

气压对重力仪的影响及观测资料的 气压改正

唐九安 徐敬文

(国家地震局兰州地震研究所)

摘 要

本文介绍了C-327、W-1143、W-1210三台重力仪于1984年10月在武汉的气压试验结果,给出了重力段差值的气压改正公式,介绍了兰州—天水—武都重力网测量结果的气压改正概况。

一、引言

为监测兰州—天水—武都地区的重力场变化,于1982年选建了兰州—天水—武都重力网(LTWGN),使用C-327, W-1143, W-1210三台重力仪观测。1983年~1985年取得了三期观测资料。分析各台仪器在重力点的观测的单点值之差,发现三台仪器间存在着明显的系统误差,其量级超过了100微伽,从系统误差的表现形式看似乎与气压影响有关。因此我们认为,石英弹簧重力仪的气压试验与改正是精密流动重力测量中必不可少的工作。本文将重力网气压改正方面的一些结果介绍给读者,以期有助于对这一问题的研究和讨论。

二、气压试验概况及结果

1984年10月23日—25日我们在国家地震局地震研究所实验室低压舱内,对所使用的三台重力仪进行了气压实验。实验期间,低压舱内的温度在 21.1°C — 27.3°C 之间变化。最大日温差 5.8°C ,半日内(即一个测回内)最大温差 5.5°C 。仪器温度一直在 20.7°C ~ 22.4°C 之间变化,最大日温差 1.3°C ,最大测回温差 0.7°C 。试验方法采用阶跃法,即从环境气压开始,每次降压20毫米汞柱(相当于地形升高240米)观测一组数。测试高度30米~3390米,分三个区间三天完成。每个区间测试两个往返(两个测回),分别在上、下午完成。在每一个高度点上,气压稳定5分钟后读数。每个高度点从变压到读数完毕,所用时间大约为20分钟。

*参加本次工作的有王力、李筱云、刘维贺、关凤银、孟万辉、彭晓君、魏兴盛

为使仪器在试验过程中漂移稳定,于试验前10天就将仪器放入实验室内,试验前一天移入低压舱内。在整个试验过程中,仪器一直处于静置状态。每次变压后,仪器水泡都有不同程度的偏移,但读数时,始终保持水泡居中。

对观测结果经固体潮和零漂改正后,用一元回归分析法求得各个测回的气压系数,最后取各个测回值的均值作本次试验的最终成果。有关结果见表1。表1中 K_2 一栏为这次气压试验的最终结果。

气压试验结果 表1

日期	仪器 项目 微伽/米	c-327				w-1143				w-1210			
		分段算			合 算	分段算			合 算	分段算			合 算
		降 压	升 压	均 值		降 压	升 压	均 值		降 压	升 压	均 值	
23	上午	.0633	.0709	.0671	.0643	.1266	.1160	.1212	.1213	.3082	.2557	.2820	.2910
	下午	.0508	.0597	.0552	.0538	.0801	.0733	.0767	.0778	.2592	.3059	.2825	.2813
24	上午	.0681	.0667	.0674	.0674	.0983	.1000	.0991	.0988	.2812	.3004	.2908	.2893
	下午	.0654	.0719	.0686	.0686	.0651	.0729	.0690	.0690	.2801	.3054	.2927	.2927
25	上午	.0806	.0777	.0792	.0792	.0817	.0914	.0866	.0866	.2746	.2957	.2851	.2851
	下午	.0715	.0744	.0730	.0730	.0648	.0617	.0632	.0632	.2731	.2892	.2812	.2812
均		.0666	.0702	.0684	.0677	.0861	.0859	.0860	.0861	.2794	.2920	.2857	.2868
K_1 (微伽/米)		-0.0686				-0.0860				-0.2862			
K_2 (微伽/毫米汞柱)		0.816				1.0132				3.434			

三、气压对兰州—天水—武都重力网测量结果的影响及改正

1. 气压改正的实用公式

我们所使用的计算气压改正值的一般公式是： $dg = cgk\left(\frac{H}{G} - \frac{h}{g}\right)$ (1)

式中 K 为仪器的气压系数, C 为气压改正前的格值, g 为两测点间气压改正前的重力差, H 为标定场的气压差, G 为标定场的重力差, h 为两测点间的气压差。将兰州七道梁比较基线场的 $H = 20.7$ (毫米汞柱) (取83年4—7月份多次测量结果的平均值) 和该场的重力差 $G = 62074$ (微伽) 及表1中各台仪器的气压系数 (K_2) 代入 (1) 式得:

$$\left. \begin{aligned} dg_{327} &= 0.0002722g - 0.816h \\ dg_{1143} &= 0.0003379g - 1.013h \\ dg_{1210} &= 0.001145g - 3.434h \end{aligned} \right\} (2)$$

式中 dg 和 g 以微伽为单位， h 以毫米汞柱为单位，因 h 值受各种自然条件的影响而变化，因此， h 值应在重力观测时一并读取。但由于重力段差的气压改正值一般很小，而 h 的变化一般在10%以内，所以，可利用重力点间的高差 ΔH 去代换(2)式中的 h 。根据本网实测资料，得出二者的代换公式如下：

$$h = -10\Delta H / ((\bar{H} - 1881) \times 0.0135 + 139.1) \quad (3)$$

式中 ΔH 为两点间的高差， H 为两点间的平均高程，均以米为单位。 h 以毫米汞柱为单位。

(2)、(3)式即为对重力网(LTWGN)观测资料进行气压改正所使用的具体公式。

2. 气压对重力网段差观测值的影响

利用(2)、(3)两式逐一计算观测网中每个测段每台仪器的气压改正值(表2)。

表2 气压改正值基本情况统计

范 围 (微 伽)	测 段 数	仪 器 数	c - 327	w - 1413	w - 1210
0 ~ 10	151		145	74	
10.1 ~ 20	0		6	40	
20.1 ~ 30	0		0	26	
30.1 ~ 40	0		0	9	
40.1 ~ 50	0		0	2	
最大值(微伽)	10.0		12.6	42.1	

由表2中可以看出，三台仪器的最大改正值对应于同一测段。该测段经气压改正后，台差会变化32.1微伽。规范规定，三台仪器同时作业时，台差不得大于75微伽。我们认为，对于受气压影响的仪器，应当保证气压改正后的台差符合上述规定。在野外工作中，如遇到台差较大的时候，就应当现场进行气压改正，以确保改正后的台差满足规范要求。

3. 气压对重力点点值的影响

重力网(LTWGN)有136个重力点，大致呈南北向展布，南北最大纬差近3°。网内地形变化剧烈，重力差最大可达370毫伽，高差最大可达1700米。以最北的焦家湾为起算点推算全网各点点值，则南部各点点值将受到气压的严重影响。表3统计了气压对单点值影响的基本情况。

由表中结果可见，气压对重力点点值的影响较为严重，使用三台仪器同时观测，气压对最终成果单点值的最大影响可达138微伽。因此，对三台仪器测量结果作气压改正是必要的。

4. 气压改正前后单点值台差变化情况及初步分析。

利用(2)、(3)两式对全网1983~1985年三期资料作统一的气压改正，表4给出了气压改正前后各台仪器间单点值之差的变化情况。

表中，极差是指网中单点值台差极大值与极小值的差值；均值是指网中所有点台差的平均值。

由表中结果可以看出，经气压改正后，极差一般都有所减小，三年结果平均减小约11微伽。这说明经气压改正后各台仪器间单点值相对波动幅度减小了。

气压对单点值影响基本情况

表3

范围(微伽)	仪器			
	c-237	w-1143	w-1210	均
0~50	126	111	41	74
51~100	10	25	34	49
101~150	0	0	30	13
151~200	0	0	20	0
201~250	0	0	8	0
251~300	0	0	3	0
最大值(微伽)	64	80	270	138

气压改正前后单点值台差变化情况(微伽)

表4

时 间	项 目	气压改正前各台仪器台差			气压改正后各台仪器台差		
		仪 器	327-1143	327-1210	1143-1210	327-1143	327-1210
1983年	最大范围	-167.8~4.8	-206.2 ~14.8	-102.8 ~45.1	165.0~4.7	-109.9 ~66.3	-46.5 ~151.1
	极差	172.6	221.0	147.9	169.7	176.2	197.6
	均值	-97.1	-109.6	-12.6	-91.7	-37.4	54.2
1984年	最大范围	-158.3 ~25.2			-147.7 ~25.2		
	极差	183.5			172.9		
	均值	-69.0			-63.5		
1985年	最大范围	-68.4~89.1	-108.0 ~98.1	-152.5 ~95.6	-60.5~88.9	-26.2 ~152.4	-59.6 ~155.2
	极差	157.5	206.1	248.1	149.4	178.6	214.8
	均值	11.1	5.0	-6.1	16.1	77.2	61.1

表4中给出了三年中7组台差各自的均值。气压改正后, 均值绝对值减小的有3组, 增大的有4组。减小最突出的是1983年的C327-W1210这一组, 由改正前的-109.6微伽经改正后变为-37.4微伽。这说明W1210重力仪的气压影响较严重, 经气压改正后, 得以较好地消除。然而W1143与W1210的台差以及1985年的3组测值显示在气压改正后台差均值都变大。对此, 我们认为, 各台仪器除受气压影响外, 还有别的系统误差的影响。在资料处理过程中, 我们用 $\Sigma|\Delta g| = \text{定值}$ 对各台仪器资料作了归一处理, 而气压改正对 $\Sigma|\Delta g|$ 的影响又小于20微伽; 因此, 可基本排除格值系统误差对单点值台差的影响, 我们初步认为, 影响改正效果的系统误差可能主要来自仪器的非线性漂移。此外, 仪器气压系数随时间的变化及实验室条件和野外环境条件的差异所引起的气压系数的可能变化都可能影响改正的效果。

三、讨论与建议

1. C327、w1143和w1210三台重力仪都受气压影响，其中w1210受影响最大。因此，对三台仪器的观测成果作气压改正是必要的。从兰州—天水—武都重力网测量成果的改正结果看，气压改正有一定的效果。

2. 对兰州—天水—武都重力网1983~1985年三期资料用同一套气压系数作改正，从改正前后单点值台差变化情况分析，其效果不理想。我们认为，这是由于成果中除受气压影响外，还含有别的系统误差影响，其中可能主要来自仪器的非线性漂移。为此，今后如果继续使用这三台仪器观测，除需继续监测仪器的气压系数变化外，还应着重研究来自其它方面的系统误差，并采取有效措施加以消除。

在武汉进行气压试验时，得到了武汉地震研究所朱仲芬等同志的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

(本文1985年11月25日收到)

参 考 文 献

- [1] 赵炜等，气压变化对石英弹簧重力仪的影响，西北地震学报，Vol.5，No.3，1983.
- [2] 游泽霖，流动重力测量的限差和段差精度估计方法讨论，地壳形变与地震，Vol.5，No.2，1985.
- [3] 赵炜等，唐山地震前后十年间重力变化的再分析，地震，No.6，1984.
- [4] 贾民育等，论唐山地震前重力变化的可靠性，地壳形变与地震，Vol.5，No.3，1985.

INFLUENCE OF BAROMETRIC PRESSURE ON GRAVIMETERS
AND CORRECTION TO OBSERVED DATA OF LTWGN

Tang Jiuan Xu Jingwen

(*Seismological Institute of Lanzhou, State Seismological Bureau, China*)

Abstract

In this paper, the process as well as the results of the barometrical pressure test performed in Wuhan in Oct.1984 for the three gravimeters(C-327, w-1143, w-1210) has been given, and the barometrical pressure correction to the observed gravity of the Lanzhou-Tianshui-Wudu Gravity Net (LTWGN) has been estimated. The results of the test for the three gravimeters are $k_{327}=0.816$, $k_{1143}=1.013$, $k_{1210}=3.434$ (ugal/mmHg) respectively. Based on the data obtained from the barometric pressure correction, the possible effect of this correction is discussed.