

塔里木盆地沙尘多发季节沙尘日数与前一年 大气环流指数的关系研究

毛炜峰^{1,2}, 谭艳梅³, 李锡福⁴

(1 新疆气候中心, 新疆 乌鲁木齐 830002; 2 中国气象局兰州干旱气象研究所 甘肃省干旱气候变化与减灾重点实验室, 甘肃 兰州 730020; 3 新疆气象台, 新疆 乌鲁木齐 830002; 4 青海省气象局, 青海 西宁 810001)

摘要: 应用塔里木盆地14站逐月的沙尘暴、扬沙、浮尘日数和中国气象局国家气候中心整理发布的74类大气环流月指数资料, 分析了塔里木盆地4~6月沙尘暴、4~7月扬沙、3~5月浮尘日数与前一年大气环流月指数之间的关系。沙尘日数和环流因子序列均滤去了显著线性趋势, 用滑动相关法提取了31组初始因子, 分别建立回归模型, 然后对回归结果进行两级集合。4~6月沙尘暴、4~7月扬沙、3~5月浮尘日数的集合回归拟合序列与实测序列的相关系数分别为0.952 0、0.812 4、0.889 7。用逐级反推法, 确定了与塔里木盆地沙尘多发季节3类沙尘日数有显著统计关系的前一年的大气环流指数因子数目分别为6个、7个和8个。有显著统计关系的前期环流因子对沙尘日数的异常偏多(少)年的预测能力存在不对称性。

关键词: 沙尘暴 扬沙 浮尘 环流指数 滑动相关 集合回归 塔里木盆地

中图分类号: P425.42; P435 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-6060(2007)06-0888-08(888~895)

塔里木盆地是我国沙尘天气多发区和主要灾害区^[1-2]。有关该区域沙尘天气的气候分析、气候背景场分析的研究较多, 王旭^[3,4]、马禹^[5]详细地研究过新疆的沙尘暴以及沙尘天气的时空分布规律, 陈洪武^[6,7]、王旭^[8]、马禹^[9,10]进一步分析了南疆塔里木盆地的大风以及其他气候要素对沙尘天气的影响。韩永翔^[11,12]等研究指出, 塔里木盆地昆仑山北侧的黄土堆积就是在特定的大气环流背景下盆地内盛行风长期的累积结果。上述研究特别指出, 塔里木盆地沙尘天气的形成与风力关系密切。俞亚勋^[13]、彭维耿^[14]分别研究了甘肃、宁夏的沙尘暴多(少)年份的同年春季北半球大气环流特征, 沙尘日数的多少与大气环流有直接联系。

从前期大气环流因子中寻找有天气气候学意义的环流因子, 建立物理统计模型是制作短期气候预测的主要手段之一。谭艳梅^[15]、毛炜峰^[16]等以74类大气环流月指数作为因子, 分别建立了新疆5大棉区的年积温、新疆春季沙尘暴日数的逐步回归模

型。上述工作中仅仅使用了常规的多元回归、逐步回归方法, 环流因子也仅仅是单月时间尺度。应用国家气候中心发布的74类大气环流月指数计算了组合因子, 分析塔里木盆地沙尘天气多发季节的日数多少与前期环流月指数的关系。在回归分析方法基础上, 应用滑动相关集合分析方法, 建立了超级集合模型。寻找与沙尘日数序列有显著统计关系的前期环流因子, 并且分析它们之间的关系。为塔里木盆地多发季节沙尘日数的年度预测、季节预测等提供依据。

1 资料及分析方法

1.1 资料

1.1.1 沙尘日数 选取塔里木盆地的和硕、沙雅、阿拉尔、柯坪、巴楚、麦盖提、英吉沙、叶城、皮山、策勒、和田、于田、且末、若羌14个气象站逐月的沙尘

收稿日期: 2006-11-25; 修订日期: 2007-03-09

基金项目: 新疆气象局气象科技研究课题(200704)“气候预测统计模型中因子的不稳定性分析以及集合预测方法研究”; 2005年度干旱气象科学基金项目(干旱区数值模式对比研究-8号)联合资助

作者简介: 毛炜峰(1969-), 男, 河南淮阳人, 高级工程师, 1991年毕业于南京气象学院, 现从事应用气象、气候预测、气候变化等领域的业务与研究工作。E-mail: mao6991@vip.sina.com

暴、扬沙、浮尘日数资料,长度46年(1961-2006)。塔里木盆地各月沙尘天气日数占年总日数的百分率如图1所示。三类沙尘天气日数的年内分布略有不同,沙尘暴集中在4~7月,主要在4~6月,扬沙集中在3~8月,主要在4~7月;浮尘集中在3~8月,最多在3~5月。根据上述分布特点,选取塔里木盆地4~6月沙尘暴日数序列、4~7月扬沙日数序列和3~5月浮尘日数序列为分析对象。

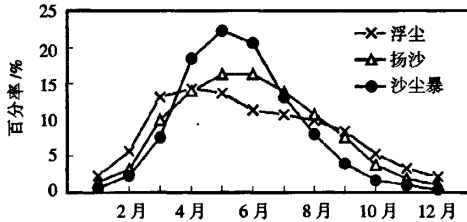


图1 塔里木盆地各月沙尘日数百分率分布

Fig.1 Percent of monthly dusty days in Tarim Basin

1.1.2 月环流指数 整理了中国气象局国家气候中心发布的74类大气环流月指数,长度47 a(1960-2006)。计算了持续时间分别为1个月、2个月、3个月、4个月、5个月、6个月的组合环流指数。例如,计算持续时间为3个月的指数时,分别计算了1~3月、2~4月、3~5月、...、10~12月的组合值,得到了 $(12-3+1)$ 个组合指数,不同持续时间的指数处理方式以此类推。共计得到持续时间长度为1个月到6个月的环流指数57个。环流指数备选因子个数为4218 (74×57) 个。

1.2 因子提取方法

1.2.1 滤去显著的线性趋势 1961年以来塔里木盆地沙尘多发季节的3类沙尘日数均呈减少趋势(图2),经蒙特卡洛检验^[17],线性下降趋势在0.01的水平下是显著的。对沙尘序列和在0.05显著性水平下有显著线性变化趋势的环流因子序列,通过最小二乘法计算其趋势序列,使用原始序列减去线性趋势序列,滤去序列的显著线性趋势。

1.2.2 初选因子库 设计了滑动相关分析方案选取因子。若样本总数为 n ,滑动窗口长度取 sd (理论上 sd 大于2,小于样本数 n 即可),计算相关系数的滑动窗口长度 sd 从小到大变化时,同一个因子的相关系数有明显变化。对 $(n-sd+1)$ 个相关系数序列再进行统计,第一,计算平均值,第二,计算均方差。

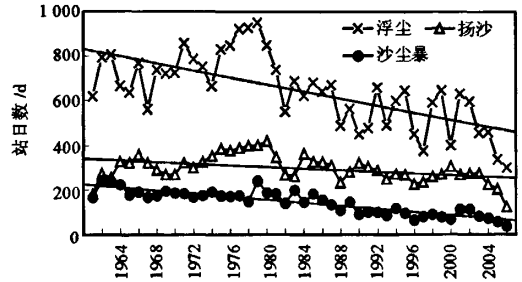


图2 塔里木盆地沙尘多发季节的沙尘日数历年变化曲线

Fig.2 Annual dusty days in Tarim Basin

某滑动窗口长度下,满足下列条件的因子方可入初选库:该因子与预测量之间的滑动相关系数平均值的绝对值超过了预测量在0.10显著性水平下的临界相关系数,而且滑动相关系数中的最后1个的绝对值不小于前一个,而倒数第2个相关系数超过预测量在0.10显著性水平下的临界值相关系数,同时,滑动相关系数的均方差不超过某临界值。随滑动窗口长度从小到大时,均方差的临界值按等差数列从0.10到0.001降序排列。取滑动窗口长度 sd 分别为15,16,17,..., $n-2$, $n-1$ 。在此, $n=46$,提取了31组初始因子库。沙尘日数序列在各滑动窗口长度下的不同显著性水平所对应的临界相关系数用蒙特卡罗检验法^[17]确定。

1.2.3 初级回归模型 建立初级回归模型时,使用逐步回归方法。以滤去显著线性趋势后的沙尘日数序列为应变量,以各初选因子库中的环流指数为回归因子,建立模型的样本数 $md0$ 取固定值35,入选和剔除因子的 F 检验值调试后分别定为:沙尘暴, $F1=6.26$ 、 $F2=6.25$;扬沙, $F1=4.52$ 、 $F2=4.51$;浮尘, $F1=5.40$ 、 $F2=5.39$ 。对应各沙尘日数序列,可分别得到31个拟合(预测)序列,每个序列的第1到第35个数值为拟合值,第36到第 n 个数值是初级回归模型的预测值。

1.2.4 一级集合模型 建立一级集合模型时,使用逐步回归法。再次以滤去显著线性趋势后的沙尘日数序列为应变量,将31个初级回归模型的拟合(预测)序列作为回归因子。建立一级集合回归模型的样本数 $md1$ 取变化量,分别取为30,31,32,..., $n-1$, n ,可以建立 $n-30+1$ 个一级集合模型, $n=46$ 时一级集合的结果序列数为17。

1.2.5 二级集合模型 建立二级集合模型时,使用

逐步回归法。以原始沙尘日数序列为应变量,将 17 个一级集合结果序列叠加线性趋势后的序列作为回归因子。建立二级集合回归模型的样本数 $md2$ 为固定值,即为样本总数 n 。

1.2.6 逐级反推法寻找前期环流指数因子 从二级集合模型向初始环流指数因子库反推,逐级寻找入选模型的因子。即,入选二级集合模型的因子序列(一级集合模型结果)——入选一级集合模型因子序列(初级回归模型结果)——入选初级回归模型的因子序列(前期环流指数)。从统计学角度上讲,被挑选出的环流指数因子与塔里木盆地沙尘多发季节的沙尘日数之间有显著的统计关系。

1.3 沙尘日数序列与前期环流因子的关系分析

从塔里木盆地的 3 类沙尘日数 46 年样本中挑选出沙尘日数异常多的 9 年和异常少的 9 年,用合成分析方法研究异常多、少年份对应的前期显著环流指数因子的平均值,用 t 检验方法,对异常多 9 年与 46 年、异常少 9 年与 46 年以及异常多 9 年与异常少 9 年所对应的各环流指数之间的均值差异分别进行显著性检验,来进一步识别有显著统计关系的前期环流因子与塔里木盆地后期多发时段内沙尘日

数的异常多、少年之间的显著对应关系。

2 分析结果

2.1 初级回归模型

对于每一个沙尘日数序列的 31 个初级回归模型,剔除了初级回归模型中未入选因子的序列,对回归模型中入选因子完全相同的序列仅仅保留了滑动窗口长度最小的 1 个。得到 4~6 月沙尘暴日数序列的初级模型分别是滑动窗口长度为 26、28、30、31、33、34、35、36、37、40、43 的 11 个模型,同样方法得到了 4~7 月扬沙日数序列的 17 个初级模型,3~5 月浮尘日数序列的 15 个初级模型。3 类沙尘日数的初级回归模型的结果叠加线性趋势后与实况日数序列结果见图 3。

2.2 集合预测结果

应用上述方法,得到了与塔里木盆地 4~6 月沙尘暴、4~7 月扬沙、3~5 月浮尘日数序列有显著统计关系的前期环流指数因子。经过二级集合回归得到的 3 个沙尘日数拟合序列与实况监测日数序列之间的相关系数分别为 0.952 0、0.812 4、0.889 7。集合回归拟合结果见图 4。

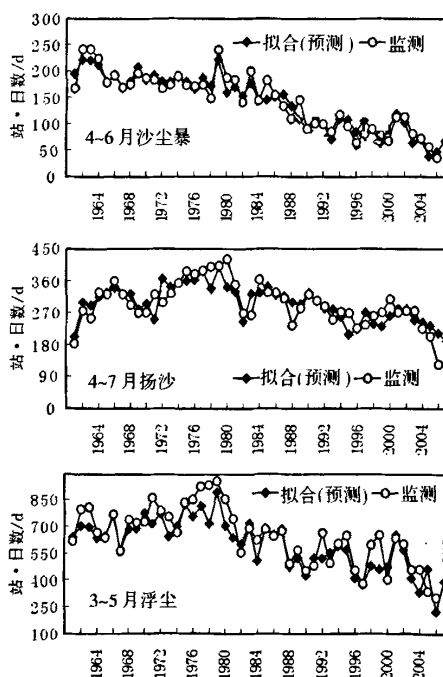


图3 塔里木盆地沙尘日数的初级回归结果

Fig.3 Elementary regression of dusty days in Tarim Basin

图4 塔里木盆地沙尘暴、扬沙、浮尘日数曲线

Fig.4 Dusty days in Tarim Basin

2.3 前期环流指数因子

应用反推法寻找与沙尘日数序列有显著统计关系的前期大气环流指数,结果如下。

4~6月沙尘暴日数的二级集合模型入选成员为建模样本数为46时的一级集合结果序列,而该一级集合模型中入选了2个成员,分别是滑动窗口长度sd为33、36的初级回归结果序列。滑动窗口长度sd为33、36的初级模型中,分别有2个、4个前

期环流指数因子入选,见表1。与塔里木盆地4~6月沙尘暴日数有显著统计关系的前期环流指数因子有6个,占74类环流指数中的5类。

与塔里木盆地4~7月扬沙日数有显著统计关系的前期环流指数因子有7个,占74类环流指数中的7类,见表2。与塔里木盆地3~5月浮尘日数有显著统计关系的前期环流指数因子有8个,占74类环流指数中的8类,见表3。

表1 与塔里木盆地4~6月沙尘暴日数有显著统计关系的前期环流指数因子表

Tab.1 Former circulation indexes with significant correlation to sand-storm days from April to June in Tarim Basin

入选二级集合的 成 员	入选一级集合的 成 员	入选初级回归模型的环流指数因子		
		因子编号	因子名称	月份
建模样本数 md1=46	滑动相关窗口 长度 sd=33	69-0708	印缅槽(15~20°N,80~100°E)	7,8
		70-0101	冷空气	1
	滑动相关窗口 长度 sd=36	4-0203	印度副高面积指数(65~95°E)	2,3
		40-0607	北美副高北界(110~60°W)	6,7
		40-0608	北美副高北界(110~60°W)	6,7,8
		49-0407	大西洋欧洲区极涡面积指数(4区,30°W~60°E)	4,5,6,7

表2 与塔里木盆地4~7月扬沙日数有显著统计关系的前期环流指数因子表

Tab.2 Former circulation indexes with significant correlation to blowing-dust days from April to July in Tarim Basin

入选二级集合的 成 员	入选一级集合的 成 员	入选初级回归模型的环流指数因子		
		因子编号	因子名称	月份
建模样本数 md1=46	滑动相关窗口 长度 sd=33	5-0608	西太平洋副高面积指数(110~180°E)	6,7,8
		9-1011	南海副高面积指数(100~120°E)	10,11
		11-0608	太平洋副高面积指数(110°E~115°W)	6,7,8
		30-0709	大西洋副高脊线(55~25°W)	7,8,9
		53-0810	北美区极涡强度指数(3区,120~30°W)	8,9,10
	滑动相关窗口 长度 sd=35	6-0606	东太平洋副高面积指数(175°W~115°W)	6
		55-0911	北半球极涡强度指数(5区,0~360°)	9,10,11

表3 与塔里木盆地3~5月浮尘日数有显著统计关系的前期环流指数因子表

Tab.3 Former circulation indexes with significant correlation to floating-dust days from March to May in Tarim Basin

入选二级集合的 成 员	入选一级集合的 成 员	入选初级回归模型的环流指数因子		
		因子编号	因子名称	月份
建模样本数 md1=37	滑动相关窗口 长度 sd=39	55-0912	北半球极涡强度指数(5区,0~360°)	9,10,11,12
		70-0505	冷空气	5,6
	滑动相关窗口 长度 sd=40	2-1212	北非副高面积指数(20°W~60°E)	12
		5-0707	西太平洋副高面积指数(110~180°E)	7
		9-1011	南海副高面积指数(100~120°E)	10,11
		49-0409	大西洋欧洲区极涡面积指数(4区,30°W~60°E)	4,5,6,7,8,9
	滑动相关窗口 长度 sd=45	26-0101	印度副高脊线(65~95°E)	1
		67-0909	青藏高原(25°N~35°N,80~100°E)	9

2.4 沙尘日数异常多(少)年对应的前期环流指数特征

根据46年样本中降序排列的前(后)9位确定

塔里木盆地4~6月沙尘暴、4~7月扬沙、3~5月浮尘日数的异常偏多(少)年,见表4。

对塔里木盆地4~6月沙尘暴、4~7月扬沙、3~

表 4 塔里木盆地 3 类沙尘天气日数偏多(少)年

Tab.4 Abnormal years of more(less) dusty days in Tarim Basin

	偏多年	偏少年
4 月~6 月 沙尘暴	1980, 1974, 1966, 1969, 1983, 1964, 1979, 1963, 1962	2006, 2005, 1996, 2000, 2004, 1999, 1997, 2003, 1993
4 月~7 月 扬沙	1974, 1966, 1984, 1976, 1975, 1977, 1978, 1979, 1980	2006, 1961, 2005, 2004, 1996, 1988, 1997, 1993, 1963
3 月~5 月 浮尘	1962, 1963, 1975, 1976, 1980, 1971, 1977, 1978, 1979	2006, 2005, 1997, 2000, 1990, 1996, 2003, 2004, 1991

5 月浮尘日数异常偏多、偏少的 9 年对应的前期显著环流指数因子做合成分析,计算平均值,对 3 类沙尘日数异常少的 9 年与 46 年、异常多的 9 年与 46

年、异常少的 9 年与异常多的 9 年之间的均值差异分别做显著性 t 检验。

与塔里木盆地 4~6 月沙尘暴日数有显著统计关系的前期环流因子有 6 个,见表 5。在 0.10 显著性水平下,6 个因子中有 4 个对应的 4 月~6 月沙尘暴日数异常偏多 9 年、异常偏少 9 年之间的均值有明显差异,其中 3 个因子对应的异常偏多 9 年以及异常偏少 9 年与 46 年的平均值之间同时存在显著差异,分别是:前一年 7~8 月的印缅槽(15~20°N, 80~100°E)指数、前一年 2~3 月印度副高面积指数(65~95°E)、前一年 4~7 月的大西洋欧洲区极涡面积指数(4 区,30°W~60°E);1 个因子仅仅存在偏少 9 年与 46 年的平均值之间的明显差异,是前一年 1 月的冷空气指数。

表 5 塔里木盆地 4~6 月沙尘暴日数异常多(少)年前期的环流指数值差异检验

Tab.5 Difference tests of former circulation indexes of abnormal years of more(less) sandstorm days from April to June in Tarim Basin

因子编号	因子名称	46 年与 异常少 9 年	46 年与 异常多 9 年	异常少 9 年与 异常多 9 年
69-0708	印缅槽(15~20°N,80~100°E)	3.222***	1.968**	5.704***
70-0101	冷空气	1.392*	0.274	1.338*
4-0203	印度副高面积指数(65~95°E)	2.657***	1.894**	3.808***
40-0607	北美副高北界(110~60°W)	0.17	0.504	0.384
40-0608	北美副高北界(110~60°W)	0.606	0.611	0.0
49-0407	大西洋欧洲区极涡面积指数(4 区,30°W~60°E)	2.315**	2.228**	4.441***

注:(1) 样本数分别为 n_1 与 n_2 的两序列的均值 t 检验的自由度(n_1+n_2-2)。 $t_{0.10}(45+9-2)=1.297$; $t_{0.05}(45+9-2)=1.671$; $t_{0.01}(45+9-2)=2.394$; $t_{0.10}(9+9-2)=1.337$; $t_{0.05}(9+9-2)=1.746$; $t_{0.01}(9+9-2)=2.584$

(2) *表示两样本均值的差异在 0.10 信度下是显著的,**表示两样本均值的差异在 0.05 信度下是显著的,***表示两样本均值的差异在 0.01 信度下是显著的

上述 6 个因子中,对应异常偏多(少)9 年与 46 年之间的均值有显著差异的因子为 3 个(4 个),对异常偏多、偏少的预测能力存在不对称性。分别以沙尘暴日数异常偏多(少)9 年对应的上述各因子的平均值作为临界值,可以定性预测塔里木盆地后期 4~6 月沙尘暴日数的异常多、少。各临界值见表 6。

同样方法分析了 4~7 月扬沙日数、3~5 月浮尘日数多(少)年前期的环流指数特征,前期环流指数指标分别见表 7、表 8。与 4~7 月扬沙日数异常多、少年有显著对应关系的前期环流指数因子分别有 6 个、7 个。与异常多年、异常少年同时有显著对应关系的因子有 6 个,分别是:前一年 6~8 月的西太平洋副高面积指数(110~180°E)、前一年 10~

表 6 4~6 月沙尘暴日数异常多、少年对应的

前期的环流指数临界指标

Tab.6 Critical value of abnormal years of more(less) sandstorm days from April to June in Tarim Basin

因子编号	因子名称	异常偏 少年	异常偏 多年
69-0708	印缅槽 (15~20°N,80~100°E)	≥26.6	≤16.1
70-0101	冷空气	≤2.2	
4-0203	印度副高面积指数 (65~95°E)	≥4.2	≤0.9
49-0407	大西洋欧洲区极涡面积指数 (4 区,30°W~60°E)	≤128.4	≥144.1

11 月的南海副高面积指数(100~120°E)、前一年 6~8 月的太平洋副高面积指数(110~115°W)、前一年 8~10 月的北美区极涡强度指数(3 区,120~30°

W)、前一年 6 月的东太平洋副高面积指数(175 ~ 115°W)、前一年 9 ~ 11 月的北半球极涡强度指数(5 区,0 ~ 360°)。与 3 ~ 5 月浮尘日数异常多、少年有显著对应关系的因子分别有 7 个、5 个,与异常多年、异常少年同时有显著对应关系的因子有 5 个,分别是:前一年 10 ~ 12 月的北半球极涡强度指数(5 区,0 ~ 360°)、前一年 7 月的西太平洋副高面积指数(110 ~ 180°E)、前一年 10 ~ 11 月的南海副高面积指数(100 ~ 120°E)、前一年 4 ~ 9 月的大西洋欧洲区极涡面积指数(4 区,30 ~ 60°E)和前一年 9 月的青藏高原(25 ~ 35°N,80 ~ 100°E)指数。

表 7 4~7 月扬沙日数异常多、少年对应的前期环流指数临界指标

Tab.7 Critical value of abnormal years of more(less) blowing-dust days from April to July in Tarim Basin

因子编号	因子名称	异常偏少年	异常偏多年
5-0608	西太平洋副高面积指数(110 ~ 180°)	≥29.1	≤17.7
9-1011	南海副高面积指数(100 ~ 120°E)	≥5.1	≤1.8
11-0608	太平洋副高面积指数(110 ~ 115°W)	≥53.7	≤25.3
30-0709	大西洋副高脊线(55 ~ 25°W)		≤23.8
53-0810	北美区极涡强度指数(3 区,120 ~ 30°W)	≤53	≥58.5
6-0606	东太平洋副高面积指数(175 ~ 115°W)	≥19.4	≤4.9
55-0911	北半球极涡强度指数(5 区,0 ~ 360°)	246.8	≥262.9

表 8 3~5 月浮尘日数异常多、少年对应的前期环流指数临界指标

Tab.8 Critical value of abnormal years of more(less) floating-dust days from March to May in Tarim Basin

因子编号	因子名称	异常偏少年	异常偏多年
55-0912	北半球极涡强度指数(5 区,0 ~ 360°)	≤261.7	≥278
70-0505	冷空气		≥3.6
5-0707	西太平洋副高面积指数(110 ~ 180°)	≥27.1	≤16.9
9-1011	南海副高面积指数(100 ~ 120°E)	≥5.3	≤1.7
49-0409	大西洋欧洲区极涡面积指数(4 区,30 ~ 60°E)	≤129.7	≥143.8
26-0101	印度副高脊线(65 ~ 95°E)		≤10
67-0909	青藏高原(25 ~ 35°N,80 ~ 100°E)	≥600.9	≤590.2

3 结论与讨论

(1) 林学椿^[18]等在 20 世纪 70 年代后期在讨论相关系数的不稳定性问题时,指出了滑动相关系数样本长度为 10 ~ 15 年时建立的模型预报效果较好。朱盛明^[16]指出滑动相关系数的不稳定性是客观规律,使用相关系数稳定性分析方法重新建立回归方程,可以明显地改善预测模型。综合滑动相关以及集合回归方法,以前一年的月环流指数为因子,建立了塔里木盆地 4 ~ 6 月沙尘暴、4 ~ 7 月扬沙、3 ~ 5 月浮尘日数的集合回归模型,集合回归拟合(预测)序列与实况监测日数序列的相关系数分别为 0.952 0、0.812 4、0.889 7。

(2) 用 74 类环流指数因子经过持续 1 个月到 6 个月的组合,可以得到数千个初始环流因子,为塔里木盆地沙尘多发季节的沙尘日数序列的年、季预测提供了业务基础。但是,如何挑选出与沙尘日数序列之间具有显著关系的环流因子是关键环节,也是一个技术难题。使用滑动相关结合集合回归的方法挑选显著因子,是一种有效的尝试。关于因子的相关稳定性以及挑选因子的方法都需要深入研究。鉴于大气环流系统及其变化的复杂性,关于大气环流指数如何演变,会对塔里木盆地后期多发季节沙尘日数的多少产生何种影响,还需要从物理机制方面深入研究。

(3) 反推法逐级寻找各级模型,可以在数千个环流因子中的找出与塔里木盆地多发季节的沙尘日数序列之间有显著统计关系的前期环流因子。与塔里木盆地 4 ~ 6 月沙尘暴、4 ~ 7 月扬沙、3 ~ 5 月浮尘日数有显著统计关系的前期环流因子数分别有 6 个、7 个和 8 个。

(4) 在有显著相关关系的前期环流指数因子中,对后期沙尘日数的异常偏多、异常偏少的预测能力存在不对称性。挑选出的大部分前期环流因子同时存在偏多 9 年、偏少 9 年的平均值与 46 年样本值之间的显著差异,即该因子对于异常偏多、偏少都有一定的预测能力。但是部分因子的预测能力上存在不对称性,仅仅存在对应异常偏多(少)9 年的平均值与 46 年样本平均值之间存在显著差异,而对异常偏少(多)9 年平均值与 46 年样本平均值之间没有显著差异。

参考文献 (References)

- [1] Li Jiangfeng. Desert climate [M]. Beijing: China Meteorological Press, 2001. 44 - 79. [李江风. 沙漠气候 [M]. 北京: 气象出版社, 2001. 44 - 79.]
- [2] Wang Shigong, Wang Jinyan, Zhou Zijiang, et al. Regional characteristics of dust events in China [J]. Acta Geographica Sinica, 58(2): 193 - 200. [王式功, 王金艳, 周自江, 等. 中国沙尘天气的区域特征 [J]. 地理学报, 58(2): 193 - 200.]
- [3] Wang Xu, Ma Yu, Chen Hongwu. Climatic characteristics of sandstorm in Xinjiang [J]. Journal of Desert Research, 2003, 23(5): 539 - 544. [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.]
- [4] Wang Xu, Ma Yu, Chen Hongwu, et al. Analysis on the climatic characteristics of sandstorms in South Xinjiang [J]. Journal of Desert Research, 2003, 23(2): 147 - 151. [王旭, 马禹, 陈洪武, 等. 南疆沙尘暴气候分析 [J]. 中国沙漠, 2003, 23(2): 147 - 151.]
- [5] Ma Yu, Xiao Kaiti, Wang Xu. Climatological characteristics of dust weathers in the Tarim Basin [J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis, 2006, 42(6): 784 - 790. [马禹, 肖开提, 王旭. 塔里木盆地沙尘天气的气候特征 [J]. 北京大学学报 (自然科学版), 2006, 42(6): 784 - 790.]
- [6] Chen Hongwu, Wang Xu, Ma Yu. Analysis of climatic background field of sandstorm in Xinjiang [J]. Journal of Meteorology, 29(6): 37 - 40, 53. [陈洪武, 王旭, 马禹. 新疆沙尘暴气候背景场的分析 [J]. 气象, 29(6): 37 - 40, 53.]
- [7] Chen Hongwu, Wang Xu, Ma Yu. Effects of strong winds on sandstorms in Xinjiang [J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis, 2003, 39(2): 187 - 193. [陈洪武, 王旭, 马禹. 大风对新疆沙尘暴的影响 [J]. 北京大学学报 (自然科学版), 2003, 39(2): 187 - 193.]
- [8] Wang Xu, Ma Yu. Spatial and temporal statistical character of gale in Xinjiang [J]. Bimonthly of Xinjiang Meteorology, 2002, 25(1): 1 - 3. [王旭, 马禹. 新疆大风的时空统计特征 [J]. 新疆气象, 2002, 25(1): 1 - 3.]
- [9] Ma Yu, Chu Changjiang, Wang Xu. Influence of climatic factors on dusts days in South Xinjiang [J]. Arid Land Geography, 2006, 29(4): 463 - 469. [马禹, 储长江, 王旭. 气候因子对南疆浮尘日数变化的影响 [J]. 干旱区地理, 2006, 29(4): 463 - 469.]
- [10] Ma Yu, Wang Xu, Huang Zhen, et al. Change in space-time distribution of sand-dust and influence of climatic Factors [J]. Arid Land Geography, 2006, 29(2): 178 - 185. [马禹, 王旭, 黄镇, 等. 新疆沙尘天气的演化特征及影响因素 [J]. 干旱区地理, 2006, 29(2): 178 - 185.]
- [11] Han Yongxiang, Yang Shengli, Fang Xiaomin, et al. Atmospheric circulation in Tarim Basin and Loess accumulation in North Slope of Kunlun Mountains [J]. Journal of Desert Research, 2006, 26(3): 351 - 355. [韩永翔, 杨胜利, 方小敏, 等. 塔里木盆地中的大气环流及昆仑山北坡的黄土堆积 [J]. 中国沙漠, 2006, 26(3): 351 - 355.]
- [12] Han Yongxiang, Fang Xiaomin, Song Lianchun, et al. A study on atmospheric circulation and dust storm causes of formation in the Tarim Basin - the restructured wind field by shapes of dune and observed prevailing wind [J]. Chinese Journal of Atmospheric Sciences, 2005, 29(4): 627 - 635. [韩永翔, 方小敏, 宋连春, 等. 塔里木盆地中的大气环流及沙尘暴成因探讨——根据沙漠风积地貌和气象观测重建的风场 [J]. 大气科学, 2005, 29(4): 627 - 635.]
- [13] Yu Yaxun, Zhao Jianhua. Contrast analysis on the Atmospheric circulation between active and inactive years of spring sandstorms in Gansu [J]. Arid Meteorology, 2003, 21(3): 48 - 57. [俞亚勋, 赵建华. 甘肃省春季沙尘暴强弱年份大气环流特征对比分析 [J]. 干旱气象, 2003, 21(3): 48 - 57.]
- [14] Peng Weigeng, Zhao Guangping, Chen Yuying. Relationship between spring sandstorm and meteorological elements in Ningxia and zonal circulation [J]. Meteorological monthly, 31(3): 17 - 21, 33. [彭维耿, 赵光平, 陈豫英. 宁夏春季沙尘暴与气象要素及环流指数的关系 [J]. 气象, 31(3): 17 - 21, 33.]
- [15] Tan Yanmei, Mao Weiyl, Li Xinjian, et al. Study on the models of predicting the annual accumulated temperature in the main cotton - production regions in Xinjiang [J]. Arid Zone Research, 2005, 22(1): 259 - 263. [谭艳梅, 毛炜峰, 李新建, 等. 新疆主要棉花产区年积温预测模型研究 [J]. 干旱区研究, 2005, 22(1): 259 - 263.]
- [16] Mao Weiyl, Ali · Mamtimin, Chen Sheng, et al. Relationship between the dust weathers and the Eigenvalues of preceding monthly atmospheric circulation in Xinjiang in Spring [J]. Arid Land Geography, 2005, 28(2): 171 - 175. [毛炜峰, 艾力 · 买买提明, 陈胜, 等. 新疆春季沙尘天气与前期月环流特征量的关系 [J]. 干旱区地理, 2005, 28(2): 171 - 175.]
- [17] Shi Neng, Wei Fengying, Feng Guolin, et al. Monte Carlo test used in correlation and composite analysis of meteorological fields [J]. Journal of Nanjing Institute of Meteorology, 1997, 20(3): 355 - 359. [施能, 魏凤英, 封国林, 等. 气象场相关分析及合成分析中蒙特卡罗检验方法及应用 [J]. 南京气象学院学报, 1997, 20(3): 355 - 359.]
- [18] Lin Xuechun. The instability about correlation coefficient of meteorological statistical prediction [J]. Chinese Journal of Atmospheric Sciences, 1978, 2(1): 55 - 63. [林学椿. 统计天气预报中相关系数的不稳定性问题 [J]. 大气科学, 1978, 2(1): 55 - 63.]
- [19] Zhu Shengming. Method and application about Stability Analysis of correlation coefficient [J]. Acta Meteorologica Sinica, 1982, 40(4): 497 - 501. [朱盛明. 相关系数稳定性分析方法及其应用 [J]. 气象学报, 1982, 40(4): 497 - 501.]

Relations between sand-dust days and the former year atmospheric indexes in Tarim Basin

MAO Wei-yi^{1,2}, TAN Yan-mei³, LI Xi-fu⁴

(1 Xinjiang Climate Center, Urumqi 830002, Xinjiang, China; 2 Key Laboratory of Arid Climatic Change and Reducing of Gansu Province,
Institute of Arid-meteorology, CMA, Lanzhou 730020, Gansu, China; 3 Xinjiang Meteorological Observatory, Urumqi 830002, Xinjiang, China;

4 Qinghai Meteorological Bureau, Xining 810001, Qinghai, China)

Abstract: The relationships are analyzed between the number of sand-dust days of the Tarim Basin from 14 Meteorological stations and all the 74 circulation indexes of the former year from the climate diagnostics and prediction Division of the National Climate Center. Thirty one sets of initial factor database by Filtered Linear trend are constructed separately by sliding-correlation method and regression model, and two assembling-regression models are constructed by stepwise regression method. The correlation coefficient of sandstorm from April to June, blowing-sand from April to July and floating-dust from March to May are 0.952 0, 0.812 4, 0.889 7 respectively between the measured and simulated sand-dust days in Tarim Basin. There are 6, 7, 8 atmospheric circulation indexes respectively which have notable correlation with sandstorm, blowing-sand and floating-dust. Among those indexes, there are 3 which have notable correlation with more and fewer sandstorm days from April to June, These are Index of the strength of the India-Burma trough (15 ~ 20°N, 80 ~ 100°E) of July to August, Index of the area of the subtropical high over Indian (65 ~ 95°E) of February to March, Index of the area of the polar vortex in the Atlantic and Europe sector (4 regions, 30°W ~ 60°E) of April to July. There are 6 which have notable correlation with more and fewer blowing-sand days from April to June. These are the Index of the area of the subtropical high over the western Pacific (110 ~ 180°E) of June to August, Index of the area of the subtropical high over the South China Sea (100 ~ 120°E) of October to November, Index of the area of the subtropical high over the Pacific (110°E ~ 115°W) of June to August, Index of the strength of the polar vortex in the north American (3 regions, 120 ~ 30°W) of August to October, Index of the area of the subtropical high over the eastern Pacific (175 ~ 115°W) of June, Index of the strength of the polar vortex in northern hemisphere (5 regions, 0 ~ 360°) of September to November. There are 5 which have notable correlation with more and fewer floating-dust days from March to May. These are Index of the strength of the polar vortex in northern hemisphere (5 region, 0 ~ 360°) of September to December, Index of the area of the subtropical high over the western Pacific (110 ~ 180°E) of July, Index of the area of the subtropical high over the South China Sea (100 ~ 120°E) of October to November, Index of the area of the polar vortex in the Atlantic and Europe sector (4 regions, 30°W ~ 60°E) of April to September, Index of Tibetan Plateau (25 ~ 35°N, 80 ~ 100°E) of September.

Key Words: sandstorm; blowing-sand; floating-dust; circulation indexes; sliding-correlative; assembling-regression; Tarim Basin