

# 广东省木棉古树分布与健康及影响因子分析\*

陈盼 谭志权 郭盛才 陈秋菊 陈黄礼

(广东省林业调查规划院, 广东广州 510520)

**摘要** 以广东省古树名木普查数据为基础, 采用皮尔逊相关系数和线性混合模型分析了全省木棉 *Bombax ceiba* 古树的资源特征及影响因子。结果表明广东省现存木棉古树 1 280 株, 树龄、树高、胸围和冠幅主要集中在 100~200 a, 12.0~22.0 m, 200~400 cm 和 8.0~20.0 m。木棉古树空间分布差异大, 以珠三角地区为主, 粤东西地区较少, 粤北地区零星分布。木棉古树树龄与环境因子无显著相关性; 树高与多数环境因子存在显著相关性; 胸围与季节温度差、年均温度差呈显著正相关, 冠幅与年均温度呈极显著负相关, 但胸径和冠幅与坡度、坡向和年均降雨量均无显著相关性。结论, 广东省木棉古树主要分布在广州市、东莞市、惠州市等珠三角城市, 健康状况整体较好, 树洞(中空)、病虫害、枯断枝比例、环境污染物和生长空间是影响木棉古树健康的主要因子。

**关键词** 木棉; 空间分布; 健康状况; 相关性分析; 广东省

中图分类号: S757.2 文献标志码: A 文章编号: 2096-2053 (2024) 02-0128-07

## Study on Distributions and Status and Impact Factors of Ancient Kapok Trees (*Bombax ceiba*) in Guangdong Province

CHEN Pan TAN Zhiquan GUO Shengcai

CHEN Qiuju CHEN Huangli

(Guangdong Forestry Survey and Planning Institute, Guangzhou, Guangdong 510520, China)

**Abstract** Based on the census of large ancient famous trees in Guangdong province, this study analyzed the resource characteristics of ancient *Bombax ceiba* and the underlying factors using Pearson's correlation and linear mixed model. The results showed that there were 1 280 ancient *B. ceiba* in Guangdong Province, and the age, height, diameter at breast height (DBH), and crown width are mainly concentrated in 100–200 a, 12.0–22.0 m, 200–400 cm, and 8.0–20.0 m, respectively. The ancient *B. ceiba* were distributed unevenly across Guangdong province, most of which were recorded in the Pearl River Delta, whereas they were rare in the eastern, western, and northern parts of Guangdong. The tree height was significantly correlated with most environmental factors, but the correlations between the ages of the old kapok trees and tested environmental factors were not significant. DBHs were positively correlated with temperature seasonality and annual temperature range, and the canopies were negatively correlated with annual mean temperature. However, both DBH and canopy were not correlated with slope, aspect, and annual precipitation. To sum up, the ancient *B. ceiba* is distributed mainly in the Pearl River Delta, including Guangzhou, Dongguan, and Huizhou city. The health status of

\* 基金项目: 广东省林业科技创新项目 (2020KJCX004)。

第一作者: 陈盼 (1985—), 男, 高级工程师, 从事林业调查规划和古树名木保护相关工作, E-mail: 274907398@qq.com。

通信作者: 郭盛才 (1969—), 男, 教授级高级工程师, 从事林业调查规划和古树名木保护管理工作, E-mail: 171465288@qq.com。

ancient *B. ceiba* is generally good. Tree holes, pests and diseases, broken branches, environmental pollutants, and growing space are the main factors that jointly influence the health of ancient *B. ceiba*.

**Key words** kapok tree; spatial distribution; health status; correlation analysis; Guangdong province

木棉 *Bombax ceiba* 属木棉科，是全球热带与亚热带地区常见的高大乔木，树姿挺拔、花大可食、果实纤维可织，很早就为人们所认识和利用，在全球范围形成了丰富的资源利用方式与文化<sup>[1]</sup>。在我国主要分布在广东省、广西壮族自治区、海南省等地，具有极高的经济价值和文化属性，是岭南地区的文化象征<sup>[2]</sup>。木棉古树是指树龄大于 100 a 的木棉。古树是大自然和先祖留给我们珍贵的自然文化遗产<sup>[3]</sup>，是不可再生的活文物和绿色古董，在维持生物多样性和生态系统功能等方面具有重要作用<sup>[4]</sup>，并为人们提供社会和文化利益<sup>[5]</sup>。

古树的形态特征不仅能直观反映古树生存环境和立地质量的优劣，也是古树健康状况最直观、最有效的判断指标<sup>[6]</sup>。古树的多样性及分布格局受到古树自身生物学特性<sup>[7]</sup>、人文因子<sup>[4]</sup>、和动植物协同关系<sup>[8]</sup> 等因子的影响，地理环境、人为干扰、管理措施和传统文化为最主要影响因子<sup>[9-10]</sup>。古树的许多关键特征，例如极高的树高，较长的寿命，以及洞穴的存在，这些在未受干扰的环境中赋予了竞争和进化的优势，可也使这些优势容易受到环境和一系列人类影响，包括干旱、火灾、虫害和病原体，以及伐木、土地开垦、景观破碎化和气候变化等<sup>[11]</sup>。

我国是生物多样性最丰富的国家之一，同时具有几千年的人类开发历史，目前在人类活动密集的城镇或乡村保存了大量的古树，是人类聚居区生物文化多样性保护的核心<sup>[12]</sup>。然而，在气候变化和人类干扰的影响下，古树面临前所未有的衰退，探寻古树衰退的影响因素，筛选影响古树健康的主要因子，对有效保护古树显得特别重要。

文章分析了广东省木棉古树的形态特征、空间分布特征、健康状况和影响因子，探究木棉古树树龄、树高、胸围和冠幅与环境因子之间的相互关系，旨在发现影响木棉古树健康状况的主要因子，为广东省古树名木制定科学合理的保护、管理和保育措施提供技术支撑和科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究地概况

广东省地处中国南部沿海，坐标 109°45′ ~ 117°20′E 和 20°09′ ~ 25°31′N，土地总面积 17.98 万 km<sup>2</sup>，地势北高南低，地貌以山地、丘陵为主。2022 年全年年平均气温 22.2 °C，年平均降水量 1 530 mm，夏季经常遭受台风干扰。同时，广东省是各种气象灾害多发省份，主要灾害有暴雨洪涝、台风、强对流天气、雷击、高温、干旱及低温阴雨、寒露风、寒潮和冰（霜）冻等低温灾害<sup>[13]</sup>。截至 2022 年底，广东省古树名木信息管理系统统计结果显示，广东现有古树名木 84 390 株，其中树龄 500 a 以上的古树 761 株，名木 80 株。

### 1.2 数据来源

本研究数据来源为 2019 年 12 月 9 日广东省古树名木普查成果数据<sup>[14]</sup>。数据的调查和测量按照《古树名木普查技术规范》<sup>[15]</sup> 的要求，逐株测量木棉的树高、胸围和冠幅，树高采用测高仪（精度 1 cm）测量，胸围和冠幅采用皮尺（精度 1 cm）测量，并对古树整体拍照，记录古树的健康状况，包括寄生、病虫害、树干倾斜等因子。树龄采取胸围生长模型法估算，同时参考相关史料和传说。采用便携式 GPS 定位坐标，坐标系为 WGS84。在广东省数字高程模型（DEM）中提取海拔、坡度和坡向数据（30 m 分辨率）。年均温度、等温性、年均降雨量等 11 个环境因子数据来源于 WorldClim 全球高分辨率（5 km）气候数据分享平台。

### 1.3 研究方法与数据分析

木棉古树保护等级和生长势分类标准依据《古树名木普查技术规范》（LY/T 2738-2016）的标准划分。

利用软件 R4.3.0 采用皮尔逊相关系数（Pearson's correlation）分析木棉古树树龄、树高、胸围、冠幅与环境因子的相关性。

利用 Arc GIS10.8 软件，在广东省数字高程模型（DEM）中提取木棉古树分布点上的海拔、坡度和坡向数据，在 WorldClim 栅格数据中提取年均温

度、等温性、年均降雨量等 11 个环境因子数据。

调查记录对木棉古树健康影响可见、容易测量的因子，包括寄生、病虫害、树洞或中空、环境污染等 10 个因子。并参考相关研究成果<sup>[16-21]</sup>，制定广东省木棉古树健康影响因子评定标准（表 1）。依据评定标准，对影响因子赋值，无影响赋“0”，有影响赋“1”。

应用线性混合模型（linear mixed model, LME）对木棉古树与环境因子、影响健康因子进行线性混合模型参数估值。模型中固定效应选择海拔、坡度、坡向、年均温度、年均降雨量和等温性等常见的环境因子，随机效应选择调查记录的寄生、病虫害、树洞或中空等 10 个因子。依据模型分析结果，将影响健康因子按照权重（RI）分级， $RI \geq 30\%$  为关键因子； $20\% \leq RI < 30\%$  为重要因子； $10\% \leq RI < 20\%$  为基本因子； $RI < 10\%$  一般因子。

## 2 结果与分析

### 2.1 木棉古树资源特征分析

广东省现有木棉古树 1 280 株，占广东省古树名木总数的 1.52%。其中，一级木棉古树（树龄  $\geq 500$  a）6 株，占总数的 0.47%；二级木棉古树（ $300 \text{ a} \leq \text{树龄} < 500 \text{ a}$ ）60 株，占 4.69%；三级木棉古树（ $100 \text{ a} \leq \text{树龄} < 300 \text{ a}$ ）1 214 株，占 94.84%。

2.1.1 形态结构特征 广东省木棉古树树龄、树

高、胸围和冠幅的结构特征见图 1。由图可见，木棉古树随着树龄增大，数量逐渐减少。树高、胸围和冠幅结构特征均为正态分布。

木棉古树平均树龄 151 a，平均树高 17.8 m，平均胸围 347.9 cm，平均冠幅 15.7 m。树龄主要集中在 100~200 a，数量 1 090 株，占木棉总数的 85.16%；树高主要集中在 12.0~22.0 m，数量 994 株，占 77.66%；胸围主要集中在 200.0~400.0 cm，数量 825 株，占 64.45%；冠幅主要集中在 8.0~20.0 m，数量 934 株，占 72.97%。

树龄最大的木棉古树位于东莞市东城街道樟村社区居委会，树龄 810 a，树高最高的木棉古树位于惠州市惠城区桥西街道，树高 36 m；胸围最大的木棉古树位于潮州市饶平县钱东镇径口村委会，胸围 1 050 cm；冠幅最大的木棉古树位于佛山市顺德区勒流街道勒北村委会，平均冠幅 42.5 m。

2.1.2 空间分布特征 广东省木棉古树的分布详见图 2。按数量统计，广州市 224 株，数量最多，占木棉古树总数的 17.50%；其次为东莞市、惠州市和佛山市 3 市，分别为 200 株、143 株和 135 株，占木棉古树总数的 15.63%、11.17% 和 10.55%。汕尾市、深圳市和韶关市分布数量最少，分别为 5 株、10 株和 11 株，占 0.40%、0.80% 和 0.86%。

按保护等级统计，一级木棉古树 6 株，清远市 2 株，东莞市、惠州市、肇庆市和茂名市各 1 株。

表 1 广东省木棉古树健康影响因子评定标准

Table 1 Standard for evaluation of health impact factors of ancient kapok trees in Guangdong province

影响因子 Impact factors	无影响 NO	有影响 YES
寄生 Parasites	树体寄生面积 $\leq 5\%$	树体寄生面积 $> 5\%$
病虫害 Pests and diseases	无病虫害发生	树冠、树干或树根有明显的病虫害发生
树干倾斜 Trunk slants	树干倾斜度 $\leq 5\%$	树干倾斜度 $> 5\%$
枯断枝比例 Broken branches	树冠枯断枝比例 $\leq 5\%$	树冠枯断枝比例 $> 5\%$
树皮损伤 Bark damage	无损伤	树皮有明显的剥、刮、削等痕迹
树洞（中空）Tree holes（Hollow）	树干无明显的树洞或内部中空	树干有明显的树洞或内部中空
根系裸露 Exposed roots	根系裸露比例 $\leq 5\%$	根系裸露比例 $> 5\%$
土壤紧密度 Soil compactness	树干 5 m 范围内无硬底化铺装	树干 5 m 范围内有硬底化铺装
生长空间 Growing space	树干 1 m 范围内无阻碍	树干 1 m 范围内有阻碍
环境污染物 Environmental pollutants	生长环境无污染物	生长环境有明显的垃圾、污水等

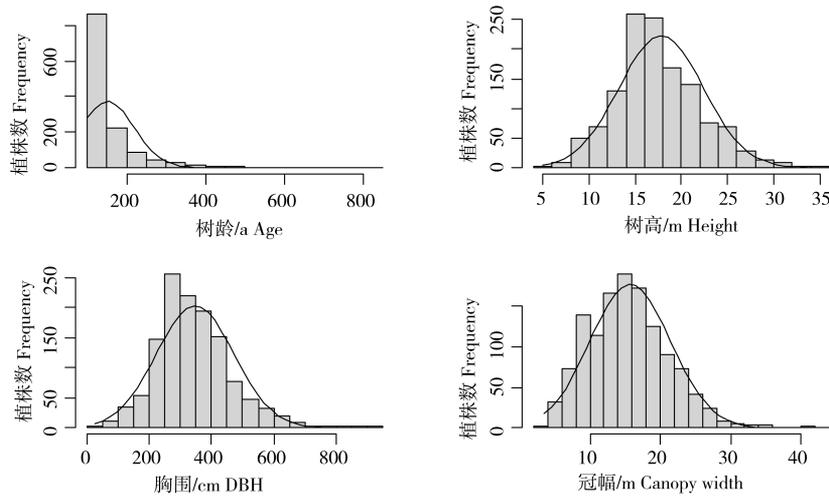


图 1 广东省木棉古树树龄、树高、胸围和冠幅的结构特征

Fig. 1 Structure characteristics of age, height, chest circumference, and canopy width of ancient kapok trees in Guangdong province

二级木棉古树 60 株，分布在广东省 14 个地级市。东莞市 12 株，分布数量最多；其次为惠州市和佛山市，分别有 9 株和 7 株；汕头市和梅州市各 5 株；潮州市、广州市、清远市和江门市各 3 株；揭阳市和阳江市各 2 株；河源市、茂名市、深圳市、云浮市、肇庆市和中山市各 1 株。

木棉古树分布特征为以珠三角区域为主，粤东西地区较少，粤北地区零星分布。

2.1.3 健康特征 广东省木棉古树按照生长势统

计，正常株 1 163 株，占木棉古树总数量的 90.86%；衰弱株 105 株，占 8.20%；濒危株 12 株，占 0.94%。

按照影响健康因子统计，木棉古树有 27 株树干倾斜，占木棉古树总数量的 2.11%；有 202 株受寄生干扰，占 15.78%；有 77 株受病虫害侵扰，占 6.02%；树冠枯断枝比例>5%的有 131 株，占 10.23%；有 43 株树干出现树洞或中空，占 3.36%；有 31 株树皮损伤，占 2.42%；有 84 株根系裸露，占 6.56%；有 328 株根部土壤紧密，占

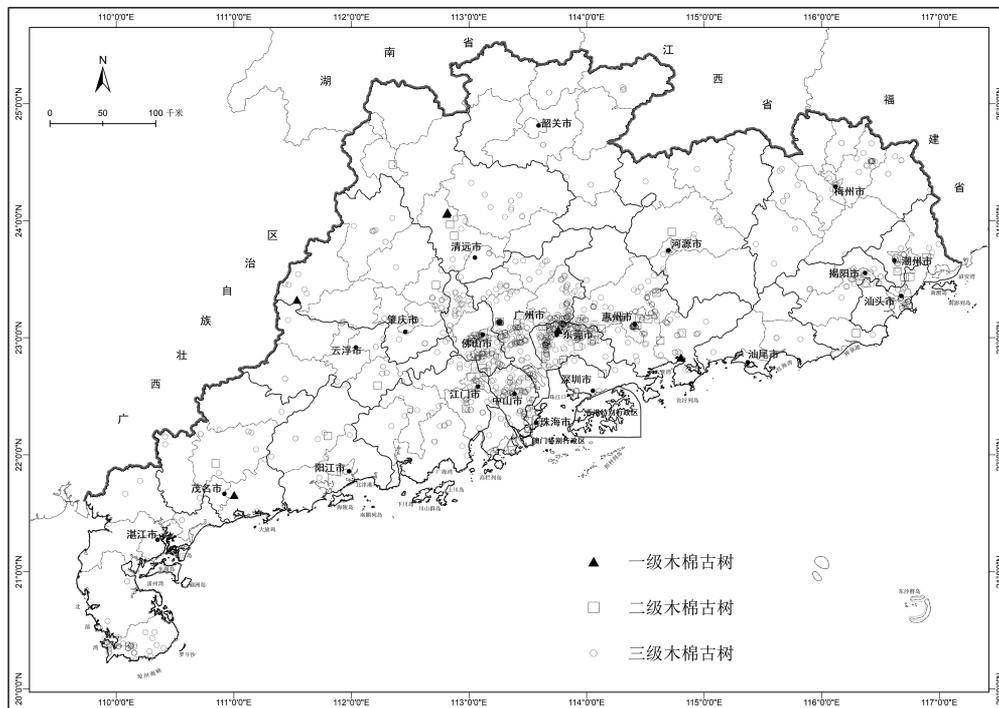


图 2 广东省木棉古树分布

Fig. 2 Distribution map of ancient kapok trees in Guangdong province

25.62%；有413株生长空间受限，占32.26%；有140株受环境污染威胁，占10.93%。

## 2.2 木棉古树影响因子分析

2.2.1 木棉古树与环境因子的相关性分析 广东省木棉古树树龄、树高、胸围、冠幅与海拔、坡度、坡向、年均温度、年均降雨量等14个环境因子的相关性分析结果见表2。由表可见：树龄与所有环境因子均无显著相关性；树高与海拔呈极显著正相关 ( $P < 0.001$ )，与坡度显著正相关 ( $P < 0.01$ )；胸围与海拔显著负相关 ( $P < 0.01$ )。

树高与年均温度、最冷月最低温呈极显著负相关 ( $P < 0.001$ )，与其他温度类因子呈极显著正相关 ( $P < 0.001$ )；胸围与海拔显著负相关 ( $P < 0.01$ )，与季节温度差、年均温度差、最干月降雨量显著正相关 ( $P < 0.01$ )；冠幅与年均温度、等

温性、最冷月最低温呈极显著负相关 ( $P < 0.001$ )，与年均日温差、季节温度差、最干月降雨量呈极显著正相关 ( $P < 0.001$ )。

2.2.2 木棉古树健康响影因子分析 广东省木棉古树生长势与环境因子、影响健康因子的线性混合模型分析结果见表3。结果表明，固定效应中环境因子对木棉古树健康的影响没有达到显著水平，随机效应中各因子对木棉古树健康的影响程度差别较大。

对不健康（衰弱和濒危）木棉古树与环境因子、影响健康因子进行线性混合模型分析，依据影响大小排序：病虫害>生长空间>环境污染物，其他因子影响较小。依据权重（RI）分级标准，影响衰弱和濒危木棉古树的关键因子是病虫害，重要因子是生长空间和环境污染物。

表2 广东省木棉古树与环境因子的相关性分析

Table 2 Correlation analysis between ancient kapok trees and environmental factors in Guangdong province

环境因子 Environmental factor	相关系数 Correlation coefficient			
	树龄 Age	树高 Height	胸围 Breast circumference	冠幅 Crown width
海拔 Altitude	-0.041 <sup>n.s.</sup>	0.144 <sup>***</sup>	-0.087 <sup>**</sup>	0.016 <sup>n.s.</sup>
坡度 Slope	-0.007 <sup>n.s.</sup>	0.057 <sup>*</sup>	-0.027 <sup>n.s.</sup>	0.037 <sup>n.s.</sup>
坡向 Aspect	0.029 <sup>n.s.</sup>	0.051 <sup>n.s.</sup>	0.015 <sup>n.s.</sup>	0.027 <sup>n.s.</sup>
年均温度 Annual mean temperature	-0.038 <sup>n.s.</sup>	-0.106 <sup>***</sup>	-0.040 <sup>n.s.</sup>	-0.111 <sup>***</sup>
年均日温差 Annual mean diurnal rang	0.032 <sup>n.s.</sup>	0.148 <sup>***</sup>	0.048 <sup>n.s.</sup>	0.007 <sup>***</sup>
等温性 Isothermality	0.008 <sup>n.s.</sup>	0.111 <sup>***</sup>	-0.012 <sup>n.s.</sup>	-0.092 <sup>***</sup>
季节温度差 Temperature seasonality	0.034 <sup>n.s.</sup>	0.108 <sup>***</sup>	0.094 <sup>**</sup>	0.137 <sup>***</sup>
最暖月最高温 Max temperature of warmest month	0.026 <sup>n.s.</sup>	0.081 <sup>***</sup>	0.073 <sup>**</sup>	0.001 <sup>n.s.</sup>
最冷月最低温 Min temperature of coldest month	-0.041 <sup>n.s.</sup>	-0.143 <sup>***</sup>	-0.069 <sup>*</sup>	-0.10 <sup>***</sup>
年均温度差 Annual temperature range	0.041 <sup>n.s.</sup>	0.140 <sup>***</sup>	0.078 <sup>**</sup>	0.080 <sup>**</sup>
年均降雨量 Annual precipitation	-0.034 <sup>n.s.</sup>	-0.087 <sup>**</sup>	-0.028 <sup>n.s.</sup>	-0.018 <sup>n.s.</sup>
最湿月降雨量 Precipitation of wettest month	0.010 <sup>n.s.</sup>	-0.058 <sup>*</sup>	-0.035 <sup>n.s.</sup>	-0.028 <sup>n.s.</sup>
最干月降雨量 Precipitation of driest month	-0.006 <sup>n.s.</sup>	0.003 <sup>n.s.</sup>	0.114 <sup>***</sup>	0.157 <sup>***</sup>
季节降雨量 Precipitation seasonality	0.023 <sup>n.s.</sup>	-0.138 <sup>***</sup>	-0.028 <sup>n.s.</sup>	-0.070 <sup>*</sup>

注：n.s. 不显著；\*  $P < 0.05$ ；\*\*  $P < 0.01$ ；\*\*\*  $P < 0.001$ 。

Note: n.s. means insignificant; \* means  $P < 0.05$ ; \*\* means  $P < 0.01$ ; \*\*\* means  $P < 0.001$ .

对全部木棉古树与环境因子、影响健康因子进行线性混合模型分析，依据影响大小排序：树洞（中空）>枯断枝比例>环境污染物>病虫害>寄生>树皮损伤>根系裸露度>土壤紧密度>生长空间>树干倾斜。依据权重（RI）分级标准，影响木棉古树健康的重要因子是树洞（中空），基本因子是枯断枝比例、环境污染物和病虫害，其他因子为一般因子，对木棉古树健康的影响较小。

## 3 结论与讨论

广东省现存木棉古树1280株，平均树龄151a，平均树高17.8m，平均胸围347.9cm，平均冠幅15.7m；主要以三级古树为主，一级和二级的木棉古树数量较少，仅占木棉古树总数的8.11%；空间分布差异大，以珠三角区域为主，粤东西地区分布较少，粤北地区零星分布。木棉古树整体

表 3 广东省木棉古树健康状况的线性混合模型参数估值

Table 3 Parameter estimation of linear mixed model for health status of ancient kapok trees in Guangdong province

类型 Type	因子 Factor	全部木棉 All ancient kapok			不健康木棉 Unhealthy kapok		
		$\beta$	95% CI	RI	$\beta$	95% CI	RI
固定效应 Fixed effects	海拔	-0.016	(-0.035, 0.002)	0.037	0.007	(-0.064, 0.078)	0.25
	坡度	-0.008	(-0.027, 0.010)	0.012	0.013	(-0.055, 0.082)	0.26
	坡向	0.010	(-0.008, 0.028)	0.015	0.017	(-0.0513, 0.084)	0.26
	年均温度	0.016	(-0.002, 0.034)	0.036	-0.003	(-0.078, 0.071)	0.25
	年均降雨量	-0.006	(-0.025, 0.013)	0.01	-0.048	(-0.116, 0.019)	0.06
随机效应 Random effects	寄生	0.051		8.36	0		0
	病虫害	0.078		12.78	0.12		50.69
	树干倾斜	0.000		0.00	0		0
	枯断枝比例	0.119		19.45	0		0
	树皮损伤	0.045		7.43	0		0
	树洞 (中空)	0.157		25.68	0		0
	根系裸露度	0.035		5.80	0		0
	土壤紧密度	0.024		3.92	0		0
	生长空间	0.018		3.01	0.06		25.95
	环境污染物	0.083		13.56	0.06		23.35
模型拟合参数 Mode parameters	$R_m^2$	0.004			0.022		
	$R_c^2$	0.354			0.164		

注： $\beta$  固定效应为线性混合模型的标准系数，随机效应为标准偏差。 $R_m^2$  表示固定效应解释的模型变异， $R_c^2$  表示固定效应和随机效应共同解释的模型变异。RI 固定效应表示相对重要性，随机效应为权重。CI=置信区间。

Note:  $\beta$  fixed effect is the standardized coefficient of linear mixed model, and random effect is the standard deviation.  $R_m^2$  represents the model variation explained by fixed effect.  $R_c^2$  represents the model variation explained by both fixed effect and random effect. RI Fixed effect is the relative importance, random effect is weight. CI= confidence interval.

健康状况较好，但仍有 9.14% 的木棉存在病虫害、树干树洞或中空、生长空间受限、环境污染等因素影响其生长。

工业发展和城市化进程中古树保留和土地开发矛盾是导致古树消亡的主要原因<sup>[22]</sup>，但广东省木棉古树的分布主要以广州市、东莞市、惠州市等经济发达，工业发展快速的珠三角城市为主，与其结果相矛盾。广东省木棉古树的保留主要与当地的农耕历史、文化风俗息息相关<sup>[23]</sup>。广州市早在 1930 年就曾定木棉花为市花，广州市民以鲜艳似火的大红花，比喻英雄奋发向上的精神，因此木棉树又被誉称为“英雄树”，许多木棉古树因此得以留存至今。

相关性分析表明，树龄与所有环境因子均无显著相关性，原因可能是人为活动对广东省木棉古树分布的影响较大，主要表现在保护和复壮方面。树高与多数环境因子呈显著相关 ( $P < 0.01$ )，主要与物种的生物学特性有关。多数木棉古树生长在城市高楼中间，为了获取充足光照而逼迫生

长的更为高大。胸围与坡度、坡向、年均温度和年均降雨量无显著相关性；冠幅与海拔、坡度、坡向均无显著相关性，主要是因为多数木棉古树生长在城市，地势平坦，生长环境较好。

线性混合模型分析结果表明，影响衰弱和濒危木棉古树的关键因子是病虫害，重要因子是生长空间和环境污染物，与赵勇<sup>[24]</sup>和周威<sup>[25]</sup>等人的研究结果一致。影响木棉古树健康的重要因子是树洞 (中空)，基本因子是枯断枝比例、环境污染物和病虫害。树木形成树洞和中空的主要原因是主干受损和土壤的养分不足。虽然多数木棉古树在城市得以保留，但在城市化建设的过程中不可避免的遭受树干损伤、枝干修剪等影响，再加上根部土壤硬底化，水分和微量元素得不到补充，土壤肥力不足，日积月累逐渐形成树洞或中空。

古树健康受树种自身因素、环境因素以及人为因素的综合影响。对单一树种研究可避免种间差异造成的影响，同时，线性混合模型将环境因子作为固定效应参与模型计算，很好的解决了环

境因子差异造成的影响。然而,本研究还存在不足之处,在环境因子方面因缺乏土壤数据,如土层厚度和土壤类型,没有将土壤参与模型计算;在选择影响古树健康因子时,出于因子数据获取难易度,计算和测量可行性的考虑,未将部分因子列入评价体系内,如树瘤、攀爬、烟熏火烤等。

近年来,广东省实施深入推进绿美广东生态建设,古树名木越来越重视,先后开展了古树名木补充调查,古树公园和绿美古树乡村建设<sup>[26-27]</sup>,一级古树和名木视频监控,并取得了明显成效<sup>[28-31]</sup>。但仍存在重视不足、资金不足、人员不足等情况,因此,建议增强保护意识、增加资金投入、完善管护制度,严格保护好古树及其生长环境,传承古树名木历史文化,讲好人与自然和谐共生的广东故事。

### 参考文献

- [1] 向文倩,王文娟,任明迅. 木棉文化的生物多样性传统知识及其传承与利用[J]. 生物多样性,2023,31(3):1-12.
- [2] 陈灿彬. 南花之王:木棉形象及其文化地位的构建[J]. 南京晓庄学院学报,2023,39(2):78-83.
- [3] 郭盛才,刘锡辉,陈富强,等. 广东省古树名木保护管理现状及发展策略[J]. 林业调查规划,2019,44(5):176-180.
- [4] LINDENMAYER D. B., LAURANCE, W. F. The ecology, distribution, conservation and management of large old trees[J]. Biological Reviews, 2017, 92, 1434-1458.
- [5] BLCHARSKA M, MIKUSINSKI G. Incorporating social and cultural significance of large old trees in conservation policy[J]. Conservation Biology, 2014, 28(6):1558-1567.
- [6] 谭志权,陈盼,郭盛才,等. 广东省一级古树资源特征及其影响因子分析[J]. 林业与环境科学,2023,39(4):105-113.
- [7] PEDERSON N. External characteristics of old trees in the eastern deciduous forest[J]. Natural Areas Journal, 2010, 30(4):396-407.
- [8] PUNCHI—MANAGE R, WIEGAND T, WIEGAND K, et al. Neighborhood diversity of large trees shows independent species patterns in a mixed dipterocarp forest in Sri Lanka[J]. Ecology, 2015, 96(7):1823-1834.
- [9] LINDENMAYER D B, BLANCHARD W, BLAIR D, et al. Environmental and human drivers influencing large old tree abundance in Australian wet forests[J]. Forest Ecology and Management, 2016, 372:226-235.
- [10] 刘大伟,王宇健,谢春平,等. 安徽省一级古树的资源特征及影响因子分析[J]. 植物资源与环境学报, 2020, 29(1):59-68.
- [11] DAVID B, WILLIAM F. The ecology, distribution, conservation, and management of large old trees[J]. Biological reviews, 2017, 92:1434-1458.
- [12] LI HUANG, CHENG JIN, YINGJI PAN, et al. Human activities and species biological traits drive the long-term persistence of old trees in human-dominated landscapes[J]. Nature Plants, 2023, 9:898-907.
- [13] 广东年鉴编纂委员会. 广东年鉴(2022)[M]. 广州:广东年鉴社,2022.
- [14] 郭盛才,陈秋菊,陈盼,等. 广东省新一轮古树名木资源普查成果报告[R]. 广州:广东省绿化委员会办公室,广东省林业调查规划院,2019.
- [15] 国家林业局. 古树名木普查技术规范:LY/T2738—2016[S]. 北京:中国标准出版社,2016.
- [16] 陈盼,郭盛才,陈秋菊,等. 广东省古樟树资源特征及影响因子研究[J]. 林业与环境科学,2023,39(5):72-79.
- [17] 周威,刘建军,王京. 黄河中游地区古树健康诊断标准及其应用[J]. 西南林业大学学报,2016,36(6):58-63.
- [18] 苏纯兰,陈葵仙,胡秋艳,等. 基于层次分析法构建东莞市古树名木健康评价体系[J]. 林业与环境科学, 2016, 32(2):57-62.
- [19] 盛大勇,牛晓楠,邓仿东,等. 惠州市惠城区古树资源健康状况评价[J]. 惠州学院学报(自然科学版), 2018, 38(6):51-54.
- [20] 李程,罗鹏,邓秀秀,等. 古树名木生长状况与环境因子关系研究:以浙江省古木棉为例[J]. 中南林业科技大学学报,2015,35(11):86-93.
- [21] 苏纯兰,陈葵仙,胡秋艳,等. 基于层次分析法构建东莞市古树名木健康评价体系[J]. 林业与环境科学, 2016, 32(2):57-62.
- [22] 黄应锋,孙冰,廖绍波,等. 深圳市古树资源特征与分布格局[J]. 植物资源与环境学报,2015,24(2):104-111.
- [23] 魏丹,郑昌辉,叶广荣,等. 广东省古树资源分布及文化要素研究[J]. 西北林学院学报,2021,36(6):181-187.
- [24] 赵勇,张倩,陈风云,等. 泰安市古树资源及健康影响因素分析[J]. 山东林业科技,2019,243(4):87-91.
- [25] 周威,刘建军,王京. 黄河中游地区古树健康诊断标准及其应用[J]. 西南林业大学学报,2016,36(6):58-63.
- [26] 陈秋菊,刘新科,练丽,等. 广东省古树名木资源活化利用模式探究[J]. 林业调查规划,2021,46(6):95-97,189.
- [27] 王东秀,车瑞,朱宇钊,等. 广东省古树名木保护和开发利用:以绿美古树乡村建设为例[J]. 林业与环境科学,2021,37(6):163-168.
- [28] 谭志权,陈盼. 广东省一级古树资源现状及空间分布研究[J]. 林业调查规划,2022,47(6):145-148.
- [29] 陈秋菊,郭盛才,陈盼. 广东省古树名木资源现状及分布研究[J]. 林业调查规划,2019,44(5):172-175,180.
- [30] 李涛,魏丹,等. 广东省古树群分布特征及生物学特征研究[J]. 林业与环境科学,2022,38(6):166-171.
- [31] 魏丹,代色平. 广东省榕属古树分布及历史文化研究[J]. 广东地域性植物与应用,2022(6):2-4.