

地磁总强度外场改正台控制范围的分析

姚法章

(河北省地震局)

摘 要

本文通过地磁总强度资料的变化场改正误差分析,认为由于一次较大地震在150公里内仅能引起总强度5~10伽马的异常量,所以,变化场改正误差(包括仪器观测误差)必须小于 ± 2.0 伽马。因而了解台站所处地域外场变化的均匀范围是很必要的。一般情况下,外场改正的台组应选择相同台基础性,台组距不应大于150公里。

几年来,随着地磁总强度观测台的增多,台站展布范围不断扩大,在资料处理中消除变化场影响(以下称为外场改正)的改正台距亦随之增大,就河北省来说,采用红山台作为变化场改正的基准台(以下简称基准台),目前,外场改正台距已达到500公里左右。众所周知,地磁总强度 F 受外空水平强度 H 的影响较为严重,尤其是中纬度地带, F 的季节变化,冬夏之间通常可达到10至20伽马的变幅,至于 F 日值(即每天21时观测值)变化,相邻两天之间一般可达十几甚至达百伽马。而一次较大地震,据国内外报导,如1978年1月14日日本伊豆大岛近海7.0级地震,距震中50公里有些测点,仅观测到 F 有5伽马的变化,苏联1978年11月2日阿赖7.0级地震,在面积测量中观测到 F 有+5.2至-4.7伽马的变化,我国1975年2月4日海城7.3级地震,丹东出现 F 为-9.9伽马与复县 F 为-4.4伽马的变化¹⁾,可见一次七级左右地震,在150公里内仅能引起地磁总强度5至10伽马的异常量,所以,以磁报震是在强干扰弱信息的背景上进行的,要满足短临震兆分析,即能辨别5伽马的异常量,则地磁 F 的外场改正误差必须小于 ± 2 伽马。因而提高 F 观测精度,减小外场改正误差,是震磁关系研究中两个中心环节。本文截取太阳黑子活动周期高值段中1980至1982三年 F 台站观测资料,对外场改正误差(其中已包括仪器观测误差)进行初步分析,以便为适当选择基准台,提高地磁资料处理精度提供参考。

地磁总强度定点测量,各地磁台采用每天21时(北京时)进行观测,其服务时间质量,一般只观测 F 的台站,观测时间除个别天外,均能达到 $21:00 \pm 1'$,配有 Z 分量的台站为 $21:00 \pm 2'$,平均时间亦在 $\pm 1'$ 以内,因而变化场的改正,不再考虑时间差的影响。在震磁关系研究中,消除外场影响的方法有多种,河北省采用各台与基准台 F_{21} 值直接相减的方法来分析地磁资料,本文就以这 F_{21} 两台差值为基础,并选取了燕山褶断带中的张家口,阳原、沙城、兴隆、北京的白家疃,宝坻及昌黎7个台;华北平原沉降带中的塘沽,青光、

1) <世界地震译丛> 1982, 10.

表 1

台名	距基准台 距 (公里)	台基岩性	畸异点数量				$K \geq 5$ (个)	$K \geq 4$ (个)
			1980 (个)	1981 (个)	1982 (个)	Σ (个)		
张家口	380	安山岩	5	7	7	19	10	11
阳原	308	玄武岩	8	2	12	22	7	10
沙城	343	松散沉积	2	1	5	8	5	6
兴隆	417	灰岩	3	3	6	12	5	8
宝坻	343	松散沉积	3	2	3	8	4	6
北京	319	"	2	3	4	9	3	6
昌黎	462	"	3	6	3	12	4	6
完县	168	灰岩	1	2	1	4	2	2
黄壁庄	103	"	0	0	0	0	0	0
泰安	252	闪长花岗岩	0	0	4	4	1	2
深县	109	松散沉积	2	0	8	10	4	6
沧州	210	"	1	1	3	5	2	4
塘沽	308	"	2	3	5	10	5	6
青光	289	"	1	1	5	7	2	3
广平	105	"	3	4	2	9	0	1
阜城	140	"	1	0	2	3	1	2

沧州、深县、阜城、广平、红山七个台, 位于太行山隆起区东部边缘的完县, 黄壁庄台及泰山西麓的泰安台, 并以红山台作为基准台, 对上述各台 F_{21} 值进行改正, 从以下三方面分析 1980~1982 三年 F_{21} 观测值经外场改正后的误差分布特征。

一、畸异点

基本磁场中包括了地壳岩石及磁性矿物所产生的磁场, 称为地壳磁场¹⁾, 因而, 地球外部空间各种电流体系所产生的变化磁场, 通过电磁感应迭加于地壳磁场之上, 其影响往往表现出地区性差异, 由于仪器因素, 时间服务, 局部环境干扰等原因, 各台 F 日值, 经外场改正后, 其变化仍有一定离散性, 而其中某些日值明显偏离正常的离散范围, 这类日值称为畸异点。这是分析仪器工作状况, 了解外场变化均匀范围的参数之一, 统计指标定为超过当月月

1) 安振昌 <地球基本磁场> 1982

均值15伽马的日值,据三年资料统计结果,汇总于表1,各台畸异点总数最多仅占该台三年实际总点数的2%,在使用资料时,这类点可删除,本身无使用价值,但是以它为“窗口”,可观察到下列几点,其一,畸异点出现的时间是随机的,与磁情指数对比,处于 $K \geq 5$ 时段出现的点数占总畸异点数38.7%,若处于 $K \geq 4$ 时段出现的点数则占总数55.6%,见表1,扰日影响还可进一步看到:如80年5月25日,北京以西各台磁场(F)下降幅度偏小20~30伽马,又如81年3月5日,82年9月6日,外场变化以北纬39度线为界,南北差异20~40伽马,从而造成某一地域普遍出现畸异点,从总体看由磁情引起的即外场变化不均匀性造成的畸异点达55.6%,这是由于基准台位置不当引起的。其二,表1中看出,畸异点数与台距有一定相关性,见图1。其中有四个点较大的偏离正常斜率线,图中380公里台距的张家口台及

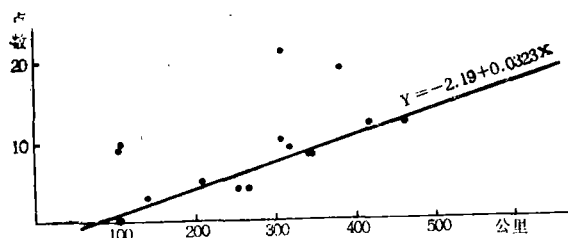


图1 畸异点与台距关系图

308公里的阳原台,均为基性火山岩台基,属强磁性岩体,对外空变化感应较为敏感,强度也大,这是造成畸异点显著增高的主要原因。台距为100公里左右的深县台及广平台,畸异点亦显著增高,其中深县台有60%的畸异点由磁场扰动所致,点数超过邻近的阜城台二倍;而广平台,畸异点基本与磁情无关,而这两个台的时间服务质量均较好,说明仪器灵敏度低,稳定性差是一个主要因素。综上所述,注意台基岩性,如能使用两台仪器同时观测并合理的选择基准台,是可以提高资料质量的。

二、误差波动范围

外场改正后各月均方差涨落幅度,称为误差波动范围,这是表征各台资料总体稳定性的一个参数,当然这也关系到基准台资料质量。不过,若由于基准台资料影响,将会引起各台误差同步涨落,在三年的资料处理中,只有个别天数出现此类情况,因此,基准台资料是可靠的(有关红山台资料质量另文讨论),三年资料计算结果见表2。从表中看出,各台误差变动有两个主要因素,其一是台基岩性影响较为突出,阳原台台基岩性为玄武岩,塘沽台为松散沉积,两台距红山台均为308公里,而阳原台误差波动大于塘沽台33.3%,张家口台比昌黎台台距小82公里,但误差波动却增大4%,由此看出,基性火山岩对资料质量的影响比较大。台基岩性为闪长花岗岩的泰安台,与松散沉积台基的青光台误差波动值相当,河北省地震局曾用20000厘米³花岗岩,距核旋仪探头10厘米,作F加石观测,仅引起F0.5伽马左右的变化,证明一般未经变质的花岗岩类仍属酸性火山岩,磁性较弱。其中昌黎台,沙城台均为松散沉积下覆花岗岩台基,而误差波动值并无显著增大,就是一有力旁证。上述情况表明,在山区、在强磁性区设台,采用弱磁性台基的合作外场改正应慎重选择。其二是各

表 2

台 名	台基岩性	距基准台距离 (公里)	误差波动范围			
			1980 (r)	1981 (r)	1982 (r)	平均 (r)
张家口	安山岩	380	4.33	5.37	3.04	4.25
阳 原	玄武岩	308	4.74	3.75	3.77	4.09
沙 城	松散沉积	343	2.36	3.19	5.26	3.60
兴 隆	灰 岩	417	2.60	4.38	3.77	3.58
宝 坻	松散沉积	343	3.54	4.10	3.27	3.64
北 京	松散沉积	319	3.54	3.22	3.24	3.33
昌 黎	松散沉积	462	3.71	6.68	1.86	4.08
完 县	灰 岩	168	2.26	2.57	2.54	2.46
黄壁庄	"	103	1.79	1.92	2.14	1.95
泰 安	闪长花岗岩	252	2.15	3.49	4.35	3.33
深 县	松散沉积	109	1.92	1.73	4.10	2.58
沧 州	"	210	3.15	2.18	1.72	2.35
塘 沽	"	308	1.83	2.35	4.00	2.73
青 光	"	289	3.30	4.20	3.44	3.65
广 平	"	105	2.39	3.06	2.78	2.74
阜 城	"	140	3.12	2.22	.83	2.72

台三年平均误差波动值，显示了距基准台越远，误差波动越大的趋势。求得台距与误差波动两者相关系数为0.85，将误差波动值与台距作F检验¹⁾求得F值为27.23，则 $F_{0.05} = 4.60 < 27.23$ ，证明两者相关是存在的，见图2，图中所示，若要求误差波动不大于2.0伽马，则外

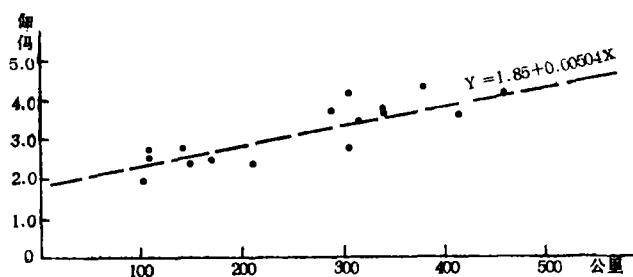


图 2 误差波动范围与台距相关图

1) 《地震预报中的数据处理方法》，国家地震局，1975。

表 3

台 组 (减红山)	台 距 (公里)	外场改正后年平均误差				误差变动 最大幅度 (r)
		1980 (r)	1981 (r)	1982 (r)	平均 (r)	
张家口	380	3.98	4.54	4.18	4.23	0.56
阳 原	308	3.69	4.09	3.55	3.78	0.54
沙 城	343	3.06	3.51	4.03	3.53	0.97
兴 隆	417	3.15	4.00	3.72	3.62	0.85
宝 坻	343	2.49	3.05	3.09	2.87	0.60
北 京	319	2.27	3.14	3.11	2.84	0.87
昌 黎	462	2.80	3.44	2.83	3.02	0.64
完 县	168	2.33	2.74	2.35	2.47	0.41
黄壁庄	103	1.57	1.88	1.72	1.72	0.31
泰 安	252	2.09	2.36	3.14	2.53	1.05
深 县	109	1.89	2.44	2.86	2.40	1.97
沧 州	210	2.30	2.30	2.64	2.41	0.34
塘 沽	308	2.13	2.36	2.75	2.41	0.62
青 光	289	2.57	2.68	2.56	2.60	0.12
广 平	105	2.28	2.85	2.38	2.50	0.57
阜 城	140	1.50	2.10	2.35	1.99	0.83

场改正台距应小于100公里。

三、误差分布特征

由于总强度资料受外空场的干扰具有地区差别,因此,要降低外场改正误差,本应该了解外空场不同时间的均匀范围。限于条件,通过外场改正后的误差分布状况,也可以基本了解基准台周围外空场的变化情况,从三年资料计算结果,见表3。

从表中看出,三年中误差变动基本是稳定的,其中只有深县台误差变动幅度稍显偏高,该台82年畸异点增多,查记录发现有几处日值出现突变时段使误差增大,由仪器工作不稳定所引起。总的看,强磁性台基的台,误差较弱磁性台基的台偏高一些,以三年误差平均值绘成平面图,见图3。

图中呈现误差等值线圈闭长轴为北东向,与华北平原沉降带走向一致,北部 $\pm 3 \sim \pm 4$

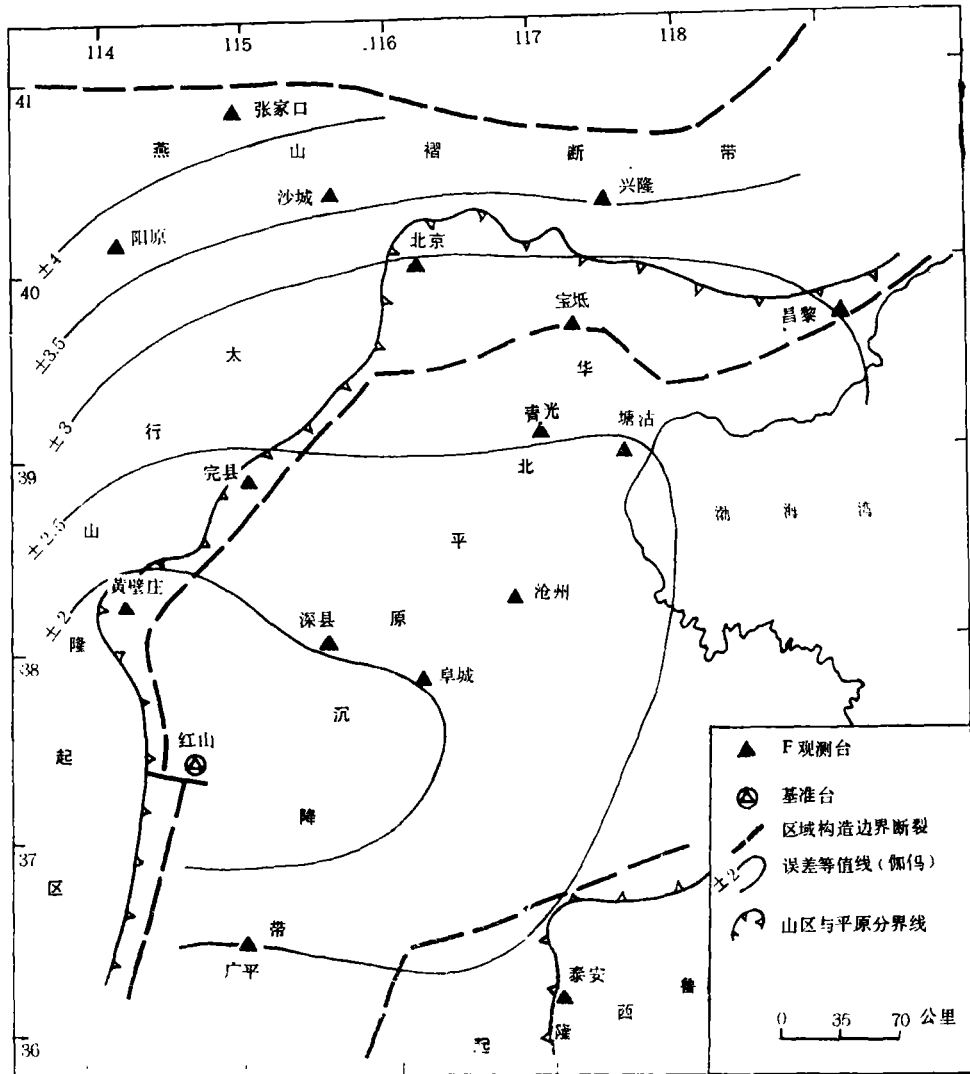


图 3 外场改正误差分布图

等值线走向与燕山褶断带走向吻合，西部山区等值线随构造走向有所转向，总的呈现山区等值线较密，而平原区较稀疏，在平原区红山至昌黎一带，误差随台距增大而递增的梯度平均为±0.65伽马/百公里，进入山区，如图中红山至张家口一线，每百公里误差递增±1.11伽马，这两个梯度值，可作为今后估算外场改正误差的参考。可见，外场改正误差不仅与台基岩性有关，而且与山区，还是平原亦有关系。但主要的还是受台距所控制。关于季节变化对误差的影响，经16个台资料统计结果看来并不明显，见下列数据。

仅显示冬季误差稍偏低，但并不显著，说明定点测量，各台均在每日磁场处于较平静的时段，且采用室内固定探头位置进行观测，从而使环境、温度、磁场日变等影响相对减弱，所以，台站观测精度是比较稳定的。

	冬季	春秋季	夏季
1980年	2.36 ^r	2.45 ^r	2.72 ^r
1981年	2.70	3.22	3.04
1982年	2.60	3.22	2.99
平均	2.55 ^r	2.96 ^r	2.91 ^r

结 束 语

通过以上误差分析,可归纳为以下三点:

< 1 > 外场改正误差虽然山区比平原大一些,但构造不同对误差的影响并不明显,而外场改正的台距是主要因素,其中台基岩性影响不可忽视,因此,强磁性区的台站,使用弱磁性台基的台作外场改正,应慎重选择。

< 2 > 由于外场影响具有地区性,因而,每个地区外场变化的均匀范围也将是不同的,要提高外场改正精度,必须了解基准台的有效控制范围(指 $\sigma \leq \pm 2.0^r$),其中选择相同台基磁性,掌握台组间距离是十分重要的,在山区在高磁性区设台,了解外空场变化的均匀范围更为必要,基准台的有效控制范围,实际是受该地区外场变化均匀范围所制约。

< 3 > 以红山台作为基准台,改正后误差小于 ± 2.0 伽马的稳定区,该台北侧比南部宽一些,最大控制距离不大于150公里,所以,外场改正台设在台网边缘,或者说以红山一个台对全区作外场改正是无法满足震磁关系研究中资料精度要求的,因此,作者认为,在相同台基磁性的台网中,基准台应选在台网中心部位,或根据磁场在特定地域的变化状况分区选择基准台,一般情况下台组距不应大于150公里,才能有效的消除外空场影响。

本文系采用了许智、谢美娟等同志计算的外场改正数据,其中谢美娟同志还计算了部分外场改正误差,一并致谢。

(1983. 9. 13收到修改稿)

参 考 资 料

< 1 > 朱凤鸣《一九七五年海城地震》,地震出版社1982.