

船員業務學習小叢書

航海氣象學

大連海運學院航海系船員業務學習小叢書編寫組 編



人民交通出版社

为了有助于我国广大船員业务学习起見，本社組織有关方面編寫了一套船員业务学习小丛书，希望通过它将船員各方面所必要的基本知識有系統的加以介紹，敘述力求通俗簡明，以便适合具有初中以上文化程度的船員閱讀。

本書为小丛书之一，内容包括气象学基础知識，并着重地介紹了与航海有密切关系的熱带气旋、霧和其它等。此外还介紹了世界海面和中国沿海气候概況。本書可作为海船駕駛員和漁船駕駛人員参考書，并可供海运学校、訓練班教学参考用。

本書第一、三、四、七、八、十二章由鄔正明执筆，第二章由王靈臣等执筆，第五、六章由袁国忠等执筆，第九章由許力先执筆，第十章由陶慶春执筆，第十一章由郭燕嵩执筆。并由鄔正明統一審校。

船員业务学习小丛书

航海气象学

大連海运学院航海系

船員业务学习小丛书編寫組編

*

人民交通出版社出版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版业營業許可証出字第〇〇六号

新华書店发行

人民交通出版社印刷厂印刷

*

1960年1月北京第一版 1960年1月北京第一次印刷

开本：787×1092 1/32 印張：3 1/2 張

全書：71,000字 印數：1—2,500册

統一書号：15044·5200

定价(7)：0.31元

目 录

引 言	4
第一章 大气的成份和构造	6
§ 1 大气的成份	6
§ 2 大气的构造	8
第二章 大气的温度和湿度	10
§ 3 温度的定义和温标	10
§ 4 影响气温的因素	12
§ 5 气温随高度的变化	13
§ 6 气温的日变化和年变化	16
§ 7 大气的湿度	18
§ 8 湿度的变化与分布	19
§ 9 空气温度和湿度的测定	21
第三章 蒸发与凝結	22
§ 10 蒸发	23
§ 11 凝結	23
§ 12 凝結物	24
第四章 空气的絕热变化与大气穩定度	25
§ 13 絕热温度变化	25
§ 14 大气的穩定度	27
§ 15 温高图	29
第五章 云和降水	30
§ 16 云的形成	30

7273/03

§ 17	云的分类	31
§ 18	云的分布	40
§ 19	降水及其种类	41
第六章	气压与风	43
§ 20	气压的定义与单位	43
§ 21	气压与高度	44
§ 22	气压的变化和分布	46
§ 23	海上气压的测定	51
§ 24	风的形成	53
§ 25	地轉风、梯度风和实际风	54
§ 26	地球表面上气压带和盛行风的分布	58
§ 27	季风、海陆风和山谷风	59
§ 28	风向和风速的测定	60
第七章	气团与锋	63
§ 29	气团的形成与源地	63
§ 30	气团的类别与天气	64
§ 31	气团的移行与变性	66
§ 32	锋面和锋的概念	67
§ 33	锋的分类	68
§ 34	暖、冷锋的天气	69
第八章	气旋与反气旋	74
§ 35	气旋的形成与发展	74
§ 36	气旋的结构与天气	76
§ 37	气旋的綫囚与消灭	77
§ 38	綫囚鋒的种类与天气	79
§ 39	气旋的分布与規律	80
§ 40	反气旋的形成与类别	81

§ 41	反气旋的结构与天气	82
§ 42	反气旋的移动规律	84
第九章	热带气旋	84
§ 43	热带气旋的成因及其分布	84
§ 44	热带气旋的性质与天气	86
§ 45	热带气旋的路径与速度	88
§ 46	热带气旋的简易预测	89
第十章	雾	93
§ 47	什么叫雾	93
§ 48	雾形成的原因	94
§ 49	雾的种类	95
§ 50	雾与能见度	97
§ 51	海雾的预测	98
§ 52	雾的分布	100
第十一章	世界海面气候概况	101
§ 53	决定海洋气候的主要因素	101
§ 54	太平洋	101
§ 55	大西洋	104
§ 56	印度洋	107
第十二章	中国沿海气候概况	109
§ 57	气温	110
§ 58	降水	110
§ 59	风和台风	111
§ 60	雾	112
§ 61	海水温度	112

目 录

引 言	4
第一章 大气的成份和构造	6
§ 1 大气的成份	6
§ 2 大气的构造	8
第二章 大气的温度和湿度	10
§ 3 温度的定义和温标	10
§ 4 影响气温的因素	12
§ 5 气温随高度的变化	13
§ 6 气温的日变化和年变化	16
§ 7 大气的湿度	18
§ 8 湿度的变化与分布	19
§ 9 空气温度和湿度的测定	21
第三章 蒸发与凝結	22
§ 10 蒸发	23
§ 11 凝結	23
§ 12 凝結物	24
第四章 空气的絕热变化与大气穩定度	25
§ 13 絕热溫度变化	25
§ 14 大气的穩定度	27
§ 15 温高图	29
第五章 云和降水	30
§ 16 云的形成	30

0273/03

§ 17	云的分类	31
§ 18	云的分布	40
§ 19	降水及其种类	41
第六章	气压与风	43
§ 20	气压的定义与单位	43
§ 21	气压与高度	44
§ 22	气压的变化和分布	46
§ 23	海上气压的测定	51
§ 24	风的形成	53
§ 25	地轉风、梯度风和实际风	54
§ 26	地球表面上气压帶和盛行风的分布	58
§ 27	季风、海陆风和山谷风	59
§ 28	风向和风速的测定	60
第七章	气团与鋒	63
§ 29	气团的形成与源地	63
§ 30	气团的类别与天气	64
§ 31	气团的移行与变性	66
§ 32	鋒面和鋒的概念	67
§ 33	鋒的分类	68
§ 34	暖、冷鋒的天气	69
第八章	气旋与反气旋	74
§ 35	气旋的形成与发展	74
§ 36	气旋的结构与天气	76
§ 37	气旋的綫囚与消灭	77
§ 38	綫囚鋒的种类与天气	79
§ 39	气旋的分布与規律	80
§ 40	反气旋的形成与类别	81

§ 41	反气旋的结构与天气	82
§ 42	反气旋的移动规律	84
第九章	热带气旋	84
§ 43	热带气旋的成因及其分布	84
§ 44	热带气旋的性质与天气	86
§ 45	热带气旋的路径与速度	88
§ 46	热带气旋的简易预测	89
第十章	雾	93
§ 47	什么叫雾	93
§ 48	雾形成的原因	94
§ 49	雾的种类	95
§ 50	雾与能见度	97
§ 51	海雾的预测	98
§ 52	雾的分布	100
第十一章	世界海面气候概况	101
§ 53	决定海洋气候的主要因素	101
§ 54	太平洋	101
§ 55	大西洋	104
§ 56	印度洋	107
第十二章	中国沿海气候概况	109
§ 57	气温	110
§ 58	降水	110
§ 59	风和台风	111
§ 60	雾	112
§ 61	海水温度	112

引 言

大气中所发生的冷、暖、阴、晴、风、霜、雨、露等的成因和变化，以及时空分布，就是气象学所研究的对象。这类现象，称为天气现象。分析来说，天气现象实为气压、温度、湿度、风、云、降水等气象要素的集中表现，大都为物理现象，所以气象学就是研究大气物理现象及其变化规律的科学。

人们的活动，无时无刻不受周围天气现象的直接或间接的影响。农民盼望风调雨顺，庄稼丰收；飞行人员注意雷暴浓雾，担心飞行遭受意外；海员关心台风大雾，预防船只失事等等。我们的祖先很早就积累了不少天气知识，并编为歌谣，广为传播。譬如：“东虹日头，西虹雨”、“早看东南，晚看西北”、“南风吹到底，北风来还礼”、“天黄有雨，人黄有病”……等等，在一定的地区使用，都有奇验。不过都有着一定的地域性。后来人们逐步创造了许多气象仪器去测定气象要素，找到了天气变化的规律和预报它的方法。

近代的海员，应该具备气象知识，用以推测海上的未来天气。当然，不可能要求海员像气象预报员那样会分析天气，做出准确预报，但是必须熟悉天气变化的原因和程序。学会以气象台的天气预报为基础，利用船舶气象观测的记录及地方性天气征兆等加以补充订正，进一步确定短期内之天气。在今天，气象台的天气预报，固可以帮助人们了解一定地区上的天气情况，但是因为所包括的地理范围太大，毕竟是相当粗略的。即使完全正确，也不可能完全满足各个地方的实际情况。例如在

同一个天气形势下，北京的山区和平原区的天气可能完全不同。补充预报，能增加确率。补充预报并不难做，各行各业都能做。只要平时多注意观察，结合天气系统来研究和总结经验，就能很好地做起来。如果海员们比今天光凭气象台的预报更确切地知道天气变化情况的话，对航行会有莫大的好处。

第一章 大气的成份和构造

地球的表面周围，环绕着一层很厚的空气，这层空气我们称它为大气。

接近地面低层的空气，我们可以直接地进行测定。在离地面10千米以上的大气，须用探空仪、飞机和气球等进行观测。至于30千米以上的大气情况，在人造卫星没有上天以前，就得用间接的方法：1)极光，2)流星，3)曙暮光的颜色等来进行分析研究了。

根据近几十年来的研究的结果，我们知道了大气的成份和结构。

§ 1 大气的成份

大气并不是某一种单纯的气体，而是由多种气体和极少量的液滴和固体杂质等混合组成的。按照它们的性质，以及在天气中所起的作用，一般可把它分为纯净干空气、水气和微尘。现在依次说明如下：

1) 纯净干空气 如果把空气中的水份（水汽、水滴和冰晶）和微尘除去，剩下的就是纯净的干空气。它是由氮、氧、氩、二氧化碳、氢和其它稀有气体组成，组成的比例几乎是不变的。其百分比如下：

氮.....	78%
氧.....	21%
氩.....	0.9%
二氧化碳.....	0.03%

氫和其它稀有气体.....0.07%

二氧化碳的量，随地理条件和天气情况等的变化而有很大出入。工业区和火山爆发区较多，它对阻止地面热量的逸散起一定的作用。

空气中臭氧的含量很少，有臭味，高空和雷雨以后的低空较多。臭氧之量虽少，但能吸收太阳光綫中化学性极强的紫外綫、从而保护了动植物組織免受紫外綫的破坏。而且能促使吸湿性較弱的气体变为吸湿性較大的气体，譬如說：变二氧化硫为三氧化硫。这对大气中的水汽凝結成水滴或冰粒，有极大的作用。

在純淨的干空气中，除掉为量极微的臭氧等以外，均为无色、无味、无臭的气体。

2)水 气 水气亦为无色、无味、无臭的气体，肉眼是看不見的。它在空气中的含量极少，但是参与了天气变化，所起的作用却很大。像云、霧、雨、雪等，都是由水汽凝結而成的。因此，在任何气象書里，在討論大气的成份时，总是把它单独作为組成中的一类提出。水气的含量在大气中的变化无定，热帶区域可多至占总容积的4%，极地区域可少至占总容积的0.01%。而且水气90%以上都集中在离地面5000米高的范围以內，愈近地面愈多。水气有吸收地面所放出的热量的能力，因此水气多，利于保持地面热量不致于过多地散失。

3)微塵 空中微尘，包括无机質的砂土烟类，以及有机質的植物花粉和微生物等。前者的量很多，后者的量很少。根据观测与分析，其来源有四：

(1)由风吹起之尘埃烟屑，植物花粉及微生物；

(2)火山爆发的烟尘；

(3)隕石流量破碎而成微粒杂质；

(4)海水激起的浪花飞入空中，經蒸发后，殘留于空际的盐粒。

由此可見，微尘大多来自地表，故其垂直分布是随高度而减少的，大約离地3000米以上，就沒有微尘存在了。以水平分布來說，它是因地方、昼夜、季节、天气情况等条件的不同而有差异。以地域論，陆上多于海面，城市多于乡村。以時間季节論，清晨和夜間少，午后多，夏季多，冬季少。

微尘固然能障碍視綫，影响航空航海，有害人体健康，但是有它漂浮空际，可以作为水气的凝結核心，助长云雨的产生，倒又有益于我們了。

此外，微尘能吸收部分太阳热能，削弱送到地面的热能，但是又能阻挡地面放出的热量，减低地面冷却的程度。

§ 2 大气的构造

包围地球的大气，在垂直方向上，按高度不同，区分为三层：对流层，平流层和电离层（图1）。現在分叙如下。

1)对流层 这层空气貼近地面，只占整个大气的极薄一层。它和我們的关系最密切。层內空气，上下交流頻繁。因此，促使了天气的演变，以及整个气层中的空气組成不变。其交流的上限，就是对流层顶部的高度，显然是随緯度、季节和其它条件而定了。赤道附近高，极地附近低；夏天高，冬天低。总的來說，在赤道附近，約离地18千米，至中緯地区只有12千米，在两极地区就低至9千米左右了；除空气之交流外，这层空气还有如下的一些特点：

(1)气温随高度降低。平均約每升高100米，溫度降低 0.6°C 。

(2)气压随高度而降低特別显著。这层空气几占大气总重

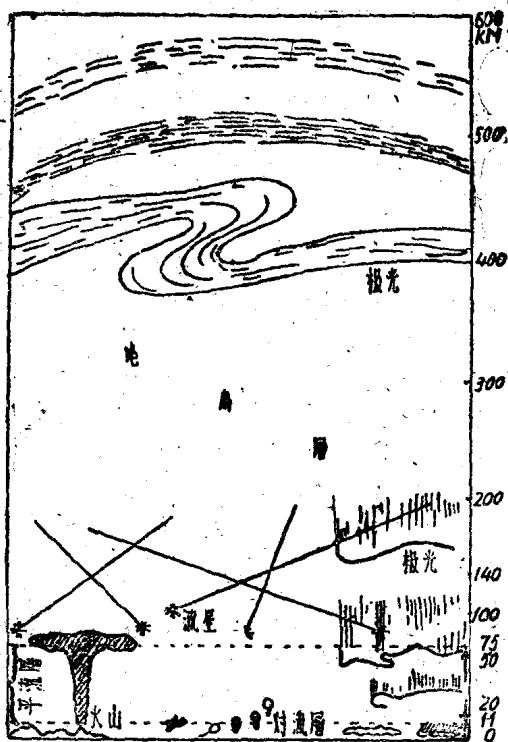


图1 对流层、平流层与电离层之构造，以及各层中之特征现象

量的75%以上。

(3) 水气几乎全部集中在这一层，因此，一切云雨现象，都发生在这一层。

2) 平流层 这层指的是对流层以上，离地80千米以下的范围内。这层空气有下述特点：

(1) 低层气温随高度几乎不变。底部的年平均温度为 -55°C 。在35~55千米这一层内，因臭氧较多，可吸收太阳光中的紫外线，所以这层温度略高。

(2) 空气很稀薄。

(3) 在这层的中下部，空气的垂直交流虽有，但极其微弱。

(4) 几乎没有水气，所以一般不发生凝云降水的现象。

3) 电离层 离地面约80千米以上是电离层。这层空气的特点如下：

(1) 大气已是非常稀薄，大多成为离子状态而存在。

(2) 温度渐高，其原因尚未清楚。

关于电离层的高度，也就是大气的高度，大约伸展到1000—1200千米左右。至于究竟多高？虽有种种说法，但是尚无定论。

第二章 大气的温度和湿度

大气的温度，简称气温，它和气压、湿度是气象要素中最基本的三项，而气温更具有首要意义。举凡气压分布、湿度变化、气流形成、凝云致雨等都受气温的影响。当然，气温也受其他气象要素的影响。必须时刻记住，各气象要素之间都是相互联系和相互制约的。只是为了易于讨论起见，才将它们分开说明。

§ 3. 温度的定义和温标

温度是表示物体冷热情况的一种标志。物体受热，温度上升；物体受冷，温度下降。反之，物体温度升高，表示它吸热；温度降低，表示它放热。因此，根据温度可以判断热量传递的方向，而热量总是从高温处传向低温处。

温度的单位为“度”，符号是“°”。在气象学上表示温度的温标常用的有三种：

1) 摄氏温标 符号为 $^{\circ}\text{C}$ 。取标准大气压下純水結冰时的温度(冰点)为 0°C ，純水沸騰时的温度(沸点)为 100°C ，在这两个基本点之間分成100个刻度，每个刻度等于 1°C 。摄氏温标，又称百分温标。

2) 华氏温标 符号为 $^{\circ}\text{F}$ ，取标准大气压下純水冰点为 32°F ，純水沸点为 212°F ，在这两个基本点之間分成180个刻度，每个刻度相当于 1°F 。

3) 摄氏温标 符号为 $^{\circ}\text{K}$ 或 $^{\circ}\text{T}$ 。取气体体积变为零时的温度为 0°K ，这个温度称为绝对零度，相当于摄氏温标的 -273°C 。显然，純水的冰点相当于 273°K ，而沸点相当于 373°K 。摄氏温标又称绝对温标。它的 1° 等于摄氏温标的 1° 。不过要将摄氏温标化为绝对温标必須加上 273° 。在理論研究及計算上常用绝对温标。

华氏温标180格相当于摄氏温标100格，故知：

$$1^{\circ}\text{C} = \frac{9}{5}^{\circ}\text{F}; \quad 1^{\circ}\text{F} = \frac{5}{9}^{\circ}\text{C}$$

两个温标互相換算可依据下面公式：

$$F = 32 + \frac{9}{5}C$$

$$C = \frac{5}{9}(F - 32)$$

例： $C = 30^{\circ}$ ，則： $F = 32 + \frac{9}{5} \times 30 = 32 + 54 = 86^{\circ}$ 。

$F = 50^{\circ}$ ，則： $C = \frac{5}{9}(50 - 32) = \frac{5}{9} \times 18 = 10^{\circ}$ 。

我國、苏联及欧洲大陆国家采用摄氏温标，說英語的国家如英、美、加、澳及印度等則采用华氏温标。

§ 4 影响气温的因素

从上一节的討論可知，溫度概念和热量是相連系的，溫度的变化意味着热量的轉移。因此，在討論气温之前，先应了解大气中热量的来源和热量传递的情形。

地表面及大气热量的来源系太阳辐射。我們知道，太阳是一个溫度很高（太阳表面溫度达 6000°K ）的火球，它时时刻刻地向周围空間发射出一种波长短的光波。这种光波称为辐射波，它帶有热能，当辐射波經過大气层时，热能便被大气吸收了一小部分，而大部分射到地面被地面所吸收。理論上的研究告訴我們，地面吸收

太阳短波辐射后，它又把一部分热能放射回太空中，这种辐射称为地面辐射，是一种长的辐射波，大气最容易吸收这种长波辐射。因此大气的热源大部来自地面辐射，少部来自太阳辐射，而地面辐射也是由

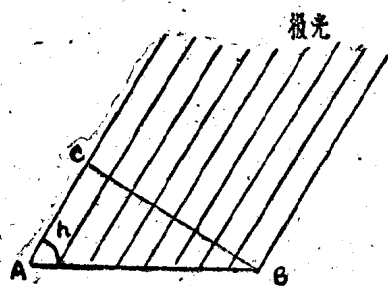


图2 太阳光照射角度

太阳辐射来的，所以总的說来，大气的主要热源是太阳辐射。

图2表示太阳光照射角度。

赤道附近，因受太阳直射之故，接受太阳辐射能最多，故气温最高。随着緯度的增高，太阳斜射越来越甚，同样面积的地面上吸收的太阳辐射能就越来越少。因此，气温也就越来越