

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

SENLIN SHENGTAI XITONG JUAN

广东鼎湖山站 (1998—2008)

张倩媚 主编

 中国农业出版社

中国生态学报 2007 年第 27 卷第 1 期 第 1 页

中国生态学报
创刊 1980 年 12 月 1 日 第 27 卷第 1 期

森林生态系统卷

第 27 卷第 1 期 2007 年 1 月 1 日出版

中国生态学报

11400—2000

第 27 卷第 1 期

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

广东鼎湖山站

(1998—2008)

张倩媚 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. 广东鼎湖山站: 1998~2008 / 孙鸿烈等主编; 张
倩媚分册主编. —北京: 中国农业出版社, 2011. 12
ISBN 978-7-109-16308-9

I. ①中… II. ①孙…②张… III. ①生态系统—统计
数据—中国②森林—生态系统—统计数据—肇庆市—1998~
2008 IV. ①Q147②S718.55

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 240834 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

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2011 年 12 月第 1 版 2011 年 12 月北京第 1 次印刷

开本: 889mm×1194mm 1/16 印张: 10.75

字数: 293 千字

定价: 45.00 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·广东鼎湖山站

编委会

主 编：张倩媚
副 主 编：刘世忠 褚国伟
编 委：周国逸 张德强 孟 泽 莫定升
闫俊华 刘菊秀 唐旭利 李跃林
李 炯 徐国良

【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

[illegible]

鼎湖山站一直按中国生态系统研究网络 (CERN) 的要求, 严格按监测指标和规范进行观测和数据采集, 并对所有长期监测数据或研究数据进行多次整编、完善。为了使鼎湖山站数据资源规范化保存, 更好地为科研和生产服务, 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”的支持下, 国家野外科学观测研究网络 (CNERN) 决定出版《中国生态系统定位观测与研究数据集·森林生态系统卷·广东鼎湖山站》, 将台站监测数据和成果以数据集形式对外发布, 为跨台站和跨时间尺度的生态学研究提供数据支持。

本书依据森林生态系统卷的编写指南编撰，按照数据来源清楚、原始记录连续系统、数据质量可靠、标准规范统一等原则整编。以整理、搜集和共享站监测和研究数据的精华为宗旨，对大量野外实测数据采取月统计、年统计或求平均等方式汇总，内容涵盖我站主要数据资源目录、观测场地和样地信息、1998—2008 年的监测数据（水、土、气、生）及部分研究数据、成果等。

本书第一章由周国逸、张德强撰写，第二、三、五章由张倩媚整编，第四章中的生物数据由刘世忠整编、土壤数据由褚国伟整编、水分和气象数据由张倩媚整编。全书由张倩媚统稿，周国逸、张德强审核。虽然我们对共享数据已经进行了认真统计和校核，力求合理准确，但由于收集数据时间长，

数据量庞大、种类繁多，篇幅限制，编辑时间仓促等原因，书中错漏之处在所难免，敬请批评指正。

本数据集可供大专院校、科研院所和相关研究领域的广大科技工作者和研究生参考使用，如果在数据使用过程中存在疑虑或者尚需共享其它未列出的数据，请直接联系鼎湖山站数据管理员或网上 (<http://dhs.scib.ac.cn>) 查询申请相关数据，如有引用，请标注鼎湖山站提供数据。

最后，对长期以来在我站进行过观测试验的专家学者表示崇高的敬意和衷心的感谢！特别是对那些长期坚守在野外，风雨无阻完成监测和实验任务的观测人员表示由衷谢意！

编 者

2010 年 7 月

【目 录】

.....
□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

序言
前言

第一章 引言 1

1.1 台站简介 1

1.2 历史沿革 2

1.3 研究方向 2

1.4 研究成果 2

1.5 合作交流 5

第二章 数据资源目录 6

2.1 生物数据资源目录 6

2.2 土壤数据资源目录 7

2.3 水分数据资源目录 8

2.4 大气数据资源目录 9

2.5 其他数据资源目录 10

2.5.1 研究数据目录——生物 10

2.5.2 研究数据目录——土壤 11

2.5.3 研究数据目录——水文 12

2.5.4 研究数据目录——大气 12

2.5.5 研究数据目录——专题 12

2.5.6 研究数据目录——长期观测 15

2.5.7 管理类数据目录 15

2.5.8 管理类文档目录 16

第三章 观测场和采样地 17

3.1 概述 17

3.2 观测场介绍 21

3.2.1 鼎湖山站综合观测场季风林样地（DHFZH01） 21

3.2.2 鼎湖山站辅助观测场马尾松林样地（DHFFZ01） 26

3.2.3 鼎湖山站辅助观测场针阔混交林Ⅱ号样地（DHFFZ02） 29

3.2.4 鼎湖山站站区调查点针阔混交林Ⅰ号样地（DHFZQ01） 31

3.2.5 鼎湖山站站区调查点山地常绿阔叶林样地（DHFZQ02） 32

3.2.6	鼎湖山站站区调查点针阔混交林Ⅲ号样地(DHFZQ03)	32
3.2.7	鼎湖山站辅助观测场流动地表水采样点(DHFFZ10)	37
3.2.8	鼎湖山站辅助观测场静止地表水采样点(DHFFZ11)	37
3.2.9	鼎湖山站辅助观测场东沟天然径流观测场(DHFFZ12)	37
3.2.10	鼎湖山站辅助观测场地下水位观测井(DHFFZ13)	37
3.2.11	鼎湖山气象观测场(DHFQX01)	37
3.2.12	鼎湖山站站区整体(DHFZQZT)	38
第四章	长期监测数据	40
4.1	生物监测数据	40
4.1.1	动植物名录	40
4.1.2	乔木层、灌木层生物量模型	47
4.1.3	乔木层植物种组成	49
4.1.4	灌木层植物种组成	54
4.1.5	草本层植物种组成	59
4.1.6	树种更新状况	62
4.1.7	乔、灌、草各层叶面积指数	71
4.1.8	凋落物回收量季节动态	72
4.1.9	凋落物现存量	78
4.1.10	乔、灌木植物物候观测	78
4.1.11	草本植物物候观测	79
4.1.12	各层优势植物和凋落物的矿质元素含量与能值	80
4.1.13	鸟类种类与数量	82
4.1.14	大型野生动物种类与数量	82
4.1.15	土壤微生物生物量碳季节动态	83
4.1.16	层间附(寄)生植物	84
4.1.17	层间藤本植物	84
4.1.18	大型土壤动物种类与数量	86
4.1.19	生物矿质元素含量分析方法	90
4.2	土壤监测数据	90
4.2.1	土壤交换量	90
4.2.2	土壤养分	91
4.2.3	土壤矿质全量	93
4.2.4	土壤微量元素和重金属元素	94
4.2.5	速效养分季节动态	95
4.2.6	土壤速效微量元素	95
4.2.7	土壤机械组成	96
4.2.8	土壤容重	97
4.2.9	土壤剖面调查	98
4.2.10	土壤理化分析方法	99
4.3	水分监测数据	100
4.3.1	土壤含水量(中子仪法)	100
4.3.2	地表水、地下水水质状况	106
4.3.3	地下水位记录	108
4.3.4	土壤水分常数	113
4.3.5	人工水面蒸发量	114

4.3.6	雨水水质状况	114
4.3.7	地表径流量	114
4.3.8	树干径流量、穿透降水量	115
4.3.9	枯枝落叶含水量	116
4.3.10	水质分析方法	117
4.4	气象监测数据	118
4.4.1	温度 (T)	118
4.4.2	湿度表 (RH)	119
4.4.3	气压 (P)	120
4.4.4	降水 (R)	121
4.4.5	风速 (W2)	122
4.4.6	地表温度 (Tg0)	123
4.4.7	辐射 (D3)	125
第五章	台站研究数据集整理和编写	127
5.1	研究数据	127
5.1.1	自动气象观测站其他数据汇总 (FD)	127
5.1.2	鼎湖山站历史气象数据 (FDY01)	128
5.1.3	通量数据表名称和字段 (FTY)	130
5.1.4	森林土壤温室气体 (CO ₂ 、CH ₄ 、N ₂ O) 通量数据 (FZY04)	138
5.1.5	季风林林下层植物含水率测定 (FAY05)	140
5.2	管理数据	142
5.2.1	发表的 SCI 论文及专著目录 (FO01)	142
5.2.2	学生毕业论文目录 (FO03)	154
5.2.3	承担项目目录 (FO02)	156
5.2.4	专利目录 (FO04)	158
5.2.5	获奖项目目录 (FO04)	158

第一章

引言

1.1 台站简介

广东鼎湖山森林生态系统国家野外科学观测研究站（以下简称鼎湖山站）1978 年建立，位于广东省肇庆市的中国科学院鼎湖山国家级自然保护区内，居 112°30′39″E~112°33′41″E，23°09′21″N~23°11′30″N 的北回归线附近。鼎湖山拥有保存完好的地带性顶极森林群落——亚热带季风常绿阔叶林及丰富的过渡植被类型，被称为北回归线上的绿色明珠，为森林生态系统演替过程与格局的研究及退化生态系统恢复与重建的参照提供了天然的理想研究基地。

本区气候类型为南亚热带季风气候，年均气温为 20.8℃，年均降水量为 1 950mm，其中 70%的降水集中在 4~9 月；主要土壤类型为发育于沙页岩的赤红壤和山地黄壤；主要地形为丘陵和低山，海拔大多在 100~700m 之间，最高峰鸡笼山海拔 1 000.3m。

鼎湖山站的资源包括自然资源（森林、土壤、动物、微生物、水文、气候）、平台资源（基础设施、研究设施、实验设备、后勤服务等）、信息资源（背景资料、观测数据、研究数据、成果论文等）、人才资源等类型。鼎湖山站最早的群落调查始于 1955 年，最早的土壤调查始于 1956 年，最早的森林小气候观测始于 1965 年，大规模的本底调查是在 1978 年定位站建立之后，而系统的环境监测工作是在中国生态系统研究网络（CERN）建立之后。悠久的历史资料是一笔宝贵的财富，为森林群落演替的研究、生物多样性的维持机制、生态系统对环境变化的响应与适应等研究提供了全面的数据支持和参考。

鼎湖山丰富的自然资源、完善的科研设施和深厚的科研积累，为珠江三角洲地区、港澳地区的大中小学开展教学实习、科普教育等活动提供了丰富的素材。鼎湖山站的平台能力建设在中国国家生态系统研究网络（CNERN）和中国生态网络（CERN）的大力支持下得到了显著的提高，基础设施完善、研究设施齐全、仪器设备先进，具备承担国家重大研究项目的能力和条件，也吸引了国内外科研院所越来越多的科研人员到鼎湖山站开展研究工作。近年来，先后有 6 个国家“973”项目、2 个国家“863”项目、2 个国家基金重点项目和一大批国家基金、科学院重大专项、科学院重要方向性项目、广东省优秀团队项目等课题在鼎湖山站开展，平台资源得到了充分的利用。对外开放与数据共享（<http://dhs.scib.ac.cn/>）的实行，更提升了知名度和影响力。

鼎湖山站除负责 CERN、CNERN 的常规监测工作外，还负责中国科学院国家通量观测网（China Fluxnet）、中国科学院区域大气本底监测网的观测、运行与维护工作。

鼎湖山站由生态系统生态学、生态系统管理 2 个研究组科研人员 10 人和台站支撑人员 6 人组成，聘请海外客座研究人员 4 人，在读研究生 20 多人。

鼎湖山站站部现有实验用房 1 500m²，设有土壤、水文、气象等实验室；建有 38m 高的碳通量观测塔，设有固定气象观测场；在主要森林类型中设置固定标准样地 4hm²，进行长期生态学研究。现有客房 400m²，可接待 20 多名客座研究人员来站工作，也可供召开中、小型学术研讨会。

1.2 历史沿革

1956 年,通过人大立法,建立我国第一个国家级自然保护区;
1978 年,建立鼎湖山森林生态系统定位研究站(简称鼎湖山站);
1979 年,鼎湖山自然保护区加入联合国科教文组织(UNESCO)人与生物圈(MAB)保护区网,成为国际第 17 号生物圈保护区;
1991 年,鼎湖山站加入中国科学院“中国生态系统研究网络(CERN)”;
1999 年,鼎湖山站加入首批科技部国家野外科学观测试验站(CNERN)试点站;
2002 年,鼎湖山站纳入中国科学院国家通量观测网(China Fluxnet);
2003 年,鼎湖山站纳入中国科学院大气本底观测网;
2006 年,科技部命名为广东鼎湖山森林生态系统国家野外科学观测研究站;
2006 年,加入国际氮沉降观测研究网络。

1.3 研究方向

鼎湖山站以生态系统生态学为核心,以森林生态系统为对象,以国家及地方需求和学科发展前沿为导向,以建设中国科学院乃至国家科技创新、生态学高级人才培养、生态理念等科普知识传播的重要基地和国际知名生态系统生态学综合研究平台为目标,系统开展地带性森林生态系统演替过程与规律,包括结构与功能、格局与过程相互关系的研究,阐明热带亚热带森林生态系统 C、N、P、H₂O 循环及其耦合等关键过程对全球变化的响应与适应规律与调控机理,为解决国家和地方生态环境保护与资源可持续利用的关键科学与技术问题提供科学支撑。

生态系统生态学研究组:主要研究生态系统结构与功能的量化关系,在阐述物质循环与能量流动机制的同时,探讨物种多样性与功能过程的耦合关系。

生态系统管理研究组:主要研究各种生态系统对全球变化和人类活动的响应及其机制,为生态系统管理和可持续性发展提供理论基础。主要从事森林生态系统对氮沉降的响应及其机理,关键元素(碳、氮、磷)的生物地球化学循环等方面的研究。

1.4 研究成果

鼎湖山站自 1978 年建立以来,经过 30 多年的发展,具备了雄厚的研究实力和丰富的研究积累,这为鼎湖山站进入 21 世纪并实现跨越式发展奠定了坚实的基础。2001 年以后,鼎湖山站围绕既定的研究方向,结合自身的学科优势,瞄准学科前沿和国家重大需求,侧重开展森林生态系统碳、氮、水、磷循环及其耦合过程对全球变化的响应与适应规律研究,试图揭示南亚热带森林生态系统碳的源汇功能,阐明南亚热带地带性森林生态系统对缓解全球环境变化的作用与贡献,为国家在环境外交谈判与政策制定上提供科学依据。这段时期,鼎湖山站主要开展如下几方面的研究工作:

- (1) 地形抬升与海陆分布对生态系统形成及某些功能的影响机制研究;
- (2) 南亚热带低地常绿阔叶林生态系统碳通量观测研究;
- (3) 主要生态系统功能过程受人为活动及全球变化影响的生态尺度模型研究;
- (4) 南亚热带典型森林生态系统碳循环研究;
- (5) 南亚热带森林生态系统地表温室气体(CO₂、N₂O、CH₄)通量观测研究;
- (6) 氮沉降对南亚热带主要类型森林土壤氮素转化的影响;

森林恢复 / 演替方向

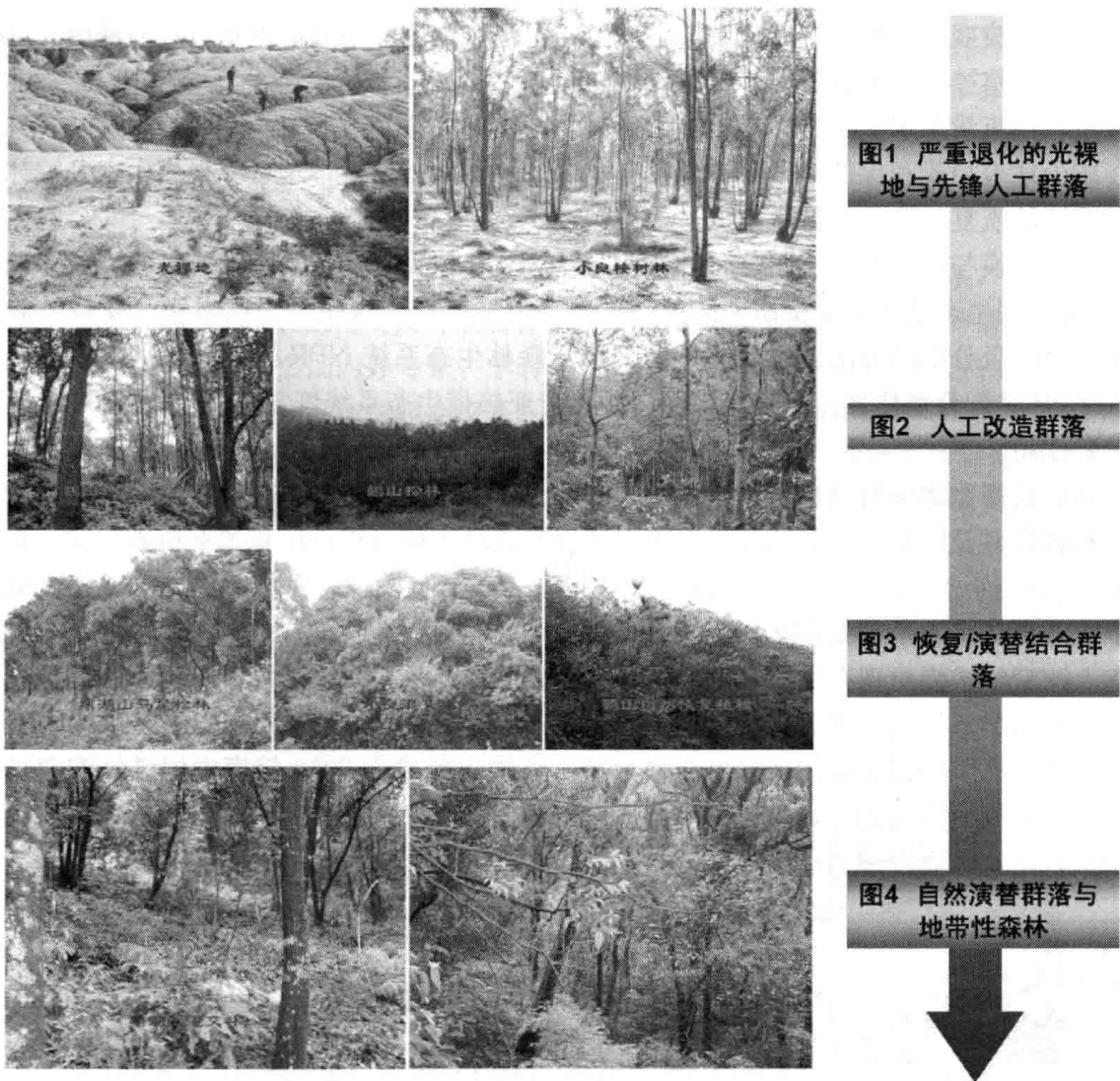


图 1-1 鼎湖山站主要的研究对象——不同演替阶段的森林生态系统

(7) 森林生态系统碳、氮、水循环及其耦合过程研究。

上述研究得到 CNERN、CERN、国家“973”前期项目、国家“973”项目专题、国家基金重点项目、中科院知识创新工程重大专项、中科院知识创新工程重要方向性项目、广东省基金项目等的大力支持。结合台站的长期研究积累，通过上述项目的带动和研究计划的实施，鼎湖山站在这一阶段的科学研究取得了一系列的重大突破，研究结论分别在 *Science*、*Ecology*、*Global Change Biology* 等国际著名期刊发表。2001—2010 年期间发表研究论文 500 多篇，其中 SCI 论文 140 多篇，出版专著 2 部。鼎湖山站的研究成果——“热带亚热带森林生态系统碳、氮、水耦合研究”获 2006 年度广东省自然科学一等奖，2008 年度国家自然科学二等奖。台站被中国科学院评为 2001—2005 年度 CERN 综合评估优秀野外站，研究成果——“发现成熟森林土壤可以持续积累有机碳”被评为 2006 年度中国基础研究十大新闻等。归纳起来，鼎湖山站主要科学贡献有：

(1) 提出了热带亚热带退化生态系统恢复过程中的限制因子理论：水热环境在季节上的不配合所形成的严酷生境限制了退化生态系统的恢复。

(2) 提出了热带亚热带退化生态系统恢复过程中结构与功能不同步理论：结构的恢复要先于功能的恢复，地上部分的恢复/演替快于地下部分的恢复/演替。

(3) 提出了降水动能及其受林冠分配调控的理论计算和分析方法，得出了任意时空尺度的生态系统水热状况量度指标及计算公式。

(4) 提出下垫面尤其是植被影响大气降水量和降水频率,并在一定范围内使大气降水的年变化、季节变化和日变化发生改变,进而影响径流和地下水位。植被、土壤和地表覆盖物对水的截留和保持起着极其重要的作用。植被演替显著影响着林冠结构参数(叶面积指数、叶倾角、枝叶比等),进而对截留量、蒸散量、径流量等水文学过程产生重大影响。与演替初期的马尾松林和地带性森林相比,针阔叶混交林在减少地表径流和保持水土等方面具有更好的水文生态效益,这一结果为生态公益林的营造、退化生态系统的恢复与重建提供了依据。

(5) 建立了气体交换与森林 NPP 关联估算模型。地下 NPP 一直是森林生态研究的难题,如何得到地下 NPP 是关系到生态系统碳平衡研究的关键。鼎湖山站在系统阐明了土壤温室气体排放规律的基础上,利用土壤呼吸分割的方法,建立了气体交换与森林生态系统 NPP 的估算模型,该模型能够对地下和地上 NPP 进行分别估算。研究成果为阐明热带亚热带生态系统恢复/演替过程碳贮量、格局和动态起到重要作用。

(6) 基于台站的长期监测资料和创造性思维,本站周国逸研究员领导的科学家小组通过对近 25 年来森林土壤有机碳含量及贮量动态变化分析,得出“成熟森林土壤可以持续积累有机碳”这一重大发现,研究结果于 2006 年 12 月 1 日在国际权威科学期刊 *Science* 上发表,引起巨大反响。该成果令人信服地证明了成熟森林是一个重要的碳汇,有力地冲击了成熟森林土壤有机碳平衡理论的传统观念,可能从根本上改变学术界对现有生态系统碳循环过程的看法,催生生态系统碳循环非平衡理论框架的建立。这一结果为学术界就热带亚热带成熟森林对缓解全球 CO_2 浓度升高作用的争议提供新的解释依据,并为“碳失汇”的揭示提供新的思路和途径。该项成果成为 2006 年度中国科学院向国务院提交重大科技成果的部分内容之一,为我国履行温室气体限排的国际环境外交中处于有利地位提供了重要的科学依据,具有重要的理论价值和政治意义。

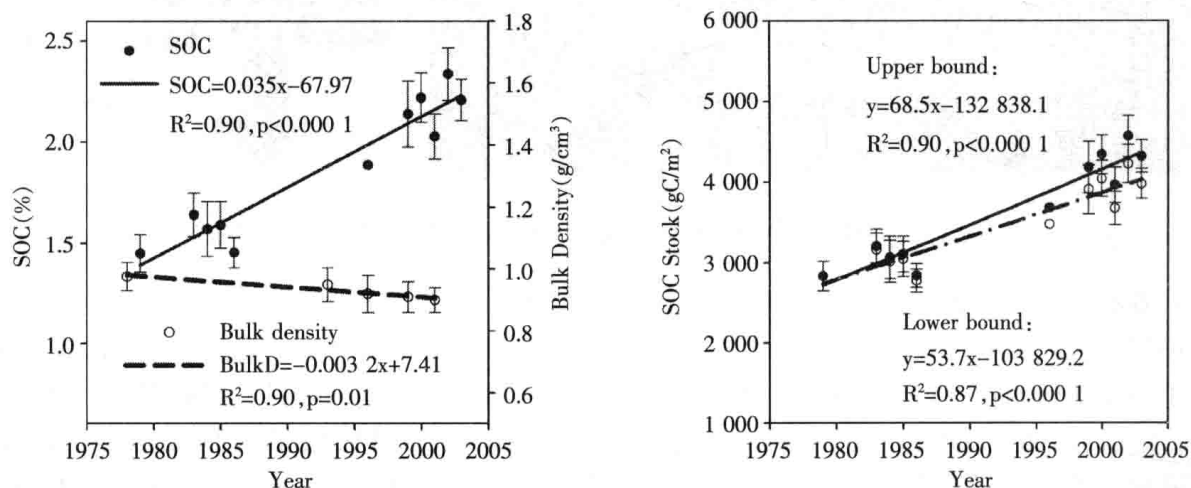


图 1-2 成熟森林土壤可持续积累有机碳 (Old-Growth Forests Can Accumulate Carbon in Soils) (Zhou, 2006)

(7) 在森林生态系统碳、氮、水循环及其耦合过程研究方面,创造性地提出了土壤碳氮比值为 25 是土壤硝化作用速率强弱“临界值”的新观点,鉴于氮沉降已成为全球性的环境问题,这一结果对仅基于土地覆盖变化和温湿度的变化来预测模拟 CO_2 浓度升高作用提出了挑战。研究结果还表明,氮沉降的持续增加,导致土壤酸化,加速养分的流失,影响生态系统的养分平衡,最终导致森林的衰退;氮沉降增加降低了成熟森林内凋落物的分解,有利于成熟森林土壤有机质和碳库的积累。阐明在森林水文学过程中,径流和土壤侵蚀是森林生态系统碳的重要输出形式,并且输出的量在不同演替阶段有较大差异。趋于成熟的森林生态系统输出的量较大,这一结果科学地解释了趋于成熟的森林生态系统并没有因为净生产力接近于零而失去了碳汇功能,消除了对成熟森林生态系统具有强大碳汇功能的疑虑。

迄今为止,鼎湖山站共完成专著 4 部,发表论文 1 000 多篇,发表《热带亚热带森林生态系统研究》