

广西壮族自治区地方标准

DB45/T 2774—2023

海洋牧场岩土工程勘察规程

Code of practice for marine ranching geotechnical engineering
investigation

2023-12-12 发布

2024-02-01 实施

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 勘察原则和总体要求 2

 4.1 总则 2

 4.2 基本原则 2

 4.3 总体要求 2

5 勘察内容 3

6 勘察方法 3

7 资料收集 3

8 海洋牧场勘察 3

 8.1 导航定位 3

 8.2 调查 4

 8.3 地球物理勘察 6

 8.4 初步勘察海洋牧场岩土钻探 16

 8.5 详细勘察人工鱼礁场址岩土钻探 16

 8.6 详细勘察海上固定式平台场址岩土钻探 18

 8.7 其它设施单元勘察规定 18

9 原位试验 18

 9.1 一般规定 18

 9.2 标准贯入试验 18

 9.3 圆锥动力触探试验 19

 9.4 微型十字板剪切试验 19

10 土工试验 19

 10.1 土工室内试验内容 19

 10.2 试验室土工试验方法 19

11 水质分析评价 19

12 场地岩土工程分析 20

 12.1 场地流场分析 20

 12.2 场地冲淤稳定性分析 20

 12.3 场地环境影响分析 20

 12.4 场地地震效应分析 20

13 成果报告 21

 13.1 成果报告编写 21

13.2	详细勘察成果报告	21
13.3	详细勘察成果报告图件	21
附录 A (资料性)	水样取样现场记录表	23
附录 B (资料性)	抓斗取样现场记录表	24
附录 C (资料性)	柱状取样现场记录表	25
附录 D (资料性)	等比制 (ϕ 值标准) 粒级分类表	26
附录 E (资料性)	沉积物粒度三角分类图	27
附录 F (资料性)	土的统一分类与定名	28
F.1	一般规定	28
F.2	土的分类和定名	28
参考文献		30

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由广西壮族自治区海洋局提出、归口并宣贯。

本文件起草单位：广西壮族自治区海洋研究院、广西壮族自治区海洋地质调查院、广西北海地质工程勘察院。

本文件主要起草人：杨敏、欧业成、李焰、曾华、覃旭健、朝鲁、黄川、吴尔江、农明智、高龙、周哲、刘雪秋、花育辉、魏天宇、李贵斌、杨成、韦绍鹏、陈志泉、戴璐、程海燕、陈鑫婵、黄丰慧、杨爱萍、刘枝刚、陈恩萍、王天济、曾思华。

海洋牧场岩土工程勘察规程

1 范围

本文件界定了海洋牧场岩土工程勘察的涉及的术语和定义,规定了勘察原则、总体要求、勘察内容、勘察方法、资料收集、海洋牧场勘察、原位试验、土工试验、水质分析评价、场地岩土工程分析、成果报告的要求。

本文件适用于广西壮族自治区行政区域内海洋牧场岩土工程的勘察。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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 12327—2022 海道测量规范
GB/T 12763.2 海洋调查规范 第2部分:海洋水文观测
GB/T 12763.3 海洋调查规范 第3部分:海洋气象观测
GB/T 12763.4 海洋调查规范 第4部分:海水化学要素调查
GB/T 17503—2009 海上平台场址工程地质勘察规范
GB/T 18190—2017 海洋学术语 海洋地质学
GB/T 40946—2021 海洋牧场建设技术指南
GB 50011—2010 建筑抗震设计规范(2016年版)
GB 50021—2001 岩土工程勘察规范(2009年版)
GB/T 50123 土工试验方法标准
GB/T 50266 工程岩体试验方法标准
GB/T 50269 地基动力特性测试规范
DZ/T 0327 海洋地质取样技术规程
JGJ/T 87—2012 建筑工程地质勘探与取样技术规程
SC/T 9111—2017 海洋牧场分类

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

海洋牧场 *marine ranching*

基于海洋生态系统原理,在特定海域,通过人工鱼礁、增殖放流等措施,构建或修复海洋生物繁殖、生长、索饵或避敌所需要的场所,增殖养护渔业资源,改善海域生态环境,实现渔业资源可持续利用的渔业模式。

[来源: SC/T 9111—2017, 3.1]

3.2

底质 bottom material

组成海底表面的物质。

注：底质可分为松散沉积物和岩石两种类型。

[来源：GB/T 18190—2017，3.1.1]

3.3

浅地层 shallow strata

海底以下30 m内的地层。

3.4

人工鱼礁 artificial reef

用于修复和优化海域生态环境，建设海洋生物生息场的人工设施。

[来源：GB/T 40946—2021，3.3]

3.5

海上固定式平台 fixed offshore platform

用桩将结构固定于海底或依靠自身的重量坐落于海底的平台。

3.6

岩土工程勘察 geotechnical investigation

根据建设工程的要求，查明、分析、评价建设场地的地质、环境特征和岩土工程条件，编制勘察文件的活动。

[来源：GB 50021—2001，2.1.1]

4 勘察原则和总体要求

4.1 总则

4.1.1 勘察阶段宜分为初步勘察和详细勘察。初步勘察对应于选址阶段，详细勘察对应于建设阶段。勘察宜根据不同的勘察阶段、海洋牧场设施单元，采用对应的勘察方法。

4.1.2 在本文件规定外的其他设施单元，按国家及地方现行相关规范进行勘察。

4.1.3 勘察除应符合本文件的规定之外，尚应符合国家现行有关标准规范的规定。

4.2 基本原则

4.2.1 因地制宜，节约成本，并在勘察工作全过程坚持绿色勘察的原则。

4.2.2 勘察方法以海洋地球物理勘察与海域钻探相结合为主，底质及海水、岩土取样为辅的原则。

4.2.3 工作顺序先海洋地球物理调查，后岩土钻探的原则。

4.2.4 成果报告遵循易用性原则。

4.3 总体要求

4.3.1 初步勘察阶段工作方法，以资料收集、调查为主，必要时辅以地球物理勘察和少量的岩土钻探。初步评价区域岩土工程地质条件、海洋水文条件。

4.3.2 详细勘察阶段工作方法，要求根据海洋牧场设施单元，选择对应的勘察方法及手段（见表1）。查明场址岩土工程地质条件和海洋水文条件，编写资料完整、评价正确的勘察报告。

表1 勘察主要工作及手段

设施单元	勘察方法及手段
人工鱼礁	场址调查及地球物理勘察，人工鱼礁岩土钻探
海上固定式平台	场址调查及地球物理勘察，海上固定式平台岩土钻探
本文件规定外的其它设施单元	可针对性地增加相应勘察工作

5 勘察内容

勘察内容包括：资料收集；海底地形测量；海洋水文调查；底质调查；浅地层结构、空间延展及其物理力学性质；海洋自然灾害。

6 勘察方法

勘察方法包括：单波速、多波速水深测量；侧扫声纳探测；浅地层剖面探测；海流测量；底质取样；海水取样；岩土钻探；土层原位测试及取土样；土工试验分析。

7 资料收集

- 宜包括下列内容：
- 区域和建设场地的基础地质资料和岩土工程勘察资料，包括地貌、地层、地质构造、岩土性质、不良地质作用、岩土工程评价等；
 - 地形、水深、航道和岸线变迁等图件与说明，平面、高程控制和当地理论最低潮面等资料；
 - 有关的海洋气象、海洋水文资料；
 - 地震及震害情况；
 - 水下和地下文物、建筑物、抛石、沉船、管道、电缆及其他异物分布情况；
 - 勘察区范围、邻区的海洋开发利用情况。

8 海洋牧场勘察

8.1 导航定位

- 8.1.1 定位中误差应符合下列要求：
- 当测图比例尺 $>1:5\,000$ 时，海上定位平面位置极限误差不应大于图上 1.5 mm ；
 - 当测图比例尺 $\leq 1:5\,000$ 时，海上定位平面位置极限误差不应大于图上 1.0 mm 。
- 8.1.2 坐标系和投影方式应符合下列要求：
- 平面坐标系宜采用国家 $2\,000$ 大地坐标系；
 - 宜采用高斯-克吕格投影。
- 8.1.3 平面控制测量和高程控制测量：按照 GB 12327—2022 中 6、7 的有关规定执行。
- 8.1.4 导航定位方法应符合以下要求：
- 满足导航定位作业的误差要求；
 - 定位作用距离覆盖作业区域；

- 能连续、稳定、可靠作业；
- 定位数据更新率不小于 1 次/s；
- 每年出测前、DGPS 定位仪遭受强烈撞击或主要部件维修、更换后，应在已知点上进行不少于 4 h 的连续性检验。DGPS 定位仪测前在已知点上应进行不少于 1 h 的连续性检验。采样间隔不大于 1 min，并计算内、外符合精度。内符合精度不应大于标称精度，外符合精度应满足 8.1.1 要求。

8.1.5 常用的定位方法包括星站差分定位（SS-DGNSS）、无线电指向标差分定位（RBN-DGNSS）、实时动态测量（RTK）、网络 RTK、后处理差分（PPK）、精密单点定位（PPP）等。

8.1.6 走航式地球物理勘察导航定位应符合下列要求：

- 勘察船应沿测线延伸线提前上线、延下线；有拖体情况下，延伸线长度应不少于 2 倍拖缆长度；
- 进行侧扫声呐探测、浅地层剖面探测等作业时，工作航速应不大于 5 kn；进行水深测量单项作业时，工作航速应不大于 10 kn；
- 航迹与设计测线偏离距应不大于测线间距的 20%；多波束测量时，测线最大偏离为条幅宽度的 10%；
- 定位标记点的图上间距应不大于 1 cm；
- 班报记录应详细记载测线号、首尾点号、日期时间、卫星信号质量指标、中断情况及处理意见等；
- 勘察船定位仪器的天线与勘察设备探头水平位置应尽量重合，当二者水平距离超过图上 1 mm 时，应进行点位偏心改正。

8.1.7 定点式调查导航定位应符合下列要求：

- 当采样或测试装置到达水下预定位置时，记录定位数据。实际钻孔位置与设计钻孔位置的最大偏离，在近岸区 < 20 m，浅海区 < 50 m，深海区 < 100 m；
- 采样作业时，宜将采样作业一侧船舷调置在上风位。

8.1.8 定位资料整理应符合下列要求：

- 定位手簿和其他设备记录手簿所记的线号、点号、日期、时间应一致；
- 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；
- 根据定位资料编制航迹图。

8.2 调查

8.2.1 海洋水文调查

8.2.1.1 调查内容

包括海流、海浪、水温、盐度等。调查的具体内容可根据养护型海洋牧场勘察的要求而定，并应在技术设计文件中明确规定。具体可参照 GB/T 12763.3 的有关规定执行。

8.2.1.2 调查方法

宜选择定点观测和连续观测。

8.2.1.3 调查顺序

水文调查宜按下列顺序进行：

- a) 调查前准备和检查仪器；
- b) 对连续观测应在正点前测量水深，确定采水层次；
- c) 观测水温、盐度，并采水样；
- d) 观测海流，对于连续观测站，海流观测宜尽可能在正点（8 时、11 时、14 时、17 时）完成；
- e) 观测海浪。

8.2.1.4 测站布设原则及观测间隔选取

测站布设原则及观测间隔选取应符合下列要求：

- 布设的测站在观测海区应具有代表性，即所测得的水文要素资料能够反映该要素的分布特征和变化规律；
- 每一水文断面应不少于三个测站。同一断面上各测站的观测工作应在尽可能短的时间内完成。水文断面的设置方向，应尽可能与经过观测海区的主导海流相垂直；
- 每一测站的观测次数应不少于两次，一般为大小潮各一次。

8.2.1.5 水文调查仪器和设备基本要求

水文调查仪器和设备应符合下列要求：

- 仪器的适用水深范围和测量范围应满足观测海区的水深变化范围和所测要素的变化范围，同时还应满足对观测要素及其计算参数的准确度及时空连续性的要求；
- 选用的仪器应适于所采用的承载工具和观测方式；仪器的记录方式应便于资料的处理和进加工；
- 调查设备安装位置应工作方便，各项工作互不妨碍；避免建筑物、辐射热和船只排污水等对观测结果的影响；
- 每航次观测结束后，调查设备和观测仪器应认真维护保养。凡入水的仪器应用淡水洗净晾干保存。绞车、钢丝绳和计数器等，应擦拭并涂抹黄油后保存。

8.2.1.6 海水取样

宜用开一闭式采水器沉入需要采样的海水中进行采样，到达需要的采水深度时，慢慢向上提起。采样设计按GB/T 12763.4的规定执行，表层、底层位置和钢丝绳倾角订正按GB/T 12763.2的规定执行。水样取样现场记录表参见附录A，操作如下：

- a) 样器、样品瓶等应按规定的洗涤方法洗净，按规定容器分装测样；
- b) 现场作业前，应先进行保存试验和抽查器皿的洁净度；
- c) 用于分装有机化合物的样品容器，洗涤后用 Teflon 或铝箔盖内衬；
- d) 采样人员手应保持清洁，采样时，不能用手、手套等接触样品瓶的内壁和瓶盖；
- e) 样品瓶应防尘、防污、防烟雾和污垢，应置于清洁环境中；
- f) 过滤膜及其设备应保持清洁；
- g) 消毒过的瓶子应保持无菌状况直至样品采集；
- h) 外界金属物质不应与酸和水样接触；
- i) 采样器可用海水广泛漂洗，或放在较深处，再提到采样深度进行采样；
- j) 采样层次按表 2 进行，每层采水量不少于 1 000 mL。

表2 采样层次

水深范围(m)	采样层次
<5	表层
5~10	表层、底层
10~30	表层、中层、底层
注：表层指海面以下0.1 m~1.0 m；中层指1/2测站实际水深的水层；底层指距海底2.0 m的水层。	

8.2.2 底质调查

8.2.2.1 基本要求

取样站位间距为100 m×100 m~200 m×200 m，其中柱状取样站位数应达到表层取样站位数的20%以上，根据需要再局部加密。柱状站位取样宜均匀布置。

8.2.2.2 表层取样

宜采用蚌式抓斗、箱式取样等设备取样，表层取样现场记录表参见附录B。具体内容可参照DZ/T 0327的相关规定执行。操作如下：

- a) 取样应先进行水深测量，了解地形特征，确定取样设备；
- b) 采样器触底后，待取样器利用自身重量充分入泥后，提起取样器；
- c) 如样品质量不能满足设计要求，应重新采集；
- d) 海底表层采集样品应保证取样质量，不应低于 2kg；连续两次取样达不到采样质量要求，应更换其他方式取样；
- e) 取好样品的要贴标签，并将样品号记入现场描述记录表内；样品应密封保存，放入样品箱存放。

8.2.2.3 柱状取样

宜使用重力、重力活塞振动活塞及浅钻等取样设备进行，柱状取样现场记录表参见附录C。具体内容可参照DZ/T 0327的相关规定执行。操作如下：

- a) 底质为基岩或粗碎屑沉积物，不宜采用柱状取样；
- b) 柱状采样管配重为 300 kg~600 kg，采取柱状样长度：砂质样品应大于 50 cm，泥质样品应大于 100 cm，柱状样品直径不小于 69 mm；
- c) 采取的样品应及时做好层次标记上下次序不应颠倒；
- d) 分割样品时，应注意断面和剖面上样品的完整，不应污染或损坏样品。

8.3 地球物理勘察

8.3.1 单波束探测

8.3.1.1 一般要求

8.3.1.1.1 船载非 GNSS 无验潮水深测量时，应进行船舶动态吃水测定。当同一船舶测深仪换能器位置固定不变时，测定的船舶动态吃水值允许作为常数使用。船舶动态吃水的测定方法参照 GB 12327—2022 中附录 0 有关规定执行。

8.3.1.1.2 单波束采用校对法检查测深仪改正数时，水深应≤20 m，换能器采用舷挂式安装。采用声

速剖面改正时，应测定单波束仪器差，测定方法参照 GB 12327—2022 中附录 P 有关规定执行。

8.3.1.1.3 水深测量应进行主、检测线交叉点水深比对和相邻图幅拼接重合点水深比对。水深比对应遵守下列规定：

- a) 水深比对点选择图上距离不超过 1.0 mm 的水深点，且不超过两倍定位中误差；
- b) 水深比对重合点深度不符值限差不超过表 3 要求；

表3 水深比对不符限差

测深范围 Z (m)	极限误差 (m)
0<Z≤20	±0.5
20<Z≤30	±0.6
30<Z≤50	±0.7
50<Z≤100	±1.5
Z>20	±Z×3%

- c) 超限的比对点数不超过参加比对总点数的 10%；
- d) 比对点超限，或虽未超限但存在系统误差，或对测量成果质量有疑问时，分析原因并正确处理，处理情况作为重要问题记录。

8.3.1.2 测线部署

8.3.1.2.1 单波束测深布线间距应根据实际需要和环境地质条件的复杂程度而定，也可按任务委托方要求选择比例尺施测。

8.3.1.2.2 初步勘察按 1:10 000 比例尺布设测线进行施测，详细勘察根据不同程度的环境地质条件选择施测的比例和测线间距，按表 4 执行。

表4 单波束探测测线间距要求

方法类别	环境地质条件	比例尺	主测线间距 (m) × 检查线间距 (m)
单波束探测	简单	1:10 000	100×500
	中等	1:5 000	50×250
	复杂	1:2 000	20×100
注：简单环境地质条件：海底地形平缓单调，地层单一，构造活动不发育，海洋动力条件变化不大；中等环境地质条件：介于简单和复杂之间；复杂环境地质条件：海底地形复杂，地层复杂，构造活动发育，海洋动力条件变化剧烈。			

8.3.1.2.3 当勘察场地小于施测测线间距时，测线部署可选择大一级比例尺施测。

8.3.1.3 水位控制

8.3.1.3.1 验潮站类型如下：

- 长期验潮站，应有 2 年以上连续观测资料；
- 短期验潮站应与长期验潮站同步观测 30 d 以上，恢复的原有短期验潮站，同步观测应达 15 d 以上；
- 临时验潮站，在水深测量时设置，应与长期验潮站或短期验潮站同步观测水位 3 d 以上，且观测日期含大潮日（半日潮海域：大潮日，日潮海域：回归潮日）。

8.3.1.3.2 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

≤ 0.4 m, 最大潮时差不大于 1 h, 且潮汐性质应基本相同。

8.3.1.4 资料利用要求

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; 设站期间是否有中断观测。

8.3.1.5 验潮站选址原则

8.3.1.5.1 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。

8.3.1.5.2 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。

8.3.1.6 水尺设立要求

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。

8.3.1.7 验潮站水准测量要求

8.3.1.7.1 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。

8.3.1.7.2 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, 可埋设牢固的木桩。

8.3.1.7.3 工作水准点的高程按不低于四等水准测量要求, 与国家四等(含)以上水准点或与邻近长期验潮站的主要水准点进行联测。

8.3.1.7.4 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。

8.3.1.7.5 水尺零点可按图根水准测量要求与工作水准点联测。

8.3.1.7.6 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。

8.3.1.7.7 海上定点验潮站的水尺零点无法进行水准联测时, 可通过三角高程测量、跨海高程测量、GPS 水准测量方式测定。

8.3.1.7.8 验潮站不同水尺零点应归化到统一的验潮站水位零点。

8.3.1.8 水位观测时间要求

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, 其时间间隔以不漏漏潮位极值水位值为原则。

8.3.1.9 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)。

8.3.1.10 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。

8.3.1.11 水位观测读数要求

水位观测读数读到厘米，其误差 ≤ 1 cm；当风浪较大、水尺读数误差 > 5 cm时，应停止工作。

8.3.1.12 单波束探测实施

8.3.1.12.1 在深度测量中，当水深 ≤ 20 m 时，深度测量中误差 $\leq \pm 0.2$ m；当水深 > 20 m 时，深度测量中误差为所测深度的 $\pm 1\%$ 。

8.3.1.12.2 单波束测深仪技术指标应符合下列规定：

- 换能器波束指向角为 $3^\circ \sim 25^\circ$ ；
- 测深分辨力 ≤ 2 cm；
- 盲区 ≤ 1.0 m；
- 当船速 ≥ 10 kn，船横摇 $\leq 10^\circ$ ，纵摇 $\leq 5^\circ$ 时，仪器能正常工作。

8.3.1.12.3 单波束测深仪安装应符合下列规定：

- 换能器采用船底安装时，在与换能器同一横剖面的船舶水线两侧标绘吃水标志，准确测量换能器至两侧吃水线标志的距离和高度，并建立相互数学关系。采用船舷安装时，在换能器安装杆水线附近标绘吃水标志。吃水标志间隔不大于 10 cm，上、下标志大于船舶最大吃水变化量；
- 换能器采用舷侧安装时，应安装在船舶吃水变化小、噪声低且震动小的位置，距离船艏 $1/3 \sim 1/2$ 处。

8.3.1.12.4 新购置的单波束测深仪，或大修、更换换能器等重要部件后，或每年出测前，应进行仪器差测定和稳定性测试。仪器差测定和稳定性测试按照 GB 12327—2022 中 10.4.3.3 的有关规定执行。

8.3.1.12.5 每个测量项目作业前应对测深仪进行航行试验，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。

8.3.1.12.6 校对法检查测深仪改正数按照 GB 12327—2022 中 10.4.4 的有关规定执行。

8.3.1.12.7 声速改正按照 GB 12327—2022 中 10.4.5 的有关规定执行。

8.3.1.12.8 水深测量应符合下列规定：

- 每日测前、测后观测记录吃水或水线变化，确定换能器静吃水值；
- 调整声速、仪器差等测深仪内部参数时，即时打印测深仪参数，或在测量记录簿记录；
- 定位、测深连续记录，GNSS 定位采样间隔不大于 1 s；水深点采样间隔不大于 0.2 s，当回波信号时间超过 0.2 s 时，采集所有回波信号；
- 海底起伏较大水域，选择小波束角测深仪，或进行波束角效应改正测量时，每条测线应提前和延迟 30 s 或 100 m 上线和下线；
- 纸质记录打标时间与数据记录时间保持一致，或在测深纸上标注时间偏差；打标线标注时间、水深位置等信息；
- 校对法检查仪器改正数时，每个深度点进行打标，打标前、后记录时间不少于 5 s；
- GNSS 无验潮水深测量按照 GB 12327—2022 中 10.4.7 的有关规定执行。

8.3.1.12.9 水深测量时，下列情况应进行补测：

- 一般海区，测深仪回波信号、数字水深记录异常，或无验潮水深测量模式 GNSS 大地高精度超限，致使两定位点间测线漏测超过图上 3 mm；
- 地貌复杂海区发生漏测现象；
- 单波束零信号或回波信号不正常，不符合水深量取要求；
- 验潮工作时间不符合要求；

- 不符合等深线勾绘要求或海底地形地貌探测不充分；
- 主检测线交叉水深比对超限。

8.3.1.12.10 水深测量时，下列情况应进行重测：

- 漏做校准测量或校准测量的水域选择、测线布设、校准实施不合理，不能得出准确校准参数时；
- 漏做声速剖面测量或选择投放深度、时间间隔、位置不符合本文件要求；
- 水位控制方案、观测资料不符合本文件要求；
- 定位、姿态数据长时间异常，定位中误差超限；
- 所用主要测量设备不符合本文件要求，且无法弥补；
- 其他严重违反本文件要求的情况。

8.3.1.12.11 水深数据处理及图件编绘按照 GB 12327—2022 中 10.5、10.6 的有关规定执行。

8.3.1.12.12 水深测量资料检查内容如下：

- 测量工作流程和关键环节是否按本文件的要求实施、设备性能和检验结果是否满足测量要求、设备参数设置是否正确、测量成果是否存在质量缺陷；
- 数据采集是否真实、正确，原始记录是否涂改，原始数据是否删改；
- 各种测量日记、表格填写是否字体规范、书写工整、纸面整洁，不应涂、改、擦，填写错误后是否在错误之处整齐划去，并签名；
- 各种打印资料是否与电子资料一致；
- 其他资料是否真实可靠。

8.3.1.12.13 图件编绘完成后，进行下列质量检查：

- 对数据处理过程进行人工核对；按深度分段进行声速改正数检查；对每条测线的水位改正数进行人工校对，确保水位改正正确；
- 人工修改水深、人工内插水深数量统计和质量检查；
- 利用全部水深数据构建三维立体模型，通过可视化手段查看地形是否存在断裂、突跳等异常情况；
- 对测线间距、成图水深密度、水深浅点是否正确选取进行检查；
- 主检测线交叉比对统计，检查水深比对符合率；
- 相邻图幅拼接比对统计，深度点比较的差值应在 2 倍测深精度范围以内，不应存在系统差，水深差值超限点数应不大于总比对水深数的 10%；
- 各级检查过程及结论应进行记录。

8.3.2 多波束探测

8.3.2.1 一般要求

按照 8.3.1.1 的规定执行。

8.3.2.2 测线部署

测线部署要求如下：

- 多波束探测采用全覆盖方式进行施测，测线间距保证相邻测带有效扫宽重叠不少于 10%；
- 检查线应垂直于主测线，特殊情况除外，均匀布设在平坦水域。检查线总长不少于主测线总长的 5%，布设的检查线应能对所有主测线进行检查；

——不同作业组测量的相邻测区，拼接处应布设不少于 1 条重叠测线，或者布设贯穿相邻测区的检查线。

8.3.2.3 水位控制

按照 8.3.1.3 的规定执行。

8.3.2.4 多波束探测实施

8.3.2.4.1 多波束测深仪技术指标应符合下列规定：

- 发射波束角不大于 2.5° ，接收波束角不大于 2.5° ；
- 扇区开角不小于 60° ；
- 当船速 ≥ 10 kn，船横摇 $\leq 10^{\circ}$ ，纵摇 $\leq 5^{\circ}$ 时，仪器能正常工作；
- 配备声速剖面仪、姿态传感器、航向仪等辅助设备；
- 姿态传感器横摇、纵摇精度优于 0.05° ，升沉精度优于 0.05 m 或实际升沉量的 5% 取大者，航向精度优于 0.1° ，频率不低于 20 Hz。

8.3.2.4.2 多波束测深仪安装遵守下列规定：

- 多波束安装时，根据测量船结构和设备的安装位置建立船体三维直角参考坐标系，参考坐标系原点宜设置在船舶重心、姿态传感器中心、测深杆与水线交接处等，X 轴与测深平台左右轴线平行，Y 轴与测深平台首尾线平行，Z 轴与 XY 平面垂直，X、Y、Z 轴方向应与采集、处理软件所定义的方向一致；精确量取换能器、GNSS 天线、姿态传感器中心等设备至参考坐标系原点的偏移量，往返各测 1 次，读数至厘米；水平方向往返测量误差应小于 5 cm，竖直方向往返测量误差应小于 2 cm，测量结果取中数；
- 多波束安装时，换能器安装在噪声低且不易产生气泡的位置，吃水大于船舶吃水；姿态传感器安装在能准确反映测深换能器姿态的位置，前后方向应平行于船的艏艉线。

8.3.2.4.3 多波束安装完成后，应进行安装校准，安装校准包括定位时延、横摇偏差、纵摇偏差、艏向偏差等项目。多波束安装校准要求应符合下列规定：

- 单体船固定安装每年至少校准 1 次；双体船固定安装每航次至少校准 1 次；便携式每次安装后重新校准，未重新安装每月校准 1 次；
- 当换能器、姿态传感器、罗经、定位仪拆卸重装、维修更换或安装状态发生改变，或测量船因结构变化导致船体重心改变，应进行重新校准；
- 定位仪无秒脉冲（1 PPS）信号输出进行定位时延校准；具有秒脉冲（1 PPS）信号输出，进行时间同步；
- 定位时延校准在特征水域（水下地形坡度 10° 以上或水下有礁石、沉船、沟壑等明显特征物）进行，利用同测线、同方向、不同速度（两次速度相差 1 倍及以上）2 次测量数据计算校准值，差值绝对值小于 0.05 s；
- 横摇偏差校准在平坦水域进行，利用同测线、反方向、同速度 2 次测量数据计算校准值，差值绝对值小于 0.05° ；
- 纵摇偏差校准在特征水域进行，利用同测线、反方向、同速度 2 次测量数据计算校准值，差值绝对值小于 0.3° ；
- 艏向偏差校准在特征水域进行，利用不同测线（测线间距约为多波束有效覆盖的 2/3）、反（或同）方向、同速度 2 次测量数据计算校准值，差值绝对值小于 0.1° ；

——安装校准值计算按照定位时延、横摇偏差、纵摇偏差、艏向偏差顺序进行，每个校准值至少有 1 组多余观测；

——配置电磁罗经时，进行电磁罗经校正。

8.3.2.4.4 多波束安装校准完成后，应进行测深精度检查。在不浅于 5 m 的平坦水域，布设交叉测线，对有效扫宽内的全覆盖水深测量结果进行比对，或利用单波束对多波束有效扫宽内水深进行比对，比对误差不超过表 3 的要求。

8.3.2.4.5 校对法检查测深仪改正数按照 GB 12327—2022 中 10.4.4 的有关规定执行。

8.3.2.4.6 声速改正按照 GB 12327—2022 中 10.4.5 的有关规定执行。

8.3.2.4.7 多波束测量应符合下列规定：

——每日测前、测后观测记录吃水或水线变化，连续观测不少于 2 次，观测误差不大于 2 cm；测量过程中在测量船稳定状态下加测 1 次；

——测前检查多波束、姿态传感器、定位仪、表层声速仪的工作状态，保证数据稳定、正确；未配置表层声速仪时，在测前进行声速剖面测量；

——根据多波束采样更新率、波束角大小、测区最浅水深和测量等级等因素确定测船的最大船速，最大船速按公式（1）计算：

$$v = 2 \times \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) \times (H - D) \times N \cdots \cdots (1)$$

式中：

v ——最大船速，单位为米每秒（m/s）；

α ——纵向波束角，单位为弧度（rad）；

H ——测区内瞬时最浅水深，单位为米（m）；

D ——换能器吃水，单位为米（m）；

N ——多波束每秒的数据更新率。

——测量船提前和延迟 30 s 或 100 m 上线和下线；测量时保持匀速直线航行，航向的修正速率不超过 5（°）/min；

——保留测量船配置文件、采集软件版本信息、内业处理配置等文件或图片信息；

——同一测区检查线、主测线的测量参数设置保持一致；

——CNSS 无验潮水深测量按照 GB 12327—2022 中 10.4.7 的有关规定执行。

8.3.2.4.8 水深测量时，下列情况应进行补测：

——全覆盖水深测量有效重叠宽度未达到规定，或出现断、漏测及数据出现短时异常；

——主检测线交叉水深比对、相邻测图和不同测深系统之间水深拼接超限；

——参照 8.3.1.5.8 的有关规定执行。

8.3.2.4.9 水深测量时，下列情况应进行重测：

——仪器安装不稳，测量中多波束换能器、姿态传感器等振动严重或安装角度发生持续性变化，导致数据质量失真；

——多波束测量时，表层声速错误导致数据处理无法满足要求；

——主、检比对超过表 3 的规定要求，且查找不到引起的原因；

——参照 8.3.1.5.10 的有关规定执行。

8.3.2.5 水深数据处理及图件编绘

按照 GB 12327—2022 中 10.5、10.6 的有关规定执行。

8.3.2.6 水深测量质量检查

参照 8.3.1.6 和 8.3.1.7 的有关规定执行。

8.3.3 侧扫声呐探测

8.3.3.1 一般要求

8.3.3.1.1 测量前需收集测区水深、潮流、海底地形地貌、已（疑）存航行障碍物情况、待测目标信息等资料。

8.3.3.1.2 侧扫声呐扫海得到的海底目标，应借助于水深测量或人工探摸手段对海底目标的最浅点水深进行测定，以获得准确的目标位置、范围及深度。

8.3.3.1.3 扫海发现可疑目标时，应加密探测，或采用其他探测方式确认详细信息。

8.3.3.1.4 扫海测量测得的航行障碍物应在测量日志上记录。

8.3.3.2 测线部署

8.3.3.2.1 侧扫声呐探测采用全覆盖方式进行施测，也可按任务委托方要求施测。

8.3.3.2.2 测线部署应遵守下列原则

- 平行于测区风流方向；
- 平行于扫海区域的长边；
- 平行于测区的深线走向；
- 定位误差满足 8.1.1 要求。

8.3.3.3 侧扫声呐扫海方式

8.3.3.3.1 侧扫声呐扫海采用粗扫和精扫两种方式。

8.3.3.3.2 粗扫用于初步探测目标的位置、高度、形状和走向。应在精扫之前实施。

8.3.3.3.3 精扫用于精确测定目标的位置、高度、形状和走向。

8.3.3.4 侧扫声呐探测实施

8.3.3.4.1 扫海测量实施前，应在海区对侧扫声呐进行调试，确定最佳工作参数，各项参数的设定以确保探测过程能够得到地貌清晰的海底声呐图像。侧扫声呐参数在测量过程中不应变动，遇特殊情况变动时，应及时在外业测量日志上进行记录。

8.3.3.4.2 侧扫声呐拖鱼的安装采用侧悬挂方式或拖拽方式。拖鱼安装深度应确保声图记录信息清晰稳定。拖拽方式安装时，拖鱼离海底高度为量程的 10%~20%。海底起伏较大的水域，应根据实际情况调整。

8.3.3.4.3 经常检查测量船的实际航速，并使之保持在设计航速以内。

8.3.3.4.4 上线时，在测区外 1 cm（图上）处即应保持航向和航速稳定。

8.3.3.4.5 扫海时保持航向稳定，不应使用大于 3° 的舵角修正航向。

8.3.3.4.6 仪器操作使用人员应随时关注声图、海上环境变化。发现特殊情况时，有声图记录纸的，应在记录纸上注记有关定位、仪器状态、现场情况等；使用数字化声图的，应及时在测量日志上记录上述有关情况。

8.3.3.4.7 应对拖鱼位置进行归算与改正。

8.3.3.5 航行障碍物一览表填写

经水深测量等辅助方法测定的目标，应填写航行障碍物一览表，目标的编号应与粗扫、精扫记录的声图目标编号一致，并填写航行障碍物探测说明。

8.3.3.6 补扫与重扫

补扫与重扫的要求如下：

- 测量船驶入、驶出测区时，拖鱼位置距离测区外边界小于 100 m；
- 重叠带宽度不满足设计宽度要求；
- 测量船航向左右偏离，形成漏扫区；
- 声图记录上有噪声或其他干扰记录，影响声图质量，不能正确反映海底地貌和目标；
- 两侧声图出现非海底地形地貌等引起的明显差异；
- 底跟踪选择不当或无法跟踪，不满足目标位置量取要求；
- 涌浪较大造成拖鱼在水中上下波动，在声图记录上出现水面线、海底线有规律地相对弯曲，声弱区边界、远端最大作用距离相对弯曲变化；
- 其他不能满足目标探测要求时。

8.3.3.7 数据记录与整理

8.3.3.7.1 测量中应及时记录各种数据，内容应详尽清楚，按要求填写，不应涂改。

8.3.3.7.2 记录内容包括测区、测线号、时间、量程、频率、拖缆长度及航行障碍物、特殊海底地貌形态等。

8.3.3.7.3 遇航行障碍物或测量船故障及其他情况而使测量船的航向、航速发生较大变化时，应在测量日志中做相应记录。

8.3.3.7.4 应对每个测量周期的测量日志和数据记录进行检查，发现问题及时解决，及时标识并进行数据备份。

8.3.3.7.5 剔除异常定位点，对拖鱼位置进行偏差改正，绘制侧扫声呐航迹图。

8.3.3.7.6 侧扫声呐资料应系统整理水深、航速、地形校正记录，综合分析声呐图像目标特征及其分布范围、特殊水深分布特征，确定海底航行障碍物性质、位置、高度和水深、大小及走向。

8.3.4 浅地层剖面探测

8.3.4.1 一般要求

8.3.4.1.1 浅地层剖面探测底质及其分层结构时，应按任务需要，结合测区的地质条件和地貌特征，充分参考已有钻孔地质资料布设测线。

8.3.4.1.2 浅地层剖面探测分辨率应优于 1 m，软泥质底质最大探测深度应不小于 30 m。

8.3.4.1.3 应归算换能器位置，固定安装和舷挂式安装位置归算误差不大于 0.5 m，拖曳式安装位置归算误差不大于缆长的 10%。

8.3.4.2 测线部署

8.3.4.2.1 浅地层剖面探测布线间距应根据海洋牧场岩土工程勘察阶段和环境地质条件复杂程度而定，也可按任务委托方要求施测。

8.3.4.2.2 初步勘察按 1:50 000 比例尺布设测线进行施测，详细勘察在不同程度的环境地质条件下

选择施测的比例和测线间距，按表 5 执行。

表5 浅地层剖面探测测线间距要求

方法类别	环境地质条件	比例尺	主测线间距（m）×检查线间距（m）
浅地层剖面探测	简单	1:50 000	1 000×5 000
	中等	1:10 000	200×1 000
	复杂	1:5 000	100×500
注：地质条件简单——海底地形平坦，岩土性质单一，地貌单一；地质条件中等——海底地形有一定起伏，岩土性质变化较大；地质条件复杂——海底地形起伏大，岩土性质变化大，地貌单元多。			

- 8.3.4.2.3 当勘察场地小于施测测线间距时，测线部署至少满足一条下列规定要求：
- 选择大一级比例尺施测；
 - 保证勘察场地内至少布设有 2 条主测线和 1 条检查线。
- 8.3.4.2.4 测线部署应符合下列原则：
- 主测线的布设垂直地层总体走向，检查线与主测线垂直；
 - 在不了解地层走向的地区，主测线的布设垂直地形或构造总体走向；
 - 近岸作业时，主测线允许垂直岸线布设；
 - 在测量过程时，发现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。
- 8.3.4.3 浅地层剖面探测根据探测深度不同，可采用浅地层剖面仪或单道地震系统两种方式。
- 8.3.4.4 浅地层剖面探测实施
- 8.3.4.4.1 仪器安装应符合下列要求：
- 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；震源箱应放置在干燥、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应相距 1 m 以上，避免相互感应；
 - 震源箱、发射和接收换能器应良好接地；
 - 驾驶台、仪器操作室和后甲板三方的语音通信畅通。
- 8.3.4.4.2 海上试验应符合下列要求：
- 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；
 - 测量过程中，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。
- 8.3.4.4.3 测线航行应符合下列要求：
- 船速不大于 5 kn，测线两端均向测区外延长 100 m；
 - 测量过程中测量船匀速、直线航行；
 - 作业时实际航迹偏离设计测线应不大于测线间距的 1/5，否则应重测或补测；
 - 测线未完需续测时，续测测线应在断点处与原测线有 100 m 以上的重叠；
 - 当出现特殊情况，测量船偏离原定航向或减速时，及时在测量日志上记录。

8.3.4.4.4 测量记录应符合下列要求：

- 地层反射信号的剖面记录连贯清晰；
- 因水深和底质类型变化较大影响到剖面记录质量时，对采集参数做适当调整，同时在测量日志上注明；
- 测量过程中及时进行检查，对不合格的剖面记录进行补测或重测；
- 填写测量日志，记录海区、海况、航速、测量情况、周围环境状况及特殊情况处理过程等。

8.3.4.4.5 现场资料检查项目应包括以下内容：

- 进行完整性检查，检查是否有遗漏未测的测线；
- 通过数据回放，对数据质量进行初步评估；
- 检查测量日志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精度等；
- 对原始数据文件应进行 100% 检查，并进行数据备份。

8.3.4.4.6 资料分析与处理应符合下列要求：

- 与地质钻孔等其他资料进行比对分析，确定不同层位的厚度及底质类型概况；
- 绘制浅地层剖面图，横向坐标为距起点的距离，纵向坐标为当地深度基准面下的海底面深度和层位厚度，并注明底质类型。在图内采用不同填充符号对底质层位类型予以标示，并在图内加载图例说明。

8.4 初步勘察海洋牧场岩土钻探

初步勘察对应于选址阶段，对于场地较小且无特殊要求的工程可合并勘察阶段。当建设场址已经确定，可直接进行详细勘察。初步勘察阶段应符合下列要求：

- 勘探点宜按场区周边线、角点及中心点布置，每一场区的勘探点数量宜不少于 2 个；
- 钻孔孔深、钻探方法、采样要求及方法、钻探编录见 8.5.2、8.5.3、8.5.4、8.5.5。

8.5 详细勘察人工鱼礁场址岩土钻探

8.5.1 孔网布设

勘探线和勘探点宜平行于构筑物长轴方向布置或在场区内呈网格状布置，每个工程地质单元均应布置勘探点，在工程地质单元交接部和地层变化较大的地段，勘探点应予以加密。控制性勘探点不宜少于勘探点总数的1/3，且每个工程地质单元均应有控制性勘探点。勘探线、勘探点可按表6确定。

表6 人工鱼礁场勘探线、勘探点间距

工程类别	地质条件	勘探线间距（m）	勘探点间距（m）
海洋牧场	简单	1 000~3 000	3 000~5 000
	中等	500~2 000	1 000~3 000
	复杂	200~500	100~500
注：地质条件简单——海底地形平坦，岩土性质单一，地貌单一；地质条件中等——海底地形有一定起伏，岩土性质变化较大；地质条件复杂——海底地形起伏大，岩土性质变化大，地貌单元多。			

8.5.2 孔深要求

应穿越海底软弱土层并进入分布均匀的坚实土层（如碎石土、稍密砂、老沉积土等）3.0 m深度，且孔深不少于8.0 m。当穿越海底软弱土遇基岩时，控制性钻孔应钻入标准击数大于50的风化岩层中不少于3.0 m，一般性钻孔应钻入标准击数大于50的风化岩层中不少于1 m。

8.5.3 钻探方法

- 钻探方法如下：
- 钻探开工前应收集海域水文、潮汐、底质等资料，选择合适的钻探船、锚型、锚缆；
 - 隔水护孔套管应满足钻孔直径的要求，应进入密实地层一定深度，确保冲洗液不跑漏；
 - 钻进方法、钻孔口径及钻具应根据岩土类别和勘察要求按 JGJ/T 87—2012 相关规定选取。

8.5.4 采样要求及方法

8.5.4.1 采样要求

人工鱼礁场勘探孔采取土试样应满足岩土工程评价要求，可对海底软土及坚实土分层采取土试样，每一主要土层的原状土试样不应少于6组（次）。

8.5.4.2 岩芯采取率

岩芯采取率，砂性土层不应低于50%，粘性土层不应低于75%。

8.5.4.3 采样方法

- 采样方法如下：
- 土试样根据受扰动程度，分为原状和扰动两个类别，参照 JGJ/T 87—2012 中 6.1，可划分为不扰动 I、轻微扰动 II、显著扰动 III、完全扰动 IV 四个质量等级，见表 7；

表7 土试样质量等级

级别	扰动程度	试样内容
I	不扰动	土类定名、含水量、密度、强度试验、固结试验
II	轻微扰动	土类定名、含水量、密度
III	显著扰动	土类定名、含水量
IV	完全扰动	土类定名

- 不同等级土试样的取样工具和方法可按 JGJ/T 87-2012 附录 C 选择；
- 在钻孔中采取 I、II 级砂样时，可采用原状取砂器，砂土扰动样可从贯入器中采取；
- 在钻孔中采取 I、II 级土样时，应满足下列要求：
 - 1) 套管的下设深度与取样位置之间应保留三倍管径以上的距离，采用振动、冲击或锤击等方式钻进时，应在预计取样位置 1 m 以上改用回转钻进；
 - 2) 下放取土器前应清孔并保持孔壁稳定，孔底残留浮土厚度不可大于取土器废土段长度；
 - 3) 取土器下入孔内临近取样位置时，应稳慢落地，宜采用快速静力连续压入法取样；
 - 4) 具体操作方法按照 JGJ/T 87—2012 的相关规定执行。

8.5.5 钻探编录

8.5.5.1 钻探记录

应由受过专业训练的人员承担，记录应内容详实、书写清楚、数据准确，按钻进回次逐项填写，一个回次中遇到变层的应记录变层深度，不应事后追记；海域钻探每次测量水深时应同时记录测量时间；钻探孔现场记录应对岩土芯样定名，对其岩土特性及钻探反映的情况进行详细描述。

8.5.5.2 钻探编录

应由岩土工程勘察专业技术人员承担，应根据钻探孔现场记录、岩土芯样特性、钻探反映的情况等对地层作出初步判断，按回次进行编录；编录应及时，不应事后追记或转抄，并对岩土芯样拍摄彩色照片。

8.6 详细勘察海上固定式平台场址岩土钻探

8.6.1 孔网布设

钻孔宜布置在平台的中心位置，钻孔数量应根据工程地球物理勘察资料 and 平台的基础类型确定，每一平台的钻孔数量不少于2个。

8.6.2 孔深要求

不同类型平台场址的设计孔深应符合下列要求：

- 海上桩式固定平台：设计孔深应为入土桩长加上桩基影响带的宽度（桩基影响带宜按 10 倍的桩径考虑），且孔深不宜小于 40 m（基岩应进入中风化带 3 m 以上）；
- 海上重力式平台：设计孔深按照 GB/T 17503—2009 中 8.1.3 的规定执行；
- 海上自升式平台：设计孔深按照 GB/T 17503—2009 中 8.1.3 的规定执行；
- 其他类型平台孔深可根据工程要求进行设计。

8.6.3 钻探方法、采样要求及方法、钻探编录见 8.5.3、8.5.4、8.5.5。

8.7 其它设施单元勘察规定

本文件规定外的其它设施单元，应参照国家现行有关规范规程针对性地增加布置相应勘察工作。

9 原位试验

9.1 一般规定

9.1.1 根据广西北部湾地层特点和作业条件，粘性土、粉土、砂土宜采用标准贯入试验（其中饱和软粘性土可采用微型十字板剪切试验），碎石土、软岩、极软岩宜采用圆锥动力触探试验。

9.1.2 每一主要土层和岩层（软岩、极软岩）的原位测试数据应 ≥ 6 组（次）。

9.1.3 在钻探船上进行原位测试时，钻探船应能提供满足原位测试要求的反力，保证钻探船的稳定、安全和测试成果的准确。

9.2 标准贯入试验

按GB 50021的有关规定执行。

9.3 圆锥动力触探试验

9.3.1 根据海上作业特点，碎石土（中密以下）、极软岩宜采用重型动力触探，碎石土（中密及以上）、软岩宜采用超重型动力触探。

9.3.2 圆锥动力触探试验的方法和程序按 GB 50021 的有关规定执行。

9.4 微型十字板剪切试验

应符合下列要求：

- 用切土刀修平被测土样表面，将剪力板垂直插入被测土样，插入深度与剪力板高度一致；
- 指针拨至零点，以 $6^\circ/\text{s}$ 的速度匀速旋转剪力仪的扭筒，直至样品被剪断，试验结束；
- 每个样品平行试验应不少于 3 次，取其平均值，作为测试结果；
- 记录试验仪器型号、十字板头规格、样品编号、试验深度和试验结果、试验人员等内容。

10 土工试验

10.1 土工室内试验内容

10.1.1 包括天然密度、天然含水率、比重、界限含水率、颗粒分析、渗透试验、固结试验和抗剪强度试验等，当工程设计要求测定土的动力性质时，应采用动三轴试验等岩土动力学参数试验项目。

10.1.2 岩石物理性质试验项目主要有岩石密度、吸水率、饱和及天然状态下的单轴抗压强度试验、点荷载试验、直剪试验、抗拉强度试验等，根据工程设计要求和岩体性质确定试验项目。

10.1.3 等比制（ Φ 值标准）粒级分类表参见附录 D，沉积物粒度三角分类图参见附录 E，土的分类与定名参见附录 F。

10.2 试验室土工试验方法

应符合下列要求：

- 动三轴剪切试验按 GB/T 50269 的有关规定执行；
- 其余土工试验项目按 GB/T 50123 的有关规定执行；
- 岩石试验项目按 GB/T 50266 的有关规定执行。

11 水质分析评价

应符合下列规定：

- 根据海洋牧场场地特点，主要考虑海水的腐蚀性；
- 每个海洋牧场取海水样不少于 2 件，底层水应取样；
- 海水腐蚀性的测试项目和试验方法按表 8 执行；

表8 水腐蚀性试验项目和方法

序号	试验项目	试验方法
1	pH值	电位法
2	Ca ²⁺	EDTA容量法
3	Mg ²⁺	EDTA容量法
4	Cl ⁻	摩尔法
5	SO ₄ ²⁻	EDTA容量法或质量法
6	HCO ₃ ⁻	酸滴定法
7	CO ₃ ²⁻	酸滴定法
8	侵蚀性CO ₂	盖耶尔法
9	游离CO ₂	碱滴定法
10	NH ₄ ⁺	钠氏试剂比色法
11	OH ⁻	酸滴定法
12	总矿化度	计算法

——水腐蚀性评价按 GB 50021 的有关规定执行。

12 场地岩土工程分析

12.1 场地流场分析

12.1.1 海（潮）流

根据收集、实测的海（潮）流资料，提出场区的海潮流流向、流速、潮差等特征参数，并分析海（潮）流与拟建海洋牧场的相互影响。

12.1.2 海浪

根据搜集的海浪资料，分析场区海浪季节性影响特征，海浪影响深度，初步分析其对海洋牧场建设的不良影响。

12.2 场地冲淤稳定性分析

结合场区海底底质类型、海底地形地貌，以及海（潮）流特征，分析评价场地冲刷、淤积稳定性以及变化趋势，初步分析人工鱼礁、平台柱基础等建构物发生沉陷、倾斜、潜蚀的潜势。

12.3 场地环境影响分析

初步分析、评估海洋牧场建设引起流场变化导致的冲淤变化及其影响范围，以及发生海底地质灾害的可能性。

12.4 场地地震效应分析

12.4.1 场地土层液化分析

对第四纪全新统饱和砂土和饱和粉土进行液化判别，按GB 50011—2010中4.3的规定执行。

12.4.2 场地类别

场地类别以土层等效剪切波速和场地覆盖厚度综合确定，其中土层等效剪切波速测定应符合 GB 50011—2010 中表 4.1.3 的规定。

12.4.3 场地地震类别

根据场地位置、地质条件，其抗震地段、抗震设防烈度、设计基本地震加速度值、设计地震分组、设计特征周期按 GB 50011—2010 的相关规定确定。

13 成果报告

13.1 成果报告编写

应满足下列要求：

- 根据任务要求、勘察阶段工程特点和地质条件等具体情况编写；
- 对依据的原始资料，进行整理、检查、分析，确认无误；
- 文字简练、资料完整、真实准确、图表清晰、结论有据、建议合理、便于使用、突出重点、针对性强。

13.2 详细勘察成果报告

应包括下列内容：

- 勘察目的、任务要求和依据的技术标准；
- 工程概况；
- 调查方法和工作布置；
- 海区地形地貌、海洋水文、底质类型、地层、构造、地震；
- 海浪、海流、海水悬沙特征；
- 岩土工程评价，包括各项岩土性质指标，岩土的强度参数、变形参数、地基承载力等；
- 水质分析评价；
- 不良地质作用的描述和对工程危害程度的评价；
- 场地稳定性和适宜性评价；
- 结论与建议。

13.3 详细勘察成果报告图件

应附下列图件：

- 实际材料图；
- 地形地貌图；
- 底质类型分布图；
- 工程地质条件分区图；
- 工程地质剖面图；
- 钻孔柱状图；
- 地球物理勘探航迹图；
- 测区声呐镶嵌图；

- 浅地层剖面图；
- 物探推断地质剖面图；
- 物探典型层次等厚度图。

附 录 A
(资料性)
水样取样现场记录表

水样取样现场记录表见表A. 1。

表A. 1 水样取样现场记录表

项目名称：调查船：
作业区：海况：日期： 年 月 日

序号	站位编号	站位坐标		水深 (m)	取样 时间	样品体积 (mL)	水体名称	性质 描述	备注
		经度	纬度						

记录员：检查员：技术负责：共 页第 页

附 录 B
(资料性)
抓斗取样现场记录表

抓斗取样现场记录表见表B. 1。

表B. 1 抓斗取样现场记录表

项目名称：调查船：
作业区：海况：日期： 年 月 日

序号	站位编号	站位坐标		水深 (m)	取样 时间	样品长 度(m)	样品重量 (kg)	岩性名称	岩性 描述	备注
		经度	纬度							

记录员：检查员：技术负责：共 页第 页

附 录 C
(资料性)
柱状取样现场记录表

柱状取样现场记录表见表C. 1。

表C. 1 柱状取样现场记录表

项目名称：调查船：
作业区：海况：日期： 年 月 日

序号	站位编号	站位坐标		水深 (m)	取样时间	样品长度(m)	岩性名称	岩性描述	备注
		经度	纬度						

记录员：检查员：技术负责：共 页第 页

附 录 D
(资料性)

等比制（φ 值标准）粒级分类表

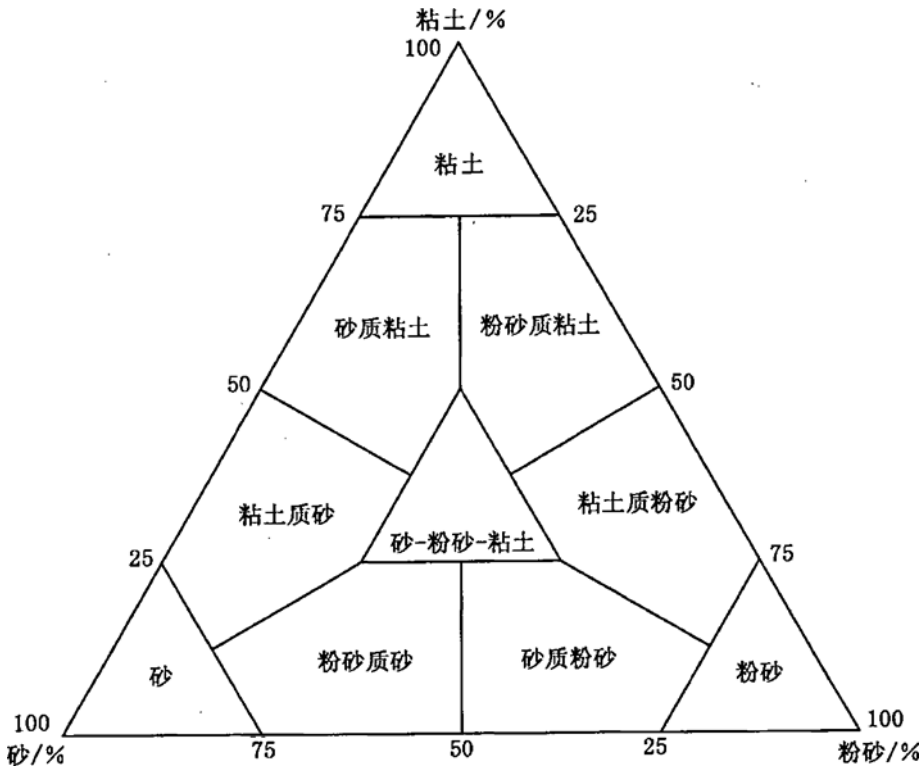
等比制（φ 值标准）粒级分类表见表D. 1。

表D. 1 等比制（φ 值标准）粒级分类表

粒组类型	粒级名称		粒径范围		$\varphi = -\log_2 d$		代号
	简分法	细分法	mm	μm	d	平	
岩块（R）	岩块（漂砾）	岩块	>256		256	—8	R
砾石（G）	砾石	粗砾	256~128		128	—7	CG
			128~64		64	—6	
		中砾	64~32		32	—5	MG
			32~16		16	—4	
			16~8		8	—3	
		细砾	8~4		4	—2	FG
			4~2		2	—1	
砂（S）	粗砂	极粗砂	2~1	2 000~1 000	1	0	VCS
		粗砂	1~0. 5	1 000~500	1/2	1	CS
	中砂	中砂	0. 5~0. 25	500~250	1/4	2	MS
	细砂	细砂	0. 25~0. 125	250~125	1/8	3	FS
		极细砂	0. 125~0. 063	125~63	1/16	4	VFS
粉砂（T）	粗粉砂	粗粉砂	0. 063~0. 032	63~32	1/32	5	CT
		中粉砂	0. 032~0. 016	32~16	1/64	6	MT
	细粉砂	细粉砂	0. 016~0. 008	16~8	1/128	7	FT
		极细粉砂	0. 008~0. 004	8~4	1/256	8	VFT
粘土（泥） （Y）	粘土	粗粘土	0. 004~0. 002	4~2	1/512	9	CY
			0. 002~0. 001	2~1	1/1 024	10	
		细粘土	<0. 001	<1	1/2 048	>11	FY

附 录 E
(资料性)
沉积物粒度三角分类图

沉积物粒度三角分类图见图E. 1。



注：采用的为Shepard沉积物三角形分类图解。

图E. 1 沉积物粒度三角分类图

附录 F
(资料性)
土的统一分类与定名

F.1 一般规定

土的分类应根据下列指标确定：
——土颗粒组成及其特征；
——土的塑性指标；
——土中的有机质含量。

F.2 土的分类和定名

F.2.1 有机质含量分类

土按有机质含量可划分为无机土、有机质土、泥炭质土、泥炭。有机质含量 $\leq 5\%$ 的土称为无机土；有机质含量不小于 5% ，且不大于 10% 的土称为有机质土；有机质含量大于 10% ，且不大于 60% 的土称为泥炭质土；有机质含量 $>60\%$ 的土称为泥炭。

F.2.2 颗粒级配或塑性指标分类

F.2.2.1 土按颗粒级配或塑性指标可划分为碎石土、砂土、粉土和粘性土。

F.2.2.2 粒径 $>2\text{ mm}$ 的颗粒质量超过总质量 50% 的土，应定名为碎石土，并按表 F.1 进一步分类。

表F.1 碎石土分类

土的名称	颗粒形状	颗粒级配
漂石	圆形及亚圆形为主	粒径大于 200 mm的颗粒质量超过总质量的 50%
块石	棱角形为主	
卵石	圆形及亚圆形为主	粒径大于 20 mm的颗粒质量超过总质量的 50%
碎石	棱角形为主	
圆砾	圆形及亚圆形为主	粒径大于 2 mm的颗粒质量超过总质量的 50%
角砾	棱角形为主	
注：定名时应根据颗粒级配由大到小以最先符合者确定		

F.2.2.3 粒径 $>0.075\text{ mm}$ 的颗粒质量超过总质量 50% 的土，应定名为砂土，并按表 F.2 进一步分类。

表F.2 砂土分类

土的名称	颗粒级配
砾砂	粒径大于 2 mm 的颗粒质量占总质量的 $25\% \sim 50\%$
粗砂	粒径大于 0.5 mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
中砂	粒径大于 0.25 mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
细砂	粒径大于 0.075 mm 的颗粒质量超过总质量的 85%
粉砂	粒径大于 0.075 mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
注：定名时应根据颗粒级配由大到小以最先符合者确定	

F.2.2.4 粒径 $>0.075\text{ mm}$ 的颗粒质量不超过总质量的 50% ，且塑性指数 ≤ 10 的土，应定名为粉土。

F.2.2.5 塑性指数 >10 的土，应定名为粘性土。根据塑性指数可进一步划分为粉质粘土和粘土，塑性指数 >10 ，且 ≤ 17 的土定名为粉质粘土，塑性指数 >17 的土定名为粘土。

参 考 文 献

- [1] 司英杰. 人工鱼礁的法律规制[J]. 社会科学 I 辑, 2013.
 - [2] 孙满昌. 海洋渔业技术学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2012.
 - [3] GB 17378.5—2007 海洋监测规范 第5部分: 沉积物分析
 - [4] GB 17501—2017 海洋工程地形测量规范
 - [5] DZ/T 0255—2014 海洋区域地质调查规范 (1:50 000)
 - [6] JTS 133—2013 水运岩土工程勘察规范
 - [7] DBJ45/T 002—2019 北部湾海港工程岩土勘察指南
 - [8] DBJ45/T 066—2018 广西壮族自治区岩土工程勘察规范
-