

CTM-DI 磁通门经纬仪观测操作方法

王 娜¹⁾ 于春颂¹⁾ 王艳荣¹⁾ 薛志芳²⁾
郭建芳¹⁾ 李 非¹⁾ 张墨思¹⁾

1) 中国河北 066611 昌黎后土桥地震台

2) 中国河北 066100 秦皇岛地震中心台

摘要 CTM-DI 磁通门经纬仪是一种性能优良的国产地磁测量仪器,使用方便,精度较高,对于相对记录数字化后基线值的确定具有不可或缺的重要作用,在观测实践中理论联系实际,对磁通门经纬仪观测操作方法进行研究总结。

关键词 CTM-DI 磁通门经纬仪;磁偏角 D ;磁倾角 I

中图分类号:P315.62 **文献标识码**:A **文章编号**:1003-3246(2006)增刊-0058-06

引言

CTM-DI 磁通门经纬仪是一种性能优良的国产地磁测量仪器,DI 仪具有使用方便,精度较高的特性。DI 仪的推广,不但使得台站使用多年的绝对观测仪器得到更新,而且对于数字化相对记录仪数据的基线值确定具有重要作用。在台站的绝对观测工作中,以 DI 仪与质子旋进磁力仪组合而成的 D 、 I 、 F 绝对观测,将不可避免地成为台站的第一观测仪。不管地磁台站数字化改造的进程如何,DI 仪的配备都对地磁台站的观测系统具有重大意义。

昌黎后土桥地震台是全国地磁 II 类台站的重点台站,承担着国家数字化台网的地磁观测任务,自 2001 年 11 月 17 日安装 DI 仪作为绝对观测仪器投入使用,在观测实践中理论联系实际,对磁通门经纬仪观测操作方法进行总结。

1 DI 仪工作原理

DI 仪由无磁经纬仪、磁通门传感器、磁通门检测器 3 部分组成,磁通门传感器固定在经纬仪的望远镜上,磁通门传感器检测的是传感器轴向的磁场,如果外磁场方向与磁轴方向正交,则磁通门传感器检测出的磁场为零,在测量时通过使传感器磁轴与磁场正交,确定地磁场矢量的方向,进而测量地磁场的磁偏角 D 和磁倾角 I 。

磁偏角 D 是磁北方向与地理北方向的夹角(图 1),这是一个水平面内的夹角。因此,测量 D 利用的是经纬仪水平度盘的读数,通过在水平度盘上确定磁北和地理北的位置,进而计算出

作者简介:王娜(1976~),女,河北省唐山人,河北省地震局昌黎后土桥地震台工程师,主要从事电磁监测与数据处理工作

本文收到日期:2005-12-15

磁偏角。

地理北在水平度盘上的读数通过在 D 测量前后的标志读数结合天文方位角来求得。磁北在水平度盘上的读数通过磁轴在水平面内与地磁水平分量 H 正交测出(图 2)。

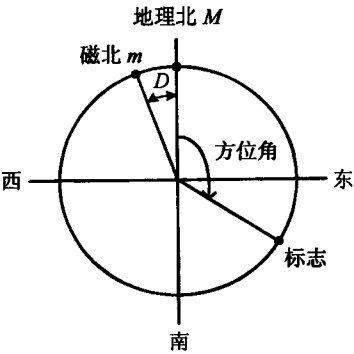


图 1 磁北、地理北和标志关系

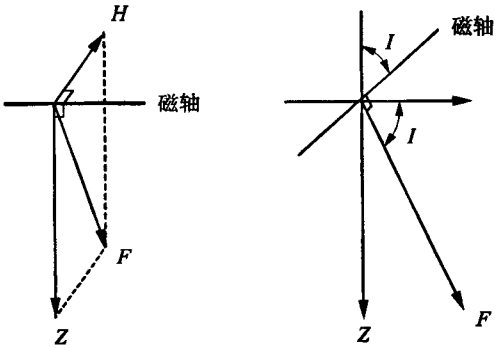


图 2 测量 D 、 I 时磁轴方向与地磁场矢量方向关系
(a) 测量 D ; (b) 测量 I

从图 2 中可以看出,此时磁轴垂直于磁子午面。与此对应,磁通门传感器有 4 种放置方式:望远镜和传感器指向地磁东和地磁西、传感器在望远镜的上方和下方。

磁倾角 I 的定义是地磁场总强度 F 与水平强度 H 的夹角,这是一个在磁子午面内的夹角(图 3)。因此,测量 I 要求磁轴在磁子午面内,利用的是垂直度盘的读数。在垂直度盘上确定地磁场总强度的方向,进而计算出磁倾角。

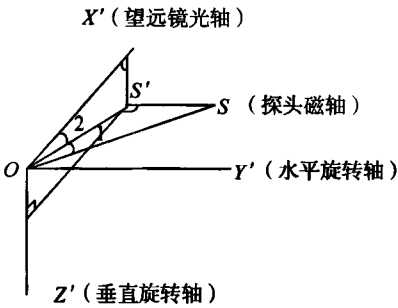


图 3 磁倾角 I 关系

2 仪器调平

使用 DI 磁力仪观测地磁偏角 D 和地磁倾角 I 时对无磁经纬仪的水平度有较高的要求,仪器水平状态欠佳,将直接影响测值的准确性。首先用圆水准器将仪器粗略整平,然后再用长水准器进行精确整平。

仪器整平的正确方法是:首先旋转经纬仪的照准部(经纬仪的上架),使长水准器平行于两螺旋中心连线,同时反方向旋转两个脚螺旋,使长水准器居中,然后使仪器照准部旋转 90° ,再旋转第 3 个脚螺旋,使长水准器居中,按上述程序反复操作几次,使长水准器在任意位置时水泡的偏离都不超过允许值。如果发现长水准器中的水泡位置超限,则可根据需要,通过调节长水准器一端两个带孔的螺钉进行校正。

定量检验仪器水平状况的方法是:将垂直度盘读数严格地置为 90° ,旋转经纬仪照准 90° 、 180° 、 270° 、 360° ,在各个位置上检查垂直度盘读数,如有改变,则说明仪器水平需重新调整。重调水平后仍须按此方法进行验证。

3 观测前的准备工作

(1) 查看相对记录仪记录曲线以确认地磁场是否平静。测量一定选择在日变化平静期间进行。如遇磁场扰动,推迟 1~2 天测量。如不能推迟或推迟后磁场仍不平静,则进行测量,但在日志中注明磁场扰动情况。

(2) 将绝对观测用计时表与记录仪器时钟对钟。务必保证绝对观测时间与相对记录时间同步。

(3) 检查检测器的电能,不足时须立即充电。

(4) 确认补偿器锁紧手轮在打开状态。

(5) 观测人员去磁,清除身体上任何磁性物体,如别针、腰带卡子、钢笔、领勾、眼镜、手表、硬币、较大量纸币、钥匙、金属笔、手表、义齿、带金属扣或链的衣物等。在测量之前观测员将手、头部、身体分别逐渐移近 DI 仪的磁通门传感器,观察磁通门检测器读数的变化,以读数变化 $\leq 0.2 \text{ nT}$ 为宜。

(6) 检查经纬仪的水平,如有改变,则说明仪器水平需重新调整。

(7) 调整反光镜的位置,使得在任何观测位置都可以从目镜中得到清晰的读数,避免在观测过程中再调反光镜。

(8) 将磁通门检测器安置在距无磁经纬仪 2 m 以外。

4 观测时注意事项

(1) 避免用手、肘扶压观测墩,以免因墩体或墩面不稳影响仪器水平状态。

(2) 避免用手扶握磁通门探头操作仪器。

(3) 不能沿同一方向连续旋转仪器,如已沿顺时针方向将仪器旋转 180° ,则需将仪器再旋转 180° 时,必须沿逆时针方向进行。

(4) 切忌接反仪器的正负极电源和探头线。

(5) 应用近零法观测,为节约电能,整分钟读数完毕可关闭检测器电源,在整分钟前 10 s 时再打开电源观测。

(6) 观测完毕及时关闭 DI 仪检测器电源。

(7) 严格读标志次数,开始与终了必须认真读取标志读数,避免误读。

5 使用与维护

(1) 在整个观测过程中,轻拿、轻放、轻操作。旋转无磁经纬仪的照准部或望远镜时要双手轻轻操作,并防止电缆缠绕或卡住仪器。各调节部位尽量利用其中间一段位置,转不动时一定不要硬转。

(2) 磁通门检测系统电路面板与传感器之间的连接电缆,在连接时应首先对插座上的导轨与插头上的槽位。然后顺时针轻旋插头尾座,当听到响声时或旋紧后,则表示连接到位;拆卸电缆时,应手握插头外套逆时针旋转就可拆下。

(3) 若使用蓄电池供电应先行充电再行工作。本仪器所提供的全自动充电器可以为蓄电池提供恒流充电电流,当充到 14.5 V 时,充电器即自行关断充电电流。而当电池放电(即磁通

门检测系统进行工作)后,充电器即可自动恢复到充电状态。在即将充满电的情况下,充电器的电流表会一通一断地跳动,表针会不停摆动,此时即可断掉充电器的电源。蓄电池一旦出现过放电情况(蜂鸣器鸣叫),应立即停止工作进行充电。注意监视仪器电压指示,降到11 V时即应进行及时充电(Jankowski and Sucksdorff,1999)。

(4)外露光学零部件表面如有灰尘、水汽或油污等,可用脱脂棉或镜头纸轻轻地擦净。切不可用手帕、衣物等擦拭。

(5)室外观测标志必须牢固,标志本身的不稳定可能会使基线值带来年变。

6 2003~2004 年数字与模拟观测精度图形分析

昌黎后土桥地震台现有 DIF 组合(数字)和 DZF 组合(模拟)两套观测系统, D_B 、 H_B 、 Z_B 基线值其观测精度对比如下。

(1)2003 年数字与模拟观测精度对比。分析图 4 可以看出,除了 9 月份数字观测精度略低于模拟观测精度,1 月,4 月,12 月份数字观测精度与模拟观测精度基本持平,其他月份数字观测精度普遍较之模拟观测精度高。所以总体来说,数字观测精度高于模拟观测精度。

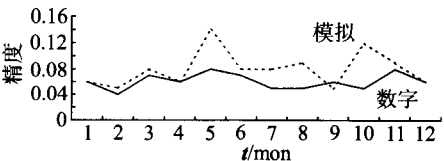


图 4 2003 年 D_B 模拟与数字精度比较
纵坐标精度数值越接近零,表示观测精度越高

分析图 5 可以看出,除了 9 月份数字观测精度略低于模拟观测精度,10 月份数字观测精度与模拟观测精度基本持平,其他月份数字观测精度普遍较之模拟观测精度高。所以总体来说,数字观测精度高于模拟观测精度。

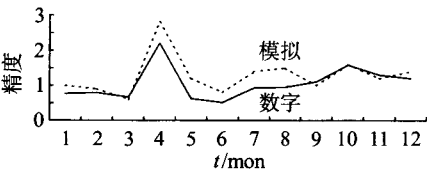


图 5 2003 年 H_B 模拟与数字精度比较
纵坐标精度数值越接近零,表示观测精度越高

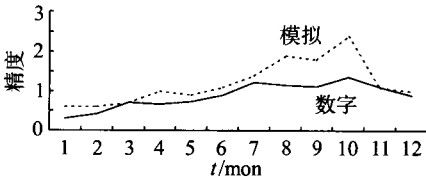


图 6 2003 年 Z_B 模拟与数字精度比较
纵坐标精度数值越接近零,表示观测精度越高

分析图 6 可以看出,除了 3 月、10 月份数字观测精度与模拟观测精度基本持平,其他月份数字观测精度普遍较之模拟观测精度高。所以总体来说,数字观测精度高于模拟观测精度。

(2)2004 年数字与模拟观测精度对比。分析图 7 可以看出,除了 3 月,4 月,8 月,9 月份数字观测精度与模拟观测精度基本持平,其他月份数字观测精度普遍较之模拟观测精度高。所以总体来说,数字观测精度高于模拟观测精度。

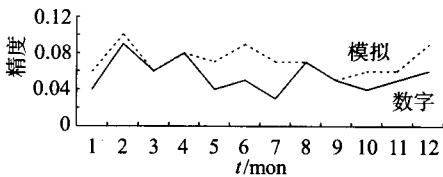


图 7 2004 年 D_B 模拟与数字精度比较
纵坐标精度数值越接近零,表示观测精度越高

分析图 8 可以看出,除了 5 月份数字观测精度与模拟观测精度基本持平,其他月份数字观测精度普遍较之模拟观测精度高。所以总体来说,数字观测精度高于模拟观测精度。

分析图 9 可以看出,数字观测精度普遍较模拟观测精度高。总体来说,数字观测精度高于模拟观测精度。

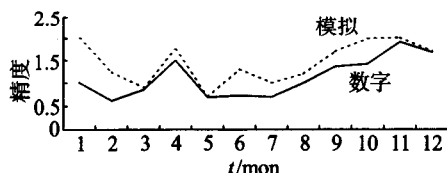


图 8 2004 年 H_B 模拟与数字精度比较
纵坐标精度数值越接近零,表示观测精度越高

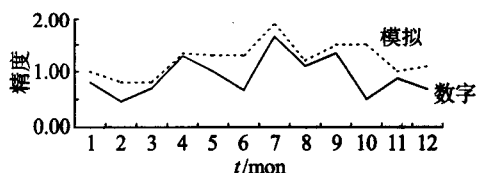


图 9 2003 年 Z_B 模拟与数字精度比较
纵坐标精度数值越接近零,表示观测精度越高

(3)总结。通过 2003~2004 年数字与模拟基线值观测精度的对比,可以看出 2004 年总体比 2003 年观测精度高,说明在观测过程中对观测操作方法进行研究总结,逐步运用到观测实践中,取得了行之有效的结果,体现出 CTM-DI 磁通门经纬仪的优越性。

7 2003~2004 年 GM3 相对记录仪基线值图形分析

(1)CTM-DI 磁通门经纬仪与 GM3 相对记录仪组合构成数字地磁观测系统,现将

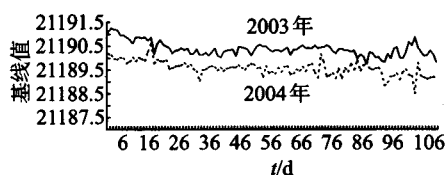


图 10 2003~2004 年 D 基线值曲线

2003~2004 年数字地磁观测 D 、 H 、 Z 基线值图形进行对比分析。分析图 10 可以看出, D 基线 2003~2004 年变化基本趋于一致,其中图形有不同变化处为磁扰和磁暴造成。

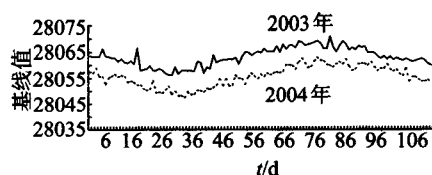


图 11 2003~2004 年 H 基线值曲线

分析图 11 可以看出, H 基线 2003~2004 年变化基本趋于一致,其中图形有不同变化处为磁扰和磁暴造成。

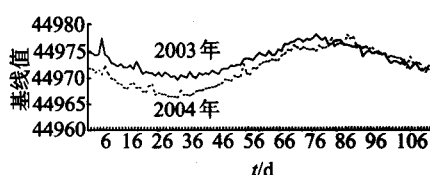


图 12 2003~2004 年 Z 基线值曲线

分析图 12 可以看出, Z 基线 2003~2004 年变化基本趋于一致,其中图形有不同变化处为磁扰和磁暴造成。

(2)总结。相对记录仪产生的数据剔除磁扰磁暴和外界干扰,数据是相对稳定可靠的,CTM-DI 磁通门经纬仪绝对观测数据剔除磁扰磁暴和外界干扰,通过正确有效的观测方法其数据也是相对稳定可靠的,通过 2003~2004 年数字地磁观测 D 、 H 、 Z 基线值图形对比分析得出,基线的走势基本上一致,这充分说明总结出的 CTM-DI 磁通门经纬仪观测操作方法的的有效性,体现了其使用价值。

8 结论

通过对磁通门经纬仪观测操作方法进行研究,有利于提高 DI 仪观测精度、提高地磁资料

的内在质量和使用价值,可以取代模拟绝对观测仪,实现地磁的数字化改造,与国际接轨。

参考文献

Jankowski and Sucksdorff 著,周锦屏,高玉芬等译. 1999. 地磁测量与地磁台站工作指南[M]. 北京:地震出版社,53~61

Operation method research about observation of CTM-DI transit

Wang Na¹⁾, Yu Chunsong¹⁾, Wang Yanrong¹⁾, Xue Zhifang²⁾, Guo Jianfang¹⁾, Li Fei¹⁾ and Zhang Mosi¹⁾

1)*Changlihoutuqiao Seismic Station, Hebei Province 066611, China*

2)*Qinhuangdao Seismic Station, Hebei Province 066100, China*

Abstract

CTM-DI Transit is an excellent observation instrument made in China, with the advantages of easy usage and high precision. In this paper, the observation operation method of CTM-DI Transit is discussed.

Key words: CTM-DI transit, declination D , inclination obliquity I