

马晓刚, 李凝, 张旭, 等. 阜新夏季异常降水在太阳活动周期的规律研究[J]. 灾害学, 2017, 32(3): 107–111. [MA Xiaogang, LI Ning, ZHANG Xu, et al. Research on the Law of Summer Anomalous Precipitation in Fuxin in the Solar Cycle[J]. Journal of Catastrophology, 2017, 32(3): 107–111. doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2017.03.019.]

阜新夏季异常降水在太阳活动周期的规律研究^{*}

马晓刚¹, 李凝¹, 张旭¹, 赵连伟², 李冬梅³, 李辑⁴

(1. 辽宁省阜新市气象局, 辽宁 阜新 123000; 2. 沈阳区域气候中心, 辽宁 沈阳 110016;
3. 山西省运城市气象局, 山西 运城 044000; 4. 辽宁省气象科学研究所, 辽宁 沈阳 110016)

摘要: 利用1951–2015年太阳黑子相对数和阜新夏季降水, 分析研究了基于太阳活动周期的阜新夏季异常降水规律。结果表明: 太阳活动周期内阜新夏季异常降水偏多年略多于夏季降水异常偏少年; 夏季异常降水距平百分率极大值为99.5%, 极小值为-52.7%; 太阳黑子谷值年周期内阜新夏季降水异常偏多和偏少年发生几率均比太阳黑子峰值年周期内的大; 夏季降水异常偏多年最大几率为0.6, 异常偏少年最大几率为0.67; 太阳黑子峰值年周期内的 M 、 $M+1$ 年多连续发生夏季降水异常偏少; 太阳黑子谷值年周期内的 $m-1$ 、 m 年多连续发生夏季降水异常偏多; 太阳黑子峰值年周期内阜新夏季平均降水量的最小值年在 M 年; 太阳黑子谷值年周期内阜新夏季平均降水量的最大值年在 $m-1$ 年; 太阳活动周期内阜新夏季降水量存在2~3年的准周期变化; 阜新夏季降水的准对称轴在太阳黑子峰值年(M)、谷值年(m)附近; 太阳活动周期内的阜新夏季平均降水量与太阳黑子相对数成反相关; 太阳黑子峰值年后少雨向多雨转折年平均在 $M+2$ 年; 太阳黑子谷值年后多雨向少雨转折年平均在 $m+3$ 年。

关键词: 太阳黑子; 太阳活动周期; 夏季; 异常降水; 规律; 辽宁阜新

中图分类号: X43; P426.61 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-811X(2017)03-0107-05

doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2017.03.019

随着我国经济的快速发展, 气象灾害造成的经济损失也越来越严重, 社会对气候监测预测的需求也就越来越强烈。据统计, 在各类自然灾害中, 气象灾害占70%以上。很多专家、学者研究证实, 夏季异常降水与太阳活动有着密切的关系, 如潘静等^[1]提出了太阳活动对中国东部夏季降水异常的可能影响等。所以, 有效利用当地夏季降水和太阳黑子资料, 研究和发现影响异常降水变化的规律, 建立适合本地应用的异常降水诊断预测方法是提高当地夏季异常降水短期气候监测预测水平及服务能力的重要途径之一。

阜新位于辽宁西部, 是一个多丘陵地区, 常因夏季降水异常, 导致严重旱、涝灾害, 造成农业及人民生命财产的严重损失。经过多年的研究发现, 太阳活动对阜新夏季异常降水的影响是有一定规律可循的。本文就是通过对阜新夏季降水与太阳活动周期的关系研究, 揭示阜新夏季异常降水的发生规律, 将研究成果引入短期气候预测系统^[2], 为当地农业、水利及防灾减灾部门提供更长时效的气候预测产品。

1 资料与方法

太阳黑子相对数资料(1951–2015年)来自太阳影响数据分析中心网站(<http://sidc.oma.be/index.php3>); 阜新夏季降水等相关气候资料(1951–2015年)来自辽宁省气候中心。

本文夏季异常降水是指某年夏季或夏季当中的某月降水距平百分率绝对值在30%以上的降水量。为便于分析, 以每一个太阳黑子峰值年(M)(如: 1957年、1970年、1981年、1989年、2000年、2014年)及谷值年(m)(如: 1954年、1964年、1976年、1986年、1996年、2008年)为中心点, 向前、向后连续扩展5年, 构成了11年的太阳黑子峰值年周期($M-5 \sim M+5$ 年)及谷值年周期($m-5 \sim m+5$ 年); 将阜新夏季降水资料与太阳活动周期年份对应, 组成多个这样的周期, 便构成了基于太阳活动周期的阜新夏季异常降水分析资料集成。在此基础上, 在太阳活动周期内, 从夏季降水距平百分率、夏季降水极值、夏季异常降水几

^{*} 收稿日期: 2016-12-26

修回日期: 2017-02-27

基金项目: 财政部公益性行业(气象)科研专项(GYHY201306021)

第一作者简介: 马晓刚(1961-), 男, 辽宁鞍山人, 研究员, 研究方向为农业气候预测、防灾减灾. E-mail: maxiaogang666@sina.com

通讯作者: 李辑(1963-), 男, 辽宁鞍山人, 研究员, 研究方向为短期气候预测及气候变化. E-mail: cqliji@sina.com

表1 1951-2015年阜新夏季降水在太阳黑子峰值年、谷值年周期内平均距平百分率分布

太阳黑子峰值年周期	$M-5$	$M-4$	$M-3$	$M-2$	$M-1$	M	$M+1$	$M+2$	$M+3$	$M+4$	$M+5$	平均
6-8月降水平均距平百分率/%	-1.3	37.9	11.5	4.5	-5.1	-19.3	-19.0	21.7	11.7	-1.3	22.1	5.8
峰值年前、峰值年、峰值年后平均距平百分率/%			9.5			-19.3			7.0			
距平百分率极大值/%	51.7	95.1	66.5	46.9	36.1	0.7	-4.6	99.5	42.9	23.6	84.9	44.4
距平百分率极小值/%	-52.7	-14.0	34.5	-37.7	-36.7	-46.0	-46.0	-24.4	-8.1	-18.3	-2.0	-22.9
太阳黑子谷值年周期	$m-5$	$m-4$	$m-3$	$m-2$	$m-1$	m	$m+1$	$m+2$	$m+3$	$m+4$	$m+5$	平均
6-8月降水平均距平百分率/%	18.5	-0.3	-2.3	-6.7	31.6	21.1	-0.1	20.7	-11.7	-20.4	28.9	7.2
谷值年前、谷值年、谷值年后平均距平百分率/%			8.2			21.1			3.5			
距平百分率极大值/%	99.5	42.9	14.8	84.9	95.1	66.5	30.9	54.2	31.9	-8.9	99.5	55.6
距平百分率极小值/%	-19.8	-20.3	-24.4	-52.7	-16.5	-14.0	-38.9	-36.7	-39.9	-46.0	-19.8	-29.9

率及夏季降水与太阳黑子相关性等方面,对阜新夏季异常降水发生规律进行研究。

2 夏季异常降水在太阳活动周期的发生规律

2.1 夏季异常降水距平百分率分析

通过对夏季降水距平百分率的分析,可以发现夏季降水在太阳活动周期内特征和规律^[3-6]。

在太阳黑子峰值年周期内,从历年夏季降水平均距平百分率看,太阳黑子峰值年(M)前阜新夏季平均距平百分率为9.5%,高于峰值年(M)后的7.0%,太阳黑子峰值年(M)平均距平百分率最小,为-19.3%,历史极小值为-46.0%(表1)。说明,太阳黑子峰值年之前阜新夏季降水多于峰值年后,峰值年易发生干旱少雨。2000年发生的1949年10月以来我国多省最严重、大范围的夏季干旱,就出现在太阳黑子峰值年周期的 M 年;这一年阜新也遭受了有史以来最严重的旱灾,全市近80%农作物绝收。

夏季降水距平百分率低值区出现在太阳黑子峰值年附近的 $M-1 \sim M+1$ 年。其中, M 、 $M+1$ 年平均距平百分率明显偏小,平均小于等于-19.0%,历年极小值均为-46.0%。说明, M 、 $M+1$ 年阜新夏季降水易出现异常偏少。2014年、2015年分别为 M 、 $M+1$ 年,阜新夏季降水异常偏少,出现了历史大旱。

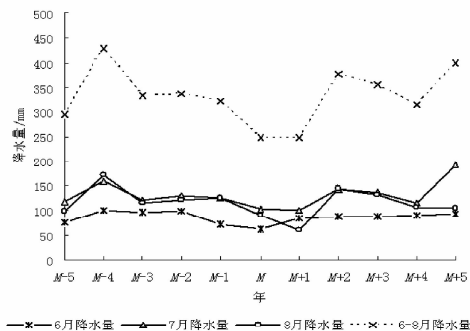


图1 1951-2015年阜新夏季降水在太阳黑子峰值年周期内平均变化

太阳黑子峰值年周期内也存在夏季降水距平百分率明显偏大年。主要在太阳黑子峰值年前的 $M-4$ 、 $M-3$ 及太阳黑子峰值年后的 $M+2$ 、 $M+3$ 、 $M+5$ 年,夏季降水量平均距平百分率均高于10%,历史极大值为99.5%,出现在 $M+2$ 年。 $M+2$ 年为夏季少雨年向多雨年转折年(表1)。1998年我国长江特大洪水就发生在 $M+2$ 年;同样是 $M+2$ 年的2016年,阜新在农作物生长季中前期大旱之后出现了久旱转雨,7月下旬全市平均降水量163mm,比历年同期多3倍(图1)。

在太阳黑子谷值年周期内,太阳黑子谷值年(m)前阜新夏季降水平均距平百分率为8.2%,明显高于谷值年(m)后的3.5%;太阳黑子谷值年前 $m-1$ 年,阜新夏季平均距平百分率最大,为31.6%,历史极大值为95.1%。说明,太阳黑子谷值年之前阜新夏季降水多于谷值年后, $m-1$ 年易发生夏季降水异常偏多和洪涝。“75.8”中国历史上河南罕见特大暴雨,就发生在太阳黑子谷值年周期的 $m-1$ 年;同样是 $m-1$ 年,阜新历史上多台风影响,1975年7月29-31日,阜新也经历了一次台风大暴雨过程。

夏季降水平均距平百分率高值区出现在太阳黑子谷值年附近的 $m-1 \sim m+2$ 年,平均距平百分率多在20%以上,最大平均值为31.6%,是阜新夏季降水异常偏多的多发时段(图2)。

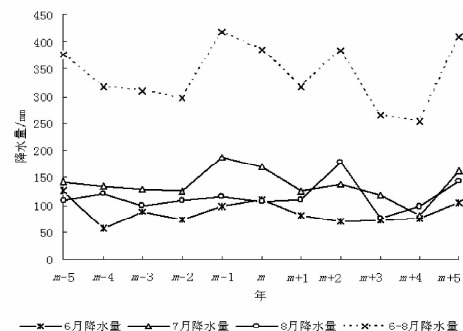


图2 1951-2015年阜新夏季降水在太阳黑子谷值年周期内平均变化

太阳黑子谷值年周期内也存在夏季降水距平百分率明显偏小年。主要在太阳黑子谷值年后的 $m+3$ 、 m

表2 1951-2015年阜新夏季降水极值年在太阳黑子峰值年、谷值年周期内的分布

		6月	7月	8月	6-8月
太阳黑子峰值年周期夏季降水特征	峰值年附近($M-3 \sim M+3$)少雨极值年	M	M+1	M+1	M
	周期内多雨极值年	M-4	M-4	M-4	M-4
	周期内连续少雨年	M-1~M	M~M+1	M~M+1	M-1~M+1
	峰值年(M)后少雨到多雨转折年	M+1	M+2	M+2	M+2
太阳黑子谷值年周期夏季降水特征	谷值年附近($m-3 \sim m+3$)多雨极值年	m	m-1	m+2	m-1
	周期内少雨极值年	m-4	m+4	m+3	m+4
	周期内连续多雨年	m-1~m	m-1~m	m+1~m+2	m-1~m+2
	谷值年(m)后多雨到少雨转折年	m+1	m+4	m+3	m+3

表3 1951-2015年阜新夏季异常降水年在太阳黑子峰值年、谷值年周期各年的几率特征

太阳黑子峰值年周期	M-5	M-4	M-3	M-2	M-1	M	M+1	M+2	M+3	M+4	M+5	平均
夏季降水距平百分率 $\geq 30\%$ 几率	0.2	0.6	0.2	0.4	0.2	0.0	0.0	0.4	0.2	0.0	0.2	0.22
夏季降水距平百分率 $\leq 30\%$ 几率	0.2	0.0	0.2	0.2	0.4	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.13
太阳黑子谷值年周期	m-5	m-4	m-3	m-2	m-1	m	m+1	m+2	m+3	m+4	m+5	平均
夏季降水距平百分率 $\geq 30\%$ 几率	0.33	0.17	0.0	0.17	0.5	0.33	0.17	0.5	0.17	0.0	0.5	0.26
夏季降水距平百分率 $\leq 30\%$ 几率	0.0	0.0	0.0	0.33	0.0	0.0	0.17	0.17	0.67	0.33	0.0	0.15

+4年, 平均距平百分率小于-10%, 最小平均值为-20.4%, 在 $m+4$ 年, 历史极小值为-46%。其中, $m+3$ 年为夏季多雨年向少雨转折年(表2)。

从历年阜新夏季降水距平百分率看, 1951-2015年阜新夏季降水异常偏多有14年, 占21.5%; 异常偏少12年, 占18.5%。阜新夏季洪涝、干旱多发生在夏季降水量出现异常情况下。如: 1953年、1954年、1956年、1959年、1960年、1964年、1966年、1969年、1977年、1991年、1994年、1995年、1998年、2013年均均为阜新夏季降水异常偏多年, 多出现局部洪涝灾害; 1952年、1957年、1958年、1967年、1968年、1988年、1999年、2006年、2009年、2011年、2014年、2015年均均为阜新夏季降水异常偏少年, 多出现严重旱灾。

2.2 夏季异常降水的几率分析

异常降水的几率代表了异常降水发生可能性大小。可为夏季异常降水预测提供重要帮助。

在太阳黑子峰值年周期内, 阜新夏季降水异常偏多年出现几率最大的是 $M-4$ 年, 几率为0.6, 其次是 $M-2$ 、 $M+2$ 年, 几率均为0.4; 同一周期内, 阜新夏季降水异常偏少年出现几率最大的是 $M-1$ 年, 几率为0.4, 其次是 $M-5$ 、 $M-3$ 、 $M-2$ 、 M 、 $M+1$ 年, 几率均为0.2(表3)。

在太阳黑子谷值年周期内, 阜新夏季降水异常偏多年出现几率最大的是 $m-1$ 、 $m+2$ 、 $m+5$ 年, 几率均为0.5, 其次是 $m-5$ 、 m 年, 几率均为0.33; 同一周期内, 阜新夏季降水异常偏少年出现几率最大的是 $m+3$ 年, 几率为0.67, 其次是 $m-2$ 、 $m+4$ 年, 几率均为0.33(表3)。

通过几率分析, 可以看出, 太阳活动周期内阜新夏季异常降水偏多年多于偏少年; 太阳黑子谷值年周期内的阜新夏季降水异常偏多年和偏少年均比太阳黑子峰值年周期内的多; 夏季降水异常偏多、偏少几率大小分布与夏季降水距平百分率分布基本一致(表1、表3)。

2.3 夏季降水与太阳黑子的相关分析

夏季降水与太阳黑子的相关性, 对做好夏季异常降水的监测预测有重要的指导意义。对太阳黑子峰值年周期的 $M-5 \sim M-1$ 年、 M 年及 $M+1 \sim M+5$ 对应年份的阜新夏季平均降水量与年平均太阳黑子相对数进行相关统计, 发现夏季平均降水与太阳黑子相对数是负相关的, 达到-0.992(图3), 与韩晓敏等^[7-12]关于旱涝与太阳黑子关系的研究结论一致; 同样, 对太阳黑子谷值年 $m-5 \sim m-1$ 年、 m 年及 $m+1 \sim m+5$ 年对应年份阜新夏季平均降水量与年平均太阳黑子相对数进行相关统计, 发现阜新夏季平均降水量与太阳黑子相对数也是负相关的, 且相关度很高, 系数达到-0.999(图4)。说明, 从总的趋势来看, 太阳黑子活动强烈期间, 不利于阜新夏季降水偏多(图3); 反之, 太阳黑子活动相对较弱期间, 有利于阜新夏季降水偏多(图4)。

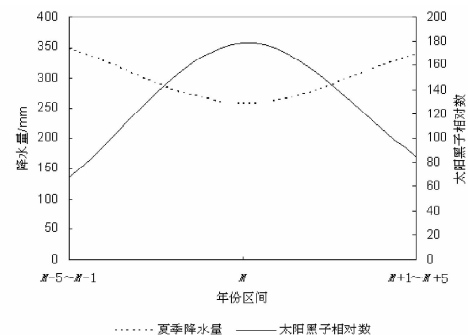


图3 1951-2015年太阳黑子峰值年周期内阜新夏季降水与太阳黑子相对数关系

2.4 夏季降水在太阳活动周期内的其它特征

太阳黑子峰值年、谷值年附近阜新夏季降水的分布存在准对称性; 太阳黑子峰值年、谷值年前后降水存在明显的梯度; 太阳黑子峰值年、谷值年周期内, 阜新夏季降水也存在着2~3年的准周期性^[13-15](见表1、图1、图2)。

表 4 2014 – 2016 年阜新夏季异常降水预测与实况

年	夏季降水量(历年 318.4mm)/mm				夏季异常降水对粮食产量影响	
	预测		实况		粮食产量趋势预测	实况
	降水量	趋势	降水量	夏季农业气象灾害		
2014	246.3	异常偏少中后期严重干旱	192.1	夏季降水量比历年少 39.6%。7、8 月降水量比历年少 65.6%，出现严重夏秋连旱。	减产 平年	减产、平年 粮食减产 33%
2015	245.6	异常偏少中后期严重干旱	184.3	夏季降水量比历年少 42.1%。7、8 月降水量比历年少 73.3%，出现严重夏秋连旱。	严重减产 歉年	严重减产、歉年 粮食减产 49%
2016	365.4	偏多前期干旱、后期多雨	361.9	夏季降水量比历年多 13.7%。7 月上中旬降水量比历年少 97.8%，出现严重夏旱；7 月下旬 – 8 月降水量比历年多 76.0%。	减产 平丰年	平丰年 粮食减产 22%

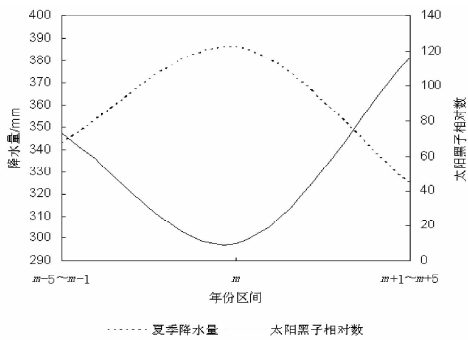


图 4 1951 – 2015 年太阳黑子谷值年周期内阜新夏季降水与太阳黑子相对数关系

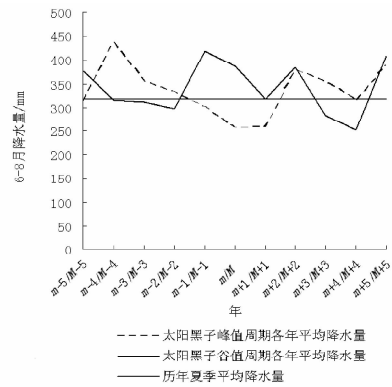


图 5 1951 – 2015 年阜新夏季降水在太阳黑子峰值年(M)、谷值年(m)周期内平均变化

3 夏季异常降水规律的业务应用

范垂仁等^[16-20]利用太阳活动与旱涝关系建立了长期定量预测方法，指出太阳黑子是预测我国地面旱涝灾害的最佳因子之一，为特大旱涝预测提供了重要帮助。将阜新夏季异常降水在太阳活动周期的变化规律研究成果用于业务实践，有助于促进当地夏季旱、涝气象灾害预测服务水平的提高，减轻气象灾害的损失和影响。所以，基于太阳活动周期，建立了在 Windows 操作系统上运行的夏季异常降水预测技术平台。近年来，该平台在为当地政府决策气象服务中发挥了重要作用，成功预测出了 2014 年、2015 年连续夏秋连旱及 2016 年的久旱转雨气候(表 4)，收到了良好的服务效果。

根据阜新夏季异常降水在太阳活动周期的规律(表 1、表 2、表 3、表 4、图 5)，2014 年、2015 年阜新处在太阳黑子峰值年周期的 M、M + 1 年，所以，年初分别预测当年夏季降水将异常偏少，尤其是农业生长季中后期将出现严重干旱，粮食将严重减产，年景分别为平年和歉年；2016 年阜新处在太阳黑子峰年周期的 M + 2 年，年初预测当年阜新夏季降水将出现由少到多的转折，夏季总雨量偏多，但前期受厄尼诺影响，降水时空分布不匀，有旱象，中后期降水量异常偏多(表 1、表 2、表 3、表 4、图 5)。

实况是 2014 年、2015 年阜新夏季降水异常偏

少，出现严重夏秋连旱，粮食严重减产，年景分别为平年和歉年；2016 年阜新夏季前期出现严重干旱，后期降水异常偏多，因干旱粮食减产，年景为平丰年。这三年夏季降水趋势预测及年景预测均与年初预测结论相符(表 4)。

其中，2014 年阜新夏季降水量比历年少 39.6%，属异常偏少，7、8 月降水量比历年少 65.6%，出现了严重的夏秋连旱，粮食减产 33%，实况与年初的预测结论相符合；2015 年阜新夏季降水量比历年少 42.1%，属异常偏少，7、8 月降水量比历年少 73.3%，出现了严重的夏秋连旱，粮食减产 49%，实况与年初的预测结论相符合(表 4)；2016 年阜新夏季降水量比历年多 13.6%，出现了阶段性异常偏少、偏多现象，如 7 月上中旬阜新降水降水量 1.8mm 比历年少 97.8%，异常偏少，出现了严重夏旱，7 月下旬降水量达 201mm，比历年同期多 225.8%，7 月下旬 – 8 月降水量比历年多 76.0%，均属异常偏多。7 月上旬阶段性的严重干旱，对农作物正常生长及粮食产量造成了明显影响，中后期降水偏多，对前期旱情缓解及受旱作物恢复正常生长起到重要作用，全市粮食减产约 20%，实况与年初预测结论一致(表 4)。

4 结语

夏季异常降水是导致夏季旱涝的重要因素。

通过研究, 找出了阜新夏季异常降水在太阳活动周期的基本规律, 为阜新夏季异常降水预测及当地气象防灾减灾提供了重要依据。结论如下:

(1) 太阳活动周期内阜新夏季异常降水偏多年略多于夏季降水异常偏少年; 夏季异常降水距平百分率极大值为 99.5%, 极小值为 -52.7%。

(2) 太阳黑子谷值年周期内的阜新夏季降水异常偏多和偏少年发生几率均比太阳黑子峰值年周期内的大; 夏季降水异常偏多年最大几率为 0.6, 异常偏少年最大几率为 0.67。

(3) 太阳黑子峰值年周期内的 M 、 $M+1$ 年多连续发生夏季降水异常偏少; 太阳黑子谷值年周期内的 $m-1$ 、 m 年多连续发生夏季降水异常偏多。

(4) 太阳黑子峰值年周期内阜新夏季平均降水量的最小值年在 M 年; 太阳黑子谷值年周期内阜新夏季平均降水量的最大值年在 $m-1$ 年。

(5) 太阳活动周期内阜新夏季降水量存在 2~3 年的准周期变化。

(6) 阜新夏季降水的准对称轴在太阳黑子峰值年(M)、谷值年(m)附近。

(7) 太阳活动周期内的阜新夏季平均降水量与太阳黑子相对数成反相关。

(8) 太阳黑子峰值年后少雨向多雨转折年平均在 $M+2$ 年; 太阳黑子谷值年后多雨向少雨转折年平均在 $m+3$ 年。

在此基础上, 建立了 Windows 操作系统下运行, 且通用的基于太阳活动周期的夏季异常降水监测、预测技术平台, 对夏季异常降水与转折性气候预测具有良好的指示意义, 是制作夏季异常降水、农业旱涝、年景等预测决策气象信息的重要工具, 可为当地政府气象防灾减灾服务提供重要的技术支撑。

参考文献:

- [1] 潘静, 李崇银, 顾薇. 太阳活动对中国东部夏季降水异常的可能影响[J]. 气象科学, 2010, 30(5): 574-581.
- [2] 丁一汇. 我国短期气候预测业务系统[J]. 气象, 2004, 30(12): 11-16.
- [3] 王绍武. 近 90 年大气环流的振动(上)[J]. 气象学报, 1964, 34(4): 486-503.
- [4] 孙长安, 杨本有. 太阳活动与长江中下游地区旱涝的规律[J]. 天文学报, 1992, 33(2): 179-180.
- [5] PARKERDE, FOLLANDCR, 周景林. 气候变率的性质[J]. 气象科技, 1989(5): 48-53.
- [6] 田敏, 郭世昌, 吴润, 等. 太阳黑子活动对滇中地区气候演变特征的影响[J]. 云南大学学报, 2000, 22(4): 289-292.
- [7] 韩晓敏, 延军平, 李敏敏, 等. 辽宁省旱涝灾害与太阳黑子活动的相关性[J]. 水土保持通报, 2014, 34(3): 231-235.
- [8] 韩宇平, 马海娇, 王富强. 河南省旱涝灾害与太阳黑子活动的相关性分析[J]. 水电能源科学, 2012, 30(11): 6-8.
- [9] 曹永强, 刘佳佳, 高璐. 近 54 年来辽西北地区降水与太阳黑子关系研究[J]. 地理科学, 2015, 35(8): 1028-1032.
- [10] 王云璋, 薛玉杰, 彭子芳, 等. 太阳黑子活动与黄河径流、洪水关系初探[J]. 西北水资源与水工程, 1997, 28(3): 30-37.
- [11] 李春晖, 杨志峰. 太阳活动与黄河流域降水关系分析[J]. 气象, 2005, 31(11): 42-43.
- [12] 张肖南, 史兴民, 杨尚英. 西安夏、秋季降水与太阳黑子的关系[J]. 干旱区研究, 2013, 20(3): 485-490.
- [13] 马晓刚. 天气、气候、农业气象技术与应用[M]. 辽宁: 辽宁科技出版社, 2013: 95-101.
- [14] 池俊成, 顾光琴. 太阳活动对京津冀地区旱涝的影响[J]. 高原气象, 2009, 28(5): 1175-1179.
- [15] 《暴雨文集》编委会. 暴雨文集[M]. 长春: 吉林人民出版社, 1978: 40-41.
- [16] 范垂仁, 夏军, 张利平, 等. 中国水旱灾害长期预报: 理论·方法·实践[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2008.
- [17] 范垂仁, 顾洪政, 张文跃. 特大旱涝长期定量预测的研究[J]. 吉林水利, 2011, 31(5): 549-566.
- [18] 李湘如, 乐建新. 江西旱涝与太阳活动的联系及其预报研究[J]. 新疆气象, 1996, 19(4): 25-28.
- [19] 顾节经. 太阳黑子活动对厄尔尼诺的影响和预测[J]. 辽宁气象, 1998(4): 6-7.
- [20] 杜瑞莉. 濮阳市汛期特旱、特涝异常年趋势预测方法[J]. 河南气象, 2003(1): 9-10.

Research on the Law of Summer Anomalous Precipitation in Fuxin in the Solar Cycle

MA Xiaogang¹, LI Ning¹, ZHANG Xu¹, ZHAO Lianwei², LI Dongmei³ and LI Ji⁴

(1. Fuxin Meteorological Bureau, Fuxin 123000, China; 2. Shenyang Regional Climate Center, Shenyang 110016, China; 3. Yuncheng Meteorological Bureau, Yuncheng 044000, China; 4. Meteorological Science Research Institute of Liaoning Province, Shenyang 110016, China)

Abstract: Using the relative sunspot numbers and summer precipitation in Fuxin from 1951 to 2015, the summer abnormal precipitation laws in Fuxin are analyzed. The results show that the number of summer abnormal more precipitation years is slightly more than that of summer abnormal less precipitation years in Fuxin in the solar cycle. The maximum percentage of anomaly of Fuxin summer abnormal Precipitation is 99.5%, and the minimum value is -52.7%; The probability of summer abnormal precipitation in Fuxin in the cycle of sunspot Valley is more than that in the cycle of sunspot peak; The maximum probability of abnormal more precipitation years is 0.6 in summer, The maximum of probability of abnormal less precipitation years is 0.67 in summer; The year of continuous summer abnormal Less precipitation often occurred in the year of M and $M+1$ in the cycle of sunspot peak; The year of continuous summer abnormal more precipitation often occurred in the year of $m-1$ and m in the cycle of sunspot valley; The year of minimum average summer precipitation in Fuxin is in the year of M of the cycle of sunspot peak; The year of maximum average precipitation in Fuxin is in the year of $m-1$ of the cycle of sunspot valley; The summer precipitation in Fuxin has a quasi periodic variation of 2 to 3 years in the solar cycle; The quasi symmetry axis of summer precipitation in Fuxin is near sunspot peak year(M) and Valley year(m); The average summer precipitation in Fuxin is inversely related to the sunspot number in the solar cycle; After the year of M of the cycle of sunspot peak, the transition year of less rain to more rain is in the year of $M+2$; After the year of m of the cycle of sunspot Valley, the transition year of more rain to less rain is in the year of $m+3$. The important research results were provide for the monitoring of Fuxin summer abnormal rainfall, climate prediction, drought and flood disaster decision-making service. The rare summer drought and drought to rainy climate have been accurately predicted with the results from 2014 to 2016 in Fuxin.

Key words: sunspot; solar activity cycle; summer; abnormal precipitation; law; Fuxin city of Liaoning Province