

大气中偶极子阻塞的观测研究

罗德海* 纪立人

(中国科学院大气物理研究所)

提 要

本文利用日本气象厅发布的北半球5天平均的500hPa位势高度图,对1969—1984年间北半球所产生的偶极子阻塞进行了统计研究,并且还讨论了偶极子阻塞的季节性和区域性变化,同时对偶极子阻塞的纬度分布等问题也作了探讨,得到了许多有意义的结果。

关键词:偶极子阻塞;统计研究;天气图。

一、引 言

目前关于大气阻塞观测事实的研究,人们已作了大量工作^[1-2],并且对阻塞系统的一些特征也有了许多初步的了解,但以前的许多工作大都是对整个阻塞系统(偶极子阻塞加上单个非偶极子阻塞)进行的,没有对大气中的偶极子阻塞进行专门研究,由于偶极子阻塞与单个非偶极子阻塞在某些动力过程上可能不一样,因此有必要对偶极子阻塞进行专门的研究,最近人们对大气中局地偶极子阻塞的动力学研究已越来越重视,如 McWilliams^[3]提出的相当偶极子(equivalent Modon)理论, Malguzzi 和 Malanotte-Rizzoli^[4]提出的 KDV 型 Rossby 孤立波理论,以及作者提出的代数 Rossby 孤立波和包络 Rossby 孤立波理论^[5-6]均可解释大气中所出现的偶极子阻塞,但由于目前人们还不知道偶极子阻塞的地理分布和季节性变化等情况,因此世界上还没有能够建立起解释偶极子阻塞的地理位置和季节变化的理论,本文的目的就在于进一步对偶极子阻塞的地理位置分布和季节性变化进行观测研究,本文使用的资料为1969—1984年间北半球5天平均的500 hPa位势高度图,现给出偶极子阻塞的定义:

- (1) 在大气中,基本西风气流必须分成两支,并且西风分支点与汇合点之间的距离至少不少于45个经度;
- (2) 持续的时间最少不低于5天;
- (3) 偶极子阻塞的移动速度每天不超过10个纬度(经度);
- (4) 偶极子阻塞在南侧必须存在一个闭合的低压,北侧必须存在一个闭合的高压,并且高低压中心的距离不能超过30个经度。

二、北半球偶极子阻塞的统计

本文使用日本气象厅发布的北半球500 hPa 5天平均的位势高度图,对1969—

1988年9月30日收到,1989年9月11日收到再改稿。

* 现成都气象学院气象研究所工作。

1984 年这 16 年间的偶极子阻塞进行了统计, 发现在这 16 年中共产生了大约 355 个偶极子阻塞. 在这 355 个偶极子阻塞中, 持续 5 天以上、10 天以下的最多, 其次是 10 天以上、然后逐渐减少, 持续时间最长的是 30 天, 如图 1 所示.

由于本文使用的是 5 天平均天气图, 因此持续 6—7 天的偶极子阻塞也被算作持续 5 天的, 并且持续 3 和 4 天的偶极子阻塞也可能被漏掉, 这是不足之处.

1. 偶极子阻塞的地理分布

图 2 是 1969—1984 年间偶极子阻塞随经度的分布, 从图可以看出在整个经圈内偶极子阻塞有三个峰值区: 一个在 $120^{\circ}\text{E}—150^{\circ}\text{W}$, 最大峰值在 $150—180^{\circ}\text{E}$, 也就是太平洋西部区域是产生偶极子阻塞的最大区域; 另一个偶极子阻塞的发生区在 $30^{\circ}\text{W}—60^{\circ}\text{E}$, 最大峰值区在 $0—30^{\circ}\text{E}$; 再一个偶极子阻塞的发生区在 $30—90^{\circ}\text{W}$, 这个偶极子阻塞发生区并不明显. 因此从图 2 可以发现, 在太平洋上比在大西洋上所产生的偶极子阻塞要多, 并且太平洋上的偶极子阻塞主要发生在它的西部地区, 而大西洋上的偶极子阻塞主要发生在大西洋地区 ($60^{\circ}\text{W}—40^{\circ}\text{E}$) (大西洋地区的经向分布是根据 Shukla [7] 的定义而得到) 的东部.

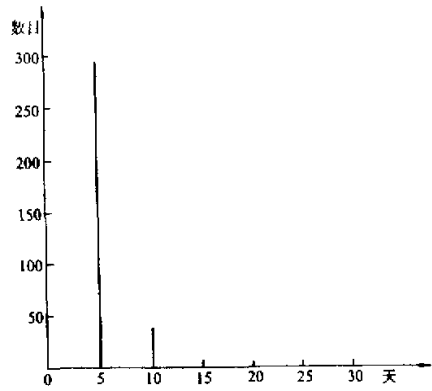


图 1 不同持续时间偶极子阻塞的频率分布

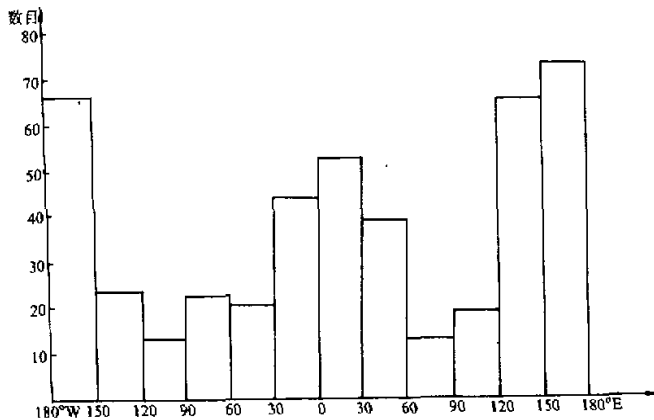


图 2 1969 年—1984 年间偶极子阻塞随经度的分布

图 3 是偶极子阻塞的中心随纬度的变化, 从图中可以看出, 偶极子阻塞主要发生在 $50—70^{\circ}\text{N}$, 并且在 60°N 附近产生的偶极子阻塞最多. Treidl 等 [8] (1981) 对大气中的北半球阻塞进行了统计, 他们发现阻塞 (单个非偶极子阻塞与偶极子阻塞之和) 产生的最大纬度带在 $55—58^{\circ}\text{N}$, 可见偶极子阻塞产生的纬度带趋于北移. 也

就是说偶极子阻塞大多产生在较高纬度地区。

2. 偶极子阻塞的季节性变化

图4a 是冬季(12—2月)偶极子阻塞随经度的变化,从图可以看出,在太平洋西部120—180°E冬季产生的偶极子阻塞最多,其次是大西洋地区(60°W—40°E)的30°W—30°E,最大峰值在30°W—0°。图4b 是春季(3—5月)偶极子阻塞随经度的分布,从图中可以看出偶极子阻塞主要产生在30°W—60°E和120°E—150°W,最大分布区域仍然在太平洋的西部,不过这时最大峰值区域局限于150—180°E,而大西洋上偶极子阻塞的最大峰值主要在0—30°E,即大西洋的东部,并且北美区域60—90°W所产生的偶极子阻塞的数目有所增加,从春季偶极子阻塞的分布与冬季的

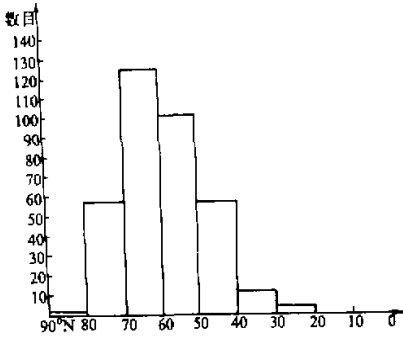


图3 偶极子阻塞的中心(高压中心与低压中心之间的中点)随纬度的分布
大西洋上偶极子阻塞的最大峰值主要在0—30°E,即大西洋的东部,并且北美区域60—90°W所产生的偶极子阻塞的数目有所增加,从春季偶极子阻塞的分布与冬季的

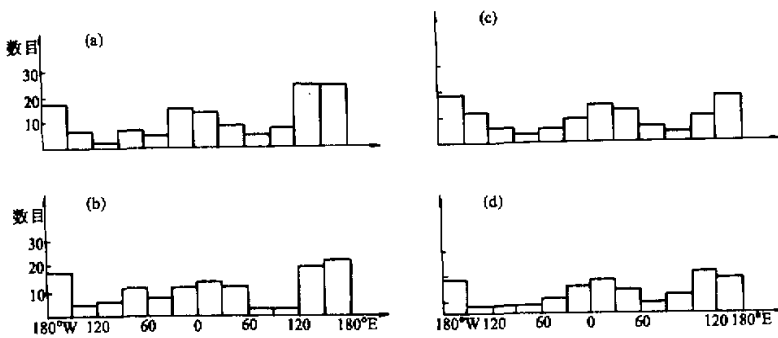


图4 偶极子阻塞随经度的分布
a. 冬季, b. 春季, c. 夏季, d. 秋季。

相比可以看出,在大西洋上冬季偶极子阻塞产生的最大峰值在30°W—0°,而春季却在0—30°E,在太平洋上冬季偶极子阻塞产生的最大峰值区在120—180°E,而春季却变为150—180°E,可见春季偶极子阻塞的分布较冬季更向东移。图4c是夏季偶极子阻塞的分布,显然偶极子阻塞产生的最大峰值区在两大洋的东部地区。在北美区域60—90°W和90—120°E所产生的偶极子阻塞最少,乌拉尔山地区30—60°E则仍为大值区。图4d是秋季(9—11月)偶极子阻塞的个数随经度的分布,从图中可以发现,秋季偶极子阻塞存在两个最大峰值区,一个是太平洋西部120—150°E,另一个是在大西洋东部地区0—30°E,而峰值最小区分别在150—60°W和60—90°E。

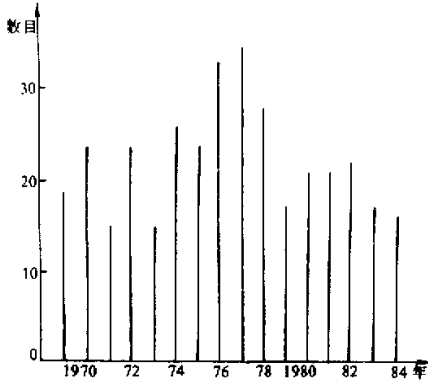


图5 1969—1984年间偶极子阻塞的年际变化

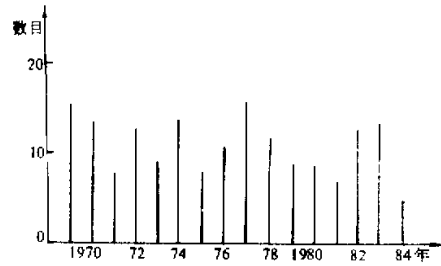


图6 太平洋地区(130°E—130°W)偶极子阻塞的年际变化

3. 偶极子阻塞的年际变化

图5是每年偶极子阻塞的总数各年的变化情况,可以看出,偶极子阻塞的年际变化很明显。这可能与基本西风 and 加热场的年际变化有关,因为大气中的阻塞是在一定的基本气流作用下由地形和非绝热加热强迫而产生的,而不同的年份,基本西风和加热场是不相同的,因而每年所产生的偶极子阻塞可能也不相同。

图6是太平洋地区(130°E—130°W)偶极子阻塞的年际变化。从图可以看出,偶极子阻塞产生最多的年份是1969和1977年,而产生最少的年份在1984年,把1969到1984年间发生在太平洋上的偶极子阻塞数目进行平均,我们可以发现在太平洋地区平均每年可以产生大约11个偶极子阻塞。图7是大西洋地区(160°W—40°E)偶极子阻塞年际变化的情况。显然,偶极子阻塞产生的最多年份是1977

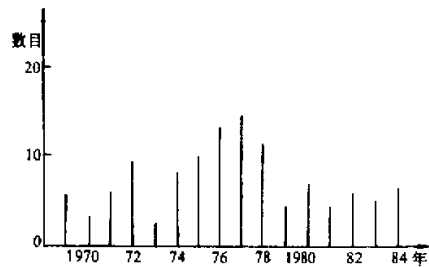


图7 大西洋地区(60°W—40°E)偶极子阻塞的年际变化

年,最少年份是1973年,并且在大西洋上平均每年可产生大约7个偶极子阻塞,可见从平均来看,每年在太平洋上所产生的偶极子阻塞比在大西洋上所产生的偶极子阻塞要多,但个别年份在大西洋上所形成的偶极子阻塞多于太平洋上的,例如1975、1976、1984年等。偶极子阻塞大多数在两大洋上产生说明地形对偶极子阻塞的产生有一定的作用,而每个季节、每年偶极子阻塞的个数和分布又是不相同的,这些特征主要取决于每个季节、每年非绝热加热场的不同分布,这在一定程度上说明加热场对偶极子阻塞是有影响的,可见偶极子阻塞与地形和加热场是有关系的。作者^[9]还讨论了地形对Modon形成的影响,指出在地形的东坡可以形成南低北高的偶极子结构,这不但可以解释在两大洋上所形成的偶极子阻塞,而且还可以解释乌拉尔山下游所形成的偶极子阻塞,但它不能解释偶极子阻塞的季节性变化。

三、几点讨论

1950年 Rex^[1] 使用了13年 500 hPa 资料对北半球大气中的阻塞(单个非偶极子阻塞与偶极子阻塞之和)进行了统计研究,他发现大气中的阻塞主要产生在 $40^{\circ}\text{W}-50^{\circ}\text{E}$ 和 $120-170^{\circ}\text{W}$ 地区,并且大西洋上的阻塞比太平洋上的要多, Summer^[2] 使用1949—1952年的资料进一步证实了 Rex 的结论. 1980年 Treidl 等^[8] 使用1945—1977年间的北半球 500hPa 资料对北半球的阻塞(单个非偶极子阻塞加上偶极子阻塞)活动进行了统计研究,他们发现,阻塞产生的纬度带在 $56-60^{\circ}\text{N}$,但在秋季,阻塞向南移动到了 $52-56^{\circ}\text{N}$,同时他们还发现在冬季阻塞产生的最大峰值区在 $0-20^{\circ}\text{W}$,即大西洋的东部,次峰值区在 $40-50^{\circ}\text{E}$ 和 $160-170^{\circ}\text{W}$,即乌拉尔山地区和太平洋的东部. 在夏季,阻塞的主要峰值区在 $30-40^{\circ}\text{E}$,亦即大西洋东部,第二个峰值区在 $10^{\circ}\text{W}-10^{\circ}\text{E}$, $60-90^{\circ}\text{E}$ 和 $140-150^{\circ}\text{W}$,即大西洋中部偏东,北美地区和太平洋的东部. 以上所作的研究都没有把单个非偶极子阻塞和偶极子阻塞分开,因此他们所得到的结论代表了大气中所有阻塞的分布情况. 本文所得到的冬季偶极子阻塞主要产生在太平洋和大西洋的西部,而夏季的偶极子阻塞则主要产生在两大洋的东部,可见本文所得到的偶极子阻塞的地理分布和季节性变化与前人所得到的有关阻塞的结论是不相同的,而且我们所得到的偶极子阻塞更偏北,即位于 $60-70^{\circ}\text{N}$ 的纬度带. 本文使用的是5天平均资料,还有不足之处. 但本文所得到的结论对于进一步认识偶极子阻塞的地理分布和季节性变化是有帮助的.

四、结 论

本文通过对大气中偶极子阻塞所进行的统计研究,可以得到如下几点结论:

- (1) 1969—1984年间,在太平洋上所产生的偶极子阻塞的总数比在大西洋上所产生的多,并且太平洋上的偶极子阻塞主要发生在它的西部地区($150-180^{\circ}\text{E}$),而大西洋上的偶极子阻塞主要发生在大西洋地区的东部($0-30^{\circ}\text{E}$).
- (2) 冬季的偶极子阻塞主要产生在两大洋的西部,夏季的偶极子阻塞主要产生在两大洋的东部,并且随着季节而变化.
- (3) 偶极子阻塞主要产生在高纬度地区($60-70^{\circ}\text{N}$),这比通常的阻塞要偏北.
- (4) 偶极子阻塞还有明显的年际变化,这可能与基本气流和加热场的年际变化有关.

致谢: 本文承朱抱真、杨大升、黄荣辉、刘式适等教授审阅,作者在此深表感谢!

参 考 文 献

- [1] Rex, D. F., 1950. Blocking action in the middle troposphere and its effect upon regional climate. part I: An aerological study of blocking action. *Tellus*, 2, 196—201.
- [2] Summer, E. J., 1954. A study of blocking in the Atlantic-European sector of the Northern Hemisphere. *Q. J. R. Meteorol. Soc.* 80, 402—416.

- [3] McWilliams, J. C., 1980, An application of equivalent modon to atmospheric blocking, *Dyn. Atmos. Oceans*, **5**, 43—66.
- [4] Malguzzi, P and P. Malanotte-Rizzoli, 1984, Nonlinear stationary Rossby wave on nonuniform zonal winds and atmospheric blocking, part I: The analytical theory, *J. Atmos. Sci.*, **42**, 2620—2628.
- [5] Luo, D. H (罗德海) and L. R. Ji (纪立人), 1988, Algebraic Rossby solitary wave and blocking in the atmosphere, *Adv. Atmos. Sci.*, **5**, No. 4, 445—454.
- [6] 罗德海、纪立人, 1989, 大气中阻塞形成的一个理论, 中国科学, B 辑, 第 1 期, 103—112.
- [7] J. Shukla and K. C. Mo, 1983, Seasonal and geographical variation of blocking, *Mon. Wea. Rev.*, **111**, 388—402.
- [8] Treidl, R. A, et. al., 1981, Blocking action in the Northern Hemisphere: A climatological study, *Atmosphere-Ocean*, **19**, 1—23.
- [9] 罗德海、纪立人, 1990, 地形对正压大气中 Modon 形成的影响和大气阻塞, 大气科学文集, 科学出版社, 122—129.

OBSERVATIONAL STUDY OF DIPOLE BLOCKING IN THE ATMOSPHERE

Luo Dehai and Ji Liren

(Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences)

Abstract

In this paper, the 5-day mean 500 hPa geopotential height maps were used to carry out a statistical study on dipole blocking in the Northern Hemisphere during 1969 to 1984, and the seasonal and geographical variation of dipole blocking was discussed. Also the latitude distribution of dipole blocking was discussed and some useful results were obtained.

Key words: Dipole blocking; Statistical study; Weather maps.