

7572
CJ6

沿海及內河船舶初專班教材

船用度量和儀表

(輪機部船員用)

船舶教材編寫組編



人民交通出版社

沿海及內河船舶初专班教材

船用度量衡和仪表

(輪机部船員用)

船舶教材編写組 編

人民交通出版社

編 者 的 話

在党的建設社会主义总路綫的光輝照耀下，水运系統职工教育工作在过去已有的基础上，随着全国技术革命和文化革命高潮的到来，掀起了大办职工教育的高潮。目前正在扫除文盲，普及初等教育，大办业余高等教育和技术教育。为了适应水运系統职工教育的发展，满足广大船員进一步掌握科学技术的迫切要求，交通部海河总局委托上海海运管理局，会同长江航运管理局、广州海河运输局、黑龙江航运管理局組成了船舶教材編写組，編写了沿海船舶初专班教材、沿海及內河船舶初专班教材、內河船舶初专班教材、沿海及內河預备班教材等四套教材。

沿海船舶初专班教材是供海船駕駛部船員使用，第一批計有：船艺、船用仪器、地文航海、貨物装卸、国际信号、海上避碰常識、天文航海、航海气象常識等八种。

沿海及內河船舶初专班教材是供海船及內河船舶輪机部船員使用，第一批計有：識图、船舶往复蒸汽机、船舶柴油机、船舶輔机、实用船舶电工学、船舶鍋爐、船舶鉗工基本船用度量和仪表等八种。

內河船舶初专班教材是供內河船舶駕駛部船員使用，有：信号及助航仪器、內河船舶操縱、內河普通水路图、用气象常識、河运管理、理貨常識、輪机大意等七种。

沿海及內河船舶預备班教材計有：船艺、生火加油讀本两种。前者供二級水手、水手實習生以及船員訓練班學員使用，后者供生火、加油人員以及船員訓練班學員使用。

这几套教材在編写过程中，虽曾分別征求有关方面的意見，但限于編者的水平，錯誤或不完备之处，在所难免，希望讀者及教师同志在使用本教材时，提出宝貴的修改意見，以便再版时修訂。

目 录

序言.....	2
第一章 度量.....	3
第一节 度量的概說.....	3
第二节 基本量的单位.....	4
第三节 面积、体积和容积.....	7
第四节 密度与比重.....	17
第五节 力与压力.....	20
第六节 功与功率.....	24
第七节 热及热量.....	26
第二章 船用各种仪表結構原理和使用保养.....	33
第一节 引言.....	33
第二节 溫度計.....	33
第三节 高溫溫度計.....	39
第四节 压力表.....	42
第五节 比重計.....	48
第六节 轉速表.....	49
第七节 轉数計数器.....	52
第八节 功率測量的仪表.....	53
第九节 內燃机測量最高压力的仪表.....	64
附录.....	69

序 言

本書內容分成兩部份，即度量部份及儀表部份。授課時間約定為20小時。

度量部份主要是介紹船上常用各種計量的定義、計算、換算及應用。主要是要使學員能明確各種度量的概念和其運用的方法，以達到在實際的工作過程中能熟練地應用它。

儀表部份則主要介紹船上常用的各種儀表的構造、原理及簡單的使用、保養知識。使學習人員能獲得有關船上各種儀表的基本知識及使用、保養的常識，從而提高工作過程中的管理質量。

度量部份的計量單位均採用國務院頒布的計量制度單位作基礎，如長度米即為公尺、厘米則為公分……等等。為恐在學習過程中造成對單位概念模糊起見，故在本書末附錄里列有各種基本計量的附表，以供參攷對照，以免單位混淆不清而降低學習效果。

本書主要參攷上海海運局船員訓練班的船用度量衡與儀表的講義和熱工測量、內燃機船舶動力裝置的熱工試驗二書與有關度量及儀表的資料等編寫成的。

由於本課課程時間的限制及編者知識有限，故內容不夠全面和具體，錯誤地方一定難免，希望讀者多提出寶貴的意見，以便修改和補充。

第一章 度 量

第一節 度量的概說

在我們的日常生活和工作中，所接觸到的一切事物，都得考慮他們的大小、長短和輕重。這種物體的大小、長短和輕重都是度量的種種反映。為了便於對各種物體進行研究、比較和計算起見，就必須對物體的大小、長短和輕重等有所規定。這種規定就是度量制度。通常我們稱它為度量衡。

目前各國的度量制度的規定各不一致。舊中國由於科學、工業極端落後，加上帝國主義的經濟侵略，度量制度一直就沒有統一過。因此，遺留下來的我國度量制度，就極為複雜、繁多，應用起來很感不便。解放後，在黨的領導下，我國的科學與工業都在突飛猛進的發展着，統一我國的度量制度就更為迫切需要了。因此，我國國務院就於1959年6月25日發布了關於統一我國計量制度的命令：確定了以公制為基礎的計量制度，並保留着原來以公制為基礎的市制，廢除繁複非十進位的英美制和其他雜制。

然而鑑於目前航運系統中，過去習慣使用英制度量，對公制的使用感到生疏。為此，我們學習度量不僅是解決我們在工作和生活上的應用，而且還有更重要的一層意義。就是要在我們的航運系統中，扭轉以英制度量制度為基礎的局面，以維護、貫徹和執行國務院所統一規定的計量制度，使全國的計量制度得以統一。

下面就將各種計量的單位與換算，用公制、英制及市制分

別介紹于下，並列出它們之間主要單位的互換關係，使我們能更清楚、熟練地應用它。

第二節 基本量的單位

在自然科學（是研究自然現象的規律的科學）中，應用的物理（是研究自然科學中的最基本的規律的學科）計量很多，但長度、質量和時間却是物理科學中最基本的計量。因為各種自然現象的產生，都是物質、空間和時間的變化的結果，而這些變化正好由長度、質量和時間這三個基本量去表達它。由長度、質量和時間三個基本量所規定的單位，稱它為三個基本單位，現分述于下：

一、長度及單位：長度為物體上兩點之間的直線距離。它的單位隨採用量制的不同，分為公制單位、英制單位和市制單位。

1. 公制中長度單位是米。為了實際上的需要，定出了米的十進倍數與約數的各種輔助單位如下：

$$1 \text{ 公里}(km) = 1,000 \text{ 米}(m);$$

$$1 \text{ 米}(m) = 10 \text{ 分米}(dm) = 100 \text{ 厘米}(cm);$$

$$1 \text{ 厘米}(cm) = 10 \text{ 毫米}(mm) = 100 \text{ 絲米}(dmm);$$

$$1 \text{ 毫米}(mm) = 10 \text{ 絲米}(dmm)。$$

2. 英制中的長度單位為呎，也為實用起見，它有各種不同倍數或約數的各種輔助單位。由於英制中的進位是非十進的，所以應用非常不便，下面是英制中長度的各種常用主要單位：

$$1 \text{ 哩}(n.m.) = 1.1508 \text{ 哩}(m);$$

$$1 \text{ 哩}(n.m.) = 6,080 \text{ 呎}(ft);$$

$$1 \text{ 哩}(m) = 5,280 \text{ 呎}(ft);$$

$$1 \text{ 呎}(ft) = 12 \text{ 吋}(in);$$

1 吋(*in*)=1,000 英絲。

3. 我国現行的市制中的长度单位为市尺。其輔助单位也多采用十进制，故使用也方便，故我国的計量制度还保留它作为应用单位。現把主要常見单位列下：

1 市里=150 市丈=1,500 市尺；

1 市丈=10 市尺=100 市寸=1,000 市分。

4. 以上三种量制的主要长度单位互换关系如下：

1) 公制換其他量制：

1 公里=0.53959 哩=0.62137 哩=2 市里；

1 米=3.281 呎=3 市尺；

1 厘米=0.3937 吋=3 市分。

2) 英制換公制与市制：

1 哩=1.85325 公里=3.7056 市里；

1 哩=1.60935 公里=3.2187 市里；

1 呎=0.3048 米=0.9144 市尺；

1 吋=2.54 厘米=7.62 市分。

二、質量与重量：物体內含物質的多少，叫物体的質量。不論放于任何一个地方，它的数值是不变的。而重量是指物体受地球重力（地心吸力）的大小，它是随物体距离地心的远近而有变化。由此可知，質量与重量的意义是显然不同的。它們在物理研究单位上也就不同，質量的单位是克或千克，但重量的单位是克重或千克重。然而它們在計量单位上它們的单位却相同，即都采用克或千克等单位。同时也因为地心吸力对物体重量的影响甚微，故通常在实用上，質量与重量单位就被看成一样了。

1. 公制中質量 and 重量的单位为克。1 克即等于 1 立方厘米的純水在溫度 4°C 时的質量。公制的常用单位还有千克。此外，

較常用的各輔助單位如下：

1 噸(t)=1,000公斤(kg);

1 公斤(kg)=1,000克(g)。

2.英制中的質量及重量的單位為磅。其輔助單位也非十進位，故應用甚為不便。現將其主要常用單位列下：

1 英噸(t)=2,240磅(lb);

1 美噸(t)=2,000磅(lb);

1 磅(lb)=16 兩(oz)。

3.我國市制現行的重量單位為市斤，它也是十進位的，應用上也很方便。它的主要常用單位如下：

1 市担=100市斤=1,000市兩;

1 市斤=10市兩=100市錢;

1 市兩=10市錢。

4.以上三種制度間的主要重量單位互換關係如下：

1)公制單位換英制或市制單位：

1 公噸=0.9842英噸=1.023美噸=20市担;

1 公斤=2.2046磅=2 市斤。

2)英制單位換公制或市制單位：

1 美噸=0.9072公噸=0.8929英噸=18.144市担;

1 英噸=1.0161公噸=1.12美噸=20.322市担;

1 磅=0.4536公斤=0.9072市斤。

三、時間：計算久暫的叫時間。常用的時間單位為日、時、分、秒。即1日為24小時；1小時為60分；1分為60秒。在計算上，分與秒是時間的常用基本單位。

以上的長度、質量與時間的基本量單位，有些不合科學研究上的需要，故在物理研究用量上，便取公制中的厘米、克、秒為基本單位，這種度量制度常稱它為厘米、克、秒制，它為

国际科学界所公用。

在英制中常用呎、磅、秒为基本单位，称它为呎、磅、秒制，它为英美科学界所采用。

第三節 面积、体积和容积

一、面积：在物体的表面上，表示其包括有一定长闊所构成部份的大小，即为面积。面积的单位在公制中为平方米；英制中为平方呎。现根据各量制中面积单位不同分述于下：

1. 公制中面积主要常用单位有：

1 平方公里(km^2) = 1,000,000 平方米(m^2)；

1 平方米(m^2) = 1,000 平方厘米(cm^2)；

1 平方厘米(cm^2) = 100 平方毫米(mm^2)。

2. 英制中面积主要常用单位有：

1 平方哩(m^2) = 27,878,400 平方呎(ft^2)；

1 平方呎(ft^2) = 144 平方吋(in^2)。

3. 市制中面积常用主要单位有：

1 平方里 = 22,500 平方丈；

1 平方丈 = 100 平方市尺 = 10,000 平方市寸；

1 平方尺 = 100 平方市寸。

4. 以上三种量制間主要面积单位互换关系如下：

1) 公制单位換英制与市制单位：

1 平方公里 = 0.3861 平方哩 = 4 平方市里；

1 平方米 = 10.764 平方呎 = 9 平方市尺；

1 平方厘米 = 0.155 平方吋 = 9 平方市分。

2) 英制单位換公制与市制单位：

1 平方哩 = 2.59 平方公里 = 10.36 平方市里；

1 平方呎 = 0.0929 平方米 = 0.8361 平方市尺；

1 平方吋 = 6.4516 平方厘米 = 58.064 平方市分。

5. 面积计算:

1) 正方形的面积: 四边相等及其夹角均为直角者叫正方形 (图 1)。正方形的面积等于其一边的自乘。

即: 面积 = 边 $\times$ 边 = 边²,

或 $A = a \times a = a^2$ 。

例(1): 一正方形之边长 2 米, 问其面积为若干?

解: 面积(A) = $2 \times 2 = 4$ 平方米。

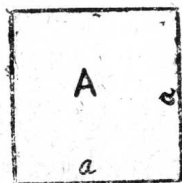


图 1

2) 长方形面积: 长闊各自相等之四方形叫长方形或矩形 (图 2)。长方形面积等于长与闊相乘:

即: 面积(A) = 长 $\times$ 闊 = $a \times b$

例(2): 有一块长方形之铁板长为 4 米, 闊为 2 米, 则其面积若干?

解: 面积(A) = $4 \times 2 = 8$ 平方米。

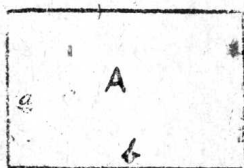


图 2

3) 平行四边形面积: 各对边互相平行的四边形或各对角互相相等的四边形叫平行四边形 (图 3)。

平行四边形面积 = 底 $\times$ 高

即: $A = b \times h$

例(3): 有一平行四边形的地其底边长 6 米, 高为 3 米, 问其面积应为若干?

解: 其面积(A) = $6 \times 3 = 18$ 平方米。

4) 梯形的面积: 四边形中只有一对对边平行的叫梯形 (图 4)。平行的两边短的叫上底, 长的叫下底。两底之间的距离叫高。

梯形的面积 = $[(\text{上底} + \text{下底}) \times \text{高}] \div 2$ 。

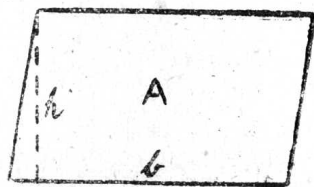


图 3

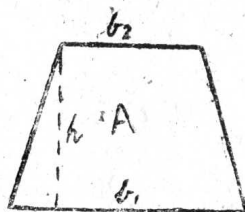


图 4

即: $A = [(b_1 + b_2) \times h] \div 2$

或 $= \frac{1}{2} (b_1 + b_2) \times h$

例(4): 有一梯形之地, 其上底为30呎, 下底为40呎, 高为12呎, 求其面积为若干?

解: 其面积(A) $= [(30 + 40) \times 12] \div 2$
 $= [70 \times 12] \div 2$
 $= 420$ 平方呎。

5) 三角形面积: 一个三角形(图5)可以把它看成为长方形或平行四边形的一半。故三角形面积等于底乘高的一半。

即: 面积 $A = (b \times h) \div 2$

或 $= \frac{1}{2} \times b \times h$

例(5): 有一块三角形的铁板, 底边为4呎, 高为3呎, 求其面积为若干?

解: 其面积 $A = \frac{1}{2} \times 3 \times 4$
 $= 6$ 平方呎。



图 5

6) 圆面积和圆周(图6): 将圆规一脚尖立于纸上, 再旋另一脚尖的铅笔, 铅笔在纸上画出的圆形线条, 叫圆周; 圆规脚尖不动的一点“O”叫圆心。圆周上任一点连至圆心的直线“OC”叫半径, 通常用“R”代表它。通过圆心而连结圆周两点“A”与“B”的直线“AOB”叫直径, 通常用“D”代表它。直径“AB”是“AO”及“BO”的和, 所

以圓的直径为半径的两倍。圓周为直径的3.1416倍，叫圓周率，通常用“ π ”代表它，它也是任何圓的圓周长与直径的比值。現将其半径、直径、圓周与面积間关系列下：

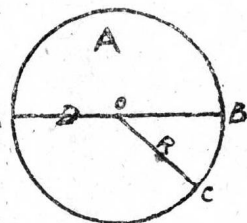


图 6

圓周长 = 直径 $\times \pi$ 或 $2 \times \pi \times$ 半径 = πD 或 $2\pi R$ (单位为长度单位) 圓的面

$$\text{积} = \text{半径}^2 \times \pi = \pi R^2 = \pi \times \left(\frac{D}{2}\right)^2 = \pi \frac{D^2}{4}$$

即：

$$A = 3.1416 \times R^2$$

或 $= \frac{1}{4} \pi \times D^2 = 3.1416/4 \times D^2 = 0.7854 \times D^2$ (单位为面积单位)

例(6)：一直径3吋之圓，其面积若干？圓周长若干？

解：圓面积 $A = 0.7854 \times (3)^2 = 0.7854 \times 9$
 $= 7.0686$ 平方吋

圓周长 $= 3.1416 \times 3 = 9.4248$ 吋

7) 圓环面积 (图7) $= \pi \times (\text{外圓半径}^2 - \text{內圓半径}^2)$ 或
 $= \frac{1}{4} \pi \times (\text{外圓直径}^2 - \text{內圓直径}^2)$

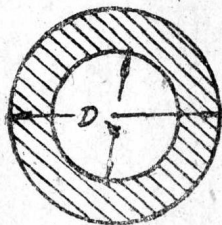


图 7

$$\begin{aligned} \text{即：} \quad A &= \pi \times (R^2 - r^2) \\ &= \frac{1}{4} \pi \times (D^2 - d^2) \\ &= 0.7854 \times (D^2 - d^2) \end{aligned}$$

例(7)：有鉄圓环外径3米，內径为2米，其面积为若干？

解：其面积 $A = 0.7854 \times [(3)^2 - (2)^2]$
 $= 0.7854 \times [9 - 4]$
 $= 3.927$ 平方米。

8) 橢圓形面积 (图8) $= \pi \times \text{长半径} \times \text{短半径}$ 或 $= \frac{1}{4} \pi \times \text{长}$

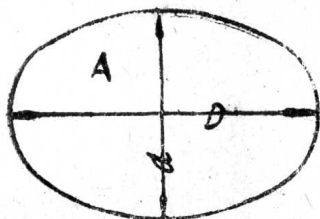


图 8

直径 $\times$ 短直径。

即: $A = \pi \times R \times r$ 或 $\frac{1}{4} \pi \times D \times d$

$$A = 0.7854 \times D \times d$$

例(8): 有一椭圆形之长直径为 8 厘米, 短直径为 4 厘米, 问其面积为若干?

解: 面积 $A = 0.7854 \times 8 \times 4 = 25.1328$ 平方厘米。

9) 不规则图形面积的算法: 如一些图形, 它不属于上述的种种形状时, 那么面积的算法就要采用近似算法。如图 9 所示为一个简单船体纵剖面图, 其船头部份可用三角算法; 中部可用梯形算法, 船艉可用半圆形算法, 最后把它们加起来, 就可得这船体纵剖面图的总面积。

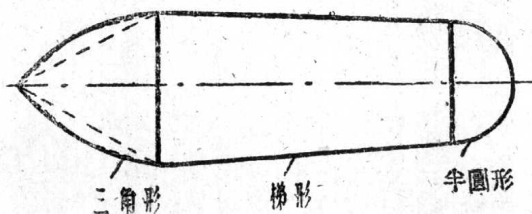


图 9

如要使得出的结果更准确时, 可把整个图形分得更细致些, 其算得结果误差就更少了, 其近似值就更接近实际数值。

二、体积与容积: 物体在空间里有长、阔和高的量度, 构成一立体, 它占有一定的空间, 表示这立体占有空间的大小, 叫做体积。体积的常用单位在公制中为立方米; 在英制中为立方呎。

另外, 容器等的立体, 其中间空虚可以盛物, 表示容器内空间的大小, 即为容量, 也叫容积。容积的常用单位在公制中

为公升；在英制中为加侖。

下面将各种量制的常用主要体积和容积单位列下：

1. 公制中的体积和容积的主要常用单位有：

1) 体积：

1 立方米(m^3) = 1,000 立方分米(dm^3) = 1,000,000 立方厘米(cm^3)

1 立方厘米(cm^3) = 1,000 立方毫米(mm^3)

2) 容积：

1 升 = 1,000 毫升(ml)

3) 体积与容积的互换关系如下：

1 升 = 1,000 立方厘米(cm^3) = 1 立方分米(dm^3)；

1 毫升(ml) = 1 立方厘米(cm^3)；

1 立方米(m^3) = 1,000 升。

2. 英制中体积与容积的常用主要单位如下：

1) 体积：

1 立方呎(ft^3) = 1.728 立方吋(in^3)。

2) 容积：可分干量与液量两种：

① 干量：

1 量吨 = 40 立方呎(ft^3)；

1 蒲式耳 = 8 加侖(gal) = 1.28455 立方呎(ft^3)。

② 液量：

1 英加侖 = 277.34 立方吋(in^3) = 0.16057 立方呎(ft^3)；

1 美加侖 = 231 立方吋(in^3) = 0.1347 立方呎(ft^3)。

3. 市制中体积与容积的常用主要单位如下：

1) 体积：

1 立方市丈 = 1,000 立方市尺 = 1,000,000 立方市寸；

1 立方市尺 = 1,000 立方市寸。

2)容积:

1 市担 = 10 市斗 = 100 市升 = 1,000 市合;

1 市斗 = 10 市升 = 100 市合;

1 市升 = 10 市合。

4. 以上三种制度体积与容积主要常用单位的互换关系如下:

1) 体积方面:

① 公制单位换英制及市制单位:

1 立方米 = 35.315 立方呎 = 27 立方市尺;

1 立方分米 (升) = 61.024 立方吋 = 0.0352 立方呎;

1 立方厘米 = 0.061 立方吋。

② 英制单位换公制及市制单位:

1 立方呎 = 0.0283 立方米 = 0.7644 立方市尺;

1 立方吋 = 16.39 立方厘米。

2) 容积方面:

① 公制单位换英制及市制单位:

1 升 = 0.220 英加侖 = 1 市升;

1 毫升 = 0.00712 蒲式耳 = 1 市撮。

② 英制单位换公制及市制单位:

1 加侖 = 4.546 升 = 4.546 市升。

3) 体积与容积间的比较:

① 公制单位换英制单位:

1 立方米 = 1,000 升 = 264.12 美加侖 = 220.03 英加侖;

1 立方分米 = 1 升 (1 市升) = 0.26412 美加侖
= 0.220 英加侖。

② 英制单位换公制单位:

1 英加侖 = 1.2008 美加侖 = 4.5459 升;

1 美加侖=0.8327英加侖=3.7893升。

5. 体积及容积的计算：下面列出各种规则立体体积的计算方法。容积的计算也相同，这里就不再举例，而留于下节一并列举。

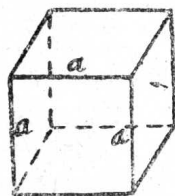
1) 正方体的体积：它是由六个相等的正方形面构成的六方体（图10）。

立方体的体积=边×边×边=边³

即： $\nabla = a \times a \times a = a^3$

例(1)：每边为4呎之立方体，其体积为若干？

解： $\nabla = 4 \times 4 \times 4 = 64$ 立方呎



• 图 10

2) 长方体的体积：三对不相等长方形面构成的对称立方体叫长方体（图11）。

长方体体积=长×阔×高

即： $\nabla = a \times b \times h$

例(2)：一长方体之长为5米，阔为4米，高为2米，求其体积为若干？

解： $\nabla = 5 \times 4 \times 2 = 40$ 立方米

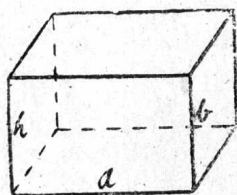


图 11

3) 三角柱体之体积：一对各边分别相等的对称三角形面与三个和三角形三边相关之长方形面构成的三角立方体叫三角柱体（图12）。

三角柱体体积=三角形面积×柱高。

即： $\nabla = \frac{1}{2} b \times h \times H$

例(3)：三角形柱高为5厘米，三角形底边为4厘米，三角形高为3厘米。问此三角柱形体之体积为若干？

解： $\nabla = \frac{1}{2} \times 4 \times 3 \times 5 = 30$ 立方厘米。



图 12