

内河船舶驾驶员培训教材

航道与引航

竺宗文 吴士惕 编



人民交通出版社

U675

591

191464

内河船舶驾驶员培训教材

航 道 与 引 航

Hangdao Yu Yinhang

竺宗文 吴士惕 编

人 民 交 通 出 版 社

内 容 提 要

为了适应内河航运事业发展和船员培训的需要,交通部教育局组织武汉河运专科学校、湖南省航运局和湖北省航运公司编写了这套河船船员技术培训教材,共计十一种。

《航道与引航》共分四章。前三章介绍了气象及河流水文常识、内河航标、航道图等引航基础知识。第四章详述了内河引航的基本原则及典型航段的具体引航操作方法。

本书为内河船舶驾驶员培训教材,亦可供具有初中文化水平的舵工及其他同志自学参考。

本书第一、二章由吴士惕编写,第三、四章由竺宗文编写。

内河船舶驾驶员培训教材

航道与引航

竺宗文 吴士惕 编

人民交通出版社出版
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厂印

开本: 787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张: 7 字数: 155 千

1984年4月 第1版

1984年4月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—9,000册 定价: 0.73 元

前 言

内河引航是河船驾驶员必须掌握的一门实践性很强的应用技术。《航道与引航》课程就是为使学生达到能初步分析航道、拟定引航方案，并实际引领船舶安全、迅速地驶达目的港的要求而设的。内容既包括较多的基础知识，也有相当的基本操作方法。由于本书系通用教材要适应全国需要，因此侧重于阐明与引航有关的带普遍意义的基本规律。在讨论操作方法时，也不例外。先分成若干类河段，分别分析它们在典型情况下的航行条件，再据之以讨论相应的引航方法，从理论上阐明操作的依据。但所得的仍属于典型情况下的操作方法，不一定能完全适合某具体河段在某一时间内所特有的实际情况。因此，另设专门一节说明关于在具体河段应用引航基本方法时的注意事项。为使本课程能真正做到学以致用，保证实用性，按规定特留出16学时的篇幅，由各地培训班在教学过程中，根据本航区航道特点，自行编写“有关本区航道情况和重点航段的引航资料”作为本教材的补充，进行有针对性的讲授。

编 者

目 录

前 言

第一章 气象和河流水文常识	1
§1-1 气象常识.....	1
一、气象要素.....	1
二、气团与锋.....	13
三、气旋与反气旋.....	18
四、寒潮.....	21
五、台风.....	22
六、龙卷.....	24
七、雾.....	26
八、气象预报常用术语.....	29
§1-2 河流水文常识.....	32
一、河流概况.....	32
二、水位.....	37
三、水流.....	42
四、河道演变.....	52
五、潮汐.....	60
第二章 内河航标	75
§2-1 概述.....	75
一、航标的作用.....	75
二、航标等级.....	76
三、决定内河水道左右岸的原则.....	77

四、航标种类	77
§2-2 内河航标	78
一、内河航标的类别与作用	78
二、航标的配布	78
1. 航标配布原则	78
2. 航标的编号	89
3. 航标灯光性质的规定	90
4. 航行船舶与航标站、船的联系	90
§2-3 船闸航标	91
一、船闸航标的类别与作用	91
二、船闸航标配布	94
第三章 航道图	101
§3-1 概说	101
§3-2 航道图的比例尺与图式	105
一、比例尺	105
二、图式	106
§3-3 图的使用保管和改正	114
一、图的使用和保管	114
二、图的改正	116
第四章 内河引航基本方法	118
§4-1 概说	118
一、内河水道的航行条件	118
二、内河引航基本要领	119
§4-2 顺直河段的引航	124
一、顺直河段的航行条件	124
二、顺直河段的引航	125
§4-3 弯曲河段的引航	137

一、弯曲河段的航行条件·····	137
二、弯曲河段的引航·····	139
§4-4 浅滩河段的引航·····	155
一、浅滩河段的航行条件·····	156
二、浅滩河段引航·····	156
§4-5 架桥河段的引航·····	166
一、架桥河段的航行条件·····	166
二、架桥河段的引航·····	167
§4-6 河口段的引航·····	170
一、支流口的航行条件与引航·····	171
二、入湖（水库）河口段的引航·····	175
三、入海河口段的航行条件与引航·····	175
§4-7 山区河流的引航·····	179
一、概说·····	179
二、在不正常水流中的驾驶·····	181
三、急流滩引航·····	187
四、礁浅险槽的引航·····	192
§4-8 湖泊、水库和运河的引航·····	193
一、湖泊、水库的引航·····	193
二、湖滨小河的航道特点与引航·····	198
三、运河的引航·····	201
§4-9 特殊情况下的引航·····	207
一、黑夜中的引航·····	207
二、雾天引航·····	208
三、高洪水位期的引航·····	209
§4-10 在具体航道应用引航基本方法时的 注意事项·····	212

第一章 气象和河流水文常识

§1-1 气象常识

在内河航运中,气象对船舶的安全航行具有重要的意义。船舶在河流、湖泊及水库中航行时,如果能及时掌握本航段内的气象变化情况,在灾害性的天气来临以前,事先做好充分准备,往往可以使船舶避免海损事故的发生。

这一节中,主要介绍与航行有关的气象基本知识。

一、气象要素

地球表面覆盖的气体,称为大气。气温、气压、湿度、能见度、风、云、雨、雪等,它们都是反映大气状态的物理量或物理现象,统称为气象要素。在某一时间内,它们的综合表现,称为天气。每一个气象要素都体现着大气的一个侧面,多个气象要素的综合,才能反映出一个特定的天气状况。

1. 气温

空气中的冷热程度用数量来表示,称为气温。它是支配天气变化的重要因子之一,既是天气观测的重要项目,又是天气预报的重要依据。

1) 温标及其互换关系

为了定量地表示物体的温度,所选定一个衡量温度的标准,称为“温标”。

在标准压力下，使纯水冷却到结冰，此时的温度定为冰点；使纯水加热至沸腾，这时的温度定为沸点。如果两点间分为100等分，冰点定为零度而沸点定为100度，这样确定的温标称为摄氏温标，以℃表示；如果两点之间分为180等分，冰点定为 32 度而沸点定为 212 度，这样确定的温标称为华氏温标，以°F表示。摄氏与华氏温度的换算关系如下：

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

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

2) 气温的变化

(1) 气温的日变化

一天内气温的变化，随太阳的辐射强度和地球表面的辐射情况而变化。在正常的情况下，陆地上气温日变化最低值出现在日出之前，最高值夏季在 14~15 时，冬季在 13~14 时。在海洋上，气温的日变化最高值发生在太阳中天左右（大洋上平均在 12 时 30 分）。一天中气温的最高值和最低值之差，称为气温日较差。它的大小反映了气温日变化的程度。

(2) 气温的年变化

在地球上大部分地区，一年中也各有一个最高值和最低值。就北半球的高纬度和中纬度地区来说，内陆的气温以 7 月为最高，1 月为最低；海洋上的气温以 8 月为最高，2 月为最低。

一年中月平均气温的最高值和最低值之差，称为气温年较差。年较差的大小与纬度、海陆分布等因素有关。低纬度地区，气温年较差很小；愈到高纬度地区，冬夏区分愈明显，

气温年较差愈大，可达 $40\sim 50^{\circ}\text{C}$ 。

如以同一纬度的海陆相比，大陆区域冬夏两季热量吸放相差比海洋大，所以陆上气温年较差比海洋大得多。

3) 气温的非周期变化

某一地点的气温除了由太阳辐射的变化引起周期性的变化外，还有因大气运动而引起的非周期的变化，实际的气温变化，是它们共同影响的结果。

此外，气温还随高度变化。在对流层中，一般情况下，平均为每升高100米，温度降低 0.65°C 。气温随高度的变化并非一致，同一时刻不同地点或同一地点不同时刻，气温随高度的变化也不一样。

4) 气温与天气

引起气温日变化的基本因素是太阳辐射的时间和强度。如受到来自高纬度冷空气平流或来自低纬度暖空气平流的作用，正常的气温日变化规律将遭到明显的干扰，天气即将变坏；如果气温日变化正常，就预示着天气晴好少雨。

根据气温预测天气，要考虑季节背景。在冬季，冷是正常现象，只有冷得透，才能晴得长。在大冷期间，天气总是晴好的；一旦变得暖和起来，天气往往就要变了。反之，在夏天，暖是正常现象，只要热而不闷，一般是不会下雨的；一旦天气变冷，往往就会下雨。当然，天气变化是复杂的，仅仅依据气温情况进行天气预报，就难免有片面性。因此，必须综合分析，全面考虑，才能收到较好的预期效果。

2. 气压

大气是具有重量的，大气中任意高度上的气压，就是从该高度起，直至大气上界止，在每平方厘米面积上空气柱的重量，也就是大气在单位面积上所施加的压力，即压强。

气压的单位为毫巴 (mb)，它是一平方厘米面积上受到1000个达因压力时的压强值，即

$$1 \text{ mb} = 10^3 \text{ 达因/厘米}^2$$

在实际工作中，为了使各地气压在同一时刻的读数便于对比，国际上规定：温度0℃、纬度45°的平均海面上的760毫米汞柱高与其相平衡的大气柱重量，为一个标准大气压。它相当于1013.32毫巴。

毫米汞柱和毫巴的换算关系是：

$$1 \text{ 毫米汞柱相当于 } 1.333 \text{ 毫巴} = \frac{4}{3} \text{ 毫巴}$$

$$1 \text{ 毫巴相当于 } 0.75 \text{ 毫米汞柱} = \frac{3}{4} \text{ 毫米}$$

1) 气压的变化

(1) 气压随高度的变化

气压的变化是由于空气密度和空气柱高度的变化。如果空气柱中的空气密度增大，单位面积上空气柱质量增多，气压就升高；空气柱的高度增高，同样也会使空气柱总重量增加，使气压上升。对于任何一个地点，气压总是随高度的增加而降低。船上气压表一般设在驾驶台上，考虑到它离海平面不太高，可近似地取为每离海平面8米，气压降低1毫巴。

(2) 气压随时间的变化

在正常天气状况下，气压日变化，一天中有两个最高值和两个最低值。最高值出现在9~10时及21~22时；最低值出现在3~4时及15~16时。这种周期性的变化，称为气压日变化。

比较每月气压平均值，便可发现在一年中有一个月气压

卜
最高，有一个月气压最低。气压的这种周期性的变化，称为气压的年变化。

不存在固定周期的气压变化，称为气压的非周期性变化。非周期性的气压变化比较强烈，变化值往往较大，变化时间长短各不相同。气压非周期性变化是气压系统移动及演变的结果。通常在中高纬度地区，由于气压系统明显，活动频繁，因而非周期性变化比低纬度明显得多。如以24小时的气压变化量比较，高纬度可达10mb，低纬度地区除有台风等系统移过外，一般只有1mb。

实际的气压变化，总是这两种变化因素综合影响的结果。但是周期性变化和非周期性变化的强度并不是均等的。任何情况下，必有一种变化是主要的。在中高纬度，气压的非周期性变化一般比周期性变化大得多，因此非周期性变化较明显；在低纬度，非周期性变化常比周期性变化小，因而气压变化的周期性比较明显。非周期性变化的出现，往往是恶劣天气的预兆。例如台风季节，台风影响的区域气压升降都很剧烈。

2) 气压的观测

我国内河船舶上观测气压，大多使用空盒气压表。这种仪器是利用金属的弹性形变和大气压力相平衡的原理制成的。

观测气压表的气压时，应先用手指轻轻地敲击气压表的玻璃面，以消除传动装置中的摩擦阻力，获得正确的读数。每次观测以后，应及时用表面中心处的旋钮，转动手动针与气压指示针相重叠，以便了解以后气压的变化。

3) 气压与天气

气压的高低及其变化趋势，同未来的天气变化有着十分

密切的关系。在一般情况下，气压的明显升高，意味着干冷气流的加强和空气下沉运动发展，二者对于成云致雨都是不利的，所以天气晴好。相反，气压的明显下降，意味着暖湿气流的加强和空气上升运动的发展，而暖湿气流的加强保证降水所需要的水汽供应，上升运动的发展提供了成云致雨所需要的动力，因此将导致降水。气压的猛升与猛降，往往是迅速转晴或转雨的先兆；气压的平稳下降，往往带来比较和缓的降水；气压下降时出现的不稳定的跳动现象，往往预示雷雨等剧烈天气即将来临。

根据气压来判断天气变化，必须注意气压的日变化规律是否遭到破坏。在天气晴朗的情况下，气压的日变化是正常的，而在天气阴雨时，正常的日变化规律便遭到破坏。

天气晴雨的变化受多方面因素的影响，气压只是其中之一，未必能够说明天气变化的全局。仅仅依据气压变化所做出的天气预报，未必完全符合客观实际。

3. 湿度

地面（海洋面）上的水分，因蒸发变为水汽而进入大气。水汽进入大气后，在一定的条件下，会发生凝结，形成云、雾等天气现象，并以雨、雪等降水形式回到地面。大气中水分虽然含量很少，但其作用却很大。

湿度是空气中的水汽含量。它是决定云、雾、降水等天气现象的重要因子。为了不同的目的，湿度可有不同的表示方法，通常有如下几种：

1) 绝对湿度

单位容积空气中含有的水汽质量称绝对湿度。它能直接表示空气中水汽的绝对含量，空气中的水汽含量越多，绝对湿度就越大。它的单位为克/米³。

2) 饱和湿度

在一定温度条件下，一定体积空气中能容纳的水汽量是有限度的。它随气温的增高而增大。某一温度的空气中水汽的最大含量称该温度的饱和湿度。它的单位为克/米³。

3) 相对湿度

空气的绝对湿度与同温度的饱和湿度的百分比称相对湿度，即

$$\text{相对湿度} = \frac{\text{绝对湿度}}{\text{同温度饱和湿度}} \times 100\%$$

相对湿度的大小，直接表示空气湿度至饱和的程度。

4) 露点

当空气中水汽含量不变，且气压一定时，如气温不断降低，水汽将逐渐接近饱和，当气温降低到使水汽刚好达到饱和时的温度，称为露点温度，简称露点。在气压一定时，露点的高低只与空气中的水汽含量有关，水汽含量越多，露点就越高，所以露点也是反映水汽含量的物理量。

由于空气中水汽含量经常处于未饱和状态，所以露点常常比气温低。只有空气中水汽含量达到饱和时，露点才与气温相等。所以根据气温露点差，可大致判断空气中水汽含量的饱和程度。气温露点差值越大，空气中的水汽含量至饱和的程度就越远，差值越小，离饱和的程度就越近。故露点这一概念，对于预测雾、露、霜等水汽凝结物的产生有着重要意义。例如白天气温15℃，测得绝对湿度10克/米³，查得气温10℃时饱和湿度10克/米³，即当时的空气的露点为10℃，若夜晚气温降到10℃以下，则将有雾、露等水汽凝结物产生。

船上常用干湿球温度表测定气温和湿度。干湿球温度表

由两支普通温度表组成。一支球部包有湿润纱布，称湿球温度表。另一支则称干球温度表。当空气中的水汽未饱和时，纱布上的水分就会蒸发散热。所以湿度温度表上的温度读数，比干球的低。空气愈干燥，蒸发愈快，湿球温度和干球温度相差愈大；反之，空气潮湿，相差就小。当水汽饱和，干湿球的温度就相等。因此干湿球的温差，可反映当时气温下的相对湿度。在干湿球温度表上附有相对湿度表，根据气温和干湿温差，即可查出相对湿度值。

水由气态变为液态的过程称为凝结。水汽直接变为固态的过程称为凝华。大气中水汽凝结或凝华的一般条件是，大气中的水汽要达到饱和或过饱和状态，并且要有凝结核。当大气中所含的水汽达到饱和或过饱和状态时，才会有多余的水汽转变为液态或固态。要产生这种情况，可通过两种途径：一是在一定温度下使水面不断蒸发，以增加大气中的水汽含量；另一是使含有一定量水汽的大气温度降低到露点以下。

要增加大气中的水汽含量，只有在具有蒸发源泉，而且蒸发面的温度高于气温的条件下才有可能。例如当冷空气越过暖水面，由于暖水面水的迅速蒸发，而凝结成的雾。再如暖锋云系的雨滴掉进冷气层中，暖雨滴迅速蒸发，使冷气层内水汽增加并达到饱和而重新发生凝结，形成雨层云下面的碎雨云和雾。

使未饱和空气达到饱和或过饱和的第二个途径，就是通过空气的冷却作用，使之能容纳水汽量的限度减小，也就是使气温下降到露点或露点以下，而产生凝结或凝华现象。

经实验证明，在完全纯净的空气中，温度虽然降低到露点以下，相对湿度超过100%，甚至达到600%时，仍不发生

凝结，这是因为缺少凝结核，水汽分子无从依附的缘故。由此可见，凝结核对大气中的水汽凝结具有很重要的意义。大气中的盐粒和尘埃等都是凝结核。在高空温度低于 0°C 的气层里，那里的水汽常直接凝华成冰晶，这种凝华作用同样要有凝华的核心才行。这种凝华的核心称凝华核。在实际大气中，水汽的凝华，主要是发生在细小的冰晶或包有冰衣的微粒上。

凝结核或凝华核虽在一吨的雨水中，它的重量往往不到50克，但大气中缺少了它，就很难发生云、雾、降水。

4. 风

空气的水平运动，称为风。风与气温、气压等要素不同，它是一个表示空气运动的要素，它不仅具有数值的大小（风速），还具有方向（风向）。

风速的单位用米/秒、公里/时、海里/时表示。风向常用十六个方位或周天方位法（顺时针方向由 $0 \sim 360^{\circ}$ ）表示（图1-1）。风向是指风的来向，风从东北方向吹来，便称为东北风。

根据风对地面或海面物体的影响程度，定出一些等级，叫作风级。风级从无风（零级）到最大的飓风（十二级），共分十三个等级（表1-1）。由表中可见，风速大，风力等级也大，在单位受风面积上所产生的风压力也大。

水平方向上气压分布的不均匀是产生风的直接原因。比如一地的气压高于其周围的气压，那末空气就会从气压高的地区向周围流去而产生了风。

对航行的船舶，应引起注意的是视风和真风的区别。船舶航行时，会产生一种从船首方向吹来的风，其风向与航向相同，风速与船速相等，这种风我们称它为船风。因为有了

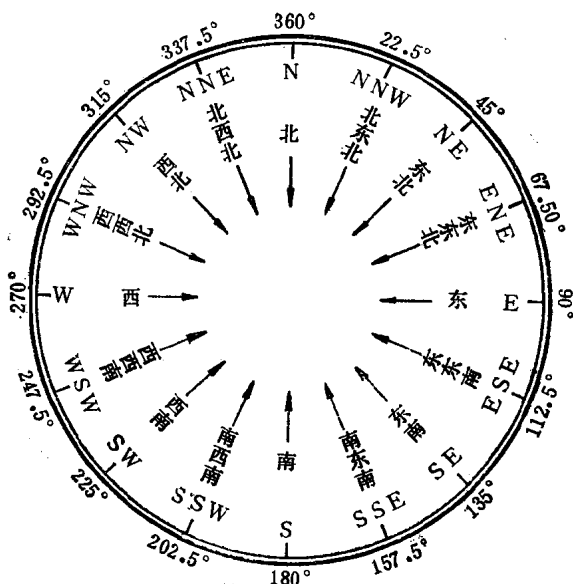


图 1-1

这种船风，就使我们在航行中的船舶上，用仪器测的风不是真风，而是真风与船风二者的合成风，也称相对风或视风。

在很多情况下，船舶要掌握真风的数据，如要考虑风对船速、对偏离航线、对靠离码头操纵上的影响等，因此存在着一个如何求算真风的问题。下面就介绍一种求算真风的方法——图解法。

这种方法（图1-2）是基于矢量的合成分解原理进行的，可在方格纸上或在航行图的罗经花处作图。取方格纸中的一

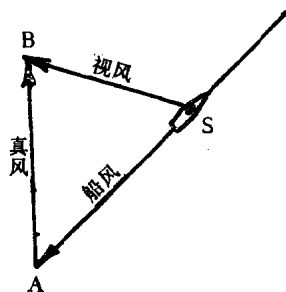


图 1-2