



中华人民共和国国家标准

GB/T 12763.10—2007

海洋调查规范 第 10 部分：海底地形地貌调查

Specification for oceanographic survey—
Part 10: Submarine topography and geomorphology

2007-08-13 发布

2008-02-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目次

前言 Ⅲ

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 一般规定 1

4.1 调查目的与内容 1

4.2 技术设计 2

4.3 调查的技术要求 2

4.4 资料检查与验收 3

4.5 调查成果 3

4.6 资料归档 4

5 单波束测深 4

5.1 技术要求 4

5.2 水位观测 5

5.3 测前准备 5

5.4 海上测量 5

5.5 资料整理 7

5.6 数据处理 7

5.7 数据成图 7

5.8 准确度评估 7

6 多波束测深 8

6.1 技术要求 8

6.2 水位观测 8

6.3 测前准备 9

6.4 海上测量 9

6.5 资料整理 11

6.6 数据处理 11

6.7 数据成图 11

6.8 准确度评估 12

7 侧扫声纳测量 12

7.1 技术要求 12

7.2 测前准备 13

7.3 海上测量 13

7.4 资料整理 14

7.5 数据处理与成图 14

8 浅地层剖面测量 14

8.1 技术要求 14

8.2 测前准备 16

8.3	海上测量	16
8.4	资料整理	17
8.5	数据处理与解释	17
9	海底地形图和地貌图编绘	18
9.1	一般规定	18
9.2	图式图廓	18
9.3	成图准确度要求	18
9.4	海底地形图编绘	18
9.5	海底地貌图编绘	19
附录 A (规范性附录)	水位观测与预报	22
附录 B (资料性附录)	海底地形地貌测量班报表	24
附录 C (规范性附录)	海底地形图整饰格式	27
附录 D (规范性附录)	地貌分类系统	28
附录 E (资料性附录)	地貌形态成因类型	30
附录 F (规范性附录)	地貌图图例系统	36
图 C.1	海底地形图整饰格式	27
图 F.1	地貌形态与结构	37
图 F.2	补充图例	40
表 1	海底地形地貌测线网调查中的测线间距要求	3
表 2	等深线类型划分	18
表 3	地形图分层设色的 RGB 代码	19
表 B.1	单波束测深班报表	24
表 B.2	多波束测深班报表	24
表 B.3	多波束测深数据处理班报表	25
表 B.4	侧扫声纳测量班报表	25
表 B.5	浅地层剖面测量班报表	26
表 B.6	单道地震测量班报表	26
表 D.1	地貌分类系统表	28
表 F.1	地貌形态成因类型	36

前 言

GB/T 12763《海洋调查规范》分为 11 部分：

- 第 1 部分：总则；
- 第 2 部分：海洋水文观测；
- 第 3 部分：海洋气象观测；
- 第 4 部分：海水化学要素调查；
- 第 5 部分：海洋声、光要素调查；
- 第 6 部分：海洋生物调查；
- 第 7 部分：海洋调查资料交换；
- 第 8 部分：海洋地质地球物理调查；
- 第 9 部分：海洋生态调查指南；
- 第 10 部分：海底地形地貌调查；
- 第 11 部分：海洋工程地质调查。

其中第 9 部分、第 10 部分和第 11 部分对应于 GB/T 12763—1991 是新增部分。

本部分为 GB/T 12763《海洋调查规范》的第 10 部分。

本部分与 GB/T 12763 的第 1 部分、GB/T 12763 的第 7 部分和 GB/T 12763 的第 8 部分配套使用。

本部分的附录 B 和附录 E 为资料性附录，附录 A、附录 C、附录 D 和附录 F 为规范性附录。

本部分由国家海洋局提出。

本部分由国家海洋标准计量中心归口。

本部分由国家海洋局第二海洋研究所(国家海洋局海底科学重点实验室)、国土资源部广州海洋地质调查局海军海洋测绘研究所起草。

本部分主要起草人：李家彪、吴庐山、翟国军、于晓果、邱燕、谢锡君、吴自银、何水原。

海洋调查规范

第 10 部分:海底地形地貌调查

1 范围

本部分规定了海底地形地貌调查的基本内容、方法、资料整理及调查成果的要求。

本部分适用于 1:10 万~1:100 万比例尺的海底地形地貌调查,更大比例尺海底地形地貌调查也可参考。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准。然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究使用这些文件的最新版本。

GB 12319—1998 中国海图图式

GB 12327—1998 海道测量规范

GB 12898—1991 国家三、四等水准测量规范

DZ/T 0179—1997 地质图用色标准及用色原则(1:50 000)

IHO S-44:1998 IHO Standards for Hydrographic Surveys(国际海道测量规范)

3 术语和定义

3.1

多波束测深 **multibeam echo sounding**

采用发射、接收指向正交的两组声学换能器阵,获得垂直航向、由大量波束测深点组成的测深剖面,并在航行方向上形成由一系列测深剖面构成的测深条带,从而实现高分辨率地形测量的一种方法。

3.2

侧扫声纳测量 **旁扫声纳测量** **side scan sonar survey**

采用声学换能器对海底进行扫描,获得海底回波信号,实现海底地貌成像的一种物探调查方法。

3.3

浅地层剖面测量 **subbottom profile survey**

利用声波在海底以下介质中的透射和反射,采用声学回波原理,获得海底浅层结构声学剖面的一种物探调查方法。

4 一般规定

4.1 调查目的与内容

根据任务的要求实施调查,获取海底地形地貌数据,通过对调查数据的校正和改正,进行数据分析、处理和成图,编制调查区海底地形图和海底地貌图,揭示调查区海底地形地貌变化特征和规律,为经济建设、国防建设和海底科学研究提供基础资料。

海底地形地貌调查作业内容包括:技术设计、仪器检验、测前准备、海上测量、数据处理与成图、资料检查验收与归档。

4.2 技术设计

4.2.1 资料收集

所收集的资料应包括：

- a) 最新海底地形数据和最新出版的海底地形图、海图；
- b) 最新侧扫声纳、浅地层剖面数据和最新出版的海底地貌图；
- c) 潮位资料及其他测量有关的资料；
- d) 助航标志及航行障碍物的情况。

对收集的资料，应对其可靠性及准确度情况进行全面分析，并作出对资料采用与否的结论。

4.2.2 技术设计

技术设计的主要内容：

- a) 任务来源及测区概况；
- b) 前人调查研究状况及调查区地形地貌基本特征；
- c) 测区范围与调查比例尺；
- d) 测线布设与预计测线工作量；
- e) 调查船、仪器以及仪器检验项目和要求；
- f) 海上测量的技术要求；
- g) 数据处理、成图的技术要求；
- h) 进度安排、人员分工与质量保障措施；
- i) 预期成果与调查报告内容；
- j) 资料验收与经费概算；
- k) 相关图表(航行计划示意图、测线布设示意图、测线端点坐标表等)。

技术设计书需装订成册，由设计人员签名、测量单位主管业务负责人签署意见后报批，经上级业务主管部门或任务下达单位审查批准后方可实施。

4.3 调查的技术要求

4.3.1 调查的基本方式

调查的基本方式为走航连续测量。测量项目有单波束测深、多波束测深、侧扫声纳测量、浅地层剖面测量。

根据调查的目的和任务，采用不同比例尺的测线网方式调查或全覆盖方式调查。

调查中应尽量采用多项目的综合调查；同一测区的调查，测线或测网布设应统一，使调查资料相互印证，以提高综合解释水平。

4.3.2 调查的基本内容

海底地形调查的基本内容包括：导航定位、水深测量、水位测量以及数据处理和成图。水深测量包括深度测量和一些必要的改正(吃水改正、声速改正、船姿改正、升沉改正和水位改正等)。

海底地貌调查的基本内容包括，在海底地形调查的基础上，进行海底侧扫声纳测量和浅地层剖面测量，结合其他地质地球物理资料进行数据处理、分析和成图。

4.3.3 调查的比例尺与测线布设

在采用测线网方式进行海底地形地貌调查时，主测线采用垂直地形或构造总体走向布设，联络测线应尽量与主测线垂直，不同调查比例尺的主测线和联络测线的测线间距见表1。在采用全覆盖方式进行海底地形地貌调查时，多波束测深和侧扫声纳测量的主测线采用平行地形或构造总体走向布设，相邻测幅的重叠应不少于测幅宽度的10%，联络测线应不少于主测线总长度的5%，且至少布设1条跨越整个测区的联络测线。

相邻测区，不同类型仪器、不同作业单位之间的测区结合部，在采用测线网方式调查时，应至少有一条重复检查测线；在采用全覆盖方式调查时，应有一定宽度的重叠区，以保证所测对象的检验和拼接。

在海底构造复杂或地形起伏较大的海区,应加密测线,加密的程度以能完善地反映海底地形地貌变化为原则。

表 1 海底地形地貌测线网调查中的测线间距要求

项 目	调查比例尺	主测线间距×联络测线间距/km
海底地形测量	1:100 万	10×100
	1:50 万	5×50
	1:25 万	2.5×25
	1:10 万	1×5
海底侧扫声纳调查	1:100 万	20×100
	1:50 万	10×50
	1:25 万	5×25
	1:10 万	2×10
海底浅层剖面调查	1:100 万	20×100
	1:50 万	10×50
	1:25 万	5×25
	1:10 万	2×10

4.3.4 准确度

导航定位采用 DGPS,定位准确度应优于 10 m。

在水深小于 30 m 时,水深测量准确度应优于 0.3 m;在水深大于 30 m 时,水深测量准确度应优于水深值的 1%。

4.3.5 测量基准与投影分幅

测量和成图应遵循以下要求:

- a) 坐标系统采用“WGS-84 坐标系统”;
- b) 深度基准采用理论最低潮面,深度基准面的高度从当地平均海面起算,一般应与国家高程基准进行联测;
- c) 高程采用“1985 国家高程基准”,远离大陆的岛、礁,其高程基准可采用当地平均海面;
- d) 时钟系统采用 GMT 时间;
- e) 参考椭球体采用“WGS-84 椭球体”;
- f) 投影采用墨卡托投影,分幅采用自由分幅;
- g) 基准纬度根据调查与成图区域确定,以尽量减少图幅变形为原则。

4.4 资料检查与验收

资料检查与验收的内容和程序:

- a) 任务执行单位应对原始资料、数据处理与成图、准确度评定、数字信息的合理性以及资料的完整性进行全面检查;
- b) 资料检查合格后进行验收;资料验收结果须作文字评语,参加验收者签字,单位盖章,作为调查成果鉴定验收和资料归档的内容之一。

4.5 调查成果

4.5.1 原始记录

包括导航定位记录,各类模拟、数字记录与实测参数,记录表(簿)及航迹图和各種监视记录剖面图等。这些调查的第一手资料,是调查的初级成果。

4.5.2 基础图件

对调查获得的数据经室内处理、分析与计算,按成图比例尺要求,编制基础图件。海底地形地貌调查的基础图件包括海底水深图、地形图、地貌图、侧扫影像平面图和浅地层剖面图等。

4.5.3 调查报告

调查报告的内容包括：

- a) 任务要求与技术设计：调查任务的来源和目的、调查海区的范围和地理位置、海区的自然状况、调查项目内容和测线布设、工作量和内外业工作安排、组织分工和协作情况等；
- b) 海上调查与资料整理：海上调查的工作方法、仪器设备性能及检验情况、导航定位手段和保障情况、工作量统计和工作完成情况、原始资料的完整性、调查数据的准确度和质量评估、调查资料的整理方法、成果资料的质量评价等；
- c) 资料分析与解释：资料分析方法及其依据、各要素的分布特征、规律和综合分析等；
- d) 结论与建议。

4.6 资料归档

归档内容包括：

- a) 调查任务书，或合同书、委托书等；
- b) 课题论证报告、技术设计、方案报告及其审批意见；
- c) 课题调查实施计划、站位表和测线布置图等；
- d) 调查原始记录；
- e) 计算、分析整理的成果数据报表及说明；
- f) 各种图表、图件(包括底图)、照片及文字说明；
- g) 航次报告和专题总结报告；
- h) 调查报告及成果验收书；
- i) 课题成员及经费结算表。

归档要求归档文件内容齐全、完整，签字手续完备。

归档单位原则上为调查任务执行的科技档案室，本单位无科技档案室的，交上一级科技档案室，或任务书、合同书规定的档案室。

5 单波束测深

5.1 技术要求

5.1.1 技术设计

5.1.1.1 资料收集

所收集的资料应包括：

- a) 最新出版的海底地形图和海图；
- b) 验潮站和水文站资料；
- c) 助航标志及航行障碍物的情况；
- d) 其他与测量有关的资料。

对收集的资料，应对其可靠性及准确度情况进行全面分析，并做出对资料采用与否的结论。

5.1.1.2 技术设计

技术设计的主要内容：

- a) 根据任务书和 4.2.2 要求制定技术设计书；
- b) 根据技术设计书和调查海区情况制订测量实施方案，并应说明验潮站的布设和水准点的分布及联测要求；
- c) 技术设计书和测量实施方案经专家和主管部门审批，然后付诸实施。

5.1.2 测量准确度

在单波束测深过程中，导航定位准确度应优于 10 m。在水深小于 30 m 时，水深测量准确度应优于 0.3 m；在水深大于 30 m 时，水深测量准确度应优于水深值的 1%。

5.1.3 测量比例尺与测线布设

根据调查任务的要求确定海底地形测量比例尺;测线布设按 4.3.3 执行。

5.1.4 测量手段

定位是测深的主要内容,定位仪采用 DGPS 定位仪,其数据更新率应不低于 1 Hz,定位准确度满足 5.1.2 的要求,DGPS 基准台的平面位置准确度应符合国家 GPSE 级网的要求。

测深仪选择应考虑深度的测量范围、测深准确度、分辨率和检测可靠性等因素。地貌复杂海区,应选择垂直指向角小的单波束测深仪;港湾、航道和沿岸测量应选用浅水单波束测深仪,近海测量一般选用量程适中的单波束测深仪,远海测量则选用深水单波束测深仪。其主要技术指标应达到:

- a) 测深准确度:测量准确度符合 5.1.2 的要求;
- b) 换能器波束垂直指向角:不大于 30° ;
- c) 适航性:当船速不小于 10 kn,测量船横摇不大于 10° 、纵摇不大于 5° 的情况下仪器能正常工作;
- d) 记录方式:数字记录方式或模拟记录方式。

5.2 水位观测

验潮站水位观测准确度应优于 5 cm,时间准确度应优于 1 min。沿岸至 20 km 以内的近海海域应采用实测水位观测资料;当沿岸验潮站不能控制测区水位变化时,可利用自动验潮仪、高精度差分 GPS 测量水位或潮汐数值预报方法预报水位。验潮站布设、水准联测和水位观测按附录 A 执行。

5.3 测前准备

5.3.1 测深仪检验

测深仪检验包括:

a) 停泊稳定性试验

试验场必须选择在水深大于 5 m 的海底平坦处,连续开机时间不得少于 2 h;试验中,每隔 5 min 比对一次水深,水深比对限差应在 0.3 m 以内。对于非固定安装的测深仪,应利用检查板(Bar Check)进行检查比对。

b) 航行试验

当测深仪换能器安装后或变换位置时都应进行航行试验。试验时,选择水深变化较大的海区,检验测深仪在不同深度和不同航速下工作是否正常。

5.3.2 DGPS 定位仪检验

DGPS 定位仪检验要求:

- a) 测前应进行不少于 12 h 的定点准确度比对试验及稳定性试验,采样间隔 1 s;
- b) 测前在已知点上应进行不少于 30 min 的比对试验,采样间隔 1 s;
- c) 卫星仰角应不小于 5° 。

5.4 海上测量

5.4.1 航行要求

航行要求包括:

- a) 调查船尽量保持匀速、直线航行;
- b) 船只在线测量时,航向变化应不大于 $5^\circ/\text{min}$;遇特殊情况必须停船、转向或变速时,应及时通知测量值班室,采取应急措施;
- c) 更换测线时,尽量缓慢转弯;
- d) 实际航线与计划测线的偏离应不大于测线间距的 25%。

5.4.2 深度测量

深度测量要求:

- a) 测深时,应进行定位和水深数据的实时综合采集与记录,数据采集可按等时或等距方式采集,

定位点间隔应不小于图上 1 mm;

- b) 对于海底地形变化剧烈的地区,须作加密测量,加密的程度以完善反映海底地形为原则;
- c) 岛屿、明礁、干出礁、灯塔等助航标志及人工建筑物,深度测量测至水深 5 m 等深线或离其图上距离 1.5 cm 处。

5.4.3 深度改正数测定和计算

测深仪测深时,应测定仪器的总改正数。总改正数包括以下各项改正数的代数和:声速改正数、吃水改正数以及潮位改正数。

- a) 测区于水深为 0 m~20 m 时,采用校对法直接求测深仪总改正数,可用水听器或检查板对测深仪进行校正。校对仪器时,测深仪器应处于正常工作状态,海况平静,船只处于漂泊和平稳状态下进行;
- b) 测区水深大于 20 m 时,测深仪声速改正数利用实时声速测量或水文资料计算。

5.4.4 补测或重测

在下列情况下应进行补测或重测:

- a) 测深仪漏测测线长度超过图上 2.5 mm 时,均应补测;在地貌复杂海区,不得发生漏测现象;
- b) 实际航线与计划测线的偏离超过测线间距的 25%时;
- c) 主、检比对超过 5.8.1 的规定要求时;
- d) 验潮站水位观测不符合 5.2 要求时。

5.4.5 水深拼接测量和比对

不同时期、不同单位和不同设备施测的相邻图幅之间,必须进行拼接测量和重合点比对,具体要求如下:

- a) 在拼接处应至少重叠一条测深线;
- b) 重叠测深线布设方法:每幅图应各自从拼接的图廓线起向外 1 cm 以内的区域中布设一条比对线;
- c) 图幅水深拼接比对中,主、检水深重合点比对超过 5.8.1 的要求,或虽未超限,但存在系统误差以及对测量成果质量有疑问时,均应分析原因正确处理,或报告上级业务部门处理,并将处理情况写入技术总结。

5.4.6 数据记录

数据记录包括:

- a) 定位信息采用数字记录方式采集,定位仪数据输出应设置为最高更新率;
- b) 水深信息采用数字记录方式采集,记录应采集全部水深信息;模拟记录需同时提供打印剖面;
- c) 数据备份包括全部原始数据文件,数据备份必须由专人负责,定期进行并及时编写记录。

5.4.7 测量质量监控

测量质量监控要求:

- a) 技术负责人应经常检查测量资料的质量情况;
- b) 值班人员要实时监视仪器工作状态,检查数据记录设备是否正常运行,数据记录质量是否良好;
- c) 发现问题,应及时进行处置。

5.4.8 班报

班报记录的内容和格式参见附录 B 中表 B.1;具体要求:

- a) 海岸带调查区每隔 15 min 记录一次班报,陆架区调查区每隔 30 min 记录一次班报,深海调查区每隔 1 h 记录一次班报;测线开始、结束必须记录时间、测线号;
- b) 遇到仪器发生故障、船只干扰等特殊情况必须及时采取措施,并记录班报;
- c) 值班人员必须对记录质量进行自检,现场记录字迹清楚,不得涂改,各栏内容必须按要求填写;

- d) 班组长要对班报记录进行不定期抽查,技术负责人要对每个作业周期的班报记录进行全面检查。

5.5 资料整理

5.5.1 现场资料整理

应在作业现场对所取得的各项资料进行整理,并对测量数据质量做出初步评价。资料整理的内容如下:

- a) 有效测线完整性检查;
- b) 结合航迹水深点图,确定水深补测和加密;
- c) 各种纸质打印资料整理、装订和会签;
- d) 数据备份。

5.5.2 现场资料检查

作业组应对全天的班报记录和测量数据进行检查和浏览,检查班报记录和测量记录是否完整、数据质量是否可靠;并进行数据备份。检查情况应记入当天的班报记录。

海上测量工作结束后,作业组应对所获得的测量资料进行全面检查,检查合格后方可进行内业数据处理。

5.6 数据处理

5.6.1 一般要求

数据处理应采用业务主管部门认可的数据处理软件。

数据处理各阶段均应进行交叉检查,确保数据成果无误。

测量成果应按统一格式输出,装订整齐美观,会签齐全;同时还应形成统一格式文件,并附数字成果说明文档,以磁盘或光盘形式提交,磁盘或光盘标签注记清楚。

5.6.2 定位数据处理

当定位中心与测深中心二者水平位置不重合时,须根据测定的偏心距进行测点位置归算;剔除定位粗差点。

5.6.3 水深数据处理

水深数据处理应包括换能器吃水改正、声速改正和水位改正。当水深大于 200 m 时,可不进行水位改正。

5.7 数据成图

5.7.1 图件种类

图件种类包括:测线航迹图、实测水深图和海底地形图。

5.7.2 图件绘制

实测水深图和海底地形图依据海底地形离散数据文件,利用计算机辅助制图方法绘制。

5.8 准确度评估

5.8.1 重合点水深比对限差

由重合点水深(两点相距图上 1.0 mm 以内)所列出的不符值数列的处理步骤如下:首先对不符值进行系统误差及粗差检验,剔除系统误差和粗差后,其主检不符值限差为:水深小于 30 m 时为 0.6 m;水深大于 30 m 时为水深的 2%。超限的点数不得超过参加比对总点数的 10%。

5.8.2 准确度估计指标

利用主测线与联络测线交点水深不符值,进行水深测量准确度估计,其估计指标的计算公式为:

$$M = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_i^2}{2n}} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

M ——重合点水深不符值中误差,单位为米(m);

d_i ——主测线与联络测线在重合点 i 处的深度不符值,单位为米(m);

n ——主测线与联络测线的重合点数。

6 多波束测深

6.1 技术要求

6.1.1 技术设计

6.1.1.1 资料收集

所收集的资料应包括：

- a) 最新测量的水深数据和最新出版的海底地形图和海图；
- b) 验潮站和水文站资料；
- c) 助航标志及航行障碍物的情况；
- d) 其他与测量有关的资料。

对收集的资料,应对其可靠性及准确度情况进行全面分析,并做出对资料采用与否的结论。

6.1.1.2 技术设计

技术设计的主要内容：

- a) 根据任务书和 4.2.2 要求制定技术设计书；
- b) 根据技术设计书和调查海区情况制订测量实施方案,并应说明验潮站、声速剖面站的布设和水准点的分布及联测要求,声速剖面站的布设要求符合 6.4.2；
- c) 技术设计书和测量实施方案经专家和主管部门审批,然后付诸实施。

6.1.2 测量准确度

在多波束测深过程中,导航定位准确度应优于 10 m;当水深小于 30 m 时,水深测量准确度应优于 0.3 m,当水深大于 30 m 时,水深测量准确度应优于水深的 1%。

6.1.3 测量比例尺与测线布设

根据调查任务的要求确定调查比例尺和多波束测深的调查方式(全覆盖调查或非全覆盖的测线网调查)。

多波束测深调查的测线布设要求见 4.3.3。在多波束全覆盖测量时,相邻测区,不同时期、不同类型仪器、不同作业单位之间的测区结合部应布设重叠区,重叠区宽度在水深小于 200 m 的浅水区应不少于 500 m,在水深大于 200 m 深水区应不少于 2 km,以保证所测水深的检验和拼接。

6.1.4 测量手段

导航定位使用 DGPS 定位仪,所采用的 DGPS 定位仪的数据更新率应不低于 1 Hz,定位准确度满足 6.1.2 的要求,DGPS 基准台的平面位置准确度应符合国家 GPSE 级网的要求。

多波束系统选择应考虑测深范围、测深准确度、覆盖率和更新率等因素。根据调查海域水深分布范围,确定适合任务需要的多波束系统。其主要技术指标应达到：

- a) 测深准确度:测量准确度符合 6.1.2 的要求；
- b) 换能器波束角:应不大于 2° ；
- c) 在扇区开角不大于 150° 时,波束数应不少于 100 个；
- d) 姿态传感器横摇、纵摇测量准确度应不低于 0.05° ,升沉测量准确度应不低于 0.05 m 或实际升沉量的 5% 取大者;罗经测量准确度应不低于 0.1° ；
- e) 具备数字记录方式。

6.2 水位观测

水位观测要求按 5.2 执行。

6.3 测前准备

6.3.1 测前检测与系统安装

在多波束测深系统正式进行系统参数测定和海上测量工作前,定位设备、声速剖面仪、电罗经和姿态传感器(涌浪补偿器或垂直参考单元)等设备需按各自要求进行检测,确保系统的正常工作。

多波束测深系统的安装应遵循如下要求:

- 多波束换能器应安装在噪声低且不宜产生气泡的地方;
- 姿态传感器应安装在能准确反映多波束换能器姿态的位置,其方向平行于测量船的轴线;
- 电罗经应安装在测量船的艏尾线上,方向指向船艏;
- 定位仪天线应安装在测量船顶部比较开阔的地方;
- 多波束测深系统各组成部分的空间相对关系测量准确度应优于 0.05 m。

6.3.2 系统参数测定

系统安装完毕后应进行参数测定。参数测定必须按横摇偏差、电罗经偏差、纵摇偏差、导航时延(同一目标探测法)或按横摇偏差、电罗经偏差、导航时延(剖面重叠法)和纵摇偏差的顺序测定。各参数每年度至少测定一次。当系统内部各部分相对位置关系发生变化时,必须重新测定。当导航系统发生变更时须重新测定导航时延参数。各参数测定的要求如下:

- 横摇偏差测定的准确度应优于 $\pm 0.05^\circ$;可在平坦海区布设一条计划测线,同速往返测量;
- 罗经偏差测定的准确度应优于 $\pm 0.1^\circ$;可跨越一线性目标物布设一条计划测线,同速往返测量;
- 纵摇偏差测定的准确度应优于 $\pm 0.05^\circ$;可在一陡坡或特征物上布一计划测线,同速度往返测量;
- 测深与定位的时间延迟测定的准确度应优于 ± 0.1 s;可在一特征物上布一计划测线,同速度往返通过目标测量两次,此法称为同一目标探测法;或同向不同速度通过目标,速度差别尽可能大,同时要保持均匀并严格在计划航线上行驶,此法称为剖面重叠法,测量中应尽量采用此法。

6.3.3 系统稳定性试验

选择水深大于 20 m 的平坦海区,对水深进行 2 h 重复测量,要求水深比对误差符合 5.8.1 准确度要求。

6.3.4 系统航行试验

选择海底地形起伏有代表性的海区,进行不同深度和不同航速下的多波束水深测量,要求每个发射脉冲接收到的有效波束数大于总波束数的 95%。

6.4 海上测量

6.4.1 换能器吃水测定

每次测量开始前和结束后均需测定换能器吃水,测量间隔不大于 15 d,测量准确度应优于 5 cm。

6.4.2 声速剖面测量

声速剖面测量要求:

- 在每次进入测区开始测量时,应至少在测区进行 1 次声速剖面测量;
- 在 $1.0^\circ \times 1.0^\circ$ 范围内至少应有 3 个声速剖面,测定的时间和位置的选择应考虑声速剖面的时空变化;
- 如测区水团结构时空变化较大时,应加密声速剖面的测量数,加密的程度以能完善地反映水团结构时空变化为原则;
- 每个声速剖面的声速测量准确度应优于 1 m/s。

6.4.3 测线测量

多波束全覆盖测量时,应满足:

- a) 根据多波束数据更新率、波束脚印和测区最浅水深确定船只的最大航速。最大航速按下式计算：

$$V = 2n(H - D) \cdot \operatorname{tg}(A/2) \quad \cdots \cdots \cdots (2)$$

式中：

- V——最大航速，单位为米/秒(m/s)；
H——测区最浅水深，单位为米(m)；
D——换能器吃水，单位为米(m)；
n——测区最浅水深的多波束数据更新率，单位为秒⁻¹(s⁻¹)；
A——船艏方向的波束角。
- b) 测量时船只应提前 500 m 上线，保持匀速直线航行，航向修正速率不得超过 5°/min；
c) 更换测线时，船只必须在测线延长线上匀速直线航行 500 m，然后再转向；
d) 船只偏离航线不能超过条幅宽度的 10%；
e) 测量时应确保每个发射脉冲接收到的有效波束数不大于总波束数的 75%；
f) 测量定位点的间距应根据多波束系统要求设置，或不大于成果图上 1 mm；
g) 测量中如发现航行障碍物，须在不同方向对其进行探测，以测出其范围和最浅深度；
h) 岛屿、明礁、干出礁、灯塔等助航标志及人工建筑物的深度测量同 5.4.2。
- 多波束非全覆盖测线测量时，船只偏航距应不超过测线间距的 25%，并应满足本条款 b, c, e, f 和 g。

6.4.4 补测和重测

遇有下列情况之一，则须进行补测和重测：

- a) 漏测测线长度超过图上 2.5 mm 时，均应补测；
b) 系统波束接收率未达到 6.4.3 e) 的要求时；
c) 主测线与联络测线的重合点水深比未达到 5.8.1 规定时；
d) 测量船因避碰等原因偏离航线未达到 6.4.3 要求时。
- 全覆盖测量时，遇到地形剧烈变化情况造成条幅间空白时，应对空白区进行补测。

6.4.5 数据记录

数据记录要求：

- a) 实时测量数据应记录在采集计算机的硬盘上，实时记录应包括原始数据文件、声速剖面文件和测量参数文件；
b) 每天进行一次硬盘实时记录文件备份，保证至少 2 套实时记录文件备份，备份实时记录文件的磁盘应粘贴标签，标签应标明日期、文件名和测线号，并由专人负责备份和保管；
c) 每 5 d 进行光盘或磁带实时记录文件备份，备份时要及时编写记录。

6.4.6 测量质量监控

质量监控的内容包括：

- a) 观察系统状态显示和波束质量显示窗口，以监视系统各传感器的工作情况和波束的质量；
b) 观察波束剖面显示，以监视声纳参数设置、横摇偏差补偿是否正确，条幅内波束是否完整和声速剖面是否失效；
c) 观察航迹显示，以监视船位有无突跳并确保相邻测线间的重叠宽度；
d) 观察硬盘和磁带机等数据记录设备的工作是否正常，确保测量数据的完整记录；
e) 观察条幅图，随时查看已测数据相邻条幅拼接是否正常。

6.4.7 班报

班报记录内容和格式参见附录 B 中表 B.2，要求如下：

- a) 海岸带调查区每隔 15 min 记录一次班报，陆架区调查区每隔 30 min 记录一次班报，深海调查

区每隔 1 h 记录一次班报；测线开始、结束必须记录时间、测线号、经纬度等；

- b) 所有的参数设置及其更改必须记录；遇到系统、航向、航速、水深突变等特殊情况，必须记录班报；
- c) 值班人员必须对记录质量进行自检，现场记录字迹清楚，不得涂改，各栏内容必须按要求填写；
- d) 班组长要对班报记录进行不定期抽查，技术负责人要对每个作业周期的班报记录进行检查。

6.5 资料整理

6.5.1 现场资料整理

为了检查和校核外业工作的总体质量，应对所取得的数据进行初步编辑处理，并对测量数据质量做出初步评价。资料整理和处理的项目如下：

- a) 根据航迹图检测原始数据是否丢失，进行完整性检查；
- b) 通过数据编辑，剔除突变的错误数据和质量较差的边缘数据，以对数据质量进行初步评价；
- c) 绘制测区地形草图，对各种纸质打印资料、班报记录进行整理、装订和会签；
- d) 班组长对原始数据文件和已编辑文件进行百分之百检查，并进行磁盘数据备份。

6.5.2 现场资料检查

每天工作结束后，作业组应对全天的班报记录和测量数据进行检查和浏览，检查班报记录和测量记录是否完整，查看波束接收率和测量质量情况等，检查情况应记入每天的班报记录。

海上测量工作结束后，作业组应对所获得的测量资料进行全面检查，检查合格后方可进行内业数据处理。

6.6 数据处理

6.6.1 一般要求

使用系统提供的软件，对测量数据进行数据编辑和水深改正。

数据编辑和水深改正均应按格式进行班报记录，班报记录格式参见附录 B 中表 B.3。

测量成果应统一表达为由每个波束的经度、纬度、水深组成的海底地形数字信息文件，即离散数据文件；文本文件装订整齐美观，会签齐全；数字成果以光盘形式提交，光盘标签注明清楚，并有说明文档。

6.6.2 数据编辑

对于定位数据中的跳变点、罗经数据中的航向异常变化和姿态传感器数据中的船姿跃变等进行编辑改正处理。

利用系统软件根据坡度、深度、信噪比等对深度数据进行自动滤波处理，剔除不合格数据；利用人机交互式方法剔除不符数据，深度数据编辑应遵循水深变化区间原则、地貌变化连续原则、相邻条幅对比原则和中央波束基准原则。

6.6.3 水深改正

水深改正包括：

- a) 换能器吃水改正：根据实测的换能器吃水，按时间线性内插法求得其改正数；
- b) 声速剖面改正：根据厂商提供的多波束系统软件进行改正。声速剖面的采样节点应满足多波束系统软件对声速剖面数据的要求；
- c) 水位改正：对于水深大于 200 m 的海区原则上不作水位改正，对于小于 200 m 水深的海区必须进行水位改正。

6.6.4 水深数据生成

使用正确的系统参数，测量数据经编辑和改正后，通过系统提供的软件，形成由每个波束的经度、纬度、水深组成的海底地形数字信息文件，即离散数据文件。离散数据文件磁盘须粘贴标签，标签应标明盘号、测量单位、测量日期等。

6.7 数据成图

6.7.1 图件种类

图件种类包括：实测水深图、立体影像图和海底地形图。

6.7.2 数据网格化

数据网格化可采用距离加权法或高斯权函数法等;最小网格间距应保证每个网格内有 3 个采样点;最大网格间距应不大于成果图上 5 mm 的实际距离;

6.7.3 图件绘制

实测水深图、立体影像图和海底地形图依据海底地形离散数据进行网格化,利用计算机辅助制图方法绘制。

6.8 准确度评估

可利用定点法、重复测线法、交叉测线法和相邻测区拼接的重叠区的重合点水深数据进行比对,其方法和准确度要求按 5.8.1 规定。

利用主测线与联络测线重合点水深不符值,进行水深测量准确度估计,其估计指标的计算公式为:

$$M = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_i^2}{2n}} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

M ——重合点水深不符值中误差,单位为米(m);

d_i ——主测线与联络测线在重合点 i 处的深度不符值,单位为米(m);

n ——主测线与联络测线的重合点数。

7 侧扫声纳测量

7.1 技术要求

7.1.1 技术设计

7.1.1.1 资料收集

所收集的资料包括:

- a) 最新测量的侧扫声纳数据和最新出版的海底地形图、海图;
- b) 底质类型资料;
- c) 助航标志及航行障碍物的情况;
- d) 其他与测量有关的资料。

对收集的资料,应对其可靠性及准确度情况进行全面分析,并做出对资料采用与否的结论。

7.1.1.2 技术设计

技术设计的主要内容:

- a) 根据任务书和 4.2.2 要求制定技术设计书;
- b) 根据技术设计书和调查海区情况制订测量实施方案;
- c) 技术设计书和测量实施方案经专家和主管部门审批,然后付诸实施。

7.1.2 测量准确度

测量过程中,船只导航定位准确度应优于 10 m,拖体位置准确度应优于拖缆长度的 10%。

7.1.3 测量比例尺与测线布设

根据调查任务的要求确定测量比例尺;测线布设要求见 4.3.3。

在全覆盖测量时,相邻测区,不同时期、不同类型仪器、不同作业单位之间的测区结合部应布设重叠检查区,重叠检查区宽度应不小于 500 m。

如遇海底障碍物,应及时采取小量程进行加密扫测,加密的程度以能反映其性质和范围为原则。

7.1.4 测量手段

导航定位应使用 DGPS 定位仪,所采用的 DGPS 定位仪的数据更新率应不低于 1 Hz,定位准确度满足 7.1.2 的要求,DGPS 基准台的平面位置准确度应符合国家 GPSE 级网的要求。

侧扫声纳系统选择应考虑工作水深、扫描量程和更新率等因素。近海、浅海测量应选用浅水型侧扫声纳系统,深海、远海测量则选用深水型侧扫声纳系统。其主要技术指标应达到:

- a) 换能器船舶方向的波束角:不大于 2° ;
- b) 分辨率:不低于 1 m;
- c) 最大单侧扫幅宽度:不小于 400 m;
- d) 记录方式:数字记录或模拟记录;模拟记录同时可打印剖面记录。

7.2 测前准备

7.2.1 仪器安装

记录仪安装在船只摆动较小的实验室;仪器系统的安装应有良好的接地条件,避免电信号干扰;浅海调查时,应根据调查区水深确定拖曳方式,声纳操作室应有较好的通视条件。

7.2.2 测前调试

作业前,应在测区或附近选择有代表性的海域进行调机,确保声纳信号质量,图谱记录清晰,调完后,采集和记录参数在测量时一般不再改动,遇特殊情况改动时,应及时在班报和打印记录上进行记录。

7.3 海上测量

7.3.1 测量航行

测量航行要求:

- a) 测量船应尽可能保持匀速、直线航行,船速不得超过 6 kn,拖鱼入水后,不得停船或倒车,避免急转弯;
- b) 拖鱼离海底高度应控制在最大扫幅宽度的 10%,海底起伏较大的水域,可适当调整高度;
- c) 更换测线时,船只应大弧度转弯,保证船只和船尾水下拖曳设备在进测线前对准测线;
- d) 作业时偏航距应不大于测线间距的 25%(测线网调查方式)或条幅宽度的 10%(全覆盖调查方式);
- e) 测量定位点的间距应不大于成果图上 1 mm;
- f) 每条测线的漏测率应不超过测线长度的 5%,连续漏测应不超过图上 2.5 mm;在地貌复杂海区,不得发生漏测现象。

7.3.2 测量记录

测量记录要求:

- a) 监视记录图像和各项采集参数,及时发现是否有异常情况出现;
- b) 监视数据采集记录系统和实时打印纸记录是否正常,发现问题及时纠正;
- c) 发现海底障碍物或特殊地貌形态,应及时记录,以备解释和准确度评估使用;
- d) 实时纸介质记录应保持整洁,不得有人为痕迹;使用磁记录的系统,应做好原始数据的磁介质备份;
- e) 原始资料记录应包括记录纸(磁带)卷号、测线号、定位点号、时间、航速、航向、拖缆入水长度、声纳量程、频率、时间变化增益控制(TVG)和电路调谐状况等信息。

7.3.3 班报

班报记录的内容和格式参见附录 B 中表 B.4;具体要求:

- a) 海岸带调查区每隔 15 min 记录一次班报,陆架区调查区每隔 30 min 记录一次班报,深海调查区每隔 1 h 记录一次班报;测线开始与结束必须记录时间和测线号;
- b) 遇到仪器发生故障、船只干扰、缆长变化等特殊情况必须及时采取措施,并记录班报;
- c) 值班人员必须对记录质量进行自检,现场记录字迹清楚,不得涂改,各栏内容必须按要求填写;
- d) 班组长要对班报记录进行不定期抽查,技术负责人要对每个作业周期的班报记录进行全面检查。

7.4 资料整理

7.4.1 现场资料整理

为了检查和校核外业工作的总体质量,应在作业现场对所取得的各项资料进行整理,并对测量数据质量做出初步评价。资料整理内容如下:

- a) 有效测线完整性检查;
- b) 结合航迹图和侧扫声纳条幅图,确定补测和加密;
- c) 各种纸质打印资料整理、装订和会签;
- d) 数据备份。

7.4.2 现场资料检查

作业组应对全天的班报记录和测量数据进行检查和浏览,检查班报记录和测量记录是否完整、数据质量是否可靠;并进行数据备份。检查情况应记入当天的班报记录。

海上测量工作结束后,作业组应对所获得的测量资料进行全面检查,检查合格后方可进行内业数据处理。

7.5 数据处理与成图

7.5.1 一般要求

使用侧扫声纳系统提供的专用处理软件或标准软件,根据调查要求,对数据进行拖体位置、航速及倾斜距离校正,以获得纵横比为1:1的海底侧扫声纳平面图像;全覆盖测量时,应根据实测航线进行声纳图像拼接和反射率的人射角校正,按任务书要求编制海底侧扫声纳镶嵌图。

7.5.2 数据处理、成图与解释

系统进行定位、水深、地形校正,将各种微地貌形态标绘在海底侧扫声纳条幅平面图上;全覆盖测量时,进行声纳图像拼接,绘制海底侧扫声纳镶嵌图。具体内容包括:

- a) 导航定位数据的编辑、校准和准确度评估;绘制航迹图;
- b) 根据船只位置、声纳拖体沉放深度、拖缆入水长度及方位等信息,进行声纳拖体位置归算;
- c) 对船速变化造成的记录与实际地形的比例失调进行校正;
- d) 绘制海底侧扫声纳条幅平面图;
- e) 编制海底侧扫声纳镶嵌图;
- f) 对砂堤(脊)、水下河谷、冲刷沟槽、裸露基岩等特殊地形及水下障碍物进行形态量算;
- g) 对海底底质和微地貌特征等进行解释。

8 浅地层剖面测量

8.1 技术要求

8.1.1 技术设计

8.1.1.1 资料收集

所收集的资料包括:

- a) 最新测量的浅地层剖面、单道地震数据和最新出版的海底地形图、海图;
- b) 地层、岩性和底质类型资料;
- c) 助航标志及航行障碍物的情况;
- d) 其他与测量有关的资料。

对收集的资料,应对其可靠性及准确度情况进行全面分析,并做出对资料采用与否的结论。

8.1.1.2 技术设计

技术设计的主要内容:

- a) 根据任务书和规范要求制定技术设计书;
- b) 根据技术设计书、历史测量情况和调查海区地层分布特征制订施工设计;

c) 技术设计书和施工设计经专家和主管部门审批,然后付诸实施。

8.1.2 测量准确度

在测量过程中,调查船导航定位准确度应优于 10 m;浅地层剖面仪测量时,探测分辨率一般应优于 1 m,探测深度一般应不小于 30 m;单道地震仪测量时,探测分辨率一般应优于 3 m,探测深度一般应不小于 200 m。

8.1.3 测量比例尺与测线布设

根据调查任务的要求确定测量比例尺,各调查比例尺的测线间距见表 1;测线布设要求如下:

- a) 采取测线方式进行测量,主测线的布设应垂直地层的总体走向,联络测线应尽量与主测线垂直;在不了解地层走向的地区,主测线的布设应垂直地形或构造总体走向;近岸作业时,主测线可垂直等深线布设。
- b) 在测量过程时,遇海底地层分布变化较大的海区,应加密测线,加密的程度以能完善地反映海底地层空间变化为原则。

8.1.4 测量手段

浅地层剖面测量根据探测深度不同,可采用浅地层剖面仪或单道地震系统两种方式。

8.1.4.1 浅地层剖面仪

导航定位使用 DGPS 定位仪,所采用的定位仪的数据更新率应不低于 1 Hz,定位准确度满足 8.1.2 的要求,DGPS 基准台的平面位置准确度应符合国家 GPSE 级网的要求。浅地层剖面仪由处理单元和传感器组成。其主要技术指标应达到:

- a) 探测准确度:应符合 8.1.2 的要求;
- b) 接收带宽:100 Hz~20 kHz;
- c) 声源级:10 dB~100 dB;
- d) 声源频谱:250 Hz~15 kHz;
- e) 记录方式:数字记录或模拟记录;模拟记录同时可打印剖面记录。

8.1.4.2 单道地震系统

导航定位使用 DGPS 定位仪,所采用的定位仪的数据更新率应不低于 1 Hz,定位准确度满足 8.1.2 的要求,DGPS 基准台的平面位置准确度应符合国家 GPSE 级网的要求。单道地震系统由震源系统和电缆接收系统组成。震源系统根据用途不同和能量的不同分为声波脉冲发生器、电火花和气枪。电缆接收系统由接收电缆和信号处理、储存部分组成。单道地震仪的主要技术指标应达到:

- a) 探测准确度:应符合 8.1.2 的要求;
- b) 电缆接收带宽:10 Hz~20 kHz;
- c) 电缆接收灵敏度应优于 $-90 \text{ dB/V}/\mu\text{Ba}$;
- d) 震源声源级:50 dB~300 dB;
- e) 震源频谱:40 Hz~10 kHz;
- f) 组合震源的同步准确度应优于 0.5 ms;
- g) 具备数字记录方式,记录数据应有 SEG-Y 格式,同时可打印剖面记录。

8.1.4.3 浅地层剖面测量接收、记录设备

接收、记录设备应:

- a) 具有在接收频段内可任意选择中心频率和带宽的滤波器;
- b) 具有 TVG 增益调节功能;
- c) 具有总增益、对比度和门限调节功能;
- d) 对数字浅地层剖面仪和数字单道地震系统而言,应能实时接收导航定位数据;
- e) 工作前记录器用信号发生器进行调试,使记录纸上的线条画面深浅均匀,至少有 10 个以上灰阶。

8.2 测前准备

8.2.1 仪器安装

舷挂式浅地层剖面仪安装于船的中后部一侧；拖曳式浅地层剖面仪拖曳于船的尾部。

单道地震的接收电缆与声源视水深分别拖曳于船尾部一侧或两侧；震源箱必须放置在干燥、温度低于 60℃ 的环境中，远离触发放大器和记录仪；若用电极作为震源，电极电缆和检波器接收电缆必须相距 1 m 以上，避免相互感应。

震源箱、发射和接收换能器必须良好接地，接收记录设备应安置在船尾部实验室。

驾驶台、仪器操作室和后甲板三方的语音通信畅通。

8.2.2 测前调试

导航定位数据接入后，应进行浅地层剖面仪和单道地震系统与导航定位仪之间的时钟同步，消除两系统之间的时间延迟；GPS 定位仪稳定性和准确度试验见 5.3.2。

浅地层剖面仪的传感器位置以及单道地震震源和接收信号电缆的位置应与定位系统的天线位置进行归算。浅地层剖面仪在固定安装和舷挂式安装时，其位置归算准确度应优于 0.05 m，在拖曳式安装时，其位置归算准确度应优于拖缆长度的 10%；浅地层剖面仪拖曳式换能器，应使拖曳阵保持平稳。

地震震源试验时，电火花试验应在浓度为 5% 的盐水中进行，气枪充气试验应在水中进行；地震接收电缆测试时，应确保接收电缆无漏油，水听器充油管内无气泡；接收电缆和震源电缆入水后绝缘电阻不小于 1 MΩ。

系统的声源（震源）、接收单元和数据处理单元与 GPS 定位系统及外设连接正确，各部分工作正常。

8.2.3 海上试验

通过海上试验调整仪器参数，获得一组符合调查海域和调查目标的最佳设置参数。

浅地层剖面仪的试验项目包括：实际测量深度范围内的最佳发射频率、脉宽和增益参数；单道地震系统的试验项目包括：实际测量深度范围内的最佳震源能量和接收增益、滤波、延迟以及记录长度、采样频率、通道数、同步类型、海底跟踪值。浅地层剖面仪在水深大于 100 m 的调查区域，应使用频率较低的声波发生传感器或增加设备的发射能量以获得最佳的测量效果。

单道地震系统在不同水深可使用不同震源系统，30 m 以内的水深可使用声波脉冲发生器，30 m～300 m 可使用电火花，并根据水深的不同调整震源能量和电缆接收的频率等参数以获得最佳测量效果；水深大于 300 m 的测量，应使用气枪，根据水深的不同调整气枪的气压和电缆接收的频率等参数以获得最佳的测量效果。施工过程中，根据实际情况调整电缆长度、沉放深度以及震源和水听器中心之间的距离，以便获得最佳采集效果。

8.3 海上测量

8.3.1 测线测量

测线测量要求：

- 根据项目技术要求和试验的结果，选择并设置设备的调查参数；
- 调查船应匀速、直线航行，船速应不大于 6 kn；
- 更换测线时，船只应大弧度转弯，保证船只和船尾水下拖曳设备在进测线前对准测线；
- 作业时偏航距应不大于测线间距的 25%；
- 测线未完需续测时，续测测线应在断点处进行大于 2 km 的重复测线；
- 测量定位点的间距应不大于成果图上 1 mm。

8.3.2 测量记录

测量记录要求：

- 地层反射信号的剖面记录需连贯清晰；剖面记录纸带上必须注记测线号、航向、扫描宽度、时标、水深、测线探测起始与结束时间及特殊情况简述等；每卷记录的首尾必需写上项目名称、记录纸的卷号和作业时间；

- b) 单条测线的漏测率不得超过测线长度的 5%，连续漏测不得超过 1 km；
- c) 作业参数确定后，一般不能随意更改，由于水深和底质类型变化较大影响到剖面记录质量时，仪器操作员可对采集参数需作适当的调整，以保证记录剖面的质量和穿透的深度，同时必须在记录班报上注明；
- d) 在记录面貌出现异常时，必需及时检查原因，尽快排除故障；
- e) 注意数据记录是否正常，使用磁介质记录时，应在工作前格式化，在保存时应远离大磁场的干扰，确保数据的安全；
- f) 测量过程中应及时进行自检、自查，发现问题及时改进，对不合格的剖面记录必须补做或重做。

8.3.3 班报

记录班报内容和格式参见附录 B 中表 B.5、表 B.6。应及时记录测线探测情况、周围环境状况及特殊情况处理过程等。

从记录剖面上发现可能为新的断裂、滑坡、塌陷、浅层气及其他特殊地质体时，必须仔细观察并认真记录。

8.4 资料整理

8.4.1 现场资料整理

为了检查和校核外业工作的总体质量和资料完整，应对所取得的数据进行回放，并做出初步评价。资料整理和处理的内容如下：

- a) 根据航迹图并与设计测线进行对比，检查是否有遗漏未测的测线，进行完整性检查；
- b) 通过数据回放或打印记录检查，对数据质量进行初步评价；
- c) 检查记录磁带和打印资料是否完整，对各种纸质打印资料、班报记录进行整理、装订和会签；
- d) 班组长对原始数据文件应进行百分之百检查，并进行数据备份。

8.4.2 现场资料检查

作业组应对全天的班报记录和测量数据进行浏览，检查班报记录和测量记录的完整性、剖面反射信号的连续性和定位数据的准确性等，检查情况应记入当天的班报记录。

海上测量工作结束后，作业组应对所获得的测量资料进行全面检查，检查合格后方可进行内业数据处理。

8.5 数据处理与解释

8.5.1 一般原则

使用浅地层剖面测量设备提供的专用处理软件或标准软件，根据调查要求，对数据进行预处理、常规处理和特殊处理。依据浅地层剖面测量资料反射界面的特征划分反射层序，绘制地层（反射层）剖面图和地层厚度图，并依据反射层内部结构特征分析活动断裂、滑坡、塌陷、浅层气、岩体等地质类型，绘制断层分布图和特殊地质体分布图。

8.5.2 浅地层剖面仪资料解释

资料解释内容包括：

- a) 识别和划分松散层和基岩；
- b) 识别和解释表层断层；
- c) 识别和分析表层地质体类型；
- d) 分析地貌特征。

8.5.3 单道地震系统资料解释

资料解释内容包括：

- a) 识别干扰信号，区分背景噪声干扰和多次反射波干扰；
- b) 识别反射界面，划分地震层序，利用所收集的地质资料划分地层；
- c) 解释主要断层，特别应识别断至海底的活动断层；
- d) 根据地震相和其他资料分析古地貌和古沉积环境；

e) 识别和分析特殊地质体。

9 海底地形图和地貌图编绘

9.1 一般规定

坐标系统、投影系统、分幅和基准纬度按 4.3.5 规定。

图件应标明图号、图名、比例尺、坐标系统、深度基准、高程基准、投影系统、基准纬度、深度注记、(彩色图)深度色标、经纬度注记、图例、位置略图、密级、调查单位、调查时间和资料说明等。

图件采用计算机绘制。

9.2 图式图廓

9.2.1 图式符号

图式符号采用 GB 12319。

9.2.2 图号、图名及图面整饰

图号与图名按任务书规定执行,图面整饰见附录 C。图面内容可根据协调、清晰和美观的原则作适当调整。

9.2.3 图廓、经纬网的绘制

内图廓线粗 0.1 mm,外图廓线粗 1.5 mm。内图廓线至外图廓线外沿距离为 10 mm。

图廓经纬网短线绘在内外图廓之间,且与内图廓正交,线长为 3 mm,线粗为 0.1 mm;经纬网短线细分间隔和经纬格网绘制根据调查比例尺和任务书要求而定,以清晰、美观和科学为原则;纬度的注记在细分线上方,经度的注记在细分线右侧,四个图廓点的经纬度注记见附录 C。

9.3 成图准确度要求

图廓边长与计算值的误差不超过 0.1 mm;图廓对角线、经纬网各线段长度与计算值的误差不超过 0.2 mm;图内各要素的绘制误差不超过 0.3 mm。

9.4 海底地形图编绘

9.4.1 数据资料准备

汇总全部实测数据资料,对未测区域可使用历史数据资料,历史数据资料的选取原则为:

- a) 相关的最新测量数据以及最新出版的海底地形图和海图,其资料的准确度满足所成图件比例尺的准确度的要求;
- b) 在数据资料重叠的情况下,应优先使用最新测量的数据资料,并按多波束数据、单波束测深数据、纸质图件的顺序选取;
- c) 纸质图件数字化时应进行图面几何变形矫正。

9.4.2 图内要素

图内要素除等深线外,还应包括海岸、岛屿、干出滩、明礁和灯塔、航标等助航标志、人工建筑物以及水下特殊地形等。

9.4.3 等深线绘制

等深线可分为计曲线、基本等深线(首曲线)、辅助等深线(间曲线)。

等深距划分见表 2;必要时可以清晰、美观、科学和客观反映海底地形变化为原则,并根据调查比例尺、调查海域、水深地形变化和任务书要求适当调整等深线间距。

表 2 等深线类型划分 单位为 m

等深线水深	水深≤200 m	200 m<水深≤1 000 m	水深>1 000 m
计曲线	50	500	1 000
基本等深线	10	100	200
辅助等深线	5	10	100

水深区间采用分层设色。0 m~50 m、50 m~200 m、200 m~1 000 m、1 000 m~2 000 m、

2 000 m~3 000 m、3 000 m~4 000 m、4 000 m~5 000 m 和 5 000 m 以上,共设八层蓝色,色调逐级增加,分层设色 RGB 代码见表 3;必要时可以清晰、美观、科学和客观反映海底地形变化为原则,并根据调查比例尺、调查海域、水深地形变化和任务书要求适当调整分层色调。

等深线用黑线表示,基本等深线粗 0.2 mm,计曲线粗 0.25 mm,辅助等深线粗 0.15 mm。

等深线注记应成组配置,字头方向应在 $270^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 之间。在斜坡方向不易判读处和最低一条封闭等深线上应加绘示坡线。

岛屿、岸线、明礁、干出礁、灯塔等助航标志及人工建筑物,可从同比例尺或大比例尺航海图转绘。

9.4.4 特殊水深点注记

应在地形图上对特殊水深点进行注记,以反映隆起的海岭、海山的最高点和海盆、海沟、海槽的最低点的水深;水深注记的中心为水深的实测点位,水深注记单位为 m。

表 3 地形图分层设色的 RGB 代码

水深/m	设色 RGB 代码		
0~50	243	249	254
50~200	215	237	251
200~1 000	235	246	253
1 000~2 000	179	222	248
2 000~3 000	163	214	245
3 000~4 000	117	197	240
4 000~5 000	69	183	236
>5 000	17	174	232

9.5 海底地貌图编绘

9.5.1 一般要求

地貌图应根据地貌类型划分的原则进行编绘,利用最新资料;地貌图应反映地貌的形态结构、物质组成、成因机制、发育演变及其空间分布规律。

9.5.2 图内要素

地貌图全面、系统反映图幅内地貌研究成果,以图示方式综合表现海区地貌结构、成因、演变特征。编图主要要素包括:等深线、地貌类型、地貌结构、地质构造、海底底质、水动力(流、潮、波)、泥沙运动、海岸变迁、地貌年龄、灾害地质类型和典型地貌剖面等。具体内容和要求如下:

- 等深线:一般 500 m 以内选取 20 m、50 m、100 m、200 m 等深线,大于或等于 500 m 的等深线间距为 500 m;可根据比例尺大小及图面需要适当增加或删减等深线;
- 地貌形态成因类型:地貌图主体图示内容和基本制图单元;
- 地貌形态与结构:地貌分类低级单元,补充表示各种规模较小、有意义的地貌或个别形态;
- 地质构造:表示控制成图区域地貌形成、发育、分布的构造;
- 海底底质:表示海底表层沉积物类型;
- 水动力和泥沙运动方向:流、潮、浪以及泥沙的运动方向;
- 海岸变迁:反映晚第四纪以来的海岸变迁;
- 地貌年龄:用地质时代、同位素年龄或序列代号表示古海岸线、古地貌体等的年龄;
- 地质灾害类型:滑坡与崩塌、浅断层与活动断层、埋藏古河道、沙波与沙丘、浅层气、底辟、陡坎与断裂谷、浊流和地震等;
- 典型地貌剖面:选择 1 条~2 条横切区域地貌总体格局、地貌类型比较齐全和充分反映区域地貌特征的地貌剖面。

9.5.3 地貌分类

9.5.3.1 地貌分类原则

地貌分类根据“以构造地貌为基础,内-外营力相结合,形态-成因相结合,分类和分级相结合”的原则,按地貌体的大地构造位置、形态特征、规模大小,从内营力到外营力的成因因素,地貌体的主从关系,依次逐级划分为四级。地貌分类系统见附录 D,地貌形态成因类型参见附录 E。

9.5.3.2 一、二级地貌单元

一、二级地貌单元为大地构造地貌单元。一级地貌单元包括大陆地貌、大陆边缘地貌和大洋地貌;二级地貌单元根据大地构造性质、形态特征和水深变化等进行划分,自陆向海依次划分为海岸地貌、陆架和岛架地貌、陆坡和岛坡地貌、深海盆地貌四种。

9.5.3.3 三级地貌单元

三级地貌单元在二级地貌单元基础上进一步按形态特征、主导成因因素和地质时代等因素划分,由基本地貌形态成因类型组成,是地貌编图的主体图示内容。

- a) 海岸三级地貌单元:分为堆积型(海积阶地、平原、海滩、水下堆积阶地、水下堆积岸坡等)、侵蚀-堆积型(潮流沙脊群、水下侵蚀-堆积岸坡)、侵蚀型(海蚀台地或海蚀阶地、水下侵蚀岸坡)、生物(红树林滩、珊瑚礁滩、贝壳滩或贝壳堤)和人工地貌。
- b) 陆架和岛架三级地貌单元:分为堆积型(平原、水下三角洲、大型水下浅滩、台地)、侵蚀-堆积型(平原、潮流沙脊群、潮流沙席、水下阶地、陆架或岛架斜坡)、侵蚀型(平原、大型侵蚀浅洼地)和构造型(台地、洼地);同时考虑到地貌体的地质时代,早全新世以来形成的地貌体,称为“现代”,早全新世以前形成的地貌体,称为“古”或“残留”。
- c) 陆坡和岛坡三级地貌单元:分为堆积型(堆积型陆坡斜坡或岛坡斜坡、大型海底扇)、构造-堆积型(深水阶地、陆坡盆地)、构造-侵蚀型(海底大峡谷)和构造型(断褶型陆坡陡坡或岛坡陡坡、海台、海山群、海丘群、海槽)。
- d) 深海盆三级地貌单元:分为堆积型(深海平原、深海扇)、构造型(海沟、中央裂谷、深海洼地)和构造-火山型(洋中脊、深海海岭、海山群、海丘群、断裂槽谷山脊带)。

9.5.3.4 四级地貌单元

四级地貌单元按独立的形态划分,以形态特征为主体,是地貌分类中最低一级地貌单位,可同时在不同的高级地貌单元中出现,一般成因要素单一,规模较小。四级地貌单元类型见附录 D。

9.5.4 编绘原则

9.5.4.1 地貌图的编绘和负载内容

地貌制图应遵循由表及里、从粗到细的原则,首先确定一、二级地貌单元,然后勾画三、四级地貌单元。

地貌图的负载内容因比例尺和调查海区不同而异;一般 1:10 万~1:25 万比例尺重点表示四级地貌,1:50 万~1:100 万比例尺重点表示三级地貌。在地貌单元类型简单的调查海区,可根据具体情况,以清晰、美观、科学和完整反映海底地貌变化为原则,适当增加新的四级地貌单元类型。

9.5.4.2 地貌图的图示方法

地貌图采用多层结构的组合图型表示,用相互叠置的多层平面载负全面图示地貌内容。用不同的基色、色块及不同颜色的图斑、代号、符号、注记表示不同形态的地貌实体,展现各种地貌主要特征、相互关系和成因。

9.5.4.3 地貌图的图例系统

按地貌分类系统(见附录 D)和图例系统(见附录 F)规定,制定编图区具体地貌分类和图例。本标准未规定的地貌单元类型的设色参照 DZ/T 0179—1997 中规定色标选色。

9.5.5 编绘方法

9.5.5.1 表示方法

地貌图采用分级分类以及基色、色块、代号、符号、注记等相结合的多层面状组合叠加的方法表现。

9.5.5.2 二级地貌单元

二级地貌单元用基色表示,同时使用蓝色英文字母代号。由陆向海颜色由暖色调向冷色调变化。二级地貌单元的类型线用粗点划线表示,点直径为 0.6 mm,线段粗 0.4 mm,线段长 10 mm,两线段间距为 5 mm。二级地貌单元代号:海岸带为 CL,大陆架和岛架为 SH,大陆坡和岛坡为 SL,深海盆为 MS。一级地貌单元由二级地貌单元组成,二级地貌单元的填色应完全覆盖一级地貌单元。具体要求如下:

- a) 陆地地貌以红、棕基色为主,从山地、丘陵、平原颜色逐渐变浅。
- b) 海岸带因宽度较窄,设色视比例尺大小而定。中、小比例尺,海岸带不单独设色,平均海面以上用相邻的陆地地貌颜色,平均海面以下用相邻的大陆架地貌类型颜色。大比例尺,海岸带以浅黄绿色为基色。
- c) 大陆架和岛架以浅黄绿色为基色,为区分大陆架和岛架,大陆架基色偏浅些,而岛架基色偏深些。
- d) 大陆坡和岛坡以浅蓝色为基色,为区分大陆坡和岛坡,大陆坡基色偏浅,岛坡基色偏深些。
- e) 深海盆以蓝色为基色。

9.5.5.3 三级地貌单元

三级地貌单元在二级地貌单元基础上,按附录表 F.1 要求叠加三级地貌单元色块,并加注不同的代号。三级地貌的类型线用细点划线表示,点直径为 0.4 mm,线段粗 0.25 mm,线段长 6 mm,两线段间距为 5 mm。

9.5.5.4 四级地貌单元

四级地貌单元按附录 F 中图 F.1 和图 F.2 要求用不同颜色的点状、线状、面状符号表示,其范围用细线圈出,线粗 0.15 mm。

9.5.5.5 地貌类型的边界

各种地貌类型的边界要求作定位、定形编绘;图斑、密集符号的选留或合并,应保持其分布特点,疏密适度。具体要求如下:

- a) 图面上允许保留的最小图斑面积:圆形或椭圆形为 0.4 cm^2 ,长条形为 0.6 cm^2 ,小于规定面积的应作特殊处理或转化为相应符号;
- b) 对于规模小而密集分布的图斑,可酌情合并;
- c) 对反映地貌形态和发育特点具有较为重要意义的孤立图斑,可夸大比例尺表示;
- d) 各个图斑均应选择适当位置加注地貌形态成因类型代号。

9.5.5.6 典型剖面

典型剖面应具体标明剖面位置、方向、海平面、地貌形态成因类型、地质构造、底质类型(符号)、岩相、年代和比例尺等内容。水平比例尺与地貌图相同,垂直比例尺可适当放大,视地形起伏而定。

9.5.5.7 其他要素

其他地貌编图要素的表示如下:

- a) 海底底质类型用绿色英文字母代号表示:基岩 R,砾石 G,粗砂 CS,中砂 MS,细砂 FS,粉砂 T,砂-粉砂-粘土 S-T-Y,粘土 Y。年代用绿色地质年代符号表示;
- b) 与地貌成因密切相关的水动力(流、潮、波)和泥沙运动均以运动线符号表示,见附录 F 中图 F.2;
- c) 古海岸线以岸线符号、岸线序列和加注岸线年龄(地质年代或绝对年龄)表示,见附录 F 中图 F.2;
- d) 灾害地质类型以线段和符号表示,见附录 F 中图 F.2。

附 录 A
(规范性附录)
水位观测与预报

A.1 一般原则

验潮站水位观测准确度应优于 5 cm,时间准确度应优于 1 min。当沿岸验潮站不能控制测区水位变化时,可利用自动验潮仪、高精度差分 GPS 测量水位或潮汐数值预报方法预报水位。

长期验潮站是测区水位控制的基础,主要用于计算平均海面,一般应有 2 年以上连续观测的水位资料。

短期验潮站用于补充长期验潮站的不足,与长期验潮站共同推算确定测区的深度基准面,一般应有 30 d 以上连续观测的水位资料。

临时验潮站在水深测量时设置,至少应与长期站或短期站在大潮期间同步观测水位 3 d,主要用于深度测量时的水位改正。

A.2 验潮站布设

验潮站布设的密度应能控制全测区的潮汐变化。相邻验潮站之间的距离应满足最大潮高差不大于 1 m、最大潮时差不大于 2 h、潮汐性质基本相同。对于潮时差和潮高差变化较大的海区,除布设长期站或短期站外,还应设立临时验潮站。

A.3 验潮站站址的选择原则

验潮站站址的选择应遵循:

- a) 水尺前方应无沙滩阻隔,海水可自由流通,低潮不干出,能充分反映当地海区潮汐情况的地方;
- b) 水尺应设在岸滩坡度较大的地方;
- c) 水尺能牢固设立,受风浪、急流冲击和船只碰撞等影响较小的地方,如有可能尽量在固定码头壁上安装水尺;
- d) 能牢固埋设工作水准点,并便于与主要水准点以及国家水准点、控制点进行联测的地方;
- e) 水准标石已破坏的旧验潮站,重新设站时应尽量与旧站址重合。

A.4 验潮站水准点标志的埋设

每个验潮站须埋设工作水准点和主要水准点标志各一个。

工作水准点应设在水尺附近,以便经常检查水尺零点的变动情况;可在岩石、固定码头、混凝土面、石壁上凿标志再以油漆作记号。不具备上述条件时,亦可埋设牢固的木桩。

主要水准点应设在高潮线以上、地质比较坚固稳定、能长期保存、易于进行水准联测的地方。在验潮站附近的水准点和三角点,经检查合格,可作为主要水准点。主要水准点的选定及埋石按 GB 12898 的要求执行。

A.5 水准联测

主要水准点应与国家水准点联测,联测要求应根据路线长短按 GB 12898 有关规定执行。

工作水准点与主要水准点之间的高差,按四等水准测量要求,工作前后各测定一次。

验潮站的水尺,至少有一根水尺零点与工作水准点之间的高差是用等外水准测定的。各水尺零点之间的相互高差,可在海面平静时,用水面水准或等外水准的方法测定。水面水准法要求两根水尺同时

进行读数,连续读数三次,其高差互差不得超过 3 cm,取中数使用,超限者应重测。

水位观测过程中,应经常检查工作水准点与水尺零点、便携式验潮仪零点之间的相互高差有无变化,如发现或怀疑零点有变化时(如大风浪或水尺受碰撞后)应及时进行高差联测,当零点变动超过 3 cm 时,应重新确定相互间的高差关系。

A.6 水位观测

水尺观测水位的要求:

- a) 设立的水尺,要求牢固、垂直于水面,高潮不淹没、低潮不干出,两根水尺的衔接部分至少有 0.3 m 的重叠;
- b) 水位观测,应至少 0.5 h 观测一次,整点时必须观测,读到厘米,时间记到整分;
- c) 高、低平潮及其前后 1 h 和潮位变化异常时,每隔 10 min 观测一次水位;
- d) 在风浪较大、海面波动不稳定时,可取波峰和波谷的平均值作为水位读数;
- e) 当水尺将要干出或将被淹没时,必须立即增设新水尺,可先观测,然后用水面水准或等外水准得出水尺零点间的高差关系;特殊情况下,也可先在固定物上标出水位的痕迹,然后再转到水尺上读数;
- f) 水位观测时,当水尺的瞬时水深小于(含)0.3 m 时,应更换水尺;更换水尺时,应同时读取两根水尺的读数,其差值不得大于 2 cm,并记入手簿相应栏内,原水尺读数供校核;
- g) 因故漏测时,应按实际观测时间的数据记载,不得为了凑数而擅自插入水位读数;
- h) 进行同步观测时,应在 1 时、7 时、13 时、19 时观测风向、风力、气压,并记载天气状况,如阴、雨、晴、雪等;
- i) 验潮站所使用的 GMT 时钟,每天必须校对一次,并记在手簿的备注栏内,其时钟准确度应优于 1 min。

验潮站不同水尺的零点读数应归化到统一的水位零点。水位零点一般假定在工作水准点以下整米处,但必须低于最低潮位。验潮站的水位零点一经确定,不得改变。利用旧站进行水位观测时,也可以采用其深度基准面作为水位零点。

附录 B

(资料性附录)

海底地形地貌测量班报表

表 B.1~表 B.6 中给出了海底地形地貌测量中单波束测深、多波束测深、侧扫声纳测量和浅地层剖面测量的班报表格式。

表 B.1 单波束测深班报表

[illegible]

技术负责:

班组长：

第 页

共 页

表 B.2 多波束测深班报表

[illegible]

技术负责:

班组长：

第 页

共 页

表 B.3 多波束测深数据处理班报表

测区		调查船		航次		日期		海况	
序号	文件名	编辑后文件名	测线号	编辑人	时间	检查人	备 注		

技术负责：

班组长：

第 页

共 页

表 B.4 侧扫声纳测量班报表

测区		调查船		航次		日期		海况		
卷号	测线号	时间	定位点号	航向	船速	拖缆长度	拖鱼距海底距离	声纳量程	工作频率	备 注
				</						

操作者：

技术负责：

第 页

共 页

表 B.5 浅地层剖面测量班报表

[illegible]

操作者：

技术负责：

第 页

共 页

表 B.6 单道地震测量班报表

[illegible]

震源:

记录系统:

接收系统：

电极类型:

操作者:

技术负责:

第 页

共 页

附 录 C
(规范性附录)
海底地形图整饰格式

图 C.1 规定了海底地形图整饰的格式要求。

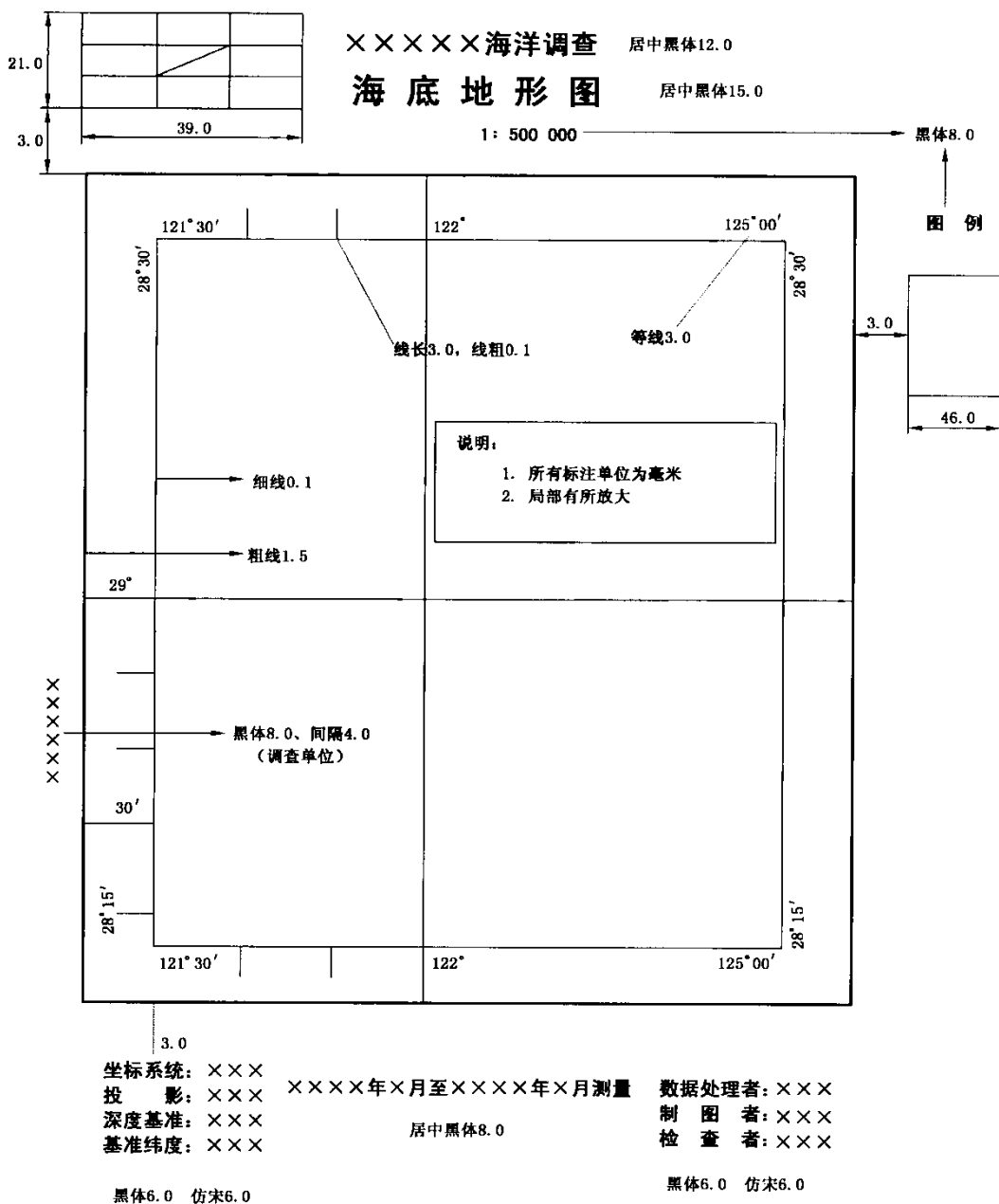


图 C.1 海底地形图整饰格式

附 录 D
(规范性附录)
地貌分类系统

表 D.1 列出了一级至四级地貌单元的分类系统。

表 D.1 地貌分类系统表

一级地貌	二级地貌	三级地貌		四级地貌
大陆地貌	海岸地貌	堆积型地貌 (平原海岸)	海积阶地 堆积平原 海滩 水下堆积阶地 水下堆积岸坡	现代河道 古河道 沼泽 沙嘴 沙垄 沙堤 沙坝 潮沟
		侵蚀-堆积型地貌	潮流沙脊群 水下侵蚀-堆积岸坡	海蚀崖 海蚀洞 海蚀柱 海蚀平台
		侵蚀型地貌 (基岩海岸)	海蚀台地或海蚀阶地 水下侵蚀岸坡	岸礁(裾礁) 堡礁(堤礁) 环礁
		生物地貌 (生物海岸)	红树林滩 珊瑚礁滩 贝壳堤或贝壳滩	海堤 盐田 水库 港池 航道 码头
		人工地貌		
大陆边缘地貌	陆架和岛架地貌	堆积型地貌	现代堆积平原 残留堆积平原 水下三角洲 大型水下浅滩 堆积台地	陆架谷 断裂谷 海底扇 沼泽 埋藏古河道 埋藏古湖沼洼地 水下沙丘 水下沙波 水下沙垄 小型水下浅滩 现代潮流沙脊 古潮流沙脊 潮流冲刷槽 珊瑚礁 岩礁 沙岛(沙洲) 陆架外缘堤 海釜
		侵蚀-堆积型地貌	侵蚀-堆积平原 潮流沙脊群 潮流沙席 水下阶地 陆架或岛架斜坡	
		侵蚀型地貌	侵蚀平原 大型侵蚀浅洼地	
		构造型地貌	构造台地 构造洼地	

表 D.1 (续)

一级地貌	二级地貌	三级地貌		四级地貌
大陆边缘地貌	陆坡和岛坡地貌	堆积型地貌	堆积型陆坡 岛坡斜坡 大型海底扇	崩塌谷 断裂谷 海底滑坡 浊积扇 地垒型平台 (或地垒山) 地堑式洼地 (或地堑谷) 陡坎 陡崖 海山 海丘 珊瑚礁
		构造-堆积型地貌	深水阶地 陆坡盆地	
		构造-侵蚀型地貌	海底大峡谷	
		构造型地貌	断褶型陆坡 岛坡陡坡 陆坡或岛坡海台 陆坡或岛坡海山群 陆坡或岛坡海丘群 陆坡或岛坡海槽	
大洋地貌	深海盆地貌	堆积型地貌	深海平原 深海扇	珊瑚礁 水下浅滩 浊积扇 海渊 小型隆脊 平顶山 断裂槽谷 山间谷地 山间洼地 断裂槽谷 陡崖 海山 海丘 海台 深海滩 小型洼地
		构造型地貌	海沟 中央裂谷 深海洼地	
		构造-火山型地貌	洋中脊 深海海岭 深海海山群 深海海丘群 断裂槽谷山脊带	

附 录 E
(资料性附录)
地貌形态成因类型

E.1 海岸带地貌

海岸带是具有一定宽度的陆地与海洋相互作用的地带,上界为现代潮、波作用所能达到的上限,下界为波浪作用的下限-波基面(即波蚀临界深度)。现代海岸带由陆地向海洋可划分为滨海陆地(潮上带)、海滩(潮间带)和水下岸坡(潮下带)三部分。海岸带受波浪、潮汐、海流、河流等方式运动的水体和生物、风力作用,形成各种海积、海蚀和生物、风成地貌,其形成过程和形态结构受着地形、地质构造、海面升降、河流、气候和生物等影响。

E.1.1 海积阶地

由于构造隆起或海平面下降,海积平原被改造成阶地。

E.1.2 海积平原

指在海岸带的砾石滩、沙滩及泥滩等扩展延伸形成的广大平坦地面。为海相沉积物组成的平原。

E.1.3 海滩

位于平均高潮线与平均低潮线之间的潮间带,地面平缓向海倾斜,由泥沙及砾石组成。根据主要组成物质,可分为泥滩、沙滩和砾滩三种。热带、亚热带还发育红树林海滩和珊瑚礁海滩。在贝壳生物较多的海岸可形成贝壳滩。

E.1.3.1 泥滩

分布于潮流作用的滨岸平原、海湾、河口湾沿岸或大河河口两侧,受河流及沿岸细粒物质大量补给和潮流作用为主的海洋动力控制,淤积作用显著,沉积物主要为细颗粒的粉砂和粘土淤泥。泥滩坡度平缓,宽度很大,一般为数公里至十几公里,沉积物由海向陆由粗变细。

E.1.3.2 沙滩

分布于以波浪作用为主的沿岸,由海岸物质横向运动堆积而成,一般分布在海湾处,外形一般比较平直,坡度比泥滩大,沉积物分选好,主要由松散细粒物质(各类砂)组成。

E.1.3.3 砾滩

主要分布于以波浪作用为主的基岩海岸,尤以海山群海岸的岬角最为明显。侵蚀作用强烈,在海岸不断后退过程中形成。砾滩狭窄,坡度陡,砾石大小不等,分选差,砾石成分与近岸基岩相同。

E.1.3.4 红树林海滩

主要分布于热带、亚热带中背风浪而正在向海伸展的低平的泥滩上,由红树林植被起主导滞留沉积作用的一种生物海岸。

E.1.3.5 珊瑚礁海滩

在热带海岸由造礁珊瑚建造起主导作用的一种生物地貌类型。依托海岸发育的珊瑚礁即岸礁(裾礁),而在大陆边缘和大洋中发育的珊瑚礁,有堡礁、环礁、台礁和溺礁等几种类型。珊瑚礁上往往有波浪与风作用形成的由珊瑚礁碎屑堆积成的沙洲或灰沙岛,由环岛沙坝及内圈的洼地组成。

E.1.3.6 贝壳滩

指海岸带淤泥质海岸平原上由软体动物贝壳(如牡蛎、蛤等为主)的碎屑和细沙、粉沙组成的海滩。

E.1.4 水下堆积阶地

分布在水下岸坡的坡脚,由中立带以下向海移动的泥沙堆积而成。在粗颗粒物质组成的陡坡海岸,水下堆积阶地比较发育。

E.1.5 水下岸坡

指海岸带的水下斜坡部分,系低潮线至波基面间向海自然延伸的斜坡。下界水深一般为 20 m~40 m。常为海湾、河口三角洲和沿岸台地所间断而呈不连续分布,斜坡上可发育海蚀阶地和海积阶地。按堆积、侵蚀作用强弱,分堆积岸坡、侵蚀-堆积岸坡和侵蚀岸坡。

E.1.5.1 水下堆积岸坡

通常分布于大河河口附近,与大河悬移质泥沙大量入海和随沿岸流扩散、堆积相关。岸坡坡度较小($0^{\circ}03' \sim 0^{\circ}04'$),宽 10 km~40 km,沉积物较细,多为泥质粉砂和粘土。

E.1.5.2 水下侵蚀-堆积岸坡

属水下堆积岸坡与侵蚀岸坡之间的过渡型岸坡。沉积物除部分源于大河补给外,主要来自近岸中、小河流和沿岸侵蚀物质。

E.1.5.3 水下侵蚀岸坡

为海洋动力较强的高能侵蚀作用形成的水下岸坡。分布于浪强、入海陆源碎屑少的基岩海岸、黄土海岸、废河口三角洲海岸等下面,坡脚与波浪作用下限相符。岸坡陡($>3^{\circ}$)、窄,主要为砂、砾质组成。

E.1.6 海蚀平台或海蚀阶地

海蚀崖长期受携带泥沙的激浪磨蚀,不断后退,并在其前方形成一个向海微斜的近似平坦的基岩台地。其上有时覆有砂、砾等海积物,或残留有较坚硬岩石形成的海蚀柱或海蚀残丘等,低潮时部分出露海面,高潮没于海面之下。后期由于陆地上升或海平面下降,海蚀平台被抬升后即形成海蚀阶地。

E.2 大陆架和岛架地貌

大陆架是大陆边缘的浅水部分,为大陆水下的延伸部分,属于大陆型地壳。从纵向地形剖面来看,其分布范围从低潮线开始,向深海方向微微倾斜到地形明显变陡转折的地带。这种转折点连线又称坡折线。因而大陆架的实际范围是从低潮线开始到坡折线之间的地带。坡折线水深一般在 200 m~300 m 之间,大陆架地形一般较平坦,平均坡度多在 $0^{\circ}02' \sim 0^{\circ}10'$ 之间。大陆架地貌发育与附近陆地密切相关,受构造运动及海平面升降变化所控制,是以外力作用为主形成的地貌。内陆架为现代动力作用形成的各种堆积和侵蚀地貌,外陆架主要为晚更新世末期和全新世早期形成的残留地貌。

岛架是岛弧边缘的浅水平台,从地形剖面上看,岛架是从低潮线开始向深海方向缓缓倾斜到岛架外缘坡度变陡转折的地带(坡折线)。岛架外缘转折点较大陆架明显,宽度窄,一般在 20 km~100 km 之间,平均坡度比陆架大 2 倍~3 倍,为 $0^{\circ}05' \sim 0^{\circ}20'$ 之间。岛架上一般冲蚀切割强烈,地形也比大陆架复杂。地貌类型以堆积型和构造型为主。

E.2.1 现代堆积平原

分布在内陆架,受河流和海洋水动力作用携带的大量沉积物堆积于此,形成广阔平坦的平原地貌。表层的现代沉积物变化较复杂,除岸边沉积物较粗外,绝大部分为粉砂粘土质沉积物。根据堆积的地理位置可分为河口湾堆积平原、海湾堆积平原和浅海堆积平原三类。

E.2.1.1 河口湾堆积平原

主要分布在喇叭型河口湾附近,由现代河流和潮流动力作用形成的平原,其沉积结构较为复杂,发育有泥质浅滩、潮流冲刷槽和沙脊(坝)等。

E.2.1.2 海湾堆积平原

分布在两个岬角之间的湾头处,由湾头高地径流、波浪、潮流冲刷的泥沙携带到此大量堆积而形成的海积平原。海底平坦向外海倾斜,有时在湾口发育沙坝。

E.2.1.3 浅海堆积平原

一般分布在水深 50 m 范围内的海域,以海洋水动力为主形成的海积平原。

E.2.2 残留堆积平原

分布于陆架区,晚更新世低海平面时期,河流和海洋等水动力甚至风力作用冲蚀和堆积形成的平原

地貌。其特点一是沉积物粒径比内侧现代堆积平原粗,以砂性沉积物为主体,形成规模宏伟的“砂带”,具有残留沉积物的特征,若为风沙堆积物,则称之为大陆架沙漠化;二是沉积物年龄的测定及古生物组合特征分析,虽然经冰后期海平面上升,现代水动力的改造,但仍以残留的地貌形态和沉积物为主体。

E.2.3 水下三角洲

在河流入海处地势较为平坦、海洋动力作用较弱的地带,由河流携带大量的泥沙堆积而未露出水面的大型扇形堆积体及被埋藏的早期形成的三角洲。根据出露情况、形成时代可分为现代水下三角洲和水下古三角洲。

E.2.3.1 现代水下三角洲

包括现代河流三角洲和潮成三角洲两种。河成水下三角洲是最主要类型,分布于河流入海处,而且逐年向海推进,在海底地貌动态上为扇形的堆积体,可分为三角洲平原和三角洲前缘。潮成三角洲仅分布在潮流作用强烈的地方,是以涨潮流和落潮流为动力搬运堆积而成的扇形堆积体。

E.2.3.2 古水下三角洲

一般在水深数十米至陆架外缘发育,底质属残留沉积。是指晚更新世海平面下降或冰后期海平面上升导致古河口进退,由于河流作用形成的不同时期扇形堆积体。有的几个三角洲扇形体相互叠置,并经过后期海洋水动力改造,常为厚、薄不等的现代沉积层掩埋,其形态不如现代水下三角洲典型。

E.2.4 大型水下浅滩

高出周围海底数米或数十米的椭圆形或长条形中间高周边低的堆积体。组成物质较邻近地貌体的粗,一般为砂质沉积物,滩面上有沙波、小型沙丘和小型沟槽等。

E.2.5 侵蚀-堆积平原

早期形成的堆积平原经冰后期海侵或现代海流、潮流、波浪作用长期改造而形成,底质为砂泥质沉积。其上常发育古三角洲、古湖沼洼地、古河谷、水下阶地、古沙堤、陆架谷和现代冲刷槽、沙波等。

E.2.6 台地

由平坦的台面和坡度较大的斜坡组成,其形成和发展与现代堆积作用和基底断块构造相关,分堆积台地和构造台地。

E.2.6.1 堆积台地

通常分布在内陆架堆积作用强烈的现代沿岸地区,由大河及近源中、小河流入海泥沙堆积而成。沉积物以粉砂、粘土为主,顶部可形成活动的风暴沙丘和强潮流形成的脊、槽相间的次级线状地貌。

E.2.6.2 构造台地

与断裂构造密切相关,分布于长期处于构造隆升或阶状断裂发育区,台地四周为多组构造围限,由平缓台面和四周陡峻的斜坡组成。台地常覆现代沉积盖层,台面上多见裸露的基岩残丘。

E.2.7 潮流沙脊群、潮流沙席

主要分布在水深 30 m~50 m 以浅的内陆架潮流作用较强(往复流速大于 0.5 m/s~1 m/s)的海区,形成的沙脊和槽沟成条带状相间分布的群体,沙脊线状延伸好,长度一般 10 km~50 km,宽一般 2 km~5 km,高 5 m~20 m。当潮流流速降至 0.5 m/s 以下,往复流转为旋转流时,则形成平缓的潮流沙席。

E.2.8 水下阶地

陆架上呈阶梯状分布的水下平台。平台较宽阔,宽度不一,它的前、后缘陡坎转折极明显,阶地上的沉积物,表层多为现代海洋沉积物,而底层多为陆地河流冲积物(砂砾层),或是滨海相对较粗粒的碎屑沉积物,有时候还分布有珊瑚礁或冰川堆积物。表明水下阶地从前是沿岸浅海或滨海大陆的一部分,后来由于陆地下沉或海面才为海水淹没。

E.2.9 陆架或岛架斜坡

陆架斜坡是陆架区坡度较陡的区域,其坡度比邻近陆架的平均坡度大 2 倍~3 倍。主要分布在滨

E.3.5 陆坡或岛坡海台

陆坡或岛坡上有一定的平坦面,周边为斜坡的大型地貌体。台面与台坡水深变化较大,台面水深一般为数百米,台坡水深变化大,有的直落深海平原,最大高差可达4 000 m。海台基盘多为裂离的陆壳残块,上覆不同厚度的沉积层,部分呈浅滩、暗礁、沙洲或出露海面的岛屿,热带海洋中常见珊瑚礁。

E.3.6 陆坡或岛坡海山群

陆坡或岛坡上由众多海山海丘(以高差大于500 m的海山为主体)组成的地形起伏变化复杂的区域。主要受构造作用控制,往往是基性或超基性岩浆沿着张性断裂喷溢而成,其分布具有明显的规律性,可分为链状海山或线状海山。

E.3.7 陆坡或岛坡海丘群

陆坡或岛坡上由波状起伏的诸多海丘组成的区域,一般多为相对高差为50 m~200 m的低海丘,相对高差为200 m~500 m的高海丘较少,有的成片状分布,有的成线状或链状分布。

E.3.8 海底大峡谷

是陆坡上大型的长条状负地形,一般长数十公里至数百公里。海底峡谷与断裂构造密切相关,一般是沿着断裂构造,并经滑塌作用触发高密度的浊流冲刷发育而成,是一种构造-侵蚀型地貌。海谷的轴线有的成直线型(短谷),有的成蛇曲型(长谷)。海谷的上部横剖面多为“V”型,宽度窄,坡度陡,高差大;海谷的下部横剖面多为“U”型,宽度大,坡度缓,高差小。

E.3.9 陆坡或岛坡海槽

陆坡或岛坡上长条状的、比海沟相对宽、浅的舟状洼地,可分为封闭型和半封闭型两种。形态特征为两侧槽壁陡峻,并有雁状张性断裂发育,槽底较平坦,横剖面为“U”型。槽底上覆较厚的新生代沉积。根据其地质构造的差异,可分为构造裂谷型海槽(西沙海槽、中沙海槽)、弧前盆地型海槽(北吕宋海槽、西吕宋海槽)、消亡海沟型海槽(南沙海槽)。

E.4 深海盆地貌

深海盆为边缘海中最低洼的部分。一般水深大,地形较为平坦,除洋中脊、海山、海丘、中央裂谷、洼地、海沟等起伏较大的地形外,大部分为平坦的深海平原。

E.4.1 深海平原

深海盆地貌中地形最平坦部分,也是海盆的主体,平均坡度为 $0^{\circ}05'$ ~ $0^{\circ}15'$ 。新生代沉积厚数百米至数千米,表层为粉砂质粘土、生物软泥和薄层浊流沉积,平原上尚有许多海山、海丘和浅洼地。

E.4.2 深海扇(浊积扇)

分布于陆坡、岛坡的海底峡谷出口末端。面积数百至数千平方公里,坡度平缓,有时发育大型沙波。表层为粉砂质粘土,粗屑物质以放射虫和陆缘砂为主,可夹有浅海生物和植物碎屑。

E.4.3 深海海岭

为大洋盆地中呈狭长绵延的海底山脉,由一系列呈串珠状或众多密集的海山、海丘组成,其延伸长度一般为数千公里,宽约100 km~200 km,一般高出两侧洋盆1 000 m~3 000 m,有的可达近万米。海岭往往有一隆起的基座,在基座上发育火山,高出水面的成为岛屿。

E.4.4 深海海山群

海盆中大型海山(相对高差大于500 m)和高海丘(相对高差为200 m~500 m)大量分布的区域,并以海山为主体。主要受板块构造作用控制,往往是基性或超基性岩浆沿断裂喷溢而成。海山分布具有明显的规律性,可分为链状海山或线性海山。

E.4.5 深海海丘群

由海底波状起伏的诸多海丘组成,一般多为相对高差为50 m~200 m的低海丘,相对高差为200 m~500 m的高海丘相对少些,有的成片状分布,也有的成线状或链状分布,其成因与深海海山群相同。

E.4.6 深海洼地

深海平原上宽浅的低洼部分,形态各异,有的呈椭圆形,有的呈长条形,一般低于周围海底 200 m~300 m,其周围为海山、海丘环绕的山间盆地或弧后扩张的构造裂谷形成的低洼地。

E.4.7 海沟

海沟是位于岛弧一侧或两侧的狭窄深沟,长约 1 000 多公里,宽 40 km~70 km,一般水深为 5 000 m~8 000 m,最深可达 11 034 m。海沟的横剖面为“V”字形,两侧沟不对称,陆侧坡壁较陡,坡度一般大于 10°,洋侧坡壁较缓,坡度一般为 3°~8°。海沟底部的现代沉积物很薄,最大厚度不超过 1 000 m,沉积物主要为深海软泥、陆源浊流沉积等,呈楔形体展布于海沟一端或两端。海沟地貌由一系列深洼地、海山和海丘组成。

E.4.8 洋中脊

大洋中脊是地球上最长的海底山系,为热地幔物质上涌的地方,即海底扩张中心和新地壳产生的地带。大洋中脊地形比较复杂,由一系列和大洋中脊平行的纵向岭脊和谷地相间排列组成,这些岭脊和谷地被一系列横向转换断层切断成不连续的段落,在谷地和横向转换断层交汇处形成一些很深的横向凹槽。大洋中脊水深约 2 500 m~4 000 m,高于两侧洋盆约 1 500 m 左右,宽度不一,最宽可达 1 000 km~1 500 km 以上。大洋中脊脊顶崎岖,两翼平缓,少数山峰出露海面形成岛屿。

E.4.9 中央裂谷

沿洋中脊轴部延伸的巨大的断裂谷,为长条形的负地形,一般较邻近洋中脊低 500 m~1 500 m,边坡地形稍陡,裂谷底不平坦,有海山、浅源地震和高热流分布。

E.4.10 断裂槽谷山脊带

由转换断层形成的一系列平行的、呈线状相间排列的槽谷和山脊组成,与大洋中脊呈切割关系。一般长数百至数千公里,宽数十至数百公里,槽脊相对高差为数百至数千米。

附 录 F
(规范性附录)
地貌图图例系统

表 F.1、图 F.1 和图 F.2 分别给出了各地貌成因类型的代号、各地貌形态与结构的图例、其他地貌图成图要素的图例及其相应的 RGB 色标编号。

表 F.1 地貌形态成因类型

地貌单元	地貌类型	代 号	RGB 色标编号		
海岸地貌	海积阶地	CL ₁	255	255	191
	海积平原	CL ₂	255	255	191
	海滩	CL ₃	255	255	191
	水下堆积阶地	CL ₄	239	255	191
	水下堆积岸坡	CL ₅	239	255	191
	水下侵蚀-堆积岸坡	CL ₆	239	255	191
	水下侵蚀岸坡	CL ₇	239	255	191
	海蚀台地或海蚀阶地	CL ₈	255	255	191
陆架和 岛架地貌	现代堆积平原	SH ₁	239	255	191
	残留堆积平原	SH ₂	239	255	191
	侵蚀-堆积平原	SH ₃	239	255	223
	侵蚀平原	SH ₄	239	255	223
	现代水下三角洲	SH ₅	247	255	163
	古水下三角洲	SH ₆	247	255	163
	大型水下浅滩	SH ₇	191	255	163
	堆积台地	SH ₈	229	255	229
	潮流沙脊群、潮流沙席	SH ₉	239	255	191
	水下阶地	SH ₁₀	163	255	207
	陆架或岛架斜坡	SH ₁₁	223	255	191
	大型侵蚀浅洼地	SH ₁₂	239	255	223
	构造台地	SH ₁₃	229	255	229
	构造洼地	SH ₁₄	239	255	223
陆坡和 岛坡地貌	堆积型陆坡或岛坡斜坡	SL ₁	207	255	231
	断褶型陆坡或岛坡陡坡	SL ₂	191	255	223
	大型海底扇	SL ₃	178	255	255
	深水阶地	SL ₄	163	255	207
	陆坡或岛坡海台	SL ₅	215	255	163
	陆坡或岛坡海槽	SL ₆	153	255	255
	陆坡盆地	SL ₇	178	255	255
	陆坡或岛坡海山群	Sm	166	229	255
	陆坡或岛坡海丘群	Sk	166	229	255

表 F.1 (续)

地貌单元	地貌类型	代 号	RGB 色标编号		
深海盆地貌	深海平原	MS ₁	127	255	255
	深海扇	MS ₂	127	255	255
	深海海岭	MS ₃	166	229	255
	深海海山群	MS ₄	166	229	255
	深海海丘群	MS ₅	166	229	255
	深海洼地	MS ₆	127	255	255
	海沟	MS ₇	102	255	255
	洋中脊	MS ₈	166	204	255
	中央裂谷	MS ₉	115	255	255
	断裂槽谷山脊带	MS ₁₀	166	204	255

地 貌 类 型	图 例	RGB 色标编号		
现代河道		0	255	255
古河道		0	255	255
海积阶地		255	255	0
沼泽		0	255	0
滨岸沙堤		0	0	0
沙坝		0	0	0
连岛坝		0	0	0
沙咀		0	0	0
冲决扇		217	153	76
天然堤		0	0	0
河口边滩		0	0	0
沙丘		0	0	255
粉砂-淤泥滩		0	0	0
沙、砾滩		0	0	0
红树林		0	255	0

图 F.1 地貌形态与结构

地貌类型	图例	RGB 色标编号		
盐蒿		0	255	0
暗沙或暗滩		255	0	0
珊瑚礁		255	0	0
沉没环礁/沉没台礁		0	255	0
礁滩/塔礁		0	255	0
贝壳滩		0	0	0
贝壳堤		0	0	0
海滩岩		0	0	255
海蚀崖、古海蚀崖		0	0	255
海蚀洞		0	0	255
海蚀柱		0	0	255
人工海堤		0	0	0
水库		0	255	255
盐田		0	255	255
养殖场		0	255	255
防护林		0	255	0
现代水下三角洲		0	0	255
古三角洲		0	0	255
海底扇(浊积扇)		0	0	255
埋藏古河道		0	0	255
埋藏古河沼泽地		0	0	255
水下阶地		0	0	255
水下沙坝		0	0	255

图 F.1 (续)

类 别	图 例	RGB 色标编号		
实测断层		255	0	0
推测断层		255	0	0
隐伏断层		255	0	0
区域性断层		255	0	0
活动断层和浅断层		255	0	0
浅层气		0	0	0
底辟(泥丘)		0	0	0
常风向		0	255	255
强风向		0	255	255
主要涨潮流		0	255	255
主要落潮流		0	255	255
常浪向		0	255	255
强浪向		0	255	255
沿岸流		0	255	255
环流、海流		0	255	255
泥沙流		0	255	255
基岩海岸		0	0	0
砂质海岸		0	0	0
淤泥质海岸		0	0	0
红树林海岸		0	0	0
淤进岸		0	0	0
稳定岸		0	0	0
蚀退岸		0	0	0

图 F.2 补充图例

类 别	图 例	RGB 色标编号		
古海岸线		0	0	0
二级地貌界线		0	0	255
三级地貌界线		0	0	255
地貌剖面线		0	0	0
沉积物类型线		0	0	0
可供大、中港口选址的岸段		0	0	0
可供建海滨浴场和 旅游度假村岸段		0	0	0
可供开发旅游 风景区的岸段		0	0	0
可供大型海涂开垦和 水产养殖区的		0	0	0
底质污染类型及界线		0	0	0

图 F.2 (续)