

李 旭,王式功,尚可政,等. 基于地面气象要素的延伸期相似预报方法初步研究[J]. 干旱气象, 2015, 33(2): 324-331, [LI Xu, WANG Shigong, SHANG Kezheng, et al. Analog Method and Application to Extended Range Forecast Based on Surface Meteorological Element[J]. Journal of Arid Meteorology, 2015, 33(2): 324-331], doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2015)-02-0324

基于地面气象要素的延伸期相似 预报方法初步研究

李 旭¹, 王式功¹, 尚可政¹, 周 海², 魏林波¹

(1. 半干旱气候变化教育部重点实验室, 兰州大学大气科学学院,
甘肃 兰州 730000; 2. 中国人民解放军 95903 部队, 湖北 武汉 430331)

摘 要:依据基于地面气象要素的相似预报方法,利用环渤海地区 1960~2010 年 57 个地面测站的降水和风速气象资料,探讨了相似预报法进行延伸期预报的可行性。2000~2010 年预报效果表明:该方法对夏季降水日数有一定的预报能力,除去 8 月第 27~30 d 的预报外,其预报准确率均高于气候概率。6~7 月中雨预报准确率在 8%~10% 之间,整体超过了气候概率值;夏季大雨和暴雨的延伸期预报准确率大多较气候概率值高,预报结果可信。对于 0~2 级风速预报而言,各季节存在明显差异,预报准确率最高值出现在夏季,高达 85%,最低值出现在春季,为 50% 左右;对于 3~4 级风速预报,一年中有 8 个月的预报准确率维持在 10% 左右;在 2~4 月日均风速 ≥ 5 级的预报准确率为 7%~10%,而日最大风速 ≥ 5 级的预报准确率明显高于日均风速的预报准确率,最低预报准确率为 18.5%,最高可达 39.1%。风速的预报结果与同类研究对比发现,基于地面气象要素的相似预报方法在延伸期风速预报中具有一定的应用价值。

关键词:延伸期预报;相似预报;降水;风速

文章编号:1006-7639(2015)-02-0324-08 doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2015)-02-0324

中图分类号:P456

文献标识码:A

引 言

随着我国经济、社会的高速发展,在天气灾害面前,经济和社会的脆弱性日益凸现,气象灾害造成的损失剧增,对天气预报业务在防灾减灾、趋利避害中发挥作用的要求也就越来越迫切。天气预报业务需要向社会提供定时、定点、定量的天气实时监测和预报产品,以满足社会的整体需求。相对短期预报而言,延伸期预报一直是预报业务和决策服务工作中的重点和难点,国民经济的发展对延伸期预报的需求日渐增长,进行延伸期预报研究探索具有重要的现实意义。

近年来,美国、英国、加拿大、欧洲中心、澳大利亚等诸多国家延伸期预报的研究旨在将动力模式应用于对 MJO 的延伸期预报中,且实时业务模式主要

以发布未来 2 周的 MJO 指数预报为主。我国学者主要利用动力模式、大气低频振荡信号和数理统计等^[1]方法开展了 10 d 以上的延伸期预报信息研判和针对不同对象的预报产品制作,并在业务实践中取得了一定的成效:如孙国武等^[2-5]1990 年代提出了用大气低频振荡来预报 10~30 d 天气过程的方法,研究出低频天气图预报方法和天气关键区大气低频波延伸期预报方法,并针对低频天气图方法的气象服务需求、完善技术方法、今后如何发展等提出了一些见解,为该方法的推广指明了方向。冯建英等^[6]利用低频天气图方法建立了延伸期干旱、沙尘暴过程低频方法预报系统,在西北地区的干旱预测方面取得了较好效果。孙国武等^[2]尝试利用自回归统计模型做延伸期 700 hPa 低频位势高度场预报,也取得了不错的结果。丑纪范等^[7]提出了在数

收稿日期:2014-05-13;改回日期:2014-06-23

基金项目:干旱气象科学研究基金(IAM201404)、兰州大学中央高校基本科研业务费专项资金(lzujbky-2013-108)与半干旱气候变化教育部重点实验室(兰州大学)开放基金共同资助

作者简介:李旭(1983-),男,工程师,主要从事现代天气预报技术和气象环境与健康研究. E-mail:lixu07@lzu.edu.cn

值模式运行过程中不断利用历史相似进行纠正的“另类途径”数值天气预报方法。尚可政^[8]在现有数值预报产品的基础上,应用历史相似进行后验订正,改进数值预报精度,并以此为基础延伸出未来11~30 d的预报,取得了不错的效果。

相似预报方法能够考虑天气发展过程的三维结构特征,并且兼顾了大气变化本身线性和非线性变化规律,在当前天气预报和短期气候预测中广泛采用。比较常用的相似预报方法有动态相似统计方法、逐步相似过滤方法、动力过程相似方法和综合相似统计方法等^[9]。这些相似预报方法都是以数值预报模式做出的未来大气状态的预报(物理量场)为基础的。目前数值模式仅能做出8 d内的准确预报(ECMWF),我国业务化预报中提供的最长数值预报T213 L31及T639 L60产品也只有10 d内的,所以,传统的相似预报方法主要用在中短期天气预报中,在10~30 d的延伸期预报中很少应用。国内多位学者对相似预报方法在延伸期预报中的应用做了一些预报试验性研究,如周须文等^[10]利用异常相似释用方法对河北省重要天气过程进行了预报,史印山等^[11]利用环流异常相似信息做延伸期逐旬气候预测,史湘军等^[12]利用降水和降温的年相似做了几个过程的预报试验。丑纪范、任宏利、郑志海、能开国、王启光等^[13-17]利用历史相似信息提取可预报分量,并对模式预报误差进行预报,开展了动力相似预报的方法研究。这些方法都取得了一定的效果,但是对于如何利用地面观测资料做逐日的延伸期预报,还没有涉及。

地面温压场的演变反映了斜压大气三维温压场的构造,决定了斜压大气三维温压场的结构^[18]。那么,地面要素的连续变化能够反映天气形势及天气

系统的演变。本文提出了基于地面气象要素的相似预报方法,并用此方法对环渤海地区进行延伸期预报,旨在探讨此方法在延伸期预报中的应用效果。

1 资料及预处理

所用资料来源于中国气象科学数据共享服务网1960年1月1日至2010年12月31日的逐日地面气象资料,包括日均气压(hPa)、日降水量(mm)、日均风速(m/s)、日均气温(℃)、最高气温(℃)、最低气温(℃)、日均相对湿度(%)、总云量和低云量等。从环渤海地区中选取日平均资料齐全的57个站点,站点分布如图1所示。

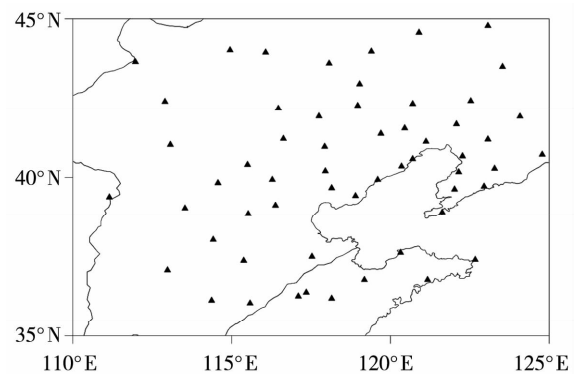


图1 站点位置分布图

Fig. 1 The location of meteorological stations

为解决数据的可比性问题,将上述气象要素进行了标准化处理,其中对降水的标准化处理如表1,对风速的处理见表2,而对其它要素的处理方法如下:

$$y = (x - x_{\min}) / (x_{\max} - x_{\min}) \quad (1)$$

其中, x 、 y 分别为转换前、后的要素值。

表1 降水等级标准化划分

Tab. 1 Normalized processing of precipitation grade

等级	暴雨	大雨	中雨	小雨	无雨
降水强度/(mm/d)	$R \geq 50$	$25 \leq R < 50$	$10 \leq R < 25$	$0.1 \leq R < 10$	$R < 0.1$
标准化值	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00

表2 风速等级标准化划分

Tab. 2 Normalized processing of wind speed grade

等级	0级	1级	2级	3级	4级	5级	6级	7级	8级
风速/(m/s)	0~0.2	0.3~1.5	1.6~3.3	3.4~5.4	5.5~7.9	8.0~10.7	10.8~13.8	13.9~17.1	>17.1
标准化值	0.000	0.125	0.250	0.375	0.500	0.625	0.750	0.825	1.000

2 相似预报的思路与方法

相似要素场(相似因子)的选取以及度量相似的优劣直接影响到相似预报的效果。本文利用地面气象要素序列作为相似因子,既要考虑各因子之间的配置关系(形相似),又要考虑地面气象要素的强度(值相似)。相似离度法可以满足上述要求,且该方法是目前应用较多的相似判据之一。

本文所用的相似离度定义为^[9]:

$$C_{ij} = \frac{\alpha R_{ij} + \beta D_{ij}}{\alpha + \beta} \quad (2)$$

其中:

$$\begin{cases} R_{ij} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m |H_{ij}(k) - E_{ij}| \\ D_{ij} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m |H_{ij}(k)| \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} H_{ij}(k) = H_i(k) - H_j(k) \\ E_{ij} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m H_{ij}(k) \end{cases} \quad (4)$$

其中, i, j 分别表示历史样本和预报样本序号, R_{ij} 描述的是形相似, D_{ij} 反映的是值相似, E_{ij} 表示历史样本和预报样本之差的平均值, α, β 是对总相似程度的贡献系数,文中取值均为1, m 为计算相似场的站数。 C_{ij} 越小,表示 i, j 2个样本越相似。

基于地面气象要素的相似预报方法思路如下:

首先,从数据库中读取预报基准日期 y 及前59 d的地面气象要素观测资料,对其进行标准化处理后,按照时间顺序存入二维数组A中,即数组A的行为时间序列。A的结构示意如表3所示。

其次,从历史数据库中找出前40 a中历史同期与预报日期 y 前后相差15 d内的日期,再以历史年份前后15 d内的日期为基准,将该日前60 d的序列组成与A同结构的数组,经标准化处理后,共得到1 240个样本。对A数组与这1 240个样本分别计算相似离度,并按从小到大排序,取相似离度最小(最相似)的15个个例。这种挑选方式,既考虑了气象要素变化趋势,又在一定程度上消除了季节性差异,同时也减少了计算量。得到15个最相似的个例后,参考历史资料,利用下述方法进行预报。

表3 数组A的表结构

Tab.3 Table structure of the array A

Y	气压	平均温度	相对湿度	风速	降水	总云量
$y-1$ d	气压	平均温度	相对湿度	风速	降水	总云量
.....						
$y-59$ d	气压	平均温度	相对湿度	风速	降水	总云量

(1)对于降水预报:根据15个相似个例中降水出现的频率来预报降水等级,规定如下:若15个个例中有3/15及以上出现暴雨,即可预报有暴雨;若5/15及以上有大雨出现,则预报大雨;若7/15以上出现中雨,则预报中雨;如果9/15及以上有小雨出现,则预报小雨;若不满足以上条件,但降水出现的频数 $>9/15$,则预报小雨;若以上条件都不满足,则预报无降水。调整以上参数,以TS评分为标准,找到最合适的判据。

(2)对于风速预报:对15个个例的风速按照表2进行分级,然后根据风速等级出现的频率来预报风速,判据如下:若有3/15及以上风速 ≥ 7 级,则预报风速 ≥ 7 级;若有5/15及以上出现5~6级风,则预报风速在5~6级之间;若不满足上述条件,则以15个相似个例中频数最多的等级作为预报结果。

考虑到延伸期预报的预报时间长度,在进行预

报效果检验时做如下规定:对于要素 y (降水日、大风)的预报,在预报日的前后1 d内有 y 出现,则认为预报准确,否则为错误。评分采用TS评分准则。预报流程如图2所示。

3 预报效果检验

3.1 降水预报效果检验

经计算,发现环渤海地区夏季年均降水量为357 mm,占全年总降水量的67.8%。夏季平均降水日数为34 d,占全年总降水日数的48.8%。因此本文只对该区夏季降水进行延伸期预报。利用第2节预报方法,依照图2所示的流程,制作了环渤海地区2000~2010年夏季的降水日预报和中雨、大雨和暴雨预报。考虑到延伸期与中期预报的差别,借鉴陈录元^[19]最优预报判据的思路,通过组合不同的降水判据进行试预报,得到以下最优降水判据:若15个

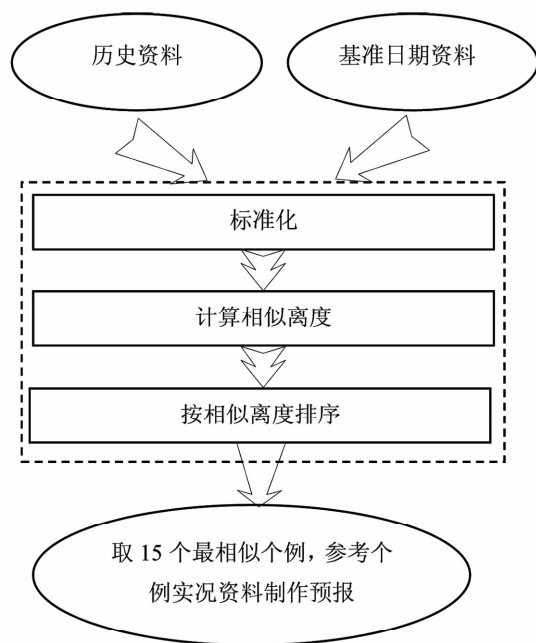


图2 相似预报方法预报流程

Fig. 2 The flow chart of analog forecast

个例中有2个(2/15)出现暴雨,即预报有暴雨;若4/15及以上出现降水,且至少有1个出现暴雨,则预报有暴雨;若3/15及以上有大雨出现,则预报大雨;有5/15及以上出现降水,且至少有2个出现大雨,则预报有大雨;若4/15及以上出现中雨,则预报中雨,若有5/15及以上出现降水,且至少有3个出现中雨,则预报有中雨;如果5/15及以上有小雨出现,则预报小雨;若不满足以上条件,但降水出现的次数 $>5/15$,则预报小雨;以上条件都不满足,则预报无降水。

下面以北京(54511站)2000年7月30日所做的第12 d(2000年8月11日)的一次暴雨过程预报为例进行详细说明。经过相似计算后,选取的最优的15个个例及对应的第12 d的实况如表4所示。可以看出,虽然仅有1963年7月23日后的第12 d(8月4日)达到暴雨量级,但是有6个个例出现了降水,符合暴雨预报规则,即:“若4/15及以上个例出现降水,且至少有1个出现暴雨,则预报有暴雨”,所以预报2000年8月11日将出现暴雨,最后实况为54.8 mm,预报准确。

图3为利用相似预报进行的环渤海地区延伸期降水预报TS评分检验结果。可以看出,夏季降水日预报在6~7月的TS评分均高于55%,远高于气候概率值(分别为:6月0.342,7月0.366),8月的预报准确率随着预报时效的延长,呈下降趋势,但10~26 d的延伸期预报效果仍高于气候概率(8月

0.307)(图3a)。进行降水分级预报发现:中雨的TS评分在6~7月份维持在8%~10%之间,大多超过了气候概率值(中雨气候概率为:6月0.059,7月0.066,8月0.055),8月的预报准确率较差,仅10 d的超过了气候概率值(图3b)。大雨和暴雨的TS评分相当,6、7月均超过气候概率值,8月大多也超过了气候概率值(大雨气候概率为:6月0.022,7月0.036,8月0.028;暴雨气候概率为:6月0.004,7月0.014,8月0.015)(图3c,3d)。说明基于地面气象要素的相似预报法对环渤海地区延伸期夏季降水日预报有一定的预报能力,进行大雨、暴雨和6~7月中雨预报也有一定的可信度。

3.2 风速预报效果检验

依据表2风速分级的基础上,进行风速预报时,只考虑0~2级、3~4级及 ≥ 5 级3种情况,其中只在2~5月进行 ≥ 5 级的日平均风速和日最大风速预报。根据图2的预报流程,分别对0~2级、3~4级及 ≥ 5 级的日平均风速和日最大风速进行预报,TS评分检验见图4、图5、图6。由图4可以看出,对于0~2级风速预报,各季节表现差异明显,夏、秋季季节预报准确率整体高于冬、春季节。其中夏季预报

表4 北京2000年7月30日相似预报个例
及之后第12 d的实况

Tab. 4 The similar forecast case on 30 July 2000 and observed precipitation after 12 days in Beijing station

日期	相似离度	相应的第12 d 的降水实况/mm
1968-07-26	0.679	0
1962-07-18	0.683	37.0
1997-07-31	0.688	0
1962-07-19	0.689	20
1968-07-23	0.690	0
1981-07-28	0.693	0
1997-07-30	0.696	0.1
1968-08-07	0.702	0
1968-07-25	0.705	15.8
1963-07-23	0.710	98.2
1968-08-09	0.711	0
1972-07-20	0.711	0
1968-08-10	0.712	缺测
1999-08-01	0.712	1.3
1994-07-18	0.714	0

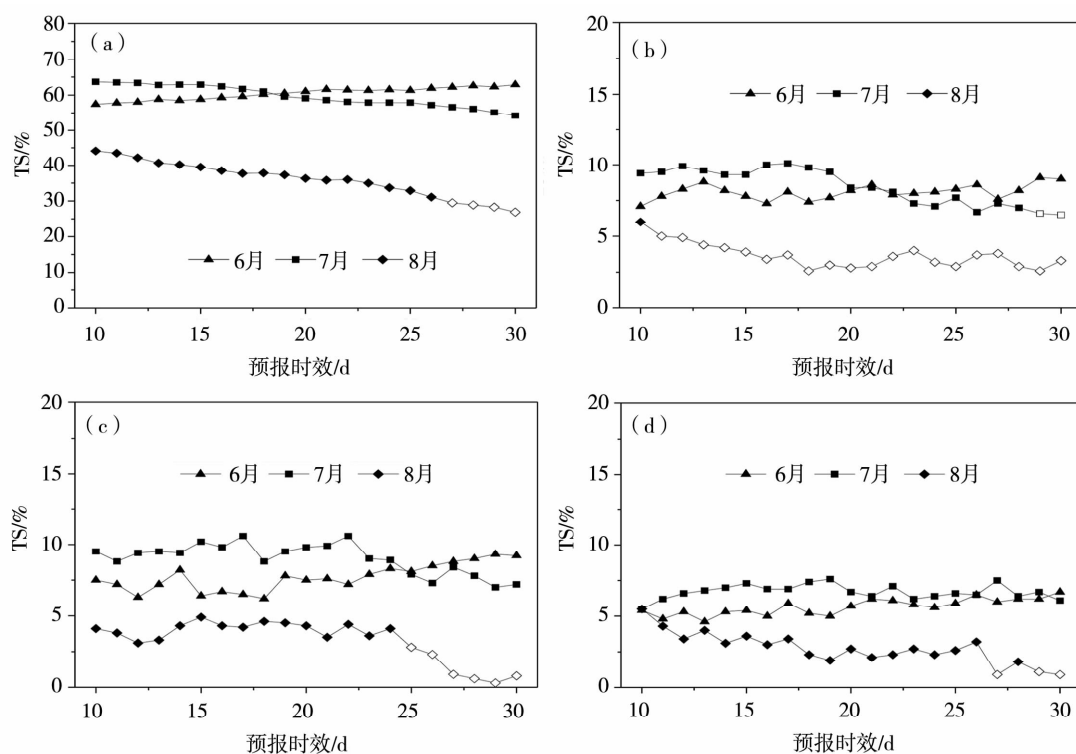


图3 相似预报方法降水预报 TS 评分

(实心为超过气候概率值,空心为未超过气候概率值)

(a)雨日,(b)中雨,(c)大雨,(d)暴雨

Fig. 3 The TS score of rain forecast by using analog forecast (solid label for greater than the climatic probability, hollow label for less than the climatic probability)

(a) rain day, (b) moderate rain, (c) heavy rain, (d) torrential rain

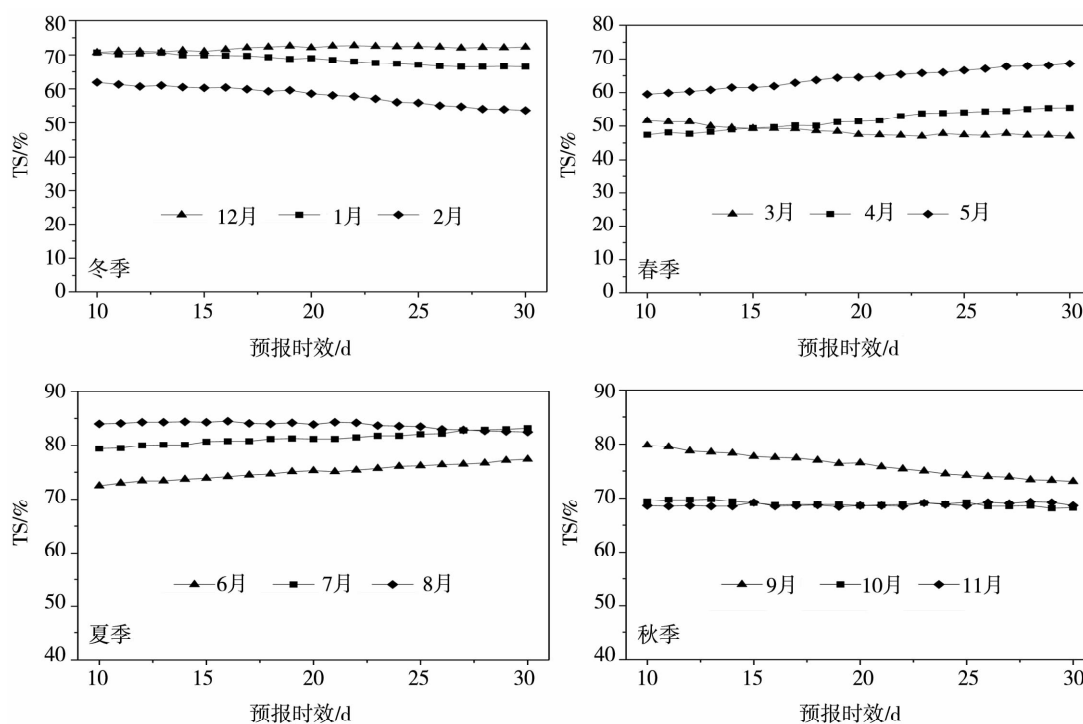


图4 相似预报方法0~2级日平均风速预报 TS 评分

Fig. 4 The TS score of 0-2 grade daily mean wind speed forecasted by using analog forecast

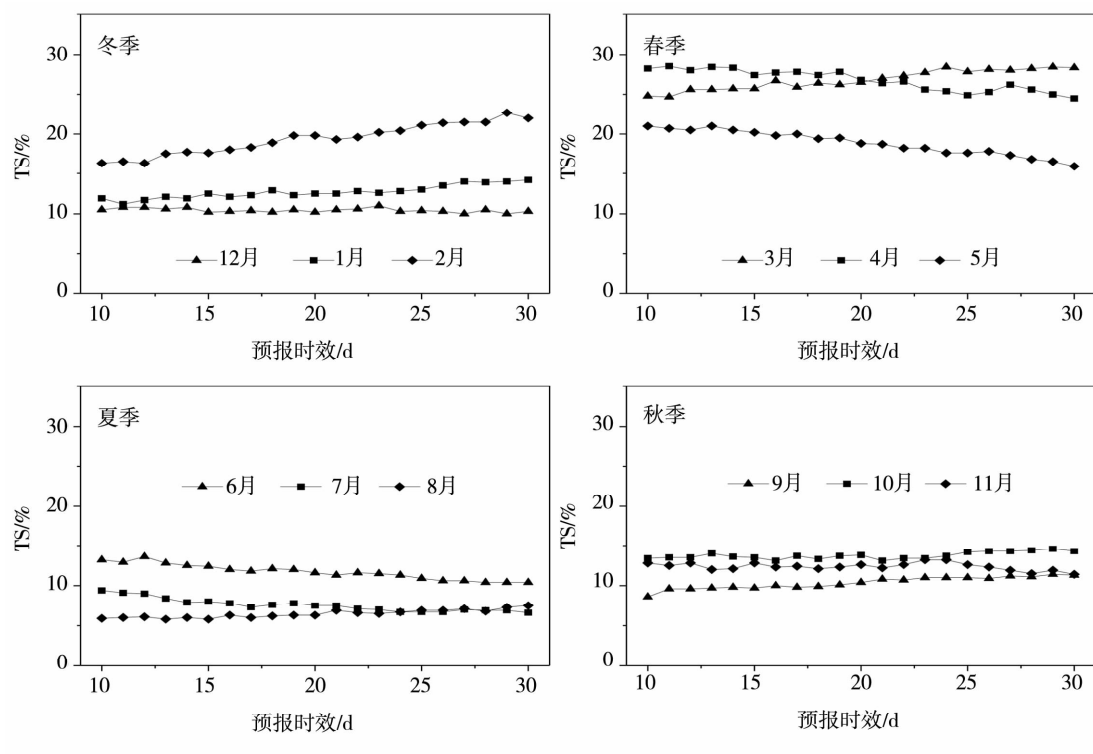


图5 相似预报方法3~4级日平均风速预报TS评分

Fig. 5 The TS score of 3-4 grade daily mean wind speed forecasted by using analog forecast

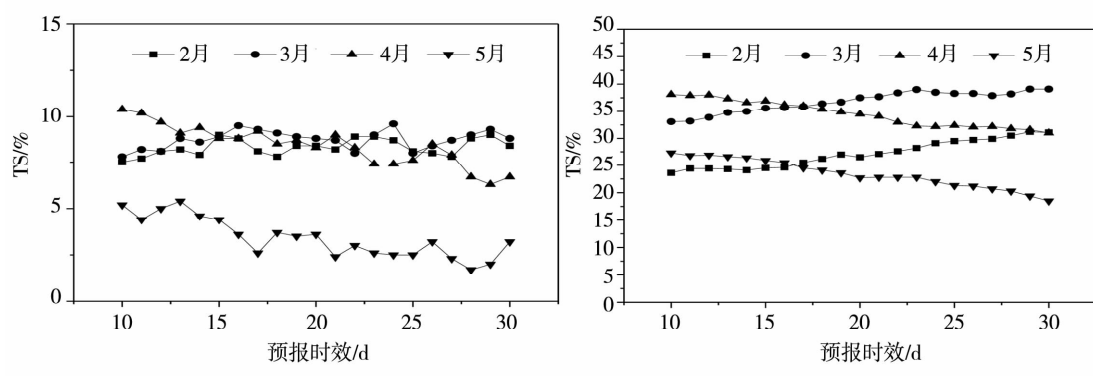
图6 2~5月相似预报方法 ≥ 5 级日平均风速(左)和日最大风速(右)预报TS评分

Fig. 6 The TS score of more than 5 grade daily mean(the left) and maximum(the right) wind speed forecasted by using analog forecast from February to May

准确率维持在70%以上,最高可达85%;秋季9月随着预报时效的延长,预报准确率从80%逐渐下降到75%左右,其他月份准确率维持在70%左右;冬季预报准确率维持在50%~70%之间;春季3~4月预报准确率在50%左右。这可能是环渤海地区冬季多冷空气活动、春季多强风之故。

从图5中可以看出,对于3~4级的风速预报,一年中有8个月预报准确率维持在10%左右。春季是预报准确率最高的季节,预报准确率在20%~30%之间,冬季预报准确率在15%~20%之间,夏季预报准确率在10%左右,秋季各月预报准确率相差不大,维

持在10%~15%之间。3~4级风预报准确率较0~2级风下降幅度明显,这可能是由于日平均风速0~2级出现频率高于日平均风速3~4级造成的。

由图6给出的2~5月 ≥ 5 级日平均风速和日最大风速预报TS评分结果可以看出, ≥ 5 级日平均风速(左图)在2~4月预报准确率为7%~10%,5月随着预报时效延长,预报准确率明显降低,在第28d预报准确率最低,仅为1.7%。相较0~2级、3~4级风而言, ≥ 5 级日平均风速预报效果明显较前两者低,可能原因是5级及以上的风较0~2级、3~4级风为小概率事件。 ≥ 5 级日最大风速(右图)预

报样本挑选条件较为严格,是在出现日平均风速 ≥ 5 级后才进行的预报,而预报时段本身又集中在2~5月份的大风多发期,故其空报率较少,预报准确率较高,最低预报准确率为18.5%,最高可达39.1%。

为了更好地验证基于地面气象要素的相似预报法在延伸期预报中的适用性,将本文风速预报结果与同类研究结果进行比对。陈豫英等^[20]进行的 ≥ 6 m/s 宁夏2007年1~5月日最大风速24 h与48 h预报TS评分准确率分别为54.6%和53.0%;邵明轩等^[21]利用非参数估计技术进行的2005年7月全国693站平均风速预报,在第4~5 d其0~2级、3~4级及 ≥ 5 级的日平均风速预报结果TS评分准确

率分别为72.6%、11.1%和4.1%,与本文的环渤海地区延伸期预报各级风预报准确率相当。考虑到预报区域、时段、站点及预报方法的差异性,本文较陈录元等^[22]利用逐步过滤相似法对环渤海地区72个站点2007~2008年4~10 d中期风速预报结果更可信,表5是其结果与本文的环渤海地区57个站点的10~30 d的延伸期风速预报TS评分对比表。可以看出,2种方法的风速预报效果相当,且日平均0~2级风速、日平均 ≥ 5 级风速预报和日最大风速 ≥ 5 级及以上预报效果优于逐步过滤相似法4~10 d的风速预报效果,可见,本文的方法是可以应用到延伸期风速预报中。

表5 2种方法风速预报平均TS评分

Tab.5 The mean TS score of wind speed forecast with two methods

	日平均风速			日最大风速	
	(0~2级)	(3~4级)	(5级及以上)	(3~4级)	(5级及以上)
逐步过滤相似法(4~10 d)	0.670	0.154	0.049	0.541	0.171
基于地面气象要素的相似预报方法(10~30 d)	0.680	0.148	0.072	0.438	0.191

4 小 结

(1)基于相似预报理论,采用多次试验,找到环渤海地区的最优降水判据。夏季降水日预报结果检验表明:6~7月的TS评分高于55%,远高于气候概率值,8月的准确率随着预报时效的延长,明显下降,但10~26 d的延伸期预报结果仍高于气候概率。基于地面气象要素的相似预报法对环渤海地区延伸期夏季降水日预报有一定的预报能力。

(2)中雨6~7月的预报准确率大多超过了气候概率值,8月仅第10 d准确率高于气候概率,因此,利用相似预报法进行8月份中雨延伸期预报基本是不可行的。夏季大雨和暴雨的延伸期预报准确率大多较气候概率值高,仅8月份少数几日预报效果较差,大多预报结果是可行的。

(3)对于0~2级风速预报,各季节表现差异明显,夏、秋季节预报准确率明显高于冬、春季节。其中预报准确率最高值出现在夏季,高达85%,最低值出现在春季,为50%左右;对于3~4级风速预报,一年中有8个月预报准确率维持在10%左右。其中春季的预报准确率最高,在20%~30%之间。

(4) ≥ 5 级日平均风速在2~4月预报准确率为7%~10%,5月随着预报时效延长,预报准确率明显降低,第28 d的预报准确率最低,仅为1.7%; ≥ 5 级日最大风速预报准确率明显高于日平均风速的预

报准确率,最低预报准确率为18.5%,最高可达39.1%。

(5)基于地面气象要素的相似预报方法的风速预报结果与利用逐步过滤相似法4~10 d中期风速预报结果相当,在有些要素预报上,甚至要优于后者,因此,基于地面气象要素的相似预报方法在延伸期风速预报中具有一定的应用价值。

参考文献:

- [1] 马浩,毛燕军,雷媛,等. 10~30 d延伸期天气预报研究进展综述[J]. 干旱气象,2012,30(4):514-521.
- [2] 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):1142-1147.
- [3] 孙国武,李震坤,信飞,等. 延伸期天气过程预报的一种新方法—低频天气图[J]. 大气科学,2013,37(4):945-954.
- [4] 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.
- [5] 孙国武,冯建英. 低频天气图预报方法的思索[J]. 干旱气象,2013,31(3):558-560.
- [6] 冯建英,王芝兰,柳媛普,等. 延伸期干旱、沙尘暴过程低频方法预报系统简介[J]. 干旱气象,2014,32(5):851-856.
- [7] 丑纪范,任宏利. 数值天气预报——另类途径的必要性和可行性[J]. 应用气象学报,2006,17(2):240-244.
- [8] 尚可政. 数值预报产品的检验订正与延伸期预报研究[D]. 兰州:兰州大学,2010.
- [9] 孔玉寿,章东华. 现代天气学预报技术(第二版)[M]. 北京:气象出版社,2005. 60-75.

- [10] 周须文,史印山,史湘军,等.延伸期重要天气过程的异常相似释用方法[A].强化科技基础推进气象现代化——第29届中国气象学会年会论文集[C].2012.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] 丑纪范,郑志海,孙树鹏.10–30d延伸期数值天气预报的策略思考——直面混沌[J].气象科学,2010,30(5):569–573.
- [14] 任宏利,丑纪范.动力相似预报的策略和方法研究[J].中国科学:D辑,2007,37(8):1101–1109.
- [15] 郑志海,黄建平,封国林,等.延伸期可预报分量的预报方案和策略[J].中国科学:地球科学,2013,43(4):594–605.
- [16] 熊开国,赵俊虎,封国林,等.汛期降水相似动力预报——模式误差主分量相似预报方法[J].物理学报,2012,61(14):551–561.
- [17] 王启光,丑纪范,封国林.数值模式延伸期可预报分量提取及预报技术研究[J].中国科学:地球科学,2014,44(2):343–354.
- [18] 顾震潮.作为初值问题的天气形势数值预报与由地面天气历史演变作预报的等值性[J].气象学报,1958,29(2):93–98.
- [19] 陈录元.基于逐步过滤方法的环渤海中期相似预报系统研究[D].兰州:兰州大学,2011.
- [20] 陈豫英,刘还珠,陈楠,等.基于聚类天气分型的KNN方法在风预报中的应用[J].应用气象学报,2008,19(5):564–572.
- [21] 邵明轩,刘还珠,窦以文.用非参数估计技术预报风的研究[J].应用气象学报,2006,17(增刊):125–128.
- [22] 陈录元,尚可政,周海,等.环渤海地区4~10天风速预报中相似预报法的应用[J].气象科技,2012,40(2):219–225.

Analog Method and Application to Extended Range Forecast Based on Surface Meteorological Element

LI Xu¹, WANG Shigong¹, SHANG Kezheng¹, ZHOU Hai², WEI Linbo¹

(1. Key Laboratory of Semi-arid Climate Change, Minister of Education, College of Atmospheric Science, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China; 2. Unit of 95903 of PLA, Wuhan 430331, China)

Abstract: According to the analog method, the similarity relationships of meteorological elements were used to make extended range forecast, based on the daily precipitation and wind speed data from 57 surface meteorological stations around Bohai Sea during 1960–2010. The forecasted results from 2000 to 2010 shows that the method is useful for forecasting rain day in summer, TS score is greater than the climate probability values in summer except for the 27th–30th day's forecasting results in August. The forecasting accuracy for moderate rain from June to July is between 8% and 10%, and the TS score is higher than the climatic probability value as a whole. TS scores for heavy rain and torrential rain are mostly higher than the climatic probability value. So the forecast for rainfall is basically credible. Seasonal difference for wind scale 0–2 forecast is obvious, the maximum accuracy of forecast appeared in summer is 85%, and the minimum value appeared in spring fluctuates around 50%. For wind scale 3 to 4 forecast, the TS scores fluctuate around 10% in 8 months of one year. The accuracy of daily mean wind–scale above 5 forecast is between 7% and 10% from February to April, and the maximum daily wind speed forecast above 5 scale is obviously better than the daily mean wind–scale above 5, the lowest is 18.5%, and the highest is 39.1%. Compared with the step–by–step filter method, the forecast based on surface elements similarity relationship is identical for 4–to–10 day wind forecast, so the prediction is basically credible. And this analog forecast method has certain application value on extended range forecast.

Key words: extended range forecast; analog method; precipitation; wind speed