

海南岛红树植物的构筑型及其多样性^{*}

王伯荪, 梁士楚, 张军丽, 张炜银, 咎启杰
(中山大学生命科学院, 广东 广州 510275)

摘要: 海南岛红树植物的构筑型共拥有 5 种模式, 为已知热带树木构筑型的 21%, 其中以阿特廷斯模式 (Attins's model) 为主, 它占据了 23 种海南红树植物的 65.21%, 而施奥特模式 (Schoute's model) 则仅为 1 种, 即单种属的水椰。海南红树植物的构筑型与属之间的关系并不完全明确。尽管阿特廷斯模式发生于绝大多数的属, 并存在于整个生态序列中, 但劳赫模式 Rauh's model 和施奥特模式则多少反映出与特定属种和生境的相关性。而木榄是典型的奥布利维尔模式 Aubreville's model, 其分枝存在两种并置方式, 从而导致两种分枝格局。

关键词: 构筑型多样性; 红树植物; 海南岛; 构筑模式

中图分类号: Q948.11 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2002) 05-0083-04

构筑型 (architecture) 是指树木整体空间结构及其构件 (module) 的特征, 是植物内部基因和外部环境相互作用的产物, 或是某种内部遗传信息在一定时间内的外部形态表现。决定构筑型相继表达的生态程序, 被称为构筑模式 (architecture model)。由种子萌发成长的幼树是一个分枝系统, 幼树上所有的分枝都按照这个分枝体系进行分化, 最后生长发育而形成树木的基本构筑模式^[1-4]。而模式是结构的相似, 简洁地反映了种类组成的特征^[5]。

构筑型已成为研究植物生长发育规律的又一突破口, 成为植物种群生物学中一个非常重要的组成部分, 极大地促进对植物构件及其变化规律的认识, 具有重要的理论意义和实践价值。但尽管国外在 20 世纪 70 年代已提出构筑型的概念, 并对热带树木的构筑型进行较系统的分析和比较, 提出 23 个热带树木基本的构筑模式^[1,2,5-8], 但在国内这方面的研究尚处于初始阶段^[3,4,9], 本文对海南岛红树植物构筑型及其多样性进行分析研究, 以企促进我国树木构筑型的研究。

1 海南岛的红树植物区系

世界红树植物区系拥有 16 科 24 属 84 种 (含 12 变种), 通常划分为两个类群或群系, 其一是分布于亚洲和西太平洋的东方区系 (群系) Oriental (eastern) flora (formation), 另一是分布于美洲、西印度洋和西非海洋的西方区系 (群系) Occidental (western) flora (formation)。东方区系由具有较丰富的种类组成, 拥有 14 科 18 属 74 种 (含 2 变种),

而西方区系则种类组成贫乏, 仅有 5 科 5 属 10 种 (王伯荪等, 待发表)。

海南岛红树植物区系属东方区系, 拥有红树植物 12 科 15 属 25 种。它们是真红树海榄雌科的海榄雌 *Avicennia marina*, 使君子科的红榄李 *Lumnitzera littorea*, 榄李 *Lumnitzera racemosa*, 紫金牛科的桐花树 *Aegiceras corniculatum*, 红树科的柱果木榄 *Bryguiera cylindrica*, 木榄 *Bruguiera gymnorrhiza*, 海莲 *Bruguiera sexangula*, 尖瓣海莲 *Bruguiera sexangula* var. *Rhynhopetala*, 角果木 *Criopsis tagal*, 秋茄 *Kandelia candel*, 红树 *Rhizophora apiculata*, 红海榄 *Rhizophora stylosa*, 茜草科的瓶花木 *Scyphiphlobora hydrophyllacea*, 海桑科的杯萼海桑 *Sonneratia alba*, 海桑 *Sonneratia caseolaris*, 海南海桑 *Sonneratia hainanensis*, 卵叶海桑 *Sonneratia ovata*, 拟海桑 *Sonneratia paracaseolaris*, 以及半红树爵床科的小花老鼠簕 *Acanthus ebracteatus*, 老鼠簕 *Acanthus ilicifolius*, 大戟科的海漆 *Excoecaria agallocha*, 千屈菜科的水芫花 *Pemphis acidula*, 梧桐科的银叶树 *Heritiera littoralis*, 棕榈科的水椰 *Nypa fruitcans*。而通常被认为是红树植物的卤蕨属 *Arostichum* 的两个种, 因属草本植物被称为红树同生植物, 而不列为海南红树植物区系组成 (王伯荪等, 待发表)。

海南岛红树植物区系种类组成占中国红树植物区系的 96.11%, 东方红树植物区系的 35.13%, 全球红树植物区系的 30.95%, 远优于西方红树植物区系。

* 收稿日期: 2002-06-20

作者简介: 王伯荪 (1931 年生), 教授, 博士生导师, E-mail: ls31@zsu.edu.cn

2 海南岛红树植物的构筑型

海南岛红树植物除了爵床科老鼠簕属 *Acanthus*

的 2 个灌木种类外, 按 Halle 等^[2] 分类的 23 个类型热带树木构筑模式判别, 确认海南 11 科 14 属 23 种红树植物分属于 5 种热带树木构筑模式(表 1)。

表 1 海南红树植物构筑模式

Tab 1 The architecture model of mangroves in Hainan Island

科 family	种 species	构筑模式 Ar. Model ¹⁾
海榄雌科 Avicenniaceae	海榄雌 <i>Avicennia marina</i>	阿特廷斯模式 Attimis's m.
使君子科 Combretaceae	红榄李 <i>Lumnitzera littorea</i>	史卡龙模式 Scarrone's m.
	榄李 <i>Lumnitzera racemosa</i>	阿特廷斯模式 Attimis's m.
大戟科 Euphorbiaceae	海漆 <i>Excoecaria agallocha</i>	阿特廷斯模式 Attimis's m.
千屈菜科 Lythraceae	水芫花 <i>Pemphis acidula</i>	阿特廷斯模式 Attimis's m.
楝科 Meliaceae	木果楝 <i>Xylocarpus granatum</i>	劳赫模式 Rauh's m.
紫金牛科 Myrsinaceae	桐花树 <i>Aegiceras corniculatum</i>	史卡龙模式 Scarrone's m.
棕榈科 Palmae	水椰 <i>Nypa fruitcans</i>	施奥特模式 Schoute's m.
红树科 Rhizophoraceae	柱果木榄 <i>Bruguiera cylindrica</i>	阿特廷斯模式 Attimis's m.
	木榄 <i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	奥布利维尔模式 Aubreville's m.
	海莲 <i>Bruguiera sexangula</i>	奥布利维尔模式 Aubreville's m.
	尖瓣海莲 <i>Bruguiera sexangula</i> var. <i>rhyhopetala</i>	奥布利维尔模式 Aubreville's m.
	角果木 <i>Ceriops tagal</i>	阿特廷斯模式 Attimis's m.
	秋茄 <i>Kandelia candel</i>	阿特廷斯模式 Attimis's m.
	红树 <i>Rhizophora apiculata</i>	阿特廷斯模式 Attimis's m.
	红海榄 <i>Rhizophora stylosa</i>	阿特廷斯模式 Attimis's m.
茜草科 Rubiaceae	瓶花木 <i>Scyphiphora hydrophyllacea</i>	阿特廷斯模式 Attimis's m.
海桑科 Sonneratiaceae	杯萼海桑 <i>Sonneratia alba</i>	阿特廷斯模式 Attimis's m.
	海桑 <i>Sonneratia caseolaris</i>	阿特廷斯模式 Attimis's m.
	海南海桑 <i>Sonneratia hainanensis</i>	阿特廷斯模式 Attimis's m.
	卵叶海桑 <i>Sonneratia ovata</i>	阿特廷斯模式 Attimis's m.
	拟海桑 <i>Sonneratia paracaseolaris</i>	阿特廷斯模式 Attimis's m.
梧桐科 Sterculiaceae	银叶树 <i>Heritiera littoralis</i>	劳赫模式 Rauh's m.

1) 中名为新拟

2.1 阿特廷斯模式 Attimis's model

树木的构筑型是连续生长的干轴所决定。营养干轴全是直生性, 单轴生长, 具连续或扩散式分枝, 所有直生性分枝具侧生花序, 海南红树植物的典型代表为红树科的红树属 *Rhizophora*。

2.2 奥布利维尔模式 Aubreville's model

树木的由一个单轴或节律性生长的干轴决定, 干轴产生螺旋或对生的枝层, 分枝通过并置而 3 节律性斜生, 花序侧生。海南红树植物的典型代表为红树科的木榄 *Bruguiera gymnorrhiza*。

2.3 劳赫模式 Rauh's model

树木的构筑型由单轴式连续生长直生性干轴所决定, 分枝从不通过外加并置斜生, 而是通过替代单轴式或合轴式生长不断地从干轴产生, 花序常侧生。海南红树植物的典型代表为楝科的木果楝 *Xylocarpus granatum*。

2.4 史卡龙模式 Scarrone's model

树木的构筑型是由一个直生型节律性生长的干

轴所决定, 干轴产生枝层, 分枝合轴式生长, 花序顶生。海南红树植物的典型代表为使君子科的红榄李 *Lumnitzera littorea*。

2.5 施奥特模式 Schoute's model

顶端分生组织均等分裂, 二歧分枝, 干轴直生或斜生, 并有规律地隔一定距离进行分叉。花序常为侧生。海南红树植物的典型代表为棕榈科的水椰 *Nypa fruitcans*。

3 分析与讨论

3.1 构筑型的多样性

海南岛 23 种红树植物构筑型拥有 5 种构筑模式(表 1), 占已知热带树木构筑模式的 21%, 其中阿特廷斯模式 Attimis's model 占尽优势, 共 15 种, 为 65.21%, 其次为奥布利维尔模式 Aubreville's model, 为 3 种, 占 13.04%, 劳赫模式 Rauh's model 和史卡龙模式 Scarrone's model 各为两种, 各占 8.69%, 而施奥特模式 Schoute's model 仅

为1种, 为4.34%。

3.2 构筑型与属的相关性

海南岛红树植物构筑型与属的相关性难以完全确定, 这与臧润国等^[4]的海南岛树木已研究过的植物属比较, 其构筑型与属之间的关系更加确定的观点所不同, 尤其是红树科的木榄属 *Bruguiera* 和使君子科的榄李属 *Lumnitzera*。木榄属植物通常可分为大花类群 (large flowered *Bruguiera* species) 与小花类群 (small flowered *Bruguiera* species), 属于大花类群的木榄 *Bruguiera gymnorrhiza*, 海莲 *Bruguiera sexangula* 和尖瓣海莲 *Bruguiera sexangula* var. *rhy-nhopetala* 的构筑型是属于奥布利维尔模式 *Aubreville's model*, 枝条是并置而斜生, 属于小花类群的柱果木榄 *Bruguiera cylindrica* 的构筑型则是阿特廷斯模式 *Attimis's model*, 其分枝是典型的直生性, 甚少发育并置而斜生的枝条。应指出的是木榄的构筑型为典型的奥布利维尔模式, 其枝条并置明显存在两种方式, 一是每次并置通常只出现一个新枝, 形成的分枝格局较为扁平, 分枝结构的自相似性比较明显; 另一是每次并置通常出现2~4个新的侧枝, 侧枝对生或两侧枝交互生长在一起, 形成近似轮生的形态, 分枝格局多呈半球状, 分枝结构具有较高级别的自相似性^[10]。榄李属的榄李 *Lumnitzera racemosa* 是阿特廷斯模式 *Attimis's model* 的典型例子, 其幼枝显示出连续式扩散的通常是同步生长的分枝, 枝条是在直生并替代新干轴的结构, 而红榄李 *Lumnitzera littorea* 则属于史卡龙模式, 其幼树顶生花序被倒生分枝所替代而导致合轴生长。

阿特廷斯模式虽为众多的科属所拥有, 但相关的科属在海南岛红树植物区系中大都仅是一个物种, 如海榄雌 *Avicennia marina*, 海漆 *Excoecaria agallocha*, 水芫花 *Pemphis acidula*, 角果木 *Pemphis acidula* 较难以确定其相关性。然而单种属的瓶花木 *Scyphiphora hydrophyllacea* 和秋茄 *Kandelia candel* 则应例外, 但拥有多个物种的红树属 *Rhizophora* 和海桑属 *Sonneratia* 与阿特廷斯模式的相关性则可确定, 而阿特廷斯模式在红树科中的高度发生显然是值得重视的独特现象。

施奥特模式与单种属水椰 *Nypa fruitans* 的相关性则应可确认。

3.3 构筑型与生态序列

红树植物的分布大致与海岸线平行的成带现象, 这种成带现象是一个生态序列, 也反映了存在着一个可能的演替序列^[11, 12]。海南岛红树植物的构筑型与此现象也并非毫不相关。尽管阿特廷斯模式存在于整个生态序列中, 但劳赫模式却发生于生

态序列的近陆段和半红树林, 而施奥特模式则仅现于生态序列最终段的半红树水椰 *Nypa fruitans*。如果说阿特廷斯模式是与整个生态序列的物种和生境密切相关的话, 那么施奥特模式和劳赫模式则反映出是与特定的物种和特定的生境相关。

4 结 语

海南岛红树植物区系属于东方区系 (群系), 种类组成较丰富, 分别为全球的30.95%, 东方区系的35.13%, 中国的96.11%。

海南岛红树植物的构筑型有5种模式, 为已知热带树木构筑模式的21%, 其中阿特廷斯模式占绝对优势, 为海南岛红树植物的65.21%。

海南岛红树植物的构筑型与属之间以及与生态序列之间都或多或少具有一定的相关性。

参考文献:

- [1] HALLE F, OLDEMAN R A A. Essais sur l'architecture et la dynamique de croissance des arbres tropicaux[M]. Paris, France: Masson, 1970.
- [2] HALLE F, OLDEMAN R A A, TOMLINSON P A. Tropical trees and forest — an architectural analysis[M]. Berlin: Springer-Verlag, 1978.
- [3] 臧润国, 蒋有绪. 尖峰岭热带树木基本构筑的初步分析 // 蒋有绪, 王伯荪, 臧润国, 等. 海南岛热带林生物多样性及其形成机制[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [4] 臧润国, 蒋有绪. 热带树木构筑学研究概述 // 蒋有绪, 王伯荪, 臧润国, 等. 海南岛热带林生物多样性及其形成机制[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [5] TOMLINSON P B. The botany of mangroves[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.
- [6] PRUSINKEWICZ P W. Modeling the architecture of expanding *Fraxinus pennsylvanica*, shoots using L-system[J]. Can J Bot, 1994, 72: 701—714.
- [7] TOMLINSON P B, ZIMMERMAN M H. Tropical trees as living system[M]. Cambridge, London and New York: Cambridge University Press, 1976.
- [8] TUCKER C G. Crown architecture of stand-grown sugar maple in the Adirondack Mountains[J]. Tree Physiology, 1994, 13: 297—310.
- [9] 蒋有绪, 李俊清, 臧润国. 海南几种热带树木构筑型的研究 // 蒋有绪, 王伯荪, 臧润国, 等. 海南岛热带林生物多样性及其形成机制[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [10] 梁士楚. 红树植物木榄种群的分形特征[D]. 广州: 中山大学, 2002.
- [11] 王伯荪. 植物群落学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1987.
- [12] 王伯荪, 彭少麟. 植被生态学[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1997.

(下转第110页)

[7] COMPTON A H. A quantum theory of the scattering of X-rays

by light elements[J] . Phys Rev. 1923, 21: 483— 502.

A Progress of the Theory on the Nature of Light

SHE Wei long

(State Key Laboratory of Optoelectronic Materials and Technologies,
Sun Yat sen (Zhongshan) University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: It is shown that the problem of the quantization of light field can be adapted as that of one dimensional harmonic oscillator (ODHO). The Schrödinger equation of a quantized ODHO is derived directly from classical mechanics by using the probability theory and variation method. It is found that ① light is only a kind of electromagnetic wave and the quantization of the energy (or momentum) of light field originates from the statistical average of the energies (or momenta) of electromagnetic oscillators; ② the reduced Planck constant appears naturally as a parameter in this theory.

Key words: the nature of light; light field; quantization; theory; progress

(上接第 85 页)

The Architecture of Mangroves of Hainan Island

WANG Bo sun, LIANG Shi chu, ZHANG Jun ti, ZHANG Wei yin, ZAN Qi jie

(School of Life Sciences, Sun Yat sen (Zhongshan) University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: Total 5 architecture models were discovered in mangroves of Hainan Island. They are Attims's model, Abreviele's model, Rauh's model, Scarrone's model and Schoute's model. Among them Attims's model is the highest incidence, total 15 species, 65.31% of the mangrove in Hainan Island. But there is only one species, *Nypa fruitcans* with Schoute's model. The correlation between architecture model and genera is not clear and can not be defined. However, both of Rauh's model and Schoute's model seem to correlate with the specific genera and habitats in the ecological series. *Bruguiera gymnorrhiza* is a typical example of Aubreville's model with two types of branch apposition fashions, thereby forms two branch patterns.

Key words: architecture diversity; mangrove; Hainan Island; architecture model