

青藏高原对形成江南“倒春寒” 过程的影响的数值试验

郑庆林 宋青丽 蒋平

(中国气象科学研究院, 北京 100081)

王根富

(广西气象科学研究所, 南宁 530021)

提 要

利用一个有较高水平分辨率的有较完整物理过程的五层谱模式(T42L5),研究了青藏高原对形成长江以南的“倒春寒”过程的影响。结果表明,在春季,青藏高原的动力作用有利于北来冷空气沿其东侧南下,又有利于其东南侧的南支低槽的形成和维持,而高原东侧的背风坡作用利于南支槽的加深及东移而影响长江以南地区,使之易于出现并维持低温过程,并有倒春寒天气过程发生。

关键词: 青藏高原;倒春寒;数值试验。

1. 引 言

经常影响我国长江流域及其以南地区的春季低温连阴雨过程,特别是在3月底至4月间时有发生“倒春寒”天气,对我国农业生产有很大影响并造成很大的经济损失。我国气象工作者对此进行了大量的天气、气候学方面的分析和研究^[1]。对于影响我国的春季长江流域以南的低温(特别是“倒春寒”)形成过程的大气动力学机制的数值模拟研究方面的工作是较为欠缺的。本文利用一个改进的T42L5谱模式,较系统地研究了青藏高原对形成江南“倒春寒”过程的影响,取得了较为满意的结果。

2 数值模式简介

本文所使用的改进的T42L5谱模式,已成功地用于大气环流数值试验,在水平方向取截断42个波,垂直方向为5个模式层。模式包含了地形、摩擦、动量、热量和水汽的水平及垂直扩散效应。考虑了下垫面及边界层作用,凝结潜热,云和辐射作用,积云对流等重要物理过程。在计算辐射时,采用了文献[2]中的诊断云方法及用模式预报的水汽场,以分别

代替原 T42L5 中的气候的纬向平均的云及水汽,提高了计算精度。模式地表温度是通过求解下垫面热量平衡方程得到的。在积分过程中,海表温度保持不变,取个例所对应的多年平均的月份的海温。采用非线性平衡方程初值化方法^[3],用初始时刻的迭代插值方法以得到 σ 面上的模式的初值^[4]。

3 青藏高原对我国长江以南春季低温过程影响的数值试验

3.1 个例的选取和试验设计

1985 年 2 月中旬至 3 月 23 日,在长江以南出现长时间的低温天气,从 3 月 24 日开始,气温回升,从 28—29 日开始,又出现 3—5 天的严重的倒春寒天气。文中选取气温回暖期的 3 月 25 日 12 时的客观分析作为初始场,利用改进后的 T42L5 谱模式,进行这次倒春寒过程的七天中期数值预报试验。本文对比研究了模式考虑和没有考虑青藏高原的模拟结果,以消去在初始场中所包含的地形影响,能较好考察在初始时刻以后的 7 天以内的由于青藏高原作用而造成的数值试验结果的差异。

3.2 青藏高原对形成我国长江以南春季低温过程的 500hPa 高度场的影响

图 1 给出了模式考虑和没有考虑青藏高原作用的 500hPa 等压面高度预报的差值分布。

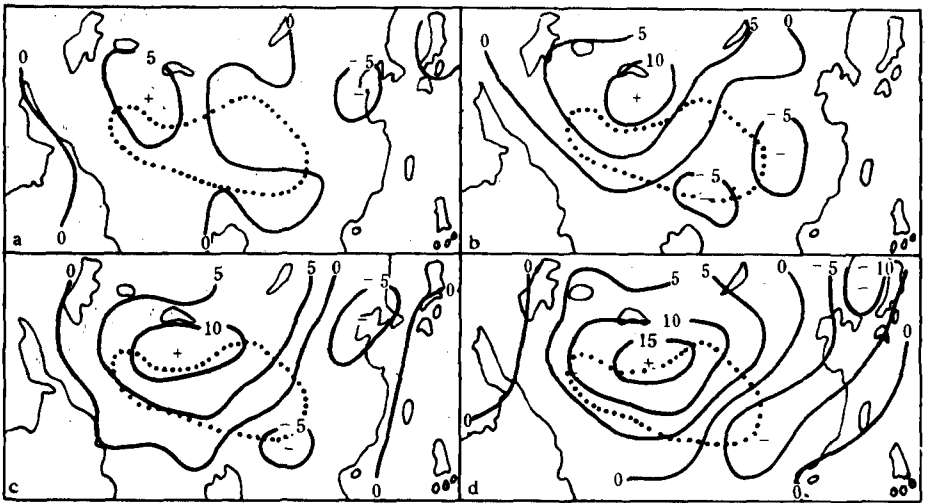


图 1 (模式有地形和没有地形的)500hPa 高度预报之差值分布

(单位:10m)(a)24 小时(b)48 小时(c)72 小时(d)96 小时

从图 1 中可以看到,对比模式有和没有地形的预报结果之差,在初始时刻,两者的差异为零,在初始场中所含的青藏高原的作用在本文的对比研究中已被消除了。在初始时刻之后,由于青藏高原作用而产生的 500hPa 高度预报差异可逐渐看到,在第 1 天(见图 1a),只是在高原的迎风坡地区和背风坡地区分别出现正和负的差值区。在第 2 天(图

1b),即可明显看到,由于青藏高原西侧及北侧对西来和西北来的气流的作用(主要是爬坡和沿高原向北侧绕行),而引起高原及其以北地区等压面高度增高,出现100m的差异中心,而在青藏高原东侧的背风坡地区,由于高原的背风坡作用而引起等压面高度的下降,出现有-50m的负值差异中心。在第3天(图1c),由高原作用而引起的高原及其以北地区的正的增高区,使得这一带的高压脊发展,而有利于冷空气沿高原东侧南下,在高原以东引起减高区,使得这一带低槽发展,也有利于出现低温过程。在第4天(图1d)中,由于青藏高原作用,在高原北部产生150m的增高中心,而在高原以东的从华南至东北出现减高带、有利于这一带的东亚大槽加深和维持,有利于在华南地区低槽加深和维持,在第5、6天(图略)、由于青藏高原作用,在我国长江流域及其以南地区,产生-100m的减高区,使这些地区的冷槽维持和加深。还可看到,在青藏高原西南侧地区,由于西来系统向南绕行,使得这一带高度下降,出现-50m的减高区。

从上述结果可看到,青藏高原动力作用对这次长江以南形成倒春寒过程有重要的影响。

3.3 青藏高原对形成长江以南春季低温过程的大气流场的影响

3.3.1 对500hPa相对涡度场的影响

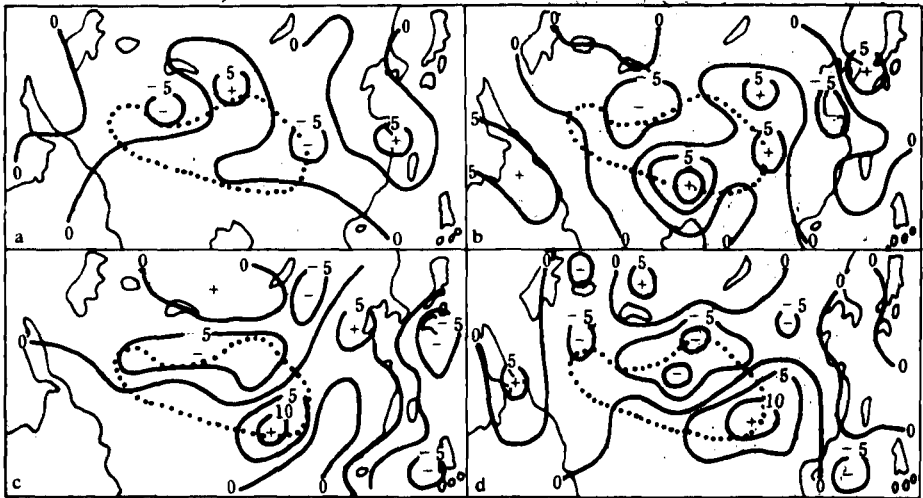


图2 (模式有地形和没有地形的)500hPa相对涡度预报之差值(单位: $10^{-5}s^{-1}$);

(a)24小时 (b)48小时 (c)72小时 (d)96小时

图2分别给出了模式考虑和没有考虑地形的500hPa相对涡度从第24至第96小时预报结果之差。

青藏高原对大气相对涡度场的影响从图2中已可明显看出了。在48小时之后(见图2b),在东侧和南侧,已分别出现三个正中心(利于正涡度增加)。其中心数值已达到 $5 \times 10^{-5}s^{-1}$,在第5天之后(图略),在长江流域及其以南地区,有较大的正涡度增强带,其中心可达到 $10^{-5}s^{-1}$,有利于这一带的低槽加深,这是和西来的天气系统沿青藏高原南侧绕行而利于南支波动形成和维持,以及高原东侧的背风坡作用有关,易于(本个例已经)形成

这地区的春季低温和倒春寒过程。另外,由于青藏高原对西来天气系统的明显的阻挡,爬坡和北绕现象,使得在青藏高原及其西北部的相对涡度场增加,利于这一带的脊区发展,以促使冷空气在图 2 中还可看到、高原及其北部地区有负涡度增强带。

3.3.2 对 500hPa 经向风场(V)的影响

图 3 给出了由于青藏高原作用而引起的 500hPa 经向风场在第 1 天至第 4 天形成的预报差异。

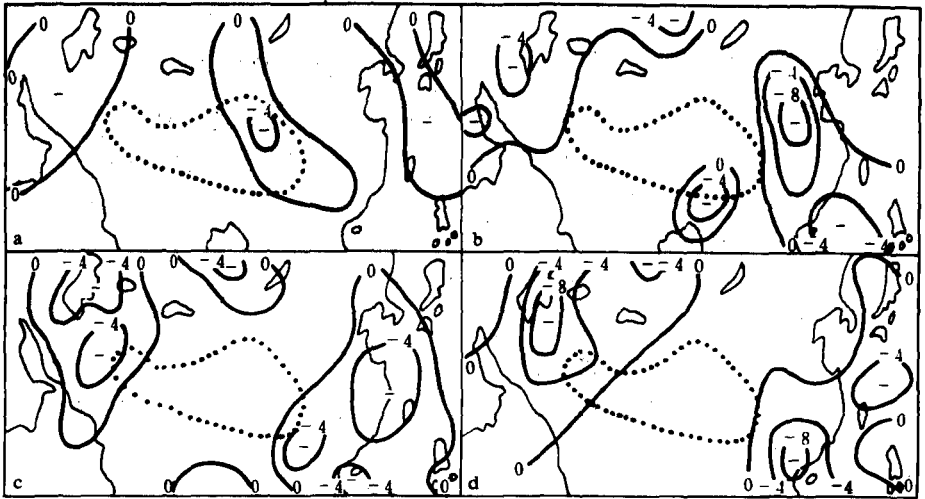


图 3 (模式有地形和没有地形的)500hPa V 场预报之差值
(给出小于零的部分,单位 m/s) (a)24 小时 (b)48 小时 (c)72 小时 (d)96 小时

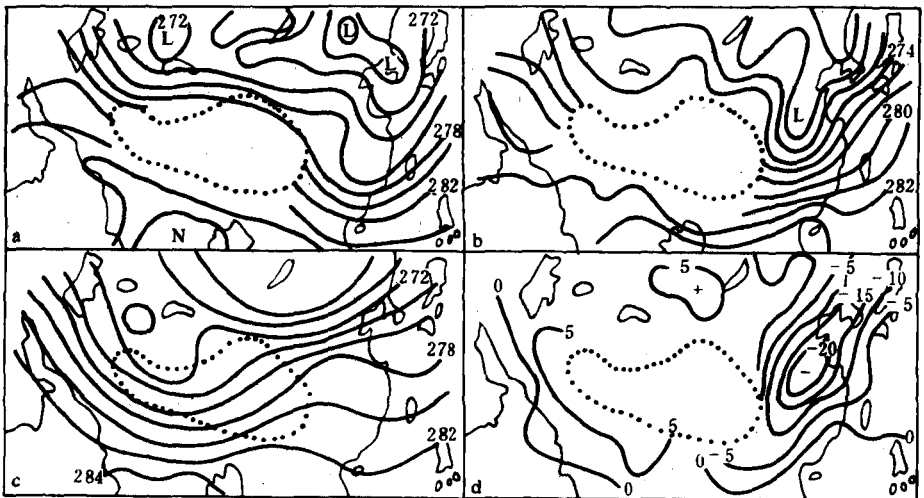


图 4 (a)1985 年 3 月 25 日 12 时 850hPa 温度分析场(96 小时实况,单位:K) (b)850hPa 温度 96 小时预报(有地形) (c)850hPa 温度 96 小时预报(没有地形) (d)有地形与无地形 96 小时预报差值

在图3中,负值区表示有利于北风分量增加,在这里只给出了小于零的部分,以考察青藏高原对北风分量的影响。从图中可看到,位于青藏高原东北侧地区,负值区的强度不断加强,且向东南方向移动,范围也在扩大,影响到长江以南地区。在图3c和图3d中,在江南地区维持有负值区,有利于这一带的北风分量的继续增加,这是由于模式考虑了青藏高原作用。这能较好模拟出冷空气沿高原东侧南下,使长江及其以南地区降温。在图3d中,在黑海一带地区负值区增强,是由于青藏高原对其西边系统的动力阻挡而利于乌拉尔一带脊区发展所致。

3.4 青藏高原对形成长江以南春季低温过程的大气温度场的影响

从1985年3月25日12时(初始场)至28日12时,从青藏高原西北部至贝加尔湖温度槽发展且向东南方向移动,使我国的华中、华南地区受到较深的温度槽控制,使这一带气温有较明显的下降。图4给出了第4天850hPa大气温度场的实况以及当模式考虑和没有考虑地形时的850hPa大气温度场的预报结果。

从图4中,可以看到,在第4天以后,青藏高原以东的温度槽发展并继续南压,使长江流域及其以南地区的气温不断下降,出现了这一次的“倒春寒”天气,在图4b(考虑地形)中,其预报结果与实况(图4a)比较一致。从图4d看到,在96小时内,由于青藏高原的作用,(在春季的这次过程)可使长江及其以南地区产生较大的降温,其中心可下降 15°C 以上。

4 结 论

1. 青藏高原的高和大,特殊的形状和地理位置,其迎风坡的爬坡及向高原北侧的绕流作用,利于高原西北部及北部的脊区发展,使得北来或西北来冷空气经高原作用后,向东直接沿高原东侧南下,影响我国长江以南,在春季,经常有上述过程(如本个例)。另一方面,青藏高原西侧对西来的气流,特别是低槽系统,使其沿高原南侧向东绕行,使得在青藏高原的西南侧和东南侧产生南支波动的槽区,特别是高原的东南侧的低槽,由于高原东南缘的形状,有利于低槽维持,而高原东侧的背风坡动力作用利于它加深及向东移出,(特别是在春季)影响华南地区,与北来的冷空气相结合,春季在长江以南一带易于形成(并易于维持)低温天气过程。在本个例的研究中,去掉青藏高原,上述的特点消失,华南低温的模拟就不能成功。

2. 在春季(3月—4月),由于青藏高原动力作用,能在高原以东的长江及其以南一带在5天以内造成500hPa等压面高度下降100m以上,有利于气旋式涡度增加(可达 10^{-4}s^{-1})、能使850hPa气温下降 10°C 以上(与没有考虑地形作用的相比),还有利于南支波动形成,有利于南支槽加深及东移而影响长江及其以南地区,并和北来的沿高原东侧南下冷空气相配合,易于出现和维持低温过程,有时出现“倒春寒”过程。

参 考 文 献

- 1 蒙远文, 蒋伯仁, 韦相轩, 吴仁才. 广西天气及预报. 北京: 气象出版社, 1989. 17—88.
- 2 郑庆林. 一个全球七层大气环流谱模式及其 30 天长期数值天气预报试验. 气象科学研究院院刊, 1989, 4(3): 234—246.
- 3 郑庆林. 非线性平衡方程初值化方法及其在中期数值预报中的应用. 气象科学研究院院刊, 1987, 2(2): 113—122.
- 4 Qinglin Zheng and Kuo-Nan Liou. Dynamic and thermodynamic influence of the Tibetan plateau on the atmosphere in a general circulation model. *J. Atmos. Sci.*, 1986, 43, 1340-1354. (Annual Report (1986), AMS, SMA Beijing, China, 114—131).

NUMERICAL STUDY OF INFLUENCE OF THE QINGHAI-XIZANG PLATEAU ON THE LATE SPRING COLD SPELL EVENT SOUTH OF THE CHANGJIANG RIVER

Zheng Qinglin Song Qingli Jiang Ping

(Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081)

Wang Genfu

(Guangxi Institute of Meteorological Science, Nanning 530021)

Abstract

By employing the improved T42L5 spectral model and utilizing the ECMWF data of 12 UTC 25 March 1985 as the initial field, a numerical study of the effect of the Qinghai-Xizang Plateau on the formation of the cold spell in the late spring south of the Changjiang River has been made. The results show that the dynamic effect of the Plateau can help the cold air move along the east of the Plateau from the north to south and the south trough with generation and maintenance on the southeast side of the Plateau. Due to the dynamic effect of the lee wave east of the Plateau, the south trough becomes deeper and moves towards the east, with the result that the low temperature process can remain in the south of the lower reaches of the Changjiang River.

Key words: Qinghai Xizang Plateau; Cold spell in the late spring; Numerical study.