

A Strong Convective Weather Based on T₆₃₉ Mathematical Forecast Products in Altay Area of Xinjiang*

Guiying Qi

Altay Meteorological Observatory, Altay
Email: qiguoying@126.com

Received: Oct. 25th, 2012; revised: Nov. 20th, 2012; accepted: Nov. 27th, 2012

Abstract: One strong convective process occurred in Altay in the afternoon on June 17, 2012. The strong convective weather caused thunderstorms and hailstorms. The conventional weather observations, the data of T₆₃₉ Mathematical Forecast Products were used to analyze the event. The results indicated that the weakening low vortex and middle-level convergence and low-level wind shear and southwest warm and humid air and cold air were the main reason. Meso-microscale system provided the trigger mechanism. Moisture transport and moist convergence provided the water vapor condition. Vertical velocity and vorticity and divergence provided the dynamical condition. Θ_{se} and K index reflected the energy conditions. The physical quantity field had the well instruction for the weather forecast. T₆₃₉ accumulative rainfall forecast had certain error in magnitude and drop zone.

Keywords: T₆₃₉ Mathematical Forecast Products; Severe Convective Weather; Weather Situation; Physical Quantity Analysis; Interpretation

T₆₃₉ 在新疆阿勒泰地区一次强对流天气中的释用*

齐贵英

阿勒泰地区气象台, 阿勒泰
Email: qiguoying@126.com

收稿日期: 2012年10月25日; 修回日期: 2012年11月20日; 录用日期: 2012年11月27日

摘要: 2012年6月17日午后阿勒泰地区发生一次强对流过程, 该过程造成了雷暴、冰雹等强烈天气。该文利用 T₆₃₉ 数值预报产品对此次强对流天气过程从环流形势、物理量场等方面进行分析。结果表明: 低涡减弱东移、中层辐合、底层切变, 西南暖湿气流及冷空气的共同影响是造成此次强对流天气的主要原因。T₆₃₉ 对 700 hPa 和 850 hPa 切变线位置预报非常相似, 中小尺度系统为本次天气提供触发机制; T₆₃₉ 中水汽输送及辐合条件为本次天气过程提供较好的水汽条件; 垂直速度场、涡度场、散度场等预报的指示较好为本次过程提供必要的动力条件; Θ_{se} 、K 指数反应出本次天气较好的能量条件, 这些物理量的预报对此次天气过程的发生有较好的指示作用。T₆₃₉ 累计雨量预报在量级和落区方面与实况对比有一定的误差。

关键词: T₆₃₉ 数值预报产品; 强对流天气; 天气形势; 物理量分析; 释用

1. 引言

随着数值预报技术的快速发展, 数值预报产品在天气预报业务中得到越来越广泛的应用, 但由于各种数值预报模式受到模式初始场、边界条件、物理过程、

地形、植被以及模式本身的设计等诸多因素的影响, 数值预报产品(尤其是对天气要素的预报)无论出现时间、空间分布及要素量级大小都不可避免地存在一定的误差。国内全球模式已从 T₂₁₃ 发展到 T₆₃₉, 其数值预报产品从内容、时效、层次上不断增多, 已经成为广大预报员在日常天气预报中的参考依据。但是, 目

*基金项目: 2012年新疆气象局青年基金项目(201228)。

前 T₆₃₉ 数值模式运行也还不十分稳定, 数值预报初始场与实况场有时候不吻合, 还存在一定的误差。数值预报产品所预报的环流形势、要素场在时效、移动、强弱等方面存在的预报误差给天气预报带来一定的困难^[1]。新疆及全国其他省份针对 T₆₃₉ 预报资料进行本地化的一些检验, 其资料在实际应用过程中, 有一定的现实意义^[2-6]。

本文利用 MICAPS3.1 作为分析工具, 选取 T₆₃₉ 数值预报产品对 2012 年 6 月 17 日阿勒泰地区吉木乃至福海一线的一次强对流天气过程分别从环流形势、影响系统、水汽条件、动力条件、能量条件等方面进行分析, 以检验 T₆₃₉ 数值预报产品对此次强对流天气过程的预报能力, 为提高此类天气过程的预报提供参考。

2. 天气过程分析

2.1. 天气实况及灾情

2012 年 6 月 17 日, 阿勒泰地区吉木乃至福海一线出现了雷雨、冰雹、大风等强对流天气过程, 仅福海站观测到 38 分钟降水 14.2 mm, 15 时 24 分至 28 分降冰雹, 直径 9 mm。据不完全统计, 此次天气共造成福海县共 26356.6 hm² 农作物不同程度受灾, 绝收 419.33 hm², 农业直接经济损失 1764.49 万元。

2.2. 天气背景分析

降水过程前 48 小时, 500 hPa 欧亚地区中高纬为两脊一槽形势, 巴湖地区有一低涡稳定少动, 阿勒泰地区处于低涡前部的西南气流之中, 受低涡旋转不断分裂短波的影响, 阿勒泰地区西部每日有阵雨出现。6 月 17 日 08 时, 乌拉尔山北部南下冷空气推动巴湖稳定少动的低涡减弱东移, 阿勒泰本站西南气流加强, 风速达到 17 m/s。

17 日 08 时 700 hPa 上, 上游塔城高空西南风速达到 21 m/s, 在本区南部形成明显的风速辐合区, 辐合线西北方冷空气入侵较明显, 而本区此时正处于温度较高, 能量累积阶段, 因此本区与塔城的冷暖空气形成鲜明对峙, 一旦有触发条件将引起强对流的发生。

850 hPa 上, 阿勒泰站出现了 6 m/s 的偏东风, 这是阿勒泰地区出现大降水时必不可少的条件, 一方面

与上游塔城站形成明显的切变, 一方面加强底层辐合抬升的强度。

地图上, 16 日 08 时起, 阿勒泰地区一直受低压后部弱鞍型场的控制, 地面高压从新疆西部正面进入北疆地区, 而后北上东移, 逐渐影响阿勒泰地区。17 日 14 时, 冷锋进入阿勒泰地区东移, 在吉木乃至福海一线冷锋过境触发强对流的产生。

因此, 低涡减弱东移、中层辐合、底层切变, 西南暖湿气流及冷空气的共同影响是造成此次强对流天气的主要原因。

3. T₆₃₉ 数值预报产品对此次强对流天气过程的预报

T₆₃₉ 数值预报产品近年在预报业务中已被广泛应用, 其物理量场的预报越来越趋于稳定, 成为短期预报业务中的主要参考依据。尤其是其要素预报全面, 预报时次较多, 预报产品时空分辨率高能清晰地显示形势演变规律, 较其它预报产品有其不可比拟的优势。

T₆₃₉ 数值预报对阿勒泰地区 2012 年 6 月 17 日强对流过程的预报, 各个要素场的配合较好对阿勒泰地区福海上层的不稳定反映也较好, 本文以 T₆₃₉ 资料 15 日 20 时的实况为初始场, 分析其对 17 日 08 时到 20 时的天气形势和要素预报情况, 并将其与实况作对比分析。

3.1. T₆₃₉ 环流形势和 500 hPa 实况场对比

以 T₆₃₉ 资料 15 日 20 时 500 hPa 高度场为初始预报场, 其 36 h 预报与实况 17 日 08 时高度场非常接近(图 1), 尤其是在整个欧亚地区中高纬度, 槽脊位置十分相似, 槽区移动方向及减弱程度也几乎一致, 但对于阿勒泰地区而言, 预报比实况略偏南一些, 这就使得 T₆₃₉ 预报场对于阿勒泰地区天气的预报出现的位置有偏差。

3.2. T₆₃₉ 中低层风场和中小尺度切变系统与实况对比

以 15 日 20 时 T₆₃₉ 资料 700 hPa 和 850 hPa 风场为初始场, 其 36 h 风场预报与实况场也非常接近(图 2), 都反映出阿勒泰地区受一致的偏南气流影响, 因

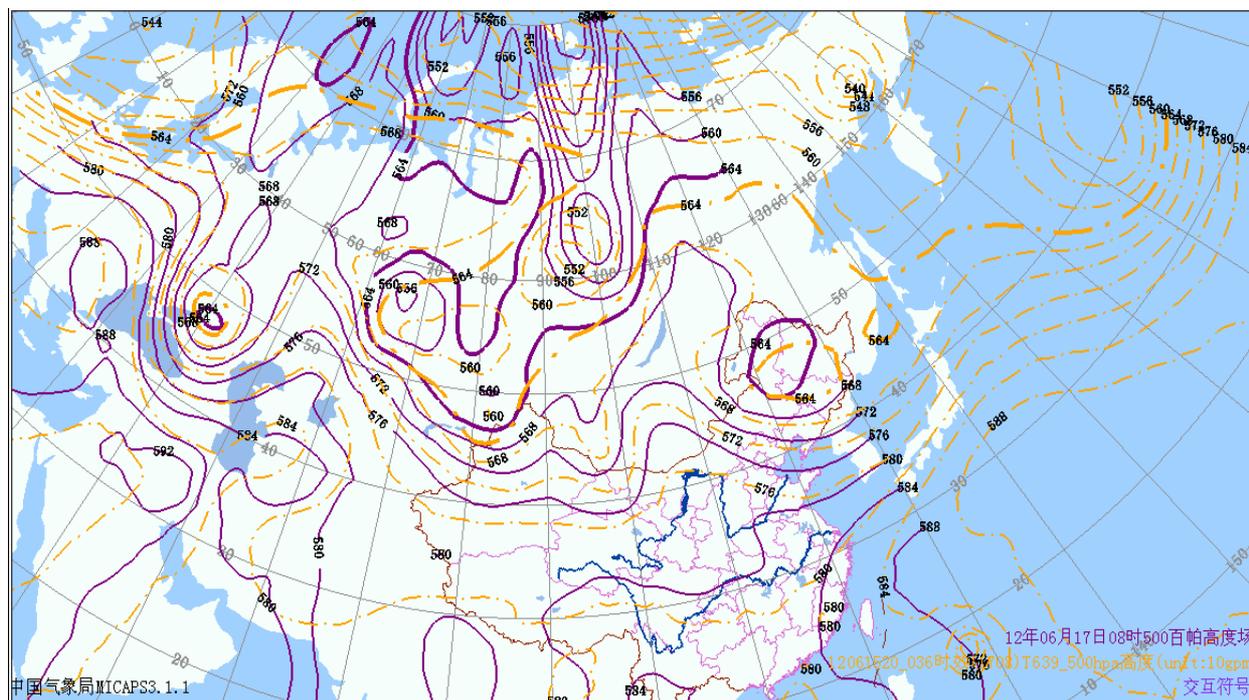


Figure 1. Contrast with live and 36h of T₆₃₉ 500 hPa height (Point lines for the forecasted field and solid lines for the observed field in the figure)

图 1. T₆₃₉ 500 hPa 高度场 36 h 预报场和实况场对比(图中点线为预报场, 实线为实况场)

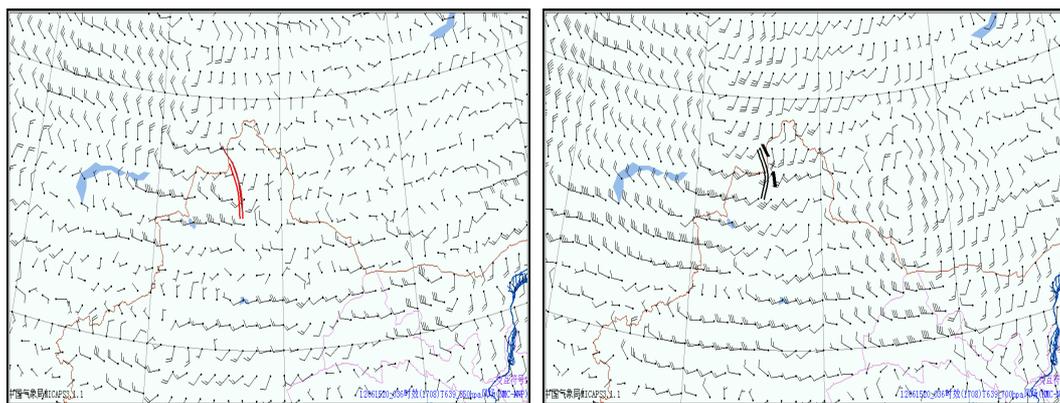


Figure 2. Wind and shear line forecast on 850 hPa and 700 hPa on June 17, 08:00 (Dotted line for the position of observed shear line and solid line for the position of forecasted shear line in the figure)

图 2. 17 日 08 时 850 hPa、700 hPa 风场、切变线系统预报图(图中虚线为实况切变位置, 实线为预报切变位置)

此, 此次出现在阿勒泰地区南部的短时强对流系统与 700 hPa 辐合线和 850 hPa 切变线的位置预报较吻合。这些表明对于中小尺度的切变情况, 在 T₆₃₉ 风场中表现得更为明显一些, 对于天气的指示意义也更为明确。而这些中小尺度系统的反应, 正是本次强对流天气产生的触发机制。

3.3. 水汽输送条件

从 17 日 08 时相对湿度沿 47°N 的垂直剖面图(下

同)可以看出, 相对湿度大的区域主要集中在 500 hPa 以下, 相对湿度大值中心主要分布在阿勒泰地区西部 (86°E), 最大值达到 98%; 水汽通量与水汽通量散度的高空分布与相对湿度分布大体一致(图 3), 阿勒泰地区西部上空有一大值中心为 +7 g·s⁻¹ 的水汽通量大值中心从福海上空经过, 对应于水汽通量散度的情况有 -12 g·s⁻¹·hPa⁻¹·cm⁻¹ 的水汽通量辐合中心, 说明阿勒泰地区中底层有水汽通量辐合, 为短时强降水的产生提供较为充沛的水汽条件; 17 日 20 时, 水汽通量辐

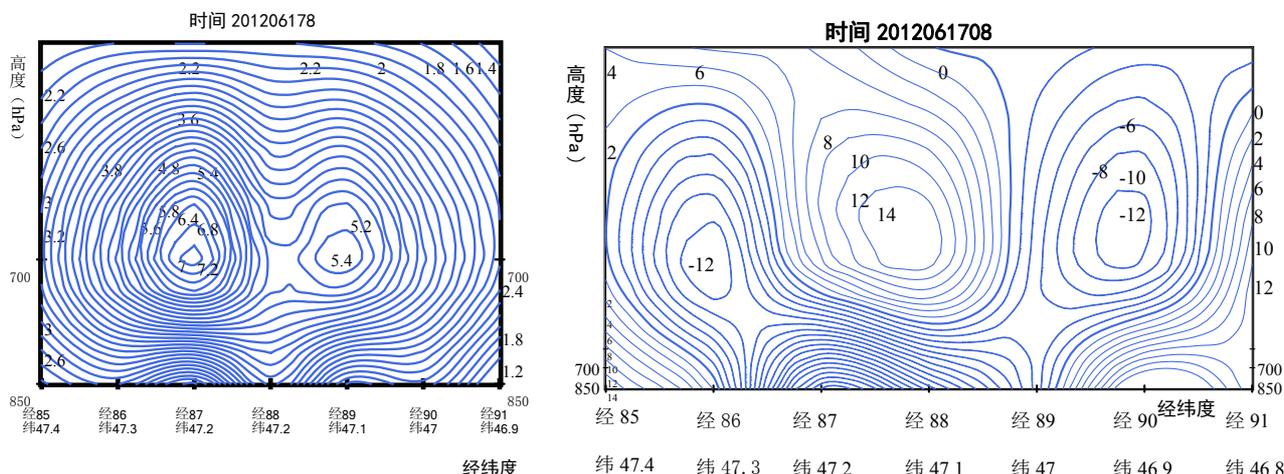


Figure 3. Forecast profile of moisture flux (units: $\text{g}\cdot\text{s}^{-1}$) and moisture flux divergence (units: $\text{g}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$) on June 17, 08:00
 图 3. 17 日 08 时水汽通量(单位: $\text{g}\cdot\text{s}^{-1}$)和水汽通量散度(单位: $\text{g}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$)预报剖面图

合大值中心减弱东移。此次过程 T₆₃₉ 对 17 日 08 时的相对湿度和水汽通量散度的预报与实况几乎一致，较准确地预报了此次过程的水汽条件，且水汽通量辐合中心与强降水中心有很好的对应关系。

3.4. 动力条件

分析散度图可知(图 4)，17 日 08 时，86°E 600 hPa 以下有一散度辐合上升中心中心值为 $-48 \times 10^{-5}\cdot\text{s}^{-1}$ ，500 hPa 以上为一辐散下沉中心，中心值为 $16 \times 10^{-5}\cdot\text{s}^{-1}$ ，低层辐合，高层辐散，大气的抽吸作用明显，有利于强对流和暴雨天气发生；17 日 14 时，700 hPa 以下辐合减弱，辐合中心东移，阿勒泰地区 500 hPa

以上辐散也明显增强；17 日 20 时(图略)，辐合继续减弱东移，对应降水逐渐减弱。

分析涡度和垂直速度图(图 5)也反映出：700 hPa 以下有较强的辐合上升运动，而且整层均有均有上升运动，福海附近 700 hPa 中心值达到 $-54 \times 10^{-2}\cdot\text{pa}\cdot\text{s}^{-1}$ ；17 日 08 时开始，700 hPa 以下也反映出阿勒泰地区有较强的正涡度平流区，几个物理量都反映出有较强的抬升力作用，这就为出现强对流天气提供了必要的动力条件。

3.5. 能量条件

近年来，能量分析方法已广泛用于强对流天气的

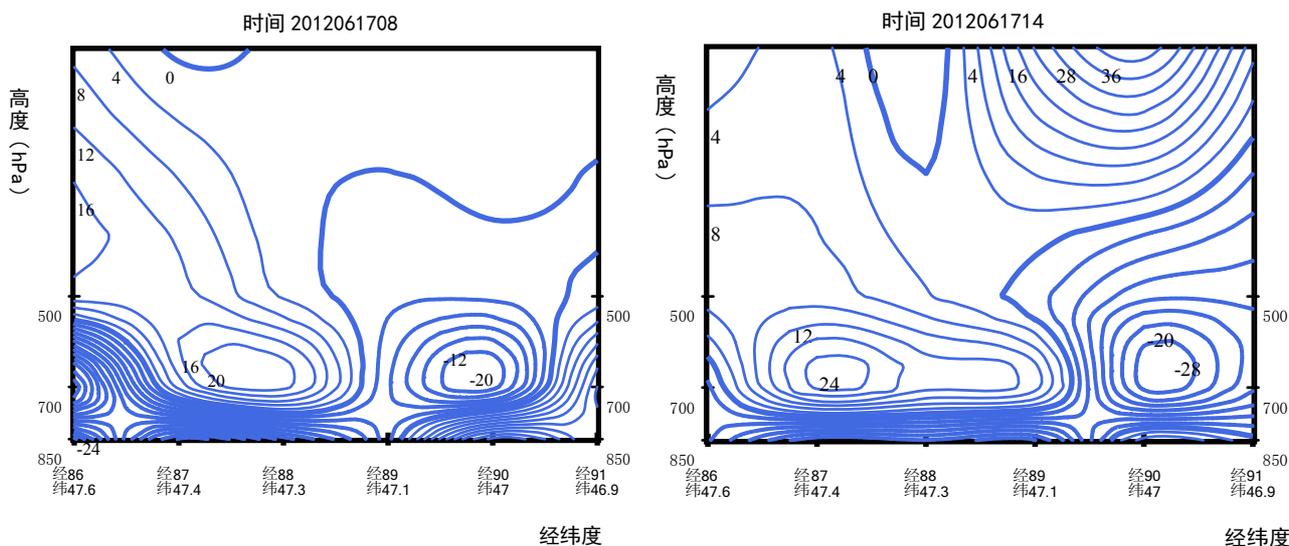


Figure 4. Forecast profile of divergence on June 17, 08:00 and 14:00 (units: $10^{-5}\cdot\text{s}^{-1}$)
 图 4. 17 日 08 时和 14 时散度预报剖面图(单位: $10^{-5}\cdot\text{s}^{-1}$)

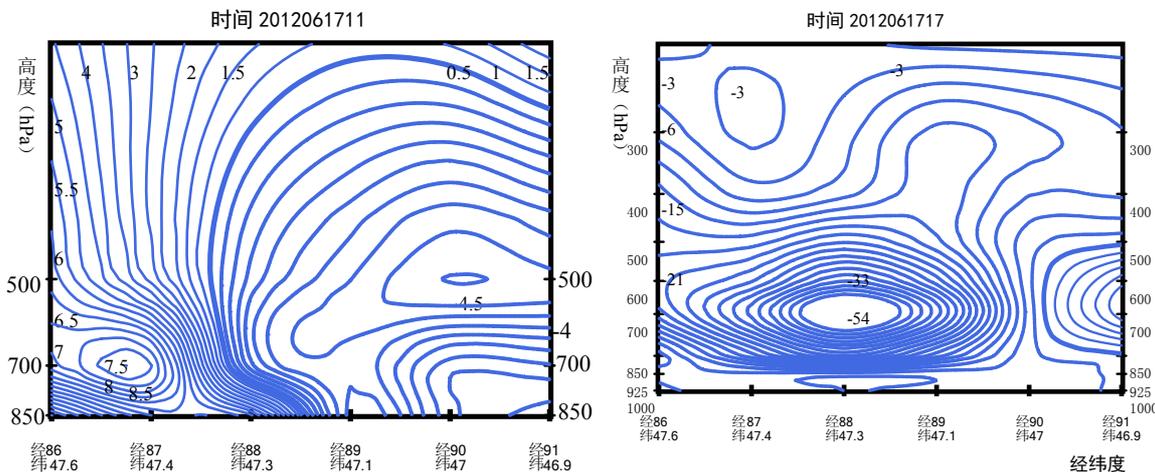


Figure 5. Forecast profile of vorticity (units: $10^{-5} \cdot s^{-1}$) on June 17, 11:00 and vertical velocity (units: $10^{-2} \cdot pa \cdot s^{-1}$) on June 17, 17:00
图 5. 17 日 11 时涡度(单位: $10^{-5} \cdot s^{-1}$)预报剖面图和 17 日 17 时垂直速度(单位: $10^{-2} \cdot pa \cdot s^{-1}$)预报剖面图

分析预报, 它反映了大气的热力结构, 假相当位温和 k 指数就是反映大气层结中能量的较好指标, 在高温高湿的不稳定大气层结条件下, 在高能舌的北方只要有干冷空气侵入, 不稳定能量锋区将加强, 加剧气层的不稳定性, 上升运动发展, 在有冷空气入侵的触发条件下, 引起不稳定能量释放, 非常利于强对流天气发生^[7]。此次过程 T₆₃₉ 能量预报和天气实况很吻合。

3.5.1. 假相当位温分析

由假相当位温(图 6)垂直剖面图可看出, 17 日 08 时福海县 600 hPa 以下有等 Θ_{se} 线发展, 中心值位于阿勒泰地区东部(90°E)上空, 中心最大值达 52.4°C, Θ_{se} 向西发展形成一个凸的高能舌区域, 其西侧能量锋区较强, 这与地面冷锋开始进入时段吻合且假相当位温随高度减少, 说明气层非常不稳定, 有利于上升运动发展; 17 日 20 时(图略), 假相当位温高值中心移到阿勒泰地区东部, 等 Θ_{se} 线由密集变稀疏, 等 Θ_{se} 梯度减小, 能量锋区消失, Θ_{se} 中心值减小, 阿勒泰地区上空大气层结趋于稳定, 降水也基本结束。可见, 此次过程中强对流天气发生的时段和 T₆₃₉ 对假相当位温预报不稳定发展的时间是一致的, 上升运动区域与地面冷锋锋区位置基本重叠, 地面冷锋迅速锋生发展, 前期积累的大量高温高湿的不稳定能量在短时间释放是造成这次短暂而剧烈的强对流天气发生的原因。

3.5.2. k 指数变化分析

K 指数是综合垂直温度梯度、低层水汽含量和湿

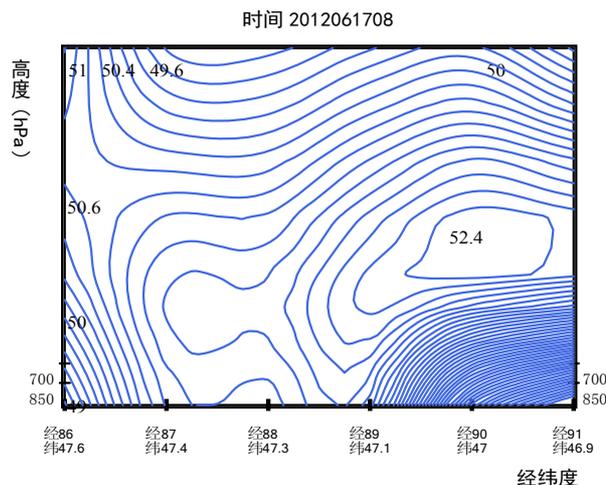


Figure 6. Forecast profile of pseudo equivalent potential temperature on June 17, 08:00(units: °C)
图 6. 17 日 08 时假相当位温预报剖面图(单位: °C)

层厚度的一个气团属性^[8]。从 k 指数预报变化(图 7)可看出, 17 日 08 时前, k 指数变化不断增加, 说明过程前期是不稳定能量不断存贮积累的过程, 14 时后, 因冷空气触发引起前期积累的不稳定能量释放, 强对流天气开始发生。

3.6. 降水量级及落区预报

分析总降水量 24 h 预报可知, 阿勒泰地区以小到中雨为主, 北部的阿勒泰、东部的富蕴 16 日 20 时到 17 日 20 时累计降水有 12 mm 以上大雨出现(累计降水分布图略), 这与实况降水量的量级和落区略有差异, 总体上 T₆₃₉ 对此次 24 h 雨量预报偏大, 而大降水量级落区预报偏北, 雨量预报在强对流天气预报中难度较

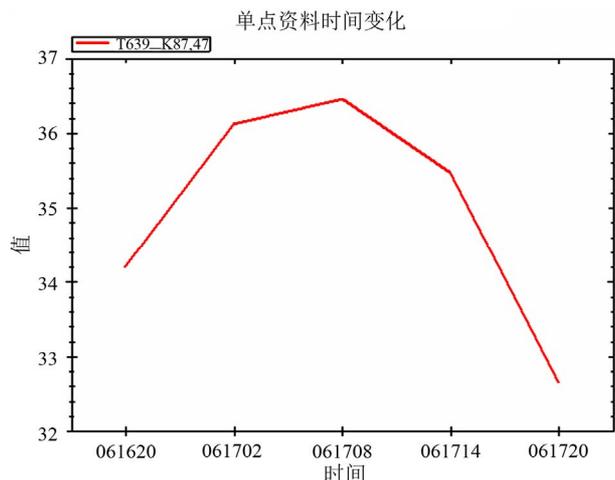


Figure 7. Change of K index forecast on June 16, 20:00 to June 17, 20:00 (units: °C)

图 7. 16 日 20 时~17 日 20 时 k 指数预报变化图(单位: °C)

大, 因为强对流天气主要是由中小尺度系统引起, 其突发性和局地性难以预测, 加之阿勒泰地区地形复杂, 山区、丘陵、戈壁沙漠等交错分布, 因此降水分布受地形影响, 时空分布极不均匀, 因此 T₆₃₉ 对阿勒泰地区雨量的预报参考有限。

4. 小结

1) 低涡减弱东移、中层辐合、底层切变, 西南暖湿气流及冷空气的共同影响是造成此次强对流天气的主要原因。

2) T₆₃₉ 对 700 hPa 和 850 hPa 切变线位置预报非常相似, 中小尺度系统为本次天气提供触发机制; T₆₃₉ 中水汽输送及辐合条件为本次天气过程提供较好的水汽条件; 垂直速度场、涡度场、散度场等预报的指示较好为本次过程提供必要的动力条件; Θ_{se} 、K 指数反应出本次天气较好的能量条件, 这些物理量的预报对此次天气过程的发生有较好的指示作用。

3) T₆₃₉ 累计雨量预报在量级和落区方面与实况对比有一定的误差, 客观雨量预报对于福海降水参考价值有限。

参考文献 (References)

- [1] 胡永松, 康学良, 李德章等. T₆₃₉ 在毕节 2010 年 5 月 5 日强对流天气中的释用分析[J]. 贵州气象, 2011, 2: 40-43.
- [2] 李睿, 张艺丹, 徐文婷. 成都地区 T₆₃₉ 数值预报产品本地化预报性能检验[J]. 四川气象, 2011, 31(2): 63-66.
- [3] 程立渤, 崔宜少, 仇彦辉. T₆₃₉ 降水预报产品的应用和检验[J]. 山东气象, 2011, 1: 24-27.
- [4] 汤浩, 贾丽红. T213 和 T639 驱动 GRAPES 模式对比试验[J]. 沙漠与绿洲气象, 2011, 5(3): 43-46.
- [5] 赵克明, 牟欢. 乌鲁木齐市中量降雪漏报的原因分析[J]. 沙漠与绿洲气象, 2011, 5(2): 32-35.
- [6] 孙忠欣, 侯淑梅. 数值预报产品在山东“4·18”暴雨预报中的应用[J]. 安徽农学通报(上半月刊), 2009, 5: 154-156.
- [7] 朱乾根等. 天气学原理和方法[M]. 北京: 气象出版社, 1981.
- [8] 王军, 周官辉, 杜滨鹤等. 豫北一次飊线天气过程分析[J]. 气象, 2002, 28(11): 37-40.