

森林空间结构分析

Analysis of Forest
Spatial Structure | 汤孟平 陈永刚 著
徐文兵 赵明水



科学出版社

森林空间结构分析

汤孟平 陈永刚 徐文兵 赵明水 著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是关于森林空间结构分析理论、方法与应用的专著。本书详细介绍了森林空间数据采集与森林空间结构分析的理论与方法,提出了基于GIS的森林空间结构分析新方法,重点论述了基于GIS的森林空间结构优化调控模型的建立与求解,并给出了森林空间结构分析理论与方法的具体应用实例。

本书可供农林院校师生、林业科技人员和相关决策人员阅读使用。

图书在版编目(CIP)数据

森林空间结构分析 / 汤孟平等著. —北京:科学出版社,2013

ISBN 978-7-03-037388-5

I. ①森… II. ①汤… III. ①林分组成-空间结构-结构分析
IV. ①S718.45

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第087309号

责任编辑:张会格 付 聪 / 责任校对:桂伟利

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:耕者设计工作室

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>

新科印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013年5月第一版 开本:B5(720×1000)

2013年5月第一次印刷 印张:10 1/2 插页:1

字数:200 000

定价:68.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

序

森林经营的目的是培育健康的、稳定的森林生态系统,以便最大限度地发挥森林的多种效益。一个健康稳定的森林生态系统都有合理的结构,包括非空间结构和空间结构。传统的森林经营关注森林的非空间结构,如树种组成、林分密度、直径和树高结构等。现代森林经营开始强调森林的空间结构,如林木空间分布格局、树种混交、树木竞争等。目前,我国森林资源质量低下的局面仍未改变,其中森林结构不合理是重要原因。该书通过对森林空间结构的研究,揭示了森林空间结构与森林生长发育及森林功能的关系,为调控不合理的森林空间结构提供依据。

要提高我国森林的质量,对森林空间结构进行优化调控是一种重要手段,这需要有理论与技术创新的支撑。多年来,该书作者通过持续开展森林空间结构与功能关系的研究,提出了一个实用的森林空间结构分析的理论体系,发展了基于地理信息系统的森林空间结构分析方法,分析了常绿阔叶林和近自然毛竹林的空间结构的重要特征,并建立了相应的空间结构优化调控模型。这些进展加深了对森林结构与功能关系的认识,对提高我国森林经营管理水平有重要参考意义。

该书反映了未来森林经营管理的精准化、结构化和最优化发展趋势,也体现了林学与生态学、地理信息科学、数学等学科交叉与结合的特点。在该书出版之际,我表示祝贺。我相信该书对林学、生态学、地理信息系统或其他相关专业的本科生、研究生、教学和科技人员是一本很好的教材或参考书。

唐守正

中国林业科学研究院首席科学家

中国科学院院士

前 言

森林是实现环境与发展相统一的纽带。森林不仅可以提供人类生存与发展的物质产品和服务,而且在维护全球生态平衡和保护生物多样性中具有重要作用。因此,如何经营管理森林以持续发挥森林的多种功能,一直是研究的焦点问题。森林结构决定其功能,维持森林结构的最佳状态是持续发挥森林多种功能的基本前提。

森林空间结构是基于树木位置的结构,它是影响森林健康与稳定的重要结构。掌握森林空间结构分析方法,制定合理的经营措施,优化和调控森林空间结构,是持续发挥森林多种功能的有效途径。以精准化和最优化为核心的森林空间结构分析理论与方法是对传统森林经营管理理论的新发展,代表着未来森林经理发展的方向。

本书详细阐述了森林空间结构分析的基本理论、分析方法和最新研究进展,并用实例说明其具体的应用。本书共分9章:第1章绪论,主要介绍森林空间结构研究的现状和发展趋势;第2章研究区概况,介绍主要研究区的自然条件和人文历史;第3章样地测设与树木空间数据采集,介绍森林空间结构研究的常用仪器设备、数据采集和数据质量分析方法;第4章森林空间结构分析的基本理论,介绍森林空间结构的概念和常用森林空间结构分析指数;第5章基于GIS的森林空间结构分析,介绍基于GIS的空间分析功能进行森林空间结构分析的新方法;第6章常绿阔叶林的空间结构特征,详细分析了浙江天目山国家级自然保护区常绿阔叶林的空间结构特征,包括林木空间分布格局、树木竞争和树种混交等;第7章天目山近自然毛竹林的空间结构,以浙江天目山国家级自然保护区内的近自然毛竹林为研究对象,阐明了毛竹林的生长状态、毛竹林空间结构及其与生物量的关系;第8章森林空间结构优化调控模型,以云冷杉林、常绿阔叶林和毛竹林为例,介绍了森林空间结构优化调控的一般模型,以及基于GIS的森林空间结构优化调控模型的建立与求解;第9章森林空间结构分析系统,介绍了基于GIS技术开发的森林空间结构分析系统,包括系统设计思想和功能模块等。

本书第1章、第4~第8章由汤孟平执笔,第2章由赵明水执笔,第3章由徐文兵执笔,第9章由陈永刚执笔,全书由汤孟平审核。

本书内容是第一作者在读博士学位期间(2000~2003)研究工作的继续,衷心感谢其导师、著名森林经理学家、中国林业科学研究院研究员、中国科学院院士唐守正先生的悉心指导!对在前期研究工作中提供帮助的中国林业科学研究院资源

信息研究所的老师及汪清林业局金沟岭林场科研组的成员表示感谢! 对后期研究工作中,浙江天目山国家级自然保护区管理局的领导和技术人员提供的大力支持表示感谢!

浙江农林大学森林经理学科的全体教师以各种方式支持本研究的开展。特别是施拥军、吴亚琪两位教师参加了样地设置和外业调查,对他们的支持表示衷心的感谢! 参加外业调查的还有硕士研究生方国景、邓英英、娄明华、仇建习、沈利芬,以及林学 021、022、031、032、033、041、042、043、061,地信 041、051、052、062、071、072、082,城规 021、022、031、032 等班级的部分同学,在此一并表示感谢!

本书内容是国家自然科学基金项目(31170595、30871963、30471390)和浙江省自然科学基金项目(Y3080261、Y305261)共同资助的研究成果。此外,本书还获得浙江省科技厅面上项目(2009C32063)、浙江省重点科技创新团队项目(2010R50030)和教育部留学回国人员科研启动基金项目的资助。在此一并表示感谢!

本书在多个基金项目支持下集成作者多年潜心研究的成果。限于作者的学识水平,书中难免有疏漏和不足之处,敬请读者批评指正。

著 者

2012年12月29日于浙江临安

目 录

序

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 森林空间结构研究现状	1
1.2 森林空间结构研究趋势	3
第 2 章 研究区概况	4
2.1 自然条件	4
2.1.1 地理位置	4
2.1.2 地质地貌	4
2.1.3 气候	4
2.1.4 土壤	4
2.1.5 生物资源	5
2.1.6 古树名木	6
2.1.7 森林资源	6
2.2 人文历史	6
第 3 章 样地测设与树木空间数据采集	8
3.1 引言	8
3.2 仪器设备.....	10
3.2.1 概述	10
3.2.2 全站仪的结构	10
3.2.3 南方 NTS355 型全站仪操作方法	11
3.3 数据采集方法.....	13
3.3.1 样地布设方法	13
3.3.2 全站仪双边交会法测量原理	13
3.3.3 样地边桩测设和每木定位的方法	14
3.4 数据质量分析.....	16
3.4.1 测量精度分析	16
3.4.2 测量误差控制	17
3.5 小结.....	18

第 4 章 森林空间结构分析的基本理论	21
4.1 森林空间结构的概念	21
4.2 林木空间分布格局	22
4.2.1 聚集指数	22
4.2.2 Ripley's $K(d)$ 函数	23
4.3 竞争分析	26
4.3.1 竞争指数	26
4.3.2 大树均匀分布的竞争格局	27
4.3.3 竞争指数与竞争方式	28
4.3.4 竞争指数的性质	31
4.4 混交度	31
4.4.1 简单混交度	32
4.4.2 树种多样性混交度	33
4.4.3 两种混交度的比较	34
第 5 章 基于 GIS 的森林空间结构分析	36
5.1 概述	36
5.2 竞争分析	36
5.2.1 问题提出	36
5.2.2 竞争单元	38
5.2.3 竞争指数	38
5.2.4 边缘矫正	39
5.3 混交度分析	39
5.3.1 问题提出	39
5.3.2 混交度计算	39
5.3.3 边缘矫正	40
5.3.4 全混交度	40
5.4 空间分布格局分析	50
第 6 章 常绿阔叶林的空间结构特征	51
6.1 引言	51
6.2 林木空间分布格局	51
6.2.1 研究方法	51
6.2.2 结果分析	53
6.3 树木竞争	61
6.3.1 研究方法	61
6.3.2 结果分析	62
6.4 树种混交	66

6.4.1	研究方法	66
6.4.2	结果分析	67
6.5	小结	71
第7章	天目山近自然毛竹林的空间结构	72
7.1	引言	72
7.2	研究方法	73
7.2.1	固定样地调查	73
7.2.2	毛竹林生长状态	73
7.2.3	空间结构单元及其边缘校正	74
7.2.4	空间结构指数	74
7.2.5	毛竹林生物量	75
7.2.6	主成分分析	76
7.3	结果分析	76
7.3.1	毛竹林生长状态分析	76
7.3.2	毛竹林年龄结构特征	76
7.3.3	对象竹的最近邻竹株数与生物量的关系	78
7.3.4	竞争指数与生物量的关系	78
7.3.5	年龄隔离度与生物量的关系	80
7.3.6	聚集指数与生物量的关系	80
7.3.7	空间结构指数主成分分析	80
7.4	小结	82
第8章	森林空间结构优化调控模型	83
8.1	引言	83
8.2	森林空间结构优化调控一般模型	85
8.2.1	目标函数的确定	85
8.2.2	约束条件的设置	87
8.2.3	模型建立	89
8.2.4	模型求解	91
8.2.5	云冷杉林空间结构优化调控模型	92
8.2.6	小结	104
8.3	常绿阔叶林空间结构优化调控模型	105
8.3.1	模型建立	105
8.3.2	模型求解方法	109
8.3.3	空间结构单元与边缘矫正	109
8.3.4	研究区与样地调查	111
8.3.5	模型参数确定	111

8.3.6	模型求解	112
8.3.7	结果与分析	113
8.3.8	小结	116
8.4	毛竹林空间结构优化调控模型	117
8.4.1	模型建立	118
8.4.2	空间结构单元与边缘矫正	121
8.4.3	研究区与样地调查	121
8.4.4	模型初始参数	121
8.4.5	模型求解	122
8.4.6	结果与分析	122
8.4.7	小结	125
第9章	森林空间结构分析系统	126
9.1	系统概述	126
9.1.1	软件设计思想	126
9.1.2	系统主要功能与特点	126
9.2	需求分析	126
9.2.1	森林空间结构	126
9.2.2	林分三维可视化	127
9.2.3	软件功能扩展	127
9.3	系统功能模块设计	127
9.3.1	功能设计	127
9.3.2	数据库设计	128
9.3.3	关键技术	129
9.3.4	接口设计	129
9.4	关键功能模块技术细节	130
9.4.1	森林空间结构分析	130
9.4.2	林分三维可视化	135
9.4.3	软件功能扩展	136
9.5	系统主要功能模块介绍	136
9.5.1	地图基本操作	136
9.5.2	数据管理	137
9.5.3	分析功能	138
9.5.4	场景操作	143
9.5.5	插件管理	145
参考文献		147
图版		

第 1 章 绪 论

1.1 森林空间结构研究现状

森林空间结构是森林生长过程的驱动因子,对森林未来的发展具有决定性作用(Pretzsch,1997)。试图促进森林发展的干扰(如择伐)主要表现为改变森林空间结构(Pommerening,2006)。近年来,欧洲林业发达国家(如德国、英国等)为把大面积生态经济效益低的针叶纯林转变为生物多样性和稳定性高的阔叶混交林,纷纷开展以择伐为主要措施的森林空间结构调整研究(Kerr,1999;Hanewinkel and Pretzsch,2000;Spathelf,2003;Aguirre *et al.*,2003;Kint *et al.*,2003)。而北美国家则注重森林空间结构分析,为森林生长和林分动态模拟提供依据(Antos and Parish,2002;Beland *et al.*,2003;North *et al.*,2004)。这些研究表明,森林空间结构是森林经营的关键要素,已成为研究的焦点。

森林空间结构分析和比较是目前最活跃的研究领域。Aguirre 等(2003)用 50 m×50 m 的固定样地研究了墨西哥 Durango 天然林的混交度,结果表明,奇瓦瓦云杉(*Picea chihuahuana*)、内华达白冷杉(*Abies durangensis*)和墨西哥柏木(*Cupressus lindleyi*)的混交度分别为 0.95、0.8 和 0.47,说明存在较大的种间隔离差异。Beland 等(2003)采用 Hegyi(1974)竞争指数分析了加拿大魁北克的加拿大短叶松(*Pinus banksiana*)纯林、加拿大短叶松与白杨(*Populus tremuloides*)和美洲桦(*Betula papyrifera*)混交林的种内、种间竞争关系,结论认为,白杨和桦树的竞争降低了加拿大短叶松的密度。Pommerening(2006)采用来自德国、希腊、威尔士的 4 个大小不等的样地(50 m×50 m、40 m×30 m、50 m×40 m、22 m×12 m),用聚集指数、混交度等多个空间结构指数对森林空间结构进行了描述,给出了多尺度、多指数的森林空间结构比较分析方法。

现有森林空间结构研究的另一个显著特点是模拟研究。由于树木生长周期长,短时间内难以得出一般性结论,模拟就成为理解森林空间结构和动态的重要手段(Courbaud *et al.*,2001)。在德国,大面积针叶同龄纯林经营的生态效益和经济效益不理想,国家林业局倡导采用近自然林业思想把同龄纯林转变为异龄混交林,但由于缺乏相关研究基础,对大面积森林类型转变的效果尚难以估计。于是,Hanewinkel 和 Pretzsch(2000)采用模拟欧洲云杉(*Picea abies*)从同龄纯林转变为异龄混交林的方法,模拟中采用了聚集指数、分隔指数和 Shannon-Wiener 指

数等,转变的主要措施是择伐劣质的优势或亚优势木,转变后的异龄混交林空间结构得到了明显改善,生物多样性指数提高。与此类似,Kint(2005)对欧洲赤松(*Pinus sylvestris*)老龄林转变为阔叶混交林进行模拟研究,应用了聚集指数、分隔指数和混交度等空间结构指数,结果表明,森林转变类型后,各树种的混交度有增加趋势,分布格局从聚集或均匀分布转向随机分布,树木大小多样性提高。可见,森林类型转变不仅要改变树种组成,而且要关注空间结构,目标应当是近自然的结构与功能最优。Courbaud等(2001)模拟了不同择伐方式包括单株择伐和团状择伐对法国阿尔卑斯山欧洲云杉异龄林空间结构与生长的影响。两种择伐方式采伐参数相同,每公顷采伐80株,采伐木胸径47 cm。结果表明:单株择伐增加树木间距,有利于大树(胸径45~50 cm)生长;团状择伐改善光照条件,有利于中等树木(胸径25~30 cm)生长及幼树更新。研究认为,择伐是异龄林经营的关键,也是森林空间结构调整的主要措施。

森林空间结构指数应用于制定森林经营措施的研究还十分少见。一个典型的例子是Kint等(2003)研究通过择伐把针叶林转变为阔叶混交林后森林空间结构的变化。研究中,用聚集指数和混交度等分析比利时Ravels(1908年,人工造林)和Hechtel(1907年,人工造林)两地的欧洲赤松人工林的空间结构变化。Ravels的人工林在1960~1993年多次择伐,代表人为干扰的结果;Hechtel的人工林没有人为干扰,代表竞争和自然稀疏的结果。固定样地面积均为1 hm²,分别于1992年和1998年进行两次调查。结果表明,两个样地的聚集指数表现出相似的特点,各树种呈随机或均匀分布趋势,没有一个树种是聚集分布。这是长期随机择伐(Ravels)、竞争与自然稀疏(Hechtel)的结果。强度择伐使Ravels的欧洲赤松接触其他树种的可能性提高,使其混交度增加。而Hechtel,由于竞争引起夏栎(*Quercus robur*)死亡,也提高了这个树种的混交度。同时指出,优势树种具有较低的混交度,因为其最近邻木中较少有其他树种。Kint等(2003)的研究结果表明,可以把空间结构指数用于监测经营措施和自然竞争对森林结构的影响,并预测其发展趋势。Kint等(2003)还建议,森林空间结构研究首先应选择未受干扰的森林(如自然保护区),因为掌握森林自然过程对近自然林业十分必要。

近年来,我国也开展了一些森林空间结构研究。在林木空间分布格局研究中,主要采用聚集指数(Clark and Evan, 1954)和Ripley's $K(d)$ (Ripley, 1977)函数。游水生等(1995)利用聚集指数对福建龙岩市武平县米槠(*Castanopsis carlesii*)种群空间分布格局进行了研究。王本洋和余世孝(2005)应用聚集指数研究了广东黑石顶自然保护区阔混交林的优势种群空间分布格局,并把聚集指数推广到多尺度分析。侯向阳和韩进轩(1997)用Ripley's $K(d)$ 函数研究了长白山红松(*Pinus koraiensis*)林主要树种的空间格局。汤孟平等(2003)对Ripley's $K(d)$ 函数的边缘矫正进行了深入探讨,并应用于天目山常绿阔叶林优势种群空间结构分析(汤孟

平等,2006)。研究者用新的指数角尺度研究了林木空间分布格局(惠刚盈等,2004;禄树晖和潘朝晖,2008)。在林木竞争研究方面,Hegyí 竞争指数(Hegyí,1974)是我国应用最多的竞争指数(郭忠玲等,1996;金则新,1997;吴承楨等,1997;张思玉和郑世群,2001;邹春静等,2001)。而且,汤孟平等(2007a)已注意到 Hegyí 竞争指数存在的最近邻木问题,并提出用 Voronoi 图确定竞争木的新方法。此外,自从惠刚盈和胡艳波(2001)把 Gadow 和 Fuldner (1992)提出的混交度概念引入我国之后,相关研究人员相继开展了许多研究,取得较大进展(安慧君,2003;汤孟平等,2004a;郑丽凤等,2006;惠刚盈等,2008)。

1.2 森林空间结构研究趋势

森林空间结构十分复杂,必须开展长期研究,才能建立完整的理论体系。目前,森林空间结构分析的理论和方法仍存在许多有待深入研究的问题,如合理确定最近邻木的方法,以及用混交度取平均值表示林分混交度实际上仍具有非空间结构指数的特征等问题。进一步的研究需要在森林空间结构的林学和生态学意义、高效抽样调查与统计分析方法等方面有突破的同时,也将提出一些新的森林空间结构指数。

森林空间结构分析只是掌握森林空间结构特征的手段,与应用联系起来才具有实际意义。正如 Pommerening(2006)指出,正确理解森林空间结构是混交异龄林可持续经营的关键,他强调森林空间结构在森林经营中的重要性。但目前大多数研究仅对森林空间结构特征进行诊断、描述和模拟,并未对现实森林经营活动(如择伐等)提供实用依据,这是当前森林空间结构研究面临的问题和难题,有必要直接面向现实森林经营活动开展应用研究。

目前,我国森林空间结构研究明显不足,与林业发达国家相比尚有一定差距。也应当看到,我国研究的起点和水平并不低。当德国、英国等开展低效益针叶纯林转变为阔叶混交林模拟研究时,我国率先提出以森林空间结构为目标的结构优化经营思想,并建立了理论模型(汤孟平等,2004b),开展了初步研究(汤孟平等,2004b;胡艳波和惠刚盈,2006;惠刚盈等,2008),出版了学术专著(惠刚盈等,2007;汤孟平,2007),这些进展缩短了与国外的差距。

纵观国内外森林空间结构研究现状,从前的面向现实森林经营活动,开展森林空间结构调控研究将是未来森林空间结构研究的发展方向,因为森林空间结构调控是森林经营活动的本质。森林空间结构调控包括森林空间结构调整和控制,其目的是调整不合理的森林空间结构使之趋于最优状态,或控制森林空间结构维持在最优状态,二者均以可持续发挥森林多种功能为最高经营目标。

第 2 章 研究区概况

2.1 自然条件

2.1.1 地理位置

研究区位于浙江天目山国家级自然保护区(简称天目山自然保护区)内。天目山自然保护区地处浙江省西北部天目山脉的中段,地理坐标为北纬 $30^{\circ}18' \sim 30^{\circ}25'$ 、东经 $119^{\circ}23' \sim 119^{\circ}29'$,距杭州市中心 90 km,辖区总面积 4284 hm^2 (丁炳扬和潘承文,2003;丁炳扬等,2009)。

2.1.2 地质地貌

天目山山体古老,系古生界地质构造活动为始,继奥陶纪末褶皱断裂隆起成陆,燕山期火山运动渐成主体,为“江南古陆”的一部分。经第四纪冰川作用,地貌独特,峰奇石怪,天然自成,素有“江南奇山”之称。全山出露寒武系、奥陶系、侏罗系、第四系等地层。流纹岩、流纹斑岩、熔结凝灰岩、沉凝灰岩、脉岩兼而有之。复杂的地质构造形成了天目山独特的地形地貌,如四面峰、倒挂莲花、狮子口等地的悬崖、陡壁、深涧,东关、西关等地的冰碛垅,阮溪东坞、千亩田等地的冰窖,西关溪上游的冰川槽谷,开山老殿、东茅蓬的冰斗等(天目山自然保护区管理局,1992)。

2.1.3 气候

天目山气候属中亚热带向北亚热带过渡类型,受海洋暖湿气流影响,季风强盛,气候温和。从山麓到山顶,年平均气温为 $8.8 \sim 14.8^{\circ}\text{C}$,最冷月平均气温为 $-2.6 \sim 3.4^{\circ}\text{C}$,极值最低气温为 $-20.2 \sim -13.1^{\circ}\text{C}$,最热月平均气温为 $19.9 \sim 28.1^{\circ}\text{C}$,极值最高气温为 $29.1 \sim 38.2^{\circ}\text{C}$ 。无霜期 209~235 d。雨水充沛,年雨日 159.2~183.1 d,年降水量 1390~1870 mm,天目山自然保护区内积雪期较长,比保护区外多 10~30 d,形成浙江西北部的多雨中心。光照宜人,年太阳辐射量 $4460 \sim 3270 \text{ MJ/m}^2$ 。四季分明,春秋季较短,冬夏季偏长(天目山自然保护区管理局,1992)。

2.1.4 土壤

天目山土壤随着海拔升高由亚热带红壤向湿润的温带棕黄壤过渡。海拔

600 m 以下为红壤,600~1200 m 为黄壤,1200 m 以上为棕黄壤。经成长期的植被演替,森林土壤积累了较厚的腐殖质层(天目山自然保护区管理局,1992)。

2.1.5 生物资源

天目山独特而又多变的自然环境,孕育了丰富多彩的植被类型。植被类型主要有:①常绿阔叶林,是地带性植被,零星散布于海拔 700 m 以下的低山丘陵;②常绿、落叶阔叶混交林,是天目山植被的精华,集中分布于禅源寺附近和海拔 850~1100 m 的山坡和沟谷;③落叶阔叶林,是天目山中亚热带向北亚热带的过渡性植被,主要分布于海拔 1100~1380 m 的高海拔地段;④落叶矮林,是天目山的山顶植被,分布于海拔 1380 m 以上地段;⑤针叶林中的高大柳杉林和金钱松林,是天目山的特色植被,海拔 350~1100 m 均有分布(天目山自然保护区管理局,1992);⑥竹林,以毛竹林为主,石竹、雷竹、早竹等杂竹林种类丰富,占有一定的面积。林下植被以箬竹最为优势(丁炳扬和潘承文,2003;丁炳扬等,2009)。

天目山自然条件优越,生物资源丰富,被誉为“生物基因库”(天目山自然保护区管理局,1992),有大型真菌 279 种、地衣 48 种、苔藓植物 285 种、蕨类植物 184 种、种子植物 1882 种。根据资源用途,有药用植物约 1450 种、蜜源植物近 850 种、野生园林观赏植物 670 种、纤维植物约 175 种、油料植物约 200 种、淀粉及糖类植物约 124 种、芳香油植物约 170 种、栲胶(鞣料)植物 150 种、野生果树植物 102 种(丁炳扬和潘承文,2003;丁炳扬等,2009,2010a,2010b),故天目山被誉为“天然植物园”(天目山自然保护区管理局,1992)。动物资源也极其丰富,有兽类 74 种、鸟类 154 种、爬行类 48 种、两栖类 21 种、鱼类 55 种、蜘蛛类 166 种、昆虫类 4209 种(天目山自然保护区管理局,1992;吴鸿和潘承文,2001;《西天目山志(重修)》编纂委员会,2009)。

天目山是名副其实的“世界著名模式产地”(吴鸿和潘承文,2001)。到目前为止,以天目山为模式标本产地发表的植物新种有 90 种,占浙江省植物模式标本总数的 10%(丁炳扬等,2010a,2010b)。另外,以天目山为模式标本产地发表的动物新种有近 800 种,其中昆虫新种就有 745 种之多(丁炳扬和潘承文,2003;丁炳扬等,2009;《西天目山志(重修)》编纂委员会,2009)。

天目山植物中,列入 1999 年中华人民共和国国务院批准公布的《国家重点保护野生植物名录(第一批)》的国家重点保护野生植物有 17 种,其中一级保护的有 3 种,二级保护的有 14 种(丁炳扬和潘承文,2003;丁炳扬等,2009)。此外,被列入《中国植物红皮书》的珍稀濒危植物有 17 种(不计与上重复的种类)(傅立国,1991);《浙江植物志》总论卷和《浙江珍稀濒危植物》建议列入国家保护或省级保护的有 35 种(章绍尧和丁炳扬,1993;张若蕙等,1994)。它们大部分已被列入即将公布的《国家重点保护野生植物名录(第二批)》名录中(丁炳扬和潘承文,2003;丁炳

扬等,2009)。

2.1.6 古树名木

据2002~2003年实测,自然保护区内有百年以上古树5511株,隶属43科73属100种,其中,有500年以上一级古树566株、300~500年二级古树1889株、100~300年三级古树3059株(楼涛等,2004)。

2.1.7 森林资源

自汉唐以来,天目山森林资源就受到寺观长期保护和管理,20世纪30~40年代,由于日寇侵华战争影响,天目山森林遭到一定程度的破坏(天目山自然保护区管理局,1992)。新中国成立后,天目山森林得到了保护和恢复。1953年建立天目山林场,1956年划为全国森林禁伐区,1986年晋升为国家级自然保护区,1987年国有山林地管理权从天目山林场划归天目山自然保护区管理局管理(天目山自然保护区管理局,1992),1994年经国家林业局批准,面积扩大至4284 hm²,其中国有山林地1018 hm²、集体山林地3266 hm²。

根据2004年森林资源调查,天目山自然保护区森林划分为12个林班,共有392个小班,森林总面积为4198 hm²,森林蓄积量达200 794 m³,其中,幼龄林蓄积量为25 054 m³,中龄林为12 163 m³,近熟林为54 061 m³,成、过熟林为107 502 m³,散生木为2014 m³,毛竹立竹量达579 673株,森林覆盖率达98%(《西天目山志(重修)》编纂委员会,2009)。

2.2 人文历史

天目山是集儒、道、佛三大文化体系于一体的天下名山,人文景观资源丰富。有“江南名刹”——狮子正宗禅寺和禅源寺;有梁代昭明太子读书、分经、著《文选》处——太子庵,现汇聚五湖四海学人志士,恢复为天目书院;有建于20世纪30年代的西洋式别墅——留椿屋;有道教宗师张道陵出生和修道处——张公舍;有受乾隆御封而被大家爱死的“大树王”;有“有谁能到此,也算是神仙”的仙人顶和天下奇观等。自古以来,就有不少不乐仕宦,性好道术的李耳信徒隐居于天目山。避绝世缘,修道炼丹。最早卜隐者为公元前二世纪西汉武帝年间的王谷神、皮元曜。道教宗师张道陵出生并修炼于此。东汉魏伯阳、晋代葛洪、唐代徐灵府、宋代唐子霞等均在此留有遗迹(《西天目山志(重修)》编纂委员会,2009)。

357~361年东晋升平年间,开山始祖竺法旷入山修禅。随后,慕名入山修禅问法的高僧不乏其人。1279年,元代高僧高峰禅师入住天目狮子岩,后与其徒断崖了义、中峰明本相继建成规模宏伟的狮子正宗禅寺、大觉正禅寺等。此后,天目

山声名远扬,与国内外交往频繁,日本、印度等不断有信徒前来参禅学法。始建于1425年明洪熙元年的禅源寺,经清代玉琳通秀国师振兴,规模空前,为“东南名刹”。1933年,筹建於潜县天目山名胜管理委员会,作为旅游名胜区进行管理。翌年,被浙江省政府列为浙江第一名胜区,设天目山名胜管理处,隶属浙江省旅游局。抗战期间,浙西行署入驻天目山,天目山成为浙江抗日救亡中心(《西天目山志(重修)》编纂委员会,2009)。

天目山丰富的生物资源、独特的生态环境及优越的地理区位优势,吸引了国内外众多的专家、学者前来考察、采集标本和研究。先秦古籍《山海经》和郦道元所著的《水经注》中,都有天目山林木、山川的记载。明代著名药物大师李时珍多次来天目山采集草药,在其《本草纲目》中记载了采自天目山的药材达800余种。20世纪20年代,植物学家钟观光、钱崇澍、胡先骕、秦仁昌、郑万钧、梁希、钟补求、H. Migo等在天目山考察研究,发现众多的植物新种。20世纪30年代,李四光等地质学家在考察天目山地质、地貌的基础上,提出天目山存在第四纪冰川遗迹的论述(天目山自然保护区管理局,1992)。自建立自然保护区以来,有浙江大学、复旦大学、浙江农林大学等全国100余所大专院校师生和科研单位研究人员来天目山开展植物学、动物学、昆虫学、林学、地理学、气象学等的教学和科研活动。1999年以来,天目山被中国共产党中央委员会宣传部、中华人民共和国科学技术部、中华人民共和国教育部、中国科学技术协会联合命名为“全国青少年科技教育基地”“全国科普教育基地”。此外,天目山还是“中国生物多样性保护示范基地”、国家AAAA级景区、全国自然保护区示范单位、国家级自然保护区管理优秀单位、国家级生物学野外实习基地(《西天目山志(重修)》编纂委员会,2009)。