

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

均衡异常与地壳结构

王懋基 程振炎

(地质部地球物理勘探研究所)

许多资料研究证明地球非常接近均衡状态,这是由于地球内部有一层低强度的软流圈,上面的岩石圈发生弯曲或断裂而达到均衡。均衡补偿面深度和岩石圈强度是决定均衡的两个重要参数。均衡异常包含了动态信息,它反映了由于地壳运动产生的对静力平衡的偏离,因此研究均衡破坏可以了解地球内部发生的作用并获得有关新构造运动的信息。根据均衡异常的局部分量和区域分量还可以提供地壳和地幔密度横向不均匀性的分布情况。

均衡的研究包括两个主要方面。一是研究均衡运动的特点,发生均衡破坏和恢复平衡的机制,二是研究均衡破坏与地壳的演化,新构造运动和地震活动之间的关系。分析均衡异常对于大地构造分区,地震分区和解决其他一些地质构造问题都是十分有用的。这就是本文研究均衡的主要目的。

一、均衡异常的计算

重力均衡是一普遍的地球物理现象,曾提出过多种均衡假说,其中应用最广的是爱黎(Airy)假说和普拉特(Pratt)假说。任何一种假说都要求在静力平衡的情况下,在均衡补偿面上的压力处处相等(图 1)。

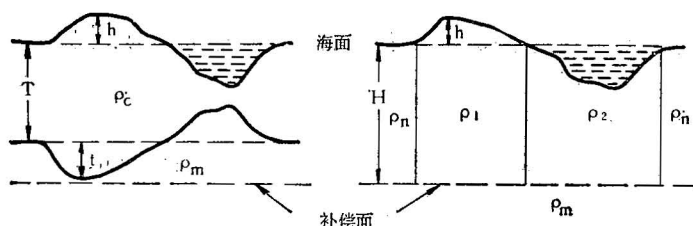


图 1 爱黎(左)和普拉特均衡补偿模式

对于爱黎假说,地形是由地壳厚度实现补偿,即

$$\rho_c(T + h + t) = \rho_c T + \rho_m t$$

式中 t ——增加的地壳厚度或山根; h ——地形高程; T ——标准地壳厚度; ρ_c ——地壳密度; ρ_m ——上地幔密度,因此

$$t = h \frac{\rho_c}{\rho_m - \rho_c}$$

对于普拉特假说,地形是由密度变化实现补偿,即

$$\rho_i(H+h) = \rho_n H$$

式中 ρ_i ——某一地点的地壳密度; ρ_n ——海平面处的地壳密度; H ——均衡补偿面深度。

由此给出地形高度为 h 的地壳密度 $\rho_i = \rho_n \frac{H}{H+h}$ 。

均衡异常的计算归结为以下两点:

(1) 从重力观测值中减去海平面以上全部质量所产生的重力影响, 即局部地形改正和中间层改正, 统称地形改正。

(2) 将这些质量填入海平面以下, 使地壳填到均衡状态, 称均衡改正。

以上两项改正值之和称地形-均衡改正。重力观测值经自由空气改正和地形-均衡改正后便得到均衡异常。我们计算均衡异常用的基础资料是 $1^\circ \times 1^\circ$ 布格异常和 $5' \times 5'$ 高程数据。计算采用爱黎模式, 其模型参数为: (1) 地壳平均密度 $\rho_c = 2.67$ 克/厘米³, (2) 海水密度 $\rho_w = 1.03$ 克/厘米³, 地壳与水层的密度差 $\rho_c - \rho_w = 1.64$ 克/厘米³, (3) 地壳与地幔的密度差 $\rho_m - \rho_c = 0.6$ 克/厘米³, (4) 标准地壳厚度 $T = 30$ 公里。

根据地形离开计算点的距离可分四部分进行计算。

(1) 以计算点为中心的 $15' \times 15'$ 面积。对每个 $5' \times 5'$ 方块采用棱柱体公式计算。这时需将每一柱体的地理坐标换成直角坐标。由于只有 $5' \times 5'$ 面积的平均高程, 为提高计算精度, 对包含计算点的 $5' \times 5'$ 面积再等分成 9 小块, 其高程由相邻的 16 块 $5' \times 5'$ 高程内插求得。

(2) 从 $15' \times 15'$ 到 $75' \times 75'$ 的面积。对其中每一个 $5' \times 5'$ 柱体用通过其中心的直立质线代替以简化计算。计算时要考虑地球曲率的影响。

(3) 从 $75' \times 75'$ 到半径为 166.7 公里(相当球心角 $1^\circ 29' 57''$) 的范围。其中每个柱体大小为 $15' \times 15'$ 。由于离计算点较远, 可以用质量集中在柱体中心的质点代替以进一步简化计算。计算时必须考虑地球曲率影响。

以上三部分即海福特 A—0 带的地形-均衡改正。

(4) 从球心角 $1^\circ 29' 57''$ 到 180° (即海福特 18—1 带)。在这个区域内由于地形及其补偿质量的重力影响随距离变化很慢, 可以从 Niskanen 与 Kivioja 的地形-均衡改正图上内插求得。

在 $1^\circ \times 1^\circ$ 面积上计算了均匀分布的 16 个点的地形-均衡改正值, 然后取平均作为该面积的改正值。均衡异常的计算可表达为:

$$\Delta g_i = \Delta g_F + (T + C)_{A-1}$$

$$(T + C)_{A-1} = T_{A-0} + C_{A-0} + (T + C)_{18-1}$$

此处 Δg_i ——均衡异常, Δg_F ——自由空气异常, T ——地形效应, C ——补偿效应, 脚标为海福特分带。用上述方法编制了中国 $1^\circ \times 1^\circ$ 均衡重力异常图(图 2)。

计算均衡异常的困难在于对地壳结构不能充分了解。地形和补偿质量的密度误差以及地形给定得不精确是产生误差的主要原因, 有时可达几十毫伽。尽管如此, 均衡异常仍然是分析岩石圈结构的一种重要手段。

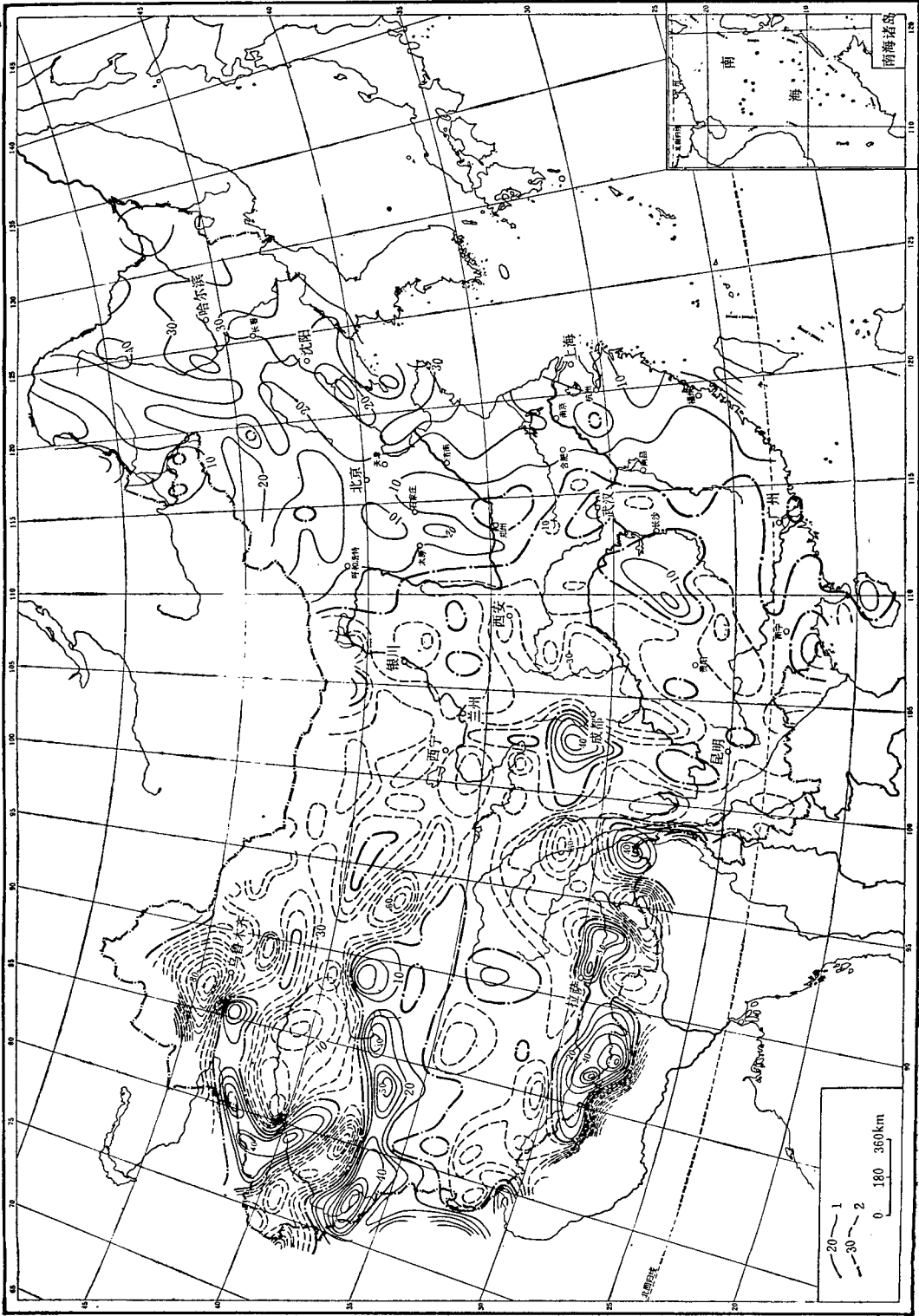


图 2 中国 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 均衡重力异常图
1. 正异常 2. 负异常(单位: 毫伽)

表 1 重力异常与高程关系的参数

地 区	参 数 异 常	R	C	V
天 山	F	0.91	0.073	65
	I	0.77	0.031	32
	B	-0.73	-0.031	34
昆 仑 山	F	0.91	0.051	78
	I	0.56	0.041	35
	B	-0.91	-0.067	102
喜 马 拉 雅	F	0.87	0.05	81
	I	0.70	0.021	43
	B	-0.91	-0.061	96
川 西	F	0.83	0.036	42
	I	0.32	0.006	18
	B	-0.88	-0.081	89
鄂 尔 多 斯	F	0.55	0.037	19
	I	0.24	0.009	11
	B	-0.81	-0.075	26
太 行 山	F	0.61	0.031	16
	I	-0.17	-0.004	7
	B	-0.90	-0.081	29
武 夷 山	F	0.31	0.014	6
	I	-0.37	-0.014	5
	B	-0.78	-0.078	13
武 陵 山	F	0.56	0.023	9
	I	-0.24	-0.011	9
	B	-0.93	-0.009	22
大 兴 安 岭	F	0.42	0.017	9
	I	-0.38	-0.013	8
	B	-0.93	-0.093	72

R为相关系数, C是异常对高程的回归系数(毫伽/米), V是异常的均方差(毫伽), F是自由空气异常, I是均衡异常, B是布格异常。

二、均衡补偿机制

为验证采用的爱黎均衡模式是否适合我国广大面积的均衡补偿机制, 我们用两个标准进行判断, 即均衡异常对高程的回归系数 (或相关系数) 和异常偏离平均值的均方差。一个理想的模式应该是具有小的回归系数 (或相关系数) 和最小均方差, 并能产生最光滑的重力场图形。为此, 我们把全国不同特征的地形划分为九块面积, 对每块面积计算回归系数相关系数和均方差。回归系数的大小表示高程对重力异常影响的程度, 均方差大小表示重力场的光滑程度。计算结果列于表 1。

从表 1 看出, 除西部山区, 其它面积的均衡异常对高程的回归系数很小, 而且比自由空气异常和布格异常的回归系数小得多。这一情况说明在大面积上均衡补偿是存在的, 即区域地形隆起处都有大的地壳厚度, 这已由地震资料证实。从偏离平均异常值的均方差看, 西部要大于东部, 但也比其他两种异常小。所以爱黎均衡模式和 30 公里的标准地壳厚度基本适用, 但对东部更为合适。再考虑到东部的岩石圈强度小于西部^[1], 所以东部在 $1^\circ \times 1^\circ$ 面积上可达到均衡, 而西部要在更大面积上才能实现完全补偿。

从图 2 与 $1^\circ \times 1^\circ$ 平均高程图对比看, 西部的异常和地形一致, 表示没有完全均衡补偿, 并反映地壳密度的变化, 而且地壳平均密度与地形成正相关关系, 这是新构造活动区普遍的现象^[2]。这一现象可以从壳幔密度差随高程的增加而减小加以说明。为估计壳幔密度差, 可以在接近均衡的地区根据爱黎均衡方程 $H = T + (\rho_c / \Delta \rho) h$ 求 $\Delta \rho$ 。我们利用地震确定的地壳厚度 H 值和该点在 $15' \times 15'$ 面积内的地形平均高程 h 值绘制 $H(h)$ 图 (图 3), 并设地壳平均密度 $\rho_c = 2.67$ 克/厘米³。从图 3 看出回归线可分为两段; $h < 1.5$ 公里的回归方程为 $H = 33.5 + 7.0h$, 给出 $\Delta \rho = 0.40$ 克/厘米³; $h > 1.5$ 公里的回归方程为 $H = 32.3 + 8.98h$, 给出 $\Delta \rho = 0.30$ 克/厘米³, 两者相差达 0.1 克/厘米³。由于绝大多数高山区都反映正均衡异常, 可以认为高山区壳幔密度差的减小是地壳密度增加所致, 其原因可能是山脉的地壳厚度增加与“玄武岩”层加厚有关^[2]。青藏高原虽然地壳厚度很大, 但反映负均衡异常, 所以青藏高原的地壳密度应比正常地壳密度小。东部地区的均衡异常和地形没有明显相关性, 它主要反映地壳密度的变化。由此可见, 我国岩石圈的均衡补偿是爱黎和普拉特模式的综合作用, 但起主导作用的是爱黎模式。

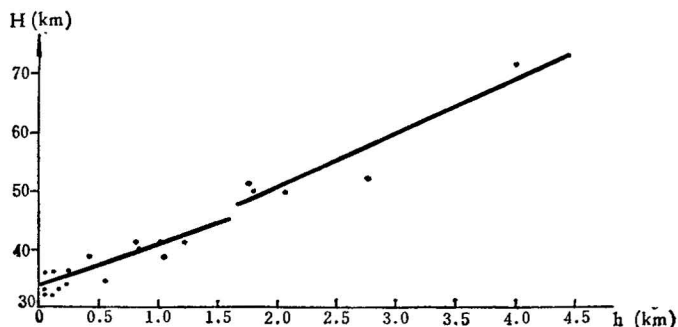


图 3 地壳厚度与平均地形高程的关系

三、均衡异常,新构造运动和地壳、上地幔结构

1. 我国大陆部分 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 均衡异常的变化幅度为 180 毫伽,最大正异常在喜马拉雅山 (+80 毫伽),最大负异常在准噶尔盆地 (-140 毫伽)。异常值从东北 (+30 毫伽)向西减小,到新疆降到最小 (-50—-100 毫伽)。大致以东经 104° 为界,其东西两部分的均衡异常特征明显不同。西部异常变化剧烈,异常幅度为 -180—-140 毫伽,最大梯度达 0.8 毫伽/公里,异常走向为 NWW 和 EW,东部异常场很平缓,变化幅度为 ± 30 毫伽,异常走向为 NNE 和 SN。

由于均衡恢复时间仅 10^3 — 10^5 年^[4],所以均衡的破坏主要是新构造运动引起的。沿喜马拉雅山是一条很强的正异常带,表明这里的岩石圈受构造运动产生大的剩余质量。喜马拉雅的均衡异常图型与海沟-岛弧的情况十分相似,明显反映近代板块运动特征。喜马拉雅正异常类似岛弧;恒河平原的巨大负异常是由浅部的质量亏损引起的,反映印度板块的俯冲消减带,类似海沟。反映正异常的印度中部高原类似海沟外的外部地形隆起,是由岩石圈的弯曲造成的。反映正异常的缅甸弧也相当于一个岛弧。两者在阿萨姆发生衔接。在大陆发生碰撞以后,由于低密度陆壳的浮力,印度板块停止俯冲而形成大规模的褶皱、地壳短缩和垂直运动,使喜马拉雅山不断隆起。在喜马拉雅和昆仑山之间的藏北地区均衡异常为 +0—+20 毫伽,变化平缓,表示这里是相对稳定的地区。

青藏高原西边的马尔康正异常 (+40 毫伽)反映松潘-甘孜褶皱带的强烈新构造运动。

昆仑-阿尔金山是 +70—+40 毫伽正异常带,强度自西向东减弱。在喜马拉雅运动时发生强烈断块隆起并产生许多反映强负异常的山前拗陷带,如柴达木盆地的均衡异常达 -70 毫伽。

天山也表现强的均衡异常,其后期活动性由西向东减弱,均衡异常值也是由西向东减小。西天山为 +40 毫伽,东天山接近零毫伽。

塔里木地台在均衡异常图上反映出基底构造是由中间隆起带 (+40 毫伽)和南北两个边缘拗陷带组成,其相当强的负异常 (-60 毫伽)说明沉降幅度很大,隆起与拗陷之间以断层为界。

位于阿尔泰山与天山之间的准噶尔拗陷与天山以北的吐鲁番-哈密山间盆地都反映强的负异常 (-100 和 -50 毫伽),四周为大的梯度带,说明两者都是强烈断块运动形成的断陷盆地。

祁连山的近代活动性要比前者弱得多,均衡异常接近于零。

东部的东西向构造带在均衡异常图上已几乎识别不出,这些老构造带已趋于完全均衡平衡。

从均衡异常图上看,西部的均衡异常与大地构造非常吻合。正异常是沿弱构造带发生质量的聚集引起的,负异常反映断陷产生的质量亏损。均衡异常的符号和幅度反映了垂直运动的方向和强度,构造运动都具有反均衡特征。这种地壳垂直运动与均衡力相反的情况在年青的褶皱带特别明显。

东部的均衡异常和大地构造的关系没有西部明显,除山西隆起和武陵山,雪峰山反

映 +20 毫伽异常外,其他山脉不反映正异常,甚至出现负异常(如大兴安岭)。一些大的断陷盆地如松辽、华北、苏北、江汉等也都和负异常不吻合。这种情况表明东部的新构造运动较弱,均衡程度高,其中以鄂尔多斯最稳定。

西部和东部均衡特征的显著差异反映了两个地区的深部结构很不同,两者之间必然存在一条分界线,其位置大致与“南北构造带”吻合。

东部和西部深部结构的差异也导致断裂和盆地形成机制的不同。我们认为西部的断裂和盆地的形成是构造运动对抗均衡力的结果,隆起都是沿过去的软弱带发生,由于挤压和地幔物质的上升在地壳中产生质量聚集。沉积盆地的发展是相对构造隆起而下沉的结果,并不是地壳均衡下沉的结果。因此在盆地两侧地壳密度有明显差别并以正负异常对出现。东部沉积盆地的形成初期均衡力起了重要作用。大致在侏罗纪末到白垩纪初以前,太行山-武陵山以东地壳是隆起的,这可能

是岩石圈中部分熔融产生的质量不足而引起均衡上升。在地台的隆起下面普遍存在热和轻物质的地幔枕^[3]。地幔枕中的物质逐渐冷却时密度增加,地幔枕厚度减小地壳下沉。加之地幔物质挤入到地壳使得下部地壳的辉长岩转变为榴辉岩(相变),当侵入物质冷却时,在榴辉岩的负重下地壳下沉。在拗陷内不断充

填新沉积物,进而增加岩石圈负荷而发生均衡下沉。以后受燕山运动进一步加强断陷作用。在这类盆地下面地壳平均密度较高,与周围地区没有明显密度差。例如在布格异常图上反映的大兴安岭-太行山-武陵山巨大梯度带由于梯度带两侧的地壳密度没有大的差异,所以这条断裂带在均衡异常图上无明显反映。

2. 地壳与地幔密度的横向不均匀性是引起均衡异常的一个主要因素。均衡异常包含长波长地幔密度变化和短波长地壳密度变化。根据前人资料,在几百公里或更大面积上的地壳不可能长期集中超过 10 公斤/厘米³的负重,它相当于几毫伽的重力异常^[4],而实际观测异常大大超过此数值,所以地壳密度变化一般都反映短波长异常。为提取这两种密度分布的信息,需要把均衡异常分解为区域异常和局部异常。

大面积的平均自由空气异常非常接近区域均衡异常。我们分析了中国 $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ 、 $7^{\circ} \times 7^{\circ}$ 、 $9^{\circ} \times 9^{\circ}$ 自由空气异常图,其主要特点是存在明显的三个异常区: 青藏高原为东西走向的正异常区,新疆经鄂尔多斯到川滇为负异常区,东部为弧形向东凸出的正异常区。其中划分出面积较小的异常,深度约 200 公里,是地幔深部质量分布引起的,并反映了在面积上近代动态不平衡,这可能与近代板块动力学有关。青藏高原的正异常反映了受印度板块作用产生的质量集中,东部沿海的正异常反映了受太平洋板块作用在岛弧带产生的质量聚集的影响。我们利用 $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ 自由空气异常图绘制了上地幔密度等效层厚度图(图 5)。图上表示西宁-成都-昆明以西的青藏高原和长春-太原-广州以东的沿海地区为两个地幔高密度区,其中间的新疆、鄂尔多斯、四川为地幔低密度区。

根据卫星和地面重力资料以 18 阶球阶函数计算的重力图^[5]上以宽的重力高反映出近

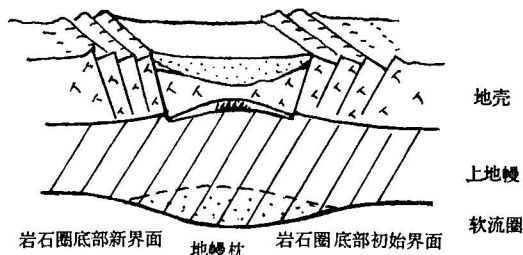


图 4 地台断陷盆地形成示意图

代板块的边界,其中 +10 毫伽的重力高出现在青藏高原,表明深部存在剩余质量。根据同一构造带的兴都库什的地震资料,在深度 45 到 230 公里内地幔波速从 8.21 连续增加到 8.52 公里/秒,大大高于其他地区的相应波速^[6]。1976 年 9 月 14 日拉萨附近中源地震(107 公里)的 P 波速度为 8.23 公里/秒^[9]。由此可见,青藏高原具有高的上地幔密度是可能的。

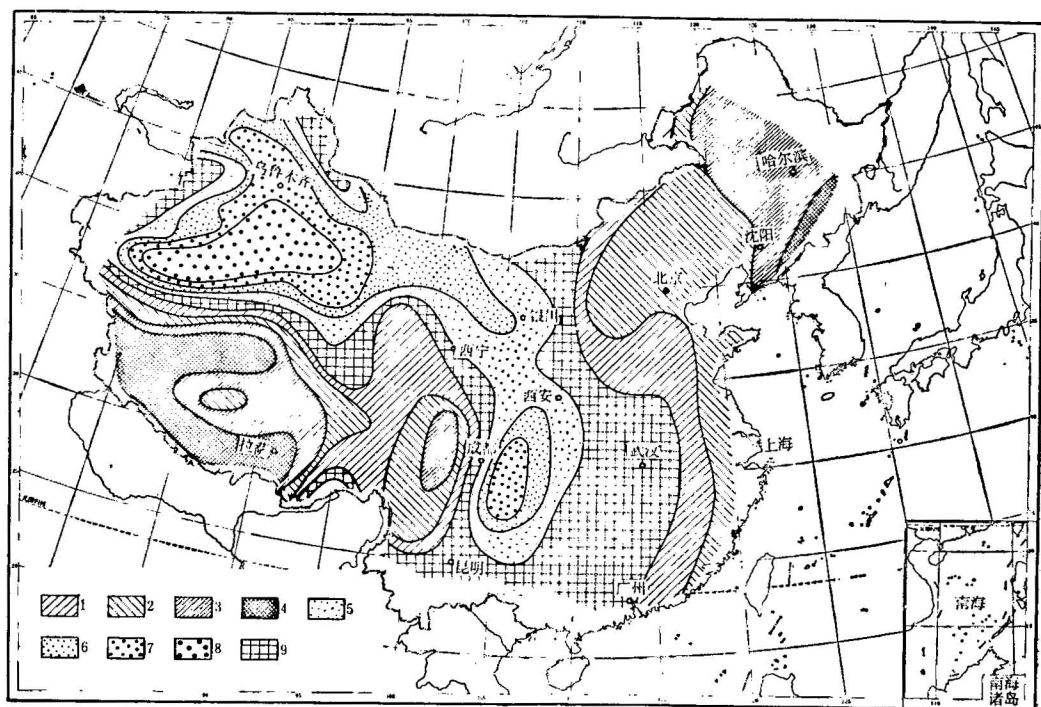


图 5 上地幔密度等效层厚度图

层密度 $\sigma = +1$, 层厚(米): 1.150—350; 2.350—500; 3.500—850; 4. >850
 层密度 $\sigma = -1$, 层厚(米): 5.150—350; 6.350—500; 7.500—850; 8. >850
 层密度 $|\sigma| = 1$, 层厚(米): 9.0—150

从 $1^\circ \times 1^\circ$ 均衡异常减去 $5^\circ \times 5^\circ$ 自由空气异常后得到的剩余异常(图略)主要反映地壳(或岩石圈)的密度变化,正异常表示高于正常地壳密度,负异常表示低于正常地壳密度。青藏高原北部和沿雅鲁藏布江河谷一带的几个负异常反映地壳中可能存在低密度高温熔融的花岗岩浆层。根据地震测深资料,青藏高原的地壳平均速度为 6.23 公里/秒,在地壳下部还有 10 公里厚,速度为 5.64 公里/秒的低速层^[7]。地幔密度的区域分布也可从大地水准面图(图 6)得到证据。从阿尔卑斯,高加索,伊朗山系,兴都库什到青藏高原是大地水准面隆起区;贝加尔湖,巴尔喀什湖,经新疆到帕米尔的广大区域为大地水准面拗陷区;鄂尔多斯,四川,云南继续向西南是一条大地水准面拗陷带;我国东部沿海为大地水准面隆起的斜坡。大地水准面的起伏与地形没有明显相关性,但是和深部的地幔作用有

1) 贾素娟等,青藏高原地区上地幔结构的初步研究,中国地球物理学会第三次讨论会论文。

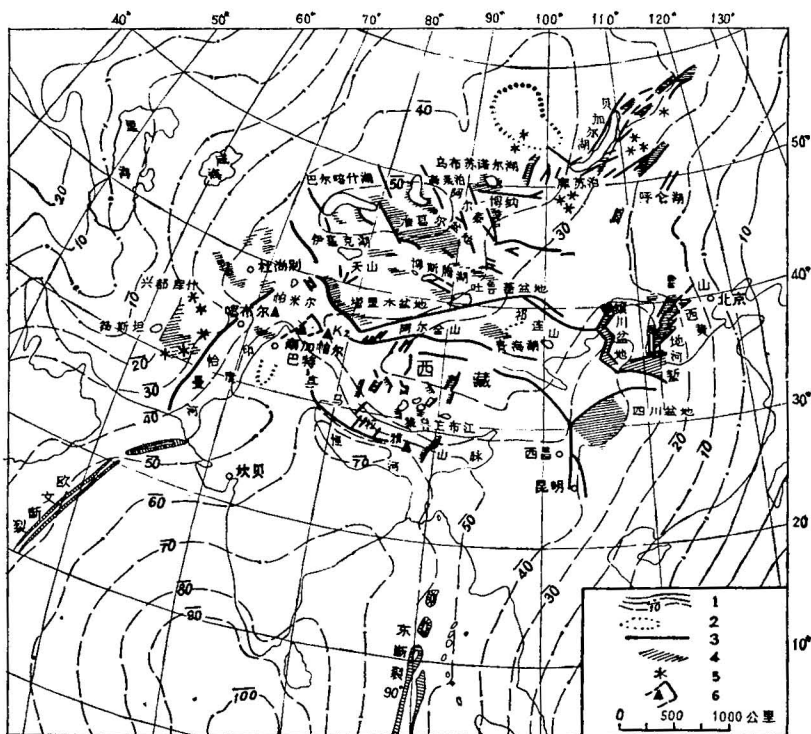


图 6 中亚重力大地水准面图(据 A. Marussi^[10])

中亚地区的重力大地水准面及地貌结构图(西藏高原参考 Molnar 等的资料; 中国部分参考时振梁等和张文佑等资料)。(注: 1. 间隔 10 米的大地水准面等高线; 2. 大地水准面变化平缓的地区; 3. 正断层和走滑断层; 4. 凹陷区; 5. 火山遗迹; 6. 南加帕尔巴特事件。)

密切关系。大地水准面隆起与上地幔密度增高有关, 大地水准面的拗陷与上地幔密度减小有关。

构造运动导致地幔质量的重新分布; 反过来, 地幔质量的分布也会对地壳构造产生作用。当地幔中存在热的物质时地幔发生膨胀, 使软流圈界面隆起, 软流圈物质背离轴部向相反方向流动, 拖曳地壳发生张裂。反之, 较重的地幔物质使软流圈界面下沉, 软流圈物质产生会聚的水平向运动, 驱使地壳发生挤压形成造山带^[8]。

上面讨论了我国的地壳和上地幔密度分布及其与构造运动的关系。青藏高原具有高密度地幔和低密度地壳的特点可用板块动力学观点来解释: 在大陆碰撞之前, 海洋岩石圈板块俯冲到大陆板块下面, 俯冲的冷岩石圈板块的密度比同一深度处的正常地幔密度为高, 剩余密度达 $+0.05$ 克/厘米³^[5], 在它上面可观测到一个宽度达几百公里的区域正异常, 这种情况在许多俯冲带上都可见到^[5]。大陆碰撞后引起深部质量聚集, 地壳温度增高, 产生隆起和地壳增厚, 形成低密度地壳和负的剩余异常。因此, 从青藏高原的均衡异常和密度分布特征可以说明印度洋板块向欧亚板块的俯冲和碰撞。大地水准面图也表明在板块的俯冲带, 特别是在两大板块碰撞地区大地水准面有明显的隆起。

3. 均衡的破坏, 新构造运动和地震活动性三者之间存在一定的相关性。将中国的强地震(震级 ≥ 6) 的震中分布图与均衡异常图对比可以发现, 震中大多集中在均衡异常绝

对值和水平梯度增高的地段,以及异常走向变化,均衡状态明显变化的地区。为研究均衡破坏与地震分布的关系,我们把均衡破坏明显的西部地区在 $15' \times 15'$ 面积上大于 6 级地震出现的百分比与均衡异常参数的关系绘成图 7。图上表示出地震活动与均衡异常参数存在相关性。在 ± 40 毫伽的异常上出现两个峰值,尤其是在 -40 毫伽处出现的机率最大。这说明发生构造运动的深部质量亏损与地震能量的积累和释放有很大关系。另外,41% 的地震发生在 0.75 毫伽/公里的梯度带上,说明地震的发生与地壳的断裂有关。然而,他们之间的相互关系对不同构造单元可能有不同的形式,需要对每个地区作详细研究:

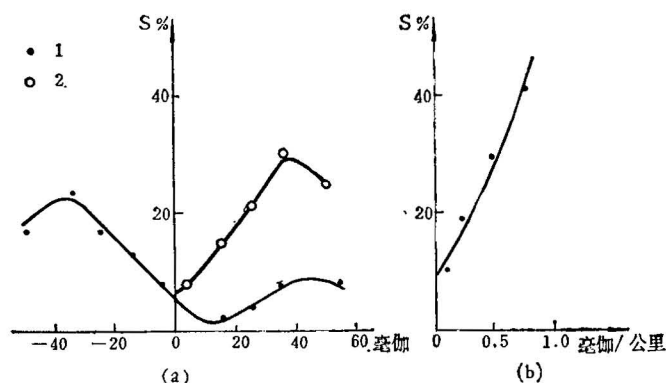


图 7 发生 6 级以上地震与均衡异常的关系(a) 以及与异常梯度的关系(b)。

1——参数值; 2——参数绝对值。

第一类区域具有强的均衡破坏与强烈新构造运动。这类地区的深部作用激烈,表现为反均衡运动。相邻地块间有很大的差异性。新构造运动与均衡异常及地震之间存在明显相关性。属于这一类地区的主要是西部新生代构造活动带。

第二类地区具有强的均衡破坏,但新构造运动并不明显。这类地区的深部活动性小,岩石圈强度可能较大,所以不常发生地震。这类地区比较少见。

第三类地区没有强的均衡破坏,但新构造运动表现强烈,岩石圈强度较小,在大面积上地震较弱,强震主要集中在活动性最强的少数地区。均衡异常与新构造运动的相关性不明显。地台的构造活动区,例如华北,即属于这一类。

第四类是接近均衡的地区。这类地区的近代构造活动性很弱,实际是无地震区。大多数的地台区如鄂尔多斯、四川、扬子地台等属于这一类。综上所述,可以看出:

1. $1^\circ \times 1^\circ$ 均衡重力图反映了我国岩石圈的均衡特征和地壳结构,而且在我国的东部和西部具有明显的不同。

2. 局部均衡异常是由岩石圈的质量分布引起的,区域异常是由地幔深部的质量分布引起并与板块动力学有关。

3. 我国可划分三个区域性上地幔密度分布区,青藏高原具有低密度岩石圈和高密度地幔的特点。

4. 喜马拉雅和西藏的均衡异常和密度分布特征说明了印度板块向欧亚板块的俯冲和碰撞。

5. 我国西部的均衡异常与地震活动性有较密切的相关性, 震中大多分布在负均衡异常和大的梯度带上。

6. 均衡异常已消除地壳厚度变化的影响, 对研究地壳构造, 划分大地构造单元较有利。在研究深部构造时应同时利用布格异常, 平均自由空气异常和均衡异常。

由于 $1^\circ \times 1^\circ$ 平均均衡异常只能反映大区域的构造轮廓。如果要研究详细构造以及进行定量分析时必须有更详细的均衡异常图。

参 考 文 献

- [1] 王懋基等, 1981, 中国地壳深部构造的区域特征, 物探与化探 4 期。
- [2] Берусов, В. В., Субботин, С. И., 1971 «Связь поверхностных структур земной коры с глубинными» «наукова думка» Киев p. 39.
- [3] Артюшков, Е. В. 1979, Геодинамика М., Наука.
- [4] Артемьев, М. Е., 1975, Изостазия территории СССР. М., «Наука».
- [5] Garland, G. D., 1979, Introduction to geophysics: mantle, Core and Crust 2nd ed. Philadelphia, W. B. Saunders Co.
- [6] Kaila, K. J. 1969, Upper mantle velocity structure in the Hindukush region from travel time studies of deep earthquakes using a new analytical method. Bull. Seis. Soc. Amer. 59(5).
- [7] 中国科学院地球物理所, 1981, 西藏高原当雄—亚东地带地壳与上地幔和速度分布的爆炸地震研究, 地球物理学报 24(2) pp. 155—169.
- [8] 马露西, A., 1981, 中亚地区重力大地水准面和地壳结构, 国外地震 1 期 pp. 58—63.

ISOSTATIC GRAVITY ANOMALY AND CRUSTAL STRUCTURE

Wang Maoji and Cheng Zhenyan

(Institute of Geophysical and Geochemical Prospecting Ministry of Geology)

Abstract

On the basis of a newly compiled $1^\circ \times 1^\circ$ isostatic anomaly map of China, the mechanism of isostatic compensation, isostatic features of lithosphere, neotectonics, and the lateral density heterogeneity of crust and upper mantle are analysed. The results show that the isostatic compensation of lithosphere can be realized in $1^\circ \times 1^\circ$ area, but contemporary dynamic inequilibrium still exists. In western China, the strong isostatic anomalies are closely related to neotectonics, and has positive correlation with topography and crustal density. The tectonic movements reveal an antiisostatic feature. From large gradients of isostatic anomaly, blocks of different crustal density can be divided. Most strong earthquakes are distributed on large gradient zones and negative anomalies. On the other hand, the isostatic features in eastern China are very different from the west, the isostatic anomaly patterns vary rather smoothly and show little relation with topography and subsurface structure. This situation implies a possibility that the deep structures of two regions are quite different, from which the mechanism of faulting and basin formation are inferred. The boundary between these two regions coincides with "North-south tectonic belt". We suggest that the local isostatic anomalies are caused by mass distribution in lithosphere, whereas the regional anomalies are caused by mass distribution in deep mantle, which is in turn related to contemporary plate dynamics. The distribution of upper mantle density determined from regional anomalies is characterized by three regions, in concordance with the geoid. Xizang plateau has low density lithosphere and high density mantle, its relation to plate tectonics is discussed.