

未来50年中国气候变化趋势的初步研究*

王绍武

(北京大学地球物理系, 北京 100871)

赵宗慈

(国家气候中心, 北京 100081)

提 要

文章比较了各种气候模式对温室效应的估计,及其可能对中国气候的影响.分析和预测了太阳活动与火山活动的长期变化,在此基础上估计了未来可能产生的自然气候变化.结果表明,在未来50年中太阳活动和火山活动均可能使气候变冷.因此,可能在一定程度上抵消因温室效应加剧而产生的变暖.但在2010年之后,温室效应可能逐步占据主导地位,到2030年全球平均气温可能比1961~1990年平均上升 0.6°C 以上,东亚地区的增温,可能比全球平均稍强.气候变暖后,东亚地区降水可能增加.但在我国北方,夏季干旱程度可能加大.

关键词:温室效应;全球变暖;气候预测;太阳活动;火山活动.

引 言

近百年地面气温观测资料证明,全球平均气温上升了 0.5°C ^[1].全球气候变暖的趋势引起了广泛的关注.估计到2030年,大气中温室气体(CO_2 等)的浓度可能比工业化前的 280×10^{-6} 增加1倍,达到 560×10^{-6} 以上.一般认为大气中 CO_2 浓度加倍时,气温可能上升 $1.5 \sim 4.5^{\circ}\text{C}$ ^[1].近来考虑了深层海洋的延缓作用,认为下一个世纪的升温率也许只有 $0.3^{\circ}\text{C}/10\text{a}$.如果再加上对流层气溶胶的阳伞效应,则升温率可能还要更低^[2].现在的任务就是预测变暖的速率及其可能产生的影响.研究减少排放温室气体的方法及对策,探讨如何使社会的发展适应这种变化.

赵宗慈参加的国际合作初步探讨了温室效应加剧可能对中国气候产生的影响^[3].众所周知,大气与海洋总环流模式(GCM)模拟区域气候的能力是有限的.同时,温室气体的排放要受到各国能源政策的影响.所以,在研究这个问题时存在一系列的不确定性^[1,2].

本文要强调的是: $0.3^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 变暖的预测是仅考虑了温室效应加剧一个因素的结果,而自然变化,至少在未来50年内,也许尚未小到可以忽略不计的程度.因此,我们在估计

* 本研究由85-913-02课题《气候变化机理及未来50年中国气候变化预测的研究》专题资助.

1992-12-25收到,1994-09-12收到修改稿.

未来50年气候变化趋势时,也考虑了自然变化.通过研究过去的气候变化(主要是自然变化)帮助我们考虑未来的自然气候变化.把对人类活动影响的估计与对自然变化的估计合起来,构成对未来气候变化趋势的估计^[4].

1 过去一千年气候变化的背景

气候的变化可以看成不同时间尺度的波动.为了认识一种波动,至少要分析这种波动的4~5个循环过程.因此,作为背景分析的时间长度,应该是预测时间长度的15~20倍.要作50年预测,就需要研究过去一千年的气候变化,而且要紧密联系气候变暖这个问题.

1.1 近百年气温变化

Jones等^[5]建立了比较有代表性的全球平均气温序列.我们对1880~1979年平均气温重新求距平,并补充了1990年及1991年的资料.图1a为1880~1991年气温距平(ΔT).可见气温的上升趋势是十分明显的.对这个序列计算直线趋势为 $0.51^{\circ}\text{C}/100\text{a}$,这与北半球、南半球及全球气温序列的趋势变化于 $0.42\sim 0.65^{\circ}\text{C}/100\text{a}$ 之间的认识是一致的.因此,可以认为近百年全球平均气温上升 0.5°C 左右,气候确实在变暖.

研究气候变暖究竟何时开始需要更长的气温序列.我们引用Groverman与Landsberg^[6]根据实测气温资料重建的北半球气温序列.图2给出10年平均气温距平,为了与图1a比较,也是对1880~1979年平均气温求距平.从图2可以看出,气候变暖大约开始于1880s(即19世纪80年代,下同).在此之前气温呈波动式变化,但基本在 -0.25°C 附近变化.

1.2 气候的自然变率

分析近百年的气温资料表明,最大的变暖在北半球发生于1910s~1920s及1970s~1980s.南半球变暖比较均匀,最大增暖也出现在1970s~1980s,但是一般变化不超过 $0.2^{\circ}\text{C}/10\text{a}$.根据图2,过去400年间相邻10年气温距平差绝对值达到 0.2°C 的共发生10次,5次为增温,5次为降温.除最后2次增温可能与温室效应加剧有关外,前8次变化主要都是自然变化.因此,单纯以增温强度还不能判断20世纪的变暖已超出了自然变化范围.

利用各种代用资料分析近千年的气候变化,图3a是全球10个地区¹⁾的平均气温序列,图3b是根据史料重建的中国东部气温序列.从图3a可以看出,近千年的气温变化幅度大约在 1.0°C 左右.既有与20世纪相当的暖期,也有比20世纪冷的时期.因此,可以认为20世纪的气候变化仍未超出近千年气候自然变化的范围.当然,不能由此就完全否认现代气候变暖与温室效应加剧的关系.但至少不能仅仅根据变暖的速度与达到的温暖程度就认为这不是自然变化.近百年气候变暖究竟在多大程度上受温室效应的影响,自然变化又起什么作用是一个尚未解决的问题.

1) 10个地区是中国西部、中国东部、前苏联西部、英格兰、美国西部、冰岛、格陵兰、秘鲁、新西兰及南极极点.

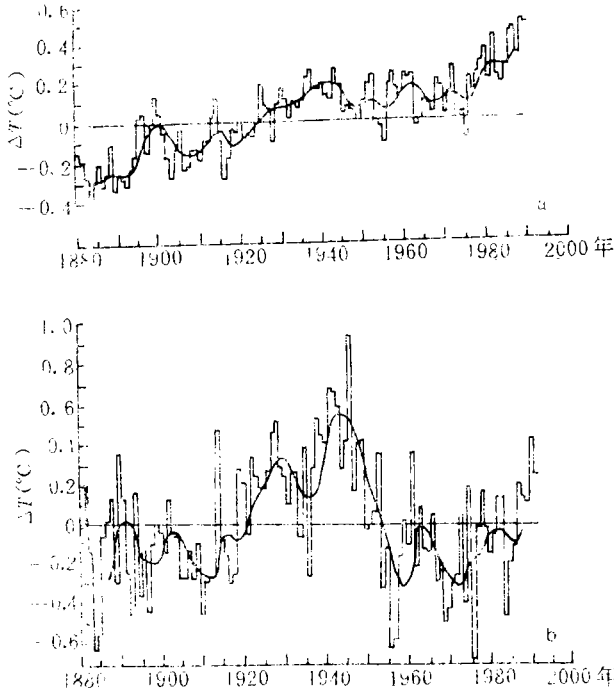


图1 1880~1991年全球(a)和中国(b)气温距平(曲线为低通滤波值)

Fig.1 Temperature anomalies from 1880 to 1991 (a) in the globe (b) China (Curves are the low-pass filtered values)

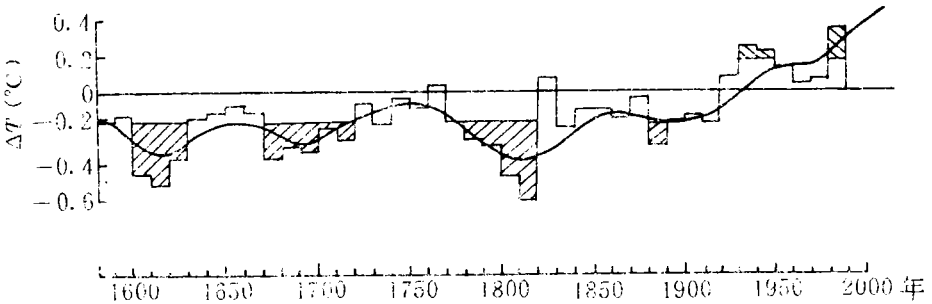


图2 1520~1980s 北半球10年平均气温距平(曲线为50年滑动平均,阴影区为距平达到99%信度)

Fig.2 Temperature anomalies from 1520s to 1980s in Northern Hemisphere for the ten-year means (Curves are the 50-year running means, the shaded areas are the anomalies which reached the 99% significant level)

1.3 中国的气温变化

近百年全球气候变化的趋势是增暖,而中国的情况则有所不同.如图1b所示,1980s对全球来讲是有观测记录以来最暖的10年.但中国气温仍略低于近百年平均值.实际上我国南部是北半球1980s气温未上升的少数几个地区之一.

图 3b 的中国气温曲线虽与全球平均有相似之处,但并不完全一致. 1980s 没有显著的变暖. 在根据温室效应的加剧预测未来中国气候变化时,要特别注意这一点.

1.4 中国的降水变化

由于气候变暖,全球降水增加. 估计 CO₂ 加倍时,降水量可能增加 2.5% ~ 15%. 但是,由于气候带向高纬移动,所以北半球副热带北部及温带南部降水可能减少. 大陆地区由于气温升高,土壤湿度可能下降,使干旱加剧.

为了说明 20 世纪的干湿特征,统计了每半个世纪全国旱(5 型)及长江流域涝(1 型)的频率^[7](图 4). 从公元 950 年开始,即以 10 世纪后半叶至今(20 世纪后半叶只有 40 年)平均每半个世纪出现旱 5 型 5.28 次,即大约为 10 年一遇. 但 20 世纪上半叶为 11 次,下半叶虽只有 40 年亦出现 9 次,与平均值的差异均达到 99% 信度. 而涝 1 型的频率平均为每 50 年 15.3 次. 但 20 世纪上半叶为 12 次,下半叶为 11 次,均明显偏少. 由此可以得到结论,20 世纪中国夏季偏旱.

20 世纪是暖期,1920s 到 1940s 气温明显偏高(图 1b),这 30 年中 5 型出现 8 次,达到约 4 年一遇. 而 1 型同期仅 3 次,由平均 3 年一遇减少到 10 年一遇. 因此,这段时间的气候特征是暖干.

历史上的情况如何呢?以华东及华北为例^[8]. 自公元 1380 年到 1989 年共 61 个 10 年. 把气温分为暖、正常、冷 3 级,降水分为湿、正常、干 3 级. 每级概率约各占 1/3. 表 1 给出干湿、冷暖组合情况. 从表中看出,华北气候以暖干、冷湿为主,只有少数冷干没有暖湿. 华东则不然,虽然暖干、冷湿稍多,但也有冷干或暖湿. 由于各级概

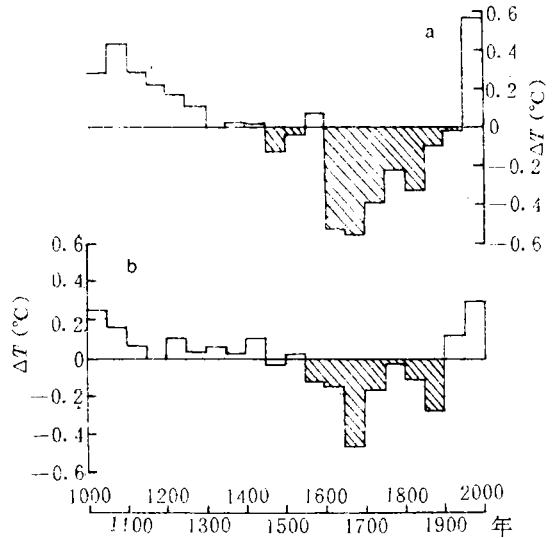


图 3 1000 年到 1989 年全球(a)及中国(b)50 年平均气温距平(距平为对千年平均偏差,最后一个 50 年为 1950~1989 年)

Fig. 3 Temperature anomalies of 50-year means from 1000 to 1989 (a) in the globe (b) China (Anomalies are the departure from the thousand-year means)

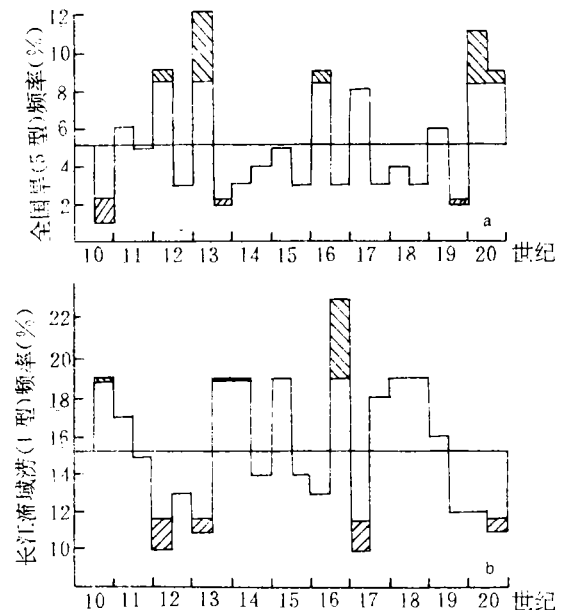


图 4 每半个世纪全国旱(a)及长江流域涝(b)出现频率(阴影区为距平达 99% 信度)

Fig. 4 Frequencies of drought (a) and flood (b) for the each half-century (shaded areas are the anomalies which arrived the 99% significant level)

率均为 1/3,所以暖干、冷湿等每种组合的概率应为 1/9.即 61 个 10 年中应有 6.8 次.华北的暖干及华东的冷湿均超过平均概率.由此可以得到结论,气候暖,华北多干旱,气候冷,华东多洪涝.虽然这是气候自然变化的规律.但在作未来气候变化预测时亦可参考.

表 1 1380~1980 年华北及华东气候异常组合次数

Table 1 Combination of climate anomalies in North China and East China from 1380 to 1980

	暖干	冷湿	共计	冷干	暖湿	共计	总计
华北	13	5	18	3	0	3	21
华东	6	8	14	5	2	7	21

2 温室效应加剧对全球气候的影响

2.1 平衡态气候效应

近十几年人们应用的气候模式大多为全球大气环流模式耦合全球混合层海洋模式. IPCC 1990^[1] 和 1992^[2] 的科学报告中给出 29 个气候模式. 这些模式的大气部分垂直层次从 2 层到 12 层不等,其中有 24 个模式垂直层次在 6 层次上,模式的水平分辨率一般较低,混合层海洋的深度一般从 50m 到 100m 不等,各模式设计的物理过程及反馈过程亦有很大差别. 总括 29 个模式的模拟结果,由于大气中 CO₂ 浓度加倍将使全球平均地面气温上升 1.7~5.2°C(平均 3.8°C),全球年降水量增加 2.5%~15.0%(平均 6.5%). 但变暖的地理分布不均匀,以高纬和极区最明显,而低纬较弱. 相应两个半球的高纬度与极区冰雪将明显减少. 不同纬度的降水与土壤湿度的变化,29 个模式的模拟结果差异较大.

2.2 瞬变气候效应

在气候模拟中,考虑深层海洋和洋流的作用以及大气中 CO₂ 浓度逐渐增加,近年来开始利用全球多层大气模式与多层海洋模式耦合,研究温室气体增加的气候效应. 1992 年 IPCC 报告^[2] 中列举的 4 个模式大气垂直层次从 9 层到 19 层不等,海洋为 4 层到 17 层. 计算方法是先对大气及海洋模式分别积分一段较长时间,使之达到准平衡状态. 然后再耦合积分 60 年到 100 年不等. 在这个过程中令大气中 CO₂(或 CO₂ 相当量的温室气体) 每年增加 1%. 一般积分 60~70 年,大气中 CO₂ 浓度已增加 1 倍. 这时全球平均气温上升 1.3~2.3°C,远小于平衡态的气候效应.

3 未来 50 年气候变化预测

3.1 人类活动可能造成的气候变化

3.1.1 平衡态中国气候效应

我们选用 IPCC 报告^{[1][2]} 中 7 个有代表性的模式(GFDL,GISS,LLNL,OSU,UKMO-L,UKMO-H 和 MPU),研究范围稍大于中国(70°~140°E,15°~60°N),简称东

亚地区. 各模式水平网格点距不同. 为了便于比较, 均用高斯内插法对 0.5° 纬度, 1.0° 经度插值. 计算出全球平均气温上升 1°C 时, 东亚地区的气温及降水量的标准变化, 结果列于表 2. 由表中可以看出全球年平均气温上升 1°C 时, 东亚地区各季与年平均气温上升 $0.8 \sim 1.6^\circ\text{C}$, 降水量增加 $1.5\% \sim 8.2\%$. 大部分模式的模拟增暖冬季大于夏季, 降水量的增加也是冬季大于夏季.

表 2 7 个模式模拟的 CO_2 加倍东亚地区气温和降水的标准变化

Table 2 The standard changes of temperature and precipitation simulated by 7 GCMs in East Asia due to the doubled CO_2

模式	气 温($^\circ\text{C}$)					降 水($\%$)				
	年	冬	春	夏	秋	年	冬	春	夏	秋
UKMO-L	1.1	1.1	1.2	1.0	1.2	3.4	3.0	5.9	4.0	2.4
UKMO-H	1.5	1.6	1.4	1.6	1.6	5.0	6.9	6.4	4.6	3.1
GFDL	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	2.2	3.2	1.5	2.5	1.6
GISS	1.0	1.1	0.9	0.9	1.0	2.7	4.8	3.4	1.8	2.6
OSU	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	4.3	5.7	4.3	2.8	5.7
LLNL	1.2	1.2	1.1	1.5	1.2	3.7	4.0	4.8	2.6	4.1
MPI	1.1	1.4	1.2	0.8	1.1	3.4	4.8	3.4	8.2	1.3
7个模式平均	1.2	1.3	1.2	1.1	1.2	3.5	4.6	4.2	3.8	3.0

3.1.2 未来 50 年人类活动对中国气候变化的影响

我们选用一个简单的全球社会经济发展与气候变化情景模式(见文献[2]与[3])来作未来 50 年人类活动对中国气候变化的情景分析. 该模式中考虑了全球社会与经济发展状况, 如人口的发展, 能源的开发、利用与改造, 陆面的利用等, 均采用文献[2]中的预测值. 温室气体主要计算 CO_2 , CH_4 , CFC_s 等的排放量与排放速度. 另一方面还计算气溶胶硫化物(如 SO_2 等)的排放量与排放速度. 亦采用文献[2]中的预测值. 在此基础上建立气候系统的气圈-水圈-冰雪圈-陆面生物圈的简化能量平衡关系. 该模式的海洋部分垂直方向共 45 层, 并包括上翻、下翻及水平运动的参数化处理. 用该模式预测未来 110 年(1991~2100 年)的全球平均气温相对于目前气候状况的变化(图 5).

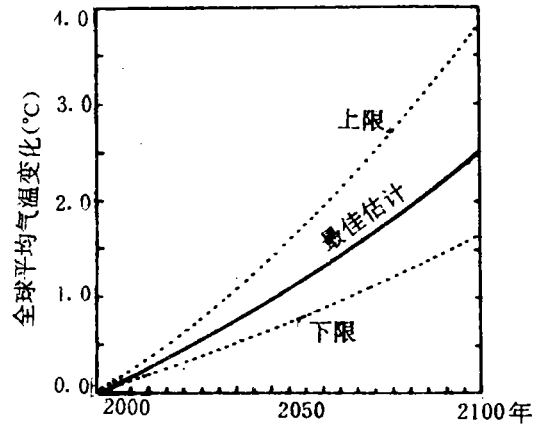


图 5 未来 110 年全球平均气温变化(曲线分别为 CO_2 排放上限、下限和最佳排放的温度)

Fig. 5 The global mean temperature change for the future 110 years (curves are the temperatures for the upper and lower limit, and optimum of CO_2 emission, respectively)

图 5 表明, 到 2030 年全球将变暖 $0.5 \sim 1.0^\circ\text{C}$, 到 2050 年变暖 $0.7 \sim 1.7^\circ\text{C}$, 到 2100 年变暖 $1.6 \sim 3.8^\circ\text{C}$.

利用这个模式预测的未来全球气温变化及表 2 的标准化值,即可以计算出未来东亚地区气温及降水的变化(表 3)

表 3 未来东亚地区气温(°C)与降水(%)变化(相对目前气候)

Table 3 The changes of temperature (°C) and precipitation (%) in East Asia in the future (relative to the present climate)

气温	冬	春	夏	秋	年	降水	冬	春	夏	秋	年
2000 年	0.21	0.20	0.19	0.20	0.20	2000 年	0.8	0.7	0.7	0.5	0.6
2010 年	0.38	0.35	0.34	0.35	0.35	2010 年	1.4	1.3	1.2	0.9	1.1
2020 年	0.69	0.63	0.62	0.64	0.65	2020 年	2.6	2.3	2.1	1.6	1.9
2030 年	0.93	0.86	0.84	0.87	0.88	2030 年	3.5	3.2	2.8	2.2	2.6
2040 年	1.12	1.04	1.02	1.05	1.06	2040 年	4.2	3.8	3.4	2.5	3.2

综合 7 个模式的计算结果,到 2000 年东亚地区由于人类活动气温可能上升 0.2°C,到 2040 年可能上升 1.1°C 左右,且冬季升温比夏季明显.降水总的趋势也是增加的,但增加幅度不大,到 2040 年可能只有 3.2%,而且也是冬季比夏季增加的多.由于社会和经济发展的不确定性以及模式的不确定性,这个模拟结果也包含有不不确定性.

3.2 自然气候变化

IPCC 报告^{[1][2]}认为未来自然变化比人类活动对气候的影响要小得多,基本上可以忽略不计.我们则认为自然变化在未来 50 年内,可能尚未小到可以忽略不计.所以,我们在作未来 50 年气候变化预测时,同时考虑了自然变化.

自然气候变化的原因可以分成两类,一类是气候系统内部各成员之间的相互作用,另一类是气候系统外部因素对气候系统的强迫,气候系统内部的因子还包括海-气、陆-气、冰-气等的相互作用.目前人们对此还知之甚少,因此无法考虑.气候系统外部的强迫因子主要有太阳活动与火山活动.太阳活动反映了到达大气上界太阳辐射强度的变化.火山活动则代表平流层气溶胶对到达地面太阳辐射的削弱.近百年²⁾和近千年³⁾(1880~1989 年,1000~1989 年,分辨率 5 年)全球平均气温与太阳活动的相关系数分别为 0.88 和 0.73,与火山活动的相关系数分别为 -0.40 和 -0.49.计算时,近百年太阳活动用 11 年滑动平均太阳黑子数,火山活动为 SVI 指数,气温为 Jones 的全球平均气温序列(图 1a);近千年太阳活动用¹⁴C 丰度,火山活动用格陵兰冰芯酸度,气温为全球平均(图 3a).可见这两个因子无论在近千年还是在近百年气候变化中均有重要意义.

3.2.1 太阳活动

目前大多数科学家承认,对年以上的尺度来讲,太阳辐射强度与太阳活动强度成正比^[9].太阳活动 11 年周期峰值年(M 年)的太阳黑子数反映了太阳活动的长期变化^[10]. M 年太阳黑子的变化与¹⁴C 记录有惊人的一致^[11].所以,用 M 年太阳黑子数来代表太阳活动.由太阳黑子数确定太阳辐射强迫比较困难,不同的作者有不同的结果. Wigley^[12]的估计偏低,而 Reid^[9]的估计则高得多,他认为太阳黑子数变化 11,太阳常数可能变化 1W/m².许多气候模式的模拟表明,太阳常数变化 1%(约 14W/m²),地面气温可能变化 1°C.

2)22 个样本. 3)20 个样本.

根据这个估计,则辐射强迫变化 $1W/m^2$,可造成 $0.07^{\circ}C$ 的气候变化.

表 4 未来 50 年全球气温变化估算 ($^{\circ}C$)

Table 4 Global temperature changes in next 50 years

	1990 年	2000 年	2010 年	2020 年	2030 年
太阳活动	-0.10	-0.19	-0.25	-0.16	-0.10
火山活动	-0.11	-0.16	-0.10	-0.11	-0.18
自然变化	-0.21	-0.35	-0.35	-0.27	-0.28
人类活动	0.20	0.30	0.55	0.75	0.90
综 合	-0.01	-0.05	0.20	0.48	0.62

根据世界气象组织(WMO)建议,取 1961~1990 年太阳黑子数平均作为讨论气候变化的标准,这段时间 M 年太阳黑子数平均为 140. 黑子数变化 11, 太阳常数变化 $1W/m^2$ 的估算是针对 11 年周期平均黑子数变化而言的. 而 11 年周期平均黑子数的变化幅度只有 M 年黑子数变化的一半左右. 所以,在计算辐射强迫时,要把 M 年黑子数的变化减半. 由此得到的未来 50 年气温变化估算列于表 4.

3.2.2 火山活动

我们用格陵兰极冰酸度 (H^+/kg)^[13,14] 代表火山活动. 共采用 3 种周期拟合,即 700 年、200 年和 30 年周期. 拟合序列与观测值的相关系数达到 0.77. 图 6 给出公元 1500 年以来的观测值及拟合值和根据火山爆发情况对酸度曲线所作的外延.

一次强火山爆发对半球尺度气温的影响,估计在 $0.1\sim0.5^{\circ}C$ 之间. 为了估计火山活动对年代际气候变化的影响,比较图 6 与图 1a,发现 1880s~1900s 和 1910s~1930s,火山活动两次明显减弱,同期全球平均气温上升 $0.12^{\circ}C$ 及 $0.22^{\circ}C$. 取其中值得到酸度变化 $0.1H^+/kg$, 气温变化 $0.03^{\circ}C$. 根据周期分析,未来 50 年是火山活动比较激烈的时期. 10 年平均气温可能因此而下降 $0.10\sim0.18^{\circ}C$ (见表 4).

表 4 中同时也给出温室效应加剧可能造成的增暖. 如果把人类活动的影响与自然变化综合起来,则近 20 年气温可能不会有太大的变化. 因为自然变化与人类活动的影响是相反的. 但到下一个世纪 10 年代之后,由于温室效应加剧,变暖会逐步占据统治地位. 当然,这是指全球平均气温变化,是对图 5 的一种补充(或另一种方案). 目前还无法判断这种方案的可信程度究竟有多大. 但我们认为与 IPCC 报告不同,是一个十分重要的考虑,

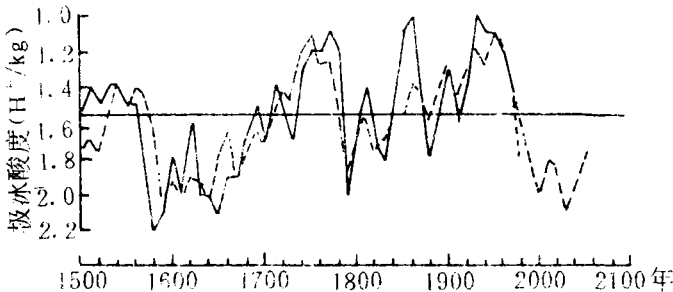


图 6 1500 年以来格陵兰冰芯的酸度(实线)及 3 种周期的合成(虚线)(短虚线为实线的外延)
Table 6 Acidity of ice core in Greenland since 1500 (solid line) and the composite curve of three cycles (dashed line) (the short dashed line is the extension of the solid line)

因此提出来供大家参考. 如果根据这个预测估算东亚地区的气候变化, 则显然与表 3 不同.

本文对未来 50 年气候变化提出两种预测, 一种仅考虑温室效应加剧, 并专门分析了东亚地区可能产生的影响. 另一种综合人类活动与自然变化. 这方面的工作尚不成熟, 只能作为初步研究结果.

本文结果仅代表作者意见, 不是专题或项目的结论.

参 考 文 献

- 1 Houghton J T, Jenkins G J and Ephraums J J. Climate change. The IPCC scientific assessment. Cambridge University Press. 1990, p365.
- 2 Houghton J T, Callander B A and Varney S K. Climate change 1992. The supplementary report to the IPCC scientific assessment. Cambridge University Press. 1992, p200.
- 3 Hulme M, Leemans R, Zhao Zongci, et al. Climate change due to the greenhouse effect and its implications for China. UEA Norwich Climatic Research Unit, WWF, SMA China. Banson Production, 1992, p54.
- 4 朱瑞兆, 符淙斌, 王远忠, 等. 气候. 见: 中国科技蓝皮书第 5 号, 国家科学技术委员会. 北京: 科学技术文献出版社, 1991, p367.
- 5 Jones P D. Hemispheric surface air temperature variations, recent trends and an update to 1987. *J. Clim.*, 1988, 1: 654~660.
- 6 Stuiver M and Quay P D. Changes in atmospheric carbon-14 attributed to a variable sun. *Science*, 1980, 207: 11~19.
- 7 Wang Shaowu, Zhao Zongci, Tang Zhongxin, et al. Drought/flood variations for the last two thousand years in China and comparison with global climatic change. The Climate in China and global climate. Beijing: China Ocean Press, 1987. 20~29.
- 8 Wang Shaowu, Wang G X and Shang Z M. Droughts and floods in North and East China, 1380~1989 A. D. Proceedings of the United States-Peoples Republic of China Bilateral Symposium on Droughts and Arid-Region Hydrology, September 16~20, 1991. Tucson, Arizona. 255~260.
- 9 Reid G C. Solar total irradiance variations and the global sea surface temperature record. *J. Geophys. Res.*, 1991, 96 (D2): 2835~2844.
- 10 Schove D J. The sunspot cycle, 649 B. C. to A. D. 2000. *J. Geophys. Res.*, 1955, 69: 127~146.
- 11 Groveman B S and Landsberg H F. Reconstruction of the Northern Hemisphere temperature, 1579~1880. University of Maryland, Dep. of Meteo. Publ., 1979, No 79. 181~182.
- 12 Wigley T M L and Raper S C B. Climatic change due to solar irradiance changes. *Geophys. Res. Lett.*, 1990, 17: 2169~2172.
- 13 Hammer C U. Past volcanism revealed by Greenland ice sheet impurities. *Nature*, 1977, 270: 482~486.
- 14 Hammer C U, Clausen H B and Dansgaard W. Greenland icesheet evidence of post-glacial volcanism and its climatic impact. *Nature*, 1980, 288: 230~235.

A STUDY OF THE TREND OF CLIMATIC CHANGE DURING THE PERIOD OF NEXT 50 YEARS

Wang Shaowu

(Department of Geophysics, Peking University, Beijing 100871)

Zhao Zongci

(National Climate Center, Beijing 100081)

Abstract

A comparison study was made of the modelling results from a series of models to calculate the climatic impact of greenhouse effect, especially, its impact on the climate of China was studied. Meanwhile, the possible natural climatic change in the next 50 years was also considered, which depends mainly on the long-term changes of solar irradiance and volcanism. It is shown that the cooling associated with the natural climatic variability may compensate to some extent the warming caused by the strong increment of greenhouse effect. However, the greenhouse effect will gradually predominate over the two factors above mentioned after 2010 AD. Global mean temperature may rise over 0.6°C in the 2030s in comparison with the annual mean of 1961~1990. It is possible that the temperature increment in East Asia will be greater than that averaged for the globe. Annual precipitation will be increased in general over East Asia, but summer drought may be intensified in the northern China with increasing of evaporation and decreasing of rainfall.

Key words: Greenhouse effect; Global warming; Climatic prediction; Solar activity; Volcanism.