

文章编号：1004-4965 (2004) 06-0633-10

我国登陆台风引起的大风分布特征的初步分析

杨玉华，雷小途

(上海台风研究所，上海 200030)

摘 要：用 1949~2001 年我国台风大风实测纪录对此期间台风引起的大风进行研究，具体分析了台风引起的 6 级及以上、8 级及以上大风的频数，和大风风速的平均值、极端最大值的分布特征，并对台风登陆的地段、季节对上述要素的影响和台风登陆前、后上述要素的变化做了进一步分析。结果表明：在引起我国境内大风天气的台风中，有 62% 在我国登陆；而登陆我国的台风中，有 89% 会引起大风过程。台风引起的我国境内大风主要出现在东南沿海，等频数线几乎与海岸线平行，向内陆急剧减小，在杭州湾以北地区较少出现 8 级以上的台风大风，而极端最大风速与大风频数有类似的分布；在华南登陆的台风引起的大风频数明显高于华东和华北，华东又高于华北，引起的大风风速的大值区与登陆地段较为一致；登陆台风在 4~8 月间逐渐增多，引起的大风范围逐步向北推进，在 9~11 月间登陆台风逐渐减少，大风范围逐步往南消退；台风登陆前引起的大风主要集中在沿海地带，登陆后台风大风出现范围明显扩大。

关 键 词：台风大风； 登陆台风； 大风频数

中图分类号：P425.4.7

文献标识码：A

1 引 言

在台风所带来的所有灾害之中，尤以风灾为甚。诸如船只的翻沉、房倒屋塌等建筑物的毁坏，及台风浪、台风潮等灾害均直接取决于台风的大风^[1]。而且，由于陆地是人类活动和财产的主要聚集地，因此，掌握台风所引起的大风特征，特别是陆上大风的分布，对于减轻台风的灾害是十分重要的。我国是频受台风登陆及影响致灾的国家之一。但是，台风引起的我国境内的大风分布特征的研究却很少，田辉等^[2]曾对我国华南、华东沿海的登陆台风暴雨和大风特征进行了简单分析，认为华东沿海登陆台风暴雨和大风不亚于华南登陆台风暴雨和大风。Sanders^[3]指出，在菲律宾，强台风损坏的住宅是弱台风的 16 倍，损坏住宅的数目要大 9 倍，而伤亡的数目要大 2.5 倍。对台风风场的研究表明，成熟台风的

收稿日期：2003-07-28；修订日期：2004-01-12

基金项目：国家科技部社会公益性重点项目专题“华东台风登陆前大风分布研究”资助

作者简介：杨玉华（1978-），女，江西人，实习研究员，硕士，主要从事登陆台风的研究。

内核区, 气流属于旋衡性平衡, 在台风环流的外区, 风场近似满足梯度风平衡^[4]。应用台风气压场分布的藤田公式^[1], 在已知台风中心气压、中心附近最大风速半径及台风外围气压的情况下, 便可推算出台风区域内任意位置(该点气压已知)的风速^[5], 并尝试做大风圈预报^[6]。另一方面, 台风在与中纬度系统(西风槽、副高等)的相互作用下, 有时会在台风外围(据台风中心 800 km 以外)产生大风^[7]。然而, 当台风登陆时, 由于地形的摩擦作用不再是个小量, 原有的旋衡风、梯度风均不再成立, 台风风场的经典模型将不复有效, 现在对登陆台风的外围大风分布仍缺乏了解。此外, 是否所有在我国境内登陆的台风均有大风天气伴随? 引起大风天气的台风是否均在我国境内登陆? 本文对这些问题进行了初步研究, 着重分析了在我国登陆的台风所引起的大风分布特征, 为进一步了解我国登陆台风引起的风灾及其机制奠定基础。

2 资料说明

本文使用的资料, 取自中国气象局台风年鉴整编组整编的 1949~2001 年的我国台风

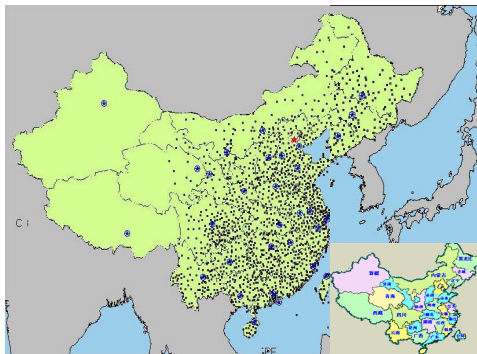


图 1 台风年鉴整编选定的 1644 个测站分布

大风实测记录。其中, 我国台风大风是指: 受其影响, 在我国境内选定的 1644 个测站(由中国气象局台风年鉴整编组选定, 如图 1 所示)中, 出现的最大风速(10 分钟平均) 10.8 m/s (6 级及以上)或阵风(极大风)风速(2 分钟平均) 17.2 m/s (8 级及以上)者。台风的位置和强度及登陆台风的相关资料(如登陆点、登陆时间)等均取自文献^[8、9]。本文对大风频数的统计使用了最大风速和极大风速两种资料(取极大风速 8 级相当于最大风速 6 级, 极大风速 10 级及以上相当于最大风速 8 级及以上), 但对风速的统计只使用了最大风速资料。

3 我国的台风大风

3.1 大风频数

台风引起我国境内的大风主要出现在东南沿海地区(山东半岛以南), 1949~2001 年间西沙站共出现了 311 次 6 级及以上的台风大风, 大陈岛站出现了 201 次 8 级及以上台风大风, 均为全国之最。出现台风大风的频数从沿海向内陆急剧减小, 等频数线几乎与海岸线平行, 如图 2 所示, 为了减小站点分布不均的影响, 等值线做了两次平滑, 下同。此外, 杭州湾以北地区较少出现 8 级及以上的台风大风, 台湾、海南两岛则是频受台风大风影响之地。

3.2 大风风速

台风引起的大风风速与大风频数有类似的分布, 均呈现出沿海大、内陆小的特征。统计表明, 1949~2001 年间, 10 分钟平均风速最大出现过 48.0 m/s (福建省东山村, 1980

年 9 月 19 日 3:38 分,受 8015 号台风的影响)而 2 分钟平均的极大风速最大出现过 60 m/s (分别为福建厦门站,1959 年 8 月 23 日 3:10 分,受 5903 号台风影响;广东汕尾站,1979 年 8 月 2 日 11:08 分,受 7908 号台风影响)。图 3a 给出了各站在 1949~2001 年间的历史极端最大的台风大风风速分布,其中 8 级以上大风主要出现在沿海地区,内陆地区则大多只能达到 6 级左右的风速。图 3b 给出了各站平均的台风大风风速分布,其沿海风速大、向内陆急剧减小的特征也十分显著,沿海地区大多能达到 7 级以上,但杭州湾以北至渤海湾以南(多为 6 级)除外。地形摩擦对台风大风“沿海大、向内陆急剧减小”特征的影响、及杭州湾至渤海湾之间的海岸线走向对台风大风的影响机制,有待进一步研究。

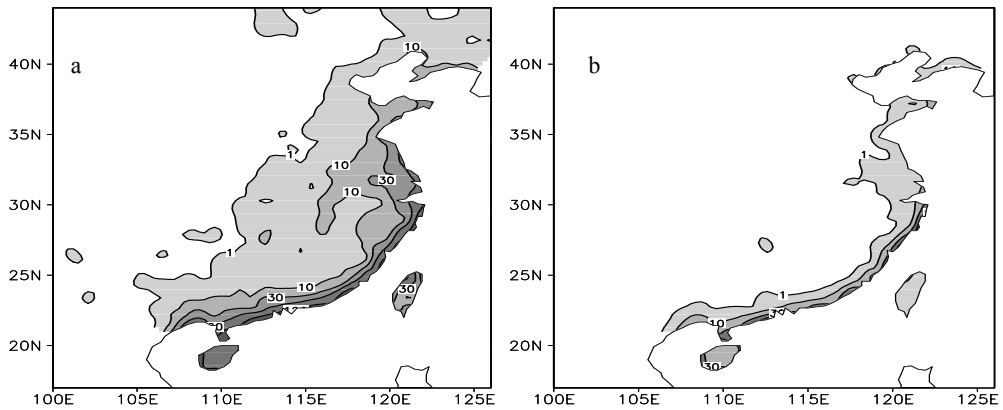


图 2 1949~2001 年间我国出现台风大风的累计频数分布 a. 6 级及以上(等值线值分别为频数达到 1、10、30、60、120、200); b. 8 级及以上(等值线值分别为频数达到 1、10、30、60、100)。

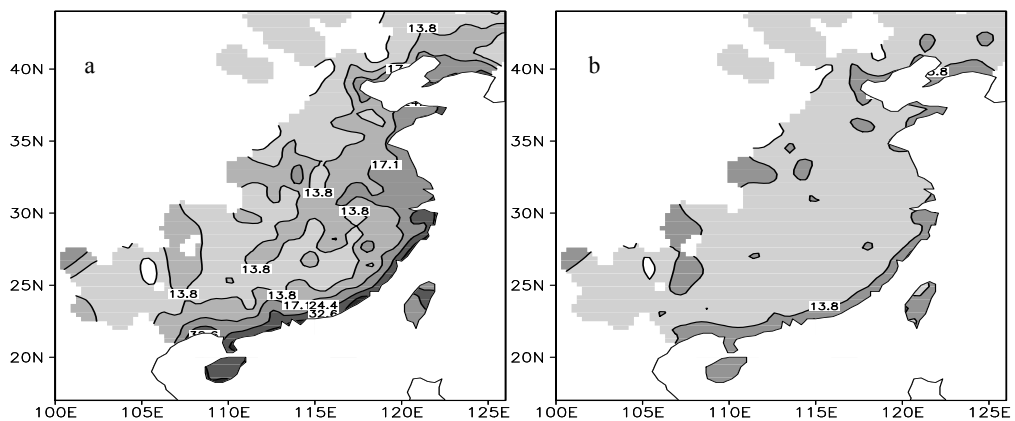


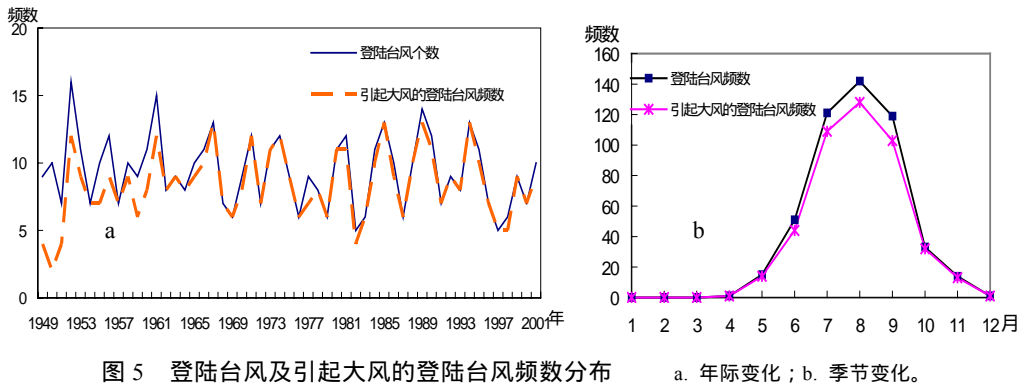
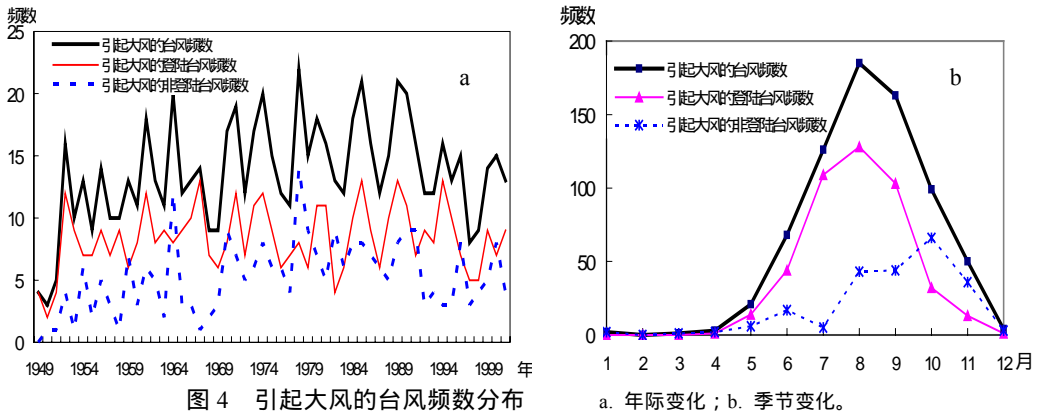
图 3 1949~2001 年间各站出现台风大风的风速分布(单位:m/s) a. 历史极端最大值(等值线值为风速达到:10.7、13.8、17.1、24.4、32.6); b. 历史平均值(等值线值分别为风速达到:10.7、13.8、17.1)。

3.3 引起大风的台风

统计表明,1949~2001 年间共有 722 个(平均每年 13.6 个)台风引起我国境内的大风天气,而在这些台风中,大部分(共 446 个,约 62%)在我国登陆,约 38%没有登陆、

而是在我国近海转向，而且存在显著的年际和季节差异。如图 4a 所示，引起大风的台风频数在 1970 年代和 1980 年代较多、1950 年代和 1990 年代以后相对较少，最多的年份可达 22 个（1978 年）、最少只有 3 个（1950 年），两者相差 7 倍多。除 1949~1951 年和 1982 年外，每年均有 5 个及以上的登陆台风引起了我国的大风天气，其中 1967、1985、1989 和 1994 年最多均为 13 个，也是最少年份（1952 年仅 2 个）的近 7 倍。此外，每年（1949 年除外）均有部份近海未登陆的台风能在我国境内产生大风，其中又以 1978 年的 14 个为最（1964 年次之有 12 个）。从图 4b 可清楚看到，引起我国大风过程的台风频数还存在明显的季节变化。即：引起我国大风的台风主要在 6~10 月（与我国的台风汛期一致），且以 8 月为最（年平均约 3.5 个），其余月份的年平均都不足 1 个，其中 12~4 月更少，1949~2001 年的 53 年间的总频数仅为 10 个（12 月 4 个、1 月 2 个、2 月为 0、3 月 1 个、4 月 3 个）。图 4b 还表明：引起大风的登陆台风也以 8 月最多、12~4 月较少（1~3 月为零、4 月和 12 月在 53 年间仅各有 1 个），这显然与在我国登陆的台风频数的季节变化（图 5b）有关。而引起大风的非登陆台风频数的季节分布特征则有所不同，其最大值出现在 10 月（总频数为 66 个），但相对少的月份仍在 12~4 月间。

另一方面，统计显示：1949~2001 年大部份登陆台风伴随有大风天气，有约 11% 的登陆台风未在我国境内产生大风，且主要出现在 1950 年代和 1960 年代（图 5a）。这可能是由于我国从 1958 年才开始大量建观测站，建站以前的登陆台风大风资料有所遗漏。



4 我国登陆台风的大风

4.1 不同登陆地段的差异

以上分析表明,登陆是台风在我国引起大风天气的主要途径。而且在不同地段登陆的台风,所引起的大风过程也有明显的不同。在华南(汕头及以南,海岸线呈准东西向)登陆的台风,能引起山东半岛以南(及渤海湾部份地区)广大区域的大风过程;在华东(汕头至上海,海岸线呈准南北向)登陆的台风,其大风天气主要出现在华东地区,可以伸展到华北沿海、但华南地区则很少;在华北(上海以北,除渤海湾外海岸线呈西北-东南向)登陆的台风,其大风过程主要在华北地区(图6)。而且在华南登陆的台风所引起的大风频数明显高于华东和华北,华东又明显高于华北。华南地区的极值是上川岛,在1949~2001年间共出现6级和8级台风大风分别为255次和108次,华东的大陈岛出现的6、8级台风大风分别为81和56次,华北分别为16次(海洋岛)和11次(长海)。

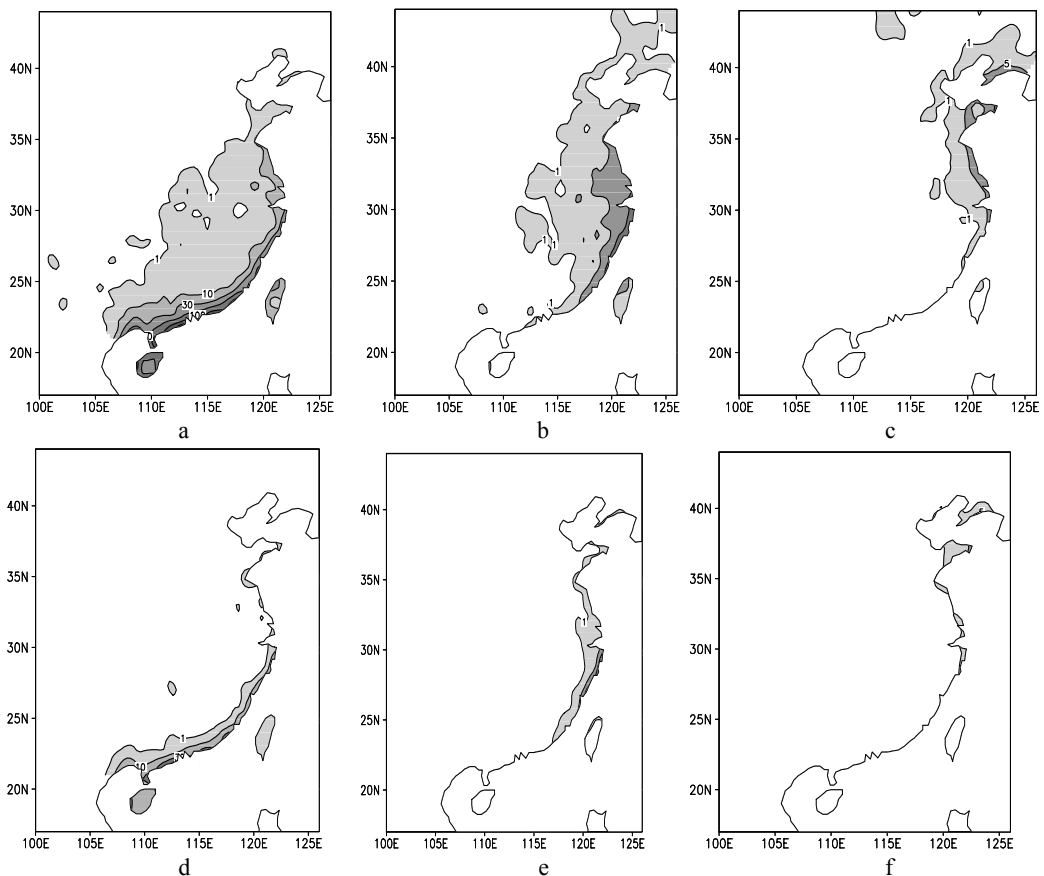


图6 不同台风登陆地段的台风大风(6级、8级)频数的分布

- a. 华南6级(等值线分别为频数达到1、10、30、60、100、150); b. 华东6级(等值线分别为频数达到1、10、30、60); c. 华北6级(等值线分别为频数达到1、5、10); d. 华南8级(等值线分别为频数达到1、10、30、60); e. 华东8级(等值线分别为频数达到1、10、20); f. 华北8级(等值线分别为频数达到1、5)。

登陆台风的大风风速大值区与登陆地段较为一致(图7)。台风大风在7级以上的分布为:在华南登陆的台风的大风区主要集中在华南沿海、华东登陆的台风大风集中在华东沿海、而华北则主要集中在渤海湾地区。而且随着登陆地段纬度的增加,风速有减小的趋势。华南的福建东山站极端最大的台风大风风速达48.0 m/s、东吉屿的平均风速达27.0 m/s,华东的大陈岛极端最大风速为46.0 m/s、南几山的平均风速为25.7 m/s,华北的跚矶岛极端最大和平均风速分别为40.0 m/s和24.4 m/s。

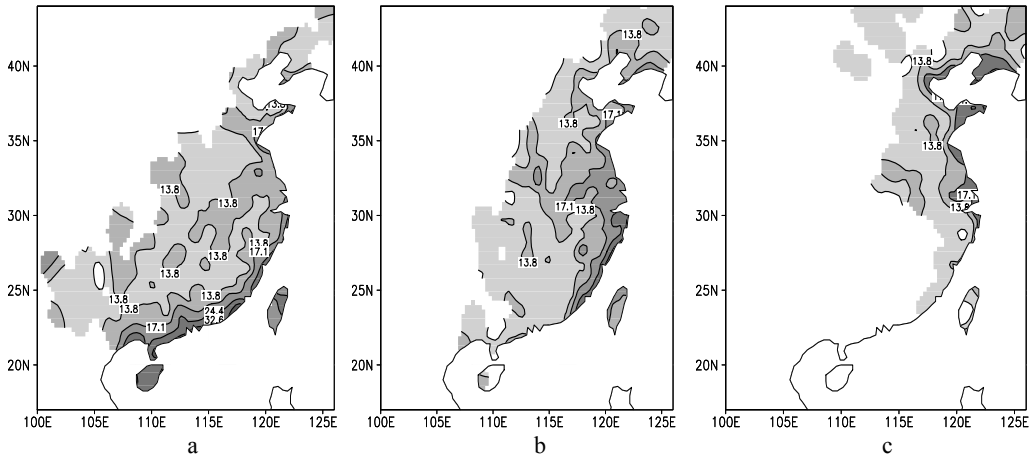


图7 不同台风登陆地段的台风大风历史极端最大值风速的分布(单位:m/s) a. 华南(等值线值分别为风速达到:10.7、13.8、17.1、24.4、32.6); b. 华东(等值线值分别为风速达到:10.7、13.8、17.1、24.4、32.6); c. 华北(等值线值分别为风速达到:10.7、13.8、17.1、24.4)。

4.2 季节变化

在不同季节登陆的台风,由于大气环流背景场、海温等的不同导致台风强度、登陆地段的不同,从而引起各季节大风分布的差别。由图5b可知,从4~11月皆有台风登陆引起大风。图8为5~10月的台风大风(6级及以上)频数的分布。4月(图略),登陆台风主要集中在华南,引起大风只达到6级,以上川岛出现3次为最。5月(图8a),登陆台风引起的6级大风天气影响范围沿着海岸线向北推进到了华东的杭州湾北部,在6月(图8b)影响到山东半岛,且由沿海省市扩展到了部分的内陆省;6级大风的最大频数带都集中在华南,分别以南澳的9次和上川岛的33次为最。7月(图8c)大风影响范围扩大到辽东半岛和中东部的大部分内陆省份,在8月(图8d)影响范围最大;6级大风的最大频数带由华南沿海延伸到华东沿海,分别以西沙59次和平潭74次为最。9月(图8e),台风的影响范围开始向南消退,在渤海湾一带的影响减弱,6级大风的频数以上川岛的65次为最。10月(图8f),台风的影响范围南退到山东半岛,对内陆省份的影响也大范围减小。11月(图略),台风的影响范围只到达杭州湾北部,6级大风的最大频数带又集中在华南,分别以南澳的30次和西沙的9次为最。

从各季节大风平均风速的分布来看(图略),在各月份登陆台风引起的大风在杭州湾以南的沿海地区基本上能达到7级或8级,其它地区大部分为6级;在7~10月,还能在

华北沿海及内陆省份的部分地区引起 7 级大风。其中，平均风速最大值为 9 月天池的 34.0 m/s，风速的极端最大值也是 9 月东山的 48.0 m/s。

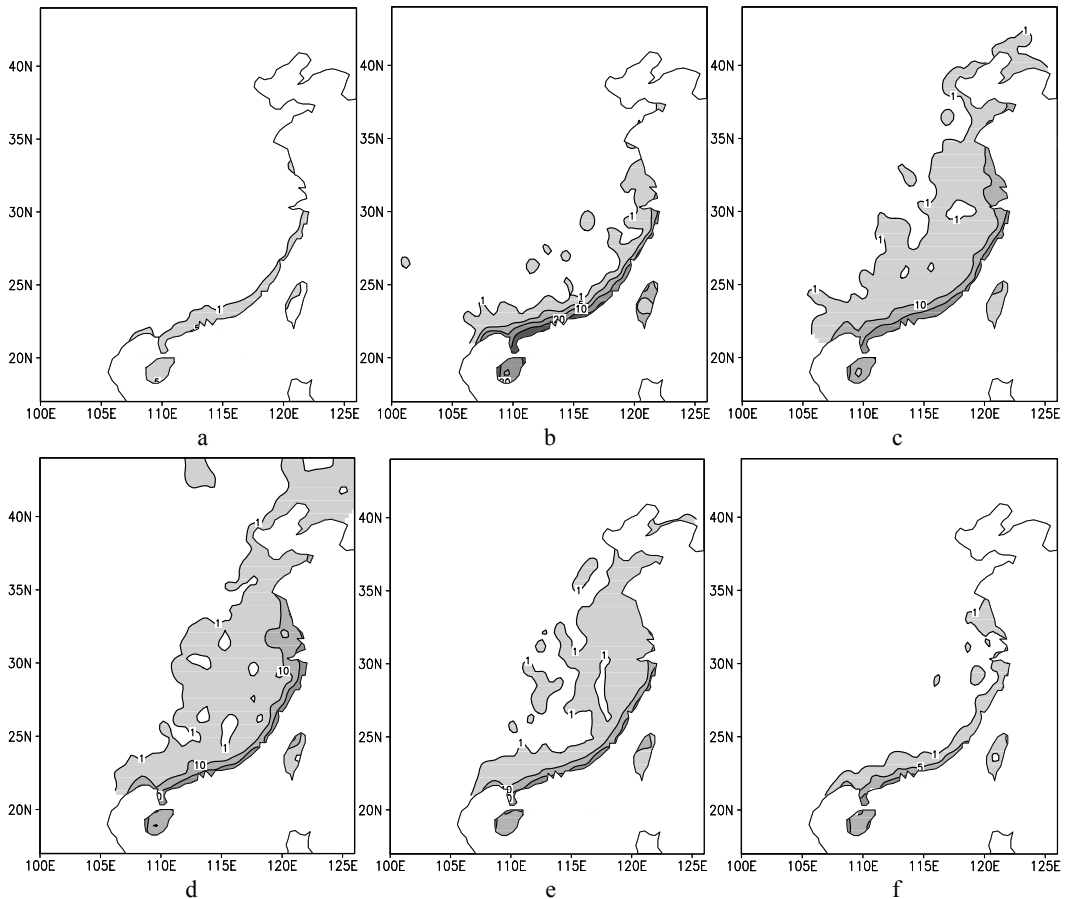


图 8 5~10 月的台风大风(6 级及以上)频数的分布 a. 5 月(等值线分别为频数达到 1、5); b. 6 月(等值线分别为频数达到 1、5、10、20); c. 7 月(等值线分别为频数达到 1、10、20、30); d. 8 月(等值线分别为频数达到 1、10、20、40); e. 9 月(等值线分别为频数达到 1、10、20); f. 10 月(等值线分别为频数达到 1、5、10)。

这种不同地段和不同季节登陆台风大风分布的差异,与台风在当时的强度有很大的关系,因为台风登陆时越强,引起的大风天气范围越广,风速越大。按台风登陆时的中心最大风速(u)将台风登陆时的强度分为五种, $u < 10.7$ m/s 记为 t_n , 10.8 m/s $\leq u < 17.1$ m/s 记为 t_d , 17.2 m/s $\leq u < 24.4$ m/s 记为 t_s , 24.5 m/s $\leq u < 32.6$ m/s 记为 t_{st} , $u \geq 32.7$ m/s 记为 t_y 。1949~2001 年各登陆地段和各季节的登陆台风频数和登陆强度分布如图 9 所示。由图 9 可见,在华南登陆的台风的频数远远大于华东和华北,其中在华南登陆的台风中强度达到 t_{st} 和 t_y 的有 230 个,而华东只有 65 个,华北仅 10 个。而在各月份登陆的台风当中,在 7、8、9 月登陆的台风强度达到 t_{st} 和 t_y 的个数远多于其它月份,故这 3 个月中登陆的台风引起大风的范围和程度都较强。

4.3 台风登陆前/后大风的

台风登陆前、后引起的大风及其分布也有很大的不同。在这里，台风登陆前后是以台风年鉴上记载的台风登陆时间为界，图 10、11 分别给出了登陆前/后台风大风频数和风速的分布。由图 10 可见，台风登陆前所引起的大风主要集中在沿海地带，登陆后的台风大风的范围明显扩大、频数则无明显变化，登陆前以上川岛的 154 次 6 级，61 次 8 级风为之最；登陆后则以东山站的 123 次 6 级风、台山站的 66 次 8 级风为最。由图 11 可见，登陆前、后大风的风速极值无明显差异，登陆前的最大风速以西沙的 45.0 m/s 为最，登陆后的极值则为东山的 48.0 m/s，大风风速的平均则分别以东吉岛的 25.5 m/s（登陆前）和天池的 34.0 m/s（登陆后）为最。但台风登陆后，大风出现的地理区域明显扩大（包括向北、向西的内陆地区）。

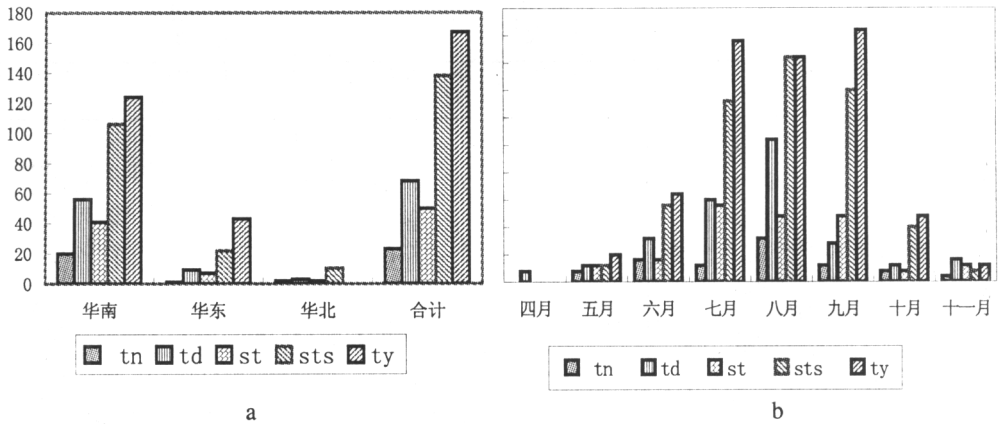


图 9 1949~2001 年不同强度大风的登陆台风的频数 a. 各登陆地段; b. 各登陆季节。

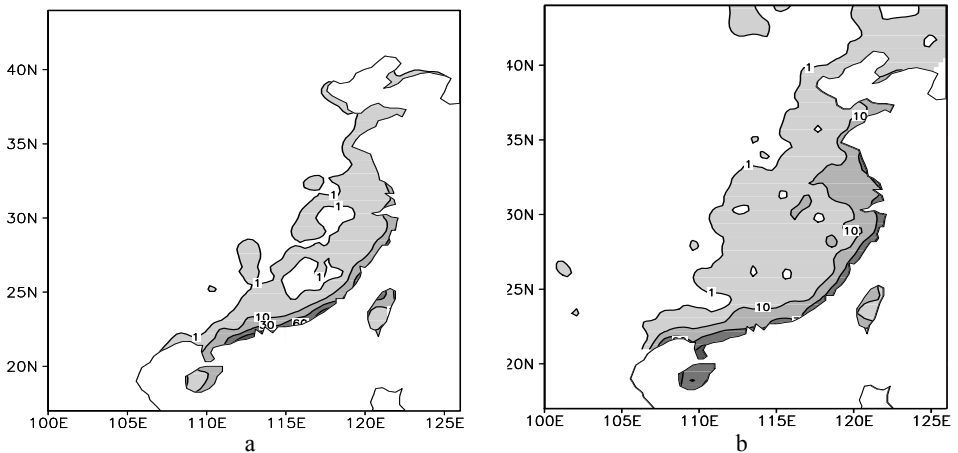


图 10 登陆前/后台风大风 (6 级) 频数的比较

a. 登陆前 (等值线分别为频数达到 1、10、30、60); b. 登陆后 (等值线分别为频数达到 1、10、30、60)。

台风登陆前、后，下垫面由海洋变为陆地，其摩擦、水汽和热力作用、及登陆前后台风强度的明显变化，是造成台风登陆前后大风分布差异的可能原因。

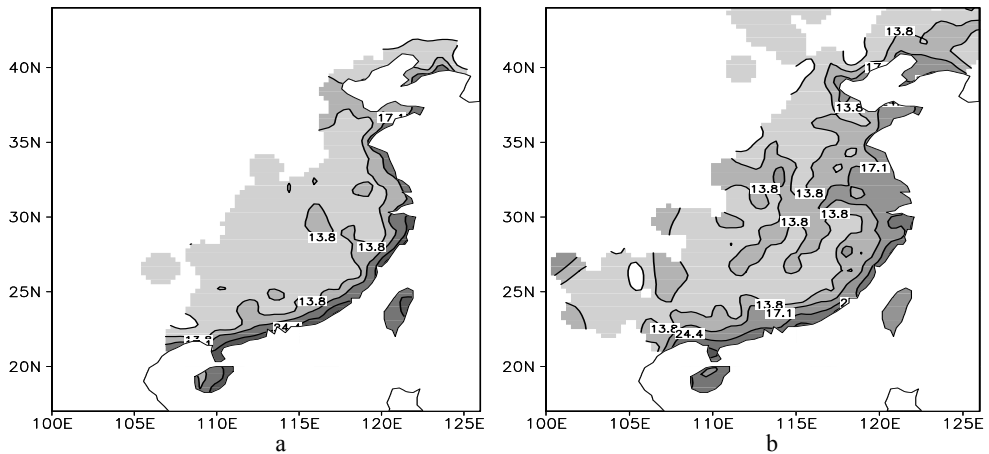


图 11 登陆前/后台风大风历史极端最大值的比较(单位: m/s) a. 登陆前(等值线值分别为风速达到: 10.7、13.8、17.1、24.4、32.6); b. 登陆后(等值线值分别为风速达到: 10.7、13.8、17.1、24.4、32.6)。

5 小 结

(1) 在 1949~2001 年间共有 722 个台风引起了我国境内的大风天气,其中有 62% (446 个)在我国登陆。登陆台风多出现在 6~10 月,以 8 月最多(128 个)。另外,89% 的登陆台风会引起我国的大风过程。

(2) 台风引起的我国境内大风主要出现在东南沿海,出现台风大风的频数从沿海向内陆急剧减小,等频数线几乎与海岸线平行。大风风速与大风频数有类似的分布,为沿海大、内陆小。沿海地区的平均风速大多能达到 7 级,但杭州湾以北至渤海湾以南除外(多为 6 级),内陆地区大多只能达到 6 级左右的风速。

(3) 在华南登陆的台风引起的大风频数明显高于华东和华北,华东又高于华北;引起的大风风速的大值区与登陆地段较为一致,且随纬度的增加风速有减小的趋势。

(4) 登陆台风在 4~8 月间频数增加,引起的大风范围逐渐扩大,一面沿海岸线向北推进,一面向西影响到我国中东部的内陆省份;在 9~11 月间频数减少,范围逐渐往南往东消退,引起的大风在华南至华东的沿海地区基本上能达到 7 级或 8 级,在其它地区大部分为 6 级;在 7~10 月,还能在华北沿海及内陆省份的部分地区引起 7 级大风。

(5) 台风在不同地段、不同季节登陆所引起大风分布的差异,与台风在当时的强度有很大的关系,台风登陆时越强,引起的大风天气范围越广,风速越大。

(6) 台风登陆前引起的大风主要集中在沿海地带,登陆后台风大风出现范围明显扩大;而大风出现频数和风速值没有明显的变化。

致 谢：感谢应明在画图方面给予的帮助！

参 考 文 献 :

- [1] 陈联寿, 丁一汇. 西北太平洋台风概论[M]. 北京: 科学出版社, 1979. 440-488, 31-58.
- [2] 田 辉, 马开玉, 林振山. 华南、华东沿海登陆台风暴雨和大风的分析[J]. 应用气象学报, 1999, **10** (增刊): 148-152.
- [3] SANDERS J F. Framework for a national mitigation program in the Philippines[Z]. Monterey: Science Applications Inter Corp, CA, 1984. 40.
- [4] SHAPIRO L J, HE Willoughby. The response of balanced hurricanes to local sources of heat and momentum[J]. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 1982, **39**: 378-394.
- [5] 上海台风研究协作组. 关于台风区域内风速分布及其预告问题的初步探讨[A]. 台风会议文集(1976年)[C]. 上海: 上海科学技术出版社, 1978. 190-196.
- [6] 钮学新, 朱则持. 热带气旋大风圈的预报[J]. 热带气象学报, 1997, **13**: 357-367.
- [7] 李叔廷. 台风外围风速的计算和预告[A]. 台风会议文集(1978年)[C]. 上海: 上海科学技术出版社, 1981. 196-202.
- [8] 中国气象局. 台风年鉴(1949~1988年)[Z]. 北京: 气象出版社, 1949~1988.
- [9] 中国气象局. 热带气旋年鉴(1989~2001年)[Z]. 北京: 气象出版社, 1989~2001.

STATISTICS OF STRONG WIND DISTRIBUTION CAUSED BY LANDFALL TYPHOON IN CHINA

YANG Yu-hua , LEI Xiao-tu

(Shanghai Typhoon Institute , Shanghai 200030, China)

Abstract : This work investigates strong wind which is caused by typhoon in China using observational record from 1949 to 2001. It particularly analyzes frequencies of strong wind at level 6 or above and level 8 or above, distribution of average wind velocity and its maximum value caused by typhoon. The study also presents the effect of intensity, location, season on the above factors when typhoon lands and the variation of those factors before and after the landing. The result shows that 62 % of the typhoons landing in China can cause strong wind. The strong wind mainly occurs along the southeast coast of China, with the equivalent frequency line almost parallel with the coast. It decreases rapidly inside the land with the wind velocity and there are less strong wind above level 8 or above in the north of Hangzhou bay. The frequency of strong wind caused by landfall typhoon in South China is remarkably higher than those in East China and North China while the former is higher than the latter. The high value area of strong wind is consistent with the landing area of typhoon. The range of strong wind caused by landfall typhoon gradually increases northward from April to August and decreases southward from September to November. The wind is mainly focused on the coast areas before typhoon landing and the range expands substantially after landing.

Key words: strong wind of typhoon ; landfall typhoon ; frequency of strong wind