

# Statistical Characteristics and Circulation Situation of Shear Line in Autumn Tibet Plateau

Linjun Han, Xinyuan Feng, Aijuan Bai

School of Atmospheric Sciences, Chengdu University of Information Technology, Chengdu Sichuan  
Email: 819451118@qq.com

Received: Jul. 12<sup>th</sup>, 2017; accepted: Jul. 25<sup>th</sup>, 2017; published: Jul. 28<sup>th</sup>, 2017

## Abstract

Plateau shear line is the main influence system of heavy rainfall and blizzard weather in Qinghai-Tibet Plateau. Using the CFSR reanalysis data in  $0.5^\circ \times 0.5^\circ$  grid statistically analyzed the shear lines spatial distribution, time distribution and the number of removal times in autumn (September-November) of 1979~2010. And the basic circulation situation of different shear lines is discussed and compared. The results are as follows: in autumn, there are 146 times of shear lines appearing in the plateau with 130 times of transverse shear line and 16 times of vertical shear line. In the meanwhile, most vertical shear lines are found in the middle and eastern part of the plateau; transverse shear lines mainly distribute in middle and western plateau. The autumn plateau shear lines are mainly produced from 23 PM to the 02AM (Beijing time). The number of shear lines removal from the plateau is very small, accounting for 10.96% in the total amount. Through the comparative analysis of the 500 hPa circulation situation of two types of shear line, we found that the partial easterly winds in the northern part of the plateau and the southward airflow from the Bay of Bengal meet on the plateau and form the main circulation situation of the transversal line. The periphery of 500 hPa subtropical high and the westerly belt overlapped with high pressure ridge conducive to vertical shear line.

## Keywords

Plateau Shear Line, Transverse Shear Line, Vertical Shear Line, Statistical Characteristics, Circulation Patterns

## 秋季高原切变线的统计特征及环流形势分析

韩林君, 冯鑫媛, 白爱娟

成都信息工程大学, 四川 成都  
Email: 819451118@qq.com

收稿日期：2017年7月12日；录用日期：2017年7月25日；发布日期：2017年7月28日

## 摘要

高原切变线是青藏高原地区强降水和暴雪天气的主要影响系统。本文利用 $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ 格点的CFSR (Climate Forecast System Reanalysis)再分析资料,对1979~2010年秋季(9~11月)500 hPa高原切变线的空间分布、时间分布和移出次数等特征进行了统计分析,并根据横、竖切变线的天气个例,对比讨论了不同切变线的基本环流形势特征。分析结果如下:统计时段内,秋季高原切变线共出现146次,其中横切变线130次,且多初生于高原中西部,竖切变线16次,多初生于高原中东部。分析高原切变线的时间分布,发现秋季9月生成次数最多,11月最少,且主要生成在北京时间23时至次日02时之间的前半夜。对秋季高原切变线的持续时间进行分析,发现其持续时间主要集中在12小时以内。移出高原的切变线很少,占总次数的10.96%,其中,大部分竖切变线会移出高原。通过对两类切变线天气个例的500 hPa环流形势进行对比分析,发现500 hPa西太平洋副高外围西伸至高原,高原北部出现负涡度中心时,易生成横切变线,横切变线与涡度零线平行,两侧南湿北干。与横切变线对比,西太平洋副高及其外围呈稳定的经向高压坝时易出现竖切变线,竖切变线水平涡度梯度明显,湿度梯度较弱。

## 关键词

高原切变线, 横切变线, 竖切变线, 统计特征, 环流形势

Copyright © 2017 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

## 1. 引言

高原切变线是青藏高原500 hPa等压面上特有的天气系统,是等压面上的流场切变,是大气环流、高原复杂地形与高原动力、热力共同作用下的产物[1]。高原秋初降水强度较强,可达暴雨至大暴雨[1],而秋末产生暴雪的可能性增加,这些灾害性天气通常与高原切变线有密切关系。因此研究秋季高原切变线的变化特征,对理解高原地区秋季降温,降雪等天气变化特征具有重要的意义。

高原切变线是影响高原及其周边地区的一个重要的天气系统,目前已有一些关于高原切变线的统计研究。如郁淑华[2],何光碧[3],师锐[4]分别对近十年的高原切变线进行了普查,认为高原切变线以横切变线为主,且主要生成于海拔较高且地形陡峭的地区,其降水可影响我国西南部及中部。有关高原切变线的形成机制,徐国昌[5]利用1960~1969年高空气候平均资料指出,500 hPa切变线可能是在夏季高原地面加热使高原北侧西风加大,高原主体风速减弱的基础上,由地形绕流等动力作用形成的。郁淑华等[6]通过对1982年高原切变线动能收支的对比分析发现,切变线的动能来源是有效位能转换为动能。何光碧[7],徐国昌[5]利用多年高空气象资料和再分析资料,指出高原切变线平均位于暖中心北部,处于高原上相对暖湿区中。高原切变线具有较强的移动性,它的移动路径也是普遍关注的特征。其中何光碧指出当高原切变线位于高空急流入口区南侧时有利于高原切变线东移[7]。刘富明指出当高原切变线北侧的反气旋加强,西太平洋副高与印度低压偏南时横切变线更易南移[8]。

以往对高原切变线的研究主要集中在夏季,且通常关注与高原切变线有关的天气气候特征。而秋季作为由夏至冬的过渡期,高原切变线的生成次数、长度等特征与夏季相比都存在很大的差异。高原切变

线在秋初经常会产生较强的降水[1], 在秋末还经常带来强降雪天气, 但是对秋季高原切变线的研究非常少。基于以上原因, 本文运用 CFSR (Climate Forecast System Reanalysis)再分析资料, 对秋季高原切变线进行统计, 分析秋季高原切变线的时空分布、移出次数, 及两类高原切变线的环流形势特征, 为进一步掌握高原切变线的活动特征提供依据。

## 2. 资料与方法

高原切变线是指 500 hPa 等压面上, 温度梯度小、风向对吹、长度大于 5 个经纬距的辐合线[2]。高原切变线通常分为两类, 分别是横切变线和竖切变线。横切变线常常贯穿整个高原, 与经线的夹角大于  $45^\circ$ , 高发中心位于西藏那曲附近, 呈东西走向[2]。竖切变线为高原上与经线的夹角小于  $45^\circ$  的切变线[2]。本文利用 CFSR 提供的高原地区 500 hPa 位势高度、温度场、风场资料筛选了 1979 年至 2010 年, 近 30 年的高原切变线的个例, 发现共 146 次切变线过程, 并分为横, 竖切变线两类, 统计了其长度, 初生时间和发展过程等。以下对统计结果进行分析。

## 3. 高原切变线的统计特征分析

### 3.1. 空间分布

从秋季高原切变线初生时的中点位置(图 1), 分析高原横、竖切变线出现的总次数, 初生位置的分布特征, 并通过统计高原切变线的长度, 掌握秋季高原切变线的分布规律。

秋季高原切变线共出现 146 次, 年平均次数为 4.56 次。高原竖切变线出现 16 次, 约占秋季高原切变线总数的 10.95%。横切变线共出现 130 次, 约占 89.04%。由此看出, 横切变线明显多于竖切变线。

通过对高原切变线初生位置(图 1(a))的分析, 发现秋季高原切变线集中生成于高原中西部( $32^\circ\text{N}\sim 36^\circ\text{N}$ ,  $85^\circ\text{E}\sim 93^\circ\text{E}$ ), 即青海西南部和西藏北部。以  $93^\circ\text{E}$  为界, 以西共出现 130 次高原切变线, 占 89%。而  $93^\circ\text{E}$  以东出现的切变线次数偏少, 仅有 16 次。

再分析高原横切变线的分布(图 1(b)), 发现绝大多数初生于高原中部至西部( $32^\circ\text{N}\sim 36^\circ\text{N}$ ,  $85^\circ\text{E}\sim 93^\circ\text{E}$ ), 平均纬度为  $33.04^\circ\text{N}$ 。  $93^\circ\text{E}$  以西共出现 130 次高原切变线, 其中 125 次为横切变线, 占秋季横切变线总数的 96.15%。

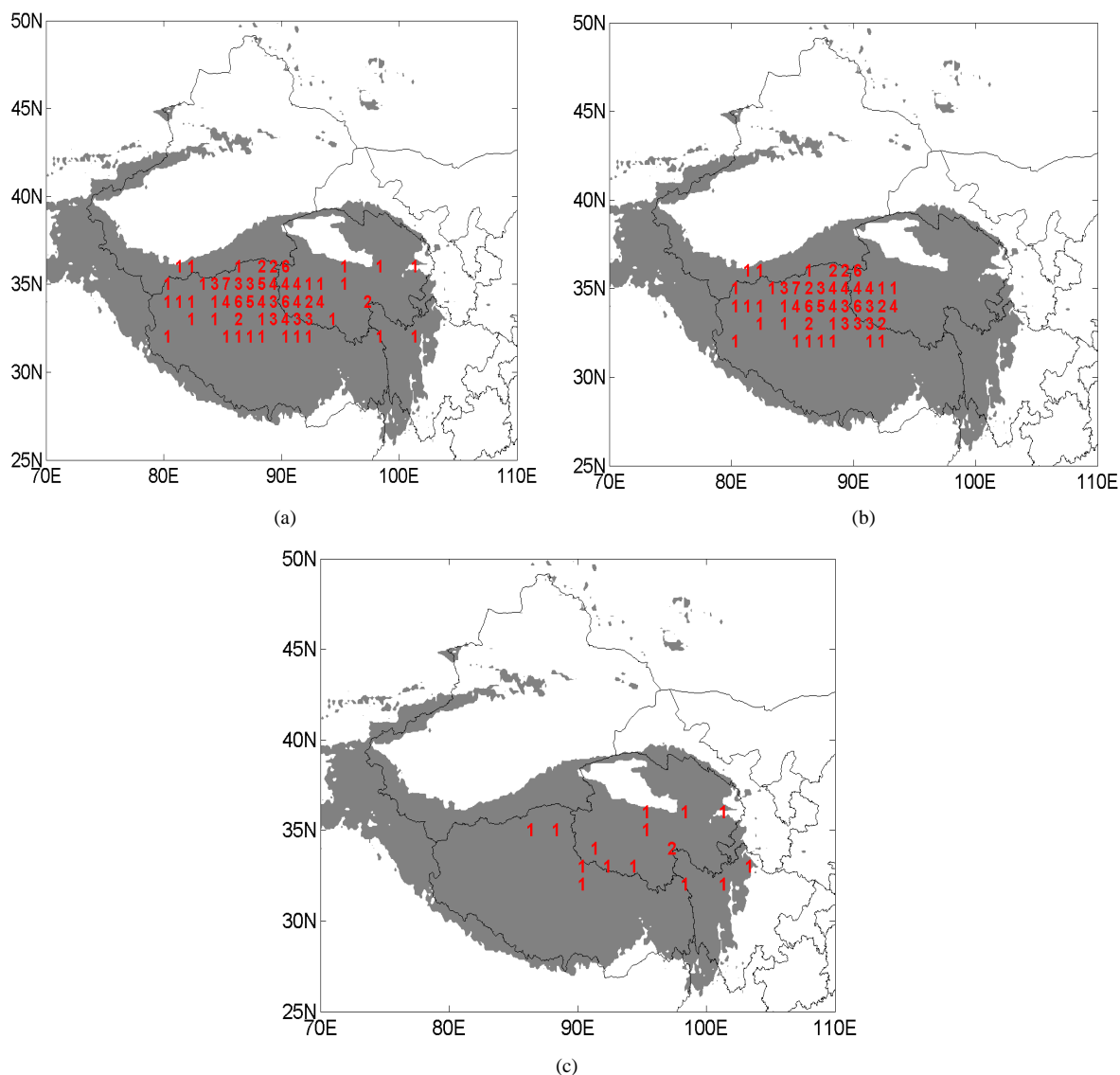
对比图 1(b)和图 1(c), 发现高原竖切变线明显少于横切变线, 且多初生于高原中东部( $32^\circ\text{N}\sim 36^\circ\text{N}$ ,  $86^\circ\text{E}\sim 103^\circ\text{E}$ ), 即青海中南部、西藏北部及四川西北部, 且分布较广, 东移出高原的几率较大。经统计,  $93^\circ\text{E}$  以东共出现 16 次高原切变线, 其中 11 次为竖切变线, 占秋季竖切变线总数的 68.75%。

再统计高原横、竖切变线的长度特征。秋季高原横切变线的平均长度为 8.05 个经距。长度为 5~10 个经距的横切变线占 86.26%, 有 16 个横切变线大于 10 个经距, 占 13.6%, 其中最长的长约 18 个经距。高原竖切变线的平均为 5.75 个纬距。长度为 5 个纬距的竖切变线, 为 7 个, 占 43.75%, 最长的为 8 个纬距, 出现 2 次, 占 12.5%。

综上所述, 秋季高原切变线集中生成于高原中西部, 横切变线明显多于竖切变线。横切变线多初生于高原中西部, 平均位于  $33.04^\circ\text{N}$ , 平均长度为 8.05 个经距。竖切变线多初生于中东部, 分布较广, 平均长度为 5.75 个纬距。

### 3.2. 年际变化

图 2 给出了 1979~2010 年秋季高原切变线出现次数的年际变化图。从图 1(a)可见, 高原切变线的出现次数呈多波动型。2000 年以前秋季高原切变线出现次数有较大的年际变化, 出现次数较多的年份可达十几次, 如 1996 年秋季出现 11 次, 次数较少的年份仅为 1、2 次, 如 1984, 1986, 1994, 1998 年仅出



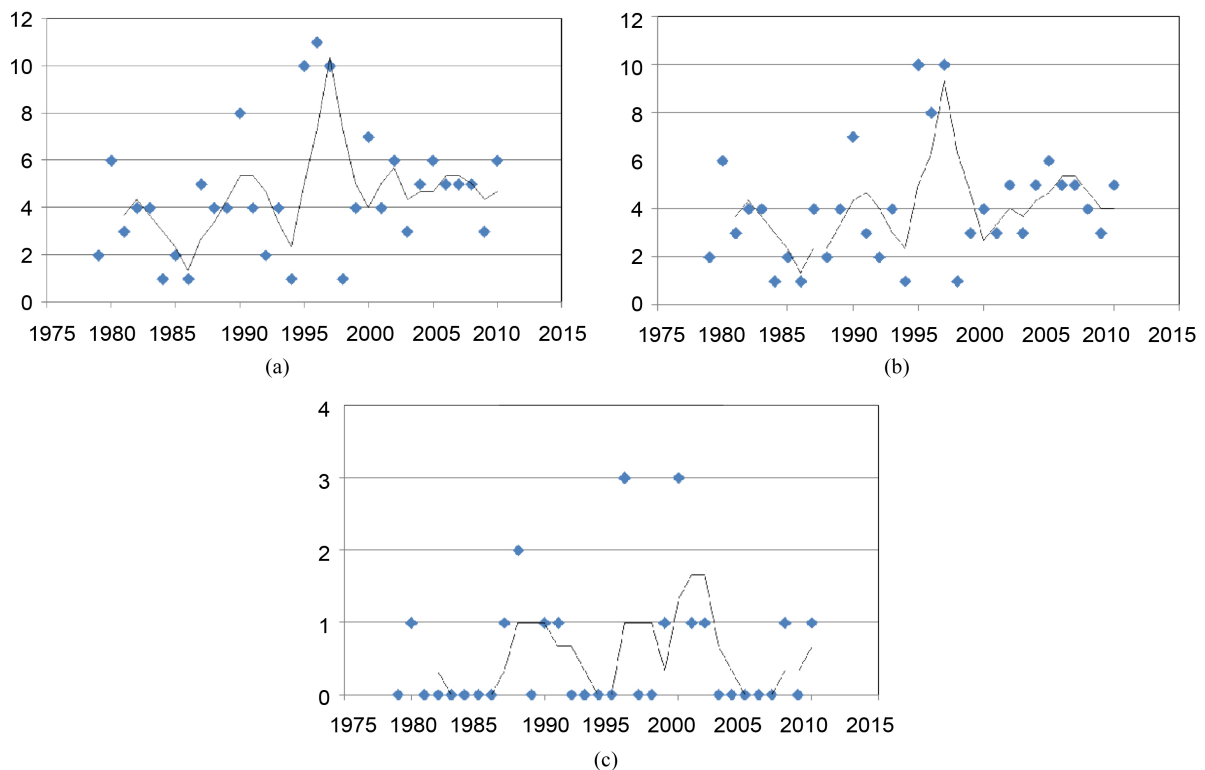
**Figure 1.** Location of shear lines midpoint (The red digits indicate the number of shear lines generated at that location) (a) plateau shear lines (b) transverse shear lines (c) vertical shear lines

**图 1.** 1979~2010 年秋季高原切变线初生时中点位置(红色数字表示在该位置生成的切变线个数) (a) 高原切变线 (b) 高原横切变线 (c) 高原竖切变线

现过 1 次, 故 2000 年以前高原切变线出现次数存在较大差异。但 2000 年以后, 秋季高原切变线数量基本维持在 5 个左右, 年际变化较小, 趋于平稳。

对比分析图 2(a)与图 2(b)发现, 秋季高原横切变线与高原切变线总数变化趋势较为一致。1996 年与 1998 年秋季高原横切变线出现次数最多, 为 10 次, 分别占该年全年横切变线的 28.57%与 26.31%。由图 2(c)发现, 竖切变线因出现次数较少, 变化不明显, 1996 年与 2001 年秋季竖切变线出现最多, 同为 3 次, 出现次数最少的年份为 0 次。

由此表明, 高原切变线的出现次数呈多波动型, 2000 年以前秋季高原切变线有较大的年际变化, 2000 年以后年际变化较小, 横切变线的年际变化趋势与高原切变线总体变化趋势较为一致。竖切变线出现次数较少, 无明显变化。



**Figure 2.** The number of shear lines in the autumn plateau from 1979~2010 (The solid line is the trend line) (a) plateau shear line (b) transverse shear line (c) vertical shear line

**图 2.** 1979~2010 年秋季高原切变线出现次数(实线为趋势线) (a) 横、竖切变线 (b) 横切变线 (c) 竖切变线

### 3.3. 月际变化

图 3 则给出了秋季各月高原切变线的初生次数分布图。从 9 月至 11 月，高原切变线生成的次数依次减小。1979 年至 2010 年，9 月共计高原切变线 93 个，约占 32 年的 63.69%，10 月 45 个，约占 32 年的 30.82%，11 月 8 个，占 5.47%。

统计横、竖切变线各月的分布情况，得出横、竖切变线 9 月的出现次数均占秋季高原切变线总数的较大部分。1979 至 2010 年，9 月共出现高原竖切变线 9 次，占秋季高原竖切变线总数的 56.25%，横切变线 83 次，占秋季高原横切变线总数的 63.84%。10 月共出现高原竖切变线 5 次，占 31.25%，横切变线 40 次，占 30.76%。11 月共出现高原竖切变线 3 次，占 18.75%，横切变线 7 次，占 5.38%。

如图 3，各年 9 月的高原切变线出现次数相差较大。1996 年 9 月高原切变线出现次数最多，为 9 次，占 1996 年全年高原切变线出现次数的 22.5%，而 1984 年、1992 年、1994 年 9 月高原切变线出现次数最少，为 0 次。因此，秋季 9 月高原切变线变化较大，产生的秋初降水，值得关注。

上述分析表明，秋季三个月中高原切变线生成次数依次减少，且 9 月生成的高原切变线年际变化较大，造成的降水较强，范围较初夏更广[1]，所以应对 9 月高原切变线予以重视。

### 3.4. 日变化

如图 4 为秋季各月各时次高原切变线的初生次数分布图。从 17 时(北京时，下同)开始高原切变线逐渐生成，并在 23 时达到顶峰，随后生成的高原切变线依次减少。经统计，有 55.48% 的秋季高原切变线初生在 23 时至次日 02 时之间，故秋季高原切变线大多初生在 23 时至次日 02 时之间的前半夜。有 78.1% 的高原切变线初生在 20 时至次日 05 时。初生在 08 时与 14 时的切变线最少。并且，9 月与 10 月均呈现

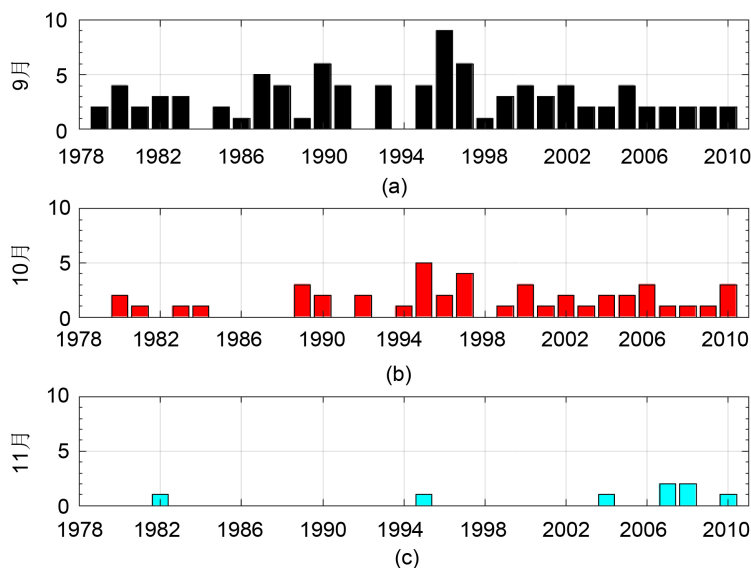


Figure 3. Birth times of the plateau shear lines in Sep. (a) Oct. (b) Nov. (c).  
 图 3. 1979~2010 年秋季 9 (a), 10 (b), 11 (c) 月高原切变线初生次数

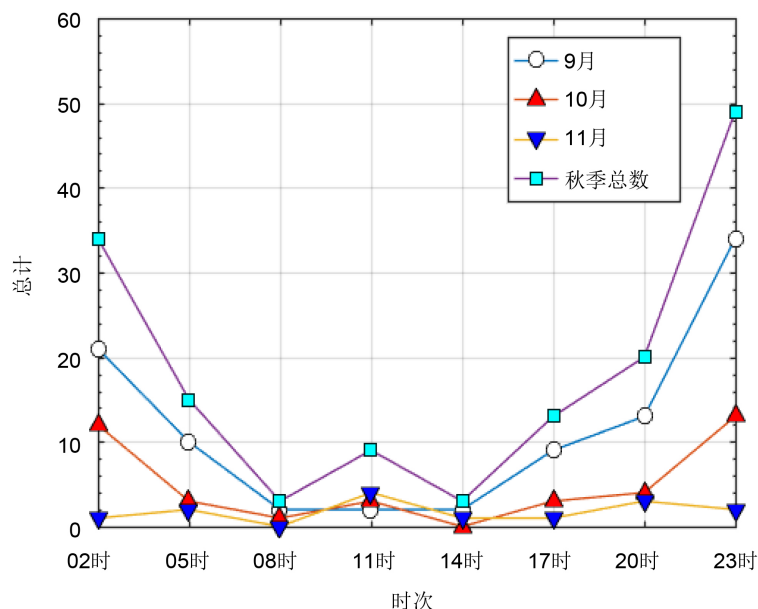


Figure 4. The variation curve of the plateau shear line in each time and month  
 图 4. 1979~2010 年秋季各月各时次高原切变线变化曲线(北京时间)

出这种变化趋势。

### 3.5. 高原切变线的持续时间

如图 5 所示, 随着高原切变线持续时间的增加, 其出现的次数越来越少。秋季高原切变线的持续时间主要集中在 12 小时以内, 共 114 次, 占高原切变线总数的 78.08%。持续时间在 12~24 小时之间的切变线共 13 个, 占 8.90%, 持续时间为 24 小时以上的切变线仅有 4 个, 占 2.73%, 其中, 3 个为竖切变线。

如图 5, 分析秋季高原横切变线的持续时间, 发现横切变线随着持续时间的增加, 出现次数越来越

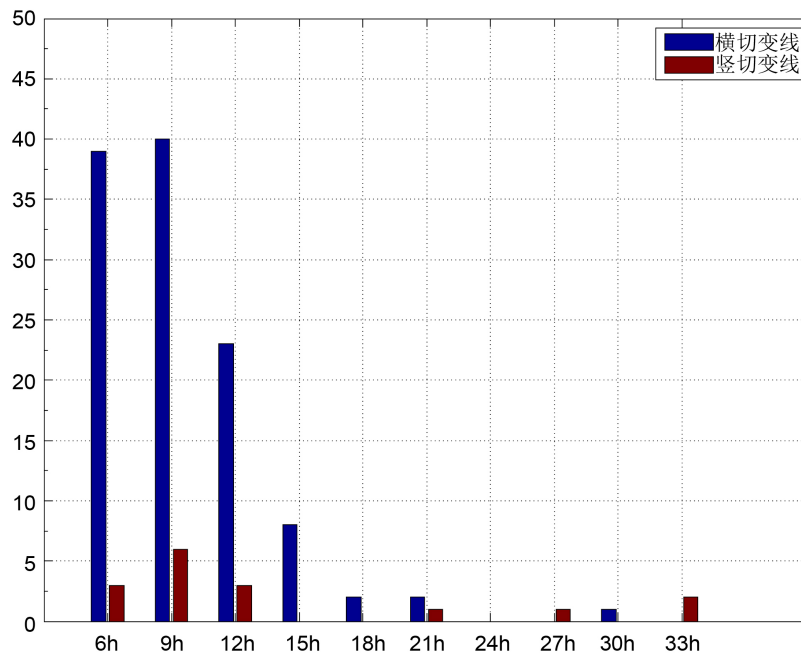


Figure 5. Plateau transversal and vertical shear line duration  
图 5. 1979~2010 年秋季高原横、竖切变线持续时间

少。高原横切变线持续时间集中在 12 小时以内，平均持续时间为 9.36 小时。30% 的横切变线持续时间在 6 小时以内，30.76% 的横切变线持续时间为 9 小时，21.55% 的横切变线持续时间在 12 小时以上(不包括 12 小时)。其中，持续时间最长的横切变线为 30 小时。

分析秋季高原竖切变线的持续时间。秋季高原竖切变线共 16 个，生成次数较少，造成竖切变线持续时间与其他季节有较大差异。经统计，发现竖切变线随持续时间的增加，数量变化不明显。竖切变线的平均持续时间为 13.88 小时，较横切变线长 4.52 小时。经统计发现，有 18.75% 的高原竖切变线持续时间为 6 个小时，37.5% 的竖切变线持续时间为 9 小时，持续时间 12 小时的有 3 个，占 18.75%。持续时间为 21 小时、27 小时及 33 小时的竖切变线各有一个，故秋季持续时间较长的竖切变线较横切变线多。

上述分析表明，随着高原切变线持续时间的增加，其出现的次数越来越少。高原切变线的持续时间主要集中在 12 小时以内，横切变线的平均持续时间为 9.36 小时，竖切变线的平均持续时间为 13.88 小时。

### 3.6. 移出的高原切变线

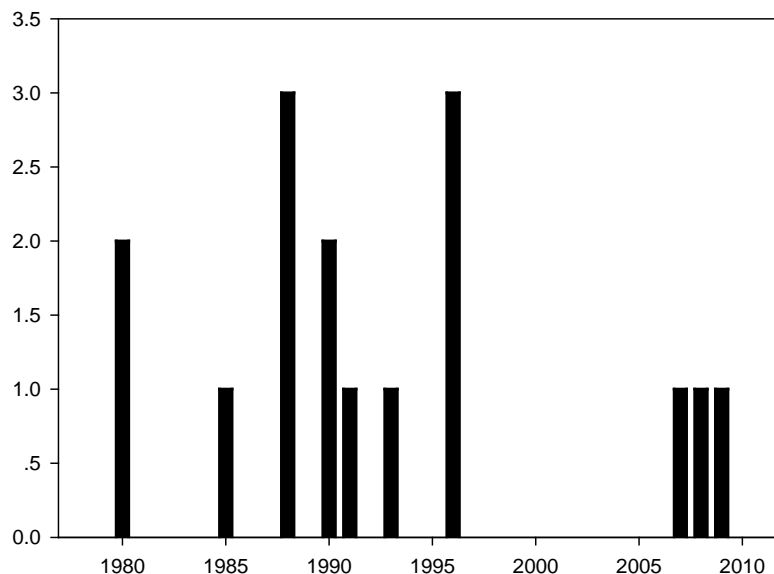
如表 1，分析 1979 至 2010 年高原切变线总体及各月移出特征。秋季移出高原的切变线年平均次数 0.5 次，共 16 个高原切变线移出高原，占秋季高原切变线总数的 10.96%。9 月，7.53% 的高原切变线会移出高原，10 月有 2.74% 的高原切变线会移出高原，11 月移出的高原切变线仅为 1 次，占 0.68%，故 9 月移出次数最多。

如图 6 所示，1979 年至 1995 年，移出次数的年际变化较大，1996 至 2010 年，移出高原的切变线数目差异较小。1996 年秋季移出高原的切变线最多，为 3 次，占该年秋季切变线出现次数的 27.27%。32 年秋季移出最少的仅为 0 次。

通过统计，分析秋季高原横、竖切变线移出特征。横切变线中移出高原的仅为 6 个，占秋季横切变线总数的 4.61%，移出高原的竖切变线为 10 个，占竖切变线的 62.5%。由此可见，高原上出现的竖切变线大多移出高原，而横切变线大多维持在高原，证明了文献[8]的研究结果。1996 年秋季，高原上出现的

**Table 1.** The number of shear lines removed from the plateau in each month  
**表 1.** 各月移出高原的切变线统计

	9 月	10 月	11 月	合计
横切变线	5	1	0	6
竖切变线	6	3	1	10



**Figure 6.** The number of shear lines removed from the plateau in different year  
**图 6.** 1979~2010 年秋季各年高原切变线的移出次数分布图

竖切变线最多，且维持时间较长，竖切变线移出高原的几率为 100%。

综上所述，秋季移出高原的切变线较少，占总数的 10.96%。其中，9 月移出高原的切变线最多。经统计，移出高原的横切变线较少，而大部分竖切变线会移出高原。

#### 4. 两类高原切变线环流形势的对比分析

分析 500 hPa 环流形势是讨论高原切变线的形成机制，并解释其移动特征的主要方法，在此分别选取横、竖高原切变线的一个个例，讨论两类切变线的环流形势差异。

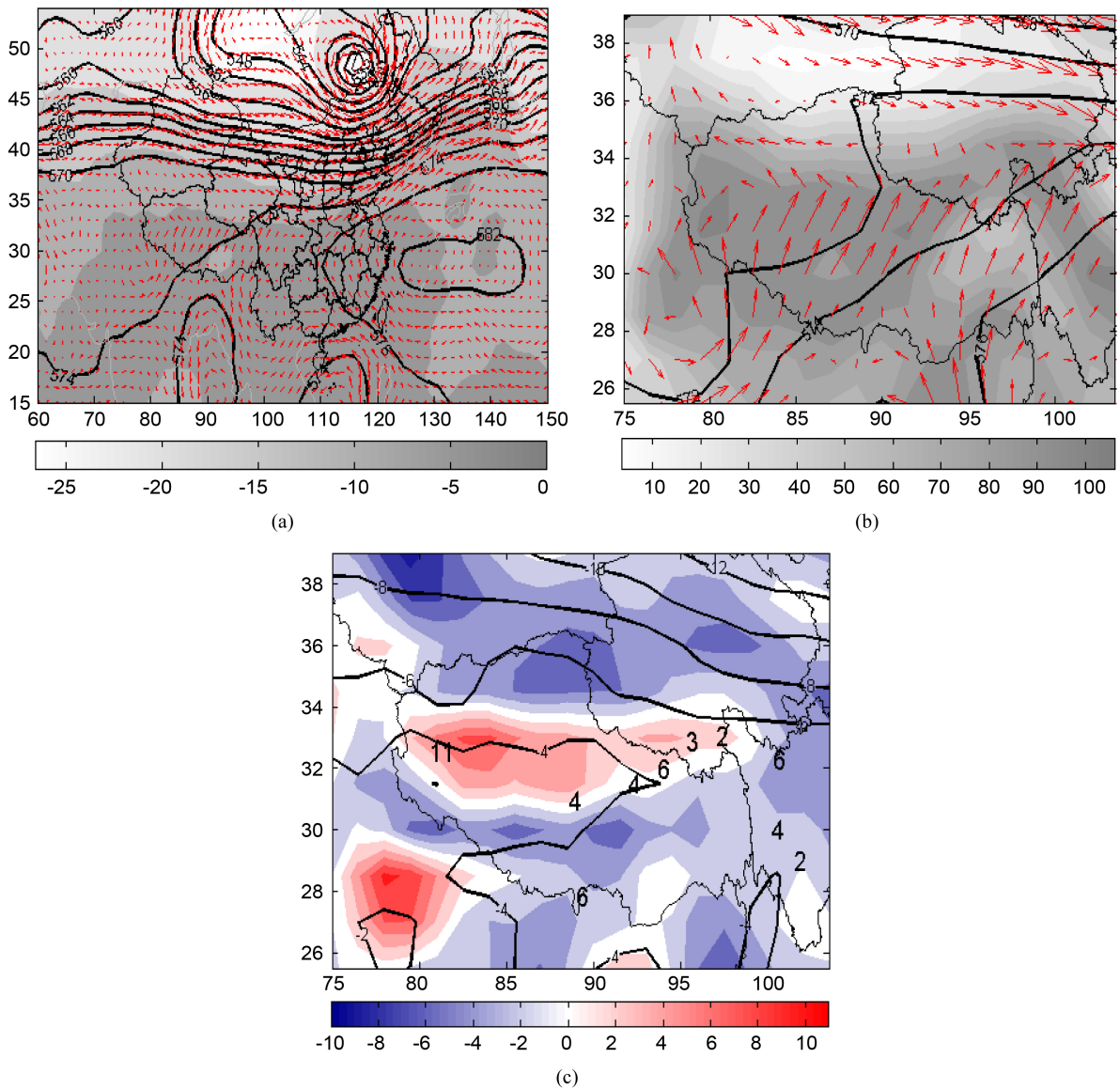
##### 4.1. 横切变线的环流形势

本文选取 2005 年 9 月 17 日 08 时初生在高原的横切变线为例，分析说明此次高原横切变线出现时的环流形势。横切变线出现的环流形势如图 7(a)所示，500 hPa 副高呈带状分布，其外围向西延伸至高原。高原受到从阿拉伯海及孟加拉湾来的西南气流影响，高原南部温度较高，湿度较大。如图 7(b)，横切变线位于高原中部，约 33°N，是南亚季风环流和中高纬西风急流的分界线，其南部西南气流较强。

对比图 7(b)与图 7(c)，发现横切变线位于高温区，但不与暖中心重合，切变线两侧相对湿度梯度较大，呈现南湿北干的特征。高原北部有一负涡度中心，负涡度中心的偏东风与来自孟加拉湾的西南气流在高原上相遇，形成此次横切变线。横切变线与涡度零线平行，降水发生在切变线以南的正涡度区之间，在横切变线的最大正涡度中心出现了 11 mm 的降水量，达到高原中雨量级。

由此可得出，横切变线出现时 500 hPa 副高呈带状分布，其外围向西延伸至高原。高原北部负涡度





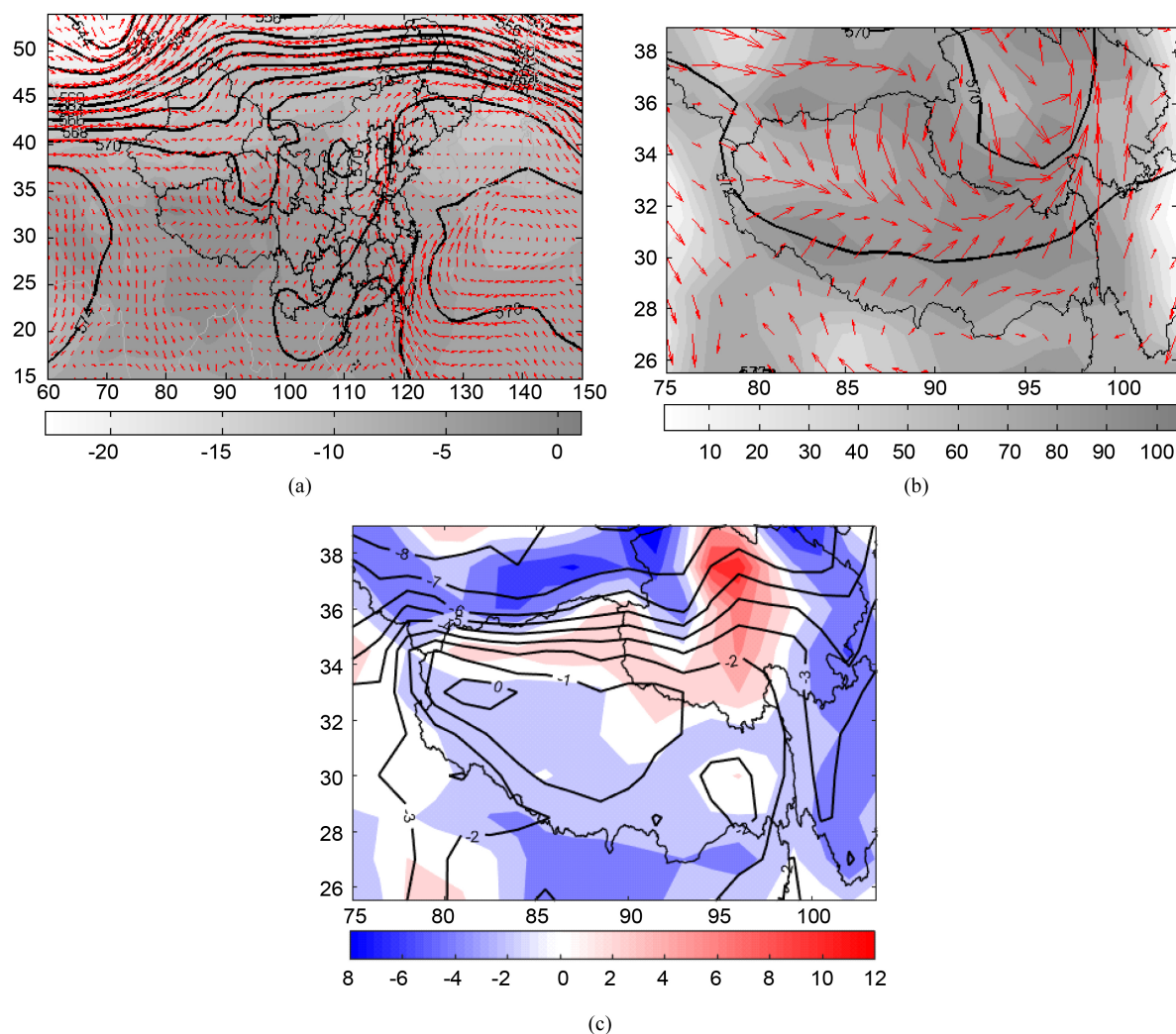
**Figure 7.** Each volume in 500 hPa at 08:00 on Sep.17th, 2005 (time of birth) (a) geopotential height (solid line) (unit: dagpm), temperature (shadow unit: °C), wind field (arrow) (b) geopotential height (solid line) (unit: dagpm), relative humidity (shadow unit: %), wind field (arrow) (c) relative vorticity (shadow unit:  $\times 10^5 \text{ s}^{-1}$ ), temperature (solid line unit: °C), the figure is 24-hour precipitation at 08:00 on Sep.18th, 2005

**图 7.** 2005 年 9 月 17 日 08 时(初生日期) 500 hPa 各物理量 (a) 位势高度(实线)(单位: dagpm)、温度(阴影单位: °C)、风场(箭头) (b) 位势高度(实线)(单位: dagpm)、相对湿度(阴影)、风场(箭头) (c) 相对涡度(阴影单位:  $\times 10^5 \text{ s}^{-1}$ )、温度(实线单位: °C)、数字为 2005 年 9 月 18 日 08 时的 24 小时降水量

中心的偏东风与高原上西南气流相遇，形成此次横切变线。横切变线周围温度场分布较均匀，而湿度梯度较明显，呈现南湿北干的特征。切变线与涡度零线平行，其北为负涡度中心，降水发生在切变线以南的正涡度区之间。

#### 4.2. 竖切变线的环流形势

选取 1999 年 9 月 3 日 20 时初生在高原的竖切变线为例，分析说明此次高原竖切变线出现时的环流形势。由图 8(a)、图 8(b)看出，竖切变线出现时，副热带高压及其外围呈稳定的经向高压坝，竖切变线



**Figure 8.** Each volume in 500 hPa at 20:00 on Sep.3rd, 1999 (time of birth) (the same as above)  
**图 8.** 1999 年 9 月 3 日 20 时(初生日期)各物理量(其他同上)

形成于副热带高压断裂带，西风带长波调整是此次竖切变线的形成原因。竖切变线中的偏北气流引导冷空气南下，会形成冷锋云带，冷锋云带与西风槽结合，会造成当地降水。如图 8(b)、图 8(c)，竖切变线位于 33°N，96°E 左右，最大正涡度南侧，水平涡度梯度明显，温度梯度较弱，相对湿度梯度较小。

综上所述，不同于横切变线出现时，竖切变线形成时西太平洋副高及其外围呈稳定的经向高压坝。竖切变线形成于副热带高压的断裂带，西风带长波调整是其形成的重要原因，并且其水平涡度梯度明显，湿度梯度较弱。

### 5. 结论

1) 秋季高原切变线共出现 146 次，年平均次数 4.56 次。其中，横切变线为 130 次，多初生于高原中西部，平均位于 33.04°N，平均长度为 8.05 个经距。竖切变线为 16 次，多初生于中东部，分布较广，平均长度为 5.75 个纬距。

2) 从高原切变线的变化特征来看。高原切变线的出现次数呈多波动型，2000 年以前秋季高原切变线有较大的年际变化，2000 年以后年际变化较小。对比秋季三个月高原切变线生成次数，发现其依次减少。

从日变化看,高原切变线在前半夜生成的频率较高,有 55.48%高原切变线初生在 23 时至次日凌晨 2 时。

3) 从高原切变线的持续时间上分析,高原切变线的生命史主要集中在 12 小时以内,且随着持续时间的增加,出现的次数减少。高原横切变线的平均持续时间为 9.36 小时,竖切变线的平均持续时间为 13.88 小时。

4) 分析高原切变线的移动特征,发现移出高原的切变线较少,占 10.96%,且 9 月移出高原的切变线最多,11 月最少。对比横、竖切变线的移出次数,发现移出高原的横切变线较少,而大部分竖切变线会移出高原。

5) 对比分析高原横、竖切变线的环流形势特征,发现横切变线出现时,副高外围西伸至高原,切变线两侧呈南湿北干的特征,切变线与涡度零线平行,其北为负涡度中心,降水发生在切变线以南的正涡度区之间。西风带长波调整,副热带高压及其外围呈稳定的经向高压坝时易出现竖切变线。竖切变线出现时水平涡度梯度明显,湿度梯度较弱。

## 资助项目

国家自然科学基金重大研究计划(批准号: 91537214)。

## 参考文献 (References)

- [1] 何光碧,师锐. 三次高原切变线过程演变特征及其对降水的影响[J]. 高原气象, 2014, 33(3): 615-625.
- [2] 郁淑华,高文良,彭骏. 近 13 年青藏高原切变线活动及其对中国降水影响的若干统计[J]. 高原气象, 2013, 32(6): 1527-1537.
- [3] 何光碧,高文良,屠妮妮. 2000~2007 年夏季青藏高原低涡切变线观测事实分析[J]. 高原气象, 2009, 28(3): 549-556.
- [4] 师锐. 移出与未移出高原的高原切变线背景环流对比分析[J]. 高原气象, 2011, 30(6): 1453-1461.
- [5] 徐国昌. 500hpa 切变线的天气气候特征[J]. 高原气象, 1984, 3(1): 38-43.
- [6] 郁淑华,骆红. 青藏高原上低槽与切变线动能收支的个例分析[J]. 高原气象, 1993, 12(3): 251-256.
- [7] 何光碧,师锐. 夏季青藏高原不同类型切变线的动力、热力特征分析[J]. 高原气象, 2011, 30(3): 568-575.
- [8] 刘富明,潘平山. 青藏高原横切变线南移的研究[J]. 高原气象, 1987, 6(1): 56-64.

### 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>

期刊邮箱: [ccl@hanspub.org](mailto:ccl@hanspub.org)