

南海北部的风、浪、流

地质部南海地质调查指挥部综合研究大队

一九八一年十月 广州

南海北部风、浪、流

地质部南海地质调查指挥部综合研究大队

一九八一年十月 广州

南海北部风、浪、流

编写人 庄敏芝 季林绮 林吉胜

室主任 薛万俊

审核 李元山

总工程师 何廉声

大队负责人 龙云作(代)

《南海北部水文气象特征》※

评 议 书

地质部南海地质调查指挥部于一九八〇年十一月十七日至二十四日在广州召开会议，对《南海北部沿岸第四纪地质地貌调查报告》、《南海北部水文气象特征》、《南海北部内陆架沉积和固体矿产调查报告》及《南海北部地形地貌报告》进行审查评议。应邀参加会议的有：国家海洋局南海分局、中国科学院南海海洋研究所、广东省气象局、中山大学地质系、地质部海洋地质调查局、地质部海洋地质研究所、广东省地质局地质矿产研究所、广东省地质局第二水文地质大队以及地质部南海地质调查指挥部系统的代表共二十人。会议首先听取了介绍，然后进行了认真的讨论，提出了详细的修改意见。现将对《南海北部水文气象特征》的评审意见归纳如下：

本报告的资料来源于国内外已公开的近代资料，年代较长（尤其是气象资料），具有一定的客观性和代表性。

资料的整理和计算是符合要求的，绘制的图表是比较详细的，基本反映了各要素的特征和概况。

报告的编写是从南海北部水文气象特征角度叙述，基本能反映出南海北部海区的水文气象概貌，各要素的分析较详细、通俗，对海上活动及作业起到一定的参考作用。

本报告同意给予验收。

※根据修改意见本报告题名改为《南海北部风、浪、流》

评 审 委 员 会

主任委员：刘 桑

副主任委员：杨平安、金庆焕

委 员：杜三品、何廉声、黄玉昆、肖锦华、马道修、
王江文、黄买安、钟欢良、黄义珍、邱传珠、
袁迎如、吴 萍、苏向学、叶开祥、牛作民、
齐慧琴、钱翼鹏。

一九八〇年十一月二十四日

于广州

目 录

前 言	(1)
第一章、南海的风场	(2)
第一节 南海的季风	(2)
第二节 南海北部的风场	(4)
第三节 南海北部沿岸的风场	(8)
第四节 南海的大风	(11)
第五节 台 风	(23)
小 结	(29)
第二章、南海北部的海浪	(31)
第一节 南海北部的海浪	(31)
第二节 北部湾的海浪	(46)
第三节 南海北部沿岸的海浪	(49)
第四节 南海北部近岸浪及其对沉积物分布的影响	(53)
小 结	(56)
第三章、南海北部的潮流和海流	(58)
第一节 南海北部的潮流	(58)
第二节 南海北部的海流	(66)
第三节 对南海北部冬季逆风海流的初步讨论	(85)
小 结	(95)
参考文献	(96)

前 言

风、海浪、潮流和海流，对海底物质起着搬运、分选、沉积的作用。它们可以改造海岸和海底，是海洋地貌中活跃而重要的外动力因素。对于海洋沉积来说，探讨海水动力条件与海底底面结构的关系，可以解释沉积环境，在海洋沉积学逐渐走向定量分析的今天，更需了解海水动力条件。海洋气象因素特别是风，它不仅与海上工程设施、航运等方面关系密切，而且能直接和间接地影响海水运动状态，同样在海洋地质领域中受到越来越多的重视。

南海水深海阔，气象万千，海水动力状况复杂多样。解放以来，我国在南海进行了许多水文气象调查，积累了可贵的资料，我们搜集这些资料和部分国外资料，对南海（主要是南海北部）的风场以及南海北部的海浪、潮流和海流作一初步探讨。为配合南海北部海洋地质调查研究工作的开展，我们着重分析了这些要素的多年平均状况，力图寻求其总的和主要的分布规律，而对短暂的和瞬时的变化不加讨论。

需要指出，我们搜集的资料有限，因此在分析和讨论中势必存在一定的局限性，有待于今后进一步补充和研究。

本文是我队集体工作的成果，第一、二、三章分别由庄敏芝、季林绮、林言胜执笔，陈宗胜、陈壮业、张松举等同志参加了资料搜集、计算、绘图等工作。由于笔者水平有限，文中定有不当和错误之处，敬请批评指正。

第一章 南海的风场

第一节 南海的季风

一、概况

东亚地区海陆间的冷热分布及其季节变化形成了蒙古高压、阿留申低压、太平洋副热带高压和印度为中心的大陆热低压等四个大气活动中心，它们随季节转换而建立、消失以及强弱、进退的变化形成了东亚地区的季风气候。南海处于低纬地带，经向温度梯度较小。虽然时有台风影响，但气旋、反气旋活动比温带少，对季风环流的干扰相对就小。另外，我国西部青藏高原有利于冬季冷空气由北向南达到较低纬度，还一定程度阻挡了西移而来的槽脊系统的影响，相对地增加了东部地区季风环流的稳定程度。因而南海季风特征明显，属于明显季风气候区。

冬季是我国季风最强的季节，强蒙古高压形成东亚的偏北气流，由于各地相对于高压的位置不同，盛行风向也显著不同，南海主要盛行东北风。9月，东北气流到达南海北部，东北风频率开始增加，南海中、南部仍由西南气流控制。10月，东北气流向南扩展到 10°N 附近。11月——次年2月，东北气流控制整个南海，南海盛行东北风，次多风向为北向或东向。3月，南海仍由东北气流控制，但东北风频率由南开始逐渐减少，东风频率开始增加。在该季节，南海北部东北风平均风力为5级左右，南部较小。强冷空气南下时，风力可达7—8级，甚至9—10级。

夏季，深厚广阔的印度低压向东北方向伸出的低槽控制我国南部地区，南海上空主要是围绕印度低压逆时针吹送的西南气流。由于印度低压及其向东北伸出的低槽位置的变动，南海主要盛行南和西南风。另外，南半球的东南信风夏季越过赤道，因地转偏向力而转成西南风，影响南海南部海面。一般从4月开始，首先从最南部海区偏南风频率增加，随后，偏南气流逐渐加强并向北推移。5月，南部海区以偏南风为主， 10°N 以北海区偏南风频率增加。6—8月整个南海由西南气流控制，北部海区和 5°N 以南海区以南风为主、西南风为次；中部海区以西南风为主、南风为次，而 5° — 10°N 海区的次多风向为西向。9月以后，西南气流又逐渐为东北气流所代替。西南季风盛行期间出现季风潮和季风中断，每次季风潮维持时间5—10天，平均风力3—4级，最大风力可达7—8级。此期间，南海上空温度高、湿度大，北部沿海多雷暴和暴雨，也是台风影响和活动的频繁时期。另外，当印度低压西退或减弱时，太平洋副热带高压向北推进，位置较北，其南缘的东北气流（即太平洋信风）影响南海东北部海区，致使此海

区及沿岸的东北风频率较高。

春季是东北季风向西南季风过渡的时期，蒙古高压逐渐减弱，印度低压建立并加强。因此，4—5月偏北气流减弱，偏南气流由南开始加强，出现南北气流拉锯局面，此期间太平洋信风进入南海中、南部海面，偏东风频率占优势。

秋季是西南季风向东北季风过渡的时期。9—10月中旬，蒙古高压迅速加强，付高东移减弱，印度低压也趋于消失，东北气流由北向南迅速加强。由于大陆冷高压势力强，来得快，西南季风迅速由东北季风代替。

现将南海分成北区（ 18°N 以北）、中区（ $10^{\circ}-18^{\circ}\text{N}$ ）、南区（ 10°N 以南），北部湾另立一区讨论，各区的东北季风和西南季风的特征⁽¹¹⁾列于表1—1和表1—2

表1—1 南海各区东北季风特征

海 区	开始月份	平均速度 (米/秒)	最 盛 期	最 盛 期 频率(%)	最盛期平均 速度(米/秒)	结束月份
北 区	9	5—10	12—1月	90	8—11	5
中 区	10	5—8	12—1月	80—90	7—10	4—5
南 区	10—11	3—8	1—2月	80—90	6—10	4
北部湾	9	4—8	12—1月	60—70	6—8	3—4

表1—2 南海各区西南季风特征

海 区	开始月份	盛 期	盛期频率(%)	盛期平均速度 (米/秒)	结束月份
北 部	5	6—8月	40—60	5—6	9
中 部	4—5	6—8月	60—70	6—7	10
南 部	4	6—8月	60—80	4—7	10—11
北部湾	3—4	6—8月	50—60	6—7	9

二、东北季风期间南海的平均风速

休伯特·里尔 (Herbert·Riehl) 试图用一个平均风速 $\bar{v}$ 来表示东北季风期间南海上空的风速特征^[25]。 $\bar{v}$ 值所代表的海域范围是 $10^{\circ}-20^{\circ}\text{N}$, $110^{\circ}-119^{\circ}\text{E}$ 。现分无气压潮* 和有气压潮二种情况来讨论。

1、无气压潮情况： $\bar{v}$ 的方程式为

$$\bar{v} (\text{哩/小时}) = 6 + 1.5 \Delta P (\text{香港—西贡})$$

式中 $\Delta P (\text{香港—西贡})$ —香港和西贡的气压差值。如果误差允许在 2 哩/小时 (约 1 米/秒) 的范围内, 计算值 $\bar{v}$ 和实际情况是比较一致的。

2、有气压潮情况: H·里尔规定下面二个条件之一为有气压潮标准:

(1) $\Delta P (30-\text{香港}) \geq 1.0 \text{ mb};$

(2) $\Delta P (30-\text{香港})$ 在 24 小时内至少上升 7 mb,

且 $\Delta P (30-\text{香港})$ 必须大于 8 mb。

$\Delta P (30-\text{香港})$ ——地图上 30°N , 115°E 处的气压与香港气压的差值。

在冷空气南下时, 若达到上面规定的二个条件之一, 平均风速 $\bar{v}$ 的方程式为:

$$\bar{v} (\text{哩/小时}) = -2.7 + 0.75 P_{30} + 0.60 \delta P_{30}/24 \text{ 小时}$$

式中 P_{30} —地图上 30°N , 115°E 处的气压值减去 1000;

$\delta P_{30}/24 \text{ 小时}$ — 30°N , 115°E 处过去 24 小时的气压变化值。

比较 1965—1966 年、1966—1967 年、1967—1968 年三个冬季的 25 次达到有气压潮标准的 $\bar{v}$ 计算值和实测值, 如果误差为 3 哩/小时 (约 1.5 米/秒), 计算值 $\bar{v}$ 的准确率达 72%; 误差为 6 哩/小时 (约 3 米/秒), 计算值 $\bar{v}$ 的准确率达 92%; 而误差为 8 哩/小时 (约 4 米/秒) 时, 准确率则达 100%。

根据上面所提供的南海上空的平均风速方程式, 只要对 $\Delta P (\text{香港—西贡})$ 、 $\Delta P (30-\text{香港})$ 、 P_{30} 、 $\delta P_{30}/24 \text{ 小时}$ 等值作预报, 就可作出 $\bar{v}$ 值的预报。在有气压潮的情况下, 对气压场预报的误差也会引起 $\bar{v}$ 值的误差。如果海区作业只需大致了解南海上空风场的平均状况, 此种方法是可取的。

第二节 南海北部的风场

本节应用了中国科学院南海海洋研究所整理的美国“AD报告”中南海北部 (15°N 以北) 的风资料来讨论该区的风场特征。资料来源于船舶气象观测报告, 年限为 1860 年至 1972 年, 主要时期是 1930 年至 1972 年。

*气压潮——冷空气南下达某一标准。

南海北部(15°N以北)被划分成六个海区(图1—1),按资料作各海区的各风向平均频率图(图1—2)和各海区的各风向平均风速图(图1—3)。可以看出南海北部风场特点如下:

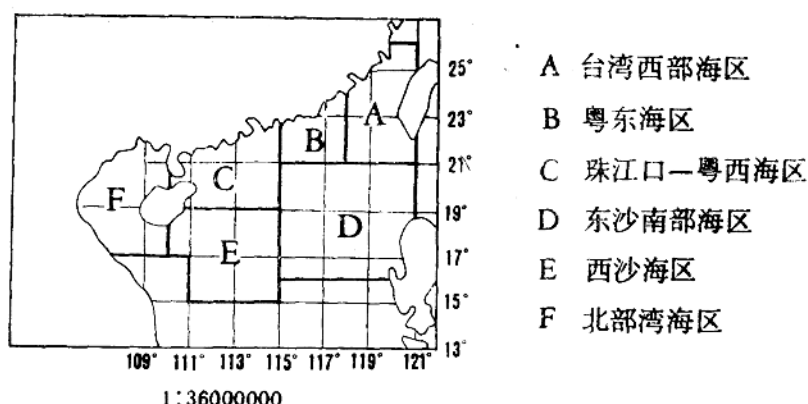


图1—1 南海北部分区图

一、季风特征明显

南海北部全年主要由东北气流和西南气流控制。1月,盛行东北风,其次是北风和东风。除北部湾外,东北风频率高达50—60%以上。2月和3月,大体与1月相同,但东北风频率减少,东风和偏南风频率增多。北部湾稍有不同,由于2、3月份冷空气路径多数偏东、偏北,中印半岛经常出现低压,受高压后部回流及低压影响,北部湾2月份虽然仍以偏北风为主,东南风已大大加强,3月份北部湾已盛行东南风。4月开始,风向转换,海区的东部(图1—1中的A、B、D区)仍盛行东北风,但偏东、偏南风频率有所增加;海区中部(图1—1中的C、E区)风向以偏东为主,南向频率增加;北部湾盛行东南风。6—8月,西南季风控制南海,南海北部盛行南和西南风,南和西南风的频率之和达50—60%。此期间,由于副高南缘的东北信风影响,海区东北部东北风频率较高。9月,风向开始转换,东北风频率增加,海区东北部盛行东北风。10—12月,全海区盛行东北风,除北部湾外,东北风频率高达50—60%以上,东风或北风频率次多。海区东部的东北风频率比海区西部高。

根据克劳莫夫(Khromov)对季风的定义⁽¹⁰⁾,可以定量表明南海北部属于明显季风区。定义如下:在冬、夏盛行风向至少相差120°的地区,取季风指数为I, $I = \frac{F_1 + F_7}{2}$ (F_1 、 F_7 分别为1月和7月的盛行风向频率),则

$I > 40\%$ 的地区为季风区;

$I > 60\%$ 的地区为明显季风区;

$I < 40\%$ 的地区为非季风区。

计算结果, 除北部湾外, I 为56.2%。若用6月和12月的盛行风向频率, I 为61.6%。因此南海北部属于明显季风区。

总的来说, 东北季风期间, 整个南海北部盛行东北风, 但在珠江口及以东近海, 由于沿岸地形的影响, 东风的频率大于东北风。

二、东北季风强于西南季风

1、从季风时期盛行风的频率比较

东北季风盛行期间, 除北部湾外, 东北风频率相当高。10月—次年2月, 各月东北风频率达45—65%以上(北部湾24—40%)。由于冷空气路径有偏东和偏西之分, 各海区次多频率的风向为东或北向。此时期最多和次多风向频率之和高达72—89%(北部湾52—64%)。

6—8月, 南海上空不但受印度低压影响, 还有副高、热带气旋等, 一定程度地削弱了西南气流。南海北部盛行南和西南风, 最多风向频率为24—42%, 最多和次多风向频率之和(即南和西南向频率之和)为38—71%。因此, 除北部湾外, 东北季风期间的盛行风频率高于西南季风期间的盛行风频率(图1—4)。

再从全年各风向平均频率来看(图1—2), 除北部湾外, 各区东北风频率为32—44%, 而各区最高偏南风频率是9—16%, 南和西南风频率之和为17—27%, 也是东北季风的盛行频率高于西南季风的盛行频率。

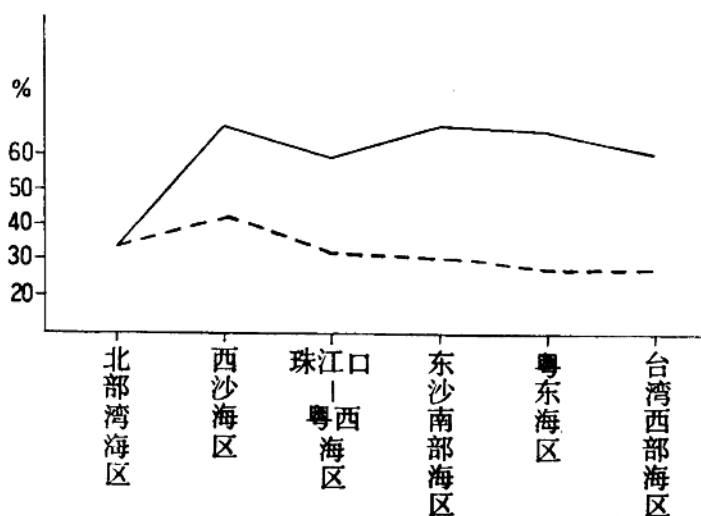


图1—4. a, 东北季风和西南季风盛期的频率比较

——12月最多风向(NE)频率

-----6月最多风向(S或SW)频率

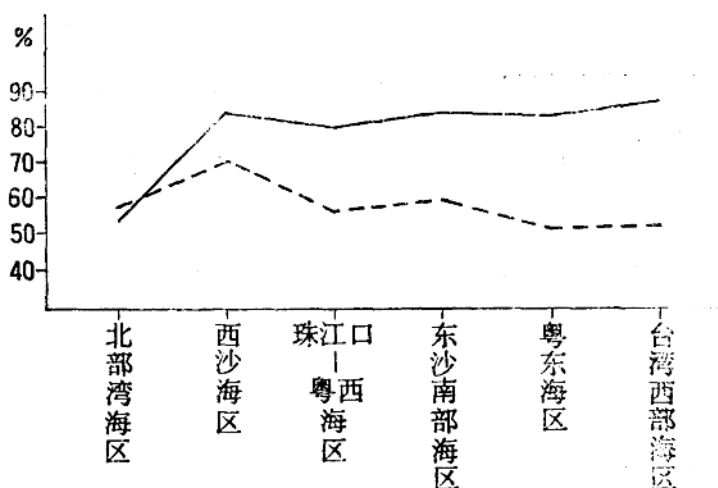


图 1—4. b, 东北季风和西南季风盛期的频率比较

——12月最多风向 (NE) 和次多风向 (E或N) 频率之和

-----6月最多风向和次多风向频率之和 (S+SW)

2、从季风控制海区的时间比较

东北季风盛行期是10月—次年3月 (北部湾3月份除外), 计6个月。9月虽是过渡期, 但总的来说, 东北风频率最高。盛行偏南风的时间是6—8月, 共3个月。因此, 东北季风控制海区的时间较西南季风控制的时间长。

3、从季风转换时间的长短比较

3月开始北部湾盛行东南风, 西沙海区偏南风频率明显增加, 直至6月, 偏南风在全区盛行, 从东北季风控制全区过渡到西南季风控制全区共需2—3个月时间。而从盛行偏南风的8月过渡到盛行东北风的10月, 只需约一个月时间。因此可以表明, 东北气流强劲, 来势迅猛, 西南气流相对地较弱。

4、从风速比较

东北季风期间, 东北风平均风速为5级左右 (12月各区平均为9.7米/秒), 最强可达9—10级。西南季风期间, 偏南风的平均风速为4级 (6月各区平均为5.7米/秒), 最大达7—8级。可见东北季风的风速大于西南季风。

三、西南季风的强度是南部大于北部, 西部大于东部

根据6—8月南风和西南风的平均频率和平均风速计算得表1—3 (海区南部包括图1—1中的D、E区; 北部包括图1—1中的A、B、C区) 和表1—4 (东部包括图1—1中的A、B、D区; 西部包括图1—1中的C、E、F区)。可以看出, 平均频率和平均风速都是南部大于北部, 西部大于东部。

表1—3 南海北部西南季风南、北强度比较

平 均 频 率 (%)			
月 地 区	六	七	八
北 部	2 7	2 6	2 0
南 部	3 3	3 0	2 7

平 均 风 速 (米/秒)			
月 地 区	六	七	八
北 部	5 . 1	5 . 1	5 . 0
南 部	6 . 2	6 . 6	6 . 6

表1—4 南海北部西南季风东、西强度比较

平 均 频 率 (%)			
月 地 份 区	六	七	八
东 部	2 8	2 7	2 2
西 部	3 0	2 9	2 5

平 均 速 度 (米/秒)			
月 地 份 区	六	七	八
东 部	5 . 2	5 . 6	5 . 6
西 部	6 . 1	6 . 4	6 . 1

第三节 南海北部沿岸的风场

南海北部沿岸风场大致与南海北部海区相同。由于沿岸一带各地所处地理位置不同,气压系统环流反映也不同,加上海陆配置、地形、地面摩擦、测站位置及周围环境的响影,沿岸一带的风场比海区的情况复杂,季风特征没有海区那样明显。

本节是应用各气象台站有关的风资料作图(图1—5,)来讨论沿岸的风场特征。所取台站力求分布均匀,地区代表性强以及资料年限尽量较长,除上川为六年、碇洲岛为九年外,其他各站均在十年以上,部分有达廿年或更长。

一、南海北部沿岸的风向表现为季风特征,但季风期间的盛行风向没有海区的盛行风向集中

冬季,南海沿岸受高压环流的控制,各地的盛行风向在北—东的范围内。以东北季风盛行的12月为例(图1—5),珠江口以东沿岸以东北和东北偏东风为主;珠江口以西—雷州半岛以东沿岸,以北向—东北偏东风为主;海南岛沿岸(除莺歌海)以东北偏北—东北偏东风为主;北部湾北岸,以北—东北风为主。从冬半年的平均频率来看,

除频率略小外，各地也有上述风向特征。

夏季，受印度低压环流影响，南海北部沿岸盛行偏南风。由于间有付热带高压和台风影响，东部沿岸偏东风的频率也较高。以西南季风盛行的6月为例，除云澳外，各站的最多风向都以偏南向为主，即在东南—西南的范围内。从夏半年的平均频率看，除频率略小外，风向特征相同于6月份。

二、东北季风强于西南季风

1、从盛行风频率比较

冬季以12月为例，除东兴和莺歌海外，各站的最多和次多风向的频率之和*都在40%以上，云澳达到了67%。夏季以6月为例，除榆林外，各站的最多和次多风向的频率之和一般在20%以上，东方达53%。从全年平均，除莺歌海偏南风频率大于偏北风频率，全年的总效应也反映了北—东向的频率高于偏南风频率（图1—5）。

2、从季风控制的时间比较

季风控制的时间，南海北部沿岸与海区基本相同，东北风盛行期约有5—6个月（10月—次年3月），而西南季风盛行3个月（6—8月）。

3、从季风转换快慢比较

从图1—5可以看到，珠海、清澜、莺歌海等地3月份以偏南风为主；北海、涠洲岛、东方、海口等地4月以偏南风为主；港口、遮浪等地6月才以偏南风为主，因此从东北季风向西南季风转换需2—3个月。从8月份各地盛行偏南风到10月东北季风特征明显，仅9月风向特征不明显，因此西南季风向东北季风转换只需一个月时间。

4、从平均风速比较

由于地形的影响，沿岸各地的风速变化较大，一般岛屿上风大，港湾内风小。东北季风期间以12月为例，涠洲岛、东方、碇洲岛、闸坡、上川、遮浪、云澳等地最高偏北风的平均风速达6米/秒以上，上川达11.3米/秒；东兴、北海、榆林、珠海等地不到5.0米/秒，东兴仅2.6米/秒。西南季风期间以6月为例，涠洲岛、东方、闸坡、上川、港口、遮浪、云澳等地的最高偏南风平均风速达5米/秒以上，东方达7.6米/秒；东兴、榆林、海口较低，是3.4米/秒。

综上所述，南海北部海区和沿岸的风场都具有季风特征，但沿岸没有海区明显，而且东北季风强于西南季风，归纳列于表1—5。

*沿岸的风向频率以十六个方位统计，海区是以八个方位统计。为比较方便起见，故沿岸用最多，次多之和近似地对应于海区的最多。

表1-5 南海北部海区 and 沿岸季风特征比较

		海 区		沿 岸	
		东 北 季 风	西 南 季 风	东 北 季 风	西 南 季 风
盛行风向	东	东	南 和 西 南	北 — 东	东南——西南
	盛 期	NE 59—68 平均: 64.6 北部湾: 33	S或SW 28—42 平均: 32.5	24—67 平均: 47.4	19—53 平均: 32.5
平 均 频 率 (%)	全 年	NE + (N或E) 32—44 平均: 38.4 北部湾: 19	S + SW 9—16 平均: 11.2 (北部湾是SE向20)	17—46 平均: 30.1	6—26 平均: 15.3
平均风速 (米/秒)	盛 期	8.4—11.2 平均: 9.7	4.6—6.5 平均: 5.6	2.6—11.3 平均: 6.2	3.4—7.6 平均: 4.9
	全 年	6.7—8.7 平均: 7.5	3.7—5.7 平均: 4.7	2.6—8.6 平均: 5.6	2.9—7.0 平均: 4.1
最大风速(级)		9—10	7—8	7—8	6—7
注	1	盛期分别以12月和6月为例			
	2	频率取北—东范围内最多和次多向之和。 风速取北—东范围内最大值。 频率取东南—西南范围内最多和次多向之和。 风速取东南—西南范围内最大值。			

第四节 南海的大风

大风是指风速 ≥ 6 级(11米/秒)的风。南海的大风主要产生于冷空气活动和台风等天气系统,另外飑线、龙卷、雷雨单体也会造成局部地区大风。本节主要对南海大风概况及冷空气大风作一介绍。

一、南海的大风频率

从图1—7看出,冬季南海受冷空气影响,是大风最多的季节,大风中心偏于南海东北部。10月以后,冷空气活动频繁,加上仍有台风影响,10—11月南海东北部大风率可高达50%,向南逐渐减少,最南部海区大风率不足5%。最高大风率出现在12月,台湾西南方海区高达66%,很大海域范围内都达30%以上,赤道附近不足5%。1—2月,大风率仍很高,南海东北部达40%以上。3月份的大风有所减少,东北部的大风率降为30%。4—5月份大风率最低,北部海区约10%,中部和南部海区不到5%,赤道附近只有1%左右。

夏季为南海台风季节,飑线也常发生,带来大风。西南季风特别强盛时,也会引起6—7级大风。因而6—8月的大风比4—5月有所增长。6月,大部分地区大风率达10%,7月达15%,8月达20%以上。此时,北方冷空气不能达到南海,大风率中心在南海的中部和南部。

9月,南海台风活动最频繁,冷空气也开始侵入南海东北部,南海北部大风率增高,最高达20%以上,其他大部分地区仍有10%以上的大风率,赤道地区不足5%。

总之,南海冬季的大风率远高于夏季的大风率。

二、南海的极大风速

图1—8为1940—1972年间各月在每两个经纬网距中所观测到的风速极大值。资料以飞机探测台风风速记录为主,还包括船舶天气报告和船舶遇难的大风记录。极大风速小于20米/秒不列在图上。从图看到,1—3月台风活动极少,极大风速多由冷空气引起,故数值较小。4—5月,各处的极大风速值随台风活动增多而增加。7—9月是台风活动盛期,极大风速值普遍增高,台风经常通过的巴士海峡西部出现了70米/秒、75米/秒的风速。盛夏,台风活动在南海北部为多,因此,北部的极大风速值普遍大于中部、南部,尤其东北部数值最大。9月以后,各处的极大风速值仍很高。直到12月,冷空气势力较强,台风只在南海中部活动,因此南海北部极大风速值较小,而中部较大。一般来说,由台风引起的大风远大于由冷空气引起的大风,因而,夏季出现的极大风速值高于冬季的极大风速值。