



· 普通高等教育“十二五”测绘科学与技术系列教材

海洋测绘

(第2版)

黄张裕 魏浩翰 刘学求 编著



国防工业出版社
National Defense Industry Press

MARINE CHARTING

013026152

P229
02-2

普通高等教育“十二五”测绘科学与技术

海洋测绘

(第2版)

黄张裕 魏浩翰 刘学求 编著



国防工业出版社

P229
02-2



北航

C1633002

01020010

图书在版编目 (CIP) 数据

海洋测绘 / 黄张裕, 魏浩翰, 刘学求编著. —2 版.
—北京: 国防工业出版社, 2013. 2
普通高等教育“十二五”测绘科学与技术系列教材
ISBN 978-7-118-08468-9

I. 海... II. ①黄... ②魏... ③刘... III. 海洋
测量—高等学校—教材 IV. ①P229

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 005182 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 11¼ 字数 278 千字
2013 年 2 月第 2 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 26.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010) 88540777
发行传真: (010) 88540755

发行邮购: (010) 88540776
发行业务: (010) 88540717

丛书编委会

华锡生 李 浩 岳建平 岳东杰

安 如 田林亚 黄张裕 兰孝奇

前言 | preface

近十多年来,随着测绘科学与测绘新技术的发展,海洋测绘的技术水平也得到迅速提高,以数字化和信息化为代表的新的海洋测绘工程技术体系已基本形成。在新的海洋测绘体系中,融合和吸收了大量其他边缘学科的理论和技术,不同学科间的相互渗透和相互作用,促进了现代海洋测绘理论和技术的发展。海洋测绘学科教学、科研和工程技术人员在面向如何提高海洋测绘科技水平、完善海洋数据处理与成果质量控制、实现新技术在海洋测绘中的应用、加强海洋测绘学科建设等方面,通过不断努力探索和研究,取得了丰硕的成果,为海洋开发提供保障和服务。

本书根据测绘工程专业本科教学的基本要求编写,以基本知识和基本概念为重点,力求概念准确,理论结合实际。内容包括海洋测绘发展历史、海洋测绘基本知识、海洋定位数学模型和各种测量定位技术、海洋水深测量方法以及海洋地形测量、港口工程测量和水下工程测量等典型的海洋工程测量。为满足教学的需要,每章之后附有思考题。

本书编写分工如下:黄张裕(河海大学)编写第1、第2、第3、第4章,魏浩翰(南京林业大学)编写第6章,刘学求(南京炮兵学院)编写第5、第7章。黄张裕负责全书统稿工作,华锡生教授主审。

在编写过程中得到有关人员的大力支持和协助,在此表示感谢。本书部分图表和内容参阅所列参考文献,在此特向原作者致谢。

本书是为测绘工程专业编写的海洋测绘教学用书,也可作为其他相关专业的参考用书,以及工程技术人员的参考书。

由于编者水平有限,书中的不足和疏漏在所难免,敬请使用本教材的师生和读者批评指正。

编 者

第 1 章

第 1 章 概述	1
1.1 海洋测绘的发展	1
1.2 海洋测绘的对象和特点	3
1.3 海洋测绘的任务和分类	5
1.4 海洋测绘与其他学科的关系	7
1.5 海洋测绘新技术及其应用	8
思考题	10

第 2 章

第 2 章 海洋基本知识	11
2.1 海洋	11
2.2 海底地貌特征	16
2.3 海水的特性	18
2.4 海洋资源	20
2.5 海洋法基本知识	23
思考题	26

第 3 章

第 3 章 海洋定位技术	27
3.1 海上定位模型	27
3.2 海上定位测量坐标转换	33
3.3 无线电传播及其误差	37
3.4 地面无线电定位	42
3.5 卫星定位	47
3.6 声学定位	52
思考题	56

第 4 章

第 4 章 海洋水深测量	57
4.1 海水中声波传播的特性	58
4.2 水深测量方法	61
4.3 多波束测深系统	70
4.4 水深测量归算	74
4.5 波浪和船速对水深测量的影响	79
4.6 潮汐对水深测量影响分析	85
思考题	89

第5章

第5章 海洋地形测量 90

5.1 海道测量	90
5.2 航海图及使用	93
5.3 海底地形测量	96
5.4 其他海洋测量	102
5.5 水上测量软件系统	103
5.6 海洋测量信息采集 处理技术的发展	111
思考题	113

第6章

第6章 港口工程测量 114

6.1 港口工程	114
6.2 港口工程勘测设计的 测量工作	115
6.3 港口工程施工控制的建立	118
6.4 高桩板梁式码头施工测量	121
6.5 重力式码头施工测量	141
6.6 其他典型港口工程 施工测量	146
6.7 港口工程建筑物的 变形观测	148
6.8 港口工程岸坡稳定性监测	152
思考题	157

第7章

第7章 水下工程测量 158

7.1 海底电缆铺设的调查与 测量	158
7.2 海上钻井定位测量	161
7.3 海上生产平台安装和 维修的测量工作	162
7.4 海底管道测量工作	165
7.5 海底废积物调查	169
7.6 海洋物理测量	170
思考题	173

参考文献

参考文献 174

第 1 章

概述

1.1 海洋测绘的发展

海洋,是人类生命的摇篮,现代社会的交通要道,也是地球上的资源宝库。早在 4000 余年前,腓尼基人便开始了沿非洲海上的谋生活动,以后人类的海上探险和商业活动随着造船业和航海技术的进步而蓬勃发展。1405—1433 年,中国明朝著名航海家郑和下西洋,率领船队途经 40 多个国家,七次横渡印度洋;1492—1504 年,意大利航海家哥伦布发现新大陆,四次横渡大西洋并到达美洲;1519—1532 年,葡萄牙航海家麦哲伦环球航行,完成了人类历史上的第一次环球航行;1768—1779 年,英国探险家库克最早进行了海洋探险的科学考察。这些著名的海上活动,使人类在认识、了解和研究海洋方面取得了大量的成果。

但是,直到 19 世纪资本主义工业大发展之后,人类才开始对海洋进行大规模考察和研究。1831—1836 年,进化论创始人达尔文随“贝格尔”号的环球航行考察;1872—1876 年,英国“挑战者”号远程海洋考察,航行 12 万多千米;对海洋生物、海洋气象、海水特性、珊瑚礁等进行了大量的考察和研究,取得了丰硕的成果,相继出版了多种著作,奠定和初步形成了海洋物理学、海洋化学、海洋地质学和海洋生物学等构成的海洋科学基本体系。第二次世界大战以后(1945 年 9 月),全球经济迅猛发展,人口激增,环境恶化,人类面临资源加速枯竭和食品严重短缺的巨大挑战,各海洋大国相继提出了海洋研究和开发计划,投入大量资金,发展海洋产业,海洋事业出现了前所未有的繁荣景象。据统计,目前全世界 1/3 以上的石油产量来自海洋,初步探明的大陆架海底石油储量为陆地石油储量的 3 倍以上,20 世纪末世界海洋产值已超过了 1 万亿美元。21 世纪我国海洋经济快速发展,海洋总产值从 2001 年不到 1 万亿元,增加到 2011 年的 4.6 万亿元,占 GDP10% 左右。

随着海洋经济地位的提高,海洋研究的国际合作大大加强,1957 年成立了海洋研究科学委员会(SCOR),1960 年成立了政府间海洋学委员会(IOC),1957—1965 年实施了国际印度洋考察计划(IIOC),1965—1977 年实施了黑海及邻近水域合作计划(CSK),1970—1976 年实施了加勒比海及邻近水域合作调查计划(CICAR),1971—1980 年实施了国际海洋考察十年计划(IDOE),1968—1983 年实施了深海探测计划(DSDP),20 世纪 80 年代中期欧共体提出了尤里卡海洋计划(RUOMAR)以及 20 世纪 80 年代末提出了跨世纪全球海洋观测系统(GOOS)等

1982 年通过了联合国《海洋法公约》。这些国际合作研究计划的目的都是为了有效和迅速地获取全球海洋空间的各种信息,为人类研究海洋、开发海洋资源、减少海洋灾害、改善人类生存环境服务。

当然,海洋战略和经济地位的重要性也是濒海国家间争夺海洋势力范围斗争日益尖锐的重要原因。毫无疑问,今天的海洋已成为人类生存和发展的重要空间。我国地处亚洲东部大陆,濒临西太平洋,东、南面与渤海、黄海、东海和南海相邻,既是一个大陆国家,又是一个海洋大国,如图 1-1 所示。按照联合国《海洋法公约》,应归我国管辖的内水、邻海、大陆架、专属经济区的面积达 300 多万平方千米,大陆海岸线达 1.8 万多千米,岛屿 7600 多个。改革开放以来,我国海洋事业也得到了快速发展。以海洋石油为主的海洋开发体系已经建立,沿海省市的海洋经济开发区和港口建设在开发近海资源和经济建设中发挥了重要的作用,已开始开发深海和南大洋资源的活动,海洋经济已成为我国国民经济发展的重要组成部分。

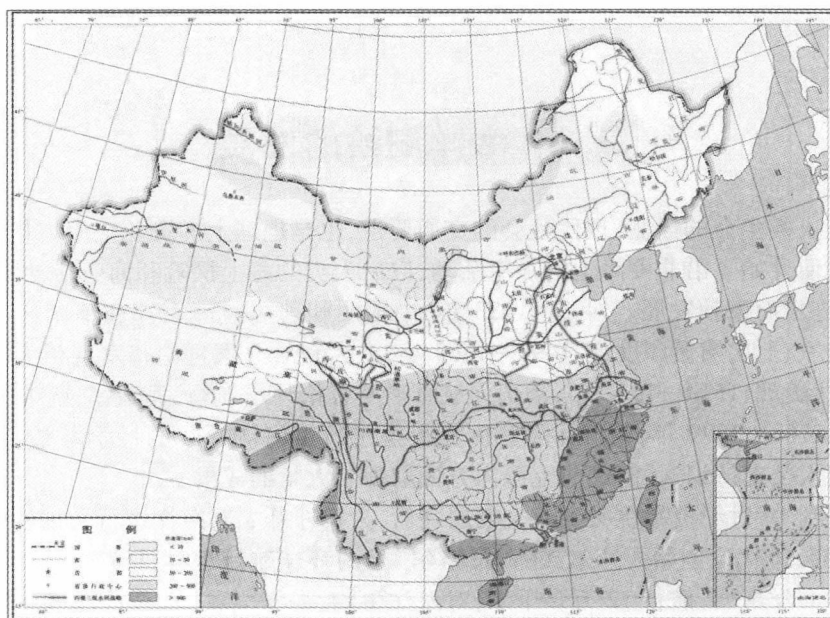


图 1-1 中国海域状况

然而,一切海洋活动,无论是经济、军事或科学活动,还是海上交通、海洋地质调查和资源开发、海洋工程建设、海洋疆界勘定、海洋环境保护、海底地壳和板块运动研究等,都需要海洋测绘提供不同类型的海洋地理信息要素、数据和基础图件。事实上,海洋测绘是伴随海洋探险和航海事业的兴起而诞生的。

早在 18 世纪,欧洲许多国家就相继成立了海道测量机构,专门从事本国沿岸海区海道测量,提供航海图,保证航行安全。1921 年,在摩纳哥设立国际海道测量局(IHM),并成立国际海道测量组织(IHO),它是协调国际海道测量及有关活动的国际政府间组织。

20 世纪 50 年代以来,随着科学技术的进步,特别是卫星技术、电子技术、计算机技术的应用,使海洋测绘突破了传统的海道测量内容和范围,从以测量航海要素为主,发展到对整个海洋空间,包括海面、水体和海底进行全方位、多要素的综合测绘,获取包括大气(气温、风、雨、云、雾等)、水文(海水温度、盐度、密度、潮汐、波浪、海流等)以及海底地形、地貌、底质、重力、磁力、海底扩张等各种信息和数据,并绘制成不同目的和用途的专题图件,为经济、军事和科学

研究服务。因此,海洋测绘工作是人类认识、研究和开发海洋的一项基础性工作。

同时,以海洋空间为对象的海洋测绘,其原理、技术和方法也已拓展形成了多个学科分支,包括海道测量学、海洋控制测量学、海洋重力测量学、海洋磁力测量学、海洋水文测量学、海底地形测量学、海洋工程测量学和海洋制图学等。而现代海洋测绘主要包括大地和海底控制测量、海洋定位测量、海水面测量、海洋测深、海底地形勘测、海洋水文测量、海洋测绘制图、海洋重力测量、海洋磁力测量以及海洋地理信息系统等。

1.2 海洋测绘的对象和特点

海洋测绘,是研究海洋定位,测定海洋大地水准面和平均海面、海底和海面地形、海洋重力、磁力、海洋环境等自然和社会信息的地理分布及编制各种海图的理论和技术。

1.2.1 海洋测绘的对象

海洋测绘是测绘学的一个分支学科,它的对象是海洋。由于海洋是由各种要素组成的综合体,因此海洋测绘的对象可以分解成两大类:自然现象和人文现象。

自然现象是自然界客观存在的各种现象,如曲曲折折的海岸、起伏不平的海底、动荡不定的海水、风云多变的海洋上空,也就是海岸和海底地形、海洋水文和海洋气象。它们还可以分解成各种要素,如海岸和海底的地貌起伏形态、物质组成、地质构造、重力异常和地磁要素、礁石等天然地物,海水温度、盐度、密度、透明度、水色、波浪、海流,海空的气温、气压、风、云、降水,以及海洋资源状况等。

人文现象是指经过人工建设、人为设置或改造形成的现象,如岸边的港口设施(码头、船坞、系船浮筒、防波堤等),海中的各种平台(石油、天然气开采等),航行标志(灯塔、灯船、浮标等),人为的各种沉物(沉船、水雷、飞机残骸等),捕鱼的网、栅,专门设置的港界、军事训练区、禁航区、行政界线(国界、省市界、领海线等),还有海洋生物养殖区。这些现象,包含有海洋地理学、海洋地质学、海洋水文学和海洋气象学等学科的内容。

海洋测绘不仅要获取和显示这些要素各自的位置、性质、形态,还包括它们之间的相互关系和发展变化,如航道和礁石、灯塔的关系,海港建设的进展,海流、水温的季节变化等。

由于海洋区域与陆地区域自然现象的重要区别在于分布有时刻运动着的水体,使海洋测绘方法与陆地测绘方法有明显的差别。在我国,陆地水域江河湖泊的测绘,通常也划入海洋测绘中。

1.2.2 海洋测绘的特点

海洋测绘的对象是海洋,而海洋与陆地的最大差别是海底以上覆盖着一层动荡不定的、深浅不同的、所含各类生物和无机物质有很大区别的水体。

由于这一水体的存在,使海洋测量在内容、仪器、方法上有明显不同于陆地测量的特点,水体使目前海洋测量只能在海面航行或在海空飞行中进行工作,而难以在水下活动。在海洋水域没有居民地,也没有固定的道路网,除浅海区外,也没有植被。因此海洋测量的内容主要是进行海洋定位,探测海底地貌和礁石、沉船等地物,而没有陆地那样的水系、居民地、道路网、植被等要素。此外,海底地貌也比陆地地貌要简单得多,地貌单元巨大,很少有人类活动的痕迹。但这并不是说海洋测量比陆地测量要简单容易,相反,海洋测量在许多方面比陆地测量要

困难。

首先,水体具有吸收光线和在不同界面上产生光线折射及反射等效应,陆地测量中常用的光学仪器,在海洋测量中使用很困难,航空摄影测量、卫星遥感测量只局限在海水透明度很好的浅海域。海洋测深主要使用声学仪器,超声波在海水中的传播速度随海水的物理性质(如海水盐度和温度等)的变化而不同,这就增加了海洋测深的困难。

其次,由于水体的阻隔,肉眼难以通视海底,加上传统的回声测深只能沿测线测深,测线间则是测量的空白区。海底地形的详测需要进行加密,或采用全覆盖的多波束测深系统和侧扫声呐等,这就会大大增加测量时间和经费。

因此,海洋测绘主要有以下特点:

- (1) 海洋测量中三维坐标(X 、 Y 、 H)同步测定,即平面位置和深度同步测定;
- (2) 海洋测量中作业距离一般较大,海洋地面无线电测距一般必须采用低频电磁波,水下测量采用声波作为信号源;
- (3) 海洋测深受潮汐、海流和温度的影响,必须考虑这些因素对测量结果的改正;
- (4) 海洋测量在不断运动着的海水面上进行,具有动态性,必须考虑四维性;
- (5) 海洋测量无法进行重复观测,为了提高测量精度,必须采用多套不同的系统进行测量,从而产生同步多余性;
- (6) 海洋测量观测条件比较复杂,观测精度相对较低。随着 GPS 等卫星定位技术发展和应用,精度大大提高。

1.2.3 海洋测绘的精度

海洋测量通常采用两种精度指标来衡量定位精度:相对精度和绝对精度。相对精度是指同一点进行复原的可能程度,属于内部符合精度;绝对精度是指确定点相对于某一参考系(或参考点)的可靠性,属于外部精度。不同学科对海洋测量的精度要求有较大的差异,如表 1-1 所列。

表 1-1 几种典型海洋测量的点位精度要求(1975 年)

测量作业	施测精度/m			点位精度/m		
	$X(N)$	$Y(E)$	H	$X(N)$	$Y(E)$	H
控制点	1	1	1	10	10	5
重力基本点	10	10	1	10	10	5
大地水准面	—	—	0.1	—	—	0.5
平均海水面	—	—	—	50~100	50~100	0.1
固定站浮标	10	10	—	10	10	—
漂移浮标	50~100	50~100	—	50~100	50~100	—
海底扩张	0.1	0.1	0.1	—	—	—
冰盖运动	1~5	1~5	—	—	—	—
探测、救护、打捞	1~10	1~10	—	20~100	20~100	—
地球物理测量	10~100	10~100	5	—	—	—
钻探	1~5	1~5	1~5	—	—	—
管线电缆铺设	1~10	1~10	—	—	—	—
海道疏浚	2~10	2~10	—	—	—	—
跟踪站	—	—	—	10	10	10

1.3 海洋测绘的任务和分类

1.3.1 海洋测绘的任务

从广义上讲,海洋测绘是一门对海洋表面及海底的形状和性质参数进行准确测定和描述的科学,而海洋表面及海底的形状和性质,是与大陆以及海水的特性和动力学有关的。

由于海洋测绘的工作领域相当广阔,而具体服务的对象随着海洋开发事业的发展也日益增多,因此根据海洋测绘工作的不同目的,海洋测绘任务主要分成两大类(图1-2)。

(1) 科学性任务:为研究地球形状、海底地质构造运动和海洋环境保护等提供必要资料的测量工作。这类海洋测绘的内容主要包括3方面:① 为研究地球形状提供更多的数据资料;② 为研究海底地质构造运动提供必要的资料;③ 为海洋环境研究工作提供测绘保障。

(2) 实用性任务:对各种不同的海洋工程开发提供所需要的海洋测绘服务的工作。其服务对象主要有:海洋自然资源的勘探和近海工程、航运救援与航道、近岸工程、渔业捕捞、海底工程、海上划界等。

1.3.2 海洋测绘的分类

根据海洋测绘的不同工作内容分为:海洋重力测量、海洋磁力测量、海洋控制测量、海洋定位测量、海洋水深测量、海底地形测量障碍物探测、海洋水文测量和海洋制图以及海洋地理信息的分析、处理及应用等。

1. 海洋重力测量

海洋重力测量,测量海区重力加速度的工作。包括海底重力测量和航海重力测量以及机载重力测量和卫星重力测量。

海底重力测量,是将重力仪器用沉箱沉于海底,以遥控及遥测方法进行测量。航海重力测量,是将仪器安置在船舶、潜水艇内进行的海洋重力测量。

2. 海洋磁力测量

海洋磁力测量是研究地球物理现象、海洋资源勘探以及海底宏观地质构造的重要手段。包括船基在航磁力测量、机载磁力测量和卫星磁力测量。地磁是地球的一个重要物理参数,位于地球中心,磁场与经度无关,但与纬度有关,还与地层内部物质成分和地质构造有关,主要应用质子磁力仪进行海上磁力测量。

3. 海水面测量

海水面测量包括海水面形态测定和平均海水面测定。前者对海洋测绘和海洋科学研究有着重要意义,后者则对大地测量有着重要的意义。主要采用验潮测量和卫星测高技术。

4. 海洋水文测量

主要获取海洋温度、盐度、透明度、水色、汐、潮流等水文要素。

5. 海洋控制测量

在沿海和一些岛屿上设立控制点,是建立海洋大地控制网的重要组成部分。但整个海域无限广阔,必须设立海底控制点,即在海底设置控制点。这些控制点由于被海水包围,无法使用光波和电波,所以一般使用3个或4个一组的应答器通过声学测距的办法来建立海底控制。

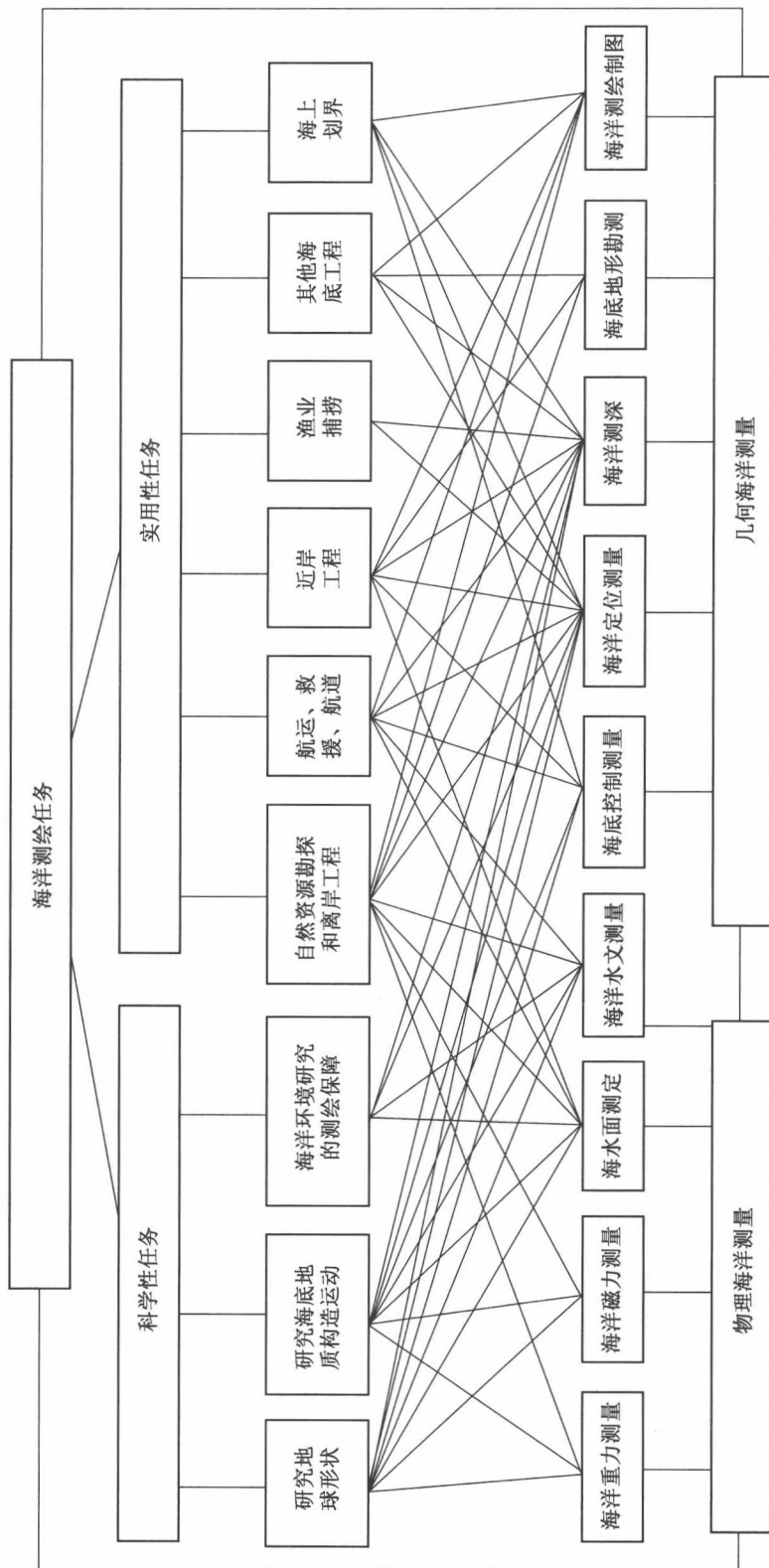


图1-2 海洋测绘的任务和主要内容

6. 海洋定位测量

海洋定位测量是精确地确定海洋表面、海水中和海底各种标志的位置。在海洋中对航行的船舶进行定位,可以采用天文定位、光学交会定位、地面无线电定位、卫星定位、声学定位、惯性系统定位等方法。

7. 海洋测深

海洋水深测量主要采用回声测深法,即采用船上发射声波,使其传递到海底再反射回来,在船上接收,以获得测量成果的方法。目前可以采用先进的多波束进行水下地形测量。对于浅海区,还可以利用航空摄影测量法、机载激光法和卫星遥感法等。

8. 海底地形勘测

对于离岸工程和一些线状的海底工程,在局部范围之内,对海底地形和沉积部分的海底地质进行详细的勘测是相当重要的,因为这些勘测结果将作为海洋工程构筑物的设计依据,需要绘制大比例尺的海底地形图和具有相当密度的海底地质剖面图,底质测量通常采用海洋底质采样和浅层剖面仪测量等方法。

9. 海洋测绘制图

海图的绘制是海洋测绘中的一个具有经常性、实用性的重要组成部分。主要包括手工成图和自动成图系统,即把所有海洋测绘的数据直接输入计算机进行自动处理,并根据处理后的数据自动成图。对于专题海图、系列海图,许多国家正在进行大量的生产制作。

10. 海洋地理信息系统

海洋地理信息系统的研究对象包括海底、水体、海水表面和大气以及沿海人类活动等层面,主要强调对时空过程的分析 and 处理。

1.4 海洋测绘与其他学科的关系

1.4.1 海洋测绘与其他学科的关系

海洋测绘与其他学科的关系,可以从两个方面来理解:① 要求海洋测绘为其服务,并促使海洋测绘进一步发展的学科,与这些学科的关系可称为间接关系;② 为了发展海洋测绘技术,必须向某些学科进行理论借鉴,技术引进,与这些学科的关系称为直接关系。以下主要论述与海洋测绘有直接关系的学科,如图 1-3 所示。

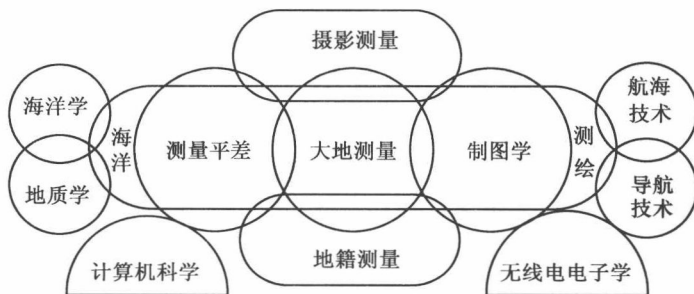


图 1-3 海洋测绘与其他学科的关系

从图 1-3 中可以得出:

(1) 海洋测绘与陆地测绘的有关理论和方法是有密切关系的,但是它又要根据海上工作条件的特点,对这些理论和方法进行创造性的运用,尤其是海洋测绘所用的仪器设备与陆地测绘的有明显的差别,因此形成了具有显著特色的海洋测绘工作。

(2) 现代海洋测绘技术的基础是无线电电子学和计算机科学。

(3) 由于海洋测绘的主要工作场所是在船上,因此航海技术和导航技术已成为海洋测绘工作中的一个重要组成部分。

(4) 海洋测绘工作所处的空间是在广阔的海洋上,因此对海洋环境的了解已成为每一个海洋测绘工作者必须掌握的知识,海洋学在这方面会起到显著作用。

1.4.2 有关海洋测绘教育要求

1. 海洋测绘人员资格标准

国际测量师联合会(FIG)、国际海道测量组织(IHO)于1983年制定了《海道测量人员资格标准》,根据理论知识、知识水平、技术能力和可胜任的工作范围,将海洋测绘人员的资格分成A、B、C级,相当于我国现行的工程师、技术员和测工3个等级。

2. 海洋测绘教育大纲

为使海洋测绘教育达到相应的要求,制定了海洋测绘教育大纲,包括基础课程、保证课程、核心课程、辅助课程和专门化课程。其中:

(1) 基础课程:包括数学、力学和统计学,测绘科学理论与技术,测量仪器和系统等。

(2) 保证课程:包括数据处理理论与技术、海洋环境科学等。

(3) 核心课程:包括陆地测量、海洋测量、海洋制图和海洋地理信息系统等。

(4) 辅助课程:包括海洋法、航海科学等。

(5) 专门化课程:包括近海测量、远洋测量等。

1.5 海洋测绘新技术及其应用

近年来,随着测绘科学与测绘新技术的发展,海洋测绘的技术水平也得到迅速提高,以数字化和信息化为代表的新的海洋测量工程技术体系已基本形成。在新的海洋测绘体系中,融合和吸收了大量其他相关学科的理论和技术,如航空航天技术、通信技术、计算机技术、航海技术、数据库技术、天文学、海洋学、气象学和水文学等。不同学科间的相互渗透和相互作用,促进了现代海洋测绘理论和技术的发展,其中最为显著和具有代表性的海洋测绘新技术主要有以下几个方面。

1. 卫星定位技术

从GPS为代表的全球卫星导航定位技术具有全球覆盖、全天候、实时、高精度提供定位服务的特点,极大地提高了海洋测量中各种测量载体和遥测设备的定位精度和工作效率,特别是适用于不同范围的单基准站常规差分GPS(DGPS)站、多基准站的无线电差分GPS(RBN/DGPS)网以及广域差分GPS(WADGPS)网的建立,使我国在江河湖海中航行或进行水域测量的任何船只都能实时获得米级甚至亚米级的定位精度。GPS RTK技术的应用为滨海断面测量、滩涂测量和水下地形测量提供了极为有效的定位方法。

2. 水深测量技术

长期以来,水深测量主要应用声学探测技术,即单波束回声测深技术。但近 20 多年来,多波束测深、机载激光测深以及卫星遥感测深技术的出现和应用,使测深技术有了新的发展,水深测量效率大为提高。特别是多波束测深技术,其水深测量覆盖面、精度、分辨力、声学图像质量等有了大幅度提高,不仅满足了大面积高精度进行海底地形测量工作的要求,而且由于获取的信息量丰富,还能进行海底沉积物分析、海底地质研究、矿产调查等。因此,多波束测深技术以及测深侧扫声呐技术是今后水深测量技术的重点发展方向。机载激光测深能提供沿海浅水区大面积快速水深测量资料,卫星遥感测深对探测岛礁地形和附近水深是十分经济而有效的。

3. 海洋遥感和卫星测高技术

海洋遥感是利用 SAR、多光谱及高度计等技术对遥感影像片资料进行加工处理,目前已在岛礁定位、岸滩监测、岸线确定、浅海测深、航行危险区和他国非法占领海区海图修测等方面发挥着重要的作用。卫星测高技术是近年来随着卫星遥感技术的发展而发展起来的一个边缘学科,利用卫星上装载的微波雷达测高仪、辐射计和合成孔径雷达等仪器,实时测量卫星到海面的距离、有效波高和后向散射系数等,处理和分析这些数据可用以研究全球海洋大地水准面和重力异常以及海面地形、海底构造等多方面的问题。由于卫星测高技术可以从空间大范围、高精度、快速、周期性地探测海洋上的各种现象及其变化,因而使人类研究和认识海洋的深度和广度有了极大提高,这是传统的船载海测技术所难以做到的。卫星测高技术同 GPS 技术一样,已成为空间大地测量学和海洋大地测量学的重要组成部分。

4. 数字海图和海洋测绘数据库技术

数字海图和海洋测绘数据库是指存储在计算机可识别的某种介质上(光盘、磁盘、闪存等)的不可视的数字和图形数据,它也可根据需要处理成可视化的图像。自动化成图和数字海图生产离不开数字化的制图技术,当前主要指用一些比较成熟的制图软件如 Arc/Info、Map-Info 等,在工作站或计算机上生产数字海图。海洋测绘数据库技术主要包括海图数据库、水深数据库、海洋重力数据库、潮汐数据库、海洋数字地面模型(DTM)数据库及其他与海洋测绘有关的数据库。

5. 海洋地理信息系统(MGIS)

海洋测绘科技发展的另一个重要领域就是地理信息系统(GIS)技术的应用。海洋地理信息系统以海洋空间数据及其属性为基础,存储海洋信息,记录物体之间的关系和演变过程,具有强大的显示和分析功能,为海洋环境规划、海洋资源的开发与利用、海战场环境建设提供决策支持、动态模拟、统计分析和预测等,为国家和地方政府、科学研究机构和经济实体等进行海洋工程建设、资源开发、抗灾防灾以及军事活动等的决策或管理时,迅速、准确、及时地获取海洋地理信息提供了条件。目前快速数据采集技术(如卫星定位、多波束声呐等)和数字海图生产技术已为各种海洋测绘 GIS 的建立奠定了基础。不少发达国家的航海部门、海道测量管理部门和海岸管理部门投入大量人力和财力,研究和生产各种 GIS 产品,为有关部门进行决策和管理提供十分有效的工具。

上述新型的海洋测绘技术,拓展了海洋测绘信息获取手段,扩大了信息源,提供了海量数据,提高了信息质量,呈现了多样化的数字产品,为构建数字海洋和数字地球奠定了雄厚的基础。



思考题

1. 海洋测绘的对象和特点是什么?
2. 海洋测绘的主要任务和分类有哪些?
3. 现代海洋测绘新技术主要有哪些方面?