

“地下信息法”10 年(1985~1994)汛期 降水预报总结*

汤懋苍¹⁾ 赵振国²⁾ 马柱国¹⁾

¹⁾ (中国科学院兰州高原大气物理研究所, 兰州 730000)

²⁾ (中国气象局国家气候中心, 北京 100081)

摘 要 本文总结了近 10 年利用冬季的地温、地震等地下信息预测我国汛期降水距平分布的实际结果。10 年来预报方法的发展经历了三个阶段, 从最初的以“气心说”为基础的“地温指标法”转变为以“地心说”为基础的“地下信息法”, 预报准确率的得分从 70 分增加到 82 分。文中简述了本预报方法的基本原理、预报步骤和存在问题以及今后的努力方向, 以 1994 年为例列举了实际预报中的经验教训。

关键词 地温 地震 汛期降水 气候预测方法

1 前言

1984 年 12 月中国气象局发文, 要求全国 108 个站增发月平均地温报。文中写道: 兰州高原大气物理研究所近 10 年来研究使用地温资料制作汛期降水预报, 取得一定成效。经商定, 将从 1985 年起, 用于日常预报以进行考验。请安排在每月编发的月报中增发月平均地温报告。

据此文件, 中国科学院兰州高原大气物理研究所四室与中央气象台长期科从 1985 年春季开始进行合作, 在每年 3 月下旬举行的全国汛期预报会商会上, 发布一张主要利用地下信息(地温和地震)制作的全国汛期(4~9 月或 6~8 月)降水距平百分率预报图, 至今已整整 10 年。如果加上兰州高原大气物理研究所单独发布预报的 10 年(1975~1984), 则已经作了 20 年的实际预报。前 10 年的预报, 已有专文总结^[1], 现将近 10 年的预报结果总结如下。

2 10 年预报工作的基本情况

由于发报地温站数量较少, 加之资料常有短缺, 我们于每年 2 月底向各地温测站发信收集上年 9 月至当年 2 月的各层月平均地温资料, 每年约有 180 个站提供 1.6 m 和 3.2 m 的地温资料。

收到地温资料以后, 第一步是利用 1980 年以来的多年平均值求 0.8、1.6、3.2 m 三

1994-12-10 收到, 1995-09-28 收到再改稿

* 本工作得到中国科学院 KY85-10 重大项目和攀登项目“气候动力学与气候预测理论”的资助

层各月的地温距平值,绘出秋(9~11月)、冬(上年12月~当年2月)两季的地温距平图;第二步利用我们设计的热力学预报模式^[2]和简化的热力学模式^[3],对各地温测站的汛期降水距平进行定量预报,绘出一张预报草图;第三步根据过去数季地温距平场的演变特征和我国一年来的地震场特征,对预报草图进行修订。最后形成一张正式预报图,在全国会商会上发布。

10年来,上述第一、二两步已成定式,变化最多的是第三步,它大致经历了如下3个阶段:

1)“地温指标法”阶段。在最初的2~3年(1985~1987),我们仍然把冬季地温仅仅看成是预报汛期降水的一个指标,关于地温变化的原因仍认为“只是前期环流、天文因子、高层大气热状况等因素变化的结果”^[4]，“至于地壳内部的热放散,一般说来只影响地质时代的气候变迁”^[4]。可见这一阶段我们仍是短期气候变化“气心说”^[5]的拥护者。所应用的预报指标,除冬季地温外,还有副高、南方涛动、黑潮海温等。1987年完成的一文^[6]是“地温指标法”的一个总结。这三年的实际预报水平与前10年(1975~1984)基本相同。因为预报方法无大改进,预报效果必然不会有大提高。

2)从“气心说”向“地心说”^[5]的过渡阶段。以“气心说”为指导进行了10多年(1975~1987)的汛期预报工作后,发现预报准确率无明显提高,开始对“地温场是前期大气环流演化的结果”这一思路表示怀疑。时值“天地生综合研究”在全国广泛宣传,深受启发。在1986年11月“第二届全国天地生相互关系学术讨论会”上,本文主要作者的报告^[7]首次公开对“气心说”表示了怀疑。认为“1~2年以上的长周期振荡是从地壳深层向浅层传播,‘地热脉冲’是使地表升温的重要原因”^[7]。从此以后,沿此思路走下去,果然道路愈来愈宽,如1988年发现地震多发区与多雨区有一致性^[8],当年即将其用于汛期预报,这标志着汛期预报的思路已开始进入主要考虑地壳活动的新阶段。

3)“地下信息法”阶段。1991年发现我国地震场的配置与江河水量的丰枯关系密切^[9],又发现台湾地震与大陆东部旱涝关系很好^[10,11],这些统计结果从1992年开始用于汛期预报,预报准确率进一步提高。

“地下信息法”与10年前的“地温指标法”相比,有两点本质上的不同:一是不再把地温距平场看成是前期大气环流演变的结果,而认为是地壳内部热活动的表现;二是凡来自地球内部的其它信息(不限于地温),如地震、地形变、地气、地磁等,都被用作旱涝预报因子。

关于“地下信息法”的预测原理,我们已有多次论述,现在简述如下:大气本身的可预报性仅半月左右,故长于一个月的预报必需从大气以外的上、下边界中寻找,地球内部放散到大气中的热通量平均虽然仅为 50 mW/m^2 ,但其时空分布非常不均匀。在空间上,地热释放集中在“地热涡”^[12]内,时间上集中在“地热涡”发展阶段的某些特定区域上,故某些区域的短时地热释放量可比全球平均值大1~2个量级,达到 $10^{-1} \sim 10^0 \text{ W/m}^2$,这与季、年气候变化的能通量量级相同。此乃地温(或地热)距平场与降水距平场的形态大体相似的能量学基础。这样一来,我们就把对“汛期降水距平场”的预报转化为对“汛期地温距平场”的预报。从冬到夏,地温距平场的持续性相当好,其变化部分可由已知的其它地下信息大体推知。这是“地下信息法”预报汛期旱涝的基本原理。

3 10年预报准确率的评述

依照中央气象台的统一评分法^[13],由中央台长期科(现名国家气候中心气候预测室),根据降水实况,对我们每年3月发布的汛期(4~9月或6~8月)降水预报图进行

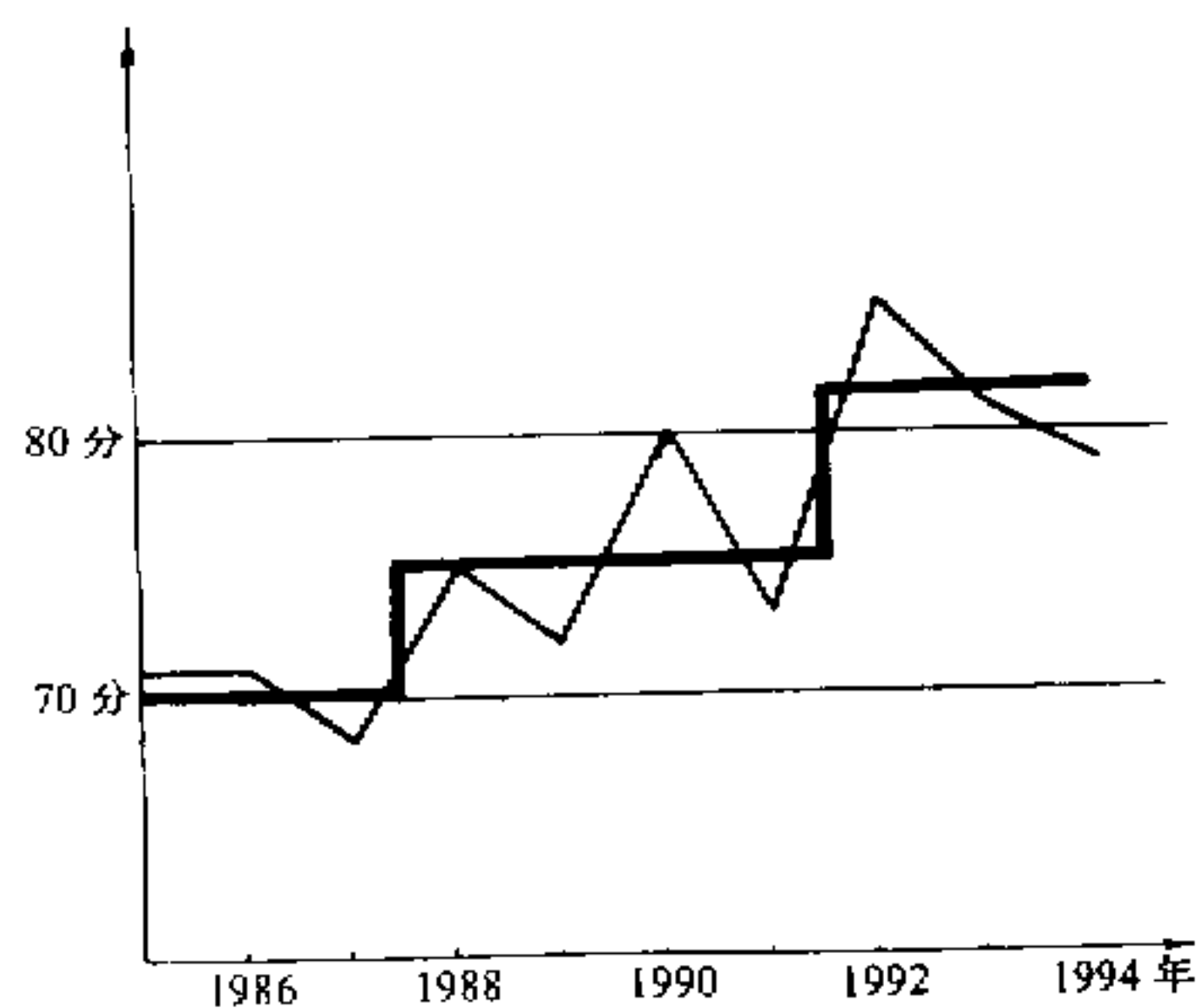


图1 10年(1985~1994)汛期预报结果得分
粗实线为3时段平均得分

行评定。10年平均得分为75.5分,各年得分见图1,可看出三个明显的阶段:1985~1987年平均为70分;1988~1991年平均为75分;1992~1994年平均为82分。最后3年比最初3年高出12分!这不能不说是一大进步,也是气候变化的“地心说”比“气心说”更能反映客观实际的一个有力证据。

从图1可见,1987年是预报效果最差的一年,仅得68分。1992年的预报得分最高(85分),这与该年 $|R'| > 20\%$ 的多雨和少雨区的面积较小,降水正常区的面积较大也有一定的关系(这是评分办法本身的一个缺点)。从对旱、涝的预报效果来看应该说1993和1994年预报得更好。关于1993年

的预报已经有一个总结^[14],下面着重讨论1994年的预报。

图2是1994年3月底我们在全国汛期预报会商会上发布的6~8月降水距平预报图,与实况图(图3)比较可见:我国东半部为南北两条多雨带,长江、黄河之间为干旱少雨带,这一国家级尺度特征预报得不错。但从省级尺度来检查,则海南、湖南、山东、辽宁等省的全部或大部符号报错,两广的大水仅预报为偏多,量级不对,另外山西的旱区、内蒙中部的涝区等,预报的区域偏大,甘新之间实况为少雨,亦预报得不好。

在1993年12月至1994年2月的3.2m深度地温距平分布图上(图略),我国北方为一条高温带控制,中心分别位于新疆东部、青海东部、内蒙中部和东北中部;华南和东南沿海有另一条高温带,中心分别位于福建北部和广西东部,广西北部有一弱高温中心;从江南直到华北中部为大范围的低温区,中心分别位于黔西、陕南、湘西北、晋中和苏、皖等地。这种“南北高温,中间低温”的国家级尺度特征是我们预报1994年为“南北多雨、中间干旱”的主要依据。20年来地温场的“国家级特征”(诸如,南高北低、中低南北高、东高西低等)从冬到夏基本不会变化,这是20年来我们的汛期降水预报基本上取得成功的“奥秘”所在。

将1994年6~8月3.2m地温距平分布图与半年前的图(图略)对比可见:

① 两广的高温区大大增强,范围扩大。海南岛和湖南南部均变为强高温区,这在3月份未预见到,致使海南、湖南预报错了,两广大水预报的量级亦太小。

② 东北南部的高温区增强。辽宁南部从冬天的低温变为夏天的高温区,致使辽宁降水预报的符号反了。

③ 内蒙中部的高温区向东扩展明显, 且与山东半岛的高温区有“打通”的趋势。这是 1994 年汛期山东大部多雨的基础。因为 3 月份未预计到此, 故降水预报符号相反。

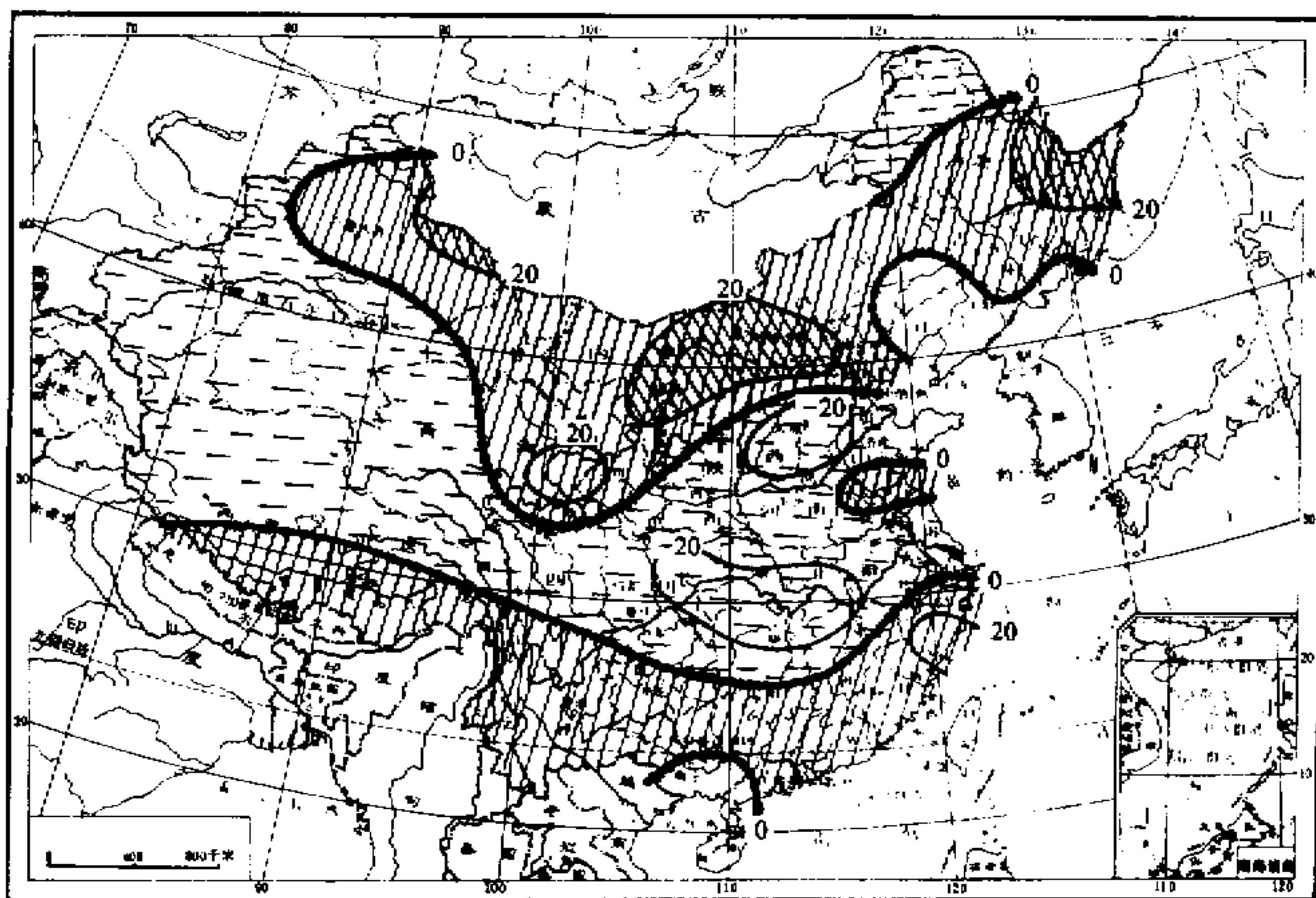


图 2 1994 年 6~8 月降水距平百分率预报图
斜线区为多雨区; 横断线区为少雨区

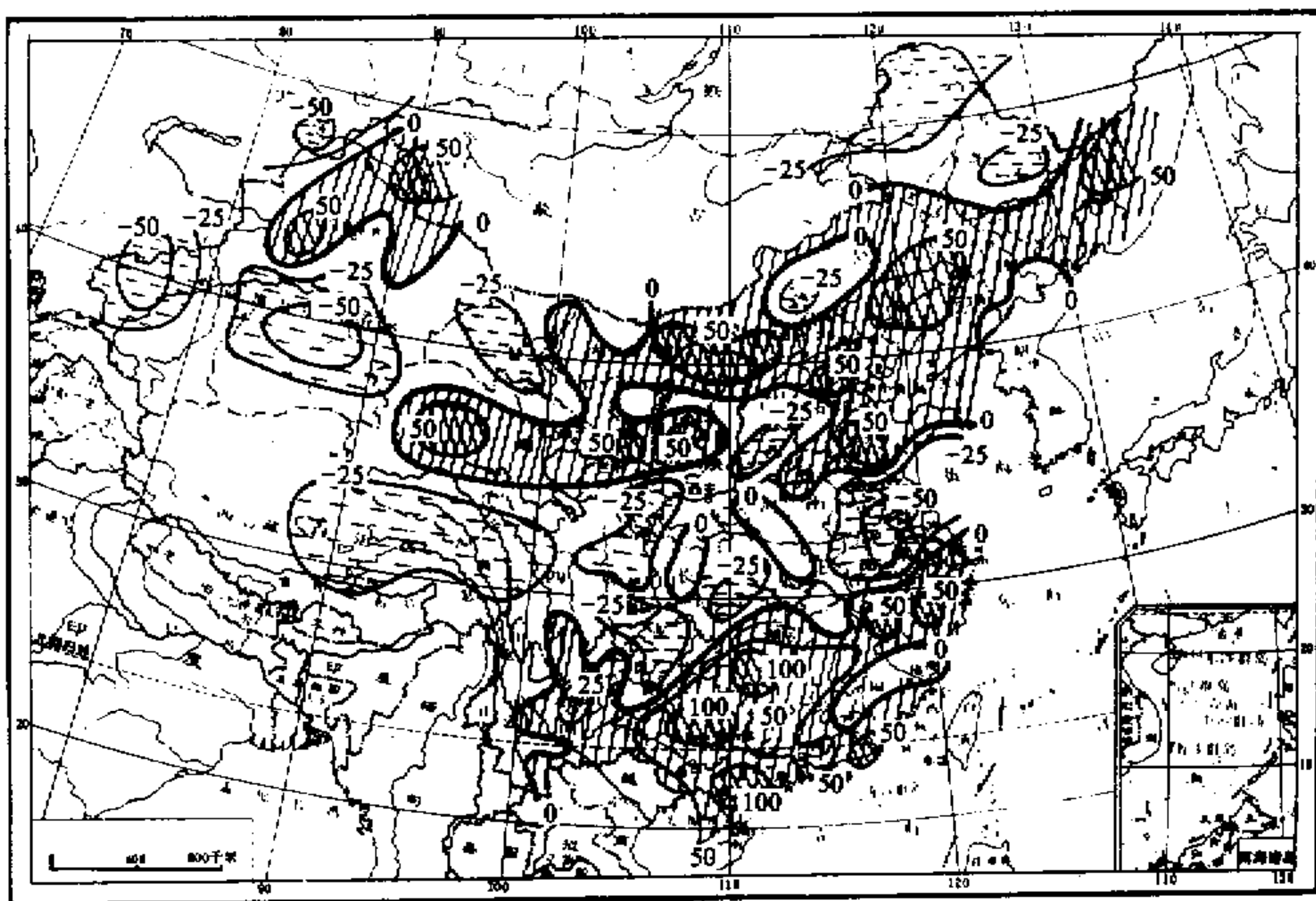


图 3 1994 年 6~8 月降水距平百分率实况图
根据中央气象台发布的图复制

④ 新疆高温中心西移(这是较少出现的),使甘肅到夏季变成为低温区,降水偏少,而原预报为偏多。

⑤ 1994 年省级尺度预报较成功之处,是明确预报了长江中游的干旱。其预报理由除了长江流域冬季地温特低外,还有台湾地震增多,1993 年 12 月已开始出现 6 级地震,1994 年 1、2 月多次出现 5 级地震,预计 1994 年台湾将是一“强震年”^[10](实际情况是 5 月 24 日和 6 月 5 日台湾发生 $M_L = 7.1$ 级地震 2 次),另外蒙古国发生 6.7 级地震,这将使得我国东部的低温区易出现旱、高温区易出现涝。

总之,从 1994 年和近 20 年的经验教训来看,欲作好省级尺度的汛期旱、涝预报,其先决条件是预报“地热涡”^[12]从冬到夏的移动、发展、演变特征,其学科基础是地壳和地幔动力学。这当然是一个很大的难题,但必须攻克它,否则省级旱涝预报不会有本质上的提高。为此建议气象局和地震局所属的台站大力增加对深层地温的观测,同时对地倾斜和地磁资料要加强综合分析。

4 本预报方法的社会效益综述

本预报方法的核心思想最早形成于 1964 年^[15]。1975 年开始作实际预报,预报当年的最多雨区在豫、鄂、陕一带,首次预报即取得了初步成功。我们的报告在内部发表后,先后有上百个气象台站来函索要全文,如山东省武城县气象站 1976 年来信写道:“下垫面能量储放与天气变化的初步工作报告,大家读后深受启发,此文具有指导性意义。我们感到:不去探讨揭示事物的本质,抓不住本质是不能获得掌握天气这个自由的。方向不对,方法再多再好也无用。目前为什么没有一个理想的方法经得起实践的考验呢?其问题也就在这里。此文在这方面从理论上、方法上、实践上给了我们方向性的指导。”

1976 年我们预报主要雨带在华北北部,又收到了较好的社会效益,不少气象台又来信要求学习此预报方法。以后每年汛期过后都可以收到一些类似来信,如 1991 年我们对湘鄂地区的预报,收到了长沙市气象局服务科的来信写道:“贵所 1991 年 4~9 月降水预报我们认为非常准确,你们报长江以北雨水特多,长江以南雨水特少,实况完全吻合。使我局预报员迷上了你们的预报,像这样的预报产品还不多见。贵所的 4~9 月降水距平预报不能不说是气象科研的楷模,且深受同行们欢迎。”

又如 1994 年 10 月江苏省南通市气象局预报员的来信中说:“多年来的实践表明,贵室的预报越来越准。每年向市防汛指挥部汇报夏季旱涝趋势时,总把贵室的预报作为依据之一。1993 年收到贵室预报后,即向市防汛指挥部和水利局领导建议南通地区南部立足防洪,实际情况是 8 月降水量特多,由于措施得力,大大减轻了雨涝对棉花、中稻造成的损失。今年贵室预报长江中下游夏季有干旱,预报完全正确。据据预报我市采取抗旱行动最早,从 6 月开始一直到 8 月上旬,开启沿江涵闸引水,累计引水 14.7 亿 m^3 ,大大减轻了严重的干旱、高温造成的损失。”

1982~1983 年本文作者之一汤懋苍赴美国合作研究,工作不到半年,美国的数十家报刊、电台等就开始宣传报道。如说:“如果一个革命性的研究是正确的话,以后气象学家将要注视地下而不是天上以改进天气预报。它可望重新评价这样一个目前流行的理论,即天气型态都是由大气和海洋的状况所决定”。有的报刊称此为“中国理论”。

国内报刊对我们工作的报道始于 1986 年,最近两年,进行报道的报纸、电台每年有数十家。一项本应安安静静地进行的科研工作,为何会引起新闻单位如此的兴趣?这说明自然灾害的预测是世人所最关心的大问题之一,那怕是一点小的进步都会引起足够的反响。从我们收到的信件中可以看到一明显特征:无论是专业人员或是业余爱好者,对准确地预测天灾的信心都大为增加。这应该说也是一种社会效益。

参 考 文 献

- 1 辛坚十, 1985, 10 年(1975~1984)汛期降水预报小结, 高原气象, 4(4), 372~381.
- 2 汤懋苍、钟强、吴士杰, 1982, 一个长期降水预报的热力学模式, 气象学报, 40(1), 49~58.
- 3 吴士杰、汤懋苍、钟强, 1982, 汛期降水预报的统计-热力学模式, 高原气象, 1(2), 18~24.
- 4 汤懋苍、孙淑华、钟强、吴士杰, 1982, 下垫面能量储放与天气变化, 高原气象, 1(1), 24~34.
- 5 汤懋苍、高晓清, 1995, 气候变化的“地心说”, 地球科学进展, 10(1), 47~56.
- 6 汤懋苍、张建、王敬香, 1987, 用冬季地温预报汛期降水距平的初步方法, 高原气象, 6(2), 150~160.
- 7 胡泽勇、向卫国、汤懋苍, 1989, 地热异常是气候异常的重要因子, 天、地、生综合研究, 中国科学技术出版社, 257~260.
- 8 汤懋苍、张建, 1989, 地球内部活动与气候变化关系(球气关系)的若干事实, 天、地、生综合研究进展, 中国科学技术出版社, 390~396.
- 9 汤懋苍、张建、杨良, 1992, 江河丰枯与我国地震的相关分析, 中国科学(B 辑), No.8, 889~896.
- 10 汤懋苍、张建、杨良, 1994, 近四十年台湾大震与大陆旱涝的相关分析, 高原气象, 13, No.1, 35~43.
- 11 汤懋苍、杨良、张建, 1994, 台湾弱震年与江淮洪涝, 大自然探索, 13, No.2, 77~81.
- 12 汤懋苍、高晓清, 1995, 1980~1993 年我国“地热涡”的若干统计特征, 中国科学(B), 25(11), 1186~1192.
- 13 Zhang Jijia and Chen Xingfang, 1987, The operational seasonal forecasting of the summer rainfall in China, *Advances in Atmospheric Sciences*, 4(3), 349~362.
- 14 蔡英、汤懋苍, 1994, 地气耦合法对 1993 年汛期降水预报的总结, 气象, 20(8), 50~53.
- 15 汤懋苍, 1984, 一种新的长期天气预报方法, 百科知识, No.9, 54~56.

A Summary of Precipitation Prediction in Flood-Season by Using the Method of Underground Information during the Recent Ten Years (1985~1994)

Tang Maocang¹⁾, Zhao Zhenguo²⁾ and Ma Zhuguo¹⁾

¹⁾ (Lanzhou Institute of Plateau Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000)

²⁾ (National Climate Center, Beijing 100081)

Abstract In this paper, the prediction results in the flood seasons of the recent ten years have been analyzed, which are obtained by a method of using the underground information including the soil temperature, earthquake and other information from underground in winter. In the recent ten years, the development of this method may be divided into three stages: 1) “aircentric doctrine” stage, in which the anomaly field of soil temperature (AFST) was treated as the results of atmospheric circulation; 2) transition stage; 3) “geocentric doctrine” stage, in which the AFST was treated as the results of lithospheric thermo-dynamic processes. The score of prediction results is from 70 in the first stage upto 82 in the last stage. It is 3.5 scores higher than that of the best compound method in China. Finally, both the principle and prediction procedure of this method have been briefly explained; meanwhile, the existing problems and the future efforts have been indicated.

Key words soil temperature earthquake flood-season precipitation climate prediction method