



“十三五”国家重点图书
经典化学高等教育译丛

环境物理学原理

(原著第四版)

PRINCIPLES OF ENVIRONMENTAL PHYSICS

PLANTS, ANIMALS, AND THE ATMOSPHERE
(Fourth Edition)

[英] John L. Monteith, [美] Mike H. Unsworth 著

袁威 唐子腾 汪华林 译



华东理工大学出版社
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

“十三五”国家重点图书
经典化学高等教育译丛

环境物理学原理

(原著第四版)

Principles of Environmental Physics

Plants, Animals and the Atmosphere

(Fourth Edition)

[英] John L. Monteith, [美] Mike H. Unsworth 著

袁 威 唐子腾 汪华林 译



华东理工大学出版社
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

· 上海 ·

图书在版编目(CIP)数据

环境物理学原理: 原著第四版/(英) 约翰·蒙特
斯(John L. Monteith), (美) 迈克尔·昂斯沃思
(Mike H. Unsworth) 著; 袁威, 唐子腾, 汪华林译. —
上海: 华东理工大学出版社, 2019. 8

(经典化学高等教育译丛)

书名原文: Principles of Environmental Physics
(Fourth Edition)

ISBN 978-7-5628-5717-4

I. ①环… II. ①约… ②迈… ③袁… ④唐… ⑤汪
… III. ①环境物理学 IV. ①X12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 175958 号

著作权合同登记号: 图字 09-2018-500 号

项目统筹 / 周永斌

责任编辑 / 李佳慧

装帧设计 / 方 雷 徐 蓉

出版发行 / 华东理工大学出版社有限公司

地址: 上海市梅陇路 130 号, 200237

电话: 021-64250306

网址: www.ecustpress.cn

邮箱: zongbianban@ecustpress.cn

印 刷 / 北京虎彩文化传播有限公司

开 本 / 710 mm × 1000 mm 1/16

印 张 / 23.5

字 数 / 468 千字

版 次 / 2019 年 8 月第 1 版

印 次 / 2019 年 8 月第 1 次

定 价 / 168.00 元

版权所有 侵权必究

Principles of Environmental Physics: Plants, Animals, and the Atmosphere, fourth edition

John L. Monteith, Mike H. Unsworth

ISBN: 9780123869104

Copyright © 2013, 2008 Elsevier Ltd. All rights reserved.

Authorized Chinese translation published by East China University of Science and Technology Press Co., Ltd.

《环境物理学原理》(原著第四版)(袁威,唐子腾,汪华林 译)

ISBN: 9787562857174

Copyright © Elsevier Ltd. and East China University of Science and Technology Press Co., Ltd. All rights reserved.

No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording, or any information storage and retrieval system, without permission in writing from Elsevier (Singapore) Pte Ltd. Details on how to seek permission, further information about the Elsevier's permissions policies and arrangements with organizations such as the Copyright Clearance Center and the Copyright Licensing Agency, can be found at our website: www.elsevier.com/permissions.

This book and the individual contributions contained in it are protected under copyright by Elsevier Ltd. and 华东理工大学出版社有限公司 (other than as may be noted herein).

This edition of Principles of Environmental Physics: Plants, Animals, and the Atmosphere (Fourth Edition) is published by East China University of Science and Technology Press Co., Ltd. under arrangement with ELSEVIER LTD.

This edition is authorized for sale in China only, excluding Hong Kong, Macau and Taiwan. Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. Violation of this Law is subject to Civil and Criminal Penalties.

本版由 ELSEVIER LTD. 授权华东理工大学出版社有限公司在中国大陆地区(不包括香港、澳门以及台湾地区)出版发行。

本版仅限在中国大陆地区(不包括香港、澳门以及台湾地区)出版及标价销售。未经许可之出口,视为违反著作权法,将受民事及刑事法律之制裁。

本书封底贴有 Elsevier 防伪标签,无标签者不得销售。

注 意

本书涉及领域的知识和实践标准在不断变化。新的研究和经验拓展我们的理解,因此须对研究方法、专业实践或医疗方法作出调整。从业者和研究人员必须始终依靠自身经验和知识来评估和使用本书中提到的所有信息、方法、化合物或本书中描述的实验。在使用这些信息或方法时,他们应注意自身和他人的安全,包括注意他们负有专业责任的当事人的安全。在法律允许的最大范围内,爱思唯尔、译文的原文作者、原文编辑及原文内容提供者均不对因产品责任、疏忽或其他人身或财产伤害及/或损失承担责任,亦不对由于使用或操作文中提到的方法、产品、说明或思想而导致的人身或财产伤害及/或损失承担责任。

译者前言

环境物理学是以物理学为基础发展起来的一门新兴学科,是环境科学的重要组成部分。它以物理学的基本原理为基础,探讨声、光、热、电磁等物理性因素在环境中的迁移和变化规律,及其与环境中的动植物等生命体的相互反应机制。环境物理学包括环境声学、环境光学、环境热学、环境电磁学和环境空气动力学等分支学科。虽然各分支学科的研究历史悠久,但直至 20 世纪 50 年代工业化与现代化带来的物理性污染日益严重,对人类造成越来越严重的危害,才促使各个分支学科加快研究,并取得一系列的成果,从而使环境物理学逐渐形成一个独立的科学领域。到目前为止,它仍是一个正在形成发展中的学科。

我们的时代是人与机械共存的时代,人们利用物理学的基本原理,创造了各种现代化机械为人类服务,物质文明得以不断提高。有人认为,物理学原理的应用与我们的环境质量的明显退化有显著的正相关关系,例如,如果我们对热和热力学一无所知,就不会制造出内燃机,空气污染也就不会如今日这般严重。但这种观点只看到了问题的一个片面,问题的另一个更重要的方面是——我们是否能够最大限度地应用物理学的原理来消除污染并改善环境?

通过对环境物理学原理的研究,一方面将有助于我们理解所处的环境中物理性污染的普遍规律;另一方面,以物理学的视角研究环境问题,也将有助于对环境污染问题中的物理现象及其本质的深入理解,从而为更广泛地应用物理学原理来解决环境污染问题提供可靠的理论指导。

诺丁汉大学(University of Nottingham)的 John L. Monteith 教授和俄勒冈州立大学(Oregon State University)的 Mike H. Unsworth 是教授所著的《*Principles of Environmental Physics*》一书,力图把有关植物和动物对于环境变化的复杂反应以定性论证为主的论述改用为定量模型描述,从热能、物质

和动量的传递到辐射环境,从稳态、非稳态热平衡到微气象学,把环境物理学理论的主题整合在了一个连贯的体系中,从而使环境物理学原理的逻辑进一步条理化,为分析和阐明生物体与物理环境之间的相互作用提供理论基础。尽管这些定量模型在应用于实际的物理环境分析中还存在着某些偏差,但是对于阐释环境物理学的本质、揭示生物体与其存在的自然环境之间的复杂物理反应机制具有重要意义。

本书可作为物理学、生物学、环境科学专业的本科生和研究生教材,也可供从事环境科学与物理学交叉学科研究的研究者参考。

本书由袁威、唐子腾、汪华林三人共同翻译,全书由汪华林教授汇总统筹。感谢杨雪晶老师在本书翻译、出版过程中给予的大力支持。感谢华东理工大学出版社编辑对译稿的悉心校核和指导。本书的顺利出版离不开他们严谨认真、一丝不苟的工作态度和所付出的艰辛努力。由于本书涉及内容范围很广,既涉及传统的物理学领域,又有生物学、气象学、微气象学等领域内容,而译者对这些领域的理论未必都十分熟悉,书中难免出现翻译不确切甚至错误之处,恳请读者不吝指正。

2019 年 1 月

第四版前言

不幸的是,我的同事、导师和朋友——John Monteith 于 2017 年 7 月此版书籍出版之前就已去世。五十多年以来,他率先将物理学应用于生物过程的研究和分析。他在 Rothamsted 实验室的物理系开始了他的职业生涯,在那里他与 Howard Penman 合作构建了 Penman - Monteith 方程,这个方程在生理学和水文学方面对蒸腾和蒸发意义重大。在 Rothamsted 实验室,他还同 Geza Szeicz 等合作设计和建造了第一批环境物理仪器,其中包括早期版本的管道测量仪和孔径计,这些仪器已经成为研究树冠和叶片环境的普及工具。他也是第一批使用红外气体分析仪进行作物冠层二氧化碳交换微气象测量的人。

1967 年,他搬到了诺丁汉农学院,建立了第一个专注于环境物理的学术部门。本书第一版在 1973 年源于他为高年级本科生开的课程,其中涵盖了植物和动物与环境的相互作用。该书迅速成为全球环境物理学领域的研究人员的必读材料,并被翻译成多种语言。当我作为第二版(1990)的共同作者加入 John 时,我们增加了几个章节以更新此书,并增加了关于非稳态热平衡和颗粒及污染气体转移的新内容,以彰显新兴学科“生物地球化学”的诞生。

在出版第三版(2008)时,由于全球二氧化碳浓度上升和气候变化,环境物理学得到迅速发展。特别是关于森林和自然植被的碳和水的估算的研究越来越多。用于气体测量的新型快速响应仪器的实用性使之前性测量的微气象方法的广泛应用成为可能。因此,我们添加了更多关于涡度协方差的内容,并在森林科学中涵盖了更多的应用实例。我们也回应了需求,添加了更多的实际示例和习题集供学生使用。第三版的前言转载于下文,它反映了 John 对环境物理学发展的诸多见解,并揭示了本书的结构和我们选择采用的示例背后的一些思想。

第四版提供了我这样一个机会来对改进的内容进行介绍,我更新了此书的核心章节,并概括了过去十年在环境物理方面出版的大量文献的一些亮点。与标题保持一致,我们选择注重“原理”;鼓励那些寻求更深入论文的读者去探索参考书目中提到的一些文本。在从已发表的研究中选择实例时,我们继续把重点放在提供新见解和应用原理上,随着环境物理学的发展,这变得越来越具有挑战性,所以我们收录了许多新的参考文献,旨在帮助读者跟进新兴课题。一直以来,我们的目标是将本书的数学保持在读者熟悉的代数水平层次上,并不一定要熟悉微积分。我们也回应了学生和其他读者的建议,扩充了许多代数推导以显示中间步骤,我们把一些更复杂的数学放在一般读者可以省略的文本框中,例如 Penman - Monteith 方程及其应用,还有关于植物与大气耦合的更多内容。我们增加了涡度协方差性的材料,修改了微气象学中梯度方法的表达式,这样就能绕开关于非中性稳定性的大部分讨论。我们感谢学生们和同事们给我们提供了关于此书的使用反馈,并提供了许多本书中提到的研究范例。对此版本的评论(无论正面或负面),欢迎发送到 pepcomments@gmail.com。

Mike Unsworth, 2013

第三版前言

自从 1973 年第一版《环境物理学原理》出版以来,这个学科已经有了很大的发展。实际上,本书第一版和第二版的许多读者对第三版做出了许多贡献,这使得第三版的范围比第一版更为广泛。从一开始,此书就面向两个群体:一是本科生和研究生,本书可以帮助其学习如何将物理学原理应用于植物、动物及其环境之间相互作用的研究中;二是科研人员,特别是涉及多学科环境研究的。几十年来,环境物理学在很多方面越来越融入环境研究当中。例如,在生态学和水文学中,生物体与大气之间气体和能量交换以及其中影响交换的阻力(或导度)的概念都得以广泛应用。而在大气科学中,土壤-植被-大气传输模型(SVATS)是大气环流、中尺度气候模型中一个不可或缺的组成部分。这种学科之间的“观念的交叉”使得本书第三版的范围和内容规模都很难掌控。因此,我们始终围绕着标题中的“原理”一词,像之前的版本一样,着重描述能量、质量和动量转移的关键原理,并选用各种经典著作和当今著作中的一些例子来阐述它们的应用。

之前两个版本中的几个主题也经过了打磨和精简。第一版出版时,作物气象学是环境物理学的一个主要应用,最初是用以量化作物的用水量和灌溉需求,然后随着新型仪器的应用,它扩展到通过分析二氧化碳的交换来确定影响作物产率的环境因素。在过去的十几年间,作物气象学方面鲜有新作。然而在 20 世纪 70—80 年代,环境物理学在人工林、天然林以及其他生态系统研究中的应用越来越多,这也一定程度解释了目前相较于农业应用,环境物理学综述出版物占了较大比例的现象。同样,在 20 世纪 70—80 年代,人们对空气质量(特别是酸雨和臭氧)愈发关注,这促使了学者应用环境物理学来研究作物和森林中污染气体、酸性颗粒和酸雾通量。另外,卫星遥感技术在这一时段也进行了飞速的发展。

针对这些变化,1990年出版的第二版《环境物理学原理》增加了粒子传递一章,给辐射传输一章补充了内容,并扩展了微气象方法这一节。由于一些科研人员开始使用环境物理学术语进行家畜和野生动物之间热平衡的研究,本书第二版还扩展了对动物及其环境的环境物理学描述。从而建立了与环境物理学中的植物科学并行的研究。关于1985年对南极洲上空臭氧洞及其对地表紫外线辐射的影响的测定,在第二版中有简短的描述,但是关于含氮气体在植被中沉降的新兴研究却未提及;而第三版中更详细地介绍了这两个主题。

从20世纪80年代直到现在,大气中二氧化碳与其他温室气体浓度的升高以及随之而来对气候的影响成为人们关注的焦点。这导致了利用环境物理学原理的测量技术和建模技术的飞速发展,也在本书中得以体现。这里有两点尤为重要:一是运用了微气象学中的涡度协方差技术的改良仪器,它可用来研究在季节和多年份的气候中二氧化碳、水蒸气和其他污染气体的交换;二是理论上的进步,使植物大气交换模型从叶片尺度扩展到园林尺度、地区尺度甚至全球尺度,这使得本书中描述的有机体层次和树冠层次的环境物理学原理与地区和全球模型之间建立了联系,这对解决气候变化的问题是很有必要的。此版本中两个关于微气象学的章节进行了大幅修订,其中扩展了涡度协方差法的运用,其中包含几个新的研究案例,以说明微气象方法在森林和自然景观中的应用。我们还补充了有关太阳辐射和地面辐射的内容,并对具有辐射活性的温室气体和气溶胶的作用进行了新的讨论。

虽然涡度协方差法已成为许多情况下微气象学的首选方法,但我们仍保留可用于推导通量的廓线(相似度分析)技术的部分,因为理解相似度分析法对于大型模型是必不可少的,也是因为在完成学生项目或资源有限的情况下使用的仪器较简单,此时适合使用廓线法。

此版本中的其他一些修订是根据我们自己的经验和使用本书作为教材的教师的反馈来进行的:扩展了在早期版本中特别紧凑的几节,使其更为明了;并且为了使条理清晰,将其中几节重新排列;增加了更多的实例;在文本框中增加了一些专业材料(例如辐射物理学和与气溶胶相互作用的辐射),如果读者仅需要大概了解这个学科可以跳过这部分;并在每章末尾添加了比教材中常见题目范围更为广泛的数值计算题。多年来,我们收到了一些来自教师的反馈,他们想探究这个学科的实际应用,也在这次修订中得以体现;我们在诺丁汉大学和俄勒冈州立大学的本科和研究生教学中也发现了许多问题,感谢

许多学生的反馈和改进建议。

在规划这第三版时,我们讨论了是否将通量方程中“阻力”改为“导度”,以及是否用“摩尔”作为单位而不是用“ $m - kg - s$ ”作为单位。生物学家越来越多地在他们的分析中使用“导度”和“摩尔”,并且有一些理论上的和教学上的参数能证明这一点。但总的来说,我们还是更想保留早期版本中使用的“阻力”这一术语和“ $s \cdot m^{-1}$ ”这一单位:与欧姆定律相比,这阐明了本书中许多分析的基本物理特性,在能量平衡和水文学应用中对于热量和质量传递计算,将“ $s \cdot m^{-1}$ ”作为阻力单位会更为直观。尽管如此,我们意识到许多读者会更为熟悉“导度”这一概念和“摩尔”这一单位,所以我们在文中的几个适当的位置讨论了单位的转换。环境物理学家在这一点上很有优势,因为他们在这两种单位的体系中尽力做到游刃有余,以促进学科之间的交流。

我们打算将本书用于物理学、生物学、环境科学专业的本科生和研究生的教材。数学处理方面较少使用到微积分,使其尽可能简单;生物学方面也是有一定局限的,主要由助于理解物理应用的内容组成。如有必要,读者可自行阅读参考书目来获取更详细的内容。对于我们的另一类读者——科研人员,我们继续采用以前版本的方法,纳入了大量的参考文献,都是经典的和具有突破性的研究应用的同行评议文献;自 1990 年以来,该版本中已有 30 多篇参考文献发表。

在第二版的前言中,我们希望本书能鼓励更多的大学物理系让学生接触环境物理学。然而这一切进展较为缓慢。这当然不是因为环境物理学缺少职业机遇,当前的环境问题为环境物理学家在大气科学、水文学、生态学和生物学中提供了许多大展身手的机会,特别是如果他们乐于接受多学科工作的挑战。这也不是因为物理系学生对环境学科缺乏兴趣。这难免是因为繁杂的物理课程为环境物理学等选修课程留下了的空间太小。在本书第四版面世时,我们很乐于见到环境物理学在物理系能和天文学或气象学一样,成为一门普遍的选修课程。

John Monteith and Mike Unsworth, 2006

致 谢

我们对以下出版社及作者允许我们使用相关图表、照片及原始数据表示感谢:

R. Keeling 博士与 P. Tans 博士,以及美国能源部的二氧化碳信息分析中心(图 2.2);G. Kopp 博士为图 5.1 提供的原始数据;S. T. Henderson 博士与 Adam Hilger 出版社(图 5.2);J. A. Coakley 博士(图 5.3);英国南极调查队(图 5.4);太阳能研究所为图 5.5 构建的计算模型;M. D. Steven 博士及皇家气象学会《皇家气象学会季刊》(图 5.6);F. Vignola 博士提供图 5.8 所用的数据;J. V. Lake 博士提供图 5.9 所用的数据;F. E. Lumb 及皇家气象学会《皇家气象学会季刊》(图 5.10);R. von Fleischer 博士,德国气象服务(图 5.15);R. Nakamura 博士提供图 5.17 所用的数据;K. Bible 博士提供图 5.18 所用的数据;E. L. Deacon 博士和 Elsevier 出版公司(图 6.1 和图 15.7);S. A. Bowers 博士及 Lippincott Williams and Wilkins 出版公司《土壤科学》(图 6.3);K. J. McCree 博士及 Elsevier 出版公司《农业气象学》(图 6.4);G. Stanhill 博士, Pergamon 出版社《太阳能》(图 6.6);L. E. Mount 教授和 Edward Arnold 教授(图 6.7、图 14.3、图 14.4);J. C. D. Hutchinson 博士, Pergamon 出版社《比较生化学和生理学》(图 6.8);W. Porter 博士提供图 6.9 所用的数据;C. R. Underwood 博士, Taylor and Francis 出版公司《人体工程学》(图 7.5);G. S. Campbell 博士, 诺丁汉大学出版社(图 8.3);K. Cena 博士, 伦敦皇家学会《英国皇家学会会报》(图 8.6);J. Grace 博士, 牛津大学出版社《实验植物学》(图 9.3);《英国皇家气象学会季刊》(图 9.4、图 9.5、图 13.6、图 13.7、图 13.8、图 13.9、图 15.3、图 17.13 及图 17.14);W. C. Hinds 博士及 John Wiley & Sons 出版公司(图 9.6、图 12.7、图 12.8、图 12.9 及图 12.10);D. Aylor 博士, 美国植物生理学家协会《植物生理学》(图 9.7);Stokes 博士,

剑桥大学出版社(图 9. 8); C. J. Wood 博士, R. Belcher 博士, D. Reidel 出版公司《边界层气象学》(图 9. 10); J. A. Clark 博士, D. Reidel 出版公司《边界层气象学》(图 10. 3); B. J. Bailey 博士, 国际园艺学会《园艺学报》(图 10. 4); S. Vogel 博士, Clarendon 出版社(图 10. 5); A. J. McArthur 博士, 伦敦皇家学会《英国皇家学会学报》(图 10. 7 及图 10. 8); R. P. Clark 博士, 剑桥大学出版社《柳叶刀》(图 10. 9 及图 10. 11)及《生理学》(图 10. 8); P. F. Scholander 博士和海洋生物实验室(图 10. 12); I. Impens 博士允许我们使用图 11. 1 中未公开的测量值; T. Haseba 博士及日本农业气象学会《农业气象》(图 11. 3); H. G. Jones 博士和剑桥大学出版社(图 11. 7); D. Aylor 博士和 Pergamon 出版社《大气环境》(图 12. 5); N. A. Fuchs 教授和 Pergamon 出版社(图 12. 1); A. C. Chamberlain 博士与学术出版社(图 12. 3)及 D. Reidel 出版公司《边界层气象学》(图 17. 1); D. Fowler 博士, Springer 出版社《水、空气和土壤污染》(图 12. 6); K. Raschke 博士, Springer 出版社《植物》(图 13. 5); R. Milstein(图 13. 10); Elsevier 出版公司《水文学报》(图 13. 11 及图 13. 12)以及《农业和森林气象学》(图 17. 11); A. M. Hemmingsen 博士(图 14. 2); D. M. Gates 博士及 Springer - Verlag 出版社(图 15. 2); van Eimern 博士及德国气象服务(图 15. 5); W. R. van Wijk 博士及北荷兰出版公司(图 15. 6); D. Vickers 和 L. Mahrt 博士(图 16. 3); J. Finnigan 博士, D. Reidel 出版公司《边界层气象学》(图 16. 4 及图 17. 16、图 17. 17); R. H. Shaw 博士, Elsevier 出版公司《农业气象》(图 16. 8); 学术出版社(图 16. 9 及图 16. 10); M. R. Raupach 博士, Annual Reviews 公司《流体力学年度评述》(图 16. 11); T. A. Black 博士, Blackwell 科学公司《全球变化生物学》(图 17. 9 及图 17. 10); D. Baldocchi 博士, D. Reidel 出版公司《边界层气象学》(图 17. 7); M. Sutton 博士, 英国皇家学会《皇家学会议事录》(图 17. 15)。

符 号

在此列出本书中所使用的主要符号,其中包含每个参数的简要定义。有的符号已经被统一定义并广泛应用(如 R 及 g),而有的符号的选择原因是因其在环境物理学的文献广泛使用(如 r_s , z_0 及 K_M),其他符号是为了一致性而统一设定的。特别地,符号 S 和 L 用以表示短波和长波辐射的通量密度,用下标来识别通量的几何特征,例如 S_d 表示源于天空的漫射短波辐射的通量密度。

动量、热量和质量的通量密度的符号在全书中以加粗形式表示(如 τ , C , E),水的蒸发潜热 λ 也是如此,有一部分原因是将其与波长的符号 λ 区分开来,另一部分原因是它常常与 E 有关。大写的下标用于表示动量、热量、蒸汽及二氧化碳等,例如 r_V , K_M ;其余大多数的下标均为小写,例如 c_p 表示恒压下空气的比热。

完整的符号集是一致性、清晰性和熟悉性之间的最佳折中。主要符号说明如下。

罗马字母

A	面积;相对于南方的方位角
A_b	固体物体在水平面的投影面积
A_p	固体物体在垂直于太阳光的平面上的投影面积
$A(z)$	深度 z 的土壤温度波振幅
B	全辐射体或黑体单位面积发射的总能量
B	干湿球温差
$B(\lambda)$	全辐射体或黑体光谱中的单位波长能量
c	CO_2 的体积分数(例如 vpm);云覆盖天空分数;光速;气体分子的平均速度
c_d	形状阻力与表面摩擦组合的阻力系数
c_f	形状阻力的阻力系数
c_p	恒压空气比热;颗粒撞击效率
c_s	土壤固体分数的比热(同样地,下标 l 和 g 分别指液体和气体组分)

c_v	定容比热
c'	土壤体积比热
C	空气对流对单位面积热量(通量密度)的影响
E	单位面积有机体的热容量
d	零平面位移
D	饱和蒸汽压差;空气中气体的扩散系数(水蒸气下标为 V;CO ₂ 下标为 C);阻尼深度= $(2\kappa'/\omega)^{1/2}$
e	空气中的水蒸气分压
$e_s(T)$	温度 T 下水蒸气饱和蒸气压
δe	饱和亏缺,即 $e_s(T)-e$
E_q	单量子能
E	单位面积水汽通量
E_r	动物呼吸蒸发率
E_s	皮肤蒸发速率
E_t	植被蒸发速率
F	广义稳定因子 $(\varphi_v \varphi_m)^{-1}$
F	颗粒上的阻力;滞留系数
F	单位面积气体的质量流量;辐射能通量
g	重力加速度($9.81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$)
G	单位面积热传导通量
h	普朗克常数($6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$);空气的相对湿度;圆柱体、植被的高度等
H	显热和潜热单位面积总通量
i	湍流强度,即均方根速度/平均速度
I	辐射强度(单位立体角通量)
J	单位面积蓄热量变化率
k	冯卡曼常数(0.41);空气的热导率;衰减系数;玻耳兹曼常数($1.38 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$)
k'	衰减系数;固体的热导率
K	空气中湍流传递的扩散系数(其中下标 H 表示热量,M 表示动量,V 表示水蒸气,C 表示二氧化碳,S 表示一般标量实体)
$\mathcal{K}$	冠层衰减系数
l	混合长度;停止距离;气流方向板的长度
L	叶面积指数;莫奥长度
L	单位面积长波辐射通量(其中下标 u 表示向上;d 表示向下;e 表示由环境产生;b 表示由物体产生)
m	分子或粒子的质量;空气质量数

M	体表单位面积代谢产热量率
M	摩尔质量(其中下标 a 表示干空气, v 表示水蒸气)
<i>n</i>	在数个方程中表示一个数或无量纲经验常数
N	阿伏伽德罗常数 (6.02×10^{23}); 光照的小时数
N	辐射(单位立体角单位面积的辐射通量)
P	单位面积出汗率的潜热当量
<i>p</i>	总空气压力; 毛发中的截留概率
<i>q</i>	空气的比湿(单位质量湿空气中的水蒸气质量)
Q	传质速率
<i>r</i>	半径; 传递阻力(其中下标 H 表示热量, M 表示动量, V 表示水蒸气, C 表示二氧化碳), 通常适用于边界层传递; 大气混合比(单位质量的干空气中物质的质量)
<i>r_a</i>	大气中的传递阻力(下标意义同上)
<i>r_b</i>	冠层中附加边界层的传质阻力研究
<i>r_c</i>	冠层阻力
<i>r_d</i>	人体热阻
<i>r_f</i>	毛发、衣服的热阻; 无顶式空间的强制通风阻力
<i>r_h</i>	大孔(单侧)的传质阻力
<i>r_i</i>	无顶式空间的侵入阻力
<i>r_p</i>	孔的传质阻力
<i>r_s</i>	一组气孔的阻力
<i>r_t</i>	单个气孔的总阻力
<i>r_H</i>	对流传热的阻力, 即显热
<i>r_R</i>	辐射传热阻力 ($\rho c p / 4\sigma T^3$)
<i>r_{HR}</i>	同步显热及辐射热交换的阻力, 即 <i>r_H</i> 和 <i>r_R</i> 并行
<i>r_V</i>	水蒸气传递阻力
R	气体常数 ($8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)
R_n	净辐射通量密度
R_{ni}	等温净辐射, 即在环境空气温度下由表面吸收的净辐射
<i>s</i>	单位质量空气中的实体量
S	气体浓度
S_d	水平面上的漫射太阳辐照度
S_e	物体由于环境反射而受单位面积的太阳辐射
S_p	太阳直射表面上的直接太阳辐照度
S_b	水平面上的直接太阳辐照度
S_t	水平面上(通常)的太阳总辐射
<i>t</i>	扩散路径长度

T	温度
T_a	空气温度
T_b	物体温度
T_c	云底温度
T_d	露点温度
T_e	空气等效温度 $[T + (e/\gamma)]$
T_e^*	空气表观当量温度 $[T + (e/\gamma^*)]$
T_f	环境空气有效温度
T_s, T_o	表面热损失温度
T_v	虚拟温度
T'	热力学湿球温度
T^*	蒸汽压力规格的标准温度
u	大气中水蒸气的光学路径长度
$u(z)$	地球表面高度 z 处的空气水平速度
u^*	摩擦速度
v	分子速度
v_d	沉积速度
v_s	沉降速度
V_m	标准状况下(22.4 L)的摩尔体积
V	体积
$\dot{V}$	每分钟体积
w	空气的垂直速度;可降水量的深度
W	动物体重
x	体积分数(其中下标 s 表示土壤;l 表示液体;g 表示气体);圆柱体长径比
z	距离;距地球表面高度
z_0	粗糙长度
Z	平衡边界层高度

希腊字母

α	吸收系数(其中下标 p 表示光合活性;T 表示总辐射;r 表示红色;i 表示红外线)
$\alpha(\lambda)$	λ 波长的吸收率
β	太阳高度角;努塞尔特数观测值与光滑平板的努塞尔特数的比值
γ	干湿球常数($=c_p p/\lambda \epsilon$)
γ^*	干湿球常数的表观值 ($=\gamma r_v/r_H$)
Γ	干绝热直减率,缩写为 DALR ($9.8 \times 10^{-3} \text{ K} \cdot \text{m}^{-1}$)