

陕西省 10~20 天降水预报 方法及业务化试验

杨文峰 刘瑞芳 吴林荣 胡 浩

(陕西省气象台, 西安 710014)

提 要: 介绍了一种制作延伸期降水预报的方法,其步骤是采用欧洲中期天气预报中心(ECMWF)全球模式 500hPa 高度场格点预报场,与历年同期 NCEP 再分析资料 500hPa 高度场进行相关分析,按相关性由大到小排列,取前三个相关系数大的年份。利用历年逐日实况降水资料,得到晴天、小雨、中雨、大雨及暴雨以上 5 个级别的出现频率,把它当作背景概率,通过背景概率控制获取 3 个年份中降水场最可能年份,作为最终相似年份,从而获得 10~20 天的降水预报值。使用该方法进行业务化试验,经检验有较好的预报效果。

关键词: 10~20 天 降水预报 相似 背景概率 业务化试验

Forecast Method and Operational Experiments for 10—20 Days Precipitation in Shaanxi Province

Yang Wenfeng Liu Ruifang Wu Linrong Hu Hao

(Shaanxi Meteorological Observatory, Xi'an 710014)

Abstract: A forecast method of extended range is introduced. By using the global model of the grid prediction of 500hPa height fields in the European Center for Medium Range Weather Forecasts(ECMWF), the correlations between the predicted value and NCEP reanalysis data of 500hPa height fields at the same time in the past years are obtained. Among these correlations, three largest correlation coefficients are picked out. Meanwhile, by using daily observed precipitation data in the past years, daily probabilities of sunny, light rain, moderate rain, heavy rain and rainstorm are gained which are treated as background probabilities. The best related year is computed with control of the background probabilities. Taking observed precipitation in that year as the predicted one, so that the prediction for the extended range (10—20 days) will be made.

资助项目: 陕西省气象局基金课题(2006M—14)资助

收稿日期: 2008 年 4 月 23 日; 修定稿日期: 2009 年 6 月 20 日

Operational experimentation and verification show that the method is effective.

Key Words: extended range (10—20 days) precipitation forecast analogy background probability operational experiment

引 言

全球气候变暖,极端天气气候事件频繁发生,特别是 2008 年 1 月中旬发生在我国南方的罕见低温雨雪冰冻灾害,对国民经济造成了严重损失,极大地影响了人民的生产生活^[1]。各级政府、社会公众急切呼唤气象部门在目前预报的基础上,进一步提供准确的延伸期(10~30 天)天气预报,及早提醒大家做好充足准备,以便更好地应对大面积的灾难性气象灾害。数值天气预报及其客观解释预报方法,已能够比较准确预报未来 1~10 天中短期天气预报,陈静等^[2]从气温变化的物理过程出发,设计了一种数值预报产品的动力-统计释用方法,开发了一套四川盆地寒潮入侵事件和降温幅度的释用方案,并用 ECMWF 全球模式产品建立四川盆地寒潮自动预报系统滚动预报 1~6 日内的寒潮过程,投入中短期运行,效果显著。钟元^[3]提出一个对多元判据综合评估的中期大气客观相似预报模式。模式应用同中期大气过程的时间—空间尺度相适应的经过时间滤波的大气环流背景为客观判据,比较全面地评估了预报时刻前后多层次、多要素的大气环流动态变化的相似,预测未来 1~10 天的中期大气过程。模式检验和预报试验表明该模式具有预报技巧。但是对 10~30 天延伸期天气预报缺少必要的手段和相应的解释方法,延伸数值预报模式尚未达到业务运行的要求。

延伸期(10~30 天)属大气的低频变化部分,延伸期预报是指 10~30 天的预报,介于中期预报和短期气候预测之间。相关研究指出^[4-5],由于大气过程的复杂性以及人类观

测手段和认识水平的限制,人们给出的可预报性估计为,逐日天气预报存在上限为 2 周左右,天气尺度的个别预报的可能性不超过 2~3 周。如何开展延伸期预报,目前多是提供一些思路,至于怎么做,正在探索研究中。2006 年底,陕西省气象局设立了“延伸期(10~20 天)降水预报方法研究”基金课题,专门来对 10~20 天降水预报进行探索研究和预报尝试。本文就是该探索研究及业务化试验的介绍。

1 研究出发点和方法

大气低频振荡有两个频带,即 10~20 天(准双周)和 30~60 天(40~50 天,30~50 天,准 40 天)两个周期段,这两个周期变化是相互联系的,且在季风区最突出^[6]。说明大气 10~30 天可能是前期大气变化的周期性的延续。10~30 天的可预报性,可从大气环流场的变化的稳定性、持续性和相似性获得理论支撑。

相似预报的依据是如果两个大气状态初始相似,它们在未来一段时间内的演变将保持一定程度的相似性。任宏利等^[7]应用 Lorenz 在 1963 年和 1969 年的工作,从物理本质上解释了相似预报:由于非线性动力系统对于初值的敏感性,具有微小误差的初始状态可能演变成完全不相干的两个状态,这样的两个状态在保持一段时间接近以后,必然会变得越来越不相似,直至完全不同。因此,系统对初始误差的敏感性客观上决定了相似预报只能在一段时间内有效。并进一步说明相似状态初始越接近,相似性持续的时间就会越长;系统所处时期的可预报性越高,

相似性的持续时间就越长,可预报性的高低与大气环流形态变化密切相关。相似预报效果由三个方面决定:一是选择更近的初始时间点,二是更接近的初始场,三是大气环流形态。随着全球观测系统的不断完善,资料同化技术的提高以及集合预报技术的使用,中期数值预报模式发展迅速,特别是欧洲中期天气预报中心全球模式 500hPa 高度场的预报值和实况相当一致。以往做相似预报大都采用实况和历史资料来进行^[8-9],而现在数值预报场与实况场有较好的一致,采用预报场和历史场来求相似,把预报的初始时间点往前移,从而延长预报时效;由于 500hPa 高度场反映大气环流形态,因此采用 500hPa 高度场来寻找相似年份;在找相似年时,一方面要求 500hPa 高度场相似,另一方面利用历史资料求出历年逐日晴天、小雨、中雨、大雨和暴雨及以上 5 个级别的发生频率,作为背景概率,要求 5 个降水级别在相似年最可能发生。从这些出发点作延伸期预报,不仅尽量满足了相似预报效果三个条件,而且既发挥了数值预报产品的作用,又充分利用了历史资料。这样做应该是一种较好的尝试。具体做法如下:

把陕西省划为陕北北部(榆林站)、陕北南部(延安站)、关中西部(宝鸡站)、关中中部(西安站)、关中东部(渭南站)、陕南西部(汉中站)、陕南东部(安康站)等 7 个区域,并选取相应的代表性气象站(见括号内)。利用 1960—2003 年,共 44 年的逐日实况降水资料,求出每片晴天、小雨、中雨、大雨及暴雨以上 5 个级别的发生频率,把它当作背景概率。两个高度场相似则采用场相关分析得到,计算方法见文献^[10]。

2 资料

历史资料采用逐日 1960 年 1 月 1 日至

2003 年 12 月 31 日 500hPa NCEP 高度场再分析资料,根据 ECMWF 全球模式和对陕西省天气影响情况确定相似区域为: $30^{\circ} \sim 60^{\circ}\text{N}$, $30^{\circ}\text{E} \sim 180^{\circ}$, 1960 年 1 月 1 日至 2003 年 12 月 31 日逐日降水量资料,实时资料采用 ECMWF 全球模式 500hPa 8 天高度场格点预报值。

3 预报业务流程

利用 ECMWF 全球模式未来 8 天的 500hPa 高度格点预报场,求出其平均场作为实况场,与历年同一时间的 500hPa 格点高度场(NCEP 再分析场)进行场相关分析。算出这两个场之间的相关系数,并进行排序,从中挑出相关系数大的前三位(3 年)作为相似年。

求出相似分析挑选出的 3 个相似年与 ECMWF 全球模式 500hPa 预报场对应时段(8 天)的逐日实况级别,认为发生这种级别的概率值为背景概率值,求出 8 天的概率值的平均值,选出平均值最大的对应年份,即降水场最可能出现的年份,作为最后的相似年份。这个相似年份未来 10~20 天的降水量空间时间分布实况就是预报时段降水的空间时间分布。

逐日滚动求相似,从而做出逐日滚动的 10~20 天降水预报。预报流程如图 1 所示。

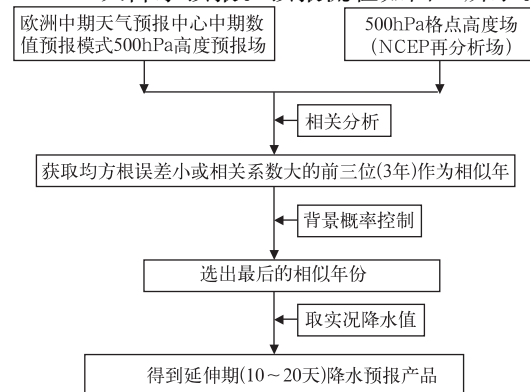


图 1 延伸期(10~20 天)降水预报流程图

在进行实际业务预报时,选择最近一天的滚动预报作为最新的延伸期预报,如果不需要延长 10 天,为了使预报更可靠,可以用多日滚动预报的集合预报来决定预报意见。

4 预报试验和结果的检验

为了检验预报效果的好坏,把陕西分为陕北(榆林站、延安站)、关中(宝鸡站、西安站、渭南站)、陕南(汉中站、安康站)三个大区

域,并选取相应的代表性气象站(见括号内)。使用该方法对 2001 年、2002 年、2003 年 10~20 天降水进行预报,并与实况资料进行比较检验,得到 3 年三个区域的晴天预报准确率和雨天预报准确率。由 1960—2003 年实况资料求出其 44 年三区域的晴天、雨天出现频率,作为气候概率。由 2001 年、2002 年、2003 年三个区域的实况资料,求出这 3 年的晴天、雨天实际出现的频率,结果进行比较(见表 1 和表 2)。

表 1 晴天预报准确率、晴天实际出现的频率和晴天气候概率比较

	2001 年		2002 年		2003 年		44 年
	晴天预报准确率/%	晴天实际频率/%	晴天预报准确率/%	晴天实际频率/%	晴天预报准确率/%	晴天实际频率/%	晴天气候概率/%
陕北	87	69	86	71	83	65	67
关中	81	66	76	70	82	64	63
陕南	77	55	76	57	75	52	53
全省平均	82	63	79	66	80	60	61

由表 1 可知,2001 年、2002 年和 2003 年各区域晴雨预报准确率都在 70%以上,比实际出现的频率和气候概率都大且高出 10%以上,从全省平均情况来看,晴天预报准确率都比晴天实际出现频率高,2001 年高 19%,2002 年高 13%,2003 年高 20%;特别是,晴天预报准确率都比晴天气候概率高出 19%

以上。陕北晴天预报准确率最高,但因晴天实际出现频率最大,预报效果中等;陕南预报效果最好,晴雨预报准确率比晴天实际出现频率高 19%~23%,比气候概率都高出 20%以上。以上分析说明该方法对晴天有很好的预报技巧。

表 2 雨天预报准确率、雨天实际出现的频率和雨天气候概率比较

	2001 年		2002 年		2003 年		44 年
	雨天预报准确率/%	雨天实际频率/%	雨天预报准确率/%	雨天实际频率/%	雨天预报准确率/%	雨天实际频率/%	雨天气候概率/%
陕北	59	31	57	29	56	35	33
关中	56	34	54	30	58	36	37
陕南	62	45	60	43	61	48	47
全省平均	59	37	57	34	58	40	39

由表 2 可知,2001 年、2002 年和 2003 年各区域雨天预报准确率都在 50%以上,比实际出现的频率和气候概率都大且陕北和关中高出 20%以上,陕南高出 15%以上。从全省平均情况来看,雨天预报准确率都比雨天实际出现频率高,2001 年高 22%,2002 年高 23%,2003 年高 18%;雨天预报准确率都比

雨天气候概率高出 17%以上。陕南雨天预报准确率最高,都在 60%及以上,但雨天实际出现频率最大,预报效果中等;陕北预报效果最好,雨天预报准确率比雨天实际出现频率高 18%到 28%,比气候概率都高出 20%以上。以上分析说明该方法对雨天也有很好的预报技巧。该方法 2007 年 6 月投入业务

试验,每天进行滚动预报。假设连续 3 天及以上出现降水为一个降水过程,我们选取陕西省 7 个代表站,2007 年 7—10 月出现的降

水过程进行预报检验,来了解该方法对降水过程的预报效果,具体预报情况见表 3。

表 3 2007 年 7—10 月降水过程检验结果

单位:天

站点	7 月 18—20 日		7 月 26—30 日		8 月 6—9 日		8 月 27—31 日		9 月 3—5 日		9 月 27 日—10 月 13 日	
	实况	预报	实况	预报	实况	预报	实况	预报	实况	预报	实况	预报
榆林			3	2	4	2	5	3			4	2
延安			3	1	3	2	5	3			14	9
宝鸡	3	2			4	1	3	1			15	12
西安	3	2	4	1	3	1	4	2			9	6
渭南	3	2			3	1	4	2	3	3	13	8
安康	3	3	3	2	4	2	4	2			5	4
汉中	3	2	4	2	3	2	5	3			14	11

从表 3 可知,如果简单地把预报正确天数 50%及以上判定为过程预报正确,则过程预报准确率:榆林为 100%,延安为 75%,宝鸡为 50%,西安为 60%,渭南为 80%,安康为 100%,汉中为 100%。陕南、陕北的降水过程的预报比关中的预报效果好,特别是陕南汉中和安康达到 100%。

5 结论

(1) 利用欧洲中期天气预报中心全球模式 500hPa 高度格点预报场,与历年同一时间的 500hPa 格点高度场(NCEP 再分析资料)求相似,并由背景概率的控制,选出最后的相似年份。由此来进行 10~20 天降水预报,方法是可行的,且操作简便,预报结果具有较好的参考价值。

(2) 对 2001 年、2002 年、2003 年预报检验可知,晴天和雨天预报准确率均比晴天和雨天实际出现频率大,且都大于历年出现的气候概率 10%以上,说明该方法有很好的预报技巧。

(3) 对 2007 年 7 月到 10 月出现的降水过程进行预报,并与实况对照检验可知,该方法对降水过程预报效果较好。

当然,10~20 天的预报还有许多理论和实际问题需要研究、解决,本项研究只是对 10~20 天业务预报的一个探索,工作是初步的,效果还有待于进一步的检验。

参考文献

- [1] 王凌,高歌,张强,等. 2008 年 1 月我国大范围低温雨雪冰冻灾害分析, I. 气候特征与影响评估[J]. 气象, 2008, 34(4): 95-100.
- [2] 陈静, 桑志勤. 数值预报产品动力统计释用方法与寒潮预报[J]. 气象, 1998, 24(2): 34-38.
- [3] 钟元. 多元判据综合评估中期天气客观相似预报模式[J]. 气象, 2003, 29(4): 3-9.
- [4] 丑纪范, 郜吉东. 长期数值天气预报[M]. 北京: 气象出版社, 1995: 6-8.
- [5] 卞建春, 杨培才. 关于大气过程可预报性问题的一些讨论[J]. 高原气象, 2003, 22(4): 315-323.
- [6] 陈隆勋, 朱乾根, 罗会邦, 等. 东亚季风[M]. 北京: 气象出版社, 1991: 102-103.
- [7] 任宏利, 封国林, 张培群. 论动力相似预报的物理基础问题[J]. 地球科学进展, 2007, 22(10): 1027-1035.
- [8] 李开乐. 用 500hPa 候平均相似离度做中长期寒潮预报[J]. 气象, 1996, 22(3): 40-42.
- [9] 刘勇. 综合相似预报法在短期暴雨预报中的应用[J]. 气象, 1996, 22(10): 31-34.
- [10] 魏凤英. 现代气候统计诊断预测技术[M]. 北京: 气象出版社, 1999: 158-162.