

综合旱涝季度预报方法及对 1991~ 1995 年夏季季度与超季度预测试验*

黄荣辉 周家斌 陈烈庭 杨广基
孙淑清 金祖辉 张庆云 王允宽
陆日宇 胡增臻 陈金中 孙伯民
刘爱娣 杨桂英 李欣荣

(中国科学院大气物理研究所, 北京 100080)

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旱涝预报方法及其改进, 方法是由一个 IAP 二层大气环流数值模式加滤波方案、物理相关分析、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, 证明它是提高旱涝季度与超季度预报准确率的一种可行方法。利用改进的综合旱涝季度预报方法对 1991~1995 年夏季汛期全国旱涝分布进行了预报试验, 这 5 年预报试验结果与实况基本相符, 并且对于像 1991 年和 1994 年夏季大范围的严重旱涝基本上没有漏报, 表明此方法对于中国汛期旱涝分布有较高的预报能力, 受到有关部门的重视。

关键词 旱涝 预报

1 序言

旱涝给世界各地带来严重的灾害, 中国东部由于受东亚季风年际变异的影响, 经常发生旱涝灾害, 特别是在中国长江、黄河流域频繁发生干旱与洪涝灾害。这两流域的干旱与洪涝灾害是中国自然灾害中造成经济损失最严重的气候灾害, 每年造成大量的粮食损失, 并严重影响工农业生产, 因此, 开展旱涝预测的研究具有很重要的意义。然而, 由于引起旱涝的异常气候的成因是很复杂的, 它既受到大气内动力学的作用, 又受到大气下垫面热力异常的作用, 并且, 它既是每天天气过程的统计平均, 又有自己的变化规律, 因此, 旱涝预测目前还是一项十分困难的研究课题, 预报的准确率一直不高。虽然目前旱涝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。最近大量研究表明短期气候变化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。

1996-10-08 收到, 1997-01-05 收到修改稿

* 本研究得到中国科学院“八五”重大应用项目“KY85-10”的资助

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天气变化的数值模式来作短期气候预报^[1~6]。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进行积分,在积分中没有考虑短期气候过程的变化规律,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,我们已提出了一种综合旱涝预报方法,它不仅具有一定的物理基础,而且简单、应用方便^[7]。多年来,我们每年春都参加中国气象局与防汛抗旱指挥部门组织的汛期(6 月上、中旬~8 月中旬)旱涝会商。我们的预报意见一直受到有关部门的重视,产生了巨大的社会和经济效益。多年预报实践的证明,它是提高旱涝预报准确率一种很有效的途径。

2 综合旱涝季度预报方法

为了提高旱涝季度预报的准确率,我们不仅要知道控制这种旱涝发生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,我们的大量研究表明,海表面的热力异常严重地影响东亚大气环流的异常,并且,陆地表面也向大气输送大量感热与潜热^[8~13]。因此,我们所提出的旱涝季度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。为此,一方面,我们从观测资料研究了大气下垫面热力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,从理论及数值模式来探讨大气下垫面热力异常对大气环流影响的物理机制^[14~15],并且,我们把上述的研究成果陆续用于旱涝季度预报。

我们通过大量研究分析了旱涝发生的环流条件和发生的历史、年代际,年际变化以及降水的季节内变化规律;研究了长江、黄河流域不同时间尺度旱涝空间分布的类型和变化特征,以及形成此两流域旱涝大尺度环流的持续性异常型;对此两流域旱涝成因进行各种诊断和分析,对于这两流域的旱涝形成原因提出有物理依据的看法,指出赤道太平洋的 ENSO 循环,热带西太平洋,特别是西太平洋暖池的热力状态与暖池上空的对流活动是影响这两流域旱涝主要原因之一。这些下垫面热力异常显然都可以用来作为预测东亚旱涝灾害发生的前期信号。

2.1 可用于旱涝预测的大气、海洋前期强信号与物理相关分析

2.1.1 埃尔尼诺和南方涛动(ENSO)循环

下垫面热力异常是引起大气环流异常的重要原因,也是旱涝发生的重要原因。经过许多地方多年的预报效果的调查,世界气象组织(WMO)确认了 ENSO 循环及其引起的遥相关在温带地区短期气候预测中具有重要地位,它是可以作为温带地区短期气候变化的强信号;并且确认了与 ENSO 循环有关的热带地区低频振荡对热带地区降水预报具有重要作用。中国地处温带、副热带地区, ENSO 循环对中国东部的旱涝有着重要影响。然而,我们从观测资料分析结果发现, ENSO 循环的不同阶段对中国旱涝分布有着不同影响^[16]。

(1) 在 ENSO 事件的发展阶段: 图 1 是在 ENSO 事件发展阶段, 中国降水距平与赤道东太平洋 (NINO.3) 海温距平的相关, 图中相关系数 0.4 时超过信度 0.05 检验。如图 1 所示, 在 ENSO 事件的发展阶段, 中国江淮流域的夏季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区; 而黄河流域、华北地区以及江南、华南地区的降水异常与赤道太平洋海温异常有一个较大的负相关区。也就是说, 当 ENSO 事件处于发展阶段, 在汛期之前, 赤道东太平洋海温处于上升阶段, 该年夏季中国江淮流域降水将会偏多, 可能发生洪涝; 而黄河流域、华北地区的降水往往偏少, 可能发生干旱。

(2) 在 ENSO 事件的衰减阶段: 当 ENSO 事件处于恢复位相, 即 ENSO 事件处于衰减阶段, 中国发生旱涝的区域与在 ENSO 事件处于发展阶段的旱涝分布有明显的不同。如图 2 所示, 中国江淮流域的降水异常与前期赤道东太平洋(NINO.3)的海温异常有一较大的负相关区; 而黄河流域的河套地区以及江南、华南地区的降水异常与赤道东太平洋海温异常有一个较大的正相关区。这就是说, 当 ENSO 事件处于衰减阶段, 中国夏季江淮流域的降水将会偏少而发生干旱; 而黄河流域、华北地区及江南、华南地区的降水可能偏多。

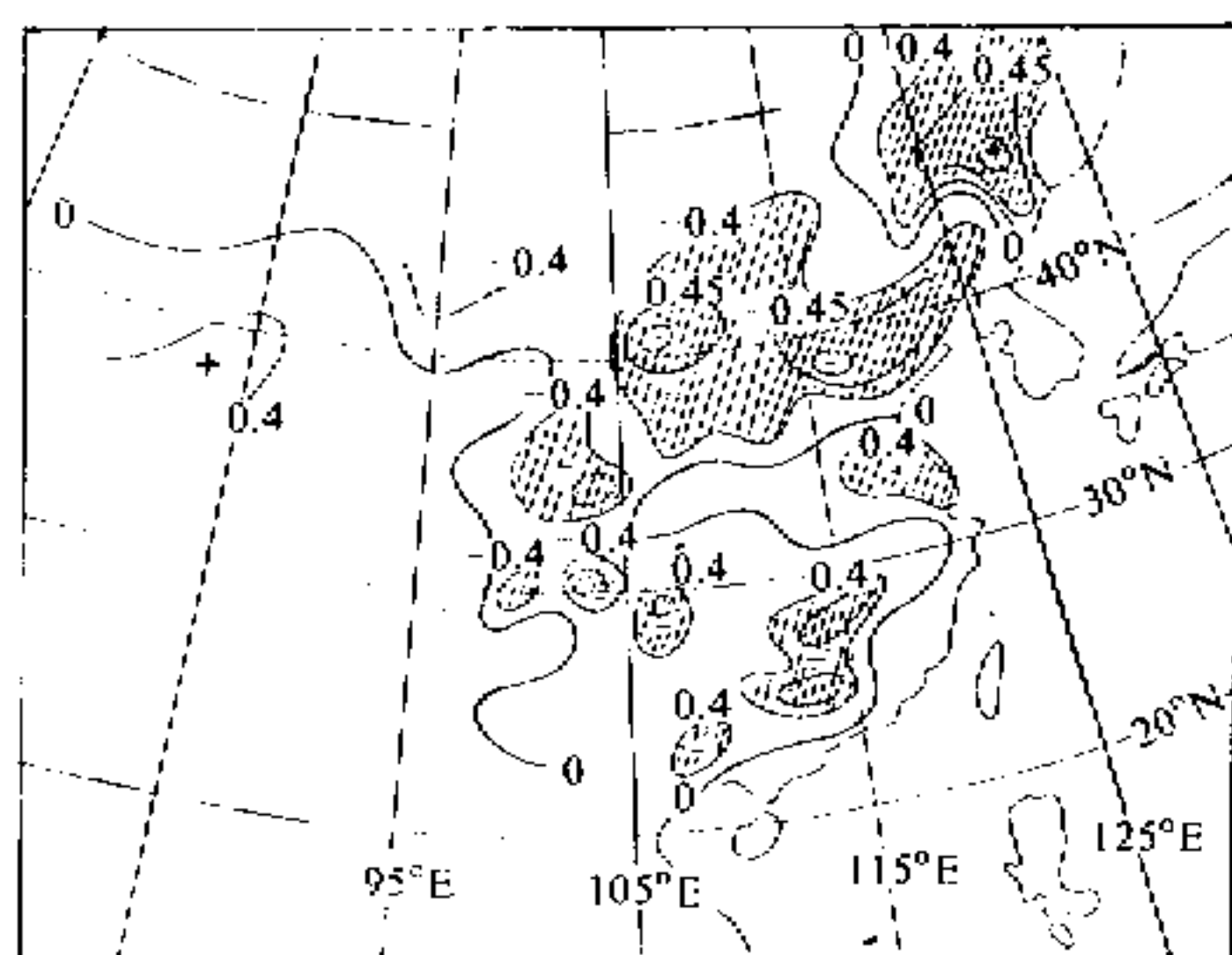


图 1 ENSO 事件发展阶段, 中国夏季降水异常与赤道东太平洋海温距平的相关系数分布

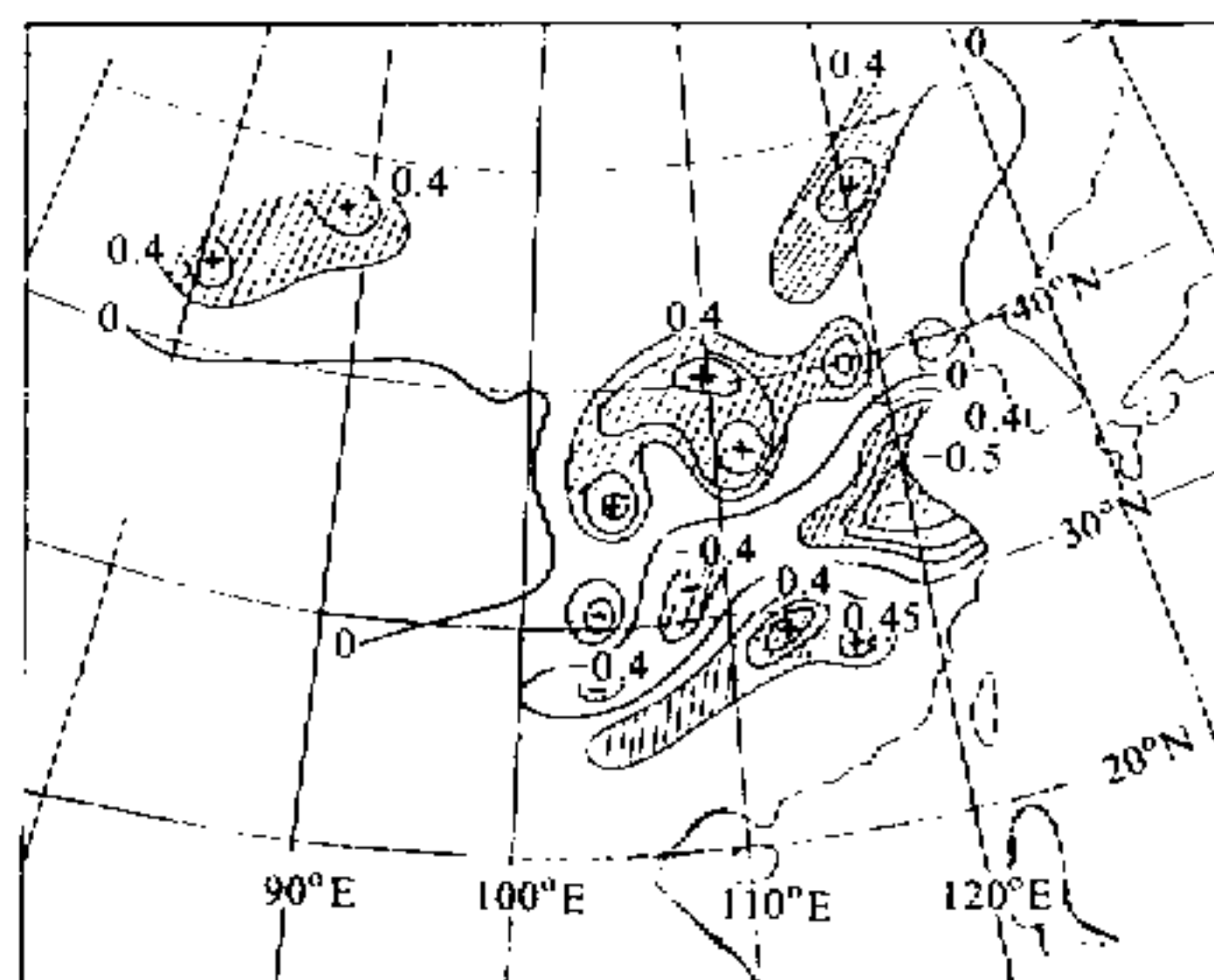


图 2 ENSO 事件衰减阶段, 中国夏季降水异常与赤道东太平洋海温距平的相关系数分布

上面所述的中国夏季降水与赤道东太平洋海温异常的关系经过多年在预报实践中的应用, 证明了在 ENSO 循环的不同阶段, 赤道东太平洋(NINO.3)海温异常对中国旱涝有着不同影响。因此, ENSO 循环, 特别是 ENSO 事件的发生与衰减可以作为中国夏季旱涝分布预测的强信号之一。

2.1.2 西太平洋暖池次表层海温异常

在文献[10~13]中已阐述了, 西太平洋暖池是全球海洋温度最高的海域, 全球大约 90% 暖海水集中在这里, 它的热容量变化将对全球, 特别是东亚的气候异常产生重大影响。但是, 西太平洋暖池表面海温变化幅度较小, 约在 1.0°C 之内, 并且, 表面海温的距平 (SSTA) 与东亚降水的相关也不好, 故西太平洋暖池的 SSTA 并不能作为预测中国夏季旱涝分布的信号。然而, 西太平洋暖池次表层 (50~250 m) 深的海温年际变化很大, 在 150 m 深的暖池次表层海温年际变化最大。通过分析中国夏季降水距平与 7 月份西太平洋暖池沿 137°E , $5\sim 10^{\circ}\text{N}$, 150 m 深的海温距平的相关 (见图 3), 可以看

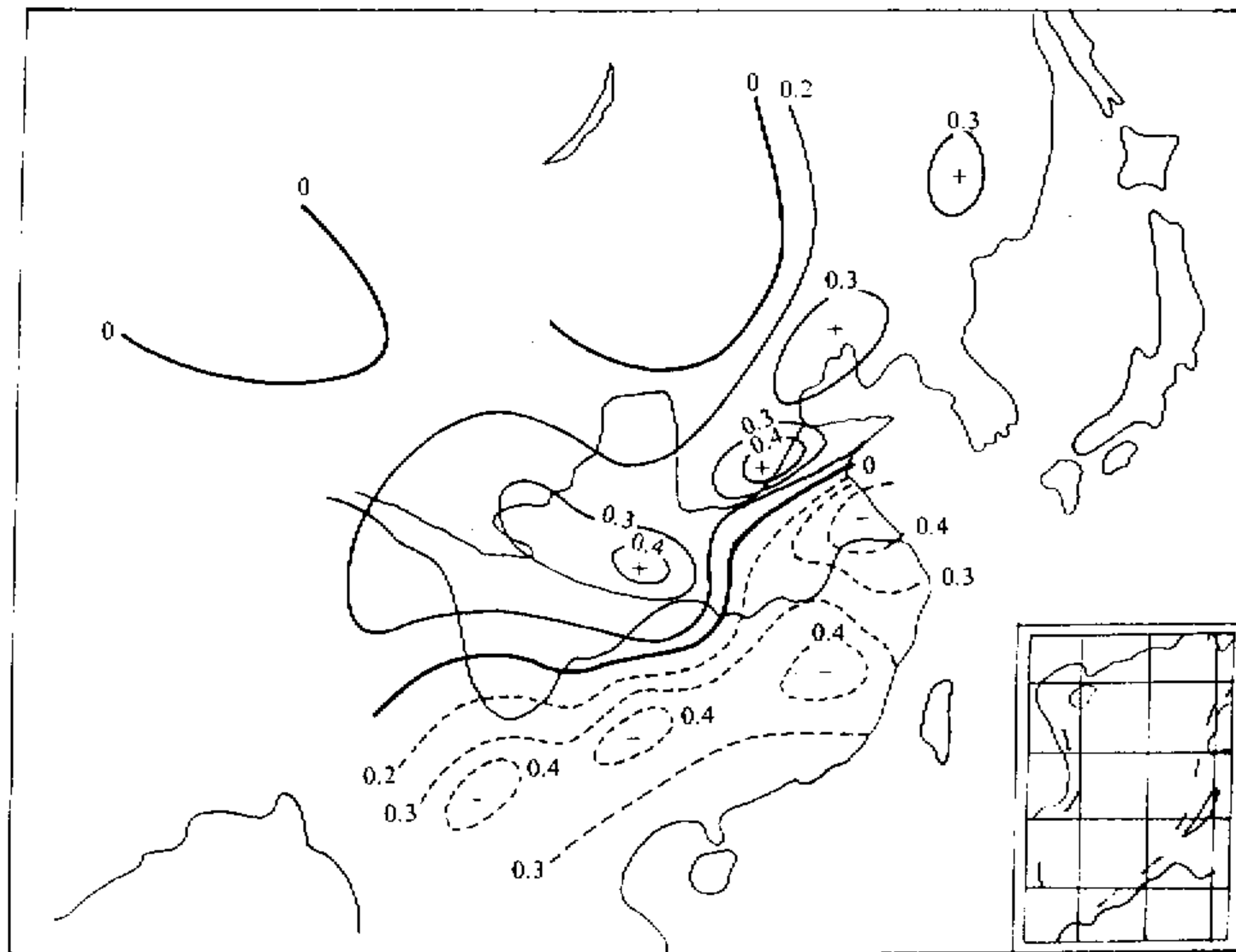


图3 中国夏季(6~8月)降水与7月份西太平洋暖池沿137°E, 5~10°N, 150 m深的海温相关系数的分布

到, 中国长江流域和淮河流域夏季降水与前期暖池热状态有很好的反相关。这就是说, 当西太平洋暖池次表层的海温高时, 淮河流域和长江中、下游地区夏季降水可能偏少, 易发生干旱, 而华南地区降水偏多, 黄河流域与华北地区降水正常或偏多; 相反, 当西太平洋暖池次表层的海温偏低时, 江淮流域的降水偏多, 往往发生洪涝, 而黄河流域、华北地区降水偏少, 往往发生干旱。

2.1.3 菲律宾周围对流活动状况

与暖池热状况密切相关, 在热带西太平洋, 由于这里是 Walker 环流的上升支, 低层气流的辐合使得大量的暖池洋面上蒸发的水汽在这里凝结, 形成超大型云团, 这些对流活动释放出大量潜热, 使之形成大气中强大热源。正如文献[10, 11]所阐述, 它可以强迫出低频波, 这些低频波可以从热带向副热带、中纬度地区传播, 影响西太平洋副热带高压, 从而影响东亚夏季风降水的强弱。统计表明, 热带太平洋地区的 OLR 变化最大方差位于菲律宾东部周围地区, 这说明菲律宾周围对流活动的年际变化是很大的, 它可以表征热带西太平洋海-气相互作用的状况。因此, 菲律宾周围的对流活动状况可以反映热带西太平洋的海-气相互作用状况。

从图 4a、b 可以看到, 当西太平洋暖池的海温高时, 从菲律宾周围经南海到中印半岛的对流活动强, 则长江中、下游地区和淮河流域的降水偏少, 往往发生干旱; 相反, 当西太平洋暖池的海温偏低时, 从菲律宾周围经南海到中印半岛的对流活动弱, 则长江中、下游地区和淮河流域的降水偏多, 往往发生洪涝。因此, 汛期前暖池的热状态与菲律宾周围对流活动的强弱可以作为夏季东亚旱涝预测的前期信号之一。

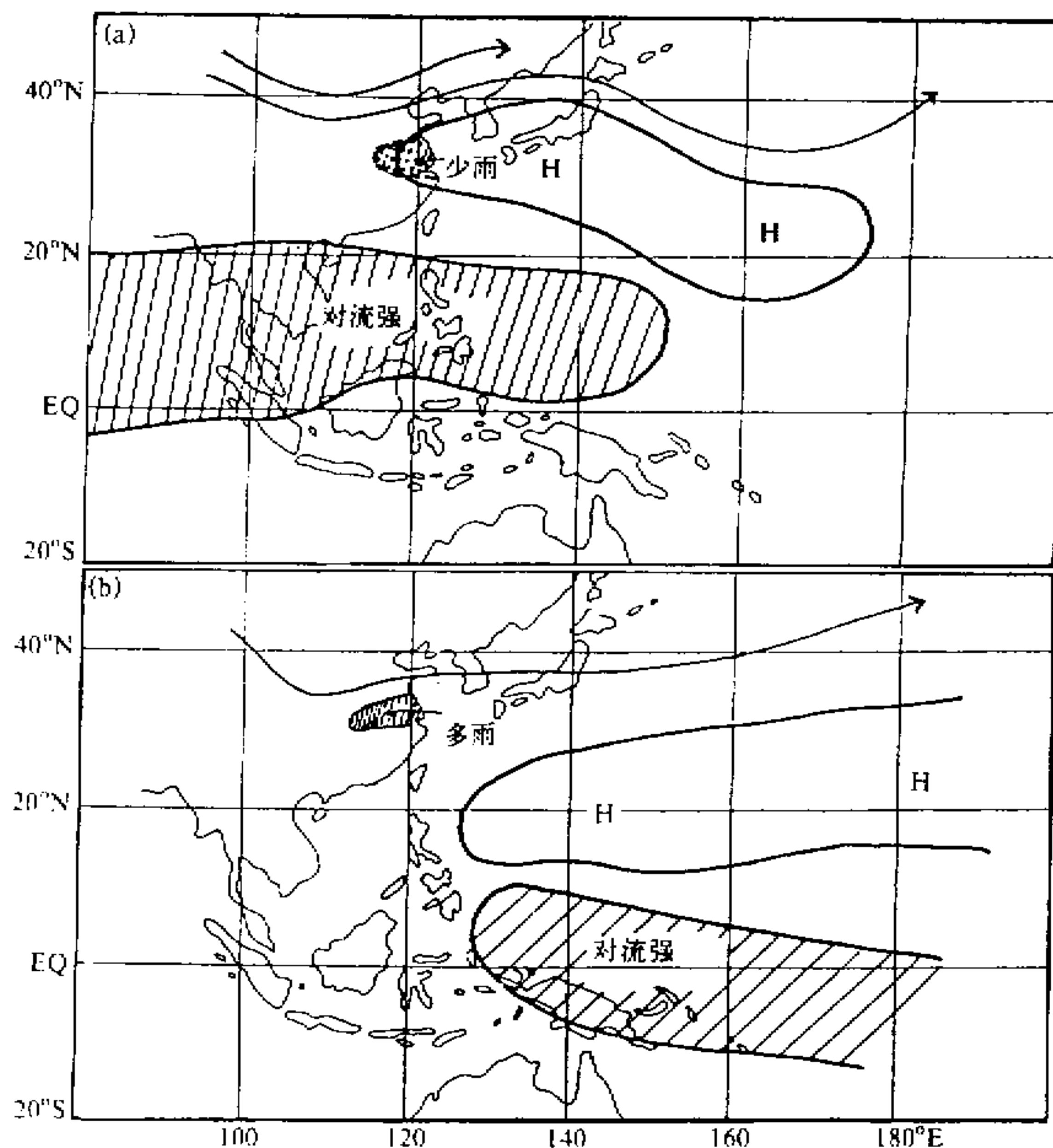


图 4 西太平洋暖池的海温、西太平洋副热带高压、江淮流域夏季风降水之间的关系。

(a) 西太平洋暖池偏暖的状况; (b) 西太平洋暖池偏冷的状况

上述这些可用于旱涝预测的海洋前期热状态, 多年的预报实践证明它们可以作为旱涝预测的强信号。

2.2 环流型

研究表明, 大气环流的异常不仅与外源强迫有关, 特别是与下垫面的热力异常有关, 而且与基本气流也有关系。这就是说, 即使同样发生 ENSO 事件, 但由于基本气流不同, 其引起大气环流异常型也不同, 如 1972 年冬季北半球基本气流分布不同于一般 ENSO 年份基本气流的分布, 这一年冬季北半球高纬度西风比一般 ENSO 年份的西风强, 使得准定常行星波的传播特性改变, 从而使得热带太平洋海温异常强迫所产生的北半球定常扰动分布并不是 PNA 型。因此, 在利用海洋前期强信号作旱涝预报时, 必须注意前期环流条件。

从 1951~1991 年的环流统计表明, 前冬和春季的环流异常对于夏季风的异常有十分重要的影响^[17]。当前冬, 在中国东北、朝鲜半岛、日本上空 500 hPa 高度场是正距平, 则夏季中国江淮流域往往发生洪涝; 相反, 在中国东北、朝鲜半岛、日本上空 500 hPa 距平是负距平, 则夏季中国江淮流域往往发生干旱。而春季环流对夏季江淮流域的

旱涝影响正好与冬季相反。当春季 3、4 月份包括中国东北、俄罗斯的滨海地区和堪察加的东北亚地区上空 500 hPa 是负距平, 则夏季中国江淮流域出现涝 (见图 5); 相反, 当春季 3、4 月份在东北亚上空 500 hPa 出现正距平, 则夏季江淮流域出现旱 (见图 6)。这些环流异常型在作旱涝预测时都有很好的参考价值。

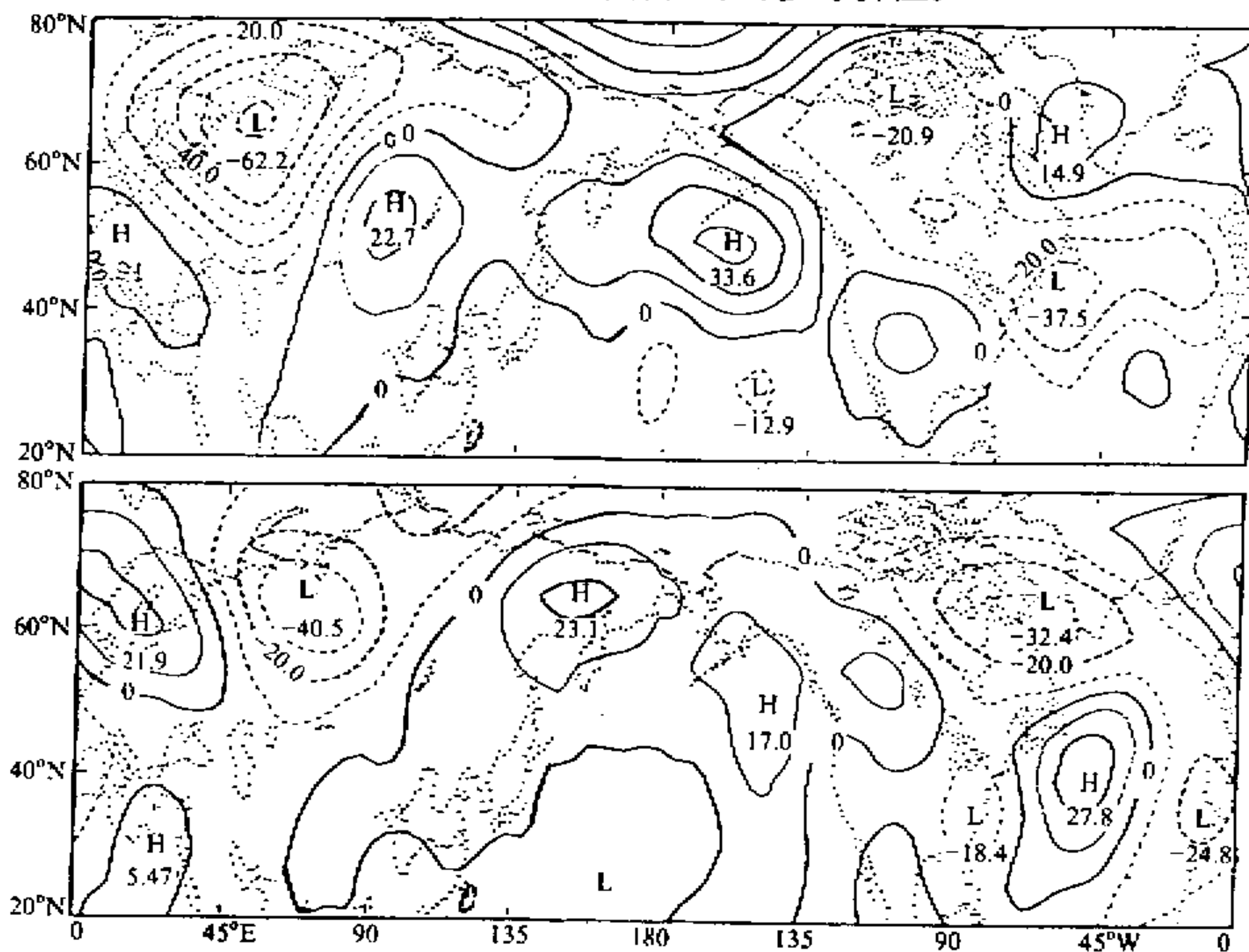


图 5 夏季江淮流域洪涝的前春环流异常分布。(a) 3 月份; (b) 4 月份。单位: gpm

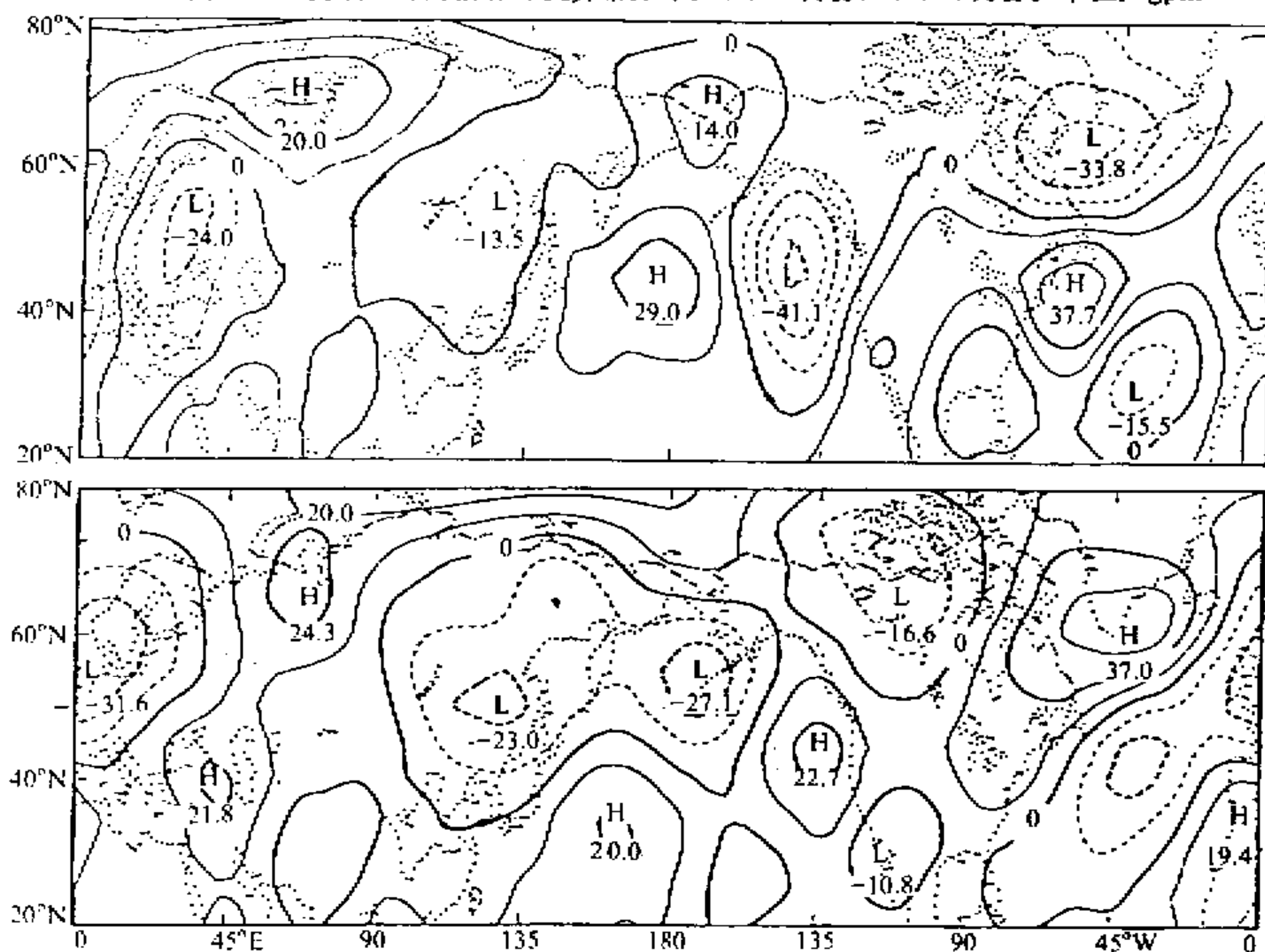


图 6 夏季江淮流域干旱的前春环流异常分布。(a) 3 月份; (b) 4 月份。单位: gpm

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, 乌拉尔高压脊的发展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^[18, 19]。

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。

2.3 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。我们研究了契贝谢夫多项式在长期天气预报中的应用^[20~22], 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。我们还研究了其它统计方法在旱涝预报中的应用, 提出了一组预报旱涝的回归方程^[23]。

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。

由上面 3 种方法所作的预报结果利用最优综合方法可以综合出中国夏季主要雨带的分布, 从而预报出旱涝分布。

3 一种改进旱涝预测的可能途径——经验方法和数值模式相结合

利用大气环流模式或海-气耦合模式作旱涝预测可以认为是一种有物理基础的方法, 它可以考虑引起旱涝异常气候的各种动力、热力过程, 但在预测中还存在着可预报性问题。研究表明, 行星尺度扰动的可预报性明显大于天气尺度扰动的可预报性; 并且表明, 预报时效愈长, 下垫面的热状况 (例如海温异常、海冰、陆面雪盖的异常) 的影响愈占主导地位。

Shukla 的研究表明之所以能够利用大气环流模式来作短期气候预测是由于下垫面热力异常有一定的持续性^[24]。虽然这是指固定下垫面热力异常的大气环流模式而言, 目前正在发展的完善海-陆-气耦合的气候模式可以预报下垫面的热力变化, 这从理论上可以大大延长预报时效, 然而, 由于耦合的计算方案等一系列问题引起的误差, 在大气环流模式和海洋环流模式耦合过程的计算中不断增大, 致使耦合模式的预报时效也受到限制。

我们利用 IAP 两层大气环流数值模式 (IAP-L2 AGCM)^[25], 并考虑到行星尺度系统的可预报时效较长, 对大气初始场和初始海温场进行滤波, 即只保留行星波而滤去天气波, 并在模式积分过程中每隔 5 天进行一次滤波。利用上述滤波方案对 1991~1995 年 5 年中国夏季旱涝的分布进行预报试验, 并与没有采用滤波的预报结果相比较。预报试验表明, 采用滤波方案能够较好地预报中国东部地区的夏季旱涝分布, 特别在东部地区旱涝明显的夏季, 采用滤波方案, 其旱涝季度的预测准确率有一定提高。东部地区旱涝平均预报准确率达 59%, 在旱涝明显的年份 (1991、1993 和 1994 年), 其

平均预报准确率可达 68%，比 IAP 两层大气环流模式在 1980~1989 年 10 年夏季降水预报平均准确率有一定提高^[26,27]。

正如上面所阐述，目前旱涝预测还有很大困难，利用大气环流模式或海-气耦合模式来作月平均环流预报虽取得很大进展，但旱涝预测的对象是月降水量距平，目前，国际上许多环流模式还没有进行大量预测降水距平的试验，实际上在模式中计算降水距平是比较困难的，有的模式虽然也能预报出降水距平来，但比实况要偏少。而物理统计方法，它可以考虑旱涝发生的规律及成因，特别是可以考虑前期的信号，因此，在多年旱涝预测试验实践中，证明它是一种预测旱涝分布较有效的方法，但它一般只能定性地预报旱涝分布。为此，我们认为在利用大气环流模式或海-气耦合模式作旱涝季度或超季度预测还处于研究阶段，利用物理相关与动力数值模式相结合的方法是一种改进旱涝预测的可能途径。

图 7 所示的一种旱涝预报方法方案图是我们在多年旱涝预测试验研究中所提出的一种经验方法与数值模式相结合的方法。

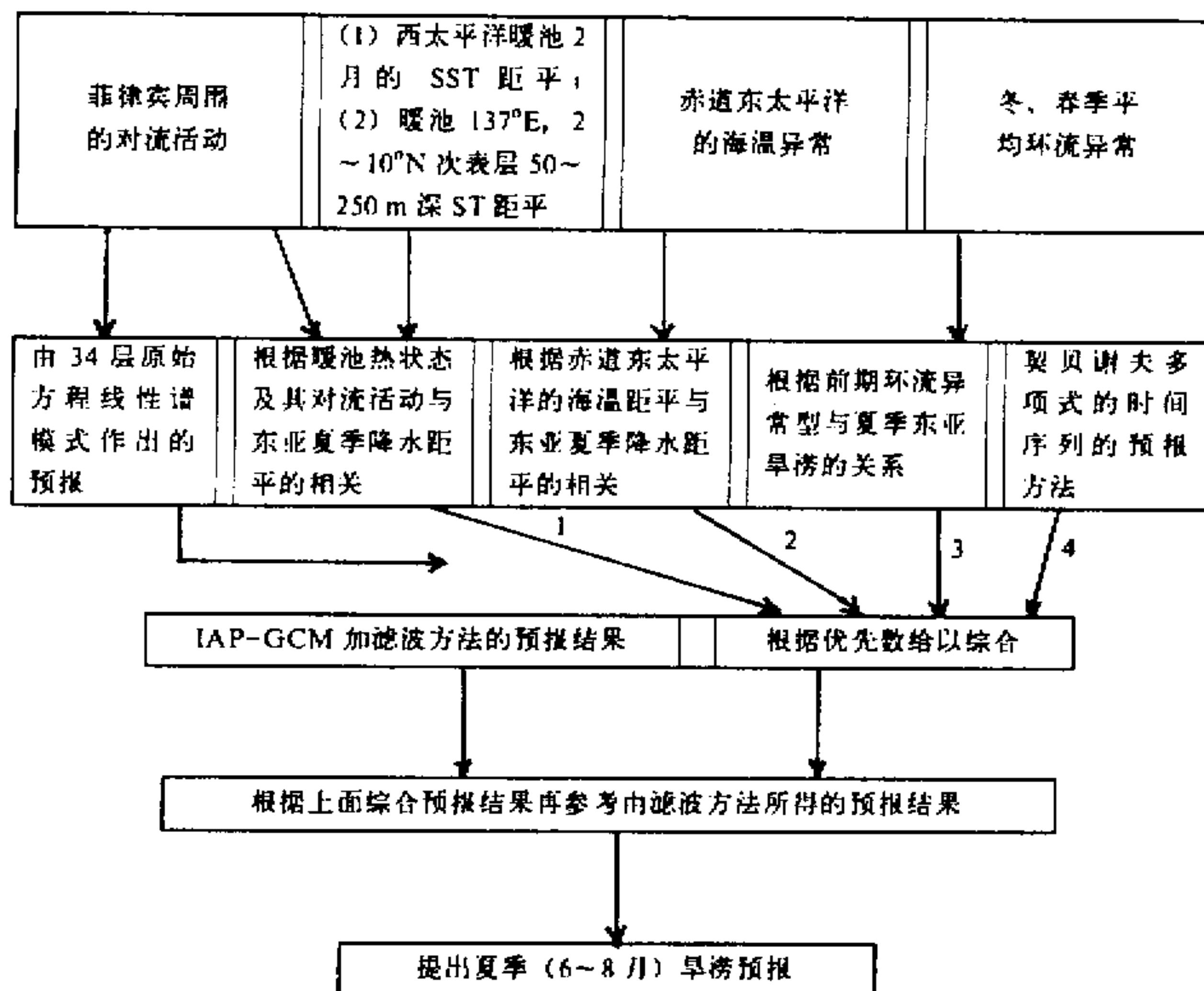


图 7 一种物理相关与数值模式相结合的旱涝预测方法方案图

图 7 所示的旱涝预测方法不仅可以考虑前期的强信号，如 ENSO 事件，暖池的热状态及其上空的对流活动情况以及前期大气环流的状态，而且还参考了利用大气环流数值模式或海-气耦合模式所预测的结果。多年的预报试验证明这种方法是一种有发展前景，行之有效的旱涝预测方法。例如，1991 年夏在东亚发生了严重的气候异常，造成了严重的旱涝灾害，在淮河流域、长江中、下游地区降水偏多约 100% 左右，发生了历

史上罕见的特大洪涝灾害,而在华南、江南地区以及黄河流域降水偏少约 20%~50% 左右,发生了旱灾。而我们所提出的方法比较成功地把严重旱涝的区域预报出来,这说明物理相关与数值模式相结合的旱涝预测方法对于严重旱涝还是有一定预报效果。

4 1991~1995 年夏季由综合旱涝预报法作出的旱涝季度预测结果

由于旱涝严重地影响中国工农业生产和国民经济建设,所以旱涝的季度或超季度预测,是中国短期气候预测研究中最重要课题。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季度与超季度预测的关键。近几年我们应用改进的综合长期预报方法对中国夏季旱涝分布作了超季度预测试验,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 1991~1995 连续 5 年我们利用改进的综合旱涝预测方法所作的旱涝超季度预测与实况作一简单比较。

4.1 1991 年旱涝预报与实况

正如图 8a 所示,在 1991 年春我们预报该年夏季江淮流域到长江中、下游降水偏多

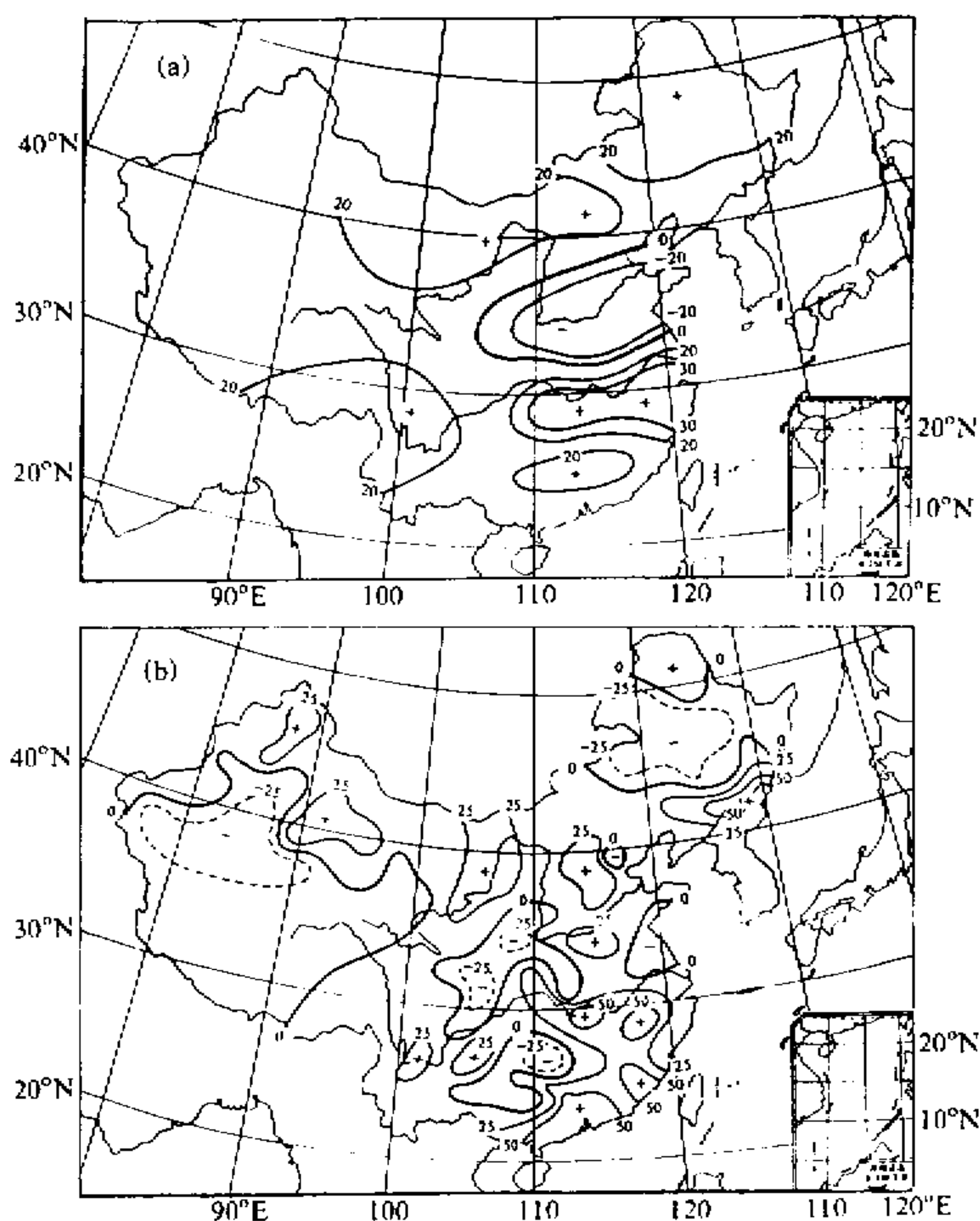


图 8 1991 年夏季汛期旱涝预报 (a) 与实况 (b)

3 成以上, 将发生严重洪涝; 而在河套地区和黄河下游和广西、云南降水偏少 2~3 成, 可能发生干旱; 东南沿海降水偏少 3 成, 也可能发生干旱。

正如图 8b 所示, 1991 年夏季降水的实况是: 江淮流域和长江中、下游地区降水偏多 5 成以上, 有的区域甚至偏多 1 倍, 造成了历史上罕见的特大洪涝; 在华北、西北和河套地区、东南沿海和江南降水偏少 3 成以上, 有的地区达到 5 成, 造成干旱, 河套和江南地区达到严重干旱。因此我们的预报与实况比较一致, 给防洪抗灾有关部门提供了很好的参考。

4.2 1992 年旱涝预报与实况

在 1992 年春, 我们预报该年夏季汛期旱涝面积及强度将明显小于 1991 年夏, 年景将好于 1991 年, 不大可能出现大范围的严重旱涝。如图 9a 所示, 预报江淮流域及黄淮流域降水可能偏少 2~3 成; 江南地区 5~6 月份降水可能偏多 2~3 成; 7、8 月份黄河中游和四川盆地降水偏多 2~3 成。

如图 9b 所示, 1992 年夏季降水实况是: 6 月份降水雨带按正常季节内变化而北跳到长江流域, 直到 7 月初雨带一直在江南维持, 使得江南地区降水偏多 2~3 成; 由于到了 7 月下旬雨带突然从长江流域北跳到黄河流域, 随后又移到黄河中游和河套地区,

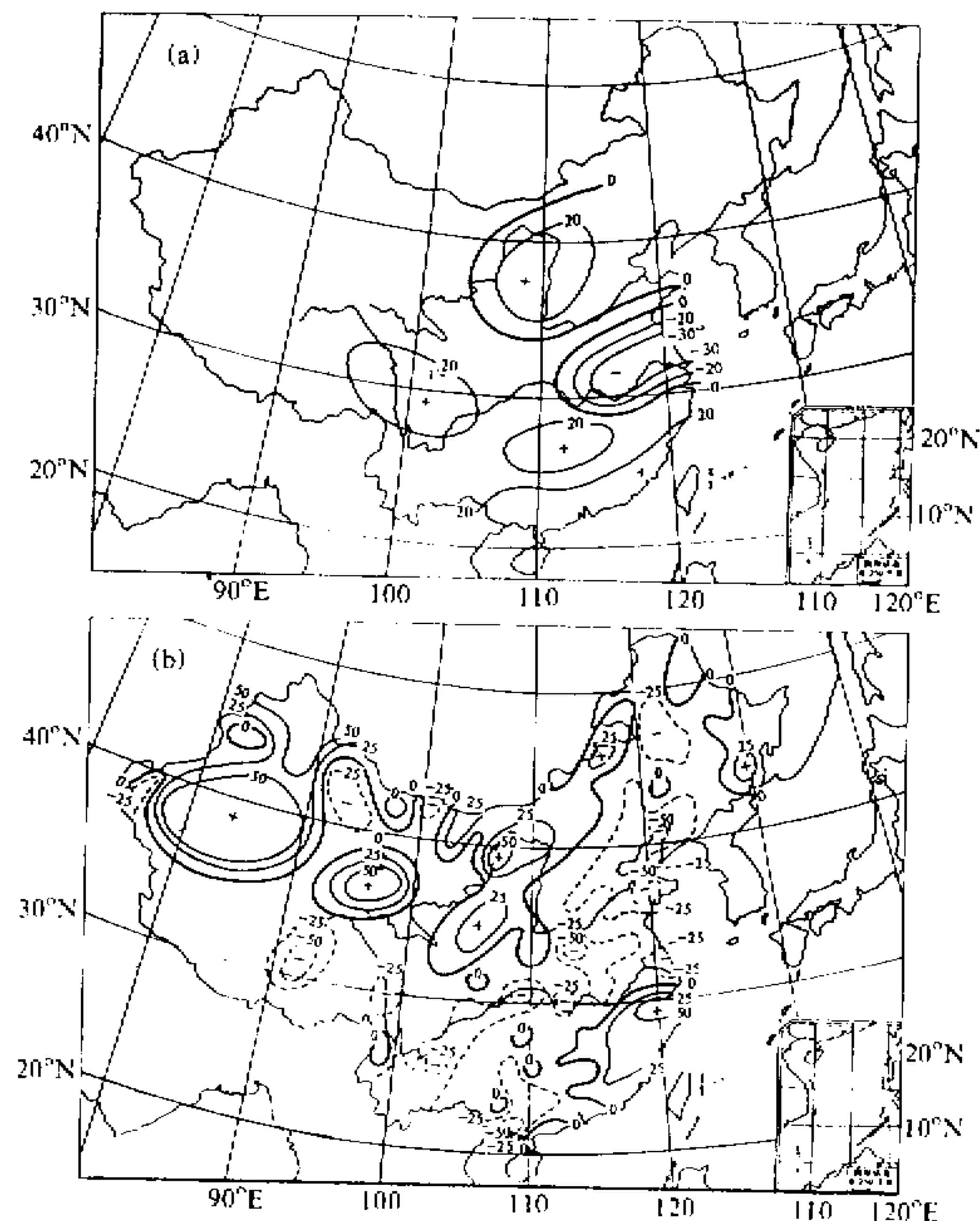


图 9 1992 年夏季汛期旱涝预报 (a) 与实况 (b)

使得该地区夏季降水偏多了 2~3 成。因此, 我们的预报除四川盆地外基本上与实况比较一致。我们的预报为有关部门提供了很好的参考, 特别是对于 7 月下旬至 8 月上旬河套地区多雨的预报, 对有关部门调度水资源的决策时起了一定参考作用。

4.3 1993 年旱涝预报与实况

如图 10a 所示, 在 1993 年春我们预报该年夏季汛期有 2 条雨带, 一条在华南; 一条在黄淮之间。华南和江南降水偏多 2~3 成; 黄淮流域降水偏多可能 2~3 成, 而淮河流域汛期降水略偏少 1~2 成; 长江中、上游降水可能偏多 2 成左右。

如图 10b 所示, 1993 年夏季降水实况是: 6 月份雨带在华南、江南维持, 使得两地区降水偏多 2~3 成以上, 江南地区降水偏多近 5 成, 发生了洪涝灾害; 而在 7、8 月份长江中、上游地区以及黄淮流域降水偏多 2~3 成; 而淮河流域和华北地区降水偏少 2~3 成, 发生了干旱。因此, 我们的预报基本上与实况一致, 只是预报黄淮流域降水偏多区域比实况偏大。

4.4 1994 年旱涝预报与实况

如图 11a 所示, 在 1994 年春, 我们预报该年夏季江淮流域和黄淮地区降水偏少 2~3 成, 可能发生干旱; 而 6 月份在江南地区降水偏多 2~3 成; 7、8 月份在河套地区

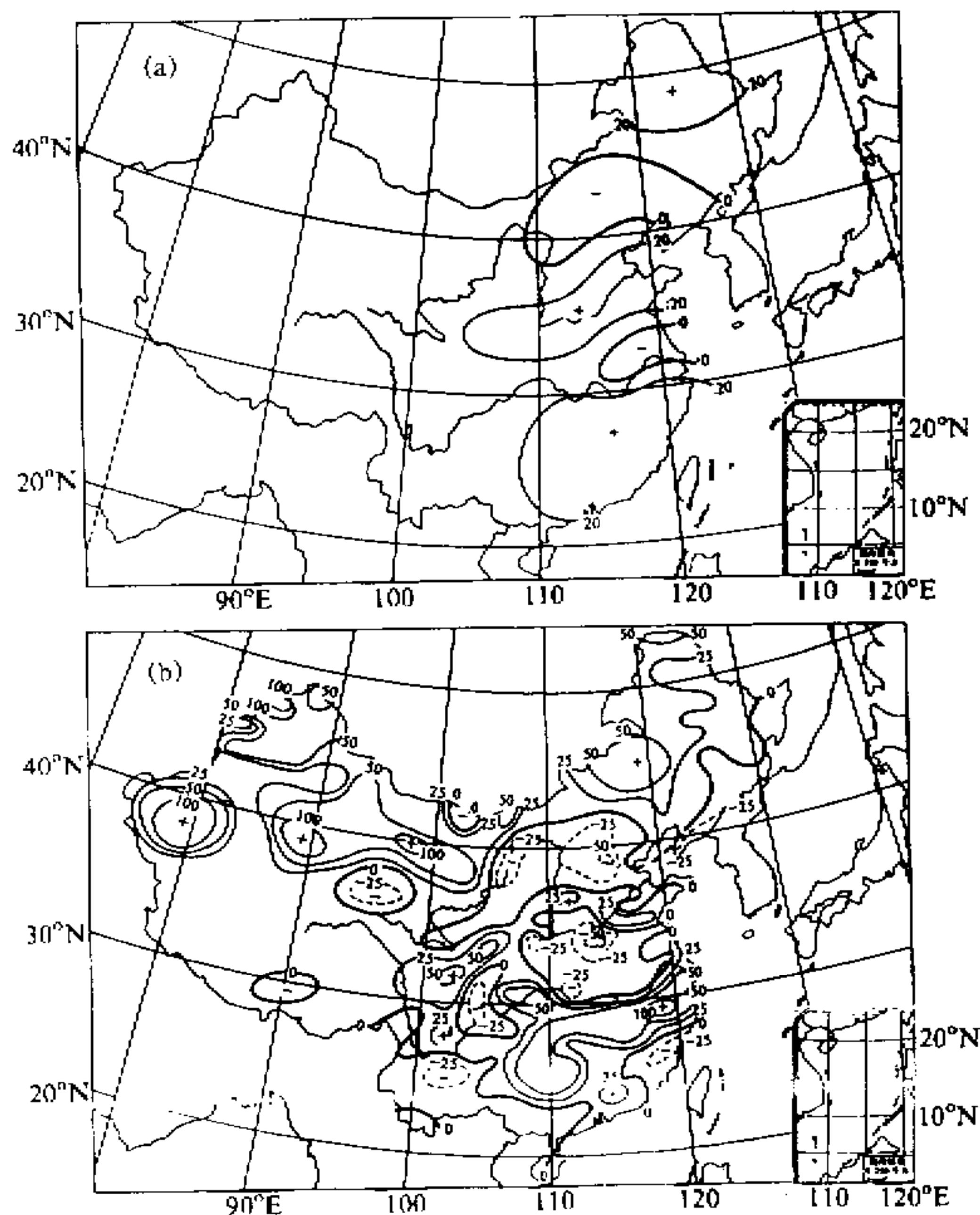


图 10 1993 年夏季汛期旱涝预报 (a) 与实况 (b)

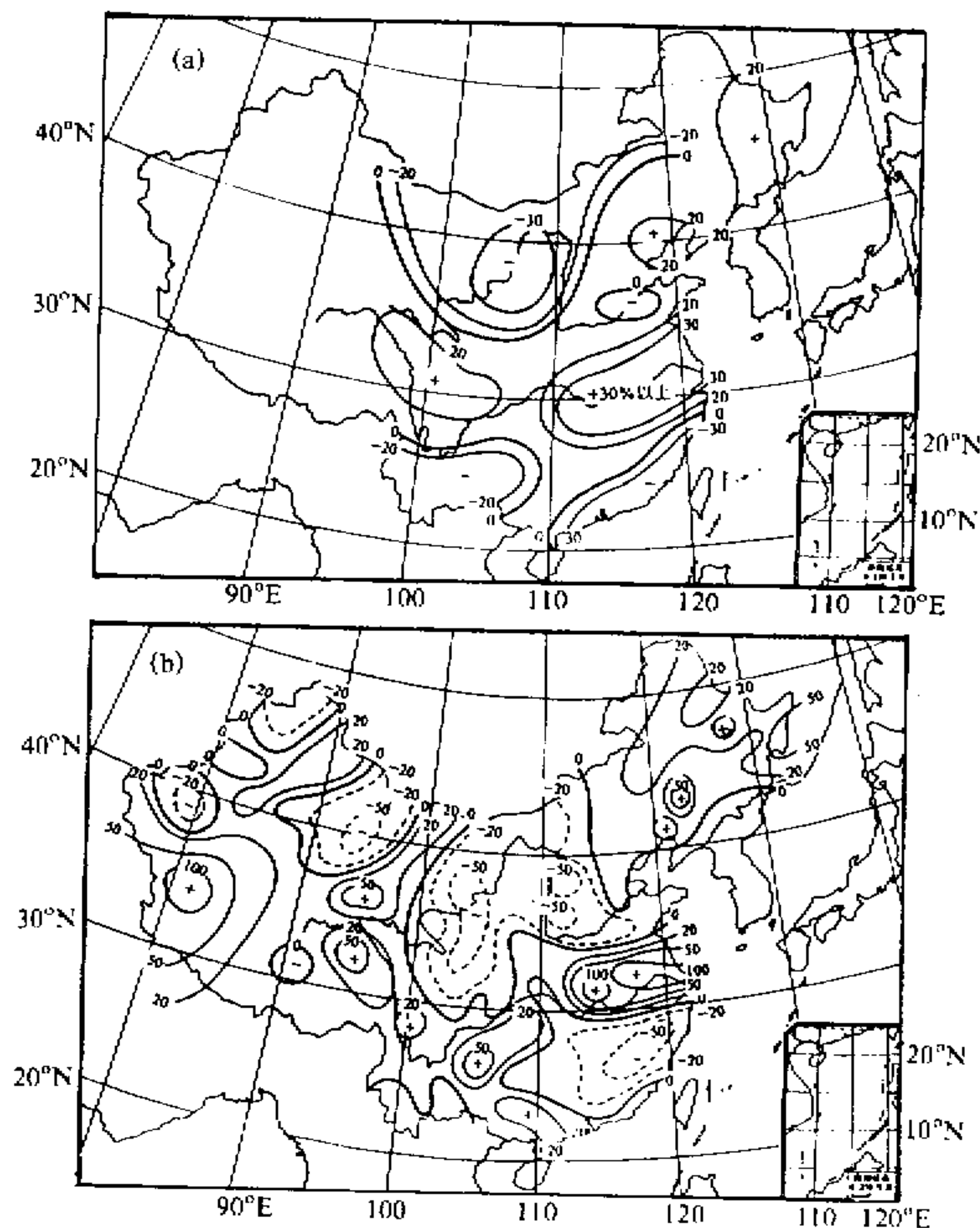


图 11 1994 年夏季汛期旱涝预报 (a) 与实况 (b)

和黄河上游以及东北南部和四川省降水偏多 2~3 成, 有的地区偏多 3 成以上。

如图 11b 所示, 1994 年夏季降水实况是: 江淮流域和黄淮地区降水偏少 3~5 成, 发生了严重干旱, 长江中、上游地区降水偏少 2~3 成, 发生了干旱; 而华南和江南降水偏多了 2~3 成, 两广和湖南降水偏多了 5 成左右, 发生了严重洪涝; 在黄河流域的河套地区、华北北部和辽南降水偏多 2~3 成, 有的地区达到 5 成, 在辽南发生了严重洪涝。我们的预报结果基本上与实况相符, 特别是对于江淮流域和黄淮流域的干旱的预报, 但两广的严重洪涝预报比实况偏少, 并且四川的干旱基本上没有报出来。

4.5 1995 年旱涝预报与实况

如图 12b 所示, 在 1995 年春, 我们预报该年夏季汛期无大范围严重旱涝, 年景好于 1994 年。前汛期在华南和江南降水偏多, 汛期在长江中、下游地区降水偏多 3 成左右, 可能发生洪涝; 7、8 月份在黄河河套地区、华北北部和松花江流域降水可能偏多 2~3 成; 而在黄淮流域降水偏少 2~3 成, 并可能发生干旱; 青藏高原东部降水也可能偏多。

如图 12b 所示, 1995 年夏季没有大范围的严重洪涝, 降水实况是: 华南和江南偏

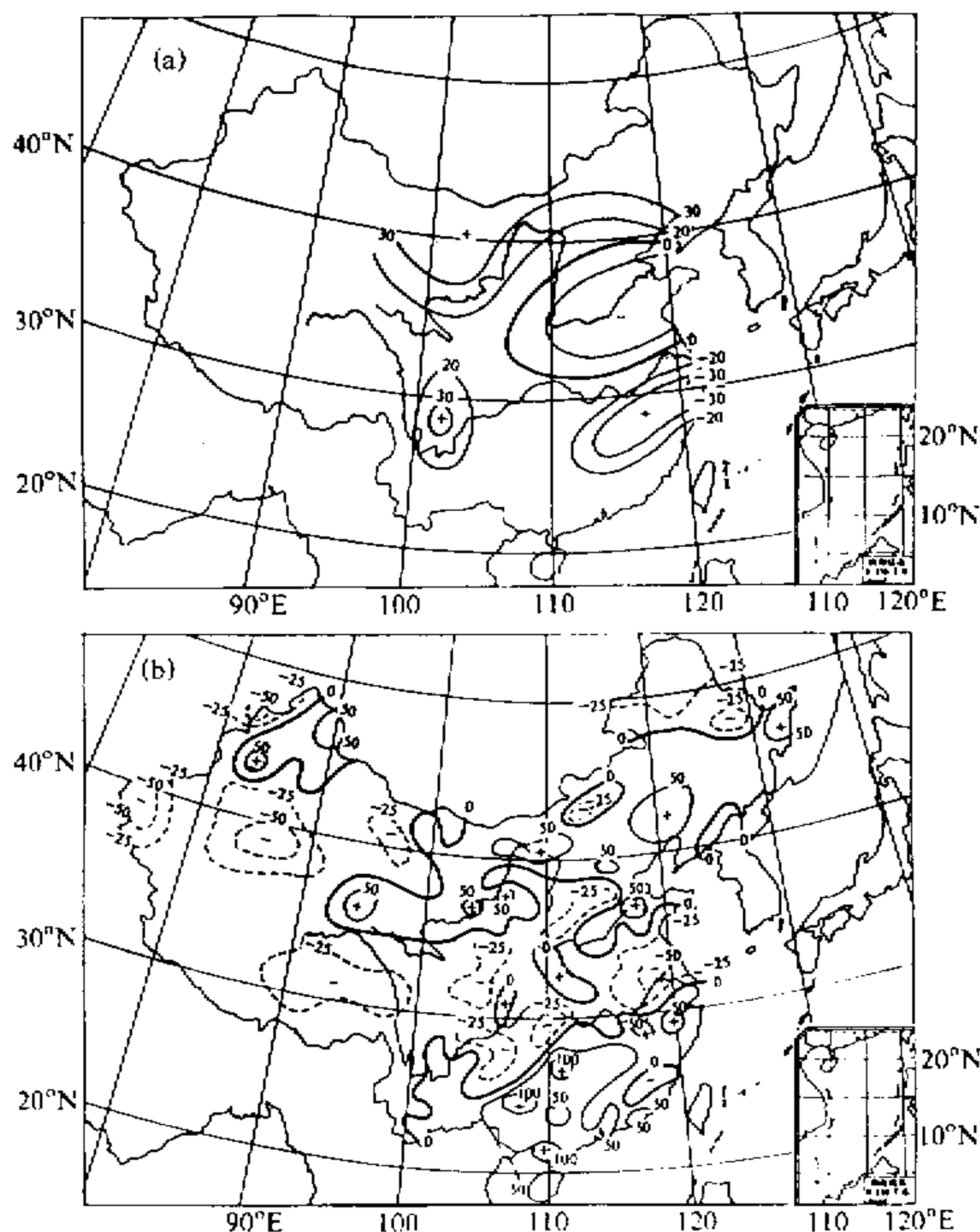


图 12 1995 年夏季汛期旱涝预报 (a) 与实况 (b)

多了 3~5 成, 在两湖流域发生了洪涝, 辽宁、华北北部到黄河河套地区降水也偏多了 2~3 成; 而淮河流域、关中地区以及华南西部降水偏少 2~3 成, 在关中、汉中地区发生了干旱, 松花江流域降水偏少 2~3 成。因此, 我们的预报除松花江流域外基本上与实况比较符合, 按国家气候中心的评分, 得到较高的评分。

5 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旱涝季度预报方法, 这个方法是由一个 IAP 二层大气环流数值模式加滤波方案、物理相关分析、环流型、时间序列与回归分析等预报的综合。经过连续多年的预报实践, 证明此方法是提高旱涝季度与超季度预报准确率的一个有效的方法。

利用综合旱涝季度预报方法对 1991~1995 年夏季汛期全国旱涝分布进行了预报试验。这 5 年预报试验结果与实况基本相符, 并且能够比较正确地预报出 1991 年夏季长江中、下游地区和淮河流域的特大洪涝以及 1994 年夏江淮流域的严重干旱。这说明此

方法不仅对于中国夏季汛期旱涝分布有一定预报能力,而且对于降水异常较大的大范围严重旱涝的区域基本上没有漏报。这些预报为有关部门防灾减灾的决策提供了很好参考。

这里还应当指出,目前,国际上对旱涝尚不能很有效地作出定量预测,这也是正在努力探索的重要课题之一。我们所提出的综合旱涝预测方法不仅为中国广大台站的短期气候预测提供一个行之有效的方法,而且也是国内外率先利用暖池热状态与菲律宾周围对流活动来作东亚夏季风降水季度预报。旱涝规律与成因极其复杂,至今还有许多问题不清楚,有些即使已有一定认识,也还需进一步深入研究。

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 Spar, J., R. Atlas and E. Kuo, 1976, Monthly mean forecast experiments with the GISS model, *Mon. Wea. Rev.*, **107**, 181~192.
- 2 Caverly, R., K. Miyakoda and L. Umscheid, 1981, Three cases of one month GCM forecast, *Proc. the Sixth Annual Climate Diagnostic Workshop*, October 14~16, 1981, 292~299.
- 3 Miyakoda, K. and J. Sirutics, 1986, Extended range forecasting, *Advances in Geophysics*, **28B**, 55~85.
- 4 曾庆存、袁重光、王万秋、张荣华, 1990, 跨季度气候距平数值预测试验, *大气科学*, **14**, 10~25.
- 5 Zeng Qingcun, Zhang Bangling, Yuan Chongguang, Lu Peisheng, Yang Fangling, Li Xu and Wang Huijun, 1994, A note on some methods suitable for verifying and correcting the prediction of climatic anomaly, *Advances in Atmospheric Sciences*, **11**, 121~127.
- 6 Zeng Qingcun, Yuan Chongguang and Zhang Xuehong, 1995, IAP climate models and their applications, *Progress in Natural Science*, **5**(3).
- 7 黄荣辉等, 1990, 综合长期预报方法及对旱涝季度与超季度预报试验, *大气科学*, **14**(1), 1~9.
- 8 Huang Ronghui 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*, **61**, 494~509.
- 9 Huang Ronghui, 1985, The numerical simulation of the three-dimensional teleconnections in the summer circulation over the Northern Hemisphere, *Adv. Atmos. Sci.*, **2**, 81~92.
- 10 Huang Ronghui and Li Weijing, 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.
- 11 Huang Ronghui, 1990, The East Asia / Pacific pattern teleconnection of summer circulation and climate anomaly in East Asia, *Climate Change Dynamics and Modelling*, edited by Zeng Qingcun, et al., 127~140.
- 12 Huang, Ronghui, Yin, B. Y. and Liu Aidi, 1992, Intraseasonal variability of the East Asian summer monsoon and its association with the convective activities in the tropical westerly Pacific, *Climate Variability*, edited by Ye Duzheng, et al., 139~155.
- 13 Huang Ronghui and Sun Fengying, 1992, Impact of the tropical western Pacific on the East Asian summer monsoon, *J. Meteor. Soc. Japan*, **70B**(1), 243~256.
- 14 Huang, Ronghui 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*, **60**, 78~108.
- 15 Huang Ronghui, 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, Sept. 29~Oct. 3, Sofia.
- 16 Huang Ronghui and Wu Yifang, 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.

- 17 孙淑清、孙柏民, 1995, 东亚冬季风环流异常与中国江淮流域夏季旱涝天气的关系, *气象学报*, 57, 513~522.
- 18 杨广基、梁佩典, 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*, 3, 78~103.
- 19 Yang Guangji, 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*, 4, 374~381.
- 20 Zou Jiabin, 1983, A new forecast method of time series, Second International Meeting on Statistical Climatology, Lisbon, Sept. 26~30, 1983.
- 21 Zou Jiabin, 1984, The method of statistical forecasting for horizontal distribution of meteorological element, *Annual Report of Institute of Atmospheric Physics, Academia Sinica*, 3, 64~67.
- 22 Zhou Jiabin (周家斌), 1986, Some problems on the time series forecast by Chebyshev polynomials, *Kexue Tongbao*, 31, 101~105.
- 23 张庆云等, 1983, 大气活动中心长期变化的阶段性, *大气科学*, 7, 364~372.
- 24 Shukla, J., 1986, Physical basis for monthly and seasonal prediction, *Proc. the First WMO Workshop on the Diagnosis and Prediction of Monthly and Seasonal Atmospheric Variations over the Globe*, July 29-August 2, 1985, 549.
- 25 Zeng Qingcun, Zhang Minghua, Liang Xinzong, Yuan Chongguang and Chen Shengfang, 1989, Documentation of IAP two-level atmospheric general circulation model, TAO 44, DOE/ER 60314-H1.
- 26 黄荣辉、陆日宇、陈金中、刘爱娣, 1995, 滤波在改进旱涝季度数值预测的作用, KY85-10 论文集(第 3 集).
- 27 黄荣辉、陆日宇、陈金中、刘爱娣, 1996, 滤波方案在改进 1991~1995 年夏季旱涝季度数值预测试验的作用, KY85-10 论文集(第 6 集).

A Comprehensive Method for Seasonal Prediction of Drought and Flood and the Seasonal and Overseasonal Prediction Experiments for the Summers of 1991~1995

Huang Ronghui, Zhou Jiabin, Chen Lieting, Yang Guangji, Sun Shuqing,
Jin Zuhui, Zhang Qingyun, Wang Yunkuan, Lu Riyu, Hu Zengzhen,
Chen Jinzhong, Sun Bomin, Liu Aidi, Yang Guiying and Li Xinrong

(Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080)

Abstract A improved comprehensive method for prediction of drought and flood was introduced briefly in this paper. The method, which was produced on the base of our studies on the regularity and mechanism of drought and flood in recent years, is the assembly of numerical prediction by IAP-L2 AGCM through a filtering scheme, physical correlation analyses, atmospheric circulation pattern, time-series and regression analyses, etc. The prediction practice of many years showed that it is a effective method in improving the accuracy of seasonal and overseasonal prediction of drought and flood. By the improved comprehensive method for the prediction of drought and flood, some prediction experiments were performed on the distributions of drought and flood during the summer rainy seasons of 1991~1995 in China. The predicted results were basically in agreements with the observed ones, especially, the large-scale severe drought and flood such as in the summers of 1991 and 1994 were predicted successfully on the whole. These results showed that this method has a high predictability on the distribution of drought and flood during the rainy seasons in China. Great attention was paid to these predicted results by the relevant departments.

Key words drought and flood prediction