

寒潮中期预报方案

徐彙慧

(新疆自治区气象局)

提 要

近四年来,寒潮中期预报理论和方法研究课题组,根据半球大气环流变化特征,分析了寒潮中期天气过程的大量事实;以大气环流动力学观点,着重研究了寒潮中期物理过程和冬半年大气环流的中期变化机制,并提出了时效为15天左右的寒潮中期预报综合方案。这个方案包括:物理-统计法、天气-统计法、数值预报产品和寒潮过程模型相结合的方法。前者为10—15天的主要预报方法,后者为3—5天的主要预报方法,天气-统计法是6—10天的主要预报方法。

寒潮的中期(3—15天)预报是天气预报的难题之一。美国在1983年天气预报政策声明中也承认,对寒潮这类大尺度天气现象通常也只能在数天前作出预报,每天的温度预报技术水平与气候预报相比,3天内预报得好,至第5天就下降到“稍好”。可见,美国寒潮入侵预报的有效时效也只有3天左右。

我国的寒潮中期预报直至七十年代还没有形成一个系统有效的方法。1975—1980年,北方灾害性天气预报科研协作组开展了大气环流中期变化、行星尺度环流系统、寒潮中期过程及超长波活动的研究,初步提出了一些可供日常业务使用的天气统计学预报方法^[1, 2]。一个好的寒潮预报方法,它的预报思路和步骤应该符合于大量的观测事

实,表达出明晰的物理图象、合理的物理机制并便于实际应用。根据这一愿望,近四年来,寒潮中期预报理论和方法研究课题组进行了大量案例分析归纳,引用新的分析手段和观点,侧重于冬半年大气环流中期变化和寒潮中期物理过程的研究。近期,提出了一个预报时效约为15天的综合预报方案,现简略介绍如下。

一、天气-统计法

我们所用的天气-统计法,是指寒潮中期天气过程的形势演变分类、纬圈谱分析和特征参数指标相结合的方法,可作3—10天的寒潮过程预报。

寒潮的爆发产生于半球性大型环流形势演变和调整之中,超长波波型的演变和长波、

超长波的调整正反映了这种环流形势演变的主要特色。从北半球大气环流特征来看,寒潮中期过程主要有两类:一类是大倒 Ω 流型,约占全国性寒潮过程的80%;另一类是极涡偏心型,约占10%。大倒 Ω 流型寒潮中期过程,按其发生发展可以分为三个阶段,即初始阶段、酝酿阶段和爆发阶段。两大洋高压脊的发展可以作为大倒 Ω 流型中期过程的开始,当阿拉斯加脊向西、向极地发展,大西洋脊向东、向极地发展时,可促使极涡分裂,其中一个极涡位于亚洲,形成大倒 Ω 流型,离寒潮的爆发期约为20天左右。随着高纬度2波又一次向极地发展,这种流型向亚洲地区收缩,两大洋脊相向移动,西边在巴伦支海附近建立高压脊,东边在鄂霍次克海附近有脊发展,亚洲地区的极涡加强南压,形成亚洲地区的倒 Ω 流型。这种流型的建立,标志着寒潮过程由初始阶段过渡到酝酿阶段,离寒潮爆发大约为7—10天。欧洲脊发生、发展并东移到乌拉尔山地区建脊,为酝酿阶段的标志,中纬度4波或3波有一次加强、减弱过程。在酝酿阶段末期,有长波强扰动发展,可导致寒潮爆发。此时,东亚大槽重建,中纬度3波或2(4)波发展成为优势波。

极涡偏心型过程,初始阶段主要表现为极区1波振幅有较大的增长,大洋北部出现高压脊的发展和极涡的偏心。随着极区高压脊的减弱,两大洋脊剧烈发展,极涡中心分别位于亚洲北部和北美上空,特别是亚洲极涡强度较强时,过程进入酝酿阶段。亚洲极涡经过几次替换,随着中纬度3波或4波的发展,西西伯利亚脊发展和东移,导致寒潮爆发。

由纬圈谱分析得到,寒潮中期过程开始时分别以2波(或3波)和1波为优势波,以2波或3波的再一次发展而进入酝酿阶段,寒潮爆发以3波、4波和2波为优势波的机率最高,突然增幅过程出现在40—55°N一带。低纬度长波的增强及其与中高纬度波

动的叠加,对南方的冷空气活动的影响较大。在寒潮爆发的同时,出现一次2波增强过程,往往是连续两次寒潮爆发的主要波谱特点。

在分析研究寒潮中期过程及其三个阶段的形势演变中,我们偏重于考虑行星尺度系统的特点,包括两大洋脊、乌拉尔山脊和鄂霍次克海脊,尤其是两大洋脊是寒潮中期过程的主要成员。此外,南方的寒潮预报还要注意副热带高压、新疆暖脊及孟加拉湾槽的活动。

我们选取的特征参数指标是西风指数、基本气流分布、高纬度东风强度、中纬度西风切变、优势波的强度和位相、行星尺度天气系统演变等等。经过近几年的实践检验,有些指标具有通用性。例如,在酝酿阶段开始,即寒潮爆发前7—10天,东亚地区的纬圈平均气流需同时具备三个特征:(1)在60—70°N有大于4米/秒的东风;(2)中纬度急流有10个纬距左右的先北后南的大幅摆动;(3)急流以北有强的气旋性切变。

二、物理-统计法

我们应用波数域能量方程进行寒潮中期物理过程的研究[3]。研究结果表明,两大洋脊向极区发展的重要性在于:通过动量输送和感热输送,有使平均动能和平均有效位能在中纬度聚集的作用,这就为以后寒潮爆发提供了能量学条件。研究还指出,寒潮中期过程各个阶段的特征,都可以用平均有效位能、平均动能和某些特征波的能量参数来描述,从而得知各个阶段之间的联系,并由一定的物理过程来实现,在这些过程中以波与波的相互作用和斜压过程最为重要。综合这些事实,给出了寒潮中期过程的能量学图象,从而为预报东亚寒潮中期过程提供了一定物理基础的新预报思路。

我们选取一些关键性的特征物理参数,诸如:中纬度和高纬度一些分波动能、中纬度平均动能和有效位能、中纬度带南北边界的涡动动能输送、感热输送和角动量输送等,应用历史样本资料统计这些参数的特征值及

其变化,采用数学统计模型,制作寒潮过程的中期预报。这里以大倒 Ω 流型寒潮诊断预报方法〔4〕为例,其预报时效可达15天左右。

根据8个冬半年10—4月分波动能资料的分析,发现确实存在着时间尺度为2—3周的寒潮中期过程,其分波动能参数的特征在初始阶段和酝酿阶段前期以高纬度较为清楚,在酝酿阶段后期和爆发阶段则以中纬度分波动能反映得较清楚。

图1是8年历史样本资料(30个个例)中出现大倒 Ω 流型寒潮中期过程分波动能综合平均图。从图中可以看到,此类中期过程有如下几个统计特征:(1)在寒潮爆发前21天左右(初始阶段开始日),高纬度(57.5—77.5°N)2波动能出现一个大于45米²/秒²的峰值中心,此时3波动能也相对较高,而1波动能很小。(2)在寒潮爆发前8天左右(酝酿阶段开始日),高纬度2波动能出现第2个峰值。(3)从中纬度(37.5—55.5°N)分波动能演变特点来看,中纬度3波动能随时间演变可出现几个高值中心,在寒潮爆发前5天左右有一个中纬度3波或4波动能的增值过程,正对应于导致冷空气南下的乌拉尔山脊或西伯利亚脊的发展。此外,在寒潮爆发前1天或爆发的当天常有某一长波动能急剧增长(图中未给出)。

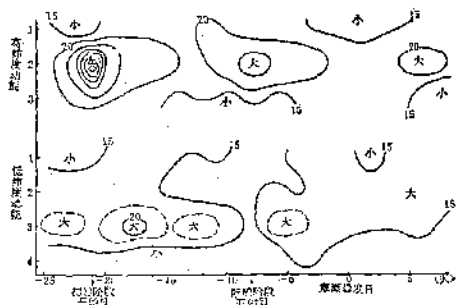


图1 大倒 Ω 流型寒潮中期过程中高纬度分波动能综合平均图(图中低纬度应为中纬度)

上述的能量学统计特征与东亚寒潮中期物理过程分析是一致的。这表明能量学统计

特征的演变反映了一定的物理规律,因此,可以应用历史样本资料统计这些特征值,建立一套寒潮分波动能诊断预报方法,其主要步骤为:

1.当初始阶段开始日的分波动能特征值出现时,就可以发布寒潮或强冷空气中期趋势预报。为大倒 Ω 流型时,高纬度2波动能 $K(2)$ 出现大于或等于26.1米²/秒²的峰值,同时在此峰值日前后两日内,出现3波动能大于或等于22.0米²/秒²,该日定为初始阶段的开始日,则可预报20天左右将有强冷空气入侵,历史准确率达72%。如与极涡偏心型预报结合,可概括寒潮强冷空气历史个例的85%以上。初始阶段的开始日的环流形势如图2所示。

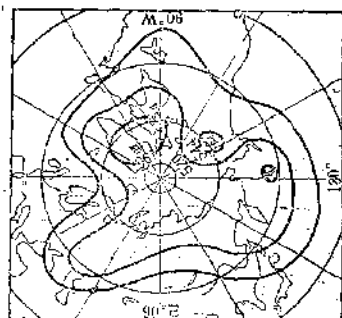


图2 大倒 Ω 流型图例(1983年1月24日20时500毫巴图 $K_2=69.0$ 米²/秒², $K_3=40.3$ 米²/秒² (57.5—77.5°N))

2.当酝酿阶段开始日的分波动能特征值出现时,可以发布强冷空气活动预报。为大倒 Ω 流型时,在初始阶段开始日后的第9—14天内,出现大于或等于26.1米²/秒²的高纬度2波或3波优势波动能峰值,同时中纬度优势波不是1波时,则峰值日可定为酝酿阶段的开始日,强冷空气一般出现在该开始日后的第9天左右,历史准确率为85%。如初始阶段开始后15天内,还不出现上述特征值时,则可以取消强冷空气的预报。

3.第二次预报发布以后,应着重分析中纬度3波、4波和长波动能特征临界值是否出现,再结合数值预报及其它方法作出3—5

5天的寒潮预报。

采用物理-统计法,其指标客观、时效较长、物理机制也比较清楚,且可以逐步进行订正,是一个值得引起注意的方法,在目前省气象台一级计算条件下,是可以实现的。我们曾利用分波动能诊断预报方法的第一个步骤,进行了2年历史资料试报和1983年冬半年业务试报,其准确率达到70%,概括率为72%,预报时效可延长到15天左右。如果采用本方法的三个步骤逐步订正,效果将会更好些。

三、与数值预报产品相结合的方法

从寒潮预报角度出发,我们对欧洲中期数值预报中心(ECMWF)和日本的预报产品作了多次检验,认为欧洲中心96小时的形势预报已达到可用水平,特别是采用谱模式后对超长波预报又有了改进,但其准确性还不如短期数值预报产品。

1. 数值预报产品与寒潮中期天气过程模型相结合

1975—1980年我们曾着眼于研究大型环流形势的演变和特征、超长波的演变和分型、超长波波谱特征、东亚基本气流特征、行星尺度系统的配置和演变、不同纬度大气谱波相互作用和上下游效应、西风指数与大型天气过程关系等寒潮预报方法,并综合成寒潮中期天气过程模型及其预报步骤^[1, 2]。近几年的预报实践证明,这种预报方法具有一定的效果。这种有效性表现在:(1)这种业务预报方法来源于天气实践,并有一定的理论基础;(2)利用长期积累的天气统计特征,可以部分修正中期数值天气预报产品。例如:数值预报产品中,对切断低涡的预报能力较弱,预先进行订正就能减少空报的次数;(3)寒潮的天气过程模型特点之一是动态的,即以天气形势的发展来考虑预报,就可以弥补因数值预报产品时效越长,质量下降速度越快的缺陷。如数值预报的天气形势与寒潮中期天气过程模型不一致时,就必须

认真进行人-机结合订正,然后用寒潮天气的概念模式或物理图象进行预报。

数值预报产品与寒潮天气统计学方法结合的另一途径,是充分利用数值预报产品性能特点,解决天气统计学方法的关键性问题。根据检验,ECMWF的超长波预报能力较强,这样有助于我们掌握优势波的演变,利用超长波、长波波谱预报方法作好预报;ECMWF96小时预报,对 0° — 110° E欧洲自然天气周期预报的准确率可达68%,包括基本准确者可达94%,这样就有可能提前2—3天时间预报自然天气周期及其具体特征。

数值预报产品和寒潮天气过程模型相结合的方法见效快、收益大,经过一个较长时期的系统使用,可以使预报效果得到提高。

2. 数值预报产品与统计学相结合

这种办法就是所谓的完全预报法(PPM)和模式输出统计法(MOS)。PPM法中预报因子的选择,除了重视预报员的经验外,还根据寒潮天气特点,引入反映大型环流演变的纬圈谱因子,自然正交函数参数,或采用聚类分析进行客观分型后,利用不同数学模型进行统计预报,取得了一定的效果。

MOS法因受数值产品和质量的限制,目前主要应用于短期寒潮预报上。我们对温度距平、候平均温度、最低气温等中期MOS法也作了试验性研究。总的说来,对寒潮这类急剧降温过程还需作人工修正。

四、寒潮中期预报的综合方案

影响寒潮中期天气过程的物理因子和支配中期过程的物理规律是比较复杂多样的,各种预报方法所反映的侧面、时效和精度也有所不同。因此,为了作好预报,必须综合考虑各方面的因素和它们的有机联系,有主、次地合理使用各种规律。随着理论研究的深入,新预报方法的采用和新技术的发展,预报程序及其工具图表计算程序指标也应随着变更,使其逐步充实、完善和系列化。

根据我们对寒潮中期过程的认识,以及现有的资料和计算条件,寒潮中期(3—15天)预报可采用的预报系列(图3);

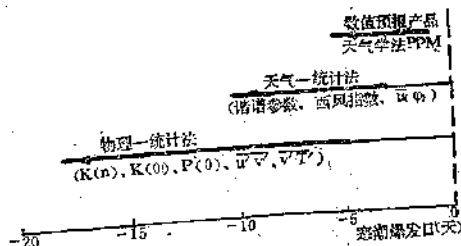


图3 寒潮中期预报系列 粗实线为预报时段主要依靠方法,细实线为预报时段的参考方法,括号内为主要参数

1. 应用物理-统计法,分析主要波数域能量参数,例如分波动能、平均动能、平均有效位能、动量输送、感热输送等,掌握寒潮中期过程初始阶段的特点,作出未来10—15天有无寒潮的趋势预报。

2. 应用天气-统计法,分析环流形势的演

变、纬圈谱及西风指数、基本气流分布等特征参数,并参考波数域能量参数,掌握寒潮中期过程酝酿阶段的特点,作出未来5—10天有无寒潮的预报。

3. 应用数值预报产品和寒潮天气过程模型相结合的方法和PPM法,并参考波数域能量参数和天气-统计学的分析,作出未来3—5天寒潮过程和寒潮天气的预报。

应该指出,按照上述方案进行预报时,正如其他预报方法一样,应该掌握天气气候背景和参数指标的气候特点,尤其要注意中高层大气环流演变的异常和本地区天气变化的特点。

参考文献

- [1] 王为德, 气象, 1981, 2期, 2—5。
- [2] 余鹤书、晁淑懿, 气象, 1981, 9期, 42—44。
- [3] 仇永炎、王为德, 寒潮中期预报研究的进展, 全国寒潮中期预报文集, 北京大学出版社, 1984。
- [4] 徐美慈, 中期寒潮谱能量诊断统计模型及其应用, 新疆气象, 1984, 9期, 33—45。