

综合长期预报方法及对旱涝 季度与超季度预报试验

黄荣辉 杨广基 吴仪芳 周家斌 陈烈庭 张庆云

(中国科学院大气物理研究所)

提 要

本文简要地介绍我们在对旱涝规律与成因研究的基础上所提出的综合长期预报方法,这种方法是由一个描述准定常行星波异常的动力机制模式、相关分析、环流型、时间序列与回归分析等的综合,经过多年的预报实践,证明它是提高旱涝超季度预报准确率的一种可行方法。

关键词: 长期预报; 距平; 干旱; 洪涝。

一、序 言

由于长期天气过程的规律与成因的复杂性,它不仅是某段时间一个个天气过程的统计规律,又是具有正常或异常变化的一种过程,至今人们对这种过程(如月、季度与年际的短期气候变化)的规律与成因还不清楚。因此,长期天气预报的准确率一直不高。虽然目前长期天气预报方法有多种多样,如时间序列、周期分析、韵律分析、聚类分析等等,但大部分方法一般都是根据自回归原则,这种原则最大的弱点就是把大气看成是一个绝热系统,并且把这种具有正常或异常变化的过程看成一种统计平均的现象。最近大量研究表明长期天气过程是一种非绝热过程,大气下垫面的热力强迫作用与动力强迫作用对这种过程起了非常重要的作用。

经过半个多世纪的努力,人们可以利用各种数值模式成功地预报 1—10 天的天气,因此,目前许多气象学家试图利用这种预报短期或中期的数值模式来作长期预报。但是,由于在这类模式中考虑了各种物理过程,使得计算十分复杂,需要大量计算时间,从而影响了预报时效。并且,这种计算往往从某种初值开始对模式积分,在积分中并没有考虑长期天气过程的变化规律,因此,如何利用大气环流数值模式来作长期天气预报这是目前正在研究的重要课题。

经过多年的研究,我们提出了一种综合预报方法,它不仅具有一定的物理基础而且简单、应用方便。

二、综合长期预报方法

为了提高长期天气预报的准确率,我们不仅要知道控制这种长期天气过程的大气内

动力过程 (Internal dynamical process), 而且还要知道大气下垫面的热力状况及其对大气的影响. 从海洋向大气输送的感热与潜热是大气热量的主要来源. 大量研究表明, 在海表面的热力异常严重地影响大气环流的异常. 并且, 陆地表面向大气输送的感热与潜热, 特别是青藏高原上空的热源也影响大气环流. 因此, 我们所提出的长期预报方法不仅要包括一些自回归的分析方法, 而且要包括热源异常对大气环流的影响. 在这方面我们已作了许多研究, 一方面, 从观测资料研究了热源异常与季度及年际气候异常的关系, 特别是分析了热源异常与旱涝的关系; 另一方面, 从理论及数值模式计算了热源异常对大气环流的影响^[1-3], 我们把上述的研究成果陆续用于长期天气预报.

我国东部位于东亚季风区, 每年夏季大量水汽从印度洋和西太平洋随着季风气流吹到这里, 并且在这地区还要受西风带系统的影响. 随着夏季风的进退, 雨带从南向北跳跃, 5 月份雨带位于华南一带; 从 6 月中旬起雨带北跳到长江、淮河流域, 形成梅雨; 7 月下旬雨带又北跳到黄河流域与华北地区. 由于每年季风爆发日期与强度不同, 甚至有的年份发生很大异常, 这将给夏季我国东部雨带形成的时间与强度带来很大影响, 从而造成有的区域发生干旱, 有的区域发生洪涝. 在这方面我们已作了不少研究, 这些研究对于预报夏季雨带的位置及强度有很大作用. 下面介绍我们的综合长期预报方法.

1. 描述准定常行星波异常及大气环流异常遥相关的动力机制模式

这个动力机制模式是一个包括 Rayleigh 摩擦、Newton 冷却与涡旋热力扩散 34 层准地转球坐标模式^[4]. 利用此模式计算大气对热源异常的响应, 正如在文献[3]中所述, 当热带西太平洋的海表温度偏高时, 在盛夏菲律宾周围的对流活动偏强, 西太平洋副热带高压的位置偏北, 我国江淮流域、朝鲜半岛及日本的降水偏少; 相反, 当热带西太平洋海表温度偏低时, 在盛夏菲律宾周围的对流活动偏弱, 西太平洋副热带高压的位置偏南, 并且呈条状, 我国江淮流域的降水偏多. 利用动力机制模式可以很好地反映由菲律宾周围对流活动所引起的西太平洋热源的强弱与西太平洋副热带高压的关系. 并且由这个模式可以计算出由于西太平洋热源的加强所形成的东南亚、东亚与北美夏季大气环流的遥相关型, 模式的计算结果表明这个遥相关型类似一个 Rossby 波列, 它是准定常行星波传播的结果.

这个动力机制模式也可以用来计算夏季青藏高原上空热源异常对北半球大气环流异常的作用^[5]. 计算结果表明当青藏高原上空热源加强, 则青藏高原就增强; 我国北方上空的槽要加深; 鄂霍茨克海上空的高压要加强.

因此, 利用这个模式可以计算出当热带西太平洋或青藏高原上空的热源异常时东亚夏季大气环流的异常距平分布, 从而可以估计夏季我国雨带的分布.

2. 相关分析

许多观测资料表明, 青藏高原上空的雪盖与长江以南的降水有一个很好的正相关^[6,7]. 当青藏高原冬春季积雪面积大、天数多、厚度大, 则初夏江南一带的降水多.

最近, 我们已发现 ENSO 现象的不同阶段对我国旱涝分布有不同影响^[8]. 在 ENSO 现象的发展阶段, 我国江淮流域的降水异常与赤道东太平洋的海温异常有一个较大的正

相关;而黄河流域、华北地区及江南、华南地区的降水异常与赤道东太平洋的海温异常有一个较大的负相关.这说明了当 ENSO 现象处于发展阶段,该年夏季我国江淮流域降水将会偏多,可能发生洪涝;而黄河流域、华北地区的降水将会偏少,可能发生干旱;江南地区的降水也会偏少.在 ENSO 现象处于恢复阶段,江淮流域的降水异常与前冬赤道东太平洋的海温异常有一个较大的负相关区;而黄河流域、华北地区及江南的降水异常与前冬赤道东太平洋的海温异常有一个较大的正相关区.这就是说,当赤道东太平洋海温异常的正距平变小,海温处于恢复正常状态,则夏季江淮的降水将会偏少,可能发生干旱;而黄河流域、华北地区及江南、华南地区的降水可能偏多.但是,当赤道东太平洋处于冷年,则夏季我国江淮流域的降水偏多;而黄河流域、华北及华南地区的降水可能偏少而发生干旱.关于这方面的研究已作了不少^[9-11].

根据上述研究结果,利用冬春季高原的积雪及赤道东太平洋的海温距平就可以预测夏季我国旱涝的分布.

3. 环流型

对于江淮流域的旱与涝,北半球夏季有不同的环流型.这包括极涡的位置、乌拉尔的高压脊、西太平洋副热带高压与澳大利亚高压的位置与强度.研究表明,当乌拉尔脊发展,它有利于东亚上空冷空气的活动,有利于江淮流域的降水.此外,当澳大利亚高压较强,跨赤道气流就较强,从而大量水汽输送到江淮流域,使江淮流域降水偏多^[12-14].

最近我们的研究表明,春季位于江南上空的切变线位置与夏季江淮流域的雨带有较好的关系.若春季切变线位置偏南,则汛期雨带的位置偏南,相反,若春季切变线的位置偏北,则汛期雨带的位置偏北.利用这个关系,由春季切变线的位置可以较好地预测夏季雨带的位置.

4. 时间序列与回归方程

时间序列与回归方程由于在进行业务预报时简单易行,所以广泛应用于气象及水文预报中.我们研究了车贝雪夫多项式在长期天气预报中的应用^[15-17].应用此多项式预测一些重要测站的夏季降水,根据多年的实践,其效果还可以.并且,我们研究了其它统计方法在旱涝预报中的应用,提出一组预报旱涝的回归方程^[18].

上述的统计方法虽不能预报较大的降水异常,但由于它可以在某种程度上反映该测站要素的演变,因此,其预测结果可以作为很好的参考.

由上述四种方法分别作预测,若四种方法的预测结果相同,则最后综合比较容易,主要雨带的位置可由上述方法分别所作预测的位置综合而得;若上述四种方法的预测结果不一致,则最后的综合要经过充分的讨论与分析,主要雨带的位置一般由其中多数的预报结果来确定,并且在确定时尽量参考其它不同的预报结果.

三、由综合长期预报方法作出的

旱涝超季度预报与实况比较

由于旱涝严重地影响农业收成与水资源,所以旱涝的季度或超季度(一个季度以

上)预报是我国长期天气预报最重要的课题,而夏季雨带的位置与旱涝分布密切相关,雨带的位置偏北或偏南就可以引起不同的旱涝分布,所以预测夏季雨带的位置是旱涝超季度预报的关键。近几年我们应用综合长期预报方法对我国夏季旱涝分布作了超季度预报试验,即在3月下旬对夏季6、7、8月雨带的位置及降水距平作出预报,结果基本上与实况相近。下面就1985—1989连续五年我们所作的旱涝分布超季度预报与实况作一简单比较。

1. 1985年旱涝预报与实况 在1985年春我们预报该年夏季降水的主要特点是雨带形成比正常偏晚,降水的负距平可能在江淮流域出现,而在华北及江南地区降水可能偏多,降水可能出现正距平¹⁾。

1985年夏季的降水实况是在江淮流域普遍减少三成以上,尤其是从武汉到安庆一带的长江中游地区,降水减少三至五成,出现了严重干旱。因此,我们的预报与实况比较一致。

2. 1986年旱涝预报与实况 在1986年春我们预报该年春末至初夏(前汛期)华南多雨,降水出现正距平;在汛期(6、7月)长江流域降水基本正常,并且以过程性降水为主,没有持续性降水;在7、8月份华北地区、黄河流域降水偏少,会出现干旱²⁾。

1986年实况是前汛期华南多雨,降水出现正距平;汛期长江流域降水基本正常,在长江中下游的湖北、安徽和江苏等省降水偏多,降水距平达到+30—50%,汛期降水以过程性降水为主,没有出现持续性大暴雨天气;在华北地区、黄河流域的降水严重偏少,降水距平达到-50%以上,尤其在黄河下游地区,降水偏少六成左右,造成严重干旱。我们的预测与实况十分吻合。

3. 1987年旱涝预报与实况 在1987年春我们预报该年汛期雨带形成较晚,7、8月份雨带集中在长江流域及淮河流域,在这两流域降水偏多三成以上;在江南、华北地区及黄河流域降水偏少³⁾。

实况与我们预报十分一致,1987年夏季长江流域及淮河流域降水偏多了三至五成,造成全流域大涝;黄河流域、华北地区及江南地区降水偏少三成以上。

4. 1988年旱涝预报与实况 在1988年春我们预报该年夏季会出现两条雨带,一条雨带位于黄河流域及华北地区,降水偏多三成以上;另一条雨带位于长江以南的两湖流域到沅江流域,在这地区降水偏多三成左右;而淮河流域(包括江淮流域及黄淮流域)在汛期降水偏少三成以上,出现高温少雨天气⁴⁾。

1988年夏季实况是黄河流域及华北地区降水偏多了三成以上,在河北西部及山西降水偏多了六成以上,使干涸多年的白洋淀得以恢复,使连续多年干旱的华北地区得到充足的降水。另外,在洞庭湖、湘江及沅江流域降水偏多了三至五成,出现了洪涝;而江淮及黄淮流域降水偏少了二成半以上,出现了高温干旱天气。可见我们的预报与实况比较一致。特别在华北连续多年干旱的时期预报降水会出现偏多,这是比较困难的,而利用综合预报方法把它预报了出来,这反映我们所提出的综合预报方法对旱涝预报是有一定效果的。

5. 1989年旱涝预报与实况 在1989年春,我们预报该年春末夏初的前汛期华南降

1—4) 大气物理所五室向全国汛期预报会议提交的当年汛期预报意见。

水偏多 2—3 成;在汛期江淮流域降水偏多 2—3 成左右;华北地区及内蒙降水偏少¹⁾,实况是,在前汛期华南及东南沿海降水偏多 30—50%;在汛期,江淮流域,特别是长江中游地区降水偏多三至五成;而在华北地区,特别是华北北部与内蒙降水偏少三至五成,发生了干旱,我们的预测基本上与实况一致。

此外,我们还预报 1989 年夏季影响东南沿海的台风多,实况是在华南与东南沿海登陆的台风明显多于常年,在局部造成很大的涝灾。

为了更好地把综合预报方法所作的旱涝超季度预报与实况作比较,我们简单地把预报与实况列表如下:

表 1 旱涝的超季度预报与实况比较

地区 年份	华南地区 (前汛期)	江南地区 (汛期)	江淮流域 (汛期)	黄河流域及 华北地区
1985	预报 偏多	偏多	偏少	偏多
	实况 偏多	偏多	偏少三至五成	偏多
1986	预报 偏多	正常	正常偏多	偏少,出现干旱
	实况 偏多	正常	偏多三至五成	偏少五成左右、严重干旱
1987	预报 偏少	偏少二至三成	偏多三成以上,发生洪涝	偏少二至三成
	实况 偏少	偏少三成左右	偏多三至五成,发生洪涝	偏少三成左右
1988	预报 偏少	偏多三成左右(主要位于湘江,沅江)	偏少三成以上	偏多三成以上
	实况 偏少	在洞庭湖,湘江,沅江流域 偏多三至五成	偏少二至三成	偏多三成以上
1989	预报 偏多二至三成	偏少二至三成	偏多二至三成	偏少二至三成
	实况 偏多三至五成	偏少三成以上	偏多三至五成	偏少三至五成

从上表可以看到,由综合预报方法所作的旱涝超季度预报与实况基本上相符,这说明我们所提出的综合预报方法对于旱涝的季度及超季度预报是一个行之有效的办法。

四、结论与讨论

本文简要地介绍了我们在对旱涝规律与成因研究的基础上所提出的综合长期预报方法,这个方法是由一个描述准定常行星波异常的动力机制模式、相关分析、环流型、时间序列与回归分析等的综合,经过连续多年的预报实践,其预报结果与实况基本相符,提高了旱涝季度与超季度预报试验的准确率。

尽管这几年我们提出了旱涝的综合预报方法,并进行了季度与超季度预报,得到了比较好的结果,但这仅仅是试验,它绝不说明我们已掌握了旱涝规律及建立了有把握的预测方法,旱涝规律与成因极其复杂,至今并不清楚,有些即使已有一定认识,也还需进一步深入研究。

这里还应当指出,目前,国际上对旱涝尚不能有效地作出预测,是正在努力探索的重

1) 大气物理所五室向全国汛期预报会议提交的当年汛期预报意见。

要课题之一。因此,我们将更深入地研究旱涝的规律及其成因,不断改进这个综合预报方法,进一步提高旱涝季度及超季度预报的准确率。

参 考 文 献

- [1] Huang, R.H. (黄荣辉) and K. Gambo, 1983, The response of a hemispheric multi-level model atmosphere to forcing by topography and stationary heat sources in summer, *J. Meteor. Soc. Japan*, Vol. 61, 495--509.
- [2] Huang, R.H. (黄荣辉), 1985, The numerical simulation of the three-dimensional teleconnections in the summer circulation over the Northern Hemisphere, *Adv. Atmos. Sci.*, Vol. 2, 81--92.
- [3] Huang, R.H. (黄荣辉) and Li, W.J. (李维京), 1987, Influence of the heat source anomaly over the western tropical Pacific on the Subtropical High over East Asia, International Conference on the General Circulation of East Asia, April, 10--15, 1987, Chengdu, China.
- [4] Huang, R.H. (黄荣辉) and K. Gambo, 1982, The response of a hemispheric multi-level model atmospheric to forcing by topography and stationary heat sources, Part I, II, *J. Meteor. Soc. Japan*, Vol. 60, 78--108.
- [5] Huang, R.H. (黄荣辉), 1986, The physical mechanism of the three-dimensional teleconnection in the summer circulation and application in the long-range weather forecasting, First WMO Conference on Long-Range Forecasting, Sep. 29--Oct. 3, Sofia.
- [6] 陈烈庭、阎志新, 1978, 青藏高原冬春积雪对大气环流和我国南方汛期降水的影响, 中长期水文气象预报论文集, 水利电力出版社, 185--194.
- [7] 陈烈庭、阎志新, 1981, 青藏高原冬春季异常雪盖影响初夏季风的统计分析, 中长期水文气象预报论文集, 水利电力出版社, 133--141.
- [8] Huang, R.H. (黄荣辉) and Wu, Y.F. (吴仪芳), 1987, The influence of the ENSO On the summer climate change in China and its mechanism, Japan-U.S. Workshop on the EL Nino Southern Oscillation Phenomenon, November 3--7, 1987, Tokyo, Japan.
- [9] 吴仪芳、李麦村, 1983, 江淮旱涝时北太平洋海温异常演变, 海洋学报, Vol. 5, 19--27.
- [10] 吴仪芳、李麦村, 1985, 江淮旱涝形成的长期天气过程, 大气物理研究所集刊第13号, 科学出版社, 15--24.
- [11] 吴仪芳、詹志强, 赤道东太平洋海温异常与我国夏季降水的关系(待发表).
- [12] 杨广基、梁佩嫔, 1981, 1969和1972年6月长江中下游地区的环流特征, 长期天气预报文集, 气象出版社, 93--102.
- [13] 杨广基、梁佩嫔, 1984, 青藏高原及其附近地区的垂直环流和长江中下游夏季持续旱涝的关系, 高原气象, Vol. 3, 78--103.
- [14] Yang, G.J. (杨广基), 1985, The characteristics of spring and summer subtropical circulation during prolonged drought and floods in summer in Middle and Lower Changjiang Valleys, *Acta Oceanologica Sinica*, Vol. 4, 374--381.
- [15] Zou, J.B. (周家斌), 1983, A new forecast method of time series, Second International Meeting on Statistical Climatology, Lisbon, Sept. 26--30, 1983.
- [16] Zou, J.B. (周家斌), 1984, The method of statistical forecasting for horizontal distribution of meteorological element, *Annual Report of Institute of Atmospheric Physics, Academia Sinica*, Vol. 3, 64--67.
- [17] Zou, J.B. (周家斌), 1986, Some problems on the time series forecast by Chebyshev polynomials, *Kexue Tongbao*, Vol. 31, 101--105.
- [18] 张庆云等, 1983, 大气活动中心长期变化的阶段性, 大气科学, Vol. 7, 364--372.