

基于 QuickBird 遥感影像的大学校园绿地调查与分析

黎良财^{1,2,3}, 肖万娟^{2*}, 杨善云², 陈翠玉², 邓利²

(1. 北京林业大学 林学院, 北京 100083; 2. 广西生态工程职业技术学院, 广西 柳州 545004;

3. Center for Globe Change and Earth Observations, Michigan State University, 1405 S. Harrison Road, East Lansing, MI 48864, USA)

摘要:以 QuickBird 高分辨率卫星影像为信息源,以广西生态工程职业技术学院校园为研究区,在 MobileGIS 软件支持下对高校校园绿地进行目视解译并现场踏查勾绘图斑,同时对绿地图斑进行调查,选取总体绿地覆盖率、人均绿地面积、植物种类数、种植密度、乔灌草比例等定量指标来评价校园绿地系统的现状。结果表明,校园总体绿地覆盖率高,人均绿地面积大,植物种类丰富;但是各功能区植被覆盖度、种植密度和乔木径阶分布不够合理,水平结构差异大;各功能区乔灌草比例不够协调、没有形成良好的立体复层结构;植物常绿与落叶、季相搭配不均匀,春秋有景、冬夏景观相对单调。

关键词:QuickBird; 遥感影像; 大学校园; 绿地; 植物组成; 群落结构

中图分类号:S731.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2015)02-0231-08

Investigation and Analysis of Green Space in College Campus Based on
the QuickBird Remote Sensing Images

LI Liang-cai^{1,2,3}, XIAO Wan-juan^{2*}, YANG Shan-yun², CHEN Cui-yu², DENG Li²

(1. Forestry College, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2. Guangxi Ecological Engineering Vocational and Technical College, Liuzhou, Guangxi 545004, China; 3. Center for Globe Change and Earth Observations, Michigan State University, 1405 S. Harrison Road, East Lansing, MI 48864, USA)

Abstract: Taking the campus of Guangxi Eco-Engineering Vocational and Technical College as study area, the green space spots were interpreted according to comprehensive features on QuickBird high-resolution satellite images and mapped with the support of MobileGIS software (ArcPAD). Some quantitative indicators were investigated and calculated which could be used to evaluate the current situation of the green space system, such as the green coverage rate, per capita green area, plant species, plant density, proportion of arbor shrub and herbage, etc. The results showed that the green coverage rate, the per capita green area and the amount of plant species were the first-rate overall campus. But in each functional area, the vegetation coverage, the planting density and the tree diameter distribution were not reasonable. Also the proportion of arbor shrub and herbage were uncoordinated which could not form an excellent three-dimensional stratified structure. Finally, due to the unbalanced configuration of evergreen and deciduous plants, landscape changes were polychrome in spring and autumn but monotonous in summer and winter.

Key words: QuickBird; remote sensing image; college campus; green space; species composition; community structure

收稿日期:2014-07-11 修回日期:2014-08-17

基金项目:广西壮族自治区教育厅项目(2013LX198);教育部高等学校博士学科点专项科研基金课题(20100014110002)。

作者简介:黎良财,男,博士生,副教授,密歇根州立大学全球变化与对地观测中心研究学者,研究方向:3S 技术在森林资源监测与评价中的应用。E-mail:llc100@163.com

* 通信作者:肖万娟,女,硕士,副教授,研究方向:植物景观设计与生态园林。E-mail: xwj_1979@126.com

校园绿地在校园建设中起着极为重要的作用,它既是校园物质环境的重要组成部分,又是校园精神文明建设的重要标志之一^[1]。绿地相当于校园的自然调节器,它通过一系列的生理生化反应,能起到固碳释氧、滞尘降噪、净污杀菌等生态效应;同时又为师生提供了舒适优美的教学实习、人际交流、休闲游憩、学术研究、体育锻炼等活动空间^[2-3]。随着“生态校园”、“绿色校园”等理念的兴起,如何合理规划校园内部格局、协调各功能区绿地配置、首先就需要对校园绿化进行全面调查和分析。

随着对地观测技术的进步,遥感影像的空间分辨率和光谱分辨率越来越高,能够监测到的地目目标也越来越详细和丰富。目前,QuickBird 商业卫星可提供 0.61 m 分辨率全色影像和 2.44 m 分辨率多光谱影像,该影像能够详尽地反映出研究区域绿地现状,在不同尺度的绿地调查中得到了广泛的应用^[4-7]。以 QuickBird 遥感影像为信息源,提取并调查了广西生态工程职业技术学院校园内各功能区的植被现状,分析了校园绿地配置、植物物种组成及植物群落结构特征,以期为高校或其他区域绿地的规划调查、评价与改造提供一些参考。

1 研究区概况

广西生态工程职业技术学院($109^{\circ}20'17''-109^{\circ}24'47''E$, $24^{\circ}27'20''-24^{\circ}29'49''N$)位于广西壮族自治区中部,创办于 1956 年,是林业类国家高技能人才培养示范基地和广西示范性高职院校,校园面积(含教学实验林场)1 200 hm²,建成区面积 46.5 hm²,全日制在校生 6 000 余人。学院地处中亚热带向南亚热带过渡的季风气候区,校园绿化植物约 267 种,隶属于 93 科 189 属,环境优美,绿树成荫,

曾荣获广西壮族自治区“绿色大学”、“森林校园”等荣誉^[1,8]。

2 材料与方法

2.1 数据选择与处理

本研究选取了 2013 年 6 月 13 日学院所在区域的 QuickBird 标准等级存档影像,此时研究区处于仲夏季节,各类植物生长茂盛,在影像上能清晰显现和区分。辅助数据有古木、洛沙、沙塘填、杨柳村 4 幅 1 : 10 000 地形图及一批地面控制点的 GPS 实测坐标信息。基于 Erdas Imagine9.2 软件对 QuickBird 遥感影像进行多项式几何校正、配准、AOI 不规则裁剪等预处理,然后将 QuickBird 遥感影像的全色波段与多光谱波段进行基于主成分变换(PCA)的融合^[9],融合图像既具有全色图像的高分辨率空间特征又保留了多光谱图像的光谱特征(图 1A),有利于绿地的提取和植被类型的区分。

2.2 校园功能区规划

功能分区是近现代西方城市规划的主要思想之一,最为突出的特点是提高效率,保证每种活动对环境特殊要求^[10]。功能分区也是校园规划最基本的要求,近代中国大学功能分区布局的思想,最早出现在 1914 年美国建筑师墨菲为清华大学制订的校园总体规划方案中^[11]。根据各类校舍各得其所,既有联系,又有分隔,既方便使用,又避免干扰的原则,参考其他高校功能区划的经验^[12-14],结合本校的实际情况,将广西生态工程职业技术学院校园初步划分为 6 个功能区(图 1B),分别是教研文化区、教职工住宅区、学生宿舍区、后勤服务区、体育运动区、休闲游憩区。本研究将按各功能区来调查绿地分布,分析绿地与植物的配置情况。

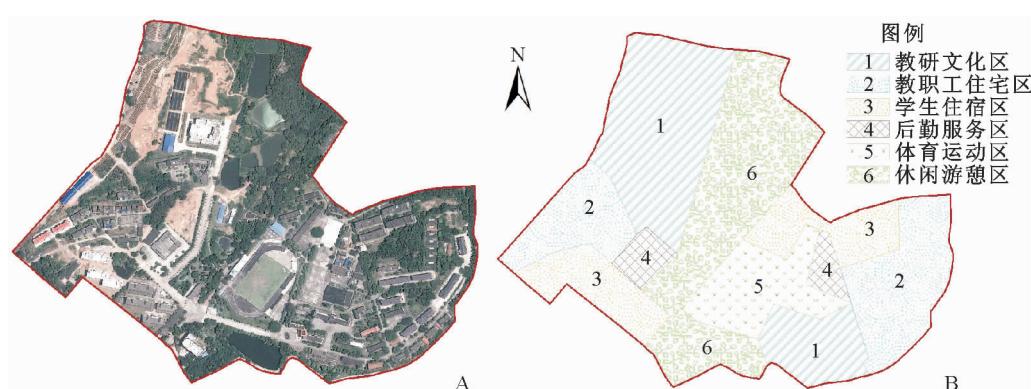


图 1 校园 QuickBird 融合影像与功能分区示意图

Fig. 1 The sketch map of functional district and QuickBird fusion imagine of the campus

2.3 图像解译与植被调查

目前遥感图像的信息提取方法可分为目视判读

法与计算机分类法,由于 QuickBird 影像分辨率高,研究区域小,且为研究人员所熟悉的校园环境,故目视

判读法是本研究精度与效率兼得的最适宜方法。判读时先将融合后 QuickBird 遥感影像装入 MobileGIS 平台 ArcPAD, 将图像放大到 1:2 000, 然后手持移动设备(PDA)按照植被在影像上的形状、大小、颜色、纹理等解译标志, 到现场判读核实并勾绘出植被矢量图斑。同时以图斑为调查对象, 采用每木调查法调查图斑内植物的种名、株数、高度、冠幅、胸径、面积、所在功能区等属性, 将调查数据录入数据库。

2.4 校园绿地统计与评价

绿地系统的功能不仅由绿地的面积和数量决定, 而且与植物个体、群落、生态系统、景观等在不同尺度上的合理配置有关^[15]。目前对于城市绿地或小区绿地的评价, 主要有绿地覆盖率、绿化覆盖率及人均绿地面积等指标^[16-17]。为了分析校园总体绿化状况和各功能区的绿地配置, 本研究选取了绿地覆

盖率、人均绿地面积、植物种类数、种植密度、乔灌草比例等定量指标来评价校园绿地系统。各指标的计算方法如下:

$$\text{绿地覆盖率} = \frac{\text{绿地面积}}{\text{总面积}} \quad (1)$$

$$\text{人均绿地面积} = \frac{\text{绿地面积}}{\text{居住人口总数}} \quad (2)$$

$$\text{种植密度} = \frac{\text{乔灌木株数}}{\text{研究区面积}} \quad (3)$$

$$\text{乔灌草比例} = \frac{\text{样方内乔木株数}}{\text{灌木株数}} : \frac{\text{草坪面积}}{\text{研究区绿地面积}} \quad (4)$$

3 结果与分析

3.1 校园绿地面积分析

3.1.1 校园绿地总体分析 在 ArcGIS9.3 软件支持下, 将利用遥感影像判读和勾绘出的绿地图斑进行统计, 得到校园总体绿地覆盖率、人均绿地面积、植被群落垂直结构特征等指标(表 1)。

表 1 校园绿地总体特征指标

Table 1 Overall characteristic indicators of green space on college campus

绿地面积 /hm ²	绿地 覆盖率/%	人均绿地 面积/m ²	乔木型		灌木型		草本型		复层型	
			面积/hm ²	比例/%	面积/hm ²	比例/%	面积/hm ²	比例/%	面积/hm ²	比例/%
20.061 8	43.14	33.44	13.447 5	67.03	0.987 8	4.93	1.808 3	9.01	3.818 3	19.03

根据表 1 统计结果, 对比其他高校的同类研究^[3,15,18], 广西生态工程职业技术学院校园绿地覆盖率高, 人均绿地面积大, 体现了林业类高校的特征, 同时也为学院的发展预留了充足的绿色空间。不足之处是植被的乔灌草比例失衡, 乔木型绿地比重过大, 灌木型和草本型绿地过小。

3.1.2 校园绿地分区分析 将学院的 6 大功能区划图(图 1B)与判读勾绘出的学院绿地矢量图在 ArcGIS9.3 软件下做叠置分析, 并统计出各功能区的绿地面积及所占比例(表 2)。

表 2 校园各功能区绿地配置情况

Table 2 Green space distributed in each functional section of college campus

功能区名称	功能区 面积/hm ²	绿地 面积/hm ²	绿地 覆盖率/%
教研文化区	12.701 4	3.986 1	31.38
教职工住宅区	9.437 3	4.061 8	43.04
学生住宿区	6.209 9	2.372 5	38.21
后勤服务区	1.852 3	0.374 6	20.22
体育运动区	4.412 0	1.819 3	41.23
休闲游憩区	11.889 3	7.447 5	62.64

教研文化区是学校的最重要区域, 也最能体现学校的风格与特征。整个区域应当搭配种植较多的乔灌草型绿地, 起到滞尘降噪、净化空气、美化环境的作用。但该区域建设历史较久, 建筑密度较大, 绿地比例相对较低, 绿地类型以高大乔木为主, 类型较

为单一。后勤服务区紧邻学生住宿区和教职工住宅区, 主要由学生食堂、超市和其他学习生活服务设施组成, 该区绿地面积与比例最小, 与教研文化区一起应作为重点升级改造对象。教职工住宅区和学生住宿区内建筑主要为楼房, 植被以常绿乔木为主, 灌、草相间其中, 绿地覆盖率>38%, 为师生提供了舒适优美的休息环境。体育运动区主要有足球场、灯光篮球场、篮球馆、乒乓球场、排球场等场地组成, 该区绿地以运动草坪为主, 场馆通道两侧种植有阔叶乔木树种, 是师生日常体育锻炼的良好场所。休闲游憩区绿地覆盖率高达 62.64%, 由乔灌草等多种植被类型组成, 区内有亭台楼阁、水塘、蜿蜒石子路、石桌石凳, 为师生创造了一个休闲、游憩、交际的优美的绿色空间, 是课余重要的活动场所之一。

3.2 校园绿地植物组成分析

3.2.1 校园绿地植物物种组成 调查统计显示, 校园绿化植物共有 267 种(含亚种、变种、变型等), 隶属于 93 科 189 属, 其中裸子植物 6 科 14 属 22 种, 被子植物 87 科 175 属 245 种; 被子植物中双子叶植物 74 科 146 属 204 种, 单子叶植物 13 科 29 属 41 种(表 3)。

从表 3 可知, 校园绿化植物中被子植物比例最大, 分别占校园植物科数、属数、种数的 93.55%、92.59%、91.76%; 裸子植物比例较小, 占校园植物科数、属数、种数的 6.45%、7.41%、8.24%。

表 3 校园绿化植物物种组成

Table 3 Plant species composition of the campus green space

分类群	科		属		种	
	数量	比例/%	数量	比例/%	数量	比例/%
裸子植物	6	6.45	14	7.41	22	8.24
被子植物	双子叶植物	74	79.57	146	77.25	204
	单子叶植物	13	13.98	29	15.34	41
合计	93	100	189	100	267	100

3.2.2 校园绿地植物生活型组成 植物生活型是植物对综合生境条件长期适应而在外貌上表现出来的生长类型,它可以反映植物群落的结构特点,即生活型越多,群落层次越丰富。根据植物生长习性和生物学特性,对校园绿化植物的生活型进行统计(表 4)。

表 4 校园绿化植物生活型组成

Table 4 Life form composition of the greenspace plants on the campus

生活型	植物种数/种	占总种数/%
乔木	164	61.42
灌木	64	23.97
草本	26	9.74
藤本	13	4.87
合计	267	100

由表 4 可知,乔木与灌木树种比约为 1 : 0.4,而一般认为,城市园林中乔木与灌木的树种比例应保持在 1 : 3~1 : 6 为宜^[19],说明校园绿化乔灌比例不够合理。

乔木种数最多的科为桑科(14 种)、棕榈科(12 种),蔷薇科(11),其次是木兰科(9 种)、桃金娘科(8 种)、柏科(7 种),较多的还有蝶形花科(6 种)、苏木科(6 种)、樟科(5 种)、梧桐科(5 种)、山茶科(4 种)、松科(4 种)、罗汉松科(3 种)、木犀科(2 种)。在所有乔木中,既含有常见树种,如桂花(*Osmanthus fragrans*)、小叶榕(*Ficus concinna*)、假槟榔(*Archontophoenix alexandrae*)、香樟(*Cinnamomum camphora*)、广玉兰(*Magnolia grandiflora*)、刺桐(*Erythrina variegata*)等;又含有观赏价值高、珍贵稀有的树种,如罗汉松(*Podocarpus macrophyllus*)、鹅掌楸(*Liriodendron chinensis*)、降香黄檀(*Dalbergia odorifera*)、海红豆(*Adenanthera pavonina*)等;同时还含有许多观花树种,如洋紫荆(*Bauhinia variegata*)、紫薇(*Lagerstroemia indica*)、樱花(*Cerasus yedoensis*)、木棉(*Bombax ceiba*)等。灌木种类较多的为木犀科(6 种),山茶科(5 种)、茜草科(5 种),其次是蔷薇科(4 种),夹竹桃科(3 种)、五加科(3 种)、棕榈科(3 种)、马鞭草科(2 种)、大戟科(2 种)、龙舌兰科(2 种)、锦葵科(2 种),其他的基本是 1 科 1 种。草本植物应用较多的是百

合科(3 种)、龙舌兰科(3 种)、石蒜科(3 种)、天南星科(3 种)。藤本植物以葡萄科(3 种)最多,其次是蝶形花科(2 种)。说明校园绿化植物种类较丰富,主要以桑科、棕榈科、蔷薇科、木兰科、木犀科、山茶科的植物为主,充分适应柳州市亚热带气候特点。

3.2.3 校园绿地植物常绿与落叶组成 常绿与落叶比可以反映校园绿地植物群落的外貌特征。校园共有常绿植物 202 种,占植物总数的 75.66%;落叶植物 65 种,占植物总数的 23.34%。从生活型来看,乔木、灌木、草本、藤本植物都以常绿为主,常绿种都达到了落叶种的 2 倍以上,特别是灌木的常绿、落叶比高达 8.14 : 1。从乔灌木常绿、落叶植物种植的数量来看(图 2),常绿乔灌木占绝对优势,落叶乔灌木只是零星点缀,且搭配不均匀。

表 5 校园绿化植物常绿、落叶种类比较

Table 5 Comparative analysis of evergreen and deciduous plant species in campus greenspaces

类别	常绿种数/种	落叶种数/种	常绿/落叶
乔木	115	49	2.35
灌木	57	7	8.14
草本	21	5	4.20
藤本	9	4	2.25
合计	202	65	3.11

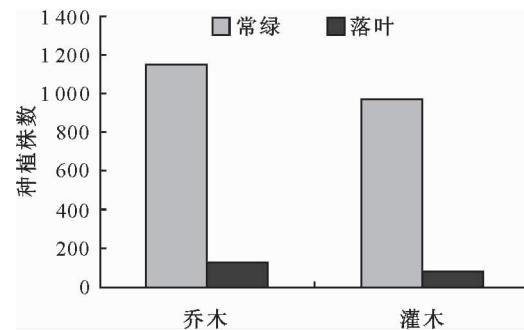


图 2 校园乔灌木常绿、落叶种植株数比较

Fig. 2 Comparison between the number of evergreen and deciduous plant species and that of arbor and shrub plant species in campus greenspaces

3.2.4 校园绿地乔灌物种组成及频度分析 在各个功能区按面积比例(每公顷设 1 个样地,共 46 个)设置 40 m×5 m 的带状样地,对样地内的绿化乔木、灌木进行调查统计得出,乔木种植频率最高的是

桂花(相对频度为100%),其次是假槟榔(相对频度为83.3%),然后是蒲葵(*Livistona chinensis*)、小叶榕、南洋杉(*Araucaria cunninghamii*)等(相对频度

为50.0%)(表6)。相对频度较高的乔木树种中,桂花和假槟榔作为常绿乔木,已成为校园绿化的基调树种。

表6 校园绿地乔木树种植频度

Table 6 Frequency of arbor species grown in campus greenspaces

优势种	出现次数	相对频度/%
桂花	6	100
假槟榔	5	83.3
蒲葵、小叶榕、南洋杉、金山葵(<i>Syagrus romanzoffiana</i>)、白兰(<i>Michelia alba</i>)、洋紫荆、鱼尾葵(<i>Caryota ochlandra</i>)	3	50.0
红花天料木(<i>Homalium hainanense</i>)、蝴蝶果(<i>Cleidiocarpus cavaleriei</i>)、罗汉松、美丽异木棉(<i>Chorisia speciosa</i>)、香樟、广玉兰、尖叶杜英(<i>Elaeocarpus apiculatus</i>)、雪松(<i>Cedrus deodara</i>)、水蒲桃(<i>Syzygium jambos</i>)、福建柏、龙眼(<i>Dimocarpus longan</i>)、竹柏(<i>Podocarpus nagi</i>)、观光木(<i>Michelia odora</i>)	2	33.3
秋枫(<i>Bischofia javanica</i>)、荔枝(<i>Litchi chinensis</i>)、苹婆(<i>Sterculia nobilis</i>)、干香柏(<i>Cupressus duclouxiana</i>)、海南蒲桃(<i>Syzygium cumini</i>)、岭南酸枣(<i>Spondias lakanensis</i>)、糖胶树(<i>Alstonia scholaris</i>)、黄兰(<i>Michelia champaca</i>)、红鳞蒲桃(<i>Syzygium hancei</i>)、红千层、乐昌含笑(<i>Michelia chapensis</i>)等	1	16.7

灌木种植频率最高的是红花檵木(*Loropetalum chinense* var. *rubrum*)(相对频度为100%),其次是苏铁(*Cycas revoluta*)、黄素梅(*Duranta repens*)(相对频度为83.3%),然后是山茶(*Camellia japonica*)、南天竹(*Nandina domestica*)、扶桑(*Hibiscus*

rosa-sinensis)等(相对频度66.7%)(表7)。应用频度相对高的灌木均为一些常见种,而一些观果灌木、香花灌木的应用相对较少,可适当增加这些灌木品种的植物配置。

表7 校园绿地灌木树种植频度

Table 7 Frequency of shrub species grown in campus greenspaces

优势种	出现次数	相对频度/%
红花檵木	6	100
苏铁、黄素梅	5	83.3
山茶、南天竹、扶桑、黄金榕(<i>Ficus microcarpa</i>)	4	66.7
九里香(<i>Murraya exotica</i>)、福建茶(<i>Carmona microphylla</i>)、剑麻(<i>Agave sisalana</i>)、红绒球(<i>Calliandra haematocephala</i>)、紫薇	3	50
海桐(<i>Pittosporum tobira</i>)、琴叶珊瑚(<i>Jatropha integerrima</i>)、含笑(<i>Michelia figo</i>)、方枝蒲桃(<i>Syzygium tephrodes</i>)、千瓣红石榴(<i>Punica granatum</i>)、碧桃(<i>Amygdalus persica</i> var. <i>persica</i> f. <i>duplex</i>)、杜鹃花(<i>Rhododendron simsii</i>)	2	33.3
灰莉(<i>Fagraea ceilanica</i>)、抱茎红山茶(<i>Camellia amplexicaulis</i>)、茉莉(<i>Jasminum sambac</i>)、白蝉(<i>Gardenia jasminoides</i>)、栀子(<i>Gardenia jasminoides</i>)、八角金盘(<i>Fatsia japonica</i>)等	1	16.7

3.3 校园绿地植物群落分析

3.3.1 植物群落水平结构分析 对校园不同功能区植物群落水平结构的分析采用密度、覆盖度、乔木径阶分布3个指标。密度(*D*)是指乔灌木株数与研究区面积的比值,是群落水平结构的一个标志性特征。韩铁,李吉跃的研究结果显示,群落密度在300~1 500株/ hm^2 较为合理;*D*<300株/ hm^2 ,群落稀疏,难以形成基本的群落结构,更不能发挥其应有的生态功能;*D*>1 500株/ hm^2 ,群落纷繁杂乱,空间堵塞感强,给人极大的心理压力^[20]。

调查结果显示,6个功能区乔灌木种植密度分布于226~796株/ hm^2 之间(图3),从大到小次序为休闲游憩区>教职工住宅区>学生住宿区>教研文化区>体育运动区>后勤服务区。休闲游憩区植物群落密度最大,达到了796株/ hm^2 ;教职工住宅

区、学生住宿区、教研文化区植物群落密度介于400~650株/ hm^2 ,说明这几个区的群落密度均较为合理。体育运动区和后勤服务区群落密度较小,均低于300株/ hm^2 ,说明2区的植物种类单调,群落稀疏,应加大植株种植数量。

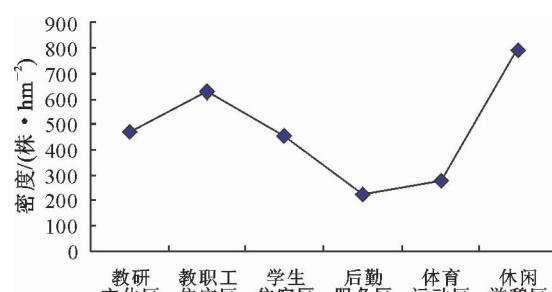


图3 校园不同功能区乔灌木种植密度比较

Fig. 3 Comparison of arbor and shrub planting density in various functional sections on the campus

覆盖度是指林木树冠的垂直投影面积与研究区面积的比例,表示植物实际占据的水平空间面积,反映群落的茂密程度。植物群落的覆盖度越大,景观效果越好,但是覆盖度在 0.5 以上的群落会稍显杂乱,景观效果反而变差。

6 个功能区绿地的覆盖度在 0.202~0.626 4 之间,平均值是 0.431 4(表 2 和图 4)。覆盖度最大的是休闲游憩区,该区绿化最好,但乔木过多通透性稍差,可适当进行疏伐;覆盖度最小的是后勤服务区,该区规划面积小,绿地建设空间受限,导致覆盖度偏低;其余各区覆盖度相对平均。

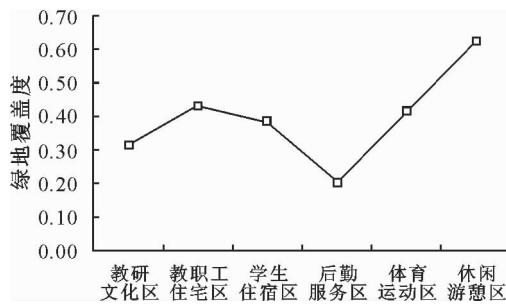


图 4 校园不同功能区绿地覆盖度比较

Fig. 4 Comparison of green space coverage in various functional sections on the campus

乔木径阶分布是群落水平结构的重要因子,成为评价木本植物群落好坏的一个指标。在校园各功能区绿化乔木中,按胸径分为 6 个等级: $<8\text{ cm}$, $8\sim16\text{ cm}$, $16\sim24\text{ cm}$, $24\sim32\text{ cm}$, $32\sim40\text{ cm}$, $>40\text{ cm}$;其中胸径 $<16\text{ cm}$ 的为小径木, $16\sim32\text{ cm}$ 为中径木, 32 cm 以上的为大径木。6 个功能区乔木胸径主要分布在 $8\sim24\text{ cm}$,以 $16\sim24\text{ cm}$ 的中径木为主(图 5);其中,平均胸径 $>32\text{ cm}$ 的大径木主要集中在教研文化区、教职工住宅区和休闲游憩区,树种主要是木棉、赤桉(*Eucalyptus camaldulensis*)、柠檬桉(*Eucalyptus citriodora*)、小叶榕、国槐(*Sophora japonica*)、枫香(*Liquidambar formosana*)、岭南酸枣(*Spondias lakanensis*)、乌榄(*Canarium pimela*)、异叶南洋杉(*Araucaria heterophylla*)、鹅掌楸、海红豆。说明这 3 区植物群落景观好,特别是休闲游憩区是经树木园和小花园改造而成的,保留了较多大径木;平均胸径 $<16\text{ cm}$ 的小径木主要分布在学生宿舍区和后勤服务区,主要是因为该区的大部分绿地为近几年新建,致使种植的绿化树种的年限和树木本身的实际年龄都偏小所致。

3.3.2 植物群落垂直结构分析 采用乔灌草比例和乔木树高分布 2 个指标对校园不同功能区植物群落的垂直结构进行分析。据古润泽^[21]等研究指出,绿地中较合理的乔灌草比例为 1:6:20:29,即在 29 m^2 的绿地上应种植 1 株乔木,6 株灌木,20 株草。

草坪。调查结果(表 8)表明,除了教职工住宅区绿地外,其他绿地的乔木数量都大于灌木数量,且灌木数量明显偏低,说明各功能区的乔灌草比例不是很合理,没有形成良好的立体复层结构。

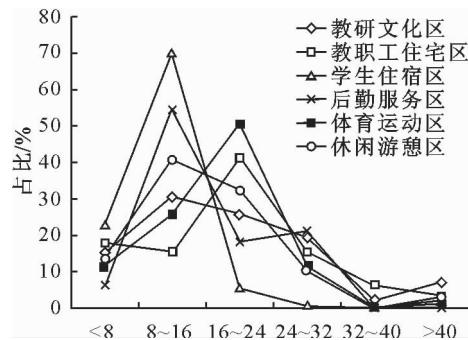


图 5 校园不同功能区乔木径阶分布

Fig. 5 DBH class distribution of the arbor trees in various functional sections on the campus

表 8 校园不同功能区绿地乔灌草比例

Table 8 Proportion of arbor and shrub and grass in various functional sections on the campus

功能区	乔灌草比例
教研文化区	1:0.7:4.5:11
教职工住宅区	1:1:4.1:13
学生宿舍区	1:0.7:8.5:14
后勤服务区	1:0.2:1.6:11
体育运动区	1:0.2:15.9:18
休闲游憩区	1:0.5:4.2:12

乔木树高分布反映了乔木层群落的结构与变化。根据森林调查的规程,将树高划分为 6 个层次: $<4\text{ m}$, $4\sim8\text{ m}$, $8\sim12\text{ m}$, $12\sim16\text{ m}$, $16\sim20\text{ m}$, $>20\text{ m}$;其中 $<4\text{ m}$ 为下木, $4\sim8\text{ m}$, $8\sim12\text{ m}$ 为中木, $12\sim16\text{ m}$, $16\sim20\text{ m}$, $>20\text{ m}$ 为上木。调查结果(图 6)表明,校园 6 个功能区的乔木树高等级基本呈现正态分布,树高在 $8\sim16\text{ m}$ 的中木和上木居多, $<4\text{ m}$ 的下木较少,树高 $>20\text{ m}$ 的上木主要集中在教职工住宅区、休闲游憩区和教研文化区。

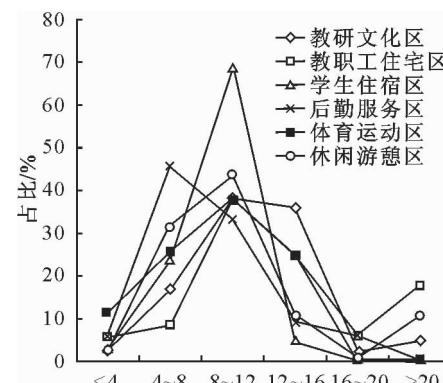


图 6 校园不同功能区乔木树高分布

Fig. 6 Height distribution of the arbor trees in each functional section on the campus

3.3.3 植物群落时间结构分析 植物群落的时间结构是不同种类植物的生命活动在时间上的差异,而植物在不同季节发芽、展叶、开花、结果和休眠等随着气候季节性交替呈现的不同外貌,称之为季相^[22]。通过群落中植物种类的组成可以推算出植物群落的季相,校园各功能区绿地以常绿植物为主,兼顾四季景象植物的点缀。春季的杜鹃、洋紫荆、红花檵木、白玉兰、木棉、桃花,夏季的紫薇、广玉兰、葱

兰(*Zephyranthes candida*),秋季的桂花、银杏(*Ginkgo biloba L.*)、蓝果树(*Nyssa sinensis*)、南天竹、铁冬青(*Ilex rotunda*),冬季的无患子(*Sapindus mukorossi*)、山茶、宛田红花油茶(*Camellia polyodonta*),给校园四季景象增添了色彩。总体来看(表9),6个功能区的季相均以春景和秋景为主,夏景和冬景相对较单调,应增加不同季相植物的镶嵌与搭配。

表9 校园不同功能区绿地四季景观植物

Table 9 The seasonal landscape plant species in each functional section on the campus

功能区	春景植物	夏景植物	秋景植物	冬景植物
教研文化区	洋紫荆、红千层、红花檵木、杜鹃、白玉兰、含笑、木棉、方枝蒲桃、麻叶绣线菊(<i>Spiraea cantoniensis</i>)、结香(<i>Edgeworthia chrysanthia</i>)、桂花	紫薇、栀子、使君子(<i>Quisqualis indica</i>)、白蝉、蓝花楹(<i>Jacaranda mimosifolia</i>)	桂花、南天竹、银杏、美丽异木棉、河口槭(<i>Acer fenzelianum</i>)、元宝槭(<i>Acer truncatum</i>)、蓝果树、刺桐、鸡蛋花	山茶、宛田红花油茶
教职工住宅区	泡桐(<i>Paulownia</i>)、红花檵木、香樟、桂花	扶桑、琴叶珊瑚、葱兰	桂花、枫香、黄槐(<i>Cassia surattensis</i>)、叶子花(<i>Bougainvillea spectabilis</i>)、红花羊蹄甲、刺桐、红绒球	抱茎红山茶、细叶密齿红山茶、山茶、刺葵香槐
学生住宿区	樱花、红花檵木、洋紫荆、黄兰、李、桃、杜鹃、方枝蒲桃、含笑、桂花	大花紫薇、七彩扶桑、琴叶珊瑚	桂花	山茶、榆叶梅
后勤服务区	红花檵木、桂花	紫薇、茉莉	桂花、无患子	侧柏
体育运动区	红花檵木、九里香、桂花	千瓣红石榴、紫薇	桂花、红绒球	山茶
休闲游憩区	鹅掌楸、桂花、红花檵木	广玉兰	鹅掌楸、铁冬青、柳树、红绒球	海红豆、水杉

4 结论与讨论

利用QuickBird高分辨率遥感影像,提取校园绿地信息并实地调查绿化植物的种名、株数、高度、冠幅、胸径、面积、所在功能区等属性,并在生态学、园林规划等理论的支持下,对校园绿地的面积、空间分布、植物组成及植物群落结构等特征进行分析和评价,可为校园绿地系统规划、建设、改造等提供依据,对改善校园生态环境,提升校园景观品质,构建生态校园等大有裨益。

广西生态工程职业技术学院校园现有绿地面积20.0618 hm²,绿地覆盖率43.14%,人均绿地面积33.44 m²。校园绿地覆盖率高,人均绿地面积大,不足之处是各功能区绿地分布不平衡,后勤服务区与学生宿舍区绿地应重点改造。

校园绿化植物共有267种,隶属于93科189属,其中乔木占61.42%,灌木占23.97%,草本占9.74%,藤本占4.87%;常绿植物占75.66%,落叶植物占23.34%;桂花、假槟榔、红花檵木、苏铁、黄素梅使用频率最高。校园绿化树种中乔灌比例、常绿与落叶比例不够合理,常绿乔木占绝对优势,落叶乔灌木搭配不均匀,可适当增加落叶乔木和一些观果灌木、香花灌木品种的配置。

对校园绿地植物群落研究表明,在水平结构上,

6个功能区群落植株密度基本合理,但体育运动区和后勤服务区群落密度较小,显得单调空旷;后勤服务区覆盖度较低,应增加绿地配置,休闲游憩区覆盖度大于0.5,可适当进行疏伐增加通透性;6个功能区绿化乔木胸径主要分布在8~24 cm,以16~24 cm的中径木为主。在垂直结构上,6个功能区灌木数量明显偏少,乔灌草型空间结构不够合理,应改善乔灌草的搭配比例;绿化乔木树高分布以12~16 m的中木和上木居多,<4 m的下木较少,树高>20 m的乔木主要集中在教研文化区、教职工住宅区和休闲游憩区。在时间结构上,6个功能区的季相均以春景和秋景为主,夏景和冬景相对较单调,应增加不同季相植物的种植数量来优化群落景观。

参考文献:

- [1] 肖万娟,黎良财,陈尚玲.生态型高校校园绿地需求研究[J].西北林学院学报,2014,29(1):206-211.
XIAO W J,LI L C,CHEN S L. Demands of green space in university campus—a case study of Guangxi eco-engineering vocational technical college[J]. Journal of Northwest Forestry University,2014,29(1):206-211. (in Chinese)
- [2] 张春慧,王先杰,王大庆.大学校园绿地规划设计[J].北方园艺,2004(4):52-53.
- [3] 刘蔚,刘蕾.南京高校校园绿化调查及分析[J].绿色科技,2013(11):104-106.
- [4] 侯碧清,谭宽祥,李家湘.运用QUICKBIRD卫星影像调查株

- 洲市园林绿化现状[J].林业调查规划,2005,30(1):5-7.
- HOU B Q, TAN K X, LI J X. Status quo of afforesting gardens in Zhuzhou city investigated by satellite image quickbird [J]. Forest Inventory and Planning, 2005, 30(1):5-7. (in Chinese)
- [5] 赖震刚,谢飞.遥感技术在园林绿化调查中的应用[J].现代测绘,2005,28(6):42-44.
- LAI Z G, XIE F. Application of remote sensing technique in the investigation of gardens and green areas[J]. Modern Surveying and Mapping, 2005, 28(6):42-44. (in Chinese)
- [6] 方懿. QuickBird 遥感影像在绿地调查中的应用[J].四川林勘设计,2006(1):49-51.
- [7] 杨威,陈秋晓.基于 Quickbird 影像的中小城市绿地景观格局分析——以乐清市为例[J].浙江大学学报:理学版,2011,38(6):716-721.
- YANG W, CHEN Q X. Analysis on landscape pattern of urban green space in small medium-size cities based on quickbird imagery —— taking yueqing City as an example[J]. Journal of Zhejiang University: Sci. Edi., 2011, 38(6):716-721. (in Chinese)
- [8] 学院简介[EB/OL]. <http://www.gxstzy.cn/bencandy.php?fid=14&id=684>,2013-03-13.
- [9] 聂敏莉.基于 Quickbird 卫星影像的城市绿地提取与分类研究[D].北京:北京林业大学,2010.
- [10] 于瑞强,谢艳娟,韦利宏.地方高校校园功能分区探析[J].南方园艺,2012,23(5):19-23.
- YU R Q, XIE Y J, WEI L H. Local university campus partition function exploration[J]. Southern Hornticulture, 2012, 23(5):19-23. (in Chinese)
- [11] 关崇.大学校园绿地系统规划研究[D].哈尔滨:东北林业大学,2006.
- [12] 黄俊,博林,周恒.合并高校空间整合研究初探——以武汉大学校园规划为例[J].中外建筑,2012(5):82-83.
- HUANG J, BO L, ZHOU H. Preliminary research on spatial conformity of merged university——take campus planning of Wuhan university as an example[J]. Chiness & Overseas Architecture, 2012(5):82-83. (in Chinese)
- [13] 苗日新.清华校园规划的原则及其体现[J].清华大学学报:哲学社会科学版,1996,11(2):81-87.
- [14] 王亮亮,刘耀龙,张爱国.山西师范大学校园(一校区)功能分区初探[J].山西师范大学学报:自然科学版,2006,20(3):109-112.
- WANG L L, LIU Y L, ZHANG A G. The research of functional district of Shanxi teacher's university[J]. Journal of Shanxi Nomal University:Nat. Sci. Edi., 2006, 20(3):109-112. (in Chinese)
- [15] 童明坤,王迪海,洪森先,等.杨凌乔灌草型绿地植物群落空间结构特征[J].陕西林业科技,2011(3):39-43.
- TONG M K, WANG D H, HONG S X Y, et al. Spatial structure characteristics of plant communities consisting of trees, shrubs and grass in Yangling[J]. Shaanxi Forest Science and Technology, 2011(3):39-43. (in Chinese)
- [16] 李小兰,钱婵英,孔强.对城市绿地指标体系的理论分析与研究[J].浙江农业科学,2012(11):1531-1533.
- [17] 杨静怡,赵平,马履一,等.宜居城市绿化评价指标体系研究[J].西北林学院学报,2012,27(4):239-245.
- YANG J Y, ZHAO P, MA L Y, et al. Index system of urban greening evaluation of livable city —— a case study of Beijing [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2012, 27(4): 239-245. (in Chinese)
- [18] 张锁成.河北农业大学校园绿化评价研究[D].保定:河北农业大学,2008.
- [19] 鲁敏,李英杰.城市生态绿地系统建设:植物种选择与绿化工程构建[M].北京:中国林业出版社,2005.
- [20] 韩铁,李吉跃.城市森林综合评价体系与案例研究[M].北京:中国环境科学出版社,2005.
- [21] 古润泽,李延明,谢军飞.北京城市园林绿化生态效益的定量经济评价[J].生态科学,2007,26(6):519-524.
- GU R Z, LI Y M, XIE J F. Quantitative evaluation on ecological benefit of garden afforestation in Beijing[J]. Ecological Science, 2007, 26(6):519-524. (in Chinese)
- [22] 杨玉霞,段渊古,张楠阳,等.园林植物季相变化对园林空间的影响研究[J].西北林学院学报,2011,26(6):177-180.
- YANG Y X, DUAN Y G, ZHANG N Y, et al. The effect of seasonal changes of garden plants on garden space of landscape[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2011, 26(6):177-180. (in Chinese)

(上接第 216 页)

- [14] 董晓敏,刘布鸣,林霄,等.广西产香茅草挥发油的化学成分分析[J].广西科学,2009,16(3):302-304.
- [15] CILEK J E, SCHREIBER E T. Failure of the "mosquito plant" *Pelargonium × citrosum 'van leenii'* to repel adult aedes albopictus and *Culex quinquefasciatus* in florida[J]. Journal of the American Mosquito Control Association, 1994, 10(4): 473-476.
- [16] LIU Y, XU X L, ZHOU G H. Comparative study of volatile compounds in traditional Chinese Nanjing marinated duck by different extraction techniques[J]. International Journal of Food Science and Technology, 2007, 42:543-550.
- [17] PAN Y P, TSAI S W. Solid phase microextraction procedure for the determination of alkylphenols in water by on-fiber derivatization with N-tert-butyl-dimethylsilyl-N-methyltrifluoroacetamide [J]. Analytica Chimica Acta, 2008, 624:247-252.