

南支槽对广西地区春末夏初降水的影响分析

杨萱萱^{1,2}, 张永莉¹, 陈伟斌³, 许秀梅⁴

¹成都信息工程大学大气科学学院/高原大气与环境四川省重点实验室, 四川 成都

²西林县气象局, 广西 百色

³广西气象台, 广西 南宁

⁴中国民用航空桂林空中交通管理站, 广西 桂林

Email: 176451789@qq.com

收稿日期: 2020年11月6日; 录用日期: 2020年11月20日; 发布日期: 2020年11月27日

摘要

为研究春末夏初时期南支槽对下游广西地区降水的影响情况, 本文采用NCEP/NCAR Reanalysis 1提供的资料, 通过定义南支槽强度指数、标准化方法划分南支槽强弱年、做出5月南支槽强度指数与广西地区春末夏初降水的相关分析以及对比分析强弱年的背景场, 结果表明: 1) 近41年南支槽整体强度出现逐渐减弱的趋势, 弱南支槽有6年, 有9年表现为强南支槽特征。2) 广西地区降水与南支槽强度指数相关性较强, 相关度是从桂西往东递减的趋势。3) 强弱年槽前西南气流来源不一, 与南亚高压的配合, 对广西地区降水也有较大的影响。4) 强年的槽前上升运动较为强烈, 弱年的表现较弱, 甚至出现下沉运动, 且地面往高层方向, 上升速度递减率高于强年。5) 强年湿度大值区控制范围较弱年广, 弱年里, 广西地区只有西北部处于较大的比湿区。

关键词

南支槽, 春末夏初, 降水, 相关性

The Impact Analysis of Southern Branch Trough to the Late Spring and Early Summer Precipitation in Guangxi

Xuanxuan Yang^{1,2}, Yongli Zhang¹, Weibin Chen³, Xiumei Xu⁴

¹College of Atmospheric Sciences, Chengdu University of Information Technology/Plateau Atmosphere and Environment Key Laboratory of Sichuan Province, Chengdu Sichuan

²Xilin Meteorological Service, Baise Guangxi

³Guangxi Meteorological Observatory, Nanning Guangxi

⁴Guilin Air Traffic Management Station of Civil Aviation of China, Guilin Guangxi

Email: 176451789@qq.com

Received: Nov. 6th, 2020; accepted: Nov. 20th, 2020; published: Nov. 27th, 2020

Abstract

In order to study the influence of the Southern Branch Trough on the precipitation in the downstream Guangxi area in the late spring and early summer, this paper uses the data provided by NCEP/NCAR Reanalysis 1 to define the SBT Intensity Index, divide the strength years of the Southern Branch Trough by standardized methods, make correlation analysis between the SBT Intensity Index and the precipitation in late spring and early summer in Guangxi in May, and make comparative analysis of the background fields (low, medium and high level average circulation fields, vertical rising speed and specific humidity) of the strong and weak years. The results show that: 1) The overall strength of the Southern Branch Trough has gradually declined in the past 41 years. The weak Southern Branch Trough has 6 years and the Southern Branch Trough has 9 years of characteristics. 2) Precipitation in Guangxi region has strong correlation with the Southern Branch Trough intensity index and the correlation is decreasing from West to East. 3) The south-westerly airflow in front of the strong and weak year troughs has different sources, and the coordination with the South Asian High also has a greater impact on precipitation in Guangxi. 4) The upward movement in front of the strong year trough is relatively strong, while in weak year trough performance weak and even sinking movement occurs. At the same time, descending rate of the ascent rate is higher than that in strong years when the ground moves toward higher layers. 5) The control range of the high humidity area in the strong year is relatively wide in the weak year. In the weak year, only the northwest of Guangxi is in the larger specific humidity area.

Keywords

Southern Branch Trough, The Late Spring and Early Summer, Precipitation, Correlation

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

南支槽通常也被称副热带南支西风槽，是低纬度地区活跃的低压槽。被称为“世界屋脊”的青藏高原，介于北纬 26°00'~39°47'，东经 73°19'~104°47'之间，是中纬度大气环流的巨大障碍物。关于南支槽的形成研究，早在上个世纪六十年代，就有相关研究学者指出，由于冬半年(10月~次年5月)期间，庞大的青藏高原迫使西风出现了分支以及汇合的现象，从而高原北边的西风就形成动力性高压脊，对应的南支西风便形成了动力性低压槽[1]。这里生成的半永久性低压槽，在孟加拉湾地区，人们称它为南支槽，该低压槽是冬半年影响南亚地区以及东亚地区的一个主要天气系统。这一个个低压槽系统，是由上游波动向下游传播移动过来的，也就是在印度的西北部地区[2]。另一个形成原因在二十一世纪

初也被有关学者证实,那就是青藏高原的表面的感热加热作用,该加热作用与低压槽的形成密切相关[3]。关于南支槽源地的探究也极为成熟,有关的研究方法,是利用30年的时间尺度,将500 hPa高度场进行逐日资料分析,统计的是北半球低纬度地区相对应的低槽活动频数,相关结果发现,在地中海、孟加拉湾、北美西海岸和非洲西海岸这四个地区,南支槽活动的频率是最大的,其中在这里边,孟加拉湾地区居最为大[4]。可见,孟加拉湾地区是南支槽活动的一个重要源地。在南支槽的演变特征上的研究,也有相应的研究,研究方法是在气候学角度上,对冬半年副热带南支西风槽进行探讨它的结构和演变特征,研究表明,南支槽的建立,是在孟加拉湾的北部地区,时间是10月份时期,加强时期是在冬季(11~次年2月),在春季的3到5月份最为活跃,6月份南支槽就消失,并转换为孟加拉湾槽[5]。活跃时期南支槽这个低压槽系统,对华南地区的降水,有着重大的贡献。南支槽槽前,对应着气流的辐合上升运动,以及导致降水的云区,因此可造成大雨至暴雨天气,有时还会有雷暴、冰雹、大风等灾害性现象。与槽前的上升气流相反,槽后表现为气流的辐散下沉,相应的通常是晴朗无云的天气[6]。南支槽导致地区发生降水的主要原因,有三个,那就是热力、动力以及水汽条件[7]。关于南支槽对广西地区的影响研究也不少,1977年,广西壮族自治区气象局气象台天气研究室,对初夏时期南支槽影响广西的过程进行分析,探讨研究南支槽初夏时期的特征和活动规律,研究表明,初夏广西出现的暴雨天气,是由于南支槽与锋面共同配合下产生的。要想形成全区性的暴雨天气,靠单一的南支槽或锋面是产生不了的。锋面的活动,和中纬度西风槽的活动有着紧密的关系,当发生一次中纬度西风槽活动,就会有一次锋面天气过程产生。锋面的强弱和移速的快慢,直接关系到降水的大小[8]。南支槽物理量的研究,也属于天气过程分析的重要一部分,降水产生的物理量,冷槽型比暖槽型更有利[9]。有关学者,利用历史天气图、广西气象局雨量图以及相关资料,对春季南支槽和广西暴雨的关系进行了研究,此次研究表明,在春季南支槽活动时,大约有一半的南支槽活动过程,可对华南地区产生明显的降雨影响[10]。还有的没有采用天气学方法进行研究,而是运用卫星云图进行分析,指出,春季影响广西产生降水的原因,除了与南支槽的强弱有关以外,还与低槽相配置的云系演变以及其特征有关,如果配置不同,将对广西地区天气影响明显不同[11]。

虽然关于南支槽的研究较为成熟,但春末夏初时期,南支槽对广西地区降水的影响的相关分析还是很少,关于强弱年还需进一步研究南支槽相关背景场,是如何影响春末夏初时期的降水的,了解其不同于相同性,对春末夏初广西降水的预报预测有很重要的意义。

2. 资料与方法

此次研究选用的数据包括高度场、经纬向风速度、垂直速度、比湿以及降水资料,数据均采用NCEP/NCAR Reanalysis 1提供的资料,这些资料都是空间分辨率为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 经纬网格点数据。高度场数据使用时间范围是1950~2019年,经纬向风速度、垂直速度、比湿以及降水数据均为1979~2019年。在气象部门,一般以阳历来划分四季,3~5月为春季,6~8月为夏季,5月为春末,6月为初夏。中国的二十四节气中的立夏就代表进入了夏季,是每年的阳历5月5日到7日之间,在广西地区,进入春季的最后一个节气谷雨后,夏天的气息就渐渐浓郁起来,此时意味着春色即将退去,“雨生百谷夏将至”,因此又有谷雨节气“春将尽,夏将至”一说,所以本文选取5月份代表广西地区春末夏初。

本文利用高度场资料做出1950~2019年5月500 hPa平均位势高度场,定义出南支槽的位置以及低槽强度指数,作出强度指数年际分析,根据标准化的数据划分出南支槽强弱年。将1979~2019年降水资料与相应时间范围的低槽强度指数做相关分析求出相关系数数值,再通过查询相关系数表来判别置信度,进而得出相应的影响分析结果。为了探究5月南支槽强弱年分别对广西降水背景场的影响,本文从经纬向风矢量流场、垂直速度经向剖面、比湿场进行对比分析,从而得出强弱年时期导致广西地区春末夏初

时期降水的背景场的异同之处。

3. 南支槽位置定义、强度指数以及广西地区降水与南支槽强度指数相关检验

3.1. 南支槽的位置及定义

南支槽是出现在低纬度地区的低压槽，它的出现，对我国南方天气有着重要的影响，是时常造成降水的天气系统之一。南支槽的另外一种称法是副热带西风槽，气象上一般是指在南支西风气流上，处于500 hPa上的短波槽。为了定义出南支槽及其位置，本文将1950~2019年5月份500 hPa高度场，做出如图1西风带上位势高度等值线图。图中黑细线代表等高线，红粗线代表槽线，黑色矩形框内为槽的主要发生区。由图可以看出该低压槽南北跨区有12个纬距，东西走向跨区为23个经度，它的槽前西南风与槽后的西北风形成的了气旋性切变，切变宽度约为23°个经纬度。槽区的位置为18°N~30°N, 87°E~110°E, 5月份出现在该位置的槽为半永久性低压槽，定义为南支槽。

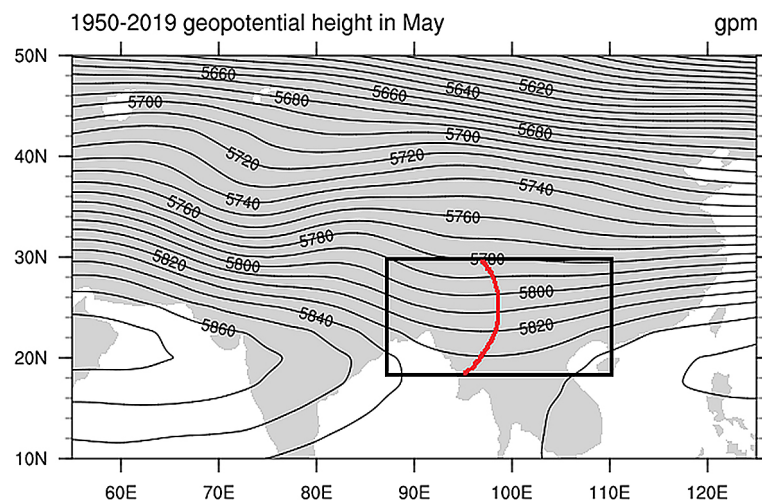


Figure 1. Average 500 hPa geopotential height field from 1950 to 2019 in May
图1. 1950~2019年5月平均500 hPa位势高度场

3.2. 南支槽强度指数的定义

关于南支槽强度指数的定义，已经有学者在对冬半年南支槽的结构特征上，做出了较全面认识，采用冬半年(10月~次年5月)南支槽主要活动发生区域，即15°N~27.5°N、80°E~100°E上，做出平均500 hPa位势高度场，将其作为衡量南支槽强、弱的指数，从而判定该年南支槽的强弱[12]；有关研究表明，在22.5°N~27.5°N、85°E~95°E主槽区范围内，500 hPa上的南支槽的强度和中国降水的关系表现得更显著[13]。本文参照以往研究，做出500 hPa位势高度场，从而定义出5月份南支槽的强度指数：采用1950~2019年5月平均500 hPa位势高度场，在槽区范围内，及18°N~30°N, 87°E~110°E，由于该高度场数据为空间分辨率为2.5°×2.5°经纬网格点数据，可采用经度每隔2.5°取值，计算纬度范围为18°N~30°N内，该经度上的平均位势高度值，从而可得出10个点相应的10个值，取最小位势高度值代表5月份南支槽强度指数，该指数值越大(小)，代表5月春末夏初时期的南支槽强度越弱(强)。

3.3. 南支槽强度分析

由于降水资料的时间范围是1979~2019年，所以本文做南支槽强度分析选用的时间范围与降水的相对应，及为1979~2019年。按照南支槽强度指数的定义，求出了41年5月份南支槽的强度指数，并作出

如图 2 所示南支槽强度指数年际变化图。图中实线代表强度指数年际变化，虚线代表 1979~2019 年强度的线性趋势。从图中我们可以看出 5 月南支槽强度指数逐年不同，并且具有比较明显的年际变化。但整体看到强度指数线性变化比较平缓，指数值呈小幅的增大趋势，说明对应的南支槽强度呈现出减弱的现象。强度指数最大值在 1998 年，说明该年在这 41 年里强度最弱；强度指数最小值在 2002 年，说明该年在这 41 年里强度最强。

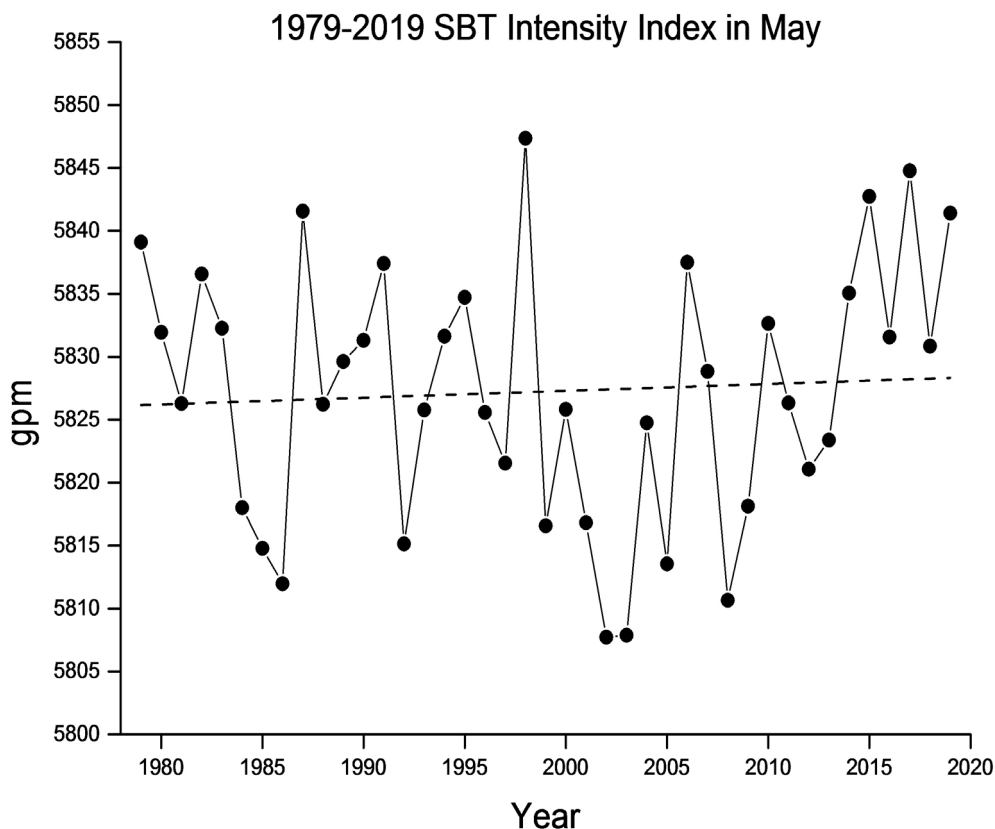


Figure 2. Interannual change of the intensity index of the SBT
图 2. 南支槽强度指数年际变化

为了进一步分析南支槽强度年际变化特征，特此求出了 41 年里南支槽强度指数距平及距平百分比并做出如图 3，蓝色柱状代表该年相对于 41 年平均低槽强度指数的距平值，橙色折线代表强度指数距平百分比年际变化状况。由图可以看出距平及距平百分比变化较多的年份是 1986、1998、2002、2003、2008、2015、2017 年，距平超过 15 个位势米，相应的距平百分比超过了 0.25%。在这 41 年里，有 21 年为负距平，20 年为正距平，负距平年说明其南支槽强度指数相对于平均值偏小，对应南支槽强度偏强，相反，正距平年说明南支槽强度指数相对于平均值偏大，对应强度偏弱。可以看出，21 世纪以后，南支槽强度逐渐减弱，强度指数从比较小的负距平慢慢增加到较大的正距平上，说明目前南支槽处于逐渐变弱的状态。

采用 z-score 标准化方法(正规化方法)将近 41 年南支槽强度指数标准化：

$$y_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s}, \text{ 其中 } \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, \text{ 标准化后取大小于正负一的年份作为南支槽}$$

强年和弱年的划分，结果如下：呈现出弱南支槽特征有 6 年，即 1979、1987、1998、2015、2017、2019 年，而 1985、1986、1992、1999、2001、2002、2003、2005、2008 年表现为强南支槽特征，共

9 年。结合图 3 可以看出, 1979、1987、1998、2015、2017、2019 这六年弱南支槽年相应的强度指数距平百分比均大于 0.2%, 相应的, 划分为强南支槽年的强度指数距平除了 1999、2001 年这两外, 均低于 0.2%。

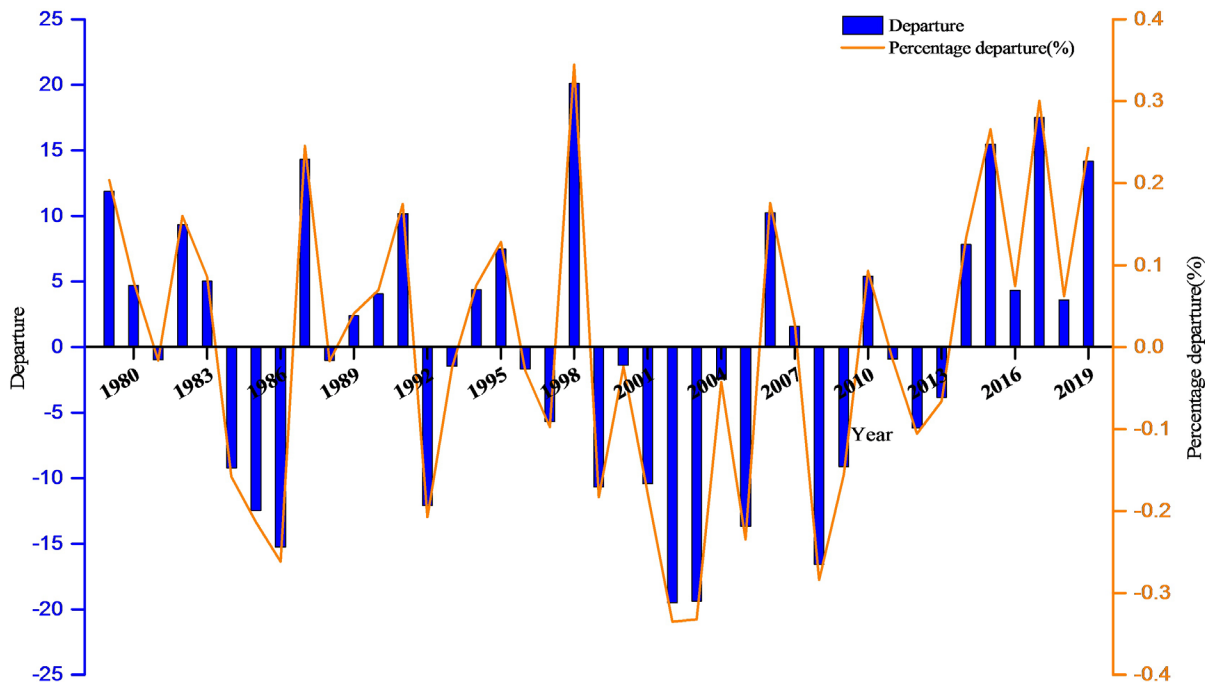


Figure 3. SBT Intensity Index anomaly and percentage
图 3. 南支槽强度指数距平及距平百分比图

3.4. 广西地区降水与南支槽强度指数相关检验

将 1979~2019 年每年 5 月的南支槽强度指数与相应时间的广西地区降水求出相关系数, 做出如图 4。图可以看出整个广西地区南支槽强度指数与降水的相关系数几乎为负值, 在 110°E 以东才出现系数值大于 0, 所在地区为桂东, 及贺州的大部、梧州整个地区、贵港的东北部、玉林的东部和东北部。也就是说整个广西地区降水与南支槽强度指数几乎呈负相关关系。系数值的分布呈东西走向, 越往东, 数值越大。相关系数在桂西地区及百色大部, 崇左西部、西北部、南部, 河池的西北部达到了-0.4~-0.3, 查看相关系数界值表可以看到其在 0.01 水平上显著相关, 及通过了置信度为 99% 的显著性检验。也就是说南支槽强度指数值越小(大), 相应的南支槽强度越强(弱)时, 桂西地区及百色大部, 崇左西部、西北部、南部, 河池的西北部这些地区降水会偏多(少)。广西的中部地区, 河池大部、百色右江河谷地区、崇左的东部、南宁市、防城港市、钦州市的大部、北海市的西部、来宾市的北部、柳州市、桂林市的大部、桂港市的西部的相关系数值在 0.1 水平上显著相关, 及通过了置信度为 90% 的显著性检验, 相应的, 当南支槽强度指数越大(小), 南支槽强度越弱(强), 这些地区降水量会偏少(多)。从中我们可以看出桂东地区春末夏初时期的降水与南支槽相关性较弱。

4. 南支槽强弱年背景场对比分析

4.1. 低、中、高平均环流场

图 1 高度场上同时我们还可以看出 5 月份春末夏初时期, 南支槽位置相对偏东(与大多数槽区经度范

围为 $80^{\circ}\text{E}\sim 100^{\circ}\text{E}$ 相比), 对广西地区降水有着重要的影响。同时槽前西南气流相对偏东, 可将孟加拉湾、印度洋上的暖湿空气更好的向广西地区输送, 从而为广西地区的降水提供了充足的水汽条件。

图 5 为强、弱年 850 hPa 平均环流场, 从图上我们可以看到, 强弱年的风场环流有显著的不同。强年低层上, (a)图可以看到, 南支槽槽前的西南气流非常强烈, 上升气流辐合明显, 低层的辐合源源

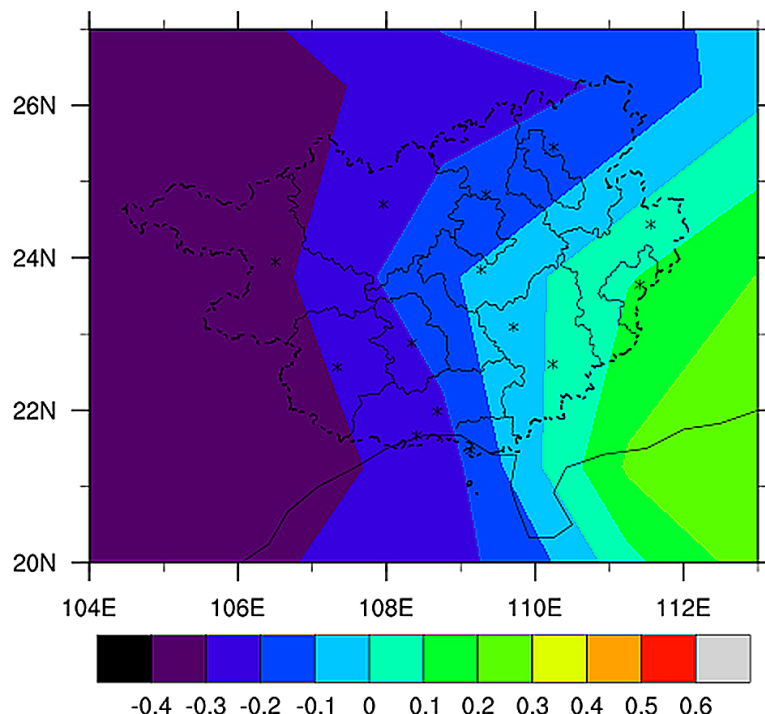


Figure 4. Coloring diagram of the correlation coefficient between the intensity index of the SBT and the precipitation in Guangxi in May
图 4. 5 月南支槽强度指数与广西地区降水相关系数填色图

不断地往高空输送, 正涡度在高层上连续不断的积累和增加。南支槽槽前的西南气流, 源于孟加拉湾地区, 气流经过中南半岛后, 直接送达至我国云南、贵州、广西、广东一带, 并且将印度洋上的暖湿水汽带到这些地区。同时我们可以看到, 在南海地区, 有较强的气流沿着越南的海岸界由东南转西南方向, 而后直击我国的华南地区至长江中下游一带。可见, 强年里从孟加拉湾、印度洋强烈的西南气流和南海上转向形成的西南气流带来的水汽, 为广西地区春末夏初降水提供了充沛的水汽条件。弱年的低层上, (b)图上可以看到, 与强年相比, 槽前的西南气流较弱, 孟加拉湾至中南半岛一带的气流接近于较平直西风气流, 到越南、老挝一带才偏转为西南气流, 延伸到我国的西南、华南地区。相应的, 到达广西地区的水汽会大大减少。槽前的辐合上升较弱, 也不利于高层正涡度的积累。广西处于槽前位置, 可见低层槽前的辐合以及西南气流的强弱, 对广西地区春末夏初时期降水有着非常重要的影响。

图 6 与图 5 类似, 但为 500 hPa 上强、弱年的平均环流场。(a)图为强年, 中纬度的平直西风在 90°E 左右出现了小的波动, 低纬地区上, 南海上及槽前位置出现了反气旋辐散中心, 而我国的西南、华南地区仍表现为显著的西南气流, 可见槽前西南气流深厚。而弱年(b)图上, 中低纬度大陆上为较平直西风, 广西地区上空也以平直西风为主, 槽前的辐散表现不明显。

与图 5, 图 6 类似, 图 7 为 100 hPa 上强、弱年的平均环流场。图上可以看到, 强弱年上, 青藏高原及其临近地区的上空都有一反气旋环流, 弱年上的反气旋环流较强年的控制范围大。强年的反气旋环流

控制着我国的西南、华南一带，广西地区处于反气旋边缘，而弱年的反气旋环流除了控制着我国的西南、华南的地区外，还影响到我国的中部、东部以及长江中下游地区，相应的，广西地区处于反气旋控制中心。该反气旋为南亚高压，在 100 hPa 上表现最强，属于暖性高压，它的活动，与我国大部分地区的降水有很大的影响。

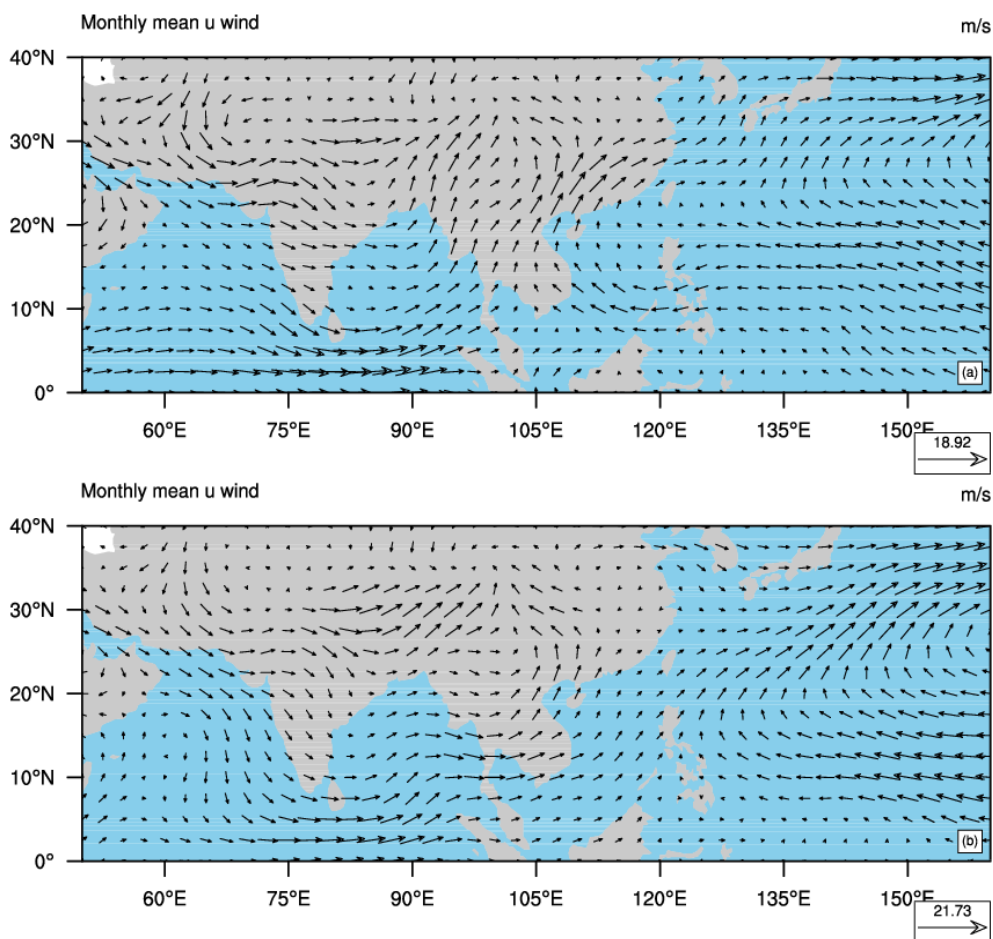
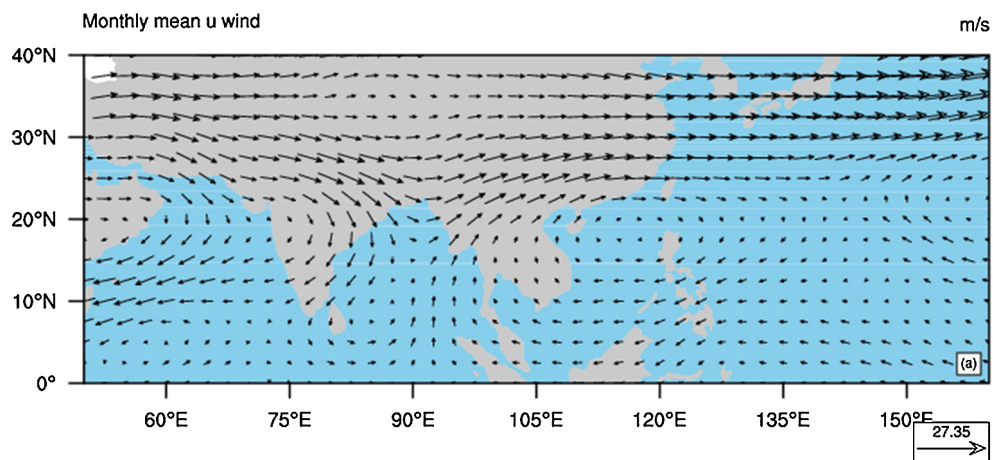


Figure 5. 850 hPa average circulation field from 1979 to 2019 in May, (a) strong year, (b) weak year
图 5. 1979~2019 年 5 月 850 hPa 平均环流场, (a) 强年, (b) 弱年



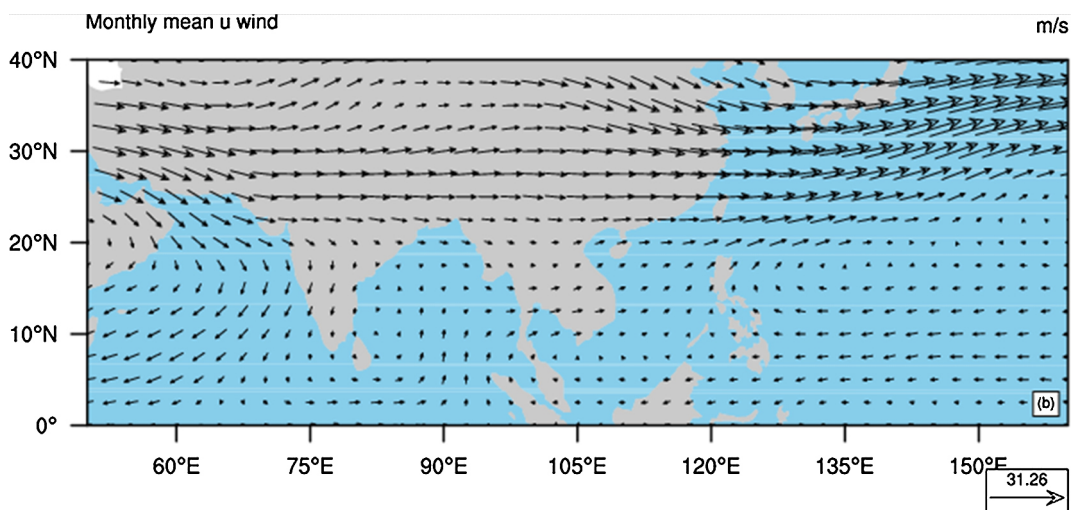


Figure 6. 500 hPa average circulation field from 1979 to May 2019, (a) strong year, (b) weak year
图 6. 1979~2019 年 5 月 500 hPa 平均环流场, (a) 强年, (b) 弱年

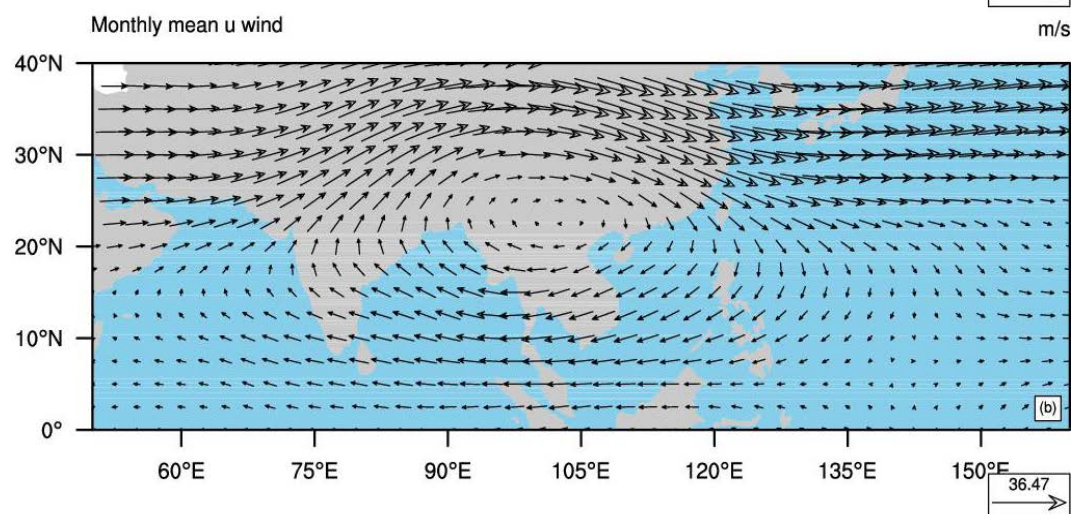
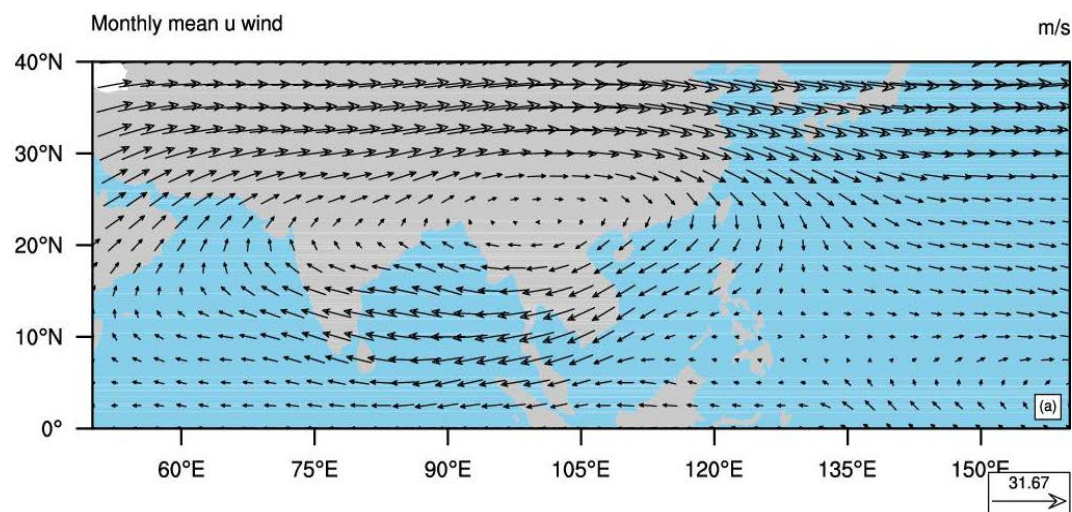


Figure 7. 100 hPa average circulation field from 1979 to 2019 in May, (a) strong year, (b) weak year
图 7. 1979~2019 年 5 月 100 hPa 平均环流场, (a) 强年, (b) 弱年

4.2. 垂直上升速度

垂直速度对于降水也有很好的指示作用，大气垂直运动，是天气分析和预报中必须经常考虑到的物理量之一。盛行的上升气流，一般容易发生强烈的对流天气。对流天气多为阵雨、雷暴甚至大风冰雹。相反，当盛行下沉气流时，近地表通常较为晴好、少风的天气。为了更好的了解春末夏初南支槽强年和弱年的垂直结构，做出了 100°E 强年和弱年 5 月平均经向垂直速度垂直剖面图如图 8 填色图。垂直速度为正时，表示下沉运动，垂直速度为负数时，代表上升运动。强年和弱年垂直上升运动显著不同。整体来看，强年(a)图的垂直上升较弱年(b)图强烈，且分布更为连续以及深厚。强年在 $0^{\circ}\text{N}\sim 40^{\circ}\text{N}$ 、 60°N 附近均表现为上升运动，其中 30°N 附近出现最小负的垂直速度，及最大升速度，达到了 $-0.12 \text{ Pascal}\cdot\text{s}^{-1}$ ，说明此处的上升运动最为强烈，而且厚度大，地面到 100 hPa 上层仍表现为上升运动，强度呈逐渐递的状态。在北纬 50°N 附近和 80°N 附近均表现为从地面到高层为弱的下沉运动。总体看，上升运动较下沉运动显著，南支槽槽前及广西地区上升运动较强烈。弱年里， $0^{\circ}\text{N}\sim 20^{\circ}\text{N}$ 为连续的上升运动， $20^{\circ}\text{N}\sim 90^{\circ}\text{N}$ 间为弱的、间断性的上升与下沉运动。在 30°N 附近出现最强的上升速度，达到 $-0.16 \text{ Pascal}\cdot\text{s}^{-1}$ ，同强年类似，上到 100 hPa 高层上仍为上升运动，较为深厚，但在 500 hPa 以下，弱年的上升速度较强年递减率大。总体来看，弱年里下沉运动较上升运动显著，南支槽槽前及广西地区的上升运动较强年弱，甚至出现下沉运动，如 $20^{\circ}\text{N}\sim 30^{\circ}\text{N}$ 之间的 700 hPa 往高层地区。

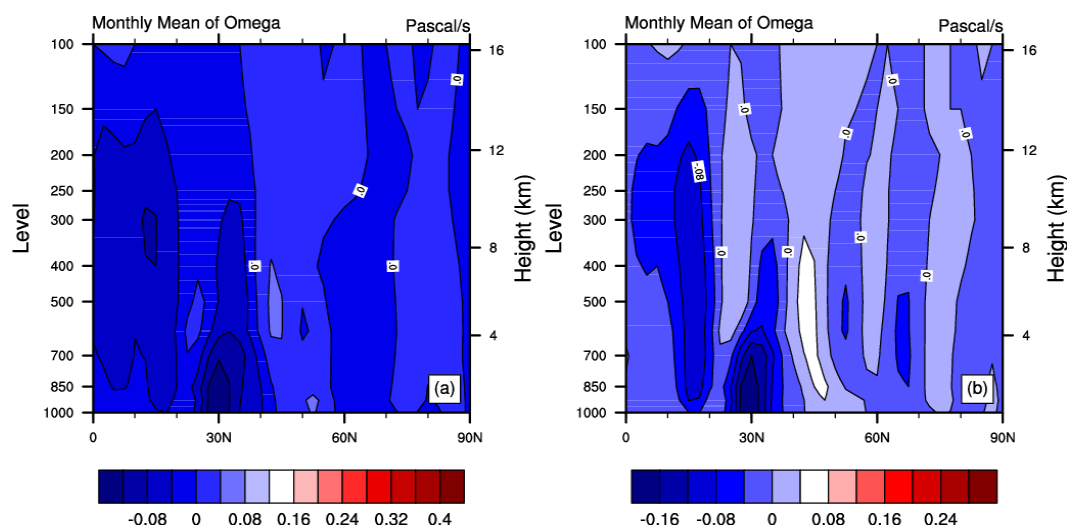


Figure 8. Average meridional vertical section from 1979 to 2019 in May, (a) strong year, (b) weak year
图 8. 1979~2019 年 5 月平均经向垂直剖面图，(a) 强年，(b) 弱年

4.3. 湿度

比湿是判别空气湿度常用的物理量，它的大小对降水也有很好的指示作用，比湿值越大，说明单位空气中含有水分越多，湿度更大，可决定理论可降水量。为了对比强弱年的湿度特征，做出了 850 hPa 高度上的 5 月份的平均比湿场，如图 9。(a)为强年，(b)图为弱年。强年可以看到，高值区(大于 $13 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$)在中南半岛的北部、我国西南地区、华南地区等表现显著，其中四川地区的西部、西南部比湿最大，超过了 $17 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。广西地区的比湿呈西北东南走向，这与西南气流的传递有关，沿西北—东南，比湿是减小的，但是均在 $12\sim 14 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 内。南支槽走向与湿度分布相对应，槽前对应大比湿区，槽后比湿相对较小，槽前槽后比湿可相差 $10 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，越靠近槽中心，比湿值越大。弱年上，整体来看，比湿要比强年的弱，且湿度大值分布区域较强年窄。比湿大值区(超过 $13 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$)范围缩小到只有中南半岛的北部、我国的西南

地区以及广西的西北部。广西地区比湿分布呈东西走向,越往东,比湿值越小,整体比湿在 $11\sim 13\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。南支槽前后比湿值比强年弱的多,只相差 $5\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,比湿值相差不大,但整体湿度值是小的,也就是说所得的理论降水量更小。

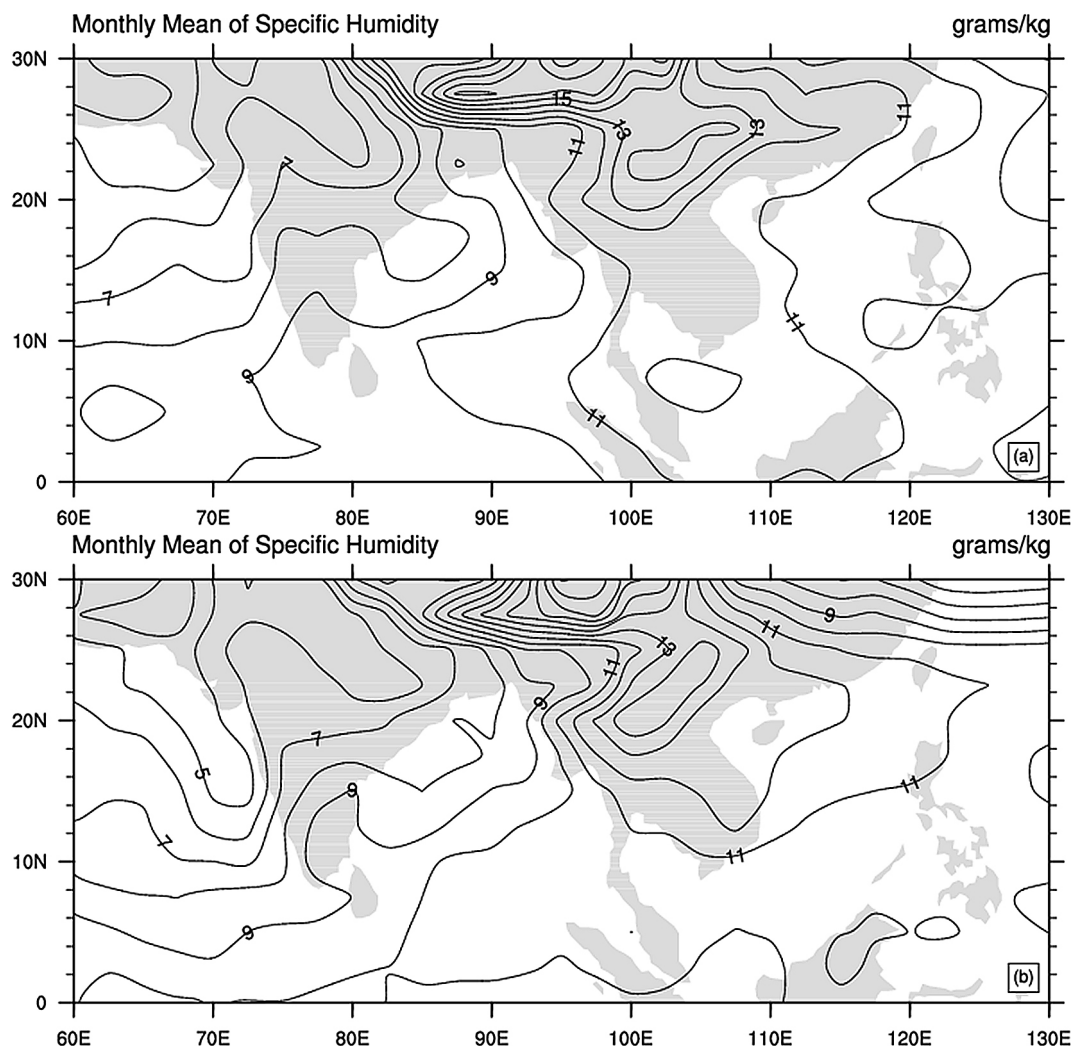


Figure 9. 850 hPa average specific wet field from 1979 to 2019 in May, (a) strong year, (b) weak year
图 9. 1979~2019 年 5 月 850 hPa 平均比湿场, (a) 强年, (b) 弱年

5. 主要结论

本文利用高度场资料做出 1950~2019 年 5 月 500 hPa 平均位势高度场, 定义出了南支槽的位置以及低槽强度指数, 做出强度指数年际、强度指数距平百分比分析, 并根据标准化正负一来划分出了强弱年。将 1979~2019 年降水资料与相应时间范围的南支槽强度指数做相关分析并求得相关系数, 查找出相关系数表上的置信检验, 进而得出相应的影响分析。为探究 5 月南支槽强弱年对广西降水的影响机制, 从背景场(经纬向风矢量流场、垂直速度经向剖面、比湿场)去探讨研究, 得出强弱年影响下, 春末夏初时期广西地区降水对应的大的环流背景、垂直上升运动以及湿度分布的异同点, 并得出以下结论:

1) 在这 41 年里, 5 月南支槽呈现减弱的状态, 呈现出弱南支槽特征有 6 年, 即 1979、1987、1998、2015、2017、2019 年, 而 1985、1986、1992、1999、2001、2002、2003、2005、2008 年表现为强南支

槽特征, 共 9 年。

2) 5 月南支槽强度指数与广西地区降水的相关性较高, 大约三分之二的地区都通过 90% 的信度检验, 通过 99% 的信度表明: 南支槽强度指数值越小(大), 相应的南支槽强度越强(弱)时, 桂西地区及百色大部, 崇左西部、西北部、南部, 河池的西北部这些地区降水会偏多(少)。通过 90% 的信度表明: 广西的中部地区, 河池大部、百色右江河谷地区、崇左的东部、南宁市、防城港市、钦州市的大部、北海市的西部、来宾市的北部、柳州市、桂林市的大部、桂港市的西部当南支槽强度指数越大(小), 南支槽强度越弱(强), 这些地区降水量会偏少(多)。当然, 从中我们可以看出桂东地区春末夏初时期的降水与南支槽相关性较广西区内其他地方弱。

3) 850 hPa 平均环流上, 强年较弱年槽前的西南气流大, 且来源也有显著不同: 强年由孟加拉湾、印度洋暖湿海面以及南海两部分带来的暖湿西南气流, 而弱年只有孟加拉湾地区经中南半岛转向成西南气流, 槽前及广西地区相应的得到的暖湿气流会较小; 500 hPa 平均环流上, 强年槽前西南气流仍显著, 南海上有一反气旋, 而弱年上表现为槽前的平直西风; 100 hPa 上, 强弱年上均存在南亚高压, 并且弱年控制我国的范围大于强年。

4) 强年与弱年在 30°N 附近均出现强烈的上升运动, 都表现为较深厚, 但弱年上升速度递减率大于强年, 南支槽附近, 强年的上升运动较下沉运动强烈, 而弱年的上升速度相对较弱, 甚至出现下沉运动。

5) 强年高湿区控制我国的地区比弱年的广。强年里, 广西地区处于比湿大值控制区, 而在弱年, 比湿大值区在广西地区的西北部较明显。

致 谢

在本次论文的撰写过程中, 夹杂着艰辛与喜悦。我要由衷的表示感谢, 感谢我的论文指导老师一张永莉老师。张老师不仅帮助我完成制定、确认本次论文撰写的方向, 引导大致撰写思路, 以及资料、数据查找上提供很大的帮助, 而且在撰写的过程中, 每当我遇到问题时, 也能非常耐心的指点, 让我能更有效的破解险阻。真的是非常感谢张老师, 在论文指导上花费了如此大的精力和心血, 我才能在疫情期间顺利完成该论文。

参考文献

- [1] 杨鉴初, 陶诗言, 叶笃正, 等. 西藏高原气象学[M]. 北京: 科学出版社, 1960: 280 p.
- [2] 陶诗言. 冬季由印缅来的低槽对于华南天气的影响[J]. 气象学报, 1953(1): 40-46.
- [3] 吴国雄. 我国青藏高原气候动力学研究的近期进展[J]. 第四纪研究, 2004, 24(1): 1-9.
- [4] 任敏, 胡庆梅, 马宁华, 等. 南支槽的统计分析[J]. 气象与减灾, 2006, 102(2): 39-41.
- [5] 索渺清, 丁一汇. 冬半年副热带南支西风槽结构和演变特征研究[J]. 大气科学, 2009, 33(3): 425-442.
- [6] 秦剑, 琚建华, 解明恩, 等. 低纬高原天气气候[M]. 北京: 气象出版社, 1997: 210 p.
- [7] 陈百炼, 汤筑强, 黄继用, 等. 春季南支槽暴雨客观预报方法研究[J]. 贵州省气象台, 1997, 21(3): 7-9.
- [8] 广西壮族自治区气象局气象台天气研究室. 初夏影响广西的南支西风槽[J]. 大气科学, 1977(1): 57-62.
- [9] 黄海洪, 黄毅坚. 两次南支槽天气过程的物理量对比分析[J]. 广西气象, 1995, 16(2): 17-20.
- [10] 梁志和, 黄香杏. 春季南支槽与广西暴雨关系的研究[J]. 广西气象, 1995, 16(1): 8-15.
- [11] 陈见. 春季影响广西降水的南支槽卫星云图特征[J]. 广西气象, 1993, 14(2): 36-39.
- [12] 张永莉, 范广州, 周定文, 等. 冬半年南支槽的气候特征分析[J]. 成都信息工程学院学报, 2012, 27(2): 196-201.
- [13] 张永莉, 范广州, 周定文, 等. 春季南支槽变化特征及其与降水和大气环流的关系[J]. 高原气象, 2014, 33(1): 97-105.