

# The Analysis of a Rainstorm in the Northeast of Lhasa City

Deqingwangmu<sup>1</sup>, Danzengzhaba<sup>2</sup>

<sup>1</sup>The Tibet Autonomous Region Climate Center, Lhasa Tibet

<sup>2</sup>The Tibet Autonomous Region Meteorological Service Center, Lhasa Tibet

Email: 719273914@qq.com

Received: Jun. 28<sup>th</sup>, 2016; accepted: Jul. 15<sup>th</sup>, 2016; published: Jul. 18<sup>th</sup>, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

In this paper, NCEP  $1^\circ \times 1^\circ$  (every six hours) FNL data, TBB data, and station live precipitation data are diagnosed and analyzed the rainstorm during 15 June 2011 18:00 to 16 June 2011 00:00. The results show that: the rainstorm met the criteria storm intensity on the plateau, which is mainly affected by northern cold air and southern warm air, and the rainstorm has the characteristics of short duration, high intensity and the moisture conditions are adequate; low level convergence and upper level divergence are formed to provide a rainstorm quite favorable conditions.

## Keywords

Rainstorm, Water Vapor Condition, Circulation Characteristics

---

# 拉萨市东北部一次暴雨过程分析

德青旺姆<sup>1</sup>, 丹增扎巴<sup>2</sup>

<sup>1</sup>西藏自治区气候中心, 西藏 拉萨

<sup>2</sup>西藏自治区气象服务中心, 西藏 拉萨

Email: 719273914@qq.com

收稿日期: 2016年6月28日; 录用日期: 2016年7月15日; 发布日期: 2016年7月18日

## 摘要

本文利用NCEP  $1^\circ \times 1^\circ$  (每隔六小时)FNL资料、TBB资料、以及台站的实况降水等资料,对2011年6月15日18时至16日00时的突发性暴雨过程进行了诊断分析。结果表明:此次突发性暴雨过程达到了高原上的标准暴雨强度,该降雨过程主要受北部冷空气及南部暖湿气流共同影响,且具有历时短、强度大等特征,水汽条件很充足;低层辐合高层辐散为暴雨的形成提供了相当有利的条件。

## 关键词

突发性暴雨, 水汽条件, 环流特征

## 1. 引言

拉萨市作为西藏自治区的首府,对于西藏发展有着重要作用。然而拉萨市东北部的墨竹工卡县,由于境内山川相同,河谷环绕,草原广布,地势呈东高西低,平均海拔4000米以上,自然灾害多而频繁。春秋多早、晚霜害,夏季常遭雷雨和冰雹袭击,干旱与洪涝极易成灾[1]。因为高原上达到标准暴雨强度即 $\geq 7500 \text{ mm}/24\text{h}$ 的过程很少,故现对2011年拉萨市墨竹工卡县夏季降水过程进行分析,希望对今后该地区降水预报提供经验。

## 2. 资料方法

本文所利用的资料是西藏墨竹工卡县2011年6月15~16日NCEP  $1^\circ \times 1^\circ$  (每隔六小时)逐日再分析资料、TBB资料、以及台站的实况降水资料等,对2011年6月15日18h至16日00h拉萨市东北部地区突发性暴雨的环流形势、物理量场以及水汽通量和对流稳定度等进行了分析。

## 3. 环流分析

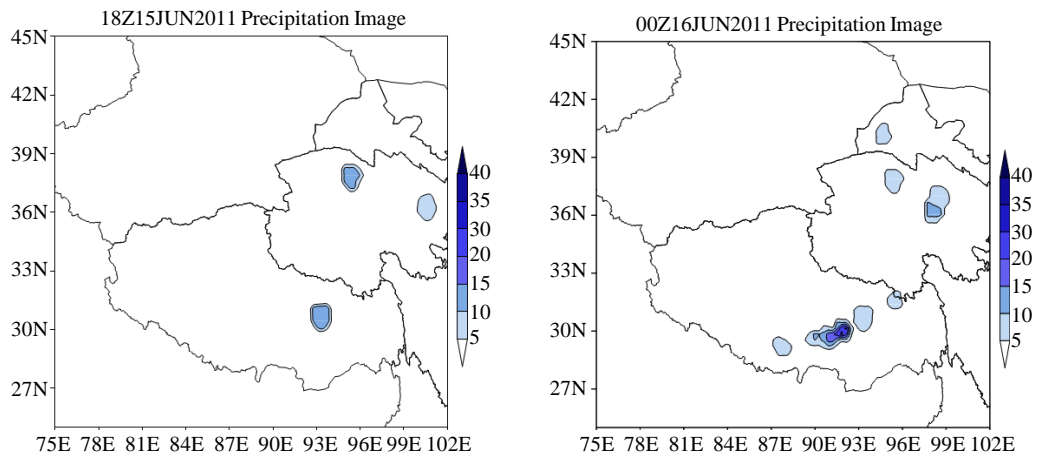
### 3.1. 降水分析

从图1可以看出,2011年6月15日18时至16日00时降水范围明显增大,降水强度明显增强,6h累积降水量达26mm,已达到暴雨的标准。图2降水范围也明显增大,降水强度也明显增强,24h累积降水量达28mm,也达到暴雨的标准。

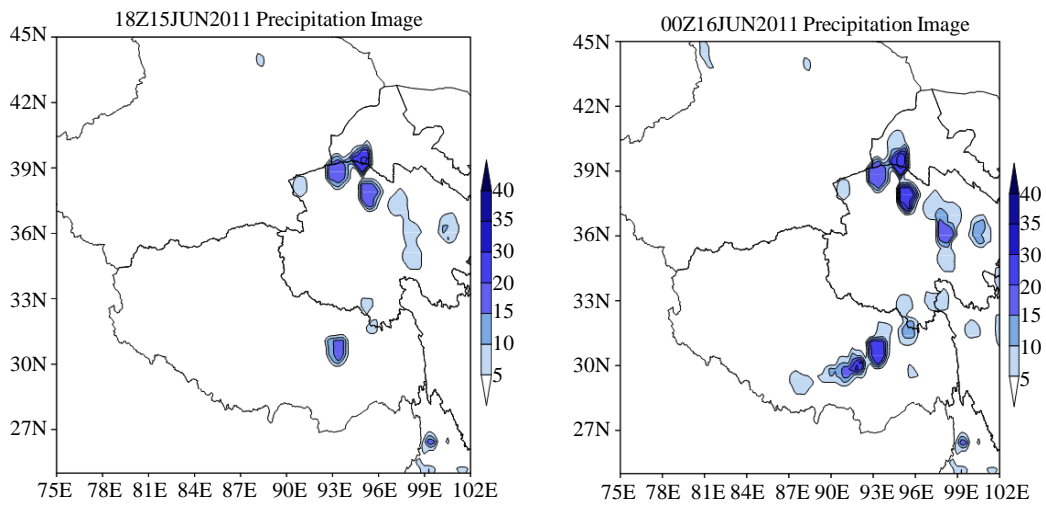
### 3.2. 环流分析

从图3可以看出,2011年6月15日18时,高原地区上空存在一个高温中心,至2011年6月16日00时高温中心范围一直扩大。2011年6月12日18时哈萨克斯坦附近有一个小低压槽,低压槽向东移动,低压中心范围一直扩大。2011年6月15日18时到达西藏上空,副高北抬明显。在西藏上空沿副高北上的暖湿空气与中纬度南下的冷空气相交,这种形势往往会形成大范围的阴雨天气。

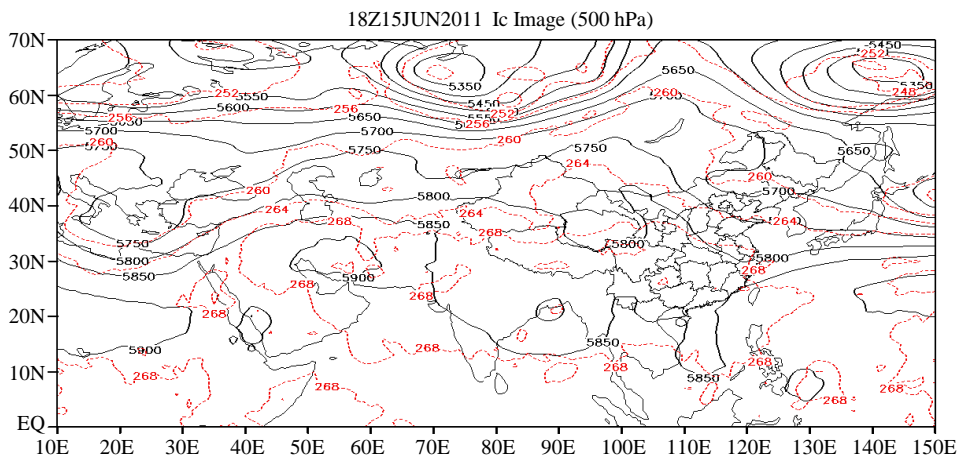
由于高原特殊的地理位置,所以分析风场时,主要重点分析600hPa作为近地面层[2]。从图4中可以看出2011年6月15日18时到2011年6月16日00时青海西北部和内蒙古东北部一直存在一个高压系统降水区域位于高压的前部的西南气流中。西藏南部,存在一个风向的切变线辐合区。低层辐合,高压前辐散,容易形成强烈的上升运动,有利于暴雨的产生。



**Figure 1.** 18:00 June 15, 2011 to 00:00 June 16, 2011 6 hours precipitation (unit: mm)  
**图 1.** 2011 年 6 月 15 日 18 时至 16 日 00 时 6 小时累积降水量(单位: mm)



**Figure 2.** 18:00 June 15, 2011 to 00:00 June 16, 2011 24 hours precipitation (unit: mm)  
**图 2.** 2011 年 6 月 15 日 18 时至 16 日 00 时 24 小时累积降水量(单位: mm)



**Figure 3.** 18:00 June 15, 2011 500 hPa height distribution  
**图 3.** 2011 年 6 月 15 日 18 时 500 hPa 高度场分布图

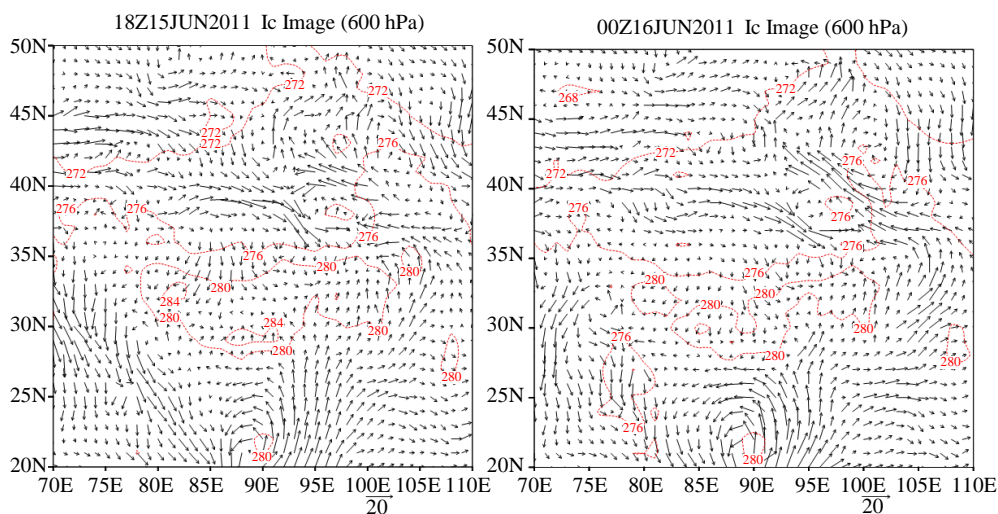


Figure 4. 18:00 May 15, 2011 to 00:00 May 16, 2011 the 600 hPa wind distribution  
图 4. 2011 年 5 月 15 日 18 时至 16 日 00 时 600 hPa 风场分布图

## 4. 云图分析

在图象分析上一般在 $-60^{\circ}\text{C}$ 以下或者 $100^{\circ}\text{C}$ 以下，说明云顶温度低，云顶高，对流旺盛，降水的可能性越大[3]。从图 5(a)中可以看出，在 15 日的 17 时，在西藏东北部和南部地区上空存在云系，而且 TBB 值接近 $-60^{\circ}\text{C}$ 的区域，这次过程的云系范围呈西南—东北向的带状分布，之后的 18 时(图 5(b))、19 时(图 5(c))、20 时(图 5(d))，2011 年 6 月 16 日 00 时云系进一步发展，覆盖面积逐渐扩大，降水区域 TBB 值低于其它区域的 TBB 值，由此可见这一次降水过程对流活动比较强盛，且对流云团明显在向东北的方向移动，青藏高原西藏一块以及青海一块上空的云系不断北上，2011 年 6 月 16 日 03 时对流云团完全消失在西藏上空，预示了这一次降水过程的结束。

## 5. 不稳定分析

### 5.1. K 指数

图 6 可以看出 2011 年 6 月 15 日 12 时到 2011 年 6 月 16 日 12 时，16 日的 00 时 K 指数上升很明显达到了最高峰，反映了本次大气层结的不稳定，容易发生对流，有利于降水，容易引起雷暴等灾害性天气。

### 5.2. 假相当位温

随着高度上升，假相当位温下降，表示是不稳定层结，有利于降水的产生[4]。从图 7 可以看出 2011 年 6 月 15 日 18 时，从低层到中层假相当位温随高度上升而上升。中层到高层随温度上升而下降。表示低层到中层是稳定层结，中层到高层是不稳定层结。从图 8 可以看出，到 2011 年 6 月 16 日 00 时，低层到中层假相当位温随高度上升而下降，中层到高层随温度上升而上升。表示低层到中层是不稳定层结，到高层是稳定层结。从而有利于降水的产生。

## 6. 物理场的分析

### 6.1. 散度

从图 9 中可以看出，2011 年 6 月 15 日 18 时至 2011 年 6 月 16 日 00 时，散度由负变为正，说明降

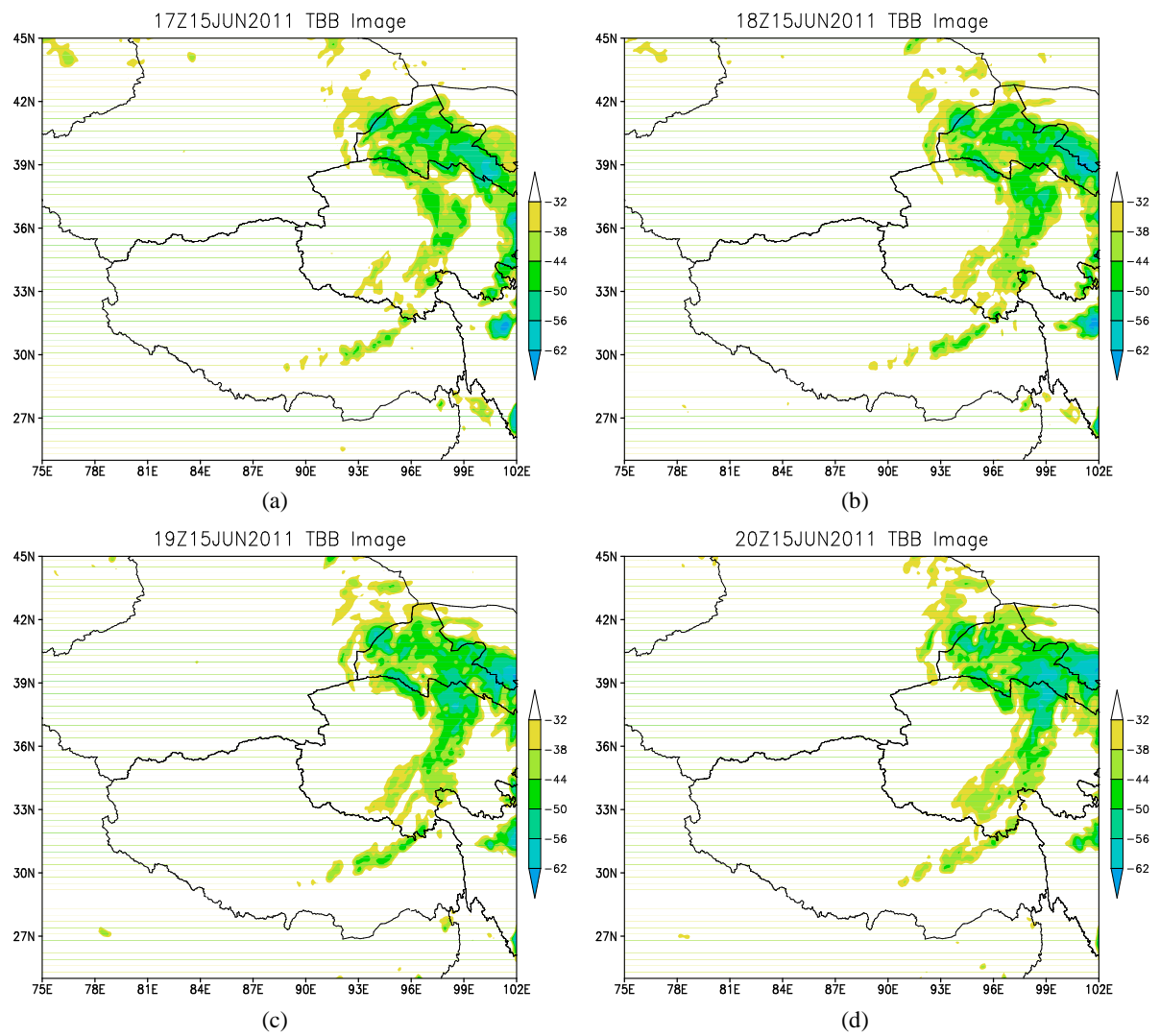


Figure 5. TBB evolution characteristics (unit: °C)  
 图 5. 云顶亮温 TBB 演变特征(单位: °C)

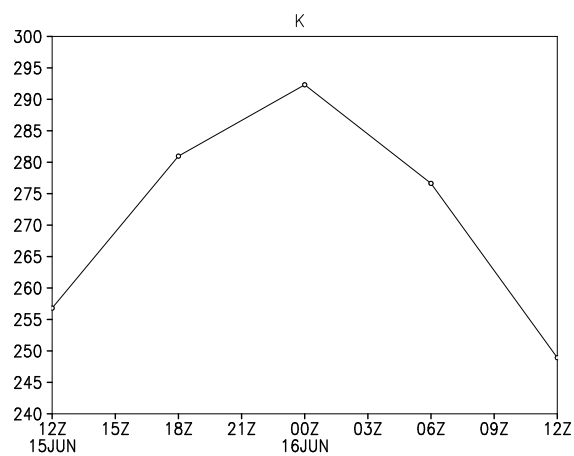
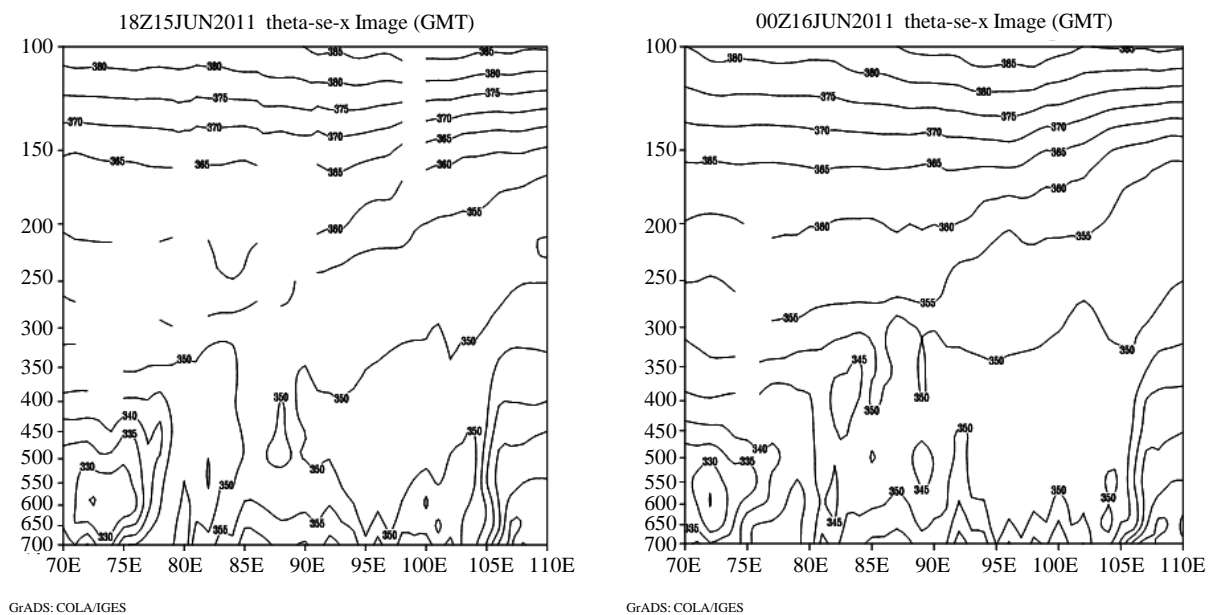
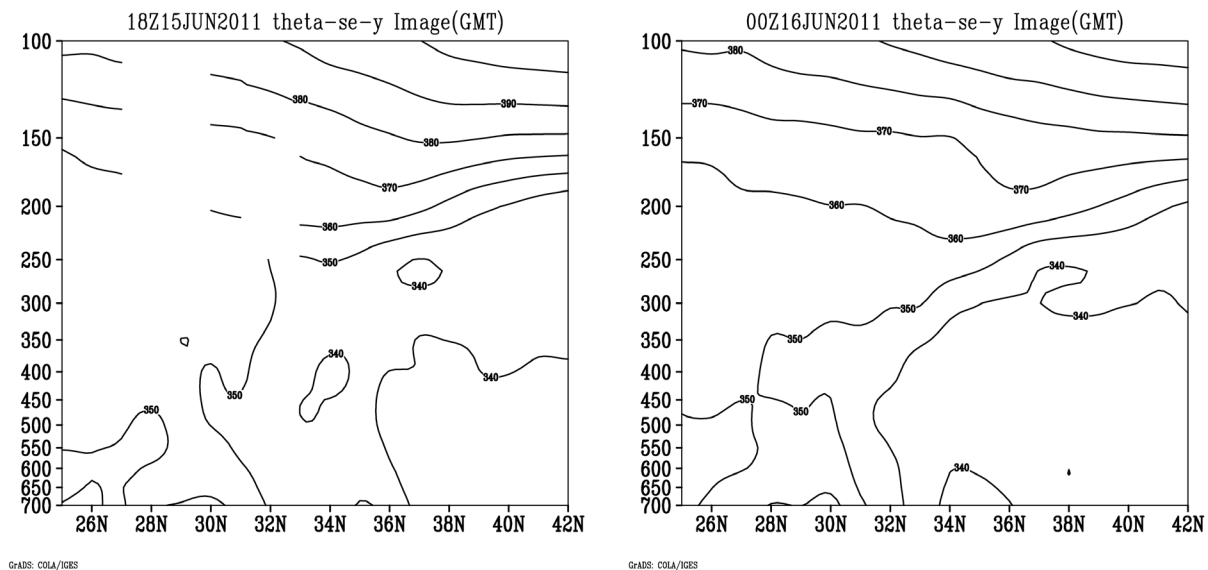


Figure 6. 12:00 June 15, 2011 to 12:00 June 16, 2011 K index trend  
 图 6. 2011 年 6 月 15 日 12 时至 2011 年 6 月 16 日 12 时 K 指数变化趋势



**Figure 7.** 18:00 June 15, 2011 to 00:00 June 16, 2011 precipitation center along a latitudinal cross-sectional view  
**图 7.** 2011 年 6 月 15 日 18 时至 2011 年 6 月 16 日 00 时降水中心沿纬度剖面图



**Figure 8.** 18:00 June 15, 2011 to 00:00 June 16, 2011 precipitation center along a longitude cross-sectional view  
**图 8.** 2011 年 6 月 15 日 18 时至 2011 年 6 月 16 日 00 时降水中心沿经度剖面图

水中心的高层由辐合变为辐散，这样的改变是构成上升运动的充分条件，高层的辐散会引起低层辐合，并使之得以持久[5]。而低层辐合会引起上升运动，高层辐散越强低层辐合越强，因而对流发展也会更加的强烈，有利于降水。

**6.2. 涡度**

从图 10 中可以看出 2011 年 6 月 15 日 18 时是正涡度，2011 年 6 月 16 日 00 时也是正涡度，涡度范围有明显增大趋势，说明气旋性涡度的增强，有利于降水的增加。



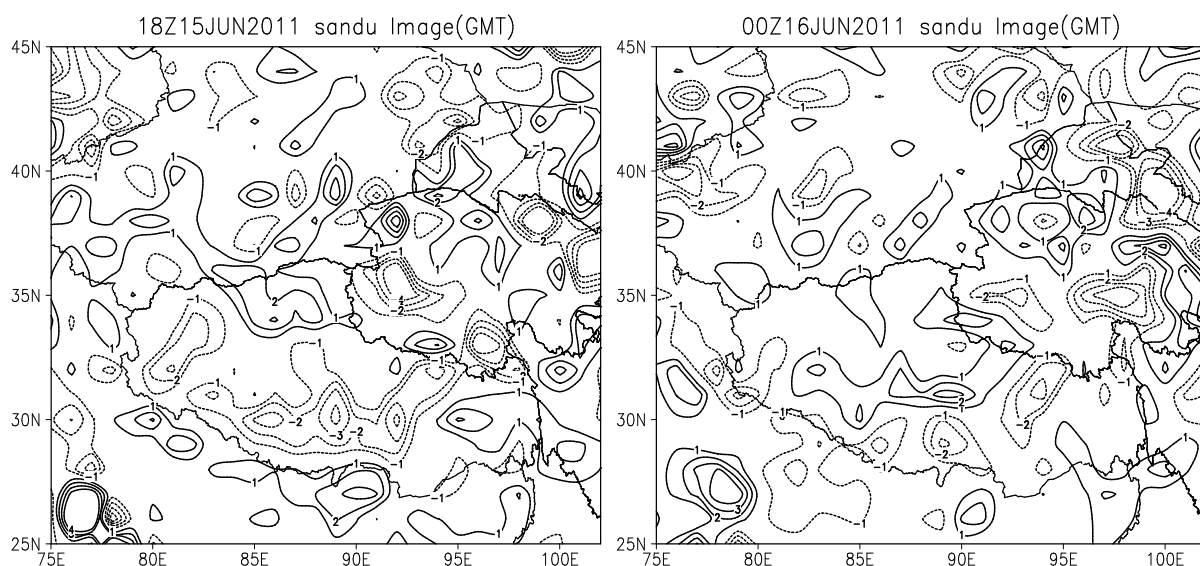


Figure 9. 18:00 June 15, 2011 to 00:00 June 16, 2011 500 hPa divergence distribution

图 9. 2011 年 6 月 15 日 18 时至 2011 年 6 月 16 日 00 时 500 hPa 散度分布图

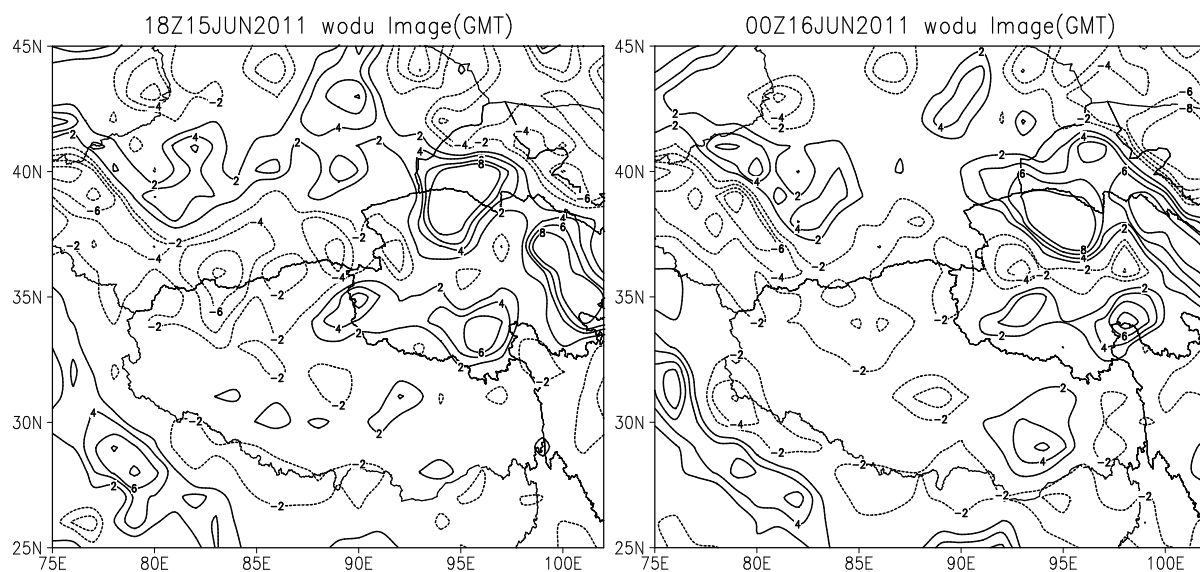


Figure 10. 18:00 June 15, 2011 to 00:00 June 16, 2011 500 hPa vorticity distribution

图 10. 2011 年 6 月 15 日 18 时至 2011 年 6 月 16 日 00 时 500 hPa 涡度分布图

## 7. 水汽条件分析

在水汽通量散度分布图中，负数表示水汽通量辐合，正数表示水汽通量辐散[6]。从图 11 可以看出，2011 年 6 月 15 日 18 时青藏高原大范围水汽通量散度为负数，甚至接近最小值。2011 年 6 月 16 日 00 时青藏高原西北方水汽通量散度为正数，东南部水汽通量散度为负数。降水区域位于水汽通量散度的负值区域内，水汽为辅合，水汽充足，有利于降水的形成[7]。从图 12 可以看出 2011 年 6 月 15 日 18 时降水区域在水汽通量大值区的外边缘上，青藏高原的西北和西南方向不断有水汽向降水区域输送。到 2011 年 6 月 16 日 00 时降水区域更接近水汽通量的大值区，说明了水汽更加充足，更有利于降水的形成。

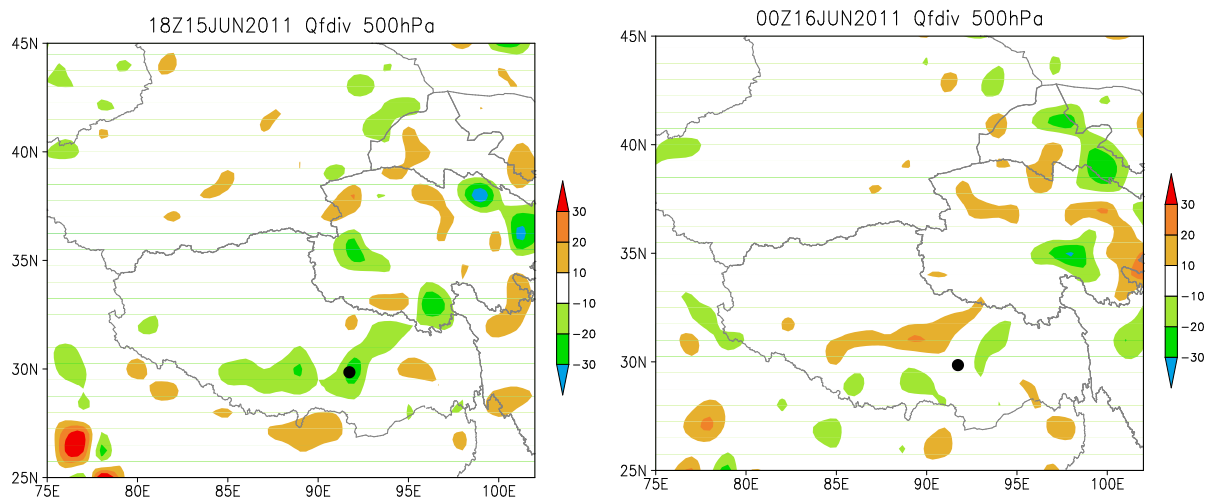


Figure 11. 18:00 June 15, 2011 to 00:00 June 16, 2011 500 hPa moisture flux divergence profile  
图 11. 2011 年 6 月 15 日 18 时至 2011 年 6 月 16 日 00 时 500 hPa 水汽通量散度分布图

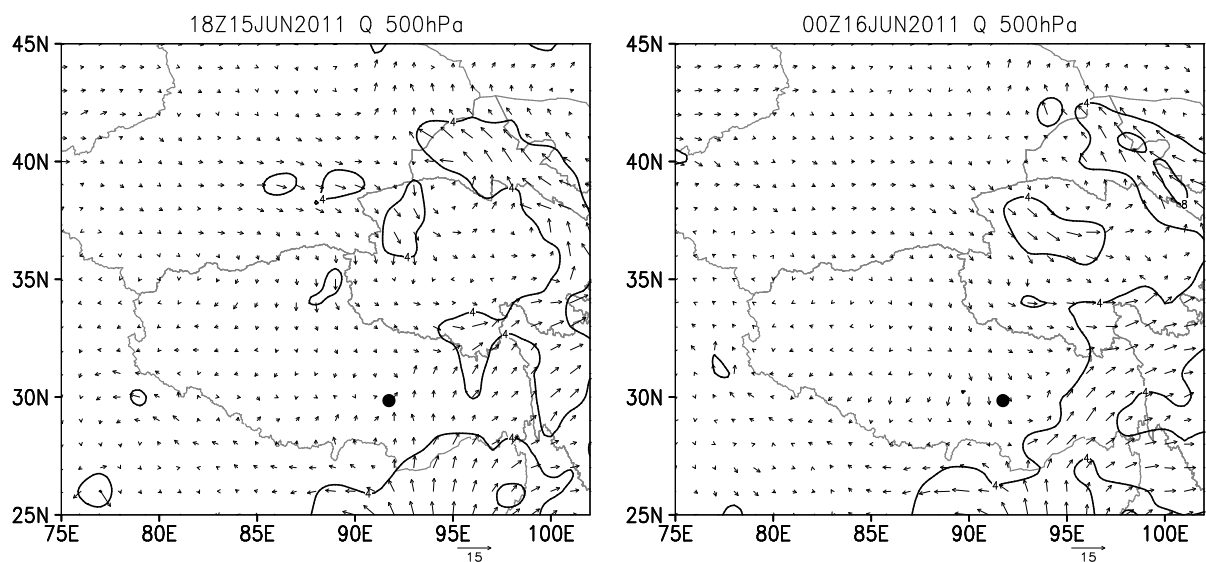


Figure 12. 18:00 June 15, 2011 to 00:00 June 16, 2011 500 hPa moisture flux distribution  
图 12. 2011 年 6 月 15 日 18 时至 2011 年 6 月 16 日 00 时 500 hPa 水汽通量分布图

## 8. 结论

综合以上所述, 拉萨市东北部一次暴雨发生的特征如下:

- 1) 哈萨克斯坦附近有一个小低压槽, 低压槽向东移动, 低压中心范围一直扩大。2011 年 6 月 15 日 18 时到达西藏上空, 副高北抬明显, 在西藏沿着副高暖湿空气向北和向南中纬度交叉, 这种情况往往会形成一个大范围的阴雨天气。
- 2) 2011 年 6 月 15 日 18 时~16 日 00 时的降水, 达到 26 mm/6h, 28 mm/24h, 是一场高原上的暴雨。
- 3) 由于高原特殊的地理位置, 风场主要重点分析 600 hPa 作为近地面层青海地区和内蒙古东北偏北地区一直存在一个高压系统。降水区域位于高压的前部的西南气流中。西藏南部, 存在一个风向的切变线辐合区。低层辐合, 高压系统前辐散, 有利于上升运动, 给暴雨提供了良好的降水因素。



4) 云顶温度低, 云顶高, 对应的颜色深, 对流也就越旺盛, 降水的可能性就越大。

5) K 指数反映大气层结, K 指数, 越不稳定层结稳定, 但目前尚不清楚在整个层结大气层不稳定程度。本文 16 日的 00 时 K 指数上升很明显达到了最高峰, 反映了本次大气层结的不稳定, 容易发生对流, 有利于降水, 容易引起雷暴等灾害性天气。假相当位温随着高度的增加而减少, 导致低层假相当位温高于高层的假相当位温, 使大气层结很不稳定, 容易发生对流, 在拥有充沛的水汽条件, 就能够引起暴雨等灾害性天气。

6) 本文降水区域 2011 年 6 月 16 日 00 时是正涡度, 随着时间涡度范围有明显增大趋势, 说明气旋性涡度的增强, 有利于降水的增加。

7) 在散度中大于零表示该点有散发通量的正源(发散源); 小于零表示该点有吸收通量的负源(汇)。简单地讲流体在运动中集中的区域为辅合, 运动中发散的区域为辅散。散度值为负时为辅合, 此时有利于天气系统的发展和增强。为正时表示辅散, 有利于天气系统的消散。

8) 在水汽通量散度中, 负数表示水汽通量辐合, 正数表示水汽通量辐散。本文降水区域在水汽通量大值区内, 降水区域不断有西南方向水汽的输送, 到 2011 年 6 月 16 日 00 时降水区域更接近水汽通量的最大值区, 说明了降水区域水汽更加充足, 更有利于暴雨的形成。

## 致 谢

在此对国家自然科学基金、资助者或支持者、提供指导和帮助者、给予转载和引用权的资料、图片、文献、研究思想和设想的所有者, 表示感谢。

## 参考文献 (References)

- [1] 寿邵文, 朱乾根, 林锦瑞, 唐东昇. 天气学原理和方法(第四版) [M]. 北京: 气象出版社, 2000: 320-323.
- [2] 陈忠明, 闵文彬, 高文良, 何光碧. 一次持续性强暴雨过程的平均特征[J]. 应用气象学报, 2006(3): 274-279.
- [3] 杜继稳, 李明娟, 张弘, 等. 青藏高原东北侧突发性暴雨地面能量场特征分析[J]. 高原气象, 2004, 23(4): 453-457.
- [4] 白肇华, 徐国昌. 中国西北天气[M]. 北京: 气象出版社, 1991: 202-254.
- [5] 王川, 杜川利, 寿绍文. Q 矢量理论在青藏高原东侧大暴雨过程中的诊断应用[J]. 高原气象, 2005, 24(2): 261-267.
- [6] 贺建中, 荆肖军, 李鸽. 山西太原两场突发性暴雨的分析[J]. 山西气象, 2007(2): 4-5.
- [7] 刘洪恩. 单多普勒天气雷达在暴雨临近预报中的应用[J]. 气象, 2001, 27(12): 17-22.

### 期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>