

滑动相关分析在重磁资料解释中的应用

王正科¹, 田舍², 李九亮¹, 董义国¹

(1. 陕西省地质矿产勘查开发局第二综合物探大队, 陕西 西安 710016; 2. 北京市地质勘察技术院, 北京 102218)

摘要:给出了一种重磁异常滑动相关分析方法, 并列举了在重磁异常性质判断、油气远景区划分、构造单元边界划分等方面的运用实例。

关键词:相关分析; 重磁异常; 资料解释

中图分类号: P631

文献标识码: A

文章编号: 1000-8918(2005)05-0409-05

由于重磁勘探工作的高效、低廉, 在油气勘探中得到了愈来愈广泛的运用, 重磁同步分析的项目愈来愈多, 重磁资料的联合处理解释愈来愈受到人们的重视。但目前的资料处理仍停留在重磁资料各自独立处理和简单对比的基础上, 受人为的主观意识影响较大, 缺乏较好的量化分析指标将2种异常现象有机地联系起来, 阻碍着重磁资料联合处理解释的进一步发展。笔者试图通过重磁异常滑动相关分析的应用, 在重磁资料联合处理解释方面进行探讨, 以期深化对重磁异常的认识, 更好地提高地球物理勘探的地质效果。

1 方法原理

重磁异常的相关分析是研究重磁异常相关关系的重要方法, 但由于实测的重力场 Δg 和地磁增量 ΔT 是具有不同变化规律的位场, 对于同一地质体而言, 两者有很大差别, 不宜直接进行对比分析, 为此需利用泊松公式

$$\Delta T_{\perp z} = \frac{J}{f\sigma} \cdot \frac{\partial(\Delta g^m)}{\partial z} + c \quad (1)$$

及其微积分公式, 将化向磁极后的 $\Delta T_{\perp z}$ 异常转换成伪重力异常 Δg^m (亦称磁源重力异常), 即把引起 $\Delta T_{\perp z}$ 异常的磁性体看作是具有相同分布的密度体所产生的重力异常。(1)式中, J 为地质体的磁化强度; σ 为地质体的剩余密度; f 为万有引力常数; $\Delta T_{\perp z}$ 为实测磁测 ΔT 的化极异常; c 为 $\Delta T_{\perp z}$ 的正常场校正值。

对于同一地质体而言, 布格重力异常 Δg 与伪重力异常 Δg^m 、布格重力异常的垂向二阶导数 Δg_{zz}

与 $\Delta T_{\perp z}$ 的垂向一阶导数 (即 Δg^m 的垂向二阶导数) Δg_{zz}^m 具有相同的变化规律的位场, 在形态上易于比较, 但却反映了地质体2种不同的物理特性——密度差异和磁性差异。在生产实践运用中, Δg 和 Δg^m 主要用于区域性大构造的研究, Δg_{zz} 和 Δg_{zz}^m 主要用于局部构造 (或地质体) 的研究。

如何定量地评价 Δg 与 Δg^m 、 Δg_{zz} 与 Δg_{zz}^m 的相近程度呢? 可用逼近的观点加以说明。(1)式表明用 Δg 的线性函数

$$\Delta g^m = a\Delta g + b \quad (2)$$

来逼近 Δg^m (Δg_{zz} 与 Δg_{zz}^m 亦然), 假如参与相近程度评价的重、磁测点为 $n=1, 2, \dots, N$, 则其产生的均方误差为

$$Q = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N [\Delta g_n^m - (a\Delta g_n + b)]^2 \quad (3)$$

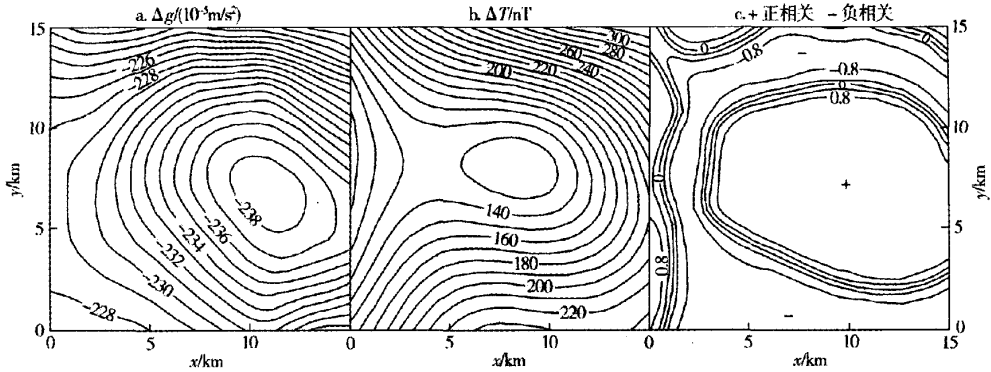
为使 Q 达到最小, a 和 b 需满足 $\frac{\partial Q}{\partial a} = 0$ 和 $\frac{\partial Q}{\partial b} = 0$, 由此解得:

$$a = \frac{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N [(\Delta g_n - \bar{\Delta g})(\Delta g_n^m - \bar{\Delta g}^m)]}{[\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (\Delta g_n - \bar{\Delta g})^2]^{1/2}} \quad (4)$$

$$b = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (\Delta g_n^m - \bar{\Delta g}^m) - \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (\Delta g_n - \bar{\Delta g}) \quad (5)$$

上式中, $\bar{\Delta g} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \Delta g_n$, $\bar{\Delta g}^m = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \Delta g_n^m$, 此时的相对误差

$$\frac{Q}{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (\Delta g_n^m - \bar{\Delta g}^m)^2} = 1 - r^2 \quad (6)$$



a—布格重力异常 Δg ; b— ΔT 磁场图; c—布格重力异与由 ΔT 转换的伪重力异常 Δg^m 滑动相关系数分布

图 2 乙地 Δg 、 ΔT 异常及滑动相关系数分布

足的, $b = 0$ 运用泊松公式的应用前提条件是具备的, 因此在实际工作中尽管经常存在正常场校正不完善的情况, 却并不影响滑动相关分析的应用。但是这并不意味着在作滑动相关分析前不对重磁资料做必要的正常场校正了, 恰恰相反, 必须仔细地进行正常场校正, 否则会得到错误的结果。由于在做 Δg_{zz} 与 Δg_{zz}^m 异常计算时, 变化较缓的正常场实际上已经得到消除或压制, 对其作滑动相关分析时, 就无需再作正常场校正了。

2 应用实例

通过多年重磁资料处理的实践, 发现滑动相关分析在下列几方面有较广的应用前景。

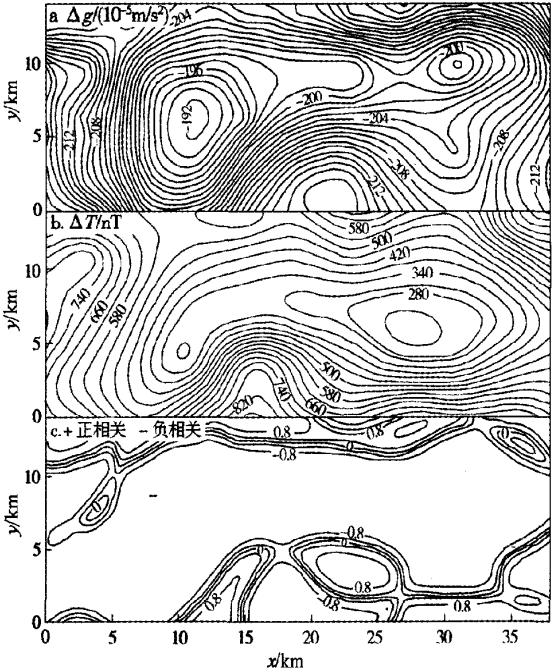
2.1 判断异常源的性质

若重磁异常正相关, 则有 2 种情况:

(1) 重磁同高, 异常可能为基底隆起或基性、超基性岩体所引起。图 1a、b 示出甲地 Δg 和 ΔT 异常, 图 1c 为 Δg 与由 ΔT 的转换的伪重力异常 Δg^m 的滑动相关(窗口大小为 $1.5 \text{ km} \times 1.5 \text{ km}$ ——6 点 $\times 6$ 点)系数分布(直接从生产报告中截取的, 未做任何其他处理, 下同), 异常主体部位的相关系数都大于 0.8, 属正相关, 表明重磁异常是同源的, 重磁异常源的空间分布是一致的, 且反演的重磁基底界面的埋深是大致相当的, 推断为前古生界的基底隆起, 后经地震勘探证实, 重磁异常源为古生界石炭系的基底隆起。

(2) 重磁同低, 异常可能是凹陷所引起。图 2a、b 为乙地 Δg 和 ΔT 异常, 图 2c 为 Δg 与由 ΔT 的转换的伪重力异常 Δg^m 的滑动相关系数分布, 异常主体部位的相关系数大于 0.8, 亦属正相关, 勿庸置疑为很典型的基底凹陷, 且相关系数“0”值线较准确地圈定出凹陷的边界。

同样, 若重磁异常负相关, 亦有 2 种情况:
万方数据

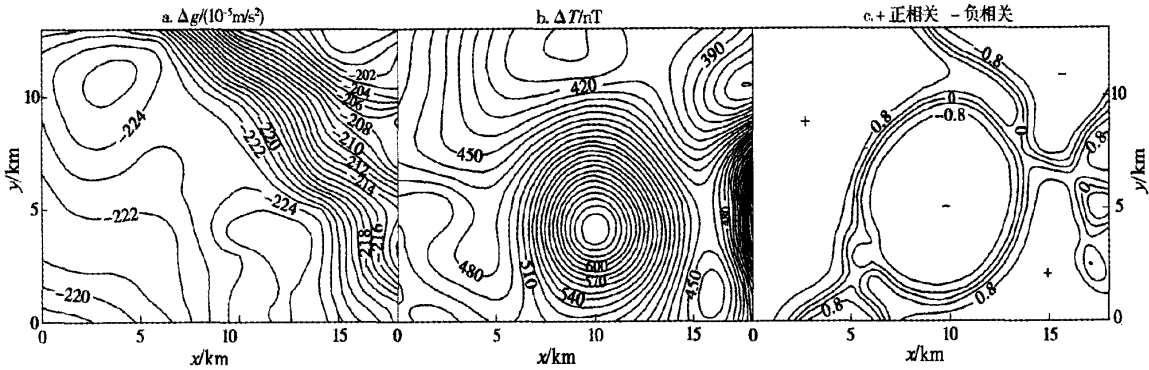


a—布格重力异常 Δg ; b— ΔT 磁场图; c—布格重力异与由 ΔT 转换的伪重力异常 Δg^m 滑动相关系数分布

图 3 丙地 Δg 、 ΔT 异常及滑动相关系数分布

(1) 重力高、磁力低, 异常可能是无磁性的高密度沉积岩所致, 如图 3a、b 为丙地布格重力异常 Δg 和 ΔT 磁异常, 图 3c 为其 Δg 与由 ΔT 转换的伪重力异常 Δg^m 的滑动相关系数分布。由图可见, 异常区的相关系数都小于 -0.8, 属强负相关, 重力密度界面反演结果为一凸起, 而磁性界面的反演结果为一凹陷, 两者呈非常明显的“镜像”关系, 推断为前古生界凹陷的奥陶系高密度、弱一无磁性灰岩所致, 这种认识被地震勘探结果所证实。

(2) 重力低、磁力高, 往往反映为有磁性的低密度火山岩的反演。图 4a、b 为丁地实测的重力异常 Δg 和 ΔT 磁异常磁异常, 图 4c 为其布格重力异常



a—布格重力异常 Δg ; b— ΔT 磁场图; c—布格重力异与由 ΔT 转换的伪重力异常 Δg^m 滑动相关系数分布

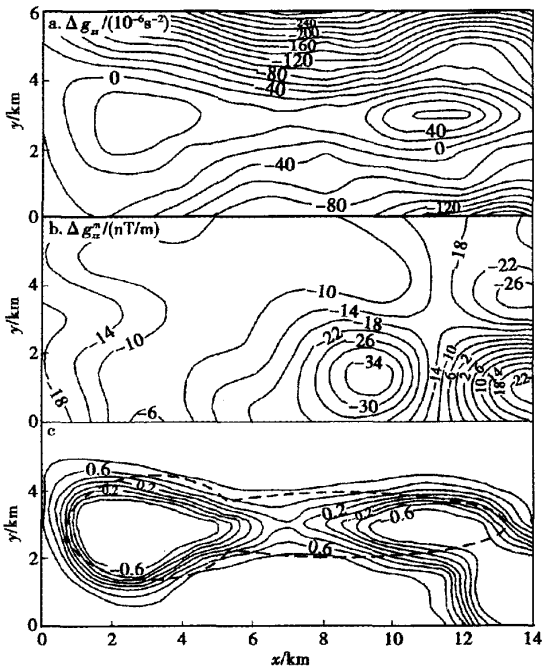
图 4 丁地 Δg 、 ΔT 异常及滑动相关系数分布

与 Δg 与由 ΔT 转换的伪重力异常 Δg^m 的滑动相关系数分布,异常区主体部位的相关系数都小于 -0.8 ,属强负相关,为较典型的重力低、磁力高组合,推断为侏罗系断陷底部的中基性火山岩所致,即重力低反映了断陷的存在,磁力高反映了火山岩的存在。此后的钻探结果证实了火山岩的存在,并在火山岩中见到较好的工业油流。

上述实例都是较典型的强相关组合,表明引起重磁异常的地质体在空间位置上是一致的。

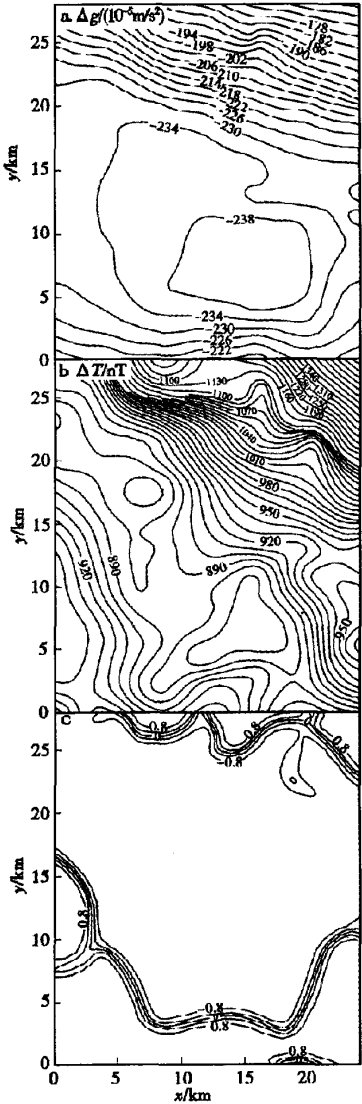
2.2 划分油气远景区

国外有人对重磁相关分析作了大量的研究和数



a—布格重力异常垂向二阶导数 Δg_{xx} ; b— ΔT 化极垂向一阶导数 (即 Δg_{xx}^m); c— Δg_{xx} 与 Δg_{xx}^m 相关系数

图 5 戊地 Δg 、 ΔT 异常及滑动相关系数分布



a—布格重力异常 Δg ; b— ΔT 磁场图; c—布格重力异与由 ΔT 转换的伪重力异常 Δg^m 滑动相关系数分布

图 6 己地 Δg 、 ΔT 异常及滑动相关系数分布

理统计,发现有潜力的油气远景区或具有工业价值的油田的分布既不在重磁异常强相关区,也不在重磁异常的弱相关区内,而是分布在强相关和弱相关区之间,即相关系数 r 的取值范围是 $-0.8 \sim -0.3$ 和 $0.3 \sim 0.8$ 。

图 5a、b 为戊地布格重力垂向二阶导数 Δg_{zz} 和 ΔT 化极的垂向一阶导数(即 $\Delta g_{zx}''$)异常,图 5c 为 Δg_{zz} 和 $\Delta g_{zx}''$ 的相关系数分布。已发现的油藏也主要分布在 $r=0.6$ 或 $r=0.6$ 附近。

在实际工作中发现相关系数的这种取值范围,有时也存在一些有意义的异常,但没有钻探验证,不好在此草率地作出结论。不过这一地区确实与强相关区和弱相关区不同,需要根据已有的地质及地球物理先验信息进行认真细致的研究,其中微小的变化都可能与石油地质情况有关。

2.3 划分构造单元边界

构造单元划分是油气勘探重要研究任务之一,许多油田滚动开发多年,构造单元的边界尚存争议,迟迟得不到解决,重磁滑动相关分析为这个问题的解决提供了一条途径。许多地区一、二级构造带都是以大断裂为边界,而重磁正、负相关的过渡带,即

相关系数零等值线附近,就是区域大断裂的展布带。在我们工作过的地区中,这种成功的实例非常多,图 6a、b 所示的就是其中一例。图 6c 中的相关系数零等值线较好地划分出了某凹陷的南、北边界。

3 结论

重磁异常的滑动相关分析在分析解决重磁异常性质、油气远景区的划分和构造单元的划分中已显示出较好的前景,使重磁异常从简单的分析向定量对比的数字分析迈进了一步。但这仅仅是开始,还有很多问题值得深入研究,特别是强相关区和弱相关区之间的过渡地区,情况非常复杂,有待于进一步深究。

参考文献:

- [1] 刘天佑. 重磁反演理论及方法[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1992.
- [2] 王家林,王一新,万明浩. 石油重磁解释[M]. 北京:石油工业出版社,1992.
- [3] 《重力勘探资料解释手册》编写组. 重力勘探资料解释手册[M]. 北京:地质出版社,1983.

THE APPLICATION OF GLIDE CORRELATION ANALYSIS TO THE INTERPRETATION OF GRAVITY AND MAGNETIC DATA

WANG Zheng-ke¹, TIAN She², LI Jiu-liang¹, DONG Yi-guo¹

(1. No. 2 Geophysical Exploration Party, Shaanxi Bureau of Geology and Mineral Resources, Xi'an 710016, China; 2. Beijing Institute of Geo-exploration, Beijing 102218, China)

Abstract: A glide correlation analytical method for gravity and magnetic anomaly is advanced in the paper, with some application examples given, such as estimation of the nature of the anomalous source, division of oil prospects, and delimitation of boundaries of tectonic units.

Key words: correlation analysis; gravity and magnetic data; interpretation

作者简介: 王正科(1964-),男,工程师。1987年毕业于成都地质学院物探系,长期从事重、磁资料处理及报告编写工作。