古树名木管理与保护

杭州西湖景区古树资源多样性、空间分布及其留存*

胡路瑶 潘子暘 吴仁武 包志毅 杨 凡

浙江农林大学风景园林与建筑学院 杭州 311300

摘要:【目的】分析城市文化遗产区内现存古树的结构和空间布局,为城市文化遗产区古树资源的可持续发展与法定保护提供科学建议。【方法】以我国典型文化遗产区——杭州西湖景区为研究范围,采用实地勘测法和类比推断法,分析古树的树种组成、生长状况、空间分布、生境分布。【结果】西湖古树共 879 株,隶属 30 科 51 属 68 种,以落叶阔叶树种为主,且多为乡土树种。胸径 65~100 cm 的古树占比最高,古树的树龄分布呈金字塔型,100~250 年树龄数量最多。空间分布呈现较强的聚集性,分布数量随海拔高度升高而递减,生境以山林和机构单位为主。与 10 年前相比,一、二级古树数量及树种数量均减少,但古树总数量有所增加。【结论】杭州西湖古树资源丰富与其所在的地形地貌、社会文化以及人类认知利用紧密相关,旅游活动等人为干扰对古树造成了负面影响。建议未来杭州西湖在保护现有古树资源的前提下,注重中高海拔区域的古树后备资源的抚育,加强稀缺树种古树和高等级古树的重点保护。

关键词:古树;树种多样性;文化遗产;西湖风景名胜区

DOI:10.12169/zgcsly.2024.12.16.0002

Diversity, Spatial Distribution, and Conservation of Ancient Trees in Hangzhou West Lake

Hu Luyao Pan Ziyang Wu Renwu Bao Zhiyi Yang Fan

(College of Landscape Architecture, Zhejiang Agriculture and Forestry University, Hangzhou 311300, China)

Abstract:【Objective】The study is to provide science-based recommendations for the sustainable development and legal preservation of ancient trees in urban cultural heritage areas through the analysis of their structure and spatial distribution.【Method】Hangzhou West Lake, a typical cultural heritage site in China, is taken to analyze the species composition, growth state, spatial distribution, and habitat distribution of ancient trees using on-site surveying and analogical reasoning. 【Result】There are 879 trees, mainly native deciduous broadleaved species, across 68 species in 51 genera of 30 families. Trees with a diameter of 65-100 cm take up the highest proportion, and their ages show a pyramid distribution, with the most falling in the range of 100-250 years. Spatially, they are obviously clustered distributed, and the number of trees decreases with altitude. The ancient trees generally grow in mountain forests and within institutions. Compared with ten years ago, the number of ancient trees of Grade I and II as well as the number of tree species has declined, the total number of ancient trees has increased.【Conclusion】Ancient tree resources in Hangzhou West Lake are closely linked to topography and geomorphology, social

收稿日期:2024-12-16

* 基金项目:国家自然科学基金青年基金项目(31901362)

第一作者:胡路瑶(1998-),女,硕士生,研究方向为风景园林资源及其保护利用。E-mail:2021605062087@stu.zafu.edu.cn

通信作者:杨凡(1984-),男,博士,副教授,研究方向为植物景观规划设计。E-mail:yf19843611@163.com

culture and human cognition and use, and human interventions such as tourism have brought negative influence. It is suggested that the future conservation in Hangzhou West Lake should target the reserve ancient tree resources in the areas at the mid-to-high altitude and the rare and high-grade ancient trees.

Keywords: ancient tree; tree species diversity; cultural heritage; West Lake Scenic Area

古树作为人类社会和生态环境的纽带，在维持生物多样性和生态系统功能以及为人类提供社会和文化效益方面发挥着重要作用[1]。近年来，古树是文化景观中不可或缺的重要元素，承载着关键的生态功能[2]，不仅是人类居住和活动场所的自然文化组成部分，也是人类历史和足迹的重要见证[3]，具有美学、宗教和景观价值[4]。

古树通常被保存在文化、宗教主导的历史遗迹中，如中国西南地区的圣树[5]、珠江流域的习俗信仰相关古树[6]、西藏圣地的森林保护[7]以及北京名胜古迹中的古树分布[8]。从这个意义上说，古树与文化遗址的密切关系表现出独特性、与自然植被不同的特征。最近的研究涵盖了国家、区域及市县等不同尺度的古树保护[8-10]，但对城市内文化遗迹区的古树研究尚显不足。

杭州西湖文化景观于 2011 年被列入《世界文化遗产名录》，生长在西湖风景名胜区（下文简称西湖景区）的古树名木众多，形成了独特的人文资源，研究西湖景区的古树，有助于弥补城市内文化遗迹区古树研究的不足。现阶段西湖景区古树研究涉及生长特性[11]、景观美学[12]、资源评价及保护[13-14]、病虫害防治[15-16]等方面，为西湖古树的保护复壮奠定了理论实践基础，然而却尚未探讨树种组成和分布。

综上，本文采用实地勘测法和类比推断法，以典型文化遗产区西湖景区的古树资源为研究对象，分析其树种组成、规格特征、分布特征及留存状况，为古树名木的可持续与法定保护提出科学建议。

1　研究区概况

西湖风景名胜区（120°10′E，30°15′N）位于浙江省杭州市，地处亚热带季风气候区，面积为 59.04 km^2、湖面面积为 6.38 km^2、山区为高度 100~400 m 的滨湖低丘，山林面积占 86.73%[17]。

2　研究方法

2.1　数据来源

从杭州市相关部门获取西湖景区古树资源数据，参考古树名木鉴定规范（LY/T 2737—2016）和古树名木普查技术规范（LY/T 2738—2016）对古树生长状况、生长环境等进行记录。

西湖景区现有古树名木 879 株，平均分布密度为 14.90 株/km^2，树龄 500 年以上的一级古树 75 株，树龄 300~499 年的二级古树 93 株，树龄 100~299 的三级古树 706 株，以及名木 5 株。

2.2　数据处理

古树的中文名称和拉丁名均以《中国植物志》为准，生活型分类参照《中国植被》，红色名录等级遵循《世界自然保护联盟濒危物种红色名录》，树种保护等级参照《国家重点保护野生植物名录》。

不同生境的古树树种多样性通过香农-维纳指数（H）进行评估[18]，计算公式为：

$$H = -\sum_1^n p_i(\ln p_i) \tag{1}$$

式（1）中：p_i表示某个生境中某种古树株数占该生境中古树株数的比例；H 表示某个生境中的古树树种多样性指数。使用相对胸径断面积（Relative Basal Area，RBA）进行树种优势度分析[19]，计算公式为：

$$RBA = b_i / \sum_1^n b_i \tag{2}$$

式（2）中：b_i表示某种古树胸径断面积；$\sum_1^n b_i$ 表示所有古树胸径断面积之和。核密度估计表示古树聚集和分散的具体区域，计算公式为：

$$F(x) = \frac{1}{nh}\sum_{i*1}^{n} K\left(\frac{x - x_i}{h}\right) \tag{3}$$

式（3）中：F（x）为古树核密度值；n 为古树数量；h 为空间搜索半径；K 为空间权重函数；$x-x_i$表示两棵古树之间的估计距离。多次实验后采用 1 m 的空间搜索半径最为合适。所有数据的

统计分析和作图在 Origin 2022 和 ArcGIS10.5 软件中完成。

3 结果与分析

3.1 树种组成

西湖景区古树名木（下文简称西湖古树）共有 879 株，隶属 30 科 51 属 68 种，数量位居前 3 的树种为樟树、枫香、二球悬铃木（表 1）。西湖景区以落叶阔叶树种为主（37 种，占比 54.41%），常绿阔叶和常绿针叶树种分别为 22 种（32.35%）和 9 种（13.23%）；优势种（RBA ≥ 5%）有 3 种，分别是樟树、枫香、二球悬铃木；国家级和省级保护植物各 4 种和 6 种，中国特有树种 12 种（表 2）；根据《IUCN 红色名录》，极危树种 1 种（银杏）、易危树种 3 种、近危树种 3 种。

表 1 西湖景区部分古树起源以及分布

树种	生活型	株数	RBA	分布地形/株				主要分布地点	原产地
				平地	谷	坡	脊		
樟树 *（*Camphora officinarum*）	常绿阔叶树	357	0.461 1	10	135	183	29	孤山、浙大之江校区	—
枫香 *（*Liquidambar formosana*）	落叶阔叶树	75	0.094 0	5	31	26	13	云栖、灵隐	—
二球悬铃木 *（*Platanus acerifolia*）	落叶阔叶树	62	0.076 6	30	11	21	0	北山街	英国
珊瑚朴（*Celtis julianae*）	落叶阔叶树	44	0.047 6	1	22	20	1	灵隐、城隍阁	—
银杏（*Ginkgo biloba*）	落叶阔叶树	35	0.040 2	5	10	13	7	灵隐、云栖	—
苦槠（*Castanopsis sclerophylla*）	常绿阔叶树	32	0.037 6	0	20	12	0	云栖	—
木犀（*Osmanthus fragrans*）	常绿阔叶树	20	0.012 6	3	7	8	2	净寺、孤山	—
朴树（*Celtis sinensis*）	落叶阔叶树	19	0.021 3	0	1	12	6	五云山、湖滨	—
浙江楠（*Phoebe chekiangensis*）	常绿阔叶树	14	0.010 5	0	4	8	2	云栖	—
麻栎（*Quercus acutissima*）	落叶阔叶树	13	0.013 9	3	2	7	1	灵隐	—
广玉兰（*Magnolia grandiflora*）	常绿阔叶树	13	0.014 7	1	1	9	2	蒋庄、柳浪闻莺	美国
糙叶树（*Aphananthe aspera*）	落叶阔叶树	12	0.010 8	0	2	6	4	云栖	—
罗汉松（*Podocarpus macrophyllus*）	常绿针叶树	12	0.007 7	0	1	10	1	植物园	—
黄连木（*Pistacia chinensis*）	落叶阔叶树	12	0.012 7	0	1	6	5	凤凰山、孤山	—
三角槭（*Acer buergerianum*）	落叶阔叶树	11	0.010 0	2	0	4	5	灵隐	—
槐树（*Styphnolobium japonicum*）	落叶阔叶树	11	0.010 2	0	1	7	3	云栖竹径	—
蜡梅（*Chimonanthus praecox*）	落叶阔叶树	10	0.014 1	0	0	8	2	植物园	—
七叶树（*Aesculus chinensis*）	落叶阔叶树	9	0.009 9	0	0	7	2	云栖、虎跑	陕西秦岭
南川柳（*Salix rosthornii*）	落叶阔叶树	9	0.011 0	0	0	9	0	三潭印月	—
青冈栎（*Quercus glauca*）	常绿阔叶树	8	0.006 6	1	1	2	4	六通宾馆、云栖	—
雪松（*Cedrus deodara*）	常绿针叶树	8	0.007 0	0	4	4	0	虎跑、玉皇山	印度、尼泊尔
枫杨（*Pterocarya stenoptera* ）	落叶阔叶树	7	0.010 0	0	0	6	1	杭州植物园、花港	—
圆柏（*Juniperus chinensis*）	常绿针叶树	5	0.002 6	0	2	3	0	虎跑	—
紫藤（*Wisteria sinensis*）	落叶阔叶树	5	0.001 7	0	0	5	0	北山街	—
红果榆（*Ulmus szechuanica*）	落叶阔叶树	4	0.004 3	0	0	3	1	云栖竹径	—
楸树（*Catalpa bungei*）	落叶阔叶树	4	0.003 4	0	1	2	1	吴山	—
女贞（*Ligustrum lucidum*）	常绿阔叶树	4	0.003 1	0	1	1	2	吴山	—
龙柏（*Juniperus chinensis*）	常绿针叶树	4	0.002 3	0	1	3	0	玉皇山、蒋庄西楼	日本
日本柳杉（*Cryptomeria japonica*）	常绿针叶树	2	0.004 0	0	0	2	0	云栖竹径	日本
日本五针松（*Pinus parviflora*）	常绿针叶树	2	0.003 1	0	0	2	0	三潭印月、花港	日本、韩国
石榴（*Punica granatum*）	落叶阔叶树	2	0.002 8	0	0	1	1	三潭印月、凤凰山	伊朗、阿富汗
黑松（*Pinus thunbergii*）	常绿针叶树	1	0.001 8	0	0	1	0	花港	日本、韩国
浙江红山茶（*Camellia chekiangoleosa*）	常绿阔叶树	1	0.001 6	0	0	1	0	上天竺	—
北美红杉（*Sequoia sempervirens*）	常绿针叶树	1	0.001 6	0	0	1	0	植物园	美国

注：本表记录西湖部分古树树种，包括株数超过 3 株的树种和所有国内、国外引入树种；* 表示优势种。

表 2 西湖景区保护古树树种

树种	拉丁名	科属	IUCN 红色名录	国家保护等级	中国特有	浙江省重点保护植物
银杏	*Ginkgo biloba*	银杏科银杏属	CR	一级	+	
浙江楠	*Phoebe chekiangensis*	樟科楠木属	VU	二级	+	
罗汉松	*Podocarpus macrophyllus*	罗汉松科罗汉松属	/	二级	+	
蜡梅	*Chimonanthus praecox*	蜡梅科蜡梅属	LC		+	
圆柏	*Juniperus chinensis*	柏科圆柏属	/			+
刨花润楠	*Machilus pauhoi*	樟科润楠属	LC		+	

表 2(续)

树种	拉丁名	科属	IUCN 红色名录	国家保护等级	中国特有	浙江省重点保护植物
薄叶润楠	*Machilus leptophylla*	樟科润楠属	LC		+	
杭州榆	*Ulmus changii*	榆科榆属	/		+	
黄檀	*Dalbergia hupeana*	豆科黄檀属	NT			
山柿	*Diospyros japonica*	柿树科柿属	LC		+	
竹柏	*Nageia nagi*	罗汉松科竹柏属	NT	二级		+
玉兰	*Yulania denudata*	木兰科木兰属	NT			+
浙江红山茶	*Camellia chekiangoleosa*	山茶科山茶属	/		+	+
乌桕	*Triadica sebifera*	大戟科乌桕属	LC		+	
浙江樟	*Cinnamomum japonicum*	樟科樟属	VU			
红楠	*Machilus thunbergii*	樟科润楠属	/			+
佘山羊奶子	*Elaeagnus argyi*	胡颓子科胡颓子属	LC		+	
美人茶	*Camellia uraku*	山茶科山茶属	LC			+
鸡爪槭	*Acer palmatum*	槭树科槭属	VU			
木香	*Rosa banksiae*	蔷薇科蔷薇属	/		+	

注：表中 CR 为极危种，VU 为易危种，NT 为近危种，LC 为无危种。

3.2　古树起源

根据《中国植物志》，将古树树种起源分为原生乡土树种、栽培树种、国内引入树种和国外引入树种 4 类。据西湖古树起源统计(图 1)，原生乡土树种有 45 种(66.18%)、625 株(71.1%)，栽培树种有 13 种(19.12%)、151 株(17.2%)，国内引种树种有 2 种(2.94%)、10 株(1.14%)，国外引种树种有 8 种(11.76%)、93 株(10.58%)。原生乡土种株数占比高于种数占比，数量占优，其他古树类群则相反。原生乡土种适应本地气候和生长环境，更易成为古树并保存繁衍。

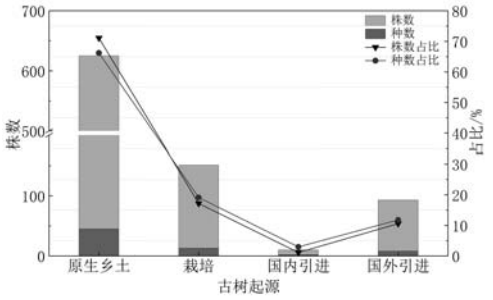


图 1　西湖古树起源统计

3.3　古树基本特征

西湖古树胸围、冠幅分布呈偏态分布，树高呈正态分布，树龄分布呈金字塔型(图 2)。古树胸围为 28～1 018 cm(胸径 9～324 cm)，平均胸围 267.2 cm(平均胸径 85.1 cm)。冠幅为 1～38 m，平均冠幅为 15.4 m。高度为 2.8～44.2 m，平均树高为 19.8 m。树龄为 100～1 410 年，平均树龄 206 年。五云山顶真际寺的古银杏树龄 1 410 年，为西湖树龄最大的古树。

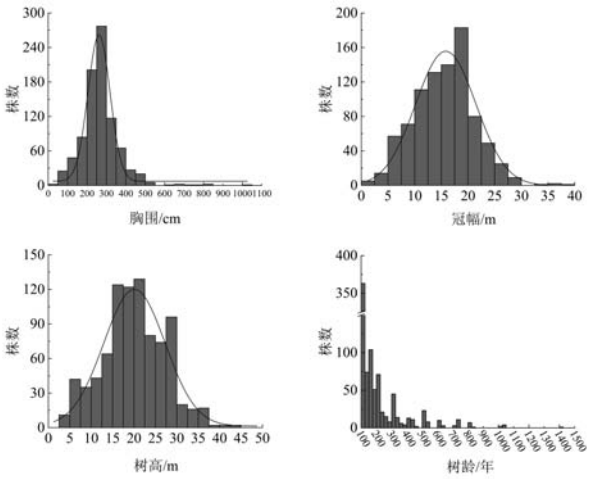


图 2　西湖古树的基本特征

古树优势种间基本特征结构差异明显(图 3)。樟树与枫香特征相似，而二球悬铃木单一。胸围分布上，枫香和二球悬铃木集中，樟树较为均匀。冠幅和树高分布上，樟树和二球悬铃木集中，枫香较为均匀。树龄分布上，三者多在 100～200 年，樟树和枫香呈偏态，二球悬铃木树龄结构单一。

3.4　古树分布特征

3.4.1　空间分布特征

古树主要沿湖分布，东北和西南较为集中，中部零星散点分布(图 4a)。西湖古树核密度分布呈现较强的空间聚集性(图 4b)，其中有两个高密集中心，位于孤山和云栖竹径；次密集中心位于灵隐、六和塔和吴山。三级古树核密度分布与整体古树相似，一级古树、二级古树分布更为集中，且主要分布在灵隐、吴山等(图 5)。

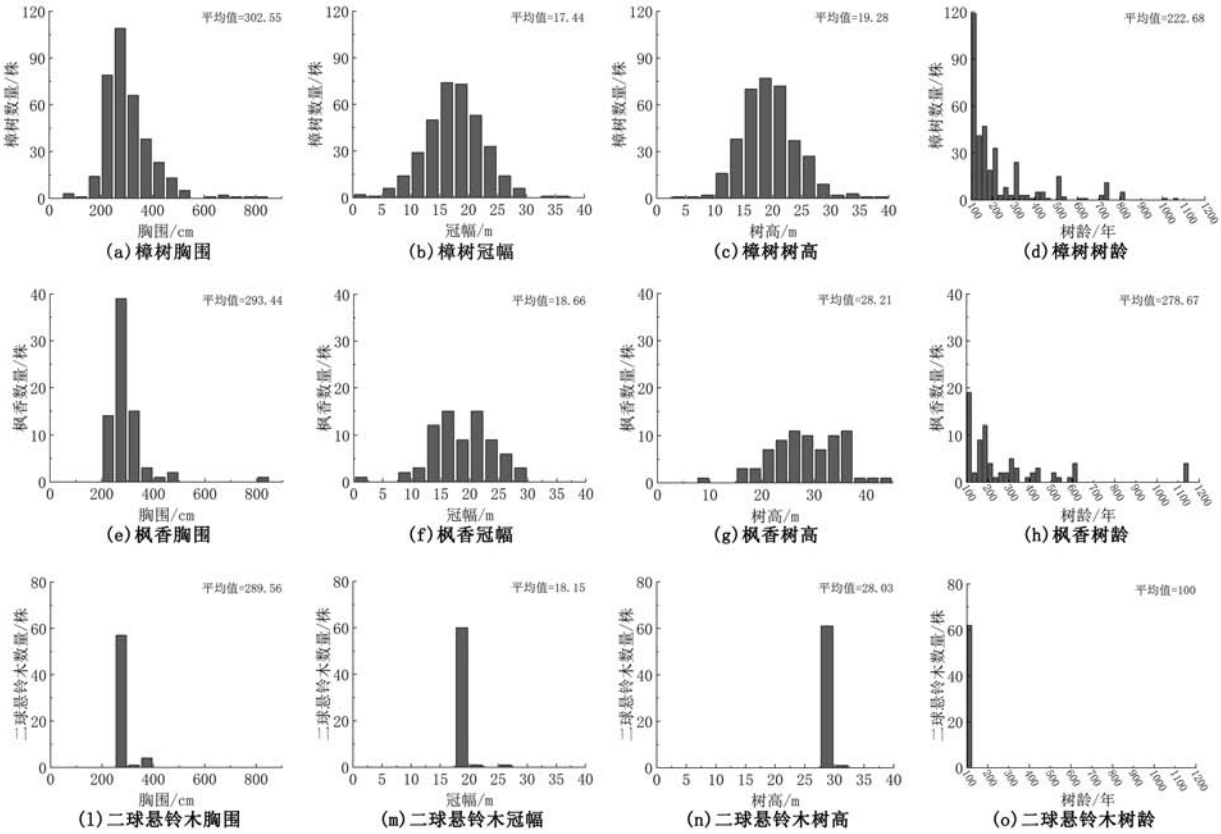


图 3 西湖古树优势种的基本特征

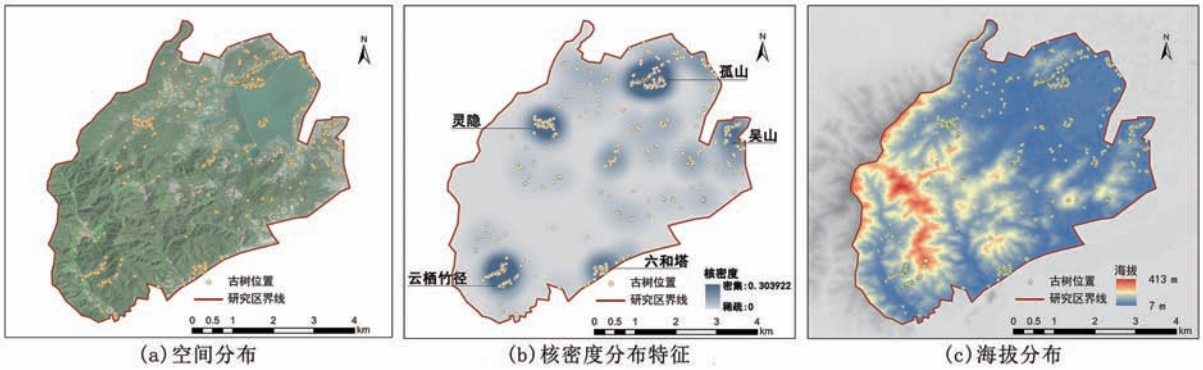


图 4 西湖古树的分布

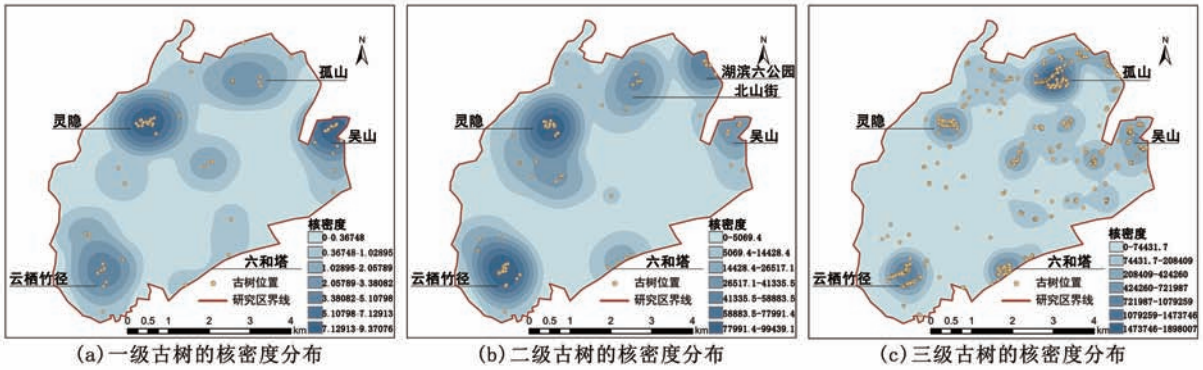
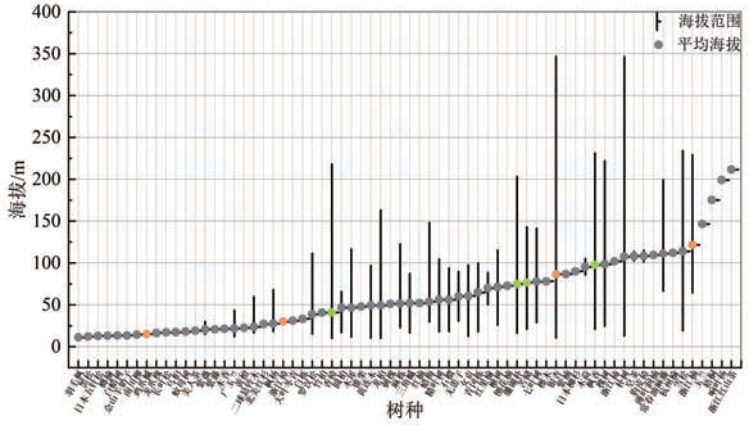


图 5 不同级别古树核密度分布特征

3.4.2　海拔分布特征

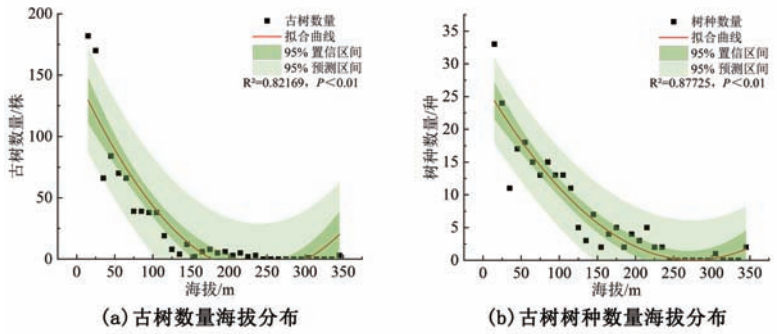
古树分布的海拔跨度为 10~347 m，其中海拔 10~30 m 处分布数量最多(40.05%)(图 4c、图 6)。在海拔 10~100 m 分布了大多数西湖古树树种(88.24%)，其中，栽培、国内外引入树种主要分布在 10~50 m 的低海拔区(图 6)，说明人类栽培、引种和驯化的古树偏好生长在海拔较低的地区。

从海拔上(图 6)看：古树优势种如樟树、枫香海拔分布跨度大；国外引入种树种如二球悬铃木、广玉兰和栽培种紫藤、罗汉松等海拔分布较低(10~50 m)；原生乡土种如枫香、苦槠等分布在中等海拔(100~200 m)。地形上(表 1、图 5c)，栽培种如木犀、银杏主要分布于山谷和斜坡，罗汉松、蜡梅主要分布于斜坡；原生乡土种如苦槠、枫香主要分布于山谷，朴树、浙江楠、麻 栎主要分布于斜坡。相关性分析(图 7)显示，古树个体和树种随着海拔的升高分布数量下降，海拔 250 m 以上几乎没有古树留存，但海拔 300 m 有少量古树自然续存。



注：绿点代表优势种；根据《IUCN 红色名录》，黄点代表受威胁树种。

图 6　古树树种海拔分布



注：红色实线表示由广义加性模型(GAMs)推导出的重要关系；浅绿和深绿色阴影分别表示 95%的预测区间和置信区间。

图 7　古树数量与海拔之间的关系

3.4.3　生境分布特征

根据古树生长环境的详细记录以及分布特点，将西湖古树的生境分为 9 类(表 3)。古树的数量和种数在不同生境中的分布不均匀(图 8a)，主要分布在山林和机构单位，其次是寺观和历史遗迹，分布在茶田的古树最少。分布在山林的古树各树种数量占比差异不明显，各级古树数量结构与总体较为相似(图 8b)。株数与种数的比率表示了树种重复出现程度，古树数量高的生境株种比率更高(图 8a)。

表 3　生境类型含义

生境类型	释义
公园	公共娱乐、休息、游览的公园，如太子湾公园、杭州植物园等
历史遗迹	具有一定文化历史，或拥有遗迹的景点，包括古建筑、古墓葬、古文化遗址、近现代史迹等。
私园名宅	保存完整的私家庄园和名人故居
寺观	所有的宗教场所，包括佛寺和道观
机构单位	包括政府、机构单位和社区场所，比如干休所、学校、医院
茶田	专门用于种植茶树的农田
路边	包括城市的主要道路和次要道路旁边的区域
乡村	自然村落区域
山林	山地区域的森林，包括生长在山上的树木和植被

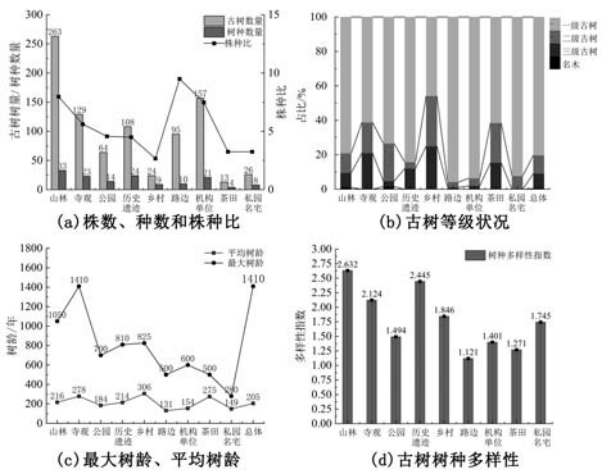


图 8 古树的生境分布

古树等级结构中（图 8b），乡村生境一级二级古树比例最高，结构成熟，山林生境与之相似，寺观和茶田次之，路边生境最年轻。寺观生境的最大树龄最高，私园名宅最低（图 8c）。乡村生境平均树龄最高，路边最低。不同生境的古树树种多样性指数分析（图 8d）显示，山林的古树树种多样性最高，其次是历史遗迹和寺观，路边最低。

3.5 古树留存情况

2014 年西湖景区拥有 708 株古树名木，分属 36 科 58 属 71 种[12]；2024 年总株数增长，总种数下降，一级古树、二级古树、名木数量下降，而三级古树的种数和数量增长（表 4）。其中，有 14 种古树消失，11 种古树新增；一级古树有 7 种数量减少，二级古树有 5 种数量增加、10 种减少，三级古树有 32 种数量增加、17 种减少，名木有 2 种数量增加、3 种减少；西湖古树优势种樟树和枫香的一级古树数量下降，二球悬铃木增至 62 株（图 9）。

表 4 2014、2024 年西湖古树名木数量

年份	总株数	种数	属数	科数	一级古树		二级古树		三级古树		名木	
					种数	数量	种数	数量	种数	数量	种数	数量
2014	708	71	58	36	13	88	19	101	58	515	4	6
2024	879	68	51	30	12	75	15	93	61	706	4	5

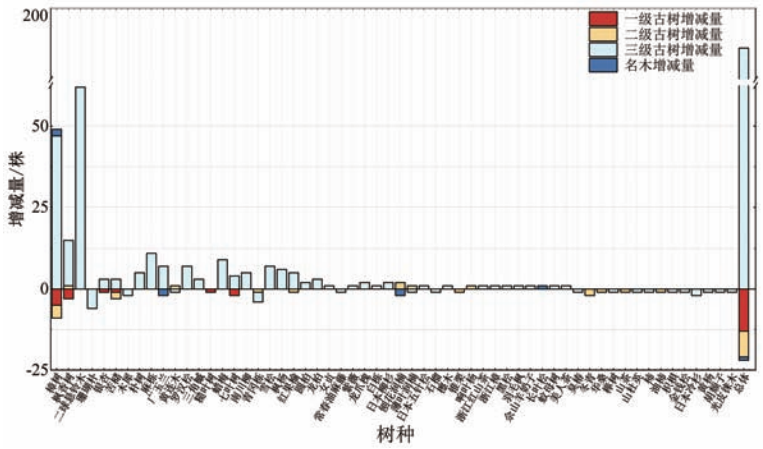


图 9 2014 和 2024 年西湖景区不同树种古树数量变化

4 讨论

4.1 人类选择和乡土植被塑造了树种组成

西湖景区古树 68 种 879 株，分布密度 14.90 株/km^2，相比毗邻的余杭区（623 株，45 种，0.66 株/km^2）、拱墅区（78 株，5 种，0.65 株/km^2）、上城区（83 株，7 种，0.68 株/km^2），资源更为丰富。西湖景区古树资源丰富与其所在的地形地貌、历史文化以及人类认知利用紧密相关。

西湖景区山林面积占 86.73%[17]，地带性植被以中亚热带常绿阔叶林为主[20]，为古树营造适宜的生态环境，如云栖竹径是拥有林木茂盛的山坞，也是珍贵树木的栖息地，包括 4 株千年古枫香（图 10a）和浙江楠古树群，以及苦槠、槐、浙江柿、糙叶树等乡土古树，这些树木得益于完整的山林生态且远离人类干扰的环境而生长良好。

人类活动影响了原生乡土树种在乡村、茶田、寺庙等地的保存，以樟树和枫香为代表的常绿和落叶树种，在西湖山林尤其是谷地和坡地广泛分布。在半自然环境的乡村和茶田生境（图 10b～

c），樟树、苦槠等乡土古树树龄高、结构成熟，一级和二级古树占比高，这表明在土地改造时保留大树的倾向，反映了古树与茶田村庄共生的历史。人类筛选的栽培种和引进种，如珊瑚朴、木犀、罗汉松、二球悬铃木等是具有显著物质或文化价值的树种，提升了西湖的树种多样性。



图 10　不同生境中的古树

研究发现，西湖古树主要分布在低海拔区域。与其他研究相比，如务川县位于中等海拔的村庄拥有更多的古树和树种多样性[5]，巴东县古树主要分布在中高海拔区域[21]，本研究强调了人类活动在增加古树多样性、密度和留存中的关键作用。

4.2　古树与文化遗迹共生

古树与历史遗迹空间分布高度重叠。通过核密度分析识别出 5 个密集区：孤山、云栖竹径、灵隐、六和塔和吴山。这些区域提供了适宜的生长环境，促进了古树的聚集分布[8]。这一格局揭示了人类活动对古树分布的影响，也显现了历史文化对古树留存的重要作用。

20 世纪初，连年战乱导致西湖山林遭受严重破坏和碎片化，而寺观、历史遗迹、茶田、乡村生境中的古树，尤其一二级古树占比较高，说明生长在其中的树木得到良好的保护，类似现象在中国其他地区也有发现[5]。这表明保护历史遗存不仅有助于维护社会文化，也有助于景区生态系统的稳定。西湖古树在高海拔地区稀少，300 m 处有少量古树留存于历史遗迹中，进一步说明它们的保存得益于历史文化的影响。

西湖寺观和历史遗迹中，古树分布密集，以樟树、枫香为主，比如西湖法相寺的唐樟、宋樟，五云山真际寺千年古银杏，虽然古迹已不存在，但这些古树的存活本身就是对遗址的支撑和延续。这些古树因文化联系而得到保存[9]，体现了自然与文明的结合。中国其他地区[8]古树保护同样与文化因素密切相关。

4.3　古树的保护与留存

2014—2024 年，西湖古树树种数量和一二级古树数量下降，这一变化揭示了潜在衰退迹象。全球范围内的研究也显示，古树正在经历衰退[2]，这主要是因为各种形式的人为干扰[10,16]。本研究发现，在山林生境中古树数量最多，不同于之前的研究，当时西湖古树多分布于公园生境中[12]，这反映了人为干扰可能对古树产生了负面影响。

基于以上结果，提出以下建议：1）持续监测和评估，以挖掘潜在资源。未来应考虑评估虎跑、凤凰山等富含文化遗产和生态价值的区域，并通过定期监测促进其成为新的古树密集区。2）关注特定海拔区间的潜在古树资源。研究发现海拔 250~300 m 区间无古树，鉴于该区间茶田广泛，建议对其内树木采取精细保护，包括健康评估、灾害与虫害防治以及生态修复，以促进其生长并补充西湖古树后备资源。3）提升稀缺古树树种和高等级古树保护力度。应根据树种的分布

数量实施分级保护管理，对数量稀少、珍稀的古树，特别是具有明确历史价值的树种应增加保护力度，以维护古树树种多样性。4）协调旅游活动与古树保护的关系。通过媒体传播西湖古树的文化故事和科研成果，提高公众和游客的保护意识；实施限流和分时预约等管理措施，减少旅游对古树的影响；定期评估旅游活动对古树的影响，并根据监测结果调整保护措施。

5 结论

西湖区域古树资源丰富，不仅分布密度高于周边市区，还包含一定数量的保护树种；起源类型以原生乡土树种为主；空间分布呈现出较强的聚集性，海拔分布跨度较大，但主要集中于低海拔区域；生境分布存在明显不均，山林与机构单位是其主要分布生境；与 2014 年的相关数据相比，古树总数量有所增加，而一、二级古树的数量及总树种数量均下降。本研究揭示了古树资源在西湖景区的重要性和独特价值，西湖古树资源丰富、分布特征与其所在地形、文化历史以及人类利用紧密相关。尽管本研究对影响因素进行了初步分析，但仍需深入探讨。未来研究可通过比较不同时期和地区的保护成效，揭示古树留存背后的复杂因素。这将有利于制定更精确和有效的保护与管理策略，也可为其他文化遗产区的古树保护提供参考。

参考文献

[1] LINDENMAYER D B. Conserving large old trees as small natural features[J]. Biological Conservation, 2017, 211: 51-59.

[2] LINDENMAYER D B, LAURANCE W F, FRANKLIN J F. Global decline in large old trees[J]. Science, 2012, 338(6112): 1305-1306.

[3] JIN C, ZHENG M M, HUANG L, et al. Co-existence between humans and nature: heritage trees in China's Yangtze River Region[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2020, 54: 126748.

[4] RUDL A, MACHAR I, URADNICEK L, et al. Young urban trees as important structures in the cultural heritage of cities-a case study from Prague[J]. Environmental & Socio-economic Studies, 2019, 7(3): 14-23.

[5] HUANG L, TIAN L J, ZHOU L H, et al. Local cultural beliefs and practices promote conservation of large old trees in an ethnic minority region in southwestern China[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2020, 49: 126584.

[6] HU L, LI Z, LIAO W B, et al. Values of village Fengshui forest patches in biodiversity conservation in the Pearl River Delta, China[J]. Biological Conservation, 2011, 144(5): 1553-1559.

[7] SALICK J, AMEND A, ANDERSON D, et al. Tibetan sacred sites conserve old growth trees and cover in the eastern Himalayas[J]. Biodiversity and Conservation, 2007, 16(3): 693-706.

[8] FU Q C, QIU E F, ZHANG Y, et al. Discussion of the distribution pattern and driving factors of 2 large old tree resources in Beijing[J]. Forests, 2022, 13(9): 1500.

[9] HUANG L, JIN C, PAN Y J, 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(6): 898-907.

[10] LI K D, ZHANG G F. Species diversity and distribution pattern of heritage trees in the rapidly-urbanizing province of Jiangsu, China[J]. Forests, 2021, 12(11): 1543.

[11] 戚元春. 杭州环西湖景区不同立地对古樟树生长特性的影响研究[D]. 杭州：浙江农林大学，2011.

[12] 杜红玉. 杭州西湖风景名胜区古树长期固碳规律及景观美学评价研究[D]. 杭州：浙江农林大学，2014.

[13] 马山虎，赵亚梅，黄庆文，等. 蓝山县古树名木资源现状及空间分布特征[J]. 中国城市林业，2024，22(5)：182-189.

[14] 赵志刚，苏省，王德凯，等. 珍稀濒危树种格木古树群保护与利用[J]. 中国城市林业，2025，23(2)：151-157.

[15] 翁俞洁，韩丹萍，姜雪盈，等. 杭州西湖北线古树名木保护现状调查分析[J]. 现代园艺，2022(14)：184-186.

[16] 陈赛赛，李祉宣，张明娟. 国内外古树研究进展[J]. 中国城市林业，2022，20(3)：147-152.

[17] 李上善. 杭州西湖风景名胜区山林游步道植物景观特征研究[D]. 杭州：浙江农林大学，2022.

[18] 吴忻，丁金华. 苏南水网大龙荡片区景观格局演变及特征[J]. 中国城市林业，2022，20(3)：82-87.

[19] OHSAWA M. Differentiation of vegetation zones and species strategies in the subalpine region of Mt. Fuji[J]. Vegetatio, 1984, 57(1): 15-52.

[20] 陈启璋. 杭州西湖山区植被的分类[J]. 植物生态学与地植物学学报，1988，12(4)：23-29，88-92.

[21] 王沛然，游桂璇，诸葛名名，等. 湖北省巴东县古树资源组成及其空间分布特征研究[J]. 中国园林，2024，40(5)：138-144.