

ICS 07.060
A 45



中华人民共和国国家标准

GB/T 17501—2017
代替 GB/T 17501—1998

海洋工程地形测量规范

Specification for marine engineering topographic surveying

2017-11-01 发布

2018-05-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

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 总则	2
5 技术设计	3
6 平面控制测量	5
7 高程控制测量	5
8 导航定位	6
9 水深测量	7
10 海岸地形测量	14
11 海底扫测	18
12 检查验收	20
13 成果资料	20
附录 A (资料性附录) 海平面水准联测计算公式	23
附录 B (规范性附录) 水位观测良好日期的选择	25
附录 C (规范性附录) 平均海平面与深度基准面的确定	27
附录 D (规范性附录) 声速改正	29

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 17501—1998《海洋工程地形测量规范》。本标准与 GB/T 17501—1998 相比主要技术变化如下：

- 修改了海洋工程地形测量的规定范围内容(1998 年版的第 1 章,本版的第 1 章)；
- 增加了海洋工程地形测量、海岸线、2000 国家大地坐标系、1985 国家高程基准等术语和定义(见第 3 章)；
- 修改了总则中测量基准所采用的平面坐标系统,将国家坐标系统更改为 2000 国家大地坐标系(见 4.3.1,1998 年版的 4.3.1)；
- 修改了平面控制测量的一般规定,删除了三边测量和 GPS 测量的具体内容改为使用全球导航卫星系统定位测量;(见 6.1,1998 年版的 6.1)；
- 修改了平面控制测量中光电测距导线测量、三角测量的要求(见 6.1.6、6.1.7,1998 年版的 6.1.5、6.1.6)；
- 修改了平面控制测量中选点与埋石、水平角观测、距离测量、平面控制测量成果的记录整理和平差计算的具体要求,删除了三角测量的检验、三边测量的检验和导线测量的检核,改为引用 GB 50026 中的有关部分(见 6.2、6.3、6.4、6.5,1998 年版的 6.2、6.3、6.4、6.5)；
- 修改了高程控制测量的一般规定(见 7.1,1998 年版的 7.1)；
- 修改了高程控制测量中水准测量、光电测距三角高程测量的要求,删除了具体内容,改为按 GB 12898 的要求执行(见 7.2、7.3,1998 年版的 7.2、7.3)；
- 删除了 GPS 水准的有关内容(1998 年版的 7.5)；
- 增加了全球导航卫星系统水准测量(见 7.5)；
- 修改了导航定位的一般规定,将微波测距和 GPS 测距改为全球导航卫星系统和极坐标定位法,对控制点的选取要求进行了变更(见 8.1,1998 年版的 8.1)；
- 删除了微波测距定位系统定位、GPS 定位(1998 年版的 8.2、8.3)；
- 增加了全球导航卫星系统定位、极坐标定位、水下声学定位、导航软件(见 8.2、8.3、8.4、8.5)；
- 修改了水深测量中工作水准点的测量要求(见 9.1.6.3,1998 年版的 9.1.6.3)；
- 增加了利用全球导航卫星系统验潮测量水深的技术要求(见 9.1.10)；
- 修改了深度测量的技术要求(见 9.2,1998 年版的 9.2)；
- 修改了测深定位的技术要求(见 9.3,1998 年版的 9.3)；
- 增加了对模拟记录进行检查与整理的要求(见 9.5.4.1)；
- 增加了吃水改正的技术的要求(见 9.5.5.1)；
- 修改了动态吃水改正的技术要求(见 9.5.5.4,1998 年版的 9.5.5.3)；
- 修改了地形图的制作,将水深图的绘制改为地形图的制作(见 9.6,1998 版的 9.6)；
- 删除了测量原图的制作(1998 年版的 9.7)；
- 修改了机助制图的有关要求(见 9.7,1998 年版的 9.8)；
- 修改了海岸地形测量的一般规定(见 10.1,1998 年版的 10.1)；
- 修改了海岸地形测量中碎部测量的方法,改为采用全站仪极坐标法、全球导航卫星系统实时动态测量、连续运行基准站网法进行测量(见 10.2,1998 年版的 10.2)；
- 增加了海岸线的界定(见 10.3.1)；

GB/T 17501—2017

- 修改了海岸线测量、干出滩测量的具体要求(见 10.3、10.4,1998 年版的 10.3、10.4);
- 修改了海底扫测中技术设计、扫测实施、资料整理的内容(见 11.2、11.3、11.4,1998 版的 11.2、11.3、11.4);
- 修改了检查验收、成果资料的有关内容(见第 12 章、第 13 章,1998 版的 12.1、12.2、12.3);
- 修改了海平面水准联测计算公式(见附录 A,1998 版的附录 A);
- 修改了水位观测良好日期的选择计算公式(见附录 B,1998 版的附录 B);
- 修改了平均海平面与深度基准面的确定计算公式(见附录 C,1998 版的附录 C);
- 修改了声速改正的计算公式(见附录 D,1998 版的附录 D)。

本标准由国家海洋局提出。

本标准由全国海洋标准化技术委员会(SAC/TC 283)归口。

本标准起草单位:国家海洋局第一海洋研究所。

本标准主要起草人:周兴华、杨龙、冯义楷、李增林、陈义兰、丁继胜、胡光海、吴永亭、唐秋华。

本标准于 1998 年首次发布,本次为第一次修订。

海洋工程地形测量规范

1 范围

本标准规定了海洋工程地形测量的总则、技术设计、测量内容、技术方法、检查验收和成果资料等要求。

本标准适用于海洋工程 1:500~1:50 000 比例尺地形测量。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 12319 中国海图图式

GB 12327—1998 海道测量规范

GB/T 12898 国家三、四等水准测量规范

GB/T 18314 全球定位系统(GPS)测量规范

GB/T 20257.1 国家基本比例尺地图图式 第1部分:1:500 1:1 000 1:2 000 地形图图式

GB/T 20257.2 国家基本比例尺地图图式 第2部分:1:5 000 1:10 000 地形图图式

GB/T 20257.3 国家基本比例尺地图图式 第3部分:1:25 000 1:50 000 1:100 000 地形图图式

GB/T 24356—2009 测绘成果质量检查与验收

GB 50026—2007 工程测量规范

CH/T 2009—2010 全球定位系统实时动态测量(RTK)技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

海洋工程地形测量 **marine engineering topographic surveying**

海岸、离岸及岛礁工程所需海底地形地貌测量及海底表面障碍物的探测。

3.2

海岸线 **coastline**

平均大潮高潮时海水面和陆地的交界线。

注:改写 GB/T 15918—2010 定义 2.3.10。

3.3

2000 国家大地坐标系 **China geodetic coordinate system 2000;CGCS 2000**

采用 2000 参考椭球,原点在地心的右手地固直角坐标系。Z 轴为国际地球旋转局参考极方向,X 轴为国际地球旋转局的参考子午面与垂直于 Z 轴的赤道面的交线,Y 轴与 X 轴构成右手正交坐标系。

[GB/T 14911—2008 定义 2.32]

3.4

1985 国家高程基准 **national vertical datum 1985**

1987 年颁布命名的,采用青岛水准原点和根据由青岛验潮站从 1952 年到 1979 年的验潮数据确定

GB/T 17501—2017

的黄海平均海水面所定义的高程基准,其水准原点的起算高程为 72.260 m。

[GB/T 14911—2008 定义 2.24]

3.5

深度基准面 **depth datum**

海洋测量中深度的起算面,是海图、水深图及各种水深资料所载深度的起算面。

注:改写 GB/T 15918—2010 定义 2.5.6。

3.6

理论最低潮面 **the lowest normal low water**

我国海图深度基准面的具体实现形式,为理论上可能出现的潮汐最低水位,其高度从当地平均海平面起算。

4 总则

4.1 海洋工程地形测量的任务

对实施海洋工程的海域进行地形地貌测量及障碍物的探测,其目的是为海洋工程设计及施工提供地形基础图件与微地貌资料。

4.2 海洋工程地形测量的内容

主要包括:

- 平面和高程控制测量;
- 水位观测;
- 海底地形测绘;
- 海底微地貌测绘;
- 海底表面障碍物探测;
- 海岸、岛礁地形测绘。

4.3 采用基准

4.3.1 坐标系统

平面坐标系统应采用“2000 国家大地坐标系”(CGCS 2000),根据工程需要可采用其他平面坐标系统,但需与 CGCS 2000 建立转换关系。

4.3.2 高程基准

高程应采用“1985 国家高程基准”,在远离大陆的岛、礁,其高程基准可采用当地平均海平面。

4.3.3 深度基准面

深度基准面应采用“理论最低潮面”,根据工程需要采用其他基准面的,宜给出所采用的基准面与理论最低潮面以及“1985 国家高程基准”的关系。远离大陆的岛、礁,深度基准面可采用当地平均海平面。

4.4 测量精度

4.4.1 测图比例尺及平面控制测量精度

4.4.1.1 当测图比例尺小于 1:500 时,平面控制网最弱点相对于起始点的中误差小于或等于 10 cm;

4.4.1.2 当测图比例尺为 1:500 时,平面控制网最弱点相对于起始点的中误差小于或等于 5 cm。

4.4.2 高程控制精度

验潮站的工作水准点、水尺零点和海岸地形测量的高程控制精度不低于 GB 12898 中规定的四等水准测量精度。

4.4.3 定位精度

深度测量中,当测图比例尺为 1:500 时,定位点的点位中误差小于或等于图上 2.0 mm;当比例尺小于或等于 1:1 000 且大于或等于 1:5 000 时,定位点的点位中误差小于或等于图上 1.0 mm;当比例尺小于或等于 1:10 000 且大于或等于 1:50 000 时,定位点的点位中误差小于或等于图上 0.5 mm;对有特殊要求的海上定位测量,应视工程的设计要求确定定位精度。

4.4.4 深度测量精度

在深度测量中,当水深小于或等于 20 m 时,深度测量中误差小于或等于 0.2 m;当水深大于 20 m 时,深度测量中误差小于或等于所测深度的 1%。

4.5 制图精度

4.5.1 图廓边长度误差小于或等于图上 0.1 mm;对角线、方里网格线长度误差小于或等于图上 0.3 mm;格网交点的直角坐标位移小于或等于图上 0.6 mm。

4.5.2 控制点展点精度,以控制点间的距离来检查,每一控制点检查边数不应少于两条,且检查边交角应在 $30^{\circ}\sim 150^{\circ}$ 之间,边长度误差小于或等于图上 0.3 mm。

4.6 投影、分幅

4.6.1 投影采用高斯-克吕格投影,测图比例尺大于或等于 1:2 000 采用 1.5° 带投影,1:5 000~1:10 000 采用 3° 带投影,小于 1:10 000 采用 6° 带投影。也可根据工程需要采用其他的投影。

4.6.2 分幅采用国际统一分幅或自由分幅。

4.7 图式符号

表示海域和陆域的图式符号应分别满足 GB 12319 和 GB/T 20257.1、GB/T 20257.2、GB/T 20257.3 的有关要求。

4.8 仪器检定

用于海洋工程地形测量的测量仪器,应按有关要求进行检测或校准,只有检定或校准合格且在有效期内,才可使用。

5 技术设计

5.1 技术设计的依据

技术设计主要依据包括任务书、合同,有关的法规、规范和技术标准,以及现场踏勘、技术装备情况。

5.2 项目设计

项目设计的主要内容包括:

- 测区范围、测绘比例尺和划分图幅;
- 测量工作中的主要技术方法和措施;

GB/T 17501—2017

- 项目设计书；
- 绘制有关图件。

5.3 专业设计

5.3.1 测区资料收集和现场踏勘

应收集如下测区资料：

- 社会情况、自然地理、水文气象；
- 交通运输、通讯、用船及避风锚泊等工作条件；
- 最新出版的陆域及海域的相关图件；
- 平面及高程控制成果资料及其说明；
- 其他有关资料。

对所收集资料的可靠性和精度进行分析，并对资料能否采用做出结论。

5.3.2 专业设计的内容

5.3.2.1 平面控制

根据测区已知点情况及测图比例尺，选择平面控制测量的方法及所要达到的精度。

5.3.2.2 高程控制

确定由已知高程点至待测高程控制点或验潮站的施测方法及测量精度。

5.3.2.3 水深测量

水深测量设计中应该考虑以下内容：

- 根据工程需要，结合现场踏勘情况，选择合适的测量船和测量仪器；
- 根据测图比例尺确定测线间隔、测线数量，根据已知资料等深线的走向确定测线布设方向；
- 根据不同定位方法和手段，确定岸台（或基准台）的位置，估算测区定位中误差；
- 确定验潮站的位置及水位改正方案；
- 确定定位系统及测深仪器的检验与测定方法。

5.3.2.4 海岸及岛礁地形测量

主要包括：

- 图幅划分；
- 平面及高程控制布设；
- 测图方法确定。

5.3.2.5 微地貌测量和障碍物探测

主要包括：

- 确定测量范围；
- 根据测量海区水深及覆盖率的要求，选择合适的测量仪器，确定测线布设方案。

5.4 外业实施计划

在确定外业实施计划时应考虑下列因素：

- 确定外业工作时间；

- 主要仪器装备配备；
- 技术人员选定及分工；
- 用车、用船计划及解决方案；
- 按技术设计书要求,进行技术准备工作；
- 外业工作期间的质量控制措施和安全应急预案。

6 平面控制测量

6.1 一般规定

- 6.1.1 在控制测量前,应收集测区已有的控制点成果资料,凡符合 4.4.1 规定精度要求的已有控制点成果,均可作为同等级点使用。
- 6.1.2 平面控制点应在大地控制点上发展,如在没有大地控制点的区域,可建立独立的控制网。
- 6.1.3 平面控制点的布设,应遵循从整体到局部,从高级到低级,分级布设的原则。
- 6.1.4 平面控制点按其精度,可分为一级控制点、二级控制点和图根控制点。
- 6.1.5 平面控制测量可选用导线测量、三角测量和全球导航卫星系统(GNSS)定位测量等方法。
- 6.1.6 导线测量按 GB 50026—2007 中 3.3 的要求执行。
- 6.1.7 三角测量按 GB 50026—2007 中 3.4 的要求执行。
- 6.1.8 用 GNSS 定位测量方法布测平面控制点,一般采用静态或快速静态相对定位测量方法,也可采用相位差分或精密单点定位法。GNSS 定位测量的主要技术要求及精度指标应符合 GB/T 18314 的相关规定。

6.2 选点与埋石

选点与埋石要求按 GB 50026—2007 中的第 3 章及其附录 B 的要求执行。

6.3 水平角观测

水平角观测按 GB 50026—2007 中 3.3 的要求执行。

6.4 距离测量

距离测量按 GB 50026—2007 中 3.3 的要求执行。

6.5 测量成果的记录、整理和平差计算

测量成果的记录、整理和平差计算均按 GB 50026—2007 中第 3 章的有关内容执行。

7 高程控制测量

7.1 一般规定

- 7.1.1 测区的高程系统,采用“1985 国家高程基准”。在已有高程控制网的地区,可沿用原高程系统;当边远测区联测困难时,也可采用假定高程系统,或通过水位观测、GNSS 拟合等方法确定高程基准。
- 7.1.2 高程控制测量应不低于四等,精度应符合 4.4.2 要求,特殊情况下可布设等外水准;各等级视需要,均可作为测区的首级高程控制。
- 7.1.3 高程控制测量可采用水准测量、三角高程测量和 GNSS 水准测量进行。
- 7.1.4 首级网应布设成环形网。当布网要求加密时,宜布设成附合路线或结点网。只有在特殊困难情

况下,才允许布设支线。

7.2 水准测量

水准测量按 GB 12898 的要求执行。

7.3 三角高程测量

三角高程测量按 GB 12898 的要求执行。

7.4 跨海高程测量

7.4.1 本标准的跨海高程测量,仅指利用平均海平面特性进行高程传递的海平面水准联测。采用光学仪器、三角高程测量以及 GNSS 水准法进行跨海水准测量,按 GB 12898 中的相关要求执行。

7.4.2 跨海高程测量的精度,应与工程部门协商,满足工程需要设计的精度要求为原则。一般不做等级划分,但要有检核条件,并对测量结果作精度评估。

7.4.3 应充分收集分析测区及邻近海区的潮汐、气象、验潮站等资料和测区所在地区的陆上高程控制测量资料,对高程测量提出精度要求,并用技术文件予以确定。

7.4.4 海平面水准联测可根据精度要求和工程性质,设立短期验潮站或临时验潮站进行联测。

7.4.5 验潮站的设立、验潮站与水准点的联测和水位观测的要求应按 9.1 执行。

7.4.6 海平面水准测量的内业计算,应收集邻近海区一个以上长期验潮站,与联测期间的水位观测资料作相关检验,当其相关系数大于 0.75 时,参与计算并作为校核条件。

7.4.7 可采用回归分析法来计算海上未知验潮站水尺零点高程。采用一元回归分析法时,应按附录 A 计算相关系数。

7.5 GNSS 水准测量

GNSS 水准测量按照 GB 50026—2007 中 4.4 的要求执行。

8 导航定位

8.1 一般规定

8.1.1 在海洋工程测量中,视设备和工作海区的情况,主要采用以下导航定位方法:

- GNSS 定位法;
- 极坐标定位法;
- 其他定位方法。

8.1.2 定位精度的要求应符合 4.4.3 的规定。

8.1.3 选用或布测按照 GB/T 18314 中级别划分的 E 级 GPS 点以上的控制点作为基准点或控制点,并利用控制点根据工程需要确定工程使用的坐标系统与 CGCS 2000 之间的坐标转换参数。

8.1.4 导航定位的坐标系统和投影选择的要求按 4.3.1 和 4.6.1 执行。

8.2 GNSS 定位

8.2.1 GNSS 定位根据工程定位精度要求,采用单机定位或差分定位方式。

8.2.2 定位工作前应在控制点上做静态或动态实时定位精度试验,试验情况和结果应附在技术工作报告中。

8.2.3 船上 GNSS 天线架设在净空条件好的地方,尽可能减少多路径效应的影响。

8.2.4 当采用实时差分定位时,应使用有固定解的成果。

8.2.5 当实时差分定位无法满足工程要求时,可采用后处理差分定位技术。

8.3 极坐标定位

对沿岸大比例尺测图,也可采用全站仪极坐标法进行定位。其具体要求应符合 GB 50026—2007 中 5.3 的相关规定。

8.4 水下声学定位

在利用水下拖曳测量设备进行海洋工程测量时,拖曳体的定位方法可采用水下声学定位技术。定位精度应满足 11.2.3 的相关要求。

8.5 导航软件

导航软件应选择满足工作需要的专业软件,至少具备测线或目标点布设、自动采集并记录定位数据、图像导航等功能。

9 水深测量

9.1 水位控制

9.1.1 验潮站的类型

验潮站按照其采集潮位数据时间长短和验潮站位置,分为以下几种类型:

- 长期验潮站,应有一年或一年以上连续观测资料;
- 短期验潮站,最少连续观测 30 d;
- 临时验潮站,在水深测量时设置;
- 海上定点验潮站,至少应在大潮期间(良好日期)与相关长期站或短期站同步观测一次或三次 24 h 或连续观测 15 d 水位资料,良好日期的选择按照附录 B 执行。

9.1.2 验潮站的布设密度

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小于或等于 0.4 m,最大潮时差不大于 1 h,且潮汐性质应基本相同。

9.1.3 引用潮位资料注意事项

利用有关单位观测的潮汐资料,应重点了解以下内容:

- 验潮仪器的型号、观测方法和精度;
- 水准点设立的位置、稳定性,与水尺零点、验潮站零点(即水位零点)的关系;
- 采用的深度基准面;
- 记时器校正情况;
- 设站期间有否中断观测。

9.1.4 验潮站的选址原则

验潮站的选址原则应符合 GB 12327—1998 中 6.1.1.3 的规定。

9.1.5 水尺设立的要求

设立的水尺应牢固、垂直于水面、高潮不淹没、低潮不干出;如不满足要求,可使用梯级水尺,两水尺

相衔接部分至少有 0.3 m 重叠。

9.1.6 验潮站的水准测量

9.1.6.1 每个验潮站附近应在地质坚固稳定的地方埋设工作水准点一个。

9.1.6.2 工作水准点可在岩石、固定码头、混凝土面、石壁上凿标志,再以油漆记号。不具备上述条件时,亦可埋设牢固的木桩。

9.1.6.3 工作水准点高程测量应符合第 7 章的规定。

9.1.6.4 在验潮站附近的水准点和三角点,按 7.2 的要求进行复核,合格后可作为工作水准点。

9.1.6.5 水尺零点可按图根点水准测量要求与工作水准点联测。

9.1.6.6 水位观测过程中,如发现或怀疑水尺零点有变化时,应进行高差联测。当水尺零点变动超过 3 cm,应重新确定其相互关系,并另编尺号。

9.1.6.7 海上定点验潮站的水尺零点无法进行水准联测时,其高程测量方法可按 7.3、7.4 和 7.5 执行。

9.1.6.8 验潮站不同水尺零点应归化到统一的验潮站水位零点。

9.1.7 气象观测

水位观测期间,应根据实际情况进行气象观测,并记载天气状况。

9.1.8 验潮用的时间校对

验潮用的计时器每天至少与标准时间校对一次。

9.1.9 水位观测要求

测深期间,根据当地水位变化情况确定观测时间间隔,一般不大于 10 min。在高、低潮前后适当增加水位观测次数,其时间间隔以不遗漏水位极值为原则。水位观测误差不应大于 2 cm。水位观测包括:

a) 水尺观测

用水尺观测时,应每隔 10 min 观测一次,整点时必须观测,读数读到厘米,时间记到整分。当风浪较大、水尺读数误差大于 5 cm 时,应停止工作。

b) 验潮仪观测

用自动验潮仪观测水位时,仪器读数精度不低于 1 cm,时间比对精度不低于 1 min,数据记录的时间间隔小于 10 min;测量期间每隔 3 d 进行一次水尺同步观测,同步观测要求为每次观测 1 h,观测间隔为 10 min。

9.1.10 GNSS 验潮

采用 GNSS 验潮模式进行水深测量时,应符合以下要求:

——GNSS 设备应采用多频接收机;

——测量天线相位中心到水面的垂直距离,并精确到 1 cm;

——采样率不小于 10 s;

——数据采集可选用 RTK 测量、后处理差分、精密单点定位等方式。

当需要确定验潮零点的高程基准时,基准转换的技术要求应符合 GB 50026—2007 中 4.4 的有关规定。

9.2 深度测量

9.2.1 测深线的布设

当用单波束测深仪测深时,主测深线方向应垂直于等深线的方向;对狭窄航道,测深线方向可与等深线成 45° 角。

在下列情况下,布设测深线的要求如下:

- 沙嘴岬角、石陂延伸处,一般应布设辐射线,如布设辐射线还难以查明其延伸范围时,则应适当布设平行其轮廓线的测深线;
- 重要海区的礁石与小岛周围应布设螺旋形测深线;
- 锯齿形海岸,测深线应与岸线总方向成 45° 角;
- 码头附近水域,应从码头壁外 $1\text{ m}\sim 2\text{ m}$ 开始,图上每隔 2 mm 平行码头壁布设 $2\sim 3$ 条测深线;

当用多波束测深系统测深时,主测深线方向原则上应平行于等深线的方向;特殊情况下视工程实际需要,可采用其他布设方式。

9.2.2 测深线间隔

测深线间隔的确定应顾及海区的重要性、海底地形特征和水深等因素。单波束测深时,原则上主测深线图上间隔为 $1\text{ cm}\sim 2\text{ cm}$;螺旋形测深线图上间隔一般为 0.25 cm ;辐射线的图上间隔最大为 1 cm ,最小为 0.25 cm 。使用多波束全覆盖测深时,应根据水深、仪器性能,保证测线间不小于 10% 的重叠来布设测线。

9.2.3 测点间距

测点间距一般为图上 1 cm 。海底地形变化显著地段应适当加密,海底平坦或水深超过 20 m 的水域可适当放宽。

9.2.4 检查线的布设

检查线的方向应尽量与主测线垂直,分布均匀,能普遍检查主测深线。检查线的长度不小于主测深线总长的 5% 。

9.2.5 深度测量精度

深度测量中误差规定符合4.4.4的规定。

9.2.6 深度测量的实施

9.2.6.1 使用回声测深仪测深时,每次工作前后,量取换能器吃水深度并精确至 5 cm 。

9.2.6.2 测深前在现场对测深仪进行测量深度校准。 $0\text{ m}\sim 20\text{ m}$ 水深可用放置于已知固定深度的比对标进行校准,校准时水深应大于 5 m ,深度校准的误差为 0.05 m 。水深大于 20 m 时,宜采用声速剖面仪确定现场声速。

9.2.6.3 使用多波束测深系统测深时,首先应完成系统安装和系统校准,然后进行声速剖面测量并对实时测量质量进行监控。

9.2.6.4 多波束测深系统安装应符合下列原则:

- a) 多波束测深系统换能器应固定安装在噪声低且不容易产生气泡位置;
- b) 姿态传感器安装位置尽可能靠近多波束换能器;

- c) 艏向测量仪应安装在测量船的艏艉(龙骨)线上,参考方向指向船艏;
- d) GNSS 接收天线安装在测量船上净空条件好的地方;
- e) 多波束换能器、姿态传感器及 GNSS 定位天线与参考点之间三维空间位置关系测量精确至厘米。

9.2.6.5 安装完毕后应对系统进行校准:

- a) 校准测量前,实时采集校准区域声速剖面,对多波束系统进行实时声速改正;
- b) 永久固定安装在大型测量船上的多波束测量系统,长期连续执行测量任务期间,每年进行不少于一次系统安装参数校准;非连续测量任务,每个测量任务实施前进行系统安装参数校准;临时安装在小型测量船上的多波束测量系统,每次实施测量任务前进行系统安装参数校准;
- c) 外业测量期间,除 GNSS 天线位置改变外,其他任何传感器位置发生变化,则应重新进行系统校准。

9.2.6.6 声速剖面测量要求如下:

- a) 进入测量区域实施测量前,应采集声速剖面;
- b) 根据测量区域的声速结构确定声速剖面采集的时间和位置,每个声速剖面的控制区域半径不宜大于 20 km,每个声速剖面使用时间不大于 1 d;
- c) 如果测量海区海水声速结构时空变换较大时,应加密测量声速剖面,或者根据多波束测量系统声速监控结果及时采集并更换声速剖面。

9.2.6.7 根据多波束测量系统质量监控功能监控实时测量质量,具体要求如下:

- a) 严密监视系统显示控制窗口,以监控系统各项波束数、实时姿态、位置信息以及方位等信息及返回波束质量是否正常;
- b) 监控相邻测线测量条幅覆盖是否符合要求,确保条幅覆盖不小于 10%;
- c) 监控声速剖面对波束实时改正效果,以便及时采集新的声速剖面;
- d) 监控数据实时记录介质记录状态及容量,确保能正确记录采集的多波束水深数据;
- e) 多波束系统安装、系统校准等内容应在技术总结报告中体现。

9.2.6.8 校对检查测深仪时,每次测前、测后的检查点数规定如下:

- a) 当 $\Delta Z \leq 5$ m 时,应检查二个点(最浅、最深);
- b) $5 \text{ m} < \Delta Z \leq 10$ m 时,应检查三个点(最浅、中间、最深);
- c) 当 $\Delta Z > 10$ m 时,应检查 4 个点(最浅、最深、中间二个点)。

ΔZ 为测区最浅、最深水深之差值。

在流量较大的江河地段,持续暴雨和台风后的岸边浅水区等,均应增加测深仪的检查次数。

9.2.6.9 测深期间船速、航向变化或船体明显倾斜时,应进行动态吃水变化的测量。

9.2.6.10 回声测深仪通常采用数字方式记录测深数据,也可配有测深记录纸模拟记录数据。

9.2.7 补测条件

在下列情况之一进行补测:

- 测深时,当测深线偏离设定测线的距离超过规定间隔的 1/2 时;
- 固定水深剖面重复检测测量,当测深线偏离设定测线的距离大于 10 m 时;
- 两定位点间测深线漏测或测深仪回波信号记录中断(或模糊不清)在图上超过 3 mm 时;
- 测深仪信号不能正确量取水深时;
- 当用多波束测深系统全覆盖测深时,如因偏航、船只规避等原因导致测线间有未覆盖区域时;
- 测深期间,验潮中断时。

9.2.8 重测条件

具有下列情况之一应重测:

- 主、检点位水深比对时重合深度点(图上距离 1.0 mm 以内)的不符值限差超过 4.4.4 要求,且超限的点数超过参加比对总点数的 20%时;
- 图幅拼接的点位水深比对超限时;
- 点位中误差超限时;
- 其他严重违反本标准要求时。

9.3 测深定位

- 9.3.1 测深点定位中误差应符合 4.4.3 的规定。
- 9.3.2 宜选用实时差分定位设备进行导航定位。
- 9.3.3 外业工作实施前及结束后,在已知控制点上对定位设备进行检查比对。
- 9.3.4 单波束测深仪换能器与定位中心若不在同一铅垂线上,应进行偏心改正。

9.4 外业资料整理

9.4.1 测深资料的整理

- 9.4.1.1 每日开始(结束)工作时应注明“×年×月×日×时开始(结束)工作”,在每条测深线第一定位点前注明所测线号,在定位线上注明点号及时间。
- 9.4.1.2 记录介质应贴上标签,并注明项目名称、工作海区、测量日期和测深线起始号。

9.4.2 定位资料的整理

- 9.4.2.1 定位手簿、测深手簿、测深仪记录纸所记的线号、点号、日期、时间均应一致。
- 9.4.2.2 如外业资料由数据自动采集系统获取,数据文件中应包括如下要素:线号、点号、日期、时间、坐标、采集的深度、水位改正值、改正深度值及备注。

9.4.3 水位观测资料整理

- 9.4.3.1 验潮人员对所观测的资料应在现场及时整理,如发现问题应正确处理。
- 9.4.3.2 在水尺零点确定无误后,根据水位观测资料计算水位改正值,水位改正值精确至厘米。
- 9.4.3.3 根据水位改正值绘制水位曲线图。

9.5 内业资料整理

9.5.1 一般规定

- 9.5.1.1 在内业整理中,严禁随意划改原始数据。
- 9.5.1.2 内业整理中每一项目完成后,应由另一作业人员进行全面校对。

9.5.2 展绘定位点

- 9.5.2.1 展绘定位点的展点误差应满足以下要求:
 - a) 展点误差在图上应小于或等于 0.2 mm;
 - b) 内插点在图上应小于或等于 0.5 mm。
- 9.5.2.2 当测深线上的定位点过密时,可舍去适当的个别定位点,但应遵循下述原则:
 - a) 其水深值应与附近深度变化基本一致;
 - b) 航向、航速变化的定位点不能舍去;
 - c) 特殊深度和影响地貌特征的定位点不能舍去;
 - d) 对特殊深度,应全面检查。

9.5.3 绘制测深线航迹图

必要时,绘制测深线航迹图。以定位点为圆心,用1 mm~2 mm直径小圆圈表示,并注记相应的点号,圆圈之间用实线连接,绘成测深线航迹图。点位密集时,可只注记逢五、逢十的点号;若点号之间有中断时,中断点及起始点均应注记点号。

9.5.4 深度量取

9.5.4.1 采用计算机人工辅助处理深度数据或人工量取深度时,应对模拟记录进行检查与整理。计算机自动采集数据时,应辅以姿态传感器,消除测量船上下起伏引起的测量误差;人工对模拟信号水深进行量取时,应准确判断0 m线和第一时间返回的声波模拟信号位置点,量取误差控制在记录纸上距离1 mm之内。

9.5.4.2 回波信号模糊不清或中断超过记录纸上3 mm者,应检查外业所勾绘的回波信号连线的准确性。没有数字线测深仪的连线用红铅笔勾绘在回波信号靠近零讯号的一侧。当没有涌浪滤波装置且受风浪影响而回波信号呈现波浪状时,连线应勾绘在回波信号的距波峰1/3处。

9.5.4.3 内插两定位点间的特殊水深点,插点标记线应平行于定位点标记线。检查线与主测线之交点和所有特殊深度均不应遗漏,准确量取。

9.5.4.4 自动采集的水深数字量取至0.01 m,在模拟记录纸上人工量取水深时水深均量取至0.1 m。

9.5.4.5 自动采集的水深数字应与记录纸全面对应检查,并内插两定位点间的特殊水深点。

9.5.5 深度改正

9.5.5.1 吃水改正

外业测量时如果没有对水深数据进行实时吃水改正,后处理时要根据所记录的换能器吃水值对水深数据进行吃水改正,吃水改正应精确至1 cm。

9.5.5.2 水位改正

水位改正应满足以下要求:

- a) 在进行水位改正前,应检查各验潮站的零点、平均海平面和深度基准面的确定是否准确。平均海平面、深度基准面的计算精确至0.01 m,其计算方法应符合附录C规定;
- b) 当相邻验潮站的控制范围重叠时,两验潮站间的瞬时水深应以两验潮站实测水位资料分别改正;
- c) 当相邻验潮站的控制范围值不重叠时,两验潮站间的瞬时水深,可采用直线分带法或时差法进行水位改正,采用上述方法时均要求两站间的潮时和潮高的变化与其距离成比例,分带时带的界线基本上应与潮波方向垂直;
- d) 对离岸较远,又无法设立海上定点验潮站的海域,可采用预报水位内插处理方法解决。改正后的深度值精确至0.1 m。

9.5.5.3 声速改正

外业测量如果未进行现场声速改正,内业处理宜采用实测声速进行声速改正,如没有实测声速,应按照附录D进行声速改正,获取深度改正量。

9.5.5.4 动态吃水改正

仪器安装时尽量靠近测量船重心,减少动态吃水影响。由于测量船自身重量改变引起的吃水改变,应根据测量前和测量后的吃水值,计算对应各时间的实际吃水值,当动态吃水变化大于5 cm时,应对水深数据进行动态吃水改正。

9.6 地形图的制作

9.6.1 水深地形图的绘制

9.6.1.1 控制点名称,符号在图上无法表示时(影响水深、岸线的绘制),可不表示。

9.6.1.2 文字注记和水深注记的书写一律朝图幅的正北方向。

9.6.1.3 水深注记以米为单位,小数用拖尾小号数字表示。水深的实测点位在整数中心。

9.6.1.4 以岸线为界,岸线以下水深点用右斜等线体注记,如 2_s ,理论深度基准零米线至岸线的水深点在整数位下加负号,如 1_s ;岸线以上高程按陆地高程点注记,如 3.5。注记间距一般为图上 1 cm~2 cm。

9.6.1.5 当水深小于 50 m 时,深度值注记至 0.1 m,当水深大于 50 m 时,深度值四舍五入后注记至整数。注记水深值的点位位移误差应小于或等于 0.3 mm。定位点间内插的深度点,位置误差应小于或等于 0.5 mm。

9.6.1.6 在不影响真实地反映海底地貌的前提下,为使图面清晰易读,应合理地取舍深度点。但不应舍去如下情况的点:

- a) 能确切地显示礁石、特殊深度、浅滩、岸边石陂等障碍物的位置、形状(及其延伸范围)以及深度(高度)的点;
- b) 能确切显示测区的地貌特征点;
- c) 特殊深度和反映其变化程度的特征点;
- d) 能正确地勾绘零米线、等深线及显示干出滩坡度的特征点。

9.6.1.7 明礁、干出礁的面积在图上大于 0.2 mm^2 时,应绘出实测形状;小于或等于 0.2 mm^2 时,应用符号表示,在明礁旁注记高程点,在干出礁旁用右斜等线体注记干出高度,并加括号,如 (2_s) 。

9.6.1.8 暗礁和水下障碍物,要注记最浅深度、底质或性质。

9.6.1.9 底质用汉字表示,当其位置与深度点重合时,可稍向下移动。

9.6.2 干出滩绘制

9.6.2.1 干出滩上的深度点,应在其位置上写干出数字,如 5_2 。

9.6.2.2 干沟,用虚线绘出其形状,并注记沟深。

9.6.3 等深线绘制

9.6.3.1 基本等深距 1 m。当海底平坦,基本等深线不能明确反映海底地貌时,可加绘辅助等深线;当海底坡度很大时,可适当增加等深距。

9.6.3.2 等深线可在测深精度两倍范围内移动,勾绘成圆滑的曲线。

9.6.3.3 零米线以 0.2 mm 直径的点表示;基本等深线以 0.1 mm 的实线表示,辅助等深线以 0.1 mm 的虚线表示。逢 5 逢 10 等深线绘制 0.25 mm 的加粗等深线。

9.6.4 图廓绘制

9.6.4.1 内图廓线粗 0.1 mm,外图廓线粗 1 mm。内图廓线至外图廓线外沿的距离为 10 mm。

9.6.4.2 方里网线粗为 0.1 mm。

9.6.4.3 图廓绘制精度要求按 4.5.1 执行。

9.6.5 测深线航迹图的绘制

9.6.5.1 航迹图绘制按照 9.5.3 的要求执行。

9.6.5.2 图廓清绘按 9.6.4 的要求执行。

9.7 机助制图

宜使用机助制图方法代替手工绘图。机助绘图精度应满足 9.6 中的有关要求。

10 海岸地形测量

10.1 一般规定

10.1.1 测图的比例尺根据工作性质、设计阶段和规模大小、除按工程规定的比例尺测图外,也可按表 1 选用。

表 1 测图比例尺的选用

比例尺	用途
1 : 25 000~1 : 50 000	规划选址
1 : 2 000~1 : 10 000	可行性研究
≥1 : 1 000	施工图设计、竣工验收等

10.1.2 实测海岸地形时,海岸线以上部分,按国家相应比例尺地形图测量规范执行,当有同比例尺或大比例尺最新地形资料时,可进行修测。海岸线以下测至半潮线,与水深测量相拼接。海岸线应进行实测。

10.1.3 海岸地形图的图式,应按 4.7 的要求执行,在 4.7 中所列的图式中没有规定的地物、地貌可自行补充,但应在技术报告中注明。

10.1.4 海岸地形图应进行全面内业检查。

10.2 碎部测量

10.2.1 实测海岸地形时,可选用全站仪极坐标法、GNSS RTK 测量、连续运行基站网(CORS)以及能达到精度要求的其他测绘方法。

10.2.2 采用全站仪极坐标测记法时,应符合 GB 50026—2007 中 5.3 的相关规定。

10.2.3 采用 GNSS RTK 测量、CORS 进行碎部测量时,应按 CH/T 2009—2010 中 6 的要求执行。

10.2.4 当解析图根点不能满足测图需要时,可增补适量的图根点。图根补点应符合 GB 50026—2007 中 5.2 的要求。

10.2.5 地形图上高程点注记,当等高距为 0.5 m 时,精确至 0.01 m;当等高距大于 0.5 m 时,精确至 0.1 m。

10.2.6 各类建筑物、构筑物及其主要附属设施均应进行测量。房屋外轮廓以墙角为准。居民区可据测图比例尺的大小或用图需要进行取舍或综合。

10.2.7 道路及其附属物,均应按实际形状测绘。对于小于 1 : 2 000 的地形图,对道路测绘可适当取舍。

10.2.8 管线转角均应实测。线路密集时或居民地区的低压电力线路和通信线路,可选择测绘。当多种线路在同一杆柱上时,应表示主要的。

10.2.9 跨过航道的架空电缆、桥梁,均应测定其至平均大潮高潮面的高度。

10.2.10 水系及其附属物,按实际形状测绘,岸线按常年水位的水迹线测绘。水渠测注渠顶边高程;堤、坝应测注顶部及坡脚高程;水井应测注井台高程。

10.2.11 水域的图上面积小于 1 mm² 而又无重要价值可舍去。当河沟、水渠在地形图上的宽度大于等于 1 mm 时,可用双线表示;小于 1 mm 时,可用单线表示。

10.2.12 地貌应以等高线表示。明显的特征地貌,应以符号表示。山顶、鞍部、凹地、山脊、谷底及地形

交换点处,应测注高程点。露岩、独立石、土堆、陡坎等,应注记高程或比高。

10.2.13 各种天然形成的斜坡、陡坎,其比高小于等高距的 1/2 或图上长度小于 10 mm 时,可不表示。

10.2.14 植被的测绘应按 GB 50026—2007 中 5.6.8 的要求执行。

10.3 海岸线测定

10.3.1 海岸线的界定

10.3.1.1 砂质海岸的海岸线界定

砂质海岸的海滩上部常常堆成一条与岸平行的脊状砂质沉积,称滩脊。海岸线一般确定在滩脊的顶部向海一侧,见图 1。在滩脊不发育或缺失的砂质海岸,海岸线确定在砂生植被生长明显变化线的向海一侧。

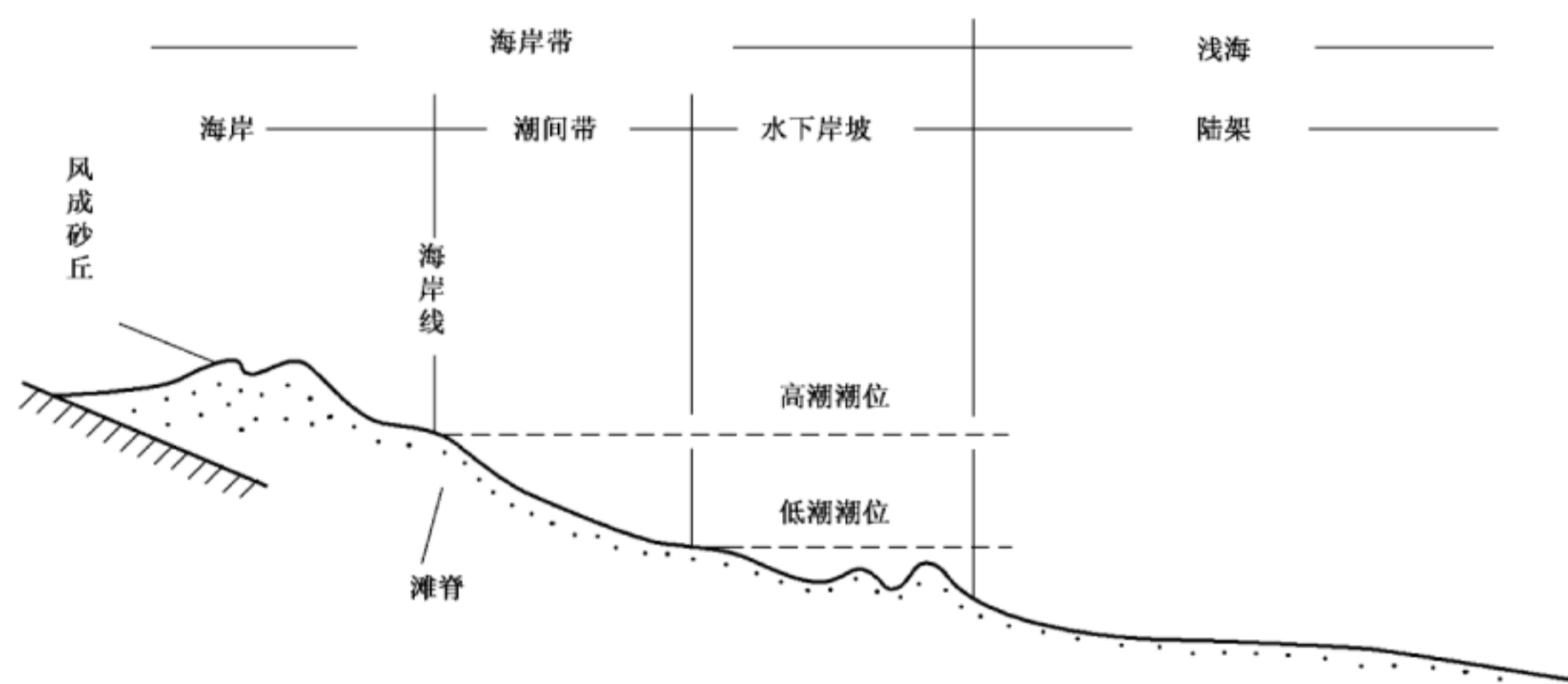


图 1 一般砂质海岸的海岸线界定方法示意图

10.3.1.2 淤泥质海岸的海岸线界定

淤泥质海岸主要由潮汐作用塑造的低平海岸,潮间带宽而平缓。海岸线应根据海岸植被生长变化状况、大潮平均高潮位时的海水痕迹线以及植物碎屑、贝壳碎片、杂物垃圾分布的痕迹线等综合分析界定,见图 2。

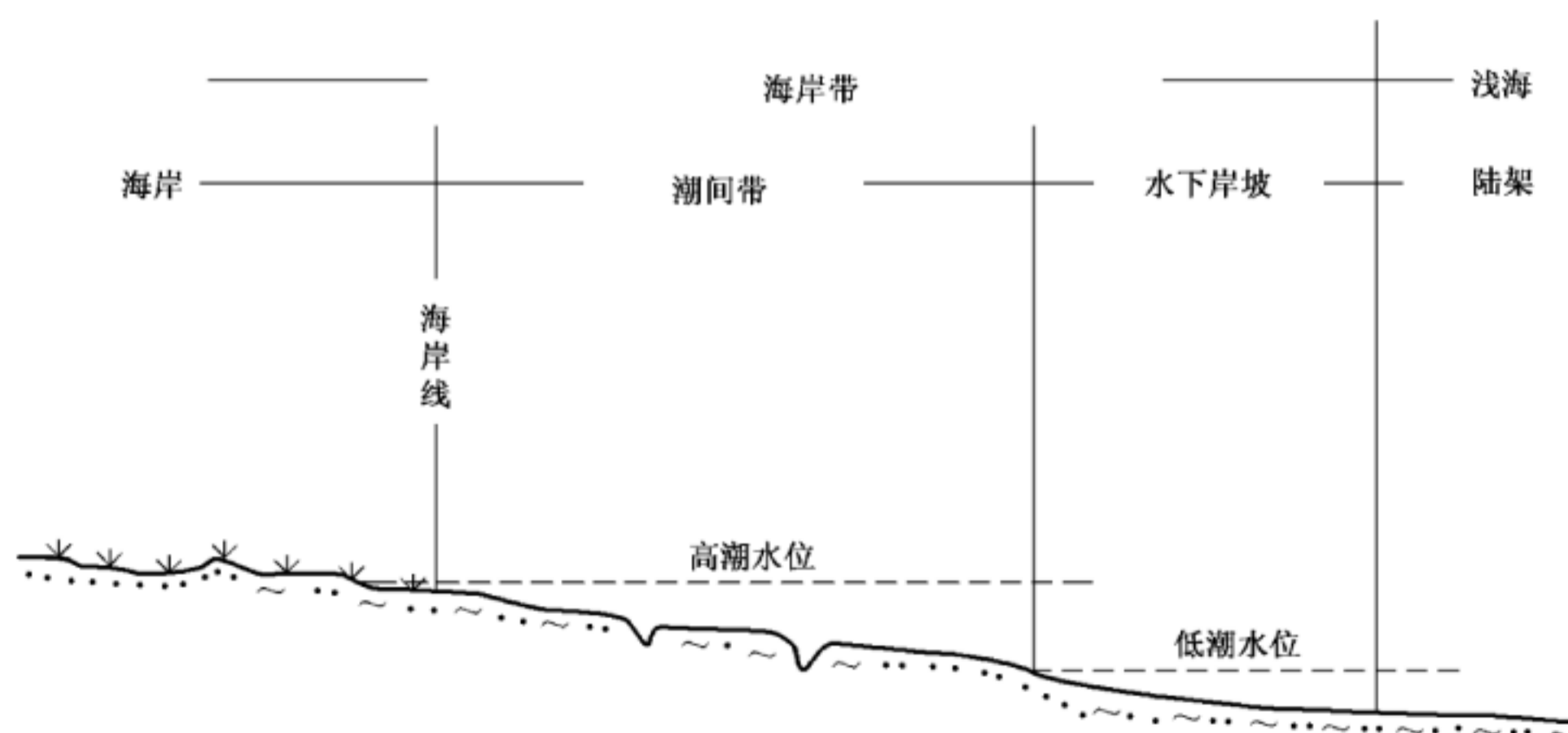


图 2 淤泥质海岸的海岸线界定方法示意图

10.3.1.3 基岩海岸的海岸线界定

基岩海岸的海岸线位置界定在陡崖的基部,见图 3。

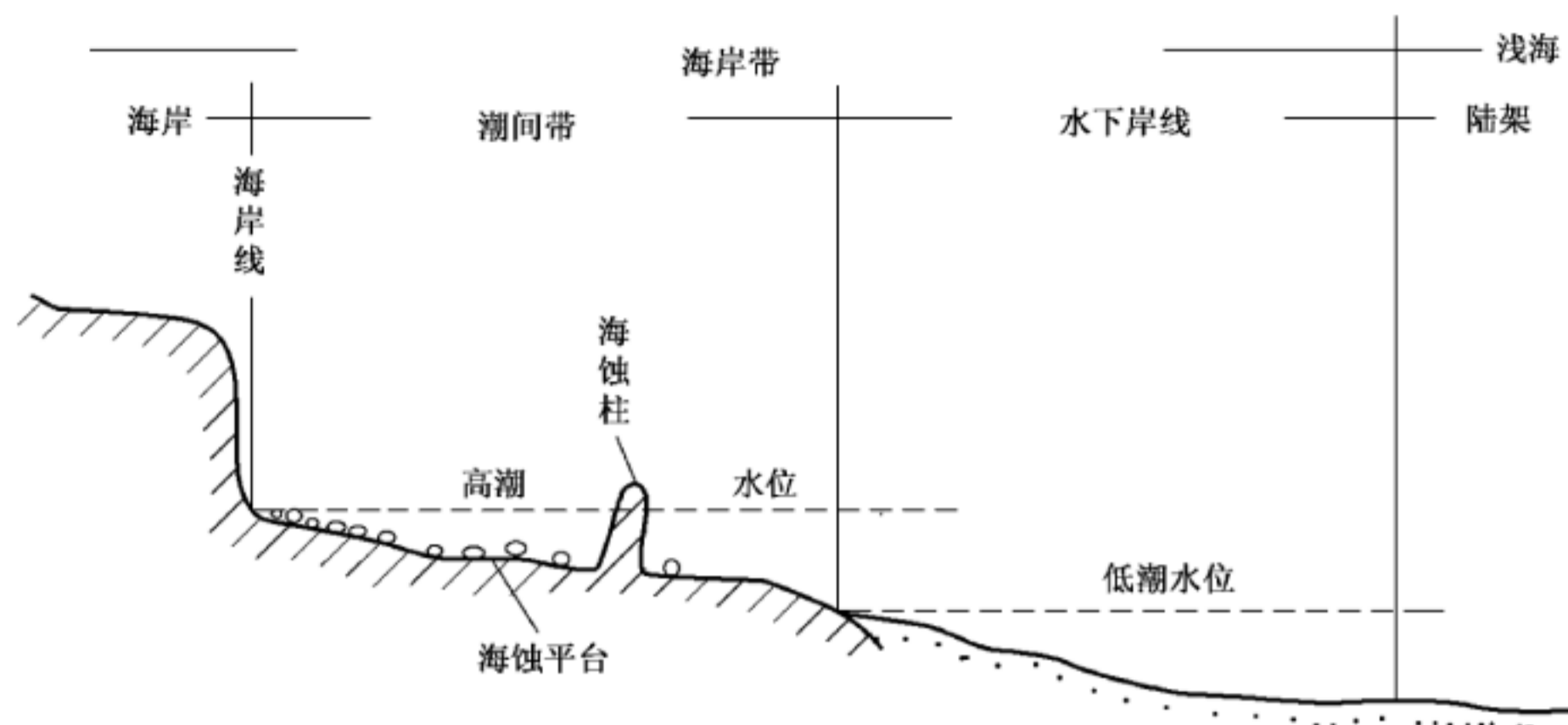


图 3 基岩海岸的海岸线界定方法示意图

10.3.1.4 人工海岸线的界定

人工海岸线指由永久性构筑物组成的海岸线,包括防潮堤、防波堤、护坡、挡浪墙、码头、防潮闸(坝)以及道路等挡水(潮)构筑物。

如果人工构筑物向陆一侧不存在平均大潮高潮时海水能达到水域的,以永久性人工构筑物向海侧的平均大潮时水陆分界的痕迹线作为人工岸线;人工构筑物向陆一侧存在平均大潮高潮时海水能达到水域的,则以人工构筑物向陆侧的平均大潮高潮时水陆分界的痕迹线达到的位置作为海岸线,见图 4。

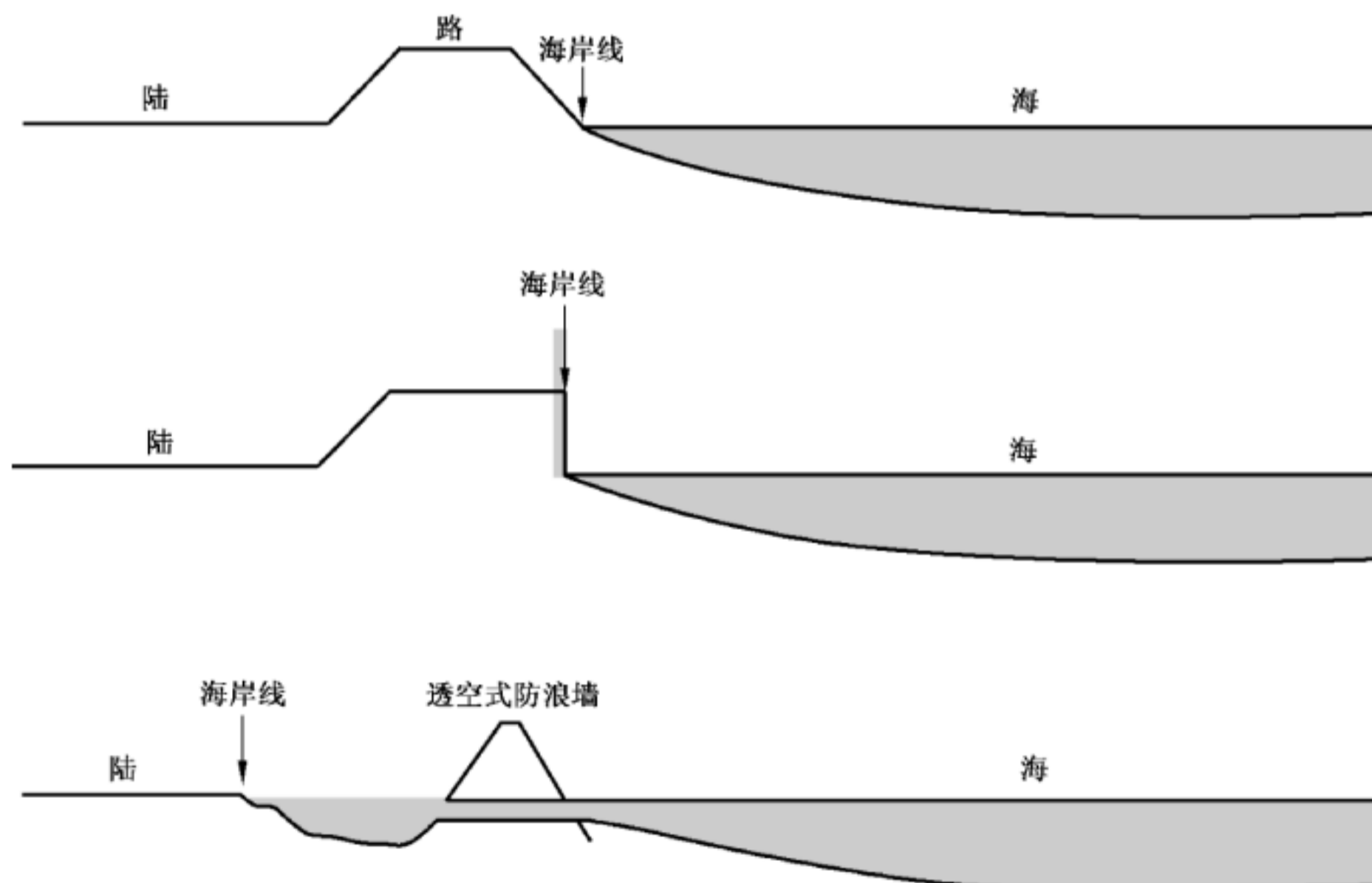


图 4 人工构筑物的海岸线界定方法示意图

10.3.2 海岸线测量误差

进行海岸线测量时,海岸线最大点位误差不应大于图上 1.0 mm,转折点的位置误差不应大于图上 0.6 mm,高程误差的限差为 0.2 m。

10.3.3 与海岸线相连设施的测量

与海岸线相连的各种设施,均应实地测绘,并注记高程。当海岸线与其他地物位置发生矛盾时,可按照 10.3.1.4 的界定原则进行测绘。

10.4 干出滩测量

10.4.1 海岸线至理论最低潮面水深零米线间的海滩称为干出滩(又称潮间带)。干出滩的性质及其范围、干出滩上的地物、地貌和干出高度(从深度基准面算起),可采用地形测量方法或水深测量方法测定。对面积较大的干出滩,采用断面法测量。干出滩测量的最大点位中误差不应大于图上 1.0 mm,特征地物点的位置误差不应大于图上 0.6 mm,高程误差的限差为 0.2 m。

10.4.2 干出滩按其性质可分为岩石滩、珊瑚滩、泥滩、沙滩、砾滩、泥沙混合滩、沙泥混合滩、沙砾混合滩以及芦苇滩、丛草滩、红树滩等。对各种干出滩的性质,应说明注记。当干出滩上为两种(含)以上性质时,应分别测绘。如靠近水深零米线是泥滩,而泥滩与海岸线之间是草滩(或其他性质的干出滩如牡蛎滩、芦苇滩等),此时草滩应完全描绘,在其外围再注记另一种干出滩的性质。草滩的外轮廓可采用全站仪极坐标法、GNSS RTK 测量、CORS 等方法进行测绘。干出滩的外边缘采用水深测量资料。

10.4.3 干出滩内的明礁采用地形测量方法实施,干出滩内的干出礁可采用地形测量方法或水深测量登礁方法测定,均应测定其位置、高程或干出高度。采用地形测量方法测定时不应少于三个方向,其位置互差绝对值不应大于图上 1.0 mm,高程(或干出高度)互差绝对值不应大于 0.4 m。困难情况下,当交角良好时可采用二个方向测定。

10.4.4 群礁测定其外围和显著礁石的位置、高程,在此范围内可适当取舍。

10.4.5 干出滩上的干沟,应尽量测绘。对于干出滩上的小水道、小河流的入海水道两侧应测定干出高度。利用低潮时段,采用全站仪极坐标法、GNSS RTK 测量、CORS 等方法进行测绘。干出滩上的小水道、小河流的出海口,除了已进行过水深测量的,也应进行测量。

10.4.6 当干出滩的面积较大时,以图上每隔 2 cm~5 cm 布设一条断面线进行施测。进行断面测量时,断面线间隔为图上 2 cm~5 cm。可视滩涂的使用价值适当扩大或缩小断面线间隔。

10.4.7 断面线应垂直海岸线布设,其起点按测站点的要求测定,中间点的测定按碎部点的要求测定。

10.4.8 断面线一般要求在低潮时测至半潮线,断面线上最边缘测点应量取水深并记取时间,以水深测量方法测得的干出高度与全站仪极坐标法或 GNSS RTK 测量法测得的干出高度,两者互差绝对值不应大于 0.4 m。

10.4.9 重要的大面积干出滩的海岸地形测量,可采用水深测量、地形测量、航空遥感测量等多种技术方法相结合的方式。在高潮时进行水深测量,以求得断面点的干出深度;低潮时进行地形测量结合航空遥感图像,以判读干出滩上地形起伏和微地貌特征。内业处理时,根据两种资料进行综合,绘制出干出滩上的地形图。

10.5 海岸地形图的修测

10.5.1 为了保持地形图的现势性和用图的需要,对已变化的地形图应进行修测。修测图一般在原图上进行。

10.5.2 局部地区地物变动不大时,可对原有地物点进行校核,以校核后的地物点为准进行修测。修测后的地物不应再作为修测新地物的依据。

10.5.3 当地物变动面积较大或周围地物关系控制不足,先补设图根控制点,再进行修测。

10.5.4 高程点一般从邻近的高程控制点引测。局部地区的少量高程点,也可利用三个固定的高程点作为依据补测,其高程较差不应超过等高距的 1/5,并取用平均值。

10.5.5 当一幅地形图变动面积超过 1/2 时,应全幅重测。

10.5.6 修测图中发现原图上有明显错误的地物、地貌应予以修正。

10.5.7 修测完成后,应按图幅将修测情况作记录,并绘制草图。

11 海底扫测

11.1 一般规定

使用侧扫声呐或多波束测深系统全覆盖扫测工程海区的海底声反射特征,微地貌起伏的高度或水深,及微地貌起伏形状特征或范围;全覆盖扫测工程海区的海底礁石、沉船和海底管道等海底构筑物的高度或水深,及其大小和范围。调查工程海区的海底微地貌情况,以及影响工程海区的海底微地貌的变化因素。

11.2 技术设计

11.2.1 调查海区情况

海底扫测之前,应全面了解工程需要。调查搜集工程海区的水深、海底地形及特征、海底障碍物情况、海流的流速和流向、风向和风速、水温层变化情况。

11.2.2 测线布设原则

扫测测线宜平行直线布设,宜满足:

- a) 测线方向平行于工程海区的海流方向、平行于测区的长边、平行于测区的等深线方向;
- b) 测线间隔 l 应保证相邻测幅的重叠不小于 20%。

测线间隔 l 由式(1)给出:

$$l = kW \dots\dots\dots(1)$$

式中:

l ——测线间距;

k ——系数,一般取值范围为 0.5~0.8;

W ——侧扫声呐有效覆盖宽度或多波束有效覆盖宽度。

11.2.3 定位要求

当测图比例尺大于或等于 1:2 000 时,定位点的点位中误差小于或等于图上 2.0 mm;当比例尺小于 1:2 000 且大于或等于 1:10 000 时,定位点的点位中误差小于或等于图上 1.5 mm;当比例尺小于 1:10 000 时,定位点的点位中误差小于或等于图上 1.0 mm。侧扫声呐水下拖鱼位置采用合适手段,保证定位误差在允许范围内。

11.2.4 作业方式

根据工程目的和实际海底复杂程度,可分为粗探测和精探测。

粗探测采取比较经济的测线布设方式对工程海区全覆盖扫测海底。

精探测根据粗探测发现的可疑海底微地貌或海底障碍物的位置、高度、形状和走向并根据调查资料的海底微地貌或海底障碍物的位置、高度(分别应有两个以上不同方向),采用小量程进行扫测,确定海底微地貌或海底障碍物的位置、高度(或水深)、形状、范围。

11.3 扫测实施

11.3.1 使用多波束测深系统扫测要求

使用多波束测深系统扫测,按 9.2.6 的要求执行。

11.3.2 使用侧扫声呐系统扫测要求

11.3.2.1 扫测之前,在工程海区进行设备调试,确定最佳工作参数,使声图记录清晰。

11.3.2.2 扫测时不应随意变动采集设备和数据记录参数;如遇特殊情况需要改动时,应及时做好记录。如当水深发生较大变化时,可以及时调整侧扫声呐的拖鱼入水深度,并在班报(值班日报或记录)上进行记录。

11.3.2.3 扫测过程中测量船应尽可能保持匀速、直线航行,船速不宜超过 5 kn。

11.3.2.4 测量船转向后的航迹线与转向前测线或航迹线之间的距离应大于有效作用距离。使用侧扫声呐扫测,拖鱼电缆长度大于测区水深时,测量船换测线转向应使用小舵角大旋回圈,所换测线与转向前测线之间距离应大于有效作用距离。

11.3.2.5 保持测量船航向稳定,定位点之间不应使用大舵角修正航向。

11.3.2.6 测量船在测区外向测区上线,应在测区外 1 cm(图上)处即保持测量船的航向和航速稳定。

11.3.2.7 扫测过程中应加强值班了望,注意过往船只、海中各类障碍物、拖鱼入水深度和拖鱼电缆受力情况。

11.3.2.8 侧扫声呐拖鱼距离海底高度一般不大于有效量程的 1/5,水深地形变化剧烈的区域,可根据实际情况调整。

11.3.3 扫测记录

操作人员应适时记录线号、点号、时间、航速、航向、转向、量程、拖鱼入水深度、拖缆长度、工作频率、仪器状态、海况及现场情况。

11.3.4 加密探测及潜水员下潜调查

在扫测中发现的海底微地貌及海底障碍物。如需探明其准确空间位置,可以加密探测,有条件还可让潜水员下潜调查。

11.3.5 扫测补测

扫测结果有以下情况之一应补测:

- 水深、波浪、水温跃层以及其他干扰使扫测仪器不能反映真实海底地貌和目标;
- 仪器故障不能获得反映海底声图图像;
- 作业时偏航距大于一定范围,不能满足全覆盖要求。

11.4 资料整理

11.4.1 资料检查

扫测结束后应对定位、声图和测深等资料进行全面系统地检查,测量资料应符合 11.3 有关规定要求。

11.4.2 资料分析

资料分析内容主要包括:

- 分析声图图像或多波束数据反映海底微地貌起伏高度、形状特征及其分布范围；
- 分析水深等深线形态和特殊水深分布特征、海底底质分布特点、影响测区微地貌变化的海流和波浪等外力情况；
- 确定海底微地貌的起伏高度和水深、形状特征、分布范围及分类类型，确定海底障碍物性质、位置、高度和水深、大小及走向。

11.4.3 绘制工程海区海底地貌图

根据扫测资料分析结果绘制海底地貌图。海底地貌图应表示工程海区的海底微地貌类型及其分布范围，以及海底障碍性质和其位置。

11.4.4 编写扫测报告

测扫后应编写报告，报告内容应包括：外业实施、资料处理、成果资料准确度、资料分析与解释、海底地貌及障碍物类型和特征、地形地貌演变分析等。

12 检查验收

12.1 检查验收应符合 GB/T 24356—2009 的有关规定。

12.2 海洋工程地形测量成果质量通过二级检查一级验收方式进行控制，即工程承担单位作业部门的过程检查、工程承担单位质量管理部门的最终检查和工程委托单位的验收。

12.3 工程承担单位作业部门应对所用的仪器、各项操作、作业限差、手簿填写、资料整理、图件的绘制等进行全面检查，各项计算成果进行百分之百的校核，工程负责人应对全部作业成果负责，并对作业质量作出结论。

12.4 工程负责人对作业中的每一工序、每一项目及各项均应全面检查验收。发现不符本标准要求的问题，要及时进行处理。

12.5 工程承担单位质量管理部门在检查验收中，对重点项目应全面检查，对其他项目进行抽查，部分实地抽查。

12.6 工程委托单位的验收一般采用专家会议验收或委托具有资质的质量检验机构进行质量验收。

12.7 各级在检查、验收中，如发现成果不符合要求时，应退回有关单位处理。

13 成果资料

13.1 工作技术报告

13.1.1 工作技术报告要求

13.1.1.1 测量作业完成后，作业组应编写工作技术报告。

13.1.1.2 工作技术报告应打印、装订成册。附表、附图应叠成同样大小。

13.1.2 工作技术报告内容

13.1.2.1 工作概况

工作概况应包括以下内容：

- 任务来源；
- 任务要求（包括测图比例尺、坐标系统、高程系统、深度基准面）；
- 测区概况；

- 作业过程概述(包括作业时间、投入作业人数、船只、仪器设备和人员技术情况等);
- 作业依据;
- 作业中出现的问题和采取的措施;
- 完成任务情况。

13.1.2.2 外业实施

外业实施应包括以下内容:

- a) 控制测量的内容应包括:
 - 1) 起算数据的说明;
 - 2) 利用已有成果情况;
 - 3) 控制点布设情况(包括数量、等级);
 - 4) 所用仪器及检验情况;
 - 5) 测量方法及成果精度;
 - 6) 其他有关技术事项。
- b) 水深测量及海底扫测的内容包括:
 - 1) 所用验潮站的名称、性质、平均海平面、深度基准面及水位改正方法;
 - 2) 使用测图点(岸台)情况;
 - 3) 测线布设情况;
 - 4) 所用仪器的检验、校准、测定情况;
 - 5) 定位方法及定位精度;
 - 6) 测量方法及测量精度;
 - 7) 深度改正情况;
 - 8) 成图方法及精度;
 - 9) 重合点深度比较情况;
 - 10) 其他有关技术事项。
- c) 海岸地形应包括以下内容:
 - 1) 测区内已有成果成图资料及其利用情况;
 - 2) 平面控制及高程控制情况;
 - 3) 岸线、岸滩测量使用的仪器、检验情况;
 - 4) 测图方法;
 - 5) 实地检查及接边情况;
 - 6) 工作量统计;
 - 7) 成果质量结论意见;
 - 8) 对测量成果、成图是否符合规定要求和能否提供使用作出结论性意见。

13.2 主要上交资料

13.2.1 成果审查、验收、鉴定资料

成果审查、验收和鉴定所需资料包括:

- 技术设计书;
- 仪器检验资料;
- 各种计算资料;
- 各种外业观测手簿;
- 控制网图;

- 控制点成果表；
- 水位曲线图；
- 测深定位资料；
- 测深记录纸；
- 测深手簿；
- 各种自动化测量记录磁盘和打印记录；
- 技术报告及成果图件；
- 其他。

上述资料至少保留至成果鉴定验收及提交使用单位使用无问题以后。

13.2.2 提交使用单位及存档的资料

提交使用单位及存档的资料包括：

- 控制点成果表；
- 成果图件；
- 工作技术报告；
- 鉴定验收意见证书。

附录 A

(资料性附录)

海平面水准联测计算公式

用一个高程已知的验潮站(简称已知站)推算高程未知的验潮站(简称未知站),其平均海平面可用一元线性回归方程(A.1)表示如下:

$$\hat{h}_{xi} = \hat{a} + \hat{b}h_{Ai} \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n) \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

- \hat{h}_{xi} ——未知站 x 第 i 日平均海平面估值,单位为米(m);
 - \hat{a}, \hat{b} ——待求系数;
 - h_{Ai} ——已知站 A 第 i 日平均海平面观测值,单位为米(m);
 - n ——观测天数。
- \hat{b}, \hat{a} 可用最小二乘法求得,分别见式(A.2)和式(A.3)。

$$\hat{b} = \frac{\sum_{i=1}^n (h_{Ai} - \bar{h}_{Ai})(h_{xi} - \bar{h}_{xi})}{\sum_{i=1}^n (h_{Ai} - \bar{h}_{Ai})^2} \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

- \bar{h}_{Ai} —— h_{Ai} 的均值,单位为米(m);
- h_{xi} ——未知站 x 第 i 日平均海平面观测值,单位为米(m);
- \bar{h}_{xi} —— h_{xi} 的均值,单位为米(m)。

$$\hat{a} = \bar{h}_{xi} - \hat{b}\bar{h}_{Ai} \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

\bar{h}_{Ai} 由下式给出:

$$\bar{h}_{Ai} = \frac{\sum_{i=1}^n h_{Ai}}{n} \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

\bar{h}_{xi} 由下式给出:

$$\bar{h}_{xi} = \frac{\sum_{i=1}^n h_{xi}}{n} \quad \dots\dots\dots (A.5)$$

其中误差 σ 可由下式估算:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n v_i^2}{n - 2}} \quad \dots\dots\dots (A.6)$$

式中:

- v_i ——观测值残差,单位为米(m)。

$$v_i = h_{xi} - \hat{h}_{xi} \quad \dots\dots\dots (A.7)$$

日平均海平面 h_{Ai} 和 h_{xi} 的相关系数 ρ 可按式(A.8)计算:

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n (h_{Ai} - \bar{h}_{Ai})(h_{xi} - \bar{h}_{xi})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (h_{Ai} - \bar{h}_{Ai})^2} \times \sqrt{\sum_{i=1}^n (h_{xi} - \bar{h}_{xi})^2}} \quad \dots\dots\dots (A.8)$$

通过式(A.1),在高程已知的验潮站日平均水位和多年平均水位均自高程基准起算时,能够推算出未知验潮站的平均海平面高程。

附 录 B
(规范性附录)
水位观测良好日期的选择

B.1 一次 24 h 水位观测良好日期的选择**B.1.1 半潮日海区良好日期选择**

B.1.1.1 良好日期一般选择大潮日期,大潮日期按式(B.1)计算:

$$D_2 = d_2 + \tau_2 \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

D_2 ——大潮日期;

d_2 ——朔或望日期;

τ_2 ——半日潮龄。

B.1.1.2 良好日期选择还应满足日潮相角之差条件,按式(B.2)计算:

$$(d + g)_{O_1} - (d + g)_{K_1} \approx 0^\circ (360^\circ) \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

d ——天文变量;

g ——分潮迟角;

O_1 ——太阴主要全日分潮;

K_1 ——太阴-太阳赤纬全日分潮。

B.1.2 日潮海区良好日期选择

B.1.2.1 日潮海区,一般选择在回归潮日期,回归潮日期按式(B.3)计算:

$$D_1 = d_1 + \tau_1 \quad \dots\dots\dots (B.3)$$

式中:

D_1 ——回归潮日期;

d_1 ——月球赤纬最大日期;

τ_1 ——日潮龄。

B.1.2.2 良好日期选择还应满足日潮相角之差条件,按式(B.4)计算:

$$(d + g)_{M_2} - (d + g)_{S_2} \approx 0^\circ (360^\circ) \quad \dots\dots\dots (B.4)$$

式中:

M_2 ——太阴主要半日分潮;

S_2 ——太阳主要半日分潮。

可根据《潮汐表》直接查取最大潮差日期。

B.2 三次 24 h 水位观测良好日期的选择

B.2.1 正规半日潮海区,每两次主要半日分潮天文变量的差数之差应满足下列条件:

$$60^\circ \leq (d_{M_2} - d_{S_2})_I - (d_{M_2} - d_{S_2})_{II} \leq 300^\circ \quad \dots\dots\dots (B.5)$$

式中：

d_{M_2}, d_{S_2} ——分别为 M_2, S_2 分潮的天文变量(根据日期查《天文变量表》得)；

I, II——分别为第一次、第二次观测。

B.2.2 正规日潮海区,每两次主要分潮天文变量的差数之差应满足下列条件：

$$60^\circ \leq (d_{O_1} - d_{K_1})_I - (d_{O_1} - d_{K_1})_{II} \leq 300^\circ \dots\dots\dots (B.6)$$

式中：

d_{O_1}, d_{K_1} ——分别为 O_1, K_1 分潮的天文变量。

B.2.3 混合潮海区,应同时满足上述两个条件。

B.3 其他情况下水位观测良好日期的选择

凡使用分带法或时差法进行水位改正时,与其有关的验潮站,水位观测时间较测深时间应提前或延迟 1 h~2 h。

附录 C

(规范性附录)

平均海平面与深度基准面的确定

C.1 平均海平面

C.1.1 长期验潮站采用 2 年(含)以上连续水位观测数据,取其每小时的平均值求得平均海平面。

C.1.2 短期验潮站的平均海平面,一般用邻近的两个长期验潮站的平均海平面转测求得,转测误差小于或等于 10 cm,转测方法如下:

——几何水准测量法:按 GB 12898 要求,直接联测水准点间的高差,进而求得短期站的平均海平面。

——同步改正法:采用一个月同步观测水位平均值,首先计算长期站的月平均海平面与其多年平均海平面的差值即同步改正数,然后将短期站的月平均海平面加上此同步改正数即可求得短期站的平均海平面。其计算方法,也可采用回归分析法。

C.1.3 临时验潮站的平均海平面,是与邻近的长期验潮站或短期验潮站以几何的水准法或同步改正法求得的。

C.1.4 海上定点验潮站的日平均海平面,是与邻近长期站或短期站以同步改正法求得的。

C.2 深度基准面

C.2.1 长、短期验潮站的深度基准面采用理论最低潮面,其计算公式为:

$$L = (fH)_{K_1} \cos\varphi_{K_1} + (fH)_{K_2} \cos(2\varphi_{K_1} + 2g_{K_1} - 180^\circ - g_{K_2}) - \{ [(fH)_{M_2}]^2 + [(fH)_{O_1}]^2 + 2(fH)_{M_2}(fH)_{O_1} \cos[\varphi_{K_1} + (g_{K_1} + g_{O_1} - g_{M_2})] \}^{\frac{1}{2}} - \{ [(fH)_{S_2}]^2 + [(fH)_{P_1}]^2 + 2(fH)_{S_2}(fH)_{P_1} \cos[\varphi_{K_1} + (g_{K_1} + g_{P_1} - g_{S_2})] \}^{\frac{1}{2}} - \{ [(fH)_{N_2}]^2 + [(fH)_{Q_1}]^2 + 2(fH)_{N_2}(fH)_{Q_1} \cos[\varphi_{K_1} + (g_{K_1} + g_{Q_1} - g_{N_2})] \}^{\frac{1}{2}} + (fH)_{M_4} \cos\varphi_{M_4} + (fH)_{M_6} \cos\varphi_{M_6} + (fH)_{S_4} \cos\varphi_{S_4} + H_{S_a} \cos\varphi_{S_a} + H_{S_{S_a}} \cos\varphi_{S_{S_a}} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

L ——深度基准面在平均海平面下的高度,单位为厘米(cm);

H, g —— $M_2, S_2, N_2, K_2, K_1, O_1, P_1, Q_1, M_4, MS_4, M_6, S_a, S_{S_a}$ 等 13 个分潮的调和常数;

f —— $M_2, S_2, N_2, K_2, K_1, O_1, P_1, Q_1, M_4, MS_4, M_6, S_a, S_{S_a}$ 等 13 个分潮的节点因数;

φ —— $M_2, S_2, N_2, K_2, K_1, O_1, P_1, Q_1, M_4, MS_4, M_6, S_a, S_{S_a}$ 等 13 个分潮的相角,单位为°。

其中, φ_{K_1} 的变化从 $0^\circ \sim 360^\circ$, 由此可求得 L 的最小值,相应的潮面称为理论最低潮面。 $M_2, S_2, N_2, K_2, K_1, O_1, P_1, Q_1, M_4, MS_4, M_6$ 分潮的调和常数 H, g , 由一个月水位观测资料,用潮汐调和分析法求得。 S_a, S_{S_a} 分潮的调和常数以一年的水位观测资料求得,对短期验潮站的 S_a, S_{S_a} 分潮的调和常数,可采用邻近长期验潮站 S_a, S_{S_a} 分潮的调和常数。

其中 $\varphi_{M_4}, \varphi_{M_6}$ 和 φ_{MS_4} 的计算公式:

$$\varphi_{M_4} = 2\varphi_{M_2} + 2g_{M_2} - g_{M_4} \dots\dots\dots (C.2)$$

$$\varphi_{M_6} = 3\varphi_{M_2} + 3g_{M_2} - g_{M_6} \dots\dots\dots (C.3)$$

$$\varphi_{MS_4} = \varphi_{M_2} + \varphi_{S_2} + g_{M_2} + \varphi_{S_2} - g_{MS_4} \dots\dots\dots (C.4)$$

φ_{M_2} 和 φ_{S_2} 可由式(C.5)和式(C.6)求得:

$$\varphi_{M_2} = \arctan \frac{[(fH)_{O_1} \sin(\varphi_{K_1} + g_{K_1} + g_{O_1} - g_{M_2})]}{[(fH)_{M_1} + (fH)_{O_1} \cos(\varphi_{K_1} + g_{K_1} + g_{O_1} - g_{M_2})]} + 180^\circ \dots\dots\dots (C.5)$$

$$\varphi_{S_2} = \arctan \frac{[(fH)_{P_1} \sin(\varphi_{K_1} + g_{K_1} + g_{P_1} - g_{S_2})]}{[(fH)_{S_2} + (fH)_{P_1} \cos(\varphi_{K_1} + g_{K_1} + g_{P_1} - g_{S_2})]} + 180^\circ \dots\dots\dots (C.6)$$

φ_{S_a} 可由下式求得:

$$\varphi_{S_a} = \varphi_{K_1} - \frac{1}{2}\epsilon_2 + g_{K_1} - \frac{1}{2}g_{S_2} - 180^\circ - g_{S_a} \dots\dots\dots (C.7)$$

其中 ϵ_2 的计算公式:

$$\epsilon_2 = \varphi_{S_2} - 180^\circ \dots\dots\dots (C.8)$$

$\varphi_{S_{S_a}}$ 的计算公式:

$$\varphi_{S_{S_a}} = 2\varphi_{K_1} - \epsilon_2 + 2g_{K_1} - g_{S_2} - g_{S_{S_a}} \dots\dots\dots (C.9)$$

C.2.2 临时验潮站的深度基准面,根据邻近潮汐性质相同的两个长期验潮站或短期验潮站的深度基准面,以内插法求得,计算公式为:

$$L' = \frac{(D_B L'_A + D_A L'_B)}{(D_A + D_B)} \dots\dots\dots (C.10)$$

式中:

- L' ——临时验潮站深度基准面至其平均海平面的高度,单位为厘米(cm);
- D_A, D_B ——在同一比例尺图上分别量取的临时站到 A、B 站的垂足间距离,单位为厘米(cm);
- L'_A, L'_B ——分别为 A、B 验潮站深度基准面至其平均海平面的高度,单位为厘米(cm)。

C.2.3 海上定点验潮站的深度基准面,根据海区潮汐的传播情况,可选用下列方法求得:

- a) 根据一次或三次 24 h 观测的水位资料,采用准调和分析法求得 M_2, S_2, K_1, O_1 分潮的调和常数,然后计算理论最低潮面。
- b) 根据 15 d 水位观测资料,采用潮汐调和分析法求得 $M_2, S_2, N_2, K_2, K_1, O_1, P_1, Q_1$ 分潮的调和常数,然后按式(C.1)求出理论最低潮面,但此时不考虑浅海分潮和气象分潮改正。
- c) 根据海上定点验潮四个主要分潮 M_2, S_2, K_1, O_1 的调和常数,按式(C.11)计算其深度基准面。

$$L'' = \left[\frac{1}{t} \sum_{i=1}^t \frac{L_i''}{(H_{M_2} + H_{S_2} + H_{K_1} + H_{O_1})_i} \right] \times (H_{M_2} + H_{S_2} + H_{K_1} + H_{O_1}) \dots\dots\dots (C.11)$$

式中:

- L'' ——定点站深度基准面至其平均海平面的高度,单位为厘米(cm);
- t ——长期验潮站的个数;
- L_i'' —— i 验潮站深度基准面至其平均海平面的高度,单位为厘米(cm)。

C.2.4 测区的平均海平面、深度基准面原则上采用已有的数据,只有在已有数据缺乏的情况下,才采用上述的方法求得。

附 录 D
(规范性附录)
声速改正

声速公式:

$$V = 1\,449.2 + 4.6T - 0.055T^2 + 0.000\,29T^3 + (1.34 - 0.01T)(S - 35) + 0.017Z$$

.....(D.1)

式中:

V ——声速,单位为米每秒(m/s);

T ——温度,单位为摄氏度(°C);

S ——实用盐度;

Z ——深度,单位为米(m)。

水深改正量由下式给出:

$$\Delta Z_v = Z \left(\frac{V}{V_0} - 1 \right)$$

.....(D.2)

式中:

ΔZ_v ——深度改正量;

V_0 ——参考声速值,1 500 m/s。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
海洋工程地形测量规范
GB/T 17501—2017

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.spc.org.cn

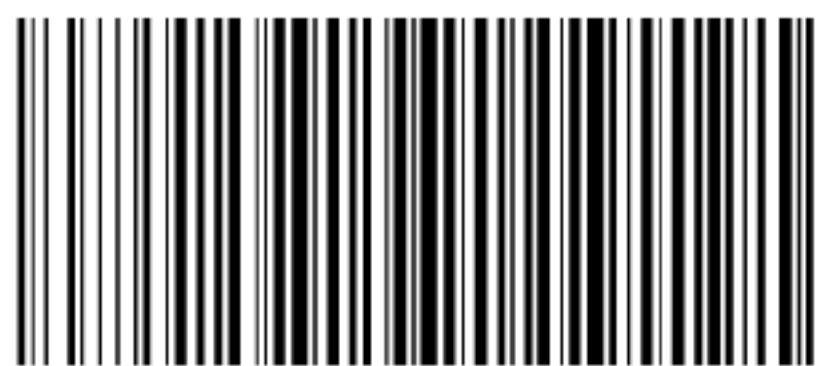
服务热线: 400-168-0010

2017年11月第一版

*

书号: 155066·1-58243

版权专有 侵权必究



GB/T 17501—2017