



西双版纳热带季节雨林 树种多样性研究

Tree Species Diversity of a Tropical Seasonal
Rainforest in Xishuangbanna

兰国玉 曹 敏 朱 华 著

Lan G. Y. Cao M. Zhu H.

西双版纳热带季节雨林 树种多样性研究

Tree Species Diversity of a Tropical
Seasonal Rainforest in Xishuangbanna

兰国玉 曹 敏 朱 华 著

Lan G. Y. Cao M. Zhu H.



中国林业出版社
China Forestry Publishing House

图书在版编目 (CIP) 数据

西双版纳热带季节雨林树种多样性研究 / 兰国玉, 曹敏, 朱华著.
—北京: 中国林业出版社, 2014. 7
ISBN 978-7-5038-7551-9

I. ①西… II. ①兰… ②曹… ③朱… III. ①热带雨林—树种—
多样性—研究—西双版纳傣族自治州 IV. ①S796

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 132344 号

责任编辑 何增明 盛春玲
出版发行 中国林业出版社 (100009 北京市西城区德内大街刘海胡同 7 号)
E-mail hzm_bj@126.com
电 话 (010) 83227584
印 刷 北京卡乐富印刷有限公司
版 次 2014 年 8 月第 1 版
印 次 2014 年 8 月第 1 次
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 10.5
字 数 255 千字
定 价 60.00 元

内 容 提 要

西双版纳热带雨林是中国生物多样性最丰富的生态系统之一，西双版纳也被公认为国际上重要的生物多样性保护的热点地区之一。本书基于国内建立的第一个 20hm^2 的热带雨林动态监测样地（该样地已经纳入美国史密斯桑尼亚热带森林研究中心 The Center for Tropical Forest Science (CTFS) 的网络之中）的野外调查数据；分析了西双版纳热带季节雨林的物种组成与群落结构、优势种的空间分布格局及树种的相关性、多样性特征及随着尺度变化的规律，揭示出 Janzen-Connell 假说、密度制约效应、生态位理论在中国热带森林树种多样性的维持中有着非常重要的作用。

本书适合从事生物学、生态学、地理学和自然保护等专业的科研人员 and 教学人员阅读，也可作为高等院校相关专业的参考书。

项目资助

1. 中国科学院知识创新工程重要方向项目 (KZCW2-YW-430-03) 资助;
2. 中国教师发展基金会教师出版专项基金资助;
3. 农业部儋州热带作物科学观测实验站运行费资助;
4. 海南省自然科学基金项目“海南岛橡胶林生物多样性动态监测研究”(项目编号: 313060);
5. 国家自然科学基金项目“局域尺度树种功能性状与环境生态位共变性及进化关系”(项目编号: 3389553185);
6. 国家自然科学基金项目“森林乔木稀有种和常见种时空分布格局研究”(项目编号: 3389553185)。

前言

地球上的热带雨林是以赤道为中心呈带状分布的，并向南北延伸至接近南、北回归线，主要分布于南美洲亚马孙河流域、亚洲的东南亚及非洲的刚果盆地。中国的热带雨林，西起喜马拉雅山南麓，向东延伸到云南南部的西双版纳，经广西南部进入广东、海南岛、福建及台湾的南端，呈一条不连续的细带状分布，面积较大的仅有海南岛及西双版纳，其他地区仅为零星分布。由于开发过早，海南岛的热带雨林已被橡胶林等经济林木所代替，仅在尖峰岭、霸王岭有部分山地雨林残留。西双版纳的热带雨林是中国生物多样性最丰富的地区之一，国际上认定为重要的生物多样性保护中心。西双版纳的热带雨林是亚洲北回归线边缘类型：纬度分布上的边缘、海拔高度上的边缘、水热条件上的边缘，这造成了这片热带雨林的濒危性，加上较高的人口密度和全球变暖带来的干旱加剧，更加重了它的濒危性。因此，西双版纳热带雨林是特殊的、罕见的、不可替代的，也是濒危的热带雨林，具有极高的保护价值。

2007年，在中国科学院生物多样性委员会、加拿大 Alberta 大学和台湾东海大学等相关单位的支持下，由中国科学院西双版纳热带植物园和西双版纳傣族自治州自然保护区管理局在西双版纳傣族自治州勐腊县补蚌村的望天树林中建立了一块面积为 20hm^2 的热带森林动态监测样地，该样地是中国森林生物多样性动态研究网络建设的重要组成部分之一。西双版纳热带季节雨林动态监测样地的建成不仅弥补了中国热带雨林研究中的一项空白，使我国热带雨林研究达到国际同等水平，同时也为中国甚至世界的科学家研究热带雨林在全球变化中碳、氮、磷等营养元素的循环更新和物种的动态变化等科学问题搭建了一个基础平台，特别是对研究全球气候变暖和干旱对热带雨林的影响。

本书基于该样地的野外调查数据，分析了西双版纳热带季节雨林的物种组成与群落结构、优势种的空间分布格局及树种的相关性，同时分析多样性特征及随着尺度变化的规律，揭示出 Janzen-Connell 假说、密度制约效应、生态位理论在中国热带森林树种多样性的维持中有着非常重要的作用。

西双版纳热带季节雨林 20hm^2 动态监测样地的建立得到了西双版纳傣族自治州国家级自然保护区管理局杨松海局长、刘林云副局长，勐腊管理所徐海龙所长、宋军平副所长等人的大力支持。中国科学院西双版纳热带植物园王洪高级实验师、周仕顺助理研究员在植物调查中做了大量的工作；邓晓保副研究员在样地建设中做了大量具体工作与协调工作，胡跃华助理研究员、何有才等人在样地建设和树种清查中做了大量工作。在此，对以上提供帮助和参加工作的同志表示衷心的感谢。

由于著者水平有限，内容难免有疏漏之处，祈盼同行们提出宝贵意见。

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 热带森林动态监测样地研究概述	1
一、热带雨林的重要性	1
二、森林动态监测样地的建立	1
三、热带森林动态监测样地的研究概况	2
四、森林动态监测样地研究趋势	4
第二节 国内热带雨林研究进展	4
一、热带雨林取样面积研究	4
二、热带雨林植物区系研究	5
三、热带雨林群落学特征研究	5
四、林窗及更新动态研究	5
五、热带雨林土壤种子库研究	6
六、热带雨林物种多样性研究	6
七、热带雨林物种分布格局及种间关系研究	6
第三节 西双版纳热带季节雨林（望天树林）的研究概况	7
一、望天树系统位置及分布	7
二、望天树林群落学特征	7
三、望天树林种子库及种子的萌发与散布	7
四、望天树种群分布格局及动态研究	8
第四节 国内森林动态监测样地的发展历程	8
一、动态监测样地的发起者	8
二、中国森林生物多样性监测网络	8
本章参考文献	9

第二章 西双版纳热带季节雨林动态监测样地的建立	15
第一节 样地建立的意义及拟解决的科学问题	15
一、意义	15
二、拟解决的科学问题	15
第二节 研究区概况	16
一、研究地区概况	16
二、样地概况	16
第三节 样地建立的技术规范	17
一、样地地形测量	17
二、树种清查	18
三、树种定名	19
四、数据录入及标准化	19
本章参考文献	20
第三章 西双版纳热带季节雨林树种组成及群落特征	22
第一节 树种组成	22
一、重要值计算	22
二、科的组成特征	22
三、属的组成特征	24
四、种的组成特征	27
第二节 群落特征	28
一、群落的垂直结构	28
二、树种的频度分布	28
三、群落优势种的径阶分布	29
四、样地内的植被类型	32
本章参考文献	33
第四章 西双版纳热带季节雨林区系组成成分分析	35
第一节 西双版纳热带季节雨林区系组成	35
一、科的分布区类型分析	35

二、属的分布区类型分析	36
第二节 西双版纳热带季节雨林与亚洲其他热带雨林比较	39
一、西双版纳热带季节雨林与马来西亚热带雨林比较	39
二、西双版纳热带季节雨林与泰国热带雨林比较	39
第三节 讨 论	42
本章参考文献	43
第五章 西双版纳热带季节雨林树种多样性	44
第一节 树种多样性概述	44
第二节 种—面积曲线	45
一、种—面积曲线	45
二、幂函数模型拟合种—面积曲线	45
三、随机放置模型的种—面积曲线	47
第三节 与 CTFS 建立的其他热带森林样地的多样性比较	47
本章参考文献	49
第六章 西双版纳热带季节雨林树种种—多度分布	50
第一节 优势种与稀有种	50
一、优势种与稀有种	50
二、种—序列曲线	51
第二节 种—多度分布的拟合	52
一、多度拟合的模型	52
二、拟合结果	52
三、随机放置模型的多度—面积曲线	52
第三节 讨 论	54
本章参考文献	54
第七章 西双版纳热带季节雨林树种多度和丰富度随空间尺度的变化	56
第一节 研究方法	56
一、尺度划分	56
二、方差与变异系数	57

三、随机分布模型	57
第二节 多度和丰富度在不同尺度上的分布	57
一、多度和丰富度在不同尺度上的分布	57
二、不同尺度间多度和丰富度的相关性	57
三、不同尺度上多度与丰富度的相关性	60
第三节 多度和丰富度的随机分布模型	60
一、与随机分布模型比较	60
二、多度和丰富度的方差和变异系数随空间尺度的变化	61
第四节 讨 论	62
本章参考文献	63
第八章 西双版纳热带季节雨林树种多样性指数随空间尺度的变化	65
第一节 研究方法	65
一、尺度划分	65
二、多样性指数的选取	65
三、随机放置模型多样性指数	65
第二节 多样性指数的空间尺度变化	66
一、多样性指数的空间尺度变化	66
二、多样性指数方差和变异系数的空间尺度变化	67
第三节 讨 论	68
本章参考文献	68
第九章 西双版纳热带季节雨林树种多样性随空间位置的变化	69
第一节 空间位置对多样性的影响	69
一、空间位置对多度和丰富度的影响	69
二、空间位置对多样性指数的影响	70
第二节 物种丰富度的估计	71
一、幂函数模型拟合 4 个 5hm ² 样方的种—面积曲线	71
二、用种—面积曲线估计整个样地的物种数	72
第三节 讨 论	72
本章参考文献	73

第十章 西双版纳热带季节雨林优势树种空间分布与生境的关系	75
第一节 研究方法	75
一、研究物种的选取	75
二、地形数据	77
三、典范对应分析	77
四、主轴邻距法分析	77
第二节 树种空间分布与生境关系	77
一、树种分布	77
二、树种多度与地形变量的线性回归	78
三、典范对应分析	79
四、主轴邻距法的变量分解	79
第三节 讨 论	81
本章参考文献	82
第十一章 西双版纳热带季节雨林树种空间分布格局	85
第一节 树种的选择与点格局分析方法	86
一、树种的选择	86
二、点分布格局方法	86
第二节 树种的空間分布格局	87
一、树木不同生长时期的龄级分布	87
二、不同年龄树种空间分布图	87
三、树种分布格局	90
四、不同年龄阶段空间分布相关性	92
第四节 讨 论	95
本章参考文献	96
第十二章 西双版纳热带季节雨林优势种种间关系	99
第一节 研究方法	100
一、研究对象的选择	100
二、物种生境相关性检测	100

三、空间分布格局及种间关系分析	100
第二节 优势种的空间分布及相关性分析	103
一、物种分布与地形生境相关性分析	103
二、树种不同生长时期的分布格局	104
三、树种间相关性分析	105
第三节 讨 论	108
一、热带树种幼树集群分布	108
二、树种种间正相关	109
本章参考文献	110
第十三章 主要结论	113
一、物种组成与区系分析（第三章、第四章）	113
二、物种多样性分析（第五章、第六章）	113
三、多样性的空间和尺度效应（第七章、第八章、第九章）	114
四、树种多样性维持机制（第十章、第十一章、第十二章）	114
附 录	116

第一章

绪论

第一节 热带森林动态监测样地研究概述

一、热带雨林的重要性

地球上的热带雨林是以赤道为中心呈带状分布的，并向南北延伸至接近南、北回归线，主要分布于南美洲亚马孙河流域、亚洲的东南亚及非洲的刚果盆地。热带雨林是世界上生物多样性最为丰富的生态系统，是天然的动植物园，又是“地球的肺”。热带雨林的碳循环对全球碳循环、全球气候变化、生态系统、环境和可持续发展以及人类本身有巨大影响（张洪波等，2001）。但是由于热带雨林的毁坏，每年造成相当大的净碳释放，并带来一系列的环境问题，甚至引发了区域性甚至全球性的变化（方精云，2000），例如，20世纪全球平均气温上升了 0.6°C 左右。Woodwell 等人（1978）曾经提出，人类对于热带雨林的破坏是导致大气 CO_2 浓度升高的主要原因，这个结论震惊了科学界。尽管后来的研究证明 Woodwell 等人当时对碳释放量的估计偏大，但破坏热带雨林而导致大气 CO_2 增加已是一个不争的事实。另外，热带雨林是陆地上物种最丰富的生态系统，人类生存与发展所需的很多物质如橡胶、可可、咖啡、香蕉等都来自热带雨林，它是人类最重要的一座物种基因库。由此可见，热带雨林对人类的生存是十分重要的。

二、森林动态监测样地的建立

热带雨林的研究很早以前就开展了，例如巴拿马的 Barro Colorado Island (BCI) 地区从 1923 年以来就成为了人们研究低地热带雨林的理想地区。热带森林群落的定位研究最早是在 1975 年建立在哥斯达黎加的被火侵入的 13hm^2 的干旱森林开展的 (Condit, 1995)。随后 Hubell 等人于 1980 年在 BCI 地区建立了 50hm^2 的动态监测样地，对 BCI 早期的研究结果表明森林物种的组成是随机变化的。Ashton 坚持认为 Hubell 的“Shift”模型并不适合物种多样性更为丰富的东南亚热带森林，于是 1983 年在马来西亚又建立了一个 50hm^2 的动态监测样地来研究 (Condit, 1995)。此后，世界各国科学家们围绕着各种科学问题在热带雨林建立了各自的动态监测样地，现在加入 The Center for Tropical Forest Science (CTFS) 的有 48 个样地，具体可见 CTFS 的网页 (<http://www.ctfs.si.edu>)。

三、热带森林动态监测样地的研究概况

热带森林动态监测样地建立后,各国科学家围绕着种群的分布格局、物种多样性维持机制及热带森林对气候变化的响应等科学问题开展了多方面的研究,现概述如下。

(一) 种群的分布格局

种群的个体分布一直是生态学理论的中心问题 (Dale, 1999)。热带森林树种分布格局的方法有多种,如点格局分析方法 (Ripley's K) 可以用来分析群落中物种个体间的空间分布格局 (He *et al.*, 1997)。但是 Ripley's K 方法不能将不同尺度的分布格局分离开来,用此方法计算出不同尺度的分布格局是一个累积的分布格局 (Condit *et al.*, 2000)。在此基础上,Condit 等人 (2000) 发展了相对邻里密度的概念,并分析了全球 6 个森林动态监测样地 (25~52hm²) 的热带森林树种的空间分布格局,研究结果表明大部分树种是集群分布而不是随机分布,稀有种的集群程度要高于常见种。随后 Plotkin 发展了以聚类为基础的分布格局的分析方法,研究了马来西亚热带森林的 6 个树种的分布格局 (Plotkin *et al.*, 2002)。尽管树木种群分布格局的研究方法较多,但不论用哪种方法的研究结果都表明大多数的热带树种为聚集分布,而少部分为随机分布或均匀分布 (Bunyavejchewin *et al.*, 2003; Condit *et al.*, 2000; He *et al.*, 1997; Plotkin *et al.*, 2002; Plotkin *et al.*, 2000)。

(二) 热带森林物种多样性维持机制

最近几年,许多生态学家致力于具有丰富物种的群落物种多样性维持的潜在机制的研究 (Ashton, 1998; Bunyavejchewin *et al.*, 2003; Cadotte and Fukami, 2005; Hubbell, 2005)。有关热带森林物种多样性维持机制的各种科学假说是动态监测样地研究的主要内容,这些假说主要包括生态位分化假说 (Niche Differentiation Hypothesis)、Janzen-Connell 假说、中度干扰假说 (Intermediate Disturbance Hypothesis) 和种子散布限制假说 (Seed Dispersal Limitation Hypothesis) 等。

生态位分化假说 生态位分化假说是解释生物共存的经典理论之一 (Mouillot, 2007)。以资源为基础的生态位分化理论认为,生境的异质性能够增加热带森林的物种多样性,物种适应特殊生境决定了群落内物种组成与组织过程,而且这个过程是一个确定的过程 (Hardy & Sonke, 2004)。Harms (2001) 以 BCI 的 50hm² 动态监测样地为研究对象,分析了生境与乔木和灌木分布的关系,结果表明,局部生境的分化对于该森林群落物种多样性的贡献是很有限的。Valencia 等人 (2004) 以厄瓜多尔 25hm² 的动态监测样地为研究对象,按照坡度、海拔和凹凸情况将生境分为 5 类,研究了树种的分布和生境变化之间的关系,研究结果表明,地形的变化对亚马孙森林的 α 多样性的影响并不是很大。但对斯里兰卡龙脑香科植物森林的研究结果表明,79% 的树种的分布与生境有正相关或负相关的关系 (Gunatilleke *et al.*, 2006)。不同样地的研究结果存在一定的差异,主要与各样地的地形相关。地形平坦的样地其树种的分布与地形相关的种数就较少。尽管如此,生态位分化理论仍然是解释热带森林物种多样性维持机制的主要理论之一。

Janzen-Connell 假说 许多多样性维持机制都涉及密度制约机制 (Volkov *et al.*, 2005),其中最著名的一个假说是 Janzen-Connell 假说 (Volkov *et al.*, 2005)。Janzen 和

Connell 注意到热带群落中母树附近的幼苗的死亡率较离母树较远的幼苗高 (Condit *et al.*, 1992), 并且解释了这种格局如何维持一个群落的物种多样性 (Condit, 1995)。有关 Janzen-Connell 效应的研究主要通过分析目标物种的死亡率或者增长率 (幼苗补充率) (Hubbell *et al.*, 1990; Condit *et al.*, 1992; Condit *et al.*, 1994; Peters, 2003), 或者是分析自然捕食后距离母树不同尺度的幼树密度来研究 (Burkey, 1994)。Hubbell 等人 (1990) 认为密度制约对于巴拿马 BCI 的树种多样性的维持机制的贡献率较低, Condit 等人 (1994) 认为密度制约效应仅对于那些优势种起作用, 但随后 Hubbell 等人 (2001) 的研究结果表明稀有种的密度制约效应更明显。再后来的研究表明密度制约效应在热带森林中是普遍存在的 (Harms *et al.*, 2000; Peters, 2003; Wills *et al.*, 1997)。密度制约效应在热带森林中不仅普遍存在, 而且在一定程度上还有助于热带森林物种多样性的维持 (Wills *et al.*, 1997)。由此看来, Janzen-Connell 的密度制约效应在热带森林物种多样性的维持中具有非常重要的作用 (Wright, 2002)。

中度干扰假说 森林出现中度的干扰 (如林窗) 时, 便提高了更多物种入侵和定居的机会, 群落的物种多样性随之增加, 这在群落生态学中已经被普遍认同 (Hubbell *et al.*, 1999)。Hubbell 等人 (1999) 在对巴拿马热带森林进行了长达 13 年的观察后, 分析了 1200 个林窗对物种多样性的影响。结果表明林窗虽然能够增加幼苗成活几率和密度, 但并不能够增加物种多样性; 即使是先锋树种也未必会出现在林窗出现的初期阶段, 林窗内的物种组成很难预测。由此可见中度干扰假说对解释热带森林物种多样性具有一定的局限性。

种子散布限制假说 由于母树种子传播距离有限, 并不能传播到适合种子发芽生长的所有地段, 这便为其他物种的生存提供了生态空间, 因此种子传播受限可以增加热带森林群落的物种多样性 (Jones *et al.*, 2005; Svenning & Wright, 2005)。Jones 等人 (2005) 利用基因分析的方法确定散布种子和母树的关系, 同时测定了 *Jacaranda copaia* 种子的平均散布距离。研究表明靠风力传播种子的物种的传播距离较靠动物传播的距离短些 (Seidler & Plotkin, 2007)。在理论上, 种子散布限制对群落中的物种多样性维持是十分重要的 (Hubbell *et al.*, 2001)。研究发现在热带森林群落中种子散布限制广泛存在 (Hubbell *et al.*, 1999; Dalling *et al.*, 2002; Wright, 2002)。由此可见种子散布限制假说在解释热带森林生物多样性的维持方面有一定的说服力。

(三) 气候变化对热带森林的影响

在 CO₂ 浓度增加、气温升高、降水等潜在的环境因子中, 降水量的改变无疑会对热带森林产生巨大的影响。由于降水量的减少和早期的延长, 在巴拿马 BCI 几乎所有喜湿润的树种个体数都在减少 (Condit, 1995; 1998a)。Condit 预计了巴拿马热带森林对干旱的响应, 结果表明如果持续 4 周的干旱, 将使得样地内湿润地方 25% 的对干旱敏感的物种局部消失; 如果持续 9 周的干旱, 将有 40% 的对干旱敏感的物种局部消失 (Condit, 1998a)。另外, Condit 等人研究了气候变化对热带森林树种丰富度的影响, 由于连续 25 年降雨量的减少, 有 16 种对水分要求严格的灌木和小树在样地内趋于消失 (Condit *et al.*, 1996)。

(四) 藤本植物对多样性的影响

木质藤本在热带森林的更新、多样性等方面有着非常重要的作用, 并且随着热带森林

干扰程度的增加,木质藤本在群落中的比例和重要性也会增加(Schnitzer & Bongers, 2002; Schnitzer *et al.*, 2004)。由于藤本植物的调查较为麻烦,CTFS 早期建立的监测样地并没有开展藤本植物的调查(Condit, 1998b),但并不是说藤本植物在热带森林中的作用不重要。最近几年藤本植物的研究越来越受到生态学家的重视,他们开展了一系列的研究工作,并发表了相关论文(Mascaro *et al.*, 2004; Parthasarathy *et al.*, 2004)。BCI 样地也于近期开始样地内藤本植物的全面调查,以期开展藤本植物与树木相互关系群落水平的研究。

四、森林动态监测样地研究趋势

史密斯桑尼亚热带研究所(Smithsonian Tropical Research Institute, STRI)下属的CTFS 的研究范围早已越过巴拿马的国界,如今由 15 个国家的 20 个研究区域构成的网络正在为 STRI 完成一项长达 5 年的标准化普查工作。研究人员将对生活在上述研究区域的约 300 万株树木进行每年一次的测量,从而提供关于这些森林生长更为精确的变化图谱。与此同时,研究人员将采集并称量枯枝落叶层,并测量土壤层中不同深度的碳含量,从而最终了解大气 CO₂ 含量增加对热带雨林中碳循环的影响。

CTFS 的下一步工作是在美国和中国建立温带森林研究区域,从而搞清温带森林和热带雨林在响应气候变化方面存在哪些差异;同时扩大有关气候变化和生物多样性的研究范围,并进一步开展针对温带森林的研究工作。此外,CTFS 的研究人员还将在巴拿马进行一项大规模的水文试验,目的是了解水分的多少会对森林、耕地和草原造成哪些影响以及水循环在森林生态系统中扮演的角色。通过这项研究还将澄清一个重要的科学问题,即单一位点的研究是否具有普适性。

相对于小样地而言,大尺度动态监测样地无疑具有不可置否的优点。然而并不是所有的热带森林生态系统中的科学问题都可以由单个大尺度样地的动态监测来解决。如幼苗的统计不能在整个 20hm² 或 50hm² 的范围内进行,只能通过较小的样方来研究。尽管 50hm² 的样地对于群落调查与研究已经足够,但毕竟也只是整个森林群落的一部分。毫无疑问,整个群落在更大尺度上的变化是存在的,只能通过样地和遥感相结合的方法来研究。此外,要对某地段群落类型内的所有稀有物种进行统计和研究,显然通过单个大尺度样地的动态监测是无法解决的。

第二节 国内热带雨林研究进展

中国的热带雨林分布范围较窄,主要分布于中国南部的边缘,从西藏的东南部到云南南部,扩展到广西的西南部,包括台湾和海南岛。到目前为止,中国的低地成熟热带雨林的面积仅有 633 800hm²,而这些大部分分布于云南省南部的西双版纳(Cao *et al.*, 2006)。近几年国内对热带雨林的研究主要集中于以下几个方面。

一、热带雨林取样面积研究

关于热带雨林的取样面积前人研究较多,并得出了一些结论。如滇南热带雨林群落调

查的最适取样面积是 2500m^2 ，这个面积接近该类型热带雨林理论上的群落最小表现面积（朱华等，1998b）。为能体现一个具体森林群落类型的基本植物区系组成，需设置 4~5 个这样的样方（总面积累计 1hm^2 以上）。戴小华等（2004）研究了海南岛霸王岭热带雨林取样面积，结果表明：用“种—面积”曲线所获得的热带雨林的最小面积往往过大，而采用“重要值—面积”曲线所确定的最小面积则为 4000m^2 ；由“种—点数”曲线确定最少点数为 119 个，而采用“重要值—点数”曲线确定该雨林取样的最少点数为 280 个。

二、热带雨林植物区系研究

植物区系是某一特定区域生长的全部植物种类，是植物种、属和科的综合体（吴征镒等，2006）。植物分布区类型是指植物类群（科、属、种）的分布图式始终一致（大致）地再现。划分、分析整理某一地区的分布区类型，有助于了解这一地区植物区系各种成分的特征与性质（吴征镒等，2003）。西双版纳热带雨林和亚洲热带雨林在生态上和植物组成上具有极大相似性，因此西双版纳热带雨林是亚洲热带雨林中典型的植被类型（Zhu, 1997; 2006; Zhu *et al.*, 2006），是热带亚洲的一部分，并带有热带边缘性质和几种地理成分交汇的特点（朱华，1993）。西双版纳植物区系与广西热带植物区系和海南热带植物区系在发生上同源，主要来自于古南大陆与古北大区系成分的融合，在发展上受热带亚洲植物区系的渗透和强烈影响（朱华等，2001）。西双版纳的热带雨林与海南低地热带雨林和热带季雨林有基本一致的植物区系组成，群落中优势科无论在种数百分比还是重要值排名上均较接近，显然属于同样性质的植物区系（朱华等，2002）。种子区系方面的研究结果表明云南东南热带雨林种子植物区系具有热带亚洲区系的特点，属于古热带植物区系中的马来亚森林植物亚区之中的北部湾区系，进一步分析表明此区系具热带北缘的性质（李耀利等，2002）。

三、热带雨林群落学特征研究

西双版纳热带季节雨林是典型的热带雨林（Zhu, 1997），其上层优势种为望天树和版纳青梅，高度可达 60m（Zhu *et al.*, 2006），群落外貌以单叶、革质、全缘、中型叶为主的常绿大、中高位芽植物组成为特征，层次结构复杂，上层乔木多具板根，下层乔木具茎花现象，层间木质藤本和附生物质丰富，具有较浓的热带雨林特点（朱华，2000），但群落上层树种部分落叶，又具有明显的旱生特点（朱华等，2005）。与典型热带雨林相比，西双版纳热带季节雨林具有低地热带雨林的垂直结构特征，接近赤道雨林的生活型谱、叶级谱及叶型、叶质特征，具有与典型热带雨林相当的种类丰富度（朱华，2000）。而海南的山地雨林群落高度较矮，无散生巨树，分层明显；在生活型谱上大高位芽植物比例减少，附生植物丰富，并具有相当比例的地面芽植物；中型叶占优势，但通常革质、非全缘和单叶比例较高，明显由于热量不足的影响而带有亚热带森林特色（朱华等，2002）。

四、林窗及更新动态研究

海南热带山地雨林中扩展林隙的大小一般变化在 $30\sim 500\text{m}^2$ ，平均约为 160m^2 ；树冠空隙的大小一般在 $15\sim 200\text{m}^2$ ，平均约为 80m^2 （臧润国等，1999）。海南热带山地雨林森