

航海气象

大连海运学院海洋气象小组编



人民交通出版社

内 容 提 要

本书以远洋海员应用船舶天气公报、船舶天气图和航海气象资料的角度出发，简明、系统地介绍了远洋海员所必需的气象知识。

本书主要内容包括：天气的基本概念，热带气旋，海上的雾，世界海洋的风、浪、流和云雨的多年特征，船舶天气图的基础和应用，地方性天气特征等。凡和航海生产有密切关系的内容，诸如各类天气系统的典型天气以及它们的生、消、发展与运动的规律，现场测算热带气旋和海上平流雾，看天经验等等，从航海需要和船舶条件出发，进行了比较详细的阐述。

本书可供远洋海员自学或教学参考用。

航 海 气 象

大连海运学院海洋气象小组编

人民交通出版社出版

(北京市安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第 006 号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷二厂印

开本：787×1092_{1/32} 印张：11.625 插页：3 字数：250千

1975年1月第1版

1975年1月第1版第1次印刷

印数：0001—9,300册 定价(科三)：0.97元

作者的话

航海总是在一定的天气条件下活动的。天气，变化无常，十分复杂。有些天气条件对航海有利，有些天气条件对航海不利。活动在海洋上的船舶，应该避免不利的天气条件，选择有利的天气条件；或是在有必要通过不利的天气条件时事先作好精神和物质上的准备，凭以变不利为有利，保证船舶安全迅速地活动。因此，力争在天气条件中得到自由，就成为海员完成生产任务时所不可忽视的一个问题。

毛主席教导我们：“**不打无准备之仗，不打无把握之仗，每战都应力求有准备，力求在敌我条件对比下有胜利的把握。**”要做到这样，除了别的方面有准备外，还须随时事先掌握船舶活动海区的天气条件，凭以设计经济航线和采取正确的航行方法和操纵方法。掌握船舶活动海区的天气条件，须根据船舶天气图或天气形势报告去推知；或是，必要时，只能凭船舶本身具备的条件，去测算船舶附近的热带气旋和海雾等对航海活动有威胁性的天气。因此，海员要懂得天气变化的基本规律，要熟识航海气象资料的应用，要掌握测算天气的一些简单方法。

本书就是简易地介绍这方面的知识。希望通过本书能有助于远洋海员在航海实践中去认识天气，解释天气，征服天气；并希望读者在与天气的斗争过程中，不断地探索天气的运动规律，不断地总结经验，“有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。”

为了远洋海员便于查考，对气象广播和航海资料中常见的气象术语，在它的后面的圆括号中用英文注释。

在写作时，虽曾就书的内容和体裁方面广泛地征求过有丰富实践经验的远洋船长们和工农兵海员们的意见，但由于作者缺乏航海实践的经验，时间也仓卒，书中一定存在不少的缺点和错误，是否符合航海生产对气象的要求，也须在实践中去验证。所以竭诚地希望广大读者提出批评，以便今后有机会再版时改进。

目 录

作者的话

第一章 天气描述的基本词汇和必备知识	1
一、大气的组成与层次.....	2
(一)大气的组成.....	2
(二)大气的层次.....	3
二、气象要素和必备知识.....	5
(一)气压的意义、单位和海平面气压场.....	5
(二)风和海平面气压场.....	11
(三)空气的增热与冷却、大气的稳定度.....	16
(四)湿度的表示方法、大气中水汽凝结的途径.....	23
(五)云状和云量.....	28
(六)海面能见度.....	31
三、气象要素的日变化.....	33
第二章 世界海洋的风、浪、流和云雨的多年特征	37
一、大气环流.....	37
二、气压分布.....	39
三、风的分布.....	43
(一)世界风带.....	43
(二)季风.....	44
(三)海陆风.....	45
四、世界海洋的风与浪的多年实况.....	47
五、狂风恶浪的海域.....	53
(一)中高纬度 (30~60°) 北大西洋和北太平洋 冬季的狂风恶浪.....	54

(二)北印度洋夏季的狂风恶浪.....	56
(三)好望角航线的狂风恶浪.....	57
六、内波.....	58
七、地方性风名词解释.....	59
八、大洋海流系统.....	67
九、世界大洋海流的多年实况.....	69
十、航海海流图.....	76
十一、云和降水的分布.....	79
(一)云的分布.....	79
(二)降水的分布.....	80
第三章 天气形势报告的意义和应用.....	82
一、什么是天气形势.....	82
二、气团.....	85
(一)气团的意义.....	86
(二)气团的形成与变性.....	87
(三)气团的分类和冷暖气团的天气.....	88
(四)影响我国的气团.....	92
三、锋.....	96
(一)锋的意义与种类.....	96
(二)暖锋、冷锋和静止锋的天气.....	98
(三)锋的地理特点和预报的规律.....	103
四、气旋.....	106
(一)锋面气旋的生成和发展.....	108
(二)理想气旋的天气.....	111
(三)锢囚气旋的天气.....	115
(四)气旋的移动和路径.....	117
(五)我国近海的气旋.....	118
(六)预报气旋的移动与发展的规律.....	121

(七)热低压及其预报指标·····	122
(八)龙卷·····	125
五、反气旋·····	127
(一)反气旋的种类·····	128
(二)反气旋的天气·····	130
(三)预报反气旋的移动和发展的规律·····	133
(四)我国沿海的反气旋·····	133
(五)布拉·····	139
六、天气形势报告应用举例·····	140
第四章 热带气旋 ·····	143
一、热带气旋产生的主要地区与季节·····	146
二、热带气旋产生和发展的基本条件·····	152
三、热带气旋的生命过程与天气结构·····	156
四、热带气旋的移动路径与速度变化·····	164
(一)热带气旋的移动路径·····	164
(二)热带气旋的移动速度·····	169
(三)预报热带气旋运动的规律·····	171
五、船舶条件下测算热带气旋的方法·····	175
(一)热带气旋中心方位判定法·····	177
(二)热带气旋中心距离判定法·····	180
(三)热带气旋移动方向判定法·····	185
(四)热带气旋移速的经验公式·····	190
(五)热带气旋部位及其判定法·····	191
(六)热带气旋最大风力的估计·····	195
(七)单船气象测算值的综合应用·····	196
(八)扇形图脱离热带气旋讨论·····	198
六、气象雷达和氢气球探测热带气旋·····	200
七、热带气旋来前的天空与海面征象·····	202

八、热带气旋报告中必须注意的词汇.....	211
九、热带气旋发展图表的填绘并举例.....	213
第五章 海上的雾.....	218
一、雾生消的原因.....	218
二、海上雾的种类.....	220
(一)平流雾及其规律.....	220
(二)降水雾及其规律.....	222
(三)蒸发雾及其规律.....	223
(四)辐射雾及其规律.....	224
三、海洋上雾的分布.....	225
(一)我国沿海的雾.....	226
(二)世界海洋的雾.....	228
四、我国沿海雾生消规律的经验.....	232
五、船舶测算平流雾生消的方法.....	235
(一)干湿球温度表方法.....	235
(二)露点水温图解方法.....	236
六、雾风花图.....	240
第六章 世界海洋的气候和天气概况.....	241
一、热带的气候和天气 (南北纬 25° 之间)	242
(一)热带辐合区.....	242
(二)托那多和澳洲雷暴.....	244
(三)苏门答腊狂风和圭巴狂风.....	244
二、副热带和中纬度的气候和天气 (南北纬 $25\sim 60^{\circ}$ 之间)	245
(一)副热带的气候和天气 (南北纬 $25\sim 40^{\circ}$ 之间)	245
(二)中纬度的气候和天气 (南北纬 $40\sim 60^{\circ}$ 之间, 大西洋东北部到北纬 70°)	247

三、高纬度的气候和天气	250
(一)海冰和冰山	250
(二)重冰集结船舶的天气	254
第七章 船舶天气图的基础	257
一、天气图是怎样编制的	257
二、船舶天气公报和国际气象电码	259
三、船舶天气报告的电码型式	262
四、气象记录的填绘型式	268
五、天气图的分析	278
(一)等压线	279
(二)锋线	285
(三)天气区	290
六、天气预报	290
七、天气预报的内容举例	293
第八章 船舶天气图的应用	295
一、应用天气图的基本要求	298
(一)天气形势的气候学背景	299
(二)天气系统的路径和发展	301
(三)大型天气形势的若干类型	304
(四)大风和风暴的类型	307
(五)天气发展的若干规律	309
二、开阔海洋天气图的应用	321
(一)实况天气图外推气压形势	321
(二)实况天气图估计风速和风向	324
(三)实况天气图估计波浪和涌浪	326
(四)实况天气图估计海面能见度	330
(五)实况天气图预报降水	330
三、沿海水域天气图的应用	331

(一) 断崖绝壁的沿海水域的大风区.....	332
(二) 沿海密史脱拉风型式的作用和壁角效应.....	334
(三) 冰障的阻塞作用所引起的大风区和静稳区.....	337
(四) 地形冰障的偶然流.....	338
(五) 高地夹峙水域的大风区和狭管效应.....	339
第九章 地方性天气特征的意义和应用.....	340
一、地方性天气特征的意义.....	340
二、地方性天气特征的应用.....	344
第十章 船舶气象观测的若干问题介绍.....	348
一、两点天气图.....	348
二、船舶气压读数的订正方法.....	351
三、真风的求法.....	357
四、船舶相对风的测定.....	359
五、湿度的测定和查算.....	360

第一章 天气描述的基本词汇 和必备知识

气象科学 (Meteorology) 是人们用来了解、克服和改造大自然中天气变化的一门科学。

天气变化发生在包围地球外面的大气中。

天气变化就是天气现象的变化。天气现象的项目很多,有些是我们所直接关心的,其中主要的有温度与湿度、风向与风速、云与降水、雾与能见度等。有些项目虽然不是天气现象,但为了揭发天气变化规律而必须掌握的,可以叫它们为天气性质,主要的有气压。所有这些项目,均可通过一定仪器或目力估计测定、以各种量值来表达。这些天气现象或性质的单独项目,便叫做气象要素 (Meteorological elements)。每一个气象要素都只能体现着天气的一个侧面,多个气象要素的综合才能反映出一个特定的天气状况。所以气象要素实际上也可被认为是描述天气状况的基本词汇。

测定气象要素值以后,便可依据它们确定当时的天气条件;连续地测定气象要素值就能反映出天气变化的客观实际,也就是给我们分析过去天气变化情况,以及判定未来天气变化提供了资料。

各气象要素之间不是孤立的,而是互相联系的、互相影响的处在同一个天气对象之中。列宁说:“要真正地认识事物,就必须把握、研究它的一切方面,一切联系和‘中介’。”因此,要认识天气及其变化,首先就必须比较全面地掌握各气象要素的意义及其表示方法,决不能仅仅限于我们所关心

的几个项目，只有这样，才能取得讨论这门学科的共同语言。

为了节省篇幅和迅速地把内容引到与航海生产实际有密切关系的气象问题上来，特将一些必备的理论 and 概念结合在有关的气象要素中来介绍。

一、大气的组成与层次

大气中所发生的天气现象及其变化，都直接的或间接的和大气组成与层次等一般特性有关系。因此我们在学习气象科学时，必须先对和天气现象及其变化有关的与必备的大气知识进行了解。根据观测和研究的结果说明，大气的组成与层次结构如下。

(一)大气的组成

根据讨论天气变化的需要，常把大气的组成分为三个部分。

1) 干纯空气 (Dry air) 是组成大气的主要部分。它虽然是混合物，可是它的组成比例几乎是不变的，其中以氮和氧二元素为主，再加氩、二氧化碳、氢、臭氧以及其它稀有元素所组成，其容积百分比如下：

氮	78%
氧	21%
氩	0.9%
二氧化碳	0.03%
氢和其它稀有气体	0.07%

二氧化碳在工业中心和火山地区较多；臭氧在高空较多，近地面层空气中它常出现于雷雨之后。除臭氧有臭味外，干纯空气中的其它气体，都是无色、无味、无臭的气体。

2)水汽 (Vapour) 它在大气中虽然含量不多,而且变化不定,由于水汽可以成云致雾,所以,在天气变化中,它却是主要的“角色”。如果没有水汽,云、雾、雨、雪、雷、雹等现象也就绝迹了。热带是水汽较多的地方,但它所占的容积至多也不超过4%;在最寒冷的地方,有时水汽没有。水汽是从陆地和海洋上蒸发而进入大气的,所以水汽是从下向上迅速递减的。天气变化几乎尽在十余公里以内的对流层(见下文)中,大气重量也都集中在低空,地面附近5公里以下的大气重量约占全部重量的一半,水汽量约占全部水汽量的90%。由此可见,大气密集低空与主要天气变化发生于低空的现象极为明显。

3)微尘 (Dust)

它的来源有三:

- (1)由风吹起的微尘烟屑、植物花粉与微生物;
- (2)火山爆发时的烟尘与流星破碎而成的微尘杂质;
- (3)海洋面上由浪花激起而带往上空的微小盐粒。

大气中的微尘固然能障碍视线影响航行,对人们的活动和健康有害;但它浮游空中,可以作为水汽的凝结核心,助长云雨的产生,却又裨益人群了。所以就气象科学的角度看,微尘在大气的组成中的重要性并不亚于其它成分。

(二)大气的层次

大气是一种无色、无味、无臭的混合气体,要知道它的厚度似乎比较困难。但人们经过实践到认识,认识到实践的多次反复,掌握了大气的运动规律,从而知道大气是随着高度的增加,空气密度相应地愈来愈稀薄,并逐渐地向星际空间过渡。整个大气层又可以分成几个层,如图1-1所示。

1)对流层 (Troposphere) 它是大气层最低的一层,和人们的关系最密切,叫对流层。对流层离地面的高度随时

间与地区而变化，在赤道约为18公里，温带约为12公里，极地约为8公里。在对流层里，正常的空气温度是随高度增大而降低，其平均值是每增高100米气温约降低 0.6°C ；下面的暖空气不断上升变冷，上部的冷空气边下降边增温地跑下来补充，它们上上下下不停地对流着。对流层里的水汽最集中，尘埃也多，对地面的影响最大，主要的天气现象如云、雨、雪、雹等都发生在这一层里。

2) 平流层 (Stratosphere)

在对流层的上面，直到大约50公里高空这一层，叫做平流层。平流层里的空气比对流层稀薄得多了。从平流层下限至40公里左右处气温少变，其上面的气温还有随高度增大而增高的现象。在平流层中，空气基本上没有垂直对流，主要是作水平的运动。由于平流层中水汽和微尘的含量非常稀少，所以很少有天气现象出现，适宜飞机飞行。在平流层中还有一层臭氧特别丰富的层次，称为臭氧层。在臭氧层中还会有贝母云出现。

界于对流层与平流层之间的过渡层，其厚度约从几百米到1—2公里，称为对流层顶层 (Tropopause layer)。对

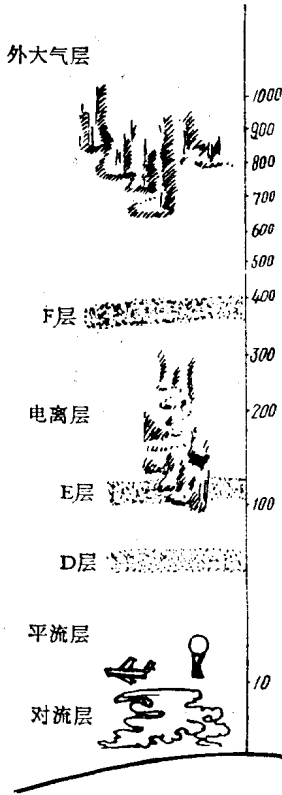


图1-1 大气的层次

流层顶层的下限称对流层顶 (Tropopause)，因此对流层顶实际上就是大气对流的上限。

3) 电离层 (Ionosphere) 从地面以上大约 50 公里开始到大约 1000 公里高的这一层，叫做电离层。电离层在太阳光 (主要是紫外线) 的照射下，气体分子被电离为带电的正离子和自由电子。因此这一层空气能够导电和反射无线电波。美丽的北极光就出现在电离层中。

从大约 50 公里到 80 公里这一层，最近有人叫它为中间层，这一层内的气温随高度而降低。

在大约 80 公里以上到大约 500 公里的这一层空间叫做热层，热层内温度很高，其昼夜的变化不大。在热层的下部尚有水分存在，因此偶而还能见到银白色微带青色的夜光云。这个层中的电离密度是比较高的。

在离地面大约 500 公里以上的大气叫外大气层，它是大气的最外层，是大气向星际空间过渡的区域，外面没有明显的边界。在那里空气极其稀薄。大家知道，声音是靠空气来传播的，但由于外大气层里的空气极其稀少，所以即使在你耳朵旁边开大炮，也是难以听到什么声音的。

在大约 800 公里高度以上，个别空气质点就会逸散到宇宙空间中去。

二、气象要素和必备知识

(一) 气压的意义、单位和海平面气压场

气压的意义与单位

包围在地球外面的一层厚厚的大气是有重量的。大气作用于地球表面单位面积上的力，叫做大气压力，简称气压 (Pressure)。可见气压是指某地某高度起到大气顶止单位面积空气柱的重量。所以高度越高，气压越低；高度越低，

气压越高。

气压是重要的气象要素之一，它随空间和时间的变化反映了天气变化过程的基本特征。例如，气压在水平方向上分布不均匀就是产生风的直接原因。风对于地球上的热量和水分的传播起着重要的作用，它又直接影响着天气的变化。由此可知，气压随空间和时间的变化是分析天气变化趋势的重要资料。

气压的单位是以与气压相平衡的水银柱高度来表示的。由于各国采用的长度单位不同，气压的单位也就不同；而且从物理学的角度来看，气压是一种力，它的单位也应当用力的单位来代替水银柱高度的单位。

气象上为了天气预报和表示多年天气特征的所谓气候学上的需要，使各地气压在同时刻的读数便于对比，遂规定温度 0°C 、纬度 45° 的海平面上的气压作为统一标准，并把相当于760毫米高度的水银柱重量的气压称为一个标准大气压。

经过换算，一个标准大气压相当于每平方厘米受到1,013,231达因的力；这个数字很大，而且又不整齐，于是规定每平方厘米受1,000,000达因的力为1巴，巴的千分之一称为毫巴，所以一个标准大气压约等于1013毫巴。从而得出毫米（mm）和毫巴（mb）两种单位之间的换算关系如下：

$$1\text{mm} \approx \frac{4}{3}\text{mb} \text{ 或 } 1\text{mb} \approx \frac{3}{4}\text{mm}。$$

在实用上为了方便起见，都预先作好准确的换算表印在有关的书刊中，使用时只须一查就可以了。

目前世界各国的气象报告和气候资料中，气压都采用了毫巴为单位，但所使用的气压仪器的刻度仍有采用长度为单位的，其中英语国家采用吋（Inch）而非英语国家采用毫米。

毫米与毫巴换算表

表1-1

气 压 (毫米)	个 数									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
710	945.6	947.9	949.2	950.6	951.9	953.2	954.6	955.9	957.2	958.6
720	959.9	961.2	962.6	963.9	965.2	966.6	967.9	969.2	970.6	971.9
730	973.2	974.6	975.9	977.2	978.6	979.9	981.2	982.6	983.9	985.2
740	986.6	987.9	989.6	990.6	991.9	993.2	994.6	995.9	997.2	998.6
750	999.9	1001.2	1002.6	1003.9	1005.2	1006.6	1007.9	1009.2	1010.6	1011.9
760	1013.2	1014.6	1015.9	1017.2	1018.6	1019.9	1021.2	1022.6	1023.9	1025.2
770	1026.6	1027.9	1029.2	1030.6	1031.9	1033.2	1034.6	1035.9	1037.2	1038.6
780	1039.9	1041.2	1042.6	1043.9	1045.2	1046.6	1047.9	1049.2	1050.6	1051.9
790	1053.2	1054.6	1055.9	1057.2	1058.6	1059.9	1061.2	1062.6	1063.9	1065.2
800	1066.2	1067.9	1069.2	1070.6	1071.9	1073.2	1074.6	1075.9	1077.2	1078.6

		小 数								
毫 米	毫 巴	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0
毫 米	毫 巴	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0
毫 巴	毫 米	0.1	0.3	0.4	0.5	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3