

## 青田县古树名木资源空间分布研究

黄天来

(青田县林业局, 浙江 青田 323900)

**摘要:** 本文基于 GIS 平台, 使用核密度分析、缓冲区分析、基尼系数、洛伦兹曲线、优越度分析和规模度分析等方法对青田县 2017 年古树名木普查结果的 9 150 株古树名木的空间分布格局进行研究。结果表明, 青田县古树名木空间分布类型为聚集型, 在章村乡、埭旺乡、舒桥乡、海口镇形成了 4 个高密度区, 在季宅乡、阜山乡、万山乡、方山乡等乡镇形成了多个次高密度区域, 古树名木多分布于以 50 m 为缓冲半径的住宅区、水源、道路缓冲区范围内; 全县古树名木资源分布极不均匀, 基尼系数高达 0.883 7, 规模度最高的区域为舒桥乡, 优越度最高的区域为仁宫乡。本文基于 GIS 平台对青田县古树名木进行了空间拓扑分析, 很好地揭示了古树名木空间分布类型、空间分布特征和空间分布均衡度, 为林业部门开展古树名木保护工作提供了数据支持。

**关键词:** 古树名木; 空间分布; 青田县; GIS

中图分类号: Q948.2

文献标识码: A

文章编号: 1001-3776(2023)06-0099-07

## Spatial Distribution of Ancient and Famous Trees Resources in Qingtian County

HUANG Tianlai

(Qingtian Forestry Bureau of Zhejiang, Qingtian 323900, China)

**Abstract:** Based on a GIS platform with kernel density analysis, buffer analysis, Gini coefficient, Lorenz curve, dominance analysis and scale analysis, spatial distribution pattern of 9 150 ancient and famous trees in Qingtian county, Zhejiang province surveyed in 2017. The results indicated that the spatial distribution type of ancient and famous trees was aggregated in four towns, and four sub-high-density towns in Qingtian. Ancient and famous trees were mainly distributed within the buffer radius of 50 m of residential areas, water sources, and roads. The distribution of ancient and famous tree resources in the county was highly uneven, with a Gini coefficient as high as 0.883 7. Based on the GIS platform, this article has conducted spatial topological analysis on the ancient and famous trees in Qingtian County, revealing the spatial distribution type, spatial distribution characteristics, and spatial distribution balance of these trees, providing data support for carrying out the protection of ancient and famous trees for forestry departments.

**Key words:** ancient and famous trees; spatial distribution; Qingtian county; GIS

古树是指依法认定的树龄 100 年以上的树木, 名木是指依法认定的稀有、珍贵树木和具有历史价值、重要纪念意义的树木。古树名木具有重要的经济价值<sup>[1]</sup>、生态价值<sup>[2]</sup>、景观价值<sup>[3]</sup>和历史价值<sup>[4-5]</sup>, 是自然和文化的双重遗产。加强古树名木保护是践行习近平生态文明思想的重要举措, 是落实党的十九大提出的加强对文化遗产的保护传承的重要抓手, 也是实施乡村振兴战略的重要途径。研究分析古树名木资源空间分布, 可以为古树名木的保护与利用提供基础数据支持, 指导古树名木保护工作。

收稿日期: 2023-04-13; 修回日期: 2023-08-14

作者简介: 黄天来, 硕士, 林业工程师, 从事森林资源管理研究; E-mail: 2420162650@qq.com。

国外关于古树名木的空间分布研究较少,大多是关于植物空间分布的研究,例如 Rotondi 等基于 GIS 平台研究了不同地区木樨榄 *Olea europaea* 的形态特征和遗传特性,寻找影响橄榄生存的主要自然因素<sup>[6]</sup>, Acharya 等研究了喜马拉雅山地区海拔高度对兰科 Orchidaceae 物种丰富度的影响<sup>[7]</sup>。国内关于古树名木保护的研究多集中于古树复壮<sup>[8]</sup>、古树文化<sup>[9]</sup>、古树树龄测定<sup>[10]</sup>、衰老机理<sup>[11]</sup>和空间分布等方面。如刘益曦等使用 GIS 技术研究了温州市古树名木空间分布类型和空间分布密度<sup>[12]</sup>,吴忠东等利用扩散系数、平均拥挤度、聚集(块)性指标、负二项分布 K 值等指标研究了仙居县古树名木的空间分布格局<sup>[13]</sup>。但是关于青田县古树名木分布类型、分布特征和分布均衡度的综合研究却鲜有报道。本文基于 GIS 平台,使用核密度分析、缓冲区分析、基尼系数、洛伦兹曲线、优越度分析和规模度分析方法对青田县 2017 年古树名木普查结果的 9 150 株古树名木的空间分布格局进行研究,以期为青田县的古树名木保护提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区域概况

青田县位于浙江省东南部,瓯江中下游,县城距离丽水市和温州市区分别为 70 km、65 km,地理坐标为 27.93°~28.48°N, 119.68°~120.43°E,陆域面积为 2 477 km<sup>2</sup>。全县海拔在 7~1 390 m,地形以浙南中低山丘陵区为主,地势西高东低,有“九山半水半分田”之称<sup>[14]</sup>。根据青田县气象局统计,1991—2020 年,年平均无霜期为 294 d,年平均气温为 19℃,年平均降水量为 1 729.8 mm,年平均日照时数为 1 615.5 h,年平均相对湿度为 76.3%,属于中亚热带季风气候区。森林面积为 2 022 km<sup>2</sup>,林覆盖率达 81.63%<sup>[15]</sup>。

### 1.2 青田县古树名木概况

2017 年年底,青田县林业局按照《浙江省古树名木普查建档技术操作细则》对县域内的古树名木进行了普查。结果表明,全县共有古树名木 9 150 株,隶属于 34 科 68 属 107 种,以松科 Pinaceae、壳斗科 Fagaceae、金缕梅科 Hamamelidaceae 为主,名木、一级古树、二级古树、三级古树分别有 2、242、794、8 112 株<sup>[16]</sup>,平均树高为 17.83 m,平均胸径为 65.33 cm,平均冠幅为 10.28 m,整体呈偏正态分布。

### 1.3 研究方法

在研究青田县古树名木资源空间分布时,充分结合了地理学、计算机科学、地图学、投影学的理论和方法,利用 Excel、Matlab 软件在 GIS 平台上将古树名木相关数据转变成可分析、可操作的矢量格式或栅格格式,并综合利用核密度分析、缓冲区分析、叠加分析等工具包进行数据分析处理。最后采用最邻近指数、基尼系数、洛伦兹曲线、规模度和优越度等相关数量指标来定量描述青田县古树名木在县域内各乡镇街道的空间分布类型、分布特征及分布均衡度,具体方法如下。

1.3.1 最邻近指数 最邻近分析是一种把古树名木相互邻近程度量化的分析方法<sup>[17]</sup>。在研究古树名木的空间分布特征时,将古树名木近似看成点状要素。最邻近指数公式如下:

$$R = \frac{\bar{r}_i}{\bar{r}_E} \quad (1)$$

$$\bar{r}_E = \frac{1}{2\sqrt{n/A}} \quad (2)$$

式中,  $R$  为最近邻比,表示古树名木点要素的空间分布特征;  $\bar{r}_i$  为实际平均观测距离;  $\bar{r}_E$  为预期平均距离。  $A$  为县域面积,  $n$  为古树名木的数量。当  $R=1$  时,古树名木为随机分布的状态;当  $R>1$  时,古树名木为均匀分布的状态;当  $R<1$  时,古树名木为集聚分布的状态。

本文根据最邻近指数分析青田县古树空间分布类型。

1.3.2 核密度分析 核密度分析是一种计算点要素在其周边邻域中的密度的非参数估计空间分析方法,密度越高则点要素在该区域出现的概率越大<sup>[18-20]</sup>,即以某一个格网点为中心,统计落入其搜索半径范围内的古树名木的数量。古树名木离格网点中心越近,则其赋予的权重越大,离格网点中心越远,赋予的权重逐渐衰减(衰减

的程度由核函数决定), 假定  $x$  处的核密度为  $f(x)$ , 则有:

$$f(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n \left( \frac{x - x_i}{h} \right) \quad (3)$$

式中,  $h$  为带宽 ( $h > 0$ ), 即搜索半径;  $n$  为落在带宽范围内古树名木的数量;  $x - x_i$  为第  $i$  个古树离格网点中心的距离。

本文使用核密度 (Kernel) 分析计算青田县古树名木在县域范围内的凝聚状况。

1.3.3 缓冲区分析 围绕着点、线、面等要素对象, 所有满足指定条件的邻域即为缓冲区, 这里的指定的条件一般是邻域的半径<sup>[21]</sup>。因此, 对于一个特定要素对象  $A$ , 其缓冲区  $Q$  定义为距离要素  $A$  半径在  $r$  以内的所有邻域的集合, 可以写成如下形式:

$$Q = \{x / d(x, A) < r\} \quad (4)$$

式中,  $d$  是指距离,  $r$  是指缓冲半径。

本文主要基于青田县古树名木空间分布关联比较密切的住宅、道路、水源进行缓冲区分析, 来揭示青田县古树名木的集聚分布特征。

1.3.4 基尼系数 基尼系数是衡量研究对象在区域内分布均衡的重要指标<sup>[22]</sup>。本文用基尼系数衡量古树名木在青田县各乡镇街道的分布均衡情况, 其计算公式为:

$$C = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N P_i \ln P_i}{\ln N} \quad (5)$$

式中,  $P_i$  表示第  $i$  个乡镇街道内古树名木数量占全县古树名木数量的比例,  $n$  表示乡镇街道的数量,  $C$  表示古树名木分布均衡度, 它与基尼系数的和是 1。 $C$  值介于 0~1 之间, 当  $C=1$  时, 表示绝对均匀, 当  $C=0$  时, 表示绝对不均匀。

1.3.5 洛伦兹曲线 洛伦兹曲线是由美国经济学家 Lorenz 最先提出, 能直观看出研究要素分配均衡情况<sup>[23]</sup>。本文使用洛伦兹曲线对青田县古树名木的空间分布均衡度进行检验。

1.3.6 规模度分析 规模度是区域内研究要素的数量与该区域面积的比例, 能很好地分析研究要素的空间分布结构<sup>[24]</sup>。本研究中, 古树名木规模度是指某乡镇街道古树名木的数量与该乡镇街道面积的比值, 见下式。

$$D_i = \frac{M_i}{SL} \quad (6)$$

式中,  $D_i$  表示  $i$  个乡镇街道古树名木的规模度,  $M_i$  表示该乡镇街道古树名木的数量,  $SL$  表示该乡镇街道的区域面积。 $D_i$  值越大, 表明该乡镇街道单位面积内古树名木数量越多, 规模度越大。

1.3.7 优越度分析 优越度是区域内高级别的研究要素数量与该区域面积的比例, 能很好地刻画高级别研究要素在该地区的支配程度<sup>[25-26]</sup>。古树名木优越度是指优一级古树和名木在同乡镇街道中的占比指标, 它表明乡镇街道古树名木资源组成中一级古树和名木数量在该地区古树名木中的支配程度, 见下式。

$$S_i = \frac{H_i}{N} \quad (7)$$

式中,  $S_i$  是指  $i$  个乡镇街道古树名木的优越度,  $H_i$  代表该乡镇街道内一级古树和名木的数量,  $N$  是指该地区古树名木的总数。 $S_i$  值越大, 表明该乡镇街道一级古树和名木的占比大, 优越度越高。

## 2 结果与分析

本文所用古树名木的数据来源于青田县林业局 2018 年 2 月编制的《青田县古树名木普查报告》。该报告主要内容有古树名木立地因子、测树因子和其他因子。立地因子包含每株古树名木的坡向、坡位、土壤类型、土壤紧密度; 测树因子主要包含树种、树高、胸围、地维、树龄、生长势; 其他因子主要包含每株古树名木的权

属、位置等。

2.1 青田县古树名木空间分布类型

在 GIS 中使用欧氏距离法（Euclidean distance）对青田县古树名木进行平均最近邻分析，得出青田县 9 150 株古树名木预期平均距离为 301.5 m，平均观测距离为 32.2 m，最邻近指数为 0.106 7，z 得分为 -163.4，如图 1。z 得分为 -163.46 通常表示一个极端的负偏离，意味着观察到的平均最近邻距离远远小于预期的平均最近邻距离，并且远远小于预期的平均最近邻距离的标准差。这说明青田县古树名木之间的空间分布出现了非常强烈的聚集模式。

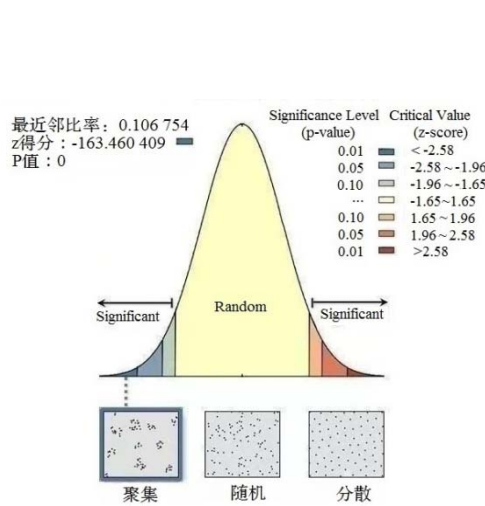


图 1 青田县古树名木平均最近邻分析结果

Fig. 1 Results of average nearest neighbor analysis on ancient and famous trees in Qingtian county

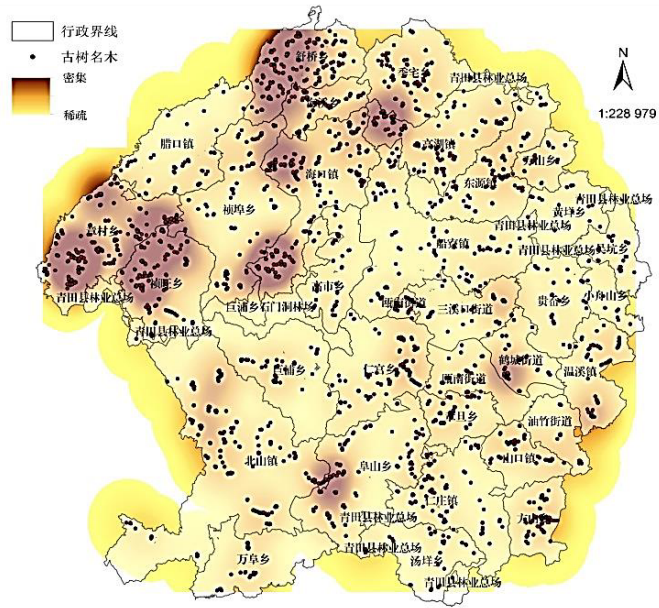


图 2 青田县古树名木核密度分析图

Fig. 2 Kernel density distribution of ancient and famous trees in Qingtian

2.2 青田县古树名木空间分布特征

2.2.1 古树名木核密度分析 经反复尝试，将输出像元大小设置为 0.001，搜索半径设置为 0.05 km 生成的核密度图能较好地展示青田县古树名木的聚集情况，如图 2 所示。由图 2 可知，青田县古树名木在章村乡、祯旺乡、舒桥乡、海口镇形成了 4 个高密度区域，在季宅乡、阜山乡、万山乡、方山乡等乡镇形成了多个次高密度区域，县域范围内古树名木整体呈现西北密集东南稀疏的分布状态。

2.2.2 古树名木缓冲区分析 以青田县住宅区域为核心，分别以 10 m、20 m、30 m、40 m、50 m、100 m 为半径进行缓冲区分析，再将青田县古树名木图层与青田县住宅缓冲区进行叠加分析，得到青田县住宅缓冲区内古树名木分布情况，结果如表 1。由表 1 可知，在半径为 50 m 的住宅缓冲区，古树名木分布有 4 518 株，缓冲区面积占全县总面积的 10.64%，而位于该缓冲区内古树名木占全县古树名木总数的 49.38%；当缓冲半径增加至 100 m 时，缓冲区面积增加 161.56%，位于该缓冲区内古树名木数量仅增加 34.77%。

表 1 住宅缓冲区内古树名木分布情况  
Tab. 1 Distribution of ancient and famous trees in residential buffer zone

| 住宅缓冲半径/m | 缓冲区面积占全县<br>面积比例/% | 缓冲区内古树名木<br>数量占比/% | 住宅缓冲半径/m | 缓冲区面积占全县<br>面积比例/% | 缓冲区内古树名木<br>数量占比/% |
|----------|--------------------|--------------------|----------|--------------------|--------------------|
| 10       | 2.67               | 16.00              | 40       | 8.18               | 44.14              |
| 20       | 4.20               | 27.90              | 50       | 10.64              | 49.38              |
| 30       | 6.03               | 37.40              | 100      | 27.83              | 66.55              |

以青田主要河流、湖泊、池塘等水源为轴心，分别以 10 m、20 m、30 m、40 m、50 m、100 m 为半径进行缓冲区分析，再把古树名木图层与水源缓冲区进行叠加分析，得到青田县水源缓冲区古树名木分布情况，结果如表 2。由表 2 可知，在半径为 50 m 的水源缓冲区，古树名木分布有 2 219 株，缓冲区面积占全县总面积的 14.11%，而位于该缓冲区内的古树名木占全县古树名木总数的 24.25%，当缓冲半径增加至 100 m 时，缓冲区面积增加 93.41%，位于该缓冲区内的古树名木数量仅增加 15.81%。

以青田道路为轴心，分别以 10 m、20 m、30 m、40 m、50 m、100 m 为半径进行缓冲区分析，经叠加分析得到青田县道路缓冲区内古树名木分布情况，如表 3。由表 3 可知，在半径为 50 m 的道路缓冲区，古树名木分布有 4 916 株木，缓冲区面积占全县总面积的 21.66%，而位于该缓冲区内的古树名木占全县古树名木总数的 53.73%，当缓冲半径增加至 100 m 时，缓冲区面积增加 115.42%，位于该缓冲区内的古树名木数量仅增加 35.53%。

表 2 水源缓冲区内古树名木分布情况  
Tab. 2 Distribution of ancient and famous trees in water source buffer zone

| 水源缓冲半径/m | 缓冲区面积占全县<br>面积比例/% | 缓冲区内古树名木<br>数量占比/% | 水源缓冲半径/m | 缓冲区面积占全县<br>面积比例/% | 缓冲区内古树名木<br>数量占比/% |
|----------|--------------------|--------------------|----------|--------------------|--------------------|
| 10       | 5.42               | 6.10               | 40       | 11.79              | 20.94              |
| 20       | 7.44               | 11.75              | 50       | 14.11              | 24.25              |
| 30       | 9.57               | 16.28              | 100      | 27.29              | 36.20              |

表 3 道路缓冲区内古树名木分布情况  
Tab. 3 Distribution of ancient and famous trees in road buffer zone

| 道路缓冲半径/m | 缓冲区面积占全县<br>面积比例/% | 缓冲区内古树名木<br>数量占比/% | 道路缓冲半径/m | 缓冲区面积占全县<br>面积比例/% | 缓冲区内古树名木<br>数量占比/% |
|----------|--------------------|--------------------|----------|--------------------|--------------------|
| 10       | 5.06               | 18.75              | 40       | 17.27              | 47.05              |
| 20       | 9.00               | 29.83              | 50       | 21.66              | 53.73              |
| 30       | 13.06              | 39.49              | 100      | 46.67              | 72.82              |

2.3 青田县古树名木空间分布均衡度

2.3.1 基尼系数分析 使用基尼系数分析青田县古树名木分布均衡情况，可得  $C=0.116\ 3$ ，基尼系数高达 0.883 7，表明青田县古树名木在各乡镇街道内呈非均衡分布。

2.3.2 洛伦兹曲线分析 以青田县乡镇街道累计值为横坐标 X 轴，古树名木累计数量百分比为 Y 轴，绘制青田县古树名木空间分布洛伦兹曲线图，如图 3 所示。由图 3 可知，该洛伦兹曲线图呈下凹形，各乡镇街道古树名木分布不均匀，与基尼系数表征一致。

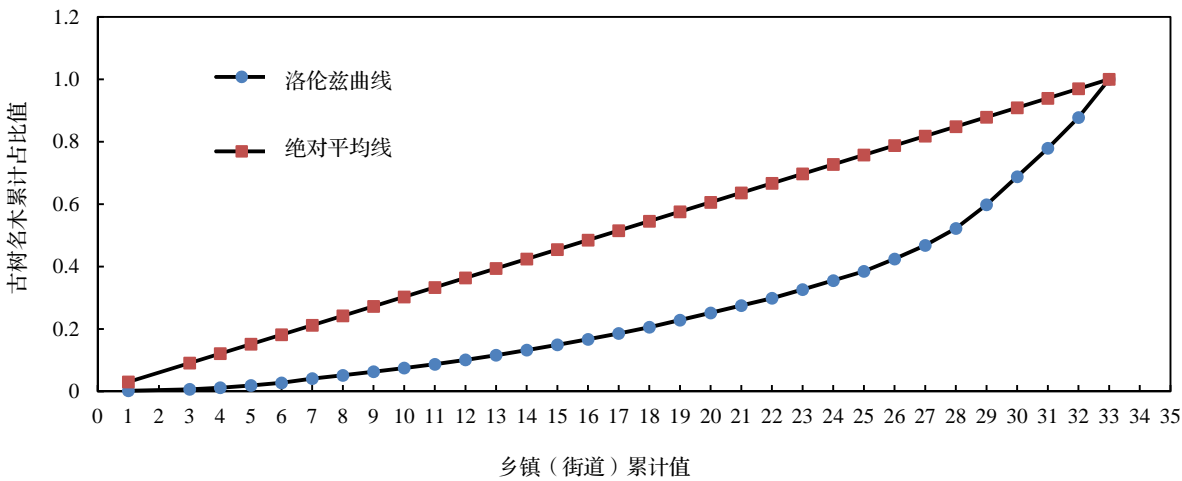


图 3 青田县古树名木洛伦兹曲线图

Fig. 3 Lorentz curve of ancient and famous trees in Qingtian county

2.3.3 规模度和优越度分析 青田县各乡镇(街道)古树名木的规模度、优越度及其平均值如图4所示。

使用规模度对青田县古树名木进行分析可知(图4),有11个乡镇(街道)古树名木的规模度超全县平均水平,其中舒桥乡、章村乡、祔旺乡、海口镇、海溪乡古树名木的规模度居前五位,其平均规模度是全县平均规模度的2.49倍。使用优越度进行分析,有9个乡镇(街道)古树名木的优越度超过全县平均水平,其中仁宫乡、瓯南街道、仁庄镇、方山乡、季宅乡古树名木的优越度居前五位,其平均优越度是全县平均水平的4.00倍。古树名木规模度大的乡镇优越度不一定高,如章村乡古树名木规模度大,但优越度并不高,有古树名木1121株,但是其一级古树和名木仅有3株,仁宫乡古树名木规模度不大,但优越度高,全乡仅有古树名木255株,但是一级古树和名木高达49株。

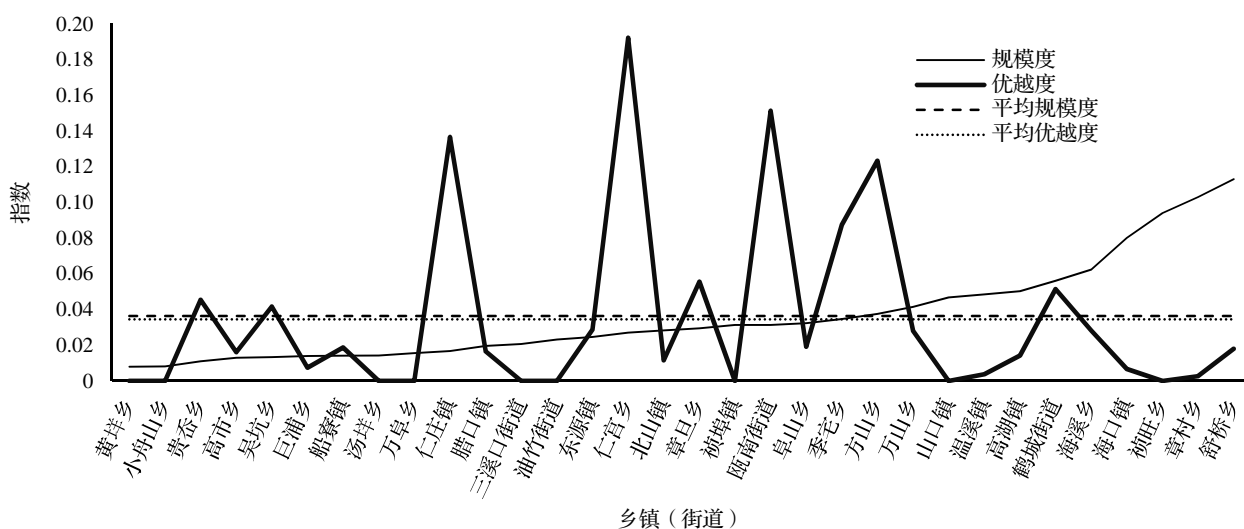


图4 青田县古树名木规模度指数与优越度指数对比分析图

Fig. 4 Comparison on scale index and superiority index of ancient and famous trees in Qingtian county

### 3 结论与讨论

#### 3.1 结论

青田县古树名木资源丰富,一级古树总体规模度远超浙江省一级古树的平均规模度<sup>[12,27]</sup>,后备古树资源丰富,在空间分布上有着一定特点。在空间分布类型上,古树名木呈聚集性分布,且显著性极强;在空间分布特征上,形成了4个高密度区域和多个次高密度区域,以50 m为缓冲半径的住宅区、水源、道路缓冲区范围内古树名木分布明显密集;在空间分布均衡度上,古树名木在各乡镇街道呈不均衡分布,规模度和优越度均有较大差距。

#### 3.2 讨论

本研究结果表明,古树多出现于道路、住宅50 m缓冲区内,人迹罕至的荒郊野岭少有分布。说明很多古树名木是前人种植的,因为将树木种植在道路旁可以指引方向,种植住宅旁可以避雨遮阳。往日人类活动造就了的古树名木的空间分布,现今的建设发展却反侵占古树生存空间<sup>[13]</sup>。所以要牢固树立古树名木保护意识,经济建设不应当以牺牲生态环境为代价。另外,高密度区域有古树名木2237株,约占全县古树名木数量的24.48%,而高聚集度区占地面积131 km<sup>2</sup>,仅占全县土地总面积的5.29%。鉴于青田县每年古树名木保护资金并不充裕,在高密度区域开展古树名木保护工作也许能提高资金使用绩效。

本文使用了核密度分析、缓冲区分析、基尼系数、洛伦兹曲线、优越度和规模度等方法研究了青田县古树名木空间分布规律,结果表明,这些研究方法在古树名木空间分布研究中有较好的适用性与优越性。适用性体现在这些研究方法均能很好地反映出古树名木的空间分布规律,优越性体现在空间拓扑关系的科学性和量化指

标的准确性。本研究中各结果的获得均来自严格的数学推导,按照既定的形式即可完成古树名木空间分布研究,可以应用于任何地区古树名木空间分布研究,使得古树名木空间分布特征模式化研究成为了可能。此外,本研究的结果是通过量化的指标或明确的图形来呈现的,不同地区同一语境的空间参数可以直接对比分析,初步建立了统一的古树名木空间分布规律对比评价体系。

古树名木空间分布还受到光照辐射量、土壤类型、土壤紧实度、海拔等诸多因素的影响,本文在 GIS 平台上分析青田县古树名木空间分布,只初步探明了青田县古树名木空间分布特点,但并未开展深入的古树名木分布影响因素研究。今后的古树名木保护工作中,应着力于开展古树名木分布影响因素研究,揭示自然因素和人为因素在古树名木空间分布形成中的具体作用及其作用机制,能为古树名木保护工作提供丰富的理论指导。

#### 参考文献:

- [1] 周劲松, 刘东明, 易绮斐, 等. 香港药用古树资源调查研究[J]. 时珍国医国药, 2011, 22(07): 1736-1738.
- [2] 张学超. 澜沧拉祜族自治县生物多样性保护规划[D]. 昆明: 西南林业大学, 2013.
- [3] 杜红玉. 杭州西湖风景名胜区分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.
- [4] 赵世元. 文化历史型绿道研究[D]. 北京: 北方工业大学, 2019.
- [5] 曲凯. 流苏种质资源的收集评价及遗传多样性的分析[D]. 泰安: 山东农业大学, 2019.
- [6] ROTONDI, ANNALISA, GANINO, et al. Genetic and landscape characterization of ancient autochthonous olive trees in northern Italy[J]. Plant Biosyst, 2018, 152(5): 1067-1074.
- [7] ACHARYA K P, VETAAS O R, BIRKS H J B. Orchid species richness along Himalayan elevational gradients[J]. J Biogeogr. 2011, 38(9): 1821-1833.
- [8] 胡佐胜. 长沙市古树名木现状分析及复壮技术初探[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2014.
- [9] 刘为力. 古树文化与环境艺术设计[D]. 长沙: 湖南大学, 2008.
- [10] 张艳丽, 杨家军. 四川省广安市古树名木树龄估算及空间分布特征[J]. 浙江农林大学学报, 2020, 37(05): 841-848.
- [11] 王巧. 泰山油松古树衰老机理与树势评价[D]. 泰安: 山东农业大学, 2016.
- [12] 刘益曦, 胡春, 朱圣潮, 等. 基于 GIS 的温州古树资源空间分布特征分析[J]. 中国园林, 2019, 35(05): 107-111.
- [13] 吴忠东, 杨先友, 陈赐赐, 等. 仙居县古树资源的空间分布格局[J]. 现代农业科技, 2020(11): 160-161, 163.
- [14] 栗倩倩, 王伟, 黄亮, 等. 台风暴雨型滑坡滞后效应分析——以浙江青田县“利奇马”台风为例[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2022, 33(06): 10-19.
- [15] 青田县统计局. 青田县 2020 年国民经济和社会发展统计公报[EB/OL] (2021-04-27) [http://www.qingtian.gov.cn/art/2021/4/27/art\\_1229387014\\_4626453.html](http://www.qingtian.gov.cn/art/2021/4/27/art_1229387014_4626453.html)
- [16] 韩坤一, 王诗丰, 林观勇, 等. 浙江青田县古树名木资源变化原因与保护情况分析[J]. 浙江林业科技, 2019, 39(02): 103-109.
- [17] 刘森森, 谢潇, 宋潇玉. 贵阳市公共休闲服务设施空间分布特征分析[J]. 当代旅游, 2022, 20(06): 59-61, 113.
- [18] 潘桔, 郑红玲. 区域经济高质量发展水平的测度与差异分析[J]. 统计与决策, 2020, 36(23): 102-106.
- [19] 王兆峰, 史伟杰, 苏昌贵. 中国康养旅游地空间分布格局及其影响因素[J]. 经济地理, 2020, 40(11): 196-207.
- [20] 代婷婷, 许铭, 徐雁南. 乡村聚落时空分布特征及驱动因素分析——以安徽黟县为例[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2018, 42(05): 155-162.
- [21] SHEN J, CHEN L, WU Y, et al. Approach to accelerating dissolved vector buffer generation in distributed in-memory cluster architecture[J]. Isprs Int J Geo Inform, 2018, 7(1): 26.
- [22] 陈希孺. 基尼系数及其估计[J]. 统计研究, 2004(08): 58-60.
- [23] LORENZ M O. Methods of measuring the concentration of wealth[J]. Public Am Statist Assoc, 1905, 9(70): 209-219.
- [24] 齐泓玮, 尚松浩, 李江. 中国水资源空间不均匀性定量评价[J]. 水力发电学报, 2020, 39(06): 28-38.
- [25] 李欠男. 中国玉米生产空间布局变化及其驱动因素的实证研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2017.
- [26] 钟钰. 改进支持向量机下的柑橘果园信息提取及空间分布特征分析[D]. 赣州: 江西理工大学, 2019.
- [27] 韩坤一. 青田县古树名木普查成果报告. 浙江青田: 青田县林业局[R]. 2018.