

江苏公路绿地系统的树种结构与发展水平评价

殷云龙^{1,2}, 徐建华², 张光宁², 于朝广², 卢余权³, 王双生³

(1. 中国科学院南京土壤研究所, 江苏 南京 210008;

2. 江苏省植物研究所, 江苏 南京 210014; 3. 江苏省交通厅公路局, 江苏 南京 210005)
中国科学院

摘要: 对江苏省 13 个市 70 多条国省干线公路绿化树种的种类、数量 and 结构进行了调查统计, 结果表明: 在树木数量结构中, 杨树(*Populus* spp.) 最多, 占总量的 45%, 其他依次为水杉(*Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng) 20%、女真(*Ligustum lucidum* Aifon) 9%、香樟[*Cinnamomum camphora* (L.) Presl] 7%、柳树(*Salix* spp.) 3%、银杏(*Ginkgo biloba* L.) 3%、冬青(*Ilex* spp.) 2%、松树(*Pinus* spp.) 2% 和广玉兰(*Magnolia grandiflora* L.) 2%, 乔木与灌木的比例为 2:1。对树种及树种结构因子与环境(气候)和经济因素进行了相关分析, 发现除树木种类和密度外, 树种结构因子均与气候或经济因素呈极显著正相关或负相关, 说明这 2 个因素对绿化质量影响较大。采用简单灰色关联法对各市公路绿化系统树种结构综合因子进行了排序和评价, 结果表明: 以无锡市的综合性状关联度最高($r=0.7651$), 表明该市的绿化结构为最好, 公路绿化发展水平最高, 其次为镇江($r=0.6042$) 和苏州($r=0.5922$)。

关键词: 树种结构; 环境和经济因子; 相关分析; 公路绿化发展水平

中图分类号: S731.9 文献标识码: A 文章编号: 1004-0978(2002)03-0046-07

Evaluation on tree structure and developing level of road green land system in Jiangsu Province YIN Yun-long^{1,2}, XU Jian-hua², ZHANG Guang-ning², YU Chao-guang², LU Yu-quan³, WANG Shuang-sheng³ (1. Soil Research Institute, the Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China; 2. Institute of Botany, Jiangsu Province and the Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210014, China; 3. Road Bureau of Traffic Department of Jiangsu Province, Nanjing 210005, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2002, 11 (3): 46-52

Abstract: The species, quantities and structure of trees in green land system of more than 70 national and provincial roads belong to 13 cities of Jiangsu Province were investigated. In quantity of all tree species, *Populus* spp. was in the largest numbers (45%), other principal species *Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng (20%), *Ligustum lucidum* Aifon (9%), *Cinnamomum camphora* (L.) Presl (7%), *Salix* spp. (3%), *Ginkgo biloba* L. (3%), *Ilex* spp. (2%), *Pinus* spp. (2%) and *Magnolia grandiflora* L. (2%), with a ratio of arbor to bush 2:1. Relationships among the tree structural indicators and the environmental and economic factors were analyzed. It was found that, except tree species and density, other tree structural indicators exhibited significant positive or negative relationship with climate and economic factors, indicating that greening quality of road was largely effected by this two factors. Besides, Relational analysis of Grey system was used to order and evaluate comprehensive factors of tree structure in city road greening system. The result showed the correlation degree was the highest in Wuxi ($r=0.7651$), the next in Zhenjiang ($r=0.6042$) and Suzhou ($r=0.5922$). It was suggested that Wuxi city had more reasonable tree structure and higher level of road greening developing than other cities.

Key words: tree structure; environmental and economic factors; relational analysis; developing level of road greening

公路绿化是我国国土绿化的重要组成部分, 对于改善环境和提高人民生活质量具有重要意义。近年来, 由于我国高速公路建设的快速发展和经济总量迅速增长, 公路绿化将进入一个新的快速发展时期。目前, 国内外对公路绿地系统的结构与功能的

研究表现在以下几方面^[1-5]: 对城市道路研究较多,

收稿日期: 2001-07-18

基金项目: 江苏省交通厅公路局资助项目

作者简介: 殷云龙(1964-), 男, 江苏丹阳人, 在读博士生, 副研究员, 主要从事经济植物引种驯化和应用生态方面的研究。

对城市以外的道路绿化研究较少;对局部道路研究较多,对整体绿地系统研究较少;定性描述较多,定量研究较少。由于近年来公路绿化规模的巨大扩张和城乡一体化的进程,使得公路绿化的整体格局已基本形成,功能和效应得到显著加强,需要对公路绿地系统的结构与功能加以重新认识,并以新的理念提出新的管理要求。本文首次以省辖市为单位,对江苏全省干线公路树种的结构及其影响因子进行了系统分析,基本弄清了江苏公路和城乡绿化树种资源;同时还试图从公路绿地系统的内部综合结构因子出发,通过灰色关联分析,进行综合评价,从而比较全面地揭示和评价公路绿化结构与功能的发展水平,以求有益于今后科学合理地利用公路绿化树种资源和进一步提高城乡绿化水平。

1 调查方法

1.1 树种资源调查

发放树种资源调查统计表至每个市的公路管理部门,由各市派专业人员对各干线树种进行踏查统计,对有树种分布的路段记录树种名称、起讫桩号和株行距,计算数量。

1.2 气候因子数据收集

查阅江苏省历史气候记录资料,收集年均温、最高温、最低温、无霜期和日照时间。

1.3 经济因子数据收集

查阅江苏省经济年鉴,统计各市人均产值和地方财政收入等数据(见表1)。

1.4 相关分析

采用单元回归法,在SPSS程序上运算。

1.5 关联分析

采用简单关联分析方法^[6]。选择公路绿化树种结构因子(树种种类、树木密度、乔木总量、灌乔比、常绿乔木比和常绿比),将江苏省13市的树种结构因子作为1个灰色系统,每个市的数值作为系统中1个因素,设参考数列为 X_0 ,列取值假设为:植物种类、常绿比、灌乔比、常绿乔木比、树木密度和乔木密度均为最大的状态,在此状态下绿地系统的结构和功能最优。因此取13个样本数列中相应的最大值,形成1组理想化参考数的数列(见表2)。比较数列为 $x_i(i=1,2,\dots)$ 。按灰色系统理论方法对数据进行标准化处理,分辨系数 ρ 取0.5,最后得关联系数

和关联度。

表1 江苏省各城市1999年主要社会经济指标

Table 1 Indexes of economic information of each city in Jiangsu Province

| 城市 City | 经济指标 ¹⁾ | | |
|-----------------|---|--------|--------|
| | Indexes of economic information ¹⁾ | | |
| | A | B | C |
| 南京 Nanjing | 895.30 | 16 446 | 66.43 |
| 镇江 Zhenjiang | 418.00 | 15 714 | 13.22 |
| 常州 Changzhou | 538.70 | 15 834 | 49.20 |
| 无锡 Wuxi | 1 138.01 | 26 300 | 43.35 |
| 苏州 Suzhou | 1 358.43 | 23 600 | 109.38 |
| 扬州 Yangzhou | 426.97 | 9 552 | 13.80 |
| 泰州 Taizhou | 368.92 | 7 394 | 14.94 |
| 南通 Nantong | 666.81 | 8 476 | 23.34 |
| 盐城 Yancheng | 500.24 | 6 311 | 16.04 |
| 徐州 Xuzhou | 600.03 | 6 845 | 21.63 |
| 连云港 Lianyungang | 284.96 | 6 392 | 11.97 |
| 宿迁 Suqian | 182.00 | 3 660 | 5.93 |
| 淮安 Huai'an | 252.70 | 5 047 | 21.00 |

¹⁾ A. 国内生产总值 gross domestic product ($\times 10^8$ Yuan); B. 人均国内生产总值 per capita gross domestic product (Yuan); C. 地方财政收入 local fiscal revenue ($\times 10^8$ Yuan).

表2 江苏省各市公路绿地系统树种结构因子原始数据

Table 2 Original data of tree structural indicators in the road green land systems of each city in Jiangsu Province

| 城市名称 City name | 树种结构因子 ¹⁾ | | | | | |
|------------------------------|--|----|------|----|---------|----------|
| | Tree structural indicators ¹⁾ | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 南京 Nanjing (X_1) | 13 | 67 | 1.67 | 31 | 262.7 | 98.68 |
| 镇江 Zhenjiang (X_2) | 15 | 61 | 0.07 | 59 | 678.4 | 631.30 |
| 常州 Changzhou (X_3) | 14 | 62 | 0.21 | 31 | 563.9 | 466.10 |
| 无锡 Wuxi (X_4) | 15 | 71 | 2.50 | 26 | 2 410.7 | 696.12 |
| 苏州 Suzhou (X_5) | 12 | 62 | 0.27 | 59 | 701.7 | 553.95 |
| 盐城 Yancheng (X_6) | 14 | 24 | 0.64 | 22 | 1 180.3 | 718.66 |
| 南通 Nantong (X_7) | 12 | 50 | 0.45 | 37 | 1 197.1 | 825.87 |
| 泰州 Taizhou (X_8) | 7 | 38 | 0.31 | 19 | 515.1 | 394.01 |
| 扬州 Yangzhou (X_9) | 13 | 42 | 0.31 | 26 | 1 280.1 | 980.68 |
| 连云港 Lianyungang (X_{10}) | 6 | 15 | 0.85 | 15 | 1 368.8 | 1 352.18 |
| 徐州 Xuzhou (X_{11}) | 22 | 29 | 0.22 | 23 | 990.4 | 808.92 |
| 宿迁 Suqian (X_{12}) | 7 | 17 | 0.00 | 7 | 1 127.0 | 1 122.59 |
| 淮安 Huai'an (X_{13}) | 10 | 26 | 0.14 | 15 | 1 128.2 | 985.72 |
| X_0 | 22 | 71 | 2.50 | 59 | 2 410.7 | 1 352.18 |

¹⁾ 1. 树木种类 tree species; 2. 常绿比 percentage of evergreen (%); 3. 灌乔比 ratio of bushes to arbors; 4. 常绿乔木比 percentage of evergreen within all arbors (%); 5. 树木密度 number of trees per kilometer; 6. 乔木密度 number of arbors per kilometer.

2 结果与分析

2.1 江苏省公路绿地系统树种的存量分析

经过总量统计,江苏干线公路共有各类乔灌木

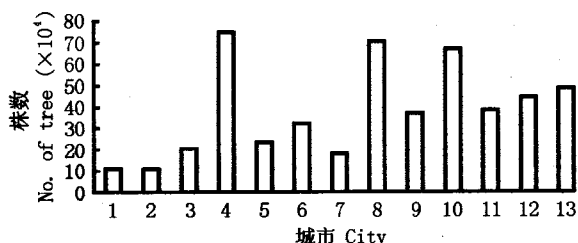
从乔灌木总量分布情况来看(图2),以无锡、盐城和徐州3市数量最多。南京和镇江数量较少。各市的乔灌木总量主要与各市的公路绿化里程有关。

2.2 树种结构影响因子分析

江苏省绿地系统树种结构因子与环境和经济因子的相关分析结果见表4。

2.2.1 树种种类 即江苏省各市统计的树种种类。该指标与绿化总量和女贞的相关最大,但是相关系数较小,未达到极显著程度。树种数量最多的是徐州市,有22种,最低的是宿迁市和泰州市仅7种,说明江苏全省公路绿化建设没有根据气候和生物资源特点进行树木品种的多样化配置,特色并不明显。

2.2.2 树木密度 树木密度即各市平均每公里的树木数量。从分析结果看,树木密度以无锡市为最高,每公里达到2410.7株;南京最低,每公里仅为262.7株,未发现树木密度与其他因子有相关关系。



1. 南京 Nanjing; 2. 镇江 Zhenjiang; 3. 常州 Changzhou; 4. 无锡 Wuxi; 5. 苏州 Suzhou; 6. 扬州 Yangzhou; 7. 泰州 Taizhou; 8. 南通 Nantong; 9. 盐城 Yancheng; 10. 徐州 Xuzhou; 11. 连云港 Lianyungang; 12. 淮安 Huai'an; 13. 宿迁 Suqian

图2 江苏各城市公路绿地系统树木数量

Fig. 2 Total numbers of trees in the road green land systems of each city of Jiangsu Province

2.2.3 乔木密度 即各市平均每公里的乔木数量,该指标与绿化总量、常绿比和年平均温度、最低温及无霜期相关极显著,但与绿化总量成正比,说明绿化总量中乔木占有重要比重。与常绿比和最低温、年平均温度和无霜期成反比,这是由于乔木组成中大部分为落叶乔木,并且气温越低,落叶乔木使用量越大,常绿成分占的比重越小。江苏全省乔木密度最高的是连云港市和宿迁市,每公里分别为1352.18和1122.59株。最低的是南京,仅为每公里98.68株。乔木密度还与经济因子中的人均产值成反比,这是由于在江苏经济落后的苏北地区,速生杨树的商品价值较高,发展较快,使得苏北地区公路绿化乔木密度要高于苏南地区。

2.2.4 灌乔比 即各市统计的灌木与乔木数量之

比,灌乔比是反映绿化层次结构的一个重要因子,与人均产值相关显著,主要受经济水平的影响。从灌乔木的分布来看,江苏省苏南城市灌乔比要高于其他地区,即灌木占的比重较大,有较好的层次结构。最高的无锡市,达到了2.5:1;其次是南京市为1.67:1;最低的是宿迁市,基本不用灌木。灌乔比与经济因素中的人均产值有一定的相关性。

2.2.5 常绿乔木比 即各市常绿乔木占乔木总量的百分比。与最低温、年平均温度和无霜期成正相关,极显著;与杨树成负相关,说明常绿乔木的比重是随着气温的降低而降低,而随着气温的降低杨树的比重却上升,这与杨树本身是北方树种有关,说明常绿树种的栽种主要受气候因子的影响。江苏省常绿乔木比最高的是镇江市和苏州市达59%;最低是宿迁市,仅7%;苏中地区的扬州市为26%。常绿乔木比与经济因素中的人均产值和地方财政有一定相关性。

2.2.6 常绿比 即各市常绿乔灌木与乔灌木总量之比。该指标与年平均温、最低温、无霜期和人均产值呈正相关,与日照时间呈负相关,都达到极显著水平,变化规律与常绿乔木比基本一致,但与日照时间相关性比较强,说明更受气候的影响,同时与经济条件的相关性更密切。江苏全省常绿比最高的是无锡市达71%,最低的是连云港市为15%。即经济因素中的人均产值越高,绿化树种中常绿树种比例越高。

2.3 重要树种影响因子分析

2.3.1 杨树 与最低温、年平均温和无霜期相关极显著,与常绿比和常绿乔木比成反比,与人均产值和水杉也成反比,均达到极显著,说明杨树栽植多的地区一般经济条件较差。

2.3.2 水杉 与杨树相关极显著,表现了水杉为苏南分布,杨树为苏北分布的分布规律。同时水杉与气候和经济因素相关性未达极显著,并不突出,说明水杉是广布性树种。

2.3.3 女贞 与其他因子的相关性较弱,说明女贞是不受气候、经济条件影响的生态位广谱性树种。同时由于市场价格也比较适中,经济条件好与差的地区都能接受。

2.3.4 香樟 与最高温负相关,与年平均温和最低温正相关,均达到极显著,说明香樟喜冬季温暖,夏季凉爽的气候。从分布来看主要分布于苏南和苏中,苏北没有分布。

表4 江苏省各市公路绿地系统树种及树种结构因素与环境和经济因子的相关分析

Table 4 Relationships among the indicators of species and tree structure in the road green land system and factors of climate and economy of each city in Jiangsu Province

| 因子 ¹⁾ Factors ¹⁾ | 因子 ¹⁾ Factors ¹⁾ | | | | | | | | | |
|---|--|--------|----------|--------|----------|----------|---------|--------|---------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 1.000 | | | | | | | | | |
| 2 | 0.388 | 1.000 | | | | | | | | |
| 3 | -0.353 | -0.106 | 1.000 | | | | | | | |
| 4 | 0.050 | 0.501 | 0.447 | 1.000 | | | | | | |
| 5 | -0.325 | -0.300 | 0.704** | -0.070 | 1.000 | | | | | |
| 6 | 0.279 | 0.552 | -0.722** | -0.260 | -0.448 | 1.000 | | | | |
| 7 | -0.295 | -0.507 | 0.558* | 0.043 | 0.631* | -0.562* | 1.000 | | | |
| 8 | -0.198 | -0.191 | 0.115 | -0.302 | 0.602* | -0.089 | 0.409 | 1.000 | | |
| 9 | -0.03 | 0.156 | -0.137 | -0.117 | -0.065 | 0.194 | -0.248 | -0.024 | 1.000 | |
| 10 | -0.113 | -0.139 | 0.102 | 0.186 | -0.051 | -0.199 | 0.078 | -0.195 | 0.760** | 1.000 |
| 11 | -0.243 | 0.082 | 0.587* | 0.193 | 0.548* | -0.357 | 0.442 | 0.204 | -0.333 | -0.400 |
| 12 | 0.087 | -0.332 | 0.194 | -0.389 | 0.584* | -0.146 | 0.073 | 0.42 | 0.194 | 0.168 |
| 13 | -0.045 | 0.230 | 0.619* | 0.197 | 0.438 | -0.247 | 0.209 | 0.132 | -0.189 | -0.366 |
| 14 | 0.310 | -0.022 | -0.864** | -0.355 | -0.800** | 0.451 | -0.518* | -0.232 | 0.153 | 0.074 |
| 15 | -0.428 | 0.088 | 0.968** | 0.397 | 0.739** | -0.654* | 0.621* | 0.155 | -0.106 | 0.059 |
| 16 | -0.024 | -0.427 | -0.327 | -0.094 | -0.400 | -0.050 | -0.093 | -0.188 | -0.011 | 0.338 |
| 17 | -0.535 | -0.138 | 0.797** | 0.295 | 0.728** | -0.599 | 0.503 | 0.237 | -0.001 | 0.037 |
| 18 | -0.305 | -0.485 | 0.725** | 0.105 | 0.802** | -0.732** | 0.702** | 0.353 | -0.217 | -0.118 |
| 19 | 0.302 | -0.002 | -0.879** | -0.230 | -0.668* | 0.549 | -0.539 | -0.311 | -0.016 | -0.044 |
| 20 | -0.217 | 0.14 | 0.886** | 0.566* | 0.648* | -0.520 | 0.594* | 0.246 | -0.174 | -0.031 |
| 21 | -0.218 | -0.251 | 0.647* | 0.263 | 0.576* | -0.556* | 0.943** | 0.381 | -0.260 | 0.020 |

¹⁾ 1. 绿化总量 total number of trees; 2. 树木密度 density of trees; 3. 常绿比 percentage of evergreen trees (%); 4. 灌乔比 ratio of bushes to arbors; 5. 常绿乔木比 percentage of evergreen within total arbors (%); 6. 乔木密度 density of arbors; 7. 雪松 *Cedrus deodara* (Roxb.) Loud.; 8. 广玉兰 *Magnolia grandiflora* L.; 9. 冬青 *Ilex* spp.; 10. 柳树 *Salix* spp.; 11. 香樟 *Cinnamomum camphora* (L.) Presl; 12. 女贞 *Ligustrum lucidum* Aiton; 13. 水杉 *Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng; 14. 杨树 *Populus* spp.; 15. 年均温 annual mean temperature (°C); 16. 最高温 the highest temperature (°C); 17. 最低温 the lowest temperature (°C); 18. 无霜期 no frost days (d); 19. 日照时间 total hours of solar radiation (h); 20. 人均国内生产总值 per capita gross domestic product (Yuan); 21. 地方财政收入 local fiscal revenue ($\times 10^8$ Yuan); ** $P=0.01$ * $P=0.05$

续表4 Table 4 (Continued)

| 因子 ¹⁾ Factors ¹⁾ | 因子 ¹⁾ Factors ¹⁾ | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------|----------|----------|---------|---------|--------|---------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 11 | 1.000 | | | | | | | | | | |
| 12 | -0.223 | 1.000 | | | | | | | | | |
| 13 | 0.439 | 0.088 | 1.000 | | | | | | | | |
| 14 | -0.263 | -0.736** | 1.000 | | | | | | | | |
| 15 | 0.708** | 0.088 | 0.612* | -0.870** | 1.000 | | | | | | |
| 16 | -0.730** | 0.091 | -0.594* | 0.588* | -0.422 | 1.000 | | | | | |
| 17 | 0.702** | 0.065 | 0.560* | -0.862** | 0.857** | -0.587* | 1.000 | | | | |
| 18 | 0.561* | 0.266 | 0.429 | -0.709** | 0.738** | -0.231 | 0.774** | 1.000 | | | |
| 19 | -0.587* | -0.188 | -0.702* | 0.743* | -0.890** | 0.416 | -0.669* | -0.533 | 1.000 | | |
| 20 | 0.616* | 0.008 | 0.664* | -0.816** | 0.910** | -0.379 | 0.711** | 0.666* | -0.850* | 1.000 | |
| 21 | 0.570* | -0.099 | 0.352 | -0.584* | 0.710** | -0.257 | 0.564* | 0.661* | -0.651* | 0.751 | 1.000 |

¹⁾ 1. 绿化总量 total number of trees; 2. 树木密度 density of trees; 3. 常绿比 percentage of evergreen trees (%); 4. 灌乔比 ratio of bushes to arbors; 5. 常绿乔木比 percentage of evergreen within total arbors (%); 6. 乔木密度 density of arbors; 7. 雪松 *Cedrus deodara* (Roxb.) Loud.; 8. 广玉兰 *Magnolia grandiflora* L.; 9. 冬青 *Ilex* spp.; 10. 柳树 *Salix* spp.; 11. 香樟 *Cinnamomum camphora* (L.) Presl; 12. 女贞 *Ligustrum lucidum* Aiton; 13. 水杉 *Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng; 14. 杨树 *Populus* spp.; 15. 年均温 annual mean temperature (°C); 16. 最高温 the highest temperature (°C); 17. 最低温 the lowest temperature (°C); 18. 无霜期 no frost days (d); 19. 日照时间 total hours of solar radiation (h); 20. 人均国内生产总值 per capita gross domestic product (Yuan); 21. 地方财政收入 local fiscal revenue ($\times 10^8$ Yuan); ** $P=0.01$ * $P=0.05$

2.3.5 雪松 与地方财政收入和无霜期成正相关,极显著,而与其他气候因子相关性较弱,说明雪松也是广泛性树种,但由于苗木价格较昂贵,在地方财政实力雄厚的地区使用率较高。

2.3.6 柳树 与冬青相关极显著,而与气候和经济等因素相关性不大,说明柳树与冬青搭配使用的频率较高。

2.3.7 广玉兰 与其他各项因子相关性不明显,说明广玉兰也是广泛性栽培树种,生态适应性较广泛。

2.3.8 冬青 与其他各项因子相关性不大,仅与柳树相关性显著。

2.4 公路绿化发展水平评价

公路绿化是一项以生态和景观效益为主的绿化工程,如何对公路绿化的发展水平进行综合评价,是绿化监测和管理中的一项重要内容。由于公路绿化的结构和功能要求的复杂性,使得绿化水平的评价很难做到精确量化。20世纪90年代以来,我国上海和北京等城市在城市绿地系统的结构与功能的定量评价方面开展了大量的研究^[1-3],提出了三维绿量的概念,由于绿地的生态调节功能主要是通过植物的绿色器官来发挥的,因此绿色量的多少就决定了绿地生态功能的大小。这一理论无疑为绿地系统的定量评价提供了一种新的方法。在公路绿化中,绿地系统的规模、结构和模式不仅是为了解决局部的生态调节问题,还需要承担宏观生态系统的稳定性,满

足社会对景观质量的需求等^[3-5],因此单纯的绿量还无法体现绿地系统的多功能性。目前在公路绿化管理中,比较常用的方法是采用绿化里程、绿化率作为评价指标,但是这2项指标只能反映量而不能反映质,更不能反映结构与功能的差异。绿化的目的是为了发挥绿地系统的各种功能,公路绿化的功能有生态功能、美化功能、交通功能等。而功能发挥的水平又是建立在一定结构基础之上的,结构决定功能。因此,本文从公路绿地系统的内部综合结构因子(树种种类、常绿比、灌乔比、常绿乔木比、树木密度和乔木密度)出发,通过灰色关联分析^[6],进行综合评价,从而更实际地揭示和评价公路绿化结构与功能的发展水平。

江苏省各市公路绿地系统中树种结构因子的关联系数及关联度见表5。根据关联分析原则,关联度大的比较数列接近。在综合各项结构因子的关联评价结果中,无锡市的综合性状关联度最大($r = 0.7651$),说明绿化结构较为合理,包括:植物多样性较丰富,林木密度较高;层次结构和空间利用较合理,生态效益显著;常绿树种比例较高,景观效果较好;与公路绿化的总体功能要求较一致。镇江市和苏州市分别位列第2和第3位,宿迁市和泰州市的排列位次居12和13位,其中宿迁市的乔木密度很高,位居第3,即与大多数城市相比,具有乔木数量上的优势,但由于其他各项结构指标较低,主要是常绿

表5 江苏省各市公路绿地系统树种结构因子的关联系数及关联度

Table 5 Correlation coefficient and correlative degree of tree structure indicators in the road green land systems of each city in Jiangsu Province

| 城市名称 City name | 树木种类 Tree species | 常绿比 Percentage of evergreen (%) | 灌乔比 Ratio of Bushes to arbors | 常绿乔木比 Percentage of evergreen within all arbors (%) | 树木密度 Number of trees per kilometer | 乔木密度 Number of arbors per kilometer | 关联度 Correlative degree | 排序 Rank |
|------------------------------|----------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|---------------------------------------|--|---------------------------|------------|
| 南京 Nanjing (X_1) | 0.550 0 | 0.898 7 | 0.601 0 | 0.513 0 | 0.359 4 | 0.350 4 | 0.545 4 | 5 |
| 镇江 Zhenjiang (X_2) | 0.611 1 | 0.780 2 | 0.339 7 | 1.000 0 | 0.410 3 | 0.484 0 | 0.604 2 | 2 |
| 常州 Changzhou (X_3) | 0.578 9 | 0.797 8 | 0.353 1 | 0.513 0 | 0.394 9 | 0.432 8 | 0.511 8 | 9 |
| 无锡 Wuxi (X_4) | 0.611 1 | 1.000 0 | 1.000 0 | 0.472 0 | 1.000 0 | 0.507 5 | 0.765 1 | 1 |
| 苏州 Suzhou (X_5) | 0.523 8 | 0.797 8 | 0.359 2 | 1.000 0 | 0.413 6 | 0.458 6 | 0.592 2 | 3 |
| 盐城 Yancheng (X_6) | 0.578 9 | 0.430 3 | 0.401 9 | 0.443 6 | 0.494 9 | 0.516 3 | 0.477 7 | 10 |
| 南通 Nantong (X_7) | 0.523 8 | 0.628 3 | 0.378 8 | 0.572 8 | 0.498 3 | 0.562 3 | 0.527 4 | 6 |
| 泰州 Taizhou (X_8) | 0.423 1 | 0.518 2 | 0.363 4 | 0.424 5 | 0.388 7 | 0.413 7 | 0.421 9 | 13 |
| 扬州 Yangzhou (X_9) | 0.550 0 | 0.550 4 | 0.363 4 | 0.472 0 | 0.516 0 | 0.645 4 | 0.516 2 | 8 |
| 连云港 Lianyungang (X_{10}) | 0.407 4 | 0.388 0 | 0.431 0 | 0.401 4 | 0.536 4 | 1.000 0 | 0.527 4 | 7 |
| 徐州 Xuzhou (X_{11}) | 1.000 0 | 0.458 1 | 0.354 1 | 0.450 4 | 0.459 1 | 0.554 5 | 0.546 0 | 4 |
| 宿迁 Suqian (X_{12}) | 0.423 1 | 0.396 6 | 0.333 3 | 0.362 0 | 0.484 3 | 0.746 5 | 0.457 6 | 12 |
| 淮安 Huai'an (X_{13}) | 0.478 3 | 0.441 0 | 0.346 3 | 0.401 4 | 0.484 5 | 0.648 5 | 0.466 6 | 11 |

乔木和灌木的比例较低,仍然排名较后,应适度增加常绿乔灌木的比例。由于公路绿化不同于林业生产,还存在社会对景观视觉的审美要求,因而如何科学合理地进行树种结构的调整,以适应公路绿化的自身特点和景观建设要求,值得深入研究。

3 结 论

1) 江苏全省公路绿化系统树种结构中灌乔木比偏低,应大力增加灌木的比重,使灌木量高于乔木量,提高绿化系统的层次性和空间利用率。

2) 江苏全省各市公路绿化树种多样性偏低,特色树种不多,今后应注意树种的结构优化调整,发挥特色优势。

3) 从树种结构及其影响因子分析结果来看,除树种种类和树木密度 2 项因子以外,其他因子均受到气候或经济因素的极显著影响。其中灌乔比主要受经济因素的影响,说明经济实力的强弱影响到绿化质量的高低,同时也反映出经济水平对绿化水平的要求。

4) 从江苏全省重要树种影响因子分析结果来看,雪松受经济因素影响较突出,香樟受气候因素制约明显,杨树也受到气候条件的制约,水杉、女贞、雪松、广玉兰、柳树和冬青等则为广布型树种,基本不受气候条件的影响。

5) 本文采用关联分析方法对江苏 13 市的公路绿化发展水平进行的排序结果基本与实际情况和经

济发展水平相符。由于公路绿化质量的影响因素非常复杂,除了客观因素的灰性特点外,判断主体对景观认识标准也相差很大,例如有的人认为常绿乔木绿化效果好,也有人认为高大落叶乔木绿化效果好等等,而在公路绿化方面更强调常绿树种的应用。随着公路绿化的发展,人们对公路绿地系统树种结构和功能的认识也将不断深化和发展。本文提出的灰色评价方法仅是初步的,一些评价指标还有待于进一步完善,数量化评价方法有待于进一步深化。

6) 如何根据江苏省经济发展和公路建设对公路绿化提出的新要求和现实的可能性,提出江苏省不同地区公路树种合理的结构,对于提高绿化工程设计水平具有重要意义。

参考文献:

- [1] 周坚华,黄顺忠.上海绿化三维量调查及其对策研究[J].中国园林,1997,13(增刊):15-18.
- [2] 陈自新,苏雪痕,刘少宗,等.北京城市园林绿化生态效益的研究[J].中国园林,1998,14(6):55-56.
- [3] 夏惠荣.高速公路环境景观评价的研究[J].环境保护科学,2001,27(3):42-43.
- [4] Ingrid L, Salvo H, Gareth L A Fry. Dispersal of woody plants in forest edges and hedgerows in Southern Swedish agricultural area: the role of site and landscape structure[J]. Landscape Ecology, 2000, 15: 229-242.
- [5] 王双生,殷云龙.生态学原理与公路环境绿化[J].江苏绿化,1999,(1):16-18.
- [6] 邱含云.灰色关联度分析在作物性状分析上的应用[J].农业系统科学与综合研究,2000,16(4):296-298.