

紫金山国家森林公园空气负离子变化监测及其保健价值开发

曹梦露¹, 程南洋^{2*} (1. 南京林业大学森林旅游研究中心, 江苏南京 210037; 2. 南京林业大学旅游管理系, 江苏南京 210037)

摘要 森林公园空气负氧离子等植物挥发物的变化特征及其旅游产品开发是健康休闲研究的热点。对紫金山国家森林公园空气负离子含量的动态变化的长期跟踪监测表明: 紫金山国家森林公园空气负离子浓度主要集中在V级、IV级, 具有一定的保健价值。空气负离子浓度与客流量呈负向相关, 适宜的光照和湿度有利于负氧离子的产生, 植物资源密度与空气负离子浓度正向相关, 而植物资源的种类与负离子浓度的相关性不明显。增加植被面积, 改善资源质量, 提高空气湿度, 采用适当的空气离子化等方式, 有利于增加森林公园中空气负离子浓度, 提高森林公园旅游吸引力及休闲保健功能。

关键词 国家森林公园; 空气负离子; 保健价值

中图分类号 S759.91 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2016)12-212-04

Air Negative Ions Change Monitoring in Zijin Mountain National Forest Park and its Health Care Value Development

CAO Meng-lu¹, CHENG Nan-yang^{2*} (1. Forest tourism research center, Nanjing Forestry University, Nanjing, Jiangsu 210037; 2. Department of Tourist Management, Nanjing Forestry University, Nanjing, Jiangsu 210037)

Abstract Change characteristics of plant volatiles like air negative ions in Forest Park and the exploration of its tourist products are the hot spots in the researches on health and leisure. Long-term track and monitoring of the dynamic changes the air negative ions content in Zijin Mountain National Forest Park showed that the concentration of air negative ions in Zijin Mountain National Forest Park was mainly concentrated in grades V and IV, which had certain health-care value. Concentration of air negative ions was negatively related to the passenger flow volume. Proper light and moisture were helpful to the production of negative oxygen ions. Plant resources density was positively related to air negative ion concentration; while the types of plant resources showed no significant correlation with ion concentration. Increasing vegetation coverage, improving resource quality, increasing the air humidity, adopting proper air ionization methods were good approaches to increase the air ion concentration in Forest Park, and to improve the attractiveness of Forest Park and the leisure and healthcare functions.

Key words National Forest Park; Air negative ions; Healthcare value

随着社会、经济和文化的发展, 森林生态旅游作为较高层次的旅游消费观念逐渐深入人心, 越来越多的游客倾向于回归自然, 森林保健旅游资源的开发利用也日益成为旅游资源开发的热点。国内外已有许多学者开始关注和研究森林保健旅游资源, 从1889年德国科学家首次发现空气中负离子的存在至今的100多年的研究中, 有关空气负离子的来源、改善空气的机理以及对人体健康的影响的探究逐渐清晰, 并建立了多种评价指数, 关于负离子分布规律及影响因素这些大方向的研究也有一定的进展。空气负离子是人类必不可少的物质, 它能对人的心理和生理机能产生促进作用^[1]。医学研究表明, 负离子对人体的7个系统、近30多种疾病具有抑制和辅助治疗作用。空气负离子发生器的生产和应用在医疗上已成为一种辅助医疗手段^[2]。然而我国目前关于森林保健旅游的具体发展方向和保健休闲效益方面的研究仍然很少有人触及。笔者以南京紫金山国家森林公园为研究对象, 通过紫金山地区的空气负离子含量的动态变化关系的探测, 分析其保健功能, 并对如何充分利用这些优势来提升森林保健效益的旅游吸引力, 提高森林公园旅游的层次进行了研究。

紫金山作为国家级森林公园, 位居南京主城区东侧中山门外(118°48'00"~118°53'04"E, 32°01'57"~32°06'15"N), 东西长7.11 km, 南北宽6.17 km, 总面积3 008.8 hm², 其中绿地面积2 601.3 hm², 森林面积为2 230.9 hm², 郁闭程度达

0.75~0.80, 森林覆盖率达到70.2%, 保留了大量古树名木, 占南京市森林面积的15.6%, 是南京城的“天然氧吧”和“绿肺”。南京紫金山国家森林公园以中山陵园为中心, 明孝陵和灵谷寺为依托, 分布各类名胜古迹多达200多处, 84个可供游览景点。风景区分为明孝陵景区、中山陵景区、灵谷景区、头陀岭景区和其他景点五大部分, 有众多景点具有较高知名度, 如明孝陵、梅花山、海底世界、中山陵、音乐台、头陀岭、灵谷寺、中山植物园、紫金山天文台等。紫金山景区日均游客量近4万人次, 本地晨练居民平均每天近万余人^[3]。监测紫金山国家森林公园负氧离子变化特征, 揭示森林公园负氧离子的发生机理及其时空分布, 有利于提高紫金山森林公园旅游保健服务功能。

首先, 笔者在紫金山国家森林公园选取多处具有代表性的观测点进行观测, 采用能在高湿度下进行作业的森林大气离子测量仪, 对不同时间和不同天气情况下的负离子含量进行监测。然后, 在梳理前人研究成果的基础上, 对采集到的数据进行整合, 分析不同气候与不同时间与植物资源之间的关系。最后, 结合空气负离子含量保健效益的相关资料, 对森林空气负离子变化情况和森林公园旅游价值进行评价; 并进一步对如何开发紫金山的空气负离子, 促进森林旅游项目和旅游产品的开发, 推动森林生态旅游的发展提出了建议和改进措施。

1 研究方法 with 数据来源

1.1 研究仪器 采用 model onetest-200 负离子检测仪。该仪器依照 JIS(日本工业标准, Japanese Industrial Standards)空气中离子密度测定法指针草案中最精确的同轴二重圆筒式制造设计而成, 与一般市面上平板式制造的正负离子检测仪

基金项目 江苏省教育厅省级重点项目(201510298001Z)。
作者简介 曹梦露(1994-), 女, 江苏南京人, 本科生, 专业: 旅游管理。
*通讯作者, 副教授, 博士, 从事森林旅游、生态旅游等研究。

收稿日期 2016-03-21

相比较,准确度大幅提升,并可利用专用的电脑记录分析软件记录分析与打印所测量的资料。该仪器适用于森林、瀑布、风景区、自然保护区、生活环境的评估与相同商品的检测等。该仪器的测定范围如表 1。

表 1 仪器测定范围
Table 1 Detection range of instruments

分段 Segmentation	测定范围 Detection range//个/cm ³	最大液晶表示 The maximum LCD means
R1	0~20 000	19 990×1
R2	0~200 000	19 990×10
R3	0~2 000 000	19 990×100

分辨率:10 个/cm³;

准确度:±5%;

内置温度计测量范围:0~50 ℃,精度:±1%;

内置湿度计测量范围:RH 5%~100%,精度:±5%;

仪器漂移率为±5%;

充电时间:4 h,可使用 8 h。

1.2 监测地点与监测方法 选取紫金山植物园、琵琶湖、中山陵和灵谷寺,音乐台、天文台、头陀岭、小竹林这几个最具代表性的监测地点进行数据测量。植物园植物种类丰富,绿化面积大,便于研究植物因素对负离子浓度的影响;琵琶湖近水,便于研究湿度因素对负离子浓度的影响;选取中山陵一个客流量较大的地点作为测量点,研究人流量对负离子浓度的影响。

每个月到选定监测地点进行观测,测量时间段为每日 8:00~18:00,每隔 2 h 测量一次,在每个测定按相互垂直的 4 个方向测量,待数值显示稳定后读取各个数值,取其平均值进行分析。选取同一地点不同季节、同一地点不同天气、同一时间不同地点等情况进行数据的测量与收集,研究季节、天气、人流量、植物等不同因素对负离子浓度的影响。

1.3 监测数据评级标准 负离子浓度评级标准参考石强等人 2002 年在《中国环境科学》中提出的负离子浓度六级评级标准^[4]。结合负离子浓度与人体健康的影响,最终的负离子浓度评级标准见表 2。

表 2 六级空气负离子浓度评级标准

Table 2 Rating standard for six grades of air negative ion concentration

空气负离子浓度 Air negative ion concentration	等级 Grade	空气清新程度 Air fresh degree	与人体关系 Relationship with human
>3 000 个/cm ³	I级	超清新	预防发生疾病
2 000~3 000 个/cm ³	II级	非常清新	预防发生疾病
1 500~2 000 个/cm ³	III级	清新	增强免疫力
1 000~1 500 个/cm ³	IV级	较清新	具有保健效果
400~1 000 个/cm ³	V级	一般	维持健康需要
<400 个/cm ³	VI级	不清新	诱发某些疾病

2 空气负离子浓度变化分布及特征

2.1 空气负离子浓度总观 2015 年 5、7、8 月各测量点的空气负离子浓度均值情况见表 3、表 4、表 5。从数据来看,整个紫金山国家森林公园的空气负离子浓度主要集中在 V 级、IV 级,属于较清新的范畴,空气质量良好,对人体健康具有一定的保健作用。因此,对于长期生活在城市污染空气和空调环境中的城市居民来说,在适当的时间到紫金山上呼吸新鲜空气,进行体育活动,对身心健康十分有益。

表 3 5 月紫金山国家森林公园空气负离子浓度变化

Table 3 Changes of air negative ion concentration in Zijin Mountain National Forest Park in May

地点 Site	平均空气负离子浓度 Average concentration of air negative ion//个/cm ³	评价等级 Evaluation grade
琵琶湖 Pipa Lake	902	V级
植物园 Botanical garden	815	V级
小竹林(山脚) Small bamboo forest	817	V级
音乐台 Bandstand	725	V级
天文台 Observatory	840	V级
头陀岭 Toutuo mountain	670	V级

表 4 7 月紫金山国家森林公园空气负离子浓度变化

Table 4 Changes of air negative ion concentration in Zijin Mountain National Forest Park in July

地点 Site	平均空气负离子浓度 Average concentration of air negative ion//个/cm ³	评价等级 Evaluation grade
琵琶湖 Pipa Lake	838	V级
植物园 Botanical garden	831	V级
灵谷寺 Linggu Temple	758	V级
小竹林(山脚) Small bamboo forest	1 033	V级
音乐台 Bandstand	823	V级
天文台 Observatory	782	V级

表 5 8 月紫金山国家森林公园空气负离子浓度变化

Table 5 Changes of air negative ion concentration in Zijin Mountain National Forest Park in August

地点 Site	平均空气负离子浓度 Average concentration of air negative ion//个/cm ³	评价等级 Evaluation grade
琵琶湖 Pipa Lake	1 016	IV级
植物园 Botanical garden	1 041	IV级
灵谷寺 Linggu Temple	911	V级
小竹林(山脚) Small bamboo forest	915	V级
音乐台 Bandstand	870	V级
天文台 Observatory	835	V级

2.2 紫金山空气负离子日变化监测数据 选择夏季中的晴天进行观测,于 2015 年 6 月 14 日起连续 5 d,每日 8:00~18:00 对森林公园内 4 个监测点进行监测,每隔 2 h 测量一次,在每个测定按相互垂直的 4 个方向测量,待数值显示稳定后读取各个数值,取其平均值进行分析。可以看出,山

脚小竹林一天中变化幅度最大,最小值出现在 12:00;琵琶湖最小值出现在 14:00。另外,植物园以及头陀岭一天中的最小值出现在 16:00,但峰值同样在 8:00。对数据进行统计分

析得出:空气负离子水平一般 12:00 前较高,最低值一般出现在 12:00~16:00,16:00 之后空气负离子浓度逐渐回升,即早晨和傍晚空气负离子浓度较高,空气质量较好(表 6)。

表 6 6月14~18日4个测量点空气负离子浓度

Table 6 Air negative ion concentration in four measuring points from June 14 to 18

个/cm²

测定地点 Measuring point	空气负离子浓度 Concentration of air negative ion					
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
竹林(山脚) Bamboo forest	2 855	2 567	922	934	2 365	2 776
琵琶湖 Pipa Lake	1 231	1 162	1 083	987	1 054	1 245
植物园 Botanical garden	1 351	1 033	987	973	901	1 148
头陀岭(山顶) Toutuo mountain	1 195	1 002	955	788	645	1 047

2.3 游客活动对景区空气负离子浓度的影响 为了探究游客人数对空气负离子的影响,针对客流量最大的中山陵进行了测量,并和相同海拔、类似环境,但客流量较少的天文台的空气负离子浓度进行了对比(图 1)。由图 1 中 11:00~15:00 的数据可以清晰地看出:较多客流量的中山陵的空气负离子浓度明显低于天文台的空气负离子浓度。可见,游客数量对空气负离子浓度呈反比例影响,人类活动对空气负离子浓度有反比例影响。

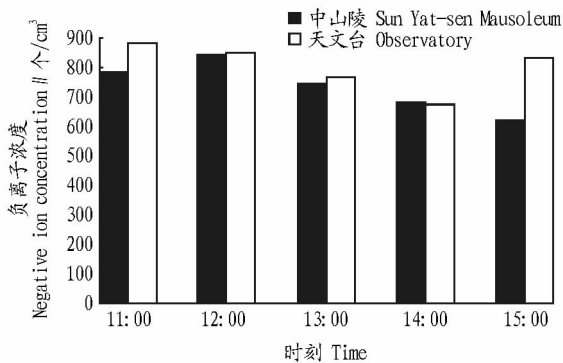


图 1 6月17日中山陵和天文台空气负离子浓度时刻图

Fig. 1 Time chart of air negative ion concentrations in observatory and Sun Yat-sen Mausoleum on June 17

2.4 植被与湖泊对景区空气负离子浓度的影响对比 植被与湖泊对空气负离子浓度都有很大影响。植物的蒸腾作用、光合作用等对空气具有很好的净化作用。研究表明,地面上的空气负离子主要来源于植物的尖端放电,植物多的地方空气负离子浓度较高^[5]。而根据水冲击作用的勒纳德 Lenard 效应可知,水体附近的空气负离子水平较高。另外水的喷射作用还能带走空气中的灰尘,清洁空气,使得空气负离子不断积累,增加空气负离子的浓度^[6]。

为比较植被与湖泊提升景区空气负离子浓度的能力,于 2015 年 7 月 9 日对植物园和琵琶湖的空气负离子浓度进行测量,不同时刻琵琶湖和植物园的空气负离子浓度明显不同(图 2)。上午植物园的空气负离子浓度明显大于琵琶湖的空气负离子浓度;中午和下午,两地负离子浓度相似;傍晚时刻,琵琶湖的空气负离子浓度大于植物园的负离子浓度。

可见,上午植物会由于光合作用等产生更多负离子;同等时期,由于气温未达到最高,水的蒸发等活动明显偏弱,生

成的负离子也较少。中午与下午时刻,植物的光合作用与水的蒸发等活动都达到顶峰状态,两处产生的空气负离子量大致相同。傍晚时刻,植物光合作用由于日光减弱而降低,而此时气温还没来得及下降,水的蒸发等活动仍然剧烈,故湖泊附近生成的负离子较多。

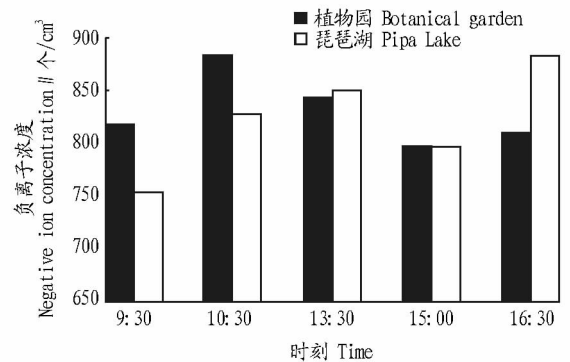


图 2 7月9日植物园和琵琶湖空气负离子浓度时刻图

Fig. 2 Time chart of air negative ion concentrations in botanical garden and Pipa Lake on July 9

2.5 天气情况对景区空气负离子浓度的影响 考虑到天气状况对景区的空气负离子浓度也有一定的影响,对同月相同时刻不同天气情况的琵琶湖的空气负离子浓度进行测量(图 3)。晴天的负离子浓度略高于阴天,原因可能是晴天太阳辐射强,因此植物的光合作用强度大,故其产生的空气正、负离子的量相对增多;其次,晴天空气的温度一般比阴天高,因此空气湍流作用强烈,有利于空气污染物的扩散,因而空气质量要比阴天略好一些。

3 结论及建议

3.1 紫金山负离子的开发措施 空气负离子作为一种利用自然环境预防和治疗疾病的方法和保健手段,在疗养医学界正在被广泛应用。其浓度的高低与空气质量的好坏与人们的健康息息相关^[7-8]。

从之前的数据可以看出,紫金山国家森林公园的空气负离子浓度指标基本接近Ⅳ级,因此具有一定的保健作用。南京城区由于繁杂的交通与过多的人口,空气质量一直较差。紫金山国家森林公园是南京城内最大的一块“绿肺”,其生态重要性自然不言而喻。所以紫金山国家森林公园的开发应该把重心聚焦在良好的空气质量以及较高的空气负离子资

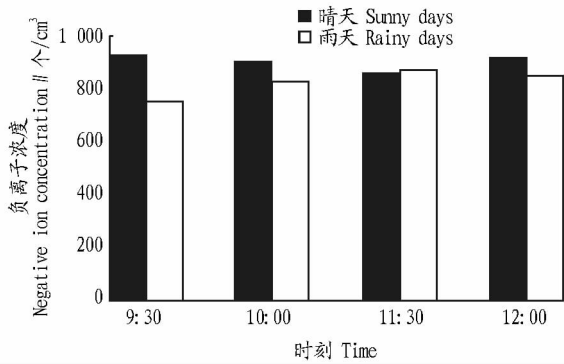


图3 琵琶湖雨天晴天空气负离子浓度图

Fig. 3 Time chart of air negative ion concentrations in Pipa Lake on rainy and sunny days

源上,继续提高紫金山国家森林公园的空气负离子浓度并加以宣传,必然会促进紫金山国家森林公园旅游业的发展。

可以从以下3个方面提高紫金山国家森林公园的空气负离子浓度:①维护景区内植被,在非核心景区的空地处增加灌木植被面积,合理规划,使植物集中连片,这样不仅提高了林内的空气负离子含量和空气质量,而且也为森林公园增加了一道亮丽的风景线。②在湖泊附近建立人工喷泉,使水体动态化,充分利用 Lenard 效应增加空气负离子浓度,提高空气质量。③可在景点、商店、长廊、道路的汇集点以及停车场等客流量大、废气多的地方采用人工“空气离子化-高压电晕挂线法”,增加空气负离子浓度,改善空气质量。④建议在森林公园内设立负离子监测亭,构建空气质量的解说系统,宣传健康理念和环境教育。在紫金山森林公园,利用负离子显示屏,通过视听媒介和网络,为市民和游客提供可靠而准确的空气质量信息。

3.2 对游客的建议 天然的空气负离子是大自然的恩赐,也是治疗和预防多种慢性疾病的免费良药^[9]。因此,游客应当坚持户外活动,这样不仅有助于缓解疲劳,释放精神压力,

而且有助于亚健康 and 慢性患者的康复。可根据空气负离子浓度变化规律,有针对性地进行休闲锻炼活动,追求最大保健效益。

上述研究结果表明,紫金山几处游园环境空气负离子浓度明显高于室内,其中小竹林、琵琶湖和植物园最佳,可以多去这几处景点散步、休闲。从季节上来说,公园内空气负离子的变化规律为夏秋两季高于冬春,夏季最高,冬季最低,居民们的休闲保健活动可多在夏秋两季开展^[10]。从日变化来说(8:00~18:00),空气负离子水平一般12:00前较高,最低值一般出现在12:00~16:00,16:00之后空气负离子浓度逐渐回升,即早晨和傍晚空气负离子浓度较高,空气质量较好。在早晨与傍晚进行体育锻炼可达到最佳效果。

从天气情况来说,阴天和晴天相比,晴天的空气负离子和空气质量要略好于阴天,下雨后空气负离子浓度和空气质量有明显的提高。雨后初晴的天气是外出锻炼的最佳选择。

参考文献

- [1] PINO O, RAGIONE F L. There's something in the air: Empirical evidence for the effects of negative air ions (NAI) on psychophysiological state and performance [J]. Science and education publishing, 2013, 1(4): 48-53.
- [2] 马志福, 谭芳, 韞娟. 空气负氧离子浓度参数在旅游度假区规划中的重要作用[J]. 科学中国人, 2003(3): 48-49.
- [3] 程岩. 旅游活动对开放式风景游憩林影响及对策研究: 以南京紫金山为例[D]. 南京: 南京林业大学, 2014.
- [4] 石强, 钟林生, 吴楚材. 森林环境中空气负离子浓度分级标准[J]. 中国环境科学, 2002, 22(4): 320-323.
- [5] 蒙晋佳, 张燕. 地面上的空气负离子主要来源于植物的尖端放电[J]. 环境科学与技术, 2005, 28(1): 112-113.
- [6] 赵雄伟, 李春友, 葛静茹, 等. 森林环境中空气负离子研究进展[J]. 西北林学院学报, 2007, 22(2): 57-61.
- [7] 马云慧. 空气负离子应用研究新进展[J]. 宝鸡文理学院学报(自然科学版), 2010, 30(1): 42-51, 64.
- [8] 谭远军, 王恩, 张鹏翀, 等. 空气负离子时空变化及保健功能研究进展[J]. 北方园艺, 2013(9): 208-211.
- [9] FLORY R, AMETEPPE J, BOWERS B. A randomized, placebo-controlled trial of bright light and high-density negative air ions for treatment of Seasonal Affective Disorder [J]. Psychiatry research, 2010, 177(1/2): 101-108.
- [10] 王爱红, 邓细华. 分宜空气负离子浓度变化规律及其与气象要素的关系[J]. 安徽农业科学, 2015(7): 183, 186.

(上接第194页)

- [30] AUDRAN C, LIOTENBERG S, GONNEAU M, et al. Localisation and expression of zeaxanthin epoxidase mRNA in *Arabidopsis* in response to stress and during seed development [J]. Australia journal of plant physiology, 2001, 28(12): 1161-1173.
- [31] KOIWAI H, NAKAMINAMI K, SEO M, et al. Tissue-specific localization of an abscisic acid biosynthetic enzyme, AAO3, in *Arabidopsis* [J]. Plant physiology, 2004, 134(4): 1697-1707.
- [32] 陈亚鹏, 陈亚宁, 李卫红, 等. 塔里木河下游干旱胁迫下的胡杨生理特

点分析[J]. 西北植物学报, 2004, 24(10): 1943-1948.

- [33] 周芳, 刘恩世, 孙海彦, 等. 水分胁迫对干旱锻炼后木薯叶片内脱落酸、脯氨酸及可溶性糖含量的影响[J]. 西南农业学报, 2013, 26(4): 1428-1433.
- [34] 苏志龙, 罗银玲, 毕廷菊, 等. 叶面喷施脱落酸对提高旱油藤幼苗耐旱性研究[J]. 云南农业大学学报(自然科学版), 2015, 30(2): 239-244.
- [35] 周琳, 徐辉, 朱旭君, 等. 脱落酸对干旱胁迫下茶树生理特性的影响[J]. 茶叶科学, 2014, 34(5): 473-480.