

浙江农宅与孤植树平面空间关系研究

王雪晴, 齐锋

(浙江农林大学, 浙江 杭州 311300)

摘要: 为了统计浙江省孤植树与农宅的平面空间关系, 为热环境优化视角下的科学绿化提供数据。以浙江省为研究区域, 随机选取了 45 个样本村, 并提取了 1 080 株孤植树和 871 栋农宅的空间信息, 应用频数分析方法, 对浙江农宅与周边孤植树的平面空间关系特征进行研究。结果表明: (1) 浙北平原区孤植树不同农宅方位的频数从高到低依次为北、西、东、南, 农宅周边孤植树的冠径为 4.8 ~ 5.4 m, 农宅与孤植树的墙冠距为 0.7 ~ 1.1 m, 孤植树对农宅的投影长度为 3.2 ~ 3.7 m; (2) 浙西南山区孤植树不同农宅方位的频数从高到低依次为南、北、东、西, 农宅周边孤植树的冠径在 5.2 ~ 5.7 m, 农宅与孤植树的墙冠距在 1.0 ~ 1.5 m, 孤植树对农宅的投影长度在 4.0 ~ 4.4 m; (3) 浙东丘陵平原区孤植树不同农宅方位的频数从高到低依次为南、北、东、西, 农宅周边孤植树的冠径在 4.4 ~ 4.9 m, 农宅与孤植树的墙冠距在 1.3 ~ 1.7 m, 孤植树对农宅的投影长度在 3.1 ~ 3.5 m。根据抽样统计方法, 得出了浙北平原区、浙西南山区和浙东丘陵平原区的农宅孤植树空间关系代表模型, 为进一步定量研究植被对邻近农宅热环境影响机理奠定了模型基础。

关键词: 浙江省; 乔木; 农宅; 平面空间关系; 频数

中图分类号: S731.52 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3776 (2024) 02-0074-08

Spatial Relationship between House and Specimen Planting in Villages of Zhejiang

WANG Xueqing, QI Feng

(School of Landscape Architecture, Zhejiang A & F University, Hangzhou 311300, China)

Abstract: Fifteen villages each in the Northern (plain), Southwestern (mountainous area) and Eastern (hilly area) Zhejiang province were randomly selected. Spatial information of 871 houses in the villages and 1 080 specimen planting were extracted by remote sensing. The result demonstrated that in northern Zhejiang, the orientation of tree planted was north>west>east> south. The crown diameter of trees was 4.8-5.4 m, the distance from the crown to the wall was 0.7-1.1 m, and the projected length was 3.2-3.7 m. In the southwest Zhejiang, the orientation of tree planted was south>north>east> west. The crown diameter of the trees was 5.2-5.7 m, the distance from the crown to the wall was 1.0-1.5 m, and the projected length was 4.0-4.4 m. In the eastern Zhejiang, the orientation of tree planted was south>north>east>west. The crown diameter of the trees was 4.4-4.9 m, the distance from the crown to the wall was 1.3-1.7 m, and the projected length was 3.1-3.5 m. Sampling statistical resulted the representative models of spatial relationship between houses and specimen planting in the northern, southwest and eastern Zhejiang.

Key words: Zhejiang province; tree; rural house; spatial relationship; frequency

城镇热岛效应不仅降低了居住环境的热舒适度, 也是导致建筑能源消耗增加的主要因素之一^[1-2]。据统计, 住宅建筑的夏季空调能耗呈逐年上升趋势, 空调耗电量已占我国总耗电量的 29%^[3]。随着经济的发展和人民居

收稿日期: 2023-06-14; 修回日期: 2024-02-03

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (51978627)

作者简介: 王雪晴, 硕士研究生, 从事植被对建筑热环境的影响机理研究; E-mail: 1062377080@qq.com; 通信作者: 齐锋, 教授, 从事植被对人居环境的影响机理研究; E-mail: fengqi@zafu.edu.cn。

住舒适度要求的提高, 村镇居民对空调等大功率电器的依赖也开始增加, 这使建筑能耗进一步增长^[4]。因此, 从村镇角度出发, 研究如何降低建筑能耗已成为节能工作的关键点。浙江农村住宅一般为 2~3 层, 对于此类高度的建筑, 在其周围种植乔灌木是一种节约建筑能耗的有效方式^[5]。植被对室外微气候有着不可忽视的调节作用^[6], 可以通过蒸腾^[7]、遮荫^[8]、控制风环境^[9]和热辐射扰动^[10]等途径影响建筑热环境, 实现被动节能^[11]。在乡村宅间、庭院绿化时, 中小乔木与大型的花灌木是主要的植被类型, 但目前绿化配置多考虑文化风俗、景观要求与经济效益等方面的需求^[12-13], 忽视了植被对热环境的影响, 导致其巨大的降温节能效应难以发挥, 造成生态效益的巨大浪费。因此, 加强乔灌木类植被对农宅热环境影响方面的科学研究, 对充分发挥其节能生态效益与完善村域乔灌木类植被的设计导则等方面均具有重要的理论指导意义。植被在建筑附近的种植位置, 对其降温效果有显著影响。Zhao 等^[14]对华北地区封闭庭院的外墙温度进行研究, 发现树木对东西立面的冷却效果最强, 对北立面的效果次之, 对南立面和地面效果最弱。Calcerano 等^[15]通过动态模拟建筑能耗发现, 夏季建筑东西立面受太阳辐射最大, 因此在此种植树木可有效降低建筑能耗。Zhang 等^[16]以杭州市建筑物西侧树木为例, 发现当西侧树木与墙体距离小于墙宽的一半时, 可以增强夏季辐射遮蔽效果。解卫东等的研究表明, 增加乔木的种植密度可以改善住宅区外部空间的热环境^[17]。因此, 位于建筑东西侧的树木, 距离建筑较近的树木以及种植密度较大的树木, 都可以较好地优化室外热环境。科学规划农宅旁边树木空间位置, 可以更好地发挥其降温节能效应^[18]。

鉴于此, 以浙江省为研究区域, 应用遥感信息技术, 提取农宅与其周边在卫星图片中可以明显看到其单独树木轮廓的树木, 即孤植树的平面空间信息, 其中树木可能为乔木也可能为灌木, 分析浙江不同区域的农宅周围孤植木的方位、墙冠距、冠径及投影长度等的统计特征, 并构建孤植树与农宅平面空间关系代表性模型, 为植被对农宅热环境及能耗影响的理论研究及数值模拟提供数据与模型支撑。

1 研究区域、数据及预处理

1.1 研究区域

浙江省位于中国东南沿海、长江三角洲南翼, 属于典型的夏热冬冷地区。浙江地势西南高、东北低, 山地丘陵地貌主要集中于浙南和浙西, 地形起伏较大; 浙中部多为丘陵盆地, 地形低矮而破碎; 平原主要分布于浙北及浙东沿海地区^[19]。浙江属亚热带季风气候, 年平均降水量在 1 600 mm 左右, 东南沿海地区及西南山区的降水量较多, 而东北地区降水量较少^[20]。

1.2 数据获取

根据浙江省的地形地貌及水文条件, 可将浙江省划分为三个区域, 分别为浙北平原区、浙西南山区及浙东丘陵平原区 (图 1)。浙北平原区 (以下简称浙北) 以杭嘉湖平原及宁绍平原为主, 海拔都在 10 m 以下, 地势低平; 浙西南山区 (以下简称浙西南) 包含西部和南部的山区以及中部的丘陵盆地区, 整体以山地为主; 浙东丘陵平原区 (以下简称浙东) 位于东南沿海的狭长地带, 以舟山-象山丘陵区和椒江-温州平原区为主^[21-22]。从三个区域中各随机抽样 15 个样本村, 所选样本村均具有清晰的遥感卫星影像。抽样的 45 个样本村如

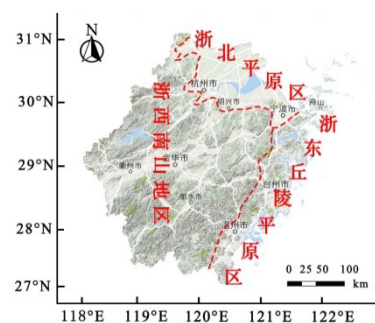


图 1 浙江省地形分区

Fig. 1 Topographic region of Zhejiang province

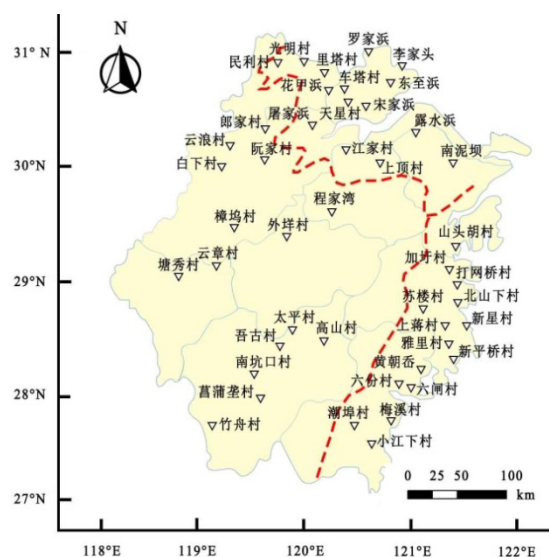


图 2 样本村位置

Fig. 2 Location of villages

表 1 所示，样本村在浙江省的大致位置如图 2 所示。

表 1 选取的样本村
Tab 1 Sampling villages

所属区域	所属地市（县、区）	村庄名称	现状特征
浙北平原区	湖州市南浔区	光明村	建筑聚落呈团状分布，村中植被较少，仅有少量植物种植于房屋前后
	湖州市南浔区	里塔村	建筑聚落呈团状分布，村中植被多沿河道种植，少量树孤植房屋于前后
	湖州市德清县	民利村	建筑聚落呈团状分布，村中植被多以组团形式存在，少量树孤植房屋于前后
	嘉兴市秀洲区	天星村	建筑聚落呈团状分布，植被多呈团状种植于住宅旁，沿河道种植的植被较多
	嘉兴市桐乡市	车塔村	建筑聚落呈团状分布，村中植被多呈团状种植于宅旁
	嘉兴市桐乡市	宋家浜	建筑聚落呈带状分布，村中植被以组团形式出现，多在路边，有部分孤植于房前屋后
	嘉兴市桐乡市	东至浜	建筑聚落呈带状分布，村中少植被，少量小型植被种植于宅旁
	嘉兴市桐乡市	罗家浜	建筑聚落呈带状分布，村外围植被较多，村中多以小植被为主，种植于房屋前后，孤植乔木较少
	绍兴市柯桥区	江家村	建筑聚落呈带状分布，村中植被较多，沿河道区域尤为茂密，房屋前后也有大量植被种植
	湖州市德清县	屠家浜	建筑聚落呈带状分布，村中植被多沿河道种植，一些房屋前后有乔木种植
	绍兴市嵊州市	上顶村	建筑聚落围湖呈散点状分布，村中植被多，以组团形式出现，植被较多
	嘉兴市桐乡市	花甲浜	建筑聚落呈散点状分布，村中植被较少，部分植被沿河道分布
	绍兴市上虞区	露水浜	建筑聚落呈散点状分布，村中植被较少，部分植被沿河道分布
	嘉兴市桐乡市	李家头	建筑聚落呈散点状分布，村中植被较多，部分植被沿河道分布
	宁波市鄞州区	南泥坝	建筑聚落呈散点状分布，村中植被较多，房屋外围被大量植被围绕
浙西南山区	丽水市莲都区	太平村	建筑在山脚行列式团状分布，村中植被较少，仅有少量孤植树种植于宅旁
	丽水市莲都区	吾古村	建筑在山脚团状分布，村中植被较少，仅有少量孤植树种植于宅旁
	丽水市龙泉市	竹舟村	村落建筑团状分布且十分密集，村中植被较少，仅有少量孤植树种植于宅旁，南北有林植
	杭州市临安区	云浪村	村落建筑团状分布且十分密集，村中植被较少，仅有少量孤植树种植于宅旁，西侧山地植被较多
	杭州市临安区	白下村	村落建筑团状分布，村中植被较少，仅有少量孤植树种植于宅旁，西侧山地植被较多
	丽水市莲都区	高山村	村落建筑沿等高线分布，村中植被较少，仅有少量孤植树种植于宅旁，村庄旁边有大量植被
	丽水市松阳县	南坑口村	村落建筑沿山脚带状分布，村中植被较少，仅有少量孤植树种植于宅旁，北侧山脚有大量植被
	杭州市临安区	郎家村	村落建筑沿山脚带状分布，村中植被较少，仅有少量孤植树种植于宅旁，南侧山被大量植被覆盖
	丽水市云和县	菖蒲垄村	村落建筑沿河道带状分布，村中植被较少，沿河道植被较多，西侧山上植被丰富
	金华市兰溪市	云章村	村落建筑带状分布，村中植被较少，外围植被丰富
	衢州市龙游县	塘秀村	村落建筑呈散点状分布，村中建筑较少，所以空地较多植被较丰富
	杭州市建德市	樟坞村	村落建筑呈散点状分布，村中植被较少，少量树种植于房屋前后，村落西侧山脚植被较多
	金华市永康市	外垵村	村落建筑呈散点状分布，村中植被较少，少量树种植于房屋前后，村落西侧山脚植被较多
	杭州市临安区	阮家村	村落建筑呈散点状分布，村中植被较少，少量树种植于房屋前后，村落西侧山脚植被较多
	金华市东阳市	程家湾	村落建筑呈散点状分布，村中植被较少，少量树种植于房屋前后，村落西侧及东侧山脚植被较多
浙东丘陵平原区	台州市黄岩区	雅里村	建筑聚落呈团状布局，村中植被较少，少量树孤植于宅旁
	台州市黄岩区	上蒋村	建筑聚落呈团状布局，村中植被较少，少量树孤植于宅旁
	台州市温岭市	新平桥村	建筑聚落沿河流呈团状布局，村中植被多，呈线型沿河布局，少量树孤植于宅旁
	温州市乐清市	黄朝岙	建筑聚落呈行团状布局，村中植被较少，少量树孤植于宅旁
	台州市温岭市	北山下村	建筑聚落呈行列式布局，村中植被较多
	台州市黄岩区	苏楼村	建筑聚落呈带状布局，村中植被较少，少量树孤植于宅旁
	台州市温岭市	新星村	建筑聚落呈带状布局且多为单排建筑，村中植被较少，少量树孤植于宅
	台州市三门县	加圩村	建筑聚落沿河流及道路呈带状布局，十分规整，村中部分植被列植于房屋前后
	台州市瑞安市	六份村	建筑聚落沿河流及道路呈带状布局，村中植被较少，部分植被种植于房屋前后
	台州市瑞安市	六闸村	建筑聚落沿河流及道路呈带状布局，沿河道种植的植被较多；部分植被种植于房屋前后
	宁波市宁海县	山头胡村	建筑聚落呈散点式布局，村中植被较少，少量树孤植于宅旁
	台州市路桥区	打网桥村	建筑聚落呈散点式布局，村中植被多，呈线型布局，少量树孤植于宅旁
	温州市瑞安市	梅溪村	建筑聚落呈散点式布局，村中植被较多，村庄外围也有大量植被覆盖
	温州市鹿城区	潮埠村	建筑聚落呈散点式布局，村中植被较少，少量树孤植于建筑前后
	温州市瑞安市	小江下村	建筑聚落呈散点式布局，多为单排建筑，村中植被较少，部分植被种植于路旁，少量树孤植于建筑前后

1.3 数据预处理

本研究采用 Google Earth 影像，以 JPEG 格式图像文件导入 Auto CAD 对地物进行标注处理。用绿色圆形标

注出影像内的孤植树, 黄色矩形标注出距离孤植树最近的农宅, 并将树木与农宅依次编号 (图 3)。为满足统计学理论要求, 所选统计农宅的数量超过具有邻近孤植树农宅总量的 50%。总计提取浙北、浙西南、浙东孤植树个数各 360 棵, 农宅个数依次为 295 个、284 个、292 个。以农宅几何中心为坐标中心判定孤植树相对农宅所处方位 (图 4A)。定义树冠的最大直径为冠径, 树冠边缘到农宅墙面的最小距离为墙冠距 (图 4B)。当树木覆盖农宅屋顶时, 墙冠距记为负数。通过前期研究发现^[16], 当墙冠距大于 5 m 时, 孤植树对邻近墙面的热辐射影响可忽略, 故只统计墙冠距小于 5 m 的情况。同时, 将树冠投影到邻近农宅墙面的长度记为投影长度 (图 4B)。

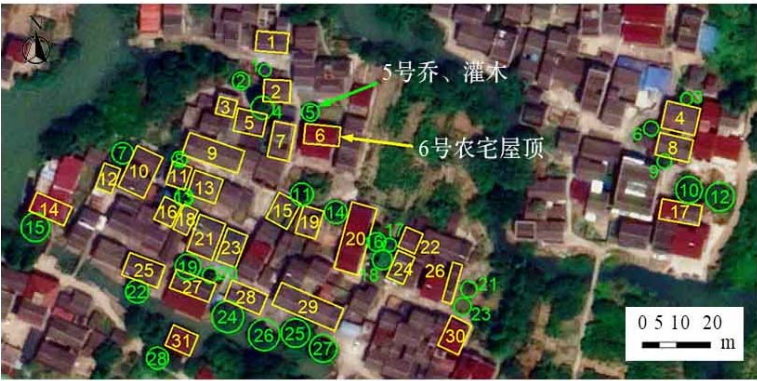
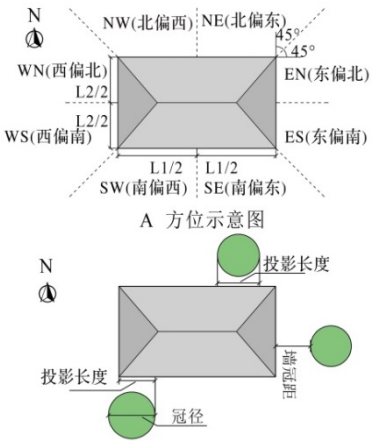


图 3 里塔村预处理标注图

Fig. 3 Preprocessing and annotation image of Lita village



B 空间参数示意图

图 4 方位、空间参数示意图

Fig. 4 Diagram of orientation and spatial parameters

2 结果与分析

2.1 孤植树相对农宅方位频数分布特征

将获取的孤植树位于农宅的方位信息导入 SPSS 中, 并进行频数统计, 得到每个方位所占百分比。浙北平原区种植于农宅北侧的孤植树数量最多, 占比高达 35.0%, 并且偏向于在北偏西侧种植, 而在西侧种植的树木最少, 仅为 18.3% (图 5A)。在浙西南山区位于农宅南侧的孤植树数量最多, 占比 33.6%, 其次是位于北侧的孤植树, 占比为 27.0%, 位于农宅西侧的孤植树数量最少, 仅占 17.4% (图 5B)。浙东沿海丘陵区在农宅南侧种植树木最多, 占比高达 36.5%, 并且主要集中于南偏西方向, 北侧种植树木较南侧少, 占比为 27.3%, 并且分布较为均匀。在西侧的树木最少, 仅占 15.6% (图 5C)。传统观念一般认为将树木种植于房屋南侧, 可以起到遮荫的作用, 使室内更加凉爽舒适。在风水上, 南方是活力和成功的象征, 将树木种植在房屋南侧有助于提升家庭的运势, 北侧则是稳固和安全的象征, 有助于保护家庭免受负面影响。因此种植于南侧和北侧的树木较多, 而东西两侧则较少。

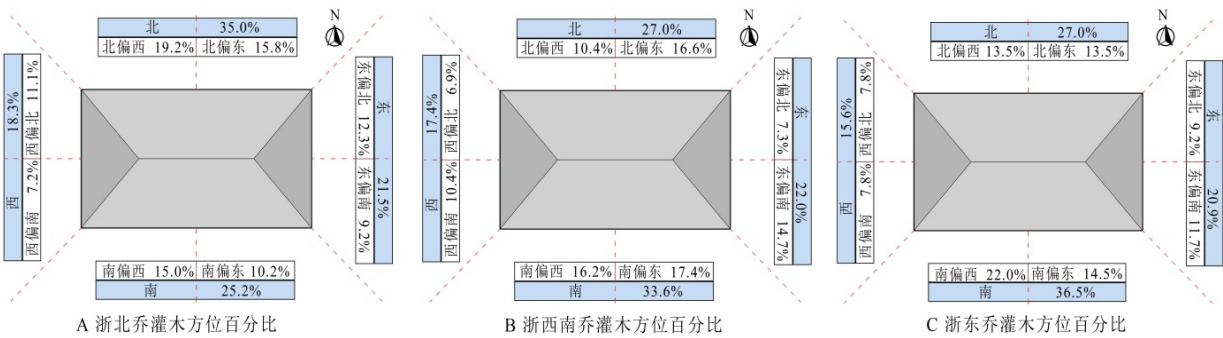


图 5 孤植树相对农宅方位占比

Fig. 5 The proportion of orientation of trees around houses in villages

2.2 孤植树本体及空间参数统计分析

2.2.1 冠径频数分布特征 应用频数的相关统计方法,得出浙江省 3 个区域 45 个样本村农宅旁孤植树的冠径频数统计结果(表 2)。

表 2 不同区域农宅旁孤植树冠径统计信息
Tab. 2 Frequency of crown diameter in different regions

分区	最小值/m	最大值/m	平均值/m	标准差/m	偏度	峰度
浙北平原区	0.60	13.60	5.12	2.30	0.47	0.23
浙西南山区	0.60	12.00	5.44	2.04	0.50	0.03
浙东丘陵平原区	1.30	14.90	4.64	1.65	0.96	3.70

使用 SPSS 软件分别绘制出 3 个区域的孤植树冠径分布直方图(图 6),再对其进行正态分布检验后发现,3 个区域的冠径频数分布与正态分布曲线基本吻合,即符合正态分布特征。统计还发现,浙北平原区孤植树平均冠径为 5.12 m,标准差为 2.30 m,偏度为 0.47,表示数据略偏向正偏态分布。

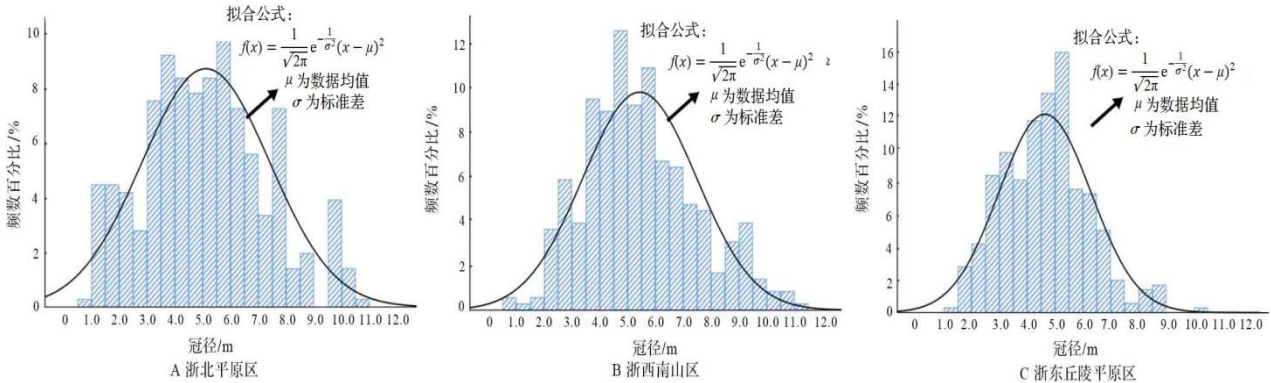


图 6 不同区域农宅旁孤植树冠径频数分布图

Fig. 6 Frequency distribution of crown diameter in different regions

由中心极限定理可知,浙北平原区孤植树冠径总体均值近似服从正态分布,可计算出在 95%的置信度对应的冠径均值范围是 4.88 ~ 5.35 m。应用相同统计方法可得出浙西南山区孤植树的平均冠径为 5.44 m,且略偏向正偏态分布。浙西南山区孤植树的总体冠径均值在 95%置信度下范围为 5.22 ~ 5.65 m。浙东丘陵平原区孤植树的平均冠径为 4.64 m,其数据离散程度比其他两个区域都低,略呈正偏态分布。浙东丘陵平原区孤植树的总体冠径均值在 95%置信度下取值范围为 4.47 ~ 4.81 m。

2.2.2 墙冠距频数分布特征 应用频数的相关统计方法,得出样本村农宅与孤植树墙冠距频数统计结果(表 3)。使用 SPSS 软件分别绘制出 3 个区域农宅与孤植树的墙冠距分布直方图(图 7),并对其进行正态分布检验发现,3 个区域的墙冠距频数分布与正态分布曲线基本吻合,即符合正态分布特征。

表 3 不同区域农宅与孤植树墙冠距统计信息
Tab. 3 Distance from the crown to the wall in different regions

分区	最小值/m	最大值/m	平均值/m	标准差	偏度	峰度
浙北平原区	-3.80	5.50	0.90	1.48	0.30	0.73
浙西南山区	-4.00	4.80	1.24	1.63	0.06	0.30
浙东丘陵平原区	-3.00	5.40	1.50	1.68	0.35	-0.55

统计还发现,浙北平原区农宅与孤植树的平均墙冠距为 0.90 m,分布略偏向正偏态分布,在 95%置信度下,浙北平原区农宅与孤植树墙冠距的均值取值范围为 0.75 ~ 1.06 m。浙西南山区农宅与孤植树的平均墙冠距为 1.24 m,分布略偏向正偏态分布,在 95%置信度下,浙西南山区农宅与孤植树的墙冠距均值取值范围为 1.07 ~ 1.41 m。浙东丘陵平原区农宅与孤植树平均墙冠距为 1.50 m,分布略偏向正偏态分布,在 95%置信度下,浙东丘陵平原区农宅与孤植树墙冠距均值取值范围为 1.33 ~ 1.67 m。

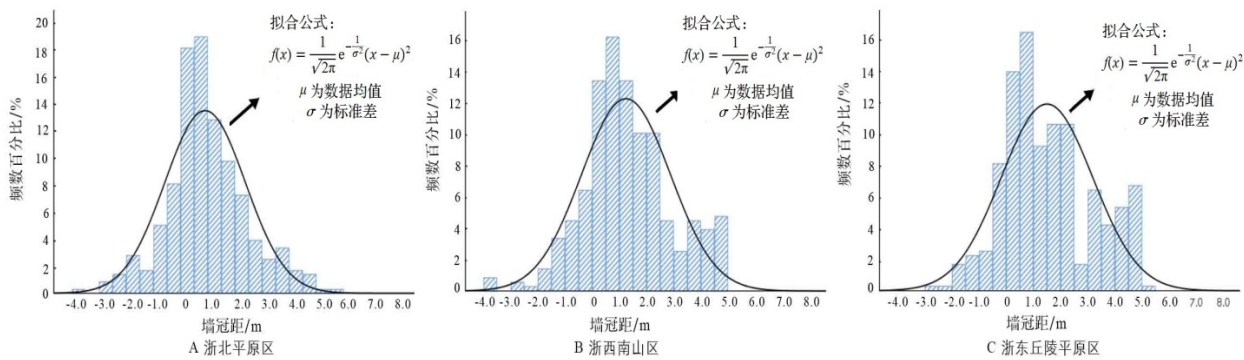


图 7 不同区域农宅与孤植树墙冠距频数分布图

Fig. 7 The frequency distribution of distance from the crown to the wall in different regions

2.2.3 孤植树投影长度频数分布特征 应用频数的相关统计方法, 得出样本村孤植树对农宅的投影长度频数统计结果(表 4)。使用 SPSS 软件分别绘制出三个区域孤植树对农宅的投影长度分布直方图(图 8), 并对其进行正态分布检验发现, 三个区域农宅旁孤植树的冠径频数分布与正态分布曲线基本吻合, 即符合正态分布特征。统计还发现, 浙北平原区孤植树对农宅的平均投影长度为 3.41 m, 分布略偏向正偏态分布, 在 95%置信度下, 浙北平原区孤植树对农宅的投影长度均值取值范围为 3.20 ~ 3.63 m。浙西南山区孤植树对农宅的平均投影长度为 4.18 m, 其他分布与浙北平原区相似, 在 95%置信度下农宅旁孤植树的投影长度均值取值范围为 4.00 ~ 4.38 m。浙东丘陵平原区孤植树对农宅的平均投影长度为 3.29 m, 其他分布与浙北平原区相似, 在 95%置信度下, 孤植树对农宅的投影长度均值取值范围为 3.11 ~ 3.46 m。

表 4 不同区域孤植树对农宅的投影长度统计信息

Tab. 4 Projected length of trees in different regions

分区	最小值/m	最大值/m	平均值/m	标准差	偏度	峰度
浙北平原区	0	11.00	3.41	2.04	0.69	0.27
浙西南山区	0	10.80	4.18	1.86	0.61	0.14
浙东丘陵平原区	0	8.20	3.29	1.70	0.37	-0.30

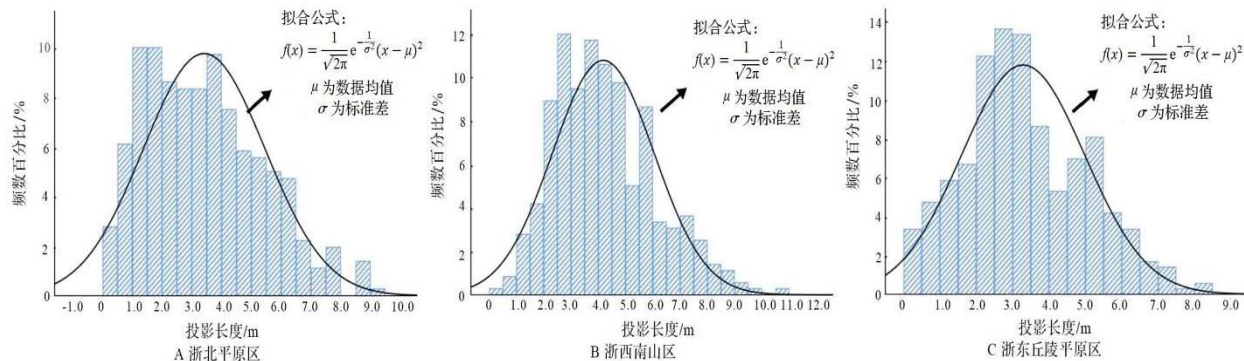


图 8 不同区域孤植树对农宅的投影长度频数分布图

Fig. 8 The frequency distribution of projected length of trees in different regions

2.3 农宅与孤植树平面关系统计模型

根据上述分析, 以 95%置信度下农宅旁孤植树的冠径、农宅与孤植树的墙冠距、孤植树对农宅的投影长度均值取值范围, 作为浙江省三个区域孤植树与农宅平面关系模型信息, 得到浙北平原(图 9A)、浙西南山区(图 9B)、浙东丘陵平原区(图 9C)农宅与孤植树平面关系代表模型。浙北平原区模型孤植树位于农宅北偏西侧,

孤植树的冠径为 4.8 ~ 5.4 m, 农宅与孤植树的墙冠距为 0.7 ~ 1.1 m, 是 3 个区域中墙冠距取值最小的, 孤植树对农宅的投影长度为 3.2 ~ 3.7 m; 浙西南山区模型孤植树位于农宅南偏东侧, 孤植树的冠径为 5.2 ~ 5.7 m, 是 3 个区域中冠径范围最大的, 农宅与孤植树的墙冠距为 1.0 ~ 1.5 m, 孤植树对农宅的投影长度为 4.0 ~ 4.4 m, 投影长度取值也在 3 个区域中最大; 浙东丘陵平原区模型孤植树位于农宅南偏西侧, 孤植树的冠径为 5.2 ~ 5.7 m, 在 3 个区域中最小, 农宅与孤植树的墙冠距为 1.3 ~ 1.7 m, 在 3 个区域中最大, 孤植树对农宅的投影长度为 3.1 ~ 3.5 m, 在 3 个区域中最小。

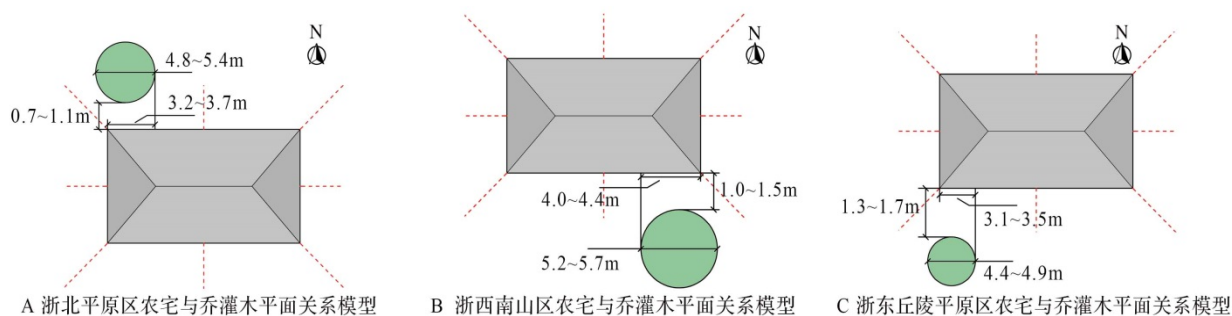


图 9 不同区域农宅与孤植树平面关系模型

Fig. 9 The plane models of houses and trees in the villages of different regions

3 结论

本文以卫星遥感数据为基础, 结合统计学频数的概念, 得出了孤植树所处农宅方位、冠径、农宅与孤植树的墙冠距及孤植树对农宅的投影长度等信息的频数分布图, 并得出以下结论:

(1) 浙江省三个区域树木种植于农宅南北两侧较多, 而东西两侧较少; 浙江省三个区域的分布状况存在一定差异, 每个区域得到的孤植树冠径、农宅与孤植树的墙冠距和孤植树对农宅的投影长度数据均近似服从正态分布。

(2) 浙北平原区农宅旁孤植树位于农宅北侧的数量最多, 占比为 35%, 北侧与东侧次之, 西侧的孤植树数量最少, 占比仅为 18.3%。在 95% 的置信水平条件下, 农宅旁的孤植树冠径范围在 4.8 ~ 5.4 m, 农宅与孤植树的墙冠距范围在 0.7 ~ 1.1 m, 孤植树对农宅的投影长度为 3.2 ~ 3.7 m。

(3) 浙西南山区农宅旁孤植树位于农宅南侧的数量最多, 占比为 33.6%, 北侧与东侧次之, 西侧的孤植树数量最少, 占比为 17.4%。在 95% 的置信水平条件下, 农宅旁孤植树的冠径范围在 5.2 ~ 5.7 m, 农宅与孤植树的墙冠距范围在 1.0 ~ 1.5 m, 孤植树对农宅的投影长度为 4.0 ~ 4.4 m。

(4) 浙东丘陵平原区农宅旁孤植树位于农宅南侧的数量最多, 占比为 36.5%, 北侧与东侧次之, 西侧的孤植树数量最少, 占比为 15.6%。在 95% 的置信水平条件下, 农宅旁孤植树的冠径范围在 4.4 ~ 4.9 m, 农宅与孤植树的墙冠距范围在 1.3 ~ 1.7 m, 孤植树对的农宅投影长度为 3.1 ~ 3.5 m。

参考文献

- [1] PERKINS S E, ALEXANDER L V, NAIRN J R. Increasing frequency, intensity and duration of observed global heatwaves and warm spells[J]. Geophys Res Lett, 2012, 39 (20): L20714.
- [2] HUANG J, GURNEY K R. The variation of climate change impact on building energy consumption to building type and spatiotemporal scale[J]. Energy, 2016, 111: 137 - 153.
- [3] 赵秉文, 杨婷, 戚丽娟, 等. 杭州住宅空调能耗实测与分析[J]. 建筑节能, 2019, 47 (07): 22 - 26, 51.
- [4] 林琳, 陆琦. 基于能耗量化模拟的乡村空间形态一体化特征[J]. 风景园林, 2020, 27 (04): 81 - 86.
- [5] GKATSOPOULOS P. A methodology for calculating cooling from vegetation evapotranspiration for use in urban space microclimate simulations[J]. Proc Environ Sci, 2017, 38: 477 - 484.

- [6] 梅丹英, 宋恬恬, 张敏霞, 等. 园林场地热环境评价方法与技术展望[J]. 浙江林业科技, 2019, 39 (04) : 80 – 86.
- [7] KOC C B, OSMOND P, PETERS A. Evaluating the cooling effects of green infrastructure: A systematic review of methods, indicators and data sources[J]. Solar Energy, 2018, 166: 486 – 508.
- [8] AKBARI H, POMERANTZ M, TAHA H. Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas[J]. Solar Energy, 2001, 70 (3) : 295 – 310.
- [9] ZHANG L, ZHAN Q, LAN Y. Effects of the tree distribution and species on outdoor environment conditions in a hot summer and cold winter zone: A case study in Wuhan residential quarters[J]. Build Environ, 2018, 130: 27 – 39.
- [10] ZHANG T, ZHAO X, ZHAO Y, et al. Influences of spherical tree canopy on thermal radiation disturbance to exterior wall under the condition of no shade cast on the wall[J]. Build Simulat, 2021, 15: 1367 – 1383.
- [11] IP K, LAM M, MILLER A. Shading performance of a vertical deciduous climbing plant canopy[J]. Build Environ, 2010, 45 (1) : 81 – 88.
- [12] 赵兵. 农村美化设计: 新农村绿化理论与实践[M]. 北京: 中国林业出版社, 2010: 23 – 24
- [13] 王子研, 王成, 唐赛男, 等. 广州河涌区乡村聚落植物多样性特征及其影响因素[J]. 浙江农林大学学报, 2020, 37 (03) : 456 – 464.
- [14] ZHAO Y, CHEN Y, LI K. A simulation study on the effects of tree height variations on the facade temperature of enclosed courtyard in North China[J]. Build Environ, 2022, 207: 108566.
- [15] CALCERANO F, MARTINELLI L. Numerical optimisation through dynamic simulation of the position of trees around a stand-alone building to reduce cooling energy consumption[J]. Energ Build, 2016, 112: 234 – 243.
- [16] ZHANG T, SPENCE C, QI F, et al. Influence of tree location on thermal radiation disturbance of the west wall of summer buildings[J]. Energ Build, 2022: 112359.
- [17] 解卫东, 顾康康, 常鑫悦, 等. 基于 ENVI-met 的高层住区乔木种植对人体热舒适度的影响研究[J]. 城市建筑空间, 2022, 29 (03) : 78 – 81.
- [18] 崔凤娇, 邵锋, 齐锋, 等. 植被对城市热岛效应影响的研究进展[J]. 浙江农林大学学报, 2020, 37 (01) : 171 – 181.
- [19] 叶玮. 浙江地理[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2013: 26.
- [20] 杨昀则, 田鹏, 李加林, 等. 浙江省水域系统时空变化特征及驱动力分析[J]. 浙江大学学报 (理学版), 2022, 49 (04) : 508 – 520.
- [21] 宋小棣. 浙江省农业区划的初步研究[J]. 杭州大学学报 (自然科学版), 1980 (04) : 93 – 99.
- [22] 俞洁, 邵卫伟, 于海燕, 等. 浙江省生态功能区划研究[J]. 环境污染与防治, 2006 (08) : 620 – 623.