

# 《人类对气候的影响》

本书为1978年6月14—16日在柏林召开的国际讨论会科研报告文集。由西德蒙斯特大学应用气候和环境研究中心的W.巴赫(Bach)、联邦环境局的J.潘克拉思(Pankrath)和世界气象组织的W.凯洛格(Kellogg)等人编辑。于1979年ELSEVIER科学出版公司首次出版。

本书共分三部份：一、气候史、理论和模拟；二、人类影响气候过程；三、未来气候的潜在影响。现将基本内容介绍如下：

## 一、气候史、气候理论和气候模拟

该部分共有9篇论文。首先由西德弗赖大学理论气象系H.福塔克(Fortak)提出熵在气候研究中的作用。说明太阳辐射作为大气—地球系统的一种熵振动，地球—大气系统向外界输出的熵是受地表、云顶的黑体温度以及反射率所制约的。并且根据能量与熵的关系，探讨人类可能对气候参数的不可逆影响。福塔克的报告涉及到了气候变化的一个非常基本的方面。

除了地表反射率和平流层臭氧变化之外，其余的人为因素对于气候系统都是起全球增暖的效应。波恩大学H.弗洛亨(Flohn)在不考虑副极区和极区的情况下，对下列几个暖期作了考察：中世纪暖期(900—1050年)年平均温度比现今高出 $1^{\circ}\text{C}$ ；全新世暖期(距今大约6000年)温度比现时高 $1.5^{\circ}\text{C}$ ；依姆(Eem)间冰期(距今12.5万年)温度比现在高 $2-2.5^{\circ}\text{C}$ ；无冰北冰洋暖期(距今1200—250万年)温度比现在高 $4^{\circ}\text{C}$ 。弗洛亨认为，这些过程与吸收红外线的微量气体的“复合温室效应”有关。另外，德意志联邦科学与资源署的H.马勒(Mueller)从湖底沉积物的花粉分析，探讨比尔沙森(Bilshansen)和荷尔斯坦恩(Holsteinian)间冰期间植物的短期变化。很明显，温度的突变并非是罕见的。马勒发现了不少在100年内或许不到60年，夏季温度即有变化 $5^{\circ}\text{C}$ 以上的事例。并认为，如果这种事件在未来重复出现，那么情况将是相当严重的。

气候模拟也是该部分的一个重要内容。气候模拟所存在的一个主要难题是气候系统是由一系列有相互作用的次系统组成的，而这些次系统的自然时间尺度有时会相差数个量级之多。K.哈塞尔曼(Hasselmann)证明，应用只具有一个时间尺度的模式(如大气

环流模式GCM)来作气候反应试验是很可能被引入歧途的。为此，他提出了一种偶合的模式方法，即把几个自然时间尺度的气候变化结合起来，且在设计气候反应试验时适当地考虑信息—噪音问题。美国地球物理流体动力学实验室的R.韦瑟罗尔德(Wetherald)与S.马纳本(Manabe)进一步试验由于大气中 $\text{CO}_2$ 的增加可能引起的温度变化。将一个一维辐射对流平衡模式所得结果，与一个简化了的三维大气环流模式加以对比，发现三维模式得出的对流层增温要大些。同时还表明 $\text{CO}_2$ 浓度明显增加，也能使三维模式的水份循环有所加强，只是各区增温程度不一而已。

如果将模式加以综合，自然会产生增大误差和计算量的问题，这就要求将个别模式尽量地加以简化。几何上零维的气候模式就代表最大的简化。弗赖大学K.弗拉德里奇(Fraedrich)提出一个零维模式，其中全球能量储存与全球平均的净辐射(包括冰反射率和温度反馈)相平衡，根据灾难论(Catastrophes theory)确定由于内外界参数变化对气候系统的冲击，得出了三种平衡状态；两个不稳定界包围着一个间冰期。气候模拟的另一个重要问题是大气边界层过程的参数化。美国加利福尼亚州门洛帕克国际科学研究所C.布姆拉卡提出，通过系统灵敏度试验来求最佳的参数化方案。

为了预报今后几十年内人类对气候的影响，还有待于依靠改进耦合的大气—海洋模式。J.伍兹(Woods)认为，这种模式可以通过海面、风力混合层、暖水圈和深海洋等四个方面来改进。当前最迫切的是建立试验模式所需的资料基础。W.罗塞(Rolther)及其小组应用了放射性氚作为示踪剂来收集这些资料。据认为用这种方法来估计海洋吸收 $\text{CO}_2$ 的能力可能比“黑箱”法好。

## 二、人类影响的机制

其中包括10篇论文，主要阐述了人类如何作为气候变化的外部原因。其中由R.艾登(Eiden)概述了微量物质对大气能量平衡的影响。他提出水汽主要是在对流层，臭氧则主要是在平流层被吸收。近地面层气溶胶粒子的吸收也很明显，能比得上水汽的吸收。

大气中 $\text{CO}_2$ 浓度的增大继续成为由能量需求所引起的主要气候影响的因子。燃烧矿物燃料所产生的 $\text{CO}_2$ ，分别由全球碳循环的各个吸收源所吸收，被大

气所吸收的部分仍成为估计潜在气候变化的重要因素。但当前对于各个碳吸收源的大小以及其吸入和输出的通量,还存在很不一致的看法。特别是人类对于碳循环的干涉以及多余的 $\text{CO}_2$ 的去处,是有待进一步解决的问题。

根据最近对土地利用的统计以及对每年砍伐森林、森林火灾以及农业燃料效应的估计并应用遥测和 $\text{C}^{13}(\text{C}^{12})$ 学方法,发现地球生物圈不仅通过加强光合作用而吸收 $\text{CO}_2$ ,而且通过砍伐森林和耕耘土地而产生 $\text{CO}_2$ 。尽管过去对 $\text{CO}_2$ 的去向很少受到注意,至今据有人认为,温带地区森林的净生长,北极区有机物的推迟分解、河流对海洋的有机或无机碳输送、海洋碎岩的沉积、通过极地附近冷水的大气与深洋迅速交换等都是 $\text{CO}_2$ 的可能吸收剂。

人类也有可能通过干扰硫循环或者改变氮循环而对气候产生影响。虽然二氧化硫对气候的影响可忽略不计,但硫酸盐粒子通过散射和吸收却有可能改变世界部分地区的辐射气候。如果我们仅仅考虑反向散射,并且假定硫酸盐浓度在北半球均匀分布,那么估计硫酸盐能使温度降低 $0.03\text{—}0.07^\circ\text{C}$ 。如果不控制氮肥和腐蚀肥料的使用,那么到下一世纪对对流层 $\text{N}_2\text{O}$ 的混合比就会从现在的 $325\text{ppb}$ 上升到大于 $1000\text{ppb}$ 。

综合起来,由于 $\text{N}_2\text{O}$ 、 $\text{NH}_3$ 和 $\text{NHO}_3$ 的干扰,能使地面温度上升 $0.4\text{—}1.5^\circ\text{C}$ 。鉴于氟氯昂具有 $8\text{—}12\mu\text{m}$ 的吸收带,其间大气是相当透明的。由于氟氯昂的增加,至公元2000年,有可能使地面气温上升 $0.5\text{—}0.6^\circ\text{C}$ 。

气溶胶对气温的影响仍然是一个争论的问题。H.格拉斯尔(Grassl)解释了无法可靠地估计出气溶胶对全球反射率以至于对气温分布效应的原因。据格拉斯尔的解释,在无云地区,气溶胶可能起增大也有可能起降低反射率的作用,这主要取决于地面反射率以及折射指数的虚数部分。在有云地区,气溶胶对反射率有三种效应。这些效应综合起来,对薄云是增大反射率,对厚云是降低反射率。由于气溶胶折射指数的虚数部分和云的平均光学厚度现今尚不能可靠求得,因而就未有可能很好估计出气溶胶变化所引起的全球反射率及温度变化。

大尺度能量转换可影响气候变化。J.埃格(Egger)应用二种线性驻波模式,研究北半球大型能量中心释放出的废热对大气环流的影响。他得到的结果是能量中心释放出 $10^{12}$ 瓦的废热,不会对中尺度及全球尺度的环流产生显著效应。据J.威廉斯(Williams)的分析,依据能量平衡模式及大气环流模式,只要有大量的热量输入,废热是能起显著作用的。由能量平衡模式、辐射一对流模式和大气环流模式得出,只要

$\text{CO}_2$ 含量加倍,地面温度即要上升 $1.5\text{—}3.0^\circ\text{C}$ ,且极区附近上升更甚。若大范围应用太阳能转换系统,地面热量平衡、表面粗糙度、水文特征以及洋面温度等都可能发生变化,从而对全球气候产生影响。

### 三、各种策略的选择

这部分涉及各种能量策略可能引起的气候变化,联系到 $\text{CO}_2$ 问题,提出了一些对策,共有4篇论文。

美国橡树岭联合大学R.罗蒂(Rotty)考虑了人口统计、经济、社会、政治等因子,估计到2025年能量的需求可能达到 $32\text{TW}$ (等于 $10^9$ 千瓦),能量需求增长率大约为每年 $5.3\%$ ,由矿物燃料释放到大气中的 $\text{CO}_2$ 即每年增加 $4.3\%$ 。据此估计到2025年,人类能量释放引起的气候变化可能只限于局地 and 区域范围, $\text{CO}_2$ 增长引起的气候变化多少会有全球性的。国际原子能机构F.尼豪斯(Niehaus)应用一个全球能量模式(考虑到人口、经济以及污染等方面),结合全球碳循环模式模拟1900—2100年用各种能量策略可能引起的后果。假设至2100年世界能量消耗水平达到 $50\text{TW}$ ,若其中单用矿物燃料,则大气中 $\text{CO}_2$ 可达 $1500\text{ppm}$ ,地面气温将比现今高 $5^\circ\text{C}$ 以上。若主要利用核能和太阳能,则 $\text{CO}_2$ 含量大约只达 $410\text{ppm}$ ,导致全球气温仅比现今高 $0.5^\circ\text{C}$ 。由于气候系统十分复杂,难以模拟出全部现实状况,因此,尼豪斯建议把注意力集中到探讨危险率分析(Risk analysis)的一个主要方面,即着重于概率和不确定性判断。国际应用系统分析研究所C.马凯蒂(Marchetti)认为,只要人类有力量干预自然的循环,他们就应当有能力去解决其中引起的问题。马凯蒂提出三种办法可以解决 $\text{CO}_2$ 问题。第一是通过税收使能量消耗者改用不释放 $\text{CO}_2$ 的能源。第二是多植快速生长树(如梧桐)来吸收 $\text{CO}_2$ ,把 $\text{CO}_2$ 储在木材和腐殖土内。第三是分离从烟囱逸出的 $\text{CO}_2$ ,使其储藏到废油、气或深洋之内,通过温盐流把这些气体输到很深的洋底。把燃料放在氧中燃烧比在空气中燃烧更易去除 $\text{CO}_2$ 。

最后,由美国大气研究中心W.凯洛格为未来100年内全球的增暖设想了几种可能的途径。首先有可能继续使用矿物燃料,直到烧尽经济上合算的藏量为止;其次有可能在国际范围采取果断措施来限制矿物燃料的使用;最后人类可能找到一种较便宜的能源来替代矿物燃料,以便一劳永逸地解决向大气释放 $\text{CO}_2$ 问题。

本书基本上概括了本世纪七十年代以来,人类活动对气候影响的最新研究成果。

鉴于本书作者不一,全书整体结构尚欠精练。

邱杏琳