

doi: 10.11720/wtyht.2017.3.24

王卫平,王启,吴成平,等.航空磁测地面磁日变曲线干扰识别与处理[J].物探与化探,2017,41(3):560-563.http://doi.org/10.11720/wtyht.2017.3.24

Wang W P, Wang Q, Wu C P, et al. Disturbance identification and disposal of magnetic diurnal variation in aeromagnetic survey[J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2017, 41(3): 560-563. http://doi.org/10.11720/wtyht.2017.3.24

航空磁测地面磁日变曲线干扰识别与处理

王卫平,王启,吴成平,金龙哲,张林杰

(中国国土资源航空物探遥感中心,北京 100083)

摘要:通过对多个测区的磁日变曲线分析与对比,研究了不同地区的磁日变曲线特点,以及日磁扰特征,并且总结了其他受外界干扰的磁日变站曲线特征以及仪器原因引起的磁日变曲线畸变原因。在综合分析和研究的基础上,总结出了磁日变曲线的日磁扰特征、外界干扰曲线特征、仪器干扰曲线特征的规律,为今后快速识别干扰磁日变曲线,正确编辑和处理磁日变数据提供了依据。

关键词:地面磁日变;曲线特征;日磁扰特征;干扰识别

中图分类号: P631 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8918(2017)03-0560-04

0 引言

在航空磁测中,磁日变引入的误差较大,因此在磁日变数据中如何剔除日磁扰以外的干扰异常,并有效对航空磁测原始数据进行磁日变校正是非常重要的。但由于种种原因,外界干扰、仪器原因引起的磁日变曲线畸变,有时与日磁扰曲线特征不易区分,有时甚至造成磁日变选址、磁日变质量评估较为困难,影响了野外工作进度。

通过对贵州东部、湖北、山西等多个测区的磁日变曲线分析与对比,研究了不同地区的磁日变曲线特点以及日磁扰特征,并且研究分析了外界电磁干扰、动力线干扰、人文活动干扰的磁日变站曲线特征。在综合分析和研究的基础上,总结出了磁日变曲线的日磁扰特征、外界干扰曲线特征、仪器原因引起的曲线畸变特征的规律,为今后快速识别干扰磁日变曲线,正确编辑和处理磁日变数据提供了依据。

1 日磁扰曲线特征

1.1 磁扰曲线特征

在磁日变观测中,测量仪器观测到的由太阳黑

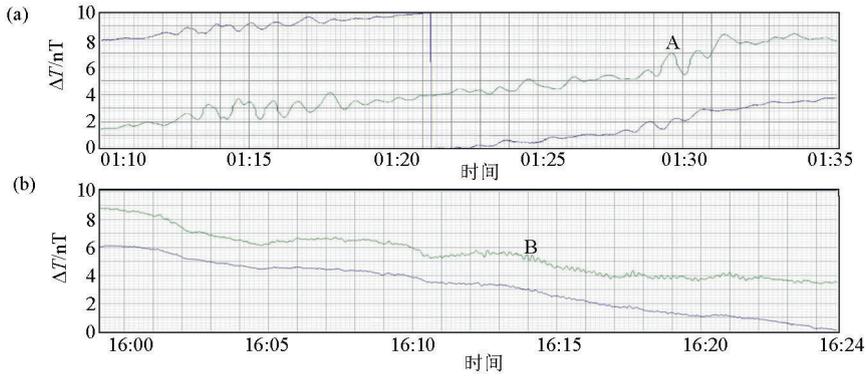
子引起的无规律的磁场变化称磁扰。十分强烈的磁扰现象称磁暴。除磁暴日外,磁扰的大小与时间和空间具有一定的关系。据有关资料^[1],太阳活动周期约为 11 年,1989~1990、2000~2001、2011~2012 年为太阳活动高峰年,而 2022~2023 年应该是又一个太阳活动高峰年,高峰年地球磁场受极端太阳风影响会产生剧烈波动,磁扰活动相对较强;通常在一年的时间范围内,夏季和冬季磁扰强度相对较强,春季和秋季磁扰相对较弱。对于同一地点,在一天时间范围内,一般白天磁扰相对较强,夜间磁扰相对较弱,而在同一时间点,一般东部地区磁扰相对较强,西部相对较弱(比如在同一时间,湖北大冶磁扰动大于贵州黄平的磁扰动幅度,见图 1),在北半球的南部地区磁扰相对较强,北部地区磁扰相对较弱。

根据航磁测量磁日变观测的需要,可将磁扰曲线特征类型划分为长波长磁扰(磁扰周期大于 30 min 异常,如图 1 中 a~b 点磁扰上升段)、中等波长磁扰(磁扰周期小于 30 min,大于 10 min,如图 1 中 c~d 点)、短波长磁扰(磁扰周期小于 10 min,大于 1 min,如图 1 中 e~f 点),以及微小波长磁扰(小于 1 min,如图 2 中 g~h 点之间的曲线抖动)等 4 种。对于长波长、中等波长的磁扰,由于其特征与其他干扰有明显区别,在此不作评述。而短波长和微小波

收稿日期:2016-04-18;修回日期:2016-08-16

基金项目:中国地质调查局项目“秦岭及天山等重点成矿区带航空物探调查”(12120120300016006)

作者简介:王卫平(1963-),男,教授级高级工程师,主要从事航空物探成果解释和方法研究工作。Email:911733417@qq.com



a—为贵州黄平(蓝色曲线)与湖北大冶(绿色曲线)测区小波长磁扰的磁日变对比(2014年10月3日);b—为贵州黄平(蓝色曲线)与山西运城(绿色曲线)的微波长磁扰的磁日变对比(2015年04月11日)

图 1 不同测区小微磁扰的日变曲线特征

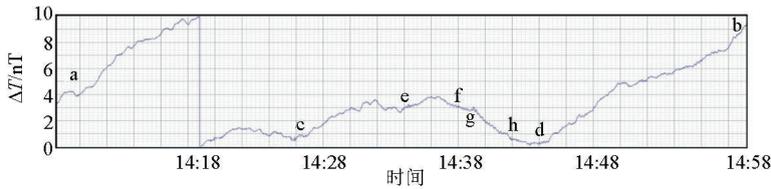


图 2 磁扰日变曲线特征

长的磁扰与外界人文干扰在异常特征上有时很难区分,必须通过对比分析才能加以识别。

针对磁日变小波长或微小波长曲线的扰动问题,以往多数人认为是外界干扰,而非磁扰,造成野外施工人员寻找磁日变点较为困难,浪费了大量了人力和时间。经过多地磁日变对比,如贵州黄平与湖北大冶、贵州黄平与山西运城两地 24 h 磁日变同步观测对比,两地均存在磁日变小波长(图 1a 中的 A 部位)或微小波长(图 1b 中的 B 部位)曲线的扰动问题,而且两地扰动曲线基本同步且形态类似,只是幅度有所不同,因此证明了磁日变小波长曲线的扰动为日磁扰。

1.2 磁暴的曲线特征

高速等离子体云从太阳日冕抛射出来,相对背景太阳风速度更高,携带着日冕磁场冲击地球磁层,使磁层压缩变形。并且它通常携带南北方向转动的磁场,当磁场转为南向和地磁场相互作用时,太阳风会将巨大的能量倾泄到磁尾的大尺度空间中,使磁尾等离子体片中大量的带电粒子注入到环电流中,使环电流强度发生变化,而变化的电流会产生变化的磁场,从而引起全球范围剧烈的地磁扰动——地磁暴。地磁暴发生时,这种全球性的剧烈扰动会在整个磁层持续十几个小时到几十个小时,所有地磁要素都发生剧烈变化。其中地磁水平分量 H 变化最大,其扰动幅度通常在几十到几百 nT 之间,最能

代表磁暴过程特点。典型磁暴的发展过程通常可分为 3 个阶段:初相,即磁暴开始之后,在全球各经度上,地磁水平分量在高于暴前值的水平上起伏变化,持续时间为几十分钟到几个小时;主相,即初相结束后, H 分量突然下降,半小时至数小时之内下降到极小值,称为“主相”,主相是磁暴的主要特点,磁暴的大小就是用主相阶段 H 分量下降最低点的幅度来衡量,一般磁暴 H 分量下降为几十到几百 nT,个别大磁暴可超过 1 000 nT;恢复相,即主相之后, H 分量逐渐向暴前水平恢复,在此期间,磁场仍有扰动起伏,但总扰动强度逐渐减弱,一般需要 2~3 天才能完全恢复平静状态。

在磁暴发生前的几天内,在磁日变仪器上通常表现为小波长磁扰和中等波长磁扰曲线的增多,强度逐渐增大,有时会出现 3 min 变化幅度超过 5 nT 的情况。在磁暴日,打开磁日变仪器时,有时磁场基值会比平时增高几十 nT,一天内会出现多次 3 min

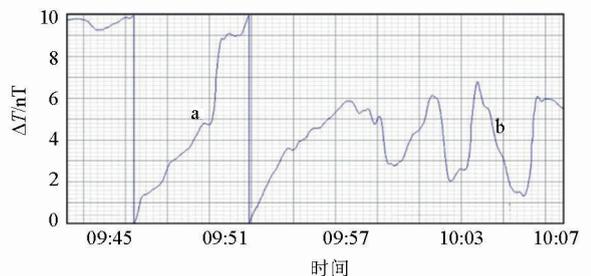


图 3 新疆东三县观测的磁日暴曲线特征

磁场变化幅度超过 5 nT 的情况(图 3 中的 a、b 部位)。磁暴发生后,磁日变曲线磁扰频率或强度会逐渐降低。

2 其他干扰曲线特征

根据航空磁测技术规范^[5],磁日变站应选择在磁场平静、磁梯度小、人文干扰小的地方。评价磁日变站选址是否达到规范要求是通过 24 h 磁日变连续观测来完成的,因此如何识别各种人文干扰磁日变曲线特征是十分重要的。通过磁日变曲线与周围人文活动干扰进行分析对比,总结出了以下几种外界干扰的磁日变曲线特征。

2.1 地面磁干扰特征

地面磁日变站的磁干扰曲线包括人文活动磁干扰,电磁干扰、高压动力线干扰等。

1) 人文活动磁干扰包括携带磁性物体的人、汽车等的磁日变曲线特征。携带磁性物体的人走进磁探头时,通常异常曲线呈梯度较陡、幅度各异的尖峰状异常。汽车一般距离磁探头相对较远,通常移动的汽车呈台阶状曲线特征。

2) 雷电对磁日变的干扰。雷电对磁日变曲线的影响较大,通常表现为幅度很大、梯度陡的窄波长尖峰状(图 4 中 a、b 部位),异常幅度随着雷电距离的长短从几至几十 nT,通常为间歇状的异常群出现。

3) 高压动力线磁干扰曲线特征:一般民用普通输电线对磁日变曲线影响不大,只要保持一定的距离(通常 20 m)即可。对于高塔式高压输电线,尤其是直流高压输电线影响范围加大,有时 500 m 的范围内也会影响磁日变曲线的基值,增加磁日变曲线

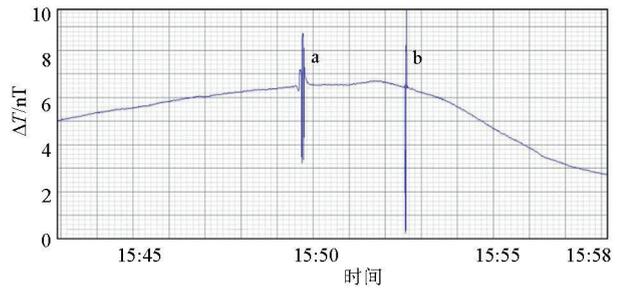


图 4 黔东地区雷电引起的磁日变曲线特征

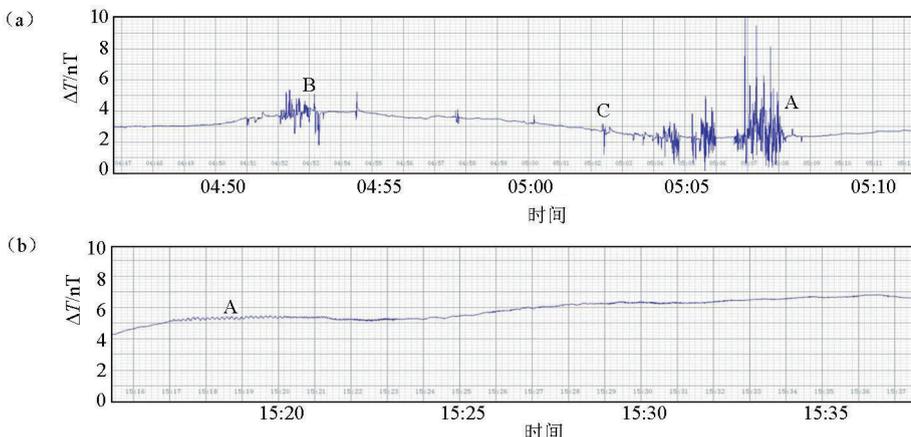
的扰动。

4) 外界电源窜入的极小波长磁干扰:有时由于各种原因,磁日变曲线会传入外界电源的干扰,通常表现为规律变化的正弦波。遇到此种情况,可立刻关闭外接电源,使用自带电瓶供电,若该“正弦波”消失,证明是外界电源传入的磁干扰。

5) 其他电磁干扰:电视发射塔和雷达站对磁日变曲线的影响较大,通常表现为无规律变化、具有一定幅度,并持续出现尖刺。在选择磁日变站时,应尽量远离电视发射塔等设施。

2.2 仪器原因引起的磁干扰特征

仪器有时受外界因素的影响,比如天气过热、潮湿等,会出现阵发性的、正负跳跃的、波长变化大、不规则的尖峰或尖刺(图 5a 的 A、B 区域)。有时也会体现在仪器噪声水平增加,或出现波长极短,频率较高的小微正弦波(图 5b 的 A 区域)。确定仪器原因引起磁干扰的方法是:当磁日变曲线出现“锯齿状异常”时,若关机后重新开启磁日变站仪器,“锯齿状异常”现象消失,或采用两台磁日变站仪器同时观测,出现故障的仪器有“锯齿状异常”,而另一台没有此种现象。值得说明的是,若此种现象出现频率逐渐增多,则是地面磁日变站系统出现故障的前兆。



a—为贵州江口寨抱村仪器不稳定引起的大范围磁日变曲线畸变(2015 年 7 月 12 日);b—为贵州江口寨抱村仪器不稳定引起的小正弦波磁日变曲线畸变或噪声水平增大

图 5 黔东地区磁日变站仪器不稳定引起的曲线畸变

3 干扰异常处理方法

1) 日磁扰处理

除磁暴外,只要对准航磁测量系统和地面磁日变系统的记录时间,基本可以利用地面磁日变观测的磁数据消除磁扰的影响。磁暴期间,当磁日变曲线连续出现 2 次 3 min 变化幅度超过 5 nT 的情况,应通知测量飞机返航,对于磁日变超标的测线线段应安排补飞。

2) 其他磁干扰处理

人文干扰处理:磁日变站的选择位置应远离公路和铁路,高塔式高压输电线、以及人员流动密集场所。通过野外工作实践,认为磁日变站距离公路应大于 200 m。由于火车为体积较大的铁质结构,距离铁路线的距离应超过 1 000 m 以上,否则可能对磁日变观测产生影响。距离高压输电线的距离应大于 1 000 m,否则高压输电线产生的磁场和扰动会影响磁日变观测的质量。在磁日变观测过程中,如果出现短时间的、波长较短的人文干扰,一般可以通过插值方法消除人文干扰,如果长时间,大范围的出现波长较大的人文干扰,这段时间的测量工作量应补飞。

值得说明的是,电视发射塔和雷达站的影响范围较大,应根据野外多地点的地面磁日变静态观测试验结果,来确定磁日变站的合适位置。

仪器故障处理:若由于磁日变站仪器原因偶尔出现阵发性的尖峰或尖刺,时间较短,一般可进行插值圆滑处理;若出现的时间较长、频率较高,且成群出现,则应通知作业飞机及时返航。且这段时间的测量工作量应补飞。

若由于磁日变站仪器原因引起的磁日变曲线噪

声水平增加,当噪声峰包络值大于 0.1 nT 时,则会降低磁测资料的评价等级;若出现长时间的小微正弦波,则为不合格资料,第二天应布置补飞。

4 结论

1) 总结了日磁扰随时间和空间的变化规律,并根据航磁测量的需要,对磁日变磁扰特征进行了分类,并研究出了小波长磁扰和小微波长磁扰的识别方法。

2) 对磁日变站曲线的几种外界磁干扰类型进行分析研究,为今后快速识别日磁扰和外界干扰,优选磁日变位置,正确编辑和处理磁日变数据提供了依据。

参考文献:

- [1] 窦强,王鹏.太阳活动对近地空间磁场变化的影响研究[C]//2010 年第二十三届全国空间探测学术交流会议论文集,2010.
- [2] 万秉东,李敏,王源,等.极光电流纬度变化特征初步分析[J].地球物理学进展,2013,28(4):1655-1661.
- [3] 王卫平,王启,吴成平.黔东南地区航磁测量成果报告[R],中国国土资源航空物探遥感中心,2015.
- [4] 王家龙,张桂清.长期与中期太阳活动预报进展[J],地球物理学进展,1994,19(s):1-13.
- [5] 中华人民共和国地质矿产部.DZ/T 0142-94 航空磁测技术规范[S].1995.
- [6] Allen J H.Solar-Terrestrial Activity Affecting Systems in Space and on Earth,Solar-Terrestrial Predictions Proceedings of a Workshop of Ottawa,1993(1):75-107.
- [7] Tomita S,Nosé M,Iyemori T,et al.Magnetic local time dependence of geomagnetic disturbances contributing to the AU and A Indices[J].Ann.Geophys.,2011,29(4):673-678.

Disturbance identification and disposal of magnetic diurnal variation in aeromagnetic survey

WANG Wei-Ping, WANG Qi, WU Cheng-Ping, JIN Long-Zhe, ZHANG Lin-Jie
(China Aero Geophysical Survey and Remote Sensing Center for Land and Resources, Beijing 100083, China)

Abstract: In this paper, the authors have analyzed and compared the diurnal variation curves in several survey areas, studied the curves and their disturbance features of magnetic diurnal variation in different places, and summarized magnetic diurnal variation curve features of other external disturbance and curvilinear distortion of instrument reasons. Based on comprehensive analysis and research, the authors have summarized the curve features of magnetic disturbance, external disturbance and instrumental interference, and provided the basis for quick identification of magnetic disturbance and correct editing and processing of magnetic diurnal variation data.

Key words: magnetic diurnal variation; curve features; magnetic disturbance features; disturbance identification

(本文编辑:王萌)