

田武文, 王越. 陕西省春季异常多(少)雨的环流信号研究 [J]. 陕西气象, 2014 (5): 1-7.

文章编号: 1006-4354 (2014) 05-0001-07

陕西省春季异常多(少)雨的环流信号研究

田武文, 王 越

(陕西省气候中心, 西安 710014)

摘 要: 利用 1961—2012 年陕西省春季(3—5 月)月降水量, 选取 14 个代表站, 将各月降水量排序, 按百分位选取测站异常多(少)雨的月份; 选取至少 3 站及以上能反映区域性降水异常的样本, 作为陕西省春季月降水异常的样本, 分析表明这些异常降水样本能够代表陕西春季各月多(少)雨月份。利用 NCEP 再分析资料, 分析异常多(少)雨月份的同期环流信号, 发现陕西春季异常多(少)雨月份的系统配置相反。在异常多雨年, $25^{\circ}\text{N}\sim 50^{\circ}\text{N}$ 、 $70^{\circ}\text{E}\sim 135^{\circ}\text{E}$ 的广泛区域距平场出现东高西低的环流特征; 在异常少雨年, 该区域距平场呈现西高东低的环流特征。根据上述特征, 建立陕西省春季异常多(少)雨月的环流预报模型, 分析了该模型的物理意义。由于模型为同期环流模型, 分析了气候预测业务中异常多(少)雨月份的预报着眼点。并以 2013 年 3 月、5 月为例, 说明该研究可以用于预测业务。

关键词: 异常多(少)雨; 环流信号; 关键区指标; 预报着眼点

中图分类号: P466

文献标识码: A

随着气候数值模式预测能力的提高, 使用像天气预报图或者实况天气图一样的直观业务工具帮助预报员判断未来的降水和气温趋势成为业务发展的趋势。此类业务工具的建立依赖于对造成当地多(少)雨的大气环流信号物理机制的认识。气候工作者对多(少)雨的环流特征进行了多侧面的诊断研究^[1]。例如, 用多雨年份的个例分析多雨期的同期环流特征^[2-7]及前期环流特征^[8]; 用一组区域旱、涝个例分析平均环流的异常特征^[9-13], 研究单一环流特征量与区域旱涝的关系^[14-15], 以及非绝热加热与降水的关系等等^[16-18]。

然而, 由于大气环流演变的复杂性, 非绝热加热对环流演变的强迫作用, 以及气候数值模式的预测能力等等所限制, 利用环流信号解释多(少)雨的工具至今仍然较少。从春季(3—5 月)测站降水异常多(少)雨月份的定义出发, 选定了陕西省春季异常多(少)雨月份的 20 个

个例, 通过分析异常多(少)雨月份所对应的同期 500 hPa 月平均环流形势特点, 总结出判别陕西省春季异常多(少)雨月份的客观指标, 试图建立陕西省春季异常多(少)雨年的环流特征、物理解释、信号判别及其演变过程。

1 陕西省春季降水异常

1.1 春季降水异常的定义

利用 1961—2012 年陕西省春季(3—5 月)月降水量, 选取 14 个观测站(榆林、定边、绥德、延安、洛川、铜川、宝鸡、武功、咸阳、临潼、渭南、汉中、安康、商洛)作为代表站。

春季单站降水异常的定义。由于陕西南北狭长, 气候特征涵盖亚热带半湿润气候区到干旱气候区, 南北降水量均值及其方差差异大, 难以用统一的降水距平百分率定义, 因此采用月降水量排位确定单站降水异常。方法是月降水量排位序列的前三位和后三位确定为该测站的异常多(少)雨月份。即异常多(少)雨的样本各

收稿日期: 2014-06-25

作者简介: 田武文(1958—), 男, 陕西西安人, 正研级高级工程师, 从事短期气候预测业务及研究。

基金项目: 陕西省气象局预报员专项(2012Y-10)

占 5.8%。

陕西省春季降水异常的判断。选取能反映区域性降水（3 站及以上且成片）异常的样本，作为陕西省春季月降水异常的样本。

1.2 异常降水月份的全省代表性

按照定义，从所有样本中共选出 20 个样本（表 1）。

表 1 陕西省春季降水异常样本

年月	异常类型、站数	代表区域	全省代表性	不一致程度
196203	异常偏少，13 站	全省	全部偏少	
200103	异常偏少，9 站	关中、陕南	全部偏少	
200603	异常偏少，6 站	陕北、关中北	全部偏少	
196703	异常偏多，8 站	关中、陕南	12 站偏多	陕北北部 2 站略少（平均 14%）
199003	异常偏多，4 站	陕北	10 站偏多	关中陕南 4 站偏少（平均 10%）
199103	异常偏多，9 站	全省	13 站偏多	1 站少 21%
196204	异常偏少，3 站	陕北	12 站偏少	2 站偏多（平均 12.5%）
197404	异常偏少，3 站	关中、陕南	全省偏少	
197804	异常偏少，7 站	全省	全省偏少	
200704	异常偏少，8 站	关中、陕南	全省偏少	
196404	异常偏多，9 站	全省	13 站偏多	1 站少 0.3%
197504	异常偏多，6 站	关中、陕南	13 站偏多	1 站少 7%
199404	异常偏多，3 站	陕北南部	13 站偏多	1 站少 11%
198105	异常偏少，3 站	陕北南、关中北	全省偏少	
198905	异常偏少，4 站	陕北	全省偏少	
199405	异常偏少，7 站	关中、陕南	全省偏少	
199705	异常偏少，6 站	关中、陕南	全省偏少	
196305	异常偏多，6 站	全省	全省偏多	
196405	异常偏多，6 站	关中、陕南	全省偏多	
199805	异常偏多，8 站	全省	全省偏多	

从表 1 可以看出，春季各月异常多（少）雨样本数分别为 6 个、7 个、7 个。异常样本占总样本数的 13%。从样本的代表性来看，无论异常多（少）雨出现在哪个区域，均能代表陕西全省为多雨月和少雨月。尤其是异常少雨年，春季共有 11 个样本，其中 10 个样本为全省一致降水偏少月；5 月的 3 个异常多雨月均为全省一致降水偏多。从异常多（少）雨样本的年代际分布看，20 世纪 60 年代和 90 年代为异常多（少）雨的多发年代，占异常样本总数的 60%。

2 春季异常多（少）雨的环流信号

2.1 资料及其说明

利用所选样本对应的 500 hPa 月平均高度距平场（取自 NCEP2.5°×2.5°再分析资料），计算距平统一使用的多年平均值采用 1981—2010 年的平均值。利用降水异常月份的月平均环流场

分析造成异常多（少）雨年的环流信号。

春季（3—5 月）位于“6 月突变”之前，虽然环流逐步向夏季转变，但各月的转变只是量的改变，尚未达到质的转变，期间的降水也以稳定性降水为主，因此对于地处中纬度的陕西，从各月环流异常的角度尝试设定统一标准比较分析异常多（少）雨的环流信号。

2.2 异常多（少）雨月份的环流特征

将所有样本分为异常多、异常少雨两类，分析其共性。发现，异常多（少）雨年，影响降水的环流形势特征相似，但系统位置的配置相反。异常多雨年，在 25°N~50°N、70°E~135°E 的区域范围内距平场出现东高西低的环流特征；异常少雨年，上述区域距平场则呈现西高东低的环流特征。

在上述区域的北部关键区内（40°N~50°N、

70°E~135°E)，通常会出现两个异常正负（或负正）距平中心，分别位于 80°E 和 130°E 附近。在南部关键区内（27.5°N~37.5°N、90°E~125°E），多雨年距平场呈现为西低东高形势，少雨年为西高东低形势，且表现形式各异。也有的多（少）雨样本，西部为负（正）距平、东部为正（负）距平；有的样本，则是只有一侧出现正（负）距平中心，另一侧距平不明显；甚至有的样本关键区内整体为正距平或整体为负距平。虽然表现形式各异，但多雨样本为东高西低、少雨样本为西高东低的形势特征却是一致的。

2.3 环流形势判定的共性指标

通过分析，陕西省春季异常多（少）雨的共性指标为 2 个，分别为南部关键区指标和北部关键区指标。北部关键区：选取 45°N~50°N、75°E~85°E 区域作为关键区 1，40°N~45°N、125°E~135°E 区域作为关键区 2，对 20 个样本进行分析（表 2）。

表 2 陕西省春季异常多（少）雨北部关键区 500 hPa 平均位势高度距平 gpm			
年月	1 区	2 区	1 区-2 区
196203	46.2	-78.7	124.9
196703	-0.4	1.0	-1.5
199003	11.5	86.8	-75.2
199103	-30.5	40.1	-70.6
200103	62.8	-69.4	132.2
200603	47.9	-47.4	95.3
196204	-49.0	-2.9	-46.1
196404	-70.8	124.3	-195.0
197404	-3.3	-39.7	36.4
197504	-23.7	48.4	-72.1
197804	8.1	-41.9	50.0
199404	-33.0	15.3	-48.3
200704	62.7	-45.0	107.7
196305	-81.5	30.1	-111.6
196405	-55.8	48.3	-104.1
198105	26.2	-29.4	55.6
198905	23.4	-18.3	41.7
199405	23.2	-43.5	66.7
199705	35.1	-29.1	64.2
199805	-6.6	58.1	-64.6

异常少雨指标：①1 区>10 gpm；②2 区<

10 gpm；③1 区-2 区>35 gpm。异常多雨指标：①1 区<10 gpm；②2 区>10 gpm；③1 区-2 区<-35 gpm。3 项条件满足 2 项，即可判定是否出现异常多（少）雨。根据判别标准，对 20 个样本分别进行判别，18 个样本可以正确判别，1 个无法判别（1967 年 3 月），一个错判。错判样本为 1962 年 4 月。500 hPa 月平均环流距平图上，其北部关键区东部没有正距平中心，西部负距平区已经南压至 35°N 附近，多雨区应出现在陕西以南。

南部关键区：选取 27.5°N~37.5°N、90°E~95°E 区域作为关键区 1，27.5°N~37.5°N、120°E~125°E 区域作为关键区 2，对 20 个样本进行分析（表 3）。

表 3 陕西省春季异常多（少）雨南部关键区 500 hPa 平均位势高度距平 gpm			
年月	1 区	2 区	1 区-2 区
196203	-33.6	-77.4	43.9
196703	-41.8	0.8	-42.7
199003	-11.0	37.0	-48.0
199103	13.3	66.7	-53.5
200103	4.0	-45.7	49.7
200603	12.8	-31.2	44.0
196204	-28.4	-32.4	4.1
196404	-13.3	91.2	-104.6
197404	-5.2	-25.1	19.8
197504	-30.8	7.3	-38.1
197804	13.7	-10.7	24.4
199404	-11.7	28.8	-40.5
200704	42.7	-28.6	71.3
196305	-49.3	30.7	-79.9
196405	-53.2	12.6	-65.8
198105	16.1	-29.6	45.6
198905	7.4	-12.1	19.5
199405	14.3	-13.5	27.8
199705	-8.3	-22.9	14.7
199805	29.0	51.0	-22.1

1 区-2 区>10 gpm，为异常少雨。1 区-2 区<-10 gpm，为异常多雨。根据判别标准，对 20 个样本进行判别，19 个样本可以正确判别，一个无法判别（1962 年 4 月），无错判样本。

利用两组指标联合判别，只要一组指标无法判别，就确定为无法判别个例。在 20 个样本中，有 18 个为正确判别，2 个无法判别，无错判个例。

3 预报模型的物理解释

在多雨时段，北部关键区的西部（巴尔喀什湖附近）为负距平中心，形成冷空气积聚源地，有利于冷空气分裂南下影响陕西；东部（中国东北到日本海）为正距平中心，既有利于对西风带系统移动起到阻滞作用，形成稳定少动的东高西低环流形势，又有利于西部负距平中心分裂的冷空气经向活动加强。虽然每次分裂南下的冷空气，其强度、影响范围、时间尺度不同，但受稳定少动的环流形势场的限制，使冷空气活动路径大部以相近的形式南下影响陕西。与之同时，在南部关键区域也存在东高西低的距平分布，相当于在平均环流的基础上叠加了一个南风引导气流增量，引导低层暖湿气流输送至 37.5°N 以北。该形势下偏南气流强于气候平均值，促使陕西省异常多雨所需要的低层暖湿引导气流增强。因此，南北两个关键区的形势配合，使得陕西省月尺度降水量出现区域性异常偏多。

在少雨时段，北部关键区的西部为正距平中心，形成新疆暖高压脊，造成影响陕西的冷空气势力偏弱；东部为负距平中心，有利于北方南下的冷空气沿脊前气流迅速东移，对陕西影响较小。由于东部切断低压稳定少动，形成了稳定的西高东低环流形势。同时，南部关键区为西高东低的距平分布，这种分布致使高层偏北（干冷）气流增强，使得输送到陕西上空的偏南（暖湿）气流小于历年气候均值。

上述环流形势预测模型，是异常多（少）雨发生时的同期平均环流形势。在气候业务预测中如何应用上述模型，有两个预报着眼点。一是着眼于月尺度气候预测结果。月尺度气候模式 5 d 滚动一次，可在环流预测结果稳定的情况下，通过预测结果判定南北两区域是否会出现异常多（少）雨的距平场分布，用于定性判断陕西春季月尺度降水是否异常。二是着眼于 500 hPa 实况旬平均环流的演变趋势。在北部关键区的巴尔喀

什湖附近负距平中心和日本海附近正距平中心的形成，南部关键区出现东高西低的距平场分布，预示后期陕西省将进入多雨时段。反之，预示后期陕西省将进入少雨时段。

两个预报着眼点为预测陕西省春季月降水异常提供了一幅物理图像：在春季各月，通过判别后期形成范围广泛的东高西低（西高东低）形势，作为判断陕西春季各月异常多（少）雨月份形势的征兆。

4 应用实例

4.1 实例

2013 年 3 月陕西省降水异常偏少，全省平均降水量仅为 1.7 mm，为 1961 年以来 3 月降水最少的一年。5 月降水量又异常偏多，全省平均降水量为 109.1 mm，与常年同期比较偏多 77%，其中关中南部、陕南东部偏多 1~2.3 倍。

4.2 客观指标

利用实况资料套用指标分析表明，3 月和 5 月分别满足异常少雨年、异常多雨年的标准（表 4）。

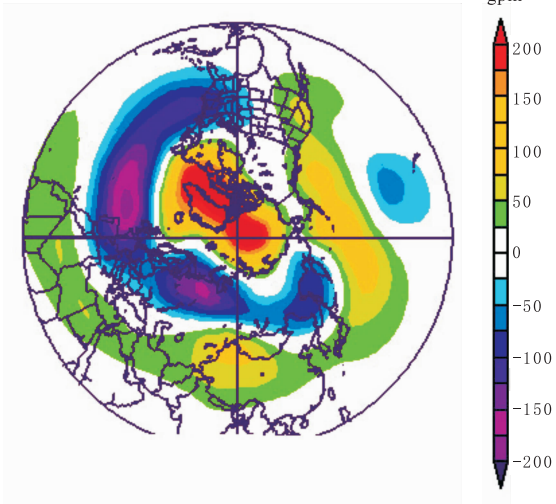
表 4 2013 年春季 3 月和 5 月指标验证

指标区	月份	实况	1 区	2 区	(1 区-2 区)
			/gpm	/gpm	/gpm
北部	3	少雨	71.9	-20.5	92.4
	5	多雨	-26.1	33.1	-59.2
南部	3	少雨	57.8	34.8	23.0
	5	多雨	-4.3	21.8	-26.1

4.3 同期环流形势

从 2013 年 3 月 500 hPa 平均环流的异常分布图（图 1）看，北部指标表现为：巴尔喀什湖附近到新疆北部为正距平中心，中国东北到日本海附近为负距平中心。南部指标：均为正距平，但存在西高东低，南北部指标均满足异常少雨的条件。

从 5 月 500 hPa 平均环流的异常分布图（图 2）看，北部指标表现为巴尔喀什湖北侧为负距平中心，日本海附近为正距平中心；南部指标从图中尚不能确定。



图来源于 NCEP/NCAR 网站，气候均值使用 1981—2010 年的平均值，下同

图 1 2013 年 3 月 500 hPa 位势高度距平图

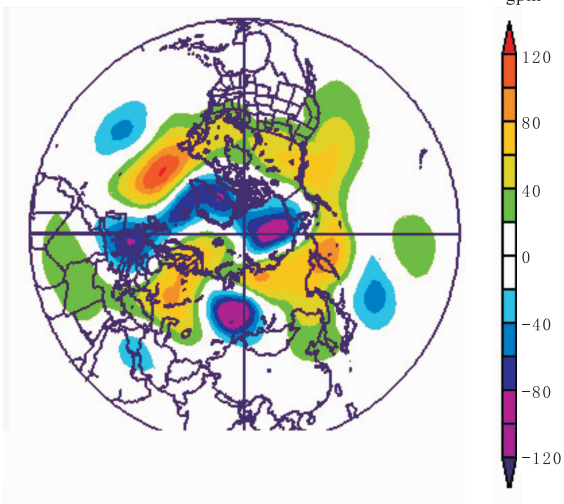


图 2 2013 年 5 月 500 hPa 位势高度距平图

4.3 陕西异常降水环流信号的形成过程

将 3 月和 5 月异常降水环流信号的形成过程以图示的方式列出。动态信号通过 500 hPa 的 10 d 实况滑动平均异常图给出。

3 月降水异常偏少的环流信号由 3 月 1—9 日逐日 500 hPa 高度距平向后 10 d 滑动平均演变（图 3）逐步形成。

5 月降水异常偏多的环流信号由 4 月 26 日至 5 月 4 日逐日 500 hPa 高度距平向后 10 d 滑动平均演变（图 4）逐步形成。

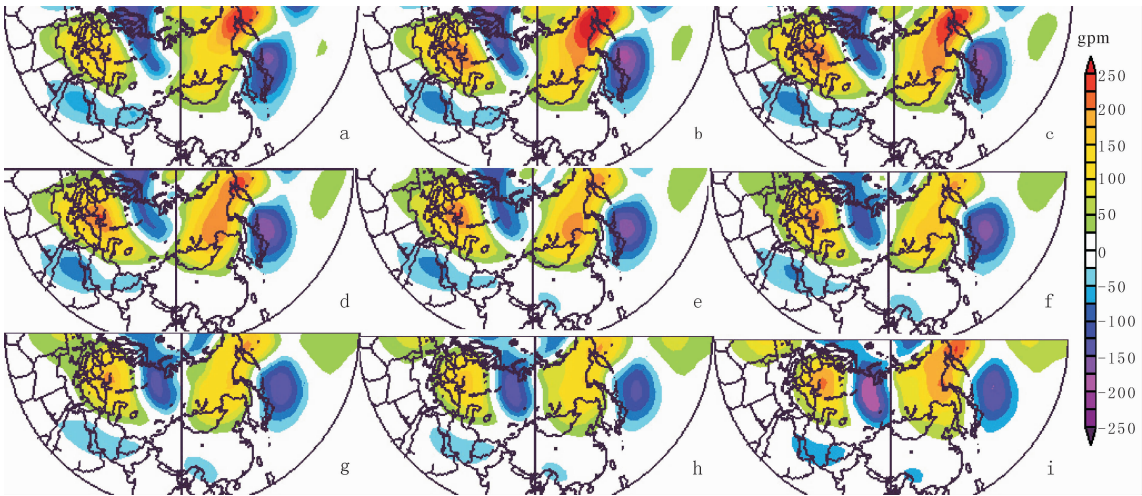


图 3 2013 年 3 月 1 日至 9 日逐日 500 hPa 位势高度距平 10 d 滑动平均图

5 结论

（1）通过降水序列排位选取测站的异常多（少）雨年，通过区域性异常确定陕西省春季各月降水异常多（少）雨样本。从挑选结果看，异常多（少）雨样本能代表陕西春季的多（少）雨月份。

（2）春季在环流形势发生“六月突变”之前，环流形势的演变相对稳定，加之陕西地处中纬度，春季各月可使用统一标准分析春季异常多（少）雨环流信号特征，这一推断得到实际分析结果的支持。

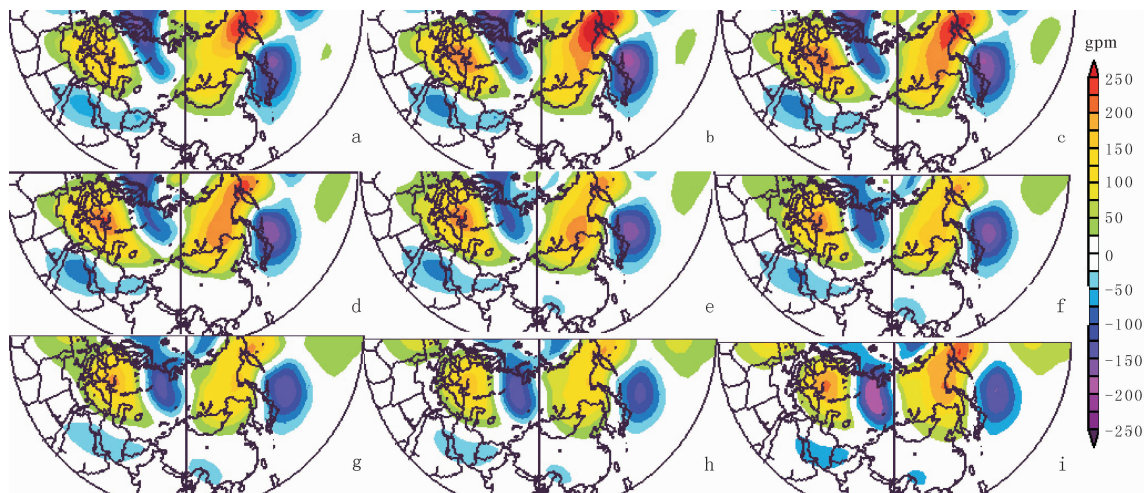


图4 2013年4月26日至5月4日逐日500 hPa位势高度距平10 d滑动平均图

(3) 陕西省春季异常多(少)雨的环流信号为:在范围广泛的区域内,形成的东高西低环流形势,是异常多雨形成的环流信号;反之,西高东低形势场为异常少雨的基本特征。

(4) 通过多(少)雨基本特征的分析建立了两套客观判别标准。两套标准均能单独判别陕西省春季异常多(少)雨的发生月份,也可联合判别。根据分析结果提出了两个预报着眼点:一是利用数值预报产品分析是否存在类似于异常多(少)雨的环流特征,用以判别后期是否会出现异常多(少)雨时段;二是利用前期500 hPa旬平均环流演变,分析是否形成类似且稳定的异常多(少)雨环流特征来判断陕西后期是否将进入多(少)雨时段。

(5) 通过环流形势分析确定陕西省春季异常多(少)雨期间的物理分析图像,是省级气候预测业务中,从预报对象—环流信号分析—物理解释—建立预测模型研究的一次尝试。

参考文献:

- [1] 魏凤英. 气候统计诊断与预测方法研究进展 [J]. 应用气象学报, 2006, 17 (6): 736-742.
- [2] 林学椿, 张素琴. 1998年中国特大洪涝时期的环流特征 [J]. 地球物理学报, 2000, 43 (5): 607-614.
- [3] 李永华, 徐海明, 刘德. 2006年夏季西南地区东部特大干旱及其大气环流异常 [J]. 气象学报, 2009, 67 (1): 122-132.
- [4] 高辉, 王永光. 2007年海温和大气的环流异常及对我国气候的影响 [J]. 气象, 2008, 34 (4): 107-112.
- [5] 王遵亚, 任福民, 孙冷, 等. 2011年夏季气候异常及主要异常事件成因分析 [J]. 气象, 2012, 38 (4): 448-455.
- [6] 陶诗言, 卫捷, 孙建华, 等. 2008/2009年秋冬季我国东部严重干旱分析 [J]. 气象, 2009, 35 (4): 3-10.
- [7] 王晓敏, 周顺武, 周兵. 2009/2010年西南地区秋冬春持续干旱的成因分析 [J]. 气象, 2012, 38 (11): 1399-1407.
- [8] 张丽, 刘实, 石大明, 等. 吉林省夏季旱涝的前期影响因子分析 [J]. 吉林气象, 2007 (3): 2-10.
- [9] 简茂球, 乔云亭. 华南秋旱的大气环流异常特征 [J]. 大气科学, 2012, 36 (1): 204-213.
- [10] 谭桂容, 孙照渤, 陈海山. 华北夏季旱涝的环流特征分析 [J]. 气象科学, 2003, 23 (2): 135-143.
- [11] 卫捷, 张庆云, 陶诗言. 近20年华北地区干旱早期大气环流异常特征 [J]. 应用气象学报, 2003, 14 (2): 140-151.
- [12] 黄嘉佑, 高守亭. 影响长江地区夏季洪涝的大气环流因子研究 [J]. 自然科学进展, 2003, 13 (2): 206-209.

肖云, 黄绍文, 马中元. 庐山夏季台风暴雨物理量分析 [J]. 陕西气象, 2014 (5): 7-13.

文章编号: 1006-4354 (2014) 05-0007-07

庐山夏季台风暴雨物理量分析

肖 云¹, 黄绍文¹, 马中元²

(1. 新余市气象局, 江西新余 338025; 2. 江西省气象科学研究所, 南昌 330046)

摘 要: 利用地面观测资料和 NCEP1°×1°格点再分析资料, 对庐山夏季强降水的天气系统进行统计分析和物理量计算, 结果表明: 台风是庐山后汛期暴雨或大暴雨产生的主要天气系统; 台风暴雨分为 A 型和 B 型两种降水类型; 涡度、散度、螺旋度、垂直速度、水汽通量与水汽通量散度等物理量与台风暴雨关系密切, 物理量特征阈值对确定台风暴雨预报有一定指导意义; 24°N~30°N、116°E~120°E 为物理量特征区域, 各物理量在特征区域中超过阈值时, 庐山极有可能有暴雨发生。

关键词: 庐山; 台风暴雨; 物理量场; 物理量阈值

中图分类号: P458.124 **文献标识码:** A

庐山台风暴雨主要发生在 7—9 月。自 1970 年以来, 庐山出现过三次引发重大灾害的台风暴雨: 1975 年 8 月 12—20 日, 受台风影响, 庐山累积雨量达 1 100.0 mm, 死 3 人伤 3 人; 1990 年 6 月 30 日—7 月 2 日, 受 6 号台风波西影响, 庐山累积过程降雨量达 427.0 mm, 死 6 人伤 1 人; 2005 年 9 月 2—4 日, 受 13 号台风泰利影响, 庐山累积过程降雨量达 937.4 mm, 出现严重泥石流和山体滑坡, 死 9 人伤 11 人, 经济损

失 2 亿多元。
针对带来严重灾害的台风暴雨, 国内外不少学者进行了大量研究, 取得了不少成果。孟妙志^[1]对 2002-08-05 陕西省突发性暴雨进行诊断分析, 发现暴雨区具有高能量、位势不稳定很深厚的环境场, 台风北上加强了扰动和水汽输送。陈玉林等^[2]利用 1949—2001 年的台风资料, 统计出 7—9 月是台风多发季节, 其中 8 月份台风最多。张弘等^[3]分析了近海台风对陕西暴雨的影

收稿日期: 2014-04-29
作者简介: 肖云 (1982—), 男, 汉族, 四川邛崃人, 大学本科, 工程师, 主要从事天气预报及研究。
基金项目: 中国气象科学研究院灾害天气国家重点实验室开放课题 (2010LASW-A03)、中国气象局气象关键技术与应用项目 (CMAGJ2011Z05)、江西省气象局重点项目 (JXQX2010Z09)、(JXQX2008Z04)、江西省气象局创新基金 (GCX200909) 共同资助

[13] 韩礼应, 何振伟. 桂西北汛期强降水前期环流和影响天气系统特征分析 [J]. 广西气象, 2006, 27 (增): 32-34.

[14] 刘瑜, 赵尔旭, 孙丹, 等. 东南亚地区夏季风异常对云南 2005 年初夏干旱的影响 [J]. 气象, 2006, 32 (6): 91-96.

[15] 王宝鉴, 黄玉霞, 何金海, 等. 东亚夏季风期间水汽输送与西北干旱的关系 [J]. 高原气象, 2004, 23 (6) 912-918.

[16] 马福慧. 长江中游 1998 年特大洪涝成因分析 [J]. 地球物理学报, 2000, 43 (3): 331-338.

[17] 巢纪平. 厄尔尼诺与中国气候异常 [J]. 中国科学院院刊, 1998 (6): 434-437.

[18] 韦志刚. 青藏高原积雪异常的持续性研究 [J]. 冰川冻土, 2001, 23 (3): 225-230.