



谭冠日 编著

气候变化与 社会经济

现代大气科学技术丛书



气象出版社

气候变化与社会经济

谭 冠 日

气象出版社

(京)新登字046号

内 容 简 介

本书根据国内外最新文献资料和作者本人的研究结果,对于气候变化对生态环境和社会经济的影响作了概括的介绍和评述。内容新颖,文笔流畅,通俗易懂,发人深思。

本书是“现代大气科学技术丛书”之一,可供气象、经济、农业、医学、能源、环保等学科的中高级科技工作者和科技管理人员阅读。

气候变化与社会经济

谭冠日 编著

责任编辑 王存忠 杨长新

气象出版社 出版

(北京西郊白石桥路46号)

北京印刷厂印刷

新华书店总店科技分馆发行 全国各地新华书店经销

开本: 787×1092 1/32 印张: 5.5 字数: 126千字

1992年 11月第1次印刷

印数: 1500

ISBN 7-5029-0733-5/P·0395

定价: 3.30元

序 言

随着科学技术的发展,大气科学技术的分支越来越细。为了取得某一研究问题的突破,气象科研工作者在一段时间里必须潜身于某一较窄的专业领域。但是,气象毕竟是一门多学科交叉的应用科学,为了在这个领域不断攀登新的高峰,必须掌握更多相关学科的新理论、新方法和新发现。若要博览浩如烟海的新论文和新著作,时间和精力总显得太不够,怎么办?

气象业务现代化建设要求特别注重系统设计,以便使各种适用技术巧妙地结合配套,发挥理想的整体效益。这就要求业务专家们适时掌握各种大气科学技术的最新成就,从中选取适用技术。但是,由于业务工作繁忙,常常也难于找出足够的时间一个学科一个学科去搜索。

近年来,气象部门的管理干部专业化水平有了很大提高。许多管理者本身就是专家。但是,毕竟管理学是另一门科学。他们走上管理岗位之后,在紧张的公务之余,能有时间读几本管理科学丛书就已十分难得。事业的发展却要求他们至少要跟得上大气科学技术发展的步伐。尤其是高层次的管理者必须不断掌握大气科学技术的最新进展和发展动向。否则,就不可能再成其为称职的管理者。

感谢气象出版社想业务专家之所想,急管理者之所急,组织一批正处在大气科学技术各有关分支的前沿阵地的高级专家编著这一套《现代大气科学技术丛书》,系统地介绍大气科学技术各分支当前国内外的最新动向、最新方法和最新理论,从战略高度对本学科的去、现在和将来做科学的概括,

并指出目前发展中存在的关键问题和可能解决的途径。相信这套丛书的出版会使众多的专家和管理者花费极少的时间，获得极大的收益。

马鹤年

1990.8.28

前 言

气候是人类环境的一个变化最大的要素。适宜的气候是宝贵的资源，严酷的气候异常就是灾难。它是人类广泛的活动的影响因子，有时甚至起决定性的作用。现在，许多国家，包括我国，已把气候变化及其影响的预测列为头等重要的科学研究任务。科研水平较高的国家，在政府的主持下，已对下个世纪气候变化的情景及它对各行各业的可能影响作出评估，作为采取战略性决策的根据。

人们一般都认识到天气变化、气象灾害和气候反常对生物、经济的影响。但气候对经济和社会的总体发展有多大影响，历来看法颇不一致。一种极端是强调地理、气候的决定性作用，被称为“气候决定论”；另一种极端则认为气候只是一种不变的背景，其作用微不足道。如何恰当地评价气候的影响，既有认识问题，也决定于社会经济的发展水平及气候影响的规模。如果充分了解历史上气候所扮演的角色，不会有人认为气候的作用是无足轻重的。新疆罗布泊附近两千年前曾有繁荣的古城、楼兰王国的国都阡泥城，就是因为气候变干而泯灭的。欧洲从13世纪到17世纪的小冰期，气温降低大约 1°C ，就有不少矿山和葡萄园被废弃；同时冰岛被海冰包围，与外界完全隔绝，饥荒频频，人口下降。气温在数百年内变化 1°C 尚且如此，未来数十年内大气中二氧化碳的含量比工业革命前的浓度增加一倍，全球气温比现在平均升高 3°C ，北美洲和苏联的森林南界会向北撤退数百至上千公里，而北界的自然扩张充其量不过100公里，森林面积缩小。海平面上升数十厘米至1米，许多沿海的发达区域将在海平面

之下。这些变化可能在数十年内来临，这对社会经济会有什么影响啊！

气候对生物、社会和经济的短时冲击很明显，但当它深入到社会内部之后，受到人文因素的调整，经过多方面的相互作用和反馈，气候影响渐渐模糊。要把气候影响分辨出来，或者要定量地刻划气候影响，是极其困难的，甚至是不科学的，只能粗线条地描绘它的轮廓。这也是人们不易感知气候影响的原因。不过，经过深入的分析，气候影响确实是客观存在，不容忽视。气象工作者的责任，是要运用自己的专业知识为社会服务，阐明气候与社会经济的关系，发挥气象科学的功能，争取良好的经济效益和社会的进步。这也是本书的目的。

本书是专门讨论气候变化与社会经济的关系的，但作者对前述旷日持久的分歧不打算简单地表示个态度，而是根据国内外最新文献资料和本人的研究结果，对于气候变化对生态环境和社会经济的影响作一介绍和加以评述。气候对各领域影响的深度不同，研究水平也参差不齐，作者掌握的材料又不完全，以致本书各部份的“起点”和“终点”是不整齐的。引述的有些观点和材料并不意味着作者的认同，而是留给读者去评判。原想多介绍一些我国的成果，可惜收集到的资料并不丰富。这是因为我国社会经济资料不完备，有些还不如实。有些内容又相当敏感而不宜披露。我国关于气候与社会经济关系的研究，大量的属于应用气候的范畴，关于气候对社会经济总体影响的研究很少。好在已有了几本专著：谭冠日、朱瑞兆和严济远的《应用气候》（1985），张家诚的《气候与人类》（1988），郑斯中和黄朝迎等的《气候影响评价》（1989），唐其煌的《气候环境学》（1989），对

国内材料作了很好概括，本书就有条件将国外成果和进展作更多的介绍，这也符合这套丛书关于反映世界上最新成就的要求。美国的卡克斯坦教授 (L.S.Kalkstein) 是作者研究天气气候客观分类和气候对死亡率影响的合作伙伴，在本书定稿之前他为作者提供了美国环境保护局关于气候影响的最新系列成果，反映了这个领域的最高水平，丰富了本书的内容。尽管如此，气候影响的论著正在如雨后春笋那样涌现，本书也可能是挂一漏万的了。

谭冠日

于中山大学大气科学系

1990年9月

目 录

序言

前言

一、气候对于社会经济的意义·····	(1)
(一) 变化中的气候·····	(1)
(二) 气候对社会经济的多重意义·····	(6)
(三) 气候对社会、经济影响的过程·····	(10)
(四) 社会、经济对气候敏感的领域·····	(14)
参考文献·····	(17)
二、气候对农业的影响·····	(18)
(一) 气候对农业影响的研究方法·····	(18)
(二) 气候对边缘地带农业的影响·····	(28)
(三) 气候——农业——社会经济·····	(33)
参考文献·····	(38)
三、气候与水资源·····	(39)
(一) 气候与水资源的定量关系的研究方法·····	(41)
(二) 气候变化与水资源规划·····	(48)
(三) 气候——水资源——社会经济·····	(54)
参考文献·····	(62)
四、气候与能量消耗·····	(63)
(一) 能量消耗与气候的关系·····	(63)
(二) 气候影响能耗的模式·····	(69)
参考文献·····	(72)
五、气候对健康的影响·····	(74)
(一) 人体对气候环境的生理反应·····	(74)

(二) 气候对人体形态和肤色的影响·····	(77)
(三) 疾病与气候相关联的现象·····	(78)
(四) 气候影响疾病的渠道·····	(80)
(五) 疾病与气候的定量关系·····	(83)
(六) 天气对死亡率的影响·····	(85)
(七) 健康记录的问题·····	(91)
参考文献·····	(92)
六、经济分析中的气候因素·····	(94)
(一) 气候与经济·····	(94)
(二) 分析气候对经济影响的方法·····	(97)
参考文献·····	(102)
七、历史和现代气候对社会的影响·····	(104)
(一) 关于气候对社会影响的各种观点·····	(104)
(二) 古代和近代气候对社会的影响·····	(108)
(三) 现代气候对社会的影响·····	(122)
(四) 研究气候对社会影响的方法·····	(133)
参考文献·····	(139)
八、未来气候对生态环境和社会、经济的影响·····	(141)
(一) 未来的气候情景·····	(141)
(二) 未来气候对水圈和水资源的影响·····	(148)
(三) 未来气候对自然界动植物的影响·····	(151)
(四) 未来气候对农业的影响·····	(153)
(五) 未来气候对人体健康的影响·····	(160)
(六) 未来生物圈变化的模拟·····	(163)
(七) 全球社会系统模式·····	(166)
参考文献·····	(170)

一、气候对于社会经济的意义

(一) 变化中的气候

社会科学工作者如历史学家、政治学家以及经济学家，虽然承认气候是社会的环境因素，但他们认为，与社会发展的速度相比，气候只是一个定常的外部条件。这样地研究问题，不仅见于社会科学家，自然科学家也常常如此：把研究对象看成“闭合系统”，外部条件定为常数，就容易求得问题的解答。当然，这种解答是不完全的，或者是不准确的。

把气候当作常态的，并不只是非气候工作者。有一些古典气候学家，如被苏联学者尊为气候学鼻祖的沃耶依科夫(А.И.Воейков)，古典气候区划的奠基人，德国气候学家柯本(W.P.Köppen)，著名的俄国地理学家贝尔格(Л.С.Берг)，都认为气候是大气现象、天气或大气过程的平均状态。按照这种观点，气象要素的“长年”平均值就代表气候。很多书籍和气候志附录气候数据没有注明起迄年代，也不强调时期的统一。有些生物、气候学家满足于寻找气候平均值与植物的关系。如此等等，或多或少是“常态气候”的观点的反映。

有些人确实体验到天气是瞬息万变的，但是，却认为气候是平稳的，而不理解天气是气候的具体表现，气候寓于天气之中。比如，气候上偏暖的年份常常表现为冬天暖和，少有严寒天气；夏天来临早，常有酷暑天气。这里，差别仅仅在于，天气着重指短时的过程或个例，气候指它长时段的总和。

随着人们对气候认识的加深，气候的变动渐渐受到了注意，于是，有天气气候、综合气候，动力气候等分支出现，

也进一步研究气候变率的生物、物理影响。比如，农业气候中强调各种界限温度出现日期的保证率和积温的保证率，工程设计上采用一定重现期的气象极值，都是从动态上来认识气候。

60年代以来气象灾害对社会、经济的巨大影响，以及气象学家预言大气中二氧化碳增加会使全球气候变暖，已使越来越多的人改变了气候是常态的观点。正是变化的气候，而不是常态的气候，吸引了气象学界的精英转移到气候领域中来。我国国家气象局最近甚至对机构作了重要的调整来适应这种形势。这是对气候的本质及其社会影响在认识上的飞跃。

一个简单而内涵丰富的气候定义代表了对气候本质的最新认识：气候是一个地域上长期天气的总体。它包含了三层意思：第一，气候是发生在一定下垫面之上的大气过程，带有地方特点。地理环境是形成气候的重要因素，气候又是地理环境的一个方面。第二，气候以较长的时间尺度而区别于天气。气候固然可以由个别气候要素来表示，也用许多气象要素的综合——天气来表示。天气是气候的短时表现，气候是天气的长期积累。第三，气候是一个总体。最后一点的意义是很丰富的。这里的总体具有概率论与数理统计学中随机变量的总体的所有含义。无论总体还是它的一个样本，都有其平均值、极值、各阶矩和各气象变量的联合概率分布。把气象变量的记录看成时间序列，又可以求出它的周期性及非周期性的各种特征。这样定义气候，弥补了古典定义中仅仅强调平均状态的不足，兼容了天气气候、综合气候和统计气候对气候的理解和解释。这个定义，反映了气候的相对稳定而又变化无穷的两个方面。

气候变化一般指气候随时间的演变，此外，还包括气候

的空间变化。空间变化与时间变化是紧密相连的。比如，全球气候变暖必表现为热带、亚热带地域向高纬的扩张，寒带的缩小。本书主要讨论气候时间变化与社会经济的关系，也不能不联系到空间变化。我们讨论的气候变化主要指以下三种变化：

1. 短期气候振动 指的是年际变化及时间尺度为数年至十数年的变化。短期气候振动对生物和经济的影响是重要的。卡克斯坦 (L.S.Kalkstein) 认为，把气候要素平均值看成植物分布的气候条件是生物气候学家的错误。他认为气候要素概率分布的差异才是植物分布的气候原因。例如，美国降水量大体上从东向西减少，在堪萨斯州内有一条南北向的森林界线，以东是森林，以西是草原。人们认为平均降水量的东西差异是形成森林界线的原因，再深入考察，发现森林界线是摆动的。连续湿润的年代，界线向西移；连续干旱的年代，界线向东移。在界线的两侧，降水量在80%的年代里没有明显差异，只不过在其余20%的年份中，西边比较干旱，树木在那里不能生长。这证明了不是平均降水量而是降水的频率分布决定了森林界线的平均位置。关于农业边缘地带的移动的研究支持了这一观点。

数十年来，对经济造成重大损失并给人们留下深刻印象的短期气候振动有以下一些事例〔7〕：

(1) 非洲撒哈拉大沙漠南缘的萨赫勒地带在1968—1973年发生大范围的干旱。东部和北部被称为次撒哈拉非洲的大部地方在1955—1960年已开始变干了。许多在50、60年代取得独立的国家因而陷入危机之中。联合国1977年举行了沙漠化大会，这是受气候压力所迫而召开的第一次与气候有关的世界政治会议。干旱持续到1988年还未结束。

(2) 1975—1976年西欧发生大旱,有些地区生长季的雨量只有正常值的40%,创200年以来的记录。这里人口稠密,工农业发达,这次干旱已考验出水利设施和农业对降水异常的脆弱性。

(3) 70年代中期北美东部出现严寒,有些地方冬季气温比正常值低 5°C ,使这个世界上最大的工业区的能源系统遇到了巨大的挑战。

(4) 70年代,发达国家正在把越来越多的谷物作为饲料。气候的异常导致谷物减产,干扰了世界粮食供求体系。1972, 1974, 1975, 1979, 1980 和 1981 年苏联粮食特别短缺,在世界市场上大量购买谷物,使价格发生剧烈的波动。

(5) 美国和加拿大1988年的大旱使粮食收成减少三分之一,对世界粮食市场有巨大影响。

(6) 60年代以来有些地方气象灾害比较频繁,是很多发展中国家经济发展计划不能按期实现的一个原因。

短期气候振动的这些事件,是不是长期气候变迁的初期表现呢?提出这个问题是有理由的,因为,气候变迁总是首先以短期气候振动形式表现出来,经过几十年才被人认识到是长期气候变迁的一部份。有人认为60年代以来,世界气候已开始了变率较大的时期。有些统计结果揭示出,气温的趋势性上升或下降往往伴随着变率的改变,因而气候变率的增大可能是气温趋势性变化的先兆。但有人认为,近几十年的极端气候事件还未超出现代气候变率的范围。它仅仅是随机变化,而不属于趋势变化的一部份。

2. 气候变迁 指长期的气候变化趋势,时间尺度从数十年至几亿年。

百年尺度气温变化约 1°C ,降水量变化约100毫米。千

年尺度气温变化约 3°C ，降水量变化约 250 毫米^[9]。这类变化幅度还不如季节变化大，对社会、经济有无影响呢？回答是肯定的。一个地点如果年平均气温升高 1°C ，意味着生长期延长数十天，积温增加几十度至二、三百度，生物环境就会有明显的改变。如13至17世纪气温的50年平均值约下降 $1.0-1.5^{\circ}\text{C}$ ，英格兰生长季节大约缩短一个月，高地上作物垦殖上限降低了200米，中欧山区森林上界下降了200米。

从人类历史有些重大事件可以找到气候变迁影响的踪迹^[10]。

公元前 3 至 8 世纪，气候温暖，我国种植柑桔的北界可达淮河，即所谓“桔踰淮而为枳”。这条界线比现代的界线还要偏北。到公元 3 世纪，界线南移到长江一带，意味着气候有所变冷。虽然如此，唐代(公元618—907年)长江两岸的柑桔一般仍不受霜冻的侵袭。但1654—1676年，即在欧洲小冰期，江西的柑桔受到频繁霜冻的袭击而中止了。

15世纪以前，北极海冰的扩展已使居住在格陵兰的古威金人与外部世界隔绝。17世纪后期海冰的进一步扩张，包围了冰岛，1695年那里的居民与外界完全隔离。

3. 气候的空间变化 主要是指气候要素平均状态的空间分布。首先一个问题是，多少年的平均值才代表准平均(气候平均)，世界气象组织规定用刚刚过去三个年代共30年的平均值作为准平均，每过10年更新一次。目前的准平均是1951—1980年平均，到1991年就更新为1961—1990年。30年相当于一代人的时间，对于研究当代社会经济问题是有代表性的。30年平均值有相当的稳定性。我国各月气温的30年平均值的平均偏差在 $0.06-0.33^{\circ}\text{C}$ 之间，中位数约 0.15°C 。

气候要素平均值的空间分布是一种环境背景，使社会烙

上了地域的特征。比如，游牧民族的一切活动都带有居留地的草原气候的特色。各地的光、热、水的状态决定了耕作制度。从热量说，如果每年积温不到 2000°C ，一般只能种一季水稻；积温在 7000°C 以上才能种三季作物（稻-稻-玉米）。

（二）气候对社会经济的多重意义

在社会发展延续达百万年的长剧中，气候扮演着几种不同的角色。虽然它作为配角出场，有时却毫不客气地掀起高潮。有时它在幕后，有时又在台前。气候的角色有四个：

1. 气候是人类环境的一个要素 人类的环境有自然环境，社会环境和工程环境。气候作为自然环境的一个要素是它的相对稳定的状态，对生物群落的形成和人类社会的发展有着经常的、潜移默化的影响。最明显的事例，就是动植物必需与当地的气候及其他地理环境要素达到生态平衡，生物的群落才能比较稳定。这就是以植物命名种种气候如热带雨林气候、草原气候和苔原气候的缘由。人属于广义的生物，人也必须与其气候环境达到相对的平衡。世界上人口的分布，在某种程度上是受到气候环境制约的。当然，人适应环境和改造环境的力量比其他生物大得多，而且这种力量是越来越强的。

气候的环境学意义，使得气候学家进行了大量的通用和专业的气候区划。30年代柯本，Geiger的气候区划只注重温度、降水的时空分布。60,70年代Thorntwaite和Mather等更大程度上考虑气候系统中水份和能量的交换，创造了“生长度日”“采暖度日”等概念。Palmer制定了干旱指标。此外，还有舒适指标、热压力指标等等，使经济活动与气候环境更密切地结合起来。我国在50年代至80年代进行的建筑气候区划、电力通讯线网气候区划、农业气候区划、

自然气候区划和风能资源区划等，都是这方面的发展。除了按气候要素刻划气候环境之外，还有从气候形成的辐射收支、热量平衡，水份平衡的份量来反映气候环境的。

2. 气候是某些事物的主导或影响因子 气候对动物、植物和工程建设的生物和物理影响有时对事物变化起主导作用。比如在其他环境条件适宜的情况下，温度是决定植物生长发育的主要因子，也是植物生长过程和有机物质积累的重要因子。在适温范围内，温度每升高 10°C 生物学反应速度加快1—2倍。流域内雨量的多少，是河流的流量的主导因子，因而是水资源的决定性因子。

气候的生物、物理影响进一步扩展与传播，进而影响到社会经济的各方面。这时，更多社会内部因素与气候发生了相互作用，气候往往就不再是决定因素了。不过，仍然可以看到气候与某些事件有着因果联系。比如，1988年美国的大范围持续干旱，对美国农产品以至世界小麦贸易都有显著影响。在生产力落后和社会比较封闭的古代，气候对社会的影响比现代更加明显。比如，Carpenter 和 Bryson 等认为晚青铜时代（3000年前）的干旱是美锡尼（Mycenae，古希腊都市）文明没落的原因。

为了探讨气候与经济和社会的因果关系或影响关系，有些地方早已经求出作物的产量与气候的统计关系模式。近来更发展了具有因果联系的系统分析模式。这两类模式不仅反映气候对作物的生物、物理影响，甚至还包含了社会、人文方面的作用。而人文因素使决定性关系或因果关系模式的建立发生很大困难。一方面，事物间的相互关系由于人的主观能动性而变得复杂；另一方面，没有客观的可靠数据来决定模式中一些参数。