文章编号：1004-4965(2010)01-0060-05

影响中国降水的热带气旋的气候特征分析

孙林海[1]，艾琐秀[1]，宋文玲[1]，王咏梅[2]

（1. 国家气候中心，北京 100081；2. 运城市气象局，山西 运城 044000）

摘　　要：分析影响中国降水的热带气旋的气候特征表明，1951—2005 年影响热带气旋的频数呈减少趋势，近 10 年其频数最小；近 55 年来影响热带气旋中超强台风的频数显著减少；5—11 月是热带气旋影响中国的主要时期，7—9 月为活跃期。影响热带气旋的源地主要有 3 个，源地存在明显的年代际和季节变化。影响热带气旋的路径随季节变化有明显的南北移动。影响热带气旋的影响期约为 5.6 个月，近 55 年其影响期呈缩短趋势，夏秋季的影响天数较长，冬春季较短。影响热带气旋频次的空间分布呈带状分布，由东南向西北递减，中国台湾省受热带气旋影响最频繁。影响热带气旋的年平均降水量自东南沿海向西北方向逐渐减少。

关　键　词：气候学；影响中国降水的热带气旋；气候特征

中图分类号：P444　　**文献标识码：**A　　**Doi：**10.3969/j.issn.1004-4965.2010.01.009

1　引　　言

台风是危害全球的十大自然灾害之一，其所带来的强风和暴雨往往造成严重的经济损失和人员伤亡，世界上约5亿多人口每年都会受到台风所带来的不同程度的危害，而中国又是世界上少数受台风影响最严重的国家之一[1]，因而热带气旋的气候变化备受关注。中国主要受来自西北太平洋热带气旋的影响[1-2]。近年来对热带气旋的气候学研究逐渐被重视，不少气象学者对西北太平洋热带气旋的气候特征做过研究[3]，发现西北太平洋台风的活动具有明显的年际和年代际气候振荡[4-5]，对登陆中国台风的研究也较多[6-8]，文献[9]对1951—2000年间影响我国热带气旋的风、雨资料进行了统计分析，对各类等级的暴雨和大风的时空分布特征进行了气候分析。另外研究发现影响我国热带气旋活动的阶段性特征明显，登陆闽、浙的时间比登陆华南晚，但强度较强[10]。过去较多的研究集中在登陆热带气旋方面，但有些没有登陆的热带气旋仍有可能对我国产生严重影响。因此有必要对影响中国的热带气旋的气候特征进行研究。

西北太平洋和中国南海生成的热带气旋资料来自上海台风研究所，影响中国热带气旋资料是任福民等[11-12]定义的，指发生在西北太平洋和中国南海海域并给中国大陆或海南岛和台湾岛带来降水的所有热带气旋。

2　影响热带气旋频数的年代际、年际和月季变化

1951—2005年西北太平洋和中国南海生成热带气旋共有1 943个，其中有938个影响中国，年均17个（图1）。1951—2005年间影响热带气旋最少的是1997年，仅有9个，最多的是1971年，有27个。与生成热带气旋相似，近55年影响热带气旋呈减少趋势，减少趋势为-1.03个/(10 a)（通过0.01显著性水平检验）。年代际尺度上，影响热带气旋的变化没有生成热带气旋那么剧烈，在小幅振荡的过程中呈不断减少趋势。1970年代初前影响热带气旋处于偏多阶段，1970年代初—1990年代的年际变化频繁，1990年代至今影响热带气旋偏少，2000年以来是频数最少的时期。这些特征与登陆我国热带气旋年频数有相似的特点。

收稿日期：2008-07-11；**修订日期：**2008-12-06

基金项目：中国气象局国家 2009 年重点工程建设项目“台风、高温等灾害气候趋势预测”；中国气象局新技术推广项目（CMATG2009ID03）；国家重点基础研究发展 973 计划“海河流域水循环及其伴生过程的综合模拟与预测”（2006CB403404）共同资助

通讯作者：孙林海，男，山西省人，高级工程师，硕士，主要从事短期气候预测工作。E-mail：slh@cma.gov.cn

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

热带气旋对中国的影响有非常明显的季节变化，逐月影响热带气旋发生数呈单峰型分布（图略），极值出现在 8 月。中国受热带气旋影响的时间很长，几乎全年都受到热带气旋不同程度的影响，影响中国的热带气旋绝大多数集中在 5—11 月，占影响热带气旋总数的 98%。热带气旋的活跃季节为 7—9 月，其中 8 月份影响热带气旋频数最大，占影响热带气旋总数的 27%。近 55 年平均每年 8 月有 4.6 个热带气旋影响中国，7 月和 9 月次之，分别占 18.1% 和 21.5%。1 月和 2 月的影响热带气旋各有 1 个，而 3 月是全年唯一不受热带气旋影响的时段。1—3 月没有热带气旋登陆我国。

图 2 是 1951—2005 年初次和末次影响热带气旋出现的时间及其影响期长度的逐年变化曲线，纵轴为出现影响热带气旋的自然日。由图 2 可以看出，初次影响热带气旋大多出现在 4—6 月，末次影响热带气旋大多出现在 10—12 月。初次影响热带气旋的平均日期（1971—2000 年）为 5 月 23 日，末次为 11 月 8 日。影响热带气旋的影响期约为 5.6 个月。由影响期长度的趋势线可以看出，在近 55 年影响热带气旋的影响期长度呈缩短趋势。从 1951—2005 年影响热带气旋的影响天数（给测站带来降水日数的最大值）的逐月演变（图略）可以看出，5—10 月影响天数为 3～4 天，其余月份为 2 天左右。影响热带气旋在夏秋季（5—10 月）影响天数较长，冬春季影响天数相对较短。影响天数最长出现在 8 月，超过 4 天；最短出现在 12 月，不足 2 天。

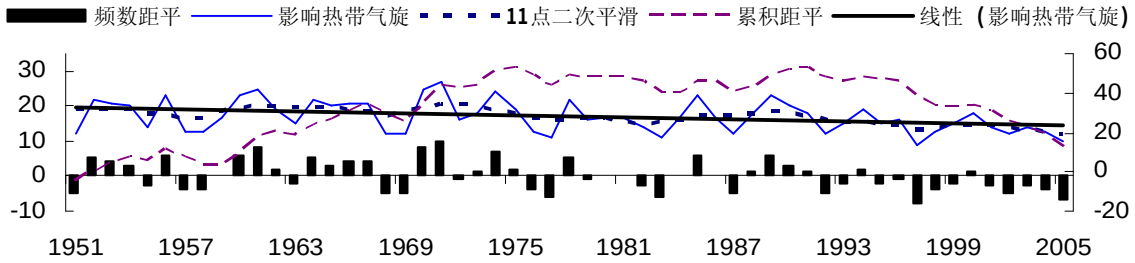

图 1　1951—2005 年影响热带气旋的累计距平(右纵坐标)和年频数(左纵坐标)变化　横坐标为年份，纵坐标单位：个。

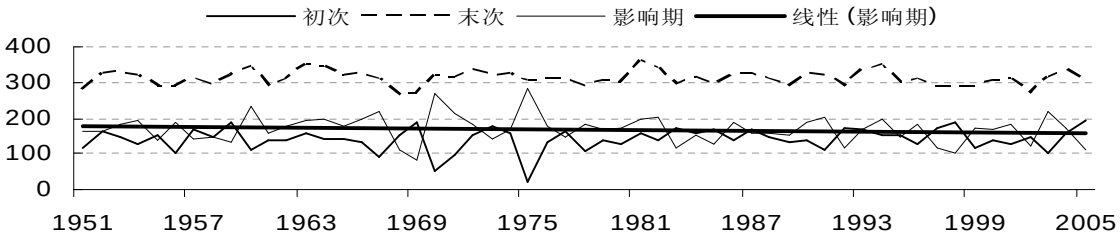

图 2　1951—2005 年初次和末次影响热带气旋出现时间及其影响期长度逐年变化　横坐标为年份。

3　不同强度等级的影响热带气旋的频数变化特征

考虑到不同强度的热带气旋的影响、登陆所造成的灾害有明显的差异，按强度等级对影响热带气旋进行划分，分别对台风、强台风和超强台风做较细致的分析。从影响热带气旋中严格定义的台风（TY）和强台风（STY）数量的逐年变化（图略）线性趋势线可以看出：近 55 年影响热带气旋中 TY 的数量呈微弱的增多趋势，为 0.20 个/(10 a)。STY 呈减少趋势，为-0.15 个/(10 a)，但两者都没有通过显著性水平检验。在影响热带气旋中，强度最强的超强台风（Super TY）频数减少十分明显（图 3），为-0.4 个/(10 a)，且通过 0.01 水平显著性检验。1950 和 1960 年代年平均 3 个左右，最近 10 年减少到不足 1 个。

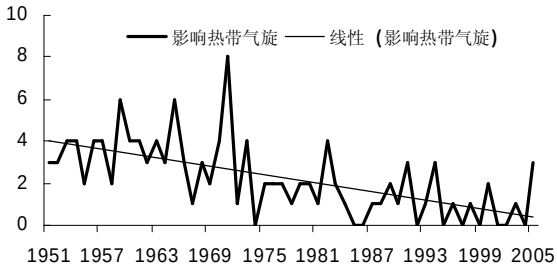

图 3　1951—2005 年影响热带气旋中超强台风频数
横坐标为年份。

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

4 影响热带气旋在影响期内强度的变化特征

影响热带气旋的强度由热带气旋影响中国期间的中心最低气压和中心附近最大风速表示，其平均强度是指所有热带气旋的全部记录的平均值，其极端强度是指所有热带气旋的最大强度中的极端最大值。图 4 是 1951—2005 年影响热带气旋在影响期内的强度变化。可见影响热带气旋的平均最低气压没有明显变化趋势，极端最小值有所增加的趋势。最低气压的最小值在 1950—1970 年代后期的年际波动较大，1970 年代末至今呈上升趋势。与平均最低气压的变化相似，平均最大风速在影响期内也没有明显的变化趋势，但最大风速的极端最大值呈减小趋势。表明近 55 年影响热带气旋在影响期内的极端强度呈减弱趋势。

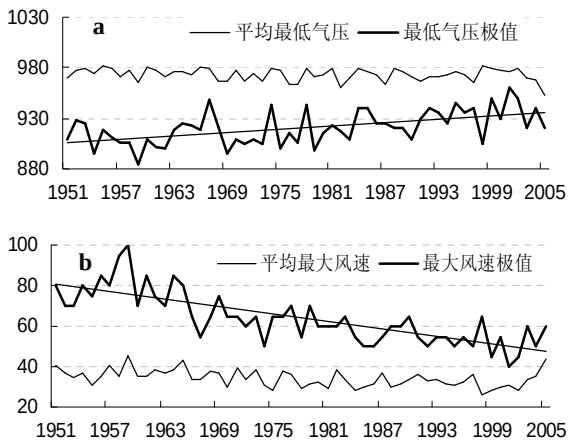

图 4 影响热带气旋在影响期内的平均最低气压和极值(a，hPa)、平均最大风速和极值(b，m/s)的演变 横坐标为年份。

图 5 是 1951—2005 年影响热带气旋在影响期内强度的月季变化。在影响期内平均最低气压的逐月变化不是很剧烈，变化范围为 953 ~ 990 hPa(图略)。影响热带气旋在夏秋季节平均最低气压较低，冬春季较高。在影响期内平均最大风速的逐月变化也不明显，平均最大风速为 28 ~ 45 m/s。而影响热带气旋的极端最大风速的季节变化明显，1—5 月影响热带气旋强度偏弱，6 月和 7 月强度较大，8 月达到最强，极端最大风速达 100 m/s，9—10 月的强度仍较强，随后强度逐月减弱。可见影响热带气旋的极端强度呈现明显的季节变化，夏秋季的极端强度较强，冬春季相对较弱。

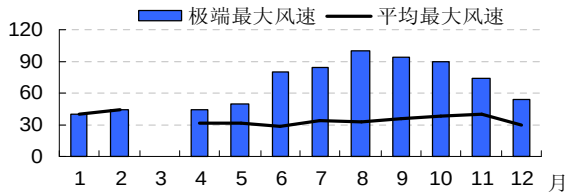

图 5 影响热带气旋在影响期内平均最大风速和极值(m/s)的逐月演变

5 影响热带气旋的源地

图 6 为 1951—2005 年影响中国的 938 个热带气旋在 2.5×2.5 个经、纬度内的生成频数。由图 6 可见，给中国带来降水的热带气旋大多发源于 150 °E 以西，5 ~ 20 °N 之间。影响热带气旋的生成源地中心有 3 处，分别在中国南海中部、菲律宾群岛以东以及加罗林群岛西部海域。对于影响中国的热带气旋而言，距离中国陆地最近的南海是影响热带气旋的主要发生地，在 2.5×2.5 个经、纬度网格内影响热带气旋最大生成频数达 35 个，菲律宾群岛以东和加罗林群岛西部海域分别为 20 个和 18 个。

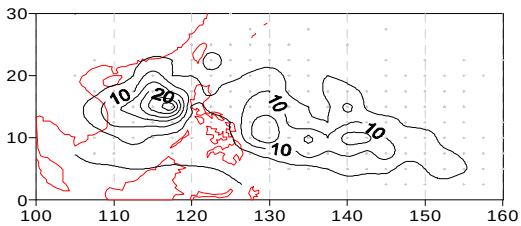

图 6 影响热带气旋的生成频数（个）

图 7 是各月影响热带气旋的生成源地在经纬向上平均位置的变化。影响热带气旋源地的纬向季节变化特征明显，1—8 月逐月北移，8 月平均纬度位置最偏北，为 16.5 °N；9—12 月逐月向南移动；4—5 月和 10—11 月是影响热带气旋纬度位置变化的明显阶段。影响热带气旋源地的经向变化特征为：秋冬季的位置偏东，在 140 °E 附近，5 月突然向西发展到 125 °E 附近，夏季（5—9 月）位置偏西，在 125 ~ 133 °E 之间。

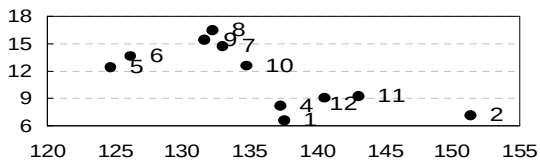

图 7 各月影响热带气旋的生成源地在经纬向上平均位置变化 横轴为经度，纵轴为纬度。

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

从不同年代影响热带气旋源地的平均位置（表略）可见，影响热带气旋源地在 1951—2005 年的平均位置为 132.5 °E，14.4 °N。1960 年代其源地最异常，偏东 2.3 °、偏南 0.8 °，1950 年代的源地偏西，1960—1970 年代偏东、偏南，1980 年代后转为偏北，1990 年代后偏北、偏西。即影响热带气旋的源地存在明显的年代际变化，近 55 年经历了由西向东再向西、由南向北的变化。

6　影响热带气旋的路径

影响热带气旋的路径呈现有规律的变化特征，反映了中国在不同季节受热带气旋影响的范围和程度（图略）的不同特点，由于篇幅所限，只给出影响热带气旋活跃期的路径特点：7—8 月影响热带气旋路径较前期显著北移，大部分在 22 °N 以南向西移动。主要路径有：（1） 西行进入中国南海北部，登陆中国海南省和华南地区。（2） 向西北方向移动，登陆中国台湾省和华东地区，进入内陆地区。（3） 近海北上，大部分热带气旋经由东海向东北方移去，登陆朝鲜半岛一带，或向西北方向移动，登陆中国辽鲁沿海，个别到达蒙古国境内和中国东北中部地区。7—8 月中国受热带气旋影响的地区范围较大，主要包括中国东南和华南沿海、华东、华南地区。9 月影响热带气旋的路径向南撤退，基本在 20 °N 以南西行。主要路径有：（1） 西行进入中国南海北部，登陆中国海南省和华南地区。（2）西北行登陆中国台湾省和华东沿海地区，个别深入蒙古国和中国东北地区。（3） 近海北上登陆朝鲜半岛和日本。中国胶东半岛以南的沿海地区是热带气旋影响的主要地区。可见影响中国的热带气旋路径随季节变化有明显的南北移动。受热带气旋影响较小的冬春季的热带气旋路径偏南，在热带气旋影响较为严重的夏季其路径则偏北。

7　热带气旋影响频次及降水的空间分布

用各台站受热带气旋影响的年平均频数来表示热带气旋影响频次，图 8 为 1971—2000 年热带气旋影响频次和年平均降水量的空间分布，可见热带气旋影响中国的范围和程度有以下特征。

（1） 中国受热带气旋影响在时间上跨度长、影响区域广，其影响范围包括除西北和西南大部地区外的中国中东部广大地区，沿内蒙古中部、陕西西部、四川西部一线的以东地区都受到影响。

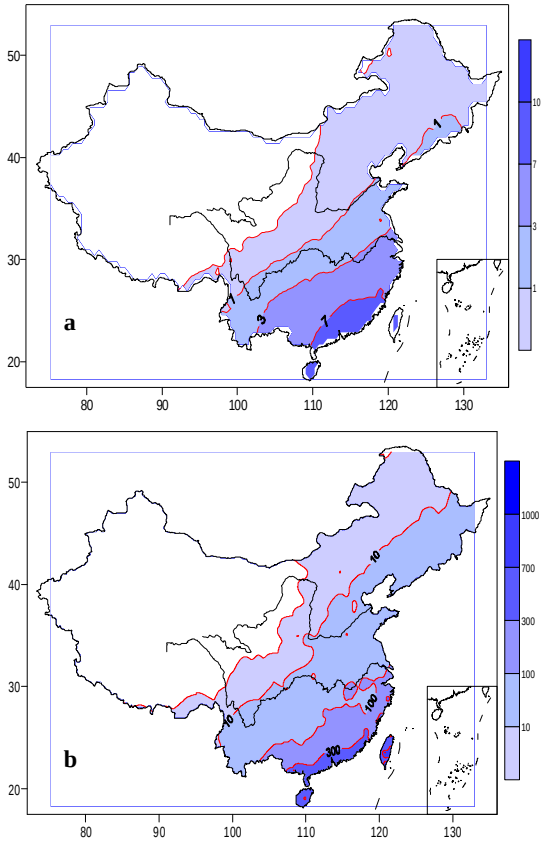

图 8　1971—2000 年热带气旋影响频次（a，单位：次/年）和年平均热带气旋降水空间分布（b，单位：mm）

（2） 热带气旋年均影响中国的频数呈东北-西南的带状分布，由东南向西北递减。

（3） 热带气旋影响最频繁的地区（图 8a）为中国台湾省、海南省、广东省和福建省，其中台湾省受热带气旋影响的频数最高，个别地区平均每年接近 10 次；江南大部、华南北部和西南地区东南部等地的频次也较大，平均每年 3 ~ 7 次；东北东南部、华北南部、山东半岛、黄淮、江淮、长江中游、西南地区南部等地平均每年 1 ~ 3 次；东北大部、华北大部、西北地区东部等地平均每年不足 1 次。

（4） 从年平均热带气旋的降水分布（图 8b）来看，降水量自东南沿海向西北方向逐渐减少。最大降水量出现在台湾省中东部和海南省局部地区，年平均降水量大于 700 mm，台湾省部分地区甚至超过 1 000 mm；东南沿海大部、海南省大部和台湾省西部的年平均降水量为 300 ~ 700 mm；华南北部、江南南部为 100 ~ 300 mm；江南西部和北部部分地

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

区、云贵高原大部、江淮、黄淮、华北中南部、东北东部和南部为 10～100 mm；而内蒙古中东部、华北西部、西北地区东部和西南地区东部的部分地区降水量不足 10 mm。

8 小 结

（1）1951—2005 年影响热带气旋的频数呈减少趋势，近 10 年是影响热带气旋频数最少的时期。其中超强台风频数的减少趋势十分明显。

（2）影响热带气旋频数的季节变化及阶段性特征明显，5—11 月是热带气旋影响中国的主要季节，7—9 月热带气旋影响严重，尤以 8 月为最。

（3）影响热带气旋的极端强度呈现明显的季节变化，夏秋季极端强度较强，冬春季较弱。

（4）影响热带气旋的源地主要有 3 处：中国南海中部、菲律宾群岛以东以及加罗林群岛西部海域。其源地在纬向和经向都存在季节变化，1—8 月逐月北移，9—12 月逐月南移；秋冬季影响热带气旋生成源地位置偏东，夏季偏西。近 55 年经历了由西向东再向西、由南向北的变化。

（5）影响热带气旋的路径随季节变化有明显的南北移动，影响较弱的冬春季路径偏南，影响严重的夏季路径偏北。

（6）初次影响热带气旋的平均日期为 5 月 23 日，末次为 11 月 8 日。影响热带气旋的影响期约为 5.6 个月，近 55 年影响热带气旋的影响季节长度呈缩短趋势。

（7）影响热带气旋频次的空间分布呈带状分布，由东南向西北递减。中国台湾省受热带气旋影响最频繁，年均影响最大频数接近 10 次。年平均热带气旋的降水量自东南沿海向西北方向逐渐减少。

参 考 文 献：

[1] 陈联寿，丁一汇. 西太平洋台风概论[M]. 北京：科学出版社，1979：22-26.
[2] 王继志. 近百年西北太平洋台风活动[M]. 北京：海洋出版社, 1991：57-95.
[3] 陈敏，郑永光，陶祖钰. 近50年（1949～1996）西北太平洋热带气旋气候特征的再分析[J]. 热带气象学报，1999，15（1）：10-16.
[4] 张光智，张先恭，魏凤英. 近百年西北热带太平洋热带气旋年频数的变化特征[J]. 热带气象学报，1995，11（4）: 315-323.
[5] 穆海振，屠其璞. 1949～1995 年西太平洋热带气旋活动的气候学特征[J]. 南京气象学院学报，2000，23（1）:81-86.
[6] 李英，陈联寿，张胜军. 登陆我国热带气旋的统计特征[J]. 热带气象学报，2004，20（1）: 14-22.
[7] 金荣花，高拴柱，顾华，等. 近31年登陆北上台风特征及其成因分析[J]. 气象，2006，32（7）：33-39.
[8] 翁向宇, 叶萌, 何夏江. 登陆粤西的热带气旋降水特征分析[J]. 热带气象学报, 2005, 21(3)：301-308.
[9] 上海台风研究所. 中国热带气旋气候图集[M]. 2007.
[10] 林惠娟，张耀存. 影响我国热带气旋活动的气候特征及其与太平洋海温的关系[J]. 热带气象学报, 2004, 20(2): 218-224.
[11] REN F M，WANG Y M，WANG X L，et al. Estimating tropical cyclone precipitation from station observations[J]. Advances in Atmospheric Sciences，2007，24（4）：700-711.
[12] 王咏梅，任福民，王小玲，等. 中国台风降水分离客观方法的改进研究[J]. 气象，2006，32（3）：6-10.

STUDY ON CLIMATOLOGICAL CHARACTERISTICS OF CHINA-INFLUENCING TROPICAL CYCLONES

SUN Lin-hai[1], AI Wan-xiu[1], SONG Wen-ling[1], WANG Yong-mei[2]

（1. National Climate Center, Beijing 100081, China; 2. Yuncheng Weather Bureau, Yuncheng 044000, China）

Abstract: Climatological characteristics of China-influencing tropical cyclones (CITCs) are analyzed in this paper with main characteristics as follows. (1) The frequency of the CITC shows a decreasing trend during 1951—2005, especially after the late 1960s, and the past 10 years have the minimum frequency over this period (nearly 55 years). The CITC is active from May to November, especially from July to September. (2) CITCs have three main sources of location, which are marked by clear decadal and seasonal changes. (3) The paths of CITCs are characterized by different seasonalities. (4) The effect of CITCs lasts about 5.6 months and shows a decreasing trend over the period. (5) The frequency of CITC influences shows a zonal distribution, decreasing from the southeast coast to the northwest inland.

Key words: climatology; China-influencing tropical cyclones; climatological characteristics

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com