

汕头城区新优园林植物的应用现状与分析

陈翠蓉¹, 吴悦宏¹, 邹桂逢¹, 吕武杭², 蔡庆芸¹

(1. 汕头市林业科学研究所, 广东汕头 515041; 2. 汕头市广场(绿地)管理处, 广东汕头 515041)

摘要 通过对汕头城区 18 个公共绿地以及植物景观较好的交通干道绿化带进行调查, 结果表明: 汕头城区公共绿地和交通干道绿化带应用的新优园林植物共 55 种, 隶属 27 科 42 属, 其中观花植物 29 种, 观叶植物 23 种, 观果植物 5 种, 观形植物 9 种。对各新优园林植物的观赏期进行分类统计, 发现多数观花植物和少数观叶植物呈现季相变化。

关键词 新优园林植物; 观赏特性; 观赏期

中图分类号 S 688

文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)24-0090-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.24.022



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Application Status and Analysis of New and Well Garden Plants in Shantou Urban Area

CHEN Cui-rong, WU Yue-hong, ZOU Gui-feng et al (Shantou Forestry Science Research Institute, Shantou, Guangdong 515041)

Abstract Through the investigation of 18 public green spaces in Shantou urban area and traffic trunk green belts with better plant landscape, the results showed that there are 55 new and well garden plants used in public green spaces and traffic trunk green belts in Shantou urban area, belonging to 27 families and 42 genera. There were 29 species of flower plants, 23 species of foliage plants, 5 species of fruit plants, and 9 species of shape plants. The ornamental period of each new and well garden plants was classified and counted, and it was found that most flower plants and a few foliage plants showed seasonal changes.

Key words New and well garden plant; Ornamental characteristics; Ornamental period

新优园林植物是指新近开发出的, 通过引种、变异选择或对野生植物进行驯化, 比传统苗木更突出其新颖性和特异性, 具有良好观赏价值和景观效果的园林植物^[1-2]。近年来, 汕头多措并举大力推进城市绿化建设, 对原有的公园、广场和道路绿地进行景观改造提升, 并新建了一大批社区公园和口袋公园, 大幅增加了城市绿地面积, 借着这一建设契机, 引进了不少新优园林植物, 丰富了园林植物多样性, 提升了植物景观观赏度, 同时也存在一些问题。笔者通过对汕头城区绿地中新优园林植物种类进行调查, 客观分析了汕头城区新优园林植物的组成特点和应用现状。

1 自然概况

汕头市是广东省东部沿海地级市, 处于赤道低气压带和副热带高气压带之间, 北回归线从市区北域通过, 在东北信风带南缘, 属亚热带海洋性气候。常年气候温和, 热量丰富, 阳光充足, 雨量充沛。根据汕头市气象站多年资料统计, 多年平均气温 21.3 ℃, 最高月平均气温 28.2 ℃(7 月), 最低月平均气温 13.2 ℃(1 月), 多年平均年降雨量 1 608 mm, 多年平均相对湿度 82%, 平均年日照时数 2 056 h, 冬季偶有短时霜冻。常年雨量充沛, 年降雨量达 1 300~2 400 mm。夏秋多发海洋性强风、热带风暴等灾害性天气。总之, 汕头市以其优越的地理位置和得天独厚的气候因素为引种驯化热带和亚热带树种提供了条件^[3]。

2 研究方法

该调查采用全区踏查的方法, 于 2021—2022 年对汕头市 2015 年以后新建或进行景观改造提升的城区公共绿地

以及植物景观较佳的交通干道绿化带进行实地调查, 分别是时代广场、开放广场、华侨公园、东厦公园、潮人码头、海湾湿地公园、广厦公园、崇文公园、东池公园、新津河香域水岸段沿河绿化带、南滨路内海湾景观带、海滨路及海滨长廊、中山路、金环路、金砂路、韩江路、天山路、汕汾路 18 个地点, 记录城市绿地新优园林植物种类, 通过对调查数据进行分析统计, 整理出目前汕头城区绿地新优园林植物种类, 并分析汕头城区新优园林植物的结构组成特点和应用状况。

3 调查结果与分析

3.1 新优园林植物种类分布情况 在对汕头城区新优园林植物的调查中, 共调查记录到新优园林植物共 55 种(不包括草本植物), 隶属 27 科 42 属, 主要集中在紫葳科(Bignoniaceae)(5 属 7 种)、桃金娘科(Myrtaceae)(4 属 6 种)、大戟科(Euphorbiaceae)(5 属 6 种)、使君子科(Combretaceae)(1 属 3 种)、马鞭草科(Verbenaceae)(1 属 3 种)(表 1)。其中, 以乔木种最多, 共 16 科 26 属 31 种, 占种数的 56.4%, 灌木 14 科 20 属 22 种, 占种数的 40.0%, 地被 2 科 2 属 2 种, 占种数的 3.6%。

3.2 新优园林植物观赏特性 按照植物观赏特性的不同, 将汕头城区新优园林植物分为观花植物、观叶植物、观果植物及观形植物, 其中有些植物有 2 个或以上的观赏特性。

3.2.1 观花植物。 观花植物是指具有奇特的花或花序, 包括花色鲜艳或有色彩变化、花型奇特、花序优美别致、花着生方式特别、花型或花序大、花芳香和花质地特异等^[4-5]。根据调查结果可知, 汕头城市新优园林植物以观花植物种类最多, 共有 29 种, 隶属 15 科 22 属, 其中乔木 18 种, 灌木 9 种, 地被 2 种(表 2)。花色是植物观赏特性中重要的品质特性^[6], 根据花色差异进行分类, 主要分为红色(包括紫红、粉红、橙

基金项目 2021 年广东省科技专项资金项目“汕头市景观树种物候调查分析与应用”(210712106902095)。

作者简介 陈翠蓉(1987—), 女, 广东潮州人, 工程师, 硕士, 从事园林、林业科研推广工作。

收稿日期 2022-07-12

红)、黄色(包括橙黄)、蓝紫色 3 种色系。其中,红色系观花植物 19 种,占观花植物的 65.52%,黄色系观花植物 5 种,占观花植物的 17.24%,蓝紫色系观花植物 5 种,占观花植物的 17.24%。其中如二乔玉兰、大腹木棉、黄花风铃木等在花期落叶,使植物呈现出整株繁花,视觉上较为震撼。花型或花序大、奇也使植物更具有独特观赏性,如猪肠豆花串长而下垂,红花玉蕊花序长如流苏,大鹤望兰花朵硕大且形似飞鹤等。

表 1 汕头市城区新优园林植物科、属、种

Table 1 Families,genera and species of new and well garden plants in Shantou urban area

科名 Families name	属数 Genus number	种数 Species number
紫葳科 Bignoniaceae	5	7
大戟科 Euphorbiaceae	5	6
桃金娘科 Myrtaceae	4	6
苏木科 Caesalpiniaceae	2	3
使君子科 Combretaceae	1	3
马鞭草科 Verbenaceae	1	3
无患子科 Sapindaceae	2	2
棕榈科 Palmae	2	2
爵床科 Acanthaceae	2	2
木兰科 Magnoliaceae	1	2
木棉科 Bombacaceae	1	2
五加科 Araliaceae	1	2
蝶形花科 Papilionaceae	1	1
辣木科 Moringaceae	1	1
藤黄科 Guttiferae	1	1
冬青科 Aquifoliaceae	1	1
含羞草科 Mimosaceae	1	1
玉蕊科 Lecythidaceae	1	1
玄参科 Scrophulariaceae	1	1
旅人蕉科 Strelitziaceae	1	1
露兜树科 Pandanaceae	1	1
锦葵科 Malvaceae	1	1
木犀科 Oleaceae	1	1
野牡丹科 Melastomataceae	1	1
芸香科 Rutaceae	1	1
夹竹桃科 Apocynaceae	1	1
千屈菜科 Lythraceae	1	1
合计 Total	42	55

3.2.2 观叶植物。观叶植物主要以多彩叶色、奇特叶形以及少见质地等观赏特性,弥补了传统绿叶植物的单调观感^[7]。在汕头城市新优园林植物中,观叶植物共有 23 种,隶属 13 科 17 属,其中乔木 8 种,灌木 15 种,观叶色植物 17 种,占 73.91%;观叶形植物 4 种,占 17.39%;观叶质地植物 2 种,占 8.70%(表 3)。调查记录到的观叶色植物可分为千层金、紫锦木、金叶假连翘等常色叶植物,花叶鹅掌柴、雪花木、锦叶榄仁等彩斑叶植物,钟花蒲桃、山乌柏、莫氏榄仁等变色叶植物。变叶色植物主要指植株嫩叶叶色不同于成叶,且叶色持续时间较长,或老叶在换叶前叶色发生变化。

表 2 汕头城区观花新优园林植物

Table 2 New and excellent garden plants for flower viewing in Shantou urban area

花色 Color of flowers	种名 Species name	植物类型 Plant type
红色 Red	二乔玉兰 <i>Magnolia soulangeana</i>	乔木
	紫玉兰 <i>Magnolia liliflora</i>	乔木
	美丽异木棉 <i>Ceiba speciosa</i>	乔木
	大腹木棉 <i>Ceiba speciosa</i>	乔木
	柳叶红千层 <i>Callistemon salignus</i>	乔木
	美花红千层 <i>Callistemon citrinus</i>	灌木
	澳洲火焰木 <i>Brachychiton acerifolius</i>	乔木
	琴叶珊瑚 <i>Jatropha pandurifolia</i>	灌木
	猫尾红 <i>Acalypha reptans</i>	地被
	银叶金合欢 <i>Acacia podalyriifolia</i>	灌木
	红花玉蕊 <i>Barringtonia acutangula</i>	乔木
	红花玉芙蓉 <i>Leucophyllum frutescens</i>	灌木
	宫粉羊蹄甲 <i>Bauhinia variegata</i>	乔木
	嘉氏羊蹄甲 <i>Bauhinia galpinii</i>	灌木
	粉红风铃木 <i>Handroanthus impetiginosus</i>	乔木
	紫花风铃木 <i>Tabebuia impetiginosa</i>	乔木
	粉花风铃木 <i>Tabebuia rosea</i>	乔木
	火焰木 <i>Spathodea campanulata</i>	乔木
黄色 Yellow	火焰花 <i>Phlogacanthus curviflorus</i>	灌木
	猪肠豆 <i>Cassia fistula</i>	乔木
	黄金熊猫 <i>Xanthostemon chrysanthus</i>	乔木
	台湾栾树 <i>Koelreuteria elegans</i> subsp. <i>formosana</i>	乔木
	中国无忧花 <i>Saraca dives</i>	乔木
蓝紫色	黄花风铃木 <i>Handroanthus chrysanthus</i>	乔木
	蓝花楹 <i>Jacaranda mimosifolia</i>	乔木
	巴西野牡丹 <i>Tibouchina seecandra</i>	灌木
Bluish purple	翠芦莉 <i>Ruellia simplex</i>	灌木
	橡胶紫茉莉 <i>Cryptostegia madagascariensis</i>	灌木
	紫雪茄花 <i>Cuphea articulata</i>	地被

3.2.3 观果植物。汕头城区新优园林植物中观果植物共有 5 种,隶属 5 科 5 属,其中乔木 4 种,灌木 1 种(表 4)。这类植物具有果实颜色鲜艳、果型奇特的特点,观赏性较佳,如铁冬青盛果期时,果实鲜红、量大密生,在园林上常被用作具有兴旺家业的好意头树种;台湾栾树的蒴果膨胀,呈玫瑰红色,果型特别如小灯泡、果色少见;红果仔果形新奇小巧,如迷你南瓜,颜色由绿变黄再到深红或橙红。

3.2.4 观形植物。观形植物主要观赏植物姿态,树干、树冠等具有独特的观赏特点。观形植物共有 9 种,隶属 6 科 7 属,其中乔木 8 种,灌木 1 种(表 5)。其中,小叶榄仁、锦叶榄仁、莫氏榄仁侧枝轮生呈水平展开,层次分明,犹如伞状;大腹木棉树冠伞形,侧枝放射水平或斜向伸展,树干下部膨大如酒瓶状;大鹤望兰叶子左右展开如一把打开的折扇;加拿列海枣树干直立粗壮,树形张开呈半圆形,形似罗伞。

3.3 汕头城区新优园林植物观赏期 城市季节景观主要表现在植物的季相变化,变化的季相景观能让人感受到生命的流动,对生活和精神产生深远的影响。根据气象部门划分法,可将汕头市的四季划分为春季3—5月、夏季6—8月、

表 3 汕头城区观叶新优园林植物

Table 3 New and excellent garden plants for leaf viewing in Shantou urban area

观赏特性 Ornamental characteristics	种名 Species name	植物类型 Plant type
常色叶 Euchromatic leaf	千层金 <i>Melaleuca bracteata</i>	乔木
	紫锦木 <i>Euphorbia cotinifolia</i>	灌木
	银叶金合欢 <i>Acacia podalyriifolia</i>	灌木
	红花玉芙蓉 <i>Leucophyllum frutescens</i>	灌木
	金叶假连翘 <i>Duranta erecta</i> ‘Golden Leaves’	灌木
	锦叶榄仁 <i>Terminalia neotaliala</i> ‘Tricolor’	乔木
	花叶鹅掌柴 <i>Schefflera actinophylla</i>	灌木
	雪花木 <i>Breynia nivosa</i>	灌木
	红桑 <i>Acalypha wilkesiana</i>	灌木
	花叶假连翘 <i>Duranta erecta</i> ‘Variegata’	灌木
彩斑叶 Variegated leaf	金边假连翘 <i>Duranta erecta</i> ‘Marginata’	灌木
	彩叶朱槿 <i>Hibiscus Rosa-sinensis</i>	灌木
	银姬小蜡 <i>Ligustrum sinense</i> var. <i>variegatum</i>	灌木
	小叶榄仁 <i>Terminalia neotaliala</i>	乔木
	莫氏榄仁 <i>Terminalia muelleri</i>	乔木
	钟花蒲桃 <i>Syzygium myrtifolium</i>	灌木
	山乌柏 <i>Triadica cochinchinensis</i>	乔木
	澳洲火焰木 <i>Brachychiton acerifolius</i>	乔木
	澳洲鸭脚木 <i>Schefflera microphylla</i>	乔木
	宫粉羊蹄甲 <i>Bauhinia variegata</i>	乔木
叶形 Leaf shape	嘉氏羊蹄甲 <i>Bauhinia galpinii</i>	灌木
	胡椒木 <i>Zanthoxylum piperitum</i>	灌木
	福木 <i>Garcinia subelliptica</i>	灌木

秋季 9—11 月、冬季 12 月至次年 2 月。将汕头城区园林新优植物的观赏期按四季进行分类统计(表 6),结果表明观花植

物多数呈现季节变化,四季皆有花可赏,以春季开花种类最多;观叶植物中除了变色叶植物会受季节变化影响之外,其他观赏特性全年稳定呈现;观果植物中有 2 种植物因挂果时间可持续 1 年,可呈现出花果同树的景观效果;观形植物全年皆可观赏。

表 4 汕头城区观果新优园林植物

Table 4 New and excellent garden plants for fruit viewing in Shantou urban area

观赏特性 Ornamental characteristics	种名 Species name	植物类型 Plant type
果形 Fruit shape	猪肠豆	乔木
	吊瓜树 <i>Kigelia africana</i>	乔木
果色 Fruit color	铁冬青 <i>Ilex rotunda</i>	乔木
果形果色 Fruit shape and color	台湾栾树	乔木
	红果仔 <i>Eugenia uniflora</i>	灌木

表 5 汕头城区观形新优园林植物

Table 5 New and excellent landscape plants in Shantou urban area

观赏特性 Ornamental characteristics	种名 Species name	植物类型 Plant type
观枝干 Observing branches and trunks	辣木 <i>Moringa oleifera</i>	乔木
	大腹木棉	乔木
	小叶榄仁	乔木
	锦叶榄仁	乔木
	莫氏榄仁	乔木
观树形 Viewing tree form	大鹤望兰	乔木
	加拿列海枣 <i>Phoenix canariensis</i>	乔木
	狐尾椰 <i>Wodyetia bifurcata</i>	乔木
	红刺林投 <i>Pandanus utilis</i>	灌木

表 6 汕头城区新优园林植物观赏期

Table 6 Ornamental period of new and excellent garden plants in Shantou urban area

类型 Type	全年 Annual				春季 Spring			夏季 Summer			秋季 Autumn			冬季 Winter		
	观花 Flower	观叶 Leaf	观果 Fruit	观形 Shape	观花 Flower	观叶 Leaf	观果 Fruit	观花 Flower	观叶 Leaf	观果 Fruit	观花 Flower	观叶 Leaf	观果 Fruit	观花 Flower	观叶 Leaf	观果 Fruit
乔木 Tree	0	5	2	8	11	2	0	4	0	0	3	1	2	5	1	2
灌木 Shrub	2	15	0	1	3	0	1	3	0	0	3	0	0	2	0	0
地被 Ground cover	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0
合计 Total	3	20	2	9	14	2	1	9	0	0	8	1	2	7	1	2

4 结论与讨论

该研究通过对汕头市 2015 年以后新建或者进行景观改造提升的 18 个城区公共绿地以及植物景观较佳的交通干道绿化带进行实地调查和分析,结果如下:

(1) 汕头城区园林中记录到的新优园林植物共 55 种,隶属 27 科 42 属。汕头城区新优园林植物中乔木 31 种,占总数的 56.4%,灌木 22 种,占总数的 40.0%,地被 2 种,占总数的 3.6%,乔灌木与地被的比重悬殊,这表明汕头市在植物引种时,更倾向于乔木种类,其次是灌木种类,地被种类则被忽略。调查中发现地被层多采用时花、观赏草等或不配置地被层,这应该是造成新优木本地被不被重视的 2 个主要原因。然而,木本地被具有适应性强、耐粗放管养等优点^[8],适合在难以进行精细化管护的公共绿地或道路绿化带中进行配置,

既可降低管护成本,又能提升植物景观效果,因此新优木本地被植物的开发具有较好的前景。

(2) 汕头城区新优园林植物中观花植物 29 种,观叶植物 23 种,观果植物 5 种,观形植物 9 种,目前新优园林植物的开发上更侧重于观花、观叶种类,而观形、观果未受到重视。实际上观果植物具有果形独特、果色艳丽、果香浓郁等多种优美的观赏特性,以花后不断成熟的果实弥补了花叶类植物的不足^[9]。观花植物以观花色为主,又以红色系居多,占观花植物总数的 65.52%,其余为黄色系和蓝紫色系,均占观花植物总数的 17.24%,花色集中于诸如红、黄等热烈灿烂的色系,而优雅的蓝紫色系只占小部分,缺乏圣洁的白色系。花色过于集中易使人产生观赏疲劳,多花色可以极大提高植物景观的观赏度。观叶植物主要以观叶色为主,占观叶植物总数的

73.91%,观叶形和观叶质较少,各占观叶植物总数的17.39%、8.70%,叶子形异质奇的植物较为少见,往往这些稀有的特质更吸引人们的关注。因此在未来的开发中,可在丰富花色、叶形和质地、果实等观赏特性方面进行探索试验。

(3)根据各新优园林植物的观赏特性,将其观赏期按四季进行分类统计,可知观花植物多数可呈现季相变化,观花乔木种类数量春季最多(14种),观花灌木种类数量变化不大;观叶植物多数种类的观赏特性全年稳定呈现,仅有4种变色叶植物随季节变换发生变化;观果植物中有3种可花落果熟,2种因挂果时间较长而呈现花果同树的景观;观形植物全年无变化。相比北方地区春季抽枝发芽、夏季花红柳绿、秋实叶落、冬季萧条肃穆的明显变化^[10],汕头市城区整体植物景观基调以常绿为主,植物色彩单调、季相景观变化不大,只有少数种类具有春季落叶抽稍、四季花果的景观特色,虽有本地特色,但四季各自的特点仍不够突出。在未来的植物开发利用时,可结合该地气候特征,多发展体现本土鲜明的季相景观的植物种类,从而提高汕头城市景观的辨识度。

汕头城区新优园林植物对美化城市景观,提高城市植物多样性及生态功能具有重要作用^[11]。对于今后新优园林植物的开发利用,应考虑以下几点建议:一是在新优园林植物开发过程中,人们常青睐于异域植物,而忽略了本地乡土树种,实际上潮汕地区乡土植物种类繁多^[12-13],其中不乏具有优良观赏特性的品种,如油桐、苦楝、台湾相思等,因此,除了引进新种,也要积极推进乡土植物的选种、驯化、育苗和推广等工作^[11];二是新优植物在初引种到当地时,在生理生态上会有一个适应的过程^[14],为了使其更好地适应当地气候条件,并尽可能表现出其原有的形态特征,要在种植之前先充分了解植物本身的生长习性,适地适树,种植以后建立生长

档案,并对植株进行跟踪观测,对于在当地适应性良好的树种,应加大推广力度,尝试不同立地小气候环境,丰富配置形式,这样才能达成开发新优植物的初衷;三是在开发利用新优园林植物时,对于外来引种需要保持警惕,采取科学有效的管理措施^[15],防止有些品种在适应当地气候条件后,演化成为入侵物种。

参考文献

[1] 吴秀臣,唐桂兰,芦建国.南京新优园林植物调查与应用分析[J].福建林业科技,2015,42(2):210-218.

[2] 郭旭光.上海园林植物新优品种在景观设计中的应用[D].杨凌:西北农林科技大学,2010.

[3] 陈有义.汕头市园林绿化树种的调查报告[J].广东园林,1994(2):32-35,41.

[4] 兰思仁.福建省野生观赏植物资源调查与观花植物的观赏特性评价[J].中国园林,2010,26(12):63-67.

[5] 唐红,黄滔,钟新科,等.长沙地区春季观花植物造景配置研究[J].安徽农业科学,2022,50(12):93-96.

[6] 赵云鹏,陈发棣,郭维明.观赏植物花色基因工程研究进展[J].植物学通报,2003,20(1):51-58.

[7] 刘璐曦.观叶植物在城市园林中的应用研究:以福州市为例[D].福州:福建农林大学,2013.

[8] 臧德奎,贺燕,强薇.我国木本地被植物的多样性与园林应用[J].中国园林,2008(7):4-10.

[9] 孟志永,郭欢欢,付夏楠,等.郑州地区常见观果类植物的观赏特性及应用分析[J].河南林业科技,2020,40(4):24-26,34.

[10] 张玲.植物季相变化在园林空间营造中的应用研究[J].绿色科技,2021,23(3):50-51.

[11] 柳泽鑫,吴悦宏,肖泽鑫,等.潮汕地区居住区乡土植物资源及其应用分析[J].防护林科技,2018(6):40-42,45.

[12] 陈蔚辉.粤东植物名录[M].广州:华南理工大学出版社,2008.

[13] 曾宪锋.粤东植物多样性编目[M].北京:中国农业科学技术出版社,2008.

[14] 刘承珊,曹洪虎.上海松江中心城区道路绿化初探[J].上海农业学报,2006,22(4):149-152.

[15] 闫小玲.观赏植物引种与外来入侵种研究[J].园艺与种苗,2012(8):41-45.

(上接第56页)

承载力逐年减少,从3 949 789.927 2 hm²减少至3 164 043.932 0 hm²;耕地生态赤字呈现逐年减少的趋势,从63 306 665.401 7 hm²减少至33 740 805.394 1 hm²。说明湖南省耕地不可持续利用的情况有所缓解。

(3)根据3种预测方案,方案1预测的人均耕地处于生态赤字状态,方案2与方案3预测的人均耕地处于生态盈余状态。到2025年,方案1的人均耕地生态赤字量为0.059 1 hm²,方案2的人均耕地生态盈余量为0.493 8 hm²,方案3的人均耕地生态盈余量为0.142 1 hm²。如果要实现湖南省耕地的可持续利用状态,首选方案2最佳。

参考文献

[1] REES W E.Ecological footprints and appropriated carrying capacity:What urban economics leaves out[J].Environment and urbanization,1992,4(2):121-130.

[2] WACKERNAGEL M,REES W E.Our ecological footprint:Reducing human impact on the earth[M].Gabriola Island,Canada;New Society Publishers,

1995.

[3] 刘宇辉,彭希哲.中国历年生态足迹计算与发展可持续性评估[J].生态学报,2004,24(10):2257-2262.

[4] 徐中民,张志强,程国栋.甘肃省1998年生态足迹计算与分析[J].地理学报,2000,55(5):607-616.

[5] 王时东.基于能值—扩展生态足迹模型的宿州市耕地可持续利用动态分析[D].南京:南京农业大学,2009:66.

[6] 赵小敏,张军.GIS支持下的鄱阳湖生态经济区耕地资源可持续利用评价[J].土壤学报,2012,49(1):1-8.

[7] 刘钦普,林振山,冯年华.生态足迹改进模型及在江苏省耕地利用评价中的应用[J].生态学杂志,2007,26(10):1685-1689.

[8] 顾晓薇,王青,刘建兴,等.基于“国家公顷”计算城市生态足迹的新方法[J].东北大学学报(自然科学版),2005,26(4):397-400.

[9] 张恒义,刘卫东,林育欣,等.基于改进生态足迹模型的浙江省域生态足迹分析[J].生态学报,2009,29(5):2738-2748.

[10] 蔡莹.基于生态足迹的重庆市耕地可持续利用研究[J].辽宁农业科学,2014(5):23-26.

[11] 郑重,张凤荣,朱战强.基于生产力可持续指数的耕地利用动态分析:以新疆生产建设兵团农三师45团绿洲灌区为例[J].中国生态农业学报,2010,18(1):175-179.

[12] 熊德国,鲜学福,姜永东.生态足迹理论在区域可持续发展评价中的应用及改进[J].地理科学进展,2003,22(6):618-626.