

福建工业增长与污染排放、能耗的关联度研究

李阳芳¹, 戴永务¹, 林伟明², 陈佳³

(福建农林大学 1. 管理学院; 2. 金山学院; 3. 经济学院, 福州 350002)

摘要:基于《福建统计年鉴》相关数据,利用邓氏关联度计算法,分别计算福建省工业总产值、规模以上工业企业总产值与污染物排放、能源消耗的关联度,主要结论为:工业总产值与工业废水排放总量存在中关联关系,与工业废气排放量、工业烟(粉)尘排放量、固体废物排放量、能源消耗量存在强关联关系;规模以上工业企业总产值与工业废水排放量、工业废气排放量、工业烟(粉)尘排放量、固体废物排放量、能源消耗量存在强关联关系。

关键词:工业增长;污染排放;能源消耗;邓氏关联度计算法

中图分类号:X50 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2013)12-0098-05

随着社会的发展,人类在追求经济高速发展的同时越来越重视自然环境的保护,因此,大力倡导低碳经济,是破解工业化和生态化双重发展难题的出路和建设生态文明的新途径^[1]。国家“十二五”规划中明确提出“面对日趋强化的资源环境约束,必须增强危机意识,树立绿色、低碳发展理念,以节能减排为重点,健全激励和约束机制,加快构建资源节约、环境友好的生产方式和消费模式,增强可持续发展能力^[2]。”在此大背景下,福建省要践行低碳发展,政策上如何把握好工业发展与环境保护的关系,需要准确把握福建工业增长与污染排放、能耗的现状。因此,有必要对福建工业增长与污染排放、能耗的关联度进行研究。工业是推动福建国民经济增长的主要动力,而福建省处在工业经济快速发展的关键阶段,工业化发展程度和发展速度以及水平逐步提高,目前工业化正处在中级阶段的前期向中级阶段的后期快速迈进。作为传统的能源消耗大户和污染大户,工业部门的快速发展是否伴随着能源消耗和污染物排放的快速增长?对于该问题,已有的多数研究表明,产业规模效益是工业经济碳排放增长的主要促进因素^[3],对能源消耗和污染物排放的贡献作用呈现正效应。鉴于此,本研究基于《福建统计年鉴》的相关数据,利用邓氏关联度计算法,测度工业经济发展与能源消耗、污染物排放

之间的关联强度,进而制定低碳工业发展政策提供决策依据,具有一定的现实意义。

1 福建工业企业总产值的增长情况

由表1可知,1998—2011年间福建省工业总产值呈逐年增长的态势,由1998年的3 218.51亿元上升至2011年的30 330.59亿元,增长了8.42倍,年均增长60.17%;规模以上工业企业总产值在1998—2011年间也呈现逐年增长的态势;其中1998年轻工业产值占工业总产值的比重为61.95%,重工业产值所占比重仅为38.05%,1998—2002年间轻工业产值所占比重持续下降,2002年轻工业产值占工业总产值的比重为51.14%,而2002年重工业产值所占比重持续上升至48.86%,略低于轻工业产值的比重;从2003年开始,福建省工业产值中重工业的比重持续平稳的缓慢上升,到2011年这一比重达到54.30%,一直呈现出略高于轻工业产值的态势。2011年重工业总产值中,加工工业占48.82%,有逐渐下降的趋势;原料工业占41.14%,近几年变动较小;采掘工业所占比重为10.04%,近几年增长较为明显,同比2010年已上升1.5个百分点^[4]。工业企业总产值的增长和结构的变化,一方面代表着工业企业良好的经营状况,使企业更加有实力进行工业污染治理投资和环境保护投资,在一定程度上促进工业企

收稿日期:2013-09-03

基金项目:福建农林大学金山学院科研基金项目(020256)

作者简介:李阳芳(1986—),女,重庆涪陵人,福建农林大学管理学院,在读硕士生,研究方向:产业分析与投资;戴永务(1977—),男,福建尤溪人,福建农林大学管理学院副教授,博士,副院长,硕士生导师,研究方向:林产品贸易与国际竞争力;林伟明(1986—),男,福建漳州人,福建农林大学金山学院助教,在读博士生,研究方向:林产品贸易与国际竞争力;陈佳(1989—),女,福建福州人,福建农林大学经济学院,在读硕士生,研究方向:农业信息化。

业低碳生产行为的实现;另一方面随着工业企业的发展及结构调整,也可能带来工业污染排放量增加、能源消耗的增加。

表 1 福建工业企业的增长情况(1998—2011)

年份	工业总产值	规模以上工业企业 总产值	年份	工业总产值	规模以上工业企业 总产值
1998	3 218.51	2 037.52	2005	9 995.89	8 135.98
1999	3 479.84	2 210.28	2006	11 855.68	10 005.08
2000	3 994.86	2 616.12	2007	14 425.06	12 517.91
2001	4 398.08	2 945.02	2008	17 141.44	15 212.81
2002	5 260.20	3 676.37	2009	18 681.48	16 762.82
2003	6 616.61	4 953.74	2010	23 805.32	21 901.23
2004	8 544.50	6 783.42	2011	30 330.59	27 443.90

数据来源:《福建统计年鉴(2012)》

2 福建工业企业的污染物排放与能源消耗情况

历年统计数据表明,福建省重工业的比重自2003年一直高于轻工业的比重,重工业中尤其以采掘工业所占比重增长较快。其中,高能耗高污染的行业主要集中在黑色金属矿采选业、煤炭开采和洗选业、有色金属加工、非金属加工、化学原料、电力生产和塑料制品等几大行业^[5]。

由表2可知,福建省工业废水排放量总体上呈现增长态势:1998—2005年间排放量逐年上升,而2006

—2011年间波动频繁,2011年出现了较大幅度的增长,比2010年增长了42.70%;工业废气排放量总体上也呈现逐年增长的态势,仅在2008年有所下降,其他年份均保持增长趋势,由1998年的2 007亿m³上升至2011年的10 497.1亿m³,年均增长46.15%;工业烟(粉)尘排放量和固体废物排放量的波动状况比较明显,总体上呈下降的趋势。以上数据分析说明,福建省工业废水和工业废气的治理压力较大,有较大的改善空间,工业烟(粉)尘排放量和固体废物排放量已出现改善的趋势。

表 2 福建工业污染的排放情况(1998—2011)

年份	工业废水排放量/万吨	工业废气排放量/亿 m ³	工业烟(粉)尘排放量/万吨	固体废物排放量/万吨
1998	53 000.00	2 007.00	45.00	85.00
1999	53 619.00	2 320.00	45.00	17.00
2000	57 617.00	2 828.00	29.06	9.15
2001	69 724.00	3 305.24	24.94	9.61
2002	78 510.79	3 564.60	22.23	5.70
2003	98 388.20	4 188.61	22.36	4.21
2004	115 227.50	5 020.23	27.15	5.76
2005	130 939.50	6 264.91	31.10	5.80
2006	127 583.41	6 883.77	28.43	3.37
2007	136 407.77	9 747.38	26.84	2.75
2008	139 996.92	9 149.97	24.60	2.65
2009	142 746.99	1 0497.10	22.73	2.43
2010	124 168.21	13 507.13	24.01	3.52
2011	177 185.62	14 972.89	20.99	3.52

数据来源:《福建统计年鉴(1999—2012)》

由表3可知,1998—2011年间,福建省能源消耗总量呈现逐年增长的态势,由1998年的2 578.62万吨标准煤上升至2011年的10 652.60万吨标准煤,增长了3.13倍,年均增长22.37%。能源消耗增长

来自工业用能和生活用能的增长,但生活用能消费仅占能源消耗很小的比例。在能源消耗总量逐年增长的背景下,福建省能源利用效率未表现出稳定态势,单位GDP的综合能源消耗量呈频繁的波动现象,而

2008 年以来呈现出逐年下降的趋势,由 2008 年的 1.314 吨标煤/万元下降至 2011 年的 0.607 吨标煤/万元,说明近年来能源的利用效率有所提升。由以上

数据可知,要实现资源节约型、环境友好型社会建设,必须继续努力提高能源利用效率,在实现经济快速增长的同时降低资源的消费总量。

表 3 福建省经济发展的能源消耗情况(1998—2011)

年份	能源消耗总量 /万吨标准煤	单位 GDP 综合能源消耗 吨标煤/万元	年份	能源消耗总量 /万吨标准煤	单位 GDP 综合能源 消耗/吨标煤/万元
1998	2 578.62	1.225	2005	6 141.60	1.064
1999	2 771.64	1.232	2006	6 827.90	1.099
2000	2 942.60	1.279	2007	7 587.10	1.227
2001	3 163.09	1.287	2008	8 254.04	1.314
2002	3 615.33	1.280	2009	8 916.46	0.729
2003	4 062.55	1.269	2010	9 808.52	0.666
2004	4 527.80	1.272	2011	10 652.60	0.607

数据来源:《福建统计年鉴(2012)》

3 工业企业发展与“三废”排放、能源消耗的关联度计算结果

3.1 关联度计算方法概述^[6]

设 $Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_s$ 为系统特征行为数据序列, $X_1, X_2, X_3, \dots, X_m$ 为相关因素序列, $Y_i (1 \leq i \leq s)$, $X_j (1 \leq j \leq m)$ 的时间长度相同,即数据个数相同。另设定系统特征行为数据序列 Y_i 为母序列,而将上述 m 个相关因素序列称为子序列。而关联度就是两个序列关联性大小的度量,其计算步骤主要有以下三个方面。

3.1.1 原始数据变换

第一,均值化变换算法。先分别求出各个序列的平均值,再用平均值去除对应序列中的各个原始数据,得到新的数据列,即均值化序列。其特点是量纲为一,其值大于 0,并且大部分近于 1,数列曲线互相相交。

第二,初值化变换。分别用同一序列的第一个数据去除后面的各个原始数据,得到新的倍数数列,即初值化数列。量纲为一,各值均大于 0,且数列有共同的起点。

第三,标准化变换。先分别求出各个序列的平均值和标准差,然后将各个原始数据减去平均值后再除以标准差,这样得到的新数据序列即为标准化序列。量纲为一,其均值为 0,方差为 1。

3.1.2 计算母序列与子序列的关联系数

经数据变换的母数列记为 Y_i ,子数列记为 X_j ,则母序列与子序列的关联系数为:

$$\lambda_{ij}(k) = \frac{Min + \beta Max}{\Delta_{ij}k + \beta Max} \tag{1}$$

其中, $\Delta_{ij}k$ 为 Y_i 和 X_j 的绝对差,即 $\Delta_{ij}k =$

$|Y_i(k) - X_j(k)|$; Max 和 Min 分别表示 $\Delta_{ij}k$ 的最大值与最小值; β 一般情况下可取 0.1~0.5,本研究取 $\beta = 0.5$ 。

3.1.3 计算关联度

母序列与子序列之间的关联度以两比较序列各个时刻的关联系数之平均值计算,即:

$$\lambda_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \lambda_{ij}(k) \tag{2}$$

其中, λ_{ij} 为母序列与子序列的关联度, n 为比较序列的长度(即数据个数)。

关联度高低评判标准: $0 < \lambda_{ij} \leq 0.35$ 为弱关联、 $0.35 < \lambda_{ij} \leq 0.65$ 为中关联、 $0.65 < \lambda_{ij} \leq 1$ 为强关联。

3.2 指标设计

根据以上分析的结论,为分析福建省工业企业发展与废水排放、废气排放、废弃物排放、能源消耗等因素之间的关联度,准确判断工业企业发展对福建省“三废”排放、资源消费的关系程度提供了依据。根据以上分析,考虑数据资料的可获得性,笔者选取以下 5 个指标构成系统特征行为序列,即工业废水排放量、工业废气排放量、工业烟(粉)尘排放量、固体废物排放量和能源消耗总量;选择以下 2 个指标作为相关因素行为序列,即工业总产值和规模以上工业企业总产值。因此,本研究收集福建省工业总产值、规模以上工业企业总产值与工业废水排放量、工业废气排放量、工业烟(粉)尘排放量、固体废物排放量、能源消耗总量等指标 1998—2011 年的统计数据,运用邓氏关联度算法进行关联度分析。

3.3 关联度计算结果分析

首先,将原始数据经过均值化变换、初值化变换

和标准化变换;然后根据母序列与子序列的关联度计算步骤,运用变换后的数据,利用式(1)、式(2),计算得到福建省工业总产值、规模以上工业企业总产值与废水排放量、废气排放量、工业烟(粉)尘排放量、固体废物排放量、能源消耗量的关联系数(如表4所示)。由表4可知,根据关联度高低评判标准,工业总产值与工业废水排放总量的关联系数为0.630,处于中关联度范围,而与工业废气排放量、工业烟(粉)尘排放量、固体废物排放量、能源消耗量的关联系数分别为0.730、0.658、0.739、0.727,均处在强关联度范围内;规模以上工业企业总产值与工业废水排放量、工业废气排放量、工业烟(粉)尘排放量、固体废物排放量、能源消耗量的关联系数分别为0.653、0.742、0.658、0.730、0.680,均处在强关联度范围内。

表4 关联度计算结果

	工业总产值	规模以上工业企业总产值
工业废水排放量	0.630	0.653
工业废气排放量	0.730	0.742
工业烟(粉)尘排放量	0.658	0.658
固体废物排放量	0.739	0.730
能源消耗量	0.727	0.680

以上关联度计算结果表明,福建省工业经济的迅猛发展带来了大量的污染物排放与能源消耗,经济发展成为促进工业碳排放增长的最重要因素。在一定程度上表明,福建省工业部门仍然属于“高能耗、高排放、高污染”的粗放型经济发展模式。而福建省的工业化、城镇化、农业现代化仍然处在较快发展阶段,将释放出巨大的内需潜力,福建省内需潜力巨大;同时,在国际市场需求的拉动下,福建省工业品出口仍然呈现持续快速发展的局面。因此,在内需与外需仍将保持持续增长势头的有利背景下,福建工业经济仍将保持平稳较快发展态势。而福建省经济正处于重化工业加速发展和产业结构快速升级的关键时期,产业增长面临资源、环境的约束和经济中存在着诸多不协调因素的制约。因此,作为碳排放主要贡献者的生产部门,工业部门面临的任务就是保证产业规模扩张与经济发展的同时,协调好能源效率提高和保障环境安全^[7]。

然而,根据《福建统计年鉴(1999—2012)》的统计数据,1998—2011年间,福建省工业污染治理总投资额变动较频繁,污染治理投资数量与结构存在一定的不足:从污染治理投资的构成上看,2011年仅比2003

年增加了2.4亿元,相比工业废水排放总量和工业废弃物排放量的快速增长,工业污染治理投资显得非常的滞后,无法满足工业污染治理的实际需求,在一定程度上体现出工业企业对污染治理投资的情性;从污染治理投资的构成上看,治理废水投资和治理废气投资是污染投资的主要构成部分,占到总投资的80%,而治理固体废物投资和治理噪声投资所占比例相对小很多,表明工业污染治理投资处于不合理的局面。

4 结论与政策建议

通过《福建统计年鉴》收集相关数据,利用邓氏关联度算法,计算福建省工业总产值、规模以上工业企业总产值与废水排放量、废气排放量、工业烟(粉)尘排放量、固体废物排放量、能源消耗量的关联度,结果表明:工业总产值与工业废水排放总量存在中关联关系,与工业废气排放量、工业烟(粉)尘排放量、固体废物排放量、能源消耗量存在强关联关系;规模以上工业企业总产值与工业废水排放量、工业废气排放量、工业烟(粉)尘排放量、固体废物排放量、能源消耗量存在强关联关系。

以上结论表明,福建省工业企业的发展确实会带来工业废水排放、工业废气排放、工业烟(粉)尘排放、固体废物排放、能源消耗等的增长。因此,有必要鼓励和支持工业企业利用低碳技术,推广低碳生产行为,降低生产过程中污染物的产生量和能源消耗量,同时强化资源的回收利用率,将污染物的排放降到最低程度。对传统工业部门来讲,低碳生产行为就是利用节能技术、减排技术、资源循环利用技术、污染治理技术、废弃物回收利用技术等低碳技术,在实现企业增长的过程中注重环境的保护与污染的治理,有利于减少废气、废水、废弃物的排放,节约能源消耗,进而有利于环境资源约束的改善。

同时,传统观点认为能源效率与产业结构、能源结构及技术进步等因素密切相关。但是,目前福建省现阶段产业结构与能源结构调整的步伐依然较缓慢,均未出现较大幅度的变化。因此,伴随着能源消费总量的持续上涨,有理由判定福建省能源效率的提高更多地来自于技术进步^[8]。近年来,福建工业部门的能源利用水平进步明显,这主要得益于福建省持续不断地狠抓工业部门的节能减排工作,淘汰一些落后产能并实施节能技术改造。因此,技术进步和能源政策的制定与实施,促进能源效率不断提高、能源强度逐渐降低,能源强度效应成为减排的重要渠道,在工业部门中表现出极强的减排效果。

参考文献

[1] 程会强. 低碳生活:生态时代的环保责任[EB/OL]. [2013-06-10]. <http://www.eedu.org.cn/news/envir/eview/201006/47696.html>.

[2] 新华社. 授权发布:中共中央关于制定国民经济和社会发展第十二个五年规划的建议[EB/OL]. [2013-06-10]. http://news.cntv.cn/china/20101027/104835_5.shtml

[3] 史安娜,李森. 基于 LMDI 的南京市工业经济能源消费碳排放实证分析[J]. 资源科学, 2011, 33(10):1890-1896.

[4] 中国统计出版社. 福建统计年鉴—2012[EB/OL]. [2013-06-10]. [http://www.stats-fj.gov.cn/tongjinianjian/dz2012/index-](http://www.stats-fj.gov.cn/tongjinianjian/dz2012/index-cn.htm)

[cn.htm](http://www.stats-fj.gov.cn/tongjinianjian/dz2012/index-cn.htm)

[5] 福建省统计局. 福建省工业经济运行稳健,产业结构不断优化[EB/OL]. [2013-06-10]. http://www.stats.gov.cn/tjfx/dfxx/t20110412_402718335.htm

[6] 杨建仁,刘卫东. 基于灰色关联分析和层次分析法的新型工业化水平综合评价——以中部六省为例[J]. 数学的实践与认识, 2011, 41(2):122-132.

[7] 董军,张旭. 中国工业部门能耗碳排放分解与低碳策略研究[J]. 资源科学, 2010, 32(10):1856-1862.

[8] 郭朝先. 中国碳排放因素分解:基于 LMDI 分解技术[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(12):4-9.

The Correlation Analysis AmongFujian’s Industrial Growth, Energy Consumption and Pollution Emissions

LI Yang-fang, DAI Yong-wu, LIN Wei-ming, CHEN Jia
(School of Management, Fujian A&F University, Fuzhou 350002, China)

Abstract: Based on the relevent data published in Fujian statistical yearbook, this paper uses Deng interrelatedness analysis method, to calculate correlation among Fujian’s industrial gross output, gross output value of above-scale industrial enterprises, pollution emissions and energy consumption. The main conclusions are: there is a moderate relationship between the industrial gross output and the total industrial wastewater discharge, and a strong relationship among industrial waste gas, smoke and dust emissions, solid wastes discharge and energy consumption; and so is the gross output value of above-scale industrial enterprises.

Key words: industrial growth; pollution emissions; energy consumption; Deng interrelatedness

(上接第 38 页)

[8] MARIANNA S. The information and communication technologies productivity impact on the UK hotel sector[J]. International Journal of Operations & Production Management, 2003, 23(10):1224-1245.

[9] COSTAS Z, VASILIKI V. A framework for the evaluation of hotel websites: the case of Greece [J]. Information Technology & tourism, 2006, 3(8):239-254.

[10] 马晓龙. 基于数据包络分析的中国主要城市旅游效率评价[J]. 资源科学, 2010, 32(1):88-97.

[11] 左冰,保继刚. 1992—2005 年中国旅游业全要素生产率及省际差异[J]. 地理学报, 2008, 63(4):417-427.

[12] 梁明珠,易婷婷, BIN LI. 基于 DEA—MI 模型的城市旅游效

率演进模式研究[J]. 旅游学刊, 2013, 28(5):53-62.

[13] WAGNER J M, SHIMSHAK D G. Stepwise selection of variables in dataenvelopment analysis: Procedures and managerial perspectives[J]. European Journal of Operational Research, 2007, 180(1):57-67.

[14] 黄丽英,刘静艳. 基于 DEA 方法的我国高星级酒店效率研究[J]. 北京第二外国语学院学报, 2008(1):42-46.

[15] 林南芝,陶汉军. 旅游经济学[M]. 天津:南开大学出版社, 2009.

[16] 魏小安,韩健民. 旅游强国之路[M]. 北京:中国旅游出版社, 2003.

Evaluation on the Efficiency of Chinese Tourism and Its Regional Variation

——Based onprovincial panel data from 2000 to 2011
LIAO Bin-bin
(Fuzhou Straits Vocational & Technological College, Fuzhou 350014, China)

Abstract: The paper adopts Data Envelope Analysis(DEA)method to evaluate the tourism efficiency and regional differences of 31 provinces in China during the period of 2000-2011. Results show that China’s tourism sector has experienced a rapid development during this period; but the overall efficiency still keeps a lower level (only 0.649 on average). There are obvious differences among different regions of China on the tourism efficiency, due to differences of resource endowment, input size, tourism location advantage and etc. However, along with China’s economic development, the differences of tourism efficiency of Eastern, Central and Western regions and Northeast China continued to be narrow.

Key words: tourism efficiency; data envelope analysis; regional differences