



我国近海海洋综合
调查与评价**专项**

WOGUO JINHAI HAIYANG
ZONGHE DIAOCHA YU
PINGJIA ZHUANXIANG

地球物理调查 技术规程

国家海洋局908专项办公室 编



海洋出版社

我国近海海洋综合调查与评价专项

地球物理调查技术规程

国家海洋局 908 专项办公室 编

海洋出版社

2005 年·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

地球物理调查技术规程/国家海洋局 908 专项办公室编.

—北京: 海洋出版社, 2006. 3

(我国近海海洋综合调查与评价专项)

ISBN 7-5027-6486-0

I. 海… II. 国… III. 近海—海洋地球物理学—海洋调查—规程—中国 IV. P738—65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 124062 号

责任编辑: 万小冬

责任印制: 刘志恒

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

(100081 北京市海淀区大慧寺路 8 号)

北京华正印刷厂印刷 新华书店发行所经销

2006 年 3 月第 1 版 2006 年 3 月北京第 1 次印刷

开本: 889 mm × 1194 mm 1/16 印张: 2.25

字数: 58 千字 印数: 1 ~ 1000 册

定价: 15.00 元

海洋版图书印、装错误可随时退换

《地球物理调查技术规程》编写组

编写组负责人：高金耀

编写组成员：（按姓氏笔画顺序排序）

叶 芳 刘保华 刘晨光 张 涛 陈 坚

林长松 郑彦鹏 陶春辉 谭勇华 黎明碧

前 言

“我国近海海洋综合调查与评价”专项（以下简称“908 专项”）是国家批准的重大海洋专项。开展近海海洋综合调查与评价工作，是我国“实施海洋开发”战略的基础性工作。海洋中蕴藏着丰富的资源，发生着错综复杂的自然现象，这些自然现象又对近海区域如海岸带、海岛等的变迁、气候、生态生物、社会人文、经济发展乃至军事设施产生着巨大的影响。只有准确、可靠、系统地获取海洋调查数据，才能把浩瀚、奥秘的海洋和对近海区域的影响“数字化”和“透明化”，从而对海洋环境做出科学、合理、准确的评价，为海洋经济发展、海洋开发利用、海洋减灾防灾、海洋环境保护、海洋权益维护和海洋可持续发展提供科学的数据和信息依据。因此，国家批准国家海洋局组织实施“908 专项”，具有十分重要的现实意义和深远的历史意义。

为了实施我国近海海洋综合调查与评价专项中地球物理调查项目的需要和保证地球物理调查的成果质量，根据我国相关最新规范，吸收国外先进经验，结合“908 专项”总体实施方案要求，特制定《地球物理调查技术规程》。

本技术规程对近海重力、地磁、单道地震和浅地层剖面的调查范围、调查方法、技术指标、资料处理和图件绘制的有关要求作出了相应的规定。其目的旨在通过获取的地球物理场、基底结构、主要断裂和区域沉积分布的数据资料，研究我国近海地质构造环境特点、资源分布和地质灾害状况，为海洋资源合理开发利用、海洋综合管理、国防建设提供科学依据，也为推动沿海经济持续发展和维护良好的海洋生态环境提供科学依据。同时也适用于本专项综合评价项目中地球物理数据资料的应用研究，并服务于专项“数字海洋”信息基础框架的构建。

《我国近海海洋综合调查与评价专项》共有 18 部调查技术规程，本技术规程是第 8 部。

本技术规程与《总则》和相关的专项技术规程配套使用。

目 次

1	范围	(1)
2	引用文件	(1)
3	调查范围	(1)
4	调查内容	(1)
4.1	现场调查内容	(1)
4.2	调查成果内容	(1)
5	调查仪器设备与方式方法	(2)
5.1	调查仪器设备	(2)
5.2	测量准确度	(4)
5.3	测线布设	(4)
5.4	重力基点布设	(5)
5.5	地磁日变站架设与观测	(5)
5.6	海上测量工作	(5)
5.7	海上值班记录	(7)
6	资料汇编	(7)
6.1	重、磁资料整理	(7)
6.2	单道地震和浅地层剖面资料整理	(11)
6.3	单道地震和浅地层剖面解释	(11)
7	成果图件	(12)
7.1	成果图件内容	(12)
7.2	测线航迹图的编绘	(13)
7.3	平面等值线图类的编绘	(13)
7.4	平面等厚图类的编绘	(13)
7.5	典型剖面综合解释图的编绘	(13)
7.6	基岩平面等深图的编绘	(13)
7.7	其他一般要求	(14)
7.8	成果图件格式要求	(14)

8	调查研究报告	(14)
9	资料整编与汇交	(15)
9.1	原始资料整理	(15)
9.2	成果资料整编	(15)
9.3	资料汇交	(16)
10	资料与成果归档	(17)
	附录	(18)
	附录 A 重力基点对比表	(18)
	附录 B 海洋重力测量班报表	(19)
	附录 C 海洋磁力测量班报表	(20)
	附录 D 单道地震勘测值班日志	(21)
	附录 E 浅地层剖面测量班报表	(22)
	附录 F 纸质资料封面格式	(23)
	附录 G 电子载体标识格式	(24)
	附录 H 地球物理资料格式	(25)
	附录 I 元数据记录格式	(28)

1 范围

本技术规程规定了“我国近海海洋综合调查与评价专项”海洋地球物理调查的原则、要求和实施方法。内容包括海洋重力、地磁、单道地震和浅地层剖面调查的测线布设、定位、辅助测量、仪器调试安装、海上测量和准确度等方面的要求；从数据资料的记录、保管、整理到图件编绘和报告编写均作了相应规定。本技术规程适用于“我国近海海洋综合调查与评价专项”中的海洋重力、地磁、单道地震和浅地层剖面调查。

2 引用文件

GB/T 12763 · 8 - 2004 《海洋调查规范》第 8 部分 《海洋地质地球物理调查》

3 调查范围

调查范围涵盖我国内水、领海和领海以外部分海域，其中重力、地磁和单道地震调查范围为水深大于 15 m 的基础调查和重点海域调查区，浅地层剖面调查以重点海域调查为主。

4 调查内容

4.1 现场调查内容

- a) 重力调查：海上走航相对重力测量和水深测量；
- b) 地磁调查：海上走航地磁总场测量；
- c) 单道地震调查：海上走航单道地震反射声波的走时、相位和振幅记录；
- d) 浅地层剖面调查：海上走航浅地层反射脉冲的走时、强度记录。

以上每项调查内容除了增加记录各自相对的固定参数外，同时还记录数据采集的时间、经纬度、航向航速、仪器状态和信号质量参数等。

4.2 调查成果内容

- a) 海上调查资料主要包括原始数据、模拟打印、现场班报记录和航次报告等；
- b) 通过对原始调查数据或图谱的处理解释，提供以下调查研究成果：
 - ①空间重力异常；
 - ②布格重力异常；
 - ③地磁 ΔT 异常；
 - ④单道地震剖面；
 - ⑤浅地层剖面；
 - ⑥综合解释典型剖面；
 - ⑦典型地层厚度。

5 调查仪器设备与方式方法

5.1 调查仪器设备

用于近海地球物理调查的仪器设备主要有海洋重力仪、海洋磁力仪或磁力梯度仪、浅地层剖面仪和单道地震仪,并辅以 DGPS、多波束或单波束测深仪。所有使用的仪器与设备必须通过国家计量认证,并在标定的有效期内。有关 DGPS、多波束或单波束测深仪的技术要求参照“908 专项”技术规程的《地形地貌调查技术规程》(第六技术规程)。

5.1.1 海洋重力仪

5.1.1.1 技术指标

- a) 静态性能指标:分辨率优于 $0.05 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$,可重复性优于 $0.1 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$;
- b) 动态性能指标:可重复性优于 $0.25 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$;
- c) 测程范围:达到 $12\,000 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$;
- d) 仪器零点漂移:月漂移不超过 $\pm 3.0 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$,并满足线性要求;
- e) 温控误差: $\leq \pm 0.1^\circ\text{C}$;
- f) 平台性能指标:摆幅可达到 20° ,水平误差 $\leq \pm 1$ 角分。

5.1.1.2 仪器安装与调试

a) 重力仪纵轴与船的纵轴(首尾连线)方向一致,重力仪和平台各部件的安装次序和位置均符合仪器说明书要求;

b) 陀螺平台与船甲板之间必须装有减震垫;

c) 调整重力仪本体的重心位置,使陀螺平台在自然状态下能基本保持水平;

d) 在码头备航期间完成仪器的调试,调试内容包括仪器各个部分的正常运行,本体的恒温和调平能力,本体和平台水平位置确定等,在连续观测至少 5 d 后,确认仪器零点漂移满足线性要求和日漂移 $\leq \pm 0.1 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$,方可离开码头进行海上测量;

e) 备航期间,进行 DGPS、测深仪的测试和校准,确保 DGPS 定点 24 h 水平定位误差 $\leq \pm 10 \text{ m}$,测深仪定点或往返重复测量水深值比对限差 $\leq 1\%$,并通过串口与重力仪数据一并输入计算机。

5.1.1.3 对调查船和航行要求

a) 重力实验室应安排在调查船中心稳定部位,且机械震动影响小的舱室;

b) 重力实验室应装置空调器以达到防潮和恒温目的,室温要求 $24^\circ\text{C} \sim 25^\circ\text{C}$;

c) 重力实验室应引入船用罗经信号线,以备陀螺平台需要;

d) 提供重力仪要求的 220 V 或 110 V 单相交流电,以及 380 V 三相交流电;

e) 安装在船上的重力仪开始加温后,必须保证持续供电,同时配备功率 $\geq 2 \text{ kW}$ 的 UPS;

f) 船只持续航行速度限制在测量设备传感器能正常工作的范围,一般不大于 10 kn ;

g) 重力测量时,要求调查船保持匀速直线航行,航速误差在东西方向上不得大于 $\pm 0.2 \text{ kn}$,航向偏离在南北方向上不得大于 $\pm 1^\circ$;

h) 调查船偏离测线要及时缓慢修正,修正速率最大不得超过 $0.5^\circ/\text{s}$;

i) 到达每条测线的第一测点前 20 min 对准设计测线方向,测完每条测线最末一点 5 min 后方可转

向;

j) 调查船转向或变速时, 航海部门应提前通知测量值班人员。

5.1.2 海洋磁力仪

5.1.2.1 质子旋进式磁力仪技术指标

- a) 各灵敏度自校读数误差 $\leq \pm 1$ nT;
- b) 抖动度 $\leq \pm 1$ nT;
- c) 晶体振荡器无频率漂移;
- d) 测定传感器配谐和选频放大器的每一档中心频率, 并满足技术指标;
- e) 信噪比 ≥ 50 。

5.1.2.2 铯光泵磁力仪或磁力梯度仪技术指标

- a) 铯蒸气(非放射性 ^{133}Cs)自激振荡能级跃迁, 有自动半球切换功能;
- b) Larmor 计数器的基准振荡频率正常值为 22 MHz, 磁力数据直接转换成 nT 值;
- c) 量程: 17 000 ~ 100 000 nT;
- d) 传感器的长轴指向与地磁倾角的夹角为 $45^\circ \pm 30^\circ$;
- e) 灵敏度: 0.1 s 采样周期为 0.05 nT, 0.2 s 为 0.03 nT, 1 s 为 0.01 nT;
- f) 方位误差 $\leq \pm 0.5$ nT;
- g) 温漂 ≤ 0.05 nT/ $^\circ\text{C}$ 。

5.1.2.3 仪器安装与调试

- a) 备航期间, 须盘拖缆于磁力绞车上, 并完成磁力探头、拖缆、甲板电缆和电脑之间的连接;
- b) 船尾拖曳点的滑轮位置的选择应避免磁力拖缆发生弯曲;
- c) 防止电缆扭曲和损伤, 确认电源极性与电压选择开关各档的正确性, 在无异常情况下通电测试仪器工作状态;

d) 出海前, 对调试后的仪器系统进行持续工作状态试验 2 ~ 3 d。

5.1.2.4 对调查船和航行的要求

- a) 磁力实验室须接入船用罗经信号, 以指示船只航行状态;
- b) 提供所需功率和频率的 220 V 单相交流电, 工作过程须配备 ≥ 2 kW 的 UPS, 以保证连续供电;
- c) 船只持续航行速度限制在测量设备传感器能正常工作的范围, 一般不大于 10 kn;
- d) 调查船应沿布设测线匀速、直线航行;
- e) 调查船应提前 3 min 对准测线, 使船首、船尾与拖曳传感器三点成一直线进入测线测量, 测线测量结束时, 调查船应延迟 3 min 转向;
- f) 测线测量中, 调查船不要大转向、变速或停船, 遇特殊情况必要停船、转向或变速时, 应及时通知测量值班室, 采取应急措施。

5.1.3 单道地震仪

5.1.3.1 技术指标

- a) 工作水深: 大于 15 m;
- b) 探测记录深度: 海底面以下(垂直)大于 500 m;
- c) 垂直分辨率: 10 ~ 15 m;
- d) 水平分辨率: 20 m。

5.1.3.2 仪器安装与调试

- a) 震源与接收换能器阵视水深分别拖曳于船尾部一侧或两侧;
- b) 发射机与接收机必须接地良好, 接收记录设备安置于船尾部实验室;
- c) 出海前须完成设备各部件的测试检验, 测试内容包括电源供电状况, 震源能量水平, 接收换能器阵的灵敏度、接收带宽和噪声水平, 接收记录设备的各个调节功能。

5.1.3.3 对调查船和航行的要求

- a) 船的后甲板舷高距吃水线 ≤ 5 m;
- b) 低速持续航行速度 ≤ 6 kn;
- c) 供电电源: 单相交流 220 V 与三相交流 380 V, 50 Hz, 功率大于 15 kW;
- d) 船只偏离测线超出规定范围时, 要及时缓慢修正, 修正率不得大于 $2^\circ/\text{km}$;
- e) 航线偏离设计测线不得大于测线间距的 1/5;
- f) 船只必须偏离原定航向或减速时, 应事先通知地震值班人员, 随后应尽快修正航向使船只回到设计测线上。转换测线时, 采用小舵角转弯。

5.1.4 浅地层剖面仪

5.1.4.1 技术指标

- a) 工作水深: 100 m 以内;
- b) 探测记录深度: 海底面以下 (垂直) 30 ~ 50 m;
- c) 记录分辨率: 20 ~ 30 cm。

5.1.4.2 仪器安装与调试

- a) 舷挂式发射换能器与接收换能器挂于船的中后部同一侧, 发在前, 收在后, 相距 6 ~ 8 m;
- b) 拖曳式电磁脉冲或电火花声源与接收换能器阵, 视水深分别拖曳于船尾部一侧或两侧;
- c) 发射机和接收机接地良好, 接收记录设备安置在船尾部实验室;
- d) 出海前完成设备各部件的测试检验, 测试内容包括电源供电状况, 声源能量水平, 接收换能器阵的灵敏度、接收带宽和噪声水平, 接收记录设备的各个调节功能。

5.1.4.3 对调查船和航行的要求

- a) 船的后甲板舷高距吃水线 ≤ 2.5 m;
- b) 低速持续航行速度 ≤ 6 kn;
- c) 供电电源: 单相交流 220 V, 50 Hz, 功率大于 5 kW;
- d) 调查船应匀速、直线持续航行, 不得随意停船。转换测线时, 采用小舵角转弯。

5.2 测量准确度

定位采用差分 GPS, 定位准确度 ≤ 10 m, 时间统一采用 GPS 授时。

- a) 海洋重、磁测量准确度以主、联络测线相交点的测量差值计算均方根差作为衡量依据, 根据“我国近海海洋综合调查与评价”专项的实际工作情况, 空间重力异常均方根差 $\leq \pm 2.0 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$, 磁异常均方根差 $\leq \pm 4 \text{ nT}$;

- b) 在主测线与联络测线的相交点, 单道地震和浅地层剖面上相同层组的反射界面闭合。

5.3 测线布设

- a) 原则上主测线 (剖面) 垂直区域地质主要构造线方向, 联络测线垂直于主测线;
- b) 测线布设根据任务和条件确定测量比例尺和测网密度, 不同比例尺的测网密度见表 1;

表 1 测网密度表

比例尺	主测线间距(km)	联络测线间距(km)
1:500 000	10	50
1:250 000	5	25
1:100 000	2.5	12.5
1:50 000	1	5

c) 重力、地磁的基础调查和重点海域调查比例尺分别为1:500 000和1:250 000;

d) 浅地层剖面在内水及领海的基础调查和重点海域调查比例尺分别为1:100 000和1:50 000;

e) 在内水及领海的基础调查区, 视任务要求和工作条件, 确定在重要的地球物理(重磁)测线上增加单道地震测线调查;

f) 海洋重力、地磁、单道地震和海底浅地层剖面调查测线可以随多波束、侧扫声呐调查测线进行布设;

g) 在有条件的情况下, 单道地震测线应尽量通过钻探井位或声呐浮标测点, 并与调查区以往的地震测线相交或间隔分布, 以起相互补充作用;

h) 浅地层剖面调查测线尽量经过底质采样站的位置;

i) 相邻图幅, 前后航次, 不同仪器之间的结合部须布检查测线或重复测线, 以作可靠性评价。

5.4 重力基点布设

a) 重力测量的基点用于控制仪器零点漂移及传递绝对重力值;

b) 重力基点应建立在沿岸港口或岛屿的固定码头上, 设立牢固的标志, 重力基点采用高精度重力仪与2000国家等级重力点联测; 测量船每次比对重力基点时, 要测仪器相对基点的高程, 比对重力基点的误差 $\leq \pm 0.5 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$ 。

5.5 地磁日变站架设与观测

a) 使用单探头或双探头磁力仪进行海洋地磁测量, 都应进行地磁日变观测;

b) 地磁日变观测仪器准确度应不低于海洋磁力仪的测量准确度;

c) 地磁日变观测站的有效控制半径为300~500 km, 观测站应能控制整个测区, 如测区范围过大, 应设立2个以上的地磁日变观测站同时进行观测;

d) 地磁日变观测站必须远离供电线、电话线、广播线、各种无线电发射塔或中继站等交变磁干扰区, 在距观测站20 m半径内, 磁场梯度变化要 $\leq 1 \text{ nT/m}$;

e) 日变观测每分钟至少读取一个可靠的读数;

f) 日变站每天定时与GMT时间对时, 时钟误差每日不得超过1 min;

g) 选取地磁平静日的连续24 h观测值, 其平均数为该日变站磁场基值, 绘制每天的地磁变化曲线;

h) 日变观测中, 遇磁暴、磁扰日时, 必须准确记录初动、持续、消失的时间, 在变化幅度超过100 nT的情况下, 应通知调查船停止测量作业, 待情况正常后继续。

5.6 海上测量工作

技术设计书根据本专项总体实施方案及合同书要求编写, 是实施海上调查的重要依据。技术设计

书应做到目的清楚、调查计划周密、岗位职责明确、安全措施落实、实施组织严密、经费预算合理。

5.6.1 重力测量

5.6.1.1 重力基点

a) 开航前必须取得重力基点的有关数据：基点高程和绝对重力值，仪器稳定后的数据（不少于 30 min），水深、仪器距当时水面的高差及水面距基点的高差，仪器距码头基点的水平距离和方位，并绘略图；

b) 重力基点比对记录的基本格式以附录 A 为准；

c) 开航比对重力基点之前，仪器必须有 5 d 以上的恒温时间；

d) 返航后回到原位置再次比对重力基点，一个航次中途停靠码头时，也应比对重力基点。

5.6.1.2 海上测量

a) 航次期间重力仪应保持恒温状态，没有特殊原因也应保持系统启动状态，正式测量前陀螺平台必须有 1 h 以上的稳定时间；

b) 严格按操作步骤进行陀螺平台、重力仪本体和终端图形程序的操作，不能任意按键、开关、碰撞本体及平台；

c) 密切注意仪器的温度、水平、压力和各种曲线跟踪，以及数字显示记录与机械读数的一致等各项性能指标；

d) 同步采集水深数据，用于布格重力改正，有关水深测量要求见专项的《地形地貌调查技术规程》（第六技术规程）中关于单波束测深数据采集要求；

e) 发生明显碰撞平台或重力仪时，必须返回刚测过的点或附近基点进行检查，确认仪器正常后才能继续测量；

f) 测量过程中，发现重力仪测程调节旋钮和本体恒温选择旋钮位置变动，且查不清变化时间时，该航次测量结果作废，立即返回基点调整；

g) 遇下列情况之一：断电、避碰、恶劣海况、平台纵横摇角超过 20° 和仪器故障，应立即终止测量工作。

5.6.2 磁力测量

a) 磁力电缆长度一般大于船长的 3 倍；

b) 航次开始、结束和测量过程中放或收磁力电缆、探头前，必须先切断电源和断开甲板电缆，船速降到 5 kn 左右；

c) 海上磁力探头信号低于警报值，可临时关闭打印机，待信号质量好后，再重新打印；如果信号值连续低于警报值，应立即通知技术负责人和驾驶台，通过改变航速或航向以提高信号质量；

d) 密切注意终端控制软件是否处于采集数据状态，磁力仪机柜上电压、电流显示是否正常，磁力信号、探头沉放深度是否适当，打印机工作是否正常等。

5.6.3 单道地震测量工作

a) 正式测量必须建立在可靠的海上试验工作和仪器系统调试工作之上；

b) 测量之前应初步了解测区地质构造走向，主测线布设垂直于地质构造走向；

c) 进入测线前，需进行发射功率、接收增益、TVG 等调节，使探测剖面获得最佳穿透深度和分辨率；

d) 拖曳式接收换能器，应尽量减小入水角，使拖曳阵保持平稳姿态；

- e) 调节显示窗口, 使之处于最清晰状态;
- f) 对于有海底跟踪功能的系统, 应尽量保持海底跟踪;
- g) 信噪比较差时, 减低船速或调节仪器工作参数, 保证数据质量;
- h) 作业时所有仪器系统均采用 GMT 时间, 由时钟同步触发工作。

5.6.4 浅地层剖面测量工作

- a) 同 5.6.3;
- b) 对于有声速校正功能的系统要进行声速校正。

5.7 海上值班记录

- a) 班报记录内容包括: 测区、测线、方位、航速、航向、测量要素值、仪器状况和操作处置等。重力、磁力、单道地震和浅剖的值班报表基本格式分别以附录 B、C、D 和 E 为准;
- b) 值班员按操作规程 (或仪器说明书) 操作, 每半小时详细填写一次值班报表, 包括每条测线的开始、终止, 并加以注明;
- c) 与驾驶室保持密切联系, 遇到系统、船只、水深突变等特殊情况 (如故障、避船和急转弯等), 必须记录班报, 并加以注明;
- d) 值班人员必须对记录质量进行自检, 现场记录字迹清楚, 不得涂改, 各栏内容必须按要求填写;
- e) 班组长对每个作业周期的班报记录进行检查, 技术负责人要对班报记录进行不定期抽查;
- f) 进行必要的现场资料监控分析: 各项记录面貌、仪器工作状态、重力是否突然掉格、分析引起重、磁异常和大梯度变化的原因、估算测量交点的差值和各测量设备传感器的信号质量变化原因等;
- g) 对于变化剧烈的重点调查区, 根据需要可作加密调查, 发现问题, 应及时提出改进措施、重测或补测建议。

6 资料汇编

6.1 重、磁资料整理

6.1.1 原始记录资料

- a) DGPS 导航定位数据和测线航迹图;
- b) 水深数据和模拟记录纸卷;
- c) 重力基点比对资料: 基点绝对重力值、每次基点比对的重力读数及仪器距基点和水面的高程;
- d) 测线重力测量数据、模拟记录纸卷和值班班报表;
- e) 测线磁力测量数据、模拟记录纸卷和值班班报表;
- f) 日变站地磁场采集数据。

6.1.2 原始记录资料的等级标准

6.1.2.1 合格

- a) 测线布设合理, 能反映测区重、磁异常形态, 测量准确度达到规定要求;
- b) 仪器工作正常, 试验数据齐全, 符合要求;
- c) 原始记录齐全、清楚, 出现问题得到及时正确的处理并有文字说明;

d) 一条测线上连续缺失记录小于测线长的 5%，累计缺失小于全部测线长的 10%，不合格测线小于测线总数的 5%。

6.1.2.2 不合格

凡达不到合格要求的测线与记录应进行补测或重测。

6.1.3 取数原则

在各种比例尺的成果图上，主、联络测线的取数间距不得大于 5 mm，起伏变化的特征点应加密取数。

6.1.4 重力数据资料处理和误差分析

6.1.4.1 正常重力场计算

采用 1985 年国际正常重力公式计算，该公式为：

$$\gamma_0 = 978\,032.677\,14 \times \frac{1 + 0.001\,931\,851\,386\,39 \sin^2 \varphi}{\sqrt{1 - 0.006\,694\,379\,990\,13 \sin^2 \varphi}} \quad (1)$$

式中： γ_0 ——正常重力场值，单位为 10^{-5} m/s^2 ；

φ ——测点地理纬度，单位为 $(^\circ)$ 。

6.1.4.2 重力基点系统

海洋重力测量起始点绝对重力值采用 2000 国家等级重力基准系统。

6.1.4.3 厄特渥斯校正

厄特渥斯校正值计算公式为：

$$\delta_{ge} = 7.499 \times V \times \sin A \cos \varphi + 0.004 V^2 \quad (2)$$

式中： A ——航迹真方位角，单位为 $(^\circ)$ ；

V ——航速，单位为 kn；

φ ——测点的地理纬度，单位为 $(^\circ)$ 。

亦可用：

$$\delta_{ge} = 7.50 \frac{\lambda' - \lambda}{t' - t} \cos^2 \varphi \quad (3)$$

式中： λ' 和 λ ——前后测点经度，单位为 $(')$ ；

t' 和 t ——这些测点上相应的观测时间，单位为 h；

φ ——测点纬度，单位为 $(^\circ)$ 。

6.1.4.4 空间校正

空间校正值计算公式为：

$$\delta_{gf} = 0.308\,6 H' \quad (4)$$

式中： H' ——重力仪弹性系统至 1985 国家高程基准或理论深度基准面的高度，单位为 m；出海前后船只吃水变化在 1 m 以内，以出海前后船只吃水的平均数进行计算；变化在 1 m 以上，应分段计算；近海还应作潮汐改正；空间校正值误差应小于 $0.2 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$ 。

6.1.4.5 布格校正

布格校正计算公式为：

$$\delta_{gb} = 0.041\,9 (\sigma - 1.03) H \quad (5)$$

式中： σ ——地层密度，基础调查中取 2.67 g/cm^3 ；

H ——测点水深, 以 1985 国家高程基准或理论深度基准面计算, 单位为 m 。

6.1.4.6 异常值的计算

a) 空间重力异常计算公式为:

$$\begin{aligned}\Delta g_f &= g + \delta_{gf} - \gamma_0 \\ g &= g_0 + C\Delta s + \delta_R + \delta_{ge}\end{aligned}\quad (6)$$

式中: g ——测点的绝对重力值, 单位为 $10^{-5} m/s^2$;

δ_{gf} ——空间校正值, 单位为 $10^{-5} m/s^2$;

γ_0 ——正常重力场值, 单位为 $10^{-5} m/s^2$;

g_0 ——基点绝对重力值, 单位为 $10^{-5} m/s^2$;

C ——重力仪格值;

Δs ——测点与基点之间的重力仪读数差, 单位为 $10^{-5} m/s^2$;

δ_R ——掉格校正值, 即仪器零点漂移校正值, 单位为 $10^{-5} m/s^2$;

δ_{ge} ——厄特渥斯校正值, 单位为 $10^{-5} m/s^2$ 。

b) 布格重力异常计算公式为:

$$\Delta g_b = \Delta g_f + \delta_{gb}\quad (7)$$

式中: Δg_b ——布格重力异常值, 单位为 $10^{-5} m/s^2$;

Δg_f ——空间重力异常值, 单位为 $10^{-5} m/s^2$;

δ_{gb} ——布格校正值, 单位为 $10^{-5} m/s^2$ 。

6.1.4.7 综合调差

a) 测量资料经各项校正后, 在不同测线上, 测量值出现的系统误差, 可采用综合调差方法消除;

b) 综合调差根据主、联络测线交点的重复测量差值进行, 并以主测线、联络测线依次整条测线调整, 直到整个区域调平为止。

6.1.4.8 海洋重力测量误差来源

a) 海洋重力仪测量过程造成的误差 ε_i , 包括仪器固有误差, 外界干扰加速度引起的测量误差, 温度系数校正误差, 常数测定误差和仪器零点漂移校正误差, 此类误差应不超过 $\pm 1 \times 10^{-5} m/s^2$;

b) 比对重力基点带来的误差 ε_s , 包括基点连测误差及比对测量误差, 应不超过 $\pm 0.5 \times 10^{-5} m/s^2$;

c) 厄特渥斯校正不完全引起的误差 ε_e , 包括由于定位误差引起的航速、航向和地理纬度误差, 应不超过 $\pm 1.5 \times 10^{-5} m/s^2$; 1:250 000 比例尺调查时, 应不超过 $\pm 1 \times 10^{-5} m/s^2$;

d) 正常场校正误差 ε_γ , 主要是由于定位误差引起的地理纬度误差, 应不超过 $\pm 0.1 \times 10^{-5} m/s^2$;

e) 空间校正误差 ε_f , 主要由重力仪弹性系统与深度基准面之间的高度误差引起的, 应不超过 $\pm 0.2 \times 10^{-5} m/s^2$;

f) 布格校正误差 ε_b , 主要由测深误差等引起的布格改正不完全造成的。

6.1.4.9 海洋重力测量误差计算

a) 外符合准确度计算公式为:

$$\varepsilon = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \delta_i^2}{2n}}\quad (8)$$

式中: δ_i ——为两台仪器在同一测点上的测量差值, 单位为 10^{-5} m/s^2 ;

n ——为比对测点数。

b) 内符合准确度计算公式为:

$$\varepsilon = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \delta_{i1}^2}{2n}} \quad (9)$$

式中: δ_{i1} ——为同一台仪器在某测点上重复测量的差值, 单位为 10^{-5} m/s^2 ;

n ——为比对测点数。

c) 经综合调差后, 内符合准确度计算公式为:

$$\varepsilon = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{nm} \delta_{i2}^2}{2(n-1)(m-1)}} \quad (10)$$

式中: δ_{i2} ——为同一仪器在某测点上经综合调差后的重复测量差值, 单位为 10^{-5} m/s^2 ;

n 、 m ——分别代表主测线和联络测线数。

d) 测量误差计算中, 允许舍去少数特殊交点值, 但舍点率不得超过总交点数的 3%;

e) 同航次多台等准确度仪器测量时, 测量误差用公式 (8) 计算, 单台仪器 (或多台不等准确度仪器) 测量时, 测量误差用公式 (9) 计算, 凡经综合调差处理的, 一律用公式 (10) 计算。

6.1.5 磁力数据资料处理和误差分析

6.1.5.1 磁力探头位置校正

如在测量时未作磁力探头与 GPS 天线之间的距离校正, 则对磁力探头位置要作此项校正。

6.1.5.2 地磁正常场

海洋地磁测量的正常场计算采用国际高空物理和地磁协会 (IAGA) 五年一度公布的国际地磁参考场 IGRF。

6.1.5.3 地磁日变校正

a) 日变基值取航次执行期间所有磁平静日 23 时的平均值, 地磁总场去掉日变基值即为地磁日变值, 如发现地磁日变值偏高或偏低时, 可调整日变基值;

b) 同一测区使用两个以上日变资料时, 它们之间的日变基值统一到某一台站;

c) 平静日的日变校正采用地方时;

d) 变化幅度小于 100 nT 的磁扰日变记录, 可用于日变校正, 磁扰日的日变校正分为两个步骤: 先用地方时进行平均磁平静日变化值 (磁扰发生前、后三天的日变曲线平均值) 校正, 然后再用世界时进行磁扰校正, 磁扰校正值为实测日变值减去平均磁平静日变化值。

6.1.5.4 船磁影响校正

测量值减去调查船实际航向相应的船磁影响方位曲线值。

6.1.5.5 地磁异常计算

地磁异常计算公式为:

$$\Delta T = T - T_d - T_s - T_0 \quad (11)$$

式中: ΔT ——地磁异常值, 单位为 nT;

T ——地磁场总磁场测量值, 单位为 nT;