

华南桉林的结构和生产量研究*

王铸豪 余作岳 丁明懋 张文其 蚁伟民 曾小平

(中国科学院华南植物研究所)

T. W. Schneider

(汉堡大学世界森林和生态研究所)

关键词: 窿缘桉; 林分结构; 生产量

一、试验地的自然条件

试验地位于中国广东省电白县小良的沿海台地, 东经 $110^{\circ}54'18''$, 北纬 $21^{\circ}27'49''$, 处在热带的北缘。年平均温度 23°C , 绝对最高温度 36.5°C , 绝对最低温度 4.7°C , 温度年变幅为 13.4°C 。月平均温度在 18°C 以上者达9个月。年雨量 $1400-1700\text{mm}$, 但季节分布不均匀, 5—9月的雨量占年雨量的 75.8% , 10—4月的雨量仅占年雨量的 24.2% , 干湿季节分明, 旱季长达6个月。

试验地的土壤是由花岗岩风化而成的砖红壤。由于水土流失, 表土大部分都已被侵蚀, 其厚度达 100cm 。据观测资料, 平均每年被冲刷的表土厚约 1cm , 每年每平方公里流失的泥沙为 $10,000\text{m}^3$ 。土壤有机质含量在 0.60% 以下, 而当地残存的森林下土壤有机质含量为 4% 。

据考证, 在一百多年以前试验地有森林覆盖, 顶极群落是热带季雨林。但由于不断增长的人类活动, 原生森林已极为罕见, 仅于村庄周围偶然可见受人为保护的小片自然森林。在1959年以前, 试验地为表土裸露的冲刷坡, 仅局部地方生长着稀疏的矮草丛, 常见的草本植物有鹧鸪草 (*Eriachne pallescens*)、华三芒草 (*Aristida chinensis*)、银丝草 (*Evolvulus alsinoides*)、蛇婆子 (*Waltheria americana*) 等。常见的零星分布的小灌木有了哥王 (*Wikstroemia indica*)、越南叶下珠 (*Phyllanthus cochinchinensis*)、鬼灯笼 (*Clerodendrum fortunatum*)、黑面神 (*Breynia fruticosa*)、大沙叶 (*Aporosa chinensis*) 等。

二、桉林的造林技术及生长状况

桉林的主要树种是窿缘桉 (*Eucalyptus erserta*)。1988年10月14日—20日在桉

* 本研究是中国和德国生态学研究合作计划(CERP)的一个研究课题。

林进行结构的观测，生长于18号样方的窿缘桉是1971年造林的实生树，树龄为17年；生长于20号样方的窿缘桉是1960年造林、1976年第一次砍伐后的萌生树，树龄为12年。当时采用营养器育苗造林，定植株行距为 $2 \times 2\text{m}$ 及 $1.5 \times 2\text{m}$ ，每公顷株数为2400—3450株。在造林初期，窿缘桉生长较快，第四年以后，随着树龄的增加而生长递减。1986年曾砍伐20年生的桉林2公顷，收获木材 $50.25\text{m}^3\text{ha}^{-1}$ ，另收获木柴 78.750kg ha^{-1} 。1982年曾在桉林进行光合作用的测定，推算出单株生产量为 0.8kg a^{-1} 。按每公顷2400株计算，桉林的生产量约为 $28.8\text{t ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ 。

桉林大部分是纯林，间有与马尾松 (*Pinus massoniana*)混交，结构简单。由于凋落物多被附近居民收取作燃料，因此林下覆盖物稀少，表土裸露並有不同程度的水土流失，土壤肥力衰退。显然，这是桉林生产力低的主要原因。

三、桉林结构数据分析

桉林观测样方面积：18号样方是 $50\text{m} \times 50\text{m} = 2500\text{m}^2$ 。20号样方是 $45\text{m} \times 45\text{m} = 2025\text{m}^2$ 。将两个样方内全部单一的树干和在地面分叉的树干编上号码，並在胸高位置（距地面1.3m）划线标记。测量每株树的高度、胸高直径、纵轴和横轴冠幅以及x和y座标。全部树木的座标位置见图1和图2。每一个样方及各换算为1ha的主要数据见表1。18号样方窿缘桉树干占91.2%，马尾松树干占8.8%。20号样方窿缘桉树干占92.0%，马尾松树干占8.0%。

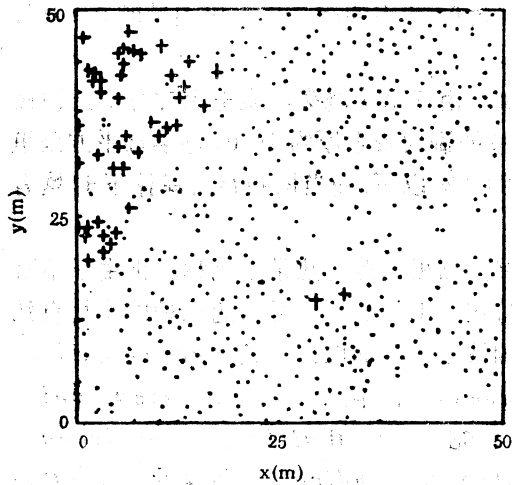


图1 小良，18号样方：树木坐标
· 窿缘桉 + 马尾松

Fig. 1 Xiaoliang, plot 18: position of trees
· *Eucalyptus* + *Pinus*

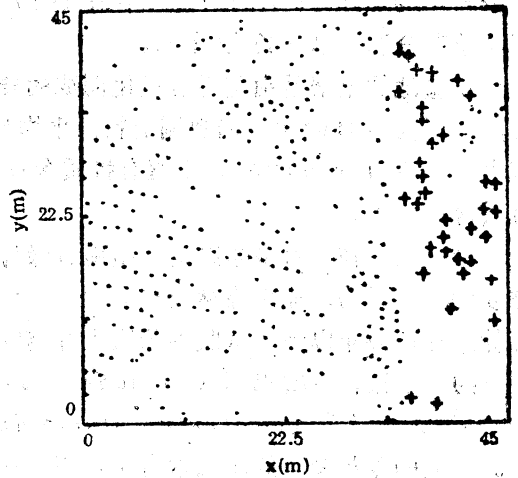


图2 小良，20号样方：树木坐标
· 窿缘桉 + 马尾松

Fig. 2 Xiaoliang, plot 20: position of trees
· *Eucalyptus* + *Pinus*

本文仅以主要树种窿缘桉作下列分析：

18号样方

现有材积 窿缘桉的总现有材积是 $110\text{m}^3/\text{ha}$ （估计结构系数为0.55）。年平均

表1 小良桉林林段/样方主要数据, 1988年10月

Table 1 The main stand/plot parameters of eucalypt forest in Xiaoliang, October, 1988

样方号 Ploe	18号样方 Ploe 18		20号样方 Ploe 20	
	2500m ²	1 ha	2025m ²	1 ha
面积 Area				
林龄(年) Forstage	17		12	
树种 Species	隆 缘 桉 <i>Eucalyptus</i>			
树干数量(条) No. of frunks	495	1980	415	2049
单树干数量(条) No of single stem	456	1824	163	805
分叉树干数量(条) No of multistem	19	76	107	529
胸面积 (m ²) Breast area	4.44	17.77	2.35	13.26
材积 (m ³) Volume	27.51	110.02	24.91	84.58
平均胸高直径 (cm) Ave. DBH	10.69	10.69	9.08	9.08
增加材积(m ³ /ha·a) increased volume		6.47		7.05
树种 Species	马 尾 松 <i>Pinus</i>			
树干数量(条) Trunks	48	192	36	178
胸面积 (m ²) Breast area	0.42	1.70	0.35	1.73
材积 (m ³) Volume	1.37	5.50	1.28	6.30
合计 Total				
树干数量(条) Frunks	543	2172	451	2227
树木数量(株) Timbers	523	2092	306	1512
胸面积 (m ²) Breast area	4.86	19.46	3.04	14.99
材积 (m ³) Volume	28.88	115.52	18.41	90.88

Estimated composition factor 估计结构系数 +)0.55 ++0.5

增加材积是6.47m³ha⁻¹a⁻¹。如果在x轴20—50m和y轴0—50m的纯隆缘桉林段范围内计算全部树干, 则现有材积是129m³ha⁻¹。年平均增加材积则提高为7.60m³ha⁻¹a⁻¹。

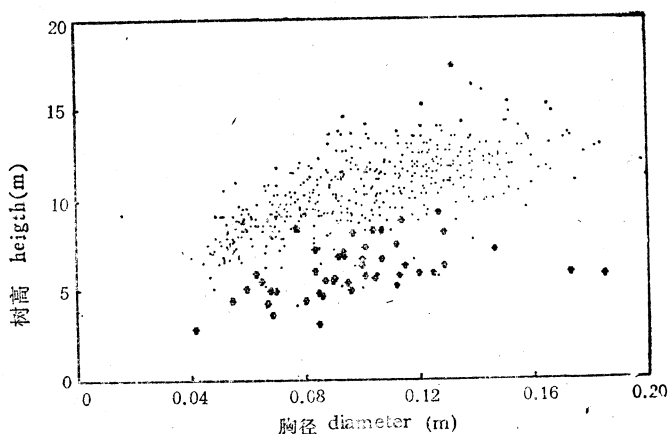


图3 小良, 18号样方: 树干高度与树干胸高直径之比例
· 隆缘桉 + 马尾松

Fig. 3 Xiaoliang, plot 18; stem height over diameter
· *Eucalyptus* + *Pinus*

然而，上述数据都仅是初步的。如果要确定计算材积的专性函数，则需要掌握窿缘桉的确切结构系数，所以日后还要在样方外砍伐若干株样树进行结构系数分析。

树干胸高直径 窿缘桉和马尾松的树干胸高直径的幅度是4—20cm(图3)。大多数树干的胸高直径是6—14cm，

尤以8—9.99cm为最多(图4)。据统计窿缘桉的平均胸高直径为10.7cm。

树干高度 虽然如上文所述，窿缘桉和马尾松的树干胸高直径大致相同，但是这两种树木的树干高度却有很大差别。窿缘桉树干高度的幅度为4—20m以上(图3，不包括高度20m以上者)。大多数树干的高度是8—13.99m，尤以10—11.99m为最多(图5)。马尾松的树干高度则矮得多，最高者仅约10m，只为最高的窿缘桉高度的50%。

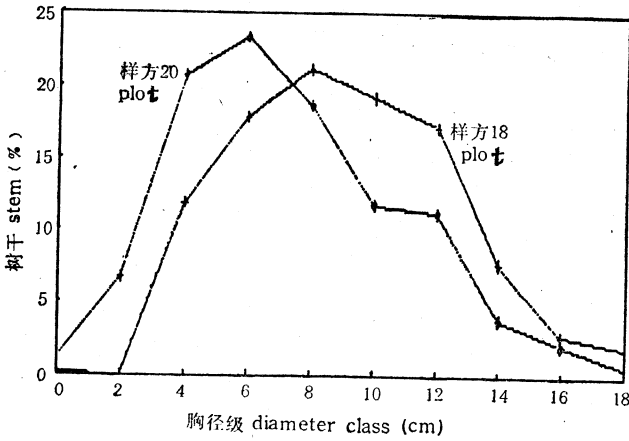


图4 小良：18号样方和20号样方窿缘桉树干与胸高直径级之比例
Fig.4 Xiaoliang: percentage of *Eucalyptus* stems over diameter class in plot 18 and 20. The diameter class limits (2,4,6 etc.) are lower inclusive limits

20号样方

现有材积 窿缘桉的总现有材积是 $85\text{m}^3\text{ha}^{-1}$ (估计结构系数也是0.55)。年平均增加材积是 $7.05\text{m}^3\text{ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ 。如果在x轴0—30m和y轴0—45m的纯窿缘桉林段范围内计算全部树干，则现有材积是 $106\text{m}^3\text{ha}^{-1}$ 。年平均增加材积则提高为 $8.87\text{m}^3\text{ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ 。

树干胸高直径 窿缘桉的树干胸高直径的幅度是1—19cm，马尾松的树干胸高直径的幅度是6—18cm(图6)。大多数窿缘桉的树干胸高直径是4—7.99cm，尤以6—7.99cm为最多(图4)。据统计窿缘桉的平均胸高直径是9.1cm。

树干高度 在本样方内，窿缘桉和马尾松的树干高度也有很大差别。窿缘桉的树干高度的幅度为3—18m(图6)，大多数树干的高度是6—11.99m，尤以8—9.99m为最多(图5)。马尾松的树干高度也是矮得多，最高者亦仅为最高的窿缘桉高度的50%。

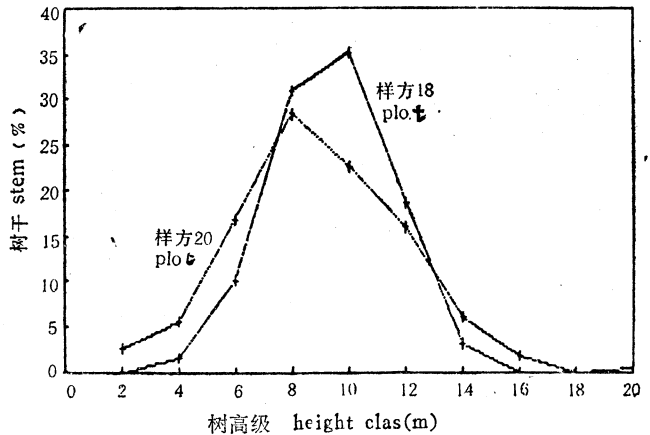


图5 小良：18号样方和20号样方窿缘桉树干与树干高度级之比例
Fig.5 Xiaoliang: percentage of *Eucalyptus* stems over height class in plot 18 and 20. The height class limits (2,4,6 etc.) are lower inclusive limits

四、结 果

在18号样方和20号样方内，林段结构的最明显差别就是单一树干的树木和具有二至多条分叉树干的树木的比例，在20号样方，树木经过砍伐，其后形成萌生的分叉树干。

18号样方共有树木523株(窿缘桉475株、马尾松48株)，树干543条。20号样方共有树木306株(窿缘桉270株、马尾松36株)，树干451条。18号样方窿缘桉单一树干的树木与分叉树干的树木的比例是24.0:1，而在20号样方的比例则为1.52:1。

树干胸高直径的幅度和树干高度的幅度，18号样方都比20号样方高一级(图4和图5)。

树干高度与树干胸高直径的相关，20号样方的相关系数(r)是0.803，18号样方的相关系数(r)是0.647，即20号样方的相关系数(r)大于18号样方。相应的回归方程如下：

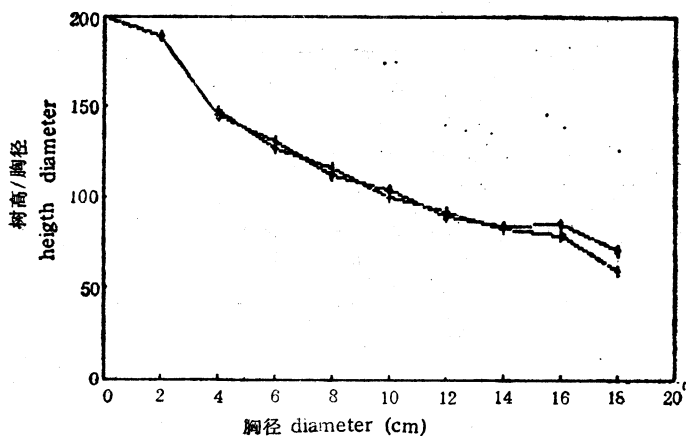


图7 小良：18号样方和20号样方树干胸高直径级与树干高度/树干胸高直径比率之比

Fig. 7 Xiaoliang: h/d-ratio over diameter in plot 18 and 20

树干胸高直径级的平均树干高度/树干胸高直径的比率没有明显的差别(图7)。看来林龄与树干高度/树干胸高直径的比率无关。

上述结果对今后在华南地区制订桉林产量指标有重要的参考价值。

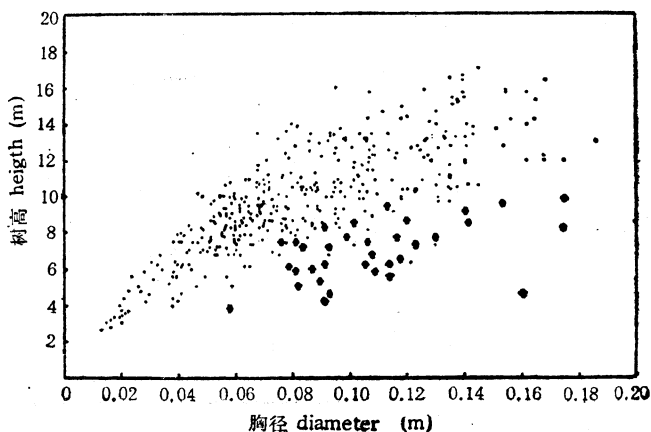


图6 小良，20号样方：树干高度与树干胸高直径之比例
·窿缘桉 +马尾松

Fig. 6 Xiaoliang, plot 20: stem height over diameter
· Eucalyptus + Pinus

18号样方： $ht = 3.5926 + 95.225 \cdot dia - 247.95 \cdot dia^2$

20号样方： $ht = 2.3684 + 116.08 \cdot dia - 271.12 \cdot dia^2$

dia 是以m为单位的树干胸高直径，ht 是以m为单位的树干高度。18号样方的回归是495点，20号样方的回归是415点。18号样方求得的多次测定系数(R^2)是0.45，20号样方求得的多次测定系数(R^2)是0.68(图8和图9)。

在两个样方中，每一个

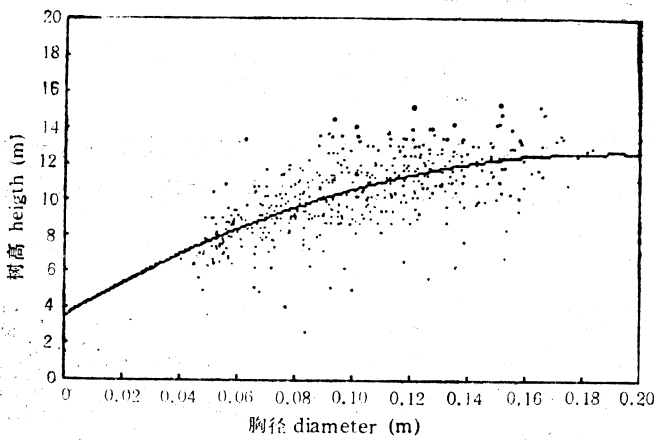


图 8 小良, 18号样方, 窿缘桉: 树干高度与树干胸高直径之比例和相应的回归($R^2=0.45$)

Fig. 8 Xiaoliang, plot 18, only Eucalyptus: stem height over diameter and the fitted regression ($R^2=0.45$)

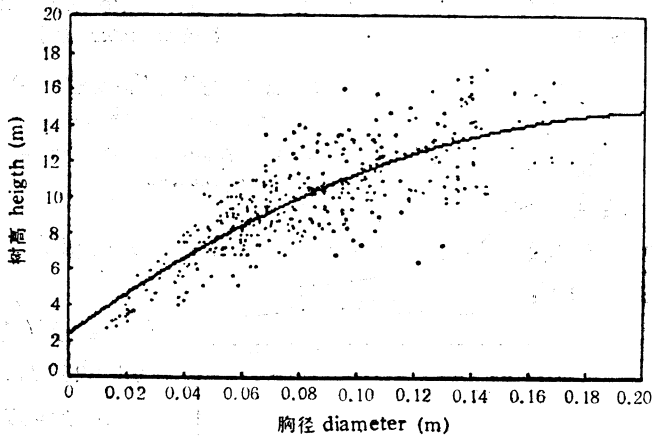


图 9 小良, 20号样方, 窿缘桉: 树干高度与树干胸高直径之比例和相应的回归

Fig. 9 Xiaoliang, plot 20, only Eucalyptus: stem height over diameter and the fitted regression ($R^2=0.68$)

参 考 文 献

- [1] 广东省植物研究所地植物学研究室, 1977: 沿海丘陵荒坡水土保持的植物措施的效应. 植物学报, 19(3): 182—189页.
- [2] 何绍颀、余作岳, 1984: 广东热带沿海侵蚀地的植被重建. 热带亚热带森林生态系统研究, 第2集, 87—90页(图9、图10).
- [3] 邓瑞文、余作岳、张隆芬、陈天杏, 1984: 电白人工林主要建群植物的生理生态特性研究. 热带亚热带森林生态系统研究, 第2集, 132—144页.
- [4] 余作岳、皮永丰, 1985: 广东热带沿海侵蚀地的植被恢复途径及其效应. 热带亚热带森林生态系统研究, 第3集, 97—108页.
- [5] 吴金坤, 1987: 澳大利亚的桉树. 热带林业科技, 第5期, 86—89页.

THE STRUCTURE AND PRODUCTIVITY OF THE EUCALYPT FOREST IN SOUTH CHINA

Wang Zhuhao, Yu Zuoyue, Ding Mingmao,
Zhang Wenqi, Yi Weimin and Zeng Xiaoping
(South China Institute of Botany, Academia Sinica)

T. W. Schneider
(Institute for World Forestry and Ecology, Hamburg University)

Abstract

In the paper, the structure and productivity of an eucalypt forest in the coastal terrace in Xiaoliang, Dianbai County, Guangdong Province, China are studied.

In October 1988 two permanent sample plots have been installed. The actual codes of the plots are 18 and 20. The trees were planted in 1971 for plot 18, in 1960 for plot 20. However, what exists in plot 20 is postharvest trees whose previous generation was cut in 1976. The size of the plots is 2500 m² for plot 18 (50×50m) and 2025m² for plot 20 (45×45m). For each plot all stems have been permanently enumerated and marked at breast height (=1.3m above ground). For each tree, the height, the diameter at breast height, the crown radii on two axes and the x and y coordinates were taken.

The temporary results of the studies are given as follows.

The most significant structural difference between the plots is the ratio of trees (with one stem) to forks (two stems or more) as a result of harvesting and following coppice shoot on plot 20. In plot 18 543 stems have been recorded, representing 523 trees (475 *Eucalyptus exserta* and 48 *Pinus massoniana*). In plot 20 451 stems have been recorded representing 306 trees (270 *Eucalyptus exserta* and 36 *Pinus massoniana*). For *Eucalyptus exserta* the ratio of trees (with one stem) to forks is 24.0/1 in plot 18 and 1.52/1 in plot 20.

For diameter as well as stem height distribution plot 18 has one class higher tendency than plot 20.

The correlation stem height over diameter is with a correlation coefficient (r) of 0.803 in plot 20 stronger than in plot 18 where r is only 0.647. The fitted regression was for

$$\text{- plot 18: } ht = 3.5926 + 95.225 \cdot dia - 247.95 \cdot dia^2$$

$$\text{- plot 20: } ht = 2.3684 + 116.08 \cdot dia - 271.12 \cdot dia^2$$

where dia is diameter in metres, and ht is stem height in metres. There were 495 points in the regression for plot 18 and 415 points for plot 20. A coefficient of a multiple determination (R^2) of 0.45 was obtained for plot 18 and of 0.68 for plot 20.

No significant difference between the two plots has been recognized by plotting the mean h/d-ratio of each diameter class against diameter class. It seems that age has no effect on h/d-ratio.

These results are of specific importance for the later construction of yield tables for *Eucalyptus exserta* in South China.

Key words; *Eucalyptus exserta*; Stand structure; Productivity