

# Analysis of a Rainstorm Process in Aletay of Xinjiang

Lei Wang

Hami Local Meteorological Bureau, Hami Xinjiang  
Email: 29649528@qq.com

Received: Dec. 24<sup>th</sup>, 2015; accepted: Jan. 5<sup>th</sup>, 2016; published: Jan. 14<sup>th</sup>, 2016

Copyright © 2016 by author 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

By using conventional upper data, surface data, regional encrypted rainfall station and NCEP reanalysis data (1 degree \* 1 degree) of every 6 h at a time and the synoptic diagnosis method, a preliminary analysis of the circulation background and influence system and the physical quantity characteristics of rainstorm weather process in Aletai area on June 21, 2013 was done. The results showed that: 1) The moving path in falling area was shown as "big arc" type, which was a typical east irrigation type strong precipitation. 2) The South Asia high double size, Iran subtropical high north-south oscillation, pair-type South Asia high pressure, Iranian subtropical high north-south oscillation, western Pacific subtropical high pressure enlarged west and lifted northward, three airflows cooperated with each other in upper level jet, middle level jet and low level jet, and the low-level shear line constituted the rainstorm weather. 3) 500 hPa distribution of the vertical helicity and the weather system and strong rainfall had a good corresponding relationship. The unstable energy center of energy front and K-index > 32°C provided favorable energy and unstable conditions for rainstorm. 4) Terrain effect enhanced the upward motion of convergence.

## Keywords

Rainstorm, Influence System, Physical Quantity

---

# 新疆阿勒泰地区一次暴雨过程分析

王磊

哈密地区气象局, 新疆 哈密  
Email: 29649528@qq.com

收稿日期: 2015年12月24日; 录用日期: 2016年1月5日; 发布日期: 2016年1月14日

文章引用: 王磊. 新疆阿勒泰地区一次暴雨过程分析[J]. 气候变化研究快报, 2016, 5(1): 1-7.  
<http://dx.doi.org/10.12677/ccrl.2016.51001>

## 摘要

利用常规高空、地面资料、区域加密雨量站以及每6 h一次的NCEP再分析资料( $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ ), 使用天气学诊断方法, 初步分析了2013年6月21日阿勒泰地区暴雨天气过程的环流背景及影响系统、物理量特征, 结果表明: 1) 落区移动路径表现为明显的“大圆弧”型, 为典型的东灌型强降水。2) 南亚高压双体型、伊朗副高南北震荡、西太副高西伸北挺、高中低空“三股气流”的相互配合及低层的切变线共同配置构成了此次暴雨天气。3) 500 hPa 垂直螺旋度的分布与天气系统和强降水有很好的对应关系, 能量锋与K指数 $>32^{\circ}\text{C}$ 的不稳定能量中心为暴雨提供了良好的能量和不稳定条件。4) 地形作用加深了辐合上升运动。

## 关键词

暴雨, 影响系统, 物理量

## 1. 引言

暴雨作为我国最为主要的灾害性天气, 一直是广大气象工作者关注和研究的重点。许多学者对暴雨的形成机理及检测与预测方面做了许多研究[1]-[7], 陶诗言[8]对中国暴雨的分布特征进行了详细的研究, 系统总结了我国暴雨发生、发展的天气尺度和中尺度特征。梁生俊等[9]对比分析了西北地区东部两次典型的暴雨过程, 指出位涡与强降水关系密切。王瑾等[10]认为2007年7月18日济南突发大暴雨由强烈发展的中尺度对流云团直接造成。但由于暴雨具有突发性和局地性, 造成各地暴雨的天气系统都不尽相同。新疆位于半干旱地区, 大部地区年降水量只有200~400 mm。近年来许多学者对新疆暴雨做了全面的分析研究, 早在80年代, 张家宝等[11]全面地论述了新疆降水的气候学和天气学特点, 着重对新疆的大降水过程的天气学与动力学条件进行了深入的分析讨论, 并且指出新疆由于它的特殊地理、地形和下垫面条件的影响以及干旱的气候背景, 暴雨初遵循普遍规律外, 又有其特殊表现。孔期等[12]分析了2007年7月16~17日乌鲁木齐暴雨过程的天气尺度及中尺度特征, 指出中亚低涡是此次暴雨过程的主要影响系统, 干冷空气侵入对暴雨的加强和发展起重要作用。

阿勒泰位于新疆最北部, 北部到东部是阿尔泰山脉, 呈西北东南走向, 西南部为萨吾尔山脉, 呈东西向; 阿尔泰山和萨吾尔山之间, 是横贯该地区5县的额尔齐斯河和乌伦古湖; 南部是准格尔盆地和盆地北沿的隔壁沙漠, 地势自东北部向西南至额尔齐斯河和准格尔盆地急剧倾斜。由于其特殊的地理条件和气候特征, 使得这一地区的暴雨往往具有一定的局地性和突发性, 暴雨预报难度大, 因此, 多年来当地气象同仁针对暴雨的气候特征、形成机理、模式检验等方面开展了大量研究, 白松竹、李春芳等[13][14]分析了当地5~9月强降水、分级降水的气候特征; 田忠锋等[15]就2012年夏季发生在阿勒泰地区的区域性暴雨的落区问题进行了探讨; 李健丽等[16]对发生在2013年夏季阿勒泰地区东部的两次暴雨过程从环流背景、影响系统、模式预报等方面进行了对比分析; 黄阿丽等[17]分析了2011年阿勒泰地区一次暴雨过程的预报难点, 这些分析均从大尺度环流背景及高、中低层环流形势的配合方面总结出许多有意义的结论, 但就暴雨过程的物理机制方面探讨较少, 本文应用常规的高空、地面观测资料、区域加密站资料、卫星云图和6小时一次的 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 的NCAR/NECP再分析格点资料, 对2013年6月21日发生在新疆阿勒泰地区的一次暴雨过程进行了动力和热力诊断分析, 以期提高对当地暴雨过程的天气系统结构特征及形成的物理机制的认识, 旨在为提高类似暴雨天气预报水平提供参考依据。

## 2. 天气实况及灾情

2013年6月20日到21日20时,阿勒泰地区出现了小到中量以上的降雨,全地区13个站(包括区域自动站)达到暴雨标准(由于国家降水量级标准不适合干旱气候背景的阿勒泰地区,本文使用新疆维吾尔自治区气象局制定的新疆降水量标准,暴雨 $\geq 24.0$  mm,以下同),其中青河县的沙尔巴斯套村85.0 mm,富蕴飞机场62.1 mm,青河县57.4 mm,塔克什肯口岸52.8 mm,达大暴雨标准。

此次天气过程为全疆性的大降水过程,降水时段主要集中在18~21日,其强降水落区移动路径表现为明显的“大圆弧”型:18~19日南疆偏西降水较大,20日白天移至天山山区、天山中部,20日夜间到21日终止在阿勒泰地区中东部及附近山区,表现为典型的“东灌”型强降水(见图1)。

## 3. 环流背景演变和影响系统

### 3.1. 100 hPa 大尺度环流背景

100 hPa上,6月18日南亚高压呈现双体型分布,两个中心分别位于伊朗高原和青藏高原东部上空,且东部高压强于西部高压;新疆处于副热带大槽槽区,槽底伸到 $35^{\circ}\text{N}$ 附近。19~20日下游脊不断增强,中心达到1692位势什米,致使槽区长时间停留在新疆上空,从青藏高原到贝加尔湖 $100^{\circ}\text{E}$ 以西为强西南急流,这期间为大范围大降水时段。南亚高压的双体型和副热带大槽构成了此次过程的大尺度环流背景。

### 3.2. 500 hPa 环流演变

500 hPa上,前期欧亚范围内中高纬为两脊一槽的经向环流,西西伯利亚为超长波槽,伊朗高压和西太平洋副高偏南。6月19日伊朗高压发展北抬,与中纬度高压同位相叠加,高压脊东部的偏北气流引导北方冷空气南下,使得中亚低涡进一步加深,槽底南伸到 $40^{\circ}\text{N}$ 以南;同时下游蒙古到中西伯利亚高压脊继续北挺,脊顶伸至 $70^{\circ}\text{N}$ 以北,形成贝加尔湖阻高,下游高压脊比上游高压脊强盛,使得中亚低涡东移缓慢,新疆大降水开始。20日(图2)低纬度有低槽与中亚低涡同位相叠加,西太副高西伸北挺,副高西部大量暖湿气流沿槽前西南气流水汽源源不断地输送到新疆及阿勒泰地区东部;随后下游贝加尔湖阻高线逆时针摆动,迫使阿勒泰处于低压槽前偏东气流下,并不断加强,大降水区东移北上,造成阿勒泰地区东部强降水。

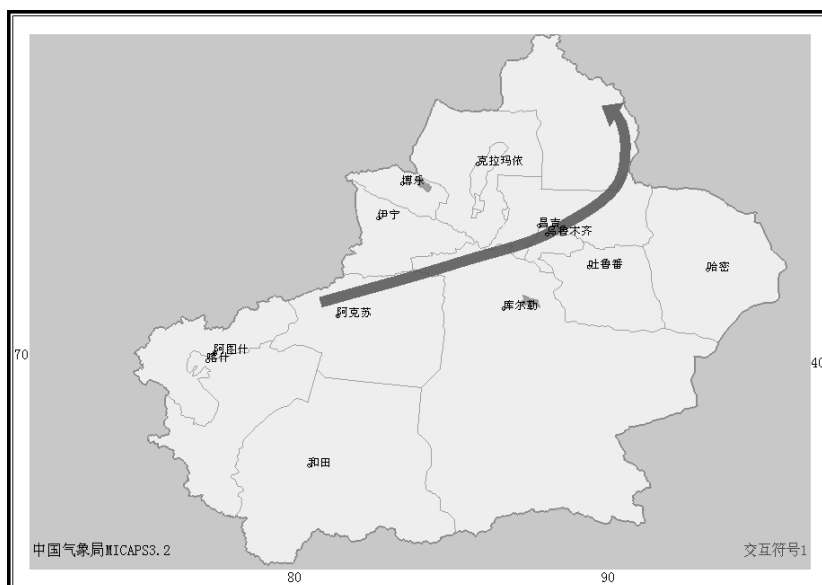


Figure 1. The “big arc” type precipitation region  
图1. “大圆弧”降水落区图

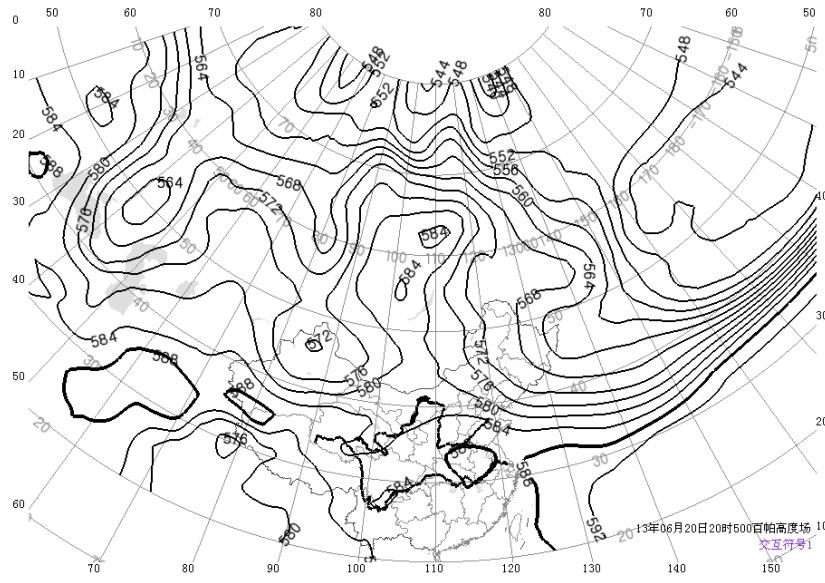


Figure 2. The 500 hPa height field at 20:00 on June 20, 2013  
图 2. 2013 年 6 月 20 日 20 时 500 hPa 高度场

### 3.3. “三股气流”的相互配合和中低层切变线

19 日 200 hPa 高空西南急流经南疆西部绕至中天山然后北上至北塔山，同时 700 hPa 内蒙至甘肃沿河西走廊有一支偏东低空急流向新疆输送；20 日低空急流略微东移，仍保持强劲的势头，克拉玛依、乌鲁木齐的西北风与北塔山、阿勒泰的东南风，构成明显的气旋式环流，切变气流东南强，西北弱，降水区北上，形成阿勒泰的“东灌”。与低空急流相配合，在 500 hPa 上暖湿的西南风气流则一直沿西太副高外围从南向北输送，最大南风风速达 24 m/s，与 700 hPa 的偏东气流、高空的西南风急流形成影响此次天气过程的“三股气流”大降水模型。

高中低空“三股气流”的相互配合及低层的切变线不仅为强降水的产生提供了充沛的水汽，同时加剧了水汽的辐合、上升及位势不稳定。

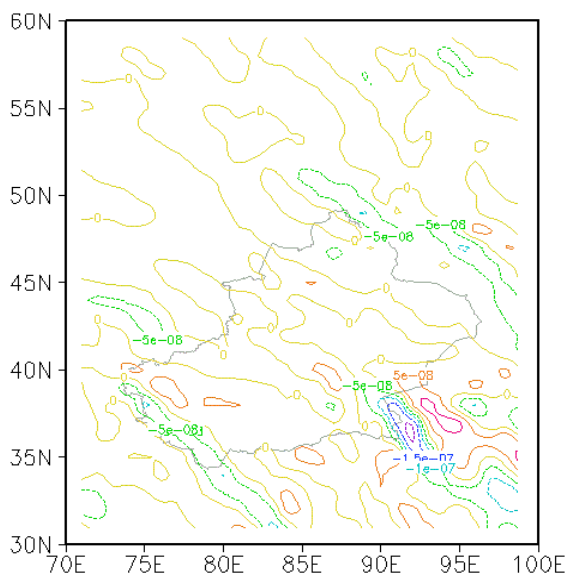
## 4. 物理量诊断分析

利用美国 NECP/NCAR 提供的  $1^\circ * 1^\circ 6\text{h}$  一次的再分析资料。利用目前应用广泛的 grads 绘图软件对此次暴雨天气的一些物理量进行计算分析和图形显示。

### 4.1. 水汽条件

新疆位于欧亚大陆腹地，远离海洋，一般情况下，来自海上的水汽难以输送到该区域，因此，暴雨形成时水汽条件的作用显得尤为重要。一般认为新疆大降水过程中水汽主要来自里、咸海以西方路径输送，并且从中低层进行输送[11]。96.7 大暴雨发生后，新疆气象学者研究提出了新疆境内产生降水的水汽，在一定的环流条件下，在新疆境外集中，并在合适的环流条件下通过接力输送机制输送到暴雨区的概念 [18]-[20]。

利用水汽通量场与风场叠加，分析可知此次过程的主要水汽来源主要有两条：一条 850~700 hPa 上，孟加拉湾的水汽从青藏高原东侧绕过，从河西走廊到阿勒泰持续的偏东风辐合并不断加强向北输送，水汽通量大值中心位于青河东部  $47.6^\circ\text{N}$ 、 $92.5^\circ\text{E}$ ，水汽从孟加拉湾沿青藏高原东部不断接力输送到阿勒泰地区；另一条是南疆西部的偏西气流携带水汽从南部卷入中亚低涡。此外，低涡自身携带一部分水汽。



**Figure 3.** The 700 hPa moisture flux divergence at 20:00 on June 20, 2013

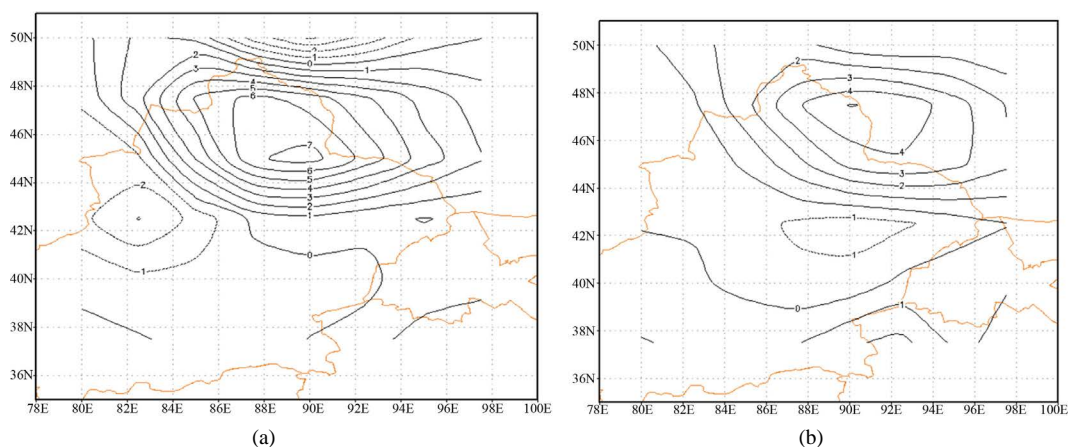
**图 3.** 2013 年 6 月 20 日 20 时 700 hPa 水汽通量散度

水汽通量基本呈东西向带状分布，在 850 hPa 上，20 日 20 时在阿勒泰东部国境线一带达最强，中心值为  $10 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{hPa}^{-1}$ 。

水汽通量散度表示了水汽的集中程度，通过分析发现在 20 日 20 时北疆地区为水汽净辐合区，大值中心位于阿勒泰地区东部，如图 3 所示。

#### 4.2. 垂直螺旋度

螺旋度是一个描述环境风场气流沿运动方向的旋转程度和运动强度的物理参数，它反映了大气的运动场特征，能够很好的描述大气运动的性质和特点[21]。垂直螺旋度由垂直速度和垂直涡度决定，它能反映出大气在垂直空间上的旋转上升和运动特征，螺旋度的演变对暴雨落区、雨强有很好的指示意义[22]。垂直螺旋度更倾向为能反映系统的维持状况和系统发展、天气现象剧烈程度的一个参数，因而本文只分析垂直螺旋度。



**Figure 4.** The 500 hPa vertical helicity on 20 June 2013 at 20:00 (a) and 21 June 08:00 (b) (unit:  $10^{-5} \text{ pa}\cdot\text{s}^{-2}$ )

**图 4.** 500 hPa 垂直螺旋度 6 月 20 日 20 时(a) 6 月 21 日 08 时(b) (单位:  $10^{-5} \text{ pa}\cdot\text{s}^{-2}$ )

从各等压面上垂直螺旋度的水平分布及演变特征来看,500 hPa 上垂直螺旋度的分布与天气系统和强降水有很好的对应关系。20 日 20 时,500 hPa 垂直螺旋度大值中心位于北塔山附近,中心值为  $7 \times 10^{-8} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-2}$ (图 4(a))。21 日 08 时此中心值已减弱并明显向富蕴、青河方向东北方向移动。垂直螺旋度大值中心与 500 hPa 低槽的移动位置有很好的对应,降水中心位于此正螺旋度中心附近。

综上,这次大暴雨过程中,垂直螺旋度的分布与天气系统配合很好,500 hPa 垂直螺旋度大值中心与 500 hPa 低槽的移动位置有很好的对应,这一区域正是气流气旋式旋转与上升的地方,为暴雨的产生和加强创造了有利的动力条件。

### 4.3. 能量和不稳定条件分析

强降水的产生需要充沛的水汽和动力条件,还必须具备一定的能量和不稳定条件[15]。20 日 20 时 850 hPa 的假相当位温场上,在天山南部一带维持一个中心均为  $\geq 72^\circ\text{C}$  的高能区,阿勒泰东部边境至蒙古一带一直维持一个东北西南走向的  $\geq 52^\circ\text{C}$  的高能区,同时这个高能区同位于巴尔喀什湖和阿勒泰北部的低值区东伸前部交汇在阿勒泰北部东部沿山一带形成一个能量锋。

K 指数不仅反映了大气层结的稳定性,也是表征大气温度、湿度、压力的综合特征量,暖区相当于高能区,等值线密集区相当于能量锋。分析此次降水的 K 指数变化,发现从 20 日 11 时到 21 日 20 时,长达 33 个小时的时间内,在北部阿勒泰、东部富蕴、青河大部分时间维持  $>30^\circ\text{C}$  的不稳定能量,长时间的不稳定能量的维持对阿勒泰北部、东部的大降水极其有利。特别是在 20 日 20 时开始到 21 日 20 时止,K 指数  $>32^\circ\text{C}$  的中心在阿勒泰东部南北震荡,K 指数最大达到  $33^\circ\text{C}$ 。对大降水的落区有很好的指示作用。

### 5. 地形的作用

产生暴雨时,除了水汽和强烈的上升运动外,地形的作用也不可小觑。阿尔泰山呈西北-东南走向,但山脊高度仅两千多米,对冷空气的阻挡作用不强,但有明显的地形作用[11]。暴雨天气发生前,阿勒泰地区盛行东南风,偏南风暖湿气流沿阿尔泰山而上,在沿山一带辐合,而高层为强盛西南气流,与阿尔泰山走向交角几乎垂直,加剧了辐合上升运动,阿勒泰的暴雨也由此经常产生与沿阿尔泰山脉的偏北、偏东一带。

### 6. 结论

南亚高压的双体型和副热带大槽构成了此次过程的大尺度环流背景。伊朗高压的南北振荡,西太副高的西伸北挺,中亚低涡长时间维持在新疆上空,造成了此次大降水天气的发生。

高、中、低空“三股气流”的相互配合及低层切变线不仅为强降水的产生提供了充沛的水汽条件,同时加剧了水汽的辐合、上升及位势不稳定。本次暴雨过程的水汽分为三部分,第一部分孟加拉湾的水汽从青藏高原东侧绕过,向北输送至降水区;第二部分是南疆西部的偏西气流携带水汽从南部卷入中亚低涡;此外低涡自身携带一部分水汽。垂直螺旋度的分布与天气系统配合很好,垂直螺旋度大值中心与 500 hPa 低槽的移动位置有很好的对应,降水中心位于此正螺旋度中心附近。假相当位温场上,在阿勒泰东部边境至蒙古一带东北西南走向的高能区,同位于巴尔喀什湖和阿勒泰北部的低值区前部交汇在阿勒泰北部东部沿山一带形成一个能量锋。K 指数  $>32^\circ\text{C}$  的不稳定能量中心在阿勒泰东部南北震荡。为大降水提供了良好的能量和不稳定条件,对大降水的落区有很好的指示作用。阿尔泰山呈西北-东南走向,暴雨天气发生前,阿勒泰地区盛行东南风,偏南风暖湿气流沿阿尔泰山而上,在沿山一带辐合,而高层为强盛西南气流,与阿尔泰山走向交角几乎垂直,加剧了辐合上升运动。

### 基金项目

新疆气象局“T639 数值预报产品在阿勒泰地区中量以上降水中的检验”(201314)。

## 参考文献 (References)

- [1] 倪允琪, 周秀骥. 长江中下游梅雨锋暴雨形成机理以及监测与预测理论和方法[J]. 气象学报, 2004, 62(5): 647-662.
- [2] 尹东屏, 胡洛林, 曾明剑, 等. 梅雨期中的暴雨和大暴雨环流特征及物理量诊断分析[J]. 气象科学, 2007, 27(1): 42-48.
- [3] 陶林科, 杨有林, 胡文东, 等. 宁夏局部突发性特大暴雨中小尺度分析[J]. 干旱区资源与环境, 2008, 22(7): 64-70.
- [4] 武麦风, 梁生俊, 李春娥. 渭河流域三次暴雨过程水汽和上升运动的垂直结构比较[J]. 暴雨灾害, 2010, 29(3): 245-250.
- [5] 段丽瑶, 刘爱霞, 史珺. 1918-2010年天津降水指数变化特征[J]. 气候变化研究进展, 2012, 8(3): 171-177.
- [6] 钟军, 苏布达, 翟建青, 等. 中国日降水的分布特征和未来变化[J]. 气候变化研究进展, 2013, 9(2): 89-95.
- [7] 陈贵川, 湛芸, 张勇, 等. “12.7.21”西南涡极端强降雨的成因分析[J]. 气象, 2013, 39(12): 1529-1541.
- [8] 陶诗言. 中国之暴雨[M]. 北京: 科学出版社, 1980.
- [9] 梁生俊, 马晓华. 西北地区东部两次典型大暴雨个例对比分析[J]. 气象, 2012, 38(7): 804-813.
- [10] 王瑾, 蒋建莹, 江吉喜. “7.18”济南突发性大暴雨特征[J]. 应用气象学报, 2009, 20(3): 295-302.
- [11] 张家宝, 邓子风. 新疆降水概论[M]. 北京: 气象出版社, 1987.
- [12] 孔期, 郑永光, 陈春艳. 乌鲁木齐7.17暴雨的天气尺度与中尺度特征[J]. 应用气象学报, 2011, 22(1): 12-22.
- [13] 白松竹, 李春芳, 王磊. 近45年5-9月阿勒泰地区强降水气候变化趋势与突变特征[J]. 暴雨灾害, 2009, 28, 84-87.
- [14] 李春芳, 白松竹. 1961-2005年阿勒泰地区5-9月分级降水的气候特征[J]. 沙漠与绿洲气象, 2008(2): 25.
- [15] 田忠锋, 李博渊. 阿勒泰地区一次区域性暴雨天气诊断分析[J]. 气候变化研究快报, 2014(3): 115-121.
- [16] 李健丽. 阿勒泰地区两次区域性暴雨的对比分析[J]. 气候变化研究快报, 2014(3): 85-93.
- [17] 黄阿丽, 胥执强. 阿勒泰地区一次暴雨预报难点分析[J]. 气候变化研究快报, 2014(3): 69-77.
- [18] 徐羹慧. “96.7”新疆特大暴雨洪水预报服务技术研究的综述与启示[J]. 新疆气象, 1997, 20(1): 1-4.
- [19] 杨连梅. 南亚高压突变引起的一次新疆暴雨天气研究[J]. 气象, 29(8): 21-25.
- [20] 肖开提, 等. “96.7”新疆特大暴雨的水汽条件研究[J]. 新疆气象, 1997, 20(1): 8-11.
- [21] 尤红, 姜丽萍, 彭端, 等. 2005年6月广东特大暴雨垂直螺旋度分析[J]. 气象, 2007, 33(4): 71-76.
- [22] 王珏, 梁琪瑶, 易伟霞, 等. 一次区域暴雨过程综合诊断分析[J]. 气象与环境科学, 2009, 32(3): 10-14.