

T_{42} 预报产品的预报能力 与天气学分析

张芬馥 刘国强

(中央气象台, 北京 100081)

提 要

为了考证 T_{42} 模式的性能与产品的质量, 对 1992 年 T_{42} 中期预报部分产品加工处理后获取的有关参数进行了综合分析, 并通过对大型环流形势演变与调整的考查, 以及对重大天气实例的释用认为, T_{42} 96 小时、120 小时预报, 对大气长波和超长波的活动有一定预报能力, 大型环流形势演变的总趋势与总动向基本可信, 具有中期参考价值。模式对西风带大型环流形势的预报能力优于对副热带系统的预报能力, 南支锋区及南支锋区上系统的生消和对副热带高压的预报失真明显, 是模式改进的重点。

关键词: T_{42} 产品 预报能力 检验

前 言

我国中期数值预报业务系统自 1991 年 6 月 15 日投入业务运行以来, 为天气预报业务提供了丰富的预报指导产品, 促进了天气预报体系和预报方法的变革, 在实际预报业务中起到一定的指导作用, 并已初见成效。如何利用表征大气内部变化的数值预报产品作好预报, 是广大气象工作者面临的重要课题。走我国自己的以数值预报产品为基础, 实现天气预报客观化、定量化、自动化的道路已势在必行。

任何新产品投入预报业务, 无疑都将推动预报业务的变革与发展, 而了解产品的性能, 考证产品的质量又是应用新产品的第一步。半年多来, 通过对 T_{42} 中期数值产品的应用检验, 我们认为, T_{42} 预报产品对大型环流形势的调整具有一定的预报能力, 可以为中期预报决策提供参考信息。

1 大型环流形势预报能力的评估

近十几年来, 由于数值天气预报在天气形势预报方面的成功^[1], 中期天气预报质量

取得了显著的提高。为了考查 T_{42} 模式对大型环流形势的预报能力, 我们加工 500hPa 有关时次的预报场, 对获取的有关参数, 进行了综合分析, 得出如下结果。

1.1 500hPa 96 小时预报旬平均误差分布

T_{42} 96 小时预报旬平均误差的分布有如下特征: a. 长波和超长波槽附近有较大的正误差, 脊区附近多伴随明显的负误差。这表明长波和超长波槽脊的预报均较实况偏弱。b. 亚洲地区的误差明显大于欧美。c. 东亚沿海多盘据一个正误差中心, 这说明模式对东亚槽的预报偏弱。d. 误差分布有一定的地域特征。一般来说, 欧亚北部多出现负误差中心(图略)。

1.2 亚洲西风环流指数预报能力

分析 1—8 月亚洲西风环流指数 96 小时预报发现: 1992 年 1 月、3 月的西风环流指数预报效果最佳, 环流指数上升和下降的趋势基本与实况一致, 误差较小。其它月份指数预报大部时段的循环趋势与实况相近, 基本上能反映出亚洲地区大型环流形势调整的动

向。1月下旬、4月下旬和5月上中旬指数预报与实况出现了位相相反的循环时段,说明 T_{42} 96小时对大型环流形势的预报尚不够稳定。2月份亚洲西风环流指数预报效果较差,经常出现指数循环位相同实况相反的预报,参考价值锐减(图1a、b、c)。

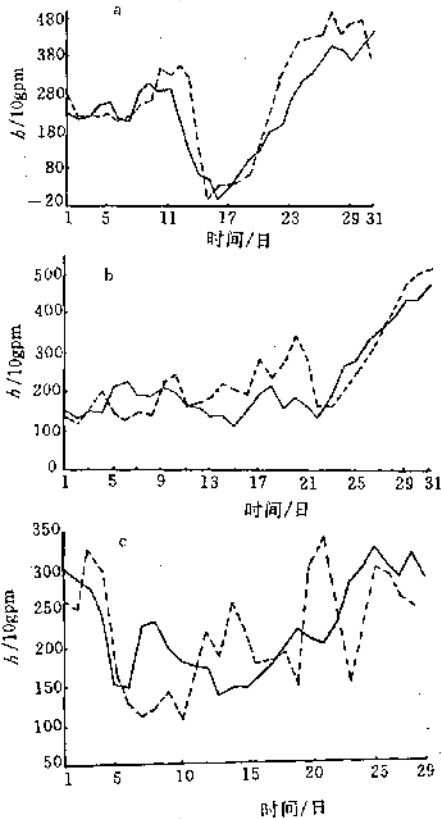


图1 1992年3月(a)、5月(b)、2月(c)
亚洲地区500hPa西风环流指数
虚线为实况,实线为 T_{42} 96小时预报

1.3 标准检验统计量距平相关系数的特征

距平相关系数具有较明确的天气学意义,分析附表(按一般将距平相关系数0.6作为可用预报界限)得到:a. 北半球可用时效达到4—5天。b. 欧洲区的预报质量最好,可用预报时效达4天。c. 亚洲区预报质量较差,可用预报时效只有2天。由此可见,亚洲区海洋观测资料稀少,造成预报效果下降是不可忽视的原因,但这并不意味着亚洲区中期预报(72—120h)产品不可用,其预报中仍

有可利用的预报信息。总的来说, T_{42} 北半球96小时预报基本上达到了可用预报界限,这与过去的一些研究结果是一致的^[2]。

2 重大天气过程预报能力与天气学分析

任何一次中期天气过程都是大型环流形势调整的产物,大气长波的发展与消亡是中期天气演变的基本特征。考查1992年夏汛期5—9月 T_{42} 96小时和120小时对欧亚地区大型环流形势调整及重大天气过程的预报能力发现, T_{42} 对大型环流形势的转换以及重大天气过程具有一定的预报能力。

2.1 高温天气的预报能力

1992年夏季,我国先后出现了3次持续性高温天气。5月下旬—6月上旬,我国东部地区出现大范围持续性高温天气,日最高气温达 30°C 以上的日数有4—6天,华北平原多达9—12天。日最高气温高达 34°C — 36°C ,部分地区达 37°C 。造成高温天气的主要原因是5月中旬后期欧亚环流形势发生调整,亚洲西部形成强大的暖高压脊移入东亚后持续稳定控制的结果。 T_{42} 对这一重大的环流形势调整及影响系统的生成、发展、移动及后期的稳定少动趋势,96小时和120小时预报都有相应的反响,虽在大型环流演变过程中预报同实况存在一定的差距,但其总趋势与总动向对预报决策有一定参考价值(图略)。

7月中旬,副热带高压加强西伸控制我国南方,使南方大部进入高温伏旱。7月下旬,副高继续加强北上,西环主中心登陆控制江淮及江南地区,高温地域扩大,伏旱迅速发展。8月上旬副热带高压588特征线北界在 110°E 抵达 40°N ,处于1992年夏汛期最强盛时段。副高的北抬使国内雨区北移,高温面积进一步扩大。副热带高压稳定持久的控制,湖北全省出现了20多天的持续性高温天气。

检验分析表明,虽然 T_{42} 对副热带高压的预报一直存在着系统性误差,但对副高体自7月中旬加强西伸并逐渐北抬的动态预报是成功的。特别是7月17日500hPa120小时

形势预报逼真(图 2a、b)。西环主中心登陆控制江南,为制作南方高温天气将持续的中期

预报提供了决策依据。

附表 1992 年 1—8 月 $T_{45}500hPa$ 预报距平相关系数

月	24h				48h				72h				96h				120h			
	半球	北美	欧洲	亚洲	半球	北美	欧洲	亚洲	半球	北美	欧洲	亚洲	半球	北美	欧洲	亚洲	半球	北美	欧洲	亚洲
1	0.95	0.93	0.97	0.78	0.87	0.82	0.90	0.88	0.77	0.66	0.80	0.56	0.66	0.90	0.67	0.48	0.54	0.48	0.49	0.42
2	0.94	0.92	0.96	0.70	0.85	0.83	0.89	0.55	0.75	0.72	0.79	0.49	0.62	0.62	0.65	0.36	0.50	0.52	0.45	0.30
3	0.95	0.94	0.97	0.72	0.88	0.87	0.90	0.62	0.79	0.75	0.81	0.55	0.69	0.60	0.68	0.48	0.60	0.46	0.56	0.44
4	0.95	0.91	0.96	0.71	0.87	0.79	0.91	0.60	0.77	0.65	0.80	0.48	0.65	0.49	0.68	0.40	0.52	0.31	0.59	0.31
5	0.94	0.90	0.96	0.71	0.86	0.74	0.88	0.61	0.76	0.55	0.79	0.45	0.67	0.43	0.72	0.45	0.59	0.33	0.61	0.44
6	0.92	0.90	0.95	0.70	0.82	0.76	0.84	0.56	0.70	0.58	0.69	0.40	0.56	0.42	0.46	0.33	0.43	0.33	0.38	0.27
7	0.89	0.89	0.93	0.66	0.77	0.75	0.84	0.55	0.67	0.59	0.70	0.42	0.55	0.48	0.55	0.35	0.44	0.35	0.44	0.24
8	0.91	0.89	0.92	0.67	0.79	0.77	0.80	0.52	0.66	0.60	0.63	0.40	0.53	0.42	0.54	0.31	0.44	0.30	0.49	0.29

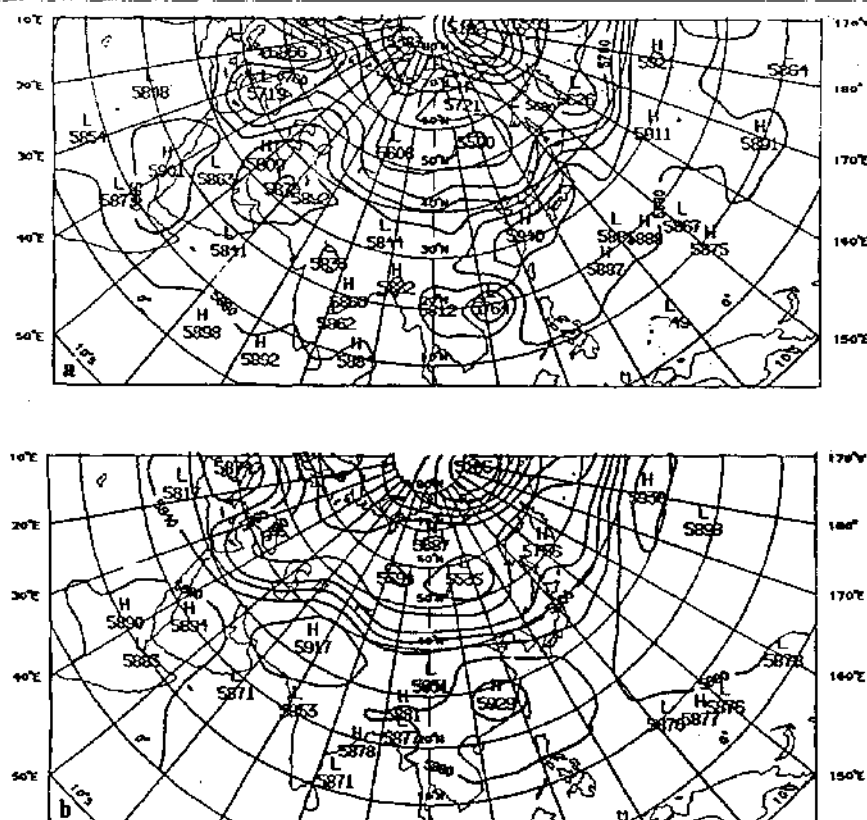


图 2 1992 年 7 月 22 日 500hPa T_{45} 实况分析(a)
及 7 月 17 日 500hPa T_{45} 120 小时预报(b)

但是, $T_{45}500hPa$ 形势预报对 1992 年夏季北方地区出现的第二次高温天气没能做出预报。6 月下旬末, 欧亚地区 500hPa 西风带大型环流形势由纬向环流向经向环流转换,

我国河套地区有暖高压脊形成, 并逐渐发展与高纬西风带脊同位相叠加, 形成东北—西南向的高压坝控制北方。7 月 5 日高压脊发展成阻塞脊, 中心强度达 5880gpm。这一长波

脊自形成到崩溃,历时长达 10 天左右,受其影响北方大部日最高气温达 34—38℃,局地达 39—40℃,持续时间达 6—9 天,加剧了北方旱情发展。

T_{12} 96 小时和 120 小时预报对河套地区暖高压脊的形成、发展、加强和叠加过程没有反映。对槽脊的移动速度预报偏快,使天气系统位相误差增大,加之对副热带高压体的预报偏强,从而造成我国 7 月上旬“北旱南涝”的环流大背景预报失真(图略),失去参考意义。

2.2 转折性天气的预报能力

1992 年 5—9 月,发生在我国的重大转

折性天气过程有 4 次:5 月上旬中期,北方旱区转雨;7 月中旬春夏连旱的黄淮海地区出现大范围降雨;8 月中旬江淮、江南东部先后出现大到暴雨,高温天气结束;9 月上、中旬西北大部、汉水、渭水流域由旱转阴雨,秋雨连绵。以上 4 次重大转折性天气过程, T_{12} 500hPa 形势预报,除对 7 月中旬西风带环流形势的快速变化反映不准确,给预报参考带来困难外,其它 3 次 500hPa 形势预报对中期天气预报有较高使用价值。我们以 8 月中旬的重大转折性天气为例来证实 T_{12} 的预报能力。

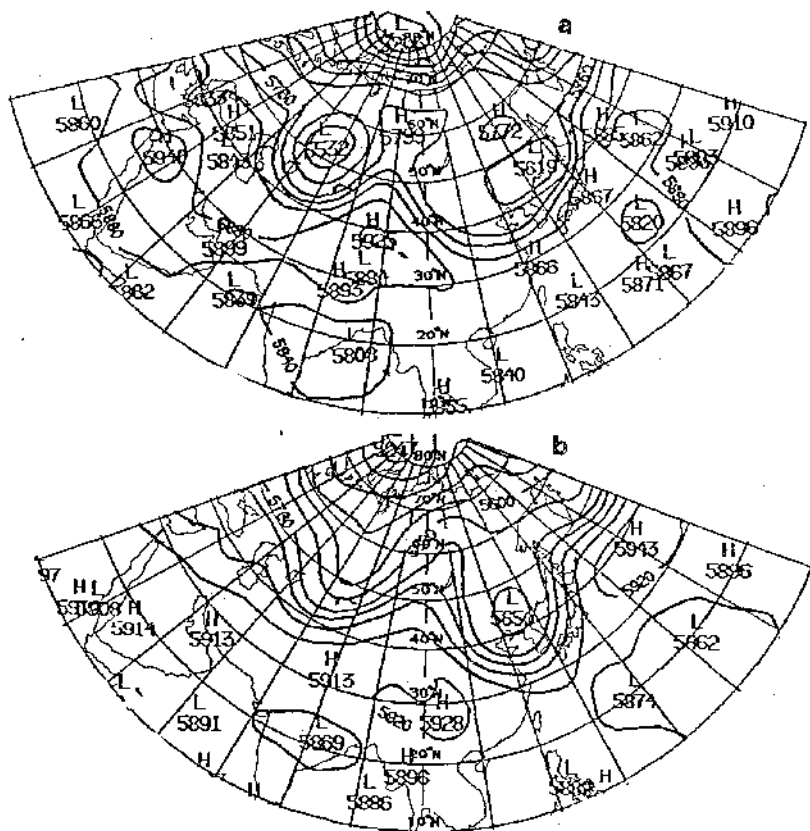


图 3 1992 年 8 月 13 日 500hPa T_{12} 实况分析
(a) 及 8 月 8 日 500hPa T_{12} 120 小时预报(b)

8 月上旬末,欧亚西风带大型环流形势开始调整:地中海一带高压脊向中高纬度发

展,引导极地冷空气南下,激发乌拉尔山长波槽加深,导致中亚脊,使东亚槽后退发展,

迫使副热带高压溃退。14—16日受东路冷空气和暖湿气流影响,江淮、长江下游及江南东部先后出现大到暴雨,高温天气缓解,旱情缓和。关键时刻, T_{42} , EC, Japan, KWBC 对此次重大转折性天气都做出了较准确的形势预报。

考查 T_{42} 24—120 小时预报发现,无论哪一时次,对这次重大环流形势的调整都做出了相应的反响。值得称道的是, T_{42} 早在 8 月 8 日为起报场的 120 小时预报中报出了这一环流形势的调整——亚洲 40°N 一带的纬向锋区破坏,中亚长脊,欧亚地区转换为二槽一脊型的经向环流(图 3a、b),为中短期天气预报提供了预报决策依据。

进而考查影响主导系统 500hPa 东亚槽相应时次的预报表明:东亚槽的深度 96 小时、120 小时预报均较实况偏弱。以东亚槽加强到最强的一天 8 月 15 日 12 时为例,以 584 特征线计,实况槽底抵达 25°N , 96 小时、120 小时预报 584 特征线到达 30°N , 其误差为 5 个纬距。槽内最低高度实况为 5680gpm, 96 小时预报误差为 40gpm, 120 小时预报误差为 -20gpm。槽线位置在 115°E , 96 小时预报接近实况, 120 小时预报偏东 3—5 个经度(图略)。

总之,虽然 T_{42} 24—120 小时对此次环流形势调整的预报,在演变细节上和具体系统的强度、形态预报上均与实况存在一定误差,但其总趋势与总动向是可信的。特别是此次重大转折性天气过程的环流大背景与实况显著相似,对中期预报具有较高的参考价值。

2.3 对大范围降雨过程的预报能力

1992 年汛期我国共有 8 次大范围大到暴雨或致洪性暴雨发生,检查 T_{42} 对上述灾害性过程的预报能力表明,由于 T_{42} 对西风带大型环流形势的预报能力优于对副热带系统的预报能力,因此对北方致灾性天气过程的预报命中率高于南方。

6 月上旬,受切断冷涡的影响,东北大部

和华北北部出现中到大雨,东北东部降了暴雨和大暴雨,属历史同期少见,黑龙江省受重灾。这一切断系统的发生、发展及移动趋势, T_{42} 120 小时预报都相应做出了预报,6 月 2 日为起报场的 120 小时预报报出了这一强大的切断系统,比实况出现偏晚 2—3 天,强度误差为 40gpm,较实况偏弱,位置预报较实况偏北 4 个纬距,偏东 6 个经距。这个切断涡自 6 月 4 日在东北形成到南掉东移历时长达一周左右,这一演变趋势 T_{42} 120 小时预报显示出一定预报能力,具有参考价值。值得赞赏的是,由于低涡的发展与南掉,激发东亚槽加深,槽后西北气流跨越长江向南推进。这一过程 T_{42} 120 小时预报与实况相当一致(图略)。成功的预报为制作 3—5 天的中期预报——雨带南压、江南雨势将加大,江淮地区不可能出现持续稳定的梅雨雨带提供了重要参考。

7 月下旬副热带高压加强北上, 110°E , 120°E 588 线北界达 $33^{\circ}\text{—}39^{\circ}\text{N}$, 西脊点进退在 105°E 附近。同时,伊朗高压也加强东进,东脊点活动在 $70^{\circ}\text{—}80^{\circ}\text{E}$ 之间,构成两高对峙的局面。西风带锋区在 40°E 建立,锋区上短波槽频繁东移。南北系统配合,拉开了北方雨季的序幕。这一形势持续稳定到 8 月上旬,北方先后出现 4 次大到暴雨过程。考察 T_{42} 对北方雨季大背景的预报得到令人满意的结果。7 月 17 日 120 小时预报同实况相当接近(图 2a、b)。

但是, T_{42} 对副热带系统预报质量较差,误差较大。其失真主要表现在:副热带高压预报持续偏强;对南支锋区预报有明显夸大现象;南支锋区上系统生消反映不准确。如 6 月中下旬长江中下游连降暴雨,部分江段超警戒水位;7 月上旬福建闽江出现 50 年一遇的特大洪涝,湘、浙、赣等省遭受不同程度洪涝灾害的重大致灾性天气过程,都因上述原因而失去预报参考意义。

3 副热带高压预报能力的检验

经验表明, $110^{\circ}\text{—}130^{\circ}\text{E}$ 副高体的增衰进

退及其形态布局,与我国汛期雨带的位置和强度有着十分密切的关系。因此,数值预报产品对副高体的预报能力如何,是我们十分关注的问题。

点绘 110—130°E 副高 588 特征线北界动态曲线(图 4)来考查 T_{42} 对副高体预报能力发现:

3.1 T_{42} 对副热带高压的预报存在明显的系统性误差,大部时段 588 线北界预报均较实况明显偏北达 5—10 个纬距,有时误差更大。这就是 6 月中下旬和 7 月上旬(图略)南方致洪暴雨预报失去应用价值的重要原因。

3.2 副高体西脊点的预报明显偏西,以 7 月为例,副高体西脊点超过 90°E 仅有两天,而 T_{42} 96 小时预报达到 22 天。这种势态阻隔了水汽输送,对我们利用副高西脊点的位置,判断孟加拉湾和南海越赤道气流的输送,制作雨区和雨强的预报参考带来困难。

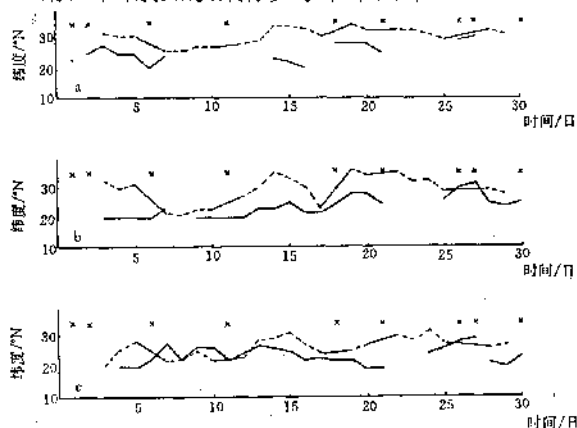


图 4 1992 年 6 月 500hPa 副高 110°E(a)、120°E(b)、130°E(c) 588 线北界逐日变化及 T_{42} 120 小时预报动态图
(实线为 EC 实况值,虚线为 T_{42} 120 小时预报值,打叉者为缺资料)

3.3 T_{42} 预报反映不出副高体的进退和南北摆动的运动趋势,其预报常以强大之势控制南方。由图 4 表明,月内,副高在 110°E 有 4 次进退活动,在 120°E 有 3 次进退过程,588 线北界达到 25°N 仅有 3—5 日和 18—21 日两段时间,登陆控制华南、江南的时间很短。

但 T_{42} 120 小时相应时次预报则是,110°E、120°E 副高体 588 线北界持续稳定从不中断,反映不出副高体的进退趋势。

3.4 T_{42} 预报副高常以带状分布的形势和庞大的面积控制西太平洋洋面,阻尼了赤道辐合带的北跃,这对台风形成及其运行路径预报带来参考的困难而失去应用价值。8 月份西太平洋洋面共有 8 个台风生成,有的沿分裂副高体远海转向,有的沿副高体南部西行登陆影响我国。由于台风的多种路径,造成副高体北界在 110—130°E 的变幅很大, T_{42} 500hPa 形势预报反映不出副高受台风影响的变化状况。

3.5 7 月中下旬副高加强西伸逐渐北抬的预报与实况较吻合,误差较小(图略)。对南方持续性高温天气的预报很有帮助。8 月中旬因西风带大型环流形势的调整迫使副高南退的趋势 T_{42} 也有反映,但强度仍较实况偏强(图 5a),而 EC 本月对副高体活动的预报基本与实况一致(图 5b),显示出较高的预报水平。

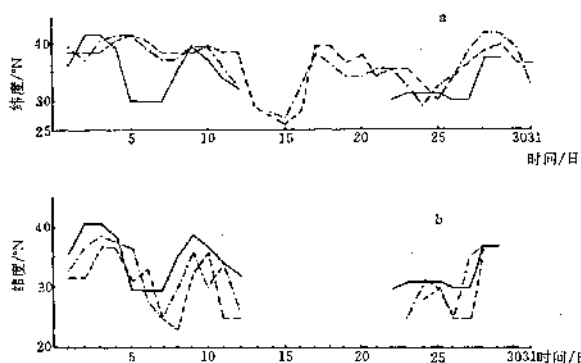


图 5 1992 年 8 月 T_{42} (a)、EC(b) 500hPa 副高 120°E 588 线北界逐日变化动态图
(实线为实况,点划线为 96 小时预报,虚线为 120 小时预报)

4 结语

4.1 T_{42} 96、120 小时预报对大型环流形势演变的总趋势与总动向基本可信,对预报决策有一定参考价值,但预报不够稳定。

4.2 在大型环流背景较稳定的情况下预报

效果较好,但对环流形势调整的信息有时反映不够敏感。

4.3 对重大天气过程有一定预报能力,其影响主导系统的强度预报一般偏弱。

4.4 南支锋区的强度预报有明显的夸大的现象,预报偏强。锋区上槽脊生消预报能力较差。

4.5 副热带高压体预报较实况显著偏强,误差较大,失真明显,直接影响了西风带大型环

流形势的预报质量,有时失去参考,是模式改进的重点。

参考文献

- 1 夏建国,数值预报产品应用指南第一册,北京:气象出版社,1991.
- 2 刘还珠等,中期数值预报统计检验分析,气象,18(9),1992.
- 3 余鹤书等,欧洲中心数值预报资料在汛期中的应用检验,气象,1983第6期.

The Efficiency of T_{42} NWP Products and Synoptic Analysis in China

Zhang Fenfu

Liu Guoqiang

(National Meteorological Centre, Beijing 100081)

Abstract

In order to understand the performance of T_{42} NWP and the efficiency of its products, the comprehensive analysis is made on the parameters obtained case studies of T_{42} prediction products in 1992. Meanwhile, the investigations on the evolution of the large-scale circulation and its adjustment are taken and the significant weather processes are taken into account. The results show that the 96-hour and 120-hour forecasts by T_{42} model are reasonably reliable for the motions of the atmospheric long wave and extra-long waves. They are considered to be valuable for the medium-range forecasting of the tendency and trend related to the evolution of the large-scale circulation. The model is better working in forecasting of the westerly belt circulation than in prediction of the subtropical circulation. However, the significant distortion appears when the model is used for forecasting of the southern frontal area and its formation and extinction. This is the key point when the model is improved.

Key Words: T_{42} product the efficiency of NWP verification