

杜润林,张 旺,孙建伟,等. 近海山体对船测重力数据的影响[J].海洋地质前沿,2019,35(9):25-28.

近海山体对船测重力数据的影响

杜润林^{1,2},张 旺³,孙建伟^{1,2},刘李伟^{1,2},刘长春^{1,2}

(1 青岛海洋科学与技术试点国家实验室海洋矿产资源评价与探测技术功能实验室,青岛 266071;

2 中国地质调查局青岛海洋地质研究所,青岛 266071;

3 自然资源部北海局北海海洋工程勘察研究院,青岛 266061)

摘 要:在处理近海重力数据时,近海山体对船测重力数据的影响是不能忽略的。笔者提出一种校正近海山体对船测重力数据影响的方法,使用点元法计算近海山体对船测重力数据的影响值,并给出其消除方法。以位于崂山邻近海域的工区为例,通过计算崂山的影响值可知,测点距山体距离与影响值成反比,最大可达 0.12 mGal,当距离超过 20 km,影响值忽略不计。通过上述方法,可以得到更加准确的海洋重力数据,从而进行更加有效的地质解释。

关键词:海洋重力数据;近海山体;点元法

中图分类号:P631.1⁺24;P736

文献标识码:A

DOI:10.16028/j.1009-2722.2019.09005

0 引言

随着我国海洋科学事业的发展、区域地质调查的推进以及海底油气资源勘探的深入,作为非地震勘探技术的主要手段,高精度的海洋重力勘探日益受到重视。高精度的重力数据有着相当重要的应用:如在地质学中,可以把异常质量解释成密度差,而后解释成地质构造;在测量学中,异常质量被解释成大地水准面的波动和垂线偏差,从而改进大地测量和导航定位;利用重力异常场可以分析各种特征类型的地质构造。

国内学者对如何得到更高精度的重力数据做了很多研究。王先超^[1]通过分析厄特渥斯校正值与重力仪读数之间的变化关系,对重力仪的动态性能进行分析和评价,修正了重力仪的阻尼延迟时间来提高重力数据的精度。黄漠涛等^[2]针对使用小型测量船搭载摆杆型海洋重力仪获取

数据质量不高的问题,在深入分析海洋环境动态效应误差特性基础上,提出了一种基于互相关分析的交叉耦合效应修正法,对高动态海洋重力测量数据实施综合误差补偿和精细处理。经过多年研究,黄漠涛等^[3-7]先后提出了海洋重力测量网整体平差、自检校平差和两步处理法等方案,建立了比较完整的测线网平差理论与方法体系,较好地解决了实际应用中的技术难题。奚碚华等^[8]研究了重力敏感器安装角误差标定、零位漂移估计和格值修正等重力数据预处理方法,并对每个数据处理过程都提出了具体补偿算法,提高了重力数据精度。

在海洋重力勘探中,一般认为重力测点距离陆地地形较远,不考虑陆地地形的影响,但要获取精度更高的海洋重力异常有必要消除近海山体和海底地形影响^[9]。陈洁等^[10]认为南海的海岛海山等正向高地均与自空重力高异常相对应,并认为这重力高可能与形成这些海岛海山的玄武岩、花岗岩、变质岩等相对高密度物质有关。如图 1 所示,海上的测量船在近海岸测量时,还受到周围较大山体对重力观测的影响,所以在数据校正时,需要去除这样的干扰^[11-15]。笔者根据实际工作经

收稿日期:2019-05-02

基金项目:中国地质调查局项目(DD20191003)

作者简介:杜润林(1987—),男,博士,工程师,主要从事重磁数据采集和解释工作.E-mail:277491687@qq.com

验,提出一种校正近海山体对船测重力数据影响的方法,通过该方法,可以消除近海山体对测点的影响,得到更加准确的重力异常。

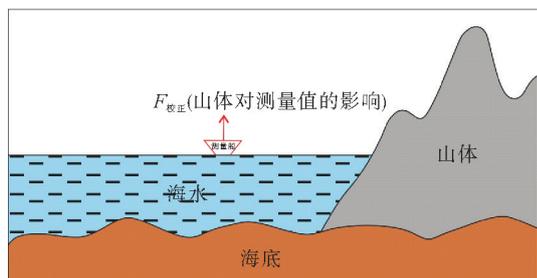


图1 近海山体示意图

Fig.1 Schematic diagram of an offshore mountain

1 技术方法

原始海洋重力数据经过阻尼延迟校正、零点漂移校正、厄特渥斯校正、正常场校正、空间异常校正、布格异常校正得到海洋布格重力异常^[16-21],但如果测区周围有较大山体,还需要进行山体校正才能得到精准的重力异常值,具体方法如下:

采用“点元法”计算,用三组平行于直角坐标面的截平面将近海山体进行分割,于是地质体被划分成为许多个具有规则形状的直立六面体元,用解析方法计算出每个直立六面体在计算点产生的异常值,并累加求和,就可以得到整个山体在计算点引起的重力异常值,这就是点元法的基本思想。如果将山体划分成紧密排列、大小相等的长方体,赋予每个长方体一个剩余密度值,各个测点收到的山体重力影响为所有长方体相应分量的和,具体公式如下:

$$\delta_s = G\sigma V_0$$

$$V_0 =$$

$$\sum_{k=1}^L \left\{ - \left[\frac{x \ln(y+R) + y \ln(x+R) + z \ln \sqrt{x^2+y^2+z^2}}{(x+R) + z \tan^{-1} \frac{zR}{xy}} \right] \begin{vmatrix} x_2 & y_2 & z_2 \\ x_1 & y_1 & z_1 \end{vmatrix} \right\}$$

式中: $G=6.67 \times 10^{-8} \text{ cm}^3/\text{g} \cdot \text{s}^2$;

σ 为山体的密度平均值,本研究区主要为花岗岩,密度设为 2.7 g/cm^3 ;

V_0 为中间变量;

x 和 y 为经过墨卡托投影之后的坐标值, m;

z 为高程数据, m;

R 为测点到点柱的距离, m;

k 为剖分山体计算个数;

L 为剖分山体个数总和。

利用以上公式,即可求得测线上每个测点的校正值 δ_s 。

2 实际应用

以崂山为例计算其对海洋重力测量值的影响,选择海上 2 条测线,测线 1 为 E—W 向,长 50 km,测线 2 为 S—N 向,长 15 km。把工区周围剖分成“点柱”,每个点柱 4 边均长 500 m,高是与“点柱”4 个边界点距离最近测点高程的平均值。计算测点的异常校正值,不仅计算单个点柱对它的影响,而且考虑了山体内其他“点柱”对其的影响,具体步骤如下:

(1)将调查区陆地的高程数据通过 Surfer 的网格化功能,做成 GRD 文件。如图 2,右下角为海上的测线。陆域高程最大值位于崂山,达到 1 130 m。

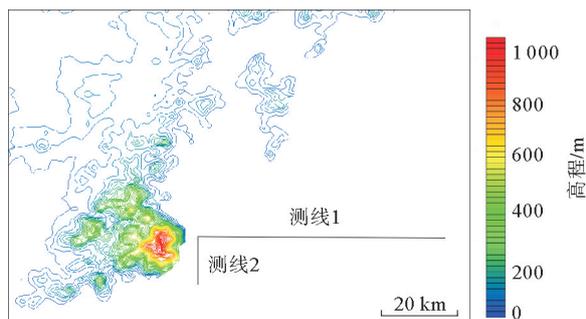


图2 工区等高线图

Fig.2 Contour map of working area

(2)利用校正公式求取山体校正值 δ_s ,研究区主要为花岗岩,密度 σ 设为 2.7 g/cm^3 。

(3)进行山体校正计算。校正之前的值 F_1 ,校正后值为 F_2 ,那么, $F_2 = F_1 + \delta_s$ 。

首先以测线 1、测线 2 为例,说明不同测点的校正值变化。

根据区域重力规范^[22-23],选取 20 km 作为校正半径, >20 km 的忽略不计。测线 1 有一部分位于 20 km 校正半径以外,所以有的校正值为 0 mGal(图 3)。测线 2 的测点全部位于校正半径以内,所有校正值都为 >0 mGal 的正值(图 4)。

从计算结果可以看出,近海山体对测量值得影响随着测点距山体距离变小而变大,在两条示例测线上最大影响值为 0.12 mGal,因此在海洋重力校正中,近海山体对重力异常的影响是不可忽略的。

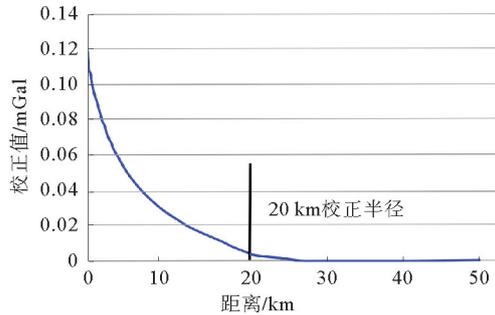


图 3 测线 1 校正值曲线图

Fig.3 The correction value of line 1

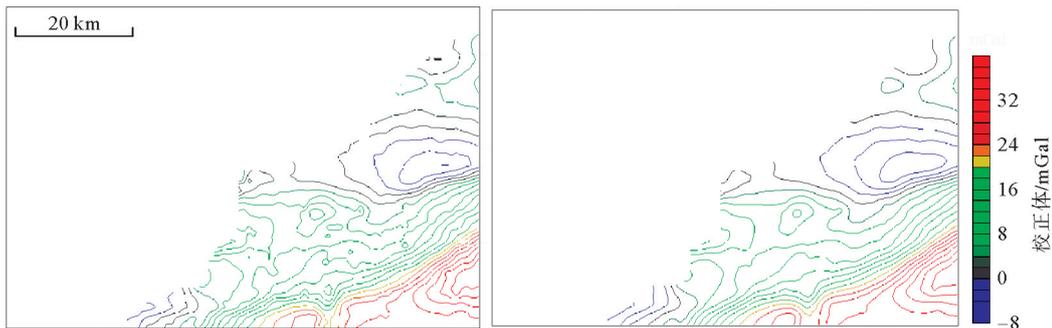


图 5 左图为山体校正前布格异常,右图为山体校正后布格重力异常

Fig.5 The left picture shows the Bouguer anomaly before mountain correction, and the right picture shows the Bouguer gravity anomaly after mountain correction

3 结论

通过点元法,在已知测点位置、周围山体高程、山体物性参数的情况下,可以对海洋重力值进行更加精确的校正;其影响值随着测点距山体距离变小而变大,在两条示例测线上最大影响值为 0.12 mGal;近海山体校正后,利用重力数据以更加准确的进行构造、断裂划分,火成岩解释等。

参考文献:

- [1] 王先超. 海洋重力资料处理软件的编制及应用[D]. 北京: 中国科学院研究生院, 2007: 12-35.
- [2] 黄谟涛, 刘敏, 孙岚, 等. 海洋重力测量动态环境效应分析与补偿[J]. 海洋测绘, 2015, 35(1): 1-6.
- [3] 黄谟涛. 海洋重力测线网平差[J]. 测绘学报, 1993, 22(2): 103-110.
- [4] Huang M T. Marine gravity surveying line system adjustment[J]. Journal of Geodesy, 1995, 70: 158-165.
- [5] Huang M T, Zhai G J, Guan Z, et al. On the compensation of systematic errors in marine gravity measurements[J]. Marine Geodesy, 1999, 22(3): 183-194.
- [6] 黄谟涛, 管铮, 翟国君, 等. 海洋重力测线网自检校平差[J]. 测绘学报, 1999, 28(2): 162-171.
- [7] 黄谟涛, 翟国君, 欧阳永忠, 等. 海洋重力测量误差补偿两步处理法[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2002, 27(3): 251-255.
- [8] 奚砾华, 于浩, 周贤高, 等. 海洋重力测量误差补偿技术[J]. 中国惯性技术学报, 2011, 19(1): 1-5.
- [9] 吕川川, 郝天珧, 徐亚. 海洋重力勘探中的完全布格校正[J]. 地球物理学进展, 2010, 24(2): 513-521.
- [10] 陈洁, 朱本铎, 温宁. 南海海岛海山的重磁响应特征

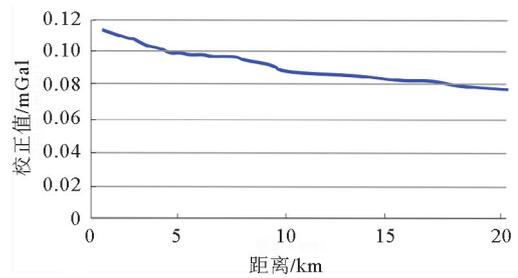


图 4 测线 2 的校正值曲线图

Fig.4 The correction value of line 2

通过以上方法,对整个研究区的测点进行了山体校正,校正完的效果图为图 5 所示,左图为校正前异常图,右图为校正后的异常图,从两幅图对比可以看出,校正后的异常值更加平滑,与海底地形更加相符。

- [J]. 地球物理学报, 2012, 55(9): 3152-3162.
- [11] 刘展, 白永良. 海洋重力资料整理技术与软件实现[J]. 海洋地质前沿, 2011, 27(9): 60-64.
- [12] 戴勤奋, 杨金玉, 魏合龙. 海洋重力校正标准修订建议[J]. 地球物理学进展, 2015, 30(6): 2633-2639.
- [13] 高金耀, 张涛, 谭勇华, 等. 不规则重磁测线网误差模型的约束最小二乘平差[J]. 海洋测绘, 2006, 26(4): 6-10, 20.
- [14] 黄仲良. 石油重、磁、电法勘探[M]. 东营: 中国石油大学出版社, 2008.
- [15] 江玉乐. 地球物理数据处理教程[M]. 北京: 地质出版社, 2006.
- [16] 黄漠涛. 海洋重力场测定及其应用[M]. 北京: 测绘出版社, 2005.
- [17] 梁开龙, 等. 海洋重力测量与磁力测量[M]. 北京: 测绘出版社, 1996.
- [18] 曾华林. 重力场与重力勘探[M]. 北京: 地质出版社, 2005.
- [19] 杨金玉, 张训华, 王修田. 利用重磁计算解释南海海盆中部地壳结构特征[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2001, 21(1): 45-50.
- [20] 尹延鸿, 张训华, 温珍河, 等. 中国东部海区及邻域区域构造图的编制方法及地质构造单元划分[J]. 海洋学报, 2008, 30(6): 99-105.
- [21] 刘光鼎. 中国海区及邻域地质地球物理场系列图[M]. 北京: 科学出版社, 1992.
- [22] GJB 890A-2008. 海洋重力测量规范[S]. 北京: 总装备部军标出版发行部, 2008.
- [23] GB/T 12763.8-2007. 海洋地质地球物理调查规范[S]. 北京: 中国国家标准化管理委员会, 2007.

THE INFLUENCE OF COASTAL MOUNTAINS ON MARINE GRAVITY DATA

DU Runlin^{1,2}, ZHANG Wang³, SUN Jianwei^{1,2}, LIU Liwei^{1,2}, LIU Changchun^{1,2}

(1 Laboratory for Marine Mineral Resources, Pilot National Laboratory for Marine Science and Technology (Qingdao), Qingdao 266071, China;

2 Qingdao Institute of Marine Geology, CGS, Qingdao 266071, China;

3 Beihai Offshore Engineering Survey Institute, SOA, MNR, Qingdao 266061, China)

Abstract: When the offshore gravity data is processed, the impact of coastal mountains on ship gravity data cannot be ignored. This paper deals with the methodology to reduce the influence of offshore mountain masses on ship measured gravity data, and the point element method is introduced to calculate the value of the influence. Then a method is given to eliminate the influence. Taking the working area off the Laoshan mountains as an example, by calculating the influence value of Laoshan, the distance between the measured point and the mountain is inversely proportional to the influence value, and the maximum is 0.12 mGal. When the distance exceeds 20 km, the influence value is neglected. Through the above method, more accurate ocean gravity data can be obtained for better geological interpretation.

Key words: marine gravity data; coastal mountain; point element method