

# 北京市城市绿地配置模式综合评价研究

## ——基于多因素层次模糊法

王珍琦<sup>1</sup> 米锋<sup>1</sup> 孙红<sup>1</sup> 彭强<sup>2</sup>

(1北京林业大学经济管理学院 北京 100083;2北京市园林绿化局 北京 100029)

**摘要:**城市绿地配置模式综合评价对于认知城市绿地现状、提高城市绿地质量和管理水平具有重要意义。基于北京市城市绿化现状,采用实地调查方式对目前应用于北京市各区县绿地的配置模式、乔灌木比例、物种丰富度、灌溉方式、绿化用水供给量、景观变化、绿化费用等方面进行分析。通过构建城市绿地综合评价指标体系,将层次分析法与模糊综合评价相结合,运用专家评价法确定指标权重,从生态、节水、景观和经济4个维度全面分析北京市城市绿地配置模式现状并进行综合评价。结果显示,北京市城市绿地配置模式现状处于“很好”和“好”的等级区间水平,存在进一步完善及优化的空间。提出优化城市绿地配置模式相关对策及建议。

**关键词:**城市绿地;指标体系;模糊综合评价;层次分析法;北京市

中图分类号:F307.26

文献标识码:A

文章编号:1673-338X(2015)10-0084-06

DOI:10.13843/j.cnki.lyjj.2015.10.016

## Comprehensive Evaluation about Beijing Urban Green Space Configuration Mode by Mvthod of Multi-factor Fuzzy

Wang Zhenqi<sup>1</sup> Mi Feng<sup>1</sup> Sun Hong<sup>1</sup> Peng Qiang<sup>2</sup>

(1 School of Economics and Management, Beijing Forestry University, Beijing 100083;

2 Landscaping Administration of Beijing, Beijing 100029)

**Abstract:** Comprehensive evaluation on urban green space configuration mode for the cognitive status of urban green space and improve the quality of urban green space is important. Based on the status quo of Beijing urban greening, the paper built the construction of comprehensive evaluation index system of urban green space, combined the comprehensive evaluation of AHP and Fuzzy, gave comprehensive analysis of the current situation of urban green space configuration mode and evaluation of Beijing from four dimensions which are ecology, water, landscape and economic. The results show that the status quo of Beijing urban green space configuration mode is “good” and “great” grade interval level and exists to further improve and optimize space. Accordingly, we proposed countermeasures and suggestions to optimize urban green space configuration mode by exploring the reasons.

**key Words:** urban green space; index system; Fuzzy comprehensive evaluation; AHP; Beijing

## 1 引言

城市绿化是衡量现代城市综合服务功能及文明程度的一个重要指标。作为城市生态系统的重要组成部分,城市绿色空间不仅可以为居民提供舒适的生活环境,还可以为生物提供适宜的生态环境,从而促进城市人文景观与绿地系统的自然景观和谐共生。目前,关于绿地植物配置的概念还没有

统一、严格的界定,较为认可的概念是:按植物生态习性和园林布局要求,合理配置各种植物(乔木、灌木、宿根花卉及地被植物等),以发挥其园林景观功能和观赏特性(杨君,2005;李淑凤,1995)。

北京作为国际化大都市,城市绿化建设卓有成效,基本形成了乔灌木结合、宿根花卉搭配、四季皆有景可观、错落有致的城市绿化景观。根据《北京市统计年鉴》,北京市城市绿地总面积从2000年的

收稿日期:2015-04-18

作者简介:王珍琦,北京林业大学经济管理学院硕士研究生。研究方向:林业技术经济。通讯作者:米锋,北京林业大学经济管理学院副教授,硕士生导师。研究方向:林业技术经济。

基金项目:教育部人文社会科学研究项目青年基金项目“林木生物质能源产业链优化路径研究”(编号:13YJ CZH131);北京市水务局科研项目“北京市城市绿化水资源合理配置研究”(编号:20130301)。

26680hm<sup>2</sup>增加到2012年的65539.76 hm<sup>2</sup>,城市绿化覆盖率由2000年的36.5%上升到2012年46.2%,总体呈现逐年递增趋势。

目前,学术界对于城市绿地的研究视角多样化,主要涉及绿地理论研究、园林景观设计、规划开发及管理等方面。在城市绿地的配置模式研究方面,笔者利用CNKI,以“城市绿地”和“配置模式”为关键词进行检索,得到近5年的研究文献60余篇。其中,大多数相关研究为描述我国某个城市绿地配置的基本情况、存在问题及提出相应的解决对策,部分文献利用层次分析法对样本城市的绿地配置进行评价分析。例如,韩静静(2014)依据景观生态学、园林美学等相关学科理论,运用层次分析法,构建植物群落景观评价模型,对武汉4座城市公园中的20个典型植物群落景观进行评价,并在评价结果的基础提出意向性的参考意见和养护管理意见;孙如如(2013)利用层次分析法对福州市木兰科的64种植物进行景观评价;王庆(2012)利用层次分析的数学方法来构建高尔夫球场园林植物景观的评价指标;崔洁(2011)对屋顶绿化生态效应进行了研究;陆明华(2010)运用AHP评价方法,从视觉效果、生态效益、心理感受、经济社会效益4个方面建立了道路景观综合评价体系,对40个代表样地植物群落进行了打分及分级,确定了植物景观的优劣。综上,目前学者的研究多集中于某个城市的某一种类型的绿地,而对于北京市典型的城市绿地配置模式的评价研究还相对缺乏。因此,本文试图将城市绿化与城市经济社会发展相结合,以绿地功能、经济成本、综合评价理论为指导,针对北京市城市绿地典型乔、灌、草配置模式,提出生态适应性、观赏性等重要的技术指标,构建城市绿地综合评价指标体系,对北京市城市绿地配置模式现状进行有效合理的评价,分析其存在的问题和不足之处,并提出优化城市绿地配置模式的相关对策及建议,为北京市城市绿地建设提供理论依据和评价指标,以期实现城市绿地的健康发展。

## 2 研究方法 with 数据来源

### 2.1 研究方法

#### 2.1.1 城市绿地综合评价指标体系构建

(1)指标选取原则。对比传统的城市绿地综合评价方法仅局限于绿化率或物种丰富度方面,本研

究在以生态特征指标反映城市绿地系统生态服务功能以及系统复杂性的基础上,将经济、景观、节水方面的特征指标纳入指标体系之中,以期体现城市绿地系统的管理水平与发展的可持续性。本研究所构建的城市绿地评价体系中指标选取的一般原则(薛达,2001)如下:

①整体性。整个综合评价指标体系能准确地反映城市的总体绿化状况。城市绿地不是以个体而单独存在的,城市绿地系统内部各级指标之间相互联系、相互影响。

②实践可行性。实践可行性作为确定综合评价指标的关键性因素。主要包括两个方面,其一,要具备可操作性和实践的简易性;其二,要追求绿化成本最低化,经济性。

③标准可量化性。指标体系中的各级指标须具有评价标准及其参照,是指标体系的关键组成部分。评价标准一般是可量化的。

④规范化。城市绿地的综合评价是一项长期性研究工作,其研究视角具有一定的深度和广度。因此,指标的内容和方法的选择要保证统一性,并具有一定的科学性。

(2)指标体系构建。城市绿地系统是一个自然、社会、经济相结合的复杂性生态功能系统,因此,评价指标体系的构建必须考虑生态学、城市规划、园林景观设计以及资源经济学4个范畴。基于模糊综合评价法基本原理及指标选取原则,通过借鉴国内外现有研究,本研究构建的城市绿地综合评价指标体系,如图1所示。

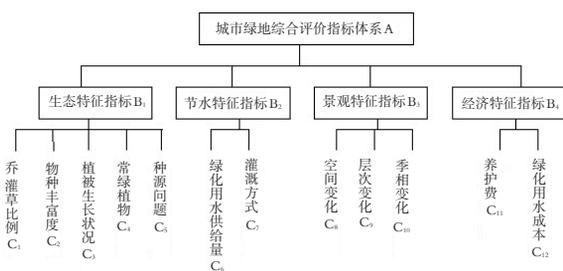


图1 城市绿地综合评价指标体系

①生态特征指标。城市绿地配置模式的综合评价与园林植物学和生态学等相关学科密切相关,绿地的生态服务功能在评价指标体系的研究中起着关键性作用。因此,城市绿地系统的生态特征是城市绿地综合评价的重要组成部分。本研究所选取的城市绿地生态特征指标(吴桂萍,2007;周建

东,2009):(a)乔灌木比例:绿地配置中,乔、灌、草的植被面积(植株数)的各自占比,为定量描述;(b)物种丰富度:绿地配置中各具体绿化品种数占绿化品种总数的占比,为定量描述;(c)植被生长状况:绿地配置中主要绿化品种的生长是否正常,病虫害情况,为定性描述;(d)常绿植物:指四季常青的绿化品种,绿地配置中常绿植物数在绿地植物总数的占比,为定性定量相结合;(e)种源问题:指绿化品种的产地,绿地配置中本地品种在全部绿化品种的占比,为定性定量相结合。

②节水特征指标。(a)绿化用水供给量:本研究选取的城市绿地景观特征指标如下单位面积年灌溉量值,为定量描述;(b)灌溉方式:绿地配置中所使用的灌溉方式来衡量,为定性描述。

③景观特征指标。现代城市绿地不再局限于绿化植被的简单堆砌,而是融入了城市文化与景观艺术设计因素,具有一定的视觉效果及可观赏性。因此,城市绿地景观功能必须纳入评价指标体系之中。景观特征指标(杨君,2005;Knox P.L,1991;张艳芳等,2003):(a)空间变化:指城市绿地配置中绿化植被的种植密度所致的长度、宽度、高度等三维立体空间变化而产生的景观上的差异。(b)层次变化:指城市绿地配置中绿化植被的高矮、树型、枝型叶型变化而产生的景观上的差异;(c)季相变化:指城市绿地中绿化植被配置所呈现的四季不同景观。

④经济特征指标。城市绿地的发展要在城市经济社会所能承受的前提下进行规划,因此本研究将城市绿地建设及发展过程中的经济投入包含在评价指标体系之中。(a)养护费:绿地配置中单位面积年费用值,单位元/m<sup>2</sup>;(b)绿化用水成本:绿地配置中单位面积年绿化供给量成本费用,(元/m<sup>2</sup>)。

**2.1.2 指标权重及评价标准的确定**

本文评价指标标准的制定在参考和借鉴相关研究(徐建华,2002;Saaty T.L,2005)的基础上,通过专家评分法及层次分析法(AHP)得到各层级指标的权重。根据国内外相关研究以及研究区域的特殊地理、生态条件以及社会经济发展状况,提出了一个因地适宜的评价指标标准。将各项评价指标划分为:很好、好、一般、差、很差5个等级,鉴于各项指标的量化方法及考核内容不同,分级标准也各不

相同,表1所示。

**2.1.3 城市绿地配置模式综合评价方法**

城市绿地配置模式状况是一个复杂的,没有严格界定的,很难用精确尺度来描述量化的模糊现象(张祖陆等,2008)。因此,本研究通过采用模糊综合评价方法对城市绿地配置模式现状进行定向衡量,其模型构建(杜栋等,2005;谢季坚等,2006):

(1)确立评价因素集。建立以一级特征指标为评价对象的元素集合,把因素M划分为4个子集,即生态指标,节水指标,景观指标和经济指标,记为  $M_i = [M_1, M_2, M_3, M_4]$ 。

(2)建立评价因素的评语集。即

$$N_i = [N_1, N_2, N_3, N_4, N_5] = [\text{很好,好,一般,差,很差}]$$

$i=5$  表示为二级指标对不同评价等级的隶属度,即很好、好、一般、差、很差。

(3)建立单因素评价矩阵R。评价二级指标时基于其实际意义来确定一级指标的评价矩阵  $R_i$ ,采用德尔菲法确定  $M_i$  中各因素对应于  $N_i$  中的隶属度矩阵,得到模糊模型评价矩阵。

(4)确定M中各层级指标的权重。指标权重是表示某一指标在整个指标体系中重要程度。本研究中各项指标权重都是通过发放调查问卷,采用专家评分法来确定。

(5)计算评价结果。 $M_i$  被视作一个单独因素,其单指标评价向量以二级指标  $B_i$  来表示,可得到M到N的模糊评价矩阵。

$$R = \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ \vdots \\ B_i \end{bmatrix} = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & \cdots & b_{1m} \\ b_{21} & b_{22} & \cdots & b_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{i1} & b_{i2} & \cdots & b_{im} \end{pmatrix}$$

基于专家评分法所赋予的  $M_i$  的权重  $A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ , 得到M的最终评价向量  $C = A \cdot R(b_1, b_2, \dots, b_n)$ 。对C归一化处理,依据最大隶属度原则,选择隶属度最大水平所对应的评价等级作为城市绿地综合评价的等级,即为最终的综合评价结果。

**2.2 数据来源**

本文利用模糊综合评价模型对北京市城市绿地配置模式进行评价,数据来源主要分为2个方面。其一,评价指标体系中各层指标权重通过发放专家调查问卷获取的数据进一步整理所确定;其二,评价模型中二级指标层的数据,通过对2013年

表1 评价指标分级标准

特征指标	级别				
	很好	好	一般	差	很差
生态指标					
乔灌草比例	乔灌草三层配置;乔灌层占配置单位面积(植株数)50%以上	乔灌草三层配置;乔灌层占单位面积(植株数)10%~50%	乔灌草三层配置,乔灌层面积小于配置单位面积(植株数)10%	乔灌层或乔草层或灌草层配置,上层植被占优势	乔层或灌层或草层单层配置,草本层占优势
物种丰富度	绿化品种总数>400	绿化品种总数300~400	绿化品种总数200~300	绿化品种总数100~200	绿化品种总数<100
植被生长状况	主要植被生长非常好,没有病虫害	主要植被生产正常,且基本无病虫害	主要植被生长正常,有少量病虫害	主要植被生长一般,病虫害普遍	主要植被生长较差,病虫害严重
常绿植物	占绿地植物总数30%~45%	占绿地植物总数25%~30%	占绿地植物总数15%~25%	占绿地植物总数0~15%	没有常绿植物
种源问题	本地树种占植物总种数>65%	本地树种占植物总种数65%~55%	本地树种占植物总种数40%~55%	本地树种占植物总种数15%~40%	本地树种占植物总种数0~15%
节水指标					
绿化用水供给量	年灌溉量为0~0.2m <sup>3</sup>	年灌溉量0~0.5m <sup>3</sup>	年灌溉量0.5~1 m <sup>3</sup>	年灌溉量1~1.5m <sup>3</sup>	年灌溉量>1.5 m <sup>3</sup>
灌溉方式	全部采用微喷灌或滴灌等灌溉方式	喷灌结合微喷灌、滴灌等少量灌溉方式	喷灌或人工灌溉或洒水车灌溉	喷灌结合漫灌或人工灌溉或洒水车灌溉	全部采用漫灌或洒水车灌溉
景观指标					
空间变化	长、宽、高等三维立体空间变化明显	基本长、宽、高等三维立体空间变化	有长、宽、高等三维空间的1~2种的空间变化	只有1种长、宽、高等三维空间的变化	无空间变化
层次变化	高低、树型、枝型和叶型的变化繁多	基本有高低、树型、枝型和叶型的变化	有3种变化	有1~2种变化	无层次变化
季相变化	春夏秋冬4个季节皆有景观可观	有3个季节有景观可观	有2个季节有景观可观	有1个季节有景观可观	四季无景观可观
经济指标					
养护费	0~4元/m <sup>2</sup> ·年	4~6元/m <sup>2</sup> ·年	6~9元/m <sup>2</sup> ·年	9~15元/m <sup>2</sup> ·年	15元/m <sup>2</sup> ·年以上
绿化用水成本	4元/m <sup>2</sup> 以下	4~6元/m <sup>2</sup>	6~8元/m <sup>2</sup>	8~10元/m <sup>2</sup>	10元/m <sup>2</sup> 以上

的实地调研获取数据进行整理和分析。

具体调查样本点的选取遵循以下原则:(1)参照北京市园林绿化局统计的各类型绿地比例图;(2)按照北京城区道路环状分布的特征,在二、三、四、五环各环线道路的东、西、南、北4个方位分别设置样点;(3)所选样点要覆盖到北京市16个区县;(4)所选样点要涉及各绿地的不同类型。

根据调研样本的基本原则,本文研究选择了北京市24处公共绿地、2个生产绿地、1处防护绿地以及16个附属绿地,共43处样点进行调研。对调查样本点发放问卷52份,回收问卷47份,回收率为90.38%。

### 3 现状评价及结果分析

#### 3.1 北京市城市绿地配置模式现状评价

根据多因素层次分析方法及专家评分法,确定

城市绿地综合评价指标体系中的各项指标权重,如表2所示。

一级指标层权重为:  $A = (0.3, 0.2, 0.25, 0.25)$

二级指标层权重为:

$B_1 = (0.3, 0.15, 0.25, 0.2, 0.1); B_2 = (0.6, 0.4)$

$B_3 = (0.2, 0.3, 0.5); B_4 = (0.45, 0.55)$

基于模糊综合评价模型,对北京市城市绿地配置模式现状进行评价。

根据定量数据和评价标准构建隶属度矩阵,并结合指标层权重对  $B_1$ 、 $B_2$ 、 $B_3$  以及  $B_4$  进行模糊数学评价。

$$R = \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \\ B_4 \end{bmatrix} = \begin{pmatrix} 0.30 & 0.33 & 0.21 & 0.08 & 0.08 \\ 0.22 & 0.23 & 0.41 & 0.26 & 0.08 \\ 0.55 & 0.20 & 0.21 & 0.02 & 0.02 \\ 0.23 & 0.22 & 0.31 & 0.12 & 0.12 \end{pmatrix}$$

表2 各类型指标权重表

一级指标层	权重	二级指标层	权重	指标方向
生态特征 B <sub>1</sub>	0.30	乔灌木比例 C <sub>1</sub>	0.30	+
		物种丰富度 C <sub>2</sub>	0.15	+
		植被生长状况 C <sub>3</sub>	0.25	-
		常绿植物 C <sub>4</sub>	0.20	+
		种源问题(本地树种) C <sub>5</sub>	0.10	+
节水特征 B <sub>2</sub>	0.20	绿化用水供给量 C <sub>6</sub>	0.60	-
		灌溉方式 C <sub>7</sub>	0.40	/
景观特征 B <sub>3</sub>	0.25	空间变化 C <sub>8</sub>	0.20	+
		层次变化 C <sub>9</sub>	0.30	+
		季相变化 C <sub>10</sub>	0.50	+
经济特征 B <sub>4</sub>	0.25	养护费 C <sub>11</sub>	0.45	-
		绿化用水成本 C <sub>12</sub>	0.55	-

表3 评价等级分值

评价等级	很好	好	一般	差	很差
分数	5	4	3	2	1

### 3.2 结果分析

由二级指标层的评价结果可知,生态特征指标处于“很好”及“好”的水平中占63%,景观特征指标占75%。这主要归因于北京市城市绿地植被生长状况较好,乔灌木比例合理,优先选择乡土树种,坚持适地适树适草,绿地所呈现的空间、层次、季相变化较好。这说明北京市城市绿地充分的发挥了生态服务功能和景观美学功能。

而节水特征指标处于“一般”和“差”的水平中占47%,经济特征指标占43%。这主要归因于北京市城市绿地采用的灌溉方式良莠不齐,如在大型公共绿地中普遍采用人工灌溉、喷灌、微喷灌等先进灌溉方式为主,有针对性的不同绿化植物进行灌溉管理,绿化水资源利用率较高;而附属绿地,尤其是中低档居民社区绿地主要以人工灌溉为主,喷灌为辅,灌溉方式比较粗放,水资源浪费现象比较严重;城市绿地养护水平参差不齐,且随着北京市社会经济水平的不断提高,城市绿地人工成本和养护成本不断增加;绿地用水来源大多以自来水为主,部分绿地使用再生水、地下水、河湖水,且附属绿地多以商业住宅用水计费,绿化用水成本较高。这说明北京市城市绿地水资源供给量较大,绿化成本较高。

### 3.3 相关对策及建议

本研究评价结果与实际情况基本相符,体现出北京市城市绿化的良好发展趋势和较好的城市绿化管理水平。同时,北京市城市绿地配置模式还存在进一步优化的空间。因此,如何提高北京市城市绿地管理水平,优化绿地配置模式,成为绿地管理者和北京市相关部门亟须予以关注的问题。提出4个方面改进措施。

(1)大力扶持节水型城市绿地建设。北京市属于水资源严重短缺的城市,提高绿化水资源的利用率迫在眉睫。城市绿地应改进灌溉方式,加强绿化节水宣传教育,提高绿地管理者及公众的节水意识。建设重点节水型绿地试点,并予以推广。

(2)重视水资源再生利用。在满足绿地植物健康生长的前提下,研究并推广绿化水资源再生利用技术。合理适宜地推广绿化使用再生水。

(3)优化绿化品种和灌溉时间的分配。根据绿

二级指标层的模糊数学评价为:

$$B_1 = (0.30, 0.33, 0.21, 0.08, 0.08)$$

$$B_2 = (0.22, 0.23, 0.41, 0.26, 0.08)$$

$$B_3 = (0.55, 0.20, 0.21, 0.02, 0.02)$$

$$B_4 = (0.23, 0.22, 0.31, 0.12, 0.12)$$

因此,可以得到模糊综合评价结果为:  $C = A \cdot R$  即:

$$(0.3, 0.2, 0.25, 0.25) \begin{pmatrix} 0.30 & 0.33 & 0.21 & 0.08 & 0.08 \\ 0.22 & 0.23 & 0.41 & 0.26 & 0.08 \\ 0.55 & 0.20 & 0.21 & 0.02 & 0.02 \\ 0.23 & 0.22 & 0.31 & 0.12 & 0.12 \end{pmatrix} = (0.33, 0.38, 0.28, 0.11, 0.08)$$

模糊综合评价结果C向量的各分量部分之和为1,满足归一化条件。由此可知北京市城市绿地配置模式相对于评语集的综合评价结果。

评价结果表明,在所有参与评价的调研地点中,33%样本对北京市城市绿地配置现状评价为“很好”,38%评价为“好”,28%评价为“一般”,11%评价为“差”,8%评价为“很差”。依据隶属度最大的原则,可知现状评价等级处于“好”的水平。

而最大隶属度原则只考虑到评价结果最大值所对应的评价等级,忽略了其他等级,因此可对评语集N中各类评级标准予以赋值,得到北京市城市绿地配置模式现状的模糊综合评价。各级评价及其标准分值如表3所示。

那么,北京市城市绿地配置模式现状的模糊综合评价值的计算结果如下:

$$\text{模糊综合评价值} = 0.33 \times 5 + 0.38 \times 4 + 0.28 \times 3 + 0.11 \times 2 + 0.08 \times 1 = 4.31$$

由此说明,北京市城市绿地配置模式现状处于“很好”和“好”之间的水平。

地植物需水特性,合理配额绿化用水供给量。绿地植物配置应以乔、灌为主体,限制高耗水绿化品种的发展,减少草坪面积,优化树种草种配置结构。

(4)加强绿化人员管理。提高绿地从业人员的专业素质水平,尤其是提高专业养护水平,培养专业绿化养护队伍,对绿地进行科学、有效的管护。

## 4 结论与讨论

(1)生态特征指标的权重比较大,这说明城市绿化的发展状况对城市生态影响的效果最直接且明显;节水特征指标权重最小,反映了绿地管理者对绿化水资源有效利用率的管理及自身环保意识的欠缺;城市绿地综合评价指标中的经济特征指标和节水特征指标权重之和接近总权重水平的50%,进一步凸显城市绿地配置模式的正外部性。

(2)北京市城绿地配置模式仍有进一步优化的空间,尤其是在节水措施及成本方面,应改进灌溉方式,合理配额绿化用水供给量,降低绿化成本,优化树种草种配置结构。

在综合评价的过程中,存在一些不确定性因素(如数据收集不充分,绿地管理者认识上的局限性、差异性,评价指标设计有待完善等问题),但采用模糊数学理论可提高其可靠性(Fengz,等2007;Li X等,2005)。本研究通过构建城市绿地综合评价指标体系,借鉴模糊数学理论对北京市城市绿地配置模式进行现状评价,相关结论能较为正确的反映出北京市城市绿化现状,表明该评价方法切实可行,评价结果客观,为进一步优化北京市城市绿地配置结构提供了依据。然而,运用精确的数学方法来解决城市绿地配置模式评价这样复杂的实际问题,在理论上仍需做出不断的探索与完善。

### 参考文献

北京市园林绿化局.2012年城市绿化资源情况[EB/BOL]. [http://www.bjyl.gov.cn/zwgk/tjxx/201303/t20130327\\_115588.html](http://www.bjyl.gov.cn/zwgk/tjxx/201303/t20130327_115588.html)  
崔洁.成都市屋顶绿化植物及不同配置模式的生态效益比较研究

- [D].四川农业大学,2011  
杜栋,庞庆华.现代综合评价方法与案例精选[M].北京:清华大学出版社,2005  
韩静静.基于层次分析法的植物群落景观评价及植物配置模式分析[J].农业科技与信息(现代园林),2014(4):3~7  
李淑凤.北京公园绿地中的植物配置[J].中国园林.1995,11(3):32~37  
陆明华.南京市新城区道路绿地植物景观研究[D].南京林业大学,2010  
孙如如.福州木兰科的植物资源调查及其景观评价[D].福建农林大学,2013  
王庆.深圳地区高尔夫球场园林植物造景研究[D].中南林业科技大学,2012  
吴桂萍.关于城市绿地生态评价不同指标的比较[J].农业科技与信息(现代园林),2007,7:009  
谢季坚,刘承平.模糊数学方法及其运用[M].武汉:华中科技大学出版社,2006  
徐建华.现代地理学中的数学方法(第二版)[M].北京:高等教育出版社,2002  
薛达.城市园林绿化指标体系初探[J].山西林业科技.2001,22(12):36~39  
杨君.北京市节水型绿地植物配置模式优化研究[D].北京林业大学,2005  
张艳芳,任志远.干旱区城市景观的演化与生态建设研究[J].干旱区资源与环境,2003,17(3):16~22  
张祖陆,梁春玲,管延波.南四湖湖泊湿地生态健康评价[J].中国人口·资源与环境,2008,18(1):180~184  
周建东.基于生态理念的节约型园林绿地规划设计[J].林业科技,2009,(2):60~63  
Feng Z, Wang Q. Research on health evaluation system of liquid-propellant rocket engine ground-testing bed based on fuzzy theory[J]. Acta Astronautica, 2007, 61(10): 840~853  
Knox P L. The restless urban landscape: economic and sociocultural change and the transformation of metropolitan Washington, DC[J]. Annals of the Association of American Geographers, 1991, 81(2): 181~209  
Li X, M in M M, Tan C F. The Functional Assessment of Agricultural Ecosystems in Hubei Province, China[J]. Ecological Modeling, 2005, 187(2):352~360  
Saaty T L. The analytic hierarchy and analytic network processes for the measurement of intangible criteria and for decision-making[M]. Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys. Springer New York, 2005: 345~405

(责任编辑 钟懋功)