

聚类分析支持下西北太平洋台风时空特征分析

杨峰

惠州学院地理与旅游学院, 广东 惠州 516007

摘要 : 本文通过聚类分析, 对西北太平洋台风划分了五类, 主要包括三个西向直线移动类型和两个北向转折类型。其季节性分布主要集中在6至11月, 8月份达到顶峰。五类台风轨迹在移动特征, 起始位置的经纬度分布呈现出各自的规律。对于登陆位置, 北折型台风主要影响中国东部沿海, 而西向直线移动台风则对中国南部沿海和菲律宾群岛产生不同的影响。这种分类方法有助于更深入地理解台风的形成和移动机制, 为台风预警和防灾减灾提供了重要的科学依据。

关键词 : 台风; 聚类分析; 时空特征 项目支持: 惠州学院博士科研启动金

Analysis of spatiotemporal characteristics of typhoons in the northwest Pacific supported by cluster analysis

Yang Feng

School of Geography and Tourism, HZU, Huizhou, Guangdong 516007

Abstract : As a highly destructive weather system on Earth, typhoons have a particularly significant impact on China. This article divides typhoons in the Northwest Pacific into five categories through cluster analysis, mainly including three types of westward linear movement and two types of northward turning types. Its seasonal distribution is mainly concentrated from June to November, reaching its peak in August. The trajectories of the five types of typhoons each have their own characteristics, and in terms of movement characteristics, the distribution of longitude and latitude at the starting position presents their own patterns. For the landing location, the northbound typhoon mainly affects the eastern coast of China, while the westward moving typhoon has different impacts on the southern coast of China and the Philippine Islands. This classification method helps to gain a deeper understanding of the formation and movement mechanisms of typhoons, providing important scientific basis for typhoon warning and disaster prevention and reduction.

Keywords : typhoon; cluster analysis; spatiotemporal characteristics

一、引言

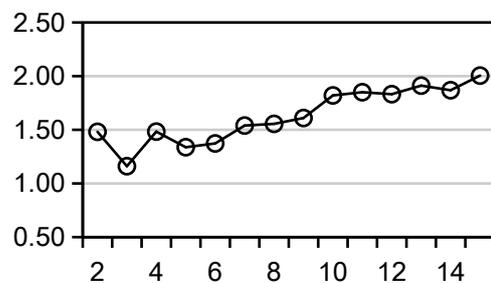
台风产生于热带海洋, 具有暖心结构, 达到一定强度, 是地球上最具有灾害性和破坏力的一种天气系统^[1]。我国毗邻全球热带气旋最活跃的西北太平洋, 是世界上受台风影响最频繁、最严重的国家之一^[2]。这种热带风暴在全球八大海区均有发生。台风带来的风、暴、潮、泥石流、滑坡等灾害给受灾地区带来巨大的经济损失^[3-4]。

对过去台风活动特点进行概括总结, 有助于更好地理解台风活动规律, 发现科学问题, 推动台风机理和相关预报预测技术发展, 提高台风预报预测准确率, 最终服务于防灾减灾^[5-6]。在台风的各种物理过程的研究当中, 台风的移动是最为重要的问题, 也是台风预报业务中最关键的一个问题^[7]。

本文以数据挖掘和统计方法为主要分析手段, 通过轨迹分析对西北太平洋海域台风的整体时空规律和变化特征进行挖掘。从而更好的掌握影响我国南海及周边海域台风活动的时空规律特征, 为该地区周边人民的生产、生活服务。

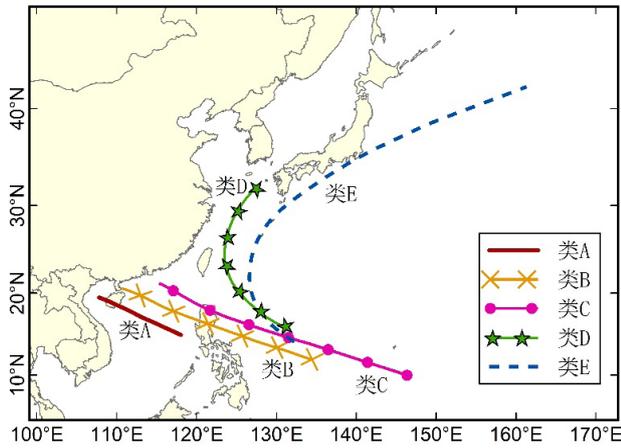
二、台风聚类结果

本文采用的台风数据为中国气象局提供的台风最优路径数据集。将台风轨迹进行 M 等分, 并确定聚类的个数。根据 average similarity^[8] 指标显示 (图 1), 本文选择将台风轨迹划分为 5 类, 依次标识为: 类 A、类 B、类 C、类 D 和类 E, 聚类结果如 (图 1) 所示。



(图 1) 聚类指标值随聚类个数变化情况

作者简介: 杨峰, 男, 1978 年生, 博士, 主要从事大数据空间分析研究。E-mail: kfyfeng@163.com。

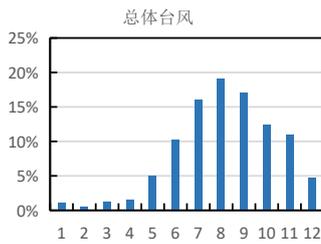


(图2) 轨迹等分法聚类中心

三、各类台风的时空特征

(一) 各类台风季节分布

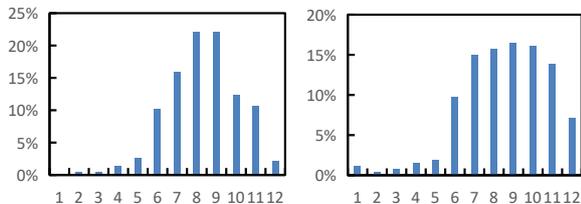
总体来看，影响南海台风总体的季节性分布主要集中在6-11月，占总体的86%。1-4月份很少台风生成，仅占全年的5%。从5月份开始增多，6月份之后显著增多，到八月份达到顶峰，之后又开始逐步减少，至12月显著减少。该特点为西北太平洋台风的季节性分布典型特征^[9-11]。



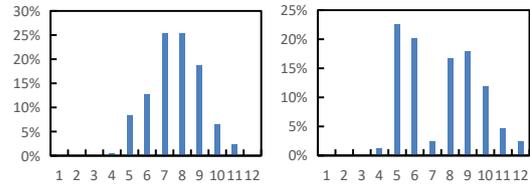
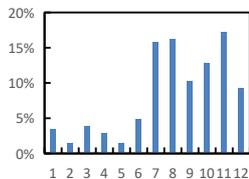
(图3) 影响南海总体台风生成比率季节分布

各类台风中(图4)，西向直线移动型轨迹(类B、类C)的活动期主要分布在7-11月间。北折移动的台风(类D、类E)则更多分布在7、8、9月台风季节的高峰期。这种季节性的变化特点与西北太平洋季风槽和副热带高压脊的位置变化有关^[12,13]。类A为南海本地产生的台风，主要集中在6-11月。

(a) 类A (b) 类B



(c) 类C (d) 类D (e) 类E



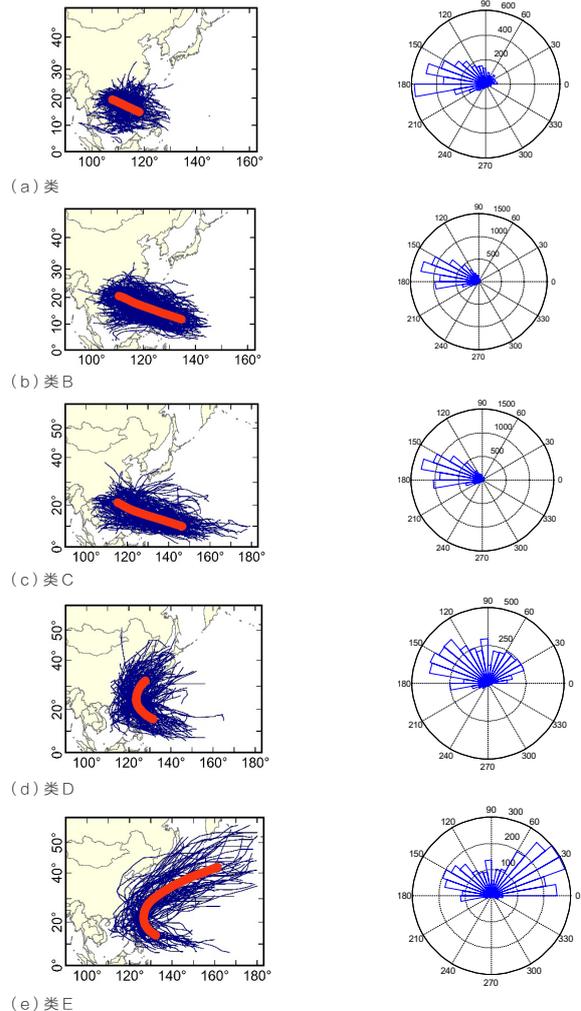
(图4) 不同轨迹聚类方法所得各类台风生成比率季节分布

(二) 各类台风移动特征

对于类A、类B和类C三种西向移动轨迹(图5)，其轨迹主要为东西方向的直线延伸分布，其轨迹均主要分布在30°N以南区域。类A主要集中在南海区域内，为南海本地产生的台风。类B与类C中所包含台风轨迹主要为从西北太平洋产生后向西移入南海地区的台风。从移动的方向频率分布可以看出，这三个类中轨迹的移动方向主要分布在在170°附近范围内，为明显的单峰分布。

对于轨迹类D和类E两种北向转折型移动轨迹而言(图5)，轨迹移动趋势表现为在南海附近转折后向高纬度移动。类E中的轨迹总体移动距离更长，向北移动的更远，达到60°N附近。在空间分布上，它们均具有较大的分布范围。与直线移动轨迹的单峰分布特点不同，转折型轨迹的移动方向频率分布具有较为明显的西北和东北移动方向两个峰值。

台风轨迹聚类中心及类所属台风轨迹元素 类所属台风轨迹角度分布

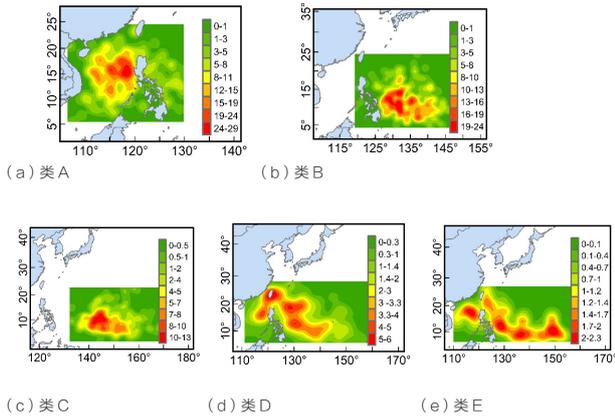


(图5) 台风轨迹聚类中心及轨迹角度分布

(三) 各类台风产生位置

如(图6),对于类A、类B、类C三种西向直线移动的台风轨迹起始位置的平均经度分别为117.38° E、134.01° E和148.93° E。这三种台风轨迹的起始位置分布对应于西北太平洋三个主要的台风产生源地,即南海海盆,菲律宾海盆和马里亚纳群岛。从纬度分布上而言,位于南海区类A中台风轨迹的平均起始位置的纬度分布相对较高,位于14° N附近。类B和类C所属台风轨迹的起始位置的纬度分布则相对较低,平均位于10° N左右。

对于类D中台风轨迹起始位置的分布位于140° E以西的区域,且空间分布相对较为分散,平均位于130° E附近(表3),主要集中在菲律宾海盆和南海东北部及台湾岛周围的区域。类E中台风轨迹的起始位置分布更为分散,广泛分布在从南海至东经150° E的范围内。

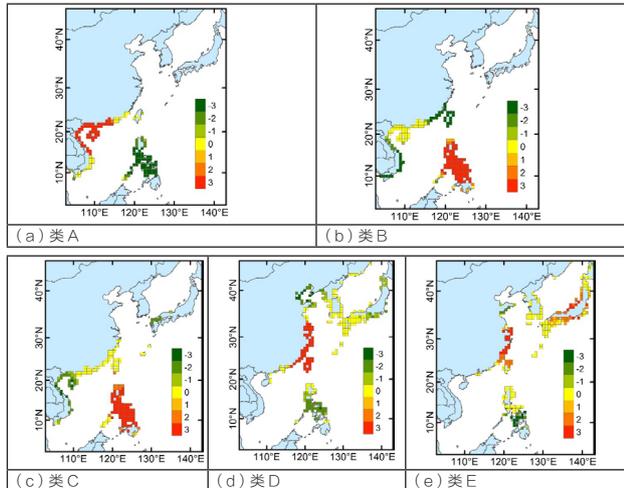


(图6)不同轨迹聚类方法所得各类中台风轨迹产生点的KDE分布(密度值为乘以10的-5次方,单位为米每平方公里,为栅格中台风轨迹累积的长度。)

(四) 各类台风登录区域

从登录情况来看(图7),类A台风产生于南海内部,其登录热点地区主要集中在中国的广东、广西、海南和越南北部区域。类B和类C台风均为由西北太平洋产生后向西移入南海的台风,其登录热点区域为菲律宾沿岸。类D中台风登陆热点区域则更加的向北延伸,达到中国的江苏省。

类E台风主要集中在中国的浙江省以及江苏省的南部和福建省的北部部分地区。同时由于类E中的台风轨迹包含较多的距离较长的台风,因而在日本沿岸也表现出较多的登陆情况。



(图7)不同轨迹聚类方法所得各类中台风登陆区域热点分布

四、结论

本文利用轨迹聚类方法对影响南海的西北太平洋台风轨迹进行了轨迹聚类分析。获得了五种台风轨迹类型,包括三个西向移动直线型和两个北向转折型。

其中生成于南海和菲律宾海的类A和类B中台风主要分布在6-11月。类C中的台风则在台风生成季节的早期和晚期存在高峰期。北折型台风中,类D台风主要集中在夏秋季节。同时在纬度上,台风轨迹的产生位置存在随季节变化的特点,夏秋季平均生成纬度偏高,冬季平均生成纬度偏低。类E中台风反映出移动到中高纬度区域的变性台风,主要发生在春-夏和夏-秋转换之际。

对于台风的登陆位置而言,北折型台风主要影响中国东部的福建、台湾、浙江以及江苏等沿海省份。生成于南海区域的类A中的台风,主要影响中国的广东、广西、海南以及越南北部;产生于西北太平洋区域的类B、类C中的台风,则主要影响菲律宾群岛。

参考文献

- [1] Y. Wang, C.-C. Wu. Current understanding of tropical cyclone structure and intensity changes - a review [J]. *Meteorology and Atmospheric Physics*, 2004, 87 (4), 257-278.
- [2] 梁必骥, 梁经萍, 温之平. 中国台风灾害及其影响的研究 [J]. *自然灾害学报*, 1995, 4 (1): 84-91.
- [3] 陈佩燕, 杨玉华, 雷小途, 等. 我国台风灾害成因分析及灾情预估 [J]. *自然灾害学报*, 2009, 18 (1): 64-73.
- [4] 何彩芬, 钱燕珍. 2000年浙江省热带气旋灾情评估 [J]. *浙江气象*, 2002, 23 (2): 4-6.
- [5] 聂高臻, 钱奇峰. 2022年西北太平洋和南海台风活动概述 [J]. *海洋气象学报*, 2023, 43(4): 108-109.
- [6] 向纯怡, 高拴柱, 刘达. 2021年西北太平洋和南海台风活动概述 [J]. *海洋气象学报*, 2022, 42 (1): 39-49.
- [7] J.C.L. Chan. The Physics Of Tropical Cyclone Motion [J]. *Annual Review of Fluid Mechanics*, 2005, 37 (1), 99-128.
- [8] A.M. Bensaid, L.O. Hall, J.C. Bezdek, L.P. Clarke, M.L. Silbiger, J.A. Arrington, R.F. Murtagh. Validity-guided (re) clustering with applications to image segmentation [J]. *Fuzzy Systems, IEEE Transactions on*, 1996, 4 (2), 112-123.
- [9] L. Xue, R. Fumin, Y. Xiuqun, W. Changjin. A Study of the Regional Differences of the Tropical Cyclone Activities over the South China Sea and the Western North Pacific (in Chinese) [J]. *Climatic and Environmental Research*, 2010, 15 (4), 504-510.
- [10] S.J. Camargo, A.W. Robertson, S.J. Gaffney, P. Smyth, M. Ghil. Cluster analysis of typhoon tracks. Part I: General properties [J]. *Journal of Climate*, 2007, 20 (14), 3635-3653.
- [11] H.S. Kim, J.H. Kim, C.H. Ho, P.S. Chu. Pattern Classification of Typhoon Tracks Using the Fuzzy c-Means Clustering Method [J]. *Journal of Climate*, 2011, 24 (2), 488-508.
- [12] J. Qiu, R. Wang. Road Map Inference: A Segmentation and Grouping Framework [J]. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 2016, 5 (8), 130.
- [13] H.H. Chia, C.F. Ropelewski. The Interannual Variability in the Genesis Location of Tropical Cyclones in the Northwest Pacific [J]. *Journal of Climate*, 2002, 15 (20), 2934-2944.