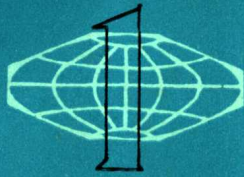


构造地质论丛



53
3

地质出版社

构造地质论丛

(一)

构造地质论丛编辑部

地质出版社

构造地质论丛

(一)

构造地质论丛编辑部
责任编辑 李鄂荣、张义勋

*

地质部书刊编辑室编辑
地质出版社出版
(北京西四)

地质印刷厂印刷
(北京安德路47号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本：787×1092¹/₁₆·印张：13·插页：3个·字数：307,000

1981年4月北京第一版·1981年4月北京第一次印刷

印数1—3,720册·定价2.50元

统一书号：15038·新560

《构造地质论丛》

发 刊 词

在科学技术现代化的总形势下,地质科学的现代化是地质工作者当前的一项重要任务。构造地质学作为地质科学中一个既有基础性又有综合性的分枝,应当在地质科学的现代化中起到探索和集成的作用。本《论丛》的主要目的就是力求在构造地质学的现代化进程中起一点推动的作用、作出些应有的贡献。

在现代地质科学中,构造地质学是最活跃的学科之一。国内外地质界的前辈为我们构造地质工作者留下了丰富的遗产,开辟了广阔的天地。六十年代以前魏根纳提出了大陆漂移学说,猛烈冲击了当时的传统思潮,为现代的板块学说开辟了航道。五十年以前,我国著名地质学家李四光先生勇敢地支持了水平运动说和活动论,其后以丰富的资料和严密的推理创立了地质力学。

一门科学的发展是与其相邻的学科密切相关的。十九世纪后期地质学与古生物学相结合,古生物学为地质学建立了详确的时间表,地质学为生物演化学说提供了历史的依据。近代地质学革命的主要特征之一是地质学与地球物理学的相互结合和相互渗透,而大地构造学说的“百家争鸣”也是构造地质工作者广泛吸取地层学、岩石学、地球化学和地球物理学等资料和论据得出的结果。

一门科学的发展又是与新技术的发展和突破密切相关的。从构造地质学看,由于深海钻探和海洋地球物理技术的改进,使我们深化了对大洋的认识、突破了空间上的局限;由于同位素地质年代学的技术发展,使我们扩展了对前寒武纪构造史的认识,突破了时间的局限。实验室高温高压技术的改进使我们能初步模拟地下深部的状况,逐步突破了深度的局限。遥感技术和电子显微镜技术的应用也将使宏观认识和微观认识有所突破,使我们对地球的整体研究进入一个新的阶段。

因此对构造地质学的范围应作广义的了解。它既包括地质力学、区域大地构造学和历史大地构造学,又包括野外和实验室的构造分析和研究方法,《构造地质论丛》的征稿范围也应包括上述的所有方面。本《论丛》刚刚开始,我们诚恳地希望得到广大地质工作者和构造地质工作者的支持和协助,把它办成一个活跃的、多方面的构造地质园地,特别希望能多刊载各方面的观点,多刊载青年学者的文章。一些新的观点只要言之成理,撰之有据,即使不够成熟,也必将在引发争论、探求真理方面起到有益的作用。我们相信,只要我们坚持党的双百方针,依靠广大地质工作者,这个论丛必能在推动构造地质学的发展方面,发挥积极作用。

编者 一九七九年十二月

目 录

重力与构造.....	马杏垣等 (1)
东海构造的形式与演化.....	金翔龙等 (10)
南海北部海域航空磁测与区域地质构造.....	张用夏 (28)
西藏南部大地构造的几个问题.....	梁定益等 (38)
冀东前震旦亚代基底构造基本特征.....	钱祥麟 (56)
中国西南地区前寒武纪构造演化探讨.....	蔡学林等 (67)
河南嵩山前震旦变质岩系的构造解析.....	索书田 (81)
雁行状断裂定量研究初探.....	王维襄 (96)
论 S 状构造.....	李东旭 (111)
联合构造及有关构造类型.....	乐光禹 (127)
广东构造体系特征.....	陈挺光 (140)
北京西山南大寨——八宝山断裂带的构造特征及形成机理的探讨.....	万天丰 (152)
唐山地震发震构造、破裂过程及后效的基本特征.....	林辉德 (165)
黔滇桂“X型格状断裂”对弧形构造、山字型构造的控制.....	蒋炳铨 (180)
中国东部白垩纪—早第三纪盆地的沉积建造系列.....	刘 训 (190)

CONTENTS

- Gravity and tectonicsMa Xingyuan et. (9)
- The formation and development of the structure of the East China
Sea Jin Xianglong et. (27)
- Geologic structure of the northern part of the South Sea as based on
aeromagnetic surveys Zhang yongxia (37)
- On geotectonic problems of Southern Xizang (Tibet)
.....Liang Dingyi et. (55)
- On the basic characters of the tectonic evolution of pre-Sinian
crystalline basement in Eastern HebeiQian Xianglin (66)
- A discussion on the evolution of precambrian tectonics in the
Southwest of China Cai Xuelin et. (80)
- Structural analysis of the pre-Sinian metamorphic rocks in Sungshan
Area, Henan Province So Shutien (95)
- A preliminary study on the en échelon fractures based on quantita-
tive analysis..... Wang Weixiang (110)
- On the S-shaped structures Li Dongxu (126)
- On associated tectonic types Yao Kuangyu (139)
- Characteristics of the tectonic systems of Guangdong Province
..... Chen Tingguang (151)
- Research on the structural features and mechanism of Nandazhai-
Babaoshan fault zone, the Western Mountains, Beijing.....Wan Tianfeng (164)
- Main features of the rupture process and after effect of the seismic
structure of Tangshan earthquake..... Lin Hueide (179)
- The "X"-type fracture and its control over the arc-, "ε" type structure
in the cover strata of Gueizhou, Yunnan and Guangxi, South China
..... Jiang Bingquan (189)
- The sedimentary association sequence of the Cre-taceous-Paleogene
basins of Eastern China..... Liu Xun (203)

重力与构造

马杏垣 索书田 闻立峰

(国家地震局) (武汉地质学院)

一、重力在地质作用中的重要性

地球的引力是辐射状向心作用力，如果不是由于地球的旋转，它将使地球成为一个圆球。但地球的自转产生了与引力相反的离心力，它从旋转轴直接往外，在赤道最大，在两极等于零。地球的形状就是这两种相反的力相互作用的结果，称之地球体，它的赤道半径比极半径大21公里。

引力和离心力之合为重力，它在塑造地球的构造中起着巨大的作用。首先是造球作用，地球体本身就是这种向心力的体现，它使地壳类似穹形，因之这个地球体本身就是大地构造研究的起点。其次，地球物质之分异成地核、地幔、地壳等圈层，最终也是重力的功劳，是它的造圈作用。再就是它的取平作用，能使海平面成为近似圆球状，使水往下坡流。它持续地拉着山坡上的岩石物质，是使岩石固定在那里的力量，也是能使它移动的力量。因此在斜坡上重力可分解为两个分力：其垂直分力(G_p)，垂直于斜坡并使物体固定在原地；而切向分力(G_t)平行于斜坡，是向下的作用力。如果 G_t 大于 G_p ，即超过了物体在斜坡上保持稳定的最大角（稳定角），物体就向下运动。当重力的拉力使物体运动时，它获得了运动能。这是因为在高处的物体具有势能，是一直在那里储存着，等待着释放出来的能。例如山坡上的岩石，就是由于造山作用时对抗重力的拉力而到达现在的位置的，当岩石下滑时，它们的势能就表现为运动能。这种取平作用，体现了物体的水平运动往往是重力的一个组分，在地质现象中是十分普遍的，诸如河流携带碎屑沉积，山崩，地滑，土壤蠕动，浊流、冰川流动和重力滑动构造等。甚至那些反着重力的作用，也往往是向心力体系中的副产物，例如底辟或穹窿构造，如盐、泥和岩浆底辟等，就是由于它周围向下的力或重力的拉引而产生的向上挤出现象。

更广泛地讲，均衡概念也来自对重力的研究，它在地质学中具有很大重要性。对流现象也是由于重力对不同密度的流柱的拖拉。因此，可以说，地球里所有物质变位最终都是重力作用的结果，它在地壳运动中的重要性是无容置疑的，不能不把它看作是地球构造过程中最现成、最强大的力量。可是，这样一个控制着我们星球和人类活动的力量，却往往被遗忘。实际上引力远比离心力大，在赤道上，它比后者还要大288倍。

当然，我们在强调重力的重要性时，并不是要忽视地球旋转惯性侧向力的影响和水平运动的重要性。只想指出重力的力往往是基本的和主导的，这种垂直运动能够诱导和转换成水平运动。李四光教授（1958，1973）对垂直运动和水平运动的关系曾作过精辟的论述，他说：“地球的质量全部或部分地向它的中心收敛，或地球表面和内部轻重不等的大

量物质的分异升降运动，必然会发动造成某些构造型式的水平运动。反过来说，水平运动也不可避免地要引起垂直运动。”

二、重力构造的概念

如上述，重力是遍及全球的体力，它在塑造大多数构造变形的最终格式中扮演着重要的角色，有些变形过程及其所产生的构造，主要是在重力影响下形成的。人们很早就野外直接观察到岩体下坡滑动，指示着由于丧失势能而形成的构造特征。后来，间接地经过地质构造的时空重建，也能说明类似情况，或者从岩石力学的考虑，卷入构造的岩石的巨大塑性排除了其它外力作用的原因，只能是由于内部体力、重力造成的变形。因此，很自然地要应用重力势或空间势的基本概念，去区分“重力构造”和其它类型的构造现象。

重力构造是一个古老的构造假说，首先是欧洲大陆的地质工作者把重力引起构造变形的概念引入到地质学中来，这在德国文献中可追溯到十八世纪末，但主要还是在上一世纪，特别是从瑞尔 (Reyer, 1888) 起，重力构造概念不再限于局部构造现象，而是开始作为一种造山机制。后来，被许多地质学家在研究阿尔卑斯山构造时加以运用。

廿世纪起，重力构造研究在实践和理论上都有很大发展，形成大地构造学的一般理论和重要学派。如1931年范别麦林 (Van Bemmelen) 提出波动说，他和哈尔曼 (Haarmann, 1930) 的脉动说一样都主张变形带的双重成因，垂直和水平力起着分别的作用。他认为放射性和物理——化学的作用改变地球物质的密度，造成周期性的不均匀对流体系，并引起地表的差异垂直运动，称为“波动” (Undulations)。波动的垂直运动产生重力势能，具有内部应力场，将导致物质的侧向运动，产生的地质构造称为重力构造。1954年他曾主要按深度层次将重力构造分为四类：1.表皮型；2.中皮型；3.深皮型；4.壳下型。近年来他又把“波动”按波及的广度、深度和活动旋迴的长短分为五级：从对径上千公里，以亿年为演化旋迴的“巨波动”到最小的“局部波动”，几百米对径和几百年的生命旋迴。两者之间有“地波动”、“中波动”和“小波动”。广义的重力构造包括全部，狭义的仅限于那些能够较直接地用地质和地球物理方法观察到的，也就是中小型和局部波动造成的重力构造。

布契尔 (Bucher, 1956) 是强调重力在造山作用中重要性的另外一个著名构造地质学家，他把重力在构造过程中分为原生和次生作用。布契尔作了大量的重力构造实验，在其模拟实验中软弱物质所起的作用，使他强调弱岩石如蛇纹岩、复理石等，在重力构造的发育中所起的特殊作用。兰伯格 (Ramberg) 从四十年代起也作了一系列著名的实验，模拟重力在构造过程中的作用，验证垂直构造理论。他应用不同密度的假粘性层，在模型中可作到密度倒置，在离心机中短时间内就可造成重力的长期效果。

此外，还有别洛乌索夫 (Белоусов, 1951, 1962) 强调地球内部不同圈层的分异是垂直不稳定性原因，而软流圈是不稳定性的重要层次。马克斯威尔 (Maxwell, 1968) 等提出地幔底辟作用为垂直构造的原因，特别是低速层中物质的塑性和高温应使之不稳。

希里根伯格 (Hilgenberg) 和凯里 (Carey) 等许多学者提出的地球膨胀假说。以及近年来在运用引力场理论研究地球的地质构造演化方面也有一些进展 (Veselov, 1977)。马卡道 (Machado, 1975) 把重力脉动作为构造现象的机制，从而解释地震活动以11年为

周期的脉动形式。

应该指出的是，人们往往把重力构造与固定论相联系和活动论的大陆漂移相对立。实则不然，从泰勒 (Taylor, 1910) 和魏格纳 (Wegener, 1912) 起就曾把重力不稳定性和大陆漂移联系起来。近年来有许多地质工作者，如普雷斯 (Press, 1973)、查可贝 (Jacoby, 1973) 等都探讨了岩石圈的重力不稳定性和板块运动的关系，以及前者作为后者的驱动力的可能性。他们认为岩石圈—软流层系统中有足够的势能足以驱动板块运动。近年，范别麦林 (1973, 1977) 也接受了大陆漂移的事实，并充实修正了它的波动假说。他认为地壳运动就是地球的大小不同波动的发展结果，包括岩石圈板块的漂移机制。克雷布斯 (Krebs, 1975) 等把这种机制加以引伸，用全球的垂直构造能够更合理的解释板块构造的实际。

三、重力构造作用的类型

重力构造作用指的是在重力影响下的岩石变形过程及其结果。它在地球各圈层，特别是岩石圈的不同层次和不同尺度上都有表现。地壳构造发展在其所有表现和所有阶段上，都能和重力不稳定性相联系。但一些地质学家通常还是把重力构造作用理解为局限于重力影响下的切向运动，即它的滑动形式。例如诺斯 (North, 1964年) 以“重力构造”为题，实际上是对重力滑动构造进行了一次较全面的综述。他考虑的重力作用限于具备一个斜坡足以发动构造规模的滑动或塌滑。这意味着由于某种内力构造活动，使之失掉横向支持的结果。不包括纯外因造成的塌落。虽然这两种作用造成的结果，有时并不易区分。他根据是否需要挤压力和活动岩体被运载的方式这两个独立的标志，把重力构造作用分为：1. 自由滑动；2. 挤压滑动；3. 混乱滑动，往往是挤压性的；4. 挤压塌滑；5. 自由塌滑等五类，它们都既可以在陆上也可以在水下发生。他指出了这些重力构造的成因差别，并试图把这些类型放在造山旋回的适当关系中，每一类都举了典型实例。

按诺斯的函义，如果滑动岩体仍然维持其连续性或至少有一定程度的直接对比性时，就叫滑动 (gliding)，法国地质工作者称之为滑脱 (décollement)。而塌滑 (slumping) 一词指的是在滑落的过程中，岩体几乎完全解体了。滑动需要的斜坡可以是挤压的结果或在完全没有挤压的情况下提供的。

诺斯的分类是不全面的，实际上自本世纪 30—40 年代起纪努瓦 (Gignoux, 1948) 等就曾强调流动在重力构造作用中的重要性，并把重力影响下的滑动与流动之间加以明确区分。滑动主要集中于滑面或带；流动则作用于整个运动岩体。因之狄塞特尔 (de Sitter, 1956) 在其构造地质学教科书中运用“重力滑动构造”一词，而考恩 (Korn) 和马丁 (Matin) 1959年在非洲诺克吕夫特 (Naukluft) 山所作的重力构造则包括滑动与流动两个方面。

据此，重力影响下的侧向运动方面，可以分为 (1) 崩坍，(2) 塌滑，(3) 滑动和 (4) 扩展等作用类型。塌滑是介于崩坍与滑动之间的一种状态，既有滑又有塌。滑动或重力滑动是岩体沿着清楚的运动带，即沿滑动断裂或滑面而滑动；而重力构造的另一重要方面是上升地质体由于重力效应发生假粘性流动，而侧向扩展，称为重力扩展。它常和重力滑动紧密相伴，但两者并不是同一过程。

属于侧向运动形成的重力构造实例首先是六十年代初北京地质学院嵩山队于丕休等在

河南省嵩山区识别的震旦系（亚界）五佛山群中的重力滑动构造，并在1965年第一届全国构造地质学术会议上作了汇报，接着七十年代初又进行了深入地研究，已有专文报导（马杏垣、索书田等 1975, 1977），这里不再详述。

嵩山区五佛山群重力构造西起偃师县佛光峪公社槐树山一带，往东延至嵩山西北坡，长约35公里，北面被寒武系不整合覆盖，出露宽度3.5公里左右，分布面积100余平方公里。它是从一个自由滑动开始的，南部基底块断翘升，造成一个坡度，使五佛山群得以在重力影响下发生往北的滑动。接着在变形过程中岩层沿着软硬地层的界面脱开，并沿这些滑面移动，使断面上下两盘独立地或部分地变形。例如五佛山群中葡峪组上下界面，何瑶组第二段和第四段的上下界面等，特别是前者，都发育成重要的滑面（图1）即滑脱断裂（detachment fault）或法文的（décollement），图1。

作者（1975）曾对这种构造形成机制作了较详细的考虑，并指出它的形成可能与古地震活动有关。确实，当一个平缓倾斜的岩石单位受到比下伏岩石单位稍微大些的向上加速度时，它们之间的运动摩擦阻力就会减小，两个岩石单位将沿着一个隐闭断裂分开。经过无数次地震波动中向上加速度的重复，上盘将间歇地几乎不受阻力约束，并在很缓倾斜的坡上横向移动。

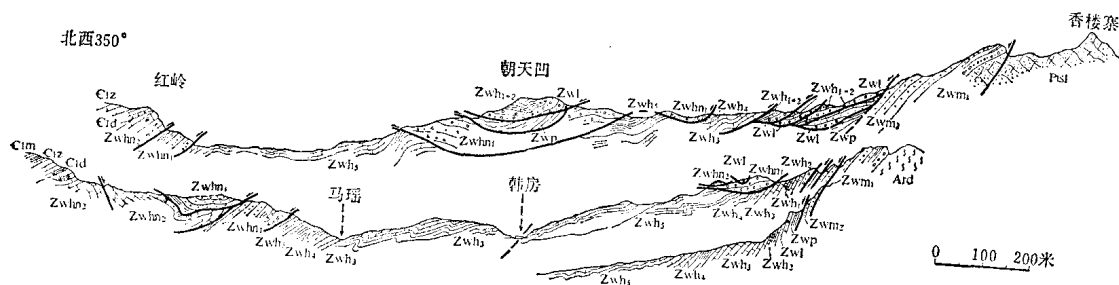


图1 河南偃师县朝天凹、韩房一带地质剖面图

示震旦亚界五佛山群重力滑动构造。南部出露基底岩系太古界登封群（Ard）和下元古界嵩山群（Pstl），上面不整合覆盖震旦亚界五佛山群，其中马鞍山组（Zwm）为简单挠曲，从葡峪组往上构成向北滑动的四个滑体

和滑动紧密结合的重力扩展也非常明显，特别是软弱的葡峪页岩组和何瑶组灰岩、泥灰岩，在微小而且是长时间的应力作用所表现出来的侧向假粘性流动或固流现象，给人以生动印象。

七十年代初又在登封县东北部登封大背斜北翼林台山——大岭一带发现由嵩山群五指岭组、五佛山群和寒武系组成的重力滑动构造。近年来河南煤田地质勘探公司李万程等则揭示了东西向登封大背斜两翼的石炭二叠系中大致对称地分布着一系列滑动构造。

还可以举一些其他例子，如河北省易县城西杨谷庄公社王贾庄一带和西陵公社南南西方向尧舜口东山及南山等地的“逆复构造”，其实这并不是属于逆掩断层一类的构造，并没有把较老的地层推到年青的岩层之上。现在所看到的是下奥陶系亮甲山组灰岩滑移到寒武系张夏组灰岩之上。是较年轻的地层在较老地层之上滑脱的现象，两者之间的滑面明显，有时中间夹有滑动角砾岩，与周围的地质条件对照，滑面上下之间缺了一大套地层，推测可能是海底环境下发生的重力滑动构造。

此外，还有为数众多的逆掩型式重力滑动构造，如河北燕山地区，怀柔县汤河口一带的弧形逆掩断裂，四川龙门山逆掩断裂及飞来峰等都是典型实例。

由于差异垂向运动引起的高程差别或地壳厚度不均导致地壳物质的水平扩展可以用来研究地壳应力状态，周玖、黄修武等运用这种“结构动力论”的概念探讨了我国西南地区现今构造运动与大地震活动过程中的一些特点。

重力构造作用的主导方面是垂向运动，它与侧向运动密不可分并互相转化，主要有（1）隆陷，（2）压实，（3）生长和（4）挤出等作用类型。隆起和坳陷是地质构造作用的最普遍形式，是垂向运动的表现，盆地和槽地的发育中重力均衡起着主导作用。沉积物堆积之后就要受到重力压实作用，由于压实的差异性和潜山的存在，可以造成褶皱和断裂等构造。和建造作用同时形成的构造称为生长构造，最典型的是生长断层，它的落差随深度明显增大，下降盘比上升盘相应地层急剧增厚，并伴有逆牵引背斜，也是一种重力牵引。其实沉积盆地构造的发育就是通过边隆起，边沉降，边沉积，边断裂，边褶皱的形成过程，因之它本身就是生长构造。这些构造类型与油气聚集有密切关系，常可构成良好的储油构造（图2）。

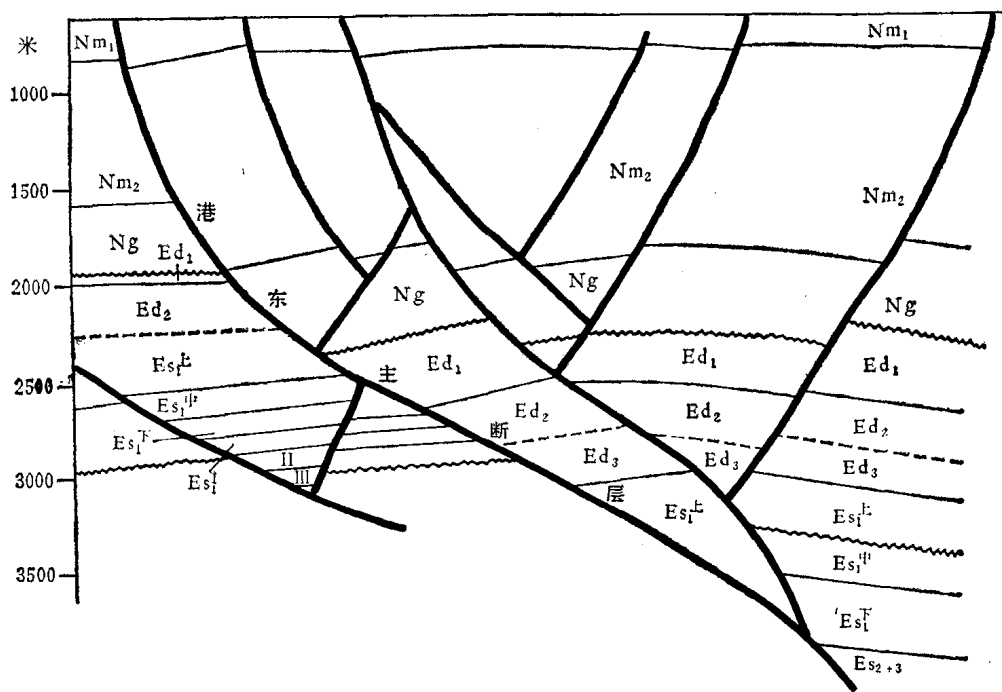


图2 河北省北大港构造带的构造剖面图

示生长断层港东主断裂下降盘形成的逆牵引背斜。上新统一中新统：Nm明化镇组，Ng馆陶组。渐新统：Ed东营组，Es沙河街组

（据《石油勘探与开发》1976，3期改绘）

生长构造的另一种涵义是指与区域构造变动同时进行的岩浆物质的不断增加，表现为岩墙群和侵入体，这种构造不仅是生长，而且还有物质的增加，因之也可称为增生构造，它们的形成与挤出作用有关。

挤出一一般指的是轻的、塑性岩石挤到重的上复岩层中的现象，向上穿刺的称底辟，包

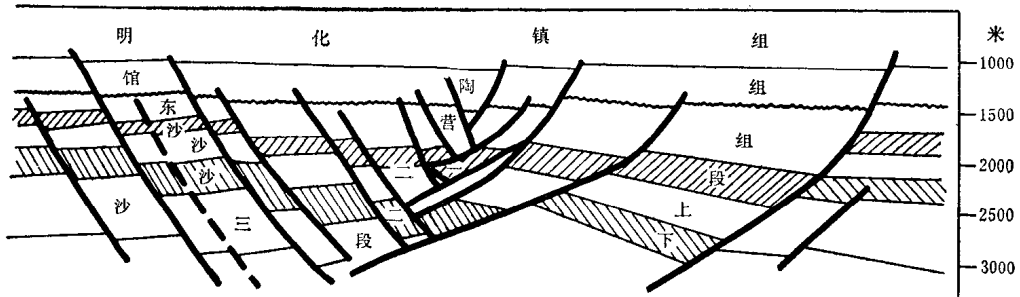


图 3 山东辛镇构造剖面

示老第三系沙河街组四段的膏盐和软泥岩上拱，造成顶部塌陷，形成“包心式”地堑断裂系
(据《石油勘探与开发》1976, 4—5期改绘)

括岩盐和泥，混合岩和岩浆底辟等以及其它形式的挤出作用(图3)。还有由于地壳物质的横向不均一性，挤出也可以是侧向的。这种构造在沉积盖层中有，但更重要的层次是古地台的结晶基底。如华北地台基底太古宙构造的样式，无疑说明当时地壳的高度塑性与区域变质、花岗岩化和深溶作用相伴的重力不稳定性，表现为花岗一片麻岩穹窿底辟的广泛发育及与绕它们分布的变质岩褶带的组合型式。作者1963年已报导了这类构造的发育，如太行山的太古宙阜平穹窿等。近年来的研究又有许多新的发现(图4)，如伊成俊等指出在鞍山地区的鞍山群中有六大片麻岩穹窿，其中鞍山穹窿呈直径约十公里的圆穹形，发育比较完整。它们之间环绕着一套角闪岩相变质岩和条带状铁矿，一般呈复向斜带状。

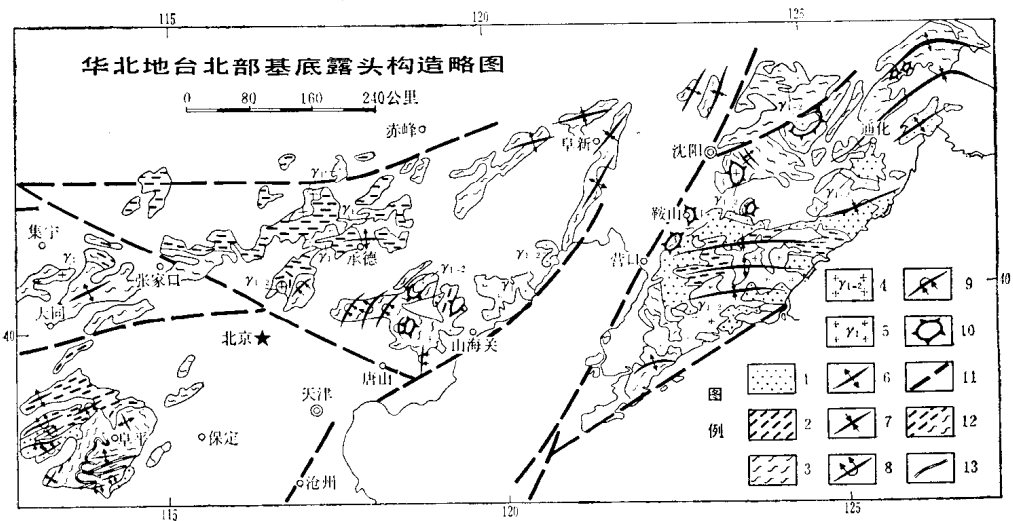


图 4 华北地台北部基底露头构造略图

1—早元古宙上部，2—早元古宙下部，3—太古宙，4—太古—早元古宙花岗岩，5—太古宙花岗岩，6—复背斜，7—复向斜，8—倒转复背斜，9—倒转复向斜，10—片麻岩穹窿，11—断裂，12—片理、片麻理，13—碳酸盐岩标志层
(谭应佳编)

此外，在吉林靖宇县西北的鞍山群中，河南嵩—箕山区的登封群中，乃至早元古宙五台群中都有花岗一片麻岩穹窿的分布。特别值得提出的是冀东迁西群中迁安复杂褶皱穹

窿，它呈直径约30公里的圆穹形，其西半部露头良好，为经过多期变形的褶皱带，从北东走向向南转为南东至东西走向，呈半圆形。核心部分主要是紫苏混合岩化花岗岩，翼部褶皱一般是向着穹窿核心同斜倒转的。

早已熟知，区域变质和花岗岩化过程中可使岩石密度降低，体积增大，使之具备浮动的能力。这不仅是向上的作用，也可引起水平方向上的挤压，造成周围岩系的褶皱。因之深地壳底辟为太古宙变形的特殊性，如褶皱的多级组合，不协调性，不同方位褶皱的交叉等，提供了一个解释，其形成机制可归因为岩石的体积变化和重力影响。

更深层的挤出有地幔隆起或地幔底辟，有些地质家把它看作是构造作用的主要动力。我国许多大地震的震源都位于地幔隆起的边坡上，重力梯度较大的位置，可能是地幔起的势能，在地壳中经过水平再调整和释放能量的表现。

最后还须指出的是重力构造还有次生作用，即对先在构造的改造，使原有构造状态和性质发生转变，如最常见的是正断层上部受重力构造影响，断面反倾，造成类似逆冲断层的假象（图5）。

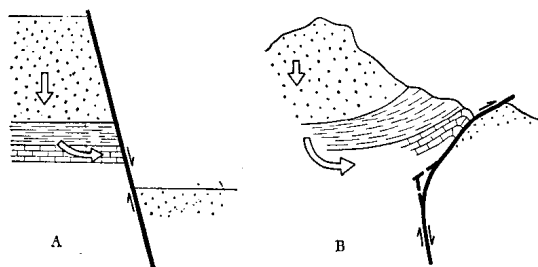


图 5 重力次生作用图

由于重力构造作用的影响，使正断层（A）上部转变成逆冲断层（B）。这是较塑性的地层在强硬岩层载荷下，横向扩展挤出的结果

四、结 语

地球构造演化的力源是多样的，过程是复杂的，包含着许多对矛盾，如地球内部热能及其分布的不均匀性，足以能够成为构造作用的驱动力。再就是作为基础的地球内部物理—化学作用，改变着物质的密度和相态，而物理—化学平衡的破坏，将产生地球不同圈层中的分异和对流，特别是各圈层的横向不均匀性，也是引起构造作用的重要因素。还有地球自转的惯性离心力等。这些力量之间的相互作用和相互转化，推动着构造运动的发展，相继产生各种类型的地质构造现象。但各种作用力又是统一的，从广泛的意义上讲，地球里所有的物质变位，最终都是在重力的控制和影响之下。

重力作用的趋势是使地球上一切物体尽可能地取其最小位能，从而处于一种相对稳定状态，或均衡状态。但热和相变等力源，总是不断地破坏这种均衡，使之处于不稳定状态，重力则继续作用，以期达到新的均衡。这就是重力不稳定性引起的均衡调整过程，正是这种过程制约着大地构造发育，体现各种吸引和排斥对立统一的运动形式，如挤压和拉伸，垂直与水平和活动与稳定等，并在很大程度上塑造了地壳结构的基本形态，这就是线性构造和环块构造相间的格局。这一统一的地球动力学过程就是均衡的破坏均衡的建立和再破坏的旋迴性发展，而不平衡是永久的，运动是绝对的。

在工作中蒙刘和甫，王燮培、吕新媛同志热情协助，特此致谢。

主要参考文献

1. 李四光, 1973, 地质力学概论, 科学出版社。
2. 李四光, 1958, 关于《旋卷构造及其他有关中国西北部大地构造体系复合问题》一文的讨论。旋和卷一般扭动构造及地质构造体系复合问题, 第一辑, 副刊 90—120页, 科学出版社。
3. 张文佑、叶洪、钟嘉猷, 1978, 断块大地构造学说的理论与实践。现代科学技术简介, 528—542页, 科学出版社。
4. 张伯声等, 1978, 中国镶嵌地块的波浪构造, 国际交流地质学术论文集(1), 地质出版社。
5. 黄汲清、任纪舜、姜春发、张之孟、许志琴, 1977, 中国大地构造基本轮廓, 地质学报, 2期。
6. 翁文灏, 1929, 中国东部中生代造山运动, 中国地质学会志, 8卷, 1期。
7. 朱森、吴景桢、叶连俊, 1931, 四川龙门山地质, 四川地质调查所, 地质丛刊, 第四号, 84—164页。
8. 马杏垣、索书田、闻立峰、王维襄, 1975, 河南嵩山区震旦系古构造型式, 地质科学, 1期。
9. 武汉地质学院嵩山队, 1977, 河南嵩山区前寒武纪构造形变史及古构造型式, 地质科学, 2期。
10. 马杏垣、游振东、谭应佳、蔡学林, 1963, 中国东部前寒武纪大地构造发展的样式, 地质学报, 43卷, 1期。
11. 狄塞特尔, L. U., 1956, 构造地质学, 张文佑译, 科学出版社, 1964。
12. Belousov, V. V., 1977 Gravitational instability and the development of the structure of continents (attempt at a synthesis), In: Energetics of geological processes, Springer-Verlag, p3—18.
13. Bucher, W. H., 1956, The role of gravity in orogenesis, Geol. Soc. Am. Bull., Vol. 67, P. 1295—1318.
14. Carey, S. W., 1976, The Expanding Earth, Elsevier Scientific Publishing Company.
15. De Sitter, L. U., 1954, Gravitational gliding tectonics, An essay in comparative structural geology. Am. Jour. Sci., Vol. 252, P. 321—344.
16. Jacoby, W. R., 1973, Gravitational instability and plate tectonics, In: Gravity and Tectonics, New York, Wiley, P. 17—33.
17. Krebs, W., 1975, Formation of Southwest Pacific island arc-trench and mountain systems, Plate or global vertical tectonics, Am. Assoc. Petro. Geol. 59(9), P. 1639—1666.
18. Machado, F., 1975, pulsations of tectonic phenomena and tectonophysical mechanisms, Geol. Rundschau, Band 64, Heft 1.
19. Maxwell, J. C., 1968, Continental drift and a dynamic earth, Am. Scientist, V. 56, No. 1.
20. North, E. K., 1964, Gravitational tectonics. Bull. Canadian Petroleum Geology, Vol. 12, No. 2.
21. Press, F., 1973, The gravitational instability of the lithosphere. In: Gravity and Tectonics, Wiley-Interscience, P. 7—16.
22. Reyer, E., 1888, Theoretische Geologie. Stuttgart.
23. Ramberg, H. 1967, Gravity, deformation and the Earth's crust. New York, Academic Press, 214p.
24. Taylor, F. B., 1910, Bearing of the Tertiary Mountain Belts on the origin of the Earth's plan, Geol. Soc. Am. Bull., V. 21, P. 179—226.
25. Van Bemmslen, R. W., 1956, The Undation theory of the development of the Earth's crust, 16th Int. Geol. Cong Rept., Washington, vol. 2, p. 965—982.
26. Van Benneien, R. W. 1954, Mountain Building.
27. Van Bemmslen R. W., 1977, The undation theory, Geologie en Mijnbouw, Vol. 56.No.3.P. 263—269.
28. Wegener, A. 1912, Die Entstehung der Kontinente, Peterm. Mitt., v. 58, pp.185—195, 253—256, 305—309; Geol. Rundschau, v. 3. pp. 276—292.

Gravity and Tectonics

Ma Xingyuan So Shutien Wen Lifen

(State Seismological Bureau) (Wuhan College of Geology)

Abstract

The importance of gravity in the geotectonic processes and the concept of gravitational tectonics are reviewed. A tentative classification of gravity tectogenesis is proposed, which includes eight types of gravitational tectonic processes, called here 1. collapse, 2. slumping, 3. gliding, 4. spreading, 5. uplift and subsidence, 6. compaction, 7. growth and 8. squeezing out. Examples of all these types are given. The first four classes are mainly in the form of horizontal movement and the others resulted from differential movement operating primarily in a vertical sense.

It is suggested that the gravitational instability appears in different scales at different levels within the earth and the development of the structures of the earth crust is closely associated with it as the principal cause of geotectonic processes.

东海构造的形式与演化

金翔龙 喻普之

(中国科学院海洋研究所)

东亚大陆与太平洋之间海沟—岛弧系的内侧，引人注目的分布着一连串的边缘海，鄂霍茨克海、日本海、东海和南海等（图 1）。它们在我们认识东亚大陆与西太平洋的构造关系中，似乎起着“钥匙”的作用。我国著名地质学家李四光教授指出^[1]：这里总称为新华夏海的那些海，即渤海、黄海、东海和日本海的起源仍然是一个问题，这个问题除了它自

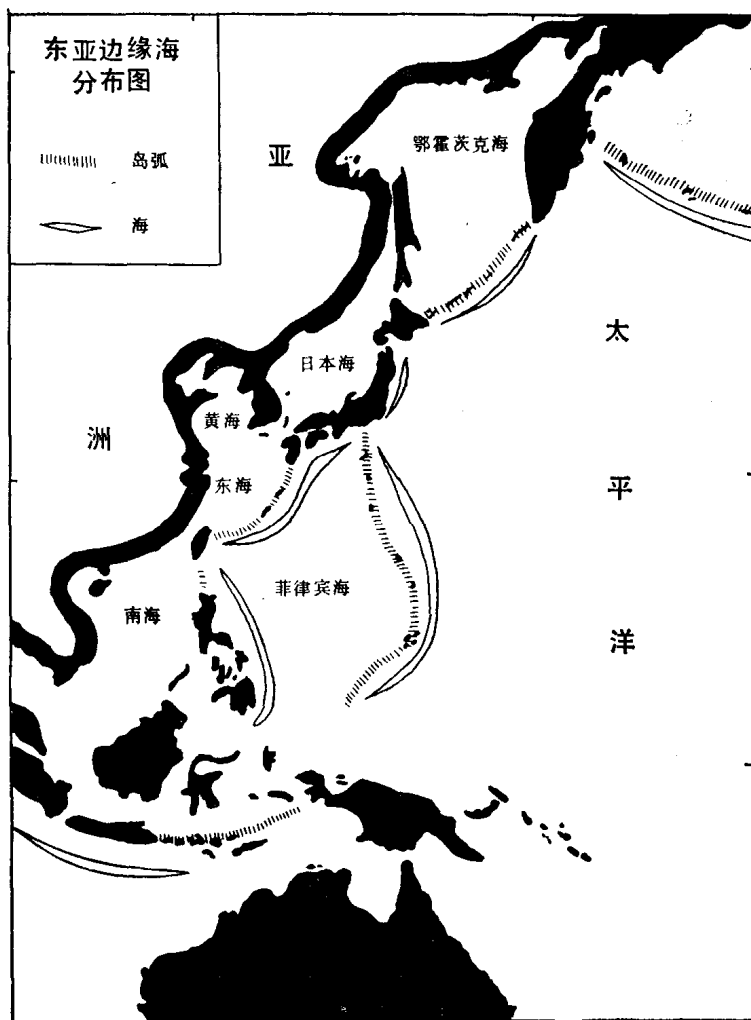


图 1 东亚边缘海分布图

身的意义之外，它对太平洋盆地的发育问题的重要性并不亚于它对东亚大陆的构造历史的重要性。

东海把中国大陆及台湾，日本与琉球群岛及朝鲜连成一个整体。很久以来，人们在研究周围陆地地质构造时，也就密切注意东海的构造。早在三十年代，李四光教授就指出^[2]，东亚大陆边缘存在北北东方向相间排列的三个隆起带和三个沉降带，称之为新华夏构造体系。由于受到纬向构造的干扰，在沉降带内又造成各自独立的盆地，东海便是第二沉降带中的一个盆地。1939年日本地质学家大塚（Otsuka）在研究日本新生代的地质历史时^[3]，提出了从库页岛、日本、琉球群岛到台湾，发育三条褶皱带。此后，至七十年代，我国及美、日等国的学者，相继对黄海、东海展开了大规模的地质与地球物理调查^[4,5]，证实了在东海底有五个构造带的存在，即福建—岭南地块，东海拗陷，台湾—突道褶皱带，冲绳海槽和琉球海沟—岛弧带。R. Leyden^[6]，W. Ludwig^[7]等对东海至菲律宾海做了一些有意义的折射地震工作。1975年木村政昭据日本西南部的陆地与海底地质资料，着重讨论了东海的新构造特点与性质^[8]。1977年金翔龙对黄东海的构造划分出七个带并探讨了它们的发展史^[9]。至今，虽然对东海的构造带划分做了一些工作，然而对东海各构造带的性质与成因的探讨却不是很充分，看法也颇不一致。本文拟就东海及邻区的地质与地球物理资料，试图探讨东海构造发展模式与成因。

一、东海的地质与地球物理特征

对东海海底地质与地球物理的调查研究，获得了若干资料，简述其结果如下：

1. 海底地形。东海略呈扇形，扇面撒向西太平洋。南北长1200公里，东西宽约400公里。西部为宽阔的大陆架，占东海总面积的66.7%；东部为向西太平洋过渡的大陆斜坡带，占东海总面积的33.3%。东海大陆架北宽南窄，海底向东南倾斜，平均坡度 $1'17''$ ，平均水深72米，大部分海域的水深为60—140米，陆架外缘在120—200米水深处。陆架区又约以50—60米水深分为东西两部分。西部岛屿林立，水下地形复杂；东部总的趋势是开阔较平缓。在水深为70—110米的地带，根据林美华同志的意见，海底并不十分平缓，有众多的水下高地与凹地，相对高差5—15米不等，形状不一，大致与陆架走向一致。东海大陆斜坡带，呈弧带状，地形很陡，一般为 3° 。陆坡主体地形为冲绳海槽，是一个北北东—南南西走向的水下弧状槽地，与琉球海沟—岛弧系相伴生。它南深（2717米），北浅（600—800米），槽底略有起伏。东侧有水下火山分布。冲绳海槽之东为琉球群岛和日本九州的水下岛架。岛架宽度不大，有众多的第四纪水下火山呈北北东方向分布，岛架地形复杂。

总观东海的海底地形，呈一个向西南收敛，向东北撒开的巨大扫帚状。北北东—南南西方向的水下地形，经过宫古岛突然转向南西西，与台湾东海岸相交，差不多与台湾的主要构造地貌的走向直交，这是一个十分有趣的构造地貌现象（图2）。

2. 地磁场。东海地磁场总强度从台湾北部的近海到济州岛附近，大致在44000—48000伽玛左右之间变化。台湾北部的近海地磁场有些紊乱，然而大致仍表现为北北东方向，反映出磁性基底受到断裂与岩浆活动的干扰。从宫古岛以北，地磁场总强度等值线表现出北北东方向的走向。在 28°N 、 $124^\circ\text{—}125^\circ\text{E}$ 附近，有一个向东南突出的正异常。这些都完全