



★ 科学大师 ★

PIONEERS IN SCIENCE

破解天气变化

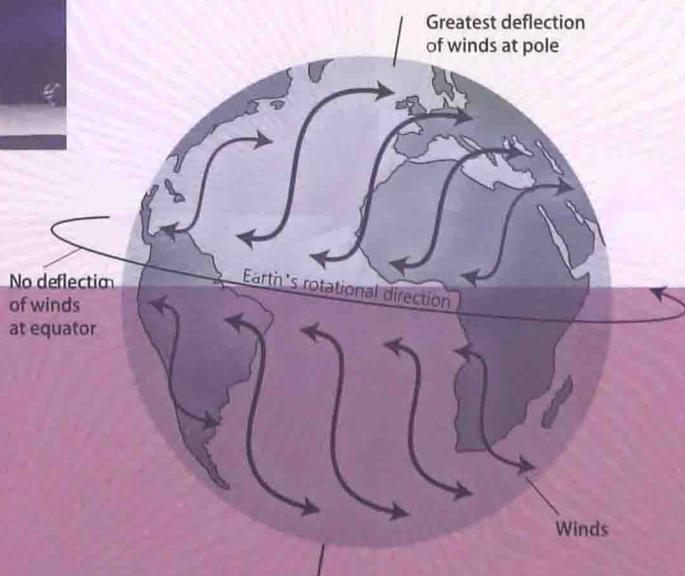
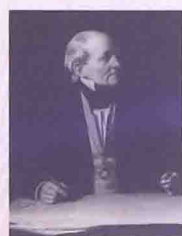
10位气象学领域的科学家

*WEATHER AND CLIMATE : THE
PEOPLE BEHIND THE SCIENCE*

[美] 凯瑟林·库伦博士 / 著

刘 彭 / 译

CORIOLIS EFFECT



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



★ 科学大师 ★

PIONEERS IN SCIENCE

破解天气变化

10位气象学领域的科学家

*WEATHER AND CLIMATE : THE
PEOPLE BEHIND THE SCIENCE*

(美) 凯瑟林·库伦博士 / 著

刘 彭 / 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

破解天气变化: 10 位气象学领域的科学家 / (美) 库伦博士著;
刘彭译. —上海: 上海科学技术文献出版社, 2014.7

(美国科学书架: 科学大师系列)

书名原文: Weather and climate

ISBN 978-7-5439-6095-4

I. ① 破… II. ① 库… ② 刘… III. ① 气象学—科学家—生平
事迹—世界 IV. ① K816.14

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 005589 号

Weather and Climate: The People Behind the Science

Copyright © 2006 by Katherine Cullen, Ph.D

Copyright in the Chinese language translation (Simplified character rights only) ©
2014 Shanghai Scientific & Technological Literature Press Co., Ltd.

All Rights Reserved

版权所有 • 翻印必究

图字: 09-2014-105

总 策 划: 梅雪林

项目统筹: 张 树

责任编辑: 张 树 李 莺

封面设计: 一步设计

技术编辑: 顾伟平

破解天气变化 · 10 位气象学领域的科学家

[美] 凯瑟林·库伦博士 著 刘 彭 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: 常熟市文化印刷有限公司

开 本: 650×900 1/16

印 张: 10.75

字 数: 119 000

版 次: 2014 年 7 月第 1 版 2014 年 7 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5439-6095-4

定 价: 20.00 元

<http://www.sstlp.com>



前言

排在队伍的第一就能作为热心观众得到运动场中最好的位置；第一个冲破缎带跨过终点线的运动员就能赢得一枚金牌；长子最有可能获得王室王位的继承权……各种优势和好处常常伴随着“第一”，但为了获得“第一”付出的努力时常也是相当巨大的。第一个在月球上行走的宇航员尼尔·阿姆斯特朗在他16岁的时候就开始了飞行课程，不辞辛劳地干各种工作来支付学费，刻苦学习以取得航空工程的学士学位。作为一名勇敢的空军飞行员，他在朝鲜完成了78次战斗任务，在民用试验飞行员的岗位上工作了7年，随后又在美国宇航局（NASA）做了7年的宇航员，在“阿波罗11号”计划之前已经进行了许多次危险的太空飞行。他忍受了数年严格的体能训练并做了充分的精神准备，终于冒着生命危险勇敢地迈出脚步，踏上了那块人类从未涉足过的地方。阿姆斯特朗是太空探索的先锋，他开启了一条让后人得以继往开来的道路。尽管并不是所有的先锋开拓的行为都要像太空探索那么危险，但是，科学先锋就必须热衷于他的事业，就如同运动场上热心的观众；他们还必须

专注,就如同竞技中的赛跑运动员;有时还要有上天的眷顾,就如同天生可以继承王位的那种幸运。

科学涵盖了所有建立在普遍真理和可观察的事实上的知识。狭义地说,科学专指探究自然世界及其法则的知识分支。从哲学的角度描述它,科学就是一种努力,一种对真理的探寻,一种认知的方式,一种发现的方法。科学家们通过一种手段来获得信息,这就是科学方法。科学方法要求人们陈述问题,然后提出一个可验证的假设,或者有根据的推测去描述一种现象或是解释一种观察结果,最后从结果中总结出结论来。数据可以检验假设,但是永远不能保证它是绝对真理。当科学家取得了大量支持的证据,他就有理由认为某种假设是正确的。这个过程听起来非常直接,但是有时科学的进步并不机械地遵循这样的逻辑轨迹。因为总是某个人在进行观察、生发假设、进行试验以及总结结论,所以,学习科学的学生们必须了解科学中的个人的因素。

“科学大师”这套丛书讲述的就是科学背后的人物,那些曾经开创出了新的想法和研究的人们。他们冒着失败的风险,往往还要面对各种反对的力量,但仍然坚持不懈地铺设出了一条条科学探索的新道路。他们的背景千差万别:有的甚至没有中学学历,有的则获得了各种各样的高等学历;有的人依靠家庭的背景能够顺利地进行研究而不受财政问题的困扰,而有的人却穷得营养不良,流离失所。他们的个性,有开朗的也有忧郁的,有温和的也有固执的——但是,所有这些人都充满献身精神,他们不吝贡献出他们的时间、见识和责任,因为他们信仰自己所追求的知识。求知的渴望让他们克服一切艰难险阻,勇往直前,最终他们的贡献推动了科学的事业滚

滚向前。

这套书由8本构成：《探究生命玄机》、《破译元素秘密》、《解读地球传奇》、《打捞深海机密》、《解剖物质世界》、《开创科技前沿》、《追寻宇宙奥秘》以及《破解天气变化》。每本书容纳了该学科中10位科学大师的传略，介绍了这些人物的童年，他们致力于科学的心路历程以及他们的研究范畴，并提供足够的科学背景来帮助读者了解他们的发现和贡献。尽管我们这里介绍的人物都是相当卓越的，但并不意味他们就涵盖了所有一直以来最伟大的科学家。我们的编写其实遵循了这样的原则：这些被选择的突出的人物代表了各个领域多样的分支学科、多样的历史、多样的科学途径以及多样的个性。每一章都有一个关于这个人物生平和他的著作的年表及相关参考书目。每一本书都有一个关于该科学领域的介绍、图解、照片以及一个提供全面信息的扩展阅读书目。

这套书的意图是，在一个适当的水平上，为读者提供先锋科学家的信息。作者希望读者能被激发起来自己去领悟那些现代人物的伟大之处，与那些站在科学前沿的巨人们产生共鸣，然后体会这些科学巨人对现代社会产生的积极和不朽的影响。



鸣 谢

在此,我要感谢信息出版社科学与数学编辑弗兰克·K. 达姆施达特的宝贵指导和耐心;感谢利莎·库伦-杜邦所给予的解答;感谢博比·麦克卡特奇恩精美的插图,还要感谢阿米·L. 科恩弗和安·E. 希克思的极富建设性的建议。俄亥俄州迈迪纳图书馆为此书的出版提供了许多帮助,在续借图书、馆际互借以及处理研究过程中为我们提供了所用资料方面的帮助。感谢俄亥俄州迈迪纳A. I. 鲁特中学前媒体专家帕姆·谢克的专业指导。感谢所有为本书提供图片的机构和个人,他们的名字都在图片下标注。感谢所有为此书做出贡献的人。

民间谚语有言,“草上露珠闪,告别下雨天”;“太阳蒙上红面罩,次日清晨暴雨到”;“风前猫儿抓栏杆,雨前猫儿勤洗脸,雪前猫儿背火眠”。阴凉的土地上,蚱蜢在14秒内鸣叫的次数可以显示温度。可见民众对气象的关注度,尽管有些笑话会嘲笑气象学家正确预测天气的能力,但是不可否认,与之前的方法相比,先进的科学知识配合现代技术的应用已经使预报天气的准确性得到明显改善。天气是指在特定时间、特定区域内的大气状况,同时还包括温度、湿度、风速、明暗度以及降水等参数,而气候的概念涉及的是一个更广泛的时期内在限定的区域中总的天气状况。

不管一个人是从全球的角度还是从局部的角度应用大气科学,影响天气和气候的很多因素非常显著地体现了物理和化学的原理。太阳发出的热能使地球大气变暖,但是由于地球的球状结构,不同时间在不同区域的大气温度也是不同的。赤道区域最接近太阳,与极地相比受到更多的太阳直射,因而造成地球上空不同区域的气团有着不同的温度。地球沿自转轴自转,并且围绕太阳公转;这些运动对一天、一

年甚至几千年的时间段内的温度变化有很大影响。

太阳提供的热能把海洋和其他水源中的水转化成水蒸气,这些水蒸气上升,为大气提供水汽。当承载了水汽的空气进一步上升并变冷的时候,这些水汽就会凝结成云,进而形成降雨。大气中包含的分子通过对太阳辐射的吸收、散射作用,把辐射反射到宇宙空间以及地球的反射作用,也对地球气候发挥着重要影响。压力则会造成比较稀薄的暖空气上升、比较厚重的冷空气下沉。所有这些因素导致空气的构成具有不同的物理属性,从而造成具有不同属性气团的边界相遇形成锋面。锋面是雷暴和气旋等天气现象形成的原因。当具有不同压力的气团相遇时,空气中的分子为了达到平衡,会从高压气团向低压气团流动,这就形成了风。

气象学是研究我们生活的地球上天气的科学,它的主要目标是研究所有影响天气的因素之间的相互作用,以便预测天气状况。目前,气象学家们不仅在努力提高预测危险天气状况的能力,而且正在寻求控制天气的办法,以求阻止可能出现的灾害性天气状况,比如通过采取人工降雨的方式缓解飓风。气候学家经常提出这样的问题——“人类活动对地球气候有什么影响?”与此相关的问题就是大气中温室气体比例的上升趋势以及未来全球气温将因此受到怎样的影响。

“气象”这个词的英文拼写meteorology来源于公元前350年古希腊大哲学家亚里士多德(Aristotle)所写的一本书——《气象(Meteorologica)》。亚里士多德在书中提出太阳的热能促使水汽上升到空气,在空气中水汽遇冷,凝结成雨回归地面。人们在那个时候已经开始记录诸如降雨量之类的基本天气状况,但是这些活动对

于人们了解天气的帮助甚微,这种状况一直持续到19世纪。此后气象学的发展仍然很缓慢,直到20世纪,气象学仍未被科学家们当作一门学科。出于这种认识,大多数杰出的年轻科学家对物理和化学投入了大量精力,却并不认为气象学是一个值得付出努力的领域,这也阻碍了气象学发展成一门权威学科。

当时,那些对大气现象感兴趣的科学家缺乏合适的实验器材。大气压是研究天气和气候的基础参数之一。1643年,意大利数学家托里拆利(Evangelista Torricelli)发明了用来测量大气压的水银气压计。直到1724年,华伦海特(Daniel Gabriel Fahrenheit)提出用水银取代温度计中的酒精,人们才获得了第一个可靠的测温仪器。1752年,本杰明·富兰克林(Benjamin Franklin)证实闪电是一种电流,他证明一些神秘的晦暗天气可以得到科学的解释,而不是什么超自然的神力,使得人们对这些现象有了重新认识。英国科学家卢克·霍华德(Luke Howard)在1802年提出了为云进行分类的系统,提供了一个客观衡量大气状况的方法,他还出版了历史上第一本气象学教科书——《气象学七讲》(*Seven Lectures In Meteorology*) (1837)。在那个时候,气象学家已经掌握了评估和描述天气状况中某些因素的客观方法,但是对风的认知方法仍然非常主观,这也妨碍了像水手这样依靠海洋生活的人群之间的有效交流。爱尔兰水道测量师蒲福爵士(Sir Francis Beaufort)认识到规范天气预报的必要性并且拟定了被国际广泛应用的风力分级系统。

19世纪时,欧洲气候温和,这种气候与今天乃至有人类记载的历史时期类似。但是在1万年前,北半球的大部分地区被厚厚的冰川所覆盖。瑞士博物学家路易斯·阿加西(Louis Agassiz)采用地

质数据揭示了冰川时期存在的证据，证实了地球上的气候随着时间的流逝会发生重大变化。地球的运转是影响局部以及季节性气候变化的因素之一。威廉姆·费雷尔 (William Ferrel) 精确论述了环流会因为其自身与大气和海洋的不同关系而体现出不同的特点。爱尔兰自然哲学家约翰·丁铎尔 (John Tyndall) 把气候的变化和大气中的气体联系起来，特别是可以影响辐射热传播的水蒸气和二氧化碳。

1869年，克利夫兰·阿贝 (Cleveland Abbe) 开始编发气象日报，这一事件标志着面向公众的日常天气预报出现，而在今天，天气预报则成为人们生活中的惯例。不过即使在阿贝创立了美国国家气象局之后，预报天气仍然是一项需要依靠运气的工作，直到挪威物理学家皮叶克尼斯 (Vilhelm Bjerknes) 把大气中气团的运动解释为物理原理自然运动的结果，天气预报才转化为一门科学。而皮叶克尼斯研究气团运行和锋面特性形成的理论，成为现代气象学的基础。当前的一些关于天气和气候的问题，比如人类活动对大气的影 响，吸引了一些可敬的科学家的目光，克鲁岑 (Paul Crutzen) 就因为其研究臭氧层分解过程的成就而获得了诺贝尔化学奖。

这就是科学的特性：解决了一些问题，又会带来更多的问 题。本书介绍的科学先锋们为了解释地球大气中发生的神奇现象而不懈努力，当代科学家们竭尽全力为先贤们提出的问题寻找答案，未来的大气和气候科学家则要面对当代科学家所提出的问题的挑战。就像地球上的气候有冷暖循环一样，随着科学家们不断地解决问题并且随之提出更多的新问题，科学也在进行着自身的循环。



目 录

前言	1
鸣谢	1
内容提示	1

一 埃万杰利斯塔·托里拆利 (Evangelista Torricelli) (1608—1647)

水银气压计的发明者	1
伽利略的助手	2
气压计的发明	3
对数学的贡献	6
英年早逝	10
生平年表	10
扩展阅读	11

二 本杰明·富兰克林 (Benjamin Franklin) (1706—1790)

证明闪电是一种电现象	12
家族企业	12
印刷学徒	14
独自闯荡	15
《穷理查历书》	17
宾夕法尼亚壁炉	18

电的实验	20
对旋风和洋流的研究	24
新政权的缔造者	26
生平年表	27
扩展阅读	28

三 卢克·霍华德 (Luke Howard) (1772—1864)

为云层分类	30
凝望天空	31
业余时间钻研科学	31
《关于云的变种》	33
气象学权威	36
现代通行的云层分类法	40
生平年表	42
扩展阅读	43

四 弗兰西斯·蒲福爵士 (Sir Francis Beaufort) (1774—1857)

确立风级	44
无中生有	45
海事激情	47
权威天气报告的必要性	48
更为简明的风级	51
国际风级	52
蒲福的遗产	57
生平年表	58
扩展阅读	59

五 路易斯·阿加西 (Louis Agassiz) (1807—1873)

证实大冰川时代的存在	60
居维叶的助手	61
冰川研究	63
阻力	67
到美国的单程访问	72
地质气候学的建立	75
生平年表	76
扩展阅读	77

六 威廉姆·费雷尔 (William Ferrel) (1817—1891)

解释了地球自转对大气和海洋环流的影响	79
谷仓大门上的数学	79
气象学上的牛顿	81
地球自转对流体的影响	83
潮汐预报器	86
生平年表	90
扩展阅读	91

七 约翰·丁铎尔 (John Tyndall) (1820—1893)

研究了不可见气体对地球气温的影响	93
测绘员、讲师和学会会员	94
冰川运动	97
辐射热	98
天空为什么是蓝色的	99
浓雾信号	101
挫败自然发生论	101

自然哲学的普及	102
生平年表	104
扩展阅读	105
 八 克利夫兰·阿贝 (Cleveland Abbe) (1838—1916)	
美国第一个气象员	107
天文学梦想	108
从俄国到华盛顿	109
日常天气报告	110
国家气象局的成立	113
时间问题	114
得力的公仆	116
生平年表	119
扩展阅读	120
 九 威廉·皮叶克尼斯 (Vilhelm Bjerknes) (1862—1951)	
解释了大气中气团的运动	121
父亲的影响	122
物理流体力学	123
雄心计划	124
大气之战	128
现代气象学之父	132
生平年表	134
扩展阅读	135
 十 保罗·克鲁岑 (Paul Crutzen) (1933—)	
发现臭氧层损耗	137

艰辛	138
第二职业	139
超声波飞机和源于人类的氯	144
臭氧层空洞	146
生物量燃烧和核冬天	147
荣誉和影响	149
生平年表	151
扩展阅读	152



埃万杰利斯塔·托里拆利

(Evangelista Torricelli)(1608—1647)

水银气压计的发明者



数学家托里拆利因为发明了温度计而闻名于世(科学照片库/照片研究员有限公司)。

尽管肉眼无法看到,空气中却实实在在存在着气团;重力会把气团拖向地球表面,给予它压力。地球上的所有物体都被高达50英里(80.5千米)的大气层中分子的总压力所压迫。在较高的山地上,没有像地面一样多的空气对物体施加压力,所以,随着海拔的上升,气压反而会下降。气压,也叫大气压,对于了解和预测天气非常有帮助。这是因为气压的差异会形成风。气象学家们用气压计来测量气压。伽利略(Galileo)的学生是托里拆利,一位值得尊敬的意大利数学家,对于几何学的发展做出了突出贡献,不过他最重要的贡献却是发明了水银气压计。