

# 气象因素异常指数对我国 典型工业产业的影响研究

吴先华<sup>1,2</sup> 李廉水<sup>1,2</sup> 郭 际<sup>1,2</sup> 曹 玲<sup>2</sup> 马廷淮<sup>3</sup>

(1. 耶鲁大学—南京信息工程大学城市资源环境创新中心, 南京 210044;  
2. 南京信息工程大学经济管理学院; 3. 南京信息工程大学计算机与软件学院)

**提 要:** 为了研究气象因素对我国典型工业产业的影响状况, 通过整理 1999—2006 年每日 4 个时次的气象因素如气温、风速、相对湿度、气压和降水等数据, 构造了气象异常值和异常度指数, 并收集了同时期我国 6 个典型的工业产业的销售收入、资本投入和劳动力投入等月份数据, 利用科布-道格拉斯(Cobb-Douglas)生产函数模型, 分析了这些气象异常指数对我国典型工业产业的影响及弹性, 做了对比分析, 得到了有启示意义的结论, 最后指出了研究的不足及未来进一步研究的方向。

**关键词:** 气象要素 异常指数 工业 影响

## Research on Influence of Meteorological Anomaly Indices to China's Typical Industries

Wu Xianhua<sup>1,2</sup> Li Lianshui<sup>1,2</sup> Guo Ji<sup>1,2</sup> Cao Ling<sup>2</sup> Ma Tinghuai<sup>3</sup>

(1. Yale University-NUIST' Urban Resource and Environment Initiative Center, Nanjing 210044;  
2. School of Economics and Management, Nanjing University of Information Science & Technology;  
3. School of Computer and Software, Nanjing University of Information Science & Technology)

**Abstract:** In order to study the influence of meteorological factors to China's typical industries, this article calculated and compiled the daily four point data of meteorological factors such as temperature, wind speed, relative humidity and atmospheric pressure in 1999 to 2005, created the meteorological anomaly values and abnormal indices, collected data of typical manufacturing industries such as sales revenue, capital investment and labor input in the same period. By using the Cobb-Douglas production functions, comparative analysis was made for the influence of these meteorological anomalies indices on the manufacturing industries.

本文受到国家自然科学基金课题(70573045)、江苏省 2006 年度青蓝工程骨干青年教师项目资助。

收稿日期: 2008 年 4 月 8 日; 修定稿日期: 2008 年 10 月 13 日

**Key Words:** meteorological element anomaly indices manufacturing industries influence

## 引 言

众所周知,气象因素对社会经济发展有显著的影响。从国内相关文献来看,从宏观和微观两个层面研究气象因素对经济影响的较多,从产业层面研究气象因素对社会经济的影响较少。

从宏观角度来看,有许多文献研究了气象灾害因素对社会经济发展的影响。如王镇铭等<sup>[1]</sup>通过对产生旱涝灾害的 3 类天气过程(梅汛暴雨、热带气旋、干旱)对浙江省国民经济发展影响的分析评估,找出了灾害对国民经济发展影响的若干案例,并计算了这些灾害天气对经济的影响程度;钱妙芬等<sup>[2]</sup>利用气象风险指数 MR,统计了金堂县 10 年所遇到的春早、春季冷害、初夏低温、夏旱、暴雨、秋绵雨、霜冻、雾害、高温等灾害出现天数及作物关键发育期不利气象条件,探讨了气候条件对粮食、蔬菜等作物的产量的影响;刘伟等<sup>[3]</sup>研究了明清时期气候变冷对广东地区社会经济发展的影响,发现这一时期农业生产的衰退、生态环境的恶化、战乱和农民起义的增多、人口发展的减缓以及瘟疫次数的增加,都与气候变冷有明显的相关性。

从微观层面来看,气象因素影响某种产品的生产、供给和需求的研究文献较多。如山义昌等<sup>[4]</sup>通过对 2001 年 3 月下旬产生的“倒春寒”天气的环流特征和气象要素的分析,探讨了“倒春寒”天气对山区果品业的影响。罗慧等<sup>[5]</sup>综合应用层次分析法(AHP 方法)和波士顿矩阵(BCG 矩阵)相结合的思路,将气象服务用户群对服务效益评估这个复杂系统的思维过程数学化、系统化,建立了定量的气象服务期望度/满意度组合矩阵分

析模型,并以 2007 年“好运北京”青岛国际帆船赛调查问卷为例进行了实证分析。

在国内,也有一些学者研究了气象因素对产业的影响。如田白等<sup>[6]</sup>应用 2002、2003 年的夏季资料,通过对日最高气温、最低气温、风速、相对湿度和气压等气象要素与南昌用电量的对比分析,建立了用电负荷预测模型,取得了良好的经济和社会效益。

在国外,有许多文献研究了气象因素对产业影响。如 John A. Dutton<sup>[7]</sup>计算了美国各行业 GDP 产值受到天气和气候制约状况,认为在美国 2000 年的 GDP 总产值中,受天气制约的比例高达 39%,但制造业基本不受天气因素的制约。Jeffrey 等<sup>[8]</sup>采用科布-道格拉斯(Cobb-Douglas)生产函数模型,利用经济和天气历史数据,计算了 11 个行业、48 个州、23 年来的资本、劳动力、温度和降水等因素与经济产出之间的关系。结果认为,美国每年 GDP 的 3.4%受到气象因素的影响,但制造业受到的影响并不显著。另外,还有许多学者对气候信息或气象因素对各行业效益的影响做了研究<sup>[9]</sup>,如 Abawi 等研究降水预报对小麦种植的影响。Adams 等研究了 ENSO 对墨西哥和美国农业的影响等。Hamlet 等研究了 ENSO 预报对能源效益的影响。Anaman Lellyett、Iazo、Brown、NOAA 等研究了天气预报对住户效益的影响。Anaman 等、Sunderlin 等、Paull、Leigh、NOAA、Allan、Evans 等、Rhoda 等还研究了短期天气信息对航空业效益的影响等<sup>[10]</sup>。

有以下问题值得进一步研究。第一,不同产业受不同气象因素影响的程度和方向是不同的,受到气象因素的影响程度也不一致,在分析气象因素对经济发展的影响时,有的文献是从社会经济系统的整体角度展开,没

有区分不同产业的受影响程度和大小;有的仅仅分析了某单一产业受气象因素的影响,较少对多种产业的受影响程度作对比分析。第二,对气象灾害影响产业发展的文献较多,但对于气象灾害的定义和概念并不一致。第三,在选择经济指标时,许多研究文献仅仅选择了一些单一指标,如需求量、销售量、产值等指标,没有涉及更多的经济指标。

基于此,本文针对工业中的典型产业,如化学原料及化学制品制造业、煤炭开采和洗选业、天然气开采业、电气机械及器材制造业、通信设备计算机及其他电子设备制造业、医药制造业等六个产业<sup>①[11]</sup>,采用科布-道格拉斯(Cobb-Douglas)生产函数,与资本投入、从业人员一道,将气象异常因素作为投入值,分析了这些异常因素对各产业产值的影响大小及程度,分探讨了背后的原因。另外,在设计气象异常因素时,创造性地构建了气象因子异常值指数和异常度指数,并利用全国 30 个站点,每日采集 4 次的数,计算了 1999—2006 年气象因子异常指数和异常度指数。

## 1 数据介绍

产业数据<sup>[9]</sup>来自于中经网(www. cei. gov. cn),气象数据来自南京信息工程大学气象台。下面将指标的具体含义介绍如下。

### 1.1 产业数据

在产业的选择上,考虑了两个因素。一是产业的代表性,二是数据的可得性,在中经网上,可以查到的月份最早到 1999 年,因此选取了 1999—2006 年的数据。另外,在指标的选择上,为了符合科布-道格拉斯(Cobb-Douglas)生产函数模型的要求,主要选取了

各产业的销售收入<sup>②</sup>、总资本投入、劳动力投入等指标,为了减少指标的异方差性,将各指标取对数值。

从各指标数据对数值的描述结果来看,在文中所提到的六个产业中,石油和天然气开采业的全部从业人员年平均人数序列(L<sub>SY</sub>)的峰度和偏度值较大(峰度值为 11.43,偏度值为 2.62),通信设备、计算机及其他电子设备制造业的产品销售收入(Y<sub>TX</sub>)和资产序列(I<sub>TX</sub>)的峰度值较大(分别为-1.08和-1.18),医药制造业的资产总计(I<sub>YY</sub>)和全部从业人员(L<sub>YY</sub>)年平均人数序列的峰度值较大(分别为-1.23和-1.32),其他序列的峰度和偏度值基本上属于中低等程度。再从各产业的正态系数<sup>③</sup>来看,石油和天然气开采业的全部从业人员年平均人数序列(L<sub>SY</sub>)的正态系数值为 1.07,医药制造业的资产总计(I<sub>YY</sub>)和全部从业人员年平均人数序列(L<sub>YY</sub>)的正态系数值分别为 1.77和 1.76,煤炭开采和洗选业的全部从业人员年平均人数序列(L<sub>MT</sub>)的正态系数值为 1.72,其他各时间序列的值基本在 1.3 左右,大致符合正态分布。

再从各产业指标的对数序列图来看,各销售收入序列值(Y)呈现较强的时间趋势,资本额的序列值(I)表现了较强的周期性特征。但就从业人员年平均人数序列值(L)来看,新兴产业如通信设备、计算机及其他电子设备制造业、医药制造业除通信设备的年均人数(L<sub>TX</sub>,L<sub>YY</sub>)呈现逐年递增的趋势,而其他成熟或衰退产业如化学原料及化学制品制造业、煤炭开采和洗选业、石油和天然气开采业、电气机械及器材制造业等产业的从业人员年平均人数序列值(L<sub>HX</sub>,L<sub>MT</sub>,L<sub>SY</sub>,L<sub>DQ</sub>)在 2002 年、2003 年附近到达低谷,最

① 之所以选择这六个产业作为典型产业,在我们的前期研究中(请参见参考文献 12),发现通信设备、计算机及其他电子设备制造业、医药制造业属于成长产业,电气机械及器材制造业、天然气开采业属于成熟产业,化学原料及化学制品制造业、煤炭开采和洗选业属于衰退产业,鉴于这几个产业的数据较为完整,因此选择了这六个产业。

② 对该生产函数模型而言,应该选择总产值指标,但中经网上只能查到销售收入的指标,不得已而取代之。

③ 正态系数=四分位差/标准差。如果该值在 1.3 左右,可以认为数据基本符合正态分布。

近几年逐年回升,这说明随着国民经济形势持续好转,各产业的生产规模扩大,就业人数、投资额和销售收入等随之增加。

## 1.2 气象要素数据

(1) 原始数据的选择。选兰州、杭州、合肥、武汉、南昌、西宁、广州、南宁、海口、南京、上海(宝山)、福州、北京、哈尔滨、西安、天津、长沙、长春、乌鲁木齐、成都、昆明、重庆、贵阳、沈阳、石家庄、郑州、太原、呼和浩特、银川、济南等 30 个有代表性的取样点<sup>④</sup>,取每日 6 时、12 时、18 时和 0 时 4 个时次的数据。在站点的权重的分配上,对以上 30 个不同的站点,按每年该站点所在省份的地区生产总值占国内生产总值的比重来确定<sup>⑤</sup>。在时刻的权重的分配上,我们认为,人类社会经济活动量和活动频率在每日的 12 时达到最大,18 时其次,6 时再次,0 时最小,因此确定 6 时、12 时、18 时和 0 时四个时刻的权重分别为 0.2、0.4、0.3、0.1。

(2) 气候因子的选择及指数的计算。在选择气候因子时,同样出于因子的代表性和数据的可得性的考虑。选择了气温、相对湿度、风速、气压、降水五个方面的因子<sup>⑥</sup>。每个因子又分解成异常值和异常度两个指数。气温、相对湿度、风速、气压、降水五个因子的异常值和异常度指数分别用符号  $spd_z$ 、 $tz$ 、 $rh_z$ 、 $slp_z$ 、 $rz$ 、 $spdd$ 、 $td$ 、 $rhd$ 、 $slpd$ 、 $rd$  表示。如气温异常值指数的计算过程如下,其它因子的异常值指数依此类推。

气温的异常值  $tz_{ij}$  ( $i$  表示时点,  $j$  表示取样的气象站) 表示在不同年度同时刻的 8 个数据(1999—2006 年共有 8 个年度)组成的序列中,如有某个时刻点的因子值与平均

值的差距大于一个标准差,则认为该时点的因子值为异常。某月份  $t$  因子异常值指数的计算公式为:

$$tz_t = \sum_{k=1}^n \sum_{i=4, j=24}^{i=4, j=24} tz_{ij} q_i q_j \quad (1)$$

其中,  $i$  表示不同的取值时刻,  $i=1, 2, 3, 4$ ;  $j$  表示不同的站点,  $j=1, 2, \dots, 30$ ;  $t$  表示不同的月份,  $k$  表示每月的天数,  $n$  表示该月份的总天数。  $q_i, q_j$  分别表示时刻权重和站点权重。  $tz_{ij}$  表示  $i$  时刻、 $j$  站点的气温因子的异常值情况,如果  $i$  时刻、 $j$  站点的气温的取值在同时刻、同站点、不同年份的 8 个数据组成的序列中属于异常值(即与平均值相差一个标准差以上<sup>⑦</sup>),  $tz_{ij}$  的取值为 1, 否则取值为 0。

同理,气温因子的异常度指数  $td_{ij}$  ( $i$  表示时点,  $j$  表示取样的气象站) 表示某个时刻点的气温因子值与平均值的比值。某月份  $t$  气温因子的异常度指数  $td_t$  的计算公式为:

$$td_t = \sum_{k=1}^n \sum_{i=4, j=24}^{i=4, j=24} td_{ij} q_i q_j \quad (2)$$

其中各参数的取值如上所述,其它气象要素的异常度指数可以依此类推。

从各气象因素异常值指数的描绘性指标来看(表 1), 相对湿度的异常值和异常度指数( $rh_z, rhd$ ) 的峰度和偏度较大(分别为 2.45 和 -1.42), 前 24 小时降水量的异常度指数( $rd$ ) 的峰度和偏度略大(分别为 1.61 和 -1.18), 其他指数的峰度和偏度基本处于中低程度;就各对数序列值的正态系数来看, 风速的异常值指数( $spd_z$ ) 的正态系数值略低(0.97), 其他序列的正态系数值基本在 1.3 左右, 这说明, 其他指数的序列值基本符合正态分布。

再从各指数序列值的时间趋势图来看, 风速异常度指数( $spdd$ ) 在近两年(2005 年、

④ 由于数据来源问题, 这里有部分省份没有找到合适的具有代表性的站点, 但不影响整体的结果。

⑤ 用所在省份的 GDP 占全国 GDP 的比重作为地点权重, 的确有不适宜之处, 需要在今后用更好的方法来解决。

⑥ 起初想加入降水量指标, 但从得到的数据来看, 降水量指标的数据缺失太多, 因此未予考虑。

⑦ 一般而言, 与均值相差 3 个标准差的数据称之为异常值, 但由于数据序列较短, 故退求其次, 将与均值相差 1 个标准差的数据算作异常。

2006 年)逐渐偏大,前 24 小时降水量的异常度指数( $rd$ )的波动性逐渐增大,其他指数的序列值呈现明显的随机性特征。这说明了数

据能较好地反映产业界和自然界的规律,同时也充分说明了本文所创建指标的有效性。具体请见图 1~2 所示。

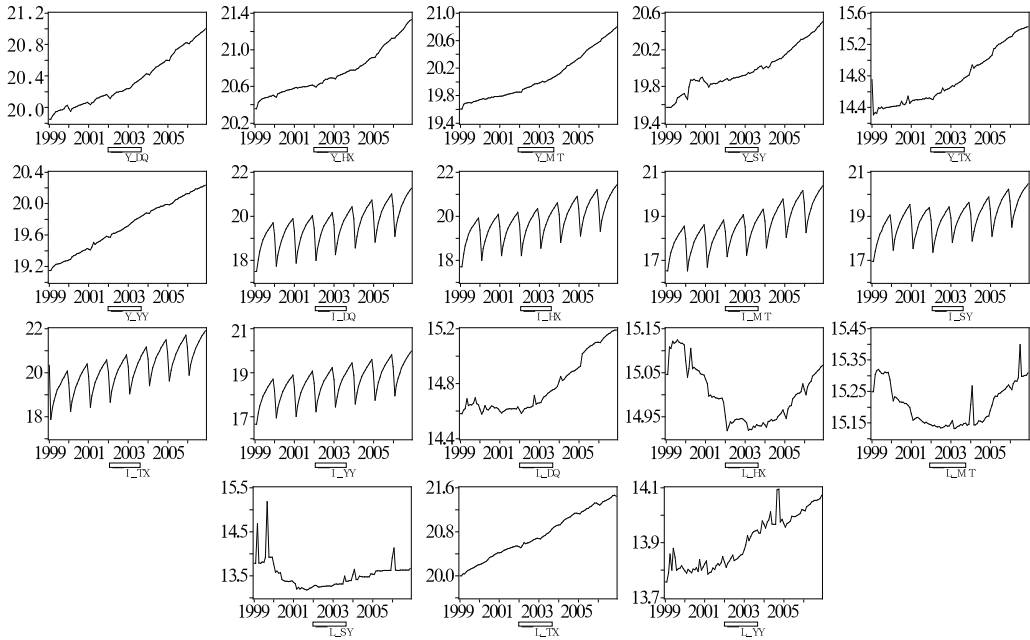


图 1 典型产业各指标对数值的时间趋势图  
横坐标:年份;纵坐标:指标对数值

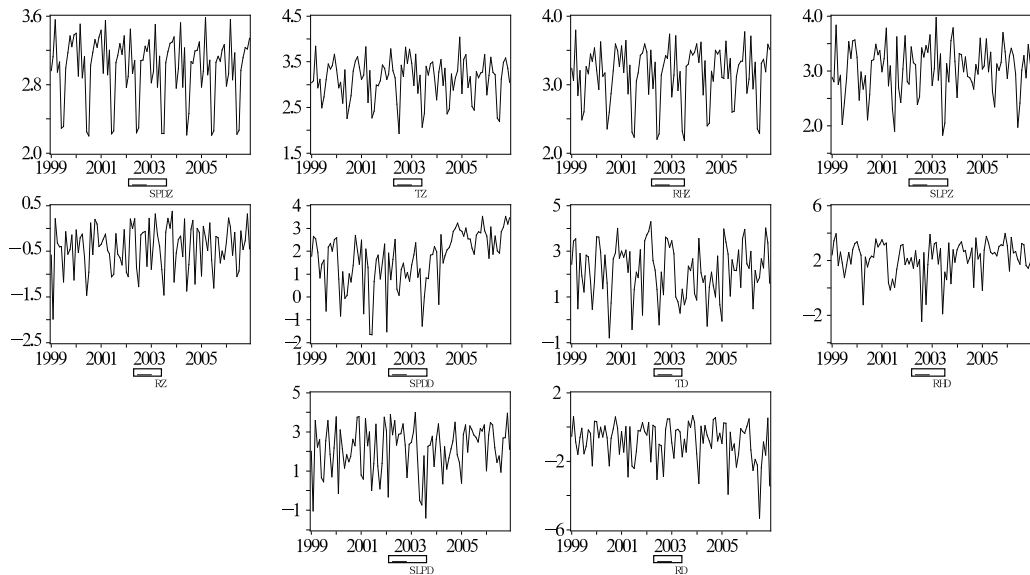


图 2 气象指数对数值的时间趋势图  
横坐标:年份;纵坐标:气象指标对数值

表 1 指标内容及代码描述表

	指标内容	平均值	标准差	峰度	偏度	最小值	最大值	观测数	正态系数
风速	异常值	3.00	0.39	-0.13	-0.86	2.20	3.58	96.00	0.97
	异常度	1.67	1.19	0.61	-0.94	-1.66	3.53	96.00	1.36
气温	异常值	3.12	0.44	-0.07	-0.59	1.93	4.03	96.00	1.16
	异常度	2.16	1.17	-0.55	-0.37	-0.79	4.29	96.00	1.41
相对湿度	异常值	3.15	0.41	-0.15	-0.81	2.19	3.80	96.00	1.29
	异常度	2.17	1.25	2.45	-1.42	-2.44	3.96	96.00	1.12
海平面 气压	异常值	3.02	0.46	0.07	-0.51	1.83	3.97	96.00	1.20
	异常度	2.14	1.23	0.09	-0.75	-1.40	3.98	96.00	1.33
前 24 小时 降水量	异常值	-0.42	0.49	-0.07	-0.62	-1.98	0.37	96.00	1.44
	异常度	-0.85	1.15	1.61	-1.18	-5.33	0.66	96.00	1.35
化学原料 及化学制 品制造业	资产总计/千元	20.76	0.24	-0.48	0.73	20.36	21.33	96.00	1.36
	产品销售收入/千元	19.82	0.79	-0.09	-0.30	17.69	21.42	96.00	1.30
	全部从业人员 年平均人数/人	15.00	0.06	-0.89	0.51	14.92	15.12	96.00	1.68
煤炭开采 和洗选业	资产总计/千元	20.08	0.33	-0.83	0.66	19.61	20.80	96.00	1.62
	产品销售收入/千元	18.56	0.88	-0.36	-0.06	16.51	20.38	96.00	1.32
	全部从业人员 年平均人数/人	15.21	0.07	-0.80	0.57	15.13	15.40	96.00	1.72
石油和天然 气开采业	资产总计/千元	19.99	0.23	-0.44	0.42	19.57	20.51	96.00	1.19
	产品销售收入/千元	18.95	0.73	-0.08	-0.33	16.95	20.47	96.00	1.22
	全部从业人员 年平均人数/人	13.51	0.30	11.43	2.62	13.17	15.18	96.00	1.07
电气机械及 器材制造业	资产总计/千元	20.34	0.32	-1.03	0.50	19.85	21.00	96.00	1.66
	产品销售收入/千元	19.62	0.81	-0.13	-0.32	17.49	21.27	96.00	1.31
	全部从业人员 年平均人数/人	14.79	0.20	-0.86	0.81	14.58	15.19	96.00	1.46
通信设备、 计算机及 其他电子 设备制造业	资产总计/千元	20.21	0.88	-0.30	-0.29	17.87	21.91	96.00	1.38
	产品销售收入/千元	14.77	0.35	-1.08	0.56	14.30	15.42	96.00	1.55
	全部从业人员 年平均人数/人	20.75	0.42	-1.18	0.06	20.00	21.46	96.00	1.68
医药制造业	资产总计/千元	19.72	0.32	-1.23	-0.07	19.15	20.23	96.00	1.77
	产品销售收入/千元	18.59	0.71	-0.14	-0.43	16.65	19.98	96.00	1.31
	全部从业人员 年平均人数/人	13.90	0.09	-1.32	0.30	13.76	14.09	96.00	1.76

注:(1)以上数据都是对数值。(2)该分析及以下分析均由 EViews3.0 完成。

## 2 模型介绍

以  $Y$  表示各产业的总产出,  $K$ 、 $L$  分别表示各产业的资本存量和劳动力数量。以  $QX$  表示各气象要素的异常指数。则各产业的产出可用如下生产函数来表示:

$$Y = F(K, L, QX) \quad (3)$$

即:

$$Y_{ijt} = A_{ijt} e^{r_{ijt}} L_{ijt}^{\alpha_{ij}} K_{ijt}^{\beta_{ij}} QX_{ijt}^{\gamma_{ij}} \quad (4)$$

在估计参数时,采用了双对数回归模型:

$$\ln Y_{ijt} = \delta + \alpha_{ij} \ln K_{ijt} + \beta_{ij} \ln L_{ijt} + \gamma_{ij} \ln QX_{ijt} + \mu \quad (5)$$

其中,  $\alpha_{ij}$ 、 $\beta_{ij}$  分别表示各产业资本与劳动的边

际生产弹性; $\gamma_{ij}$ 表示各气象要素异常值指数对产业产出的边际生产弹性,简称影响弹性。其正负与大小反映了影响的方向与力度。

由于既有时间序列数据,也有横截面数据,因此采用了面板数据模型(Pool Data Model)来研究气象要素的异常指数对各典型工业产业的影响。设定以下模型:

$$Y_{ijt} = s + v_{ij}X_{ijt} + \mu \quad (6)$$

式中,下标  $i$  表示产业,  $i=1,2,3,4,5,6$ ;  $j$  表示各自变量,  $j=1,2,\dots,12$ ;  $t$  表示时间,  $t=1,2,\dots,96$ ;  $Y_{ijt}$  表示因变量,  $X_{ijt}$  为自变量,这里的  $X_{ijt} = (K_{ijt}, L_{ijt}, QX_{ijt})$ ,  $\mu$  为随机扰动

项,  $s$  表示截距项,  $v_{ij}$  表示系数。

对模型中的残差项进行分解:

$$\mu_{it} = \theta_i + v_i + e_{it} \quad (7)$$

式中,  $\theta_i$  为产业固定效果,随地区的不同而变化。  $v_i$  为时间效果。若  $\theta_i$  是随机分布的,选用随机效果模型,反之则选用固定效果模型。

对于模型参数的假设,采用了广泛使用的协方差分析检验到底采用何种模型。具体方法请参见文献[12],检验的结果表明,选用固定影响的变截距模型(Fixed effects)。具体结果请见表 2 所示。

表 2 气象要素对各行业的影响弹性

指标及产业	化学原料及化学制品制造业	煤炭开采和洗选业	石油和天然气开采业	电气机械及器材制造业	通信设备、计算机及其他电子设备制造业	医药制造业
资产总计/千元	0.001788 (0.018409)	0.253*** (0.027241)	0.182*** (0.024387)	0.056*** (0.014361)	-1.56** (0.811151)	0.062605*** (0.021131)
从业人员年平均人数	0.704466*** (0.037877)	0.214281 (0.349071)	-0.06236 (0.056821)	1.470408*** (0.068766)	2.783975*** (0.619038)	2.978449*** (0.181186)
风速异常值/ $m \cdot s^{-1}$	-0.109032 (0.073925)	-0.205698 (0.155611)	-0.242772*** (0.121599)	-0.02035 (0.065726)	-0.250794 (0.433078)	-0.058055 (0.09012)
风速异常度	0.038536*** (0.010393)	0.058169*** (0.023225)	0.057969*** (0.017213)	-0.015119 (0.009927)	0.119254** (0.064812)	-0.022176** (0.013127)
气温异常值/ $^{\circ}C$	-0.018875 (0.051169)	-0.03992 (0.109223)	-0.025503 (0.086778)	0.016919 (0.045663)	0.135867 (0.298578)	0.008748 (0.062734)
气温异常度	-0.016783** (0.010262)	-0.040191** (0.021743)	-0.034067*** (0.017177)	-0.001567 (0.009232)	-0.108729** (0.059668)	-0.031346*** (0.012435)
相对湿度异常值/%	0.084907 (0.062705)	0.040918 (0.132358)	0.0756 (0.104699)	-0.023648 (0.055399)	0.551389 (0.359848)	-0.042689 (0.076299)
相对湿度异常度	0.007051 (0.008739)	0.01918 (0.018558)	0.009253 (0.014714)	-0.001117 (0.007791)	-0.085859** (0.050215)	-0.00458 (0.010731)
海平面气压异常值/hPa	-0.022256 (0.042903)	0.018346 (0.091384)	0.041114 (0.072851)	0.023141 (0.038191)	-0.162906 (0.250381)	0.103386 (0.052621)
海平面气压异常度	0.002471 (0.009212)	-0.005143 (0.019674)	0.000772 (0.015642)	-0.004063 (0.008214)	0.051038 (0.053553)	-0.000342 (0.011292)
前 24 小时降水量异常值/mm	0.001585 (0.025158)	0.087133** (0.052913)	0.060452 (0.042118)	0.021065 (0.02227)	-0.174386 (0.145644)	-0.007637 (0.031132)
前 24 小时降水量异常度	-0.020154*** (0.009032)	-0.040542*** (0.020087)	-0.032698*** (0.015114)	0.003849 (0.008236)	0.002982 (0.054878)	-0.015607 (0.010941)
固定效应截距系数	27.24981	12.47343	17.62901	-2.430144	0.1754	-229272

注:(1)各系数上标为\*\*\*表示  $p < 0.05$ , \*\*表示  $p < 0.1$ , \*表示  $p < 0.15$

(2)各指标的系数下括号内值表示标准误差

(3)方法:GLS (Cross Section Weights);样本期限:1999—2006 年 1—12 月;时序数:96;截面个数:6;总的变量个数:576

### 3 实证结果

实证分析的主要结果请见表 2、表 3 所示,从各模型的调整后的  $R^2$  较为接近于 1,说明模型拟合较好;再从  $F$  统计量来看,方

程在整体上通过了检验。

从表 2 可以看出,部分气象因素的异常值和异常度指数对典型工业的生产和销售有显著的影响,而且,这些影响具有一些共同的性质。

第一,从风速的异常值指数对石油和天

表 3 其他统计量

加权后的统计量					未加权的统计量			
$R^2$	调整后 $R^2$	回归标准差	对数似然值	D. W. 统计量	$R^2$	调整后 $R^2$	回归标准差	D. W. 统计量
0.999621	0.999562	0.133230	437.7711	0.664874	0.996387	0.995828	0.133230	0.693833
加权后的统计量					未加权的统计量			
因变量均值	因变量标准差	残差平方和	$F$ 统计量	$F$ 统计量对应的概率值	因变量均值	因变量标准差	残差平方和	
21.80458	6.366997	8.839636	18488.82	0.000000	19.27311	2.062776	8.839636	

然气开采业的影响显著为负值,该值为  $-0.242772$ ,这是与该产业的生产特性密切关系的,因为石油和天然气开采大多在野外作业,如果风速过大,可能会影响作业,造成生产停产或减产。同时,风速的异常度指数对多数行业都有显著影响,如化学原料及化学制品制造业、煤炭开采和洗选业、通信设备、计算机及其他电子设备制造业、医药制造业等,说明风速异常度对工业的生产、消费、运输、销售等过程产生了一定的影响。但令人不解的是,风速异常度指数对部分工业产业的销售收入的影响弹性为正值,表明风速的异常程度对销售收入有积极的影响。风速异常程度有两种可能,一是风速较小,另一种可能是风速较大,但该指数看不出异常的方向,不能做进一步的探讨,这也是指标的缺陷之一。

第二,从气温的异常值指数和异常度指数对工业产业的销售收入的影响来看,异常值指数的影响都不显著,但异常度指数的影响较为显著,这说明,影响工业生产、运输、销售等环节因素主要为气温的异常程度。即如果气温过高或过低,都会影响产业的销售收入。如对化学原料及化学制品制造业的影响弹性为  $-0.0168$ ,对煤炭开采和洗选业的影

响弹性为  $-0.04$ ,对石油和天然气开采业的影响弹性为  $-0.034$ ,对通信设备、计算机及其他电子设备制造业的影响弹性为  $-0.109$ ,对医药制造业的影响弹性为  $-0.03135$ 。其中,受影响较大的产业为煤炭开采和洗选业、石油和天然气开采业,这可能是因为这些产业在野外露天生产的缘故。

第三,就前 24 小时降水量的异常指数而言,异常值指数对工业产业的影响并不显著,但异常度指数对部分工业产业的影响较为显著,如对化学原料及化学制品制造业的影响弹性为  $-0.02015$ ,对煤炭开采和洗选业的影响弹性为  $-0.0405$ ,对石油和天然气开采业的影响弹性为  $-0.0327$ ,对医药制造业的影响弹性为  $-0.0156$ 。其中,对煤炭开采和洗选业的影响最大,其次为石油和天然气开采业,这是因为这两个行业大多在野外作业,尤其是煤炭的开采需要在地下作业,降雨量的大小将显著地威胁到其生产的安全,从而影响到产值和销售收入。

另外,从模型的拟合情况来看,相对湿度的异常值和异常度指数、气压的异常值和异常度指数等对各工业产业的影响基本不显著,可能因为目前的工业大多在车间进行封



闭式生产,受这些气象要素的影响较小。

最后,从资本和劳动力对各产业的销售收入的影响来看,资本对销售收入的影响弹性基本为正值,从一个侧面反映了这些产业基本上属于资本驱动型。但通信设备、计算机及其他电子设备制造业的资本弹性为负,这说明该产业可能有过度投资的倾向;同时,在传统的产业如化学原料及化学制品制造业中,劳动力对销售收入的影响弹性为负值,为 $-0.656$ ,说明该产业中存在着人员过剩的情况,在新兴的产业如电气机械及器材制造业、通信设备、计算机及其他电子设备制造业、医药制造业等产业中,劳动力对销售收入的影响弹性为正值,依次为 $1.47$ 、 $2.78$ 、 $2.98$ ,这说明,在这些产业中人员素质较好,生产效率较高<sup>⑧</sup>。

#### 4 结论

本文构建了气象要素异常值和异常度指数,并分析了其对产业的影响,得到了有一定启示意义的结论。

本文的主要结论为:主要在露天生产作业的产业受气象因素的影响较大。该结论又可以细分为以下四点:

第一,风速的异常值指数对石油和天然气开采业的影响显著;风速的异常度指数对多数行业都有显著影响,如化学原料及化学制品制造业、煤炭开采和洗选业、石油和天然气开采业、通信设备、计算机及其他电子设备制造业、医药制造业等。

第二,气温的异常值指数对工业产业的销售收入的影响不显著,但气温的异常度指数对工业产业的销售收入的影响较为显著,受影响较大的产业为煤炭开采和洗选业、石

油和天然气开采业等。

第三,前 24 小时降水量的异常值指数对工业产业的影响并不显著,但异常度指数对部分工业产业的影响较为显著,其中,煤炭开采和洗选业和石油和天然气开采业所受到影响较大。

第四,相对湿度和气压的异常值和异常度指数对各产业的影响基本不显著。

本文的不足之处主要有三点。

第一,为了与产业数据相匹配性,主要采集了 1999—2006 年每日 4 次数据,但总的来说,产业指标和气象因素的时间期限较短,如果可能,应该采集自改革开放以来 30 年或更长年份的数据;

第二,时间的权重是专家主观确定的具有一定的随意性;就采集气象数据的站点而言,这里仅仅采用了 30 个站点的数据,相对于中国辽阔的疆域,这些站点显然不太具有代表性,如果有可能,今后将在较大程度上增加站点的数量,这样更合理;

第三,就气象要素的选择来看,可能极端气温因素如最高气温、最低气温及其持续期的长短对生产和销售的影响更大,这是我们今后要探讨的内容之一。

最后,就科布-道格拉斯(Cobb-Douglas)生产函数模型而言,影响销售收入的因素很多,除了文中提到的资本、劳动力之外,还有技术进步、管理水平、资本使用效率、时间等因素,这里将这些因素看成固定静态的变量,显然不尽合理,在今后的研究中,将分阶段,在模型中加入技术、管理、资金使用等虚拟变量,以更好地分离气象因素的异常指数对产业的影响。

**致谢:**本文感谢宋雅杰博士、郑有飞博士和智协飞博士的建议和指导。

<sup>⑧</sup> 该结论也从另一个侧面验证了化学原料及化学制造业属于衰退产业,但电气机械及器材制造业、通信设备、计算机及其他电子设备制造业、医药制造业等属于成熟或新兴产业。

## 参考文献

- [1] 王镇铭,朱惠群,张文坚,等.重大旱涝气象灾害对国民经济的影响评估[J].气象,2001,27(8):15-19.
- [2] 钱妙芬,冯文斌,李惠良,等.粮菜产业结构模式及评估[J].西南农业大学学报,2001,23(2):178-181.
- [3] 刘伟,钟巍,薛积彬,等.明清时期广东地区气候变冷对社会经济发展的影响[J].华南师范大学学报(自然科学版),2006(3):178-181.
- [4] 山义昌,宋爱红,鲁丹.倒春寒天气对山区果品业的影响及防灾措施[J].气象,2002,28(10):53-56.
- [5] 罗慧,谢璞,薛允传,等.奥运气象服务社会经济效益评估的 AHP/BCG 组合分析[J].气象,2008,34(1):59-65.
- [6] 田白,林铍德,雷桂莲.气象因子对夏季电力负荷影响的分析[J].南昌航空工业学院学报(自然科学版),2005,19(1):86-89.
- [7] John A. Dutton. Opportunities and Priorities in a New Era for Weather and Climate Services[J]. Bulletin of the American Meteorological Society, 2002, 83, (9):1303-1311.
- [8] Julie L. Demuth, Eve Grunfest, Rebecca E, et al. WAS \* IS: Building a Community for Integrating Meteorology and Social Science[J]. Bulletin of the American Meteorological Society, 2007, 88, (11): 1729-1737.
- [9] 智协飞,等. <http://www.t7online.com/feature/news/160102.htm>. 2007年11月7日访问.
- [10] 吴先华,周慧. 中国制造产业的分类、识别、预测及典型分析[R]. 工作论文,2007年5月.
- [11] 高铁梅. 计量经济分析方法与建模——Eviews 应用及实例[M]. 北京:清华大学出版社,2006年.
- [12] 贾朋群. 国际上气象预报和服务效益评估综述[C]. 中国气象学会 2007 年年会,2007 年 11 月.