

DOI:10.3969/j.issn.1673-3851.2017.03.024

# 天津节水型城市公园植物景观综合评价与模式构建

陈 波,王 菲,邬丛瑜,李 娜,蒋静静,卢 山

(浙江理工大学建筑工程学院,杭州 310018)

**摘要:**在对天津 7 个城市公园进行全面调研的基础上,发现睦南公园、人民公园与桥园相对具备更多节水性优势,选择其中 10 个代表性植物群落作为研究样地,对其群落结构与环境、植物种类、生长状况等进行调查分析。从生态度、观赏度和文化度三个要素中选用 12 个评价因子,建立合理的评价体系,采用层次分析法(AHP)对各样地进行综合评价。在调查分析和评价结果的基础上,针对天津的地理气候特点,提出适宜天津的城市节水型植物材料,构建天津节水型城市植物景观模式。

**关键词:**节水植物;节水型植物景观模式;层次分析法;天津市

中图分类号: S731.2

文献标志码: A

文章编号: 1673-3851 (2017) 02-0297-08

## 0 引言

植物作为具有生命形式的天然材料,在园林中可以营造出多种多样的空间氛围,使人们产生美的感受。近年来,园林事业迅速发展,绿化面积逐步扩大,但在建设过程中存在大量盲目引种、大树移植、反季节栽植、逆境栽植等现象,造成了极大的资源浪费。其中水资源作为植物新陈代谢的基本要素,用量大幅度提升。同时,由于水资源利用率低、降雨量减少、环境污染、气候变化等因素的叠加,使得水资源短缺状况日益严峻,全国 657 个城市中有 300 多个属于联合国人居署评价标准中的“严重缺水”或“缺水”城市<sup>[1]</sup>,这在一定程度上阻碍了经济的发展。因此,如何发展节水型园林绿化、缓解城市用水紧张,成为缺水城市园林建设中亟需研究并解决的问题。

节水型植物景观设计研究成果主要涉及节水型植物的筛选与配置。在植物材料方面重在种类的推荐,如金小婷等<sup>[2]</sup>指出了吐鲁番沙漠植物园中的抗旱树种主要有白榆、圆冠榆、胡杨、沙枣、柠条锦鸡儿、狼尾草、苦马豆、花花柴等。许蕊等<sup>[3]</sup>总结出北京市常用的耐旱园林植物材料 50 余种,并为特一

级、二级和三级绿地分别列出耐旱植物,方便从业者选取。然而其他区域或气候带的节水植物研究因地域性差异不能完全应用于当地的城市绿化中,因此应对特定区域进行相应研究。孙宇婧<sup>[4]</sup>针对天津地理气候提出了 26 种节水乔木,但种类过少,且未总结灌木、地被与草本植物,仍较难解决植物选择中的实际问题,本文在该问题上进行了改进。在植物配置方面重在较为宏观的配植建议,如张伯仑<sup>[5]</sup>建议多种植乔木与灌木,控制草坪面积。张文杰等<sup>[6]</sup>提倡建设以乔木为主体的复层生态植物景观。王成华等<sup>[7]</sup>提出在高寒干旱地区,不宜孤植抗逆性弱的品种,应多群植,发挥群体优势。王利平<sup>[8]</sup>提出在水资源匮乏的条件下,苗木建设密度不宜过大,堆土制造的地形不宜过于复杂。在上述配置建议的基础上,本文根据天津自然文化背景,构建更为具体和详细的节水型植物景观群落模式。

## 1 天津城市公园植物群落调查

### 1.1 天津城市概况

天津市位于北温带南端、中纬度亚欧大陆东岸,属于暖温带半湿润季风性气候。因东临渤海,海洋

收稿日期: 2016-05-25 网络出版日期: 2017-01-03

基金项目: 浙江省自然科学基金项目(LY16E80009)

作者简介: 陈 波(1978—),男,四川富顺人,副教授,博士,主要从事园林景观与生态技术方面的研究。

通信作者: 卢 山,E-mail: lushan516@163.com

气候对天津的影响较为明显,主要的气候特征是:四季分明,春季多风,夏季炎热,秋季气爽,冬季寒冷,雨水主要集中在夏季;年平均气温约为12℃,月平均温度7月最高,为28℃,1月最低,为-2℃,历年最高温度是41.6℃,最低温度是-17.8℃;年平均降水量在360~970 mm之间,平均值是600 mm<sup>[9]</sup>。水资源较为缺乏,且供水源单一,长期以来,城市用水主要依靠“引滦入津”及“引黄济津”工程。

天津市最主要的土壤大类为棕壤土类、褐土土类、潮土土类、沼泽土土类、水稻土土类、滨海盐土土类。由于天津经纬跨度均不足2°,无突出地形变化,境内的大气环流及水热条件均无明显地带性差异,植被类型均属于暖温带落叶阔叶林地域性植被带内。地表植被有针叶林、落叶阔叶林、针阔叶混交林、杂草草甸、盐生草甸、灌草丛、沙生植被、水生植被、沼泽植被、人工林、栽培植被等,针叶林以油松为主<sup>[10]</sup>。

## 1.2 调查对象

在对天津7个代表性公园全面调研的基础上,将其中3个具备较多节水性优势的公园作为节水型植物景观研究对象,并选取其中复层型、疏林型、密林型等10个代表性植物群落:睦南公园4个、人民公园4个、桥园2个。节水性优势主要体现在:睦南公园内植物以低养护需求的乔灌木为主,且较多为节水植物;桥园内运用大量乡土植物,利用生态恢复和再生的理论与方法,使自然植被自我恢复,公园内的坑洞雨水收集设计大大减少了人工养护用水;人民公园运用较多耐旱植物,群落结构合理,多为可持续发展的复层群落模式,符合节水型园林绿化要求。

## 1.3 调查方法

### 1.3.1 样地选择

本研究采用法瑞学派的典型选样原则<sup>[11]</sup>,旨在选取各个城市公园中的典型性植物群落。在群落大小与范围的界定上,传统的植物群落取样方法多用于调查野外自然植物群落,考虑到城市公园植物景观多为人工栽植的植物群落,且为了保证植物景观的完整性,本研究以有较明确边界的植物群落作为群落学调查研究对象<sup>[12]</sup>。

### 1.3.2 调查内容

调查和记录上述各个样地内植物群落的生态特性、地形特征、群落结构、植物株数和生长状况等基本信息。其中,针对乔木层与灌木层,调查每一株植物的种名、株数、高度、胸径、冠幅及生长状

况;对灌木绿篱与地被植物,调查其种类、面积盖度、高度及生长状况等数据信息;并绘制植物群落平面图,拍摄植物群落各角度照片,包括全景、局部与特写。

## 1.4 调查结果分析

### 1.4.1 物种组成

根据本次调查结果统计,7个公园30个样地中共有种子植物140种(包括种以下级别),隶属于47科101属(表1)。从科属的统计分析来看,木本植物主要集中分布于蔷薇科Rosaceae、木犀科Oleaceae,其中蔷薇科12属20种、木犀科5属8种;其次是豆科Leguminosae、柏科Cupressaceae和松科Pinaceae,其中豆科5属7种、柏科3属7种、松科3属6种。草本植物主要分布于菊科Asteraceae与百合科Liliaceae,其中菊科7属7种、百合科5属7种。从区系分布来看,天津植物主要以暖温带落叶阔叶植物为主,其中节水型植物景观研究样地内共有种子植物69种,隶属38科57属(表2)。

表1 天津城市公园调查样地内物种数

物种	天津调查样地		
	科	属	种
乔木	23	45	61
灌木	16	27	32
草本	18	36	43
藤本	2	2	2
竹类	1	2	2
合计			140

表2 天津城市公园节水型调查样地内物种数

物种	天津节水型样地		
	科	属	种
乔木	17	26	29
灌木	13	18	21
草本	13	17	18
藤本	1	1	1
合计			69

### 1.4.2 植物耐旱性分级

天津所有调研样地内植物耐旱性分级<sup>[13~14]</sup>见表3、表4。

表3 天津木本植物耐旱性分级

天津木本植物耐旱性分级	耐旱性强弱	植物种类
	耐旱性强	乔木:臭椿 <i>Ailanthus altissima</i> 、构树 <i>Broussonetia papyrifera</i> 、旱柳 <i>Salix matsudana</i> 、合欢 <i>Albizia julibrissin</i> 、黑松 <i>Pinus thunbergii</i> 、垂柳 <i>Salix babylonica</i> 、石楠 <i>Photinia serrulata</i> 、桃 <i>Amygdalus persica</i> 、雪松 <i>Cedrus deodara</i> 、火炬树 <i>Rhus typhina</i> 、黄连木 <i>Pistacia chinensis</i> 、馒头柳 <i>Salix matsudana</i> var. <i>umbraculifera</i> 、樟子松 <i>Pinus sylvestris</i> 灌木:榆叶梅 <i>Amygdalus triloba</i> 、凤尾兰 <i>Yucca gloriosa</i> 、黄刺玫 <i>Rosa xanthina</i> 、金叶榆 <i>Ulmus pumila</i> 'jinye'、玫瑰 <i>Rosa rugosa</i> 、铺地柏 <i>Sabina procumbens</i> 、沙地柏 <i>Sabina vulgaris</i> 、紫叶小檗 <i>Berberis thunbergii</i> var. <i>atropurpurea</i>
	耐旱性较强	乔木:绒毛白蜡 <i>Fraxinus velutina</i> 、侧柏 <i>Platycladus orientalis</i> 、豆梨 <i>Pyrus calleryana</i> 、榉树 <i>Zelkova serrata</i> 、李子 <i>Prunus salicina</i> 、龙柏 <i>Sabina chinensis</i> 、毛白杨 <i>Populus tomentosa</i> 、桑树 <i>Morus alba</i> 、石榴 <i>Punica granatum</i> 、丝棉木 <i>Euonymus maackii</i> 、梧桐 <i>Firmiana platanifolia</i> 、香椿 <i>Toona sinensis</i> 、杏树 <i>Armeniaca vulgaris</i> 、圆柏 <i>Sabina chinensis</i> 、皂荚树 <i>Gleditsia sinensis</i> 、国槐 <i>Sophora japonica</i> 、红皮云杉 <i>Picea koraiensis</i> 、黄连木 <i>Sophora japonica</i> 、黄栌 <i>Cotinus coggygria</i> 、梨 <i>Pyrus sorotina</i> 、柰树 <i>Koelreuteria paniculata</i> 、龙桑树 <i>Morus alba tortuosa</i> 、柿树 <i>Diospyros kaki</i> 、榆树 <i>Ulmus pumila</i> 灌木:丁香 <i>Syringa oblata</i> 、枸杞 <i>Lycium chinense</i> 、黄杨 <i>Buxus sinica</i> 、木槿 <i>Hibiscus syriacus</i> 、迎春 <i>Jasminum nudiflorum</i> 、紫薇 <i>Lagerstroemia indica</i> 、红瑞木 <i>Swida alba</i> 、糯米条 <i>Abelia chinensis</i> 、平枝栒子 <i>Cotoneaster horizontalis</i> 、猥实 <i>Kolkwitzia amabilis</i> 、长春花 <i>Catharanthus roseus</i> 、月季 <i>Rosa chinensis</i> 藤本:金银花 <i>Lonicera japonica</i> 、五叶地锦 <i>Parthenocissus thomsonii</i> 禾本科:刚竹 <i>Phyllostachys viridis</i>
	耐旱性中等	乔木:白皮松 <i>Pinus bungeana</i> 、刺柏 <i>Juniperus formosana</i> 、刺槐 <i>Robinia pseudoacacia</i> 、杜仲 <i>Eucommia ulmoides</i> 、海棠 <i>Malus spectabilis</i> 、核桃 <i>Juglans regia</i> 、龙爪槐 <i>Sophora japonica</i> f. <i>pendula</i> 、女贞 <i>Ligustrum lucidum</i> 、泡桐 <i>Paulownia fortunei</i> 、二球悬铃木 <i>Platanus acerifolia</i> 、一球悬铃木 <i>Platanus occidentalis</i> 、樱花 <i>Prunus serrulata</i> 、梓树 <i>Catalpa ovata</i> 、紫荆 <i>Cercis chinensis</i> 、红叶李 <i>Prunus cerasifera</i> f. <i>atropurpurea</i> 、苹果 <i>Malus domestica</i> 、日本晚樱 <i>Prunus serrulata</i> var. <i>lannesiana</i> 、山楂 <i>Crataegus pinnatifida</i> 、五角枫 <i>Acer mono</i> 、元宝枫 <i>Acer truncatum</i> 灌木:连翘 <i>Forsythia suspensa</i> 、小蜡 <i>Ligustrum sinense</i> 、锦带花 <i>Weigela florida</i> 、金叶女贞 <i>Ligustrum vicaryi</i> 、金银木 <i>Lonicera maackii</i> 、蓝星高山刺柏 <i>Juniperus squamata</i> 、三角梅 <i>Bougainvillea spectabilis</i>
	耐旱性较弱	乔木:糖槭 <i>Acer saccharum</i> 、红松 <i>Pinus koraiensis</i> 灌木:大叶黄杨 <i>Euonymus japonicus</i> 、棣棠 <i>Kerria japonica</i> 、小叶女贞 <i>Ligustrum quihoui</i>
	耐旱性弱	乔木:银杏 <i>Ginkgo biloba</i> 禾本科:菲白竹 <i>Sasa fortunei</i>

表4 天津草本花卉耐旱性分级

天津草本花卉耐旱性分级	耐旱性强弱	植物种类
	耐旱花卉	八宝景天 <i>Hylotelephium erythrostictum</i> 、大花马齿苋 <i>Portulaca grandiflora</i> 、费菜 <i>Sedum aizoon</i> 、佛甲草 <i>Sedum lineare</i> 、马蔺 <i>Iris lactea</i> var. <i>chinensis</i> 、芍药 <i>Paeonia lactiflora</i> 、沿阶草 <i>Ophiopogon bodinieri</i>
	半耐旱花卉	波斯菊 <i>Cosmos bipinnata</i> 、非洲万寿菊 <i>Tagetes erecta</i> 、花烟草 <i>Nicotiana alata</i> 、金光菊 <i>Rudbeckia laciniata</i> 、金鸡菊 <i>Coreopsis drummondii</i> 、菊花 <i>Dendranthema morifolium</i> 、狼尾草 <i>Pennisetum alopecuroides</i> 、芒 <i>Misanthus sinensis</i> 、美人蕉 <i>Canna indica</i> 、千鸟花 <i>Gaura lindheimeri</i> 、天人菊 <i>Gaillardia pulchella</i> 、细叶芒 <i>Misanthus sinensis</i> 、萱草 <i>Hemerocallis fulva</i> 、薰衣草 <i>Lavandula angustifolia</i> 、鸭跖草 <i>Commelinia communis</i> 、一串红 <i>Salvia splendens</i>
	中生花卉	矮牵牛 <i>Petunia hybrida</i> 、白花车轴草 <i>Trifolium repens</i> 、鸡冠花 <i>Celosia cristata</i> 、蛇鞭菊 <i>Liatris spicata</i> 、鼠尾草 <i>Salvia japonica</i> 、银边玉簪 <i>Hosta plantaginea</i> 、玉簪 <i>Hosta plantaginea</i> 、紫萼玉簪 <i>Hosta ventricosa</i> 、紫露草 <i>Tradescantia reflexa</i>
	湿生花卉	鸢尾 <i>Iris tectorum</i> 、吉祥草 <i>Reineckia carnea</i> 、彩叶草 <i>Coleus scutellarioides</i> 、草芙蓉 <i>Hibiscus moscheutos</i> 、黑麦草 <i>Lolium perenne</i> 、蛇莓 <i>Duchesnea indica</i> 、随意草 <i>Physostegia virginiana</i>
	水生花卉	芦苇 <i>Phragmites australis</i> 、千屈菜 <i>Lythrum salicaria</i> 、香蒲 <i>Typha orientalis</i>

## 2 天津城市公园植物景观节水性评价

### 2.1 评价方法

本文采用层次分析法(AHP)<sup>[15]</sup>,建立能充分表达节水型植物景观的评价体系,对天津城市公园植物景观进行综合节水性评价。该评价体系含三层指标层,分别为目标层(A)、准则层(B)和因子层(C),对每一层级的评估,以上层级的准则为基础,形成自上而下的层级结构,且每一层的要素具有独立性。

### 2.2 评价体系构建

#### 2.2.1 评价指标

通过广泛征集专家意见,分析国内外节水型植物景观概念及其相关理论,并根据实地调研的数据情况与城市植物景观应满足的功能需求,从生态度、观赏度、文化度三个方面考虑,筛选出节水型城市公园植物景观综合评价体系的12个评价因子(表5)。

表5 评价体系内因子层各指标及示意

准则层	因子层	指标描述
生态度	物种多样性	植物群落内植物物种多样性。 植物随环境生态因子变化而改变自身形态、结构、生理特性等,以与环境相适应。
	生态适应性	植物耐受干旱仍维持良好生命的性质。
	耐旱性	乔木、灌木、地被植物与草坪植物间的盖度比例关系。
	种植结构	群落内植物在平面上的布置。
	平面构图	平面、垂直面、顶面共同围合而成空间。
	空间构成	植物在不同季节表现的不同外貌。
观赏度	季相变化	植物景观与周边环境的整体协调性。
	环境协调性	植物景观的地域性特色。
	乡土性	植物景观所包含的文化内涵、象征意义或品德教育意义。
	寓意性	利用不同植物的特殊功效,观赏者对植物所产生的不同心理、生理感受,从而对人们身心健康起到保护和调节的作用。
文化度	保健性	体验性
		观赏者对植物景观的体验感受。

#### 2.2.2 指标权重

以调查咨询问卷表的形式,获取18位园林专家的意见,对节水型城市公园植物景观综合评价结构

模型上的每一层指标因子进行两两重要性的量化比较,两两指标间的相对重要程度利用自然数1~9及其倒数表示,并填写判断矩阵,通过编程计算得出准则层和因子层的各单项权重,最后对其进行一致性检验。单项权重相乘得出总权重值,结果见表6、表7。

表6 (a) 准则层各指标权重值

准则层 各指标	生态 度 B <sub>1</sub>	观赏 度 B <sub>2</sub>	文化 度 B <sub>3</sub>	权重	一致性 检验
生态度 B <sub>1</sub>	1	2	2	0.4934	$\lambda_{\max} = 3.0536$
观赏度 B <sub>2</sub>	1/2	1	2	0.3108	$CI=0, RI=0.58$
文化度 B <sub>3</sub>	1/2	1/2	1	0.1958	$CR=0.0462 < 0.1$

表6 (b) 生态度各指标权重值

生态度 各指标	C <sub>11</sub>	C <sub>12</sub>	C <sub>13</sub>	C <sub>14</sub>	权重	一致性检验
物种多样性 C <sub>11</sub>	1	1/2	1/2	1/2	0.1429	$\lambda_{\max} = 4$
生态适应 C <sub>12</sub>	2	1	1	1	0.2857	$CI=0$
耐旱性 C <sub>13</sub>	2	1	1	1	0.2857	$RI=0.90$
种植结构 C <sub>14</sub>	2	1	1	1	0.2857	$CR=0 < 0.1$

表6 (c) 观赏度各指标权重值

观赏度 各指标	C <sub>21</sub>	C <sub>22</sub>	C <sub>23</sub>	C <sub>24</sub>	权重	一致性检验
平面构图 C <sub>21</sub>	1	1	1	1	0.2500	$\lambda_{\max} = 4$
空间构成 C <sub>22</sub>	1	1	1	1	0.2500	$CI=0$
季相变化 C <sub>23</sub>	1	1	1	1	0.2500	$RI=0.90$
环境协调性 C <sub>24</sub>	1	1	1	1	0.2500	$CR=0 < 0.1$

表6 (d) 文化度各指标权重

文化度 各指标	C <sub>31</sub>	C <sub>32</sub>	C <sub>33</sub>	C <sub>34</sub>	权重	一致性检验
乡土性 C <sub>31</sub>	1	2	3	2	0.4231	$\lambda_{\max} = 4.0104$
寓意性 C <sub>32</sub>	1/2	1	2	1	0.2274	$CI=0.0035$
保健性 C <sub>33</sub>	1/3	1/2	1	1/2	0.1224	$RI=0.90$
体验性 C <sub>34</sub>	1/2	1	2	1	0.2274	$CR=0.0038 < 0.1$

表7 节水型城市公园植物景观综合评价因子总权重

目标层	准则层	单层权重	评价因子	单层权重	总权重
节水型城市公园植物 景观综合评价 A	生态度 $B_1$	0.4934	物种多样性 $C_{11}$	0.1429	0.0705
			生态适应性 $C_{12}$	0.2857	0.1500
			耐旱性 $C_{13}$	0.2857	0.1500
			种植结构 $C_{14}$	0.2857	0.1500
			平面构图 $C_{21}$	0.2500	0.0777
	观赏度 $B_2$	0.3108	空间构成 $C_{22}$	0.2500	0.0777
			季相变化 $C_{23}$	0.2500	0.0777
			环境协调性 $C_{24}$	0.2500	0.0777
			乡土性 $C_{31}$	0.4231	0.0828
	文化度 $B_3$	0.1958	寓意性 $C_{32}$	0.2274	0.0445
			保健性 $C_{33}$	0.1224	0.0239
			体验性 $C_{34}$	0.2274	0.0445

根据上述表中单层权重值得出准则层指标重要程度依次为:生态度>观赏度>文化度。园林植物景观设计时应注重植物个体自身的生态习性和生物学特性,这些因素直接影响着群落的发展健康与否,要实现美的观赏效果与文化内涵,维持群落生态平衡是最基本前提,因此准则层生态度的权重值最高。

各评价因子权重依次排序为:生态适应性=耐旱性=种植结构>乡土性>平面构图=空间构成=季相变化=环境协调性>物种多样性>寓意性=体验性>保健性。与节水直接相关的生态因子为生态适应性、耐旱性与种植结构,选择适应本地气候的耐旱植物并合理规划配置,使群落内植物各得其所,才能以最少的用水获得最大的生态与观赏效益,因此

因子层中该三个评价因子权重值最高。其次是乡土性,包括乡土植物与地域性特色两方面,乡土植物的运用不仅能够突出地域性特色,其适应性强、成本低、抗逆性强等自然优势对节水型城市公园植物景观有重要作用。

### 2.3 评价结果与分析

根据节水型城市公园植物群落综合评价的评分标准,对每个群落各项指标进行评分。在得出各指标评分结果与各评价因子权重的基础上,利用综合评估公式进行综合计算,得出综合评价指数(CEI)与等级(表8),并进行排序。

表8 城市公园植物群落综合节约性评价等级表

节约度等级	I	II	III	IV	V
CEI/%	>85	80~85	75~80	70~75	<70

表9 天津节水型城市公园植物景观综合评价结果

排名	编号	群落	综合评价值	综合评价指数/%	等级	垂直结构
1	睦南公园 3#样地	刺槐+龙桑+桃树+紫薇— 紫叶小檗+月季+沿阶草	8.8768	88.7628	I	乔木—灌木—地被— 草坪
2	睦南公园 1#样地	皂荚+香椿+臭椿+圆柏+ 核桃+海棠+黄刺玫+丁香	8.2614	82.6089	II	乔木—灌木—地被— 草坪
3	人民公园 4#样地	绒毛白蜡+黄栌+海棠+丁 香+连翘+黄杨	8.0875	80.8699	II	乔木—灌木—草坪
4	桥园 2#样地	一球悬铃木+费菜+观赏草 +马蔺	8.0525	80.5203	II	乔木—地被
5	桥园 1#样地	绒毛白蜡+国槐+五角枫+ 白车轴草+千鸟花+波斯菊	8.0332	80.3270	II	乔木—地被
6	人民公园 1#样地	刺槐+绒毛白蜡+金叶榆+红 叶李+黄杨+紫藤+串红	7.9980	79.9755	III	乔木—灌木—地被— 草坪
7	睦南公园 4#样地	刺槐+臭椿+杜仲+龙爪槐+ 连翘+珍珠梅+月季	7.9877	79.8719	III	乔木—灌木—草坪

表9 续

排名	编号	群落	综合评价值	综合评价指数/%	等级	垂直结构
8	人民公园 2#样地	梓树+刺柏—龙爪槐+石榴 一大叶黄杨+八宝景天	7.9032	79.0272	III	乔木—灌木—地被
9	睦南公园 2#样地	刺槐+丝棉木+海棠+木槿 —金银木+丁香+珍珠梅	7.9026	79.0218	III	乔木—灌木—草坪
10	人民公园 3#样地	毛白杨+国槐+栾树+山楂 +杏花+榆叶梅+凤尾兰	7.2209	72.2044	IV	乔木—灌木—草坪

天津节水型城市公园植物景观综合评价结果得出(表9):在节水型植物景观样地中,I级节水型植物景观样地有1个,占总数的10%;II级的有4个,占总数的40%,III级的有4个,占总数的40%;IV级的有1个,占总数的10%;等级为II和III的群落最多,植物景观节水性处于中等水平。综合评价指数排在前三的样地有极多相似之处,共性主要表现在:群落内乔冠草的平均物种多样性指数大于1.6;植物以乔、灌木为主,生长良好,无病虫害,对当地自然环境适应性高;应用耐旱树种盖度占群落内植物总盖度比例大于80%;种植结构为乔冠草结合的复层结构或乔冠草结合的密林型结构;群落平面图点、线、面组合自然合理;空间构成得当,层次丰富,错落有致,上层空间郁闭度较大;植物以落叶树种为主,搭配常绿、观花、观果植物使之季相变化丰富,且植物景观整体风格与周边环境相协调,较好的景观效果带给观赏者视觉与精神上的舒适体验;同时,群落内植物普遍运用乡土植物,呈现出一定的地域性特色。

### 3 天津城市公园节水型植物景观植物选择

#### 3.1 对选择节水耐旱植物的建议

在应用节水耐旱植物时要优先考虑植物的生态适应性,当地的年降雨量、年平均气温、土壤成分含量等都对耐旱性植物有较大影响,应明确植物所需的生长条件,因地制宜地进行栽植。在选择植物时,应优先选取乡土植物,经过当地自然条件的长期选择,这些植物最能够适应当地生境条件,并且对用水的需求相对外来物种较低,部分乡土植物仅依靠自然降水就能生长良好,使用水量大幅度减少。同时,应避免选择喜水植物,耐旱植物与喜水植物混植时,喜水植物需大量浇水,使得节水优势得不到体现,且一定程度上影响耐旱植物的生长发育。在保证节约水资源的基础上,应多选用观赏价值较高、季相变化丰富的植物,使得节水耐旱型植物景观也有彩化效果。

#### 3.2 适合天津城市公园的节水性植物材料

根据天津植物耐旱性分级及节水型植物景观样地综合评价结果,筛选出以下适生耐旱植物。

##### a) 乔木层

常绿乔木:侧柏、刺柏、黑松、雪松、龙柏、圆柏、樟子松、白皮松、红皮云杉、油松。

落叶乔木:国槐、绒毛白蜡、刺槐、栾树、香椿、臭椿、豆梨、核桃、丝棉木、杜仲、构树、旱柳、合欢、黄金槐、黄连木、黄栌、火炬树、馒头柳、龙桑、龙爪槐、毛白杨、五角枫、皂荚、榆树。

观花乔木:杏树、樱花、海棠、桃花、梨花。

观果乔木:山楂、石榴、柿树、苹果、桑树。

##### b) 灌木层

常绿灌木:大叶黄杨、凤尾兰、铺地柏、沙地柏、紫叶小檗、金叶女贞。

落叶灌木:红瑞木、金叶榆、金银木、连翘、木槿、平枝栒子、猥实。

观花灌木:榆叶梅、丁香、黄刺玫、月季、珍珠梅、紫薇、迎春、长春花。

观果灌木:枸杞。

##### c) 草本花卉与地被植物

八宝景天、波斯菊、大花马齿苋、费菜、佛甲草、花烟草、金光菊、金鸡菊、菊花、狼尾草、马蔺、芒、美人蕉、蛇鞭菊、芍药、千鸟花、天人菊、细叶芒、萱草、薰衣草、鸭跖草、一串红、沿阶草。

### 4 天津城市公园节水型植物景观模式构建

天津节水型城市公园植物景观综合评价结果显示以乔木与灌木为主,搭配地被植物与草坪构成的复层型结构植物群落综合指数最高,其中包括近自然的半开敞复层型植物群落与封闭式的密林型植物群落。

#### 4.1 复层型植物景观

结构良好的复层型园林植物群落模式能够充分利用土地、水分、热量、光照等自然资源,使生态效益

最大化。节水型复层群落模式应以节水植物为主,上层选用阳性乔木,中层选用半耐阴灌木,下层种植抗逆性地被植物,如需活动空间再搭配小面积的节

水草坪植物,上层空间宜将生长茂盛与枝叶通透性好的乔木相搭配,以保证中层灌木与下层地被生长发育良好。表10为天津节水型复层植物景观模式。

表10 天津节水型城市公园复层型植物景观模式

群落指标	推荐配置模式
垂直结构	乔木—灌木—地被 Shannon—Wiener 指数 $>1.5$
物种组成	乔木:灌木:地被 $\approx 6:5:3$ 常绿:落叶 $\approx 1:3$ 乡土植物比例 $>60\%$ 耐旱性植物比例 $>80\%$ (比例均为盖度比) a)绒毛白蜡+圆柏+合欢+海棠+黄栌+桃花+大叶黄杨+丁香+紫叶小檗+凤尾兰+黄刺玫—八宝景天+萱草+马蔺+波斯菊 b)国槐+油松+丝棉木+香椿+杏花+桃花+紫薇+沙地柏+红瑞木+珍珠梅+枸杞+芍药+蛇鞭菊+金鸡菊+沿阶草 c)刺槐+刺柏+核桃+石榴+海棠+樱花+金叶榆+连翘+铺地柏+榆叶梅+月季+美人蕉+大花马齿苋+马蔺+千鸟花 d)栾树+臭椿+雪松+黄连木+黄金槐+梨花+木槿+平枝栒子+迎春+枸杞+金叶女贞+鸭跖草+串红+长春花+沿阶草 e)柿树+侧柏+旱柳+龙爪槐+山楂+榆叶梅+紫薇+大叶黄杨+猥实+黄刺玫+细叶芒+花烟草+金光菊+费菜
配置模式	

#### 4.2 密林型植物景观

本文构建的密林型植物群落是指大面积高密度栽植节水耐旱且冠大荫浓的乔木,林缘搭配观叶、观花、观果等观赏价值较高的小乔木或灌木,林下种植耐阴地被的群落结构模式。按乔木种类分成纯林与混交林,模式构建见表11。

表11 天津节水型城市公园密林型植物景观模式

群落指标	推荐配置模式
垂直结构	乔木—灌木—地被
物种组成	乔木:灌木:地被 $\approx 3:2:2$ 常绿:落叶 $\approx 1:3$ 乡土植物比例 $>60\%$ 耐旱性植物比例 $>80\%$ (比例均为盖度比) a)纯林:油松—珍珠梅+金银木—沿阶草 b)纯林:核桃—紫薇+黄刺玫—萱草 c)纯林:雪松—木槿+连翘—费菜
配置模式	d)混交林:刺槐+白皮松+绒毛白蜡—丁香+迎春—沿阶草 e)混交林:国槐+杜仲+雪松+榆叶梅+枸杞—费菜

#### 5 结语

本文通过对天津节水型城市公园植物景观样地进行调研,发现天津城市公园植物景观应用大量乡土

植物,这在一定程度上展现了城市的地域性特色,耐旱植物比例较高,但群落结构仍存在层次简单、滥用草坪、乔冠草比例不合理等现象。对样地综合评价后得出以乔、灌木为主体,搭配地被植物与草坪植物的复层型植物景观与密林型植物景观群落模式在生态度、观赏度与文化度三方面的综合指数较高,这样的结果不仅与群落模式相关系,还与群落内植物的生态习性、物种组成、植物配置等因素有关。综合指数排在次位的是以乔木为主体、点缀花草的疏林草地型群落模式,这里的草地均为耐旱地被植物所覆盖,未使用耗水量大得多的草坪植物。本文提出的天津耐旱植物种类与节水型城市公园植物景观模式在避免综合指数较低样地中不合理现象的同时,发挥了综合指数较高群落的优势。

耐旱植物对干旱环境有较强的适应性,但雨水缺乏的情况下,要保持良好的景观效果,仍需适量浇水,但是用水需求量远远小于其他植物。实现节水与生态共存,建设可持续植物景观,这是一项综合的系统工程,除合理的树种选择与规划配植外还应结合其他节水措施,如推广先进节水灌溉方式、收集雨水、施用保水剂、防蒸腾剂、覆盖土壤等。当前,大多数城市园林工作人员缺乏对城市水资源短缺的认识,不规范的绿地后期管理,常造成草地变沼泽地、边“浇花”边“洗路面”的过量灌溉现象,因此还应加强节水宣传力度。

**参考文献：**

- [1] 刘诗平,顾瑞珍,王敏,等.触目惊心水危机:300多个城市缺水十大水系一半污染[J].人民文摘,2015(1):56-57.
- [2] 金小婷,王策,尹林克.干旱区节水型园林植物群落景观评价[J].河北农业科学,2011,15(10):48-53.
- [3] 许蕊,王欣,张国锋.北京市常用耐旱植物的配置研究[J].科学技术与工程,2012,12(3):666-669.
- [4] 孙宇婧.天津市节水型园林绿地植物景观的设计[D].哈尔滨:东北林业大学,2015:48-53.
- [5] 张伯伦.绿地浇洒节水设计的几个问题[J].化学建材,2014(2):9-11.
- [6] 张文杰,张立磊.从园林绿化的角度探讨节约用水[J].北方园艺,2011(16):133-135.
- [7] 王成华,米馨,万兆.高寒干旱地区城市绿化应注意的问题[J].中国林业,2011(13):52-52.
- [8] 王利平.干旱地区城镇绿化景观建设模式探讨[J].内蒙古水利,2013(3):77-78.
- [9] 胡文星.天津地理条件分析[J].电子制作,2014(19):259-260.
- [10] 刘家宜.天津植物志[M].天津:天津科学技术出版社,2004:5-12.
- [11] 郑慧莹.法瑞地植物学派的特征种概念及其有关问题[J].植物生态学与地植物学丛刊,1964,2(1):128-134.
- [12] 董鸣.陆地生物群落调查观察与分析[M].北京:中国标准出版社,1997:1-23.
- [13] 陈有民.园林树木学[M].北京:中国林业出版社,2011:68-821.
- [14] 包满珠.花卉学[M].北京:中国农业出版社,2011:34-238.
- [15] 潘桂娥.基于AHP法的水价结构研究[D].杭州:浙江大学,2008:28-33.

## Study on Comprehensive Evaluation and Patterns Construction of Water-Saving Plant Landscape of Urban Park in Tianjin City

CHEN Bo, WANG Fei, WU Congyu, LI Na, JIANG Jingjing, LU Shan

(School of Civil Engineering and Architectural, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

**Abstract:** A comprehensive survey was carried out in 7 parks of Tianjin and it is found that the Munan Park, the People's Park and the Bridge Park have more advantages in terms of water saving. Therefore, 10 typical plant communities of them were chosen to analyze the plant species, growth status, community structure and environment, etc. In this paper, a reasonable evaluation system was established from ecological, ornamental and cultural factors which consist of 12 evaluation factors. Then, the Analytic Hierarchy Process (AHP) was used to evaluate each sample. In the end, based on the analysis and evaluation results, the water-saving plants were proposed according to geographical and climatic features of Tianjin, so as to construct water-saving plant landscape patterns in Tianjin.

**Key words:** water-saving plant; water-saving plant landscape pattern; analytic hierarchy process; Tianjin

(责任编辑:康 锋)