

文章编号: 1004-4574(2008) 03- 0036- 05

陕西气象条件与经济行业发展的相关性分析

罗 慧¹, 李良序¹, 章国材², 万迪昉³

(1 陕西省气象局, 陕西 西安 710015 2 中国气象局气象中心, 北京 100081; 3 西安交通大学管理学院, 陕西 西安 710049)

摘要:随着我国国民经济的高速发展, 天气气候异常变化尤其是气象灾害对经济发展的影响日益增大, 尝试用计量经济定量方法探讨了气象条件与经济行业发展的相关关系。以陕西省为研究背景, 应用典型相关方法, 分析了以气温和降水组合表征的短期气象条件的变化对农业、工业、通信交通运输业和批零销售餐饮业等经济行业 GDP的典型相关关系。研究表明, 陕西国民经济对该省的气象条件存在明显依赖性, 气象高敏感行业包括农业、工业和批发零售业的发展, 均与气象条件密切相关, 其中, 农业和批零销售餐饮业与之呈正相关, 工业与之呈负相关。

关键词: 经济; 气象条件; 典型相关分析; 高气象敏感行业

中图分类号: P4 F22 **文献标识码:** A

Analysis of correlation between meteorological conditions and development of national economic industry in Shaanxi Province

LUO Hu¹, LI Liang-xu¹, ZHANG Guo-cai², WAN Di-fang³

(1 Shaanxi Provincial Meteorological Bureau Xi'an 710015 China 2 China Meteorological Administration Beijing 100081 China 3. School of Management Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China)

Abstract A long with the rapid development of national economy in our country the influence of abnormal climate change, especially the meteorological disasters on the economic development is gradually increasing. It tries to quantitatively discuss the relationships between short-term change of meteorological conditions and national economy by econometric methods. Taking Shaanxi Province as a background, the canonical correlation analysis method was applied to calculate their correlation. The meteorological conditions are chosen as the combination of air temperature and precipitation, and national economic industries include agriculture, industry, transport, post and telecommunication services and wholesale/retail trade services and so on. The results show that agriculture, industry, wholesale/retail trade services are high meteorology-influenced industries, they all show strong relationships with short-term meteorological change and in which agricultural and wholesale/retail trade services have positive correlation, while industry shows negative one.

Keywords economy, meteorological condition, canonical correlation analysis, high meteorological impact industry

近年来, 全球气候变化、各类极端天气事件频发, 天气气候异常变化和气象灾害对我国国民经济、人民生活的影响日益增大, 造成的损失和影响不断加重。《中华人民共和国减轻自然灾害报告》中制定的我国减灾十年的三个目标之一, 就是“对全国自然灾害进行综合评估”。开展对气候变化与国民经济发展相关性和敏感性的科学分析, 就变成当务之急的基础工作。

收稿日期: 2007- 10- 16 修订日期: 2008- 03- 15

基金项目: 国家自然科学基金项目 (70572309); 2008年中国气象局新技术推广项目 (CMA TG 2008M53), 国家自然科学基金优秀创新群体项目 (70121001)

作者简介: 罗慧 (1971-), 女, 高级工程师, 主要从事气象与生态环境资源经济学等研究。E-mail: luohu6812@sina.com

叶笃正等把气候变化研究和农业经济研究相结合,指出气候变化对农业发展特别是粮食产量影响的研究,需要把经济学理论、经济现实与全球气候变化的研究成果结合起来进行交叉科学的研究,在经济模型 C-D 生产函数中添加气候变化因子,用来评价全球气候变化对粮食产量影响的问题^[1]。郝金良等分析了 C-D 生产函数在粮食生产能力中的影响因素,选择成灾面积作为环境因素的量化因子,建立了粮食生产函数,天气因素排在政策和科技进步因素之后,是影响粮食产出的第三大因素^[2]。张钦仁等利用气象部门内部气象服务专家的经验,应用专家评估法评定高气象敏感行业并排序,选定高气象敏感行业^[3]。

本文尝试用计量经济定量方法研究国民经济行业与气象条件依赖关系,应用典型相关方法,从整体的联系中发现了气象条件因子与国民经济行业因素的联系,计算得出高气象敏感行业,并探讨气温和降水组合表征的陕西气象条件变化,对于省域国民经济不同行业发展之间的相关关系。

1 典型相关分析方法

本研究考虑应用分行业、分地区以及一定时间序列的变量,即为时序与截面混合数据 (pooled time series and cross-section data),受《陕西省统计年鉴》(1986-2005年)资料的限制,主要考虑了两大类变量,第一类变量是陕西省 10 个地市的、1986-2005 年间、4 个不同经济行业的 GDP 值,这些行业分别是:农业、工业、通信交通运输业和批零销售餐饮业;另一类变量是 2 组不同气象要素组合表征的气象条件变化,分别是陕西省 10 个地市的、1986-2005 年间的年降水量和年平均气温。

本文尝试应用典型相关分析方法,寻找二者之间相关性特点。典型相关分析 (canonical correlation analysis) 1936 年由 Hotelling 首次提出,是研究两组变量间相关关系的一种多元统计分析方法。在实际分析中,考察若干个自变量对某些因变量之间的联系,需要把指标之间的联系扩展到两组随机变量,即两个随机变量之间的相互依赖关系之中,典型相关分析是研究这种依赖关系的有利工具,可以较好地揭示指标之间的内在联系^[4]。在研究指标之间的联系时,引入相关系数的概念,相关系数反映了两个变量线性相关的程度。

设 $x = (x_1, x_2, \dots, x_p)$, $y = (y_1, y_2, \dots, y_q)$ 是两个相互关联的随机变量。利用主成分的思想,分别在两组变量中选取若干有代表性的综合变量 u_1, v_1 , 每一综合变量都是原变量的一个线性组合,即:

$$\begin{cases} u_1 = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1p}x_p = a'_1x \\ v_1 = b_{11}y_1 + b_{12}y_2 + \dots + b_{1q}y_q = b'_1y \end{cases} \quad (1)$$

这里只考虑方差为 1 的 x, y 的线性函数 a'_1x 与 b'_1y , 求使它们相关系数达到最大的这一组, 如果存在 a_1, b_1 使:

$$\begin{cases} \rho(a'_1x, b'_1y) = \max \rho(a'_x, b'_y) \\ \sigma(a'_x) = 1 \\ \sigma(b'_y) = 1 \end{cases} \quad (2)$$

则称 a'_1x, b'_1y 是 x, y 的第一对典型相关变量,还可以求其他各对典型相关变量,均反映了 x 与 y 之间相关情况,更重要的是检验各对典型相关变量的相关系数是否显著。如果是显著的,这一对综合变量就具有了典型代表性,如果不显著,这一对变量就不具有代表性,从而可以忽略。这样就可以通过对少数典型变量的研究,代替原来两组变量之间相关关系的研究,从而容易抓住问题的本质。

2 陕西气象条件与省域国民经济行业的典型相关分析

2.1 气象条件与不同行业国民经济增长量的典型相关分析

考虑国民经济增长量与气象条件的关系,主要将陕西省 10 个省市的、1986-2005 年间的、4 种不同行业的 GDP 的增长量作为第一组变量 u , 即当年 GDP 变量减去上一年 GDP 变量后得到的增长量,分别定义为是农业 ΔD_{Ag} 、工业 ΔD_{In} 、通信交通运输业 ΔD_{Com} 和批发零售餐饮业 ΔD_{Tr} 。把陕西省 10 个地市的、1986-2005 年间的、2 组气象要素组合量作为第二组变量 v_1 , 分别是每 km^2 年平均降水量 R/km (年平均降水量除以该地行政区划面积)、年平均气温变化 T (年平均气温与当地 30 a 平均气温 30 a 距平值比较,正值赋值为 1, 反之为 0)。经检验有两对典型变量显著相关,第一对典型相关系数 $\lambda_1 = 0.6365$ 另一对典型相关系数 $\lambda =$

0.436 8 这里只分析第一对高度显著相关的典型变量, 见表 1。

表 1 陕西典型相关分析结果之一

Table 1 Result I of canonical correlation analysis (coefficient is 0.6365)

陕西变量		荷载系数	T-检验	P 值
u_1	降水 R	0.5417796	2.25	0.026 [*]
	气温 T	0.5051936	8.03	0.000 ^{**}
v_1	农业 ΔD_{Agr}	0.0395855	7.92	0.000 ^{**}
	工业 ΔD_{Ind}	-0.0090386	-5.28	0.000 ^{**}
	通信交通运输业 ΔD_{Com}	-0.0209062	-1.43	0.156 [♯]
	批发零售餐饮业 ΔD_{Tri}	0.0145083	4.90	0.000 ^{**}

注：“**”表示 1% 的显著性水平，“*”表示 5% 的显著性水平

根据表 1 结果可以得到典型变量的线性组合是：

$$\begin{cases} u_1 = 0.5417796 R + 0.5051936 T \\ v_1 = 0.0395855 \Delta D_{Agr} - 0.0090386 \Delta D_{Ind} + 0.0145083 \Delta D_{Tri} \end{cases} \quad (3)$$

在表 1 和公式 (3) 所示的典型相关分析中, 可知各指标在这个典型变量中的相对地位。降水量 R 和气温 T 的 P 值分别为 0.026 和 0.000 分别通过小于 5% 和 1% 的显著性水平检验。其中降水变量荷载系数的绝对值较大, 说明降水是这一对组合中的相对主要指标, 占主导地位。农业 ΔD_{Agr} 、工业 ΔD_{Ind} 和批零销售餐饮业 ΔD_{Tri} 的荷载系数分别为 0.0395855、-0.0090386 和 0.0145083 T -检验值分别为 7.92、-5.28 和 4.90 P 值均为 0.000 均通过了检验; 通信交通运输业 ΔD_{Com} 的 P 值为 0.156 没有通过检验。说明农业、工业和批零销售餐饮业 GDP 变量均与对降水和气温组合的短期气象条件变化密切相关, 其中农业部门荷载系数最大, 说明农业部门对降水的依赖性更强。农业和批零销售餐饮业与降水呈正相关: 降水越多, 有利于促进农业和批零销售餐饮业 GDP 的增长; 与气温也呈正相关: 气温越高, 越有利于促进农业和批零销售餐饮业 GDP 的增长。工业与降水和气温的关系是负相关: 降水越多或气温越高, 越不利于工业 GDP 的增长。通信交通运输业 GDP 的变化, 目前对只有年平均降水量和年平均气温组合气象条件的依赖特征尚不显著。

2.2 气象条件与不同行业国民经济增长率的典型相关分析

为了消除由于观测量纲的差异及数量级所造成的影响, 接着考虑国民经济增长率与气象条件的关系, 主要将陕西省 10 个省市、1986-2005 年间、4 种不同行业的 GDP 变化率作为第一组变量, 即当年 GDP 值减去上一年 GDP 值, 再除以上一年 GDP 值得到的比率作为这一年的增长率, 比如农业 $\Delta D = D_1 - D_0$, $D_{aggrwth} = \frac{\Delta D_{Agr}}{D_{Agr0}} \times 100\%$, 分别记为农业 $D_{agrgrowth}$ 、工业 $D_{indgrowth}$ 、通信交通运输业 $D_{comgrowth}$ 和批发零售餐饮业 $D_{trigrowth}$ 。把陕西省 10 个省市的、1986-2005 年间的、2 组不同的气象要素作为第二组变量, 分别是每平方公里降水量 R (年平均降水量除以该地市行政区划面积)、年平均气温变化 T (年平均气温与当地 30 a 平均气温 30 a 距平值比较, 正值赋值为 1, 负值赋值为 0)。经检验有两对典型变量显著相关, 第一对典型相关系数 $\lambda_1 = 0.6382$ 另一对典型相关系数 $\lambda_2 = 0.4389$ 这里只分析第一对高度显著相关的典型变量, 见表 2。

表 2 陕西典型相关分析结果之二

Table 2 Result II of canonical correlation analysis

陕西变量		荷载系数	T-检验	P 值
u_2	降水 R	0.520839	2.17	0.032 [*]
	气温 T	0.5082913	8.11	0.000 ^{**}
v_2	农业 $D_{agrgrowth}$	0.0366109	5.76	0.000 ^{**}
	工业 $D_{indgrowth}$	-0.0092283	-5.31	0.000 ^{**}
	通信交通运输业 $D_{comgrowth}$	-0.0161067	-0.99	0.326
	批零销售餐饮业 $D_{trigrowth}$	0.0138405	4.39	0.000 ^{**}

注：“**”表示 1% 的显著性水平，“*”表示 5% 的显著性水平

$$\begin{cases} u_2 = 0.520839R + 0.5082913T \\ v_2 = 0.0366109D_{A\text{grgrow th}} - 0.0092283D_{I\text{ndgrow th}} + 0.0138405D_{T\text{rigrow th}} \end{cases} \quad (4)$$

在表 2 和式 (4) 的典型相关分析中, 降水类 R/km 和气温 T 的 P 值分别为 0.032 和 0.000 分别通过小于 5% 和 1% 的显著性水平检验。其中降水变量载荷系数的绝对值较大, 说明降水是这一对组合中的相对主要指标, 占主导地位。农业 $D_{A\text{grgrow th}}$ 、工业 $D_{I\text{ndgrow th}}$ 和批零销售餐饮业 $D_{T\text{rigrow th}}$ 的载荷系数分别为 0.0366109、-0.0092283 和 0.0138405, T -检验值分别为 5.76、-5.31 和 4.39, P 值均为 0.000 均通过了检验; 通信交通运输业的 P 值为 0.326 没有通过检验。说明农业、工业和批零销售餐饮业的 GDP 变量均与对降水和气温组合的短期气象条件变化密切相关, 其中农业部门荷载系数最大, 说明农业部门对降水的依赖性更强。农业和批零销售餐饮业与降水呈正相关: 降水越多, 有利于促进农业和批零销售餐饮业 GDP 的增长; 与气温也呈正相关: 气温越高, 越有利于促进农业和批零销售餐饮业 GDP 的增长。工业与降水和气温的关系是负相关: 降水越多或气温越高, 越不利于工业 GDP 的增长。通信交通运输业变率 $D_{C\text{omgrow th}}$, 对只有年平均降水量和年平均气温组合气象条件的依赖特征不显著。这与第 2.1 节的分析结果相一致。

3 综合分析

综合以上分析可得综合表 3 可知:

表 3 陕西气象条件与省域国民经济行业间的相关关系

Table 3 Correlation between meteorological conditions and national economic industries in Shanxi Province

气象条件	农业	工业	通信交通运输业	批零销售餐饮业
降水量	依赖 (+)	依赖 (-)	不明显	依赖 (+)
气温量	依赖 (+)	依赖 (-)	不明显	依赖 (+)

注:“(+)”表示正相关,“(-)”表示负相关

第一, 陕西省农业、工业和批发零售业 GDP 的年增量和年增长率, 均与对降水和气温组合的短期气象要素变化密切相关, 也就是说陕西高气象敏感行业包括农业、工业和批发零售业等。尤其是农业部门对降水的依赖性更强, 这也充分说明陕西是“雨养农业”(rain fed agriculture)的农业省份, 不仅包括天然降水为水源的农业生产, 也包括人工汇集雨水、实行补偿灌溉的农业生产。

第二, 在陕西省, 农业和批零销售餐饮业 GDP 均与降水和气温的关系呈正相关: 降水越多或者气温越高, 越有利于促进农业和批零销售餐饮业 GDP 增长。工业与降水和气温的关系是负相关: 降水越多或气温越高, 越不利于工业 GDP 的增长。统计 1986-2005 年的农业和工业 GDP, 可知这 20 a 间的农、工业占全省总 GDP 的平均比例分别是: 16.72% 和 35.61%, 可以从总体上判断: 全省总 GDP 变化可能与降水是负相关的, 这将在下一步敏感性研究中进一步证实。

第三, 通信交通运输业目前对只有年平均降水量和年平均气温组合的气象条件的依赖特征尚不显著, 这主要是因为该统计值中没有细分的通信业 GDP 和交通运输业 GDP, 而并不意味着交通部门对气象要素依赖性不强。罗慧等研究表明^[5], 以西安为例, 春夏半年的气象影响因素为: 能见度因子、相对湿度因子和降水因子, 秋冬半年影响因素为温度因子、能见度因子、降水因子, 可见仅降水和气温组合变量是不能够完全表征气象条件对该行业的影响关系的。

4 小结

陕西国民经济对陕西气象条件存在明显依赖性, 高气象敏感行业包括农业、工业和批发零售业, 均与气象条件变化密切相关, 其中, 农业和批零销售餐饮业与之呈正相关, 工业与之呈负相关。

本文模型存在一些局限性: 由于相关变量的有效统计数据比较有限, 时间序列较短, 尚有待在时间序列和横截面数据都更加充足的情况下进一步研究气象条件对陕西省域经济的敏感弹性和影响。同时, 统计数据还需要进一步细化, 比如细分的交通运输业 GDP 对于判定其相关性就有价值。

参考文献:

- [1] 丑洁明,董文杰,叶笃正. 一个经济 - 气候新模型的构建 [J]. 科学通报, 2006, 51 (14): 1735 - 1736
- [2] 郝金良,王冬,薛新伟. 天气、政策因素对我国粮食增产作用的定量分析及政策模拟 [J]. 农业系统科学与综合研究, 1998, 14(1): 36 - 41
- [3] 张钦仁,宋善允,田翠英,等. 中国行业气象服务效益评估方法与分析研究 [J]. 气象软科学, 2007, 4: 5- 14
- [4] 何晓群. 现代统计分析方法与应用 [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1998: 373- 395
- [5] 罗慧,李良序, John Nain, 等. 公路交通事故与气象条件关系及其气象预警模型 [J]. 应用气象学报, 2007, 18(3): 350- 356.

《自然灾害学报》征订启事

本刊是灾害科学核心期刊、中国科技论文统计源期刊,已被中国学术期刊(光盘版)、中国科学技术引文数据库及中国科学技术文摘等收录。

本刊由中国灾害防御协会和中国地震局工程力学研究所主办、科学出版社出版,系双月刊,全年6期,逢双月28日出版。

本刊自2009年起将由邮局发行,邮发代码为:14-73。全国各地邮局均可订阅本刊。

《自然灾害学报》编辑部