

重力资料圈定地质构造边界方法的初步探讨

刘 铁, 王成龙, 杨仲杰

辽宁省地质矿产调查院, 辽宁 沈阳 110031

摘 要 依据理论模型实验的方法, 讨论了利用重力资料圈定地质构造边界方法的应用效果, 分析了重力场垂向二阶导数、水平总梯度模极值、重力等值线梯度带、重力垂向一阶导数等方法在圈定地质构造边界方面的优缺点, 为区域重力资料地质解释提供较为有效的依据。

关键词 重力场 构造边界 水平总梯度模

DOI: 10.13686/j.cnki.dzyzy.2015.06.012

PRELIMINARY DISCUSSION ON THE DELINEATION METHOD OF GEOLOGICAL STRUCTURE BOUNDARY WITH GRAVITY DATA

LIU Tie, WANG Cheng-Long, YANG Zhong-Jie

Liaoning Institute of Geology and Mineral Survey, Shenyang 110031, China

Abstract : Based on the theoretic experimental model, the application effects of the delineation method of structure boundary with gravity data are discussed. The advantages and disadvantages of the method are analyzed for the gravitational vertical secondary derivative, level total gradient maximum, gravity contour gradient and gravitational vertical first derivative. This method provides an effective basis for geological interpretation of regional gravity data.

Key words : gravitational field; structure boundary; level total gradient modules

0 前言

在区域重力解释中, 利用重力资料圈定地层和岩体边界范围的工作至关重要, 一般情况下, 构造边界的精确圈定往往采取定量反演的方法进行, 但是在区域面积较大, 重力异常较多的情况下, 不可能对每个异常进行定量计算, 所以寻找一个能快速高效圈定地质体边界的方法是区域重力区域资料解释中需要解决的一个问题^[1]。目前物探行业内人士圈定构造边界通常采取重力垂向二阶导数零值、水平总梯度模极值、重力等值线梯度带、重力垂向一阶导数零值等方法^[2]。以上几种方法应用效果究竟如何, 笔者将用理想模型进行验证探讨。

1 模型实验

由于地质作用下的重力场所反映的能力与地质

体的埋深、几何尺度及干扰有很大的联系, 故本次实验采取同一深度不同模型、同一模型不同深度及不同模型叠加等 4 个模型进行对比分析, 模型类型分别为球和水平板状体 (具体模型参数见表 1)。实验中将利用

表 1 理想球状体模型和板状体模型参数表

Table 1 Parameters of the ideal sphere model and plate model

模型	半径/m	深度/m	长度/m	宽度/m	高度/m	密度/(g/cm ³)
a (球)	2500	3000				0.2
b (球)	2500	5000				0.2
c (板)		3000	8000	4000	2000	0.3
d (球/板)	4000	5000	45000	35000	2000	0.2 (球) 0.3 (板状体)

计算机对 4 个模型进行重力场正演计算 (见图 1), 提取计算结果数据, 然后对正演数据进行重力垂向二阶导数、重力垂向一阶导数、水平总梯度模处理, 最终利

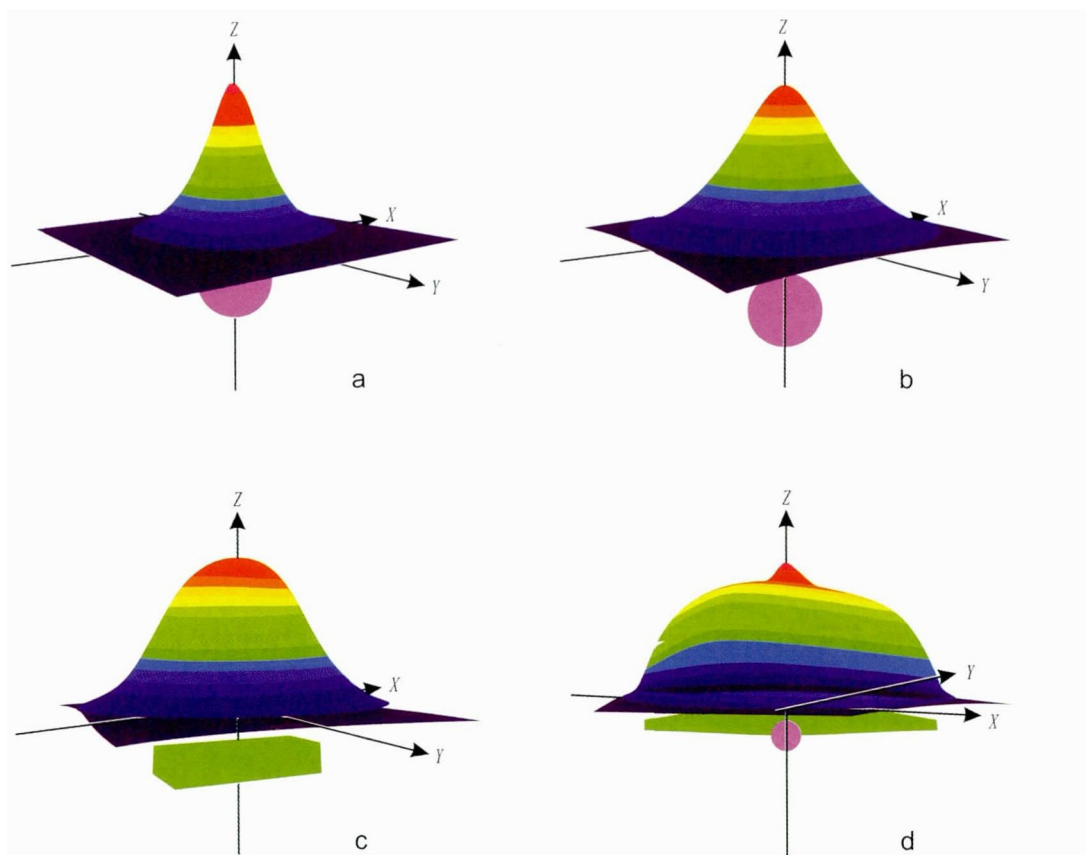


图 1 四个理想模型正演计算结果图

Fig. 1 Forward calculation result of the ideal models

用 MapGIS 软件对处理结果数据进行平面等值线绘制,在平面图上对重力垂向二阶导数 0 值、水平总梯度模极值、重力等值线梯度带、重力垂向一阶导数 0 值与理想模型边界对比,进行误差分析。

2 实验结果分析

1) a 模型 (球体) 处理计算结果 (图 2)

观察可见,模型平面等值线图中梯度带范围较大,模型边界处于梯度带边界处;在重力垂向一阶导数等值线图中,模型边界位于一阶导数值为 10 的等值线处,与一阶导数 0 值线相距较远;在水平总梯度模等值线图中,模型边界位于水平模为 0.24 的等值线附近,与极值 0.26 相距较近;在垂向二阶导数等值线平面图中,模型边界位于垂向二阶导数为 0 的等值线附近。

2) b 模型 (球体) 处理计算结果 (图 3)

由图 3 可见,平面等值线图中梯度带范围较大且变化不明显;重力垂向一阶导数等值线图中,模型边界位于一阶导数值为 0.058 的等值线处,与一阶导数 0 值线相距较远;水平总梯度模等值线图中,模型边界位于水平模极值为 0.055 的等值线中;垂向二阶导数等

值线平面图中,模型边界位于垂向二阶导数为 0.002 的等值线附近,与 0 值线相距较远。

3) c 模型 (板状体) 处理计算结果 (图 4)

模型平面等值线图中梯度带范围较大且变化不明显,模型边界在等值线范围中难以辨认;重力垂向一阶导数等值线图中,模型边界位于一阶导数值为 6 的等值线处,与一阶导数 0 值线相距较远;水平总梯度模等值线图中,模型边界位于水平模极值为 0.076 的等值线附近;垂向二阶导数等值线平面图中,模型边界位于垂向二阶导数为 0.0025 的等值线附近,与 0 值线相距较近。

4) d 模型 (球/板) 处理计算结果 (图 5)

模型平面等值线图中梯度带范围较大,其中球体边界位于重力异常值为 55 的等值线处,板状体边界处于梯度带边缘,与特定值的等值线范围关系不大;重力垂向一阶导数等值线图中,球体模型边界位于一阶导数值为 40 的等值线处,与一阶导数 0 值线相距较远,板状体模型位于导数值为 -5 等值线值附近,与 0 值线范围较近;模型水平总梯度模等值线图中,球状模型边界位于水平模值为 0.15 的等值线附近,与水平模内

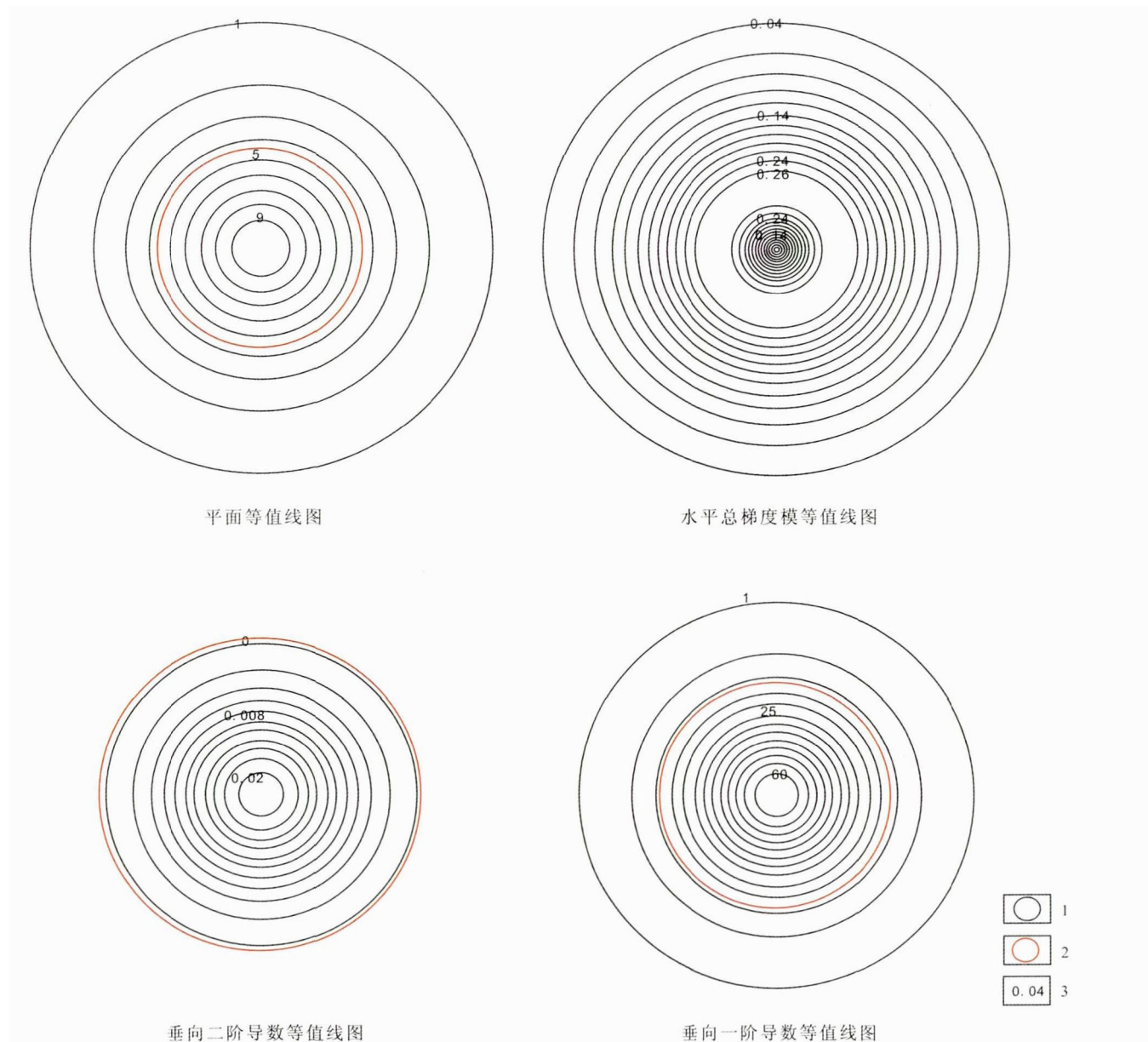


图2 a 模型处理计算结果图

Fig. 2 Calculation results of Model a

1—等值线 (gravity contour) 2—模型边界 (boundary of model) 3—等值线标注 (volume of contour)

部极值 0.2 的等值线相距较近,板状模型边界位于水平模极值 0.6 的等值线附近;垂向二阶导数等值线平面图中,模型边界位于为垂向二阶导数为 0.0025 的等值线附近,与 0 值线相距较近。

3 不同深度 a 和 b 模型对比

观察图 2 和图 3,在模型类型和半径大小不变的情况下,球体模型深度变大,重力等值线的梯度带逐渐消失,梯度变小,进而使利用梯度带圈定的边界范围值变大,一阶导数等值线梯度值变小,但梯度 0 值线与模

型边界依然相距甚远,二阶导数等值线值变小,模型边界分布在 0 值线附近却距离变大,水平总梯度模异常极值与模型边界更为接近。

对比同一深度的不同模型 a 和 c,观察图 2 和图 4,在模型深度不变的情况下,模型形状改变,对比不同模型的同一类异常发现,利用二阶导数零值和水平总梯度模极值圈定模型边界与实际边界误差较小。观察图 5,在不同模型叠加的情况下,同样可以发现,利用二阶导数 0 值和水平总梯度模极值圈定模型边界与实际边界误差总体较小。

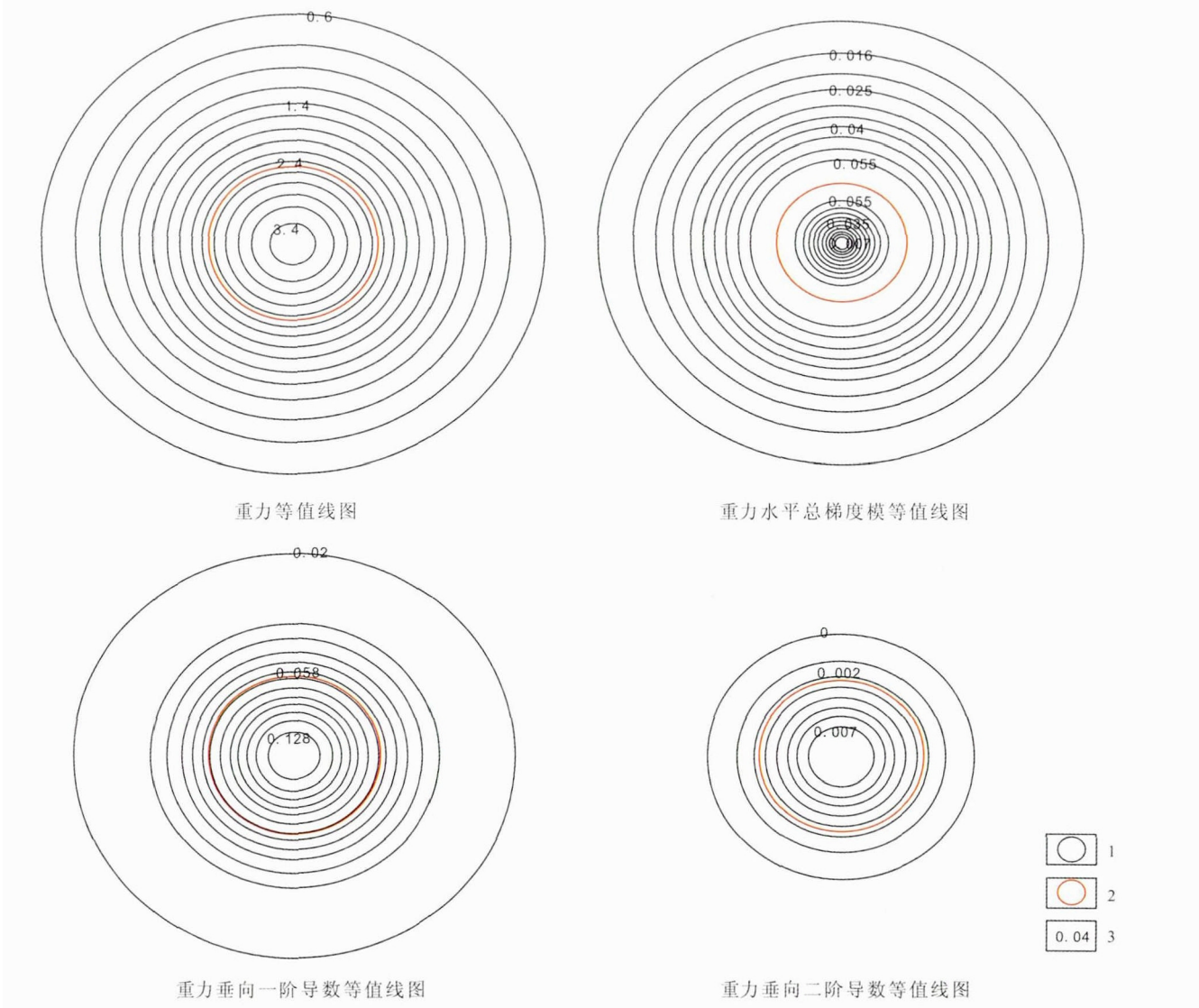


图 3 b 模型处理计算结果图

Fig. 3 Calculation results of Model b

1—等值线 (gravity contour) 2—模型边界 (boundary of model) 3—等值线标注 (volume of contour)

4 结论

通过理论模型实验的方法对同一深度不同模型、同一模型不同深度及不同模型叠加的情况进行了重力资料处理方法应用效果的对比。模型实验表明：重力垂向一阶导数 0 值线对于模型边界的圈定效果不明显；在模型深度变大的情况下，利用梯度带圈定模型边界的效果不好；垂向二阶导数 0 值线对于浅部模型的边界反应效果较好，模型深度变大，其反应边界的能力变弱。重力水平总梯度模极值对不同模型反应较为稳定，模型深度变大、类型改变，其对边界的反应能力变化较小。在应用实例中，以上 4 种方法均对岩体边界有一定的反应能力，但是利用重力异常梯度带圈定岩体的边

界误差较大，重力异常垂向一阶导数 0 值在理论模型边界圈定中效果不明显，重力垂向二阶导数对深部理论模型反应效果不佳，但其对浅部理论模型反应较为灵敏，水平总梯度模在抗干扰能力方面相对上述 3 种方法表现较为稳定，故笔者更倾向于利用重力水平总梯度模极值的方法来圈定模型的边界位置。

利用重力水平总梯度模极值圈定构造边界具有稳定性强、误差低、效率高的特点，很大程度上提高了区域重力资料解释的效率。相信重力水平总梯度模极值圈定构造边界的方法在区域重力调查、地质填图中有更广阔的应用前景。

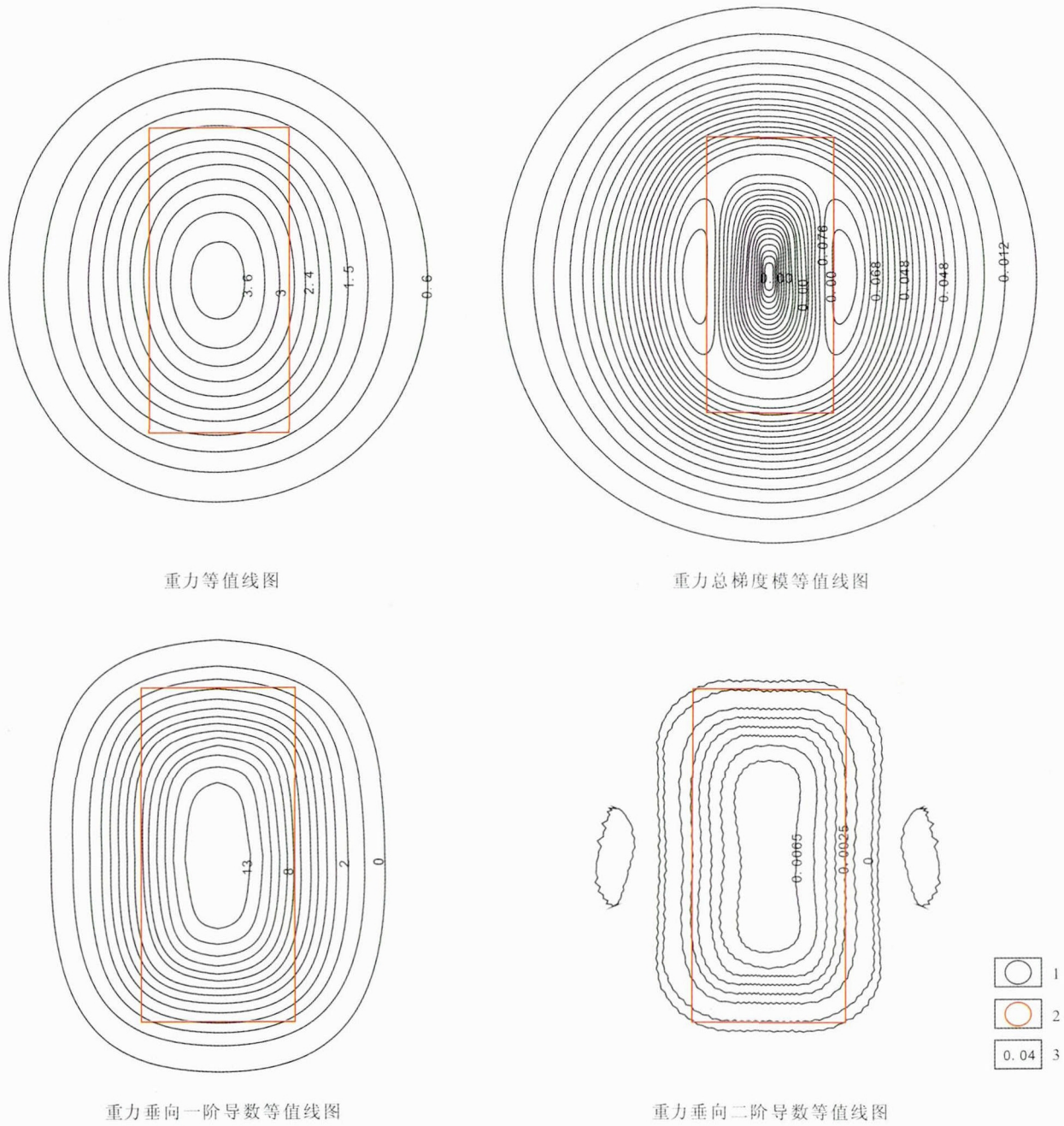


图 4 c 模型处理计算结果图

Fig. 4 Calculation results of Model c

1—等值线(gravity contour);2—模型边界(boundary of model);3—等值线标注(volume of contour)

