

沙尘暴发生次数和持续时间的统计关系

刘国梁^{1*},郝丽珍² (1.山西大学环境与资源学院,山西 太原 030006;2.太原大学计算机科学系,山西 太原 030009)

摘要:通过分析中国国家气象局1961~2000年间355个站点的沙尘暴资料,发现沙尘暴发生的次数与持续时间呈正态分布关系($\lg N=a-bt$),计算不同站的 b 值,还发现 b 值较小的站主要出现在沙漠、沙地或其附近.利用实测风洞风速信号,用数值实验的方法证实沙尘暴阈值风速的存在是造成该现象的原因,并提出可以利用其中的 b 值来计算沙尘暴的阈值风速.

关键词: 沙尘暴; 持续时间; 数值实验; 阈值风速

中图分类号: X513, P4 文献标识码: A 文章编号: 1000-6923(2006)S0-0001-03

The statistical relationship between the occurrence frequency and the duration time of sand-dust storms in China.

LIU Guo-liang^{1*}, HAO Li-zhen² (1.School of Environmental Sciences and Resources, Shanxi University, Taiyuan 030006, China; 2.Department of Computer Science, Taiyuan University, Taiyuan 030009, China.) *China Environmental Science*, 2006,26(Suppl.): 1~3

Abstract: Through analyzing the sand-dust storm data of 355 stations from 1961 to 2000 compiled by the China State Meteorological Bureau, it was found that sand-dust storm existed following universal phenomenon; that is, the number of sand-dust storm occurrence frequency with the duration time greater than t , satisfied $\lg N=a-bt$ in which a and b were positive constants. It was also found that the stations with smaller value of b located mainly in or near the desert or sand-land. Utilizing the numerical test to the wind speed signal obtained from wind tunnel, it was verified that the existence of threshold wind speed of sand-dust storm included this phenomenon; and also suggested that the b value could be utilized to calculate the threshold wind speed of the sand-dust storm.

Key words: sand-dust storm; duration time; numerical test; threshold wind speed

沙尘暴是指大风将地面大量沙尘吹起,使空气相当混浊,水平能见度小于1.0km的天气现象^[1].它频繁地在中国西北干旱地区出现,给当地人民的生活生产造成巨大影响.一些较强的沙尘暴甚至把大量沙尘卷入高空,通过高空气流输送到韩国和日本,甚至可以到达美国,使当地气溶胶浓度急剧增加^[2-5].

中国气象局整理了全国所有气象站从建站到2000年记录的沙尘暴资料.一些学者报道了对该资料的部分分析结果^[6-8].基于该资料,作者对沙尘暴发生频次和持续时间的关系进行了探讨.

1 资料

中国气象局整理的沙尘暴资料包含气象站的位置、每次沙尘暴开始时间和结束时间、能见度、气压、气温、湿度、风速风向和最大风速风

向.本研究选取1961~2000年的数据做分析,并将1961年前无记录的站和1961~2000年无记录的站去掉.实际使用355个站的资料,站的位置如图1所示.这355个气象站1961~2000共记录到58103次沙尘暴,其中有694次(约1.2%)无法计算沙尘暴的持续时间(由沙尘暴的开始时间和结束时间计算).

2 分析结果

通过对上述沙尘暴资料的分析,发现持续时间大于 t 的沙尘暴发生次数 N 满足:

$$\lg N=a-bt \quad (1)$$

式中: a 、 b 为正的拟合常数.进一步分析显示,公式(1)对沙尘暴具有普适性,如图2和图3所示.其中

收稿日期: 2005-01-13

* 责任作者, 讲师, guoliang_liu74@hotmail.com

图 2 是对“皮山”等 5 个站 1961~2000 的沙尘暴资料分析结果;图 3 是对民勤 1968 年和 1978 年的沙尘暴资料分析结果;图 4 是对民勤 1968 年和 1978 年的沙尘暴资料分析结果。



图 1 使用的 355 个气象站的位置

Fig.1 Locations of sand-dust storm monitoring stations (355 stations) in China that are used

“○”标注的 5 个站从左至右依次为:皮山、同德、民勤、盐池和朱日和

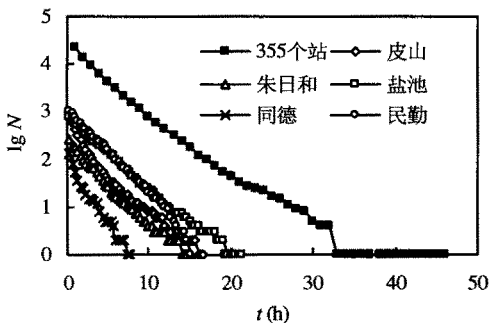


图 2 持续时间大于 t 的沙尘暴次数 N 与 t 的关系

Fig.2 The cumulative distribution of the Sand-dust storm occurrence frequency against the duration time

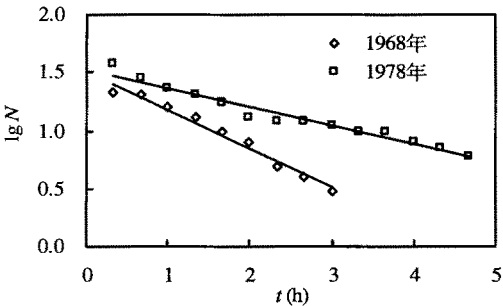


图 3 1968 年和 1978 民勤站,持续时间大于 t 的沙尘暴次数 N 与 t 的关系

Fig.3 The cumulative distribution of the sand-dust storm occurrence frequency against the duration time at Minqin in 1968 and 1978

由图 2 可见,公式(1)中的“ b ”值随站变化.利用 1961~2000 年的资料,计算了沙尘暴总发生频次大于 60 次的 126 个站的 b 值,结果如图 4 所示.在 126 个站中,有 50 个站 $b \leq 0.2$.这 50 个站 90%以上出现在沙漠、沙地或其附近,如塔克拉玛干沙漠(塔)、巴丹吉林沙漠(巴)、浑善达克沙地(浑)、毛乌素沙地(毛)和科尔沁沙地(科)等.



图 4 126 个站 b 值的空间分布

Fig.4 The spatial distribution of the value b at 126 stations

A 表示 $b > 0.2/h$, B 表示 $b \leq 0.2/h$

b 值较小的站主要出现在沙漠、沙地或其附近,说明 b 值与影响出现沙尘暴的地面条件有关.从起尘的物理过程和沙尘暴的概念看,沙尘暴存在阈值风速(X_r)^[9].使用连续风速信号,采取数值

实验的方法,可以证实 Xr 的存在会造成公式(1)的现象.具体方法为:首先对连续的风速信号,数出所有两端的 2 个值 $\leq Xr$,中间的值都 $>Xr$ 的小时间序列;然后在这些小时间序列中,设长度 $>t$ 的个数为 N ,在不同的 Xr 下验证 N 和 t 的关系是否满足公式(1).

使用的风速信号来源于一次风洞实验^[10],信号是热线测风仪在 30min 内采样的结果,其均值为 1.56m/s,长度为 27998 个(图 5 是信号的前 100 个).图 6 为不同 Xr 下 N 和 t 的关系,明显地可以看出 N 和 t 满足公式(1).另外,可以发现 b 随 Xr 增大而增大,这可以解释“沙尘暴 b 值较小的站主要出现在沙漠、沙地或其附近”这个现象(因为沙漠、沙地或其附近沙尘暴阈值风速也较小^[9], Xr 较小对应 b 值也较小).以上数值实验说明沙尘暴阈值风速造成沙尘暴的“ $\lg N=a-bt$ ”现象.由 b 和 Xr 的对应关系,可以利用 b 计算沙尘暴的阈值风速.

3 结语

通过对中国沙尘暴资料的分析,发现沙尘暴普遍存在持续时间大于 t 的沙尘暴发生次数 N 满足 $\lg N=a-bt$,其中 a 、 b 是正的常数. b 值较小的站主要出现在沙漠、沙地或其附近,分析显示沙尘暴阈值风速造成这个现象,而且 b 值与沙尘暴的阈值风速有对应关系.

参考文献:

[1] 中国气象局,地面气象观测规范 [Z]. 北京:气象出版社,2003.

[2] Jaffe D A, Anderson T, Covert D, *et al.* Transport of Asian air pollution to North America [J]. Geophysical Research Letter, 1999,26:711-714.

[3] Merrill J T, Uemastu M, Bleck R. Meteorological analysis of long-range transport of mineral aerosols over the North Pacific [J]. Journal of Geophysical Research, 1989,94:8584-8598.

[4] Park S-U, Lee E-H. Parameterization of Asian dust (Hwangs) particle-size distributions for use in dust emission models [J]. Atmospheric Environment, 2004,38:2155-2162.

[5] Shaw G E. Transport of Asian dust desert aerosol to the Hawaiian island [J]. Journal of Applied Meteorology, 1980,19:1254-1259.

[6] 周自江,王锡稳,牛若芸.近 47 年中国沙尘暴扬沙天气 [A]. 沙尘暴监测预警服务研究 [C]. 北京:气象出版社,2002.12-19.

[7] 丁瑞强,王式功,尚可政,等.近 45a 我国沙尘暴和扬沙天气趋势和突变分析 [J]. 中国沙漠,2003,23(3):306-310.

[8] 刘国梁,郝丽珍.中国沙尘暴的下降趋势与气候变迁的对比 [J]. 中国环境科学,2003,23(4):341-343.

[9] 刘国梁,郝丽珍.对中国北方沙尘暴阈值风速的估计 [J]. 中国沙漠,2005,25(1):134-136.

[10] 刘国梁,宣捷,杜可,等.重烟羽扩散的风洞模拟实验研究 [J]. 安全与环境学报,2004,4(3):27-32.

作者简介: 刘国梁(1974-),男,山西平鲁人,讲师,汉城大学博士研究生,主要从事沙尘暴及重气扩散等研究.发表论文 11 篇.

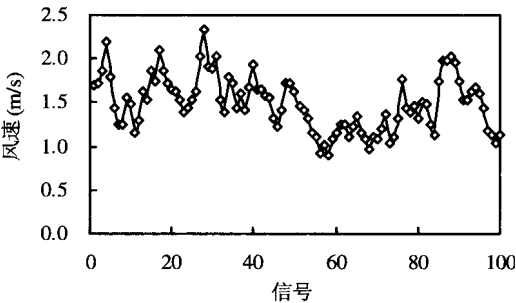


图 5 风速信号

Fig.5 A time series of the wind speed signal

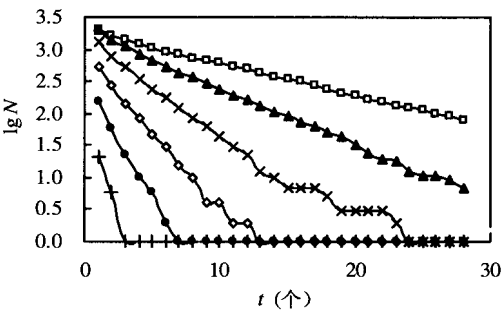


图 6 不同参考值 Xr 下 N 和 t 的关系

Fig.6 The cumulative occurrence frequency N versus t for the different reference value of Xr

—□— $Xr=1.4$ —▲— $Xr=1.6$ —×— $Xr=1.8$ —◇— $Xr=2.0$
—●— $Xr=2.2$ —+— $Xr=2.4$