

“十三五”国家重点图书



湖北省学术著作
Hubei Special Funds for
Academic Publications 出版专项资金

海洋测绘丛书

海岸带测绘技术

张志华 主编

Oceanic
Surveying And Mapping



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

“十三五”国家重点图书



湖北省学术著作
出版专项资金
Hubei Special Funds for
Academic Publications

海洋测绘丛书

海岸带测绘技术

张志华 主编

Oceanic Surveying And Mapping



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

海岸带测绘技术/张志华主编. —武汉:武汉大学出版社,2019.1

海洋测绘丛书

“十三五”国家重点图书 湖北省学术著作出版专项资金资助项目

ISBN 978-7-307-20602-1

I.海… II.张… III. 海岸带—海洋测量 IV.P229

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第248741号

责任编辑:胡 艳 责任校对:汪欣怡 版式设计:汪冰滢

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:cbs22@whu.edu.cn 网址:www.wdp.com.cn)

印刷:武汉中远印务有限公司

开本:787×1092 1/16 印张:16 字数:376千字 插页:1

版次:2019年1月第1版 2019年1月第1次印刷

ISBN 978-7-307-20602-1 定价:48.00元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

学术委员会

主任委员 宁津生

委员 (以姓氏笔画为序)

宁津生 姚庆国 李建成 李朋德 杨元喜 杨宏山
陈永奇 陈俊勇 周成虎 欧吉坤 金翔龙 翟国君

编委会

主 任 姚庆国

副主任 李建成 卢秀山 翟国君

委 员 (以姓氏笔画为序)

于胜文 王瑞富 冯建国 卢秀山 田 淳 石 波
艾 波 姚庆国 刘焱雄 孙 林 许 军 阳凡林
吴永亭 张汉德 张立华 张安民 张志华 张 杰
李建成 李英成 杨 鲲 陈永奇 周丰年 周兴华
欧阳永忠 罗孝文 胡兴树 赵建虎 党亚民 桑 金
高宗军 曹丛华 章传银 翟国君 暴景阳 薛树强

本书编委会

主 编 张志华

副主编 丁鹏辉 刘焱雄 张九宴 欧阳永忠

编 委 (以姓氏笔画为序)

闫鲁雁 孙晓明 张 健 邵成立 邵春丽 周圣川

赵亚波 栾学科 鞠文征

前言

海岸带是连接海洋和陆地的区域,指海陆之间相互接触、相互作用的地带,资源丰富且生态环境脆弱,是人类与海洋进行物质交换的重要区域,也是生态环境保护的重点区域。作为地球表面最为活跃的自然地带,绝大多数国家和地区的海岸带,资源、风光、产业、城市复合程度高,是经济社会发展最具活力和潜力的区域,也是生态环境压力大的区域。这里资源与环境条件优越,生物多样性丰富,具有海陆过渡特点的独立环境体系,与人类的生存发展关系最为密切。

“海岸带测绘”逐渐成为一门对海岸带范围内陆地、滩涂及海底的形状和性质进行准确测定和描述的学科分支,其测绘的要素主要包括浅海水深、海岸线、干出滩、沿岸陆地和岛礁地形,并以海岸带地形图和海岸带地理信息系统的形式进行表现和展示,以反映海岸带范围内自然和人工地形要素为主,是海岸带综合利用的基础。十多年来,随着测绘装备技术的进步,海岸带测绘技术水平得到迅速提高,以数字化和信息化为代表的海岸带测绘技术体系已基本形成。在海岸带测绘体系中,融合和吸收了大量其他学科的理论和技术,如海洋学、气象学、水文学、天文学、物理学、航空航天技术、通信技术、计算机技术、数据库技术等。不同学科间的相互渗透和相互作用,促进了海岸带测绘理论和技术的发展。

本书介绍海岸带测绘基本理论、技术以及工程实践经验,系统阐述了海岸带地理信息数据获取与表达的流程和方法。全书共10章,第1章简要介绍了海岸带测绘的任务、内容、现状与进展,概括了全书的内容,第2章至第10章主要内容包括海岸带测绘涉及的测绘基准、控制测量、导航定位、陆地地形测量、水下地形测量、海岸线测量、海域使用测量、海陆一体化地理信息表达、海岸带地理信息系统以及海岸带测绘项目组织实施方面的内容和要求。

本书内容体系由编者集体确定,按章节分工编写,通过对书稿数次整合、补充与修改,既保持了全书内容的专业性、系统性、统一性,又增强了内在联系,减少了不必要的重复。全书由青岛市勘察测绘研究院、国家海洋局第一海洋研究所、海军海洋测绘研究所三个单位共同编写,参与编写的主要人员有丁鹏辉、刘焱雄、闫鲁雁、孙晓明、张九宴、张志华、张健、邵成立、邵春丽、欧阳永忠、周圣川、赵亚波、栾学科、鞠文征(以姓氏笔画为序),最后由张志华负责统一修改并定稿。

此外,周兴华、张汉德、卢秀山等海洋或测绘方面的专家为本书的编写提供了宝贵数据资料及建议,他们同样付出了艰辛的劳动,因此,本书是众多测绘科技工作者合作的结晶。本书在编撰过程中,还参考了大量国内外文献,在此对各位专家的支持以及这些文献的作者,致以衷心的感谢。

由于海岸带测量涉及内容广泛，相关技术发展迅速，加之编者水平和时间有限，本书虽经多次修改，但错误和不足之处在所难免，恳切期望各位专家、学者和读者不吝赐教与批评指正。

作 者

2016年8月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 概述	1
1.2 海岸带测绘的特点、任务、内容及现状	2
1.2.1 海岸带测绘的特点	2
1.2.2 海岸带测绘的任务和内容	3
1.2.3 我国海岸带测绘的现状	3
1.3 海岸带测绘技术进展	4
1.4 展望	6
第2章 测绘基准	8
2.1 大地基准	8
2.1.1 大地基准的基本概念	8
2.1.2 参心坐标系	9
2.1.3 地心坐标系	12
2.1.4 常用坐标系的转换	15
2.2 高程基准	18
2.2.1 高程基准基本概念	18
2.2.2 我国采用的正常高系统	18
2.3 深度基准	19
2.3.1 深度基准概念	19
2.3.2 我国采用的深度基准	20
2.3.3 我国深度基准计算方法	21
2.4 高程基准与深度基准转换	22
2.4.1 似大地水准面模型建立	23
2.4.2 区域无缝深度基准模型建立	24
2.4.3 高程基准与深度基准转换	26
2.4.4 海岛高程传递	26
第3章 海岸带控制与定位测量	28
3.1 概述	28
3.2 平面控制测量	29

3.2.1 导线测量.....	29
3.2.2 卫星定位测量.....	32
3.2.3 卫星定位网布测.....	35
3.3 高程控制测量.....	39
3.3.1 几何水准测量.....	39
3.3.2 GNSS 水准测量.....	41
3.4 导航定位.....	43
3.4.1 导航定位原理与方式.....	43
3.4.2 典型海洋导航定位方法.....	44
3.4.3 卫星导航定位.....	44
第4章 海岸线测量	49
4.1 概述.....	49
4.2 海岸与海岸线.....	49
4.2.1 海岸.....	49
4.2.2 海岸线.....	50
4.3 海岸线界定.....	51
4.3.1 自然海岸的岸线.....	52
4.3.2 人工海岸的岸线.....	54
4.3.3 河口岸的岸线.....	56
4.4 海岸线测量方法.....	56
4.4.1 常规测量技术.....	56
4.4.2 摄影测量与遥感技术.....	57
4.4.3 海岸线修测流程.....	63
第5章 海岸带陆部地形测量	65
5.1 概述.....	65
5.1.1 海岸带陆部.....	65
5.1.2 陆部地形测量.....	65
5.1.3 测绘方法.....	66
5.2 全野外数字测图.....	67
5.2.1 概念.....	67
5.2.2 系统构成.....	68
5.2.3 作业模式.....	68
5.2.4 外业测量.....	70
5.2.5 数据处理.....	71
5.3 航空摄影法测图.....	71
5.3.1 概述.....	71

5.3.2 数字摄影测量软件	71
5.3.3 实现途径	72
5.3.4 航空摄影	73
5.3.5 像控测量	76
5.3.6 外业调绘	78
5.3.7 解析空中三角测量	81
5.3.8 DLG 的制作	86
5.3.9 DEM 的制作	88
5.3.10 DOM 的制作	88
5.4 三维激光扫描技术	89
5.4.1 地面三维激光扫描	90
5.4.2 船载三维激光扫描	93
5.5 合成孔径雷达干涉测量技术	96
5.5.1 InSAR 的干涉模式	96
5.5.2 InSAR 工作原理	98
5.5.3 InSAR 数据处理流程	100
5.6 水上水下一体化测量	102
5.6.1 系统组成	102
5.6.2 系统数据处理	102
第6章 水下地形测量	106
6.1 概述	106
6.2 潮位测量	107
6.2.1 海水运动现象	107
6.2.2 验潮站布设	109
6.2.3 潮位观测	110
6.2.4 水位改正	118
6.2.5 潮位插值	122
6.3 回声测深原理	123
6.3.1 声波	123
6.3.2 声波的传播特点	123
6.3.3 回声测深	125
6.4 单波束测深	126
6.4.1 回声测深仪	126
6.4.2 单波束测深改正	127
6.5 多波束测深	130
6.5.1 多波束数据采集系统基本构成	130
6.5.2 多波束测深系统的特点	132

6.5.3 多波束测深系统的主要误差	133
6.5.4 我国多波束测深系统研制	134
6.6 机载激光测深	134
6.6.1 激光测深基本原理	135
6.6.2 机载激光测深系统构成	135
6.6.3 机载激光测深系统发展	136
6.6.4 机载激光测深系统的应用	137
6.7 测线布设	138
6.7.1 测线布设的目的与形式	138
6.7.2 测线布设	139
6.8 单波束水下地形测量流程	140
6.8.1 单波束水深数据采集	140
6.8.2 水深测量数据处理	145
第7章 海域使用测量	147
7.1 概念	147
7.1.1 海域使用	147
7.1.2 我国的海域使用管理	147
7.1.3 基本概念	148
7.2 海域使用调查	149
7.2.1 概念	149
7.2.2 海域分类	150
7.3 海域使用界址的界定	156
7.3.1 界址界定原则	156
7.3.2 界址界定的一般流程	156
7.3.3 用海范围界定方法	157
7.4 海域使用测量	164
7.4.1 控制测量	164
7.4.2 界址点测量	164
7.4.3 海籍测量记录	169
7.4.4 内业数据处理	170
7.5 面积计算	171
7.5.1 坐标法	171
7.5.2 任意图斑椭球面积计算	172
7.5.3 积分法	174
7.6 宗海图和海籍图绘制	175
7.6.1 宗海图绘制	176
7.6.2 海籍图绘制	177

7.7 海域使用信息管理系统	179
7.7.1 总体框架	179
7.7.2 主要功能	180
第8章 海岸带地形图绘制	181
8.1 概述	181
8.1.1 海岸带地形图含义	181
8.1.2 海岸带地形图的数学基础	181
8.1.3 海岸带地形图的内容	182
8.1.4 海岸带地形图的特征	182
8.1.5 海岸带地形图的作用	182
8.2 海岸带地形图绘制的基本要求	183
8.2.1 海图与地形图的差异	183
8.2.2 海岸带地形图的绘制要求	184
8.3 海岸带地形图的要素表示	185
8.3.1 海岸带地形图地物的绘制	185
8.3.2 地貌在海岸带地形图上的表示	188
8.3.3 注记	190
8.4 海陆一体化表达	190
8.4.1 统一垂直基准	191
8.4.2 图库一体化	192
8.4.3 海岸带地形图的一体化表达	192
第9章 海岸带地理信息系统	198
9.1 海岸带 GIS 概述	198
9.1.1 海岸带 GIS 特点	198
9.1.2 海岸带 GIS 的建设意义	199
9.2 海岸带 GIS 数据建设	201
9.2.1 多源数据处理与集成	201
9.2.2 海陆一体地理信息数据库	203
9.2.3 二维、三维一体化表达	208
9.3 海岸带 GIS 系统设计	210
9.3.1 海岸带地理信息系统架构	210
9.3.2 组件式二次开发技术	210
9.3.3 基于开源平台的海岸带 GIS 开发	213
9.3.4 基于底层构建的海岸带 GIS 开发	216
9.4 海岸带 GIS 典型应用	218
9.4.1 海岸带资源管理与辅助规划	218

9.4.2 海岸线、河口岸线时空变迁分析	219
9.4.3 海籍管理应用	219
9.4.4 海岸带生态环境管理	220
9.4.5 海岸带灾害管理	221
第10章 海岸带测绘组织实施	223
10.1 项目设计	223
10.1.1 测绘技术设计概述	223
10.1.2 海岸带测绘设计书编制	224
10.2 项目管理	226
10.2.1 目标管理	226
10.2.2 组织结构管理	226
10.2.3 资源配置管理	228
10.2.4 进度管理	229
10.2.5 质量管理	232
10.3 质量检查与验收	233
10.3.1 检查验收资料	234
10.3.2 质量评分方法	234
10.3.3 海岸带测绘检查验收实施	235
10.4 安全保障	238
10.4.1 安全管理制度	238
10.4.2 生产安全	239
10.4.3 数据安全	239
10.4.4 安全监控系统	240
参考文献	242

第1章 绪 论

地球表面 71% 为海洋, 29% 为陆地。全球海洋面积约 $3.6 \times 10^8 \text{ km}^2$, 海岸线长约 $44 \times 10^4 \text{ km}$ 。我国地处亚洲大陆东南部, 位于太平洋西岸, 东、南濒临渤海、黄海、东海、南海及台湾以东海域。按照联合国《海洋法公约》, 属我国管辖的内水、领海、大陆架、专属经济区的面积达 300 多万平方千米。我国大陆海岸线北起辽宁鸭绿江口, 南至广西北仑河口, 大致呈弧状轮廓, 长达 1.8 万多千米; 我国面积 500 m^2 以上的岛屿 6500 余个, 岛屿岸线长达 1.4 万多千米。海岸类型多样, 大于 10 km^2 的海湾 160 多个, 大中河口 10 多个, 自然深水岸线 400 多千米。我国海洋滩涂总面积 2 万余平方千米, 主要分布在辽宁、山东、江苏、浙江、福建、台湾、广东、广西和海南等地。

我国大陆岸线大体以杭州湾为界, 其海岸类型, 根据形态和成因, 南部多为基岩海岸, 北部多为泥砂质海岸, 但南北各个岸段之间, 往往是基岩海岸、砂质海岸、淤泥质海岸相间。北部的辽东半岛、山东半岛以基岩海岸为主; 辽河三角洲、海河三角洲、黄河三角洲以及长江三角洲等, 则以淤泥质海岸为主; 辽西、冀东沿海以砂岸为主, 砂质海岸与基岩海岸相间; 南部的浙闽沿海, 山地直逼海岸, 海湾岬角相间; 广东、广西沿海则以珠江三角洲的泥砂质海岸居中, 并伴有生物海岸包括珊瑚礁海岸和红树林海岸, 两侧以砂质海岸为主, 砂岸、岩岸相间, 多优良的港湾。

1.1 概述

海岸带是海水运动(海洋潮汐、波浪、洋流等)所能影响到的陆地和浅海相接的海陆过渡地带, 包括向陆部分、大陆架被淹没的土地及其上覆水域。海洋学家按照潮汐的运动规律及影响范围将海岸带划分为海岸(潮上带)、干出滩(潮间带)和水下岸坡(潮下带)三个单元, 如图 1.1 所示。

海岸指平均高潮线以上的沿海陆地部分, 是海水运动作用于陆域的最上限及其邻近陆地, 即潮上带。其范围至大潮或风暴潮形成的海浪水滴和水雾可以到达或影响的陆地区域。

干出滩是指介于平均高潮线与平均低潮线之间的区域, 其特点是: 涨潮时被海水淹没, 退潮时露出海面, 是典型的两相地带, 习惯上又被称为潮间带, 是海浪活动最积极、作用最强烈的地带。

水下岸坡是指位于平均低潮线以下、浪蚀基面以上的浅水区域(即海水对海底地形的冲淤变化等作用所至区域), 一般从低潮时海水到达的地方算起, 向海到波浪、潮汐没有显著作用的地带, 又称为潮下带。

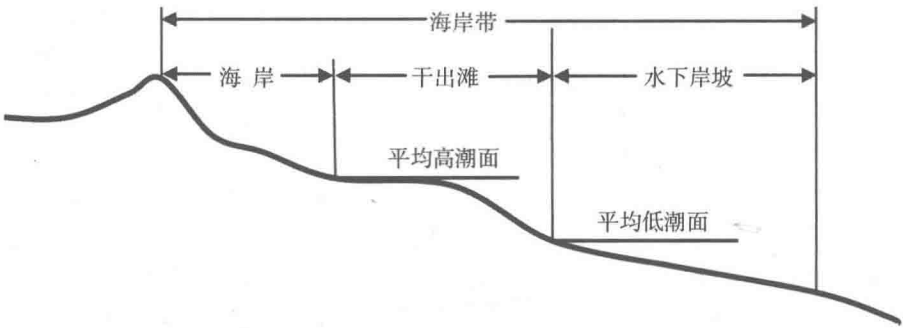


图 1.1 海岸带示意

海岸带的范围，向陆、海两侧都不具体，为了满足对海岸带、海涂资源等的调查、利用、保护、国防和科研等的实际需要，在我国，海岸带测绘(调查)的陆域界线一般为垂直海岸线向陆方延伸 2~10km，海域界线则垂直海岸线向海洋延伸 5~15n mile(海里，1n mile≈1.852km)或理论最低潮面下 10~15m 的海底深处。测绘学上的海岸带是以海岸线为基准线，向陆一侧延伸 2~10km，向海洋一侧延伸 5~15n mile 的狭长带状区域。

海岸带蕴藏着丰富的自然资源，有海陆相接的区位优势，附近遍布着城市和海港，居住着世界 2/3 的人口，工业、商业、居住、旅游、军事、渔业等人类活动频繁。海岸带也是海洋灾害频发和生态极其脆弱的区域。特别 20 世纪中期以来，随着对海岸带的开发利用加剧，海岸形状(态)急剧变化，资源遭到破坏，海洋环境受到污染，人类生存空间和可持续发展面临严重挑战，对海岸带的综合管理和科学利用提出了迫切要求。21 世纪是海洋的世纪，随着中国发展海洋经济，提高海洋综合实力，建设海洋强国，充分发挥陆海统筹战略引领作用，海岸带测绘和科研工作迎来了空前发展和机遇。

1.2 海岸带测绘的特点、任务、内容及现状

“海岸带测绘”是一门对海岸带范围内陆地、滩涂表面及海底的形状和性质参数进行准确的测定和描述的学科，主要包括浅海水深、海岸线、干出滩、沿岸陆地和岛礁地形，通过海岸带地形图和海岸带地理信息系统的形式表现和展示。

一般说来，海岸带测绘主要指海岸带地形图测绘，以反映海岸带范围内自然和人工地形要素为主。海岸带地形图具有地形图和海图的属性，它的主要作用表现在：在国民经济建设中，可用于地质勘探、港湾建筑、水产养殖、围海造田、敷设电缆管道，以及沿岸资源开发等；在军事上，可供登陆、抗登陆作战训练中研究地形，计划和实施海岸军事工程及其他军事活动。此外，还可作为编辑海岸带各种专题图的地理基础，为地形图和海图提供基础数据。

1.2.1 海岸带测绘的特点

受陆海相互作用影响，海岸地貌处于不断变化之中，并且形态错综复杂，具有陆地、

滩涂、海域等各种地貌。海岸带测绘兼具陆地测绘和海洋测绘的特点,同时又是二者的有机统一,具有自己独特的特点。主要表现在:

(1) 测绘范围为沿海岸线两侧的曲折狭长条带,包含陆地和海洋。

(2) 测绘基准的选择要兼顾陆、海测绘的要求和衔接。

(3) 测绘外业数据采集装备多样,既包含陆地测绘常用的全站仪、水准仪、GNSS接收机等,还包括海洋测绘中的测深仪、验潮仪、声速仪等,以及三维激光扫描仪、机载Lidar设备等。

(4) 测绘方法更加综合,不仅有常规陆地地形测绘手段,还需要采用水深测量、航测遥感、激光雷达、卫星测高等所有可能用到的测绘手段和技术方法。

(5) 测绘成果融合了陆地、海洋地理信息,既要合理取舍突出重点,又要兼顾地形图和海图的特征,相互协调,实现海陆数据的一体化综合表达。

1.2.2 海岸带测绘的任务和内容

由于海岸带测绘的工作领域相当广阔,而服务的对象随着海岸带开发事业的发展也日益增多,因此根据海岸带测绘工作的不同目的,海岸带测绘任务主要分成两大类:

(1) 科研任务,为研究地球形状、海岸带构造、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。包括三方面:一是为研究地球形状提供更多的数据资料;二是为研究海岸带构造和变化以及海底地质构造运动提供必要的资料;三是为海岸带环境研究工作提供测绘保障。

(2) 工程任务,为各种不同的海岸带开发提供海岸带测绘服务的工作。它们的服务对象主要有:海岸带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、渔业资源、海岸带开发保护以及规划建设等。

根据海岸带测绘的不同应用需求和作业阶段,海岸带测绘内容可分为:海岸带测绘基准建立、海岸带控制测量、海岸线测量、海岸地形测量、水下地形测量、海域使用测量、海岸带制图、海岸带地理信息系统建设、海岸带测绘组织实施等。

1.2.3 我国海岸带测绘的现状

1.2.3.1 我国海岸带测绘工作的开展情况

我国较有影响的海岸带测绘工作始于20世纪80年代。1980—1986年,国务院批准设立了全国海岸带和海涂资源综合调查小组,在沿海省份开展了大规模的海岸带和海涂资源综合调查,编制了《测绘海岸带地形图的若干技术规定(试用)》,编制了1:20万海岸带地形图。

1983年,海军海洋测绘研究所对编制大比例尺海岸带地形图进行了研究,并编制出1:25000、1:50000实验样图;详细表示了海岸线及海岸性质。滩涂以符号、注记、设色和等值线方法结合表示;提供了高程、水深两个基准面的换算方案。海底地貌用等深线分层设色方法表示,基本等深距为1m;表示内容也包括潮汐等水文要素。

2000年,国家测绘局发布国家测绘行业标准《1:5000、1:10000、1:25000海岸带地形图测绘规范》(CH/T 7001)。该标准在《测绘海岸带地形图的若干技术规定》的基础

上,吸取了测绘地理信息部门的经验制定而成,规定了大比例尺海岸带地形图的测绘方法和技术要求。海岸带测绘工作得到了军事测绘主管部门、国家海洋局、国家测绘局以及沿海各地方政府的重视。

2009—2013年,国家测绘地理信息局会同总参测绘导航局、国家海洋局和海司航保部等四部门组织实施了“927”工程,即国家海岛(礁)测绘一期工程,目的是为了全面准确掌握全国海岛礁位置和海洋地理空间信息,维护国家主权,保障国家安全,为合理利用、开发和保护海岛礁资源提供基础保障,不仅促进了海洋基础测绘工作的开展,并逐步实现陆地海洋基础测绘资料的完整统一。

此外,江苏、上海、浙江、山东、海南等沿海省市陆续开展了各种不同比例尺、不同用途的区域性海岸带测绘工作,建立了各地区的陆海测绘基准,编制或出版了相关图册,为区域海洋经济发展提供了基础测绘成果,积累了大量的海岸带测绘经验。

1.2.3.2 我国海岸带测绘工作面临的问题

各涉海部门的海岸带测绘工作,大多围绕自身业务开展,获取的海岸带地理信息覆盖不完整、尺度不统一,致使我国海岸带基础地理信息不够系统全面,难以满足海洋经济发展的需要。

此外,海岸带测绘涉及的军地统筹、协调不畅,技术标准规范不完善、人才队伍建设滞后、测绘装备过于依赖国外进口、数据共享不充分等急需解决的问题,也制约了其发展。

1.3 海岸带测绘技术进展

近年来,随着测绘科学与测绘新技术的发展,海岸带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岸带测绘技术体系已基本形成。在新的海岸带测绘体系中,融合和吸收了大量其他边缘学科的理论和技术,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,促进了现代海岸带测绘理论和技术的发展,其中最为显著和具有代表性的海岸带测绘新技术主要有以下几个方面:

(1)卫星导航定位技术。以GPS、GLONASS、BDS为代表的全球卫星导航定位系统(GNSS),其全球覆盖、全天候、实时、高精度提供定位服务的特性,极大地提高了海岸带测绘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GNSS站、多基准站的无线电差分GNSS网以及广域差分GNSS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。

(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,使得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、分辨率、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