

短期天气预报与短期气候预测发展道路的对比思索

汤懋苍

(中国科学院寒区旱区环境与工程研究所,甘肃兰州 730000)

摘 要 本文简短地比较了 100a 来短期天气预报和短期气候预测的发展道路。指出短期天气预报在经历了天气图阶段、长波阶段和数值预报阶段三大步之后已经发展到了相当成熟的地步。而短期气候预测 100a 来在“气候是天气的综合”错误思想的指导下,虽然也经历了与短期天气预报相应的几个阶段:大型天气学阶段、超长波阶段和短期气候预测的数值模式阶段,但每个阶段都以失败(或即将失败)而告终。使得短期气候预测水平始终在原地踏步。30a 前提出了“气候系统”的概念,这是气候学的一次真正的进步。但“气候系统”至今仍是一个抽象概念,不像“天气系统”指的是气旋(低压)、反气旋(高压)、锋面等具体的物质系统。一旦“气候系统”被人们公认为一些具体的物质系统之后,短期气候预测即可成为“气候系统变化的预测”,此时短期气候预测通向成功的第一步——气候预测的“挪威学派”就诞生了。与天气图相应的描述气候系统变化的一种四维图象也会应运而生。作者认为此图象很可能是“天气图”,而具体的气候系统很可能就是地热涡、地冷涡和形变锋等。

关键词 短期天气预报;短期气候预测;发展道路对比;“气候系统”物质化;天气图

中图分类号:P45

文献标识码:A

引 言

100a 以前短期天气预报和短期气候预测都是根据本地出现的某些现象来预报后期将要发生的天气、气候变化,预报水平都不高,可以说它们处在同一个水平上。但经过 100a 以后的今天,短期天气预报取得了极大的成功。而短期气候预测可说仍在原地徘徊,至今不知道成功之路何在?回顾一下短期天气预报成功之路,对短期气候预测也许有值得借鉴之处。

1 短期天气预报取得成功的关键几步

挪威学派提出的锋面学说,把天气预报从“坐井观天”(单站预报)变成了“看图识字”,这是成功的关键第一步。“天气图”成了天气预报的必备工具。也将“天气系统”从抽象的“各种气团之间相互作用的系统”变成了气旋(低压)、反气旋(高压)、锋面(冷锋、暖锋)等具体物质系统。将天气预报变成了对天气系统未来演变的预报。

Rossby 学派的“长波理论”发现了制约地面天

气系统的高空天气系统(长波),使预报时效得以延长,预报精度进一步提高。

Charney 的数值预报是短期天气预报成功路上的又一“里程碑”,Charney 的成功与电子计算机的发明分不开。但是其基础是:短期天气过程可看成是绝热无摩擦过程,因而理想的大气动力学方程组可对其进行很好的描述。加之天气学的经验告诉人们,地转近似是一个相当好的近似。这才遂使“竖子成名”。Richardson 1922 年的数值天气预报之所以失败,根本上说是当时天气学经验太缺乏。

2 短期气候预测的失败之旅

挪威学派的成功,唤起了人们进行长期天气(短期气候)预报的欲望。在“气候是天气的综合”这一错误思想的指导下,20 世纪 30~40 年代德国的 Baur、前苏联的穆氏,以及美国的 Namias 等,可称其为“大型天气学派”,闹腾了几十年,实际预报成效其微。到 20 世纪 60 年代以后就很少有人再研究它了。20 世纪 50 年代随着 Rossby 学派的成功,有人提出:“长波控制中期天气,超长波控制长期天气”,于

是对“超长波”的研究又热闹了一阵子,也是无果而终。20世纪70年代在中国,随着电子计算机的普及掀起了“统计预报热”,当时人们的指导思想是:气候变化的规律就隐含在气候资料序列之中。于是各种数学统计方法都用来寻找气候序列中的“规律”。相关普查大量进行,果然对每个预报对象均找到了几条(甚至更多)相关系数很高的预报因子。但当用它们做实际预报时往往“一用就错”。以至于当时有的气候预测专家叹息道:“当我们好不容易用计算机找到一条预报指标后,这条指标往往就变掉了”。因为实际预报效果不好,所以“统计预报热”也只几年就冷下去了。使短期气候预测在探索途中又经历了一次失败之旅。20世纪30~70年代短期气候预测所经历的尽是失败。与短期天气预报40a的光辉成绩相比,真乃天壤之别。

1974年在一次国际会议上提出了“气候系统”的概念。认为“气候系统是大气圈与岩石圈、水圈和生物圈相互作用的系统”。这是气候学界一次真正的进步,为短期气候预测指明了方向,虽然具体的预测方法尚未找到。这是因为此时关于“气候系统”的定义仍然是抽象的、非物质的。一旦将“气候系统”的定义转化为具体的物质系统后,短期气候预测才会转化为“气候系统演变的预测”,短期气候预测的“挪威学派”才会形成,使气候预测走向真正的科学之路。

3 关于短期气候预测的数值模式

20世纪70年代在中国的“统计预报热”中,也有人比较“冷”,开始致力于研究长期天气数值预报模式,先后研制出了“距平滤波模式”,“统计动力模式”和“地温模式”^[1],都进行过若干年的实验,最后终因效果不好而被放弃了。这又是一次失败。目前实际用于短期气候预测的模式还是各种GCM模式。它们的预报效果很不稳定,因此其预测意见的参考价值不大。

短期气候预测的数值模式至今也已研究了30a,为什么仍看不到成功希望?显然是大方向不对。若方向对,有30a的努力应该是突飞猛进了。究其原因,现在的气候模式都是以大气动力学方程组为基本框架,有些加上了海洋过程。但我们所要预报的是陆地上的气候变化,可是各种模式对陆地下垫面热通量的时空变化几乎都没有考虑。这就违背了“气候系统是大气圈与岩石圈之间相互作用系

统”的大方向。看来,短期气候数值预报目前所处的阶段还相当于短期数值天气预报的Richardson阶段。什么时候能开始进入Charney阶段?这不取决于计算机性能的提高,也不取决于数学技巧的改进,而取决于人们对气候过程认识深度的一次飞跃。怎样才能达到这次飞跃?下节将提出些个人看法。

4 短期气候预测成功之路该怎么走

作者认为前提是要坚决摒弃“气候是天气的综合”这一错误观念。短期天气预报无论取得多么大成功,都与气候预测无关。因为天气和气候的成因是完全不同的两回事。作为第一步要创立短期气候预测的“挪威学派”。首先要将目前关于“气候系统”的抽象的定义,转化成具体的实在的定义。即是说要找到“气候系统”的具体实体。作者认为在陆地上,地热涡^[2-3]、地冷涡和形变锋等很可能就是“地面气候系统”。在地热涡的中心部位(半径比 ≤ 0.28)无明显地震^[3]。据董文杰的统计结果^[4],在地热涡的内部约有90%的地震其错断面是呈“左旋走滑”,而在地热涡外部(半径比 ≥ 0.71)有约85%的地震是呈“右旋走滑”。这似乎表明在3.2cm地温的高温区地下存在一种涡旋力,它类似于台风结构:在台风中心(台风眼)风平浪静(无地震)。在台风外围最大风速带以内气流呈气旋式切变(地下表现为“左旋走滑”),在最大风速带以外的地区气流呈反气旋式切变(地下表现为“右旋走滑”)。这就是将地下高温区称为“地热涡”的理由。由此,也可看出浅层的地下高温区有其深厚的根基,决不只是地表数米热活动的结果。关于地热(冷)涡与大气圈的关系可参见图1。

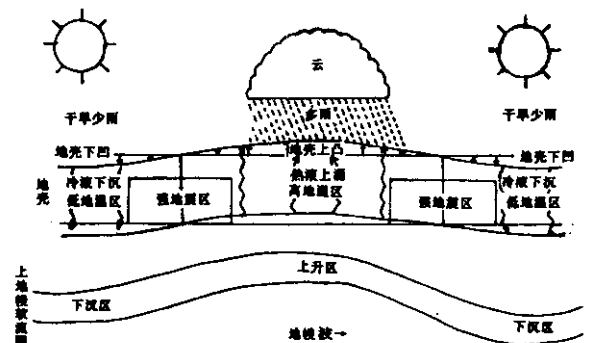


图1 地热(冷)涡与大气圈相互作用的概念模式图

Fig. 1 A coupling concept model between the atmosphere and lithosphere

如果具体的“气候系统”认定以后,就要有类似

的“天气图”来描述气候系统的移动、发展、消亡等过程。如果认定了地热(冷)涡、形变锋等为地面气候系统,则“地气图”^[5],就是短期气候预测的“天气图”。短期气候预测也越不过一个“看图识字”的阶段。气旋的生命史平均是4~5d,故做短期天气预报需每隔6h绘一张天气图,地热涡的平均生命史是1.5a,故做短期气候预测需每隔一个月绘一张地气图。地热涡、地冷涡等的活动是受上地幔软流圈中的地幔波操纵^[3],故“地幔波”可称为“深层气候系统”(相当于“高空天气系统”)。

中国科学院寒区旱区环境与工程研究所(原兰州高原大气所)利用“地气图方法”制作全国汛期降水预报已经很多年,也积累了一些预报经验^[6~23]。从1993年开始,国家气候中心将全国各大预报单位的预测意见进行了统一评分,表1所列各单位历年的得分。可见各单位的预报总体都在一个低水平上,唯一利用“地气图方法”的中国科学院寒区旱区环境与工程研究所11a平均得分最高,比其余各家用大气环流、海温、数学统计等方法的得分平均约高3分。这表明“地气图方法”,一定有某些可取之处,若再加努力,有望成为短期气候预测的成功方法。

表1 1993~2003年各单位汛期预报得分

Tab.1 Score of flooding season forecasted by departments during 1993~2003 in china									
	气候中心	水利中心	总参	气科院	大气所	地理所	寒旱所	北大	南气院
1993	66.0		81.0				81.0		
1994	88.0	65.0	81.0	64.0	69.0	73.0	79.0	70.0	
1995	76.0	72.0	76.0	71.0	77.0	81.0	70.0	72.0	
1996	73.0	62.0	70.0	81.0	66.0	64.0	71.0	63.0	
1997	65.4	76	73.5	67	68	68	69.7	41	
1998	60.8	76.9	61.7	68.7	66.3	63.8	64.6	67.2	57.3
1999	42.1	45.9	53.9	49.4	66.4	54	57.1	62.6	
2000	77.0	71.0	72.0	75.0	65.0	76.0	69.0	53.0	
2001	74.0	64.0	67.0	56.0	57.0	65.0	71.0	69.0	
2002	64.0	65.0	70.0	69.0	66.0		59.0	76.0	71.0
2003	49.0	60.0	37.0	54.0	47.0		60.0	52.0	49.0
平均	66.8	65.8	67.6	66.5	64.8	68.1	68.3	61.9	61.6

用“地气图方法”再进行若干年的预测实验,积累了一定的经验后(特别要注意地下流体运动规律经验的吸取)就可开展短期气候数值预测模式的研究,此模式不是以大气或海洋动力学为框架,而是以地球流体动力学为框架,它包括地下流体和地上流体(大气和海洋)两部分。地下流体包括地球外核、上地幔软流圈、地幔热柱、热点和岩隙中的流体。这是一个很艰巨的任务,主要是对地下流体的运动规律人们知之太少,但人类总是要向这个方向去努力。

参考文献：

[1] 林本达.长期数值天气预报研究的现状[A].叶笃正,董荣辉.旱涝气候研究进展[C].北京:气象出版社,1990.126~133.

[2] 汤懋苍,高晓清.1980~1993年我国“地热涡”的若干统计特征Ⅰ.“热涡”的时空分布[J].中国科学(B辑),1995,25(11):1186~1192.

[3] 汤懋苍,高晓清.1980~1993年我国“地热涡”的若干统计特征Ⅱ.“热涡”与地震的统计相关[J].中国科学(B辑),1995,25(12),1313~1319.

[4] 汤懋苍,董文杰.“地气耦合”研究进展(综合评述Ⅱ)[J].地球物理学进展,1993,8(1):60~670.

[5] 汤懋苍.介绍一种天灾预测的新方法—地气图方法[A].中国减轻自然灾害研究(李振声主编)[M].北京:中国科学技术出版社,1998.429~431.

[6] 汤懋苍,孙淑华,钟强,等.下垫面能量储放与天气变化[J].高原气象,1982,1(1):24~34.

[7] 汤懋苍,张建,杨良.江河丰枯与我国地震的相关分析[J].中国科学(B辑),1992,889~896.

[8] 汤懋苍,张建.季平均3.2m地温距平场在汛期预报中的应用[J].高原气象,1994,13(2):178~187.

[9] 汤懋苍,张建,杨良.近四十年台湾地震与大陆旱涝的相关分析[J].高原气象,1994,13(1):35~43.

[10] 郭维栋,汤懋苍.43年来云南地震与旱涝的相关分析[J].高原气象,1995,14(3):373~378.

[11] 汤懋苍,柳中明,高晓清,等.1980~1994年台湾海峡两岸的地热涡与降水季度预报初探[J].气象学报,1998,56(5):611~617.

[12] 汤懋苍,赵振国,马柱国.“地下信息法”10年(1985~1994)汛期降水预报总结[J].气候与环境研究,1997,2(1):55~60.

[13] 陈文海,柳艳香,汤懋苍.利用地热异常定性预测年度降水之方法[J].高原气象,2001,20(4):429~434.

[14] 郭维栋,汤懋苍.我国地形变场的统计特征及与地温场的相关[J].高原气象,1999,18(1):79~87.

[15] 柳艳香,郭维栋,汤懋苍,等.1996~1998年逐月地震地温场与降水场演变分析[J].高原气象,2000,19(3):304~309.

[16] 汤懋苍.气候预测探索路上的4+1级台阶[J].高原气象,1999,18(3):273~279.

[17] 柳艳香,汤懋苍.我国西部冬季的“扰动源涡”与东部夏季雨带分布[J].高原气象,2001,20(1):109~112.

[18] 汤懋苍,高晓清,柳艳香,等.长江、黄河大洪水前期地球系统演变的分析[J].高原气象,2000,19(4):441~449.

[19] 江灏,王钟睿,柳艳香,等.地震、地温、降水之间的动态统计特征[J].地球物理学报,2002,45(增刊):144~150.

[20] 赵红岩,汤懋苍,张礼平.台湾冬季春季强震与大陆夏季旱涝分布[J].高原气象,2003,22(6).

[21] 汤懋苍.短期气候预测[A].王江山.青海省天气气候预测手册[M].北京:气象出版社,2004.

[22] 唐红玉,汤懋苍,赵燕宁.龙羊峡入库流量变化的地下原因和预测方法探讨[J].高原气象,2004.

[23] 赵红岩,李栋梁,郭维栋.中国冬季地温场变化特征及与夏季降水场的关系[J].高原气象,2002,21(1):52~58.

尤其是社会 and 经济发展信息,为在条件成熟时建立气象信息服务企业,将气象信息服务推向社会经济活动的各个角落打好基础。

4 小 结

本文在分析发达国家气象产业发展道路的基础上,结合我国国情和社会经济发展趋势,指出发展气象产业是建立强大的、现代化气象事业的需要。一个有组织、规范化的气象产业的建立,不但有助于提高气象事业在国民经济中的整体地位,更好地实现减灾防灾、保障社会安定、人民生命和财产安全的总

体目标,而且还会在加强我国企业在国际经济活动中的竞争力,维护国家安全等方面起到积极作用。

参考文献:

- [1] 姚学祥. 气象服务的制度变革[D]. 北京:中国人民大学行政管理学研究所,1999.
- [2] 许小峰.“气象经济”何以引起广泛关注[N]. 经济日报,2003-8-18.
- [3] Climate change and civilization: time and chance. The Economist. 2003-12-18.
- [4] National Academy of Sciences. NOAA 2003: Fair Weather: Effective partnerships in weather and climate service[R].

Some Thoughts on the Development of Meteorological Enterprise in Arid and Semi-arid Regions in Western China

YE Qian^{1,2}

(1. Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081, China;

2. Institute of Arid Meteorology, CMA, Lanzhou 730020, China)

Abstract Based on a survey on the history and current statuses of meteorological businesses in developed countries, the relationship among the public meteorological services, research institutes, universities and private sector is analyzed in the context of social and economic development trends in China. Developing a well organized and regulated private sector is benefit not only for the investors in weather and climate business but also for the meteorological enterprise as a whole. It is suggested that the most efforts for meteorological services in Western China should put to help the government policy makers and business decision makers use the weather and climate information in their large-scale decision making processes.

Key words meteorological enterprise; private sector; weather and climate information

(上接第 59 页)

A Comparison of Developed Roads Between the Short Weather Forecasting and the Short Climate Prediction

TANG Mao-cang

(Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, China)

Abstract In the past 100 years, the weather forecast has passed three successful stages: Weather map stage; Long wave stage and numerical model stage. But the short climate prediction researches have not any successful stage in the past 100 years. However there are also three stages, which just followed each weather forecast stages: Grosswetterlage stage, ultra-long wave stage and numerical climatic model stage. The author proposed that the first successful stage of short climate prediction should be materialized the “climate system”. The geothermal vortex etc may be the materialized climate system and the “Diqi” map may be the equiform of weather map.

Key words short weather forecasting; short climate prediction; comparison of developed roads; climate system materializing; “Diqi” map