

634-641

大气重力信号的理论计算及其检测*

孙和平 罗少聪

(中国科学院测量与地球物理研究所动力大地测量学开放实验室, 武汉 430077)

摘 要

基于标准大气定律和大气圆柱体分布模型, 本文引进了大气重力格林函数, 用离散褶积方法求得了大气对重力场观测的影响, 对台站高程、周围地形和地表温度变化等因素的影响问题进行了讨论, 结果说明台站近区气压变化是大气重力信号的主要贡献者, 考虑大气质量负荷引起的弹性地球形变效应后, 对距台站 0.5° 的区域积分获得的大气重力导纳值为 $-0.3603\mu\text{Gal}/\text{hPa}$, 占全球大气变化引起的总信号的 90% 以上, 这一理论模型结果与超导重力仪实测结果相吻合, 并能较有效地用于消除重力观测中的气压干扰成分。

关键词 气压变化, 圆柱体模型, 大气重力格林函数, 重力潮汐信号, 超导重力仪检测。

1 引 言

具有噪声低、灵敏度高、连续性和稳定性好等特点的超导重力仪的观测精度已达 $0.1\mu\text{Gal}$ 或更高量级^[1], 它将在研究潮汐和非潮汐重力场变化信号中起重要作用。然而各类仪器在观测重力场时间变化的同时, 均还记录到台站区域气压场变化产生的重力信号。研究表明, 考虑到由寒潮爆发或冷空气前锋到达引起的气压非周期性变化等因素, 这种影响可达日月引起的总潮汐重力信号 10% 的量级^[2]。因此在利用高密度采样的超导重力仪观测资料研究地球物理学和地球动力学问题时须谨慎地将其消除^[3]。

大气压的变化会导致大气密度的变化, 不同密度的空气交替会引起大气质量的变化, 在低气压时, 密度大的空气将被密度低的空气替代, 在高气压时, 密度小的空气将被密度大的空气替代。研究表明气压变化受众多因素影响, 而它对重力场观测的影响通常可归类为: (1) 大气质量变化引起的直接效应; (2) 大气质量负荷作用下弹性地球产生的变形效应; (3) 由于地球变形使内部质量重新分布而引起的附加效应。Farrell 于 1972 年在研究海潮问题时引进了地表质量负荷重力格林函数^[4], 但当大气密度分布随高程变化时, 问题要复杂得多, 我们必须重新考虑这一问题。近年来国际同行在作气压干扰改正问题时, 一般是对重力观测信号和台站气压作回归分析, 获得回归系统(又称大气重力导纳值), 从而实现对实测资料作气压改正以获得高精度分析结果^[5], 但这样做的缺陷是没有考虑区域气压场的贡献, 使得回归因子中丢失了台站周围大气质量变化的影响部分和质量负荷作用

* 中国科学院项目(KJ952-J1-411), 国家自然科学基金项目(49774223)和国家攀登资助项目。

本文1998年3月31日收到修改稿。

下地球变形效应的贡献。另一方面, 重力观测残差中除了气压效应外, 还包括了一些诸如仪器长周期漂移、温度、地下水变化等因素的影响。为解决这一问题, 作者曾利用欧洲地区的区域气象资料建立了气压变化对重力场观测影响的模型, 获得了较满意的结果^[3]。但最大的弊端是计算模型较为复杂, 涉及的数据量浩大和计算成本高。本项工作旨在克服以上缺点, 利用国际上通用的标准大气模型, 在球形、非旋转、各向同性分布的弹性地球模型基础上引进大气重力信号理论计算的新方法, 以获得简便且仍能保持计算精度的模型改正值, 并利用武汉重力潮汐国际基准站上超导重力仪实测资料检测该模型的合理性和完整性。

2 理论模型及计算

引进一面积为单位球面角对应的大气圆柱体模型, 则大气质量变化引起的牛顿引力项(定义正方向朝下)可用如下离散褶积积分求得^[6]

$$g(\psi) = -Gd\Omega \sum_{n=1}^N \rho_n(z) \left[\frac{(a+z)\cos\psi - a}{r^3} \right] \Delta z, \quad (1)$$

式中 G 是牛顿引力常数, $d\Omega$ 是圆柱体底面积, r 是大气质量体积元至台站的距离, a 、 ψ 和 Δz 分别为地球半径、台站角距和积分步长, n 是序号, 当 $n=1$ 时, $\Delta z \approx \Delta z + \varepsilon$ (ε 是初始积分值), $z_0 = N\Delta z$ 为积分截断高程, $\rho(z)$ 表示大气质量密度随高程 z 分布的函数, 根据标准大气定律可得到

$$\rho_n(z) = P_n(z) / [R \cdot T_n(z)], \quad (2)$$

式中 $P_n(z)$ 和 $T_n(z)$ 是随高程 z 分布的气压和温度函数, R 是标准大气常数。在流体静力平衡状态下, 大气压力、密度和高度之间满足大气静力学方程, 它的物理意义是大气圆柱体某一高度差 Δz 上的压力差等于两高度之间单位截面积上大气圆柱体所受的重力。

为能兼顾国际上各种温度随高程分布的标准模型, 基于 Fels 引进如下分析函数^[7]

$$T(z) = T_0 + C_{1/2} \frac{z}{2} + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \delta_{i+1} (C_{i+1} - C_i) \lg \left[\frac{\cosh(z_i - z_i / \delta_i)}{\cosh(z_i / \delta_i)} \right], \quad (3)$$

式中 $C_{n+1} = 0$, $z_{i+1} < z < z_i$, T_0 表示地表标准温度值, δ_i 是温度剖面在高程 z_i 处的梯度, C_i 表示温度剖面在 dT/dz 处的不连续性。

由方程(1)可知, 大气圆柱体模型的牛顿引力项依赖于圆柱体底面的气压和温度变化。考虑到取的是面积为单位球面角对应的圆柱体模型, 因此可将上述计算结果视为一格林函数。为能将这一大气圆柱体(分布)负荷格林函数区别于 Farrell 定义的地表质量(集中)负荷格林函数, 我们称之为大气重力格林函数。考虑地球变形效应后, 用这一函数对台站周围区域积分, 即可获得气压变化对重力场观测的影响值。

数值结果说明选用精细结构不同的大气模型对计算结果影响甚微, 但当选择干空气和水饱和状态的湿空气二组不同大气常数 R 时, 计算结果间存在着 10% 的差异。为满足问题的一般性, 表 1 给出这二种特殊情况平均值, 表中 ψ 表示台站角距($^\circ$), $GN(\psi)$ 为大气重力格林函数(单位: $\mu\text{Gal} / \text{hPa}$), 计算结果中包含了一规范化因子 ($10^5 \psi / P_0$) 和单位球面角对应的圆柱体底面积常数。不同积分截断高程对大气重力格林函数的影响应当慎重考

虑,数值结果表明有必要选择 40km 的积分截断高程,例如当截断高程选择为 60km 时,在所有台站角距 ψ 上,大气重力格林函数的计算精度优于 1%.

表1 大气圆柱体重力格林函数数值结果

No.	$\psi/(^{\circ})$	$GM(\psi)/$ ($\mu\text{Gal} \cdot \text{hPa}^{-1}$)	No.	$\psi/(^{\circ})$	$GM(\psi)/$ ($\mu\text{Gal} \cdot \text{hPa}^{-1}$)	No.	$\psi/(^{\circ})$	$GM(\psi)/$ ($\mu\text{Gal} \cdot \text{hPa}^{-1}$)
1	0.00001	-4807.7627	30	0.200	-412.1393	59	1.75	-5.4190
2	0.00005	-4792.7095	31	0.225	-347.9885	60	1.80	-4.9485
3	0.00010	-4772.0163	32	0.250	-297.2140	61	1.90	-4.1151
4	0.00050	-4649.5832	33	0.275	-256.3977	62	2.00	-3.4019
5	0.00100	-4532.6395	34	0.300	-223.1390	63	2.50	-1.0152
6	0.00250	-4263.9330	35	0.325	-195.7126	64	2.75	-0.2756
7	0.00500	-3928.6994	36	0.350	-172.8541	65	3.00	0.2880
8	0.00750	-3661.7778	37	0.375	-153.6201	66	4.00	1.5889
9	0.01000	-3436.3359	38	0.400	-137.2962	67	5.00	2.1928
10	0.01500	-3066.8512	39	0.425	-123.3335	68	6.00	2.5216
11	0.02000	-2770.6047	40	0.450	-111.3053	69	7.00	2.7203
12	0.02500	-2524.5515	41	0.475	-100.8759	70	8.00	2.8495
13	0.03000	-2315.4292	42	0.500	-91.7786	71	9.00	2.9385
14	0.04000	-1976.6448	43	0.550	-76.7649	72	10.00	3.0024
15	0.05000	-1712.5178	44	0.600	-64.9905	73	15.00	3.1571
16	0.06000	-1500.3130	45	0.650	-55.5974	74	20.00	3.2168
17	0.07000	-1326.1416	46	0.700	-47.9914	75	25.00	3.2504
18	0.08000	-1180.8593	47	0.750	-41.7510	76	30.00	3.2751
19	0.09000	-1058.1175	48	0.800	-36.5711	77	40.00	3.3179
20	0.10000	-953.3298	49	0.850	-32.2267	78	50.00	3.3627
21	0.11000	-863.0802	50	0.900	-28.5488	79	60.00	3.4141
22	0.12000	-784.7622	51	0.950	-25.4089	80	70.00	3.4743
23	0.13000	-716.3474	52	1.000	-22.7078	81	80.00	3.5445
24	0.14000	-656.2318	53	1.100	-18.3282	82	90.00	3.6258
25	0.15000	-603.1295	54	1.250	-13.5660	83	120.00	3.9489
26	0.16000	-555.9976	55	1.300	-12.3228	84	150.00	4.4264
27	0.17500	-494.6671	56	1.400	-10.2146	85	180.00	5.1309
28	0.18000	-476.3765	57	1.500	-8.5049			
29	0.19000	-442.5934	58	1.600	-7.0996			

上述构制的模型是基于理想海平面,由于绝大多数重力仪安装在海平面以上的陆地,因此必须考虑台站高程的影响.为解决这一问题,我们研究了大气重力格林函数在台站高程零点的泰勒级数展开,利用离散褶积方法求得大气重力格林函数对台站高程的一阶和二阶偏导数^[6].结果说明台站近区的气压重力效应与几何地形相关,而台站远区的气压重力效应与总质量变化相关.另一方面,周围地形起伏因素不容易忽略,起伏地形占据的部分大气质量可增加重力观测值.为解决这一问题,我们计算了不同圆柱体底面高度变化对大气重力信号的影响,数值计算说明,如果台站周围的起伏不超过 1km,地形对大气重力信号的影响为几十毫微伽量级.

另一方面由大气状态方程可知,在等压面上的大气密度与温度成反比,温度高密度小,温度低密度大.暖平流使大气圆柱体质量减小,低层气压降低,冷平流使大气圆柱体质量增加,低层气压增加,因此不同高度大气层中的温度分布结构依赖于相应的地表值.

为解决地表温度变化引起的大气重力效应,求大气圆柱体重力格林函数对温度的一阶偏导数.结果说明台站近区温度的增加减少了大气圆柱体向上的引力,这相当于增加了向下为正的牛顿引力项,计算获得的数值结果说明这种影响的量级是很小的.

大气质量负荷引起的地球变形效应较直接效应来说要小得多,二者呈反相状态,它们主要来自台站远距离的大范围,我们可将其看作集中于表面的质量负荷^[3].基于 Farrell 的计算步骤,利用给定的地球模型参数求解地球自由振荡动力学方程,即可计算获得重力负荷格林函数值^[8].在考虑地形、温度和形变效应后,对周围区域积分即可获得气压变化对重力观测的影响.在台站角距为 0.5° 的范围内获得一气压重力导纳值为 $-0.3603\mu\text{Gal}/\text{hPa}$,占全球气压变化引起的总重力信号的 90% 以上.这一理论数值结果说明:若台站气压年变化量为 50hPa ,则气压对重力的影响可达 $18\mu\text{Gal}$ 量级.

3 实际观测及检验

实测表明,超导重力仪能有效记录由于气压变化引起的重力信号,为了能比较上述理论模型的合理性和完整性,基于武汉超导重力仪 1985 年至 1994 年观测资料,利用 Eterna 潮汐分析中的回归计算分别在时间和频率域内测定了重力观测对气压的响应函数^[9].计算结果说明,大气重力导纳值随时间和频率变化,在时间域内的大气重力导纳值为 $-0.236\mu\text{Gal}/\text{hPa}$,这一结果同理论值结果有一定的差异,分析表明这是由于气压观测资料中混入的地面温度变化信号所致,或者是其它干扰所致.不同作者获得的气压重力导纳值间的比较由表 2 给出.从表可知,比利时布鲁塞尔 (Brussels) 和法国斯特拉斯堡 (Strasbourg) 台站获得的结果分别为 -0.3447 和 $-0.3161\mu\text{Gal}/\text{hPa}$,Melchior 利用半无限

表2 由不同计算方法求得的大气重力导纳值结果间的比较

时间域内大气重力导纳值 (单位: $\mu\text{Gal}/\text{hPa}$)						
导纳值	作者	使用数据情况和计算方法说明				
-0.4300	Melchior ^[10]	半无限平面空间模型 (直接效应部分)				
-0.3970	Niebauer ^[11]	考虑地球曲率 (直接效应部分)				
-0.3950	孙和平 ^[1]	Brussels 100km 范围区域气压 (直接褶积法)				
-0.3650	Warburton ^[12]	几百公里范围区域气压模型 (Colorado 台站, 美国)				
-0.3603	本文	台站角距小于 0.5° 范围的标准大气圆柱体模型				
-0.3573	De Meyer ^[13]	Brussels 台站气压数据 (MISO 方法)				
-0.3447	孙和平等 ^[9]	Brussels 台站重力气压回归系数 (Eterna 法)				
-0.3330	孙和平 ^[1]	Brussels 1000km 范围区域气压 (直接褶积法)				
-0.3161	孙和平等 ^[9]	Strasbourg 台站重力气压回归系数 (Eterna 法)				
-0.2800	Merriam ^[14]	Cantley 台 1000km 范围区域气压 (加拿大)				
-0.2362	孙和平等 ^[9]	武汉台站重力气压回归系数 (Eterna 法)				
频率域内大气重力导纳值 (单位: $\mu\text{Gal}/\text{hPa}$)						
台站	武汉		Brussels		Strasbourg	
资料区间	(1985-11-23—1994-12-31)		(1985-11-23—1994-12-31)		(1987-10-01—1996-05-31)	
潮汐频段	导纳值	均方差	导纳值	均方差	导纳值	均方差
长周期波	-0.3838	± 0.0206	-0.3071	± 0.0049	-0.2621	± 0.0092
日波	-0.3003	± 0.0200	-0.3472	± 0.0026	-0.3265	± 0.0073
半日波	-0.1926	± 0.0407	-0.3284	± 0.0086	-0.2749	± 0.0095
三分之一日波	-0.1858	± 0.0157	-0.2782	± 0.0060	-0.2567	± 0.0055

空间模型得到的大气重力系数是 $-0.4300\mu\text{Gal}/\text{hPa}^{[10]}$, Niebauer 在考虑了地球曲率后得到的大气重力系数是 $-0.397\mu\text{Gal}/\text{hPa}^{[11]}$, Warburton 等人利用区域气压模型获得的大气重力系数是 $-0.3650\mu\text{Gal}/\text{hPa}^{[12]}$, De Meyer 等人利用 MISO 法测定了布鲁塞尔台站的大气重力系数是 $-0.3573\mu\text{Gal}/\text{hPa}^{[13]}$, Merriam 利用 Cantley 台站重力和气压资料测定的系数是 $-0.2800\mu\text{Gal}/\text{hPa}^{[14]}$, 分析表明, 不同台站结果间的差异反映了不同地区气压分布和变化特征. 作者曾利用欧洲地区中长期天气预报中心 (ECMWF) 提供的区域气压数据和一数值褶积积分方法计算获得了比利时布鲁塞尔台站气压对重力的影响, 结果说明在台站近区域范围获得的大气重力导纳值为 $-0.395\mu\text{Gal}/\text{hPa}$, 在包括近区域在内的中距离范围内为 $-0.333\mu\text{Gal}/\text{hPa}$. 由此可见本文理论计算结果介于上述数值之间, 这说明它能较好符合实测结果.

在频率域内测定的大气重力导纳值(在长周期波、日波、半日波和三分之一日波频段内)分别是 -0.3838 、 -0.3003 、 -0.1926 和 $-0.1858\mu\text{Gal}/\text{hPa}$, 平均测定精度 $\pm 2.4\%$. 这一结果说明武汉台站气压变化能量主要集中在长周期波频段上. 为比较方便, 表 2 给出了 Brussels 和 Strasbourg 台站在频段内测定的大气重力导纳值. 对表 1 结果分析可知台站重力对气压的响应函数在潮汐频段内呈现出明显的一致性, 即随频率的增高而减小. 武汉

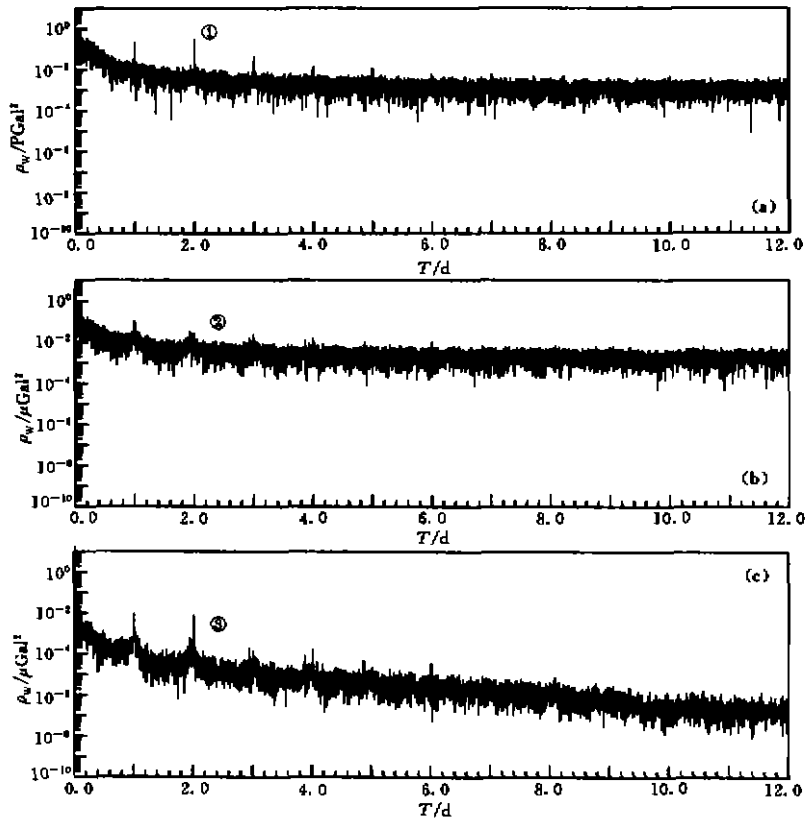


图 1 由 FFT 求得的功率谱密度结果 (1988-01-01-00:00—1990-12-31-23:00)

(a) 气压; (b) 重力残差; (c) 经气压改正后的重力残差. T 为周期; ρ_w 为功率谱密度.

气象基准站长期系列观测数据(1986年1月至1994年6月)的调和分析结果说明气压变化振幅可达 $0.953 \pm 0.015 \text{hPa}$ (S1波), $0.014 \pm 0.01 \text{hPa}$ (O1波), $0.075 \pm 0.01 \text{hPa}$ (K1波), $0.04 \pm 0.004 \text{hPa}$ (M2波)和 $0.742 \pm 0.004 \text{hPa}$ (S2波)。这说明在潮汐波频段内气压变化的主要能量集中在S1和S2波上。欧洲地区各台站气压调和分析结果有类似的特点^[6],但S1和S2波的振幅明显比武汉台站的结果小得多,该差异反映不同台站的环境和气压变化特征。

为能进一步检验用本文的理论计算结果作气压改正的有效性,我们对武汉超导重力仪观测数据进行了气压改正,并利用快速傅氏变换计算了气压,重力残差和经气压改正后的残差振幅谱和功率谱密度 ρ_w (1989年1月至1990年12月)。结果说明在非潮汐频段内气压变化的能量主要集中在周期为几天至几周区间内(见图1),分析表明这是由于区域分布特征和气压旋运行的时空尺度等因素决定的。由图可知观测残差(b)与气压变化(a)之间有较好的相关性,经气压改正后的残差功率谱密度(c)在所有频段上均有明显降低,表明重力残差中的绝大部分信号是由气压变化引起的,同时说明了用理论计算结果作气压改正的有效性。另一方面,在潮汐波频段内,经气压改正后的观测残差仍明显存在一些小的波峰值,分析表明这些信号的能量主要是由一些非预测的潮汐信号所致,诸如台站地下水位和温度变化以及台站周围特殊的环境等因素所致。因此用本文提供的理论模型作气压改正无法将其消除,必须在更宽的范围内作更深一步的研究和讨论。

4 结 论

由上述计算和结果分析可得到如下初步结论,大气压力作用下弹性地球的重力场变化问题可用一大气重力格林函数进行模拟,基于标准大气定律对大气圆柱体高程分布积分从理论上计算求得。考虑台站高程、地形改正和地表温度等影响因素以及质量负荷效应后,对台站周围区域积分即可求得大气压力变化引起的理论重力信号。结果说明,牛顿引力项的主要贡献来自于台站近区的低层大气质量变化,而弹性地球的变形对重力场的影响部分主要来自于台站远区范围的大气质量负荷效应。台站近区大气压变化是大气重力信号的主要贡献者。理论计算结果得到实测资料的验证,频谱分析结果表明经气压改正后,重力残差振幅谱和功率谱密度在所有频段上均有明显降低,这说明本文提供的理论模型能有效消除重力观测中的气压干扰成份。

本项工作曾得到国际地潮中心主任,比利时皇家天文台 Ducarme B. 教授许多有益的帮助,中国科学院测量与地球物理研究所陶国祥研究员提供了武汉国际潮汐基准站超导重力仪观测数据,特此深表谢意。

参 考 文 献

- 1 Goodkind J M. The SGs principal of operation, current performance and future prospects. In: Poitevin C., ed. Proceedings of the Workshop on Non-tidal Gravity Changes, Luxembourg, Conseil de L' Europe Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, 1991. 81—91
- 2 Warburton R R, Goodkind M. The influence of barometric pressure variations on gravity. *Geophys. J. R. Astr. Sci.*, 1977. 48:281—292
- 3 Sun He-Ping. Static deformation and gravity change at the earth's surface due to the atmospheric pressure

- [Ph. D. thesis]. Belgium: Catolique University of Louvain, 1995
- 4 Farrell W. E. Deformation of the Earth by surface loads. *Rev. Geophys.* 1972, **10** (3):761—779
 - 5 孙和平. 大气重力格林函数. *科学通报*, 1997, **42** (15): 1640—1646
 - 6 Ducarme B, van Ruymbeke M. On tidal parameters at Brussels fundational station. In: Vieira R. ed. Proceedings of the 11th Inter. Sym. Earth Tides, E. Schweizshertsche Verlag Stuttgart, 1991. 157—166
 - 7 Fels S. B. Notes and correspondence: analytic representations of standard atmospheric temperature profiles. *J. Atmos. Sci.*, 1986, **43**:219—221
 - 8 Sun He-Ping. Comprehensive researches for the effect of the ocean loading on gravity observations in the western Pacific area. *Bulletin d'Information de Marees Terrestres*, 1992, **113**:8271—9292
 - 9 Sun He-Ping, Ducarme B, Hinderer J, Hsu Hao-Tze. Intercompanson of the tidal gravity measurements at stations Wuhan, Brussels and Strasbourg. In: Paquet P. ed. Proceedings of the 13th Inter. Sym. Earth Tides, Brussels, Royal Observatory of Belgium, 1998. 186—198
 - 10 Melchior P. The Tides of the Planet Earth. Oxford Pergamon press, 2nd. Ed. 1980
 - 11 Niebauer T M. Correction gravity measurements for the effect of local air pressure. *J. Geophys. Res.*, 1988, **93** (B7): 7989—7991
 - 12 Warburton R R, Goodkind M. The influence of barometric pressure variations on gravity. *Geophys. J. R. Astr. Sci.*, 1977, **48**: 281—292
 - 13 De Meyer, Ducarme B. Non-tidal gravity changes observed with superconducting gravimeter. In: Vieira R., ed. Proceedings of the 11th Inter. Sym. Earth Tides, E. Schweizshertsche Verlag Stuttgart, 1991. 350—362
 - 14 Merriam J B. Atmospheric pressure and gravity. *Geophys. J. Int.*, 1992, **109**: 488—450

THEORETICAL COMPUTATION AND DETECTION OF THE ATMOSPHERIC GRAVITY SIGNALS

SUN HE-PING LUO SHAO-CONG

(Open Laboratory of Dynamic Geodesy, Institute of Geodesy and Geophysics, Chinese
Academy of Sciences, Wuhan 430077, China)

Abstract

Based on the standard atmospheric law and atmospheric column distribution model, the atmospheric gravity Green's functions are introduced in this paper, the atmospheric influence on gravity measurements is obtained using a discrete convolution method, the influence of the station height, the topography around station and the temperature on gravity signal are discussed. The results show that the air pressure change near station is the main contributor to gravity signals. Considering the loading contribution due to the deformation of the elastic Earth, the atmospheric gravity admittance is obtained to be $-0.3603(\text{Gal} / \text{hPa})$ when integrating an area with an angular distance of 0.5° which occupies about 90% of the total atmospheric gravity signals due to the global change of the pressure. This model value coincides well with those observed with superconducting gravimeters and can be used effectively to remove the pressure perturbations appearing in the tidal gravity observations.

Key words Air pressure change, Column model, Atmospheric gravity Green's functions, Tidal gravity signal, Detection with superconducting gravimeter.

作者简介 孙和平,男,1955年生,1980年毕业于中国科技大学地球和空间科学系,1995年获比利时鲁汶大学理学博士学位。现任中国科学院测量与地球物理研究所研究员,博士生导师。主要从事地球重力场与固体潮的观测、资料分析及其应用等方面的研究。

* * * * *

全国重大自然灾害综合预测讨论会在北京召开

全国重大自然灾害综合预测专家论坛是中国科协主办的第三届全国减轻自然灾害学术研讨会的分会场之一,于5月7—9日在北京中国科技馆召开。

中国地球物理学会理事、中国地球物理学会天灾预测专业委员会主任郭增建研究员担任讨论会主席并主持了会议。

会议共收到论文45篇,有60位专家与会,33位专家在会上做了报告。内容包括自然灾害综合预测方法论、综合预测机理与成因、重大自然灾害预测研究进展和对今后做好重大自然灾害综合预测工作的建议。这些论文报告紧紧围绕着全国重大自然灾害综合预测领域中最困难、最前沿、对社会产生减灾实效最关键的问题,展开了学术交流、争鸣和研讨。气氛活跃,讨论热烈。

与会专家肯定了由翁文波院士生前领衔建立的中国地球物理学会天灾预测专业委员会,近10年来联系和团结我国从事自然灾害综合预测研究的科学家,踏踏实实开展了多因素、多灾种综合预测重大自然灾害的艰苦探索及所取得的成绩。在1992至1997年正式上报中国科协的每年度中国天灾综合预测意见中,业已取得了较好的预测效果,如1994年的黄河水情,1995年陕甘宁大旱,1996年包头6.4级地震和南黄海6.1级地震,1997年西藏玛尼7.5级地震,1998年张北6.2级地震,1997年北方大旱等,在一年时间尺度内预测得较好。在1997年4月新疆伽师强震的临震预测上,也取得了成功尝试。

与会专家认为,重大自然灾害的预测、预报、预防,是当前高科技的世界性前沿课题。只有开展多学科交叉的高层次研究和多因子的综合研究,切实做好各灾种各手段的联合攻关,才是提高自然灾害预测水平和提高人们对自然灾害规律及成因认识能力的有效途径。为此,与会代表提出了《关于扶植新兴交叉学科加强自然灾害综合预测研究的建议》,呼吁有关方面对自然灾害的综合预测及其研究工作给予有力的支持。

出席本论坛的全体代表还参加了“第三届全国减轻自然灾害学术研讨会”的全体大会。其中,马宗晋院士、郭增建和强祖基研究员应邀在全体大会上分别做了《中国重大自然灾害概况、对策和综合研究》、《综合性天灾预测的物理基础与实践》、《高技术与地震短临预报》的报告,受到全体代表的热烈欢迎和新闻媒体的高度关注。

专家论坛之前,于5月3—6日在北京工业大学召开了“全国重大自然灾害综合预测研讨会”。来自中国科学院、中国地震局、中国气象局、水利部、中国核工业总公司、北京工业大学以及海南、广东、云南、重庆、湖北、甘肃、内蒙古、黑龙江、吉林、河北、山东、河南、江苏等省市的46名学者和天灾预测专家参加了会议。会议共收到论文29篇。选取其中24篇刊印了《全国重大自然灾害综合预测研讨会论文集》。与会代表从1998年的天文特征和前期已经发生的气象、地震、水文、海洋、地温、地磁等异常现象对中国汛期天气气候可能带来的异常影响进行了揭示、分析和研究,以高度负责的精神提出了《1998年国内重大自然灾害综合预测意见》,上报中国科协及有关业务主管部门。

(汪纬林)