

2014 年 7 月 4 日洞庭湖大暴雨过程分析

杨 伟,曹向林,袁 泉,喻 宇 (湖南省岳阳市气象局,湖南岳阳 414000)

摘要 分析 2014 年 7 月 4 日发生于洞庭湖东北部的大暴雨过程,可知这次过程具有明显的天气形势、雷达回波和卫星云图特征,洞庭湖水体的暖湿水汽供应也有较大贡献;天文降水周期在这次过程中表现突出,天文降水预报方法值得重视与应用。
关键词 洞庭湖;大暴雨;天文降水周期
中图分类号 S161.6 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)03-244-03

Analysis of a Heavy Rain Process in Dongting Lake on July 4, 2014
YANG Wei, CAO Xiang-lin, YUAN Quan et al (Yueyang Meteorological Bureau, Yueyang, Hunan 414000)
Abstract A heavy rainstorm process in northeast of Dongting Lake on July 4, 2014 was analyzed. It was found that the process has obvious characteristics of weather situation, radar echo, satellite imagery. The warm water vapor supply of Dongting Lake also had a greater contribution to the heavy rainstorm, rainfall forecast method introduced in astronomy providing a new idea and method for the heavy rain forecast.
Key words Dongting Lake; Heavy rainstorm; Astronomical precipitation cycle

强降水通常具有较为相似的天气形势、雷达回波和卫星云图特征,强降水中心则往往与局地特定地理环境相关^[1]。强降水的发生一般与天文天气耦合、天文周期规律^[2-4]有着根深蒂固的联系。笔者以 2014 年 7 月 4 日洞庭湖东北部大暴雨过程为例,简要分析洞庭湖对降水强度的影响,介绍天文降水预报方法^[5-8],为暴雨预报提供一种新的思路和方法。

1 天气实况

2014 年 7 月 3~5 日,湖南、贵州、广西、湖北、江西、安

徽、江苏等省普降暴雨,部分地区大暴雨,局部特大暴雨。7 月 3 日 08:00~5 日 20:00 岳阳市区域自动站累计降水超过 50 mm 的站有 203 个,超过 100 mm 有 95 个站,3 个站超过 200 mm。洞庭湖东北部的华容隆庆莲场高达 247.5 mm,其 7 月 4 日最大 3 h 雨量达 137.6 mm,03:00~04:00 雨量高达 70.4 mm(图 1)。

2 天气成因分析

7 月 3 日 20:00~4 日 20:00 200 hPa 高空图(图 2),岳阳处于青藏高压东部、东亚大槽底部强辐散气流中,以 4 日

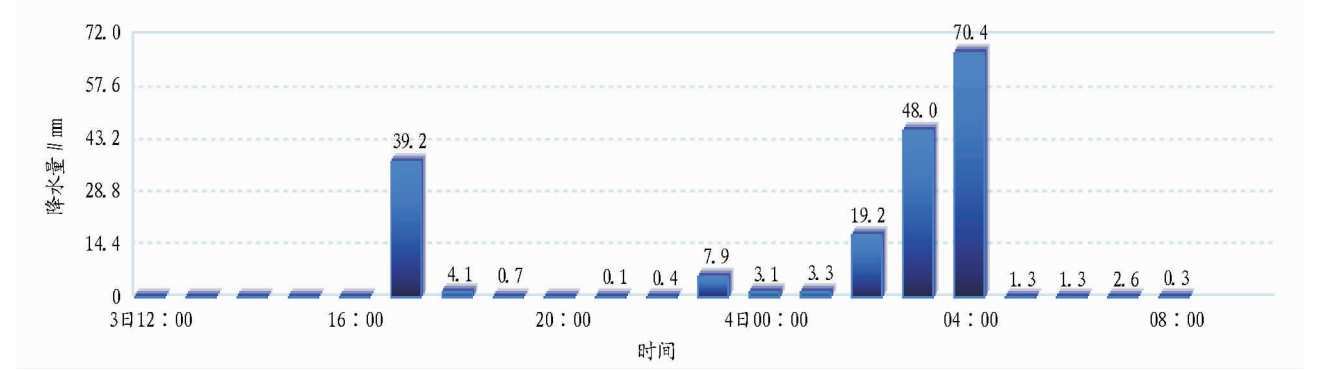


图 1 岳阳市隆庆莲场 2014 年 7 月 3 日 12:00~4 日 08:00 逐小时降水量

08:00 达到最强。岳阳最强降水发生于辐散发展时期。500 hPa,西南地区高空低槽稳定少动,槽前西南暖湿气流强盛。700~850 hPa,西南低涡缓慢向东北方向移动,东西向或西南-东北向切变线上下基本重叠、长时间摆动维持;3 日 20:00~4 日 08:00 西南气流明显加强,4 日 08:00 长沙、怀化西南风风速均达 16~19 m/s,且位于切变线东南部,风向风速辐合明显。南岳 3 日 23:00~4 日 08:00 偏南风风速均在 10 m/s 以上,3 日 23:00 风速达 14 m/s,4 日 08:00 风速达 16 m/s。综上所述,3 日 20:00~4 日 20:00 湖南中北部天气形

势具有如下主要特征:中低空低槽切变以南维持较强的偏南风且在洞庭湖区辐合明显为强降水提供了充沛的水汽条件;高空辐散、低空辐合叠加明显,有利于低层水汽的抬升凝结;中低空低压系统移动缓慢,持续时间长。

3 岳阳多普勒雷达分析

3.1 基本反射率分析 7 月 3 日 20:00 后,多条回波带呈西南-东北向的“爪”形指向岳阳(图 3a),之后合并发展,影响岳阳大部分地区;4 日 00:00 前后,位于洞庭湖西部常德带状云团开始发展,01:00 前后开始影响岳阳,最大回波强度长时间维持在 62 dBz 以上,03:12 前后达到最强,回波强度达 68 dBz(图 3b);直至 7 月 5 日凌晨,降水区才东移离开岳阳。

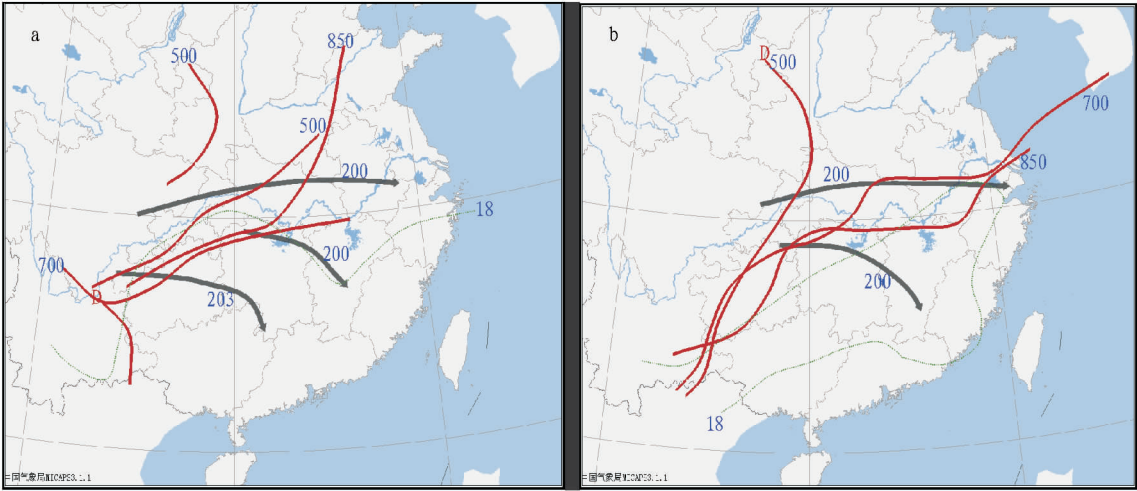


图 2 2014 年 7 月 3 日 20:00 (a) 和 4 日 08:00 (b) 天气形势

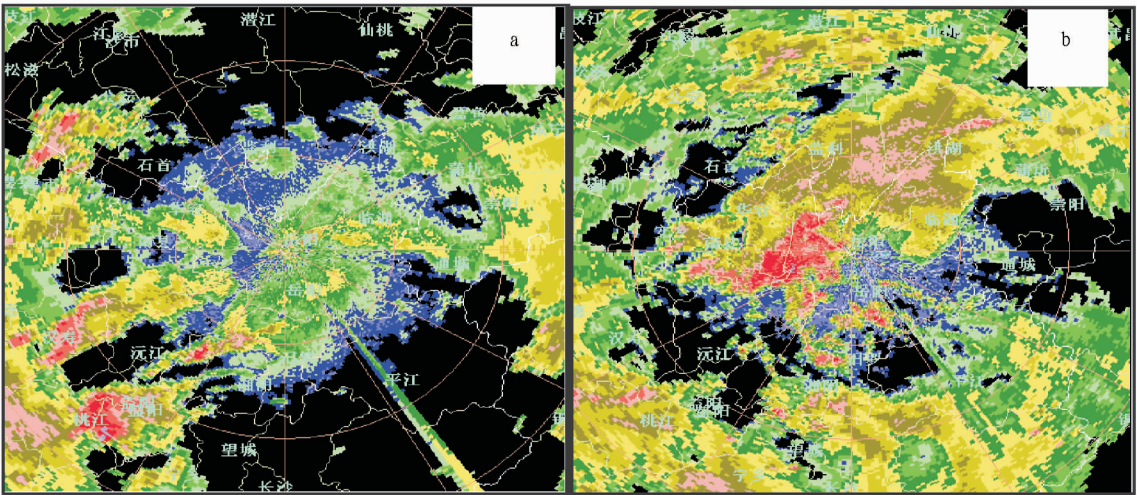


图 3 2014 年 7 月 3 日 20:17 (a) 和 4 日 03:12 (b) 岳阳雷达 1.5° 仰角基本反射率

3.2 速度场与垂直累积液态含水量分析 从 7 月 4 日 03:12 岳阳雷达 1.5° 仰角基本速度图 (图 4a) 可以看出, 岳阳雷达附近 50 km 圈以内呈现明显的“S”形, 西北部低空为东北风, 南部为偏南风, 低层气流辐合明显; 50 km 圈以外的中高空为西南风, 最强风速带位于岳阳雷达上空略偏东南的 150 km 圈附近; 从速度颜色对比不难看出, 岳阳东南部中空西南风呈增强趋势, 风速辐合较为明显。从 4 日 03:12 岳阳雷达垂直累积液态含水量 (图 4b) 可以看出, 岳阳雷达西偏南 25 ~ 50 km 处含水量丰富, 最大含水量达 45 kg/m^2 , 与当时强降水区吻合。

4 卫星云图分析

从 7 月 4 日 03:00 FY2E 红外图像和水汽图像 (图 5) 可以看出, 洞庭湖周边地区有多块降水云团, 以东北部岳阳等地较强, 水汽最为充沛, 与岳阳雷达探测基本一致。

5 洞庭湖对降水强度的影响

洞庭湖水体的热容量较陆地大得多, 使得湖泊上空气温白天上升较慢, 升温幅度较小, 最高气温较低; 夜晚气温下降较慢, 降温幅度较小, 最低气温较高。因此湖区上空夜晚热岛效应明显, 暖湿程度高于陆地。当西南暖湿气流与湖面上

空暖湿空气汇合时, 其暖湿程度将进一步加大。从上述雷达回波和卫星云图可以看出, 位于高空西南气流下风方向、洞庭湖东北部的雷达回波强度、垂直累积液态含水量、红外图像、水汽图像均较周边其他地区强盛, 因此 7 月 4 日 03:00 前后洞庭湖的暖湿水汽补充对降水强度增强有较大的贡献。

6 天文降水预报方法简析

太阳、地球、月球等天体及其运行的动力、热力作用是天气系统生消演变的原动力, 多种天文因素的综合作用决定着地球上的降水分布及其强度。对某一特定地区而言, 天文降水因素相生有利于降水发生, 相克则不利于降水发生, 当有利于强降水的多种天文因素叠加共振时, 发生大暴雨、特大暴雨的可能性极大。各种天文因素对降水的正负作用机制与天体运行密切相关, 均具有较为明显的天文周期特征。因此, 研究降水规律可从天文周期着手。

该方法采用的天文周期有 7 个, 分别为与南方暖湿系统相关的地球公转周期 (即回归年, 以公历替代)、太阳自转的会合周期、与西风带系统相关的食年 (交点年) 周期以及与北方冷空气相关的朔望月、恒星月、交点月、近点月周期。根据岳阳站、华容站历史逐日降水资料计算各自降水的逐日相关

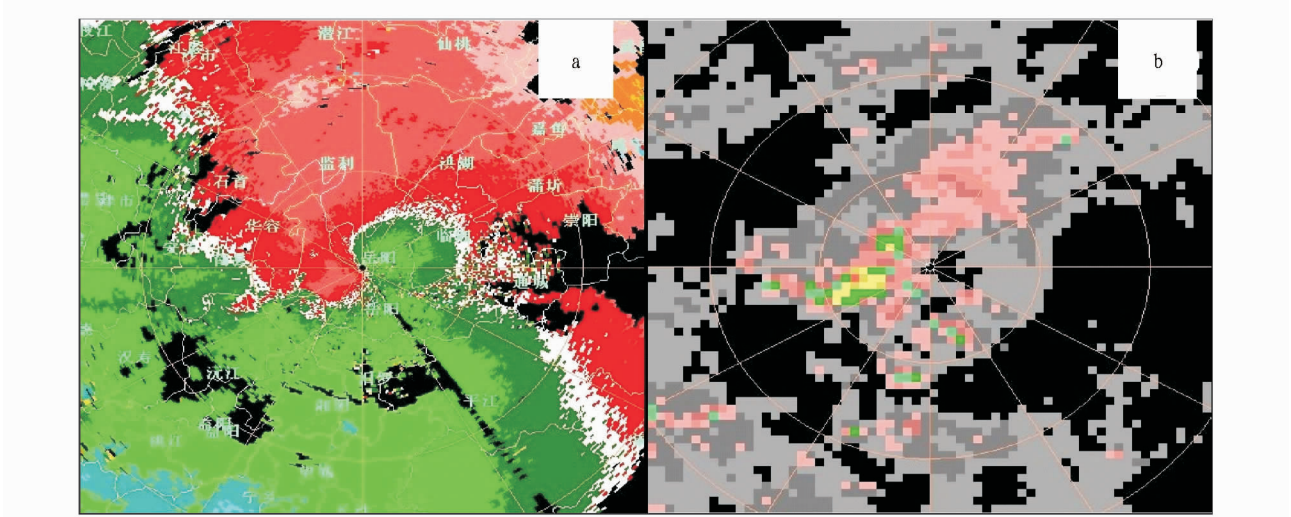


图4 2014 年 7 月 4 日 03:12 岳阳雷达 1.5°仰角基本速度(a)和垂直累积液态含水量(b)

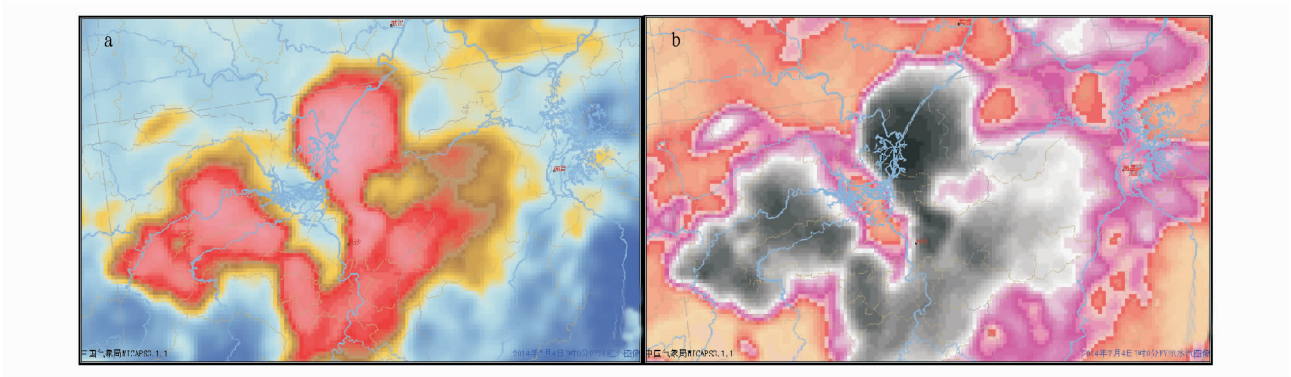


图5 2014 年 7 月 4 日 03:00 FY2E 红外图像(a)和水汽图像(b)

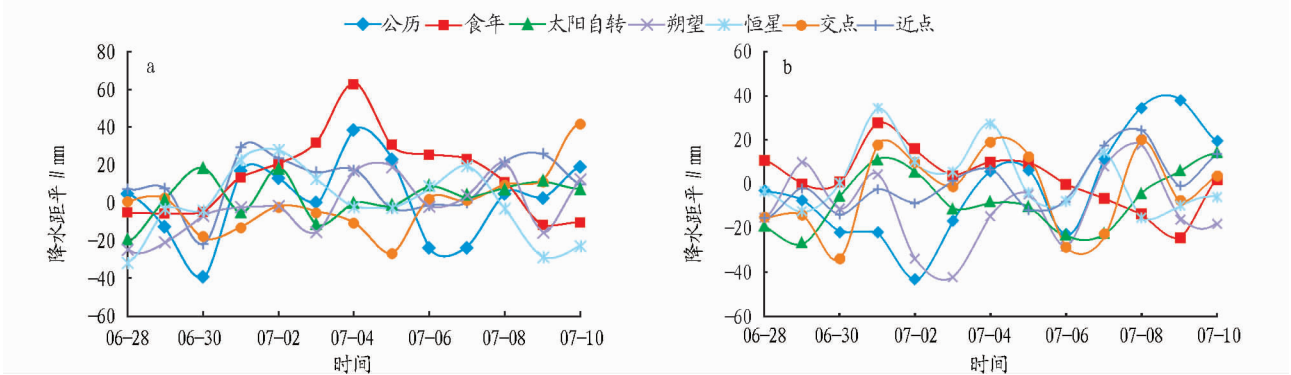


图6 岳阳(a)和华容(b)2014 年 6 月 28 日~7 月 10 日降水距平演变综合

系数,再分别根据 7 个天文周期进行排列组合,可见各周期内相关程度具有明显的波动特征,部分时段相关程度较高,部分时段相关程度较低。从 7 个天文降水周期的高相关时段挑选一定比例的高相关日期,将这些日期的雨量进行累加得到逐日降水演变序列。再按照一定方法进行滑动平均求取逐日降水距平,制作岳阳、华容 2014 年 6 月 28 日~7 月 10 日降水距平演变综合图。从图 6 可以看出,岳阳 7 月 4 日公历降水距平曲线(简称公历波,下同)和朔望波均处于波峰且相对位置(切变)有利于强降水,食年波(低涡)波峰十分明显,另外近点波和太阳自转波也为弱波峰,这种配置有利于强降水发生;华容 7 月 4 日公历波和朔望波均处于波峰前上

升阶段且相对位置(切变)有利于强降水,食年波(低涡)等其他 5 个波均位于波峰时期,这种配置有利于强降水发生。

7 小结与讨论

(1)这次暴雨过程以洞庭湖东北部最强,充分说明在有利的环流背景形势下,洞庭湖水体的夜间暖湿效应对降水的增强作用。

(2)针对 7 月 4 日的强降水天气,岳阳市气象台早在 3 月底就已经做出准确预测,并及时制作决策服务材料向市领导汇报,同时向公众发布中短期强降水天气预报和预警短信。7 月 4 日上午,岳阳市委书记卿渐伟一行亲临岳阳气象

(下转第 250 页)

从西安地区雾霾月际变化情况看,雾霾天气多出现在冬季,夏季较少。一方面是由于采暖季节人们取暖和做饭燃烧大量化石燃料,加之降水稀少,气候干燥,风速较小,大气逆温出现频率和强度较高,污染物不易扩散和稀释,致使大气中的总悬浮颗粒物、 SO_2 、 NO_x 等污染物大量堆积,形成灰霾天气^[5];而夏季 6~10 月化石燃料的使用较少,加之气温高、太阳辐射强、空气对流旺盛,使得大污染物容易扩散,同时大量降水的沉降和稀释作用,使大气中气溶胶粒子大量减少,不易形成灰霾天气。另一方面,冬季秦岭山脉对冷空气的阻挡,容易在关中盆地形成“冷湖效应”,进而在近地面易形成逆温层,阻碍大气污染物垂直和水平方向的扩散。

4.2 人为因素造成排放增加,静风增多,扩散条件变差也是一个重要原因 近年来随着工业化、城市化的迅速发展,机动车辆猛增,使得污染物排放和城市悬浮物大量增加,鳞次栉比的高楼大厦产生的阻挡和摩擦作用使风流经城区时明显减弱,静风现象增多,不利于大气污染物的扩展稀释,却容易在城区和近郊区周边积累,形成霾。2000 年以后,西安雾霾日数大值中心整体向东南长安、蓝田一带偏移,这主要是由于近年来西安市主城区环保力度加大,城市改造、集中供热供暖,大型锅炉煤改气,加上一些重污染企业的外迁和倒闭,使得无组织排放大量减少。而长安区是西安市近年城市开发建设的重点区域,大气中颗粒物浓度显著增加;蓝田常年和冬季盛行西北风,又处于秦岭北麓,从西北方向扩散而来的大气污染物容易在此堆积,形成高污染。可见,环境治理成效显著、势在必行。

4.3 西安地区特殊的地形因素——秦岭的屏障作用 从西安及其周边地区风场分析结论可以看出,如果周边有污染出现,均会随风向西安城区输送,再加上南边秦岭山脉的屏障作用,使得污染物得以在此堆积,形成雾霾天气。

5 结论与讨论

(1) 1970~2012 年西安地区雾霾平均出现次数以城区最

多,2000 年以后大值中心明显向东南方向的长安、蓝田一带偏移;雾霾出现频次总体呈减少趋势,近 2~3 年有所增加。

(2) 雾霾天气主要发生在冬季,最多出现在 12 月或 1 月;夏季较少,最少出现在 5 月或 6 月。

(3) 西安及其周边地区风场分布是造成西安雾霾严重的重要因素之一。西安地区雾霾的形成主要有三方面因素,即气象条件、人为因素(污染物的排放)以及西安地区特殊的地形因素。

(4) 根据雾霾及霾的空间和时间分布特征及雾霾形成的具体原因,为减少雾霾对社会和公众造成的不利影响,提出几点建议:①城市建设需依西安城区常年主导风向东北风,留出“城市通风道”,促进城市污染物扩散。②应避免在城区上风方向(东北)建设高排污企业。控制城市人口密度和建筑物密度,统筹安排工厂区和居民区,严格控制机动车增加量。③优化能源结构,尽量使用清洁燃料,严格控制机动车增加量。④通过深化科技创新,加强雾霾监测预报预警,强化区域间环保、市政、交通、气象等合作和共享,升级人工影响天气治污减霾手段,开展空中(飞机)和地面(火箭、燃烧炉)立体增雨作业机制^[6]。⑤加强宣传和舆论引导,让全社会充分认识雾霾治理的长期性、复杂性,并考虑与减缓和适应气候变化相结合,通过政府主导,激发社会参与,加速推进生态文明建设,实施标本兼治,由全社会共同守护西安蓝天。

参考文献

- [1] 王丽. 郑州市雾霾天气的低空气象要素特征分析[J]. 河南科技, 2013(2): 173.
- [2] 叶光营, 吴毅伟, 刘必桔. 福州区域雾霾天气时空分布特征分析[J]. 环境科学与技术, 2010, 33(10): 114~119.
- [3] 林云, 李美玲, 宋党育. 焦作市城区雾霾天气成因与对策分析[J]. 河南科技学院学报, 2013, 41(5): 27~31.
- [4] 段再明. 解析山西雾霾天气的成因[J]. 太原理工大学学报, 2011, 42(5): 539~548.
- [5] 卢照方. 灰霾天气的形成与灰霾监测[J]. 绿色科技, 2011(9): 131~132.
- [6] 全睿娴. 治理雾霾的措施和建议[J]. 今日科苑, 2011(1): 91~92.

(上接第 246 页)

台,与预报专家亲切交流,亲自操作,了解降水实况和趋势,探讨天气发展演变规律,对岳阳气象预报与服务非常满意,勉励气象预报员再接再厉,继续搞好防汛工作。

(3) 天文降水预报方法提前数月准确预报了这次过程,体现了降水具有明显的天文周期性规律。根据这一规律,只要拥有较为充分的历史逐日降水资料,就可以做出较长时间尺度的降水预报,这为长、中、短期强降水预报提供了一种新的较好方法。

参考文献

- [1] 张海, 尹忠海, 周长青, 等. 2011 年 8 月 5~6 日局部大暴雨过程分析

[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(15): 8644~8647.

- [2] 陈菊英. 江南地区旱涝与日月关系的分析及预报[J]. 气象, 1980, 6(11): 7~9.
- [3] 刘尧成, 陈少平. 长江上游致洪暴雨天文天气耦合预报方法研究及应用[M]. 北京: 气象出版社, 2001: 146.
- [4] 任振球. 天地耦合与 2010 年中国极端天气事件[J]. 前沿科学, 2011, 5(1): 23~31.
- [5] 张礼平, 杨志勇, 陈正洪. 典型相关系数及其在短期气候预测中的应用[J]. 大气科学, 2000, 24(3): 427~432.
- [6] 俞康庆, 周月华, 杨荆安, 等. 气象要素时间序列的演化建模分析与短期气候预测[J]. 甘肃气象, 2005, 23(4): 1~6, 11.
- [7] 梁玉琼, 梁健. GM(1,1) 气候预测系统的降水预测检验[J]. 广东气象, 2007, 29(3): 24~25, 44.
- [8] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 北京: 气象出版社, 2007: 296.