

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

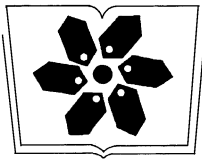
Acta Ecologica Sinica



第32卷 第18期 Vol.32 No.18 **2012**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 32 卷 第 18 期

2012 年 9 月 (半月刊)

目 次

亚热带典型树种对模拟酸雨胁迫的高光谱响应.....	时启龙,江 洪,陈 健,等 (5621)
珠江三角洲地面风场的特征及其城市群风道的构建.....	孙 武,王义明,王越雷,等 (5630)
粤北山地常绿阔叶林自然干扰后冠层结构与林下光照动态.....	区余端,苏志尧 (5637)
四种猎物对南方小花蝽生长发育和繁殖的影响.....	张昌容,鄧军锐,莫利锋 (5646)
普洱季风常绿阔叶林次生演替中木本植物幼苗更新特征.....	李帅锋,刘万德,苏建荣,等 (5653)
喀斯特常绿落叶阔叶混交林物种多度与丰富度空间分布的尺度效应.....	张忠华,胡 刚,祝介东,等 (5663)
格氏栲天然林土壤养分空间异质性.....	苏松锦,刘金福,何中声,等 (5673)
种植香根草对铜尾矿废弃地基质化学和生物学性质的影响.....	徐德聪,詹 婧,陈 政,等 (5683)
灌溉对三种荒漠植物蒸腾耗水特性的影响.....	单立山,李 毅,张希明,等 (5692)
真盐生植物盐角草对不同氮形态的响应.....	聂玲玲,冯娟娟,吕素莲,等 (5703)
鹿泉沟自然保护区寒温性针叶林演替优势种格局动态分析.....	张钦弟,毕润成,张金屯,等 (5713)
不同水肥条件下 AM 真菌对丹参幼苗生长和营养成分的影响.....	贺学礼,马 丽,孟静静,等 (5721)
垄沟覆膜栽培冬小麦田的土壤呼吸.....	上官宇先,师日鹏,韩 坤,等 (5729)
不同方式处理牛粪对大豆生长和品质的影响.....	郭立月,刘雪梅,战丽杰,等 (5738)
基于大气沉降与径流的乌鲁木齐河源区氮素收支模拟.....	王圣杰,张明军,王飞腾,等 (5747)
基于能值理论的循环复合农业生态系统发展评价——以福建省福清星源循环农业产业示范基地为例.....	钟珍梅,翁伯琦,黄勤楼,等 (5755)
低温暴露和恢复对棘胸蛙雌性亚成体生存力及能量物质消耗的影响.....	凌 云,邵 晨,颜志刚,等 (5763)
暗期干扰对棉铃虫两个不同地理种群滞育抑制作用的比较.....	陈元生,涂小云,陈 超,等 (5770)
水土流失治理措施对小流域土壤有机碳和全氮的影响.....	张彦军,郭胜利,南雅芳,等 (5777)
不同管理主体对泸沽湖流域生态系统影响的比较分析.....	董仁才,苟亚青,李思远,等 (5786)
连江鱼类群落多样性及其与环境因子的关系.....	李 捷,李新辉,贾晓平,等 (5795)
溶氧水平对鲫鱼代谢模式的影响.....	张 伟,曹振东,付世建 (5806)
象山港人工鱼礁区的网采浮游植物群落组成及其与环境因子的关系.....	江志兵,陈全震,寿 鹿,等 (5813)
填海造地导致海湾生态系统服务损失的能值评估——以套子湾为例.....	李睿倩,孟范平 (5825)
城市滨水景观的视觉环境质量评价——以合肥市为例.....	姚玉敏,朱晓东,徐迎碧,等 (5836)
专论与综述	
生态基因组学研究进展.....	施永彬,李钧敏,金则新 (5846)
海洋酸化生态学研究进展.....	汪思茹,殷克东,蔡卫君,等 (5859)
纺锤水蚤摄食生态学研究进展.....	胡思敏,刘 胜,李 涛,等 (5870)
河口生态系统氨氧化菌生态学研究进展.....	张秋芳,徐继荣,苏建强,等 (5878)
嗜中性微好氧铁氧化菌研究进展.....	林超峰,龚 骏 (5889)
典型低纬度海区(南海、孟加拉湾)初级生产力比较.....	刘华雪,宋星宇,黄洪辉,等 (5900)
植物叶片最大羧化速率及其对环境因子响应的研究进展.....	张彦敏,周广胜 (5907)
中国大陆鸟类栖息地选择研究十年.....	蒋爱伍,周 放,覃 玥,等 (5918)
研究简报	
孵化温度对赤链蛇胚胎代谢和幼体行为的影响.....	孙文佳,俞 霄,曹梦洁,等 (5924)
不同培肥茶园土壤微生物量碳氮及相关参数的变化与敏感性分析.....	王利民,邱珊莲,林新坚,等 (5930)
施肥对两种莧菜吸收积累镉的影响.....	李凝玉,李志安,庄 萍,等 (5937)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 322 * zh * P * ¥70.00 * 1510 * 36 * 2012-09



封面图说: 冬天低空飞翔的丹顶鹤——丹顶鹤是鹤类中的一种,因头顶有“红肉冠”而得名。是东亚地区特有的鸟种,因体态优雅、颜色分明,在这一地区的文化中具有吉祥、忠贞、长寿的象征,是传说中的仙鹤,国家一级保护动物。丹顶鹤具备鹤类的特征,即三长——嘴长、颈长、腿长。成鸟除颈部和飞羽后端为黑色外,全身洁白,头顶皮肤裸露,呈鲜红色。丹顶鹤每年要在繁殖地和越冬地之间进行迁徙,只有在日本北海道等地是留鸟,不进行迁徙,这可能与冬季当地人有组织地投喂食物,食物来源充足有关。

彩图提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201107301119

姚玉敏, 朱晓东, 徐迎碧, 杨海燕, 孙翔. 城市滨水景观的视觉环境质量评价——以合肥市为例. 生态学报, 2012, 32(18): 5836-5845.

Yao Y M, Zhu X D, Xu Y B, Yang H Y, Sun X. Assessing the visual quality of urban waterfront landscapes: the case of Hefei, China. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(18): 5836-5845.

城市滨水景观的视觉环境质量评价 ——以合肥市为例

姚玉敏^{1,2}, 朱晓东^{1,*}, 徐迎碧³, 杨海燕⁴, 孙翔¹

(1. 南京大学环境学院, 污染控制与资源化研究国家重点实验室, 南京 210046;

2. 安徽省水利水电勘测设计院, 合肥 230088; 3. 中国环境管理干部学院生态系, 秦皇岛 066004;

4. 安徽建筑工业学院艺术学院, 合肥 230022)

摘要: 滨水景观是城市景观的重要组成部分, 以合肥市为例评价城市滨水景观的视觉环境质量。综合“基于公众感知”和“基于专家/设计”的评价方法, 选取 22 张滨水景观照片作为研究对象, 评价这些滨水景观的视觉环境质量和各物理要素等级, 对评价数据进行了相关和回归分析。评价结果表明环境质量得分较高的滨水景观比得分较低的滨水景观拥有更多的自然式驳岸和适当的园林小品。统计分析结果表明“有利的人工景观”、“驳岸类型”和“树群轮廓线”对滨水景观视觉环境质量有着非常显著的积极影响。另外, 将研究结果与其他学者研究结论进行了对比分析, 并对未来城市滨水景观的规划和管理提出一些建议。

关键词: 视觉环境质量; 景观评价; 滨水景观; 城市; 合肥

Assessing the visual quality of urban waterfront landscapes: the case of Hefei, China

YAO Yumin^{1,2}, ZHU Xiaodong^{1,*}, XU Yingbi³, YANG Haiyan⁴, SUN Xiang¹

1 State Key Laboratory of Pollution Control and Resource Reuse, School of the Environment, Nanjing University, Nanjing 210046, China

2 Anhui Survey and Design Institute of Water Conservancy and Hydropower, Hefei 230088, China

3 Department of Ecology, Environmental Management College of China, Qinhuangdao 066004, China

4 School of Art, Anhui University of Architecture, Hefei 230022, China

Abstract: Waterfront landscape is an important part of the urban landscape. In this study, the aim was to evaluate the visual quality of waterfront landscape in Hefei city. The visual quality assessment methodology was used through public perception-based and expert/design approaches. The former approach enables us to rank waterfront landscapes based on a survey of public preference; the latter weighs the contributions of the elements contained in the photo to its overall scenic beauty via correlation and regression analyses. In total, 165 photos were taken from 9 am to 5 pm on several sunny days in October 2010. Finally, the 22 photos were selected and used in the survey captured the most relevant features of waterfront landscapes. The valuers are college students who came from the subjects of art design, urban planning and garden design. 280 college students ranked these 22 selected photos from highest to lowest preference that we used a seven-point scale for each photo, with 7 being the highest score and 1 being the lowest score. Each photo was shown for ten seconds and repeated twice. Among the college students, 100 students who had rich experience in visual quality assessment scored the intensity of

基金项目: 国家水体污染控制与治理科技重大专项 (2008ZX07101-004-05); 江苏省建设厅科技项目 (JS2007JH18); 污染控制与资源化研究国家重点实验室自主研究课题; 国家自然科学基金 (40976021); 江苏省自然科学基金 (BK2011404)

收稿日期: 2011-07-30; **修订日期:** 2012-02-01

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: xdzhu@nju.edu.cn

landscape attributes. Characterization of waterfront landscape attributes were described by 13 indicators and scored from 4 (highest) to 1 (lowest). The results indicated waterfront landscapes depicted in the “best” photos possessed more attractive qualities regarding the more nature-type revetment and the selection of human additions compared to those depicted in the “worst” photos. The perceived visual quality was positively influenced by, in decreasing order of importance, positive man-made elements, the type of waterfront revetment and tree group contour. To a lesser degree, type of vegetations, vegetation shape, color contrast and type of waterfronts had important influences on scenic beauty. The analysis results also showed there are linearly correlations among 13 landscape indicators. For instance, vegetation shape, the degree of wildness and the positive man-made elements showed to be significantly correlated with the type of vegetations. We also compared our results with others and analyzed their differences. Furthermore, we suggested the following steps for future urban waterfront landscape design and planning regarding perceived visual beauty: (1) The visual resources should be considered as health, aesthetic appreciation and well being to affect human beings; (2) Waterfront greening should change the current practice of the top-down approach and encourage more public participation; (3) Instead of concrete riverbanks, natural or seminatural revetment should be built in waterfront space; (4) We should value vividness, variety and distinctiveness of landscape more in landscape configuration design; (5) Native species and various plants should be chosen as much as possible and suitable garden ornaments (winding garden paths, sculptures and wooden pavilions, etc.) are also welcomed.

Key Words: visual quality; landscape assessment; waterfront landscape; city; Hefei

景观是由自然和文化要素构成的特定综合体^[1]。在所有自然元素中,水是最基本的也是最富有活力的要素之一,且人的自然属性也决定了人们对水的偏爱^[2-4]。合理巧妙的水景搭配可为城市增添别样的风貌,为人们提供优雅、健康、舒适的生活环境。在城市化高度发展的今天,滨水景观设计已成为城市建设和规划中不可缺少的组成部分,但如何合理利用滨水环境,平衡滨水景观的各构成要素并兼顾观赏者的心理感受,在发挥其生态功能的基础上,更好地展现其美学价值,是值得研究的问题。

人们可以通过视觉、听觉、嗅觉、触觉等来感知和评价景观美,但视觉感知是最主要的途径^[5]。景观的视觉元素可以平衡生物、文化与经济之间的关系^[6-7],视觉环境质量则影响着人们的审美情趣、生理和心理健康^[8]。可以说视觉环境是一种像水、土壤和矿产那样重要的资源^[9]。景观视觉环境质量是景观的视觉特征与人类心理活动(感知、情绪等)共同作用的结果^[4],因此其评价依赖于两方面,即客观的景观和主观的欣赏者。对于研究者来说,最直接的评价方法是带评价者去景观现场评价景观的视觉环境质量^[10],但这种方法需花费大量人力、物力和时间,许多研究证明基于照片的与对应的基于现场景观的视觉环境质量评价结果是高度相关的^[11-13]。本文选择用景观照片来代替现场景观进行城市滨水景观的视觉环境质量评价研究。

从 Daniel 和 Boster 评价森林的美学质量开始^[14],视觉环境质量评价就应用到了不同景观类型中。Bulut 等评价了城乡水景观的视觉环境质量^[15];Acar 等评价公园和保护区的视觉环境质量^[16];Acar 和 Saktet^[17], Bulut 和 Yilmaz^[7], He 等^[18]评价城市居住区的审美价值;Akbar 等^[19], Clay 和 Daniel^[20], Schroeder 和 Daniel^[11]以及 Sullivan 和 Lovell^[21]评价道路绿化景观的视觉环境质量;Blasco 等^[22]和 Ribe^[23]评价森林景观的美学质量;Tahvanainen 等评价农业景观的视觉环境质量^[24];Han^[25]则评价了自然风景的美学质量;Gandy 等为旅游信息系统提供了景观视觉环境质量方面的数据^[26]。中国学者也进行了相关研究,例如 Wong 和 Domroes 调查和分析了香港九龙公园的视觉环境质量^[27],Chen 等从欣赏者的角度评价了杭州花园的美学质量^[28],但鲜有学者进行城市滨水景观的视觉环境质量评价的研究。

本实例研究对象是合肥市区的滨水景观,它由自然(土地、植物、水体等)和人工要素(建筑、雕塑、广场、园路等)组成,研究目标为:(1)评价滨水景观的总体视觉环境质量;(2)评价滨水景观物理要素的等级;(3)分析景观视觉环境质量与物理要素之间的关系;(4)对未来城市的滨水景观建设提出一些建议,以营造更具

吸引力的滨水景观。

1 研究方法

1.1 研究地概况

合肥市辖9区三县,市区内滨水景观可以用“一环、一线、五功能区”来概括(图1)。“一环”就是利用合肥古护城河结合城市道路绿化和块状绿地建设,构成点、线、面结合的环城公园,这种滨水景观的营造模式在国内属首例^[29];“一线”是指贯穿合肥市区的南淝河,这一线与环城公园的水系相通;“五功能区”指的是散落在合肥市一环以外5个较大的滨水景区,它们是合肥市植物园、翡翠湖、天鹅湖、瑶海公园以及花冲公园。不同滨水景观的地理环境特征和历史文化内涵各具特色。

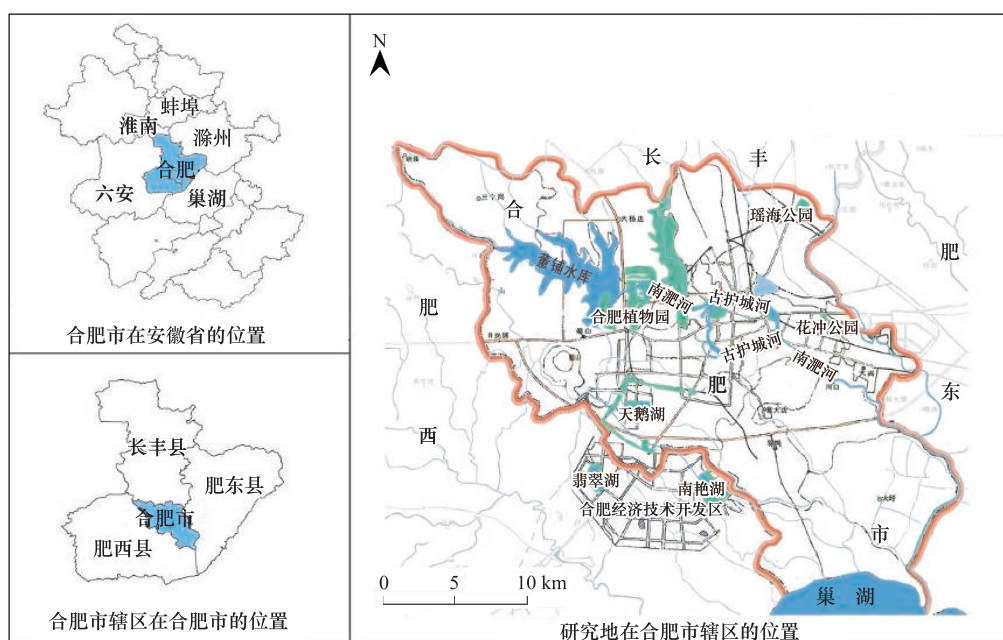


图1 研究地区位图

Fig. 1 The locations of the urban waterscape in Hefei city

1.2 评价方法

“基于专业/设计”评价和“基于公众感知”评价是景观视觉环境质量评价的两种主要方法,前者主要用于制定公共土地管理政策,后者主要应用于环境感知和景观评价^[4],本研究综合两种方法来评价城市滨水景观的视觉环境质量。此外,评价者使用7级比较评判法(Law of Comparative Judgment, LCJ)对景观的视觉环境质量进行具体分级^[30-31],因为研究证明LCJ法的评价等级最好为7—10级^[32-34]。评价方法可分为以下几个步骤。

1.2.1 评价照片选择

本着评价用照片能代表研究地滨水景观特点的原则,研究者于2010年10月的晴朗天气内实地拍摄照片165张,拍摄时间为9:00—17:00。拍摄在相同的技术规程规定下完成,包括一律顺光、横向拍摄,拍摄高度相同(眼高),拍摄角度一致,镜头方向与人垂直,保持相同景深,尽量避免将非群落结构因子(人、野生动物、车辆、仪器设备和道路等)拍摄在内等^[35-37]。由于比较评判法获得有效评价结果的评价对象为30个以内^[32],因此4位当地专家根据合肥市滨水景观的自然和文化特点在165张照片中挑选22张代表照片作为评价对象。

1.2.2 评价者

研究证明高校学生的审美偏好可以代表整个公众的审美偏好^[3,14,22],而且许多学者也成功地以高校学生作为评价主体进行了评价研究^[4,7,32]。本研究的评价者为280名高校学生,其中艺术设计专业大三学生90

人,城市规划大三学生 90 人,园林专业大三学生 100 人。在 280 名学生中抽取 100 名有评价经验的学生进行景观物理特征要素的评价。

1.2.3 问卷设计

问卷内容包括:(1)评价者的性别、专业和年龄;(2)简要介绍合肥市滨水景观的现状和特点,以及景观视觉环境质量评价的内涵和评价方法。(3)滨水景观物理特征要素(编号 A—M)的评价标准(表 1)。(4)滨水景观的视觉环境质量和景观物理要素评价结果表。

表 1 滨水景观物理要素的评价标准
Table 1 Measurement scale of waterfront landscape attributes

景观要素 Variable	评价得分 Scoring			
	1 分	2 分	3 分	4 分
A 植被类型 Type of vegetation	没有植被或不能确定	有草本植物或灌木	有灌木(草本)+树	有树+灌木+草
B 植被覆盖率 Percentage of area covered by vegetation	0—25%	25%—50%	50%—75%	75%—100%
C 植物形状 Vegetation shape	完全人工造型	部分是人工造型	很小部分是人工造型	自然形状
D 树群轮廓线 Tree mass contour	没有形成树群	平滑	稍有不平	粗糙不平
E 焦点景色 Focal view	无	有		
F 水的类型 Type of water	没有水	池塘	河流	湖泊
G 驳岸类型 The type of waterfront revetment	几乎都是硬质铺装	有一些硬质铺装	很少硬质铺装	几乎都是自然式驳岸
H 景观要素的规模效应 Scale effects	没有一种要素表现出规模性	有规模效应		
I 景观的自然程度 Degree of wilderness	几乎都是人工景观	有一些人工景观	有很少的相互独立的人工景观	几乎都是自然景观
J 景观的色彩种类 Number of colors	1 种	2 种	3 种及以上	
K 景观的色彩对比 Color contrast	很弱的色彩对比	较清晰的色彩对比	强烈的色彩对比	
L 有利的人工景观(具有地域文化传统特点的人工景观例如景石、亭台廊榭、木栈道等) Presence of positive man-made elements (pavilions, rockery, traditional house, etc.)	没有	有 1 类这种景观	有 2 类这种景观	有 3 类或更多这种景观
M 有弊的人工景观(道路、工厂、电力设施等) Presence of negative man-made elements (roads, industries, power lines, etc.)	没有	有 1 类这种景观	有 2 类这种景观	有 3 类或更多这种景观

1.2.4 公众对滨水景观视觉环境偏爱的评价

正式评价之前介绍合肥市滨水景观的现状与特点,随后放映几张滨水景观的鸟瞰照片作为评价前的预热,这些措施将有助于评价者建立自己的评价标准。正式评价时,将编号为 1—22 的照片以幻灯片形式逐张放映,每张幻灯片放映 10s,重复循环放映 2 次^[3]。评价等级为 7 级,分别赋值 1—7 分。要求评价者在进行视觉环境质量评价时,首先在 22 张照片中选择一张或几张最喜欢的照片,给予 7 分;然后选出一张或几张最不喜欢的景观照片,给予 1 分;最后以最喜欢和最不喜欢的照片作为参考给剩余的照片打分。如果认为几张照片的视觉环境质量相同,可以给予相同分数。要求评价者独立地评价这些照片,并强调应关注照片中的景观而不是照片本身的质量。

1.2.5 公众对滨水景观要素的评价

在已有研究基础上^[4,7,16-17,32,38],考虑到中国传统风景园林的造景要素(山、水、建筑和植被)以及城市滨水景观中普遍存在的一些现象(如大量的硬质铺装,整齐的植被等),设计了表 1 所示的滨水景观物理特征要素的评价标准。100 名评价者根据表 1 对每张照片的 13 个评价指标打分,分值为 1—4,1 为最低分,4 为最高分。

1.2.6 评价结果的统计分析

首先利用 Excel 软件进行数据的初步处理,分别计算每张照片的视觉环境质量 (average visual quality, AVQ)得分和 13 个物理要素得分的平均值。在这些数据的基础上,利用 SPSS 13.0 软件分析他们之间的数学关系,明确哪些滨水景观受公众偏爱以及哪些景观物理特征要素对视觉环境质量的贡献大,并分析了物理要素之间的关系。

2 评价结果

2.1 景观视觉环境质量的平均值

不同滨水景观的视觉环境质量见表 2,得分较高的是照片 2、7(图 2),得分较低的是照片 12、6(图 3)。直观比较两组照片可知:以自然要素为主、适当布置优美园林小品的景观比纯自然滨水景观视觉环境质量高,自然式驳岸比硬质驳岸易受公众喜爱。

表 2 每张照片中景观视觉环境质量的平均值

Table 2 The average scores of landscape visual quality of each photo

照片序号 Photo number	视觉环境质量 得分平均值 AVQ score	照片序号 Photo number	视觉环境质量 得分平均值 AVQ score	照片序号 Photo number	视觉环境质量 得分平均值 AVQ score	照片序号 Photo number	视觉环境质量 得分平均值 AVQ score
1	5.30	12	4.68	7	5.65	18	5.48
2	5.78	13	5.45	8	5.09	19	5.19
3	5.14	14	5.31	9	5.19	20	4.89
4	4.98	15	4.96	10	5.23	21	5.25
5	5.32	16	5.39	11	4.79	22	4.91
6	4.78	17	4.97				



图 2 得分较高的两张照片
Fig. 2 The two pictures with the highest AVQ scores



图 3 得分较低的两张照片
Fig. 3 The two pictures with the lowest AVQ scores

2.2 景观视觉环境质量及景观物理要素之间的关系

2.2.1 相关分析

滨水景观的视觉环境质量与景观物理要素之间的相关关系如表 3 所示。根据分析结果,D 树群轮廓线质感、G 驳岸类型和 L 有利的人工景观与景观的视觉环境质量 (AVQ) 显著相关。表 3 还显示了 13 个物理要素之间的相关性,例如植被类型与植被形状、景观的自然程度、有利的人工景观都显著相关;焦点景色与有利的人工景观,驳岸类型与景观的自然程度之间都非常显著相关。这要素之间显著的相关关系说明它们不能独立解释景观的视觉环境质量,Clay 和 Smidt 的研究也支持这个结论^[39]。

2.2.2 线性回归分析

线性回归分析选用了 3 种回归模型:向前选择法,后退剔除法和逐步回归法,选择多种回归模型是为了全面、准确地得到分析结果。为了保证回归分析结果的可信度,在回归分析之前需进行数据的正态分布、方差分析以及多重共线性检验。检验结果如下:①柯尔莫哥罗夫-斯米尔诺夫检验 (Kolmogorov-Smirnov test) 表明分析数据是正态分布的 (Kolmogorov-Smirnov $Z=0.519$, $P=0.950>0.05$)。②方差分析说明因变量 (景观视觉环境) 与自变量 (景观物理要素) 之间存在线性关系 (向前选择和逐步回归法: $F=4.782$, $P=0.041<0.05$; 反向淘汰法: $F=4.102$, $P=0.014<0.05$)。③Menard 认为最小的残差值小于 0.2 就意味着多重共线性问题^[40],在本研究中,综合 3 种回归分析结果得知,最小的残差值是 0.308。另外一种检验标准是,如果方差膨胀因子 (variance inflation factor) 大于 10 也说明存在多重共线性问题^[32],本研究中最大的方差膨胀因子是 2.129,这两种检验结果都说明模型的解释变量之间不存在多重共线性问题。

向前选择法和逐步回归法的分析结果见表 4,后退剔除法的分析结果见表 5。由表 4 可知有利的人工景观与景观视觉环境质量显著相关。根据表 5 的分析结果,植被类型、植物形状、树群轮廓线、景观的色彩对比对滨水景观视觉环境质量有显著影响;水的类型对滨水景观视觉环境质量也有一定影响。回归模型还可以用来初步预测未来景观的视觉环境质量。

3 结论与讨论

3.1 滨水景观的视觉环境质量及重要影响因素

景观视觉环境质量得分结果显示:视觉环境质量好的滨水景观比视觉环境质量差的滨水景观拥有更多的自然式驳岸和以自然要素为主、适当布置园林小品的景观。Bill 和 Heath 指出当树木或建筑物得个数在 7 ± 2 以下时,人们很容易区分其内的单独个体,但个数在 7 ± 2 以上时,就会把他们看作是一个群体,这时树群的美主要就表现在轮廓线的质感上^[41]。本文的统计分析结果说明树群轮廓线对景观视觉环境质量有显著的积极影响 (表 3 和表 5)。

分析结果表明有利的人工景观 (如景石、亭台廊榭、木栈道、雕塑等) 对滨水景观视觉环境质量有显著的正面影响 (表 3、表 4),有弊的人工景观 (如道路、工厂、电力线等) 则与景观的视觉环境质量之间没有统计学意义上的显著关系。这个结论与一些学者的研究结论不完全一致,这些学者认为景观视觉环境质量是随着有利人工景观的增加而增加,随着有弊人工景观的增加而降低^[2,17,23]。此外,景观的强烈色彩对比有利于提高其视觉环境质量 (表 5),Arriaza 等人的研究也证明强烈的色彩对比可显著提高景观的视觉环境质量^[32]。

驳岸绿化对滨水景观视觉环境质量的显著积极影响说明硬质驳岸并不受公众喜爱 (表 3),自然式驳岸不仅可以提高景观的美学价值还有利于水陆交替地带的生态平衡,这个结论也反映了一个环境美学原则,即事物在其自然存在的地方才是美丽的^[19]。植被形状对景观视觉环境质量的显著积极影响说明相对于人工修剪的整齐植被,公众更喜爱自然形状的植被 (表 5)。Weber 等^[42]和 Roth^[43]的研究也认为景观的自然性是影响景观视觉环境的一个重要因子。此外,回归分析显示水的类型也是影响滨水景观视觉环境质量的重要因素之一 (表 5),一些学者也证明水 (水质、水的类型等) 对提高景观美学质量具有重要意义^[4,16,44-45]。

有趣的是本研究发现植被覆盖率对景观视觉环境质量没有显著影响,这与认为植被覆盖率与景观视觉环境质量显著正相关的研究结论相左^[7]。研究结果还显示植被类型对景观视觉环境质量有负面影响 (表 3 和

表 3 相关分析结果 (Kendall Tau 分析)

Table 3 Correlation analysis (Kendall Tau statistic)														
	AVQ 平均得分	A 植被类型	B 植被覆盖率	C 植物形状	D 树群轮廓线	E 焦点景色	F 水的类型	G 驳岸类型	H 景观要素的 规模效应	I 景观自然 程度	J 景观色彩 种类	K 景观色彩 对比	L 有利的人 工景观	M 有弊的人 工景观
A	相关系数 -0.122	1.000												
	显著水平 0.429	0.000												
B	相关系数 0.175	0.066	1.000											
	显著水平 0.429	0.672	0.000											
C	相关系数 0.137	0.470**	0.276	1.000										
	显著水平 0.380	0.003	0.078	0.000										
D	相关系数 0.306*	0.004	0.167	0.116	1.000									
	显著水平 0.048	0.977	0.282	0.461	0.000									
E	相关系数 0.114	-0.083	0.066	-0.241	0.031	1.000								
	显著水平 0.463	0.591	0.671	0.125	0.843	0.000								
F	相关系数 0.158	-0.101	-0.286	-0.098	0.000	-0.145	1.000							
	显著水平 0.309	0.516	0.066	0.532	1.000	0.351	0.000							
G	相关系数 0.310*	0.193	0.448**	0.387*	0.114	-0.088	-0.053	1.000						
	显著水平 0.045	0.214	0.004	0.014	0.462	0.572	0.734	0.000						
H	相关系数 -0.102	-0.027	-0.063	-0.244	0.009	0.242	-0.143	-0.112	1.000					
	显著水平 0.514	0.865	0.691	0.124	0.955	0.125	0.363	0.478	0.000					
I	相关系数 0.026	0.346*	0.410*	0.321*	0.172	-0.066	0.040	0.545**	-0.277	1.000				
	显著水平 0.865	0.026	0.008	0.041	0.270	0.671	0.799	0.000	0.078	0.000				
J	相关系数 -0.004	0.132	0.305	0.183	0.168	0.247	-0.291	0.093	0.202	0.018	1.000			
	显著水平 0.977	0.396	0.051	0.245	0.282	0.113	0.062	0.552	0.201	0.910	0.000			
K	相关系数 0.280	-0.160	-0.072	-0.195	-0.161	0.139	0.098	-0.040	-0.014	-0.215	-0.193	1.000		
	显著水平 0.074	0.307	0.650	0.221	0.307	0.379	0.532	0.798	0.932	0.173	0.222	0.000		
L	相关系数 0.366*	-0.371*	0.048	-0.053	0.118	0.443**	0.136	-0.035	0.022	-0.162	0.123	0.107	1.000	
	显著水平 0.018	0.051	0.756	0.734	0.445	0.004	0.381	0.821	0.887	0.296	0.429	0.496	0.000	
M	相关系数 -0.092	0.062	-0.071	0.058	-0.168	-0.009	0.097	0.154	-0.233	0.212	0.013	0.139	-0.026	1.000
	显著水平 0.553	0.692	0.651	0.712	0.282	0.955	0.534	0.322	0.140	0.174	0.932	0.379	0.865	0.000

** 显著水平为 1% ; * 显著水平为 5%

表 4 向前选择和逐步回归法的分析结果

Table 4 Regression analysis of the influence of explanatory variables on scoring: forward inclusion and stepwise regression						
景观要素 Variables	偏回归系数 Unstandardized beta	标准化偏 回归系数 Standardized beta	t	显著水平 Significance	共线性统计 Collinearity statistics	
					残差值 Tolerance	方差膨胀因子 VIF
常数项 constant	3.594		4.974	0.000		
L 有利的人工景观 Presence of positive man-made elements	0.860	0.439	2.187	0.041	1.000	1.000

表 5 后退剔除法的分析结果

Table 5 Regression analysis of the influence of explanatory variables on scoring: backward elimination						
景观要素 Variables	偏回归系数	标准化偏	<i>t</i>	显著水平	共线性统计	
	Unstandardized beta	回归系数 Standardized beta			Collinearity statistics	
					残差值 Tolerance	方差膨胀因子 VIF
常数项 constant	-2.840		-1.280	0.219		
A 植被类型 Type of vegetation	-1.089	-0.533	-2.403	0.029	0.556	1.798
C 植物形状 Vegetation shape	1.095	0.523	2.322	0.034	0.539	1.855
D 树群轮廓线 Tree mass contour	1.067	0.635	3.273	0.005	0.728	1.374
F 水的类型 Type of water	0.628	0.356	2.041	0.058	0.903	1.107
K 景观的色彩对比 Color contrast	1.915	0.665	3.414	0.004	0.722	1.385

表 5),这也与一些研究结论不一致,例如 Arriaza 等人认为树木植被类型的多少对景观美学质量没有显著影响^[32],Akbar 等^[19]、Cook 和 Cable^[46]以及 Yang 等^[47]则在各自的研究中发现多样的植被类型对提高景观视觉环境质量具有重要的积极影响。这些不同之处的原因可能是:在滨水景观中,水是重要的构景要素,植被覆盖率相对较少,且研究地的植被已栽种多年,不同滨水景观的植被覆盖率相差不大,因此绿化覆盖率对不同滨水景观的视觉环境质量影响不大;此外研究地的植物种类相对单一,“植被类型”这一要素的得分多为 2—3 分,且有些植被由于老龄化或疏于管理造成了树群轮廓线混乱,反而降低了景观的整体美感。

3.2 未来城市滨水景观建设的建议

Krause 指出进行景观视觉环境质量评价有利于保护视觉资源和编制可持续发展规划^[48]。水是重要造景要素之一,也是城市独特自然和文化的重要表达因子之一。根据本研究可知,自然式的、有起伏树群轮廓线的、色彩丰富的、并适当设置优美园林小品的滨水景观更受公众喜爱,前人研究也说明自然景观占主导地位的景观更能吸引公众的注意力^[10,17,32,49]。为了构建可持续发展的优美的城市滨水景观,提出以下建议:

(1)景观的视觉环境价值应该像景观的生态价值和经济价值一样在未来的城乡景观规划与设计受到重视。此外,我国滨水景观类型多样,特点也各异,在建立具体评价指标时,应充分考虑各景观类型之间的差异,删减或补充评价指标时可从构成景观的水资源、植被、人工建筑、色彩、地形、天际线等方面考虑。

(2)在景观规划中需重视公众参与。传统的自上而下的规划方式,可以短期内在较大区域统一而迅速地实现某项计划,但对于长期的景观管理,缺乏公众参与和公众支持的景观会遭遇一系列挑战,同时造成大量人力、物力的浪费。既使后期进行弥补,也很难在短期内营造出优美的景观视觉环境。

(3)营造驳岸时,尽量构建自然式驳岸,这样在保护生态平衡(补枯、调节水位、保护水生动植物的生存空间等)的同时,也可提高滨水景观的视觉环境质量。若为了抗旱防洪的需要,也要优先考虑建造半自然式驳岸。

(4)搭配景观要素时,应着重考虑景观的生动性、多样性和独特性。植物配置时要注意不同高度、不同色彩植被的搭配,以便形成起伏多变的树群轮廓线和具丰富色彩的景观。一些有利的人工景观,如景石、曲径、木栈道、沙滩、具历史文化特色的雕塑等也应在造景中考虑。

References:

- [1] Koç N, Şahin Ş. Rural Landscape Planning. Ankara University: Agricultural Faculty Publications, 1999: 275-275.
- [2] Smardon R C. Water recreation in North America. *Landscape and Urban Planning*, 1988, 16(1/2): 127-143.
- [3] Yao Y M, Zhu X D, Xu Y B, Yang H Y, Wu X, Li Y F, Zhang Y F. Assessing the visual quality of green landscaping in rural residential areas: the case of Changzhou, China. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2012, 184(2): 951-967.
- [4] Bulut Z, Yilmaz H. Determination of waterscape beauties through visual quality assessment method. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2009, 154(1/4): 459-468.
- [5] Daniel T C. Whither scenic beauty? Visual landscape quality assessment in the 21st century. *Landscape and Urban Planning*, 2001, 54(1/4): 267-281.
- [6] Angileri V, Toccolini A. The assessment of visual quality as a tool for the conservation of rural landscape diversity. *Landscape and Urban Planning*, 1993, 24(1/4): 105-112.
- [7] Bulut Z, Yilmaz H. Determination of landscape beauties through visual quality assessment method: a case study for Kemaliye. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2008, 141(1/3): 121-129.
- [8] Velarde M D, Fry G, Tveit, M. Health effects of viewing landscapes — landscape types in environmental psychology. *Urban Forestry and Urban Greening*, 2007, 6(4): 199-212.
- [9] Kane P S. Assessing landscape attractiveness: a comparative test of two new methods. *Applied Geography*, 1981, 1(2): 77-96.
- [10] Meitner M J. Scenic beauty of river views in the Grand Canyon: relating perceptual judgments to locations. *Landscape and Urban Planning*, 2004, 68(1): 3-13.
- [11] Schroeder H W, Daniel T C. Predicting the scenic quality of forest road corridors. *Environment and Behavior*, 1980, 12(3): 349-366.
- [12] Stamps A E. Use of photographs to simulate environments: a meta-analysis. *Perceptual Motor Skills*, 1990, 71: 907-913.
- [13] Zube E H. Themes in landscape assessment theory. *Landscape Journal*, 1984, 3(2): 104-110.
- [14] Daniel T C, Boster R S. Measuring landscape esthetics: the scenic beauty estimation method. USDA Forest Service Research Paper RM-167: 66. Fort Collins: Rock Mountain Forest and Range Experiment Station, 1976.
- [15] Bulut Z, Karahan F, Sezen I. Determining visual beauties of natural waterscapes: a case study for Tortum valley (Erzurum/Turkey). *Scientific Research and Essay*, 2010, 5(2): 170-182.
- [16] Acar C, Kurdoglu B C, Kurdoglu O, Acar H. Public preferences for visual quality and management in the Kackar Mountains National Park (Turkey). *The International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 2006, 13(6): 499-512.
- [17] Acar C, Saktet Ç. Assessing landscape perception of urban rocky habitats. *Building and Environment*, 2008, 43(6): 1153-1170.
- [18] He J, Tsou J Y, Xue Y C, Chow B. A visual landscape assessment approach for high-density urban development. *Computer Aided Architectural Design Futures*. Netherlands: Springer, 2005: 125-134.
- [19] Akbar K F, Hale W H G, Headley A D. Assessment of scenic beauty of the roadside vegetation in northern England. *Landscape and Urban Planning*, 2003, 63(3): 139-144.
- [20] Clay G R, Daniel T C. Scenic landscape assessment: the effects of land management jurisdiction on public perception of scenic beauty. *Landscape and Urban Planning*, 2000, 49(1/2): 1-13.
- [21] Sullivan W C, Lovell S T. Improving the visual quality of commercial development at the rural-urban fringe. *Landscape and Urban Planning*, 2006, 77(1/2): 152-166.
- [22] Blasco E, González-Olabarria J R, Rodríguez-Veiga P, Pukkala T, Kolehmainen O, Palahí M. Predicting scenic beauty of forest stands in Catalonia (North-east Spain). *Journal of Forestry Research*, 2009, 20(1): 73-78.
- [23] Ribe R G. Perceptions of forestry alternatives in the US Pacific Northwest: information effects and acceptability distribution analysis. *Journal of Environmental Psychology*, 2006, 26(2): 100-115.
- [24] Tahvanainen L, Ihalainen M, Hietala-Koivu R, Kolehmainen O, Tyrväinen L, Nousiainen I, Helenius J. Measures of the EUagri-environmental protection scheme (GAEPS) and their impacts on the visual acceptability of Finnish agricultural landscapes. *Journal of Environmental Management*, 2002, 66(3): 213-227.
- [25] Han K T. An exploration of relationships among the responses to natural scenes: scenic beauty, preference, and restoration. *Environment and Behavior*, 2010, 42(2): 243-270.
- [26] Gandy R, Meitner M J, Collaborative for Advanced Landscape Planning. The effects of an advanced traveler information system on scenic beauty ratings and the enjoyment of a recreational drive. *Landscape and Urban Planning*, 2007, 82(1/2): 85-93.

- [27] Wong K K, Domroes M. The visual quality of urban park scenes of Kowloon Park, Hong Kong: likeability, affective appraisal, and cross-cultural perspectives. *Environment and Planning*, 2005, 32(4): 617-632.
- [28] Chen B, Adimo O A, Bao Z Y. Assessment of aesthetic quality and multiple functions of urban green space from the users' perspective: the case of Hangzhou Flower Garden, China. *Landscape and Urban Planning*, 2009, 93(1): 76-82.
- [29] Fang H M, Luo X, Wang Z M. Assessment of waterscape environment in Hefei. *Urban Environment and Urban Ecology*, 2009, 22(5): 1-4.
- [30] Habron D. Visual perception of wild land in Scotland. *Landscape and Urban Planning*, 1998, 42(1): 45-56.
- [31] Hull R B IV, Buhoff G J. Individual and group reliability of landscape assessments. *Landscape Planning*, 1984, 11(1): 67-71.
- [32] Arriaza M, Cañas-Ortega J F, Cañas-Madueno J A, Ruiz-Aviles P. Assessing the visual quality of rural landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 2004, 69(1): 115-125.
- [33] Givon M M, Shapira Z. Response to rating scales: a theoretical model and its application to the number of categories problem. *Journal of Marketing Research*, 1984, 21(4): 410-419.
- [34] Crask M R, Fox R J. An exploration of the interval properties of three commonly used marketing research scales: a magnitude estimation approach. *Journal of the Market Research Society*, 1987, 29(3): 317-339.
- [35] Buhoff G J, Leuschner W A. Estimating psychological disutility from damaged forest stands. *Forest Science*, 1978, 24(3): 424-432.
- [36] Brown T C, Daniel T C. Predicting scenic beauty of timber stands. *Forest Science*, 1986, 32(2): 471-487.
- [37] Song L, He X Y, Zhang J. Scenic beauty assessment of planting in Shenyang Urban Park. *Journal of Shenyang Agricultural University*, 2006, 37(2): 200-203.
- [38] Gülez S. A method for evaluating areas for national park status. *Environmental Management*, 1992, 16(6): 811-818.
- [39] Clay G R, Smidt R K. Assessing the validity and reliability of descriptor variables used in scenic highway analysis. *Landscape and Urban Planning*, 2004, 66(4): 239-255.
- [40] Menard S W. *Applied Logistic Regression Analysis*. Thousand Oaks: Sage publications, 1995: 4-14.
- [41] Bill L, Heath T. What is a skyline: a quantitative approach. *Architectural Science Review*, 1994, 37(4): 163-170.
- [42] Weber T, Sloan A, Wolf J. Maryland's green infrastructure assessment: development of a comprehensive approach to land conservation. *Landscape and Urban Planning*, 2006, 77(1/2): 94-110.
- [43] Roth M. Validating the use of internet survey techniques in visual landscape assessment-an empirical study from Germany. *Landscape and Urban Planning*, 2006, 78(3): 179-192.
- [44] Herzog T R, Bosley P J. Tranquility and preference as affective qualities of natural environments. *Journal of Environmental Psychology*, 1992, 12(2): 115-127.
- [45] Ulrich R S. Natural versus urban scenes: some psychophysiological effects. *Environment and Behavior*, 1981, 13(5): 523-556.
- [46] Cook P S, Cable T T. The scenic beauty of shelterbelts on the Great Plains. *Landscape and Urban Planning*, 1995, 32(1): 63-69.
- [47] Yang J, Zhao L S, McBride J, Gong P. Can you see green? Assessing the visibility of urban forests in cities. *Landscape and Urban Planning*, 2009, 91(2): 97-104.
- [48] Krause C L. Our visual landscape: managing the landscape under special consideration of visual aspects. *Landscape and Urban Planning*, 2001, 54(1/4): 239-254.
- [49] Herzog T R. A cognitive analysis of preference for waterscapes. *Journal of Environmental Psychology*, 1985, 5(3): 225-241.

参考文献:

- [29] 房明惠, 罗新, 王张民. 合肥市景观水环境综合评价. *城市环境与城市生态*, 2009, 22(5): 1-4.
- [37] 宋力, 何兴元, 张洁. 沈阳城市公园植物景观美学质量测定方法研究——美景度评估法、平均值法和成对比较法的比较. *沈阳农业大学学报*, 2006, 37(2): 200-203.

CONTENTS

Hyperspectral characteristics of typical subtropical trees at different levels of simulated acid rain	SHI Qilong, JIANG Hong, CHEN Jian, et al (5621)
Wind fields and the development of wind corridors in the urban metropolis of the Pearl River Delta	SUN Wu, WANG Yiming, WANG Yuelei, et al (5630)
Dynamics of canopy structure and understory light in montane evergreen broadleaved forest following a natural disturbance in North Guangdong	OU Yudian, SU Zhiyao (5637)
The influence of 4 species of preys on the development and fecundity of <i>Orius similis</i> Zheng	ZHANG Changrong, ZHI Junrui, MO Lifeng (5646)
Woody seedling regeneration in secondary succession of monsoon broad-leaved evergreen forest in Puer, Yunnan, Southwest China	LI Shuaifeng, LIU Wande, SU Jianrong, et al (5653)
Scale-dependent spatial variation of species abundance and richness in two mixed evergreen-deciduous broad-leaved karst forests, Southwest China	ZHANG Zhonghua, HU Gang, ZHU Jiedong, et al (5663)
The spatial heterogeneity of soil nutrients in a mid-subtropical <i>Castanopsis kawakamii</i> natural forest	SU Songjin, LIU Jinfu, HE Zhongsheng, et al (5673)
Effects of <i>Vetiveria zizanioides</i> L. growth on chemical and biological properties of copper mine tailing wastelands	XU Decong, ZHAN Jing, CHEN Zheng, et al (5683)
Effects of different irrigation regimes on characteristics of transpiring water-consumption of three desert species	SHAN Lishan, LI Yi, ZHANG Ximing, et al (5692)
The response of euhalophyte <i>Salicornia europaea</i> L. to different nitrogen forms	NIE Lingling, FENG Juanjuan, LÜ Sulian, et al (5703)
Dynamic analysis on spatial pattern of dominant tree species of cold-temperate coniferous forest in the succession process in the Pangquangou Nature Reserve	ZHANG Qindi, BI Runcheng, ZHANG Jintun, et al (5713)
Effects of AM fungi on the growth and nutrients of <i>Salvia miltiorrhiza</i> Bge. under different soil water and fertilizer conditions	HE Xueli, MA Li, MENG Jingjing, et al (5721)
The dynamics of soil respiration in a winter wheat field with plastic mulched-ridges and unmulched furrows	SHANGGUAN Yuxian, SHI Ripeng, HAN Kun, et al (5729)
Cattle dung composted by different methods had different effects on the growth and quality of soybean	GUO Liyue, LIU XueMei, ZHAN Lijie, et al (5738)
Nitrogen budget modelling at the headwaters of Urumqi River Based on the atmospheric deposition and runoff	WANG Shengjie, ZHANG Mingjun, WANG Feiteng, et al (5747)
Evaluating the ecosystem sustainability of circular agriculture based on the energy theory: a case study of the Xingyuan circular agriculture demonstration site in Fuqing City, Fujian	ZHONG Zhenmei, WENG Boqi, HUANG Qinlou, et al (5755)
Effects of cold exposure and recovery on viability and energy consumption in the sub-adult female giant spiny frogs (<i>Paa spinosa</i>)	LING Yun, SHAO Chen, XIE Zhigang, et al (5763)
A comparison of night-interruption on diapause-averting among two populations of the cotton bollworm, <i>Helicoverpa armigera</i>	CHEN Yuansheng, TU Xiaoyun, CHEN Chao, et al (5770)
Effects of soil erosion control measures on soil organic carbon and total nitrogen in a small watershed	ZHANG Yanjun, GUO Shengli, NAN Yafang, et al (5777)
Comparative analysis of Lugu Lake watershed ecosystem function under different management authorities	DONG Rencai, GOU Yaqing, LI Siyuan, et al (5786)
Relationship between fish community diversity and environmental factors in the Lianjiang River, Guangdong, China	LI Jie, LI Xinhui, JIA Xiaoping, et al (5795)
Effect of dissolved oxygen level on metabolic mode in juvenile crucian carp	ZHANG Wei, CAO Zhendong, FU Shijian (5806)
Community composition of net-phytoplankton and its relationship with the environmental factors at artificial reef area in Xiangshan Bay	JIANG Zhibing, CHEN Quanzhen, SHOU Lu, et al (5813)
Emergency appraisal on the loss of ecosystem service caused by marine reclamation: a case study in the Taozi Bay	LI Ruiqian, MENG Fanping (5825)
Assessing the visual quality of urban waterfront landscapes: the case of Hefei, China	YAO Yumin, ZHU Xiaodong, XU Yingbi, et al (5836)
Review and Monograph	
Advances in ecological genomics	SHI Yongbin, LI Junmin, JIN Zexin (5846)
Advances in studies of ecological effects of ocean acidification	WANG Siru, YIN Kedong, CAI Weijun, et al (5859)
Advances in feeding ecology of <i>Acartia</i>	HU Simin, LIU Sheng, LI Tao, et al (5870)
Research progress on ammonia-oxidizing microorganisms in estuarine ecosystem	ZHANG Qiufang, XU Jirong, SU Jianqiang, et al (5878)
Recent progress in research on neutrophilic, microaerophilic iron(II)-oxidizing bacteria	LIN Chaofeng, GONG Jun (5889)
A comparison study on primary production in typical low-latitude seas (South China Sea and Bay of Bengal)	LIU Huaxue, SONG Xingyu, HUANG Honghui, et al (5900)
Advances in leaf maximum carboxylation rate and its response to environmental factors	ZHANG Yanmin, ZHOU Guangsheng (5907)
10-years of bird habitat selection studies in mainland China: a review	JIANG Aiwu, ZHOU Fang, QIN Yue, et al (5918)
Scientific Note	
The effects of incubation temperature on embryonic metabolism and hatchling behavior in the Red-banded Snake, <i>Dinodon rufonotatum</i>	SUN Wenjia, YU Xiao, CAO Mengjie, et al (5924)
Sensitivity analysis and dynamics of soil microbial biomass carbon, nitrogen and related parameters in red-yellow soil of tea garden with different fertilization practices	WANG Limin, QIU Shanlian, LIN Xinjian, et al (5930)
Effect of fertilizers on Cd uptake of two edible amaranthus herbs	LI Ningyu, LI Zhian, ZHUANG Ping, et al (5937)

《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的生态学专业性高级学术期刊,创刊于 1981 年。主要报道生态学研究原始创新性科研成果,特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评介和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,300 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 32 卷 第 18 期 (2012 年 9 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 32 No. 18 (September, 2012)

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:1000717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元