



# 杭州西湖风景区森林植被空间分布格局研究

叶琰迪, 刘凤丹, 胡 广  
(浙江理工大学建筑工程学院, 杭州 310018)

**摘 要:** 根据卫星遥感数据,采用监督分类法对杭州西湖风景名胜区的植被类型进行判别,利用 Fragstats 软件计算各植被类型的空间景观特征,并结合典型植物群落样地获取物种组成信息,进行植被空间分布格局和植物物种多样性的分析,进而得到两者之间的关系。结果显示:西湖风景区内植被类型丰富度整体呈现出从湖滨向西部山区逐渐减少的趋势;环湖区域植被类型丰富,多以小斑块分布;西湖山区则以常绿阔叶林、针阔叶混交林为主要植被类型,并多以较大斑块分布。植被类型整体物种丰富度以落叶阔叶林为最高,常绿阔叶林为最低。在森林垂直结构中,以灌木层物种多样性最高,草本层次之,乔木层最低。

**关键词:** 植被类型;分布;西湖风景区;物种多样性  
**中图分类号:** Q948      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1673-3851 (2019) 05-0407-06

## Spatial pattern of forest vegetation in West Lake Scenic Area, Hangzhou

YE Yandi, LIU Fengdan, HU Guang  
(School of Civil Engineering and Architecture, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

**Abstract:** In this paper, satellite remote sensing data and supervised classification were used to classify the types of vegetation in West Lake Scenic Area, Hangzhou. Space landscape characteristics of each type of vegetation were calculated by Fragstats. Then, species composition information was gained by combining sample plot of typical phytocoenosium, and spatial distribution pattern and plant species diversity were analyzed. Thus, the relationship between the two was obtained. The results illustrated that the richness of vegetation type declined from the lakeshore to the western mountains in West Lake Scenic Area. The vegetation types around the lakeshore were rich and mostly distributed in small patches. Evergreen broad-leaf forest and mixed coniferous broad leaved forest in western mountains were the main vegetation types, and the vegetation was mostly distributed in larger patches. Broadleaved deciduous forest had the highest species richness, and evergreen broad-leaf forest had the lowest species richness. In the vertical forest structure, shrub layer had the highest diversity of species, followed by herb layer and arborous layer. And evergreen broad-leaved forests, coniferous and broad-leaved mixed forests are the dominant vegetation types in this region. Among different vegetation types, it mainly presented that the richness in shrub layer was higher than herb layer, and that in shrub layer is lowest. Deciduous broad-leaved forest has the highest species richness, while evergreen broad-leaved forest has the lowest.

**Key words:** vegetation type; distribution; West Lake Scenic Area; species diversit

收稿日期: 2018-10-15      网络出版日期: 2018-11-30  
基金项目: 国家自然科学基金项目(31611130181); 浙江理工大学 521 人才项目  
作者简介: 叶琰迪(1994—), 女, 河北石家庄人, 硕士研究生, 主要从事城市景观生态规划设计方面的研究。  
通信作者: 胡广, E-mail: hug163@163.com

## 0 引言

西湖风景名胜区保存着中国东部地区难得一见的大面积城市森林植被,是浙江省目前保存较完整、发育较好的次生植被之一<sup>[1]</sup>。该区域内植被类型丰富,其中常绿阔叶林为地带性植被,落叶阔叶林和针阔叶混交林也较为常见。西湖风景名胜区兼具城市公园的职能,是市民游览休闲的集中区域,区域内的森林植被对杭州市的生态环境、城市景观等均有着不容小觑的作用。在国家倡导生态文明建设的时代背景下,对西湖风景区的植被开展保护与提升是景区管理者和研究人员所面临的新挑战,而了解西湖风景区植被的整体空间分布格局和形成机制则是解决该问题的基本前提。

20世纪80年代陈启瑞<sup>[1]</sup>和蔡壬侯等<sup>[2]</sup>对西湖风景区内植被类型、分布与植被性质进行研究,判定该区植被归属于北亚热带常绿与落叶阔叶混交林地带。2007年前后慎佳泓等<sup>[3]</sup>和张洋等<sup>[4]</sup>进一步对西湖风景区森林群落物种多样性及人为干扰的影响进行研究。然而目前对于西湖植物景观的研究大多集中于局部地区,对于西湖风景区整体植被分布研究相对较少;同时对西湖风景区森林植被的研究缺乏长期追踪调查,研究手段以传统野外调查为主,缺乏大空间尺度与多途径的研究方法<sup>[5-6]</sup>。因此在当前杭州“公园城市”建设的过程中,利用不同方法从多个角度对西湖风景区的植物整体景观格局进行深入研究,具有重要的现实意义。

本文利用卫星遥感数据,结合土地利用类型分类方法和植物群落调查,从群落、景观等多尺度对森林植被进行判定和空间分析,利于政府及相关部门进行产业规划与政策制定,使得杭州在快速城市化背景下实现经济、社会与生态环境的协调发展。同时通过对植被类型和植物多样性的关联性研究,进一步探讨杭州植被的地带性特点和演替趋势,为西湖风景区天然植被和生物多样性保护,以及西湖风景区未来的可持续发展提供理论和数据支持。

## 1 西湖风景名胜区概况

西湖风景名胜区位于杭州城区西部,以低山丘陵为主,地处亚热带季风气候区,四季分明。年平均气温16.2℃,7月平均气温28.6℃,最冷的1月平均气温3.7℃;年均降水量1410 mm,年均相对湿度80%左右,无霜期246 d,生长期可达311 d<sup>[2]</sup>。

西湖风景名胜区内有多种森林群落类型,植被

类型以常绿阔叶林为主,但受亚热带北部地区季风气候影响,产生了针阔叶混交林和常绿落叶阔叶混交林等,森林结构较为复杂<sup>[7]</sup>,具有自身独特的地带性特点。常绿阔叶林的建群种大多为壳斗科和樟科植物,如苦槠、米槠、紫楠、浙江楠、青冈等,既有单独成林,也有多种常绿树种组成的常绿阔叶林<sup>[8]</sup>。近年来由于旅游开发与气候变化,西湖风景区内森林植被的分布和物种组成受到较大冲击,不同植被受到的具体影响各有不同<sup>[3-4]</sup>。

## 2 研究方法

### 2.1 遥感数据处理

从美国地质勘测局网站(<http://earthexplorer.usgs.gov/>)上选取2017年7月涵盖西湖风景区范围的Landsat8卫星遥感影像数据(分辨率30 m),利用ENVI5.3进行图像融合、辐射定标、大气校正、几何校正等数据预处理后,再根据地面已知的土地利用数据作为参考进行监督分类,初步将西湖风景名胜区内地物分为水体、建设用地、林地、茶园、竹林、草地和耕地7类,并进一步根据实地调查数据将林地分为针叶林、针阔混交林、落叶阔叶林、常绿落叶阔叶混交林和常绿阔叶林,最后将生成的植被分类图导入Fragstats软件<sup>[9]</sup>进行景观格局指数的计算。

### 2.2 样地设置

根据植被分类图,结合森林植被的实地勘察,2017年7—9月在西湖风景名胜区内选取21个植物样地(每种植被类型3个样地),在每个调查样地设置20 m×20 m的样方,并将每一个样方进一步分成16个5 m×5 m的小样方进行植物群落结构调查。

### 2.3 植物群落结构调查

参考慎佳泓等<sup>[3]</sup>和张洋等<sup>[4]</sup>在西湖山区采用的植被调查方法,对西湖风景区内的21个植物样地进行群落物种组成调查,以便进行数据比较和动态分析。记录样地内的群落特征以及样方周围的环境因子,包括乔木层、灌木层、草本层在内的所有维管植物信息。对于树高大于5 m的乔木层植物,记录其植株的名称、胸径大小、冠幅、高度;灌木层和草本层植物则分别记录其物种名称、个体数量、高度和盖度。

## 3 研究结果

### 3.1 植被分布与物种组成

西湖风景区的植被分布受地形、水文、气候等因

子影响,各植被群落分布区位各不相同。根据《中国植被》和《浙江森林》的划分原则和分类系统,西湖风景区的森林植被可被划分为针叶林、针阔叶混交林、落叶阔叶林、常绿落叶阔叶混交林、常绿阔叶林、竹林,同时增加西湖风景区内较为典型的茶园,共 7 个森林植被类型;运用卫星遥感数据结合 ENVI5.3 监督分类方法,得到不同植被类型在西湖风景区内的空间分布(图 1)。

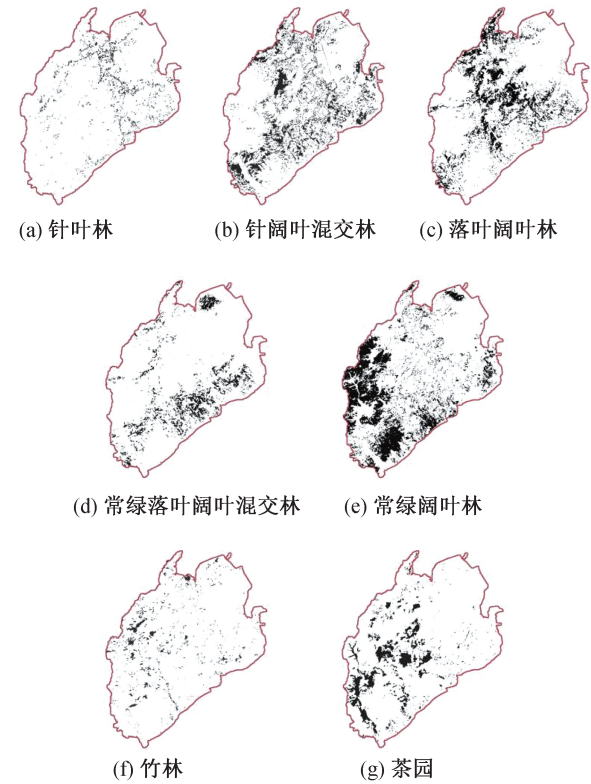


图 1 西湖风景区森林植被类型分布

植物群落样地调查表明,天然林地中落叶阔叶林、针叶林与常绿落叶阔叶混交林的总物种丰富度相对较高,常绿阔叶林总物种丰富度最低(图 2)。其中落叶阔叶林、常绿落叶阔叶混交林与常绿阔叶林的灌木层物种丰富度最高,草本层次之,乔木层物种丰富度相对较低;针叶林、针阔叶混交林乔木层物种丰富度则高于草本层。针叶林与常绿阔叶林、针阔叶混交林与常绿阔叶林以及落叶阔叶林与常绿阔叶林在不同层次间的物种丰富度存在显著差异( $P < 0.05$ )。人工种植的茶园和竹林的物种丰富度在乔木层与灌木层上均显著低于自然植被( $P < 0.05$ )。乔、灌木层物种构成单一。

3.2 植被景观空间特征

根据 Fragstats 的计算结果显示,常绿阔叶林是西湖风景区植被类型中面积最大、分布最广的森林

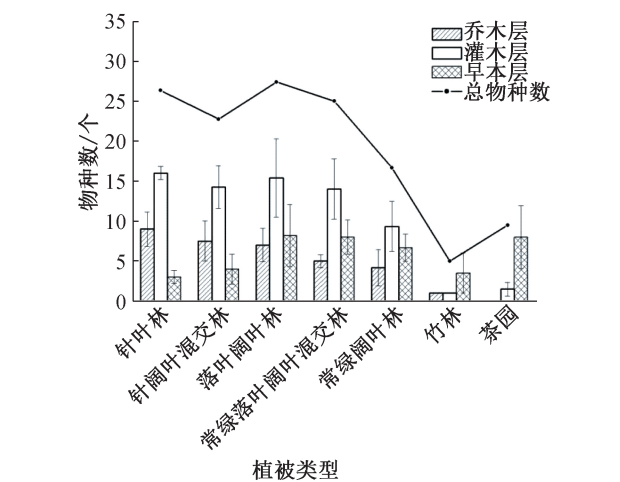


图 2 各森林植被类型物种丰富度

类型(表 1),除风景区内公园中人为规划的观赏林地外,天然常绿阔叶林主要分布于西湖周边山区,集中在北高峰、五云山、梅家坞、九溪、云栖竹径等地(图 1(e))。落叶阔叶林在西湖风景区植被类型中规模仅次于常绿阔叶林,在景区内呈零散分布,主要位于灵峰山、灵隐、龙井等地(图 1(c))。针阔叶混交林在西湖风景区内分布的斑块数量最多,主要集中在龙井、云栖竹径、梅家坞等地(图 1(b))。常绿落叶阔叶混交林亦为常见植被类型,主要分布于五云山、宝石山、虎跑等地(图 1(d))。针叶林面积较小,分布十分零散,主要分布于山脊、环湖地区的公园及道路两侧的带状区域(图 1(a))。竹林均为人工栽植,主要分布在植物园和云栖竹径、上天竺等地(图 1(f))。茶园在西湖风景区分布范围较广,主要分布于龙井、灵隐、梅家坞等地各村落周边(图 1(g))。

表 1 不同植被类型空间分布

植被类型	主要分布区域	面积/hm <sup>2</sup>	斑块数量/个
针叶林	北部山区、环湖区域	209	1197
针阔叶混交林	中部、南部山区	858	2608
落叶阔叶林	北部、中部山区	864	1655
常绿落叶阔叶混交林	南部、东南部山区	434	1038
常绿阔叶林	西部、西南部山区	1254	1963
竹林	西部山区	164	826
茶园	西南部、中部山区	526	962

各森林植被类型斑块面积分布均呈现出“倒 J 型”曲线(图 3),大多数植被斑块面积集中于 0.5 hm<sup>2</sup> 以下,小面积斑块数量多,空间分布范围广。斑块数量较多的针阔叶混交林(图 3(b))、落叶阔叶林(图 3(c))和常绿阔叶林(图 3(e)),其面积分布也较为相似;而茶园由于受人为调控,除了 0.1 hm<sup>2</sup> 以下的斑块数量较多,其他面积的斑块之间数量差别不大(图 3(g))。结合植被类型空间分布(图 1)和植被斑

块面积分布(图3)整体判断,各种植被在西湖风景区内呈交错分布,景观破碎化程度较高,一定程度上

丰富了西湖风景区整体的植物景观,但对区域内的生物多样性可能具有一定负面影响。

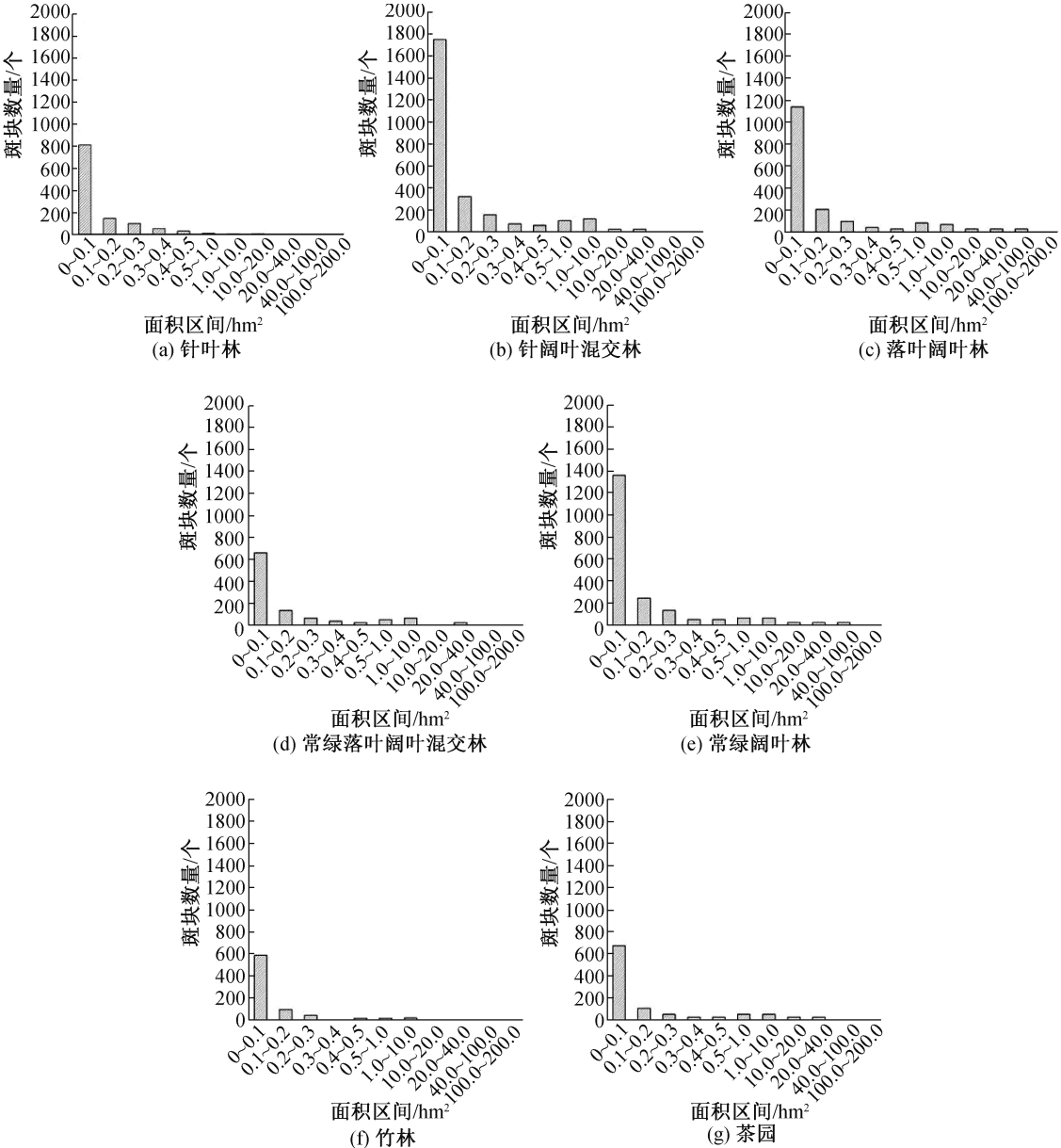


图3 各植被类型斑块面积分布情况

4 讨论与分析

4.1 影响西湖风景区植被分布的因素

植被斑块的交错分布为西湖风景区营造出了四季分明的景观效果:于西湖湖滨眺望周边山地,大规模的常绿阔叶林呈现出苍翠的视觉效果;而在湖滨地带分布的落叶树种,春季观花、秋季观果赏叶树种,又为西湖风景区营造出富于变化的景观效果。

伴随着杭州快速的城市化进程,西湖风景区的人为活动强度和频率不断增强,对景区内的植被也产生了相应影响。人为活动对于植被分布格局和植

物多样性的影响有利有弊:人工栽植的观赏植物,对于物种丰富度起到促进作用;景区修缮工程、违章建筑拆除,以及对周边景观保护的重视,一定程度上减少了建设用地使得植被的占地面积增加,植被群落的物种丰富度也相对有所增加;另一方面上述人类活动也给原生植物群落的生存带来竞争压力,在一定程度上削弱了乡土植物多样性和植被景观的地域特性。

人工栽植的茶园与竹林受人类活动影响最大,龙井茶作为杭州重要的经济物种与文化代表<sup>[10]</sup>,在西湖风景区中所占比例逐年增大;竹林由于自身较

强的扩散能力导致其集中分布区的面积逐年扩大,侵蚀周边的自然植物群落,最终导致自然林地面积减少,区域生物多样性降低。

植被分布在一定程度上还受西湖风景区不同土壤类型分布的影响。常绿阔叶林大多分布在砂岩页岩地区;落叶阔叶林和常绿落叶阔叶混交林则主要分布在石灰岩地区;针叶林一般分布在山顶、山脊等地区;竹林在西湖风景区内为人工抚育,主要分布于云栖竹径<sup>[4]</sup>。

#### 4.2 植被类型与物种多样性的关系

结构复杂、层次分化多的植物群落,其物种多样性指数愈高<sup>[11]</sup>,群落的稳定性也越高<sup>[12]</sup>。从群落整体来看,落叶阔叶林、针叶林与常绿落叶阔叶混交林的植物物种多样性较高,主要是由其灌木层的高物种丰富度导致。落叶阔叶林由于上层乔木秋季落叶,郁闭度降低,使得下层灌木层、草本层获得更多光照,阳性物种种类较丰富。风景区内的针叶林中常伴生阔叶树种,也增加了其物种多样性。常绿阔叶林因其郁闭度较高,林下光照分布不均,抑制阳性植物生长。高郁闭作用使得灌木层物种丰富度偏低<sup>[13]</sup>,草本层也多表现为结构相对简单的耐荫地被。从垂直结构上看,除针叶林与针阔叶混交林外,其他植被类型的物种丰富度均呈现出灌木层>草本层>乔木层,主要是由于灌木层中同时包含了灌木树种和乔木幼苗所致。

与十年前的植被调查数据<sup>[3-4,14]</sup>比较发现,在群落总体物种多样性上,针叶林的物种多样性明显增加,主要由于马尾松林在人工干扰<sup>[3-4]</sup>和自然演替的共同作用下,林下的阔叶树种幼苗快速生长进入林冠层<sup>[2]</sup>,这种变化目前尽管没有改变植被的类型,但对林内小生境产生显著影响,导致林下伴生的耐阴树种不断增多,物种多样性提高。同时植被垂直结构与各层物种丰富度在近十年也发生了一定转变,主要表现为常绿阔叶林和常绿落叶阔叶混交林中物种丰富度的变化,以灌木层物种多样性最高,草本层次之,乔木层最低。其原因可能为:演替所导致的乔木层建群种优势更加突出,使得其他伴生乔木物种丰富度减少,以及林冠的进一步郁闭使得草本层中耐荫物种增加。

#### 4.3 植被景观格局与植物多样性的关系

西湖风景区的植物多样性分布总体上受地理环境以及人为活动影响,从东部环湖地区到西部山区呈现出逐渐降低的趋势。

环湖地区游人密集,除部分自然林地外还多有

公园分布,并以湖西较为集中。公园由于人工的规划设计,多以小斑块组合为主,人工营造的植物景观更为丰富,植被类型更多样化。除本地树种外还大量引进观赏植物,营造出湖滨四季变化的景观效果。破碎化的景观格局使得环湖地区植物多样性丰富,但主要以阳性和外来植物为主,耐阴植物和乡土植物的物种丰富度相对较低。因此在今后的公园景观设计中,应当考虑增加以乡土植物为主体的植物景观比例,提升公园植被的地域性特征<sup>[10]</sup>,同时也增强了植被的生态服务功能和抗干扰能力;对外来植物的引入也需要慎重考虑,以避免生物入侵的风险。

湖北岸、南岸地区较湖西地区植被斑块面积有所增加,多为常绿落叶阔叶混交林与针阔叶混交林,植物多样性也相对较高;中部沟谷地带分布大量茶园,周边山地多分布针阔叶混交林与落叶阔叶林,总体多样性居中。

风景区内的西部山区则多为大面积斑块的常绿阔叶林、茶园与竹林,天然林地和人工园地犬牙交错,单位面积上的植物多样性相对较低。尽管其植物多样性低于环湖地区,但大面积连续分布的森林中保留了大量乡土植物与耐荫植物,是杭州自然植被的代表类型。对于此类山地天然植被的保护,关键在于控制竹林和茶园对周边天然林地的过度侵蚀,适当科学的人为调控能为城市森林的健康发展提供更好的保护。

### 5 结 语

在西湖风景区内以常绿阔叶林面积最大、分布最广,落叶阔叶林面积仅次于常绿阔叶林。针阔叶混交林面积居第三位,常绿落叶阔叶混交林也相对常见,上述植被类型大多分布于西湖西部山区。针叶林分布较为零散,主要分布于山脊、环湖地区的公园及道路两侧的带状区域。茶园分布范围较广,主要分布于龙井茶室、灵隐、梅家坞等地。竹林则多为人工抚育,分布在植物园和云栖竹径、上天竺等地。

落叶阔叶林、针叶林与常绿落叶阔叶混交林整体的植物物种多样性较高;常绿阔叶林因其郁闭度较高,灌木层物种丰富度偏低,草本层也多为耐荫植被。各植被类型间物种丰富度存在差异,其中以茶园和竹林与其他植被类型相差最大。除针叶林与针阔叶混交林外,物种丰富度在垂直结构上一般以灌木层物种多样性最高,草本层次之,乔木层最低。

城市植被对城市生态环境、景观风貌都有着举足轻重的作用,在当今快速城市化进程和“公园城

市”建设的背景下,探讨西湖风景区内植被分布格局以及多样性特征显得尤为重要。西湖风景区作为国家级风景名胜区,其景观格局的空间规划与城市植被的保护措施对国内类似的城市山林景观具有示范性作用。传统植被调查方法配合遥感的运用,为大尺度区域的长期动态监测提供了可能,以更便捷、高效与可靠的途径为西湖风景区内生物多样性保护、小气候改善以及景观营造等提供详实的基础数据,也为杭州市的生态建设、环境保护政策制定和城市未来发展提供相应的理论支持。

参考文献:

[1] 陈启瑞.杭州西湖山区次生植被性质研究:一[J].杭州大学学报,1987, 14(4): 473-481.

[2] 蔡壬侯,何绍箕.杭州西湖山区的植被类型及其分布[J].杭州大学学报,1980, 7(4): 100-107.

[3] 慎佳泓. 西湖风景名胜区森林植被多样性及人为干扰的影响研究[D]. 杭州:浙江大学,2006: 11-66.

[4] 张洋, 慎佳泓, 张方钢, 等.西湖风景名胜区森林群落物种多样性及人为干扰的影响[J].浙江大学学报(理学版), 2008, 35(5): 567-575.

[5] 张华丽, 张毅.LUCC 视角下神农架地区植被景观特征及其变化研究[J].华中师范大学学报(自然科学版), 2018,52 (3): 432-441.

[6] 郭庆华, 胡天宇, 姜媛茜, 等.遥感在生物多样性研究中

的应用进展[J].生物多样性,2018, 26(8): 789-806.

[7] 伊贤贵, 丁晖, 方炎明, 等.基于固定样地的黄山不同海拔森林群落物种多样性分析[J].南京林业大学学报(自然科学版),2018, 42(1): 149-155.

[8] 吴安驰, 邓湘雯, 任小丽, 等.中国典型森林生态系统乔木层群落物种多样性的空间分布格局及其影响因素[J].生态学报,2018, 21(38): 1-12.

[9] McGarigal K, Cushman S A, Ene E. FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps[CP/OL]. (2015-01-23)[2018-10-15]. <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/downloads/fragstats4.2.zip>.

[10] 陈朝霞. 杭州西湖风景区乡村植物景观的文化象征性:以“龙井问茶”与“满陇桂雨”为例[J]. 园林, 2012(7): 76-79.

[11] 陈北光, 苏志尧. 广东八宝山常绿阔叶林物种多样性分析[J]. 华南农业大学学报, 1995, 16 (4): 32-36.

[12] 林夏斌, 彭东辉, 黄华达, 等. 福州长安山森林公园植物群落物种多样性研究[J]. 林业资源管理, 2017(1): 104-109.

[13] 黄团冲, 贺康宁, 王先棒, 等.北川河流域森林冠层结构对林下植被多样性的影响[J].中国水土保持科学, 2018, 16(4): 106-114.

[14] 邓志平, 卢毅军, 谢佳彦, 等.杭州西湖山区不同植被类型植物多样性比较研究[J].中国生态农业学报, 2008, 16(1): 25-29.

(责任编辑:康锋)