

东亚季风指数分类初析

江 滢

(中国气象局气候研究开放实验室, 北京 100081)

提 要

回顾了亚洲季风指数定义方法发展历程。将东亚季风强度指数按定义时所使用的要素类型分类为环流类、温湿类、海陆差异类、方程类和综合类,指出了各类指数特点及适用范围,并为今后开展相关研究提出一些设想。

关键词: 季风指数 分类 对比分析

引 言

目前国内外关于亚洲季风的研究虽然很多,但如何定量描述亚洲季风的爆发、进退和强度目前仍是一个很有争议的问题,用一个或几个简单的指数来定量描述复杂的大尺度季风特征是困难的。许多学者根据自己的研究需要,定义了相应的季风指数,因此,各季风指数所反映的区域或所应用的范围、限制均不相同。高辉、何金海等将确定南海夏季风爆发日期的方法分为环流类、温湿类和外强迫作用类^[1]。由此得到启发,本文进一步将定义亚洲季风强度(或面积)指数的方法按所使用的要素类型分为环流类、温湿类、海陆差异类、方程类和综合类。由于文献[1]已经将确定南海夏季风爆发日期的方法概述得十分详尽,本文不再重复。此外,由于过去许多学者认为东亚夏季风是南亚夏季风向东的延伸,因此有必要先回顾亚洲季风指数定义方法,之后,仅对东亚季风强度(或面积)指数进行分类,并对各类季风指数的优缺点和使用范围进行初步的对比分析。同时提出关于东亚季风指数定义方法等方面的一些设想,使其在气候诊断、监测和短期气候预测的应用中发挥更大的作用,为即将建立的东亚季风监测系统提供参考意见。

1 亚洲季风指数的定义方法回顾

季风指数定义方法的发展与人们对季风认识的不断加深是分不开的。过去人们一直认为中国大陆、南海和西太平洋地区的季风起源及变化源地归结于印度季风^[2],因此,早期定义的季风指数大多基于整个亚洲或亚洲季风的东(南)亚部分,而不是东(南)亚季风子系统。如60年以前,我国著名气象学家竺可桢^[3],涂长望和黄仕松^[4]表征季风进退和定义季风强弱的方法。20世纪70年代以后,随着季风和热带气象学研究的蓬勃展开,构建指数的方法也逐渐丰富起来。如,陶诗言和陈隆勋^[5],Parthasarathy^[6]等用季风降水的多寡分别定义了中国和印度季风降水指数,并得到广泛的应用。郭其蕴^[7],Hanawa^[8]则用海陆气压差来表示亚洲夏季风的强度。这一阶段定义季风指数的方法都有一个共同的特点,即,都是根据季风的某一个特征(如降水,气压差,单站风等)从季风的某一个侧面来反映季风的强弱。由于当时资料、计算等方面条件限制以及人们对季风认识上的不足,该阶段定义的季风指数不可避免地、或多或少地具有片面性或局限性。20世纪80年代中后期,由于亚洲季风研究领域的突破性进展以及气象卫星资料在此领域的

应用,定义季风指数的方法也开始进入百家争鸣阶段。此阶段,季风领域的突破性进展是:东亚和南亚的季风系统是亚洲大季风系统中两个相对独立的子系统^[2,9]等理论提出和证实。之后,Lau等^[10],Wang和Fang^[11]分别开始用两个指数去量化南亚和东亚夏季风。另外,此阶段早期,Webster和Yang^[12]在定义季风指数方面做出了突出的贡献:他们首先用对流层风场定义了著名的WY夏季风指数,为许多学者开阔了视野,人们逐渐认识到用大尺度环流特征来表征季风的强弱十分有效,也很容易与季风的其它特征建立联系。于是,许多学者开始用高低空风场分别结合季风的降水^[10,13]、对流^[14,11]等特征,或者结合与季风相关联的Hadley环流^[13]、季风槽^[15]等特征来定义季风强度。这表明季风指数的定义方法开始复杂化,定义的季风指数更全面地表征了季风的特征。此外,由于卫星监测资料在定义季风指数方面的应用(如Murakami等^[16]用OLR来定义季风强弱指数),季风的又一侧面得到较好的反映。

从上述回顾不难看出,定义亚洲季风指数的方法日趋复杂化和多元化。但是,到目前为止,国内外诸多关于东亚季风指数的研究中,还没有一种指数被广泛接受^[1],因此有必要将定义东亚季风指数的方法进行分类和比较以方便使用或改进。

2 定义东亚季风指数的方法分类

将80年代以来的具有代表性的东亚季风强弱的指数,按定义时所用的要素类型主要分为环流类、温湿类、海陆差异类和完全从动力、热力学方程出发结合其物理意义而定义的方程类,还有一些指数的定义要素包含以上两种或两种以上要素类型称为综合类。

2.1 环流类季风指数

环流类季风指数包括用位势高度、高低空风场(经向风和纬向风)及其散度、涡度等要素定义的季风指数,其中用高低空风场定义的指数最多。

在用高低空风场定义的季风指数中,除

了Lu和Chan^[17]用1000hPa经向风定义中国南方冬夏季风指数外,其它各指数均用850hPa风场或200hPa风场或两者相结合起来定义的,其差别在于从不同的角度出发,根据季风的特点,选择不同的区域,来反映季风的侧面(表略)。而用位势高度定义的东亚季风指数主要包括用500hPa上槽脊代表季风强度及依据EAP遥相关型与东亚夏季风关系定义东亚夏季风指数^[18]。

综合来看,用环流要素定义的东亚季风指数能很好地反映东亚环流场的变化,并能较好地结合东亚季风的其它特征,是发展比较成熟的一类季风指数定义方法,但总体来说,此类东亚季风指数在反映季风降水方面显得有些不足。

2.2 温湿类季风指数

温湿类季风指数包括用OLR、TBB、相当位温和降水量等要素定义的季风指数。

Lau^[10]及周兵等^[19]分别用不同区域的降水量定义了南亚降水指数、东南亚降水指数和南海降水指数、东亚降水指数。由于很难区分季风降水和非季风降水,因此用降水指数来监测季风的爆发、发展、中断和撤退不十分准确,但若作为全年季风强度的监测指标又是最直接的。因此,Wang^[11]及周兵^[19]等又分别用OLR构造了印度夏季风指数、东南亚夏季风指数和南海季风指数、东亚季风指数来弥补降水指数易受非季风天气系统影响的不足,但是OLR季风指数受云的影响比较大。

2.3 海陆差异类季风指数

海陆差异类季风指数包括热力差异和动力差异两类季风指数。

郭其蕴^[7]取110°E与160°E之间的海平面气压差来表征东亚夏季风的强度。赵汉光和张先恭^[20]引用郭其蕴的方法建立冬季风强度指数。施能^[21,22]改进了郭其蕴的方法。但热带地区气压场的变化相对较小,因此仅用气压差定义的季风指数来描述热带地区季风效果并不理想,用该指数来描述副热带地

区的季风效果较好。

孙秀荣、陈隆勋^[23]细化并改造了郭其蕴和施能的季风强度指数,同时考虑了东西向和南北向的海陆热力差异,该季风指数虽然不是严格的季风指数,但与上述动力差异类季风指数相比,孙秀荣、陈隆勋构造的热力差异季风指数考虑得更详尽些。

属于海陆差异类的季风指数还有 Hanawa^[8]用海参崴与日本根室两站气压差构造的冬季风指数,该冬季风指数所用的站数少,纬度偏高,更适用于日本。

2.4 综合类季风指数

综合类季风指数是用两种或两种以上要素相结合来反映季风特征的指数(或指标)。综合类季风指数(或指标)多是用来判定南海夏季风爆发日期的,由于文献[1]概述得已经很详尽了,本文不再重复。梁建茵等^[24]和张秀芝等^[25]定义的指数反映南海季风强度。钱国荣^[26]则定义的是单点逐日的季风强度指数;而祝从文等^[27]结合东亚热带和副热带季风双重特性定义其强度指数。

由于东亚地区季风活动不仅受热带季风的作用,同时还受副热带季风的影响,两种不同性质的季风既有联系又相互独立,用单一要素很难全面地表达东亚季风的活动。而综合类季风指数可以将反映季风不同特点的多种要素结合起来,因此能更全面地表征东亚季风复杂的特征,此类季风指数也许是最有前途的一类反映东亚季风变化的指数。但是由于对东亚季风认识有限,将哪些要素如何结合起来才能更好地表征东亚季风还有待于进一步研究。

3 关于今后开展东亚季风指数研究的设想

(1)根据黄荣辉等的研究^[9]:东亚季风区水汽的辐合辐散主要是由于湿度平流造成的,而印度季风区水汽的辐合辐散主要是由于风场的辐合辐散所造成的,并且印度季风夏季水汽输送特征是以纬向输送为主,经向输送很小,而东亚季风区夏季水汽输送特征是水汽经向输送很大。水汽的输送直接影响

东亚地区的降水,在构建季风指数时如何表征东亚季风水汽输送的特征,值得进一步研究。

(2)ENSO循环对于东亚夏季降水有很大影响,黄荣辉^[28,29]等指出 ENSO 暖事件的发展(衰亡)阶段,我国江淮流域以及日本和韩国夏季降水偏多(少),而华北和江南地区的降水偏少(多)。陈文等^[30,31]发现 ENSO 事件成熟期我国东部沿海冬季风偏弱,经常发生暖冬现象。金祖辉、陶诗言等^[32]也指出了 ENSO 事件显著的影响了东亚季风的强弱。如何把 ENSO 的影响加到季风指数的定义里,是一个值得思索的问题。

(3)Hahn 等^[33]和 Dickson^[34]的研究表明印度季风降水和欧亚积雪具有反相关关系,陈烈庭等^[35,36]发现青藏高原冬春季积雪影响长江中、下游初夏的降水。这是否表明青藏高原冬春季积雪对东亚季风降水有预测性的指示意义?还有哪些因子可能对东亚夏季风强弱有预测性意义?能否用对东亚季风具有预测性意义的因子定义一个或几个东亚季风的预测指标,这将对短期气候预测水平的提高有巨大的推动作用。

(4)东亚冬季风的活动,不仅可以引起我国及邻近国家的寒潮降温和降雪等灾害性天气,还可以影响到马来西亚、印度尼西亚、澳大利亚等地汛期的旱涝,有极重要的意义。如何很好地定量描述东亚冬季风的进退、强弱有待于进一步深入研究。

参考文献

- 1 何金海,丁一汇,高辉.南海夏季风建立日期的确定与季风指数.北京:气象出版社,2001:1~41.
- 2 朱乾根,林锦瑞,寿绍文等.天气学原理和方法.北京:气象出版社,1992:565~577.
- 3 竺可桢.东南季风与中国之雨量.地理学报,1934,1(1):1~27.
- 4 涂长望,黄仕松.夏季风进退.气象杂志,1944,18:1~20.
- 5 Tao Shiyan and Chen Longxun. A review of recent research on the East Asian summer monsoon in China. Monsoon Meteorology, Edited by C. P. Cheng and Y. N.

- Krishnamurti, Oxford university Press, 1987: 60—92.
- 6 Parthasarathy. B., K. R. Kumar, and d. R. Kotha-waie. Indian summer monsoon rainfall indices. 1871—1990. *Meteor. Mag.*, 1992, 121: 174—186.
 - 7 郭其蕴. 东亚夏季风强度指数及其变化的分析. *地理学报*, 1983, 38(3): 207—216.
 - 8 Hnawa K T, Watanabe N, Iwasaka T Skuga and Toba Y. Surface thermal conditions in the western Pacific during the ENSO events. *J. Meteor. Soc. Japan*, 1988, 66(3): 445—456.
 - 9 黄荣辉, 张振洲, 黄刚等. 夏季风东亚水汽输送特征及其与南亚季风区水汽输送的差别. *大气科学*, 1997, 21(4): 460—469.
 - 10 Lau K. M., K. M. Kim and S. Yang. Dynamical and boundary forcing characteristics of regional components of the Asian summer monsoon. *J. Climate*, 2000, 13: 2461—2482.
 - 11 Wang B. and Z. Fan. Choice of South Asian summer monsoon indices. *Bull. Am. Meteor. Soc.*, 1999, 80: 629—638.
 - 12 Webster, P. J. and S. Yang. Monsoon and ENSO: selectively interactive systems. *Q. J. R. Meteor. Soc.*, 1992, 118: 877—926.
 - 13 Goswami B. N., V. Krishnamurthy and H. Annamalai. A broad scale circulation index for the interannual variability of the Indian summer monsoon. *Q. J. R. Meteor. Soc.* 1999, 125: 611—633.
 - 14 Bin Wang, Renguang Wu and K. M. Lau. Interannual variability of the Asian Summer Monsoon: Contrasts between the Indian and the western North Pacific—East Asian monsoons. *J. Climate*, 2001, 14: 4073—4090.
 - 15 张庆云, 陶诗言. 夏季东亚热带和副热带季风与中国东部汛期降水. *应用气象学报(增刊)*, 1998, 9(8): 17—23.
 - 16 Murakami. T. and J. Matsumoto. Summer monsoon over the Asia continent and western north Pacific. *J. Meteor. Soc Japan*, 1994, 72: 745—791.
 - 17 Er Lu and Johnny CL. Chan. A unified monsoon index for south China, *Journal of Climate*. 1999, 12(8): 2375—2385.
 - 18 黄刚. 东亚夏季风环流指数与夏季气候变化关系的研究. *应用气象学报(增刊)*. 1999, 10: 63—69.
 - 19 周兵, 何金海. 关于东亚副热带季风指数选择的讨论. 南海夏季风建立日期的确定与季风指数, 气象出版社, 2001: 111—117.
 - 20 赵汉光, 张先恭. 东亚季风和我国夏季雨带的关系. *气象*, 1994, 22(4): 8—12.
 - 21 施能. 近 40 年东亚冬季风强度的多时间尺度变化特征及其与气候的关系. *应用气象学报*, 1996, 17(2): 175—181.
 - 22 施能, 朱乾根, 吴彬贵. 近 40 年东亚夏季风及我国夏季大尺度天气气候异常. *大气科学*, 1996, 20(5): 575—583.
 - 23 孙秀荣, 陈隆勋, 何金海. 东亚海陆热力差指数与东亚夏季风强度关系探讨. 南海夏季风建立日期的确定与季风指数, 气象出版社, 2001: 96—108.
 - 24 梁建茵, 吴尚森. 南海夏季风爆发日期的确定及其机理研究. SCSMEX 研讨会文集, 北京, 2000: 4.
 - 25 张秀芝, 李江龙, 阎俊岳等. 南海夏季风爆发的环流特征及指标的研究. 南海夏季风建立日期的确定与季风指数. 北京: 气象出版社, 2001: 83—95.
 - 26 钱国荣, 余志忠. 梅雨期季风强度指数的基本特征. 全国热带学术会议论文集(1982), 云南人民出版社, 1982: 67—71.
 - 27 祝从文, 何金海, 吴国雄. 东亚季风指数及其与大尺度热力环流年际变化关系. *气象学报*, 2000, 58(4): 391—401.
 - 28 Huang Ronghui and Wu Yifang. The influence of ENSO on the summer climate change in China and its mechanism. *Adv. Atmos. Sci.*, 1989, 6: 21, 32.
 - 29 黄荣辉. 关于我国重大气候灾害的形成机理和预测理论研究. *中国基础科学*, 2001, 8: 4—8.
 - 30 Chen Wen, Hams F. Graf. The interannual variability of East Asian winter monsoon and its relationship to global circulation. Max-Planck-Institute for Meteorologic Report, 1998, 250.
 - 31 Chen Wen, Hans F. Graf and Huang Ronghui. The East Asian winter monsoon and its relationship to summer monsoon. *Adv. Atmos. Sci.*, 2000, 17: 48—60.
 - 32 金祖辉, 陶诗言. ENSO 循环与东部地区夏季和冬季降水的关系. *大气科学*, 1999, 23(6): 664—672.
 - 33 Hahn. D. J. and J. Shukla. An apparent relationship between snow cover and the Indian monsoon rainfall. *J. Atmos. Sci.*, 1976, 33: 2461—2462.
 - 34 Dickinson. R. R., Eurasian snow cover versus Indian rainfall—An extension of the Hahn-Skukla results. *J. Clim. Appl. Meteor.*, 1984, 23: 171—173.
 - 35 陈烈庭, 阎志新. 青藏高原冬春积雪对大气环流和我国南方汛期降水的影响. 中长期水文气象预报文集 I, 北京: 水利电力出版社, 1979: 185—195.
 - 36 陈烈庭, 阎志新. 青藏高原冬春异常雪盖影响初夏季风的统计分析. 中长期水文气象预报文集 II, 北京: 水利电力出版社, 1981: 133—141.
 - 37 王启一, 丁一汇, 江滢. 亚洲季风活动及其与中国大陆降水关系. *应用气象学报*, 1998, 9(增刊): 84—89.
 - 38 何敏. 热带环流强度变化与我国夏季降水异常的关系.

- 应用气象学报,1999,10(2):171~180.
- 39 谢安,戴念军.关于南海夏季风爆发日期和季风强度定义的初步意见.南海夏季风建立日期的确定与季风指数.北京:气象出版社,2001:67~70.
- 40 乔云亭,陈烈庭,张庆云.东亚季风指数的定义及其与中国气候的关系.大气科学,2002,26(1):69~82.
- 41 李崇银.一种南海季风的指数及其年际变化.南海夏季风建立日期的确定与季风指数.北京:气象出版社,2001:78~82.
- 42 孙淑清,孙伯民,东亚冬季风环流异常与中国江淮旱涝天气的关系.气象学报,1995,53(4):440~450.
- 43 于星.东亚夏季风和中国降水的关系.硕士论文,2001.

On Classification of East Asian Monsoon Indices

Jiang Ying

(National Climate Center, Beijing 100081)

Abstract

On the basis of the review of Asian monsoon indices' defined method, East Asian monsoon intensity and area indices are classified into five classes, such as circulation class, humid-thermal class, land-sea contrast class, equation class and synthesis class. Meanwhile, the difference of varied kinds of monsoon indices is emphasized. Furthermore, some outlooks of this field are put forward.

Key Words: monsoon index classification comparison