

科學圖書大庫
地 文 航 海

譯者 王昌銳

徐氏基金會出版

科學圖書大庫
地 文 航 海

譯者 王昌銳

公元一九七九年初版
版權所有 不許翻印

徐氏基金會出版

我們的工作目標

文明的進步，因素很多，而科學居其首。科學知識與技術的傳播，是提高工業生產、改善生活環境的主動力，在整個社會長期發展上，乃人類對未來世代的投資。從事科學研究與科學教育者，各就專長，竭智盡力，發揮偉大功能，共使科學飛躍進展，同把人類的生活，帶進更幸福、更完善之境界。

近三十年來，科學急遽發展之成就，已超越既往之累積，昔之認為絕難若幻想者，今多已成為事實。人類一再親履月球，是各種科學綜合建樹與科學家精誠合作的貢獻，誠令人有無限興奮！時代日新又新，如何推動科學教育，有效造就科學人才，促進科學研究與發展，允為社會、國家的基本任務。培養人才，起自中學階段，學生對普通科學，如物理、數學、生物、化學，漸作接觸，及至大專院校，便開始專科教育，均仰賴師資與圖書的啓發指導，不斷進行訓練。從事科學研究與科學教育的學者，志在貢獻研究成果與啓導後學。旨趣崇高，至足欽佩！

科學圖書是學人們研究、實驗、教學的精華，明確提供科學知識與技術經驗，本具互相啓發作用，富有國際合作性質，歷經長久的交互影響與演變，遂產生可喜的收穫。我國民中學一年級，便以英語作主科之一，然欲其直接閱讀外文圖書，而能深切瞭解，並非數年所可苛求者。因此，本部編譯出版科學圖書，引進世界科技新知，加速國家建設，實深具積遠意義。

本基金會由徐銘信氏捐資創辦，旨在協助國家發展科學知識與技術，促進民生樂利。民國四十五年四月成立於美國紐約。初由旅美學人胡適博士、程其保博士等，甄選國內大學理工科優秀畢業生出國深造，前後達四十人，返國服務者十不得一。另贈國內大學儀器設備，輔助教學頗收成效；然審度衡量，仍嫌未能普及，乃再遴承國內外權威學者，設置科學圖書編譯委員會，主持「科學圖書大庫」編譯事宜。主任委員徐銘信氏為監修人，編譯委員林碧鍾氏為編輯人，各編譯委員擔任分組審查及校閱。「科學圖書大庫」首期擬定二千冊，凡四億言，叢書百種，門分類別，細大不捐；分為叢書，合則大庫。從事翻譯之學者五百位，於英、德、法、日文中精選最新基本或實

Hsueh-bob/ot

II

用科技名著，譯成中文，編譯校訂，不憚三復。嚴求深入淺出，務期文圖並茂，供給各級學校在校學生及社會大眾閱讀，有教無類，效果宏大。賢明學人同鑑及此，毅然自公私兩忙中，撥冗贊助，譯校圖書，心誠言善，悉付履行，感人至深。其旅居國外者，亦有感於爲國人譯著，助益青年求知，遠勝於短期返國講學，遂不計稿酬菲薄，費時又多，迢迢乎千萬里，書稿郵航交遞，報國熱忱，思源固本，僑居特切，至足欽慰！

今科學圖書大庫已出版七百餘冊，都一億八千餘萬言；排印中者，二百餘冊，四千餘萬字。依循編譯、校訂、印刷、發行一貫作業方式進行。就全部複雜過程，精密分析，設計進階，各有工時標準。排版印製之衛星工廠十餘家，直接督導，逐月考評。以專業負責，切求進步。校對人員既重素質，審慎從事，復經譯者最後反覆精校，力求正確無訛。封面設計，納入規範，裝訂注意技術改善。藉技術與分工合作，建立高效率系統，縮短印製期限。節節緊扣，擴大譯校複核機會，不斷改進，日新又新。在翻譯中，亦三百餘冊，七千餘萬字。譯校方式分爲：(1)個別者：譯者具有豐富專門知識，外文能力強，國文造詣深厚，所譯圖書，以較具專門性而可從容出書者屬之。(2)集體分工者：再分爲譯、校二階次，或譯、編、校三階次，譯者各具該科豐富專門之知識，編者除有外文及專門知識外，尚需編輯學驗與我國文字高度修養，校訂者當爲該學門權威學者，因人、時、地諸因素而定。所譯圖書，較大部頭、叢書、或較有時間性者，人事譯務，適切配合，各得其宜。除重質量外，並爭取速度，凡美、德科學名著初版發行半年內，本會譯印之中文本，旋即出書，欲實現此目標，端賴譯校者之大力贊助也。

謹特掬誠呼籲：

自由中國大專院校教授，研究機構專家、學者，與從事科學建設之工程師；

旅居海外從事教育與研究學人、留學生；

大專院校及研究機構退休教授、專家、學者。

主動地精選最新、最佳外文科學名著，或個別參與譯校，或聯袂而來譯校叢書，或就多年研究成果，撰著成書，公之於世。本基金會樂於運用基金，並藉優良出版系統，善任傳播科學種子之媒介。祈學人們，共襄盛舉是禱！

譯 序

海洋，多彩多姿！一時波瀾壯闊，氣勢萬丈。一時又風平浪靜，海天相接，一望無際。因此成爲人類歌頌的對象，也成爲人類要征服的目標。所以海洋科學，海洋事業，與時俱盛。

海是資源，是財富。是文化之刺激力量，是人類生活之所寄。魚鹽之利，交通之要，不勝枚舉。從古至今，運用海洋最成功之國家，便是海權最發達，經濟最繁榮，國勢最強大，文化最崇高的國家。因而許多政治糾紛，軍事謀略，外交折衝，甚而至於干戈相向者，均爲爭海洋霸權，爭航漁之利，爭出海口。以海爲國，與人爭海之國，其國民應有海國精神，應有海洋航行技術。

航海學術，非常科學。觀天察地，於高度，方位，距離等關係中來決定船於航程中，各時間之正確船位。觀測天上日月星辰以定船位之航行方法，曰天文航海，而觀測地上目標，以定船位，來決安全航向之航行方法，自然是地文航海了。

英人寇特（Charles H. Cotter）船長，關於海洋學術，著作極豐，除“船長必讀”，“見習員必讀”，“無線電助航設備”，“天文航海史”，“海洋地理學”，“航海學”等書而外，尚有“天文航海”及“地文航海”兩專書，詳述其航行要旨，及實際航行要領，誠爲海員航行作業，必讀之書。寇特天文航海一書，已於五十九年七月七日譯出，由徐氏基金會出版。茲復譯其地文航海一書，仍與徐氏基金會合作印行，以饗我海洋學術之同好者。

地文航海，因受與地接近，水深常將不足之威脅性大的影響，而特別需要戒慎恐懼，以防意外。所以本書內容由海岸特性開始，進而論及潮汐，助航設備，航行圖表，儀器，以及定位方法，海陸目標，航行計劃策訂。特別談到冰封海域之航行要領，珊瑚海域之地理特性及航行要領。均得未曾有之論。頗適我海洋院校學生研讀，尤適我海洋事業人員，隨時參考，以應業務之需。書中一再強調安全之重要性，所以特別重視灘岸，海流，潮汐，測深

，及陸海目標與無線電助航設施之知識。如能即知即行，必可成爲一個合格之海員。安全迅速的完成航行任務。

本書譯稿，多勞吾妻蔣君英女士協助整理，致得早觀厥成，非常感激，特誌勿忘。

六十年歲次辛亥征月初十日
湘潭花石留田王昌銳序於左營

目 錄

譯 序

第一章 引言

1 - 5

第二章 岸與灘之物理結構

6 - 15

海岸水域邊緣之實體地球表面—岸之定義—腐蝕—主要海岸特質—流與浪之影響—岸與岸外地帶之形狀—沙灘物質—海岸腐蝕之循環—岸之浸沒與顯露—峽江—長岸流，岬與岬角之組成—哈夫尼不郎格海岸—太平洋式及大西洋式海岸—河口與三角洲—大陸棚灘—大陸棚灘之世界觀。

第三章 潮汐及潮汐理論

20 - 32

潮之定義—標準及次要港口之潮汐表—海圖諸元之用於表示潮高—海平變化之圖解—逐日，半日及混合潮—海軍潮汐表之使用—M. H. W. S. —潮差求法—潮之平衡理論—與潮相關之基本天文學—日月潮，高與低潮—逐日不等式—預測潮汐之調和分析原則—測潮計及計潮儀—前進及穩定波理論—共潮差及共潮綫—無潮點—潮流—漲流及退流—直綫流，橫力。

第四章 固定及漂浮可見助航設施

33 - 44

燈塔—鏡面反射，透鏡折射平行，稜鏡內反射之光系—燈光之區分特性，固定，閃光，…—大氣情況對於燈光之影響—光之強度，於英國燈表如何表示—航行中燈塔使用之注意—對空燈塔—潮及引導燈—燈塔與白天標誌—燈船—離位之燈船—沉船標示船—浮標，浮力均—體系之基點及側面體系—英國沿岸之主要漲流—英國水域橫側系統之使用—河道標，中州標，…—角反射器求霧中雷達標—霧測燈—霧天航行建議—霧中信號器，汽笛，霧號器…—水中音響信號，霧中求距離。

第五章 航行海圖及其附件

45 - 59

海圖—帶足海圖及航行指南之重要性—英國海道測量局—海圖之發展—早期航行指南，葡萄牙海圖—古希臘及文藝復興時期之航海家—領航書籍，潮汐表，燈塔表，…—英國海軍航行指南—海軍海圖目錄—海圖如何修正—現代海圖資料—麥氏投影—漸長緯度之計算—平面航行公式—麥氏航法—水道測量—海圖之可信度—海圖資料之解釋—使用海圖之注意—登記海圖修正。

第六章 地文航海之傳統儀器

60 - 104

羅經，測深繩，機械測深儀，六分儀—磁羅經，電羅經—地磁—羅經及磁北，磁傾及磁偏—等偏及等角圖—船磁之原理，磁羅經之修正— P 、 Q 、及 R 力量， cZ 、 aH 及 eH 力量—半圓形及象限式自差—硬及軟鐵修正器—自差分析曲線—磁羅經面—羅經面之震動週期—液體羅經—不定及預期誤差—電羅經之原理—方位鏡，方位圈及啞羅經—測深繩之標記及使用—標準測深儀—測深管—機械記程儀—標準拖帶計程儀—測程儀及查尼克夫計程儀—六分儀，六分儀望遠鏡—六分儀維護

第七章 海圖作業之幾何

105 - 119

鉛筆及其用途於海圖作業—點，直綫及圓之基本幾何—嚐試錯誤與幾何作圖比較—三角板及平行尺—校正平行尺之正確性—菲爾德上校平行尺—平面三角形—畢達哥拉斯定理—圓之幾何學—航海學中所用之普通軌跡。

第八章 傳統定位方法

120 - 149

位置綫—選擇定位目標—方位誤差之得自羅經方位者對位置綫正確性之影響—由成直綫目標觀測所得之位置綫—安全及領航目標—相關方位之使用—分弧區之燈—遠距離目標方位交叉定位時注意事項—水平及垂直六分儀角—觀察角誤差對所得位置綫之影響—由測深及雷達定位—位置綫定位法之比較—定位誤差之數學討論—公雞冠式之三角形—航進定位及移轉位置綫—流與風對航進定位之影響。

第九章 電子助航設備

150 - 177

電子助航設備之發展：無線電報時信號，求向器，回音測深儀，雷達，雙曲綫體系—雷達：發射天綫，接收器展示器，海用雷達之天綫體系—計時器，模數計，磁—導波管雷達天綫—接收機 A 範圍及 PPI 顯示器—距離及方位分解—雷達水平圈—偽回跡—雷達之操作管制—雷達有助於船藝亦如航海—雷達距離定位—雷達反射器求航行浮標及燈塔—Racon 與 Ramark—雙曲綫航海—羅遠—狄卡 Decca 航行儀—回音測深—磁及壓力生電效應—回音測深誤差—氣泡影響。

第十章 近海航程之計劃與執行

178—202

近海航行計劃之重要性—需常定位—準備工作—海圖選擇—海圖之標準省寫及符號—不熟悉海岸之航行計劃作為—霧或惡劣氣候之注意—岬角繞行法—沿途變更之容許度—海流航法—燈塔表及潮汐表之使用—操縱船隻，舵令—各種定位法—三方位問題—四點及正橫方位—求距離之特別角—船首倍角—垂直及水平危險角。

第十一章 不良氣候：珊瑚礁區及冰封海域之航行

203—212

惡劣氣候處於充份海域中之重要性—如預期有惡劣氣候，改向—當向岸風時，船舶操縱知識之重要性—向岸風時，用舵，俾及錨，以防擱淺—惡劣氣候中，選擇避難處所—霧中近岸航行—一點至點航行—霧天近岸航行之測深重要性—標準測深儀及回音測深之使用—珊瑚礁區之航行及錨泊—冰封海域之航行

第十二章 接陸航行

213—231

初階段與末階段合成航程之比較—接陸計劃，用單一位置綫—使用雷達，D.F. 狄卡相位差異航儀 (Decca) 羅遠及回音測深接陸—沿岸航行推算保持—求與陸上目標或燈塔之相離距離，用上昇方位—上昇或下俯距離之大氣影響—海市蜃樓—拜奧特定律—下傾燈之極端距離—由垂直六分儀角觀測，求相離之距離—海平面之距離與傾角，地平綫之距離—用方位及位置圈定位—當離位距離大而第一方位於船首為廣時，求正橫距離—收斂修正—無線電求向器—無線電方位之誤差及正確度—康索爾方位，誤差及正確度。

第一章 引言

商船船長，對其所指揮之船，於所有時間，均負其安全責任。然而，當其船於近岸海域航行時，其肩頭責任可謂更形重大，於大洋中，遠離陸地，自然之航行危險，包括冰，霧，及惡劣天候，於近岸海域，除此等危險之外，尚益以潮流，淺水，與危險之海岸，此為吾人即將研討之近岸海域航行船舶之問題。

航海學術，可廣泛的分為兩大類。第一，大洋航行 (Ocean navigation)，或古代法國航行人員所稱之大航海術 (*la Navigation Grande*)，其中要用天文航法—及最近發明之長程電子助航設備—以應求出船位之需。第二，近海航行 (*Coastal navigation*)，其中，用岸上目標觀測方法，以定船位，其主要之定位方法，有其幾何原理。

地文航海之近海航行，有時稱為領航術 (*pilotage*)。領航一詞，係源於 Anglo-Saxon 語之 (*peillood*) 意即測深鍾，先時對船長之稱謂也。現時領航術一詞，用於陸地附近，操縱船舶航行之藝術。

領航術分為兩種，分別名為普通領航及專門領航。前者應用於港區船舶操縱，而專門領航，則關乎使用陸上目標觀測，以定船位，考查進境之由點至點，船舶航行有關問題。專門領航即吾人所述之地文航海也。

於航程開始，一如實行接陸航行以後之最後階段航程，航駛一船之方法，均屬於地文航海。當然，沿岸航行時，天文航海法，於必要時，亦應使用，即使已見陸地，然航海員之主要定位工具，於斯環境中，仍是陸上目標，所謂陸上目標 (*Landmarks*)，即燈塔或白天目標物之形狀，如燈塔，標杆，塔，或其他標示於海圖，而遠遠可見之顯著目標。

於航程之某些階段，船長將依慣例，將其指揮權交與合格之領港人員，領港憑其船舶所在水域之專門知識，對於船運遂行，擔任極重要之職務。

將船駛過陸地與淺水所包圍之灣曲水道，主屬於船藝之術。而應熟記於心，除非具有健全之船藝判斷，無人可自命為一熟練之航海員。然而，常用之舵與機器，或許錨與鋼纜，甚而拖船之船上工作，將不於書中討論。本書

僅研討有關專門領航術之問題。

由船離其船席時起，直至領港離船以前，船長於船上，擔任駛船輔手，但於領港離船以後，船長應運用其技術，為一地文航海者，直至船尾方向陸地消失不見時止，以後，彼可輕鬆的進入天文航海比較安全之境。於領港到船之後——海程終了之一現象——船長可輕鬆於其船將由熟練海員照顧下，帶往其分配之船席，該員對當地領航術，非常瞭解，且對船舶操縱技術及經驗，均屬優異。

於討論地文航海時，將考慮於從事卓越近海航程計劃之可能以前，應予瞭解之因素，計劃作為，應熟記於心者，為安全航行。

安全航行中，兩種最要因素，特別於沿岸航行中，為推算與定位 (Reckoning and Fix)。

推算為隨時隨刻提供經過水上所採行之航向 (course)，及各種航向所實經之距離 (distance)。良好推算之重要性，自最早之遠洋航程時日以來，即為優秀海員之常所習知。當沿岸航行時，良好而完整之推算，尤為重要，特別當氣候不良大霧迷天之時。

船之航行推算，基於：

1. 計程儀或其他用於估計水上駛經距離方法之正確性。
2. 真羅經航向及所知羅經誤差之正確性。
3. 流或風所生偏移航向之估計正確性。

定位一詞，常用於由陸上目標觀測所得之位置：因此而為正常屬於地文航海之名詞。由天文觀測所得之位置，通常稱為觀測位置 (Observed Position)。雖“定位”與“觀測位置”等名詞，常予使用而未可分別。定位之正確性，基於因子之變化者，將基乎航向而討論之。總而言之，由適切陸上目標觀測所得之位置，較用六分儀 (sextant)，經綫儀 (chronometer) 及航海曆 (Nautical Almanac) 所得之天文觀測位置，更為正確。

當可見——天文或岸上——觀測均不可能，而又無電子助航設施可用時，船之位置——如需要時——應予估計。此處，乃發生正確推算之重要性，此為良好估計船位 (Estimated Position) 之基礎。駛帆或用機器於水上所行航向及距離，均應用於海圖或描圖紙上之幾何作業，或導綫表上之三角作業，或平面三角學之方法，以對最後之觀測位置或定位。此遂引致推算 (Dead Reckoning) 或 D.R. 位置。推算一詞之來源，尚未獲知，但為用之凡數世紀之一名詞，而其合理解釋；意為以訛傳訛之“Ded. Reckon-

ing”，即“由推算所得”之意。此解釋可用於區分D.R.位置與估計位置或觀測位置。

估計位置(E.P.)，意如其名，為估計得來，係用D.R.位置，加以各種估計因素量而得，但風可使船偏離其水上所欲之航向，頗值注意。此等因素包括潮或其他海流，不良之操舵，為避他船所作之航向變更等。欲作此等因素之正確估計，誠非易事。於實行估計時，應具當地海流及潮流之豐富知識，是為特別重要。可曰，船上技術最佳之航海員，由其經驗與專長，使用許多修正判斷，乃能產生任何時間，船之最佳估計位置。

安全航行之要素，為儘一切可能，按實作與需要，使用最佳之可用方法，常行船之定位。僅由海圖上，連續描繪之可靠定位，船之航跡(track)始能決定，而伊於地上前進經過，始可測知。實作之航海員，應予注意，較知悉船所經處為何及現處為何為更重要者，係於“x時”之時間以內船將前往處之知識。

當良好天氣，航行於標示良好之沿海岸近海時，船應經常定位——每十五分鐘左右一次。船行進方向之延長，為一系列連續定位描繪位置連結之綫，通常提供船於地球上，航向之良好標示。此航向通常目為實在航向(course made good)。如經過定位描跡之綫很直，乃可安全的假定，風與流之混合效應，其使船偏離其航向者，為一常數。如連接定位描跡之綫，非一直綫，乃謂有作用於船之變化海流存在。

地文航海，研究船在陸地附近時之航行方法，即謂當其處於“測深”(海員所謂in soundings)所在之航行方法也。測深一詞，通常謂船處於100托(fathom)等深綫以內。100托綫，大約表示地球實體表面顯著特質之邊界——即名為大陸棚(continental shelf)之地形特質邊界。大陸棚由形成其陸向邊緣之灘岸所界，且由名為大陸邊(continental edge)之相當良好標誌，破裂斜坡所界，該邊為其向海極限。

大陸邊以外，乃為海洋床，進而，有一厚的床單，為真實之海洋沉澱物——即謂由海本身所堆存者。此等堆存物，主為海微生物形式之遺留形式，而形成所謂之軟泥(ozes)，延伸最廣之海洋軟泥，為海球貝(globigerina)，微生藻(diatoms)及其他雜沉物。反於遠離大陸棚海洋深處，所發現之沉澱物者，為止於大陸棚上，為大多來自陸地之堆積物。此中包括漂石(boulders)，卵石(shingle)，砂礫(gravel)，砂(sand)與泥(mud)，而係由於腐蝕之地質變化，而帶入海者。腐蝕原因包括江河，冰河(glaciers)，波浪與離岸海流而起。

岸與灘之物理結構簡單描述——其資料對地文航海者有極大之利益與價值——已於第二章提示。

於大陸棚上，特別位於大寬度者，洋流之影響，極堪注意。關於潮汐理論，及解潮汐問題之潮汐表使用討論，可於第三章見之。此章亦提供潮流之簡明討論。

第四章討論各種漂浮與固定之助航設備。浮標及浮標體系，燈塔，燈船，亦及於引導標及其他圖示特質，於遠處可見之物，均予說明及討論之。

第五章用於討論航海用海圖及其附屬表件。簡單說明海圖歷史，及其原理與使用，希望能有利於所有航海人員。

第六章討論傳統儀器之由現代地文航海者所使用者，其中包括：海用羅經及其附屬品；深度測量裝置；標準計程儀 (Patent log) 及六分儀。

第七章用於說明海圖作業幾何，後繼之第八章，包括各種定位方法之描述，併之以位置綫有系統誤差之數學處理。

第九章討論更重要的目前可用於航海之現代電子助航設備。海用雷達及雙曲綫航行體系之原理與使用，凡為地文航海員使用者，均予討論。回音測深器，已予敘述，關於康索爾 (Consol) 及無線電求向器之簡要說明，亦於第九章包括。

第十章討論近岸航程：特別，於開始以前，說明需要計劃。於計劃近岸航行時，航海員應充份使用航行指南 (sailing directions) (或導航法，如所常稱者)，燈塔表，潮汐表，及潮流圖：一如氣候與氣象圖。此等文件對近海航行計劃作為之用途，已充份敘述。從事近岸航行之一般說明，於良天或霧天，於日或夜，併之以狹窄灣曲水道之航行注意事項，均於第十章述之。

第十一章討論船舶航經珊瑚水域，或冰封海面之有關問題；或當惡劣氣候時加諸地文航海之困難問題。

最後一章討論如何實行接近陸地。於本章中，位置綫得自垂直六分儀角，且得自俯或上昇光，均有冗長討論。

希望地文航海之完整及附印之圖片，於其各方面，能對航海實作人員，提供興趣及有用教益。著者撰成是書，頗感愉快，一方面此課題為其多年來所熱中者，另方面此書專為合格及實作航海人員而寫；但同時亦為所有航海學生而出。許多急速增加之遊艇人士，均於英國及歐洲沿岸海域，獲得航行享受，且認為亦有興趣，希望有一新穎之地文航海教材，此其是矣。

對所有閱讀地文航海者，特別對曾研究其內容者，著者真誠希望彼等

將不僅增加航海知識之造詣導致利益，但亦希望於閱讀中，能有圓滿達成工作之莫大樂趣。

第二章 岸與灘之物理結構

於本章中，吾人將考慮地文航海家，行駛其船之水域底緣及陸地方向之實體地球表面。

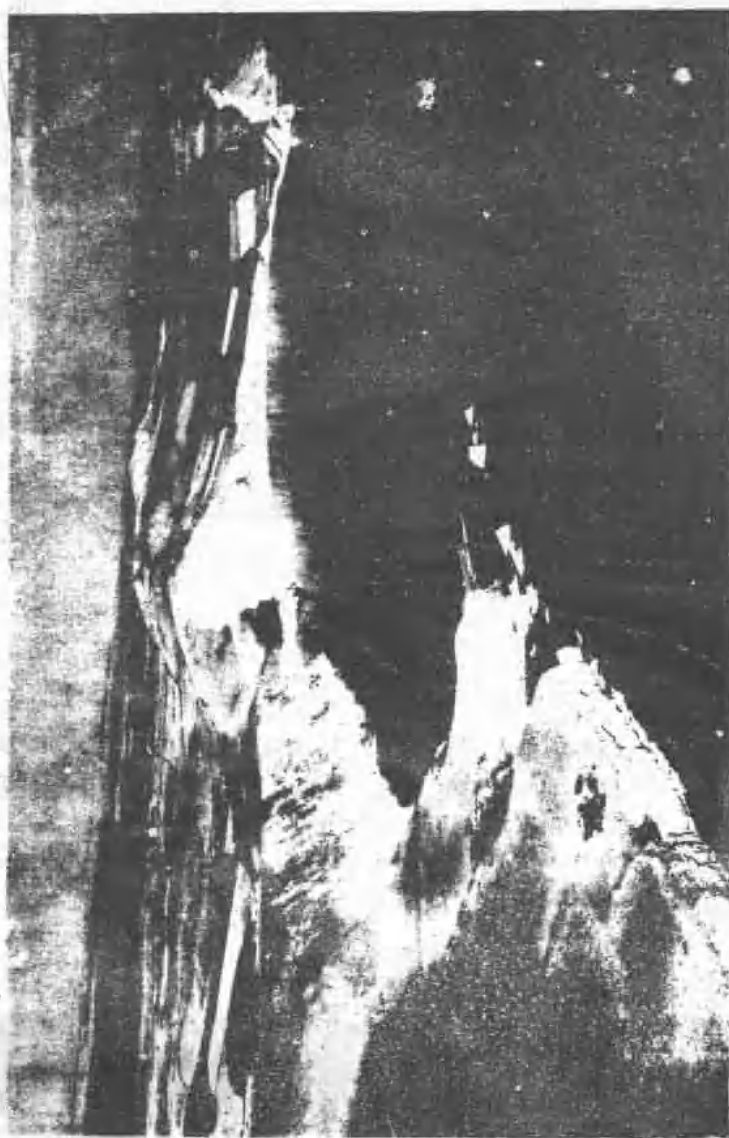
於學術意義中，岸 (shore) 之一詞，適用於陸 (land) 與海 (sea) 間之邊緣地帶。而應注意岸為一地帶，其寬度因時與地而異。於航行海圖上，實綫之表示陸與海間邊界者，代表海岸綫或懸崖絕壁之綫，而標示高潮時海之邊際。

由於潮力使海平面作昇降式之震盪，岸之寬度與潮之範圍成正比，而與岸之傾斜成反比。海岸向海傾斜輕微之處，潮差範圍，足以使低潮時，海岸延伸達很大面積，潮汐低地一詞，即用於敘述此種海岸。

海岸為一地帶，海水於其上移動，每天往返二次。處於大潮高潮水平以上之部份海岸，僅當非常潮或當風暴挾海水以俱來；至於高潮標誌以上時，始有海水覆蓋。此部海岸——名為後岸 (backshore) ——與高潮標誌以下，名為前岸 (Foreshore) 之部份不同。

灘岸為一過渡與變遷之區域，因其為海浪與潮水力量，與陸地相遇之處，且亦為陸地被海水所冲刷腐蝕之處。海岸特質如懸崖，岬角及灣，鼓浪孔 (blow holes)，海拱及海堆，均係海浪冲力所造成，亦為陸地被刷蝕之原因。大塊石頭由懸崖正面，被海浪冲激而形成轉石，戈壁，砂礫，卵石及砂，消失物之止於灘岸者，名為海灘 (beach)，沙灘無永久之物：非僅繼續無已的為海浪所破壞或冲小，但亦繼續由懸崖向海移動，懸崖給予海岸及堆積於海台上之岸外地帶以席位：海台於同樣方式，係早期海浪作用所形成者，海浪常將灘岸與遠灘地帶之砂灘物質，冲疊成堆。如離灘岸之流力強大，或如海浪作用猛烈，沙灘物質將沿灘岸帶走，而堆積於與原來沙灘位置，相距極遠之處。

離岸流及潮流，對海岸之侵蝕，略有影響。其對海岸地形之特別影響，由於其具有將河流帶入海中之地上物質與沙灘物質，運走之能力。海流搬運砂石之能力，正比於其流速，該速率從不大於五或六節 (knots)。由於其相



多色特 (Dorset) 海岸之絕壁，海灣及岬角：由海水腐蝕而生者。

當低之速度。離岸流僅能帶走如細小卵石，砂及泥之類相當小的碎片物質。負責海岸綫及灘岸形狀者，均為海浪。浪不論其是否由當地之風或暴風所形成，或由遠處暴風區域所射出之大濤所形成，均由海與所觸移動空氣間之摩擦而生。於風能已加諸海面之地，其起伏波動，乃形成名為強制波 (Forced wave) 者。此等波浪由其原始地向外延伸，挾以俱去者，為風分與海浪之部份能量。於大洋深海中，波浪之振幅 (amplitude) 或高度及速度，基於：風之強度；刮風之時期長短；海水擴伸之範圍——或稱餘波——即風於其上刮過之區域。極大高度——浪巔與浪谷間垂直距離——當經由水上傳播波浪所含之能消失時得之。該傳浪能等於風所提供之能。當強制波所具之高度，約超過 15 或 20 呎時，乃謂之風暴波 (storm waves)。所遭遇之來自遠方的波浪，海員稱為浪湧 (swell) 所致之干擾。平靜天氣，接近海岸處浪之起伏，常稱為激湧或大濤 (Ground swell)。

結合湧之起伏波動，稱為自由波 (free wave)。由於經過浪之運動，能有所耗，乃致浪長增加，而振幅漸減。由波浪所發送之能，對船隻及港埠設施，造成極大損害，且亦加其蹂躪於岸壁與岸灘。

風所給予海表面層之能，部份向下傳送，如是海浪之干擾，及於海之厚層。此層厚度，基於浪之大小。海面每一水點，形成直徑等於浪高之圓形路綫。於波巔之運動方向，同於浪之傳播方向，而於波谷，則運動方向相反。海面以下，水點描成圓形軌道，由於深度增加，其直徑降減，於深度等於波長之處，即無任何運動。此水平綫與波底符合，於強制波中，風於各軌道之前進上半部，產生水之向前運動，如是，其軌道非呈圓形。由此，乃得波浪變為非對稱之結果，前面陡急，而兩肩平坦。當風力極強時，波之前方可變為洞狀，波巔之水，滾向下風，或於重力下降落，由是發生水面之嚴重破裂或白沫 (whitecaps)。

於暴風期內，波前之洞穴，產生波巔之捲起浪花，而抓住海上暴風中之小舟，發生極端危險，必需保持船首於來臨之波浪中，乃可避免打橫傾覆，所有有經驗之海員，均熟知此點。

於波浪進入淺水之處，波底與海床完全接觸。軌道內水滴之垂直運動減小，而軌道變為橢圓形；其橢圓性於海床處，由極大減其向上距離，遂致運動全為往返之直綫。

由於波能受向岸深度漸減之影響，與海底摩擦，消耗小量之能，其餘集中於水之漸減體積。此結果乃縮短波浪長度，而增加波浪高度。益而言之，由於水與海床間之摩擦，於陡波巔處水點向前之速度，大於波谷處水流退後