

夏半年青藏高原500毫巴 低涡切变线的研究

青藏高原气象科学研究拉萨会战组 著



科学出版社

56.4566

夏半年青藏高原 500 毫巴 低涡切变线的研究

青藏高原气象科学研究拉萨会战组 著

科学出版社

1981

内 容 简 介

青藏高原上空 500 毫巴低涡和切变线,是高原夏季降水的主要天气系统,当它东移出高原后,对高原以东甚至华北地区的降水都有一定的影响。

1977 年夏季,全国 23 个单位 40 多名气象工作者云集拉萨,对高原低涡和切变线,从天气气候、卫星云图及环流特征等方面进行了较全面的总结,并对某些个例进行了物理量的数值计算。

本书可供气象台站预报人员、气象院校师生和气象科研人员参考。

夏半年青藏高原 500 毫巴 低涡切变线的研究

青藏高原气象科学研究拉萨会战组 著

责任编辑 赵徐懿

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1981 年 7 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1981 年 7 月第一次印刷 印张: 8 1/4

印数: 0001—1,700 字数: 181,000

统一书号: 13031·1607

本社书号: 2207·13—15

定价: 1.30 元

前 言

我国青藏高原,幅员辽阔,地形复杂,风云变幻,气象万千。它高耸于大气对流层中,其热力和动力作用影响全球的大气环流。夏季我国广大地区的暴雨、冰雹等灾害性天气与高原上的低涡、切变线的发生、发展和移动有直接关系。因此,我们组织了拉萨会战,研究夏半年青藏高原 500 毫巴低涡、切变线。

拉萨会战共分三个阶段进行。第一、二阶段工作从 1977 年 6 月中旬在兰州开始,9 月上旬在拉萨结束,以天气学研究为主,并沿雅鲁藏布江中段作短期实地考察。第三阶段工作于 1978 年 3—4 月在昆明进行,以动力学分析为主,并沿青藏高原东南侧三江(澜沧江、怒江、金沙江)流域地区的西双版纳作短期实地考察。至此,拉萨会战工作全部结束。我们按原定计划研究了 500 毫巴低涡、切变线发生、发展及其与暴雨等灾害性天气的关系,并完成了本书的写作。

参加拉萨会战的 40 余名科研人员,来自 23 个单位:中央气象局气象科学研究所,中央气象局资料室,中国科学院兰州高原大气物理研究所、大气物理研究所,西藏、云南、四川、甘肃、青海、贵州、陕西、宁夏等省(自治区)气象局,南京气象学院,南京大学,云南大学,兰州大学,空军气象学校以及 89720, 89730, 89750, 89770, 80303, 80305, 80306, 39177, 39897 部队。

本书的主要内容是:第一、二章利用 500 毫巴图和卫星云图,对青藏高原夏季低涡、切变线的气候特点及云图特征进行了分析,并作了初步的讨论;第三章对于影响低涡、切变线生成发展的青藏高原四周的环流系统(如西风槽、副热带高压、100 毫巴南亚高压、印度低压、孟加拉湾台风、南支槽及其他低纬度天气系统等)进行了天气气候的普查分析研究,对于它们与低涡、切变线的关系作了定性描述,并概括成四种环流型(模式);第四、五章通过普查及典型例子的研究,对低涡、切变线的结构及其生成发展作了天气学及动力学的分析,除了进一步阐明四周环流系统与低涡、切变线的关系外,着重指出地形的动力作用及热力作用对低涡、切变线形成发展的影响;第六章对低涡、切变线的短期预报,初步提出了一些看法。

我们的会战,始终得到高由禧先生的热情帮助和技术指导。高由禧、叶笃正、陶诗言、程纯枢诸位先生审阅了本书的全文,并从技术上给予指正,我们表示诚挚的谢意。

我们还感谢西藏自治区气象局、云南省气象局等有关单位的大力支持,他们周到而细致的工作与安排,保证了会战研究课题的顺利完成。

本书是集体研究的成果。会战的课题选择,方案制定,技术指导和本书的执笔、修改、定稿,是由下列同志组成的技术指导组承担的。他们是:罗四维、朱福康、陈乾、孙国武、陆龙骅、钱正安、戴武杰、吕君宁、宋正山。此外,参加初稿执笔的还有:梁佩谦、尚清柏、燕子杰、陈产贤、李世荣等¹⁾。

1) 参加拉萨会战的还有:王恒康、王宗德、王玉栋、徐长保、廉乃朴、冯作祥、张建波、宋庆全、单扶民、蓝国民、李晓燕、李国庆、柏兰、董安其、周文幸、杨有锐、邓传芝、颜明元、暴荣英、高炬、童文林、乔陇安、刘英生、李桂琴、张鸿才、谭海清、郭可义、吕克利、李长吉、胡绪寿、王飞。

青藏高原气象这门学科，内容十分丰富而广泛，也很重要。但由于西部资料的限制，有许多问题尚处于探索阶段。因此，我们的工作仅仅是初步的，有待今后进一步深入。

由于我们水平有限，书中错误之处，敬希读者提出宝贵意见，不胜感谢。

目 录

前言	(v)
第一章 夏半年青藏高原 500 毫巴低涡、切变线的天气气候特征	(1)
第一节 资料和技术规定	(1)
第二节 各类低值系统过程的季节特征	(2)
第三节 低涡和切变线出现频数的时间分布	(2)
第四节 切变线活动频数的地理分布	(3)
第五节 低涡活动频数的地理分布与涡源问题	(4)
第六节 各类低值系统移向移速的统计	(6)
第七节 各类低值系统降水的分布	(6)
第八节 小结	(7)
第二章 卫星云图特征	(10)
第一节 夏季高原低涡云图特征及其演变特点	(10)
第二节 夏季高原切变线云图特征及其演变特点	(13)
第三节 小结	(17)
第三章 环流形势特征及其演变	(19)
第一节 西风带环流	(19)
第二节 副热带环流	(21)
第三节 500 毫巴南支槽	(24)
一、 几点有关的说明	(24)
二、 南支槽的几个统计特点	(25)
三、 南支槽对低涡、切变线过程影响的分析	(25)
四、 南支槽对高原降水的影响	(27)
第四节 高原东部西行低值系统	(28)
一、 资料与研究对象	(28)
二、 西行低值系统活动的统计规律及其与环流背景的关系	(29)
三、 西行低值系统影响高原的路径	(31)
第五节 印度-孟加拉湾低压与倒槽	(32)
一、 印孟低压活动的天气气候规律及其云系特征	(32)
二、 印孟低压对高原天气影响的方式和路径	(34)
三、 印孟低压与高原上低涡、切变线的发展和降水的关系	(38)
第六节 孟加拉湾台风	(41)
一、 孟加拉湾台风的一些统计事实	(41)
二、 孟加拉湾台风与西太平洋台风的差异	(42)
三、 不同路径台风的个例分析	(42)
第七节 100 毫巴环流	(45)

一、	高原低涡、切变线与 100 毫巴南亚高压的统计关系	(45)
二、	高原低涡、切变线活跃时段和间歇时段的 100 毫巴环流特征	(47)
第八节	环流模式	(52)
一、	环流模式的基本思路与方法	(52)
二、	北脊南槽型模式	(52)
三、	西槽东脊型模式	(54)
四、	变形场模式	(55)
五、	平直西风环流型模式	(56)
	参考文献	(57)
第四章	天气学分析	(58)
第一节	切变线	(58)
一、	切变线的垂直结构	(58)
二、	切变线发生发展的天气学条件	(60)
三、	切变线降水的水汽分析	(62)
第二节	低涡	(63)
一、	暖性低涡的合成结构	(63)
二、	暖性低涡的发生发展问题	(65)
三、	暖性低涡变性的初步分析	(68)
	参考文献	(69)
第五章	典型例子的分析	(70)
第一节	横切变线形成与切尾涡的个例分析	(70)
一、	切变线形成的天气过程与环流特点	(70)
二、	切变线的结构	(72)
三、	切变线的形成	(73)
四、	切变线西端的低涡	(75)
五、	水汽来源	(78)
第二节	槽前暖涡生成发展的个例分析	(78)
一、	天气过程与环流特征	(78)
二、	那曲涡的生成	(79)
三、	那曲低涡的发展	(83)
四、	那曲涡的结构及其演变特征	(86)
五、	水汽输送和水分平衡问题	(87)
第三节	槽前暖涡转冷涡的例子	(92)
一、	天气过程概述	(92)
二、	低涡的结构	(93)
三、	低涡的变性	(95)
四、	低涡的发展	(97)
第四节	竖切变线的个例分析	(98)
一、	天气过程	(99)
二、	竖切变线的结构	(99)
三、	竖切变线的生成与维持	(100)

四、 竖切变线降水的水汽来源	(101)
参考文献	(102)
第六章 预报	(103)
第一节 短期预报模式	(103)
一、 北脊南槽型(I 型)	(103)
二、 西槽东脊型(II 型)	(105)
三、 变形场 模式(III 型)	(106)
第二节 高原暖涡的移动预报	(107)
第三节 500 毫巴变高与高原切变线生消关系	(109)
第四节 拉萨雨季开始	(110)
一、 拉萨雨季开始与 100 毫巴环流特征	(110)
二、 拉萨雨季开始与 500 毫巴环流特征	(112)
三、 拉萨雨季开始的预报线索	(114)
结束语	(115)
附录 各种物理量的计算方法	(119)
参考文献	(122)

第一章 夏半年青藏高原 500 毫巴低涡、 切变线的天气气候特征

夏半年,影响青藏高原(以下简称高原)天气的 500 毫巴低值系统有西风槽、低涡、切变线,也有一些是生成在高原南部地区的低纬度天气系统。我们用 1969—1976 年 5—9 月每天 08 时及 20 时 500 毫巴图对 70° — 110° E, 27° — 40° N 范围内的低涡、切变线和槽三类系统进行了普查,初步得到它们的时空分布,季节变化,移动规律及其与降水关系的某些天气气候规律。

第一节 资料和技术规定

所用时间都统一取 120° E 地方标准时(即北京时)。所用资料是中央气象局出版的历史天气图(1969—1973 年)和兰州、拉萨气象台绘制的天气图(1974—1976 年),以及拉萨气象台的卫星云图(1972—1976 年)。

为了研究方便,我们对低涡和切变线等系统作如下规定。

(一) 低涡:凡有闭合等高线的低压或三站风向呈气旋性环流的均称为低涡。如果低涡位于温度脊区,且在地面无冷空气入侵, $\Delta p_{24} \leq 0$ 的低涡称为暖性涡;如果低涡位于温度槽内或其前沿的锋区中,且在地面上有冷空气侵入低涡,出现大片正变压,最大 $\Delta p_{24} > 2$ 毫巴的低涡称为斜压涡。冷性低涡(闭合低压与闭合低温中心相重合)归入斜压涡一类。

(二) 切变线:凡温度梯度小、风向对吹的辐合线均称为切变线,其中包括准东西向准静止的横切变线和准南北向移动性的竖切变线两类。这时在地面上 24 小时的变温变压很小。

(三) 槽线:分高原北边的西风槽和南边的南支槽或倒槽两种。前者要求其南端达到 35° N,且高度槽后有温度槽配合,地面有明显的 24 小时负变温正变压。倒槽指东风波及印度季风低压北侧的槽,要求槽的北端达到 25° — 30° N 之间的上空,它一般不在暖空气里,地面 24 小时变温变压不明显。

(四) 所谓一次过程系指上述系统从生成到消失或从移进高原地区到移出高原地区为止,要求在每 12 小时一次的 500 毫巴图上连续出现三张图次或以上。

各种不同系统的过程其区分标准如下:

(一) 低涡过程与切变线过程的区分:一般低涡与切变线都是同时出现的,如果切变线是准静止的,而低涡主要沿着切变线方向移动,这时以切变线的生消或演变来划分过程。如果切变线(或它的大部分)是随着低涡移动的,这时以低涡的演变为主来划分过程。

(二) 西风槽与切变线过程的区分:横切变线往往是由西风槽转变而成的,西风槽一般位置偏北是准南北向,高度槽后有温度槽。而槽尾的横切变线一般在暖空气中,切变

线附近的温度梯度小。如果槽尾的横切变北侧接近锋区,地面又有明显的正变压(Δp_{24}),这时不定切变线而认为是转向横槽。

(三) 西风槽与低涡过程的区分: 有时西风槽与低涡同时出现,如果高原地区天气主要是槽后的降温大风而不是槽前降水,则定为西风槽过程。

第二节 各类低值系统过程的季节特征

一次天气过程往往是西风槽、低涡或切变线交织在一起。我们根据高原地区天气过程的主要影响系统分为西风槽、低涡和切变线三类。其中西风槽 97 次,切变线 247 次,低涡 71 次,共计 415 次过程。低涡与切变线过程共 318 次, 占总过程的 74%, 可见夏半年高原上空的低值系统主要是低涡与切变线过程。从表 1.2.1 可看出各类过程具有明显的季

表 1.2.1 1969—1976 年逐月各类过程出现总次数

过程 类别 \ 月	5	6	7	8	9	合 计
西 风 槽	30	21	5	11	30	97
切 变 线	48	57	56	49	37	247
低 涡	20	16	18	11	6	71
合 计	98	94	79	71	73	415

节特征,如西风槽过程是 7 月最少, 5 月和 9 月最多。低涡过程则 5 月最多, 9 月最少。切变线过程则 6 月最多, 9 月和 5 月较少。

第三节 低涡和切变线出现频数的时间分布

我们按每天 08 和 20 两个时次分别统计暖性涡、斜压涡或冷性涡,横切变线和竖切变线等各类系统各月出现的频数,发现不同性质的系统其月际变化是不同的(如表 1.2.1, 1.3.1)。暖性涡 7 月出现最多,平均达 23 次, 9 月最少不足 6 次。而斜压或冷性涡则五月最多,平均 11.9 次,最少仍在 9 月。暖性涡比斜压涡多 1.2 倍。横切变线出现 122 次比竖切变线多一倍弱,横切变线是这六类系统中出现最多的一种,以 6 月最多平均 31 次, 9 月最少仅 15 次。竖切变线主要出现在盛夏,以 8 月最多达 18.5 次, 5, 6, 9 月均较少仅 11 次。西风带竖槽以 5 月最多, 8 月最少。高原横槽出现很少,主要集中在 5, 6, 9 月, 7 月最少仅 0.2 次。这显然是与冷空气活动和高原上空行星风带的季节变化有关。5—6 月高原上空尚为西风带控制,故多横切变线和斜压涡,盛夏高原处于副热带高压带,所以多暖性涡及两高之间的竖切变线。

表 1.3.1 各类系统逐月出现次数

系统 类别 \ 月	5	6	7	8	9	合 计
暖 性 涡	18.8	16.2	23.0	18.0	5.8	81.5
斜压或冷性涡	11.9	9.7	5.1	5.2	4.5	36.5
横 切 变 线	26.2	31.1	28.3	21.4	14.7	121.9
竖 切 变 线	10.9	10.5	14.1	18.5	11.1	65.1
横 槽	1.6	2.1	0.2	1.5	2.0	7.5
竖 槽	27.6	26.6	20.5	16.4	24.9	116.0

第四节 切变线活动频数的地理分布

从 1969—1976 年 5—9 月横切变线活动累积频数图(图 1.4.1, 统计时所取网格为 5 个经度和 2.5 个纬度)可看出,横切变线高频带是横贯整个高原的,它位于 32.5°N 附近,高频中心在西藏那曲。

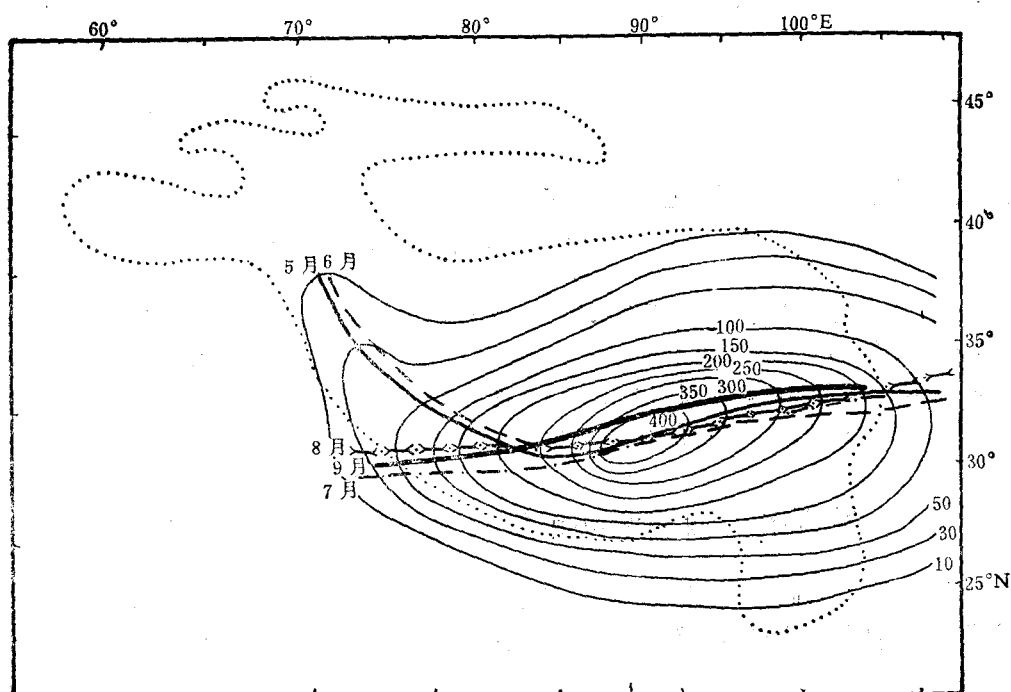


图 1.4.1 1969—1976 年 5—9 月横切变线累积频数
粗线为各月频数的轴线,点线为高原 3 千米地形等高线

从5月至9月逐月高频带的位置可看出,5,6月它沿喜马拉雅山北麓的大地形曲率走向呈弧形,7,8,9月则呈WSW—ENE走向。故切变线西段有明显的月际变化,5,6月比较偏北,位于克什米尔、噶尔至申扎,7,8,9月南移到尼泊尔西北部至我国日喀则一线。切变线东段自西藏那曲经四川德格、松潘至陕南,月际变化不明显,惟5月和9月略偏北,位于青海省玉树附近。逐月高频中心均在那曲,惟9月移到玉树附近。

从5月至9月竖切变线活动频数图上的高频带可看出,竖切变线无明显的月际变化,它有两条高频带,一条位于高原东侧陡坡地区(103°E附近),自甘肃合作经四川雅安至云南昆明,呈南北走向,与累年500毫巴平均图上的地形槽相吻合。另一条位于高原中部,呈NE—SW走向,自青海省曲麻莱经西藏那曲、日喀则至印度大吉岭。

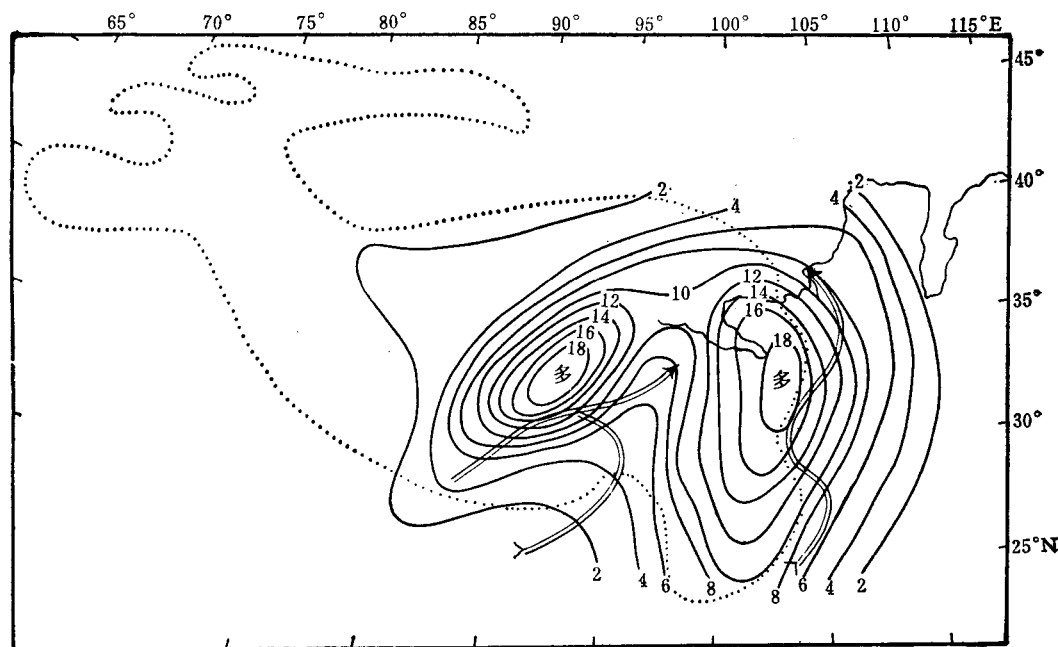


图 1.4.2 1969—1976 年 7 月竖切变线活动频数图
双线为多雨带轴线,其余说明同图 1.4.1

图 1.4.2 是 7 月竖切变线活动频数分布图(统计时所取网格为 2.5 个经、纬度),并附有 7 月多雨带的轴线,可看出竖切变线的两条高频带与高原上及其东侧的两条多雨带相对应,略偏于雨带西侧。高原西部和高原东部的三江流域是竖切变线活动较少的地区,它与降水和云量相对较少区吻合,这个现象值得进一步探讨。

第五节 低涡活动频数的地理分布与涡源问题

从 5 月至 9 月低涡活动累积频数分布图(图 1.5.1, 统计时所取网格为 2.5 个经、纬度)可看出,低涡活动的高频带与横切变线活动高频带(图 1.4.1)大致吻合,这表明低涡大多生成于横切变线上并沿切变线东移。5 月至 9 月逐月低涡活动高频带与逐月横切变线活动高频带也大致吻合,惟 6 月和 8 月在 95°E 以东两者有明显差异,低涡活动高频带分为两条路径,一条向东北,6 月移至河西,8 月移向银川地区。另一条向东南移至四川

盆地。低涡较少向西北区东部移动，这与该地区初夏少雨和伏旱相对应。

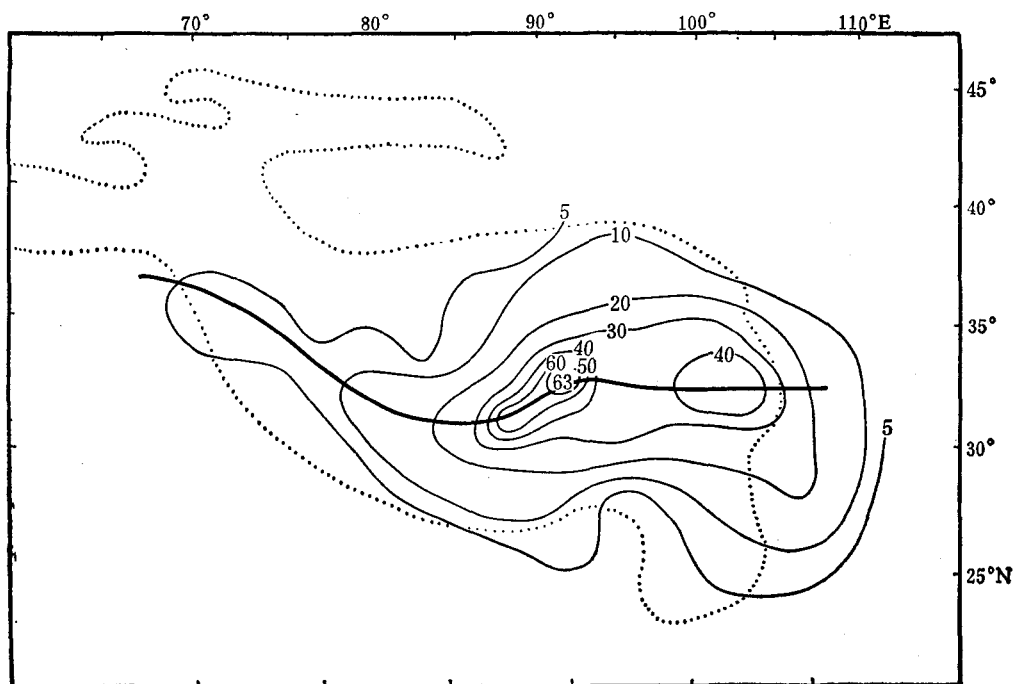


图 1.5.1 1969—1976 年 5—9 月低涡活动累积频数
说明同图 1.4.1

关于涡源统计，我们是从 5 月至 9 月逐月 500 毫巴低涡发生频数分布图上选出高频中心，然后绘制这些逐月高频中心动态图(图 1.5.2)。

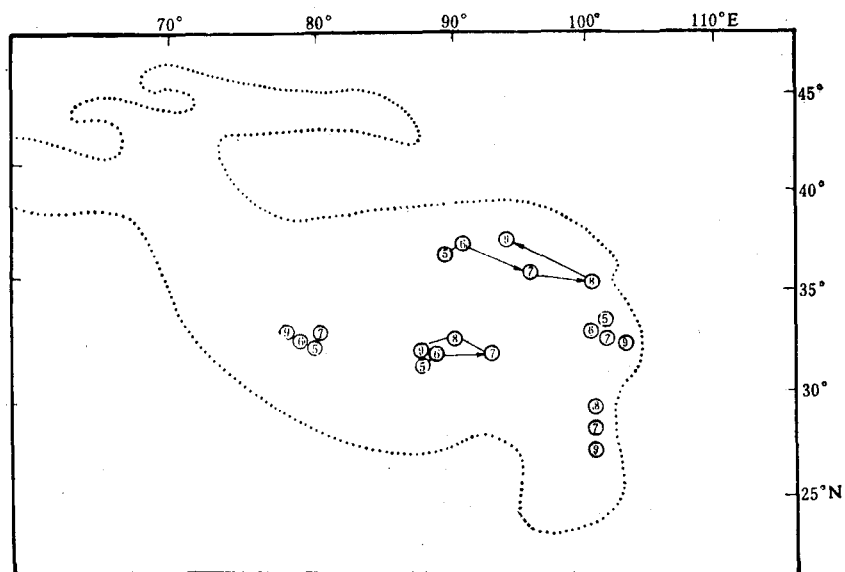


图 1.5.2 1969—1976 年 5—9 月各月 500 毫巴低涡发生频数中心

从图 1.5.2 可看出,高原及其东侧有五个生涡高频区,即通常所称的羌塘低压,那曲涡,柴达木涡,松潘涡(也有人称武都涡)和西南涡。其中那曲涡发生频数最高,月际变化较小,除 7 月位于丁青外,其余各月均在那曲至扎多间。羌塘涡源位于改则南边,8 月不存在,这可能与伊朗高压东伸,大型青藏高原高压常盘踞在高原西部有关。必须指出,此区 500 毫巴无探空资料,测风也很少,故低涡的发生频数统计可能偏少。对照多年夏季 600 和 700 毫巴平均图(图略),可看出柴达木涡、松潘涡和西南涡的涡源位于平均低压附近,故可以认为是受低层低涡的影响。

依据四周风场经常能看出高原西部存在低值系统,但由于资料少,难以确定是否存在低涡中心,第二章将利用云图的普查来进一步讨论这个问题。但目前可以认为那曲附近低涡发生或加强的机率是很高的,因为各类低值系统活动的高频中心几乎都在那曲附近。从云图分析来看,只有部分情况在高原西部出现较清楚的涡旋云系,多数是到了那曲附近云团才比较清楚的。当然也可能由于西边水汽少,同样的低涡环流在云图上随着其东移才渐渐清楚的。

第六节 各类低值系统移向移速的统计

我们取移速单位 $D=1$ 纬距/12 小时,统计各种低值系统移速的频率分布,发现西风槽移速有明显的月际变化,5、6 月移速较快,70% 的槽移速在 $2-6D$ 之间,最多为 $4D$,8 月移速最慢以 $1D$ 最多。竖切变的移速比横切变的移速快,但比同月低槽移速为慢,一般为 $1-3D$ 之间,5 月较快,7 月最慢。横切变线 75% 的移速在 $0-2D$ 之间,8 月高达 94%,其移速月际变化较小。低涡移速无明显的月际变化,其中暖性涡移速较斜压涡为慢,一般 $2-3D$ 之间为多见。低涡移向 70% 以上是向 NE, E 和 SE 三个方位移动,5 月至 8 月均以向 NE 方移动的频率最大(30%),其中 6 月和 8 月次高频率是向 SE 方移动,而 5 月和 7 月次高频率是向东方移动,9 月则以向 SE 方移动的频率最大达 42%。

第七节 各类低值系统降水的分布

我们将当天 20 时低值系统的位置和当天 08 时至次日 08 时雨量图对照,凡距低值系统 4 个纬距之内的雨量中心和雨带予以分析考虑,根据雨量中心与低值系统相对位置的统计得到下列结果。横切变线 90% 以上主要雨带位于切变线附近或其南侧,其中 7, 8, 9 月主要雨带位于切变线附近的频率最高达 60% 左右,5, 6 月主要雨带位于切变线南侧的频率最高,这可能与春末夏初暖湿空气主要在切变线南侧,而其北侧多干冷空气有关。竖切变线 89% 以上的主要雨带位于切变线附近或其东侧,其中 7, 8 月主要雨带位于切变线附近的频率最高达 47—56%,5 月和 9 月则以位于切变线东侧的频率最高达 50% 以上,这可能是过渡季节竖切变线的热力结构近似于西风槽,而与夏季的竖切变线结构上有差异。西风槽雨带大多数位于 500 毫巴槽线东侧,与竖切变线有所差异。

低涡内的降水分布与涡的热力结构有关,暖性涡一般大雨中心和低涡中心相吻合的频率较高,其中 5, 7, 8 月大雨中心位于低涡中心的频率最高,7 月达 44%,位于低涡 E

或SE方者为次高频率。6月和9月大雨中心位于低涡SE方的频率最高,位于低涡中心者为次高频率。暖性涡各月无雨的频率平均比斜压涡为大,斜压涡一般无雨的频率仅5%,惟5月略大些。斜压涡大雨中心位于低涡NE—SE方的频率较高,其中5,6,9月大雨中心位于低涡SE方的频率最高,NE方次高,7,8月大雨中心位于低涡E方的频率最高,NE方次高。

第八节 小 结

以上仅提出了一些天气、气候的基本事实和现象,由于近年来高原地区尤其是西部增设了气象站,故统计中发现了某些新的现象,现分述如下。

(一) 切变线问题:以往由于高原西部缺乏记录,故认为横切变线只存在于东半部的高原上,我们的统计表明横切变线是横贯整个高原的,而且其西段有明显的月际变化。竖切变线过去尚无统计,这次的统计揭示了两条高频带,从而可以从天气学解释高原中部和东侧两条多雨带的成因,以及三江流域的少雨可能与该区竖切变线活动较少有关。

(二) 涡源问题:虽然那曲附近低涡发生频数最高,但从卫星云图分析的情况来看,有一部分低涡云团可以追踪到高原西部,当然涡旋云系是到了那曲附近才更清楚的,这也可能由于西边水汽少,同样的低涡环流在云图上不明显,故那曲附近的低涡发生高频中心可能是由于高原西部缺乏高空资料所造成,涡源也可能还在那曲西边。

(三) 冷热源分布与切变线和低涡活动的地理分布:根据高原冷热源资料及高原逐月平均地气温差图分析,我们发现它们与低涡、切变线活动高频带、高频中心有一定的对应关系,5月高原加热场迅速增大,接近全年最大值,在柴达木盆地和雅鲁藏布江中游出现8千卡/月·厘米²的加热中心,在地气温差图上,自阿里地区南部到雅鲁藏布江河谷形成一条完整的高值带,根据地气温差计算的感热,5月绝大部分测站达全年最大值,5月感热最大的中心出现在噶尔附近为7千卡/月·厘米²,因此平均5月高原热低压建立,低涡、切变线活动迅速增多,可能是高原加热的结果。

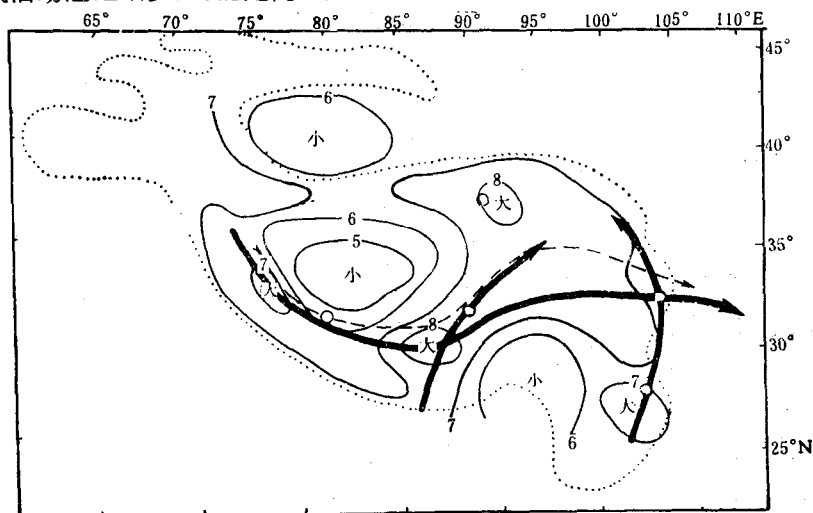


图 1.8.1 5月平均热源分布图
细实线的单位为千卡/月·厘米²,粗实线为5月切变线活动高频带,
虚线为低涡活动高频带,圆圈为低涡高频中心

图 1.8.1 是 5 月热源分布图, 图上绘有低涡, 切变线活动高频带以及低涡的高频中心, 从图可看出, 低值系统活动的高频区一般位于加热中心附近, 柴达木盆地的低涡高频中心与加热中心完全重合, 其余三个低涡高频中心偏在加热中心 NE 方约 1—2 个纬距处, 只有高原东侧的竖切变线高频带以及松潘附近的低涡高频中心与加热场配合不好, 可能这两个系统主要是动力作用形成的。6 月加热场达全年极大值, 切变线活动也为全年之冠, 7 月最强的加热中心东移到昌都地区, 该月低涡的高频中心也有东移趋势, 从那曲移到了青附近。从 7 月地气温差图(图 1.8.2) 可看出, 自格尔木经那曲至江孜有一条准南北向高值带, 它与竖切变线高频带对应, 自普兰沿雅鲁藏布江至昌都有一条东西走向强度最大的地气温差高值带, 它与横切变线的高频带大致对应, 低涡高频中心(松潘地区例外)与地气温差的高值中心也大致对应(如图 1.8.2), 这说明高原加热场对低值系统活动的时空分布可能具有重要的贡献, 至少起到气候背景的作用。

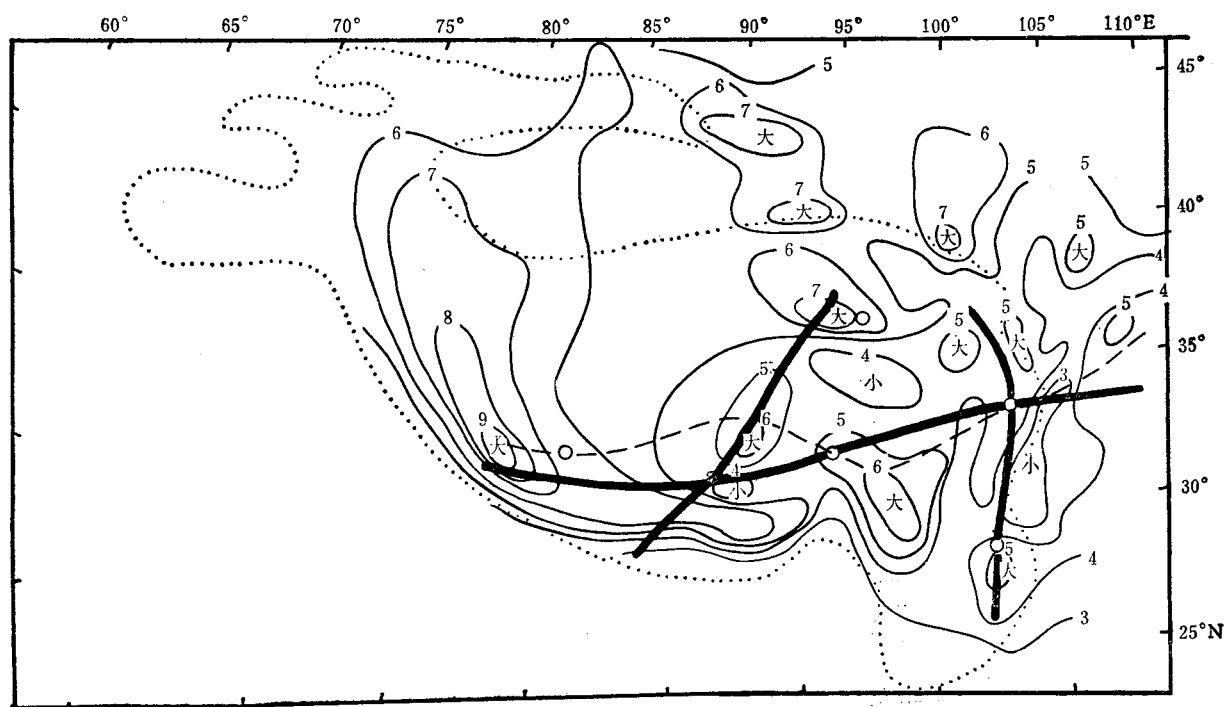


图 1.8.2 1961—1970 年 7 月平均地气温差分布图
其中等值线单位为 $^{\circ}\text{C}$, 其余说明同图 1.5

(四) 高原地形的动力影响: 高原加热场对于低涡、切变线的形成虽然提供了最基本的条件, 但是它们在具体形成过程中又往往与地形的动力作用有关。

切变线: 由天气分析与模型实验表明, 在高原北部容易产生高压, 此高压南侧的偏东风与高原南部的西南风之间形成一条切变线。这些高压有一部分是由伊朗高压东移造成的, 但还有不少显然是西风绕过高原北侧时在地形边界层中产生的动力性反气旋环流, 因而与它相伴而产生的切变线也包含有地形的动力影响在内。

低涡: 根据卫星云图分析, 南支槽、印度到孟加拉湾一带的低压(或台风)云系, 移到高原西南方时, 云系常为喜马拉雅山的主峰所阻挡, 很少能进入高原。但当低压位置偏

东 (85°E 以东) 时, 常出现近南北向的发散云系, 伸到高原东南部上空, 低涡常在这种云系入侵高原之后发展, 这可能同高原东南部地形对南来气流所起的绕流作用有关。图 1.8.3 是青藏高原的主要山脉及水系分布, 图上示意地给出穿过喜马拉雅山东段及越过横断山脉以后的气流运动情况。

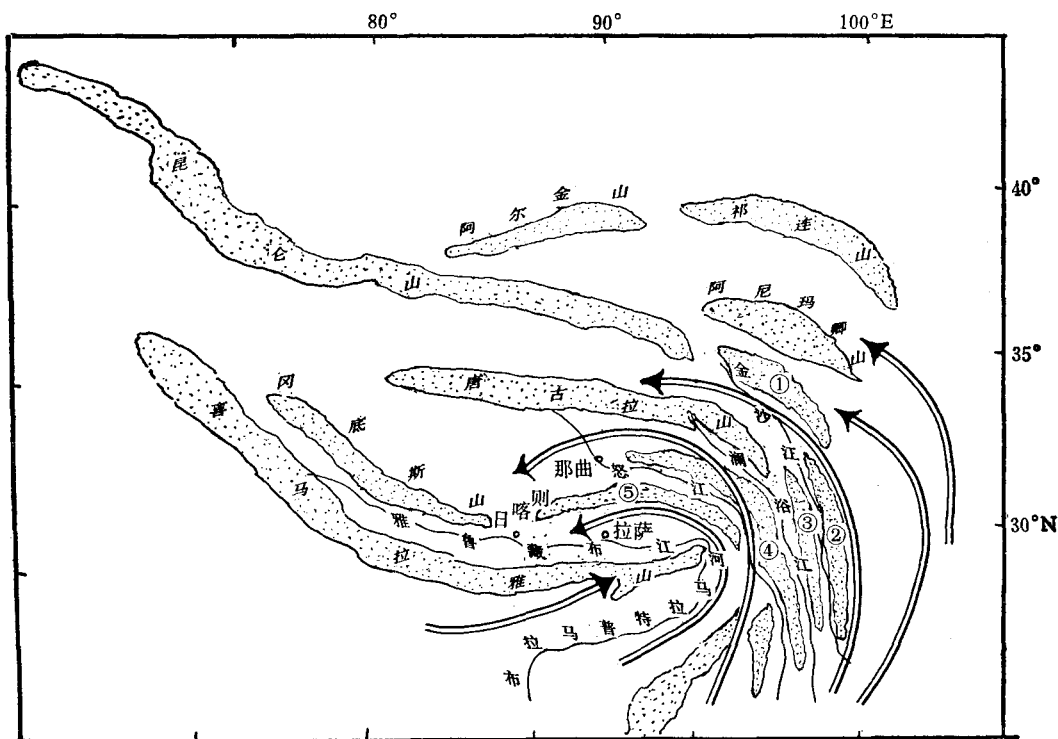


图 1.8.3 高原地形示意图
其中曲线表示水系, 阴影区为山系, 双线表示 5 千—7 千米的气流

喜马拉雅山东段因高度较西段低, 南北宽度也不大, 且有一些较大的南北向山口, 其东面有南北向的横断山脉, 这样, 经过布拉马普特拉河上游的西南气流, 受横断山脉阻挡, 被迫改向进入怒江、雅鲁藏布江河谷, 廻旋于唐古拉山和喜马拉雅山之间, 在那曲附近产生气旋性环流, 这对低涡在那曲一带加强或产生可能是有贡献的。上面仅作了一些初步的解释, 许多统计现象的成因有待今后进一步研究。