

# 不同分类群树种个体寿命的差异

方炎明\* 李璇

(南京林业大学生命科学学院, 南方现代林业协同创新中心, 亚热带森林生物多样性保护  
国家林业和草原局重点实验室, 江苏南京 210037)

**摘要:** 作为“绿色的国宝”和“有生命的文物”, 古树的寿命有多长, 不同分类地位的树种个体寿命差异有多大, 目前尚不清楚。针对这些问题, 笔者收集全球树木年轮数据, 整理出44科108属390种树木的寿命数据集。结果显示, 裸子植物寿命64~4900 a, 平均788 a; 木本被子植物寿命40~4021 a, 平均537 a。树木寿命可分为四级: I级, 寿命特长,  $\geq 1000$  a; II级, 寿命长, 500~999 a; III级, 寿命中等, 100~499 a; IV级, 寿命短,  $< 100$  a。不同分类地位的树木个体寿命呈现明显的差异。裸子植物寿命最长的10个属为松属 *Pinus* L.(4900 a)、柏木属 *Cupressus* L.(4021 a)、红豆杉属 *Taxus* L.(4021 a)、智利乔柏属 *Fitzroya* Hook. f. ex Lindl.(3622 a)、扁柏属 *Chamaecyparis* Spach(3500 a)、巨杉属 *Sequoiadendron* J. Buchholz(3266 a)、柳杉属 *Cryptomeria* D. Don(3021 a)、刺柏属 *Juniperus* L.(2868 a)、落羽杉属 *Taxodium* Rich.(2624 a)和北美红杉属 *Sequoia* Endl.(2220 a)。被子植物寿命最长的10个属为木犀榄属 *Olea* L.(4021 a)、翅玉蕊属 *Cariniana* Casar.(3021 a)、栗属 *Castanea* Mill.(3021 a)、榕属 *Ficus* L.(2217 a)、猴面包树属 *Adansonia* L.(2071 a)、悬铃木属 *Platanus* L.(2071 a)、樟属 *Cinnamomum* Fabr.(1971 a)、连香树属 *Cercidiphyllum* Siebold & Zucc.(1971 a)、李属 *Prunus* L.(1921 a)和栎属 *Quercus* L.(1721 a)。文中整理的树木个体寿命数据将为研究树木衰老过程、长寿机理和开发保护技术提供参考。

**关键词:** 全球尺度; 树木寿命; 变异模式; 种子植物

中图分类号: S718.49 文献标识码: A 文章编号: 2097-5279(2024)01-0029-09

## Variation patterns of tree longevity in various taxa

FANG Yanming\* LI Xuan

(Co-Innovation Center for Sustainable Forestry in Southern China, Key Laboratory of State Forestry and Grassland Administration on Subtropical Forest Biodiversity Conservation, College of Life Sciences, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

**Abstract:** Old trees were regarded as “green national treasures” and “living cultural relics”. How long does the longevity of old trees last? What is the difference in longevity among tree species of different taxonomic positions? These issues are currently unclear. In response to these issues, the authors collected global tree ring data and sorted out the longevity of 390 tree species in 108 genera from 44 families. Among these taxa, the longevity range of gymnosperms is 64–4900 years, with an average of 788 years. The longevity range of angiosperm trees is 40–4021 years, with an average of 537 years. The longevity of trees in seed plants can be divided into four levels. Level I, exceptionally long longevity,  $\geq 1000$  years. Level II, long longevity, 500–999 years. Level III, medium longevity, 100~499 years. Level IV, short longevity,  $< 100$  years. The longevity of seed plants shows evident taxonomic differences, with the top 10 genera of gymnosperms having the longest longevity being *Pinus* L.(4900 years), *Cupressus* L.(4021 years), *Taxus* L.(4021 years), *Fitzroya* Hook. f. ex Lindl.(3622 years), *Chamaecyparis* Spach(3500 years), *Sequoiadendron* J. Buchholz(3266 years), *Cryptomeria* D. Don(3021 years), *Juniperus* L.(2868 years), *Taxodium* Rich.(2624 years) and *Sequoia* Endl.(2220 years). The top 10 genera of angiosperms with the longest lifespan are *Olea* L.(4021 years), *Cariniana* Casar.(3021 years), *Castanea* Mill.(3021 years), *Ficus* L.(2217 years), *Adansonia* L.(2071 years), *Platanus* L.(2071 years), *Cinnamomum* Fabr.(1971 years), *Cercidiphyllum* Siebold & Zucc.(1971 years), *Prunus* L.(1921 years) and *Quercus* L.(1721 years). The data edited in this article will provide references for the study on tree aging process, longevity mechanism, and protection technology.

**Key words:** global scale; tree longevity; variation pattern; seed plants

收稿日期: 2024-07-30; 修回日期: 2024-09-05。

基金项目: 国家自然科学基金项目(31770699)。

\*通信作者: 方炎明(jwu4@njfu.edu.cn), 教授。

根据《古树名木鉴定规范》(LY/T 2737-2016), 古树(old tree)指树龄在 100 a 以上的树木(方炎明等, 2023)。古树被誉为“绿色的国宝”和“有生命的文物”(徐润飞, 2024), 具有历史、文化、生态、科学、景观和经济等价值, 保护古树名木刻不容缓。科学有效地保护古树名木, 不仅需要查清古树的资源状况、研发古树养护与修复技术、加强保护立法, 而且需要开展古树的基础科学研究。树木寿命正是古树基础科学问题之一。然而, 现行古树定义只是一个技术规范的操作性定义, 树种不同, 寿命不同, 统一用 100 a 作为古树的划定标准, 是否合理? 另一方面, 现行古树定义并未对古树给出科学解释, 树种不同, 为何寿命不同? 其长寿的背后隐藏着怎样的防御胁迫、抵抗衰老和延年益寿的机制? 为解决这些科学问题, 需要收集树种寿命基础数据和了解不同分类群树种个体寿命的差异。

生物都有寿命, 人类最大寿命约为 125 a (de Beer et al., 2017; Gonçalves et al., 2023), 布氏鼠耳蝠 *Myotis brandtii* 的寿命可达 41 a (Foley et al., 2018), 弓头鲸 *Balaena mysticetus* 的寿命则超过 200 a (Keane et al., 2015)。植物同样有寿命, 最简单的理解, 大致分为 1 年生、2 年生和多年生植物, 多年生植物又有草本、灌木、乔木和藤本之分。本研究主要探讨两个问题: 第一, 树木(含乔木和灌木)寿命的差异程度有多大, 即树木寿命的极大值和极小值是多少? 第二, 不同分类群的树木寿命是否具有明显差异? 这些内容旨在为树木健康、衰老过程和长寿机制研究提供基础数据。

## 1 数据收集与统计

本研究数据来源于北美树木 (Loehle, 1988)、北半球落叶阔叶树 (Di Filippo et al., 2015)、国际树木年轮数据库 (ITRDB) 的公开数据 (Biondi et al., 2023)、日本北部温带森林树种 (Osumi et al., 2023)、美国最大树龄数据库 (Brown, 1996; Pederson, 2013) 和纪念树网站数据 (Anonymous, 2024)。数据收集需要满足以下标准: 一是按年轮鉴定法核准的树木年龄数据; 二是使用已发布的数据集。根据其他方法(如文献追踪法、访谈估测法等)确定的树木年龄数据, 暂未列入数据收集范围。当同一树种有多条数据时, 只选择其中年龄最大的一条数据。

“寿命”一词的英文表达有两个词, 分别是 longevity 和 lifespan, 本研究统一使用 longevity。为了表述简便, 本研究所指的树木寿命, 是指特定树种树木寿命的最大值, 即 maximum lifespan 或 maximum

longevity。属的平均寿命是指属内所有种树木寿命最大值的算术平均值, 即平均最大寿命。属下的组或亚组的平均寿命也用同样的方法计算。对于不同分类位置的树种或更高分类等级的比较, 此处只作简单的对比, 而未进行复杂系统发育信号检测和分析 (Butler et al., 2004; Münkemüller, 2012)。科的范畴按最新的裸子植物和被子植物分类系统统计 (Group et al., 2016; Yang et al., 2022)。为了统计方便, 对树木寿命进行分级: I 级, 寿命特长,  $\geq 1000$  a; II 级, 寿命长, 500~999 a; III 级, 寿命中等, 100~499 a; IV 级, 寿命短, <100 a。

## 2 结果与分析

本研究共获得 310 条裸子植物和 270 条被子植物原始寿命数据。通过本研究收集标准对数据进行筛选, 最终获得 193 条有效的裸子植物数据和 197 条有效的被子植物数据。

### 2.1 各属寿命的系统描述

#### 2.1.1 裸子植物

图 1 结果显示, 裸子植物树种个体寿命最小值为 64 a, 最大值为 4900 a, 均值为 788 a, 主要集中在 0~1000 a, 占所收集数据量的 76.7%。

裸子植物涉及 6 科 35 属 193 种 (表 1), 各科寿命大致分为 3 种类别: (1) 寿命特长, 包含 I 级, 如南洋杉科 Araucariaceae Henkel & W. Hochst.; (2) 寿命中等至特长, 包含 I、II、III 级, 如罗汉松科 Podocarpaceae Endl.、红豆杉科 Taxaceae Gray 和松科 Pinaceae Spreng. ex F. Rudolphi; (3) 寿命中等, 包含 III 级, 如银杏科 Ginkgoaceae Engl., 仅 1 个树龄数据, 但按其他方法认定的树龄, 银杏 *Ginkgo biloba* L. 寿命特长。

#### 2.1.2 被子植物

图 2 结果显示, 被子植物树种个体寿命最小值 28 a, 最大值为 4021 a, 均值为 537 a, 主要集中在 0~600 a, 占所收集数据量的 81.2%。

由表 2 可知, 被子植物的各科寿命大致分为 10 种类别: (1) 寿命特长, 包含 I 级, 如连香树科 Cercidiphyllaceae Engl.、杜英科 Elaeocarpaceae Juss. 和玉蕊科 Lecythidaceae A. Rich.; (2) 寿命长, 包含 II 级, 如香皮櫟科 Atherospermataceae R. Br.、黄杨科 Buxaceae Dumort.、红厚壳科 Calophyllaceae J. Agardh、龙脑香科 Dipterocarpaceae Blume 和蓝果树科 Nyssaceae Juss. ex Dumort.; (3) 寿命中等, 包含 III 级, 如昆栏树科 Trochodendraceae Eichler.、蕈树科 Altingiaceae Lindl.、芸香科 Rutaceae Juss.、山茶科 Theaceae Mirb. 和安息香科

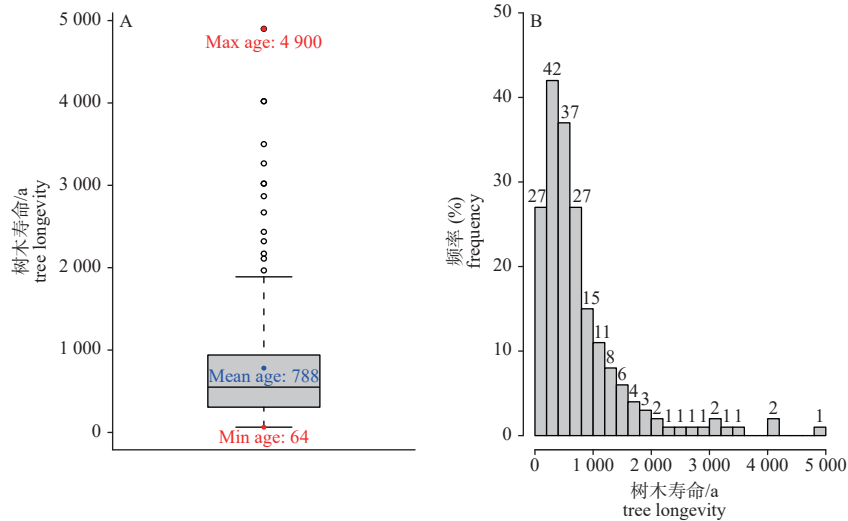


图 1 裸子植物寿命分布频率图  
Fig. 1 Frequency distribution of gymnosperm longevity

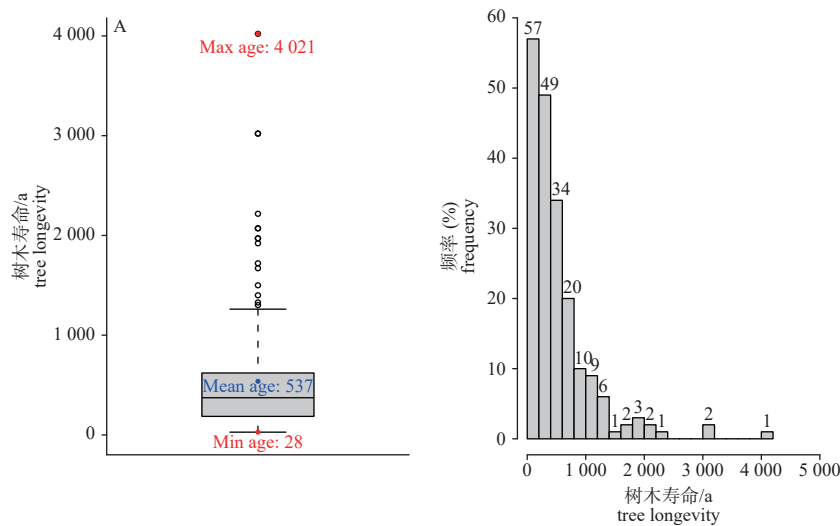


图 2 被子植物寿命分布频率图  
Fig. 2 Frequency distribution of angiosperm longevity

Styracaceae DC. & Spreng.; (4) 寿命短, 包含 IV 级, 如柿科 Ebenaceae Gürke; (5) 寿命长至特长, 包含 I、II 级, 如樟科 Lauraceae Juss.; (6) 寿命中等至长, 包含 II、III 级, 如木兰科 Magnoliaceae Juss.、南青冈科 Nothofagaceae Kuprian.、胡桃科 Juglandaceae DC. ex Perleb 和冬青科 Aquifoliaceae Bercht. & J. Presl; (7) 寿命短至中等, 包含 III、IV 级, 如鼠李科 Rhamnaceae Juss.、杨柳科 Salicaceae Mirb. 和茜草科 Rubiaceae Juss.; (8) 寿命中等至特长, I、II、III 级, 如悬铃木科 Platanaceae T. Lestib.、豆科 Fabaceae Lindl.、榆科 Ulmaceae Mirb.、大麻科 Cannabaceae Martinov.、桑科 Moraceae Gaudich.、楝科 Meliaceae Juss.、锦葵科 Malvaceae Juss.、山茱萸科 Cornaceae Bercht. & J. Presl 和木樨科 Oleaceae Hoffmanns. & Link; (9) 寿命短至长, 包含 II、III、IV 级, 如

漆树科 Anacardiaceae R. Br.、无患子科 Sapindaceae Juss.、唇形科 Lamiaceae Martinov.、五加科 Araliaceae Juss. 和桦木科 Betulaceae Gray; (10) 寿命短至特长, 包含 I、II、III、IV 级, 如蔷薇科 Rosaceae Juss. 和壳斗科 Fagaceae Dumort.。其中, 类别 (1)、(2)、(3) 和 (4) 只包含 1 个等级, 寿命变异范围较窄; 类别 (5)、(6) 和 (7) 包含 2 个等级, 寿命变异范围稍宽; 类别 (8) 和 (9) 包含 3 个等级, 寿命变异范围宽; 类别 (10) 包含 4 个等级, 寿命变异范围最宽。从出现的科数来看, 类别 (8)、(2)、(3) 和 (9) 最常见, 均包含 5 个及以上的科。

### 2.2 松属和栎属的属内不同分类群寿命差异

松属包含 2 亚属 4 组 11 亚组 (Gernandt et al., 2005), 除北美松组的尼尔森松亚组 Subsection *Nelsoniae* 和五针松组的克兰普夫松亚组 Subsection *Krempfianae* 外,

表1 35属裸子植物的寿命  
Tab. 1 A longevity list of 35 genera from gymnosperms

| 编号<br>No. | 中文科名<br>Chinese family name | 拉丁科名<br>Scientific family name | 中文属名<br>Chinese genus name | 拉丁属名<br>Scientific genus name | 树种数<br>No. tree species | 寿命范围/a<br>Longevity range | 平均寿命/a<br>Average longevity | 寿命等级<br>Longevity level |
|-----------|-----------------------------|--------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| 1         | 银杏科                         | Ginkgoaceae                    | 银杏属                        | <i>Ginkgo</i>                 | 1                       | -                         | 162                         | III                     |
| 2         | 南洋杉科                        | Aracauriaceae                  | 贝壳杉属                       | <i>Agathis</i>                | 1                       | -                         | 1396                        | I                       |
| 3         | 南洋杉科                        | Araucariaceae                  | 南洋杉属                       | <i>Araucaria</i>              | 2                       | 1 021~1821                | 1421                        | I                       |
| 4         | 罗汉松科                        | Podocarpaceae                  | 非洲杉属                       | <i>Afrocarpus</i>             | 1                       | -                         | 671                         | II                      |
| 5         | 罗汉松科                        | Podocarpaceae                  | 白袍杉属                       | <i>Halocarpus</i>             | 1                       | -                         | 534                         | II                      |
| 6         | 罗汉松科                        | Podocarpaceae                  | 泣松属                        | <i>Lagarostrobos</i>          | 1                       | -                         | 1 774                       | I                       |
| 7         | 罗汉松科                        | Podocarpaceae                  | 白银松属                       | <i>Manoao</i>                 | 1                       | -                         | 836                         | II                      |
| 8         | 罗汉松科                        | Podocarpaceae                  | 叶枝杉属                       | <i>Phyllocladus</i>           | 3                       | 221~653                   | 416                         | III                     |
| 9         | 罗汉松科                        | Podocarpaceae                  | 核果杉属                       | <i>Prumnopitys</i>            | 1                       | -                         | 1 321                       | I                       |
| 10        | 柏科                          | Cupressaceae                   | 密叶杉属                       | <i>Athrotaxis</i>             | 2                       | 940~946                   | 943                         | II                      |
| 11        | 柏科                          | Cupressaceae                   | 智利翠柏属                      | <i>Austrocedrus</i>           | 1                       | -                         | 830                         | II                      |
| 12        | 柏科                          | Cupressaceae                   | 澳柏属                        | <i>Callitris</i>              | 3                       | 64~224                    | 159                         | III                     |
| 13        | 柏科                          | Cupressaceae                   | 翠柏属                        | <i>Calocedrus</i>             | 1                       | -                         | 533                         | II                      |
| 14        | 柏科                          | Cupressaceae                   | 扁柏属                        | <i>Chamaecyparis</i>          | 5                       | 254~3 500                 | 1 136                       | I                       |
| 15        | 柏科                          | Cupressaceae                   | 柳杉属                        | <i>Cryptomeria</i>            | 2                       | 397~3 021                 | 1 709                       | I                       |
| 16        | 柏科                          | Cupressaceae                   | 杉木属                        | <i>Cunninghamia</i>           | 1                       | -                         | 660                         | II                      |
| 17        | 柏科                          | Cupressaceae                   | 柏木属                        | <i>Cupressus</i>              | 4                       | 300~4 021                 | 1 381                       | I                       |
| 18        | 柏科                          | Cupressaceae                   | 智利乔柏属                      | <i>Fitzroya</i>               | 1                       | -                         | 3 622                       | I                       |
| 19        | 柏科                          | Cupressaceae                   | 福建柏属                       | <i>Fokienia</i>               | 1                       | -                         | 979                         | II                      |
| 20        | 柏科                          | Cupressaceae                   | 刺柏属                        | <i>Juniperus</i>              | 18                      | 272~2 868                 | 1 257                       | I                       |
| 21        | 柏科                          | Cupressaceae                   | 甜柏属                        | <i>Libocedrus</i>             | 2                       | 550~720                   | 635                         | II                      |
| 22        | 柏科                          | Cupressaceae                   | 火地柏属                       | <i>Pilgerodendron</i>         | 1                       | -                         | 470                         | III                     |
| 23        | 柏科                          | Cupressaceae                   | 北美红杉属                      | <i>Sequoia</i>                | 1                       | -                         | 2 200                       | I                       |
| 24        | 柏科                          | Cupressaceae                   | 巨杉属                        | <i>Sequoiadendron</i>         | 1                       | -                         | 3 266                       | I                       |
| 25        | 柏科                          | Cupressaceae                   | 落羽杉属                       | <i>Taxodium</i>               | 2                       | 1 421~2 624               | 2023                        | I                       |
| 26        | 柏科                          | Cupressaceae                   | 崖柏属                        | <i>Thuja</i>                  | 3                       | 604~1 653                 | 1 276                       | I                       |
| 27        | 柏科                          | Cupressaceae                   | 罗汉柏属                       | <i>Thujopsis</i>              | 1                       | -                         | 475                         | III                     |
| 28        | 松科                          | Pinaceae                       | 冷杉属                        | <i>Abies</i>                  | 22                      | 109~665                   | 410                         | III                     |
| 29        | 松科                          | Pinaceae                       | 雪松属                        | <i>Cedrus</i>                 | 4                       | 471~1 024                 | 710                         | II                      |
| 30        | 松科                          | Pinaceae                       | 落叶松属                       | <i>Larix</i>                  | 8                       | 286~2 171                 | 842                         | II                      |
| 31        | 松科                          | Pinaceae                       | 云杉属                        | <i>Picea</i>                  | 19                      | 126~921                   | 489                         | III                     |
| 32        | 松科                          | Pinaceae                       | 松属                         | <i>Pinus</i>                  | 65                      | 76~4 900                  | 609                         | II                      |
| 33        | 松科                          | Pinaceae                       | 黄杉属                        | <i>Pseudotsuga</i>            | 2                       | 658~1 350                 | 1 004                       | I                       |
| 34        | 松科                          | Pinaceae                       | 铁杉属                        | <i>Tsuga</i>                  | 8                       | 138~1 007                 | 627                         | II                      |
| 35        | 红豆杉科                        | Taxaceae                       | 红豆杉属                       | <i>Taxus</i>                  | 3                       | 350~4 021                 | 1 651                       | I                       |

注: 仅有1个树种记录的属, 不能确定寿命范围, 用“-”表示。

Notes: Genera with only one tree species recorded cannot determine the longevity range, which is indicated by "-".

本研究共获得松属9个亚组树种的寿命数据(表3)。从寿命均值来看, 单维管束松亚属 Subgenus *Strobos* (1 051 a) 明显高于双维管束松亚属 Subgenus *Pinus* (384 a)。组间变异趋势为三针松组 Section *Trifoliae* (299 a) < 油松组 Section *Pinus* (499 a) < 五针松组 Section *Quinquefoliae* (756 a) < 北美松组 Section *Parrya* (1 603 a), 亚组间变异趋势为南方松亚组 Subsection *Australes* (220 a) < 西黄松亚组 Subsection *Ponderosae* (354 a) < 扭叶松亚组 Subsection *Contortae* (411 a) < 海岸松亚组 Subsection *Pinaster* (458 a) < 油松亚组 Subsection *Pinus*

(519 a) < 西藏白皮松亚组 Subsection *Gerardianae* (619 a) < 墨西哥果松亚组 Subsection *Cembroides* (652 a) < 果松亚组 Subsection *Cembroides* (652 a) < 北美乔松亚组 Subsection *Strobos* (757 a) < 巴尔弗松亚组 Subsection *Balfourianae* (3 148 a)。统计显示, 松属树种寿命的变异幅度很大, 寿命由短至特长, 极大值是极小值的64倍。在亚属、组、亚组水平上, 分类位置不同的树种间差别明显, 巴尔弗松亚组的松树是寿命最长的树种。

广义栎属涵盖具有环状壳斗的青冈栎属(*Cyclo-*

表2 73属被子植物的寿命

Tab. 2 A longevitylist of 73 genera from angiosperms

| 编号<br>No. | 中文科名<br>Chinese family name | 拉丁科名<br>Scientific family name | 中文属名<br>Chinese genus name | 拉丁属名<br>Scientific genus name | 树种数<br>No. tree species | 寿命范围/a<br>Longevity range | 平均寿命/a<br>Average longevity | 寿命等级<br>Longevity level |
|-----------|-----------------------------|--------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| 1         | 木兰科                         | Magnoliaceae                   | 鹅掌楸属                       | <i>Liriodendron</i>           | 1                       | —                         | 509                         | II                      |
| 2         | 木兰科                         | Magnoliaceae                   | 木兰属                        | <i>Magnolia</i>               | 4                       | 120~520                   | 303                         | III                     |
| 3         | 香皮樟科                        | Atherospermataceae             | 月桂樟属                       | <i>Laurelia</i>               | 1                       | —                         | 721                         | II                      |
| 4         | 樟科                          | Lauraceae                      | 樟属                         | <i>Cinnamomum</i>             | 1                       | —                         | 1 971                       | I                       |
| 5         | 樟科                          | Lauraceae                      | 樟木属                        | <i>Sassafras</i>              | 1                       | —                         | 500                         | II                      |
| 6         | 悬铃木科                        | Platanaceae                    | 悬铃木属                       | <i>Platanus</i>               | 3                       | 188~2 071                 | 920                         | II                      |
| 7         | 昆栏树科                        | Trochodendraceae               | 水青树属                       | <i>Tetracentron</i>           | 1                       | —                         | 227                         | III                     |
| 8         | 黄杨科                         | Buxaceae                       | 黄杨属                        | <i>Buxus</i>                  | 1                       | —                         | 568                         | II                      |
| 9         | 连香树科                        | Cercidiphyllaceae              | 连香树属                       | <i>Cercidiphyllum</i>         | 1                       | —                         | 1 971                       | I                       |
| 10        | 蕈树科                         | Altingiaceae                   | 枫香树属                       | <i>Liquidambar</i>            | 1                       | —                         | 300                         | III                     |
| 11        | 豆科                          | Fabaceae                       | 长角豆属                       | <i>Ceratonia</i>              | 1                       | —                         | 1 021                       | I                       |
| 12        | 豆科                          | Fabaceae                       | 马鞍树属                       | <i>Maackia</i>                | 1                       | —                         | 583                         | II                      |
| 13        | 豆科                          | Fabaceae                       | 牧豆树属                       | <i>Prosopis</i>               | 1                       | —                         | 1 221                       | I                       |
| 14        | 豆科                          | Fabaceae                       | 紫檀属                        | <i>Pterocarpus</i>            | 1                       | —                         | 127                         | III                     |
| 15        | 豆科                          | Fabaceae                       | 刺槐属                        | <i>Robinia</i>                | 1                       | —                         | 100                         | III                     |
| 16        | 豆科                          | Fabaceae                       | 酸豆属                        | <i>Tamarindus</i>             | 1                       | —                         | 1 021                       | I                       |
| 17        | 蔷薇科                         | Rosaceae                       | 山楂属                        | <i>Crataegus</i>              | 1                       | —                         | 661                         | II                      |
| 18        | 蔷薇科                         | Rosaceae                       | 仙女木属                       | <i>Dryas</i>                  | 2                       | 40~50                     | 45                          | IV                      |
| 19        | 蔷薇科                         | Rosaceae                       | 稠李属                        | <i>Padus</i>                  | 1                       | —                         | 366                         | III                     |
| 20        | 蔷薇科                         | Rosaceae                       | 李属                         | <i>Prunus</i>                 | 3                       | 95~1 921                  | 755                         | II                      |
| 21        | 蔷薇科                         | Rosaceae                       | 梨属                         | <i>Pyrus</i>                  | 1                       | —                         | 521                         | II                      |
| 22        | 蔷薇科                         | Rosaceae                       | 花楸属                        | <i>Sorbus</i>                 | 1                       | —                         | 280                         | III                     |
| 23        | 鼠李科                         | Rhamnaceae                     | 枳椇属                        | <i>Hovenia</i>                | 1                       | —                         | 157                         | III                     |
| 24        | 鼠李科                         | Rhamnaceae                     | 鼠李属                        | <i>Rhamnus</i>                | 1                       | —                         | 50                          | IV                      |
| 25        | 榆科                          | Ulmaceae                       | 榆属                         | <i>Ulmus</i>                  | 8                       | 300~1 121                 | 544                         | II                      |
| 26        | 榆科                          | Ulmaceae                       | 榉属                         | <i>Zelkova</i>                | 1                       | —                         | 1 500                       | I                       |
| 27        | 大麻科                         | Cannabaceae                    | 朴属                         | <i>Celtis</i>                 | 3                       | 200~1 004                 | 500                         | II                      |
| 28        | 桑科                          | Moraceae                       | 榕属                         | <i>Ficus</i>                  | 2                       | 1 328~2 217               | 1 773                       | I                       |
| 29        | 桑科                          | Moraceae                       | 橙桑属                        | <i>Maclura</i>                | 1                       | —                         | 100                         | III                     |
| 30        | 桑科                          | Moraceae                       | 桑属                         | <i>Morus</i>                  | 1                       | —                         | 604                         | II                      |
| 31        | 南青冈科                        | Nothofagaceae                  | 南青冈属                       | <i>Nothofagus</i>             | 6                       | 232~721                   | 436                         | III                     |
| 32        | 壳斗科                         | Fagaceae                       | 栗属                         | <i>Castanea</i>               | 3                       | 300~3 021                 | 1 231                       | I                       |
| 33        | 壳斗科                         | Fagaceae                       | 锥属                         | <i>Castanopsis</i>            | 1                       | —                         | 400                         | III                     |
| 34        | 壳斗科                         | Fagaceae                       | 水青冈属                       | <i>Fagus</i>                  | 4                       | 400~559                   | 460                         | III                     |
| 35        | 壳斗科                         | Fagaceae                       | 柯属                         | <i>Lithocarpus</i>            | 1                       | —                         | 300                         | III                     |
| 36        | 壳斗科                         | Fagaceae                       | 栎属                         | <i>Quercus</i>                | 40                      | 75~1 721                  | 571                         | II                      |
| 37        | 胡桃科                         | Juglandaceae                   | 山核桃属                       | <i>Carya</i>                  | 4                       | 200~354                   | 295                         | III                     |
| 38        | 胡桃科                         | Juglandaceae                   | 胡桃属                        | <i>Juglans</i>                | 4                       | 164~521                   | 306                         | III                     |
| 39        | 胡桃科                         | Juglandaceae                   | 枫杨属                        | <i>Pterocarya</i>             | 1                       | —                         | 160                         | III                     |
| 40        | 桦木科                         | Betulaceae                     | 桤木属                        | <i>Alnus</i>                  | 3                       | 91~518                    | 236                         | III                     |
| 41        | 桦木科                         | Betulaceae                     | 桦木属                        | <i>Betula</i>                 | 11                      | 114~558                   | 310                         | III                     |
| 42        | 桦木科                         | Betulaceae                     | 鹅耳枥属                       | <i>Carpinus</i>               | 2                       | 65~243                    | 154                         | III                     |
| 43        | 桦木科                         | Betulaceae                     | 铁木属                        | <i>Ostrya</i>                 | 1                       | —                         | 605                         | II                      |
| 44        | 杜英科                         | Elaeocarpaceae                 | 猴欢喜属                       | <i>Sloanea</i>                | 1                       | —                         | 1 021                       | I                       |
| 45        | 红厚壳科                        | Calophyllaceae                 | 红厚壳属                       | <i>Calophyllum</i>            | 1                       | —                         | 500                         | II                      |
| 46        | 杨柳科                         | Salicaceae                     | 杨属                         | <i>Populus</i>                | 9                       | 55~368                    | 165                         | III                     |
| 47        | 杨柳科                         | Salicaceae                     | 柳属                         | <i>Salix</i>                  | 3                       | 54~85                     | 75                          | IV                      |
| 48        | 漆树科                         | Anacardiaceae                  | 黄连木属                       | <i>Pistacia</i>               | 2                       | 28~521                    | 275                         | III                     |
| 49        | 无患子科                        | Sapindaceae                    | 槭属                         | <i>Acer</i>                   | 7                       | 100~721                   | 351                         | III                     |

续表 2 Continued

| 编号<br>No. | 中文科名<br>Chinese family name | 拉丁科名<br>Scientific family name | 中文属名<br>Chinese genus name | 拉丁属名<br>Scientific genus name | 树种数<br>No. tree species | 寿命范围/a<br>Longevity range | 平均寿命/a<br>Average longevity | 寿命等级<br>Longevity level |
|-----------|-----------------------------|--------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| 50        | 无患子科                        | Sapindaceae                    | 七叶树属                       | <i>Aesculus</i>               | 3                       | 80~670                    | 386                         | III                     |
| 51        | 芸香科                         | Rutaceae                       | 黄檗属                        | <i>Phellodendron</i>          | 1                       | -                         | 288                         | III                     |
| 52        | 楝科                          | Meliaceae                      | 洋椿属                        | <i>Cedrela</i>                | 3                       | 114~521                   | 298                         | III                     |
| 53        | 楝科                          | Meliaceae                      | 非洲楝属                       | <i>Khaya</i>                  | 1                       | -                         | 1000                        | I                       |
| 54        | 楝科                          | Meliaceae                      | 香椿属                        | <i>Toona</i>                  | 1                       | -                         | 189                         | III                     |
| 55        | 锦葵科                         | Malvaceae                      | 猴面包树属                      | <i>Adansonia</i>              | 4                       | 1302~2071                 | 1611                        | I                       |
| 56        | 锦葵科                         | Malvaceae                      | 吉贝属                        | <i>Ceiba</i>                  | 1                       | -                         | 912                         | II                      |
| 57        | 锦葵科                         | Malvaceae                      | 椴属                         | <i>Tilia</i>                  | 5                       | 140~1261                  | 639                         | II                      |
| 58        | 龙脑香科                        | Dipterocarpaceae               | 异翅香属                       | <i>Anisoptera</i>             | 1                       | -                         | 721                         | II                      |
| 59        | 蓝果树科                        | Nyssaceae                      | 蓝果树属                       | <i>Nyssa</i>                  | 2                       | 601~679                   | 640                         | II                      |
| 60        | 山茱萸科                        | Cornaceae                      | 山茱萸属                       | <i>Cornus</i>                 | 3                       | 110~127                   | 381                         | III                     |
| 61        | 玉蕊科                         | Lecythidaceae                  | 翅玉蕊属                       | <i>Cariniana</i>              | 1                       | -                         | 3021                        | I                       |
| 62        | 柿科                          | Ebenaceae                      | 柿属                         | <i>Diospyros</i>              | 1                       | -                         | 80                          | IV                      |
| 63        | 山茶科                         | Theaceae                       | 木荷属                        | <i>Schima</i>                 | 1                       | -                         | 165                         | III                     |
| 64        | 安息香科                        | Styracaceae                    | 白辛树属                       | <i>Pterostyrax</i>            | 1                       | -                         | 142                         | III                     |
| 65        | 茜草科                         | Rubiaceae                      | 猪肚木属                       | <i>Canthium</i>               | 1                       | -                         | 149                         | III                     |
| 66        | 茜草科                         | Rubiaceae                      | 咖啡属                        | <i>Coffea</i>                 | 1                       | -                         | 50                          | IV                      |
| 67        | 木犀科                         | Oleaceae                       | 桤属                         | <i>Fraxinus</i>               | 7                       | 153~865                   | 364                         | III                     |
| 68        | 木犀科                         | Oleaceae                       | 木犀榄属                       | <i>Olea</i>                   | 1                       | -                         | 4021                        | I                       |
| 69        | 唇形科                         | Lamiaceae                      | 柚木属                        | <i>Tectona</i>                | 1                       | -                         | 518                         | II                      |
| 70        | 唇形科                         | Lamiaceae                      | 牡荆属                        | <i>Vitex</i>                  | 1                       | -                         | 55                          | IV                      |
| 71        | 冬青科                         | Aquifoliaceae                  | 冬青属                        | <i>Ilex</i>                   | 2                       | 150~621                   | 386                         | III                     |
| 72        | 五加科                         | Araliaceae                     | 常春藤属                       | <i>Hedera</i>                 | 1                       | -                         | 79                          | IV                      |
| 73        | 五加科                         | Araliaceae                     | 刺楸属                        | <i>Kalopanax</i>              | 1                       | -                         | 741                         | II                      |

注: 仅有1个树种记录的属, 不能确定寿命范围, 用“-”表示。

Notes: Genera with only one tree species recorded cannot determine the longevity range, which is indicated by "-".

*balanopsis*), 包含2亚属8组(Denk et al., 2017; 尤禄祥等, 2020)。除栎亚属 Subgenus *Quercus* 的本都栎组 Section *Ponticae* 和麻栎亚属的青冈栎组 Section *Cyclobalanopsis* 外, 本研究共获得栎属6个组树种的寿命数据(表4)。在栎亚属的4个组中, 中间栎组寿命特长, 平均为1021 a; 白栎组寿命长, 平均为587 a; 红栎组和弗吉尼亚栎组寿命中等, 平均值分别为331 a和300 a。在麻栎亚属的2个组中, 冬青栎组寿命特长, 平均为1063 a; 麻栎组寿命长, 平均为688 a。可见, 栎属树种寿命的变异幅度较大, 极大值是极小值的23倍。2个亚属间, 树种寿命差别不大, 但亚属内组间, 树种寿命差别明显。

### 2.3 种子植物科、属、种寿命的差异

裸子植物的寿命变化范围很宽, 树木寿命 I 级、II 级、III 级和 IV 级均有出现。总体而言, 科间差别较小, 而属间和属内组亚属间差别较大, 表现出明显的系统发育信号。在整个裸子植物范围内, 寿命极大值(4900 a)是极小值(64 a)的76倍。以属为代表, 寿命最长的10个属分别为松属 *Pinus* L.(4900 a)、柏木属 *Cupressus* L.(4021 a)、红豆杉属 *Taxus* L.(4021 a)、智利乔

柏属 *Fitzroya* Hook. f. ex Lindl.(3622a)、扁柏属 *Chamaecyparis* Spach(3500 a)、巨杉属 *Sequoiadendron* J. Buchholz(3266 a)、柳杉属 *Cryptomeria* D. Don(3021 a)、刺柏属 *Juniperus* L.(2868 a)、落羽杉属 *Taxodium* Rich.(2624a)和北美红杉属 *Sequoia* Endl.(2220 a)。

被子植物的寿命变化范围较宽, 树木寿命 I 级、II 级、III 级和 IV 级同样均有出现。总体而言, 科间、属间和属内组亚属间均差别较大, 也表现出一定的系统发育信号。在整个被子植物范围内, 寿命极大值(4021 a)是极小值(28 a)的143倍。以属为代表, 寿命最特长且超过千年的有19属, 分别为木犀榄属 *Olea* L.(4021 a)、翅玉蕊属 *Cariniana* Casar.(3021 a)、栗属 *Castanea* Mill.(3021 a)、榕属 *Ficus* L.(2217 a)、猴面包树属 *Adansonia* L.(2071 a)、悬铃木属 *Platanus* L.(2071 a)、樟属 *Cinnamomum* Fabr.(1971 a)、连香树属 *Cercidiphyllum* Siebold & Zucc.(1971 a)、李属 *Prunus* L.(1921 a)、栎属 *Quercus* L.(1721 a)、榉属 *Zelkova* Spach(1500 a)、椴属 *Tilia* L.(1261 a)、牧豆树属 *Prosopis* L.(1221 a)、榆属 *Ulmus* L.(1221 a)、长角豆属 *Ceratonia* L.(1021 a)、酸豆属 *Tamarindus* L.(1021 a)、

表 3 松属各亚属、组、亚组树种的寿命

Tab. 3 A longevity list of tree species in various subgenera, sections, and subsections of the genus *Pinus*

| 亚属、组、亚组<br>Subgenera, sections and subsections  | 树种数<br>No. tree species | 寿命范围/a<br>Longevity range | 平均寿命/a<br>Average longevity |
|---|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| <b>A. 双维管束松亚属 (Subgenus <i>Pinus</i>)</b>   | 43                      | 76~1 501                  | 384                         |
| <b>I. 油松组 (Section <i>Pinus</i>)</b>  | 18                      | 76~1 501                  | 499                         |
| 1. 油松亚组 (Subsection <i>Pinus</i> ): 赤松 <i>P. densiflora</i> , 卡西松 <i>P. kesiya</i> , 马尾松 <i>P. massoniana</i> , 苏门答腊松 <i>P. merkusii</i> , 矮赤松 <i>P. mugo</i> , 欧洲黑松 <i>P. nigra</i> , 多脂松 <i>P. resinosa</i> , 欧洲赤松 <i>P. sylvestris</i> , 油松 <i>P. tabuliformis</i> , 黄山松 <i>P. hwangshanensis</i> , 山赤松 <i>P. uncinata</i> , 云南松 <i>P. yunnanensis</i>   | 12                      | 76~1 321                  | 519                         |
| 2. 海岸松亚组 (Subsection <i>Pinaster</i> ): 土耳其松 <i>P. brutia</i> , 叙利亚松 <i>P. halepensis</i> , 波士尼亚松 <i>P. heldreichii</i> , 海岸松 <i>P. pinaster</i> , 意大利石松 <i>P. pinea</i> , 西藏长叶松 <i>P. roxburghii</i>   | 6                       | 165~1 501                 | 458                         |
| <b>II. 三针松组 (Section <i>Trifoliae</i>)</b>  | 25                      | 98~1 021                  | 299                         |
| 3. 西黄松亚组 (Subsection <i>Ponderosae</i> ): 亚利桑那松 <i>P. arizonica</i> , 大果松 <i>P. coulteri</i> , 阿帕奇松 <i>P. engelmannii</i> , 哈特维希松 <i>P. hartwegii</i> , 加州黄松 <i>P. jeffreyi</i> , 蒙特苏马松 <i>P. montezumae</i> , 西黄松 <i>P. ponderosa</i> , 鬼松 <i>P. sabiniana</i> , 托里松 <i>P. torreyana</i>   | 9                       | 108~1 201                 | 354                         |
| 4. 扭叶松亚组 (Subsection <i>Contortae</i> ): 北美短叶松 <i>P. banksiana</i> , 扭叶松 <i>P. contorta</i> , 加州扭叶松 <i>P. contorta</i> var. <i>murrayana</i> , 矮松 <i>P. virginiana</i>  | 4                       | 200~628                   | 411                         |
| 5. 南方松亚组 (Subsection <i>Australes</i> ): 瘤果松 <i>P. attenuata</i> , 萌芽松 <i>P. echinata</i> , 湿地松 <i>P. elliottii</i> , 光松 <i>P. glabra</i> , 东马德雷松 <i>P. greggii</i> , 滑叶松 <i>P. leiophylla</i> , 糙果松 <i>P. muricata</i> , 长叶松 <i>P. palustris</i> , 刺松 <i>P. pungens</i> , 辐射松 <i>P. radiata</i> , 刚松 <i>P. rigida</i> , 火炬松 <i>P. taeda</i>  | 12                      | 98~424                    | 220                         |
| <b>B. 单维管束松亚属 (Subgenus <i>Strobus</i>)</b>   | 22                      | 145~4 900                 | 1 051                       |
| <b>III. 五针松组 (Section <i>Quinquefoliae</i>)</b>   | 15                      | 145~1 697                 | 756                         |
| 6. 西藏白皮松亚组 (Subsection <i>Gerardianae</i> ): 西藏白皮松 <i>P. gerardiana</i> , 白皮松 <i>P. bungeana</i>  | 2                       | 491~747                   | 619                         |
| 7. 北美乔松亚组 (Subsection <i>Strobus</i> ): 白皮五针松 <i>P. albicaulis</i> , 华山松 <i>P. armandi</i> , 瑞士五针松 <i>P. cembra</i> , 软叶五针松 <i>P. flexilis</i> , 红松 <i>P. koraiensis</i> , 糖松 <i>P. lambertiana</i> , 银叶五针松 <i>P. monticola</i> , 北日本五针松 <i>P. parviflora</i> var. <i>pentaphylla</i> , 马其顿五针松 <i>P. peuce</i> , 新疆五针松 <i>P. sibirica</i> , 奇瓦瓦五针松 <i>P. strobiformis</i> , 北美乔松 <i>P. strobus</i> , 乔松 <i>P. wallichiana</i> | 13                      | 145~1 697                 | 757                         |
| <b>IV. 北美松组 (Section <i>Parrya</i>)</b>   | 7                       | 203~4 900                 | 1 603                       |
| 8. 墨西哥果松亚组 (Subsection <i>Cembroides</i> ): 墨西哥果松 <i>P. cembroides</i> , 波托西果松 <i>P. culminicola</i> , 科罗拉多果松 <i>P. edulis</i> , 单叶果松 <i>P. monophylla</i>  | 4                       | 203~1 115                 | 652                         |
| 9. 巴尔弗松亚组 (Subsection <i>Balfourianae</i> ): 刺果松 <i>P. aristata</i> , 狐尾松 <i>P. balfouriana</i> , 长寿松 <i>P. longaeva</i>  | 3                       | 2 110~4 900               | 3 148                       |

表 4 栎属各亚属、组树种的寿命

Tab. 4 Longevity list of tree species in various subgenera and sections of the genus *Quercus*

| 亚属、组<br>Subgenera and sections  | 树种数<br>No. tree species | 寿命范围/a<br>Longevity range | 平均寿命/a<br>Average longevity |
|---|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| <b>A. 栎亚属 (Subgenus <i>Quercus</i>)</b>   | 35                      | 75~1 721                  | 542                         |
| <b>I. 中间栎组 (Section <i>Protobalanus</i>):</b> 金杯栎 <i>Q. chrysolepis</i>   | 1                       | -                         | 1 021                       |
| <b>II. 弗吉尼亚栎组 (Section <i>Virentes</i>):</b> 弗吉尼亚栎 <i>Q. virginiana</i>   | 1                       | -                         | 300                         |
| <b>III. 白栎组 (Section <i>Quercus</i>):</b> 美国白栎 <i>Q. alba</i> , 阿拉巴马砂岩栎 <i>Q. boyntonii</i> , 阿尔及利亚栎 <i>Q. canariensis</i> , 水栎 <i>Q. mongolica</i> var. <i>crispula</i> , 蓝栎 <i>Q. douglasii</i> , 葡萄牙栎 <i>Q. faginea</i> , 匈牙利栎 <i>Q. frainetto</i> , 甘比耳氏栎 <i>Q. gambelii</i> , 俄勒冈栎 <i>Q. garryana</i> , 欧亚栎 <i>Q. hartwissiana</i> , 加州白栎 <i>Q. lobata</i> , 琴叶栎 <i>Q. lyrata</i> , 大果栎 <i>Q. macrocarpa</i> , 沼生栗栎 <i>Q. michauxii</i> , 蒙古栎 <i>Q. mongolica</i> , 山栗栎 <i>Q. montana</i> , 黄坚果栎 <i>Q. muehlenbergii</i> , 无梗花栎 <i>Q. petraea</i> , 矮栎 <i>Q. prinus</i> , 柔毛栎 <i>Q. pubescens</i> , 土瑞栎 <i>Q. pyrenaica</i> , 夏栎 <i>Q. robur</i> , 枹栎 <i>Q. serrata</i> , 星毛栎 <i>Q. stellata</i> , 维吉尔栎 <i>Q. virgiliana</i> | 25                      | 75~1 721                  | 587                         |
| <b>IV. 红栎组 (Section <i>Lobatae</i>):</b> 加州栎 <i>Q. agrifolia</i> , 猩红栎 <i>Q. coccinea</i> , 南方红栎 <i>Q. falcata</i> , 加利福尼亚黑栎 <i>Q. kelloggii</i> , 沼生栎 <i>Q. palustris</i> , 红榭栎 <i>Q. rubra</i> , 舒马栎 <i>Q. shumardii</i> , 黑栎 <i>Q. velutina</i>  | 8                       | 120~1 021                 | 331                         |
| <b>B. 麻栎亚属 (Subgenus <i>Cerris</i>)</b>   | 5                       | 621~1 204                 | 838                         |
| <b>V. 冬青栎组 (Section <i>Ilex</i>):</b> 冬青栎 <i>Q. ilex</i> , 圆叶栎 <i>Q. rotundifolia</i>   | 2                       | 921~1 204                 | 1 063                       |
| <b>VI. 麻栎组 (Section <i>Cerris</i>):</b> 土耳其栎 <i>Q. cerris</i> , 瓦隆栎 <i>Q. macrolepis</i> , 欧洲栓皮栎 <i>Q. suber</i>  | 3                       | 621~821                   | 688                         |

猴欢喜属 *Sloanea* L. (1 021 a)、朴属 *Celtis* L. (1 004 a)、非洲楝属 *Khaya* A. Juss. (1 000 a)。

按照 APG Classification IV (APG IV) 系统, 19 属中樟属为木兰分支 (magnoliids), 连香树属为早期分化真双子叶植物 (eudicots), 悬铃木属和其余均为核心

真双子叶植物 (core eudicots)。在核心真双子叶植物只有木犀榄属和翅玉蕊属为超菊分支 (superasterids), 其余均为超蔷薇分支 (superrosids)。可见, 寿命特长的的大多数属为超蔷薇分支, 但寿命最大的属—木犀榄属却属于超菊分支; 长寿的系统发育倾向很明显。

### 3 讨论

#### 3.1 树木个体寿命的差异

因本文收集数据的标准限制,文献追踪法和访谈估测法的古树寿命数据并未包含在内,总体而言树木寿命数据并不完整。例如,按树轮数据银杏的寿命只有 162 a,实际上浙江天目山的银杏有 1 600 a (方炎明等, 2023);又如云南松 *Pinus yunnanensis* Franch., 寿命只有 76 a,也存在数据缺乏的问题。根据现有数据,裸子植物和被子植物树木的寿命变异幅度分别为 76 倍和 143 倍。在整个种子植物范围内,变异幅度 28~4 900 a,达到 175 倍,这一数值与哺乳动物巧合,哺乳动物的寿命变化超过 100 倍 (Kowalczyk et al., 2020)。为何树木寿命绝对值比人类高出至少一个数量级?因为树木具有无限生长、镶嵌性、可塑性、耐胁迫性和其他特征,使长寿树木能够存活更长时间 (Munné-Bosch, 2018)。树木寿命的巨大可塑性,还可能与其不同的生长特性有关,早期生长率较低,增加树木寿命,维持低生长率也能防止衰老的发生 (Munné-Bosch, 2020)。

#### 3.2 树木寿命的系统发育倾向

本研究结果显示,在裸子植物和被子植物中均呈现出明显的系统发育倾向。裸子植物的不同属和属内不同亚类群之间差异大,被子植物超蔷薇分支的木本属长寿的成分特别普遍。关于树木寿命的系统发育信号,有一些初步的研究,例如大树分类群的系统发育距离反映了导致树木寿命极端延长的独立进化过程 (Piovesan et al., 2021)。在日本北部的温带森林的 42 个树种中,研究者检测到年龄上限与系统发育之间的显著关系 (Osumi et al., 2023)。相关的研究也表明,古树分布被检测到系统发育信号,古树个体分布范围占其自然分布范围的百分比 (Range filling rate, RFR) 是一个保守的性状 (Huang et al., 2023)。尽管如此,关于树木寿命的系统发育倾向研究还需要进一步挖掘。

#### 3.3 种子植物克隆种群的存活时间

通常,树木的寿命一般不超过 5 000 a,但却有超过 10 000 a 的报道。这主要是有一种特殊的克隆种群,它通过根蘖或气生根等无性繁殖方式,形成了无遗传差异的群体,从而延长了树木的寿命。山龙眼科洛马山龙眼 *Lomatia tasmanica* 被认为是最长寿的活体植物,年龄 43 600 a (Lynch et al., 1998)。然而,该植物虽然是遗传上的同一个体,但却是一个由数百根树干组成的克隆种群,分布范围 120 hm<sup>2</sup>,为不稳定

的三倍体,拥有 33~29 条染色体。年龄超过万年的克隆种群植物还有杜鹃花科佳露果 *Gaylussacia brachycerium* (Wangenh.) K.Koch 和蒺藜科齿团香木 *Larrea tridentata* (DC.) Coville, 此外,还有颤杨 *Populus tremuloides* Michx.、欧洲云杉 *Picea abies* (L.) H. Karst. (Thomas, 2003; de Witte et al., 2010)。对于克隆种群树种,笔者认为,群体的存活时间不能看作单个一体的寿命。因而,种子植物克隆种群的存活时间,目前尚不能认定为树木个体的寿命。

#### 3.4 棕榈类、龙血树类和苏铁类植物的寿命

单子叶植物中棕榈类、龙血树和裸子植物中苏铁类植物是否有古树?研究文献不多。单子叶植物多半无次生生长,但有少数种能生长成树状,寿命超过 300 a,如棕榈科的加拿列海枣 *Phoenix canariensis* Hort. ex Chaub.和天门冬科的龙血树 *Dracaena draco* (L.) L. (Rivera et al., 2023; Biondi et al., 2023)。裸子植物中的苏铁 *Cycas revoluta* Thunb., 其生长型与单子叶植物棕榈类相似,但茎干的构造截然不同。苏铁有次生成层 (second cambium) (Terrazas, 1991),但其木材为稀疏木型 (manoxylic) (杨永, 2024)。苏铁的寿命可达 2 000 a (López Restrepo et al., 2020)。南昌市人民公园的古苏铁树龄达 1 300 a (马明月, 2024),甚至 3 000 a (王江林等, 1984)。

### 4 结论

本研究建立了全球 44 科 108 属 390 种树木的古树寿命数据集,其中裸子植物 6 科 35 属 193 种,树种寿命的分布范围 64~4 900 a,均值为 788 a,76.7% 在 0~1 000 a。被子植物 38 科 73 属 197 种,树种寿命的分布范围 28~4 021 a,均值为 537 a,86.2% 集中在 0~600 a。裸子植物当中,松属寿命最长,而柏科长寿的属最多。被子植物当中,超菊分支中的木犀榄属 (4 021 a) 寿命最长,但超蔷薇分支中长寿的属最多。随着树木寿命数据的不断完善,期待在树木寿命的生物地理模式、系统发育信号方面进行后续研究。

### 参 考 文 献

- 方炎明,王文和. 2023. 古树导论[M]. 北京: 中国林业出版社.
- 马明月. 2024. 城市更新背景下的传统公园植物景观优化初探: 以南昌人民公园为例[J]. 现代园艺, (7): 92-95.
- (Ma M Y. 2024. Preliminary study on plant landscape optimization of traditional parks under the background of urban renewal-Taking Nanchang people's park as an example[J]. Contemporary Horticulture, (7): 92-95.)
- 王江林,张少春. 1984. 江西古树记录及其保护[J]. 江西林业科技, 12(1): 11-22.

- (Wang J L, Zhang S C. 1984. Records of ancient trees in Jiangxi and their protection[J]. *Jiangxi Forestry Science and Technology*, 12(1): 11–22.)
- 徐润飞. 2024. 我国古树名木保护再上新台阶[J]. *国土绿化*, (2): 4–5.
- (Xu R F. 2024. The protection of ancient and famous trees in China has reached a new level[J]. *Land Greening*, (2): 4–5.)
- 杨永. 2024. 裸子植物的系统分类: 历史、现状和展望[J]. *南京林业大学学报(自然科学版)*, 48(3): 14–26.
- (Yang Y. 2024. Systematic classification of gymnosperms: Past, present and future[J]. *Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition)*, 48(3): 14–26.)
- 尤禄祥, 张夕飞, 田西龙, 等. 2020. 红栎树种资源与园林应用前景[J]. *西部林业科学*, 49(2): 10–16.
- (You L X, Zhang X F, Tian X L, *et al.* 2020. Resources of red oaks and their landscaping utilization potentiality[J]. *Journal of West China Forestry Science*, 49(2): 10–16.)
- Anonymous. Monumental trees website[EB/OL]. [2024-5-12]. <https://www.monumentaltrees.com/>.
- Biondi F, Meko D M, Piovesan G. 2023. Maximum tree lifespans derived from public-domain dendrochronological data[J]. *iScience*, 26(3): 106138.
- Biondi F, Santos G M, Rodríguez P R, *et al.* 2023. Longevity estimates of canary palms and dragon trees *via* radiocarbon dating: initial results[J]. *Plants*, 13(1): 45.
- Brown P M. 1996. OLDLIST: a database of maximum tree ages[J]. *Tree Rings, Environment and Humanity*, 727–713.
- Butler M A, King A A. 2004. Phylogenetic comparative analysis: a modeling approach for adaptive evolution[J]. *American Naturalist*, 164(6): 683–695.
- de Beer J, Bardoutsos A, Janssen F. 2017. Maximum human lifespan may increase to 125 years[J]. *Nature*, 546(7660): E16–E17.
- Denk T, Grimm G W, Manos P S, *et al.* 2017. An updated infrageneric classification of the oaks: review of previous taxonomic schemes and synthesis of evolutionary patterns[M]. Gil-Pelegrín E, Peguero-Pina J J, Sancho-Knapik D, eds. *Tree Physiology*. Cham: Springer International Publishing: 13–38.
- de Witte L C, Stöcklin J. 2010. Longevity of clonal plants: why it matters and how to measure it[J]. *Annals of Botany*, 106(6): 859–870.
- Di Filippo A, Pederson N, Baliva M, *et al.* 2015. The longevity of broadleaf deciduous trees in Northern Hemisphere temperate forests: insights from tree-ring series[J]. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 3: 46.
- Foley N M, Hughes G M, Huang Z X, *et al.* 2018. Growing old, yet staying young: The role of telomeres in bats' exceptional longevity[J]. *Science Advances*, 4(2): eaao0926.
- Gernandt D S, López G G, García S O, *et al.* 2005. Phylogeny and classification of *Pinus*[J]. *Taxon*, 54(1): 29–42.
- Gonçalves M, Weon B M. 2023. Limits to lifespan growth[J]. *Frontiers in Public Health*, 10: 1037544.
- Group T A P, Chase M W, Christenhusz M J M, *et al.* 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV[J]. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181(1): 1–20.
- Huang L, Jin C, Pan Y J, *et al.* 2023. Human activities and species biological traits drive the long-term persistence of old trees in human-dominated landscapes[J]. *Nature Plants*, 9(6): 898–907.
- Gonçalves M, Weon B M. 2023. Limits to lifespan growth[J]. *Frontiers in Public Health*, 10: 1037544.
- Keane M, Semeiks J, Webb A E, *et al.* 2015. Insights into the evolution of longevity from the bowhead whale genome[J]. *Cell Reports*, 10(1): 112–122.
- Kowalczyk A, Partha R, Clark N L, *et al.* 2020. Pan-mammalian analysis of molecular constraints underlying extended lifespan[J]. *eLife*, 9: e51089.
- Loehle C. 1988. Tree life history strategies: the role of defenses[J]. *Canadian Journal of Forest Research*, 18(2): 209–222.
- López Restrepo F, Garfías Gallegos D, de Jesús Suarez Moo P. 2020. Cycads: ancient plants with bacteria living in their roots[J]. *Frontiers for Young Minds*, 7: 156.
- Lynch A J J, Barnes R W, Vaillancourt R E, *et al.* 1998. Genetic evidence that *Lomatia tasmanica* (Proteaceae) is an ancient clone[J]. *Australian Journal of Botany*, 46(1): 25.
- Münkemüller T, Lavergne S, Bzeznik B, *et al.* 2012. How to measure and test phylogenetic signal[J]. *Methods in Ecology and Evolution*, 3(4): 743–756.
- Munné-Bosch S. 2018. Limits to tree growth and longevity[J]. *Trends in Plant Science*, 23(11): 985–993.
- Munné-Bosch S. 2020. Long-lived trees are not immortal[J]. *Trends in Plant Science*, 25(9): 846–849.
- Osumi K, Masaki T. 2023. Longevity of tall tree species in temperate forests of the northern Japanese Archipelago[J]. *Journal of Forest Research*, 28(5): 333–344.
- Pederson N. Eastern OLDLIST a database of maximum tree ages for eastern North America[EB/OL]. [2024-5-12]. <https://www.ldeo.columbia.edu/~adk/oldlisteast/>.
- Piovesan G, Biondi F. 2021. On tree longevity[J]. *New Phytologist*, 231: 1318–1337.
- Rivera D, Abellán J, Rivera-Obón D J, *et al.* 2023. Expanding dendrochronology to palms: A Bayesian approach to the visual estimate of a palm tree age in urban and natural spaces[J]. *Current Plant Biology*, 35: 100301.
- Terrazas T. 1991. Origin and activity of successive cambia in *Cycas* (Cycadales)[J]. *American Journal of Botany*, 78(10): 1335.
- Thomas H. 2003. Do green plants age, and if so, how? [M]. Switzerland: Springer International Publishing.
- Yang Y, Ferguson D K, Liu B, *et al.* 2022. Recent advances on phylogenomics of gymnosperms and a new classification[J]. *Plant Diversity*, 44(4): 340–350.