

海南省主要景区负氧离子浓度分布及预报方程研究

赵 蕾, 吴坤悌, 陈 明 (海南省气象服务中心, 海南海口 570203)

摘要 [目的]研究海南省主要景区负氧离子浓度分布及预报方程。[方法]利用2010年2月—2011年12月海南省5个景区负氧离子浓度观测点实况资料,分析其时空变化规律及与气象要素的相关特征,并采用逐步回归方法建立负氧离子浓度预测模型。[结果]空气负氧离子浓度有明显的日变化,夜间高、白天低,最大值出现在早晨,最小值出现在中午,白天空气负氧离子浓度变化波动较大,夜晚变化平缓。负氧离子浓度与气温呈负相关,与相对湿度呈正相关。5个测点负氧离子浓度的逐步回归方程中,海口火山口和三亚南山预报模型通过了回归方程和回归系数检验,负氧离子预测模型预报能力较好。[结论]该研究可为旅游气象服务提供理论依据。

关键词 负氧离子;变化特征;相关分析;逐步回归;海南省

中图分类号 S165 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)29-0189-03

Study on the Distribution of Negative Oxygen Ion Concentration and Forecast Equation of Main Scenic Spots in Hainan Province
ZHAO Lei, WU Kun-ti, CHEN Ming (Hainan Meteorological Service Center, Haikou, Hainan 570203)
Abstract [Objective] The aim was to study the distribution of negative oxygen ion concentration and forecast equation of main scenic spots in Hainan Province. [Method] Based on the observation data of negative oxygen ion concentration in five scenic spots in Hainan Province from Feb. in 2010 to Dec. in 2011, the temporal and spatial variation and its correlation with meteorological factors were analyzed, the stepwise regression equation was adopted to establish forecast model of negative oxygen ion concentration. [Result] The concentration of air negative oxygen ion varied within a day, the maximum value appeared in the morning and the minimum appeared at noon, the concentration of negative oxygen ion fluctuated significantly during daytime while changed gently at night. Negative oxygen ion concentration was negatively correlated with air temperature, and was positively correlated with relative humidity. The forecast model of Haikou Huoshankou and Sanya Nanshan were tested by regression equation and regression coefficient, and the ability of negative oxygen ion prediction model was good. [Conclusion] The study can provide theoretical basis for tourism meteorological service.
Key words Negative oxygen ion; Variation features; Correlation analysis; Stepwise regression; Hainan Province

空气中的负离子是指带负电荷的氧离子,无色无味,被誉为“空气维生素和长寿素”。负氧离子含量的多少除了直接影响人的舒适程度和健康状况外,还是反映空气质量和大气环境状况的重要指标^[1]。空气中负离子的产生和存活与气象条件关系密切,因此,开展空气中负离子浓度与气象条件关系研究是环境气象研究领域的一个方面。

国内众多学者对不同林分及植被类型、不同绿地类型和不同城市功能区中空气负离子的分布及变化规律进行了研究^[2-4];还有学者对空气负离子的时空变化特征以及与气象要素的关系进行了分析^[5-6]。但由于目前仅有为数不多的地区对空气负氧离子浓度进行长期监测,研究工作大多局限于较短时间序列,海南省于2010年才开始监测空气中的负氧离子浓度,另外,由于观测仪器故障或其他原因造成负氧离子浓度数据缺测或长时间序列中断,从而影响数据的完整性。鉴于此,笔者利用2010年2月—2011年12月海南省5个景区负氧离子浓度观测点实况资料,分析其时空变化规律及与气象要素的相关特征,并采用逐步回归方法建立负氧离子浓度预测模型,以期旅游气象服务提供理论依据。

1 资料与方法

1.1 资料来源 选取2010年2月—2011年12月海南省5个景区负氧离子浓度观测点(海口火山口、三亚南山、昌江霸王岭、琼中百花岭、万宁兴隆植物园)的逐时观测数据,对其中有误差的观测数据进行质量控制。气象资料选取大气负氧离子监测站的邻近气象自动站2010年2月—2011年12

月逐时气温、气压、降水、相对湿度、风速观测数据。春季、夏季、秋季和冬季分别划分为3—5、6—8、9—11月和12月一次年2月。

1.2 研究方法 各测点取其平均值,综合列表、作对比图,分析空气负氧离子浓度时空分布特征;采用相关分析方法研究空气负氧离子浓度与气象要素的关系,并采用逐步回归方法筛选最佳气象因子,建立负氧离子浓度的预测模型。

1.3 观测仪器和标准 负氧离子浓度的测量采用威德创新科技有限公司WIMD-B型大气负氧离子自动测报系统。空气负氧离子检测装置为全天候无人值守、自动测报。根据世界卫生组织规定,清新空气的负氧离子标准浓度为1 000~1 500个/cm³,目前国内尚无负氧离子浓度与人体健康的统一标准,该研究参照日本和国内外其他地区常见的等级标准^[7-8],归纳出负氧离子浓度的等级标准(表1)。

表1 负氧离子的等级标准
Table 1 The grade standard of negative oxygen ion

负离子浓度 Negative ion concentration 个/cm ³	参考等级 Reference level 级	指数预 报等级 Index for- ecast level 级	与健康的关系 Relationship with health
≤500	1	5	不利
500~800	2	4	正常
800~1 100	3	3	较有利
1 100~1 400	4	3	有利
1 400~1 700	5	2	相当有利
1 700~2 000	6	2	很有利
≥2 000	7	1	极有利

2 海南省大气负氧离子浓度分布特征分析

2.1 月变化 海南省 5 个主要景区空气负氧离子浓度具有明显的月变化特征(图 1),除了三亚南山空气负氧离子浓度月变化缓慢,其他几个景区负氧离子浓度月变化振幅较大。

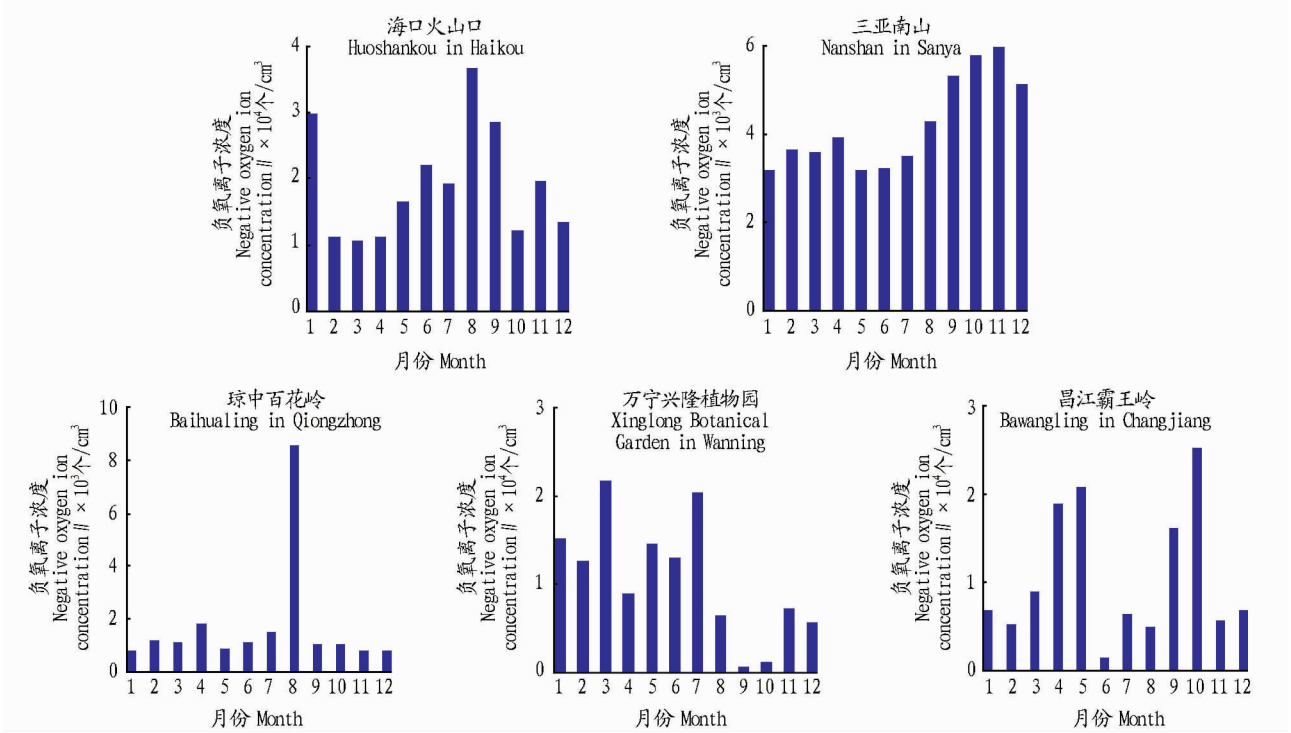


图 1 2010 年 2 月—2011 年 12 月 5 个景区负氧离子浓度月变化

Fig.1 The monthly variation of negative oxygen ion concentration in five scenic spots during Feb.2010 – Dec. 2011

2.2 日变化 由图 2 可见,5 个测点大气负氧离子浓度日变化规律基本一致,均有明显的日变化,呈现出两头高、中间低的“V”字型。从夜间到凌晨均维持在较高水平,08:00 出现一日当中峰值,随着时间推移,负氧离子浓度迅速下降,在 14:00 出现最低值,之后再次回升;到 20:00 之后,负氧离子浓度变化缓慢。总体来说,夜间空气负氧离子浓度高于白天,最大值出现在早晨,最小值出现在中午,白天空气负氧离子浓度变化波动较大,夜晚变化平缓。从大气负氧离子浓度日变化趋势可以看出,大气负氧离子浓度与气温变化趋势相反,白天大气负氧离子浓度随温度的升高而降低,夜间大气负氧离子浓度随温度的降低而升高。负氧离子浓度最高值出现在早晨,说明空气清新,是人们进行晨练的好时段,另外,可能由于白天人类活动造成空气中大气气溶胶含量增多,导致空气质量较差,进而引起白天空气负离子浓度较低。按照世界卫生组织规定,5 个景区均达到清新空气的负氧离子标准浓度(1 000 ~ 1 500 个/cm³)。

从海南省 5 个测点负氧离子浓度分布情况来看,海口火山口和昌江霸王岭空气负氧离子日平均浓度远高于其他几个测点,且这 2 个测点中空气负氧离子浓度最高值均超过 10 000 个/cm³。医学研究表明,当负氧离子浓度达 10 000 个/cm³ 以上时,有治疗疾病的效果^[9],海口火山口和昌江霸王岭有一半以上的天数空气负氧离子浓度均超过治病浓度临界值,是疗养健身的首选之地。研究还发现同一观测点,

海口火山口大气负氧离子浓度最高,其次是昌江霸王岭和万宁兴隆植物园,最低出现在琼中百花岭。说明火山岩能有效提高空气中负氧离子浓度,可以根据不同季节首选负氧离子浓度较高的景区。

负氧离子浓度最大值可达上万,而最小值仅有几千,负氧离子浓度变化如此之大说明不同气象要素对负氧离子有影响。

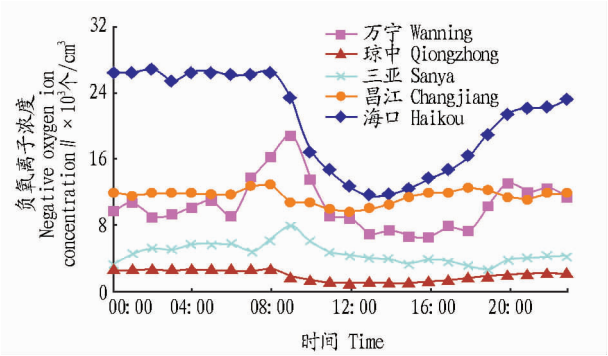


图 2 海南省 5 个主要景区大气负氧离子浓度日变化

Fig.2 The daily variation of negative oxygen ion concentration in five scenic spots in Hainan Province

3 预报模型建立与检验

3.1 大气负离子与气象因子的关系 选取 2010 – 2011 年 5 个景点大气负氧离子日资料与同步观测的 14:00 气温、14:00 气压、日最高气温、日最低气温、日平均气温、日平均风速、日平均相对湿度、日雨量共 8 个气象因子进行相关分析,结果表明,影响空气中负氧离子浓度的因素极为复杂,不同测点,影响负氧离子浓度的气象因子也有所不同。国内很多学者在研究负氧离子浓度时,也得到了不同的结果^[10-11]。由此

可见,基于研究环境的特异性和复杂性,影响空气负氧离子浓度的环境气象因素也较多,空气负氧离子浓度与环境气象因子间的内在规律研究仍处于初步阶段,很难得出统一的结论。总体来说,负氧离子浓度与气温呈负相关,温度越高,负氧离子浓度越低;与相对湿度呈正相关,即相对湿度越大,负氧离子浓度越高。

3.2 回归方程建立与检验 经过相关性筛选,将通过置信度 $\alpha = 0.05$ 或 $\alpha = 0.01$ 的气象要素作为预报因子。其中,负氧离子浓度作为因变量 Y ; X_1 为 14:00 气温, X_2 为 14:00 气

压, X_3 为日最高气温, X_4 为日最低气温, X_5 为日平均气温, X_6 为日平均气压, X_7 为日平均风速, X_8 为日平均相对湿度,作为自变量。将预报因子带入逐步回归方程进行筛选,建立最优回归方程,并对其进行双重检验(回归方程的显著性检验采用 F 检验,回归系数检验采用 t 检验)。结果表明(表 2),5 个景区空气负离子的回归模型除了海口火山口和三亚南山回归方程和回归系数均通过 0.05 显著性水平检验,其他均未通过双重检验。建立的海口火山口和三亚南山回归方程虽然在统计上是显著的,但拟合度不高。

表 2 5 个景区空气负氧离子预报方程及检验
Table 2 Forecast equation and test of negative oxygen ion in five scenic spots

观测点 Observation sites	预报方程 Forecast equation	F 检验 F test	t 检验 t test
海口火山口 Haikou Huoshankou	$Y = 1\,157\,755.953 - 972.412X_3 - 1\,094.766X_6 - 5\,679.415X_7$	9.085 (通过)	通过
三亚南山 Sanya Nanshan	$Y = 14\,471.772 - 127.156X_8$	20.428 (通过)	通过
昌江霸王岭 Changjiang Bawangling	$Y = -703\,151.302 + 695.051X_2 + 995.563X_4$	10.509 (通过)	未通过
琼中百花岭 Qiongzhong Baihualing	$Y = -4\,155.099 + 208.749X_5 + 2\,044.493X_7$	10.873 (未通过)	未通过
万宁兴隆植物园 Wanning Xinglong Botanical Garden	$Y = -8\,812.117 + 241.839X_7$	14.796 (未通过)	未通过

建立海南省主要景区负氧离子浓度预报模型,其中海口火山口和三亚南山预报模型通过了回归检验,对比分析模拟值与负氧离子浓度观测值(图 3)发现,除极个别样本外,模

式变化趋势与实际观测值基本一致,预报值与观测值在量级和等级上较为接近,能较好地模拟实况。

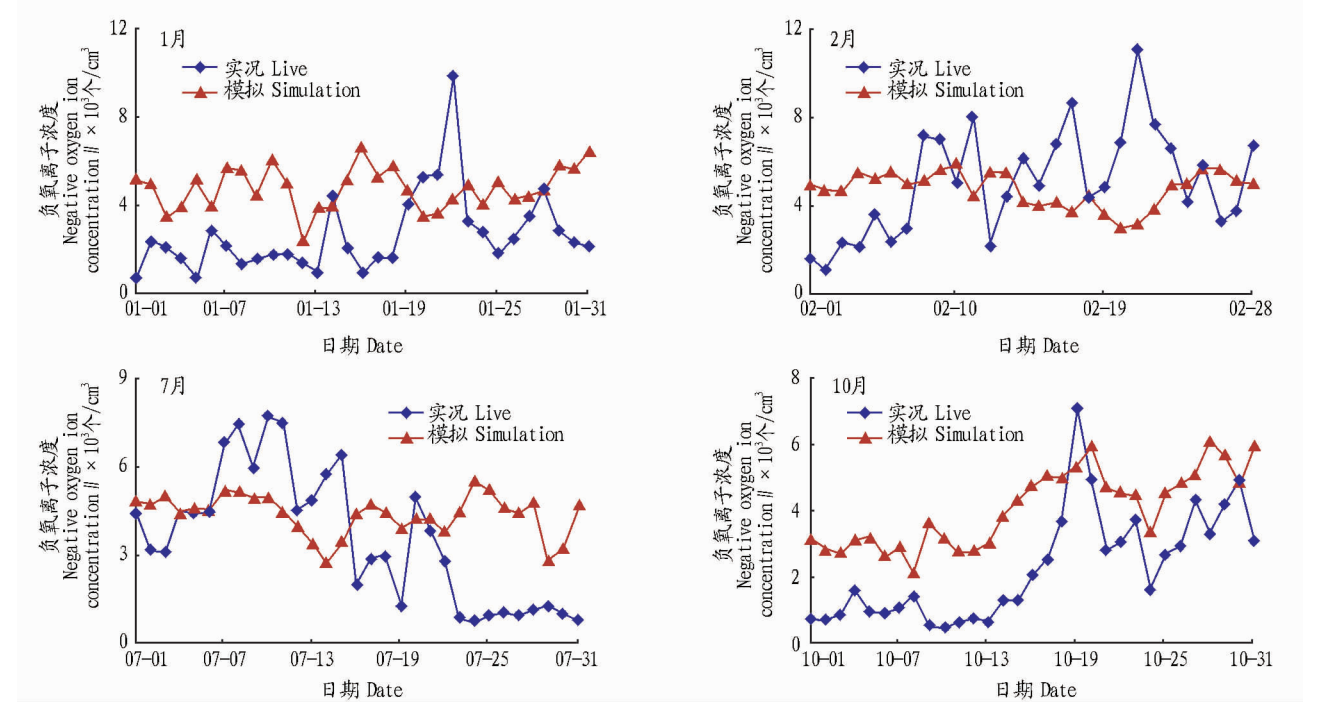


图 3 2011 年三亚南山大气负氧离子浓度数据模拟与实况对比
Fig.3 Comparison of simulated negative oxygen ion concentration and the actual situation in Nanshan, Sanya in 2011

4 小结与讨论

(1) 空气负氧离子浓度有明显的日变化。总体来说,夜间空气负氧离子浓度较高,白天较低,最大值出现在早晨,最小值出现在中午,白天空气负氧离子浓度变化波动较大,夜晚变化平缓。

(2) 海口火山口和昌江霸王岭有一半以上的天数空气负氧离子浓度均远高于治病浓度临界值($10\,000$ 个/ cm^3),是

疗养健身的首选之地。

(3) 分析空气负氧离子浓度与各气象要素相关性发现,影响空气中负氧离子的因素极为复杂,很难得出统一的结论。总体来说,负氧离子浓度与气温呈负相关,温度越高,负氧离子浓度越低;与相对湿度呈正相关,即相对湿度越大,负氧离子浓度越高。

(下转第 208 页)

(3)2009—2015 年,在江苏省耕地的相对变化率中,苏州市、无锡市、泰州市位列前三,均远高于全省平均水平,耕地面积下降过快;同时,苏州市的城镇村及独立工矿用地相对变化率依旧位居全省榜首,城乡建设用地面积增长迅速。在城镇村及独立工矿用地中,城市、建制镇、村庄和采矿用地相对变化率最高的分别为淮安市、常州市、无锡市和扬州市。

(4)运用指数平滑法对“十三五”期间江苏省土地利用结构进行预测,结果表明,“十三五”期间江苏省全省耕地面积将呈现波动下降趋势,但随着农业结构的调整,草地面积将有一定比例的增长。同时建设用地也将持续增长,但随着“多规融合”与城市开发边界划定等相关工作的开展,建设用地增长速度也将逐渐放缓,逐步向节约集约用地的方向发展。

3.2 建议 作为我国东部沿海发达省份之一,江苏省在“十三五”时期仍将保持良好的经济社会发展态势,这将导致建设用地面积的继续增加,耕地保护的壓力进一步加大。因此,必须把优化城乡空间布局形态作为推进新型城镇化和城乡发展一体化的重要方向,深入开展节约集约用地“双提升”行动,实行建设用地总量控制和减量化管理,探索配合“供给侧改革”的新型供地模式,保障重大项目用地。只有顺应城

市化和城镇发展规律,正确处理经济发展和土地利用的关系,才能真正实现保护耕地、集约节约利用土地的目的。

参考文献

- [1] 胡贤辉,张霞,杨钢桥. 湖北省土地利用结构变化及其驱动机制分析[J]. 长江流域资源与环境,2008,17(1):43-46.
- [2] 张健,濮劭杰,彭补拙. 基于景观生态学的区域土地利用结构变化特征[J]. 长江流域资源与环境,2007,16(5):578-583.
- [3] 赵哲远,马奇,华元春,等. 浙江省 1996-2005 年土地利用变化分析[J]. 中国土地科学,2009,23(11):55-60,54.
- [4] 乔伟峰,孙在宏,邵繁荣,等. 高度城市化区域土地利用结构演化与驱动因素分析:以苏州市为例[J]. 长江流域资源与环境,2012,21(5):557-564.
- [5] 吴明发,欧名豪,廖荣浩. 经济发达地区土地利用变化及其驱动力分析:以广东省为例[J]. 水土保持研究,2012,19(1):179-183.
- [6] 胡源,王秀兰. 武汉市土地利用结构变化及其驱动因素分析[J]. 水土保持研究,2014,21(6):234-239.
- [7] 臧淑英,王凌云,那晓东. 基于经济驱动因子的土地利用结构变化区域差异分析:以哈大齐工业走廊为例[J]. 地理研究,2011,30(2):224-232.
- [8] 牛星,欧名豪. 基于 MARKOV 理论的扬州市土地利用结构预测[J]. 经济地理,2007,27(1):153-156.
- [9] 王晓娇,陈英,齐鹏,等. 土地利用结构动态演变及预测研究:以张掖市为例[J]. 干旱区资源与环境,2012,26(4):86-91.
- [10] 周子英,段建南,梁春风. 长沙市土地利用结构信息熵时空变化研究[J]. 经济地理,2012,32(4):124-129.
- [11] 王勇. 快速城市化地区土地利用结构信息熵的时空变化研究:以大连市为例[J]. 国土与自然资源研究,2015(1):14-17.
- [12] 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.
- [13] 王顺利,刘贤德,金铭,等. 甘肃省森林区空气负离子分布特征研究[J]. 生态环境学报,2010,19(7):1563-1568.
- [14] 吴志萍,王成,许积年,等. 六种城市绿地内夏季空气负离子与颗粒物[J]. 清华大学学报(自然科学版),2007,47(12):2153-2157.
- [15] 邵海荣,贺庆棠,阎海平,等. 北京地区空气负氧离子浓度时空变化特征研究[J]. 北京林业大学学报,2005,27(3):35-39.
- [16] 叶彩华,王晓云,郭文利. 空气中负离子浓度与气象条件关系初探[J]. 气象科技,2000,28(4):51-52.
- [17] 刘东焕,赵世伟,张左双. 北京市植物园空气负离子浓度测定及空气质量初步评价[J]. 北京园林,2006,22(2):29-31.
- [18] 陈晓光,许亮,李莹. 负氧离子加音乐调节在体育锻炼中消除运动疲劳的研究[J]. 平原大学学报,2003,20(2):87-88.
- [19] 林金明,宋冠群,赵利霞,等. 环境健康与负氧离子[M]. 北京:化学工业出版社,2006:15-18.
- [20] 马晶昊,董子舟,杨云芸,等. 长沙市负氧离子浓度变化特征与气象因子相关初探[J]. 安徽农业科学,2014,42(28):9872-9874.
- [21] 金琪,严婧,杨志彪,等. 湖北春季大气负氧离子浓度分布特征及与环境因子的关系[J]. 气象科技,2015,43(4):728-733.
- [22] 蒙晋佳,张燕. 广西部分景点地面上空气负离子浓度的分布规律[J]. 环境科学研究,2004,17(3):25-27.
- [23] 孟丽红,张敏,姚青. 2009 年天津城区空气负离子变化规律[J]. 气象与环境学报,2011,27(1):27-29.
- [24] 丛菁,孙立娟. 大连市负氧离子浓度分布及预测模型的建立[J]. 气象与环境学报,2010,26(4):44-47.

(上接第 191 页)

(4)海南省 2010 年才开始监测空气中的负氧离子浓度,数据时间序列较短,只能初步分析海南省主要负氧离子浓度的变化特征,除了海口火山口和三亚南山回归方程能较好模拟外,其他 3 个景区模型拟合度不高,主要原因是观测仪器故障或其他原因造成负氧离子浓度数据缺测或长时间序列中断,从而影响数据的完整性。另外,空气负氧离子浓度预测是一个极为复杂的问题,不同的预测方法和预测模型有合理的一面,但也有一定的局限性。事实上,空气离子浓度不单纯与气象因子有关,还与其他各种环境因子有密切的相关性。研究表明,空气负氧离子浓度与人类活动、周围绿化环境等有关^[5,12-14]。目前,空气中负氧离子与气象关系的研究刚刚起步,有待进一步深入和完善。下一步应加强对海南省主要景区负氧离子浓度数据质量的监控和数据的收集,同时,选入一些环境因子,进一步深入和完善负氧离子浓度预报模型。

参考文献

- [1] 蔡春菊,王成,陶康华,等. 城市绿地对空气负离子水平的影响研究[J]. 浙江林业科技,2007,27(4):17-20.