

文章编号: 1000-5692(2000)03-0301-04

大气中二氧化碳浓度对杭州气温的影响

周蕾芝¹, 张爱光²

(1. 浙江林学院 资源与环境系, 浙江 临安 311300 2. 浙江省城市社会经济调查队, 浙江 杭州 310012)

摘要: 为了探索大气中二氧化碳(CO₂)质量分数不断增加的原因,以及大气中CO₂质量分数增加对气温的影响程度,采用回归分析方法,分析了世界人口增长与大气中CO₂质量分数之间的关系和CO₂质量分数增加与杭州冬季、夏季及全年气温的关系。结果表明,世界人口激增是导致大气中CO₂质量分数增加的根本原因,其相关系数 $r=0.996\ 3$,两者相关极为显著。CO₂质量分数增加对杭州的冬季增温效应显著,气温越低,增温效应越明显,1月平均气温、1月平均最低气温和年极端最低气温与CO₂质量分数的相关系数分别为0.461 1, 0.471 6和0.576 0,都超过信度 $\alpha=0.01$ 的显著水平,而对夏季增温效应不明显。但就全年来说,影响仍为显著,CO₂质量分数与年平均气温的相关系数为0.457 4。因此,控制人口增长特别是大城市人口增长对减少CO₂的排放源和排放量是十分重要的。CO₂质量分数对气温的影响程度是随不同地带和不同季节而变化的。图1表3参3

关键词: 人口; 二氧化碳; 气温; 相关分析(数学); 杭州
中图分类号: P461⁺8 **文献标识码:** A

随着经济和社会的发展,人们越来越关切人类赖以生存的环境变化。“全球变暖”“臭氧层破坏”“酸沉降”已成为当代全球性的三大环境问题。人们普遍认为,近百年来全球气候有变暖的趋势,其原因有2个方面:一方面是自然变化,另一方面是由于人类活动的影响,使得大气中的一些温室气体如二氧化碳(CO₂)、甲烷、氯氟烃和一氧化氮等一直在增加。据研究,在温室气体中,CO₂的温室作用最显著,约占一半,其余一半是以上各种微量气体的作用^[1]。本文根据夏威夷岛上的冒纳罗亚站(Maumu Loa, 19°32'N, 155°35'W)观测资料,选用温室气体作用最显著的CO₂代表温室气体来讨论对杭州气温的影响。

1 人口激增是导致大气CO₂质量分数增长的主导因子

1.1 人口激增导致CO₂排放量增加

大气CO₂质量分数增加的主要原因是工业化以后大量开采使用矿物燃料(主要是煤、石油和天然气)。1860年以来由于燃烧矿物燃料排放的CO₂,平均年增长率为4.22%。近30 a各种燃料的排放量,年增长率增加到4.44%。目前各种矿物燃料的CO₂排放量达到50亿t左右,按地球大气的总质量是 5.3×10^{15} t计算^[1],因此仅仅工业排放的CO₂即可使它在大气中的质量分数每年提高约1 mg·kg⁻¹。随着人口增长,对矿物燃料的需求也相应增加,因此大气中CO₂质量分数势必然还会随之增加

(图 1)。

大气 CO₂ 增加的另一个重要原因,是由于人口的快速增长而对耕地需求量增大,出现盲目砍伐和焚烧森林的现象。在过去 30 a 中已有 40% 的热带森林被毁坏,现在世界森林面积每年减少 18~20 万 km²。据联合国粮农组织统计,自 1950 年以来,全世界森林已损失一半。森林对生物圈内的能量交换、水分循环、氧气和 CO₂ 的平衡等起着积极的作用。森林毁坏不仅使土地沙漠化,还造成 CO₂ 排放量增加。森林原本是大气碳循环中的一个重要的“库”,每平方米面积的热带雨林每年可以同化 1~2 kg 的 CO₂,相当于同面积的空气柱中全部 CO₂ (约 3.5 kg) 的一半左右。中纬度的森林每年每平方米也可同化 0.2~0.4 kg 的 CO₂,约占同面积空气柱 CO₂ 的 10% 左右。砍伐森林则把原本是 CO₂ 的“库”变成为又一个向大气排放的“源”,由此造成的 CO₂ 增加量每年可达 0.4 mg °kg⁻¹。

1.2 人口与 CO₂ 质量分数相关极显著

采用 1960 年至 1994 年世界人口资料与 1960 年至 1992 年夏威夷冒纳罗亚站 CO₂ 质量分数资料进行对比分析。由图 1 明显看出,随着世界人口逐年增长,大气中 CO₂ 质量分数也相应同步增长。

另外,从表 1 还可清楚地看到,当人口增长快的时期,CO₂ 质量分数增幅也大。60~80 年代人口增速不断加大,80 年代增长最快,达 0.73 亿 °a⁻¹,进入 90 年代有所减缓。同样地,CO₂ 质量分数增长也相应如此。80 年代达 1.43 mg °kg⁻¹ °a⁻¹,尤其以 80 年代中期增加最快,达 1.7 mg °kg⁻¹ °a⁻¹。

通过相关分析,世界人口增长与大气中 CO₂ 质量分数的回归方程为:

$$y_1 = 262.7 + 1.7x。$$

其中 x 表示人口变量, y_1 表示大气中 CO₂ 质量分数变化估算值,二者之间的相关系数 $r = 0.9963$,大大超过 $\alpha = 0.001$ 的信度水平($r_\alpha = 0.5530$)。可见两者关系极为显著,近似直线关系。因此说,人口激增是导致大气中 CO₂ 质量分数增加的主导因子。

2 大气中 CO₂ 质量分数对杭州气温的影响

全球变暖已成为事实,人类活动使排入大气中的 CO₂ 等温室气体质量分数增加也勿容置疑。但是,对于不同纬度、不同的气候类型和不同季节温室气体增温效应如何,尚需深入认真的研究和探讨。本文以北亚热带季风气候区沿海城市——杭州 (30°14'N, 120°10'E) 为例,取 1960 年至 1992 年与 CO₂ 质量分数同步长度的气温资料,分析 CO₂ 质量分数变化对冬季、夏季与全年平均气温的影响程度。为消除每年平均气温的小波动,在进行相关分析时,我们对各项气温资料均作了 3 a 滑动平均处理。

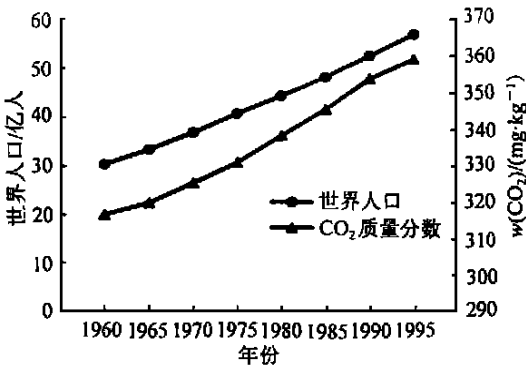


图 1 世界人口与大气中 CO₂ 质量分数的逐年变化

Figure 1 The gradual change of world population and CO₂ content in atmosphere

表 1 世界人口与大气中 CO₂ 质量分数变化对比

Table 1 Comparison of world population with changes of CO₂ content in atmosphere

时 期	世界人口平均年 增长值/ 亿人	CO ₂ 质量分数平均年 增长值/ (mg °kg ⁻¹)
1960 年至 1969 年	0.58	0.77
1970 年至 1979 年	0.67	1.12
1980 年至 1989 年	0.73	1.43
1990 年至 1994 年	0.70	0.73

2 1 对冬季气温的影响

选取 12 月至 2 月平均气温 (y_2)、1 月平均气温 (y_3)、1 月平均最低气温 (y_4)、年极端最低气温 (y_5) 分别与 CO_2 质量分数 (x) 进行回归分析。其结果见表 2。

由表 2 明显地看出，12 月至 2 月平均气温与 CO_2 质量分数相关显著，其余各项相关很显著，而且气温越低时，相关越显著，其中年极端最低气温与 CO_2 质量分数的相关系数超过 $\alpha = 0.001$ 的显著水平。这说明气温越低时， CO_2 等温室气体的增温效应越显著。由此推断，对于我国来说，北方的增温效应应比南方更显著。当然，这尚需进行深入探讨。

2 2 对夏季气温的影响

同样方法，选取 7 月平均气温 (y_6)、7 月平均最高气温 (y_7)、年极端最高气温 (y_8) 分别与 CO_2 质量分数 (x) 进行相关分析。结果见表 3。

由表 3 看出， CO_2 质量分数对夏季气温的影响不显著。因为大气中各种气体和污染物，有的能起增温效应，如 CO_2 等温室气体；有的却起冷却作用，如二氧化硫 (SO_2) 和气溶胶。一方面它们作为大气中水汽凝结核，促使云量增加，另方面它们本身对太阳的散射作用，这 2 个方面都使到达地面的太阳辐射减少^[3]。夏季由于大气中水汽含量多，云量也比冬季多，因此 SO_2 和气溶胶的冷却作用夏季比冬季要强烈些，抵消了一部分 CO_2 等温室气体的增温效应，致使夏季 CO_2 质量分数增温效应不明显。

2 3 对年平均气温的影响

由上分析得知，虽然 CO_2 质量分数对夏季气温影响不大，但由于对冬季气温影响显著，所以对全年平均气温也会产生影响的。

年平均气温 (y_9) 与 CO_2 质量分数 (x) 的回归方程为：

$$\hat{y}_9 = 13.8 + 0.0073x.$$

两者相关系数为 0.4574，也超过 $\alpha = 0.01$ 的显著水平，说明 CO_2 质量分数增加，对全年增温效应也还是很显著的。

3 几点看法

从人口激增导致大气中 CO_2 质量分数增加并引起气候变化这一观点出发，联系到当今大气污染和生态环境恶化这一事实，说明人口问题是产生一切环境问题的根源。因此除有效控制人口增长外，还极需提高人们的环境保护意识，运用法律的、经济的和技术的手段，把人类活动对环境的负面影响减少到最低程度，以保障经济和社会的可持续发展。这也是新世纪人类所面临的重大课题之一。

表 2 冬季气温与 CO_2 质量分数的回归分析

Table 2 Regression analysis between winter air temperature in Hangzhou and CO_2 content in atmosphere			
要素	回归方程	相关系数	显著水平
12 月至 2 月 平均气温	$\hat{y}_2 = -2.5 + 0.0224x$	0.4256	0.02
1 月 平均气温	$\hat{y}_3 = -5.3 + 0.0278x$	0.4611	0.01
1 月平均 最低气温	$\hat{y}_4 = -12.2 + 0.0397x$	0.4716	0.01
年 极 端 最低气温	$\hat{y}_5 = -31.6 + 0.0762x$	0.5760	0.001

表 3 夏季气温与 CO_2 质量分数的回归分析

Table 3 Regression analysis between summer air temperature in Hangzhou and CO_2 content in atmosphere			
要素	回归方程	相关系数	显著水平
7 月 平均气温	$\hat{y}_6 = 31.7 - 0.0097x$	-0.1578	< 0.1
7 月平均 最高气温	$\hat{y}_7 = 32.1 + 0.0036x$	0.0472	< 0.1
年 极 端 最高气温	$\hat{y}_8 = 30.2 + 0.0215x$	0.2802	< 0.1

CO₂ 质量分数对杭州冬季气温的影响的分析结果表明, 冬季气温越低时, CO₂ 的增温效应越明显。不同纬度带其冬季气温水平也不一样, 由此认为, CO₂ 质量分数的增温效应是随纬度而异。纬度越高, 增温效应越明显。

CO₂ 质量分数对杭州冬、夏季气温的影响的分析表明, 冬季增温效应显著, 而夏季不明显, 说明 CO₂ 质量分数的增温效应是随季节而异。

“地球变暖”已成为公认的事实, 但不能就此断言, 是 CO₂ 质量分数增加的唯一根源。气候变化有其规律性, 故目前气温变化是气候要素自身演变和大气 CO₂ 叠加作用的结果。

参考文献:

- [1] 邓根云. 大气中 CO₂ 等温室气体浓度增加对气候和农业生产的影响问题[J]. 中国农业气象, 1991, 12(2): 47—51.
- [2] 王绍武. 全球气候变暖的检测及成因分析[J]. 应用气象学报, 1993, 4(2): 226—233.
- [3] 赵宗慈. 模拟人类活动影响气候变化的新进展[J]. 应用气象学报, 1993, 4(4): 468—475.

Influence of CO₂ content in atmosphere on air temperature in Hangzhou

ZHOU Lei-zhi¹, ZHANG Ai-guang²

(1. Department of Resources and Environment, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300 Zhejiang, China;

2. Social and Economic Investigation of Zhejiang Province Hangzhou 310012 Zhejiang, China)

Abstract: Regression analysis is used to find understand the reason of CO₂ content increasing and its effect on temperature. The great increasing of world population has been proved to be the essential cause inducing the growing of CO₂ content in atmosphere. The increase of CO₂ content makes an apparent rising of winter air temperature of Hangzhou. The lower the air temperature is, the more apparently the air temperature rising. CO₂ content is obviously related to average air temperature in January, the lowest air temperature in January and the extreme low air temperature of whole year. Correlation coefficients are respective 0.461 1, 0.471 6 and 0.576 0. The increase of CO₂ content dose not make the same effect on summer air temperature as on winter's but on the average air temperature of the whole year ($r=0.457\ 4$). It is very important that population control, especially the control of the large cities' population, is a good way to control the origin and amount of CO₂ discharging. Effect of CO₂ content on temperature varies from different zones and seasons.

Key words: population; carbon dioxide (CO₂); air temperature; correlation analysis (mathematics); Hangzhou