

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T ××××—××××

侧扫声呐测量技术规程

Code of practice for towed side scan sonar survey

(报批稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中华人民共和国自然资源部

发布

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 总则.....	2
4.1 调查比例尺与测网密度.....	2
4.2 时间基准.....	2
4.3 定位要求.....	2
5 技术设计.....	2
5.1 资料收集.....	2
5.2 设计书编写.....	2
5.3 测线布设.....	3
6 海上作业.....	3
6.1 准备工作.....	3
6.2 设备安装与试验.....	4
6.3 直拖式侧扫声呐测量.....	5
6.4 压载式侧扫声呐测量.....	7
6.5 班报记录.....	8
6.6 数据记录及备份.....	8
6.7 施工现场质量监控.....	9
6.8 野外测量报告.....	9
7 数据处理与解释.....	9
7.1 数据处理.....	9
7.2 资料解释.....	10
8 成果编制与资料提交.....	10
8.1 成果编制.....	10
8.2 资料提交.....	11
附录 A（资料性） 侧扫声呐测量比例尺与测网密度.....	12
附录 B（资料性） 侧扫声呐测量用表.....	13
参 考 文 献.....	19

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。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

本文件由全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会（SAC/TC 93）归口。

本文件起草单位：中国地质调查局广州海洋地质调查局、中国地质调查局发展研究中心。

本文件主要起草人：牟泽霖、温明明、冯强强、杜子图、郭军、万芑、李勇航、韦成府、李斌。

侧扫声呐测量技术规程

1 范围

本文件规定了拖曳式侧扫声呐测量的技术设计、海上作业、数据处理与解释、成果编制与资料汇交等方面的技术要求。

本文件适用于海洋、湖泊、河流等地质调查中的拖曳式侧扫声呐测量工作，其它拖曳式侧扫声呐测量工作可参考使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中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/T 18314 全球定位系统（GPS）测量规范
- DZ/T 0069 地球物理勘查图图式图例及用色标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

侧扫声呐 **side scan sonar**

利用回声测深原理探测海底地貌和水下物体的设备，又称旁侧声呐或海底地貌仪，其换能器可装在船壳内或拖曳体中。

3.2

拖曳式侧扫声呐 **towed side scan sonar**

通过拖缆拖曳和传输数据，进行测量的侧扫声呐。主要包括直拖式和压载式两种类型的侧扫声呐。

3.3

直拖式侧扫声呐 **directly towed side scan sonar**

直接拖曳声呐水下拖体，进行测量的侧扫声呐。

3.4

压载式侧扫声呐 **side scan sonar with depressor**

水下单元由声呐拖体和压载装置两部分组成的拖曳式侧扫声呐。该类型的声呐拖体通常为正浮力设计，通过一条脐带缆与压载装置连接，压载装置通过数据拖缆与甲板单元连接。

4 总则

4.1 调查比例尺与测网密度

调查比例尺与测网密度参见附录A。

4.2 时间基准

时间基准采用格林尼治时间（GMT）或当地时间。

4.3 定位要求

4.3.1 基本要求

侧扫声呐测量的定位要求应按照 GB/T 18314 的有关规定执行，同时应满足以下要求：

- a) 根据调查区位置、项目定位精度要求选择适宜的定位系统，确保定位信号和误差校正信号覆盖整个作业区域；
- b) 定位系统的静态定位精度应优于 2 m；
- c) 定位系统接收机的数据更新率不低于 1 Hz；
- d) 出航前对定位信号接收机应进行至少 25 h 的稳定性试验，试验结果应符合 4.3.1b) 的要求；
- e) 坐标系采用 2000 国家大地坐标系统（CGCS2000）。

4.3.2 水下拖体定位要求

4.3.2.1 当调查区水深 < 100 m 时，采用缆长计数装置记录拖缆的长度，拖体定位的准确度应优于拖缆长度的 10 %。

4.3.2.2 当水深 ≥ 100 m、< 1000 m 时，使用水下定位系统时，要求如下：

- a) 使用符合工作水深要求的定位信标；
- b) 定位精度应优于定位信标至调查船距离的 0.5 %；
- c) 准确测量水下定位系统换能器相对于水面导航定位参考点的三维偏移距；
- d) 提供系统安装和校正报告；

4.3.2.3 当水深 ≥ 1000 m 时，应采用压载式侧扫声呐，宜配备水下惯性导航系统。

5 技术设计

5.1 资料收集

设计书编写前应全面收集和分析调查区资料。收集和分析的资料应包括：

- a) 调查区的最新海图；
- b) 调查区的水下障碍物情况，如输油管线、通信光缆、水下构筑物等资料；
- c) 调查区的实测水深地形图；
- d) 调查区的海底底质资料；
- e) 若调查区为陌生海区，一般应首先进行水深测量。

5.2 设计书编写

5.2.1 项目设计书编写

项目设计书编写应依据任务进行，由委托方审批后实施。如果设计发生变更，需要履行报批手续。主要内容包括：

- a) 调查项目（课题）任务、目的与要求；
- b) 调查海域以往工作程度（概况、成果、存在问题），调查区及邻区地质、地球物理基本特征等；
- c) 调查比例尺、测网布设、调查工作量；
- d) 海上作业方法及其质量要求；
- e) 海上作业（含海上试验）、资料处理、解释等进度计划；
- f) 预期成果；
- g) 人员组成、职责，分工与协作；
- h) 经费预算；
- i) 管理及安全保障。

5.2.2 施工设计书编写

施工设计书编写应依据项目设计进行，由承担单位组织专家审查后实施。如果设计发生变更，需要履行报批手续。施工设计书主要内容包括：

- a) 任务与目的；
- b) 调查区概况（自然地理、水文气象、地形地貌等）；
- c) 调查比例尺，设计工作量、测线部署（含图表）；
- d) 调查船、调查设备以及其具体的技术指标；
- e) 技术要求和工作方法；
- f) 作业参数试验；
- g) 施工部署；
- h) 人员配置及责任分工；
- i) 质量控制措施；
- j) 资料验收要求及上交资料名目；
- k) 附件：调查区施工安全评估报告（应包含调查区施工危险源评估及其对策的内容）。

5.3 测线布设

测线布设应按照以下规定执行：

- a) 应根据最新版本的海图或实地踏勘情况，避开岛礁、渔业养殖区等障碍物；
- b) 参见附录 A 的要求布设测线，联络测线与主测线垂直相交；
- c) 主测线的方向应充分考虑调查区内盛行的海流方向，尤其是在强海流海域，测线方向应尽量与水流方向平行；
- d) 测线编号应体现项目名称，并具有唯一性和可延续性；
- e) 全覆盖测量时，应确保相邻主测线之间的图像重叠率 $\geq 50\%$ ；
- f) 调查区全覆盖测量时，在施工单位发生变动、使用了不同型号的设备、测量间隔时间超过一年等情况下，均应布设重叠检查区，并在重叠检查区内至少重复测量 1 条测线；
- g) 必要时，应对海底目标特征物或目标区布设加密测线，同时采用更小的量程对其进行重复测量。

6 海上作业

6.1 准备工作

6.1.1 设备选择

根据设计书中规定的工作频率、量程、水平波束角、测量分辨率等指标值，结合调查区水深，选择符合要求的侧扫声呐设备，要求如下：

DZ/T ××××-××××

- a) 声呐换能器的最大耐压水深值应大于调查区的最大水深值的1.2倍;
- b) 声呐换能器水平波束角 $\leq 2^\circ$;
- c) 针对海底特征物的最高分辨率优于1 m;
- d) 量程分级可调,且满足工作频率 ≤ 100 kHz时,最大量程 ≥ 400 m或工作频率 ≥ 400 kHz时,最大量程 ≥ 75 m;
- e) 调查区水深 ≥ 1000 m时,应使用压载式侧扫声呐系统;
- f) 远海作业时,应准备足够的备品和备件,其中关键的备品和备件如下:
 - 1) 拖缆缆端承重装置及制作工具;
 - 2) 适用作业工区水深的水密接插件,拖曳缆使用光电复合缆时,应准备相应的光纤水密缆件;
 - 3) 适用作业工区水深的固化密封材料及模具等。

6.1.2 辅助设施的配备

根据6.1.1选择的设备,对配备的辅助设施规定如下:

- a) 调查船舶须配备符合所使用侧扫声呐设备要求的绞车,以及配套的供电、通讯电缆、起吊装置、缆长计数器等,如使用拖缆的长度不超过100 m,可不使用绞车;
- b) 使用直拖式侧扫声呐时,配备的拖缆总长度应大于调查区最大水深的4倍,一般建议配备的拖缆总长度为调查区最大水深的5倍及以上;
- c) 使用压载式侧扫声呐时,配备的拖缆总长度应大于调查区最大水深的2倍,一般建议配备的拖缆总长度为调查区最大水深的3倍及以上;
- d) 近岸浅水作业时,要求在船尾船舷侧方配置临时拓展支架,用于安装拖缆悬吊点,以减少或避免船舶尾流的影响。

6.1.3 人员配备

海上作业人员配备的基本要求如下。

- a) 仪器操作组:每个班次至少配备侧扫声呐甲板单元操控人员和导航定位操控人员各1名。
- b) 绞车操作组:
 - 1) 每个班次至少配备绞车操控人员1名;
 - 2) 若使用起吊装置,每个班次还需配备起吊装置操控人员1名。
- c) 后甲板操作组:
 - 1) 使用直拖式侧扫声呐时,每个班次至少配备声呐拖体收发人员2名;
 - 2) 使用压载式侧扫声呐时,每个班次至少配备脐带缆收发人员1名、脱钩操作人员1名、拖体止荡人员2名、现场指挥1名。
- d) 质量监控组:每个航次至少配备质量监控人员1名,负责作业过程及数据质量的监督和控制。
- e) 上述人员上岗前应进行充分培训,培训内容包括:工作原理、操作方法、工作职责、班报记录、质量监控、注意事项、安全及紧急情况处理等。

6.2 设备安装与试验

6.2.1 设备安装

设备安装的基本要求如下:

- a) 侧扫声呐的甲板单元应固定安装在仪器房内,仪器房温度范围一般要求为 $20^\circ\text{C}\sim 30^\circ\text{C}$,相对湿度范围一般要求为 $10\%\sim 90\%$;
- b) 拖缆绞车在安装前,应充分考虑其重量、几何尺寸等,要求安装后不影响调查船舶的安全航行;
- c) 布设甲板电缆时应避开其它有源线缆,如无法避开,甲板电缆应与其它有源线缆方向垂直;

- d) 侧扫声呐系统的地线应与船舶地线牢固连接。

6.2.2 码头测试

6.2.2.1 绞车系统测试

绞车系统测试要求如下：

- a) 新制作的承重缆端拉力测试：直拖式侧扫声呐拖体连接缆端耐拉力一般测试至 10 kN，压载式侧扫声呐拖体连接缆端耐拉力一般测试至 30 kN，持续耐拉时间应不少于 0.5 h，要求测试后的承重缆端无损伤、无变形；
- b) 缆长计数器测试：通过测量收放拖缆的长度，测试缆长计数器的准确度，要求缆长计数器误差范围为分米级；
- c) 拖曳缆使用光电复合缆时，需要对光电复合缆的光纤衰减性能进行测试，要求其满足通信功能的正常使用。

6.2.2.2 电源测试

电源测试要求如下：

- a) 输入电源：侧扫声呐系统通电前，应对其输入电源进行测试，要求输入电源的规格与系统要求的一致；
- b) 输出电源：侧扫声呐拖体通电前，应对侧扫声呐系统的输出电源进行测试，要求输出电源的规格与拖体要求的一致。

6.2.2.3 联机测试

联机测试要求如下：

- a) 将导航定位数据输入侧扫声呐甲板单元，要求导航定位数据显示、记录均准确无误；
- b) 通过绞车系统将声呐拖体与侧扫声呐甲板单元连接，要求信号通道、信号控制、数据传输、数据显示、数据存储等功能或模块工作状态正常；
- c) 压载式侧扫声呐参见附录 B (B. 2、B. 3、B. 4、B. 5、B. 6) 中规定的内容执行，并完成记录。

6.2.2.4 通讯设备测试

对驾驶台、仪器房、绞车操作间、后甲板等作业人员使用的通讯设备进行测试，要求通讯设备工作状态完好，各方之间的指令传达顺畅。

6.2.3 海上试验

正式作业前，在调查区应完成以下工作：

- a) 水下拖体的布放和回收演练，明确各操作人员的岗位、职责及相互间的通讯指令等；
- b) 压载式侧扫声呐参见附录 B (表 B. 2、表 B. 3、表 B. 4、表 B. 5、表 B. 6) 中规定的内容执行，并完成记录；
- c) 调整量程、增益、拖体离海底高度、船舶速度等作业参数，对比采集的资料，优选作业参数组合；
- d) 对试验数据进行现场分析，要求其信噪比、分辨率等与施工设计的规定相符合。

6.3 直拖式侧扫声呐测量

6.3.1 施工要求

直拖式侧扫声呐测量海上施工时，应满足以下要求：

- a) 船舶航行：航行方向与测线方向一致，航速不超过 6 kn；
- b) 量程选择：目标区全覆盖测量时，相邻测线间声呐图像重叠率 $\geq 50\%$ ；
- c) 拖体定位：按照 4.3.2 的规定执行；

DZ/T ××××-××××

- d) 拖体距离海底的高度：控制在用量程的 10 %~20 %，海底地形复杂的海域可适当调整量程，但全覆盖测量时，调整后应确保相邻测线间的声呐图像重叠率 $\geq 50\%$ ；
- e) 偏航距：目标区全覆盖测量时，以确保相邻测线声呐图像重叠率 $\geq 50\%$ ，否则应加密测线；非全覆盖测量时，偏航距不超过测线间距的 10 %；
- f) 漏测长度：连续漏测长度不超过制图图上 1 mm，每条测线累计漏测长度不超过该测线长度的 5 %；
- g) 偏航修正：每分钟最大修正航向夹角 $< 10^\circ$ ，特殊情况（例如避障碍物）除外。

6.3.2 施工流程

6.3.2.1 拖体入水前

拖体入水前工作流程如下：

- a) 安装水下定位信标（如有需要）；
- b) 连接承重缆端；
- c) 连接水密接插线缆。

6.3.2.2 拖体入水

拖体入水施工流程如下：

- a) 根据绞车放缆速度、放缆长度、船舶速度、测线端点坐标测算出放缆点的位置；
- b) 船舶航行至放缆点，保持船舶航向与测线方向一致，控制船速，要求不超过 3 kn，匀速直线航行；
- c) 控制拖缆绞车将拖体缓慢放至水面后，停止放缆；
- d) 缆长计数器置零，声呐量程设置为最大值，打开声呐发射和接收，同时将拖体放至水面以下；
- e) 船舶速度调整至 6.2.3 c) 中优选后的船舶速度，沿测线方向，保持匀速直线航行；
- f) 拖缆绞车逐级加速放缆，当声呐图像中的海底跟踪线出现后，在其可见的前提下，逐步调整量程至 6.2.3 c) 中优选后的量程值；
- g) 当拖体距离海底的高度达到选用量程的 20 %时，逐级降低放缆速度，直至拖体距离海底的高度范围稳定在使用量程的 10 %~20 %，停止放缆，准备上线。

6.3.2.3 在线操作

在线操作流程如下：

- a) 在拖体到达测线首端前，开始数据记录；
- b) 当拖体距离海底的高度范围超出 6.3.1 d) 规定时，应及时收放拖缆，使其符合 6.3.1 d) 的规定；
- c) 班报记录参见附录 B (B.1) 执行。

6.3.2.4 下线操作

下线操作流程如下：

- a) 在声呐拖体驶离测线末端后，结束数据记录；
- b) 船舶保持航向和航速，逐级加速回收拖缆；
- c) 当拖缆回收至长度小于水深时，停止收缆；
- d) 班报记录参见附录 B (B.1) 执行。

6.3.2.5 转线操作

转线操作流程如下：

- a) 船舶转弯时，转弯半径应大于拖缆长度的两倍；
- b) 船舶转弯过程中，应密切观察悬吊滑轮的状态，若滑轮偏角过大，应及时通知船舶驾驶人员调整船舶航向，使滑轮状态趋于正常；
- c) 执行 6.3.2.2 a) ；
- d) 执行 6.3.2 e) 、 f) 、 g) 。

6.3.2.6 拖体回收

拖体回收流程如下：

- a) 船舶保持航向和航速，拖缆回收至长度小于水深时，船速降至 3 kn；
- b) 拖缆回收至长度小于 100 m 时，操控绞车逐级降低收缆速度；
- c) 声呐拖体出水前，关闭声呐发射，以最低的回收速度将声呐拖体回收至甲板；
- d) 检查拖体、承重缆端、水密缆件、尾翼等，若存在物理损伤，应及时修复并记录；
- e) 拖体冲洗、拆卸和装箱。

6.3.2.7 拖缆保养

海上施工结束或阶段性工作完成后，对下水的铠装拖缆完成冲淡水、上油脂等保养工作。

6.4 压载式侧扫声呐测量

6.4.1 施工要求

压载式侧扫声呐测量海上施工时，应满足以下要求：

- a) 船舶航行：航行方向与测线方向一致，航速一般不超过 4 kn；
- b) 量程选择：按照 6.3.1 b) 的规定执行；
- c) 拖体定位：按照 4.3.2 的规定执行；
- d) 声呐拖体距离海底的高度控制在 100 ± 20 m，海底地形复杂的海域可适当调整，但全覆盖测量时，调整后应确保相邻测线间的声呐图像重叠率 $\geq 50\%$ ；
- e) 偏航距：按照 6.3.1 e) 的规定执行；
- f) 漏测长度：按照 6.3.1 f) 的规定执行；
- g) 偏航修正：按照 6.3.1 g) 的规定执行。

6.4.2 施工流程

6.4.2.1 声呐拖体入水前

施工流程如下：

- a) 拖曳承重缆端与压载器连接；
- b) 压载器与声呐拖体连接，二者之间的脐带缆须在甲板上呈‘8’字型排放；
- c) 参见附录 B（表 B.2）检查声呐拖体及配件外观，并记录，通过检查后，执行下一步；
- d) 参见附录 B（表 B.3）检查传感器和硬件接口，并记录，通过检查后，执行下一步；
- e) 参见附录 B（表 B.4）对设备进行甲板测试，并记录，通过测试后，执行下一步；
- f) 6.4.2.1 c）、d）、e）中，若存在未通过检查项或测试项，应在查明原因和采取措施后，再次检查或测试，直至通过。

6.4.2.2 声呐拖体入水

施工流程如下：

- a) 根据绞车速度、船舶速度、水深测算拖体入水位置；
- b) 船舶航行至放缆点附近，调整船艏向至顶风顶浪方向，船速控制在 1 kn~2 kn；
- c) 按照先拖体后压载器的顺序布放设备，待压载器入水后，拖缆长度计数器置零；
- d) 压载器入水后，一般按不超过 20 m/min 的速度施放拖缆，拖缆长度放至 200 m 后，暂停放缆，进行水下测试，；如果测试未通过，则按照 6.4.2.6) 依次回收压载器和声呐拖体；
- e) 测试通过后，船舶加速至 3 kn，匀速航行，调整船舶航向与测线方向一致，控制绞车放缆，放缆速度一般不超过 40 m/min；
- f) 船舶速度调整至 6.2.3 b) 中优选后的船舶速度，沿测线方向，保持匀速直线航行；

DZ/T ××××-××××

- g) 当声呐图像中的海底跟踪线出现后，在其可见的前提下，逐步调整量程至 6.2.3 b) 中优选后的量程值；
- h) 当声呐拖体距离海底的高度达到 200 m 时，逐级降低放缆速度，直至拖体距离海底的高度范围稳定在 100 m 左右的范围时，停止放缆，准备上线。

6.4.2.3 在线操作

操作流程如下：

- a) 在声呐拖体到达测线首端前，开始数据记录；
- b) 当声呐拖体距离海底的高度明显偏离 100 m 时，应及时收放拖缆，控制拖体距离海底的高度在 100 m 左右。

6.4.2.4 下线操作

操作流程如下：

- a) 在声呐拖体驶离测线末端后，操控侧扫声呐甲板单元结束数据记录；
- b) 船舶保持航向和航速，操控绞车回收拖缆，控制初始收缆速度为 20 m/min，当声呐拖体离底高度超过 200 m 时，收缆速度可增加至 40 m/min；
- c) 当拖缆回收至长度小于水深时，停止收缆，船舶可加速至 4 kn，进行转线。

6.4.2.5 转线操作

操作流程如下：

- a) 船舶转弯时，转弯半径应大于拖缆长度的两倍，作业顺序相邻的两条测线间距宜大于两倍水深；
- b) 船舶转弯过程中，应密切悬吊滑轮的状态，若滑轮偏角过大，应及时通知船舶驾驶人员调整船舶航向，使滑轮状态趋于正常；
- c) 执行 6.4.2.2 a) ；
- d) 执行 6.4.2.2 e) 、 f) 、 g) 、 h) 。

6.4.2.6 声呐拖体回收

操作流程如下：

- a) 船舶保持航向和航速，拖缆回收至长度小于水深时，调整船舶艏向顶风顶浪，船速控制在最低速度；
- b) 拖缆回收至长度小于 100 m 时，绞车收缆速度控制在 20 m/min，关闭声呐发射，关闭拖体供电电源；
- c) 依次回收压载器和声呐拖体，在回收过程中，脐带缆应呈“8”字型排放，防止下次布放时打结和缠绕；
- d) 参见附录 B (B.6) 进行回收后检查，并记录。

6.2.4.7 拖缆保养

海上施工结束或阶段性工作完成后，对下水的铠装拖缆完成冲淡水、上油脂等保养工作。

6.5 班报记录

班报记录应准确、完整地记录施工过程，要求如下：

- a) 测线开始、结束时各记录一次班报，测线作业过程中无异常情况出现时，班报记录的最大间隔时间为 1 h；
- b) 作业参数设置及更改、拖缆长度变化、调查船舶偏航、仪器故障、外界干扰、海底特征物等情况，应在班报中详细记录；
- c) 班报填写后，应执行操作员、专业负责、技术负责三级质量检查，并签名确认；
- d) 班报格式参见附录 B (表 B.1) 。

6.6 数据记录及备份

要求如下：

- a) 数据记录格式：XTF 格式或可转换为 XTF 格式；
- b) 专业负责人每天进行数据备份并检查数据记录是否完整，发现数据丢失或不完整时应立即上报，备份的测线数据文件名应与原始测线保持一致；
- c) 专业负责人每天检查一次测量数据质量，确保对原始数据质量进行百分之百检查；
- d) 外部存储介质的备份（如光盘、硬盘等），应统一标签，标明项目名称、内容、编号、编制人、日期等。

6.7 施工现场质量监控

施工现场质量控制包括如下内容：

- a) 导航定位数据：差分信号稳定；若使用水下定位时，水下信标跟踪稳定。
- b) 声呐拖体的姿态数据。
- c) 声呐拖体距离海底的高度。
- d) 声呐拖体的偏航距。
- e) 声呐图像噪声情况。
- f) 测线漏测情况统计。
- g) 检查测量数据的完整性。
- h) 补测或重测情况：连续漏测长度超过制图图件上 1 mm，对漏测部分进行补测；累计漏测长度超过该测线长度的 5%，该测线需重新测量；全覆盖测量时，应对所有漏测进行补测。

6.8 野外测量报告

野外测量报告应真实地反映野外工作的过程和方法、完成的工作量、获得的资料质量等情况，内容包括：

- a) 任务来源；
- b) 调查区概况；
- c) 测区范围与调查比例尺；
- d) 测线布设与实际工作量；
- e) 调查仪器设备的主要技术参数及调查船的情况；
- f) 仪器设备试验情况；
- g) 工作方法和野外施工；
- h) 原始资料质量评价；
- i) 初步成果或认识；
- j) 结论和建议；
- k) 相关附件（如定位系统接收机的稳定性试验报告、资料质量自检表、仪器设备相对位置图、测区施工航迹图等）。

7 数据处理与解释

7.1 数据处理

7.1.1 数据格式转换

声呐测量原始数据一般情况下为XTF格式，若原始数据为其它格式，应转换为XTF格式。

7.1.2 导航数据处理

应对导航数据进行平滑处理，剔除数据跳变点，将处理后的导航数据重新写入声呐数据文件中。

7.1.3 海底线跟踪

应根据声呐数据的实际情况准确提取海底线，对于不能自动提取或自动提取效果不佳的数据，应手动提取海底线。

7.1.4 斜距改正

根据提取的海底线，剔除声呐图像中的水柱，合并声呐左右通道图像，同时消除图像的横向几何畸变。

7.1.5 速度校正

应对拖体的速度进行校正，消除或削弱由非匀速运动引起的声呐图像纵向几何畸变。

7.1.6 灰度均衡化

一般采用时变增益（Time-Varying Gain）对声呐图像两侧边缘的弱反射信号进行补偿，使得声呐图像尽量均衡化。

7.1.7 地理编码

根据拖鱼体的定位坐标信息，计算声呐回波的地理坐标。若未使用水下定位系统，则首先应根据拖缆长度、水深、拖体离底高度、定位系统天线与放缆点的相对位置、船舶定位信息等，计算出声呐拖体的位置坐标。

7.1.8 声呐图像镶嵌

经上述处理后，应生成地理坐标框架下的侧扫声呐图像：

- a) 对于全覆盖测量作业，生成整个测区的镶嵌声呐图像；
- b) 对于非全覆盖测量作业，可生成单个条带的镶嵌声呐图像；
- c) 在镶嵌过程中，可根据野外采集参数及所使用声呐性能设置生成声呐图像的分辨率；
- d) 声呐图像的输出格式根据需要设定，一般应为 Geo TIFF、Google Earth Image（KML）、BMP、PNG、TIF 等标准图像格式。

7.2 资料解释

7.2.1 定性解释

应判读海底地形起伏程度、延伸方向、区域或范围，并结合底质样品分析资料，判定底质类型、变化和分布区域等。

7.2.2 定量解释

应量算目标特征体的几何尺寸，结合其它资料，判读确定的目标位置、性质、形状等。

8 成果编制与资料提交

8.1 成果编制

8.1.1 测量成果报告

测量成果报告内容应包括：

- a) 前言：任务目的、任务完成概况；
- b) 工区概况：工区范围、自然地理概况、地质概况、以往工作程度（含调查比例尺、调查精度）、设计工作量、施工设计图；
- c) 野外测量：调查仪器设备与技术参数、工作方法、野外施工、原始资料质量评价等；
- d) 数据处理与解释：处理方法、处理参数、地质特征判读等；
- e) 成果图件编制；
- f) 结论与建议；
- g) 参考文献。

8.1.2 成果图件要求

成果图件要求如下：

- a) 成果图件比例尺应与调查比例尺及技术设计规定比例尺相同；
- b) 图示图例按照 DZ/T 0069 执行；
- c) 图件格式应为通用格式。

8.2 资料提交

按照资料管理部门的规定提交项目资料，内容应包括：

- a) 项目任务书（或合同书）；
- b) 技术设计（项目、施工设计）及其审批意见；
- c) 测量记录班报；
- d) 测量原始数据；
- e) 野外测量报告；
- f) 处理后的数据；
- g) 测量成果图件；
- h) 测量成果报告；
- i) 成果评审、验收意见书等。

附录 A

(资料性)

侧扫声呐测量比例尺与测网密度

侧扫声呐测量比例尺一般包括：1：250 000，1：100 000，1：50 000，1：10 000，1：5 000，根据海洋地质调查任务选择适合的比例尺和测网密度，见表1。

表 A 侧扫声呐测量比例尺与测网密度

调查比例尺	主测线间距 m	联络测线间距 m	备注
1：250 000	≤5 000	≤10 000	如果项目要求实现调查区全覆盖测量，则要求完成不少于1条联络测线，联络测线一般与主测线垂直，且与所有主测线相交。
1：100 000	≤2 000	≤4 000	
1：50 000	≤1 000	≤2 000	
1：10 000	≤500	≤1 000	
1：5 000	≤100	≤500	

表B.4 压载式侧扫声呐甲板测试记录表

项目：

海区：

时间： 年 月 日

测试部件或模块	测试项目	测试结果
1.承重端拉力测试		
2.声呐拖体		
侧扫声呐模块	量程控制测试	
	增益控制测试	
	功率控制测试	
惯性导航单元（如有）	检查和数据采集计算机之间的通讯及软件控制	
水下定位应答器	确认应答器可以被激发	
无线电信标	检查接收机能否接收无线电信号	
频闪灯	检查频闪灯是否正常工作	
声学释放器	检查声学释放器是否工作	
3. 高度计	检查和数据采集计算机之间的通讯	

记录人（签字）：

检查人（签字）：

审核人（签字）：

参 考 文 献

- [1]GB/T 12763.1—2007 海洋调查规范 第1部分：总则
- [2]GB/T 12763.10—2007 海洋调查规范第10部分：海底地形地貌调查
- [3]GB/T 12763.11—2007 海洋调查规范第11部分：海洋工程地质调查
- [4]GB/T 17501—2012 海洋工程地形测量规范
- [5]GB/T 17502—2009 海底电缆管道路由勘察规范
- [6]GB/T 17503—2009 海上平台场址工程地质勘察规范
- [7]DZ/T0 256—2014 海洋区域地质调查规范（1：250 000）
- [8]DD2012—06 海岸带（海区）环境地质调查规范（1：100 000）
- [9]DD2012—04 海岸带（海区）环境地质调查规范（1：250 000）
- [10]DD2012—07 海洋区域地质调查规范（1：50 000）
- [11]魏建江，2003.侧扫声呐和海底浅地层剖面声呐教程[M]. 北京：中科院声学研究所.
- [12]许枫，魏建江,2000.侧扫声呐系列讲座[J]. 海洋测绘，(1)：52~59.
- [13]Blondel F, 2009. The Handbook of Side Scan Sonar[M]. Praxis Publishing Ltd,Chichester UK..
- [14]Roy E H, 2011. Introduction to Synthetic Aperture Sonar Systems[M]. Prof. Nikolai Kolev (Ed.),ISBN: 978-953-307-345-3.
- [15]Blondel P, Murton B J, 1997. Handbook of seafloor sonar imagery[M]. Chichester (Wiley).
- [16]Lurton X, 2002. An introduction to underwater acoustics. Principles and applications. London (Springer).
- [17]Mazel C, 1985. Side scan sonar record interpretation. Salem (Klein Associates Inc.).
- [18]Klein Associate, Inc. System 2000 Digital Side Scan Sonar Manual.
-