

沿海船舶初專班教材

航用儀器

船舶教材編寫組編



人民交通出版社

沿海船舶初专班教材

航 用 仪 器

船舶教材编写组 编

人 民 交 通 出 版 社

本教材主要包括磁罗经、计程仪、测深仪、六分仪、天文钟等几种船用仪器和附属设备。在教材中：除将仪器的构造及工作原理加以说明外，并介绍其使用保养常识。

本教材读者对象为海船水手、船员训练班学员及部分驾驶员。

本教材由盛承乾执笔，

沿海船舶初专班教材

航 用 仪 器

船舶教材编写组 编

*

人 民 交 通 出 版 社 出 版

(北京安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可出字第〇〇六号

新华书店科技发行所发行 全国新华书店经售

人 民 交 通 出 版 社 印 刷 厂 印 刷

*

1960年9月北京第一版 1960年9月北京第一次印刷

开本：787×1092 $\frac{1}{2}$ 印张：1 张

全书：20,000 字 印数：1—2,660 册

统一书号：15044·5236

定价(8)：0.12元

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，滿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、航用仪器、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、船舶鉗工基本工艺、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，計有：信号及助航仪器、內河船舶操縱、內河普通水路图志、船用气象常識、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，提出寶貴的修改意見，以便再版时修訂。

11月25日

目 录

序 言	3
第一章 磁罗經	4
第一节 船用磁罗經的种类和构造	4
第二节 磁罗經自差校正装置	8
第三节 磁罗經使用和保管注意事項	12
第四节 方位仪	13
第二章 計程仪	15
第三章 測深仪	19
第四章 六分仪	23
第一节 六分仪的构造和使用	23
第二节 六分仪誤差的改正与度、分、秒的讀法	26
第五章 天文鐘	28

序 言

随着科学技术的发展,保证船舶航行安全的仪器设备也在日新月异地变化着,但是仪器设备愈精密,它的结构也就愈趋复杂,因此,损坏或发生误差的机会也就愈多。为了保证船舶安全航行,虽然那些精确程度较高的、结构复杂的航用仪器是应当具备的,但那些比较古老的航用仪器也是不可缺少的。尤其是象这本小册子中所列举的几种航用仪器,在使用上有一定程度的可靠性,在新式航用仪器比较多的船舶上,也都有这些比较古老的仪器,在我国现有船舶上使用还是比较广泛的,所以在这里简单地加以介绍。

这本小册子中共包括磁罗经、计程仪、测深仪、六分仪和天文钟等五种航用仪器。主要是介绍它们的简单构造和使用保养常识,作为学习或日常工作上的参考。

第一章 磁 罗 經

早在黃帝時代，我國便發明了指南針。現在使用的磁羅經的指向能力是依靠地磁作用于羅經的磁針而來，所以近代的磁羅經與古代的指南針在原理上並無任何不同，所不同的，只是在構造上較以前精緻，並能明確掌握磁性規律，從而更有效地利用它而已。

本章僅從初級駕駛員應具備的知識，對有關磁羅經的種類、構造、使用和保養及磁羅經自差的測定和校正器作用等作一般粗淺的介紹。

第一節 船用磁羅經的種類和構造

1. 磁羅經的種類

(1) 磁羅經按其裝置位置及使用範圍可分為：

(1) 標準羅經：船上有一個羅經是裝在露天駕駛台上，是用來表示航向和觀測方位等。因其地位高，受船上鐵材的影響較小，所指航向較為準確，四周阻礙少，觀測方位便當，所以我們稱它為標準羅經。

(2) 操舵羅經：裝在操舵室內，專供操舵時用，位置必須使舵工易于觀看。

(3) 太平羅經：裝在船尾太平舵輪之前。在舵機發生故障時，使用太平舵來駕駛船舶，這樣太平羅經就成為操舵羅經了。所以在平時對太平羅經必須保養妥善，以便隨時使用。

(4) 救生艇羅經：救生艇是海上救生的工具，因此對救生艇

上的設備有一定的規定，羅經也是其中主要備品之一。救生艇羅經必須是液體羅經，羅經刻度盤應塗有夜明光，有完整的架子及油燈，燈油須能點 10 小時。

2) 磁羅經按其構造不同可分為：

(1) 干羅經：干羅經的盆內未充液體，羅經刻度盤是用輕紙制成，靈活但不穩定，一般皆用作標準羅經。

(2) 液體羅經：羅經盆內充滿液體，羅經刻度盤是用云母片、銅片、玻璃、塑料等制成。不十分靈活，但非常穩定。一般皆用作操舵羅經，也有用于標準羅經的。

(3) 電視磁羅經：在電羅經發明後，磁羅經也作了進一步的研究，對磁羅經也能裝設復示器這一點，於 1947 年研究成功。電路發生故障時，除復示器失去作用外，主羅經仍能應用。

電視磁羅經包括主羅經、管制箱及復示器三部分。目前我國很多船舶有用磁羅經進行自動操舵，這便是它的发展。

2. 液體羅經的構造

液體羅經在外型雖各不相同，但其主要部分大都一樣，如圖 1 所示：羅經刻度盤(1)是用云母片或其他適當的金屬做成，它與一組(二根，四根，六根或八根等)磁鐵棒(2)一起裝置于紫銅浮(3)上，磁鐵棒用銅皮密封，以防因銹蝕而消失磁力，在銅浮子凹入部分內有一寶石做成的支點叫做軸帽(4)，軸帽坐于裝在橫梁上的一個硬金屬鈹質軸針(5)上，以減小旋轉時的摩擦力。

羅經盆(6)是由紫銅做成，其頂部有密封的厚玻璃蓋(7)，上用銅圈夾以墊料壓緊，銅圈上刻有度數叫做定向圈(8)，其底部是用毛玻璃(9)制成，以便燈光照明，此毛玻璃是以波浪形的膜片(伸縮板)與羅經盆的底部邊緣相接連，當氣溫改變時，液體熱脹冷縮，伸縮板(10)因有伸縮作用，使羅經盆內液體保持常滿。

羅經盆的底部邊緣內灌鉛部分(11)是用來使羅經穩定，盆

壁內前后相对的位置上各有一条細銅絲或黑綫叫做指向綫(12)，以表示船舶首尾方向和指示刻度盘的讀数。罗經盆內充滿液体，其成分为 45% 谷物酒精与 55% 蒸餾水的混合液体。这种液体在零下 26°C 时不会結冰，某些罗經內也有用煤油或其他防凍液体，其目的是在降低液体的冰点，但此类液体不可互換或混用。

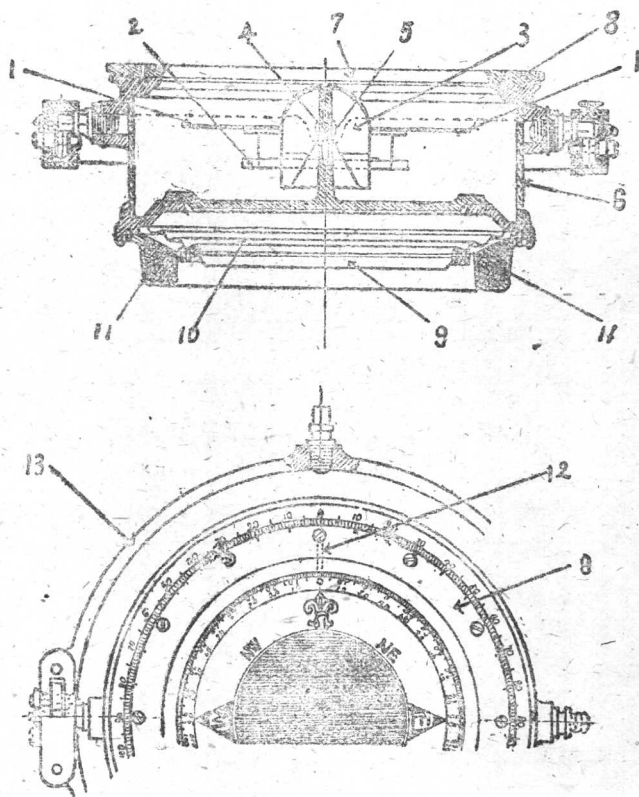


图 1 罗經盆的构造

3. 罗經柜的结构

磁罗經是通过一組灵活的平衡环安置在罗經柜上(如图 2), 罗經柜虽然在外型上亦各有不同, 但主要结构均大同小异, 现将其主要部分及用途说明如下:

(1) 罗經柜上除用来消除自差的铁器外, 都必须用无磁性材料构成。

(2) 罗經柜的中上部左右两边各装有用铜或铁制的座臂一个, 用以装置消除部分自差用的软铁球, 座臂的高低应使软铁球心与罗經柜中的磁针轴綫在同一水平面上为准。

(3) 罗經柜的頂上有一銅制圓錐形前后有玻璃窗的罗經柜盖, 它可以在罗經柜上自由旋轉, 其两边(或一边)装有油灯一盞, 专供电灯照明损坏时用。

(4) 在罗經柜的中央与罗經盆的正下方, 装有一垂直銅管, 用以放置消除傾斜自差的磁鉄棒。磁鉄棒挂在吊鏈上, 吊鏈則可以上下拉动。

(5) 在罗經柜的正前方装有一个直立的銅管, 里面放置有軟鉄柱, 它用来校正烟囱对罗經的影响。

(6) 在罗經柜的正后方装有傾斜仪, 用以檢查船体或罗經傾斜的情况。

(7) 在罗經柜的中上部装有电灯, 在电灯的上面和罗經盆的下面有一可調整灯光亮度的拉門。

(8) 在罗經柜內的下部, 有許多縱橫向的水平孔, 用以放置消

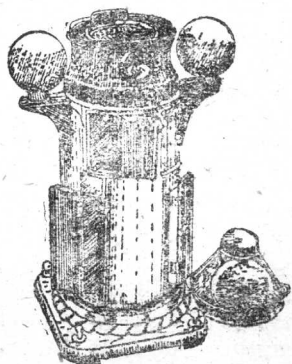


图 2 罗經櫃

除自差用的磁鉄棒。現在有許多羅經柜內採用可以上下活動的十字架來放置磁鉄棒。

第二节 磁羅經自差校正裝置

1. 磁的概念

在上節中曾經提到鋼鉄制成的船舶，受到地磁的感應，產生船磁，船磁對磁羅經作用的結果，產生羅經自差。為了便於說明問題，應先了解一些有關磁質的常識。

有一種黑色矿石，富有吸引鉄屑的特性，此种矿石我們叫它是磁鉄。這種吸引鉄的性質叫做磁性。磁性最強的方叫做磁極，它位於磁鉄的两端，其連線叫做磁軸。

磁鉄的吸引能力叫做磁力，受磁鉄的磁力作用或影響範圍叫做磁場，它由肉眼看不見的磁力綫所組成，由實驗可得其分布情況如图 3 所示。

地球是一不規則的大磁鉄，向地面各方向放射出磁力綫，它的影响正好象在地球中放一大磁鉄，磁鉄南极放在地球的北面，磁鉄北极放在地球的南面，如果我們用一根磁針自由悬挂，就可見磁針的北端指着地球的北面。因

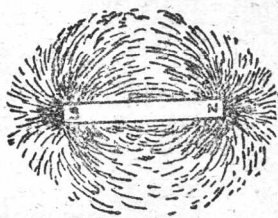


图 3 磁力綫分布图

此，我們知道地球的北端帶着南極性，地球的南端帶着北極性。地磁的北極位在北緯 $73^{\circ}31'$ 西經 $96^{\circ}43'$ ，地磁的南極位在南緯 $72^{\circ}25'$ 東經 $155^{\circ}16'$ 處。

取一磁鉄，使其北極接近懸于空中的磁針北極，則見此磁針的北極立即被排斥開，反過來若以南極對磁針的北極，立即被吸引，所以我們由實驗得知其相互的作用是同極相拒，異極相

吸。

地理子午綫是經過地球迴轉軸南北極的大圓。悬挂一磁針，它必定指向南北方向，在不受其他外力的影响，設一垂直面經過此磁針的南北軸綫與地球相割，成一大圓，此大圓叫做磁子午綫。

地磁三要素：

1)磁差：磁子午綫與地理子午綫有些地方相合，有些地方不相合，不相合的地方，兩綫相交所成的角度，叫做磁差。換言之，磁差就是磁北與真北所夾的角度。

2)傾角：我們悬挂磁針于磁赤道（在南北磁極之間）處，此磁針成水平，若將此磁針吊挂在北極處，則見此磁針的北端向下傾斜。若此磁針吊挂在近南極處，磁針的南端向下傾斜。在不同的地方作實驗，其傾斜角也不相同，觀測結果得知，其傾斜度與緯度高低成比例。磁針傾斜的方向，即表示地磁磁力綫的方向，此傾斜角我們叫它為傾角。

3)地磁水平分力：地磁水平分力是地磁力水平方向的分力。在磁赤道地帶，地磁水平分力最大，在磁極地帶最小，它直接影響着磁針的指北能力。

鐵在磁場中被磁化的現象叫做磁感應，鐵受感應後，可以獲得一臨時的或永久的磁性。如果被感應者的縱長與原磁力綫平行時，所感應的磁量最大，與之垂直時，則所感應的磁量最小。感應磁的強度和保留磁性的長短還與被感應鐵材的性質有關。

2. 船磁

現在的船舶多用鋼鐵造成的，鋼與鐵均屬磁感體，因此船是一磁體，但船上所用鋼鐵材料有硬鐵和軟鐵的分別。

1)硬鐵：它對磁性的保留能力大，當它被磁化後，雖非絕對不變，在移離磁場後，尚能保留着大部分磁性，因此我們稱它為

半永久船磁或永久船磁。

震动对于硬铁获得永久磁性的磁量有很大关系，假如在感应时没有震动作用，虽然硬度很大的钢材，其所获得的保留磁性也不会很大。与此相反，如果已经获得较大磁量的硬铁，在遇到震动作用时，其磁量会受到破坏而减小。

2) 軟鉄：当鉄类放在一磁場內，立即被感应而成为磁鉄，但一經将它移离磁場，立即就失去磁性，因此我們称它为感应船磁。

3. 永久船磁和感应船磁对罗經的影响

船舶在船塢(厂)內建造的时间久了，則受地磁的感应，同时由于鋼板間铆釘的敲打，此船就变成了磁体，在出塢(厂)后，此磁性虽有一部份消失，但大部份仍保留不变，这就是船磁。船舶所用的鋼鉄有硬鉄和軟鉄，因此所产生的船磁也有不同，其对罗經的影响亦随着不同。

1) 硬鉄：它在受感应后，使船舶保持一个永久而固定的磁場。这种船磁的磁軸与船舶龙骨綫間的夹角，是随着造船时龙骨与磁子午綫間的夹角而定，这种磁場一經形成，此后不論船舶轉至任何航向，其磁軸与龙骨綫間的夹角不变。

2) 軟鉄：随船首方向与地磁子午綫相对的方位不同和船舶地理位置不同，它在船上造成与罗經磁針相对位置各不相同或强度各不相等的感应船磁。

由此可知，鋼鉄船舶的罗經在任何时候，罗經磁針除了感受地磁影响产生指北作用外，还要受到船磁的影响。我們把船磁分为上下的垂直分力和前后左右的水平分力，并可当作这些分力均作用在罗經磁針的中心上。其垂直分力对磁針指北不发生作用，而水平分力对罗經磁針作用的结果是在某些艏向时，使得罗經的指北能力增大，在某些艏向时，使得它减小；而在某些艏向时，使得罗經所指示的方向不能与磁子午綫一致。船磁使得

罗經磁針的指北端与磁子午綫所成的夹角,这就是罗經自差。当自差很大或是不稳定时,此罗經就不能应用。要完全消除自差是不可能的,在校正自差后,所留下来的自差(数較小)叫做剩余自差。

4. 自差校正裝置的作用

针对各种船磁的性質,采用不同的校正裝置加以校正,其目的在于将自差减少至最小程度和恢复罗經一部份可能恢复的指北能力,并且使其剩余自差,成为一个不因緯度的变更而变更的常数。

消除自差的原理,就是以大小相等而方向相反的力去抵消产生自差的力,故由永久船磁产生的自差是用永久磁鉄去消除,由感应船磁产生的自差是用軟鉄去消除,这就是我們常見的在罗經柜內縱橫排列的磁鉄棒和罗經柜旁的軟鉄球及罗經柜前的放在銅制圓筒內的軟鉄柱(常叫它为佛氏鉄),这些鉄器叫做自差校正裝置,它們的大小,排列的方向与罗經盆的距离等,都在校正自差时作适当的安置。如果移动它們,罗經自差就会改变,故在平时是不能随便移动校正裝置的。

由永久船磁产生而沒有被完全校正的自差,此后将随船舶所在緯度的变更而变化,当船舶駛向磁赤道时,这种剩余自差逐漸减小;反之,逐漸增大。由感应船磁产生而沒有被完全校正的自差,則不会有这种現象。

当船舶保持平正时,船磁的垂直分力对指針的指北力不发生影响,但当船舶作永久的橫傾或縱傾时,它們就成为罗經自差的新因素。这种因傾斜而产生的自差叫做傾斜差。船因风浪搖晃时,产生傾斜差的各种因素也可能使罗經刻度盘左右搖摆不停,因为原先不能使罗經产生自差的垂直分力在当船舶傾斜时,就有一部分被分为新的水平分力而产生自差。产生傾斜差的各

种因素,不論是永久船磁或感应船磁都是用磁棒去校正,这就是垂直地置于罗經柜中心,上距罗經适当距离的自差校正装置。

第三节 磁罗經使用和保管注意事項

1. 罗經柜門的鑰匙应由船长或指定駕駛員保管。
2. 各項校正器的位置非經船长同意,不应作任何之更換或移动。
3. 在罗經周圍永久添置或临时添置固定的或可轉动的鉄器,必須根据有关技术规范予以考虑。
4. 駕駛員平时对罗經的技术状况必須悉心关注,并应利用一切机会經常測定自差。如果遇有故障或反常現象(如迟鈍、過敏、自差增減、罗經刻度盘不平衡等),应即报告船长,采取必要措施。
5. 罗經应經常保持清洁,装置在露天甲板的磁罗經,在不用时要盖好罗經柜盖,遇下雨、下霧或灰塵飞揚的时候,还应用帆布罩罩好,在白天天气良好时,可将帆布罩拿掉,在使用时,如果遇上下雨天,应尽可能不将罗經柜盖取掉。
6. 应經常注意罗經是否保持平衡状态,在必要时可清洁平衡环軸刀口或軸承处,并适量加注薄滑潤油。
7. 在觀測方位时,要保持罗經水平,測者身上不能帶有鉄器。
8. 除去气泡:液体罗經盆內有时会因滲漏而产生气泡,这将妨碍視綫和刻度盘的正常轉动。如果罗經刻度盘空气浮子漏水,这样不仅发生气泡,而且在多量滲漏后,刻度盘还会发生傾斜現象。如果經常产生气泡而无傾斜現象,說明液体可能是滲出罗經盆以外,这时,該檢查一下垫圈和伸縮板是否良好,主管駕駛員应在取得船长同意后,才能进行排除气泡的工作,在工作前,应先将須用的工具和适当的液体准备就緒,并且适度旋紧罗經

盆上鑲嵌玻璃的螺絲，然后将罗經盆傾置，将罗經盆壁专供注入液体的一颗螺絲旋开，并应保持注入口在最高液面位置，将液体注入之，直至盆内无气泡存在为止。然后慢慢地放上螺絲，并旋紧至适宜程度。在进行工作时，心要細致，动作要輕巧，以防止损坏部件。

第四章 方位仪

方位仪是装在罗盆上，可以自由轉动，用来观测陆标或天体方位的仪器，一般可分为下列两种。

1. 方位鏡

方位鏡的构造(图4)是在銅質的座架A上安装一个可以旋轉的三稜鏡E，它能够将罗經刻盘上的刻度反射到鏡内，另外还能将外来的物标折射到刻度盘上，它是装在一斜的圓筒上，圓筒内有放大鏡，在下端有指針，座架上装有水准泡B，座架的中央装有一个軸，插在罗經玻璃盖的中心，这样可使方位鏡繞中心而旋轉，軸的上面可以插上一根測針C，三稜鏡的軸端轉輪F上刻有箭头，若箭头朝下，可測陆标，箭头朝上，可測天体。

观测岸上物标的方法：

(1) 观测时，先将稜鏡对准物体，并使物标、稜鏡和视点(眼睛)三者在一一直綫上。

(2) 繼續瞄准該物标，同时以手轉动稜鏡端上的轉輪(注意轉动的过程中必須保持箭头朝下)，使罗經盘的刻

度及圓筒下端的指針呈現于三稜鏡中，并調整座架使指針、物标、視点和測針在一一直綫上，讀出指針所指的度数，即为該物标

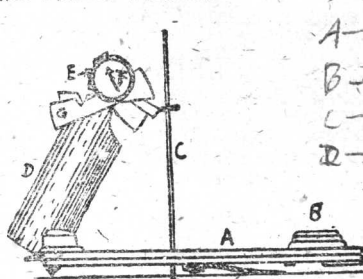


图4 方位鏡

的方位。

观测天体方位的方法：

(1)对准天体的大约方位，从圆管中观看罗经刻度盘。

(2)转动稜鏡(注意转动时应保持箭头朝上)，将天体的影子反射到罗经盘上，对于光线比较强大的太阳可用色鏡G，以减弱光线。

(3)转动座架使指针对准天体的影子，读出度数，即为天体的方位。

方位鏡的检查方法：检查方位鏡是否正确，可选一高度适合的物标，使箭头朝上和朝下各观测一次，如果所测的方位相等时，就是正确的，否则不准确。

2. 方位圈

方位圈(图5)上装有照准仪一副，如图中的A为照門，B为照准綫，照准仪的底座除有水准泡C外，装有折射的稜鏡，可把刻度盘上的度数折射到稜鏡上，这样观测物标时很方便；照准仪的外面有一块黑板D，其下角有軸可以自由放平和竖起，这块板专供反射天体之用。就应用上来說，方位圈比方位鏡方便得多，有些方位圈上还加装有反射式照准仪，如图中的E为反光鏡及F为折光稜鏡。

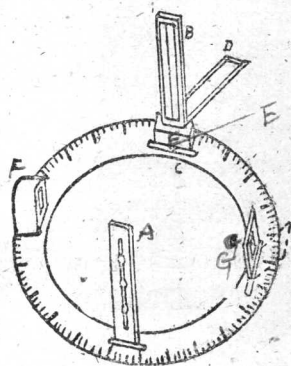


图5 方位圈