. *经济研究* 2016(2): 4 - 17.
- [9] 鲁晓东, 刘京军. 不确定性与中国出口增长[J]. *统计研究* 2017(9): 39 - 54.
- [10] Bomberger W. Disagreement as a measure of uncertainty[J]. *Journal of money, Credit and Banking*, 1996, 28(3): 391 - 415.
- [11] Damico S, A Orphanides. Uncertainty and disagreement in economic forecasting[R]. *Finance and Economics Discussion Series*, Federal Reserve Board, 2008.
- [12] Scotti C. Surprise and uncertainty indexes: real-time aggregation of real activity macro surprise[R]. Federal Reserve Board, 2012.
- [13] Schaal E. Uncertainty, productivity, and unemployment in the great recession[R]. Federal Reserve Bank of Minneapolis(mimeo), 2012: 1 - 59.
- [14] Bachmann R, Elster S, Sims E R. Uncertainty and economic activity: Evidence from business survey data[J]. *American Economic Journal: Macroeconomics* 2013, 5(2): 217 - 249.
- [15] Giordano P, P Soederlind. Inflation forecast uncertainty[J]. *European Economic Review*, 2003, 47(6): 1037 - 1059.
- [16] Mankiw N G, Reis R, Wolfers J. Disagreement about inflation expectations[R]. In: *NBER Macroeconomics Annual 2003*, Volume 18. NBER Chapters. National Bureau of Economic Research, Inc, 2004, 209 - 270.
- [17] 王义中, 宋敏. 宏观经济不确定性、资金需求与公司投资[J]. *经济研究* 2016(2): 4 - 17.
- [18] Aruoba S B, Diebold F X, Scotti C. Real-time measurement of business conditions. *Journal of Business & Economic Statistics*, 2009, 27(4): 417 - 427.
- [19] Jeffrey Sheen, Ben Zhe Wang. Measuring macroeconomic uncertainty from surveys -a mixed frequency approach[R]. Working Paper, 2016.

作者简介

李华杰,男,2009年毕业于清华大学控制科学与工程专业,获工学硕士学位,现为中国社会科学院工业经济系产业经济学专业在读博士研究生、高级工程师。研究方向为能源经济统计分析、能源投资。

史丹,女,2003年毕业于华中科技大学管理学院管理专业,获管理学博士学位,现为中国社会科学院工业经济研究所党委书记、研究员、博士生导师。研究方向为能源经济。

马丽梅,女,2015年毕业于中国社会科学院研究生院,获管理学博士学位,现为深圳大学中国经济特区研究中心讲师。研究方向为空间计量经济学。

(责任编辑:方原)