

基于 MATLAB 语言的大比例尺重力中远区地形改正程序设计

刘洪波, 王阳, 高晓丰, 刘英鹏

(山东省物化探勘查院, 山东 济南 250013)

摘要:采用地形改正方域计算方法, 利用 MATLAB 语言编写了重力中、远区地形改正程序, 该程序可用于大比例尺重力中、远区地形改正工作, 使以往繁重的地形改正手工数图工作能够用计算机实现, 不但减轻了中、远区地形改正工作的劳动强度, 而且提高了工作效率和地形改正工作的精度。

关键词:重力; 中远区地形改正; MATLAB

中图分类号: P209

文献标识码: B

大比例尺重力工作中, 地形改正计算是重力勘探中最为繁重的工作, 尤其是中、远区地形改正, 以往采用圆域手工数图的方法, 该法工作量大, 错误率高, 且精度低, 已无法适应大比例尺重力测量工作的需要。笔者以地形改正方域计算方法为基础, 利用 MATLAB 语言编写了重力中、远区地形改正计算程序, 不但减轻了重力中、远区地形改正工作的劳动强度, 提高了工作效率, 且使地形改正的精度有了很大的提高。

1 地形改正方域计算方法

地形改正方域计算方法采用《大比例尺重力勘查规范》(DZ/T0171-96)中提供的“共用点法”。该方法的基本思想是: 首先按公式(1)计算测点 P 所在方格的 4 个节点 $ABCD$ 的地形改正值^[1]。在进行这一计算时, 用测点实测高程代替 4 个节点的高程值, 而节点高程则取自全区统一的高程节点网。然后根据这 4 个点的地形改正值, 按双线性插值公式计算该测点的地形改正值。由于 4 个顶点的地改正值时中心点是用测点高程, 因此不存在垂直方向插值问题, 只需进行平面插值(X 和 Y 方向)(图 1)^[2]。

节点地形改正值计算可在 1:1 万(或更大比例尺)地形图(或航空相片)上读取节点网高程, 按数值积分的基本公式计算地形改正值。该公式为:

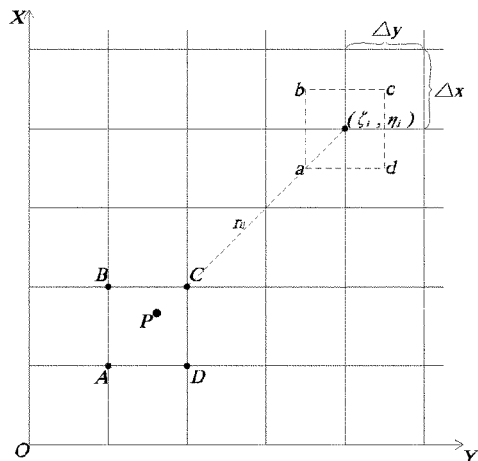


图 1 方域分区示意图

$$\Delta g_{ij} = G\sigma\Delta x\Delta y \sum_i \sum_j \frac{C_{ij}}{r_{ij}} \left[1 - \frac{1}{\sqrt{1 + (h_{ij}/r_{ij})^2}} \right] \quad (1)$$

式中: G —万有引力常数; σ —地形改正密度; h_{ij} —积分节点 (ζ_i, η_j) 与计算点之间的高差; r_{ij} —积分节点 (ζ_i, η_j) 与计算点之间的距离; $\Delta x, \Delta y$ —网格距; C_{ij} —积分常数, 应用复化梯形公式进行数值积分时 C_{ij} 系数的取值为: 改正区的外顶点系数为 1/4, 改正区的内顶点系数为 3/4, 对于改正区边缘上的点(包括内边缘和外边缘)系数为 1/2, 对于改正区内部的点系数为 1, 以便保证各区域之间无缝隙和重叠^[3]。

* 收稿日期: 2012-04-20; 修订日期: 2012-06-11; 编辑: 曹丽丽

作者简介: 刘洪波(1982—), 男, 山东泰安人, 工程师, 主要从事物探找矿工作; E-mail: wtyllhb@163.com.

双线性插值公式为：

$$\begin{aligned} \Delta g_p = & \Delta g_A \left(1 - \frac{|X - X_i|}{\Delta x}\right) \left(1 - \frac{|Y - Y_j|}{\Delta y}\right) \\ & + \Delta g_B \left(1 - \frac{|X - X_{i+1}|}{\Delta x}\right) \left(1 - \frac{|Y - Y_j|}{\Delta y}\right) \\ & + \Delta g_C \left(1 - \frac{|X - X_{i+1}|}{\Delta x}\right) \left(1 - \frac{|Y - Y_{j+1}|}{\Delta y}\right) \\ & + \Delta g_D \left(1 - \frac{|X - X_i|}{\Delta x}\right) \left(1 - \frac{|Y - Y_{j+1}|}{\Delta y}\right) \end{aligned} \quad (2)$$

式中： Δg_p —测点 P 的地形改正值； $\Delta g_A, \Delta g_B, \Delta g_C, \Delta g_D$ —节点 A, B, C, D 的地形改正值； $\Delta x, \Delta y$ —节点网格距； (X, Y) — P 点的坐标； (X_i, Y_j) — A 点的坐标； (X_i, Y_{j+1}) — B 点的坐标； (X_{i+1}, Y_j) — C 点的坐标； (X_{i+1}, Y_{j+1}) — D 点的坐标。

2 接口问题

大比例尺重力工作中，近区地改多采用圆域计算公式，而中远区地改则采用方域计算公式，因此由圆域转入方域存在一个接口问题，即要求求出 4 个补角的地形改正值(图 2 的阴影部分)。

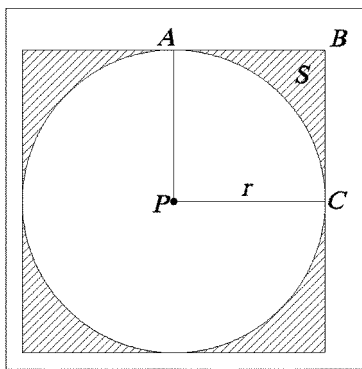


图 2 圆域与方域补角关系图

下面给出由 BCD 所代表的曲边三角形柱体于 P 点的地形改正值公式：

$$\Delta g_{补} = \frac{G\sigma S}{R} \left(1 - \frac{R}{\sqrt{R^2 + \Delta H^2}}\right) \quad (3)$$

式中： G —万有引力常数； σ —地形改正密度； S —补角面积， $S = \frac{1}{4}(4 - \pi)r^2$ ； r —内切圆半径， $1.105r = R$ ； ΔH —补角平均高程与测点实测高程之差。

3 工作流程

(1)数字地形图的准备:将工作区及周边的地形

图扫描到计算机中,对地形图进行数字化,或直接购买数字化地形图,然后将数字化地形图输出为 (X, Y, H) 数据。

(2)节点网高程数据的准备:将(1)中输出的高程数据利用插值方法转换成一定网格间距的节点高程值,以 (X, Y, H) 保存为 XLS 文件。

(3)重力测点资料准备:将重力测点按“线号,点号, X, Y, H ”进行整理,保存为 XLS 文件。

(4)利用 MATLAB 地改程序调用上述 XLS 文件格式数据计算中、远区地形改正值,最终保存计算结果到 EXCEL 表格。

4 程序流程设计

(1)输入相关参数:输入节点高程网度、地形改正半径、地形改正密度参数。

(2)导入准备好的节点网高程数据及需地改的测点数据。

(3)进行中、远区地形改正计算及补角改正计算。

(4)将计算结果写入 EXCEL 表格中并保存(图 3)^[4]。

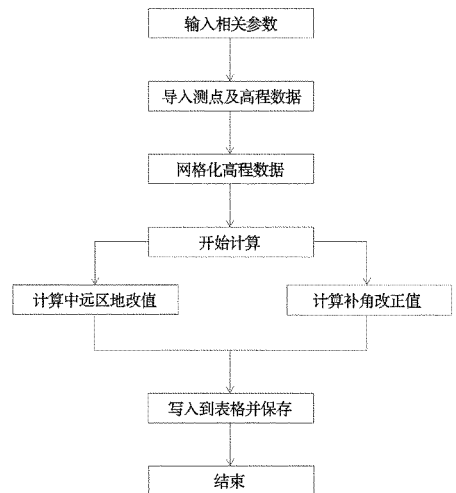


图 3 程序流程图

5 程序说明及编写中需注意的问题

(1)MATLAB 程序书写形式自由,语言简洁紧凑,使用方便灵活,库函数极其丰富。有高性能数值计算的高级算法,特别适合矩阵代数领域。

(2)MATLAB 矩阵运算速度较快,而其 FOR 循环的运算速度相当慢,因此应尽量使用矩阵操作

代替 FOR 循环。

(3) 可将节点高程值在 MATLAB 中转换为节点高程网数组, 这样操作相比于直接调用节点高程值, 运行效率可提高上千倍。

(4) 该程序在《鲁西地区铁矿远景调查》项目的重力地形改正工作中进行了验证, 计算结果正确可靠。

6 结语

该程序计算结果可靠, 相对人工数图方式来说, 以往需几个月才能完成的工作, 使用该程序仅需几分钟即可完成, 大大提高了中远区地形改正的速度。

The Program Design of Gravity Median and Far Region Terrain Correction Based on MATLAB

LIU Hongbo, WANG Yang, GAO Xiaofeng, LIU Yingpeng

(Shandong Geophysical and Geochemical Exploration Institute, Shandong Jinan 250013, China)

Abstract: By using square field terrain correction method and MATLAB language, large scale gravity median and far region terrain correction have been edited. This program can make it possible for computer to realize the gravity median and far region terrain correction which had to be completed by manual in the past. It can not only reduce the intensity of terrain correction, but also improve the working accuracy and efficiency.

Key words: Gravity; median and far region terrain correction; MATLAB

对于复杂地形, 可加密高程节点网的网度, 从而准确地模拟地形起伏变化, 提高地形改正的计算精度。

参考文献:

- [1] 曾华霖. 重力场与重力勘探[M]. 北京: 地质出版社, 2005: 83 - 86.
- [2] 林振民, 史振松. 几种区域重力地形改正方法的讨论[J]. 物探与化探, 1984, 8(4): 193 - 198.
- [3] 蒋甫玉, 孟令顺, 张凤旭, 高丽坤. 基于 VC++ 的重力近中区地形改正可视化程序设计[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2006, (S2): 1 - 4.
- [4] 马国庆, 孟令顺, 杜晓娟. 重力地形改正的计算机实现[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2008, (S1): 36 - 38.