

Fujian · China

Wuyi Mountain

Biodiversity Research Information Platform

中国·福建 武夷山生物多样性 研究信息平台

福建省科学技术厅 编著



科学出版社

福建省科技厅《福建科技创新体系与科技资源共享平台计划》资助项目

中国·福建 武夷山生物多样性研究信息平台

福建省科学技术厅 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书吸收了《武夷山自然保护区科学报告考察集》及其他相关研究成果,并在“中国福建武夷山生物多样性研究信息平台建设”项目研究的基础上,通过进一步深入调查并查阅相关资料完成。

全书共分16章,约160万字。主要内容包括武夷山自然环境,生物多样性研究历史和研究现状,武夷山重点保护、珍稀濒危、特有生物种质资源,物种多样性编目,武夷山生物多样性信息系统设计、数据规范与数据组织,并附有武夷山的重点保护、珍稀濒危及特有物种名录,武夷山生物标本馆藏信息,武夷山各类珍稀、特有物种以及珍贵的历史照片等。

本书可供从事生物多样性研究、生态学、植物学、动物学、微生物学等科研人员以及相关高等院校的师生使用。

图书在版编目(CIP)数据

中国·福建武夷山生物多样性研究信息平台/福建省科学技术厅编著. —北京: 科学出版社, 2012. 11
ISBN 978-7-03-035771-7

I. ①中… II. ①福… III. ①武夷山—生物多样性—研究 IV. ①Q16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 244822 号

责任编辑: 陈 露 / 责任校对: 刘珊珊
责任印制: 刘 学 / 封面设计: 殷 靓

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

南京展望文化发展有限公司排版

上海叶大印务发展有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012年11月第 一 版 开本: 889×1194 1/16

2012年11月第一次印刷 印张: 61 1/4 插页 24

字数: 1 791 000

定价: 380.00 元

《中国·福建武夷山生物多样性研究信息平台》

编辑委员会

顾问：王钦敏

主任：丛 林

副主任：游建胜 郑怡彤 林伯德 王伯玲 郑群力

执行编委：陈 晓 陈昭君

主 编：刘剑秋 杨 青 肖桂荣 刘长明

成 员：（按姓氏笔画排序）

王伯玲	王洪庆	王 斌	方玉霖	丛 林	吕 新
刘长明	刘剑秋	杨 青	李玥仁	李 迪	肖桂荣
吴焰玉	汪家社	陈友铃	陈昭君	陈炳华	陈 晓
范青海	林乃铨	林伯德	林丹军	林汝楷	林坚贞
林津添	林耀斌	郑怡彤	郑群力	赵 健	耿宝荣
徐 辉	徐国栋	徐鲜钧	唐兆和	唐庆元	游建胜

承担单位：福建省武夷山生物研究所

合作单位：福建农林大学植物保护学院

福建师范大学生命科学学院

福州大学福建省空间信息工程研究中心

福建省农业科学院

福建武夷山国家级自然保护区管理局

福建三明真菌研究所

序 I

福建武夷山拥有世界同纬度带现存面积最大、保存最完整的中亚热带森林生态系统及地带性常绿阔叶林群落,生物资源十分丰富,素有“天然植物园”、“昆虫世界”、“鸟类天堂”等美称,是研究生物多样性不可多得的自然基地。长期以来,武夷山生物资源的保护与科研工作备受关注。1979年6月到1989年10月,长达十年的武夷山综合科学考察活动是福建省生物多样性研究与保护史上的一个重要里程碑,在国内外产生了积极的影响,不仅为武夷山生物多样性的深入研究奠定了丰富、坚实的科学基础,而且也为建立武夷山国家级自然保护区和确立武夷山世界自然与文化遗产保护地,提供了充分的科学依据。

为建设“生态省”和“数字福建”,在福建省科技厅的支持下,“中国福建省武夷山生物多样性研究信息平台”项目(一期、二期),通过三年多的努力,在大范围地收集“武夷山十年科考”期间武夷山生物多样性研究的丰硕成果的基础上,系统地整理与核对分散在全国各地的武夷山生物标本,并进行了规范的数字化,建成了首个区域性、综合性、系统性、实用性的生物多样性研究信息平台。该平台的建成是福建省科技创新体系建设的组成部分,平台系统的开通是福建省生态环境科研工作的重大成果。

该平台兼顾普通公众与专业人员的不同需求,采用了较为科学合理的数据采集规范进行武夷山已知物种信息的采集建库,建立了完整而权威的武夷山物种多样性数据库;集成了生物信息、地理信息系统(GIS)、应用数据库、动画和音视频多媒体等技术,综合展现了武夷山植物、动物、微生物的物种信息、标本信息和生境信息,表现方式丰富多彩;应用了科普教育公共服务与专业研究专项服务等方式,满足了不同服务对象的多层次需求;同时,运用了模糊搜索、图片搜索、目录树检索等多种信息检索方式,实现武夷山生物物种信息资源的在线查询,可向全社会提供高效、便捷的武夷山生物多样性数据服务。

本书介绍了该平台的主要建设内容,我相信它的出版,将对宣传、普及、保存、保护和深入研究武夷山生物多样性起到促进作用,为提高社会大众的生物多样性知识水平、促进海峡两岸互动研究以及国际合作作出有益贡献。

全国政协常委
中国致公党中央常务副主席
国际欧亚科学院院士

王钦敏

2012年6月 北京

序 II

福建武夷山位于福建省西北部,介于北纬 $27^{\circ}33' \sim 27^{\circ}54'$ 、东经 $117^{\circ}27' \sim 117^{\circ}51'$ 之间。无论是生态系统多样性,还是物种多样性都非常丰富,是研究生物多样性不可多得的天然基地。早在一百多年前,就有外国生物学家到这里采集标本,先后发现了 600 多个新种。解放前,这一带就是闻名世界的大量动物新种模式标本的产地。目前有大量的新种模式标本保存在美国、德国等地的自然博物馆中。1979 年 6 月,由原福建省科委牵头,福建省武夷山科学考察站(福建省武夷山生物研究所前身)组织全国 43 个单位的生物学家进行大规模综合科学考察,参加人员累计上千人,历时 10 年,这就是我省著名的“武夷山十年科考”。综合考察取得了丰硕的成果,采集各类标本 110 多万号,发现了一批新科、新属、新种及各种珍稀种群,发表了大量的研究论文和学术报告,并出版了一系列的学术专著,填补了我省的一些科研空白,并出版了国内外发行的《武夷科学》。

鉴于武夷山独特的地理位置和丰富的生物资源,福建省科技厅于 2006 年 12 月 30 日正式立项实施福建省科技创新体系与科技资源共享平台计划项目“中国福建武夷山生物多样性研究信息平台建设”。该专项由福建省武夷山生物研究所牵头,联合福建农林大学、福建师范大学、福建省农业科学院、福州大学、福建省武夷山国家级自然保护区管理局及三明真菌研究所等单位,按各生物类群与专业分工分为 4 个专题(植物、动物、微生物、信息系统)、14 个子专题开展研究工作。项目采取分层责任制,由专题负责人协调、督促本专题的实施,子专题责任专家负责本子专题的具体实施。项目主要通过武夷山自然保护区“武夷山十年科考”的成果进行系统总结,收集、整理、规范武夷山已有生物多样性数据,建立武夷山生物多样性数据库群,为生物多样性研究和科普教育提供基础信息与信息共享平台,建成具有福建区域特色、集中开展生物多样性研究的协作共享的开放平台。

平台建设科研人员对“中国福建武夷山生物多样性研究信息平台”项目进行总结和补充,整理出版《中国·福建武夷山生物多样性研究信息平台》一书,以便于生物多样性研究领域工作者、科研人员及生物专业学生了解和使用武夷山生物资源信息共享平台,借鉴武夷山生物多样性研究及信息化技术。我相信该书的出版对武夷山及我省生物多样性研究产生积极的促进作用和深远的影响。

福建省科学技术厅党组书记、厅长
博士、博士生导师、研究员



2012 年 6 月 福州

前 言

武夷山地处中国福建省的西北部、江西省东部,位于福建与江西的交界处,它保存着世界同纬度带最典型、最完整、面积最大的中亚热带森林生态系统及地带性常绿阔叶林,生物种质资源十分丰富,素有“天然植物园”“昆虫世界”“鸟类天堂”“蛇的王国”等美称,是中国 11 个具有全球意义的陆地生物多样性保护的关键地区之一,也是中国东南部唯一的一个关键区。福建武夷山国家级自然保护区是我国第一批公布的五大重点国家级自然保护区之一,也是联合国教科文组织“人与生物圈计划”保护地,被世界野生生物基金会评定为具有全球保护意义的 A 级保护区。武夷山于 1999 年 12 月被联合国教科文组织列入《世界遗产名录》,成为世界“自然和文化遗产”保护地。

武夷山生物物种丰富度高、特有物种多,早已为中外生物学家所关注。19 世纪中叶以来,英国、法国、美国、德国、奥地利、日本等国以及我国众多的动植物学家曾先后进入武夷山采集了数以百万计的动植物标本,其中已发现野生动植物模式标本近千种,上述标本(包括模式标本)分别保存在伦敦、巴黎、纽约、华盛顿、柏林、东京、夏威夷等地的自然博物馆以及我国的福州、北京、上海、广州、南京、成都、西安等高校、科研院所的动植物标本馆和博物馆内。

1979 年 7 月 3 日,国务院批准建立了“福建武夷山国家级自然保护区”,此后,在原福建省科学技术委员会的领导和组织下,开展了由全国 43 个高校及研究(院)所组成、近千人参与的历时 10 年(1979~1989)的大规模综合科学考察活动,先后共采集 115 万份(件)动植物标本,共鉴定出各类生物物种 8 981 种,发现各类生物物种新种达 891 种。

武夷山的十年综合科学考察活动,参加的高校、科研院所的单位和科研人员人数之多、科学考察的时间之长、发现的新物种数之多,实属罕见,在国内外产生了极大的影响。

由于种种原因,十年综合科学考察所采集的大量动植物标本和相关资料分散在全国各地的研究院所、高等院校的动植物标本馆、博物馆和实验室内,部分标本和野外记录册由于管理不善,导致年久损坏、遗失,加之当年参加科考的科学家大都进入耄耋之年,一批老科学家已先后离开人世,许多珍贵的历史资料、动植物标本记录和照片已无从收集和考证。因此,采取先进手段加以抢救性收集、整理、整合和保护,已刻不容缓。

2007 年,在福建省科技厅《福建科技创新体系与科技资源共享平台计划》建设项目——“中国福建武夷山生物多样性研究信息平台建设”的资助下,由福建省武夷山生物研究所主持,福建农林大学植物保护学院、福建师范大学生命科学学院、福州大学福建省空间信息工程研究中心、福建省农业科学院中心实验室、福建省农业科学院植物保护研究所、福建省武夷山国家级自然保护区管理局福建三明真菌研究所等单位参加的“中国福建武夷山生物多样性研究信息平台建设”项目正式启动,研究人员奔赴全国各有关单位动植物标本馆、博物馆广泛收集、整理和拍摄馆藏的武夷山各类群生物物种标本、采集记录信息、“十年综合科学考察”影像资料和历史照片,组织各学科研究人员对武夷山自然保护区进行了补点调查,在此基础上,制定了武夷山各类群生物物种数据采集技术规范,构建了福建武夷山生物多样性基础数据库及分布式数据共享系统,该平台展现了武夷山生物多样性研究的丰硕成果,数据库收录了武夷山动物 7 014 种、植物 2 762 种、微生物 554 种标本的基本信息,以及 1 173 种生物分布的生境照片。通过应用多种信息技术,开发了武夷山生物多样性研究平台、科普教育信息

平台、数据管理系统、珍稀动植物管理地理信息系统和生物多样性虚拟博物馆。

福建武夷山生物多样性研究信息平台经过两期的建设(2007~2009),不仅抢救性地永久保存了馆藏于国内各动植物标本馆的武夷山各种生物物种标本照片、标本基本信息和影像资料,也填补了武夷山乃至福建省在生物多样性研究数字化建设方面的空白,并使其成为中国科学数据库一个区域性、综合性、系统性、实用性的特色节点。

本项目是福建省首次开展针对生物多样性研究的数字化建设,是在传统学科中尝试新的研究方法和工作模式,它前承了武夷山“十年科考”的研究成果,通过信息共享机制,为国内外生物多样性研究提供武夷山丰富的生物物种基础信息,实现对生物物种的动态监测和检测,对政府、科研机构决策和公众教育服务有极大的科学和现实意义。

本书是在吸收了《武夷山自然保护区科学考察报告集》及其他相关研究成果,并在“中国福建武夷山生物多样性研究信息平台建设”项目研究的基础上,通过进一步深入调查并查阅相关资料完成的。全书共分16章,约160余万字。主要内容包括武夷山自然环境、生物多样性研究历史和研究现状、武夷山重要生物种质资源、物种多样性编目、武夷山生物多样性信息系统设计、数据规范与数据组织,并附有武夷山生物标本馆藏信息、武夷山各类珍稀、特有物种以及珍贵的历史照片等,共收录物种11 057种。

本书的写作是集体的研究成果,各章执笔人为:刘剑秋、杨青(前言、第一、二章),肖桂荣(第三、四章),刘剑秋、陈炳华、方玉霖、杨青(第五章),林丹军(第六章),耿宝荣(第七章),陈友玲(第八章),唐兆和、唐庆元(第九章),杨青、陈友玲(第十章),赵健(第十一章),李玥仁、吕新(第十二、十三章),林汝楷、林津添(第十四章),林坚贞(第十五章),林乃铨、刘长明(第十六章),全书由刘剑秋、杨青负责策划、提供编写大纲并完成统稿。

参加本书编写工作的科研人员大都是参加武夷山十年综合科学考察的老一辈科学家的学生,部分人员亲历了十年科考工作,他们在项目的实施过程中,传承了武夷山“十年科考”的研究成果,掌握了大量国内外有关武夷山研究的文献信息,取得了丰富的实践经验,在承担繁重的教学、科研工作的同时,挤出时间完成书稿的撰写工作。由于本书编写时间较短,编著者的学识和业务水平有限,加上出版时间仓促,错误和疏漏之处在所难免,敬请读者不吝批评指正。

本书由福建省科技厅《福建科技创新体系与科技资源共享平台计划》——“中国福建武夷山生物多样性信息平台建设”项目资助出版。

谨以此书献给参加福建武夷山十年(1979~1989)综合科学考察的老一辈科学家。

致谢:对参与“中国福建武夷山生物多样性信息平台”项目及在本书编撰中提供帮助和支持的相关单位及人员表示衷心感谢。感谢武夷山生物研究所的邓浦生、江宝兴、章杰、陈湖、邱红等同志在后勤保障上给予的大力支持。

编 者

2012年3月

目 录

图 版

序 I

序 II

前 言

第一章 福建武夷山国家级自然保护区环境概况·····	1
第一节 保护区的自然环境概况·····	1
第二节 保护区的生物多样性概况·····	4
第二章 福建武夷山生物多样性研究历史·····	8
第一节 外国人研究武夷山生物多样性概况·····	8
第二节 解放前我国生物学家研究武夷山生物多样性概况·····	10
第三节 解放后我国生物学家研究武夷山生物多样性概况·····	11
第四节 福建武夷山(1979~1989)十年综合科学考察概述·····	16
第五节 福建武夷山生物多样性研究信息平台建设(2007~2009)·····	19
第三章 福建武夷山生物多样性研究信息平台设计与研发·····	24
第一节 福建武夷山生物多样性研究信息平台需求与原则·····	24
第二节 福建武夷山生物多样性研究信息平台总体设计·····	25
第三节 福建武夷山生物多样性研究信息平台开发·····	33
第四章 福建武夷山生物多样性研究信息平台数据描述规范与数据组织·····	55
第一节 福建武夷山生物多样性研究信息平台数据描述规范·····	55
第二节 福建武夷山生物多样性信息表达及数据表·····	66
第三节 福建武夷山生物各类群物种数据组织·····	69
第五章 福建武夷山植物物种多样性研究·····	72
第一节 武夷山植物物种多样性研究概况·····	72
第二节 福建武夷山的重要植物资源·····	73
第三节 福建武夷山植物物种多样性编目·····	81
第六章 福建武夷山鱼类物种多样性研究·····	367
第一节 福建武夷山鱼类物种多样性研究概况·····	367
第二节 福建武夷山重要鱼类资源·····	369
第三节 福建武夷山鱼类物种多样性编目·····	374
第七章 福建武夷山两栖动物物种多样性研究·····	382
第一节 福建武夷山两栖动物物种多样性研究概况·····	382

第二节 福建武夷山重要两栖动物资源·····	382
第三节 福建武夷山两栖动物物种多样性编目·····	384
第八章 福建武夷山爬行动物物种多样性研究·····	390
第一节 福建武夷山爬行动物物种多样性研究概况·····	390
第二节 福建武夷山重要爬行动物资源·····	391
第三节 福建武夷山爬行动物物种多样性编目·····	393
第九章 福建武夷山鸟类物种多样性研究·····	402
第一节 福建武夷山鸟类物种多样性研究概况·····	402
第二节 福建武夷山重要鸟类资源·····	404
第三节 福建武夷山鸟类物种多样性编目·····	409
第十章 福建武夷山哺乳类动物物种多样性研究·····	438
第一节 福建武夷山哺乳类动物物种多样性研究概况·····	438
第二节 福建武夷山重要哺乳类动物资源·····	439
第三节 福建武夷山哺乳动物物种多样性编目·····	442
第十一章 福建武夷山病原菌物种多样性研究·····	452
第一节 福建武夷山病原菌物种多样性研究概况·····	452
第二节 福建武夷山重要病原菌物资源·····	452
第三节 福建武夷山病原菌物种多样性编目·····	456
第十二章 福建武夷山粘菌物种多样性研究·····	493
第一节 福建武夷山粘菌物种多样性研究概况·····	493
第二节 福建武夷山重要粘菌资源·····	493
第三节 福建武夷山粘菌物种多样性编目·····	493
第十三章 福建武夷山放线菌物种多样性研究·····	498
第一节 福建武夷山放线菌物种多样性研究概况·····	498
第二节 福建武夷山重要放线菌资源·····	498
第三节 福建武夷山放线菌物种多样性编目·····	498
第十四章 福建武夷山大型真菌物种多样性研究·····	505
第一节 武夷山大型真菌物种多样性研究概况·····	505
第二节 武夷山重要大型真菌资源·····	506
第三节 武夷山大型真菌物种多样性编目·····	510
第十五章 福建武夷山螨类物种多样性研究·····	546
第一节 福建武夷山螨类物种多样性研究概况·····	546
第二节 福建武夷山重要螨类资源·····	549
第三节 福建武夷山螨类物种多样性编目·····	553
第十六章 福建武夷山昆虫物种多样性研究·····	599
第一节 福建武夷山昆虫物种多样性研究概况·····	599
第二节 福建武夷山重要昆虫资源·····	600
第三节 福建武夷山昆虫物种多样性编目·····	602

第一章 福建武夷山国家级自然保护区环境概况

第一节 保护区的自然环境概况

一、地理位置

福建武夷山国家级自然保护区(以下简称保护区)位于中国大陆东南部、福建省北部、武夷山脉北端,武夷山市、光泽县、建阳市和邵武市4县(市)交界处,地理坐标为 $27^{\circ}33' \sim 27^{\circ}54' \text{N}$ 、 $117^{\circ}27' \sim 117^{\circ}51' \text{E}$;东西最宽处相距22 km,南北最长处达52 km;东与武夷山市、南与建阳市和邵武市、西与光泽县毗邻,北与江西省铅山县接壤;总面积 $56\,527 \text{ hm}^2$,其中核心区面积为 $29\,272 \text{ hm}^2$,占保护区总面积的51.8%,缓冲区面积为 $12\,395 \text{ hm}^2$,占保护区总面积的21.9%,实验区面积为 $14\,860 \text{ hm}^2$,占保护区总面积的26.3%(福建省林业调查规划院,2000)。1979年7月3日经国务院批准,被列为国家重点自然保护区。

二、自然条件

1. 地质与地貌

武夷山脉绵亘于闽、赣两省之间,长达530 km,以保护区所在的武夷山市、光泽县和建阳市三县市交界处地势最高,平均海拔在1 200 m以上。保护区主峰——黄岗山,海拔2 158 m,不仅是武夷山脉的最高峰,也是我国大陆东南部的最高峰,它与其他海拔1 500 m以上的数十座山峰共同组成福建省海拔最高的区域。区内海拔最高处达2 158 m,最低处仅300 m,相对高差达1 858 m,地势高低悬殊。保护区内断裂构造十分发达,在其控制之下,形成了许多纵横交错的幽深断裂谷,高山深谷地貌十分明显。沟谷切割的深度一般都在300 m以上,有的超过了500 m,而且坡度均在 $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 甚至以上,最陡处为 80° (福建师范大学地理系,1987;赵修复,1993)。

由于保护区所在的武夷山脉北段西坡陡直,常见悬崖峭壁;东坡舒缓,有层状地形发育,构成了层状地貌。各层之间地貌形态不同,水热状况也有差异,形成了不同的小环境。此外,在保护区境内有多个与武夷山脉山脊线直交或斜交的垭口,如分水关和桐木关等,一方面造成武夷山脉雄峙于福建西北部,对北方冷空气的入侵有一定的屏障作用;另一方面则由于保护区众多垭口的存在,冷空气可以分出许多小股气流而入侵,对小区域的气候造成深刻的影响。因此,保护区形成了地势高、相对高差大、多垭口的地貌特征(赵修复,1993)。

保护区属于武夷山后加里东隆起带。出露最多的岩石是火山岩和花岗岩。常见的火山岩有流纹质晶屑凝灰熔岩和流纹质晶岩屑凝灰熔岩两种,前者分布于黄岗山、先锋岭、挂墩山、大竹岚和三港等地,后者分布于猪母岗、桐木关一带(赵修复,1993),多为组成保护区内高耸的山体和险峻的峭壁。

花岗岩类主要分布在保护区东部,其中出露最广的是中、细粒黑云母花岗岩,见于先锋岭南坡、高桥、双溪口及皮坑口等地。岩石以中粒花岗结构为主,局部为中粗粒花岗结构,其次是细粒花岗岩,出露在三宝山、溪源等地,这两种花岗岩分别代表燕山早期第二阶段第三、四两次岩浆侵入活动(赵修

复,1993)。

花岗岩类多分布在海拔 1 500 m 以下的山体,在铅铜坑和三港以北一带采集到的岩石标本有细粒黑云母花岗岩和花岗斑岩两种。此外,花岗斑岩在保护区内也有较大面积的分布。

保护区的构造以断裂为主,其中最重要的断裂构造为邵武—河源断裂,它控制了武夷山脉的走向及其发育过程。与此断裂相对应的崇安—松溪—宁德北西向断裂也通过保护区,它对溪流流向和地貌发育具有控制作用。另外,还有许多小断裂,它们对保护区内微地貌的形成和发育都有着重要的影响(福建师范大学地理系,1987)。

由于保护区内的断裂构造十分发育,且数量多,在地貌上表现为悬崖、陡壁和幽深的峡谷,也表现在九曲溪的流线上。

根据地貌类型的差异,武夷山国家级自然保护区可划分为中山(海拔在 800 m 以上)、低山(海拔 500~800 m)和丘陵(海拔 500 m 以下)等三大类型。

保护区以中山为主,占保护区总面积的 60%以上,组成岩石为火山岩和花岗岩。其中保护区西部的海拔最高,高度多在 1 800 m 以上,组成岩石以火山岩为主,包括流纹质凝灰熔岩、流纹岩、凝灰岩、英安岩及安山岩等,属于侏罗系南园组(福建师范大学地理系,1987)。从 1 800~2 000 m 处,坡度趋缓,由于海拔高,风力大,导致冷热变化显著,物理风化强烈,风化壳厚度从几厘米到数十厘米不等,草甸土腐殖质层最厚的可达 0.5 m,有机质含量达 10%以上,自然植被除中山草甸外,还有灌草丛和灌丛等类型。

海拔 1 100~1 800 m 之间的二级中山,在保护区内有较大面积的分布,组成岩石以火山岩与花岗岩为主,土壤属山地黄壤,富含有机质。该区域有的地方由于断裂众多而形成地势险峻的悬崖峭壁,植被类型以常绿针阔叶混交林为主,间有少量落叶阔叶树种;稍高处有呈斑块状分布的南方铁杉林,在山坳中,因充填了大量的坡积物,土壤深厚肥沃,且光照、热量及水分等条件较为优越,使该地貌成为保护区森林最茂密、物种最丰富、群落层次最复杂的区域。

海拔 800~1 100 m 的区域,以花岗岩一类的侵入岩为主,部分为火山岩。保护区的溪流多发源于此。该区域的土壤具有山地红壤向山地黄壤过渡的特点。植被类型以常绿阔叶林为主,在地势较为陡峭、土层较薄的区域,则有较多的马尾松林;在海拔较低的地段,则可见大面积的杉木林和毛竹林。

保护区海拔 500~800 m 之间区域属于低山地貌,分布面积约占本保护区总面积的 30%。组成岩石除火山岩和花岗岩外,还有少量变质岩。土壤类型属于山地红壤,其典型基带植被仍是常绿阔叶林,但由于人为开发力度较大,许多区域已被杉木林、马尾松林等针叶林和茶园、油茶林等经济林所取代。

保护区海拔 500 m 以下的区域属于丘陵地貌,主要分布在溪流两岸,分布面积约占保护区总面积的 10%。东部地区的岩石多为变质岩,西部多为火山岩和花岗岩组成,丘陵的风化壳较厚,可达 3~4 m;土壤类型属于红壤,该区域的植被类型以马尾松林、杉木林和毛竹林为主。部分丘陵已辟为茶园(福建师范大学地理系,1987;赵修复,1993)。

2. 气候

在我国气候区划上,保护区属于华中区的浙闽副区,即中亚热带湿润季风气候区,保护区位于武夷山脉北段,该区域属于武夷山脉海拔最高部分,主峰——黄岗山海拔高达 2 158 m,它与区内诸多海拔 1 800 m 以上的山峰组成天然屏障,对气流运动有明显的阻挡作用。冷空气南侵至此常被削弱;暖气流北上时也受到阻滞。由此形成光、热、水条件优越,温暖湿润的季风气候。保护区年平均气温为 8.5~18℃,1 月份平均气温为 -1~6℃,极端最低气温为 -10℃。7 月份平均气温为 16~26℃,极端高温不超过 30℃。年日照时为 1 062.7 h,年平均降水量为 1 486~2 150 mm,年均雨日数为 185 d,暴雨日数为 9 d,一日最大降水量为 140.4 mm;年平均相对湿度为 78%~84%;无霜期 253~273 d,年平均雾日数为 120 d。

保护区具有气温低、降水多、湿度大、雾日长、垂直变化显著等气候特点(何建源,1994)。

3. 水系与水文

保护区所在的武夷山脉是福建闽江水系与江西赣江水系的天然分水岭,是富屯溪、崇阳溪和信江等的许多支流的发源地,由于保护区植被覆盖率高达 96.3%,森林茂密,植被繁盛,河流清澈透明、水质优良。区内有各种溪流 150 多条,属于典型的山地河流,河谷多呈“V”字形,两侧山地逼近河岸,坡度多在 $30^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 或以上,水系呈放射状,河面狭窄。由于保护区是福建降雨量最丰富的区域之一,年降水量在 1 500~2 000 mm 之间,加之河床不透水岩层多,地面坡度大,大部分降水形成径流。据估算,保护区的径流系数大于 70%,径流深度可达 1 500 mm,径流模数在 $40\text{ s}\cdot\text{L}/\text{km}^2$ 以上(赵修复,1993)。因此形成了河床比降大、水流急、雨量充沛、暴涨暴落现象显著、水力资源丰富等特点。

4. 土壤

保护区的土壤类型因母质的不同,地形、高差、区域气候的差异,植被类型的多样性,人为活动的干扰,形成多样性的土壤类型。这当中,既有地带性土壤,也有非地带性土壤;既有自然土壤,也有农业土壤;既有明显的垂直地带性和水平地带性,又有错杂的复域性。根据土壤类型的差异,可分为山地红壤、山地黄红壤、山地黄壤、山地草甸土。

山地红壤分布于海拔 700 m 以下,地形较缓,坡度通常不超过 25° ,年平均气温为 $17\sim 19^{\circ}\text{C}$,年降水量在 1 700~2 000 mm 之间,年相对湿度 75% 左右。植被常以壳斗科植物为建群的常绿阔叶林为主,部分区域已为马尾松林、杉木林和毛竹林所代替。平缓丘陵大多辟为茶园或种植油茶、果树。成土母质以粗晶花岗岩为主,成土过程以红壤化作用为特征。表层有机质含量一般为 3%~6%,全氮含量 0.2%~0.3%,C/H 为 6~13,胡敏酸含量占全土的 0.17%~0.35%,腐殖质残渣含量占全土的 1%~2%,胡敏酸与富里酸比值为 0.3~0.9。

山地黄红壤分布于海拔 700~1 100 m 之间。由于山体多被断裂谷所分割,坡度大,一般可达 $30^{\circ}\sim 40^{\circ}$,年平均气温在 $13\sim 18^{\circ}\text{C}$ 之间,年降水量约 2 000 mm,年相对湿度在 75%~80% 之间。植被从常绿针叶林、针阔叶混交林到常绿阔叶林。成土母质以粗晶花岗岩为主。此类土壤是从黄壤到红壤的过渡型,其性状介于黄壤与红壤之间,上半部土壤性状近于黄壤,下半部土壤性状近于红壤。表层有机质含量 5%~9%,全氮含量 0.25%~0.38%,C/H 为 8~15,胡敏酸含量占全土的 0.24%~0.83%,腐殖质残渣含量占全土的 1%~3%,胡敏酸与富里酸比值一般为 0.2~0.3,交换性酸一般为 10~12 mg 当量/100 g 土。

山地黄壤分布于海拔 1 100~1 800 m 之间。这里坡度大,一般可达 40° 以上,有的地方因受断裂的控制而成为悬崖峭壁,山势险峻。年平均气温在 $11\sim 13^{\circ}\text{C}$ 之间,年平均降水量约 2 200 mm,年相对湿度在 80% 以上。植被类型以针阔叶混交林为主,间有以黄山松和南方铁杉为主要建群种的针叶林。在 1 600~1 800 m 处则可见以江南山柳、薄毛豆梨、波缘红果树、华山矾、箭竹属等为建群种的灌丛。成土母质主要是火山岩,成土作用以黄壤化作用为特征。土壤表层深黑色,疏松,粒状结构,富含有机质。表层有机质含量为 8%~14%,全氮 0.3%~0.7%,胡敏酸一般占全土 0.5%~1%,胡敏酸与富里酸的比值一般为 0.3~0.5,腐殖质残渣占全土的 3%~5%,C/H 为 11~15,交换性酸在 7~16 mg 当量/100 g 土之间。

山地草甸土分布于海拔 1 800~2 158 m 之间。这里坡度约 20° ,山顶起伏和缓,年平均温度仅 8.5°C 左右,年均降水量达 3 000 mm 左右,年平均相对湿度在 85% 以上;由于该区域海拔高、气温低、常年风力大、相对湿度高,太阳辐射较强,乔木植物难以生存,只生长以野青茅、沼原草、芒和野古草等中生禾草类为主要建群种的山地草甸及少量抗逆性强的灌木和矮化的黄山松。成土母质为火山岩,物理风化作用强,化学风化作用弱,土层浅,底层多岩石碎屑。成土过程的特点是有机质大量累积。在不同的地貌部位,分别分布着山地草甸土、泥炭质草甸土和黄壤性草甸土等 3 个亚类(朱鹤健等,1982;赵修复,1993)。

第二节 保护区的生物多样性概况

一、植被多样性

保护区地处中亚热带季风气候区,植被属于泛北极植物区与古热带植物区的过渡地带,这里地形复杂、相对高差悬殊、群峰连绵、植物多样性丰富,区内保存有中国东南大陆现存面积最大、保存最完整的中亚热带森林生态系统,森林覆盖率达到 96.3%。保护区共有常绿阔叶林、落叶阔叶林、常绿落叶阔叶混交林、温性针叶林、暖性针叶林、针阔叶混交林、竹林、灌丛、灌草丛、山地草甸等 11 个植被型,15 个植被亚型,25 个群系组,57 个群系,170 个群丛组(黄友儒、林来官、张清其,1981;赵修复,1993;何建源,1994),基本囊括了我国中亚热带地区所有的植被类型。

常绿阔叶林属于保护区的地带性植被,主要分布在海拔 1 400 m 以下的山坡。在局部向南谷地可以向上延伸到海拔 1 800 m 的高程。常绿阔叶林以终年常绿、中小型革质叶组成林冠为特征,树冠伞形,呈波状起伏。在树种组成上,由单优势种组成的纯林较少,多为多优势种群落。主要建群种包括米槠、丝栗栲、钩栲、蕈树、甜槠、青冈、木荷、多脉槠等壳斗科、山茶科和金缕梅科植物。群落包括乔木层、灌木层和草本层,乔木层常分 2~3 个亚层,灌木层含 1~2 个亚层。

落叶阔叶林为温带和暖温带地区的地带性植被,在保护区内落叶阔叶林分布面积较小,层片分布不明显,主要分布在中山山坡上部、阴湿的沟谷和河流两岸,保留着残存的小面积林分。主要建群种包括安息香科的安息香、野茉莉,桦木科的亮叶桦,壳斗科的白栎、东南石栎,八角枫科的长毛八角枫等。该群落季相明显,春萌、夏绿、秋黄、冬枯,结构较简单,层次不明显,组成种类混杂;郁闭度较低,主干分枝较多,林冠参差不齐,呈现出明显的次生性状。

常绿落叶阔叶混交林是以常绿与落叶两类阔叶树为共优势种组成的混交林,属于北亚热带的地带性森林植被类型。在保护区的常绿落叶阔叶混交林零星分布在中山地带,垂直分布在 800 m 以上的高程,其分布上限与落叶阔叶林或针阔叶混交林相接,分布下限与常绿阔叶林相接,该群落的形成也有部分是森林受到干扰而形成的,如常绿阔叶林经择伐后,喜光落叶树侵入而形成混交林,因而群落具有次生性质。这一类型的垂直分布高程,无明显的规律性。该群落包括乔木层、灌木层和草本层三个层次,有些还有苔藓活地被层。该群落的建群种,常绿树有甜槠、青冈、丝栗栲;落叶树种有安息香、亮叶桦、白栎、长毛八角枫、东南石栎等。

温性针叶林属于中亚热带典型山地针叶林类型,在保护区主要指以黄山松、南方铁杉等亚热带温性针叶树种为建群种的群落。黄山松主要分布在海拔 1 200~1 900 m 的山地,在土层较厚的山坡,普遍生长良好,主干挺直、枝叶茂盛,随着海拔的升高,尤其在风力变大、土层较薄的区域,呈现出主干变矮、变粗、树干成风旗型,整个群落呈矮林相。南方铁杉群系主要分布在海拔 1 500~1 800 m 高程,由于该区域山高谷深、地势险峻,人为干扰较少,南方铁杉树体高大、群落结构完整。此外,在海拔 1 500~1 700 m 处,也可见由黄山松、南方铁杉和柳杉组成的混交林。

暖性针叶林主要分布在低山、丘陵地带,建群种喜温暖湿润的气候条件,其林相高大整齐、立木端直、层次分明、结构简单。在保护区主要包括马尾松林、杉木林。马尾松林在保护区 1 200 m 以下的山地丘陵有广泛分布,其上限与黄山松相接。天然杉木林分布较少,仅在部分沟谷、山坳保存小面积的天然林。在海拔 300~1 100 m 之间的山坡、谷地,也可见片段化分布的马尾松与杉木混交林和杉木与毛竹混交林。

温性针阔叶混交林主要分布在海拔 1 100~1 700 m 之间,在保护区分布的针阔叶混交林大多数为天然次生林,由于林龄差异大、林相多不整齐,有些群落甚至数代共生,形成多层异龄复层林。分布在海拔相对较高的混交林,群落结构较为稳定。根据建群种的不同,保护区的针阔叶混交林主要包括杉木+木荷混交林、马尾松+木荷混交林、黄山松+福建山樱花混交林和黄山松+木荷混交林等

群系。

竹林是某一种竹种构成单优势种的群落,属于阔叶林型植被组内一个独立的植被型。保护区的竹类资源十分丰富,有 12 属 30 多种,竹林面积达 7 200 hm² 以上。根据海拔的差异,保护区的竹林可分为 3 个群系带,分布于海拔 200~600 m 之间的属于低山丘陵热带竹林群系带,主要包括茶竿竹群系、矮竹群系、荊竹群系等;分布于海拔 600~1 600 m 之间的属于中低山暖性竹林群系带,该类型除在保护区分布最广、个体数量最多的毛竹群系外,还包括刚竹群系、桂竹群系、苦竹群系、水竹群系、阔叶箬竹群系和肿节少穗竹群系;分布于海拔 1 600~2 158 m 之间的属于中山温性竹林群系带,包括毛玉山竹群系、箭竹群系和华箬竹群系。

山地矮曲林主要分布在黄岗山海拔 1 700~1 990 m,坡度 35° 以下的坡麓或坳谷。由于矮曲林的林冠致密,林内阴湿、树干和地面附生大量苔藓植物,故又称山地苔藓矮曲林。该林因海拔高度、地形的不同以及人为干扰程度的差异,可分为三种类型:① 以常绿阔树种为主的矮曲林,它因所处海拔较低,气候较温暖而成型;② 以落叶阔叶树种为主的矮曲林,它位于山体的突出部,水分流失较易,生境条件较差,加之所处海拔较高,气温较低而成型;③ 落叶常绿阔叶混交林,它们分布的海拔较高的低地和坳谷,土层较厚,且多积水,故而成型,该类型林内的苔藓植物较多。

山地草甸分布在保护区海拔 1 800 m 以上的山顶或缓坡地,以黄岗山最为典型。该群落的特点是建群层片都是由多年生、中生禾草类组成。由于海拔高、气温低、风力大,乔木和灌木难以生长,草甸深厚的枯枝落叶层和致密的草丛阻碍了林木种子的萌发,因而形成了山地草甸。该群落以野青茅、沼原草、芒、野古草以及一些苔草属植物为建群种。群落总盖度为 80%~95%,草甸中部分地段伴生的灌木有黄山松幼树、薄毛豆梨、波缘红果树及江南山柳等(黄友儒、林来官,1981;赵修复,1993;何建源、林建丽、刘初铤等,2004)。

二、植物多样性

根据国内外数十年以来对武夷山地区的野外调查,植物标本采集、鉴定、整理,统计本区共有高等植物 2 788 种(含亚变种),隶属于 272 科、1 045 属,占福建高等植物总种数 5 360 种的 52.0%(刘剑秋、曾从盛,2010)。其中有苔藓植物 70 科、345 种,占福建苔藓植物总种数 521 种的 66.2%;蕨类植物 37 科、92 属、304 种,占福建蕨类植物总种数 410 种的 74.2%(何建源、林建丽、刘初铤等,2004)。裸子植物 7 科、26 种,占福建裸子植物总种数 69 种的 37.7%;被子植物 152 科、2 114 种(包括亚、变种),占福建被子植物总种数 4 360 种的 48.9%(林来官,1980、1985、1987、1989、1992、1994;林来官、林有润、张永田,1981;何建源、兰思仁、刘初铤,1994)。此外,还有地衣 13 科、35 属、100 种;藻类 8 门、45 科、124 属、239 种(梁良弼,1994);大型野生真菌 441 种,隶属于 58 科 133 属,其中子囊菌门为 8 科 11 属 21 种;担子菌门为 50 科 122 属 420 种。在上述种类中,既有大量亚热带的种类,也有从北方温带分布到这里的种类和从南方热带延伸到这里种类,具有很高的植物物种丰富度。其中属于国家Ⅰ级保护的植物有银杏(*Ginkgo biloba*)、水松(*Glyptostrobus pensilis*)、南方红豆杉(*Taxus wallichiana* var. *mairei*)、伯乐树(钟萼木)(*Bretschneidera sinensis*) 4 种,属于国家Ⅱ级保护的植物有香榧(*Torreya grandis*)、凹叶厚朴(*Magnolia officinalis* subsp. *biloba*)、观光木(*Tsoongiodendron odorum*)、闽楠(*Phoebe bournei*)、浙江楠(*Phoebe chekiangensis*)、野大豆(*Glycine soja* var. *albiflora*)、蛛网萼(*Platycrater arguta*)、水蕨(*Ceratopteris thalictroides*)等 19 种。列入《中国植物红皮书》(第一册)的珍稀濒危植物种类有银杏(*Ginkgo biloba*)、白豆杉(*Pseudotaxus chienii*)、钟萼木(*Bretschneider sinensis*)、鹅掌楸(*Liriodendron chinensis*)、天女花(*Magnolia sieboldii*)、银钟树(*Helesia macgregorii*)、半枫荷(*Semiliquidambar cathayensis*)、南方铁杉(*Tsuga chinensis* var. *tchekiangensis*)等 28 种。

保护区是我国重要的模式标本产地之一。数十年来国内外植物学家在武夷山地区采集研究的结果,共发表新种(包括亚、变种)47 种,分别为苔藓植物 5 种、蕨类植物 14 种、种子植物 28 种(赵修复,

1993;郑成洋,2003)。其中武夷山鳞毛蕨(*Dryopteris wuyishanensis*)、武夷瘤足蕨(*Plagiogyria chinensis*)、黄岗山鳞毛蕨(*Dryopteris huanganshanensis*)、福建假稠李(福建臭樱)(*Maddnia fujianensis*)、武夷杜鹃(*Rhododendron wuyishanicum*)、武夷山玉山竹(*Yushania wuyishanensis*)等41种为武夷山地区特有种。

三、动物多样性

根据中国动物地理区划,保护区属东洋界华中区东部丘陵平原亚区(张荣祖,1999),保护区复杂的生态环境、多样的自然生态系统、鲜明的垂直地带谱、丰富的植物多样性、茂密的森林植被,加之较长时期以来保护区人为干扰较少,为各类野生动物的栖息、觅食和繁殖提供了理想的场所。根据历年来的研究资料统计(赵修复,1993;何建源、兰思仁、刘初钿等,1994),保护区内有哺乳类动物73种,隶属于8目21科42属,占福建哺乳类动物总种数147种的49.7%(陈友铃、张秋金、杨青,2009);鸟类268种,分隶于18目49科160属,占福建省鸟类总种数550种的48.7%(唐兆和、陈友铃、唐瑞干,1996);爬行类动物77种,隶属于2目13科43属,占福建省爬行类动物总种数123种的62.3%(陈友铃、张秋金、徐辉,2009);两栖类动物35种,隶属于8科20属,占福建省两栖类动物总种数46种的76.1%(耿宝荣,2004)。保护区共有淡水鱼类65种,隶属于5目12科42属,占福建省淡水鱼类总种数202种的32.2%(福建鱼类志编写组,1984、1985;刘剑秋、曾从盛,2010)。保护区昆虫种类繁多,现已定名的昆虫有31个目,341个科,4635种,占全国已定名昆虫总数的五分之一(赵修复,1993)。保护区有陆生贝类60种,分属于4目18科34属,其中有新种1个,即蛹形弯螺(*Sinoennea pupoidea* sp. nov),国内新记录种2个,即微小柱螺(*Palaina pusilla*)、多节果瓣螺(*Carychium noduliferum*),另有福建新记录种33个(周卫川、林晶、肖琼,2011)。

保护区不仅是福建省野生动物最为丰富的区域,也是国家和省级重点保护动物的荟萃之地。根据研究资料统计,保护区内属国家重点保护动物有60种,其中属于国家Ⅰ级保护动物有9种,即:金斑喙凤蝶(*Teinopalpus aureus*)、黄腹角雉(*Tragopan caboti*)、黑鹇(*Ciconia nigra*)、白颈长尾雉(*Syrnaticus ellioti*)、中华秋沙鸭(*Mergus squamatus*)、黑麂(*Muntiacus crinifrons*)、云豹(*Neofelis nebulosa*)、金钱豹华南亚种(*Panthera pardus fusca*)、华南虎(*Panthera tigris amoyensis*)。

保护区属于国家Ⅱ级保护动物有尖板曦箭蜓(*Heliogomphus retroflexus*)、拉步甲(*Carabus lafossei*)、硕步甲(*Carabus davidi*)、花鳗鲡(*Anguilla marmorata*)、虎纹蛙(*Hoplobatrachus rugulosus*)、凤头鹃隼(*Aviceda leuphotes syama*)、黑翅鸢(*Elanus caeruleus vociferus*)、苍鹰(*Accipiter genrilis schvedowl*)、林雕(*Ictinaetus malayensis*)、红翅绿鸠(*Treron sieboldii sororius*)、褐翅鸦鹃(*Centropus s. sinensis*)、黄嘴角鸮(*Otus spilocephalus latouchei*)、藏酋猴(*Macaca thibetana*)、猕猴(*Macaca mulatta*)、中国穿山甲(*Manis pentadactyla*)、黑熊(*Selenarctos thibetanus*)、大灵猫(*Viverra zibetha swinhoe*)、金猫(*Profelis temmincki*)、鬃羚(*Naemorhedus sumatraensis*)等51种(陈昌笃,1999)。

保护区内属于福建省级重点保护动物有鳗尾鲢(*Liobagrus anguillicauda*)、滑鼠蛇(*Ptyas mucosus*)、眼镜蛇(*Naja naja*)、眼镜王蛇(*Ophiophagus hannah*)、大白鹭(*Egretta alba modesta*)、白鹭(*Egretta g. garzetta*)、三宝鸟(*Eurystomus orientalis calonyx*)、家燕(*Hirundo rustica gutturalis*)、金腰燕(*Hirundo daurica japonica*)、画眉(*Garrulax c. canorus*)、黄鼬(*Mustela sibirica*)、豹猫(*Felis bengalensis*)、毛冠鹿(*Elaphodus cephalophus*)等20多种。

保护区作为众多模式标本的产地而闻名于世,从1873年法国生物学家、耶稣教神甫Père Armand David率先在武夷山采集动物标本至今约140年以来,中外生物学家在保护区发现的生物新种(包括亚、变种)近千种,其中昆虫新种模式标本达700多种,脊椎动物新种模式标本近百种。许多模式标本以崇安(武夷山市)、三港、挂墩、福建命名,如崇安髭蟾(*Vibrissaphora liui*)、崇安湍蛙(*Amolops chunganensis*)、崇安斜鳞蛇(*Pseudoxenodon karlschmidti*)、三港雨蛙(*Hyla*

sanchiangensis)、挂墩后棱蛇(*Opisthotropis kuatunensis*)、武夷巨腿螳(*Hestiasula wuyishana*)、武夷厚唇鱼(*Acrossocheilus (Lissochilichthys) wuyiensis*)、福建钝头蛇(*Pareas stanleyi*)、福建丽纹蛇(*Calliophis kelloggi*)等。在保护区这样一个仅5万多 hm^2 的区域,生物多样性如此丰富,并产生数量众多的新种模式标本,实属世界罕见。为此,国务院环境保护委员会讨论通过向世界公布的《中国生物多样性国情研究报告》中,该区域及毗邻地区被确定为中国陆地11个具有全球意义的生物多样性保护的关键区之一,这也是我国东南部唯一的生物多样性保护关键区(中国生物多样性国情研究报告编写组编,1998)。

福建武夷山国家级自然保护区所在区域自第四纪以来地体不断抬升,成为我国东南大陆中地势最高的区域,由于上升的不平衡性和河流沿断裂的强烈下切,造成了相对高差悬殊、山体峻峭、沟谷深切的特殊地貌,加之第四纪以来保护区所在区域受冰期和间冰期的影响有限,因此,该区域自中更新世以来就是一个温暖湿润、环境多样的区域。它不仅为本土动植物提供了赖以生存和繁衍的场所,也为冰期从北方迁移来的温带种属提供“避难所”(赵修复,1993)。因此,保护区内的物种多样性十分丰富,它既是我国大陆东南部生物多样性最丰富的地区,亦被中外生物学家誉为“生物模式标本的重要产地”。

参 考 文 献

- 陈友铃,张秋金,徐辉. 2009. 福建省爬行动物区系及地理区划. 四川动物, 28(6): 928-932.
- 陈友铃,张秋金,杨青. 2009. 福建哺乳动物区系研究. 福建林业科技, 36(2): 23-30.
- 陈昌笃. 1999. 论武夷山在中国生物多样性中的地位. 生物多样性, 7(4): 320-326.
- 福建鱼类志编写组. 1984. 福建鱼类志(上卷). 福州: 福建科学技术出版社.
- 福建鱼类志编写组. 1985. 福建鱼类志(下卷). 福州: 福建科学技术出版社.
- 福建师范大学地理系. 1987. 福建自然地理. 福州: 福建人民出版社.
- 福建省林业调查规划院. 2000. 福建武夷山国家级自然保护区总体规划(2001~2010). 20-21.
- 耿宝荣. 2004. 福建省两栖类物种多样性评估. 生物多样性, 12(6): 618-625.
- 何建源,林建丽,刘初钿,等. 2004. 武夷山自然保护区蕨类植物物种多样性与区系的研究. 福建林业科技, 30(4): 40-43.
- 何建源,兰思仁,刘初钿,等. 1994. 武夷山研究——自然资源卷. 厦门: 厦门大学出版社.
- 黄友儒,林来官. 1981. 武夷山自然保护区的植被类型. 武夷科学, 1卷: 28-46.
- 林来官. 1980, 1985, 1987, 1989, 1992, 1994. 福建植物志(1~6册). 福州: 福建科学技术出版社.
- 林来官,林有润,张永田. 1981. 武夷山自然保护区维管束植物名录. 武夷科学, 1卷增刊: 1-25.
- 刘剑秋,曾从盛. 2010. 福建湿地及其生物多样性. 北京: 科学出版社.
- 刘初钿. 1995. 福建及武夷山新记录植物. 武夷科学, 12: 150-151.
- 唐兆和,陈友铃,唐瑞干. 1996. 福建省鸟类区系研究. 福建师范大学学报(自然科学版), 12(2): 77-87.
- 张荣祖. 1999. 中国动物地理. 北京: 科学出版社. 299-392.
- 赵修复. 1993. 武夷山自然保护区科学考察报告集. 福州: 福建科学技术出版社.
- 郑成洋. 2003. 福建武夷山自然保护区珍稀、濒危和特有植物及其分布. 福建林业科技, 30(3): 54-58.
- 郑辑,丁汉波,张震. 1981. 武夷山自然保护区爬行动物初步调查. 武夷科学, 1: 132-136.
- 中国生物多样性国情研究报告编写组. 1998. 中国生物多样性国情研究报告. 北京: 中国环境出版社.
- 周卫川,林晶,肖琼. 2011. 武夷山自然保护区陆生贝类物种多样性研究. 福建林业科技, 38(3): 1-7.
- 朱鹤健等. 1982. 武夷山土壤垂直分布和特征. 武夷科学, 2: 152-162.