



全球变暖是人类活动造成的吗？

为什么极端气候事件频繁造访人类？

气候变化和极端气候事件之间有什么关联？

国际社会为什么在二氧化碳和 1.5°C 阈值问题上争论不休？

我们满怀热情，但却走火入魔。

面对疑问，我们有权利知道事情的真相。

谁驱使了气候变化？

疑问

钱维宏 著



科学出版社

问天

谁驱使了气候变化？

钱维宏 著



科学出版社

北京

内 容 简 介

早在两千多年前,屈原带着对大自然的疑惑写下了《天问》,而庄子把大自然描述为:“天地有大美而不言,四时有明法而不议,万物有成理而不说。”古人关注“天地”、“四时”、“万物”的空间、时间的相互关联。大自然的结构、规律和关联是客观存在的。本书的目的是通过“天地之美”,“四时之法”和“万物之理”,认识气候变化,探索驱动原因。

本书试图用来自天文、地质、海洋和气象的科学数据探索“气候变化的真相”。人类燃烧的化石燃料来自地质时期的光、热、水等气候资源的沉淀。气候变化和极端气候事件是科学问题。人类活动排放二氧化碳是环境问题。科学问题是要研究的,环境问题是治理的。当科学问题 and 环境问题分不清,又掺和上经济利益时,就容易引来争论不休的政治分歧。

气候永远都在变化,只是在不同时期有不同的变法。其成因要用科学数据来进行理性的分析。人类已经从农耕文明走到了工业文明。工业化的发展带来了种种的环境问题,未来人类需要的是与自然和谐相处的“生态文明”。本书适合所有关心地球环境和人类前途的人士阅读和评判。

图书在版编目(CIP)数据

天问:谁驱使了气候变化?/钱维宏著. —北京:科学出版社, 2010

ISBN 978-7-03-029557-6

I. 天… II. 钱… III. 气候变化—普及读物 IV. P467-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 225016 号

责任编辑:李晓华 马云川 / 责任校对:钟 洋

责任印制:赵德静/封面设计:无极书装

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

装 订 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 1 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2011 年 1 月第一次印刷 印张: 13 3/4 插页: 1

印数: 1—5 000

字数: 257 000

定价: 29.80 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

天

前言

认识自然世界最难的是明辨“空间”和“时间”及其关系的哲理。宇宙空间是无限的。三维空间中介质的疏密及其运动构成了变化中的物质结构。时间具有方向性。未来的时间中有创造和进化，也有混沌。过去的已成为历史，未来还是未知的，需要预测。物质随时间在空间中的变化给我们的宇宙带来了活力。换言之，空间中没有物质及其运动，则时间是没有意义的。物质的运动在宇宙的不同部分千变万化，那些随时间演变的空间花样及其与周边环境的关联是值得研究的学问。

物质在单位时间内移动的距离称为速度，在单位时间内旋转的角度称为角速度。速度和角速度慢得需要高尖端的仪器才能测量，快得也需要高尖端的仪器才能测量，可还是测不准。人所感知的速度是物与物之间的相对速度。由于宇宙中嵌套了多重旋转，确切地说，所有的速度都是物质在其位置上的切向速度。速度的不同是区别物与物差异的一种标志。物质速度的改变需要力的作用，而力的根

源是能量。

宇宙中的一切物质运动都可以看作有生命，大可从一个星系的诞生到消失，小可从一种动植物的诞生到死亡。生命的演变具有相对的速度和绝对的加速度，它们构成了生命的多样性。生命所具有的不同速度和加速度也就形成了物质在空间上随时间演变的“扩张”与“收缩”。物质密度“扩张”和“收缩”随时间的形态变化就是波动。世界正是由“物质”和“波动”组成的。

宇宙有多大，它仅仅是人们心目中的空间。小者，人们曾把太阳系看作宇宙。大者，人们曾把银河系看作宇宙。如此的宇宙角落是冷酷的，而它的核心是熔融的。唯有地球把熔融埋在心底，把冷酷抛向远方，能用她温暖的胸怀孕育着依赖于水的生命。人作为地球生命之一，对气候的感知是春暖、夏热、秋寒、冬冷，这是大气接受太阳辐射后随时间的变化，而调和冷热巨变的正是水汽。

地球的历史离不开太阳系的形成。太阳系的形成有很多的天文学说和宇宙学说。地球上山山水水的形成和分布也有很多的地质学说。但没有一个天文（宇宙）学说可以延续到其中的一个地质学说，也没有一个地质学说可以回溯到天文学说。天与地的关系，早让古人疑惑万端。公元前 340 年～前 278 年，屈原就发出对自然的《天问》，他不但问天、问地，还问人。与此同时代，西方古希腊哲学家亚里士多德在公元前 340 年也有著书《论天》。它实际上是一本最早的自然教科书，涵盖了天文学、地理学、地质学和气象学等内容。长期以来东西方的这些科学哲学先驱都在试图认识自然。

“气候变化的真相”由谁来说？它应该由地质演化的历史事实来说，它应该由历史时期的环境变化事实来说，它应该由观测的科学数据来说。“天气和气候的混淆，极端气候事件和气候变化的混淆，越来越多描述着地球在烈焰中的图画并没有表达出气候变化的真正原因。”气候变化的真相，不但是气候学家关注的科学问题，也是全人类关注的发展问题，现在又衍生为与经济有关的政治问题。

2010 年 5 月 27 日是周恩来总理与竺可桢先生谈论“世界气候变迁”科普读物 37 周年纪念日。这天晚上，北京大学团委邀请作者作了一场题为《气候变化的真相》的科普报告，这一天也是本书初稿素材收集完成的日子。

本书共分七章。第一章罗列了当前气候变化的不同观点，包括变暖论、变冷论、怀疑论，以及学术界和社会上正在开展的大辩论。第二章对天文（宇宙）学、物理学和地质学的相关问题进行了简要的探讨，也是气

象气候学的基础。第三章给出了地球的变化史,人类的发展史和气候的循环史。第四章讲述了地球系统中各部分之间的关系,特别是过去若干年来碳排放量与全球气温变化的关系,这种关系不能完全证明当前流行的人类活动排放导致全球变暖的观点。第五章是气候预测的理念,只有把科学的世界观和方法论结合起来,才能做出有物理意义的气候预测。第六章论述了气候变化与地球上四大类极端气候事件之间的关系。第七章“问路在何方”探讨了人类应走生态文明的社会发展道路。后面有三个附录。附录 A 和 B 是近半年来,媒体对作者的报刊采访和电视采访。附录 C 是第五章“凡事预则立”中用到的公式。

本书是一本气候变化的科普读物,也可供气候变化研究人员和研究生参考。有位先生在他的“博客”中说,看了央视对作者《面对面》节目采访后的那夜,他摆脱了对“世界末日”的担忧,睡了一个舒心觉。我衷心祝愿这位先生,在读了这本书后会更轻松。

本书的写作从 2010 年的“五一”假期开始,一个月内完成了初稿。其中一些内容的基础来自作者 1994 年出版的《行星地球动力学引论》,一些内容来自作者 2004 年出版的《天气学》,还有 2009 年出版的《全球气候系统》。近期,作者在气候变化和极端气候事件方面带研究生们做了点研究,本书中的部分图表来自于这些工作。

这几个月来,作者和媒体之间有过不少的接触。这些交流都罗列在了附录中。其实,面对媒体,就是面对社会,通过这些交流可以学习很多的知识,也了解到社会的需求。当然,作者也得到了方方面面的帮助。央视经济频道的李曼为记者给本书取名《谁驱使了气候变化?》。这次写书是作者理顺思路的过程,也是一次系统性的科研过程。

从天到地,五花八门,作者一吐为快。有人说,这是一个“顶天立地”的故事,中间还夹杂着流水潺潺和狂风咆哮。既然是故事,书也就没有按照学术论文的形式写作。这些声音和故事很多来自中午在北京大学“教授餐厅”的记忆回放。一帮“顶天立地”的教授围坐在一起,用餐聊天、天南地北、日月星辰、冷暖交替、日积月累,听在耳里,记在心中,现在终于落在了纸上。由于写作的时间仓促和对自然的理解有限,书中表达的很多思想多为猜测,缺乏检验,不妥之处一定不少,敬请读者提出修正建议和批评意见。

钱维宏

2010 年 5 月 27 日于北京大学逸夫馆

目

录

前言

第一章 气候大辩论/1

第一节 跨世纪的气候变化争论/2

第二节 三足鼎立论气候/4

第三节 未解之谜——谁是气候变化的“幕后黑手”/13

第四节 丈量气候变化的不同尺子/17

第五节 铭记历史 追根溯源/21

第二章 天地有大美/23

第一节 自然分层奥秘/25

第二节 自然界的相似之美/27

第三节 太阳系“家谱”/30

第四节 行星形成的美妙故事/31

第五节 太阳系演化的神奇轨道/33

第六节 行星胚胎的孕生/35

第七节 地球月球兄弟关系/37

第八节 迷惑人的引力是什么？/38

第九节 地球的天文演化/41

第十节 “四分五裂”的大陆板块/42

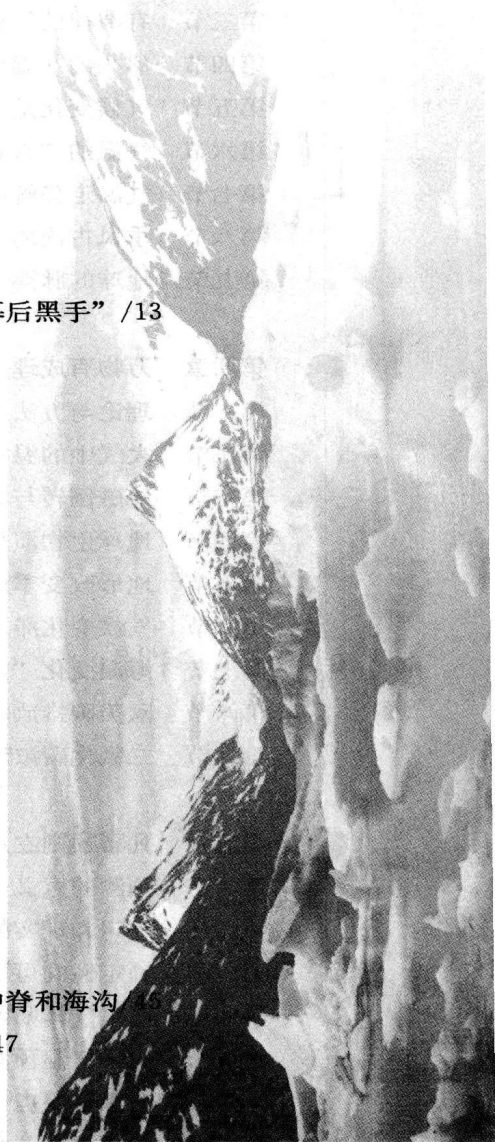
第十一节 谁“推动”了大陆漂移？/43

第十二节 地球母亲的皱纹和裂痕——洋中脊和海沟/45

第十三节 古老的气候日记——化石燃料/47

第十四节 地震好似鳌鱼翻身/48

第十五节 海陆分布引起的大气结构/50



第三章 四时有明法/53

- 第一节 站在时钟上看气候变化/54
- 第二节 随时间尺度而定的冷暖变化/55
- 第三节 有节律的气候变化/57
- 第四节 悠久的气温变化史/58
- 第五节 气候变化是社会变革的“导火索”/61
- 第六节 气温的“兴衰”——暖平台和冷低谷/63
- 第七节 气温走势解剖/68
- 第八节 季风古国的干湿变化/74
- 第九节 地球的脉搏——地震活跃期和平静期/77

第四章 万物有成理/79

- 第一节 理论与方法/80
- 第二节 大气中的温室气体和气溶胶/81
- 第三节 地磁倒转与海底扩张/83
- 第四节 地球生物演化的成理/84
- 第五节 地形改变季风 旋转改变天气/86
- 第六节 气候变化滞后太阳辐射变化的成理/87
- 第七节 海温变化“领跑”气温变化/90
- 第八节 欧美碳排放峰值期却是全球低温期/91
- 第九节 二氧化碳浓度增加是气温升高的罪魁祸首吗?/95

第五章 凡事预则立/101

- 第一节 预测的意义/102
- 第二节 理想和现实的差距——预测模型的局限/106
- 第三节 确定性的可预报不是“事后诸葛亮”/108
- 第四节 温室气体归因下的全球变暖/111
- 第五节 未来气温预测的振荡模型/113
- 第六节 两只拦路虎——热对流与转折性/117
- 第七节 可预报性“水涨船高”/119
- 第八节 预测要立于不败之地/121

第六章 无风不起浪/123

第一节 海洋冷暖巨变——极端气候事件的罪魁/124

第二节 天气波动的“恶作剧”——干旱事件/128

第三节 冷暖气团的邂逅——低温冰冻/131

第四节 西风气流中的梗阻——肆虐洪水的祸根/132

第五节 高温热浪中的蝴蝶图案/134

第六节 横看成岭侧成峰/137

第七节 认识自然波动 防范自然灾害/139

第七章 问路在何方/141

第一节 人类需要选择怎样的文明进程？/142

第二节 如何看待温室效应和城市热岛？/145

第三节 气候资料可靠吗？/147

第四节 未来的气候能预测吗？/149

第五节 气候预测模型可靠吗？/150

第六节 气候预测模型也会“过期”吗？/151

第七节 温度上升2摄氏度是环境承受的阈值吗？/152

第八节 何时沐浴生态文明？/154

全书总结 认识自然 畅想未来/157

附录 A 报刊采访/161

A1 全球增温平台与变暖协议捉迷藏？/161

A2 不确定研究仍应成为哥本哈根峰会首要话题/165

A3 在气候变化问题上，要听取不同声音/167

A4 20世纪末全球气温上升2摄氏度证据不足/169

A5 人类活动影响全球变暖有待研究/172

A6 解析西南干旱形成机制/173

A7 从争论中求共识/177

A8 高空喷射气流 意外受阻酿祸/180



● 附录 B 电视采访/183

B1 气候变化原因新探索/183

B2 从干旱看全球气候变化/190

B3 气候在不同时期有不同的变法/200

● 附录 C 从拉普拉斯的文字到公式 /207

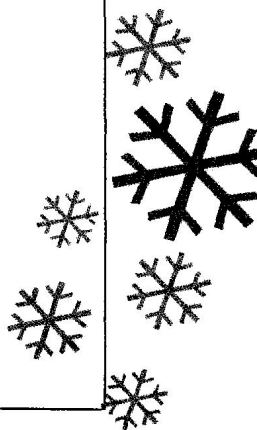
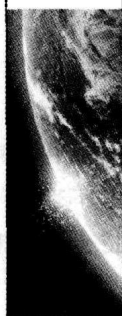
● 彩图

天问：

谁驱使了气候变化？

第一章 气候大辩论

关于全球气候变化趋势的争论，从 20 世纪 70 年代初就开始了。那时候人们担心全球气候是否会继续变冷，而现在争论的焦点是全球气候是否会继续变暖。实际上，这些争论仍然受控于自然变化。自然变化的转折也就形成了争论焦点的转折。不管争论中是“东风压倒西风”，还是“西风压倒东风”，也不管主流观点的“三十年河东，三十年河西”，变来变去都是源于人们对自然规律的认识不够。在气候预测还缺乏足够的物理基础情况下，预测沿着过去和眼前的趋势外推，往往会推过了头。对未来的气候预测正确与否，有待时间的检验。我们只有学习、研究和认识气候变化的历史，才能明辨未来的气候变化趋势，平息现有的争议。



第一节 跨世纪的气候变化争论

20 世纪六七十年代, 我们的地球正经历着一轮降温的洗礼。当时, 国际上有一种观点认为: 全球正面临着一次小冰期的到来, 气温将持续下降。在这期间, 科技论文持有三种不同的观点: 一是变冷, 二是变暖, 三是不变或不确定。从 1978 年开始, 认为全球变冷的文章就几乎销声匿迹, 持全球变暖观点的文章逐年增多。

20 世纪 70 年代初出现的气候“变冷说”一度成为主流。在极地和高山上, 冰原是由一层层降雪堆积挤压形成的, 其中也夹杂着不同时期的小气泡和沙尘等。人们在冰原上从表层向下层钻取冰芯, 对其中含有的气体成分(浓度)和沙尘等进行精密分析。由此冰川气候学家可以获得冰原形成的年份和这一地区过去气候变化的信息。1971 年丹斯加德等分析了格陵兰冰芯氧同位素谱, 认为地球气候有 10 万年的周期变化, 其中 9 万年为冷期, 1 万年为暖期。日本气象厅气候学家朝仓正 1973 年撰文预言, 地球将于 21 世纪进入“全球变冷”时期。美国威斯康星大学环境研究所布莱森还认为, 地球当时正在非常缓慢地进入另一个大冰河期。同样在 20 世纪 70 年代, 在美国布朗大学召开的“当前的间冰期何时结束与如何结束”研讨会上, 一些学者借实例指出, 地球气温已经开始下降。他们认为从暖到冷的转变不需 500 年, 如果人类不加以干涉, 暖期将会很快结束, 全球变冷以及相应的环境变迁也会随之而来。会议的两位发起者甚至还向当时的美国总统尼克松写信提出警告。这种“冰期将临”的观点一直持续了 20 年, 当时的社会主流还要发起阻止气候继续变冷的行动。有此先例, 时隔 30 年, 人们又提出要发起减缓气候变暖的行动, 虽然目标相悖, 但也不那么出乎意料。

在“变冷说”为主流的时候, 除了“不变说”外, 还有以大气热污染为依据的“变暖说”, 其理论是现在气候变暖主流论的前身。并有观点认为, 当时的冷已经到达一个低谷, 预示着接下来地球将要开始变暖。现在看来, 这是一个成功而有远见的预测, 而不是人云亦云。

也在 20 世纪 70 年代初, 我国气象学家竺可桢先生, 用中国历史上的

气候变化事实驳斥了当时盛行的“全球变冷”说。他指出，温度出现1摄氏度上下的变动在过去5000年中极为普通，算不上地球变冷的证据。他还用红笔在这段话前面写下“杞人忧天”四个字为标题，显示了科学大师高屋建瓴的自信和过人一等的见识。1973年5月27日，周恩来总理在人民大会堂西大厅接见美国科学家代表团，竺可桢也应邀参加。当时，竺可桢刚刚发表了《中国近五千年来气候变迁的初步研究》的论文。周总理看了他的文章，告诉他“你还可以对世界气候变迁作些通俗的解释。”临别时，周总理又对他说：“现在到21世纪还有四分之一时间，……，你还有17年才100岁，……，你还可以写出不少书来。”竺可桢深受感动，向周总理含笑致意。

竺可桢先生在1974年离开人世。如他所言，1摄氏度上下的气温变动不足以证明气候变化的趋势。全球气温没有再继续下降，相反从1976年开始，全球出现一轮轮气温变暖的波动。科学无涯，而人的生命有限，竺可桢先生虽未及写出“世界气候变迁”的传世之作，但对气候变化的通俗解释却一直为民需要。

20世纪70年代之后，人类活动带来了一连串的环境问题。正如非政府间国际气候变化专门委员会（Nongovernmental International Panel on Climate Change, NIPCC）指出的，化学制剂造成癌症流行，农药在消灭害虫的同时也使鸟类及其他物种灭亡，超音速飞机尾气与氟利昂的使用破坏了臭氧层，化工厂排出气体形成酸雨，使森林退化和枯萎，最后全球变暖成为一切灾难之渊薮。1986年7月联合国环境规划署（United Nations Environment Program, UNEP）及世界气象组织（World Meteorological Organization, WMO）建立了联合国政府间气候变化专门委员会（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC），作为联合国下属的一个气候变化评估机构。该机构的工作目标是，每过几年评估一次气候变化的现状和趋势。IPCC的主要工作成果有：评估报告、特别报告、方法报告和技术报告。每份评估报告都有决策者摘要，内容包含对当时气候变化主题的最新认识，并以非专业人士易于理解的方式编写。评估报告的目标是要提供有关气候变化现状、成因、可能产生的影响及有关对策的全面的科学、技术和社会经济信息。IPCC报告大大推动了气候变化研究和极端气候事件研究的进展，促进了各国从事气候变化研究的科学家们之间信息与研究方法的交流，提高了人们对气候预测的认识水平。

IPCC《第一次评估报告》于1990年发表，报告确定了有关气候变化问题的科学基础。它促使联合国大会制定出《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC)，该公约于1994年3月生效。《第二次评估报告》发表于1995年，被提交给“框架公约”第二次缔约方大会。《第三次评估报告》在2001年发表，包括IPCC下属三个工作组的有关“自然科学基础”、“影响、适应性和脆弱性”和“减缓气候变化”的报告以及侧重于各种与政策有关的科学与技术问题的综合报告。1995年和2001年的两份评估报告意义重大，分别为1997年《京都议定书》的通过以及2005年《京都议定书》的生效奠定了基础。

《第四次评估报告》于2007年完成并发表。正是IPCC的多次报告和多方努力，才促成了《京都议定书》的通过和生效、“巴厘路线图”的形成和2009年12月7~18日哥本哈根气候谈判大会的召开。在人类活动导致全球气候变暖的共识下，各国政府制定了大气二氧化碳浓度的减排目标和具体的行动方案。相比而言，在20世纪70年代，主流社会没有能够形成全球降温的共识，各国政府也没有制定减缓继续降温的行动方案，温度又自然地升上来了。

2009年年底的哥本哈根气候变化国际谈判的硝烟还没有散去，2010年年底墨西哥坎昆气候变化谈判的迷雾已开始弥漫。未来气候变化将何去何从？谁主宰着气候变化？这是全人类关注的问题。

第二节 三足鼎立论气候

对气候变化，科学界有三种观点：变暖论、降温论和怀疑论。现在观点之间的争论已经进入了一个大论战的阶段。

一、变暖论

20世纪末以前，人们对气候变化成因的认识还模棱两可，大部分人认为主要是自然因素，人类活动对气候变化影响很小，甚至微乎其微。第一次IPCC报告却提出“持续的人为温室气体排放在大气中的积累将导致

气候变化”。报告认为观测到的温度变化与温室效应的模拟大体一致，并断言二氧化碳倍增的“气候敏感度”为 1.5~4.5 摄氏度。

IPCC 第二次评估报告则认为：“有证据表明人类对全球气候的影响是看得见的”，人类对全球气候影响的可信度达到 60%。

IPCC 第三次评估报告强调：有新的有力证据表明人类活动使全球变暖。其中，一个证据来自所谓的“曲棍球杆”气温变化曲线。这条曲线显示：20 世纪是过去 1000 年来最暖的百年，20 世纪的最后 10 年是这百年中最暖的 10 年，1998 年是过去百年中最暖的一年，于是出现了“千年极热”。

IPCC 第四次评估报告不再引用“曲棍球杆”气温曲线，而是引用了近百年来的全球观测气温曲线。报告指出，观测到的 20 世纪中叶以来大部分的全球平均温度的升高很可能是由于观测到的人为温室气体浓度增加所导致的。

1998 年以来，时间已经过去了 10 多年，也经历了第三次和第四次 IPCC 评估报告，气候模型预估未来百年变暖趋势也已家喻户晓。但全球气温并没有超过最暖的 1998 年，气温也没有按照预估的趋势攀升。变暖论仍然有待时间和事实的检验。

二、变冷论

变冷论的代表之一是来自天文学的“太阳辐射变冷说”。俄罗斯科学院天文台宇宙研究实验室主任哈比布尔洛·阿布杜萨马托夫教授宣称，目前太阳辐射已进入“冷却周期”，地球气候将因此受到严重影响并发生剧烈变化。他认为，太阳辐射强度正在缓慢下降，预计将在 2041 年达到最低值。在此过程中，地球气候将重新进入寒冷期。2055~2060 年全球进入低温期，前后持续 60 年。

变冷论的代表之二是来自地球物理学的“深海巨震变冷说”。此变冷说认为，海洋及其周边地区的强震产生海啸，可使海洋深处冷水迁升（上翻）到海面，使水面降温，冷水能够吸收较多的二氧化碳，减弱温室效应从而使地球降温。这个过程可持续 20 年。海洋地震经常发生，这个观点成立与否，可以通过大气二氧化碳浓度是否下降来检验。

另外，有假说认为全球将进入“冰川时代”。2004 年 2 月，一份来自

美国国防部的报告称,在 2010~2020 年,全球将出现一场巨大的气候突变,这场气候巨变会导致美洲、亚洲在内的北方地区出现干冷气候,亚洲的季风气候会减弱。报告里还描述:到 2020 年,欧洲沿海城市将被上升的海水淹没,英国将变得像西伯利亚一样寒冷干燥。实际上,这几年上述地区的气候不是变得干冷,而是湿冷。亚洲季风的减弱,是因为处于 60~70 年周期变化的低谷。未来亚洲季风会向增强的趋向发展。

“冰川时代”说基于大西洋暖输送带停止的假设。在全球变暖的情况下,北大西洋的海水温度上升,大量海冰融化使该海域的海水盐分浓度降低。由于海水变轻,北大西洋的海水不再能下沉,于是原有暖水输送过程遭到破坏,极有可能使近万年前的“新仙女木事件”重演,全球进入极冷期,带来灾难性的气候突变。影片《后天》中描绘的就是这种假设。

三、怀疑论

针对 IPCC 第三次报告,人们最多的怀疑来自千年气温的“曲棍球杆”曲线。1998~1999 年,美国气候学家曼(M. E. Mann)等建立了一条近千年北半球平均温度曲线。这条曲线在 2001 年被 IPCC 第三次评估报告引用,成为气候变化的核心内容。按照这条曲线,从公元 1000~2000 年温度先是缓慢直线下降到大约 1900 年,一共只下降了 0.2~0.3 摄氏度,然后突然迅速上升,在大约一个世纪的时间内上升了将近 1 摄氏度。随后,一些研究者对这条曲线提出了异议,并形象地称之为“曲棍球杆”。争议主要集中在过去千年中的前 900 年温度是否是近似于直线下降,还是波动式的变化,形如“湿面条”。气候界一般认为在公元 900~1200 年温度偏高,称为中世纪暖期;公元 1550~1850 年的温度偏低,称为小冰期。小冰期不乏“千年极寒”的事件。因此,争论的焦点就是究竟有没有中世纪暖期和小冰期的气温对比。后来曼等又多次写文章,坚持自己的观点,并把他们的曲线向前延伸到公元 200 年。

但是,2008 年和 2009 年年底曼等又在美国权威刊物《科学》上发表论文,基本推翻了过去“曲棍球杆”曲线。新建立的曲线显示(图 1-1),在公元 1100 年以前温度显著高于公元 1450~1800 年,大约相差 0.5 摄氏度。曼等把前者称为中世纪气候异常,后者则依照别人的意见

称为小冰期。

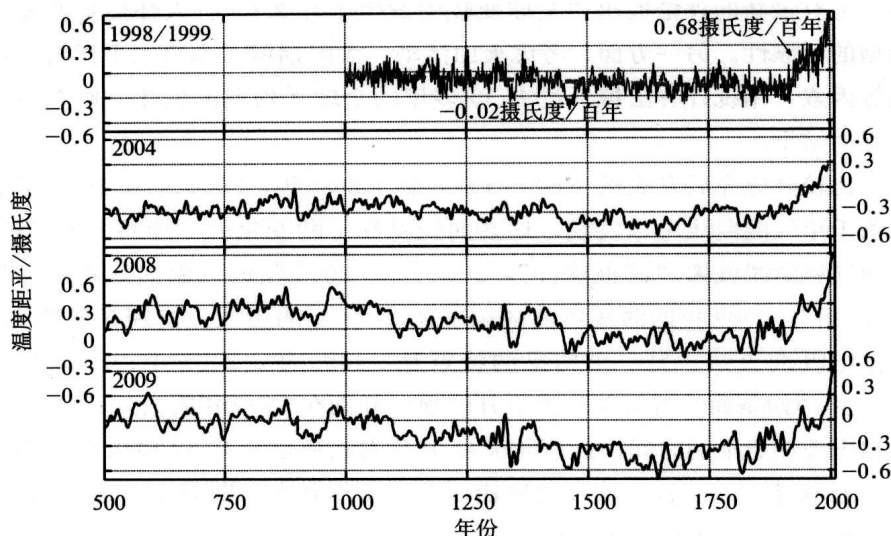


图 1-1 曼等①~⑤在 1998 年、1999 年、2004 年、2008 年和 2009 年分别发表的北半球和全球温度相对 1951~1980 年气候的距平序列，其中 1999 年的序列在 1000~1904 年以每百年 0.02 摄氏度的速率下降，1904 年以来以每百年 0.68 摄氏度的趋势上升

“曲棍球杆”凸显了 20 世纪的气候变暖是前所未有的，有可能与工业革命以来的人类活动联系起来。新的曲线表明 1850 年的工业化之前，温度也有较大幅度的波动，这应当是自然因素导致。按照 IPCC 第三次评估报告估算，1999~2008 年全球应该增温 0.2 摄氏度以上，但在 2009 年 8 月美国气象学会发布的专题会刊“2008 年气候状况”中有文章指出 1999~2008 年全球平均温度仅上升了 0.07 摄氏度。剔除赤道太平洋厄尔尼诺增温的影响，这 10 年的气温变化趋势为零。可是，这 10 年大气温室

① Mann M E, et al. Global-scale temperature patterns and climate forcing over the past six centuries, *Nature*, 1998, 392: 779-787

② Mann M E, et al. Northern hemisphere temperatures during the past millennium: inferences, uncertainties, and limitations, *Geophys. Res. Lett.*, 1999, 26: 759-762

③ Jones P D, Mann M E. Climate over past millennia. *Rev. Geophys.*, 2004, 42, RG2002

④ Mann M E, et al. Proxy-based reconstructions of hemispheric and global surface temperature variations over the past two millennia, *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 2008, 105: 12 257-13 252

⑤ Mann M E, et al. Global signatures and dynamical origins of the little ice age and medieval climate anomaly, *Science*, 2009, 326: 1256-1260