

中华人民共和国国家标准

GB/T 17502—2009
代替 GB 17502—1998

海底电缆管道路由勘察规范

Specifications for submarine cable and pipeline route investigation

2009-10-30 发布

2010-04-01 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	I
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 路由预选	3
6 登陆段调查	4
7 导航定位	4
8 工程地球物理勘察	5
9 底质采样	10
10 工程地质钻探	11
11 原位试验	12
12 船上和实验室土工试验	13
13 腐蚀性环境参数测定	14
14 地震安全性评价	14
15 海洋水文气象资料收集与观测	16
16 海底电缆管道铺设后调查	17
17 路由条件评价与成果报告编制	19
18 资料归档	20
附录 A (资料性附录) 海底电缆管道路由预选报告编写大纲	21
附录 B (规范性附录) 土的统一分类与定名	22
附录 C (资料性附录) 综合图样式	25
参考文献	27

前 言

本标准代替 GB 17502—1998《海底电缆管道路由勘察规范》。

本标准与 GB 17502—1998 相比主要变化如下：

- 增加了水下机器人、静力触探试验等术语和定义(见 3.2、3.3、3.4、3.5、3.6、3.7)；
- 增加了“总则”一章(见第 4 章)；
- 对路由预选时收集水文、气象资料的时限提出了要求(见 5.3)；
- 修改了登陆段路由调查走廊带的范围、调查内容与技术要求(1998 年版的 9.2、9.3、9.4, 本版的 6.1、6.2、6.3)；
- 删除了 1998 年版的平面与高程控制测量、微波测距定位、长基线和短基线水声定位的内容；
- 修改了走航式地球物理勘察导航定位和定点式勘察导航定位的技术要求(1998 年版的 5.3.1.1、5.3.1.2, 本版的 7.4.7.5)；
- “工程地球物理勘察”一章增加了多波束水深测量的内容(见 8.4), 修改了对各项勘察仪器设备性能、海上实施、资料采集与处理的要求(1998 年版的 6.2、6.3、6.4、6.5, 本版的 8.3、8.5、8.6、8.7)；
- 1998 年版的“底质采样和土工试验”一章改为“底质采样”(见第 9 章), 增加了样品包装、样品存放的内容(见 9.3.3、9.3.4), 细化了岩性描述的内容(1998 年版的 7.4, 本版的 9.3.2)；
- “工程地质钻探”一章增加了钻探船和钻探方法的内容(见 10.1.2、10.2), 细化了岩性描述的内容(1998 年版的 8.3.1a), 本版的 10.4.3)；
- 增加了“原位试验”一章(见第 11 章)；
- 增加了“船上和实验室土工试验”一章(见第 12 章), 包含了 1998 年版的“底质采样和土工试验”一章中的土工试验内容(1998 年版 7.5、7.6、7.7、7.8, 本版的 12.2)；
- 1998 年版的“地震危险性分析”一章改为“地震安全性评价”, 对分析评价的内容及技术要求进行了调整(1998 年版的 12.1、12.2、12.3, 本版的 14.1、14.2、14.3、14.4)；
- 1998 年版的“海洋水文气象要素观测”一章改为“海洋水文气象资料收集与观测”(见第 15 章), 删除了气象要素中湿度的内容；
- 增加了“海底电缆管道铺设后调查”一章(见第 16 章)；
- 1998 年版的“路由条件评价及报告编写”一章改为“路由条件评价与成果报告编制”(见第 17 章), 删除了推荐路由的内容, 细化了应包括的报告内容及附图、附录名称(1998 年版的 13.3, 本版的 17.2)；
- 增加了“资料归档”一章(见第 18 章)；
- 增加了资料性附录“海底电缆管道路由预选报告编写大纲”(见附录 A)；
- 规范性附录 B 增加了“土的分类和定名的内容”(见 B.1、B.2)；
- 增加了资料性附录“综合图样式”(见附录 C)。

本标准的附录 B 为规范性附录, 附录 A、附录 C 为资料性附录。

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: 国家海洋局第二海洋研究所。

本标准主要起草人: 叶银灿、潘国富、李全兴、陈锡土、李起彤、古妩、陈小玲、来向华、应元康。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB 17502—1998。

海底电缆管道路由勘察规范

1 范围

本标准规定了海底电缆管道路由勘察的内容、方法和技术要求、成果报告书编制和资料归档。

本标准适用于海底电缆工程、海底管道工程的选址和勘察,其他海底线性、浅基础构筑物的选址和勘察可参照执行。

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是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

- GB 12327—1998 海道测量规范
- GB/T 12763.2—2007 海洋调查规范 第2部分:海洋水文观测
- GB/T 12763.3—2007 海洋调查规范 第3部分:海洋气象观测
- GB/T 12763.6—2007 海洋调查规范 第6部分:海洋生物调查
- GB/T 17424—1998 差分全球定位系统(DGPS)技术要求
- GB 17501—1998 海洋工程地形测量规范
- GB 17741—2005 工程场地地震安全性评价
- GB 50011—2001 建筑抗震设计规范
- GB 50021—2001 岩土工程勘察规范
- GB/T 50123—1999 土工试验方法标准
- GB/T 50269—1997 地基动力特性测试规范
- ASTM D2487—2006 土的工程分类标准(土的统一分类系统)
- ASTM D5778—1995 土的电测式和孔压式探头贯入试验标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

海底电缆管道 submarine cable and pipeline

包括海底电缆和海底管道。海底电缆是指铺设于海底用于通信、电力输送的电缆,包括海底光缆、海底输电电缆等;海底管道是指铺设于海底用于输水、输气、输油或输送其他物质的管状设施。

3.2

登陆段 landing section

海底电缆管道登陆点附近水深小于5 m的路由走廊带。

注:通常自岸向陆延伸至100 m处,向海至水深5 m处。

3.3

近岸段 inshore section

岸线至水深20 m的路由海区。

3.4

浅海段 shallow sea section

水深20 m~1 000 m的路由海区。

3.5

深海段 deep sea section

水深大于 1 000 m 的路由海区。

3.6

水下机器人 remotely operated vehicle, ROV(缩写)

可遥控、带有动力、能按指令进行作业的水下工具。

3.7

静力触探试验 cone penetration test, CPT(缩写)

将圆锥形探头按一定速率匀速压入土中,量测其贯入阻力(锥头阻力、侧壁摩阻力)等的过程。

4 总则

4.1 勘察目的与任务

4.1.1 勘察的目的是为海底电缆和管道工程的选址、设计、施工以及维护提供基础资料和科学技术依据。

4.1.2 勘察的任务是查明海底电缆管道路由区的海底工程地质条件、海洋气象水文环境、腐蚀性环境参素和海洋规划与开发活动等方面的工程环境条件。

4.2 勘察内容

勘察主要包括下列内容:

- a) 水深和海底地形;
- b) 海底面状况以及自然的或人为的海底障碍物;
- c) 海底浅部地层的结构特征、空间分布及其物理力学性质;
- d) 海底灾害地质、地震因素;
- e) 海洋水文气象动力环境;
- f) 腐蚀性环境参数;
- g) 海洋规划和开发活动。

4.3 勘察程序

勘察应按照前期资料收集、实施方案制订、海上勘察、实验室测试分析、资料处理解释、图件与报告编制、成果验收、资料归档等程序进行。

4.4 勘察方法

采用的主要勘察方法如下:

- a) 水深地形测量;
- b) 侧扫声纳探测;
- c) 地层剖面探测;
- d) 磁法探测;
- e) 底质与底层水采样;
- f) 工程地质钻探;
- g) 原位试验;
- h) 土工试验与腐蚀性环境参数测定;
- i) 海洋水文与气象要素观测。

4.5 勘察范围

勘察范围应按下列要求:

- a) 海底电缆管道路由勘察在沿路由中心线两侧一定宽度的走廊带范围内进行。勘察走廊带的宽度在登陆段一般为 500 m;在近岸段一般为 500 m;在浅海段一般为 500 m~1 000 m;在深海段一般为水深的 2 倍~3 倍;

- b) 海底分支器处的勘察在以其为中心的一定范围内进行,在浅海段勘察范围一般为 $1\ 000\text{ m} \times 1\ 000\text{ m}$;在深海段勘察范围一般为 3 倍水深宽的方形区域;
- c) 路由与已建海底电缆管道交越点的勘察在以交越点为中心的 500 m 范围内进行;
- d) 不同船只调查区段交接处的重叠调查范围,在浅海段一般为 500 m ,在深海段一般为 $1\ 000\text{ m}$ 。

4.6 勘察的一般要求

- 4.6.1 近海勘察船应能适应 2 级海况或蒲氏风级 3 级条件下作业,远海勘察船应能适应 4 级海况或蒲氏风级 5 级条件下作业。能保持 5 kn 以下航速工作,能满足路由调查对导航定位、安全、消防和救生、通信、供电、设备安装与收放、实验室等方面的要求。
- 4.6.2 勘察仪器设备的技术指标应满足勘察项目的要求,应在检定、校准证书有效期内使用,并处于正常工作状态;无法在室内检定、校准的仪器设备,应与传统仪器设备进行现场比对,考察其有效性;仪器设备的运输、安装、布放、操作、维护,应按其使用说明书的规定进行。
- 4.6.3 勘察技术人员应取得由合法资质机构颁发的与勘察项目相符的上岗资质证书,能胜任岗位工作。
- 4.6.4 值班人员应遵守值班和交接班制度,认真作好班报记录。班报记录应统一、规范。班报记录由值班人员填写,交接班时由接班人核验,确保内容完整可靠。
- 4.6.5 采用几种地球物理勘察方法同步作业时,应统一定位时间和测线、测点编号。因故测量中断或同一测线分次作业,则应按同一方法进行补测,并重叠 3 个定位点以上。
- 4.6.6 应及时记录观测到的与路由勘察相关的海上交通、渔业捕捞等海洋开发活动情况。
- 4.6.7 海上作业采集和观测到的各类原始资料、记录、样品等应给予唯一性标识。
- 4.6.8 实施全过程质量控制,对海上获取的样品、原始资料进行现场质量检查、验收,对未达到技术要求的勘察工作,应进行补测或重测,对样品的分析、测试和资料的处理结果进行质量检查。

5 路由预选

- 5.1 路由预选的任务是根据电缆管道的总布局选择登陆点及海域路由位置。预选路由应提出两个以上路由方案,并进行比选。
- 5.2 路由预选应遵循选择相对安全可靠、经济合理、便于施工和维护的海底电缆管道路由的原则。
- 5.3 路由预选时应收集路由区的地形地貌、地质、地震、水文、气象等自然环境资料(近岸段应包含近 5 年以内的水文、气象资料),尤其要收集灾害地质因素资料,如裸露基岩、陡崖、沟槽、古河谷、浅层气、浊流、活动性沙波、活动断层等,预选路由应尽可能避开这些灾害地质因素分布区。
- 5.4 路由预选时应尽可能收集路由区已有的腐蚀性环境参数,并评估它们对电缆管道的腐蚀性。
- 5.5 路由预选时应尽可能收集路由区的海洋规划和开发活动资料,主要有:
 - 渔业:包括路由区渔船数量、捕捞方式、捕捞作业季节、休渔区、休渔期、浅海和滩涂养殖区等;
 - 矿产资源开发:包括海洋油气田和砂矿区等的分布、资源开发规划与开采现状、海上平台和输油气管道的位置等;
 - 交通运输:包括主要航线及船只类型(所使用的锚型)、密度、航道疏浚及抛泥等;
 - 通信:海底光缆;
 - 电力:海底输电电缆;
 - 水利:海堤及围海、填海工程等;
 - 市政:排污管道等;
 - 海洋自然保护区:各种海洋自然保护区分布状况;
 - 海底人为废弃物:如沉船、集装箱、锚等;
 - 其他:如旅游区、倾废区、科学研究试验区、军事活动区等。

5.6 收集已建海底电缆管道故障史,分析故障原因,为新建电缆管道的设计、施工及维护提供有益经验。

5.7 预选路由应尽可能避开海洋油气田、含油气构造、砂矿开采区、输油气管道、码头、锚地、自然保护区、军事用海区、人为废弃物等区域,应尽可能与航线垂直穿越,尽可能避免与海底电缆管道穿越,确需穿越时,尽可能垂直穿越。

5.8 路由预选时应应对登陆段进行现场踏勘,对登陆点附近的村镇分布、土地利用、海岸性质及利用状况、海滩(潮滩)地形、冲淤特征、登陆点至登陆站的距离、登陆点附近海洋开发活动等进行调查,选择符合海洋功能区划、离登陆站近、与其他海洋规划与开发活动交叉少、有利于电缆管道登陆施工和维护的区段作为登陆点。

5.9 路由预选报告编写大纲参见附录 A。

6 登陆段调查

6.1 勘察范围

登陆段的勘察范围包括登陆点岸线附近的陆域、潮间带及水深小于 5 m 的近岸海域,以预选路由为中心线的勘察走廊带宽度一般为 500 m,自岸向海方向至水深 5 m 处,自岸向陆方向延伸 100 m。

6.2 勘察内容和技术要求

勘察内容和技术要求如下:

- a) 登陆点的平面位置测量精度应达到 GPS-E 等级要求;高程测定精度应达到四等水准要求;
- b) 对登陆段陆域进行地形、地物测量,对重要地物进行照相。勘察走廊带以外的地形、地物可从已有的大比例尺图件转绘;
- c) 垂直岸线布设 3 条~5 条剖面,对潮滩进行地形测量、地貌调查、底质采样,详细描述底质类型及其分布,分析岸滩冲淤动态;
- d) 登陆段水深地形测量按 GB 17501—1998 中第 10 章的要求,底质调查按第 9 章的要求,浅地层探测按 8.5 的要求,如工程需要应进行人工潜水探摸、水下摄像及插杆试验。

6.3 成果图件

成果图件应包括:

- a) 水深图和海底地形图,一般按比例尺 1:1 000~1:5 000 编制;
- b) 底质类型图,一般按比例尺 1:1 000~1:5 000 编制;
- c) 综合图,一般按比例尺 1:5 000 编制。

7 导航定位

7.1 定位中误差

定位中误差应符合下列要求:

- a) 当测图比例尺大于 1:5 000 时,海上定位中误差应不大于图上 1.5 mm;
- b) 当测图比例尺不大于 1:5 000 时,海上定位中误差应不大于图上 1.0 mm。

7.2 坐标系与投影

坐标系和投影方式应符合下列要求:

- a) 平面坐标系采用 WGS-84 大地坐标系或 1954 年北京坐标系,也可按任务委托方要求采用其他坐标系;
- b) 采用高斯 克吕格投影,也可按任务委托方要求采用其他投影方式。

7.3 导航定位方法

7.3.1 导航定位方法应满足以下要求:

- a) 满足导航定位作业的误差要求;

- b) 定位作用距离覆盖作业区域；
- c) 能连续、稳定、可靠作业；
- d) 定位数据更新率不小于1次/秒。

7.3.2 DGPS 导航定位应符合 GB/T 17424—1998 中第4章和第9章的规定，工作前应进行定位中误差比对试验。导航定位应有差分信号，有效观测卫星数应不小于4颗，卫星仰角不小于 5° ，点位几何因子(PDOP)不大于6，差分信号更新率不大于30 s。

7.3.3 超短基线水下声学定位系统主要用于地球物理水下拖曳探头的定位，水下声应答器安装在探头中，根据勘察船定位设备与水下声应答器的位置关系，进行探头定位；工作开始前应对定位系统进行安装姿态校正。

7.4 走航式地球物理勘察导航定位

走航式地球物理勘察导航定位应符合下列要求：

- a) 勘察船应沿测线延伸线提前上线、延时下线；有拖体情况下，延伸线长度应不少于2倍拖缆长度；
- b) 进行侧扫声纳探测、地层剖面探测、磁法探测等作业时，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；
- c) 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%；
- d) 定位标记点的图上间距应不大于1 cm；
- e) 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；
- f) 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。

7.5 定点式勘察导航定位

定点式调查导航定位应符合下列要求：

- a) 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，在近岸段应小于20 m，浅海段应小于50 m；
- b) 采样作业时，宜将采样作业一侧船舷调置在上风位。

7.6 定位资料整理

资料整理应符合下列要求：

- a) 外业资料整理按 GB 17501—1998 中 9.4.2 的要求；
- b) 根据定位资料编制航迹图，按 GB 17501—1998 中 9.8.2 的要求。

8 工程地球物理勘察

8.1 主要勘察内容

工程地球物理勘察包括水深测量、侧扫声纳探测、地层剖面探测、磁法探测，其中磁法探测可根据需要进行。对不要求埋设施工的深海区，可进行全覆盖多波束水深测量。

8.2 测图比例尺和测线布设

8.2.1 测图比例尺

工程地球物理勘察测图比例尺应根据实际需要和海底浅部地质地貌的复杂程度确定，一般规定为：

- a) 近岸段，不小于1:5 000比例尺；
- b) 浅海段，1:5 000~1:25 000比例尺；
- c) 深海段，1:50 000~1:100 000比例尺。

8.2.2 测图分幅

测图分幅采用自由分幅,以较少图幅覆盖整个测区为原则。相邻图幅之间和路由转折点区域应有一定重叠,重叠量应不小于图上 3 cm。

8.2.3 图幅尺寸

标准图幅尺寸为:50 cm×70 cm、70 cm×100 cm、80 cm×110 cm,也可根据需要采用其他图幅尺寸。

8.2.4 测线布设

- a) 近岸段、浅海段主测线应平行预选路由布设,总数一般不少于 3 条,其中一条测线应沿预选路由布设,其他测线布设在预选路由两侧,测线间距一般为图上 1 cm~2 cm。检测线应垂直于主测线,其间距不大于主测线间距的 10 倍;
- b) 进行不要求埋设的深海段路由勘察时,在保证多波束测深全覆盖测量的前提下,主测线可少于 3 条;
- c) 使用多波束测深系统进行水深测量时,应进行路由走廊带的全覆盖测量。主测线布设应使相邻测线间保证 20% 的重复覆盖率;检测线根据需要布设,间距一般不大于 10 km。

8.3 单波束水深测量

8.3.1 选用的测深仪应同时具有模拟记录和数字记录两种记录方式,其主要技术指标应符合 GB 12327—1998 中 6.3.4 的规定。

8.3.2 单波束水深测量应符合下列技术要求:

- a) 深度测量中误差:水深 20 m 以浅不大于 0.2 m,20 m 以深不大于水深的 1%;
- b) 重合点(图上 1 mm 以内)深度不符值限差:水深 20 m 以浅不大于 0.4 m,20 m 以深不大于水深的 2%,超限点数不得超过参加比对总点数的 15%;
- c) 近岸段应采用实测水位观测资料用于水位改正,验潮站水位观测中误差应不大于 5 cm,当沿岸验潮站或其他方式不能控制测区水位变化时,可采用预报水位;
- d) 当动态吃水变化大于 5 cm 时,应进行动态吃水改正。

8.3.3 海上测量实施按 GB 17501—1998 中 9.2.6 的要求。

8.3.4 遇到下列情形,应进行补测或重测:

- a) 定位中误差达不到 7.1 要求时;
- b) 测深线偏离超过设计测线间距的 50%,或漏测超过图上 5 mm 时;
- c) 深度误差达不到 8.3.2a)、8.3.2b) 要求时;
- d) 不同时间、不同系统的深度拼接比对结果达不到 8.3.2b) 要求时;
- e) 水位、声速资料不能满足深度改正要求时。

8.3.5 水深资料整理应符合下列要求:

- a) 深度量取按 GB 17501—1998 中 9.5.4 的要求;
- b) 深度改正按 GB 17501—1998 中 9.5.5 的要求。

8.3.6 成果图件按下列要求:

- a) 水深图、海底地形图的基准面采用理论最低潮面、平均海平面或 1985 国家高程基准,当采用其他基准面时,应注明其与理论最低潮面、平均海平面或 1985 国家高程基准的关系;
- b) 水深图、海底地形图的基本等深距应按表 1 选用,等深线分为首曲线和计曲线;
- c) 水深图、海底地形图编制的其他要求按 GB 17501—1998 中 9.6 的规定。

表 1 水深图基本等深距

单位为米

海底面倾角	比例尺		
	1:1 000	1:2 000	1:5 000
$\alpha < 3^\circ$	0.5	1	2
$3^\circ \leq \alpha < 10^\circ$	1	2	5
$10^\circ \leq \alpha < 25^\circ$	2	2	5
$\alpha \geq 25^\circ$			

8.4 多波束水深测量

8.4.1 仪器设备

多波束测深系统的选择应考虑测深范围、测深准确度、覆盖率、更新率等因素,其主要技术指标应符合下列要求:

- a) 测深仪器中误差符合 8.3.2a) 的要求;
- b) 换能器波束角应不大于 2° ;
- c) 姿态传感器横摇、纵倾测量准确度不低于 0.05° , 升沉测量不低于 0.05 m 或实际升沉量的 5%, 罗经测量不低于 0.1° 。

8.4.2 测量技术要求

多波束水深测量应符合下列技术要求:

- a) 深度测量中误差应符合 8.3.2a) 的要求;
- b) 重合点(图上 1 mm 以内)深度不符值限差应符合 8.3.2b) 的要求;
- c) 测深与定位时间延迟中误差应不大于 0.1 s, 每次变更导航定位系统需重新测试导航延时;
- d) 测量区域内应 100% 的多波束测量覆盖, 相邻主测线间应保证 20% 的重复覆盖率;
- e) 进行声速改正, 声速剖面测量的时间密度不小于每天一次;
- f) 每个航次开始前、结束后以及调查期间超过 3 天的测量间隙, 应测量多波束换能器的吃水变化。换能器吃水深度改正可分段计算, 按时间插值;
- g) 近岸段应采用实测水位观测资料用于水位改正, 验潮站水位观测中误差应不大于 5 cm, 当沿岸验潮站或其他方式不能控制测区水位变化时, 可采用预报水位。

8.4.3 海上测量实施

海上测量应按下列要求实施:

- a) 测量前应进行多波束测深系统的稳定性试验和航行试验。稳定性试验应选择平坦海底区, 对深度进行重复测量, 深度比对误差符合 8.4.2a)、8.4.2b) 的要求; 航行试验应选择有代表性的海底地形起伏变化的区域, 测定系统在不同深度、不同航速下的工作状态, 要求每个发射脉冲接收到的波束数应大于总波束数的 95%, 测定从静止到最大工作航速间不同速度时换能器的动态吃水变化;
- b) 观察系统状态显示和波束质量显示窗口, 监视系统参数设置、横摇和纵倾改正、换能器艏向改正和条幅内波束完整性等;
- c) 观察航迹显示, 监视有无突跳、相邻测线的重叠宽度等;
- d) 当波束接收数小于发射数的 80% 时, 应降低勘察船船速或调整测线间距;
- e) 观察记录设备工作状态, 确保测量数据的完整记录;
- f) 测线间条幅空白区要及时补测或列入补测计划;
- g) 班报应及时记录测线开始、结束、测线号、经纬度、异常事件等。

8.4.4 补测或重测

遇到下列情形, 应进行补测或重测:

- a) 多波束测量覆盖率达不到 8.4.2g) 要求时;
- b) 出现 8.3.4a)、c)、d)、e) 的情况时。

8.4.5 资料整理

8.4.5.1 原始数据文件、声速剖面文件等数据记录应进行备份。

8.4.5.2 原始数据应进行 100% 的检查, 剔除突变的错误数据和质量差的边缘波束数据; 每个区段读取 3 个~5 个水深点, 验证其大地坐标、直角坐标和水深值, 确认是否有漏测的空白区。

8.4.5.3 数据编辑应包括以下内容:

- a) 剔除或改正定位数据中的突跳点、航向异常点等, 并将合格的定位点归算至系统换能器位置;

- b) 剔除粗差、虚假信号、不合格的水深数据,但对于异常浅点的处理应慎重;
- c) 深度改正包括换能器吃水深度改正、声速改正、水位改正、多波束系统参数改正等;水位改正按 8.4.2 的要求进行;
- d) 拼接误差不等数据时,低准确度数据向高准确度数据调平;拼接准确度相同数据时,以高密度数据为准或调平。计算调平前后水深点的水深差值,统计算术平均值和中误差值,评价水深拼接中误差;
- e) 计算重合点深度不符值和深度中误差,按 8.4.2a)、8.4.2b)的要求评估;
- f) 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;
- g) 设置合理数据网格间距,实现数据的网格化;最小网格间距应保证每个网格内有 3 个水深点,最大网格间距应不大于成果图上 5 mm 的实际距离。

8.4.6 成果图件

成果图件应按下列要求编制:

- a) 按表 1 中的基本等深距生成海底地形图,当基本等深线不足以表现特殊海底地形特征时,加绘辅助等深线;常规水深图应进行数据网格化插值、抽稀,插值、抽稀后图上的水深点间距应不大于图上 1 cm,保留最深水深、最浅水深、坡度变化点等特殊水深点;
- b) 水深图、海底地形图其他要求按 GB 17501—1998 中 9.6 的规定。

8.5 侧扫声纳探测

8.5.1 侧扫声纳系统应满足下列要求:

- a) 工作频率不低于 100 kHz,水平波束角不大于 1° ,最大单侧扫描量程不小于 200 m;
- b) 应能分辨海底 1 m^3 大小的物体;
- c) 具有航速校正和倾斜距校正等功能;
- d) 同时有模拟与数字记录。

8.5.2 侧扫声纳探测应符合下列技术要求:

- a) 根据测线间距选择合理的声纳扫描量程,在路由勘察走廊带内应 100%覆盖,相邻测线扫描应保证 100%的重复覆盖率,当水深小于 10 m 时可适当降低重复覆盖率;
- b) 拖鱼距海底的高度控制在扫描量程的 10%~20%,当测区水深较浅或海底起伏较大,拖鱼距海底的高度可适当增大;
- c) 侧扫声纳图像清晰。

8.5.3 海上探测应按下列要求实施:

- a) 调查开始前,在作业海区或邻近海域调试设备,确定最佳工作参数;
- b) 拖鱼入水后,调查船应保持稳定的航速(不大于 5 kn)和航向,避免停车或倒车;
- c) 采用超短基线水下声学定位系统进行拖鱼位置定位;在近岸浅水区域也可采用人工计算进行拖鱼位置改正;
- d) 模拟记录声纳图像标注,其内容包括项目名称、调查日期与时间、仪器型号、仪器参数、测线号和测线起止点号等;
- e) 班报记录内容包括项目名称、调查海区、作业船只、记录人、海况、海面水体障碍物、突发事件、仪器名称与型号、日期、时间、测线号、点号、航速、航向、仪器作业参数、记录纸卷号和数字记录文件名等;
- f) 对现场声纳图像记录初步判读发现可疑目标时,应根据需要在其周围布设不同方向的补充测线作进一步探测。

8.5.4 资料处理应包括:

- a) 识别声纳图像记录上的干扰信号和噪声;
- b) 结合水深测量、底质采样等有关资料,识别和确定底质类型及分布、海底灾害地质因素、海底目标物的位置、形状、大小和分布范围;

c) 根据需要进行声纳图像镶嵌拼接。

8.5.5 成果图件包括：

- a) 海底面状况图；
- b) 局部或全区的声纳图像镶嵌图。

8.6 地层剖面探测

8.6.1 地层剖面仪应符合下列要求：

- a) 浅地层剖面仪的声源一般采用电声或电磁脉冲，频谱为 500 Hz~15 kHz；
- b) 中地层剖面仪的声源一般采用电磁脉冲或小型电火花，频谱为 200 Hz~5 kHz；
- c) 发射机具有足够发射功率，接收机具有足够的频带宽和时变增益调节功能，能同时进行模拟记录剖面输出和数字采集处理与存贮。

8.6.2 地层剖面探测应符合下列技术要求：

- a) 海底电缆路由勘察进行浅地层剖面探测，获得海底面以下 10 m 深度内的声学地层剖面记录；海底管道路由勘察时，根据需要同时进行浅地层剖面探测和中地层剖面探测，以获得海底面以下不小于 30 m 深度内的声学地层剖面记录；
- b) 浅地层剖面探测地层分辨率优于 0.2 m，中地层剖面探测地层分辨率优于 1 m；
- c) 记录剖面图像清晰，没有强噪声干扰和图像模糊、间断等现象。

8.6.3 海上探测应按下列要求实施：

- a) 调查开始前，在作业海区附近调试设备，确定最佳工作参数；
- b) 拖曳式声源和水听器阵应拖曳于船尾涡流区外且平行列置，水听器阵应稳定拖浮在海面以下 0.1 m~0.5 m；
- c) 水深变化较大时，应及时调整记录仪的量程及延时；
- d) 在风浪较大情况下，应使用涌浪补偿器或数字涌浪滤波处理方法进行滤波处理；
- e) 模拟记录图像标注，其内容包括项目名称、调查日期与时间、仪器型号、仪器参数、测线号、测线起止点号和测量者等；
- f) 班报记录内容包括项目名称、调查海区、测量者、仪器名称与型号、日期、时间、测线号、点号、航速、航向、仪器作业参数、记录纸卷号和数字记录文件名等；
- g) 对现场记录剖面图像初步分析发现可疑目标时，应布设补充测线以确定其性质。

8.6.4 资料处理应符合下列要求：

- a) 识别地层剖面图像记录上的干扰信号；
- b) 根据剖面图像的反射结构、振幅、频率、同相轴连续性和反射波接触关系等特征，结合地质钻孔资料等，划分声学地层层序，解释地层沉积结构、地层构造，判断沉积类型及其工程地质特性等；分析灾害地质因素，确定其性质、形态及分布范围；
- c) 依据钻孔层位对比、声速测井或其他测量方法获取的实际地层声速资料进行时间-深度转换；没有实际地层声速资料时，可根据不同地层的深度采用 1 500 m/s~1 700 m/s 的声速进行时间-深度转换，并在图上注明。

8.6.5 成果图件编制应符合下列要求：

- a) 地层剖面图，其垂直与水平比例应合理；图面内容包括地形剖面线、地层界面、岩性、灾害地质要素、主要地物标志、取样站位、钻孔位置及其柱状图和测试结果等；
- b) 浅部地质特征图，图面内容主要包括重要地层层次的厚度等值线或顶面埋深等值线、重要的地形地貌及浅部地质现象、灾害地质因素、地物标志、海底取样站位和钻孔位置及测试结果等；浅部地质特征图内容较少时可与海底面状况图合编。

8.7 磁法探测

8.7.1 磁法探测主要用于确定路由区海底已建电缆、管道和其他磁性物体的位置和分布。选用的磁力仪灵敏度应优于 0.05 nT，测量动态范围应不小于 20 000 nT~100 000 nT。

8.7.2 磁法探测应符合下列技术要求：

- a) 磁法用于探测海底已建电缆、管道等线性磁性物体时，测线应与根据历史资料确定的探测目标的延伸方向垂直，每个目标的测线数不少于3条，间距不大于200 m，测线长度不小于500 m；相邻测线的走航探测方向应相反；
- b) 磁法用于探测海底非线性状磁性物体时，测线应在探测目标周围呈网格布置，每个目标的测线数不少于4条，间距和测线长度根据探测目标的大小等确定。

8.7.3 海上探测应按下列要求实施：

- a) 探测开始前，在作业海区附近调试设备，确定最佳工作参数；
- b) 磁力仪探头入水后，调查船应保持稳定的低航速和航向，避免停车或倒车；探头离海底的高度应在10 m以内，海底起伏较大的海域，探头距海底的高度可适当增大；
- c) 采用超短基线水下声学定位系统进行探头位置定位；在近岸浅水区域也可采用人工计算进行探头位置改正；
- d) 保证探测记录的完整性，漏测或记录无法正确判读时，应进行补测；
- e) 模拟记录标注，其内容包括项目名称、调查日期与时间、仪器型号、仪器参数、测线号、测线起止点号和测量者等；
- f) 班报记录内容包括项目名称、调查海区、测量者、仪器名称与型号、日期、时间、测线号、点号、航速、航向、仪器作业参数和数字记录文件名等；
- g) 对现场记录分析发现可疑目标时，应根据需要布设补充测线。

8.7.4 资料处理应符合下列要求：

- a) 识别非海底磁性物体造成的磁场异常干扰；
- b) 结合侧扫声纳、地层剖面探测的成果，进行磁法探测资料解释，识别海底磁性物体，确定其性质、位置和范围，确定海底已建电缆、管道的位置和走向等。

8.7.5 成果图件包括：

- a) 实测磁场强度或磁异常平面剖面图；
- b) 海底磁性物体分布图，可合并于海底面状况图中，也可根据需要对其中一些较重要的部位单独成图。

9 底质采样

9.1 采样方法

底质采样分为柱状采样和表层采样两种。表层采样可使用蚌式采样器和箱式采样器；柱状采样可使用重力采样器和振动采样器。

9.2 采样技术要求

底质采样应符合下列技术要求：

- a) 采样站位布设间距：近岸段为500 m~1 000 m，浅海段为2 km~10 km，深海段一般不设采样站位。应根据工程地球物理勘察初步结果对站位布设作适当调整，在地形坡度较陡、底质变化复杂或灾害地质分布区应加密采样站位；
- b) 柱状样直径应不小于65 mm。粘性土柱状样长度应大于2 m；砂性土柱状样长度应大于0.5 m；表层底质采样量应不少于1 kg；
- c) 柱状样采集长度达不到要求时，应再次采样，连续两次以上未采到样品时，可改为蚌式采样器或箱式采样器采样；
- d) 用蚌式采样器或箱式采样器采样三次以上仍未采到样品时，应分析其原因，确认是底质因素造成时，可不再采样。

9.3 样品编录和处理

9.3.1 样品编录

样品编录内容应包括工程名称、采样站号、日期、位置、水深、采样次数、贯入深度、上样长度、扰动程度等。

9.3.2 岩性描述

岩性描述内容按 10.4.3c) 的要求。

9.3.3 样品包装

样品包装应符合下列要求：

- a) 柱状样宜分段切割、分别编号、表明上下方向、深度、用胶带和腊密封、竖直放置在专用的土样箱中；
- b) 表层样或扰动的柱状样，应用牢固的塑料袋进行包装封口，标明站号和采样深度，放置专用的土样箱中；
- c) 用作地质、生物、化学等试验的样品，应根据其特殊要求进行采样、包装和存放。

9.3.4 样品存放

所有样品应存放在防晒、防冻、防压的环境中，条件许可时宜存放在有温湿控制的实验室内。

10 工程地质钻探

10.1 一般要求

10.1.1 海底管道路由勘察应进行工程地质钻探，海底电缆路由勘察一般不需要进行工程地质钻探。

10.1.2 根据作业现场环境和钻探要求选择合适的钻探船及钻探设备，根据水文气象和海底底质等情况，选择合适的锚型、锚缆和系缆长度。

10.1.3 沿路由中心线布设钻孔。钻孔间距，在近岸段一般为 100 m~500 m；在浅海段一般为 2 km~10 km。应根据工程要求和地球物理勘察解释结果对站位布设作适当调整。采用定向钻、盾构等施工方法的管道穿越工程，孔位布设按 GB 50021—2001 中 4.4.8 的要求。

10.1.4 钻孔孔深设计根据管道的埋深而不同，一般为 8 m~10 m 或是管道埋深的 5 倍。如钻进至设计孔深内遇到基岩，则应钻至基岩内 3 m~5 m。

10.1.5 钻进深度、岩土层面深度的测量误差应在 ±0.2 m 以内。

10.2 钻探方法

钻探方法按 GB 50021—2001 中 9.2 的要求。

10.3 采样要求与方法

10.3.1 采样间距

采样间距应根据工程要求和土质条件确定，一般为 1 m~1.5 m。

10.3.2 岩芯采取率

岩芯钻探的岩芯采取率，对砂性土层不应低于 50%，粘性土层不应低于 75%。

10.3.3 采样方法

采样方法按 GB 50021—2001 中 9.4 的要求。

10.4 钻探编录

10.4.1 一般要求

钻探编录包括钻进班报及地质编录。记录应真实、及时，按钻进回次逐次记录。

10.4.2 钻进班报

钻进班报内容包括工程名称、作业海区、钻孔编号、钻孔坐标位置、机台高度、钻探日期、钻机类型、钻具配置、钻进方式、开孔水深、终孔水深、回次钻杆长度、回次进尺、回次孔深、回次取样长度、回次取芯率、采样方式、采样器类型、采样编号、备注(天气、海况、设备故障、跳钻、井涌、塌孔、井底落物)等。

10.4.3 地质编录

地质编录应符合下列要求：

- a) 地质编录的主要内容应包括工程名称、作业海区、钻孔编号、钻孔坐标、开孔水深、回次孔深、取样长度、岩性描述及划分地层等；
- b) 岩性描述以观察、手触方法为主。必要时采用现有的标准化、量化的方法，如采用标准色版比色，以颜色代码表示岩土颜色；用袖珍贯入仪贯入指标表示粘性土的状态，用岩石质量指标值表示岩芯的完整性。用照相机拍摄岩芯照片；
- c) 岩性描述应包括下列内容：
粘性土：颜色、状态、气味、光泽反映、摇震反映、干强度、韧性、结构、包含物等；
粉土：颜色、气味、湿度、密度、摇震反映、干强度、韧性、包含物等；
砂土：颜色、矿物组成、颗粒级配、颗粒形状、粘粒含量、湿度、密实度等；
碎石土：颗粒级配、颗粒形状、颗粒排列、母岩成分、风化程度、充填物性质、充填程度、密实度；
岩石：地质年代、风化程度、颜色、主要矿物、结构、构造和岩石质量指标等；
- d) 根据岩性描述的工程性质，初步划分工程地质层。

10.5 样品处理

样品处理应符合下列要求：

- a) 岩芯管内的样品应用推土器从采样管中推出，按上下顺序存放到岩芯箱内，用岩芯牌分开每一回次的岩芯，岩芯牌上用油漆标明钻进开始和终止深度，岩芯缺失处需标明；
- b) 岩土试样样品应在现场封存，标明深度、上下、编号后竖直放置装箱。

10.6 钻孔完井报告

主要内容包括钻探目的、任务、钻孔坐标、标高、水深、施工时间、钻进与取芯方法、钻进中的异常情况、钻孔质量验收签单、初步的岩土地层划分及野外钻孔柱状图等。

11 原位试验

11.1 一般要求

原位试验应符合下列要求：

- a) 原位试验包括静力触探试验、标准贯入试验等方法，勘察时应根据工程类别、岩土条件和现场作业条件等选择原位试验方法，静力触探试验是目前海底电缆管道路山勘察最常采用的原位试验方法；
- b) 原位试验孔应尽可能布置在路由的中心线上；
- c) 分析原位试验资料时，应注意试验条件、试验方法和土层不均匀性等对试验成果的影响，剔除异常数据。

11.2 静力触探试验(CPT)

11.2.1 适用范围

静力触探试验适用于软土、粘性土、粉土和砂土。

11.2.2 仪器设备

静力触探系统应符合下列要求：

- a) 系统应装有锥尖阻力、侧壁摩阻力、孔隙水压力和倾斜度传感器；
- b) 系统应能适应海浪波动等恶劣作业环境，能安全、稳定采集原位试验数据；
- c) 系统应具有试验数据储存及处理系统，可在现场储存及处理原始数据；
- d) 应使用标定合格的触探探头。

11.2.3 现场作业

现场作业应符合下列要求：

- a) 海上作业时应保证调查船操纵、导航定位、孔位测深与静力触探的协调配合；
- b) 开始试验前应进行锥尖阻力和孔隙水压力的归零校正；
- c) 试验过程中，探头应连续、匀速压入土中，贯入速率应保持为 $20 \text{ mm/s} \pm 5 \text{ mm/s}$ ；
- d) 每次试验获得连续完整的锥端阻力、侧壁摩擦力、孔隙水压力及倾斜度等参数的深度变化曲线，保存测试结果，填写测试记录表；
- e) 仪器的标定、调试和测试步骤等按照 ASTM D5778—1995 执行。

11.2.4 资料处理与应用

- 11.2.4.1 应进行原始记录曲线的修正，包括初始读数、曲线形状、深度校正等修正。
- 11.2.4.2 提交现场测试记录、探头标定结果图表、各种测试曲线和图表等。
- 11.2.4.3 根据各种静力触探曲线的线型特征和测试数据，划分土层、判别土类、估算土性参数等。

11.3 标准贯入试验

标准贯入试验的方法和程序可按 GB 50021—2001 中 10.5 的要求。

12 船上和实验室土工试验

12.1 船上土工试验

12.1.1 试验内容

包括含水率、密度、泥温、无侧限压缩、小型十字板剪切和小型贯入仪试验等项目，应根据工程要求、船上试验条件及土样性质确定试验内容。

12.1.2 试验技术要求

船上土工试验应符合下列技术要求：

- a) 样品取上后，按 9.3 的要求进行样品编录和处理；
- b) 含水率、密度、无侧限压缩试验按 GB/T 50123—1999 中的第 4 章、5.1 和第 17 章的要求；
- c) 小型十字板剪切和小型贯入仪试验，应在截取的岩芯样段两端或箱式原状样的中间部位进行；
- d) 小型十字板剪切和小型贯入仪试验适用于均质粘性土，试验时应根据土质的软硬程度，选取不同型号的测头和不同测力范围的仪器；
- e) 泥温可通过已有底层水温与泥温关系进行推算，或在土样取到船上后及时测定。

12.1.3 小型贯入仪试验

小型贯入仪试验应按下列要求：

- a) 贯入时应避开试样中的硬质包含物、虫孔和裂隙部位；
- b) 贯入点与试样边缘间的距离和平行试验贯入点间的距离应不小于 3 倍测头直径；
- c) 贯入过程中应保持测头与土样平面垂直，且应以 1 mm/s 的速度匀速贯入，直至测头上刻划线与土面接触为止，试验停止，记录试验读数；
- d) 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；
- e) 每次试验后应清除测头部的泥土，以保证试验结果的准确性；
- f) 记录试验仪器型号、探头规格、样品编号、试验深度、试验结果、试验人员等内容。

12.1.4 小型十字板剪切试验

小型十字板剪切试验应按下列要求：

- a) 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；
- b) 将指针拨至零点，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；
- c) 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；
- d) 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。

12.2 实验室土工试验

12.2.1 试验内容包括天然密度、天然含水率、比重、界限含水率、颗粒分析、固结试验和抗剪强度试验等。对于海底管道工程，根据砂土液化判别的要求，进行动三轴剪切试验。

12.2.2 实验室土工试验方法应符合下列要求：

- a) 动三轴剪切试验按 GB/T 50269—1997 中第 9 章的要求；
- b) 其余试验项目按 GB/T 50123—1999 的要求，根据工程要求也可参照国内或国际相关标准。

12.2.3 试验资料整理按 GB/T 50123—1999 中附录 A 的要求。土的分类见附录 B。

13 腐蚀性环境参数测定

13.1 一般规定

海底管道路由勘察应进行腐蚀性环境参数测定；海底电缆路由勘察一般不需要进行腐蚀性环境参数测定，或根据工程设计要求确定。

13.2 底层水参数测试

13.2.1 底层水采样站位的数量一般控制在底质采样站总数的五分之一，每项工程不少于 3 个站位。采集离海底 1.5 m 以内的水样。

13.2.2 底层水测试参数应包括： pH 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、侵蚀性 CO_2 。

13.2.3 底层水化学测试按 GB 50021—2001 中 12.1.3 的要求。

13.3 海底土参数测试

13.3.1 海底土采样站位数量一般控制在底质采样站总数的五分之一，采样层位一般在电缆管道埋深位置。

13.3.2 海底土测试参数应包括： pH 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、氧化还原电位、电阻率。

13.3.3 海底土参数测试按 GB 50021—2001 中 12.1.3 的要求。

13.3.4 海底土中硫酸盐还原菌检测按 GB/T 12763.6—2007 中第 13 章的要求。

13.4 污损生物

13.4.1 污损生物包括附着生物和钻孔生物。

13.4.2 一般仅对路由海区历史资料进行整理分析，提供相关成果，如因工程需要进行污损生物的现场调查，按 GB/T 12763.6—2007 中第 13 章的要求。

13.5 腐蚀性评价

底层水和海底土的腐蚀性评价按 GB 50021—2001 中 12.2 的要求。

14 地震安全性评价

14.1 主要评价内容

海底电缆管道场地地震安全性评价主要包括工程场地地震危险性概率分析、场地地震动区划和场地地震地质灾害评价。

14.2 场地概率法地震危险性分析

在对区域（取海底电缆管道场地外延不小于 150 km 范围）和近场区（取海底电缆管道场地外延不小于 25 km 范围）进行地震活动性和地震构造环境评价、潜在震源区划分、地震动衰减关系确定的基础上，采用概率法进行地震危险性分析计算，给出海底电缆管道路由主要场点 50 年超越概率 63%、10%、2% 的基岩地震动水平向峰值加速度。

14.3 场地地震动区划

14.3.1 应根据地震危险性概率分析结果，编制海底电缆管道路由场地地震动区划图，包括地震动峰值加速度区划图、地震动峰值速度区划图，需要时可编制地震烈度区划图。

14.3.2 根据海底电缆管道工程及其他相关工程的抗震设计需要，概率水平宜采用 50 年超越概率 10%。

14.3.3 区域地震活动性和地震构造环境评价、近场区地震活动性和地震构造环境评价、区域地震动衰减关系确定应按 GB 17741—2005 中第 5 章、第 6 章、第 8 章的要求。

14.3.4 沿路由中心线的计算控制点间距应不大于地理经纬度 0.1° 。在计算结果变化较大的地段,应加密控制点。空间计算点宜采用不大于 $0.1^\circ \times 0.1^\circ$ 间隔。

14.3.5 地震动区划图成图比例尺不应小于 $1:500\,000$ 。

14.3.6 地震动区划图采用分区线或等值线表述。在确定分区界限时,应特别重视海底电缆管道路由位置的计算值,同时考虑潜在震源区和地震活动性参数的可变动范围对结果的影响、地形地貌差异以及区划参数的精度等因素的影响。

14.3.7 编制地震动区划图结果的使用说明。

14.3.8 地震烈度分档按表 2 的规定;地震动峰值加速度分档与地震烈度对照关系按表 3 的规定;地震动峰值加速度分档按表 4 的规定;地震动峰值速度分档按表 5 的规定。

表 2 地震烈度分档

烈度档	<VI	VI	VII	VIII	\geq IX
计算烈度值	<5.7	5.8~6.7	6.8~7.7	7.8~8.7	\geq 8.8

表 3 地震动峰值加速度分档与地震烈度对照表

单位为重力加速度

地震动峰值加速度分档	<0.05 g	0.05 g	0.1 g	0.15 g	0.2 g	0.3 g	\geq 0.4 g
地震烈度	<VI	VI	VII	VII	VIII	VIII	\geq IX

注: g 为重力加速度。

表 4 地震动峰值加速度分档

单位为重力加速度

加速度分档	参数值范围	加速度分档	参数值范围
<0.05	<0.04	0.20	[0.19,0.28)
0.05	[0.04,0.09)	0.30	[0.28,0.38)
0.10	[0.09,0.14)	\geq 0.40	\geq 0.38
0.15	[0.14,0.19)		

表 5 地震动峰值速度分档

单位为厘米每秒

速度分档	参数值范围	速度分档	参数值范围
<6	<4.7	25	[23.7~35.3]
6	[4.8~11.5]	38	[35.4~47.5]
13	[11.6~17.7]	\geq 50	\geq 47.6
19	[17.8~23.7]		

14.4 场地地震地质灾害评价

14.4.1 海底电缆管道场地地震地质灾害评价主要包括砂土液化、滑坡、塌陷和断层地表错断等评价。

14.4.2 应根据工程场地工程地质条件,确定工程场地地震地质灾害类型,评价其影响程度。

14.4.2.1 砂土液化评价

当路由区有饱和砂或饱和粉土分布时,应判别液化的可能性,并提出抗液化措施的建议。VI度时,一般情况下可不考虑砂土液化。大于VI度时,按 GB 50011—2001 中 4.3.3 的要求进行判别。

14.4.2.2 滑坡和塌陷评价

地震烈度为VII度或大于VII度的地区定为抗震设防区。抗震设防区场地应考虑潜在滑坡和塌陷评估。对海底电缆管道路由工程抗震设防区场址作潜在滑坡和塌陷评价时,按 GB 50011—2001 中 5.2 和 5.3 的要求。

14.4.2.3 断层地表错断评价

根据断层活动性调查结果,评价断层的地表错动特征及其对场址的可能影响。作近场区隐伏断裂活动性评定时,要充分收集和分析海底电缆管道路由工程地球物理勘察和地质钻探等有关资料,分析研究断层的最新活动时代,计算地震断层最大同震位移,并结合工程地质条件,采取适当的抗断措施或避让措施。

15 海洋水文气象资料收集与观测

15.1 水文

15.1.1 波浪

15.1.1.1 收集路由区波浪资料,指出全年中较好和较差的海况期,为海底电缆管道施工期选择提供依据。

15.1.1.2 近岸或岛屿区可设波浪观测站,路由区可收集路由附近的水文气象站资料,以及历年船舶报资料,必要时可根据风资料推算波浪要素。

15.1.1.3 波浪资料整理要求包括多年、各月、各向波浪出现频率、最大波高、平均波高及相应周期。

15.1.1.4 海底管道路由勘察可增加重现期波高及周期的计算,一般要求计算重现期为1年、10年、50年、100年的最大波高(H_{max})、有效波高(H_s)。

15.1.1.5 波浪站观测按 GB/T 12763.2—2007 中第8章的要求。

15.1.2 潮汐

15.1.2.1 分析路由区的潮汐性质和各类潮水位的关系。

15.1.2.2 近岸或岛屿区可设潮位观测站,进行1个月以上的潮位观测。远岸区可收集历史潮位资料,或用预报潮位。

15.1.2.3 基面与各潮面关系包括1985国家高程基准面、当地平均海平面、理论最高潮面和理论最低潮面等。

15.1.2.4 海底管道路由勘察可增加重现期极端潮位,即50年、100年一遇最高、最低潮位。

15.1.2.5 潮位站观测按 GB/T 12763.2—2007 中第9章的要求。

15.1.3 海流

15.1.3.1 海流资料来源:收集路由区以往实测资料,或用预报海流资料。海底管道路由勘察应在路由区根据地形条件布置足够的实测站位进行全潮水文观测及一个月周期的自动观测浮标站,获取海流资料。

15.1.3.2 海流资料应包括表、中、底三层,分析项目主要为路由区的流况,实测最大涨落潮流速,平均大潮流速,平均小潮流速,最大可能潮流速和主流向,必要时进行数值模拟。海底管道路由勘察可增加重现期(1年、10年、50年、100年)最大潮流速计算。

15.1.3.3 海流观测按 GB/T 12763.2—2007 中第7章的要求。

15.1.4 水温

15.1.4.1 水温观测与海流观测同时进行,也应收集路由区已有的水温观测资料。

15.1.4.2 水温观测按 GB/T 12763.2—2007 中第5章的要求。

15.1.5 海冰

15.1.5.1 收集路由区已有的海冰观测资料,必要时可设站观测。

15.1.5.2 海冰资料收集及观测按 GB/T 12763.2—2007 中第11章的要求。

15.2 海洋气象

15.2.1 收集整理路由区的气象要素,指出全年中较好和较差的气候窗,为海底电缆管道施工期选择提供依据。

15.2.2 气象资料来源:路由勘察期间在船上进行气象观测;收集路由区附近气象站资料;路由区历年船舶测报资料。

15.2.3 收集整理的气象资料应有下列内容:

- a) 风,包括多年各月各向风频率,平均风速和最大风速(海面以上 10 m 处)及多年各月大风日节数;
- b) 气温,包括多年各月极端最高、最低及平均气温;
- c) 雾,指多年各月平均雾日。

15.2.4 海底管道路由勘察可增加重现期最大风速计算,一般要求计算 1 年、10 年、50 年、100 年的 3 s, 1 min, 10 min, 1 h 的重现期最大风速。

15.2.5 气象观测方法按 GB/T 12763.3—2007 中第 5 章至第 11 章的要求。

16 海底电缆管道铺设后调查

16.1 一般要求

16.1.1 海底管道铺设后或重大地质灾害发生后应对管道的铺设状况进行调查。宜综合采用水深测量、侧扫声纳探测和地层剖面探测等工程地球物理探测方法,查明海底沟槽开挖与管道附近的海底面状况、管道的平面位置、埋设深度、悬跨高度、悬跨长度及管道保护层外观状况等。对于重要或复杂的海底管道工程,一般应同时采用 ROV 调查。

16.1.2 对于重要的或国际间海底光缆工程,选择其中施工工艺特殊、海底状况复杂或埋设效果不理想区段进行铺设后调查,调查一般采用 ROV 方法。

16.2 测图比例尺和测线布设

16.2.1 测图比例尺

测图比例尺一般为 1:2 000~1:5 000,复杂区域为 1:1 000。

注:复杂区域是指海底管道发生悬跨、有水泥盖垫或有砂石盖层的区段。

16.2.2 测线布设

测线布设应符合下列要求:

- a) 纵向测线平行路由布设三条,其中一条测线应沿路由布置,其余测线布置在路由两侧,测线间距为 25 m~100 m;
- b) 横向测线垂直路由布设,测线长度不小于 50 m,间距为 50 m~250 m,在复杂区域应适当加密。

16.3 工程地球物理探测

16.3.1 工程地球物理探测应符合下列技术要求:

- a) 采用单波束测深系统进行水深测量,应配备涌浪补偿系统消除涌浪的影响,应进行系统时延校正,应沿横向测线进行;
- b) 采用多波束测深系统进行水深测量,应根据水深和仪器性能,选择合理的测线间距,保证相邻测线间有 100% 的重叠覆盖,应沿纵向测线进行;
- c) 进行侧扫声纳探测,应选择合理的声纳量程和测线布设间距,保证在调查走廊带内有 100% 的重叠覆盖率,应沿纵向测线进行;
- d) 进行地层剖面探测,应采用高分辨率浅地层剖面仪探测,获得海底以下 10 m 的穿透深度,地层分辨率优于 0.2 m,应沿横向测线进行;
- e) 其余技术要求按 8.3.2、8.4.2、8.5.2 和 8.6.2 的规定。

16.3.2 海上探测实施按 8.3.3、8.4.3、8.5.3 和 8.6.3 的规定。

16.4 水下机器人(ROV)调查

16.4.1 ROV 调查应符合下列要求:

- a) ROV 应在流速小于 2 kn 条件下正常工作;配备运动传感器、水下声学定位系统、水下罗经、水下摄像机;可以搭载水深测量设备、高分辨率导航声纳、侧扫声纳、浅地层剖面仪、管线跟踪仪等调查设备;具有足够的数据传输通道;

- b) ROV 工作母船应配备动力定位系统、DGPS、罗经及水下声学定位系统;有良好的操作稳定性以及长时间保持低速(一般小于 1 kn)航行的能力;有足够的甲板面积和吊装设备用于 ROV 的安装和调查过程中的收放。

16.4.2 ROV 调查应按下列技术要求实施:

- a) 各种调查设备应进行校准、调试,直至达到正常工作状态,才能投入使用;
- b) 调查作业前,应进行 ROV 工作母船、导航定位系统与 ROV 等调查设备的联调,直至检测目标、ROV 工作母船、ROV 的相对位置在 ROV 控制室和调查船驾驶室有正确的显示;
- c) 当工作母船位于调查开始点附近时,将船舶向调整到最有利于工作母船就位和 ROV 进行收放作业位置,吊放 ROV 设备;
- d) ROV 作业的前进速度通常小于 2 kn,根据水下能见度和设备采样率,调整前进速度达到最佳探测效果;进行海底电缆调查时,距离海底高度应不大于 0.2 m;进行海底管道调查时,距离海底高度应不大于 1.0 m;
- e) 在作业中 ROV 的所有仪器参数和视频信息都应传输到 ROV 控制室和工作母船驾驶室,并及时保存数据;
- f) 停止调查时,应提前通知工作母船驾驶室和 ROV 控制室关闭数据采集记录系统,并在结束点处作标记,同时将 ROV 回收到甲板;
- g) 相邻区段调查的重叠范围应不小于 50 m。

16.5 资料处理

资料处理应符合下列要求:

- a) 确定海底电缆或管道附近的障碍物和海底面状况;
- b) 对裸露的海底管道应确定其位置、裸露高度、悬跨长度和偏离设计路由距离等参数,有管道沟槽时,还应确定沟槽的深度、宽度及海底管道与沟槽的接触关系;
- c) 对已掩埋的海底管道应确定海底管道位置及掩埋深度;
- d) 对有水泥盖垫或有砂石盖层的区段应确定海底管道位置及盖垫或盖层的厚度、覆盖范围等;
- e) 确定海底管道保护层外观状况。

16.6 成果图件

成果图件包括:

- a) 海底电缆管道位置图;
- b) 调查区水深图;
- c) 调查区海底面状况图;
- d) 海底电缆管道横向剖面图;
- e) 海底电缆管道纵向剖面图。

16.7 成果报告

成果报告应包含下列内容:

- a) 工程背景、任务由来和调查目的;
- b) 调查技术依据、ROV 工作母船和仪器设备;
- c) 调查方法和调查程序;
- d) 资料处理与解释方法;
- e) 海底管道裸露、悬跨或掩埋状况;
- f) 海底电缆管道附近海底障碍物和海底面状况;
- g) 海底电缆管道铺设状况综合评价。

17 路由条件评价与成果报告编制

17.1 路由条件评价

17.1.1 一般要求

路由条件评价应在路由勘察、试验分析和收集已有资料的基础上,结合工程特点和要求进行。评价内容主要包括海底工程地质条件、海洋水文气象环境、地震安全性、腐蚀环境、海洋规划和开发活动等。

17.1.2 工程地质条件

分析路由区的地形、地貌、地质、海底面状况、底质及其土工性质等工程地质条件,评价灾害地质因素(如冲刷沟、浅层气、海底塌陷、滑坡、浊流、基岩、古河谷、活动沙波、泥底群、盐底群、软土夹层等)对海底电缆管道工程的影响,并提出相应的工程措施或对策建议。

17.1.3 海洋水文气象环境

分析路由区的波浪、潮汐、海流、水温、海冰、气象等因素,评价其对海底电缆管道施工、运行及维护可能的影响,并建议适宜电缆管道铺设的最佳施工期。

17.1.4 地震安全性评价

分析路由区域及近场区地震构造及地震活动环境,用概率法进行地震危险性分析计算,给出50年超越概率10%的基岩地震动水平向峰值加速度值。需要时根据地震危险性概率分析结果,编制海底电缆管道路由场地地震动峰值加速度区划图、地震烈度区划图。对海底电缆管道路由场地在地震作用下可能产生的砂土液化、软土震陷和断层地表错断作用进行评价。

17.1.5 腐蚀性环境

分析海底土和底层水的腐蚀性环境参数,为海底电缆管道防腐设计提供依据。

17.1.6 海洋规划与开发活动

分析路由与海洋功能区划、海洋开发规划的符合性,评述路由区的渔捞、交通、油气开发、已建海底电缆管道、海洋保护区等海洋开发活动与路由的交叉和影响,为电缆管道设计、施工及维护提出对策或建议。

17.2 成果报告编制

17.2.1 成果报告所依据的原始资料,应进行整理、检查、分析,确认无误后方可使用。

17.2.2 成果报告要求资料完整、图表清晰、结论有据、建议合理,便于使用和适宜长期保存。

17.2.3 根据任务要求、工程特点、海洋环境条件等具体情况编制,应包括以下内容:

- a) 勘察目的、任务要求;
- b) 勘察技术依据、方法、程序和勘察工作量;
- c) 海底工程地质条件;
- d) 地震安全性评价;
- e) 海床冲淤和基础的稳定性;
- f) 海洋水文气象要素与设计参数;
- g) 海底腐蚀性环境参数;
- h) 海洋功能区划、规划与开发活动;
- i) 路由条件综合评价与结论。

17.2.4 成果报告应包括下列附图:

- a) 航迹图;
- b) 水深图(海底地形图);
- c) 地形剖面图;
- d) 地层剖面图;
- e) 海底面状况图;
- f) 综合图(样式参见附录C)。

17.2.5 成果报告附录应包括对勘察过程或结果有实际参考价值的资料,如项目组织与人员名单、勘察日志、勘察船只与仪器设备、仪器校正与试验报告、底质采样或钻探记录、原位试验成果图表、室内试验成果图表、典型地球物理勘察记录、声速剖面测量记录、海洋开发活动观测记录等。

18 资料归档

18.1 归档范围

归档范围包括:

- a) 任务合同书及有关的技术要求、委托书等;
- b) 勘察计划、实施方案等;
- c) 各种载体的重要原始记录、原始资料、实验室分析测试报告、图纸等;
- d) 阶段性调查成果及其验收记录;
- e) 勘察报告最终原稿(电子文稿);
- f) 报告审核及评审记录、成果报奖记录、获奖记录、成果应用记录。

18.2 归档要求

归档应按下列要求:

- a) 应对勘察过程中形成的所有文字记录等材料进行整理立卷,并审核签字,经档案管理部门审查符合相关规定后归档;
- b) 归档文件应格式统一、字迹工整、图样清晰、装订牢固、签字手续完备;
- c) 归档资料应按保密规定划分密级,妥善保管。勘察实施过程中所形成的重要文件、材料、调查计划、原始记录、原始资料、资料汇编、图集图件、报告、规范性作业文件、追溯性记录等均应永久保管;
- d) 电子文件材料应注明技术环境条件,相关软件版本、数据类型格式、操作数据、检测数据及备份要求等。

附录 A
(资料性附录)

海底电缆管道路由预选报告编写大纲

- A. 1 概述
 - A. 1.1 任务由来与工程背景
 - A. 1.2 预选路由海区范围
 - A. 1.3 路由预选技术依据
 - A. 1.4 工作过程
- A. 2 登陆点地理位置及其周边环境
 - A. 2.1 登陆点地理位置
 - A. 2.2 登陆点周边环境
- A. 3 路由区工程地质条件
 - A. 3.1 区域地质背景
 - A. 3.2 海底地形与地貌特征
 - A. 3.3 海底底质及其工程特性
 - A. 3.4 海床冲淤活动性
- A. 4 路由区海洋水文气象要素
 - A. 4.1 气象
 - A. 4.2 海洋水文
- A. 5 路由区海底腐蚀性环境
- A. 6 路由区海洋开发活动
 - A. 6.1 海洋功能区划及规划
 - A. 6.2 渔业活动
 - A. 6.3 海上交通
 - A. 6.4 已建海底电缆管道工程
 - A. 6.5 海底矿产资源开发活动
 - A. 6.6 水利工程
 - A. 6.7 海洋自然保护区
 - A. 6.8 倾废区
 - A. 6.9 旅游区
 - A. 6.10 其他
- A. 7 预选路由条件评价及建议
 - A. 7.1 预选路由方案
 - A. 7.2 预选路由条件综合评价
 - A. 7.3 结论与建议

附录 B
(规范性附录)
土的统一分类与定名

B.1 一般规定

土的分类应根据下列指标确定：

- a) 土颗粒组成及其特征；
- b) 土的塑性指标：液限(ω_L)、塑限(ω_p)和塑性指数(I_p)；
- c) 土中有机质含量。

B.2 土的分类和定名

B.2.1 土按有机质含量可划分为无机土、有机质土、泥炭质土、泥炭。有机质含量小于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；有机质含量大于60%的土称为泥炭。

B.2.2 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。

B.2.2.1 粒径大于2 mm的颗粒质量超过总质量50%的土，应定名为碎石土，可按表 B.1 进一步分类。

表 B.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50%
角砾	棱角形为主	

B.2.2.2 粒径大于2 mm的颗粒质量不超过总质量的50%，且粒径大于0.075 mm的颗粒质量超过总质量50%的土，应定名为砂土，可按表 B.2 进一步分类。

表 B.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%~50%
粗砂	粒径大于0.5 mm的颗粒质量超过总质量50%
中砂	粒径大于0.25 mm的颗粒质量超过总质量50%
细砂	粒径大于0.075 mm的颗粒质量超过总质量85%
粉砂	粒径大于0.075 mm的颗粒质量超过总质量50%
定名时根据颗粒级配由大到小以最先符合者确定。	
当砂土中小于0.005 mm的土的塑性指数大于10时，应冠以含粘性土定语，如粘性土粗砂。	

B.2.2.3 粒径大于0.075 mm的颗粒质量不超过总质量的50%，且塑性指数不大于10的土，应定名为粉土，可按表 B.3 进一步分类。

表 B.3 粉土分类

土的名称	粒径/ mm	含量/ %	塑性指数 I_p
砂质粉土	>0.075	<50	$3 < I_p \leq 7$
	<0.005	<10	
粘质粉土	>0.075	<50	$7 < I_p \leq 10$
	<0.005	>10	

B.2.2.4 塑性指数大于 10 的土应定名为粘性土。

粘性土可根据塑性指数进一步划分为粉质粘土和粘土。塑性指数大于 10,且不大于 17 的土,应定名为粉质粘土;塑性指数大于 17 的土应定名为粘土。

B.3 根据海洋工程实际要求,土的分类也可按照 ASTM D2487—2006 或其他国际相关标准执行。

B.4 ASTM D2487—2006 土的分类

B.4.1 土按保留在 200 号美国筛(0.075 mm 孔径)上的颗粒含量是否大于 50%划分为粗粒土和细粒土两大类。粗粒土可根据通过 4 号美国筛(4.75 mm 孔径)的颗粒含量是否大于 50%划分为砾和砂两大类,再根据分选情况和土中细颗粒的含量进一步划分。细颗粒土可根据液限、塑性指数及有机质含量再进一步细分。

B.4.2 ASTM D2487—2006 土的分类与定名见表 B.4。

表 B.4 土的分类与定名

大 类		组别符号	代表性土名	粗粒土分类			
粗粒土(试样的一半以上大于 200 号筛)	砾石(粗粒部分的一半以上大于 4 号筛)	GW	级配良好的砾石或砾-砂混合物,细粒土很少或没有	1. 根据粒径曲线确定砂和砾的百分数。 2. 根据细粒土(小于 200 号筛粒级)的百分比,粗粒土可分类如下: 少于 5%-GW、GP、SW、SP; 大于 12%-GM、GC、SM、SC; 5%~12%-界限上下的土,需用双重符号。	$C_u \geq 4$; $1 \leq C_c \leq 3$	不均匀系数: $C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$	
		GP	级配不良的砾石或砾-砂混合物,细粒土很少或没有		对 GW 的所有级配要求均不符合	曲率系数: $C_c = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \times d_{60}}$	
		GM	粉土质砾石、砾-砂-粉土混合物		阿太堡 (Atterberg) 界限在 A 线以下或 $I_p < 4$	在 A 线以上,且 $4 < I_p < 7$ 的土需用双重符号表示	
	GC	粘土质砾石,砾-砂-粘土混合物	阿太堡界限在 A 线以上,且 $I_p > 7$				
	砂(粗粒部分的一半以上小于 4 号筛)	纯砂(细粒土很少或没有)	SW		级配良好的砂或砾砂,细粒土很少或没有	$C_u \geq 6, 1 \leq C_c \leq 3$	
			SP		级配不良的砂或砾砂,细粒土很少或没有	对 SW 的所有级配要求均不符合	
混细粒土的砂(细粒土相当多)		SM	$\frac{d}{u}$ 粉土质砂,砂-粉土混合物	阿太堡界限低于 A 线或 $I_p < 4$	在 A 线以上,且 $4 < I_p < 7$ 的土需用双重符号表示		
	SC	粉土质砂,砂-粘土混合物	阿太堡界限在 A 线以上,且 $I_p > 7$				

表 B.4 (续)

大 类		组别 符号	代表性土名	细粒土分类
细粒土(试样的 一半以上小于 200号筛)	(液限 < 50% 的)粉土和粘土	ML	无机质粉土和 极细砂, 岩粉, 粉土质或粘土 质细砂, 或有低 塑性的粘土质 粉土	<p style="text-align: center;">$I_p = 0.73(\omega_L - 20)$</p> <p style="text-align: center;">B</p> <p style="text-align: center;">A</p> <p style="text-align: center;">CH</p> <p style="text-align: center;">OH或MH</p> <p style="text-align: center;">CL</p> <p style="text-align: center;">OL或ML</p> <p style="text-align: center;">OL</p> <p style="text-align: center;">CL-ML</p> <p style="text-align: center;">液限(碟式仪) ω_L / %</p> <p style="text-align: center;">Casagrande 塑性图</p> <p>C为粘质土; M为粉质土; O为有机土; H表示高塑性; L表示低塑性; A线以上是无机质土区, 以下为粉质土区及有机 质土; B线右方为高塑性土, 左方为低塑性土; 200号筛孔径为 0.075 mm; 4号筛孔径为 4.75 mm。</p>
		CL	低~中塑性的 无机质粘土, 砾 质粘土, 砂质粘 土, 粉土质粘 土, 瘦粘土	
		OL	低塑性有机质 粉土和有机质 粉土质粘土	
	(液限 \geq 50% 的)粉土和粘土	MH	无机质粉土, 含 云母或硅藻土 的细砂质土或 粉土质土, 橡皮 粉土	
		CH	高塑性无机质 粘土, 肥粘土	
	高有机质土	OIH	中~高塑性的 有机质粘土, 有 机质粉土	
		Pt	泥炭和其他高 有机质土	

附 录 C
(资料性附录)
综合图样式

C.1 一般规定

C.1.1 综合图应为沿路由方向的由不同条带组成的转平图。

C.1.2 图件可采用自由分幅,以较少图幅覆盖整个测区为原则,相邻图幅之间和路由转向点两侧均应有3 cm的图幅重叠。

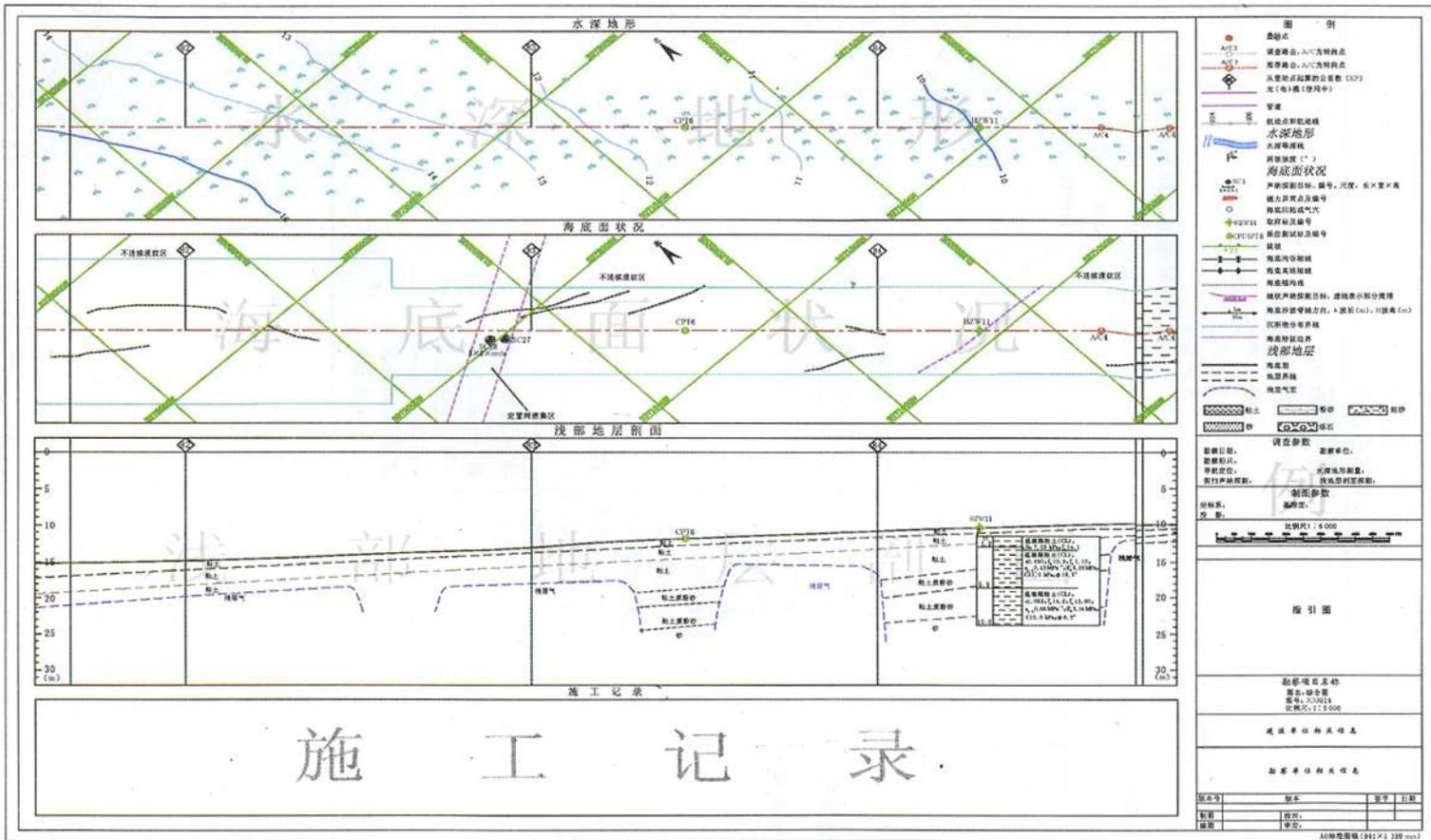
C.1.3 图幅尺寸采用标准A0、A1、A2图幅。

C.1.4 综合图应包括下列五个区块:

- a) 航迹、水深、地形等要素;
- b) 海底底质、地貌、障碍物等要素;
- c) 地层剖面、岩土特性等要素;
- d) 工程设计、施工等信息;
- e) 图内各要素符号、制图参数、指引图、工程名称、编制单位、版本号等信息。

C.2 综合图样式

综合图样式见图C.1。



施 工 记 录

图 C.1 综合图样式

参 考 文 献

- [1] GB/T 12763.8—2007 海洋调查规范 第8部分:海洋地质地球物理调查
 - [2] GB/T 17834—1999 海底地形图编绘规范
 - [3] GB 18306—2001 中国地震动参数区划图
 - [4] CECS 04:1988 静力触探技术标准
 - [5] JGJ 89—1992 原状土取样技术标准
 - [6] Q/HS 3011—2003 海上平台场址和海底管道路由工程地质勘察
 - [7] Q/HS 3012—2003 海上平台场址和海底管道路由工程物探勘察
 - [8] SL 237—1999 土工试验规程
 - [9] YD5018—2005 海底光缆数字传输系统工程设计规范
 - [10] BS 1377:1990 British Standard Methods of Test for Soils for Civil Engineering Purposes
 - [11] Norsok Standard G-001, Rev. 2, October 2004 Marine Soil Investigations
-