普通高等教育“十一五”国家级规划教材

“十三五”江苏省高等学校重点教材（编号：2016-1-125）

XIANDAI QIHOUXUE

现代气候学

缪启龙 江志红 陈海山 余锦华 等 编著

（第二版）

气象出版社
China Meteorological Press

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
“十三五”江苏省高等学校重点教材(编号 2016-1-125)

现代气候学

(第二版)

缪启龙　江志红　陈海山　余锦华 等　编著

气象出版社
China Meteorological Press

内 容 简 介

本教材为普通高等教育“十一五”国家级规划教材，“十三五”江苏省高等学校重点教材。全书共10章，系统地阐述了现代气候学的基本概念、原理和研究内容，力求反映现代气候学的最新成果。内容包括气候系统概念、辐射平衡、能量输送、水分交换，海气、陆气相互作用，冰雪与气候，以及大气的平均状态和气候变化的事实与可能原因，并对现代气候学的研究方法的基础理论予以介绍和阐述。

本教材可作为大气科学类本科生教材，还可供地理、水文、环境、海洋、农、林等专业的本科生或研究生作为教学参考书，还可供相关专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代气候学/缪启龙等编著．—2版．--北京：气象出版社，2018.9

ISBN 978-7-5029-6863-2

Ⅰ.①现… Ⅱ.①缪… Ⅲ.①气候学—高等学校—教材 Ⅳ.①P46

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第255763号

现代气候学(第二版)

缪启龙 江志红 陈海山 余锦华 等 编著

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

电　　话：010-68407112(总编室)　010-68408042(发行部)

网　　址：http://www.qxcbs.com　　E-mail：qxcbs@cma.gov.cn

责任编辑：黄红丽　黄海燕　　终　　审：吴晓鹏

责任校对：王丽梅　　责任技编：赵相宁

封面设计：博雅思企划

印　　刷：三河市百盛印装有限公司

开　　本：720 mm×960 mm　1/16　　印　　张：24

字　　数：467千字　　彩　　插：8

版　　次：2018年9月第2版　　印　　次：2018年9月第4次印刷

定　　价：70.00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。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

第二版前言

本教材是普通高等教育“十一五”国家级规划教材，于2010年由气象出版社出版，满足了我国高校相关气候学教学的需要，受到各高校师生的欢迎，特别向曾对本教材提出宝贵意见的专家、学者，致以诚挚的谢意！2016年气象出版社要求重印或再版，正值2017年本教材入选“十三五”江苏省高等学校重点教材立项名单。于是组织了教材编写修订小组，这次修订的基本思想是吸收现代气候学的最新研究成果，增强教材内容的先进性；吸取教学经验，增强教材的实践性；适应教学对象的多样性，增强教材的可读性；增设思考题，加强学生知识掌握的有效性。

根据教学实践，调整了教材的层次、结构。修订稿依据逻辑结构和知识体系，吸收了最新的现代气候学研究成果，特别是IPCC第五次气候变化科学评估报告和第三次中国国家评估报告的内容。将原教材的12章调整为10章，包括绪论、气候系统、气候系统的能量平衡、气候系统的水分循环、大气系统的平均状态、海气相互作用、陆气相互作用、冰冻圈与气候、气候变化、现代气候学研究方法。其中第9章中将原书中的第10章“人类活动与气候”改编到这里，避免了阐述气候变化原因的重复；第7章“陆气相互作用”修改较大，删除了原书的“陆面过程模拟”一节，增加了陆面的土壤温度、土壤湿度、植被、地形等与气候，增加了“青藏高原陆面过程”；在第10章中，将原书中的第11章和第12章合并为“现代气候学研究方法”，把气候统计学与气候数值模拟有机地联系起来，并展现了气候变化各种研究方法的最新研究成果。此次修订在各章后增加了思考题，有利于读者消化、理解教材基本内容。

本次修订除原作者外还增加了几位年轻的教授，张春莹负责第2章，余锦华负责第3～4章，王志福负责第5章，温娜负责第6章，陈海山、俞淼、孙善磊、华文剑、朱司光负责第7章和第10章，游庆龙负责第8章，江志红、陈威霖负责第9

章，缪启龙负责第1章以及全书的统稿和定稿。

本教材此次修订出版得到了江苏省教育厅高等教育处、南京信息工程大学教务处、南京信息工程大学大气科学学院的大力支持，江苏省教育厅高等教育处组织专家提出了宝贵的评审意见，本教材引用了大量的专家、学者的科研成果，并得到江苏高校品牌专业建设工程资助项目(PPZY2015A016)、2015年江苏省高等教育教改研究立项课题(2015JSJG032)的资助，气象出版社给予了极大关心，在此一并表示真诚的谢意。

由于我们的水平有限，内容难免有不妥和错误之处，祈望批评指正。

编著者

2018年9月

于南京信息工程大学

第一版前言

自从20世纪70年代提出气候系统的理论以来，气候学的研究进入一个崭新的阶段，从气候系统各个子系统之间的相互作用来讨论气候问题的科学研究在全世界都十分活跃，一些新发现、新观点、新方法、新理论层出不穷，使气候学得到了空前的大发展，形成了丰富的现代气候学内容。尽管我们长期从事气候学的教学，想在一本教材中全面地、系统地阐述现代气候学的全部内容仍感到十分困难。本教材试图用气候系统的基本理论阐述气候形成与变化的各种影响因子及子系统之间复杂的相互作用，使读者能对现代气候学有一个基本的认识和理解。本教材引用了大量的科学文献，力求反映最新成果，为的是使读者能对现代气候学研究进展有一定的了解。

本书共12章，第1章为绪论，介绍气候学的发展过程；第2章介绍气候系统的概念；第3～10章阐述气候系统各子系统之间能量、动量、物质的交换和输送过程，各子系统之间的相互作用及其对气候形成与变化的影响；第11章介绍气候诊断与气候预测的方法；第12章阐述现代气候学理论研究及气候预测的重要手段——气候数值模拟的基础。这些内容可使读者对现代气候学的基本理论有较完整的了解。本书供大气科学类本科生作为教材，可作为地理、环境、生态、水文、农、林等专业本科生或研究生的教学参考书，教学时数为50～70学时，也可供相关专业技术人员参考。

本书由缪启龙负责主编。江志红编写第9章和第11章；陈海山编写第7章和第12章；余锦华编写第4章；缪启龙编写第1～3章、第5～6章、第8章和第10章，并对全书内容进行了调整、修改、定稿。

本书在编写过程中，得到了南京信息工程大学领导的支持，南京信息工程大学翁笃鸣教授审阅了书稿，并提出宝贵的修改意见，段春锋、曹雯、王勇、丁园圆、

张春莹等博士及方思达硕士为本教材的编写付出了大量的辛勤劳动，气象出版社给予了大力支持，在此一并致以衷心的感谢。

诚恳希望能对本教材的不足与错误提出批评、指正。

缪启龙

2010年9月15日

于南京信息工程大学

目　录

第二版前言
第一版前言

第 1 章　绪论 …… 1
1.1　气候的概念 …… 1
1.2　现代气候学和传统气候学 …… 2
1.3　气候学的发展 …… 3
1.4　现代气候学的研究 …… 8
1.5　现代气候学的任务 …… 11
思考题 …… 12

第 2 章　气候系统 …… 13
2.1　气候系统的组成 …… 13
2.2　气候系统的物理、化学过程 …… 17
2.3　气候系统的基本特性 …… 18
2.4　气候系统的可预报性 …… 20
思考题 …… 22

第 3 章　气候系统的能量平衡 …… 23
3.1　太阳辐射 …… 23
3.2　地气系统的长波辐射 …… 38
3.3　地气系统的辐射收支 …… 41
3.4　地气系统的热量平衡 …… 49
3.5　全球热量平衡 …… 64
思考题 …… 68

第 4 章　气候系统的水分循环 …… 69
4.1　气候系统中的水 …… 69
4.2　水分循环 …… 71
4.3　地表面蒸发 …… 75
4.4　大气中的水分 …… 83
4.5　降水 …… 88
4.6　径流 …… 90
4.7　气候系统的水分平衡 …… 94
思考题 …… 104

第 5 章　大气系统的基本状况 …… 105
5.1　平均温度结构 …… 105
5.2　平均大气环流 …… 108
5.3　季风 …… 123
5.4　气候的地理分布 …… 133
思考题 …… 139

第 6 章　海气相互作用 …… 141
6.1　海洋在气候形成和变化中的重要性 …… 141
6.2　海陆物理特性的差异 …… 143
6.3　海陆分布对气候的影响 …… 146
6.4　海洋环流对气候的影响 …… 148
6.5　热带海洋对气候的影响 …… 156
思考题 …… 176

第 7 章　陆气相互作用 …… 177
7.1　陆气相互作用的基本概念 …… 177
7.2　土壤湿度和土壤温度的影响 …… 181
7.3　植被的影响 …… 186
7.4　地形的影响 …… 191
7.5　青藏高原陆面过程的影响 …… 196
7.6　陆面过程对气候变化的响应 …… 207
思考题 …… 212

第 8 章　冰冻圈与气候 …… 213
8.1　地球上冰冻圈的分布与变化 …… 213
8.2　冰雪覆盖对气候的影响 …… 226
8.3　冰雪作用的模拟 …… 238
思考题 …… 239

第 9 章　气候变化 …… 240
9.1　基本概念 …… 240
9.2　地质时期的气候变化 …… 245
9.3　历史时期的气候变化 …… 252
9.4　近百年全球和中国的气候变化 …… 257
9.5　极端气候的变化 …… 267
9.6　气候变化的自然成因 …… 275
9.7　气候变化的人为原因 …… 287
思考题 …… 294

第 10 章　现代气候学研究方法 …… 295
10.1　气候诊断 …… 295
10.2　气候模拟 …… 314
10.3　气候预测 …… 332
10.4　气候变化预估 …… 338
思考题 …… 348

参考文献 …… 349

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

第1章

绪　论

地球是宇宙中一个很特殊的星球，有大气、水和地球表面岩石，构成了一个适宜于生物生存的地理环境，而地球气候的适宜性、相对稳定性，又形成了地球上各种纷纭复杂的气候环境，为各种生物（包括人类）找到了相应的聚集地，长期生存繁衍，于是有了今天的世界。由于人类社会的发展，不仅人类活动对气候变化有着影响，而且人类对气候的变化也愈来愈敏感，基于近百年来气候的变暖，人们感到气候的变化必将影响我们的生存和经济社会的发展，因此“气候和气候变化”成为当今世界最热门的词汇之一，受到全世界的广泛关注。

1.1　气候的概念

关于“气候”一词有着各种各样的定义，100多年来，人们从不同的角度、不同的方法对气候给出不同的定义，随着对气候现象认识的不断深入，“气候”的概念也就随之不断地变化，气候可以理解为某一地区（或某一区域）大气的长年状态，用各种气候要素的统计值来表示。洪堡（A. V. Humboldt，1845）认为气候是人类能够感知的大气中所有的变化；汉恩（J. Hann，1908）认为气候是地表上某一地点、根据大气平均状态可以了解的气象现象的总称，即气候是大气的平均状态，研究各种气象要素的地理分布和年、日变化。随着天气学的发展，柯本（Koppen）、阿里索夫（В. П. Алисов）等认为气候是一地区天气的平均状态和一般过程，研究各种天气系统、大气环流的平均状态。也有人提出气候是大气众多状态的一个统计集合，这一定义除了大气的平均态外，还包含着大气的其他统计特征，如距平、协方差、相关等。

20世纪70年代以来，气候学研究进入了一个新的阶段。1974年在斯德哥尔摩召开的世界气象组织（WMO）和国际科学联盟理事会（ICSU）联合召开的“气候的物理基础及其模拟”国际学术讨论会上，明确地提出了“气候系统”的概念，气候系统作为大气圈与水圈（海洋）、冰冻圈、岩石圈和生物圈相互作用的整体，认为气候是

天-地-生相互作用下的大气系统的较长时间的平均状态。

政府间气候变化专门委员会(IPCC)2007 年报告给出:狭义上气候通常被定义为"天气的平均状态",严格表述为"在某一时段内气候要素的平均值和变率的统计描述"。这里"某一时段的长度"从几个月到几千年甚至几百万年不等,WMO 规定 30 年,如 1971—2000 年,1981—2010 年等,作为代表某一地区现代气候的定义时段,反映当前气候的基本特征。

图 1.1 是大气过程的尺度谱,图上的时间坐标是用 10 年为底的对数表示,空间坐标则是以 10 km 为底的对数。可见气候的时间尺度谱很宽。

时间尺度	−6 −5 −4 −3 −2 −1 0 1 2 3 4 5 6 7													
	分			时		日		月		年				
空间尺度	−2 −1 0 1 2 3 4													
谱段	湍流尺度	天气尺度				大天气尺度	气候尺度							
阶次		积云	中小尺度系统	短长波	超长波	年变	2~5年周期	25~40年周期	小冰期、间暖期		副冰期、副间冰期	亚冰期、亚间冰期		大冰期、温暖期
频率	超高频	高频				低频	次频率							
学科	微气象学	天气学				大天气学	气候学							

图 1.1 大气过程的尺度谱

天气和气候都是研究大气的运动,如天气学研究大气波动的状态和位相,有超长波、长波、短波等,其位相就是槽、脊、高压、低压等气压场成员。这些大气波动的位相在时间坐标上有着对应的关系,因为地球是有一定的空间尺度的,超长波在半球尺度上只有 3 个波,大约 15 天的时间,这个时间长度的大气过程是一个短期过程,其运转主要是靠大气自身具有的能量来维持的,不需要考虑其他能量的输入,即是一个绝热过程,是一个大气内部的过程。

由此,对时间较长的气候尺度的大气,我们不能认为是绝热系统,它与下垫面如地表植被、海洋、地形、地貌等环境因子处于频繁而又复杂的相互作用之中,这是气候与天气的根本区别之一。因此气候系统概念的提出,促使气候学向更深入、更广阔的领域发展,加深了对气候形成和变化的认识和了解。

1.2 现代气候学和传统气候学

陶诗言认为在 20 世纪 50 年代以前用气象要素的统计平均来描述气候,是把气

候当作静态来研究的；而现代则把气候看作是不断变化的。前者主要是描述一定区域的气候特点，称为传统气候学；后者则研究气候形成和变化的原因，要求预测某个地区或全球范围的各种时间尺度的气候变化，即围绕平衡态的扰动或对平衡态的偏差或距平，单纯关注大气本身的温、压、湿等要素是不够的，更要关注引起大气要素变化的一些影响因素，因此 20 世纪 70 年代以来，气候学研究的重要进展之一是研究范畴拓展到包括大气、海洋、冰雪、陆面、生物等圈层及其相互作用，即气候系统。基于气候系统理论来研究气候形成和变化的原因及预测的科学，称为现代气候学。

在传统的气候学里，阐明气候和生态（主要是植被）的关系时采用气候带的概念，如湿温型气候带、亚热带气候带等。无疑在现代气候学中仍是有意义的概念，但为了描述气候异常或气候距平的全球分布，揭露不同地区距平之间的相互关系及其中的动力学问题，需要引入气候距平型。这里，统计平衡状态下的气候带和偏离平衡状态的气候距平型并不是一回事，它们也不重合。

现代气候学不同于传统气候学的另一个特点是现代气候学引入了“气候系统”的概念。传统气候学着重描述各个气候因子的时空特征，即只考虑大气本身的一些参数。现代气候学主要研究气候变化，决定气候变化的因子不单是大气内部的种种过程，还决定于发生在大气上、下界处的各种物理和化学过程。所以气候的形成和变化不仅是大气内部状态和行为的反映，而且是与大气有明显作用的各个子系统所组成的复杂系统的总体行为。各子系统内部以及各子系统彼此之间的各种物理、化学乃至生物过程的相互作用决定气候的长期平均状态及各种时间尺度的变化。因此现代气候学从概念上已经不再是过去常常被作为气象学或地理学一个分支的传统气候学，而是大气科学、海洋学、地球物理学、地理学、地质学、冰川学、天文学、生物学以至社会科学等众多学科相互渗透共同研究的交叉科学。

研究方法上，现代气候学和传统气候学也有明显不同。传统气候学中的统计方法和定性描述方法在地理气候学中是有用的，现代气候学更需要推理和定量的研究，并要求对气候系统进行定量的大规模观测和综合分析，高度重视气候系统的相互作用动态过程的物理-动力学理论研究及对气候形成和演变的数值模拟。人们认为必须利用比较完善的有坚实物理基础的气候模式，才能定量地考虑复杂的气候系统中各成员之间的各种相互作用并展现气候过程，才能准确地理解气候变化的机制，使气候预测的可能性得以实现。

1.3　气候学的发展

气候从其性质上讲是一种客观存在的自然现象，气候学则主要是一种社会现象，是人类对这种自然现象的认识和理解。气候学与其他自然科学一样是随着人类

对自然界认识的深入、社会文明和科学技术的进步而逐步发展起来的,既有社会对气候认识的需要,又要有社会提供对研究气候的科学技术和经济基础支持。气候学在发展过程中经历了从定性到定量、从简单到复杂、从低级到高级逐步的演变过程,是一脉相承的,前一阶段为后一阶段的形成与发展积聚了资料、丰富了经验,为进一步认识深化、理论创新提供科学基础。我国么枕生、陶诗言、王绍武、张家诚、汤懋苍等都曾对气候学的发展过程做过分析。通常把气候学的发展过程分为下列几个阶段。

1.3.1 古典气候学阶段

早在中国古代,为了便于掌握农事季节,劳动人民对气候就有某些感性认识并加以总结。如在春秋战国时代,当时为了便于掌握农事活动,将一年分为二十四节气和七十二候,以五日为候,三候为气,各候各气都有其自然特征,合称气候。西汉(公元206年)以来,中国古代劳动人民在气象观测、气象仪器和对某些气象现象的解释上已达到相当的水平,1424年就有用量雨器作雨量观测的记载,同时在应用气候方面也积累了许多丰富的知识,尤其是农业生产,各地利用当地气候的特征选择农作物物种、安排耕作制度,并利用气候资源发现、培育了许多名、特、优产品。在古希腊时代,欧洲也出现有关气候方面的记载。这一阶段人们对气候的认识是一种直接的感性认识。

1.3.2 地理气候学阶段

随着科学技术的发展,温度表和气压表相继问世,到了18世纪,工业的发展能提供标准基本统一的观测仪器,整个国际上开始收集和发行气象观测记录资料,使人们能从大量的气象观测资料中进行总结、归纳,并能与物理学原理结合起来,开始了气候学的科学研究。给出它们的月平均值和年平均值,并用这类平均值对气候作叙述性的描述。气候学才真正作为一种科学形态存在。从19世纪初开始,1817年,德国A. von Humboldt(1769—1859)根据全球57个气象站的观测资料,首先采用等温线的概念,绘制出世界上第一幅全球年平均温度分布图,并借助等温线图得出大陆东岸气候和大陆西岸气候的差异,并根据植物与气候的关系,把全球划分为16个气候区,Humboldt的工作被认为是近代气候学的开创者。之后,德国的H. Berghaus(1797—1884)于1845年绘制出世界降水量分布图,H. W. Dove(1803—1879)于1849年出版第一部月平均等温图和温度距平图。英国的A. Buchan(1829—1907)于1869年根据盛行风资料首次绘制全球等压线分布图。俄国气候学奠基人A. N. Boenkob(1842—1916),1873年开始将美国学者J. H. Coffin因去世而未完成的《全球的风》继续下去,在1884年出版了《地球气候与俄国气候》。同年德国的

W. P. Koppen(1846—1940)首次提出气候分类法并对全球气候进行分类的尝试。奥地利的 J. F. von Hann(1839—1921)于 1883 年出版了了一本被誉为气候学的经典著作《气候学大纲》,从而确立了气候学作为一门自然科学的基本轮廓。这一阶段主要表现的是气候要素的地理分布,并进行特征的描述。

18 世纪初发展起来的气候学,由于资料的积累和研究领域扩大,对气候的认识越来越深入。进入 20 世纪后,气候学研究逐渐发展,尤其是 1945 年以后,气候学研究工作不仅在理论上而且在应用上都得到广泛的开展,成为自然科学界中一支较为活跃的学术领地,这个时期大约一直持续到 20 世纪 50 年代。

但是,气候学在这个发展阶段中基本上没有突破准平均概念的束缚,在"气候就是大气的平均状态"这个观念指导下,统计学成为对气候资料加工处理的基本手段和工具。在以平均概念对气候进行描述和分类的同时,不可否认在这期间所得出的有关气候形成和气候变化方面许多重要的规律和原理,至今仍不失其指导意义。尽管现在的气候资料十分丰富,研究方法极为先进,但是,长期以来经过几代人的辛勤工作和努力所发现的气候学上某些基本原则,有的早就成为定论,有的即使用现代的眼光来衡量,仍不失其原有的价值。由于科学技术和社会生产力发展等历史条件的限制,前人不可能像今天这样采用先进的计算工具和探测手段来模拟气候过程,但是他们所得出的基本结论却为今天更深入的研究奠定了坚实的基础。这一阶段经历了大约一个半世纪,是以"气候是大气的平均状态"为基本认识的,主要是描述气候特征,也分析气候形成的原因。这期间得到的一系列基本认识,对今天的气候学研究仍有重要意义。以后随着自然科学的飞速发展,尤其是数学、流体力学、气象探测手段和计算手段的进步,气候学的研究便进入下一个发展阶段。

1.3.3　天气气候学阶段

这一时期以 20 世纪中叶开始,由于各种新技术的出现和探测手段的改进以及经济建设和军事上的需要,气候学的发展跨进了一个新的阶段。在第二次世界大战期间,由于要在天气图上标注高压、低压和锋面等,用气团和锋面的移行、频数、变性以及大气活动中心在气候形成中的作用作为理论基础来研究气候形成与气候变动,于是形成了天气气候学。气团、锋面、天气系统的气候学分析加深了对气候形成的认识。诸如中国对副热带高压、寒潮、台风、气候分区的研究尤为突出,提出环流指数、副高指数、寒潮指数、干燥度指数等一系列的气候学指数,并进行了中国气候区划,出版了《中国近五百年旱涝图集》。中国气候学家竺可桢、涂长望、高由禧、陶诗言、朱炳海、么枕生等一大批老前辈为中国气候学的研究奠定了坚实的基础。么枕生先生出版了《气候学原理》。这一阶段中大量从动量平衡、能量输送和水分循环等物理

学理论探讨气候形成,于是产生了物理气候学。俄国 M. U. 布德科提出了关于辐射平衡、热量平衡、水分平衡的计算方法,分析了全球的辐射平衡、热量平衡的分布,中国翁笃鸣、陆渝蓉、高国栋等全面分析研究了中国的辐射平衡、热量平衡、水分平衡的计算和分布。这一时期,现在地理气候学和天气气候学常被认为是传统气候学,在其长期发展过程中所得出的基本气候规律为现代气候学奠定了坚实的基础,提出了研究的课题,也准备了充足的材料;而现代气候学所取得的成就加深了对气候形成、气候变化和气候现象的物理本质的理解。传统气候学是对气候现象的定性描述,现代气候学则是对气候成因的定量探讨。对于气候学发展来说,从传统气候学向现代气候学过渡,体现了科学发展的必然性,是气候学研究的进步和发展,是不可能取代的。

1.3.4 动力气候学阶段

在天气气候学和物理气候学发展的基础上,人们对大气运动的认识更进了一步,开始大量采用动力气象学的基础理论来研究气候学问题,产生了与天气气候学的分离,于是发展为动力气候学,即从大气动力学方程、热力学方程和连续方程出发,在一定的初始条件和边界条件下经过适当的简化,用数值方法对方程组进行数值求解。求数值解的方案称为气候数值模式,求解过程称为气候数值模拟。用气候数值模拟方法所获得的结果在某种程度上可以较好地解释气候形成和气候变化中的物理机制,并可作为气候预报的有效途径。因为气候时间序列具有显著的周期性,但气候随时间的变化则是一个随机过程,所以气候问题既是一个动力学问题,也是一个统计学问题。动力气候学与统计气候学相互渗透的结果,发展成为随机动力气候学。同时,动力气候学与物理气候相结合,发展成为物理动力气候学。

可见动力气候学已不是传统气候学那样对气候现象定性描述,而是对气候形成和变化的影响因子用定量分析的方法加以探讨。这为人们更深入地认识气候形成和变化的规律并对气候变化的预测提供了更有物理内涵的重要途径。于是动力气候学在最近几十年有飞速发展。动力气候学显然与传统气候学有着显著的不同,但它们又是相互联系的、互为补充的。动力气候学是气候学发展的必然阶段。

这一阶段还有一个重要的特点是卫星遥感资料的积累和应用。使人们能够获得人们无法直接观测的高山、荒漠及广大海洋地区的大量气象资料,而且这些资料在时间上、空间上都具有连续性。因此由此而发展为卫星气候学;加速了近代气候学的发展。

1.3.5 现代气候学阶段

20 世纪 70 年代以来,由于气候变化给人类带来了前所未有的威胁,并给世界上

最贫困和最弱势的人们带来了最直接的影响，引起人们对气候变化的广泛关注，加上科学技术的迅速发展，气候学发生了重大变革，1972 年在瑞典斯德哥尔摩召开联合国环境大会上强调了地球气候对于人类及其福利有极其重要的影响。1974 年召开联合国粮食大会，探讨了气候对世界粮食生产的重要作用，呼吁世界气象组织和联合国粮食组织建立气候预警系统。1974 年世界气象组织与世界科学联盟在瑞典斯德哥尔摩召开气候的物理基础及其模拟的国际讨论会，着重研究了气候形成的物理学机制和气候与人类的关系，并提出了气候系统(climate system)的概念和世界气候计划(WCP)，1979 年在日内瓦召开了第一次世界气候大会(FWCC)，主题为“世界气候大会——气候与人类”，在会议上“温室效应和气候变化”作为正式议题开始受到国际社会的关注。认识到潜在的全球气候变化问题，推动建立了“世界气候计划”(WCP)、“世界气候研究计划”(WCRP)和政府间气候变化专门委员会(IPCC)。确认气候系统的研究是实施世界气候研究计划(WCRP)的重要理论基础。于 1988 年世界气象组织(WMO)及联合国环境规划署(UNEP)联合建立了政府间机构，即“联合国政府间气候变化专门委员会(Intergovernmental Panel on Climate Change，IPCC)”。IPCC 对联合国和 WMO 的全体会员开放。

考虑到人类活动的规模已开始对复杂的自然系统(如全球气候)产生了很大的干扰。许多科学家认为，气候变化会造成严重的或不可逆转的破坏风险，决策者们需要有关气候变化成因、其潜在环境和社会经济影响以及可能的对策等客观信息来源。而 IPCC 这样一个机构的地位能够在全球范围内为决策层以及其他科研等领域提供科学依据和数据等。IPCC 的作用是在全面、客观、公开和透明的基础上，对世界上有关全球气候变化的现有的最好科学、技术和社会经济信息进行评估。这些评估吸收了世界上所有地区的数百位专家的工作成果。并于 1990 年、1995 年、2001 年、2007 年和 2013 年，IPCC 相继完成了五次评估报告，这些报告已成为国际社会认识和了解气候变化问题的主要科学依据。促使联合国大会做出制定《联合国气候变化框架公约(UNFCCC)》的决定。由于气候变化问题与国家建设密切相关，气候变化与政策的关联日益紧密，政府组织比纯科学家组织在组织和推动气候研究中能发挥着更大的作用。

正是由于 IPCC 的工作，极大地推动了全世界科学家对气候变化科学认识；气候变化对社会、经济的潜在影响以及如何适应；减缓气候变化的可能对策等方面的科学研究。20 世纪 70 年代以来，是气候学发展最快、研究内容最深入、最广泛的时期。这些研究使气候学从单一的大气运动扩展到影响气候形成和变化的天文、地理的各个圈层(即大气圈、水圈、冰冻圈、岩石圈、生物圈)及其相互作用；还涉及气候变化对社会、经济、生态、人类活动的可能影响；以及如何适应和减缓气候变化的可能对策。认识到气候过程是一个非绝热过程，只讨论大气自身的变化是无法解释气候变化

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com