



美国中学生
课外读物

美国家庭
必备参考书



1000个天气知识

我们能掌握天气吗

THE HANDY WEATHER ANSWER BOOK

高温与寒冷、云和降雨、风暴天气、大气现象、海洋学和天气
太空天气，人类与天气有着十分复杂的关系
气候变化如何影响人们的生活

[美] 凯文·海爾 / 著
赵 巍 / 译



历史和科学从未如此引人入胜。

——美国卡耐基图书馆



上海科学技术文献出版社
Shanghai Scientific and Technological Literature Press



美国中学生
课外读物

美国家庭
必备参考书



1000个天气知识

我们能掌握天气吗

THE HANDY WEATHER ANSWER BOOK

高温与寒冷、云和降雨、风暴天气、大气现象、海洋学和天气
太空天气，人类与天气有着十分复杂的关系
气候变化如何影响人们的生活

[美] 凯文·海尔 / 著
赵 巍 / 译



上海科学技术文献出版社
Shanghai Scientific and Technological Literature Press

图书在版编目 (CIP) 数据

我们能掌握天气吗: 1000 个天气知识 / (美) 海尔著; 赵巍译. —上海: 上海科学技术文献出版社, 2015.6
(美国科学问答丛书)
ISBN 978-7-5439-6654-3

I. ① 我… II. ①海… ②赵… III. ①天气学—普及读物 IV. ① P44-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 088654 号

The Handy Weather Answer Book

Copyright © 2009 by Visible Ink Press®

Translation rights arranged with the permission of Visible Ink Press.

Copyright in the Chinese language translation (Simplified character rights only) ©

2012 Shanghai Scientific & Technological Literature Press

All Rights Reserved

版权所有 • 翻印必究

图字: 09-2012-247

总 策 划: 梅雪林

责任编辑: 张 树 李 莺

封面设计: 周 婧

丛书名: 美国科学问答

书 名: 我们能掌握天气吗

[美]凯文·海尔 著 赵 巍 译

出版发行: 上海科学技术文献出版社

地 址: 上海市长乐路 746 号

邮政编码: 200040

经 销: 全国新华书店

印 刷: 常熟市人民印刷有限公司

开 本: 720×1000 1/16

印 张: 22.5

字 数: 379 000

版 次: 2016 年 1 月第 1 版 2016 年 1 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5439-6654-3

定 价: 48.00 元

<http://www.sstlp.com>

前言

毫不夸张地说,天气影响着我们生活的方方面面。从我们的穿着、出行计划,到体育赛事的举行、机场的关闭都与天气状况息息相关。天气促使人们改变战争进程,侵蚀和风化山体,摧毁整个村庄或城市。甚至就连美国前总统威廉·亨利·哈里森(William Henry Harrison)的去世和1986年“挑战者号”航天飞机(the Space Shuttle Challenger)的失事都与天气有着密不可分的关系。

长期以来,哲学家和科学家想尽一切办法探究天气的复杂性。早期的希腊人,像亚里士多德(Aristotle)和生于希腊艾雷色斯(Eresus)的狄奥弗拉斯特(Theophrastus),他们将传统观点与信仰交织在一起,力图解释和预测天气。随着文艺复兴、理性时期、工业革命以及以更加精密的仪器——温度计、气压计、卫星和多普勒雷达——为辅助的科学时代的到来,人们开始更加精确地测量和分析天气,同时也得出了更先进的关于云的形成、气温和气压等方面的理论。

尽管现代科技不断发展,预测天气在很大程度上仍是一份“随意的工作”。有些人开玩笑地说,唯一经常犯错误但还能保住工作的专家便是气象学家。然而,这样的批评对气象学家来说并不公平,因为现代气象学已经在预报恶劣天气(如飓风、龙卷风等)这一关键领域取得了重大进步。这得益于美国国家气象局(National Weather Service)等组织的努力,他们在近几十年里挽救了很多生物的生命。

然而,人们想要将天气预测的准确度提高到100%,这很可能是一件永远也实现不了的事情。事实上,根据混沌理论,这也是一个不可能达到的目标。有这样一种说法:“如果中国的一只蝴蝶扇动几下翅膀,一系列的事件就会随之发生,最终产生的力量会导致美国俄克拉荷马州(Oklahoma)发生龙卷风。”那么,我们有多大的把握可以预测天气呢?正是由于完全准确地预测天气的希望渺茫,所以一些人竭力想要直接改变天气。例如,为了使久旱无雨的地区能够下雨,科学家们研究出了人工降雨。

本书中提出的问题以及对问题的解答不仅涵盖了与天气有关的常见话题（如雨、雪、干旱、气温、龙卷风等），同时也包括了与天气相关或有可能影响天气的其他一些现象。为此，本书介绍了大气现象、地理变化和海洋对天气的影响，外太空对影响天气起到的作用以及与气候变化相关的理论等内容。

很多人对天气怨声载道，有些人甚至因为忍受不了某一地区恶劣的天气而搬家。然而，如果你真正了解了天气，你就会很容易爱上大自然，甚至还会钦佩大自然的力量。懂得欣赏的人能从雪花发现上帝造物的美丽；科学家能对飓风带来的沙柱和漩涡背后隐藏的物理现象感到惊奇；所有人在自然力量（天气）的映衬下都显得那么的渺小。正如英国作家乔治·罗伯特·吉辛（George Robert Gissing）曾经说过的：“身心若是平静安然，就无所谓天气好坏。无论什么天气都有其美好的一面，激荡血液中流淌的暴风雨只会使脉搏跳动得更有力。”

〔美〕凯文·海尔

目录

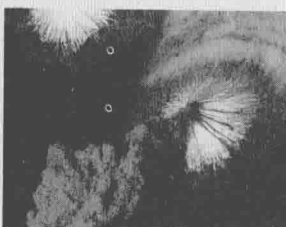
CONTENTS

前言	1
一 天气概述	1
需要了解的相关术语	1
组织机构	5
测量	10
早期的气象历史	16
季节	23
二 大气	31
与大气相关的基础知识	31
空气和气压	35
大气层	46
臭氧层	49
风	56
风暴	68
三 高温与寒冷	72
测量温度	72
高温	79
寒冷	87
四 云和降雨	100
云	100
降雨	110



目录

湿度	120
冰、雪、冰雹和霜	124
五 风暴天气	144
暴风雪和雪崩	146
飓风、季风和热带风暴	151
洪水	172
龙卷风	177
六 大气现象	199
闪电	199
雷和雷暴	215
彩虹和其他多彩的现象	221
七 地理学、海洋学和天气	230
板块构造学	230
雨、冰和地理	235
火山	237
海洋学和天气	245
洋流	249
八 太空天气	255
月球	257
太阳	259
太阳黑子和太阳活动	268



Contents

磁场	276
范·艾伦辐射带	280
中微子	281
宇宙线	283
流星、陨星、小行星和彗星	285
九 人类与天气	292
人类的影响	292
普通污染事例	295
空气污染	298
水污染	311
辐射	315
十 气候变化	318
气候基础知识	318
冰期	324
全球气候变暖	330





天气概述

需要了解的相关术语

► 什么是天气？

所谓“天气”是在相对短的一段时间内，某一特定地区的大气状况。

► 影响天气的因素有哪些？

有这样一种说法：“如果中国的一只蝴蝶扇动几下翅膀，一系列的事件就会随之发生，最终产生的力量会导致美国俄克拉荷马州（Oklahoma）发生龙卷风。”天气是一个非常复杂的概念。正因为这样，天气预报被视为一项风险极高的职业。有人曾开玩笑说：“天气播报员是唯一一份对错参半却仍然不会失去的工作。”天气受很多因素影响，如温度、大气组成、地质构成、辐射、板块构造、地热能量、太阳风、动植物的生化过程以及污染等。所有这些因素都是本书将要探讨的内容。

► 什么是气象学？

气象学是对天气进行的科学研究。具体地说，就是如何把天气变化预报出来。



► 什么是水文学？

水文学是研究地球上水的发生、分布以及运动和变化的一门学科。水文学家的工作与水资源息息相关。他们的研究具有很强的现实意义——从实施土木工程，规划城市到保护生态环境。

► 什么是水文气象学？

水文气象学这个英文单词本身很长，它所研究的是低层大气与其下面陆地之间的水文循环。

► 什么是气候学？

气候学是对一段时间内世界气候及其变化方式的研究。

► 什么是生物气候学？

生物气候学主要研究气候环境对生物的影响。天气和大气以这样或那样的方式对人类产生积极和消极的影响。气候影响着我们的情绪、体内的化学物质以及患病几率等。在欧洲，人们已经认识到这一学科的重要性。因此，天气预报中通常含有对健康危害的警示。各国气象学家同样经常对大气污染、过敏指数以及诸如冻伤或中暑等可能会带来危害的极端气温作出预警。

► 什么是大气化学？

大气化学研究的是气体与大气中的化学物质和粒子之间如何发生相互作用。例如，研究在高空大气中和作为陆地住宅污染物的臭氧的形成与破坏。构成大气的物质一直处在变化中：物质被不断地从地面吹起；风一直改变着方向；来自太空的辐射物与大气相互作用。因此，大气化学是一门非常复杂的科学。在其他一些化学过程中，从事大气化学专业研究的气象学家需要对地质学、生物学以及工业污染物（实际上每天都有数以百万吨的化学物质被不同

的工厂排入大气中)有所了解。人们还不完全了解大气中的化学物质含量发生的变化,因此我们在大气化学领域还有很多的工作要做。

► 什么是大气物理学?

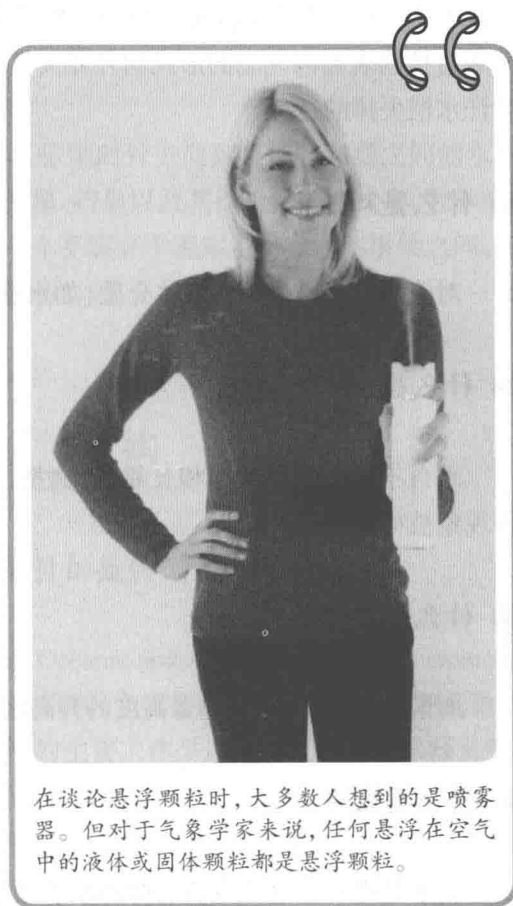
大气物理学是一个与大气化学互为补充的研究领域。这门学科主要研究大气中的波物理学、粒子物理学、声学、光谱学、光学等现象。想要成为这个领域的专家,精通数学是十分必要的。相关的理论研究可以应用到卫星、雷达、激光雷达及其他技术中去。

► 什么是衍射?

衍射是光在传播过程中,经过小障碍物边缘或小孔时所发生的传播方向弯曲的现象。这些物体和孔隙必须小到足以影响光的传播。因而,红光(波长更长)比蓝光更容易发生衍射。衍射能使光线变模糊,也能在看不见的能量传输(如无线电波和X射线)过程中起到干预的作用。

► 什么是折射?

光从一种透明介质斜射入另一种透明介质时(例如光从空气射入水中),传播方向一般会发生改变,这种现象叫做光的折射。之所以会发生这种现象是由于光在传播过程中通过介质时的速度不同。这也是我们能看见彩虹的原因。



在谈论悬浮颗粒时,大多数人想到的是喷雾器。但对于气象学家来说,任何悬浮在空气中的液体或固体颗粒都是悬浮颗粒。



► 什么是悬浮微粒？

当听到“悬浮颗粒”这个词时很多人都会想到空气清新剂或发胶这样的罐装化学喷雾器。事实上，任何悬浮在空气中的液体或固体颗粒都是悬浮颗粒。虽然它们和所有物体一样都会受到地心引力的影响，但因为它们的体积很小，所以能飘浮在空气中（例如云）。如果这些悬浮颗粒没有很快被雨水冲走，它们会以每24小时10厘米（约4英寸）的速度下降。

► 什么是蒸发和蒸腾？

很多人对“蒸发”这个现象并不陌生。它指的是液态水转化为气态并向周围散去的过程。蒸发的速度可以用蒸发计来测定。“蒸腾”指的是植物体内的水分通过植物表面以气态的形式向外界大气输送的过程，也可以指人和动物出汗后汗水消失掉的过程。

► 什么是对流？

对流是热量通过一种液体介质（如水滴）在大气中垂直方向的移动。

► 什么是辐合？

来自不同方向的气团相互靠近、碰撞，使气压不断升高，气流辐合上升，这种现象被称为“辐合”。

► 什么是逆增？

所谓逆增，就是气温随着高度的升高而逐渐上升（而不是降低）。

► 什么是离子？

离子是带有正电荷或负电荷的原子或分子。这种现象是由于构成原子的质

子(在原子核中带正电的粒子)和电子(在原子中围绕原子核旋转的带负电的粒子)的数量不同。气象学家之所以对离子,尤其是对电离层感兴趣,是因为它们能与大气中的其他化学元素和物质发生剧烈的化学反应。

► 什么是等离子体?

等离子体是除固态、液态和气态之外的物质的第四种形态。原子中的电子被剥夺,同时自由电子和新产生的离子共同存在,这样就形成等离子体。在恒星上发现的等离子体是宇宙中最常见的一种物质形态。而我们在太阳风(太阳吹出的风,与磁气圈发生碰撞)中也能发现等离子体的存在。有些等离子体放射物也会进入电离层中。闪电就是等离子体的一种形式。

► 什么是方位角?

方位角是从某点的指北方向线起,依顺时针方向到目标方向线之间的水平夹角。这一概念被应用于导航和报道恒星、行星以及其他天体的方位。在数学中,方位角指两个水平面间形成的夹角,一个平面介于观察者与被观察事物之间,另一个平面则介于观察者和指北方向线之间。

组 织 机 构

► 成立国家海洋和大气管理局的目的是什么?

国家海洋和大气管理局(National Oceanic and Atmospheric Administration, 简称NOAA)是美国商务部的一个分支机构,负责监测对天气、气候和环境造成影响的陆地状况和海洋状况。这一机构的主要工作是进行大气研究和预报天气。同时,它还进行渔业管理,关注海产贸易,进行防止海岸侵蚀的研究。国家海洋和大气管理局的实质任务就是通过对海洋、海岸和陆地资源的科学管理,促进国家经济和环境的健康发展,保证美国公民安全。



美国密歇根州首府兰辛——美国气象局办公室所在地。照片拍摄于1900年。这里曾经是密歇根农业大学（现在是密歇根州立大学）。美国气象局是美国国家气象服务中心的前身。（图片来源：美国国家海洋和大气管理局）

► 什么是美国国家气象服务中心？

美国国家气象服务中心（National Weather Service，简称NWS）是国家海洋和大气管理局的一个下属部门，成立于1870年，当时名为国家气象局（National Weather Bureau）。1891年更名为美国气象局（U. S. Weather Bureau），1967年改名为美国国家气象服务中心（National Weather Service）。这一机构关注并报道可能出现的暴风危害和其他灾害性天气，并为美国公民提供预警服务。国家气象局在全国122个地区设有预报中心，其中包括美国海外属地关岛（Guam）、萨摩亚群岛（Samoa）以及波多黎各（Puerto Rico）。

► 什么是国家气象中心？

为了更好地了解天气，尤其是从宏观上研究长期以来整个大气的状况，国

家海洋和大气管理局 (National Oceanic and Atmospheric Administration)、州机构组织和美国俄克拉荷马州立大学 (University of Oklahoma) 通力协作并创办了国家气象中心 (National Weather Center, 简称 NWC)。

► 什么是国家大气研究中心?

国家大气研究中心 (National Center for Atmospheric Research, 简称 NCAR) 是由国家科学院 (National Academy of Sciences) 在 1956 年建立的, 位于美国科罗拉多州 (Colorado) 的博尔德 (Boulder)。研究人员大多是来自大学的科学家。他们运用雷达、飞机、超级计算机等工具帮助科学团体更好地了解影响天气的因素。建立这一机构的目的是加强大学之间的合作, 充分利用整合后的资源, 实现仅凭单独某所大学无法完成的目标。

► 什么是国家环境预报中心?

国家环境预报中心 (National Centers for Environmental Prediction, 简称



► 什么是美国气象学会印章嘉奖项目?

美国气象学会将该印章授予提供有价值且准确的气象信息的媒体预报员。这样做的目的是表彰那些不只是“照本宣科”地播报国家气象局提供的稿件的气象播报员。通过授予该印章, 广大观众和听众能看出某个气象播报员是否具有气象学专业知识, 是否仅仅是一个气象服务信息的朗读者。在为电台或电视台播报气象服务期间, 气象播报员可能会收到一枚印章。在授予该印章时需要考虑以下几个条件: 提供气象信息的质量; 个人的专业程度; 在该领域继续深造的过程中作出的努力; 作为美国气象学会成员, 参与活动的积极性。资格认定委员会负责对他们的资格进行重新审查。但是, 这项荣誉的授予并不是终身制, 每年都需要重新进行资格认定。



NCEP)隶属于国家气象局,下设8个中心:

- 航空气象中心 (Aviation Weather Center) 负责监测天气状况,为航线和太空飞行提供恶劣天气状况的预报与预警。
- 气候预报中心 (Climate Prediction Center) 提供对长期气候变化影响的研究以及对短期气候波动的监测与预报。
- 环境模拟中心 (Environmental Monitoring Center) 通过科学研究项目,研发和改进气候预报、水文和海洋预报模式。
- 水文气象预报中心 (Hydrometeorological Prediction Center) 主要为雨林提供一周降水的指导预报。
- 海洋预报中心 (Ocean Prediction Center) 主要负责发布大西洋与太平洋北纬 30° 地区的天气预警。
- 空间天气预报中心 (Space Weather Prediction Center) 为执行太空飞行任务预报地球和太空的天气条件,提出危险预警。



美国国家强风暴实验室 (National Severe Storms Laboratory) 的研究所位于美国俄克拉荷马州的诺曼 (Norman, Oklahoma)。照片摄于 1970 年前后。(图片来源: 美国国家海洋和大气管理局中心图书馆图片资料室; 海洋和大气研究室/环境研究实验室/美国国家强风暴实验室)

- 风暴预报中心 (Storm Prediction Center) 主要对天气过程进行跟踪监测, 提供美国本土 48 个州发生的龙卷风、飓风及其他灾害性天气进行跟踪监测。
- 热带预报中心 (Tropical Prediction Center) 对美国国内及周边地区的热带天气系统进行跟踪监测。

► 美国气象学会的职责是什么?

美国气象学会 (American Meteorological Society, 简称 AMS) 由专家学者和业余爱好者组成。他们共同致力于在气象学和大气海洋科学领域加强交流与沟通, 促进教育发展, 共享资源。未有此领域正式学位的人也可以成为该学会的非正式会员。在校学生同样可以获得会员资格。学会总部位于美国马萨诸塞州的首府波士顿 (Boston, Massachusetts), 负责出版学术期刊和书籍, 奖励在气象学和大气海洋科学领域取得的成就, 主办会议和印章嘉奖项目。

► 什么是国家强风暴实验室?

国家强风暴实验室 (National Severe Storms Laboratory, 简称 NSSL) 是国家海洋和大气管理局最早成立的研究实验室, 位于美国俄克拉荷马州的诺曼 (Norman, Oklahoma), 致力于研究并改善天气雷达系统, 提高对恶劣天气的预警和预报水平, 加强对水文气象科学的研究。

► 什么是世界气象组织?

天气问题已经成为世界各国热议的焦点问题, 在国际范围内受到广泛关注。因而, 作为国际组织的世界气象组织 (World Meteorological Organization, 简称 WMO) 在促进国家间气象资料的共享方面起到了尤为关键的作用。它建立于 1950 年, 前身是成立于 1873 年的国际气象组织 (International Meteorological Organization), 1951 年成为联合国的一个专门机构。世界气象组织负责预报恶劣天气和人类活动对气候、天气等对环境造成的影响。