

文章编号:1006-7639(2004)-03-0032-06

T213 数值预报产品在 2003 年宁夏首场透雨天气过程中的应用分析

周 虎¹, 纪晓玲², 丁建军¹

(1. 宁夏气象台, 宁夏, 银川 750002; 2. 宁夏气象防灾减灾重点实验室, 宁夏 银川 750002)

摘 要:2003年5月5~6日,宁夏出现了入春以来第一场透雨天气过程,本文利用常规天气资料和T213数值预报产品,对此次降水天气过程从主要影响系统和T213数值预报有关物理量预报场等方面进行分析发现,T213对我区降水有很好的预报能力和指示意义,并随着预报时效的缩短,其可信度在不断提高。

关键词:首场透雨;影响系统;T213数值预报产品

中图分类号:P456.7

文献标识码:A

引 言

宁夏地处西北内陆,气候干旱,春季尤为明显,素有“春雨贵如油”之说。春季是农作物播种关键期,降水的多少和首场透雨的发生直接影响着农业生产和生态建设,特别是对政府决策指挥、安排农业生产具有非常重大的意义。据统计分析表明,宁夏历年第一场透雨出现时段为3月上旬至6月下旬,时间跨度、年际变化大,一直是预报的难点和服务的重点。

2003年5月5日宁夏出现了入春以来第一场全区性中雨天气过程,此次降水天气的出现,对宁夏山、川各地农业生产及生态环境建设都是一场及时雨,缓解了南部山区前期的旱情,补充了宁夏黄河可用水量的严重不足,为我区全面禁牧、大力实施生态环境建设提供了有利条件,同时,降水对抑制沙尘天气也十分有利,净化了空气,增加了空气湿度,提高了空气质量。

本文通过对此次透雨天气发生时T213数值预报产品进行分析,以求对其预报能力做进一步探讨。

1 天气实况

5月4日夜间到5日夜间宁夏出现了入春以来第一场全区性透雨,全区普降中雨,固原和吴忠两市

的部分地区出现了大雨,泾源站累计雨量达41mm(图1)。

此次过程降水量大,持续时间长,从4日傍晚开始至6日清晨结束,主要降水时段在5日白天至夜

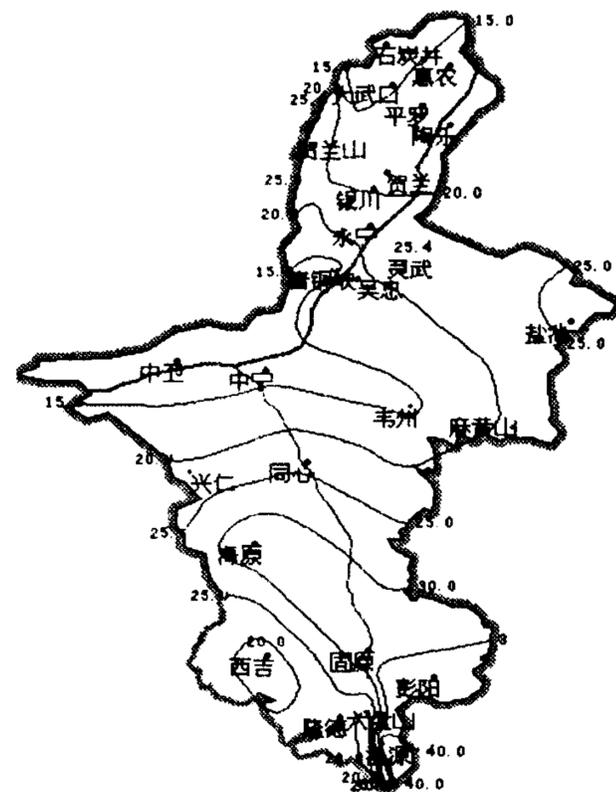


图1 全区降水量分布图

(5月4日08时至6日08时降水量,单位:mm)

Fig. 1 Distribution of the whole district precipitation from 08 on May 4 to 08 on May 6, 2003

收稿日期:2004-03-04;改回日期:2004-06-21

作者简介:周虎(1967-),男,工程师,主要从事短期天气预报及相关预报方法研究。

间,降水分布南多北少,最大降水中心在泾源。

2 形势演变及影响系统分析

2.1 高空冷槽

过程前 24~48 h, 500 hPa 欧亚范围内中高纬度为两槽一脊型, 乌拉尔山附近、贝加尔湖东侧到我国东北各为一低压槽, 两槽之间中亚为高压脊区。随着乌拉尔山低压槽和中亚脊规律东移, 乌山槽底不断有冷空气扩散穿脊东移, 在中亚脊底部形成一低压槽区, 由于河套东部反气旋环流阻滞作用, 低压槽东移过程中加深, 在青藏高原维持宽广的低槽区, 并有低值系统生成东移, 南支槽发展, 到 4 日 20 时宁夏处于槽前脊后西南气流暖湿气流里, “东高西低”降水形势建立并一直维持; 同时, 贝加尔湖东侧到我国东北的冷低压主体在旋转过程中有所西退形成贝湖低压槽, 并有冷空气分股南下。

2.2 700 hPa 槽涡配置

对应 700 hPa 图上, 中亚脊底部新疆、青藏高原一带为宽槽区, 期间不断有低值系统生成东移。4 日 20 时, 在四川昌都附近生成一完整深厚的低值系统并与东移冷空气在河西地区相结合形成“槽涡结构”; 5 日 08 时分裂形成两个低涡中心, 一个在河套西北部, 对我区降水影响不大, 另一个在合作与西宁附近, 沿西南气流经宁夏南部向东北方向移动, 使得所经之处低层辐合加强, 水汽集中聚集, 为降水天气的发生发展提供了大量的水汽、热力、动力条件; 6 日 20 时低涡移出河套。

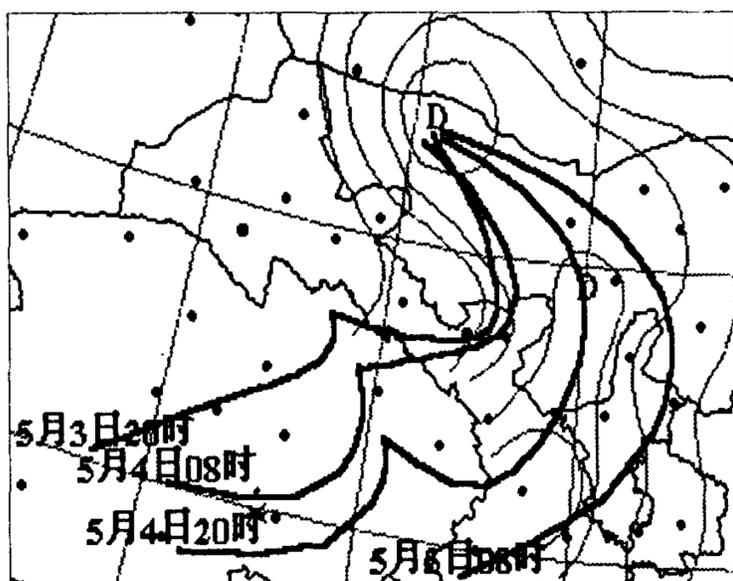


图 2 5 月 4 日 20 时地面气压场及锋面动态图

Fig. 2 The surface pressure field and the frontal dynamic at 20 on May 4

2.3 地面冷锋与回流

地面图上(图 2), 河西有西北路冷锋东移, 冷锋的动力抬升作用和地面“热倒槽”作用, 激发了锋前不稳定能量的爆发, 我区 4 日傍晚开始自北向南出现了锋前的不稳定性降水天气; 在高空引导气流作用下, 贝加尔湖不断有冷空气扩散南下, 使得华北地面冷高压得到加强, 形成地面回流, 宁夏处于地面热低压、华北冷高压后部偏东南气流里, 这种“东高西低”的形势一直维持至 6 日白天。

2.4 低空急流

4 日, 在 850 hPa~700 hPa 高原东侧影响槽前形成一支低空急流, 最大风速达 16 m/s, 将水汽源源不断地向北输送, 四川盆地、河套、河西、新疆一带温度露点差 $T - T_d < 5^\circ\text{C}$, 形成一歪脖子高湿区, 为降水天气的发生提供了充足的水汽。

从环流形势演变及高中低层系统配置情况来看, 高低空稳定的“东高西低”降水环流形势, 为降水的发生和持续提供了稳定的形势场, 高空冷槽和地面冷锋为降水的发生提供了触发机制, 低空急流和地面回流为降水的发生和持续提供了充沛的水汽来源, 在高原低涡的影响下, 全区出现明显降水天气过程, 低涡所经之处, 降水量级明显加大。另外, 宁南山区地形的抬升作用, 促使上升运动加大, 是形成降水中心的原因之一。

3 T213 数值预报产品分析应用

T213 数值预报产品与欧洲中心数值预报产品相比, 种类丰富, 预报间隔短, 与 T106 相比, 其预报精度得到很大提高, 已为预报员所肯定, 成为预报业务工作中重要的参考工具, 那么, 如何很好地使用它, 发挥更大的作用, 是我们应该解决的问题。下面对 5 月 2 日 20 时 T213 数值预报模式标准等压面上 $1^\circ \times 1^\circ$ 的物理量预报场格点资料进行分析。

3.1 趋势预报分析

3.1.1 形势场

此次透雨天气过程中, 无论是 500 hPa 还是 700 hPa, T213 环流形势演变趋势预报与实况基本吻合, 尤其是 700 hPa 高原低涡位置和对我区最有利的影响时段以及移动路径预报与实况非常一致。

从图 3 中可以很清楚地看到, 4 日 20 时预报高原东侧有一完整的低值系统, 期间有两个低涡中心, 一个位于河套西北部, 一个位于青海湖东南侧, 低涡东移开始影响我区; 到 5 日 08 时, 低涡范围进一步扩大, 两个低涡中心位置及连续演变与实况完全一

致,只是预报较实况低涡要强一些,6日低涡逐渐移出河套。

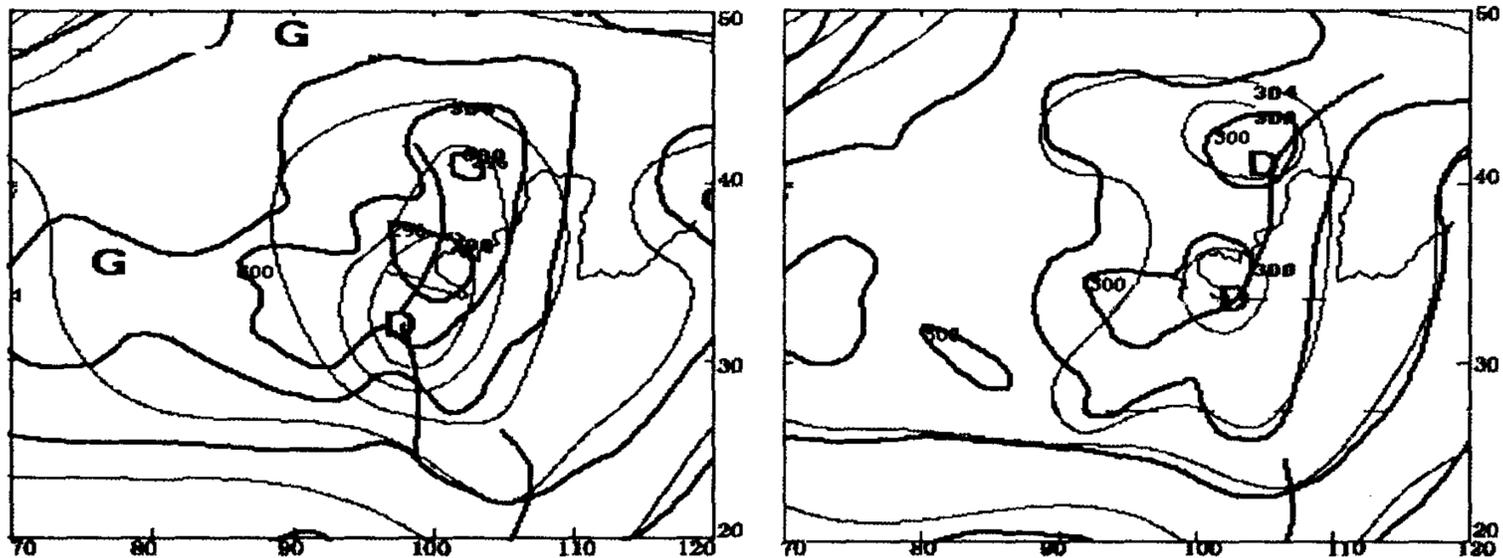


图3 4日20时(左)、5日08时(右)700 hPa T213 预报与实况对比(细线为实况场,粗线为预报场)

Fig.3 Contrast between 700 hPa T213 prediction and factual circs at 20 on the 4th (left), 08 on the 5th (right)
(thin line for factual circs field, thick line for prediction field)

3.1.2 降水量场

从5月2日20时、5月3日20时、5月4日20时3个时次的降水预报图来看,均预报4日夜间至6日白天宁夏将有一次较明显的降水天气过程,主要降水时段在5日白天至6日上午,最大降水在5日夜间,且宁夏南部有一强降水中心东移,降水强度为15mm以上。随后,主要降水区移出宁夏。

上述3次预报虽然起报时间不同,但对于降水起始、终止时间、主要降水时段的预报,均给出了一致的结果,从落区看为全区性降水,大降水主要在宁夏南部,无论是时段还是落区强度均与实况接近。(降水量预报与实况对比图略)

分析表明,在不同时次形势预报中,若T213对某种天气形势、影响系统及降水发生的时间、区域、强度作连续演变预报时,必须引起我们足够的关注和重视。

3.2 温湿场分析

3.2.1 比湿场

分析各层比湿预报场,3日之前,中高层青藏高原南侧有湿中心向东北方向伸展,低层(850 hPa)河套东南也有“湿舌”向西北方向伸展;4日“湿舌”伸至河套以北地区,700 hPa上4日14时至5日08时达到最强并维持,湿舌中心值达10.0 g/kg,高湿区控制了整个河套地区;5日夜间“湿舌”开始逐渐东移,降水区与湿中心移动路径相一致,6日高湿区逐渐移出河套,降水停止。

3.2.2 水汽通量场

分析各层水汽通量预报场表明,3日14时之

前,宁夏区域内水汽通量较弱,但从3日下午开始,宁夏上空中低层水汽通量加强,700 hPa高原东侧有水汽通量中心逐渐东移,4日20时达到最强,且中心就在宁夏境内,中心值达 $21.8 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$,说明沿西南气流有水汽向河套输送;而850 hPa在河套东南有水汽通量中心在低层东南气流引导下向西北方向伸展,其轴线呈西北—东南向,4日20时达到最强,中心在宁夏北部,中心值为 $12.3 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$,5日08时中低层水汽通量中心开始缓慢东移,强度有所减弱,6日20时完全移出。

3.2.3 θ_{se} 场

θ_{se} 可以较好地反映大气层结稳定度。4日白天,850~500 hPa各层均有呈“Ω”状的暖湿舌向北伸展至河套,其高能轴从高原东侧经过宁夏东移至河套东部,并逐渐加强,4日20时,700 hPa θ_{se} 的高值区在宁夏东南,最大值为70℃,降水发生在高能舌内。

从4日20时 θ_{se} 垂直分布可以看出,我区上空的 θ_{se} (500 hPa-700 hPa) $\leq -4^\circ\text{C}$,均为负值,大气处于对流不稳定状态,说明降水发生前有对流不稳定能量储存,4日傍晚前后,全区开始出现阵性降水天气;5日08时不稳定能量减小,宁夏中北部 θ_{se} (500 hPa-700 hPa) $\geq 3^\circ\text{C}$,而固原附近 θ_{se} (500 hPa-700 hPa)仍为负值(-2°C 左右),全区逐渐转为稳定性降水。

上述分析表明,在此次降水天气过程中,T213温湿预报和降水的对应关系非常好,温湿预报场很好地反映了降水性质的转换、降水中心落区及持续

时间,值得我们参考。

3.3 动力场分析

降水分布显示,最大降水中心在泾源,因此,我们选取了距离泾源较近的 $36^{\circ}\text{N}, 106^{\circ}\text{E}$ 格点资料,对其散度、垂直速度垂直分布进行分析。

3.3.1 散度场

分析散度的垂直分布演变(图 4a)可知,4 日 20 时,820 hPa 以下及 500 hPa 以上有弱的辐合,最大辐散层在 700 hPa,5 日 08 时,580 hPa 以下为辐合,

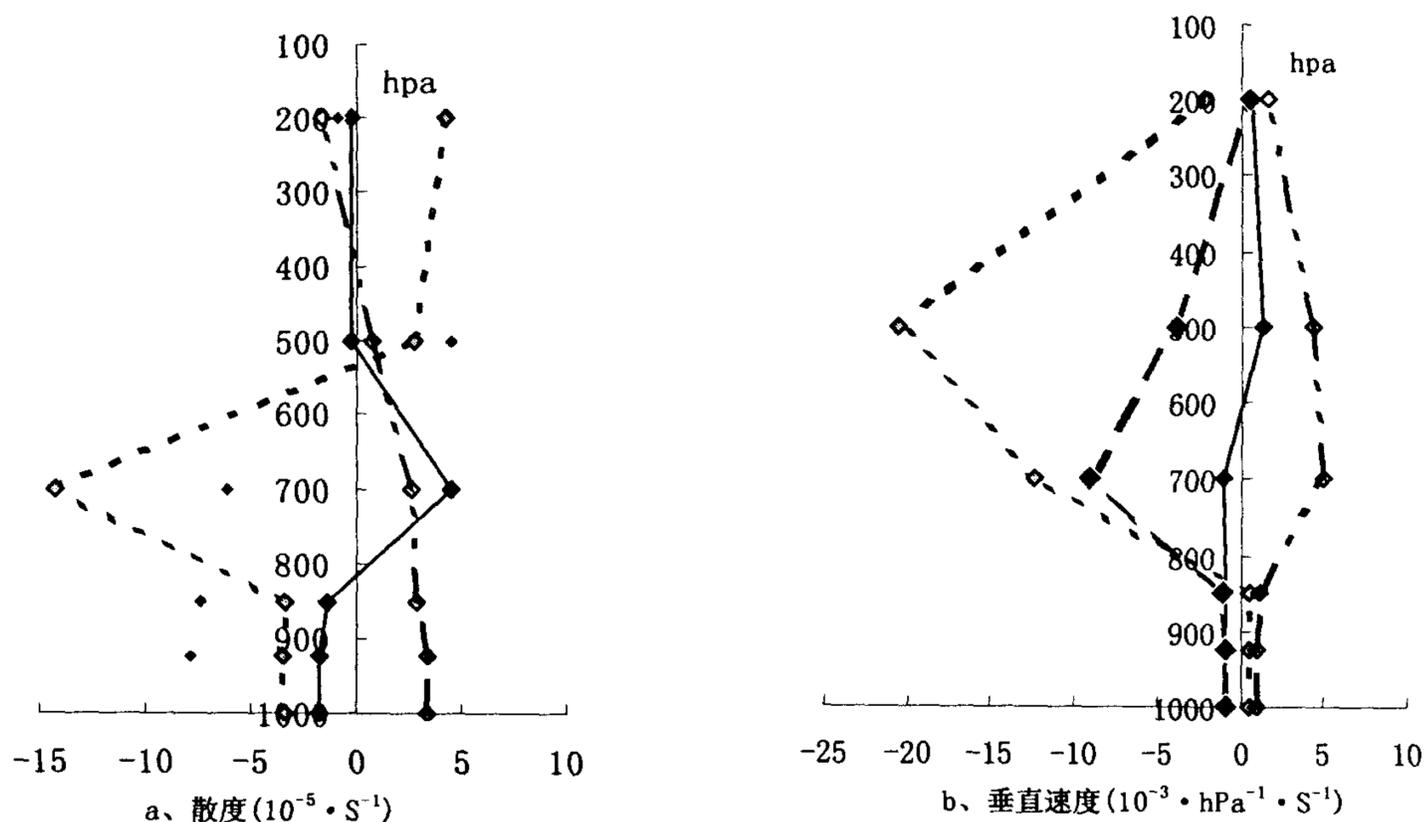


图 4 $36^{\circ}\text{N}, 106^{\circ}\text{E}$ 格点的散度(a)、垂直速度(b)的垂直分布(实线为 4 日 20 时、短划线为 5 日 08 时、虚线为 5 日 20 时、点划线为 6 日 20 时)

Fig. 4 Vertical distribution of the divergence (a) and the vertical speed (b) (solid line for 20 on 4th, short marking off for 08 on 5th, dotted line for 20 on 5th, virtual line for 20 on 6th)

3.3.2 垂直速度场

当水汽条件具备后,还必须有使水汽冷却凝结的条件,才能形成降水。对降水来说,促使水汽冷却凝结的主要条件是上升运动。垂直运动的大小直接影响降水强弱。4 日 20 时,600 hPa 以下有弱上升气流,为上升运动,以上为下沉气流。5 日 08 时,从地面到高层均为一上升运动区,最大上升速度层在 700 hPa,整层强烈上升运动,使地面迅速减压,低压发展,气压梯度加强,从而引起地面风速加大。5 日 20 时,850 hPa 以下为弱下沉气流,以上为较强上升气流,最大上升速度层在 500 hPa,达 $-20.6 \times 10^{-3} \text{ hPa}^{-1} \text{ s}^{-1}$,由于气流补偿,使垂直运动得到加强和发展,低层水汽迅速向上输送,同时也引起热量、动量

以上为辐散。至 5 日 20 时,此种配置更为明显,530 hPa 以下为辐合,以上为辐散,最大辐合层在 700 hPa,达 $-14.3 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$,且中低层辐合总量大于高层辐散总量。这种高层辐散、低层辐合的配置,有利于整层大气有组织上升运动的加强,而正是由于这一深厚的辐合层,导致降水量加大,形成降水中心。到了 6 日 20 时,370 hPa 以下为辐散,以上为辐合,降水系统移出。

的垂直输送,降水区处于深厚的上升运动区域,到 6 日 20 时,从地面到高层均为下沉运动区,促使地面气压升高,锋面移出,降水停止。

分析表明, T213 散度预报场和垂直速度预报场在此次降水天气过程中有较好的对应关系,而且与降水实况也有较好的对应关系。

3.3.3 风场

在风场图上,不仅可以清楚地看到天气系统的演变过程,还可以看到与降水中心相对应的辐合区。500 hPa 风场预报图可知,3 日 8 时河套为一较明显的反气旋环流控制,随着系统规律东移,从 3 日 14 时开始,高原至宁夏转为西南气流,一直维持到 5 日 20 时,气旋辐合达到最强,将孟加拉湾洋面水汽源

源不断向北输送,到6日20时,河西至河套转受西北气流控制。

700 hPa 风场预报图可知,3日河套处于东南气流中,4日转为偏南气流,高原北部有气旋东移,5日08时,河套地区出现辐合风场,辐合轴东北西南向过宁夏中部,5日20时,气流有了明显转变,宁夏北部至河西转为西北气流,四川盆地仍为西南气流,在我区固原市南部形成一条风向风速、水汽辐合带,6

日20时完全转受西北气流控制。

850hPa风场预报图可知,受高空引导气流影响,3日至4日,宁夏持续处于东南气流中,4日高原至河西有气旋性辐合产生东移,5日8时河西转为西北气流,在宁夏中部地区与东南气流形成风由东北西南向风场辐合,到5日20时辐合轴线东南移至宁夏固原南部,6日20时完全转受西北气流控制。

由以上分析看出,此次降水天气过程的生产正

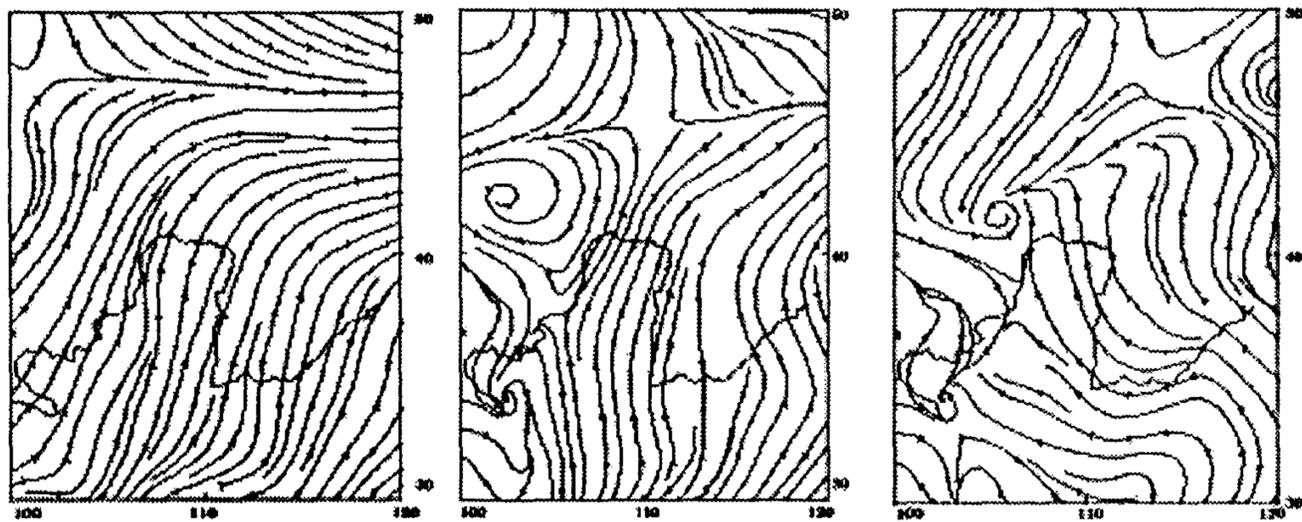


图5 5月5日08时500、700、850 hPa风预报场

Fig. 5 The 500, 700, 850 hPa wind prediction field at 08 on May 5

是由于高层西南、中层偏南、低层偏东3支气流的依次建立和维持,并在宁夏中东部至南部地区,中低层形成明显的风场、水汽辐合,促使水汽、热量和不稳定能量的快速传递与集中,引起了湿不稳定能量的抬升,使中东部至南部地区的降雨量级较大。

笔者通过对多次降水天气过程分析发现,T213数值预报产品中风场预报,对我区降水预报有较强的指示意义。

4 小结

(1)大范围降水是在一定的环流背景下产生的。此次透雨天气是在高低空稳定的“东高西低”降水形势下、由西北干冷空气与低空急流输送过来的暖湿气流相互作用而形成,高空冷槽和地面冷锋为降水的发生提供了触发机制,低涡所经之处,降水量级明显增大。

(2)宁夏气象台对此次透雨过程的准确预报,很大程度上得益于T213数值预报产品。分析发现

T213在不同初始时刻的预报能力比较一致,其各物理量预报场对我区降水有很好的预报能力和指示意义,并随着预报时效的缩短,其可信度在不断提高,尤其是趋势预报和风场预报。

(3)先前由于实况图时次少,常用的欧洲数值预报间隔时间长、种类少,一些浅薄影响系统往往转瞬即逝,使预报员难以捕捉和把握,容易造成天气过程空报、漏报。而T213预报间隔短、时效长、种类丰富,从地面至高层每6h一张数值分析预报图,弥补了这一缺憾,从而也在一定程度上解决了降水出现时间、强度、区域等问题。

(4)随着数值预报不断发展,其产品精度有了很大提高,可用时效延长,对日常预报有益处。但数值预报产品不可避免地存在误差(分析误差、模式误差),要素预报的水平相对比较低,不能直接用于天气预报。面对这些内容丰富、种类繁多的预报产品,如何采用各种释用技术方法来充分挖掘数值预报产品中的有用信息,提高日常预报、特别是灾害性天气预报准确率是目前亟待解决的课题。

The Application of T213 Numerical Prediction Product in the First Soaking Rain Process Occurring in Ningxia in 2003

ZHOU Hu¹, JI Xiao - ling², DING Jian - jun¹

(1. Ningxia Meteorological Observatory, Yinchuan 750002, China;

2. Key Laboratory of Meteorological Disaster Preventing and Reducing in Ningxia, Yinchuan 750002, China)

Abstract: Based on routine weather materials and T213 numerical prediction product, the main influence system and the physical quantities prediction field related to T213 numerical forecast of the first soaking rain process which occurred on May 5 to 6 in 2003 in Ningxia were analyzed in this paper. The results show that T213 has excellent prediction ability and direction sense to the precipitation in Ningxia, and its credibility is improving constantly with shortening of the forecast prescription.

Key words: the first soaking rain; influence system; T213 numerical prediction product