免费标准下载网(www.freebz.net)

前　　言

我国拥有辽阔的海域和漫长的海岸线，海洋资源丰富。随着国民经济的持续发展，人们对海洋资源的开发、利用越来越重视，随之而来的各种海洋工程大量增加。为海洋工程提供基础图件和资料的海洋工程测量也迅速发展。

为了适应现代海洋工程测量发展的需要，使海洋工程测量规范化科学化，制定《海洋工程地形测量规范》是十分必要的。本规范就是为了对海洋工程地形测量进行技术监督和科学管理而制定的，它是全国和各地方开展海洋工程测量的技术标准。

本标准与国家有关法律和标准协调一致。

本标准附录 A、附录 B、附录 C 和附录 D 都是标准的附录。

本标准由国家海洋局提出，并负责解释。

本标准由国家海洋局标准计量中心归口。

本标准起草单位为国家海洋局第一海洋研究所。

本标准主要起草人：申宪忠、周兴华、张卫红、仲德林、徐胜。

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

中华人民共和国国家标准

海洋工程地形测量规范

GB 17501—1998

Specification for marine engineering topographic surveying

1 范围

本规范规定了海洋工程地形测量的基本内容与要求。

本规范适用于海洋工程地形测量 1∶500～1∶50 000 比例尺图。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文，本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 5791—1993　1∶5000　1∶10000 地形图图式

GB/T 7929—1995　1∶500　1∶1000　1∶2000 地形图图式

GB 12317—1990　海图图式

GB 12898—1991　国家三、四等水准测量规范

GB 50026—1993　工程测量规范

CH 2001—1992　全球定位系统(GPS)测量规范

3 定义

本标准采用下列定义

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。

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(含岸线、岛礁)进行海底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海底地形基础图件与微地貌资料。

4.2 海洋工程地形测量的主要内容

——建立平面和高程控制基础；

——水位观测，确定 1985 年国家高程基准、理论深度基准面与当地平均海面的关系，计算水深测量时的水位改正值；

——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。

国家质量技术监督局 1998-10-12 批准　　1999-04-01 实施

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

4.3 测量基准

4.3.1 平面坐标系统采用国家坐标系统，根据工程需要可采用其他坐标系统；高程采用“1985 年国家高程基准”，在远离大陆的岛、礁，其高程基准可采用当地平均海面。

4.3.2 海洋工程测量的深度基准面采用“1985 年国家高程基准”，或根据需要采用其他基准面，此时应给出所采用的基准面与理论深度基准面和 1985 国家高程基准的关系。

4.3.3 海岸线以平均大潮高潮所形成的实际界限进行测绘。

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等于±5 cm。

4.4.2 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四等水准测量精度。

4.4.3 深度测量中，当测图比例尺为 1/500 时，定位中误差为图上±2.0 mm；当比例尺小于等于 1/1000且大于等于 1/5 000 时，定位中误差为图上±1.0 mm；当比例尺小于等于 1/10 000 且大于等于 1/50 000时，定位中误差为图上±0.5 mm；对非比例尺的海上定位测量，应视工程的设计要求确定定位精度。

4.4.4 在深度测量中，当水深小于等于 20 m 时，深度测量中误差小于等于±0.2 m；当水深大于 20 m 时，深度测量中误差为所测深度的±1%。

4.5 制图精度

4.5.1 图廓边长度误差小于等于图上±0.1 mm；对角线、方里网格线长度误差小于等于图上±0.3 mm；格网交点的直角坐标位移小于等于图上±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得少于二条，且检查边交角应在 30°～150°之间，边长度误差小于等于图上±0.3 mm。

4.6 投影、分幅

4.6.1 投影采用高斯-克吕格 6°带或 3°带投影，也可采用其他需要的投影；当测图比例尺小于等于 1/2 000 时，可采用高斯-克吕格 1.5°带投影。

4.6.2 分幅采用国际统一分幅或自由分幅。

4.7 图式符号

——海域采用 GB 12317；

——陆域采用 GB/T 7929 和 GB 5791。

4.8 仪器检定

进行海洋工程测量的各种仪器，都应定期送法定检定单位检定，只有在检定合格时，才允许使用。

5 技术设计

5.1 技术设计的依据

有关部门下达的任务书、合同，技术装备情况以及有关的法规和技术标准。

5.2 项目设计

确定测区范围、测绘比例尺和划分图幅，制定测量工作中的主要技术措施，编写项目设计书和绘制有关图件。

5.3 专业设计

全面收集和分析测区有关资料，进行初步设计，在此基础上进行实地勘察，对初步设计进行修改，并制订技术设计书。

5.3.1 测区资料收集和分析

——最新出版的陆域及海域地形图；

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

——平面及高程控制成果资料及其说明；

——潮汐资料；

——气象资料；

——其他有关资料。

对所收集的资料，对其可靠性和精度进行分析，并对资料能否采用作出结论。

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路线及测量精度。

5.3.2.3 水深测量

1）根据测图比例尺确定测线间隔、测线数量及布设方向。

2）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。

3）确定验潮站、水文点的位置及水位改正方案。

4）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

1）依据实际情况，划分图幅。

2）布设平面及高程控制。

3）依据测区情况，确定测图方法。

5.3.2.5 微地貌测量和障碍物探测

1）确定测量范围。

2）根据测量海区水深及覆盖率的要求，确定测线布设方案。

5.3.3 实地勘察

5.3.3.1 测区的社会情况、自然地理、水文气象、交通运输、通讯、用船及避风锚泊等条件。

5.3.3.2 测区已知控制点及验潮站实地情况。

5.3.3.3 测区内工作条件。

5.3.4 根据实地勘察，完成专业设计，提交技术设计书。

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；

——技术人员选定及分工；

——主要仪器装备配备；

——用船计划及船只解决方法；

——按技术设计书要求，进行技术准备工作；

——外业工作期间通讯方案。

6 平面控制测量

6.1 一般规定

在控制测量前，要收集测区已有的控制点成果资料，凡符合本规范精度要求的已有控制点成果，均可作为同等级点使用。

6.1.1 平面控制点应在国家大地控制点上发展，如在没有国家大地控制点的区域，可建立独立的控制网。

6.1.2 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，也可同级扩展或越级布设。

6.1.3 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。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

6.1.4 平面控制测量可选用导线测量、三角测量、三边测量和GPS测量等方法。

6.1.5 本规范导线测量指光电测距导线测量，导线测量按GB 50026—1993中2.1.5、2.1.6和2.1.7的要求进行。

6.1.6 三角测量的主要技术要求，按GB 50026—1993中2.1.3和2.1.4进行。

6.1.7 三边测量的主要技术要求，按GB 50026—1993中2.1.8、2.1.10和2.1.11进行。

6.1.8 GPS测量的主要技术要求

6.1.8.1 用GPS测量布测平面控制点，一般采用GPS静态或快速静态相对定位测量方法；当满足本标准的精度要求时，也可采用GPS实时相位差分法。

6.1.8.2 GPS相对测量的主要技术要求，应符合表1和表2的规定。

表1 GPS测量的主要技术要求

控制点	平均边长，km	GPS接收机	观测量	接收机标称精度 优于
一级	1	单/双频	载波相位	10 mm±3×10⁻⁶ m
二级	0.5	单/双频	载波相位	10 mm±3×10⁻⁶ m
图根	0.2	单/双频	载波相位	10 mm±3×10⁻⁶ m

表2 GPS测量的主要技术要求

控制点	卫星高度角(°)	有效观测卫星总数	同步观测接收机数量	数据采样间隔(s)	观测时段数	点位几何图形强度因子(PDOP)
一级	≥15	≥4	≥2	15～60	≥1	≤10
二级	≥15	≥4	≥2	15～60	≥1	≤10
图根	≥15	≥4	≥2	15～60	≥1	≤10

6.1.8.3 GPS网应布设成三角网形或导线网形，或构成其他独立检核条件可以检核的图形。

6.2 选点与埋石

6.2.1 在设计和选点时，应充分利用已有点位，并使之构成良好图形。

6.2.2 相邻控制点之间应尽量通视良好，视线超越(或旁离)障碍物的高度(或距离)大于等于0.5 m，当采用GPS定位测量布测控制点时，允许部分相邻点不通视。

6.2.3 主要控制点应埋设标石，也可选用不易破坏的固定地物凿设标志和点号代替埋石。

6.3 水平角观测按GB 50026—1993中2.3的要求进行。

6.4 距离测量按GB 50026—1993中2.4的要求进行。

6.5 平面控制测量成果的记录、整理和平差计算

6.5.1 手簿中记载项目和原始观测数据记录必须字迹清晰，填写齐全。外业原始记录不得擦拭，不准转抄。使用电子簿或便携式微机记录时，所用程序必须经过鉴定和审核批准，必须保留原始记录数据并存档。

6.5.2 水平角观测、距离测量、GPS测量等外业测量资料，整理时要加入各项必要的改正，检查合格后方可计算。

6.5.3 三角测量的检验

6.5.3.1 三角网的测角中误差按(1)式计算：

$$m_\beta = \pm\sqrt{\frac{[WW]}{3n}} \qquad \cdots\cdots(1)$$

式中：W——三角形闭合差，(″)；

n——三角形个数。

6.5.3.2 三角网极条件，边条件和方位角条件自由项的限值，分别按(2)、(3)、(4)式计算。

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

$$W_{极允} = \pm \frac{2m''_\beta}{\rho''} \sqrt{\Sigma \mathrm{ctg}^2 \beta} \qquad \cdots\cdots(2)$$

$$W_{边允} = \pm 2 \sqrt{\left(\frac{m''_\beta}{\rho''}\right)^2 \Sigma \mathrm{ctg}^2 \beta + \left(\frac{m_{D1}}{D_1}\right)^2 + \left(\frac{m_{D2}}{D_2}\right)^2} \qquad \cdots\cdots(3)$$

$$W_{方允} = \pm 2 \sqrt{n m_\beta^2 + m_{a_1}^2 + m_{a_2}^2} \qquad \cdots\cdots(4)$$

式中：m_β——相应等级的测角中误差，(″)；

β——传距角；

$\frac{m_{D_1}}{D_1}, \frac{m_{D_2}}{D_2}$——起算边边长相对中误差；

m_{a_1}, m_{a_2}——起算方位角中误差，(″)；

n——方位角推算路线的测站数。

6.5.4 三边测量的检验

6.5.4.1 用光电测距仪往返观测时，距离测量的单位权中误差按(5)式计算：

$$\mu = \sqrt{\frac{[Pdd]}{2n}} \qquad \cdots\cdots(5)$$

根据 μ 及 p_i 估算任一边的实际测距中误差，按(6)式计算：

$$m_{D_i} = \pm \mu \sqrt{\frac{1}{p_i}} \qquad \cdots\cdots(6)$$

式中：d——往返测距离的较差，m；

n——测距边数；

p_i——距离测量的先验权，$p_i = \frac{1}{\delta_{D_i}^2}$，$\delta_{D_i}$为测距的先验中误差，可按测距仪的标称精度计算；

μ——距离测量的单位权中误差。

6.5.4.2 三边网中观测一个角度的观测值与由测距边计算的角值较差的检核：

根据各边的平均测距相对中误差检核，按(7)式计算限差：

$$W''_{允} = \pm 2 \sqrt{2\left(\frac{m_D}{D}\rho''\right)^2 (\mathrm{ctg}^2\alpha + \mathrm{ctg}^2\beta + \mathrm{ctg}\alpha \cdot \mathrm{ctg}\beta) + m_\beta^2} \qquad \cdots\cdots(7)$$

式中：α、β——三角形中观测角以外的另二个角度；

m_β——相应等级的测角中误差，(″)；

$\frac{m_D}{D}$——各边的平均测距相对中误差。

6.5.4.3 三边网角条件，包括圆周角条件与组合角条件自由项的检核按(8)式计算限差：

$$W''_{角允} = \pm 2m_D \sqrt{[aa]} \qquad \cdots\cdots(8)$$

式中：m_D——观测边的平均测距中误差，mm；

a——圆周角条件或组合角条件方程式的系数。

6.5.5 导线测量的检核

其测角中误差按(9)式计算。

$$m''_\beta = \pm \sqrt{\frac{1}{N}\left[\frac{f_\beta^2}{n}\right]} \qquad \cdots\cdots(9)$$

式中：f_β——附合导线或闭合导线环的方位角闭合差，(″)；

n——计算 f_β 的测站数；

N——附合导线或闭合导线环的个数。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

6.5.6 GPS 静态相对测量成果的检核，按 CH 2001—1992 中的 11.1.5 和 11.1.6 进行。

6.5.7 一、二级平面控制和图根控制测量结果都应按最小二乘原理进行严密平差计算。

6.5.8 内业计算数字取位应符合表 3 的规定。

表 3 内业计算数字取位

水平角观测方向值各项改正数 (″)	边长观测值及各项改正数 m	边长与坐标 m	方位角 (″)
1	0.001	0.001	1

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，或通过验潮、水位观测等方法确定高程基准。

7.1.2 高程控制测量等级划分为四等和等外两级，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、电磁波测距三角高程测量和 GPS 水准测量。

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

7.2.1 水准测量的主要技术要求应符合表 4 的规定。

表 4 水准测量的主要技术要求

等级	每千米高差中数中误差，mm		观测次数		不符值、闭合差限差		
	偶然中误差 M_Δ	全中误差 M_w	与已知点联测	附合或环线	区段、测段往返测高差不符值	附合路线或环线闭合差	检测已测线段高差之差
四等	5	10	往返各一次	往一次	$\pm 20\sqrt{R}$	$\pm 20\sqrt{L}$	$\pm 30\sqrt{K}$
等外	8	15	往返各一次	往一次	$\pm 30\sqrt{R}$	$\pm 30\sqrt{L}$	$\pm 35\sqrt{K}$
注：R 为区段或测段长度，L 为附合路线或环线的长度，K 为已测测段的长度，均以 km 计							

7.2.2 水准测量所使用的水准仪和水准尺，应符合下列规定。

7.2.2.1 水准仪视准轴与水准管轴的夹角小于等于 20″。

7.2.2.2 水准尺上的米间隔平均长与名义长之差，小于等于 0.5 mm。

7.2.2.3 采用补偿式自动安平水准仪时，其补偿误差小于等于 0.2″。

7.2.3 每个测区应根据范围大小及工程需要埋设水准点，也可利用稳定建筑物或天然地物凿设标志代替水准点。水准点应设于最高潮位线以上，点位应便于寻找、保存和引测。一个测区及其周围应有 2～3 个水准点。新埋设的水准点需经过一天以上的稳定时间，方可进行观测。各等级水准点，应绘制点之记，必要时设置指示桩。

7.2.4 水准观测的主要技术要求，应符合表 5 的规定。

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

表 5　水准观测的技术要求

等级	仪器类型及视线长度 m	标尺类型	前　后视距差 m	前后视累积差 m	视线高度 m	基辅(红黑)分划常数差 mm	基辅(红黑)分划高差之差 mm	左右路线转点差 mm	间歇点高差之差 mm
四等	DS_1≤150 DS_3≤100	双面	5.0	10.0	>0.2	3.0	5.0	5.0	5.0
等外	DS_3≤100	双面	10.0	50.0	>0.1	4.0	6.0	6.0	6.0

7.2.5　两次观测高差较差超限时应重测。当重测结果与原测结果分别比较，其较差均不超过限值时，应取三次结果的平均数。

7.2.6　水准测量的内业计算应符合下列规定。

7.2.6.1　每条水准路线若分测段进行施测时，应按水准路线往返测段高差较差计算。每千米水准测量的高差偶然中误差，按(10)式计算：

$$m_\Delta = \sqrt{\frac{1}{4n}\left[\frac{\Delta\Delta}{L}\right]} \qquad \cdots\cdots(10)$$

式中：m_Δ——高差偶然中误差，mm；

Δ——水准路线测段往返高差不符值，mm；

L——水准测段长度，km；

n——往返测的水准路线测段数。

7.2.6.2　每条水准路线应按附合路线和环形闭合差计算，每千米水准测量高差全中误差，应按(11)式计算：

$$m_w = \sqrt{\frac{1}{N}\left[\frac{WW}{L}\right]} \qquad \cdots\cdots(11)$$

式中：m_w——高差全中误差，mm；

W——闭合差，mm；

L——计算各 W 时，相应的路线长度，km；

N——附合路线或闭合路线环的个数。

7.2.6.3　应按最小二乘原理，对水准网进行严密平差计算，并计算每千米高差全中误差。

7.2.7　水准观测计算取位应符合表 6 的规定。

表 6　水准观测计算取位规定

等　级	测站读数 mm	往返测深差总和 mm	往返测高差中数 mm	正高、尺长改正数 mm	高　程 mm
四等	1.0	1.0	1.0	1.0	1
等外	1.0	1.0	1.0	1.0	10

7.3　光电测距三角高程测量

7.3.1　布设原则

7.3.1.1　光电测距三角高程控制，宜在高级点间布设成附合路线或高程导线网。四等应起迄于不低于三等水准的高程点上；等外应起迄于不低于四等的高程点上。个别困难地区也可采用支线布测等外高程控制点。

7.3.1.2　高程路线中边长不应超过 1 km，边数不应超过 6 条，支导线边数不应超过 3 条。当边长不超过 0.5 km 或单纯作高程控制时，边数可增加 1 倍。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载
免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

7.3.1.3 光电测距三角高程测量可与同等水准测量混合使用，但在同一测段中只能使用一种方法。

7.3.2 光电测距三角高程测量的主要技术要求应符合表 7 的规定。

表 7 光电测距三角高程测量的主要技术要求

等级	仪器	测回数		指标差较差 (″)	垂直角较差 (″)	对向观测高差较差 mm	附合或环形闭合差 mm
		中丝法	三丝法				
四等	DJ_2	3	2	≤7	≤7	$40\sqrt{D}$	$20\sqrt{\Sigma D}$
等外	DJ_6	2	1	≤10	≤10	$60\sqrt{D}$	$30\sqrt{\Sigma D}$
	DJ_6	4	2				
注：D 为电磁波测距边长度，km							

7.3.3 光电测距三角高程应采用对向观测，对向观测宜在较短时间内进行。计算时，应考虑地球曲率和折光差的影响。

7.3.4 三角高程的边长测定，应采用不低于Ⅱ级精度的测距仪。四等应采用往返各一测回；等外应采用一测回。

7.3.5 仪器高度、反射镜高度或觇牌高度，应用钢尺量取两次，精确至 1 mm，两次较差小于等于4 mm 时取用中数。

7.3.6 当内业计算时，垂直角度的取值，应精确至 0.1″；高程的取值，应精确至 1 mm。

7.3.7 光电测测距三角高程控制的平差计算规定，按 7.2.6 进行。

7.4 跨海高程测量

7.4.1 本标准的跨海高程测量，指利用平均海面特性进行高程传递的海面水准联测。采用光学仪器的跨海水准测量按 GB 12898—1991 中 7 章的规定执行；光电测距三角高程测量按 7.3 进行。

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 海面水准测量的内业计算。

7.4.7 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。

7.4.8 应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，应计算相关系数；采用二元回归分析法时应进行精度分析和显著性检验按附录 A1 进行。

7.5 GPS 水准

7.5.1 可用 GPS 水准测量四等和等外高程控制点。

7.5.2 GPS 水准点应布设成网状、环线或附合路线。

7.5.3 GPS 水准测量时应按 CH 2001—1992 中的 D 级测量的规定执行。

7.5.4 应视测区大小和高程起伏，一般应联测至少 4 个或不少于 1/5GPS 点总数的高等级已知高程控制点；在高程起伏较大时应增加联测点数，联测点应均匀控制整个测区。

7.5.5 GPS 水准应提交下列成果：

——GPS 测量的整体平差结果；

——测区的高程异常图；

——测量点的正常高程及精度评定。

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

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，主要选用如下的导航定位方法：

——微波测距定位法；

——GPS 定位法；

——其他定位方法。

8.1.2 定位精度的要求按 4.4.3 进行。

8.1.3 选用或布测二级点以上的控制点作为岸基准台点或测站点。

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 进行。

8.1.5 仪器照准中心或天线中心与定位中心重合，其偏心距不得超过定位精度的 1/3，否则应作偏心改正。

8.2 微波测距定位系统定位

8.2.1 微波测距定位系统至少设立两个岸台，岸台与船台间微波视线距离按(12)式计算：

$$S = 4.12\left(\sqrt{H_1} + \sqrt{H_2}\right) \quad \cdots\cdots(12)$$

式中：S——微波视线距离，km；

H_1、H_2——分别为岸台和船台应答器高程，m。

8.2.2 岸台和船台天线架设时，应充分考虑周围环境的影响，确保信号的正常发射和接收。

8.2.3 每次架设岸台和工作中改变仪器高度均应量取仪器高，并注明时间。仪器高应量取两次，互差不得超过 2 cm，取中数使用。

8.2.4 船台仪器高是指船的吃水线至天线接收中心间的垂直距离，应量取两次，互差不得超过 2 cm，取中数使用。

8.2.5 为避免微波测距系统的“零效应”(或称“测距盲区”)，在系统频率、船台高度确定后，可适当调整岸台高度或使用防零装置。当船台和岸台之间的距离 S 满足(13)式时，船台将出现“零效应”。

$$S = 2H_{船}\,H_{岸}/\lambda \quad \cdots\cdots(13)$$

式中：$H_{船}$、$H_{岸}$——为船台、岸台天线高程，m；

λ——微波波长，m。

8.2.6 定位测量前在测区附近选用两个以上已知三角点，校正微波测距定位系统的测距因子。校正后的测距误差，应符合仪器标称的精度。

8.2.7 微波测距定位系统所测斜距 S 化算到高斯平面上，长度 D 按(14)式计算：

$$D = S'\left(1 - \frac{H_0 + \zeta}{R}\right)\left[1 + \frac{1}{2R^2}\left(Y_0^2 + \frac{\Delta Y^2}{12}\right)\right] \quad \cdots\cdots(14)$$

式中：$S' = \sqrt{S^2 - \Delta H^2}$，m；

S——经过各种改正后的斜距，m；

$\Delta H = H_{岸} - H_{船}$，m；

$H_0 = \frac{1}{2}(H_{船} + H_{岸})$，m；

$R = 6356863/(1 - e^2\sin^2 B_0)$，m；

ζ——高程异常，m；

$e^2 = 0.0066943216$；

B_0——测区的中心纬度，(°)；

$Y_0 = \frac{1}{2}(Y_{船} + Y_{岸})$，m；

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

$\Delta Y = Y_{岸} - Y_{船}$，m。

8.2.8 在测区附近选用三个以上已知三角点，将测距因子校正后的微波测距定位系统架设在已知三角点上进行定位比测。定位比测中误差应不大于(15)式计算的定位中误差。

$$M_0 = \pm CSC\omega \sqrt{m_{s_1}^2 + m_{s_2}^2} \quad \cdots\cdots(15)$$

式中：M_0——定位中误差，m；

m_{s_1}、m_{s_2}——分别为观测两个距离的测距中误差，m；

ω——位置线交角，(°)。

8.3 GPS 定位

8.3.1 用 GPS 进行海洋工程测量定位时，可采用伪距、实时差分、相位差分方法定位。当定位精度符合工程要求时，可采用后处理差分定位技术。

8.3.2 定位工作前应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。

8.3.3 基准台 GPS 天线中心与已知坐标点的对中误差应小于 2.5 cm。

8.3.4 基准台 GPS 观测的基本参数设置要求见表 8。

表 8 GPS 基准台观测的基本参数设置

观测卫星数	PDOP	差分数据输出间隔		卫星仰角
		有 SA	无 SA	
≥3	≤10	≤10 s	≤15 s	≥5°

8.3.5 船台 GPS 天线应架设在高处，尽可能减少多路径效应的影响。

8.3.6 在导航定位中，可对 WGS-84 坐标系视工程项目的实际需要作相应的转换。

9 水深测量

9.1 水位控制

9.1.1 验潮站的类型

——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，最少连续观测三十天；

——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，良好日期的选择按附录 B 进行。

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 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；记时钟表校正情况；设站期间有否中断观测。

9.1.4 验潮站的选址原则

9.1.4.1 水尺前方应无浅滩阻隔，海水可自由流通，低潮不干出，能充分反映当地海区潮波传播情况的地方。

9.1.4.2 海上定点验潮站应选在海底平坦、泥沙底质、风浪和海流较小的地方。

9.1.5 水尺设立的要求

设立的水尺要牢固、垂直于水面、高潮不淹没、低潮不干出；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

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

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 工作水准点按四等水准测量要求与国家水准点联测。

9.1.6.4 在验潮站附近的水准点和三角点,经检查合格,可作为工作水准点。

9.1.6.5 水尺零点可按图根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 进行。

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 水位观测的时间要求

测深期间,观测时间间隔小于等于 30 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潮位极值水位值为原则。

9.1.8 气象观测

水位观测期间,应在 1 h、7 h、13 h、19 h 进行气象观测(风向、风力、气压),并记载天气状况(阴、雨、晴、雪)。

9.1.9 验潮用的钟表校对

验潮用的钟表,每天至少与北京标准时间校对一次。

9.1.10 水位观测读数要求

水位观测读数读到厘米,其误差小于等于 1 cm;当风浪较大、水尺读数误差大于 5 cm 时,应当停止工作。

9.2 水深测量

9.2.1 测深线的布设

主测深线方向,当用单波束测声仪测声时,应垂直等深线的总方向;当用多波束测声仪测声时,原则上应平行等深线的总方向;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。

9.2.1.1 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。

9.2.1.2 重要海区的礁石与小岛周围应布设螺旋形测深线。

9.2.1.3 锯齿形海岸,测深线应与岸线总方向成 45°角。

9.2.1.4 应从码头壁外 1～2 m 开始,图上每隔 2 mm 平行码头壁布设 2～3 条测深线。

9.2.1.5 使用多波束测声系统全覆盖测深时,应根据水深、仪器性能,保证测线间有 10%的重叠来布设测线。

9.2.1.6 其他海洋工程根据实际的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、海底地形特征和海水的深度等因素确定。原则上主测深线间隔图上为 1 cm～2 cm。螺旋形测深线间隔一般图上为 0.25 cm。辐射线的间隔最大图上为 1 cm,最小图上为 0.25 cm。

9.2.3 测点间距

测点间距一般图上为 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

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

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。检查线的长度应占主测深线总长的 3%～10%。

9.2.5 深度测量中误差的限差规定按 4.4.4 进行。

9.2.6 深度测量的实施。

9.2.6.1 使用回声测深仪测深时，在测深仪换能器安装固定后工作前后，必须量取换能器吃水深度。

9.2.6.2 测深前在现场对测深仪进行测量深度校准。0～20 m 水深用校对法校准，校准时水深应大于 5 m，深度校准限差应小于等于±0.05 m。在校对时，必须测定温度；在河口地区测量时，还必须测量盐度。水深大于 20 m采用水文资料计算。

9.2.6.3 使用多波束测深系统测深时，其要求如下：

1) 在施测前，应进行船只的稳定性试验和航行试验，并在资料中附上实验报告。

2) 对横摇(Roll Bias)、纵倾(Pitch Bias)参数每隔 1 a～2 a 标定一次，并在每航次正式测量前，至少测量一条长度为 2～3 km 的往返测线，以确认其数值。

3) 在测区内，不允许直接改变船只方向。

4) 在测量工作中，测量船只必须保持航速稳定。

5) 为了保证测深精度，应根据测区海水的盐度、温度的分布情况进行适当数量声速剖面测定工作。

9.2.6.4 校对检查测深仪时，每次测前、测后的检查点数规定如下：

当 $\Delta Z \leqslant 5$ m 时，应检查二个点(最浅、最深)

当 5 m $< \Delta Z \leqslant 10$ m 时，应检查三个点(最浅、中间、最深)

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。

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

9.2.6.6 回声测深仪以测深记录纸模拟记录为主。当采用数字记录时也必须有模拟记录，且采集的数据必须经计算机平滑处理。

9.2.7 在下列情况之一应进行补测：

——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；

——固定水深剖面重复监测测量，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 5 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 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：0～15 m 为 0.3 m，15 m以上为水深的 2%，超限的点数超过参加比对总点数的 25%时；

——图幅拼接的点位水深比对超限时；

——定位中误差超限时；

——其他严重违反本规范要求时。

9.3 测深定位

9.3.1 测深点定位中误差按 4.4.3 进行。

9.3.2 测深定位的控制点(岸台)不低于二级点的精度。

9.3.3 尽量选用先进的定位仪器设备、定位方法和图像导航技术进行导航定位以及数据自动采集。

9.3.4 在测深船停靠处设立比对点，每天工作前后比对坐标一次。

9.3.5 测深仪换能器与定位中心若不在同一铅垂线上，偏心改正的要求按 8.1.5 进行。

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

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 记录纸两端,应贴上标签,注明工作海区或项目名称,测深线号应从各自一端的顺序填写。

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、经纬度、X、Y 坐标、采集的深度值、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必须在现场及时整理,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 成果图板整理中每一项目完成后,必须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

1) 展点误差在图上要小于等于±0.2 mm;

2) 内插点在图上要小于等于±0.5 mm。

9.5.2.2 当测深线上的定位点过密时,可以舍去适当的个别定位点,但必须遵循下述原则

1) 其水深值,应与附近深度变化基本一致;

2) 航向、航速变化的定位点不能舍去;

3) 特殊深度和影响地貌特征的定位点不能舍去;

4) 对特殊深度,必须全面检查。

9.5.3 绘制测深线航迹图

在展点的同时,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

量取深度之前,应对记录纸进行检查与整理

9.5.4.1 回波信号模糊不清或中断超过图上 3 mm 者,须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波峰与波谷的中央。

9.5.4.2 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。

9.5.4.3 自动采集的水深数字取量至 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。

9.5.4.4 自动采集的水深数字必须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

深度改正包括吃水改正(测深仪无吃水改正功能时)、水位改正、声速改正和动态吃水改正。

9.5.5.1 水位改正

9.5.5.1.1 在进行水位改正前,需经检查各验潮站的零点、平均海面和深度基准面的确定是否准确。平

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

均海面、深度基准面的计算取至 0.01 m，其计算方法按附录 C 进行。

9.5.5.1.2 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其实测水位资料分别改正。

9.5.5.1.3 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。

9.5.5.1.4 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。

9.5.5.2 声速改正

水深大于 20 m，声速对测深精度影响较大时，应进行声速改正。声速改正方法按附录 D 执行。

9.5.5.3 动态吃水改正

当动态吃水变化大于 5 cm 时，必须顾及动态吃水改正。

9.6 水深图的绘制

9.6.1 图件绘制的基本要求

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米。注记水深值的点位位移误差要小于等于0.3 mm。定位点间内插的深度点，位置误差要小于等于0.5 mm。

9.6.2 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，可以合理地取舍深度点。但不准舍去如下情况的点。

9.6.2.1 能确切地显示礁石、特殊深度、浅滩、岸边石陂等航行障碍物的位置、形状(及其延伸范围)以及深度(高度)的点。

9.6.2.2 能确切显示港口、航道、岛屿周围的地貌和狭窄水道中的深水航道的点。

9.6.2.3 特殊深度和反映其变化程度的特征点。

9.6.2.4 能正确地勾绘零米线、等深线及显示干出滩坡度的特征点。

9.6.3 当转绘的岸线及其干出部分与水深资料发生矛盾时，应根据实测资料进行分析，正确处理。

9.7 测量原图的制作

9.7.1 水深地形图的制作

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

9.7.1.2 文字注记和水深注记的书写一律朝图幅的正北方向。

9.7.1.3 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。

9.7.1.4 以零米线为界，零线以深水深用右斜等线体注记，如 2_5；零米线至岸线部分用正等线体注记，如 1_8；岸线以上高程按陆地高程点注记，如 · 3.5。水深字的大小，可根据海底地貌和水深点的疏密而定。

9.7.1.5 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；小于等于 0.2 mm^2 时，用符号表示。在干出礁旁注记干出高度，如(2_6)。

9.7.1.6 暗礁和水下障碍物，要注记最浅深度、底质或性质。

9.7.1.7 底质用汉字表示，当其位置与深度点重合时，可稍向下移动。

9.7.1.8 清绘时，除有特殊规定外，一律用黑色着墨。

9.7.2 干出滩绘制

9.7.2.1 干出滩上的深度点，应在其位置上写干出数字，如 5_2。

9.7.2.2 干沟，用虚线绘出其形状，并注记沟深。

9.7.3 等深线绘制要求

9.7.3.1 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，可加绘补助等深线；当海底坡度很大时，可适当增加等深距。

9.7.3.2 等深线可在测深精度两倍范围内移动，勾绘成圆滑的曲线。

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

9.7.3.3 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，补助等深线以 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。

9.7.4 图廓绘制

9.7.4.1 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的距离为 10 mm。

9.7.4.2 方里网线粗为 0.1 mm。

9.7.4.3 图廓绘制精度要求按 4.5.1 进行。

9.7.5 测深线航迹图的绘制

9.7.5.1 如用透明纸在内业图板上复制测深线航迹图，转绘误差不得超过 0.5 mm。

9.7.5.2 图廓清绘按 9.7.4 的要求进行。

9.8 机助制图

9.8.1 尽量使用机助制图方法代替手工绘图。

9.8.2 绘图仪技术参数

——量测系统分辨率小于等于 0.002 mm/step；

——可寻址分辨率小于等于 0.025 mm/step；

——零点定位差小于等于 0.04 mm；

——动态误差小于等于 0.1 mm；

——单笔重复误差小于等于 0.05 mm；

——有效绘图面积具有 A_0 幅面。

9.8.3 机助绘图可以将铅笔原图和清绘结合在一起，一次性完成图件的绘制任务。机助绘图完成的图件种类：

——测线布设图；

——水位曲线图；

——测深线航迹图；

——水深地形图；

——水深剖面图；

——海底立体地形图。

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程性质、设计阶段和规模大小，除按甲方规定的比例尺测图外，也可按表 9 选用。

表 9 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 1/500	施工图设计、竣工验收等

10.1.2 实测海岸地形时，海岸线以上向内陆地测进；在本规范的范围内至少为图上 2 cm(如甲方有特殊要求除外)。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 地形类别可分为平坦地、丘陵地、山地和高山地，其分类规定见表 10。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

表 10　地形分类的参考标准

地形类别	地面倾角 α
平坦地	$\alpha<3°$
丘陵地	$3°\leqslant\alpha<10°$
山地	$10°\leqslant\alpha<25°$
高山地	$\alpha\geqslant25°$

地形图的基本等高距，按表 11 选用。

表 11　海岸地形图的基本等高距　　m

地形类别	比例尺				
	1∶500	1∶1 000	1∶2 000	1∶5 000	1∶10 000
平坦地	0.5	0.5	1	2	5
丘陵地	1	1	2	5	
山地	1	1	2	5	
高山地	1	2	2	5	

10.1.4　海岸地形图的图式，应按 4.7 的要求进行，在 4.7 中所列的图式中没有规定的地物、地貌可自行补充，但必须在技术报告中注明。

10.1.5　图上地物点相对于邻近图根点的点位中误差，一般地区小于或等于图上 0.8 mm，居民区小于或等于图上 0.6 mm，在隐蔽或施测困难的地区，可放宽 50%。

10.1.6　等高线插求点对邻近图根点的高程中误差，按表 12 规定。

表 12

地形类别	平坦地	丘陵地	山地	高山地
高程中误差，m	$1/3Hd$	$1/2Hd$	$2/3Hd$	$1Hd$
注：Hd 为等高距；在困难、隐蔽地区，限差按上表放宽 50%				

10.1.7　地形图应进行全面内业检查，且实测检查量不小于测图工作量的 10%。

10.1.8　图根控制测量按 6 章和 7 章的有关规定执行。

10.2　碎部测量

10.2.1　实测海岸地形时，可选用测记法、测绘法，以及能达到精度要求的其他测绘方法。

10.2.2　采用速测仪或测距仪用极坐标测记法时，应符合下列要求。

10.2.2.1　绘制草图对各种地物、地貌特征分别指定代码。

10.2.2.2　测点时，水平角、垂直角的读数，精确至 1′；归零检查，要小于等于 1.5′。

10.2.2.3　内业可采用计算机辅助成图，也可用坐标展点成图。

10.2.3　当解析图根点不能满足测图需要时，可增补适量的图解交会点或视距支点。图根补点应符合下列要求。

10.2.3.1　图根交会点必须选择多余方向作校核，相邻两线的交角应在 30°～150°之间。

10.2.3.2　视距支点边长不应大于相应比例尺地形点最大视距长度的 2/3，距离应往返测定，其较差不应大于边长的 1/150。

10.2.3.3　光学对点器的对中误差的要求按 6.4.7 执行。

10.2.3.4　确定图解交会点、视距支点的高程时，其垂直角如少于一测回，由两个方向或往返测的高程较差，在平地$<1/5\ Hd$ 内；在山地$\leqslant1/3\ Hd$。

10.2.4　碎部测量时，测站上仪器的设置及测站的检查，要求如下。

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

10.2.4.1　用平板仪测绘时，仪器对中的偏差，不得大于图上 0.05 mm。

10.2.4.2　平板定向时，应以较远一点标定方向，进行方向检核时，其检核方向线的偏差不得大于图上 0.3 mm。每站测图过程中和结束前，应注意检查后视方向。

10.2.4.3　检查另一测站的高程，其较差小于 1/5 Hd。

10.2.5　地形图上高程点注记，当等高距为 0.5 m，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，水涯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 mm^2 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，必须测注高程点。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—1993 中 4.3.14 的要求进行。

10.3　海岸线测定

10.3.1　进行海岸线测量时，海岸线最大点位误差不得大于图上 1.0 mm，转折点的位置误差不得大于图上 0.6 mm。

10.3.2　与海岸线相连的各种设施，均须实地测绘，并注记高程。

10.3.3　当海岸线与其他地物位置发生矛盾时，一般不得移动海岸线位置；但当岛屿与大陆以堤岸相连接时，堤上的公路、铁路、堤的符号必须加宽时，可移动海岸线的位置。

10.3.4　在河口地区测绘海岸线时，潮差较大的地区，仍按平均大潮高潮线测绘；在河水影响大于潮汐影响的河口内部地段，则以河水的常年水位作为河岸线。

10.4　干出滩及滩涂测量

10.4.1　面积不大的干出滩及滩涂，可在测量海岸时同时进行测绘；对面积大的干出滩及滩涂，采用断面法测量。干出滩的外边缘采用水深测量资料。

10.4.2　对干出滩及滩涂的性质，必须说明注记。

10.4.3　对测区内的明礁、干出礁均应测定其位置、高程或干出深度。

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　干出滩上的小水道、小河流的出海口，除了已进行过水深测量的，也必须进行测量。

10.4.6　当干出滩和滩涂的面积较大时，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。

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　断面线测至半潮线，低潮时测到有水深时为止，最后点或标尺点上应量取水深并记取时间。以水深法计算出的干出深度，应与其他方法测得的干出深度相一致，最大互差小于等于 0.3 m。

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。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

10.5.2　修测图一般在原图或复制的底图上进行。当原图图廓和方格网伸缩变形且不能满足修测的质量要求时，应进行修正。

10.5.3　局部地区地物变动不大时，可利用经过校核的位置准确的地物点进行，修测后地物与原有邻近地物的间距中误差，不得超过图上 0.4 mm。修测后的地物不应再作为修测新地物的依据。

10.5.4　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，再进行修测。

10.5.5　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，其高程较差不得超过等高距的 1/5，并取用平均值。

10.5.6　当一幅地形图变动面积超过 1/2 时，应全幅重测。

10.5.7　修测图中发现原图上有明显错误的地物、地貌应予以修正。

10.5.8　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

使用侧扫声纳或多波束测深仪全覆盖侧扫工程海区的海底微地貌起伏的高度或水深，及微地貌起伏形状特征或范围；全覆盖侧扫工程海区的海底礁石、沉船等障碍物的高度或水深，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

侧扫探测之前，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　测线方向

侧扫的测线方向应平行于工程海区的海流方向。测线只能设计成直线。

11.2.3　定位要求

定位误差不大于±5 m，并使误差椭圆的长轴与测线方向平行。

11.2.4　分辨率与检测率

设计侧扫声纳的分辨率与检测率应根据需要侧扫海底目标的大小及侧扫重复频率，综合考虑作用距离、脉冲宽度、工作频率、测量船速、拖鱼入水深度等因素。

11.2.5　测线间隔

测线间隔应根据有效作用距离、定位精度、重叠带宽度和导航仪精度等因素确定。

11.2.6　侧扫方式

粗探测根据测线间隔和长度对工程海区全覆盖侧扫海底。

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；根据调查资料的海底微地貌或海底障碍物的位置、高度，分别应有三个以上不同取向进行侧扫，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。

11.2.7　侧扫覆盖

粗探测的相邻测线间隔采用 2 倍有效作用距离侧扫海底微地貌。

精探测的相邻测线间隔采用有效作用距离的外缘相互重叠一定宽度的重叠带，侧扫海底微地貌和海底障碍物。

11.2.8　重叠带宽度的确定

11.2.8.1　侧扫有效作用距离与测区边界重叠带宽度 S_0 的计算公式：

$$S_0 = K\sqrt{E_0^2 + m_1^2 + m_2^2} + E_1 \qquad \cdots\cdots(16)$$

11.2.8.2　相邻测线间侧扫有效作用距离外缘重叠带宽度 S_1 的计算公式：

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

$$S_1 = K\sqrt{E_0^2 + m_1^2 + m_2^2} + E_1 \quad \cdots\cdots(17)$$

11.2.8.3 侧扫声纳近场图像模糊不清或测量船船速超过 6 节，水深 10 m～40 m，近场应有盲区覆盖重叠带。盲区覆盖重叠带宽度 S_2 的计算公式：

$$S_2 = K\sqrt{E_0^2 + m_1^2 + m_2^2} + E_1 + \rho_0 \quad \cdots\cdots(18)$$

11.2.8.4 拖曳声纳换能器的测量船驶入、驶出测区边界重叠带宽度 $S_{入}$、$S_{出}$ 的计算公式：

$$S_{入} = K\sqrt{E_0^2 + m_1^2 + m_2^2} \quad \cdots\cdots(19)$$

$$S_{出} = K\sqrt{E_0^2 + m_1^2 + m_2^2} + X_0 \quad \cdots\cdots(20)$$

上述式中：E_0——测量船的定位中误差，m；

m_1——在测量船测量拖鱼位置的定位中误差，m；

m_2——定位点的记入中误差，m；

E_1——测量船的偏航系统性误差(即定位点之间，因测量船偏航 3°以上时，所引起的实际位移)，m；

ρ_0——扫测量盲区宽度，m；

X_0——拖鱼离测量船尾部的水平距离，m；

K的范围：1，2，3。

上述各式中 K 的取值范围系根据定位精度、操作水平，导航自动化程度及覆盖或然率等诸因素的要求，考虑覆盖最佳条件选择确定。

11.3 侧扫实施

11.3.1 调试仪器

侧扫之前，使用侧扫声纳在工程海区进行调试，使声图的海底混响的灰度适当。在侧扫过程中不得随意变动，仅当水深变化较大且灰度不适当时，可稍微调试仪器，使声图的海底混响的灰度恢复到原来的程度。

侧扫之前，使用多波束测探仪在工程海区进行动态稳定性调试。

11.3.2 侧扫要求

11.3.2.1 侧扫时不得随意变动技术设计确定的数据；仅当水深变化时，可以及时调整侧扫声纳的拖鱼入水深度。

11.3.2.2 侧扫过程中应经常检查测量船速，保持在技术设计船速以内。

11.3.2.3 测量船转向后的航迹线应与转向前测线或航迹线之间的距离大于有效作用距离。

使用侧扫声纳侧扫，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，所换测线应与转向前测线之间距离大于有效作用距离。

11.3.2.4 保持测量船航向稳定，定位点之间不得使用大舵角修正航向，风流压角小于等于 3°。

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

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

11.3.3 侧扫记录

侧扫操作人员应适时在记录纸上注记线号、点号、时间、航速、航向、转向、侧扫距离、拖鱼入水深度、拖缆长度、侧扫重复频率和脉宽、仪器状态、海况及现场情况。

11.3.4 测深仪加密探测及潜水员下潜调查

由粗探测发现，并实施精探测证实存在的海底微地貌及海底障碍物。为了得到其位置和高度与单波束测深仪的测量精度一致，应采用测深仪加密探测，有条件还可让潜水员下潜调查。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

11.3.5 扫侧补测

扫侧结果有以下情况之一应补测：

——多波束测声仪扫侧的水深与以前测量的水深存在矛盾；

——多波束测声仪仪器故障不能反映水深、波浪、水温跃层以及其他干扰使侧扫仪器不能反映真实水深或声图图像；

——侧扫声纳仪器故障不能反映海底声图图像。

11.4 资料整理

11.4.1 资料检查

侧扫结束后应对定位、声图和测深等资料进行全面系统地检查，测量资料应符合本规范的有关要求。

11.4.2 资料分析

综合分析声图图像反映海底微地貌起伏高度、形状特征及其分布范围，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 绘制工程海区微地貌图

根据侧扫资料分析结果绘制微地貌图。微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 编写侧扫报告

12 检查验收、技术总结及资料上交

12.1 检查与验收

12.1.1 海洋工程测绘成果资料的验收按下列程序进行：作业组自我检查，作业队及上级业务主管部门依次逐级验收。

12.1.2 作业队应对所用的仪器、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，作业组长应对全部作业成果负责，并对作业质量作出结论。

12.1.3 作业队领导对作业中的每一工序、每一项目及各项均应全面检查验收。发现不符本规范要求的问题，要及时进行处理。

12.1.4 上级业务部门在验收中，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。

12.1.5 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。

12.2 工作技术报告

12.2.1 工作技术报告要求

12.2.1.1 测量作业完成后，作业组应编写工作技术报告。

12.2.1.2 工作技术报告应打印、装订成册。附表、附图应叠成同样大小。

12.2.2 工作技术报告内容

12.2.2.1 工作概况

1）任务来源。

2）任务要求(包括测图比例尺、坐标系统、高程系统、深度基准面)。

3）测区概况。

4）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)。

5）作业依据。

6）作业中出现的问题和采取的措施。

7）完成任务情况。

12.2.2.2 外业实施

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

1）控制测量

a）起算数据的说明；

b）利用已有成果情况；

c）控制点布设情况(包括数量、等级)；

d）所用仪器及检验情况；

e）测量方法及成果精度；

f）其他有关技术事项。

2）水深测量

a）所用验潮站的名称、性质、平均海面、深度基准面及水位改正方法；

b）使用测图点(岸台)情况；

c）测线布设情况；

d）所用仪器的检验、测定情况；

e）定位方法及定位精度；

f）水深测量方法及测深精度；

g）深度改正情况；

h）成图方法及精度；

i）重合点深度比较情况；

j）其他有关技术事项。

3）海岸地形

a）测区内已有成果成图资料及其利用情况；

b）平面控制及高程控制情况；

c）岸线、岸滩测量使用的仪器、检验情况；

d）测图方法；

e）实地检查及接边情况；

f）工作量统计；

g）成果质量结论意见；

h）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。

12.3 主要上交资料

12.3.1 成果审查、验收、鉴定必备资料

——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；

——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。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

12.3.2 提交使用单位及存档的资料：

——控制点成果表；

——成果图件；

——工作技术报告；

——鉴定验收意见证书。

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

附 录 A
（标准的附录）
海面水准联测计算公式

A1 一元回归分析法

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），其平均海面可以用一元线性回归方程（A1）表示如下：

$$\hat{h}_x = \hat{a} + \hat{b}h_A \qquad \cdots\cdots(A1)$$

式中：$\hat{h}_x$——未知站平均海面高程，m；

h_A——已知站平均海面高程，m；

$\hat{a}$，$\hat{b}$——待求系数。

$\hat{a}$，$\hat{b}$ 可用最小二乘法求得。

$$\hat{b} = \frac{[(h_A - \overline{h}_A)(h_x - \overline{h}_x)]}{[(h_A - \overline{h}_A)^2]} \qquad \cdots\cdots(A2)$$

$$\hat{a} = \overline{h}_x - \hat{b}\overline{h}_A$$

$$\overline{h}_A = \frac{[h_A]}{h}$$

$$\overline{h}_x = \frac{[h_x]}{h}$$

其中误差 σ 可由下式估算：

$$\sigma = \sqrt{\frac{[VV]}{h-2}}$$

$$V_i = h_{xi} - \hat{h}_{xi} \qquad \cdots\cdots(A3)$$

平均海面 h_A 和 h_x 的相关系数 ρ 可按（A4）式计算：

$$\rho = \frac{[(h_A - \overline{h}_A)(h_x - \overline{h}_x)]}{\sqrt{[(h_A - \overline{h}_A)^2][(h_x - \overline{h}_x)^2]}} \qquad \cdots\cdots(A4)$$

A2 二元回归分析法

用两个已知站平均海面高程推算未知站平均海面高程，其线性回归方程为：

$$\hat{h}_y = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 h_{x1} + \hat{b}_2 h_{x2} \qquad \cdots\cdots(A5)$$

式中：$\hat{h}_y$——未知站平均海面高程，m；

h_{x1}、h_{x2}——分别为两个已知站的平均海面高程，m；

$\hat{b}_0$、$\hat{b}_1$、$\hat{b}_2$——回归方程系数。

与解一元回归方程相似，用最小二乘法计算回归方程系数，并进行精华度分析和显著性检验。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载
免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

附 录 B
（标准的附录）
水位观测良好日期的选择

B1 一次 24 h 水位观测良好日期的选择：

B1.1 半日潮海区，一般选择大潮日期，并能满足下列条件：

——大潮日期 D_2：

$$D_2 = d_2 + \tau_2 \qquad \cdots\cdots(B1)$$

式中：d_2——朔或望日期；

τ_2——半日潮龄。

——两个日潮相角之差：

$$(d+g)_{O_1} - (d+g)_K \approx 0°(360°) \qquad \cdots\cdots(B2)$$

式中：g——分潮迟角。

B1.2 日潮海区，一般选择在回归潮日期，并能满足下列条件：

——回归潮日期 D_1：

$$D_1 = d_1 + \tau_1 \qquad \cdots\cdots(B3)$$

式中：d_1——月球赤纬最大日期；

τ_1——日潮龄。

——两个半日潮相角之差：

$$(d+g)_{M_2} - (d+g)_{S_2} \approx 0°(360°) \qquad \cdots\cdots(B4)$$

此外，可根据《潮汐表》直接查取最大潮差日期。

B2 三次 24 h 水位观测良好日期的选择。

B2.1 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：

$$300° \geqslant (d_{M_2} - d_{S_2})_{\text{I}} - (d_{M_2} - d_{S_2})_{\text{II}} \geqslant 60° \qquad \cdots\cdots(B5)$$

B2.2 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：

$$300° \geqslant (d_{O_1} - d_{K_2})_{\text{I}} - (d_{O_1} - d_{K_1})_{\text{II}} \geqslant 60° \qquad \cdots\cdots(B6)$$

式中：d——为四个主要分潮的天文变量（根据日期查“天文变量表”得）；

Ⅰ、Ⅱ——分别为第一次、第二次观测。

B2.3 混合潮海区，应同时满足上述两个条件。

B3 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
（标准的附录）
平均海面与深度基准面的确定

C1 平均海面

C1.1 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面。

C1.2 短期验潮站的平均海面，一般用邻近的两个长期验潮站的平均海面转测求得，转测误差小于等于 10 cm，转测方法如下。

C1.2.1 几何水准测量法：按国家四等水准测量要求，直接联测水准点间的高差，进而求得短期站的平

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

均海面。

C1.2.2 同步改正法：采用 30 天(一个月)同步观测水位平均值，首先计算长期站的月平均海面与其多年平均海面的差值即同步改正数，然后将短期站的月平均海面加上此同步改正数即可求得短期站的平均海面。其计算方法，也可采用回归分析法。

C1.3 临时验潮站的平均海面，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。

C1.4 海上定点验潮站的日平均海面，是与邻近长期站或短期站以同步改正法求得。

C2 深度基准面

C2.1 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：

$$L = (fH)_{K_1}\cos\phi_{K_1} + (fH)_{K_2}\cos(2\varphi_{K_1} + 2g_{K_1} - 180° - g_{K_2}) - \{[(fH)_{M_2}]^2 + [(fH)_{O_1}]^2 + 2(fH)_{M_2}(fH)_{O_1}\cos [\varphi_{K_1} + (g_{K_1} + g_{O_1} - g_{M_2})]\}^{\frac{1}{2}} - \{[(fH)_{S_2}]^2 + [(fH)_{P_1}]^2 + 2(fH)_{S_2}(fH)_{P_1}\cos[\varphi_{K_1} + (g_{K_1} + g_{P_1} - g_{S_2})]\}^{\frac{1}{2}} - \{[(fH)_{N_2}]^2 + [(fH)_{Q_1}]^2 + 2(fH)_{N_2}(fH)_{Q_1}\cos[\varphi_{K_1} + (g_{K_1} + g_{Q_1} - g_{N_2})]\}^{\frac{1}{2}} + (fH)_{M_4}\cos\varphi_{M_4} + (fH)_{M_6}\cos\varphi_{M_6} + (fH)_{MS_4}\cos\varphi_{MS_4} + H_{Sa}\cos\varphi_{Sa} + H_{Sa}\cos\varphi_{Sa} \quad \cdots\cdots (C1)$$

式中：L——深度基准面在平均海面下的高度，cm；

$\varphi_{M_4} = 2\varphi_{M_2} + 2g_{M_2} - g_{M_4}$，(°)；

$\varphi_{M_6} = 3\varphi_{M_2} + 3g_{M_2} - g_{M_6}$，(°)；

$\varphi_{MS_4} = \varphi_{M_2} + \varphi_{S_2} + g_{M_2} + g_{S_2} - g_{MS_4}$，(°)；

$\varphi_{M_2} = \mathrm{tg}^{-1}\{[(fH)_{O_1}\sin(\varphi_{K_1} + g_{K_1} + g_{O_1} - g_{M_2})]/[(fH)_{M_2} + (fH)_{O_1}\cos(\varphi_{K_1} + g_{K_1} + g_{O_1} - g_{M_2})] + \pi\}$，(°)；

$\varphi_{S_2} = \mathrm{tg}^{-1}\{[(fH)_{P_1}\sin(\varphi_{K_1} + g_{K_1} + g_{P_1} - g_{S_2})]/[(fH)_{S_2} + (fH)_{P_1}\cos(\varphi_{K_1} + g_{K_1} + g_{P_1} - g_{S_2})] + \pi\}$，(°)；

$\varphi_{Sa} = \varphi_{K_1} - \frac{1}{2}\varepsilon_2 + g_{K_1} - \frac{1}{2}g_{S_2} - 180° - g_{Sa}$(°)；

$\varphi S_{Sa} = 2\varphi_{K_1} - \varepsilon_2 + 2g_{K_1} - g_{S_2} - gS_{Sa}$，(°)；

$\varepsilon_2 = \varphi_{S_2} - 180°$，(°)。

H、g 和 f 为 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_{Sa}等 13 个分潮的调和常数和节点因数；φ_{K_1}为分潮 K_1 的相角，它的变化从 0°至 360°，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 30 d 水位观测资料，用潮汐调和分析法求得。S_a，S_{Sa}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_{Sa}分潮的调和常数，可采用邻近长期验潮站 S_a，S_{Sa}分潮的调和常数。

C2.2 临时验潮站的深度基准面，根据邻近潮汐性质相同的二个长期验潮站或短期验潮站的深度准面，以内插法求得，计算公式为：

$$L = (D_A L_A + D_A L_B)/(D_A + D_B) \quad \cdots\cdots (C2)$$

式中：L——临时验潮站深度基准面至其平均海面的高度，cm；

L_A、L_B——分别为 A、B 验潮站深度基准面至其平均海面的高度，cm；

D_A、D_B——在同一比例尺图上分别量取临时站 A、B 站的垂足间距离，cm。

C2.3 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：

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

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 分潮的调整和常数，然后计算理论最低潮面。

b）根据 15 天水位观测资料，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，然后按附录 A 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，按下列经公式计算其深度基准面。

$$L=\left[\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{L_i}{(H_{M_2}+H_{S_2}+H_{K_1}+H_{O_1})_i}\right]\times(H_{M_2}+H_{S_2}+H_{K_1}+H_{O_1})$$

式中：L——定点站深度基准面至其平均海面的高度，cm；

n——长期验潮站的个数；

L_i——i 验潮站深度基准面至其平均海面的高度，cm；

$(H_{M_2}、H_{S_2}、H_{K_1}、H_{O_1})_i$——$i$ 验潮站的调和常数，cm；

$(H_{M_2}、H_{S_2}、H_{K_1}、H_{O_1})$——定点验潮站的调和常数，cm。

C2.4 测区的平均海面、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
（标准的附录）
声速改正

声速公式：

$$V=1449.2+4.6t-0.055t^2+0.00029t^3+(1.34-0.01t)(S-3S)+0.017Z \quad \cdots\cdots(D1)$$

式中：t——温度(°)；

S——盐度；

Z——深度，m。

计算时取平均值：

$$t_n=\sum_{i=1}^{n}P_it_i/\sum_{i=1}^{n}P_i$$

$$S_n=\sum_{i=1}^{n}P_iS_i/\sum_{i=1}^{n}P_i$$

$$Z_n=\frac{Z_i}{2}$$

P_i 为各层厚度。

声速改正公式：

$$\Delta Z_V=2\left(\frac{V}{V_0}-1\right),V_0=1\ 500\text{m/s}$$

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载