

腾冲火山重力场特征

罗增雄 赖 群

(云南省地震局, 昆明, 650041)

摘要 根据腾冲火山地区第一期相对重力网观测资料, 对腾冲火山地区重力场特征进行了初步分析研究, 结果表明: 腾冲火山地区自北向南, 重力值高低相间排列, 在黑空山、打鹰山、马鞍山三个火山口附近形成了重力相对低值区, 同时也存在相应的重力高值区。

关键词: 腾冲火山, 重力

0 前言

重力场空间分布特征主要受地形、地壳及其附近的物质密度分布, 乃至上地幔物质分布的影响。测点高度的不同、围岩密度的变化、岩浆运移所引起的侵入和后撤, 必然引起重力场强度的变化。

腾冲火山地区重力场观测研究的主要目的, 是利用高精度的重复重力测量, 结合重力观测地震活动、地壳形变等的监测, 研究腾冲火山的岩浆囊分布及活动情况。

1 重力点的布设、观测仪器及精度

1.1 重力网的布设

根据本项任务的要求与目的及其经费情况, 考虑到重力和水准测量用同一网点, 选点设计时主要考虑了以下几条原则:

①所有重力点与水准点用同一基石, 这一基石分为两级台阶, 第一级出露地表用作重力观测。第二级嵌入水准标志, 同时埋于地下, 以便更好保护;

②相邻两侧点的距离一般为 1—3km 以内, 重力差尽量不超过 $20 \times 10^{-5} \text{ms}^{-2}$ (毫伽);

③主要是围绕三个火山锥布设测点, 所有测线尽可能闭合成环, 以增加网形强度, 提高观测精度;

根据上述原则, 主要围绕黑空山、打鹰山和马鞍山布设了三个环状的重力网, 测点共计有 62 个, 形成 61 个测段, 3 个闭合环。单线长度约为 160km, 覆盖面积约为 500km^2 。

野外选埋点时, 除遵循室内设计的几条原则外, 根据重力和水准测量的一些特殊要求, 还特别注意了以下几方面的局部因素:

①工程地质条件相对良好, 包括地形相对平坦、开阔, 如各类阶地或侵蚀台地; 基础相对稳定, 基础多建立在基岩或半基岩的岩石上; 尽可能避免回填土; 地下水位埋藏深度相对较深。

②外界环境干扰少。如尽可能避开高压线路、高大建筑物、大树、人工震动源等。

③具有相对的永久性。即点位所在地未来一段时间内有不被破坏的可能性, 包括点所在地在未来一段时间内不会作为建设用地被征用和其它人为的破坏。

④点位附近应有明显的地形地物, 以便于观测时寻找。

⑤交通相对方便, 便于施工和观测。

1.2 重力观测情况

1.2.1 观测概况

重力观测工作自 1998 年 3 月 12 日, 从保山——腾冲绝对重力点的联测开始, 到 3 月 20 日结束。

重力观测使用的仪器为二台美国生产的 LaCoste&Romberg (简称 LCR-G) 型重力仪, 该仪器由于漂移小, 测量精度高, 操作简便, 搬运方便等, 而被广泛使用于在陆地上进行的重力测量。我们使用的二台仪器号分别为 G999、C1003, 两台仪器均为光学读数, 运载重力仪的运输工具为切诺基吉普。观测工作按照国家地震局 1987 年制定的《拉科期特 G 型重力仪作业技术细则》进行。

1.2.2 资料的处理及精度统计

观测资料的处理是采用国家地震局实用化攻关推广应用的软件——LGADJ 在 IBM 微机上进行的, 处理的内容包括观测资料预处理和平差计算二部份。预处理的内容包括:

- (1) 根据仪器厂家提供的格值表, 将重力仪读数换算成毫伽值;
- (2) 根据各测点的经纬度, 计算出各测点相应读数时刻的固体潮汐理论值, 对观测值进行潮汐改正; 计算固体潮汐理论值的潮汐因子采用适于云南地区实测值 1.1737。
- (3) 气压和仪器高改正。这项改正由于实验资料不足尚未进行, 但对观测结果影响不大;
- (4) 计算相邻两重力点的重力差值 (段差值), 作为平差计算时的观测值。平差计算的内容包括:

①进行重力仪一次项系数和周期误差改正及重力仪漂移 (掉格) 改正。一次项系数, G999 仪器采用 1.000565, G1003 仪器采用 1.000677; 重力仪漂移改正就是把漂移率作为未知数和观测值一起平差, 每台仪器得到一个整期资料的漂移率, 然后对观测结果进行改正。

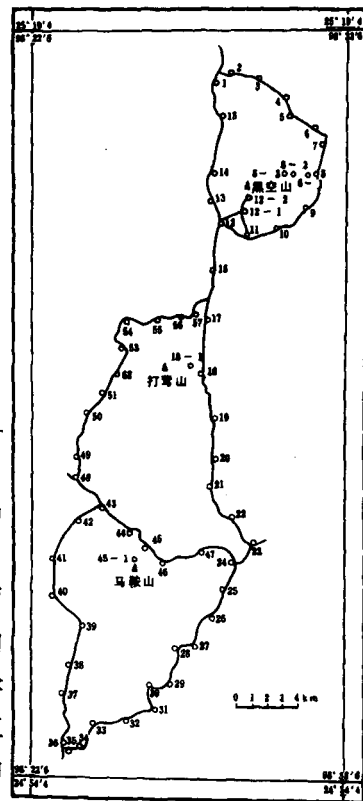


图 1 腾冲火山重力水准测网图

②以单程段差为观测值,各测点的重力值为未知数建立误差方程进行平差计算;该软件有三种平差方法可供选择,根据测网的具体情况,我们选择了经典间接平差方法。平差起始参考点为腾冲台绝对点,起始重力值为 $978417.1849 \times 10^{-5} \text{ms}^{-2}$,该值是中德合作 1995 年 4 月绝对测量的结果,也是腾冲地区唯一的一个高精度绝对重力点。

通过资料处理,得出了各测点的绝对重力值,其点值的单位权中误差为 $9 \times 10^{-8} \text{ms}^{-2}$,点值中误差的平均值为 $11.81 \times 10^{-8} \text{ms}^{-2}$ 。

1.2.3 布格异常计算

(1)各测点的高程采用云南省地震工程研究院测量分院 1998 年 4~6 月水准测量的结果,以 23 号点为平差起始点(起始高程为 1635.3232m,1956 年),经过平差计算得到。

(2) 正常重力值计算公式

正常重力值计算采用 1901—1909 年赫尔默特公式:

$$\gamma_0 = 978030 (1 + 0.005302 \sin^2 \varphi - 0.00000 / \sin^2 2\varphi)$$

φ 为地理纬度,取测区中部的纬度值 25.00 度。

(3) 高程校正公式

$$\Delta g_1 = 0.3086h \text{ (毫伽)}$$

h ——测点高程,单位: m

(4) 中间层改正公式

$$\Delta g_2 = 0.042\sigma h \text{ (毫伽)}$$

h ——测点高程,单位: m, σ ——物质密度,取值为 2.67g/cm^3

布格异常为: $\Delta g_b = g - \gamma_0 + \Delta g_1 + \Delta g_2$

根据上述计算结果,分别绘制了测区南北向上的测点的高程与重力值的对应关系曲线(图 2)和测区布格重力异常图(图 3)。

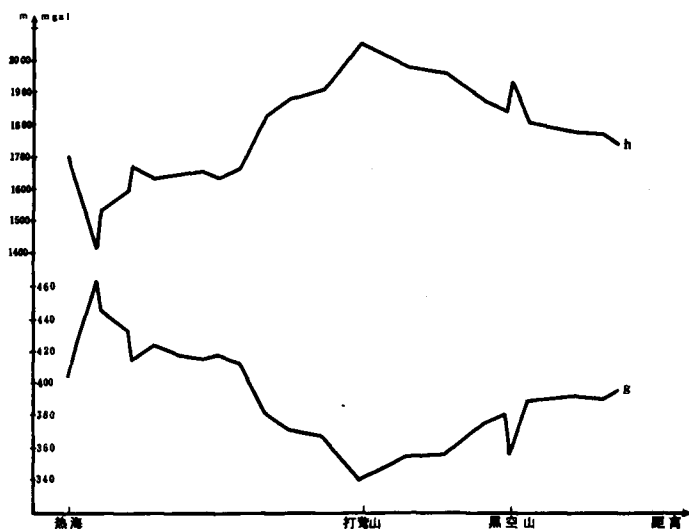


图 2 高程与重力值的对应关系

2 初步分析与讨论

由图 2 可以看出腾冲地区南北向剖面的重力值与高程呈镜像对应关系, 该剖面最大高差为 636.869m, 所对应的重力差为 123.498 毫伽, 梯度值为 0.194。

腾冲火山区共有火山锥 70 余座, 其中有火山口的火山锥 22 座, 火山口已破坏的火山锥 10 座, 其余都是无火山口的火山锥。

由图 3 可以看出, 测区由北向南, 形成以黑空山、打莺山、马鞍山三个火山口附近为重力相对低值, 其余为重力相对高值的相间排列。火山口出露比较丰富的地区, 其重力值相对低, 同时布格异常线也较为密集, 重力值相对高的地区, 火山口的出露相对少。重力值相对高的区域主要反映地下高密物质存在的区域, 如果认为地下高密物质是岩浆囊, 那么腾冲火山区的热储位置与其在地表的出露并不是垂直对应的。

北部的黑空山火山锥地区, 以黑空山为中心, 在其南北方向上 10 余 km 的范围内发育有 10 余座火山锥。重力相对低值集中于黑空山火山口附近 (最低为 -219 毫伽), 相对高值区位于其东北面 (最大为 -206 毫伽), 布格异常值相差 12 毫伽。这一高值区是否可考虑为以黑空山为代表的火山群的热储位置。

南部的马鞍山火山锥地区, 火山口北面为相对重力低值, 相对重力高值位于其东南区域, 布格异常等值线向东南开口, 同时这一区域也是热海热田所在的位置, 地热出露较为丰富。

打莺山和马鞍山之间形成了一个小的布格异常封闭区, 其重力值相对较低, 这一区域也是火山锥比较发育的地区。

通过以上初步分析讨论, 在腾冲火山地区, 如果我们认为重力相对高值所对应的高密物质为岩浆囊的话, 那么其北部的以黑空山为代表的火山群的热储位置主要位于其东北部; 其南部的以马鞍山为代表的火山群的热储位置主要位于其东南部。

本文得到了吴国华高工的指导, 有关图件由王桂芝同志清绘。

参考文献

- [1] 管泽霖, 宁津生. 《地球形状及外部重力场》. 测绘出版社, 1982
- [2] 德: Wolfgang Torge. 《重力测量学》. 地震出版社, 1995
- [3] 张虎南. 《火山》. 地震出版社, 1986

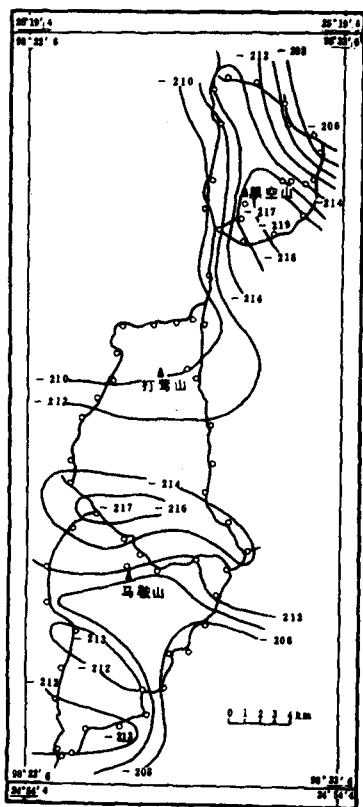


图 3 腾冲火山地区的布格重力异常图

FEATURES OF GRAVITY FIELD OF TENGCHONG VOLCANO

Luo Zengxiong Lei Qun

(*Seismological Bureau of Yunnan Province, Kunming, 650041*)

Abstract

Features of gravity field of Tengchong volcano have been studied primarily based on the relative observation performed in the first period of survey. The results indicate that gravity ranks in alternate way with high and low values from north to south. An area with relative low values forms around the three craters in Heikongshan, Dayingshan and Ma'anshan. Meanwhile, there exist areas with corresponding high values.

Key words: Tengchong volcano, gravity