

## 扬州蜀冈西峰生态公园春季林地的空气负离子密度

任淑年<sup>1,2</sup>, 刘超<sup>1</sup>, 何小弟<sup>1\*</sup>, 董俐<sup>1</sup>, 王安浩<sup>1</sup>, 李晓储<sup>3</sup>

(1.扬州大学 园艺与植物保护学院, 江苏 扬州 225009; 2.淮安生物工程高等职业学校, 江苏 淮安 223200; 3.江苏省林业科学研究院, 江苏 南京 211153)

**摘要:** 使用 ITC-201A 空气离子测试仪, 对扬州蜀冈西峰生态公园内香樟+刺槐+棕榈(*Cinnamomum camphora*×*Robinia pseudoacacia*×*Trachycarpus fortunei*)混交林以及杜英(*Elaeocarpus sylvestris*)、桃(*Amygdalus persica*)、垂柳(*Salix babylonica*)、紫叶李(*Prunus ceraifera* cv. *pissardii*)、广玉兰(*Magnolia grandiflora*)、雪松(*Cedrus deodara*)、香樟(*Cinnamomum camphora*)纯林的春季(3—5月)林内空气负离子密度进行观测, 结果表明: 林地空气负离子密度日变化曲线呈双峰型, 峰值首先出现在 10:00, 低谷大多出现在 12:00 左右; 14:00 又出现一峰值, 其后逐渐下降。林地空气负离子密度变幅以 3 月最小, 5 月最大, 林地空气质量以 5 月最好, 3 月最差, 且广玉兰林的空气质量最好; 林地空气负离子密度变化与林地温度呈极显著负相关, 与林地相对湿度呈显著正相关。

**关键词:** 扬州蜀冈西峰生态公园; 林地; 空气负离子密度

中图分类号: S718.51 文献标志码: A 文章编号: 1007-1032(2010)06-0662-04

## Air negative ions concentration of woodland type in Yangzhou Shugangxifeng Ecological Park

REN Shu-nian<sup>1,2</sup>, LIU Chao<sup>1</sup>, HE Xiao-di<sup>1\*</sup>, DONG Li<sup>1</sup>, WANG An-hao<sup>1</sup>, LI Xiao-chu<sup>3</sup>

(1.College of Horticulture and Plant Protection, Yangzhou University, Yangzhou, Jiangsu 225009, China; 2. Huaian Higher Vocational School of Biological Engineering, Huaian, Jiangsu 223200, China; 3. Jiangsu Academy of Forestry, Nanjing 211153, China)

**Abstract:** Observations for air ions concentration of mixed forest (*Cinnamomum camphora*×*Robinia pseudoacacia*×*Trachycarpus fortunei*) and pure forest (*Elaeocarpus sylvestris*, *Amygdalus persica*, *Salix babylonica*, *Prunus ceraifera* cv. *pissardii*, *Magnolia grandiflora*, *Cedrus deodara* and *Cinnamomum camphora*) in spring (March—May) with ITC-201A air ion monitor were conducted: the air ions concentration of woodlands in Yangzhou Shugangxifeng Ecological Park showed bimodal distribution in its daily change curves, and its first peak appears at the time of 10:00, trough appears mostly around 12:00; there is another peak at 14:00 and subsequently falls. Changes of air negative ions concentration in the spring month shows gradual upward trend in amplitude with smallest variations in March while the greatest variations in May; woodland air quality have a gradual increase in synchronization, and forest of *Magnolia grandiflora* has the highest level. The air negative ions concentration of woodland is negatively correlated with temperature, and positively related to relative humidity.

**Key words:** Yangzhou Shugangxifeng Ecological Park; woodland; air negative ions concentration

空气负离子密度是评价城市空气质量的重要指标, 被作为一种自然资源广泛用于改善环境质  
量, 增进人体健康<sup>[1]</sup>, 但目前对单一纯林绿地空气负离子密度的研究较少<sup>[2]</sup>. 扬州市蜀冈西峰生态公

收稿日期: 2010-03-16

基金项目: “十一·五”国家林业科技支撑计划(2006BAD03A1702); 江苏省自然科学基金项目(BK2010038)

作者简介: 任淑年(1964—), 男, 江苏淮安人, 硕士研究生, 副教授, 主要从事园林生态环境效应研究; \*通讯作者, he8068@163.com

园是蜀冈-瘦西湖风景名胜区的的重要组成部分，2004年栽植乔灌木60余万株，成为以林地为主的生态公园。笔者对春季(3—5月)林地空气负离子密度进行测定，以研究其变化规律。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试林地

供试林地为香樟+刺槐+棕榈(*Cinnamomum camphora* × *Robinia pseudoacacia* × *Trachycarpus fortunei*)混交林以及杜英(*Elaeocarpus sylvestris*)、桃(*Amygdalus persica*)、垂柳(*Salix babylonica*)、紫叶李(*Prunus ceraifera* cv. *pissardii*)、广玉兰(*Magnolia grandiflora*)、雪松(*Cedrus deodara*)、香樟(*Cinnamomum camphora*)纯林，2年生株定植，株行距3 m×4 m，样地面积400 m<sup>2</sup> [3]。

### 1.2 方法

2009年3—5月实施。每月的10—15日，选择气象条件稳定的晴天，在无风或微风状态下进行测定，测定时间8:00—16:00，每2 h测定1次。数据测定采用能同时记录空气温度、相对湿度及时间的日本产ITC-201A型智能便携式空气负离子测试仪，距地面垂直高度1.5 m，置于三脚架上固定。为了消除风向对测试数据的影响，每个观测点按东、南、西、北方向分别读数，结果取平均值 [4]。

以空气负离子密度为基本观测数值，以单极系数和空气离子评价系数对空气质量进行评价 [5-7]。

(1) 单极系数(空气中正离子密度与负离子密度的比值) $q=n^+/n^-$ ，式中， $q$ 表示单极系数， $n^+$ 表示空气正离子密度， $n^-$ 表示空气负离子密度。正常大气中的空气正、负离子密度一般不相等，这种特征被称为大气的单极性，可用单极系数来表示 [5-7]：单极系数小于1，表示空气中负离子密度大于正离子密度；单极系数越小，表示负离子密度比正离子密度高出越多。

(2) 空气质量评议系数 $CI=n^-/1\ 000q$ 。CI既将空气负离子密度作为评价指标，又考虑了正、负离子的构成，是目前国际上通行的空气清洁度评价标准 [5]，CI值<0.30、0.30~<0.50、0.50~<0.70、0.70~<1.00、≥1.00分别对应空气清洁度等级临界值(E)、允许

(D)、中等(C)、清洁(B)、最清洁(A)。日本学者研究表明， $CI>1$ 的空气清洁舒适，对人体健康有益。

采用Excel和SPSS软件对试验数据进行统计分析。采用Duncan新极法进行随机区组单因素方差分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 林地空气负离子密度的日变化

由图1可见，大多数林地空气负离子密度曲线呈现出双峰型：峰值首先出现在10:00，低谷大多出现在12:00左右；14:00又有一高峰值，其后逐渐下降。3月的空气负离子密度日变化曲线中，混交林、香樟林、桃林、垂柳林、广玉兰林的变化曲线呈现出明显的双峰型，最高值分别为430、390、270、290、315个/cm<sup>3</sup>，最低值分别为240、340、205、245、280个/cm<sup>3</sup>。

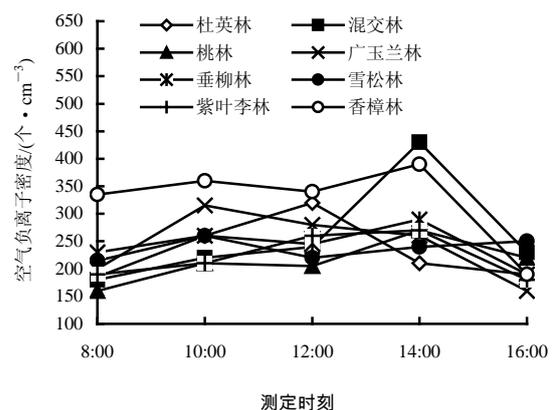


图1 3月各测定时间林地的空气负离子密度  
Fig.1 Diurnal variations of woodland air negative ions concentration in March

由图2可见，4月的空气负离子密度日变化曲线中，混交林、香樟林、桃林、垂柳林的曲线都呈明显的双峰型，最高值分别为410、330、560、385个/cm<sup>3</sup>，最低值分别为220、240、290、360个/cm<sup>3</sup>。广玉兰林曲线峰值为580个/cm<sup>3</sup>，出现在14:00；紫叶李林曲线呈单峰趋势，峰值为450个/cm<sup>3</sup>，出现在12:00。由图3可见，5月的空气负离子密度日变化曲线中，杜英林、桃林、广玉兰林、垂柳林、雪松林、紫叶李林、香樟林的曲线都呈明显的双峰型，最高值分别为565、500、765、630、480、600、560个/cm<sup>3</sup>，最低值分别为480、400、470、470、325、

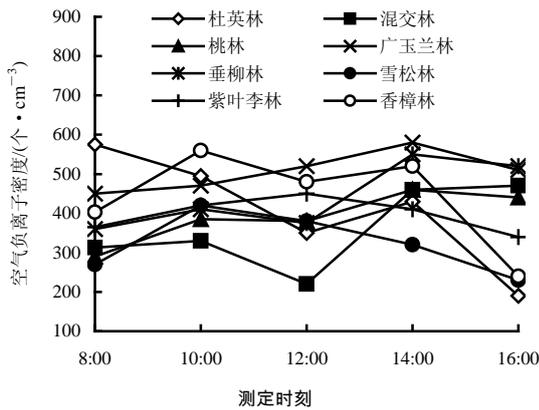


图2 4月各测定时间林地的空气负离子密度

Fig.2 Diurnal variations of woodland air negative ions concentration in April

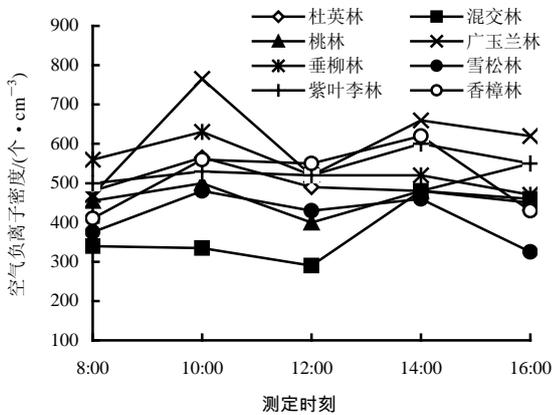


图3 5月各测定时间林地的空气负离子密度

Fig.3 Diurnal variations of woodland air negative ions concentration in May

500、410 个/cm<sup>3</sup>。混交林的曲线比较平缓，最低值为 290 个/cm<sup>3</sup>，出现在 12:00；最高值为 480 个/cm<sup>3</sup>，出现在 14:00。

### 2.2 不同月份各林地日平均空气负离子密度

根据日平均空气负离子密度，按月份绘制成图 4。由图 4 可见，3—5 月的空气负离子密度不断升高：3 月林地日平均空气负离子密度(213~323 个/cm<sup>3</sup>)变化不大，从大到小依次为香樟林、混交林、广玉兰林、垂柳林、雪松林、杜英林、紫叶李林、桃林；4 月林地日平均空气负离子密度(324~506 个/cm<sup>3</sup>)变化较大，从大到小依次为广玉兰林、垂柳林、香樟林、杜英林、紫叶李林、桃林、混交林、雪松林；5 月林地日平均空气负离子密度(381~607 个/cm<sup>3</sup>)变化最大，从大到小依次为广玉兰林、垂柳林、紫叶李林、香樟林、杜英林、桃林林、雪松林、混交林。

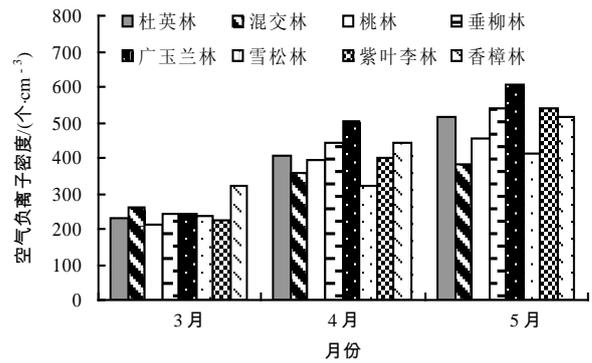


图4 3—5月各林地日平均空气负离子密度

Fig.4 Month variations of woodland air negative ions concentration from March to May

### 2.3 不同类型林地的空气负离子密度

由图 5 可见，3—5 月不同类型林地的空气负离子密度(325~452 个/cm<sup>3</sup>)从大到小依次为广玉兰林、香樟林、垂柳林、紫叶李林、杜英林、桃林、混交林、雪松林。

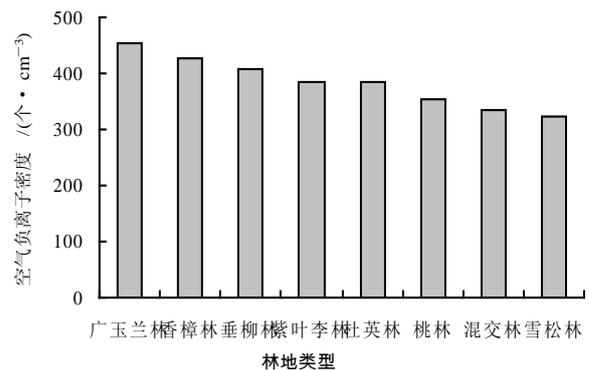


图5 不同类型林地的春季空气负离子密度

Fig.5 Negative air ions between different woodland type

方差分析结果(表 2)表明，不同类型林地空气负离子密度差异极显著。

表2 方差分析结果

Table 2 Analysis of variance table

| 变异来源 | 平方和     | 自由度 | 均方          | F 值    | P 值     |
|------|---------|-----|-------------|--------|---------|
| 区组间  | 255 941 | 2   | 127 970.700 | 40.638 | 0.000 1 |
| 处理间  | 330 675 | 8   | 41 334.370  | 13.126 | 0.000 1 |
| 误差   | 50 385  | 16  | 3 149.037   |        |         |
| 总变异  | 637 001 | 26  |             |        |         |

不同林地的空气质量等级随月份的推移而变化(表 3)。3 月，树体新叶刚刚开始生长，光合作用较弱，空气负离子密度不大，各林地空气质量等级均为临界值；4 月，混交林、垂柳林、广玉兰林、

香樟林空气质量等级上升到允许值；5 月，空气质量等级均达允许值，广玉兰林达到中等。

表 3 林地内空气负离子分布及空气质量等级  
Table 3 The distribution of negative ions of different forest

| 月份   | 林地   | 负离子密度/<br>(个·cm <sup>-3</sup> ) | 正离子密度/<br>(个·cm <sup>-3</sup> ) | 单级<br>系数 | 离子<br>评价<br>指数 | 空气<br>质量<br>等级 |
|------|------|---------------------------------|---------------------------------|----------|----------------|----------------|
| 3 月  | 杜英林  | 233                             | 400                             | 1.717    | 0.14           | E              |
|      | 混交林  | 260                             | 482                             | 1.854    | 0.14           | E              |
|      | 桃林   | 213                             | 566                             | 2.657    | 0.08           | E              |
|      | 垂柳林  | 242                             | 506                             | 2.091    | 0.12           | E              |
|      | 广玉兰林 | 243                             | 446                             | 1.835    | 0.13           | E              |
|      | 雪松林  | 237                             | 534                             | 2.253    | 0.11           | E              |
|      | 紫叶李林 | 222                             | 564                             | 2.541    | 0.09           | E              |
|      | 香樟林  | 323                             | 450                             | 1.393    | 0.23           | E              |
|      | 4 月  | 混交林                             | 359                             | 420      | 1.171          | 0.31           |
| 垂柳林  |      | 443                             | 594                             | 1.341    | 0.33           | D              |
| 广玉兰  |      | 506                             | 828                             | 1.636    | 0.31           | D              |
| 香樟林  |      | 441                             | 616                             | 1.397    | 0.32           | D              |
| 杜英林  |      | 408                             | 596                             | 1.461    | 0.28           | E              |
| 桃林   |      | 391                             | 676                             | 1.729    | 0.23           | E              |
| 雪松林  |      | 324                             | 638                             | 1.969    | 0.16           | E              |
| 紫叶李林 |      | 397                             | 678                             | 1.708    | 0.23           | E              |
| 5 月  |      | 广玉兰林                            | 607                             | 730      | 1.203          | 0.50           |
|      | 杜英林  | 513                             | 696                             | 1.357    | 0.38           | D              |
|      | 混交林  | 381                             | 552                             | 1.449    | 0.30           | D              |
|      | 桃林   | 457                             | 668                             | 1.462    | 0.31           | D              |
|      | 垂柳林  | 540                             | 608                             | 1.126    | 0.48           | D              |
|      | 雪松林  | 414                             | 560                             | 1.353    | 0.31           | D              |
|      | 紫叶李林 | 540                             | 724                             | 1.341    | 0.40           | D              |
| 香樟林  | 514  | 674                             | 1.311                           | 0.39     | D              |                |

2.4 林地空气负离子密度与气象因子的关系

不同类型林地的空气负离子密度与其林内温度和相对湿度的相关性分析结果表明：空气负离子密度与温度的相关系数为 - 0.571(\*\*)，回归方程为  $y = - 19.38x + 813.1$ ；空气负离子密度与相对湿度的相关系数为 0.490(\*)，回归方程为  $y = 9.820x + 19.06$ 。试验范围内，春季林地温度为 15~25 °C 时，林内空气负离子密度与温度呈极显著负相关；空气相对湿度为 18%~45% 时，林内空气负离子密度与相对湿度呈显著正相关。

3 结论与讨论

a. 试验范围内，不同类型林地的空气负离子密度不同，从大到小依次为广玉兰林、垂柳林、紫叶李林、香樟林、杜英林、桃林、雪松林、混交林，其中，广玉兰林达 607 个/cm<sup>-3</sup>，而混交林只有 381

个/cm<sup>-3</sup>。空气负离子密度受自然地理、气候、人类活动等多方面的影响，不同环境条件下空气负离子密度存在很大差异<sup>[1]</sup>。

b. 试验范围内，春季林地空气负离子密度与林内温度呈极显著负相关，与相对湿度呈显著正相关。其原因可能是由于温度升高，污染物扩散加剧而吸附了大量的空气负离子，致使空气负离子密度降低；相对湿度的增加使得污染物吸附在水汽上，有利于负离子的累积，从而使空气负离子密度也相应增加，增加了空气的清洁程度<sup>[8]</sup>。

c. 3—5 月，林地空气负离子密度变幅以 3 月最小，5 月最大；林地空气质量以 5 月最好，3 月最差，且广玉兰林的空气质量最好。空气负离子密度具有明显的年变化特征：夏季最高，春、秋次之，冬季最低<sup>[3]</sup>。

d. 空气负离子密度白天平均值要高于夜间，空气负离子日变化中，最高浓度值出现在清晨和午夜，最小浓度出现在午前几个小时以及黄昏<sup>[3]</sup>。试验范围内的林地空气负离子密度的日变化曲线呈现出明显的双峰型，峰值分别在 10:00 和 14:00 左右，曲线谷底在中午 12:00 左右。

参考文献：

[1] 李志明, 李安伯. 大自然中的空气离子[J]. 大自然探索, 1988, 26(7): 39-45.  
 [2] 吴志萍, 王成. 城市绿地与人体健康[J]. 世界林业研究, 2007, 20(2): 32-37.  
 [3] 周晓香. 空气负离子及其浓度观测简介[J]. 江西气象科技, 2002, 25(2): 46-47.  
 [4] 刘东焕, 赵世伟, 张佐双. 北京市植物园空气负离子密度测定及空气质量初步评价[J]. 北京园林, 2006, 22(2): 29-31.  
 [5] 石强, 舒惠芳, 钟林生. 森林游憩区空气负离子评价研究[J]. 林业科学, 2004, 40(1): 36-40.  
 [6] 钟林生, 吴楚材, 肖笃宁. 森林旅游评价中的空气负离子研究[J]. 生态学杂志, 1998, 17(6): 56-60.  
 [7] 张清杉, 贺延梅, 赵建民, 等. 森林公园小气候空气负离子保健浓度分级评价[J]. 西北林学院学报, 2006, 21(3): 48-49.  
 [8] 穆旦. 佳木斯城市绿地空气负离子分布规律及其影响因素的研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2007: 36-37.

责任编辑: 王赛群  
英文编辑: 罗文翠