

## 沈阳浑河河岸带典型生境复层—动态草本植物群落构建实证研究

An Empirical Study on the Design of a Stratified Dynamic Herbaceous Community in the Typical Habitat of the Riparian Zone of Hunhe River, Shenyang

王睿<sup>1,3\*</sup> 王君<sup>1</sup> 张琛<sup>1,2</sup> 杨孟秋<sup>1</sup>  
WANG Rui<sup>1,3\*</sup> WANG Jun<sup>1</sup> ZHANG Chen<sup>1,2</sup> YANG Mengqiu<sup>1</sup>

(1. 沈阳建筑大学建筑与规划学院, 沈阳 110168; 2. 河北科技师范学院城市建设学院, 秦皇岛 066004; 3. 同济大学建筑与城市规划学院, 上海 200092)

(1. School of Architecture and Planning, Shenyang Jianzhu University, Shenyang, Liaoning, China, 110168; 2. College of Urban Construction, Hebei Normal University of Science & Technology, Qinhuangdao, Hebei, China, 066004; 3. School of Architecture and Urban Planning, Tongji University, Shanghai, China, 200082)

文章编号: 1000-0283(2026)02-0127-08

DOI: 10.12193/j.laing.20250321002

中图分类号: TU986

文献标志码: A

收稿日期: 2025-03-21

修回日期: 2025-07-22

### 摘要

浑河作为辽河流域大型城市沈阳的母亲河, 是城市重要的滨水生态廊道。针对沈阳浑河河岸带草本植物群落结构单一、生态适应性差、乡土生物多样性低、冬季景观效果不佳等问题, 进行城市河岸带草本植物群落构建实证研究。参考沈阳周边地区残存自然生境草本植物群落特征, 通过对群落结构、群落物候、茎叶形态等要素的设计提炼, 形成6组复层—动态草本植物群落组合样方, 通过连续观测植物数量、株高、色彩、群落高度、结构、物候等指标数据, 对其动态演变特征进行量化分析。研究发现, 沈阳浑河河岸带典型生境构建的6组复层—动态草本植物群落均呈现了动态稳定特征, 乡土物种多样性显著增加, 全年物候观赏期可延长至9个月, 且在一定程度上实现了低维护管理。为沈阳浑河河岸带草本植物群落构建提供新方法和新范式, 为辽河流域城市河岸带植物群落构建研究奠定基础。

### 关键词

沈阳浑河河岸带; 植物选择; 植物群落设计; 复层结构; 物候动态

### Abstract

The Hun River, recognized as the mother river of Shenyang, a major city within the Liao River Basin, serves as a significant ecological corridor along the city's waterfront. To address issues such as the homogeneity of herbaceous plant communities along the Hun River in Shenyang, including poor ecological adaptability, low native biodiversity, and suboptimal winter landscape conditions, an empirical study on the construction of herbaceous plant communities in the urban riverbank zone was conducted. Based on the characteristics of natural herbaceous plant communities in similar habitats, through the design and refinement of aspects such as community structure, phenology, and stem and leaf morphology, six groups of multi-layered, dynamic herbaceous plant community combination plots were formed. By continuously observing index data, such as plant number, plant height, color, community height, structure, and phenology, the dynamic evolution characteristics were quantitatively analyzed. The research found that the six groups of multi-layered, dynamic herbaceous plant communities constructed in the typical habitat of the Hun River riverbank zone in Shenyang all presented dynamic and stable characteristics. The diversity of native species increased significantly. The annual phenological observation period could be extended to 9 months, and to a certain extent, low-maintenance management was achieved. The research provides new methods and paradigms for the construction of herbaceous plant communities in the riverbank zone of the Hun River in Shenyang, and provides new methods and paradigms for the construction of herbaceous plant communities in the riverbank zone of the Hun River in Shenyang, and lays the foundation for the research on the construction of plant communities in the urban riverbank zone of the Liao River Basin.

### Keywords

urban riverbank zone of Shenyang Hun River; plant selection; plant community design; multi-layered structure; phenological dynamics

### 基金项目:

辽宁省教育厅基本科研项目青年项目“基于生物多样性的寒地城市近自然草本植物群落构建与评价研究”(编号: LJ212510153023); 辽宁省住房和城乡建设厅科学技术计划立项“基于生物多样性的寒地城市近自然植物群落构建研究”(编号: LNSJSKJ-2025-030); 河北省教育厅人文社会科学类青年基金项目“生物多样性保护视角下河北沿海城市绿地高质量发展研究”(编号: QN2026562)

王睿

1989年生/女/辽宁沈阳人/博士/讲师/研究方向为园林植物应用、植物群落设计理论与实践

王君

1978年生/女/辽宁沈阳人/讲师/研究方向为园林植物景观设计

张琛

1986年生/女/河北秦皇岛人/在读博士研究生/讲师/研究方向为城乡规划设计、植物景观设计

\*通信作者 (Author for correspondence)

E-mail: kurui600@126.com

当今世界有超过一半的人口居住在城市，预计到2050年将达到68%<sup>[1]</sup>。城市为人类提供住所，而自然却往往被忽视<sup>[2]</sup>。国际上，为了恢复或重建城市生境，越来越多的研究和实践正在将近自然植物群落景观引入城市<sup>[3-4]</sup>。以荷兰彼得·奥多夫 (Piet Oudolf)、英国詹姆斯·希契莫夫 (James Hitchmough)、美国托马斯·雷纳 (Thomas Rainer) 和克劳迪娅·韦斯特 (Claudia West) 等为代表的世界各地生态种植设计师，积极践行最早由德国园艺家卡尔·福斯特 (Karl Foerster) 提出的“拟自然群落的草本植物组合”理念，开始针对全球气候变化和城市发展需求，探寻草本植物群落的景观应用和生态修复潜力<sup>[5-6]</sup>。这种植物群落具有丰富的结构和季相变化，能够调节微气候、为无脊椎动物提供栖息地、驱动碳氧循环、提高物种多样性、降低维护成本等生态系统服务功能<sup>[7-10]</sup>。

城市河岸带是城市水陆相互作用的核心生态空间，为居民提供多种“追寻自然”的绿色体验，形成“河流—河岸—城市”协同共生体，承载了人与自然和谐共生关系<sup>[8-10]</sup>。草本植物作为城市河岸带分布广泛的主要植被类型之一，在成本以及投入方面较其他类型植物群落低，具有美学价值高、抗逆性强、物种多样性高的特点<sup>[9-10]</sup>。浑河属于辽河流域的辽河水系，是辽河流域水资源、动植物资源最丰富的内河之一，被称为沈阳的母亲河。由于城市化的快速发展，沈阳浑河河岸带被大量改造，草本植被多为大面积草坪、自生植物或时令花卉<sup>[11-15]</sup>。现状生境脆弱，原生植物种类被许多外来植物种类所取代，乡土物种多样性降低，影响了许多小动物生存栖息<sup>[12]</sup>。辽宁地区草本植物种类约2 300种，而在沈阳浑河河岸带应用的仅有1%<sup>[13]</sup>。如何在沈阳浑河河岸带构建具有生

态适应性、景观美学性、乡土物种多样性的草本植物群落，恢复和重建更美、更健康、更持续的城市河岸带生境是目前亟待解决的问题。

## 1 研究场地与研究方法

### 1.1 研究场地概况

研究场地位于沈阳浑河南岸长安桥和东湖区域的交汇处 (41.78503577° N, 123.55418901° E)，未来规划为城市河岸带公园绿地。属于温带季风大陆性气候，夏冬时间较长，冬季寒冷少雪，夏季炎热多雨，降水集中在6—9月份，占全年降水量的70% ~ 80%。全年平均气温6.2 ~ 9.7°C，极端最高气温38.3°C，极端最低气温-32.9°C。全年无霜期155 ~ 180 d，年日照时数2 372.5 h，全年降水量600 ~ 800 mm。研究场地距离河流约300 m，土壤类型为棕壤土，pH值为6.5 ~ 7.0，郁闭度为0，光照充足，是沈阳浑河河岸带的典型生境类型。现状场地内草本植物群落覆盖度较小，多处为裸地，以藜、葎草、马齿苋等杂草型草本植物占绝对优势，

物种多样性极为贫乏。

### 1.2 研究方法

#### 1.2.1 样地设置

沈阳浑河河岸带典型生境草本植物群落构建实验于2022年4月中旬开始进行。参考草本植物群落构建样方设置方法<sup>[14]</sup>，共设置6个样方，每个样方为2 m×2 m。为避免边缘效应，每个样方距离边缘30 cm，场地面积约40 m<sup>2</sup>。

#### 1.2.2 在地种植

植物在种植前移除土壤种子库密度较大的2 ~ 3 cm表层土，并对场地喷洒除草剂草甘膦，控制现场顽固的杂草。由于一些草本植物只能在秋天或春天发芽的复杂性，草本植物群落构建实验通过容器育苗栽植，更有利确定植物在样方中的位置形成镶嵌式布局，有效控制高大植物种类的生长范围，实现目标数量植物群落样方建立(图1)。在幼苗栽植后的1 ~ 3个月内进行常规浇灌，保持土壤表面潮湿，三个月之后不浇灌，不施肥，

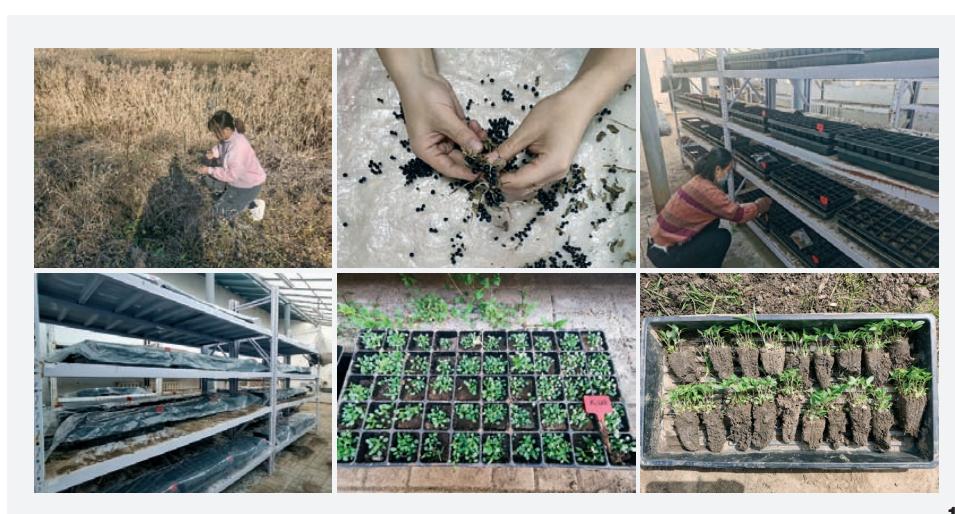


图1 采种—筛选—播种—育种—萌发—成苗过程图

Fig. 1 Process of seed picking, seed screening, seed sowing, breeding, germination, and seedling

所有样方如有杂草幼苗出现及时清除。

### 1.2.3 测定指标

连续2~3年每两周对复层—动态草本植物群落样方进行持续观测，用手机拍照记录群落内的植物存活率、株高、花期、生长状

态，以及植物群落高度、盖度、结构、物候等指标。

## 2 草本植物群落构建方法

### 2.1 被试植物选择

被试植物材料包括自然生境中的野生植

物种类和抗性较好的园艺植物，野生植物种子源于调查采集，园艺植物种子在沈阳富有种子有限公司购买。前期植物个体适应性测定实验研究中探明了被试植物种类的生物学特性和物候期参数（表1），可为植物群落设计提供基础参数。由于供试植物个体经过耐

表1 被试草本植物生物学特性和物候期参数表  
Tab.1 Biological characteristics and phenological stage parameters of herbs tested

序号 No.	种名 Species name	拉丁名 Latin name	科名 Family name	属名 Genus name	盛花期/(月-日) Peak flowering period	花色 Flower color	茎叶形态 Stem-leaf morphology	最大株高/cm Max. height	最大冠径/cm Max. crown diameter
1	蓝盆花	<i>Scabiosa comosa</i>	忍冬科	蓝盆花属	06-08	紫色	茎生叶	40	15
2	黄花败酱	<i>Patrinia scabiosifolia</i>	忍冬科	败酱属	06-29	黄色	茎生叶	150	25
3	尖萼耧斗菜	<i>Aquilegia oxysepala</i>	毛茛科	耧斗菜属	05-22	白色	基生叶	60	15
4	地榆	<i>Sanguisorba officinalis</i>	薔薇科	地榆属	07-08	红色	茎生叶	120	25
5	桔梗	<i>Platycodon grandiflorus</i>	桔梗科	桔梗属	07-15	蓝色	茎生叶	80	25
6	白头翁	<i>Pulsatilla chinensis</i>	毛茛科	白头翁属	04-15	紫色	基生叶	30	25
7	射干	<i>Belamcanda chinensis</i>	鸢尾科	射干属	07-15	黄色	基生叶	80	25
8	马蔺	<i>Iris lactea</i>	鸢尾科	鸢尾属	05-15	蓝色	基生叶	60	25
9	溪荪	<i>Iris sanguinea</i>	鸢尾科	鸢尾属	05-22	蓝色	基生叶	65	25
10	落新妇	<i>Astilbe chinensis</i>	虎耳草科	落新妇属	06-22	粉色	茎生叶	55	30
11	芒	<i>Misanthus sinensis</i>	禾本科	芒属	09-15	绿色	草类	150	70
12	石竹	<i>Dianthus chinensis</i>	石竹科	石竹属	06-05	粉色	茎生叶	35	15
13	大花卷丹	<i>Lilium leichlinii</i> var. <i>maximowiczii</i>	百合科	百合属	07-08	黄色	茎生叶	80	15
14	拂子茅	<i>Linum perenne</i>	禾本科	拂子茅属	06-29	蓝色	草类	40	60
15	剪秋罗	<i>Lobatae Campion</i>	石竹科	剪秋罗属	06-08	红色	茎生叶	50	35
16	翠雀	<i>DelpHinium grandiflorum</i>	毛茛科	翠雀属	06-22	蓝色	茎生叶	40	15
17	蛇鞭菊	<i>Liatis spicata</i>	菊科	蛇鞭菊属	06-29	粉色	茎生叶	90	15
18	小兔子狼尾草	<i>Pennisetum alopecuroides</i> 'Little Bunny'	禾本科	狼尾草属	07-15	绿色	草类	100	60
19	黑心金光菊	<i>Rudbeckia hirta</i>	菊科	金光菊属	06-29	黄色	茎生叶	90	40
20	紫菀	<i>Aster alpinus</i>	菊科	紫菀属	09-15	紫色	茎生叶	110	45
21	蓝羊茅	<i>Festuca glauca</i>	禾本科	羊茅属	06-22	绿色	草类	30	20
22	林荫鼠尾草	<i>Salvia nemorosa</i> 'Caradonna'	唇形科	鼠尾草属	05-29	紫色	茎生叶	65	35
23	荆芥	<i>Nepeta cataria</i>	唇形科	荆芥属	05-08	蓝色	茎生叶	30	30
24	小花葱	<i>Allium schoenoprasum</i>	石蒜科	葱属	05-22	粉色	基生叶	45	25
25	假龙头	<i>Physostegia virginiana</i>	唇形科	假龙头花属	07-15	粉色	茎生叶	60	15
26	穗花婆婆纳	<i>Pseudolysimachion spicatum</i>	车前科	婆婆纳属	05-29	粉色	茎生叶	55	15
27	细叶芒	<i>Andropogon virginicus</i>	禾本科	细叶芒属	08-22	绿色	草类	115	35
28	须苞石竹	<i>Dianthus barbatus</i>	石竹科	石竹属	05-29	粉色	茎生叶	70	15
29	聚花风铃草	<i>Campanula glomerata</i> subsp. <i>speciosa</i>	桔梗科	风铃草属	06-29	蓝色	茎生叶	50	15
30	大滨菊	<i>Leucanthemum × superbum</i>	菊科	大滨菊属	05-29	白色	茎生叶	70	25

寒性测试均具有较强耐寒性，冬季不做防寒处理。

## 2.2 植物群落设计

自然生境中草本植物群落的复杂性和模糊性是可以通过设计提炼形成辨识度较高的结构分层的，而重要前提是提炼植物群落结构，并确保所选植物在垂直结构和物候动态上协同共生。复层-动态草本植物群落设计以多层次的垂直结构和重复出现且有韵律的水平结构设计相结合，引导人的视线，形成“多季-复层-动态”的草本植物群落特征。

### 2.2.1 群落垂直结构

沈阳浑河河岸带的典型生境类型为潮湿草地，参考辽河流域残存自然生境潮湿草地生境草本植物群落各亚层植物种类及比例，植物群落设计选择多季两层镶嵌式和多季三层镶嵌式的草本植物群落设计模式（表2）。第一亚层选择株高较低（≤50 cm）、花期早、耐半阴、冠径稍大的植物种类，使其既能适应较高亚层植物形成的遮阴，又能保证早春观赏效果，在早春更好地覆盖地表，同时抑制杂草避免裸露；第二亚层选择中等高度（50~120 cm）、花期长、色彩鲜艳、花量较大的植物种类，通过优势种提供并维持植物群落各物候的主题观赏效果；第三亚层选择株高较高（≥120 cm）、叶序量少的植物种类，使下层植物获得更好的光照条件，有效控制竞争能力较强植物种类的生长范围。

### 2.2.2 群落水平结构

模拟辽宁地区残存自然生境草本植物群落水平结构不同种群斑块相间的镶嵌式分布形式，第一亚层植物个体按照一定间距均匀

分布，形成均匀式的水平分布形式；第二亚层植物个体成群、成簇地集群分布；第三亚层植物个体在水平结构中随机分布。

## 2.3 植物群落密度

传统草本植物群落密度多为3~6株/m<sup>2</sup>，而多功能的草本植物群落密度可提升至9~15株/m<sup>2</sup><sup>[15]</sup>。根据前期调查，辽宁地区残存自然生境草本植物群落种植密度可以达到40~145株/m<sup>2</sup><sup>[16]</sup>。在植物群落建立初期为植物有足够的空间生长，设定群落密度为15~40株/m<sup>2</sup>，每种植物数量根据其冠径大小选定。根据实际育苗得到的植物数量及群落设计方案形成6组草本植物群落样方（表2）。群落A1、A2为多季两层镶嵌式，各亚层植物种类比例为第一亚层：第二亚层为3:5，第一亚层植物种类为三种，每种数量为4株/m<sup>2</sup>，第二亚层植物种类为5种，每种数量为3株/m<sup>2</sup>。群落B1、B2、B3、B4多季三层镶嵌式，各亚层植物种类比例为第一亚层：第二亚层：第三亚层为2:5:3，第一亚层植物种类为2种，每种数量为5株/m<sup>2</sup>，第二亚层植物种类为5种，每种数量为3株/m<sup>2</sup>，第三亚层植物种类为3种，每种数量为2株/m<sup>2</sup>。

## 3 草本植物群落动态特征分析

### 3.1 物种组成

6组草本植物群落中乡土植物种类有20种，非乡土植物种类10种，相比原场地草本植物群落物种多样性大幅度提升。总体来看，各组合草本植物群落中的植物存活率均较高，生长良好，能适应沈阳浑河河岸带生境（图2）。由于这些植物均为多年生草本植物，生长寿命长、能够稳定占据生态位，避免杂草的侵袭，帮助构建了稳定、可持续的植物群落。研究发现，数量有所增加的植物

种类，其种子萌发率较高，在结种期由于未进行刈割修剪，其种子自然落地后，在次年春季开始萌发生长形成新的幼苗，尤其是种子较小的植物更易萌发。数量减少的植物种类可能是由于植物之间对光照、水分和养分资源的争夺，或者根系生态位的竞争造成的植株死亡。同时，沈阳地区的冬季寒冷、夏季炎热气候、拔草过程的踩踏等不稳定因素都会影响植株的存活和生长。

### 3.2 群落结构

草本植物群落构建后，原本以退化草地为主的场地内形成了结构丰富、物候动态、充满自然野趣的草本植物群落景观。6组草本植物群落在第二年各亚层完成分化时，群落高度115~175 cm，群落盖度85%~100%，各亚层高度和盖度如图所示。尽管在每年的4—5月还会有少量杂草出现，但抑制了藜、葎草等恶性杂草的生长，不需要频繁地维护管理来维持群落景观效果。每年6月之后，群落中基本不会出现土壤裸露现象，良好地覆盖了场地。

### 3.3 群落物候

6组草本植物群落样方的物候观赏周期可从4月初到次年的2月，一年当中观赏周期长达9个月（4月上旬至12月下旬），在各物候期均有1~5种处于花期（图3）。在沈阳每年长达6个多月漫长寒冷的冬季，由高秆开花植物和观赏草呈现较好的秋冬季景观。11月份之后，落新妇、地榆等开花草本植物茎叶形态完整，植株直立，棕色宿存花苞种苞形态独特，与小兔子狼尾草、芒等观赏草的搭配呈现具有野趣的冬季植物景观，延长了沈阳浑河河岸带草本植物群落的观赏周期。

表2 草本植物群落设计及种类选择表  
Tab. 2 Herbaceous community design and species selection

编号 No.	平面示意图 Plan schematic	立面示意图 Elevation schematic	各亚层植物种类比例 Species ratio per sub-layer	植物种类 Species composition
群落 A1				蓝羊茅、石竹、白头翁、翠雀、聚花风铃草、桔梗、蓝盆花、细叶芒
群落 A2			第一亚层:第二亚层=3:5	马蔺、石竹、荆芥、浅裂剪秋罗、大花卷丹、小兔子狼尾草、大滨菊、拂子茅
群落 B1				荆芥、马蔺、黑心金光菊、拂子茅、须苞石竹、假龙头、蛇鞭菊、紫菀、地榆、芒
群落 B2				石竹、马蔺、小花葱、穗花婆婆纳、小兔子狼尾草、浅裂剪秋罗、细叶芒、地榆、芒、黄花败酱
群落 B3			第一亚层:第二亚层:第三亚层=2:5:3	石竹、荆芥、落新妇、浅裂剪秋罗、小花葱、小兔子狼尾草、拂子茅、芒、地榆、黄花败酱
群落 B4				蓝羊茅、石竹、射干、尖萼耧斗菜、溪荪、林荫鼠尾草、小兔子狼尾草、芒、地榆、紫菀

注: 平面示意图尺寸为1 m×1 m, 立面示意图为各群落所有植物花相搭配示意, 非实际花期。

### 3.4 群落管理

群落构建实验期间共计浇灌8次, 拔草7次, 冬季植物整体修剪维护2次, 植物个体修剪维护5次。相比传统植物种植, 近自然草本植物群落构建过程减少了对植物个体残花、残株的清理工作, 除了在花期过后对过于难看的植株进行修剪之外, 只在早春三月对植物群落中的所有个体植株统一进行管理维护。由于浇灌不频繁且未采用施肥措施,

减少了土壤生产力, 在一定程度上帮助控制杂草迅速生长, 减少了杂草清理的维护压力, 同时节省了供水资源和人工维护成本, 使群落形成较为持久的草本植物群落景观。

## 4 草本植物群落构建优化策略

### 4.1 群落植物选择策略

#### 4.1.1 挖掘多种多年生植物种类

草本植物群落均采用多年生草本植物

种类, 实现次年自我生长与更新, 避免了大量人工补植, 节省了植物材料和种植成本。地榆、黄花败酱、射干、蓝盆花、翠雀、紫菀、芒等多年生草本植物, 在植物个体适应性测定实验中生长良好, 在植物群落设计实验中同样生长良好, 存活率高, 生长速率均衡, 和城市中的其他灌木和乔木一样呈现了非常强的稳定性。这些植物从早春开始有效占据生态位, 避免了杂草型植物抢占空间,

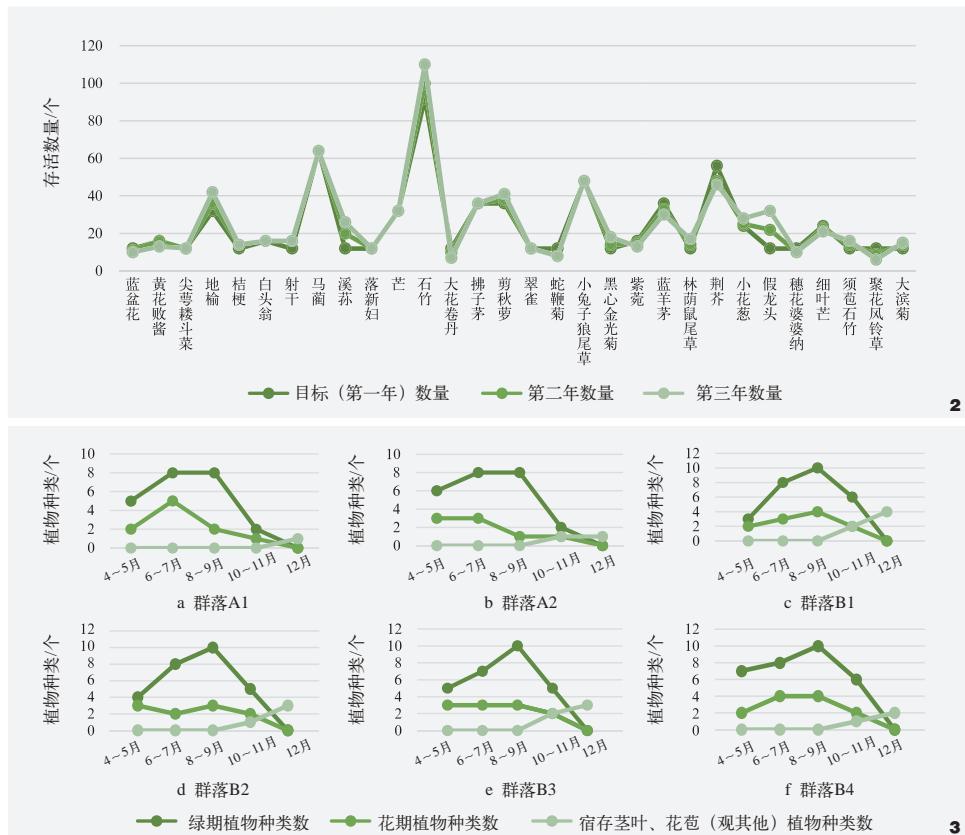


图2 草本植物群落构建的总体植物数量变化图

Fig. 2 Changes in the overall plant number of herbaceous community construction

图3 6组草本植物群落组合第二年物候动态图

Fig. 3 Phenological dynamics of 6 groups of herbaceous communities in the second year

起到了“护根”作用。辽河流域草本植物资源丰富，有更多具有生态价值和美学价值的草本植物种类有待于挖掘。

#### 4.1.2 注重禾本科草类的应用

芒、拂子茅、小兔子狼尾草等作为一种独特且具有很强适应性的草本植物，不像花色艳丽、花量较大的草本植物那样具有视觉冲击力，在传统的植物配置中很少被应用。但这些禾本科草本植物的绿期较长，茎叶形态优美，结构直立完整，在自然植物群落中起到背景和点缀的作用。在城市河岸带生境草本植物群落设计中，可作为第二亚层和第三亚层植物，不仅起到抑制杂草的作用，还能增强植物群落自然野趣景观效果，延长物种观赏期（图4）。

图4 6组草本植物群落盛花期景观效果图

Fig. 4 Landscape effect of herbaceous community in 6 groups of wet grassland



图5 多种植物协同共生为无脊椎动物提供了宝贵的栖息地

Fig. 5 Herbaceous communities provide valuable habitats for a wide variety of invertebrate animals

5

#### 4.1.3 提高乡土植物的比例

乡土植物的应用可以有效地契合原有的自然生态系统，建立稳定的植物群落，为本土小动物提供宝贵栖息地，形成人为创造的近自然植物群落景观。研究发现，群落构建实验蝴蝶种类数量显著增加（研究期间共记录34种），约是原场地（4种）的8倍，并出现了城市中很少见的蝴蝶种类，如丝带凤蝶、菜粉蝶（图5）。蓝盆花、蛇鞭菊、黑心金光菊等具有头状花序和总状花序、色泽鲜艳且蜜粉源丰富的种类，最受传粉昆虫喜爱，与蝴蝶、蜜蜂等重要传粉昆虫建立了良好的协同共生关系，对维持传粉昆虫种群数量、植物群落结构及功能稳定性起到了重要作用。黑心金光菊、地榆、大滨菊等草本植物为蜻蜓、食蚜蝇等无脊椎动物提供良好的栖息环境，更好地支持了城市物种多样性。

#### 4.2 群落分层设计策略

##### 4.2.1 群落结构分层

复层—动态草本植物群落构建体现了人工干预和自然过程相结合的群落管理过程。

多种体量不同、茎叶形态不同的植物通过群落结构的分层设计能更好地兼容在一起。植物与植物之间存在种间竞争，下层植物竞争压力最大，且会随着时间增加，这与詹姆斯·希契莫夫（James Hitchmough）等<sup>[17]</sup>的研究结果一致。因此，第二亚层和第三亚层植物在早期需要具备较快的生长速度，尤其是第三亚层植物需要较小的冠径和种植密度，确保为下层植物提供生长空间和资源。虽然人工构建的草本植物群落变化从未停止，但从全年物候期来看，6组草本植物群落均实现了动态稳定。

##### 4.2.2 群落适宜密度控制

在同一个亚层中选择生长速率相似的植物进行组合，避免因某种植物生长过快抢夺光资源。草本植物群落构建初期，应提高第一亚层植物的数量和盖度，选择更多能在早春生长的植物，在杂草型植物萌发之前展叶（枝），抑制杂草型植物的萌发；第二亚层植物种类和数量较多，应选择茎叶较为直立的植物种类，避免植株倒伏影响底层植物生

长和景观效果；在保证覆盖土壤的同时适当降低第三亚层植物的密度，选择生长速率均衡的植物，控制植物与植物之间的生长距离，降低竞争强度。尤其是对于生长速度较快，冠径较大的菊科植物，须被控制在较低的数量，以减少其对周围植物的荫蔽影响。

#### 4.3 群落维护管理策略

对草本植物群落合理的维护管理是由设计目的驱动的，频繁出现在大众视野中的公共区域的植物可能需要相对精细的人为干预，而在较为自然的环境中，管理维护可能不需要过于频繁。研究发现，植物群落的自我演替是自我稀疏的过程，菊科、唇形科、鸢尾科、蔷薇科、禾本科等为优势科，均有较强适应性不容易被演替掉，而株高较矮、喜光、萌发较晚的植物存在一定死亡的风险。植物群落在早春的覆盖度非常重要，应选择最早萌发生长、冠径较大的低矮植物，使得更多数量的植物在早春快速覆盖地面，不再需要过多的人工除草维护，代表性植物有地榆、假龙头、林荫鼠尾草、小兔子

狼尾草、细叶芒、黄花败酱等。此外，在死亡植株较多的地方需要补植，填补生态位以免杂草肆意生长。需要注意的是，拔除杂草的人为干预过程可能会造成土壤种子库中的其他种子暴露于适宜的环境中，生长出新的杂草型植物。因此，杂草型植物的管理问题较为复杂，需要进一步探究更加科学便捷的管理方法。

## 5 结语

草本植物群落的复层结构和物候动态可以塑造植物群落的空间与时间维度，营造动态而持续的植物景观。研究在沈阳浑河河岸带典型生境的复层-动态草本植物群落构建实证研究中选择了更多花期较长、花量较大、色彩明艳的植物，增加早春主题植物种类和冬季主题植物种类，在各个季节充分展现植物群落景观效果，延续了群落的物候观赏期。

由于设计目标多元性、植物多样性和生境异质性，群落组合存在复杂性和多解性，需要运用设计方法尝试和验证多种适生草本植物组合的稳定性，逐步建立草本植物群落设计组合库，为草本植物群落构建研究与实践提供科学、便捷、有效的景观应用资源。复层-动态草本植物群落设计仍有很多内容需要深入探究，植物的组合、植物的数量配比等都会影响群落构建稳定性和景观效果。这是一个重要且极具挑战性的问题，未来需要设定多种控制性试验，通过实验样方对比研究，揭示多种组合草本植物群落构建的数量配比量化指标，完善城市河岸带草本植物群落构建的理论体系，为滨水绿地植物群落构建提供有效方案。

注：文中图表均由作者自绘/摄。

## 参考文献

- [1] 张帆. 环洱海白族传统特色民居建筑艺术造型的文化传承与创新——基于新发展理念的理论与实践引领[J]. 民族学刊, 2020, 11(04): 111-116.
- [2] 伊恩·伦诺克斯·麦克哈格. 设计结合自然[M]. 天津: 天津大学出版社, 2006.
- [3] 戚俊. 长三角地区复合型混播花卉组合构建初探[D]. 杭州: 浙江大学, 2018.
- [4] HITCHMOUGH J D,Dunnett N D. Introduction to Naturalistic Planting in Urban Landscapes[M]. Loudon: Spon Press, 2004.
- [5] HEWETSON-BROWN J. How to Make a Wildflower Meadow: Tried-and-tested Techniques for New Garden Landscapes[M]. Bath: Filbert Press, 2016.
- [6] BAINES C. How to Make a Wildlife Garden[M]. London: Frances Lincoln, 2000.
- [7] SMITH R M,WARREN P H,THOMPSON K,et al. Urban Domestic Gardens (VI): Environmental Correlates of Invertebrate Species Richness[J]. Biological Conservation, 2006(15): 2415-2438.
- [8] 袁兴中. 三峡库区澎溪河消落带生态系统修复实践探索[J]. 长江科学院院报, 2022, 39(01): 01-09.
- [9] KE G Y, SHUI W C, JIA Y, et al. Establishing and Maintaining Ornamental Flower Meadow Sustainable Landscape in Urban Space[R]. Nanjing: Southeast University, 2011.
- [10] 武晓倩. 白洋淀流域河岸带草本植物群落特征与水土保持效益研究[D]. 石家庄: 河北师范大学, 2022.
- [11] 朱玲, 王睿, 魏宜, 等. 生态系统服务视角下的城市滨河缓冲带生态修复策略研究[J]. 景观设计, 2020(06): 04-11.
- [12] 詹姆斯·希契莫夫, 杭烨. 生态植物群落在城市基础设施中的作用和意义:中国苗圃与种子产业的新机遇[J]. 景观设计学, 2013, 1(03): 46-59.
- [13] 傅沛云. 东北草本植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- [14] YE H. Developing Multi-layered, Flowering Mediterranean Plant Communities Using South African Flora[D]. Sheffield: The University of Sheffield, 2016.
- [15] 托马斯·雷纳. 生态种植势在必行: 创建功能性的系统,而非程式化的生态[J]. 景观设计学, 2021, 09(01): 112-119.
- [16] 王睿. 近自然理念下的沈阳浑河河岸带草本植物群落构建研究[D]. 沈阳: 沈阳建筑大学, 2024.
- [17] 詹姆斯·希契莫夫, 奈杰尔·丁奈特撰, 张秦英. 2012伦敦奥林匹克公园的生态种植设计[J]. 中国园林, 2012, 28(01): 39-43.