

劳动力投入、能源消费与经济发展有序度研究 ——基于指标集的考察

赵领娣¹, 李瑞琦¹, 胡明照², 杨明晔¹

(1.中国海洋大学 经济学院, 山东 青岛 266100; 2.香港浸会大学 理学院, 香港 999077)

摘要: 劳动力投入、能源消费与经济发展间的协调有序是实现经济可持续发展的关键环节。经济系统基本符合耗散结构特征,可以运用熵变值来度量系统有序度的动态变化。从多个维度构建较为全面的劳动力投入、能源消费与经济发展三大指标集,运用灰关联熵模型对全国1990—2010年间劳动力-能源-经济三大系统及两两系统间的有序度进行分析,结果显示:在样本期内,总体而言,劳动力投入、能源消费与经济发展的熵变值在0上下徘徊、波动,即三者的有序度发展趋势不明确。分时期来看,1999年之前劳动力投入与经济发展、能源消费与经济发展、劳动力投入与能源消费以及劳动力投入、能源消费与经济发展这四条曲线波动较大,之后波动趋于平稳。从曲线波动程度看,上下波动最大的是劳动力投入与经济发展的熵变值曲线,而波动较平稳的是能源消费与劳动力投入的熵变值曲线,二者有序度相对较好。

关键词: 劳动力投入; 能源消费与经济发展; 有序度; 灰关联熵

中图分类号: F224

文献标识码: A

文章编号: 1009-3370(2014)04-0018-10

“增强发展协调性,努力实现经济又好又快发展”是党的十七大对全面建设小康社会在经济建设方面提出的要求,2013年的政府工作报告再次强调了这一点,可见国家非常重视发展的协调性^①。要素投入在经济发展过程中一直扮演着十分重要的角色,国民经济要实现又好又快发展,就要与要素投入保持协调,而目前中国要素投入不均衡的状况却令人堪忧。2010年底,能源、资本、劳动力三要素投入生产中的年均增长率^②分别为5.2%、11.2%、1%,能源与资本两要素投入生产中的年均增速明显快于劳动力要素,这隐含了能源、资本、劳动力三要素投入不均衡的现状。现实中资本密集型产业通常消耗大量能源,而能源密集型产业也需要大量资本的支持,因此能源密集型产业和资本密集型产业的发展具有互惠性和融合性,这样的产业发展特点,使得生产中对能源、资本两要素的投入需求更是相互促进,而对劳动力要素的投入需求相对来说没有多少带动,这更凸显了能源、资本、劳动力三要素投入不均衡的矛盾。这一矛盾在中国经济转型、产业结构调整的背景下显得尤为突出。不难看出,中国经济持续高速增长的背后是能源供需矛盾的不断加

剧和就业结构性矛盾的不断加大,是节能减排压力和就业总量压力的并存。

因此,如何在能源约束条件下合理地投入劳动力要素,实现经济的有序协调发展,成为中国当前亟待解决的关键问题。诚然,劳动力投入、能源消费与经济发展间存在着诸多关系,而有序度是众多关系中的一种,本文将主要研究劳动力投入、能源消费之间以及两要素与经济发展之间的有序度状况,分析当前中国重要的生产要素组合状况是否合理、有序以及与经济发展的速度、结构等是否相协调。正确理解、研究并处理劳动力投入、能源消费与经济发展三者之间的动态协调关系对经济社会的有序发展具有重大的现实意义。本文的研究有利于推动未来要素投入的相互协调以及要素投入与经济发展的相互匹配,有助于构建劳动力投入、能源消费与经济发展间协调互动的发展机制,有益于经济系统的良性平稳运行。

一、文献综述

围绕劳动力投入、能源消费、经济发展三者间的关系,学者们主要沿着以下几条主线展开探讨:

1.能源消费与经济成长的因果关系以及其他非

收稿日期: 2013-10-31

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70873051)

作者简介: 赵领娣(1963—),女,教授,博士生导师,E-mail:lingdizhao512@163.com

①现有关于“发展的协调性”的界定多是强调人口、资源、环境相协调,城乡、区域发展相协调。事实上,生产要素之间的协调也深刻地影响着“发展的协调性”的实现。

②年均增长率 $=[(\text{本期产值}/\text{前}n\text{年})^{1/(n-1)}-1] \times 100\%$ 。其中资本存量的数据来自于单豪杰(2008)和叶宗裕(2010)的估算。

线性关系。20世纪70年代的两次石油危机以及1972年罗马俱乐部发布的《增长的极限》推动了能源经济学的发展。在能源经济学的早期研究中,能源消费与经济关系的因果关系是学者们关注的焦点。这些研究围绕能源消费与经济增长之间是否存在因果关系以及因果关系的具体方向展开讨论。在较为经典的研究中,吴巧生(2005)^[1],赵进文(2007)^[2],尹建华、王兆华(2011)^[3]等验证了能源消费与经济增长之间存在单向因果关系,而Asafu-Adjaye(2000)^[4]、韩智勇、魏一鸣(2004)^[5]的研究则显示能源消费与经济增长之间存在双向因果关系。当然,在众多的实证研究中,也能找到不支持能源消费与经济增长之间存在因果关系的例子,如Schafer(2005)^[6],Esso(2010)^[7],Chevallier(2011)^[8]等发现二者存在非线性特征关系。显然,能源消费与经济增长之间的关系不限于因果关系。随着研究的推进和深入,一些学者开始尝试从其他角度探究两者之间可能存在的关系,比如倒U形关系^[9]、长期均衡关系^[10-11]、不均衡关系^[12]。以上文献分别印证了Payne(2010)^[13],Ilhan Ozturk(2010)^[14]系统总结的能源消费与经济增长关系的4种假设,即“增长假设”“节约假设”“回馈假设”“中性假设”^①。

2. 劳动力投入与经济增长之间的协调性与一致性检验。劳动力是生产要素的重要组成部分,它与经济增长的关系一直是国内外学术界关注的焦点问题。劳动力投入最终以就业形式反映出来,所以研究中多采用就业数据进行定性和定量分析。最早研究二者关系的是美国经济学家阿瑟·奥肯(1970),他发现经济增长率与失业率之间存在一种稳定关系^②,自此以后研究劳动力就业与经济增长关系的文献可谓是汗牛充栋。根据既有学者的研究角度我们可以总结为以下两个方面:一是就业增长与经济增长的关系,二是就业弹性与经济增长的关系。其中,就业增长与经济增长关系的讨论主要聚焦在经济增长带动了就业增长^[15-16]以及经济增长与就业增长之间存在非一致性^[17]。而关于中国经济增长和就业弹性的关系,大致有两种观点:一种观点认为,中国经济的增长并未带来就业量的相应提高,经济增长的就业弹性在下降^[18-19]。另一种观点认为中国经济增长的就业弹性并没有下降,只是出现了效率型就业^[20-21]。

3. 劳动力投入与能源消费之间是否存在替代弹

性以及替代弹性的大小。关于能源是否可能被非能源生产要素如劳动力、资本等所替代以及在多大程度上替代,是与等产量曲线以及生产函数的选择密切相关的。由于对“替代”的认识与界定存在争议,学术界对于劳动力投入与能源消费之间替代弹性的测度主要沿着两条主线进行。一种是使用超越对数生产函数,如郑照宁(2004)^[22]发现资本和劳动、能源可有效地相互替代,且劳动和能源替代弹性较低。杨福霞(2011)^[23]的研究显示相比较于资本,能源与劳动力之间的平均替代弹性更大。另一种是使用超越对数成本函数,如鲁成军(2008)^[24]以超越对数成本函数和不变替代弹性为基础,发现劳动与能源间存在明显替代关系,而资本与能源间替代关系不确定。鉴于成本函数对于价格变化的敏感性较强,而众多国家尤其是转型国家又存在普遍而广泛的要素价格扭曲状况,使用成本函数测度劳动力投入与能源消费之间替代弹性大小的尝试与努力可能会带来有偏的结论。

通过对已有文献的梳理,可以发现:(1)既有研究多集中在单独研究能源消费与经济增长、劳动力投入与经济增长以及能源消费与劳动力投入两者间的关系,而对劳动力投入、能源消费、经济发展三者间关系的研究很少涉及。(2)对于能源消费与经济增长、劳动力投入与经济增长以及能源消费与劳动力投入两者间的关系,因学者们使用的样本数据、选择的计量工具以及研究角度不同,结果不一致,结论存在争议,这值得我们对其进行更深入的探讨。(3)在指标测度上,既有研究对劳动力投入、能源消费、经济发展三大系统的刻画不全面,多采用单一指标,没有充分意识到三大系统本身及相互间关系的复杂性,因而尚未构建出可以全面体现各系统特点的指标集。此外,对于已选用的一些指标既有学者也未给出充分的理论依据。

基于此,本文将劳动力-能源-经济发展置于统一框架之下,从多个维度出发,根据相关理论依据筛选构建了较为全面的劳动力投入、能源消费与经济发展三大指标集,借助灰关联熵模型对三者间的关系进行全新的系统分析,以期给出相应的政策建议,促进中国经济有序协调发展。

二、多指标体系构建与数据预处理

(一) 指标体系构建

单一指标难以全面刻画系统特点,测算存在偏

①“增长假设”指存在从能源消费到经济增长的单向因果关系,“节约假设”指存在从经济增长到能源消费的因果关系,“回馈假设”指经济增长与能源消费存在双向因果关系,“中性假设”指经济增长与能源消费不存在因果关系。

②后来有学者如姜巍等(2005)发现该定律在中国并不适用。

颇性,因而不能对系统的有序度做出科学评价。鉴于此,本文将从多个维度全面描述劳动力投入、能源消费两大系统,使其匹配内涵丰富的经济发展系统,同时丰富的指标体系也将对加深理解三者之间的关系具有重要意义。在构建劳动力投入、能源消费、经济发展这三大系统的指标集时,既要考虑理论研究的需要,还要考虑数据的可得性。本文在筛选构建指标时借鉴了曾康宁(2006)^[25]提出的全面性、可能性、精简性原则。

1. 劳动力投入指标体系。物质资料的生产过程是劳动力作用于生产资料的过程。离开劳动力,生产资料本身不可能创造任何东西,因此劳动力是经济发展必不可少的生产要素之一。

既有研究发现中国经济增长的过程中,劳动力供给的“水平效应”递减,“垂直效应”显现^[26]。鉴于此,本文将同时考察劳动力供给的“水平效应”和“垂直效应”。其中“水平效应”选取了“失业人数、就业参与率、就业人数年均增长率”这3个指标,分别从绝对量、相对量、变动趋势3个方面进行考察。“垂直效应”采用的是有效劳动与一般劳动的存量比。有效劳动最初来源于索洛模型中的生产函数 $Y(t)=F[K(t),A(t)L(t)]$, A 与 L 的乘积表示劳动的有效性,其中, L 是劳动力数量;而对“ A ”的界定,理论界并不一致,其含义主要扩展为劳动力的教育和技能、产权的理论、企业家精神等^[27]。本文定义为第一种解释,且以高中为界,高中及高中以上受教育程度的劳动力数量与其受教育年限的乘积表示有效劳动力的投入量;反之,高中以下受教育程度的劳动力数量与其受教育年限的乘积则为普通劳动力的投入量。跨地区流动已成为农村劳动力就业的一种重要形式,在中国二元结构背景下,农村人口、劳动力向非农产业和城市转移^[28],因而劳动力流动呈现出农村流向城市,第一产业流向第二、第三产业的趋势。所以本文以城镇和农村的就业比例以及三次产业的劳动力占就业总数的比重这些代理变量测度劳动力投入的平衡性及在三次产业间的转移程度,使建立的指标集既考虑劳动力在城乡间的分布又考虑其不同产业间的分布。此外,本文还考虑到了劳动力的使用成本问题,并将其纳入指标集中,以劳动力的实际工资指数作为其代理变量。

2. 能源消费指标体系。能源是经济高速发展不可或缺的生产资料之一。建立科学有效的能源消耗考核指标体系,有助于将能源发展纳入社会经济规划中统筹考虑。

能源投入主要表现为生产过程中消费的能

源,本文使用“人均能源消费总量、人均生活能源消费总量、净能源消费总量”指标从3个方面描述了能源的消费水平。受吴开尧(2010)^[29]启发,本文认为能源指标体系应当考虑其可持续性,所以本文以“能源消费的增长速度、能源消费的弹性”来表征能源消费的趋势,指标的变化趋势既能反映其历史发展过程,还可以预测其未来前景。李影和沈坤荣(2010)^[30]针对目前中国经济增长过程中能源的约束程度进行了度量,发现不同能源品种对经济增长的制约程度存在差异性,并指出能源的结构性矛盾已成为中国未来能源问题的软肋。因此本文认为有必要分别考虑不同能源品种的消耗量以及不同产业的能耗度,本文选用“煤炭、石油、天然气消费占能源消费总量的比重”和“第一、第二、第三产业的能耗强度”这6个指标进行测度,既能体现能源的消费结构又涵盖了不同产业的能源消费特征。除此之外,为使指标更全面,本文还加入了“能源加工转换率”这一指标,该指标值越高越有利于系统有序性和整体目标的实现。这一指标的提出将使能源统计体系更加完善,有助于加深对能源系统的了解。

3. 经济发展指标体系。经济系统是复杂开放系统,经济发展的内涵十分丰富,是数量扩张与质量提高的统一。目前对经济发展描述的指标是丰富而不统一的,由于研究需要不同,学者们各自从不同的角度去构建指标体系。如李丽莎(2011)^[31]所言构建指标体系最难的问题在于反映信息全面性与指标间相互独立性的平衡,是一个需要不断完善的过程。因此本文既参考了早期赵玉川、胡富梅(1997)^[32]提出的中国可持续发展指标体系建立的原则及结构,又借鉴了吕学都、王艳萍等(2013)^[33]对低碳经济评价指标体系评价方法的研究。本文本着全面性、相关性、科学性、前瞻性的原则,从经济发展的水平、经济结构的调整、经济发展的平衡性以及经济发展的可持续性4个层次对经济发展系统进行衡量。

其中,经济的发展水平主要衡量经济发展的数量方面,包括基数和速度两个方面,本文以“人均GDP、全社会固定资产投资总额、经济增长率”来表示。经济发展的质量主要表现为经济运行过程中产业结构的调整、优化,所以本文考察了第三产业和工业增加值占GDP的比重以及外贸的依存度。经济发展的平衡性主要是基于中国城乡分割这样一个二元经济结构的现实,具体以“城镇、农村居民恩格尔系数、城乡居民最终消费水平对比”这3个指标对城乡分割现状进行描述,是对经济发展的一种横

向测度。而经济发展的可持续性是对经济发展纵深方向的一个评估,考虑到一国的教育和专利较能表征其经济发展的潜力,所以本文选取了“每万人授

权专利数、教育经费占GDP比重”这两个指标。表1具体报告了劳动力投入、能源消费、经济发展的指标及测度方式。

表1 指标及测度方式

指标	一级指标	二级指标	符号	单位
劳动力投入指标集	劳动力投入水平	劳动力参与率	X1	%
		失业人数	X2	万人
		就业年均增长率	X3	%
	劳动力投入平衡性	城镇就业比例	X4	%
		农村就业比例	X5	%
	劳动力投入产业结构	第一产业劳动力占就业总数的比重	X6	%
		第二产业劳动力占就业总数的比重	X7	%
		第三产业劳动力占就业总数的比重	X8	%
	劳动力投入成本	平均实际工资指数	X9	—
	劳动力投入质量	有效劳动与普通劳动投入量之比	X10	%
能源消费指标集	能源消费水平	人均能源消费总量	Y1	千克标准煤
		人均生活能源消费量	Y2	千克
		净能源消费量	Y3	吨
	能源消费趋势	能源消费增长速度	Y4	%
		能源消费弹性系数	Y5	—
	能源消费结构	煤炭消费占能源消费总量比重	Y6	%
		石油消费占能源消费总量比重	Y7	%
		天然气消费占能源消费总量比重	Y8	%
	不同产业能源消费特征	第一产业能耗强度	Y9	万吨标准煤/亿元
		第二产业能耗强度	Y10	万吨标准煤/亿元
		第三产业能耗强度	Y11	万吨标准煤/亿元
	能源转换率	能源加工转换效率	Y12	—
经济发展指标集	经济发展水平	人均GDP	Z1	元
		经济增长率	Z2	%
		全社会固定资产投资总额	Z3	亿元
	经济发展平衡性	城乡居民最终消费水平对比	Z4	—
		城镇居民恩格尔系数	Z5	%
		农村居民恩格尔系数	Z6	%
	经济结构调整	第三产业增加值占GDP比重	Z7	%
		工业增加值占GDP比重	Z8	%
		外贸依存度	Z9	%
	经济发展可持续性	居民最终消费支出	Z10	亿元
		每万人授权专利数	Z11	件
		教育经费占GDP比重	Z12	%

注:数据均来自《中国统计年鉴》(1994—2011)、《中国能源统计年鉴》(1996—2011);其中,外贸依存度=以美元兑换人民币年均价计算的进出口贸易总额/GDP,劳动力投入质量=高中及高中以上学历劳动力受教育程度/高中以下学历劳动力的受教育程度。

(二)多指标分析处理

为提高对劳动力-能源-经济三大系统描述的全面性,本文建立了丰富的指标集,但众多指标之间难免会存在一定的相关性,即指标之间存在着信息冗余。因此本文在采用多指标集分析能源消费、劳动力投入与经济发展的关系时,首先需消除指标间的信息冗余。朱光良(2002)^[34]等常使用主成分分

析法进行处理,而因子分析是主成分分析的推广和发展,从数学上来说,主成分是原始变量的线性组合,原始变量可以表示成公因子的线性组合。因子分析中的公因子是从原始变量中提取出来的,是能够表现原始变量信息不可直接观测出来的综合变量。

鉴于此,本文选用SPSS软件对三大系统的指

标集分别进行因子分析。由每个系统的相关系数矩阵可以看出,系统内各指标间的相关系数都比较大,即存在信息的冗余,所以适合做因子分析。根据其解释的总方差图,可以把公因子提取出来。其中经济发展系统提取了3个公因子,方差解释贡献率累积90.975%,能源消费系统也提取出3个公因子,方差解释贡献率达94.018%,劳动力投入系统提取了2个公因子,方差解释贡献率达88.004%。最后“成分得分系数矩阵”图给出了原始变量计算因子得分的系数矩阵,据此我们将劳动力-能源-经济三个系统里多个指标处理成了2~3个公因子。此时,每个公因子都是能够表现原始变量信息不可直接观测出来的综合变量。

灰关联熵模型的测算要求只有参考列和比较列,这就需要对以上三个系统内的两、三个公因子进行进一步的处理,以形成一系列数据。文章以每个公因子的方差贡献率作为权重进行了再次加权,这样劳动力-能源-经济发展三大系统都各自得出了一系列综合了所有信息的数据。至此,我们得到了三列数据,这时可以运用MATLAB软件测算出能源消费与经济发展、劳动力投入与经济发展以及能源消费与劳动力投入的有序度。最后为了考察劳动力投入、能源消费与经济发展这三者之间的关系,还需要进一步的处理,即将三列数据化为两列,以符合灰关联熵的要求。考虑到能源、劳动都属于生产要素,在此尝试着将能源、劳动要素比作为一列,表示能源消费与劳动力投入两要素的比例协调关系,这也符合经济学的一般处理方式。以能源、劳动要素比作为比较列,经济发展作为参考列,就可测算出我们想研究的劳动力投入、能源消费与经济发展这三者间的有序度。

三、研究方法

(一)有序度

有序度是指以实现系统总体演进目标为目的,各子系统或各要素间互相配合、相互协作、相互促进而形成一种良性循环态势。主要用来度量系统或系统内部要素之间在发展过程中彼此和谐一致的程度。本文劳动力投入-能源消费-经济发展有序的含义指的是就业增加与能耗降低的合理配置,能推动经济的持续发展。具体内容:(1)经济系统的有序协调发展是以各子系统、各要素间数量的发展变化与有关的比例关系是否相互适应、相互促进为基本条件的。(2)协调是动态的,不是静态不变的。为了

总体目标的实现,各子系统、各元素要据经济发展的实际情况,随时给予调整、修订,以保证系统总体目标的实现。

(二)灰关联熵模型

灰关联熵模型的应用,首先需要符合耗散结构理论的特性。耗散结构理论^[5]认为,一个远离平衡态的非线性的开放系统(物理、化学、生物、经济等系统)通过不断地与外界交换物质和能量,在系统内部某个参量的变化达到一定值时,量变可能引起质变,使系统发生突变:由原来的混沌无序状态转变为一种在时间、空间或功能上的有序状态。熵是用来描述系统状态的物理量,熵值的大小可以反映系统的有序程度。系统状态发生改变时,系统熵值也会发生改变。远离平衡的开放系统其熵变值 dS 由两部分组成:系统本身不可逆过程引起的熵增 $d_i S$ (恒正);系统与外界交换物质、信息和能量引起的熵流 $d_e S$ (正负不定),则 $dS=d_i S+d_e S$ 。当一个系统存在正熵流即 $d_e S>0$,系统继续趋于无序;当 $d_e S<0$ 时,则降低系统无序增加有序。因此,可以通过计算、分析熵值的变化来考察系统发展和演化的方向与速度。

一个系统要处于耗散结构,必须满足三个条件:一是系统必须是开放的,孤立和封闭系统都不可能产生耗散结构;二是系统必须处于远离平衡的非线性区,在平衡区或近平衡区不可能从一种有序走向另一更高级的有序;三是系统中必须有某些非线性动力学过程,如正负反馈机制等,正是这种非线性关系互相作用使得系统内各要素之间产生协同动作和相干效应,从而使得系统从杂乱无章变为井然有序。

经济系统以劳动力、能源等生产要素的有效组织和配置为主要活动,是实现资源、经济和社会价值最大化的复杂开放系统。各生产要素的数量、质量以及要素配置的协同作用直接影响着经济系统是否能够有序发展,换言之,在现实环境中,经济发展是处于非平衡状态下的,依靠不同要素的不断输入和输出维持其内部非线性相互作用的有序系统。经济系统的发展特点满足耗散结构的基本条件,所以在此的研究可以使用灰关联熵模型。

灰关联熵模型^①是在灰色关联分析法的基础上发展而来的,弥补了灰色关联分析局部关联倾向和个性信息损失的缺点,充分利用个性信息,实现整体性接近。本文采用张歧山等人(1996)^[6]提出的灰关联熵方法测度熵值,分析有序度。

①由于数据样本比较庞大,所以本文对灰关联熵模型各个步骤的计算都是通过Matlab程序实现。

1. 确定参考序列和比较序列

设 $\{x_0(k)\}=\{x_0(1), x_0(2), \dots, x_0(n)\}$ 为参考列; $\{x_j(k)\}=\{x_j(1), x_j(2), \dots, x_j(n)\}$ 为相应的各比较数列,其中, $j=1, 2, \dots, m$ 。

2. 数据的无量纲化处理

由于选用指标的量纲不同,不利于统计分析,首先要进行无量纲化处理。经过均值化方法处理的各指标数据构成的协方差矩阵既可以反映原始数据中各指标变异程度上的差异,也包含各指标相互影响程度差异的信息,适用于多指标分析。而本文指标集较丰富,鉴于此,我们将采用均值化方法。

为消除量纲影响,本文使用式(1)进行数据标准化

$$y_i(k)=x_i(k)/x_i^{\wedge} \quad (k=1, 2, \dots, n; i=0, 1, 2, \dots, m) \quad (1)$$

得到 $\{y_0(k)\}=\{y_0(1), y_0(2), \dots, y_0(n)\}$ 和 $\{y_j(1), y_j(2), \dots, y_j(n)\}$,其中, x_i^{\wedge} 表示 x_i 的平均值。

3. 计算灰色关联系数

记 $\Delta_{\min}=\min_j \min_k \Delta_{0j}(k)$ 和 $\Delta_{\max}=\max_j \max_k \Delta_{0j}(k)$,并求得各比较数列与参考数列的灰关联系数为

$$\xi_{jk}(k)=\frac{\Delta_{\min}+\rho\Delta_{\max}}{\Delta_{0j}(k)+\rho\Delta_{\max}} \quad (2)$$

其中, $\Delta_{0j}(k)$ 为参考数列 $\{y_0(k)\}$ 与比较数列 $y_j(k)$ 对应 k 点($k=1, 2, \dots, n$ 为观察时刻)之差值的绝对值,即 $\Delta_{0j}(k)=|y_j(k)-y_0(k)|$ ($j=1, 2, \dots, m$)。 ρ 为分辨系数, $\rho \in (0, 1)$ 。为了简化计算,本文 ρ 取经验

值0.5。

4. 计算灰关联熵和熵变值

对各比较数列与参考数列的灰关联系数进行映射处理,得到灰关联系数分布映射

$$P_{jk}(k)=\xi_{jk}(k)/\sum_{k=1}^n \xi_{jk}(k) \quad k=1, 2, \dots, n \quad (3)$$

进而相应的灰关联熵

$$S_{jk}(k)=-\sum_{k=1}^n P_{jk}(k) \ln P_{jk}(k) \quad (4)$$

以上是模型的计算步骤,为体现灰关联熵的动态变化趋势,可以取其熵变值 $\Delta S(k)=S(k)-S(k-1)$,根据熵的意义,当熵变值 $\Delta S(k)>0$,说明参考序列与比较序列的有序度降低,反之则说明两者的有序度提高。

四、实证分析

基于数据的可得性和可操作性,本文的研究时限为1990—2010年。如无特殊说明,本文使用的数数据主要来源于《中国统计年鉴》(1994—2011)、《中国能源统计年鉴》(1996—2011)。有序度测算所使用的程序软件为Matlab2008a。

构建完指标体系,对多指标进行分析处理以后,便可根据灰关联熵模型计算出各年度劳动力投入、能源消费与经济发展三者之间的灰关联熵及熵变值,如表2所示。

表2 劳动力投入、能源消费与经济发展各年度熵值和熵变值

年份	灰关联熵	熵变值	年份	灰关联熵	熵变值
1990	0.141 6	—	2001	0.138 5	-0.000 4
1991	0.140 8	-0.000 8	2002	0.138 6	0.000 1
1992	0.139 7	-0.001 1	2003	0.140 6	0.002 0
1993	0.138 4	-0.001 3	2004	0.142 6	0.002 0
1994	0.139 5	0.001 1	2005	0.144 9	0.002 3
1995	0.140 2	0.000 7	2006	0.148 4	0.003 5
1996	0.140 4	0.000 2	2007	0.152 5	0.004 1
1997	0.140 6	0.000 2	2008	0.157 6	0.005 1
1998	0.139 8	-0.000 8	2009	0.162 9	0.005 3
1999	0.139 0	-0.000 8	2010	0.174 2	0.011 3
2000	0.138 9	0.000 0			

按照上述灰关联熵方法的步骤,本文对1990—2010年劳动力投入与经济发展、能源消费与经济发展以及劳动力投入与能源消费之间的灰关联熵及熵变值也分别进行了计算,结果如图1、图2所示。

结合表2的结果,由图2可以看出:能源劳动要素比与经济发展的灰关联熵曲线、能源消费与劳动力投入的灰关联熵曲线、能源消费与经济发展的灰关联熵曲线总体都呈上升趋势,其中能源消费与

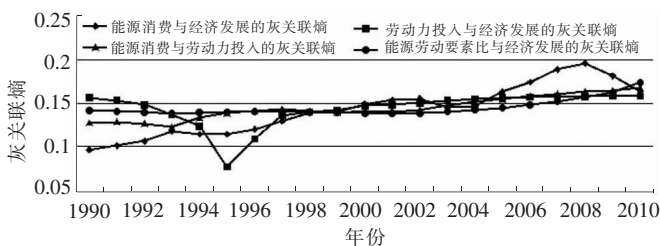


图1 各年度关联熵变化趋势图

经济发展的灰关联熵曲线波动幅度相对较大,灰关联熵逐年递增,在2008年达到最高,而劳动力投入与经济发展的灰关联熵曲线整体呈V形,但1997年后波动趋于平稳,灰关联熵基本稳定在0.15作用。这表明总体上,能源消费与劳动力两要素的有序性及能源消费与经济有序性在一点点变差,相对应,能源劳动要素比与经济有序性相对来说也在不断下降。

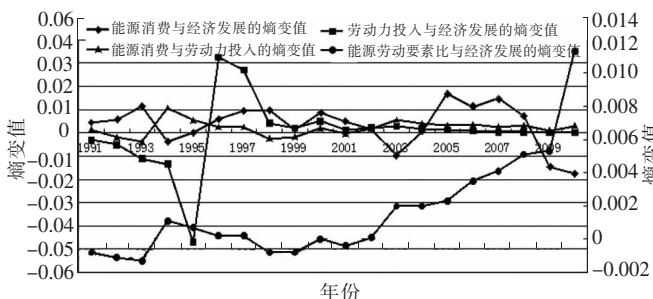


图2 各年度熵变值变化趋势图

由于熵变值变动较小,为了更清晰地表现能源消费、劳动力投入与经济发展三者熵变值的变化情况,本文采用双坐标轴对其结果进行呈现以便于分析。其中能源劳动要素比与经济变化的熵变值曲线采用的是右侧的刻度值,而其余三条曲线统一采用的是左边刻度值,如图2所示。

由图2可发现,只有能源消费与劳动力投入的熵变值曲线波动较平稳,在0值附近,有序度相对较好。而能源消费与经济变化的熵变值曲线波动频率相对较大,且多数年份熵变值都在0以上,这说明相对而言能源消费的水平、结构与经济发展的水平、结构不大协调,不能较好地相互促进。本文猜测曲线的波动可能与经济周期的波动有关,且能源消费本身也会受到多种因素的影响。

而图2中上下波动最大的是劳动力投入与经济发展的熵变值曲线,该曲线变动特点较明显,大体呈倒Z形。其中1991—1995年熵变值曲线呈下降趋势,之后曲线开始上升,由最低点-0.05达到最高点0.032,但1998年后,二者熵变值基本稳定在0附近。这说明总体上劳动力投入与经济发展间的关系由相对有序转为相对无序。笔者认为可能的原因

是1978年开始的市场经济体制改革改变了传统计划经济体制对经济发展、农民就业转换的束缚。这一体制改革放宽了对劳动力的管制,使得劳动力等生产要素的开放性、流动性增强。1991—1995年间要素资源基本已得到充分配置,同时,改革也促进了生产力的快速发展。所以这一时期,劳动力投入的增加和经济的发展趋于有序状态。但本文认为,这一时期生产中劳动力的大量增加主要源于改革前被压抑的劳动力释放,所以其有序是短暂的。1995年国务院提出的科教兴国战略对投入生产中的劳动力质量提出了较高标准,从而使得投入生产中的劳动力数量较以前有所减少,滞后于经济的快速增长,从而表现为1996年熵变值的陡然升高,当然这一变化也不排除与1996年数据的突变性、敏感性等原因有关。1997年的东南亚金融危机使得经济发展的速度放缓,与此同时国民素质也在不断提高,所以劳动力投入与经济发展之间开始趋于有序,并维持在一个比较稳定的水平上,即0值附近。

最下面一条线是关于能源劳动要素比与经济变化的熵变值曲线。通过右边坐标轴可以看出,1990—2010年间,能源劳动要素比与经济变化的熵变值曲线整体呈现出缓慢上升趋势,其中,2002年之前,熵变值基本在0附近波动,且波动幅度较小,而2002年之后,三者的灰关联熵明显增加,熵变值由负变正,曲线上升趋势逐渐明显。由于表2中的数据和图2中的刻度值都比较小,所以认为三者间虽然呈现出非良性发展态势,但熵变值总体变动并不大,处于一种不甚明确的状态。其中2002年之前处于轻微协调状态,2002年后有序度不断恶化,但也不严重。本文猜测,2002年后出现的相对不协调可能是由于中国2001加入世贸组织后,经济发展过于迅速,而能源劳动要素比却并未与经济的迅速发展保持一致的速度与进程。相反,能源约束不断加强,就业问题十分突出。隐藏其后的主要原因是政府规制导致的产业结构不合理。分税制实施以来,中国地方政府在标尺竞争下实施的赶超战略导致产业偏向发展,能快速带来收益的重化工业^①成为其优先发展对象,这与当前中国存在的能源回弹效应^[37-38]共同导致能源消费的急剧增加。依赖能源消耗推动的第二产业对就业的吸纳能力较弱,而具有较高就业弹性的第三产业却发展缓慢^[39],无法充分发挥其对劳动力的吸纳优势。且2003年还遭遇“非典”打击,失业大量增加,加之2004年自然新生劳动力高峰期的到来以及大学生就业难问题的凸

①通过查阅一些省区制定的招商引资目录可以发现,高能耗的重化工业倍受地方政府的欢迎。

显使得失业现象更为严重。这些突变因素更加剧了能源与劳动力两要素投入不协调的矛盾,最终造成劳动力投入、能源消费与经济发展三者之间的非良性发展态势。这也充分体现了中国以能源密集型产业为主体的畸形产业结构和以高投入、高能耗、低效益为特征的粗放式经济增长模式对劳动力就业的挤出效应。

综上,能源消费与经济发展、劳动力投入与经济发展间的无序状态给劳动力投入、能源消费与经济发展三者间的有序发展带来的负面影响,在很大程度上制约了经济的可持续发展,从整体上影响了要素投入与经济发展之间的良性发展势头。

五、结论与政策建议

当我们从能源、劳动力要素配置的有序性角度而不是从两要素内在联系的角度讨论问题时,可以发现要素之间的协调性以及要素组合与经济发展之间的有序度深刻地影响着中国经济的转型与可持续发展。本文使用1990—2010年的数据,较为全面地构建了劳动力投入、能源消费与经济发展三大指标集,利用灰色关联熵模型研究了劳动力投入、能源消费与经济发展之间的有序度。结果显示:在样本期内,总体而言,劳动力-能源-经济这三大系统间的有序度不甚明确,即熵变值在0上下徘徊、波动。分时期来看,1999年之前4条曲线波动较大,之后波动趋于平稳。分曲线来看,上下波动最大的是劳动力投入与经济发展的熵变值曲线,而能源消费与劳动力投入的熵变值曲线波动较平稳,有序度相对较好。虽然熵变值的刻度较小,但仍能看出劳动力投入、能源消费与经济发展之间的有序关系相对来说仍是不断趋于恶化。而严重依赖能源消耗而挤出劳动力投入的畸形产业结构和粗放式经济发展模式,是导致三者处于无序状况的主要原因。这也表明,现阶段中国的经济发展存在着非均衡现象,能源与劳动力两要素的投入比例不合理,且与经济发展的速度、结构等不相一致。也就是说,目前中国劳动力、能源的要素投入组合状况与经济发展间的有序度较低,影响并制约着中国经济的顺利转

型与协调发展。而要实现经济的又好又快发展,就需要协调好劳动要素与能源要素的投入组合比例,并不断提高二者与经济发展间的有序度。

据此,本文提出以下政策建议:

1. 优化产业结构,推动劳动力-能源-经济三大系统有序发展。畸形的产业结构会导致有偏的要素使用偏好,作为重要生产要素的劳动力、能源,其投入比例的失衡会影响经济的持续、协调发展。所以政府要适时调整产业结构,通过生产要素的优化组合,使中国产业间生产要素配置实现动态平衡。同时,劳动力-能源-经济三大系统的平稳有序运行也要求中国产业结构的优化。具体来说,政府应统筹考虑产业发展与要素投入的关系,构建科学的劳动力投入-能源消费-经济发展协调互动机制,实现产业升级与要素配置结构演化的一致有序。通过制定科学合理的产业调整政策,倒逼地方政府大力发展劳动力吸纳能力强的第三产业,合理控制能源消耗依赖程度高的第二产业,使劳动力、能源等要素投入比例合理化,与经济发展水平、速度、结构等相一致,最终实现劳动力-能源-经济三大系统的有序发展。

2. 协调要素投入比例,增强要素投入与经济发展间的有序性。企业应根据国家“发展协调性”的要求,合理配置生产要素,确立各生产要素间的适当比例关系,实现要素投入与经济发展的动态平衡。具体而言,要使要素间配置合理、发展有序,就要改变传统的高投入、高能耗、高污染、低效益的粗放型经济发展模式,鼓励企业走要素使用偏好合理、经济效益高、资源消耗低、环境污染少、人力资源优势得到充分发挥的新型工业化道路。同时,改变传统的政绩考核模式,改革地方官员晋升机制,制定合理且切实可行的竞争标尺。在转变经济发展方式的大背景下,应改变多年来形成的“以GDP论英雄”的单一评价标准,建立包含“劳动就业水平、能源使用效率、经济发展绩效”等指标在内的多维度政绩评价标准,以新的竞争标尺,迫使地方政府把就业优先、能效提高、经济又好又快发展作为其政绩考核和晋升的依据。

参考文献:

- [1] 吴巧生,成金华,王华. 中国工业化进程中的能源消费变动——基于计量模型的实证分析[J]. 中国工业经济,2005,3(4):30-37.
- [2] 赵进文,范继涛. 经济增长与能源消费内在依从关系的实证研究[J]. 经济研究,2007(8):31-42.
- [3] 尹建华,王兆华. 中国能源消费与经济增长间关系的实证研究——基于1953—2008年数据的分析[J]. 科研管理,2011,32(7):122-129.
- [4] John Asafu-Adjaye. The relationship between energy consumption, energy prices and economic growth: time series evidence from Asian developing countries[J]. Energy Economics, 2000, 22(6): 615-625.

- [5] 韩智勇,魏一鸣,焦建玲,范英,张九天. 中国能源消费与经济增长的协整性与因果关系分析[J]. 系统工程,2004,22(12):17-21.
- [6] Andreas Schäfer. Structural change in energy use[J]. Energy Policy,2005,33(4):429-437.
- [7] Esso,Loesse Jacques. Threshold cointegration and causality relationship between energy use and growth in seven African countries[J]. Energy Economics,2010,32(6):1383-1391.
- [8] Julien Chevallier. Evaluating the carbon-macroeconomy relationship:evidence from threshold vector error-correction and Markov-switching VAR models [J]. Economic Modelling,2011,28(6):2634-2656.
- [9] Chien-Chiang Lee,Chun-Ping Chang. Structural breaks,energy consumption and economic growth revisited : evidence from Taiwan [J]. Energy Economics,2005,27(6):1384-872.
- [10] 王海鹏,田澎,靳萍. 基于变参数模型的中国能源消费经济增长关系研究[J]. 数理统计与管理,2006,25(3):253-258.
- [11] 王思斯,崔庆军,蒋月星,夏雯婧. 基于 ARDL 模型的中国三次产业能源消费与经济增长关系研究[J]. 软科学,2011,25(5):74-76,90.
- [12] 唐齐鸣,张炎涛. 经济增长与能源消费关系的多重结构突变模型研究[J]. 贵州财经学院学报,2012(3):38-44.
- [13] James E Payne. Survey of the international evidence on the causal relationship between energy consumption and growth[J]. Journal of Economic Studies,2010,37(1):53-95.
- [14] Ilhan Ozturk . A literature survey on energy-growth nexus[J]. Energy policy,2010,38(1):340-349.
- [15] 钱永坤,宋学锋,董靖. 经济增长与就业关系实证研究——以江苏省城镇就业为例[J]. 经济科学,2003(1):14-19.
- [16] 陈安平,李勋来. 就业与经济增长关系的经验研究[J]. 经济科学,2004(1):30-34.
- [17] 李俊峰,王代敬,宋小军. 经济增长与就业增长的关系研究——两者相关性的重新判定[J]. 中国软科学,2005,12(1):64-70.
- [18] Thomas G Rawski.What is happening to China's GDP statistics? [J]. China Economic Review,2001,12(4):141-354.
- [19] 蔡昉,都阳,高文书. 就业弹性、自然失业和宏观经济政策——为什么经济增长没有带来显性就业? [J]. 经济研究,2004(9):18-25,47.
- [20] 龚玉泉,袁志刚. 中国经济增长与就业增长的非一致性及其形成机理[J]. 经济学动态,2002(10):35-39.
- [21] 简新华,余江. 基于冗员的中国就业弹性估计[J]. 经济研究,2007(6):131-141.
- [22] 郑照宁,刘德顺. 考虑资本-能源-劳动投入的中国超越对数生产函数[J]. 系统工程理论与实践,2004,24(5):51-54.
- [23] 杨福霞,杨冕,聂华林. 能源与非能源生产要素替代弹性研究——基于超越对数生产函数的实证分析[J]. 资源科学,2011,33(3):460-467.
- [24] 鲁成军,周端明. 中国工业部门的能源替代研究——基于对 ALLEN 替代弹性模型的修正[J]. 数量经济技术经济研究,2008,25(5):30-42.
- [25] 曾康宁. 江苏省 FEEEP 有序度研究[D]. 南京:南京财经大学,2006.
- [26] 中国经济增长与宏观稳定课题组. 劳动力供给效应与中国经济增长路径转换[J]. 经济研究,2007(10):4-16.
- [27] 马君伟. 中国新经济背景下有效劳动的涵义与实现[J]. 传承,2010(6):118-119.
- [28] 王西玉,崔传义,赵阳,马忠东. 中国二元结构下的农村劳动力流动及其政策选择[J]. 管理世界,2000(5):61-69.
- [29] 吴开尧,朱启贵,段继红. 可持续发展能源指标体系的数据统计[J]. 上海管理科学,2010,32(1):32-37.
- [30] 李影,沈坤荣. 能源约束与中国经济增长——基于能源“尾效”的计量检验 [J]. 经济问题,2010(7):16-20.
- [31] 李丽莎. 中国经济发展指标体系的构建与应用研究——基于经济发展的数量与质量角度[J]. 特区经济,2011(6):295-297.
- [32] 赵玉川,胡富梅. 中国可持续发展指标体系建立的原则及结构[J]. 中国人口·资源与环境,1997,7(4):54-59.
- [33] 吕学都,王艳萍,黄超,孙信. 低碳经济指标体系的评价方法研究[J]. 中国人口·资源与环境,2013(7):27-33.
- [34] 朱光良,祝炜平. 区域评价中多指标与单指标分析之比较——以浙江省欠发达地区为例[J]. 地域研究开发,2002,21(3):67-70.
- [35] 邓明,钱争鸣. 资源禀赋与“资源-经济”系统的有序度——“资源诅咒”在中国省际层面的再检验[J]. 厦门大学学报:哲学社会科学版,2012(1):125-132.
- [36] 张岐山,郭喜江,邓聚龙. 灰关联熵分析方法[J]. 系统工程理论与实践,1996(8):8-12.
- [37] 查冬兰,周德群. 基于 CGE 模型的中国能源效率回弹效应研究[J]. 数量经济技术经济研究,2010(12):39-53.
- [38] 王琛,王兆华,卢密林. 能源直接回弹效应经济学分析:微观视角[J]. 北京理工大学学报:社会科学版,2013,15(2):28-33.
- [39] 樊秀峰,周文博,成静. 中国产业结构与就业吸纳能力的实证分析[J]. 审计与经济研究,2012(2):82-88.

The Research on the Order Degree of Labor Force and Energy Consumption with Economic Development

—Investigation Based on the Index Set

ZHAO Lingdi¹, LI Ruiqi¹, HU Mingzhao², YANG Mingye¹

(1.School of Economics, Ocean University of China, Qingdao Shandong 266100, China;

2. Faculty of Science, Hong Kong Baptist University, Hong Kong 999077, China)

Abstract: The orderly development of labor force–energy–economy is the key to realize the sustainable development of economy. Economic system is basically in line with the characteristics of dissipative structure, entropy value can be used to measure the dynamic change of the system order degree. This paper constructs three comprehensive labor input, energy consumption and economic development indexes set from multiple dimensions, and utilize gray relational entropy model to analyze the order degree of labor force–energy–economy and between each two of them from 1990–2010 in China. The results show that: in the sample period, from the aspects of the overall, the entropy value of labor force–energy–economy system wanders up and down at zero, in other words, the development trend of the system is not clear. From the aspects of different periods, the four curves of Labor input and economic development, energy consumption and economic development, labor input and energy consumption and labor input, energy consumption and economic development before 1999 fluctuate comparatively large, and fluctuation levels off after that. From the aspects of different curve, the entropy value one between the labor input and the economic development fluctuates largest, and the curve of energy consumption and labor input fluctuates relatively stable, whose order degree is relatively better.

Key words: labor input; energy consumption and economic development; order degree; grey relation entropy

[责任编辑:孟青]



(上接第 12 页)

The Study of Carbon Emissions of Road Passenger Transport in Beijing and Its Scenario Analysis

TANG Baojun, SHEN Danjin

(Centre for Energy and Environmental Policy Research, School of Management and Economics, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)

Abstract: This paper calculates the carbon emissions of road passenger transport in Beijing, and finds out that the carbon emissions of road passenger transport in Beijing grows rapidly from 2005 to 2010, and slightly declines in 2011 compared with 2010 baseline. The increase of daily trips is the main reason for the increase of carbon emissions of road passenger transport in Beijing in the past and future. The decrease in the proportion of both motor vehicles and private cars and the increase in the proportion of public transportation curb the increase of road passenger transport in Beijing. When the daily trips is 40.5 million people, the improvement of the traffic modes' structure will help save 3.024 6 million tons carbon emissions of road passenger transport in Beijing in 2015; And when the daily trips is 44.25 million people, the improvement of the traffic modes' structure will help save 3.304 7 million tons carbon emissions.

Key words: carbon emissions of transportation; log mean decomposition index method; low-carbon transportation

[责任编辑:孟青]