

Desert Meteorology

沙漠气象学

[美] 托马斯·T. 沃纳 著

魏文寿 崔彩霞 尚华明 等译

气象出版社

沙漠气象学

托马斯·T.沃纳 著

魏文寿 崔彩霞 尚华明 等译

气象出版社

Desert Meteorology

Copyright© Thomas T. Warner 2004

Published by the Press Syndicate of the University of Cambridge

The Pitt Buiding, Trumpington Street, Cambridge, United Kingdom

First published 2004

Chinese translation copyright© China Meteorological Press

All right reserved

原著版权©托马斯·T.沃纳 2004

剑桥大学出版社出版,2004 年第一版

中译本(简体中文)版权©气象出版社 2008

保留所有权利

图书在版编目(CIP)数据

沙漠气象学/(美)沃纳(Warner,T.)著;魏文寿等译.

—北京:气象出版社,2008.3

书名原文:Desert Meteorology

ISBN 978-7-5029-4500-8

I. 沙… II. ①沃…②魏… III. 沙漠-气象学 IV. P462.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 047121 号

北京市版权局著作权合同登记:图字 01-2006-6833 号

出版者:气象出版社

网 址: <http://cmp.cma.gov.cn>

E-mail: qxcbs@263.net

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

邮 编:100081

电 话:总编室:010-68407112

发行部:010-68409198

责任编辑:俞卫平 周诗健

终 审:陆同文

封面设计:王 伟

责任校对:程铁柱

印刷者:北京中新伟业印有限公司

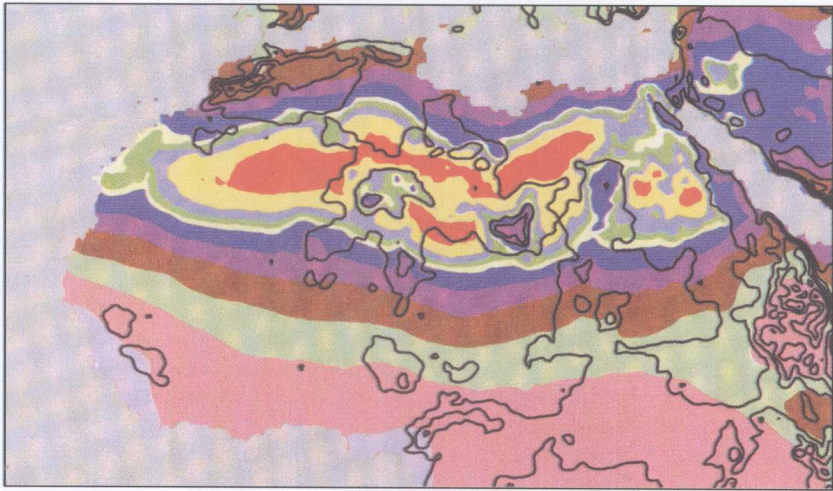
开 本:787×960 1/16 印 张:30 字 数:602 千字 彩 插:5

版 次:2008 年 3 月第 1 版 2008 年 3 月第 1 次印刷

印 数:1~1500

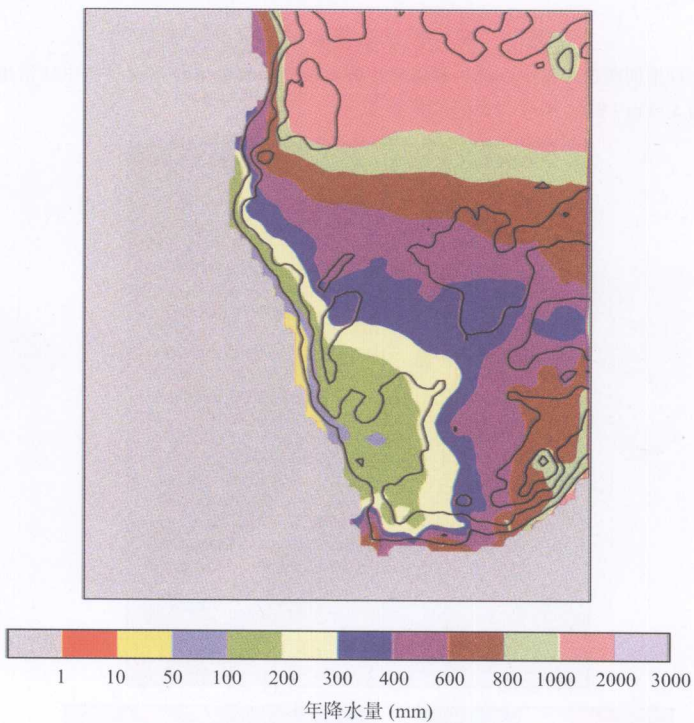
定 价:90.00 元

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。



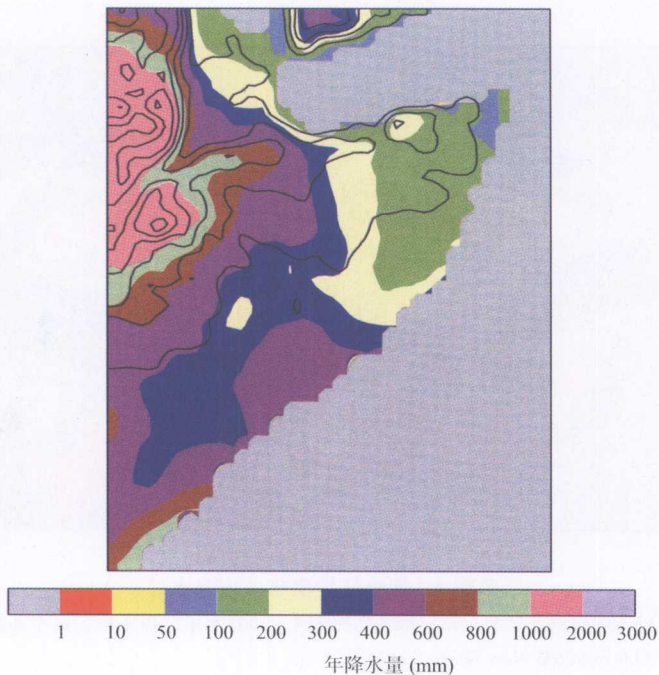
彩图 1 撒哈拉沙漠年平均降水量

降水量的变化以不同颜色条显示(mm),相邻颜色条表示的降水量间隔不同。图中还给出地形变化,等高线间距为 500 m (根据 New 等(2000)的数据)

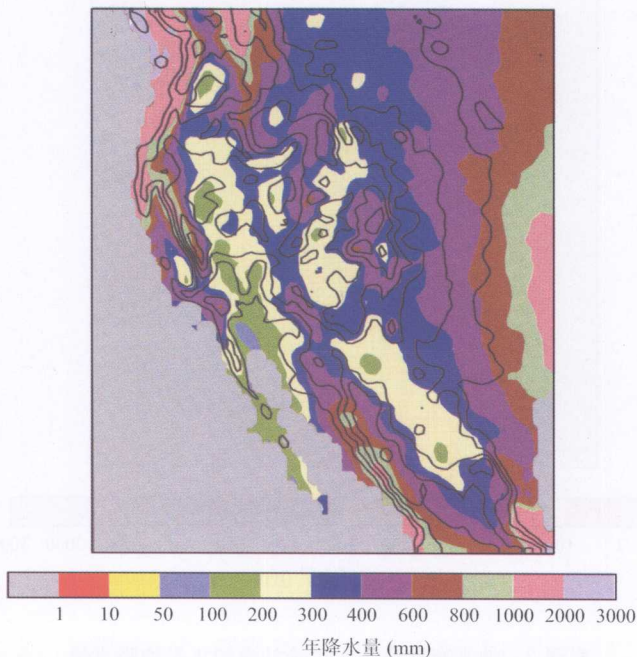


彩图 2 纳米布沙漠和卡拉哈沙漠的年平均降水量

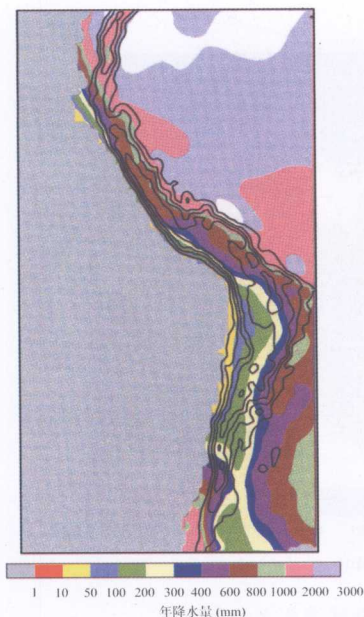
降水量的变化以不同颜色条显示(mm),相邻颜色条表示的降水量间隔不同。图中还给出地形变化,等高线间距为 500 m (根据 New 等(2000)的数据)



彩图 3 索马里-查尔比沙漠年平均降水量
降水量的变化以不同颜色条显示(mm),相邻颜色条表示的降水量间隔不同。图中还给出地形变化,等高线间距为 500 m (根据 New 等(2000)的数据)

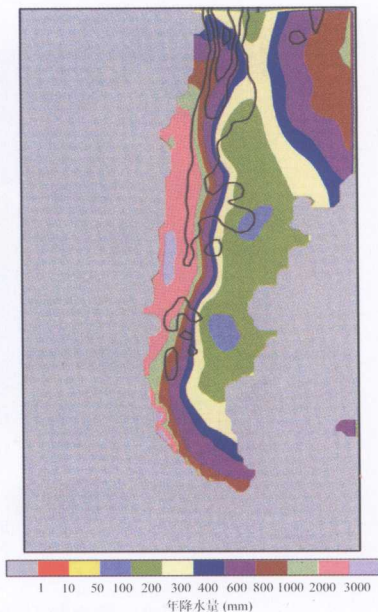


彩图 4 北美沙漠年平均降水量
降水量的变化以不同颜色条显示(mm),相邻颜色条表示的降水量间隔不同。图中还给出地形变化,等高线间距为 500 m (根据 New 等(2000)的数据)



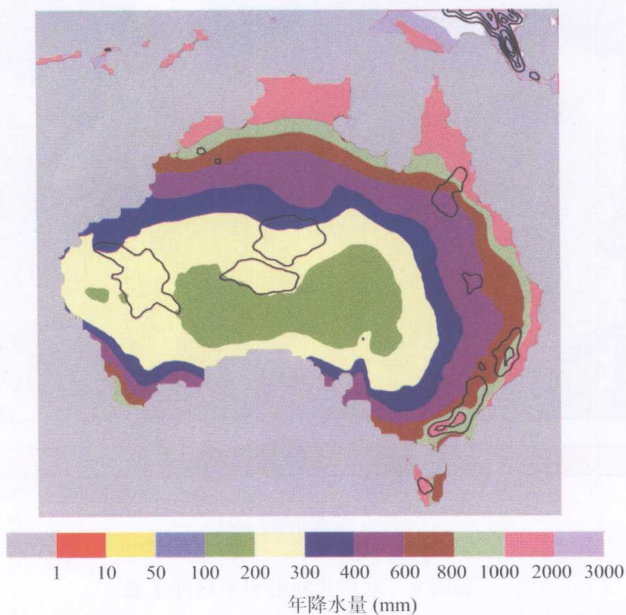
彩图 5 秘鲁和阿塔卡马沙漠
年平均降水量

降水量的变化以不同颜色条显示(mm), 相邻颜色条表示的降水量间隔不同。图中还给出地形变化, 等高线间距为 500 m (根据 New 等(2000)的数据)



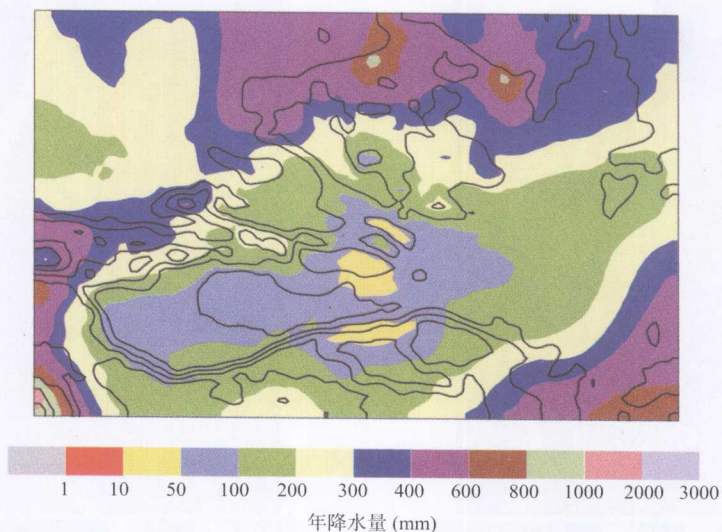
彩图 6 巴塔哥尼亚沙漠和蒙特沙漠
年平均降水量

降水量的变化以不同颜色条显示(mm), 相邻颜色条表示的降水量间隔不同。图中还给出地形变化, 等高线间距为 500 m (根据 New 等(2000)的数据)

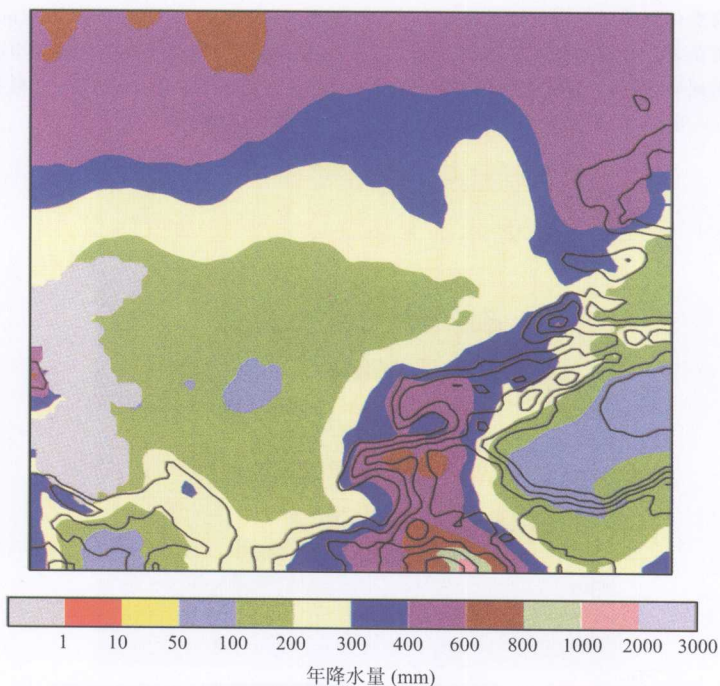


彩图 7 澳大利亚沙漠年平均降水量

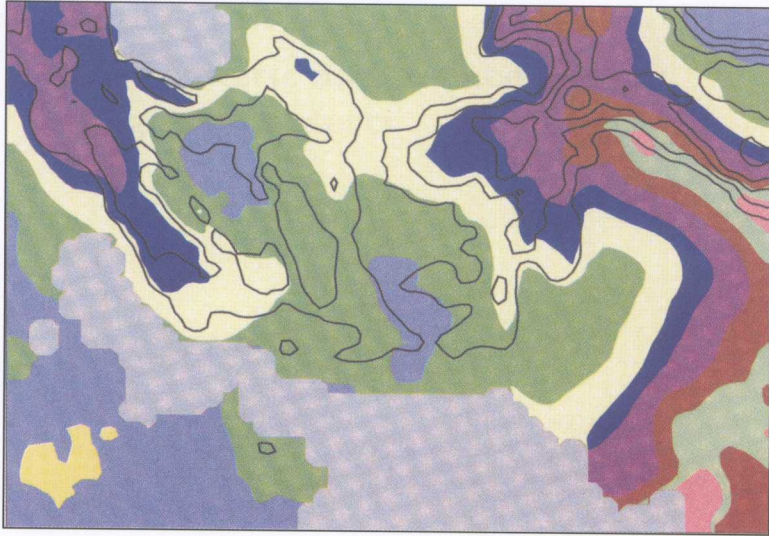
降水量的变化以不同颜色条显示(mm), 相邻颜色条表示的降水量间隔不同。图中还给出地形变化, 等高线间距为 500 m (根据 New 等(2000)的数据)



彩图 8 塔克拉玛干沙漠和戈壁沙漠年平均降水量
降水量的变化以不同颜色条显示(mm),相邻颜色条表示的降水量间隔不同。图中还给出地形变化,等高线间距为 500 m (根据 New 等(2000)的数据)

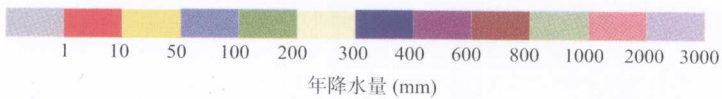
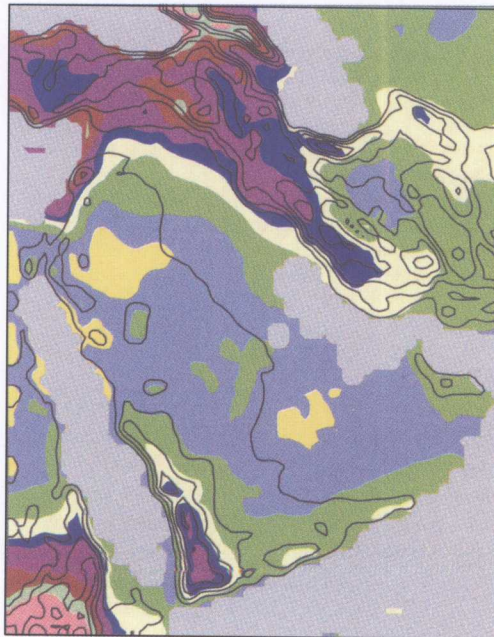


彩图 9 土耳其沙漠年平均降水量
降水量的变化以不同颜色条显示(mm),相邻颜色条表示的降水量间隔不同。图中还给出地形变化,等高线间距为 500 m (根据 New 等(2000)的数据)



彩图 10 伊朗沙漠年平均降水量

降水量的变化以不同颜色条显示(mm),相邻颜色条表示的降水量间隔不同。图中还给出地形变化,等高线间距为 500 m (根据 New 等(2000)的数据)



彩图 11 阿拉伯沙漠年平均降水量

降水量的变化以不同颜色条显示(mm),相邻颜色条表示的降水量间隔不同。图中还给出地形变化,等高线间距为 500 m (根据 New 等(2000)的数据)

内 容 简 介

地球陆地面积的三分之一还多、海洋的很大一部分区域都属于干旱区。但迄今为止,尚没有一本书详细地讨论造成沙漠特征地区的那些天气过程。

《沙漠气象学》填补了这个空白。这本书涉及到了沙漠天气的方方面面,像造成干旱的大尺度和局地小尺度天气背景,沙漠地区的降水特征,沙尘暴,洪水,沙漠地区的气候变化,沙漠地区的降水过程、荒漠化、沙漠的陆面物理特征,沙漠大气的数值模拟以及沙漠天气对人类的影响。本书还概述了世界各地沙漠区域的气候和地表属性。作者在撰写时即考虑到只要具备气象、物理和微积分基本知识的读者都能读懂本书,使广泛学科领域内的读者都感到这本书非常有用。书中还为学生提供了复习和练习题。

这本内容丰富的学术论著不仅能够满足所有需要了解干旱区天气气候知识的读者,对于致力于环境科学、大气科学、自然地理学、水文和工程研究的高年级学生和研究人员也具有特别的吸引力。

作者 Thomas Warner(托马斯·沃纳)是美国国家大气研究中心(NCAR)和科罗拉多大学(Boulder)联合聘任的教授。之前是宾西法尼亚州立大学气象系的教授。Warner 教授致力于中尺度天气过程和数值天气预报的教学和研究工作,在诸多学术刊物上发表了大量的研究论文。Warner 教授最近主要从事干旱区的大气过程和天气预报业务的教学和科研工作。

译者前言

干旱区占世界陆地面积的 33.6%。在世界范围内,7.5 亿多人口(占世界人口的 1/8 还要多)居住在干旱地区。干旱区的人口很有可能还会增长,因为大部分居住在干旱地区的人口都属于人口增长率较大的发展中国家。沙漠是这些干旱区的主要组成部分。沙漠天气和气候对全球变化直接或间接的影响一直都受到社会各界的极大关注。

“大漠孤烟直,长河落日圆”描写了沙漠的静谧与安详,壮阔与凄美;“平沙莽莽黄入天,轮台九月风夜吼”展现的却是沙漠的狂暴与躁动,荒蛮与恶劣。沙漠在以其充足的阳光、美丽的景观和一眼望不到边的开阔空间吸引人们的同时,也在以其特有的方式吞噬着绿油油的农田和牧场。根据联合国环境计划署(UNEP)的数据资料,过去 50 年间世界上 55 个国家遭受干旱的影响,面临干旱土地退化,也就是荒漠化。全球有 10 亿多人口赖以生存和生活的资源受到了严重影响。荒漠化影响了 70% 的旱地。据估算,世界 30% 灌溉农田、47% 的雨养农地和 73% 的牧场发生着荒漠化。全球范围内每年由于荒漠化影响造成的年收入减少达 420 亿美元,由于荒漠化造成的生态难民或粮食减产,也给周边地区带来了不同程度的社会和经济损失。如果不采取预防的措施,经济损失将仍然呈现上升趋势,预计到 2050 年,将有 18 亿人口受到影响,而荒漠化土地的恢复所消耗的资源将远远大于预防的投入。

通过与大气圈的动力联系,沙漠也影响着与它距离遥远地区的天气和生存环境。占地球陆地表面 30% 以上的干旱土地,其对非干旱地区以及全球气候的综合影响是不能被忽视的。沙漠—大气—生物之间形成非常复杂的耦合系统,其间存在很多的正、负反馈作用。这些过程从不同的方面影响着区域和全球变化。

《沙漠气象学》一书是由美国国家大气研究中心(NCAR)和科罗拉多大学(Boulder)联合聘任的托马斯·沃纳(Thomas T. Warner)教授编写,由英国剑桥大学出版社 2004 年出版。全书共分 20 章,内容涉及到了沙漠天气的方方面面,包括造成干旱的大尺度和局地小尺度天气背景,沙漠地区的降水特征,沙尘暴,洪水,沙漠地区的气候变化,沙漠地区的降水过程、荒漠化、地表物理特征,沙漠大气的数值模拟以及沙漠天气对人类的影响等。

本书由我所有关科研人员合力译出,具体分工如下:

第 1 章 绪论 (魏文寿译)

- 第2章 沙漠大气动力学 (杨莲梅译)
- 第3章 世界沙漠气候 (崔彩霞、尚华明译)
- 第4章 沙漠中大气和地表能量收支 (何清译)
- 第5章 无植被沙质荒漠景观的地表物理学 (刘艳译)
- 第6章 植被对沙漠表层物理特性的影响 (刘新春译)
- 第7章 土壤对沙漠表层物理特性的影响 (刘新春译)
- 第8章 沙漠表面的物理属性 (张广兴译)
- 第9章 沙漠大气的数值模拟 (张广兴译)
- 第10章 沙漠边界层 (何清译)
- 第11章 沙漠小气候 (王健译)
- 第12章 沙漠小气候间的动力交互作用 (王健译)
- 第13章 沙漠降水 (南庆红译)
- 第14章 人类活动对沙漠大气的影响 (南庆红译)
- 第15章 沙漠气候变化 (杨青译)
- 第16章 沙漠中的恶劣天气 (李霞译)
- 第17章 沙漠对全球环境及其他地区环境的影响 (郑奕译)
- 第18章 荒漠化 (赵玲译)
- 第19章 沙漠环境中的人类生物气象学 (郑奕译)
- 第20章 沙漠大气的光学特性 (张杰译)

附录部分汇集了气象等专业术语、缩略语、单位、数值常数和转换因子以及相关世界地图等(李霞译);最后是专业名词的索引(梁云译并整理)。魏文寿研究员和崔彩霞研究员对全书原译稿进行了认真校正。尚华明副研究员、陈荣毅博士和黄健博士也参加了部分章节的校译。要特别感谢美国国家大气研究中心(NCAR)陈飞博士热情地推荐本书,使本书能够被介绍给中国的读者。我们还要感谢本书的责任编辑气象出版社的俞卫平编审和周诗健编审,感谢他们为本书的出版在编辑、审校、排版、制图等方面所做的大量工作。本译著出版经费由中国沙漠气象科学研究基金资助。

由于本译著专业领域宽、知识面广,加之译者水平有限,若有不妥和错漏之处,望读者给予批评指正。

译 者

2008年1月于乌鲁木齐
中国气象局沙漠气象研究所

前 言

本书除了可供大气科学专业的学生作为教材外,还可作为其他领域人员的技术参考书。读者在学习本书之前最好先具备一些气象学常识。对于缺乏物理和数学专业基础知识的学生,教师要将书中的公式进行讲解。本书有些章节的开始给出了该章主要内容的学习指南,具有丰富大气科学专业知识的读者可以略过这些内容。在每章的后面都列出了需要深入研究的相关的参考书目、复习题以及问答题和练习。这些参考书目具有不同的特点,有些侧重于定性研究,有些则更偏重于技术性研究。没有相关知识背景的读者应从这些书目中选择那些定性研究的参考书来学习。复习题主要是辅助学生学习之用。学生具备的不同知识背景会激发他们不同方面的学习热情,他们会寻找自己感兴趣的那些资料进行更深入的学习。因此,教师和学生应把学习过程中遇到的问题添加到每章给出问题的后面。问答题和练习都具有一定的难度,在学习过程中读者应阅读一些大气科学相关的书籍进行解答。很多习题还要求一定的数学知识,所以学生有数学知识的背景是必要的。在书的最后给出了一些练习题的提示和答案。

全书使用米·千克·秒制单位,例外的是,地表温度单位使用华氏度(Fahrenheit)和摄氏度(Celsius)。专业名词第一次出现时通常以黑体表示,目的在于强调其重要性,并要求读者能够记住它们的具体含义。如果这些黑体字在文中或脚注中未给出解释,读者可以在附录A中找到它们的具体定义。同时,本书还提供了一些量值的常用代表符号、含意以及缩写形式、转换系数和物理常数(见附录B-D)。附录E中给出了具有明确边界和地名的若干国家的地图以替代完整的世界地图集。书中大部分城市的名称也都在地图上进行了标注。

本书是唯一一本致力于沙漠气象研究的专著,作者尽了自己最大努力使该书既适合于专业的也适合于非专业的读者。本书也尽可能多地列举了世界各地沙漠研究的个例,以期对不同读者提供一些普遍适用的沙漠气象知识。要做到这一点也不容易,因为作为一名来自西方的作者,还有许多关于沙漠气象研究的优秀成果没能收集全面,特

别是当这些研究还处于实验报告的阶段。希望因为这个原因而造成的遗漏会少些。

书中使用了一些文字框,主要用来简单描述与书中文字相关的一些内容。本书中很多资料都照顾到读者的兴趣,尽管缺少专业文字的叙述,但作者意在为大家提供一些简单易行的沙漠气象相关问题的解决方法。

本书在提供沙漠气象学不同方面的研究处理方法的同时,更希望读者在阅读的过程中通过了解沙漠环境如何影响人类生存,自觉地形成荒漠环境保护、遏制其恶化以及探索沙漠气象前沿科学问题的意识。

在使用该书作为教材方面如需帮助,请登录作者的个人网站 <http://publishing.cambridge.org/resources/0521817986>,可免费获得课程资料,包括在科罗拉多大学(博尔德校区)讲授《沙漠气象学》的教学幻灯片。

致 谢

感谢多家图书馆和美国国家大气研究中心(NCAR);亚利桑那大学干旱研究室以及科罗拉多大学为本书的撰写提供的大量参考资料和人力帮助;感谢 Hilary Justh、Hsiao-Ming 和 Seth Liden 对数据的处理;感谢 Elford Astling、Barbara Brown、Toby Carlson、Fei Chen、Brant Foote、Margaret LeMone、Ron Smith 和 David Yates 在技术方面的讨论和对文稿的修改;感谢 Inger Gallo、Dara Houliston、Candace Larsen 和 Carol Makowski 在初稿准备阶段的技术支持;感谢 Justin Kitsutakatin 对本书图件的精心设计;同时还要感谢编辑 Matt Lloyd、责任编辑 Jayne Aldhouse、责任副编辑 Lynn Davy 以及剑桥大学出版社的全体人员所给予的鼓励和真诚帮助。

目 录

译者前言

前 言

致 谢

第 1 章 绪 论 (1)

第 2 章 沙漠大气动力学 (5)

2.1 大气结构和动力学的一些基本概念 (5)

2.1.1 大气运动的尺度 (6)

2.1.2 大气的垂直结构 (7)

2.1.3 全球天气的风和气压系统 (9)

2.1.4 雾、云和降水的形成 (11)

2.2 沙漠的定义 (14)

2.3 干旱的气候成因 (19)

2.3.1 行星尺度环流 (19)

2.3.2 地形作用 (23)

2.3.3 水汽源的远近对干旱的影响 (31)

2.3.4 海岸作用 (33)

2.4 形成和维持沙漠的动力反馈机制 (36)

2.4.1 植被—反照率/蒸腾反馈 (38)

2.4.2 沙尘—辐射反馈 (38)

2.4.3 土壤—水分反馈 (39)

2.4.4 上涌流—海岸沙漠反馈 (40)

2.4.5 植被—土壤反馈 (40)

2.4.6 灰尘—生物地球化学反馈 (40)

2.5 沙漠热低压的动力机制 (40)

第 3 章 世界沙漠气候 (44)

3.1 沙漠的一般气象特征 (48)

3.2 沙漠的一般地形特征 (53)

3.3 沙漠植被的一般特征 (55)

3.4	非洲沙漠	(56)
3.4.1	撒哈拉沙漠	(56)
3.4.2	卡拉哈里沙漠、纳米布沙漠和卡鲁沙漠	(66)
3.4.3	索马里-查尔比沙漠	(72)
3.4.4	马达加斯加干旱区	(76)
3.5	北美沙漠	(76)
3.5.1	奇瓦瓦沙漠	(82)
3.5.2	大盆地沙漠	(82)
3.5.3	索诺兰沙漠	(83)
3.5.4	莫哈韦沙漠	(84)
3.6	南美沙漠	(85)
3.6.1	阿塔卡马沙漠和秘鲁沙漠	(86)
3.6.2	巴塔哥尼亚沙漠	(91)
3.6.3	蒙特沙漠	(92)
3.6.4	南美洲的其他干旱区	(93)
3.7	澳大利亚沙漠	(94)
3.8	亚洲沙漠	(97)
3.8.1	东亚:戈壁沙漠和塔克拉玛干沙漠	(97)
3.8.2	突厥斯坦(曾称土耳其斯坦)沙漠	(101)
3.8.3	塔尔沙漠	(103)
3.8.4	伊朗沙漠和阿富汗沙漠	(105)
3.8.5	阿拉伯沙漠及其周边地区	(106)
3.9	欧洲干旱区	(111)
3.10	海洋沙漠	(113)
第4章	沙漠中大气和地表能量收支	(120)
4.1	大气和地表能量收支的各种成分	(120)
4.1.1	太阳和地面辐射的一些基本概念	(120)
4.1.2	地球—太阳的天文学关系,大气的日和年周期	(122)
4.1.3	大气对太阳辐射的衰减	(125)
4.1.4	地球表面的辐射收支	(126)
4.1.5	地表能量收支	(128)
4.1.6	全球大气和地表能量收支	(130)
4.2	沙漠大气和地表能量收支	(132)
4.2.1	沙漠能量收支的一些特性概述	(132)
4.2.2	沙漠和非沙漠能量收支实例	(133)
4.2.3	能量收支中的“绿洲效应”	(136)
4.2.4	沙漠辐射收支中的矿物气溶胶效应	(137)

第 5 章 无植被沙质荒漠景观的地表物理学	(141)
5.1 地表物理学概念介绍	(141)
5.1.1 地表以下热能的垂直传输	(143)
5.1.2 地表以下水分的垂直传输	(147)
5.1.3 植被中液态水的迁移和蒸腾	(149)
5.1.4 地表和大气间的水汽和热量交换	(150)
5.2 无植被沙质荒漠的陆面物理学	(151)
5.2.1 雨水渗入和地表以下液态水的运动	(151)
5.2.2 地表以下及地表的水汽通量	(153)
5.2.3 地表以下及地表的热量过程	(157)
第 6 章 植被对沙漠表层物理特性的影响	(162)
6.1 植被对沙漠地表能量收支的影响	(167)
6.2 植被对沙漠地表水收支的影响	(171)
6.3 植被对沙漠近地层风的影响	(176)
第 7 章 土壤对沙漠表层物理特性的影响	(181)
7.1 沙漠土壤类型	(182)
7.1.1 盐坪、干盐湖、盐湖、盐滩、盐田等	(182)
7.1.2 沙质地表	(183)
7.1.3 砾石表层、结皮和岩漆	(184)
7.1.4 岩石地表	(186)
7.1.5 干河床	(186)
7.1.6 黄土	(187)
7.1.7 土壤类型的空间分布示例	(187)
7.2 沙漠土壤类型对地表能量收支的影响	(188)
7.3 沙漠土壤类型对地表水收支的影响	(191)
第 8 章 沙漠表面的物理属性	(196)
8.1 反照率	(197)
8.2 热属性	(198)
8.3 空气动力学粗糙度	(199)
8.4 发射率	(199)
8.5 水文属性	(200)
第 9 章 沙漠大气的数值模拟	(201)
9.1 数值天气预报的一般概念	(201)
9.2 干旱区大气模式应用的几个个例	(203)
9.2.1 阿拉伯联合酋长国的业务天气预报	(203)
9.2.2 美国大盆地沙漠小尺度风场研究	(204)