

一种确定地磁日变改正基值的方法

边 刚¹, 刘雁春¹, 翟国君²

(1. 海军大连舰艇学院 海洋测绘系, 辽宁 大连 116018; 2. 海军海洋测绘研究所, 天津 300061)

A Method to Determine the Correction Datum of the Geomagnetic Diurnal Variation

BIAN Gang, LIU Yan-chun, ZHAI Guo-jun

摘要: 根据日变站观测数据, 分析了地磁日变规律, 提出一种确定地磁日变改正基值的新方法。所提出的基时
刻法和基时段法较现采用的平均值法有更好的计算结果, 同时建议采用取早晚时段平均值的基时段法处理磁观测
数据。

关键词: 海洋测量; 海洋磁力测量; 日变改正

中图分类号: P204

文献标识码: B

文章编号: 1671-3044(2003)05-0009-03

1 引言

海洋磁力测量的外业工作包括海上的磁力数据采集和地面的地磁日变观测两个方面。由于海洋磁力测量的作业时间一般较短, 因此影响海洋磁力测量的主要是短期变化^[1], 短期变化影响中起主导作用的是太阳日变化, 其变化量有时甚至可达 40 ~ 60 nT^[2]。因此, 地磁日变改正正是海洋磁力测量数据处理的一项重要工作。对地磁日变观测数据的分析和处理, 消除地磁日变对磁力测量的影响就显得尤为重要。因此, 对日变站地磁日变数据进行分析, 研究影响海洋磁力测量地磁日变化规律, 探讨确定地磁日变改正基值的方法, 对于减小地磁日变对海洋磁力测量的影响, 提高海洋磁力测量的精度是有意义的。

2 地磁日变化改正模型

文献[3]给出的海洋磁力测量日变站地磁日变改正模型如下:

$$\Delta T_d(t) = T(x_0, y_0, t) - T_0(x_0, y_0, t) - \Delta T(x_0, y_0) \quad (1)$$

式中, (x_0, y_0) 为日变站的地理坐标; $T_0(x_0, y_0, t)$ 为日变站 t 时刻的正常磁场; $T(x_0, y_0, t)$ 为 t 时刻日变站磁力仪观测值; ΔT 为日变站处的地磁异常; $\Delta T_d(t)$ 为 t 时刻的日变改正量。

对于较短时间间隔(如几天), 某个日变站的正常磁场和磁异常是相对稳定的, 即上式中的后两项

是稳定的, 随时间的变化不大, 将后两项之和:

$$T_{db} = T_0(x_0, y_0, t) + \Delta T(x_0, y_0) \quad (2)$$

称为该日变站的基值。

日变站的观测值 $T_{du}(t)$ 围绕基值上下波动, 日变改正也相应为:

$$\Delta T_d(t) = T_d(t) - T_{db} \quad (3)$$

3 地磁日变观测数据规律分析

在影响海洋磁力测量的地磁场短期变化中, 太阳日变化简称为静日变化, 是地磁要素的一种具有明显周期性的变化。它是 24h 为周期, 随地方时而变。日变的特点是白天(6 ~ 18h)的变化较大, 其幅度为 40 ~ 60 nT, 夜间较平静; 夏季的变化幅度比冬季大。为了消除太阳对地磁场的影响, 必须在测区附近建立日变站记录测量期间的地磁日变。因为同纬度的日变形态相近, 变化幅度相同, 变化的极值也出现在相同的地方时上, 所以日变站要设在测区同纬度地区; 在海上测量期间, 日变站要同时工作。

某次测量的日变站地磁日变曲线如图 1。

从图中可以看出地磁日变化在白天较大, 而夜间较平静。在太阳的影响下, 地磁曲线又以 24h 为周期进行变化。不同时段的变化幅度是不同的。由于受到太阳的影响, 每日的 6 时至 18 时地磁日变化幅度较大(最大可达 40 nT); 每日的 22 时至 24 时和 0 时至 2 时地磁日变相对稳定。因此, 海上的磁力测量工作在夜间开展最好。

收稿日期: 2003-05-21

作者简介: 边 刚(1978-), 男, 山西榆次人, 硕士研究生, 主要从事海洋磁力测量方面的研究。

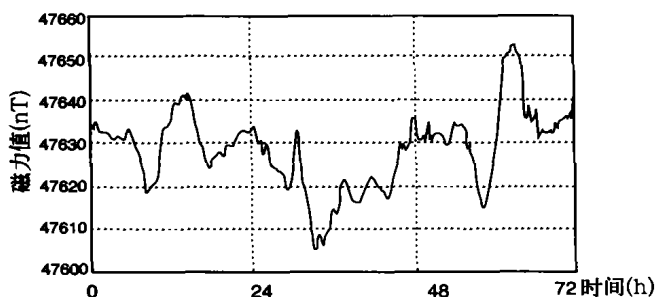


图1 整个测量期间(72h)地磁日变化曲线(0926-0928)

4 地磁日变改正基值的确定方法

基于上述分析我们对日变改正基值的确定方法进行探讨。

4.1 平均值法

这里的平均值法就是海洋调查规范中所规定的方法。海洋调查规范规定：“选地磁平静日的连续24h观测值，取平均数作为该日变站的磁场基值”；“根据日变站同步绘制的日变曲线进行日变校正，发现磁场水平偏高或偏低时，可引进磁场附加值进行调整，磁场图的基值等于日变基值加附加值”。分析这段话，我们可以发现：任选一个地磁平静日24h观测值取平均值，作为整个测量期间日变改正的基值；而且，以后如发现该基值不妥，可以附加一个值进行调整，但没有说明如何确定这个附加值。在实际测量中，往往采取整个测量期间所有地磁平静日的基值的算术平均值，作为该日变站的基值。

对于选定的一个地磁平静日，设日变观测值为 T_i ，观测值个数为 n ，则(3)式中 T_{db} 可表示为：

$$T_{db} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n} \quad (4)$$

则(3)式就为：

$$\Delta T_d(t) = T_d - \sum_{i=1}^n T_i/n \quad (5)$$

在数据处理时，由于测点与日变站点之间存在着经度差，因此还必须对日变数据进行地方时归化，然后利用线性内插的方式对海上磁测数据进行日变改正。

4.2 早晚基时刻法与早晚基时段法

对于日变站观测数据，每个磁静日可确定一个日变改正基值。由对地磁日变化规律的分析可知，地磁日变化在夜间比白天小，而且每日的0时至2时和22时至24时的地磁日变化相对稳定，期间对海洋磁力测量的影响也最小。因此，我们不妨取每个磁静日开始时刻0时观测值或此时此刻前后地磁变化较为平静的一段时间的读数平均值作为早基值；取该日结束时刻24时的观测值或此时此刻前后地磁变化较为平静的一段时

间的读数平均值作为晚基值。然后取当日的早基值和晚基值取平均值作为当日的日变基值。所以，这种方法被称为早晚基时刻法或早晚基时段法。此法要求单个磁静日的观测时间跨度要满24h。

则早晚基值 T_{db}^e 与 T_{db}^w 的确定公式为：

$$T_{db}^e = \sum_{i=1}^n T_i^e/n \text{ 或 } T_{db}^w = \sum_{i=1}^n T_i^w/n \quad (6)$$

式中， n 为早晚基时段内的地磁日变站的观测数，就早晚基时刻法而言， $n=1$ 。

因此，该地磁平静日的日变基值 T_{db} 表示为：

$$T_{db} = (T_{db}^e + T_{db}^w)/2 \quad (7)$$

整个测量期间的日变基值为所有地磁平静日日变基值的算术平均值。

用此法确定的日变基值进行日变改正时，同样要对日变数据进行地方时归化。

4.3 实例分析比较

我们选用三个连续地磁平静日的日变数据，分别采用平均法、早晚基时刻法和早晚基时段法计算日变基值，结果列于表1、表2和表3。

表1 平均值法确定的基值 单位：nT

24h 平均值	48h 平均值	72h 平均值
47631.8	47632.8	47629.8

表2 早晚基时刻法确定的基值 单位：nT

第一天			第二天			第三天			日变基值
T_{dus}	T_{dum}	T_{du1}	T_{dus}	T_{dum}	T_{du2}	T_{dus}	T_{dum}	T_{du3}	T_{du0}
47634.0	47632.8	47633.4	47632.8	47634.8	47633.8	47634.8	47639.9	47637.4	47634.9

表3 早晚基时段法确定的基值 单位：nT

第一天			第二天			第三天			日变基值
T_{dus}	T_{dum}	T_{du1}	T_{dus}	T_{dum}	T_{du2}	T_{dus}	T_{dum}	T_{du3}	T_{du0}
47633.6	47632.8	47633.2	47630.8	47631.3	47631.1	47631.5	47638.2	47634.8	47633.0

注：早基时段取每日00:00~02:00，晚基时段取每日22:00~24:00

比较表1、表2和表3，可以看出：在不同磁静日，早基时刻与晚基时刻观测值相差不大；早基时段平均值与晚基时段平均值相差也不大。三种方法确定的日变基值比较接近。

为了更好地比较这三种日变基值确定方法，我们引入离差这一指标。

离差：地磁日变观测值与日变基值之间的离散程度。用公式表示如下：

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^N (T_b^i - T_{db})^2 / (N - 1)} \quad (8)$$

式中, T_b^i 为日变观测值。

在太阳影响下,地磁日变曲线围绕基值上下波动。因此,我们认为,离差越小,日变基值与日变观测值之间的离散程度越小,该法确定的日变基值应更好。我们取上述第一天的整点观测值计算离差,具体计算结果见表4。

将表中日变改正值绘制为日变改正曲线,如图2。

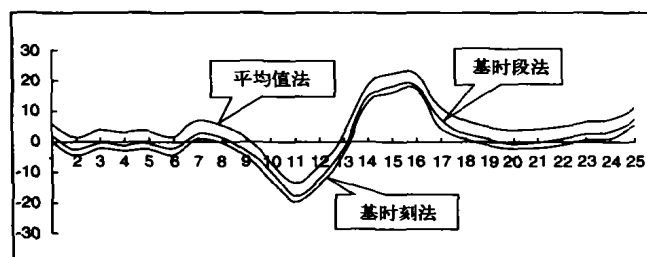


图2 不同基值确定方法的日变改正曲线

由表4中的离差计算值和图2的日变改正曲线可以看出,虽然上述三种方法确定的基值相差不大,但是比较而言,基时刻或基时段法较平均值法更好,建议采用早晚基时段法。

5 结论

地磁日变改正是海洋磁力测量数据处理的一项重要内容,日变基值应该是日变站处不包括太阳影响的磁场稳定值,日变基值确定直接影响不同日变站控制区数据的拼接。用早晚基时段法与传统的平均值法相比,所确定的基值与观测值之间的离散程度更小,因此,较平均值法更有优越性。

参考文献:

- [1] 梁开龙,刘雁春,等. 海洋重力测量与磁力测量[M]. 北京:测绘出版社,1996.
- [2] B M 杨洛夫斯基. 地磁学[M]. 北京:地质出版社,1982.
- [3] 史哥. 地球物理学基础[M]. 北京:北京大学出版社,2002.
- [4] 董焕成. 重磁勘探教程[M]. 北京:地质出版社,1992.

表4 日变站某日整点观测值离差计算 单位:nT

日变观测时间	日变观测值	72h 平均值法 (47628.9)	基时段平均法 (47633.0)	基时刻平均法 (47634.9)
0000	47634.8	5.9	1.8	-0.1
0100	47630.3	1.4	-2.7	-4.6
0200	47632.6	3.7	-0.4	-2.3
0300	47632.0	3.1	-1	-2.9
0400	47632.2	3.3	-0.8	-2.7
0500	47630.6	1.7	-2.4	-4.3
0600	47635.5	6.6	2.5	0.6
0700	47634.1	5.2	1.1	-0.8
0800	47630.0	1.1	-3	-4.9
0900	47622.3	-6.6	-9.7	-12.6
1000	47615.2	-13.7	-17.8	-19.7
1100	47620.9	-8.0	-12.1	-14
1200	47630.6	1.7	-2.4	-4.3
1300	47647.1	18.2	14.1	12.8
1400	47650.9	22	17.9	16
1500	47651.2	22.3	18.2	17.3
1600	47640.3	11.4	7.3	4.4
1700	47635.5	6.6	2.5	0.6
1800	47633.6	4.7	0.6	-1.3
1900	47632.4	3.5	-0.6	-2.5
2000	47632.5	3.6	-0.5	-2.4
2100	47633.5	4.6	0.5	-1.4
2200	47635.2	6.3	2.2	0.3
2300	47635.8	6.9	2.8	0.9
2400	47639.9	11	6.9	5
离差	σ	9.589	8.086	8.235

注:表中计算值为日变改正值