

# 基于 GIS 技术的合肥城市公园森林生态效益比较

张磊, 李亚亮 (淮南师范学院, 安徽淮南 232001)

**摘要** 运用 GIS 技术, 对安徽省合肥市城市公园森林生态效益进行分析, 探讨 CITYgreen 模型应用在国内森林生态效益研究方面的技术与方法。结果表明: 逍遥津公园和杏花公园的城市森林分别占整个公园景观构成的 52.62% 和 13.00%, 表明逍遥津公园公园内森林景观所占比重较大, 公园内以高大乔木为主要植物景观, 而杏花公园内以草坪种植为主, 森林覆盖率较低; 逍遥津公园与杏花公园的森林所产生的综合生态效益分别为 515.03 万和 135.43 万元, 单位面积生态效益分别为 14.40 万和 4.74 万元/hm<sup>2</sup>, 表明逍遥津公园在城市中发挥的生态效益最高。

**关键词** GIS; CITYgreen 模型; 城市森林; 生态效益

**中图分类号** S127 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)13-351-03

## A Comparative Study on Pattern of Urban Forest Patch and Its Ecological Benefit Evaluation in the Park of Hefei Based on the GIS Technology

ZHANG Lei, LI Ya-liang (Huainan Normal University, Huainan, Anhui 232001)

**Abstract** Based on the GIS technology, the ecological benefits of urban forest park in Hefei City, Anhui Province was studied. The technique and method for applied CITYgreen model in forest ecological benefit research in China was discussed. The results indicated that woodland patches in Xiaoyaojin Park occupied about 52.62% of park land area and Xinghua Park 13.00% respectively, indicating that there are more big trees and higher canopy coverage in the parks of Xiaoyaojin which was built in 1950's to 1960's, but larger area lawn becomes major landscape, while low canopy coverage was in Xinghua Park built in 1990's. According to integrated benefits of woodlands, Xiaoyaojin Park reached to 5.150 3 million yuan and was listed at top, then Xinghua Park 1.354 3 million yuan in lower. If it was listed in accordance with benefits per unit land area, Xiaoyaojin Park was at the top with its benefits of 144 000 yuan per hectare, then Xinghua Park 47 460 yuan/hm<sup>2</sup>. It shows that the Xiaoyaojin Park has the highest ecological benefits compared with Xinghua parks.

**Key words** GIS; CITYgreen model; Urban forest; Ecological benefit

CITYgreen 模型是基于 GIS 系统的程序软件, 是在美国 ESRI 公司开发的 ARC/View 软件上运行的一个附加模块, 应用于土地利用规划, 为生态系统服务功能提供复杂的统计分析、地图和报告。美国 AMERICAN FORESTS 开发 CITYgreen 软件的目的是为了便于社区的规划和管理<sup>[1-2]</sup>。目前在美国有 200 多座城市利用 CITYgreen 软件来制定环境控制规划、土地利用政策以及确定重造林区。随着卫星影像的广泛应用于林业监测, 美国林业署建立了其 12 个州森林动态监控系统, 可以分析 1972 年以来的森林变化情况, 在此基础上, CITYgreen 被广泛应用于研究区的森林生态效益的分析。近些年, 随着多光谱、高分率影像的应用, CITYgreen 的生态分析功能大大增强, 可以进行覆盖县域、市域甚至到整个区域的生态效益分析<sup>[3]</sup>。

国内已经有学者开始应用 CITYgreen 软件进行相关研究, 如胡志斌等<sup>[4]</sup>、朱文泉等<sup>[5]</sup>也曾应用 CITYgreen3.0 模型评价了沈阳的城市森林生态效益。张侃等应用 CITYgreen5.0 模型分析评价了杭州市绿地生态服务价值<sup>[6]</sup>。

笔者选择安徽省合肥市逍遥津公园、杏花公园为研究对象, 应用 CITYgreen 软件在城市公园尺度上进行森林生态效益的比较研究, 目的在于分析合肥城市不同公园森林生态效益的特点, 进而为城市森林的规划和建设提供相关理论依据及指导, 同时探讨 CITYgreen 模型比较研究城市森林生态效益的可能性及方法, 为我国的城市规划、设计和管理提供辅助决策的理论与方法。

## 1 研究区概况

选择安徽省合肥市 2 个公园作为比较研究对象。合肥市位于长江以北, 江淮丘陵腹地, 濒临巢湖; 同一城市内不同公园城市环境条件差异小, 可比较性较强。

合肥市是安徽省会, 地处江淮丘陵, 地理位置为 117°11'~117°22' E、31°48'~31°58' N。至 2007 年底, 市区人口 155.8 万, 面积 596 km<sup>2</sup>, 是首批国家级园林城市, 绿化覆盖率 39.5%, 人均公共绿地面积 10.15 m<sup>2</sup>。研究区逍遥津公园和杏花公园, 面积分别为 35.75 和 28.55 hm<sup>2</sup>。

合肥市属北亚热带湿润季风气候, 气候温和, 四季分明, 雨量适中。年平均气温 15.7℃, 7 月份平均气温 28.5℃, 1 月份气温 -2℃, 年降水量 981.4 mm, 集中在 6~8 月, 无霜期 230 d。地带性土壤为粘盘黄棕壤, 土层较厚, 质地粘重, pH 为 6.5~7.3。植被属北亚热带常绿、落叶阔叶混交林地带的江淮丘陵植被区, 地带性植被为落叶与常绿阔叶混交林, 市域内原生自然植被已不复存在, 主要是次生和人工植被。主要树种有马尾松 (*Pinus massoniana*)、黄檀 (*Delbergia hupeana*)、麻栎 (*Quercus acutissima*)、枫香 (*Liquidamber formosana*)、山槐木 (*Maackiaamurensis Rupret Maxim*)、朴 (*Celtis sincensis*)、榔榆 (*Ulmus parvifolia*)、白榆等。

## 2 研究方法步骤

### 2.1 CITYgreen 模型、数据来源与配准

采用美国陆地资源卫星 (Landsat 卫星) TM 数据, 其覆盖面积为 185 × 185 km<sup>2</sup>, 数据观测时间是 2009 年 5 月 3 日。采用的 TM 数据波段为 3、4、5 波段假彩色合成图像, 3 波段波长为 0.63~0.96 μm 的红色波段, 4 波段即波长为 0.76~0.90 μm 的近红外波段, 5 波段即波长为 1.55~1.75 μm 的中红外波段。3、4、5 波

**基金项目** 淮南师范学院科学研究项目 (2013XJ66)。

**作者简介** 张磊 (1983-), 男, 安徽肥东人, 讲师, 硕士, 从事园林设计及景观生态研究。

**收稿日期** 2015-03-24

段的瞬时视场为 30 m。植被是遥感图像反映最直接的信息,绿色植被通常在近红外波段(TM 的第 4 波段)具有高反射值,而在 TM 的第 3 波段具有低反射值,是植被强烈的吸收带。TM 的第 5 波段对植被中水的含量很敏感,可反映植物生长状况。因此,为了突出植被,降低其他要素对植被的影响,该研究采用 LandsatTM 的 3、4、5 波段假彩色合成图像,可以很好地反映植被状况。

卫片获取后,以遥感数据为数据源,使用 ERDAS IMAGINE 对遥感图像进行前期处理,通过标准地形图选取控制点对遥感图像几何校正,再进行图幅拼接与裁剪,最后完成地理配准。

**2.2 景观构成分类** 景观类型的划分以我国土地利用现状分类系统为依据,根据研究区的特点,采用城市森林的结构研究模式,将城市公园的景观类型划分为:建筑等硬铺装地面、水面、城市森林(树冠覆盖率 30% 以上)、一般绿地(树冠覆盖率小于 30%)、农田、裸地,计 6 类。

**2.3 野外调查** 对研究区景观进行野外调查采集,调查采用 GPS 定位,通过实地踏查,将定位踏查点的城市森林、建筑等硬铺装地面、水面、一般绿地、农田等与遥感影像中的色谱地物对比,消除遥感数据中同谱异物和同物异谱对景观分类的影响,同时对比不同时期城市公园中由于公园建设造成的地物变化,注意实地调查要与遥感影像拍摄时期的地物相符,避免由于不同时期城市公园建设造成判读误差。

**2.4 数字化** 在对 TM 分类影像完成前期配准、野外调查并精确分类后,在 ArcView 平台上完成数字化处理,建立影像空间特征数据与属性数据的联系。对 TM 分类影像中不

同颜色所代表的地质与属性数据建立关系,如图像中深绿色代表城市森林,可通过属性表建立属性数据库,由数据库中的记录代表城市森林,即完成建立影像空间特征数据与属性数据的联系。

## 2.5 价值评估

**2.5.1 固碳效益价值评估。**根据碳税法,按照二氧化碳的排放量进行收费。采用“中国生物多样性国情研究报告”<sup>[7]</sup>中所公布的瑞典碳税率,即排放每吨碳对其收税 150 美元,折算成人民币为 1 148 元/t,据此计算树木在碳存储和吸收方面的经济价值。

**2.5.2 净化大气污染物价值评估。**采用美国每种污染物的中间客观值<sup>[8-9]</sup>,即:NO<sub>2</sub> 为 51.6 元/kg,PM10 为 34.4 元/kg,SO<sub>2</sub> 为 12.6 元/kg,CO 为 7.3 元/kg,O<sub>3</sub> 为 51.6 元/kg。

**2.5.3 削减暴雨径流价值评估。**从合肥城市气象资料获得年降雨量、24 h 的最大降雨量模型运行所必须的数据;采用美国对暴雨造成地表径流的管理和建设费率,折算成人民币为 540.6 元/m<sup>3</sup><sup>[10]</sup>。

## 3 结果与分析

**3.1 景观构成分析** 运用 CITYgreen 模型得到逍遥津公园和杏花公园景观分布(图 1)。分析图 1 得到逍遥津公园和杏花公园景观构成(表 1)。由表 1 可知,逍遥津公园的面积 35.75 hm<sup>2</sup>,其中城市森林所占的面积为 18.82 hm<sup>2</sup>,占整个景观的 52.62%;水体和一般绿地面积分别占整个景观的 15.20% 和 9.54%。逍遥津公园为三国古战场,建园时间久,园内以乔木种植为主,并有很多古树名木,空气清新,环境优美,这主要得益于其较高的森林覆盖(图 1a)。

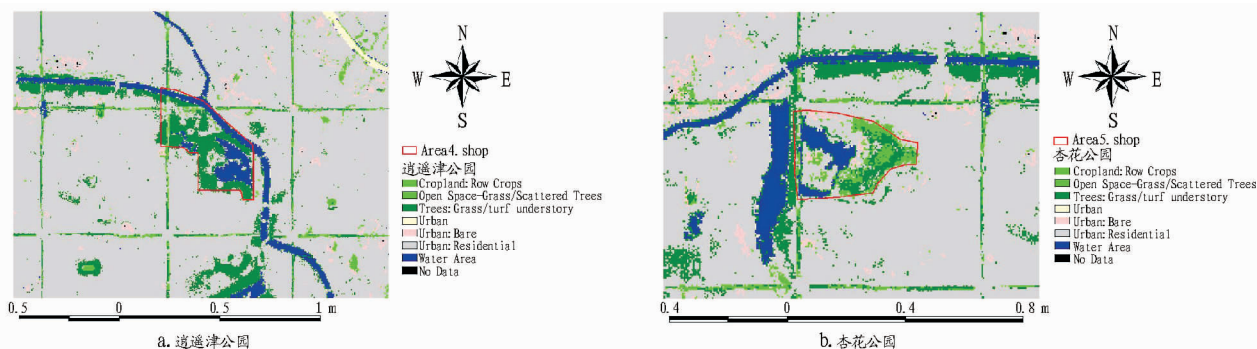


图 1 基于 CITYgreen 模型的逍遥津公园和杏花公园景观分布

表 1 逍遥津公园和杏花公园景观构成

土地利用类型	逍遥津公园		杏花公园	
	面积/hm <sup>2</sup>	比例/%	面积/hm <sup>2</sup>	比例/%
城市森林	18.82	52.62	3.71	13.00
建筑及硬质铺装地面	8.16	22.81	1.96	6.88
水体	5.44	15.20	3.96	13.85
裸地	0.01	0.04	0.02	0.09
一般绿地	3.41	9.54	18.89	66.12

杏花公园的面积为 28.55 hm<sup>2</sup>,其中一般绿地所占的面积为 18.89 hm<sup>2</sup>,占整个景观的 66.12%。其次是水体占 3.96 hm<sup>2</sup>,占整个景观的 13.85%。城市森林面积 3.71 hm<sup>2</sup>,占整个景观的 13.00%。杏花公园位于合肥市环城公园带上,与

环城公园融为一体,园内有大面积草坪,乔木的种植也主要是后期栽植,树龄不大(图 1b)。

综合以上数据可看出,逍遥津公园内森林所占整个景观比例最高,为这个区域的基质,处于控制位置,影响整个景观;而杏花公园内一般绿地所占景观比例最高,主要是草坪,为该区域的基质。

**3.2 公园森林碳存储与碳吸收效益分析** 根据逍遥津公园和杏花公园的景观分布,利用 CITYgreen 模型分析得到 2 公园的城市森林固碳效益(表 2),由表 2 可知,合肥市逍遥津公园森林碳存储总量为 1 999.94 t,年吸收碳 15.57 t,折合人民币价值 231.27 万元;杏花公园树木碳存储总量为 394.68

t、年吸收碳 3.07 t,折合人民币价值 45.64 万元。逍遥津公园和杏花公园都位于合肥市中心城区,逍遥津公园内大面积的森林对降低周边区域的 CO<sub>2</sub> 含量,缓解周边热岛效应具有一定作用;杏花公园以草坪为主,其降低周边区域的 CO<sub>2</sub> 含量较逍遥津公园小。

表 2 逍遥津公园和杏花公园城市森林固碳效益比较

公园	存储量		吸收量		价值合 计//万元
	总量//t	价值//万元	总量//t	价值//万元	
逍遥津公园	1 999.94	229.49	15.57	1.78	231.27
杏花公园	394.68	45.28	3.07	0.35	45.64

综合以上分析,合肥市的逍遥津公园和杏花公园都位于城市中心,逍遥津公园在城市中的生态作用高于杏花公

园,主要市由于逍遥津公园以乔木种植为主,杏花公园以草坪为主,而乔木在固碳方面效益明显高于草坪。

**3.3 公园森林净化空气效益分析** 根据图 1,利用 CITYgreen 模型分析得到 2 公园城市森林净化空气效益(表 3),逍遥津公园的城市森林每年吸收 O<sub>3</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、CO 和清除 PM10 的尘埃分别为 701.4、297.7、698.0、137.3 和 665.9 kg,折算成人民币价值 9.98 万元;杏花公园的城市森林逍遥津公园的城市森林每年吸收 O<sub>3</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、CO 和清除 PM10 的尘埃分别为 138.4、58.7、137.8、27.1 和 131.4 kg,折算成人民币价值 1.97 万元。这一差异与各公园拥有的城市森林面积比相符。

表 3 逍遥津公园和杏花公园城市森林净化空气效益比较

公园	O <sub>3</sub>		SO <sub>2</sub>		NO <sub>2</sub>		CO		PM10		合计 价值 万元
	总量 kg	价值 万元	总量 kg	价值 万元	总量 kg	价值 万元	总量 kg	价值 万元	总量 kg	价值 万元	
逍遥津公园	701.4	3.61	297.7	0.37	698.0	3.6.0	137.3	0.100	665.9	2.29	9.98
杏花公园	138.4	0.71	58.7	0.073	137.8	0.71	27.1	0.019	131.4	0.45	1.97

**3.4 公园森林削减暴雨径流效益分析** 根据图 1,利用 CITYgreen 模型分析得到 2 公园森林削减暴雨径流效益比较(表 4)。由表 4 可知,逍遥津公园和杏花公园森林有效截流暴雨径流总量分别为 5 064.25 和 1 624.49 m<sup>3</sup>,折合成人民币价值分别为 273.77 万和 87.81 万元。用现有的森林覆盖状态与无森林覆盖状态相比较,曲线指数差值大小反映现有景观构成的变化对削减暴雨径流产生的影响,差值越大反映景观构成的变化对削减暴雨径流影响越大,反之越小。逍遥津公园和杏花公园曲线指数变化分别为 8 和 2。逍遥津公园曲

线指数变化最大,其有森林状况下削减暴雨径流效益比杏花公园明显,表明该公园森林景观构成的生态重要性较高。反之,一旦该区域的森林遭到破坏,其对整个公园削减暴雨径流的影响剧烈度也比杏花公园明显。但在降低地表径流和降低最大径流量方面,逍遥津公园和杏花公园分别为 1.68、0.35 和 64.72、9.32;其中逍遥津公园在这两方面作用最显著,表明其森林景观构成在降低地表径流和降低最大径流量方面的效益最显著。

表 4 逍遥津公园和杏花公园森林削减暴雨径流效益比较

公园	类项	曲线指数	地表径流//cm	径流持续时间//h	最大径流量//m <sup>3</sup> /s	削减径流//m <sup>3</sup>	价值//万元
逍遥津公园	现状	85	4.04	0.78	89.22	5 064.25	273.77
	如无城市森林 削减值	93	5.72	0.57	153.94		
杏花公园	现状	8	1.68	-0.21	64.72	1 624.49	87.81
	如无城市森林	81	3.33	0.80	55.86		
	削减值	83	3.68	0.75	65.18		
平均值		2	0.35	-0.05	9.32	13 505.57	730.10
		7.3	0.79	-0.29	27.87		

**3.5 公园森林综合生态效益比较分析** 根据图 1,CITYgreen 模型分析得到 2 公园森林综合生态效益比较(表 5)。由表 5 可知,逍遥津公园和杏花公园森林所产生的综合生态效益折合成人民币价值分别为 515.03 万和 135.43 万元;单位面积生态效益分别为 14.4 万和 4.74 万元。逍遥津公园面积较杏花公园大,其总体生态效益大于杏花公园。逍遥津公园

内森林所产生的各方面生态效益均大于杏花公园,单位面积所产生的生态效益也较杏花公园高。这主要取决于 2 个公园森林覆盖的差异,逍遥津公园内以乔木为主,森林覆盖率高,而杏花公园内则主要以草坪为主,乔木数量较少,树龄偏小。因此,具有高森林覆盖的逍遥津公园所发挥的生态作用及产生的生态价值都远高于杏花公园。

表 5 逍遥津公园和杏花公园森林综合生态效益比较

公园	总面积 hm <sup>2</sup>	综合效益//万元		固碳效益//万元		净化空气效益//万元		削减地表径流效益//万元	
		总价值	单位价值//hm <sup>2</sup>	总价值	单位价值//hm <sup>2</sup>	总价值	单位价值//hm <sup>2</sup>	总价值	单位价值//hm <sup>2</sup>
逍遥津公园	35.75	515.03	14.40	231.27	6.46	9.98	0.270	273.77	7.65
杏花公园	28.55	135.43	4.74	45.64	1.59	1.97	0.069	87.81	3.07

的理论学习背景,加上导师导向缺乏、培养方案不够科学等原因,学生的学习积极性遭到打击,但科研压力依旧存在,于是他们中的一部分“不得不”走上了学术腐败的道路。

文科研究创新不仅是研究生需要面对的重大难题,也是教师工作的难点。文科学习的实际成果转化较少,且较为困难,对同一个问题的文本解读层出不穷,这也加大了文科研究生创新的难度。

### 3 加强农林院校文科硕士研究生创新能力培养的途径

**3.1 加强研究生自身教育,促进创新理念提升** 要更新农林院校文科硕士研究生的创新观念,加强文科硕士研究生的基础理论学习,提高其运用专业知识的能力、分析问题的能力和创造性思维能力,扩大文科硕士研究生的眼界,鼓励他们学习专业之外的其他知识,促进边缘学科和交叉学科领域创新。要注重文科硕士研究生的个性化发展,文科科研工作不能千篇一律,学生应该结合自己感兴趣的领域,在科研方面找到新的突破口和创新点,兴趣是最好的老师,带着兴趣开展科研能促进科研多样化,同时也能提升学生的个性化发展水平。

**3.2 加强导师队伍建设,规范导师言传身教** 导师对研究生的发展作用重大,既传授学生知识,又是学生行为上的榜样和向导。导师的理论水平和学术眼界在很大程度上决定了学生的研究水平和科研能力,所以导师应提高自身科研水平,不断加强自我学习。应加强导师队伍的专业化建设,加强导师理论化水平建设,让导师成为学生科研工作中的强大后盾。建立良好的和谐的师生关系,使导师成为学生生活中的好朋友,在言行上给予学生正确的引导,加强学术廉政建设,培养学生正确的价值观、人生观和世界观,指引学生诚信做学术,踏实做科研。

**3.3 加强研究生培养方案建设,形成科学培养体系** 要不断完善和更新文科硕士研究生的人才培养方案,要注意把

握文科专业学习的特点和实际需求。以农林学科为基础,发展具有农林特色的文科专业。要注重对文科硕士研究生理论基础的培养和实践能力的培养。要优化和完善文科硕士研究生的学位论文管理制度,结合文科学习实际,设定科学的考核指标体系,用考核指标引导学生开展科研活动。加强文科硕士研究生的课程教学改革,在优化课程设置的同时也要注意创新课程内容,及时普及党的新政策、新动向,做到与时俱进。要为研究生提供足够的科研机会,通过科研项目申报等方式开展文科研究生的科研训练,增强他们的实践积极性,让他们能够在实践的过程中实现创新,实现提升,实现发展。

**3.4 加强学术氛围建设,营造良好科研学术环境** 营造自由探讨的学术氛围,学生与导师公平的发表自己的学术观点,选择自己的学术研究方向,不偏信,不盲从,保护学生对导师学术观点提出质疑的基本权利,使研究主动性得到保障。要建设高水平的学术交流平台,坚持“请进来”和“走出去”相结合的科研策略,积极邀请学术领域名师名家走进校园,帮助学生汲取先进理论,获得与专家学者交流的机会。同时也要鼓励学生不断创新,积极参与学术交流和学术讨论活动,让学生在交流中学习,在互动中成长。要坚持对学生实践能力的培养,在此过程中加强创新能力和创新意识的理念。

### 参考文献

- [1] 王刚,许张毅. 加强当代大学生价值观教育对策研究[J]. 经济师,2014(1):171-172.
- [2] 高福霞. 重庆市高校硕士研究生创新能力现状及其培养研究[D]. 重庆:重庆大学,2007.
- [3] 石倩. 硕士研究生创新能力培养研究[D]. 济南:山东师范大学,2009.
- [4] 王红. 高校研究生创新能力培养路径[J]. 科教导刊(下旬),2015(1):47,63.

(上接第353页)

### 4 结论

逍遥津公园和杏花公园同为合肥市一环以内公园,且都是环城公园绿带的重要节点。2公园森林景观格局差异较大,所产生的生态效益也存在很大差异,逍遥津公园森林生态效益高于杏花公园,这主要是因为逍遥津公园森林覆盖率大于杏花公园,而生态效益的发挥主要是依赖乔木的作用,乔木通过其光合、蒸腾作用对环境产生影响,并通过其自身的不断生长,形成对周边小气候的产生作用,增加空气湿度、吸收有害气体等,并且可以有效削减暴雨径流。而杏花公园以草坪景观为主,对小气候的影响很小,对暴雨径流的截流作用也很小,因此杏花公园综合生态效益低于逍遥津公园。

综上所述可以得出,城市公共绿地的建设不仅要考虑草坪的景观效果,更应从生态学的角度考虑其生态效益,考虑森林对整个环境的影响作用,尽可能地利用森林所具有的生态作用改善城市环境,同时,应结合本地实际情况,考虑本地地形地貌,合理布局各景观要素,在城市中心区建设适当面积的城市森林公园,可以更好地改善城市生态环境。

### 参考文献

- [1] OHSAWA M, DA L J. Integrated Studies in Urban Ecosystems as the Basis of Urban Planning III [M]. Chiba: Chiba University, 1988: 137-142.
- [2] ROWNTREE R A. Forest cover and land use in four Eastern United States cities [J]. Urban Ecol, 1984, 8: 55-67.
- [3] AMERICAN FORESTS. CITYgreen 5.0 User Manual [R]. Washington DC: American Forests, 2002: 6-12.
- [4] 胡志斌,何兴元,陈玮,等. 沈阳市城市森林结构与效益分析[J]. 应用生态学报, 2003, 14(12): 2108-2112.
- [5] 朱文泉,何兴元,陈玮,等. 城市森林结构的量化研究——以沈阳树木园森林群落为例[J]. 应用生态学报, 2002, 14(12): 2090-2094.
- [6] 张侃,张建英. 基于土地利用变化的杭州市绿地生态服务价值 CITY-green 模型评价[J]. 应用生态学报, 2006, 17(10): 1918-1922.
- [7] 国家环境保护局. 中国生物多样性国情研究报告 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1998.
- [8] NOWAK D J, CRANE D E, STEVENS J C. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States [J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2006, 4: 115-123.
- [9] 吴泽民, MCBRIDE J R, NOWAK D J, 等. 合肥城市森林减少大气污染的效果 [J]. 中国城市林业, 2003, 1(1): 39-43.
- [10] American forests organizations. Urban ecosystem analysis, town of flower mound, TX [R/OL]. (2006-08-23) <http://www.americanforests.org/resources/urbanforests/analysis.php>.