

城市土壤多功能复合利用助推绿色北京建设*

王洪波^{1,3}, 朱桂林²

(1. 国土资源部土地整治中心, 北京 100035; 2. 北京市西城区城市环境建设委员会办公室, 北京 100088;
3. 国土资源部农用地质量与监控重点实验室, 北京 100035)

摘要: 为了充分发挥城市土壤在绿色北京建设中的功能和作用, 采用资料分析和典型区域实地踏查的方法, 总结和分析了 7 种典型的城市土壤粗放利用现象。该文通过对城市土壤相关功能的评估, 归纳提出了建立城市土壤实用分类体系、推广立体绿化、改造凹碟式树穴、挖掘蓄水暗沟、修建下挖式绿地、优化城市排水系统、建立城市土壤供需和存储规划、加强潜在城市土壤高效利用与科学研究等一系列加强城市土壤多功能利用的政策建议。

关键词: 城市土壤分类; 多功能利用; 生态建设; 海绵城市; 政策建议

中图分类号: F303.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-2404(2017)82-0042-06

引言

城市土壤与农业土壤、森林土壤、草原土壤、荒漠土壤、湿地土壤一起构成了全球六大土壤景观单元, 具有重要的生态功能, 在城市环境方面具有重要的意义。北京市“十三五”重要目标是“建设国际一流的和谐宜居之都, 建设绿色低碳生态家园”。从城市土壤高效利用的角度看, 绿色北京建设离不开城市土壤的高效利用。什么是城市土壤, 城市土壤在哪里, 有多少, 跟城市建设和人们的生活有多大关系, 这些都需要思考。城市土壤资源被长期粗放利用已经成为了制约绿色北京建设的一个瓶颈。优化城市土壤资源利用, 可以节约淡水资源, 增加生物多样性, 挖掘文化教育和休闲娱乐价值, 对建立资源节约集约型美丽城市, 具有重要的理论和现实意义。

1 城市土壤利用调研背景

城市土壤零星地分布于城市的各个角落, 长期以来由于城市土壤面积狭小、利用经济效益微薄等原因, 城市土壤一直处于被城市管理者和学术界遗忘的状态, 关于城市土壤物质组成和特性的系统性研究成果非常少。传统观点认为城市没有土壤, 土

壤是为农业服务的, 城市土壤对于大多数人来说是一个全新的概念。20 世纪 80 年代后期城市和工矿区土壤(通称城市土壤)逐渐被重视, 德国率先开展了一系列城市的土壤制图工作。美国在 20 世纪 90 年代初开展了纽约的城市土壤调查和制图。这些研究的兴起, 重要的原因在于人们逐渐认识到城市土壤的特殊性、复杂性及其对生态环境的重要影响。

过去主要是一些降水多、地势低洼的城市发生内涝, 最近部分缺水的内陆城市也经常发生。古人说, 兵来将挡, 水来土掩, 土壤理所当然的就是滞蓄城市雨洪的海绵体, 可是目前城市土壤滞蓄雨洪能力非常差, 值得深刻反思。北京市区地表硬化率高, 城市土壤资源稀缺, 生态绿化要求高, 淡水资源紧缺, 是一个十分理想的研究城市土壤多功能利用的区域。

2 城市土壤粗放利用的典型现象调查

从人造城市土壤看, 盆栽树木现象越来越多。市区很多地方搞盆栽树木, 盆内栽植的植物以海棠、木槿、铁树、松柏等多年生木本植物为主。比较典型的情况是西直门桥南和莲花桥桥区。这些栽在桶内的木本植物不接地气, 如果要使土壤表层天天都保持湿润, 灌溉量非常大, 消耗的淡水资源也就非常多, 不符合北京市节约用水的现状。

从零星城市土壤看, 古树被改造成井台树半死不活。据统计, 目前北京市有树龄在 500 年以上的一级保护古树 5 000 多株。为了保护这些古树, 对古树根部进行了特别保护, 用水泥做成高出地面半

收稿日期: 2017-08-24

作者简介: 王洪波, 国土资源部土地整治中心研究员, 博士后, 主要从事土地评价及农用地分等定级与估价等方面的研究; 朱桂林, 北京市西城区城市环境建设委员会办公室副主任, 博士后。

E-mail: wanghongbo1975@126.com

基金项目: 中国致公党北京市委员会 2014 年度调研课题成果。

米的池子,池内装满土,结果成了被供起来的古树,我们暂时将其称为“井台树”。这种井台树现象,在北京的街头比比皆是。这些井台树在降雨时根本无法蓄积到周围地面上的雨水。

从条带状城市土壤看,行道树树穴透水硬件完备但蓄不到水。北京市区呈条带状分布的城市土壤主要是公路边各类行道树的树穴,这些树穴一般都在1个平方米左右。总的来看,北京市行道树树穴部分的透水设施主要有带长形孔的水泥板、带圆孔的石板、多孔的铁篦子、覆盖石子陶粒、胶结的石子等几种情况。由于北京市的步行道一般高出公路路面20厘米左右,因此在降雨过程中,这些树木的树坑基本上蓄不到什么雨水,结果是再好的硬件设施都是白费。

从面状城市土壤看,各种绿地地势高滞蓄雨洪能力差。北京地区1951-2006年的年平均降水量为603毫米,从理论上讲可以满足各种绿色植物的生存需要。公路边和社区内的各种面状绿地,由于人们喜爱低丘假山等的文化传统,在高程上往往比步行道要高,而且往往是向步行道和公路倾斜,因此在降雨时基本蓄不到雨洪。这些面状绿地应该是市区内滞蓄雨洪的主力,即使一次降雨达到了100毫米,这些绿地都应该可以消纳,而不是优先考虑向外、向丝毫没有滞蓄雨洪能力的公路排水。

地铁等建设中的潜在城市土壤未能发挥经济、生态和科学研究价值。北京市近年建设了大量的地铁和高楼。在地铁建设和高楼的地基挖掘中,有大量的数以百万吨计的泥土需要运送到城外。而每年绿地建设和防汛沙袋等的需要,又都要从城外运送大量的土壤进城。这些深层土壤,除了判定土壤质地好坏和含水量高低以外,还有很多其它的更有科学意义的事情我们并没有同时跟进,比如:这些土壤可以揭示古代北京的气候,这些土壤中可能有一些古代的物种等等。

城市土壤休闲娱乐与文化教育价值缺失。北京市绿地质量不断提高,养护标准和成本也随之提升。因为比较娇贵,所以大多绿地都被篱笆保护起来,不让采摘,不让践踏,基本丧失了休闲娱乐价值。特别是市中心的草坪,由于采取了各种除虫措施,草地上很难寻觅到蚂蚱、蟋蟀、甲虫等昆虫。因此,像蟋蟀的住宅、蚂蚁王国、挖荠菜和粘知了等事情,城市里的孩子们只能靠想象和体会,城市土壤的文化教育

价值挖掘利用不足。

单位和名人认养绿地不惜经济和资源代价。在西二环附近,细心的市民可以发现各种认养绿地的牌子。经过调查发现,认养方往往是雇人对绿地进行除草、修剪、施肥和灌溉。城市居民不能亲近这些绿地,当然也就不关心这些绿地的建设和保护了。

3 城市土壤粗放利用的成因与危害

3.1 在高程配置上错位加重了三生争水现象

在北京市区,通过观察不难发现,几乎所有的路边绿地在标高上都要高出步行道5厘米以上,几乎所有的步行道在标高上都要比公路路面高出10厘米左右,这几乎成了路边绿地、步行道和公路建设的一种思维定势。公路、步行道和路边绿地在标高上的这种配置,虽然可以实现雨洪期间的高效排水,但同时也导致了城市土壤滞蓄雨洪能力差,加重了生产、生活和生态争水现象。

3.2 重排轻蓄加速了小雨成灾大雨看海现象

市区地面过度硬化,加上城市土壤的粗放利用,加重了现代城市在排水方面的问题。以“7·21”北京特大暴雨为例,复兴门桥、东直门桥区、六里桥等发生积水,导致主路断路。“看海”一词流行了起来,表达了人们对城市内涝的无奈心情。巴黎的下水道均处在巴黎市地面以下50米,水道纵横交错,密如蛛网,总长2347公里,规模远超巴黎地铁。水是非常宝贵的自然资源,即使污水本身也有很大的经济价值,城市土壤的容污降污能力需要尽量挖掘利用。

3.3 重景观轻土壤导致生物多样性降低

在城市绿地建设中,为了保证城市绿地良好的景观性,城市绿地除虫除杂草等工作受到格外的重视,但同时也导致了城市土壤生物多样性的降低。以城市地被植物为例,城市草坪忽略本土适应性极强的野花、野草的开发运用,多选用单一外来种,种植方式多是以草毯形式铺设而成,草皮的根系位于土壤的表层,与土壤没有紧密相连,自我生存能力很差。北方炎热夏季1平方米草坪需累计灌溉1-2吨水,成为不折不扣的“喝水大户”。人工地被不仅消耗大量水资源,而且杀虫剂和除草剂的大量使用还会破坏当地生态环境中的生物多样性,引发土壤、水环境的二次污染。

3.4 忽视城市土壤自然文化历史档案功能

为了保护具有特殊历史意义的土壤,需要进行土壤的自然文化历史档案功能评价。如果土壤能够反映出自然历史中地质地貌的变化和早期土壤形成及其环境条件,那么这些土壤就具有特殊的保护价值。这些历史信息有利于我们了解过去、理解现在和预测未来。在自然历史方面,主要考虑是否有能够反应古气候古地貌变化的稀有独特土壤;具有明显的潜育特征的土壤;泥炭或起源于某些稀有物质的土壤。在历史文化方面,主要考虑土壤是否具有人文历史遗迹,如土壤是否含有代表特定文化历史的工艺品,是否起源于稀有、是否有城市发展的历史遗迹,或是否具有其他被特殊保护的历史价值等。

3.5 容污降污能力差加重了城市生态问题

在城市生态环境中,城市土壤的生态功能是城市污染物的汇集地和容器,而非生产功能。城市土壤通过过滤、降解、缓冲和转化能力将工业、交通和

生活中产生的各种废水、废气和废渣进行净化,降低它们的生物毒性。土壤中的微生物也在分解有毒污染物过程中发挥着重要作用。城市土壤正是通过维持植物的生长、微生物的分解和自净能力,维持着整个城市生态系统平衡发展,对城市的可持续发展有着重要的意义。

4 城市土壤多功能的初步评估

4.1 条带状城市土壤蓄水能力的初步评估

对条带状城市土壤蓄水能力的评估,按照以下三步进行。第一步,每公里道路上行道树棵数的估算。以连接西三环和西四环的莲宝路和靛厂路为例,进行行道树的数量调查。按照十字路口分为5段做调查(具体调查结果见表1)。在行道树树木棵数的统计上,金银花、冬青、紫薇、红瑞木、小桧柏等因为比较矮小,不算在统计分析中,结果共有树木926棵,平均每公里308棵。

表1 典型路段的行道树数量调查

路段	长度(米)	行道树行数	行道树树种与数量	隔离带上树种与数量
1	610	两行	杨树8棵,椿树19棵,国槐126棵,梧桐6棵	紫叶李31棵,冬青若干。
2	310	四行	杨树44棵,国槐36棵	桧柏68棵,金银花47棵,紫薇21棵,冬青若干。
3	330	四行	杨树82棵,桧柏36棵	紫薇15棵,红瑞木22棵,金银花60棵,冬青若干。
4	880	三行	国槐199棵	紫叶李13棵,冬青若干,小桧柏若干。
5	870	三行	国槐233棵	紫叶李25棵,冬青若干,小桧柏若干。
合计	3000	—	789棵	137棵

第二步,北京市道路总长度估算。根据北京市路政局的统计,北京市道路总里程已达到19 009公里,分布于城六区的城市道路占4 010公里。按照城六区4 010公里城市道路计算,4 010公里×308棵/公里=120万棵。

第三步,条带状城市土壤每年雨洪蓄积量估算。按照每年发生5次形成较大径流的降雨,树与树之间的蓄水暗沟每次可以蓄积1吨水估算,120万×1吨×5次=600万吨。昆明湖水量约为200万吨,北海公园约为40万吨。如果全部沿行道树挖掘蓄水暗沟,北京市城六区条带状城市土壤每年可增加雨洪蓄积量相当于3个昆明湖或15个北海的水量。

4.2 面状城市土壤蓄水能力的初步评估

北京团城地面高出北海水面近6米,现有树龄大于300年的古树17棵,采用干铺倒梯形青砖和深

埋渗排涵洞的做法,可将年降水量存储于团城中,时至今日仍可做到降中雨地面不产生径流。借鉴团城经验,可以采用下挖式绿地的方式增加面状城市土壤蓄水。面状城市土壤蓄水能力按照以下三步评估。

第一步,典型区域面状绿地的面积调查。在西二环西直门桥到天宁寺桥的西侧,有较大的路边绿地7块,总面积约为126亩(表2)。这些路边绿地基本是向步行道倾斜,在暴雨期间基本没有滞蓄雨洪的能力。按照每年发生形成地表径流的降雨5次,每次路边绿地累计蓄积雨洪40厘米(含降雨期间入渗部分和形成暂时性积水部分)计算,可以共蓄积雨洪16.8万吨,相当于半个北海的水量。

表2 典型面状城市土壤的调查

序号	位置	面积(亩)	平整状态	高出西二环辅路(厘米)
1	北顺城街西	13	基本平整	10-30
2	北玉带胡同西	18	基本平整	10-50
3	阜成门桥区	12	向路面倾斜坡度大	30-200
4	南顺城街北段路西	11	整体平整	10-60
5	南顺城街南段路西	24	高低不平	30-100
6	复兴门北顺城街路西	36	基本平整	20-30
7	复兴门桥区	12	基本平整	30-450
合计	—	126	—	—

第二步,北京市不同区域面状城市土壤的面积统计。根据北京城市规划设计研究院详规所提供的数据,北京市二环内有各种绿地 1.29 万亩,三环内有 2.46 万亩,四环内有 4.69 万亩,五环内有 16.43 万亩。

第三步,北京市不同区域面状城市土壤可蓄雨洪的估算。按照 60% 可以改造成下挖式绿地,每年发生 5 次形成地表径流的降雨,绿地每次蓄积雨洪 40 厘米计算,可以估算出二环内、三环内、四环内和五环内每年蓄积雨洪的能力依次是 1030 万吨、1 960 万吨、3 750 万吨和 1.3 亿吨,分别相当于 5 个、10 个、19 个和 65 个昆明湖的水量,分别相当于南水北调北京分配水量(2.4 亿吨)的 0.8%、1.6%、3.0% 和 10.5%,数量相当可观。

4.3 城市土壤生物多样性初步评估

中科院动物研究所张润志研究组对六环路以内的 25 个公园和绿化带中的柳树树干栖息昆虫进行了 3 年的系统调查与监测,监测结果表明,城市扩张对昆虫多样性有明显影响;在距市中心 30 公里范围内,每向市中心靠近 5 公里,就减少 1 个物种和 60% 的个体数量。上述研究结果进一步证实,城市化是目前全球生物多样性最重要的影响因素之一。

对于草坪,减少农药等化学药剂的使用,放养蚂蚱、蟋蟀等昆虫,增加地黄、蒲公英、荠菜等野生草种。大力推广乡土树种,乡土植物群落在漫长的进化历程中已经和本地环境形成良好的适应,其生命力极强,无需过多的人工管理,有人工植被无法比拟的优势,能以最小的投入获得最大的环境效益。

4.4 城市土壤休闲娱乐与文化教育价值的初步评估

草坪绿地应该是人们休闲娱乐的场所,是青少年识别各种植物和昆虫的场所。草应该是一种抗逆

性很强的植物,部分草种旱不死,涝不死,割了还长,因此在农区就有了要斩草除根的说法。但是北京现有草坪草种抗逆性差,因此几乎所有的绿地上都树立了禁止踩踏等标识。这些草坪被保护了起来,失去了休闲娱乐和文化教育价值。让野花野草进城回归自然已经成为城市生态建设的发展方向之一。另外,土壤能够反映出自然历史中地质地貌的变化,早期土壤的形成及其环境条件,甚至可以反映早期人类的生产生活,这些土壤具有特殊的保护价值。

4.5 城市土壤作为建设基质的经济价值初步评估

北京市目前地铁总长度 370 公里,到 2020 年规划达 1 000 公里以上。按照地铁横断面平均 15 平方米,挖掘土壤每立方米 1.5 吨计算,北京市挖掘地铁已经产生土壤 830 万吨土壤,到 2020 年共产生 2 250 万吨。城市土壤污染的一般规律是地表污染要重于深层土壤,因此这些深层挖掘的土壤受到污染的程度会比较低。目前各种建设工程外购土方的价格一般在 10-20 元/方之间,按照 10 元/方,地铁建设中挖掘土壤 60% 质地适中可以使用来计算,北京市修地铁到 2020 年共产生可用的城市土壤 1 350 万方,经济价值是 1.35 亿元。如果这些潜在城市土壤不是就近使用而是运输到城外,按照每车 10 吨计算需要运送 225 万车次,经济成本将非常大。

5 城市土壤多功能综合利用助推绿色北京建设的建议

5.1 建立城市土壤实用分类体系

结合北京市城市土壤的现状,可以从偏离耕作土壤的程度和潜在用途两个角度出发,提出一个城市土壤的实用分类体系,具体可以包括人造城市土壤、零星城市土壤、条带状城市土壤、面状城市土壤和潜在城市土壤五个类型。

(1)人造城市土壤主要指装入了盆、桶等容器以及生物工厂类似土壤的培养基等与地表土壤分离,但是仍能发挥生长绿色植物功能的土壤状物质。

(2)零星城市土壤主要指城区内零星分布的树坑、建筑的边角等裸露的土地,在面积上可以界定为小于10平方米的裸土地或绿地。(3)条带状城市土壤主要指路边栽植行道树或生长乔、灌、草的连续或断续的呈线状的土地,在面积上界定为宽小于2米,长大于5米的裸土地或绿地。(4)面状城市土壤主要指分布在城区内生长乔灌草的近似方形的面积较大的绿地或裸露的土地。(5)潜在城市土壤是指在楼房建设和地铁施工中,从地表深层挖掘出来的质地适中适宜植物生长的土壤。

5.2 树立城市土壤优化利用的原则

在城市绿化中要坚持能够栽到地上的绝不栽到盆里的原则。在各种绿化建设中采取除石、深松等措施提高城市土壤质量,目前城市公园基本可以做到这一点,但是各种路边绿地和生态绿地还远远达不到该要求。树立城市环保观念妥善处理植物的凋落物,采取比较合理的就地堆埋处理,促其发酵分解转化为肥料,进入物质循环通道维护生态系统的良性发展。增加民众参与意识向家庭推广生态用地认养制度。

5.3 利用人造和零星城市土壤实施立体绿化

建议在寸土寸金的北上广等大城市充分利用人造城市土壤和零星城市土壤,推广种植爬山虎、紫藤、凌霄等攀援植物,实施立体绿化。一是充分利用人造城市土壤,在高层楼房的建设中,为爬山虎类植物设计和建造“驻足点”,同时利用厨房产生的废水浇灌,实现高层楼房少窗面的分层垂直绿化。二是充分利用零星的城市土壤,实施道路护坡和高架桥、高速路线下水泥立柱绿化。三是利用学校、公园、党政机关企事业单位和宾馆饭店的楼房和围墙实施立体空间绿化。

5.4 加强对零星、条带和面状城市土壤的利用

改造零星城市土壤改善古树生长环境。打破过去通过围水泥井台的做法,将树坑改造为凹碟式,这样可以达到蓄水和透气的目的,这样才是保护这些古树。考虑到古树的稳定性问题,可以对这些井台中的土壤采取逐年剥离的手段,促使古树根系向更深层土壤发展。

沿条带状城市土壤挖掘蓄水暗沟。建议沿行道

树挖掘蓄水暗沟,暗沟可以设置成20厘米宽,50厘米深,沟的顶部用带孔洞的地板砖覆盖,既可以蓄水,又不影响交通的便利性。

将面状城市土壤改造成下挖式绿地。摒弃目前高于地面和路面,靠灌溉补水的做法。将这些绿地逐步改造成下挖式绿地,下挖的深度可以结合实际情况保持在20厘米-50厘米之间。

5.5 加强潜在城市土壤的科学利用研究

结合各种工程建设,对深层土壤开展古气候的研究,深层土壤的属性、土壤中的植物孢子等记录了北京市过去的气候环境,具有重要的科学研究价值,对于推演气候变化,对气候变化进行干预具有重要的意义。对土壤中的重金属进行人工治理,无论是采用生物降解法、还是化学消除法,都是费时费力费用昂贵。在这种情况下,采用工程建设中产生的无污染的土壤对各种棕地进行客土改造将是一个高效节约的方法。

5.6 借鉴表土剥离再利用经验建立城市土壤存储和供需的规划

采用耕地表土剥离再利用的思路,对市区内不同时段的需求区、产土区进行动态规划和匹配,可以节省土方运送的费用和能源消耗。在合适地点规划设计一批土壤存储场所,并按照市场规则向需要对象提供,可以实现城市土壤资源的经济价值。

5.7 基于雨洪高效利用原则优化城市排水系统

将城市土壤作为海绵城市的海绵体进行建设,改直排式为溢排式。将排水口设置在面状绿地上,且高出地面一定高度,在降雨量较小时,雨水全部蓄积在绿地内,在降雨量较大时,当蓄积的雨水超过排水口时,多余的雨水才能进入城市雨水管网。利用面状城市土壤大量消减污染物。利用各种生态型用地和郊野公园,规划和设置地下水补给场所,充分利用夏季降水滞蓄雨洪,通过形成临时性水面的办法,对地下水进行有效补给。

(致谢:在本论文的撰写中,北京市城市规划设计研究院、致公党员许槟提供了相关绿地面积数据,同时论文受到了致公党北京市西城区委徐典文副主委和致公党员朱宏林的指导,在此一并表示感谢!)

参考文献

[1] 卢瑛,龚子同.城市土壤分类概述[J].土壤通报,1999

- (S1):60-64.
- [2] 陈清硕.城市土壤的发生和分类[J].江苏农学院学报, 1986(4):33-36.
- [3] 张爱云,刘玉生,贾素英.节水式凹陷型草坪的建筑设计[J].山东水利职业学院院刊,2007(4):16-17.
- [4] 梁思源,吴克宁.土壤功能评价指标解译[J].土壤通报,2013(5):1035-1040.
- [5] 李俊生,高吉喜,张晓岚,等.城市化对生物多样性的影响研究综述[J].生态学杂志,2005(8):953-957.
- [6] 陈卫,孙文全,孙慧.城市雨水资源利用途径及其生态保护[J].中国给水排水,2000(6):26-27.
- [7] 李善征,曹波,孟庆义,等.团城古代雨水利用工程简介[J].北京水利,2003(3):19-21.
- [8] 王波,高建明.城市硬化地面铺装呼唤生态回归[J].现代物业(上旬刊),2011(1):46-47.
- [9] 陶有生.关于发展和推广透水路面砖的看法[J].新型建筑材料,2006(12):74-75.
- [10] 叶嘉,焦云红.华北平原缺水城市植被建设的应对策略浅析——以河北平原为例[J].福建林业科技,2007(1):216-219.
- [11] 郝瑞军,方海兰,沈烈英.加强城市土壤保护,创建生态友好环境[J].上海建设科技,2009(2):57-59.

Enhance Multi-Functional Use of the Urban Soil to Facilitate Green Development of Beijing

WANG Hongbo^{1,2}, ZHU Guilin²

(1. Centre of Land Consolidation, Ministry of Land and Resource, Beijing100035, China;

2. Office of Xicheng District Municipal Commission of Environment Construction of Beijing, Beijing100088, China;

3. Key Laboratory of Land Quality, Ministry of Land and Resources, Beijing100035, China)

Abstract: In order to make the urban soil fully play its role and function in the green development of Beijing, a methodology of data analysis and reconnaissance in typical areas is applied, to sum up and analyze seven typical phenomena in extensive use of urban soil. By evaluating the relevant functions of urban soil in this paper, a series of policy proposals on enhancing the multi-functional use of urban soil have been raised, such as establish an applied classification system for urban soil, promote vertical planting, transform the concave plate shaped tree pit, dig underdrain for water storage, build depressed greenbelt, optimize urban drainage system, plan urban soil supply, demand and storage, strengthen potential efficient use of urban soil and scientific studies, etc.

Key words: urban soil classification; multi-functional use; ecological development; policy proposals