

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

# 造山与成盆作用形成于统一的动力学机制

邓乃恭 任希飞

(中国地质科学院地质力学研究所, 北京)

**内容提要** 造山带和盆地成因是当前地学研究两个热点。本文第一部分简述了多种主要造山理论和成盆学说; 其中挤压造山说与拉张成盆论在众多学说中仍占主导地位。一般都认为造山带和盆地形成于不同的地球动力学环境。第二部分结合我国地质实际, 提出了造山和成盆作用形成于统一的动力学环境, 即他们的形成是由于挤压后效——拉张-均衡造山、成盆。

**关键词** 造山作用 成盆作用 挤压后效 拉张-均衡造山 统一的动力学机制

造山带和盆地成因是当前国际地质学研究的热点, 也是解决大陆构造的突破口。本文将在当前主要造山理论和成盆学说的基础上, 根据我国地质实际, 提出了造山与成盆的内在联系和它们形成于统一的动力学机制。

## 1 造山带与盆地研究的进展

### 1.1 造山带

一般认为造山带是地壳挤压收缩运动造成的变形带。早在1859年美国地质学家霍尔提出“纽约州的阿巴拉契亚山是由那些原来沉积在下沉槽地内的沉积物堆积升高而形成的”<sup>[1]</sup>, 1873年丹纳正式把这种槽地称为“地槽”<sup>[2]</sup>, 用以表示地壳上强烈沉降并被沉积物所充填的拗陷, 并不涉及后期是否褶皱。将地槽回返与褶皱成山联系在一起, 首先是施蒂勒、奥布英、别洛乌索夫等人<sup>[3-5]</sup>, 提出地槽的沉陷和沉积是一个相对缓慢的渐变过程, 而由沉陷、沉积转向褶皱则是一个相对短暂的急剧过程。60年代板块构造学说问世之前, 地槽回返造山说在地质学中占统治地位。这个学说认为地壳相对于地幔不可能发生大规模的水平位移, 所以其研究的重点总放在槽地的成因、类型、性质和分布演化上。地槽回返造山说在当时大大促进了古生物地层学、沉积岩相与建造学说和区域地质构造学的发展, 但它无法使地质科学摆脱描述为主的状态。

60年代末兴起的板块构造假说, 认为造山带是岩石圈板块在其水平运动时相互作用的结果, 当大洋板块与大陆板块碰撞时, 密度大的大洋板块会俯冲到大陆板块之下, 形成俯冲型造山带。当陆-陆碰撞时, 因其密度小不可能发生大规模的俯冲和消减, 而是挤压隆起形成高山。80年代以来, 在板块构造应用于大陆的过程中, 人们发现海陆岩石圈具有本质的差异, 大陆岩石圈具有不同的流变结构, 不是一个简单的刚体, 其地壳与地幔间并非是完全连续的刚性整体运动, 而是在壳内、壳幔间和幔内有多层次拆离滑脱的侧向运动。所以, 对大陆内部形成的造山带不能简单的用俯冲碰撞造山来解释。因而又提出了内硅铝造山作用、地体说、复合造山模式

等多种造山说。近年来人们还注意到某些走滑型的造山带,以及东非裂谷、莱茵地堑等由于地壳拉张下沉而造成其旁侧相对抬升形成山系。虽然板块学说从总体上为造山带形成过程,提供了一种比较完整的运动学和动力学解释,但是却又难以囊括造山带的诸多重要现象,因此有关造山带的新观点仍不断涌现。

## 1.2 盆地

60年代以前有关沉积盆地的研究,主要以地槽学说为基础来进行的,其主要内容是古地理再造。自70年代板块构造理论问世以后,盆地研究重点转向盆地中沉积物充填型式、沉积体系的空间展布及沉积组分与大地构造背景的关系。

目前,对盆地成因机制,多数认为是岩石圈拉张模式。即地幔上隆、上部地壳变薄、地面沉降,地表热流值增高等。80年代又提出了走滑盆地形成模式。近年来用反转构造作用,解释盆地形成的新观点,对拉张成盆说提出了挑战。有人研究了纽芬兰大陆边缘后认为,那里的一系列盆地主要是抬升、侵蚀和沉积的产物,根本未发现地壳拉张的迹象。根据中国长期对造山带及盆地研究所取得的成果,在盆地形成机制方面,又产生了各种新认识。其中把中国盆地分为三种类型,即中国东部的拉张型盆地,中国西部的挤压型盆地及中国中部过渡型盆地或叠加型盆地。当时被多数中国石油地质学者所接受。随着研究的深入,发现中国盆地构造复杂性,又用反转构造(或反向运动)理论解释中国盆地形成与演化,也已受到普遍关注。虽然对造山带和盆地的形成机制提出了种种观点,但仍摆脱不了占主导地位的挤压造山论和拉张成盆说。长期以来对造山带及盆地是分别进行研究。大地构造学者主要侧重研究造山带。石油地质学家多研究盆地。因而对它们形成机制多分而论之,得出结论往往互不相关,甚至互相矛盾。本文把造山与成盆作用作为一个整体,进行统一考虑,认为地球上的大型隆起和大型拗陷,通常是相辅相成的,有着密不可分的内在联系,它们形成于统一的地球动力学环境。

## 2 造山作用与成盆作用形成于统一的动力学机制

盆地及造山带的形成演化相当复杂,要真正查明它们形成机制,必须对典型造山带和盆地进行深入解剖。

### 2.1 秦岭造山带与渭河盆地

对秦岭造山带及其相邻渭河盆地的研究表明:(1)秦岭及其相邻地区,中生代历经多次南北向强烈挤压,但并未上升为高山。(2)秦岭的上升和渭河的下陷是一个统一的过程。它始于始新世晚期,从此始新世早期的夷平面解体,秦岭地区现已升至3000—3600m,渭河盆地基底现今已陷为6000m,确切表明自始新世晚期以来相对升降幅度已达万米。(3)秦岭山前即渭河盆缘存在一系列巨型、高角度、新生代同沉积、张拉型正断层,平移量往往大于垂直量,它们决定着秦岭山系和渭河盆地的轮廓,不仅证实它们是秦岭抬升和渭河下陷是同一过程的产物,还确切表明秦岭抬升是以断块形式、在拉张作用下进行的。(4)在秦岭内部的中生代强烈挤压构造之上,普遍叠加着一套新生代张性构造。除早为人知的、以准磨拉石建造为特征的新生代红色断陷盆地外,古老岩层中以不同规模的地堑形式保留着不同时代的较老地层。由于这些古老岩层和较老地层中挤压现象强烈,这种叠加的新构造很难辨认和易受忽视。(5)在秦岭上升渭河下陷的历程中,经历了两个拉张事件。断层擦痕反演主应力的详细测量研究表明(图1),始新世至上新世以前有一个NNE向拉张作用阶段;上新世至今为NNW向拉张作用阶段,这种认识还可以从盆地形态的演化中得到佐证:中新世及其以前,盆地总体近东西向,上新世早期

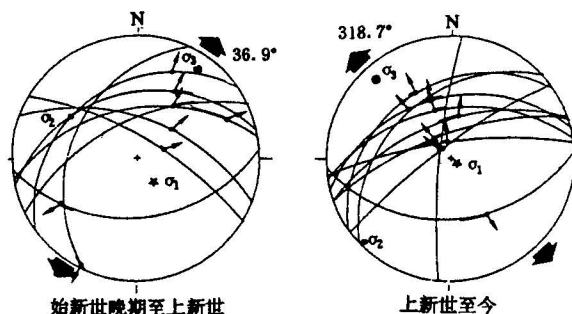


图1 渭河盆地在两次拉张事件中形成  
(据断层擦痕反馈主应力方法)

Fig.1 Formation of the Weihe River basin  
during two extension events  
(using the method of reversion of the principal  
stresses by fault striations)

至晚期已形成总体 NE60°走向、向东南突出的弧形盆地。这就确切表明,秦岭抬升和渭河下陷的整个过程,是在两次近南北向的拉张作用下进行的,至今仍未停止。虽然对渭河盆地是张性还是压性构造,是区域拉张还是二次纵张构造等有不同认识。但仔细观察证实:盆缘挤压的构造均属中生代产物,盆内为新生代的张性构造所控制。说明渭河盆地形成过程中与秦岭地区有着相似的构造动力学环境。目前的造山理论不能全面地解释秦岭造山带和渭河盆地的地质实际,现本文提出挤压后效应——拉张、断块、均衡造山、成盆的统一机制。现将造山-成盆作用模式简单概述如下:(1)中生代的强烈挤压波及地下深部,使地壳连同上地幔卷入,在上地幔部分熔融及物质横

向流动作用下,形成巨型“慢隆”与“慢拗”。由于在强烈构造动力作用下,重力均衡不能充分显现作用,而处于动力均衡状态。(2)当挤压作用明显减弱或消失,处于松弛状态甚至拉张状态时,重力均衡作用将导致慢拗区缓慢或强烈抬升和慢隆区相应沉降,转入静力均衡状态。致使处于慢拗区的秦岭地区成山,而相邻的渭河地区成盆。只要松弛-拉张状态仍然存在和慢拗、慢隆尚未消失,这种作用就不会中止。迄今秦岭地区尚有 3km 的慢拗,渭河盆地也有 3km 的慢隆,这正是秦岭造山和渭河成盆作用仍在进行着的两个必备原因。(3)深入研究结果,可分为三个造山阶段:长期强烈挤压阶段;短暂松弛缓慢均衡上升阶段;以及较长强烈拉张快速均衡造山阶段。(4)新生代造山作用和成盆作用,往往以断块形式表现出来,这显然与近代岩石力学性质及其热动力学环境密切相关。

## 2.2 青藏高原

青藏高原造山史与秦岭造山史有惊人的共同性和同步性。事实证明,整个中生代至新生代早期,中国地势与现代迥然相反,呈现为东高西低。青藏地区曾为海水所广覆,直至中生代末至新生代早期,海水才向西退出。自始新世开始,青藏高原才开始抬升。上新世以来强烈上升,上新世初期广大藏北高原面不超过 1000m,上新世中晚期也仅在 1000m 左右,按藏北广大地区高原面现高程 5000m 计算,上新世晚期以来上升幅度一般在 4000m 左右。第四纪以来更处于加速抬升状态。这就确切表明:(1)青藏高原在中生代虽历经多次南北向强烈挤压,也未上升形成高原。(2)高原整体抬升也始于新生代早期,升降幅度亦属同量级。(3)高原周边也广泛发育着巨型、新生代、高角度正断层,叠加在普遍发育的、不同规模的中生代挤压构造之上。(4)高原抬升过程中亦处于相对松弛(南北向挤压作用显著减弱)和东西向拉张状态,如遍布高原一系列断续分布的新生代中晚期的南北向裂谷。也就是说,青藏高原抬升也是在拉张状态下进行的,和秦岭不同之处仅在于拉张方向有所不同。

总之,挤压后效应说不仅能解释秦岭、渭河的造山成盆作用,也适用于全球许多造山带。它的特点是:(1)把多元造山作用因素(挤压作用、松弛-拉张作用及重力均衡作用)纳入统一的造山

-成盆作用模式。(2)按诸多因素主导作用有序转化,解释造山-成盆的演化历史及其形成机制。(3)将造山作用、高原形成(把高原视为“面状造山带”或“造山区”)和造盆(谷、裂谷)作用,纳入统一形成的动力学机制。

### 参 考 文 献

- 1 Hall J. Description and figures of the organic remains of the lower Helderberg Group and Dana the Oriskany Sandstone, New York Geological Survey, Paleontology, 1959, 3:532.
- 2 Dana J D. On some results of the Earth's contraction from cooling including a discussion of the origin of mountains and the nature of the Earth's interior, American Journal of Science, 1873, 5:423-443.
- 3 Stille H. Present tectonic state of the Earth, American Association of Petroleum Geologists, Bulletin, 1936, 20:849-880.
- 4 别洛乌索夫 B B. 大地构造基本问题. 马万均译. 北京:地质出版社, 1957.
- 5 别洛乌索夫 B B 主编. 地球构造圈. 林 彻等译. 北京:地质出版社, 1978.

## FORMATION OF MOUNTAIN RANGES AND BASINS IN A UNIFIED DYNAMIC MECHANISM

Deng Naigong and Ren Xifei

(*Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing*)

### Abstract

The origins of orogenic belts and basins are two hot topics of current geoscience research. The first part of this paper briefly introduces various main concepts of orogeny and basin formation. Among these concepts, those of the formation of mountains by compression and the formation of basins by extension are dominant position. It has been generally considered that orogenic belts and basins are formed by different geodynamic mechanisms. In light of China's actual geological conditions it puts forward that mountain ranges and basins are formed by a unified geodynamic mechanism, i. e. their formation is due to the after-effect of compression-extension-isostatic orogeny and basining.

**Key words:** orogeny, basining, after-effect of compression, extension-isostatic orogeny, unified dynamic mechanism.

### 作 者 简 介

邓乃恭,男,1932年生。1954年毕业于北京地质学院地质矿产普查勘探系,先后在中国科学院地质研究所和中国地质科学院地质力学研究所,长期从事地质构造、区域地质、石油地质和地震地质学研究,现任地质力学研究所研究员。通讯处:北京海淀区民族学院南路11号地质力学研究所。邮政编码:100081。