

# 150天韵律方法月内过程预测系统简介及应用检验

林纾<sup>1</sup> 惠志红<sup>2</sup> 郭俊琴<sup>1</sup> 罗雪梅<sup>2</sup> 杨苏华<sup>1</sup>

(1 西北区域气候中心, 兰州 730020; 2 甘肃省气象信息与技术装备保障中心, 兰州 730020)

**摘要:** 给出150天韵律方法做延伸期预报的原理和检验办法, 经检验2002—2012年间天气过程预测准确率定性评分为67.3分, 空报率为5.9%, 漏报率为26.8%。介绍了150天韵律方法月内过程预测系统框架, 系统分为系统介绍、NC数据处理、数据调用、分析与计算、制作预报结论、评估数据管理、产品分发和系统设置八大功能块。该系统可计算相似系数、历史概括率以及历史过程预测的“正确、空报、漏报”情况, 提高了该方法定量化应用程度。

**关键词:** 150天韵律方法, 预测系统, 应用检验

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2013.05.008

## Introduction and Application Test of the 150 Days' Cycle Method in the Prediction System for Precipitation Processes within a Month

Lin Shu<sup>1</sup>, Hui Zhihong<sup>2</sup>, Guo Junqin<sup>1</sup>, Luo Xuemei<sup>2</sup>, Yang Suhua<sup>1</sup>

(1 Northwest Regional Climate Center, Lanzhou 730020 2 Meteorological Information and Technique Support and Equipment Center of Gansu Province, Lanzhou 730020)

**Abstract:** This paper presents the principle and testing method to the precipitation processes predicted by the 150 days' cycle. The precipitation processes predicted by the 150 days' cycle method from 2002 to 2012 were assessed qualitatively, and it presented an average score of 67.3, the vacancy forecast rate is 5.9% and the missing forecast rate is 26.8%. The framework of the prediction system for precipitation processes within a month was introduced. The system has eight major function parts, system introduction, NC data processing, data call, analysis and calculation, prediction conclusion making, assessment data management, production issue, and system settings. This system can calculate the similarity coefficient, historical coverage rate and the historical evolution accuracy, vacancy or missing process. The quantitative application of the method was improved by the system.

**Keywords:** 150 days' cycle method, prediction system, application test

### 1 引言

目前, 气象部门的天气预报主要包括三种时间尺度。短期天气预报的时效为几小时至3d, 预报结果主要依托复杂的数值天气预报, 再结合卫星云图、气象雷达等观测结果以及预报员经验修正获得; 中期预报抓过程, 其时效为4~10d; 短期气候预测负责气候趋势预测, 一般为月以上到年尺度的一些气象要素的趋势。如此, 3种不同时效的预报导致了旬尺度和月尺度之间约20d时间尺度的预报空白点(称为11~30d延伸期, 以下简称延伸期)。实践表明, 延伸期预报具有重要意义, 社会经济发展客观上要求气象部门能提供延伸期预报, 即预报预测逐步实现无缝隙服务, 月

内过程预报无疑是实现无缝隙预报的重要一环。

然而, 目前10d以上的预报技巧十分有限, 发展延伸期预报已成为国内外气象学界亟待解决的问题。已经有不少学者开始尝试延伸期预报的工作。如林纾<sup>[1, 2]</sup>在2005年应用150天韵律方法对沙尘暴、低温连阴雨、主汛期降水、高温等做延伸期预测, 指出该方法适用于我国35°N以北的北方地区, 并已在业务工作中应用了十余年; 孙国武、信飞<sup>[3-6]</sup>等的低频天气图方法很好地应用了天气学原理, 根据不同地区低频的演变特点和关键区来预报未来的降水过程, 并在上海世博会期间发挥了重要作用; 覃志年等<sup>[7]</sup>将延伸期预测应用在广西6月区域性暴雨过程中; 史印山等<sup>[8]</sup>则用相似释用方法制作小麦生育期逐旬气候预测; 刘德等<sup>[9]</sup>应用BP神经网络方法试验了长期天气过程预报; 钱维宏<sup>[10]</sup>则比较完整地阐述了中期-延伸期天气预报原理。这些基础性的工作都为今后延伸期预报的应用和发展打下了良好的基础。

收稿日期: 2012年10月29日; 修回日期: 2013年2月1日  
第一作者: 林纾(1964—), Email: treewest@163.com  
资助信息: 公益性行业(气象)科研专项(GYHY201006038-5-1);  
国家自然科学基金(41175081)

早在2001年12月,西北区域气候中心已经开始应用150天韵律方法发布延伸期预报服务产品,2010年在上海市气候中心牵头的业务试点工作——“月内重要过程与趋势预测”工作的推动下,“150天韵律方法月内过程预测系统”与河北气候中心的“异常相似释用预测方法”共同充实了“月内重要过程与趋势预测系统”。其中“150天韵律方法月内过程预测系统”模块是西北区域气候中心依据应用多年的150天韵律方法所建。本文着重介绍150天韵律方法原理、评估办法、系统架构和应用效果评估。

## 2 150天韵律方法原理

天气过程指天气系统及其相伴天气的发生、发展和消失的全部历程,包括寒潮、暴雪、强对流、暴雨、连阴雨等不同季节的多种天气现象<sup>[11-15]</sup>。从天气过程发生的频次分析,平均3~5d一次天气过程;如果从气象资料统计的角度,通常统计逐日、候、旬、月、季和年等时段的气象要素。两者结合起来,以候尺度500hPa平均位势高度场(以下简称候平均场)来表征关键区,既不会有过多的“杂音”,也不会平滑掉太多的信息。

我国的短期天气预报基本考虑东北半球范围内各种气象要素的演变及变化,所以首先把东北半球500hPa候平均场中高纬度分为若干个影响我国天气的关键区,如乌拉尔山区、贝加尔湖区、鄂霍次克海区、中国西北、中国西南、中国东北、中国东南等,划出不同的关键区后,对关键区内网格点上的高度做算术平均,就产生该关键区逐年、逐候数据序列,对这些序列进行周期分析,可以发现这些区域大多有29~31候即准150天的韵律<sup>[1,2]</sup>。以此为理论基础,就可以利用这种大气的准周期运动来推断未来的状况。确切地说150天韵律方法是以500hPa候平均场的周期性来预测未来对应的候平均场,在这个候平均场上能够捕捉到天气过程具有的特征,这在表述上很繁冗,于是在本文中“拿来”中短期预报里常用的“天气过程”,对延伸期里候平均场对应的天气过程的预测简称为“过程预测”。

在不同月份或季节,找出如高温、强冷空气、强降水、低温、沙尘暴等各种天气类型典型的高度场形势,在做预报时,把预报场与典型场采用相似系数<sup>[16]</sup>进行比较,来定量地判断两个场的相似程度。相似系数由下式计算:

$$\cos\theta_{12} = \frac{\sum_{i=1}^m x_i y_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_i^2} \sqrt{\sum_{i=1}^m y_i^2}} \quad (1)$$

其中,  $m$ 是两个进行相似比较的场的站点数或网格点

数,  $\cos\theta_{12}$ 就是两幅图相似程度的定量指标,称为相似系数。相似系数等于1.00为完全相同,相似系数为-1.00为完全相反,为0时表示完全不相似。正值越大越相似,负值越大越相反。理论上,预报场愈相似典型场,其结果也愈接近典型场。但场的相似得有一个界定,把 $m$ 作为序列长度,  $\cos\theta_{12}$ 相当于相关系数,把 $\cos\theta_{12}$ 通过0.10信度检验的值当作预报场与典型场是否相似的界定标准。

## 3 周期分析结果

这部分的分析资料取自NECP2001—2010年逐日500hPa高度资料,并整理成逐候场。分别对500hPa的8个关键区(具体范围见文献[1])做候高度平均,并把2001—2010年10年的候资料按月和年顺序形成720候的序列做周期分析,取其通过信度检验的候数,结果见表1。

从表1可以看到,8个区域里29、32、33候的周期大多能通过0.10的信度检验。将该结果与文献[1]中1991—2000年的分析结果对比发现,各个区域通过信度检验的周期有所变化,这也符合文献[2]中所指出的该方法不同年代际应用的效果有所不同。进一步证实影响我国北方或西北地区关键区的大气准150天韵律的基本规律仍然存在,该方法确实能够在延伸期预报中发挥一定作用。

## 4 检验评估办法

假设通过0.10信度检验的临界值为 $R$ ,规定:

(1)当间隔145或150或155d的两个相似比较场的相似系数 $\geq R$ 且对应应有降水时,或相似系数 $< R$ 且对应无降水时,称之为正确;(2)当相似系数 $\geq R$ 但对应无降水时,称之为空报;(3)当相似系数 $< R$ 但对应应有降水时,称之为漏报。

## 5 系统框架与功能

150天韵律方法月内过程预测系统分为系统介绍、NC数据处理、数据调用、分析与计算、制作预报结论、评估数据管理、产品分发和系统设置8大功能块(图1)。

表1 各关键区通过信度检验的候数

关键区名称	信度值		
	0.10	0.05	0.01
乌拉尔山	33		
贝加尔湖	29	36、37	
鄂霍次克海		36、37	
新疆	29		
青藏高原	32、33		35、36
中国	32		
中国西北	29、32		
中国甘肃	32、35、36		

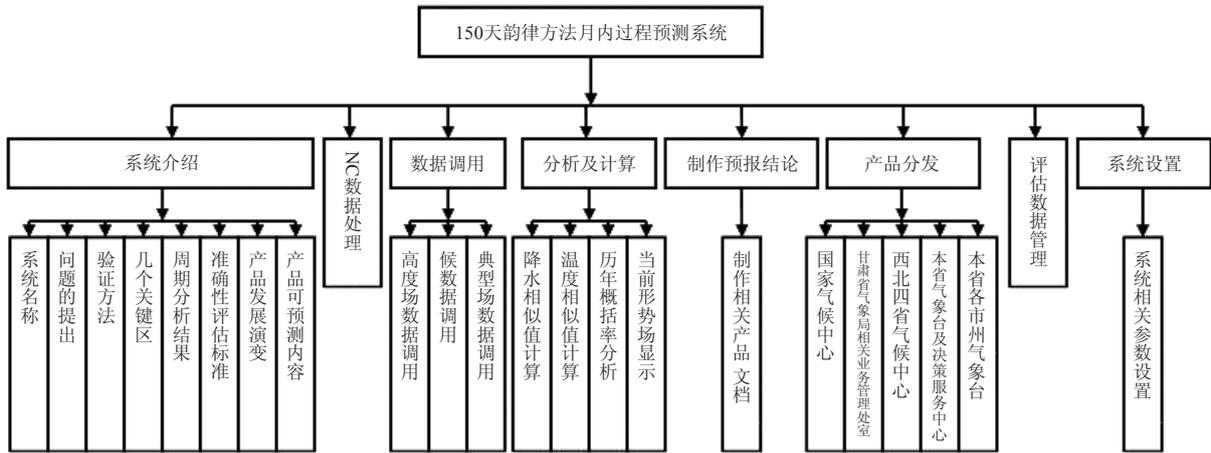


图1 150天韵律方法月内过程预测系统框图

## 5.1 系统介绍

详细介绍了150天韵律方法做月内过程预测问题的提出、验证方法、关键区的选取、周期分析的结果、评估标准、产品演变和可预报内容等所有内容，可以使初学者一目了然，便于学习和尽快掌握。

## 5.2 NC 数据处理

系统可自动将用户下载的NCEP资料进行存储、完成资料的解码、候平均和候距平资料的统计计算、资料入库处理等，并自动完成文件的命名，存入相应的资料目录。

## 5.3 数据调用

用户可按经纬度查询 $0^{\circ}$ — $180^{\circ}$ E、 $0^{\circ}$ — $90^{\circ}$ N范围内500hPa位势高度逐日、逐候和典型场平均位势高度资料。

## 5.4 分析与计算

该部分是本系统的核心，用户通过年、月、旬的选择，可显示过程预测所需500hPa候平均场图和候平均场资料，也可通过“计算相似系数”功能键计算出预报场与典型场的相似系数，并对比相似系数临界值，定量化了解相似程度；亦可看到近40年同期的历史概括率，为预报员提供客观的背景资料。同时系统为用户提供了历史过程预测回算的“正确、空报、漏报”的结果并进行显示，预报员可以直接根据候图和历史回报情况得出预报结论。

## 5.5 制作预报结论

该部分有预报产品的模板，预报员可根据预报结论在模板上进行编写、修改与保存。

## 5.6 评估数据管理

用户通过过程预测结果“评估数据录入”和“评估

数据查询”功能的选择，实现对预测结果的评估管理。

## 5.7 产品分发

这部分产品按单位分类及其邮箱，用户可根据系统提供的产品分发名单实现预测产品的分发功能，便于产品及时分发给相关业务和管理人员。

## 5.8 系统设置

可以设置系统的路径、资料库和产品存放的地址。

## 6 产品效果检验

发布的业务产品是应用150天韵律方法，对甘肃、青海、陕西和宁夏四省（区）范围的延伸期预报，这里给出2011和2012年5—9月主要过程预测按照评估标准进行的检验结果（表2）。2011年降水过程预测评分为72.3分，空报率为5.3%，漏报率为22.4%；2012年降水过程预测评分为66.9分，空报率为7.6%，漏报率为25.5%。

对2002—2012年间天气过程预测准确率进行应用评估，定性评分为67.3分；空报率较小，为5.9%；漏报率相对较高，为26.8%。在表2中也可看到，不同年份、不同时段准确率大为不同。

## 7 小结

(1) 通过150天韵律方法原理的介绍，可以看到该方法有一定的理论基础，并通过2001—2010年的周期分析，进一步证实影响我国北方或西北地区关键区的大气准150天韵律的基本规律仍然存在。虽然业务化十余年，但还需进一步总结归纳不同季节、不同类型天气过程特点，不断提高延伸期预测准确率。

(2) 作为气候业务试点工作的“月内重要过程与趋势预测系统”中的一个模块——“150天韵律方法月内过程预测系统”，可计算相似系数、历史概括率以

表2 西北四省(区)2011年和2012年5—9月主要过程预测与趋势检验结果

预测时段	降水过程预测评分					
	2011年			2012年		
	准确	空报	漏报	准确	空报	漏报
5月1—31日	50	6	44	70	8	22
5月11日—6月10日	90	0	10	85	5	10
5月21日—6月20日	90	2	8	60	9	31
6月1—30日	90	5	5	80	0	20
6月11日—7月10日	50	12	38	40	10	50
6月21日—7月20日	100	0	0	50	15	35
7月1—31日	90	0	10	100	0	0
7月11日—8月10日	80	9	11	85	0	15
7月21日—8月20日	50	22	28	85	3	12
8月1—31日	100	0	0	50	8	42
8月11日—9月10日	100	0	0	65	13	22
8月21日—9月20日	0	10	90	25	19	56
9月1—30日	50	3	47	75	9	16
平均	72.3	5.3	22.4	66.9	7.6	25.5

及历史过程预测的“正确、空报、漏报”情况,提高了该方法量化应用程度,同时也提高了工作效率,对这项工作近40年来历史的应用情况有了细致的了解,便于在今后的延伸期预报中更好地应用、改进和提高。

(3) 应用150天韵律方法,2002—2012年间天气过程预测准确率定性评分为67.3分,空报率较小,为5.9%,漏报率相对较高,为26.8%;同时也看到,不同年份、不同时段准确率大为不同。

#### 参考文献

- [1] 林纾. 准150天韵律方法在过程预报中的应用研究. 中国沙漠, 2005(s): 78-81.
- [2] 林纾. 季以上尺度预报春季区域性沙尘暴过程的方法研究. 中国沙漠, 2006(3): 478-483.
- [3] 孙国武, 信飞, 陈伯民, 等. 低频天气图预报方法. 高原气象, 2008, 27(增刊): 64-68.
- [4] 孙国武, 信飞, 孔春燕, 等. 大气低频振荡与延伸期预报. 高原气象, 2010, 29(5): 1141-1147.
- [5] 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. 高原气象, 2011, 30(3): 594-599.
- [6] 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. 高原气象, 2008, 27(增刊): 69-75.
- [7] 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. 高原气象, 2009, 28(3): 688-693.
- [8] 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. 气象科技, 2013, 41(2): 389-393.
- [9] 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. 气象科技, 2006, 34(3): 250-253.
- [10] 钱维宏. 中期-延伸期天气预报原理. 北京: 科学出版社, 2012.
- [11] 牛若芸, 乔林, 陈涛, 等. 2008年12月2—6日寒潮天气过程分析. 气象, 2009, 35: 74-82.
- [12] 刘惠云, 崔彩霞, 李如琦. 新疆北部一次持续暴雪天气过程分析. 干旱区研究, 2011, 28(2): 282-287.
- [13] 童哲堂, 胡昌琼, 汪高明, 等. 2008年盛夏湖北一次连续性暴雨天气过程分析. 暴雨灾害, 2010, 29: 186-192.
- [14] 尤红, 肖子牛, 王刚平, 等. 低纬高原两次特殊灾害性强对流天气过程分析和比较. 暴雨灾害, 2010, 29: 216-223.
- [15] 潘昉, 李建, 廖捷, 等. 2009年2—3月我国南方连阴雨天气过程分析. 气象, 2010, 36: 39-46.
- [16] 顾骏强, 施能, 薛根元. 近40年浙江省降水量、雨日的气候变化. 应用气象学报, 2002, 13(3): 322-329.