

上海绿色建筑室外绿化定量评价体系

张卫军¹, 秦俊², 徐永荣¹, 胡永红², 周志翔¹

(¹华中农业大学园艺林学学院, 湖北武汉 430070; ²上海植物园, 上海 200231)

摘要: 从生态功能、景观功能、适生性、绿地率和绿化成本 5 个方面, 经咨询专家, 并结合上海实际情况, 建立了上海绿色建筑室外绿化的定量评价体系, 构建了评价模型, 同时确定了生态功能无特殊要求的评价指标权重系数, 最后应用评价体系对上海生态办公示范楼室外绿化进行了评价, 从定性和定量 2 个方面对结果进行描述, 并提出了绿化改进建议。

关键词: 定量评价; 室外绿化; 绿色建筑

中图分类号: S7 文献标识码: A 文章编号: 1001-411X(2007)02-0017-03

A Quantitative Evaluation System of Outdoor Afforestation for

Green Construction in Shanghai City

ZHANG Wei-jun¹, QIN Jun², XU Yong-rong¹, HU Yong-hong², ZHOU Zhi-xiang¹

(¹ College of Horticulture and Forestry Science, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;

² Shanghai Botanical Garden, Shanghai 200231, China)

Abstract: A quantitative evaluation system of green construction outdoor afforestation was set up, which contained ecological function, landscape function, suitability, green land rate and cost. Then the weight coefficient without special requirement was gained. For the outdoor afforestation of Shanghai ecological demonstration office building, the evaluation was conducted. The result was described qualitatively and quantitatively, and some suggestions were given at last.

Key words: quantitative evaluation; outdoor afforestation; green construction

1987 年联合国世界环境发展委员会明确提出“可持续发展”的概念, 1992 年里约热内卢世界首脑会议形成了《21 世纪议程》, 它标志着人类自觉全面地对待环境与发展问题的时代到来。绿色建筑也正是基于这样大环境下提出的, 绿色建筑是在尊重生态、尊重环境的基础上, 结合生态设计原理创造出的理想人居环境^[1]。绿色建筑室外绿化是绿色建筑景观和环境的非常重要的一个组成部分, 同时也是城市绿化的组成部分, 通过对其合理、科学的评价, 可以明确绿色建筑对室外环境绿化的需求和标准, 优化绿化设计和配置方案, 进一步提高绿化的质量和品味, 并使人们更深刻地认识到绿化的重要性, 增强人们的生态意识和环境意识。目前大多数关于绿化的评价是定性的、抽象的, 这在整体性和综合性方面

有一定的优势, 但在细部和单项的内容上缺乏有力的解释, 指标之间的可比性和可测性比较差。定量评价体系除了能做到科学性、针对性、代表性和完整性外, 指标之间的可比性和可测性也比较强^[2]。本文利用层次分析结构模型构建了上海绿色建筑室外绿化的定量评价体系, 并从定性和定量 2 个方面对评价结果进行描述。

绿色建筑的绿化是在建成园林城市的基础上, 对绿化理念的升华, 其体现在评价方面由主要追求单纯的绿地率指标, 发展为以植物为主导的综合指标体系。本评价体系包括生态功能、景观功能、适生性、绿地率和绿化成本 5 部分, 通过特尔菲 (delphi) 专业人员咨询并结合上海的自然条件和实际情况, 确立了生态功能无特殊要求的室外绿化评价指标权

收稿日期: 2006-07-10

作者简介: 张卫军 (1982—), 男, 硕士研究生; 通讯作者: 徐永荣 (1970—), 女, 副教授, 博士, E-mail: x-yongrong@163.com

基金项目: 国家“十五”科技攻关计划项目 (2004BA809B07); 上海市科委“生态建筑关键技术研究系统集成中生态建筑绿化配置技术研究”项目 (03dz12014)

重系数,并用具体实例来验证此评价体系.

1 研究地概况

上海位于北纬 $30^{\circ}05' \sim 31^{\circ}73'$, 东经 $121^{\circ}10' \sim 121^{\circ}76'$, 属亚热带海洋性季风气候. 主要气候特征是: 春天温暖, 夏天炎热, 秋天凉爽, 冬天阴冷, 全年雨量适中, 季节分配比较均匀. 夏季高温高湿、冬季出现 $-8 \sim -7^{\circ}\text{C}$ 低温, 全年无霜期约 241 d, 年平均降雨量约 1 200 mm. 城市地下水位高, 土壤碱性, 质地粘重, 有机质含量低.

2 评价体系

2.1 评价模型

$$K = (\beta F + \gamma H) NML,$$

$$F = \sum_{i=1}^8 A_i V_i,$$

$$H = \sum_{j=1}^8 B_j W_j,$$

式中: K 为综合评价指数; β 为生态功能权重值; F 为生态功能指数值; γ 为景观功能权重值; H 为景观功能指数值; N 、 M 和 L 分别为适生性、绿地率和绿化成本调整系数值; i 为生态功能二级指标序号, A_i 为生态功能第 i 个二级指标指数值, V_i 为该指标的权重; j 为景观功能二级指标序号, B_j 为景观功能第 j 个二级指标指数值, W_j 为该指标的权重^[3-4].

2.2 评价指标体系与权重

收集多方面资料并结合上海绿色建筑室外绿化实际情况, 确定的生态功能(0.52)下的二级指标有固碳释氧(0.18)、滞尘(0.16)、减噪(0.14)、吸收有害气体(0.12)、降温(0.12)、增湿(0.11)、杀菌(0.08)和空气负离子(0.09)等8个.

景观功能(0.48)下的二级指标有物种多样性(0.15)、景观空间多样性(0.12)、景观时序多样性(0.10)、观赏特性多样性(0.10)、植物与硬质景观和谐性(0.13)、植物与环境和谐性(0.16)、水体与环境协调性(0.10)和植物与人的友好性(0.14)等8个, 经咨询专业人员确定了生态功能无特殊要求的指标权重建议系数. 咨询第1轮, 回收有效调查问卷34份, 持极端观点者2人; 第2轮, 与持极端观点的2人进行进一步的咨询讨论, 2人重新对指标权重进行了赋值, 再进行统计, 并进行一致性检验, 专家评判结果成正态分布. 以被调查者的自评对评价指标的熟悉度作为加权值, 对专家所赋权重进行加权平均.

适生性、绿地率和绿化成本为调整系数指标, 其值为 $0 \sim 1$, 与生态、景观功能评价价值相乘.

依据上海目前绿色建筑室外绿化实际情况, 当绿地率 $\geq 35\%$ 时, $M = 1$, 当绿地率 $< 30\%$ 时, $M = 0$, 当绿地率介于 30% 和 35% 之间时, $M = \text{绿地率}/0.35$.

适生性选择了耐贫瘠、耐干旱、抗污染、耐盐碱、耐水湿、耐寒、耐热、抗病毒、抗风共9个二级指标, 其评判对象和标准与地域条件密切相关, 其中耐贫瘠、耐盐碱、耐寒3个指标应着重考虑, 其余指标要加以考虑. 其值由适生、适生欠佳和不适生的数量比而定: 若全部为适生, 则调整系数为1; 若部分植物适生欠佳, 可按其数量比值相减; 若部分植物不适生, 可按其数量比值的3倍递减. 例: 在某一绿化项目中有20%的植物属于适生欠佳, 则调整系数为0.8; 若有15%的植物不适生, 则调整系数为0.55, 具体由专业人员现场凭经验评判.

绿化成本则将近年来生态、景观功能较好的绿地建造成本与年养护成本之和(折合人民币, 元/ m^2)作为基准成本值(建造成本700~900元/ m^2 , 年养护成本定额13.2元/ m^2), 待评价绿化的实际建造成本和年养护成本之和为实际成本, 其比值即为绿化成本调整系数 L , 即 $L = \text{基准成本}/\text{实际成本}$, 若 $L > 1$ 则 L 取1.

绿化单株植物的生态效益研究较多, 定性评价资料也较易获得, 上海植物园植物资源信息库, 就对常用的适合上海室外绿化的单株植物的生态效益进行了详细的定性分级. 本评价体系将定性指标以10分制定量化, 以“10、8、6、4、2和0”的等级分值代表“好、较好、中等、较差、差和无”, 并通过下面公式计算, 将单株植物的生态效益得分转换成群落的生态效益指数值:

$$S = \sum_{i=1}^3 E_i G_i = E_1 G_1 + E_2 G_2 + E_3 G_3,$$

$$E_i = \sum_{j=1}^n E_{ij} Q_{ij} = E_{i1} Q_{i1} + E_{i2} Q_{i2} + E_{i3} Q_{i3} + \cdots + E_{in} Q_{in},$$

式中, S 为群落生态效益指数值, i 为群落层序号(1为乔木层, 2为灌木层, 3为草本层), E_i 为 i 层平均生态效益指数值, G_i 为 i 层盖度, n 为第 i 层植物种类数, j 为第 i 层植物序号, E_{ij} 为第 i 层第 j 种植物生态效益指数值, Q_{ij} 为第 i 层第 j 种植物相对盖度.

景观功能中的定性指标有: 植物与硬质景观的和谐性、植物与环境的和谐性、水体与环境协调性和植物与人的友好性, 通过专业人员评判, 并以10分制将定性结果定量化. 定量指标有物种多样性、景观空间多样性、景观时序多样性和观赏特性多样性, 通过 Simpson 指数公式^[5] 计算其指数值. 在具体的计算处理中, 物种多样性指标以统计绿化植物的层盖度、单种植物的相对盖度进行计算; 植物的观赏特性多种多样, 有观花、观叶、观果、观根、观形、观干等, 由于实际的建筑室外绿化植物以观花、观叶、观果居多, 因此本文把观赏特性分为观花、观果、观叶和观其他4种类型进行统计计算; 景观时序多样性则以

主要观赏植物的观赏季节分布来反映;景观空间多样性则根据绿化植物群落结构^[6]和外貌等分为单层水平郁闭型、多层垂直郁闭型、稀疏型和空旷型4种类型,对4种类型分别占总绿地面积的百分比进行统计计算.由于计算出的 Simpson 指数值为0~1,为了保证可比性,必须使指标的量纲一致,故将所有景观功能中定量二级指标计算值乘以10.

2.3 评价等级

在本评价体系中由综合指数评定绿化等级,将绿化等级分为5个级别,即:精品级绿化——综合指数评定值>8,优等质量的绿化体系;高等级绿化——综合指数评定值6~8,适于绿色建筑的高质量绿化体系;中等级绿化——综合指数评定值4~6,现有一般水平的绿化体系;低等级绿化——综合指数评定值2~4,有待改进提高的绿化体系;无等级绿化——综合指数评定值<2,绿化体系严重缺失.

3 实例应用

3.1 概况

应用评价体系对上海生态办公示范楼室外绿化进行评价.上海生态办公示范楼,位于上海市建筑科学研究院莘庄科技发展园区(上海市闵行区申富路568号),占地面积900 m²,建筑面积1 994 m²,室外绿化面积2 000 m²,水体面积705 m²^[7],绿地率50%以上.

3.2 结果与分析

2006年4月中旬实地调查得到室外绿化各层盖度和层内主要植物种相对层盖度(表1).由上海植物园植物资源数据库中获取绿化单株植物生态效益定性等级,表2列出部分主要绿化植物的生态效益

定性等级.跟踪测试生态办公示范楼的数据显示,室外绿化植物的减噪能力一般,与裸地相比较,室外绿化有较好的提高空气负离子浓度的能力.

表1 上海生态办公示范楼室外绿化各层盖度及主要植物相对盖度

Tab.1 Coverage of outdoor plants at Shanghai ecological demonstration office building

垂直结构 vertical structure	层盖度 layer coverage/%	主要植物 main plant	相对层盖度 ¹⁾ relative layer coverage/%
乔木层 arbor	30	香樟 <i>Cinnamomum camphora</i>	55
		慈孝竹 <i>Bambusa multiplex</i>	10
		棕榈 <i>Trachycarpus fortunei</i>	5
		雪松 <i>Cedrus deodara</i>	12
		合欢 <i>Albizia julibrissin</i>	7
		榉树 <i>Zelkova schneideriana</i>	4
灌木层 frutex	35	桂花 <i>Osmanthus fragrans</i>	30
		雀舌黄杨 <i>Buxus bodinieri</i>	12
		垂丝海棠 <i>Malus halliana</i>	8
		紫玉兰 <i>Magnolia liliflora</i>	5
		日本晚樱 <i>Prunus lannesiana</i>	18
		紫叶李 <i>Prunus cerasifera</i> 'Atropurea'	10
		阔叶十大功劳 <i>Mahonia bealei</i>	6
		棕榈 <i>Trachycarpus fortunei</i>	5
草本层 herbage	90	高羊茅 <i>Festuca arundinacea</i>	55
		杜鹃 <i>Rhododendron simsii</i>	8
		紫叶小檗 <i>Berberis thunbergii</i>	5
		迎春花 <i>Jasminum nudiflorum</i>	2
		石楠 <i>Photinia serrulata</i>	15
		金叶女贞 <i>Ligustrum vicaryi</i>	8
		八角金盘 <i>Fatsia japonica</i>	2

1) 相对层盖度:某一物种的盖度占其所在层所有植物种盖度之和的百分比

表2 上海生态办公示范楼室外绿化部分主要植物生态效益等级

Tab.2 Ecological benefit rank of some main outdoor plants at Shanghai ecological demonstration office building

植物名称 plant name	固碳放氧 C sequestration and O ₂ production	降温 temperature decrease	增湿 humidity increase	吸收有害气体 absorb harmful gas	杀菌 sterilization	滞尘 dust immobilization
香樟 <i>Cinnamomum camphora</i>	中	中	中	强	强	弱
慈孝竹 <i>Bambusa multiplex</i>	较强	强	强	弱	弱	中
棕榈 <i>Trachycarpus fortunei</i>	弱	中	中	强	较强	中
桂花 <i>Osmanthus fragrans</i>	较弱	中	中	较强	中	中
日本晚樱 <i>Prunus lannesiana</i>	弱	中	中	强	较弱	弱
雀舌黄杨 <i>Buxus bodinieri</i>	中	中	中	中	中	较强
杜鹃 <i>Rhododendron simsii</i>	较弱	弱	弱	弱	中	中
金叶女贞 <i>Ligustrum vicaryi</i>	弱	中	中	中	中	较强
八角金盘 <i>Fatsia japonica</i>	弱	弱	弱	较强	中	强

结果显示,上海生态办公示范楼室外绿化生态功能中的固碳释氧能力一般(5.4)、滞尘能力较好(6.1)、减噪能力一般(6.0)、吸收有害气体能力较好(7.7)、降温能力较好(6.7)、增湿能力较好(6.7)、杀菌能力较好(6.7)、提高空气负离子浓度能力较好

(8.0);景观功能中的物种多样性高(8.5)、景观空间多样性较高(6.6)、景观时序多样性一般(5.0)、观赏特性多样性较高(6.3)、植物与硬质景观和谐性高(10.0)、植物与环境和谐性较高(8.0)、水体与环境
(下转第23页)