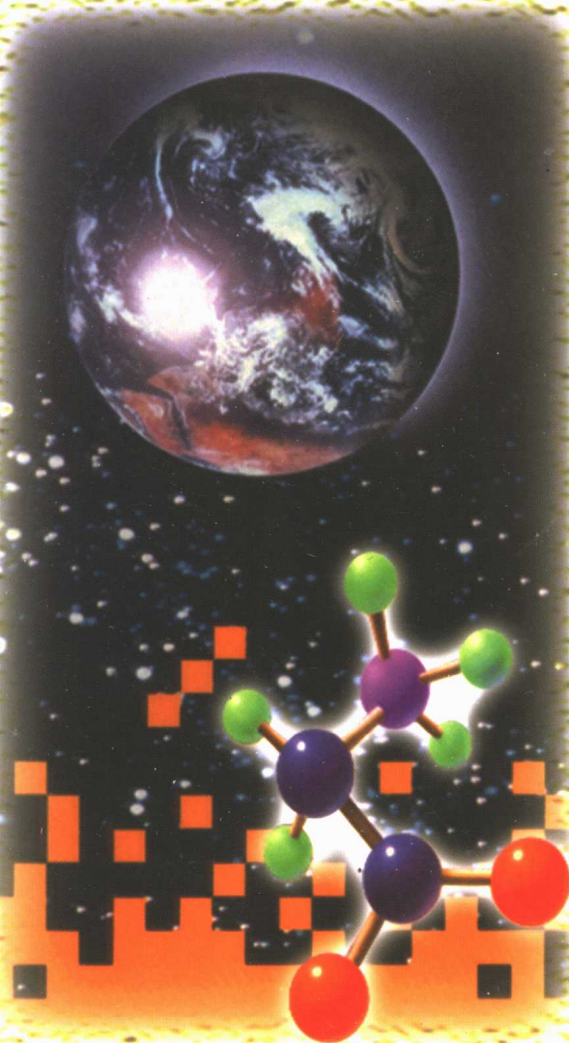




中国科学院研究生教学丛书



气候过程和气候变化

(澳) E. 布赖恩特 著
刘东生 等 编译



科学出版社

www.sciencep.com

中国科学院研究生教学丛书

气候过程和气候变化

[澳] E·布赖恩特 著

刘东生等 编译

科学出版社

北 京

图字:01-1999-2844号

内 容 简 介

本书共分三篇,第一篇气候过程,第二篇气候变化,第三篇气候变化的影响。第一篇内容包括气候过程、大气中热量与质量的传输、海洋的作用;第二篇内容包括更新世至现代:各种尺度的气候变化、气候变化的原因、人类对气候的影响;第三篇内容包括气候变化对人类健康的影响、气候变化对生态系统的影响、中国的气候变化;书末还有跋。

本书可作为地质、地理、气象、气候类研究生、本科生的课外读物或选修教材,也可作为研究人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

气候过程和气候变化/(澳)布赖恩特(Bryant, E.)著;刘东生等编译.

—北京:科学出版社,2004

(中国科学院研究生教学丛书)

ISBN 7-03-013134-7

I. 气… II. ①布…②刘… III. ①气候—过程—研究生—教材②气候变化—研究生—教材 IV. P.467

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第024475号

责任编辑:谢洪源 秦国英/责任校对:鲁素

责任印制:钱玉芬/封面设计:槐寿明

Edward Bryant
Climate Process & Change
Cambridge University Press 1997

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>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004年5月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2004年5月第一次印刷 印张:17

印数:1—3000 字数:362 000

定价:38.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈科印〉)

《中国科学院研究生教学丛书》总编委会

主 任:白春礼

副主任:何 岩 师昌绪 杨 乐 汪尔康 沈允钢

黄荣辉 叶朝辉

委 员:朱清时 叶大年 王 水 施蕴渝 余翔林

冯克勤 冯玉琳 高 文 洪友士 王东进

龚 立 吕晓澎 林 鹏

《中国科学院研究生教学丛书》地学学科编委会

主 编:黄荣辉

副主编:叶大年

编 委:章 申 秦大河 石耀霖 丁仲礼 蔡运龙

《中国科学院研究生教学丛书》序

在 21 世纪曙光初露,中国科技、教育面临重大改革和蓬勃发展之际,《中国科学院研究生教学丛书》——这套凝聚了中国科学院新老科学家、研究生导师们多年心血的研究生教材面世了。相信这套丛书的出版,会在一定程度上缓解研究生教材不足的困难,对提高研究生教育质量起着积极的推动作用。

21 世纪将是科学技术日新月异,迅猛发展的新世纪,科学技术将成为经济发展的最重要的资源和不竭的动力,成为经济和社会发展的首要推动力量。世界各国之间综合国力的竞争,实质上是科技实力的竞争。而一个国家科技实力的决定因素是它所拥有的科技人才的数量和质量。我国要想在 21 世纪顺利地实施“科教兴国”和“可持续发展”战略,实现小平同志规划的第三步战略目标——把我国建设成中等发达国家,关键在于培养造就一支数量宏大、素质优良、结构合理,有能力参与国际竞争与合作的科技大军。这是摆在我国高等教育面前的一项十分繁重而光荣的战略任务。

中国科学院作为我国自然科学与高新技术的综合研究与发展中心,在建院之初就明确了出成果出人才并举的办院宗旨,长期坚持走科研与教育相结合的道路,发挥了高级科技专家多,科研条件好,科研水平高的优势,结合科研工作,积极培养研究生;在出成果的同时,为国家培养了数以万计的研究生。当前,中国科学院正在按照江泽民同志关于中国科学院要努力建设好“三个基地”的指示,在建设具有国际先进水平的科学研究基地和促进高新技术产业发展基地的同时,加强研究生教育,努力建设好高级人才培养基地,在肩负起发展我国科学技术及促进高新技术产业发展重任的同时,为国家源源不断地培养输送大批高级科技人才。

质量是研究生教育的生命,全面提高研究生培养质量是当前我国研究生教育的首要任务。研究生教材建设是提高研究生培养质量的一项重要基础性工作。由于各种原因,目前我国研究生教材的建设滞后于研究生教育的发展。为了改变这种情况,中国科学院组织了一批在科学前沿工作,同时又具有相当教学经验的科学家撰写研究生教材,并以专项资金资助优秀的研究生教材的出版。希望通过数年努力,出版一套面向 21 世纪科技发展,体现中国科学院特色的高水平的研究生教学丛书。本丛书内容力求具有科学性、系统性和基础性,同时也兼顾前沿性,使阅读者不仅能获得相关学科的比较系统的科学基础知识,也能被引导进入当代科学研究的前沿。这套研究生教学丛书,不仅适合于在校研究生学习使用,也可以作为高校教师和专业研究人员工作和学习的参考书。

“桃李不言，下自成蹊。”我相信，通过中国科学院一批科学家的辛勤耕耘，《中国科学院研究生教学丛书》将成为我国研究生教育园地的一丛鲜花，也将似润物春雨，滋养莘莘学子的心田，把他们引向科学的殿堂，不仅为科学院，也为全国研究生教育的发展做出重要贡献。

饶阳祥

中文版序

我为科学出版社出版我的《气候过程和气候变化》的中文版感到十分荣幸。尽管英文版原书出版已经有好几年了,但是书中提到的很多概念并没有改变,仍然是十分准确和贴切的。在英文版的序言中,我曾记述:当我坐在院子里时,感受到了非同寻常的温暖的秋天;刚刚过去的从来没有过的凉爽的夏天;从北面悉尼方向飘来的烟尘污染;和 20 世纪 80 年代导致洪水泛滥的大雨,情况至今没有改变。我必须给当地的报纸解释为什么近来的秋天会如此燥热,为什么这里的夏天又是如此凉爽。烟尘的污染仍然从北面飘过来,但是现在这种现象被解释成为由于悉尼的污水污染了海水,因此使得缺乏食物的藻类产生了芳香族化合物。我也必须把我所居住的伍伦贡 1998 年 8 月遭受突发的大洪水蹂躏一事,放到我的教材中去讲解。所有这些事件似乎无法与“温室”变暖联系起来,它们是日常的气候过程的一部分。

我有幸邀请北京大学的王绍武教授为本书的中文版增写一章关于中国的气候变化。在过去的几天里,我查阅了我的书中所用的关于中国的参考文献,“西方人”常常无视中国长时间的科学记录传统,它存在至少有 2000 年了。在过去的 5 年中,由于我的兴趣逐渐扩展到天文学,这种“西方人”的观念在我的身上有所改变。我开始在国际互联网上花费一点时间浏览中国气候变化的文章,在 IPCC 网站 <http://www.grida.no/climate/ipcc/regional/305.htm> 中有丰富的资料。其中有 20 世纪大部分时间全球温度变化的图件。图中不仅标出我所居住的澳大利亚东南部的降温,也标出中国东南部的降温。将来有可能会升温的地区正好位于这些地区的旁边。我考虑这种变化模式的惟一的解释是移动性极地高压强度的波动。自从我的书的英文版出版以后,我很高兴遇见了 Marcel Leroux 教授,是他系统地阐述了移动性极地高压。这使我更进一步确信强调移动性极地高压对气候过程和气候变化的作用是十分正确的。我鼓励我的学生更多地注意这一现象。移动性极地高压的途径和强度能很好解释现在北极海冰的融化,厄尔尼诺的增强,非洲的干旱和近年来很多地方的大洪水。最后,我编写《气候过程和气候变化》,使之成为一本教科书,把很多范围很广泛的关于气候的诸多描述和概念集中到一起,就是为了帮助同学们学习。我希望这会鼓励他们在 21 世纪继续中国长时间的在气候资料的收集和解释方面的传统。谁明白这一点,谁就能成为对我们千变万化的各种气候事件做出正确解释的科学家。

阅读本书的每一位读者请注意本书的表达方式。除了特别说明的情况外,所有的世界地图所用的都是 McBryde-Thomas 的四方平极投影,这是一种假圆柱等积投影,极线的长度是赤道长度的 $1/3$,中间子午线位于 0° ,经度和纬度的间隔都是 15° 。这种地图上各洲的形状均为大家所熟悉的样子,与地图集上常用的 Mollweide, Hammer, Robinson 和

Hoelzel 投影相似。这种投影也见于其他的地理教科书中。很多表示由卫星或计算机模拟所得到的气候资料的地图,特别是因人类的影响由“温室”气体效应造成增温的地图,都有不同程度的变形,这并不是科学内容改变了,而是因为原图使用的不是等积投影造成的。

整本书中所用的计量单位都用国际单位制,所有的缩写和转换关系均根据 Roche (1984) 编的手册。为了表达各种不同的观点和看法,书中没有对各种概念和公式进行冗长的引证和严格的推导,通常除了对我的想法有重要影响的或者后面要进行着重讨论问题的有关论文和图书外,参考文献只在每一部分的开头列出一个目录。如果有人认为对他关键性的工作忽视了,我对此表示歉意,当然对许多论述的问题我还是尽可能列出更多的文献,但绝没有包罗万象。每一章的最后都列出所有的参考文献。一般并没有原封不动地引用已发表的材料,除非一定要引用其中某一张图或某一个表。此外,一些论文和资料是从互联网上得到的,在这种情况下,都注明了网址。有些材料由于网址的改变或是由于这种新的资料传播媒介尚缺乏固定的表示办法,而没有清楚表明来源。凡是使用了这类在文献中无法查到的或网上论坛的材料,都在本书开头的致谢中表示了感谢。

报道中的地质年代由于所用的术语以及由于 ^{14}C 的年龄比实际的日历年龄要轻22%~27%而可能会造成混乱。除特别标明的地方外,所有年龄都是指日历年龄。 ^{14}C 年龄只在超过距今18ka时才使用,在这种情况下,没有把它们校准为日历年龄。所有公元0年前的非历史记载的年龄都以距今多少年来表示。惟一的例外是历史事件,如战争和流行病,对这些事件仍用公元前多少年。公元0年以后的年代都简单表示为多少多少年,没有加公元字样。

多年来,我与大多数持极端看法的科学家均有所交流。我很欣赏世界著名的火山学家 Tazieff 的一段话:

我非常惊奇,当然也十分高兴,得到很多科学家的赞同,特别是这一领域里的专家。另一方面,我也被无数的不同观点所吸引,其中一些是天真的,而另一些则是来自诚实的人们,但是少数忠实的朋友,比一群狂热的崇拜者或一群对立面更重要。

Ted Bryant

(Ted Bryant)

参考文献

- Roche F A. 1984. *Handbook of Units and Quantities*. Australian Atomic Energy Commission, Lucas Heights. 270p
- Snyder J P. 1993. *Flattening the Earth*. University of Chicago Press, Chicago. 365p

编译者序

在编译完成《中国科学院研究生教学丛书》第四纪地质与环境课程的第一本教材《第四纪环境》(根据 Edward Arnold 出版公司 1993 出版,由澳大利亚莫纳希大学 Martin Williams 教授等撰写的英文原著“Quaternary Environments”的全文翻译,并根据原作者的意见,增加“中国第四纪环境概要”一章组成)后,一直希望为选择“第四纪地质与环境”课程的非大气物理与气象专业研究生,提供一本程度合适的关于气候过程和气候变化的教材,增加他们气象和气候方面的基础知识,以便更好了解第四纪气候变化的有关问题。正巧在访问澳大利亚时,见到了刚刚由剑桥大学出版社出版的由澳大利亚伍伦贡大学 Edward Bryant 教授撰写的新书“Climate Process & Change”,觉得非常合适,能达到预定的目标,于是萌发了把“Climate Process & Change”翻译成中文作为研究生第四纪地质与环境课程的辅助教材的想法。这一想法,很快便得到了《中国科学院研究生教学丛书》地学学科编委会的审核同意。经联系,也得到了剑桥大学出版社及原作者 Bryant 教授支持,并同意由科学出版社出版“Climate Process & Change”的中文版。同时还与原书出版社和作者协商,取得一致,为照顾中国学生学习的需要,增加“中国的气候变化”一章。为此,十分感谢北京大学地球物理系的王绍武教授应原作者和编译者特邀,执笔完成了这一章的编写任务。为保持原书的体例,我们将王绍武教授编写的“中国的气候变化”成为本书的第 10 章,而将原书的第 10 章改为本书的第 11 章,特此说明。

本书的翻译得到了很多人的关心,他们为此在百忙中拨冗承担了翻译和校对等任务。第 1 到第 4 章由姜文英同志翻译,第 5 章由王先锋翻译,第 6 到第 9 章由王会军带领姜大膀、郎咸梅翻译并由王会军对译文进行了校订,第 10 章、中文版序和致谢等部分由韩家懋翻译。收到全部译文后,由韩家懋对全部译文进行了文字上的润色。为保证译文的质量和术语翻译的正确,特请中国科学院大气物理研究所的纪立人教授对第 1 章至第 4 章的译文进行了认真的校阅,请王绍武教授对第 5 章至第 10 章的译文进行了认真的校阅。为使全部译文体例的一致,王绍武教授又通读了全部译文并作了必要的订正。书中的所有图件一部分在翻译正文时已经译出。原译者未译出的部分由韩家懋补译,并由王绍武教授统一校订。高登义教授为有关章节的翻译和校对作了精心的安排。在图件的翻译过程中得到了汪罗、侯居峙、蔡炳贵和汪道京等的很多帮助。编译者愿借此机会向一切为本书的翻译出版作出努力的各位,特别是倾注了大量精力的王绍武教授和纪立人教授等表示衷心的感谢,没有大家的共同努力,本书的出版会有更长时间的延误。

编译者也愿借本书的出版,向中国科学院研究生院地学教研室的老师表示衷心的感谢,感谢他们对我们课程的一贯支持。希望有了这本辅助教材,学生们学习起来能更容易

也更有收获。

由于编译人员学术水平和能力的限制,本书中文版中可能仍有遗漏和不足之处,敬请广大读者随时予以指正。

刘 丹

2004-4-29日

致 谢

书中的很多图件和数据都来自美国政府的公开出版物,这些都是没有版权保护的。如果没有那样一条政策,这本书是绝对不可能完成的。另外还有其他人提供的资料,已分别在正文中表示了感谢。这里我特别感谢二氧化碳资料分析中心的汤姆·博登(Tom Boden)博士同意使用该中心整理的资料和 Trends' 93 中所用的图表,感谢国家气候资料中心的汤姆·卡尔(Tom Karl)博士同意使用图 1.4。

第 7 章讨论云、硫酸盐和卫星温度测量的所用的一些数据来自美国夏洛特维尔的弗吉尼亚大学环境科学系 P.J. 迈克尔斯博士作为主编的“世界气候综述”(不知作者其名文章中)。

其他的材料取自于国际互联网,包括 World Wide Web 网站。图 2.3 中 1749~1993 年太阳黑子数量来自 ftp://ncardata.ucar.edu/datasets/ds834.0/monthly_data 网站,由国家大气研究中心(NCAR)科学计算部数据支持处按期更新的美国国家地球物理数据中心的文件。图 4.9 中南方涛动指数部分获自 http://tao.atmos.washington.edu/pacs/additional_analyses/soi.html 网站,由西雅图华盛顿大学大气和海洋联合研究所编辑的数据。涉及历史时期降水变化,特别是第 5 章中关于洪涝的叙述,使用了 http://www.greenpeace.org/climate/flood_report/index.html 关于“温室”气体的网站总结的材料。图 6.1 中米兰科维奇太阳辐射的数据是从 NAOO 网站 <ftp://ngdal.ngdc.nao.gov/paleo/insolation> 下载的(原始数据在图注中引用)。图 7.16 的 1994 年哈利湾臭氧的数据来自英国南极调查所关于臭氧资料的网站 <http://www.acd.ucar.edu/gpdf/ozone/science/bas.html>。英国南极调查所同意使用这些数据。图 7.17 中哈利湾最新的 10 月份的臭氧数据是由英国南极调查所格里高利 P. Dubois-Felsmann's 互联网网站 <http://www.acd.ucar.edu/gpdf/ozone/science/bas.html> 下载的。历史时期的臭氧资料取自 FAQ 科罗拉多大学化学和生物化学系罗伯特·帕森(Robert Parson)博士在 rparson@rintintin.colorado.edu 收集和编录的臭氧资料。后者曾通过与原始图表比较,做过精度检查。

气候变化对人类健康的影响方面的很多材料是在 1990~1993 年期间与伍伦贡大学的克里斯蒂安·伊万(Christine Ewan)教授合作收集的。一些基础材料是由伍伦贡大学地理系的约翰·玛西克(John Marthick)和蒂纳·考登-帕隆尼(Deanne Condon-Paoloni)共同编辑的。约翰·玛西克还十分友好地允诺使用图 8.2。墨尔本大气研究 CSIRO 部的保尔·弗雷泽(Paul Fraser)博士提供了紫外辐射增强对人类健康影响方面的有价值的资料。表 8.3 中所列的紫外辐射增强所需医疗费用的估计是由伍伦贡大学经济系的冬·刘易斯(Don Lewis)教授计算出来的。澳大利亚公共事务调查局环境与健康处的凯司·本

帖莱 (Keith Bentley) 博士由国家健康与医学研究理事会资助开创了诸多方面的研究工作, 凡是对公众有利的研究工作在本书中有所涉及。不过, 臭氧损耗健康的影响这部分只是根据小范围内交流的报告 (Bryant, Lewis, Calvert, Ewan and Fraser, 1992, Estimation of the health costs, to 2030 A D, of enhanced ultraviolet radiation due to climatic change), 交给环境和国土部艺术、体育司公共服务和健康处的最后报告。“温室”气体增温的生物后果方面的一些基础材料是由在伍伦贡大学环境研究所执行环境、体育和国土系负责的一个项目研究工作的研究助理马丁·格里高利 (Martin Geogory) 提供的。

本书的出版包含了剑桥大学出版社有关的很多人的努力, 其中特别有鲁宾·德利考特 (Rubin Derricourt), 他很重视推广本书的各种观点; 简尼·法拉哥 (Jane Farago) 和费力帕·马克圭尼斯 (Phillipa McGuiness), 他们的专业才能加速了本书的问世; 凯瑟琳·格雷 (Kathleen Gray) 仔细对书稿的文字进行了润色。本书也得益于戴维·马丁 (David Martin) 的高超手艺, 他画了书中的很多地图, 帮我从这一困难的工作中解脱出来。不过书中的所有内容如果有任何错误的话, 当然是由我来承担的。

最后, 我想借此机会向我的很多同事表示感谢, 多少年来良好的学术环境和不吝指导, 使我在研究工作中保持了旺盛的热情, 并充满乐趣。

Ted Bryant

目 录

《中国科学院研究生教学丛书》序

中文版序

编译者序

致谢

图表目录

1. 地球的气候历史及背景知识	1
1.1 理论基础	1
1.2 地球气候的演变	2
1.3 地球、火星和金星的气候差异	3
1.4 行星的“温室”效应	3
1.5 地球上的气候记录	4
1.6 气候变化——现代记录	5
1.6.1 趋势和变率	5
1.6.2 一致性	6
1.6.3 极端事件	6
1.6.4 极端事件的概率	7
1.6.5 持续和反馈	9
1.6.6 序列相关、滞后和响应时间	9
1.6.7 循环	10
1.6.8 混沌理论	11
1.6.9 无序或随机效应	13
参考文献和进一步阅读的材料	13

第一篇 气候过程

2. 气候过程	17
2.1 太阳	17
2.1.1 太阳波谱	17
2.1.2 太阳黑子和太阳耀斑	18
2.2 地球截获的太阳辐射	20
2.3 地球-大气系统的性质	21
2.3.1 轨道效应	21

2.3.2 大气成分	22
2.4 大气和地表的影响	25
2.4.1 吸收	25
2.4.2 散射	27
2.4.3 反射(反照率)	27
2.5 全球辐射收支	28
2.6 时间和空间平均辐射收支影响	30
2.7 结语	33
参考文献和进一步阅读的材料	34
3. 大气中热量与质量的传输	36
3.1 基本的传输方式	36
3.2 地转偏向力、涡度和罗斯贝波	36
3.3 大气环流的帕尔曼-牛顿模型	39
3.4 大气环流的次级特征	43
3.4.1 锋	43
3.4.2 热带气旋	43
3.4.3 温带气旋	45
3.4.4 东海岸低压	46
3.4.5 季风	48
3.5 移动性极地高压的概念	49
3.6 计算机大气环流模型	52
3.7 区域环流型	55
3.7.1 北美	55
3.7.2 欧洲	56
3.7.3 澳大利亚	57
3.8 城市气候	58
3.9 结语	60
参考文献和进一步阅读的材料	61
4. 海洋的作用	63
4.1 海洋的气候过程	63
4.1.1 热膨胀	63
4.1.2 气候的控制因子和盐度下沉	63
4.1.3 埃克曼传输	65
4.1.4 大气-海洋反馈	67
4.2 全球洋流	67

4.3 环行洋流(旋涡)、涡流、池和环	69
4.4 大气和海洋的尺度和响应时间	71
4.5 南方涛动	72
4.5.1 正常环流	72
4.5.2 厄尔尼诺-南方涛动(ENSO)事件	74
4.5.3 拉尼娜事件	78
4.6 结语	78
参考文献和进一步阅读的材料	79

第二篇 气候变化

5. 更新世至现代:各种尺度的气候变化	83
5.1 更新世冰期	83
5.2 更新世气候波动的证据	83
5.2.1 定年技术	83
5.2.2 深海 $\delta^{18}\text{O}$ 记录	84
5.2.3 更新世环境变化的地貌证据	86
5.3 晚更新世气候	86
5.3.1 $\delta^{18}\text{O}$ 的最新记录	86
5.3.2 噪音、“颤动”和 Dansgaard-Oeschger 振荡	88
5.3.3 Heinrich 浮冰事件	89
5.3.4 冰期时热带温度的矛盾现象	90
5.3.5 冰期时的大气环流	91
5.3.6 冰消期	94
5.3.7 新仙女木事件	97
5.4 全新世气候	97
5.5 历史记录	99
5.6 实测记录	100
5.6.1 温度	100
5.6.2 降水	102
5.7 结语	103
参考文献和进一步阅读的材料	104
6. 气候变化的原因	107
6.1 引言	107
6.2 外部因素	107
6.2.1 银河系中太阳轨道的变化	107
6.2.2 彗星	107

6.2.3	太阳辐射量的变化(辛普森理论)	108
6.2.4	轨道参数变化(米兰柯维奇假说)	109
6.3	地质因素	111
6.3.1	大陆漂移	111
6.3.2	造山运动	112
6.3.3	火山作用	113
6.3.4	地磁作用	115
6.4	陆-海-气系统	116
6.4.1	二氧化碳和甲烷变化	116
6.4.2	海洋的加热和冷却	116
6.4.3	冰、雪和尘埃引起的反照率改变	117
6.4.4	南极冰涌(威尔逊理论)	118
6.4.5	北大西洋热盐下沉	118
6.4.6	北极的冰冻和融化	119
6.4.7	海平面作为冰消期的触发机制	119
6.4.8	二甲硫化物和云的作用	120
6.4.9	海洋中的富含铁量	121
6.5	随机共振	121
6.6	周期和历史记录	122
6.6.1	太阳黑子周期	122
6.6.2	太阳黑子与准两年振荡	123
6.6.3	天文周期、世界范围的干旱和降雨	124
6.7	结语	124
	参考文献和进一步阅读的材料	126
7.	人类对气候的影响	129
7.1	引言	129
7.2	“温室”效应的加剧	129
7.2.1	发现	129
7.2.2	机制	130
7.2.3	人类活动产生的“温室”气体	130
7.2.4	不确定性	134
7.2.5	CO ₂ 的消失	135
7.3	20 世纪全球变暖的不确定性	136
7.3.1	温度变化的描述	136
7.3.2	地表温度资料的偏差	137

7.3.3 太阳活动与“温室”加热	138
7.3.4 温度确实在上升吗?	138
7.3.5 云的作用	140
7.3.6 硫酸盐气溶胶的作用	142
7.3.7 尘埃的作用	144
7.4 “温室”效应的气候模拟	146
7.4.1 利用计算机模拟大气环流	146
7.4.2 大气环流相似	152
7.5 “温室”效应加剧的警告	154
7.6 臭氧的消耗	155
7.7 “核冬天”	158
7.8 结语	160
参考文献和进一步阅读的材料	161

第三篇 气候变化的影响

8. 气候变化对人类健康的影响	167
8.1 世界前景	167
8.1.1 世界人口统计	167
8.1.2 全球预测	168
8.1.3 边缘社会	169
8.2 健康与气候变化	169
8.2.1 人类健康的定义	170
8.2.2 疾病的历史	171
8.2.3 气候变化的历史影响	172
8.2.4 气候变化和犯罪	173
8.2.5 身心压力	173
8.2.6 媒介传染病	174
8.2.7 蚊媒疾病	176
8.2.8 蜱媒、螨媒传染病(斑疹伤寒)	178
8.2.9 其他传染媒	179
8.2.10 水传染媒疾病	180
8.2.11 呼吸疾病	181
8.3 气候变化引发的自然灾害与人类健康问题	182
8.3.1 洪水	182
8.3.2 干旱	183
8.3.3 灌丛火灾	183