

文章编号：1674-8085(2011)02-0054-04

新疆库车县沙尘暴变化特征及突变分析

唐 金¹, *李 霞¹

(新疆农业大学草业与资环学院, 新疆, 乌鲁木齐 830052)

摘要：根据新疆气象局地面观测资料，整理出库车县 1951~2009 年沙尘暴年日数资料，运用小波分析、累积距平、滑动 t 检验等方法对沙尘暴年日数序列的变化趋势、周期特征、突变特征进行了分析，结果表明：(1) 近 60 年间，库车县沙尘暴年日数呈显著减少的趋势，趋势系数为 -0.34，通过 $\alpha = 0.05$ 的显著性检验。20 世纪 50 年代、60 年代和 70 年代是近 60 年库车县沙尘暴的三个频发期。(2) 沙尘暴年日数序列存在 7 年、15 年、22 年的周期；在不同的时间尺度上，沙尘暴经历了多个频发期和少沙尘暴期，在未来几年可能会再次迎来一个沙尘暴的频发期。(3) 研究区内沙尘暴年日数变化趋势确实存在 1985 年的突变年份，而且这次突变并不是简单的均值突变或转折突变，是这两种突变的组合。

关键词：沙尘暴；周期；突变；库车；新疆

中图分类号：P445.4

文献标识码：A

DOI:10.3969/j.issn.1674-8085.2011.02.015

ANALYSIS ON SANDSTORM CHANGING CHARACTERISTICS AND ABRUPT CHANGE IN KUCHE, XINJIANG

TANG Jin¹, *LI Xia¹

(College of Pratacultural and Environmental Science, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052, China)

Absract: Based on ground observations of Xinjiang Bureau of Meteorology, the data about annual sandstorm days in Kuche from 1951 to 2009 were obtained, and the trend, periods and abrupt change of sandstorm variation were analyzed by the methods of wavelet analyze, annual anomalies and abrupt t test. The results indicate that: (1) The sandstorm frequency trend is decreased in Kuche during 60 years, the average trend is -0.34, with the significance of 0.05 level. The sandstorm days are the most in 1950's, 1970's and 1980's during 60 years. (2) There is an obvious period of 7, 15 and 22 years for the annual sandstorm days series; at the scale of different years, there are many high frequency and latent period for the annual sandstorm days series; another high frequency period will happen again in the future. (3) The abrupt change year of annual sandstorm days are really 1985 in the study area, and it is not a simple abrupt change of the mean turning point abrupt change or abrupt change, but is a combination of the two abrupt change types.

Key word: sandstorm; periodic; abrupt change; Kuche, Xinjiang

沙尘暴是指强风将地面大量尘沙吹起，使空气相当混浊，水平能见度小于 1.0 km 的天气现象^[1]。作为干旱和半干旱地区常出现的灾害性天气之一，它的频繁发生对当地脆弱的生态环境和社会经济发展造成了极大的破坏，加快了土地的荒漠化进

程^[2-3]。沙尘暴给人类造成的严重危害已引起了国内外学者的高度关注，大量学者已在沙尘暴天气的成因分析、气候特征、沙尘的远距离输送以及监测模拟方面开展了相关研究^[4-11]。近些年来，国际上尝试利用风速、降水等气候因子建立综合气候影响指

收稿日期：2010-06-12；修改日期：2010-08-04

基金项目：新疆维吾尔自治区“十一五”重大专项（200733144-1）；中国科学院知识创新工程重大项目（KZCX1-YW-09）

作者简介：唐 金(1987-)，女，湖南武冈人，硕士生，主要从事环境与生态恢复研究(E-mail: balonhn@126.com);

*李 霞(1956-)，女，山东菏泽人，教授，硕士，主要从事环境与生态恢复研究(E-mail: lxtj2011@126.com).

数模型, 分析气候因素对沙尘暴频率格局的影响, 取得了较大进展^[12-13]。与中国其它地方相比, 新疆气候干燥, 沙漠和荒漠面积广阔、又处于冷空气活动路径上, 因而沙尘暴多, 灾害强, 不少学者研究了 20 世纪以来新疆的沙尘暴天气气候变化特征, 普遍认为沙尘暴 70 年代最多, 80 年代之后有所减少^[14-15], 而近 20 多年来, 新疆气候又出现了增暖变湿, 这种变化是否引起沙尘暴趋势的改变, 是否达到突变水平, 需进一步研究。本研究以新疆库车县为例, 利用新疆气象局实测库车县 1951~2009 年沙尘暴年日数资料, 定量的检验和分析近 60 a 来沙尘暴趋势分布、周期变化和突变时间, 以揭示该地区沙尘暴的演变规律, 丰富新疆沙尘暴天气的研究, 为准确预报沙尘暴的发生及沙尘暴天气的研究提供了依据。

1 研究区概况

库车县地处天山中部南麓, 塔里木盆地北缘, 地理位置为东经 $82^{\circ}34' \sim 84^{\circ}25'$, 北纬 $40^{\circ}49' \sim 42^{\circ}38'$ 。属于大陆性暖温带干旱气候, 光照充足、降雨稀少、夏季炎热、冬季干冷。全县人口 44 万人。总面积 $1.52 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。全年无霜期为 227 d, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的年积温为 4 264.14 $^{\circ}\text{C}$ 。多年平均气温为 11.3 $^{\circ}\text{C}$, 多年平均降雨量和蒸发量分别为 76.1 mm, 2 219.4 mm^[16]。

2 数据来源与分析方法

沙尘暴资料选用新疆气象局整编库车站气象数据。考虑到资料的完整性和可比较性, 统一选用无缺测的 1951~2009 年沙尘暴日数记录。

对研究资料的统计分析, 采用的方法为: ①用趋势系数、线性回归方程分析变化趋势, 趋势系数或线性方程的斜率小于 0, 则为下降趋势, 反之为上升趋势。②用小波分析法^[17-18]来识别沙尘暴序列的周期性变化, 小波方差出现极值的时间尺度即为序列周期的时间尺度。③以距平曲线的波动来反映沙尘暴变化幅度, 累积距平曲线的上升和下降反映了沙尘暴随时间变化的增加和降低。用滑动 t 检验^[19]来确定沙尘暴序列的突变年份, t 值超过显著水平线的年份即为突变年份。

3 结果与分析

3.1 沙尘暴日数年际变化分析

表 1 给出了库车不同年代沙尘暴发生次数,

50 年代沙尘暴发生次数最多, 达到 17 次/年; 60 年代和 70 年代, 发生次数减少, 但仍达到 10 次/年以上, 并在 80 年代显著减少, 只有 4.2 次/年。90 年代和 21 世纪初沙尘暴发生次数持续减少, 在 2001 年后 9 年间只发生了 12 次。

表 1 库车不同年代沙尘暴发生次数

Table 1 Sandstorm days in different decade recorded by Kuche

年代	1951~1960	1961~1970	1971~1980	1981~1990	1991~2000	2001~2009
次数	171	141	113	42	22	12

图 1 给出了库车 1960~2009 年沙尘暴发生日数的年际变化。近 60 年间, 库车沙尘暴年日数呈显著减少的趋势。其中年日数高于 60 年平均值的年份有 27 年, 且大部分集中于 50 年代、60 年代和 70 年代间, 占总年份的 45.8%, 是近 60 年库车沙尘暴的三个频发期。其中 1960 年库车沙尘暴发生日数最多, 为 31 天, 其次是 1958 年, 为 28 天, 沙尘暴发生次数最少的年代为 21 世纪初期, 这与王旭的结论相一致^[20]。发生这种变化原因可能是由于自 20 世纪中期以来, 随着全球气候变暖, 新疆发生沙尘暴的次数呈减少趋势^[21]。

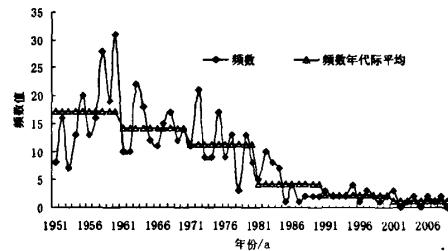


图 1 库车沙尘暴日数的年际变化

Fig.1 Change of annual sandstorm days in Kuche

3.2 沙尘暴日数的周期分析

库车近 60 年沙尘暴年日数变化的小波分析(图 2)表明, 沙尘暴发生日数存在较长周期, 长周期中又包含着短周期, 沙尘暴年日数的变化是由不同长度周期震荡叠加而形成的。

图 2(a) 中, 小波方差在 15 年和 22 年尺度上存在极值, 由于数据序列较短, 无法准确预测更长时间尺度周期, 最终确定库车在近 60 年的时间尺度上存在约准 15 年和准 22 年的年代际周期。而从 60 年代到 80 年代前期存在 8 年的短周期, 这一短周期在 80 年代中期到 90 年代中期缩短为 5 年, 在 90 年代后期以后又恢复到 8 年。

图 2(b) 中, 在 7 年的时间尺度上, 在 1960~1985 年间, 曲线的波动比较明显, 年日数序列经历了 7 个沙尘暴的频发期, 6 个沙尘暴偏少期。在 15 年的时间尺度上, 小波系数曲线总体上波动振幅较小,

年日数序列经历了3个沙尘暴的频发期,4个沙尘暴偏少期。在22年的时间尺度上,年日数序列经历了1951~1985年的偏多期和1985~2009年1个沙尘暴偏少的时期,发生变化的年份是1985年。

由图2(c),库车沙尘暴年日数序列小波系数等值线在15年和22年左右的尺度上分布比较密集,存在明显的小波系数高低值中心震荡。在15~22年的时间尺度上,该区沙尘暴经历了“多-少-多-少”的交替变化,1985年以前是沙尘暴频发期,而1985年后的20多年是少沙尘暴期,每个少交替期都对应着年日数的突变。在10~15年的时间尺度上,沙尘暴年日数含有3个相对频发期和4个相对少沙尘暴期,每一时期持续的时间大都在7年左右。

综合图2中的(b)和(c),可以看出,库车沙尘暴年日数序列,在15年的尺度上,小波系数等值线或曲线都没有闭合,且处于低值区的末年,表明沙尘暴偏少的时期将要过去,未来几年沙尘暴可能会出现一个频发期。在7年和15年的尺度上,小波系数等值线或曲线都没有闭合,且刚刚进入高值区。由此可以推断,不论是在哪一时间尺度上来看,未来几年库车沙尘暴将可能会出现一个频发期。

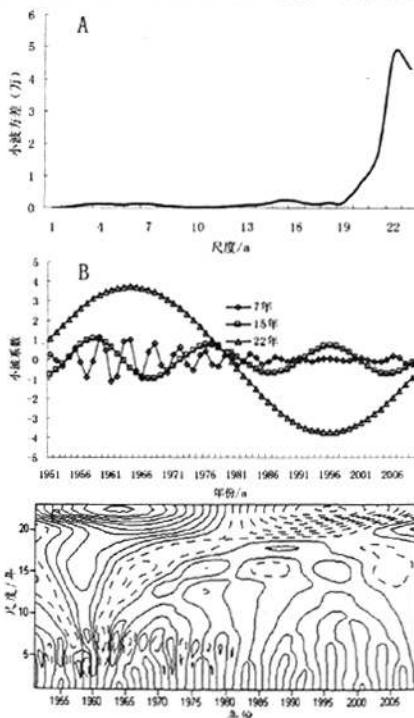


图2 库车沙尘暴年日数序列小波方差(a)、主周期尺度小波曲线(b)、小波系数(c)

Fig. 2 Wavelet variances (a), wavelet coefficients lines in principal period scales (b) and wavelet coefficients (c) of annual sandstorm days in Kuche

3.3 沙尘暴日数的突变分析

图3是1951~2009年沙尘暴年日数距平和累积距平变化序列,从中可以看出,近60年间,沙尘暴频发年份和少沙尘暴年份大致相等,距平值为正值的年份有27年,占到总年数的45.76%,且大部分集中于50年代至80年代,其中,1960年的距平值为历年最大,为22.53。累积距平线的变化趋势表明,库车沙尘暴年日数序列经历了“增加-减少”的波动,并在1985年达到最大值,发生突变;20世纪50年代成为沙尘暴发生最为频繁的时期,20世纪70~80年代是沙尘暴发生最为频繁的稳定时期,21世纪初期是沙尘暴减少最为明显的时期。

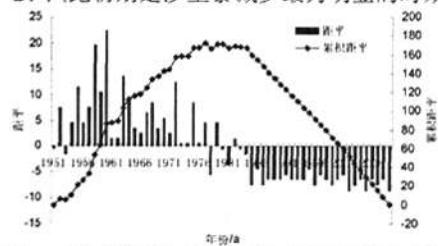


图3 库车沙尘暴年日数距平和累积距平变化趋势
Fig.3 Yearly change and trend of sandstorms anomalies and annual anomalies in Kuche

由图3和图1可知,近60年来,库车沙尘暴年日数呈现显著下降趋势,并发生了突变,这种突变是否真的存在,是否可以达到显著水平,需要做进一步的分析。检验突变的方法有很多种,主要为线性趋势法、偏相关法、多元回归法、滑动t检验等。其中,滑动t检验法能够简单直观的确定突变点,因此本文运用滑动t检验法对库车沙尘暴的年日数进行突变检验。图4给出了滑动t检验法的检验结果,1951~1960年和1990~1995年,沙尘暴年日数始终处于负趋势,1961~1990年和1996~2009年处于正趋势,并在1985年达到 $\alpha=0.01$ 的显著水平,是沙尘暴发生变化的突变年份,说明库车在1985年沙尘暴发生日数发生了由多到少的突变。滑动t检验得出的突变年份与累积距平线得到的突变年份一致,表明研究区内沙尘暴年日数的变化趋势确实存在1985年的突变年份。

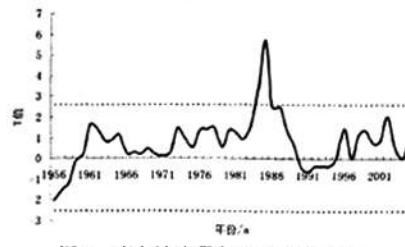


图4 库车沙尘暴年日数突变检验
Fig. 4 The abrupt changes of annual sandstorm days in Kuche

库车沙尘暴发生日数序列在 1985 年发生了突变, 这种突变属于哪种类型的突变, 是均值突变、跷跷板突变还是转折突变, 还需要对突变类型进行检验。为弄清突变的类型, 以 1985 年为分界点对沙尘暴发生日数进行了阶段趋势检验。两个时段均值检验的 $\text{sig.} = 0 < 0.01$, 说明 1951~1985 年间和 1986~2009 年间的沙尘暴日数均值存在极显著的差异, 库车沙尘暴发生日数在 1985 年发生了均值突变。图 1 中沙尘暴发生日数的变化趋势明显的分为两个阶段, 1985 年前, 沙尘暴发生日数波动变化大, 而 1986 年后, 沙尘暴发生日数逐渐减少, 说明库车沙尘暴发生日数以 1985 年为分界点, 发生了转折突变。总的看来, 1985 年库车沙尘暴发生日数的突变类型比较复杂, 同时发生了均值突变和转折突变两种类型。

4 结论与讨论

沙尘暴是干旱和半干旱地区常出现的灾害性天气之一, 它的频繁发生导致这些地区脆弱生态环境的进一步恶化, 加剧了全球荒漠化进程。新疆远离海洋, 气候干燥, 沙漠广阔, 是我国沙尘暴的多发区之一^[20]。因此, 新疆沙尘暴变化特征的研究对当地生态环境、农业生产及社会经济发展具有深远的意义。研究综合分析了 1951~2009 年库车沙尘暴年日数序列时间分布特征, 运用小波分析法、累积距平法及滑动 t 检验法对沙尘暴年日数序列的周期特征和突变特征进行了分析, 得到如下结论:

(1) 近 60 年间, 库车沙尘暴年日数呈显著减少的趋势, 倾向率为 3.4 次/10 a, 趋势系数为 -0.34, 相关系数达到了 0.6236, 通过 $\alpha = 0.05$ 的显著性检验。年日数高于近 60 年平均的有 27 年, 且大部分集中在 50 年代、60 年代和 70 年代间, 是近 60 年库车沙尘暴的三个频发期。

(2) 沙尘暴发生频率及强度与气候变化有关, 尤其与地表降水量和大风频数关系密切, 而气候变化遵循一定的规律, 使得沙尘暴的发生也呈规律性的变化, 主要表现为周期性^[19]。小波分析是一种信号的时间—尺度分析方法, 具有多分辨率分析的特点, 可以看到每一时刻在各周期中所处的位置, 能够更好地分析序列随时间的变化情况, 借助小波变换的时频局部化优势可以准确地找到时间序列的大小时间尺度(周期)和突变点所在的位置, 从而为气候及水文系统分析、预测提供重要依据^[20]。

小波分析结果表明, 小波方差在 7 年、15 年、22 年尺度上存在极值, 即沙尘暴年日数序列存在 7 年、15 年、22 年的周期; 在不同的时间尺度上, 小波系数等值线包含了多个高值区和低值区, 即沙尘暴经历了多个频发期和少沙尘暴期; 从 7 年和 15 年的尺度上来看, 小波系数曲线刚刚转到高值区, 可以推断, 在未来几年可能会迎来一个沙尘暴的频发期。

(3) 气候突变是普遍存在于气候变化中的一个重要现象, 是气候预测和模拟的重要因素。20 世纪以来, 全球气候变暖不断加剧, 导致气候向暖湿转变。近年来, 一些研究表明新疆气候正在发生着由暖干向暖湿方向的转型, 气候增湿会导致沙尘暴发生次数的减少^[19-20], 但是这种减少是否导致了沙尘暴日数的突变, 需要做进一步分析。沙尘暴的突变分析表明, 滑动 t 检验得出的突变年份与累积距平法得到的突变年份基本一致, 研究区内沙尘暴年日数的变化趋势确实存在 1985 年的突变年份, 而且这次突变并不是简单的均值突变或转折突变, 是这两种突变的组合。

(4) 本研究仅以历史时期沙尘暴发生日数的资料为依据, 对库车县沙尘暴年日数序列的周期特征和突变特征进行了分析, 和国内其他研究相比^[22-23], 尚缺乏对该区沙尘暴的形成机制、预测预报及其防治措施方面的研究。笔者今后将利用相关资料对上述领域作进一步的研究。

参考文献:

- [1] 中国气象局. 地面气象观测规范[M]. 北京: 气象出版社, 2008: 17-27.
- [2] 王金艳, 王式功, 马艳, 等. 我国北方春季沙尘暴与气候因子之关系[J]. 中国沙漠, 2007, 27(2): 296-300.
- [3] 郭慧, 王式功, 李栋梁, 等. 甘肃春季沙尘暴环流特征及其时间尺度诊断分析[J]. 中国沙漠, 2004, 24(5): 593-598.
- [4] 牛生杰, 孙继明, 桑建人. 贺兰山地区沙尘暴发生次数的变化趋势[J]. 中国沙漠, 2000, 20(1): 55-58.
- [5] 崔彩霞. 新疆近 40 年气候变化与沙尘暴趋势分析[J]. 气象, 2001, 27(12): 38-41.
- [6] 钱正安, 宋敏红, 李万元. 近 50 年来中国北方沙尘暴的分布及变化趋势分析[J]. 中国沙漠, 2002, 22(2): 106-111. (参考文献[7]~[23]转第 91 页)

4 结束语

通过运用 Moldflow 软件对单模单腔塑料管接头模具方案的模拟分析可知, 对其成型过程结果归纳如下:

(1)初步模拟所得的最佳浇口位置在实际的生产过程中不一定是最合理的浇口位置。实际生产中最佳浇口位置的确定是根据 Moldflow 软件进行分析的结果及其设计者的经验相结合来确定。这样能够给设计者减少其盲目性。

(2)最小纵横比为 1.159, 最大纵横比为 14.076, 平均纵横比为 2.763。充填时速度压力在 3.74 s 时开始切换, 最大流动速率为 $10.74 \text{ cm}^3/\text{s}$, 整个充填阶段在 3.863 s 内完成, 在 3.74 s 处出现充填过程中最大压力为 0.68 Mpa, 而锁模力峰值为 0.22 tonne 在 4.53 s 处出现。根据 Moldflow 软件的模拟结果更好地指导生产, 在生产中减少锁模力对模具零部件及其零件的损坏。而在传统设计方法中生产过程中的控制只能依靠生产人员的经验来完成。

(3)采用 Moldflow 软件在塑件成型工艺参数的应用, 对在实际生产中提高塑料制品生产效率和质量具有一定的指导作用, 同时还可以缩短模具设计和制造周期, 加快新产品开发。

参考文献:

- [1] 屈华昌.塑料成型工艺与模具设计[M].北京:高等教育出版社,2007.
- [2] 刘昌祺.塑料模具设计[M].北京:机械工业出版社,1998.
- [3] 王刚,单岩. Moldflow 模具分析应用实例[M]. 北京:清华大学出版社,2005.
- [4] 高颜萌,池成忠,屈繁敏.三通直管接头注塑模设计[J].模具工业,2010(1):58-62.
- [5] 曹驰,马颖,郝远,等.管接头注射模二次抽芯结构设计[J].电加工与模具,2009(2):53-55.
- [6] 高占华,曹巨江,张利平,等.基于 Pro/ E 的管接头注塑模具设计[J].机械制造与研究,2007(11):46-48.
- [7] 吴宗泽.机械设计实用手册[M].北京:化学工业出版社,2003.

(上接第 57 页)

- [7] 常生华, 李广, 侯扶江. 我国沙尘暴发生日数的空间分布格局[J]. 中国沙漠, 2006, 26(3): 384-388.
- [8] Fengjin Xiao, Caiping Zhou , Yaoming Liao.Dust storms evolution in Taklimakan Desert and its correlation with climatic parameters[J]. Journal of Geographical Sciences, 2008, 18 (4): 415-424.
- [9] Ganzei L A,Razzhigaeva N G,Harlamov A A,et al. Extreme storms in 2006-2007 on Shikotan Island and their impact on the coastal relief and deposits[J]. Oceanology, 2010, 50 (3): 425-434.
- [10] Ganzei L A , Razzhigaeva N G. Composition of sand storm particles in the Southern Far East[J].Lithology and Mineral Resources, 2006, 41 (3):215-221.
- [11] 周自江,王锡稳,牛若芸.近 47 年中国沙尘暴气候特征研究[J].应用气象学报, 2002, 13(2): 193-200.
- [12] McTainsh G H ,Lynch A W,Tews E K. Climatic controls upon dust storm occurrence in eastern Australia[J]. Journal of Arid Environment,1998,39:457-466 .
- [13] McTainsh G H. Bu rgess R C , Pitbl ado J R. Aridityd rought and dust storms in Australia (1960-1984) [J]. Journal of Arid Environments,1989,16:11-22.
- [14] 李晋昌,董治宝, 王训明, 等. 塔里木盆地沙尘天气的季节变化及成因分析[J].中国沙漠,2008,28(1):142-148.
- [15] 魏文寿, 张璞, 高卫东, 等. 新疆沙尘暴源区的气候与荒漠环境变化[J]. 中国沙漠, 2003, 23(5): 483-487.
- [16] 胡伟, 姚磊. 新疆库车县近 40 a 来气温与蒸发量变化趋势分析[J]. 水土保持研究, 2008, 15(3):93-95.
- [17] 王钧, 蒙吉军. 黑河流域近 60 年来径流量变化及影响因素[J]. 地理科学, 2008, 28(1): 83-88.
- [18] 王博, 李冬妹, 罗超. 基于小波神经网络的非线性系统工程安全性评价研究[J].井冈山大学学报:自然科学版, 2010,31(3): 78-82.
- [19] 李红军, 李军, 何清. 新疆沙尘暴的趋势和突变研究 [J]. 中国沙漠, 2008, 28(5): 915-919.
- [20] 王旭, 马禹, 陈洪武. 新疆沙尘暴天气的气候特征[J]. 中国沙漠, 2003, 23(5): 539-544.
- [21] 常生华, 李广, 侯扶江. 我国沙尘暴发生日数的空间分布格局[J]. 中国沙漠, 2006, 26(3): 384-388.
- [22] 卢磊,倪昆.我国沙尘暴的形成机制及防护措施[J].硅谷,2010,(13):111-112,174.
- [23] 祝从文,徐康,张书萍,等.中国春季沙尘暴年代际变化和季节预测[J].气象科技, 2010, 38 (2):201-203.