

丛书总主编：孙鸿烈 于贵瑞 欧阳竹 何洪林

中 国 生 态 系 统
定 位 观 测 与 研 究 数 据 集


森 林 生 态 系 统 卷

SEN LIN SHENG TAI XITONG JUAN

云 南 西 双 版 纳 站

(1998—2006)

邓晓保 唐建维 主编

 中国农业出版社

丛书总主编：孙鸿烈 于贵瑞 欧阳竹 何洪林

书号 (CIP) 目录标志作图

中国生态系统定位观测与研究数据集

森林生态系统卷

云南西双版纳站

(1998—2006)

邓晓保 唐建维 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国生态系统定位观测与研究数据集·森林生态系统
卷·云南西双版纳站: 1998~2006 / 孙鸿烈等主编;
邓晓保, 唐建维分册主编. —北京: 中国农业出版社,
2010. 10

ISBN 978-7-109-15032-4

I. ①中… II. ①孙… ②邓… ③唐… III. ①生态系
统—统计数据—中国②森林—生态系统—统计数据—西双
版纳傣族自治州—1998~2006 IV. ①Q147②S718.55

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 192719 号

中国农业出版社出版
(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)
(邮政编码 100125)
责任编辑 刘爱芳 李昕昱

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2010 年 10 月第 1 版 2010 年 10 月北京第 1 次印刷

开本: 889mm×1194mm 1/16 印张: 24.5
字数: 702 千字
定价: 50.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

中国生态系统定位观测与研究数据集

丛书编委会

主 编 孙鸿烈 于贵瑞 欧阳竹 何洪林

编 委 (按照拼音顺序排列, 排名不分先后)

曹 敏 董 鸣 傅声雷 郭学兵 韩士杰

韩晓增 韩兴国 胡春胜 雷加强 李 彦

李新荣 李意德 刘国彬 刘文兆 马义兵

欧阳竹 秦伯强 桑卫国 宋长春 孙 波

孙 松 唐华俊 汪思龙 王 兵 王 堃

王传宽 王根绪 王和洲 王克林 王希华

王友绍 项文化 谢 平 谢小立 谢宗强

徐阿生 徐明岗 颜晓元 于 丹 张 偲

张佳宝 张秋良 张硕新 张宪洲 张旭东

张一平 赵 明 赵成义 赵文智 赵新全

赵学勇 周国逸 朱 波 朱金兆

中国生态系统定位观测与研究数据集 森林生态系统卷·云南西双版纳站

编委会

主 编：邓晓保 唐建维

编 委（按姓氏笔画为序）：

邓 云 邓晓保 刘文杰 李玉武

李红梅 沙丽清 张一平 陈明勇

唐建维 唐炎林 曹 敏

洪金球 彭 杰 高国周 冉学斌

中国林业出版社出版

（北京中南海北沿路北京林业大学内）

（邮政编码 100083）

（电话 010-64731111）

中国林业出版社印刷厂印刷 中国林业出版社发行部发行

（北京平谷县经济开发区 邮编 101500）

开本 880mm×1100mm 1/16 印张 5.5

字数 162千字

印数 1000册

CIP数据核字 01-2004-010001号 定价 10.00元

【序 言】

随着全球生态和环境问题的凸显，生态学研究的不断深入，研究手段正在由单点定位研究向联网研究发展，以求在不同时间和空间尺度上揭示陆地和水域生态系统的演变规律、全球变化对生态系统的影响和反馈，并在此基础上制定科学的生态系统管理策略与措施。自 20 世纪 80 年代以来，世界上开始建立国家和全球尺度的生态系统研究和观测网络，以加强区域和全球生态系统变化的观测和综合研究。2006 年，在科技部国家科技基础条件平台建设项目的推动下，以生态系统观测研究网络理念为指导思想，成立了由 51 个观测研究站和一个综合研究中心组成的中国国家生态系统观测研究网络 (National Ecosystem Research Network of China, 简称 CNERN)。

生态系统观测研究网络是一个数据密集型的野外科技平台，各野外台站在长期的科学研究中，积累了丰富的科学数据，这些数据是生态学研究的第一手原始科学数据和国家的宝贵财富。这些台站按照统一的观测指标、仪器和方法，对我国农田、森林、草地与荒漠、湖泊湿地海湾等典型生态系统开展了长期监测，建立了标准和规范化的观测样地，获得了大量的生态系统水分、土壤、大气和生物观测数据。系统收集、整理、存储、共享和开发应用这些数据资源是我国进行资源和环境的保护利用、生态环境治理以及农、林、牧、渔业生产必不可少的基础工作。中国国家生态系统观测研究网络的建成对促进我国生态网络长期监测数据的共享工作将发挥极其重要的作用。为切实实现数据的共享，国家生态系统观测研究网络组织各野外台站开展了数据集的编辑出版工作，借以对我国长期积累的生态学数据进行一次系统的、科学的整理，使其更好地发挥这些数据资源的作用，进一步推动数据的

共享。

为完成《中国生态系统定位观测与研究数据集》丛书的编纂, CNERN 综合研究中心首先组织有关专家编制了《农田、森林、草地与荒漠、湖泊湿地海湾生态系统历史数据整理指南》, 各野外台站按照指南的要求, 系统地开展了数据整理与出版工作。该丛书包括农田生态系统、草地与荒漠生态系统、森林生态系统以及湖泊湿地海湾生态系统共 4 卷、51 册, 各册收集整理了各野外台站的元数据信息、观测样地信息与水分、土壤、大气和生物监测信息以及相关研究成果的数据。相信这一套丛书的出版将为我国生态系统的研究和相关生产活动提供重要的数据支撑。

孙鸿烈

2010 年 5 月

【前 言】

在国家科技基础条件平台建设项目“生态系统网络的联网观测研究及数据共享系统建设”项目的支撑下，为了进一步推动国家野外台站对历史资料的挖掘与整理，强化国家野外台站信息共享建设，丰富和完善国家野外台站数据库的内容，充分发挥野外台站数据资料在时间序列定位研究中的宝贵价值，中国国家生态系统观测研究网络（CNERN）决定出版《中国生态系统定位观测与研究数据集》丛书。

国家生态系统观测研究网络的各野外台站在长期的科学观测和研究中，积累了大量的数据资源，为了系统收集、整理、储存、共享和应用这些数据资源，“生态系统网络的联网观测研究及数据共享建设”项目组经过多次讨论，组织有关专家编写了《农田、森林、草地与荒漠、湖泊湿地海湾生态系统历史数据整理指南》（以下简称《指南》），用于指导该丛书的出版。

本数据集以云南西双版纳热带雨林生态系统为主要对象，开展热带雨林生态系统生态学的长期监测和研究所获得的数据，涉及热带雨林生态系统的结构、功能及其动态变化规律、热带多层次、多种类、高生产力和高生态效益的混农林业优化示范模式探索等方面，该历史数据集可以为监测我国西部热带地区生态环境的变化及其生物资源的持续利用、退化生态系统的修复重建和当地社会经济的可持续发展提供科学依据并发挥重要作用。

本数据集为云南西双版纳森林生态系统国家野外科学观测研究站（以下简称版纳站）依据《指南》编撰，以整理、收集和共享版纳站长期监测数据的精华为宗旨，在大量野外实测数据的统计汇编和精简编撰的基础上整合而成。其内容主要包括版纳站的简介、样地概况以及依据中国生态系统研究网

络(CERN)数据监测规范,按水体、土壤、大气和生物四大学科内容采集的历史监测数据资源,由国家生态系统观测研究网络牵头,直接以数据集公开出版的形式共享野外观测数据。本数据集由特定的热带雨林生态系统的野外长期综合观测数据集成,为国内外跨区域和跨时间尺度的生态学研究提供数据支持,可供科研院所、大专院校和相关领域的广大科研人员参考和使用。如果您在数据使用过程中存在疑虑或者尚需共享其他时间序列或者更详细的数据资源,请直接联系版纳站或登录配套建设的“版纳站联网观测及数据共享网络服务系统”(网址:<http://xstre.xtbg.org.cn/bn>)查询。

在本数据集汇编完成之际,我们要对中国生态系统研究网络综合中心以及水体、土壤、大气、生物各分中的各位专家和领导在本数据集编撰过程中给予的指导和帮助表示衷心的感谢!本数据集中监测数据的获取,是集体劳动的成果,从监测样地的选择、设计、建设到实地观测、取样、分析、统计等每个环节的工作都凝聚着众多科技人员和监测人员的心血。衷心感谢刀祥生、王直军、王锐、邓继武、付先惠、付昀、冯志立、甘建民、刘玉洪、余宇平、吴德林、宋启示、张建侯、杨大荣、杨效东、陈明勇、周权、孟盈、郑征、段文平、崔景云、黄白云、彭艳琼、蔡传涛等专家和同事,他们都曾参与了相关的监测及数据处理工作。马玖、刘冬、刘梦楠、李玉环、李庆华、李绍安、陈德富、周志华、曹必忠、鲁云等为各项监测及数据采集工作做出了直接的贡献。在此,我们对以上各位同事以及参加了相关工作而未能在上述及的人员均表示衷心感谢!

由于本数据集的数据跨越9年(1998—2006)的时间,受限于当时的监测设施和条件,加之编写时间匆忙,在数据格式转换以及数据处理过程中,难免存在错误和疏漏之处,恳请各位专家学者在使用过程中给予批评指正!

编者

2010年8月

【目 录】

序言	
前言	
第一章 引言	1
1.1 台站简介	1
1.2 主要研究成果	2
1.2.1 热带雨林生物地理学及树种多样性	2
1.2.2 山姜属植物繁育系统及传粉生物学研究	3
1.2.3 土壤种子库与植被恢复潜力	3
1.2.4 森林片断化与边缘效应	3
1.2.5 热带森林林窗小气候	4
1.2.6 热带季节雨林碳通量观测研究	4
1.2.7 雾及雾水与热带季节雨林	4
1.2.8 热带季节雨林的氮循环模式	5
1.2.9 热带人工植物群落	5
1.2.10 热带雨林下的砂仁种植	5
1.2.11 热带山地农业优化模式示范	6
1.3 合作交流	6
第二章 数据资源目录	7
2.1 元数据资源目录	7
2.2 生物数据资源目录	7
2.3 土壤数据资源目录	9
2.4 水分数据资源目录	10
2.5 大气数据资源目录	12
第三章 观测场和采样地整理和编写	13
3.1 概述	13
3.2 观测场地介绍	14
3.2.1 西双版纳热带季节雨林综合观测场 (BNFZH01)	14
3.2.2 西双版纳热带次生林辅助观测场 (BNFFZ01)	18
3.2.3 西双版纳热带人工雨林辅助观测场 (BNFFZ02)	20
3.2.4 西双版纳石灰山季雨林站区调查点 (BNFZQ01)	22

3.2.5	西双版纳窄序崖豆树热带次生林站区调查点(BNFZQ02)	24
3.2.6	西双版纳曼安热带次生林站区调查点(BNFZQ03)	25
3.2.7	西双版纳次生常绿阔叶林站区调查点(BNFZQ04)	26
3.2.8	西双版纳热带人工橡胶林(双排行种植)站区调查点(BNFZQ05)	27
3.2.9	西双版纳热带人工橡胶林(单排行种植)站区调查点(BNFZQ06)	28
3.2.10	西双版纳刀耕火种撂荒地站区调查点(BNFZQ07)	29
3.2.11	西双版纳热带雨林综合气象观测场(BNFQX01)	29
第四章 长期监测数据		31
4.1	元数据	31
4.1.1	长期观测场信息	31
4.1.2	方法信息表	36
4.1.3	数据质量(Q1数据质量信息表)	101
4.2	生物监测数据	109
4.2.1	动植物名录	109
4.2.2	各森林类型乔木层、灌木层生物量模型	133
4.2.3	乔木层植物种组成	134
4.2.4	灌木层植物种组成	208
4.2.5	草本层植物种组成	226
4.2.6	树种更新状况	251
4.2.7	乔、灌、草各层叶面积指数	258
4.2.8	凋落物回收量季节动态	260
4.2.9	凋落物现存量	269
4.2.10	乔、灌木植物物候观测	272
4.2.11	草本植物物候观测	276
4.2.12	各层优势植物和凋落物的矿质元素含量与能值	278
4.2.13	鸟类种类与数量	294
4.2.14	大型野生动物种类与数量	308
4.2.15	层间附(寄)生植物	310
4.2.16	层间藤本植物	311
4.2.17	大型土壤动物种类与数量	316
4.2.18	生物矿质元素含量分析方法	318
4.3	土壤监测数据	318
4.3.1	土壤交换量	318
4.3.2	土壤养分	319
4.3.3	土壤矿质全量	326
4.3.4	土壤微量元素和重金属元素	329
4.3.5	速效养分季节动态	331
4.3.6	土壤速效微量元素	334
4.3.7	土壤机械组成	335
4.3.8	土壤容重	337
4.3.9	土壤理化分析方法	339
4.4	水分监测数据	340
4.4.1	土壤含水量	340
4.4.2	地表水、地下水水质状况	354

4.4.3	地下水位	359
4.4.4	森林蒸散量	361
4.4.5	土壤水分常数	361
4.4.6	水面蒸发量	362
4.4.7	雨水水质状况	364
4.4.8	集水区径流总量	365
4.4.9	地表径流量	366
4.4.10	树干径流量、穿透降水量	368
4.4.11	枯枝落叶含水量	373
4.4.12	水质分析方法	374
4.5	气象监测数据	375
4.5.1	空气温度	375
4.5.2	相对湿度	375
4.5.3	气压	376
4.5.4	降水	377
4.5.5	风速	378
4.5.6	地表温度	379
4.5.7	辐射	380

区。该站位于温带季风气候区，地形多样性向高原过渡。由于受大陆性气候影响，属大陆性半湿润气候区，年平均气温 21.5℃，最热月（7 月）平均气温 25.5℃，最冷月（1 月）平均气温 14.8℃，10℃ 积温 3900℃，终年无霜，一年中干湿季分明，年平均降雨量 1557mm，其中雨季（5—10 月）为 1285mm，占全年的 83%，旱季（11 月至翌年 4 月）为 272.0mm，仅占全年降雨量的 18%（图 1-2）。



图 1-1 滇东亚热带常绿阔叶林生态系统研究站位置

本站是国家生态系统观测研究网络（CNERN）站，也是中国生态系统研究网络（CERN）站之一。经过近十年的数据信息共享建设，水文、土壤、气象和生物的大量基础数据已经整理入库，并可

第一章

引言

1.1 台站简介

云南西双版纳森林生态系统国家野外科学观测研究站（以下简称版纳站）建于1959年，位于云南省西双版纳傣族自治州勐腊县勐仑镇三面环水、风光旖旎的葫芦岛上（中国科学院西双版纳热带植物园内），地理位置为 $101^{\circ}16' E$ 、 $21^{\circ}55' N$ ，海拔570 m（图1-1）。该区的地带性植被类型为热带雨林和热带季雨林，是我国大陆热带雨林集中分布的重要区域，同时也是东南亚热带雨林分布的最北缘。由于地处古热带植物区系向泛北极植物区系的过渡区、东亚植物区系向喜马拉雅植物区系的过渡区，该区的生物区系成分十分复杂、物种多样性高度富集。由于地处东南亚热带北缘，属北热带季风气候区，年平均气温 $21.5^{\circ}C$ ，最热月（6月）平均气温 $25.5^{\circ}C$ ，最冷月（1月）平均气温 $14.8^{\circ}C$ ， $10^{\circ}C$ 积温 $7860^{\circ}C$ ，终年无霜。一年中干湿季分明，年平均降雨量1557mm，其中雨季（5~10月）为1335mm，占全年的87%，干季（11月至翌年4月）为202.0mm，仅占全年降雨量的13%（图1-2）。

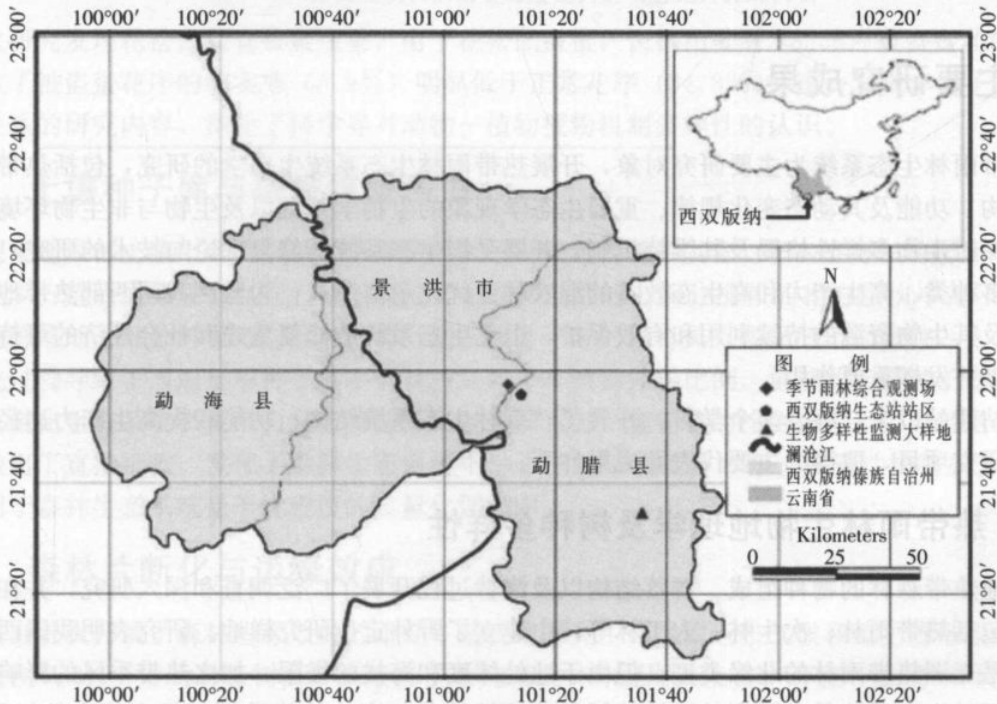


图1-1 西双版纳热带雨林生态系统研究站位置

本站是国家生态系统观测研究网络（CNERN）站，也是中国生态系统研究网络（CERN）站之一。经过近年来的数据信息共享建设，水文、土壤、气象和生物的大量基础数据已经整理入库，并可

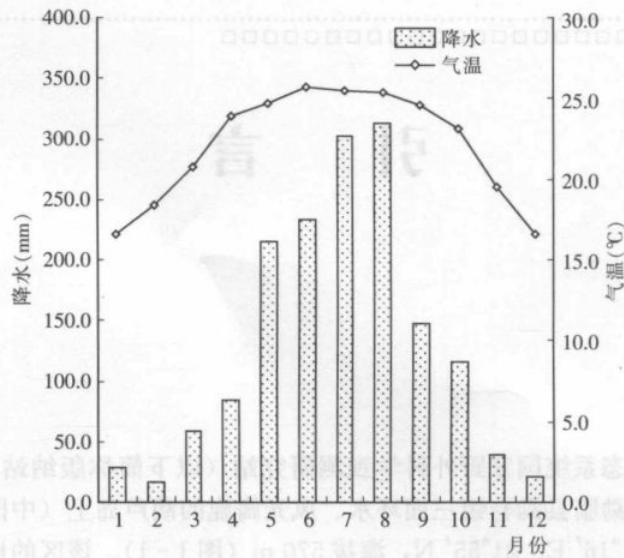


图 1-2 勐仑地区月平均温度和降雨量 (1998—2006)

通过程序申请使用相关数据。目前本站拥有完善的野外观测研究场地和设施以及先进的观测、分析仪器设备 20 余台件, 为进行热带森林生态系统的观测和研究提供了重要的支撑条件。建站 50 年来, 先后有 30 余个国家的 100 余名学者来站开展合作研究, 培养博士、硕士生 70 余人。主持承担各部委、科学院、国家和云南省自然科学基金等项目 100 余项, 发表研究论文 300 余篇, 其中 SCI 收录期刊论文 50 余篇, 先后获得包括中国科学院科技进步一等奖、云南省自然科学一等奖在内的科技奖励 20 余项。

1.2 主要研究成果

以热带雨林生态系统为主要研究对象, 开展热带雨林生态系统生态学的研究, 包括热带雨林生态系统的结构、功能及其动态变化规律、重要生态学现象的生物学基础以及生物与非生物环境之间的相互作用, 探讨生物多样性格局及其维持机制, 开展受损生态系统的修复理论与技术的研究, 建立热带多层次、多类型、高生产力和高生态效益的混农林业优化示范模式, 为监测我国西部热带地区生态环境的变化及其生物资源的持续利用和有效保护, 退化生态系统的修复重建和社会经济的可持续发展提供科学依据并发挥重要作用。

版纳站建站以来, 综合多个学科, 开展了“森林生态系统结构、功能和提高生产力途径”这一长期生态学研究项目, 取得的主要代表性成果如下。

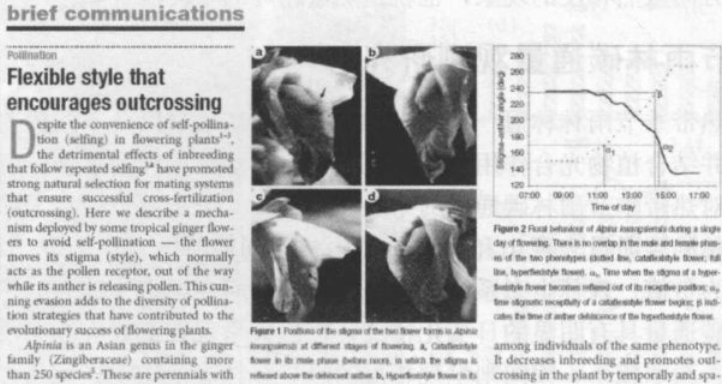
1.2.1 热带雨林生物地理学及树种多样性

对当地热带森林的物种组成、群落结构以及演替过程开展了广泛调查和深入研究, 并在不同的森林类型(包括热带雨林、次生林、人工林等)中建立了野外定位研究样地。研究表明我国西南地区的热带雨林是亚洲热带雨林的北缘类型, 但由于地处纬度和海拔的极限, 加之热带季风的影响, 使得当地的热带雨林生态系统具有强烈的过渡特征和地区性特色。当地的热带雨林具有较高的树种多样性, 单优雨林(如望天树林)的树种多样性并不显著地小于混合雨林; 当地森林中含有大量的稀有种(即由一个个体或少数个体代表的树种), 它们是构成这些森林树种多样性的主体成份, 这些森林的破坏必然意味着巨大的生物多样性的丧失。热带雨林的生物量与典型的东南亚热带雨林和美洲热带雨林

相似。

1.2.2 山姜属植物繁育系统及传粉生物学研究

系统地研究了山姜属植物的繁育系统及传粉生物学特性，其中对代表种类长柄山姜和红豆蔻的花部特征、开花行为、传粉过程、自交亲和性以及近交衰退等进行了全面的研究，命名了一种新的植物避免自交、促进异交的机制——花柱卷曲性异交机制，这一成果的创新性在于不拘泥于传统的植物繁育系统模式，大胆地提出一个新的模式，把植物花柱的卷曲运动看作是植物为避免近交或促进远交而发展起来的一种主动的行为，并将其命名为“flexistyle”，将这种机制中的两种表型分别命名为“anaflexistyle”和“cataflexistyle”。研究论文发表于 Nature 等学术刊物（图 1-3）。该项研究获得云南省自然科学一等奖。



Li et al. Nature 410: 2001

图 1-3 首次发现长柄山姜通过柱头运动避免自交的机制

首次研究发现花松鼠具有盗蜜现象，由于花松鼠盗蜜，长柄山姜有 78.56% 被盗蜜花的花柱被咬断，导致了被盗蜜花序的结实率 (5.9%) 明显低于正常花序 (34.8%)。这一发现丰富了生态系统中动植物关系的研究内容，深化了科学界对动物—植物授粉机制多样性的认识。

1.2.3 土壤种子库与植被恢复潜力

发现当地森林土壤中含有大量的草本植物种子，随着森林的发育，草本植物在种子库中所占的比例有所减少。这些优势成分在它们的土壤种子库取样点的地上部分植被的相应层次中都不是优势种，表明植物群落地上部分的发育与其地下部分的土壤种子库的发育具有明显的不同步性。人为干扰和森林片断化过程导致了当地土壤种子库中含有较高的草本植物种子比例。植被的土壤种子库、种子雨特征是评估退化生态系统恢复潜力的重要指标，并且探索出一套完整的检测技术，为当地退化植被的恢复实践做出了直接贡献。发现了森林生态系统中一个新的功能类群，即“异质性植物成分”，并建议将其应用于森林生态系统受干扰程度的定量化评估中。

1.2.4 森林片断化与边缘效应

在我国首次开展了森林边缘效应的研究，系统地研究了林缘附近小气候和植物物种组成的梯度变化，发现在 2/3H (H 为林缘树高) 高处以下及其以上 (林冠层及上方) 存在一反向双环流、林缘壁面是林缘附近热力效应和小气候形成的重要热力作用面，片断森林林内生境表现出向干暖化方向发展，并提出森林片断化后，其对气候变化的缓冲能力降低。森林片断化过程导致物种丰富度格局的变化，某些耐阴树种消失 (如 *Barringtonia machrostachya*)，从而导致阳性藤本和小叶型植物增加，附生植物和大型叶、中型叶植物减少，森林树种多样性减少。

1.2.5 热带森林林窗小气候

发现了季节雨林和次生林林窗内光辐射及其他小气候要素的“空间不对称性分布”和“峰值时空动态位移”特征,即在雾凉季一般出现在北侧实际和扩展林窗边缘及东侧实际林窗边缘,而干热季则位于林窗中央、东侧实际林窗边缘处。确认了林窗中不同波长的辐射量及其与旷地比值、分配率等随着时间、季节、空间位置和森林类型的不同呈现显著差异,主要表现为热带森林林窗太阳辐射的“多因素影响下的多元性”特征、不同波长辐射与旷地比值的“空间和时间多变性”特征,另外,林窗还具有调节红外辐射和可见光分配率的特征。并指出了在林窗区域红外辐射占有较大比率,雾凉季和干热季林内大于中央,雨季则林窗中央大于林内;而光合有效辐射的分布则反之。发现林窗内的土壤—植物—大气连续体内的热量传递方向随时间、季节的不同而发生着改变,即在同一时段内,林窗不同区域存在着热量传递方向截然相反的现象,也就是热量循环的小环流现象。

1.2.6 热带季节雨林碳通量观测研究

通过对西双版纳热带季节雨林林冠—大气间和近地层的碳通量以及不同覆盖状况下的土壤呼吸的长期观测数据分析,并结合植物光合作用、叶面积指数、凋落物量和凋落物分解速率以及温度、辐射等常规气象的测定,对热带季节雨林碳通量的年变化特征及其影响因子进行了综合的分析与研究。结果表明,热带季节雨林的碳通量表现出和其它热带雨林不同的特征,在干季(11月至翌年4月)的林冠—大气间碳通量为负值,森林生态系统呈现碳汇效应;而在雨季(5~10月)表现出较弱的碳源效应。森林生态系统碳通量具有明显的日变化特征,在白天呈现碳汇效应,而夜间为碳源效应,并且干季昼间碳通量较大,雨季较小,夜间则呈现相反的趋势。林冠植物在昼间具有较强的光合作用,对昼间林冠—大气间碳通量有较大的贡献。林冠—大气间碳通量与地表碳通量同样具有较好的相关性,地表碳通量是导致热带季节雨林生态系统碳通量呈现特殊分布的主要因子。此外,林冠—大气间碳通量与凋落物量、凋落物分解速率、降水量、土壤含水率和土壤温度均表现出较好的相关性。初步的统计表明,西双版纳热带季节雨林林冠—大气间碳通量在不同季节呈现不同的汇/源效应,在总体上表现为一个较弱的碳汇(图1-4)。

1.2.7 雾及雾水与热带季节雨林

首次系统研究了处于热带北缘的西双版纳热带雨林内雾水的水文和化学效应,研究表明,对本地区热带雨林生态系统的健康生长和维持而言,雾及雾水极大地弥补了降雨量的不足,且降雨量少的年份,雾的这种作用更为重要。雾的形成不仅凝结了水汽进入森林,同时也对森林起到了一定的保温作用,这对热带植物抵抗低温和缓解干旱具有至关重要的作用。干季,热带雨林林下植物10%~75%的水分来自林冠滴落的雾水,而上层树种仅为0~25%;雾水还携带和淋洗大量的营养元素进入森林土壤,为植物的生长创造了有利条件。对西双版纳地区而言,人工橡胶林内的年雾水截留量远低于本地区热带雨林内的相应值,因而,热带雨林的水分循环利用和涵养水源功效是人工橡胶林无法比拟的。

对西双版纳热带雨林中的雾水来源进行的稳定性同位素示踪研究表明,浓雾中的凝结水主要来自雨林林冠的蒸发散、林内的土壤和水体蒸发、附近江水的蒸发。与雨季相比,干季浓雾中包含了更多的区域再循环水汽(林冠蒸发散水汽等);尽管还无法量化雾水中各水分来源的相对比例,但雨林蒸发散无疑是浓雾水分来源的主要贡献项。这表明,茂密的热带雨林不仅是自己水分来源的重要维持者,也是频繁浓雾形成的主要推动者,而这种雾水又被林冠截留后成为雨林植物干季水分获取的部分输入。然而,大面积的热带雨林向橡胶林、农耕地的转换,无疑对频繁浓雾的形成、维持起着不利的影响,且这种不利影响可能对热带雨林的生存产生深远的负面作用。此研究结果拓展和深化了学术界对该地区热带雨林生态系统自我维持机制的认识,初步阐明了热带季风气候区热带雨林植物在水分亏

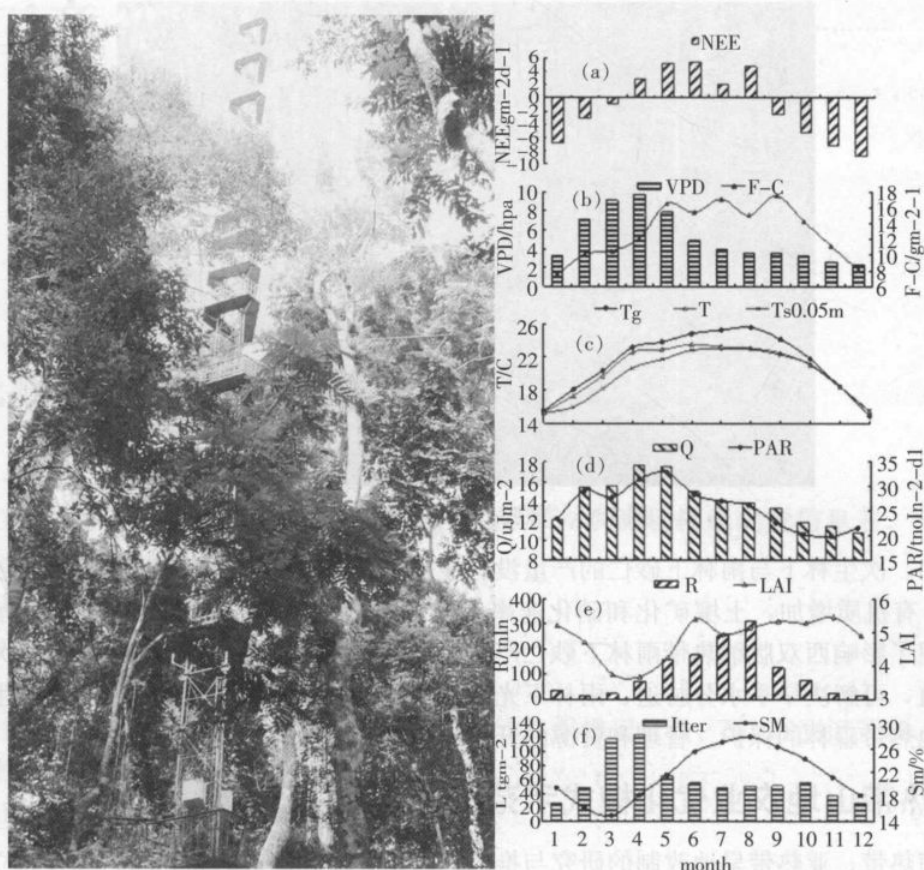


图 1-4 热带季节雨林与大气二氧化碳净交换 (NEE) 具有特殊的季节变化: 9月至翌年3月为碳汇, 4~8月表现为碳源, 全年总体上表现为碳汇

缺、温度偏低的干季对雾水利用和适应的生态对策。

1.2.8 热带季节雨林的氮循环模式

首次建立了季节雨林的氮循环模式, 季节雨林生态系统氮库总储量为 6481.2 kg/hm^2 , 其中 84.4% 是储存于土壤中。氮库的总储量高于海南尖峰岭的热带山地雨林, 但低于巴布亚新几内亚、巴西、加纳的低地(山)雨林的氮储量。经过比较, 季节雨林林冠下的土壤肥力参数(有机质、全氮、全磷、有效磷和硝化速率)都显著地高于林窗中的土壤, 说明林窗中的土壤环境确实具有异质性, 而这一特征为解释森林生长循环过程中的物种替代规律提供了重要环境依据。

1.2.9 热带人工植物群落

通过模拟热带雨林的多种群落结构, 在西双版纳创造了以橡胶-茶叶为主要模式的 10 余种新型热带人工植物群落模式, 以提高土地利用效率和人工林的生态、经济和社会效益, 并在云南、广西、海南等地得到了推广应用, 其中, 橡胶-茶叶人工植物群落模式在海南省推广面积达 20 万亩(图 1-5)。该项研究获得中国科学院科技进步一等奖。

1.2.10 热带雨林下的砂仁种植

热带雨林下种植砂仁严重影响雨林生物量和生产力, 雨林总生物量减少 53.21%, 生产力减少 22.5%。生境的水分条件和旱季水分胁迫影响雨林下砂仁产量, 但当海拔从 650m 升高到 950m, 砂仁主花期推迟约 20 天, 由干热季 3 月至 4 月推迟到雨季 5 月, 有利于花果的生长, 因此随海拔升高,