

# 安徽省一级古树的资源特征及影响因子分析

刘大伟<sup>1a,1b</sup>, 王宇健<sup>1a</sup>, 谢春平<sup>1a,1b,①</sup>, 许鹏<sup>2</sup>

(1. 南京森林警察学院: a. 刑事科学技术学院, b. 野生动植物物证技术国家林业和草原局重点实验室, 江苏 南京 210023;  
2. 安徽省林业调查规划院, 安徽 合肥 230001)

**摘要:** 在文献查阅和实地调查部分地区的基础上,对安徽省现存一级古树的物种组成和地理分布格局进行了分析,并对一级古树的树龄、树高、胸围和冠幅与环境因子的相关性进行了研究。结果表明:安徽省一级古树有 616 株,隶属于 30 科 52 属 62 种(变种);银杏科(Ginkgoaceae)、红豆杉科(Taxaceae)、柏科(Cupressaceae)、壳斗科(Fagaceae)、樟科(Lauraceae)和榆科(Ulmaceae)为优势科,重要值分别为 36.11%、12.98%、9.89%、8.11%、7.33%和 6.07%;银杏(*Ginkgo biloba* Linn.)、圆柏(*Juniperus chinensis* Linn.)、香榧(*Torreya grandis* Fort. ex Lindl.)、樟树[*Cinnamomum camphora* (Linn.) J. Presl]、南方红豆杉[*Taxus wallichiana* var. *mairei* (Lemée et H. Léveillé) L. K. Fu et Nan Li]和苦槠[*Castanopsis sclerophylla* (Lindl. et Pax.) Schott.]为优势种,重要值分别为 36.11%、8.05%、7.98%、7.35%、5.03%和 4.56%;科和属的分布区类型均以热带和温带分布型为主,尤其是泛热带和北温带分布型。安徽省一级古树的树龄结构整体呈金字塔形分布,主要集中在 500~820 a;而树高、胸围和冠幅结构呈正态分布,分别主要集中在 15.0~25.0 m、300.0~600.0 cm 和 5.0~15.0 m。不同城市一级古树的个体数、种数、Shannon-Wiener 多样性指数、Simpson 多样性指数、Margalef 丰富度指数和 Pielou 均匀度指数存在较大差异,全省一级古树的个体数和种数总体呈南多北少的特点。相关性分析结果表明:安徽省一级古树的树龄、树高和胸围与多数环境因子呈显著或极显著相关性,但冠幅与各环境因子的相关性却不显著。综上所述,安徽省一级古树种类较丰富,但分布不均匀,植物区系类型与地理位置相吻合;环境因子对安徽省一级古树的影响较大,人类活动对其影响也较大,建议结合不同城市的实际情况制定有针对性的古树保护措施。

**关键词:** 安徽省;一级古树;物种组成;地理分布格局;相关性分析

中图分类号: Q948.2; S718.45; X173 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2020)01-0059-10  
DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2020.01.08

## Analyses on resource characteristics and impact factors of first-class old trees in Anhui Province

LIU Dawei<sup>1a,1b</sup>, WANG Yujian<sup>1a</sup>, XIE Chunping<sup>1a,1b,①</sup>, XU Peng<sup>2</sup> (1. Nanjing Forest Police College; a. Faculty of Criminal Science and Technology, b. Key Laboratory of State Forest and Grassland Administration on Wildlife Evidence Technology, Nanjing 210023, China; 2. Anhui Forest Survey and Planning Institute, Hefei 230001, China), *J. Plant Resour. & Environ.*, 2020, 29(1): 59-68

**Abstract:** On the basis of literature investigation and field survey of some areas, species composition and geographical distribution pattern of existing first-class old trees in Anhui Province were analyzed, and the correlations of age, height, breast circumference, and crown width of first-class old trees with environmental factors were studied. The results show that there are 616 first-class old trees in Anhui Province belonging to 62 species (varieties) in 52 genera of 30 families; Ginkgoaceae, Taxaceae, Cupressaceae, Fagaceae, Lauraceae, and Ulmaceae are dominant families with importance values of 36.11%, 12.98%, 9.89%, 8.11%, 7.33%, and 6.07%, respectively; *Ginkgo biloba* Linn., *Juniperus chinensis* Linn., *Torreya grandis* Fort. ex Lindl., *Cinnamomum camphora* (Linn.) J. Presl, *Taxus wallichiana* var. *mairei* (Lemée et H. Léveillé) L. K. Fu et Nan Li, and *Castanopsis sclerophylla* (Lindl.

收稿日期: 2019-05-27

基金项目: 中央高校基本科研业务经费项目(LGZD201907); 江苏省教育厅“十三五”江苏省重点学科项目(2016-2020)

作者简介: 刘大伟(1983—),男,安徽阜阳人,博士,讲师,主要从事野生动植物保护工作。

①通信作者 E-mail: ascendens@qq.com

et Pax.) Schott. are dominant species with importance values of 36.11%, 8.05%, 7.98%, 7.35%, 5.03%, and 4.56%, respectively; the areal types of family and genus are mainly Tropical and Temperate types, especially Pantropic and North Temperate types. The tree age structure of first-class old trees in Anhui Province shows pyramid distribution as a whole, and mainly distributes in the range of 500–820 a; while height, breast circumference, and crown width structures show normal distribution, and mainly distribute in the ranges of 15.0–25.0 m, 300.0–600.0 cm, and 5.0–15.0 m, respectively. There are relatively great differences in individual number, species number, Shannon-Wiener diversity index, Simpson diversity index, Margalef richness index, and Pielou evenness index of first-class old trees in different cities, on the whole, individual number and species number of first-class old trees in the whole province appear the characteristics of more in the south and less in the north. The correlation analysis result shows that there are significant or extremely significant correlations of age, height, and breast circumference of first-class old trees in Anhui Province with most environmental factors, but there is no significant correlation of crown width with each environmental factor. In conclusion, the species of first-class old trees in Anhui Province are relatively abundant, but their distribution is not even, and the flora type is consistent with geographical location. Environmental factors have great effects on first-class old trees in Anhui Province, human activity also has a great effect on them, thus, it is suggested to develop targeted protection measures of old trees based on the actual situations of different cities.

**Key words:** Anhui Province; first-class old tree; species composition; geographical distribution pattern; correlation analysis

古树是自然生态系统中的重要组成元素,具有保持水土、降低环境污染、固碳、调节小气候及为动物提供栖息地等重要的生态服务功能<sup>[1]</sup>。在全世界许多地区,古树与区域文化、美学、宗教、历史、神话和图腾等密切相关,是人类重要的历史文化遗产<sup>[2]</sup>。然而,由于全球气候变暖、极端气候频发,古树在全世界不同地区呈现急剧减少的趋势<sup>[3-4]</sup>,对当地生态系统的完整性和生物多样性产生了很大影响<sup>[5-7]</sup>,因此,保护好现存古树、加强后备古树抚育以及合理开发利用古树资源对生态文明建设、地域文化传承、区域生物多样性保护及当地经济发展等均有重要作用<sup>[8]</sup>。

现阶段,不同国家和地区对古树的定义不同,对古树等级的划分标准也存在较大差异。北美地区和英国根据树木尺寸来划分古树等级<sup>[9]</sup>;而中国则根据树木年龄(A)来划分古树<sup>[10]</sup>,通常将古树分成3个等级,分别为一级古树( $A \geq 500$  a)、二级古树( $300 \text{ a} \leq A \leq 499$  a)和三级古树( $100 \text{ a} \leq A \leq 299$  a)。古树不仅具有极高的观赏价值,而且能够为区域植被和植物区系的演化、自然地理变迁及区域气候变化等研究提供重要的参考信息<sup>[11]</sup>。

研究表明:古树的多样性及分布格局受到古树自身生物学特性<sup>[12-13]</sup>、人文因子<sup>[2]</sup>和动植物协同关系<sup>[14-15]</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>[6-7,9,16-18]</sup>。目前,中国关于古树的研究主要集中在多样性编目、树龄测

定、复壮技术、树况诊断、空间分布和价值测算等方面<sup>[19]</sup>,而关于其影响因子的研究却较少<sup>[20]</sup>,不利于制定切实有效的古树保护措施。

安徽省位于暖温带和亚热带过渡地区,植物资源丰富,古树名木较多。为了深入了解安徽省古树在空间大尺度上的多样性现状及影响其分布格局的环境因子,作者在查阅历史文献及实地调查部分地区的基础上,对安徽省一级古树的物种组成和地理分布格局进行了分析,并对一级古树的树龄、树高、胸围和冠幅与环境因子的相关性进行了研究,以期明确安徽省一级古树的分布特征,探明影响安徽省一级古树的主要环境因子,为安徽省乃至全国和全世界古树保护措施的制定提供参考资料。

## 1 研究地概况和研究方法

### 1.1 研究地概况

安徽省地理坐标为东经  $114^{\circ}54' \sim 119^{\circ}37'$ 、北纬  $29^{\circ}41' \sim 34^{\circ}38'$ ,总面积  $1.4 \times 10^5 \text{ km}^2$ 。全省淮河以北地区属暖温带半湿润季风气候,淮河以南地区属亚热带湿润季风气候,四季分明、雨热同季,气候温和、夏雨集中,气象灾害类多、次频。全省年平均气温  $14.5 \text{ }^{\circ}\text{C} \sim 17.2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;1月为最冷月,平均气温  $2.7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;7月为最热月,平均气温  $28.0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;气温年较差  $23.0 \text{ }^{\circ}\text{C} \sim 26.8 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,寒冷期和酷热期均较短。区内全年

降水量具有明显的季节性分布特征,夏季降水量最高,约占全年降水总量的 40%~60%。区内各类地形地貌丰富,主要包括淮河平原、江淮台地丘陵、皖西丘陵山地、沿江平原和皖南丘陵山地 5 个地貌区,地带性土壤自北向南依次为棕壤、黄棕壤、红壤、黄壤。

安徽省植被类型丰富,包括温带落叶阔叶林、北亚热带常绿落叶阔叶混交林和中亚热带常绿阔叶林<sup>[21]</sup>。全省种子植物种类丰富,约占全国种子植物总种数的 12%,拥有金钱松〔*Pseudolarix amabilis* (J. Nelson) Rehd.〕、天目木兰 (*Magnolia amoena* Cheng)、鹅掌楸〔*Liriodendron chinense* (Hemsl.) Sargent.〕、浙江楠 (*Phoebe chekiangensis* C. B. Shang)、瘦椒树 (*Tapiscia sinensis* Oliv.) 和香果树 (*Emmenopterys henryi* Oliv.) 等子遗及珍稀濒危植物种类<sup>[22]</sup>。

## 1.2 数据收集

在查阅安徽省古树名木名录<sup>[23]</sup>的基础上,对历史文献进行了查阅和整理<sup>[24-28]</sup>;并在 2017 年至 2019 年对安徽省部分地区的一级古树进行了实地调查,详细记录了一级古树的树龄、生长状况、生物学特征、地理位置和生存环境等信息。调查时,采用胸径尺(精度 1 mm)测量胸围,采用皮尺(精度 1 cm)测量最宽冠幅投影长度,采用测树仪(精度 1 cm)测量树高。此外,利用 LocaSpace Viewer v4.0.5 软件检测古树生长地的准确地理坐标,并利用 DIVA-GIS 7.5 软件对获得的地理坐标进行数据挖掘和提炼。

## 1.3 数据分析

自然群落中乔木种类的重要值为相对多度、相对频度和相对优势度之和的平均值<sup>[29]</sup>,古树所在群落多为人工群落,具有强烈的人为干扰特点,因此,在计算古树的重要值时一般只需要考虑古树的相对多度和相对优势度,计算公式为古树重要值=(相对多度+相对优势度)/2<sup>[6,19,30-31]</sup>。通常情况下,同科植物具有较大的相似性,因此,在分析植物群落物种组成时可对科的重要值进行比较<sup>[6,32-35]</sup>,本研究对安徽省各科一级古树的重要值进行了统计和分析。

根据吴征镒等<sup>[36-37]</sup>的划分标准对安徽省一级古树科和属的分布区类型进行划分。此外,还对安徽省一级古树的树龄、树高、胸围和冠幅的结构特征进行了分析,并利用 SPSS 22.0 软件绘图。

利用 DIVA-GIS 7.5 软件<sup>[38]</sup>,基于 30 km×30 km 网格分析安徽省一级古树个体数和种数的地理分布格局;并以各地级市为单位,计算各城市一级古树的

Shannon-Wiener 多样性指数、Simpson 多样性指数、Margalef 丰富度指数和 Pielou 均匀度指数<sup>[39]</sup>。

利用 DIVA-GIS 7.5 软件获取安徽省古树各分布地 19 个生物气候因子和海拔的数据<sup>[40]</sup>,并利用 SPSS 22.0 软件分析这些因子与安徽省一级古树的树龄、树高、胸围和冠幅的相关性。

## 2 结果和分析

### 2.1 安徽省一级古树物种组成分析

2.1.1 重要值分析 根据相关文献记载及部分地区实地调查统计结果(表 1),安徽省一级古树有 616 株,隶属于 30 科 52 属 62 种(变种)。

表 1 安徽省一级古树科的物种组成及重要值

Table 1 Species composition and importance value of family of first-class old trees in Anhui Province

科 Family	属数 Genus number	种(变种)数 Species (variety) number	重要值/% Importance value
银杏科 Ginkgoaceae	1	1	36.11
红豆杉科 Taxaceae	2	2	12.98
柏科 Cupressaceae	4	5	9.89
壳斗科 Fagaceae	5	9	8.11
樟科 Lauraceae	1	1	7.33
榆科 Ulmaceae	5	5	6.07
云实科 Caesalpiniaceae	1	1	2.11
金缕梅科 Hamamelidaceae	2	2	2.01
蝶形花科 Papilionaceae	2	2	1.97
漆树科 Anacardiaceae	1	1	1.74
杉科 Taxodiaceae	1	1	1.62
桑科 Moraceae	2	2	1.48
松科 Pinaceae	3	5	1.47
槭树科 Aceraceae	1	1	1.02
木犀科 Oleaceae	4	4	0.99
罗汉松科 Podocarpaceae	1	1	0.89
柿树科 Ebenaceae	1	2	0.77
蓝果树科 Nyssaceae	1	1	0.57
冬青科 Aquifoliaceae	1	1	0.46
椴树科 Tiliaceae	1	2	0.41
千屈菜科 Lythraceae	1	2	0.38
蔷薇科 Rosaceae	3	3	0.36
鼠李科 Rhamnaceae	1	1	0.22
大戟科 Euphorbiaceae	1	1	0.21
紫葳科 Bignoniaceae	1	1	0.19
胡桃科 Juglandaceae	1	1	0.16
卫矛科 Celastraceae	1	1	0.13
木兰科 Magnoliaceae	1	1	0.12
芸香科 Rutaceae	1	1	0.11
黄杨科 Buxaceae	1	1	0.11
合计 Total	52	62	100.00

从安徽省一级古树科的重要值(表1)来看,银杏科(*Ginkgoaceae*)的重要值最大(36.11%),接下来依次为红豆杉科(*Taxaceae*)(12.98%)、柏科(*Cupressaceae*)(9.89%)、壳斗科(*Fagaceae*)(8.11%)、樟科(*Lauraceae*)(7.33%)、榆科(*Ulmaceae*)(6.07%),其他科的重要值均小于5%。

从安徽省一级古树种的重要值(表2)来看,银杏(*Ginkgo biloba* Linn.)的重要值最大(36.11%),接下来依次为圆柏(*Juniperus chinensis* Linn.)(8.05%)、香榧(*Torreya grandis* Fort. ex Lindl.)(7.98%)、樟树[*Cinnamomum camphora* (Linn.) J. Presl](7.35%)、南方红豆杉[*Taxus wallichiana* var. *mairei* (Lemée et H. Léveillé) L. K. Fu et Nan Li](5.03%)、苦槠[*Castanopsis sclerophylla* (Lindl. et Pax.) Schott.](4.56%),除苦槠外,其他5种一级古树的重要值均大于5%,且这6种一级古树的重要值之和接近70%,为安徽省一级古树的主体;青檀(*Pteroceltis*

*tatarinowii* Maxim.)、皂荚(*Gleditsia sinensis* Lam.)、槐树(*Sophora japonica* Linn.)和黄连木(*Pistacia chinensis* Bunge)等10种一级古树的重要值为1.02%~3.12%,重要值总和接近17%。

2.1.2 分布区类型分析 根据安徽省一级古树科和属的分布区类型(表3),安徽省一级古树的分布区类型大致分为世界分布型、热带分布型、温带分布型和中国特有分布型。从科的分布区类型看,热带分布型科的比例最大(52.2%),其中泛热带分布型科数量最多,包括柿树科(*Ebenaceae*)、椴树科(*Tiliaceae*)、漆树科(*Anacardiaceae*)和罗汉松科(*Podocarpaceae*)等10科;温带分布型科的比例较大(43.5%),其中北温带分布型科数量最多,包括红豆杉科、柏科、壳斗科和松科(*Pinaceae*)等8科;中国特有分布型科的比例最小(4.4%),仅银杏科1科。

从属的分布区类型看,温带分布型属的比例最大(60.8%),其中北温带分布型属数量最多,包括红豆杉属(*Taxus* Linn.)、槭属(*Acer* Linn.)、柏木属(*Cupressus* Linn.)和松属(*Pinus* Linn.)等13属;东亚和北美洲间断分布型属数量次之,包括榧树属(*Torreya* Arn.)、锥栗属[*Castanopsis* (D. Don) Spach]、枫香树属(*Liquidambar* Linn.)、蓝果树属(*Nyssa* Linn.)和铁杉属[*Tsuga* (Endl.) Carr.]等10属。热带分布型属的比例较大(29.5%),其中泛热带分布型属数量最多,包括朴属(*Celtis* Linn.)、冬青属(*Ilex* Linn.)、糙叶树属(*Aphananthe* Planch.)和柿属(*Diospyros* Linn.)等9属。中国特有分布型属的比例最小(9.8%),包括银杏属(*Ginkgo* Linn.)、青檀属(*Pteroceltis* Maxim.)和金钱松属(*Pseudolarix* Gord.)等5属。

2.1.3 结构特征分析 安徽省一级古树树龄、树高、胸围和冠幅的结构特征见图1。由图1可见:安徽省一级古树的树龄结构整体呈金字塔形分布,即随树龄增大,一级古树的个体数逐渐减少。90%一级古树的树龄在500~820 a,且这些一级古树的树龄主要集中在500~700 a,其中,树龄为500 a的一级古树最多,共186株;阜阳市临泉县和亳州市蒙城县的银杏树龄最大,均达到1350 a。

由图1还可见:安徽省一级古树的树高、胸围和冠幅结构均呈正态分布。一级古树的树高主要集中在15.0~25.0 m,平均树高21.0 m;休宁县冰潭乡的麻栎(*Quercus acutissima* Carr.)树高最大,达46.0 m;砀山县杨山园艺场的沙梨[*Pyrus pyrifolia* (Burm. f.)

表2 安徽省一级古树种的重要值<sup>1)</sup>  
Table 2 Importance value of species of first-class old trees in Anhui Province<sup>1)</sup>

种(变种) Species (variety)	重要值/% Importance value
银杏 <i>Ginkgo biloba</i>	36.11
圆柏 <i>Juniperus chinensis</i>	8.05
香榧 <i>Torreya grandis</i>	7.98
樟树 <i>Cinnamomum camphora</i>	7.35
南方红豆杉 <i>Taxus wallichiana</i> var. <i>mairei</i>	5.03
苦槠 <i>Castanopsis sclerophylla</i>	4.56
青檀 <i>Pteroceltis tatarinowii</i>	3.12
皂荚 <i>Gleditsia sinensis</i>	2.12
槐树 <i>Sophora japonica</i>	1.75
黄连木 <i>Pistacia chinensis</i>	1.75
枫香 <i>Liquidambar formosana</i>	1.67
柳杉 <i>Cryptomeria fortunei</i>	1.62
青冈 <i>Cyclobalanopsis glauca</i>	1.55
榉树 <i>Zelkova serrata</i>	1.17
柘树 <i>Cudrania tricuspidata</i>	1.15
三角枫 <i>Acer buergerianum</i>	1.02
朴树 <i>Celtis sinensis</i>	0.95
柏木 <i>Cupressus funebris</i>	0.91
罗汉松 <i>Podocarpus macrophyllus</i>	0.89
麻栎 <i>Quercus acutissima</i>	0.70
侧柏 <i>Platycladus orientalis</i>	0.62
蓝果树 <i>Nyssa sinensis</i>	0.57
糙叶树 <i>Aphananthe aspera</i>	0.52
柿树 <i>Diospyros kaki</i>	0.51

<sup>1)</sup>表中仅列出重要值大于0.5%的一级古树 Only first-class old trees with importance values greater than 0.5% are listed in the table.

表 3 安徽省一级古树科和属的分布区类型  
Table 3 Areal types of family and genus of first-class old trees in Anhui Province

分布区类型 Areal type	科 Family		属 Genus	
	数量 Number	比例/% <sup>1)</sup> Percentage <sup>1)</sup>	数量 Number	比例/% <sup>1)</sup> Percentage <sup>1)</sup>
世界分布 Cosmopolitan	7		1	
泛热带分布 Pantropic	10	43.5	9	17.7
热带亚洲和热带美洲间断分布 Trop. Asia & Trop. Amer. disjuncted	2	8.7	0	0.0
热带亚洲至热带大洋洲分布 Trop. Asia to Trop. Australasia	0	0.0	3	5.9
热带亚洲分布 Trop. Asia	0	0.0	3	5.9
北温带分布 N. Temp.	8	34.8	13	25.5
东亚和北美洲间断分布 E. Asia & N. Amer. disjuncted	2	8.7	10	19.6
旧世界温带分布 Old World Temp.	0	0.0	4	7.8
地中海区、西亚至中亚分布 Mediterranean, W. Asia to C. Asia	0	0.0	1	2.0
东亚分布 E. Asia	0	0.0	3	5.9
中国特有分布 Endemic to China	1	4.4	5	9.8
合计 Total	30	100.0	52	100.0

<sup>1)</sup> 不包括世界分布型 Excluded Cosmopolitan.

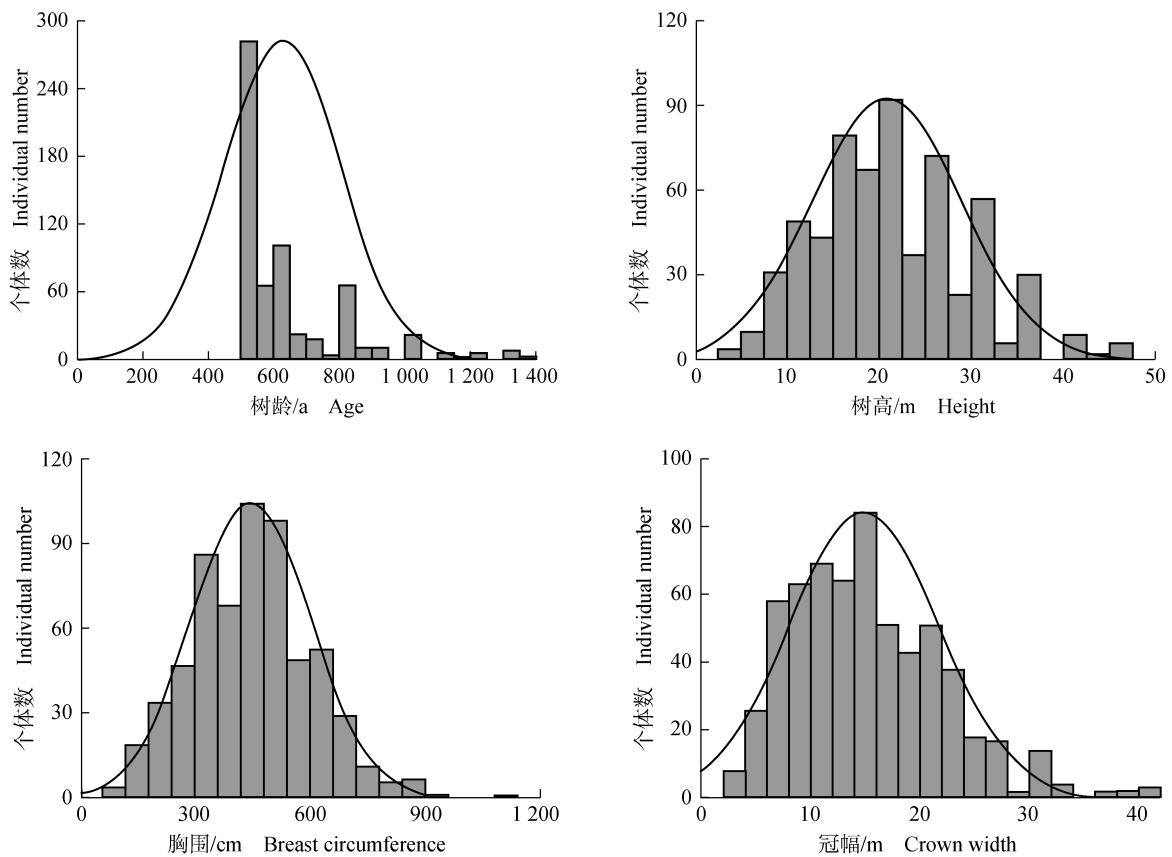


图 1 安徽省一级古树树龄、树高、胸围和冠幅的结构特征  
Fig. 1 Structure characteristics of age, height, breast circumference, and crown width of first-class old trees in Anhui Province

Nakai] 树高最小, 仅 2.5 m。一级古树的胸围主要集中在 300.0~600.0 cm, 平均胸围 445.1 cm; 歙县雄村乡的樟树胸围最大, 达 1 100.0 cm; 砀山县杨山园艺

场的沙梨胸围最小, 仅 90.0 cm。一级古树的冠幅主要集中在 5.0~15.0 m, 平均冠幅 14.9 m; 90% 一级古树的冠幅小于 24.0 m, 霍山县磨子潭镇的皂荚

(*Gleditsia sinensis* Lam.)和绩溪县家朋乡的银杏冠幅相同且最大,均为 40.0 m,而石台县七都镇的圆柏冠幅最小,仅 2.5 m。

## 2.2 安徽省一级古树地理分布格局分析

2.2.1 个体数和种数的地理分布格局分析 安徽省一级古树个体数和种数的地理分布格局分别见图 2 和图 3。结果表明:安徽省不同城市一级古树的个体数和种数存在较大差异,总体呈南多北少的特点。

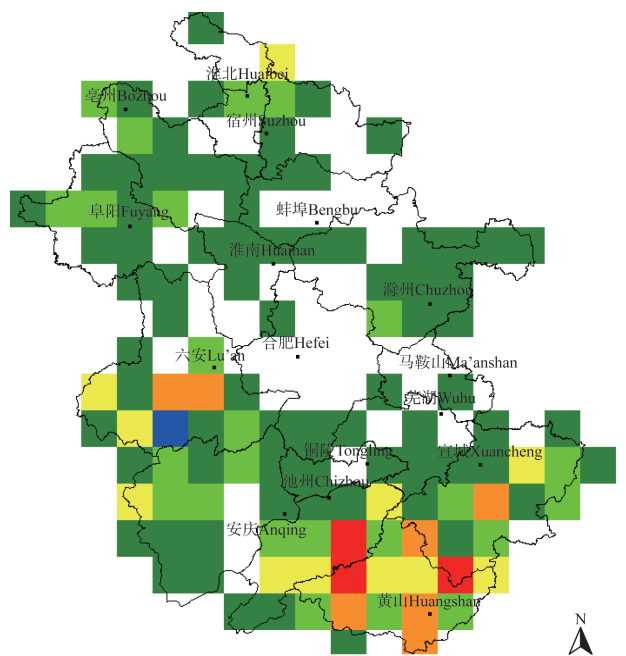


图 2 安徽省一级古树个体数的地理分布格局(30 km×30 km 网格)  
Fig. 2 Geographical distribution pattern of individual number of first-class old trees in Anhui Province (30 km×30 km grid cell)

从个体数来看,排名前 4 位的城市分别为黄山市(一级古树共有 159 株,占安徽省一级古树总个体数的 25.8%)、宣城市(一级古树共有 86 株,占安徽省一级古树总个体数的 13.9%)、池州市(一级古树共有 80 株,占安徽省一级古树总个体数的 13.0%)和六安市(一级古树共有 79 株,占安徽省一级古树总个体数的 12.8%),共占安徽省一级古树总个体数的 65.5%。

从种数来看,排名前 4 位的城市仍然是黄山市、宣城市、池州市和六安市,其中,黄山市、六安市和池州市的一级古树种数相同且最多(22 种),宣城市一级古树的种数略少(19 种);蚌埠市、淮南市和马鞍山市的一级古树种数相同且最少(2 种)。

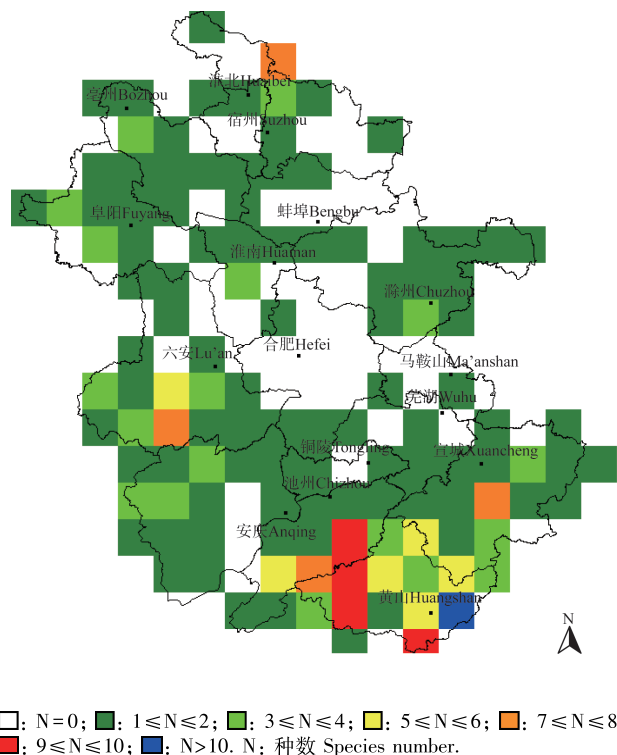


图 3 安徽省一级古树种数的地理分布格局(30 km×30 km 网格)  
Fig. 3 Geographical distribution pattern of species number of first-class old trees in Anhui Province (30 km×30 km grid cell)

2.2.2 物种多样性指数的地理分布格局分析 安徽省一级古树物种多样性指数的地理分布格局见表 4。由表 4 可见:六安市、池州市和黄山市一级古树的 Shannon-Wiener 多样性指数较大,分别为 2.45、2.38 和 2.23;而淮南市一级古树的 Shannon-Wiener 多样性指数最小,仅为 0.33。亳州市一级古树的 Simpson 多样性指数最大,为 0.86;黄山市、六安市和池州市一级古树的 Simpson 多样性指数较大,分别为 0.85、0.84 和 0.83;而淮南市一级古树的 Simpson 多样性指数最小,仅为 0.18。六安市、池州市和黄山市一级古树的 Margalef 丰富度指数较大,分别为 4.81、4.79 和 4.14;而淮南市一级古树的 Margalef 丰富度指数最小,仅为 0.43。大部分城市一级古树的 Pielou 均匀度指数排序与前 3 个物种多样性指数有明显差异,其中,马鞍山市和铜陵市一级古树的 Pielou 均匀度指数相同且最大(1.00),而淮南市一级古树的 Pielou 均匀度指数与前 3 个物种多样性指数相同,也在安徽省所有城市中最小(0.47)。

## 2.3 安徽省一级古树与环境因子的相关性分析

安徽省一级古树的树龄、树高、胸围和冠幅与 20 个环境因子(包括海拔和 19 个生物气候因子)的相

表 4 安徽省一级古树物种多样性指数的地理分布格局

Table 4 Geographical distribution pattern of species diversity indexes of first-class old trees in Anhui Province

城市 City	Shannon-Wiener 多样性指数 Shannon-Wiener diversity index	Simpson 多样性指数 Simpson diversity index	Margalef 丰富度指数 Margalef richness index	Pielou 均匀度指数 Pielou evenness index
合肥 Hefei	1.55	0.78	2.06	0.96
芜湖 Wuhu	0.74	0.41	0.96	0.67
蚌埠 Bengbu	0.41	0.24	0.51	0.59
淮南 Huainan	0.33	0.18	0.43	0.47
马鞍山 Ma'anshan	0.69	0.50	1.44	1.00
淮北 Huaibei	1.01	0.61	1.12	0.92
铜陵 Tongling	1.39	0.75	2.16	1.00
安庆 Anqing	2.09	0.81	3.32	0.79
黄山 Huangshan	2.23	0.85	4.14	0.72
滁州 Chuzhou	0.99	0.47	1.39	0.55
阜阳 Fuyang	1.80	0.78	2.52	0.82
宿州 Suzhou	1.71	0.78	2.00	0.82
六安 Lu'an	2.45	0.84	4.81	0.79
亳州 Bozhou	2.18	0.86	3.11	0.91
池州 Chizhou	2.38	0.83	4.79	0.77
宣城 Xuancheng	2.16	0.81	4.04	0.73

关性分析结果见表 5。由表 5 可见:安徽省一级古树的树龄、树高和胸围与多数环境因子呈显著 ( $P<0.05$ ) 或极显著 ( $P<0.01$ ) 的相关性;但冠幅与各环境因子的相关性却不显著,且整体上与多数温度类环境因子呈正相关,与多数降水类环境因子呈负相关。

在常见的 3 个环境因子中,海拔与一级古树的树龄呈显著负相关(相关系数为 $-0.084$ ),与一级古树的树高呈极显著正相关(相关系数为 $0.241$ ),与一级古树的胸围无显著相关性;年均温与一级古树的树龄

无显著相关性,但与一级古树的树高和胸围分别呈极显著的负相关和正相关(相关系数分别为 $-0.181$ 和 $0.126$ );年均降水量与一级古树的树龄呈极显著负相关(相关系数为 $-0.120$ ),与一级古树的树高和胸围呈极显著正相关(相关系数分别为 $0.188$ 和 $0.232$ )。此外,平均月温差、温度季节变化、气温年较差、最湿季均温、最湿月降水量、降水量季节变化、最湿季降水量、最干季降水量、最暖季降水量和最冷季降水量与一级古树的树龄、树高和胸围均呈显著或极显著相关性。

表 5 安徽省一级古树与环境因子的相关性分析

Table 5 Analysis on correlation of first-class old trees in Anhui Province with environmental factors

环境因子 Environmental factor	相关系数 <sup>1)</sup> Correlation coefficient <sup>1)</sup>			
	树龄 Age	树高 Height	胸围 Breast circumference	冠幅 Crown width
海拔 Altitude	$-0.084^*$	$0.241^{**}$	0.060	$-0.039$
年均温 Annual mean temperature	$-0.002$	$-0.181^{**}$	$0.126^{**}$	0.011
平均月温差 Mean monthly temperature range	$0.083^*$	$-0.101^*$	$-0.226^{**}$	0.050
等温性 Isothermality	0.055	$-0.019$	$-0.199^{**}$	0.057
温度季节变化 Temperature seasonality	$0.129^{**}$	$-0.212^{**}$	$-0.207^{**}$	0.041
最暖月最高温 The maximum temperature of the warmest month	0.034	$-0.224^{**}$	0.010	0.034
最冷月最低温 The minimum temperature of the coldest month	$-0.099^*$	0.008	$0.274^{**}$	$-0.020$
气温年较差 Temperature annual range	$0.109^{**}$	$-0.183^{**}$	$-0.220^{**}$	0.044
最湿季均温 Mean temperature of the wettest quarter	$0.120^{**}$	$-0.084^*$	$-0.185^{**}$	0.067
最干季均温 Mean temperature of the driest quarter	$-0.121^{**}$	$-0.021$	$0.196^{**}$	$-0.071$
最暖季均温 Mean temperature of the warmest quarter	0.058	$-0.242^{**}$	$-0.008$	0.032
最冷季均温 Mean temperature of the coldest quarter	$-0.080^*$	$-0.036$	$0.250^{**}$	$-0.010$
年均降水量 Annual mean precipitation	$-0.120^{**}$	$0.188^{**}$	$0.232^{**}$	$-0.046$
最湿月降水量 Precipitation of the wettest month	$-0.096^*$	$0.118^{**}$	$0.198^{**}$	$-0.078$

续表5 Table 5 (Continued)

环境因子 Environmental factor	相关系数 <sup>1)</sup> Correlation coefficient <sup>1)</sup>			
	树龄 Age	树高 Height	胸围 Breast circumference	冠幅 Crown width
最干月降水量 Precipitation of the driest month	-0.078	0.161**	0.257**	-0.045
降水量季节变化 Precipitation seasonality	0.090*	-0.125**	-0.202**	0.007
最湿季降水量 Precipitation of the wettest quarter	-0.106**	0.183**	0.223**	-0.056
最干季降水量 Precipitation of the driest quarter	-0.098*	0.164**	0.242**	-0.045
最暖季降水量 Precipitation of the warmest quarter	-0.125**	0.231**	0.171**	-0.030
最冷季降水量 Precipitation of the coldest quarter	-0.088*	0.135**	0.238**	-0.072

<sup>1)</sup>\* :  $P < 0.05$ ; \*\* :  $P < 0.01$ .

### 3 讨论和结论

本研究结果表明:安徽省一级古树的优势科明显,重要值排名前 6 位的科依次为银杏科、红豆杉科、柏科、壳斗科、樟科、榆科,且前 3 个科均为裸子植物,说明裸子植物在安徽省一级古树中占有明显优势。在安徽省现存的 616 株一级古树中,银杏的重要值最大,为排名第 2 位的圆柏重要值的 4.5 倍,这是因为银杏对生长环境的要求不严苛,在夏、秋温暖多雨,冬、春温寒干燥或温凉湿润的气候条件下均能够较好地生长,银杏还兼有药用、食用、观赏及材用价值,并在民俗文化和宗教传统上有较好寓意<sup>[41]</sup>,在许多地区均有栽培。此外,地带性树种在安徽省一级古树中也占有明显优势,以壳斗科和樟科为代表的亚热带优势科以及以香榧、樟树、南方红豆杉和苦槠为代表的亚热带常见树种的重要值均较高,且这些科和种在安徽省均有典型分布,因此,在安徽省古树后备资源的培育上,建议以乡土树种为主,这是因为乡土树种不仅对当地灾害性天气、气候和局部区域水文条件等有较强的抵御和适应能力,而且能够适应当地的立地环境和生态条件,并在一定程度上凝聚当地的历史和文化,反映当地的民俗文化和风土人情<sup>[42]</sup>。

从安徽省一级古树科和属的分布区类型看,热带和温带分布型的比例均较大,这与安徽省处于南北过渡区的地理位置相吻合。安徽省一级古树资源丰富,分布较为广泛,但在不同城市的个体数和种数存在较大差异,说明安徽省一级古树的分布不均匀。总体来看,安徽省一级古树的个体数和种数呈现南多北少的特点,30 km×30 km 网格内存在 20 株以上一级古树的区域主要集中在安徽省东南部,尤其是长江以南地区。气候因子是影响植物分布的首要因子,植物在长

期的自然进化过程中逐渐适应了当地的气候环境,形成了相对稳定的分布区<sup>[43]</sup>。古树分布与当地气候环境也有很大关系。安徽省东南部属于典型的皖南丘陵山地,具有气候温和、降水充沛和日照适宜等亚热带气候特征,为古树生长提供了良好的环境条件。安徽省北部位于暖温带南缘,为中国南北方过渡地带,兼具南北方气候特点,主要为暖温带半湿润季风气候,但旱涝灾害频繁,气候变异性大,这种不稳定的气候特征不利于古树生存。

相关性分析结果表明:安徽省一级古树的树龄、树高和胸围与多数环境因子的相关性达到显著或极显著水平,但冠幅与各环境因子的相关性却不显著,说明环境因子对安徽省一级古树的影响较大。值得注意的是,本研究涉及的多数一级古树是人工栽培后遗留下来的,说明人类活动对安徽省古树分布的影响较大,主要表现在人类活动造成的生境差异、区域差异和社会经济差异等方面<sup>[6-7,16,19]</sup>。从安徽省一级古树个体数和种数的地理分布格局看,皖江地区的合肥、芜湖、马鞍山和滁州等市以及皖北地区的蚌埠、宿州和淮北等市分布的一级古树较少。皖江地区既是安徽省经济发展的核心区域,也是安徽省城市化程度最高的地区,古树的生存空间被进一步压缩,生境破碎化和景观异质性增加<sup>[44]</sup>,不利于古树生存。由于地理地貌及历史文化等原因,皖北地区的生产模式以农耕为主,导致天然植被很难被留存;同时,由于皖北地区的森林植被属于华北区系类型,为暖温带落叶阔叶林,树种多样性明显低于皖南地区<sup>[21]</sup>。综上所述,人类活动是安徽省中部和北部地区古树多样性低的重要因子之一。

迄今为止,虽然发布了关于古树保护的政策和文件,但是古树保护工作依然面临着一系列问题。笔者在实际走访调查中发现,虽然对大部分古树实施了围



栏和支撑架等保护措施,但古树的生存状况仍不容乐观,主要表现在以下 3 个方面:1) 古树保护是一项全民性工作,如果仅凭政府主导但缺乏民众参与则无法有效推进古树保护工作,且普通民众对古树名木保护的支付意愿偏低<sup>[45]</sup>;2) 古树保护和管护的力度不够,古树在受损或遭受病虫害后,无法得到及时的管理维护和复壮等保护措施<sup>[46-47]</sup>;3) 相关部门在古树保护方面缺乏规划性和前瞻性,广大民众对古树的价值观认识不足,致使古树的内涵和价值得不到充分的开发和利用<sup>[48]</sup>。

针对上述问题,建议通过以下 4 个方面做好古树的保护工作:1) 相关政府部门应通过微信公众号和微博等新媒体加大引导和宣传工作力度,结合广大民众的实际需要,有效提高古树名木保护的管理水平,切实让广大民众了解古树的历史文化和生态意义,加强民众的责任意识,使古树保护工作变成全民参与的活动;2) 加强监管力度,制定有针对性的保护方案,例如,建立古树名木档案,开展古树生长状况健康评分,及时排查和改进威胁古树生存的因子<sup>[49]</sup>;3) 坚持生态环境原则,在发展区域经济的同时,为古树的生长留足生存空间、划定保护范围,并做好定期养护等工作;4) 在国家级或省级层面加强相关法律法规的制定和完善,明确古树的法定地位。

本研究结果显示:安徽省现存的一级古树有 616 株,隶属于 30 科 52 属 62 种(变种),种类较丰富,银杏科和银杏分别为最主要的优势科和优势种;科和属的分布区类型均以热带和温带分布型为主,尤其是泛热带和北温带分布型。这些古树的树龄结构整体呈金字塔形分布,而树高、胸围和冠幅结构呈正态分布。不同城市一级古树的个体数、种数及各物种多样性指数存在较大差异,全省一级古树的个体数和种数总体呈南多北少的特点。环境因子对安徽省一级古树的影响较大,人类活动对其影响也较大,建议安徽省各级政府相关部门结合当地的经济、文化和地理地貌等实际情况,制定有针对性的古树保护措施。

#### 参考文献:

- [1] LINDENMAYER D B, LAURANCE W F. The ecology, distribution, conservation and management of large old trees [J]. *Biological Reviews*, 2017, 92(3): 1434-1458.
- [2] BLICHARSKA M, MIKUSIŃSKI G. Incorporating social and cultural significance of large old trees in conservation policy [J]. *Conservation Biology*, 2014, 28(6): 1558-1567.
- [3] LINDENMAYER D B, LAURANCE W F, FRANKLIN J F. Global decline in large old trees [J]. *Science*, 2012, 338 (6112): 1305-1306.
- [4] LINDENMAYER D B, BANKS S C, LAURANCE W F, et al. Broad decline of populations of large old trees [J]. *Conservation Letters*, 2014, 7(1): 72-73.
- [5] MAHMOUD T, GAIROLA S, EL-KEBLAWY A. Large old trees need more conservation attention: a case of *Tamarix aphylla* in the arid deserts of the United Arab Emirates [J]. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 2015, 8(2): 183-185.
- [6] JIM C Y, ZHANG H. Species diversity and spatial differentiation of old-valuable trees in urban Hong Kong [J]. *Urban Forestry and Urban Greening*, 2013, 12(2): 171-182.
- [7] HARTEL T, HANSPACH J, MOGA C I, et al. Abundance of large old trees in wood-pastures of Transylvania (Romania) [J]. *Science of the Total Environment*, 2018, 613/614: 263-270.
- [8] 田丽娟, 黄力, 周礼华, 等. 贵州少数民族聚居地古树资源组成及分布特征: 以务川县为例 [J]. *生态学杂志*, 2018, 37(9): 2768-2775.
- [9] LAI P Y, JIM C Y, TANG G D, et al. Spatial differentiation of heritage trees in the rapidly-urbanizing city of Shenzhen, China [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2019, 181: 148-156.
- [10] 国家林业局. 古树名木普查技术规范: LY/T 2738—2016 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016: 4.
- [11] BRIFFA K R. Annual climate variability in the Holocene: interpreting the message of ancient trees [J]. *Quaternary Science Reviews*, 2000, 19(1): 87-105.
- [12] KILLEY P, MCELHINNY C, RAYNER I, et al. Modelling fallen branch volumes in a temperate eucalypt woodland: implications for large senescent trees and benchmark loads of coarse woody debris [J]. *Austral Ecology*, 2010, 35(8): 956-968.
- [13] PEDERSON N. External characteristics of old trees in the eastern deciduous forest [J]. *Natural Areas Journal*, 2010, 30(4): 396-407.
- [14] SLIK J W F, PAOLI G, MCGUIRE K, et al. Large trees drive forest aboveground biomass variation in moist lowland forests across the tropics [J]. *Global Ecology and Biogeography*, 2013, 22(12): 1261-1271.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] JIM C Y. Evaluation of heritage trees for conservation and management in Guangzhou City (China) [J]. *Environmental Management*, 2004, 33(1): 74-86.
- [18] JIM C Y. Spatial differentiation and landscape-ecological

- assessment of heritage trees in urban Guangzhou (China) [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2004, 69: 51-68.
- [19] ZHANG H, LAI P Y, JIM C Y. Species diversity and spatial pattern of old and precious trees in Macau [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2017, 162: 56-67.
- [20] 汤珧华, 范善华. 上海的古树名木与生态环境[J]. *上海建设科技*, 2001(5): 43-44.
- [21] 瞿兴中, 李书春. 安徽树木志[M]. 北京: 中国林业出版社, 2015: 1-7.
- [22] 张光富. 安徽珍稀濒危植物及其保护[J]. *安徽师范大学学报(自然科学版)*, 2000, 23(1): 36-39.
- [23] 安徽省绿化委员会. 安徽省绿化委员会关于公布安徽省名木和一级古树的通知[Z]. 2014-07-18.
- [24] 傅乐意. 安徽省广德县古树资源特征分析[J]. *亚热带植物科学*, 2013, 42(2): 146-152.
- [25] 戴秀珍. 黄山区古树名木保护管理现状及对策浅析[J]. *安徽农学通报*, 2015, 21(14): 126-127.
- [26] 王开荣. 全椒县古树名木现状普查分析与复壮措施探讨[J]. *绿色科技*, 2016(3): 105-106.
- [27] 安徽省林业厅, 安徽省林学会. 安徽古树名木[M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 2001: 1-276.
- [28] 李琳. 阜阳市古树名木资源调查与保护研究[J]. *安徽农业科学*, 2018, 46(35): 110-113.
- [29] 刘楠楠, 刘佳, 张明月, 等. 湖南桃花源国家级自然保护区台湾松+檫木群落特征[J]. *植物资源与环境学报*, 2017, 26(4): 84-92.
- [30] CHEN W Y. Public willingness-to-pay for conserving urban heritage trees in Guangzhou, south China[J]. *Urban Forestry and Urban Greening*, 2015, 14(4): 796-805.
- [31] MOGA C I, SAMOILĂ C, ÖLLERER K, et al. Environmental determinants of the old oaks in wood-pastures from a changing traditional social-ecological system of Romania[J]. *Ambio*, 2016, 45(4): 480-489.
- [32] WELCH J M. Street and park trees of Boston: a comparison of urban forest structure[J]. *Landscape and Urban Planning*, 1994, 29: 131-143.
- [33] NAGENDRA H, GOPAL D. Tree diversity, distribution, history and change in urban parks: studies in Bangalore, India[J]. *Urban Ecosystems*, 2011, 14(2): 211-223.
- [34] 丁晖, 方炎明, 杨新虎, 等. 黄山亚热带常绿阔叶林的群落特征[J]. *生物多样性*, 2016, 24(8): 875-887.
- [35] 赵丽娟, 项文化, 李家湘, 等. 中亚热带石栎-青冈群落物种组成、结构及区系特征[J]. *林业科学*, 2013, 49(12): 10-17.
- [36] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[J]. *云南植物研究*, 1991, 13(增刊IV): 1-139.
- [37] 吴征镒, 周浙昆, 李德铎, 等. 世界种子植物科的分布区类型系统[J]. *云南植物研究*, 2003, 25(3): 245-257.
- [38] HIJMANS R J, SPOONER D M. Geographic distribution of wild potato species[J]. *American Journal of Botany*, 2001, 88(11): 2101-2112.
- [39] 谢春平. 都柏林城市中心公园树木组成结构及多样性研究[J]. *西南林业大学学报*, 2017, 37(1): 94-103.
- [40] KABAŠ E, BATANJSKI V, GLASNOVIĆ P, et al. Towards detecting bioclimatic niche-species distribution modelling in four maple species (*Acer* spp.)[J]. *Acta Botanica Croatica*, 2014, 73(2): 401-417.
- [41] 关传友. 论中国的银杏崇拜文化[J]. *农业考古*, 2007(1): 169-173, 280.
- [42] 谢春平. 基于主成分分析对宁镇山脉乡土树种综合评价[J]. *种子*, 2019, 38(4): 148-153.
- [43] 王陆军, 赵天田, 马庆华, 等. 中国特有种川榛的地理分布格局与气候环境因子的关系分析[J]. *植物资源与环境学报*, 2017, 26(1): 77-83.
- [44] 张金屯, PICKETT S T A. 城市化对森林植被、土壤和景观的影响[J]. *生态学报*, 1999, 19(5): 654-658.
- [45] 雷硕, 马奔, 温亚利. 北京市民对古树名木保护支付意愿及影响因素研究[J]. *干旱区资源与环境*, 2017, 31(4): 73-79.
- [46] 袁敏, 王惠玉. 崂山区乡村古树名木保护现状与档案管理[J]. *山东农业大学学报(自然科学版)*, 2018, 49(1): 53-56.
- [47] 傅乐意. 广德县古树树势与健康状况评价[J]. *林业调查规划*, 2013, 38(6): 96-101.
- [48] 钟艳, 李晓琼, 汪建策. 九江城区古树名木生存空间及文化传承空间保护研究[J]. *生态经济*, 2014, 30(11): 115-118.
- [49] 易绮斐, 王发国, 叶琦君, 等. 广州从化市古树名木资源调查初报[J]. *植物资源与环境学报*, 2011, 20(1): 69-73.

(责任编辑: 佟金凤)