



走进女科学家的世界

全民科学素质行动计划纲要书系

预测地球的未来

气象学家冯又嫦



[美] 芮妮·斯盖尔顿 著
张振成 译



科学普及出版社



全民科学素质行动计划纲要书系

走进女科学家的世界

预测地球的未来

气象学家冯又嫦



[美] 芮妮·斯盖尔顿 著
张振成 译

科学普及出版社
· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

预测地球的未来: 气象学家冯又嫦/(美)斯盖尔顿著; 张振成译.
—北京: 科学普及出版社, 2009.1
(走进女科学家的世界)

ISBN 978-7-110-06726-0

I. 预... II. ①斯... ②张... III. 冯又嫦—传记 IV. K826.14

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 049677 号

自 2006 年 4 月起本社图书封面均贴有防伪标志, 未贴防伪标志的为盗版图书

This is a translation of *Forecast Earth* by Renee Skelton © 2006. This book is part of the *Women's Adventures in Science* series, a collection of biographies that chronicles the lives of contemporary women scientists. First published in English by the Joseph Henry Press. All rights reserved. This edition published under agreement with the National Academy of Sciences.
著作权合同登记 01-2007-1625

本书中文版权由美国科学院出版社授权科普出版社独家出版, 未经出版者许可不得以任何方式抄袭、复制或节录任何部分

策划编辑: 许 慧 单 亭

责任编辑: 许 慧 高立波

责任校对: 林 华

责任印制: 安利平

科学普及出版社出版

北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码: 100081

电话: 010-62103210 传真: 010-62183872

<http://www.kjpbooks.com.cn>

科学普及出版社发行部发行

北京时捷印刷有限公司印刷

*

开本: 720 毫米 × 1000 毫米 1/16 印张: 7.25 字数: 150 千字

2009 年 1 月第 1 版 2009 年 1 月 第 1 次印刷

978-7-110-06726-0/K · 81

印数: 1—5000 册 定价: 26.00 元

(凡购买本社的图书, 如有缺页、倒页、
脱页者, 本社发行部负责调换)

丛书简介

《走进女科学家的世界》系列丛书介绍了诸多热衷于科学研究的女性的真人真事。她们中有些人在年轻时就立志要成为科学家，其他人则更晚一些才有这个想法。有些科学家在事业旅程中克服了许多个人以及社会方面的困难，而另一些人的科研道路则可以用平坦宽阔来形容。虽然她们的背景和人生经历不尽相同，但这些非同寻常的女性们都有一个共同的信念：她们所做的工作非常重要并且这些工作可以使世界变得更美好。

与其他的传记体丛书不同，《走进女科学家的世界》收录的是当今正在从事科学研究的女科学家的故事。书中记述的每位女科学家都通过各种方式参与到书籍的创作之中，包括讲述自己生活中的一些重要细节，提供个人照片以及其中的故事，动员家人、朋友及同事接受采访，以及解释她们的专业知识以启发和指导青少年读者。

本系列丛书能够顺利出版还离不开萨拉·李·斯库普夫和美国国家科学院的无私帮助，他们不仅坚信追求科学真理是我们认识世界的重要手段，而且相信女性一定会在科学的各个领域发挥重要作用。他们希望随着《走进女科学家的世界》的出版，其中那些从充满好奇的女孩变成富于创新和求知精神的科学家的故事能给读者以启迪，并且能够激励那些有天赋和精力的年轻人去思考相似的问题。虽然科研工作的挑战巨大，但其回报却更加丰厚。

本书作者简介

芮妮·斯盖尔顿对科学有浓厚的兴趣，因此愿意写这方面的文章。她曾为儿童写了几本有关科学领域的书籍，其中包括自然环境以及著名科学家的生平。她是芝麻街科学杂志《三二一》的编辑和作者，同时还担任很多儿童杂志的科学文章撰稿人，这些杂志包括国家地理杂志的《儿童国家地理杂志》、时代集团的《儿童时代》以及学人有限公司的《超级科学》。芮妮现居新泽西州。

本丛书还有：

- ◆ 基因猎手：神经心理学家南茜·韦克斯勒
- ◆ 骨骼侦探：法庭人类学家戴安娜·弗兰茨
- ◆ 机器人世界：机器人设计师辛希娅·布利泽尔
- ◆ 超越木星：行星天文学家海迪·海默尔
- ◆ 强力：物理学家雪莉·杰克逊
- ◆ 太空石：行星地质学家阿德瑞娜·奥坎普
- ◆ 活的机器：生物力学家米米·寇尔
- ◆ 人与人：社会学家玛塔·蒂恩达
- ◆ 大猩猩山：野生动物学家艾米·维德尔

一个痴迷气候的人

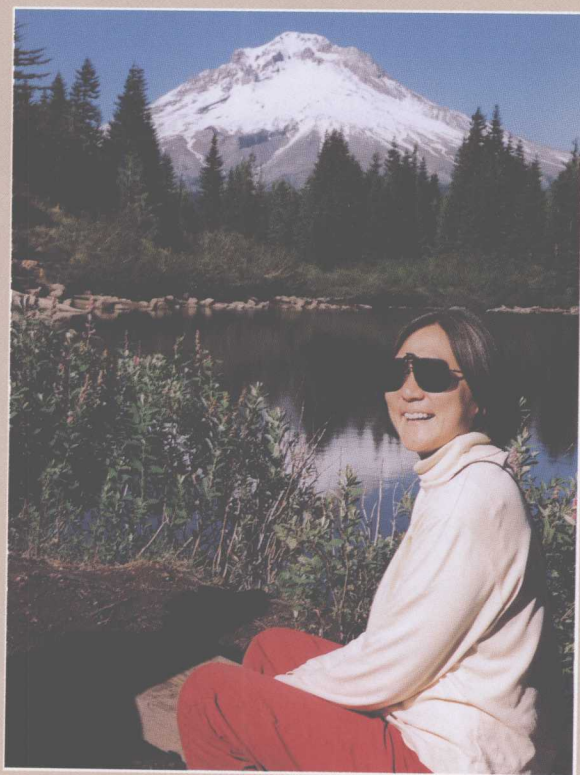
冯又嫦热爱一切难解的神秘问题；如今，摆在她面前的就是这些问题：地球气候是如何变化的？为什么会发生这样的变化？

地球正在变暖，到处都有奇怪的现象发生。已经存在了数千年的冰川正在融化；海平面正在缓慢上升；在世界的某些地方，冬季的降雪量正在减少，而春天的花则绽放得越来越早；还有一些地方，暴风雨肆虐的频率越来越高。所有这些现象背后是否有某种内在的联系呢？如果有的话，又是哪些地球气候的变化引起了这些现象呢？人类在未来还将面临哪些新的不利气候因素？这些都是冯又嫦想要解决的问题。

预见未来从来都不是一件容易的事情，但是冯又嫦的工作就是要努力破解未来之谜。她可以使用的工具包括方程式、数学公式以及超速电脑。为了认识气候原理以及变化过程，她在电脑上模拟了地球的各种自然现象，如风、洋流、降水以及云层的形成等。通过改变这些变量，她就能够预测未来 50 年、100 年甚至 500 年内的气候变化趋势！

地球上发生的任何自然现象都对冯又嫦有着巨大的吸引力。她不断地提出新问题，发现新现象，然后寻找这些现象背后的事实。在这条道路上，她让我们对地球未来的气候变化有了更多更深入的了解。

作为美国国家航空航天总署的科学家，冯又嫦的大部分工作成绩都是在美国取得的。



但是，她的人生旅程却是从地球另一端的中国香港开始的。

目 录

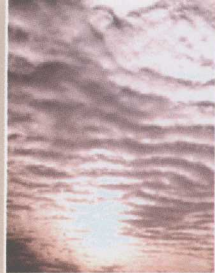
序言

1. 初识冯又嫦 1
2. 中国香港岁月 11
3. 初到美国 21
4. 探索人生道路 29
5. 人生考验 43
6. 成长与变化 49
7. 追踪碳元素 59
8. 小挫折，大发现 73
9. 冰与碳 83
10. 继续前进 91

冯又嫦的生活纪录 100

术语表 102

延伸阅读 105



初识冯又嫦

冯又嫦十分喜欢看科幻电影。2004年夏，她去电影院看了一部有关未来地球气候的影片《后天》，影片中描写了失常的气候给全世界带来的巨大灾难。

气候指某个地方过去几十年甚至几百年间正常平均的天气状况。但是在这部影片中，气候发生了突变。北半球的海水表层温度一夜之间骤降，洋流逆转，巨大的海浪席卷了纽约市的繁华街道，卷走了公车、小轿车和人群。接着严寒肆虐，所有的建筑物外面都裹上了厚厚的一层冰雪外套。

冯又嫦饶有兴致地看完了整部影片，这毕竟是关于未来气候变化的一部电影，是她最感兴趣的专业领域。不过她并不满意。影片的特效做得不错，但是从科学的角度看有太多漏洞。首先，气候变化绝非一朝一夕的事情，世界不会像影片中所描写的那样一夜之间变了个样。其次，她笑着说：“我注意到他们在电脑屏幕上显示的风暴系统，可是那上面气流的方向完全弄反了。”糟糕！

看到这里，电影制作人们要注意了。如果你们拍摄科幻电影的话，最好保证不犯科学上的错误；否则就只能指望自己的电影不会被像冯又嫦这样的科学家看到。

冯又嫦在俄勒冈州胡德山脚湖边留影（见左页图）。当时她已经知道自然界的一切，包括森林、海洋、云（见上图）和雪，全都会对气候产生影响。此外，她还认识到，人类的行为同样会影响地球气候。

科学事实还是科幻作品？

不论是否科学，科幻作家们就是喜欢向我们展示一个被极端的气候变化毁灭了的地球。他们曾经描写过变成一片沙漠的地球；还有一部电影甚至描写了一个淹没了所有陆地的水世界。这些有关未来的描写全部都是科幻作家们想象出来的。但是，气候的变化却不是他们的想象。

在长达 50 亿年的历史过程中，地球已经经历了很多次气候变化。早在冰河时代，大部分陆地表面都覆盖着厚厚的冰层。但是冰河时代只不过是地球气候自然变化周期中的一个阶段。地球变冷的时候，冰层形成并逐渐扩散；接着冰河时代结束，地球迎来了一段比较温暖的时期，就像我们现在这个时候。

但是，这个自然的变化周期中是否有什么因素没有被考虑在内呢？科学家们注意到了

一些以前从来都没有见过的极端气

候变化。只不过我们现在所面临

的问题不是酷寒，而是相反的

问题。20 世纪是过去一千年以

来气温最高的一段时期。过去

150 年间气温最高的十个年份

中有九个出现在 1990 年以后。

地球某些地方遭受严重的干旱

（长时间干旱），还有些地方的降

雪量明显减少，也可以理解为冬季

的干旱现象。有些树春天的花期提前；有

些植物种类以前因严寒无法生长，可如今开始在这些地方扎根生

长。气象学家十分关注这些现象，想要知道为什么会这样？按照自

然周期的规律，地球会出现另一次冰河时代吗？人类活动是否会永

久性地改变这一气候变化周期呢？



人类活动产生的二氧化碳使地球的大气层中二氧化碳含量急剧增加，仅汽车排放量一项就占空气中全部二氧化碳含量的近四分之一。



冯又嫦就是这些科学家中的一员。她是一名气象学专家，她的工作就是研究影响气候变化的各种因素，并了解气候在未来的变化趋势和变化原因。

科学家们收集研究了各种数据，一切迹象都表明人类就是造成这次气候变化的罪魁祸首。我们驾驶大大小小的车辆，使用电力驱动从电脑到空调等各种日用电器，工厂生产我们日常使用的众多产品。所有这些活动都需要燃烧化石燃料，其中包括煤炭、石油以及天然气。这些燃料是数百万年前死去的生物演变而来的，因此都含有碳元素。燃烧这些化石燃料的时候就会释放出二氧化碳，这就是很多问题的症结所在。

二氧化碳是温室气体，这种气体会将热量保留在地球的大气层内（参见下页“什么是温室效应”一文）。19世纪80年代早期以来，人类使用化石燃料的数量持续增加。空气中的二氧化碳含量也不断

阳光和大气污染发生反应，在洛杉矶这样的城市上空形成烟雾层。烟雾中的某些成分，如臭氧，被称为温室气体。

上升，其他温室气体的排放也同样如此。今天，地球大气层中的二氧化碳含量已经达到过去 40 万年以来的最高水平。这些增加的二氧化碳使地球平均温度持续上升，并在 20 世纪平均增长约 1 华氏度。某些地方的气温增长速度更快。

什么是温室效应？

如果没有温室效应，地球将是一个冰冷的荒芜之地。温室效应保证地球的最低气温仍能使地球上的生物继续生存下去，不至被冻死。如果没有温室效应，地球表面的平均温度将比现在的水平至少低 54 华氏度。

你能够感觉得到太阳照在皮肤上的

太阳光中的一部分（黄色箭头）穿过大气层到达地球。这些光线中有些被吸收，提高了地球表层的温度。红外线（红色箭头）或热量则被反射回大气层。这部分能量使温室气体的分子振动并自行产生热量，从而使大气层底部及地球表层的温度上升。



温暖，但是太阳光的热量并不是地球的唯一热源。此外，地球表面的热量无法扩散，储存在大气层里。就好像你在寒冷的夜晚睡在睡袋里一样，睡袋防止你身体散发出来的热量扩散出去，从而达到保暖的效果。

那么温室效应的原理究竟是怎样的呢？要想弄清楚这个问题，你必须先了解有关电磁辐射的知识，因为太阳能就是以这种形式到达地球的。这些光线以光速穿越太空，肉眼无法分辨其光波。一个波峰到下一个波峰的距离叫波长，波长从几百万分之一英寸（高能伽马射线）到几英里（能量最低的无线电波）不等。

太阳发射出的光线大部分都是高能短波光，其中包括我们肉眼能够看得到的光线，也包括看不到的紫外线。就是因为有了

包括冯又嫦在内的气象学家早已预见到这种变化所产生的影响。北冰洋的冰层厚度减少，高山冰川面积缩小。过去一百年内，蒙大拿州冰河国家公园内五分之四的冰川已经消失。陆地上融化的冰雪及海洋温度的上升使海平面缓慢但持续地上升。在地球上大部分地方，气温为零度以下的天数都有所减少。

无线电 微波 红外线 可见光 紫外线 X射线 伽马射线

这种光线，即使是在乌云密布的日子里，你的皮肤也会被灼伤。

地球外大气层内几乎没有多少分子结构的物质能够吸收短波光线，从而使阳光中一半光线直接穿越大气层到达地球表面。虽然地球表面吸收短波光线，但随后又会以其他波长将其释放出去。因为地球表层温度（约60华氏度）远低于太阳表层温度（11000华氏度），地球表面向大气层释放的大部分都是低能量长波光线，或红外线辐射。

包括二氧化碳和甲烷在内的温室气体并不仅仅是让长波辐射简单地穿过；因为辐射振动这些气体中的分子，

电磁辐射范围包括从长达几英里长的无线电波到只有百万分之一英寸长的伽马射线。可见光中波长最长的是红色光，最短的是紫色光。波长不同的可见光放在一起，就是我们看到的白色阳光。



振动速度加快就会自行产生热量。这种热量能够使地球内大气层及地球表面的温度上升。

这个过程为什么叫温室效应？因为其原理和玻璃温室（见左图）的原理类似。短波太阳能很容易穿透温室的玻璃，就像穿过地球的大气层一样。温室内吸收了这部分太阳光，然后以热量形式将其大部分重新释放出来。但是这一次，玻璃将大部分热量保留在温室内，就像地球的大气层留住温室气体一样。

气候变暖对冰川有影响。1850年,冰河国家公园内有150个冰川,如今已经减少到50个。斯佩利冰川在1907年(见右图)和2001年(见下图)之间大大缩减。如果气候持续变暖,则2030年的冰河国家公园内将看不到一座冰川。



冯又嫦和气象学界的同行们正对这些变化进行研究,以真正了解这些气候变化的根源。他们要解答很多重要的问题。地球会继续变暖吗?如果是这样的话,气温还会上升多少,上升的速度会有多快?到底是哪些因素导致地球变暖?地球变暖以后会和现在我们

已经习惯了的地球有什么不同,会对我们的生活有什么影响?

大家并不认为世界很快就会变成一片荒漠。但是地球变暖所造成的后果有可能十分严重。气象学家表示,根据他们目前预测的变暖趋势,未来的世界有可能会发生较大的变化。例如,气候带有可能会改变,有些植物、动物将无法在目前生活的地方继续生存下去。想象一下,纽约到处都是棕榈树会是什么样?或者北极再也看不到一只北极熊呢?

如果像有些科学家预言的那样,大部分南北极冰冠都融化了,

海平面将上升几英尺,海拔较低但是人口聚居的沿海地区就会被淹没在海水下面;像马尔代夫这样的岛屿则有可能消失在茫茫的印度洋里,因为这里的最高点海拔也仅为八英尺。将暖流从赤道地区带到两极的各大洋流也有可能减弱,从而使北大西洋附近某些地区气温下降。

什么是温室气体?

温室气体是大气层中对温室效应产生较大影响的气体。相比其他气体,这些气体更能吸收地球散发的热量。它们随后又将自己的能量重新返回地球,从而使地球表面及大气层内圈温度上升。如果没有这些温室气体,地球所散发的热量就有可能释放到太空里。

温室气体	自然来源	人为来源
二氧化碳	植物腐烂、生物体呼吸、火山爆发、海洋	发电厂及机动车燃烧化石燃料(煤炭、石油、天然气),燃烧木材,砍伐树木及其他能够从大气层吸收二氧化碳的植物
甲烷	湿地(沼泽、泥沼)、家畜的胃、白蚁	种植水稻、饲养家畜、垃圾场垃圾腐烂、开采煤炭、天然气管道泄露
一氧化二氮	家畜粪便、湿地	发电厂及机动车辆燃烧化石燃料、肥料
臭氧	阳光中的紫外线与大气层外圈中的氧气发生反应;植物向大气层内圈释放臭氧	阳光与空气污染(一般情况下为机动车污染)在含有碳元素和氮元素的大气层内圈发生反应;烟雾的主要成分
氯氟碳化合物	无。这是一种实验室内制造出来的人造化学成分	空调、冰箱中的冷却剂、灭火器中使用的冷却剂、制造泡沫塑料使用的泡沫塑料以及喷雾器中的推进剂
水汽	地球表面蒸发的水汽	

预言未来

冯又嫦的工作就是要预测未来的气候,因为未来的气候有可能同今天大不相同。她研究过去和现在的各种气候规律,分析构成气候的各种因素,其中包括海洋表层水温、洋流、风以及大气层中温室气体和灰尘的数量。然后她会关注这些因素发生变化以后会对气候产生什么样的影响以及气候发生变化的时候这些因素会有哪些相应的变化。

冯又嫦的研究方式十分奇特。因为她无法在整个地球上进行实验,也无法让风和洋流按照她希望的方式流动,从而让她了解这些因素对空气中二氧化碳的影响。因此冯又嫦重新创造了一个地球及其大气层、海洋、陆地系统,当然这是在她的电脑里创造的模型。

冯又嫦将这个地球模型称为属于自己的“神奇小世界”。她为这个虚拟的世界设置了一系列接近真实情况的特点,然后让这个模型运动起来,并观察会产生什么样的结果。

这个模型的工作原理就是要掌握自然界的气候周期,然后了解人类活动是如何影响这些周期的。例如,如果人类产生更多二氧化碳或其他温室气体,地球气候会发生什么样的变化?

她为什么要这么做呢?冯又嫦认为:“首先,这是个很大的问题,但同时也是个十分重要的问题。过去一百年时间里气候变化幅度一直不大,同自然界其他变化没有什么太大的不同。但是在今后一百年时间里,我们认为变化幅度不会还是那么小。”

很多电脑演示模型均预测地球变暖对某些地方来说将会是毁灭性的。酷热难当的日子有可能会增多,已经半干旱的地区有可能遭受严重的旱灾,而已经遭受涝灾的地区有可能会有更多降水。像2004年夏季和秋季一再肆虐佛罗里达的飓风有可能会变得更加频繁。



因此冯又嫦希望就自己了解到的情况与对气候有影响力的决策者进行交流。毕竟，她所提供的只有科学知识和电脑预测。如果我们幸运的话，包括政府官员和业界领袖在内的决策者们就会注意她传达的这些信息。然后他们就会用这些知识防止事态的进一步恶化。

冯又嫦运用电脑模型研究气候已有二十多年的历史，她在提高这些模型性能方面作出了十分突出的贡献。她的发现帮助科学家们了解更多有关影响气候变化的因素，也对未来气候的变化趋势有了更深入细致的认识。从业以来，冯又嫦的研究工作为她赢得了很多奖项。

作为美国国家航空航天总署的科学家，冯又嫦的大部分工作成绩都是在美国取得的。但是，她的人生旅程却是从位于地球另一端的中国香港开始的。孩童时期，她最喜欢在大海里游泳，躺在水面上看天空中漂浮的白云。那个时候，没有人知道这个小女孩将会走多远，未来会取得多出色的成绩。



冯又嫦（见上图）在中国香港长大；很小的时候就喜欢蓝天沙滩，不喜欢拥挤的城市（见顶图）。