

气候变化的可能原因

地球环境「三驾马车」台议

科学家是如何知道气候变暖的

天气、海洋与人类活动——纪念世界气象日

你知道「厄尔尼诺」的历史背景吗

浅谈厄尔尼诺现象及其影响

火山爆发与天气、气候

奥妙无穷的地球自转运动

方便面会影响气候吗

大量开采可燃冰会加剧全球气候变暖

气候变化的历史与未来

探寻远古气候变化的历史

气候的「记录器」——树木年轮

三大冰期与气候变迁

气候变化现象的解释

大熊猫「搬家」与气候变化有关吗

黄河壶口瀑布的形成及变化根源

青海湖萎缩之谜

云冈大佛为什么会消失

九寨沟水位变「矮」之谜

西双版纳夏日锐减为哪般

「天府之国」为何黄沙漫漫

「长江女神」何以消逝

绝版的东珠

青少年
气象科普
知识漫谈

Qing'an Qixiang Kepu Zhishi Mantan

《气象知识》编辑部 编

难以捉摸的气候变化

Nanyi Zhihuomo
de Qihou
Bianhua



气象出版社

China Meteorological Press



青少年
气象科普
知识漫谈

Qingshaonian Qixiang Kepu Zhishi Mantan

《气象知识》编辑部 编

难以捉摸的气候变化

Nanyi Zhuomo
de Qihou
Bianhua



气象出版社
China Meteorological Press

图书在版编目 (CIP) 数据

难以捉摸的气候变化/《气象知识》编辑部编. —北京:
气象出版社, 2012. 12
(青少年气象科普知识漫谈)
ISBN 978-7-5029-5596-0

I. ①难… II. ①气… III. ①气候变化—青年读物
②气候变化—少年读物 IV. ①P467—49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 237171 号

出版发行: 气象出版社

地 址: 北京市海淀区中关村南大街 46 号

邮政编码: 100081

网 址: <http://www.cmp.cma.gov.cn>

E-mail: qxcbs@cma.gov.cn

电 话: 总编室: 010-68407112; 发行部: 010-68409198

责任编辑: 刘 畅 胡育峰

终 审: 章澄昌

封面设计: 符 赋

责任技编: 吴庭芳

印 刷 者: 北京京科印刷有限公司

开 本: 710 mm × 1000 mm 1/16

印 张: 8.25

字 数: 96 千字

版 次: 2013 年 1 月第 1 版

印 次: 2013 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 15.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等, 请与本社发行部联系调换

C O N T E N T S

目 录



气候变化的可能原因

地球环境“三驾马车”刍议	张家诚 (2)
科学家是如何知道气候变暖的	徐 影 李巧萍 张 锦 (6)
天气、海洋与人类活动——纪念世界气象日	林学椿 (15)
你知道“厄尔尼诺”的历史背景吗	佳 敏 (19)
浅谈厄尔尼诺现象及其影响	翟盘茂 (23)
火山爆发与天气、气候	骆继宾 (28)
奥妙无穷的地球自转运动	魏维宽 (35)
方便面会影响气候吗	叶海英 (44)
大量开采可燃冰会加剧全球气候变暖	余秉全 (50)



气候变化的历史烙印

探寻远古气候变化的历史烙印——古气候研究	刘月巍 (56)
----------------------------	------------



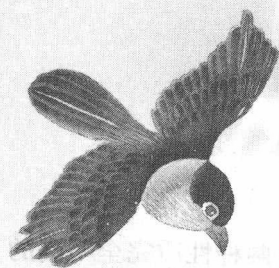
气候的“记录器”——树木年轮	丛荣路 (63)
三大冰期与气候变迁	柳又春 陆正华 (66)



气候变化现象的解释

大熊猫“搬家”与气候变化有关吗	马振峰 秦宁生 陈文秀 范 雄 (74)
黄河壶口瀑布的形成及变化根由	余金梁 (80)
青海湖萎缩之谜	陈昌毓 (86)
云冈大佛为什么会消失	李国英 (92)
九寨沟水位变“矮”之谜	姜永育 (101)
西双版纳雾日锐减为哪般	喻 彦 (108)
“天府之国”为何黄沙漫漫	姜永育 (112)
“长江女神”何以消逝	刘立成 (117)
绝版的东珠	尹立武 (124)

气候变化的可能原因





地球环境“三驾马车”刍议

◎ 张家诚

地球表面有两种性质完全不同的下垫面（即大气的底面，包括陆面与水面），笔者认为，它们同大气结合起来，构成地球环境的“三驾马车”，在几亿年漫长的岁月中，这三者互补互动，共同营造地球优良的环境。

其中，大气有着特殊重要的意义。大气不但运动速度很快，而且它同海洋与陆地都有面的接触，而海陆之间只有线的接触。大规模的物质与能量交流只能通过一定的面积才能实现。大气不但与海洋或大陆都有极其重要的物质与能量交流，而且还充当海陆之间物质与能量交流中介的重要任务。其中影响最大的就是水分循环。

水面与陆面是两种性质完全不同的下垫面。海洋是地球的储水库，地球水分基本集中在海洋里，陆地有一个适于人类和生物生存与发展的稳定表层，如何使陆地从海洋得到适度的水分就成为问题的关键所在。这个任务就由大气承担起来。大气不但很好地完成了这个任务，而且使陆地各地得到水分的数量与季节各不相同，这就为地球五光十色的生物群落，包括有智慧的人类的生长与演变创造了条件。

同时，由于海陆的物理性质相反，组成一对最好的搭档。正如《周易》所说：“立地之道，曰柔曰刚。”柔即具有包容、缓冲、吸收与化解的性能，刚则没有这样的性能，表现为反应迅速、变化急剧、冲击强烈的特点，这两种性能结合起来，互补互动，共同组成变化万千的

世界。

海洋的性格其实就是水的性格的集中表现。海水有很大的热容，太阳辐射能穿透海水，把热量分散在几十米深的海水里，加上海水能够流动，起到混合协调的作用。所以即使接收大量太阳辐射，但升温是很缓慢的，在没有阳光时，虽然丧失热量，降温也是很慢的。中国一位叫做老子的哲学家，还把水看做是最符合哲理的物质。他提出“柔弱胜刚强”的哲理。他赞扬水有最高尚的品德，既能公正地使万物受到它的利益，但自己却总是流向低处。他认为水最柔弱，又最刚强。海洋是众水汇集之地，有纳百川的宽广胸怀，是地球环境的重要稳定因素。

陆地有很大的刚性。陆地物质与能量的交流中，含蓄、包容、缓冲的能力比海洋弱得多。太阳辐射只能到达它的表面不到1毫米的薄层里，温度变化比较快，比如沙漠地区昼夜温差就相当大，可以认为，岩石之所以能够分裂与这种温差大有着一定关系。

水分从海洋到大陆，又以河水的形式回到海洋，或以蒸发的形式回到大气，在这样的水分循环中，大气发挥关键的作用。气流在热带洋面不但得到充分的水分，而且还使温度升高。这就使得热带洋面成为湿热空气的源地。大气环流使空气从热带海洋流向大陆，在大陆放下水分后，再返回海洋，如此周而复始，永不停息地实现水分输送的任务。

海洋温度变化的微小和大陆温度变化的急剧，形成鲜明对比，使得夏季大陆远比海洋热；冬季则倒转过来，大陆远比海洋冷。季风就是因为海陆温度的季节变化、冬夏之间的反差而形成的风系有显著的季节变化的结果。在冬季大陆的寒冷干燥气流流向温暖潮湿的海洋，这就是冬季风；夏季热带海洋热湿气流流向炎热的大陆，这就是夏季风。这是两种性质完全不同的气流。

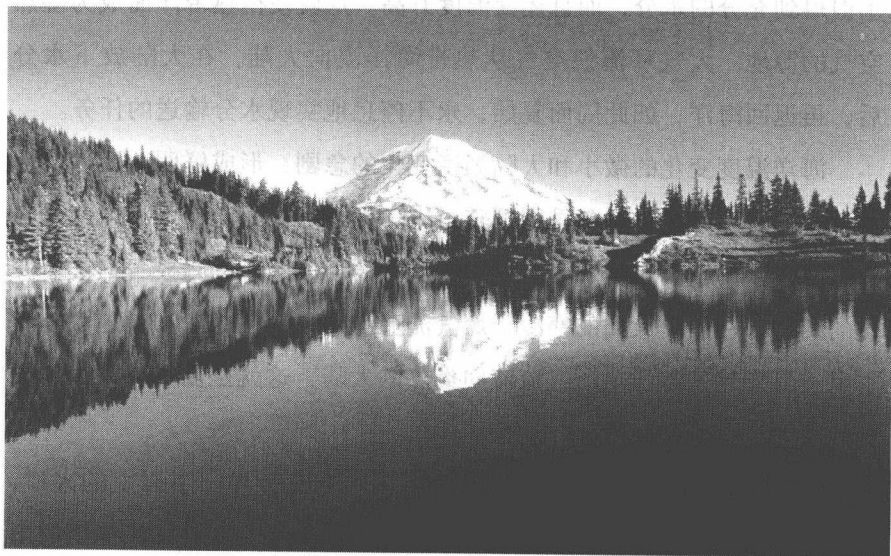
季风的意义极其重要，因为陆地季风区拥有世界一半以上的人口，像印度、中国这样的文明古国，从一定程度上来说，靠着季风提供的雨

水，而创造了世界古代辉煌的文明。季风区的雨水主要是从热带海洋由炎热潮湿的夏季风带来的丰富水汽的产物。如果夏季风晚来或不来，就会出现严重的干旱。

更有意义的是，海洋与大气的相互作用产生的雨水是陆地产生大面积植被的原因。在没有受到人类的破坏之前，植被几乎占了湿润土地的全部，即使在半干旱地区也长满了青草与灌木。植被的覆盖率几乎达到100%。植被保护了土壤，还用光合作用制造最基础的生物质，为全部生态系统的发育提供直接或间接的生物有机质。从此，大地就不只是一片泥土，而是一片绿色的海洋和鲜艳的花果。

植被的光合作用也改变了大气的性质。大气中二氧化碳的含量降低了，氧气上升了，这就更加有利于高级生物的发展。现在大气中二氧化碳的含量上升引起的全球增温，固然同大量使用化石能源有关，但同植被大量减少，光合作用对二氧化碳的吸收大量下降也有关系。

如此说来，其中心不过一个问题，这“三驾马车”都是地球美好环境的创造者与维护者，要保护地球，就必须很好地保护大气、保护海



洋和保护陆地。

河流是陆地水汇集和流回海洋的渠道，也是物质运输的渠道。上游的泥沙与肥料汇集在下游的平原里，使那里成为生物繁衍与人类活动的中心地区。俄罗斯气候学家法耶可夫说：“气候是河流的母亲。”在历史上，河流又是人类文化的母亲。由于从海洋流向大陆的气流有季节的变化，特别是在季风区里，季节变化更加明显。在雨季，来自海洋的夏季风带来大量水汽，暖湿气流在陆地遇到山脉或冷空气就会凝结，形成雨水，往往超过河床的泄水能力，就会发生洪涝灾害，而夏季风过迟或过弱，或没有冷空气的影响，就不会上升凝结，就会出现旱灾。

（原载《气象知识》2006年第4期）



科学家是如何知道气候变暖的

◎ 徐 影 李巧萍 张 锦

2007年1月29日—2月1日，政府间气候变化专门委员会（IPCC）第一工作组在巴黎召开了第十次全会，会议通过了第四次气候变化评估报告第一工作组报告《气候变化2007：自然科学基础》的决策者摘要，并于同年2月2日正式发布。

最新发布的政府间气候变化专门委员会第四次评估报告第一工作组报告中，阐述了当前对气候变化主要原因、气候变化观测事实、气候的多种过程及归因以及一系列未来气候变化预估结果的科学认识水平。

这份报告向我们传递了气候变化方面最新的研究成果：在过去的100年（1906—2005年）中，全球平均地表气温升高 0.74°C ；过去50年的全球平均气温在过去的500年和1300年以来可能是最高的，对于我们北半球来说，20世纪可能是过去一千年中最暖的世纪，而20世纪90年代又是最温暖的十年，其中1998年和2005年是有器测记录以来最暖的。另据世界气象组织（WMO）的报告，刚刚过去的2006年全球平均气温较1961—1990年均值高 0.42°C ，为有记录以来的第六个暖年。IPCC第四次评估报告还更进一步地证实了过去50年观测到的大部分全球平均温度的升高很可能是由于人类活动引起的。

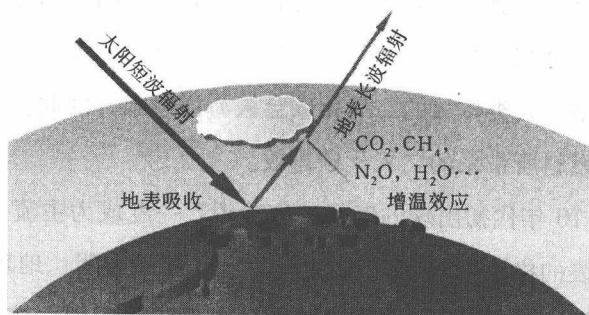


气候变化研究的起源

早在 1827 年法国科学家让·傅里叶首次提出了温室效应理论，认为地球表面的温度受大气层化学结构的影响。大气层就像温室的玻璃一样，能让太阳光线通过，同时阻挡地球的辐射热返回宇宙空间。

温室气体能吸收地表长波辐射，使大气变暖，与“温室”作用相似。

若无“温室效应”，地球表面平均温度是 -18°C ，而非现在的 15°C 。



温室效应示意图

人类的工业活动会极大地影响地球气候的观点是瑞典科学家斯凡特·阿兰纽斯 1908 年首次提出的。1896 年，阿兰纽斯曾在论文中指出，如果大气中二氧化碳的浓度增加一倍，地球表面的平均气温将增加 5.26°C ，纬度越高，增幅越大。

1908 年，他在自己的专著《形成中的世界》中指出，由于工业的迅速发展，大气中二氧化碳的比重在未来几个世纪中会增加到引人注目的程度。不过阿兰纽斯对气候变暖表示了比较乐观的态度，他认为大气中二氧化碳的实际比重并不大，每年煤炭燃烧所释放的二氧化碳只占大

气二氧化碳的 $1/1700$ ，并且海洋能吸收约 $5/6$ 人类排放的二氧化碳。同时气候变暖会给人类带来更加宜人的气候和丰富的物产，特别对寒冷地区来说。然而，尽管阿兰纽斯因其研究成果获得了 1903 年诺贝尔化学奖，但在此后的时间里，他的观点在科学界并未引起多大重视。唯一的例外是英国科学家 G. D. 卡兰达。

卡兰达 1938 年在英国皇家学会的学术演讲中指出，人类排放的微量气体足以改变全球气候。他比较了大气中可测量到的二氧化碳的增长与 200 个气象台的记录，认为这些数据支持了阿兰纽斯关于二氧化碳比重与气温关系的理论。同阿兰纽斯一样，他对气候变化的影响持乐观态度，认为补充的二氧化碳对北温带的农业是有好处的，同时气候变暖会防止“致命的冰川时代的回复”。直到 20 世纪 60 年代，科学界占主导的观点一直是：人类排放的二氧化碳会被海洋吸收，因此，没有理由担心燃烧化石燃料所带来的二氧化碳排放。

20 世纪 70 年代初出现的气候“变冷说”一度成为主流。1971 年丹斯加德等发表的格陵兰冰芯氧同位素谱分析成果表明，地球气候有 10 万年轨道周期变化，其中 9 万年为冷期，1 万年为暖期。按此规律，目前气候的暖期已接近尾声。日本气象厅朝仓正 1973 年撰文预言，地球将于 21 世纪进入“第四小冰期”。美国威斯康星大学环境研究所布莱森认为，地球目前正在非常缓慢地进入另一个大冰河期。当时的“变暖说”以大气热污染为依据，其理论现在成为主流。

20 世纪 70 年代，在美国布朗大学专门召开的一次“当前的间冰期何时结束和如何结束”研讨会上，学者们举出实例证明，目前的地球气温已经在开始下降。他们表示从暖到冷的变化可以不足 500 年，如果人类不加以干涉，当前的暖期将会较快结束，全球变冷以及相应的环境变迁就会随之来临。会议的两位发起者甚至还向当时的美国总统尼克松写信发出警报。这种“冰期将临”的观点一直持续了 20 年。



科学家是如何知道地球变暖的

除来自器测记录和其他温度代用资料的证据外，还有许多其他迹象表明全球变暖，包括全球海洋表层变暖、高山冰川和积雪融化、海冰面积缩小、冰盖耗损，海平面上升以及动、植物种群的分布变化等。自 19 世纪 60 年代以来，北半球的积雪范围减少了 10%，北半球的湖/河冰覆盖期也相应减少，北极海冰覆盖自 19 世纪 50 年代以来减少了 10%~15%，海冰的厚度也明显下降，20 世纪期间全球海平面上升 10~20 厘米，全球海洋热容从 19 世纪 50 年代有精确测量以来有所上升，同时，自 19 世纪 50 年代以来极端低温事件的发生频率也有所下降。

尽管事实证明全球在 20 世纪期间普遍增暖，但一些科学家认为当前的平均温度仍然低于历史上曾经经历的几个暖期，如全新世暖期和中世纪暖期。一些研究表明，在距今几千年的全新世暖期，中高纬度地区陆上温度可以比现代高 2~3℃ 以上，不过这期间仍存在次一级的冷暖气候波动和若干次快速变冷的事件。公元 10—14 世纪，出现了一段比现代温暖的时期，称为中世纪暖期。历史文献记录和树轮、冰芯资料表明，此时期在欧洲、北美和北大西洋地区气候温暖而湿润，印度季风降水增加、尼罗河流量超过平均水平。在我国历史文献中大量的关于喜暖的作物如柑橘、苧麻等种植地带和蝗虫活动北界向北推移的记录，也表明了这段温暖气候期的存在。



气候变化的事实是如何确立的

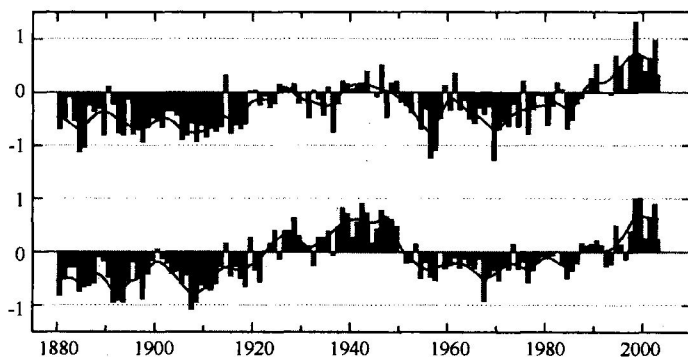
20 世纪温度记录可能由于观测误差、观测站移位及其他人为因素影响（如城市热岛效应）而被歪曲，那么，我们能否依据这些记录来确定气候是如何变化的？

用于研究气候变化的数据首先要进行质量和系统性误差的评估。另外，删除有主要错误或非气候影响的记录并订正其他一些较容易识别的错误，气候学家还将气候记录与其他的各种信息进行比较，在专家提供的估计误差幅度之内允许一些残余非气候因子影响这些记录。他们确信：20 世纪的增暖至少为 0.5°C ，至多不超过 0.9°C 。

解决这种出现在个别台站随机误差的方法是用多站的温度平均值。全球温度分析用几千个台站资料，因此，这样的随机误差大部分通过平均就可消除。非气候性的系统变化，可以在同一时间以同一方式影响许多甚至全部的记录，这些情况包括城市热岛效应、使用仪器的较大变化、台站密度变化、气象站观测仪器的系统性位移等，这些误差至少可以通过仔细分析和调节予以部分的订正。在全球变化趋势的分析中，气候专家对大量类似的系统性影响进行仔细的定量分析，包括对城市热岛效应、船舶观测程序的改变以及其他非气候因素对观测的影响。经过资料的订正和处理，仍可证明最近几十年的变暖是真实的、全球性的。而且地面温度记录与过去半个世纪无线电高空探测仪、树木年轮及在全球不同区域地表钻孔所获的信息显示的长期趋势一致，也与全球雪盖减少、冰川退缩及其他全球变暖的迹象相一致。只是由于全球测站分布的不均匀性，气候记录仍主要来源于北半球的陆地观测资料，考虑到这些不确定性，科学家认为，全球地表平均温度估计的误差绝对值

为 0.2°C 。

在我国的相关研究工作中，也存在资料的非均一性问题。1950 年以前，我国的气温观测资料纷繁复杂、情况多样，各个观测站的观测时次不统一，统计方法也不一致，导致资料序列存在严重的非均一性。这严重影响着中国百年温度序列的准确度和可信度。科学家利用中国长期器测资料中比较完整的最高、最低温度记录，求算平均气温，并在此基础上计算出新的中国地面平均气温序列及新的增温估计值。新的估计表明，我国过去 100 年地表年平均气温增暖 0.8°C 左右。结合原来根据器测和代用资料的增温趋势估计值，目前认为我国近百年增暖为 $0.5 \sim 0.8^{\circ}\text{C}$ 。



全球和中国年平均气温相对于 1961—1990 年平均的距平变化（单位： $^{\circ}\text{C}$ ）

（上图为全球；下图为中国）（全球资料取自 JONES，中国资料由王绍武提供）



现代观测手段对气候变化研究的贡献

卫星的出现为检测全球气候变化做出了重要贡献。环绕地球的卫星可以对全球多种要素进行连续观测，为科学家了解气候变化情况提供了重要的资料来源。气象卫星上带有的微波探测装置可以对大气低层平均

温度进行遥感观测。自 1979 年以来微波卫星资料被用来估计地表至海拔 8 千米之间的中低对流层大气温度。多数卫星和探空资料的分析都显示,全球中低层大气平均温度的变化速率与全球地表类似。在这个时期内,地表观测的温度趋势受到 1982—1983 年的强厄尔尼诺 (El Nino) 事件的增温作用以及 1991 年印度尼西亚火山喷发造成大气中火山尘增加的冷却作用的共同影响,从而导致地表温度变化有别于低层大气温度。事实上,将过去 40 年地表平均温度趋势与由无线电探空仪资料整理的低层大气温度变化趋势相比较,两者几乎是一样的。可惜的是,能够得到的卫星资料只有 20 多年,如此短的时间尺度内,如火山喷发和 El Nino 等异常气候事件均能显著改变温度趋势并使地表与其上层大气温度不同。因此,卫星资料对于长期气候变化趋势的研究来说实在是太短了。

和地表资料一样,卫星资料也必须经过误差订正。比如,卫星资料估计的较早的温度趋势显示自 1979 年以来每十年温度下降 0.06°C ,最近经过对卫星轨道的订正以及追加更长时间序列的资料结果显示每十年约增加 0.05°C 。但是,仍要考虑到资料中其他可能的不确定性,因为该序列资料是由八种不同卫星仪器的测值组合而成,另外,受大气中水汽和水滴的影响,用这些微波数据反演相应的温度时可能不够准确。



与过去的气候变化相比,现代气候是异常的吗?

在目前我们所认识到的地球历史进程中,气候曾经发生了不同空间和时间尺度的变化。与之相比,现代气候变化中的一些方面并未显示出异常,而在某些方面则出现了明显的异常。大气中的二氧化碳浓度已经达到了几十万年来有记录的最高值。与过去 7 个世纪 (甚至可能是千