

喀纳斯国家级森林公园景区夏秋季空气负离子浓度变化特征

刘 端^{1,2}, 白志强^{1,2}, 韩燕梁^{1,2}

(1. 新疆林业科学院 森林生态研究所, 新疆 乌鲁木齐 830000; 2. 国家林业局 新疆阿尔泰山森林生态系统定位研究站, 新疆 乌鲁木齐 830000)

摘 要:对新疆喀纳斯国家级森林公园景区内水体、林地、草地和游客中心等 4 种不同功能区的空气正、负离子浓度进行监测, 并对其空气质量进行评价。结果表明, 喀纳斯景区空气负离子浓度平均为 $1\,185\text{ 个}\cdot\text{cm}^{-3}$ 。4 种功能区空气负离子浓度由大到小的排序为水体($1\,590\text{ 个}\cdot\text{cm}^{-3}$)>林地($1\,230\text{ 个}\cdot\text{cm}^{-3}$)>草地($1\,038\text{ 个}\cdot\text{cm}^{-3}$)>游客中心($885\text{ 个}\cdot\text{cm}^{-3}$), 各功能区间空气负离子浓度差异显著。水体、林地、草地的空气质量属于 A 级; 游客中心空气质量属 B 级。不同功能区空气负离子日变化均为双峰型, 12:00 为全天最高值。空气负离子浓度月变化除水体为 8 月最高, 其他 3 个功能区均表现为 7 月最高, 9 月最低, 夏季优于秋季。

关键词:空气负离子; 喀纳斯; 空气质量

中图分类号:S718.51 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2015)03-0253-05

Comparison on Air Anion Concentration at the Scenic Spots of Kanas National Forest Park

LIU Duan^{1,2}, BAI Zhi-qiang^{1,2}, HAN Yan-liang^{1,2}

(1. Research Institute of Forest Ecology, Xinjiang Academy of Forestry Sciences, Urumqi, Xinjiang 830000, China;

2. Xinjiang Forest Ecological Station of Altay Mountains, State Forestry Bureau, Urumqi, Xinjiang 830000, China)

Abstract: Concentrations of negative and positive ions in four functional areas (waters, forests, grasslands and tourist centre) in Kanas National Forest Park of Xinjiang were measured to evaluate the air quality of the area. The results showed that the average air anion concentration was $1\,185\text{ cm}^{-3}$, highest in waters ($1\,590\text{ cm}^{-3}$), followed by forests ($1\,230\text{ cm}^{-3}$), grasslands ($1\,038\text{ cm}^{-3}$), and tourist center (885 cm^{-3}). The differences in anion concentration in different functional zones were significant. The air quality of waters, forests and grasslands belonged to class A, while tourist center belonged to class B. The daily change of air anion concentration in four different functional zones all exhibited double peaks, and highest at 12:00. The monthly change of air anion concentration indicated that the highest value of waters occurred in August, while those of other three functional zones occurred in July, the lowest values occurred in September, Summer was better than autumn.

Key words: air anion; Kanas; air quality

空气负离子具有杀菌、降尘、清洁空气的功效, 被誉为“空气维生素和生长素”, 它是目前评价空气清洁程度、旅游区规划和开发的重要依据之一^[1-3], 同时也是评价生态系统服务功能的重要指标。森林生态系统以其特有的小气候为空气负离子的产生创造了良好环境。可以认定空气负离子是一种无形的、重要的森林旅游资源, 是人们回归自然的动

力^[4-6]。因此, 研究森林游憩区空气负离子分布状况, 为合理开展森林旅游、指导森林资源的开发具有重要的现实意义。近年来, 关于森林游憩区空气负离子研究的范围越来越广泛。关于森林游憩区空气负离子的研究^[4], 关于瘦西湖临水空气负离子的监测, 得出了动态水的空气负离子浓度大于静态水^[7], 建立了森林空气负离子评价模型, 并制定了森林游

憩区空气负离子的分级标准及评价指数分级标准^[8],对岳麓山景区空气负离子及空气质量变化进行了监测分析^[9];高铭聪^[10]等研究了西径山森林公园、扬州蜀冈西峰生态公园空气负离子水平的特性^[11]。喀纳斯国家级森林公园作为干旱区典型的森林公园,究竟其空气负离子浓度水平如何、景区内分布的各个功能区间空气负离子浓度差异是否有明显规律等问题有待探讨和研究。本研究通过在喀纳斯保护区不同功能区进行空气负离子定期监测,分析不同功能区空气负离子浓度的差异,以期对该地区旅游资源的开发、保护和生态服务功能评价提供科学的依据。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

新疆喀纳斯国家级自然保护区(喀纳斯保护区)2000年被评为国家5A级旅游景区,享有中国最美五大湖泊、中国最美森林等荣誉。景区旅游接待量每年大约50万人次左右。喀纳斯保护区地处欧亚大陆腹地,位于新疆阿勒泰地区布尔津县西北部(86°54′—87°54′E、48°35′—49°11′N),其北部与俄罗斯接壤,东与蒙古毗邻,西与哈巴河县交界,南部与布尔津县禾木乡相连,面积约21.92万hm²。属温带高寒山区气候,最高气温29.3℃,极端最低气温-37℃,年平均气温为-0.2℃;年平均降水量1065mm,年平均蒸发量1097mm,相对湿度59%~90%,林内湿度可达90%以上。新疆喀纳斯国家级自然保护区森林群落建群种主要有西伯利亚落叶松(*Larix sibirica*)、西伯利亚云杉(*Picea obovata*)、西伯利亚红松(*Pinus sibirica*)和西伯利亚冷杉(*Abies sibirica*),伴生的先锋阔叶树种有疣枝桦(*Betula pendula*)、欧洲山杨(*Populus tremula*)和西伯利亚花楸(*Sorbus sibirica*)等。灌木优势种有大叶绣线菊(*Spiraea chamaedryfolia*)、阿尔泰忍冬(*Lonicera caerulea* var. *altaica*)、多刺蔷薇(*Rosa spinosissima*)、刺蔷薇(*Rosa acicularis*)和黑果栒子(*Cotoneaster melanocarpus*)等。草本优势种有林地早熟禾(*Poa nemoralis*)、多叶苔草(*Carex phyla*)、紫苞鸢尾(*Iris ruthenica*)等。森林群落主要位于海拔1300~2300m的阴坡半阴坡山地,土

壤类型为山地棕色针叶林土^[12]。

1.2 样点的选取

在喀纳斯国家级森林公园内选取林地(泰加林林内)、水体(喀纳斯河流边)、草地及游客集散中心等4种不同功能区作为监测点。林地为乔灌草复合结构,郁闭度0.7,主要乔木树种有西伯利亚落叶松(*Larix sibirica*)、西伯利亚云杉(*Picea obovata*)、西伯利亚红松(*Pinus sibirica*),灌木有阿尔泰忍冬(*Lonicera caerulea* var. *altaica*)、多刺蔷薇(*Rosa spinosissima*)和黑果栒子(*Cotoneaster melanocarpus*)等,地面由苔草(*Carex*)和苔藓等组成的地被层。水体为哈纳斯河,由喀纳斯湖流出,长年流水。草地面积约320000m²,主要草本植物为草地早熟禾(*Poa pratensis*)、新疆大蒜芥(*Sisymbrium loeselii*)、荇蕨(*Thlaspi arvense*)等及少量的多刺蔷薇(*Rosa spinosissima*)。游客集散中心游客客流量大,机动车辆多,下垫面为水泥硬化路面。

1.3 监测方法

2013年7—9月每月上、中、下旬选择气象条件稳定的晴天5d,采用AIC1000型空气离子测量仪同步监测上述4种不同功能区空气负离子浓度和正离子浓度。每2h测定1次,共测6次(10:00、12:00、14:00、16:00、18:00和20:00),每个点重复测3次。为了消除风向对测试数据的影响,每个观测点按东、南、西、北4个方向分别读数,取4个方向的平均值作为该观测点正、负离子的观测值。

1.4 数据处理

采用单极系数(q)、空气质量评价指数(CI)作为空气质量评价指标。

$$q=n^{+}/n^{-}$$
(1)

$$CI=n^{-}/1\,000\,q$$
(2)

式中, q :单极系数,即表示正离子数与负离子数之比, q 越小,表示负离子密度比正离子浓度高得越多,对人体越有利。 n^{-} 为负离子浓度, n^{+} 为正离子浓度。 CI 为空气质量评价指数。

以空气负离子浓度为基本观测指数,采用空气离子评价系数法^[13],按空气质量评价指数 CI 可将空气质量分为5级(表1)。

日本学者研究表明,当 $n^{-}>1\,000$ 个·cm⁻³,且 $q<1$ 时,空气清新舒适,对人体健康最为有益^[14]。

表 1 空气质量分级标准
Table 1 Standard grades of air quality

等级	A 级	B 级	C 级	D 级	E 级
清洁度	最清洁	一般清洁	中等清洁	允许	临界值
CI 值	≥1.0	0.70~1.0	0.50~0.69	0.3~0.49	≤0.29

2 结果与分析

2.1 不同功能区的空气负离子浓度总体特征

哈纳斯景区各功能区空气负离子平均值(表 2)可以看出,不同生态功能区间空气负离子浓度由大到小的顺序依次为水体(1 590 个·cm⁻³)>林地(1 230 个·cm⁻³)>草地(1 038 个·cm⁻³)>游客中心(885 个·cm⁻³)>。方差分析表明,各功能区间空气负离子浓度差异显著($F=38.408, p<0.001$)。多重比较结果显示水体、林地、草地和游客中心间的空气负离子浓度差异显著($p<0.05$)。4 种功能区空气负离子浓度均超过了有益于人体健康的 700 个·cm⁻³ 的浓度。从空气负离子浓度变化幅度看,变化幅度最大也表现为水体(780~2 530 个·cm⁻³)、林地(690~2 220 个·cm⁻³)、草地(510~1 740 个·cm⁻³)和游客中心(400~145 个·cm⁻³)。

表 2 不同功能区空气负离子浓度统计特征
Table 2 Statics feature of air anion concentration in different functional zones unit (个·cm⁻³)

功能区	平均值	最大值	最小值	标准差	标准误	变异系数/%
水体	1 590a	2 530	780	50	68	3.14
林地	1 230b	2 220	690	38	52	3.09
草地	1 038c	1 740	510	26	36	2.51
游客中心	885d	1 450	400	22	30	3.39

注:显著性水平 $p=0.05$ 。

2.2 不同功能区空气单极系数、空气质量的比较

4 种不同功能区中,除游客中心单级系数>1,其余水体、林地和草地均<1。这与 4 种功能区空气负离子浓度变化趋势一致。按照安倍空气质量评价指数 CI 看,4 种功能区空气质评价指数 CI 也依次表现为水体(2.58)>林地(1.71)>草地(1.40)>游客中心(0.85)。除游客中心为一般洁净外,其余 3 种均为最清洁程度(表 3)。

表 3 不同功能区空气单极系数 q 、空气质量评价指数 CI 的比较
Table 3 Comparison of air single grade coefficient (q) and air quality evaluation index(CI) in different functional zones

功能区	N ⁺ /(个·cm ⁻³)	N ⁻ /(个·cm ⁻³)	q	CI	等级	洁净度
喀纳斯河	978	1 590	0.615 1	2.58	A	最清洁
泰加林内	883	1 230	0.717 9	1.71	A	最清洁
草地	768	1 038	0.739 9	1.40	A	最清洁
游客中心	926	885	1.046 3	0.85	B	一般洁净

2.3 不同功能区日平均空气负离子浓度变化特征

水体、林地、草地、游客中心 4 个功能区空气负离子含量日变化曲线均呈双峰趋势(图 1),最高值出现在 12:00,分别为 2 447、2 153、1 509 个·cm⁻³

与 1 382 个·cm⁻³;全天最低值除草地和游客中心在 7 月出现在 18:00 时以外,其他各功能区在 7—9 月期间最低值均出现在 20:00,分别为 1 436、1 116、859 个·cm⁻³ 与 805 个·cm⁻³。水体、林地、草地和游客中心空气负离子浓度最高值与最低值相比分别高出 70.40%、92.92%、75.67% 和 71.68%。

2.4 不同功能区月平均空气负离子浓度变化特征

7 月、8 月和 9 月间 4 种功能区空气负离子浓度间差异显著。多重比较表明,8 月水体空气负离子浓度(1 722 个·cm⁻³)明显高于 7 月(1 567 个·cm⁻³)和 9 月(1 436 个·cm⁻³),但 7 月和 9 月间差异不显著;林地则表现为 7 月(1 358 个·cm⁻³)和 8 月(1 278 个·cm⁻³)间空气负离子浓度差异不显著,和 9 月(859 个·cm⁻³)间的差异显著;草地表现为 3 个月份空气负离子浓度分别为 1 229、1 076 个·cm⁻³ 与 859 个·cm⁻³,差异均显著;游客中心空气负离子浓度表现为 7 月(1 116 个·cm⁻³)明显高于 8 月(837 个·cm⁻³)和 9 月(805 个·cm⁻³),且差异显著,8 月和 9 月间空气负离子浓度相差不多(图 2)。其中,水体 8 月份空气负离子浓度分别比 7 月和 9 月份高 9.89%、19.92%;林地 7 月份空气负离子浓度分别比 8 月和 9 月高 6.26%、58.09%;草地 7 月份空气负离子浓度分别比 8 月和 9 月高 14.22%、43.07%;游客中心 7 月份空气负离子浓度分别比 8 月和 9 月高 33.33% 与 38.63%。

3 结论与讨论

根据世界卫生组织(WTO)规定,清新空气的负离子标准值不能低于 1 000 个·cm⁻³[9]。当空气负离子密度>700 个·cm⁻³ 时有益于人体健康,达到 10 000 个·cm⁻³ 时有治疗效果;当负离子浓度≥正离子浓度时会使人感到舒适,并对多种疾病有辅助治疗作用[4]。本研究结果表明,喀纳斯国家级森林公园空气负离子平均值为 1 185 个·cm⁻³,达到了维护人体健康基本需求水平,明显高于张毓涛[15]等和李颖颖[16]等在干旱区测得的空气负离子浓度,说明喀纳斯国家级森林公园在改善空气质量方面起到了很好的作用。徐猛[17]等对广州猫峰山林区的研究结果也表明空气负离子浓度基本在 840~1 200 个·cm⁻³。本研究的监测结果表明,哈纳斯国家森林公园内空气负离子浓度与张建国[13]等在浙江衡州柑橘林测得的空气负离子浓度相近。但与张欣欣[18]等千岛湖库区马尾松林、常绿阔叶林等的空气负离子浓度相差较多。与我国其他景区相比,喀纳斯景区的空气负离子浓度还是处于较低的水平,这可能与研究地点空气干燥,相对湿度较低不无关系。

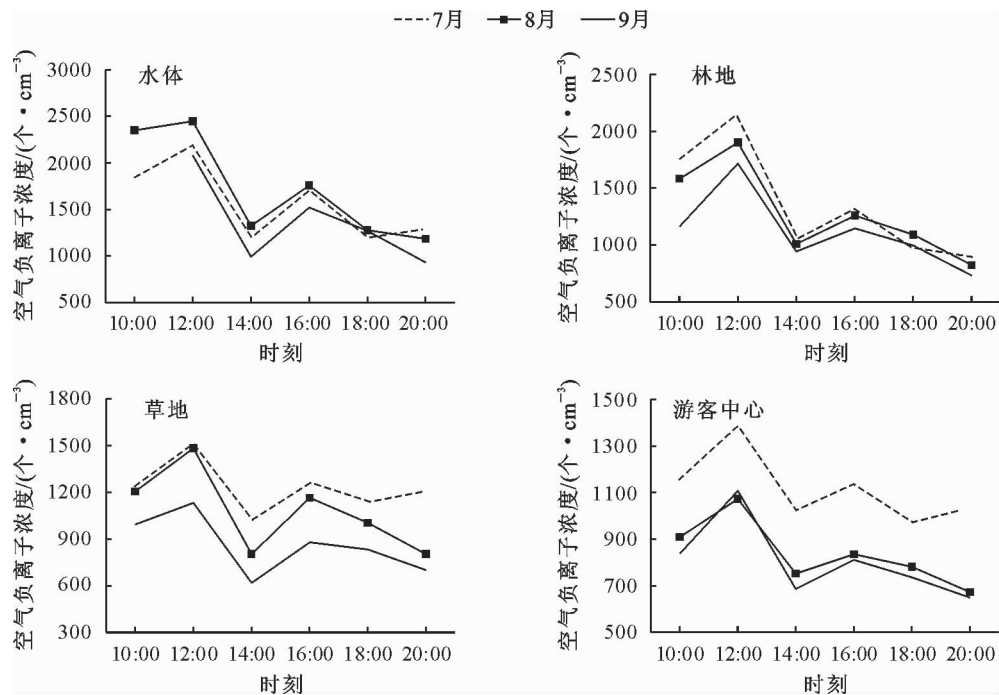


图 1 不同功能区空气负离子浓度的日变化

Fig. 1 Daily change of air anion concentration in four different functional zones

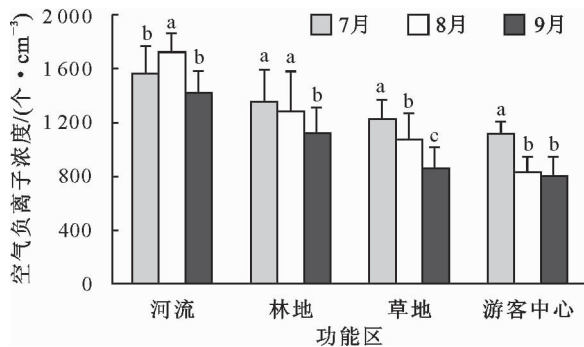


图 2 不同功能区空气负离子浓度的月变化

Fig. 2 Monthly change of air anion concentration in four different functional zones

4 种功能区空气负离子度浓度由大到小的依次排序为水体(1 590 个·cm⁻³)>林地(1 230 个·cm⁻³)>草地(1 038 个·cm⁻³)>游客中心(885 个·cm⁻³)。水体(喀纳斯河流)负离子浓度最高,这可能是因为动态水在高速运动时水滴会破碎,水滴破碎后失去电子而成为正离子,而周围空气扑获电子后成为负离子。另外,水的喷溅等作用带走了空气中的灰尘,对空气起到清洁作用,在清洁空气中空气负离子不断积累,从而使空气中的负离子密度增加,这就是 Lenard 效应,又称喷筒电效应或瀑布效应^[19]。由此可见水速流动的越快,周边空气负离子含量增大,其负离子浓度最高,增加了空气清洁度,改善空气质量。与吴楚材^[1]等评价森林游憩区空气负离子水平、韦朝领^[20]对合肥市不同生态功能区空气负离子浓度分布特征以及张乐勤^[21]对石台县景

区空气负离子研究结果相一致。同时,喀纳斯景区内森林覆盖度较高,为乔、灌和草搭配组合,空气湿度较大,且以红松和云杉等针叶树种为主,树叶呈针状等曲率半径较小的树种,具有较强的“尖端放电”的功能,产生电荷,使空气发生电离,因而能改善空气中的负离子水平^[22],所以,林内的负离子水平也较高。草地为灌草覆盖,绿地面积大,吸收二氧化碳,释放氧气,其空气负离子浓度也比较高。游客中心是一个人流、车流都比较集中的地方,且树木较少基本下垫面为水泥路面,加之汽车排放尾气,使空气污染物和悬浮颗粒有所增加,对空气质量产生负面影响,故其空气负离子浓度最低,这与测定数据相吻合。

4 种不同功能区的空气负离子浓度日变化均呈双峰趋势,峰值出现在 12:00 和 16:00 时,谷底出现在 14:00。与任淑年^[11]关于扬州蜀冈西峰生态公园春季林地的空气负离子浓度研究相一致,均为双峰走势。空气负离子浓度的日变化与植物光合作用的变化趋势有一定的相关性,光合作用是产生负离子产生的重要源泉之一^[23]。清晨植物光合作用较弱,产生的空气负离子较少;随后随着太阳辐射强度的增加,植物的光合作用也逐渐加强,加之紫外线对植物叶片的光电效应,空气负离子浓度在 12:00 达到首个峰值;在 14:00 左右,太阳辐射强度在一天中达到最强,这时气温升高,植物气孔关闭,出现“午休”现象,加之空气湿度的降低,使得空气负离子浓度降至较低,处波谷阶段;之后随着气温降低和太阳辐射

的减弱,空气负离子浓度在 16:00 左右出现第 2 个峰值。至 20:00 随着光合作用的逐步减弱,空气负离子浓度也表现为下降的趋势。

水体(喀纳斯河流)、林地(泰加林林内)、草地、游客中心 4 种不同功能区的空气负离子浓度从 7 月—9 月均呈下降趋势,表现为 7 月空气负离子浓度水平最高,8 月次为,9 月最低。夏季优于秋季,与夏季光合强度较高,释放氧气多是不无关系的。这与陶宝先^[24]关于南京地区主要森林类型空气负离子变化特征、吴甫成^[4]关于岳麓山空气负离子及空气质量变化的研究结果相似,表明夏季空气质量好,为清洁状态,其次是秋季。

参考文献:

[1] 吴楚材,郑群明,钟林生,等. 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.
WU C C, ZHENG Q M, ZHONG L S, *et al.* A study of the aero-anion concentration in forest recreation area[J]. *Scientia Silvae Sinicae*, 2001, 37(5):75-81. (in Chinese)

[2] 章志攀,俞益武,孟明浩,等. 旅游环境中空气负离子的研究进展[J]. 浙江林学院学报, 2006, 23(1):103-108.

[3] 钟林生,吴楚材,肖笃宁,等. 生态旅游及其规划与管理研究综述[J]. 生态学报, 1998, 17(6):57-61.
ZHONG L S, WU C C, XIAO D N, *et al.* Aero anion researches in evaluation of forest recreation resources[J]. *Chinese Journal of Ecology*, 1998, 17 (6):57-61. (in Chinese)

[4] 吴楚材,黄绳纪. 桃源洞国家森林公园的空气负离子含量及评价[J]. 中南林学院学报, 1995, 15(1):9-12.

[5] 张荣健. 龙岩国家森林公园云顶茶园空气负离子浓度的测定与评价[J]. 福建林业科技, 2005, 32(4):86-89.

[6] 王资荣,赫小波. 张家界国家森林公园环境质量变化及对策研究[J]. 中国环境科学, 1998, 8(4):36-39.

[7] 黄利斌,董俐,何小弟,等. 瘦西湖不同临水景观空气负离子密度比较[J]. 东北林业大学学报, 2013, 38(3):71-72.
HUANG L B, DONG L, HE X D, *et al.* Comparision of aeroanion concentration in different type of landscape in the slender west lake[J]. *Journal of Northeast Forestry University*, 2013, 38(3):71-72. (in Chinese)

[8] 石强,舒惠芳,钟林生,等. 森林游憩区空气负离子评价研究[J]. 林业科学, 2004, 40(1):36-40.
SHI Q, SHU H F, ZHONG L S, *et al.* Research on evaluation of the aeroanion in forestry recreational areas[J]. *Scientia Silvae Sincere*, 2004, 40(1):36-40. (in Chinese)

[9] 吴甫成,姚成胜,郭建平,等. 岳麓山空气负离子及空气质量变化研究[J]. 环境科学学报, 2006, 26(10), 1737-1744.

[10] 高铭聪,蒋文伟,金竹秀,等. 西径山森林公园夏季空气负离子日变化[J]. 浙江农林大学学报, 2011, 28(4):667-673.

[11] 任淑年,刘超,何小弟,等. 扬州蜀冈西峰生态公园春季林地的空气负离子密度[J]. 湖南农业大学学报:自然科学版, 2010, 36(6):662-665.
REN S N, LIU C, HE X D, *et al.* Air negative ions concentration of woodland type in Yangzhou Shugangsifeng Ecologi-

cal Park[J]. *Journal of Hunan Agricultural University: Natural Sciences*, 2010, 36(6):662-665. (in Chinese)

[12] 程平,潘存德,朱跃峰,等. 新疆喀纳斯旅游区森林群落格局分析及其环境解释[J]. 新疆农业大学学报, 2011, 34(5):367-373.

[13] 张建国,徐文俊,崔会平. 柑橘纯林空气负离子水平的研究[J]. 西北林学院学报, 2012, 27(3):31-34.
ZHANG J G, XU W J, CUI H P. Aero-anion levels in *Citrus* plantation [J]. *Journal of Northwest Forestry University*, 2012, 27(3):31-34. (in Chinese)

[14] 石强,贺庆棠,吴章文. 张家界国家森林公园大气污染物浓度变化及其评价[J]. 北京林业大学学报, 2004, 24(4):20-24.
SHI Q, HE Q T, WU Z W. Variations of air pollutant concentrations and their evaluation in Zhangjiajie National Forest Park, China [J]. *Beijing For. Univ.*, 2004, 24(4):20-24. (in Chinese)

[15] 张毓涛,李吉玫. 新疆主要城市不同生态功能区夏季空气负离子特征[J]. 干旱区地理, 2013, 35(6):865-874.

[16] 李印颖,苏印泉,李继育,等. 黄土高原植被与空气负离子关系的研究[J]. 干旱区资源与环境, 2008, 22(1):70-73.

[17] 徐猛,陈步峰,栗娟,等. 广州冒峰山林区空气负离子动态及环境因子的关系[J]. 生态环境, 2008, 17(5):1891-1897.

[18] 刘欣欣,华超,张明如,等. 千岛湖姥山林场不同森林群落空气负离子浓度的比较[J]. 浙江农林大学学报, 2012, 29(3):366-373

[19] 王薇,余庄,郑非艺,等. 不同环境场所夏季空气负离子浓度分布特征及其与环境因子的关系[J]. 城市环境与城市生态, 2012, 4(25):32-36.

[20] 韦朝领,王敬涛,蒋跃林,等. 合肥市不同生态功能区空气负离子浓度分布特征及其与气象因子的关系[J]. 应用生态学报, 2006, 17(11):2158-2162.
WEI C L, Wang J T, JIANG Y L, *et al.* Air negative charge ion concentration and its relationships with meteorological factors in different ecological functional zones of Hefei City [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2006, 17(11):2158-2162. (in Chinese)

[21] 张乐勤,胡孔虎,曹先河,等. 石台县景区空气负离子水平分析与评价[J]. 中南林业科技大学学报, 2011, 31(1):104-107.
ZHANG L Q, HU K H, CAO X H, *et al.* Analysis and evaluation on aero anion concentration in shitai Country [J]. *Journal of Central South University of Forestry and Technology*, 2011, 31(1):104-107. (in Chinese)

[22] 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), 25-27

[23] 秦俊,王丽勉,高凯,等. 植物群落对空气负离子浓度影响的研究[J]. 华中农业大学学报, 2008, 27(2):303-308
QING J, WANG L M, GAO K, *et al.* Improvement of negative air ions concentration by plant communities [J]. *Hua-zhong Agric. Univ.*, 2008, 27(2):303-308. (in Chinese)

[24] 陶宝先,张金池. 南京地区主要森林类型空气负离子变化特征[J]. 南京林业大学学报, 2012, 36(3):147-150.
TAO B X, ZHANG J C. Preliminary study of variation of air anion in different forest stands in Nanjing City[J]. *Journal of Nanjing Forestry University*, 2012, 36(3):147-150. (in Chinese)