

叶向顶, 张帆, 张慧. 琼中邕宁台地磁场长期变化对比分析[J]. 华南地震, 2015, 35 (2): 67-72. YE Xiangding, ZHANG Fan, ZHANG Hui. Long-term Changes in Geomagnetic Field of Qiongzong Station and Yongning Station[J]. South china journal of seismology, 2015, 35(2): 67-72.]

琼中邕宁台地磁场长期变化对比分析

叶向顶, 张帆, 张慧

(海南省地震局, 海口 570203)

摘要: 利用 1984—2012 年琼中、邕宁地磁台近 30 年的观测资料, 通过年均值的年变化和年变率来分析两台的地磁场长期变化规律和特征, 为了解本区域地磁场的长期变化提供一定参考。

关键词: 琼中地磁台; 邕宁地磁台; 地磁场长期变化; 年变化; 年变率

中图分类号: P318.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-8662 (2015) 02-0067-06

DOI: 10.13512/j.hndz.2015.02.011

Long-term Changes in Geomagnetic Field of Qiongzong Station and Yongning Station

YE Xiangding, ZHANG Fan, ZHANG Hui

(Earthquake Administration of Hainan province, Haikou 570203, China)

Abstract: By using observation data of Qiongzong and Yongning station for nearly 30 years from 1984 to 2012. The paper analyzes the long-term variation and characteristics of the geomagnetic field of these two stations by using the annual variation and annual variation rate, which can provide a certain reference for understand the geomagnetic field changes of this region.

Key words: Qiongzong station; Yongning station; Long-term variation of geomagnetic field; Annual variation; Annual variation rate

0 引言

地磁场是一个矢量场, 是空间位置和时间的函数。地磁场长期变化的时空规律是追踪地球内部物质的性质和运动的重要线索, 是固体地球物理中的一个重要研究课题。地磁长期变化是指地磁场随时间的缓慢变化, 对地磁台站而言, 即指

地磁场各分量年均值随时间的缓慢变化。通过了解地磁要素空间分布的变化及其长期变化所表现出的单调增减和转折现象, 研究其变化特征和规律, 有助于我们了解地球内部物质运动状态, 对判断地震磁效应也是重要的^[1]。

海南琼中地磁台和广西邕宁地磁台均属华南片区, 在本地区地磁观测中均处在重要位置。研

收稿日期: 2014-09-26

作者简介: 叶向顶 (1973-), 男, 工程师, 主要从事地震地磁观测与数据处理。

E-mail: 422293776@qq.com.

究其地磁场长期变化, 可以作为了解华南地区及至中国大陆地区地磁场长期变化的一个窗口, 并在导航、矿产勘探、地震和火山活动研究上都起到一定的作用。

1 台站简介

本文采用了琼中、邕宁地磁台 1984—2012 年地磁偏角 D 、磁倾角 I 、磁场总强度 F 、水平分量 H 、垂直分量 Z 等地磁场要素的年均值观测资料(北向分量 X 和东向分量 Y 变化形态基本与 H 和 D 分量相同, 这里不作分析)。其中 D 、 I 分量统一转换为以分为单位, D 分量符号以偏西为负, I 分量符号取下倾为正。图 1 和表 1 列出了台站位

置及各项参数。

琼中台位于海南省琼中县营根镇东南部, 距海口 145 km, 是我国目前最低纬度的国家基准地磁台, 属国家 I 类台。台站占地面积 30 000 m², 使用面积近 1 2000 m²。台址岩基为弱磁性混合花岗岩, 局部虽受磁黄铁矿物的磁性污染, 但影响不大。台站自 1982 年建台至 1984 年正式观测至今已积累了近 30 年数据, 数据稳定可靠。

邕宁地磁台位于南宁市邕宁区龙岗村, 台基为石炭系大塘阶, 白云质灰岩。观测室和记录室距离 10 m, 均为无磁性或弱磁性材料建造的木石结构地面建筑, 属国家基本台。记录室日温差小于 0.3℃, 年温差为 13.6℃, 相对湿度不超过 70%。

表 1 琼中、邕宁台基本资料
Table 1 Basic information of Qiongzong station and Yongning station

台名	地理坐标		地磁坐标		高程/m	梯度/nT	台址
	φ	λ	φ_m	λ_m			
琼中	19	109.8	7.8	179.4	226	<1	琼中县营根镇
邕宁	22.8	108.5	11.4	181.1	70	<1	邕宁龙岗村

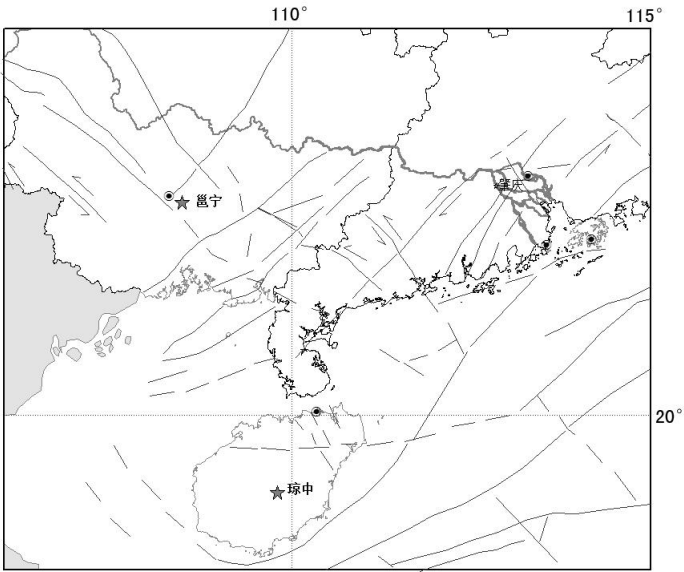


图 1 琼中、邕宁地磁台位置图
Fig.1 Location map of Qiongzong and Yongning geomagnetic station

地磁场长期变化是指地磁场各种要素年均值的逐年变化。许多地磁台上各地磁要素的年均值均有缓慢而明显的逐年变化。这些要素不仅数值有变化, 而且方向也有变化。这种情况反映出地磁场的长期变化不是个别台站的现象, 而是全球性的。它既包含了偶极磁场的变化, 也包含了非偶极磁场的变化, 其起源主要在地球内部。其中非偶极磁场的变化是长期变化的主要部分^[3-4]。年

变率则是两个年度的年均值的差值, 即

$$Y=A(a_1)-A(a_2) \tag{1}$$

式(1)中 $A(a_1)$ 为某年年均值, $a_2=a_1-1$ (a_1 为观测年度), Y 为差值。

2.1 偏角 D 年变化和年变率

琼中、邕宁台地磁偏角为偏西方向, 总体呈缓慢上升趋势。图 2 是琼中、邕宁台 1984—2012

年的偏角年均值变化曲线。图2可以看出,两者变化趋势是相当一致的,其年变化可以分成两个阶段。1984—1995年是一个阶段,其变化曲线形成一个小半弧,是个缓慢的升降变化。琼中台由1984年偏西 $55.94'$ 逐渐上升,1988年达到弧顶($61.6'$)之后又缓慢下降,直到1995年降至 $56.6'$;邕宁台则在1987年上升到弧顶然后再缓慢下降,降至1995年的低点。这一变化与广州地磁台结果相同^[1]。第二阶段为1996—2012年,这一阶段是个单调的缓慢上升的过程。

从图2偏角 D 年变率曲线看,除个别年份变

化幅度稍大外,两者的变化率曲线趋势也基本一致,总体呈正弦波状。其峰值出现在2002—2004年,谷值出现在1989—1993年;同时,1995—1999年间也出现了一个小的正弦波状的变化,表明在这时段地磁场发生了某些变化。琼中台平均年变率为 $1.0'/a$ 、邕宁为 $1.2'/a$,相差很小。若从地磁偏角的等变线图上看,两者应处在同一个等变线上。琼中台由1984年的偏西 $55.94'$ 到2012年的 $85.0'$,近30年的时间里变化了 $29.06'$;邕宁台则由1984年的偏西 $115.72'$ 到2012年的 $149.6'$,近30年的时间里变化了 $33.88'$ 。

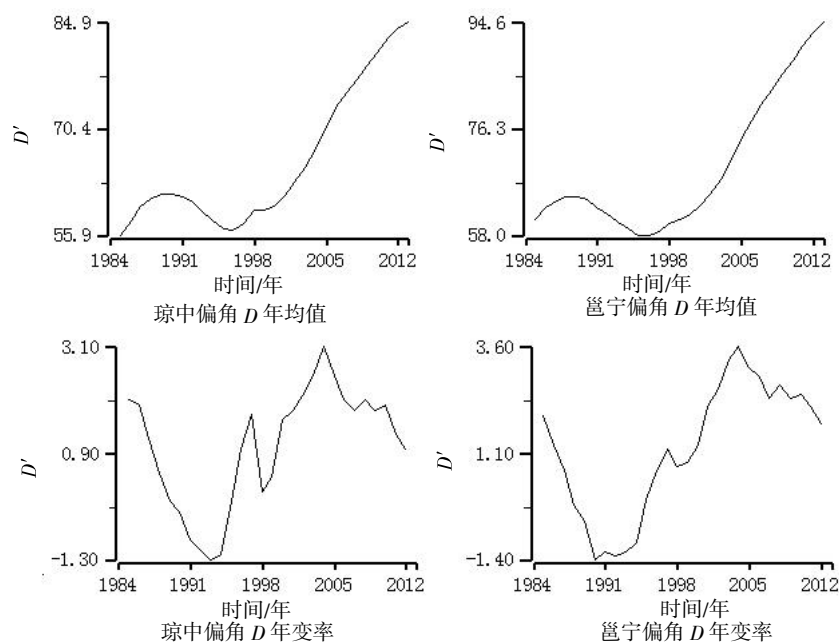


图2 磁偏角年变化和年变率曲线图

Fig.2 The curve of annual variation and annual variation rate of magnetic declination

2.2 倾角 I 年变化和年变率

图3是两台的磁倾角年变化和年变率曲线。两台的年变化趋势基本一致,均呈单调的缓慢上升趋势。琼中台1984年 $I=1\ 408.8'$ (23.48°),2012年 $I=1\ 572.6'$ (26.21°),29年间增大了 $163.8'$,平均年变率约为 $4.4'/a$;邕宁台1984年 $I=1\ 878.0'$ (31.3°),2012年 $I=2\ 023.6'$ (33.73°),29年间增大了 $145.6'$,平均年变率约为 $3.5'/a$,琼中台变化率略大于邕宁台,磁倾角琼中小于邕宁,这符合了磁倾角年变率由高纬向低纬逐渐增大,磁倾角则由低纬向高纬逐渐增大的全球磁倾角的变化特征(极区 $I=\pm 90^\circ$)。

从年变率曲线也可看到,琼中和邕宁台在2001年后年变化率陡然往上走,表明地磁场倾角变化突然加速,磁倾角下倾加大。另外,两台均

存在着两次数据阶跃变化,且不在同一时间段,因此估计是数据处理不当产生的台阶,其年变率也因此产生较大的跳动,但不影响两台年变率的总体趋势。

2.3 磁场总强度 F 年变化和年变率

图4是磁场总强度在1984—2012年间的年变化和年变率。从年变化曲线上看,两者的转折变化几乎是一模一样,变化形态虽稍有起伏,但仍近似直线似的上升增强。琼中台在29年间 F 由 $43\ 215.8\text{ nT}$ 逐渐增强至 $43\ 811.7\text{ nT}$,增幅达 595.9 nT ,平均年变率为 21.3 nT/a ;邕宁台 F 分量从 $45\ 119.03\text{ nT}$ 增长至 $45\ 747.15\text{ nT}$,增幅为 628.12 nT ,年均变化率为 22.4 nT/a ,与琼中台平均年变率仅差 1 nT 左右。琼中台虽然在2003年出现负增强,但邕宁台也在该年度也有同步的现象,只能

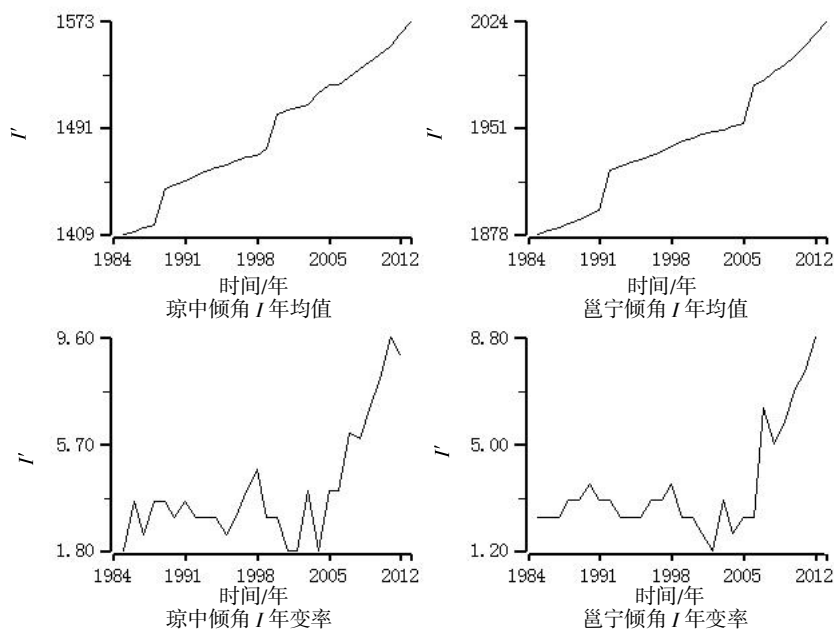
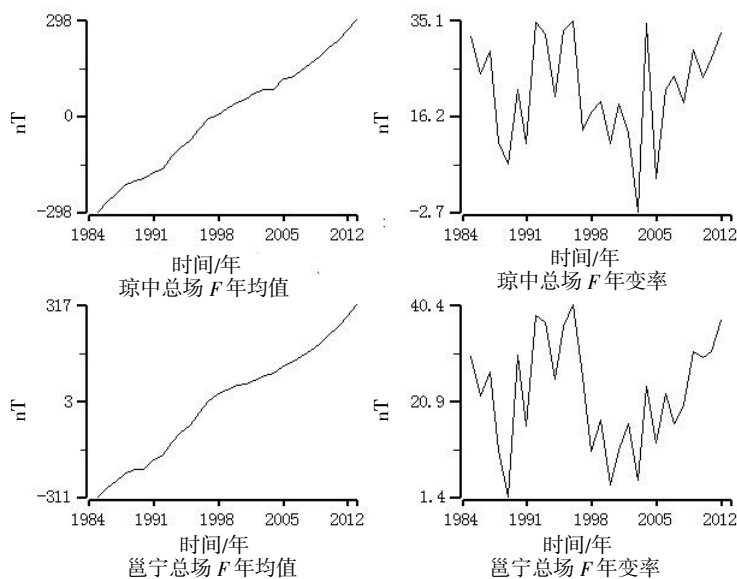


图3 磁偏角和磁倾角年变化和年变率曲线图

Fig.3 The curve of annual variation and annual variation rate of magnetic declination and magnetic inclination

图4 磁场总强度 F 年变化和年变率曲线Fig.4 The curve of annual variation and annual variation rate of the total magnetic field intensity F

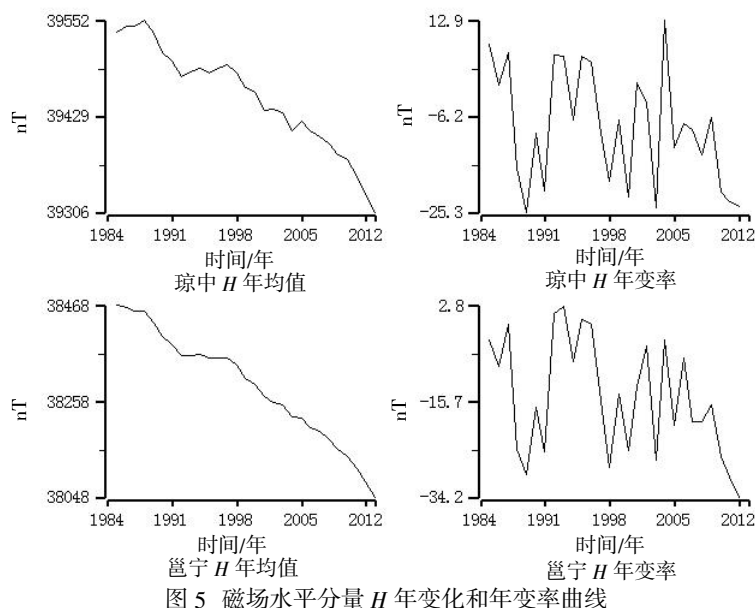
说明琼中台在该年度变化幅度稍大。

从年变率的变化图上看，两台年变率曲线高度吻合，变化形状近似“W”形，峰值在1991—1995年，两个谷值分别在1988年和1999—2002年。峰值1991—1995年间还存在一个转折，谷值1999—2002年也同样，这种变化可能受1991年和1999年的jerk事件的影响。

2.4 磁场水平分量 H 年变化和年变率

图5分别是 H 的年变化和年变率，两者的年

变化和年变率曲线基本同步。 H 分量年变化与其他分量年变化不同，其变化趋势是逐年下降趋势。1996年前两台的年变化曲线稍有不同，琼中台在1987年和1991年转折变化明显，1984—1987年 H 分量是平缓增强，之后迅速下降，1991年后又转折缓慢增强，直到1996年才再度往下降；邕宁台同样在1987年和1991年出现转折变化，但1984—1987年却是平缓下降，1991—1996年间虽然有某年出现增强，但非常平缓，其整体还是下降趋势。1996年后，两者年变化曲线基本重合。

图5 磁场水平分量 H 年变化和年变率曲线Fig.5 The curve of annual variation and annual variation rate of horizontal component of magnetic field H

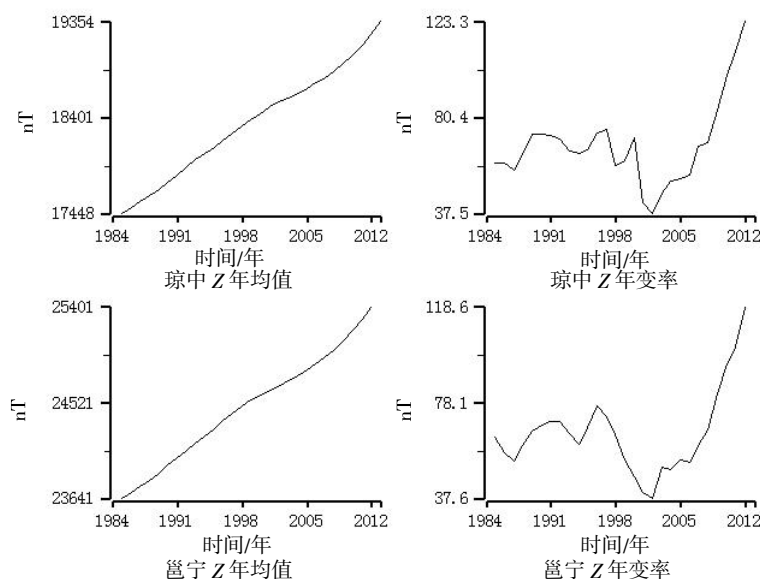
H 分量的年变率曲线与 F 分量有点相似, 均存在相同的峰值谷值和转折变化形态, 显然都受到 1991 年和 1999 年的 jerk 事件的影响。但 2003 年后 F 分量年变率明显是逐年增大, H 分量却显持续下降趋势。两台 29 年间年变化量分别为 246.61 nT 和 420.72 nT, 邕宁台远大于琼中台。年均变化率分别为琼中-8.3 nT/a 邕宁-15.0 nT/a, 邕宁台变化较大。

2.5 磁场垂直分量 Z 年变化和年变率

图 6 分别是磁场垂直分量 Z 年变化和年变率。

从年均值变化曲线看, 两台变化趋势均是逐年上升增强, 其间基本没有转折变化情况, 为单调上升形态。1984—2012 年琼中由 17 447.70 nT 上升到 19 352.99 nT, 增大了 1 905.29 nT, 年均变化率为 68.0 nT/a; 邕宁由 23 578.0 nT 上升到 25 400.58 nT, 增大了 1 822.58 nT, 年均变化率为 65.1 nT/a。

从年变率曲线中看, Z 分量年变率在 1984—2001 年间, 变化曲线起伏不定, 有增有减, 似一个“m”形。2001 年后年变率曲线急剧上升, 显示磁场垂直分量逐年变化量增大, 变化速度加快, 变化状况与磁倾角类似。

图6 磁场垂直分量 Z 年变化和年变率曲线Fig.6 The curve of annual variation and annual variation rate of vertical component of magnetic field Z

3 结语

地磁台站的年均值是通过长时间的地磁观测计算出来的,其中包括有地球的主磁场、地壳磁场、变化磁场及感应磁场。台站及其所在区域地磁场的长期变化通过其各要素的年均值的时变曲线反映了其变化状况。

(1) 琼中、邕宁两台年均值长期变化曲线的趋势变化基本趋于一致,总体均呈单调的上升或下降变化趋势,期间或有折转变化但比较平缓。

(2) 年变率曲线变化两台基本趋于一致,个别年度的差异可能为该年度数据处理上出现错误造成。相对年变化而言,两台年变率时变曲线呈波浪式变化,变化的幅度有一定差异,但很小。

(3) 各要素年变率时变曲线形状各异,但仍存在某些相同点, F 、 H 、 Z 三分量时变曲线转折明显,其拐点基本相同,分别是 1986、1988、1991—1993—1995、1999—2002 年; D 、 I 变化相对比较平缓,没有过多转折变化。

(4) 地磁场长期变化的某些优势周期主要有 58 年、450 年、600 年、1 800 年、10 000 年等^[2],琼中、邕宁地磁台近三十年资料还不足于反映出其长期变化周期。

总之,琼中、邕宁两台的年变化和年变率时变曲线趋势高度一致,说明两台及其所在区域地磁场变化是较为均衡的,有一定的区域性差异,但很小。

致谢:衷心感谢邕宁台齐贵华老师提供的资料。

参考文献:

- [1] 徐文耀. 地球电磁现象物理学[M]. 安徽:中国科学技术大学出版社,2009.
- [2] 叶向顶,顾申宜,张慧. 琼中地磁 Z 分量低点时间变化分布特征分析[J]. 华南地震,2013,33 (3): 55-62.
- [3] 李鸿宇,赫永亮,沈红会. 地磁参数长期变化与日长十年尺度变化相关分析[J]. 华南地震,2013,33 (3): 35-40.
- [4] 冯志生,李鸿宇,张秀霞,等. 地磁谐波振幅比异常与强地震[J]. 华南地震,2013,33 (3): 9-15.