

中尺度地形辐合对高原边坡地带降水的影响

崔学桢

(甘肃省临夏州气象局, 731100)

提 要

青藏高原东北侧存在着中尺度地形绕流辐合现象。通过对这一辐合的物理量场配置结构和活动规律的分析, 讨论了辐合与甘肃省边坡地带夏季旱涝时段以及大暴雨的关系。

关键词: 地形绕流辐合 水汽 降水量

引 言

夏季, 青藏高原南北两侧地形绕流常于高原东北侧约 36°N 、 105°E 附近形成中尺度地形辐合。这种地形辐合系统常对甘肃省高原边坡地带降水产生重要影响。

本文利用 1969—1988 年 6—8 月 08 时 700hPa 实况资料, 对这一中尺度地形辐合的分布特征, 以及中尺度物理量场配置结构和基本活动规律进行分析。

1 地形绕流中尺度辐合特征和物理量场配置结构

为了剖析这一中尺度地形辐合系统的物理分布和配置结构, 我们以 1981 年 7 月 13 日甘肃省高原边坡地带区域性大—暴雨为例, 分析如下:

1.1 中尺度地形绕流辐合形成过程

7 月 12 日 08 时 700hPa 图上, 青藏高原南北两侧地形绕流加强。北侧有一支风速大于 $8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的偏北气流; 南侧有一支风速大于 $10\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的气流从云贵高原经四川盆地沿 106°E 附近北上, 经 35°N 后和北支绕流相遇, 于 36°N 、 105°E 附近形成中尺度地形辐合流场(图 1)。

13 日, 由于北支绕流加强南下, 36°N 附近的中尺度地形辐合迅速消失。

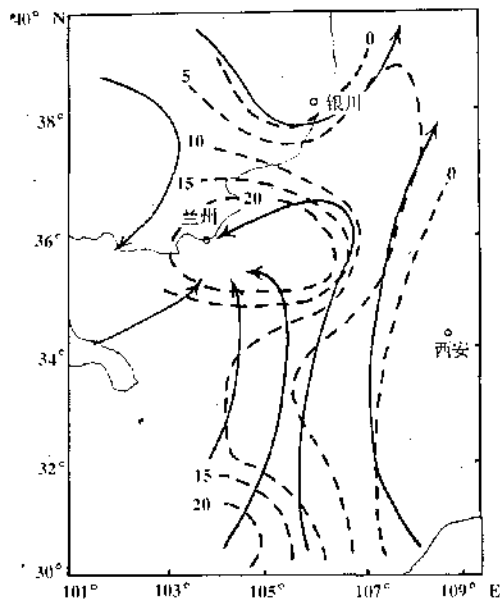


图 1 1981 年 7 月 12 日 08 时 700hPa 流场和涡度场

矢线为流线; 虚线为涡度(单位: 10^{-7}s^{-1})

1.2 物理量场分布特征和配置关系

这次在 36°N 附近形成的中尺度地形辐合具有以下几个特征:

(1) 正涡度经向分布, 为中尺度地形辐合提供了有利条件。12 日, 700hPa 涡度场(图 1)上, 正涡度以经向性分布于高原东侧狭窄

的边坡通道上,有两个正涡度中心分别位于兰州和成都附近,中心值分别为 $22.8 \times 10^{-7} \text{ s}^{-1}$ 和 $22.3 \times 10^{-7} \text{ s}^{-1}$,其余地方为负涡度控制。

据分析,正涡度这一分布特征是在 106°E 附近南支气流不断向北涌进形势下产生的。由此可见,南支气流的不断北跳,促进了正涡度的形成,同时,加剧了高原东侧南北绕流辐合的经向摆动,为 36°N 附近中尺度地形辐合创造了动力条件。

(2)高原南北两侧水汽通量输送是形成中尺度水汽通量散度辐合的必要条件。我们用水汽通量公式 $Q = \frac{1}{g} |\vec{v}| q$ 分析水平水汽输送情况;从图 2 看,北支绕流中在西宁附近有一 $Q \geq 10.8 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ 的中心;南支绕流中 $Q \geq 10.0 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ 的大值舌从重庆至汉中伸向甘肃陇东地区。两支大值交叉分布于 36°N 附近不足 400km 范围内。在这两支水汽输送大值相交的区域中,形成了水汽通量中尺度散度辐合,其中心位于

兰州,其值为 $-7.2 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$ 。

另外,我们计算了这一区域的水汽收支情况,结果,每秒钟在 $600 \times 600 \text{ km}^2$ 内水汽收入为 3762 吨。可见,水汽条件较为有利。

(3)高原东侧约 106°E 附近总温度舌的出现,为湿有效能量中尺度激增提供了能源,也为大暴雨区能量释放创造了条件。

由总温度图(图 3)可见,高原东侧约 106°E 附近为总温度高值区,高值区呈舌状分布在 $30-40^\circ\text{N}$ 、 $105-107^\circ\text{E}$ 间。由于总温度舌出现,促使其轴线左侧中尺度湿有效能量激增。增能中心 ΔA_{mk24} 竟达 $23 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1}$ 。大暴雨落区恰好位于 $\Delta A_{mk24} \geq 20$ 范围内。

2 中尺度地形辐合规律

以上述实例为参考,用 20 年资料将青藏高原南北两侧地形绕流于 36°N 附近形成的中尺度地形辐合(以下简称辐合)的活动情况归纳如下:

2.1 辐合是一种不稳定跳跃式辐合型

据统计,1840 天中达到辐合条件的有

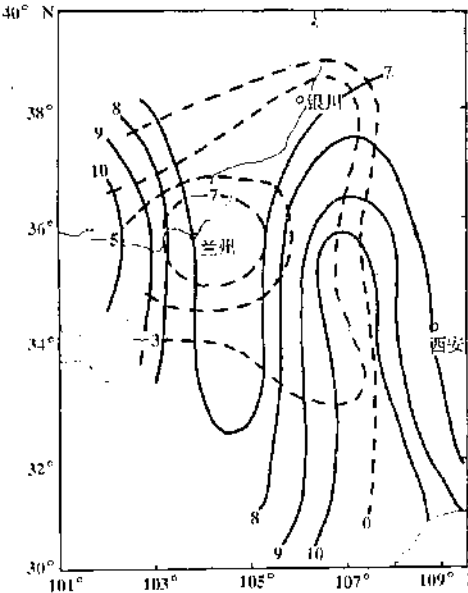


图 2 1981 年 7 月 12 日 08 时 700hPa 水汽通量和水汽通量散度
实线为水汽通量(单位: $\text{g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$)
虚线为水汽通量散度(单位: $\text{g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$)

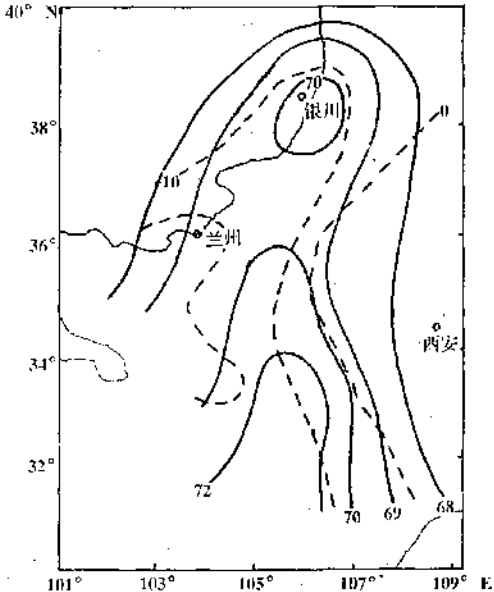


图 3 1981 年 7 月 12 日 08 时 700hPa 总温度和湿有效位能
实线为总温度(单位: $^\circ\text{C}$);虚线为湿有效位能变量(单位: $\text{J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1}$)

338天,气候概率为0.13。两支绕流从发展到辐合至消失的时间尺度,最短的仅几小时,在24小时内完成全过程的为157天,占总辐合的0.46,活动天数为2天和3—4天者各为71天,均占0.21,大于5天者仅占0.12。

从演变特征来看,绝大多数辐合是在高原东侧流场发生调整状态下出现的。南支绕流加强北抬是造成辐合的根本原因。高原东侧流场变化特征明显地反映出辐合随着南支地形绕流趋向振荡而生消,是一种突发性跳跃式辐合型。

2.2 辐合的自身短周期规律及季节性活动特征

分析辐合活动规律,有两点是很清楚的:

(1)辐合有短周期活动规律

我们用辐合间隔日进行统计,两次辐合间隔为1—2天的有150次,3—4天的有100次,平均为4天内出现一次。这是辐合最主要的特征之一。这种特征占20年夏季间隔次数的80%以上。

(2)辐合活动具有季节性特点

我们从逐日辐合气候概率曲线(图4)分析可见,6月和7月均有3个辐合峰值,8月为多峰型。特别值得注意的是6月17—21日,7月5—7日和25—28日3大辐合主峰与北京大学地球物理系教研室在《天气分析和预报》一书中提到的西太平洋高压3次季节性北跳几乎是同步发生的。8月份以3—4天周期为主的辐合多峰型也与副高脊线短周期摆动相接近。值得一提的是,每当西太平洋副高脊线北跳,西脊点西伸时,脊线南侧的东风西进常与南支地形绕流于四川盆地汇合。这种形势对36°N附近的中尺度辐合起了明显的促进和加强作用。

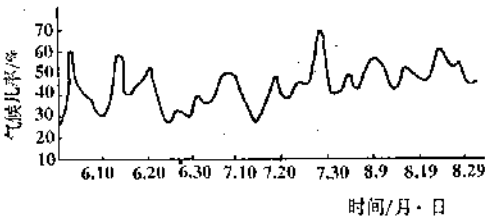


图4 700hPa地形辐合气候概率

3 辐合与甘肃省高原边坡地带降水的对应关系

3.1 辐合对甘肃边坡地带旱涝产生重要影响

我们用60个样本计算辐合活动日数距平与甘肃省边坡各地降水距平相关系数(附表)。由表可见,各地相关信度均通过 $F_{0.1}$,而且离辐合区越近,相关信度越好,尤其位于辐合区属地形盆地的临夏市更优,相关信度远远超过 $F_{0.01}$ 。

附表 辐合与甘肃省边坡各地降水关系

站名	靖远	兰州	顺流	顺夏	合作	岷县
相关系数	0.235	0.332	0.381	0.630	0.467	0.361
降水量比值	1:1.8	1:2.2	1:1.7	1:2.9	1:1.9	1:1.5
出现大(暴)雨机率(%)	100	100	100	100	100	88

分析两者距平曲线可见,不仅甘肃边坡各地降水距平演变与辐合演变趋势相同,而且降水振幅和辐合振幅也几乎趋于一致。例如1981年7—8月辐合次数偏多为42天,临夏市降水量为324.1mm,都是20年最高纪录;又如1987年7—8月辐合次数偏少为23天,降水量仅为71.8mm。以上分析可以说明,甘肃边坡地带夏季降水变率在很大程度上取决于辐合变率。

3.2 辐合阶段性多寡与甘肃边坡地带降水的关系

夏季,甘肃边坡地带降水阶段性偏多或偏少与辐合阶段性多寡有着密切关系。其特征是甘肃边坡地带少雨干旱段往往是在辐合显著偏少偏弱的情况下出现的。而多雨段或连阴雨则往往是在辐合持续状态下产生的。从20年资料中统计连续20天以上辐合几率 $\geq 80\%$ 的降水总量和连续20天以上辐合几率 $\leq 20\%$ 的降水总量,并计算出两种不同辐合几率间平均降水量比值(附表)进行分析,结果,辐合几率 $\geq 80\%$ 时段的平均降水量比 $\leq 20\%$ 时段的平均降水量显著偏多,临夏市竟达2.9倍。这就清楚地表明,甘肃省边坡地带降水阶段性多寡是受辐合阶段性强弱所制约。

3.3 辐合对甘肃边坡大(暴)雨起着决定性作用

我们利用甘肃边坡地带 45 次大(暴)雨,普查在辐合条件下各地出现大(暴)雨的几率(附表)发现,除岷县个别实例外,各地大(暴)雨都是在辐合状态下出现的。从两者对应时间来看,大(暴)雨绝大多数是在辐合形成后的 12—24 小时内产生,只有少数实例与辐合同时或辐合形成后 36 小时出现。特别值得注意的是甘肃边坡地带大(暴)雨与辐合强度呈正比关系。如果无辐合,甘肃边坡地带则短期内不会产生大强度降水。

4 结 语

(1)夏季,高原地形绕流在 36°N 附近辐

The Effects of Mesoscale Geographical Convergence on the precipitation over the Boundary Slope of Qinghai-Xizang Plateau

Cui Xuezhen

(Linxia Prefecture Meteorological Bureau, Gansu Province, 731100)

Abstract

The physical factor fields and the behavioral law of mesoscale geographical convergence over the northeast of Qinghai-Xizang Plateau are analysed. The relationship between the convergence and the dry/wet periods and heavy rain over the boundary slope of the Plateau are also discussed.

合强弱和多寡,直接对甘肃边坡地带旱、涝有显著影响。应根据高原地形绕流于 36°N 附近辐合的盛衰趋势进行甘肃边坡地带中期干旱少雨或多雨段天气的预报,是完全有可能的。

(2)高原东侧地形绕流能否在 36°N 附近形成辐合,是确定甘肃边坡地带大强度降水量级的关键。所以,在进行大强度降水短期预报时,首先把 36°N 附近辐合线强弱作为判别边坡地带大(暴)雨的警戒条件是有意义的。

* 徐启运同志进行了部分资料统计,致谢

参考文献略