

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

吉林长白山站

(2001—2008)

韩士杰 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

中国生态系统定位观测与研究数据集
森林生态系统卷

吉林长白山站

(2001—2008)

韩士杰 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·吉林长白山站: 2001~2008 / 孙鸿烈等主编; 韩
士杰分册主编. —北京: 中国农业出版社, 2012. 1
ISBN 978-7-109-16182-5

I. ①中… II. ①孙…②韩… III. ①生态系-统计
数据-中国②农田-生态系-统计数据-吉林省-2001~
2008 IV. ①Q147②S181

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 212426 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

2012 年 1 月第 1 版 2012 年 1 月北京第 1 次印刷

开本: 889mm×1194mm 1/16 印张: 6.75

字数: 175 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·吉林长白山站

编委会

主 编 韩士杰
编 委 (按姓氏笔画排序)
王安志 关德新 李 东 张 岩
张军辉 郑兴波 戴冠华

【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

CC BY-NC-SA

吉林长白山森林生态系统国家野外科学观测研究站（简称长白山站），即中国科学院长白山森林生态系统定位研究站，始建于1979年，依托于中国科学院沈阳应用生态研究所（原中科院林业土壤研究所），坐落在吉林长白山原始林区。长白山站1989年被中国科学院批准为院“开放站”，1992年被批准为中国生态系统研究网络（CERN）重点站，1993年加入“国际长期生态学研究网络”（LTER），2005年被批准为国家野外站，现已成为我国北方重要的森林生态系统定位研究站之一。自建站以来，开展阔叶红松林、暗针叶林、亚高山岳桦林、高山苔原、次生白桦林等不同森林生态系统的生态学定位研究。并围绕森林生态系统经营、全球气候变化、生物多样性、生物地球化学循环等热点科学问题，开展主要树种二氧化碳 OTC 模拟、森林水文模拟、森林降水控制、生物多样性定位观测等多项科学实验。承担了多项国家级、省部级科研项目，积累了大量宝贵的监测和研究数据。

在国家科技基础条件平台项目“生态系统的联网观测研究及数据共享系统建设”项目支持下, 为了对台站的历史数据进行更好地挖掘整理和规范化 管理, 实现基础科学数据的开放与共享, 依据《中国生态系统定位观测与研究数据集》丛书编写指南, 通过对历史数据的收集、整理和校正, 编制了长白山站 2001—2008 年度水分、土壤、大气和生物的观测数据集 (包括长白山站的简介、数据资源目录、长期观测样地信息及长期观测数据等内容)。由于时间和篇幅的限制, 本集并未包括此间的研究数据和专题数据。

本数据集的整理和编写由韩士杰研究员任主编，统稿由郑兴波博士完成，审稿由关德新研究员负责。参加数据整编的人员主要有张军辉研究员、

王安志研究员、张岩高级实验师、戴冠华和李东助研、以及长白山站全体工作人员。

本书所提供的数据仅为长白山站长期观测数据集的一部分。长期的数据汇集在国家科技基础条件平台上,网上共享系统的域名为 www.cbs.iae.ac.cn,高等院校、科研机构和相关科技工作者可以直接登录。

由于篇幅所限和时间仓促,加之水平能力有限,纰漏瑕疵在所难免,恳请广大专家、同仁批评指正。

在数据集汇编完成之际,向长白山站的观测人员、曾经在长白山站工作的老一辈科学家、科研人员的辛勤劳动和无私奉献表示诚挚的谢意。

编 者

2009年12月

【目 录】

.....
□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

序言
前言

第一章 引言..... 1

1.1 台站简介 1

1.2 研究方向 1

1.3 承担科研项目..... 1

1.4 研究成果 2

1.4.1 形成阔叶红松林生态系统经营与管理体系 2

1.4.2 森林生态水文过程机理和模型构建 2

1.4.3 长白山老龄原始阔叶红松林是大气碳库的汇 2

1.4.4 植物和菌物多样性 3

1.4.5 红松强化育种示范 3

1.5 现任科研人员 3

1.6 合作交流 4

第二章 观测场和采样地 5

2.1 概述 5

2.2 观测场介绍 6

2.2.1 长白山阔叶红松林观测场（CBFZH01） 6

2.2.2 长白山白桦林观测场（CBFFZ01） 10

2.2.3 长白山暗针叶林站区调查点（2号地）（CBFZQ02） 11

2.2.4 长白山暗针叶林站区调查点（3号地）（CBFZQ03） 11

2.2.5 长白山岳桦林站区调查点（4号地）（CBFZQ04） 11

2.2.6 长白山高山苔原站区调查点（5号地）（CBFZQ05） 11

2.2.7 长白山水文径流观测场（CBFFZ10） 11

2.2.8 长白山流动地表水观测场（CBFFZ11） 12

2.2.9 长白山气象观测场（CBFQX01） 12

第三章 数据资源目录..... 14

3.1 生物数据资源目录 14

3.2 土壤数据资源目录 16

3.3 水分数据资源目录 17

3.4 大气数据资源目录	18
第四章 长期监测数据	20
4.1 生物监测数据	20
4.1.1 动植物名录	20
4.1.2 乔木层、灌木层生物量模型	21
4.1.3 乔木层植物种组成	23
4.1.4 灌木层植物种组成	23
4.1.5 草本层植物种组成	23
4.1.6 树种更新状况	24
4.1.7 乔、灌、草各层叶面积指数	25
4.1.8 凋落物回收量季节动态	26
4.1.9 凋落物现存量	27
4.1.10 乔、灌木植物物候观测	27
4.1.11 草本植物物候观测	28
4.1.12 各层优势植物和凋落物的矿质元素含量与能值	30
4.1.13 鸟类种类与数量	30
4.1.14 大型野生动物种类与数量	32
4.1.15 土壤微生物生物量碳季节动态	32
4.1.16 层间附(寄)生植物	33
4.1.17 层间藤本植物	34
4.1.18 大型土壤动物种类与数量	35
4.1.19 生物矿质元素含量分析方法	36
4.2 土壤监测数据	36
4.2.1 土壤交换量	36
4.2.2 土壤养分	36
4.2.3 土壤矿质全量	37
4.2.4 土壤微量元素和重金属元素	37
4.2.5 速效养分季节动态	38
4.2.6 土壤速效微量元素	38
4.2.7 土壤机械组成	38
4.2.8 土壤容重	39
4.2.9 土壤理化分析方法	39
4.3 水分监测数据	40
4.3.1 土壤含水量	40
4.3.2 地表水、地下水水质状况	41
4.3.3 地下水位记录	42
4.3.4 森林蒸散量	45
4.3.5 土壤水分常数	48
4.3.6 水面蒸发量	48
4.3.7 雨水水质状况	49
4.3.8 地表径流量	50
4.3.9 枯枝落叶含水量	50
4.3.10 水质分析方法	51
4.4 气象监测数据	51



4.4.1 温度 51

4.4.2 湿度 66

4.4.3 气压 67

4.4.4 降水 68

4.4.5 风速 69

4.4.6 地表温度 70

4.4.7 辐射 92

.....

引言

1.1 台站简介

长白山是我国自然生态系统保存最完整的地区之一，是拥有大量物种资源的生物基因库。特别是长白山的森林生态系统随海拔高度的变化出现明显的垂直分带谱，成为东亚地区不可替代的重要生态学研究基地。为了长期深入开展森林生态学的定位研究，受中国科学院的委托，中国科学院林业土壤研究所（现沈阳应用生态研究所）创建长白山森林生态系统定位研究站，并加入了联合国 MAB 计划。研究站位于长白山北坡，在长白山自然保护区以及吉林省安图县二道白河镇境内，东经 $128^{\circ}05'$ ，北纬 $42^{\circ}24'$ ，海拔 763m。自然区域覆盖长白山北坡不同海拔高度的原始和人类干扰下的植被类型，包括阔叶红松林（1 100m 以下）、云冷杉林（1 100~1 700m）、亚高山岳桦林（1 700~2 000m）、高山苔原（2 000m 以上），代表了欧亚大陆东北部典型的自然特征。

现有固定科技人员 26 人，其中高级 13 人，中级 9 人，初级 4 人。具有博士学位者 4 人，硕士学位 10 人。客座研究人员 55 人，其中高级 33 人。长白山站现有实验用房 700m²，设有土壤、微生物、动物、土壤动物、树木生理、昆虫和病理等实验室和仪器室；具有仪器设备 28 台，建有我国最大的森林水文功能模拟实验室；建有 62.5m 高的气象梯度观测塔，各植被带设有固定气象观测点；在主要森林类型中设置固定标准地 14hm²，进行长期生态学研究；在保护区周围的作业区内，设置了合理经营利用森林资源研究试验地 233hm²。长白山站现有客房 800m²，可接待 80 名左右国内、外客座研究人员来站工作，也可供召开中、小型学术讨论会。

1.2 研究方向

围绕着全球人口、环境、资源研究热点问题，揭示温带森林生态系统的结构、功能及其动态规律；阐明人类活动和环境变化对森林生态系统的影响；探索森林资源合理经营模式和持续发展的有效途径。

以全球变化和林业可持续发展为主要研究方向。围绕生态系统 CO₂ 通量、土壤呼吸、CO₂ 运输及影响根际水分运移的界面生态学问题研究森林生态系统碳循环过程；通过森林蒸发散的模型与模拟、流域水资源调控机理研究水循环过程；森林生态系统管理与可持续发展研究，包括森林资源管理，健康评价，生态系统动力学与持续管理等方面。

1.3 承担科研项目

自建站以来,围绕主要研究方向承担了多项国家级、省部级科研项目。自 2002 年承担的项目有“973”课题级项目 2 项,专题级 1 项,“863”课题级项目 1 项,国家自然科学基金重点基金 1 项,国家科技支撑项目 2 项,同时青年学者还承担国家自然科学基金面上项目和青年项目 10 余项。

1.4 研究成果

1.4.1 形成阔叶红松林生态系统经营与管理体制

早在1980年,针对东北阔叶红松林区采伐方式和伐后次生林恢复问题,王战先生就提出了“采育择伐”和“栽针保阔”的森林可持续管理思想。徐振邦研究员等(1983)通过调查,发现阔叶红松林60年左右的林隙形成期与红松林的世代更新是吻合的,并认为干扰是阔叶红松林特别是红松间断更新的原动力。崔启武等(1980)从林木连年生长量的理想采伐间隔与采伐方式的动态平衡观点,提出了森林永续经营的数学模式,并在1985年又从营养动力学理论推导出一个新的种群生长的基础方程(崔氏定律)。邵国凡博士(2002)运用矩阵模型预测异龄阔叶红松林在不同采伐策略下各径阶动态,建立了“森林管理智能3S系统”软件(FORESTAR),并在白河林业局应用检验;刘国良博士(2003)采用FSOS对长白山白河林业局森林可持续性进行初步规划。这些理论为我国从生态系统管理途径实现阔叶红松林生态系统的经营与管理奠定了科学基础。

1.4.2 森林生态水文过程机理和模型构建

1.4.2.1 生态水文过程机理

建立了半经验半理论次降雨截留模型,可计算任一时段的林冠分配降雨过程,表达了森林植被冠层对降雨再分配过程机理。提出土壤饱和导水率与有效孔隙度随深度呈对数递减规律,并据此改进了贮水—泄流壤中流模型,比著名的Sloan模型、Robinson模型模拟壤中流精度高15%,壤中流径流量精度提高20%~32%。通过单元坡面汇流模拟实验,得到坡面平均水深与出口断面水深呈现一条多项式曲线,突破坡面平均水深与出口断面水深呈线性关系的基本假设,并以此修正了沿用多年的坡面汇流过程经典的Horton模型,不但更真实地描述了坡面汇流过程的物理机制,还为其提供了实验基础。这些降雨分配、壤中流、蒸散与坡面汇流过程机理的认识和模型的建立,为流域生态水文模型构建和改进提出了新的理论依据和子模型。

1.4.2.2 森林流域降雨—径流模型构建

建立了概念性森林流域降雨—径流模型,计算了不同数量质量森林的流域降水—径流关系,分析评价了人为干扰条件下的生态破坏对森林流域洪涝灾害的影响,提出了森林流域洪涝灾害治理对策和生态—工程防洪减灾体系。通过在中流域上构建分布式降雨—径流模型,并将此模型结构分别应用到大、小流域模拟降雨—径流响应过程,模拟径流过程与实测过程线比较吻合,效率系数均在0.65以上,径流过程中几个洪峰流量及其峰现时间与实测资料较为接近。通过阐明森林植被变化对水文过程的影响和构建分布式水文模型,实现了对流域水文过程较为准确的模拟。

1.4.3 长白山老龄原始阔叶红松林是大气碳库的汇

长白山原始阔叶红松林,平均林龄超过200年,其碳循环过程机理及其在全球碳循环研究中作用一直缺少科学论证。

自2002年至今,碳通量涡度相关技术监测结果示出,森林生态系统与大气之间的 CO_2 净交换量(NEE)为 $317\sim 171\text{C g}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$,该结果大于北方森林的 $68\text{C g}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ (Gower et al. 1997),小于北美温带森林的NEE为 $585\text{C g}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ (Turner et al. 1995; Malhi et al. 1999)。而采用传统森林调查方法计算的NEE为 $366.8\pm 110.6\text{C g}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$,采用该方法计算出生态系统净交换量(NEE)为 $366.8\pm 110.6\text{C g}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$,该结果比涡度相关技术的最大值高16%。

上述结论从科学上回答了长白山阔叶原始老龄森林的碳汇功能,同时也为科学评估我国温带森林向地带性顶级演替森林碳交换的前景提供科学依据。

1.4.4 植物和菌物多样性

根据多年的观测,研究了长白山地区主要物种沿海拔梯度的分布格局及其沿海拔的替代规律,不同取样尺度下植物群落多样性及其沿海拔梯度的变化规律,群落多样性的梯度变化及其分布格局与环境因子间的关系。发现植物物种数和多样性指数随海拔高度的增加而下降,不同类群植物种共有度随海拔差的增加而下降。

在森林菌物学方面,发现高等担子菌新属 1 个、新种 20 个、新组合种 9 个、中国新记录属 5 个、中国新记录种 36 个,并就锈革孔菌科提出了新的分类系统。同时还报道了中国森林病害新病原菌 5 种。通过对异担子菌的交配研究,确定了我国还不存在世界最具毁灭性森林病害的病原——多年异担子菌,为国家预防生物入侵提出重要依据。对岛生异担子菌的遗传学研究,首次发现了单孢发育形成的菌丝有锁状联合这一新交配类型,并通过对新交配类型的研究,发现东亚地区的岛生异担子菌是个复合种,证明其有 5 个互交不育群,因此被命名为 5 个新生物种。同时还发现了小孔异担子菌的半交配类型,揭示了我国小孔异担子菌的遗传多样性和古老性,对研究异担子菌的起源和进化具有重要意义。

1.4.5 红松强化育种示范

露水河林业局红松种子园,始建于 1984 年,集东北亚、北亚和中亚三个亚区的红松基因种源。目前完成建设总面积 182.3hm²,包括生产区、搜集区、子代测定区、实验林区、防护林区等。该园选择优树 1 012 株,无性系园已进入结实期。经过多年建设,该园已经成为以良种生产为主,集基因收集、科研、示范和推广为一体的综合性良种繁育基地。近年来,长白山站与该园的联合共建,主要从分子生物学角度对由经验方法评选出优良无性系 150 个体、特优系 56 个进行科学鉴定与支持,为高世代种子园建立、优良资源保持和良种基地建设提供科学支撑。

1.5 现任科研人员

韩士杰,研究员,森林界面生态学、森林生态系统碳循环
关德新,研究员,森林气象学、森林生态系统碳循环
邵国凡,研究员,数字林业
王庆礼,研究员,森林植物学
王 森,研究员,树木生理学、森林生态系统碳循环
金昌杰,研究员,森林水文学、森林气象学
郝占庆,研究员,森林生态学,森林植物多样性,森林管理
戴玉成,研究员,菌物学
代力民,研究员,森林生态学
姬兰柱,研究员,森林昆虫学
曹 伟,研究员,森林植物学
常 禹,研究员,森林景观
吴玉环,研究员,森林植物学
张军辉,研究员,森林界面生态学、森林生态系统碳循环
周玉梅,副研究员,森林界面生态学、树木生理学
王安志,研究员,森林水文学
吴家兵,副研究员,森林气象学、森林生态系统碳循环

金永焕，副研究员，森林生态学
于大炮，副研究员，森林生态学
李雪峰，副研究员，森林生态学
叶吉，助理研究员，森林植物多样性

1.6 合作交流

建站以来，长白山站与中科院地理科学与资源研究所、中科院大气物理研究所、中科院贵阳地球化学研究所、北京林业大学、东北林业大学、东北师范大学等 30 多个国内科研院所和高等院校建立了合作关系。与日本富山大学，韩国高丽大学等 20 多个国家的科研机构建立了学术交流关系，并同英、美、德、加、日、韩等国开展了合作研究。每年都近百名国内外专家、学者来站访问交流，已派出 20 余名科技人员出国进修、合作研究、考察或参加国际会议。

