

美国长期天气预报业务的新发展——发布气候展望

李小泉

(国家气象中心,北京 100081)

提 要

从1995年元月份起,美国天气局正式发布预见期为一年的业务性气候展望。该文简要地介绍了美国天气局作出这些重大变更的科学依据、预报方法、预报制作与预报准确性等方面的情况。

关键词: 发布气候展望 科学依据 预报方法 预报制作 准确率

1 发布气候展望

长期以来,美国国家天气局正式发布的长期天气预报,都仅限于月和季的天气展望——Monthly and Seasonal Weather Outlook,发布时间为所预报的时段开始的前一天,称为零提前期预报(Zero-lead forecast)。从1995年1月份开始,美国天气局对它的长期天气预报业务活动作了重大变更^[1],主要有:

(1)所有月与季长期预报的提前期均改为两周或更长。例如,2月份的预报要在1月中发布。

(2)每个月都发布未来13个季(3个月)的预报,即以滚动形式,重叠发布和订正未来一年滑动季的天气展望。例如,1995年1月中发布1995年2—4月,1995年3—5月,1995年4—6月,……,1996年2—4月的季预报。而1996年2—4月的预报,在以后每个月发布的预报中都要更新一次,直到1996年1月15日最后一次发布2—4月的预报。对月预报而言,则只发布未来一个月提前期为2周的月预报。

为与以前的天气展望相区别,将所发布的上述预报更名为气候展望(Climate Out-

look)。这些长期预报业务的重大变化,是美国国家天气局几十年来在气候与低频变化方面研究成果的结晶,也是美国长期天气预报能力与水平近年来有了良好进步的反映。

2 依据

作出这些重大变更的主要依据是:

美国国家天气局已逐日发布1—7天的数值天气预报,不久还要发布第二周(8—14天)平均的数值天气预报图。因此,对于月与季的天气展望而言,已无需将未来两周的时段包括在内。此外,由于观测资料、资料处理的改进和动力、统计预报方法预报能力的提高,对长时间预报效果的检查表明,预报技巧的高低与季节的关系要比与提前期的关系更密切,而预报技巧对不同的提前期而言则相差不大,当提前期增大到一年时,平均预报技巧的得分仍然大于零,这表明,编制一年以内季平均的气候展望是有意义的。

3 方法

当前,编制长预见期气候展望的主要方法是:(1)典型相关分析(Canonical Correlation Analysis,简称CCA),(2)优化气候值(Optimal Climate Normals,简称OCN),(3)

耦合模式预报(Coupled Model Forecasts, 简称 CMF)。

CCA 是一种寻求多个预报因子场与多个预报对象场之间最优统计相关的多元分析方法^[2]。预报对象场为美国 59 站的季平均温度和降水, 预报因子场为前 4 个季度的全球海表水温(SST)、北半球 700hPa 高度和预报对象本身的前期值。在 ENSO 事件时期, CCA 的预报技巧是最高的。

OCN 是一种经验方法^[3]。经验表明, 简单地取同一季节前 K 年的平均值作为预报值, 要比取标准气候值(30 年平均)为预报值更接近实况。即仅考虑近期气候变化趋势也可以获得一定预报技巧。统计表明, 预报技巧对 K 值的选取并不十分敏感, 因而实际上 K 取固定的值, 即对温度, $K=10$, 对降水, $K=15$ 。

CMF 是一种动力学方法^[4]。海气耦合模式的大气部分是取自美国国家中心的中期数值预报模式(MRF), 对它的对流参数化等进行适当修改使之更便于实现海气相互作用, 分辨率降为 T40, 垂直取 18 层。海洋环流模式取自 GFDL, 垂直分辨率为 28 层, 大部分在海洋上层, 使用海洋资料同化系统使海洋热力场初始化。每个月该模式都以集合预报的方式积分 7 个月, 海表水温 SST 取耦合预报场和初始场持续不变两种形式。

4 预报技巧

编制最终预报之前, 对每一种业务应用预报方法的预报能力作出估计是十分重要的。对于 CCA 和 OCN 方法, 都对 30 年以上的资料采用“历史资料的独立样本检验”(cross-validation) 来测定其预报能力, 即将历史资料中每一年的资料依次轮流剔出, 用其余年份的资料进行统计, 然后将被剔出的年份作为独立样本进行预报, 以预报与实况的距平相关系数作为评估预报技巧的依据。

图 1 是用 CCA 和 OCN 方法, 对 30 年以上的历史资料作独立样本检验, 所得预报与

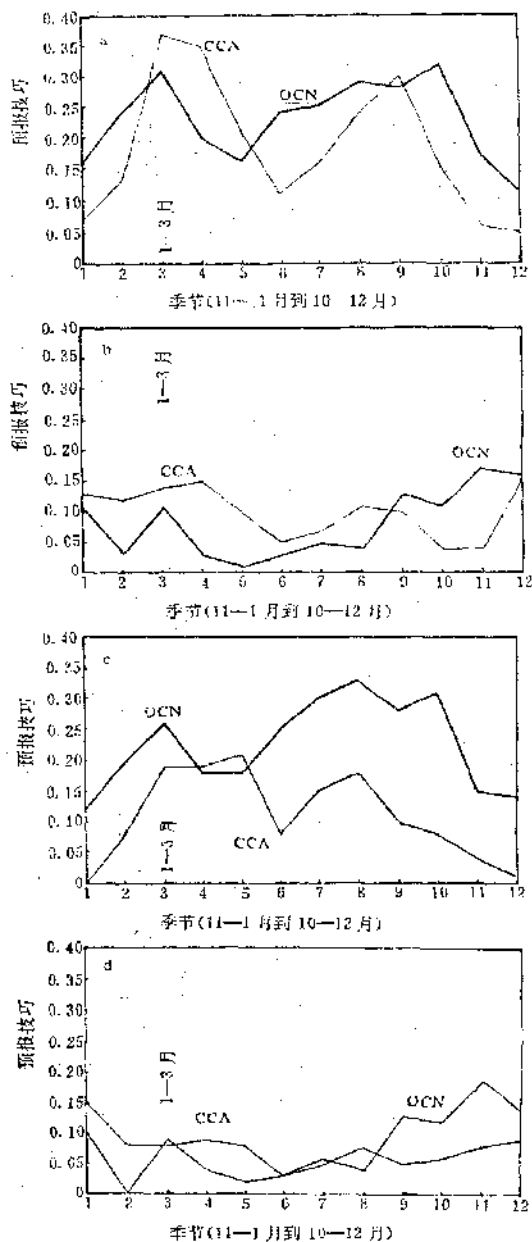


图 1 CCA 和 OCN 方法预报技巧(历史资料独立样本检验的预报与实况距平相关系数)的年变程

a 和 b 为短提前期, c 和 d 为很长提前期

实况的距平相关系数的年变化图。横坐标是预报对象的时间, 1—12 分别代表 11 月—1 月到 10—12 月。图 1a 和图 1b 分别表示温度、降水短提前期(CCA 为 1 个月, OCN 为

0.5—8.5个月)的预报技巧,图1c和图1d分别表示温度或降水长提前期(CCA为12个月,OCN为9.5—20.5个月)的预报技巧。由图可见,预报能力虽不算高,但确实具有一定的技巧,而预报技巧在不同的季节是不同的。对温度而言,在短提前期(图1a)CCA与OCN的技巧大体相当,以后冬与后夏技巧水平最高;在较长的提前期(图1c),OCN的技巧水平变化不大,而CCA则明显下降。因此,对较长提前期的预报,要着重考虑OCN方法的预报意见。对降水而言,不管提前期的长短如何,CCA与OCN两种方法的平均技巧水平都不高,不过,在某些地区仍显示出一定有用的技巧。

图2是CMF方法所作的太平洋/北美地区(25°—90°N,30°W—180°)700hPa高度距平预报的技巧(预报与实况距平相关系数)年变程。图2a是1982—1993年12年的平均,图2b是非ENSO年平均,图2c是4个ENSO年平均。显然,ENSO年的技巧得分明显大于非ENSO年,集合预报又好于个别预报。

不同方法在不同地区和不同的提前期其预报技巧是不同的。美国天气局用历史资料独立样本检验方法对3种方法、不同提前期的预报技巧作了详细的统计计算并逐一给出分布图。实际业务应用时,只对那些预报技巧大于0.3的情况才加以考虑。

5 预报图制作

除分别给出上述3种方法的预报结果之外,还以线性组合方式将3种方法的预报意见(分别以A、B、C表示)加以客观综合,即:

$$\text{综合预报} = a * A + b * B + c * C$$

权重系数a、b、c根据3种方法的预报技巧和相互能提供多少独立信息来确定。

值班预报员根据上述预报结果结合每种方法的预报技巧和自己的经验最后确定预报图及其可信度。

每个地区(或测站)的预报对象分为A

(偏高或偏大)、N(正常)、B(偏低或偏小)3级,每级的气候概率均为1/3。而预报图上则划出4类地区,除A、N、B3种之外,对于难以确定预报值的地区划为另一类,注以CL,表示建议用户使用气候值。对前3类地区,由预报员画出可信度的等值线,以超过气候概率的概率距平来表示。如3种预报方法结果一致,可信度较高;不一致或相反,则可信度较低。一般取值5%—10%,最高不超过15%—20%。

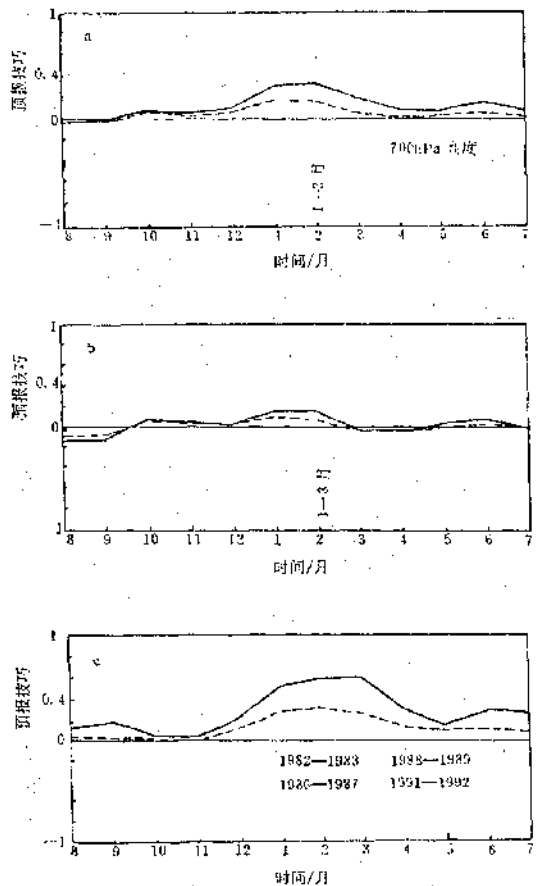


图2 耦合模式CMF预报技巧的年变程

a. 全部年份, b. 非ENSO年, c. ENSO年

实线为集合参数, 虚线为个别参数

图3是1995年1—3月预报图的例子。每次预报共发布这类预报图26张(温度、降

水各 13 张), 并附简要的文字分析与说明。

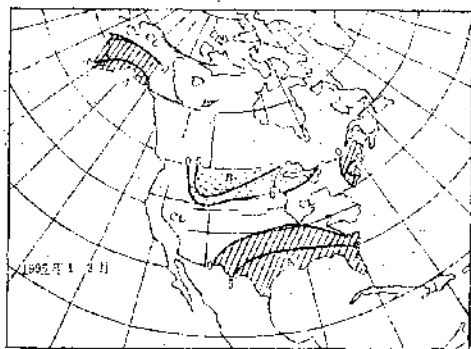


图3 美国天气局发布的1995年1—3月气候展望图例

等值线为相对气候上等概率和三个级别B(偏低或偏少)、N(正常)、A(偏高或偏多)的概率距平值 $\times 100$, 标注CL的地区概率距平为零

6 预报传送方式

该项气候展望不再以通常的印刷物形式发布, 而是通过美国天气局的计算机网络(AFOS、FOS、DIFAX等)以电子邮件形式传送。不仅传送最后的官方综合预报, 也传送每

种预报方法的预报意见和它们各自的预报技巧分布图, 向用户提供尽可能多的信息, 以便用户作出自己的判断与选择。

参考文献

- 1 H. M. Vanden Dool. New Operational Long-Lead Seasonal Climate Outlooks Out to One Year; Rationale. Proceedings of the Eighteenth Annual Climate Diagnostic Workshop. 1994, 405—407.
- 2 Barnston, A. G. Linear statistical short-term climate predictive skill in the Northern Hemisphere. *J. Climate*, 1994, 7, 1513—1561.
- 3 Huang, J., H. M. van den Dool, A. G. Barston, Seasonal temperature prediction with three season lead using optimal climate normals. *J. climate*, 1995, 8. Submitted.
- 4 Ji, M., A. Kumar, Leetmaa, An experimental coupled forecast system at the National Meteorological Center; Some early results. *Tellus*, 1994, 46A, 398—418.
- 5 Barnston A. G. New Long-Lead Forecasts; Seasonal and Geographic variations in Skill. Proceedings of the Eighteenth Annual Climate Diagnostic Workshop. 1994, 412—415.

New Development of the Long Range Forecast Operation of NMS in USA——Issuing Climate Outlooks

Li Xiaoquan

(National Meteorological Center, Beijing, 100081)

Abstract

Since January 1995, the operational long lead seasonal CLIMATE OUTLOOKS up to one year are issued by the National Weather Service of USA. The scientific basis, major methods, operational procedures for producing climate outlooks and the forecast skill are introduced briefly.

Key Words: issuing climate outlooks scientific basis forecast methods operational procedure forecast skill