

大气、天气和气候

R.G. 巴里 R.J. 乔利 著



大气、天气和气候

R. G. 巴里 R. J. 乔利 著
施尚文、张如一、吴永莲、巢俊民 译
施尚文 校

高等教育出版社

内容简介

本书是由 Methuen & co ltd 出版,是根据著者的第三版(1976 年)译出的。本书深入浅出地阐明了天气学与气候学的基本原理和最新成果,并且着重阐述了中纬度气候、热带气候、城市气候、森林气候的特点,还涉及到了洋流的形成以及南半球的天气气候情况。

本书适合大专院校气象系和地理系低年级学生阅读,对大学气象教师、中学地理教师、从事气象、水文、农业、生态、环境等方面工作的技术人员以及对气象感兴趣者也是一本较好的参考书。

R. G. Barry & R. J. Chorley

ATMOSPHERE,

WEATHER &

CLIMATE

Third Edition

大气、天气和气候

R. G. 巴里 R. J. 乔利 著

施尚文、张如一、吴永莲、巢俊民 译

施尚文 校

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

北 京 印 刷 二 厂 印 装

*

开本 850×1168 1/32 印张13.25 字数310,000

1982 年 12 月第 1 版 1984 年 1 月第 1 次印刷

印数 00,001— 5,140

书号 12010·030 定价 2.00 元

译 者 的 话

本书是根据著者的第三版译出的。第一版发行后很受欢迎,接着就增修出了第二版,随之又应广大读者的需求和为跟上气象科学的发展,增补了最新内容,出了第三版。

本书著者是地理气候方面的专家,对山地气候和区域气候有深入研究。本书虽然是天气、气候学的一本入门教材,但却能以近代理论为基础,深入浅出简明扼要地阐明基本原理和主要事实,包括近代科学发展的最新成果。著者十分注意纠正普遍存在着的错误观念和提醒读者注意那些容易产生误解的内容;并且能够指出当前气象科学发展的水平和存在问题,启迪人们思考和把握研究方向。对我国大专院校有关课程的教学很有参考价值。

本书的第一、八章与附录由张如一译出,第二、六章由吴永莲译出,第三、四章与习题由施尚文译出,序言、第五、七章以及图片说明由巢俊民译出。第三章由张兰生审校,其余由施尚文审校。按原书全文译出,插图也全部按原图复制,全书的总参考书目按原文列入,分章的参考书目未列入。翻译中发现原书有个别错误之处,译时作了改正并加了译者注。由于水平所限,译稿难免有错误或不妥之处,请读者批评指正。

本书出版时经人民教育出版社张月娥同志编辑加工,郑卫国、章美玉两同志帮助清绘复制全部插图,特此致谢!

译 者

序 言

在过去的 10 年到 15 年里，我们对大气过程和世界气候的认识有了迅速提高，这使得不断重新估价教学方法和教科书内容的工作成为必不可少的了。由于人们对气候演变基本机制的研究发生了浓厚兴趣，终于把气候学只看作是“簿记”的传统观点抛弃了。但是，对天气气候学和动力气候学的方法，除了科学论文以外，一般尚未编进基本的教科书中。

作者写本书的目的是想填补这个空白，特别是为了学院或大学的地理系低年级学生和中学六年级学生学习天气和气候的需要。同时，学习有关农业、生态学、水文学的学生以及所有对大气和天气真正感兴趣的人，也能从本书中找到有关这个领域里的近代概念的基本介绍。书中介绍的一些概念，实际上已经超出了前述水平课程的一般范围。因此，本书还可以作为进一步学习的基础，所列文献则为进一步学习提供了指南。本书不打算全面介绍世界上各个区域的气候，但是希望通过对北半球中纬度和热带的天气与气候各个题目的研究，能使读者充分掌握控制气候的因子，并能亲自在其它地方应用这些原理。

本书头三章阐述大气的性质——能量收支、水汽平衡和运动。第四章讨论气团和导致锋面低压以及其它低压的发展过程。然后，应用这些基本概念，再加上其它必要的概念，考察了中纬度和热带的气候特点。本书最后还探讨了城市和森林环境造成的气候变化以及气候内在的变化趋势。附录 1 给出了各主要气候分类系统的简短摘要，以备参考。值得强调的是天气和气候概念的区分带有任意性，虽然能够阐述某些地点在一定时期内的平均气候情况，但

是任何单个的气候要素在时间和空间上都是在不断变化的。作为本书指导思想的基本观点是：只有通过研究大气所获得的知识，才能认识气候。

R. G. 巴里 (Barry)

B. J. 乔利 (Chorley)

Department of Geography

Sidney Sussex College

University of Southampton

University of Cambridge

第二版序言

对本书第一版的热烈欢迎, 鼓励我们及早地着手本书第二版的工作。在第二版中我们试图能跟上当代气象学和气候学迅速发展的步伐, 并克服第一版的一些缺点。

在正文以及主要的修改或补充中都采纳了各种各样的改进意见。已经修改和补充的内容如下: 地球的能量收支、热量收支各分量的空间模式; 垂直递减率; 地形对降水的影响; 海面洋流及其对气候的影响; 涡度; 中纬度的中尺度系统; 北美洲、副极地、地中海和东亚的气候; 降水变率; 气候分类。

这一版选入了 30 多张新图和几张新图片, 增加了新的参考书目。在完成这些修改时, 我们尽量避免使这本作为入门课本的书变得太庞大和太深奥。希望这一版将继续为所有读者提供一个关于地球上气象和气候现象的近代的但又是易懂的描述。

虽然在第一版序言里, 我们曾认为对天气气候学和动力气候学不必作详细的阐述。但是, 需要指出, 动力气候学实质上是对以气象资料的一般结论为基础的大气环流模式作出物理的和动力的解释, 而天气气候学则是参照大尺度环流对局部的和区域的气候作出解释。因而, 本书介绍了一些动力气候学的基本概念(特别在一、三和四章), 不过在有关区域性章节里, 我们的重点则是在第二个题目上。

R. G. 巴里(Barry)

*Institute of Arctic
and Alpine
Research University
of Colorado*

R. J. 乔利(Chorley)

*Sidney Sussex College
University of Cambridge*

第三版序言

在这一版的第一章里,增加了关于大气成分及其随时间的变化、地球表面接受到的太阳辐射、地球的红外辐射等新材料,并改写了论述地球热量收支的部分。第二章作了广泛的改动,补充了有关温度绝热变化、空气稳定性和空气不稳定度的新材料。在第三章里,有关地形对风的影响以及海陆风等章节,都做了修改,并增加了有关南半球环流的材料。第四章也改写了,增加了南半球的气团、锋区、低压结构与降水空间分布的关系以及长期预报等新材料。第五、六章增加的新材料中有地中海的春季、热带汇流区、热带扰动和热带的次天气系统(中小尺度系统)。第七章里,有关城市气候部分作了改动,大部分重写,在新的附录3中增加了天气图。这一版还包括约40张新的或修改过的图和图片,以及最新的参考书目和例题。

R. G. 巴里(Barry)

(科罗拉多大学北极和高
山研究所)

*Institute of Arctic
and Alpine*

*Research University
of Colorado*

R. J. 乔利(Chorley)

(剑桥大学西德尼苏赛克斯
学院)

Sidney Sussex College

University of Cambridge

目 录

序言	I
第二版序言	III
第三版序言	IV
第一章 大气的组成和能量	1
A. 大气组成	2
1. 大气层	2
2. 随高度的变化	3
3. 随纬度和季节的变化	5
4. 时间变化	5
B. 大气质量	8
1. 全压强	9
2. 水汽压	11
C. 太阳辐射	12
1. 太阳辐射	12
2. 日地距离	14
3. 太阳高度	16
4. 日照时间	16
D. 地表获得的太阳辐射及其效应	16
1. 地-气系统内的能量传输	16
2. 大气效应	17
3. 云层效应	19
4. 纬度效应	20
5. 陆地和海洋效应	26
6. 高度和方位效应	35
E. 地球红外辐射	36
F. 地球热量收支	37
G. 大气能量和水平热量输送	41
1. 热量水平输送	43

2. 热量收支各分量的空间型式	45
H. 大气的分层	49
1. 对流层	51
2. 平流层	52
3. 高层大气	53
a. 中间层	53
b. 热成层	53
c. 外逸层和磁性层	54
I. 温度随高度的变化	54
第二章 大气水分	58
A. 蒸发	59
B. 湿度	68
1. 水汽含量	68
2. 水汽输送	72
C. 凝结	72
D. 绝热温度变化	74
E. 空气的稳定性和不稳定性	78
F. 云的形成	81
1. 凝结核	82
2. 云的种类	84
G. 降水的形成	87
1. 伯杰龙-芬得森理论	88
2. 碰撞理论	89
3. 其它的降水类型	91
H. 雷暴	92
I. 降水特性和类型	96
1. 降水特性	97
a. 降水强度	97
b. 雨暴区的范围	99
c. 雨暴频率	99
2. 降水类型	101
a. “对流型”降水	101
b. “气旋型”降水	102

c. 地形雨.....	102
3. 最大降水高度的地区性变化.....	103
4. 世界降水图型.....	105
5. 干旱.....	108

第三章 大气运动.....111

A. 水平运动定律.....111

1. 气压梯度力.....	111
2. 地转偏向力(科氏力).....	112
3. 地转风.....	114
4. 向心加速度.....	115
5. 摩擦力.....	117

B. 散度、垂直运动和涡度.....118

1. 散度.....	119
2. 垂直运动.....	120
3. 涡度.....	120

C. 地方性风.....122

1. 山谷风.....	123
2. 由地形屏障造成的风.....	124
3. 海陆风.....	126

D. 气压和风速随高度的变化.....128

1. 气压系统的垂直变化.....	129
2. 高空平均流场.....	132
3. 高空风.....	135
4. 地面气压分布情况.....	138

E. 全球风带.....143

1. 信风.....	145
2. 赤道西风带.....	145
3. 中纬度(费雷尔)西风带.....	147
4. 极地东风带.....	148

F. 大气环流.....149

1. 垂直面和水平面上的环流.....	150
2. 北半球环流的变动.....	155
3. 大洋表层环流.....	159

第四章 气团、锋和低压	162
A. 源地的性质.....	163
1. 冷气团.....	163
2. 暖气团.....	167
B. 气团变性.....	170
1. 变性的机制.....	172
a. 热力变化.....	172
b. 动力变化.....	172
2. 变性的结果: 副气团.....	173
a. 冷气团.....	173
b. 暖气团.....	174
3. 气团的生命期.....	175
C. 锋生.....	176
1. 锋面波动.....	177
2. 锋面低压.....	178
D. 锋的特性.....	180
1. 暖锋.....	180
2. 冷锋.....	183
3. 锢囚锋.....	183
4. 锋面气旋族.....	184
E. 气旋波发生区与锋生.....	185
F. 高、低空关系和气旋的形成.....	190
G. 无锋面低压.....	196
1. 背风气旋.....	196
2. 热低压.....	197
3. 极地空气低压.....	197
4. 冷低压.....	197
H. 中尺度天气现象.....	198
I. 天气预报.....	202
1. 短期天气预报.....	203
a. 天气学方法.....	203
b. 数值预报.....	204
2. 长期天气预报.....	205

a. 统计方法	205
b. 相似法	207
第五章 温带的天气和气候	210
A. 欧洲	210
1. 气压和风	210
2. 海洋度和大陆度	211
3. 英国的气流类型和它们的气候特征	214
4. 独特性和自然季节	219
5. 天气的异常情况	222
6. 地形的影响	225
B. 北美洲	228
1. 气压系统	229
2. 温带西海岸和科迪勒拉山系	234
3. 北美洲的内地和东部	237
a. 大陆和海洋的影响	237
b. 暖天气和冷天气	242
c. 降水和水汽平衡	243
C. 极地边缘	250
D. 副热带边缘	252
1. 地中海	252
2. 半干燥的美国西南部	258
3. 美国的东海岸和内地	260
第六章 热带的天气和气候	262
A. 热带天气的简单设想	262
B. 热带汇流区	264
C. 热带扰动	267
1. 波状扰动	268
2. 气旋	275
a. 飓风	275
b. 其它的热带低压	280
3. 次天气尺度系统	281
4. 中尺度系统	281
D. 亚洲季风	283

1. 冬季·····	287
2. 春季·····	290
3. 初夏·····	292
4. 盛夏·····	294
5. 秋季·····	301
B. 热带气候变化的其它原因·····	302
1. 日变化·····	302
2. 地形效应·····	304
3. 冷洋流·····	306
第七章 城市和森林气候·····	337
A. 城市气候·····	341
1. 大气成分的改变·····	341
a. 气溶胶·····	342
b. 气体·····	346
2. 热量收支的变化·····	348
a. 大气成分·····	348
b. 城市的表面·····	348
c. 人类产生的热量·····	349
d. 热岛·····	350
3. 地表特性的改变·····	352
B. 森林气候·····	355
1. 改变能量输送·····	356
2. 改变气流·····	358
3. 改变环境湿度·····	361
4. 改变环境温度·····	364
第八章 气候的变率、趋势和振动·····	367
A. 气候资料·····	367
1. 平均值·····	367
2. 变率·····	369
3. 趋势·····	371
B. 气候记录·····	373
1. 冰后期·····	373
2. 近代变暖趋势·····	375

3. 热带降水的近代变化·····	377
C. 气候变迁的可能原因·····	378
文献目录·····	381
附录 1. 气候分类·····	386
A. 结合植物生长或植被的发生学分类·····	386
B. 理论的水分平衡分类法·····	389
C. 形成分类法·····	391
附录 2. 高度、气压、长度和温度的列线图表·····	401
附录 3. 天气图·····	402
附录 4. 国际单位制(SI单位)·····	403
习题·····	405
习题答案·····	410

第一章 大气的组成和能量

大气与地球上的生命休戚相关,据认为,至少约在3亿5千万年以前,当大量植物在陆地上起源时,地球大气就已经演变成现在的结构和组成了。大气层的出现,成为生物免受来自太阳的有害辐射的不可缺少的保护层,而且大气中许多气体满足了生物圈中植物和动物维持生命的需要。大气层中天气系统的生成和消亡、发展和运动成为全球气候的基础。然而大气和大气中的天气现象并不是固定不变的,大气成分由于人类活动而不断地改变;剧烈的天气事件——大风、龙卷、雹暴、洪水——即使有所防范,也会造成巨大破坏。天气的短期和长期的重要变化常常给农业和村落带来严重后果。希望通过对大气、天气和气候进行的探索,能够预报出它们的变化,并且能在一些情况下有效地减轻它们的影响或对其加以控制。这些广泛的目的,构成了大气科学的研究领域。气象学主要研究天气现象的物理过程,而气候学则表征大气和大气变化的长期平均状态。天气系统的尺度范围可以从1米左右的气流涡旋一直到全球性环流,而气候也可分为植被覆盖层气候(小气候)或区域气候和全球气候(大气候)。

本书的结构代表了这种观点。我们首先阐述大气的组成和结构,以及它在全球的能量交换、水分平衡和风系中的作用。引起大气过程的关键是地球和地球大气从太阳获得的辐射能。为了研究能量的获得,我们需要先从分析大气的性质——它的组成和基本特征开始。

A. 大气组成

1. 大气层

空气是多种气体的机械混合物而不是化合物。表 1-1 表明了干空气的平均成分, 氮、氧、氩、二氧化碳四种气体占有空气总容积的 99.98%。同时, 火箭探测表明, 从地表直到 80 公里(50 英里)高空, 气体间的混合比相当稳定。

除上述气体外, 随着时、空有明显变化的水汽也是大气组成中不可缺少的成分。这一问题将在下面详细讨论。大气中也有相当数量的气溶胶。这就是悬浮的海盐粉粒、灰尘(特别是硅酸盐)、有机物和烟尘, 这些物质来自自然界和人类活动。

了解了大气的一般概况后, 我们还需考察大气成分随高度、纬度和时间的变化。

表 1-1 25 公里以下干空气的平均成分

成 分	符 号	容 积 % (干空气)	分 子 量
氮	N ₂	78.08	28.02
氧	O ₂	20.94	32.00
· 氩	Ar	0.93	39.88
二氧化碳	CO ₂	0.03(可变)	44.00
· 氖	Ne	0.0018	20.18
· 氦	He	0.0005	4.00
+ 臭氧	O ₃	0.00006	48.00
氢	H	0.00005	2.02
· 氪	Kr	微量	
· 氙	Xe	微量	
甲烷	Me	微量	

- 钾和铀的衰变物
- + 氧的复合物
- 惰性气体