

An Analysis of Extremely Hot Weather Process on Turpan Basin

Hua Yu, Huiqin Zhang, Yang Yang

Meteorological Bureau of Xinjiang Turpan Area, Turpan
Email: xjtlfyu@126.com

Received: Apr. 30th, 2013; revised: May 21st, 2013; accepted: May 30th, 2013

Copyright © 2013 Hua Yu et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract: In this paper, a continuous hot weather process was analyzed on Turpan basin from June 15 to June 22, 2010. The results showed that: The hot weather is mainly due to the continuous control of deep warm high ridge. Xinjiang ridge and western Pacific subtropical high formed a closed high-pressure center in Xinjiang. Strong sinking motion at high-pressure system caused the process. At the same time, due to the combined effect of the topography of the basin-specific poly-thermal effects and the eastward shift of the ground thermal low pressure, high temperature of the basin increases.

Keywords: Extreme; Subtropical High; Analysis

吐鲁番盆地一次极端高温天气过程分析

余 华, 张慧琴, 杨 扬

新疆吐鲁番地区气象局, 吐鲁番
Email: xjtlfyu@126.com

收稿日期: 2013 年 4 月 30 日; 修回日期: 2013 年 5 月 21 日; 录用日期: 2013 年 5 月 30 日

摘 要: 本文对 2010 年 6 月 15 日~6 月 22 日吐鲁番盆地出现的连续高温天气进行了分析, 结果表明: 此次高温天气主要是由于受深厚暖高脊持续控制, 新疆脊与西太平洋副高在新疆叠加形成闭合高压中心, 高压系统区存在较强的下沉运动引起的; 同时由于盆地地形特有的聚热作用与地面热低压东移的共同影响, 盆地高温出现增幅。

关键词: 极端; 副高; 分析

1. 引言

气象学上为说明高温强度^[1-3], 将日最高气温大于等于 35°C 定为炎热日, 大于等于 40°C 定为酷热日, 大于等于 45°C 定为极热日。穆福智^[1]等人对吐鲁番盆地高温天气进行了统计分析 & 天气学分型, 张慧琴^[3]等对吐鲁番近 60 年气温变化基本特征进行了研究。目前针对吐鲁番极热天气个例的成因分析相对较少。本文采用吐鲁番站 1971~2010 a40a 的地面报表 A 文件资料, 从高低空环流形式及影响系统结构入手, 对于

出现在 2010 年 6 月 15~22 日的持续高温天气过程进行分析, 为以后同类高温天气预报提供参考。

2. 高温天气实况概述

2010 年 6 月 15~22 日, 吐鲁番盆地大部分地区出现了长达 8 天的日最高气温大于 40°C 以上酷热天气, 其中 6 月 19~21 日, 盆地大部分地区日最高气温超过 45°C (20 日位于盆地中部的吐鲁番市达到 47.6°C, 为历史次极值; 距吐鲁番市南 50 公里的艾丁湖出现了

自有测站以来的日最高气温极值 50.0℃), 此天气过程中各测站温度见表 1, 其中艾丁湖、吐峪沟、七克台为区域自动站资料。

3. 形势分析

3.1. 高空形式分析

分析 15 日 08 时至 22 日 08 时 100 hPa 高空形势发现, 15 日 08 时至 18 日 08 时南亚高压呈双脊形, 东部脊区中心位于青藏高原中部, 中心强度维持在 1676 dgpm, 19 日南亚高压由双脊形转为单脊形, 中心位于孟加拉湾, 中心强度增强为 1700 dgpm, 1676 线到达 37°N 附近, 20 日至 22 日南亚高压恢复为双脊形, 东部脊中心逐渐北抬, 稳定维持在青藏高原上空。以上分析可知, 南亚高压强度增强, 中心北抬是造成此次极端高温天气的环流背景。

图 1(a)为 500 hPa 上 584 dgpm 等高线 18 日~22 日逐日 08 时综合动态图。从图中可以看出, 18 日 08 时西北部地区并无闭合高压中心存在, 到 19 日 08 时, 在新疆东部地区形成一独立的 584 dgpm 高压环流, 20 日 584 线在东移过程中一部分仍以闭合中心形式南压至 38°N 附近, 另一部分在东移过程中转变为高压脊, 584 脊线北抬至新疆北部边境, 21 日逐步缓慢东移。图 1(b)为相应的 700 hPa 上 312 dgpm 等高线演变情况, 与 500 hPa 相类似, 19 日也有一闭合环流产生 (由于经度限制, 图 1(b)中未显示出闭合中心), 并且其南部控制了青海大部以及西藏北部地区。

在 6 月 19 日与 20 日 08 时 850 hPa 等压面上均有一明显高压闭合区, 但位置略偏东。从 700 hPa(图 2(a))和 850 hPa 的温度场演变(图 2(b))中可以看到, 有与高度场相配合的暖中心缓慢东移, 并且高温中心 19~20 日控制了新疆东部地区。以上分析可以表明: 造成吐鲁番盆地高温天气的新疆高压系统是一个从低层一直伸展到对流层上层的深厚暖性高压系统。

需要说明的是, 随着 100 hPa 南亚高压中心增强后北抬, 高空环流形式略有调整, 在 500 hPa 等压面上可以看到 19~20 日西太平洋副高西伸北挺, 与新疆脊呈同位相叠加, 新疆区域形成一闭合高压, 本文将将其称为“新疆高压”, 高温天气出现增幅。

3.2. 地面形势

与高空形势相反, 地面存在热低压形成、东移的

Table 1. a June 15, 2010-June 22, 2011 Turpan Basin stations daily maximum temperature (°C)

表 1. 2010 年 6 月 15 日~6 月 22 日吐鲁番盆地各站日最高气温(°C)

台站	15	16	17	18	19	20	21	22
吐鲁番	40.6	43.2	44.7	44.7	46.7	47.6	47.4	42.4
鄯善	38.6	40.2	42.2	41.7	44.7	45.5	44.7	38.5
托克逊	40.2	42.9	45.0	43.8	46.6	48.0	46.4	42.5
东坎	41.0	43.3	44.6	43.8	46.9	47.8	47.3	44.0
艾丁湖	42.5	45.3	47.4	46.8	49.7	50.0	49.6	44.4
吐峪沟	41.9	44.3	44.6	45.6	47.4	48.7	49.3	43.0
七克台	38.0	40.0	41.6	41.9	43.7	44.4	44.4	40.7

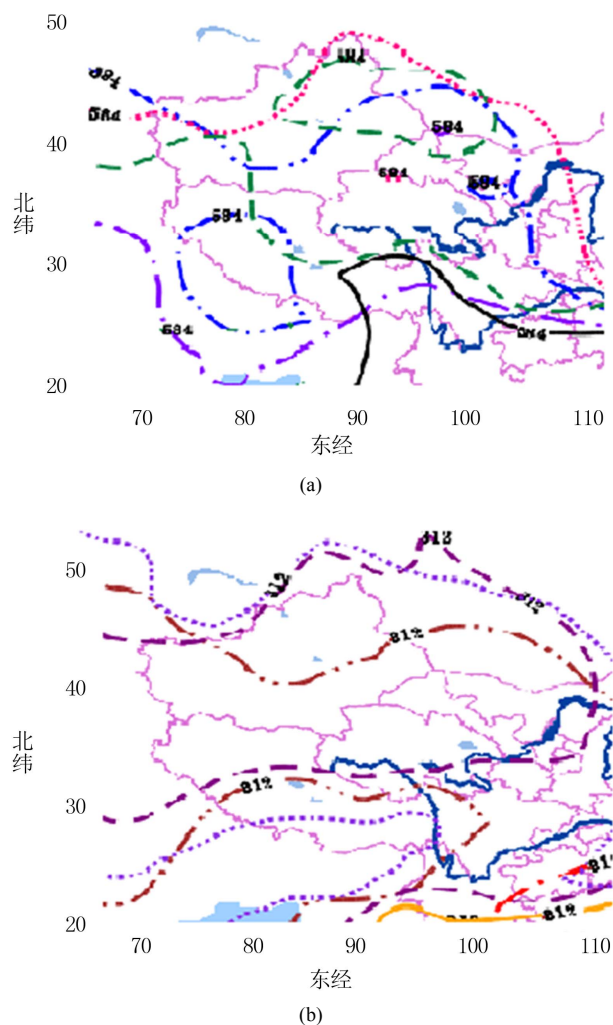


Figure 1. 2010 June 18-22 daily 08:00 am 500 hPa 584 dgpm contour (a) and 700 hPa 312 dgpm contour; (b) Comprehensive state diagram (The solid line represents the 18th, the dotted line represents the 19th, the dotted line represents the 20th, the 21st double dotted line represents a single point line represents the 22nd)
图 1. 2010 年 6 月 18~22 日逐日 08 时 500 hPa 584 dgpm 等高线(a) 和 700 hPa 312 dgpm 等高线(b)综合态图(实线代表 18 日, 虚线代表 19 日, 点线代表 20 日, 双点线代表 21 日, 单点线代表 22 日)

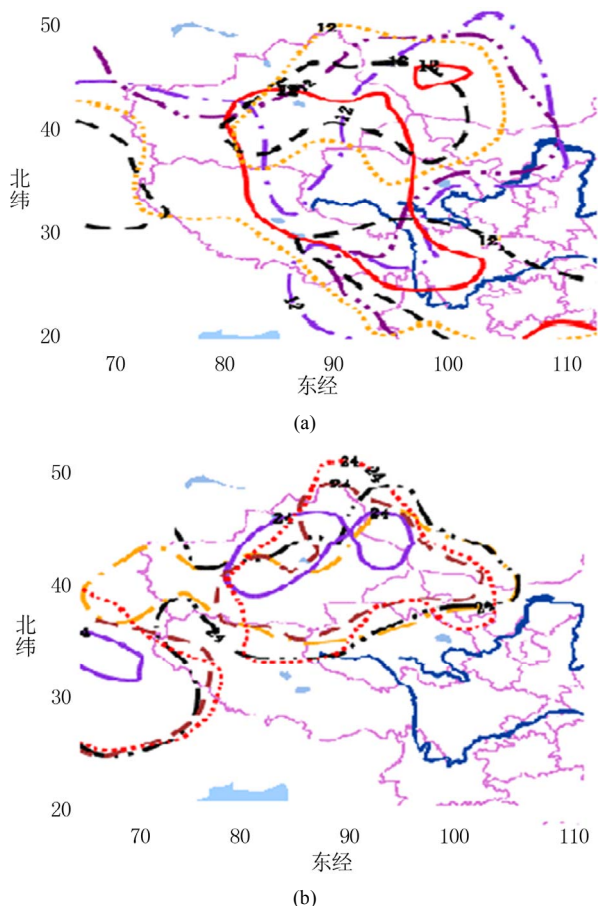


Figure 2. 2010 June 18-22 daily 08:00 am 700 hPa 12°C isotherms (a) and 850 hPa 24°C isotherms (b) dynamic map (The solid line represents the 18th, the dotted line represents the 19th, the dotted line represents the 20th, the 21st double dotted line represents a single point line represents the 22nd)
 图 2. 2010 年 6 月 18~22 日逐日 08 时 700 hPa 12°C 等温线(a)和 850 hPa 24°C 等温线(b)动态图(实线代表 18 日, 虚线代表 19 日, 点线代表 20 日, 双点线代表 21 日, 单点线代表 22 日)

过程(图 3)。17 日 08 时开始, 有一低压中心从南疆盆地逐渐向东北方向移动, 与之配合有一暖中心也在向新疆东部移动。此热低压中心于 19 日 08 时移至吐鲁番盆地, 此后移速缓慢, 位置稳定少动, 20 日 14 时后移至哈密北部, 22 日 14 时热低压中心移出我国。由此可知, 此次高温天气的产生与由南疆盆地东移的热低压的加热作用有必然联系。

4. 高温天气产生的物理机制

4.1. 新疆高压热力动力结构演变

吐鲁番市位于 43°N, 90°E 附近, 图 4(a)给出了 20 日 08 时沿 43°N 纬向涡度剖面图, 从涡度剖面图看, 对应新疆高压区域的垂直方向上 700 hPa~300 hPa 均

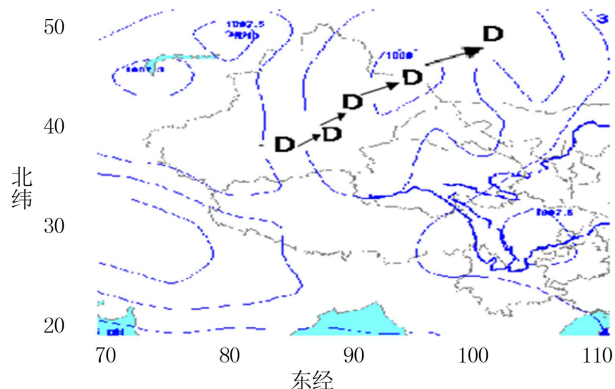


Figure 3. June 17-22, 2010 at 14:00, terrestrial evolution diagram form
 图 3. 2010 年 6 月 17 日~22 日 14 时地面形式演变图

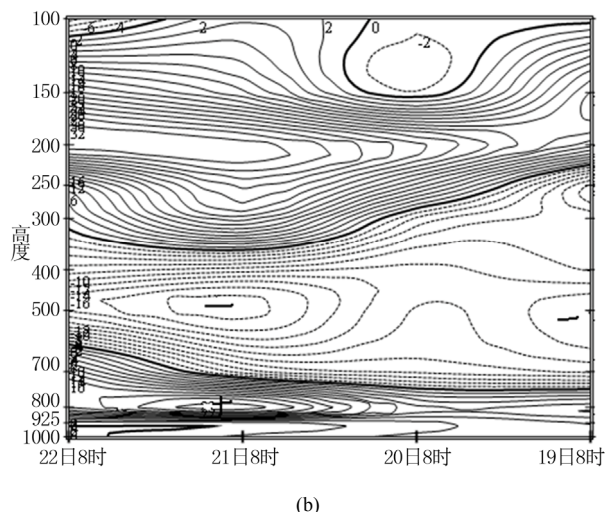
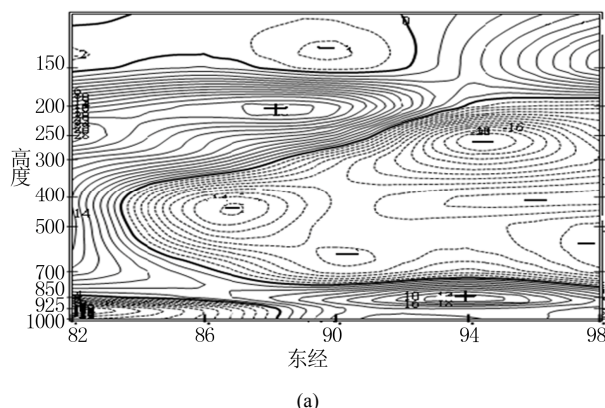


Figure 4. (a) June 20, 2010 at 08:00, latitudinal profiles along the 43°N (broken and solid lines represent the other vorticity lines, positive and negative numbers represent positive and negative vorticity center); (b) June 19-22, 2010 at 8:00, Turpan site time profiles (broken and solid lines represent lines such as divergence, positive and negative numbers represent positive and negative divergence center)
 图 4. (a) 2010 年 6 月 20 日 08 时沿 43°N 纬向剖面图(虚实线分别代表等涡度线, 正号和负号分别代表正负涡度中心); (b) 为 2010 年 6 月 19 日~22 日 8 时, 吐鲁番本站时间剖面图(虚实线分别代表等散度线, 正号和负号分别代表正负散度中心)

为负涡度,说明新疆高压是一个相当深厚的负涡度系统,其顶端位于 200 hPa 附近,而在 $\lambda_E 86^\circ \sim \lambda_E 98^\circ$ 之间的深厚负涡度区下方有一个浅薄的正涡度层,意味着此范围内存在着—地面热地压,吐鲁番盆地正处于此区域。同时分析与之相对应的温度场配置,发现中低层均为暖性,由此可知控制新疆的高压系统是一个热力性高压,而地面又有东移而至的热低压直接热力加热作用,在其影响下非常有利于地面高温天气的出现和维持。

进一步分析散度时间剖面图(图 4(b))发现,19 日至 22 日,吐鲁番本站上空 700 hPa~300 hPa 均为明显的辐合区,700 hPa 以下则为明显辐散区,这种高空辐合,低空辐散的垂直配置使新疆高压区下沉运动明显,高压中空气的下沉绝热增温是形成高温天气的主要物理机制。由此可见,新疆高压区较强的下沉运动有利于高温天气的产生。

分析对流层上层 200 hPa 等风速场(见图 5)可见,新疆高压区的上空正好位于副热带急流入口区的左侧。根据动力学理论^[4],在大气大尺度水平运动满足准地转的条件下,高空急流入口区的左侧有负的切变涡度平流,因而在这个区域存在高空辐合,而从散度场也可看出此区域正好为一较强的辐合区,即新疆高压区的上空存在明显辐合下沉运动,而下沉运动的动力强迫作用会引起对流层低层气压上升。因此,高空急流所伴随的高空辐合可能是形成新疆高压的动力学原因。

对 20 日 08 时沿 43°N 风向风速空间剖面图(图 6)进行分析,吐鲁番盆地所处区域高低空风速均较小。分析此次高温天气温度平流的变化,850 hPa 新疆高

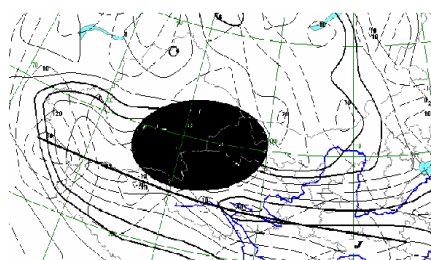


Figure 5. June 20, 2010 at 08:00 am 200 hPa wind field, etc. (rough contour for the isotach; fine dotted line for divergence line; solid line and J represent the upper-level jet and jet stream center position; shadow zone for strong convergence zone)
图 5. 2010 年 6 月 20 日 08 时 200 hPa 等风速场(图中粗等值线为等风速线;细虚线为等散度线;粗实线和 J 代表高空急流带和急流中心位置;阴影区为强辐合区)

压区冷暖平流均较弱,高空则表现为较弱的冷平流。同时分析中低空相对湿度分布可以看出,与新疆高压相对应的区域空气非常干燥,与该区域强烈下沉运动有关。由此可见,此次高温天气过程温度平流对地面增温影响较小。

综上所述,此次极端高温天气的产生与中低层热力作用、地面热低压热力加热作用有关外,还与副热带急流所产生的动力作用有关,动力与热力作用相叠加使得下沉气流更为强盛,强盛下沉气流将更进一步导致地面减压,促进了气温增幅。

4.2. 地形对高温天气的影响。

吐鲁番盆地夏季长达半年之久,成为全国最炎热的地区,被誉为“火洲”。高温天气的频发与这里的地形有着直接的关系。吐鲁番^[5]属内陆山间盆地(图 7),四周高山屏障,阻挡了来自西面和北面的冷气流,6 月份当高空西北气流较为强盛时,气流沿天山南坡下滑所产生的下沉增温或焚风效应对高温的产生起

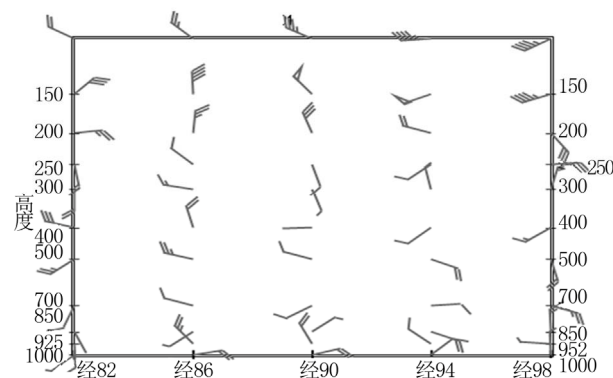


Figure 6. 08:00, 20 June, wind direction and speed profiles along 43°N
图 6. 6 月 20 日 08 时沿 43°N 风向风速剖面图

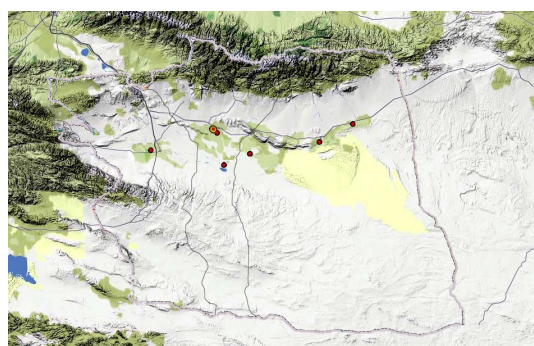


Figure 7. Turpan topography map (each point on the map for all meteorological observation points)
图 7. 吐鲁番地形地貌图(图上各点为各气象观测点)

到了增幅作用。同时由于夏天白天受太阳辐射的多次反射的原因,盆地较周围山地获得的热辐射多,再加盆地坡降大,且盆地中心地势低洼,下垫面植被稀少,所以受热更剧烈,但积聚的热量由于封闭式地形而难以向四周散发,这也是此次天气系统在6月22日明显衰退,但盆地仍维持酷热天气的主要原因,由此可见盆地地形的聚热作用是造成高温天气的重要因素之一。前文表一中我们发现吐鲁番、托克逊、东坎、艾丁湖、吐峪沟与鄯善、七克台气温差异明显,这是由于火焰山、盐山呈东西走向,横贯中央,把盆地分隔为山南、山北两部分,造成山两侧气温差异明显。

5. 数值预报产品在高温天气中的应用

欧洲中心与T639数值预报产品的500 hPa高度预报能够比较准确地反映高压脊的移动与强度变化,特别是欧洲中心的850 hPa的温度预报对高温天气的预报有很好的指导性:850 hPa的温度预报图上的28℃控制区与地面图上 $\geq 45^\circ\text{C}$ 的高温区有较好的对应关系。图8为6月18日20时欧洲中心的850 hPa的温度预报动态图。与实况图2(b)相比,850 hPa的温度预报与实况场的演变趋势非常接近,但预报场比实况场数值略偏高。

6. 小结

1971~2010 a40a中吐鲁番市共出现极端高温天气44次,其中最早出现为6月上旬,仅2008年一次。出现在6月中旬的有三次,分别为2001年、2005年与2010年。本文通过对2010年6份出现的连续极端高温天气的分析得出以下几点结论:

1) 新疆高压脊与西太平洋副高在新疆同位相叠加是产生此次极端高温天气的重要原因。

2) 新疆高压在700 hPa~300 hPa表现为暖性负涡度系统,而在700 hPa一下表现为一浅薄的正涡度系

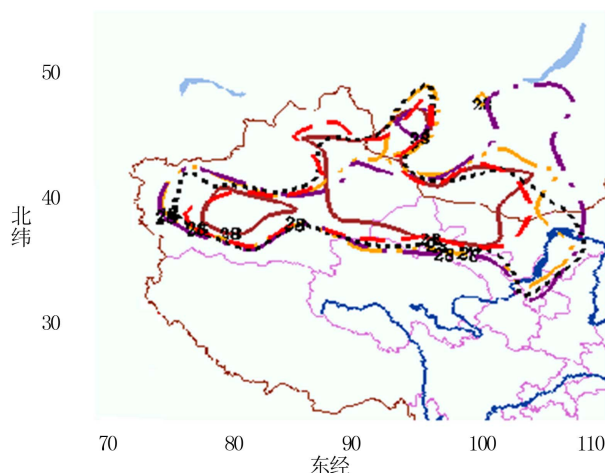


Figure 8. At 20:00 on June 18, the European Centre for dynamic graph of temperature forecasts 850 hPa (Solid line represents the 18th, the dotted line represents the 19th, the dotted line represents the 20th, the 21st double dotted line represents a single point line represents the 22nd)

图8. 6月18日20时欧洲中心的850 hPa的温度预报动态图(实线代表18日,虚线代表19日,点线代表20日,双点线代表21日,单点线代表22日)

统与之相配合。新疆高压中的强下沉气流对高温的产生具有重要作用。

3) 吐鲁番盆地极端高温的产生与副热带急流也存在着联系。热力作用和动力作用使得此区域下沉气流更为显著。

4) 地形的聚热作用对高温天气的形成具有重要影响。

参考文献 (References)

- [1] 张家宝等. 新疆短期天气预报指导手册[M]. 北京: 人民出版社, 1986: 337-340.
- [2] 杨步正等. 吐鲁番农业气候手册[Z]. 1983: 15-21.
- [3] 张慧琴等. 新疆吐鲁番60年气温变化基本特征[J]. 干旱气象, 2012, 30(4): 600-603.
- [4] 朱乾根等. 天气学原理和方法[M]. 气象出版社, 2000: 1.1
- [5] 张新庆. 吐鲁番盆地地形与天气[J]. 新疆气象, 1998, 21(6): 11-13.