

上海城市森林土壤理化性质

刘为华^{1,2}, 张桂莲³, 徐 飞^{1,2}, 王亚萍^{1,2}, 余雪琴^{1,2}, 王开运¹

(1. 华东师范大学 上海市城市化生态过程与生态恢复重点实验室, 上海 200062; 2. 华东师范大学 资源与环境科学学院, 上海 200062; 3. 中国科学院 上海生命科学院 计算生物学研究所, 上海 200031)

摘要:为了从植物群落角度探究城市森林土壤的理化性质,采集上海市中心城区(外环线以内)公园绿地、居住区绿地、单位附属绿地和道路绿地等4种功能区森林绿地的土壤,分6种群落类型(常绿阔叶林、落叶阔叶林、常绿针叶林、落叶针叶林、常绿灌木林和落叶灌木林),3个土壤分层(0~10, 10~20和20~30 cm)进行理化性质测定。结果表明,30 cm以上的土壤有机质平均质量分数为 $15.52 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,属于低等水平;全氮和全磷质量分数分别为 3.78 和 $1.13 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,属于中下水平。表层土壤中有机质和全氮质量分数均较高,随着剖面深度增加逐渐减小,磷质量分数未发现有递减性规律变化。土壤密度为 $1.44 \sim 1.60 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,表明人类活动使上海城市绿地土壤的紧实度增大。针对上海森林土壤的状况,提高绿地土壤尤其是新建绿地土壤的肥力水平,以增强氮磷等营养元素质量分数;疏松土壤,以利于透气保水;乔、灌植被分层布局,能更好地增加城市森林土壤有机质并收到更好的景观效果。图4表3参25

关键词:土壤学; 上海; 城市森林; 植物群落; 土壤有机质; 土壤全氮; 土壤全磷

中图分类号: S714.2; X171.1 文献标志码: A 文章编号: 1000-5692(2009)02-0155-09

Soil physical and chemical properties in Shanghai's urban forests

LIU Wei-hua^{1,2}, ZHANG Gui-lian³, XU Fei², WANG Ya-ping^{1,2}, YU Xue-qin^{1,2}, WANG Kai-yun¹

(1. Shanghai Key Laboratory of Urbanization and Ecological Restoration, East China Normal University, Shanghai 200062, China; 2. School of Resources and Environment Science, East China Normal University, Shanghai 200062, China; 3. CAS-MPG Partner Institute for Computational Biology, Shanghai Institutes for Biological Sciences, Chinese Academy of Science, Shanghai 200031, China)

Abstract: To explore the soil physical and chemical properties in regards to the vegetation community of urban forest, and to inquire the relationship between soil and the vegetation from the urban ecology angle, soil was collected from park green spaces, road green belts, residential areas, and green space affiliated to units within the external circle highway of Shanghai City. Based on the community structure, a system of 6 forest types consists of evergreen broad-leaved forest, deciduous broadleaved forest, evergreen coniferous forest, deciduous needle-leaf forest, evergreen shrub forest and deciduous shrub forest was determined. And the plots were ascertained according to the fan-shaped grid method of landscape pattern. Physicochemical properties were measured at soil depths of 0–10, 10–20, and 20–30 cm. Results showed that average soil organic matter(SOM) above 30 cm was $15.52 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, average total nitrogen(TN) was $3.78 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, and average total phosphorus(TP) was $1.13 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$. SOM and TN in the surface layer were rich and gradually decreased with depth, but TP did not show a gradual downward trend. Soil density was between $1.44 \sim 1.60 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$. Because average SOM, TN, and TP in the top 30 cm of urban green belt soil in Shanghai were low and compaction had increased soil density, measures are needed to improve fertility levels, espe-

收稿日期: 2008-07-04; 修回日期: 2008-10-20

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30670315); 上海市优秀学科带头人计划(A类)项目(06XD14008); 上海市科学技术委员会资助项目(06DZ2303); 中国博士后科学基金资助项目(20060400636)

作者简介: 刘为华, 从事植被生态学、土壤生态学和城市生态学研究。E-mail: weihua_liu1003@yahoo.com.cn。通信作者: 王开运, 教授, 博士生导师, 从事生态学研究等研究。E-mail: kywang@re.ecnu.edu.cn

cially in the newly-established green belts, to enhance the nutrient content and increase the landscape effect. [Ch, 4 fig. 3 tab. 25 ref.]

Key words: pedology; Shanghai; urban forest; plant community; soil organic matter; soil total nitrogen; soil total phosphorus

城市是人类活动的重要场所，城市绿地作为城市的重要组分，在城市化进程中发挥着越来越重要的角色。据预测，到2025年，世界上将有60%的人口居住于城市^[1]。这种城市化的扩展趋势必将伴随土地利用和土地覆盖的变化。城市绿地系统的土地利用状况和变化对其研究显得尤为重要。绿地土壤是绿地植物生长的介质，是整个绿地系统的基础^[2]。土壤有机质、氮和磷等因子是土壤肥力的重要保障，也是土壤微生物的能源和主要的营养元素，它们能够驱动土壤中碳、氮、磷等养分的转化和循环，影响土壤的性质及养分供应能力。由于城市土壤地带性特征不明显，面积窄小，人为影响因素多，以及主要为商业、建筑服务等原因，我国对城市土壤的研究不够深入^[3-5]。许多专家和研究人员近年来针对中国城市土壤特别是较大城市绿地土壤的肥力、特征、质量及对策等做了许多富有成果的工作^[4-13]，但是基于不同植物群落的城市森林土壤的基本理化性质、地下土壤与地上植物间关系方面的研究鲜有报道。为此，笔者结合上海城市绿地植物群落特征和绿地功能分区的情况对绿地土壤理化性质进行了研究，以期在城市绿地土壤与植物群落间探究土壤生态与绿地植被群落的功能特性的关系，土壤有机质与氮磷等营养元素的关系，同时为土壤碳密度及上海城区碳库估测，提升上海城市人居环境提供有利的参考。

1 研究区概况

上海市位于31°14'N, 121°29'E, 是长江三角洲冲积平原的一部分，平均海拔高度4 m左右，属北亚热带季风性气候，温和湿润，四季分明，春秋较短，冬夏较长，日照充分，雨水充沛。2006年平均气温为18.4 °C，日照1 638.2 h，降水量1 042.6 mm。上海市是中国规模最大、人口最多的城市和经济金融中心，同时是长三角地区的枢纽城市。近年来，上海在城市化进程和土地利用方面发展迅猛，引起城市园林绿化快速发展，大量土壤的需求导致土壤环境质量下降^[14]，从而进一步限制了城市绿化的发展^[15-16]。

2 材料与方法

2.1 土壤采样方法

根据上海城市绿地景观格局的扇形网格研究方法^[17]，即以上海市国际饭店为中心，向四周辐射出12条样线，样点位于样线上。结合不同植被群落的分布情况、群落样点面积等进行调查取样，于2007年8~10月对研究区域共选取12个居住区绿地、13个公园绿地、10个企事业单位附属绿地和16个道路绿地共50个样地，分6种群落类型(常绿阔叶林、落叶阔叶林、常绿针叶林、落叶针叶林、常绿灌木林和落叶灌木林)采集150个土壤样点，分0~10, 10~20和20~30 cm 3个土壤层次取样，共取样品450份，用取土钻获取每个采样点的3层土样，装入自封袋带回，同时用取土环刀取表层土，用于测定土壤密度和孔隙度，用小铝盒取土测定土壤含水量。各取样点基本情况见表1。

从表1可以看出，各功能区绿地群落有一定差异，但基本树种较为一致。常绿乔木一般以樟树*Cinnamomum camphora*, 广玉兰*Magnolia grandiflora*, 白玉兰*Magnolia denudata*, 女贞*Ligustrum lucidum*为主；落叶乔木以二球悬铃木*Platanus acerifolia*和银杏*Ginkgo biloba*等为主；常绿针叶树种以雪松*Cedrus deodara*, 龙柏*Sabina chinensis* ‘Kaizuka’等为主；落叶针叶树种以水杉*Metasequoia glyptostroboides*为主；常绿灌木以桂花*Osmanthus fragrans*, 八角金盘*Fatsia japonica*, 夹竹桃*Nerium indicum*, 珊瑚树*Viburnum awabuki*等为主；落叶灌木以樱花*Cerasus yedoensis*, 紫荆*Bauhinia variegata*, 蜡梅*Chimonanthus praecox*等为主。

表 1 上海城市森林土壤采样点基本概况

Table 1 General situation of sampling sites in Shanghai urban forests

绿地类型	取样地点	群落特征
公园绿地	复兴公园, 长风公园, 黄兴公园, 泾南公园, 上海野生动物园, 共青森林公园, 上海植物园, 陆家嘴公共绿地, 徐汇公园, 人民广场, 新虹桥中心花园, 延中绿地, 波阳公园。	植被类型多, 生物多样性高, 群落分层现象明显, 调落物覆盖在土壤表面。公园年代越久, 这种现象越明显。
居住区绿地	华师大二村, 瞿中小区, 康健新村, 48 幢花园洋房, 宏安家园, 齐齐哈尔小区, 乳山小区, 市光新村, 培花新村, 杨园新村, 原平小区, 呈块状, 群落也有部分分层现象。	植被类型较公园少得多, 绿地植被分布与居住区相似。
单位附属绿地	华东师范大学, 瑞金医院, 源深体育公园, 花园饭店, 上海大学(宝山校区), 上海万里城, 同济大学, 同济大学(沪西校区), 张江高科, 东华大学。	植被分布与居住区相似。
道路绿地	漕溪路, 海宁路, 柳营路, 肇嘉浜路, 原平路, 张扬路, 中山西路, 内江路, 虹桥路, 康定路, 锦绣路。	植被类型很少, 树种单一。

2.2 样品分析与测定

在实验室对土壤风干、过筛后, 于 2007 年 10~11 月测定了土壤的有机质、全氮和全磷质量分数。有机质用 K2CrO7-FeSO4 氧化滴定法测定^[18], 土壤全氮和全磷采用自动注射流动分析仪(型号: SA-4000, 荷兰 SKALAR 公司生产), 土壤密度和孔隙度用环刀法, 每个土样理化指标测定 3 次取平均值。数据分析运用 Excel 和 SPSS 软件进行。

3 结果与分析

3.1 城市森林土壤基本物理性质

土壤水分状况、土壤密度和土壤孔隙度等物理性质影响土壤的通气透水性、保肥性和耕性, 并最终对林木生长发育产生重要影响^[19]。土壤的自然含水量反映当时可供植物吸收利用的土壤水分, 其大小和土壤孔隙状况、结构、植被覆盖及天气有关。上海城区不同植物群落下土壤自然含水率变化范围为 14.6%~17.6%, 平均为 16.5%。阔叶林含量最高, 均在 17.0% 以上, 落叶针叶林最低, 仅为 14.6%, 这与阔叶林冠幅大于针叶林, 有更大树阴面积有关。同时阔叶林下土壤表层较硬实, 而落叶针叶林下表层土壤较疏松因而水分散发快等有一定的关系。土壤密度反映土壤的松紧状况, 影响土壤通气、植物扎根、微生物活动及土壤耕性。城市土壤密度可反映人类活动对土壤的压实作用^[19], 当土壤密度平均值超过 1.6 g·cm⁻³ 时, 便会限制植物根系的生长^[16]。研究区测定的土壤密度为 1.44~1.61 g·cm⁻³, 平均为 1.57 g·cm⁻³, 明显大于自然土壤平均密度 1.3 g·cm⁻³^[20], 与香港行道树下土壤密度相差不大^[21], 其中落叶针叶林下土壤密度最小, 仅为 1.44 g·cm⁻³, 这可能是因为以水杉为代表的落叶针叶林木主要分布于公园、单位附属绿地和部分居住区绿地中, 其下累积了厚厚的针叶凋落物, 并逐渐成为土壤腐殖质, 孔隙较大。土壤孔隙是容纳水分和空气的场所, 土壤中的孔隙容积愈多, 水分和空气的容量就愈大。一般土壤的总孔隙度在 35%~65%, 最适宜为 50%~60%^[2]。研究区绿地土壤总孔隙度平均为 42.2%, 各植物群落间相差不大, 通气孔隙和总孔隙度分别为 7.38% 和 42.20%, 土壤孔隙状况基本能够适应植物的生长, 但离很适宜的环境还有一定的差距。

3.2 城市森林土壤化学性质

3.2.1 有机质特性 土壤有机质是土壤的重要组成物质, 影响土壤的物理、化学和生物学活性。它在土壤中的含量一般仅占土壤质量的 1%~10%^[22], 但它是土壤中最活跃的成分, 对水、肥、气、热等肥力因子影响很大, 是土壤肥力的重要物质基础。从图 1 可以看出, 上海城市绿地土壤 0~10, 10~20 和 20~30 cm 3 层的平均有机质分别为 21.69, 13.88 和 11.01 g·kg⁻¹, 30 cm 以上土壤有机质平均质量分数为 15.52 g·kg⁻¹。这一数值要低于方海兰等^[23]对于上海新建绿地土壤有机质质量分数(17.68

表2 不同植物群落类型下0~10 cm土壤含水率、土壤密度和土壤孔隙度比较

Table 2 Comparison of soil density, natural water content, total porosity, aeration porosity and capillary porosity in different plant communities

绿地类型	自然含水率/%	土壤密度/(g·cm ⁻³)	总孔隙度/%	通气孔隙/%
常绿阔叶林	17.3	1.61	43.83	5.47
常绿针叶林	14.6	1.58	41.82	9.58
落叶阔叶林	17.6	1.58	41.82	9.46
落叶针叶林	16.7	1.44	46.43	14.09
常绿灌木	16.8	1.60	41.16	3.78
落叶灌木	16.1	1.60	41.16	6.89
平均值	16.5	1.57	42.20	7.38

$\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)。一般而言,园艺发达国家对于绿化土壤有机质最低要求为 $20 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 以上,有的国家甚至高达 $50 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 以上。在 0~10 cm 土层有机质最为丰富,随着土层深度增加,有机质呈现出逐渐递减的趋势,0~10 cm 层到 10~20 cm 层的下降梯度普遍要高于 10~20 cm 层到 20~30 cm 层的下降梯度。常绿阔叶林下 0~10 cm 层,公园和单位附属绿地的有机质质量分数普遍较其他 2 种功能区偏高,公园绿地有机质质量分数最高,为 $24.88 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,其次为居住区、道路绿地。 $10\sim20 \text{ cm}$ 层和 $20\sim30 \text{ cm}$ 层质量分数出现交叉变化,常绿阔叶林下居住区最高,为 $17.72 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,公园和单位附属两者基本相同,为 $14.12 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,在 $20\sim30 \text{ cm}$ 这 3 层变化较为平稳,其中居住区的质量分数为 $16.38 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,其次为单位附属和公园;而道路绿地与这 3 类相比,有机质质量分数均较低,3 层的有机质质量分数分别仅为 15.28 , 11.55 和 $5.63 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。由于道路绿地的常绿树种较为单一(如樟树),而且株间间隔较大,林冠小并得到修剪,好多行道树出现园林护理不够、生长状况不良的现象,而土壤大多夹杂砂石、砾石,土壤持水量严重下降,这成为道路绿地有机质下降的重要原因。落叶阔叶林下公园和单位附属绿地的有机质质量分数在每层均保持较高质量分数,居住区有机质质量分数则总体偏低并且递减很快,灌木层下除了公园落叶灌木在 0~10 cm 和 10~20 cm 变化不大外,均呈现明显递减趋势。从功能区角度来看,公园绿地中落叶针叶林在 0~10 cm 土壤有机质质量分数最高,达 $31.44 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,道路绿地在 4 种功能区中表现出有机质质量分数普遍偏低的情况。有机质质量分数并不一直随土壤深度增加而减少,在落叶阔叶林下反而出现 $20\sim30 \text{ cm}$ 比 $10\sim20 \text{ cm}$ 增加的情况,这一情况在公园的常绿针叶林下也有所表现。主要由于市政建设、管道安装等活动,使道路和其他地方的土壤发生移位现象,从而可能引起土层的混乱,从而表现出有机质质量分数在有的土层出现质量分数并不随深度减少,有的甚至增加。常绿针叶林下 3 种功能区下土壤有机质质量分数在 0~10 cm 和 $20\sim30 \text{ cm}$ 2 层相差不大,仅 $10\sim20 \text{ cm}$ 层单位附属绿地要高于公园近 1.5 倍;落叶针叶林下,居住区下土壤有机质质量分数明显偏低。总体而言,上海城市绿地土壤有机质质量分数偏低,这是限制上海绿地土壤质量尤其是新建绿地和道路绿地的一个重要因。

3.2.2 氮素特性 氮素是构成一切生命体的重要元素,是植物生长必需且是需求量很大的养分元素,凋落物的分解可使土壤氮素明显增加,而土壤含氮的多少,在一定程度上影响植物对磷和其他元素的吸收^[19]。经测定,研究区绿地 30 cm 以上土壤全氮的平均质量分数为 $3.78 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, $0\sim10$, $10\sim20$ 和 $20\sim30 \text{ cm}$ 3 层的平均质量分数分别为 4.10 , 3.65 和 $3.57 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。从图 2 可以看出,研究区森林土壤的全氮质量分数为 $3.50\sim4.70 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,公园绿地中 0~10 cm 层次 6 种植被群落类型除常绿灌木外,其余土壤氮均在 $4.0 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 以上,其中,常绿阔叶林土壤氮质量分数高达 $4.73 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,整个公园绿地的土壤氮均呈现递减的趋势,这表明公园绿地土壤受人为干扰较少,氮素沉淀和循环能够较好地进行。在 $10\sim20 \text{ cm}$ 层次公园的落叶阔叶林、常绿针叶林和落叶灌木下土壤氮均高于其他功能区。对于居住区绿地,土壤氮质量分数伴随土壤层次出现递减的趋势不明显,常绿阔叶林土壤 0~10 cm 层为 $4.13 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 到 $10\sim20 \text{ cm}$ 层的 $4.43 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,常绿针叶林土壤 $10\sim20 \text{ cm}$ 层为 $3.21 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 到 $20\sim30 \text{ cm}$ 层的 $3.57 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。

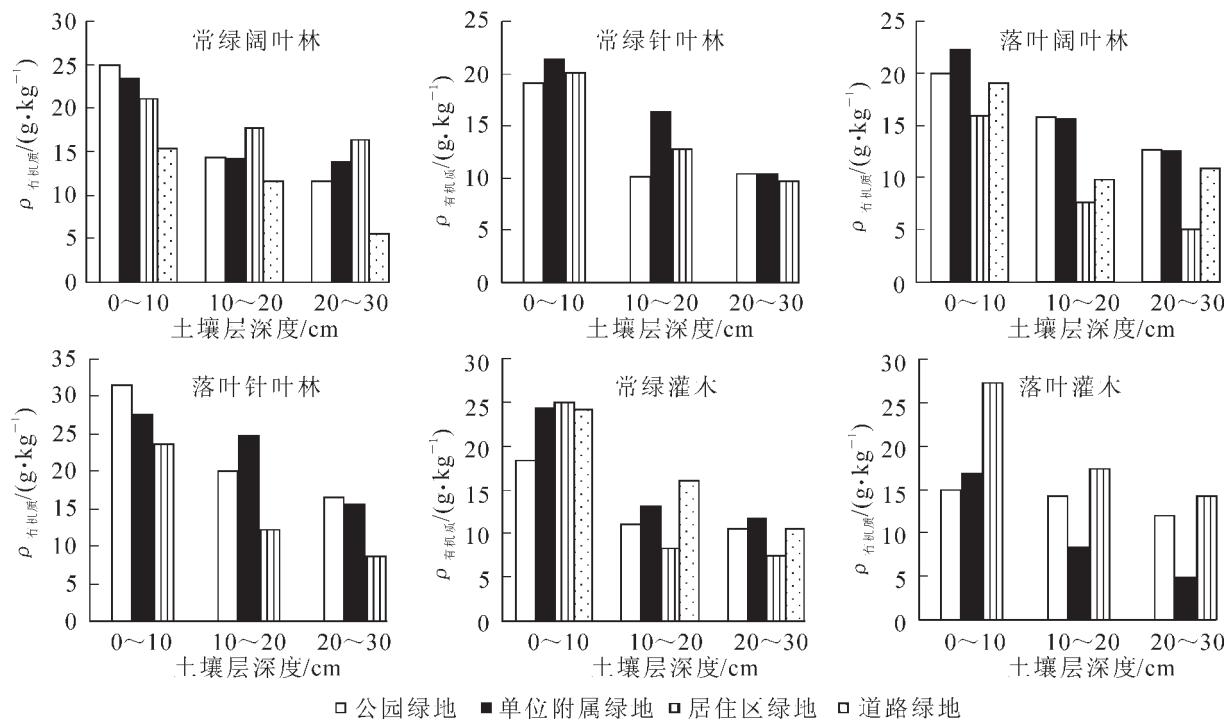


图 1 不同植被群落类型下有机质随土壤深度的变化

Figure 1 Change of soil organic matter under different soil depths in different vegetation communities

cm 层的 $3.71 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 落叶灌木土壤 $10 \sim 20 \text{ cm}$ 层为 $3.38 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 到 $20 \sim 30 \text{ cm}$ 层的 $3.52 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。落叶针叶林土壤居住区绿地 3 个层次的土壤氮质量分数均低于公园绿地和单位附属绿地, 仅为 4.04 , 3.57 和 $3.50 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。对于道路绿地, 其氮在 $10 \sim 20 \text{ cm}$ 均低于其他 3 种功能区。

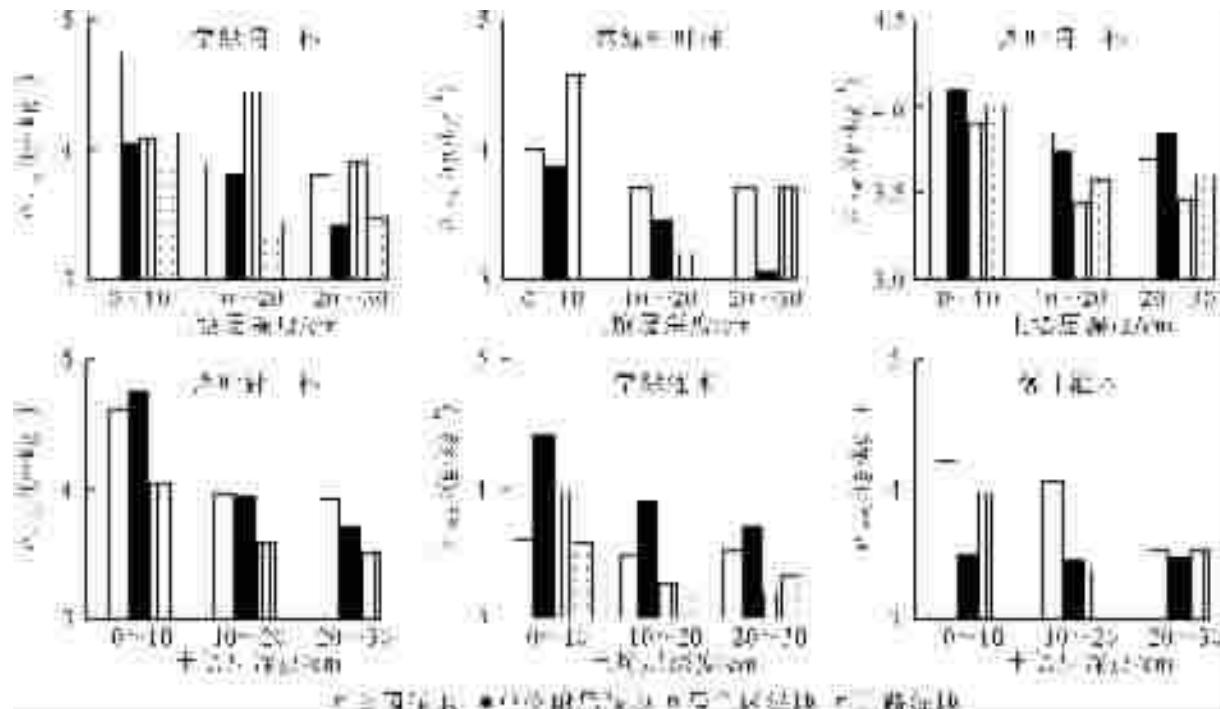


图 2 不同植被群落类型下土壤全氮随深度的变化

Figure 2 Change of soil total nitrogen content under different soil depths in different vegetation communities

3.2.3 磷素特性 磷是生物圈的重要生命元素, 土壤中磷素通过植物根系的吸收而使植物体内的物质

运输、蛋白质合成等各种代谢正常进行。研究区绿地 30 cm 以上土壤全磷平均质量分数为 $1.13 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 0~10, 10~20 和 20~30 cm 层土壤的全磷平均质量分数分别为 1.15 , 1.14 和 $1.10 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。可见, 土壤全磷质量分数伴随着土壤层深度有逐渐递减的趋势, 但递减幅度很小。但针对每个特定的植物群落, 这种递减现象并不明显。公园绿地下, 0~10 cm 土层下, 除落叶灌木林(图3)全磷为 $1.69 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 外, 其他林下全磷均为 $1.10 \sim 1.20 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$; 10~20 cm 土层下, 落叶林下全氮明显高于常绿林; 20~30 cm 土层不同林下全磷为 $1.05 \sim 1.10 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 变化不大。单位附属绿地下, 0~10, 10~20 和 20~30 cm 3 个土层下土壤全磷质量分数在不同森林群落下和不同土层深度下变化都很大, 在 10~20 cm 土层, 除常绿针叶林下全磷质量分数高达 $1.70 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 外, 其他林下全磷平均为 $1.07 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 分别低于 0~10 cm 和 20~30 cm 层的 $1.14 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 和 $1.10 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。居民区绿地下, 0~10 cm 土层全磷质量分数总体上略高于 10~20 cm 的全磷, 分别为 $1.11 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 和 $1.05 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 这两者均低于 20~30 cm 全磷质量分数($1.13 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)。道路绿地较其他 3 种绿地类型有群落简单, 树种单一, 受人类活动影响更大的特点, 故其土壤全磷质量分数总体要低于以上 3 种绿地类型(图 3), 而落叶灌木林地表现出的 0~10 cm 土层全磷质量分数明显高于其他 3 类绿地全磷, 可能与园林施肥和落叶阔叶林自身的植物代谢特征有一定的关系。总起来看, 土壤全磷质量分数在不同森林群落类型下差别很大, 在不同的绿地功能区下差别也很明显, 也并不随土壤深度呈现逐渐递减的特点, 反而在局部还会有随土壤深度增加而增加的变化, 磷素的来源和质量分数主要决定于土壤母质类型和磷矿石肥料, 它的累积要比土壤氮素和有机质的累积弱得多, 而人类活动如施肥、市政活动和环境污染等均会对其产生一定的影响。

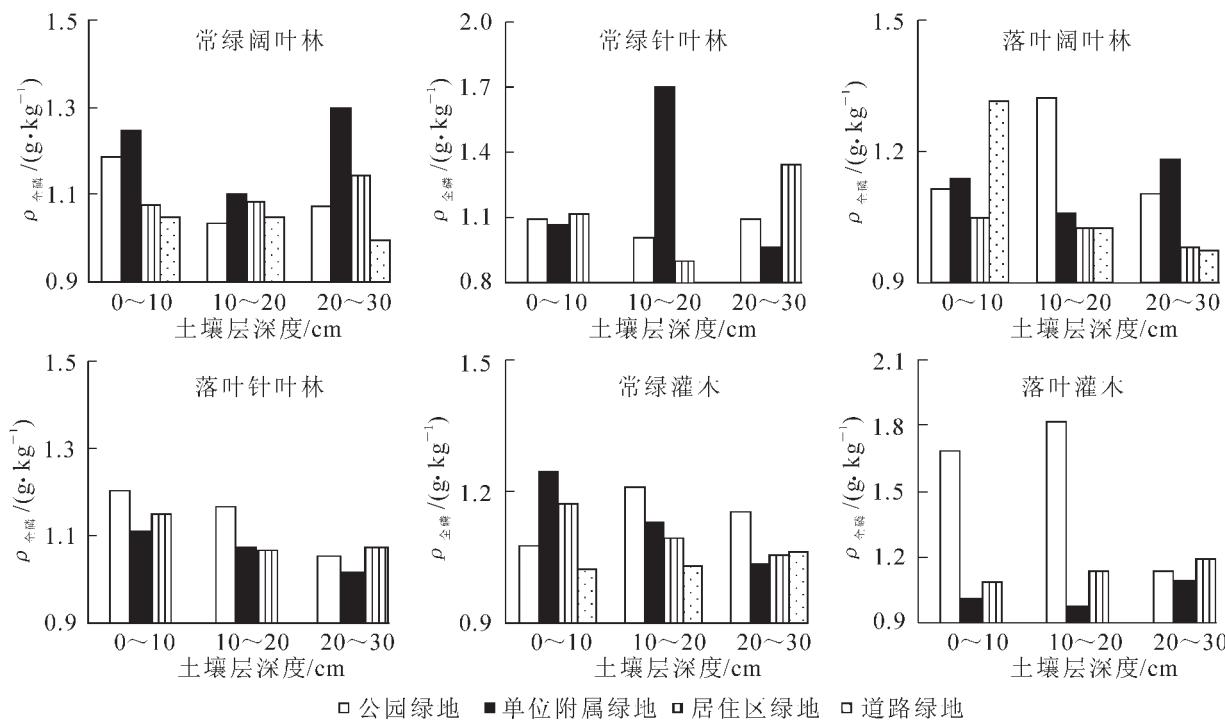


图 3 不同植被群落类型下土壤全磷随深度的变化

Figure 3 Change of soil total phosphorus content under different soil depths in different vegetation communities

3.2.4 土壤有机质、全氮和全磷质量分数的相关关系及评价 一般来说, 土壤有机质质量分数和土壤氮磷养分质量分数有相关性, 但针对城市绿地土壤受人类活动频繁作用和不同植被群落类型的分布对它的双重影响, 城市绿地土壤要特殊地加以分析。表 3 可以看出, 常绿阔叶林、落叶阔叶林和落叶针叶林下土壤有机质和全氮均有显著的正相关性, 相关系数分别为 0.783 , 0.959 和 0.906 ($\alpha = 0.01$ 水平), 常绿灌木层下两者的相关系数为 0.676 ($\alpha = 0.05$ 水平); 从所研究的 6 种植物群落类型来看, 不同植物群落类型土壤有机质质量分数和全磷质量分数没有相关性; 氮与磷元素之间在落叶阔叶林和常

绿灌木林 2 种类型中都有正相关性, 相关系数分别为 0.620 和 0.647 ($\alpha = 0.05$ 水平), 在落叶灌木中两者呈显著正相关, 相关系数为 0.799 ($\alpha = 0.01$ 水平)。表 3 和图 4 分别展示了以上的植被群落类型下土壤有机质、全氮和全磷之间的相关系数和相关方程。

表 3 不同群落类型下土壤有机质、全氮和全磷的相关性分析

Table 3 Correlation analysis of the soil organic matter, nitrogen and phosphorus in different vegetation communities

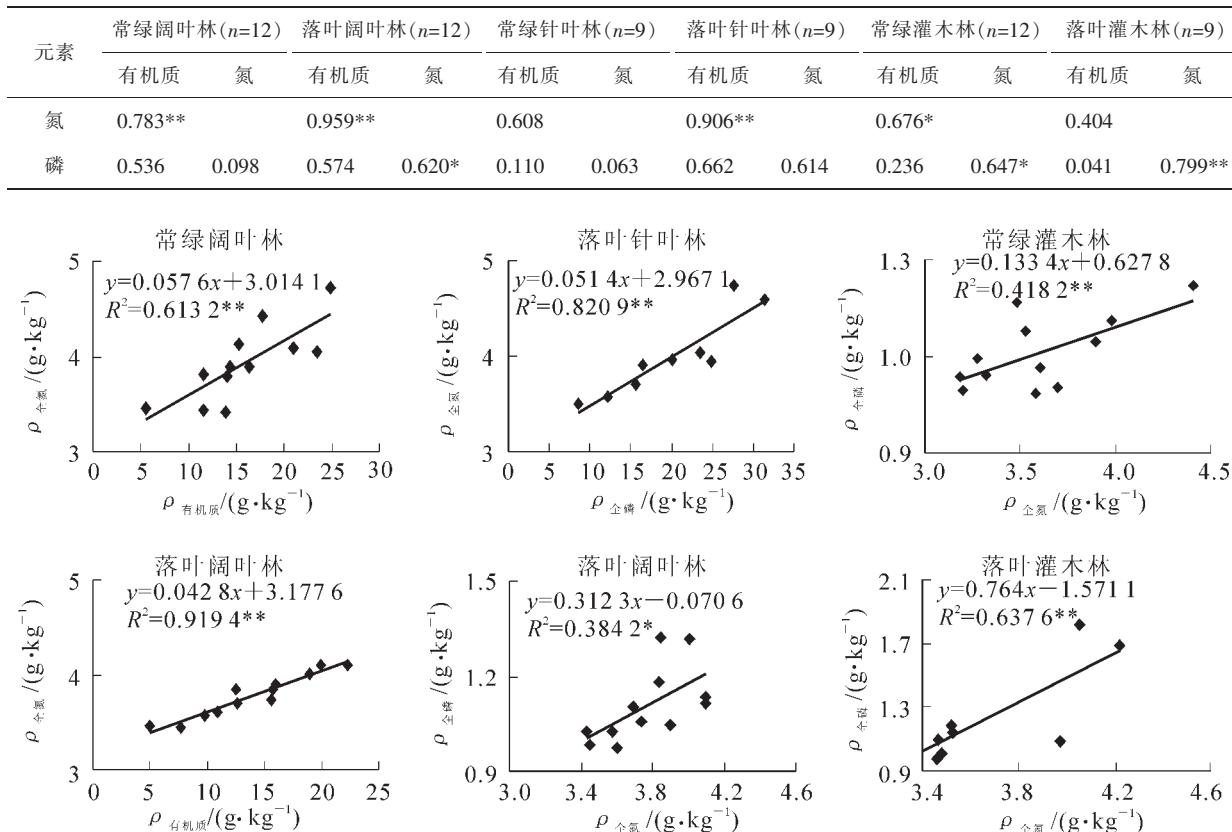


图 4 不同植被群落类型下土壤有机质、全氮和全磷质量分数相关性方程

Figure 4 Correlation equations of the soil organic matter, nitrogen and phosphorus in different vegetation communities

4 结论

不同的植被对土壤的要求是不同的, 但对于大部分植被而言, 都喜欢肥沃疏松的土壤^[2]。基于常绿阔叶林、落叶阔叶林、常绿针叶林、落叶针叶林、常绿灌木林和落叶灌木林等 6 种不同的类型, 对上海市中心城区的道路、居住区、公园和单位附属等 4 种不同功能区绿地的土壤取样分析, 得出以下结论: ①上海中心城区绿地表土密度平均为 $1.57 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 30 cm 以上土壤有机质、全氮和全磷的平均质量分数分别为 15.52 , 3.78 和 $1.13 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 密度偏大, 有机质偏低, 全氮全磷等营养元素较低, 土壤质量依然是上海中心城区绿地发展的主要限制因素。如何提高植物群落土壤质量, 使它们更好地服务于地上植被, 改善人居环境是上海园林绿化建设中需要解决的问题。②表层土壤中有机质和全氮均较高, 随着剖面深度增加, 全氮质量分数逐渐减小, 磷质量分数未发现有递减性规律变化。③上海中心城区绿地中行道树土壤普遍存在土壤压实大, 土壤有机质和氮磷质量分数低的问题, 这必然会影响到树木的正常生长发育。所以, 有必要采取一些改善措施, 如增加施有机肥料, 这样不仅可以提供养分供应, 而且可以改善土壤的结构, 有助于减轻进而消除土壤压实的影响并且可以调节土壤的酸碱度^[19,24]。城市行道树下有机质和氮磷等偏低, 与凋落物的归还受阻有关, 若行道树能用树带的形式栽植, 尽可能保留较大的裸露土壤, 并使枯枝落叶保留于其中而不是清扫走, 这样将极大提高道路绿地下土壤有机质和养分。不妨在城市绿地待植树的树坑中填充由堆肥(用城市污泥制成)、沙和沸石等组成的人工

混合土壤^[19]，这可有效提高有机质和孔隙度，利于林木生长。城市绿地能够很好地缓解热岛效应，在城市中实现“绿岛”消“热岛”，营造良好的城市绿色生态空间具有重要的意义^[25]。城市绿地是一个地上(植被)和地下(紧密)连续的统一体，将土壤的基本数据与其上植被群落的特征参数如叶面积指数、群落盖度和树木胸径等加以整合，进而研究植被与土壤的动态响应和反馈机制，以此来预测未来城市绿地的走势和发展将是一个全新的研究视角。

参考文献：

- [1] UNFP. *The State of World Population in 1999*[M]. New York: United Nations Publications, 1999: 76.
- [2] 崔晓阳, 方怀龙. 城市绿地土壤及其管理[M]. 北京: 中国林业出版社, 2001: 64 - 65.
- [3] 章家恩, 徐琪. 城市土壤的形成特征及其保护[J]. 土壤, 1997, **20**(4): 189 - 193.
ZHANG Jiaen, XU Qi. Formation characteristics of urban soil and its protect[J]. *Soil*, 1997, **20**(4): 189 - 193.
- [4] 方海兰. 园林土壤质量管理的探讨：以上海为例[J]. 中国园林, 2000, **16**(6): 85 - 87.
FANG Hailan. Probe the quality management of gardening soil-take Shanghai as an example[J]. *J Chin Landscape Archit*, 2000, **16**(6): 85 - 87.
- [5] 卢瑛, 龚子同, 张甘霖. 城市土壤的特性及其管理[J]. 土壤与环境, 2002, **11**(2): 206 - 209.
LU Ying, GONG Zitong, ZHANG Ganlin. Characteristics and management of urban soils[J]. *Soil Environ Sci*, 2002, **11**(2): 206 - 209.
- [6] 管东升, 何坤志, 陈玉娟. 广州城市绿地土壤特征及其对树木生长的影响[J]. 环境科学研究, 1998, **11**(4): 51 - 54.
GUAN Dongsheng, HE Kunzhi, CHEN Yujuan. The soil characteristic of Guangzhou urban vegetation and its effects on tree growth[J]. *Res Environ Sci*, 1998, **11**(4): 51 - 54.
- [7] 包兵, 吴丹, 胡艳燕, 等. 重庆主城区市街绿地土壤肥力质量评价及管理对策[J]. 西南大学学报：自然科学版, 2007, **29**(11): 100 - 105.
BAO Bing, WU Dan, HU Yanyan, et al. Assessment of soil fertility quality for urban green spaces in Chongqing City and measures for their management[J]. *J Southwest Univ Nat Sci Ed*, 2007, **29**(11): 100 - 105.
- [8] 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.
LU Ying, GAN Haihua, SHI Zhengjun, et al. Soil fertility quality assessment and managing measures for urban green space in Shenzhen City[J]. *J Soil Water Conserv*, 2005, **19**(1): 153 - 156.
- [9] 李玉和. 城市土壤密实度对园林植物生长的影响及利用措施[J]. 中国园林, 1995, **11**(3): 41 - 43.
LI Yuhe. Effect of soil compaction on the influence and utilization measures of the garden plant[J]. *J Chin Landscape Archit*, 1995, **11**(3): 41 - 43.
- [10] 韩继红, 李传省, 黄秋萍. 城市土壤对园林植物生长的影响及其改善措施[J]. 中国园林, 2003, **19**(7): 74 - 76.
HAN Jihong, LI Chuansheng, HUANG Qiuping. The influence of urban soil to the growth of landscape plant and its improvement measures[J]. *J Chin Landscape Archit*, 2003, **19**(7): 74 - 76.
- [11] 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——以广州市长虹苗圃为例[J]. 土壤与环境, 2000, **9**(4): 287 - 289.
DENG Nanrong, WU Zhifeng, LIU Ping, et al. Diagnosis and integrated evaluation on soil fertility of urban garden land — A case study of Changhong Nursery of Guangzhou City[J]. *Soil Environ Sci*, 2000, **9**(4): 287 - 289.
- [12] 欧阳育林. 城市土壤与园林绿化[J]. 热带林业, 2004, **32**(1): 31 - 34.
OUYANG Yulin. Urban soil and garden greening[J]. *Trop For*, 2004, **32**(1): 31 - 34.
- [13] JIM C Y. Physical and chemical properties of a Hong Kong roadside soil in relation to urban tree growth[J]. *Urban Ecosyst*, 1998, **2**: 171 - 181.
- [14] 项建光, 方海兰, 杨意, 等. 上海典型新建绿地的土壤质量评价[J]. 土壤, 2004, **36**(4): 424 - 429.
XIANG Jianguang, FANG Hailan, YANG Yi, et al. Soil quality evaluation of some typical newly-established green belts in Shanghai[J]. *Soil*, 2004, **36**(4): 424 - 429.
- [15] 侯传庆. 上海土壤[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1992: 173 - 175.
- [16] 尹伯仁, 周丕生, 方海兰, 等. 上海大树移植的本底土质量调查与评价[J]. 上海交通大学学报: 农业科学版, 2004, **22**

- (4): 373 – 377.

YIN Boren, ZHOU Pisheng, FANG Hailan, *et al.* Investigation and evaluation of background soils quality for tree transplantation in Shanghai[J]. *J Shanghai Jiaotong Univ Agric Sci*, 2004, **22** (4): 373 – 377.

[17] 高峻, 杨明静, 陶康华. 上海城市绿地景观格局的分析研究[J]. 中国园林, 2000, **16** (1): 53 – 56.

GAO Jun, YANG Mingjing, TAO Kanghua. Analyse the pattern of urban greenary features in Shanghai [J]. *J Chin Landscape Archit*, 2000, **16** (1): 53 – 56.

[18] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000: 106 – 108.

[19] 曾曙才, 崔大方, 荣波, 等. 深圳笔架山公园土壤性状分析[J]. 中山大学学报: 自然科学版, 2005, **44** (增刊): 1 – 6.

ZENG Shucui, CUI Dafang, RONG Bo, *et al.* An analysis of soil properties in Bijiashan Park of Shenzhen[J]. *Acta Sci Nat Univ Sunyatseni*, 2005, **44** (supp): 1 – 6.

[20] BRADY N C. *The Nature and Properties of Soils* [M]. 10 ed. New York: Mac Millan, 1990.

[21] JIM C Y. Soil characteristics and management in an urban in Hong Kong[J]. *Environ Manage*, 1998, **22** (5): 683 – 695.

[22] 罗汝英. 土壤学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1990: 59 – 73.

[23] 方海兰, 陈玲, 黄懿珍, 等. 上海新建绿地的土壤质量现状和对策[J]. 林业科学, 2007, **43** (1): 89 – 94.
FANG Hailan, CHEN Ling, HUANG Yizhen, *et al.* Current situation and strategy for the soil quality of newly-established green belts in Shanghai[J]. *Sci Silv Sin*, 2007, **43** (1): 89 – 94.

[24] 黄昌勇. 土壤学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 199 – 200.

[25] 彭少麟, 周凯, 叶有华, 等. 城市热岛效应研究进展[J]. 生态环境, 2005, **14** (4): 574 – 579.
PENG Shaolin, ZHOU Kai, YE Youhua, *et al.* Research progress in urban heat island[J]. *Ecol Environ*, 2005, **14** (4): 574 – 579.

浙江林学院“新世纪151人才工程”实现新突破

浙江省 2008 年度“新世纪 151 人才工程”评选工作结束。浙江林学院共有 7 人入选，其中 1 人入选重点资助，2 人入选第一层次，4 人入选第二层次。这次浙江省“151 人才”评选，浙江林学院在入选数量和层次上均实现了新的突破，表明了学校师资队伍整体水平的提升，其中，浙江省“新世纪 151 人才工程”重点资助人才实现了零的突破。据悉，浙江省本次入选重点资助 25 人，第一层次 50 人，第二层次 200 人，全省各行业推荐人选整体入选率不超过 15%。浙江林学院推荐人选 18 人，入选率达到 39%。

谢志新