

青藏高原东部大到暴雨卫星
云图演变特征

李海红

(青海省气象局业务处, 西宁 810001)

戴升 史津梅 裴少阳

(青海省气象台)

提 要

对 1980~1999 年造成青藏高原东部 17 次大到暴雨天气过程的卫星云图演变特征及 1999 年 9 月 9~10 日出现的大到暴雨过程形成的物理量场进行了分析, 总结出形成暴雨云带的影响系统模型和物理量场变化规律, 对预报高原暴雨天气有一定的参考价值。

关键词: 大到暴雨 云图演变 诊断分析

引 言

青藏高原因其独特的地理因素, 自然灾害比较频繁, 而抗御自然灾害能力又很弱, 因此, 当地政府和公众对灾害性、关键性天气预报非常重视, 而对大到暴雨的预报和研究^[1], 又是防洪抗灾中迫切需要解决的重点问题。1999 年汛期, 青海省大到暴雨天气过程造成 42 人死亡, 仅 1999 年 9 月 9~10 日青海东部的一次大到暴雨过程, 就造成 5 人死亡, 经济损失在数千万元以上。因此对高原暴雨天气的研究和总结, 显得十分重要。

1 大到暴雨天气影响系统

1.1 冷性切变线云带

1.1.1 天气形势

当副高西伸北抬, 西脊点伸到 95°E 地区时, 中高纬常为两脊一槽型, 巴尔喀什湖到哈密为低槽区。在 700hPa 图上有小冷高压单体与副高之间形成冷性切变线(一般位于 $93^{\circ}\sim 100^{\circ}\text{E}$), 它将沿副高西北侧的西南气流向 NE 方向移动, 影响青海省东部地区。此型占大到暴雨的 60%。

1.1.2 云系演变特征

槽前云系为比较宽的盾状卷云系, 沿槽前西南气流从西藏或南疆向 NE 方向移动, 常呈 S 型的长云带。云带的西北部边界上具有明显的急流卷云特征, SW 侧为一连串中、小尺度对流积雨云团, 大到暴雨主要集中在盾状卷云右后方(图略)。

1.2 暖性切变线云带

1.2.1 天气形势

暖切变产生于 500hPa 副高西伸北抬过程中, 在副高西侧边缘($35^{\circ}\sim 40^{\circ}\text{N}$, $95^{\circ}\sim 105^{\circ}\text{E}$)形成偏南风与东南风之间的切变线, 有时在青海湖附近有低涡, 当切变线向北移动到 35°N 以北时, 与低涡衔接成为低涡暖切变。500hPa 图上巴尔喀什湖强冷槽东移至新疆($30^{\circ}\sim 45^{\circ}\text{N}$, $80^{\circ}\sim 90^{\circ}\text{E}$), 槽前在西藏高原上为西南气流, 槽后部为强西北气流。此型占大到暴雨的 25%。

1.2.2 云系演变特征

暖性切变线云系属于非锋面云带。切变线附近形成辐散型卷云伸向青海湖附近, 并沿切变线东西拉长变宽。在暖性切变线云带的西面新疆强冷槽前, 以较密实的卷云为主, 的低槽冷锋云带, 云系的前边缘为辐散型卷云线, 后边界较整齐, 具有急流卷云特征。降雨过程开始受非锋面云系影响, 为连续性降水, 之后新疆槽前的急流卷云云系叠加进来, 使雨量增加到大到暴雨(图略)。

1.3 低槽冷锋云带

1.3.1 天气形势

这种冷锋云带多发生在经向环流形势下, 为振幅较大的移动性槽脊。副高主体偏东(中心位于 30°N , 120°E)。影响槽可南伸到 35°N 以南地区或由南北两个槽组成深槽, 槽前西南气流强盛。此型占大到暴雨的 15%。

1.3.2 云系演变特征

在云图上表现为南北向长条形云带, 由多层云组成, 整个云带长而不宽。在长云带的前边界上有云线较稀疏的卷云, 云带后部边

界较整齐,具有高空急流卷云的特征。并且易产生东西两条冷锋云带合并和衔接,从而导致大降水产生。它包括:北槽南涡云系、东西两条冷锋合并云系、青海湖锢囚锋云系(图略)等。

2 “99.9”大到暴雨环流形势及物理量分析^[2]

2.1 天气图形势分析

1999年9月8日08时(北京时,下同),亚欧500hPa环流主要为两脊一槽型,两高脊之间是一宽广的低槽区,乌拉尔山附近发展成较强的高压脊,脊前偏北气流引导冷空气不断南下,使巴尔喀什湖低槽加深且稳定少动。与此同时,副热带高压脊线北抬西进至95°E,副高前沿为强盛的SW气流,拉萨至青海湖为明显湿舌。9日08时亚欧500hPa图上,从巴尔喀什湖低槽分裂的小槽快速东移,进入高原主体,影响青海湖及以南地区,副高588线已东退至100°E附近。8日08时地面图上,沿祁连山脉有一冷锋,锋后有3.5hPa的正变压。9日14时中国区域小图上,表现为两股冷空气,一股经柴达木东移,另一股翻越祁连山东南下,与西南暖湿空气在青海东部地区交汇造成青海东部大到暴雨天气(表1)。另外,700hPa图上,青海湖西南部的横向切变对增加这一地区降水量级起到主要作用。

表1 1999年9月9~10日青海东部各站的降水量/mm

西宁	平安	湟源	湟中	化隆	大通	互助	乐都	循化	同仁	泽库	尖扎
35.2	41.3	32.0	43.0	53.0	24.4	31.4	40.0	25.5	46.3	23.6	44.7

2.2 云图形势分析

从9日17时和20时红外卫星云图分析来看,属冷性切变线云带影响系统,云带呈S型的长云区。云带的西北部边界上具有明显的急流卷云特征,西南为一连串中、小尺度对流积雨云团,云团顶部温度最低达到-72℃,一般温度在-52℃,具有形成大到暴雨的典型特征。

2.3 水汽分布分析

从9日08时500hPa图分析来看,25~45°N,85~100°E的区域为宽广的暖湿区,其 $T - T_d < 4^\circ\text{C}$,这样的水汽条件非常有利于产生大到暴雨天气。

2.4 物理量场诊断分析

2.4.1 涡度及涡度平流分析

8~9日500hPa涡度场图上,在32~40°N,90~103°E的区域内为正涡度区,其中心

值从0.2增加到 $1.2(10^{-5}\text{s}^{-1})$,同时该区域后部为较强的负涡度区(图1)。8~9日500hPa涡度平流图上,正涡度平流自NW向SE移速较快,其中心值从11.5猛增至 $15.7(10^{-5}\text{s}^{-1})$,这种配置有利于对流层低层产生上升运动。

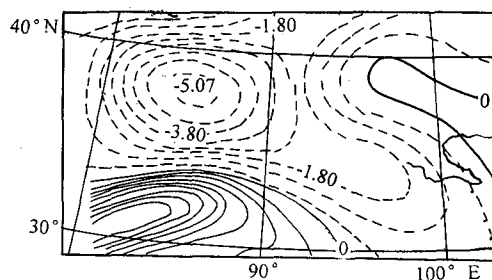


图1 1999年9月8日500hPa涡度场

2.4.2 水汽通量散度分析

对于大降水过程,必须有大范围源源不断的水汽供应,500hPa水汽通量场很好地反映出大范围水汽的水平输送^[3]。8日500hPa水汽通量散度图(图2)上,水汽不断从孟加拉湾向青藏高原输送,在35~40°N,90~100°E的区域内水汽辐合,其值最大为 $-4 \times 10^{-7}\text{g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1}$,9日其中心值达到 $-5 \times 10^{-7}\text{g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1}$ 。同时该区域两侧为辐散区,有利于更多的水汽在该地集中,对产生大降水创造了良好的水汽来源。

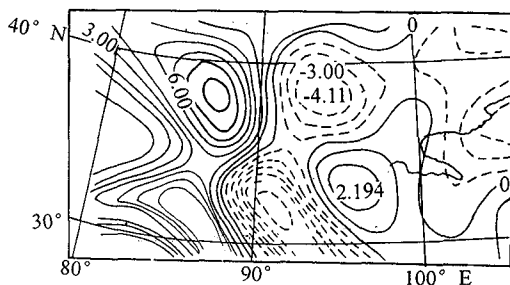


图2 1999年9月8日500hPa水汽通量散度场

2.4.3 总温度分析

2.4.3.1 高空总温度形势场分析

高空总温度的大小反映高层大气的稳定程度。8~9日500hPa总温度场分布情况是:

其值从 NW 向 SE 方向逐步递增,在 32~40°N, 90~103°E 附近为闭合高能区,8 日总温度达到最大值,青海湖附近为 85.2℃ 的最高中心。9 日总能量开始逐渐释放,其值仍在 84℃ 以上,总温度线特别密集的能量锋区,呈 NE~SW 向(图 3)。

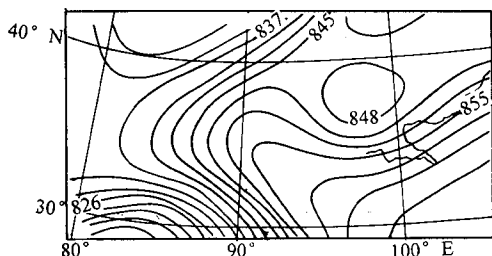


图 3 1999 年 9 月 8 日 500hPa 高空总能量图

2.4.3.2 地面总能量分析

测站地面总能量用公式 $T_s = T + 1555E/p$ 来计算,式中 p 、 T 、 E 分别为测站的气压、温度和水汽压。 T_s 值的大小,可判定测站近地面空气不稳定能量的多少,一般 T_s 值越大,空气越不稳定,容易产生对流上升运动,出现对流性天气,反之,表示大气稳定。

表 2 1999 年 9 月 7~10 日地面总能量/℃

	民和	西宁	平安	湟源	湟中	化隆	互助	乐都	循化	同仁	泽库	尖扎
7 日	54.6	37.3	50.6	48.3	46.6	43.1	46.0	55.1	58.8	49.3	40.6	50.8
8 日	46.1	51.1	47.9	47.9	42.1	40.5	46.7	49.5	50.2	44.8	41.8	51.1
9 日	48.9	44.3	44.8	40.3	38.1	38.2	41.5	47.8	47.1	41.0	35.7	46.1
10 日	46.5	36.1	40.4	37.0	32.1	31.3	36.7	43.6	41.0	37.1	26.5	42.0

9 月 8 日 14 时~9 日 14 时,计算青海 32~40°N, 90~103°E 地区 42 个气象观测站地面总能量,可清楚看到,连续 3 天地面能量不断积累,3 天内 13 个观测站地面平均能量从 36℃ 猛增至 50℃,到 9 日 14 时达到最高值,其中民和、循化、化隆等站 T_s 值达到 54℃ 以上。9 日夜间降水开始,到 10 日 14 时 T_s 值

平均减小 5℃,预示暴雨天气过程逐步结束(表 2)。一般在青海东部地区当 $T_s > 50℃$ 时,有利于出现大到暴雨天气。

3 小结

(1)造成青海省大到暴雨天气的云图特征是:冷性切变性云系占 60%,暖性切变线云系占 25%,低槽冷锋云系占 15%。

(2)格尔木、都兰、西宁、吉迈、玉树、黑河、拉萨、托托河 8 站中若有 6 个站 ($T - T_d$) $\leq 4℃$,则有利于青藏高原东部产生大到暴雨。

(3)500hPa 涡度场图上,在 32~40°N、90~103°E 的区域内为正涡度区,同时该区域后部为较强的负涡度分布。涡度平流图上,正涡度平流自 NW 向 SE 移速较快,其中心值在增加,这种配置有利于在对流层低层产生上升运动。

(4)500hPa 水汽通量散度图上,在 32~40°N、90~100°E 的区域内水汽辐合,同时该区域两侧为辐散区,有利于更多的水汽在该地集中而产生大降水。

(5)500hPa 高空总温度场图上,其值从 NW 向 SE 方向逐渐递增,在 32~40°N、90~103°E 为闭合高能区,青海湖附近为大于 80℃ 的高中心,密集带呈 NE~SW 向;地面能量场连续 2 天能量不断增加, T_s 值平均大于 46℃。第 3 天平均能量开始下降,预示未来 24 小时该区域降水结束。

参考文献

- 1 叶榕生. 重要天气分析和预报. 北京:气象出版社,1989, 9:128~135.
- 2 华北暴雨编写组. 华北暴雨. 北京:气象出版社,1992:13~20.
- 3 李海红. 青海东部大雨预报方法研究初探. 青海气象, 1986.

Diagnosis Analyses of the Heavy Rain Process over the East Part of the Qingzang Plateau in September 1999

Li Haihong Dai Sheng Shi Jinmei Pei Shaoyang

(Qinghai Meteorological Bureau, Xining 810001)

Abstract

The diagnosis analyses of the heavy rain process over the east part of the Qingzang Plateau on 9—10 September 1999 was made, and the cloud band pattern and physics fields of the heavy rain process was summarized.

Key Words: cloud picture diagnosis analysis heavy rain process