

我国能源消费结构变化与气候特征

袁顺全

千怀遂

(山东省曲阜市师范大学地理系, 曲阜 273165) (河南大学环境与规划学院, 开封 475001)

摘要 文章利用多项式法将气候耗能量从能源消费总量中分离出来,用统计分析的方法探讨了气候耗能量与气候因子之间的关系及其变化。研究表明:从 20 世纪 50 年代到 80 年代初期,旱涝灾害是影响我国气候耗电量的主要气候因子,它们之间存在显著的线性相关关系,随着经济的发展和人民生活水平的提高,旱涝灾害对气候耗电量的影响逐渐减弱,气温对气候耗电量的影响日趋显著,目前正处于过渡时期。

关键词 能源消费 气候耗能量 旱涝灾害 气温

引言

气候对社会经济系统有多层次的影响,正因为如此,世界气象组织在“世界气候计划”中设立了“世界气候应用计划”和“世界气候影响计划”两个子计划。在社会经济系统中,许多要素和过程对气候变化都非常敏感,能源消费量就是其中之一^[1,2]。

能源是人类社会健康发展的基础,它既被用于各种生产和生活活动,也被用于减灾防灾和环境调节,其中后者的耗能量对气候变化非常敏感。不同社会有不同的能源消费结构,能源消费与气候的关系也有明显差别。

我国是一个多自然灾害以农业为主的发展中国家,旱涝灾害频繁,水资源匮乏,水资源调配耗能量很大,而且冬冷夏热,冬季取暖和夏季降温的范围广,需能量非常大,因此能源消费对气候变化非常敏感。

目前,我国正值产业结构调整时期,产业结构的调整以及 WTO 的加入必将引起能源消费结构的变化,这将影响到能源消费与气候的关系。因此,定量地确定气候对能源消费的影响不但是我国能源需求量预测的基础,而且在能源规划和计划的制定、节能目标的确定和措施的选择以及能源消费结构的调整等方面有广阔的应用前景。

1 资料与方法

本文选取了全国 29 个省会城市气象站 1970 ~ 1999 年历年逐日日平均气温资料,这些资料来源于中国气象局。能源消费方面的数据主要包括我国(台湾、香港、澳门地区除外,下同)1953 ~ 1999 年历年能源消费总量及构成,1980 ~ 1999 年我国生活能源消费量及煤炭和电力消费量,1953 ~ 1999 年历年各种类能源消费总量及构成,这些数据主要来源于《中国能源统计年鉴》及《中国统计年鉴》。社会经济方面的数据主要是全国 1953 ~ 1999 年历年农作物水旱灾害受灾面积资料,这些资料来源于上述统计年鉴和《中国灾情报告》。

参考气候变化对农业产量影响研究的理论与方法^[3,4],根据能源消费影响因子与作物产量影响因子极为相似的特点,将农作物产量分离的方法引入到该领域。能源消费总量是随着社会经济水平的提高而逐步增长的,它的变化受到社会经济因子、气候因子等因素的影响。能源消费量的构成可用下式表示:

$$y = y_t + y_w + y_e \quad (1)$$

式中, y 为实际能源消费量, y_t 为能源消费趋势量(即社会经济耗能量), y_w 为波动量(即气候耗能量), y_e 为随机量。趋势量是假设在气象等因子正常

的情况下,由于社会经济发展,人民生活水平的提高而影响的那部分能源消费量,因而它是逐渐变化的,通常表现为时间的正函数,在时间序列上是个变化比较平稳的过程,趋势线较为平滑。气候耗能量是指由于气候因子(气温、降水、气象灾害等)的波动而影响的那部分能源消费量,它是造成能源消费量年际波动的主要因素。随机量是指由于其他方面的随机因素而影响的那部分,这一部分能源消费量所占比例一般较小,而又不易分离,通常被忽略。

分析能源消费与温度因子的关系,采用国外经常使用的度日法^[5-8],度日值采用如下公式求得:

$$T_{hi} = T_b - T_i \quad (2)$$

$$T_{ci} = T_i - T_b \quad (3)$$

$$D_h = \sum T_{hi} \quad (4)$$

$$D_c = \sum T_{ci} \quad (5)$$

式中, T_i 为第 i 天的日平均温度, T_b 为基础温度, T_{hi} 、 T_{ci} 分别为第 i 天的取暖和降温度日值, D_h 、 D_c 分别为全年取暖和降温度日总值,本文计算冬季取暖度日的基础温度是 5°C ,夏季降温度日的基础温度为 22°C 。

在气候对农业产量的影响研究中,产量分离的方法很多,常用的有滑动平均法、线性模拟法、分段模拟法、对数模拟法、指数模拟法、生长函数法和多项式法等。大量的研究表明,多项式法较优。本文采用多项式法把能源消费量分解为社会经济耗能量(趋势量)和气候耗能量(波动量)两部分(图1),用数理统计方法研究气候耗能量与气候因子之间的关系及其变化。煤炭、石油、天然气和水电4种能源消费量的趋势模型为:

煤炭消费的趋势模型为:

$$y_t = -0.1543x^4 + 14.196x^3 - 375.47x^2 + 4342.6x - 856.75 \quad (6)$$

石油消费的趋势模型为:

$$y_t = 0.0789x^3 + 4.8201x^2 + 221.72x - 917.54 \quad (7)$$

天然气消费的趋势模型为:

$$y_t = -0.0647x^3 + 4.9796x^2 - 38.163x + 41.832 \quad (8)$$

水电消费的趋势模型为:

$$y_t = 5.1733x^2 - 67.144x + 479.8 \quad (9)$$

式中 x 取作 $x = a - 1953 + 1$, a 为年份。

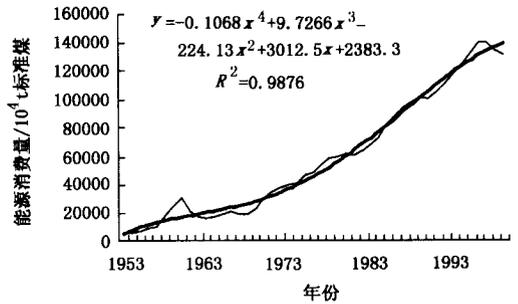


图1 全国实际能源消费量(细实线)与趋势量(粗实线)年际变化

2 结果与分析

由于建国后相当长一段时期内,我国一直是一个能源缺乏国家,能源供不应求,而且绝大部分能源都用于生产和减灾,用于取暖和降温的能源极少,因此在这一段时期内,我国能源消费波动量与温度的关系不很显著,与农作物受灾面积有较密切的关系。

反映水旱灾害的指标很多,本文选取农作物水旱灾害受灾面积这一指标来探讨气候耗能量与水旱灾害的关系,这是因为农作物受灾面积与水旱灾害具有正相关关系。受灾面积是指某年度某地区农作物收成减产一成以上的农作物种植面积。统计分析发现,越干旱,农作物灌溉耗能越多,涝灾越严重,平原地区排灌耗能相应增加,因此,水旱灾害与能源消费量存在某种关系。

从气候耗能量与农作物受灾面积历年变化图(图2)上可以看出,两者的变化有较大的一致性,特别是在20世纪80年代初期以前。1953~1999年,两者之间的相关系数为0.36,其中1953~1990年两者之间的相关系数为0.58,在 $\alpha = 0.01$ 水平上通过显著性检验;1953~1980年两者之间的相关系数为0.76,线性关系非常明显(图3)。

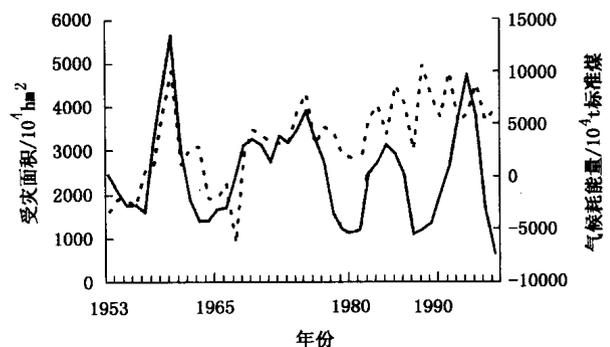


图2 全国气候耗能量(实线)与水旱受灾面积(虚线)变化

1953 ~ 1980 年气候耗能量 (y_w) 与受灾面积 (A) 的线性回归方程为:

$$y_w = 3.5148 A - 8581.2 \quad (10)$$

式(1)的 F 检验值为 18.93, 在 $\alpha=0.01$ 水平上能通过显著性检验。这与郑斯中等人^[2]研究的几个案例所得出的结论是一致的。

20 世纪 80 年代初期以来,我国经济迅速发展,人民生活水平大幅度提高,人们对室内环境舒适程度的要求越来越高,取暖和降温耗能有所增加,使得气候耗能量与水旱灾害之间的线性相关关系越来越不显著。从气候耗能量与水旱灾害受灾面积的散点图上可以看出,在 1953 ~ 1999 年整个时间段内,气候耗能量与水旱灾害之间关系不甚明显,而在 1953 ~ 1980 年时间段内二者之间的线性相关关系非常明显(图 3)。以 10 年为时间序列,作气候耗能量与农作物水旱灾害受灾面积间的滑动相关分析,由相关系数的变化可以看出,它们之间的相关系数在逐渐变小,80 年代初期以前相关系数一直在 0.7 左右波动,自此之后迅速下降,80 年代末它们之间的线性关系已经相当不明了(图 4),气候耗能量与水旱灾害之间关系的变化非常明显。

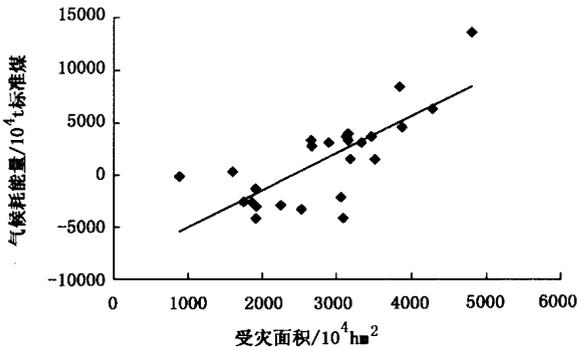


图 3 1953 ~ 1980 年全国气候耗能量与受灾面积散点图

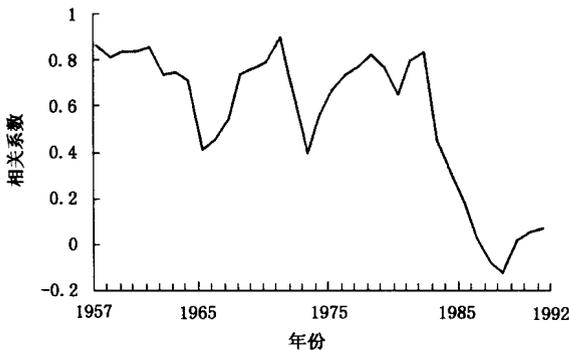


图 4 全国气候耗能量与受灾面积相关系数变化

气温对能源消费的影响主要表现在生活中的冬季取暖和夏季降温的能源消耗上,我国冬季取暖所消耗的主要是煤炭,夏季降温消耗的能源主要是电力。因此,选用 1980 ~ 1999 年历年人均生活能源消费中的煤炭和电力消费量来分析它们与气温的关系。分析发现:生活能源消费中的煤炭消费量与同期取暖度日值之间有很好的相关性,其中 1990 ~ 1999 年期间,煤炭消费量与取暖度日值之间的相关系数为 0.64,1986 ~ 1998 年期间,电力消费与降温度日之间亦有很好的相关性,相关系数为 0.56,两者在 $\alpha=0.05$ 水平上都能通过显著性检验。从煤炭和电力消费与取暖度日值和降温度日值之间的滑动相关系数变化(图 5)可以看出,随着时间的推移,它们与气温之间的线性关系在不断增强,其中煤炭消费与取暖度日值间的关系变化更加明显,在 80 年代,相关关系还很不明显,此后相关系数逐渐升高,到 90 年代接近 0.7,线性关系非常显著。

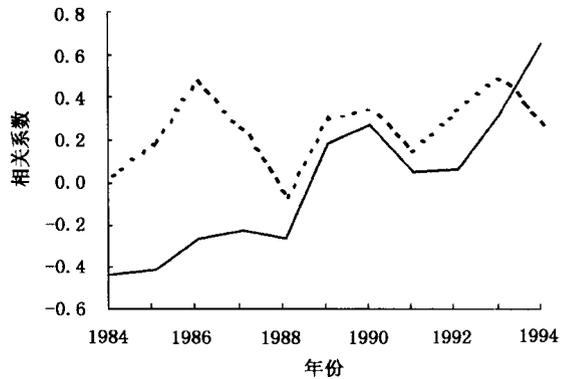


图 5 煤炭(实线)和电力(虚线)与度日值相关系数变化

如果分析全国气候耗能量与取暖度日值和降温度日值之间的关系,一方面由于冬夏两季气温变化所引起的能源消费量无法进一步分离出来,另一方面,我国幅员辽阔,各地取暖降温情况异常复杂,条件好的经济发达地区或城市,对环境的要求就高一些,用于改善环境的能源消费相对会多一些,条件差的不发达地区和广大农村地区,由于经济水平所限,用于改善环境的能源消费会相应少一些。因此我们采用统一的气温指标来分析,客观上讲就存在必然的误差。我们计算的取暖和降温度日值其实是反映气候变化所引起的能源需求的变化,能源需求与实际的能源消费事实上并不一致。

分析各类能源消费波动量与农作物水旱受灾面积的关系发现:80 年代初期以前,各类能源消费波动量与受灾面积都存在正相关关系,其中煤炭、石油和水电消费波动量之和与受灾面积的线性关系最为显著,这是由于我国各地防灾抗灾消耗的能源是不

同的,有的用煤电、水电、油电,还有的直接用石油产品。80年代初期以后,由于气温对气候耗能量的贡献,使得各类能源消费波动量与受灾面积的线性关系变得越来越不明显。

3 结语

以上分析表明,在20世纪80年代初期以前,我国是一个以农业为主的国家,经济较落后,人民生活水平不高,用于冬季取暖和夏季降温的能源很少,大量能源用来防灾和抗灾,因此水旱灾害是影响气候耗能量变化的主要因子,在此期间气候耗能量与水旱受灾面积之间存在着显著的线性相关关系;80年代初期以后,由于改革开放,经济高速发展,人民生活水平不断提高,人们用来改善室内环境而消耗的能源在不断增加,使得水旱灾害在影响气候耗能量中的贡献不断减小,气温变化对气候耗电量的影响逐渐增加,但是目前气候耗能量与气温之间的关系还不十分明显。近几年来,我国一些学者通过对一些典型城市(经济较为发达的大城市)的案例研究指出:我国冬季取暖能源消费和夏季用电量与气温有很好的线性相关关系^[9-15],这说明影响我国气候耗电量的关键因子正在由水旱灾害向气温转变。

参考文献

1 谭冠日. 气候变化与社会经济. 北京: 气象出版社, 1992. 10 - 16

- 2 郑斯中, 黄朝迎, 冯丽文, 等. 气候影响评价. 北京: 气象出版社, 1988. 23 - 24
- 3 王世著, 程延年. 作物产量与天气气候. 北京: 科学出版社, 1991. 100 - 105
- 4 张镔, 江铎. 气候振动与作物产量系统分析. 见: 邓根云编, 气候变化对中国农业的影响. 北京: 北京科学技术出版社, 1993. 419 - 466
- 5 Thom H C. Seasonal degree day statistics for the United States. *J. appl. Meteor.*, 1952, 80: 143 - 149
- 6 Thom H C. The relationship between heating degree - days and temperature. *Mon. Wea. Rev.*, 1954, 82: 1 - 6
- 7 Kadioglu Mikdat and Sen Zekai. Degree - day formulations and applied in Turkey. *J. Appl. Meteor.*, 1999, 38: 837 - 846
- 8 Comte D M and Warren H E. Modeling the impact of summer temperatures on national electricity consumption. *J. Appl. Meteor.*, 1981, 20: 1415 - 1419
- 9 张清. 我国北方冬季持续变暖对采暖的影响. *气象*, 1997, 23(11): 39 - 41
- 10 周自江. 我国冬季气温变化与采暖分析. *应用气象学报*, 2000, 11(2): 251 - 252
- 11 张立祥, 陈力强, 王明华. 城市供电量与气象条件的关系. *气象*, 2000, 26(7): 27 - 31
- 12 严智雄, 陈以洁. 南昌市电量需求的影响分析. *气象*, 1994, 20(2): 44 - 46
- 13 黄朝迎. 北京地区1997年夏季高温及其对供电系统的影响. *气象*, 1999, 25(1): 20 - 24
- 14 陈峪, 黄朝迎. 气候变化对能源需求的影响. *地理学报*, 2000, 55(增刊): 11 - 19
- 15 张小玲, 王迎春. 北京夏季用电量与气象条件的关系与预报. *气象*, 2002, 28(2): 17 - 20

RELATIONS OF ENERGY CONSUMPTION TO CLIMATE IN CHINA: A STATISTICAL ANALYSIS

Yuan Shunquan¹ Qian Huaisui²

(1 Department of Geography, Qufu Normal University, Shandong Province 273165, China)

(2 College of Environment and Planning, Henan University, Henan Province 475001, China)

Abstract: The energy consumption is divided into social economics energy consumption and climate energy consumption by a multinomial method. The relation and its changes of climate energy consumption and climate factor of China with the statistical analysis are discussed. The conclusions are as follows: the drought and waterlogging was a main climate factor before the 1980s, after then, the contribution of temperature on energy consumption increases constantly, and the influence of meteorology disasters decreases gradually. At present, the influence of temperature is not very obvious and it is in transition period.

Key words: energy consumption, climate energy consumption, drought and waterlogging, temperature