

文章编号: 1000-2022(2003) 04-0458-07

中纬度阻塞高压指数与华北夏季降水的联系

李 春, 孙照渤

(南京气象学院 大气科学系, 江苏 南京 210044)

摘 要: 利用 500 hPa 高度场资料计算了亚洲中纬度 3 个区域(鄂霍次克海区、贝加尔湖区、乌拉尔山区)阻塞高压指数, 通过相关分析、合成分析研究了阻塞高压指数与华北夏季降水之间的联系。结果表明 3 个区域阻塞高压指数均具有明显的年代际变化, 并且与华北夏季降水在年代际尺度上关系密切, 相关系数分别为 $-0.462 2$ 、 $-0.676 3$ 、 $-0.671 3$ 。在阻塞高压的频发期, 中纬度西风在东亚地区发生分支, 分别形成极锋和副热带锋区, 东亚夏季风偏弱, 西太平洋副热带高压位置偏南, 我国夏季雨带位置偏南, 造成华北夏季干旱; 而在阻塞高压的少发期则相反。

关键词: 阻塞高压; 华北; 降水; 年代际变化

中图分类号: P426.64; P466 **文献标识码:** A

观测事实和研究表明造成内蒙古和华北地区干旱的因素除副热带系统外, 中高纬度阻塞高压的位置及其持续时间也有重要的作用。张培忠等^[1]统计出内蒙古干旱的年份在 80 ~ 100 ℃、120 ~ 150 ℃ 的中高纬度地区多有阻塞高压维持。朱伟军等^[2-3]研究了中纬度阻塞高压与 1998 年夏季中国降水的关系。孙安健等^[4]研究发现东西伯利亚(或鄂霍次克海)阻塞高压及亚洲中高纬度东高西低形势分布的稳定维持, 则分别对华北平原的严重干旱与雨涝的形成起着重要作用。毕慕莹^[5]研究近 40 a 来华北夏季干旱的特点及其成因时发现华北大旱年大都在贝加尔湖附近有阻塞高压存在, 使得中纬度西风带分支, 华北处于之间的弱锋区, 这也是华北发生干旱的主要环流形势。李春等^[6]指出华北夏季降水与贝加尔湖附近阻塞高压指数密切相关。周学鸣等^[7]做了乌拉尔山阻塞高压影响亚洲夏季风环流和我国东部旱涝的数值试验。廖荃荪等^[8]研究了东亚阻塞形势与西太平洋副热带高压的关系及其对我国降水的影响。总之, 东亚地区环流异常, 尤其是乌拉尔山附近、鄂霍次克海附近、贝加尔湖附近高度场的变化对华北夏季降水有很大的影响。

本文根据 500 hPa 月平均高度场资料选取鄂霍次克海区、贝加尔湖区、乌拉尔山区 3 个阻塞高压多发区, 计算了阻塞高压指数, 并利用相关分析、合成分析研究其与华北夏季降水的联系。

收稿日期: 2002-10-08; 改回日期: 2002-11-25

基金项目: 国家重点基础研究发展规划项目(G1998040901-3)

作者简介: 李 春(1976-), 男, 安徽亳州人, 硕士, 现在中国海洋大学海洋环境学院大气科学系工作。

1 资料和方法

本文采用了 NCEP/NCAR 1950—1999 年 500 hPa 月平均高度场资料, 华北夏季降水资料(取自中国 160 站月平均降水资料) 以及国家气候中心提供的西太平洋副热带高压指数。利用旋转正交经验函数分解(EOF)方法确定了 110 E 以东、33.5~41.5 N 的承德、张家口、呼和浩特、北京、天津、石家庄、德州、邢台、安阳、济南、临沂、菏泽、郑州、长治、太原、临汾、烟台、青岛等 18 个站代表华北地区, 取这 18 个站 6—8 月降水量的平均值表示华北夏季降水序列^[9]。

本文根据气象预报经验选取 120~150 E、50~60 N 代表鄂霍次克海阻塞高压区; 80~110 E、50~60 N 代表贝加尔湖阻塞高压区; 40~70 E、40~50 N 代表乌拉尔山阻塞高压区。用 500 hPa 月平均高度场资料, 分别计算各区历年 500 hPa 高度距平的标准化值, 作为各个区历年阻塞高压指数^[10], 然后利用合成分析和相关分析研究中纬度阻塞高压指数与华北夏季降水的联系。

2 中纬度阻塞高压指数的年代际变化

图 1 给出了 1950—1999 年中纬度阻塞高压指数标准化距平的 9 a 平滑序列。从图上可以看出, 鄂霍次克海区的阻塞高压指数(图 1a), 1956 年之前和 1985 年之后为正距平, 说明该区阻塞高压活动频繁, 而 1957—1984 年为负距平, 说明该区阻塞高压发生频率低; 贝加尔湖区阻

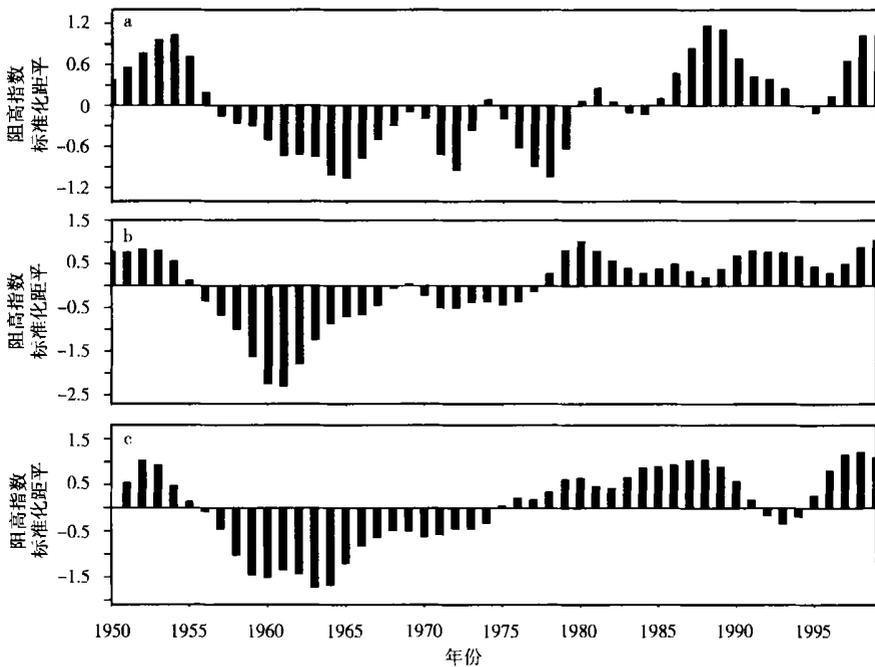


图 1 1950—1999 年亚洲中纬度阻塞高压指数标准化距平的 9 a 平滑序列

a. 鄂霍次克海区; b. 贝加尔湖区; c. 乌拉尔山区

Fig. 1 9-year running means of mid-latitude blocking index normalized anomalies in Asia from 1950 to 1999

a. Okhotsk Sea; b. Ural Mountains; c. Ural Mountains

塞高压指数(图 1b), 1956 年之前和 1978 年之后为正距平, 说明该区阻塞高压活动频繁, 而 1957—1977 年为负距平, 说明该区阻塞高压发生频率低; 乌拉尔山区阻塞高压指数(图 1c), 1955 年之前和 1975 年之后为正距平, 说明该区阻塞高压活动频繁, 而 1956—1975 年为负距平, 说明该区阻塞高压发生频率低。从而表明亚洲中纬度 3 个阻塞高压区的阻塞高压活动的频率具有明显的年代际变化特征。

3 华北夏季降水的变化及其与阻塞高压指数的关系

图 2 给出了 1951—1999 年华北夏季降水标准化距平的 9 a 平滑序列。从图上可知, 20 世纪 50 年代到 60 年代中期、70 年代和 90 年代中期华北夏季降水偏多, 而 60 年代中后期、70 年代末到 90 年代初以及 90 年代末期华北夏季降水偏少。说明近 50 a 来华北夏季降水量具有明显的年代际变化, 表现为明显的干湿期, 与许多研究和观测事实一致^[6, 9, 11-13]。与图 1 相比较可以知道, 华北夏季降水量的变化与贝加尔湖区和乌拉尔山区阻塞高压指数变化较为一致, 而与鄂霍次克海区阻塞高压指数变化的一致性较差。计算结果表明华北夏季降水与同期亚洲中纬度阻塞形势关系密切, 鄂霍次克海、贝加尔湖、乌拉尔山区的 1951—1999 年夏季阻塞高压指数与华北夏季降水在年代际尺度上的相关系数分别为 $-0.462 2$ 、 $-0.676 3$ 、 $-0.671 3$, 说明中纬度阻塞高压的活动对华北夏季降水量的多少有显著影响。

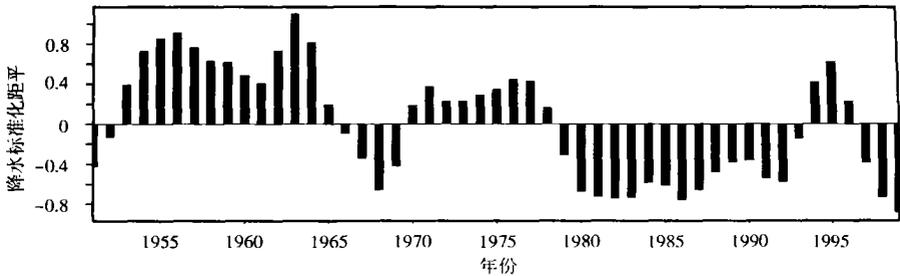


图 2 1951—1999 年华北夏季降水标准化距平的 9 a 平滑序列

Fig. 2 9-year running means of summer precipitation normalized anomalies in North China from 1951 to 1999

4 阻塞高压指数与 500 hPa 高度场

亚洲中纬度阻塞高压指数与华北夏季降水量在年代际尺度上密切相关, 尤其与贝加尔湖和乌拉尔山区的阻塞高压指数关系最好, 因此这里根据图 1 取 1956—1965 年为阻塞高压的少发期, 1979—1989 年为阻塞高压的频发期, 对北半球夏季 500 hPa 高度场及其距平进行合成分析(图 3)。北半球夏季 500 hPa 高度平均场(图 3c)反映了北半球夏季中高纬度典型的四波结构, 四个低压槽分别位于白岭海峡、北美洲东海岸、大西洋东海岸以及西伯利亚地区; 四个高压脊分别位于乌拉尔山地区、贝加尔湖东侧、北美洲西海岸以及大西洋中部; 在中低纬度, 副热带高压脊线位于 24°N 附近。亚洲中纬度阻塞高压少发期(图 3a), 北半球夏季 500 hPa 高度场在中高纬度具有四波结构, 其中在亚洲表现为一槽两脊。与平均场相比, 槽脊更加明显, 尤其是贝加尔湖附近的低压槽加深。这与贝加尔湖附近 500 hPa 高度场较大的负距平、乌拉尔山和鄂霍次克海附近的弱负距平一致, 说明贝加尔湖阻塞高压发生频率低; 在中低纬度, 副热带高压位置偏北偏东, 强度偏弱, 面积偏小, 与西北太平洋上空 500 hPa 高度场负距平一致。环流以纬

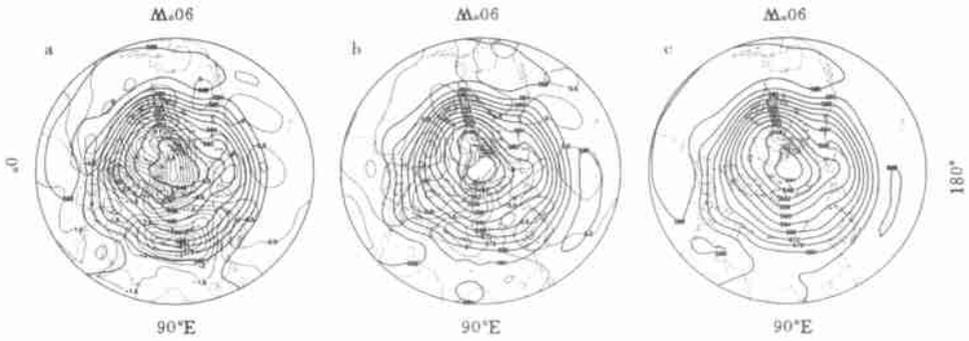


图 3 北半球夏季 500 hPa 高度场及其距平的合成

(虚线为高度距平场, 实线为高度场; 单位: dagpm)

a. 少发期(1956—1965 年); b. 频发期(1979—1989 年); c. 平均场(1950—1999 年)

Fig. 3 Composite of summer 500 hPa geo-potential height fields in Northern Hemisphere

(Dashed lines denote geo-potential height anomaly fields;

solid lines denote geo-potential height fields; units: dagpm)

a. the low frequency period 1956—1965; b. the high frequency period 1979—1989;

c. the mean field over 1950—1999

向为主, 在东亚地区经向度加大, 增强了冷暖气流的南北交换, 从而使我国夏季雨带位置偏北, 华北夏季降水偏多。亚洲中纬度阻塞高压频发期(图 3b), 北半球夏季 500hPa 高度场在高纬度也具有四波结构, 而在中纬度具有多波结构。在贝加尔湖附近西风环流发生了明显的分支, 南北两支在阿留申地区附近汇合。北支气流阻碍了高纬度冷空气的南下, 南支气流与北上的西南气流和副高西南侧的东南气流在江淮地区交汇, 同时阻止副高的季节性北跳, 使副高位置偏南偏西, 强度偏强, 面积偏大, 这与 500 hPa 高度场正距平大小和中心对应较好, 与毕慕莹^[5]华北发生干旱的主要环流形势一致, 即我国夏季雨带位置偏南, 江淮地区夏季降水量偏多, 华北地区夏季降水量偏少, 造成华北干旱。表 1 给出了阻塞高压多发期与少发期副热带高压各指标的统计结果, 有关阻塞高压活动与西太平洋副热带高压的关系另文研究。

表 1 阻塞高压多发期与少发期副热带高压各指标

Table 1 Sub-tropical high indexes for the high and low frequency periods of blocking high

		副高脊线指数	副高北界指数	副高面积指数	副高西伸指数
6月	多发期(1956—1965 年)	21.0	26.5	18.5	120
	少发期(1979—1989 年)	20.0	26.0	24.0	117
	平均	20.5	26.0	21.0	118
7月	多发期(1956—1965 年)	26.0	31.5	20.0	115
	少发期(1979—1989 年)	24.5	30.5	23.0	121
	平均	25.0	31.0	21.0	121
8月	多发期(1956—1965 年)	28.0	33.5	20.0	117
	少发期(1979—1989 年)	24.5	30.0	19.5	127
	平均	27.5	33.0	21.0	122

5 阻塞高压指数与海平面气压场

为了进一步研究阻塞高压指数对华北夏季降水量的影响,图 4 给出了阻塞高压少发期与频发期的北半球夏季海平面气压场的合成图。从图上可以看出两大洋上高压系统几乎没有变化,而在亚洲大陆上,海平面气压变化较大,从贝加尔湖附近到印度大陆存在东亚大陆热低压、青藏高原、印度热低压一定常的波列。与北半球夏季平均海平面气压场(图 4c)相比,在阻塞高压少发期(图 4a)印度热低压加深,青藏高原减弱,东亚大陆热低压加深,从而加大东亚—太平洋地区海平面气压梯度,从图 4a 上可以看出等压线变得密集,根据风压原理可以知道这一时期东亚夏季西南季风偏强,我国夏季雨带位置偏北,对应华北地区夏季降水量偏多;相反,在阻塞高压频发期(图 4b)印度热低压减弱,青藏高原加强,东亚大陆热低压减弱,从而减小东亚—太平洋地区海平面气压梯度,从图 4b 上可以看出等压线变得更加稀疏,根据风压原理可以知道这一时期东亚夏季西南季风偏弱,我国夏季雨带位置偏南,对应江淮地区夏季降水量偏多,华北地区夏季降水量偏少,造成干旱。

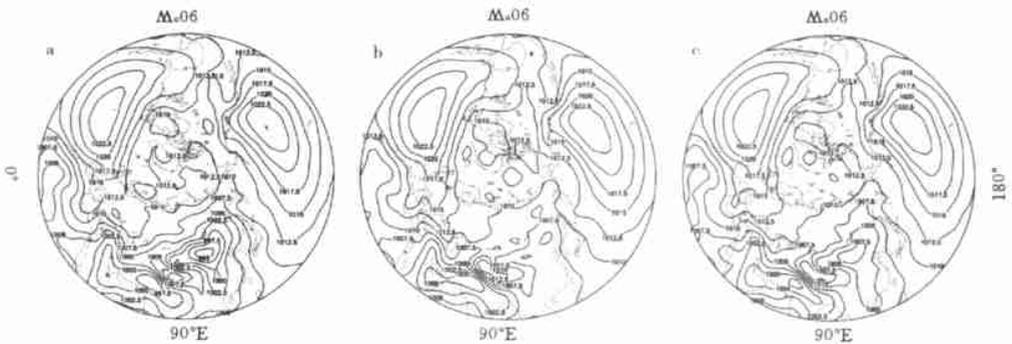


图 4 北半球夏季海平面气压场(单位: hPa)

a. 少发期(1956—1965年); b. 频发期(1979—1989年); c. 平均场(1950—1999年)

Fig. 4 Summer sea surface pressure fields in Northern Hemisphere(units: hPa)

a. the low frequency period 1956—1965; b. the high frequency period 1979—1989;

c. the mean field over 1950—1999

6 阻塞高压指数与 850 hPa 风场

为了更进一步研究阻塞高压指数对华北夏季降水量的影响,图 5 给出了阻塞高压少发期与频发期的夏季亚洲季风区 850 hPa 风场的合成图。从图上可以看出,与 850 hPa 平均风场(图 5c)相比,亚洲中纬度阻塞高压少发期(图 5a)夏季亚洲季风区 850 hPa 风场在乌拉尔山附近有一个反气旋,在贝加尔湖地区有一个气旋,在东亚—太平洋地区存在一支强大西南夏季风气流,与贝加尔湖附近的气旋在华北地区上空汇合,在鄂霍次克海附近分成两支,一支向东流向太平洋,一支向北构成贝加尔湖附近的气旋环流,这与海平面气压场一致;同时可以看出西太平洋副热带高压偏北,从而我国夏季雨带位置偏北,华北地区夏季降水量偏多。相反,阻塞高压频发期(图 5b)夏季亚洲季风区 850 hPa 风场在乌拉尔山附近的反气旋减弱,西风带在贝加尔湖以西分成南北两支,南支与来自热带的夏季西南季风汇合后,与北支气流在鄂霍次克海附近汇合,然后向西流去,这样北支气流形成极锋,南支气流与西南季风在江淮地区上空形成副热带锋区,这样华北地区处于两个锋区之间,与毕慕莹^[5]华北发生干旱的主要环流形势一致,

并且与 500 hPa 高度场相对应; 夏季西南季风偏弱, 在江淮地区上空转向, 这与海平面气压场对应; 西太平洋副热带高压位置偏南, 与 500 hPa 高度场相对应, 从而我国夏季雨带位置偏南, 位于江淮流域, 华北地区夏季降水量偏少, 造成干旱。

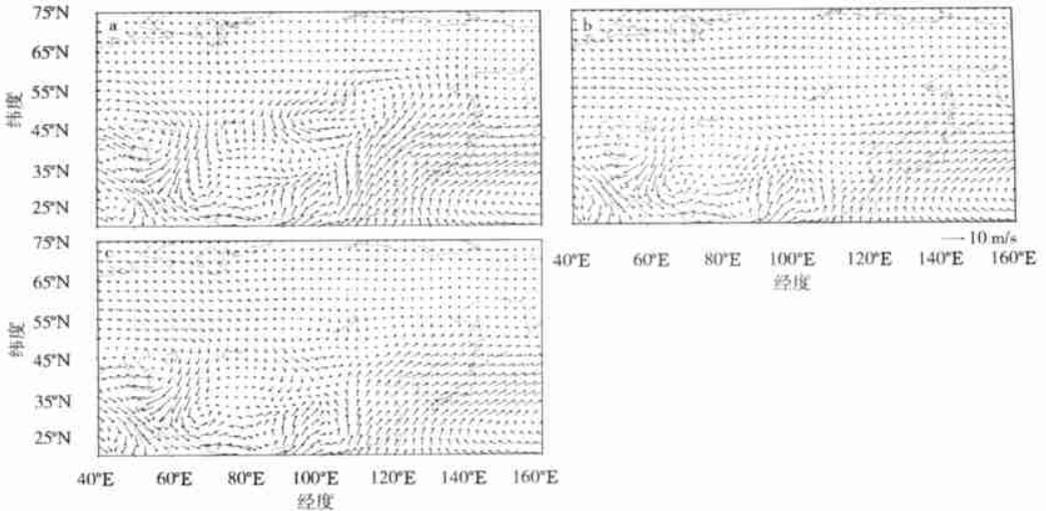


图5 北半球夏季 850 hPa 风场

a. 少发期(1956—1965年); b. 频发期(1979—1989年); c. 平均场(1950—1999年)

Fig. 5 Composites of summer 850 hPa wind fields in Northern Hemisphere
a. the low frequency period 1956—1965; b. the high frequency period 1979—1989;
c. the mean field over 1950—1999

7 结 论

(1) 亚洲中纬度阻塞高压指数在 20 世纪 70 年代中期以前以负值为主, 而 70 年代中期以后以正值为主, 具有明显的年代际变化。

(2) 华北夏季降水量与阻塞高压指数为显著的负相关关系, 尤其是与贝加尔湖地区和乌拉尔山地区的阻塞高压指数关系密切。

(3) 阻塞高压频发期, 中纬度西风带在贝加尔湖附近发生分支, 分别在高纬度、副热带地区形成极地锋区和副热带锋区, 华北处于两个锋区之间, 造成华北夏季干旱; 而少发期则反之。

(4) 阻塞高压频发期, 西太平洋副热带高压位置偏南, 东亚夏季西南季风偏弱, 使我国夏季雨带在江淮流域, 华北地区夏季降水量偏少; 而少发期则反之。

本文只是初步研究了亚洲中纬度阻塞高压与华北夏季降水的联系, 关于阻塞高压活动与东亚夏季风、西太平洋副热带高压的关系将另文研究。

参考文献:

- [1] 张培忠, 杨素兰. 阻塞高压活动的气候变化及其对中国某些地区旱涝的影响[J]. 气象学报, 1996, 54(5): 633-640.
- [2] 朱伟军, 孙照渤, 倪东鸿, 等. 夏季欧亚阻塞高压逐日演变的定量化分析[J]. 南京气象学院学报, 2000, 23(4): 514-518.
- [3] 朱伟军, 孙照渤, 倪东鸿, 等. 1998 年夏季 500 hPa 行星尺度环流系统对长江流域“二度梅”的影响[J]. 南京气象学院学报, 2001, 24(1): 1-7.
- [4] 孙安健, 高 波. 华北平原地区夏季严重旱涝特征诊断分析[J]. 大气科学, 2000, 24(3): 393-402.

- [5] 毕慕莹. 近 40 年来华北干旱的特点及其成因[C]//叶笃正, 等. 旱涝气候研究进展. 北京: 气象出版社, 1990: 23-32.
- [6] 李 春, 孙照渤, 陈海山. 华北夏季降水的年代际变化及其与东亚地区大气环流的联系[J]. 南京气象学院学报, 2002, 25(4): 455-462.
- [7] 周学鸣, 何金海, 叶榕生. 乌拉尔阻塞高压影响亚洲夏季风环流和我国东部旱涝的数值试验[J]. 南京气象学院学报, 1995, 18(1): 25-32.
- [8] 廖荃荪, 赵振国. 东亚阻塞形势与西太平洋副热带高压的关系及其对我国降水的影响[C]. 长期天气预报论文集. 北京: 气象出版社, 1990: 125-135.
- [9] 李 春. 华北夏季降水的年代际变化及其与东亚地区大气环流、ENSO 循环的联系[D]. 南京: 南京气象学院大气科学系, 2002.
- [10] 赵振国. 中国夏季旱涝及环境场[M]. 北京: 气象出版社, 1999: 75-78.
- [11] 陈烈庭. 华北各区夏季降水年际和年代际变化的地域性特征[J]. 高原气象, 1999, 18(4): 477-485.
- [12] 张庆云. 1880 年以来华北降水及其水资源的变化[J]. 高原气象, 1999, 18(4): 486-495.
- [13] 黄荣辉, 徐予红, 周连童. 我国夏季降水的年代际变化及华北干旱化趋势[J]. 高原气象, 1999, 18(4): 465-476.

Association of Mid-latitude Blocking High Index with Summer Precipitation in North China

LI Chun, SUN Zhao-bo

(Department of Atmospheric Sciences, NIM, Nanjing 210044, China)

Abstract: Based on summer 500 hPa geo-potential high fields, mid-latitude blocking high indexes of three areas (Okhotsk Sea, Baikal Lake, Ural Mountains) in Asia are calculated in this paper and the relation between blocking high indexes and summer precipitation in North China is investigated by means of correlation and composite analysis. Results show that the blocking high indexes of the three areas all have distinct inter-decadal variations, and are close related with summer precipitation in North China on inter-decadal time scales, with correlation coefficients being -0.4622 , -0.6763 and -0.6713 , respectively. When the Asian mid-latitude blocking high occurs frequently, the mid-latitude westerly turns into two branches, forming polar and sub-tropical fronts, and the East Asian summer monsoon is weaker than normal, the sub-tropical high lies south of normal position, and the summer rain-belt lies south of normal, resulting in summer drought in North China. It is vice versa if the Asian mid-latitude blocking high occurs infrequently.

Key words: blocking high; North China; precipitation; inter-decadal variation