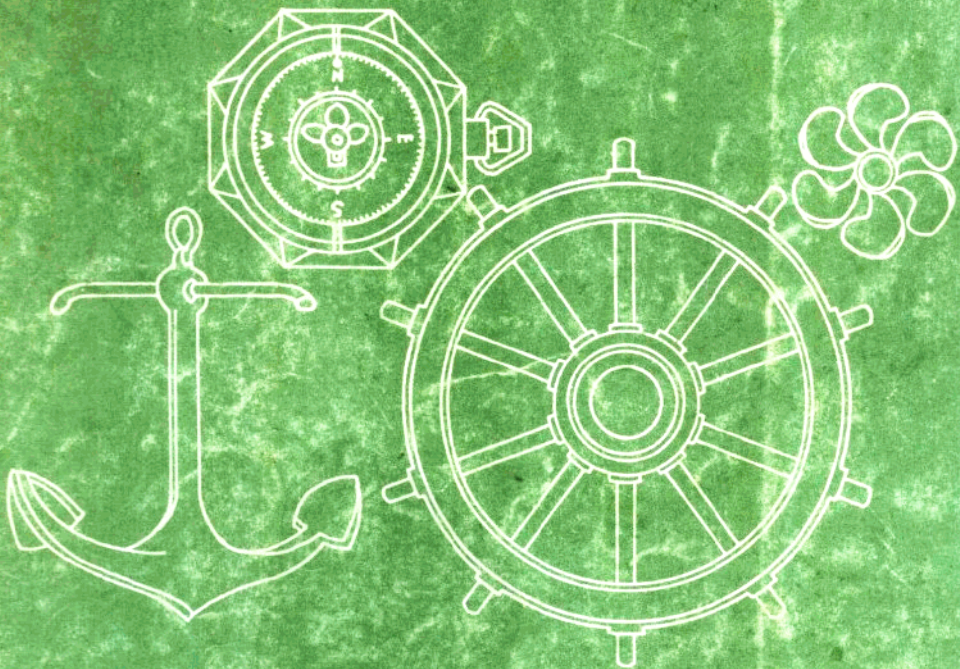


航行員晉升訓練叢書

航海儀器

宋周奇 · 盧翰飛 編著
廖中山 · 邱炳昭



交通部船員訓練委員會
中華民國船長公會
幼獅文化事業公司

審訂
主編
印行

航海儀器

宋周奇 盧翰飛 編著
廖中山 邱炳昭

幼獅事業文化公司印行



航海儀器

行政院新聞局核准登記證局版臺業字第〇一四三號

編著者：宋周奇 盧翰飛
廖中山 邱炳昭

審訂者：交通部船員訓練委員會

主編者：中華民國船長公會

校對：陳肇健 顏慧齡

發行人：胡 軌

出版者：幼獅文化事業有限公司

臺北市重慶南路一段66-1號三樓

臺北市漢中街五十一號

郵政劃撥 0002737-3 號

印刷者：淵明印刷有限公司

基本定價：二元七角八分

中華民國七十五年七月出版

序

爲使高級船員於晉升後能勝任其上階職務，並協助吸取新知，以提高素質，我國交通部已決定舉辦高級船員晉升訓練。在航行員方面，船副於晉升大副，以及大副於晉升船長之前，必須先行接受晉升訓練。考試院亦已修訂特種考試航海人員考試規則，規定航海人員（包括航行員與輪機員）必須先完成晉升訓練，始可報名參加考試，並定於民國七十五年七月一日起，正式實施。

中華民國船長公會奉交通部船員訓練委員會七十四年二月十四日交訓字第七〇七號函示委託編纂航行員晉升訓練教材。當即遴聘對有關各科學有專長之資深船長及學者專家，分別著手撰擬。並訂定編纂原則如下：

一、以考選部編訂之「特種考試航海人員考試航行員專業科目考試細目表」所列之十大科目及其細目爲編纂之基礎，以求考、訓、用之密切配合。

二、理論求簡，實務求詳，俾與現行海事院校教材，在層次上有所區別。

三、船長與大副在船上之實際工作，可另編「船長要務與大副要務」教材，作重點介紹，以爲升任上階新職時之參考。

依據上述編纂原則，本叢書之教材實際包含航海學等科。各科名稱及編纂人如下：

一、航海學：錢懷源、朱乾。

二、航海儀器：宋周奇、盧翰飛、廖中山、邱炳昭。

三、航海氣象學及海洋學：包世中、蔡源二、吳錦鑾。

四、船藝：羅守平、朱子益、劉重復、楊仲範。

五、國際海上避碰規則與艙面當值：陳運揚、沈濤。

六、貨物作業：趙鈞、武強立、姜文龍、施慶華。

七、船舶通訊：蔡坤澄。

八、船舶管理及安全：陳恩奕、吳錦鑾、王秉元、鍾炎、沈濤、施文貴、張義源。

九、海事法規：徐永浩。

十、船長要務：施文貴、楊忠志。

(2) 航海儀器

十一、大副要務：劉重復、陳書閣。

至於原列在航行員專業科目考試中之「航海英文」一科，因已備有教材，故不列入本叢書之內。

教材編纂完成後，先經由鄧介南、張重忠、戚啓勳、羅守平、南寧泉、宋周奇、朱乾、佟季夫、滕淦臣及施明華諸先生初審，再由複審小組召集人本會股理事長楠審定後付梓。

航行員晉升訓練全部教材，計航海學等十一科，共一百零八萬字。凡艙面部門高級船員所應瞭解之專業知識及實務經驗，均已包含在內。讀者在晉升新職之前，如能勤習精研，融會貫通，不惟有助於參加晉升考試之準備，且亦可留作隨時參考用，對船上工作與任務之遂行，必將有極大之助益也。

中華民國船長公會

民國七十五年六月

編纂引言

本教材為提供在職航員，參加晉升訓練短期複習之用，故以實用為主，理論為輔為原則。其內容之編寫係由邱炳昭船長，負責磁羅經部份；廖中山教授負責雷達、自動測繪雷達、雙曲線航儀系統、衛星導航系統、整合航海系統、電羅經及自動操舵等部分；盧翰飛教授，則對雷達測繪及六分儀兩單元負責執筆；其餘部份均由淡江大學航海系主任宋周奇船長負責，並總合其成，前後歷時四月餘，完稿後並請基隆港引水人張重忠船長初審及船長公會殷楠理事長複審始行定稿。

使用航海儀器的主要目的，不外是定位及計劃航路兩項。定位的方法可分為傳統式，即利用目測、機械或光學儀器以測定船位。而無線電信號定位法，依其定位之特性，可分為下列四類：

- 一、測量外來單一信號，到達接收天線之方向。如無線電測向儀。
- 二、測量由本身發出之電波，及其回波之時間間隔，及方位。如雷達、測深儀。
- 三、測量外來之兩個信號，到達接收天線之時間差或相位差。如羅遠、迪凱、亞米茄等。
- 四、測量信號之發射頻率與所接收頻率之都卜勒頻變。如衛星航儀、都卜勒測速儀等。

計劃航路方面，以往利用傳統的方法，如平面航法、麥氏航法或大圈航法等，如今利用電腦，可求出最短的航程，以最短的時間完成最省燃油之安全及經濟的航法。

總之，利用電子航儀可彌補以往傳統航海之限制，如時間、地點、天氣情況、精確度、人為因素（力不從心），以達成資訊電腦化，操作自動化之目的。但因電子航儀其廠牌的不同，在操作之先應詳細閱讀其使用說明書，了解其使用之程序、特性及其使用之極限。而在利用電子航儀定位時，必須同時使用至少兩種以上之定位系統或方法，彼此相互比較其結果，若差誤在可允許之範圍內，才能予以確信，以確保航行之安全。

目 錄

		船長	大副
		一 二 等	一 二 等
第一章 近岸航儀系統			
第一節 無線電測向儀			
一、概 論.....	1	☑☑	☑☑
二、影響精確性之因素.....	3	☑☑	☑☑
三、D. F. 的校準.....	5	☑☑	☑☑
第二節 測 深 儀			
一、概 論.....	6	☑☑	☑☑
二、回音測深儀之操作.....	7	☑☑	☑☑
三、形成誤差之因素.....	8	☑☑	☑☑
四、測深定位之方法.....	9	☑☑	☑☑
五、測深儀之應用.....	9	☑☑	☑☑
第三節 測 速 儀			
一、都卜勒效應.....	10	☑☑	☑☑
二、都卜勒測速儀之特點.....	11	☑☑	☑☑
三、都卜勒測速儀之操作.....	11	☑☑	☑☑
四、電磁測速儀.....	12	☑☑	☑☑
第四節 雷 達			
一、雷達基本原理.....	13	☑☑	☑☑
二、雷達結構、顯示與操作要點.....	15	☑☑	☑☑
三、雷達資料的應用.....	23	☑☑	☑☑

(6) 航海儀器

		船長	大副
		一二	一二
		等等	等等
第五節 雷達測繪			
一、真運動與相對運動	27	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
二、測繪之目的	28	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
三、測繪之種類	28	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
四、完整報告	29	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
五、有關相對運動之其他問題	30	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
第六節 自動測繪雷達 (ARPA)			
一、基本功能與結構	31	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
二、ARPA 工作原理	32	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
三、ARPA 的運用	35	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
四、ARPA 的主要形式	38	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
五、有關規定	38	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

第二章 遠洋航儀系統

第一節 雙曲線原理及應用

一、雙曲線原理	39	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
二、名詞定義及其特性	39	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
三、無線電波與雙曲線 (羣)	40	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
四、雙曲線航儀系統	41	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

第二節 羅遠 C 航儀系統

一、基本原理及組成	42	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
二、定位作業及實用限制	47	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
三、接收信號之判讀及誤差因素	53	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
四、實際定位精確度	58	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

第三節 亞米茄航儀系統

	船長		大副	
	一 等	二 等	一 等	二 等
一、基本原理及組成.....58	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
二、定位作業.....61	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
三、誤差因素及其修正.....65	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
第四節 迪凱航儀系統				
一、基本原理及組成.....66	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
二、定位作業及實用限制.....73	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
三、定位精確度及誤差修正.....77	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
四、迪凱系統的其他用途.....78	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
第五節 康蘇導航系統				
一、基本原理.....78	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
二、實際應用.....80	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
三、康蘇藍.....81	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
第六節 各種雙曲線航儀系統的比較.....82	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
第七節 衛星導航系統				
一、兩種衛星導航系統之組成，工作原理及應用現況之比較.....83	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
二、接收機操作要點.....86	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
三、影響衛星定位精確度之因素及其修正.....87	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
四、與其他電子定位系統之比較.....88	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
第八節 整合航海系統				
一、概 述.....88	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
二、基本組成.....90	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
三、功 能.....91	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
四、資訊之分類、運作及顯示.....91	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
五、實用裝備範例.....96	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
六、操作項目.....96	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(8) 航海儀器

第三章 指向系統及其他

船長 大副
一二 一二
等等 等等

第一節 磁羅經

一、指向原理.....	98	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
二、構成主要部份.....	98	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
三、磁羅經差.....	99	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>

第二節 電羅經

一、電羅經指向原理.....	103	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
二、誤差因素之修正.....	107	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
三、電羅經的應用.....	108	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>

第三節 自動操舵系統

一、船用操舵系統.....	110	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
二、電羅經操舵系統.....	111	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
三、數位化自動導航系統.....	111	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
四、電源及警報系統.....	111	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>

第四節 六分儀

一、構造.....	112	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
二、不能調整之誤差.....	113	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
三、可以調整之誤差.....	114	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>

第五節 氣象傳真接收機

一、氣象傳真系統.....	117	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
二、自動「啓」、「止」繪圖系統.....	117	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
三、傳真信號.....	117	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
四、FX-750 氣象傳真接收機之操作方法.....	117	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

附錄一至附錄六 (ARPA 之有關資料)

第一章 近岸航儀系統

第一節 無線電測向儀

一、概 論

(一)環形天線具有方向性的特點，在第一次世界大戰的末期，成功的被應用到「無線測向」的工作上。至一九二一年第一個無線標竿裝設完成。之後回音測深儀、雷達、羅遠等電子裝備才相繼的應用到航海上；因此，R.D.F. (Radio Direction Finder) 可以說是「電子航海」的開元者。按國際規定 (SOLAS)：總噸位在 1600 以上的各型船舶，必需裝設 D. F. 接收機；事實上，到目前為止，幾乎所有的大小動力船舶，都有這種裝備。

(二)無線電測向 (D. F.) 系統

一般而言，大多數的教材，都是把 D. F. 列為在海上定位的方法之一。這種定位方法，是使用裝在船上的 D.F. 接收機，測量裝設在岸上的無線電標竿 (R. Bn = Radio Beacon) 的方位，就可以獲得一條位置線。由測得兩個以上 R. Bn 的位置線相交，即可決定概略的船位。因此，D. F. 定位系統，必需包括三大要素：

1. 設置在陸地上的 R. Bn。
2. 載有 R. Bn 位置和有關資料的海圖或信號表。
3. 裝設在船舶上的接收機

(三)D. F. 系統的一般性能

1. 航海用無線電標竿所發射的信號是無方向性的 (Nondirectional) 對於信號方向的測量，完全是接收機的工作。註：其他的無線電測向系統，如：雷達、康索等信號，都是作方向性 (旋轉) 發射的。

2. D. F. 系統工作的頻率範圍是 285~325KHz (M. F.)，其所發射的信號，是屬於 A₁ (斷續等幅波)，或 A₂ (調制等幅波) 型。

2 航海儀器

3. 大多數 D. F. 接收機之設計，都具有可以接收「附加頻帶」(註)的能力；特別是加裝有差頻振盪器 (B.F.O. = Beat Frequency Oscillator) 的 D. F. 接收機，可以利用該附加之頻帶及 B.F.O.，接收康索藍信號，而獲得位置線。

4. D.F. 天線，或其接收機內的「無線電測角器」(Radio Goniometer)，是可以轉動的。當天線或測角器轉動時，進入接收機的信號音量將會改變。吾人取其最小音量，通常叫做「零位 (Null)」，作為方位測量的終點。

5. 接收機的儀面上有一個固定的刻度盤，與轉動的天線或測角器連接。該盤之刻度為 $0^{\circ}\sim 360^{\circ}$ ，且其 0° 及 180° 兩點，是恰與船艙線對齊的，故 D.F. 所測得的方位是：「相對方位 (Relative Bearing)」^o。因此，在劃位置線之前必需將測得之方位值，加上測量瞬間的船向，變成真方位。但有些接收機在固定刻度盤外，加裝一個可以轉動的刻度圈，由電羅經帶動；這種裝置叫做「真方位裝置 (T.B.A. = True Bearing Assembly)」^o。T.B.A. 可以隨時指示出每一瞬間的船向。故由此轉動之刻度圈上，可以直接讀出真方位。

6. 因為無線電波是沿大圈行進，故當選用距離較遠的 R. Bn 時，所測得的方位為大圈方位，故必需施予「轉換角 (Conversion Angle)」之修正，方可在麥氏海圖上劃出位置線。

7. 定位的精確性：設計 D.F. 的最初目的，是專為引導船舶歸航 (Homing) 之用，故在 10 浬以內，用作歸航之效果極佳；但用以求位置線而實施定位時，其精確性豈是隨 (與 R. Bn 的) 距離之增加而迅速減低。一般說來，其固定誤差大約在 $\pm 3^{\circ}$ 之間；而在 60 浬以內，每 1 度的誤差約為 1 浬。其次，影響 D.F. 定位的精確性，計有以下多種的因素：

- (1) 船與 R. Bn 之距離 (精確性與距離成反比)。
- (2) 船與 R. Bn 之間水陸之比例 (陸地愈多，精確性愈差)。
- (3) 操作者收聽信號之經驗。
- (4) 收聽時，舵工操舵之情形；以及測得零位信號之瞬間，舵工所報船向之精確性。
- (5) 接收機本身之精確性。
- (6) 收聽信號的時間 (白天或夜晚) 以及當時的天氣狀況。

(四) D.F. 系統之優點與缺點

1 優點

註：該附加頻帶，包括了 535~1620KHz. 之一般廣播頻帶和 1850~2850KHz. 的海上廣播頻帶。

(1) 船用之接收裝備結構簡單，價格便宜（最低之價格僅約美金百元以上）；當然，價格愈低，所得之零位（Null）愈不精確。

(2) 因為船上只有接收機工作，故所需的空間很小。又因接收機所消耗的功率甚低，故當船上電源故障時，可僅以蓄電瓶維持正常的接收工作；有一些接收機，甚至可以使用一般手電筒用的乾電池進行接收工作。

(3) 操作簡便易於學習。

(4) 全球各大小港口，幾乎都設置有 R. Bn；故在任何地區航行的船舶，都可以使用 D.F. 定位。

(5) 在船舶遇難時，遇難船可利用一般無線電報發射機，按約定的頻率，連續不斷的發射約定的信號；如此可以協助救援船舶在茫茫大海中，尋找待援之船舶。

2. 缺點

(1) 航海員在收聽 D.F. 信號時，需要與舵工密切配合，同時記下測得方位時正確之艙方向。（有 T.B.A 裝置的接收機，航海員可單獨操作。）

(2) 在所有的電子航海方法之中，D.F. 定位的精確性最差；且有效的使用距離最短——雖然最大的使用距離可達 350 浬，但即使以其最大的「歸航」特性而言，能產生最佳效果的距離為 10 浬以內；如以其作「定位」之用，則能產生可信效果之距離當小於 10 浬。

(3) 與其他電子定位系統比較，以 D.F. 測求船位費時較久。

(五)由於上述的缺點，故在海上實際航行中，很少有人使用 D.F.。但因其所具優點(2)、(5)項所述（可利用其歸航特性協助海上救難，以及其所需之電功率甚低），故也像磁羅經一樣，D.F. 是有它永遠不被淘汰的價值。

二、影響精確性之因素

(一)四週環境的影響 (Errors Caused by Surroundings)

無線電波，也能使船體建築物，如：船殼、桅桿、煙囪、索具、吊桿等，產生微弱的電流；因而形成不同的干擾磁場。同時，這些物體對電波又具有反射作用。上述的干擾，都會影響天線或探測線圈的接收效果；進而使操作者無法獲得正確的最小信號；亦即無法測得正確的方位讀數。

由於環境因素所形成的誤差，按所呈現的現象，可以區分為以下兩大類：

1. 象限誤差 (Quadrantal Error)：

這種誤差在 360° 之內有四次變號。如果天線是裝設在船中線上，則這種誤差的符號是以艙為基準，在 I、III 象限為正，II、IV 象限為負；且在相對方位 045° ， 135° ，

4 航海儀器

225°，315° 時誤差最大；000°，090°，180°，270° 時誤差為零。因此叫做象限誤差。

在採用 B—T 天線系統之接收裝備之中，象限誤差，可以藉與橫向線圈平行的方向連接一個「扼流圈（Choke）」調整之。此一「扼流圈」又叫做「校準（Calibrating）線圈」。熟練的技術人員，可以調整繞線的數目，使此誤差變得最小或為零。

2. 半圓誤差（Semi-circular Errors）：

當船用的廣播天線所調的頻率和 D.F. 的頻率接近時，也可能產生很強的磁場。因這種干擾所形成的誤差，在 360° 之內有兩次變號，所以叫做半圓誤差。

（二）夜間效應（Night Effect），又叫做夜間誤差

在太陽出沒期間和夜晚，因電離層改變的影響，使無線電波的傳播情形顯得很不穩定。由於這種現象而形成無線電波方位的誤差，叫做夜間效應。有時又叫做偏極化誤差（Polarization error）。夜間效應在測取遠距離方位時較為顯著，有時候測求短距離之方位，或在發射臺和測向儀之間有高山或陡峭的海岸時，也會有顯著的夜間效應。通常夜間效應所造成的誤差，只有大約 10% 的情況，是超過 10° 的。一位有經驗的觀測者，由以下的現象可以發現有夜間效應的存在：

1. 因為船在航行中，發射臺的方位，應該是逐漸向後方移動。如果連續收到的最小信號是不規則的忽前忽後時，就表示有夜間效應或別的誤差因素存在。

2. 當所測得的三個以上的方位線，交叉的結果，呈現為斜度很大的三角形（Cocked hat）。

3. 發現信號有衰退（Fading）現象時（即信號的聲音會自動的突然降低或升高的現象）。

4. 需要很精密的配合（Tighter Coupling），才能調到最小的終點時。

當由上述的各種現象判斷有「夜間效應」存在時，最好等待這種效應消失之後，再測求方位。如操作者判斷這種誤差不會太大時，可以在短時間內，連續對同一目標（R. Bn），測求多個方位，取其平均值即可。

另外有一種特別天線，可以自動消除夜間效應的影響。因為產生夜間效應的主要因素就是「接收信號的天波」。又因為「天波」是以傾斜的方向進入接收天線的；而這種天線的設計是：只能使電波的磁力線的水平分力，才能在天線中產生電壓。在 D.F. 工作頻率範圍內，這種天線需要很大的體積，故不適合船舶裝配；只有陸地上的測向臺，才能使用這種特別大的天線。

（三）陸地效應（Coast Effect）

我們知道光波經過不同介質的表面，會產生折射；同樣的，無線電波經過海岸線，也會產生折射現象（因電波在陸地，特別是乾燥的沙漠地區，其傳播的速率比海上傳播

的速率要小一些)。

(四)其他誤差

其他可能產生的誤差，諸如：操作者個人誤差，包括：最低信號的決定，刻度讀數的讀取及海圖作業，都可能發生誤差。其次例如：測向儀本身或在校準 (Calibration) 時也可能遺留有固定誤差。在配置有電羅經複述器以指示真方位時，羅經差也直接影響到測求方位的精確性。

三、D.F. 的校準

(一)校準的重要

磁羅經的調整 (Compensation) 和測向儀的校準 (Calibration) 在商船上是一樣地重要。按國際航行安全公約之規定，每條船必須備有這兩種紀錄，以供隨時檢查的船舶重要文件之證件。

不僅是在新裝設之後，而且每當任何天線位置或甲板上的結構，有足以影響 D.F. 精度的重大改變時，都須要重新校準，並劃出修正曲線或修正表。

校準工作通常都是由岸上的技術人員進行；但是在工作進行中船長或船副必須在旁協助。

(二)注意事項

在校準工作期間，所有的吊桿、救生艇架等放置的情形應該與航行時相同。除了 D.F. 的天線以及 Decca 的天線外，所有電子裝備的天線，都必須與地絕緣。校準時沒有絕緣者，在用 D.F. 測求方位時，這些天線也應該保持它未絕緣的狀況。

(三)校準的方法

1. 對同一發射臺，同時測求無線電方位，和目視方位予以比較之，進行的方法有二：

(1) 將船停泊在固定位置，以裝有發射機的小艇，在一哩以上的距離處，繞船行駛。當小艇在對應於船的八個方位點時，在船上以 D.F. 及目視方法測求不同的方位，可以比較出 D.F. 的誤差。這是目前最通用的方法。

(2) 像校正磁羅經一樣，使船統一固定的發射臺行駛 (各港附近常設置有特別為校準用的 R. Bn.)，逐次測求無線電及目視方位，並比較出 D.F. 之誤差。

2. 有時候，因為時間限制不能在港內進行校準工作；啓航後，在航行中也可以利用岸臺或別的電臺進行校準工作。不過此法所求得的修正量，僅可用作參考。

第二節 測深儀

一、概 論

(一)在「天文航海」及其他的「電子航海」技術極為進步的今天，也許有人要懷疑「測深航海」是否具有實用的價值？首先，吾人必需謹記：做為一個職業的航海者，必需能夠妥善的運用一切可能的方法，估計出正確的船位，以達安全駕駛船舶的目的。即使是在最良好的環境之中，「測深定位」也提供極有價值的參考資料。尤其是在惡劣的航海環境之下，有時候「測深法」可能成為當時「唯一」能夠利用的定位方法。

在「測深航海」的許多優點之中，其最大的好處為：它是利用海底固定的形狀，而獲得定位的資料；故它不受空中電訊的干擾，亦免於天氣的影響。其次，它幾乎可以適用於世界上所有的海域；且在學習及操作方面也非常容易。

(二)測深航海 (Bathymetric Navigation)，可以說：「是由測量海底的形態，而確定船舶在海面上的地理位置的一種航海的技術」。至於說，對於海底地形的描繪，則又是連續測深的結果。

就航海的觀點來說，最有用的海底形態，就是「等深線」(Depth Contours)，也就是：「在海圖上，代表由深度相等(對應於海面)的許多點所形成的一些不規則的曲線」。

(三)早期的航海人，最主要的是關心「擱淺」(Grounding)的問題；於是他們就使用一條繩子連着一個「鉛錘」(Lead)，俗稱「水托」，在必要時用來測量海水的深度。「水托」可能算是最古老的航海儀器之一。航海的術語，把「測深」叫做“Sounding”。

以前的船上都備有兩套水托；一套叫做「淺水測深鉛錘」(Hand Lead)，錘重為 7~14 磅，繩長約 25 噚 (Fa or Fm=Fathom, |Fa=6ft=1.83m)。另一套叫做「深水測深鉛錘」(Deep-Sea Lead)，通常又叫做「藍鴿子」(Blue Pigeon)，錘重為 50~70 磅，繩長在 100 噚以上；錘的底部呈凹入形，使用前，用手填入「油脂」(tallow)，故在測深之同時，又可以帶上來一點海底物質的樣品，以供決定船位之參考。隨着航線的拉長，航海者需要知道的深度也逐漸增加，於是乃有「測深機」(Sounding Machine)的發明。這是實施海道測量工作時使用的。自 1920 年代之初「廻音測深儀」研究成功之後，「測深機」就完全被淘汰了。但是，直到現在；乃至於一段頗長時間的未來，「水托」仍被列為「各型船舶必備的航海器材之一」。其原因

是，萬一當所有各種電子定位儀器故障，而船舶又恰在近岸航行，且因視界極差，必需以最慢速率航行時；利用這種最原始的航海技術，來避免擱淺。再者，當船舶不幸擱淺時，必需用水托測出船舶周圍的水深，以供船長研究如何脫險之參考。

二、回音測深儀之操作

(一)各種控制鈕之名稱及功用

茲將各型指示器或記錄器正面控制板上可能看見的各種控制鈕或開關列述如下：

1. 測距開關 (Range Switch)：選擇所希望測量的深度範圍。
 2. 改變深度單位 (呎與噚) 開關：大多數測深儀都有這個開關。
 3. 增益 (Gain) 或靈敏度 (Sensitivity) 開關：控制回波的放大率，使能得到較為清晰的回跡。

4. 固定標註鍵 (Fix Maker)：按下此鍵，就有一個電壓施予記錄器的旋轉臂，能使它所旋轉的弧度超過紙的全寬。這種作用是當由岸上目標求得一個方位，而須在求得這個方位的瞬間，把深度標註起來，或者是有時在調整指示器的深度刻度時，需要特別標註。

5. 記錄紙移動的快慢控制鈕。

6. 零線調整鈕：用此鈕可以改變發射的時間，所以零線也隨發射時間的改變而移動。

7. 緊紙鈕：必須要有良好的通電接觸，才有電流產生。因此記錄紙必須拉緊，俾使它同它後面的金屬板緊密接觸。

8. 正常與鑑別器雙位開關 (A Two-Position Switch, Normal and discrimination)：開關置於鑑別位置時，能減少在惡劣天氣下 (如因氣泡等影響) 所形成的不良回波。

9. 白線選擇器 (Whiteline Selector)：當選用「入」(in) 的位置時，恰在海底回波線之後產生一條白線。這個裝置，使觀測者可以發現靠近海底附近的魚羣。這種裝置對漁船特別有用。如果沒有白線作用，上述魚羣之回波會和海底回波重疊而無法辨識。在白線之上，是正常的指示。其回波愈黑就表示海底底質愈堅硬。有時候在第二次回波中也能看見白線。

10. 脈波長度控制開關 (Pulse-length Switch)：供航海者改變脈波的長度和功率。短的脈波長度，辨別回波的能力較強，但能測的深度較小。故當測量的深度較大時，需要選擇較長的脈波及較大的功率。

(二)操作之一般步驟