

技术方法

地球物理数据网格化参数的确定及模型的选择

王玉敏¹,冯宁²,姚敏¹

(1.山东省物化探勘查院,山东 济南 250013;2.山东省地矿工程集团有限公司,山东 济南 250200)

摘要:根据地质目标体不同,探测深度不同,物探测网所采用的比例尺不同,相同比例尺测量,由于异常细节差异,点线距不同,使得不同比例尺测网采集同一物探数据,由于网格化差异,异常形态不同。为了尽可能准确体现地下地质体的异常范围、异常形态,正确的选择网格化方法,使后期异常解释更准确,该文介绍了如何正确选择地球物理数据网格化参数的方法。

关键词:地球物理数据;网格化参数;模型

中图分类号:P631

文献标识码:B

引文格式:王玉敏,冯宁,姚敏.地球物理数据网格化参数的确定及模型的选择[J].山东国土资源,2015,31(10):86-90.WANG Yumin,FENG Ning,YAO Min. The Determination about the Grid Parameters of Geophysical Data and the Selection about the Grid Model[J].Shandong Land and Resources, 2015,31(10):86-90.

随着计算机技术的发展,数据采集化程度的提高,数据采集密度、采集频率、采集效率、准确率都较以往手工记录要高。物探数据图件的草绘、清绘和审核基本上一个技术人员就可以完成,大大节省了时间和人员。由于图示方法、成图方法、网格间距的选择不同,图件正确与否,数据处理中间过程是否合理变得复杂^[1-2]。因此,计算方法的选择不能太机械化。该文主要讨论了在不同测网的比例尺下,数据网格化的合理选取,网格化模型的选取及适当的数据处理。

1 磁场的图示方法

磁法基础图件有沿观测线(剖面、线路)所观察到的磁异常曲线图,磁异常平剖图,磁力异常等值线平面图。其他地球物理场绘制同类图件,可以类同^[3-4]。

1.1 磁力异常曲线图

绘制磁力异常曲线图,要变换一下比例尺,然后再绘制 ΔT 曲线。在水平轴上(沿测线)为相应于测量比例尺的距离坐标尺,而沿垂直轴上的比例尺由仪器灵敏度和野外观测精确度确定。

为了使曲线的每一变化能和现实存在的异常联系起来,应当把可能发生的偶然误差带的宽度减小到一条线。此时在磁力异常图上就不会出现偶然误差。为了用作图法消除观测时的偶然误差,剖面图垂直比例尺应该选择得使其1 mm 大约等于2倍野外测量精度。

作图时用平滑线来联结这些点,因为磁场由一点到另一点的变化是平滑的,同时整个图应当是曲线性的,然而这种情况只有在观察网非常密以致能保证不漏过观察点之间极值的场合下才是正确的,只有在这种情况下才能肯定所绘的图是反映磁场沿剖面线变化的真正规律,所以把各点之间以直线相连是比较正确的。此时作一个假设:即各点间场的变化是线性的。但又很难肯定,各点间磁场的这种分布规律是较其他的规律更现实些,毕竟各点之间磁场分布的真正特性是未知的。

当然如果观察网足够密,那么各点之间的短直线将非常精确并均匀地描出整个曲线。如果测网很稀,并且不能显示出磁场变化的一切规律时,则曲线将呈锯齿形,这正是强调指出测网不够稠密,以致不能够充分地说明沿剖面线的磁场的变化。当然,这也并不意味着:在用来解决地质问题时,这样的测网

收稿日期:2014-12-08;修订日期:2014-12-29;编辑:曹丽丽

作者简介:王玉敏(1978—),女,辽宁北镇人,高级工程师,主要从事重磁电野外资料的采集与室内资料处理工作;E-mail:32392164@qq.com

是不够稠密的。测网网度是由地质任务决定的。

在绘制磁力异常曲线图时,水平轴上距离比例尺为测量比例尺,垂向轴上比例尺为 1 mm 代表两倍以上野外测量精度。相邻点之间用光滑的直线连接。如果曲线呈锯齿形,说明测网太稀,需要缩小垂向轴的比例尺。

为了证实正确选择曲线图垂直比例尺的重要性,下面来研究一个实际例子。图 1 是一个野外队在工作中画的一张 ΔT 剖面曲线平面图。由图可见,曲线是波形的,其振幅为 2~3 mm,并且在有些地方又可以发现较大的幅度变化。显然,即使在没有野外资料的情况下也可以有把握的肯定,作图时选择的比例尺没有考虑到野外观测精确度。如果把垂直比例尺减小到三分之一,则平面图的形状将如图 2 所示。此时图上出现明显的异常带,它由一个剖面连到另一个剖面,但是在图 1 上分出这种带是困难的,同时也是不明显的。

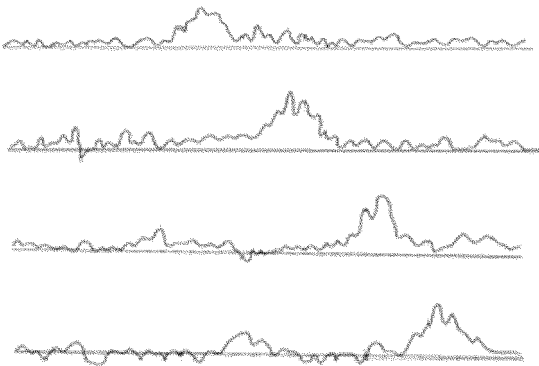


图 1 不考虑野外测量精确度做出的 ΔT 曲线

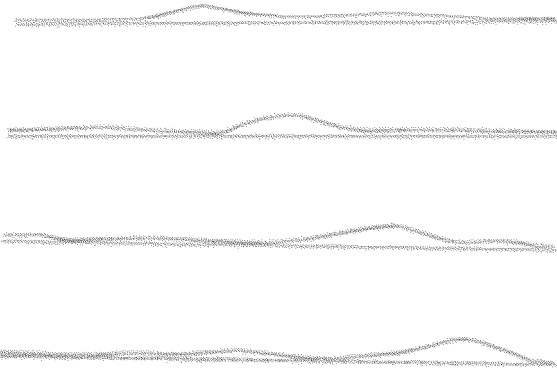


图 2 考虑野外测量精确度做出的 ΔT 曲线

1.2 剖面平面图

沿剖面上某一要素的曲线图能给出磁场沿剖面线的分布情况。为了获得磁场在空间中分布的概

念,常常利用作图法将磁场表示为剖面平面图。作剖面平面图的方法,以测量的比例尺在平面图上画下所有的测线,并且在每条测线上,绘出沿测线方向曲线,结果就得到由彼此相邻线组成的整个系统的磁场分布平面图,利用这平面图可以看出整个测区磁场的分布性质。

剖面平面图是一种客观的资料。它可以同时显示某种地球物理场剖面和平面特征的图件。图中各测线的异常都用剖面形式表示,通过各测线之间的对比分析能清楚地表示异常平面和剖面的分布规律。

正确的数据比例尺以高磁曲线不被放大或压缩为宜。一般选择 1 mm 代表 2 倍野外测量精度。下面以青海大岔沟高磁数据为例,数据总精度 2.05 nT,绘制平剖图,成图比例尺为 1:1 万,图 3 中 1 mm 代表 2 nT,数据比例尺为 1:200,图 4 中 1 mm 代表 4 nT,数据比例尺为 1:400。可见 1:400 图面比较容易看出异常带范围,1:200 数据比例尺平剖图异常峰值叠压,使边界轮廓不清晰。

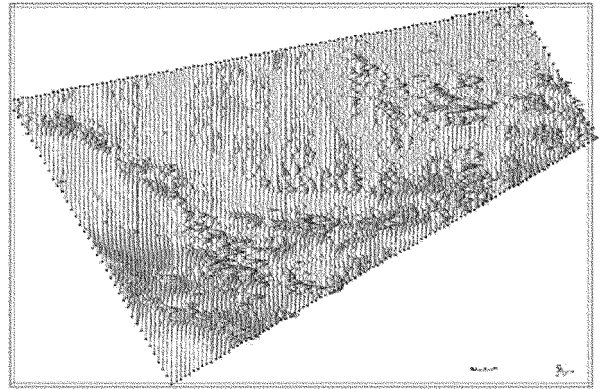


图 3 平剖面数据比例尺选择 1:200 的例子

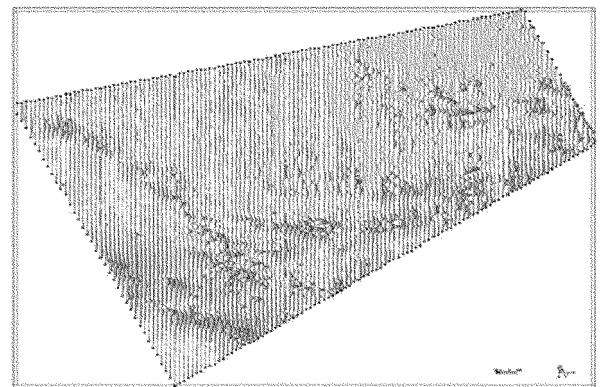


图 4 平剖面数据比例尺选择 1:400 的例子

剖面平面图的缺点在于在图中只指出磁场沿测线的分布。至于剖面线之间的磁场特征,就要用磁异常等值线平面图来表示。

1.3 磁异常等值线平面图

做磁异常等值线平面图时,首先以测量比例尺在平面图上画出所有观测点,并且在每一点旁边标记测量值及符号。然后选择做磁异常等值线的间隔。在选择磁异常等值线间隔时,野外观察精确度是最基本的标准。因为随着测量数值的增大,测量的相对误差仍大致相同,而绝对误差则加大了,所以做磁异常等值线间隔应该不是恒定的、均匀的,而是随着测量数值的增加而加大。下面为比较实用并方便的,用来做磁异常等值线间隔的顺序:0, ± 2 (或 ± 2.5), ± 5 ; ± 10 ; ± 20 (或 ± 25), ± 50 ; ± 100 等单位。但是,如果其他等磁力线将更明确地表示出地质构造的走向和轮廓时,这个顺序可以多少改变一些。通常选择等于 2~4 倍测量误差的等磁力线为零线以上的第一条线。选好间隔后,确定用哪些等磁力线来构图。用闭合光滑线来做等磁力线。

为了看等磁力线图方便起见,通常以实线表示正等磁力线,以短线与点相间的线表示零线,以虚线表示负等磁力线。在等磁力线中断、扭转处标出数值。为了明显起见,通常正值涂以红色,负值涂以蓝色。异常的强度用加深颜色强调。最小正等磁力线和负等磁力线之间的正常场区域有时涂以黄色。

图 5 是等间距绘制等值线,等值线间隔 20 nT。图 6 是不等间距绘制等值线,等值线间隔 0, ± 5 , ± 10 , ± 20 , ± 50 , ± 100 , ± 200 , ± 300 , ± 400 nT 等。利用不等间距绘制等值线图件文件大小减半,0 值附近过渡带细节更突出,磁异常变简单。

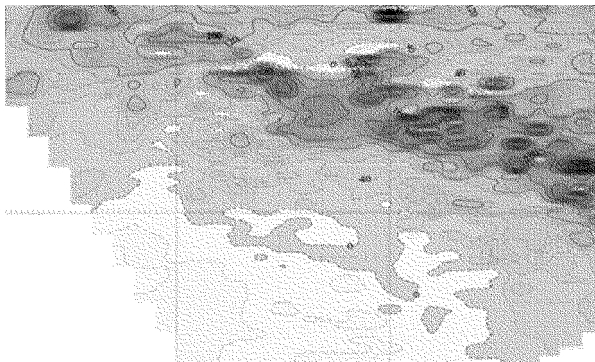


图 5 等间距绘制等值线

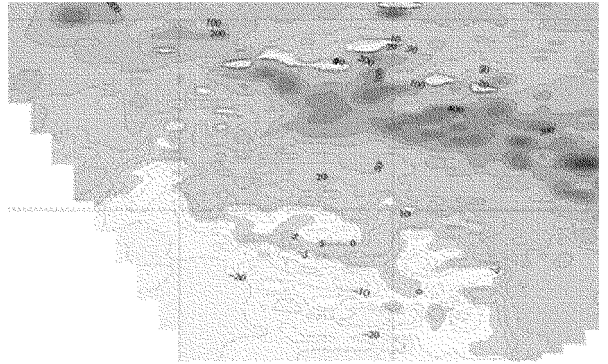


图 6 不等间距绘制等值线

等磁力线图可以比较全面地反映出磁场分布的客观规律,它最接近于磁场分布的真正情况,也就更全面地反映出地区地质构造的主要特征和详细情况。在狭长测网情况下,将测线点加密而测线放疏时,由于测网密度不够大,所做的等磁力线就不能正确地表示出测区内磁场的分布。这时,等磁力线有形成垂直于测线的狭长闭合线的趋向。如果异常的走向不垂直于测线,而成一锐角,并且异常的宽度不大,则等磁力线的畸变特别强烈。

正确绘制等值线最重要的条件是:要全面地考虑所有地质资料,首先是岩层的走向、地质体的形状及产状条件等等。并要在等磁力线图中,一定要注上作为实际资料的数字值。如果没有第一手的地质资料,可以多成几个方向的图,以确定异常走向。

2 影响地球物理图表质量的因素

2.1 首先研究测网的影响怎样

有了剖面图和等值线图以后,首先应该确定解决野外工作方法中测网密度和形状的实际正确性,关于选择测线方向正确性的问题。纵长测网是在经济上最有利的一种,在这种测网中沿测线的点距较小,而线距较大。用这种测网时,以规定数目的测点布于测区只需要最少的时间,因为当点距较小时,每一点移至另一点的时间也缩短了,同时在一定地区的线路总长度也减小了(表 1)。

表 1 各种测网中以 10 000 个点分布于 1 km² 内所需做测线总长度

点距(m)	1	2	5	8	10
线距(m)	100	50	20	12.5	10
线路总长度(km)	10	20	50	80	100

但是在伸长形的测网中,得到沿测线上磁场分布特征的详细记录,稀疏测线间磁场分布特性不充

分的记录。即完整详细的剖面图和不可靠的等磁力线平面图。十分拉长的测网只有在确实相信可以知道岩层或所找地质对象的走向时才可以采用,但是,即使在这样的情况下线距也不应该超过点距3~4倍以上。

2.2 数据网格化的影响

网格化使用的数学模型是网格化的核心问题,所有的插值方法都希望通过插值加密数据点,使一个粗糙的初始地质模型变成一个新的精确模型,这仅是一种理想状态。相反,通过插值计算的新模型,相对原始模型总有一定变形。也就是说,相对实测的、准确的原始数据来说,插值点往往会有一定误差。因此,最大限度地减少这个误差,使原始数据中包含的客观特征能无明显损失地传递到内插计算的数学模型中,是所有数学模型的最基本要求^[5]。

2.2.1 网格化方法的选择

不同数据由于数据场特征和等值线预期的结果不同,所采用的方法不同。而不恰当的网格化方法会使异常差异很大,偏离原始异常,甚至是错误的表示。布格重力异常网格化数据需要具有良好的保持真实效果的网格化处理,一般采用三角剖分法网格化^[6]。电法、磁法图件要求保证网格化的精度、产生的等值线较为圆滑,利于异常解释等,一般使用克里格法网格化,该方法总是尽可能地去描述原数据所隐含的趋势特征,以区域化变量理论为基础,以变差函数为主要工具,在保证研究对象的估计值满足无偏性条件和最小方差条件的前提下求得估计值。化探数据一般要求反映异常随距离远近关系,一般使用克里格、径向基本函数中的复二次函数网格化方法,其中径向基函数多重二次函数法被许多人认为是最好的方法,既能反映原始数据的特征,又能光滑等值线。

2.2.2 网格化参数的设定

(1)网格化范围。网格化范围就是要绘制的等值线范围,它是由网格节点的最大最小坐标值来确定。如果网格数据是正南北测网,数据扩边的边缘效应,空白区填充的值失真很小。如果测线有一定角度,数据网格化建议采用方域网格化,成图后再利用工区边界裁剪。当然也可以利用点线号成图,但是成图后旋转和偏移坐标位置不准确。点线号成图异常形态和边界与利用大地坐标成图异常边界虽然

不重合,但异常形态和幅值基本吻合。利用实际坐标网格化基本上不会引起异常形态变化,同时对异常定位更准确(图7)。

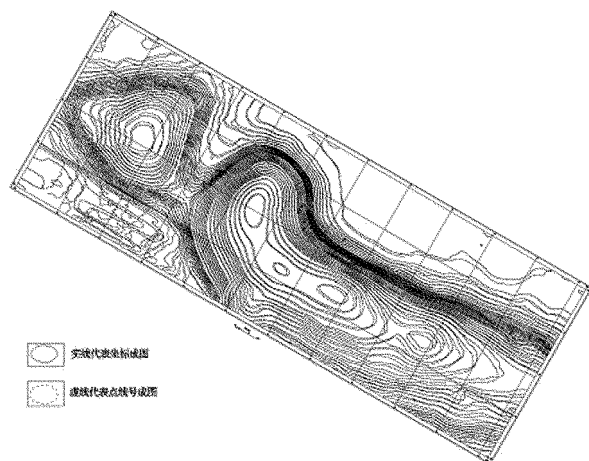


图7 点线号成图与实际点坐标成图对比

(2)网格间距和网格线数的确定。网格间距和网格线数是离散数据网格化时最重要的参数,它关系到所派生的数据密度、等值线模型的精度,最终影响异常的空间结构特征。网格过大,不仅会丢失一些特征信息,也可能会造成等值线扭曲,使得野外工作达不到一定的效果。当网格达到一定的间隔后,无论再怎么增加网格数,等值线的轮廓几乎不再发生任何变化。网格过小不仅不会提高精度,反而会产生更多冗余“游离”数据,等值线绘制时使异常空间分布特征复杂化,导致一些假的、没有意义的小闭合圈出现(图8)。

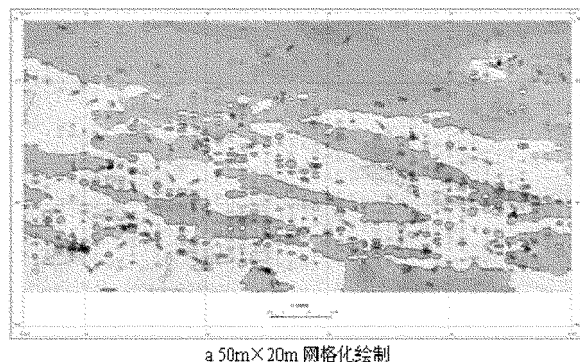


图8 不同网格间距图件对比图

因此恰当地反映异常的空间分布特征,实际采取比较、筛选方法选择恰当的网格尺寸。从图8可见,原数据测网100 m×20 m,利用50 m×20 m网格化和50 m×50 m网格化数据后,后者等值线既可以

反映其原始的情况,又能满足要求,图面冗余的小闭合圈较少。所以网格化时,网格间距要小于原始采集点的分部间隔,但也不能过细。通常采用线距的一半,点距不变。例如 100 m×40 m 测网,数据网格化使用 50 m×40 m 网格间距比较合适。

(3)搜索类型和搜索半径的确定。搜索类型决定了所用的数据范围。搜索类型有对所有点搜索、简单搜索、四方位搜索、八方位搜索等 4 种类型。当离散数据分布较均匀时,可选择所有点搜索类型,即相当于不选择搜索类型,当数据量较大时(数据点大于 200 个),数据分布较离散,应选择四方位或八方位类型。

搜索半径决定了所用的离散数据点的范围,在搜索规则不变的条件下,任意改变搜索半径的大小,对数值点区域的等值线不产生影响,但要影响到整个空白区的填充。搜索半径是个很重要的参数,直接影响网格化后的结果。若半径太小找不到形成网格节点的数据,就不能形成等值线;而半径太大则空值点变为数据点。因此,搜索半径确定以能客观反映实际的地质情况为条件,考虑到扩边和特殊点,搜索半径一般为点距的 3~6 倍。具体应用中要适当的调节。

3 结论

所有的地球物理数据都是为地质服务的,在数

据处理同时要反复结合已知地质体出露情况,如果脉体很窄,采用的点距过密,稀疏线距,为了突出异常,根据实际情况绘制等值线。磁法数据、电法数据一般采用克里格法网格化数据,布格重力数据一般采用三角剖分法网格化数据。数据网格化一般采用方域网,网格化间距选择线距一半。搜索半径为点距的 4~6 倍,搜索方向为垂直异常方向。磁法数据图件标注一般选择不等间距,电法数据绘制图件一般标注对数间距,重力数据绘制图件等间距标注,并标注计曲线和首曲线。首条非零等值线幅值是 2 倍的野外采集精度。

参考文献:

- [1] 徐国良,王秀凤,韩代成.基于 MapGIS 数字地面模型 DTM 的各类地球化学图件的绘制[J].山东国土资源,2013,29(7):61-64.
- [2] 刘兆平,杨进,武炜.地球物理数据网格化方法的选取[J].物探与化探,2010,2(15):93-97.
- [3] 杨利容,简兴祥.Delaunay 三角剖分插值算法在 MT 成图中的应用[J].西北地震学报,2012,3(30):14-17.
- [4] 马艳飞,霍清华,乔天荣.浅谈物探图件在 MapGis 下的快速生成[J].科技资讯,2010,10(13):38.
- [5] 葛智光,宋俊杰.高精度磁法数据网格化方法的选取[J].工程地球物理学报,2010,7(25):169-172.
- [6] 李振海,汪海洪.重力数据网格化方法比较[J].大地测量与地球动力学,2010,30(1):139-144.

Determination of Grid Parameters of Geophysical Datas and the Selection of Grid Model

WANG Yumin¹, FENG Ning², YAO Min¹

(1 Shandong Geophysical and Geochemical Exploration Institute, Shandong Jinan 250013, China; 2. Shandong Geo-engineering Exploration Limited Corporation, Shandong Jinan 250014, China)

Abstract: According to different geological objects and different detecting depths, different scales of geophysical measuring will be chosen. During the same scale measurement, due to the abnormal differences in detail, abnormal shape is not the same when collecting the same geophysical datas with different scales. In order to reflect the abnormal range and shape of underground geological bodies as accurately as possible, the grid model will be selected correctly. It will make later anomaly interpretation more accurately. In this paper, how to choose the right parameters of geophysical data has been introduced.

Key words: Geophysical datas; grid parameters; model