

森林环境中空气负离子浓度分级标准

石 强¹, 钟林生², 吴楚材^{3*} (1.深圳职业技术学院管理系, 广东 深圳 518055; 2.中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 3.中南林学院森林旅游研究中心, 湖南 株洲 412006)

摘要: 利用在不同森林环境中测得的大量空气负离子浓度数据, 采用标准对数正态变换法, 制定出森林环境中空气负离子浓度的分级评价标准. 将森林环境中空气负离子浓度水平分为6个等级, 即大于3000个/cm³为I级, 2000~3000个/cm³为II级, 1500~2000个/cm³为III级, 1000~1500个/cm³为IV级, 400~1000个/cm³为V级, 400个/cm³以下为VI级. 利用该标准, 对北京小龙门森林公园及广州流溪河国家森林公园主要景区空气负离子状况进行了评价.

关键词: 森林环境; 空气负离子; 分级标准

中图分类号: X173

文献标识码: A

文章编号: 1000-6923(2002)04-0320-04

Grades standard of aeroanion concentration in forest surroundings. SHI Qiang¹, ZHONG Lin-sheng², WU Chu-cai³ (1.Department of Management, Shenzhen Polytechnic College, Shenzhen 518055, China; 2.Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China; 3.Forestry Tourism Research Center, South-Central Forestry Institute, Zhuzhou 412006, China). *China Environmental Science*. 2002,22(4): 320~323

Abstract: This paper uses a vast amount of the mass data of aeroanion concentration mensurated in different forest surroundings to establish the grades standard of the aeroanion through the method of standard normal logarithm transformation. The standard divides the aeroanion concentration into six grades; that is, the first grade above 3000 Entries/cm³, the second 2000~3000 Entries/cm³, the third 1500~2000 Entries/cm³, the fourth 1000~1500 Entries/cm³, the fifth 400~1000 Entries/cm³, and the last below 400 Entries/cm³. With application of the standard, the aeroanion status of the main scenic sports of Xiaolongmen Forest Park in Beijing and Liuxihe National Forest Park in Guangzhou are evaluated.

Key words: forest surroundings; aeroanion; grades standard

随着人们对空气负离子医疗保健及杀菌功能认识的逐渐加深, 空气负离子作为一种新的生态保健资源在许多行业得到了广泛应用^[1]. 在林业及旅游行业, 人们利用多数森林环境中空气负离子浓度高的特点竞相开展“森林生态旅游”、“森林浴”等活动, 并开发修建了众多的“负离子呼吸区”、“森林医院”等疗养保健场所^[2-4]. 在这些保健场所中, 确实有一部分的空气负离子浓度较高, 具有较好的保健效果, 但也有一部分的空气负离子浓度并不高, 根本就不具有保健效能^[5,6]. 目前, 国内外还没有一个可以用来评价森林环境中空气负离子浓度水平的标准. 作者在分析国内10个森林风景区空气负离子浓度实测数据的基础上, 建立了森林环境中空气负离子浓度的分级

标准, 为森林空气负离子资源的开发评价提供了依据. 在此基础上, 对北京门头沟小龙门森林公园和广州流溪河国家森林公园进行了实证研究.

1 数据来源

研究所用数据来源于中南林学院森林旅游研究中心近年来采用F-3型森林大气负离子测定仪在湖南省的桃源洞、张家界、阳明山, 江西省的三爪仑, 广东省的金坑, 广西的姑婆山等森林公园和湖南省衡山风景名胜区, 广东省鼎湖山自然保护区, 广西大瑶山自然保护区以及北京青少

收稿日期: 2002-01-04

基金项目: 国家林业局基金项目(FR2000-002)

* 通讯联系人

年绿色度假中心等 10 个森林风景区所测得的空气负离子值.测点所覆盖的地域范围广阔,森林植被类型多样,具有较强的代表性.

2 数据处理

环境因子分级评价标准的制定常常基于对大量具有正态分布特性的实测数据的统计分析.若实测数据不具有正态分布特性,则必须通过一定的数学方法将其变换成正态性数据后方可进行分级.在使用标准对数正态变换^[7,8]后,再进行 Box-Cox 变换^[8,9]来处理偏正态分布数据,可取得较好的分级效果.作者采用此法来处理森林大气负离子浓度数据,结合空气负离子的人体生物学效应,提出了森林环境中空气负离子的分级评价标准.

分别从上述 10 个森林风景区空气负离子浓度测值中筛选出 610 个样本值(为了不影响分析和计算,个别异常数据未纳入计算;瀑布旁边因负离子浓度太大,应另立评价标准,故所选数据不含瀑布生境的负离子数据).将这些样本值记为 $Y_{ij}(i=1,2,\dots,610, j=1,2 \text{ 为指标序号})$,然后采用 SPSS 软件中检验精度较高的柯尔莫哥洛夫-斯米诺夫标准对数正态检验程序进行检验(K-S Normal Test),检验结果 $Z_{0.05}=0.061$,表明样本数据不服从正态分布,因此必须对原数据进行正态变换.

设样本值为 $y_1, \dots, y_n$

$$\text{令 } \tilde{y}_k = (y_k - \bar{y})/S \quad k=1, 2, \dots, n \quad (1)$$

其中

$$\bar{y} = 1/n \sum_{i=1}^n y_i \quad S = \left(1/(n-1) \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \right)^{1/2}$$

对(1)式进行正态变换处理

$$\text{设 } a = \min_k \{\tilde{y}_k\} \quad (2)$$

令 $C = -\text{INT}(a)$,

$$X_k = \tilde{y}_k + C, k=1, 2, \dots, n$$

C 为正态变换常数.用式(1),式(2)将样本值 $\{y_k\}$ 变

换为数值.再对数组 $\{X_k\}$ 进行变换.

$$Z_k = \begin{cases} (X_k^\lambda - 1)/\lambda & \lambda \neq 0 \\ \ln X_k & \lambda = 0 \end{cases} \quad (3)$$

$k=1, 2, \dots, n$, 得数组 $\{Z_k\}$, 对 y_k 作变换

$$Z_k = \begin{cases} (y_k^\lambda - 1)/\lambda & \lambda \neq 0 \\ \ln y_k & \lambda = 0 \end{cases} \quad (4)$$

得随机变量 Z_k , 式(4)为 Box-Cox 变换.其中 λ 为变换参数,可用逐步逼近法求得.

经(4)式变换后的数组,一律能通过柯尔莫洛夫-斯米诺夫正态性检验,因而是服从正态分布的.

过去人们常在“均值 $\pm 3 \times$ 标准差”的范围内采取均分的办法来取代表点.该法虽然简单方便,但可能遗失较多信息.为了使取点更加科学合理,方开泰等人^[10]通过建立损失函数,以信息损失量最小作为选取代表点的标准,给出了不同分级水平代表点的取值.作者用此法选取五级代表点的值为: $-1.7242, -0.7646, 0, 0.7646, 1.7242$

进一步计算数组 $\{Z_k\}$ 的均值与标准差

$$\begin{aligned} \mu &= 1/n \sum_{i=1}^n Z_i \\ \delta^2 &= \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (Z_i - \mu)^2 \end{aligned} \quad (5)$$

得数组 $\{Z_k^*\}$:

$$Z_k^* = (Z_k - \mu)/\sigma$$

从 $\{Z_k^*\}$ 到 $\{y_k\}$ 的关系为:

$$y_k = \begin{cases} S \left\{ [\lambda_0 (\sigma Z_k^* + \mu) + 1]^{1/\lambda_0} - C \right\} + \bar{y} & \lambda_0 \neq 0 \\ S \left\{ \exp(\sigma Z_k^* + \mu) - C \right\} + \bar{y} & \lambda_0 = 0 \end{cases} \quad (6)$$

式中 λ_0 、 C 、 μ 、 σ 是可测定的系数.

利用代表点的值和(6)式即可求得样本值的分级标准.

3 空气负离子浓度分级标准的建立

通过(6)式计算得到森林环境中空气负离子浓度分级标准为: I 级 >2862 个/ cm^3 ; II 级 $2036 \sim 2862$ 个/ cm^3 ; III 级 $1494 \sim 2035$ 个/ cm^3 ; IV 级 $954 \sim$

1493 个/cm³;V 级 393~953 个/cm³;VI 级<393 个/cm³.

在制定标准时,不同对象间的特性差异较大,因而对其标准精度的要求也常不相同.对于微观领域及稳定性强的对象,其精度可高一些;而对宏观领域及变化较大的对象而言,其精度则要求低一些,便于在实践中应用.上述森林环境中空气负离子浓度分级标准值是通过数学方法得出的,其精确度较高.但由于空气负离子浓度本身变化较快、变化幅度也较大,且空气负离子测定仪的精度亦为 10 个/cm³.显然,将分级标准的精度精确到个位是不切实际的.为此,将上述标准值修订为:Ⅰ级>3000 个/cm³;Ⅱ级 2000~3000 个/cm³;Ⅲ级 1500~2000 个/cm³;Ⅳ级 1000~1500 个/cm³;V 级 400~1000 个/cm³;VI 级<400 个/cm³.

一般情况下,森林环境中的空气负离子浓度都要高于城市居民区,人们开展森林生态旅游的一个重要目的就是到森林中去进行以呼吸空气负离子为主要内容的“森林浴”.因此,将森林风景区的最低负离子浓度(临界浓度)定为 400 个/cm³,高于徐业林建议的我国城镇居民区 250 个/cm³的最低浓度标准^[11],应是合理的.事实上,当森林环境中空气负离子浓度低于 400 个/cm³(VI 级)时,空气已受到一定程度的污染,对游客的健康不利.上述标准的第Ⅳ、V 级的分界浓度为 1000 个/cm³,与空气负离子人体生物学效应最低浓度标准一致^[11,12].表明达到Ⅳ级以上负离子浓度水平的空气对人体健康是有益的,属于保健浓度范围.而空气负离子浓度介于 400~1000 个/cm³之间(V 级)的空气对人体则既无多大危害,亦无多大益处,因而属于允许浓度范围.

据此,可以在实践中将森林环境中空气负离子浓度值划分为临界浓度(400 个/cm³)、允许浓度(400~1000 个/cm³)及保健浓度(>1000 个/cm³) 3 个区域,此种划分有利于增强旅游规划与管理的科学性及可操作性.同时,“空气负离子呼吸区”及“森林医院”等疗养保健场所应建在具有保健浓度以上的景区(景点),才会取得较好的疗养保健效果.

4 分级标准的应用

为了检验上述评价标准的可靠性及应用性能,分别在北方(北京门头沟小龙门森林公园)和南方(广州流溪河国家森林公园)各选择一个森林公园,测量了园内部分功能区的空气负离子浓度,然后应用上述评价标准对其进行评价,评价结果见表 1.

表 1 森林旅游区空气负离子评价
Table 1 Aeroanion evaluation of forest scenic spots

景区	功能区	空气负离子 (个/cm ³)	评价等级
北京门头 沟小龙门 森林公园	山鸡岭	750	V
	野猪林	1020	IV
	杜鹃山	940	IV
	接待区	360	V
广州流溪 河国家森 林公园	三桠塘	4500	I
	植物园	4100	I
	跌死龟	2200	II
	接待区	1160	IV

由表 1 可知,应用建立的空气负离子分级标准,很容易对以上两个森林旅游区空气负离子的浓度等级做出判别.同为森林环境,南、北方的空气负离子浓度差异很大,流溪河国家森林公园境内空气负离子浓度基本上为Ⅰ、Ⅱ级,而小龙门森林公园境内空气负离子浓度则为Ⅳ级、V 级.从表 1 还可以看出,接待区的负离子浓度要大大低于游览区,这主要是由于接待区因生活排污及汽车尾气等因素导致空气中的粉尘含量高,这些粉尘的存在使得空气中的负离子更容易相互碰撞,发生电荷中和形成中性分子,从而降低了空气中负离子的浓度,而游览区由于只有游客的活动,没有烟尘排放,对空气的干扰较小,空气污染程度较弱,对负离子浓度影响较小.通过对上述两个森林公园多个景区及接待区空气负离子浓度的比较评价可知,选择在流溪河国家森林公园的三桠塘、植物园、跌死龟建空气负离子保健场所是比较适合的,而小龙门森林公园境内除了野猪林、杜鹃山勉强可以建空气负离子保健区外,其

余场所则都不适合。

5 结语

对于偏正态分布的负离子浓度样本数据,在运用标准对数正态变换及 Box-Cox 变换使其正态化的基础上,采用正态总体五级代表点选取法,制定出了森林环境中空气负离子的分级标准。该标准将森林环境中空气负离子浓度水平分为 6 个等级,即大于 3000 个/cm^3 为 I 级, $2000 \sim 3000 \text{ 个/cm}^3$ 为 II 级, $1500 \sim 2000 \text{ 个/cm}^3$ 为 III 级, $1000 \sim 1500 \text{ 个/cm}^3$ 为 IV 级, $400 \sim 1000 \text{ 个/cm}^3$ 为 V 级, 400 个/cm^3 以下为 VI 级。根据不同负离子浓度对人体的生物学效应,将上述标准分为临界浓度(400 个/cm^3)、允许浓度($400 \sim 1000 \text{ 个/cm}^3$)及保健浓度($>1000 \text{ 个/cm}^3$) 3 个区域。利用上述分级标准,对北京门头沟小龙门森林公园及广州流溪河国家森林公园主要景区空气负离子状况进行了评价。结果显示,流溪河国家森林公园境内的空气负离子浓度等级大大高于小龙门森林公园境内的空气负离子浓度等级。

参考文献:

- [1] Krueger A P. The biological effects of air ions [M]. Washington: Int. J. Biometeorol, 1985.29,205.

- [2] 林文镇.森林浴:最新潮健身法 [M]. 台北:青春出版社,1985.1-3.
- [3] 彭少麟,李少芬.鼎湖山与空气负离子 [M]. 广州:广东经济出版社, 1999. 9-20.
- [4] 钟林生,吴楚材,肖笃宁.森林旅游资源评价中的空气负离子研究 [J]. 生态学杂志, 1998,17(6):56-60.
- [5] 邵海荣,贺庆棠.森林与空气负离子 [J]. 世界林业研究, 2000,13 (5): 19-23.
- [6] 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.
- [7] Blackwood L G. The application of standard normal logarithm transformation in statistics [J]. Environmental Monitoring and Assessment, 1995,35(1):55-75.
- [8] 张一先,陈荣昭,董雪芳.城市大气环境质量比较评价分级方法 [J]. 中国环境科学, 1997,17(4):40-42.
- [9] Box G P, Cox D R J. Box-Cox commutation [J]. Royal Statistical Society Series B, 1964,21(3):211-243.
- [10] 方开泰,贺曙东.在正态总体中如何选择给定数目的代表点的问题 [J]. 应用数学学报, 1984,7(3):293-306.
- [11] 徐业林,王乃益.第二届全国空气离子学术研讨会论文 [M]. 西安:陕西经济出版社, 1995.29-33.
- [12] 李安伯.空气离子研究近况 [J]. 中华理疗杂志, 1988,11(2): 100-104.

作者简介: 石 强(1970-),男,四川安岳人,博士,深圳职业技术学院师范学院讲师,主要从事旅游资源开发、环境影响评价方面的研究。发表论文 10 篇。