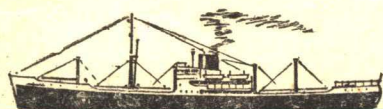


船員業務學習小叢書

電計程儀

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

船員業務學習小叢書

電計程儀

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，以便適合具有初中以上文化程度的船員閱讀。

本書为小丛书之一，內容系介紹两类主要型式的电計程仪，即水压式計程仪（JIT-25型和Sal-24型）和水流式計程仪（TOM-4型）的原理和构造、电路分析、使用和管理。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。

船員业务学习小丛书 电計程仪

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）

北京市書刊出版业营业許可証出字第〇〇六号

新华书店科技发行所发行 全国新华书店經售

人民交通出版社印刷厂印刷

*

1960年8月北京第一版 1960年8月北京第一次印刷

开本：787×1092 1/32 印張：1号張插頁3

全書：35,000字 印数：1—2,500册

統一書号：15044·5223

定价（8）：0.22元

前 言

本書系大連海运学院航海系接受交通部海河总局及人壽局的委託，組織部分教師和同學共同編寫的。

由于時間匆迫、人力有限以及我們在航海的理論和實際方面知識的不足，所以在編寫過程中存在有缺點和錯誤之處在所難免。我們懇切希望讀者和航海界前輩多多給以指正。

大連海运学院航海系編寫組
船員業務學習小叢書

目 录

緒言	4
第一篇 水压式計程儀的基本原理与結構	
第一章 水压式計程儀的理論	5
第二章 ИГ-25型水压式計程儀	8
§2—1 水压系統及其設備	8
压力傳导室	8
靜压水門	11
动压水門	11
§2—2 中心器的結構与工作原理	11
航速指示裝置	12
航程指示裝置	16
鐘表裝置	17
§2—3 电路分析	18
电动发电机电路	18
速度电动机电路	19
摩擦电动机电路	22
自同步傳送电路	22
§2—4 ИГ-25型水压計程儀的使用管理	23
水压計程儀使用前的准备工作	23
水压計程儀的開动与停止	25
水压計程儀的校正	26
水压計程儀的保养	28

第三章 Sal-24 型水压計程仪	29
§3—1 水压系統及其設備	29
§3—2 中心器的工作原理	31
航速指示裝置	32
航程指示裝置	33
§3—3 电路分析	33
速度电动机电路	34
摩擦电动机电路	35
自同步傳送电路	35
§3—4 Sal-24 型水压式計程仪的使用管理	36
水压計程仪使用前的檢查	36
水压計程仪的开动与停止	37
航行中使用水压計程仪时的注意事項	37
誤差校正	38

第二篇 水流式計程仪的基本原理与結構

第四章 水流式計程仪的理論	39
第五章 FDM-4型水流式計程仪	40
§5—1 計程仪的支座及水門	40
§5—2 水中机械及迴轉子的結構	43
§5—3 中心器及航程指示器	44
中心器的电路及結構	44
中心器及航程指示器的工作原理	47

第六章 FOM-4型水流式計程仪的使用管理	49
§6—1 水流式計程仪的开动与停止	49
§6—2 水流式計程仪的維護保養	50

第三篇 电計程仪的質量分析及安裝

第七章 水压式与水流式計程仪的比較	51
第八章 电計程仪的安裝	51

緒 言

電計程儀在航海中是用以指示船舶的航速和航程，它與電羅經或磁羅經配合使用，可以確定船舶的積算船位，正確地使用電計程儀，不僅可以提供較為可靠的積算船位，而且可以幫助駕駛員積累航綫中有关潮汐、風向……等自然條件對航行影響的資料，保證船舶安全航行。

在近代航海技術中，電計程儀主要包括水流式計程儀與水压式計程儀；水流式計程儀係利用船舶航行時，水流的作用力使迴轉子旋轉，配以電氣傳動裝置以記錄航程，其原理與常用的拖帶式計程儀相同。

水压式計程儀係利用船舶航行時，船速所產生的動壓力，配以機械或電磁補償及電器傳動裝置，同時指示航速和航程，其精確性比水流式計程儀為高，但構造也較水流式為複雜。

建國以來，由於黨的關懷和領導，人民海運事業已日臻蓬勃發展，各種新型電航儀器，均已進入成批生產或發展研究階段，其中也包括國產的水压式及水流式計程儀。

本書所介紹的電計程儀，其所指示的航速或航程皆為對水而言的相對航速或航程，在近代航海科學中，各國對於絕對計程儀的問題，均甚感興趣。

技術革命開始以後，我國對航海科學的研究一日千里，其中也包括了絕對計程儀的研究和製造。

第一篇 水压式計程儀的

基本原理与結構

第一章 水压式計程儀的理論

当船舶在航行时，由于水分子与船体之間的附着力和水分子之間的內聚力的影响，使得靠近船体附近的水随着船的前进而流动，形成紊流層，我們叫它做追迹流。追迹流的厚度和流速决定于水的粘性、船型和船速，在追迹流下面的水層是不会受到船舶的影响的，現在将一根导管的底端封閉并在正对船艏方向的管壁上开一个小孔，这枝导管称为皮托管或动压管，然后将导管由船底插到層流層中(如图 1)，而管孔正对船艏方向，如船靜

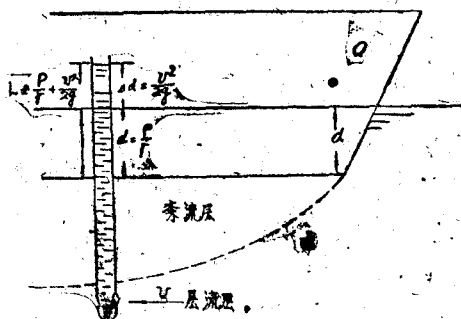


图 1

止时，这时管内水位的高度即为船舶的吃水 d ，当船航行时，管内水位受到水的压力的作用，这时我們会发现皮托管内的水位高度(以符号 L 表示)随船速的快慢而高低。

在水力学中理想的非压缩性液体的柏努利方程式如下式：

$$\frac{v^2}{2g} + \frac{p}{\gamma} + Z = \text{常数} \quad (1)$$

式中： $\frac{v^2}{2g}$ 为速头 (v 为液体的流速, g 为重力加速度);

$\frac{p}{\gamma}$ 为压头 (p 为静压力, γ 为液体重率);

Z 为位头。

由(1)式可知速头、压头和位头的总和为不变量。

实际上在紊流的边界层下面水的流线与船体曲线的每点相切, 由船首起船体的宽度渐渐增加, 因此流线自船中心线分开流出, 与船中心线形成各种角度, 在船的腹部流线平流于船中心线, 在船尾部流线形成各种角度, 会合于靠近中心线处。

因为在紊流边界层的下面, 流线与水平面平行, 因此由任意基准面计算的位头 Z 是一个不变的数据, 根据公式(1)我们可以把 Z 移到右方, 此时可以参考下式:

$$\frac{v^2}{2g} + \frac{p}{\gamma} = L \quad (2)$$

式中 L 表示不变之值, 这个不变之值即为皮托管内的液体柱高, L 之值即可确定流过船只的水流速度即船的行进速度。

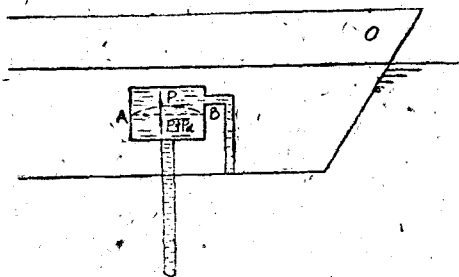


图 2

由方程式(2)可知在皮托管内水位高 L 是速头 $\frac{v^2}{2g}$ 与压头 $\frac{p}{\gamma}$ 之和。在这种情况下, 压头 $\frac{p}{\gamma}$ 是船浸入水中部分, 即船的吃水。 L 值不仅与船的速度变化有关, 也同船的吃水有关。为了消除吃水对计程仪示度的影响, 确定动压力与船速变化的关系; 于所有水压计程仪上都增设有第二静压管, 如图 2 的装置。在这里产生一个对皮托管相反作用的压力, 其大小亦等于船舶的吃水, 以 $\frac{p}{\gamma}$ 表示。换句话说: 公式(2)等号两端各加 $-\frac{p}{\gamma}$, 故可将方程式(2)写成如下式:

$$L - \frac{p}{\gamma} = \frac{v^2}{2g}$$

因 $L, \frac{p}{\gamma}$ 其因次皆为长度单位 (以厘米或吋表示)。令 $L - \frac{p}{\gamma} = h$, 则

$$h = \frac{v^2}{2g} \quad (3)$$

式中, h ——皮托管内纯动压(水上升高度)。

为了求出作用在隔板 AB 上的压力和船速之间的关系, 将(3)式的两端各乘以水的重率 γ , 得如下式:

$$h\gamma = \frac{\gamma v^2}{2g} \quad (4)$$

$h\gamma$ 的值是水柱的压力, 水柱底面积等于 1 平方厘米, 高等于 h , 当水的重率等于 γ 时, 以 P_d 表示 $h\gamma$ 值, 如下式:

$$P_d = \frac{\gamma v^2}{2g} \quad (5)$$

不过方程式(5)于一般情况下不适合于实际应用, 因为水不是理想液体, 并且皮托管的海水口外, 水的流綫也不是理想平行的流动。

为了求得实用于水压计程仪工作的公式, 将修正系数 k 置

于公式(5)中,这个公式如下所示:

$$P_a = k \frac{rv^2}{2g}$$

由实验得知系数 k 是速度的函数,即 $k=f(v)$,最理想的是这个系数等于一,可是实际上它也许大于一或小于一,系数 k 的变化同速度的变化有关之点并无理论根据。实际上得到的系数 k 与船的速度成正比,因 k, r, g 皆为常数。

$$\begin{aligned} \text{令} \quad & \frac{kr}{2g} = K, \\ \text{则} \quad & P_a = Kv^2 \end{aligned} \quad (6)$$

P_a 之值或做水的动压力,方程式(6)为由船的速度 v 求得水的动压力 P_a 的理论根据。

第二章 JI-25型水压式计程仪

JI-25 型水压计程仪,用以测量 25 节以下的航速和航程,其补偿系统采用机械补偿,而且具有精确的调整系统,并能自动校正变速误差,所以在使用上不仅灵敏度较高,而且精确度亦较大。

JI-25 水压计程仪有两个主要部分:一个是水压部分,它承受水的压力(当船行进的时候),并且将水压传达给仪器的中心器;另一个是仪器的中心器,能自动指示出船的速度和航程。

§2-1 水压系统及其设备

水压系统由两个水门 A 和 B ,导管 P 和 S 及传递压力的压力传导室 G 所组成(图 3)。

压力传导室 压力传导室 G 装设在船的最低吃水线下方,

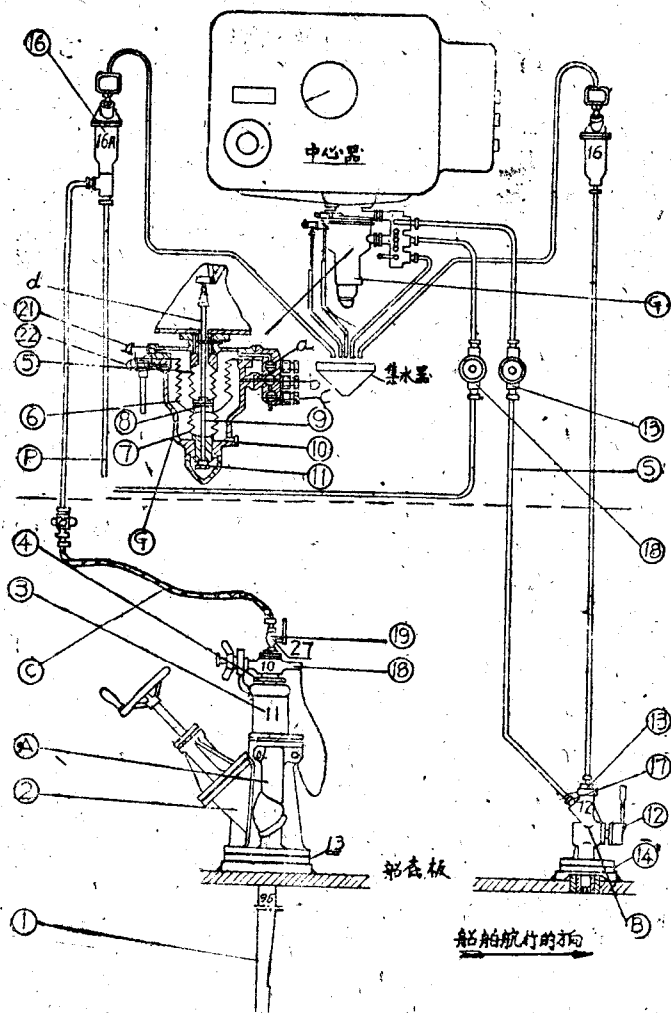


图 3

压力传导室是金属密闭的容器，里面由金属囊⑤、⑥、⑦和隔板⑧分成三部分，压力传导室并设有三个旋塞 a 、 b 和 c 的三通阀。水门 B 的导管 E 与此阀的上部管套相连，这个水门叫做静压水门，水门 A 的导管 C 与中间的管套相连，经过静压水门来的水到压力传导室的上边，而由动压水门来的水到压力传导室的下边。隔板上下表面积相等，因此，若是船停止时，作用在隔板上下面的静压力平衡而隔板停留在中间的位置，它与吃水的变化无关，当船行进的时候，使安装于门 A 上的皮托管①内产生动压力，这个压力是船速的函数，它传递至隔板⑧的下面，使隔板上的垂直杆 d 上升，并将此运动传至计程仪中心器上，带有垂直杆 d 的压力传导器以金属囊⑤及⑥分成中央空气室，这样一来，垂直杆 d 就不必经过填料筐也就避免了垂直杆的摩擦，免得妨碍计程仪的工作。静压室中的水可以通过安装在隔板上圆盘的小孔，并经圆管⑨向外排洩，并以塞子⑪密闭之，此外在压力传导室的静压室和动压室的左上角皆有一个排气阀⑫、⑬，用以排除室内空气之用，而以塞子⑩密闭的圆孔是由下部容器中排水之用，三通阀的三个旋塞的下部旋塞作为清洗之用。

三通阀的三个旋塞可按需要置于各种不同位置：如速度，零点，清洗三个位置。置于速度位置时，使静压水门与动压水门分别与压力传导器的上下腔联结。置于零点位置时，使静压水门与压力传导器上下两腔皆接通，而截止动压水门。置于清洗位置时，即截止两水门通向压力传导器而把它们引向下部旋塞；在船舶停泊时利用静水压，航行时利用动水压来清洗水压系统。这三个位置皆列表于中心器的外壳上。

导管 P 和 S 上设有控制阀⑭，用以防止冲击的水压很快的传到压力传导室，而使金属囊及补偿系统受到剧烈的冲击而损坏，这些阀为旋塞型，有一个直径为 0.5 毫米的通气孔和两个管

接头,分别与压力传导室及水门的管紧相连接。

静压水门 静压水门 B (图 3) 是用来使计程仪水压系统的静压部分与海水相连,导管有启闭水门的阀⑫,水门的上部有接头⑬与集气瓶⑭相连接,用以排除静压水门中发生的空气泡,避免使空气直接进入压力传导室的静压室而引起误差。同时,水门的中部有接头⑰与管⑥相连接,使没有空气的静压水流经控制阀⑬进入压力传导室 G 上部的静压室内。

动压水门 动压水门 4 (图 3) 是用来支持和收放皮托管(动压管)①之用。当皮托管收起后,顺钟向旋转阀门②上的手轮则可将水门关闭,在水门管座③的上部装有填料,并用盖④压紧之,以保水密。

皮托管①是用来接收静水压力与动水压力的金属管,它伸出船底外的长度约为 650~700 毫米在管的头端开有匙形的接收孔朝向船首方向。

在安装皮托管于动压水门上时,必须在它的上面套装管夹⑮,管夹是用来固置皮托管之用,此外它还可以正确地确定皮托管的接收孔正对船首方向。

皮托管安装妥后,在皮托管的顶端装有一个接收阀⑱,接收阀以管与集气瓶⑭相连接,经集气瓶排除管内空气以后,将动压水流经管 P 及控制阀⑬送入压力传导室的下部动压室内。

集气瓶⑭(图 3) 包括动压及静压集气瓶,其结构完全相同,是用来排除进入皮托管或静压管中的空气。

§2—2 中心器的结构与工作原理

中心器是 JII-25 型水压计程仪的主要部分,它包括带有机补偿的航速指示装置,航程指示装置以及钟表装置。在正常工作情况下,中心器除了指示航速与航程外,同时并利用同步保

送裝置，將所示航速和航程傳到海圖室的復示器。

航速指示裝置

航速指示裝置(圖4)，它連接有機械補償系統，這個系統包括有主杠杆②，調節器A的主彈簧③，第一輔助杠杆④，帶有調節器彈簧⑥的調節器B，杠杆⑤及其托架⑦，帶有指針⑧的偏心輪，滾柱⑭由彈簧⑬壓到凸輪上，速度電動機⑫的導電接觸點⑪，以及斷電限位接觸點⑬，同時在主杠杆②的上部，則連有主輔彈簧，以及沿着導電接觸點⑪移動的移動接觸點⑩。

壓力傳導室隔板上的垂直杆與主杠杆的止推銷⑮借調整器C與剪形器連接起來，調整器C是用來傳遞壓力傳導室隔板上的動壓力于止推銷的連接杆，它具有可以升縮自如的調節螺杆，同時又用以校正当船速為零時的靜力零点。

如圖5表示船不動時調整器彈簧③與主輔杠杆的位置，這時動壓力為零，而且調整器A彈簧③的作用力通過軸心O點，故皆無力矩產生。

如圖4所示，當船舶運動時皮托管受到了水的動壓力，經過壓力傳導室的隔板，以及垂直杆⑮而傳遞到止推銷⑮上，在此船速所產生的動壓力的作用下，主杠杆便圍繞軸綫O而轉動，這時移動接觸點⑩，離開零点位置，向右移動，而使速度電動機⑫的電源接通而轉動，通過齒輪減速裝置，主軸⑪，蝸輪⑫的傳動，使偏心輪與速度指示器的指針⑧轉動。

同時，在校正凸輪旋轉時推動滾柱⑭向右偏轉，或第一輔助杠杆向左偏轉，由於主杠杆與第一輔助杠杆有彈簧③相連接，因此當第一輔助杠杆向左偏轉時也將主杠杆向左拉移，於是移動接觸點⑩向左移動，在這期間，速度電動機將一直工作，直到彈簧③對軸心O所產生的力矩與作用於垂直杆⑮上的動壓力對軸心O所產生的力矩相等為止，如圖6所示。

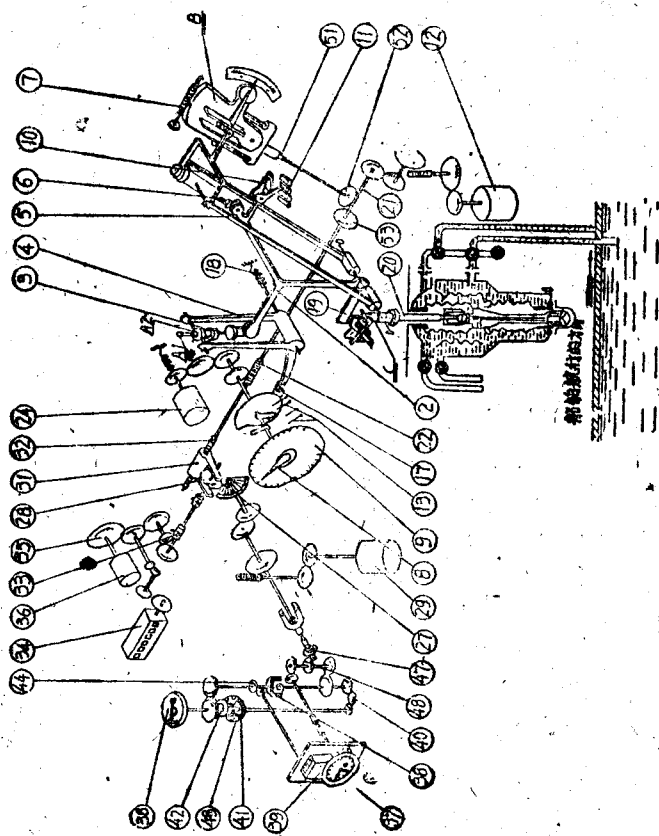


图 4

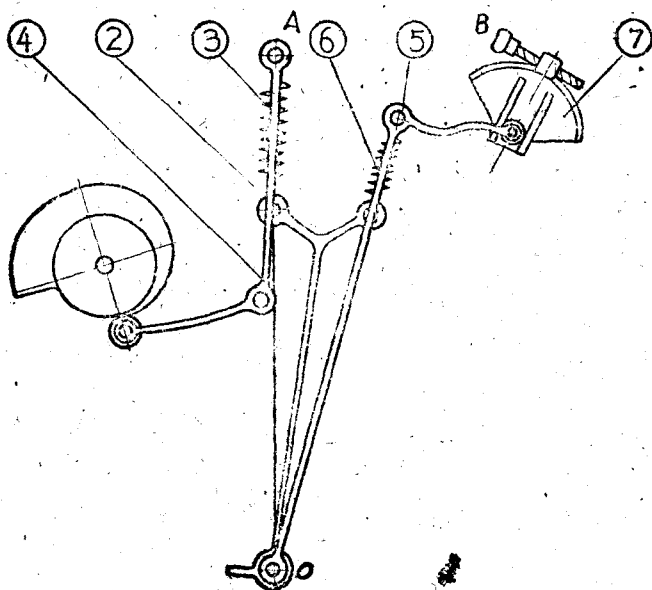


图 5

如 P_a = 作用于压力传导室隔板上的动压力。

P_a = 调整器 A 弹簧 (3) 的拉力。

d, a 分别表示 P_a, P_a 的力臂。

当 $P_a \times d = P_a \times a$ 时, 则整个补偿系统处于平衡位置, 移动接触点回复零点位置, 速度电动机断电; 主杠杆又回至原始位置, 而使与偏心轮相连接的速度指示器的指针, 指示出当时的船速数值, 并通过齿轮传动装置与速度同步发送电机 (24) (图 4) 将航速数值传到位于海图室的复示器, 如果船速继续增加, 此系统亦继续工作, 如船速减低时, 则 P_a 亦同时减少, 其所产生的力矩将少于由 P_a 所产生的力矩, 此时由于弹簧的拉力, 使第一辅助