

文章编号:1000-0550(2001)03-0410-05

陆相盆地沉积作用与构造作用的关系

陶晓凤 刘登忠 朱利东

(成都理工学院地质学系 成都 610059)

摘要 构造作用与沉积作用两者之间的联系性和统一性正受到人们重视。陆相盆地沉积作用受构造作用的控制极为明显。沉积演化就是构造演化的反映,陆相盆地沉积作用直接反映了构造活动的特征。陆相盆地沉积作用最主要的特征是相变快和幕式沉积作用。按构造动力学背景,可将陆相盆地分为三大类型:张性盆地、压性盆地和剪性盆地。这三类盆地在沉积作用上有很大差异。

关键词 陆相盆地 盆地类型 构造背景 盆地充填

第一作者简介 陶晓凤 男 1958年出生 副教授 构造地质学专业

中图分类号 P512.2 **文献标识码** A

1 概述

随着陆相沉积盆地分析研究的不断深入,构造和沉积两者间的联系性和统一性愈来愈受到人们的注意,并成为盆地分析中的基本内容。这种分析是研究陆相沉积盆地中构造对沉积的控制作用及沉积对构造作用的响应这两个相互制约、相互关联的领域。通过构造和沉积两方面的研究,建立构造作用和沉积作用的对应关系和同步演化规律。

对一个地区构造和沉积相关性研究,是在区域地质填图的基础上,对区域构造背景、地层发育、岩浆活动、变质作用及构造形迹等作认真分析之后,确定工作区的构造属性,同时研究沉积作用、沉积物以及沉积环境与相的特征、分布和演化,并将它们和构造属性结合起来考虑^[1]。在研究中,既要强调通过构造属性来阐明沉积作用的特点,又要重视利用沉积学的研究成果来帮助判断构造演化规律。

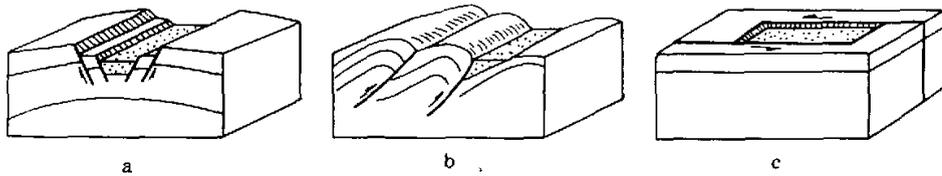
1.1 陆相盆地的基本特点

陆相盆地沉积受构造运动的控制极为明显,盆地的发展实际上是区域构造发展演化的反映。陆相红盆对于构造活动的沉积响应有以下一些主要特点^[2,3]:(1)陆相红盆的沉积范围多受控于盆缘边界断裂;(2)区域性构造事件或幕式构造旋回控制了陆相盆地层序的形成,即各类和各级层序界面是对各类各级构造事件的反映;(3)由于构造运动具有幕式旋回的特点,陆相盆地的扩展期和萎缩期也明显具有幕式变化的特点。陆缘海盆的海平面变化主要是呈周期性变化,幕式变化次之,这因为海平面的变化对构造运动的反映迟钝,常常是间接的。而陆相盆地湖平面变化对构造

运动的反映特别灵敏,并且多是直接的。在地史记录中陆相盆地较大规模的湖扩展和萎缩旋回大多为幕式,并非周期性;(4)陆相盆地沉积体系域的面貌明显地受控于构造格架。由于陆相盆地具有多物源、多沉积中心、相带窄、相变快、水域面积小、变化大等特点,因而沉积体系空间配置的样式较多,加之陆相盆地内部构造分异大,沉降及沉积速率差异较大,这样就造成沉积体系域内部构成复杂化和多样化;(5)由于构造事件中有许多是突发性事件(如:地震),因而陆相盆地沉积物中突发性事件沉积(如:泥石流、扇面短命水道沉积、崩塌角砾沉积等)所占比例较大,同时在沉积物中常发育较多的同沉积构造;(6)由于构造活动的影响,常使陆相盆地内的沉积层(特别是盆缘沉积层)发生变形和变位,如掀斜、褶皱、断裂及抬升等。如果盆地边界断裂向盆地内迁移,将使得早期沉积层成为近盆新物源;(7)陆相盆地周缘为高地,成为沉积物供给区,呈现多物源特征,物质输入方式为多向汇聚型方式;(8)陆相盆地中的沉积物以短距离搬运为主,成分和结构成熟度低,长石、岩屑砂岩常见,碎屑岩多呈双峰态,以外生碎屑物供应为主,内生沉积物较少;(9)陆相盆地的搬运营力主要为河流,其沉积体、沉积体系在空间上的规模大小受控于河流的规模,一般来说物源区汇水面积大,盆地规模大,则沉积体的规模也大。

1.2 陆相红盆的构造类型

陆相盆地的分类方法较多,诸如按与造山带的关系分为山前盆地、山间盆地;按与克拉通的关系分为台缘盆地、台内盆地;按盆地形成的构造时期划分为造山期盆地、造山期后盆地等等^[4]。大多数的分类中,都考虑了盆地的构造背景。现今在陆相盆地分类中,特



a. 张性盆地; b. 压性盆地; c. 剪性盆地

图1 陆相盆地的构造动力学类型

Fig. 1 The tectonic dynamics types of terrestrial basins

别强调了盆地所处的构造动力学环境,即按盆地形成的构造动力学背景划分为张性盆地、压性盆地、剪性盆地(图1)。这一分类常与控盆断裂的力学性质一致,如正断层、逆断层和平移断层;也可与板块边界类型相一致,如离散型、聚敛型和转换型。因此按盆地的动力学环境分类具有广泛的适应性,同时也利于研究构造作用与沉积作用的关系和同步演化规律。

按构造动力学背景,将陆相盆地划分为张性盆地、压性盆地和剪性盆地,仅是3种最基本的标准类型,实际上在自然界地质条件是很复杂的。其动力学环境在时间和空间上都是变化的。即使在同一时期、同一位置,即有水平运动分量,又有垂直运动分量,使得控盆断裂具有双重的力学性质,因而还存在压剪性或张剪性等过渡型盆地。只有通过深入而详细的地质工作,才能正确认识盆地的动力学背景及其在时空上的变化规律。

2 陆相盆地构造—沉积特征

由于构造背景的不同及构造活动差异,各类型陆相盆地的沉积特征和演化规律也是不同的,以下分别讨论各类型陆相盆地的构造—沉积特征。

2.1 张性盆地

陆相张性盆地多指陆相断陷盆地,其控盆断裂或边界断裂多为正断层或生长断层,盆地边界平直或呈锯齿状,盆地平面上多呈狭长带状,若在张扭动力共同作用,常形成菱形断陷盆地,如在中国东部就有许多中—新生代菱形断陷盆地。在剖面上的形态常为双断式的梯形和单断式的箕状。

陆相断陷盆地的形成和发展都与地壳的张裂作用或扭裂作用有关^[5]。后期主要表现为垂直差异运动,因此盆地内变形作用不强烈,以块断作用为主,主要表现为张性的正断层作用和沉积层的掀斜变形。生长正断层常以勺形凹面向上为特征,与沉积作用同步发育,因此在下降盘中沉积厚度大于上升盘,断距也随深度而加大,根据沉积物厚度的测量和对比,就可了解断层

的断距及演化规律。当岩层发生塑性弯曲时,常使上盘地层向上凸出,形成反牵引褶皱;当岩层发生脆性断裂时,常使上盘发生另一组剪裂,形成反向断层系。在拉张动力背景下,常有横弯褶皱作用与断陷盆地相伴生,当某些高塑性的地质体(如盐丘、泥丘、岩浆体)向上运动时,常产生底辟作用,使上覆层形成横弯褶皱及断陷盆地。横弯褶皱作用也可以是由于断块差异升降引起上覆层弯曲的被动褶皱。如果这种断块差异性升降与断陷盆地的沉积作用同时进行,则可形成沉积层的同沉积褶皱。

在拉张背景下的断陷盆地,其盆缘和盆内断裂活动最为活跃,盆地的沉积演化受控于幕式断陷作用,盆地内充填沉积物也随着幕式断陷作用旋回发生有规律的变化^[6]。幕式断陷作用方式表现为构造活动期和稳定期的交替,相应地造成陆内湖盆的扩展和萎缩。每次断陷作用幕期间形成一个层序。在构造活动的早期,盆地内可容空间较小,主要充填粗碎屑的冲积扇、河流及冲积平原沉积,即形成初始充填体系域(PST);随着断陷作用的持续,可容空间逐渐增大,该时期湖盆扩张,形成扇三角洲、三角洲及湖泊体系沉积,即构成湖泊扩展体系域(EST),总体显示一种退积型层序,这种向上变细的退积型层序也是张性盆地的主体层序。当断陷作用减慢或停止,湖盆的可容空间尚未完全充填,这时以进积式扇三角洲或三角洲沉积为特征,湖盆逐渐淤浅,形成湖盆萎缩体系域(CST)。滇西兰坪盆地白垩纪的沉积充填序列及空间分布,反映兰坪盆地白垩纪时期具有双断式断陷盆地特征。该盆地沉积记录以景星组(K_1j)、南新组(K_1n)、虎头寺组(K_1h)、曼宽河组(K_2m)为代表。早白垩世早期,景星组(K_1j)下部主要为灰白色砾岩、砂岩,其沉积序列反映了盆地初始充填体系域(PST)的冲积扇及河流沉积;早白垩世中、后期,景星组(K_1j)中、上部及南新组(K_1n)中、下部,主要为退积型扇三角洲及湖泊相紫红色砂岩和泥岩,其沉积序列反映了盆地扩展体系域(EST)的沉积;南新组(K_1n)上部、虎头寺组(K_1h)及曼宽河组

(K_2m)主要为河流及残存湖泊相,其沉积序列代表了盆地萎缩体系域(CST)的沉积^[7]。兰坪盆地白垩系反映了断陷盆地的一个完整的构造层序。

2.2 压性盆地

与压性作用有关的陆相盆地主要为陆相前陆盆地或山前盆地。由于毗邻造山带的逆冲推覆作用,造成构造负荷作用,使盆地基底向造山带方向逐渐弯曲下沉,形成箕状的压性盆地(图1b)。盆地边界以逆断层或冲断—褶皱带为主,边界多呈弧形,盆地形态在横剖面上具有明显的不对称性,这种不对称性也表现在沉积盖层的构造变形,靠近推覆构造带一侧发生强烈变形,而远离推覆带,其变形逐渐减弱。变形主要表现为冲断作用和挤压褶皱,冲断作用与沉积盖层的褶皱常常是伴生的,有时可以由冲断层的拖曳作用而产生褶皱,也可以由褶皱作用进一步产生冲断层。另外由于逆冲推覆带的推挤,常使得沉积盖层与沉积基底之间或沉积盖层中的软弱层(泥质岩层、膏盐层)形成滑脱面,产生滑脱褶皱及滑脱推覆。与压性盆地相伴生褶皱作用多为纵弯褶皱作用,形成于统一的挤压应力场,与碰撞或挤压作用有关。但是盆地的发展演化是复杂多变的,盆地的成盆期与盆地充填期后的构造动力背景并不完全一致,常常是成盆充填期为拉张背景,而成盆充填期后则变为挤压背景。

在挤压背景下,陆内前陆盆地沉积演化与毗邻的陆内逆冲推覆造山带的构造演化之间存在着密切的联系,盆地弯曲下沉主要与造山带的逆冲推覆体的构造负荷和盆地沉积负荷有关。每一幕次的挤压逆冲均会导致相应的前缘沉降及沉积充填,造山带的挤压逆冲动力直接控制了盆地沉积响应^[8],因此,研究沉积序列就可以推断造山带的演化过程。

在挤压背景下,由于逆冲推覆作用导致源区的强烈抬升,从而增大源区与沉积区的高差,沉积速率多大于沉降速率,因此,易形成粗碎屑的冲积扇、河流及泛滥平原沉积,即形成以加积型或进积型为主的沉积体系域。

陆相前陆盆地在其发展演化过程中,一般来说由于逆冲推覆构造的推覆作用,其盆地范围是逐渐缩小,若为前展式的推覆,其盆地的缩小幅度则更加明显。陆相前陆盆地的剖面形态呈箕状,其沉降中心和沉积中心不一致,沉降中心紧靠推覆带,而沉积中心则靠近前隆。随着挤压推覆作用的前展式发展,其沉降中心和沉积中心也顺推覆方向迁移。挤压盆地沉积厚度变化明显,沿推覆方向,厚度急剧变薄。一次强烈的推覆作用旋回,常有一套完整的冲积扇体系与之对应,冲积扇体系在垂向上,自下而上通常是由扇头相、扇中相和

扇缘相叠置而成,总体表现为向上变细的垂向结构,但又不是简单地向上变细,而是一个短暂变粗又变细的过程,即由进积型层序变为退积型层序。在推覆作用强烈活动时期,常发育进积型构造层序,其沉积体系的组合主要为冲积扇—河流沉积体系及扇三角洲—湖泊沉积体系。向上变粗的进积型构造层序是推覆作用强烈活动时期的沉积响应。随着挤压推覆作用的减弱,推覆造山区与盆地沉积区的地势差异减小,湖盆范围可能扩大,原来的进积型构造层序将变成退积型构造层序。这种退积型构造层序代表了推覆作用间歇期(稳定期)的沉积响应。龙门山陆相前陆盆地从印支末期至喜山期一直受龙门山推覆构造的控制和影响,随着龙门山推覆构造多幕次的前展式推覆,其前陆盆地内形成与之对应的多幕次构造层序。如喜山运动早幕(早第三纪),龙门山推覆构造又一次强烈推覆抬升,在推覆构造带前缘的沉积响应以名山组($E_{1-3}m$)为代表,该组下部为进积型基本层序组,上部为退积型基本层序组(图2),其沉积相的变化总体表现为砂质辫状河相→冲积扇相→砂质辫状河相。整个名山组($E_{1-3}m$)代表了与一次推覆构造作用相对应的构造层序。

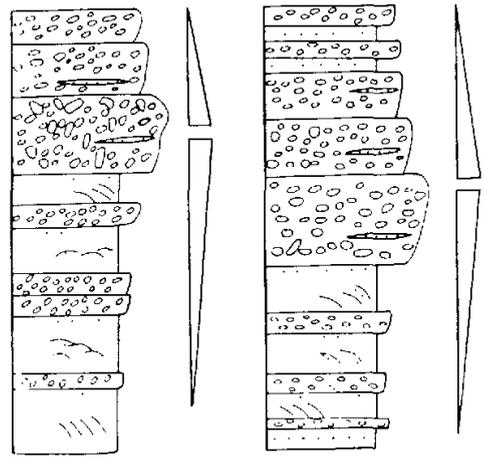


图2 四川芦山地区名山组垂向层序

Fig.2 The vertical sequence of the Mingshan Formation in the Lushan, Sichuan

2.3 剪性盆地

如果把剪切带作为纯粹水平运动来看待,是不会产生盆地或隆起,因为直立的剪切带对于岩石圈物质保持平衡状态。但实际上剪切带在水平方向常呈弯曲或不连续,在垂直方向也略有倾斜,加以重力等因素的作用,在弯曲或不连续部位造成拉伸而产生类似断陷的剪性盆地。在空间上,剪性盆地沿剪切断裂带呈串珠状分布,单个盆地在平面上常呈菱形或“S”形。“S”

形剪性盆地多为盆地发展初期的形状,菱形盆地则多为盆地发展中后期的形状。由于剪切带空间展布形态不同,伴生和派生的构造发育各异,因而所形成的剪性盆地形态也是千差万别的。剪性盆地的内部变形主要是由于平移断层剪切作用所引起的一系列派生构造,这些派生构造主要表现为雁列状断块和雁列状褶皱。派生的雁列状分枝断层多为剪性或张性,并时常在主干断层与分枝断层之间形成楔状断陷盆地。雁列状褶皱既可以由于旁侧的主干断裂所派生,也可以由于深部基底隐伏的剪切断层活动而使沉积盖层形成雁列状褶皱。派生构造及剪性盆地的发生发展均与主干剪切带的活动有关,均受控于主干剪切断裂。

剪性盆地的发生发展过程与主剪切断裂带的幕式构造作用紧密相关,在一次幕式构造作用期间,盆地的范围是逐步扩大的,并且其扩展有一定的方向性,主要沿主剪切断裂走向方向扩展。就剪性盆地本身而言,是由于局部的扩张拉伸,而在重力作用下产生断陷,因而其充填特征和层序样式与张性盆地的层序及充填特征基本相似。在一次幕式构造旋回中,剪性盆地也是由初始充填体系域、扩展体系域和萎缩体系域构成的。常见的沉积体系配置样式有:冲积扇—河流—洪泛平原;扇三角洲—滨浅湖盆;小型扇三角洲—深水湖盆。其中以扇三角洲—湖泊体系沉积为主。总的来说剪性盆地在其充填样式及层序特征与拉伸断陷盆地有一定的相似性,但又有其自身的特点:①剪性盆地充填有明显的不对称性;②剪性盆地内同一层序界面差异大;③快速沉降和快速充填;④沉积中心和冲积扇体沿轴向(剪切带走向)迁移。沉积中心和冲积扇体的轴向迁移最能反映剪性盆地的特征。例如,笔者在滇西兰坪地区通过1:5万区调填图,发现兰坪盆地在早第三纪具有剪性盆地的特征,该盆地在当时为短轴方向的双向式充填;冲积扇体顺盆地长轴方向斜列式分布;岩相和沉积厚度变化大;根据沉积物成分分析,其物源区在横向上有长距离的错位;盆地内垂向充填组合为冲积扇→扇三角洲→盐湖^[7]。

前述将陆相盆地按力学性质划分出了三种典型的构造环境,并且分别讨论了这三种构造盆地的构造及

沉积特征。但自然界的情况是复杂多变的,许多盆地是两种或两种以上构造应力场联合的产物,再加之有重力作用,常使某些盆地具有多重力学性质,如张扭性盆地或压扭性盆地等。在盆地长期的演化历史中,构造背景和应力场也常常是随时间变化的,如滇西的兰坪盆地在其演化历史过程中,就是由压性环境转化为张性环境,又由张性环境转化为剪性环境。在中三叠世,古特提斯洋俯冲造山阶段,兰坪盆地作为一种挤压环境;晚三叠世至白垩纪,为拉张的裂谷→断陷盆地;古新世至始新世则表现为走滑环境;始新世后期至渐新世变为挤压环境。即使同一构造期内,兰坪盆地也不是表现为一种单一的力学性质,而具有多重力学性质。根据早第三纪兰坪盆地的充填特征、沉积体系的空间配置,并结合当时的构造背景分析,其构造性质为左行张剪性盆地。

总之,在盆地演化过程中,其构造背景的力学性质是会随时间而变化的,并且在同一构造期内,常常受到多重力学条件的联合作用,这就使得盆地充填及沉积体系的变化更加复杂。因而只有通过详细的地质调查及填图,才能了解工作区的构造特征、沉积体系的类型及其空间变化规律,进而才能正确分析盆地的形成机制及其演化规律。

参 考 文 献

- 1 成都理工学院. 1:5万峨边幅、顺尧井幅、弥沙井幅区域地质调查报告[R]. 1999
- 2 刘登忠,朱利东,陶晓风. 陆相红层填图方法[M]. 成都:电子科技大学出版社, 1999. 69~79
- 3 夏祖森. 红层问题[J]. 岩相古地理, 第3辑, 1990. 10
- 4 廖瑞君,刘邦秀,邹爱建等. 陆相红盆地构造—岩性—岩相填图方法新进展[J]. 江西地质, 1998, 12(1): 10~12
- 5 李恩田主编. 断陷盆地分析与其聚集规律[M]. 北京:地质出版社, 1988. 300~302
- 6 夏文臣,金友渔编著. 沉积盆地的成因地层分析[M]. 武汉:中国地质大学出版社, 1988. 37~40
- 7 刘登忠,陶晓风,朱利东等. 滇西兰坪盆地盆山耦合[M]. 成都:西南交通大学出版社, 1999. 115~135
- 8 许效松. 中国西部大型盆地分析及地球动力学[M]. 北京:地质出版社, 1997. 10~15

Relationship between Sedimentary Process in Terrestrial Basin and Tectonic Process

TAO Xiao-feng LIU Deng-zhong ZHU Li-dong

(Chengdu Institute of Technology, Chengdu 610059)

Abstract

A good deal of attention has been paid to the relation and unity of the tectonic process and sedimentation . It is very obvious that the sedimentary process of the terrestrial basin is controlled by tectogenesis. The sedimentary evolution of the basin is the reflection of the tectonic evolution . The sedimentary process of the terrestrial basin has unique characteristics. (1)The scope of the terrestrial basin is mainly controlled by the fault zones. (2) The regional tectonic cycle obviously controls the sedimentary sequence boundary of the terrestrial basin. The periodicity of tectogenesis causes the periodic change of the sedimentary sequence. (3)The sedimentary model of the terrestrial basin is obviously controlled by the tectonic framework. (4)There are many surprising sedimentary events in sedimentary formation of the terrestrial basin. (5)Owing to the influence of the tectonics, the deformation frequently occurs in the sedimentary deposit. (6)Because the sediments of the terrestrial basin have the short-distance transport, the sediments have the low mature index. (7)There are more sedimentary centres, more matter-sources, narrow sedimentary facies-zone and the quick facies change in the terrestrial basin.

According to the background of the tectonic dynamics, the terrestrial basin can be divided into the extension basin, the compression basin and the shear basin. The three basins differ greatly in the sedimentary characteristics. The extension basin is usually directed at rift basin. The border of the extension basin is mainly the normal fault or growth fault. The plane shape of the extension is zone-shape. The sedimentary deposit of the extension basin has not strong deformation. The thickness of the sediment on the downthrow wall is greater than that the sediment on the upcast wall. The periodic change of the tectogenesis causes the enlarging or the contract of the extension basin.

The compression basin is usually directed at the terrestrial foreland basin. The shape of the compression basin is usually dustpan shape. The sedimentary deposit of the compression basin has usually the strong deformation. The sedimentary center of the compression basin moves to the foreland. The evolution of the compression basin has relation to the evolution of the orogenic belt. The developing process of the compression basin is a contract process. The shear basin is usually directed at the strike-slip basin. The plane shape of the shear basin is usually rhombus. The plane constitution is usually a string of beads. The evolution of the shear basin is controlled by the master fault. The developing process of the shear basin is an enlarging process. The sedimentary center of the shear basin moves to the strike of the master fault.

Key words terrestrial basin basin type tectonic background filling characteristics