第 45 卷第 1 期
2017 年 2 月

气 象 科 技
METEOROLOGICAL SCIENCE AND TECHNOLOGY

Vol. 45, No. 1
Feb. 2017

前期环流相似法在重庆延伸期天气过程预报中的应用

唐红玉 李永华 何慧根 董新宁 张驰

(重庆市气候中心,重庆 401147)

摘要 利用 1960 年以来 NCEP/ NCAR 北半球 500 hPa 逐日环流场资料,应用动态相似集成预报方法,对离预报月最近若干时段内的东亚 500 hPa 逐日高度场环流场进行 EOF 展开,提取前期环流场的主要特征量及恢复场,运用相似算法分别与 1961 年以来各年同期 EOF 主要特征恢复场进行比较,寻找最佳相似年份。调整前期资料长度,再用相同的方法找出 5 个相似年,累计预报区域 5 个相似年预报时段内逐日降水频率,并将其结果绘制成曲线,根据曲线峰谷变化,即可对延伸期预报时段内可能性较大的区域性主要降水过程出现日期进行预报。预报试验结果表明,该方法对重庆延伸期内降水、降温等天气过程预报有一定参考价值。

关键词 环流;动态相似;延伸期天气过程;预报

中图分类号: P456 **DOI:** 10.19517/j.1671-6345.20160084 **文献标识码:** A

引言

重庆是全国气象灾害较严重的地区,持续性的高温、干旱、连阴雨、低温等异常气候事件时有发生,给地方经济带来了巨大的损失。近年来重庆异常天气气候事件更为频繁,而多数的异常气候事件(如长时间持续的多雨/少雨、高温/低温等)往往造成灾害性气候事件发生,已引起了社会各界的高度关注。如 2006 年夏季,重庆、四川等地出现了百年不遇的干旱,并且与高温热浪天气相伴随,灾情之重,持续时间之长,十分罕见,2011 年、2013 年也发生了区域性的严重干旱;而 1998 年、2004 年、2007 年和 2014 年该地区均发生了区域或局地特大洪涝,这些都给当地造成了特别严重的损失和较大的社会影响。

近年来,随着经济社会的迅速发展,人们对气象服务包括短期气候预测业务服务工作提出了更高的要求,尤其是对于延伸期内(未来 10～30 天)的天气过程的服务需求更是迫切,如在每月重庆市防汛抗旱指挥部组织召开的洪旱趋势会商会上,包括水文、国土在内的许多部门都十分关注后期的主要天气过程将会出现在哪一时段等。因此,急需寻求或开发一些适合本地的延伸期天气过程的预报方法。

近年来,有学者认为延伸期预报比较有效的方法是根据季节内振荡的传播,尤其是 MJO 振荡(30～60 天周期)的传播来制作延伸期预报[1-6]。也有一些专家学者研究了 MJO 等低频活动对我国降水的影响[7-9],并基于对 MJO 等低频活动的诊断分析,初步开展了预测业务试验,检验表明其对 30 天内的过程预测具有参考价值[10]。

虽然目前认为延伸期预报需以客观化动力模式预测为主,采取动力模式和统计相结合的方法,核心和关键技术是开发能够模拟 MJO 等低频活动的气候预测业务模式[10],但受业务发展和服务需求的推动,国内一些业务单位持续开展延伸期天气过程预报预测探索,许多省也在尝试用一些适合本地的延伸期内主要降水过程的预测方法并取得了较好的业务应用效果,主要有天文因子方法、日月概率法、韵律方法、低频天气图方法和关键区大气低频波方法和环流异常相似信息法[11-20]等。这些方法部分已投入业务应用并在服务中发挥了良好的作用。

重庆市气候中心近年来为应对延伸期内气象服务的需求,利用动态相似集成预报法建立了延伸期

公益性行业(气象)科研专项 GYHY201306022、中国气象局西南区域气象中心重大科研业务项目西南区域 2014-1、重庆市气象局 2015 年业务技术攻关重点(团队)项目 ywgg-201508 资助

作者简介:唐红玉,女,1967 年生,正研级高级工程师,主要从事气候诊断预测研究,Email:782378285@qq.com

收稿日期:2016 年 2 月 14 日;定稿日期:2016 年 7 月 15 日

主要天气过程预报模型，对重庆区域延伸期内主要降水(降温)过程进行预测，两年的实际应用效果较好，为本地延伸期过程预测提出了一个新的思路和方法，同时也对政府防灾减灾提供了参考依据。

1　资料与方法

1.1　资料选取

本文所用的资料主要包括：NCEP/ NCAR 北半球的 1961—2015 年逐日 500 hPa 再分析环流场资料，网格距为 2.5°×2.5°；1961 年以来重庆 34 个气象观测站气温和降水量逐日资料。

1.2　方法简介

本文所用的相似方法是在气象上应用较为广泛的环流相似法，在天气过程预测中也是一种行之有效的方法[21]。应用相似法的成效在很大的程度上取决于相似条件选取得是否客观合理，同时还与资料年代的长短有关[1]。因此，对于相似时段等的选取极为关键。本文采用的动态相似集合预报法，依据集合预报的基本思想[22-24]，对东亚地区 10°～60°N、60°～120°E 范围内(含重庆地区)2.5°×2.5°的 500 hPa 逐日环流资料格点值进行处理，其基本思路为：

(1)应用动态相似集成预报法，对离预报月最近若干时段内的 500 hPa 逐日环流场进行 EOF 展开；

(2)利用 EOF 的主要(前 5 个)特征恢复场分别与 1961 年以来各年同期同区域 EOF 主要特征恢复场比较，根据相似指数计算方法，找出第 1 个相似年；

(3)资料读取时间后移 5～10 天(可灵活选取)，以同样的方法找出第 2 相似年；

(4)依此资料不断后推 5～10 天进行 EOF 展开，共找出 5 个相似年；

(5)累计预报区域 5 个相似年预报时段内灾害频率或延伸期内的逐日降水距平，即可进行的灾害趋势和延伸期内的主要(降水、降温)天气过程预测。

相似年计算方法和步骤如下：

(1)根据经验正交函数(EOF)的算法及其所特具的正交性和快速收敛性[25]，设 X 矩阵为最近 m 天 500 hPa 逐日环流场某区域内的 n 个格点：

$$\boldsymbol{X}=\begin{vmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{vmatrix} \tag{1}$$

将其分解为时间函数 $\boldsymbol{T}$ 和空间函数 $\boldsymbol{V}$，由于 10 天以上的长期天气预报应抓住超长波的活动[1]，因此，本文利用 EOF 前 5 个时间函数和空间函数的乘积的恢复场(一般其方差贡献占总方差的 70% 以上)代表主要环流特征，试图得到超长波的一些特征，即：

$$\widetilde{\boldsymbol{X}}_{ij}=\sum_{k=1}^{5}\boldsymbol{T}_{kj}\boldsymbol{V}_{ik} \tag{2}$$

(2)得到各年同期主要特征恢复场后，利用预报年最近几十天的 $\widetilde{\boldsymbol{X}}$ 场与其它各年的 $\widetilde{\boldsymbol{X}}$ 场，通过下列算法，计算相似系数[26]，动态找出 5 个相似年。

$$R=1-r_{ij}\left(i-\frac{E_{ij}}{Sm}\right) \tag{3}$$

其中，m 为网格点数；$S=(S_i+S_j)/2=(\sqrt{\frac{1}{m}\sum_{k=1}^{m}(x_{ki}-\overline{x}_i)^2}+\sqrt{\frac{1}{m}\sum_{k=1}^{m}(x_{kj}-\overline{x}_j)^2})/2$；$E_{ij}=\sqrt{\sum_{k=1}^{m}(x_{ki}-x_{kj})^2}$ 为欧氏距离；$r_{ij}=\frac{1}{m}\sum_{k=1}^{m}(k_{ki}-\overline{x}_i)(x_{kj}-\overline{x}_j)/S_iS_j$ 为相似系数。相似指数 R 的值域为 $0\leqslant R\leqslant 2$。$R=0$ 表示相似的最好水平。$R=2$ 表示最不相似的情形。

(3)用下式将 5 个相似年预测时段内逐日天气发生频率，进行集成式计算：

$$P_i(A)=\sum_{j=1}^{k}\frac{m_{ij}}{n_{ij}} \tag{4}$$

$P_i(A)$称为事件 A(如大于某阈值的降水，降温或大于 35 ℃以上的高温)在逐日各站点 n_{ij} 个相似年中出现的频率，m_{ij} 为逐日各站点出现 A 事件的频数，其中 i 为预测时间阶段中的各个日期，j 为预测区域内的站点数。

2　环流相似分析过程及环流相似可靠性分析

2.1　前期环流相似法分析过程简介

在实际的应用中，环流相似分析的步骤主要分为 2 步：第 1 步动态查找相似年和第 2 步延伸期天气过程集成预测。现以重庆 2015 年 8 月延伸期强降水过程(指日降水量大于等于 25 mm，即达到大雨及以上量级的降水天气过程)的预测为例进行说明。

在第 1 步的动态相似计算中，首先确定前期相似时段。考虑到发布下月的降水过程预测通常在月末，已有本月 25 日前的 NCEP 资料，因此最近日期

选取截止到7月25日，而前期资料选多长，应尽量考虑涵盖近期气候曾发生过异常天气的时间段，如无特别天气异常，则大致取120天或150天韵律接近的时间。本例的前期时间段选取了2015年3月1日至7月25日共147天的NCEP 500 hPa环流场作为目标相似年的环流资料，空间范围取10°～60°N，60°～120°E范围内2.5°×2.5°的格点值(下称相似区)，之后按本文1.2节介绍的方法步骤动态找相似年。

(1)寻找第1相似年：首先在进行2015年8月延伸期强降水过程预测时，对前期2015年3月1日至7月25日(简称A时段)共147天10°～60°N，60°～120°E范围内500 hPa环流场进行EOF分解，并提取前5个特征恢复场。其次同样分别对1961—2014年每年同时段同区域环流场进行EOF分解后，也同样提取前5个特征恢复场(即每年一个场，共有44个场)。第3则利用1.2节中介绍的公式(3)，分别计算2015年提取的恢复场与1961—2014年44年各年提取的恢复场之间的相似系数，寻找环流形势最为相似的一年，即最佳“形似”年为第1相似年。

(2)寻找第2相似年：重复以上步骤，但计算时选取资料的时段步长后移10天，即寻找相似年的环流资料提取时段变为3月11日至7月25日(简称B时段)，寻找出该时段环流形势最佳相似年，即为第2相似年。

(3)寻找第3相似年：同样重复以上步骤，但计算时选取资料的时段步长比B时段后移10天，即寻找相似年的环流资料提取时段变为3月21日至7月25日(简称C时段)，寻找出该时段环流形势最佳相似年，即为第3相似年。

(4)寻找第4相似年：再次重复以上步骤，但计算时选取资料的时段步长较C时段再后移10天，即寻找相似年的环流资料提取时段变为3月31日至7月25日(简称D时段)，寻找出该时段环流形势最佳相似年，即为第4相似年。

(5)寻找第5相似年：最后一次重复以上步骤，但计算时选取资料的时段步长较D时段后移10天，即寻找相似年的环流资料提取时段变为4月11日至7月25日(简称E时段)，寻找出该时段环流形势最佳相似年，即为第5相似年。

经过动态变换时间步长，A时段最终选取的最佳相似年为1994年，B～E时段选取的最佳相似年均为1986年(表1)。

表1 2015年6月主要降水过程预测中前期环流相似时段和相似年选取

相似年顺序	选取的相似年	前期资料时段	计算时段简称
第1相似年	1994	03-01—07-25	A
第2相似年	1986	03-11—07-25	B
第3相似年	1986	03-21—07-25	C
第4相似年	1986	03-31—07-25	D
第5相似年	1986	04-11—07-25	E

第2步为集成预测。取得了5个不同时间段的相似，即提取了5个不同时间段内主要环流特征最为相似的年份，实现动态相似。再运用公式(5)计算5个相似年预测时段和站点逐日大于等于25 mm降水的出现频率 $P_i(A)$，将该频率值进行标准化处理后点绘成曲线，以实现主要降水时段的预测(图1)。

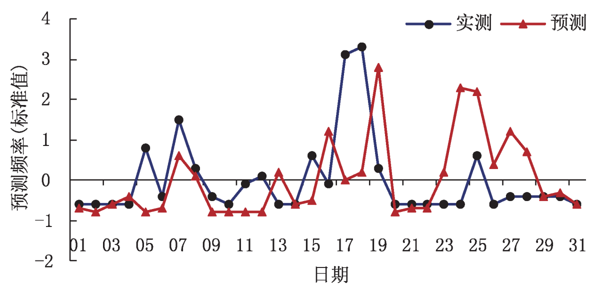

图1 2015年8月重庆预测时段25 mm以上降水的出现频率预测及实况曲线

图1中的虚线为2015年8月逐日强降水过程预测曲线，在预测服务中，根据相对明显的峰点(图中大于等于0.5值所对应的时间点)所出现的日期，同时考虑到过程的阶段性，预计2015年8月重庆主要过程有3个：6—8日、16—19日和23—27日。而实况(实线峰点)过程时间则出现在，5—8日，15—19日和25日。预测与实况基本吻合，预测与实况偏差稍大的是23—27日的强降水过程，实况只发生1天，预测过程时段稍偏长。

2.2 前期环流相似的可靠性分析

为了解本文上节中分析的前期不同时段环流的相似程度，确定寻找出的最佳相似年是否可靠，同样以2015年8月延伸期强降水过程的预测为例，利用

公式 3 计算和分析了 2015 年 7 月 25 日前期不同时段即 A～E 时段 10°～60°N，60°～120°E 范围内 500 hPa 环流场与历年对应时段环流场的相似指数。因相似指数 R 的值域为 $0\leqslant R\leqslant 2$，$R=0$ 表示相似的最好水平，$R=2$ 表示最不相似的情形，故若某年相似系数越小则说明预测年前期环流与该年环流形势就越相似。分析历年相似指数的计算结果(图 2)可以看出，A 时段相似系数最小值为 0.09，出现在 1994 年，说明 A 时段最佳相似年为 1994 年，而 B～E 时段相似系数最小值在 0.09～0.12 之间，均出现在 1986 年，说明 B～E 时段最佳相似年均为 1986 年，说明以 2015 年 8 月延伸期强降水过程为例，寻找的前期环流最佳相似年是 1994 年和 1986 年，相似年是有依据和较为可靠的。

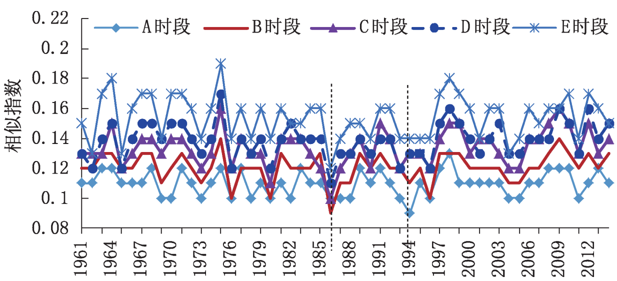

图 2　历年 7 月 25 日前期环流 A～E 时段相似系数曲线

为清楚了解具体相似年的环流型是否相似，分析了 2015 年 7 月 25 日前期 A～E 时段及历史最佳相似年对应的各时段 500 hPa 高度场距平图(图 3，彩页)。可以看出，在选定的相似区域中，不同时段的目标环流形势为在中高纬度地区的环流系统呈较为稳定的西高东低型分布，而中低纬度地区则呈北高南低的环流型分布(图 3 a～e)，与其对应时段所找出的相似年环流场上的环流型及距平中心，大体都与目标年一致和相似(图 3 f～j)。

3　前期环流相似法在延伸期过程预测中的应用

为了说明该方法在气候预测与服务中的作用及可行性，现给出重庆的一些极端天气过程的环流相似预测试验情况。此处所述的极端天气过程，是指过程的时间长、强度强，如重庆 2006 年夏季高温(大于等于 35 ℃以上的高温过程，下同)，2007 年夏季的多雨，2008 年初的低温过程等，基本都成为历史罕见及公众所难忘的异常天气过程。

预测 2006 年盛夏(7—8 月)高温过程，需在 2006 年 6 月 25 日前的资料进行相似计算，因此取 2006 年 2 月 1 日至 6 月 25 日共 145 天逐日 NCEP 环流资料与 1960 年以来各年相同时间 500 hPa 环流资料，通过 EOF 方法寻找类似前文介绍的 A～E 时段的相似年，结果为 5 个动态相似均为 1966 年。因此，用式(5)将 1966 年夏季逐日各站点高温进行统计处理即得到预测结果(图 4)。

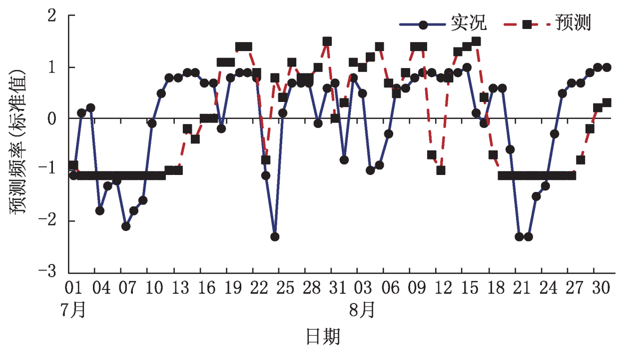

图 4　重庆市 2006 年盛夏高温过程环流相似预测(虚线)及实况(实线)曲线

由图 4 可见，在这次历史上罕见的高温过程的预测中，该方法基本提供了高温过程的主要出现阶段，与实况差异主要是严重的高温过程出现的时间是 7 月中旬初开始，而预测偏晚近一周的时间。

2007 年夏季，重庆 34 个站点累积总降水量比常年偏多了 3 成，强降水过程(各站点逐日大于等于 25 mm 降水作为统计条件，下同)共出现了 7 次。用环流相似法制作 2007 年夏季大于等于 25 mm 降水过程预测试验，取 2007 年 1 月 1 日到 5 月 25 日年为目标相似年的前期资料时间，对选定范围的环流场，运用 EOF 方法进行展开，之后对前 5 个主分量的恢复场与同时段历史恢复场进行相似计算分析，选出的 5 个动态相似年均为 1980 年，说明不同时间段开始找相似均较稳定。用式(5)将 1980 年夏季符合统计条件的降水过程进行频率集成统计，并绘出预测图(图 5)。

由图 5 可见，对 7 个强降水过程(6 月 8，17，29 日，7 月 10—13 日，16—19，30 日，8 月 12 日)，大部份基本能预测出来，与实况差异较大的是 8 月预测降水过程较频繁，比实测明显偏多，有 3 次空报但无漏报。

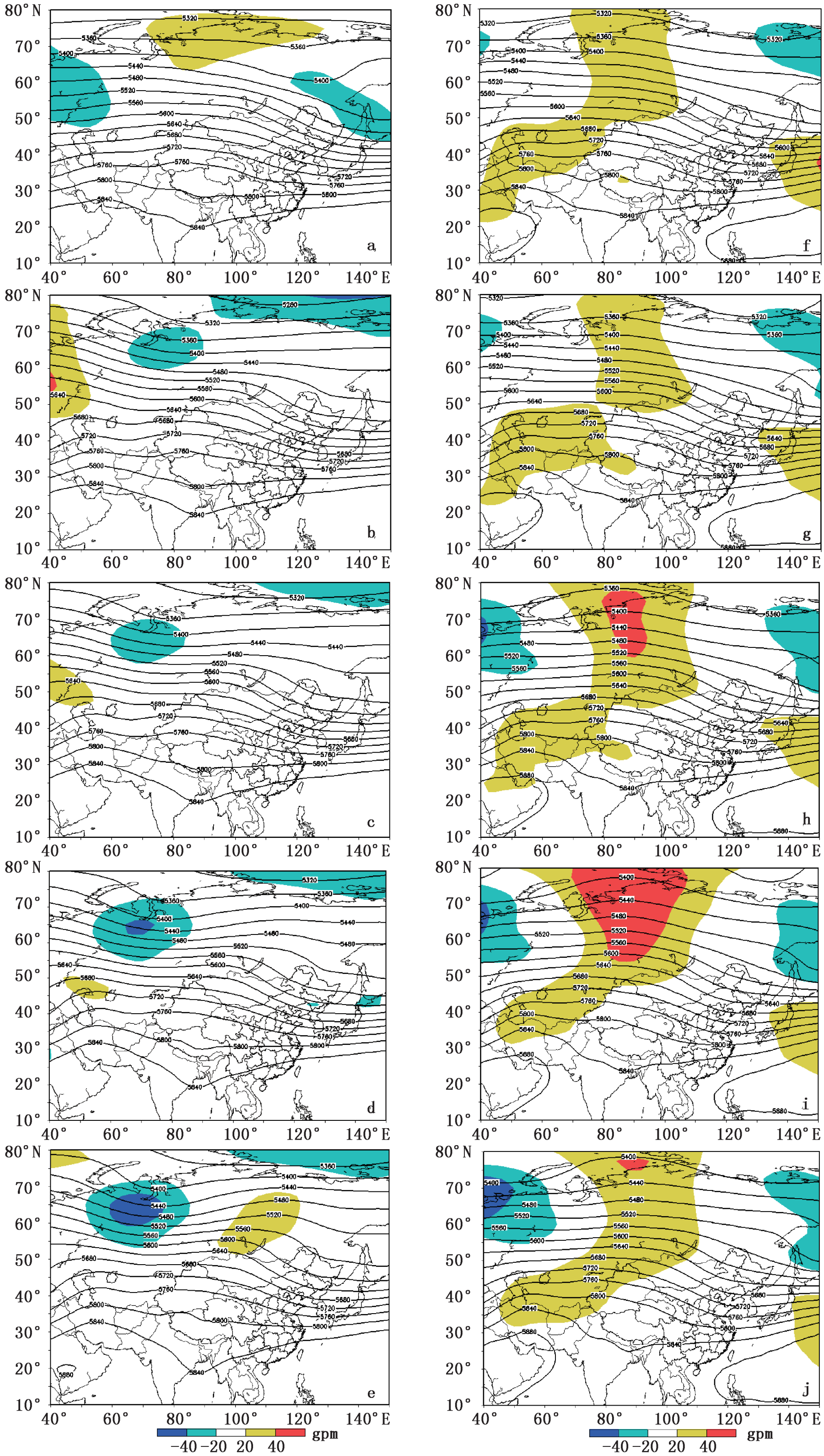

图 3 2015 年 7 月 25 日前期及历史相似年不同时段 500 hPa 高度与距平

(a～e:依次为 2015 年 A～E 时段;f～j:依次为第 1～5 个相似年 A～E 时段)

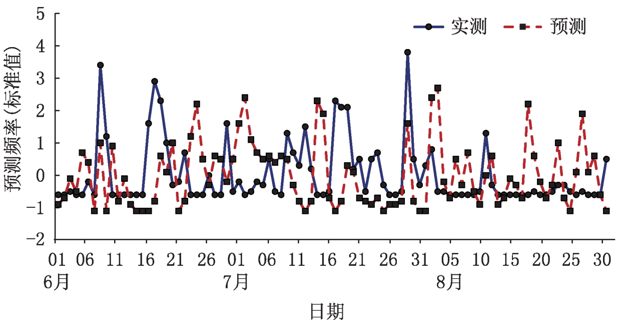

图 5　重庆市 2007 年夏季强降水过程环流相似预测(虚线)与实况(实线)

2008 年初(2008 年 1—2 月)，我国南方出现了历史罕见的低温雨雪天气过程。对于此次极端天气过程许多气象工作者做了许多成因与机理的分析[27-29]，但直接用于实际过程预测试验与服务的较为鲜见。假定现在处于 2007 年 12 月底，考虑到预测时间为一年之初，取年底前 150 天左右前期时间，即取 2007 年 8 月 1 日到 12 月 25 日共 147 天作为前期环流资料与历年同期环流资料进行动态 EOF 前 5 个恢复场的相似，结果显示除 A 时段相似年为 1998 年外，B～E 等 4 个时间段的相似均为 1999 年。将相似年 1—2 月各站逐日气温距平累积后用式(5)进行相关统计处理，得到预测图(图 6)。

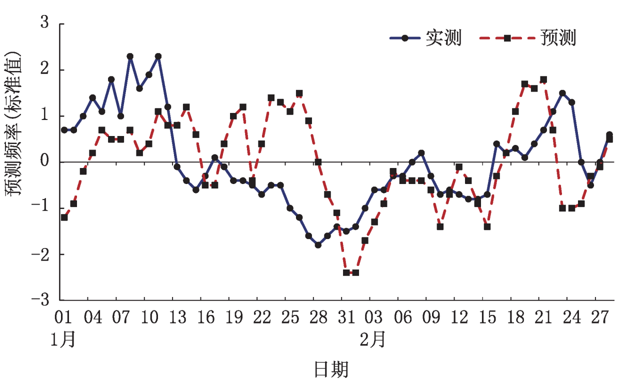

图 6　2008 年初(1—2 月)降温过程环流相似预测(虚线)与实况(实线)

从图 6 可见，实况从 2008 年 1 月 12 日，重庆开始出现降温过程，之后虽在 1 月 17 日和 2 月上旬末出现了短时小幅回暖，但总体仍处于持续低温过程之中，即此次过程属于持续的低温过程。预测曲线虽未能完全准确预测出此次极端罕见的持续的强降温过程，但总体看来，此阶段内，预测线基本提供了可能会出现一段时间的持续低温这一趋势，预测将有相对较长时间和较频繁的降温过程出现。预测与实况有偏差的是，漏报了 1 月 13—28 日的低温时段，且放大了 2 个小幅回暖的时间和强度。

4　结论与讨论

(1)本文采用的 EOF 主要特征恢复场，滤掉了一些中小尺度的系统，体现了较大的天气系统；提取最近某一阶段逐日环流资料与历史同期资料主要特征所找出的相似，可能包含了大气潜在的惯性和最近的变化趋势；而采取多个变化时段长度的环流场进行动态找相似，正是考虑到集合预报的基本思想。因此，该方法成为了重庆市延伸期天气过程预测的主要方法，并取得了较好的预报效果。

(2)在相似的计算中，前期相似的时间究竟要多长这里并无统一规定，但一般不应短于 90 天，也不超过半年。根据经验，应尽量考虑离预测时间前期出现较为异常天气气候的时间段。

(3)动态相似与集合预报一样，不同时间的初始场可能会有不同的预测结果，在预测服务中，为了提高预测准确性，可以人为改变更多不同前期时间的起点的相似时间进行动态相似，再综合参考多次不同起点的动态集成预测结果进行预测，效果一般会更好。

(4)本文仅用了 500 hPa 高度场作为环流以及只用了 EOF 动态相似法进行相似计算，在预测实践中，在环流场的选项取上，也可以应用风场和 SLP 场，而在相似算法中，也可以增加其它更多的相似算法预测再综合考虑预测结果，可能预测效果会更好。我们将在今后的工作中进行更加深入的探索。

参考文献

[1]　章基嘉. 中长期天气预报基础[M]. 北京：气象出版社，1983：155-210.

[2]　杨鉴初，归佩兰. 关于长期天气过程的划分[J]. 气象，1979，4(6)：14-18.

[3]　Maharaj E A，Wheeler. Forecasting an index of the Madden-Oscillation [J]. Int J Climatol，2005，25：1611-1618.

[4]　Wheeler M C，Hendon H H. An all-season real-time multivariate MJO index：Development of an index for monitoring and prediction [J]. Mon Wea Rev，2004，132：1917-1932.

[5]　丁一汇，梁萍. 基于 MJO 的延伸预报[J]. 气象，2010，36(7)：111- 122.

[6]　孙国武，冯建英，陈伯民，等. 大气低频振荡在延伸期预报中的应用进展[J]. 气象科技进展，2012，2(1)：11-18.

[7] 李汀,严欣,琚建华. MJO活动对云南5月降水的影响[J]. 大气科学,2012,36(6): 1101-1111.
[8] 牛法宝,杞明辉,杨素雨,等. MJO不同活动中心位置对云南冬半年降水过程的影响[J]. 气象,2013,39(9):1145-1153.
[9] 张礼平,张乐飞. 应用MJO制作长江流域月降水预测的试验研究[J]. 气象,2013,39(9):1217-1220.
[10] 肖子牛. 我国短期气候监测预测业务进展[J]. 气象,2010,36(7):21-25.
[11] 任振球,张素琴. 用天文因子试报连续性特大暴雨长期过程的实况检验[C]//天文气象学术讨论会文集. 北京:气象出版社, 1986.
[12] 任振球,张素琴,李松勤. 198 9年华北汛期干热天气过程预测的实况检验[J]. 气象, 1990, 16(5): 43-45.
[13] 刘德,李晶,李永华,等. BP神经网络在长期天气过程预报中的应用试验[J]. 气象科技, 2006,34(3): 250-253.
[14] 林纾. 500 hPa准150天韵律在过程预报中的应用研究[G]//新世纪气象科技创新与大气科学发展——气候系统与气候变化. 北京:气象出版社,2003.
[15] 孙国武,信飞,陈伯民,等. 低频天气图预报方法[J]. 高原气象, 2008,27(增刊): 64-68.
[16] 信飞,孙国武, 陈伯民. 自回归统计模型在延伸期预报中的应用[J]. 高原气象,2008, 27(增刊): 69-75.
[17] 孙国武,信飞,孔春燕,等. 大气低频振荡与延伸期预报[J]. 高原气象,2010,29(5): 1141-1147.
[18] 孙国武,孔春燕,信飞,等. 天气关键区大气低频波延伸期预报方法[J]. 高原气象, 2011,30(3): 594-599.
[19] 史印山,顾光芹. 用相似释用方法制作小麦生育期逐旬气候预测[J]. 气象科技, 2013,41(2):389-393.
[20] 史湘军,史印山,池俊成,等. 10～30天延伸期重要天气过程的相似年统计预测方法[J]. 河北气象,2012(1):1-4.
[21] 覃志年,李维京,何慧,等. 广西6月区域性暴雨过程的延伸预测试验[J]. 高原气象, 2009,28(6): 688-693.
[22] 丁一汇. 高等天气学[M]. 北京: 气象出版社, 2005: 581-582.
[23] 李俊,廖移山,张兵,等. 集合数值预报方法在山洪预报中的初步应用[J]. 高原气象, 2007,26(4): 854- 861.
[24] 张小礼. 集合预报简介[J]. 气象科技,1996,(2): 9-14.
[25] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术(第2版)[M]. 北京: 气象出版社,2007:106-112.
[26] 黄建平,郜吉东,丑纪范. 北半球月平均环流异常演变的相似韵律现象[J]. 高原气象, 1990, 9(1):88- 92.
[27] 向纯怡,何金海,任荣彩. 2007/2008年冬季平流层环流异常及平流层—对流层耦合特征[J]. 地球科学进展,2009,24(3): 338-348.
[28] 赵思雄,孙建华. 2008年初南方雨雪冰冻天气的环流场与多尺度特征[J]. 气候与环境研究,2008,13(7):351-366.
[29] 孙建华,赵思雄. 2008年初南方雨雪冰冻灾害天气静止锋与层结结构分析[J]. 气候与环境研究,2008,13(7):368-384.

Application of Analogous Precursor Circulation Anomaly Method to Extended-Range Weather Forecast in Chongqing

Tang Hongyu Li Yonghua He Huigen Dong Xinning Zhang Chi
(Chongqing Climate Center, Chongqing 401147)

Abstract: Based on the NCAR/NCEP daily reanalysis data of 500 hPa in the Northern Hemisphere since 1960, a dynamic similarity ensemble-mean method is adopted to perform extended-range weather forecast tests in Chongqing. Specifically, the Empirical Orthogonal Functions (EOF) method is used to extract and reconstruct the principle spatial patterns of the geopotential height during the previous few months. Within the domain of interest, candidate years with the greatest similarities are confirmed by comparing the constructed circulation patterns in each year via an analogous precursor method. After altering the temporal length of the early data, the method is conducted again to determine five typical years. In the target area, the daily precipitation frequency is then accumulated in these five years, and further presented by curves. By tracing the peaks and valleys of the curves, the date of regional heavy precipitation can be successfully forecasted in the extended range. Forecast tests indicate that results derived by this method can provide some reference for extended-range forecasts of precipitation and temperature drop in Chongqing.

Keywords: atmospheric circulation; dynamic similarity; extended-range weather process; weather forecast