

原著 Keith A. Sverdrup E. Virginia Armbrust

世界海洋概览

An Introduction to
the World's
Oceans Ninth Edition

译者 姜 晶 赵晓萌 王 春 李 威
张卫宁 朱田丽 杨 婷



青岛出版社
QINGDAO
PUBLISHING HOUSE

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位

原著 Keith A. Sverdrup E. Virginia Armbrust

P7
35

世界海洋概览

An Introduction to
the World's
Oceans Ninth Edition



青岛出版社
QINGDAO
PUBLISHING HOUSE

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位

图书在版编目 (CIP) 数据

世界海洋概览 / (美) 斯维尔德鲁普 (Sverdrup, K.) 等著 ; 姜晶等译 . — 青岛 : 青岛出版社 , 2014.8
ISBN 978-7-5552-1039-9

I . ①世… II . ①斯… ②姜… III . ①海洋—概况—世界 IV . ① P72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 192410 号

Keith A. Sverdrup, E. Virginia Armbrust

An Introduction to the World's Oceans

ISBN 0-07-336522-X

Copyright © 2008 by McGraw-Hill Education.

All Rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including without limitation photocopying, recording, taping, or any database, information or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

This authorized Chinese translation edition is jointly published by McGraw-Hill Education and Qingdao Publishing House. This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only, excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan.

Copyright © 2014 by McGraw-Hill Education and Qingdao Publishing House.

版权所有。未经出版人事先书面许可,对本出版物的任何部分不得以任何方式或途径复制或传播,包括但不限于复印、录制、录音,或通过任何数据库、信息或可检索的系统。

本授权中文简体字翻译版由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司和青岛出版社有限公司合作出版。

此版本经授权仅限在中华人民共和国境内(不包括香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾)销售。

版权 ©2014 由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司与青岛出版社有限公司所有。

本书封面贴有 McGraw-Hill Education 公司防伪标签,无标签者不得销售。

山东省版权局著作权合同登记号: 15-2012-333

书 名	世界海洋概览
作 者	Keith A. Sverdrup E. Virginia Armbrust
译 者	姜 晶 赵晓萌 王 春 李 威 张卫宁 朱田丽 杨 婷
出版发行	青岛出版社 (青岛市海尔路 182 号, 266061)
网 址	http://www.qdpub.com
责任编辑	张性阳 吴华姝 周静静
特约编辑	朱凤霞 宋 磊 张文健
封面设计	张 晓
照 排	青岛双星华信印刷有限公司
印 刷	青岛名扬数码印刷有限责任公司
出版日期	2014 年 10 月第 1 版 2014 年 10 月第 1 次印刷
开 本	16 开 (889mm × 1194mm)
印 张	28
字 数	720 千
书 号	ISBN 978-7-5552-1039-9
定 价	298.00 元

编校质量、盗版监督服务电话 400-653-2017

青岛版图书售后如发现印装质量问题, 请寄回青岛出版社出版印务部调换。

电话 (0532) 68068638



前言

自从第一次漫步于海滨开始,人类就对海洋充满了好奇。随着对海洋了解的日益加深,人们更加理解并感激海洋给我们生活带来的巨大影响。海洋占据了地球表面积的 71%,为数以千计的已知物种及无数尚待人类发现的物种提供了栖息之地。海水及海床中蕴含着丰富的自然资源,一些已被人类开发利用,但更多资源未来将随着日益改良的技术和逐步扩大的需求而被发掘。全球气候及天气深受海洋影响,因为海洋会通过水分及热量的转移与大气发生相互作用。洋盆处多发地震、火山,并拥有山脉、深谷等地形。这些都与海床在板块构造过程中的生成和毁坏有关。

海洋与海床中发生的大多事情很难直接观察到。尽管哈勃太空望远镜能看到 100 亿兆千米以外的图像,但由于海水高效的散射和吸收作用,即使在最佳条件下我们也难以看到海面哪怕几十米以下的情形。因此,我们对海洋的大部分认知是间接或远程观测到的。随着技术的不断改良及对技术的创新性应用,我们对海洋的地质、物理性质、化学性质及生物特征逐渐有了更多的了解。

尽管对海洋的科学细致的研究往往困难重重且颇具挑战性,但这项研究仍然是必须和值得的。我们的生活与海洋密切相关,每一项新发现都让我们获益匪浅。随着地球上人口的不断增多,继续研究海洋并加深对海洋的了解变得日益重要。21 世纪初期,与全球人口增长相关的消息有好有坏。人口增长率随着出生率的下降而放缓,且有迹象表明人口数量将于 21 世纪末呈现平稳状态。但是,即使人口数量趋于平稳,全球人口仍会在现有基数上增加数十亿。短期内我们依然要做出会影响海洋及陆地环境的艰难抉择。应对这些挑战最明智、最有效的方法就是加深对海洋的了解。

尽管继续培养海洋科学家对海洋进行研究依然重要,但让各行各业的人大致了解海洋是如何影响我们的生活,以及我们的所作所为是如何影响海洋的同样十分重要。对海洋学的学习就是在培养自己成为博学多识的全球公民。未来有一天,不管是采用直接的方式还是通过政府,你将有机会说出你对海洋健康的担忧。你对海洋学的兴趣与学习将帮你更好地参与未来的讨论与抉择中。

本书的主要目的是通过将当代的信息和研究与基本原则相结合,对海洋研究所涉及的科学进行综合介绍,从而激发读者的兴趣和好奇。为应对种种变化,我们从内容和趣味性出发增添了许多新的信息。我们还邀请了 6 位科学家撰写各领域的随笔,还有一篇随笔是由一位首席科学家兼海洋探险队船长撰写的。

本书内容有一定的难度,但我们已使用简单的代数而非高等数学来解析。例如:考虑到大多读者对向量了解不深,我们采用了离心力来解释潮汐原理。我们还采用生态学方法及描述性资料将生物学章节和其他章节联系起来。我们强调海洋学是一个紧密结合的整体而不是各部分的无序结合。

为了对海洋和地球相关信息有更深入的了解,读者需要掌握海洋科学的基本语言、进程及原理。为此,我们还是要强调对基本术语的掌握。本书所有专业术语均有定义,非常重要的专业术语则以粗体印刷。每章最后的总结都对重点概念进行了简要概括。

希望本书能成为广大读者认识海洋的一把钥匙,帮助广大读者从此打开海洋探索兴趣的大门。

作者简介

凯斯·斯维尔德鲁普 威斯康星大学密尔沃基分校的地球物理学教授,对于地球物理学已经有 20 多年的教学经验,主要研究方向为构造地质学和地震学。威斯康星大学密尔沃基分校本科教学奖的获得者。凯斯在明尼苏达州立大学获得了地球物理学专业的理学学士学位,并在斯克里普斯海洋研究所研究论文《太平洋洋盆的地震构造研究》完成了其博士学位的攻读。



凯斯对美国地球物理联合会、美国物理学会以及美国地质学会的教育项目非常热衷。他加入美国地球物理联合会中教育和人类资源协会已经有十几年了(担任委员会主席 4 年),同时还担任美国地球物理联合会中地球物理卓越教学奖委员会、“Earth and Space”杂志的编辑顾问委员会、苏利文优秀科学新闻奖委员会的主席。另外,他还在为美国物理学会的物理教学委员会服务。

维吉尼亚[琴吉]·安布拉斯特 华盛顿大学海洋科学学院副教授,教学学科和研究方向为海洋浮游植物。琴吉在斯坦福大学获得了生物社会学的文科学士学位并在麻省理工学院和伍兹霍尔海洋研究所获得了生物海洋学专业的博士学位。



琴吉亲自指导完成海洋浮游植物的生物多样性、生理学以及生态学的研究,从而获悉这些生物体的成长及应对其周边环境变化的过程。琴吉是一个国际项目的首席科学家,该国际项目致力于测定一个海洋硅藻的所有 DNA 序列,从而更好地了解它们在生活环境中的作用机能。另外,琴吉还是西北太平洋人类健康和海洋研究中心的主任,该中心的职能在于揭示海洋进程与人类健康之间的联系。



目 录

第 1 章	海洋学历史·····	1
第 2 章	地球之水·····	25
第 3 章	板块构造学说·····	49
第 4 章	海床及沉积物·····	90
第 5 章	水的物理性质·····	122
第 6 章	海水的化学分析·····	144
第 7 章	大气结构与运动·····	161
第 8 章	海洋结构及循环·····	195
第 9 章	表层洋流·····	212
第 10 章	海浪·····	231
第 11 章	潮汐·····	257
第 12 章	海岸、沙滩及河口 ·····	275
第 13 章	海洋环境问题·····	305
第 14 章	生命海洋·····	328
第 15 章	生产与生命·····	343
第 16 章	浮游生物：海洋漂流者 ·····	361
第 17 章	游泳生物：海洋自由游泳者 ·····	385
第 18 章	海底生物群：海床居民 ·····	415



六分仪和提灯。六分仪是一种早期的导航设备，于 1759 年由约翰·伯德发明。

第1章

Chapter 1

海洋学历史

充满奥妙,美不胜收。这些事物不时地呈现在我们眼前,让我们有机会瞥见这个陌生世界的冰山一角。

——苏珊·舒乐:《陌生世界的一角·海洋学历史》

第1章 海洋学历史

1.1 早期海洋探索	2	1.6 海洋科学的开始	12
1.2 中期海洋探索	5	1.7 “挑战者”号的探险	13
1.3 探索之旅	6	1.8 海洋科学	15
1.4 地球科学的开始	8	1.9 20 世纪的海洋学	19
1.5 海洋地图与信息的重要性	8	1.10 海洋学的历史、现状与未来	22

海洋学领域宽广,其中包含若干学科,不同学科汇集于此,旨在共同探究海洋的奥秘。地质学、地理学、地球物理学、物理学、化学、地球化学、数学、气象学、植物学和动物学等学科拓展了人们的知识,增强了人们对海洋的理解。如今,海洋学已细化成若干分支学科,因为这一领域跨度很广,与众多学科都有关联。

海洋地质学研究地壳被海水淹没部分的物质组成、地质构造及演化规律。海洋物理学探索海洋水体运动(如海浪、海流及潮汐运动)的成因和特点,研究其对海洋环境的影响。除此之外,海洋物理学还研究海水中的声能、光能及热能等。海洋气象学(研究热传递、水循环及海洋与大气的相互作用)往往包含在海洋物理学之中。海洋化学研究海水的组成、历史、发展过程及相互作用。海洋生物学关注海洋生物及这些生物与海洋环境之间的关系。海洋工程学设计开发供海中使用的设施及设备。

从古至今,科学家们通过观察和实验收集了许多数据,发现了自然世界中的许多奥妙。数据对科学家而言就是“事实”。科学数据具有可重复性,也具有一定的估计误差。如果一份观察报告既不具可重复性,又不包含估计误差,就不算一份科学数据。科学家通过反复观察和测量,有望得出误差范围与原始数据(真值)的误差范围重合的数据。

科学假说是在确立已久的物理或化学定律基础上对数据作出的初步解释,量化数据(即由数字呈现的数据)通常用数学方程式表示。这些初步解释若要成为科学假说,就必须经过反复测试和证伪(证明错误的存在)。科学假说若能经过反复测试验证且与观察的事实相符,即可暂时成为有效假说,称其暂时是因为未来可能有更为缜密的假说将其取而代之。

如果一种假说经过反复认证测试依旧成立,就可能

上升到理论的高度。理论的很大价值在于它能预测之前没有公认的现象及关系的存在。科学家对“理论”一词的态度比公众更为谨慎严格。公众多认为“理论”和“结论”二词如出一辙,然而科学理论并非毫无根据的结论,而是对经过测试验证、存在于反复观察之中、十分可靠而又精确的关系的陈述。

在特定地点按小时测量的海面海拔数据中含有数据事实。首先对这些数据作出解释的假说可能认为海平面的变化和潮汐作用有关。这种假说可以用数学方程式表示。如果在海洋其他地点反复测量产生的可重复数据也能用这种假说精确解释,它就能提升到潮汐理论(将在第11章中介绍)的高度。

即使假说上升到理论高度,科学探究也不该停止。科学家不会轻易抛弃已经接受的理论,新发现会首先用于测试已有的理论框架。经过反复试验验证后,如果科学家发现现有理论无法解释新的数据,他们才会严重质疑现有理论并尝试对其进行修正。

知识及社会力量的支持、人类对海洋资源的需求、贸易商务及国家安全的要求促进了人类对海洋的研究。海洋学起步比较缓慢且不够正式,但终在19世纪中期发展成为一门现代科学,在19世纪末的发展则尤为迅猛。人类对海洋的探究之路并不平坦,经常需要改变前进方向。国家利益、民族需要及科学家的学术好奇心左右着人类研究海洋的方式,影响着研究方法及优先研究领域。若想知道如今人类对海洋了解多少,就应先去了解曾经引领人类去探索海洋的那些事件和动因。

1.1 早期海洋探索

人类搜集与海洋相关的信息已有几千年之久,一点

一滴的信息通过言语得以传承。好奇的人类在海滩漫步时,在浅水区涉水时,在海边采集食物时,形成了对海洋的初步认识。在旧石器时代,人类发明了带刺长矛、鱼叉和鱼钩。鱼钩有两个尖端,上面插着鱼饵,拴在一根绳子上。在新石器时代早期,人类发明了骨质鱼钩,之后又发明了渔网(图 1.1)。公元前 5000 年,人类开始使用铜质鱼钩。

随着早期人类渐渐地从内陆地区向沿海地区迁移,他们开始探索海洋,在海边定居,决心利用海中的食物资源。我们在古人类沿海居住地的遗址中发现了大量的贝壳残留物和很多废料,这些遗迹统称为贝冢。由此可见,早期人类采集贝类作为食物。除此之外,一些鱼骨残骸显示,早期人类也使用木筏或某种小船进行近海捕鱼。一些

科学家认为,因为海平面上升,相当一批古代手工制品已残缺不全或不复存在,现发现的手工制品或许只能告诉我们古代海边定居者最基本的生活状况。古庙的墙画向我们展示了渔网;埃及第五王朝(5000 年前)法老 Ti 的坟墓上画有河豚,用象形文字对其进行描述并警告他人此鱼有毒。最晚至公元前 1200 年,波斯湾地区已有鱼干贸易;地中海地区的古希腊人不仅捕鱼,还会将捕获的鱼储存并进行贸易;腓尼基人建立了以捕鱼为主的居住区,如发展成重要贸易港口的“渔乡”西顿。

早期有关海洋的信息主要由开拓者和贸易者搜集而来。航海者留下的信息记录并不多。凭靠言语相传,早期航海者开拓了一个又一个的路标。他们的行船往往距海边很近,几乎夜夜在海滩靠岸。

有些历史学家认为所有类别的航海船都以古埃及的船只为原型。公元前 3200 年,法老斯尼夫鲁记录了航海日志,这是第一份有关航海的记载。公元前 2750 年,汉努领导了最早有文献记录的航海探险,他从埃及出发,最终到达阿拉伯半岛及红海南部地区。

古代腓尼基人(约公元前 146—1200)居住在现今的黎巴嫩地区,他们以擅长航而名闻世界。腓尼基人居住的地区土壤肥沃,但人口密度很大,因此他们不得不忙于贸易活动,以求获得所需要的商品。为方便贸易活动,腓尼基人在东边建立了陆路,在西边建立了海路。当时的腓尼基人是这一地区唯一拥有海军的民族。他们通过地中海与北非、意大利、希腊、法国及西班牙的居民进行贸易往来。约公元前 590 年,腓尼基人越过地中海,向北沿欧洲海岸线探索不列颠群岛,向南环航非洲。1999 年,人类通过遥控操作装置,操控机器潜入水下沉船的残骸,在传送回的现场视频画面中发现了两艘约建于公元前 750 年的腓尼基货运船残骸。这两艘船发现于距离以色列海岸约 48 千米、深 300~900 米的海域里。

约公元前 2500 年,西南太平洋地区开始了大规模的人口迁移活动。早期航海相对简单,因为西南太平洋地区的岛屿之间距离相对不远。至公元前 1500 年,腓尼基人已向东开展了大范围的航海活动,航海距离从西太平洋地区的几十千米到夏威夷群岛地区的数万千米不等。他们于公元 450—600 年间到达夏威夷群岛地区,并定居于此。至 8 世纪,腓尼基人的居住区已经形成了一个三角地带,面积大约是美国的两倍。此区北临夏威夷,西南临新西兰,东临复活节岛。

细心观察并记录天宇中最明亮星星在何地升起或落于地平线上是太平洋航海之旅必不可少的组成部分。在赤道附近观察星星,会发现它们从南北轴上自东向西

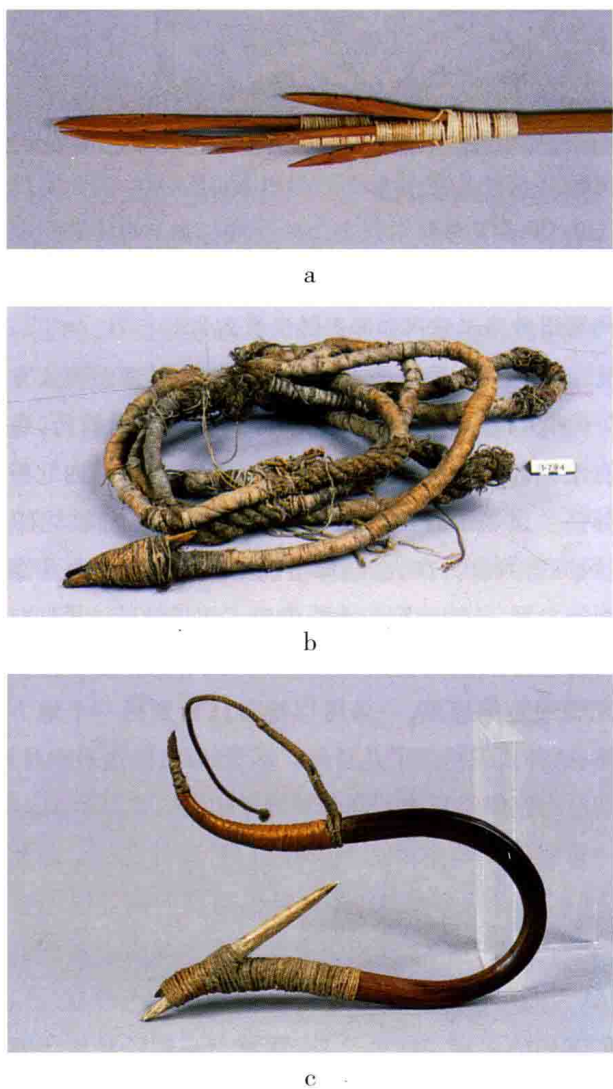


图 1.1 西北太平洋地区的临海美国原住民使用的传统捕鱼和狩猎工具。a 为雪松木制成的猎鸭长矛。b 为动物筋条、大麻及麻线制成的骨质鱼叉尖钩和绳索。c 为用骨骼和煮弯曲的雪松根制成的鱼钩。



图 1.2 萨塔瓦尔岛上的航海大师毛·皮埃勒格正在用星象罗盘向子孙传授航海知识。这个罗盘包括一个石头组成的外环,每一块石头代表一颗从地平线起落的星星或星座。内环由棕榈叶组成,代表从特定方向涌来的海浪,与星星一起帮助航海者在海上找到航路。内环中心的棕榈叶代表独木舟模型。

旋转。有些星星起落偏北,有些则偏南,时间不同,位置也不同。航海者根据星星起落的位置把地平线划分了 32 个方向,创造了“星形架构”。这些方向形成了一个罗盘,为记录风向、水向、波浪方向及岛屿、浅滩、暗礁(见图 1.2)的相对位置提供了参考。波利尼西亚人通过密切观察波浪和云体,开展了航海之旅。通过观察鸟类,注意岛屿上花朵及木材、烟雾的特殊气味,波利尼西亚人可以发现潜在的陆地。一旦发现陆地,他们就会把岛屿的相对位置及环绕岛屿的海浪规律用由竹子和贝壳组成的柱形标绘图记录下来。

早在公元前 1500 年,不同种族和地区的中东人就开始探索印度洋。公元 7 世纪,他们在控制了到印度和中国的贸易线路后,开始做丝绸、香料及其他有价值的商品的贸易(这一垄断地位直到 1502 年瓦斯科·达伽马在阿拉伯海击败阿拉伯船队才结束)。

希腊人称地中海为“塔拉萨”,他们相信地中海四周有陆地围绕,陆地四周也有无尽的环河(也称俄亥阿诺斯神——海洋之神)相围。公元前 325 年,亚历山大大帝到达了莫克兰地区的沙漠(今巴基斯坦的一部分)并派舰队去大力探索海洋之神的奥秘。亚历山大大帝与其军队并没能找到他们希望发现的那个黝黑骇人的漩涡,也没能找到里面住着怪兽和魔鬼的水龙卷风,但他们确实在地中海中发现了不为人知的潮汐。亚历山大大帝的指挥官奈阿尔科斯派遣第一批希腊船只驶入海洋,探索海岸,8 天之后他们安全到达霍尔木兹海峡。与亚历山大大帝同一时代的航海家、地理学家兼天文学家皮西亚斯(公元前



图 1.3 展示了马歇尔群岛上的航海标识。笔直的竹棍代表了一系列常规的波形(海涌);弯曲的竹棍展示了独立岛屿周围的海浪状况;贝壳则代表岛屿。

350—前 300)则完成了从地中海到英格兰的航行,这也是有记载的最早航行之一。皮西亚斯从英格兰向北航行至苏格兰,然后又到达挪威和今日的德国。他靠太阳、星星、风向等判断方向,在航海过程中认识到了月亮和潮汐之间的关系,并为确定经纬线做出了初步尝试。早期航海家对海洋并没能做出细心研究,对他们而言,海洋只是一条充满艰险的道路,一条可以把自己带到另一个地方的道路,这种认识持续了几百年。尽管如此,经过日积月累,早期航海家依旧积累了许多和海洋相关的知识。

希腊人在地中海地区开展贸易,进行征战。与此同时,他们也在观察海洋,提出自己的疑问。亚里士多德(公元前 384—前 322)相信海洋中有地球表面最深的地方,认为太阳会蒸发海洋的水分,蒸发的水分冷凝后以雨的形式回落海洋。除此之外,亚里士多德还开始研究海洋生物,并将它们收编到目录之中。埃及亚历山大港的智者埃拉托色尼(约公元前 264—前 194)为他所知的世界画了一幅地图,计算出地球的周长约为 40250 千米,约合 25000 英里(如今的测量是 40067 千米,约合 24881 英里)。根据古希腊学家斯特拉博(约公元前 63—21)的说法,波希多尼(约公元前 135—前 50)对撒丁岛附近的海

域进行了测量,其深度约为 1800 米。老普林尼(约 23—79)将潮汐与月亮的圆缺变化联系起来,记录了穿过直布罗陀海峡的洋流状况。托勒密(约 127—151)绘制了第一本世界地图集,确定了世界的边界:向北有不列颠群岛、北欧和一些亚洲不知名的岛屿;向南还有埃塞俄比亚和利比亚一个尚未发现的岛屿,称为“澳大利斯坦科格尼塔地”;向东有中国;向西有环绕地球至中国的西方之海。托勒密的地图集用经纬度标明了 8000 多个地方,但它有一大缺陷:托勒密认为地球周长为 29000 千米,这一数值比实际数值小很多,导致 1000 年后哥伦布在到达美洲时认为自己到达的是亚洲东海岸。

1.2 中期海洋探索

托勒密之后,学术之风和科学思想在欧洲衰败了约 1000 年,而造船业在这段时间内得到了一定发展,船只变得更适于航海,也更便于操控,水手因此能在海上航行得更远。维京人(北欧海盗)大都是航海技术娴熟的水手,他们在大约 793—1066 年的 3 个世纪里频繁地开展贸易往来、对外探索和殖民活动(图 1.4)。在这段时间内,他们通过河流在内陆探索,经过了欧洲和西亚,最远到达黑海和里海,其间以穿越北大西洋的航行最为著名。871 年,维京人到达冰岛,12000 人最终在此定居。982 年,瑟瓦尔德森(人称红脸艾力克)从冰岛西部出发,最终发现了格陵兰。在格陵兰居住了 3 年后,瑟瓦尔德森返回冰岛征集更多的移民者。985—986 年,冰岛人本杰尼·荷约夫松在去往格陵兰移民的路上,受风影响,偏离了原本的航线,船只驶到了格陵兰南部,他认为自己在返回格陵兰之前看见了纽芬兰。1002 年,红脸艾力克的儿子莱弗·艾

瑞克森从格陵兰西边出发,到达北美,这比哥伦布到达北美早了约 500 年。

罗马帝国瓦解之后,阿拉伯学者在地中海区域坚持希腊与罗马学识,继续以此为研究基础。阿拉伯作家马斯乌迪(卒于 956 年)根据季风对反转洋流做出了初步描述。利用风和洋流的知识,阿拉伯水手在印度洋确立了固定的贸易路线。12 世纪初,载有 200~300 人的中国船只在中国与波斯湾之间穿梭,其行程路线与阿拉伯单桅三角帆船的路线相同。

中世纪时,人类对海洋的认识仍比较肤浅,但航海知识有所增加,出现了航海指南。这些指南上的图表标有距离标尺,注明了航海中可能遇到的危险,但图表上没有标注经纬度。13 世纪,磁罗盘从亚洲引入欧洲,方向罗盘开始应用。图 1.5 展示的是在约翰·凡·克伦 1682—1684 年的作品《航海图与水下世界之伟大新发现》中出现的一幅荷兰航海图。随后方向罗盘在 14 世纪初的航海指南中得以应用。

圣比德(673—735)从不列颠海岸搜集了数据,阐释了他对潮汐的认识,尽管这些认识不够全面。约 1200 年,不列颠圣奥尔本修道院院长瓦林福特在其搜集的超细致观察数据中跟进了圣比德的计算数据。圣比德的潮汐表以“伦敦桥的河流”为题,记录了高水位的次数。17 世纪以前,水手都以圣比德的计算数据为出海依据。

欧洲学术之风再起后,早期有关希腊研究的阿拉伯译本翻译成了拉丁文,因此欧洲学者也能进行相关研究。中世纪的科学家则继续研究潮汐,对海水盐度也充满了研究兴趣。至 14 世纪,欧洲人已成功建立了贸易路线,其中包括一些穿越海洋的线路。随着贸易路线的拓展,航海技术的重要性渐渐得到人们的认可。

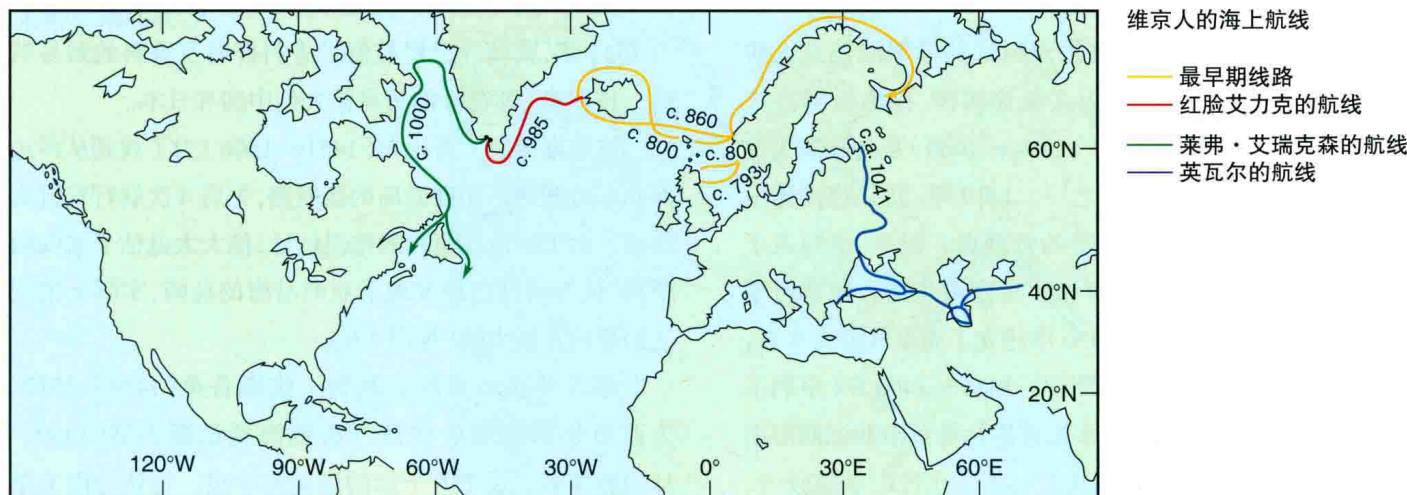
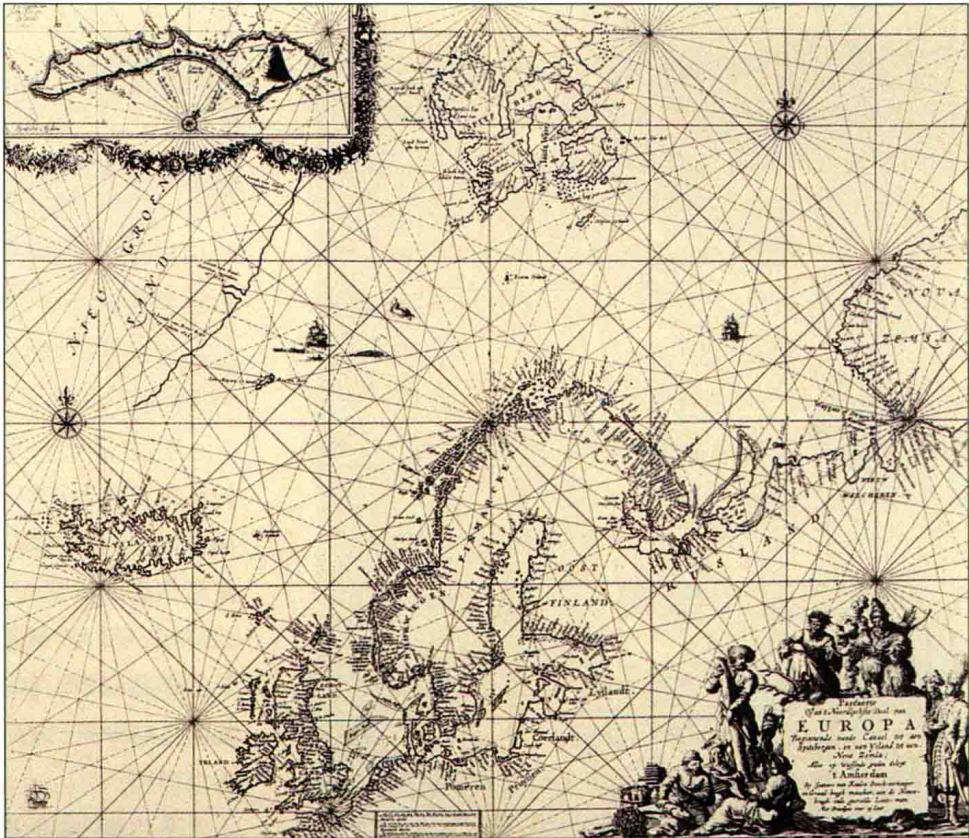


图 1.4 维京人到达不列颠群岛、亚洲及穿越大西洋到达冰岛、格陵兰和北美洲的主要线路。

图 1.5 北欧航海图,选自约翰·凡·克伦 1682—1684 年的作品《航海图与水下世界之伟大新发现》。



1.3 探索之旅

1405—1433 年,伟大的中国航海家郑和七下西洋,为人称颂。他率领船队穿过西太平洋和印度洋,最远到达非洲东海岸。郑和船队的船只数目超过 300,据称其中包括 62 艘长 122 米、宽 52 米的“宝船”,这些船是当时用于欧洲发现之旅的船只体积的 10 倍。郑和下西洋的目的究竟是为了建立贸易航线、与他国外交还是为了增强军事防御,在学者之间仍存在争议。郑和的航海活动结束于 1433 年,当时的中国皇帝认为外部世界无法与中华文明相比,于是实行海禁,随后中国开始了长达 400 多年之久的闭关锁国。

在欧洲,希望从新大陆发现财富的欲望驱使富人阶级代表祖国,凭借一己之力去长途跋涉,探索世界各大洋。葡萄牙航海家亨利王子(1394—1460)是为欧洲大发现时代作出贡献最多的人之一。1419 年,其父约翰国王任命他为葡萄牙最南部海岸的管理者。但是,亨利王子对权力没有野心,而对航海和贸易充满热情。他学习了航海技术和绘图法,并于 1450 年建立了海军气象天文台,教授航海技术、天文学和制图学。1419—1460 年(亨利王子卒于 1460 年),亨利王子多次派遣远征队沿非洲西海岸南下,巩固贸易路线和殖民地。远征队出征时航速较慢,因为水手们相信赤道地区的水温能达到沸点,并有海怪

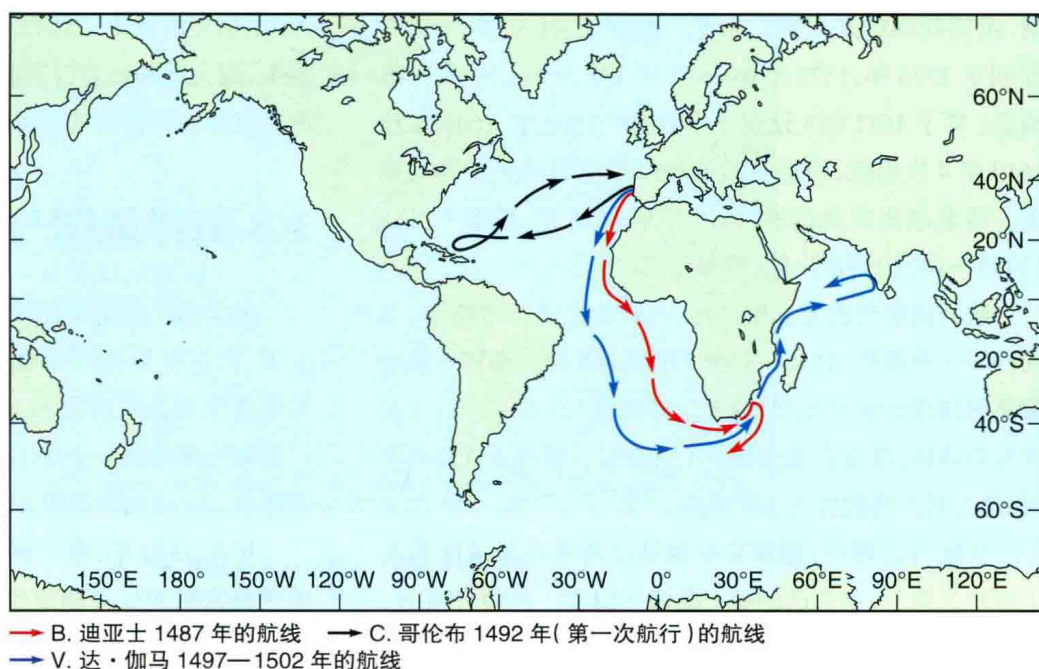
吞没船只。直至亨利王子逝世 27 年后,才有位名为巴尔托洛梅乌·迪亚士(1450—1500)的航海家敢于直面这些“危险”,并在第一次大航海发现(图 1.6)中成为绕好望角航行的第一位欧洲人。迪亚士航海多次,希望自己能找到通往东方丝绸与香料的快捷新航路。

葡萄牙在非洲西海岸寻找向东探索的道路,进程缓慢,但最终在瓦斯科·达·伽马(1469—1524)的领导下取得了成功(图 1.6)。1498 年,达·伽马沿着巴尔托洛梅乌·迪亚士的航线到达了好望角,并继续沿非洲大陆东海岸航行。他成功地绘制了到达印度的航线图,但在途中与阿拉伯船队发生了冲突。1502 年,达·伽马率领 14 艘装备重型武器的小型舰队重返印度洋,击败了阿拉伯舰队。至 1511 年,葡萄牙已经控制了香料群岛及香料的贸易航路。1513 年,葡萄牙的贸易扩大到中国和日本。

克里斯多弗·哥伦布(1451—1506)为了找到从西边而非东边到达东印度群岛的新航路,先后 4 次航行穿过大西洋。由于对地球面积的错误估计,他大大低估了航线的距离,认为自己已经发现了亚洲沿海的岛屿,实际上他到达的是一片新大陆(见图 1.6)。

意大利航海家阿美利哥·维斯普奇(1454—1512)为西班牙和葡萄牙效命,7 次航海到达新大陆(1499—1512),探索了近 1 万千米的南美海岸线。他认为南美是一片新大陆,而不是亚洲的一部分。1507 年,德国制图

图 1.6 巴尔托洛梅乌·迪亚士和瓦斯科·达·伽马环绕好望角及克里斯多弗·哥伦布第一次航行的线路。



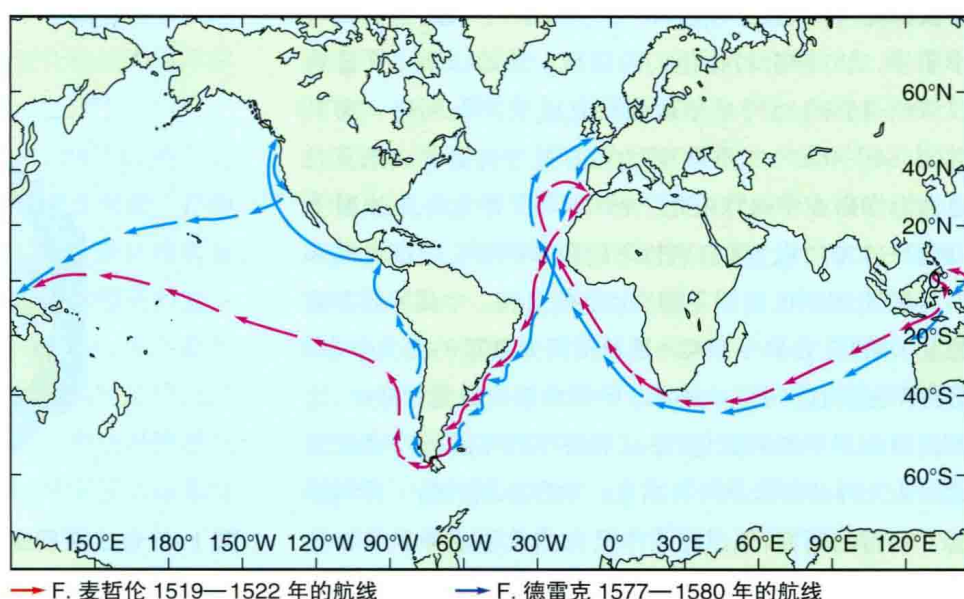
师马丁·瓦尔德泽米勒为纪念韦斯普奇,将新大陆命名为“美洲”。1513年,巴尔博亚(1475—1519)穿过巴拿马海峡,发现太平洋。同年,胡安·庞塞·德莱昂(1460—1521)发现了佛罗里达及佛罗里达海流。所有航海家都宣称发现的新大陆归祖国所有。尽管这些航海家出行的目的是为了名利而不是增长知识,他们仍比前人更为精确地记录了海洋的范围和性质,传出的捷报也吸引了更多人去追随其脚步。

1519年9月,斐迪南·麦哲伦(1480—1521)带领270人乘5艘船出海,探索通往香料群岛的西航线。探险队在航行过程中失去了两艘船,但终于在1520年11月发现并穿越了麦哲伦海峡,而后又绕过了南美南端。1521年3月,麦哲伦穿越太平洋,到达菲律宾群岛,但卒于1521年4月27日与当地土著的战斗之中。虽然麦哲

伦已卒,但船队中的两艘船仍继续航行,并于1521年11月到达香料群岛。船员在船上装载了大量珍贵的香料,准备返航。为确保至少有1艘船能成功返回西班牙,两艘船选择了分道而行。维多利亚号继续西行,成功穿越印度洋,绕过好望角,于1522年9月6日回到西班牙,这时船上一直随船航行的船员只剩下了18人。此次航行是人类历史上第一次环球航行(见图1.7),航海家麦哲伦在航海期间确定了纬度的长度与度数,测量了地球的圆周,为早期海洋绘图作出了杰出的贡献。曾有人指出,麦哲伦尝试用一根手绳测量太平洋中央海域的深度,但实际上这一灵感来源于19世纪的一位德国海洋学家,因此这一说法有误。

16世纪后半叶,冒险精神、好奇心和希望找到通往中国的贸易捷径的思想驱使着很多人去探索北美附近的海

图 1.7 16世纪麦哲伦和德雷克的环球航线。



域,希望找到一条海路。马丁·弗罗比舍(1535—1594)分别于1576年、1577年和1578年3次出航。亨利·哈德逊(卒于1611年)分别于1607年、1608年、1609年和1610年4次出航,但他在哈德逊湾漂流时因船员哗变死去。西北航线颇具诱惑,1615年和1616年,威廉·巴芬(1595—1622)两次出航,但未曾成功。

欧洲国家纷纷建立殖民地,占领新大陆。1577年,弗朗西斯·德雷克(1540—1596)带领165位船员和5艘插着英国国旗的船只出航,完成了环球航行(图1.7)。在南非海岸地区,德雷克被迫放弃了两艘船。穿过麦哲伦海峡时,他与另外两艘船失去了联系。

在航行过程中,德雷克在加勒比海及中非地区抢劫了西班牙船只,将自己的船上装满了财富。1579年6月,德雷克在今日的加利福尼亚海岸停靠,接着沿如今的美加边界向北航行。后来,他向西南方向航行,用时两个月穿越了太平洋。1580年,德雷克完成了环球航行,乘坐载着一船黄金的“金鹿”号返回祖国,这些黄金是从西班牙船上抢到的。回到英国后,女王亲自登船赐德雷克皇家爵士头衔,德雷克被视为国民英雄。女王伊丽莎白一世对德雷克的探索和掠夺行为表示了赞许和默认,因为在国家需要的时候,这些船只及船员凭借对海洋的了解为国家带来了军事胜利及经济财富。

1.4 地球科学的开始

15—16世纪,新思想与新知识激发了人们对海洋的实践性探索,但人类对海洋的大部分认识则源于亚里士多德和普林尼的思想。17世纪,贸易、国民安全、经济和政治扩张的需要影响着人类的海洋活动。除此之外,科学家对实验科学表现出兴趣,开始研究物质的具体性质。不仅如此,科学家还对地球产生了浓厚的兴趣,他们撰写小册子,成立协会讨论他们的发现。约翰内斯·开普勒(1571—1630)对行星运动的研究成果和伽利略·伽里雷(1564—1642)对质量、重力及加速度的研究成果及时地在海洋研究中得以应用。1687年,艾萨克·牛顿爵士(1642—1727)发表《自然哲学的数学原理》,向世人揭示了万有引力定律,阐明了潮汐运动的真相。牛顿的朋友爱德蒙·哈雷(1656—1742)是一位研究彗星的天文学家,对海洋也颇有兴趣。1698年,哈雷乘船出海测量经度,他不仅研究了罗盘的变化,还认为海洋的年龄可以通过测定河流入海的载盐率计算出来。物理学家约翰·乔利继续了哈雷的研究,他以海水中已有的大量盐分和每年额外流入海洋的盐分为基础,于1899年指出海洋已有9000

万~1亿年的历史。然而,这份估计数据与实际情况相差较大,因为乔利没有计算盐分的再循环,也没有计算渗入海底沉积物的含盐量和海中的盐类沉积情况。

1.5 海洋地图与信息的重要性

因为殖民地距殖民国较远,随着贸易、旅游和探险的发展,人们重新把目光聚集在绘制更精确的海洋地图及发展更先进的航海技术上。1720年,法国建立了第一个以绘制海洋地图为主要任务的水文局;1795年,英国海军部任命了一位水文工作者。

早在1530年,佛兰德天文学家杰玛·弗里修斯就提倡用精密时间计来确定经度。1598年,西班牙国王菲利普三世设立奖金,许诺如有制表人能造出在船上精确计时用(见第二章2.4经度与计时)的钟表,将奖励10万克朗。1714年,英格兰女王安妮设立公共奖励,对提出实用的海上计时法的人进行嘉奖。英国议会许诺,如有人能造出一种适合远航的钟表,且这种表从英格兰到西印度群岛的误差时间不超过2分钟,即奖励2万先令。约克郡的钟表制造者约翰·哈里森于1735年制造出了个人第一台精确时计(高度精确的钟表),但哈里森对此并不满意。1761年,哈里森造出的第四台时计通过了测试,在81年的航行中,这台时计只慢了51秒。1761年哈里森获得成功,他只拿到了部分奖金,剩余的奖金在他83岁高龄时才从不情不愿的英国政府手中获得。1772年,詹姆斯·库克船长利用哈里森第四台时计的复制品绘制了更精确的新领域海图,纠正了之前海图中地理位置绘制的错误。

1768—1779年,詹姆斯·库克船长(1728—1779)为绘出太平洋海图进行了3次伟大航海。1768年,他率远征队指挥“奋力”号离开英格兰,绘制金星凌日的图纸。



图1.8 哈里森制造的第四台时计。1772年,詹姆斯·库克船长利用哈里森第四台时计的复制品出航南大洋。

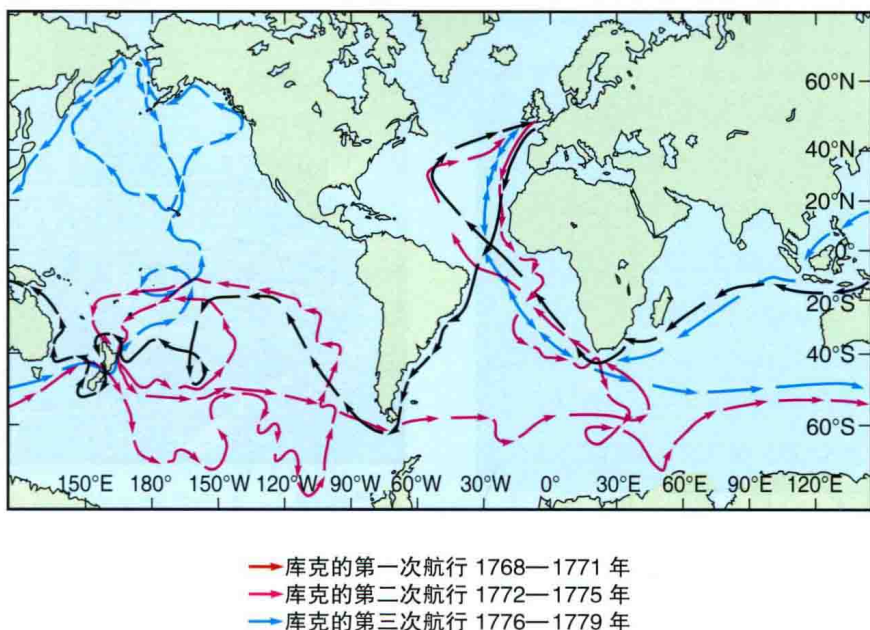


图 1.9 詹姆斯·库克船长的 3 次航行。

库克船长完成了环球航行,于 1771 年返航。他探索了新西兰和东澳大利亚地区的海岸线,并绘制了相关地图。在 1772—1775 年间,库克船长指挥两艘船——“决心”号和“冒险”号探索南太平洋。在旅途中,他绘制了许多岛屿的地图,探索了南太平洋。库克船长严格控制水手的饮食,防止他们因维生素 C 缺失导致败血症,因为这种病在长期航海中已经夺去了很多水手的生命。库克船长在南太平洋地区待了 1 年,而后向北航行并于 1778 年发现了夏威夷群岛。其后,他继续沿北美西北海岸线航行,穿过白令海峡,寻找通往大西洋的航路。库克船长在冬季返回夏威夷群岛,但于 1779 年在夏威夷岛的凯阿拉凯库亚湾被当地人杀害。库克不仅是历史上最伟大的航海家和水手之一,也是一位杰出的科学家。他测量了 400 米深度的海水情况,并对风速、水流和水温进行了精确观察。通过细心观察,库克船长发现了大量信息,这让他成为海洋学的奠基人之一。

美国人本杰明·富兰克林(1706—1790)对英美之间消息传递及货物传送所需要的时间颇有兴趣。1769 年,富兰克林与表兄摩西·福尔格——一位来自楠塔基特岛的捕鲸船船长一起绘制了有关墨西哥湾暖流的富兰克林—福尔格海图(见图 1.10)。海图发表后,很多船长受此鼓励,顺墨西哥湾暖流航行至欧洲,返航时顺信风带避开原航道,向北到达费城、纽约等港口。墨西哥湾暖流将温暖的海水从低纬度运至高纬度,如果用卫星测量海面温度,就能为其定位(请比较图 1.10 中富兰克林—福尔格海图与图 1.11 中依据 1996 年海水表面温度而绘成

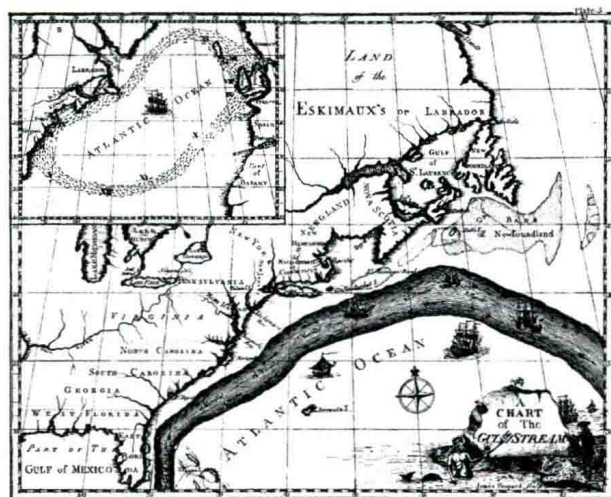


图 1.10 1769 年富兰克林与福尔格绘制的有关墨西哥湾暖流的海图。

的墨西哥湾暖流图)。1802 年,美国人纳撒尼尔·鲍迪奇(1773—1838)发表了《美国实践航海学》。鲍迪奇将天文航海技术写进书中,首次为所有杰出的水手提供了技术指南,这也确立了美国在洋基快艇时代的霸主地位。鲍迪奇逝世时,美国海军买下了此书的版权,因而这本书可以继续印刷发行。每次再版后,这本书涵盖的信息都会更新、增加,为一次又一次的航海家和水手作出了贡献。

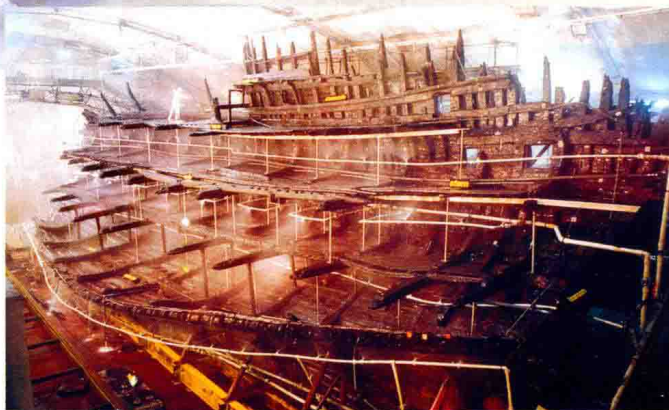
1807 年,美国国会按照总统托马斯·杰斐逊的指示,在财政部下设立海岸测量局,后将其更名为“海岸与大地测量局”(如今命名为“国家海洋测绘局”)。1830 年,美国海军航道测量局成立(现为美国海军海洋测量局)。这些机构致力于探索海洋,绘制更精确的海岸和海洋图。

2000 多年的探索、战争和贸易让成千上万的船只残骸散落在洋底。这些残骸对搜寻船只信息、贸易信息、战争信息和古代人类生活细节的考古学家及历史学家来说是一大信息宝库。海洋考古学家运用海洋学研究的相关技术,对船只残骸和散落在海底的手工艺品展开了寻找、探测、修复及保存工作。扫过海底的声波会生成可以在船上看到的图像,电脑控制定位系统可以对人们关注的对象进行精确的定位。磁力计也被用于探测沉船中的铁金属。潜水者可以下潜到浅水区检查残骸,承载研究人员的潜水船(潜水艇)可以在深一些的水域中使用。装有无人管理相机的拖滑车或备有水下摄影机的遥控操纵装置可以探索不适合潜水员及潜水艇安全作业的深水区。遥控操纵装置和潜水船则能够收集样本,帮助识别沉船残骸。

最古老的沉船残骸是一艘可以追溯至公元前 14 世纪青铜器时代的商船。这艘船沉于土耳其海岸地中海水下超过 33 米的水域中,发掘于 1983 年。潜水员从沉船货舱中打捞出成千上万件手工艺品,包括铜币、锡锭、陶器、象牙和琥珀等。这些物品让考古学家得知了那个时代的人类生活与文明,掌握了船只的贸易路线,了解了更多青铜器时代人类的造船技术。

自从人类开始经营贸易和航海之后,北欧附近的水域中便留下了成千上万船只的残骸。在浅水区发现的两艘船为历史学家和考古学家提供了大量有用的信息。1545 年夏,英国战船“玛丽玫瑰”号在一次与法国战舰的战斗中沉没。科学家和考古学家开始搜寻这艘船的残骸,并于 1982 年将其发掘。17000 多件物品被从船中打捞出,这些物品让考古学家和海军历史学家能洞察到当时海军军官和船员们的个人生活及工作状态。埋在海泥中的船体经过修复后,在英格兰朴次茅斯展出(专栏附图 1)。1628 年,瑞典军舰“瓦萨”号在处女航时沉没于斯德哥尔摩港内。人们于 1956 年找到该舰沉没地点,1961 年将其打捞出水。“瓦萨”号是一艘大型战舰,长 200 多英尺。与同时代的舰船一样,它装饰华美,布满雕刻工艺。1963—1967 年,每到夏季,潜水者都会探索海底,修复曾装饰船体的雕塑和雕刻细节。波罗的海海水的盐度远低于远海盐度,因此海水中没有啃食木质船体的船蛆,“瓦萨”号得以保存下来,并最终展示在瑞典斯德哥尔摩的展馆之中(专栏附图 2)。

西班牙大型帆船“圣地亚哥”号是这一时期的另一艘战船。1600 年,它在菲律宾海岸与两艘荷兰船只发生冲



专栏附图 1 置于英格兰朴次茅斯造船厂的“玛丽玫瑰”号。为让这艘船长期保存下去,需经常在其残骸上喷洒防腐剂。



专栏附图 2 17 世纪建造的军舰“瓦萨”号将永远摆放在瑞典斯德哥尔摩的展馆之中。“瓦萨”号展出的部分大多是其原型,其中包括两根桅杆和部分绳索。

突,最终沉没。自 1992 年起,经过两年集中发掘,科学家在这艘船上发现了大量物品,其中包括上千件完好无损的中国瓷器、一个用来确定纬度的青铜星盘及一个用青

铜和玻璃建造的罗盘。大部分船体受到了船蛆和水流的破坏,科学家对尚存的部分进行了判定并覆上了沙子加以保护。

深水区的沉船残骸往往比浅水区的完整得多,因为浅水区的船只残骸置于强水流和波浪之下,这些水浪会对其造成破坏。除此之外,浅水区的沉船还往往是寻宝猎人的猎物。寻宝猎人往往在搜寻有市场价值的物品时对历史遗迹造成了破坏。低温低氧的深海环境对木质船只的保护比较有利,因为在这种环境下船只腐蚀较慢,生于浅海木头中的海洋生物也会被驱赶在外。除此之外,从上方沉积下来的泥和沙子覆盖深海海底物品的速率也比在浅水区慢得多。1685年,探险家罗伯特·卡弗利埃的船“贝尔”号因暴风雨沉于德克萨斯海岸的马塔戈达湾。1995年,人们搜索马塔戈达湾时,由于沉船残骸中的铁金属引发了磁异常,使得这条船得以定位。要到达船体需要潜入到4米深的水下,还需要翻开成吨的淤泥,因此潜水者需要一个由两面同轴八角形墙组成的潜水箱,这两面墙则由连锁铁板构成。潜水箱建在湾底12米以下的地方,高出海平面6米,水和淤泥可以从潜水箱中抽出,这样人们就能够接近“贝尔”号(见专栏附图3)。“贝尔”号残骸中有大量文物,包括大炮、铜罐、烛台、绳圈、铜丝、随身物品及用于贸易的戒指、玻璃珠和梳子等。

康涅狄格州神秘探索研究所的罗伯特·巴拉德利用精密的电子机械设备寻找古船和现代沉船,已经完成了多次探险。1985年,罗伯特·巴拉德发现了沉于北大西



专栏附图3 围绕沉船残骸用于排出水和淤泥的潜水箱,考古学家在“贝尔”号内部发掘其残骸。他们用真空泵和软水管清理船体结构和货物,货物中包括木桶及毛瑟枪的弹匣。



专栏附图4 1941年沉于北大西洋水下4790米处的二战时期德国战舰“俾斯麦”号。1989年,牵引水下相机拍下了这艘船上层结构的一部分。

洋水下4790米处的“泰坦尼克”号残骸。1989年,罗伯特·巴拉德探索了518平方千米的海域,找到了于1941年一次著名的二战海战中被击沉的德国战舰“俾斯麦”号,它沉于水下4750米处(见专栏附图4)。由水面船只控制的牵引水下相机为“泰坦尼克”号和“俾斯麦”号的发现工作作出了重要贡献。沉船被发现后,打捞人员乘潜水艇下潜,进行直接观察及进一步的检查。他们使用配有遥控操作装置的摄影测量设备对沉船内部和外部进行照片拍摄和图片记录。

1997年,巴拉德领导一支由海洋学家、工程师和考古学家组成的队伍在地中海海底发现了5艘罗马船和数以千计的手工艺品。这些船大约沉于公元前100年—公元前400年,沉于水下762米处,此处曾是一条古代贸易之路。在此之前,考古学家从未在深于61米的水下发现多艘古船残骸。这些船只保存良好,分散在约52平方千米的海底中,也许是因暴风雨的突然袭击最终沉没于此。这些船只没有受到深海珊瑚的侵占和刮擦,美国海军核潜艇“NR-1”号首先确定了它们的位置。“NR-1”号能长时间地搜寻大面积的海域,其远程声呐比海洋学家使用的常规声呐系统能够探测更远的距离。定位之后,小型遥控操作装置“贾森”号可以绘制细节图,进行细节观察,被修复的100多件文物则能帮助考古学家定位古沉船的历史。

这些探索使海洋考古学的范围从浅水移至深海。在海洋学仪器的帮助下,考古学家如今已能与所有的海底沉船进行密切接触了。