

doi: 10.11720/wtyht.2018.2658
梁建,庄道泽,郭玉峰,等.利用航磁重复线测量内符合精度消除航磁梯度测量中的转向差[J].物探与化探,2018,42(3):576-582.http://doi.org/10.11720/wtyht.2018.2658
Liang J, Zhuang D Z, Guo Y F, et al. Elimination of steering difference in aeromagnetic gradient measurement using internal accord accuracy for test repeat line in aeromagnetic survey[J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2018, 42(3): 576-582. http://doi.org/10.11720/wtyht.2018.2658

利用航磁重复线测量内符合精度消除航磁 梯度测量中的转向差

梁建¹, 庄道泽², 郭玉峰¹, 杨望¹

(1.中国冶金地质总局地球物理勘查院,河北 保定 071051; 2.新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局,新疆 乌鲁木齐 830000)

摘 要:为消除吊舱式航磁梯度测量中梯度仪转向差的影响,评价航磁梯度系统的测量精度,笔者尝试了计算重复线内符合精度的方法。通过推导,给出了重复线内符合精度新的计算公式,该公式和地面重力、磁法测量中重复观测、仪器多台一致性总精度计算及航空重力、磁法测量中利用测线与切割线交叉点计算总精度的公式具有形式上的统一。利用改进的水平调整方法显著的消除了航磁梯度测量中的转向差,并客观评价了梯度系统的测量精度。
关键词:重磁测量;一致性;内符合精度;航磁梯度;转向差
中图分类号: P631 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8918(2018)03-0576-07

0 引言

地面重力和磁法勘探测量中为了评价观测数据的精度,按规范^[1-3]要求通常需要进行一定数量的重复检查观测,通过重复检查观测数据的均方误差计算来评价地面物探测量资料的精度。

航空物探测量数据的总精度并不是通过重复检查观测数据的均方误差来计算,而是通过均匀分布全测区的测线与切割线在交叉点处观测数据差值的均方误差来计算。航空磁测中通常也需要进行一些重复线测量,但在以往规范中对重复线测试数据的质量在规范中没有明确的量化评估准则和要求^[4]。

文献[5-8]给出了航空重力、磁法重复线测试数据的均方差质量评估方法,提出重复线数据内符合精度的概念。内符合精度衡量仪器测量场值与多次重复观测的平均场值的符合程度和一致性,反映仪器测量值自身的稳定性。给出的重复线内符合总精度计算公式为:

$$\varepsilon = \pm \sqrt{\frac{1}{n \times k} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k \delta_{ij}^2}, \tag{1}$$

其中: n 为重复线公共段的数据点数, k 为重复线的数目。

重复线内符合精度概念的提出为评价航空物探测量系统的精度性能和测量数据的质量高低提供了很好的指标依据。但是给出的计算公式却并不符合统计学的理论,对重复线内符合精度评价会偏高,并且在 $k=2$ 时与计算总精度的公式不具有统一性。

重力、磁法勘探中对于观测一致性的计算,与工作的手段(地面、空中,还是海洋)无关。从统计学上讲,无论是利用重复线,还是利用测线与切割线交叉点,计算公式本身也应该具有统一性。笔者从数理统计理论出发得出新的计算公式及水平调整方法。并将其应用于航磁梯度测量中梯度测量的方向差改正。

1 计算公式的统一

总体方差和样本方差是数理统计中的两个概

念,对于理解重力、磁法测量规范中各种统计计算公式能起到至关重要的作用。总体方差 σ 计算公式为:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \delta_j^2}, \tag{2}$$

其中: $\delta_j = x_j - \mu$, μ 为真值,但真值的大小无从知道,当 k 很大时,即测量次数为无限多次时,可以认为算数平均值等于真值 μ ,即:

$$\mu = \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k x_j. \tag{3}$$

但在实际测量工作中,测量采用次数是有限的,而这有限次的采样是作为总体的一个样本,样本方差 S 表示为:

$$S = \pm \sqrt{\frac{1}{k-1} \sum_{j=1}^k \delta_j^2}, \tag{4}$$

其中: $\delta_j = x_j - \bar{x}_j$, \bar{x}_j 称为样本均值,有:

$$\bar{x}_j = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k x_j. \tag{5}$$

注意式(4)根号中的分母项为 $k-1$,样本方差计算公式推导过程从一般的数理统计教材^[9]中均可查到,此处不再推导。从上面可以看出,求总体方差公式与求样本方差的公式差别是:求总体方差是除以 k ,而求样本方差是除以 $(k-1)$ 。这是理解重、磁勘探规范中各种计算公式的关键。如在重、磁勘探规范^[1]中噪声统计计算公式中根号里面分母项为 $k-1$,就是因为实际的观测中测量次数不可能是无限的。

以上是将 x_j 看作单个测点的观测值时的均方差表达式,而如果 x_j 为一个向量 x_{ij} 时,则可以看做是在一条线上进行重复测量的结果。那么每个测点观测值(指经过相应改正后的值,如磁 ΔT 检查观测中需经过日变改正)的样本方差计算方法为式(4),假定有重复观测的测线有 n 个测点,那么所有测点的均方差 ε 为:

$$\varepsilon = \pm \sqrt{\frac{1}{n \times (k-1)} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k \delta_{ij}^2}, \tag{6}$$

其中: δ_{ij} 为第 j 条重复线公共段各点观测值 x_{ij} 与该点各重复观测的平均值 \bar{x}_{ij} 之差:

$$\delta_{ij} = x_{ij} - \bar{x}_{ij}. \tag{7}$$

式(6)即为新的重复线内符合精度计算公式。可以发现如果利用式(1)计算那么结果会偏小,即会高估仪器的内符合总精度。

令总观测值的值为 m ,即 $m = n \times k$,令 $V_i (i = 1, 2, 3, \dots, m)$ 为某次观测值(包括参与计算平均值的所

有数值)与该点各次观测值平均数之差,即:

$$\sum_{i=1}^m V_i^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k \delta_{ij}^2, \tag{8}$$

则得到:

$$\varepsilon = \pm \sqrt{\frac{1}{m-n} \sum_{i=1}^m V_i^2}, \tag{9}$$

这是地面重、磁勘测中多台仪器开(收)工一致性总均方误差的计算公式,其方法是建立公共测点,每台仪器在这些测点上进行观测构成重复观测。同时也是检查(重复)观测时计算测量总精度的计算公式。但检查线测量工作中往往只对某一条测线进行一次重复观测,即只有原始观测和一次重复观测。此时 $k=2$,因为有:

$$\delta_{i1} = x_{i1} - \frac{x_{i1} + x_{i2}}{2} = \frac{x_{i2} - x_{i1}}{2}, \tag{10}$$

$$\delta_{i2} = x_{i2} - \frac{x_{i1} + x_{i2}}{2} = \frac{x_{i1} - x_{i2}}{2}. \tag{11}$$

将式(10)和式(11)以及 $k=2$ 代入式(6)得到:

$$\varepsilon = \pm \sqrt{\frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n \delta_i^2}, \tag{12}$$

需要注意的是式(12)中的 δ_i 为两次观测的差值,即 $\delta_i = x_{i2} - x_{i1}$ 。式(12)是地面重、磁勘探中利用重复观测计算测量总精度的公式,也是航空磁测中利用测线和切割线交叉点计算测量总精度的计算公式^[4]。在航空重、磁测量中,其实际情况相当于利用测线与切割线交点处的测值虚拟出一条测线(或切割线)的重复线与原测线(或切割线)计算内符合精度。因此利用重复线与利用测线和切割线交叉点计算总精度二者本身是一致的,利用测线和切割线交叉点计算总精度是在观测次数为两次($k=2$)时的一种特殊情况。

2 水平调整方法

对于观测的重复线,第 j 次观测的重复线内符合精度计算公式为:

$$\varepsilon_j = \pm \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta_{ij}^2} \quad (j = 1, 2, 3, \dots, k), \tag{13}$$

式(13)和地面重、磁勘探中每一台仪器一致性均方差计算公式是一致的。文献[5]在计算了每条重复线的内符合精度后,指出参照所有重复线的平均场数据的水平均值,对每条重复线数据的水平均值进行相应的水平调整。排除受偏航、飞行高度的影响,所测场值完全由测量仪器自身的因素决定时,多次

重复测量曲线的形态将近于“平行”,因此笔者提出直接利用每条重复线内符合精度值 ε_j 对其进行水平调整,即:

$$\delta_{ij} = x_{ij} - \bar{x}_{ij} + \varepsilon_j, \tag{14}$$

式(14)可以认为是不考虑飞行高度因素影响时的一种特殊情况。式中 ε_j 的正负号(\pm)的选择以水平调整后每条重复线的内符合精度值更小为标准,即调整后每次观测的磁场总体水平更接近多次观测的平均值的总体水平。将式(14)水平调整后的 δ_{ij} 代入式(13)计算出均方差值称为每条重复线测试数

据水平调整后内符合精度,代入式(6)计算的均方差值则称为所有重复线测试数据水平调整后内符合总精度。

3 应用

现在的航磁总场梯度测量中无论是固定翼还是吊舱系统一般是采用 4 个光泵磁力仪组成四面体结构^[10-19],并根据 4 个探头相对位置的几何关系计算梯度(图 1)。

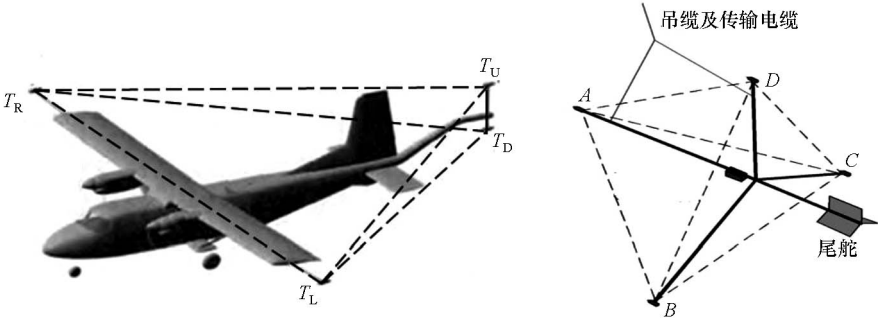


图 1 固定翼及吊舱式航磁总场梯度测量系统的四面体结构示意图

但几乎所有的高灵敏度光泵磁力仪都有一个很小的转向差。另外不同的探头由于出厂批次不同,它们之间也往往会存在一个很小的接近于常数的差值,这在 ΔT 测量中往往表现为不同测线之间的水平高低, ΔT 测量可以采用滤波或人工方法进行调平。但利用这样的探头组成梯度系统测量结果将出现明显的正负条带,并且作为向量测量,在进行姿态改正^[10]前就需要把这个差值去掉或降到最小,否则在进行姿态改正时转向差会作为某一个方向的梯度值分配到其他方向上去。处理梯度转向差在以往的航磁梯度测量中采用了不同的方法,例如在吊舱式垂直梯度测量系统中使用操纵装置根据测线方向改

变探头的方向,使探头永远保持在一个方向上^[20]。固定翼航磁梯度测量在处理干扰场造成的转向差时则将补偿系数由原来的 18 项改为 19 项,即增加一个常数项,并在计算补偿参数时使用带宽更大的滤波器^[21]。

这里以中国冶金地质总局地球物理勘察院设计的直升机吊舱航磁梯度系统采集的数据进行计算。该系统集成了高精度磁力仪与双 GPS/惯导测姿系统,能够完成磁总场及其 3 个轴向梯度的同时测量并完成姿态改正。直升机吊舱航磁梯度测量系统设计理论图及实物图如图 2 所示。该梯度系统在四面体 4 个角点各装一个探头测量磁场分别为 T_1 、 T_2 、

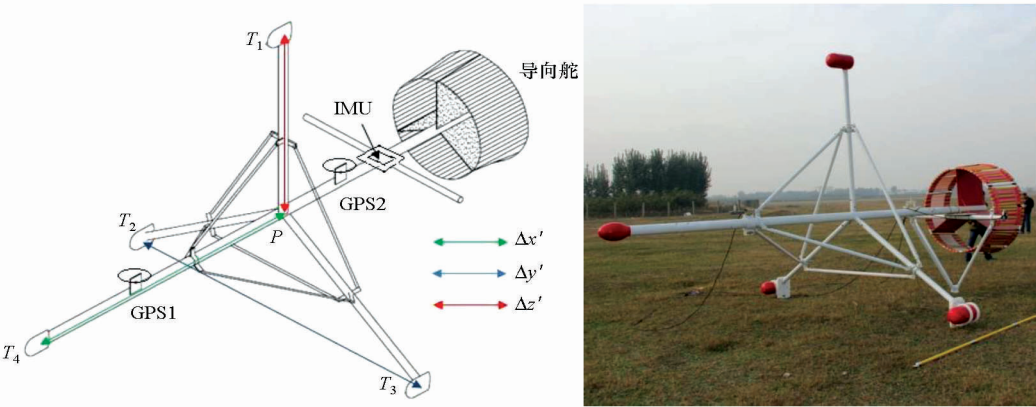


图 2 直升机吊舱航磁梯度系统理论图及作业实物

T_3 、 T_4 。其中 1、2 和 3 号探头构成等边三角形, P 点为正三角形中心位置, 在此装置下 P 点磁场值 T_p 可以通过求 1、2 和 3 号探头平均值求得:

$$T_p = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3}。$$

(15)

主杆前端装有 4 号探头。吊舱梯度系统测得的三轴梯度计算公式为:

$$\begin{pmatrix} \frac{\partial T}{\partial x} \\ \frac{\partial T}{\partial y} \\ \frac{\partial T}{\partial z} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos\psi \cdot \cos\theta & \cos\psi \cdot \sin\theta \cdot \sin\gamma - \sin\psi \cdot \cos\gamma & \cos\psi \cdot \sin\theta \cdot \cos\gamma + \sin\psi \cdot \sin\gamma \\ \sin\psi \cdot \cos\theta & \sin\psi \cdot \sin\theta \cdot \sin\gamma + \cos\psi \cdot \cos\gamma & \sin\psi \cdot \sin\theta \cdot \cos\gamma - \cos\psi \cdot \sin\gamma \\ -\sin\theta & \cos\theta \cdot \sin\gamma & \cos\theta \cdot \cos\gamma \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{\partial T}{\partial x'} \\ \frac{\partial T}{\partial y'} \\ \frac{\partial T}{\partial z'} \end{pmatrix}$$

(17)

其中: $\frac{\partial T}{\partial x'}$ 、 $\frac{\partial T}{\partial y'}$ 、 $\frac{\partial T}{\partial z'}$ 为式 (16) 中计算得到的纵向、横向和垂向梯度。 $\frac{\partial T}{\partial x}$ 、 $\frac{\partial T}{\partial y}$ 、 $\frac{\partial T}{\partial z}$ 为北方向 x 、东方向 y 和垂直 z 方向的梯度。 ψ 、 θ 、 γ 分别为姿态仪输出的航向角、俯仰角和横滚角。

由于吊舱系统本身不需要磁补偿, 为了消除梯度的转向差采用了在磁场均匀的高空 (可以认为没有梯度异常) 飞一个“三叶草”的方法。考虑测线与切割线的往返飞行, “三叶草”中的红色十字分别沿测线和切割线方向。梯度测量采用的多探头方法本身使得任一条测线都成为不同探头测量的同向重复线, 中间的十字实际又构成梯度测量两条反向重复线。利用航迹为红色十字 (图 3) 的数据就可以计算各个探头在 4 个方向上 (0° 、 90° 、 180° 和 270°) 的转向差, 并评价梯度测量系统的精度。

$$\frac{\partial T}{\partial x'} = \frac{T_4 - T_p}{\Delta x'}, \frac{\partial T}{\partial y'} = \frac{T_2 - T_3}{\Delta y'}, \frac{\partial T}{\partial z'} = \frac{T_p - T_1}{\Delta z'},$$

(16)

其中: x' 、 y' 、 z' 分别为纵向、横向、垂向; $\Delta x'$ 、 $\Delta y'$ 、 $\Delta z'$ 分别为纵向距、横向距、垂向距。

主杆上装有双 GPS/INS 姿态测量系统, 可实时记录吊挂装置的航向角 ψ 、俯仰角 θ 和横滚角 γ 以及吊挂装置的坐标。梯度计算方法如下^[18-19]:

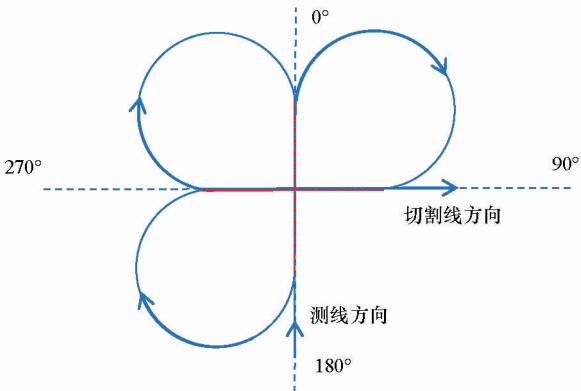


图 3 飞一个“三叶草”

利用式 (13) 和式 (6) 计算水平调整前每个探头在各个方向和所有方向上的内符合精度 ε_j 以及所有探头的内符合总精度 ε , 可以见表 1 (因为要进行水平调整, 表 1 中的部分数值加以负号表示水平调整的真实量。其余各表中的数值均省略了正负号)。

表 1 水平调整前各探头内符合精度及总精度

	1 号探头/nT	2 号探头/nT	3 号探头/nT	4 号探头/nT
0°	-0.5285307687156141	-0.5938423666072024	0.8312815518393176	0.2915311642938796
90°	-0.5197623966896682	-0.4403397154612402	0.6405934027202965	0.3195007208107127
180°	-0.5899086526369078	-0.3399342043794137	0.9924406460766684	-0.0667719429119522
270°	-0.4991288138970681	-0.5046416770417679	0.8685583314799767	0.1353263612624347
内符合精度	0.5361862509490541	0.4868373698971536	0.846155953833143	0.2321164915774039
总精度	0.656852161018662			

根据表 1 中每个探头在各方向上的水平调整量对每个探头进行水平调整, 调整后每个探头内符合精度及总精度见表 2, 可以发现水平调整是非常有效的。另外还可以发现调整后总精度的值是大于每个探头的内符合精度的, 这也是符合仪器的精度理论的。而如果按式 (1) 计算, 内符合总精度将总是介于各探头的内符合精度最大值和最小值之间。实

际上我们甚至可以在一定程度上将其作为水平调整一个量化指标, 即 ($k > 2$ 时) 调整后的总精度值要应大于每次观测的内符合精度值。

限于篇幅只对一个方向 (270°) 的三方向梯度进行展示, 见图 4。从图中可以明显的看出, 调整前的梯度偏离零值, 存在明显的转向差。调整后的梯度值都回到了零线上。

表 2 水平调整后各探头内符合精度及总精度

	1 号探头/nT	2 号探头/nT	3 号探头/nT	4 号探头/nT
0°	0.015297704698418	0.0101696822821069	0.0158698308324947	0.018645771890485
90°	0.0066471146271898	0.0139827153611879	0.0079991965992842	0.0114905530037505
180°	0.0104115538219807	0.0271337880464745	0.0300916472247034	0.0213083517338155
270°	0.0074237272896437	0.0147040325161841	0.0111155589450553	0.009196504666883
内符合精度/nT	0.0109952508728542	0.0174781550540096	0.018523947143738	0.0163486573986367
总精度/nT	0.0185902901391291			

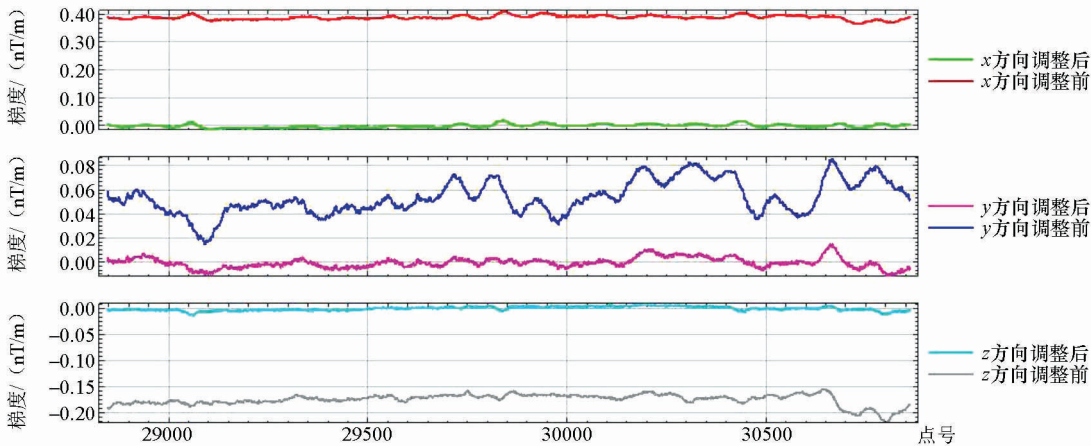


图 4 调整前与调整后的梯度三分量

调整后的三方向梯度值可以认为完全是梯度系统的噪声(包括磁力仪和姿态仪的噪声),计算其均方差得到表 3。作者认为这样计算的噪声水平要比利用在地面测量的静态数据计算的噪声更能反映梯度系统在测量过程中的动态水平,也比利用全区测量数据的四阶差分均方差计算的动态噪声更合理。

如果忽略掉姿态仪的噪声,即将 $\psi=0^{\circ}$ 、 90° 、 180° 、 270° 和 $\theta=\gamma=0$ 直接代入式(17)后得到的梯度值计算噪声水平,结果可见表 4。比较表 3 和表 4 可以看出噪声整体变化不大,说明姿态仪的噪声水

平是比较低的。另外本次标定飞行中姿态改正实际上将各探头组成的梯度系统 z 方向梯度的噪声向 x 和 y 方向的梯度进行了转移分配。

从图 2 和表 3 可以看出,由于计算 y 方向梯度只使用了 2 和 3 号探头,其噪声是比较大的。尤其是在 180° 方向上, y 方向的梯度噪声超过了 14 pT/m ,而 x 方向和 z 方向梯度,由于使用到了 1、2 和 3 号探头的均值,使其噪声明显降低。因此利用四面体 4 个角点的几何关系计算梯度时充分发挥每个探头的空间贡献^[13]在很大程度上可以降低梯度系统

表 3 梯度的噪声统计

	x 方向梯度/(pT/m)	y 方向梯度/(pT/m)	z 方向梯度/(pT/m)
0°	7.918254073475	5.269886898420	6.386599562450
90°	5.618693071148	4.737651809021	2.750794712067
180°	9.126889912194	14.280973532021	5.173281582975
270°	5.897774739030	4.261252718721	3.964132836451
总噪声水平/(pT/m)	7.400698472359	8.246677420401	4.935249534654

表 4 梯度的噪声统计

	x 方向梯度/(pT/m)	y 方向梯度/(pT/m)	z 方向梯度/(pT/m)
0°	7.891094367541	5.353451252041	6.354018188118
90°	5.485889672940	4.864836034794	2.795427426588
180°	8.974530273678	14.203122283713	5.623773726930
270°	6.088297048451	3.891321292421	4.057542818538
总噪声水平/(pT/m)	7.358282103413	8.205021353050	5.065314631441

的噪声水平,从这个意义来说正四面体结构不失为一种更好的选择,但梯度的计算式(15)~(17)也会更加复杂。

同时也可以计算测线与切割线方向构成的两条反向重复线的内符合精度作为参考,根据徐东礼^[8]提出的在特定方向上取最近点匹配的方法,由于只有一条重复线因此可以直接用式(12)计算,得到的

表 5 水平调整前梯度各方向分量的内符合精度

	<i>x</i> 方向梯度/(pT/m)	<i>y</i> 方向梯度/(pT/m)	<i>z</i> 方向梯度/(pT/m)
测线方向	47.2734597845345	559.6277155395362	59.6560139466257
切割线方向	493.8845107917437	118.7910771059847	8.1289605731606
总内符合精度/(pT/m)	340.9212225720188	414.8794885264877	43.7203613891743

表 6 水平调整后梯度各方向分量的内符合精度

	<i>x</i> 方向梯度/(pT/m)	<i>y</i> 方向梯度/(pT/m)	<i>z</i> 方向梯度/(pT/m)
测线方向	5.9732738092272	10.9558203709261	4.2848570571257
切割线方向	5.1516987489565	4.7507894080879	2.8035691537752
总内符合精度/(pT/m)	5.6008927859762	8.6058119895801	3.6619666847201

4 结论

对于重、磁勘探规范中各种计算公式进行细致的解读,从本质上理解数理统计方法评价重、磁勘探中仪器的工作性能和整个测量工作的精度具有实际意义。笔者将航磁重复线内符合精度计算公式进行了改进,使其和地面重磁勘探中仪器一致性、质量检查精度计算及航空重磁测量中利用测线与切割线交叉点计算总精度具有形式上的统一。将其应用于梯度测量中消除梯度的转向差和评价航磁吊舱梯度测量系统的测量精度上,并对吊舱式航磁总场梯度测量系统的改进提出了具有建设性的建议。对于航磁梯度测量的研究正如火如荼,望批评指正。

参考文献:

[1] DZ/T 0071-1993 地面高精度磁测技术规程[S].北京:中国标准出版社,1993.

[2] SY/T 5771-2011 地面磁法勘探技术规程[S].北京:石油工业出版社,2011.

[3] DZ/T 0082-1993 区域重力调查规范[S].北京:中国标准出版社,1993.

[4] DZ/T0142-2010 航空磁测技术规范[S].北京:中国标准出版社,2010.

[5] 郭志宏,熊盛青,周坚鑫,等.航空重力重复线测试数据质量评价方法研究[J].地球物理学报,2008,51(5):1538-1543.

[6] 姜作喜,张虹,郭志宏.航空重力测量内符合精度计算方法[J].物探与化探,2010,34(5):672-676.

[7] 徐东礼,骆遥,贾伟洁.航磁重复线测量数据质量评价方法研究

内符合精度见表 5 和表 6。

必须指出的是多探头组成的梯度系统由于各个探头随姿态变化其空间转向差变化也不同,探头两两之间的差值也造成了梯度系统的空间转向差,以上方法只是考虑在四个方向上的不同,并没有考虑梯度系统在全空间内的转向差。这类似最早的航磁干扰场补偿中补偿恒定场的方法。

[J].物探与化探,2014,38(4):729-731.

[8] 徐东礼,叶挺明,舒晴,等.航磁重复线内符合精度计算方法[J].物探与化探,2016,40(1):125-128.

[9] 盛骤,谢式千,潘承毅.概率论与数理统计(浙大,第三版)[D].北京:高等教育出版社,2001.

[10] 李晓禄,蔡文良.运五飞机上航磁梯度测量系统的安装与补偿[J].物探与化探,2006,30(3):224-228.

[11] 李晓禄,常树帅.航磁梯度测量及其在砂岩型铀矿勘查中的应用初探[J].铀矿地质,2009,25(6):355-360.

[12] 骆遥,段树岭,王金龙,等. AGS-863 航磁全轴梯度勘查系统关键性指标测试[J].物探与化探,2011,35(5):620-625.

[13] 张青杉,麻丰林,许丽云.航空三维磁梯度测量方案研究[J].地质与勘探,2010,46(6):1087-1091.

[14] 郭华,王平,谢汝宽.航磁全轴梯度数据地质解释优势研究[J].地球物理学进展,2013,28(5):2688-2692.

[15] 郭华,贾伟洁,王平,等.航磁梯度数据在磁性地质体边界判断方面的研究[J].吉林大学学报:地球科学版,2015,45(1):273-281.

[16] 郭华,吴成平.航磁梯度数据与地质异常反映之间的关系[J].地球物理学进展,2014,29(4):1650-1656.

[17] 安战锋,王平,段树岭,等.国产航磁全轴梯度勘查系统试验测量[J].物探与化探,2016,40(2):370-373.

[18] 梁建,郭玉峰,纪福山,等.直升机吊舱航磁全轴梯度测量系统在新疆哈密地区的应用[J].工程地球物理学报,2017,14(2):192-198.

[19] 梁建.航磁梯度测量姿态变换研究及应用[D].北京:中国地质大学(北京),2016.

[20] Howard A S,Vancem M L,Leelangan.The Geomagnetic Gradiometer[J].Geophysics,1967,32(5):877-892.

[21] Hardwick C D.Important design considerations for in board airborne magnetic gradiometers[J].Geophysics,1984,49(11):2004-2018.

Elimination of steering difference in aeromagnetic gradient measurement
using internal accord accuracy for test repeat line in aeromagnetic survey

LIANG Jian¹, ZHUANG Dao-Ze², GUO Yu-Feng¹, YANG Wang¹

(1. *Geophysical Exploration Academy of China Metallurgical Geology Bureau, Baoding 071051, China*; 2. *Bureau of Geology and Mineral Resources Exploration and Development of Xinjiang, Urumqi 830000, China*)

Abstract: This paper points out that the previous calculation formula of the accuracy of the airborne gravity and magnetic survey does not conform to the statistical principle. The authors present a new calculating formula, which unifies not only the consistency of multi-instrument precision calculation for gravity and magnetic measurement on ground but also total precision calculation formula for airborne gravity and magnetic measurement using the intersection of survey line and tie line, and can be applied to aeromagnetic gradient measurement to eliminate gradient steering difference and to evaluate the accuracy of the gradient measurement system.

Key words: gravity and magnetic survey; consistency; internal accuracy; aerial magnetic gradient; steering difference

(本文编辑:王萌)