

# 昆明市宝象山墓园绿地部分生态效益研究

刘文胜, 赵林森

(西南林业大学 园林学院, 云南 昆明 650224)

**摘要:**借鉴美国林务局开发的 CITYgreen 5.0 模型的研究方法,在实地调查的基础上对其相应的基础数据库进行更新,对昆明市宝象山墓园绿地系统部分生态效益进行了分析。结果表明:昆明市宝象山墓园绿地系统 2010 年在碳储存、碳吸收、释放氧气和清除几种主要空气污染物方面的生态效益总价值为 135 540.51 元。墓园绿地各个区域所产生的生态效益不完全与其绿地覆盖率成正比。树种、群落结构、树木的年龄及其生长状况等因素对绿地生态效益的发挥都有影响。乔灌木相结合的复合群落结构有利于绿地系统生态效益的长久发挥、稳定发展。

**关键词:**昆明市;宝象山墓园;生态效益;CITYgreen 5.0

**中图分类号:**TU 986.5<sup>+</sup>3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)03-0113-04

墓园绿地一般位于城乡结合部,大多分布在土地比较贫瘠的山坡或丘陵地区。墓园绿地作为城市景观中的斑块,是城市森林的一种特殊组成部分,对城市环境和气候调节发挥一定的作用<sup>[1]</sup>。公墓园林化,有利于精神文化资源的发扬光大,有利于塑造城市特色和提升城市品位<sup>[2]</sup>。公墓园林化可以在墓园留下名人、哲人的踪影,供后人祭奠、教育、旅游、休闲等,还有利于发挥公墓在生态、休闲、保健、文化等方面的综合效益<sup>[3]</sup>。对墓园绿地进行生态效益研究,对其园林植物改善环境的作用和程度进行量化分析,有助于人们充分认识墓园植物在环境保护中的作用,对于提高墓园绿地的规划和抚育管理质量起到积极的促进作用。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究地概况

宝象山墓园地处有着“动植物王国”之称的云南省省会昆明市,位于昆明市郊富民县城东北大营镇宝象山,距昆明市区 32 km,占地面积约 67 hm<sup>2</sup>。墓园所在区域海拔介于 1 500~2 800 m 之间,年均气温 14.5℃,无霜期达 230 d,年降水量为 1 075 mm,最集中的降水季节是 6~8 月的雨季,干湿季分明。土壤主要以红土粘性土壤为主,偏酸性,其中的有机质、氮、磷、钾等的含量都处于偏低水平。墓园依山而建,视野开阔,周围植被葱

郁,一眼望去尽是苍松翠柏,其环境自然天成、景观赏心悦目、布局简洁精致。墓园所处山形地貌圆润、饱满、厚重、雍容、状如吉象又似宝瓶。举目四望,左侧青龙蜿蜒前伸,右侧白虎驯服相护,前方朱雀朝迎秀美,后被玄武端庄簇拥。墓园依山顺势而建,视野平远开阔,两边泉水涓流,前方水库天成,犹如卧龙含珠,金匮藏宝,古人云:“石多土少土为吉”,宝象山是难得的万石山中一方宝土。

### 1.2 研究方法

根据宝象山墓园的用地情况,利用其植物配置规划图做底图,于 2010 年春季结合实地调查,选取 3 块典型样地(景观区、仁园区、孝园区)作为研究对象,调查各区树木的种类、数量、胸径、树高、健康状况,以及灌木、树下草坪、地面覆盖物、硬铺装等,并对乔木树种的树高、胸径、健康状况等有关指标进行分级。调查时间在 2010 年 3~4 月,利用野外实地调查数据,运用 ArcView 3.3 和 CITYgreen 5.0 模型对其部分生态效益进行量化分析。

### 1.3 CITYgreen 模型简介

1996 年, Syracuse 城市森林研究中心研发出 CITYGreen 模型的第一个版本,这是一款基于 Arc-ViewGIS 的应用软件,可用于定量计算、研究城市森林的生态效益价值<sup>[4]</sup>。2002 年又推出了 CITYgreen 5.0 版本, CITYgreen 模型是第一个全面方便用户计算城市森林经济价值的软件,此版本模型能更好地利用多光谱、高分辨率影像或 CAD 规划图,通过数字化过程建立“绿色数据库”,勾画出整个研究区域的森林格局,可以精确地对整个大区域或者小区域进行城市森林生态效益评估与分析<sup>[5]</sup>。

CITYgreen 模型所分析的城市森林生态效益包括碳储存及碳吸收、减少暴雨径流、清除大气污染物、节能

**第一作者简介:**刘文胜(1976-),男,在读硕士,研究方向为城市园林生态。E-mail:lwsheng@foxmail.com。

**通讯作者:**赵林森(1957-),男,博士,教授,现主要从事城市林业方面的研究工作。linsen\_zhao@qq.com。

**基金项目:**昆明市科学技术局科技合作与交流资助项目(昆科计字 08H130105 号)。

**收稿日期:**2010-11-25

以及提供野生动植物生境等 5 个方面,还可以根据植被的现状,通过生长模拟,对植被所发挥的生态效益作动态预测;并可用于城市森林或城市绿地的规划,评估其生态效益<sup>[6]</sup>。应用 CITYgreen 模型对城市森林进行效益分析计算,大致可以分为三种情况:一是借助多光谱、高分辨率的航片或卫片开展大范围绿地效益分析;二是借助 AutoCAD 平面图进行小范围城市绿地效益分析;三是借助 AutoCAD 或 Photoshop 效果图对小型绿地规划进行评标分析<sup>[7]</sup>。该项研究属第 2 种情况。

1.4 研究内容

通过对昆明市宝象山墓园中的景观区、仁园区和孝园区 3 块典型绿地的植物(种植、生长)状况、空间分布、体量大小、建筑和道路排水及表面反射率等相关数据的实地调查,运用 ArcView 3.3 进行数字化处理,并运行 CITYgreen 5.0 模型,对宝象山墓园绿地在碳储存、碳吸收、释放氧气和清除(臭氧、一氧化碳、二氧化硫、二氧化氮、滞尘)空气污染物方面的生态效益进行数量化和货币化分析。

2 结果与分析

2.1 绿化现状分析

2.1.1 景观区 墓园景观区面积为 14.5 hm<sup>2</sup>,绿地面积为 12.4 hm<sup>2</sup>。乔木覆盖面积占该用地面积的 67.46%,灌木占 2.21%,草坪占 86.48%。由于该区位于一个大的斜坡上,土壤贫瘠,水分不足,植物生长环境较差。由表 1 可知,景观区树种以桃树、杨梅、云南油杉、云南松、紫叶李、杜鹃、假连翘等为主。实地调查发现该区种植结构不合理、养护管理粗放,墓园建立之初所采用的许多植物由浙江一带引种,难以适应宝象山土壤瘠薄、水分不足的生长环境,死亡率较高。存活下来的乔、灌木长势普遍不良,加之宝象山墓园建成时间较短,其中大部分乔木树种尚处于幼年阶段。景观区内的乔灌木空间结构搭配较好,在植物群落垂直结构上具有较强的层次感,景观效果尚佳。

表 1 景观区各类植物和基础设施占地面积及其比率

覆盖类型	覆盖面积/hm <sup>2</sup>	覆盖率/%
乔木	9.8	67.46
灌木	0.3	2.21
草坪	12.5	86.48
建筑	0.3	2.02
道路	2.1	14.71

2.1.2 仁园区 仁园区绿地周边有道路铺装,墓碑列之间有 0.25 m 宽的硬质铺装区,便于行走。墓区划分为四横三纵,主要树种为云南油杉、龙柏、侧柏、桂花、黄槐、滇朴、云南松、罗汉松、栓皮栎、叶子花、杜鹃、鹅掌柴、假连翘等。仁园区绿地部分的调查总面积为 17.3 hm<sup>2</sup>,乔木覆盖面积占该用地面积的 27.03%,灌木占 6.45%,草坪占 76.06%。由表 2 可知,仁园区植物群落的空间结构不是太好,乔木和灌木所占比例小。大部分植物种植

采用规则式布局,需要频繁的整形修剪。

表 2 仁园区各类植物和基础设施占地面积及其比率

覆盖类型	覆盖面积/hm <sup>2</sup>	覆盖率/%
乔木	4.7	27.03
灌木	1.1	6.45
草坪	13.2	76.06
墓碑	3.1	17.62
道路	8.3	48.26

2.1.3 孝园区 孝园区绿地被人行步道划分为三横三纵,其间主要树种有云南油杉、云南松、龙柏、侧柏、杨梅、桃、核桃、香樟、楸树、青香木、黄连木、李树、叶子花、假连翘、洒金柏等。孝园区绿地部分调查总面积为 17.5 hm<sup>2</sup>,乔木覆盖面积占该用地面积的 65.48%,灌木占 10.45%,草坪占 86.11%。由表 3 可知,该区域内的植被为原生植物与人工种植的植物混合,其中原生植物长势较好。主要以乔木为主,植物群落层次单一。

表 3 孝园区各类植物和基础设施占地面积及其比率

覆盖类型	覆盖面积/hm <sup>2</sup>	覆盖率/%
乔木	11.3	65.48
灌木	1.8	10.45
草坪	14.8	86.11
墓碑	1.3	7.62
道路	6.9	40.32

2.2 生态效益分析

2.2.1 碳储存与碳吸收 植物通过光合作用吸收和固定大气中的二氧化碳,减少空气中的二氧化碳含量,从而调节城市中的气候和空气质量<sup>[8]</sup>。碳储存与碳吸收的效益价值采用瑞典碳税率来计算,即排放每 1 t 碳对其收费 150 \$,按 1 \$ = 6.7 元进行换算<sup>[9]</sup>。通过 CITYgreen 模型模拟计算出宝象山墓园绿地 2010 年的碳储存与碳吸收量分别为 111.96 t 和 10.19 t,所创造的经济价值分别为 113 544.9 元和 10 240.95 元。由表 4 可知,碳储存量大小顺序依次为景观区>孝园区>仁园区,碳吸收量大小顺序依次为仁园区>景观区>孝园区。

表 4 昆明市宝象山墓园各区绿地 2010 年碳储存与碳吸收量及其相应的经济价值

研究区域	碳储存/t	碳储存创造的 经济价值/元	碳吸收/t	碳吸收创造的 经济价值/元
景观区	45.64	46 893.3	1.02	1 025.1
仁园区	28.21	28 351.05	8.3	8 341.5
孝园区	38.11	38 300.55	0.87	874.35

2.2.2 释放氧气 根据植物光合作用总反应式(图 1),可以由城市绿地中植物每年的碳吸收总量推算出相应范围内城市绿地每年释放氧气的总量。参考目前国内学者进行生态效益经济评价方面的研究,一般采用工业制氧影子价格法,其价格参数值为 0.37 元/kg<sup>[10-11]</sup>。研究区域内绿地植物 2010 年释放氧气量为 7 410.91 kg,释放氧气所创造的经济价值为 2 742.04 元(表 5)。释放氧气量大小顺序依次为仁园区>景观区>孝园区。

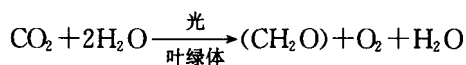


图1 植物光合作用化学反应式

表5 昆明市宝象山墓园各区绿地2010年释放氧气量及所创造的经济价值

研究区域	释放氧气/kg	释放氧气所创造的经济价值/元
景观区	741.82	274.47
仁园区	6036.36	2233.45
孝园区	632.73	234.11

2.2.3 清除空气污染物 由CITYgreen模型计算出宝象山墓园绿地2010年度清除空气中臭氧(O<sub>3</sub>)、碳化物(CO)、硫化物(SO<sub>2</sub>)、氮化物(NO<sub>2</sub>)、滞尘(PM<sub>10</sub>)等污染物的数量分别为:42.18、4.79、103.18、13.4和163.92 kg,其相应的经济价值分别为:1 978.91、31.89、1 189.66、634.1和5 178.06元。清除各种污染物方面生态效益的经济价值总和为9 012.62元(表6~7)。3个分区按照其清除臭氧生态效益价值大小顺序依次为:景观区>孝园区>仁园区;清除一氧化碳生态效益价值大小顺序依次为:景观区>孝园区>仁园区;清除二氧化硫生态效益价值大小顺序依次为:景观区>仁园区>孝园区;清除二氧化氮生态效益价值大小顺序依次为:景观区>仁园区>孝园区;滞尘生态效益价值大小顺序依次为:景观区>仁园区>孝园区。

表6 昆明市宝象山墓园各区绿地

2010年清除污染量

研究区域	O <sub>3</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
景观区	19.93	2.41	41.86	5.43	66.17
仁园区	4.85	0.48	32.19	4.13	51.43
孝园区	17.4	1.9	29.13	3.84	46.32

由表7可知,昆明市宝象山墓园3个分区虽然面积大致相当,但其所产生的各种生态效益及其经济价值却有一定差异,这与各区内土地的利用类型、树种搭配以及抚育管理方式密切相关。景观区属于绿化用地,有较大的绿量空间,产生的生态效益最好;仁园区和孝园区是墓区用地,群落结构主要采用的是乔+草组合,树种单一,且需要经常修剪或整形,在一定程度上限制了绿量增长以及各种生态效益的发挥。

表7 昆明市宝象山墓园各区绿地2010年清除污染物创造的经济价值

研究区域	O <sub>3</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
景观区	943.08	15.83	482.64	256.95	2 090.13
仁园区	229.5	3.16	371.15	195.44	1 624.68
孝园区	806.33	12.9	335.87	181.71	1 463.25

### 3 结论与讨论

#### 3.1 结论

昆明市宝象山墓园景观区乔木覆盖率为67.46%,灌木覆盖率为2.21%,草坪占86.48%;仁园区乔木覆盖率为27.03%,灌木覆盖率为6.45%,草坪占76.06%;孝园区乔木覆盖率为65.48%,灌木覆盖率为10.45%,草

坪占86.11%。昆明市宝象山墓园绿地系统2010年在碳储存、碳吸收、释放氧气和清除几种主要空气污染物方面的生态效益总价值为135 540.51元。景观区绿地2010年在碳储存、碳吸收、释放氧气方面的生态效益的价值分别为46 893.3、1 025.1、274.47元;仁园区绿地2010年在碳储存、碳吸收、释放氧气方面的生态效益的价值分别为28 351.05、8 341.5、2 233.45元;孝园区绿地2010年在碳储存、碳吸收、释放氧气方面的生态效益的价值分别为38 300.55、874.35、234.11元。宝象山墓园绿地2010年度清除空气中臭氧(O<sub>3</sub>)、碳化物(CO)、硫化物(SO<sub>2</sub>)、氮化物(NO<sub>2</sub>)、滞尘(PM<sub>10</sub>)等污染物的数量分别为:42.18、4.79、103.18、13.4和163.92 kg,其相应的经济价值分别为:1 978.91、31.89、1 189.66、634.1和5 178.06元。

研究数据表明,墓园各绿地系统所产生的生态效益并不完全与其植物覆盖率成正比。树种不同、乔灌木的搭配、树木的年龄等原因对其发挥的生态效益有所不同,乔灌木相结合的复合群落结构有利于绿地系统生态效益的发挥及其长久、稳定发展。宝象山墓园绿地系统具有较高的生态效益,对其改善墓园环境具有较好的作用。

#### 3.2 讨论

CITYgreen模型用于墓园绿地生态效益分析在国内尚不多见,但墓园绿地是城市森林生态系统的组成部分,对墓园绿地开展生态效益的量化分析研究将对墓园规划建设在注重其祭奠、教育等功能的同时还应通过其科学合理的绿地配置较好地发挥公墓在休闲、保健、文化和生态等方面的综合效益提供借鉴。宝象山墓园绿地的大部分乔木树种处于幼龄期,其所能产生的生态效益十分有限。随着树木进入速生期和壮年期,其所能产生的各种效益将不断增加。

#### 参考文献

- [1] 单风军. 城市的“绿色保护神”—绿色植物[J]. 中国资源综合利用, 2001(6): 36-38.
- [2] 胡兆量. 公墓园林化[J]. 规划师, 2003, 19(1): 93-95.
- [3] 杜慧珠, 宋伟. 宋庆龄陵园绿化生态效益浅析[J]. 江苏林业科技, 1998, 25: 84-87.
- [4] 赵林森, 高则睿. 城市行道树经营成本效益数量化分析研究概述[J]. 西南林学院学报, 2004, 24(3): 62-67.
- [5] American Forests. CITYgreen 5.0 User Manual[R]. Washington DC: American Forests, 2002.
- [6] 占珊, 闰文德, 田大伦. 基于CITYgreen的城市森林生态效益评估的应用[J]. 中南林业科技大学学报, 2008, 28(2): 137-143.
- [7] 刘江涛, 赵林森. 昆明市金碧公园部分生态效益及其抚育管理成本分析[J]. 西南林学院学报, 2008, 23(4): 214-217.
- [8] 冯莉莉. 昆明植物园东园绿地部分生态效益研究[D]. 昆明: 西南林学院, 2008.
- [9] LY/T1721-2008. 森林生态系统服务功能评估规范[S].
- [10] 杨丽雯, 何秉宇, 黄培祐, 等. 和田河流域天然胡杨林的生态服务价值评估[J]. 生态学报, 2006, 26(3): 681-689.
- [11] 胡廷兰, 杨志峰. 林地生态用水亏缺的经济损失估算研究[J]. 环境科学学报, 2006, 26(2): 345-351.

# 园林植物季相变化的审美特点

杨玉霞, 段渊古, 张楠阳, 马 婧

(西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨凌 712100)

**摘 要:**植物是季相变化的主体,植物造景是空间艺术的一种表现手法。现从园林植物季相变化的概念及景观特点入手,结合实例分析了园林植物在春、夏、秋、冬各季相变化的审美特点,并提出园林植物季相变化对园林空间景观营造的应用。

**关键词:**园林植物;季相变化;园林空间

**中图分类号:**S 688 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)03-0116-03

园林植物是风景园林中重要的景观元素,主要由乔木、灌木、藤本及地被植物组成。植物是季相变化的主体,季节性的景观体现在植物上,其季相演变及其独特的形态、色彩、意境之美使其成为唯一具有生命特征的园林要素。园林植物造景是一种多维立体的空间艺术,结合植物的生物学特征以及当地文化特色,在进行植物造景时,注重挖掘季相赋予植物的美感,增强季节感,表现出园林景观中植物特有的艺术效果<sup>[1]</sup>,创造出具有季相特征且诗意的动态景观空间。

## 1 园林植物不同季相变化的景观特征

园林植物种类繁多,每一种都有特定的外貌形态<sup>[2]</sup>。在一年中四季的气候变化,植物又产生花开花落、叶展叶落等形态和色彩的变化,不同的植物其干、叶、花、果的形状、大小、色泽、香味各不相同,可创造不同的景观特色。“春花含笑,夏绿浓荫,秋叶硕果、枫林层染,冬枝傲雪、枯木寒林”,是自古以来人们对园林植物季相变化的表述及赞美。

春暖花开,许多乔灌木都纷纷绽放花蕾,姹紫嫣红的点缀着缤纷的春季,花便为春天观赏的重点。夏季林草茂盛、树影摇曳、树叶婆娑、水生植物花香姿美,既给人们带来阵阵凉爽,又展现出不同个性<sup>[1]</sup>。秋叶呈现出万紫千红的斑斓色彩,果实更增添秋的色彩,秋果与秋叶为秋季植物景观增添亮点;植物花的芬芳,又为秋季增加了更深远的景观感触。冬季寒冷,植物景观萧条,松、竹为冬季带来一线生机,仅有梅花“凌寒独自开”。

**第一作者简介:**杨玉霞(1985-),女,在读硕士,研究方向为园林规划设计。

**通讯作者:**段渊古(1960-),男,教授,硕士生导师,研究方向为艺术设计。E-mail:duanyg1014@163.com。

**收稿日期:**2010-11-03

## Study on Ecological Benefits of Baoxiangshan Cemetery Green-space in Kunming

LIU Wen-sheng, ZHAO Lin-sen

(Faculty of Landscape Architecture, Southwest Forestry University, Kunming, Yunnan 650224)

**Abstract:** By means of CITYgreen 5.0 Model and the relevant methodology developed by USDA Forest Service, partial ecological benefits of Baoxiangshan cemetery green-space in Kunming were studied based on the field survey and regeneration of the fundamental database contained by the model. The results showed that the total economic value of the ecological benefits including carbon storage, carbon absorption, oxygen release and the major air pollutant removal produced by the Baoxiangshan cemetery green-space in the year of 2010 was RMB 135,540.51 yuan. It was indicated by the study that the ecological benefits produced by each quarter of the green-space were not in positive proportion with the greenery coverage of the green-spaces. Tree species, community structure, age and growth status of the trees would all influence upon the fulfillment of the ecological benefits. The multi-storey vertical community structure was helpful to the ecological benefits generation and the long lasting and sustainable development of the green-spaces.

**Key words:** Kunming city; Baoxiangshan public cemetery; ecological benefits; CITYgreen 5.0