

# 苍南县城绿色基础设施构建研究

刘 鹤, 蒋文伟\*, 李 静

(浙江农林大学 风景园林与建筑学院, 浙江 临安 311300)

**摘 要:**在对绿色基础设施理论研究的基础上,应用 GIS 和空间分析技术对苍南县城区绿地进行研究,指出苍南县绿地现状存在问题,并结合苍南县城区水系、道路、公园现状,提出了绿色基础设施规划目标,构建城区生态网络。通过研究专项城市绿色基础设施,制定了绿色水基础设施、绿色核心、绿色通道、沿海防护林等分项规划,旨在促进城市与自然和谐共存,有利于城市生态系统健康持续发展。

**关键词:**绿色基础设施;GIS 技术;空间分析;苍南县

**中图分类号:**S731.2

**文献标志码:**A

**文章编号:**1001-7461(2014)05-0237-06

## Construction of Urban Green Infrastructure in Cangnan County

LIU He, JIANG Wen-wei\*, LI Jing

(School of Landscape Architecture, Zhejiang A & F University, Lin'an, Zhejiang 311300, China)

**Abstract:** Based on the theories of the construction of green infrastructure, the urban green-space of Cangnan County Town in Zhejiang Province was studied by means of GIS technique and spatial analysis. Some problems existing in the green-space of the county town were pointed out. Base on the analysis of the current situations of water-net, roads, and parks in the county town, goals of green infrastructure were put forward. Individual plans related to the constructions of green water-net, core of green space, green corridor and costal shelter-forest were manipulated to to enhance coexistence between city and nature and be helpful to the healthily sustainable development of urban ecosystem.

**Key words:** green infrastructure; GIS technique; spatial analysis; Cangnan County

城市化最初级的表现形式之一就是城市的扩张,它带来了社会产业结构的转变、城市文化或文明的不断扩散<sup>[1]</sup>,同时也是导致生态日益恶化、生态系统价值不断降低的原因之一。中国目前正经历着快速城市化的过程,庞大的城市建设侵占了大量生态空间,自然生态系统已被严重干扰。地理学、生态学甚至社会学等方面的学者从不同角度对生态保护进行了大量的研究,但往往以环境修复和保护为重点,却忽视了地区发展速度、空间形态和区位优势等因素与当地重要自然资源和设施的密切关系<sup>[2-4]</sup>。绿色基础设施(Green Infrastructure)不同于传统的保护战略,它是将可持续发展、基础设施规划以及精明

增长等一系列理念融入于生态保护方法之中。它是一种兼顾各种利益的方法,在多利益主体参与的情况下,就规划的价值和目标达成一致,进而指导土地利用<sup>[5]</sup>。以温州苍南县城为例,研究范围主要限定在城区范围,探讨城市绿色基础设施构建,以保障城市生态安全,并致力于缓解、消除由于城市发展扩张所带来的生态灾害。

## 1 城市绿色基础设施的内涵

### 1.1 概念解析

绿色基础设施(Green Infrastructure 简称 GI),其被广泛采用的概念是由美国保护基金会(Conser-

收稿日期:2014-01-19 修回日期:2014-01-31

基金项目:国家自然科学基金项目(30972342)。

作者简介:刘鹤,男,硕士研究生,研究方向:风景园林规划与设计。E-mail:505714278@qq.com

\* 通信作者:蒋文伟,男,博士,副教授,硕士生导师,研究方向:城市生态学与景观生态学。E-mail:wenweijiang@zafu.edu.cn

vation Fund)的 M. Benedict 和 E. McMahon 学者指出,即一个由自然区域和其他开放空间相互联系的网络,能够保存自然生态系统的价值和功能,维持洁净的空气和水体,为人和野生动物生存提供广泛的福利<sup>[5]</sup>。

绿色基础设施的概念产生于 20 世纪 90 年代的美国。此后绿色基础设施的理论和实践研究得到长足的发展,但是主要是区域尺度的研究,对于已建成的城市开放空间和绿地系统少有研究。2006 年由多个研究设计机构联手完成的西雅图城市绿色基础设施规划,获得 2007 年美国风景园林师协会(ASLA)规划分析类荣誉奖。绿色基础设施的关注点开始从区域尺度聚焦转向建成的城市区域,并逐步形成城市绿色基础设施(Urban Green Infrastructure)的概念,即所有能提供各种服务功能,同时提升人类及其生存环境质量,位于城市内部、外围或之间,生态或低影响的,自然、半自然和人工的生态支持系统<sup>[6-7]</sup>。与我国现行的城市规划中的绿地系统不同,绿色基础设施更加强调网络的概念,从这个意义上讲更加是一个系统,跟其他的城市基础设施一样,它的每一个部分都是相互联系的。绿色基础设施是一个设施网络,总体构成了保证环境、社会与经济可持续发展的生态支持系统<sup>[8]</sup>。

1.2 城市绿色基础设施的构成

绿色基础设施是一个连接的生态系统,其形态构成可体现为绿色基础网络,一个由中心控制点、连接通道和场地构成的系统(图 1)<sup>[5]</sup>。

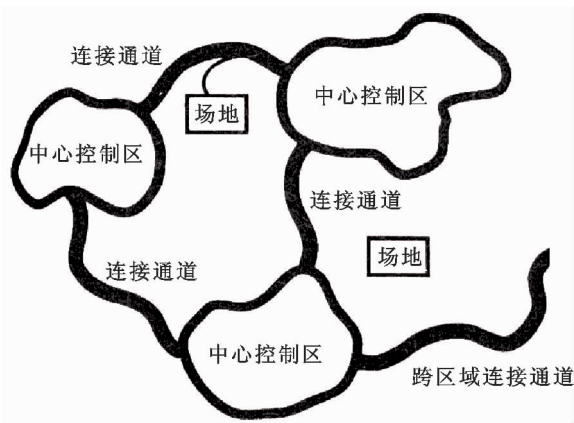


图 1 绿色基础设施示意图

Fig. 1 Schematic diagram of green infrastructure

在城市绿色基础设施的尺度下,中心控制点(Hubs)是指城市中主要的绿色栖息地,如公园、城市山林等,是整个大系统中动植物、人类和生态过程的“源”和“汇”;连接通道(Links)是将系统整合的纽带,维持关键生物过程,起到景观连接的作用,如城市河道、线型公园道、绿道等;场地(Sites)比中心控

制点要小,也可能不与整个绿色基础网络相连,但是对生态、社会价值具有重要的贡献,比如城市内小型的开放空间、社区小公园等<sup>[5]</sup>。

2 研究步骤与方法

2.1 研究步骤

在美国以及欧洲的一些国家,规划师与相关学者对绿色基础设施的构建方法进行了广泛的研究与实践,如美国马里兰州的“绿图”计划、新泽西州的“花园之州绿道”,英国西北绿色基础设施规划等,但是没有统一和标准的规划框架和方法<sup>[9]</sup>。综合以上相关绿色基础设施的规划步骤,并结合城市绿地系统规划的理论方法,本研究将绿色基础设施的规划框架和步骤归纳为以下几个阶段:1)梳理要素特征和明确规划目标;2)收集和处理区域相关数据;3)确定网络链接要素;4)创造绿色基础网络连接规划;5)评估分析并为绿色基础设施规划设定优先级。

2.2 研究方法

2.2.1 数据来源与处理 本研究利用遥感影像人视解译的方法,提取景观信息。采用苍南县建成区 2009 年高清航空影像(1:5 000),根据土地利用现状图、城市绿地系统规划总图以及实地勘察的现状资料,在地理信息系统(GIS)支持下对遥感影像进行人视解译和数字化<sup>[10]</sup>,提取并获得遥感影像的景观类型数据。

2.2.2 景观空间格局分析 格局分析的操作环境为 Arcgis9.3 软件,首先对航片图像进行几何校正,并转换成西安\_1980 坐标体系,然后对图像进行拼接处理,获得研究区域的影像图。利用人工目视解译,对研究区景观用地类型分布进行矢量化,矢量文件通过空间分析模块转换成像元大小为 5 m×5 m 的栅格数据,最终形成城市景观用地类型图。最终利用 Fragstats3.3 景观格局分析软件在斑块水平和类型水平上计算景观格局指数<sup>[11]</sup>。

景观格局指数分析是景观空间分析的重要方法,使生态过程与空间格局相互关联的度量成为可能,在景观格局分析与功能评价、景观规划、设计与管理等领域都具有重要作用<sup>[12]</sup>。景观分类是景观格局定量分析的基础,目前有关城镇景观类型分类尚存在着多种分类体系。本研究的景观分类,主要参照《土地利用现状分类》(GB/T 21010-2007),在结合苍南县城区的土地覆盖类型特点的基础上,将研究区景观用地分为耕地、林地、灌草地、水域河流、沼泽地、裸地 6 种类型(表 1),以此作为城区绿地景观类型的基本单元,研究城区绿地的生态功能。

表 1 苍南县城绿地景观类型

Table 1 Landscape types of urban green-space in Cangnan County Town

序号	景观用地类型	特征
1	耕地	主要是耕地、农田等
2	林地	指树木郁闭度≥0.2 的乔木林地,包括红树林地和竹林地
3	灌草地	指树林郁闭度<0.2,表层为土质,生长草本植物为主
4	水域河流	主要是江、河等水系
5	沼泽湿地	主要是沼泽湿地
6	裸地	指表层为土质,基本无植被覆盖的土地

3 城市绿色基础设施的实践与应用

3.1 研究区现状及发展概况

苍南县隶属温州市,位于浙江省东南隅,是浙江省的南大门,处于我国沿海开放带的中心区域,其沿海海域属东海中部与南部交界区域。县境域地形北部宽阔,南部狭小,略呈三角形。东西长约 80 km,南北宽约 51 km。苍南地区属典型中亚热带海洋季风气候,其气候特点为冬夏季风交替显著,四季分明,气候温和;年平均日照时数为 1 691.8 h,年平均气温为 17.9℃,1 月平均气温 7.7℃,7 月平均气温 28.2℃,年平均无霜期 208~288 d。雨量充沛,空气湿润,年平均降雨量 1 768.9 mm,但时空分布不均,容易出现洪涝或干旱。暴雨主要集中在 5—6 月的梅雨期和 8—9 月的台风季节内。全年主导风向为东北风,夏季为东南风,冬季为西风;7—8 月份为强热带

风暴期,常在东南沿海登陆,最大风力为 12 级左右。

根据《苍南县域总体规划(2006—2020)》,2012 年苍南县建成区林木覆盖面积已达 1 056.3 hm<sup>2</sup>,建成区林木覆盖率为 30.3%,公园绿地面积为 125.53 hm<sup>2</sup>,人均公园绿地为 8.97 m<sup>2</sup>/人。建成区范围,即灵溪中心城区城市规划区范围,东至经五路,南至小方山、渡龙山范围,北至温福线,西至环城西路。土地总面积为 34.86 km<sup>2</sup>。现状绿地主要集中在自然环境良好的人民公园和渡龙山公园等山地公园,城区方面仍然存在绿化面积不足等问题,且与发达国家相比差距更加明显<sup>[13]</sup>。

3.2 景观格局分析

通过对城区现状景观空间格局研究,以及景观用地类型分析,结合 GIS 分析技术绘制出苍南县城绿地类型现状图(图 2)。图 2 表明城区绿地类型单一,城郊农田和依托山地的森林绿地所占比率较大,城市中心区绿地面尤为缺乏,而绿地主要分布在两条江和人民公园周围。本研究将 GIS 矢量图导入 Fragstats3.3 景观格局分析软件,计算出城区现状绿地斑块异质性程度(表 2)。从表 2 可知,耕地在城区绿地中占有较大比重,其次为林地、水域河流、灌草地、沼泽地、湿地等。其中斑块数量以林地最多,灌草地、耕地等次之。聚合度分析结果表明耕地的聚合度最高。综上分析,城市绿地类型单一、生态效应较低,城区绿地彼此之间缺乏联系,景观破碎度程度较高,难于形成稳定的生态网络绿地系统。

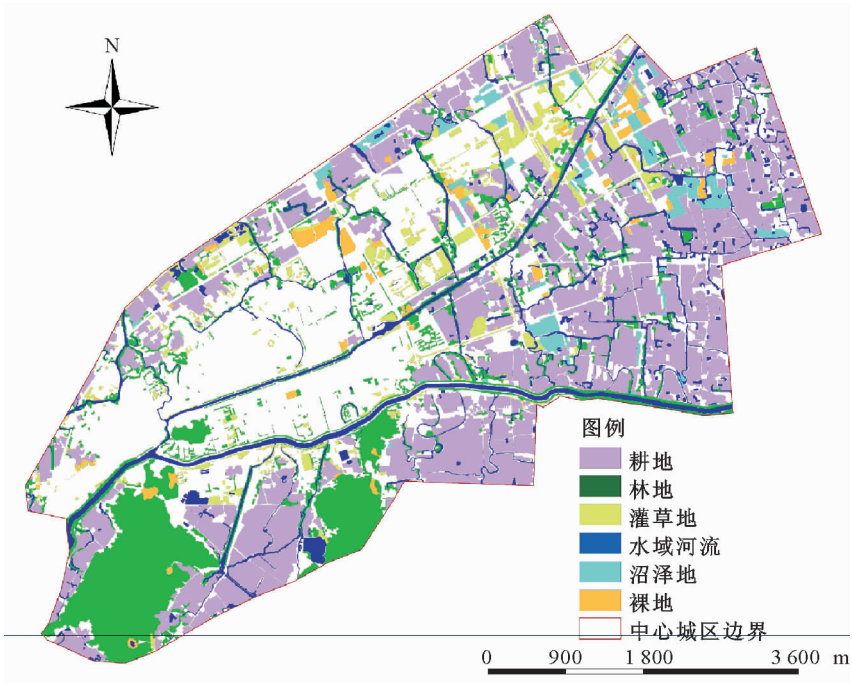


图 2 苍南县城绿地类型现状

Fig. 2 The present situation of urban green-space types of Cangnan County Town



表 2 苍南县城现状绿地斑块异质性分析

Table 2 The heterogeneity analysis on patches of present urban green-space of Cangnan County Town

斑块类型	斑块数量	斑块 总面积/hm <sup>2</sup>	斑块密度 (/个·hm <sup>-2</sup> )	平均斑块 面积/hm <sup>2</sup>	聚合度
林地	864	470.6	43.0	0.54	90.91
灌草地	442	136.8	22.0	2.92	85.76
水域河流	337	230.1	16.8	0.68	84.08
耕地	356	1040.5	17.7	2.92	95.40
沼泽地、湿地	75	75.0	3.7	1.00	93.39
裸地	56	55.7	2.7	0.99	93.27

3.3 规划目标

根据苍南县城绿地现状以及存在的问题,规划确立了针对性的目标来指导城市绿色基础设施(GI)的构建。规划目标致力于:1)绿色空间一体化:确定重要生态区域,创造有空间联系的城市绿道,方便居民出行和生物活动,建设城市生态绿色网络。2)交通道路绿色化:在保障交通顺畅的基础上,充分发挥城市道路绿色空间和生态功能。3)构建城市绿色水基础设施:重建城区自然排水系统,修复城市水体,充分利用透水表面、雨水花园、自然湿地及人工湿地,净化和滞留雨水,缓解暴雨带来的城市洪

涝。4)构建城市外围防风林带,抵御频繁的台风灾害影响。

3.4 规划方案

为了充分发挥城市绿地生态效应,根据城区现有绿地资源,结合苍南县城自然条件和空间布局特点,综合考虑城区内外环境因素,提出“绿色、低碳、宜居”的生态规划理念,结合绿地系统的“核、环、轴、楔、园、链”结构模式,规划并确定了苍南县城绿地结构为“一心、两核、三纵、五横”的环网森林绿地结构(图3)。

“一心”——以中央湖公园为中心,连接周边绿



图 3 苍南县城森林绿地结构

Fig. 3 The forest green-space structure in urban area of Cangnan County Town

地的城区中心绿地区块,形成苍南县城绿地核心。

“两核”——由以人民公园、小方山公园为主体的城区绿地区块,以及工业区湿地公园为主的城区绿地区块,构成城区2大绿地体系。

“三纵”——根据城市用地布局及周边山体、湖泊、水系等自然条件,规划确定嵌入城区3处楔型森

林绿地。

“五横”——分别由通福路防护绿地、萧江塘河滨水带状绿地、玉苍大道和工业园区景观大道、横阳支江滨河绿地及环城南路带状生态绿地所组成的横向线型廊道绿地。

在城市绿色基础设施(GI)规划时,应该拓展到

红线范围以外,将周边自然环境纳入到规划范畴。基于苍南县城三面环山地形地貌,本研究规划“三纵”楔型森林绿地将山地良好的自然环境与城市绿地连为一体,增加生物迁徙与发展空间。“一心、两核”绿地位于“三纵”楔型森林绿地的核心,是城区重要的生态保护区。因此,要在保护的基础上,优化改善绿地的生态稳定性,使之能更好地发挥绿色核心作用。“五横”线型廊道绿地建设,将促使城区绿色网络构成。其主要由“二水三路”组成,即以 2 条江为主的生态廊道和 3 条路为辅的绿色廊道,使城区东西向的绿色环带串联起来,从而完成整个城区绿色网络构建。

### 3.5 城市绿色基础设施专项规划

3.5.1 绿色水基础设施规划 受气候与自然条件影响,苍南县城常年遭受暴雨及其引发的城市洪涝灾害影响。为了缓解暴雨所带来的城市洪涝,规划城区中部构建城市绿色水基础设施,其理论基础是低影响开发技术,是国际先进的控制暴雨径流和面源污染的新技术,规划构建方式分为 3 种,即雨水花园、透水性铺装和植被浅沟<sup>[14]</sup>。

苍南县城具有纵横的水系网络,为绿色水基础设施构建和重建自然排水系统提供了良好的条件。横阳支江、萧江塘河是苍南县城主要的 2 条水系,不仅是生态防护带,又是未来城市居民休闲娱乐的场所。规划在横阳支江、萧江塘河两侧建设 50~70 m 宽的绿带,构建自然生态密林、自然溪滩驳岸,形成优美的生态滨水廊道。依托苍南县丰富的水系资源,规划各种景观功能相结合的滨水公园,营造出生态水乡的居住环境。此外,参考美国 High Point 住宅区成功的低影响开发技术实践经验<sup>[15]</sup>,结合苍南县城的实际情况,规划设计道路绿地下沉化,采用植被浅沟策略,在城市中模拟自然排水径流方式,使雨水在植被浅沟径流的过程中被渗透、过滤、沉淀,暴雨水患被引导进入城市河流。另外,在城市部分低洼地段营造雨水花园,用来渗滤市政排水管网无法排出的雨水,既涵养了地下水源,又起到了雨水净化作用。在城市道路工程中使用透水性铺装,从而有效减少径流量,减轻城市排水系统的负担。同时,降雨中的污染物渗过透水性铺装也可得以减少。

3.5.2 绿色核心规划 大力开展城市公园、城市山林等城市绿地中心控制点的绿化建设,形成主题明确、多种效益相结合的城市绿地系统,具体包括生态防护林、生态景观林、水土保持林、城市氧源林、城市保健林、动物栖息林、生产科研林、休闲景观林,形

成结构稳定、功能完善、生态良好的绿地群落。结合苍南县城城市规划,绿地建设工程包括:中心湖公园、人民公园、小方山公园、水景公园等公园修复或建设工程,使城市居民 350 m 见绿,拥有休闲游憩绿地。

3.5.3 绿色通道规划 绿色通道建设应按照“统一规划、因地制宜、经济适用、景观协调”原则,建设公路铁路沿线绿色景观。人工绿化树种选择应以乔木为主,注意配置具有地方特色的乡土树种,达到乔、灌、花、草相结合,绿化、美化、香化相结合,实行针阔混交、常绿与落叶相互配置。游憩型公路、城乡结合部应结合当地规划布局、绿化规模提高植物种植水平。山区路段要结合自然景观,尤其是对因公路开挖产生的裸露断面进行坡面绿化,以达到防风固土、美化环境效果<sup>[16]</sup>。结合苍南城区道路绿地现状,近期应优化改造已建的城市主要干道和部分次干道绿化,完成动车站区绿化和 104 国道提升绿化,全方面配置道路绿地。远期主要随着各地城建开发规划设计支路、次干道的道路绿地,构建城区景观林荫道路,并将部分道路两侧防护绿地统一设计,形成城市景观林荫带。

3.5.4 沿海防护林规划 苍南县中心城区毗邻东海,抵御海风,尤其是防范台风侵袭是城区建设的重要工作。规划滨海复合防护林结构,即利用苍南城郊和山、水、田、林镶嵌的自然条件,以山林、水体、农田、人工防护林带构建生态绿网主骨架,以城区对外交通走廊,河道绿化为联系纽带构建城市周围的绿色防护带,保障城市内外绿地之间的有机衔接和贯通,充分发挥防风减灾作用。

## 4 结 论

当今,城市环境日益恶化,绿色基础设施将有力促进城市绿色功能提升到一个新的高度,也为传统城市绿地系统规划理论提供了新的思路。绿色基础设施将绿色空间及其他开放空间相互连接构建生态网络,更加有利于保护和维持自然生态系统功能价值,最大程度地满足动植物与居民需求,促进城市可持续发展。通过应用国内外先进 GI 理论及景观格局分析方法,构建苍南县城绿色基础,将对苍南县城绿色空间系统整合与连接,以及城市绿地系统构建做了一次新的实践探索。随着城市绿色基础设施理论与实践的逐步完善,越来越多的城市将会摆脱传统的规划方式,让自然融入社会,用一种弹性的规划方式促进城市与自然环境和谐,使自然绿色空间真正发挥对城市生态系统的支撑作用。

参考文献：

- [1] 吴雪冬,李红,董佳英. 城市化进程中多元文化对社会治安的影响[J]. 政法学刊, 2009(3):36-39.  
WU X D, LI H, DONG J Y. Research of multiple cultures effects on public security in the process of urbanization[J]. Journal of Political Science and Law, 2009(3):36-39. (in Chinese)
- [2] 王媛,蒋文伟,陈姝. 慈溪市匡堰镇生态系统服务功能价值空间分布评估[J]. 西北林学院学报, 2013, 28(5):58-62.  
WANG Y, JIANG W W, CHEN S. Spatial distribution assessment of ecosystem service function value in Kuangyan[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2013, 28(5):58-62. (in Chinese)
- [3] 谷康,曹静怡. 城乡一体化绿地生态网络规划初探——乌海市为例[J]. 西北林学院学报, 2010, 25(1):175-180.  
GU K, CAO J Y. Preliminary Study on green space ecological network planning of urban-rural integration——a case study of Wuhai city[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2010, 25(1):175-180. (in Chinese)
- [4] 周艳妮,尹海伟. 国外绿色基础设施规划的理论与实践[J]. 城市发展研究, 2010, 17(8):87-93.  
ZHOU Y N, YIN H W. Foreign Green Infrastructure Planning Theory and Practice[J]. Urban Studies, 2010, 17(8):87-93. (in Chinese)
- [5] BENEDICT M, MCMAHON E. Green infrastructure: linking landscapes and communities[M]. Washington, Covelo, London: Island Press, 2006.
- [6] Department of landscape architecture, university of Washington, the open space seattle 2100 coalition. open space seattle 2100 envisioning seattle's green infrastructure for the next century[EB/OL]. [2007]. [http://www.asla.org/awards/2007/07winners/439\\_gftuw.html](http://www.asla.org/awards/2007/07winners/439_gftuw.html).
- [7] 刘娟娟,李保峰,(美)南茜·若,等. 构建城市的生命支撑系统——西雅图城市绿色基础设施案例研究[J]. 中国园林, 2012(3):116-120.  
LIU J J, LI B F, NANCY R, *et al.* Constructing life support system in urbanized area——a case study of urban green infrastructure in Seattle[J]. Chinese Landscape Architecture, 2012(3):116-120. (in Chinese)
- [8] 李开然. 绿色基础设施:概念,理论及实践[J]. 中国园林, 2009(10):88-90.  
LI K R. Green infrastructure: concept, theory and practice[J]. Chinese Landscape Architecture, 2009(10):88-90. (in Chinese)
- [9] 裴丹. 绿色基础设施构建方法研究述评[J]. 城市规划, 2012, 36(5):84-90.  
PEI D. Review of green infrastructure planning methods[J]. City Planning Review, 2012, 36(5):84-90. (in Chinese)
- [10] 苏智海,赵志江,刘金川,等. 3S 技术在城市绿地系统中的应用研究[J]. 西北林学院学报, 2008, 23(2):173-176.  
SU Z H, ZHAO Z J, LIU J C, *et al.* Application of 3S technology for urban greenbelt system[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2008, 23(2):173-176. (in Chinese)
- [11] 郭慧慧,蒋文伟,梅艳霞. 基于高空间分辨率航空影像的宁波鄞州新城区城市景观格局分析[J]. 浙江农林大学学报, 2012, 29(3):344-351.  
GUO H H, JIANG W W, MEI Y X. Landscape pattern analysis of Yinzhou new city zone based on high spatial resolution aerial photos[J]. Journal of Zhejiang A&F University, 2011, 47(12):28-35. (in Chinese)
- [12] BOTEQUILHA L A, AHEN J. Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning [J]. Landscape and Urban Planning, 2002, 59:65-69.
- [13] 刘德良. 中外城市林业对比研究[D]. 北京:北京林业大学, 2006.
- [14] 美国绿色建筑委员会. 绿色建筑评估体系[M]. 2 版. 彭梦月, 译. 北京:中国建筑工业出版社, 2002.
- [15] 王沛永,张新鑫. 美国 High Point 住宅区低影响土地开发(LID)技术应用的案例研究[C]//中国风景园林学会. 中国风景园林学会 2011 年会议论文集(下册). 北京:中国建筑工业出版社, 2011:1063-1069.
- [16] 王岩. 城市道路绿地景观浅析——以北京市大兴区为例[J]. 西北林学院学报, 2013, 28(4):218-222.  
WANG Y. Preliminary study on landscape of greenspace affiliated to urban road system——a case study of Daxing district of Beijing[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2013, 28(4):218-222. (in Chinese)
- [22] 滕崇德, 窦景新. 山西植物区系的初步分析[J]. 植物科学学报, 1986, 4(1):43-54.
- [23] 李林英. 山西植物种质资源研究[M]. 北京:中国林业出版社, 2006.
- [24] 童明坤,弓弼,王迪海,等. 关中地区模拟自然群落植物景观设计研究[J]. 西北林学院学报, 2013, 28(2):207-212.  
TONG M K, GONG B, WANG D H, *et al.* Plantscape design based on simulation of natural plant communities in Guanzhong[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2013, 28(2):207-212. (in Chinese)
- [25] KIELBASO J. The situation of urban forest management in United States[M]//Ecology, planning and management of urban forest. The Netherlands:Springer, 2008.
- [26] 莫计合,陈瑜. 园林植物造景几个问题的分析与探讨[J]. 湖南林业科技, 2002, 9(3):86-88.
- [27] 张谊. 论城市水景的生态驳岸处理[J]. 中国园林, 2003(1):52-54.

(上接第 231 页)