

城市绿地对空气负离子水平的影响研究

蔡春菊¹, 王成², 陶康华³, 宋绪忠^{4*}

(1. 国际竹藤网络中心 国家林业局竹藤科学与技术重点实验室, 北京 100102;

2. 中国林业科学研究院 林业研究所城市林业研究室, 北京 100091;

3. 上海师范大学城市信息研究中心 上海 200234; 4. 浙江省林业科学研究院, 杭州 310023)

摘要: 对扬州市不同绿地类型中空气负离子水平研究表明: 城郊林和公园绿地空气负离子浓度是城区其它类型绿地的2倍, 城区绿地中空气负离子水平又表现为公园>校园>广场>小区>街心游园。绿地中空气负离子浓度和空气清洁度值大部分为对照空旷地的1~3倍, 广场绿地和城郊雪松林中空气清洁度达到对照区的3~4倍, 且林内比林缘空气负离子浓度有显著提高。不同植被组成的绿地中空气负离子水平为高大乔木最优, 灌草次之, 空旷地最差。

关键词: 城市绿地; 空气负离子; 空气清洁度

中国分类号: S731.2

文献标识码: A

空气负离子被称为“空气维生素和生长素”, 具有降尘、杀菌、提高机体免疫力、调节机能平衡等功能。研究表明, 森林及森林的一些环境因子能产生大量的空气负离子, 一般为城市平均含量的5~15倍, 使森林中的空气保持清新、洁净。近年来, 森林空气负离子的研究及其保健作用正受到人们的普遍关注, 并已经成为森林旅游资源开发评价中必须考虑的因子。

空气负离子还具有清洁空气、调节小气候的作用, 可作为评价环境质量的指标之一。20世纪90年代以来, 空气负离子的研究主要集中在森林、温泉、疗养地区^[1,2], 对城市内不同绿地类型中空气负离子的相关研究较少。本文以扬州市为例, 对城区内不同类型绿地中的空气负离子水平进行测定, 探讨城市森林结构与环境清洁度的关系。

1 研究区概况

扬州市地处119°26' E, 32°24' N, 在长江与京杭大运河交汇处, 属北亚热带湿润气候区, 自然环境优越, 植物资源丰富。年平均降水量1300 mm, 无霜期222 d, 全年日照时数平均为2176.7 h, 年平均相对湿度78%。

扬州市建成区面积53.5 km², 绿地率达到34%, 人均公园绿地9.15 m²。城区至今已有2400多a的历史, 现存100多处不同发展时期各具特色的历史园林和文物景观。扬州是国务院首批公布的24座历史文化名城之一, 也是长江三角洲北翼典型的江南水乡城市和国家园林城市。

2 研究方法

2.1 样地选择

根据判读扬州市2002年彩红外航空遥感影像和统计资料, 在扬州城郊及城区绿化较好、生长旺盛林地中, 选取公园、广场、校园、小区等典型绿地作样地, 进行不同类型区内空气负离子及空气清洁度比较, 样地情况见表1。

表1 样地内植被生长情况

分布区	地点	样地类型 面积、植被情况	生长描述
城郊	烈士陵园	片林, 面积 2.43 hm ² , 自然构树 (<i>Broussonetia papyrifera</i>) 林	胸径约 6.5 cm, 树高 6.7m, 郁闭度 85%
	墓地	片林, 面积 0.30 hm ² , 淡竹 (<i>Phyllostachys glauca</i>) 林	株高 9.5 m, 郁闭度为 90%
	唐城遗址	片林, 面积 2.00 hm ² , 雪松 (<i>Cedrus deodara</i>) 林	胸径 19.7 cm, 郁闭度 90%的人工林
城区	瘦西湖公园	片林, 面积 1.5 hm ² , 枫杨 (<i>Pterocarya stenoptera</i>) 林, 乔草配置	胸径 45.3 cm, 树高 19.3 m, 郁闭度 90%。
	文汇北路	带状绿地, 5 m × 230 m 马褂木 (<i>Liriodendron chinense</i>) 与灌木组成的复合结构	胸径 5.5 cm, 树高 10.8 m, 绿化覆盖率 75%的街心游园
	文昌广场	片状绿地, 面积 3.0 hm ² 广玉兰 (<i>Magnolia grandiflora</i>)	胸径 31.2 cm, 树高 7.3 m, 绿化覆盖率 50%的广场绿化
	扬州大学	带状绿地, 8 m × 250 m 悬铃木 (<i>Platanus orientalis</i>) 行道树。	胸径 36.7 cm, 树高 16 m, 绿化覆盖率 100%的校园道路绿化
	栖月苑小区	带状绿地, 5 m × 200 m 香樟 (<i>Cinnamomum camphora</i>) 与灌木组成的复合结构	胸径 18.7 cm, 树高 3.5 m, 绿化覆盖率 50%的小区楼前绿化

选取典型样地, 在距离林缘的不同位置进行空气离子水平测定, 以林外距离样地 5 m 处非植被样点 (泥土面或硬质地面) 作对照。样地面积 ≥ 500 m², 带状绿地长度 ≥ 200 m, 每日测定时间限定在 8:30 - 18:00, 于 2003 年 9 月 21 - 27 日选择天气晴朗的日间进行空气正负离子测定。

2.2 测定、评价方法

采用福建省漳州市东南电子技术研究所研制的 DLY-25 型大气离子测量仪 (最高分辨率为 10 个离子/cm³, 测定误差 ≤ ± 10%, 中国生物物理学会空气离子专业组监制) 测定空气离子浓度, 每个测点观测相互垂直的 4 个方向, 仪器稳定后, 读 5 个波峰值, 取 4 个方向的平均值作为测定值, 每块样地选择 4 ~ 6 个测点。

评价方法采用空气离子评价指数法, 该法反映了空气中离子浓度接近自然界空气离子化水平的程度, 即:

$$CI = \frac{n^-}{1000 \times q} \tag{1}$$

$$q = n^+ / n^- \tag{2}$$

式中 CI 为空气清洁度指数, q 为单极系数, n⁺ 为正离子浓度, n⁻ 为负离子浓度。

按空气清洁度指数可将空气质量分为

表2 空气清洁度分级评价标准

5 个等级^[3], 见表 2。

等级清洁度	A 级最清洁	B 级一般清洁	C 级中等清洁	D 级容许	E 级临界值
CI	>1.0	1.0 ~ 0.7	0.69 ~ 0.50	0.49 ~ 0.30	<0.29

3 结果与分析

3.1 不同类型区空气负离子分析

不同类型区城市森林内空气负离子的测定结果见图 1。

空气负离子浓度表现为城郊林和瘦西湖公园明显高于城区内校园、街心游园、广场和小区等类型绿地, 空气负离子浓度高出几乎 1 倍。城区绿地中空气负离子浓度表现为公园 > 校园 > 广场 > 小区 > 街心游园。

空气清洁度指数总体上也表现出城郊林高于城区绿地, 城郊林地的 CI 值基本上都达到了 B 级, 而城区绿地中仅有公园和校园内绿地 CI 值达到 B 级, 绿化较好的广场、小区和街心公园空气清洁度等级仅为 D 级和 E 级。

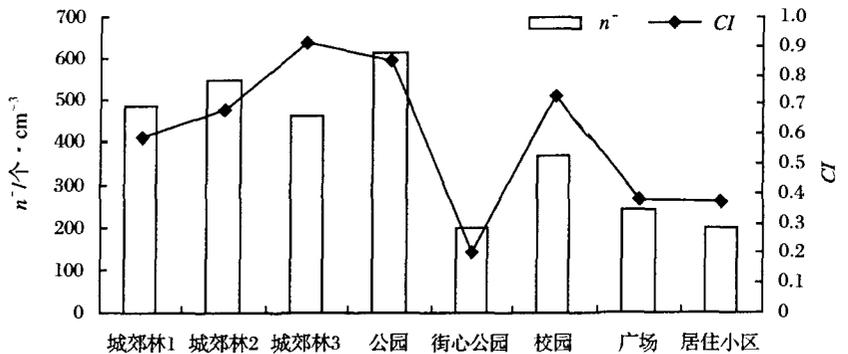


图1 扬州市典型城市森林类型区空气负离子浓度

从不同类型区测定结果来看, 林木覆盖率高、生长旺盛的大树构成的城郊和公园内的近自然林, 空气负离子浓度高, 空气质量较好。文昌广场、街心游园、居住小区等绿化区域, 绿地类型多样, 植物种类丰富, 但栽植时间不长, 特别是乔木树种多为幼龄树木, 空气负离子浓度和 CI 值均较低。

王洪俊等研究表明: 城市绿地中空气负离子浓度比城市道路可高出 100 倍左右, 是商业区的 10 倍左右^[4]。位于扬州商业中心的文昌广场和主干道中间的汶河北路街心游园, 除了植物多幼龄外, 交通污染、噪声、人流多等多种人为干扰因素都影响空气离子的测定。

特别是汶河北路街心游园, 设计在城市主干道中间, 受到周围交通和人流的干扰严重, 虽然绿化覆盖率高达 75%, 植物类型丰富, 并配以假山、盆景和喷泉等园林小品, 能达到良好的视觉效果, 也便利了城市居民休闲游憩, 但从测定结果看, 负离子浓度仅为 200 个/cm³, CI 值表现为 E 级, 空气质量较差, 这也说明了在交通要道等城市空气污染严重、噪声严重超标的地方建设居民休闲场所, 对人体健康非常有害。

3.2 测点位置及植被组成对空气负离子的影响

对样地内不同位置测点进行离子测定, 结果见表 3。

表 3 城市绿地内测点位置对空气负离子浓度的影响

样地	植被组成	空气负离子浓度			空气清洁度	
		n ⁺ /个·cm ⁻³	n ⁻ /个·cm ⁻³	与 ck 比值	CI	与 ck 比值
文昌广场	空旷地 (ck)	356	209	1.00	0.12 E	1.00
	广玉兰	260	308	1.47	0.36 D	3.04
	香樟	234	276	1.32	0.33 D	2.71
	小檗	250	281	1.34	0.32 D	2.63
街心游园	空旷地 (ck)	213	174	1.00	0.14 E	1.00
	灌木	293	214	1.23	0.16 E	1.12
	香樟灌木混交	210	210	1.21	0.21 E	1.50
	马褂木灌草复合	130	208	1.20	0.33 D	2.38
瘦西湖公园	空旷地 (ck)	235	377	1.00	0.60 C	1.00
	香樟	915	848	2.25	0.79 B	1.29
古运河绿带 (东关古渡)	空旷地 (ck)	173	260	1.00	0.39 D	1.00
	柳桃混交	320	365	1.40	0.42 D	1.07
	槐柳混交	143	233	0.90	0.38 D	0.97
烈士陵园	空旷地 (ck)	433	363	1.00	0.30 D	1.00
	构树林缘	220	265	0.73	0.32 D	1.06
	构树林内	408	488	1.34	0.58 C	1.95
唐城遗址	空旷地 (ck)	100	187	1.00	0.35 D	1.00
	雪松林缘	303	413	2.21	0.73 B	2.09
	雪松林内	233	630	3.37	1.31 A	3.74

由表 3 可知:

(1) 绿地中空气负离子的浓度和空气清洁度值大部分为对照空旷地的 1 ~ 3 倍。空气负离子浓度比对照明显提高的是瘦西湖内的香樟林和唐城遗址处的雪松林, 分别达到林外空气负离子浓度的 2.25 倍和 3.37 倍。

与对照相比, 空气清洁度得到明显改善的是广场绿地和城郊雪松林, 达到对照区空气质量的 3 倍和 4 倍。前者主要表现在绿化明显降低了商业区周围空气正离子的浓度, 而后者则表现为林地内空气负离子浓度显著升高, 从而使二者的空气质量状况均有了明显改善。

(2) 从林地结构来看, 树龄越大, 郁闭度和绿化覆盖度高的林地, 空气负离子浓度较大, 清洁度等级高。样地中的雪松林、公园内香樟林和构树林, 森林覆盖度超过 90%, 树高除构树外, 均大于 9 m, 都是由大树构成的近自然林, 森林面积大, 生态作用明显, 空气负离子浓度和 CI 等级均高, 且林内比林缘空气负离子浓度有了显著提高。样地唐城遗址处的城郊雪松林, 林缘空气负离子浓度为 413 个/cm³, 林内空气负离子浓度为 630 个/cm³, CI 值由林缘的 0.73 提高到 1.31。

(3) 从不同植被组成对负离子浓度的影响分析, 表现为高大乔木最优, 灌草次之, 空旷地最差。原因是氧分子和水分子相比氮等其它气体更具有亲电性, 植物光合作用产生大量氧气和蒸腾作用带来的水汽, 优先形成带电荷的离子, 乔木光合蒸腾能力比灌木、草强, CI 值表现更高。

空气负离子含量不仅与植物群落中种类组成有关, 同时还受植物群落的结构、绿量、以及周围有无水环境

等因素影响,不同植被配置的绿地类型空气负离子含量不同^[5]。但城区文昌广场、街心游园和古运河绿化带 3 个样地内测点结果显示,不同树种组成和乔灌草复合结构的差异不显著。

研究表明,当空气负离子浓度在 700 个/cm³ 以上时人们会感觉到舒服,在 1 000 个/cm³ 以上时有利于人的身体健康,在 8 000 个/cm³ 以上时可以起到治病作用。根据测定结果,只有瘦西湖公园中空气负离子浓度超过了 700 个/cm³,城市中绝大部分绿地中空气负离子还没有明显起到清洁空气的显著作用。

4 小结与讨论

从城市森林增加空气负离子浓度、改善小环境空气清洁度的初步测定结果来看,均表现为城市森林面积大,以高大乔木为主形成的高郁闭度的近自然生长林,其空气负离子浓度高,改善小环境效果明显;而以草地和大树移植及新栽树木组成的人为短期内组合成的所谓的“森林”,既使表现上绿化覆盖度较高,但从负离子水平上,远不及近自然林。所以,从城市森林生态功能的发挥上,城市森林建设应该重视近自然生长、高覆盖率的高大乔木为主城市森林。

目前,城市森林功能及城市空气负离子效应的研究都还是较新的研究领域,需要解决的问题还很多。在测定过程中发现,城市中人为活动对环境干扰多,对测定结果产生较大的影响,城市绿地类型通常又复杂多变化,统一可控的测定条件不好把握,加之空气负离子的产生本身就具有复杂性,测定结果为环境内综合因素作用的结果。因此,如何选择典型样地,科学设计测定方案,尽可能减少人为因素的干扰,确定影响城市森林中空气负离子浓度水平、改善空气清洁度的主导因子及其影响顺序对城市森林建设将具有重要的指导意义。

不同树种林分环境中以及不同配置模式的植物群落中空气负离子水平还有待于作进一步研究。

参考文献:

- [1] 吴楚材,郑群明,钟林生. 森林游憩区空气负离子水平的研究[J]. 林业科学, 2001, 37(5): 75-81.
- [2] 吴楚材,钟林生,刘晓明. 马尾松纯林林分因子对空气负离子浓度影响的研究[J]. 1998, 18(1): 70-73.
- [3] 日本空气净化协会. 空气清净(7卷6号)[M]. 日本, 1970.
- [4] 王洪俊,王力,孟庆繁. 城市不能功能区对空气负离子水平的影响[J]. 中国城市林业, 2004(2): 49-52.
- [5] 吴际友,程政红,龙应忠,等. 园林树种林分中空气负离子水平的变化[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2003, 27(3): 78-80.

Effect of Urban Green Space on Aero-anion Concentration

CAI Chun-ju¹, WANG Cheng², TAO Kang-hua³, SONG Xu-zhong⁴

(1. International Center For Bamboo and Rattan, Science and Technology Lab of Bamboo and Rattan of State Forestry Administration, Beijing 100102, China; 2. Chinese Academy of Forestry The Research Institute of Forestry, Beijing 100091, China; 3. Shanghai Normal University City Information Research Center, Shanghai 200234, China; 4. Zhejiang Forestry Academy, Hangzhou 310023, China)

Abstract: Study on aero-anion concentration at different type of urban green spaces in Yangzhou, Jiangsu province, demonstrated that the aero-anion concentration at suburban forest and urban park were 2 times higher than that at other urban green spaces. The aero-anion concentration sequence at different green spaces was as follows: park > campus > square > residential district > center garden of the street. The aero-anion concentration as well as CI value at above-mentioned zones was about 1 ~ 3 times in comparison with non-greening zone (ck). The CI value at square and suburban forest (*Cedrus deodara*) even researched 3 ~ 4 times of ck, and aero-anion concentration was significantly higher than than at forest edge. The result also showed that aero-anion concentration at different types of vegetation was as follows: tall trees > shrub and grass > open space.

Key words: urban green space; aero-anion concentration; CI