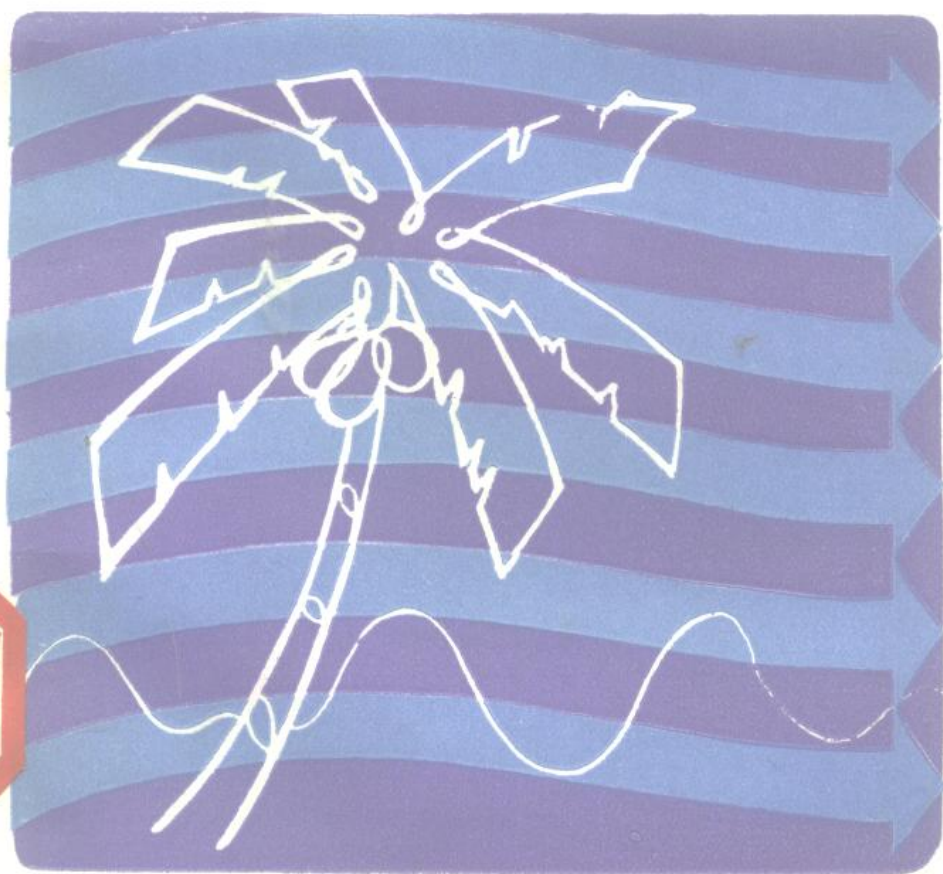


梁必骐

南海热带 大气环流系统



气象出版社

P732.3

L30

南海热带大气环流系统

梁 必 骐 著

高 泰 出 版 社

内 容 简 介

本书是关于南海海洋气象研究的一部专著,它系统地论述了南海热带大气环流系统的活动和结构特点,发生发展条件和机制以及对我国天气的影响。

全书共分九章,分别讨论了南海的地理环境和气候特征,南海季风环流,南海热带辐合带、热带波动、季风低压、中层气旋,南海热带气旋的活动、结构特征和形成机制,南海越赤道气流、低空急流和热带高空东风急流,南海赤道反气旋和南海高压。

本书可供气象、海洋、地理、水文、水产等方面的研究人员和大专院校师生以及天气预报工作者参考。

南海热带大气环流系统

梁必骥 著

责任编辑 李如彬

气象出版社出版

(北京西郊白石桥路46号)

北京燕华营厂印刷

开本: 850×1168 1/32 字数: 198千字 印张: 7.875印数: 1—800

1991年6月第一版 1991年6月第一次印刷

ISBN 7-5029-0527-8/P·0302

定价: 6.75元

7-5029-0527-8

前 言

南海是濒临我国的热带海洋,这里有着相当丰富的石油和其他海洋资源,而且又是航空、航运的交通要道。从气象保障角度来看,弄清南海环流特征和热带扰动活动情况是十分必要的。鉴于南海独特的地理环境,使得它成为全球的重要大气能源中心之一,又是热带气旋和各种热带扰动最活跃的海区之一,更是季风和中、低纬度环流系统相互作用的重要海区,所以对南海热带环流和系统的研究,也是热带气象学和海洋气象学的重要课题。但是,长期以来对南海大气环流和系统的研究甚少,七十年代以前,这方面的研究几乎是空白点。七十年代以来,随着南海开发的需要,以及海洋调查的频繁进行,水文气象资料日益增多,因而对南海的研究也越来越多。近十多年来,我们先后在国家气象局和国家教委自然科学基金资助下,有计划地对南海及其邻近地区的各种热带环流系统进行了较广泛而系统的研究,基本上摸清了这些系统的活动特点,了解了它们的结构特征,并探讨了它们的发生发展机制,初步给出了主要环流系统的天气模式。本书主要就是我们在这方面的研究成果的系统总结,同时也综述了国内外其他学者近年来在这方面的主要研究成果。

本书重点论述了南海热带大气环流系统的活动和结构特点,发生发展条件和机制以及对我国天气的影响。全书共分九章:第一章论述南海的地理环境和气候特征;第二章讨论南海季风环流系统的结构,冬、夏季风的形成和特点,以及对我国降水的作用;第三章论述南海热带辐合带的活动、结构、演变特征及其与台风活动的关系;第四章论述南海热带波动的特点,重点讨论东风波及其对华南天气的影响;第五章讨论南海热带气旋的统计特征和结构模式,

及其形成条件和发生发展机制；第六、七章论述南海季风低压和中层气旋的活动和结构特征，及其形成机制；第八章讨论南海越赤道气流、低空急流和高空东风急流，以及它们与台风、暴雨的关系；第九章讨论南海的反气旋系统，包括赤道缓冲带、赤道反气旋和南海高压。

撰写本书的目的是试图为填补南海气象研究的空白起到“抛砖引玉”的作用，为热带气象学和海洋气象学的发展充实一点资料；同时，也希望能为我国热带天气预报和南海气象保障提供一些参考依据，从而为华南经济建设和南海石油、水产等资源的开发，以及航空、航运交通作点贡献。但由于作者水平所限，掌握的资料也不足，所以本书可能存在不少缺点和错误，欢迎读者批评指正。

本书的写作得到国家海洋局海洋环境预报中心包澄澜教授的鼓励，全书插图由邹滨同志清绘，仅此表示衷心的感谢。最后，还要特别感谢多年来与作者真诚合作研究的杨运强、仲荣根、梁经萍、张蓝蓝、邹美恩、彭金泉、徐小英等同志，以及作者的许多学生，没有他们的合作，本书是不可能问世的。

梁必骐

1989年1月于中山大学

目 录

前言

第一章 南海的地理环境和气候特征.....	(1)
§ 1 南海的地理环境及其对气候的影响.....	(1)
§ 2 南海平均流场和气候特征	(3)
§ 3 南海大气环流系统概述	(15)
参考文献	(17)
第二章 南海季风环流.....	(18)
§ 1 南海季风环流系统的结构.....	(18)
§ 2 南海夏季风环流	(20)
§ 3 南海冬季风环流.....	(24)
§ 4 南海热源结构和水汽收支及其对季风和降水的影响	(33)
参考文献	(42)
第三章 南海地区的热带辐合带	(44)
§ 1 热带辐合带活动的一般规律.....	(44)
§ 2 南海热带辐合带的结构和天气	(46)
§ 3 热带辐合带的形成和演变	(52)
§ 4 南海辐合带与台风活动的关系	(56)
参考文献	(57)
第四章 南海地区的热带波动	(59)
§ 1 南海热带扰动的波谱特征	(59)
§ 2 南海和华南东风波的活动特点	(64)
§ 3 东风波的结构模式	(67)
§ 4 东风波对华南天气的影响	(76)
参考文献	(79)
第五章 南海热带气旋.....	(80)
§ 1 南海台风活动的气候特征	(80)
§ 2 南海台风的结构和天气	(82)

§ 3	南海发展与不发展低压的对比分析	(90)
§ 4	南海台风发生发展的环境条件	(98)
§ 5	南海台风的涡度和动能收支	(109)
§ 6	南海台风的成因及其与温带气旋的比较	(122)
	参考文献	(136)
第六章	南海季风低压	(138)
§ 1	南海季风低压的活动及其对华南天气的影响	(138)
§ 2	南海季风低压的结构及其与孟加拉湾季风低压的区别	(141)
§ 3	南海季风低压的能量和动量收支	(146)
§ 4	南海季风低压的发生发展机制	(163)
	参考文献	(178)
第七章	南海及其附近地区的中层气旋	(180)
§ 1	南海地区中层气旋活动的基本规律	(180)
§ 2	南海中层气旋的结构和天气	(181)
§ 3	南海中层气旋的形成类型及其与季风的关系	(187)
§ 4	南海中层气旋的形成机制	(193)
§ 5	南海中层气旋与其它热带涡旋的比较	(202)
	参考文献	(204)
第八章	南海越赤道气流和对流层急流	(205)
§ 1	南海越赤道气流及其对季风和台风的影响	(205)
§ 2	南海和华南低空急流及其对暴雨的作用	(212)
§ 3	热带高空东风急流及其与台风的关系	(221)
	参考文献	(227)
第九章	南海地区的反气旋系统	(229)
§ 1	赤道缓冲带和赤道反气旋的活动及其与台风的关系	(229)
§ 2	赤道缓冲带和赤道反气旋的演变过程	(232)
§ 3	南海赤道反气旋的结构	(235)
§ 4	南海高压及其对天气的影响	(239)
	参考文献	(244)

第一章 南海的地理环境和气候特征

§1 南海的地理环境及其对气候的影响

南海是一个被大陆和岛屿环抱的热带海洋，海域辽阔，东起菲律宾群岛，西至中南半岛，北濒我国大陆，南达印度尼西亚群岛，面积约 350 万平方公里。南海是北太平洋和北印度洋联系的通道，其东北有台湾海峡通往东海，还有巴士海峡联通太平洋，西南有马六甲海峡沟通印度洋，南部通过邦加海峡、加斯帕海峡和卡里马塔海峡与南半球的爪哇海相通。

南海是世界的深海之一，平均水深 1,200 多米，最深达 5,420 米。海区岛屿众多，北面有海南岛和东沙群岛，中部有西沙群岛和中沙群岛，南部有南沙群岛、纳土纳群岛、亚南巴斯群岛和淡美兰群岛等。南海北部大陆架自西北向东南倾斜，坡度平缓，水深不超过 100 米。大陆架外缘的大陆坡呈阶梯状，坡度较陡，水深在 230—3,500 米之间。

南海独特的地理环境通过其热力和动力作用造成南海特殊的环流条件和天气气候特征。南海海域宽广，深度大，有利于漂流（即风海流）的发展。南海与周围海域由海峡连通，这有利于它们进行水量交换和受到外海洋流的影响。南海作为一个准封闭的海域还可以形成独立的海流和涡旋。由于季风的影响，南海东北季风时期盛行西南向漂流，西南季风时期则盛行东北向漂流，季风转换期漂流较弱，海流主要受地转流（即密度流）影响。据研究^[1]，南海冬、夏季的海面地转流有其特殊的结构，由图 1.1 可见，冬季由三大旋涡控制，即北部为范围较大的气旋式环流，中部为反气旋式环流，南部又为气旋式环流；夏季南海中北部较复杂，出现多个气旋与反气旋环流相间，南部为反气旋环流。这种冬、夏季的海洋环

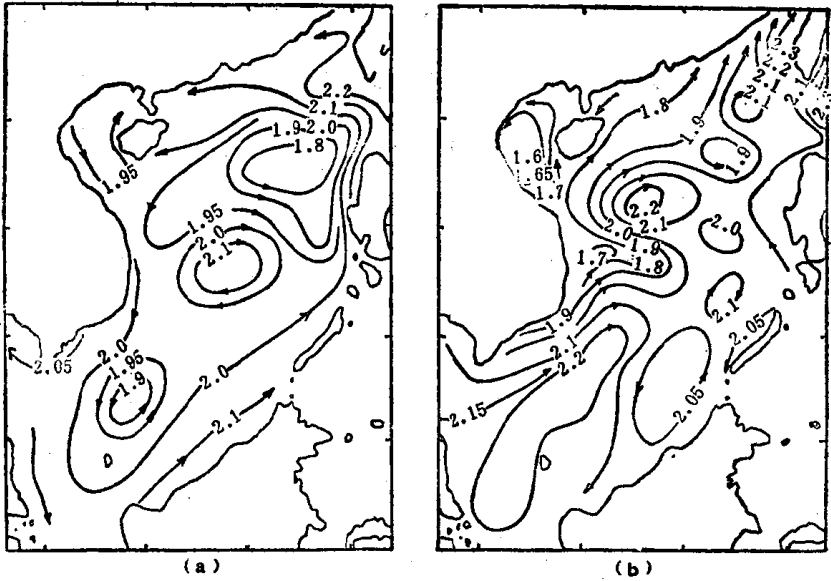


图1.1 南海表层的地转流 (单位: 动力米)
(a) 冬季(12—2月) (b) 夏季(6—8月)

流差异,可能同冬、夏季不同方向的漂流和南海海底特定地形的作用有关^[2]。调查发现^[3,4],南海北部海流并不总是与季风方向一致,冬季存在一支逆风海流——南海暖流,其最大流速可达0.5—1.0米/秒。这支东北向暖流位于东沙群岛以北,全年存在,冬季流幅较宽、流量较大,而且东部强、西部弱,夏季其位置较偏北,大约出现在水深200米以浅的陆架海区。近年的调查不仅确证了南海暖流的存在,而且还发现在南海暖流的南侧还存在一支较强的西向海流,它源于黑潮,是其通过巴士海峡进入南海的一个分支,被称为黑潮南海分支,这也是一支全年存在的冬强夏弱的暖流。海流与大气环流是相互影响的,季风环流导致南海冬、夏季出现方向相反的风海流,而海流对大气也产生反馈作用,寒、暖流通过海气相互作用使气温发生变化,海洋加热造成的明显气温梯度会导致大气环流的变化,并对降水产生影响。例如,南海北部冬季云和降

水较多以及海南岛南部终年无海雾,就与南海暖流影响有关。

南海属热带海洋,又终年受暖流影响,所以海水温度较高。如图 1.2 *所示,除我国大陆沿岸外,整个海区的海面水温各季都在 22°C 以上,西沙群岛以南在 25°C 以上,南部海区终年在 $26-27^{\circ}\text{C}$ 以上,夏半年(5—10月)东沙群岛以南都在 27°C 以上,尤其是夏季(7—9月)全海区都在 27°C 以上。正因此,南海全年都有台风活动,而且季风盛行,热带扰动活跃。南海积云对流发展旺盛也与其特殊的地理环境和高海温有关,积云对流的强烈加热使得南海东北部成为夏季大气热源中心之一,南部的“海洋大陆”更成为冬季全球最强的大气热源中心。

此外,南海周围的海峡不仅是它与其他海洋进行水量交换的重要通道,而且还直接影响南海的环流和天气。例如东北季风时期,南海北部的大风大浪常是台湾海峡的狭管效应造成的。总之,南海特殊的地理环境造成了南海独特的天气气候和大气环流特征。

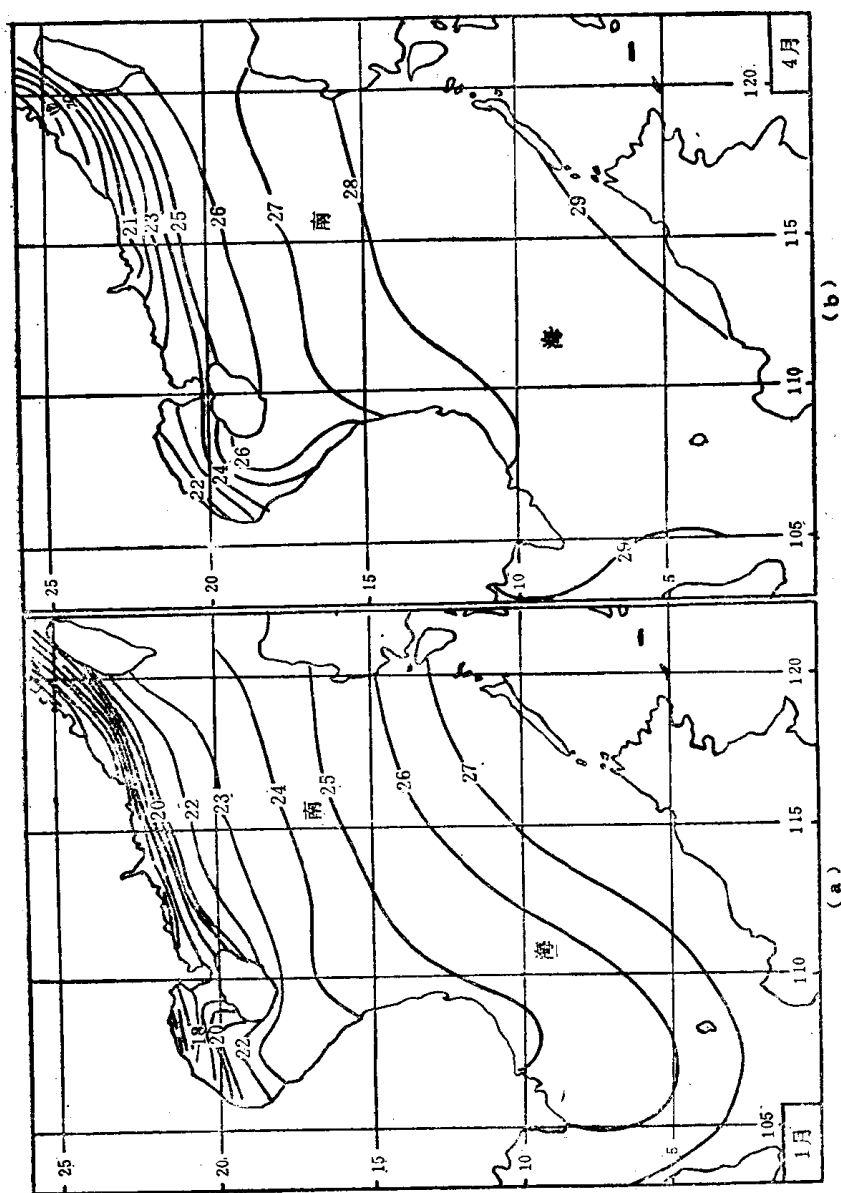
§2 南海平均流场和气候特征

一、南海高空平均流场

南海平均流场的基本特点是:在低层,冬季盛行东北季风气流,夏季盛行西南季风气流;在高层,冬季西南气流占优势,夏季为东北气流控制,并出现东风急流;在垂直方向上,冬季为 Hadley 经圈环流,上升支主要在南海南部,下沉支在我国大陆,夏季为季风经圈环流,南海盛行上升气流,下沉气流出现在南半球。

图 1.3 给出了南海及其邻近地区多年平均的高、低空合成流场。由图 1.3(a)可见,在冬季(1月),南海低层(850百帕)为大陆冷高压南缘的东北气流控制,季风槽位于南海南部;高层(100百帕)南海为高压脊控制,中北部盛行西南气流,南部为东南气流。图 1.3

*) 本节图表资料主要取自“中国人民解放军海军司令部航保部:《南海气象水文资料汇编》,1982”。



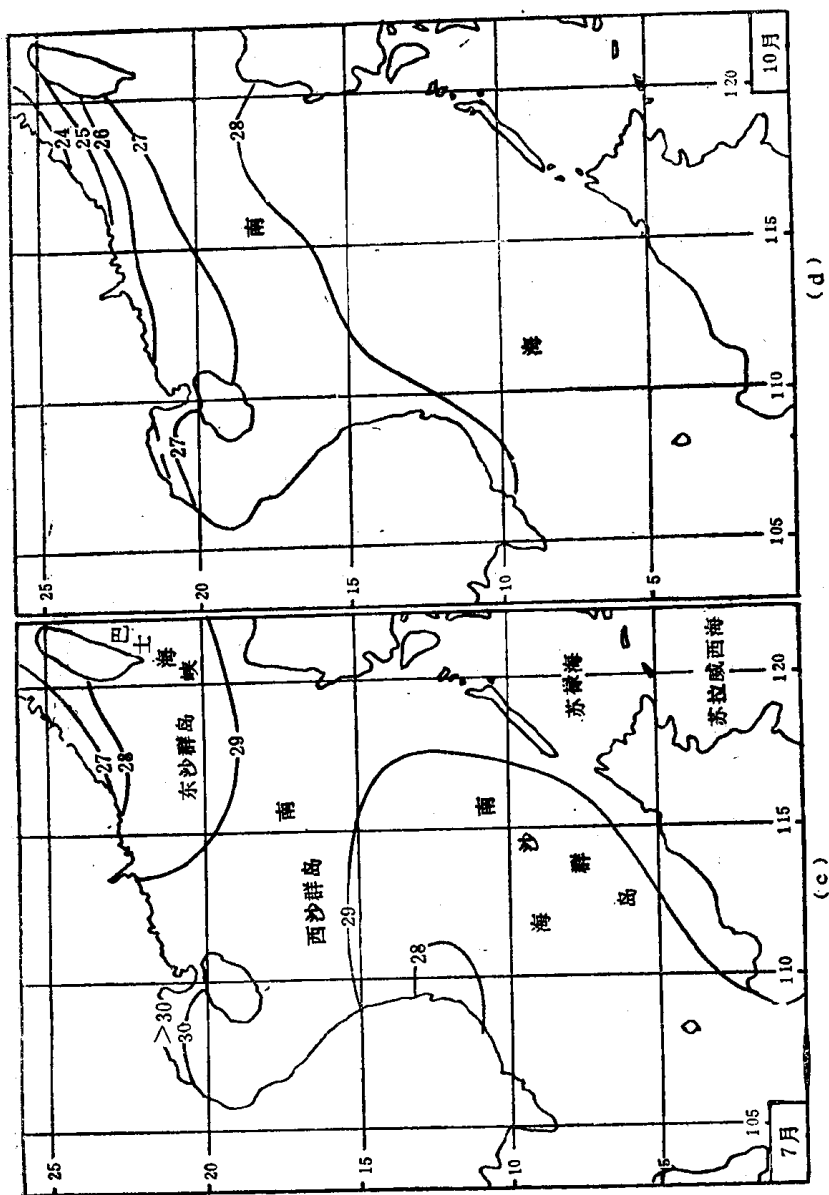
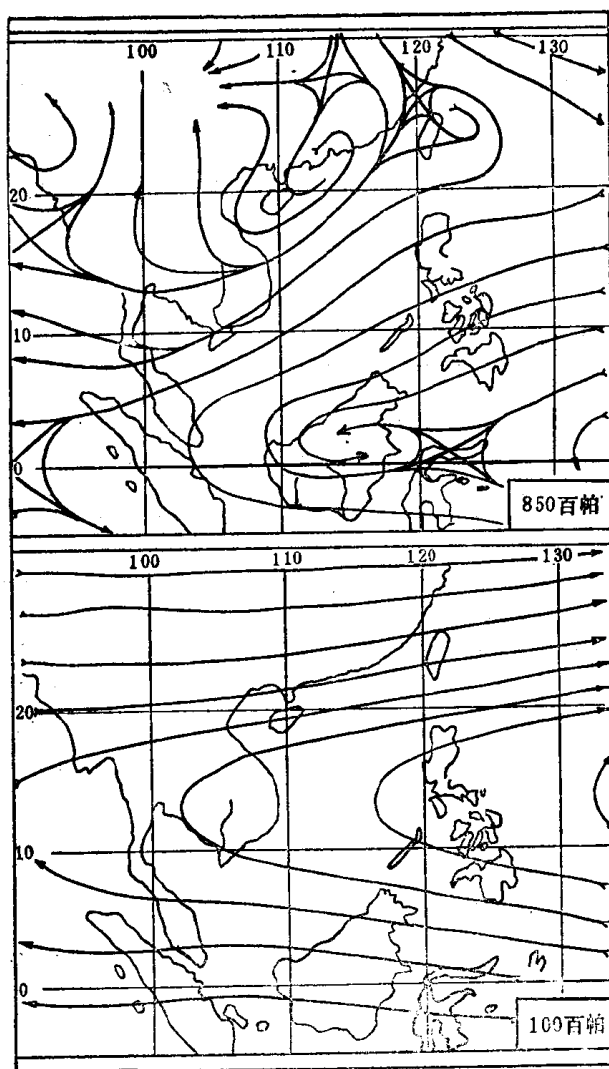
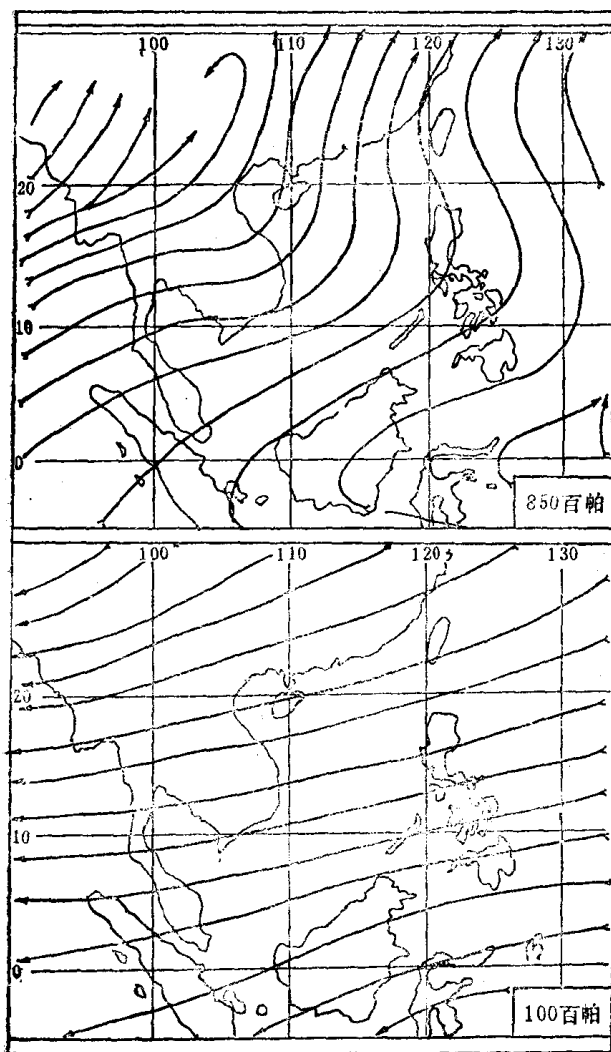


图1.2 南海的海面水温分布 (单位: °C)

(a) 1月 (b) 4月 (c) 7月 (d) 10月



(a)



(b)

图1.3 南海及其邻近地区高、低空平均流场
(a) 1月 (b) 7月

(b)示出,夏季(7月),南海低层(850百帕)主要是来自孟加拉湾和南海南部越赤道气流转向而成的西南气流,在南海东北部还有一支由西南气流折向而成的东南气流以及来自西太平洋高压南缘的东南气流;高层(100百帕)是一致的东北气流,强风中心位于 20°N 附近,在300和200百帕上出现二支东风急流,分别位于 15°N 和 5°N 附近。4月和10月(图略)是冬、夏季风过渡季节,低层流场变化明显,风向多变;高层流场变化较小,4月盛行偏西气流,10月为偏东气流,风速明显减弱,东风急流中心南移至 10°N 附近。

总之,南海冬、夏季气流的来源是不同的。高层气流来源比较简单,偏东气流来自西太平洋,偏西气流来源于孟加拉湾。对流层低层,冬半年主要有三支气流,其中东北季风 and 东北信风气流来自西太平洋,分别与出海大陆冷高压和副热带高压相联系,是两支不同性质的气流,还有一支是来自我国大陆的西北气流;夏半年主要有4支气流,最主要的西南季风有两个来源,一是来自印度季风气

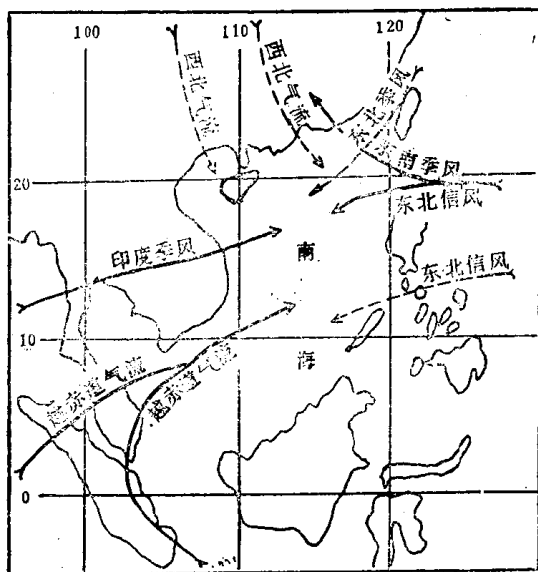


图1.4 南海低层主要气流示意图
(实线表示夏季,虚线表示冬季)

流,二是来自南半球越赤道气流,另有两支气流来源于西太平洋高压南缘,即东南季风气流和东北信风气流。图 1.4 给出了南海对流层低层冬夏季各支气流示意图。

二、南海海面风场

南海海面风的季节变化和地理分布取决于盛行气流、环流系统的活动以及地理环境,其最主要特征是:冬半年盛行东北季风,夏半年盛行西南季风,冬季风强于夏季风。

据统计,南海北部 9 月开始盛行东北风,北-东北风频率为 50%左右,这时南海中南部仍是西南风占优势,南-西南风频率在 70%以上。10 月东北风覆盖南海北部和中部,北-东北风频率为 70—80%。11 月东北风控制整个南海。冬季风控制南海的时间随纬度降低而缩短,北部海区长,约 8 个月,南部海区短,只有 6 个月。西南风 2 月就可在南海南部出现,泰国湾南-西南风频率可达 30%,4 月达 50%以上,南海其他海区仍是东北风控制。5 月西南风控制南海中南部。6 月整个南海盛行西南风,南-西南风频率达 60—70%以上。南海西南风盛行时间平均是南部长(6 个月),北部短(3 个月)。

表 1.1 给出了南海部分台站的多年月平均海面风速,可以看出冬季风时期风力最强,10 月开始,南海冬季风迅速增大,北部海

表 1.1 南海逐月平均风速(单位:米/秒)

站名 \ 月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
马公	9.7	9.2	7.7	6.1	5.4	4.9	4.9	4.2	5.9	8.8	9.7	9.5	7.2
香港	7.5	8.3	8.5	7.7	6.8	6.5	5.6	5.9	6.6	7.7	7.4	7.2	7.2
上川	6.7	5.8	5.3	4.9	4.5	4.8	4.4	4.1	4.2	7.4	6.7	7.0	5.5
东沙	8.8	8.0	6.3	5.1	3.9	4.0	4.6	4.2	5.4	8.6	9.7	9.8	6.5
西沙	5.8	4.9	4.5	4.1	4.4	6.1	5.8	5.3	4.5	5.6	6.7	6.5	5.3
南沙	6.1	5.6	4.9	3.9	3.5	5.0	6.1	6.5	5.0	3.7	4.6	5.4	5.0
三亚	2.7	2.6	2.4	2.2	2.0	1.8	1.9	1.8	1.8	2.5	2.6	2.5	2.2
荣市	2.1	2.0	2.0	2.1	2.5	2.4	3.0	2.7	1.9	1.9	2.0	2.1	2.2

面 12 月最大,南部海面 1 月最大,台湾海峡和巴士海峡海面由于狭管效应,出现最大平均风速,冬季达 10 米/秒以上,而由于地形阻挡,菲律宾西部海面和海南岛西南部、越南北部沿岸海面风速最小。夏季风比冬季弱 南海中北部月平均海面风在 6 米/秒以下,南部较大,超过 6 米/秒,盛夏季节南沙群岛西部海面月平均风速达 7—8 米/秒,比冬季风强。春秋过渡季节,风向多变,风速较小。

南海大风(风力 ≥ 6 级)主要是由冷空气活动和季风潮、台风等天气系统造成的。由表 1.2 可以看到,南海大风主要出现在冬季,春季最少;北部海区多,南部海区少;偏北大风多于偏南大风。在南海东北部大风频率最大,年平均大风日数为 160 天以上,尤其是 11—1 月大风频率达 60%以上,其中 12 月偏北大风频率达 80%。其他海区也是冬季风时期海面大风频率高,偏北大风最多,持续时间最长,一次大风过程最长持续 46 天。偏南大风主要出现在中南部海域的盛夏季节,最大频率也不超过 50%,持续日期也较短,最长是 18 天。过渡季节大风最少,尤其是 5 月大风频率不足 15%,

表 1.2 南海偏北(N)、偏南(S)大风月平均日数

海 月 份 区		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均
西北部海区	N	17.7	13.1	8.6	3.7	1.0	0.3	0	0.1	3.2	11.4	20.3	20.8	99.8
	S	0	0.2	0.4	1.0	1.8	3.5	4.1	3.0	(1.0)	0	0.2	0.1	15.2
东北部海区	N	24.2	19.9	15.3	10.3	3.4	0.8	0.7	0.9	6.1	19.1	22.8	25.2	149.1
	S	0.1	0.1	0.5	0.1	0.2	4.2	3.9	3.7	1.2	0.2	0	0	15.1
中部海区	N	22.4	16.2	10.3	3.5	0.7	0	0.3	0.1	(1.3)	10.1	18.8	22.6	106.1
	S	0	0	0.6	1.0	3.2	9.8	12.0	12.5	(5.1)	0.8	0.1	0.1	44.7
南部海区	N	22.6	16.0	9.1	2.0	1.2	0.4	0.4	0.5	0.8	3.9	15.9	20.6	93.3
	S	0	0.1	0	0.3	3.4	9.5	14.2	15.8	9.3	1.8	0.1	0	53.6