

DOI: 10.5846/stxb202110102839

王沫, 刘畅, 李晓璐, 高俊宏, 李霞, 董丽. 近自然社区公园的生物多样性特征——以北京市中心城区为例. 生态学报, 2022, 42(20): 8254-8264.

Wang M, Liu C, Li X L, Gao J H, Li X, Dong L. Biodiversity characteristics in near-natural community parks: A case study in the central area of Beijing. Acta Ecologica Sinica, 2022, 42(20): 8254-8264.

近自然社区公园的生物多样性特征 ——以北京市中心城区为例

王 沫^{1,2}, 刘 畅^{1,5}, 李晓璐^{1,2}, 高俊宏³, 李 霞⁴, 董 丽^{1,2,*}

1 北京林业大学园林学院 北京 100083

2 城乡生态环境北京实验室 北京 100083

3 北京蓟城山水投资管理集团有限公司 北京 100045

4 北京蓟城智造科技有限公司 北京 100120

5 北京北林地景园林规划设计院有限责任公司 北京 100083

摘要:城市绿地为城市动植物提供了重要栖息地,对城市生物多样性保护具有重要意义。然而,传统社区公园绿地(“传统绿地”)主要围绕安全、景观和游憩功能,植物种类偏少,群落结构单一,为城市野生动物提供食源和栖息地的资源有限。北京市以 2035 规划“留白增绿”为政策背景,在中心城区建设一系列小型近自然社区公园绿地(“近自然绿地”),在植物物种组成、群落结构和管理方式上有别于以往的传统绿地。一般认为生物多样性在一定范围内随面积的增大而提高,那么对于受到高度干扰的小型绿地,“近自然”特征是否能够显著提高其包括昆虫、鸟类在内的生物多样性?为探究这类近自然绿地的生物多样性特征,在 2020 年 8 月至 2021 年 3 月,综合采用样方法、样线法,对北京市西城区 2 个近自然绿地及 4 个传统绿地的植物、昆虫和鸟类进行调查,分析比较其多样性特征。结果表明,近自然绿地的灌木和草本层丰富度和多样性显著高于传统绿地,均匀度则无显著差异;近自然绿地的昆虫和鸟类的丰富度、多样性显著高于传统绿地,均匀度则无显著差异。与传统绿地相比,近自然绿地具有更丰富的鸟类食源、蜜源植物,以及更为复杂的植被垂直结构。根据以上结果,近自然绿地具有比传统绿地更为显著的生物多样性优势,建议在进行城市绿地建设时,应增加植被结构复杂的近自然绿地的比例,增加绿地的灌木和草本层多样性。研究成果不仅丰富了小面积绿地的生物多样性内涵,且可为大都市近自然绿地营建提供理论依据。本研究还将为今后公园设计、改造和管理提供新的思路,引导绿地向基于生物多样性保护的方向可持续发展。

关键词:城市森林;近自然绿地;植物多样性;昆虫多样性;鸟类多样性;北京

Biodiversity characteristics in near-natural community parks: A case study in the central area of Beijing

WANG Mo^{1,2}, LIU Chang^{1,5}, LI Xiaolu^{1,2}, GAO Junhong³, LI Xia⁴, DONG Li^{1,2,*}

1 School of Landscape Architecture, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China

2 Laboratory of Beijing Urban and Rural Ecological Environment, Beijing 100083, China

3 Beijing JiCheng ShanShui Investment Management Corporation, Beijing 100045, China

4 Beijing JiCheng ZhiZao Technology Co.Ltd, Beijing 100120, China

5 Beijing Beilin Landscape Architecture Institute Co. Ltd, Beijing 100083, China

Abstract: Urban green space provides an important habitat for urban flora and fauna, and is of great significance to the conservation of urban biodiversity. However, the traditional community green space (“traditional green space”) mainly

基金项目:国家自然科学基金项目(32171860);北京市西城区财政科技专项项目(XCSTS-SD2021-09)

收稿日期:2021-10-10; **网络出版日期:**2022-06-15

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: dongli@bjfu.edu.cn

focuses on the functions of safety, landscape viewing and recreation, with fewer plant species, and single community structure, which makes it difficult for traditional green space to provide abundant food source and habitat for urban wildlife. Under the policy background of “building green space in the vacated space, where illegal construction was demolished” in Beijing Urban Master Plan (2016—2035), Beijing has built a series of small near-natural community green space (“near-natural green space”) in the central city, with different species composition, community structure and management methods from the traditional green space. It is generally believed that biodiversity increases with the increase of green space area in a certain range. For small green space that is highly disturbed by urban surroundings, can the near-natural feature of it significantly improve its biodiversity, including insect and bird diversity? In order to explore the biodiversity characteristics of this kind of green spaces, we investigated the plants, insects and birds in two near-natural community gardens and four traditional community gardens, with sample method and transect method comprehensively, in Xicheng District, Beijing, from August 2020 to March 2021. The biodiversity characteristics between traditional and near-natural green space were analyzed and compared. The results showed that the richness and diversity of shrubs and herbs in the near-natural parks were significantly higher than those in the traditional green spaces, while the evenness of shrubs and herbs in two kinds of green space had no significant difference; the richness and diversity of insects and birds in the near-natural parks were significantly higher than those in the traditional green spaces, while the evenness of birds and insects in two kinds of green space had no significant difference. Compared with traditional green spaces, near-natural green spaces had significantly higher richness of bird-feeding plants and nectariferous plants. In addition, the vertical planting structure was significantly more complex in near-natural green spaces. According to the above results, it is suggested that the area ratio of multi-layered planting should be improved, and the diversity of shrubs and herbs should also be increased in the construction of urban green spaces. The research results not only enrich the biodiversity connotation of small green space, but also provide a theoretical reference for the construction of urban near-natural green space. The research will provide new thoughts for urban park design, reform and management, and guide the sustainable development of green space in metropolis based on biodiversity conservation.

Key Words: urban forest; near-natural green space; plant diversity; insect diversity; bird diversity; Beijing

城市绿地作为城市野生动物的主要避难所,为鸟类和昆虫提供重要的栖息场所。然而,传统社区公园绿地(简称“传统绿地”)主要从观赏、游憩功能出发,以乔草型种植方式为主,群落组成和结构单一,为鸟类和昆虫提供食源和栖息地的资源有限。为此提出了近自然群落理念,即以潜在植被理论和群落演替为依据,模拟当地自然条件下森林群落特点进行城市绿地的设计和管理,营造近自然园林绿地^[1-3]。这类绿地通常以乡土植物为主,具有复层、异龄、混交的群落结构,采用低维护的管理方式。研究表明,植物多样性的增加,尤其是灌木和草本层多样性的增加能提高鸟类和昆虫多样性^[4-5]。与单一的植物群落层次相比,乔灌木复层植被对维持城市鸟类和昆虫多样性有重要作用^[6]。但由于研究对象的缺乏,城市中心城区近自然绿地对于生物多样性的提升作用鲜有研究。

近年来,在“留白增绿”的政策背景下,北京市在中心城区利用小型拆违腾退土地,建设广阳谷城市森林等有别于传统绿地的近自然社区公园绿地(简称“近自然绿地”)。本文以北京市中心城区新建近自然绿地为研究对象,以传统绿地为对照,比较探析近自然绿地的植物、鸟类和昆虫多样性特征,以及近自然绿地对鸟类和昆虫多样性的提升作用。研究结果可为城市中心建设近自然绿地的生物多样性评估提供依据,引导城市公园向生物多样性保护的方向发展。

1 研究方法

1.1 研究地点

北京市属暖温带大陆性季风气候,位于华北平原西北部边缘(39°38′—41°05′N, 115°24′—117°30′E),背靠太行山余脉和燕山山脉,是许多候鸟迁徙的通道,鸟类资源丰富。据记录,北京地区鸟类共 19 目 70 科 466 种,占我国现在已知鸟类的 31.74%^[7-8]。另外,北京林业(包括园林及果树)常见昆虫为 629 种^[9]。

自 2017 年以来,北京市在中心城区以“复层异龄混交”的种植理念陆续建造近自然绿地。依据建成时间、各自的位置特点以及植被特征,本研究选择广阳谷城市森林、新街口城市森林为近自然绿地样地。同时选择位置、面积近似的 4 个传统绿地作对照,即月坛公园、万寿公园、宣武艺园和南礼士路公园(图 1)。

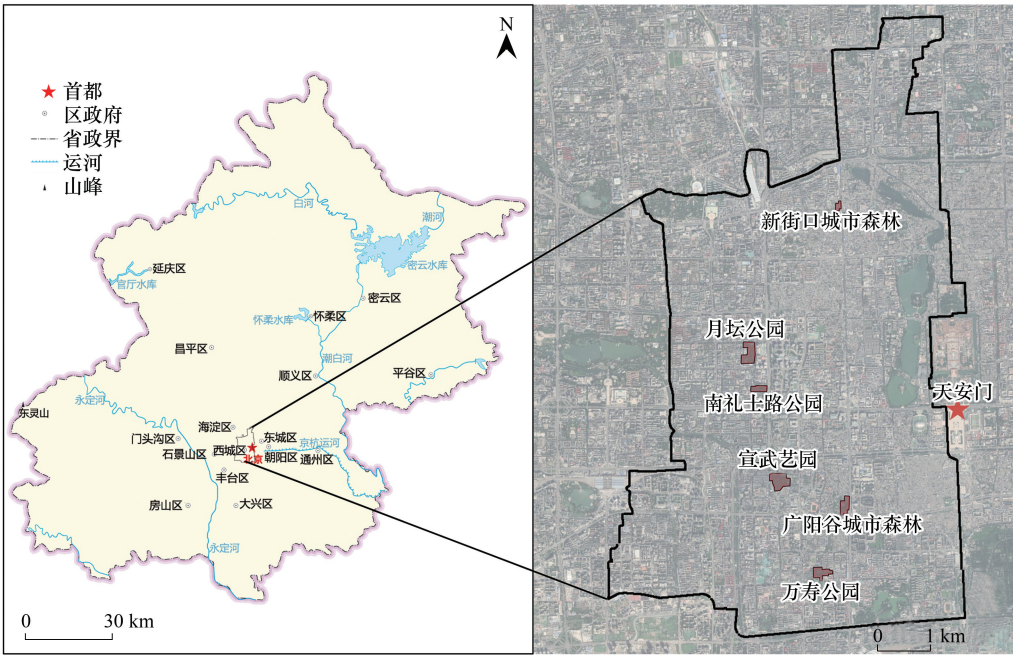


图 1 研究样地区位

Fig.1 Location of research samples

为研究植物群落特征对鸟类、昆虫多样性的影响,有必要消除城市化水平、绿地面积等其他因素对生物多样性的影响。2 个近自然绿地和 4 个传统绿地在与市中心的距离($t=-1.515, P=0.204$)、周边 300m 绿地比例($t=1.130, P=0.322$)、公园面积($t=-1.834, P=0.141$)、水体面积比($t=-1.429, P=0.248$)、绿地率($t=1.121, P=0.325$)等指标上均无明显差异(表 1)。

表 1 研究样地基本信息

Table 1 The basic information of research fields

公园名称 Park name	与市中心距离 Distance from the urban center/km	周边 300m 绿地比 Greenspace area ratio around 300m/%	面积 Area/hm ²	水体面积比 Water area ratio/%	绿地率 Greenspace ratio	绿地类型 Greenspace type
广阳谷城市森林 GUPF	3.6	12.3	3.4	0	0.82	近自然绿地
新街口城市森林 XUFP	3.4	15.6	1.05	0	0.81	近自然绿地
月坛公园 YP	3.8	6.6	6.4	0	0.63	传统绿地
万寿公园 WP	4.9	10.7	3.4	0.8	0.77	传统绿地
宣武艺园 XP	4.1	5.2	6.5	2.3	0.81	传统绿地
南礼士路公园 NP	3.7	16.1	2.7	0	0.78	传统绿地

GUPF:广阳谷城市森林 Guangyanggu Urban Forest Park; XUFP: 新街口城市森林; Xinjiekou Urban Forest Park; YP:月坛公园 Yuetan Park; WP:万寿公园 Wanshou Park; XP:宣武艺园 Xuanwu Park; NP:南礼士路公园 Nanlishilu Park

1.2 数据采集方法

按照典型取样法完成样点设置,在综合考虑植物群落的植物组成、层次结构、空间类型基础上,对 6 个公园布点采样,共选取 53 个样点。

(1) 植物调查

对植物群落进行样方调查,即以样点为中心,设置 10m×10m 的乔灌木样方,将 1m×1m 的草本植物样方布置在乔灌木样方的四角和中心。获得乔灌木样方 53 个,草本样方 265 个。在 2019 年 9—11 月完成调查。

记录的乔木信息包括种名、数量、高度、胸径和冠幅;灌木信息包括种名、数量、高度和地径;草本信息包括种名、多度、盖度^[10]。植物种类鉴定参考《园林树木 1600 种》^[11]、《中国植物志》^[12]。根据物种来源和功能,将植物分为乡土植物、外来植物、鸟类食源植物、蜜粉源植物,通过参考相关资料判定^[13—15]。

同时,为测定样地的植物群落垂直结构,选择乔灌木样方的中心和四角为观察点,记录每一点的 6 个高度层(0—1m,1—2m,2—5m,5—10m,10—20m,20—30m)内有无叶片,观测过程用一根 5m 杆作为参照^[16]。用 Shannon-wiener 多样性指数计算各个公园的植被垂直结构多样性值。

(2) 昆虫调查

以每个样点为中心设置 10m×10m 样方进行昆虫调查。2020 年 8—9 月,在晴天的 10:00—15:00,综合采用扫网法、震落法、搜索法、埋杯法、环刀取土法进行昆虫调查。每个公园每月调查 1 次,并避开公园打药时间。使用扫网法(工具为捕虫网)获得的昆虫种类是习惯在地面以上及植被周边活动的昆虫,每个样方内采用 Z 字形网捕法扫网 50 网;使用震落法获得的昆虫种类是习惯栖息于树干的昆虫;使用埋杯法(工具为一次性纸杯、酒精、糖、水等)获得的昆虫种类是习惯隐藏在土壤中的昆虫,每个样方内均匀设置 5 个采样点,每个采样点埋杯 1 个;使用搜索法,采集隐藏在隐蔽处的昆虫,如树皮、砖石、枯枝落叶下的昆虫;使用环刀取土法在每个采样点(每个公园内均匀设置 5 个采样点)取土样,调查土壤中的昆虫。采集的昆虫标本使用盛有 75%酒精的试管保存,鳞翅目昆虫在硫酸纸中保存。将标本带回室内,由昆虫专业人员鉴定到科或属,对不同形态种以 sp1, sp2, sp3…进行表示^[17]。昆虫鉴定参考《北京林业昆虫图谱》^[9]、《北京汉石桥湿地昆虫图鉴》^[18]等。调查记录昆虫的种类(或科名、属名)、数量、活动的植被等。

(3) 鸟类调查

将样点连接作为鸟类调查样线,采用样线结合样点法进行鸟类调查。2020 年 8 月—2021 年 3 月,在天气晴好、鸟类活动较为频繁的时间段(6:30—9:30),使用 8×42 倍望远镜对 6 个园林绿地的鸟类进行调查。为了捕捉一个季节内鸟类的动态变化,每月在每个公园调查 1 次。样点调查时,记录在样点半径 20m 范围内出现的鸟类;样线调查时,调查者以 1.5—2.0 km/h 的速度沿着样线步行,记录样线前方和两侧各 25m 范围内出现的鸟类。对从树顶以上的高度经过的鸟类不予记录。因样地面积较小,为全面记录其鸟类状况,每次调查在每样线重复 3 次,重复调查计数鸟类;对偶见种和少见种,通过多次往返进行寻找和记录。统计计算时均以平均值计算^[19]。鸟类辨识参考《常见野鸟图鉴·北京地区》^[7]。记录鸟类的种类、数量、行为(栖息、运动、取食等)、所在植被层等。

1.3 数据处理方法

基于外业调查数据,使用 Excel 2010 完成数据的整理,运用 R 3.6.1 完成统计分析统计图绘制。经单样本 Kolmogorov-Smirnov 检验确认数据符合正态分布,采用独立样本 *t* 检验分析近自然绿地与传统绿地之间的植物群落特征、昆虫多样性、鸟类多样性是否存在显著差异。采用 Patrick 丰富度、Shannon-wiener 多样性指数、Simpson 多样性指数、Pielou 均匀度指数等表征物种多样性。

2 结果与分析

2.1 植物群落特征

2.1.1 植物物种组成特征

6 个绿地共调查到维管束植物 47 科 108 属 130 种(含品种及变种),其中 2 个近自然绿地 31 科 79 属 92 种。二类绿地的乔灌木种类比分别为 1:1.6:2.3 和 1:0.6:0.5。

近自然绿地的前 5 个优势科为菊科(Compositae)、禾本科(Gramineae)、蔷薇科(Rosaceae)、忍冬科

(Caprifoliaceae)、槭树科 (Aceraceae); 传统绿地的前 5 个优势科为蔷薇科、百合科 (Liliaceae)、松科 (Pinaceae)、木犀科 (Oleaceae)、忍冬科。二者的共有优势科有蔷薇科、禾本科、忍冬科、木犀科、松科。

近自然绿地与传统绿地中出现频度排名前五的共有乔木为油松 (*Pinus tabulaeformis*)、圆柏 (*Sabina chinensis*), 共有灌木为华北紫丁香 (*Syringa oblata*), 均为北京常见乡土植物。近自然绿地中出现频度较高的草本为狼尾草 (*Pennisetum alopecuroides*)、匍匐委陵菜 (*Potentilla reptans*)、射干 (*Belamcanda chinensis*)、天人菊 (*Gaillardia pulchella*)、小蓬草 (*Erigeron canadensis*), 以适生性强、耐粗放管理的地被植物和宿根花卉为主, 传统绿地中出现频度较高的草本为麦冬 (*Ophiopogon japonicus*)、玉簪 (*Hosta plantaginea*)、结缕草 (*Zoysia japonica*)、鸢尾 (*Iris tectorum*)、金边玉簪 (*Hosta 'Yellow splash Rim'*), 大多需要精细化养护, 不耐粗放管理。

2.1.2 鸟类食源植物及蜜粉源植物应用

近自然绿地中共记录到鸟类食源植物 19 种, 蜜粉源植物 63 种, 其中出现频率最高的前 5 种为油松、银红槭 (*Acer × freemanii*)、风箱果 (*Physocarpus amurensis*)、山茱萸 (*Cornus officinalis*)、接骨木 (*Sambucus williamsii*)。传统绿地中共记录到鸟类食源植物 28 种, 蜜粉源植物 47 种, 其中出现频率最高的前 5 种为国槐 (*Sophora japonica*)、圆柏、油松、白皮松 (*Pinus bungeana*)、金银木 (*Lonicera maackii*)。就单位样方平均值而言, 近自然绿地的鸟类食源植物和蜜粉源植物的丰富度均显著高于传统绿地 ($t = 2.99, P < 0.01; t = 7.68, P < 0.001$), 多度与传统绿地均无明显差异 ($t = 0.03, P = 0.98; t = 1.81, P = 0.08$) (图 2)。

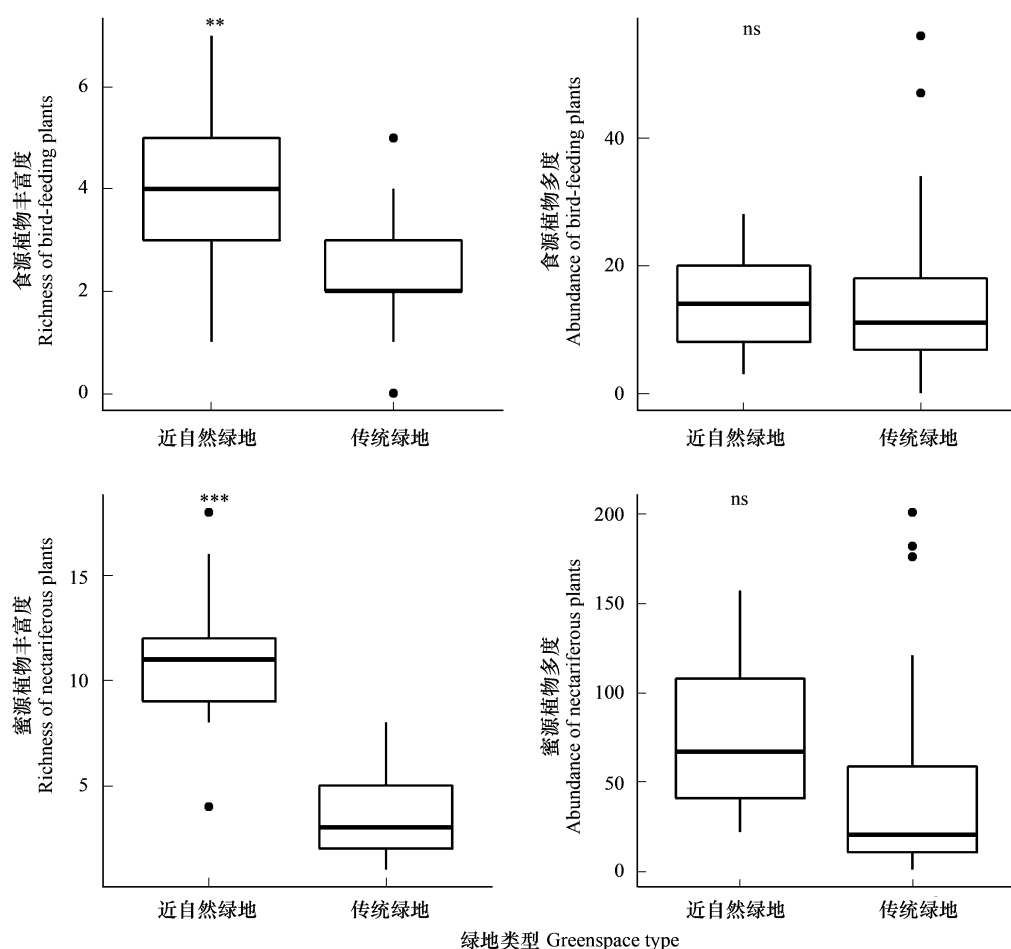


图 2 近自然绿地 (NG) 与传统绿地 (TG) 的鸟类食源植物、蜜粉源植物丰富度、多度对比

Fig.2 Comparison of richness and abundance of bird-feeding plants and nectariferous plants between near-natural green space and traditional green space

** 在 $P < 0.01$ 水平上相关, *** 在 $P < 0.001$ 水平上相关

2.1.3 植物多样性指数

二类绿地的乔木层多样性指数比较发现(图3),Patrick 丰富度指数、Shannon-wiener 多样性指数、Simpson 多样性指数、Pielou 均匀度指数均无明显差异($t = 1.672, P = 0.100; t = 1.135, P = 0.262; t = 0.892, P = 0.377; t = 0.107, P = 0.915$)。但在近自然绿地中,灌木层和草本层的 Patrick 丰富度指数和 Shannon-wiener 多样性指数显著高于传统绿地($t = 3.724, P < 0.01; t = 8.072, P < 0.001; t = 4.408, P < 0.001; t = 4.936, P < 0.001$)。近自然绿地中灌木层和草本层的 Simpson 多样性指数均显著高于传统绿地($t = 3.771, P < 0.001; t = 2.762, P < 0.05$), Pielou 均匀度指数均无明显差异($t = 0.697, P = 0.4932; t = 0.697, P = 0.4932$)。

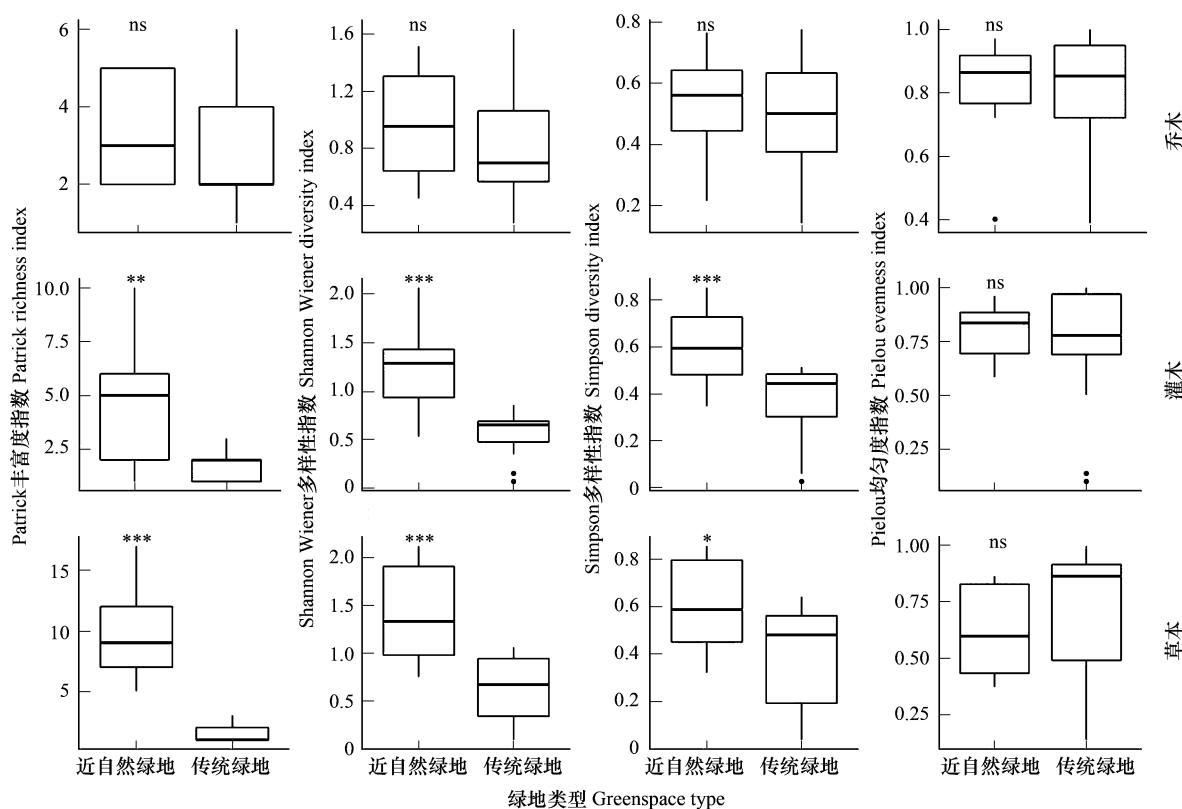


图3 近自然绿地(NG)和传统绿地(TG)的植物多样性指数对比

Fig.3 Comparison of plant diversity index between near-natural green space and traditional green space

* 在 $P < 0.05$ 水平上相关, ** 在 $P < 0.01$ 水平上相关, *** 在 $P < 0.001$ 水平上相关

2.1.4 群落垂直结构

群落垂直结构可划分为复层型(乔+灌+草)、双层型(乔+灌、乔+草或灌+草)、单层型(乔灌草中的一种)三类。2个近自然绿地的样方全为复层型,4个传统绿地的复层型占50.79%。2个近自然绿地的垂直结构多样性值(FHD)最高,分别为1.484和1.432,宣武艺园最低(1.127)。近自然绿地的垂直结构多样性值极显著高于传统绿地($t = 5.216, P < 0.0001$)。

2.2 昆虫及鸟类多样性

2.2.1 昆虫物种构成

6个绿地共记录到昆虫纲动物2131头,隶属于12目81科173种。其中以双翅目(Diptera)最多,496头(23.28%),隶属于12科78种,其优势科有蚊科(Culicidae)、麻蝇科(Sarcophagidae)和食蚜蝇科(Syrphidae);膜翅目(Hymenoptera)次之,487头(22.85%),隶属于16科43种,其优势科为蚁科(Formicidae)、叶蜂科(Tenthredinidae)、蜜蜂科(Apidae)。另外,直翅目(Orthoptera)、半翅目(Hemiptera)、鳞翅目(Lepidoptera)、鞘

翅目 (Coleoptera) 占比大于 5%。

6 个绿地均有分布的目有半翅目、鳞翅目、膜翅目、鞘翅目、双翅目、直翅目, 为北京城区绿地常见类群^[20]。脉翅目在 4 个绿地中有分布, 螳螂目在 2 个绿地中有分布, 蜚蠊目、蜉蝣目、革翅目、长翅目只在 1 个绿地中有分布。

2 个近自然绿地共记录到昆虫 11 目 76 科 135 种 1267 头, 均高于 4 个传统绿地 (表 2)。以直翅目最多, 404 头; 其次为双翅目、半翅目和膜翅目, 分别为 245 头、229 头和 184 头。传统绿地以膜翅目最多, 303 头; 其次为双翅目和半翅目, 分别为 251 头和 140 头。近自然绿地出现频度明显偏高的昆虫为棕静螳 (*Statilia maculata*)、黄脸油葫芦 (*Teleogryllus emma*) 和龟纹瓢虫 (*Propylea japonica*)。

表 2 各公园昆虫和鸟类物种数量
Table 2 Number of insect and bird species in six parks

绿地类型 Greenspace type	公园名称 Park name	昆虫 Insects				鸟类 Birds			
		目 Order	科 Family	种 Species	个数 Number	目 Order	科 Family	种 Species	个数 Number
近自然绿地 (NG)	GUFP	11	68	117	892	4	18	33	689
	XUFP	7	34	56	375	4	13	20	404
传统绿地 (TG)	YP	6	26	33	226	3	12	16	437
	WP	7	25	32	216	4	12	19	364
	XP	7	24	41	241	5	14	21	472
	NP	8	32	35	181	4	12	19	422

NG: 近自然绿地 Near-natural Greenspace; TG: 传统绿地 Traditional Greenspace

2.2.2 鸟类物种组成

6 个绿地共记录到鸟类 6 目 21 科 49 种, 占北京市记录鸟类种数的 10.52%。以雀形目 (Passeriformes) 最多, 共 16 科 40 种, 占 81.63%, 其中又以鹟科 (Muscicapidae)、莺科 (Sylviidae)、鸦科 (Corvidae)、燕雀科 (Fringillidae) 的种数最多。非雀形目有 5 目 5 科 9 种, 占 18.37%, 含鸽形目 (Columbiformes) 1 科 3 种, 鸮形目 (Piciformes) 及雨燕目 (Apodiformes) 各 1 科 2 种, 鸛形目 (Ciconiiformes) 及戴胜目 (Upupiformes) 各 1 科 1 种。各绿地的鸟类数量见表 2。

在珍稀物种方面, 近自然绿地记录到中国“三有”保护动物 33 种, 北京市级保护动物 25 种, 其中北京市一级保护动物 6 种, 包括大斑啄木鸟 (*Dendrocopos major*)、灰喜鹊 (*Cyanopica cyanus*)、牛头伯劳 (*Lanius bucephalus*)、星头啄木鸟 (*Dendrocopos canicapillus*)、黄腹山雀 (*Periparus venustulus*)、白腰雨燕 (*Apus pacificus*); 北京市二级保护动物 19 种, 如白头鹎 (*Pycnonotus sinensis*)、褐柳莺 (*Phylloscopus fuscatus*)、红尾伯劳 (*Lanius cristatus*)、黄眉柳莺 (*Phylloscopus inornatus*)、黄腰柳莺 (*Phylloscopus proregulus*)、家燕 (*Hirundo rustica*) 等。可见城市中心城区的小型绿地为珍稀鸟类提供了重要的庇护所。

近自然绿地记录到留鸟 3 目 9 科 14 种, 占比最高, 其次为旅鸟 1 目 9 科 12 种, 夏候鸟 2 目 8 科 10 种, 冬候鸟最少, 为 1 目 1 科 1 种。2 个近自然绿地面积都在 5hm² 以下, 且无水域, 因此只调查到陆禽、攀禽、鸣禽 3 种生态类群。其中鸣禽 33 种, 占绝对优势 (89.19%), 其次为攀禽, 3 种, 有大斑啄木鸟、星头啄木鸟和普通楼燕 (*Apus apus*), 陆禽最少, 仅有珠颈斑鸠 (*Spilopelia chinensis*) 1 种。传统绿地记录到陆禽、鸣禽、攀禽、涉禽 4 种生态类群, 鸣禽最多, 为 27 种。

2.2.3 昆虫及鸟类多样性指数

近自然绿地的昆虫物种丰富度、Shannon-wiener 多样性指数和 Simpson 多样性指数均极显著高于传统绿地 ($t=7.887, P<0.0001$; $t=6.849, P<0.0001$; $t=4.892, P<0.0001$), 均匀度无明显差异 ($t=0.645, P=0.548$)。近自然绿地的鸟类 Patrick 丰富度指数、Shannon-wiener 多样性指数显著高于传统绿地 ($t=2.600, P<0.05$; $t=2.079, P<0.05$), Simpson 多样性指数、Pielou 均匀度指数与传统绿地无显著差异 ($t=1.465, P=0.149$;

$t = -0.054, P = 0.957$) (图 4)。

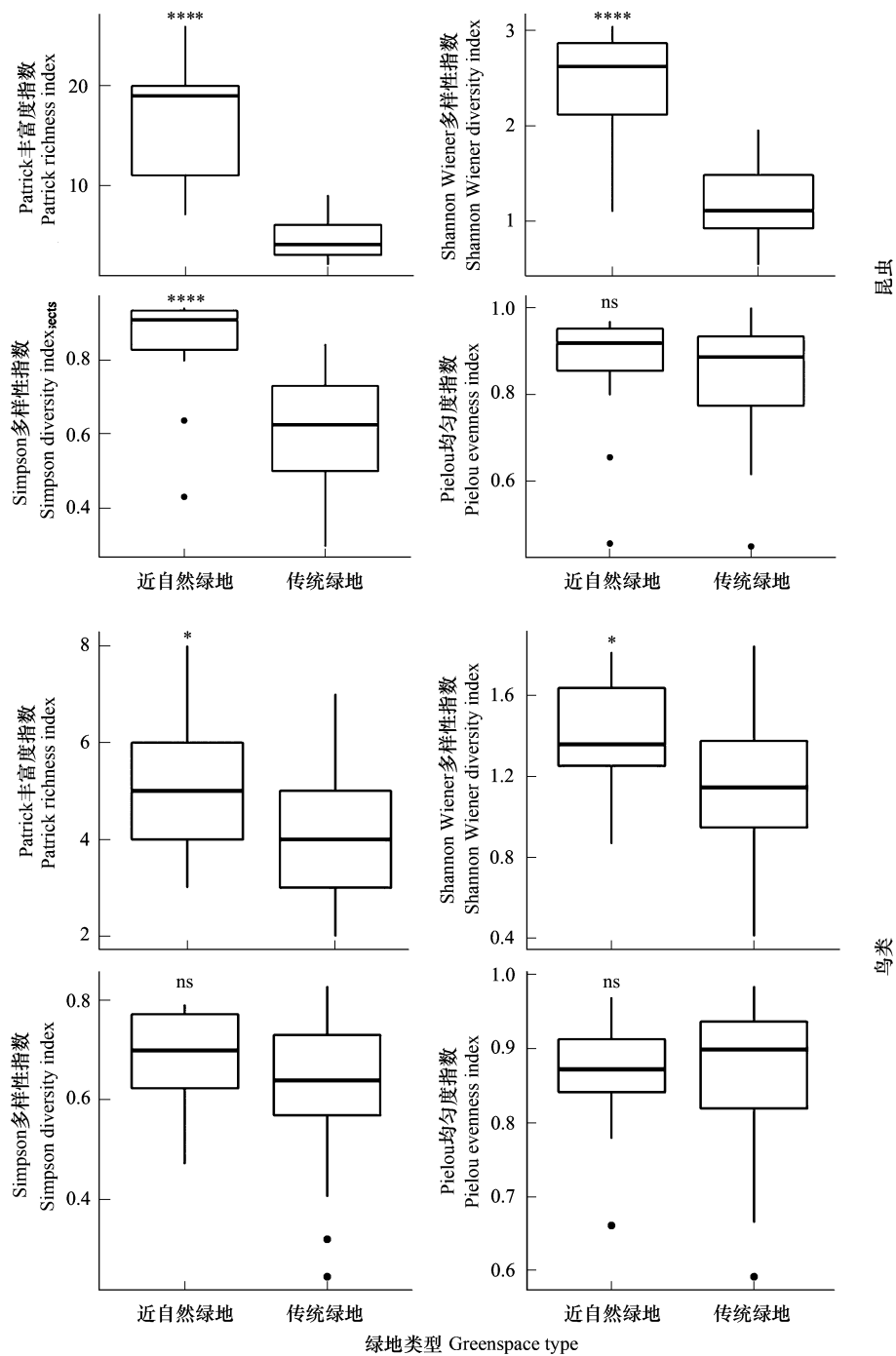


图 4 近自然绿地 (NG) 和传统绿地 (TG) 的昆虫和鸟类多样性指数对比

Fig.4 Comparison of insect and bird diversity between near-natural green space and traditional green space

* 在 $P < 0.05$ 水平上相关; **** 在 $P < 0.0001$ 水平上相关

3 结论与讨论

3.1 近自然绿地的植物群落特征

近自然绿地的各植被层丰富度为乔木层 < 灌木层 < 草本层 (1:1.6:2.3), 而前人对于北京市郊野公园的研

究结果表现为草本层的丰富度最高,乔木层与灌木层相当^[21-22]。传统绿地的乔灌木比 1:0.6:0.5,以乔木层最高,草本层最低,这与前人对于北京建成区绿地的植物多样性研究基本一致^[23]。与北京市郊野公园相比,近自然绿地的灌木层丰富度偏高;与北京城区传统绿地相比,近自然绿地灌木层和草本层的丰富度、Shannon-wiener 指数、Simpson 指数均较高,乔木层无明显差异。与上海新江湾城半自然群落^[24]相比,近自然绿地同样在灌木层多样性方面有优势,不同之处在于近自然绿地在草本层多样性方面更有优势,而乔木层的优势并不明显。

北京山区的优势科植物为菊科、禾本科、豆科、伞形科 (Apiaceae)、唇形科 (Labiatae)、蔷薇科、百合科 (Liliaceae)、十字花科 (Brassicaceae)、毛茛科 (Ranunculaceae)、玄参科 (Scrophulariaceae)^[25]。近自然绿地与北京山区的前 10 个优势科中有 5 个共有优势科(菊科、禾本科、蔷薇科、唇形科、玄参科),占近自然绿地总种数 43.38%。传统绿地与北京山区的前 10 个优势科中有 4 个共有优势科(蔷薇科、百合科、禾本科、豆科),占传统绿地总种数 36.70%。可见与传统绿地相比,近自然绿地与北京山区的植物物种组成相似度更高。

近自然绿地的草本层优势科为菊科和禾本科,这与奥林匹克森林公园^[26]、上海原江湾机场废弃地^[27]、上海中心城区^[28]的自生草本优势科相同。草本层优势种包括小蓬草、狗尾草等,这与西安的自生植物优势种相似^[29]。此外,近自然绿地中还栽培了大量的匍匐委陵菜,抗性强,耐践踏,养护成本低,具较高的观赏价值,应当在城市绿地建设中得到进一步的推广应用。

除自生草本外,近自然绿地还存在许多天然更新的木本植物幼苗,以构树、洋白蜡、榆树、臭椿、旱柳为主,果实多为翅果、蒴果、聚花果等,主要依靠风力和鸟类传播。近自然绿地作为鸟类的栖息地,分布着多种木本自生植物,这些幼苗可为绿地群落的后续演化提供资源。应注意控制绿地中乔木层的郁闭度,给更新树种提供一定的生长空间。

植物为公园中的鸟类和昆虫提供了重要的食源。近自然绿地的鸟类食源植物与蜜粉源植物丰富度均显著高于传统绿地。与隋金玲等^[14]的研究结果相比,近自然绿地中具翅果的树种偏多。建议搭配不同果实类型的鸟类食源树种,提高鸟类食源植物在各个季节的均衡性,为植食性和杂食性鸟类提供丰富连续的食源植物。

2 个近自然绿地的群落垂直结构多样性显著高于传统绿地,符合近自然绿地“复层”特征。在以往的城市绿地垂直结构研究中,通常只是主观地将群落分为乔木层、灌木层和草本层^[30],本研究选取枝叶高度多样性 (FHD) 表征垂直结构复杂度,对研究鸟类和昆虫群落的构成和分布有重要意义,可较好地评估生境质量。

本研究证实了小型近自然绿地在植物群落方面的显著特征:1) 与传统绿地相比,近自然绿地与北京山区的植物物种组成相似度更高,具更为丰富的自生植物,表明这类绿地在物种组成方面的“近自然”特征;2) 垂直结构上灌木和草本层发达,与传统绿地相比,表现出明显的“复层”特点;3) 在栖息地功能方面,近自然绿地可为鸟类和昆虫提供更为丰富的食源和蜜粉源植物,且垂直结构的复杂性为鸟类提供了更为丰富的生境。

3.2 近自然绿地在鸟类及昆虫多样性方面的优势

近自然绿地中的昆虫优势类群为直翅目、双翅目、半翅目、膜翅目,与前人对于西城区公园^[31]、北京市园林绿地^[32]的调查中昆虫群落的优势类群相同,但顺序略有不同,近自然绿地的直翅目昆虫数量明显偏多。可能是因为近自然绿地丰富的草本种类和数量为直翅目昆虫提供了充足的食物资源^[33],也可能与本研究选取的昆虫采集方法、时间有关。

近自然绿地的昆虫丰富度、多样性指数显著高于传统绿地,靳士科^[34]对上海近自然城市森林与其他类型城市森林的昆虫多样性对比研究中,以及吴龙飞等^[35]对近自然森林与普通人工林的昆虫对比研究中也发现相似的结果。由于近自然绿地的植物群落组成和群落结构复杂、多样,能为多种昆虫提供合适的栖息生境,因此提高昆虫的丰富度和多样性。近自然绿地中基本不使用杀虫剂是其昆虫多样性高的另一个重要原因。王建红等^[36]发现适当减少农药的施用次数和施用量,昆虫多样性逐渐增加,且增加的昆虫主要为天敌昆虫,说明了适当减少农药和杀虫剂的使用不仅可增加昆虫多样性,还可提高绿地的自控能力,减少病虫害。

近自然绿地的鸟种居留型组成中,留鸟、旅鸟、夏候鸟最多,这与韩晶对于奥林匹克森林公园(680hm^2)^[37],郭佳对北京植物园(400hm^2)、圆明园(350hm^2)、颐和园(290hm^2)等^[38]的鸟类群落以旅鸟和夏候鸟为主的结果有所不同,与本研究的4个传统绿地(平均面积 4.95hm^2)的调查结果一致。鸟种居留型组成可能与面积相关,与 100hm^2 以上的大型公园相比,留鸟在面积 10hm^2 以下的小型公园中所占的比例更高。随着公园面积减小,公园周围的城市环境对鸟类的影响加强,更适应城市环境的留鸟所占比重增加,如麻雀、珠颈斑鸠、灰喜鹊等。就鸟类的生态类群而言,鸣禽在近自然绿地中占据绝对优势,这与韩晶^[37]对奥林匹克森林公园的调查结果一致。

近自然绿地的鸟类丰富度、多样性高于传统绿地,与Munro等^[39]对于近自然林地和普通林地的对比研究结果一致,也与Heyman^[40]对瑞典人工林的研究结果一致。可见近自然绿地对鸟类多样性的提升作用非常突出。

本研究证实了在高密度中心城区的小型近自然绿地对生物多样性的贡献,但公园绿地内生物多样性增加的同时,可能会增加野生动物伤害游客的可能性,城市公园中种植高密度的灌木也容易使游人产生不安全感。因此建议在进行城市公园绿地建设时,在特定区域增加林下灌木和草本层的多样性,构建植被垂直结构复杂的群落,并基于“分区策略”将近自然群落镶嵌于城市公园进行生境设计^[41]。将近自然绿地作为具有生态保育功能的、禁止人进入的核心斑块,融入城市公园设计之中。而在核心斑块之外的区域,以单层或乔草型双层群落模式为主,为游人的休憩、娱乐等提供充足的草坪空间及硬质活动场地,也可保证公园可维持较为充足的游人容量。从而为今后公园设计和改造提供新的思路和方式,以提高城市里包括植物、昆虫、鸟类在内的生物多样性。

致谢:调查工作得到北京林业大学孙凯、张涵、何海燕的帮助,特此致谢。

参考文献(References):

- [1] 王成. 近自然的设计和管护——建设高效和谐的城市森林. 中国城市林业, 2003, 1(1): 44-47.
- [2] 达良俊, 杨永川, 陈鸣. 生态型绿化法在上海“近自然”群落建设中的应用. 中国园林, 2004, 20(3): 38-40.
- [3] 李春娇, 贾培义, 董丽. 近自然园林植物群落及其评价指标体系初探. 2007年中国园艺学会观赏园艺专业委员会年会论文集. 保定, 2007: 568-570.
- [4] Cho Y, Lee D, Bae S. Effects of vegetation structure and human impact on understory honey plant richness: implications for pollinator visitation. Journal of Ecology and Environment, 2017, 41: 2.
- [5] Heyman E. Clearance of understory in urban woodlands: assessing impact on bird abundance and diversity. Forest Ecology and Management, 2010, 260(1): 125-131.
- [6] Toledo M C B, Donatelli R J, Batista G T. Relation between green spaces and bird community structure in an urban area in Southeast Brazil. Urban Ecosystems, 2012, 15(1): 111-131.
- [7] 自然之友野鸟会. 常见野鸟图鉴-北京地区. 北京: 机械工业出版社, 2014.
- [8] 中国鸟类学会. 中国鸟类名录 V5.0. http://s.birdbro.com/upload/files/jilu_files/20181031/20181031112512488765.pdf, 2017.
- [9] 虞国跃. 北京林业昆虫图谱(I). 北京: 科学出版社, 2017.
- [10] 方精云, 王襄平, 沈泽昊, 唐志尧, 贺金生, 于丹, 江源, 王志恒, 郑成洋, 朱江玲, 郭兆迪. 植物群落清查的主要内容、方法和技术规范. 生物多样性, 2009, 17(6): 533-548.
- [11] 张天麟. 园林树木 1600 种. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010.
- [12] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志-第四十二卷, 第一分册. 北京: 科学出版社, 1993.
- [13] 顾文仪. 让城市绿地“动”起来. 园林, 2003(3): 60-61.
- [14] 隋金玲, 张志翔, 胡德夫, 王民中, 付瑞海. 北京市区绿化带内鸟类食源树种研究. 林业科学, 2006, 42(12): 83-89.
- [15] 北京市园林绿化局. 北京市城市森林建设指导书(试行). http://www.bjyl.gov.cn/zwgk/fgwj/qtwj/201712/t20171205_201200.shtml, 2017.
- [16] 谢世林. 北京城区公园繁殖期鸟类群落特征及多尺度影响因素研究[D]. 合肥: 中国科学技术大学, 2016.
- [17] 郑乐怡, 归鸿. 昆虫分类. 南京: 南京师范大学出版社, 1999.
- [18] 蔡春轶, 朱绍文, 潘彦平. 北京汉石桥湿地昆虫图鉴. 北京: 科学出版社, 2018.

- [19] 隋金玲, 张香, 胡德夫, 李凯, 王民中, 付瑞海. 北京绿化隔离地区鸟类群落与环境因子关系研究. 北京林业大学学报, 2007, 29(5): 121-126.
- [20] 李玉杰, 张晋东, 白文科, 欧阳志云. 北京不同功能绿地昆虫群落组成和生物多样性特征. 生态环境学报, 2018, 27(6): 1044-1051.
- [21] 黄广远, 徐程扬, 章志都, 龚岚, 李翠翠, 李波. 北京典型郊野公园植物组成结构分析. 城市环境与城市生态, 2010, 23(5): 18-20, 24.
- [22] 刘森. 北京市郊野公园植物景观研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2015.
- [23] 郑瑞文. 北京市城市建成区绿地植物多样性研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2006.
- [24] 杨子欣. 上海新江湾城保育区绿地半自然群落配置模式景观研究[D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2018.
- [25] 赵勃. 北京山区植物多样性研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2005.
- [26] 李晓鹏, 董丽, 关军洪, 赵凡, 吴思佳. 北京城市公园环境下自生植物物种组成及多样性时空特征. 生态学报, 2018, 38(2): 581-594.
- [27] 杨永川, 王娟, 达良俊. 城市化进程中上海植被的多样性、空间格局和动态响应(Ⅱ): 城市废弃地上海江湾机场的植物组成. 华东师范大学学报: 自然科学版, 2008(4): 40-48.
- [28] 田志慧, 陈克霞, 达良俊, 古红梅. 城市化进程中上海植被的多样性、空间格局和动态响应(Ⅲ): 高度城市化影响下上海中心城区杂草区系特征. 华东师范大学学报: 自然科学版, 2008(4): 49-57.
- [29] Cervelli E W, Lundholm J T, Du X. Spontaneous urban vegetation and habitat heterogeneity in Xi'an, China. Landscape and Urban Planning, 2013, 120: 25-33.
- [30] 张凯旋, 车生泉, 马少初, 王瑞, 达良俊. 城市化进程中上海植被的多样性、空间格局和动态响应(Ⅵ): 上海外环线林带群落多样性与结构特征. 华东师范大学学报: 自然科学版, 2011(4): 1-14, 74.
- [31] 曾赞青. 城市公园植物配置与虫害发生的关系研究. 中国林业科学研究院, 2013.
- [32] 王建红, 车少臣, 邵金丽, 任桂芳, 王燕. 北京园林绿地昆虫群落多样性研究. 北京市“建设节约型园林绿化”论文集. 北京, 2007: 366-374.
- [33] 宗翔, 陈玉宝. 向海自然保护区昆虫资源调查. 北华大学学报: 自然科学版, 2018, 19(4): 523-527.
- [34] 靳士科. 上海市不同城市森林土壤动物群落研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2016.
- [35] 吴龙飞, 姜文虎, 刘洋, 李忠玲, 刘军侠. 不同林分类型对昆虫群落多样性的影响. 生态学报, 2017, 37(7): 2217-2224.
- [36] 王建红, 邵金丽, 车少臣, 任桂芳. 北京园林绿地昆虫群落功能团的研究. 北京园林, 2008, 24(1): 18-25.
- [37] 韩晶. 微栖息地尺度下植被特征对鸟类群落的影响——以北京奥林匹克森林公园为例[D]. 北京: 北京林业大学, 2017.
- [38] 郭佳. 北京市区公园鸟类群落及其栖息地研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2008.
- [39] Munro N T, Fischer J, Barrett G, Wood J, Leavesley A, Lindenmayer D B. Bird's response to revegetation of different structure and floristics—are “restoration plantings” restoring bird communities? Restoration Ecology, 2011, 19(201): 223-235.
- [40] Heyman E. Clearance of understory in urban woodlands: assessing impact on bird abundance and diversity. Forest Ecology and Management, 2010, 260(1): 125-131.
- [41] Wang M, Zhang H, Fan S X, Hao P Y, Dong L. A zoning-based solution for hierarchical forest patch mosaic in urban parks. Urban Forestry & Urban Greening, 2021, 65: 127352.