

# 苏北地区各城市绿地土壤的理化性状相关性分析<sup>\*</sup>

齐芳燕, 于法展, 李保杰

(徐州师范大学 城市与环境学院, 江苏 徐州 221116)

**摘 要:** 为了促进生态化城市建设和保证区域城市的可持续发展, 对区域城市之间绿地土壤理化性状作一系统研究。运用 GPS 定位对苏北地区的徐州、连云港、宿迁、淮安、盐城等 5 个代表城市各绿地土壤的理化性状进行取样分析, 结果表明: 该地区各城市绿地土壤容重不  $1.35 \sim 1.57 \text{ g/cm}^3$ , 明显高于当地一般的农林业土壤或自然土壤; 土壤硬度大致在  $10.46 \sim 21.55 \text{ kg/cm}^2$ , 基本能够满足当地植物生长发育的需要; 土壤有机质含量  $0.79\% \sim 1.20\%$ 、全氮  $0.061\% \sim 0.087\%$ 、全磷  $0.048\% \sim 0.072\%$ 、全钾  $1.690\% \sim 1.981\%$ , 低于当地农业土壤相应含量, 并且其有效养分含量不均; 土壤 pH 值  $8.04 \sim 8.63$ , 明显向碱性的方向演变。另外, 该地区土壤养分及化学性质间有一定的相关性, 各指标间总体相关性大小顺序为: 宿迁 > 盐城 > 淮安 > 徐州 > 连云港。

**关键词:** 城市绿地土壤; 理化性状; 土壤养分; 相关模式; 苏北地区

中图分类号: S153

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2010)02-0090-04

## Analysis of Physicochemistry Properties and Nutrient Characteristics of Greenbelt Soils of Different City Zones in Northern Jiangsu Province

QI Fang-yan, YU Fa-zhan, LI Bao-jie

(College of Urban and Environmental Sciences, Xuzhou Normal University, Xuzhou, Jiangsu 221116, China)

**Abstract:** In order to promote the construction speed of urban ecologicalization and the sustainable development of region cities, the physicochemistry properties of sampled soil of greenbelt in Xuzhou, Lianyungang, Suqian Huai'an, and Yancheng five representative cities in northern Jiangsu Province were analyzed in this paper with the help of Global Position System. The results showed that the bulk density of the greenbelt soil in every local sampling area is between  $1.35 \text{ g/cm}^3$  and  $1.57 \text{ g/cm}^3$ , which is larger than that of local agriculture soil and forest soil or natural soil obviously. The soil hardness is approximately about  $10.46 \sim 21.55 \text{ kg/cm}^2$ , which can satisfy the growth of the local plants basically. The contents of organic matter is about between  $0.79\%$  and  $1.20\%$ , the total nitrogen is about  $0.061\% \sim 0.087\%$ , the total phosphorus is about  $0.048\% \sim 0.072\%$  and the total K is about between  $1.690\%$  and  $1.981\%$ , which is lower than that of agriculture soil and the contents of available nutrient is not average. The value of pH is  $8.04 \sim 8.63$ , which partial to alkalence. Besides, there is certain correlation between the soil nitrogen and chemic character. The sequence of collectivity correlation is Suqian > Yancheng > Huai'an > Xuzhou > Lianyungang.

**Key words:** urban greenery plot; physicochemistry property; soil nutrient; correlation pattern; northern Jiangsu province

城市绿地土壤是美化城市环境的绿色植物生长介质和营养供给者, 是城市园林绿化必不可少的物质条件, 同时对有害物质有过滤、氧化、吸附和固定以及净化城市环境的作用<sup>[1]</sup>。随着城市人口比重的不断增加, 城市化进程的不断加快, 城市绿地与人类的相互作用显得尤为重要。近年来, 国内外对城市

绿地土壤的研究一直是一个热点, 国外对城市绿地土壤特性、重金属污染以及微生物活性等<sup>[2-4]</sup>方面的研究较多, 而国内对城市绿地土壤的研究大都局限于绿地土壤形成特征及其分类、园林绿地土壤肥力诊断与综合评价、城市绿地土壤的特性以及城市绿地土壤污染等<sup>[5-11]</sup>, 对区域城市之间绿地土壤相关

\* 收稿日期: 2009-09-11

基金项目: 徐州师范大学科研重点基金(08XLA10)

作者简介: 齐芳燕(1973-), 女, 硕士, 从事生态环境规划方面的研究。E-mail: qifangyan01@126.com

性的学术探讨并不多见, 只有少数学者作过这方面的初步分析与探讨<sup>[12]</sup>。因此, 为了促进生态化城市建设和保证区域城市的可持续发展, 应加强对区域城市之间绿地土壤理化性状的系统研究。

苏北地区包括徐州、连云港、淮安、盐城和宿迁 5 市, 总面积 53 352 km<sup>2</sup>, 占江苏全省的 52%, 总人口 3 198 万人, 占全省的 43%。该区属暖温带季风型气候, 冬季干燥寒冷, 春季干旱多风沙, 夏季易发洪涝, 年均气温 13.1~ 14.6℃, 年均降水量 847.9~ 958.9 mm。该区主要土壤类型为棕壤、褐土和潮土, 土壤、气候条件相对较差, 植被为落叶阔叶林。

本文对位于该地区的 5 个城市: 徐州、盐城、连云港、淮安、宿迁的一些园林绿地土壤进行了取样研究, 分析目前该地区城市绿地土壤的质量状况。以期建立和完善区域城市绿化合作的机制, 为当地城市的绿地系统规划及城市生态环境的治理提供技术支持, 进而为该地区的生态城市建设及其土壤养分管理提供参考。

1 材料与方法

1.1 实验设计与土样采集

根据 1 : 5 万江苏省地形图和基于 SPOT 卫星遥感影像(2004 年 8 月)解译的城市现状图, 在系统考虑绿地利用方式和土壤类型的基础上, 运用 GPS 定位随机取样, 在苏北地区 5 个城市中每 35 m×30 m 选取 8 个采样区, 每个样区在直径 10 m 范围内选择 3 个 0~ 20 cm 土样混合, 全区共布设了 144 个样点(图 1), 按四分法取样点混合样, 将风干后的土样用木锤碾碎, 分别过土壤筛(全量元素分析样品为 0.25 mm, 速效养分为 1 mm)后装于塑料瓶中备用。

1.2 测定指标与分析方法

采集的土样做室内分析, 土壤理化性状分析项目及方法<sup>[13]</sup>为: 土壤容重测定用环刀法, 土壤硬度测定用硬度计法; 土壤有机质测定采用重铬酸钾氧化- 硫酸亚铁还原滴定法, 全氮测定采用半微量凯氏法, 全磷测定采用硫酸- 高氯酸- 钼锑抗比色法,

全钾测定采用氢氧化钠熔融- 比色法, 碱解氮测定采用碱解- 扩散法, 速效磷测定采用碳酸氢钠浸提- 钼锑抗比色法, 速效钾测定采用乙酸铵提取- 焰光度法, pH 值测定采用酸度计法。每个样品重复 3 次, 测定结果取 3 次重复的平均值。样点布局空间数据与实验数据的统计输入该地区土壤资源动态数据库, 采用 SPSS11.5 软件分别对研究区域的各项理化指标以及养分状况作总体相关性分析。

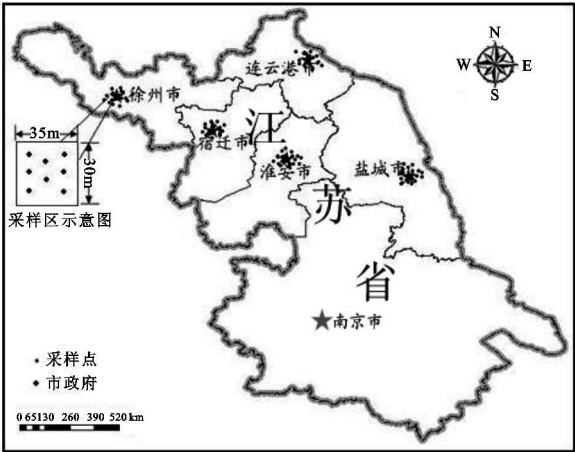


图 1 苏北地区各采样点分布图

2 结果与分析

各采样区测定的绿地表土(0~ 20 cm)基本理化状况列于表 1。

2.1 城市绿地土壤的主要物理性状

2.1.1 土壤容重特性 土壤容重可以反映人类活动对土壤的压实作用程度<sup>[14]</sup>, 从表 1 中比较可知: (1) 该地区城市绿地土壤容重超过自然土壤的表土容重(1.20 g/cm<sup>3</sup>), 最大差值达 0.37 g/cm<sup>3</sup>, 表明该地区绿地土壤压实践踏的影响很严重, 这是城市绿地土壤人为干扰的一个重要特征; (2) 加设围栏等标志的土壤容重明显降低, 如该地区各城市中街旁游园、广场绿地、苗圃等围栏内的土壤, 可见其人为保护设施的重要性; (3) 该地区各市区中心人为活动密集处, 其绿地土壤容重最大, 如城市公园、风景名胜区公园等, 受人为干扰性较大, 踏实较严重。

表 1 苏北地区各样区测定土壤基本理化状况

采样 区域	容重/ (g·cm <sup>-3</sup> )	硬度/ (kg·cm <sup>-2</sup> )	pH 值 (H <sub>2</sub> O)	有机质/ %	全氮/ %	全磷/ %	全钾/ %	碱解氮/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	速效磷/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	速效钾/ (mg·kg <sup>-1</sup> )
徐州	1.44	14.52	8.37	0.92	0.071	0.064	1.917	46.2	2.9	146.2
连云港	1.38	10.46	8.04	0.79	0.068	0.072	1.966	50.3	3.8	89.4
淮安	1.57	21.55	8.63	0.99	0.076	0.058	1.981	54.4	4.6	128.6
盐城	1.35	12.30	8.21	0.83	0.061	0.069	1.690	49.1	2.2	86.5
宿迁	1.40	18.15	8.46	1.20	0.087	0.048	1.883	38.0	4.7	101.7

注: 以上各采样区域内样点间距 200 m×200 m, 每个样点为 3 个土样混合, 表中数据为平均值。

2.1.2 土壤硬度特征 土壤硬度对土壤翻耕的难易、水分状况、植物根系的发育和分布等都有重要意义<sup>[4]</sup>,经各采样点测定,其土壤硬度大致在 10.46~21.55 kg/cm<sup>2</sup> 之间,基本上能够满足当地植物生长发育的需要<sup>[15]</sup>。另外,土壤硬度随土层深度的变化会表现出不同的特征,该地区各城市绿地土壤硬度的变化大致可以分为 3 种类型:(1)土壤硬度开始随土壤深度增加而减小,某一深度以后逐渐增加,然后

再减小,这类土壤多为表层和复填层之间夹有复杂的添埋物(如砖石、煤灰、建筑垃圾等),厚度一般小于 20 cm;(2)土壤硬度随土壤深度增加而逐渐较小,这类土壤上层受人为或机械的踏压作用,比较紧实,随着土壤深度的增加,踏压作用减小,土壤逐渐变得疏松;(3)土壤硬度开始随土壤深度增加而减小,某一深度以后逐渐增加,这类土壤多为路基基础上有深厚的复填层,其厚度一般大于 60 cm。

表 2 苏北地区各城市绿地土壤化学性状相关情况

相关系数	有机质	全氮	全磷	全钾	碱解氮	速效磷	速效钾	pH 值
有机质	1.000							
全氮	0.904( ** )	1.000						
全磷	0.832( ** )	0.174	1.000					
全钾	0.109	0.468( * )	0.180	1.000				
碱解氮	0.397( * )	0.844( ** )	0.106	0.349( * )	1.000			
速效磷	0.452( * )	0.447( * )	0.187	0.495( * )	0.413( * )	1.000		
速效钾	0.489( * )	0.357( * )	0.026	0.434( * )	0.304( * )	0.459( * )	1.000	
pH 值	- 0.641( * )	- 0.769( * )	- 0.152	- 0.591( ** )	- 0.818( * )	- 0.775( * )	- 0.588( ** )	1.000

注: n = 144; \*\* 相关性在 0.01 水平; \* 相关性在 0.05 水平。

2.2 城市绿地土壤化学性状的相关性

从表 1 可知,苏北地区各城市绿地土壤有机质含量 0.79%~1.20%、全氮 0.061%~0.087%、全磷 0.048%~0.072%、全钾 1.690%~1.981%,均低于当地农业土壤相应含量,并且其有效养分含量不均<sup>[15]</sup>。该地区绿地土壤由于受人为干扰严重,街旁游园、广场绿地等的枯枝落叶归还受清扫影响,不能参加其成土过程,形成了特殊的理化性状和相关模式<sup>[14,16]</sup>。经 SPSS 11.5 软件回归分析,该地区其土壤养分及化学性质间的相关性列于表 2。

2.2.1 土壤有机质与全氮的相关性 经 SPSS 11.5 软件回归分析,表 2 中该土壤有机质与全氮相关,其相关系数 R 为 0.904,略低于该地区农业土壤<sup>[17]</sup>。从 5 个城市各采样点土壤有机质与全氮关系散点图中也可说明其良好的相关性(图 2)。其相关性好的原因是 0~20 cm 表层土壤有机物被积累,并且富含较高的氮素。另外,图 2 所示各城市比较得出:宿迁市绿地土壤有机质与全氮相关性最好(R = 0.925),与该市开发时间不长有关。

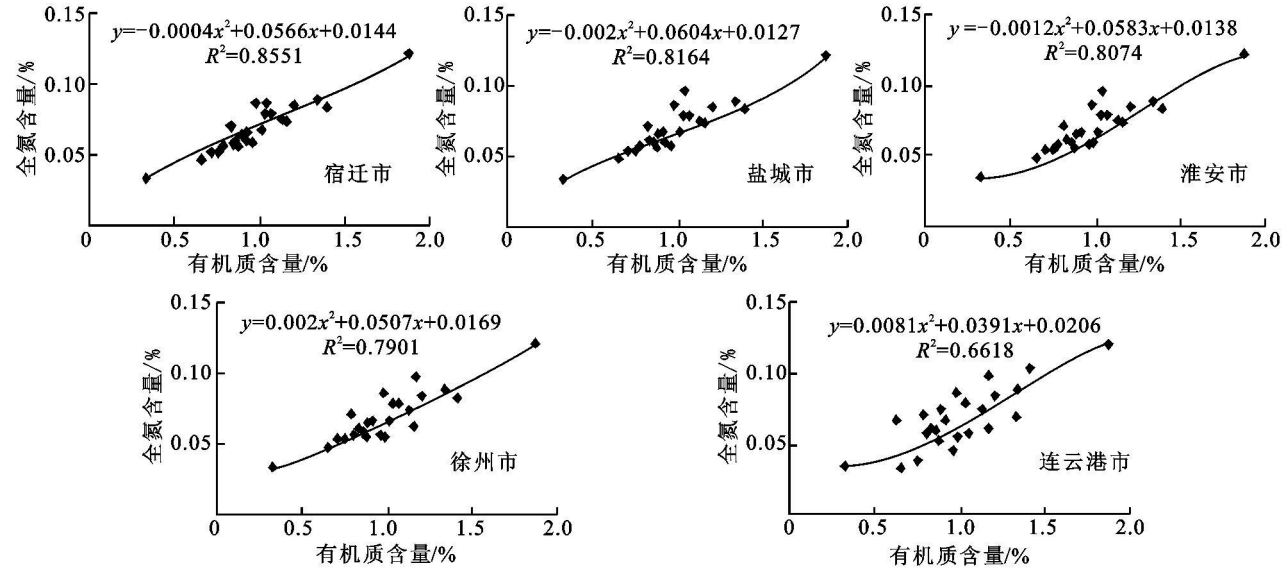


图 2 苏北地区各城市土壤有机质与全氮关系

2.2.2 土壤有机质与全磷的相关性 绿地土壤有机质与全磷含量有一定相关性,但相关性不如土壤有机质与

全氮好,5个城市中有2个城市(宿迁、盐城)二者相关较显著(图 3)。经 SPSS 11.5 软件计算可知,该地区城市绿

地土壤遭受强烈的人为干扰后, 其有机质含量虽显著下

降, 但土壤磷素养分仍有部分呈有机态存在。

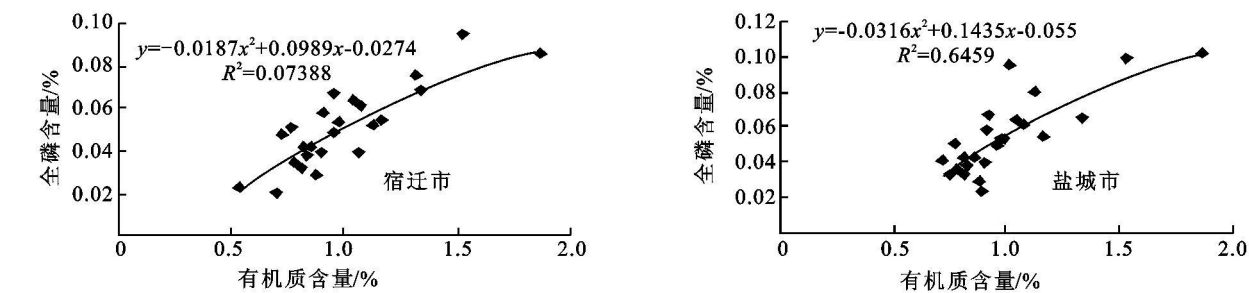


图 3 苏北地区部分城市土壤有机质与全磷关系

2.2.3 土壤全氮与碱解氮的相关性 以全氮( $X$ )为自变量, 碱解氮( $Y$ )为因变量, 经过 SPSS 11.5 软件进行土壤全氮与碱解氮的相关性计算, 结果表明: 土壤全氮含量越多, 其碱解氮也越高( $R=0.844$ )。土壤全氮与碱解氮的比值越大, 土壤的熟化程度越低, 反之, 其比值越小, 熟化程度越高<sup>[18]</sup>。由表 1、表 2 通过换算得出, 该地区各采样点土壤全氮与碱解氮的比值和自然土壤的比值(13.29)相差不大, 说明该地区各城市绿地土壤的熟化程度大都偏低。

2.2.4 土壤速效钾与 pH 值的相关性 通过  $\alpha=0.05$  的  $F$  检验和  $\alpha=0.01$  的  $T$  检验, 经综合比较可

知, 该地区绿地土壤速效钾与 pH 值有一定的正相关。从 5 个城市绿地土壤速效钾与 pH 值关系散点图(图 4)中比较得出其相关性大小顺序为: 宿迁( $R=0.908$ )> 盐城( $R=0.872$ )> 淮安( $R=0.803$ )> 徐州( $R=0.788$ )> 连云港( $R=0.711$ )。另外, 从表 1 得出, 各城市绿地土壤 pH 值为 8.04~8.63, 明显向碱性的方向演变。经 SPSS 11.5 软件综合分析, 5 个城市各采样点土壤的其它化学性状指标间均不相关, 这可能与该地区各城市绿地土层破坏严重及局部受到污染有关。

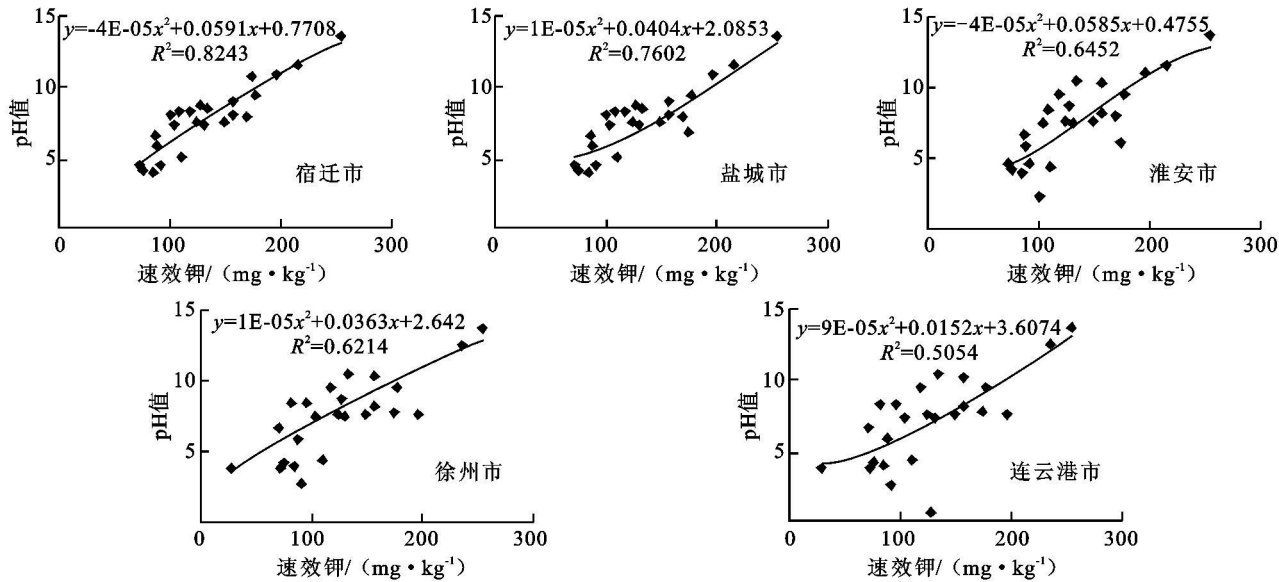


图 4 苏北地区各城市土壤速效钾与 pH 值关系

3 结论

由以上分析结果可知, 苏北地区内各城市被测试土样与当地一般的农林业土壤或自然土壤存在一定差异。该地区各城市绿地土壤由于人为影响严重, 尤其经历了特殊的人为成土过程, 产生了与当地农业土壤不同的理化性状, 具体表现为: (1) 受人为践踏和机械压实的影响, 地表过于紧实, 人为搅动侵入体影响保湿功能, 土壤易旱, 不利于绿地植物正常

生长; (2) 受城市人为活动和土地利用方式的影响, 有机质缺乏, 全量养分含量偏低, 有效养分不均衡, 供肥、保肥性能较差; (3) 受城市建筑石灰性充填物的影响, 土壤 pH 值向碱性的方向演变, 有些城市绿地土壤中局部碱性污染较明显; (4) 经 SPSS 11.5 软件综合分析, 其土壤养分及化学性质间有一定的相关性, 各指标间总体相关性大致为: 宿迁最好, 盐城次之, 淮安与徐州相差不大, 连云港最差。

(下转第 99 页)

地、草地、林地、建设用地和水域。耕地、草地和水域面积增加而林地、建设用地和未利用地减少。尤其以林地和未利用地(主要是沼泽地)向耕地转移最为突出。

(2)从景观类型水平分析,草地、水域和建设用地的破碎化指数略有下降或持平,耕地、林地和未利用地景观破碎化指数的上升,尤其是耕地该指数增幅较大,集中反应出耕地面积和格局的变动,对整个流域的各类土地利用景观有显著影响,耕地与其他各类土地利用景观关系更加密切,同时反应出人类活动对流域景观的稳定性和可持续发展影响较强。

(3)从整个流域景观格局分析,流域斑块数量增加、景观分割度、分离度指数 *SPLIT* 等指数增大,斑块平均尺寸 *MPS*、散布及并列指数 *IJI*、有效粒度尺寸 *MESH* 和香农多样性指数 *SHDI*、Simpson's 多样性指数 *SIEI* 和聚合度 *AI* 减小,表明流域景观的实际变化情况,变动趋势对区域整个流域生态系统功能发挥不利。说明流域在耕地迅速增加对流域景观格局的变化产生了重要作用,景观格局的变化对区域生态环境和社会产生了不良影响,生态系统脆弱性在增大,所以今后应加强流域生态型土地利用类型措施,增强流域可持续发展能力。

(上接第 93 页)

参考文献:

[1] 陈立新. 城市土壤质量演变与有机改土培肥作用研究[J]. 水土保持学报, 2002, 16(3): 36-39.

[2] Bullock P, Gregory P. Soil sin the urban environment. Black\_well Scientific Publications[M]. Oxford: Great Britain, 1991.

[3] Kelsey P. Hootman R. Soil resource evaluation for a group of sidewalk street planters[J]. Arboricultural Journal. 1990, 16(5): 113.

[4] Hant B, Walmsly T J, Bradshaw A D. Importance of soil physical conditions for urban tree growth// Hodge [J]. Research for Practical Arboriculture Forestry. Commission Bulletin, 1991, 5: 54-62.

[5] 马建华, 张丽, 李亚丽. 开封市城区土壤性质与污染的初步研究[J]. 土壤通报, 1999, 30(2): 93-96.

[6] 吕晓男, 陆允甫, 王人潮. 土壤肥力综合评价初步研究[J]. 浙江大学学报: 农业与生命科学版, 1999, 25(4): 378-382.

[7] 邓南荣, 吴志峰, 刘平, 等. 城市园林绿化用地土壤肥力诊断与综合评价[J]. 土壤与环境, 2000, 9(4): 287-89.

[8] 边振兴, 王秋兵. 沈阳市公园绿地土壤养分特征的研究[J]. 土壤通报, 2003, 34(4): 284-290.

参考文献:

[1] 王思远, 张增祥, 周全斌, 等. 中国土地利用格局及其影响因子分析[J]. 生态学报, 2003, 23(4): 649-656.

[2] 肖笃宁, 布仁仓, 李秀珍. 生态空间理论与景观异质性[J]. 生态学报, 1997, 17(5): 453-461.

[3] 李淑娟, 隋玉正, 李玉文, 等. 黑龙江省帽儿山地区景观格局及其多样性[J]. 东北林业大学学报, 2004, 32(1): 14-17.

[4] 沈竞, 宋丁全, 岳天祥. 江苏省 1980- 2000(三期) 景观格局变化分析[J]. 金陵科技学院学报, 2007, 23(1): 94-94.

[5] 钱乐祥, 陶黎新. 福建森林植被景观空间格局分析研究[J]. 热带地理, 1997, 17(4): 397-404.

[6] 施志国, 邓华锋, 彭道黎. 沽源县土地利用景观格局变化研究[J]. 内蒙古林业科技, 2009, 35(1): 134-137.

[7] 吕亚军, 鲁建伟. 基于 Fragstats 的徐州市景观格局变化分析[J]. 北京工业职业技术学院学报, 2009, 8(2): 1-4.

[8] 袁艺, 史培军. 快速城市化过程中土地覆盖格局研究[J]. 生态学报, 2003, 23(9): 1832-1840.

[9] 岳德鹏, 王计平, 刘永兵, 等. GIS 与 RS 技术支持下的北京西北地区景观格局优化[J]. 地理学报, 2007, 62(11): 1223-1231.

[9] 卢瑛, 甘海华, 史正军, 等. 深圳城市绿地土壤肥力质量评价及管理对策[J]. 水土保持学报, 2005, 19(1): 153-156.

[10] 王辛芝, 张甘霖, 俞元春, 等. 南京城市土壤 pH 和养分的空间分布[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2006, 30(4): 69-72.

[11] 章海波, 骆永明, 赵其国, 等. 基于改进层次分析法的土壤肥力质量综合评价[J]. 土壤学报, 2006, 43(4): 577-583.

[12] 胡素英, 刘豫明. 华南地区城市园林植物土壤理化状况分析[J]. 湖北农业科学, 2003(4): 76-77.

[13] 鲍士达. 土壤农化分析[M]. (3 版) 北京: 中国农业出版社, 2002: 47-56.

[14] 孟昭虹, 周嘉. 哈尔滨城市土壤理化性质研究[J]. 哈尔滨师范大学: 自然科学学报, 2005, 21(4): 102-105.

[15] 于法展, 李保杰, 刘尧让, 等. 徐州市城区绿地土壤的理化特性[J]. 城市环境与城市生态, 2006, 19(5): 34-37.

[16] Peter B. Soils in the Urban Environment[M]. London: Blackwell Scientific Publications, 1991: 4-192.

[17] 全国土壤普查办公室. 中国土种志(第四卷)[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 12-554.

[18] Jim C Y. Physical and chemical properties of a Hong Kong roadside soil in relation to urban tree growth[J]. Urban Ecosystems, 1998, 2: 174-178.