

东海舟东海域高精度重力测量*

吴金龙

范守志

(国家海洋局第一海洋研究所, 青岛) (中国科学院海洋研究所, 青岛)

收稿日期: 1989年7月20日

关键词: 重力, 重力异常

中国海洋石油总公司南黄海石油公司为勘探东海陆架区石油资源, 委托国家海洋局第一研究所和中国科学院海洋研究所对东海舟东测区进行高精度重力测量。使用的仪器是国家海洋局第一研究所1980年从西德引进的KSS-5型海洋重力仪系统。作业船只为渤海石油公司的“滨海512”船, 并由Argo-Marchran系统导航定位。

海上作业时间为1988年4月16日至6月1日, 测线近3000km。根据297个交点统计结果, 海上实际测量精度在未进行任何平差的情况下为 ± 0.92 mGal; 对部分测线进行一次平差后, 测量总精度达0.6 mGal。

I. 海上测量工作概述

舟东测区位于 $124^{\circ}\sim 125^{\circ}30'E$, $31^{\circ}\sim 32^{\circ}N$ 之间, 面积约 5000 km^2 。测线按 $4\times 4\text{ km}$ 网距布成方格状, 测区西部部分为 $2\times 2\text{ km}$ 。共计重力剖面61条, 其中主测线共36条, 走向为 120° ; 联络测线共25条, 与主测线垂直(图1)。

“滨海512”船为2000t级, 此次测量船速一般在 $4\sim 5\text{ kn}$ 。

重力仪使用的是西德BodenSea公司生产的KSS-5型海洋重力仪系统。重力仪探头安放在“滨海512”船的电罗经室内, 基本位于船的摇摆中心。

采用Argo-Marchran系统导航定位, 每

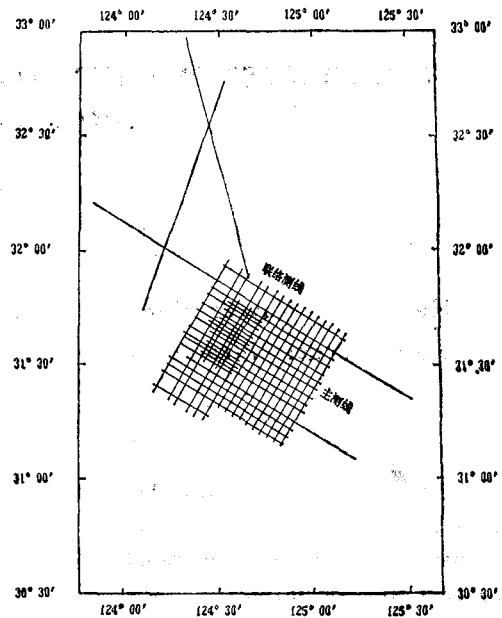


图1 测区位置

Fig. 1 Profile locations

25m定一次位, 定位精度 $\leq \pm 10\text{ m}$ 。

本航次历时一个半月, 重力仪工作状态一直比较稳定(表1), 无任何异常现象出现。海上测量期间, 海况也较好, 大部分测线均在5级风以下工作, 重力平台摆动小于 ± 2 度。超过 ± 2 度的仅占24%。调查船基本保持匀速直线

* 在舟东测区重力测量工作中, 得到了南黄海石油公司游声浦、李国樑、张崇信等同志的大力支持和指导, 渤海石油公司“滨海512”船的同志给予了密切合作; 高仰、王勇同志清绘了本文的图件, 在此谨致谢忱。

航行。但个别测线(段)，由于风浪、避船等原因，使船只发生不同程度的变速、变向航行。

表 1 KSS-5 型重力仪工作状态

Tab. 1 Performance of KSS-5 meter

室 温	灯 电 流	恒 温	阻 尼 档	记 录 方 式
20°~23°C	150 mA	40°C	II 或 III	纸带模拟和 微机数字记录

重力原始数据由纸带模拟记录和微机数字记录两种方式同步采集。重力数据每间隔 3s 取样一次；定位数据每 25 m (约 9s) 记录一组数据。为保证定位数据和重力数据同步，每 80 个地震站位 (约 2000m)，微机自动记录地震仪气枪的放炮时间。重力原始数据和定位数据均录制在软磁盘上。

重力基点选在上海朱家浜码头。

II. 资料整理与计算

重力资料的计算全部在微机上进行。资料

整理过程可分为：定位数据的预处理；重力数据预处理；重力异常计算及交点误差统计四个部分。其具体步骤如图 2 示。

为尽可能保持重力异常真实面貌，在程序编制过程中考虑到如下几点：

II. 1. 所有原始数据均参加计算。

II. 2. 定位数据与重力数据时间同步，即消除仪器本身固有的时间延滞、定位天线与重力仪探头位置之间的距离及记录时间误差等因素造成的影响

II. 3. 船只航行和航速的求取，采用多点滤波的预处理，以减小 Eötvös 改正值的计算误差。

计算结果录制在软磁盘上，并同时打印成表，每一站位包括如下内容：测点号、时间、经度、纬度、Lambert 坐标值 (x, y)、水深、航速、航向、Eötvös 值、重力原始读数、正常场、布格改正值、绝对重力值、自由空间异常值、布格异常值，共 16 项。

III. 测量精度评价

舟东测区主测线与联络测线共有交点 297 个。在这 297 个交点上观测值误差的均方差为

$$M = \pm \left(\frac{\sum \delta^2}{2n - 1} \right) = \pm 0.92 \text{ mGal}$$

其中 $n = 297$

误差分布曲线如图 3 所示，基本呈正态分布。交点误差在 $\pm 1 \text{ mGal}$ 以内的点数占 58%。

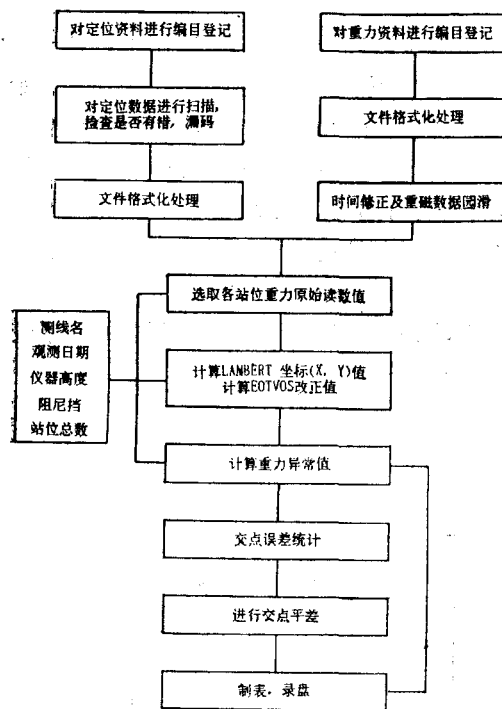
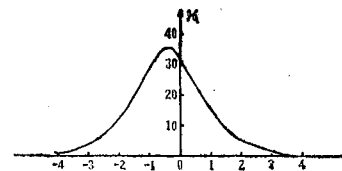


图 2 重力资料整理流程

Fig. 2 Gravity data processing chart



误差区间 (mGal)	< -3	-3 ~ -2	-2 ~ -1	-1 ~ 0	0 ~ 1	1 ~ 2	2 ~ 3	> 3
占百分比 %	2	7	20	35	23	8	3	0.3

图 3 误差分布曲线(未平差)

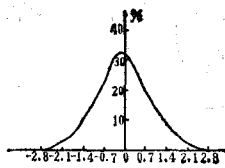
Fig. 3 Error distribution curve (before adjustment)

对部分测线的系统偏差进行一次性调整后,测量精度为

$$M_1 = \pm 0.6 \text{ mGal}$$

$$n = 297$$

这时误差分布如图 4。



误差区间 (mGal)	<-2.1	-2.1~-1.4	-1.4~-0.7	-0.7~0	0~0.7	0.7~1.4	1.4~2.1	>2.1
占百分比 %	1	5	16	32	27	15	9	0.3

图 4 误差分布曲线(平差后)

Fig. 4 Error distribution curve (after adjustment)

IV. 讨 论

海洋重力测量精度取决于定位精度、船只航行的稳定程度、重力仪的性能及工作状态,海上测量方法及资料整理方法等多种因素。

IV. 1. 本次使用的 KSS-5 型海洋重力仪系统自 1980 年引进以来,根据历年统计结果,其掉格值有规律地逐年递减,并且无突然掉格发生。1988 年 4 月 10 日—10 月 20 日,共对基点(朱家浜码头) 10 次,仪器掉格基本为零并呈线性(图 5),这说明该系统正处于最佳工作状态。

IV. 2. Argo-Marchran 定位系统具有较高的定位精度($\leq \pm 10$),适合重力测量的需要。

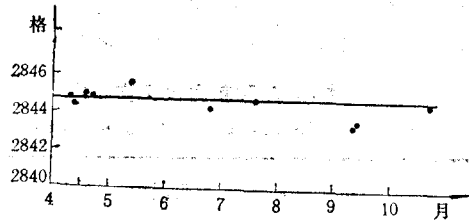


图 5 仪器掉格曲线

Fig. 5 KSS-5 zero-drift curve

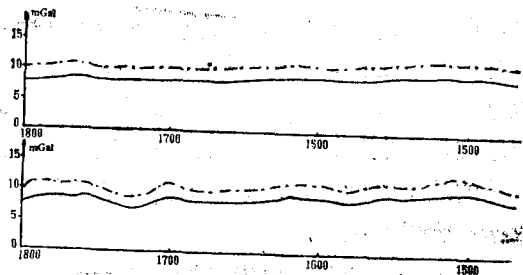


图 6 某测线 Eötvös 改正实例

Fig. 6 An example for Eötvös correction

IV. 3. 海上测量期间,虽然部分测线因受风浪、避船等因素影响,船只航行稳性变差,一方面导致平台倾斜,使重力值偏小;另一方面 Eötvös 影响发生变化,两者一起叠加到原始记录中。但可在资料整理中细心地剔除这些干扰。前者,在某些情况下,可通过平差予以调整;而后者可通过定位数据的预处理进行改正。图 6 示出了在航迹不稳定情况下,根据定位数据消除 Eötvös 影响的实例。

总的来讲,舟东测区重力测量取得了较满意的结果。

A HIGH ACCURATE GRAVITY SURVEY EAST OFF THE ZHOUSHAN ISLANDS IN THE EAST CHINA SEA

Wu Jinlong

(First Institute, National Bureau of Oceanography, Qingdao)

Fan Shouzhi

(Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao)

Received: July 20, 1989

Key Words: Gravity, Gravity anomaly

Abstract

A gravity survey conducted in the area east off the Zhoushan Islands in the East China Sea from April to June in 1988 is described in this paper. The 61 gravity profiles obtained is about 3000 km long with 297 cross-over points in the survey network which has an accuracy of 0.6 mgals. The gravimeter used was a KSS-5 system (West Germany).
