

中国科学院华南植物园
广东南岭国家级自然保护区管理局

南岭国家级自然保护区植物区系与植被

Flora and Vegetation of Nanling National Nature Reserve

王发国 陈振明 陈红锋 邢福武 董安强 主编



华中科技大学出版社

www.hzbook.com

中国科学院华南植物园
广东南岭国家级自然保护区管理局

南岭国家级自然保护区植物区系与植被

Flora and Vegetation of Nanling National Nature Reserve

王发国 陈振明 陈红锋 邢福武 董安强 主编

图书在版编目(CIP)数据

南岭国家级自然保护区植物区系与植被 / 王发国等 主编. —武汉: 华中科技大学出版社, 2013.7
ISBN 978-7-5609-8005-8

I. ①南… II. ①王… III. ①南岭—自然保护区—植物—生物多样性—研究 IV. ①S759.992.65

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第105433号

南岭国家级自然保护区植物区系与植被

王发国等 主编

出版发行: 华中科技大学出版社(中国·武汉)

地 址: 武汉市武昌珞喻路1037号(邮编: 430074)

出 版 人: 阮海洪

策划编辑: 王 斌

责任监印: 张贵君

责任编辑: 章丹娜

装帧设计: 百彤文化

印 刷: 深圳当纳利印刷有限公司

开 本: 850 mm × 1168 mm 1/16

印 张: 13.25

字 数: 580千字

版 次: 2013年7月第1版 第1次印刷

定 价: 158.00元 (USD 33.99)



投稿热线: (020) 66636689 342855430@qq.com

本书若有印装质量问题, 请向出版社营销中心调换

全国免费服务热线: 400-6679-118 竭诚为您服务

版权所有 侵权必究

编委会

主任：何克军

副主任：陈华灿 龚粤宁 黎锡光

主编：王发国 陈振明 陈红锋 邢福武 董安强

副主编：陈林 曾庆文 易绮斐 刘东明 付琳

编委：（按姓氏笔画顺序排列）

于海玲 王发国 王美娜 王爱华 王琳 王槐文 王鹏 邓见欢 邓泊 付琳
冯广明 叶心芬 叶自慧 宁阳阳 田怀珍 伍国仪 刘东明 刘宗君 成夏岚 邢福武
严岳鸿 何克军 何春梅 何蓉蓉 宋贤利 张亚坚 李仕裕 李玉玲 李许文 李琳
李超荣 杨东梅 杨国 杨晓丽 陈华灿 陈庆池 陈红锋 陈志明 陈林 陈树钢
陈振明 周兰平 周劲松 周志平 孟玉芳 易绮斐 林铎清 林瑞芬 武艳芳 郑希龙
姜伟斌 胡明锋 胡晓敏 胡爱群 胡普炜 饶显龙 高华业 黄春华 龚粤宁 彭华贵
曾凤 曾庆文 游章平 童毅 董安强 谢国光 谢勇 雷用广 廖芳均 翟俊文
蔡苟 潘雅书 黎昌汉 黎锡光 戴建阅

Editorial Board

Directors: He Kejun

Deputy Directors: Chen Huacan Gong Yuening Li Xiguang

Chief Editors: Wang Faguo Chen Zhenming Chen Hongfeng Xing Fuwu Dong Anqiang

Associate Editors: Chen Lin 曾庆文 Yi Qifei Liu Dongming Fu Lin

Editors: (alphabetically arranged)

Cai Gou Chen Hongfeng Chen Huacan Chen Lin Chen Qingchi Chen Shugang Chen Zhenming
Chen Zhiming Cheng Xialan Dai Jianyue Deng Bo Deng Jianhuan Dong Anqiang
Feng Guangming Fu Lin Gao Huaye Gong Yuening He Chunmei He Kejun He Rongrong
Hu Aiqun Hu Mingfeng Hu Puwei Hu Xiaomin Huang Chunhua Jiang Weibin Lei Yongguang
Li Changhan Li Chaorong Li Lin Li Shiyu Li Xiguang Li Xuwen Li Yuling Liao Fangjun
Lin Duoqing Lin Ruifen Liu Dongming Liu Zongjun Meng Yufang Ning Yangyang Pan Yashu
Peng Huagui Rao Xianlong Song Xianli Tian Huaizhen Tong Yi Wang Aihua Wang Faguo
Wang Huaiwen Wang Lin Wang Meina Wang Peng Wu Guoyi Wu Yanfang Xie Guoguang
Xie Yong Xing Fuwu Yan Yuehong Yang Dongmei Yang Guo Yang Xiaoli Ye Xinfen Ye Zihui
Yi Qifei You Zhangping Yu Hailing Zeng Feng 曾庆文 ZhaiJunwen Zhang Yajian
Zheng Xilong Zhou Jingsong Zhou Lanping Zhou Zhiping

本书的出版承蒙以下单位与项目的大力支持

参加单位

广东南岭国家级自然保护区乳阳管理处

广东南岭国家级自然保护区秤架管理处

广东南岭国家级自然保护区大东山管理处

广东南岭国家级自然保护区大顶山管理处

广东南岭国家级自然保护区龙潭角管理处

国家科技基础性工作专项重点项目

非粮柴油能源植物与相关微生物的调查、收集与保存（2008FY110400）

国家自然科学基金项目

中国堇菜属植物分类学研究（30470137）

中国堇菜属分子系统学研究（30870153）

中国木莲属（木兰科）的分类学研究（30871960）

中国骨碎补科植物的分类学修订（30800056）

中国沼兰属（兰科）植物的分类修订（31070178）

广东省科技计划项目

南岭国家级自然保护区珍稀植物的种质资源收集、保护和利用（2010B060200038）

华南野生虾脊兰属（*Calanthe*）植物资源的收集与繁育技术研究（2008B020300012）

广东南岭国家级自然保护区管理局专项基金

广东南岭国家级自然保护区植物综合调查研究

广东省林业科技创新专项资金项目

南岭国家级自然保护区森林健康评价与可持续经营关键技术研究（2010KJCX14、2011KJCX020）

序 (Foreword)

弹指一挥间，我认识本书的主编王发国已12年多了，记得初次见面是在2001年硕士面试的时候。因当时叶华谷研究员出差在外，受他的委托，请我帮他挑选一位能干且能跑野外的男生为徒。叶兄挑选学生一贯严格，加上野外工作辛苦，故非男生不取。当时我园的招生指标很少，每个导师只能招收一名学生，但是每个导师又有几个报考的学生，竞争比较激烈。随着面试的进行，每个导师都陆续挑选了自己心仪的学生，剩下的都是女生。我心想这一回很难帮他“完成任务”了。

就在这时，一个男生气喘嘘嘘地跑过来要求面试，显然是因故迟到了。他解释了原因后便进入面试环节。这位学生衣着朴素，甚至有点不修边幅，神态也显得比较紧张。他在面试时讷口少言，但心里还是很明白老师所问的问题。尽管他表现出了许多优点，但我挑选弟子的条件也是十分严格，不仅要求学生的分类学基础要扎实，还要求表达能力要强，而且模样看上去得顺眼，正所谓“看人三分相”，以我的标准，他难于符合我的要求，加上他本科是学茶叶专业的，与我们的分类学专业相差甚远，再想想他连面试都迟到，恐怕难有培养前途，于是我提议从其他考生中挑选。然而，话音刚落，另一位面试老师彭长连教授就发话了，他说这年轻人朴实，老家来自农村，能吃苦耐劳，跟着叶老师跑野外、采标本、认植物，一定没问题。其他评委也持相同的意见。我想想也有道理，于是就替叶老师把他收下了。这个男生就是王发国。现在回想起来挺欣慰的，要是当年看走眼，那将是多么后悔啊！

王发国师从叶华谷老师后，硕士期间主攻“阳春鹅凰嶂植物区系”。叶老师是华南植物区系研究的专家，对广东的植物种类尤为熟悉，因为当时他只有一个学生，每次野外都带上他。果然不出彭长连教授所料，王发国确实能吃苦耐劳，不畏艰辛，每天翻山越岭、爬崖攀壁、披荆斩棘，忍受着蚊虫叮咬，甚至要面临毒蛇咬伤的威胁，做野外调查和采集植物标本。经过两年的严格野外训练，他积累了丰富的野外工作经验，在叶老师的指导下对广东的植物区系与植被有了较全面的了解。他在读硕期间与我接触的机会并不多，只是偶尔请教我一些疑难标本或分类学问题，给我的印象是他很刻苦，对一些疑难标本和科学问题总是抓住不放，勤于思考，直到问题解决为止。在读硕期间，他就在国内外核心刊物上发表了几篇论文，在当时是很不容易的。后来，他申请提前攻读博士学位，经叶老师的推荐，他顺利通过考核，在我的门下攻读博士学位。

他博士的毕业论文为“广东石灰岩蕨类植物区系与重要类群的分类”。读博期间，他跑遍广东各石灰岩地区，采集了大量的蕨类标本，经标本鉴定与文献研究，很快就认识了广东常见的蕨类植物，同时积

累了丰富的蕨类文献资料，为其日后从事蕨类的研究打下了坚实的基础。在博士论文中，他根据肿足蕨科与铁线蕨科植物在石灰岩地区具有很高的表征与指示作用，提出了“肿足蕨——铁线蕨植物区系”的新概念，并获得了同行的认可。王发国在读博期间总共发表SCI论文4篇，参与编写专著两部，还有其他核心期刊论文多篇。由于成绩优秀，博士毕业后，他便留在我课题组任助理研究员，次年就被破格提为副研究员，成为当时我园几个最年轻的副研究员之一。

任副研究员以来，王发国还主编了《东莞珍稀植物》一书。作为主要完成人，他在我主编的《中国景观植物》、《东莞植物志》、《澳门植物志》、《广州野生植物》等专著中担当了重要角色。此外，他作为第一作者或通讯作者在*Taxon*、*Botanical Review*、*Annales Botanici Fennici*、*Botanical Studies*、*Nordic Journal of Botany*、*American Fern Journal*、*Novon*等分类学主流杂志上发表论文10多篇。同时，对骨碎补科和实蕨科进行了较为系统而深入的研究。由于他工作成绩突出，他2011年获得了“中国科学院优秀青年科技专项”的资助，为今后的研究提供了资金保障。

从2008开始，我研究组受广东南岭国家级自然保护区管理局的委托，开展对广东南岭的植被与植物区系的调查研究。我虽然是项目负责人，但主要的研究工作都由王发国组织实施。他每次野外调查都亲力亲为，并负责组织本书文稿的撰写、修改和统稿。他的师弟董安强和陈林，其博士论文分别对南岭的植被与植物区系进行系统的研究，参加调查研究工作的还有陈红锋、戴建阅、翟俊文、曾庆文、刘东明、易绮斐、成夏岚、武艳芳、林铎清、周兰平等。在他们的共同努力下，该书才得以顺利完成。书中内容包括南岭植被类型的划分，群落的外貌、组成、结构；植物区系的组成、特点、特有现象，以及其与邻近地区植物区系的关系；论述了南岭植物资源的类型、应用特点等，提出了植物资源的保护和利用等建议。该书内容丰富，具有很多新资料，新见解，是广东南岭植被与植物区系方面最为全面而系统的植物学文献。希望它的出版能为南岭地区生物多样性的保护和可持续利用提供基础资料和科学数据。是以为序。

邢福武

2012年6月3日于羊城龙洞琪林

前言 (Preface)

物种作为生物存在、进化和分类的基本单元，既是遗传多样性的载体，同时又是生态系统多样性的组成成分，因此物种水平的多样性即物种多样性 (Species Diversity) 是生物多样性的表现形式 (宋延龄等, 1998)。植物作为生物群落中最主要的生产者，在生物群落中起到基础性的作用。它们将无机环境中的能量同化，向生态系统输入能量，维系着整个生态系统的稳定；此外，绿色植物还能为各种生物提供栖息和繁殖的场所。因此，植物物种多样性的维持对整个生态系统和生物多样性的稳定起着至关重要的作用。

植物区系是指某一地区，或者是某一时期，某一分类群，某类植被等所有植物种类的总称。它们是植物界在一定自然环境中长期发展演化的结果。植物区系包括自然植物区系和栽培植物区系，但一般是指自然植物区系。根据不同原则或分布区特点，可划分为几类区系成分。通常将某地区全部植物种类按科、属、种进行数量统计，然后按地理分布、起源地、迁移路线、历史成分和生态成分划分成若干类群，分别称为植物区系的地理成分、发生成分、迁移成分、历史成分、生态成分等，以便全面了解一个地区植物区系的种类组成、分布区类型以及发生、发展等重要特征。

南岭，又称“五岭”，包括了越城岭、都庞岭、萌渚岭、骑田岭和大庾岭，东西绵延1 000多千米，穿越湖南、江西南部 and 广西、广东北部，连接着云贵高原与武夷山脉，是一系列东北——西南走向的复杂山地，有着“五岭逶迤腾细浪”的盛誉，常被作为热带与亚热带的气候分界线。南岭以山地丘陵地貌为主，地形复杂，是中国南方各省主要河流的发源地，是长江和珠江两大水系的分水岭。地史上南岭属于华南地台的一部分，植物区系的起源古老，历史悠久，不仅保存了大量的孑遗植物和特有类群，也是很多科属植物现代起源和演化的中心之一，植物资源非常丰富，是中国14个具有国际意义的陆地生物多样性关键地区之一。目前世界上与南岭同纬度的地区大都是稀树草原或热带沙漠，而南岭由于独特的气候条件，仍保存着同纬度面积最大的亚热带常绿阔叶林、针阔叶混交林、针叶林和山顶矮林等各种森林植被类型，其中包括大面积罕见的原始森林。在当今全球生物多样性损失日趋严重的情况下，南岭是研究地球植物的起源与演化的关键地区，同时对我国物种多样性的研究和保护起着重要的作用。

广东南岭国家级自然保护区位于南岭山脉中段南麓，是珠江支流北江的发源地，也是华中、华南之间的气候屏障，是由原乳阳、大顶山、阳山秤架、阳山龙潭角和连州大东山5个省级自然保护区于1994年4月经国务院批准合并组建的国家级自然保护区。其地理坐标为北纬24°37′~24°57′，东经112°30′~113°04′，

总面积5.84万公顷，森林覆盖率达97%以上，主要保护对象为中亚热带常绿阔叶林及珍稀濒危动植物，是我国综合自然保护区之一。本保护区是中亚热带和南亚热带之间的一条自然地理分界带，其植物区系具有明显的过渡性，既有亚热带特色，又显露出热带的某些特点。在地史时期，南岭既是古热带植物区系的避难所，因受第四纪冰川期的影响小，保存物种较多，又是近代东亚温带、亚热带植物的发源地，冰后期物种的扩散中心(庞雄飞等, 2003)，且处在中亚热带典型常绿阔叶林带的南缘和南亚热带季风常绿阔叶林带的北缘，是两个林带的交错地带。这片特殊的森林植被，深受国内外学者的青睐，吸引了他们前来调查与研究。早在解放前，中国科学院华南植物研究所的前身中山大学农林植物研究所就在南岭地区进行植物调查，采集了大量珍贵的标本。大规模的采集活动是在20世纪50年代和70年代，1974年由中国科学院华南植物研究所编辑了“乳源五指山植物名录”。近年来，中国科学院华南植物园和华南农业大学科研人员、研究生等多次深入到南岭国家级自然保护区，进行了较为详细的植物区系与植被的调查研究，积累了大量的植物标本与文献资料，为本书的撰写奠定了基础。

在广东省南岭国家级自然保护区的专款资助下，中国科学院华南植物园物种多样性保育研究组成员自2007年开始对广东南岭国家级自然保护区进行全面的植物物种多样性调查研究，野外调查范围遍及保护区的各主要站点和山脉，通过野外采集标本、拍摄照片、室内标本鉴定和资料查阅，编撰并出版《南岭植物物种多样性编目》一书(邢福武等, 2011)。研究组还重点对该区保护最为完整的秤架、五指山等地，选择最具有代表性的植被类型进行群落调查。通过34 954平方米的样地调查，对广东南岭植被的分类系统、群落生态学特点、物种多样性、群落动态趋势等方面进行了比较详细的分析，并得出了一些新的结论，为亚热带森林植被的研究提供了新的资料。在植被研究的基础上，分析了广东南岭国家级自然保护区植物区系各分级单位的组成特点和性质，对比邻近地区和国内21个保护区和山地植物区系的异同和相互关系，探讨了该地区植物的区系起源和演化，同时对我国南亚热带与中亚热带分界线的划分和广东南岭地区南亚热带向中亚热带植物区系的过渡特征进行了探讨。通过野外调查，统计分析了该地区的特有及珍稀濒危植物的种类、现状和主要受威胁因素，并根据实际情况提出了优先保护的种类和保护等级。广东南岭地区植物资源丰富，具有巨大的开发潜力，因此作者也对该地区的植物资源的分类及开发利用进行了初步的探讨，并对资源开发过程中值得注意的问题提出了建议。

本书将为我国亚热带地区植物区系、资源与植被的研究，当地生态环境的保护，以及生物多样性的保护和可持续利用提供基础资料，可供植物学、林学、农学、生态学工作者、大专院校师生和植物爱好者参考使用。本书是中国科学院华南植物园与广东南岭国家级自然保护区合作的科研成果之一。在此，谨向为本书的编撰和出版工作做出贡献的单位和个人表示衷心的感谢！作者在编写的过程中力求资料完整、标本鉴定准确，但由于水平有限，不足之处在所难免，敬请各位专家和读者批评指正。

编者

2012年初春于羊城龙洞琪林

目 录 (Contents)

第一章 自然环境	1
一、地质和地貌	1
二、气候	1
三、土壤	2
四、水文	2
第二章 植被多样性	3
第一节 研究方法	3
一、样地与调查	3
二、分析方法	4
第二节 植被分类系统与植被类型	6
一、群落的分类与命名	6
二、植被分类系统	6
三、植被类型分述	8
第三节 植被类型垂直分布规律	54
一、土壤类型的垂直变化	54
二、植被类型的垂直变化	54
第四节 代表性群落的生态学研究	55
一、荷木+福建柏群落	55
二、南华杜鹃群落	60
三、猴欢喜+罗浮栲群落	64
第五节 广东南岭植物群落的物种多样性	69
一、代表群落的植物物种多样性	69
二、海拔梯度对物种多样性的影响	72
三、坡向对物种多样性的影响	77
四、海拔梯度对群落学特征的影响	78
五、坡向对植物分布的影响	79

六、建议加强和重点保护的地区和植物群落	82
第六节 2008年冰冻灾害对亚热带常绿阔叶林造成的影响	83
一、调查地点与调查方法	83
二、调查样方的群落学特征	84
三、冻害分析	87
第三章 植物物种多样性	90
第一节 植物物种多样性编目	90
第二节 植物物种多样性组成	90
一、蕨类植物多样性分析	90
二、种子植物多样性分析	96
三、与其它植物区系比较	111
第三节 新种与新纪录植物	118
一、新种	119
二、新记录	119
第四节 广东南岭国家级自然保护区植物的特有现象	120
一、特有属的统计分析	121
二、特有种的统计分析	122
第五节 珍稀濒危植物的保护	125
一、珍稀濒危植物种类组成及分布	125
二、建议列入保护植物名单的种类	127
三、目前面临的主要威胁及保护对策	129
第四章 植物资源	131
第一节 资源植物分类	131
一、药用植物	131
二、观赏植物	132
三、食用植物	133
四、有毒植物	134
五、油脂植物	134
六、纤维植物	134
七、芳香植物	134
八、鞣料植物	135
九、树脂橡胶植物	135
十、环境指示植物	135
第二节 植物资源的开发利用与保护	135
一、保护优先,合理利用	136
二、适度发展旅游产业	136
附录 植被类型及重要植物资源代表种	138
参考文献	197

第一章 自然环境

一、地质和地貌

1. 地质

南岭国家级自然保护区位于粤湘两省交界的粤北南岭腹地(图1-1),在地质构造上属于南岭构造带的大东山——贵东——九连山东西走向花岗岩带的西部,受控于贵东大断裂。本保护区花岗岩山地具有十分明显的东西走向特征,为广东省其他地区的同类山体所少见(龙志强等,2003)。在地史上属于华夏古陆和扬子古陆的华南地台,古生代时,该区为一凹陷带,沉积了丰富的古生代地层;在海漫盛期的泥盆纪,以大瑶山海岛露于海面,本保护区是一个以海侵为主,最后出现海退的发展旋回;早二叠世末,东吴运动的发生,使本保护区地壳产生较大幅度的上升并成为陆地,经过短时期的侵蚀以后,晚二叠世开始地壳又稍下降,形成了滨海至平原沼泽环境,气候温暖潮湿,丛林密布。中生代以来,经过几次激烈的华南地台上升海相沉积和砂岩、石灰岩、泥炭岩、白云岩侵入,形成了从连州市的潭岭向东南经莽山、秤架、天井山的西北——东南走向的山脉。

中生代的印支运动和燕山运动,使该地强烈上升并产生断裂,导致燕山期酸性岩浆沿着断裂带多次侵入,故在保护区内出露的岩石几乎全为燕山期花岗岩,只在周缘才出露不同时代的岩层,其中以晚古生代的地层最多(龙志强等,2003)。寒武系本区称八村群,为本保护区周边接触到的最古老地层,出露于乳阳管理站北边和东北边,属浅海相砂泥质沉积。泥盆系和石炭系遍布于自然保护区周边地带,主要是在秤架管理站西南边及乳阳管理站东边和北边。二叠系出露较少,主要分布在大东山管理站西边,在潭岭水库附近也有零星出露。三叠系只有下三叠统,主要出露于秤架管理站西南边。沉积型第四系在本区不发育,主要是残积、坡积和洪积物。

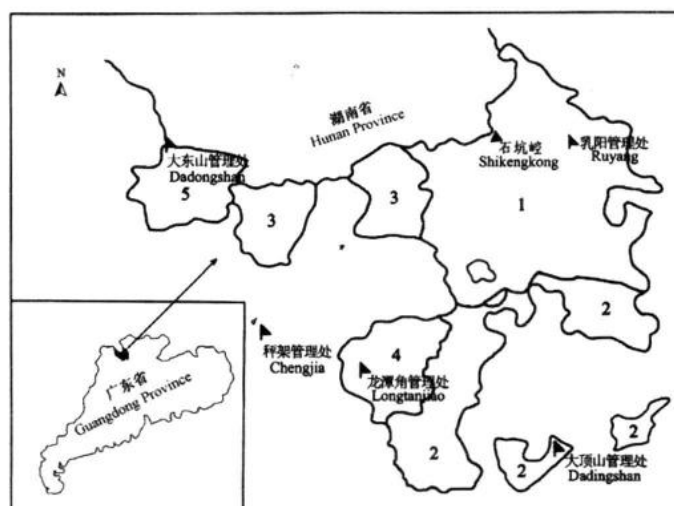
从地质构造特征看,本保护区形成有关的构造主要有褶皱构造和断裂构造两种类型。褶皱构造包括瑶山复式向斜和郴县——怀集复式向斜,瑶山复式向斜位于乳阳管理站之北和东北的梅花——大桥一带,叠加在加里东构造期的瑶山复背斜的西翼之上,由上古生界地层,特别是泥盆系和石炭系地层反复褶皱组成。郴县——怀集复式向斜在本区出现于大东山岩体的西边和西南边。断裂构造包括贵东大断裂、郴县——怀集大断裂和裂隙。贵东大断裂是在印支运动时期在南北向挤压应力作用下而产生的,在燕山运动时期强烈活动,是一条西始于三连(连山、连南、连州),中经乳源、曲江,东至蕉岭,

断续延伸500 km,影响宽度达20~50 km的大断裂。郴县——怀集大断裂与本自然保护区有关的是东断裂束,主要出现在大东山岩体的西部和西南边,包括黄坳断裂、秤架——白莲断裂。裂隙在本保护区内的花岗岩中广泛发育,造就各种山景、石景。

2. 地貌

本保护区的花岗岩山地为全省最高大的中山山地,海拔超过1 200 m的山峰有85座(陈景烈等,1998;黄少敏等,2003)。其中海拔1 902 m的石坑崆是本省最高峰,其次为海拔1 888 m的石韭坑顶,再次为海拔1 824 m的牛背脊,而海拔1 700~1 800 m的有6座,1 600~1 700 m的有14座。山体以花岗岩为主,常见砂页岩、变质岩和石灰岩分布。

保护区花岗岩山地侵蚀作用极为强烈,从而造成较大的地形反差,山形峻峭,峡谷众多,石峰、石岭、石蛋地貌发达,地势由石坑崆向四周倾斜,坡度较大,多在25°~40°之间,局部可达45°以上(黄少敏等,2003),山峰多呈浑圆形。高大的山体引起了气候、植被、土壤的垂直变化。另外,本区山峰和瀑布具有较大的旅游观赏价值。



1: 乳阳; 2: 大顶山; 3: 秤架; 4: 龙潭角; 5: 大东山

图1-1 广东南岭国家级自然保护区简图

二、气候

广东南岭国家级自然保护区地处中亚热带与南亚热带的过渡地带,为典型的亚热带温湿气候,山中部兼具亚热带季风气候特征,因地势高,故又具有山地气候特色。由于受南岭山脉的影响,南北坡条件有比较明显的差别。保护区年平均气温17.7℃,最高温34.4℃,最低

温-4℃(1954年),冬季霜期较长,最长年份可达100天,一般每年有10天的降雪期,山顶伴有结冰现象。山中云雾多,年日照时数约1 234小时,日照率40%。保护区年相对湿度84%,春季、夏季十分湿润。

三、土壤

分布于海拔900 m 以下的山地红壤,成土母岩以花岗岩、砂岩和页岩为主,土层深厚,质地稍粘重,有机质含量3%~5%,呈酸性反应,pH值4.5~5.0;海拔900~1 800 m 之间为山地黄壤,成土母质为花岗岩、砂岩和变质岩,是保护区的主要土壤类型,土层较薄,有机质含量高,达4%以上,pH值4.0~5.5;在海拔1 800 m 以上至山顶,局部形成山地灌丛草甸土,成土母质为花岗岩、砂页岩和变质岩等,母岩风化程度低,土层浅薄,质地为砂壤至重壤土,土体多石砾,有机质含量高达15%~20%,pH值4.0(广东省科学院丘陵山区综合科学考察队,1990;《张宏达文集》编辑组,1995;陈景烈等,1998)。

四、水文

本保护区降水量充沛,是广东省多雨地区,年平均降雨量为1 705 mm,最高年份可达2 495 mm,降雨多集中在2~8月份,占全年雨量的84%~89%。南北坡降水量差异显著,南坡往往比北坡多350~400 mm,由于山地抬升作用,山顶年降雨量最高年份达3 370 mm(1961年)(广东省科学院丘陵山区综合科学考察队,1991;陈景烈等,1998;广东林业勘测设计院,1999;黄少敏等,2003)。

由于山地多雨,地表径流发育,溪涧流量大,且地形急陡,谷地纵比降大,险滩和瀑布多,水力资源丰富,本保护区小型水利发电居全省之首,同时在其周围有3个大中型水库,分别是南水水库(库容量201 000万立方米)、泉水水库(库容量3 600万立方米)和潭岭水库(库容量17 650万立方米)(广东林业勘测设计院,1999;黄少敏等,2003)。

第二章 植被多样性

南岭在地史时期是古热带植物区系的避难所，又是近代东亚温带、亚热带植物的发源地。由于地处南亚热带向中亚热带过渡地带，南北植物交错渗透，而且受第四纪冰川活动影响小，生物物种起源古老，南岭可能是猕猴桃科 Actinidiaceae、金缕梅科 Hamamelidaceae 和安息香科 Styracaceae 植物分布和发源的中心。南岭区系成分复杂并具有过渡性，在生物进化史中具有特殊的地位和作用，孕育着丰富的资源。

南岭国家级自然保护区不仅保存有大面积的原生常绿阔叶林，也是广东珍稀濒危针叶树种最集中的地方，在乳阳林区中山山地，以广东松 (*Pinus kwangtungensis*)、长苞铁杉 (*Tsuga longibracteata*)、福建柏 (*Fokienia hodginsii*) 等为优势种的针阔混交林，尚保存了 3 000 hm² 以上，是广东幸存的最大面积的原始针叶林 (徐燕千，1993)。

从认识自然、保护自然、利用自然、改造自然出发，研究该地区植被的分类系统、群落生态学特点、物种多样性、群落动态趋势等方面有重大的科学价值并对农、林、牧生产有指导作用，为进一步研究森林结构、功能、

演替、森林生物多样性维持机理及亚热带常绿阔叶林对全球气候变化的响应等方面提供重要参考资料。

第一节 研究方法

一、样地与调查

经过 2006~2009 年 4 年的时间，在植物标本采集和踏查的基础上，根据植物的分布和具体生境，以海拔 100~200 m 为海拔梯度设置样地，并于不同的坡向和特殊生境设置样地。在样地内设置样方，每个样方的面积为 10 m×10 m，利用“种—面积曲线”法求算群落的最小取样面积。对样方内的乔木采用“每木记帐法”测定胸径≥2 cm 的乔木，测定其高度、胸径、冠幅、枝下高等，并记录乔木层各层的郁闭度。对灌木、草本和层间植物记录其种类、株数、多度、盖度、平均高度等。

对样方内出现的植物种类野外暂时不能确定种名的进行标本采集，并带回实验室进行鉴定，包括路线踏查时共采集标本约 1 500 号。样地调查详细情况如表 2-1。

表 2-1 广东南岭国家级自然保护区各样地分布
Table 2-1 The distribution of the plots in the Guangdong Nangling National Reserve

样地序号 Plot num.	优势种 Dominant species	地点 Location	海拔 (m) Altitude	经纬度 Longitude and latitude	样地面积 (m ²) Plot area
1	莎草 <i>Carex</i> sp.、莽山紫苑 <i>Aster mangshanensis</i>	石坑崆山顶	1 830 m	24°55' 35" N 112°59' 26" E	4
2	榿木 <i>Loropetalum chinense</i> 、箬竹 <i>Indocalamus tessellatus</i>	秤架镇后山	165 m	24°47' 185" N 112°48' 588" E	150
3	山桂花 <i>Bennettiodendron leprosipes</i> 、茜树 <i>Aidia cochinchinensis</i>	秤架炉田	400 m	24°50' 001" N 112°47' 350" E	1 000
4	猴欢喜 <i>Sloanea sinensis</i> 、罗浮栲 <i>Castanopsis fabri</i>	秤架龙饮水	670 m	24°52' 127" N 112°54' 665" E	2 000
5	南华杜鹃 <i>Rhododendron simiarum</i>	石坑崆南坡	1 500 m	24°55' 19" N 112°58' 33" E	1 600
6	广东松 <i>Pinus kwangtungensis</i> 、五列木 <i>Pentaphylax euryoides</i>	乳阳小黄山	1 400 m		2 200
7	长苞铁杉 <i>Tsuga longibracteata</i>	乳阳八宝山	1 000 m		1 600
8	阿丁枫 <i>Altingia chinensis</i>	乳阳八宝山	800 m	24°54' 576" N 112°02' 197" E	1 000
9	长苞铁杉 <i>Tsuga longibracteata</i>	乳阳八宝山	1 000 m	24°57' 075" N 112°59' 177" E	1 000
10	福建青冈 <i>Cyclobalanopsis chungii</i> 、拟赤杨 <i>Alniphyllum fortunei</i>	乳阳八宝山	1 200 m	24°55' 12" N 112°01' 33" E	1 000
11	广东松 <i>Pinus kwangtungensis</i> 、五列木 <i>Pentaphylax euryoides</i>	乳阳八宝山	1 400 m	24°53' 831" N 113°01' 355" E	1 000
12	光叶红豆 <i>Ormosia glaberrima</i>	石坑崆南坡	300 m	24°49' 975" N 112°52' 183" E	1 000

(续表)

样地序号 Plot num.	优势种 Dominant species	地点 Location	海拔 (m) Altitude	经纬度 Longitude and latitude	样地面积 (m ²) Plot area
13	马尾松 <i>Pinus massoniana</i> 、虎皮楠 <i>Daphniphyllum oldhamii</i>	石坑崳南坡	400 m	24°51' 724" N 112°52' 423" E	1 000
14	观光木 <i>Tsoongiodendron odorum</i>	石坑崳南坡	500 m	24°51' 811" N 112°52' 523" E	1 000
15	罗浮栲 <i>Castanopsis fabri</i> 、猴欢喜 <i>Sloanea sinensis</i>	石坑崳南坡	600 m	24°52' 067" N 112°55' 108" E	1 000
16	栲 <i>Castanopsis fargesii</i>	石坑崳南坡	700 m	24°51' 826" N 112° 55' 842" E	1 000
17	南岭栲 <i>Castanopsis fordii</i> 、栲 <i>Castanopsis fargesii</i>	石坑崳南坡	800 m	24°54' 887" N 113°02' 416" E	1 000
18	甜锥 <i>Castanopsis eyrei</i> 、大果马蹄荷 <i>Exbucklandia tonkinensis</i>	石坑崳南坡	900 m		1 000
19	甜锥 <i>Castanopsis eyrei</i>	石坑崳南坡	1 000 m	24°52' 736" N 112°57' 418" E	1 000
20	水青冈 <i>Fagus longipetiolata</i> 、鹿角杜鹃 <i>Rhododendron latoucheae</i>	石坑崳南坡	1 100 m	24°52' 90" N 112°58' 12" E	1 000
21	甜锥 <i>Castanopsis eyrei</i> 、荷木 <i>Schima superba</i>	石坑崳南坡	1 200 m	24°54' 563" N 112°57' 218" E	1 000
22	荷木 <i>Schima superba</i> 、红楠 <i>Machilus thunbergii</i>	石坑崳南坡	1 300 m	24°54' 882" N 112°57' 689" E	1 000
23	荷木 <i>Schima superba</i> 、福建柏 <i>Fokienia hodginsii</i>	石坑崳南坡	1 400 m		1 000
24	南华杜鹃 <i>Rhododendron simiarum</i>	石坑崳南坡	1 500 m		1 000
25	硬壳柯 <i>Lithocarpus hancei</i>	石坑崳南坡	1 600 m	24°55' 511" N 112°58' 455" E	1 000
26	披针叶连蕊茶 <i>Camellia cuspidata</i> var. <i>chekiangensis</i> 、 宽叶粗榧 <i>Cephalotaxus sinensis</i> var. <i>latifolia</i>	石坑崳南坡	1 700 m	24°55' 312" N 112°59' 652" E	1 000
27	山指甲 <i>Ligustrum sinense</i>	石坑崳南坡	1 800 m	24°55' 427" N 112°59' 466" E	1 000
28	马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	秤架太平洞	1 000 m	24°53' 49" N 112°57' 57" E	1 000
29	杉木 <i>Cunninghamia lanceolata</i>	秤架太平洞	1 000 m	24°54' 64" N 112°57' 45" E	1 000
30	毛竹 <i>Phyllostachys edulis</i>	秤架炉田	200 m	24°49' 30" N 112°50' 54" E	1 200
31	浙江润楠 <i>Machilus chekiangensis</i>	大东山	850 m		1 600
32	福建柏 <i>Fokienia hodginsii</i> 、 疏齿木荷 <i>Schima remotiserrata</i>	秤架太平洞	1 400 m	24°55' 100" N 112°57' 910" E	1 600
合计					34 954

二、分析方法

1. 重要值计算

根据样方统计资料，对乔木层、灌木层、草本层中的每个物种分别计算多度、盖度和频度，并计算相对多度、相对盖度（乔木为相对显著度）、相对频度。

多度 (Abundance) 是指物种个体数目的多少；物种的相对多度 (Relative abundance) 是指样地中某一物种的个体数目与所有物种的个体数的比值 (孙儒泳等, 1993)。

盖度 (Coverage) 是指植物地上部分垂直投影面积占样地面积的百分比。相对盖度 (Relative coverage) 指样地

中某个物种的分盖度占有物种分盖度之和的百分比。

频度 (Frequency) 是指一个种在一定地区内的特定样方中出现的次数，不仅可以反映出每种植物在群落中的密度，而且还反映出其个体在群落中的分布格局。

相关计算方法如下：

相对多度 = (某一种植物的个体总数 / 同一生活型植物个体总数) × 100。

频度 = 该种植物出现的样地数 / 所调查的样地总数。

相对频度 = (一个种的频度 / 所有种的频度和) × 100。

相对显著度 = (该种所有个体胸面积之和 / 所有种个体胸面积总和) × 100。

相对盖度 = (每个物种的盖度 / 所有物种的盖度和) × 100。

重要值 = 相对多度 + 相对显著度 (相对盖度) + 相对频度。

2. 物种多样性的测度方法

20 世纪初期, 群落学家开始注重群落中物种与面积之间关系的探讨, 以及物种与多度关系的研究。Fisher 等于 1943 年首次提出生物多样性的概念, 并开始关注群落中物种的数目和每个物种的个体数目之间的关系。同样在 1943 年, Williams 在研究鳞翅目昆虫物种多样性时, 提出“多样性指数”的概念, 此后, 大量学者开始专注于群落物种多样性的概念、原理、测定方法等的研究 (Whittaker, 1972; Pielou, 1975; Washington, 1984; Magurran, 1988)。近些年来, 我国也有许多学者先后对物种多样性的测度方法进行了研究和详细的综述 (马克平, 1994; 马克平和刘玉明, 1994; 刘灿然等, 1995; 王伯荪等, 1996; 张璐等, 2005, 2007)。常用的物种多样性包括 α 多样性指数和 β 多样性指数。本书主要列出所应用的多样性指数。

2.1 物种丰富度指数

物种丰富度 (Species richness), 即群落中所含物种数目的多少。物种丰富度指数是生态学家运用得最早和最广泛的一个指数, 但由于其可反映群落中的很多信息, 所以现在还经常用。

$$\text{Margalef 指数: } E = (S - 1) / \ln N$$

公式 2-1

式中 S 为样方的植物种类总和, N 为样方所有物种的个体数之和。

2.2 Simpson 指数

Simpson 指数即优势度指数, 是对物种多样性的反面即集中性的度量, 公式 2-2 的意义是指, 当从包含 N 个个体 S 个种的样方中随机抽取两个个体并不再放回, 如果这两个个体属于相同种的概率大, 则认为样方的多样性低, 反之则高 (王伯荪等, 1996)。

$$\text{Simpson 指数 (D): } D = 1 - \sum P_i^2$$

公式 2-2

式中 P_i 为种 i 的个体数占所有种个体数的比率。

2.3 Shannon-Wiener 指数

Shannon-Wiener 指数表示的是变化度指数, 物种的数量越多, 分布越均匀, 其值就越大, 反之则越小 (王伯荪等, 1996)。该指数是目前应用较多的指数之一。本文所用 Shannon-Wiener 指数的表达方式 (Magurran, 1988) 如下:

$$\text{Shannon-Wiener 指数 (H'): } H' = -\sum P_i \ln P_i$$

公式 2-3

式中 P_i 为种 i 的个体数占所有种个体数的比率。该指数也称为香农指数。

2.4 Pielou (1969) 指数

Pielou 指数 (J) 是均匀度指数, 是指群落中各个种的多度的均匀程度, 即群落中不同种的多度的分布。在本书中所采用的表达方式是基于 Shannon-Wiener 指数。如下所示:

$$\text{Pielou 均匀度指数 (J}_{sw}): J_{sw} = (-\sum P_i \ln P_i) / \ln S$$

公式 2-4

式中 S 为样方的植物种类总和, 即丰富度指数; P_i 为种 i 的个体数占所有种个体数的比率。

2.5 Fisher' α 指数

由于取样面积的限制, 物种数量不能很好地体现多样性, 而 Fisher' α 指数则能较好地反映植物物种多样性。它与群落中物种数目和个体总数成正比, 而且不受样方大小的影响。

$$\alpha \text{ 指数从方程 } S = \alpha \times \ln(1 + N/\alpha) \text{ 中得出。}$$

公式 2-5

式中 S 为样方的植物种类总和, N 为样方所有物种的个体数之和。

2.6 β 多样性指数

β 多样性被定义为沿着环境梯度的变化物种替代的程度 (Whittaker, 1972), 是指群落之间的物种多样性的组成和变化, 亦被称为物种周转率、物种替代速率和生物变化速率。

β 多样性还包括不同群落之间物种组成的差异。 β 多样性的测度方法可分为二元属性数据测定法和数量数据测定法。本书仅使用前者中的相似性系数测定。

在众多相似性系数中应用最好、最广泛的是 Jaccard 系数和 Sorensen 系数 (Whittaker, 1972), 其表达方式如公式 2-6、公式 2-7 所示。

$$\text{Jaccard 系数 } C_j = j / (a + b - j)$$

公式 2-6

$$\text{Sorensen 系数 } SC = 2j / (a + b)$$

公式 2-7

式中 j 为两个群落或样地共有种数; a 、 b 分别为样地 A 和样地 B 的物种数。

3. 统计分析

采用单因素方差 (one-way ANOVA) 方法分析

海拔对植物群落物种多样性的影响和多样性特征在海拔间的差异。在进行相关分析时, 相关性采用 Pearson 相关系数 (Pearson correlation coefficients) 来表示。处理间的差异显著性利用统计软件 SPSS for windows 12.0 以 LSD 多重检验 (或 ANOVA Tukey's HSD 检验) 实现, 差异显著性均指 $p < 0.05$ 。

采用SAS9.1软件

对受2008年冻害影响的样方内的物种高度、分布区类型、年龄与冻害程度进行相关分析。

第二节 植被分类系统与植被类型

一、群落的分类与命名

南岭山地东西走向横贯广东北部,成为阻隔水汽北上和寒流南下的一道屏障,在植被上可作为中亚热带常绿阔叶林和南亚热带常绿阔叶林之间的分界线,由于广东南岭国家级自然保护区处于此分界线上,本书将其植被统一划为亚热带植被。

根据《中国植被》的分类原则,广东南岭国家级自然保护区植被的分类单位可分为4级:

1. 植被型组 (Vegetation type group): 这是目前植被分类的最高级单位,同一植被型组的建群种生活型相近而植被形态外貌相似,广东南岭植被包括针叶林、阔叶林、竹林、灌丛、草甸、沼泽和水生植被6个植被型组。

2. 植被型 (Vegetation type): 建群种生活型相同的类型,它们有一致的水热条件要求,命名则主要依建群种的生态外貌,如建群种为常绿、阔叶的树种,则称为常绿阔叶林。

3. 植被亚型 (Vegetation sub-type): 为植被型的辅助单位,根据优势层片或指示层片的差异来划分。在热带、亚热带地区,这种差异一般是由植被生存环境变化造成的,如植被垂直分布差异或生长基质不同。因此植被类型的具体命名将在考虑建群种的生态外貌的基础上,如常绿的阔叶树种,结合考虑地理环境的因素,如山地、高山、石灰岩等。例如,地处低山丘陵的常绿阔叶林,则命名为亚热带山地常绿阔叶林。

4. 群系 (Formation): 这是植被分类最重要的中级分类单位,相同建群种的群落类型划分为一个群系,以群落组成和结构特征进行分类和命名,优势种和共优种依据样方调查的植物物种的多度和重要值大小决定,南岭地区物种丰富,常有多多个共建群种。

高级单位的分类和命名主要依据外貌——生态原则;群系以下的低级分类单位则以群落的组成种、生活型并结合调查记录,按树种统计立木因子,记录树高、胸径、盖度等,求算其相对多度、相对显著度、相对频度和重要值,按重要值大小确定群落中的优势种或共优种,作为群落分析和命名的依据。

二、植被分类系统

根据上述分类系统和原则,将广东南岭国家级自然保护区的植被划分为6个植被型组,9个植被型,16个植

被亚型,28个群系。

下面的植被类型中,第1组数字(如1)表示的是植被型,第2组数字(如1.1)表示的是植被亚型,第3组数字(如1.1.1)表示的是群系。

阔叶林 (植被型组)

1. 亚热带常绿阔叶林 (植被型)

1.1 亚热带山地常绿阔叶林 (植被亚型)

1.1.1 观光木群系 (Form. *Tsoongiodendron odorum*)

1.1.2 阿丁枫群系 (Form. *Altingia chinensis*)

1.1.3 栲群系 (Form. *Castanopsis fargesii*)

1.1.4 南岭栲+栲+毛桃木莲群系 (Form. *Castanopsis fordii* + *Castanopsis fargesii* + *Manglietia kwangtungensis*)

1.1.5 甜锥+大果马蹄荷群系 (Form. *Castanopsis eyrei* + *Exbucklandia tonkinensis*)

1.1.6 荷木+红楠+青榨槭群系 (Form. *Schima superba* + *Machilus thunbergii* + *Acer davidii*)

1.2 亚热带沟谷常绿阔叶林 (植被亚型)

1.2.1 罗浮栲+猴欢喜群系 (Form. *Castanopsis fabri* + *Sloanea sinensis*)

1.2.2 光叶红豆+红车群系 (Form. *Ormosia glaberrima* + *Syzygium hancei*)

1.3 亚热带山顶常绿阔叶矮林 (植被亚型)

1.3.1 南华杜鹃—南岭箭竹群系 (Form. *Rhododendron simiarum*—*Yushania basihirsuta*)

1.3.2 硬壳柯+山指甲—南岭箭竹群系 (Form. *Lithocarpus hancei* + *Ligustrum sinense*—*Yushania basihirsuta*)

1.3.3 山指甲—南岭箭竹群系 (Form. *Ligustrum sinense*—*Yushania basihirsuta*)

1.4 亚热带石灰岩常绿阔叶林 (植被亚型)

1.4.1 山桂花+茜树群系 (Form. *Bennettiodendron leprosipes* + *Aidia cochinchinensis*)

2. 亚热带常绿与落叶阔叶混交林 (植被型)

2.1 亚热带常绿与落叶阔叶混交林 (植被亚型)

2.1.1 福建青冈+拟赤杨+银钟花群系 (Form. *Cyclobalanopsis chungii* + *Alniphyllum fortunei* + *Halesia macgregorii*)

2.1.2 水青冈+鹿角杜鹃+罗浮栲群系 (Form. *Fagus longipetiolata* + *Rhododendron latoucheae* + *Castanopsis fabri*)

2.2 亚热带石灰岩常绿与落叶阔叶混交林 (植被亚型)

2.2.1 圆果化香树+黄连木群系 (Form. *Platycarya*