

沉积盆地成因与地球的均衡作用

赵重远

(西北大学地质系)

前言

人们认识到地球上沉积盆地存在已有一百多年历史。一百多年来,人们对沉积盆地的成因问题提出了许多见解,最早识别出沉积盆地,并给它以“地槽”概念的霍尔(J·Hall,)就认为沉积盆地是在沉积物负载的重力作用下生成的。最近十几年来,虽然随着板块理论的发展给沉积盆地成因的研究增添了许多新认识^[1],但由沉积物和水体负载导致的均衡作用还始终被认为是沉积盆地生成的原因之一。因为这一因素不易被人们所觉察,所以在具体考察某一沉积盆地的成因时便往往被忽视,或被置于可有可无的地位。

本文强调了地球均衡作用在沉积盆地形成和发育中的重要作用。指出沉积盆地是地球上部某一地段的均衡状态被破坏的情况下,重新进行的均衡调整中发生和发展的。它首先要仰赖在地表出现突出于地表的正地形和相对凹下的负地形,正地形的剥蚀物堆积于负地形而形成沉积盆地。而盆地的长久下沉与蚀源区的长久剥蚀,多数情况必需有地球均衡作用的参予。

一 均衡概念的发展——从地壳均衡到地球均衡

为了说明地表形态的起伏,如山脉、高原、平原和海洋等是得到它下面物质密度差的补偿而达到重力平衡的那种理想状态,1855年普拉特(J.G.Pratt,)和艾利(B.D.Airy,),同时提出了两个不同的均衡模型:普拉特模型和艾利模型。他们认为,漂浮在密度大的物质上面,表面起伏不平的地壳是通过它下面物质密度的补偿以达均衡的。1889年,杜顿(C.E.Dutton,)称这种均衡为地壳均衡。

普拉特模型(图1a)设想,地壳下面与液态物质接触的地方为一理想平面,地壳因其内部密度不同而在地表显出起伏,如密度小者升起为高山或高原,大者降低为平原或海床,但在底部的平面上却承受相等的压力,那个理想平面称为均衡面或等压面。

艾利模型则认为地壳的密度是均一的。因而,在地壳不同地段截取单位面积相等的地壳柱体,则相当于高山、高原的柱体,它们在地表上的形态不仅是突出的,而且在地下的部分也必然是没入于液态物质较深的;相反,相当于平原和海床的柱体在地表上是低平的,在地下也没入的不深,即地壳柱体没入液态物质中的深度与它们的长度成正比。

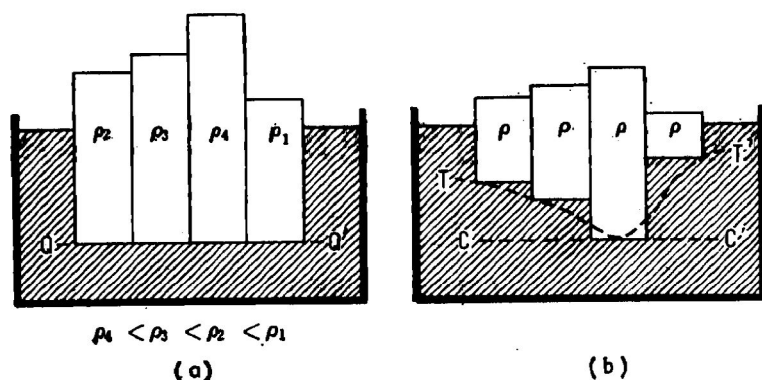


图1 地壳均衡模型示意图

- (a) 普拉特模型：用漂浮在水中的截面积相同、重量相同而密度不同的柱体物质表示。
 (b) 艾利模型：用漂浮在水中的截面积相同、密度相同而重量不同的柱体物质表示。
 Q—Q' 均衡面； C—C' 补偿面或均衡代偿面； T—T' 均衡调整面。

从图中可见，相当普拉特模型均衡面的地壳底面是不平的，在这个不平的面上所承受的地壳柱体压力也不相等，本文将称它为均衡调整面（图1b中T—T'）。不过，该面的位置不是在地壳下面，而是在岩石圈下面。如果把艾利模型的液面作为一面镜子，各柱体的外部形态正好与没入液面以下的下部形态是镜象反映。我们将利用这种关系来说明均衡调整面（软流圈顶面）以及与均衡调整面大致作同步变化的莫霍面的变化原理。

与普拉特模型相比，艾利模型也有一个均衡面，不过它却位于没入液态物质中最深的，同时也是最长的那个地壳柱体的底面所在深度（图1b中的C—C'）。除这一地壳柱体外，其余凡未没入到这一深度的地壳柱体如要加于这一均衡面以与该最长地壳柱体相等的压力，其本身重量的不足之数必须由它各自底面以下至均衡面间的液态物质柱体重量予以补偿。因此，这个面上所承受的压力也是相等的，即是一个等压面。霍姆斯^[2]称其为补偿面或均衡代偿面，他选择了四个不同地貌单元的地壳柱体以说明均衡原理（图2）。从图中可见，莫霍面可相当于图1b中的地壳柱体底面，与高山地壳柱体底面位于同一水平面上的均衡代偿面则位于地幔之中（图2中的C—C'），并通过地幔物质的补偿使均衡代偿面所承受的各柱体重量相等，如高山柱体加于均衡代偿面上的压力约为： $54\text{Km} \times 2.8 = 15.12 (\text{T/cm}^2)$ ，平原柱体加于均衡代偿面上的压力约为： $30\text{Km} \times 2.8 + 20\text{Km} \times 3.3 = 15.00 (\text{T/cm}^2)$ 。据今所知，莫霍面以下的上地幔部分并不是液态，而是同地壳一样属于固态。只是到了岩石圈以下的软流圈时，物质才变得具有粘塑性了。所以，现在也有人将均衡代偿面移到了岩石圈底面处^[3]，或者称其为岩石圈均衡。实际上，地球的均衡作用是超出地壳或岩石圈范围以外，包括地球内部各圈层在内的统一运动。所以，正确地说应是地球均衡。

从已有比较充足的地球物理和天体物理资料得知，地球内部是分圈层的，它的密度以地核为最大（13克/厘米³），向外各圈层依次降低，到了地壳只有3.1—2.7克/厘米³。地球内部密度的分异和圈层的划分说明，地球具有使自己成为一个理想球体的能力，其外部通过地球物质的内聚力使它与外空间的接触面积尽量缩到最小限度；内部则通过密度的重力分异在内聚力作用下使其密度与物理状态不同的圈层同各自外层物质

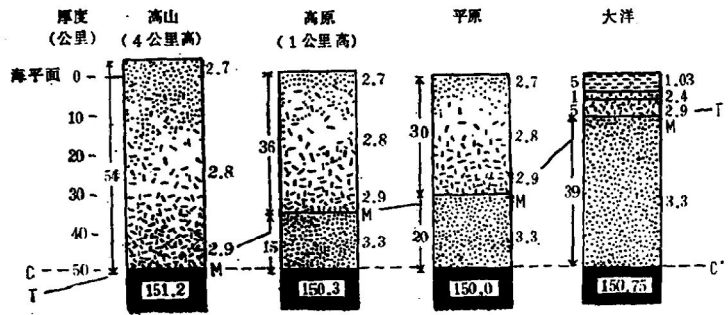


图2 用地壳不同地段截面积相同的地壳柱体表示的地壳均衡

设想莫霍面以下的上地幔为液态。C—C' 均衡代偿面；T—T' 均衡调整面。

(据 Holmes, 1965。本文作者增加C—C' 和T—T' 线)

的接触面积也尽量缩小到最小限度。它的最终结果就是要使自己成为一个各圈层密度均一，并是同心球结构的理想球体，其表面的任一点上我们将会测得相同的重力，这就是理想的地球均衡。不过地球的均衡现象常被其它的地球运动干扰和破坏，使它难以甚至无法达到理想的均衡状态。

二 均衡调整面及其同莫霍面和地表形态之间的关系

我们讨论地球的均衡作用，特别是地球均衡作用对地壳或岩石圈构造以及沉积盆地形成的影响，主要对象是地球的上部，即软流圈和岩石圈。因为据今所知影响地球成为一个理想球体的各种内、外地质作用，相对来说，愈靠外部愈比内部剧烈。

软流圈是地球各圈层中最外一层内部物质有较大塑性或流动性的圈层。在地球上部，软流圈使自己表面成为理想球面的能力比它外面刚性的岩石圈具有更大的可能性或潜在力。因而，在地球均衡作用的总背景下，它是地球上部进行均衡调整的一个直接动力。在这个动力支配下，软流圈顶面被上覆之较重岩石圈向下压为凹陷的部分具有力图向上升起的势能；相反，因上覆岩石圈较轻，软流圈相对向上凸起的部分则有向下拉平的趋势。但是，从地球的瞬间均衡角度看，除软流圈内部物质密度的改变外，其顶面形态的任何改变都要依靠岩石圈物质的再分配，如山脉被侵蚀削低，削蚀产物在地壳另一地段堆积，软流圈顶面即将因之而上升或下降，以补偿岩石圈失去或增加的重量，使其达到新的均衡。可以认为，软流圈顶面就是地球上部均衡作用的一个调整面，故称为均衡调整面，如图1b和图2中的T—T'（该二图中所表示的均衡调整面是将地壳以下的上地幔设想为液态时的情况）。如若将均衡调整面设想在岩石圈与软流圈之间，根据艾利模型，在地球均衡作用完善的地区软流圈顶面的形态就应该与地表形态呈镜象反映关系。

关于软流圈顶面即均衡调整面的形态，由于测量手段不足，目前只能从理论上加以推测。根据已有较多的莫霍面形态资料表明，在岩石圈的大范围内，甚至在很小的局部地区，莫霍面也普遍与地表形态是镜象反映关系^[2,4,5,6]。这种关系给人们的印象好象

莫霍面就是均衡调整面,它服从于艾利模型,在地壳密度不变的情况下依赖于地壳的厚度变化而变化。但实际上因为有效的均衡调整作用系发生在软流圈与岩石圈之间,在地球均衡过程中岩石圈是作为一个整体参予这一运动的。莫霍面之所以表现出与地表形态有镜像反映关系,是因为它在地球均衡过程中采取了与均衡调整面步调相同的变化。所以,正确的认识是:莫霍面的形态在一定程度上是均衡调整面形态的反映。

三 地球均衡的破坏和沉积盆地的形成

前已述及,地球均衡的最终目标是要达到各圈层密度均一,并是同心球结构的理想球体。但是,在地球均衡过程中地球本身还经常有各种各样的运动干扰它的均衡作用和破坏它已取得的某种均衡状态,使它无法达到理想目标。

在干扰和破坏地球均衡的各种形式地球运动中,地球内部的热能是一个总根源。从现在人们认识的水平看,热能可以改变地幔密度的均匀程度,引起地幔对流,导致地幔上拱,使岩石圈发生隆起,遭受侵蚀。或者在隆起顶部发生张裂,产生裂谷,有时裂谷进一步张开,导致地幔物质上涌,产生新洋壳,形成新生洋,如今日的红海。新生洋的进一步发展可因海底扩张而形成大洋,如大西洋。海底扩张的结果引起岩石圈消亡,也可以引起在对流地幔载负下的大陆漂移,以及在漂移过程中可能发生的大陆碰撞。上述种种,可能是:因软流圈物质密度减小或增大,改变了对上覆岩石圈补偿的幅度;因底辟作用使岩石圈局部向上突起,并在突起的部分拉张减薄;因岩石圈强力向软流圈下潜,迫使软流圈物质作非均衡作用地向旁侧流动;因岩石圈板块发生漂移,改变了它与软流圈间的均衡关系,以及因大陆碰撞,二大陆间的陆缘沉积、大洋沉积和部分洋壳产生挤压褶皱,使地壳局部增厚,等等。都可干扰地球均衡作用,破坏地球的原有某种均衡状态。另外,其它天体的引力也可能对地球的均衡发生干扰,如日、月引力可使地壳升降达几十厘米,即固体潮,亦不可忽视。

当地球的均衡作用受到干扰或地球的原有某种均衡状态被破坏以后,地球的均衡作用便力图恢复自己的能力并修复地球受到的创伤。这项工作包括地下的软流圈,通过其顶面(即均衡调整面)形态的改变,调整它与上覆岩石圈负荷间的关系,和地表对新生高地或山脉的剥蚀和对新生凹地的填塞,使它力图向理想的均衡状态发展。

当地球均衡作用以外的其它形式运动(我们笼统地称其为构造运动)破坏了地球的均衡状态时,以这种或那种形式产生的地表凹陷便成了沉积盆地形成和发育的基础。这种凹陷:有因岩石圈拉张的细颈作用而产生;有因岩石圈挤压向下弯曲而产生;或因向上拱起,在顶部由拱张断落而产生;或者如费希尔^[1]列举的由热鼓胀—侵蚀—冷缩方式、致密地幔物质贯入地壳或地壳底部岩相改变等而产生,等等。同时在地表生成的高地或山脉则成了供应凹陷沉积物的源地。

但是,由上述构造作用生成的凹陷不是在任何情况下都能维持到使凹陷下沉到现在大多数沉积盆地所能达到的深度。同时由构造作用生成的高地或山脉也不是在任何情况下都能继续上升以维持必要的高度,保证给沉积盆地以充足的物质供应。沉积盆地中的绝大多数所以能够发育到今日的状态,乃是因为有地球均衡作用的参予。

地球均衡在沉积盆地发育中的作用就是它能通过均衡调整面的变化随时对改变了厚度或重量的岩石圈负载予以调整,使盆地较长期地维持下沉状态和山脉、高地较长期地维持上升和处于被侵蚀的境地。原来在地球均衡过程中,除软流圈有较大能力使自己的表面成为理想的球面外,岩石圈表面在外动力地质作用下也有使自己成为理想球面的能力。这种能力是通过内部均衡调整面的调整和外部侵蚀沉积作用的削高塞低、填平补齐表现的。这一过程也是沉积盆地形成和发育的过程。对沉积盆地而言,构造作用所能使岩石圈下沉达到最大深度时,盆地沉积作用也就停止了。然而事实上对无处不有的均衡作用是无法排除的。因为岩石圈除表面不平外其底面也是不平的,即使其表面被削平补齐了,因底面的不平,即岩石圈的厚度或质量仍不均一,在地球均衡作用支配下表面还会出现不平的,即被削蚀的山脉或高地还要按照艾利模型表现的比例继续上升——供应盆地的沉积物蚀源地得以维持被削蚀的状态;接受沉积的盆地因沉积负荷不断加重,同样要按艾利模型表现的比例继续下沉——盆地得以维持和接受更多的沉积物。

由此可见,沉积盆地的形成首先要依赖在地表出现的突出于地表以上的正地形和相对向地壳内凹进的负地形,同时还要依赖地下均衡作用的配合。被削蚀的正地形要在负荷减轻后均衡调整面上升的驱使下继续上升,保持它处于被削蚀的状态;接受沉积的负地形要在沉积负荷加重力的压力下迫使均衡调整面下降,维持它能继续接受沉积的负地形状状态。

四 地球均衡在盆地形成中的作用

地球的均衡作用是一种无时不在无处不有的经常性运动,而地球均衡以外的构造运动则是有间歇性的,时有时无,时强时弱。当构造作用破坏了地球的均衡状态时,均衡作用可能暂时受到了抑制,但也可能更促进了均衡作用的发展。一旦构造作用减弱或停止时,在前者情况下,均衡作用便会马上恢复发展;在后者的情况下,均衡作用便继续向着更高级的均衡状态前进。可举鄂尔多斯盆地和渤海湾盆地为例,对以上两种情况加以讨论。

中国东部在三叠纪晚期由于欧亚板块和太平洋板块的左旋剪切运动,曾在剪切兼挤压作用下生成了一条西部拗陷带和一条东部隆起带。鄂尔多斯盆地是西部拗陷带中的一个组成部份,渤海湾盆地是在东部隆起带上发展起来的。鄂尔多斯盆地的地壳在强力剪切挤压作用下向下弯曲,成为盆地发育的基础。目前还没有详细的鄂尔多斯盆地地壳厚度图,但从全国地壳厚度图^[7]上可见,该盆地的地壳厚度基本上保持在42公里左右(这是地台区的一般地壳厚度)。盆地中部尚有一推测的地壳增厚区(43公里),表明莫霍面在盆地中部可能稍许下降。从盆地内的最大沉积厚度可达5000余米,而地壳并没有象沉积厚度很大(8000—9000米)的渤海湾盆地那样的变薄现象,说明它是与其剪切挤压成因一致的。因此可以认为,该盆地发育早期系在构造作用下使岩石圈下弯而下沉,而岩石圈下弯即迫使均衡调整面下降。值得特别指出的是,此时均衡调整面的下降并不是为了调整它上覆岩石圈本身的负荷,而是岩石圈在外力作用下强使的。所以

到了晚中生代,特别到了第三纪当欧亚板块与太平洋板块的左旋剪切运动逐渐减弱以至停止以后,因为盆地内的沉积物负载尚补偿不了外力加于盆地岩石圈下弯的力量,均衡调整面遂又逐渐回升。所以盆地也相应上升,并日趋灭亡。这是构造作用抑制均衡作用的发展,而一旦构造作用解除后,均衡作用恢复,从而导致盆地灭亡的例证。

位于东部隆起带上的渤海湾盆地则是另外一种情况。该盆地最初(侏罗、白垩纪)是由隆起顶部拱张断裂生成的小型地堑发展起来的,后来(始新世以后)又受到了太平洋板块转向欧亚板块下边俯冲时俯冲带前方拉张作用的加强。所以渤海湾盆地是一个先由拱张而后又转变为拉张作用形成的盆地。当晚三叠世在华北地区先生成隆起带时,那里的地壳厚度并未减薄,但是因为隆起构造本身的支撑,减小了岩石圈对均衡调整面的压力,均衡调整面可能稍有上拱。因为在全球范围内大洋和平原地区同山脉和高原地区相比,均衡调整面是向上抬起的,所以这种上拱顺乎该地区均衡作用的发展。当隆起顶部发生拱张断裂以后,地壳便稍有变薄,而当盆地进入拉张时期以后,地壳则应大为减薄,均衡调整面则应更进一步向上抬起。目前,渤海湾盆地的地壳最薄者仅33—35公里,莫霍面明显向上凸起,符合上述判断。特别是因渤海湾盆地断裂极为发育,使岩石圈的强度大为减弱,沉积物负载也比较容易打破岩石圈的支撑,所以,渤海湾盆地的均衡作用也发育的更为完善。该盆地的莫霍面形态同盆地内的构造分割面貌呈极为相似的镜像反映关系,也正是这个原因。这是构造作用促进了均衡作用发展,二者共同推进盆地发育的例证。

除此而外,在自然界还应出现第三种情况,即盆地的形成并没有一个构造凹陷作为基础,而完全是由地球均衡作用导出的。对于这种盆地,本文称其为沉积触发盆地。

所谓沉积触发盆地,指的是盆地最初赖以生成的基础并不是一个构造凹陷,而只是一个简单的相对凹下的负地形。盆地的形成则完全要仰赖起初堆积于这种负地形处的沉积物,在其本身重力作用下迫使岩石圈下弯以至打破岩石圈支撑,触发岩石圈在均衡作用支配下下沉,从而生成盆地。

沉积触发盆地主要位于与蚀源地靠近的山脉和隆起侧缘。因为那里有可在较短地质时期倾泻下来的大量堆积物作为触发岩石圈下沉的原始动力。例如在我国西部褶皱山脉前缘形成的一系列山前拗陷;东部地台区曾由黄汲清(1962)明确指出的许多所谓轴缘拗陷,其中有许多都有较大可能单是由沉积触发生成的。否则,如果不是在山脉或隆起侧缘一定伴生有其它可触发生成盆地的某种条件,这样普遍地在山脉和隆起侧缘生成盆地将是无法理解的。

除此而外还应指出,沉积触发盆地在大陆边缘大量存在的可能性,特别是在濒临大西洋和部分印度洋的稳定大陆边缘。因为大陆边缘是陆源物质堆积的最后一个场所,沉积物有足够的供应,而且岩石圈也是较少破裂的。

但是,目前还难以十分肯定地指出那些盆地完全是由沉积物负载触发的。因为要这样做,除非在那个盆地根本找不到任何可生成盆地的构造原因,否则就得准确地将后期混入的构造因素分离出来,目前还缺乏足够的这样的资料。瓦茨等^[8,9,10]研究了大西洋陆缘盆地的形成问题,他们曾用生物地层资料进行定量计算,认为大西洋陆缘的沉积物聚集对岩石圈造成了一种负载,使岩石圈在这一负载作用下下弯生成盆地。

沉积触发盆地应是稳定克拉通内部盆地形成的一种主要形式。过去, 即地幔对流说出现以前, 只能认为克拉通内部盆地是令人难解的地壳的一种简单坳陷, 但现在却试图用地幔柱或热点的原理来解释一切这样的盆地, 或为这样的盆地增加这样的成因因素。如哈克斯贝^[11]和巴克分别对密执安盆地和乍得盆地成因所作的解释或补充解释。作者并不反对盆地成因中的地幔柱或热点因素, 但应指出, 无论如何地幔柱或热点的存在绝不会象地球均衡作用那样普遍, 如据摩尔根^[12]统计, 当前世界上发现的地幔柱仅有 21 个, 并且只有 4 个是在大陆上。

以上讨论的三种盆地形成方式, 根据盆地最初形成(触发)的原因和地球均衡作用参予的程度可分别称其为构造控制盆地、构造触发盆地和沉积触发盆地。构造控制盆地指完全在构造作用下形成和发育的盆地。它基本上是反均衡作用的, 如挤压作用生成的向斜盆地, 岩石圈消减在消减带上生成的海沟盆地。构造触发盆地指的是在地球均衡作用被破坏的情况下, 最初利用构造作用产生的凹陷发展起来的盆地, 在其后来发展中, 构造作用与均衡作用相辅而形成均衡作用逐渐占居优势, 这种盆地的力学性质多属张性。沉积触发盆地除其最初形成时不是利用构造凹陷, 而是仰赖堆积于负地形处的沉积物本身的重力作用, 触发岩石圈下沉, 在其发展过程中也可能因重力作用导致地壳或岩石圈破坏, 产生某种构造现象(如正断层), 并且也促进了盆地的发展。

五 盆地发育的成熟度

根据沉积盆地发育与地球均衡作用的关系, 本文拟提出一个盆地发育成熟度的概念。所谓成熟度, 指的是沉积盆地的重力负载是否已经打破了岩石圈的支撑, 将该负载加到了软流圈上, 并导出了均衡作用, 此时盆地已进入在均衡作用支配下发展者称为成熟盆地, 否则为未成熟盆地。

无论何种盆地, 其中的沉积物和水体负载要达到地球非要对它进行均衡调整不可的程度, 这种负载就一定要打破岩石圈对它的支撑。打破这种支撑要有一个过程, 它大体取决于岩石圈本身的强度、沉积物堆积的速度和水体的深度。在打破这种支撑以前, 由于盆地初形成时地貌反差强度较大, 沉积物堆积的速度也大, 但如没有其它构造因素促进, 岩石圈变形比较缓慢。在岩石圈沉降速度小于沉积补偿速度的情况下, 沉积物可能出现上垒现象, 并以粗碎屑为主。这时的盆地是不成熟的。

在盆地未成熟阶段, 岩石圈的变形从上向下减弱(有地幔底辟者除外), 但随着沉积负载的增加而逐渐向下发展。岩石圈变形的状态, 上部可能以拗曲为主, 向下逐渐变为以塑性流动(蠕变)为主, 并因物质向旁侧流动而导致岩石圈减薄。这时莫霍面的形态可能与盆地的基底形态一致(图3)。

成熟的盆地, 由于处于均衡作用的支配之下, 所以在其发育历史中应出现稳定的均匀下沉环境, 也就是沉积补偿速度大体与盆地下沉速度趋于一致。从这个意义上讲, 构造控制盆地在未打破岩石圈对其负载的支撑以前, 由于外力加于它的下沉速度可以等于或大于沉积补偿速度, 所以它可以在未进入受均衡作用支配以前提早达到成熟阶段。盆地成熟后的沉积物应以细粒碎屑岩和碳酸盐岩为主。在含油气盆地中是生油母岩沉积的

有利时期。

在成熟盆地中，如果盆地的发育处于均衡作用支配之下，由于盆地沉积物和水体负载一般补偿不了岩石圈因减薄而失去的重量，均衡调整面是要上升的，莫霍面也同它作同步变化。这时盆地地区即可出现盆地形态与均衡调整面和莫霍面呈镜象反映的图象（图3A、B）。如果盆地沉积物和水体负载可以补偿岩石圈因减薄而失去的重量，或者岩石圈在水平挤压下尚处于应变状态（构造控制盆地），不仅没有减薄，甚而还有所增厚，这时的均衡调整面是要下降的。莫霍面也同它作同步变化。盆地地区出现的莫霍面和

均衡调整面图象则和盆地基底一样，都是向下弯曲的（图3C）。只有在地幔底辟作用下以热拱张或热鼓胀—侵蚀—冷缩方式生成的盆地最容易成熟。这是因为在盆地形成过程中下有地幔上拱，上有沉积物和水体负载的重荷，很容易打破岩石圈支撑的缘故。而且由于在拱张和拉张作用下岩石圈厚度大为减薄，沉积物和水体负载根本补偿不了岩石圈失去的重量，即使在地幔底辟作用消失后，均衡调整面仍可保持在很高的位置。所以在这类盆地中可具有盆地形态与均衡调整面和莫霍面呈镜象反映的最清晰图象。

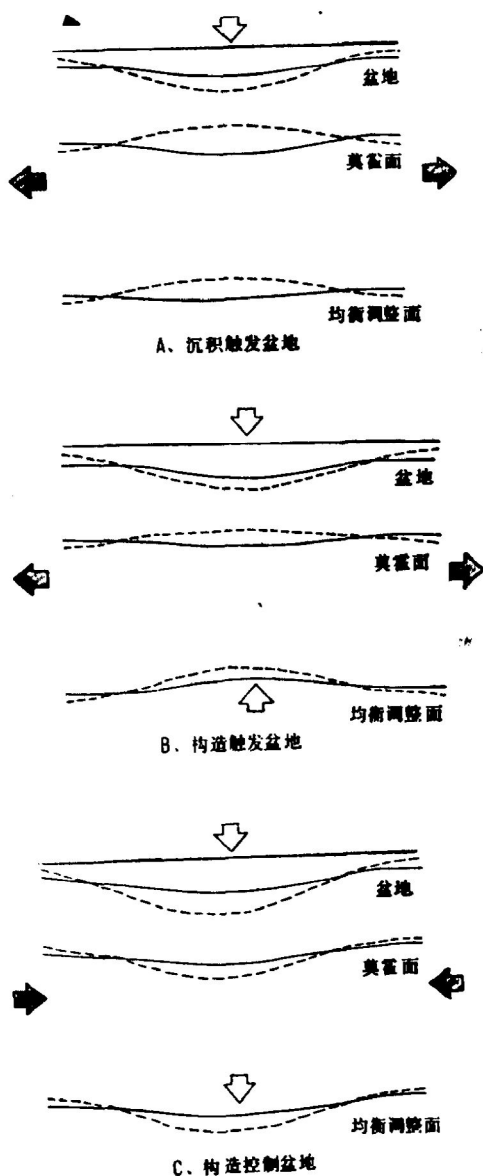


图3 沉积盆地发育和莫霍面、均衡调整面与盆地形态变化关系示意图

图中的实线和虚线分别代表盆地成熟前和成熟后，盆地、莫霍面和均衡调整面形态的变化关系。A、沉积触发盆地：成熟前因重力负载关系（由向下箭头指示），莫霍面和盆地形态一致，均向下弯；成熟后因岩石圈物质曾在重力作用下向两侧流动（由向两侧指的箭头表示）厚度有所减薄，均衡调整面即向上拱起，莫霍面与它同步变化，二者与盆地形态呈镜象反映关系。B、构造触发盆地：成熟前岩石圈因拉张（由向两侧指的箭头表示）由细颈作用在地表产生凹陷（由向下箭头指示），在地下均衡调整面向上拱起（由向上箭头指示），莫霍面因位于拉张中线以上，故也向下弯；成熟后均衡调整面和莫霍面均向上拱起，与盆地形态呈镜象反映关系。C、构造控制盆地：岩石圈在水平挤压下（由从两侧对指的箭头表示）向下弯曲（由向下箭头指示），因为重力负载一般补偿不了失去的加于岩石圈并使其下弯的外力，所以成熟前后均衡调整面和莫霍面均向下弯，与盆地形态不成镜象反映关系。

结 论

1. 地球均衡作用是地球作为一个整体及其内部各圈层的一种统一运动。地球上部的均衡作用主要是在岩石圈与软流圈之间进行的。软流圈顶面为地球进行均衡调整的一个调整面, 称为均衡调整面。

2. 沉积盆地是在地球上部某一地段的均衡状态被破坏时, 在同时开始的新的均衡调整中形成和发展的。在这种情况下, 沉积盆地的形成首先要仰赖在地表出现突出于地表的正地形和相对凹下的负地形。正地形被削蚀, 其产物在负地形地段堆积即可形成沉积盆地。但沉积盆地的发育必得有地球均衡作用的参予, 否则将无法维持盆地的长久下沉状态和蚀源地的长久被削蚀地位。然而在挤压或剪切挤压作用下生成的向斜盆地, 在应力解除前属于例外。

3. 根据沉积盆地最初形成(触发)的原因和地球均衡作用参予的程度, 可将其分为构造控制盆地、构造触发盆地和沉积触发盆地。

4. 根据沉积盆地发育与地球均衡作用的关系, 盆地可能有一个成熟度的问题。本文认为当盆地的重力负载打破了岩石圈的支撑, 进入在均衡作用支配下发展的时期以后即为成熟盆地, 否则为未成熟盆地。

(收稿日期 1980年5月17日)

参 考 文 献

- [1] Fischer, A. G., 1975, Origin and growth of basins. In *Petroleum and Global Tectonics*. Princeton University Press, Princeton and London.
- [2] Holmes, A., 1965, *Principles of physical geology*. Thomas Nelson and sons LTD, London · Edinburgh.
- [3] Kinsman, D. J. J., 1975, Rift valley basins and sedimentary history of trailing continental margins. In *Petroleum and Global Tectonics*. Princeton University Press, Princeton · London.
- [4] 常承法, 郑锡润, 1973, 中国西藏南部珠穆朗玛峰地区构造特征. 地质科学, 第1期。
- [5] 黄汲清等, 1977, 中国大地构造基本轮廓. 地质学报, 第51卷2期。
- [6] 阎敦实等, 1980, 渤海湾含油气盆地断块活动与古潜山油气田的形成. 石油学报, 第1卷2期。
- [7] 罗焕炎, 1979, 从大陆地壳动力学观点试论我国地震的成因和机制. 地震地质, 第1卷1期。
- [8] Watts, A. B. and Ryan, W. B. F., 1976, Flexure of the lithosphere and continental margin basins. *Tectonophysics*, 36, 25—44.
- [9] Sweeney, J. F., 1976, Evolution of the Sverdrup basin, Arctic Canada. *Tectonophysics*, 36, 181—196.
- [10] Burke, K., 1976, The Chad basin, an active intra-continental basin. *Tectonophysics*, 36, 197—206.
- [11] Haxby, W. F., Turcotte, D. L. and Bird, J. M., 1976, Thermal and mechanical evolution of the Michigan basin. *Tectonophysics*, 36, 57—75.
- [12] Morgan, W. J., 1972, Plate motions and deep mantle convection. *Geol. Soc. America, Mem.* 132, 7—22.

THE ORIGIN OF SEDIMENTARY BASINS AND ISOSTASY OF THE EARTH

Zhao Zhongyuan

(*Department of Geology, Northwest University*)

Abstract

The earth's isostasy, of which the final outcome will be the earth itself becoming an ideal spheroid with concentric sphere structure and uniform density in each sphere or layer, is a unified movement of the earth as a whole and its interior spherical layers. The asthenosphere is the outermost sphere of the earth, in which the material can flow. Therefore, isostasy in the upper part of the earth mainly occurs between the lithosphere and the asthenosphere. This means that the top surface of the asthenosphere can be considered as a surface of isostatic adjustment. Apart from isostasy, there are still other movements which may disturb and destroy the isostasy, such as mantle diapirs and compression or tension of the lithosphere. Sedimentary basins form and develop through new isostatic adjustment under the condition that the isostatic state somewhere in the upper part of the earth has been destroyed.

According to the initial cause of inducing subsidence of the basin and to what extent the isostasy has occurred in the course of basin development, the author divides basins into three categories: the first, caused by sediment-loading, is named sediment-induced basin; the second, by structure, is named structure-induced basin; and the third, not only caused but also controlled its development by structure, is named structure-controlled basin. Under the last case, the isostasy is insignificant. Moreover, the writer has discussed the mechanisms of their formation respectively.

Finally, on the basis of the features of the basin development, the author proposes and discusses the problem of the maturity of basins.