

大陆与大洋的重力异常 及其对大地构造的意义

(苏联以外各国重力测量概論)

П. Н. 克魯泡特金

Е. Н. 留斯吉赫

Н. Н. 鮑瓦罗-什維柯夫斯卡婭

科学出版社

大陆与大洋的重力异常及其 对大地构造的意义

П. Н. 克鲁泡特金 E. Н. 留斯吉赫

Н. Н. 鲍瓦罗-什维柯夫斯卡娅

刘 光 鼎 译

科 学 出 版 社

1 9 6 3

АНОМАЛИИ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ НА МАТЕРИКАХ И ОКЕАНАХ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ГЕОТЕКТОНИКИ

Издательство Московского Университета
1958

內 容 簡 介

本书是作者綜合苏联以外各国重力測量資料而写成的，书中首先具体地闡述了綜合整理广大地区重力資料的工作方法，然后概括地描述了世界上各大陆及邻近海洋区内重力异常分布情况，并附有五幅各大陆及邻近海洋区的重力异常图；最后，作者根据綜合資料提出了一幅地壳构造图和下列几点結論：(1) 世界重力异常分布与地壳发展基本規律間的联系，(2) 地壳的弯曲及其分裂造成分异物从深处升起所沿的通道，(3) 整个大陆块生长与岩石圈花崗岩形成的过程是地槽系的发生与发展、褶皺作用与火山作用的迁移以及地槽区逐漸轉化为地台的綜合結果等。书中附图在目前是可貴的資料。

本书可供从事地球物理、大地构造研究人員和有关教学人員参考。

大陆与大洋的重力异常及其 对大地构造的意义

П. Н. 克魯泡特金等著

刘 光 鼎 譯

*

科学出版社出版 (北京朝阳門大街 117 号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第 061 号

中国科学院印刷厂印刷 新华书店总經售

*

1963 年 8 月第 一 版

书号：2768 字数：56,000

1963 年 8 月第一次印刷

开本：850×1168 1/32

(京) 0001—1,650

印张：2 1/4 插頁：6

定价：0.50 元

譯 者 的 話

这本书的篇幅不大，但其內容却很有意义；因为它是作者（П. Н. 克魯泡特金，Е. Н. 留斯吉赫与 Н. Н. 鮑瓦罗-什維柯夫斯卡婭）用长期劳动綜合大量实际观测資料的成果。书中所附的各大陆及邻近海洋的重力异常图，虽然还有待于最新資料的补充和丰富，但它們在当前无疑是十分珍貴的資料。

通过本书及其附图，可以使我們了解到世界各地的重力工作和成果，也可以使我們了解到当前重力測量发展的水平及其趋向。具有实际意义的是，这本书具体地闡明了綜合整理广大地区內重力資料的工作方法。

現代地質科学中，地壳深部构造的研究占有很重要的地位。本书則通过具体的世界重力場分布的情况闡述了重力异常与地壳构造之間的联系。譯者相信，书中所給出的資料以及討論，一定会引起我国地質学家与地球物理学家的兴趣。

为了讀者查閱时的方便，在譯文中将第一次出現的人名譯出，并附上原文（俄文或英文）；书中的地名，則采用我国地图出版社1958年出版的世界地图集上所用的名字；而对于地图集中沒有的地名，則采用譯音的方法譯出，并将原文附上。

感謝強祖基同志从苏联将这本书帶回来，并再三督促譯者，使它和讀者見面。只是譯者水平有限，譯文中的錯誤与不当之处，尚請讀者指出，以便改正。

刘光鼎 1962.5. 北京

目 录

譯者的話.....	iv
緒言.....	1
第一章 重力异常与地壳构造.....	11
第二章 欧洲与地中海.....	27
第三章 亚洲及其相邻的海盆地.....	34
第四章 非洲、西亚部分与馬达加斯加島	39
第五章 北美与南美(附邻近海盆地).....	44
第六章 澳洲与大洋.....	48
結論.....	51
参考文献.....	61

緒 言

最近 10—20 年間，在所有大陸地區廣泛地开展起來的重力調查，正用來測定地球形狀、勘探礦產（尤其是在石油地質學方面），以及繪制理論性的大地構造圖幅。這些問題在蘇聯和其它國家根據 1957—1958 國際地球物理年計劃所進行的研究中占有重要的地位。不過，儘管積累起來的重力測量資料已經十分豐富，然而，直到現在却還未能將這些資料綜合成大陸地區的布格重力圖。

在本書中，我們企圖彌補這個空白點，即將 1956 年以前大多分散發表在各種地質與地球物理出版物中的世界各國資料綜合成布格重力圖。這些資料大半是蘇聯讀者很少了解的。這樣做可以判斷蘇聯以外各國現代科學在重力測量領域中的發展水平，還可以比較重力異常與地震學所得的地殼厚度資料，以及在新構造研究結果中所得到的晚第三紀與第四紀期間地殼各處隆起與沉陷的資料，從而導出關於地殼構造的某些結論。

注意到這項工作不僅對於地球物理學家，而且對地質專業的廣大工作者都是很有意義的，我們希望首先使讀者回憶一下某些重力測量的一般原理。

測量得到的重力加速度值對於某種由理論觀點所確定的標準值的偏差，稱為重力異常。將實際觀測到的重力場與假定地球為簡單模型所計算出的理論場進行比較。根據這兩種場的差別，可以判斷出真實地球不同於給定的理論模型有多少。有幾種建造理論地球的方法，因而不得不劃分出幾種重力異常。為了能比較重力加速度的觀測值與理論值，就必須將它們都換算到空間的同一個點上。為此，或者將觀測值換算到海平面上，或者計算出觀測點上的理論值。在這兩種情況下，將得到同樣的異常值。然而，已經證明（留斯吉赫，1947）：應用第二種方法能夠比較正確地闡明異

常的意义。所以，我們將重力异常定为在此点上的观测重力加速度值与其理論值之差。

最簡單的理論模型是假定在包括表面地层的整个地球体内，完全沒有切綫(剪)应力的作用。很容易証明，在这种“理想地球体”中，应该认为物質好象处于液体状态。因此，理想地球的形状就如同旋轉液体行星的平衡形状。此时，它是密度向中心增加的扁球体。理論上对理想地球面所确定的重力加速度，称为正常值，其計算应根据所謂正常公式

$$\gamma_0 = \gamma_e(1 + \beta \sin^2 \varphi - \beta_1 \sin^2 2\varphi)$$

进行。此处 φ 为緯度， γ_e 为赤道上的正常重力加速度， β 与 β_1 为常数。在扁球体上(差不多就是在海平面上) h 高度处，重力加速度减小为 $\delta_F = 0.3080 h$ 值(如果 h 用米表示，則 δ_F 用毫伽表示)。这样，在 h 高度上，理想地球的理論重力加速度值等于

$$\gamma_F = \gamma_0 - \delta_F,$$

校正 δ_F 称为法伊(Фай)校正，或自由空气校正，因为在理論地球上，观测点与海平面之間不能假想有任何質量存在，而且观测点好象悬在空气之中(图 1, r)。从观测值 g 中減去重力加速度的理論值，我們求得法伊异常(或“自由空气”异常)

$$\Delta_{Fg} = g - \gamma_F = g - \gamma_0 + \delta_F.$$

根据图 1，很容易理解法伊异常的地質意义。在图 1a 的垂直剖面中用圓圈符号表示的观测点附近有不同密度的質量分布。从地質观点出发，密度 D 的任何实际質量都最好表示成“正常質量”(即具有正常密度 D_0 的質量¹⁾) 与正密度或負密度 $\Delta D = D - D_0$ 的异常質量之和。对于我們这个实例來說，正常質量表示于图 1b 中。其引力只与地区的地形有关；这种抽象而单調的質量正是地質学家所不感兴趣的一般背景。在图 1b 中表示出来的异常質量是最有意义的。它們好象着重指出在地层密度上的个别差异。地質学家希望重力异常只反映出一些单独异常質量的引力作用。在

1) 将地壳表层的平均密度称为正常密度，在本书中取 $D_0 = 2.67$ 克/厘米³。

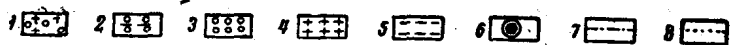
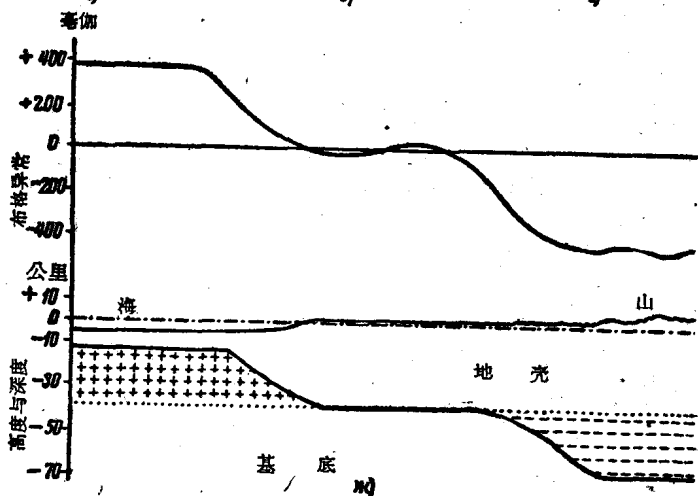
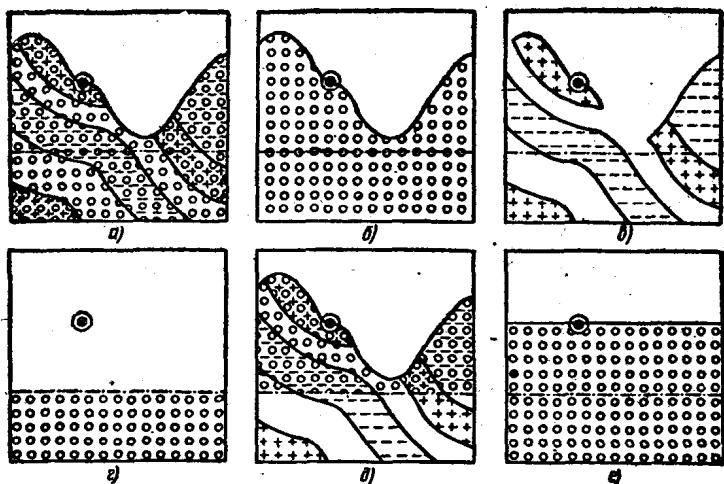


图1 真实质量、正常质量与异常质量(剖面—垂直剖面图)。

可以最明确表示出校正与异常特点的质量分布的理论简图。

- 1——高密度质量； 2——低密度质量； 3——正常密度的质量；
4——正异常的质量； 5——负异常的质量； 6——观测点；
7——海平面； 8——基底(地壳底面)的正常水平。

我們这个剖面的范围内，理想地球质量的位置表示如图 1r (我們认为此质量具有正常密度)。从 g 中减去 γ_F ，就好像从 1a 中减去 1r 一样。计算结果所剩余下来的质量表示于图 1A 中；就是这种质量的引力造成法伊异常。我們看出，在这种异常中恰好保持了全部正常质量中受区域地形所决定的那部分影响。事实上只要比較彼此相隔不太远的法伊异常点，就能够说明地形的强烈影响，尤其是在山区内。这种异常与大地构造的联系，在很大程度上决定于地貌和大地构造的联系，以致于使研究者感到迷惑。因此，最好从异常中去掉与地形有关的正常质量的影响。

为此，必須将正常质量包括于理論簡图中去，即如同在理想地球(图 1r)上恢复实际地形，并填以正常质量；結果使理論地球获得如图 16 所示的形状。为了計算理論重力值，必須对正常重力值分別加上正常密度的地形引力。現在从重力加速度的观测值中减去其理論值，我們才能求得只反映异常质量引力的异常(图 1B)，这也是所要求的。然而，还有一种应该去掉其影响的异常质量，那就是水盆地中的、特别是在海中的异常质量。用 D_w 表示海水的密度，我們得到海洋的异常密度为

$$\Delta_w D = D_w - D_0.$$

将 $D_w = 1.03$ 克/厘米³， $D_0 = 2.67$ 克/厘米³ 代入，我們求得 $\Delta_w D = -1.64$ 克/厘米³。如此巨大异常密度的巨大质量应该对重力异常有特别强烈的影响。但是，这种影响对于分析异常并没有意义，因为我們对于水盆地及无水盆地的輪廓已经了解得十分清楚了。为了避免这种影响，在理論地球上恢复起陆地的地形，再恢复起为水所填充的海洋盆地也就够了。于是，理論地球与实际地球之间的差别将只决定于真实地球的地質不均匀性，而这一点恰是地質学家所要求的。

消除地形引力与水盆地影响(即用水来代換理想地球的表层)的校正，我們称为地形校正。根据上述各点的全部意义，进行地形校正时，应该考虑到整个地球的地形。然而，經驗証明，进行这种“一般性”的地形校正总是导致常常与观测点地区的表层构造及

深部构造完全无关的巨大异常。可以指出造成这种现象的两个原因。第一,理論地球的质量与真实地球的质量十分不同,以致重力的理論值与观测值在各处都有显著的偏差。这种偏差可以引用相应的校正(“馬勒金校正”)来消除。但是,进行这种校正之后,还剩下量级为几百毫伽的异常。第二,在每个观测点上都混杂有整个地球的全部异常质量的影响,而最近质量的影响却远不是总起着主要影响的。这一点表明:进行一般性地形校正会造成整个地面以下的巨大异常质量的表现。换句话说,各处都发现真实地球与理論地球的显著差别。

应该注意到,大部分法伊异常较一般地形异常要弱很多;特别奇怪的是在半径为几百公里范围内进行过平均的法伊异常(註戈洛維奇, 1952) 在各处都不大(不超过几十毫伽),并且还没有发现它与地形高度有关(留斯吉赫, 1954)。因此,不得不作出这样的結論:真实地球在其内部状态上更接近于理想地球的平衡图案,而较少地接近于和地形校正相当的没有任何平衡的图案。

然而,比較图 16 与图 1r, 可以看出:理想地球的内部(陆地上低于海平面, 海洋中低于大洋底)在这两种情况中完全相同。因此,进行一般性地形校正时所发现的巨大异常质量也应该对法伊异常有影响。而事实上,这种影响却是没有的。对于这个矛盾的解释只能是:在法伊异常中,这种异常质量的影响被地形的正常质量(图 1a)与海水的异常质量抵消掉;于是,地形校正补偿掉地形和海水的影响。由此导出,地壳构造在一般特点上服从于均衡原則:深部輕质量的积聚相当于隆起,而大洋盆地下面分布着比大陆更重的物质。下面将要指出,这种现象已为地震資料证实。

这种有利的情况给出解决下列问题的可能,虽然这是很近似的解答,但根据其它方法却几乎是不可能解决的。这个问题是:从地球所有的异常质量的影响中区别出观测点附近质量的影响。考虑到远处质量的引力一般表现为平均的与综合的影响,可以期望,地形的和异常质量(“补偿”)的互相补偿将非常完整。事实上正如經驗所指出,远处地形与远处异常质量的共同作用,至少要比每个

这种因素的单独作用小 10 倍。根据这一点，我們往往可以一般地以一級近似地忽略掉这些因素的作用，从而不再对远处影响进行任何校正。当然，近处地形的影响还是应该考虑的。

在这种情况下，应该将理論地球看成为只在观测点附近恢复起真实地形（图 16）与水质量的理想地球。对不同的观测点作出不同的理論地球。相应于正常重力的校正可称为区域地形校正或局部地形校正。为了方便，我們简单地称它为地形校正。在这种意义上，考虑到质量隆起的引力时，地形校正为正；而对水盆地的质量不足时，它为负。我們將这样求得的重力加速度的观测值与理論值之間的差別称为地形异常。可以认为地形异常差不多純粹反映出观测点地区中异常质量的引力（图 1B）。对于我們的要求来说，这种看法具有充分的精度。

如果用 δ_i 表示地形校正，則相应的理論重力加速度值表示为

$$\gamma_i = \gamma_0 - \delta_F + \delta_i.$$

由此我們求得地形异常 $\Delta_i g$ 为

$$\Delta_i g = g - \gamma_i = g - \gamma_0 + \delta_F - \delta_i. \quad (1)$$

計算地形异常需要花費大量的時間与劳动，并且要求有良好的制图資料。因此，实际上并不是总都可以进行这种計算的。在許多情况下，不得不采用簡化的計算方法：将地形或水层假想成无限平行的平面在水平方向的夹层，并假設此层厚度 h 等于海平面上观测点的高度或观测点下海水的深度。大家都知道，这个平行层的引力可以表示如公式

$$\delta_B = 2\pi f D h, \quad (2)$$

此处 f 为引力常数（牛頓常数）， D 为平行层的密度。显然，在陆地上应该将 $D = D_0$ 代入此公式，而在海洋上应将 $D = \Delta_w D$ （深度 h 应认为正的）代入此公式。

将代替地形校正的校正 δ_B 称为布格校正¹⁾，而相应的异常称为布格异常。和公式(1)相似，布格异常应根据下列公式計算

1) 时常将此校正与法伊校正一起称为布格校正。

$$\Delta_{BG} = g - \gamma_0 + \delta_F - \delta_B.$$

布格异常的理論地球表示于图 1e。布格异常与地形异常的差别很小；在較平緩的地区內甚至于和地形异常重合。在切割状地形的地区內，地形的差别比較显著，但异常重力場的一般性質却仍旧相似。在我們編制的图件中，只要原始資料已經給出地形异常值或地形校正值时，我們就都使用地形异常。在其它情况下，我們尽量使用布格异常，虽然它的精度較低¹⁾。

后面将会指出，区域布格（与地形）异常主要决定于矽鋁地壳的厚度。地壳底部为地震波速度发生显著变化的莫霍洛維奇 (Mohorovičić) 界面 (或簡称为莫氏界面——譯者)。根据一般的看法，此处还應該有最显著的密度跃变发生，因为地壳下面鋪着很重的基底。在理想地球 (以及在地形异常的理論地球) 中，地壳底部假定为水平的 (正如所有其它密度界面一样)，而且各处的地壳都有相同的“正常”厚度。在实际地壳厚度不同于正常厚度的那些地方，必然出現异常质量和与之相应的地形 (布格) 异常。这种情况表明于剖面簡图 (图 1ж) 中，此图上部給出布格异常曲綫，下部表示出地壳构造。左边是由凸起于正常平面以上的重基底所形成的正异常质量 (与布格正异常)。在地壳中部具有“正常”的厚度，异常接近于零。右边莫氏界面沉陷下去，于是部分正常水平以下的基底为較輕的地壳所代替，因而造成負的异常质量与負的布格异常。区域性法伊异常 (这种异常的平均水平) 可能在各处都接近于零，因为异常质量的作用可能为左边海盆地的影响与右边山区的影响所抵消。在布格异常中，这些因素的影响都被去掉，因此，

1) 原书編者注：苏联与西欧通常并不采用本书这几位作者所闡述并使用的这种校正与异常。在苏联的重力工作中，通常依下列順序进行校正：在重力加速度的觀測值 g 中加入法伊校正与布格校正。此时，根据法伊法的 g'_0 或布格法 g''_0 取得換算到海平面的重力加速度值。从 g'_0 或 g''_0 中計算出正常加速度值 γ_0 ，并求得相应的法伊异常 $\Delta g'$ ，或布格异常 $\Delta g''$ 。如果說本书作者所使用的异常校正的順序是将每个异常都換算到完成測定重力加速度的高度上，則在苏联所使用的順序就是将所有各点上的异常都換算到海平面上。如果在苏联所采用的順序中，不是通常所作的那樣，即不去計算垂直梯度的异常，則在这两种情况中所得到的异常值是相同的。

布格异常曲线(或地形异常曲线)近似地重复着地壳底面的剖面(当然,异常曲线与地壳底面剖面的单位应不同)。

应该考虑到,在地壳中还有其它分界面和许多区域不均匀性存在,所以,上述对应关系不可能是精确的。然而,我们下面将会看到,地震资料已经证实:在整个地球上,这种对应关系一般地都相当稳定地持续着。

如果用毫伽表示 δ_B , 用米表示 h , 则公式(2)变成形式

$$\delta_B = 0.0419 D h.$$

在我们所应用的全部原始资料中,取正常密度为 2.67 克/厘米³,海水密度为 1.03 克/厘米³。由此,对于陆地来说,将 $D = 2.67$ 代入,我们得到

$$\delta_w = 0.1119 h.$$

对于海洋来说,将 $\Delta_B D = -1.64$ 代入,得出

$$\delta_B = -0.0687 h.$$

所有外国的研究著作中,以及不久前 Э. Э. 弗及阿吉(Фотиади)发表的苏联欧洲部分与西西伯利亚重力图(1955)中,都采用 1930 年的国际标准公式:

$$\gamma_0 = 978.049(1 + 0.0052884 \sin^2 \varphi - 0.0000059 \sin^2 2\varphi).$$

对我们的图幅我们也采用这个公式。在应用根据 1901 年亥勒米尔特(Гельмерт)正常公式计算的资料时,我们使用换算到国际标准公式的相应校正。

我们所编绘的重力总图是将等异常线(即相等重力异常值的线)从已经发表过的图件上移来,或者根据文献中已有许多点的异常计算值或原始资料(纬度 φ 、海平面以上的高度 h 。观测重力值 g),用内插法求得。在西北非洲有 80 个点缺少高度资料,已知每个点的位置,我们就用最新地图来近似地测定 h 值。在某些情况中,还应用补充的观测点检验过以前发表的图件。总计起来,我们应用过 50 张以上的各国单独重力图,并用 5000 个以上的观测点补充过这些图件。

在测网很稀疏时,内插法(在一些情况下在不大的距离上使

用外推法)不能給出十分可靠的資料,我們就用虛綫来画出相应的等值綫。在作虛綫的等值綫时,考虑到布格异常与地形的联系,即使等值綫多多少少地平行于地形等高綫。等值綫用自正异常向負异常方向的細綫条来画(或者,一般地說,自大的代数值向小的代数值来画)。

南亚与东亚、非洲、北美与南美的重力总图的比例尺为 1:25000000, 西欧的比例尺为 1:20000000。

用点状虛綫来表示重力研究地区的边界。

大陆重力图上等异常綫的間距在 -200 到 +200 毫伽范围内为 50 毫伽, 絕对值超过 200 毫伽的异常用 100 毫伽的間距表示。这样, 在这些图幅上做出下列等异常綫: 正值为 +50、+100、+150、+200、+300、+400 毫伽; 零值为 ± 0 毫伽; 負值为 -50、-100、-150、-200、-300、-400、-500 毫伽。因此, 在这些图幅上給出 15 級的异常值。

为了避免重复, 在这本小册子中沒有包括本书作者之一在不久前发表的世界重力图(克魯泡特金, 1956)。在这幅比例尺为 1:80000000 的图件上, 全部重力异常級只有八个: 1) -500 毫伽以下; 2) 自 -500 到 -300 毫伽; 3) 自 -300 到 -150 毫伽; 4) 自 -150 到 -50 毫伽; 5) 自 -50 到 +50 毫伽; 6) 自 +50 到 +150 毫伽; 7) 自 +150 到 +300 毫伽; 8) +300 毫伽以上。这样, 在这幅世界重力图中, 等异常綫的間距在自 -150 到 +150 毫伽范围内为 100 毫伽, 在此范围以外为 150—200 毫伽。

研究这幅图很容易看出: 微弱的正异常場与微弱的負异常場(自 -50 到 +50 毫伽)占据欧洲、亚洲与美洲的低地与不高平原的大部分。

自微弱的正异常向微弱的負异常过渡的地区, 时常决定于表层密度中的差別(疏松沉积岩的积聚等)或地台褶皺基底中基性侵入体的存在等因素。在重力异常总情况中出現的較显著变化, 其重力异常极限值相差达 1000 毫伽(自西藏高原与帕米尔高原的 -550 毫伽到大洋深部的 +450 毫伽), 并与另一些較一般性的原

因有关,即与地壳的深部构造有关。这个问题将在后面讨论。

我们搜集并综合的世界重力资料,可以大大地补充 A. Д. 阿尔汉格尔斯基(Архангельский, 1933)与 P. 莱杰依(Lejay, 1947)根据较少量资料做出来的重力略图。我们搜集到许多观测点上的数据资料的数量也超过 W. 海斯坎宁(Heiskanen, 1939)报告的几倍,而更多于 E. 包瑞斯与 F. 阿凯勒(Borrass, 1911; Ackerl, 1932)那些初期的报告。

选择资料并编制世界重力图的工作是在莫斯科大学地质系地球物理教研室的协助下,于 1953 年在莫斯科大学地理博物馆中开始的,并在 1955 年结束。作者们向 Г. Д. 阿什吉烈(Ажгирея)教授与 В. В. 费登斯基(Федынский)教授表示谢意,感谢他们经常地鼓励并协助完成这项最新世界重力资料的报告。

第 一 章

重力异常与地壳构造

地震学资料与重力测量资料是任何大地构造制图工作中关于地壳深部构造的主要综合资料。地震方法可以查明根据岩石组成的地层(所谓矽铝壳)厚度区分出地壳的两种构造:大陆型与大洋型;还可以阐明造山带构造与未经破坏的(洼陷)地台构造的深部差异。根据天然地震与人工爆炸所得的地震记录,在大陆各处都确定出有所谓“花岗岩层”存在于最上部的沉积岩层之下。此层中纵波传播的速度为 5.5—6.0 公里/秒。下面分布着具有较高地震波传播速度值(6.2—7.5 公里/秒)的中間层。此层时常再划分成具有不同波速的几个分层,而自花岗岩层向中間层的过渡并不总是很显著的。地震学家将中間层假定地称为“玄武岩层”。

这两层(花岗岩—沉积岩层与中間层或“玄武岩层”)合起来组成现在称为地壳,岩石圈或矽铝层的外壳。一百年前,徐士(Э. Зюсс)为表示富含矽(Si)与铝(Al)的岩石而引用的名词“矽铝”完全适用于组成地壳的沉积岩。花岗岩与玄武岩,也适用于安山岩、閃长岩与正长岩。其实,在玄武岩中,氧化矽与氧化铝的含量平均为 49% 的 SiO_2 与 15.8% 的 Al_2O_3 , 在安山岩中平均约为 60% 的 SiO_2 与 17% 的 Al_2O_3 , 花岗岩的平均成分为 70% 的 SiO_2 与 14.8% 的 Al_2O_3 (图 2)。

相反,花岗岩—沉积层与中間(玄武岩)层之間并不总是有显著的分界面,而地壳底部界面却总是很明显的;它在大陆区处于 25—80 公里的深度上,并称为莫霍洛維奇界面。在此面之下直接分布着超基性岩成分的物质,它是被称为橄欖岩层或矽镁层的壳下基底。“矽镁”这个名词是从超基性岩与石质隕石的两个最重要

元素:矽(Si)与鎂(Mg)开头的两个字母而来的。

同时,上面两层中地震波速度的最精确的测定,常常发现在不同地区内对其平均值有 5—10% 的偏差。纵波在壳下基底中的速度比较均一,并且很少出现巨大的偏差。这种情况表明:壳下基底成分具有良好的均匀性。地震波传播速度从莫氏界面向下,一直到地核(即到 2900 公里的深度)都是逐渐地变化,而且大约直到 900—1000 公里的深度上才可以看出有物质成分的某种分异作用(馬格尼茨基, 1953)。然而,一般地说,地震资料证实壳下层(自地核面到莫氏界面)物质较地壳有巨大的均匀性。此地壳范围在垂线方向上为 40 公里,其中纵波的速度改变 28%。

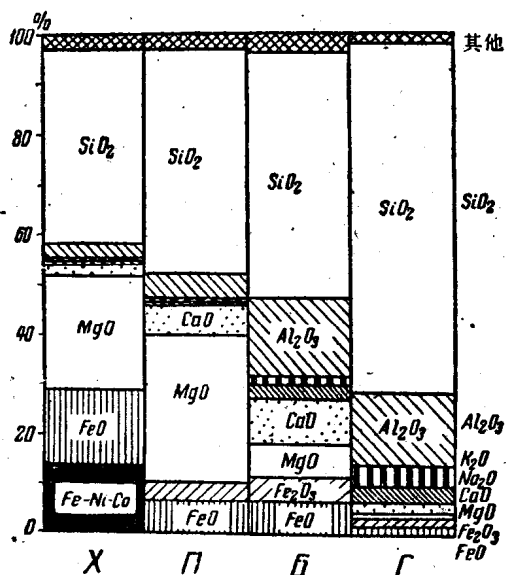


图 2 分布最广的喷发岩与陨石的化学成分(重量百分比)

平均成分: X——球粒陨石,即分布最广的石质陨石; Б——玄武岩; П——橄欖岩; Г——花岗岩; 黑色——金属镍铁矿;
其它表示矽酸盐中的氧化物。

将根据纵波与横波测定花岗岩层、玄武岩层与橄欖岩层的弹性常数和实验所得的广泛分布的喷发岩性质相比较,完全证实上