

试论三角洲沉积与生长断裂

杨承先 焦振兴

(国家地震局地震地质大队)

一般新生代的生长断裂及其伴生的滚动背斜(rollover anticline),大多隐伏在沉积盆地中,很少出露地表,在含油气盆地中这种滚动背斜往往是含油气构造。石油勘探时通常使用人工地震及钻井等方面来确定,作者在滇西地区地质考察时,在丽江断陷蛇山的第四系内发现一条小型的生长断裂及其伴生的滚动背斜,规模虽小,形成机制较典型。兹介绍如下,以供探讨。

一、三角洲沉积与生长断裂

丽江断陷是一近南北向的晚新生代断陷,属于北西向红河断裂带所控制的一个分支。断陷四周为高山,中部为张性断裂控制的陷落盆地,在断陷的南东端有一近南北向的蛇山台地(图1),地层由蛇山组组成,产状平缓。台地顶部为一剥夷面,被一些冲沟切割。

蛇山组为一套固结程度较差的碎屑岩,区域性平缓向南东倾斜,倾角为 5° — 10° ,出露厚度80余米。位于丽江市大修厂附近的钻孔地层剖面可与露头地层剖面衔接,总厚180米左右。

整个剖面根据碎屑岩的粒度大小构成几个反旋回,旋回的厚度在25—30米,向上厚度减小。每个旋回的沉积物碎屑组合自下而上是:

底部为薄层状湖相粘土夹灰绿色粉、细砂层。

中部为灰色细砂层、粉砂层夹粉砂质粘土层、粘土层、砂层中时有交错层出现,粘

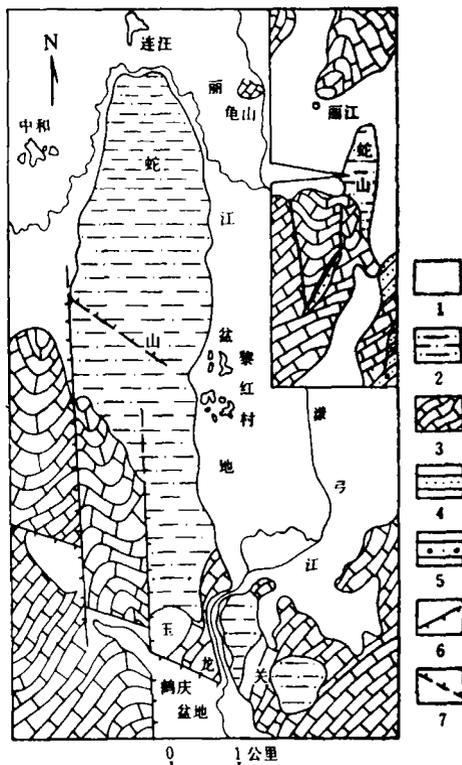


图1 丽江断陷蛇山地质略图

(据赵国光等资料改编)

1. 上更新统一现代湖积和冲积
2. 下、中更新统(蛇山组); 3. 三叠系灰岩
4. 二叠系砂岩; 5. 下第三系砂砾岩
6. 第四纪断裂, 锯齿代表下降侧,
7. 生长断裂出露位置

土有时含炭化木屑，属河床相砂和扇体前缘砂。

顶部为棕黄色、褐黄色厚层一块状河床相含砾粗砂层、粗砂层。

沉积物的总貌以砂层占绝对优势。

每个旋回的沉积物粒度下部较细，上部较粗，构成水退旋回，是典型的建设性三角洲沉积^[1]，是河流自周边山地流向湖区形成的三角洲。底、中及顶部三部分沉积分别属于三角洲的底积层、前积层及顶积层。层内产中国犀及介形类化石（*Rhinoceros Sinesis Owen*），其时代是早及中更新世。

蛇山台地的蛇山组有许多小型同生断裂，本文叙述的生长断裂是其中之一。该断裂出露在一条近南北向的冲沟中，冲沟位于中和村南东约2公里，黎红村北西3公里处，断裂出现在冲沟的西壁，距沟底约4米。

断裂走向北西60°，倾向北东，南西盘上升，北东盘下降，倾角上部为65°，下部为45°，断面向下变缓，略显凹形，推测断裂的倾角再向下继续变小，可为犁式正断裂（*Listric normal fault*）。断裂长度由于掩覆无法得知（图2）。

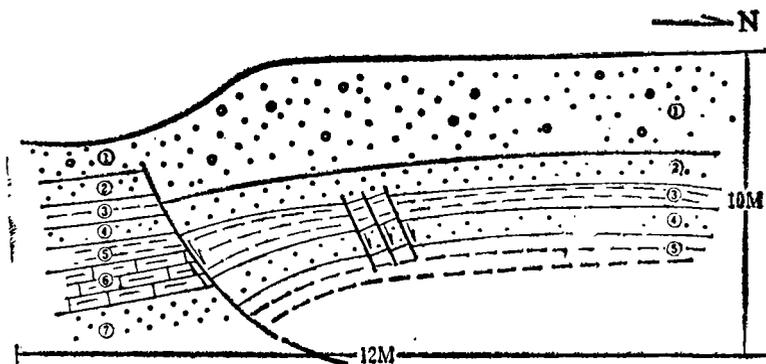


图2 蛇山组地层中的生长断裂及滚动背斜露头剖面素描图

1. 褐黄色、棕黄色含砾粗砂层、粗砂层
2. 黄色中、细砂层
3. 淡灰色粘土层
4. 淡黄色细砂层
5. 淡黄色粘土层
6. 淡灰色次生钙质泥岩
7. 黄褐色细砂层

上升盘出露的地层自下而上是：褐黄色、棕黄色含砾粗砂层、粗砂层，黄色中、细砂层，淡灰色粘土层、淡黄色细砂层，淡黄色粘土层，淡灰色次生钙质泥岩，黄褐色细砂层，共七层。下降盘地层出露了五层：褐黄色、棕黄色含砾粗砂层或粗砂层，黄色中、细砂层，淡灰色粘土层，淡黄色细砂层，淡黄色粘土层。上升盘的淡黄色粘土层及其以上地层可与下降盘的淡黄色粘土层及其以上地层逐层对比。但同一层的厚度下降盘大于上升盘，生长指数¹⁾平均2.1，露头剖面显示落差自下而上逐渐减小，在顶部褐黄色含砾粗砂层、粗砂层中落差逐渐变为零，表明断裂已不存在，推测落差再向下也会逐渐减小，直到零为止^[4]。

下降盘地层向断裂一侧形成“挠曲”，地层回倾，构成滚动背斜，背斜（长）轴向

1) 生长断裂指数是指同一层（组）的下降盘厚度与上升盘厚度之比。

北西, 平行于断裂走向, 南西翼倾角 30° , 北东翼远离断裂逐渐变平, 在靠近背斜轴部有三条平行的同向小断裂, 其产状为走向北西 50° , 倾向北东, 倾角 65° , 断面平直, 将地层切割成小型掀斜断块, 断块向北东仰起, 向南西倾斜。同向断裂对地层的沉积产状和厚度没有影响, 是属于后生断裂。它只存在于淡灰色粘土层—淡黄色粘土层之间, 显然是在淡灰色粘土层沉积之后, 黄色中、细砂层沉积之前发生的。

生长断裂出现在三角洲沉积上部的一个旋回中, 随着该旋回的发育而发育, 可能断裂下端起自底积层的粘土层中, 而上端止于顶积层的粗砂层中。

二、成因探讨

三角洲相突出的沉积特征是水退旋回, 即上部主要为砂质层, 下部主要为粘土层, 砂层含水 40% , 粘土(淤泥)含水 $80\%^{1)}$, 所以砂层密度大于粘土层, 构成密度倒置(reversed density)和负载异常。还由于上覆沉积物厚度和粒度的变化, 产生差异负载(Differential loading), 差异变化最大的地方是沿着三角洲推进方向的河口附近, 在差异带上沉积最高, 密度较大的砂质沉积物堆积在压实较松、剪切强度较低的粘土上时, 砂层切入粘土层中, 开始发生破裂——倾向湖盆的断裂。密度倒置孕育着重力不稳定, 即瑞利—泰勒不稳定性(Rayleigh—Taylor instability), 在沉积物不断加厚和上覆的负载异常反覆出现的情况下, 由于重力作用, 沿着已有破裂或断裂发生重力滑动。差异负载和重力不稳定二者相辅相成, 相互促进, 使断裂得以完善发育, 直到前缘的河口沉积被随后的沉积所超越, 另一个旋回单元出现时, 断裂才停止活动^[5]。

滚动背斜是因断裂拉伸, 下降盘沉积物由于坍塌而增厚, 在沿着断面的下滑过程中渐次形成沉积物回倾——构成背斜²⁾, 它是对生长断裂伸展所产生空隙的补偿。

淡灰色粘土层及淡黄色细砂层在断裂根部较厚, 生长指数也较大, 滚动背斜在这个层位较明显, 相应地生长断裂的断面变缓。这时重力作用不能克服摩擦力^[6], 陡的重力成因的低序次断裂——三条同向断裂随之出现。而Angelier和Colltta^[7]认为, 低序次同向陡断裂的出现是主断裂倾角变缓时断裂上盘的断块内部变形的表现。

三、结 语

上述蛇山组中的生长断裂从断面延伸趋势看, 可能是犁式正断裂, 是属于重力成因的。

生长断裂在尼日利亚下第三系三角洲沉积和美国墨西哥湾的第三系沉积中非常发育, 而伴生的滚动背斜成为重要的储油构造。

蛇山组中的生长断裂及滚动背斜是小型的非含油构造, 远远不能与上述大油田的同类构造相比, 但形成机制相似, 是后者的缩影。它直观地出露在地表, 便于观察和分析, 可作为研究类似构造的参考。

(收稿日期: 1985年6月28日)

1) 地质部南海地质调查指挥部, 1979, 许靖华在广州讲课和谈话记录。

2) 李德生, 1980, 滚动背斜油气田。

参 考 文 献

- [1] 裘亦楠, 湖盆三角洲分类的探讨, 石油勘探与开发, 第一期, 1982年。
- [2] 赵国光, 滇西北大理丽江地区新生代地层及构造的初步观察, 地质论评, 23卷5期, 1965年。
- [3] 黄宝仁, 云南丽江盆地更新统介形类化石, 古生物学报, 第2期, 1982年。
- [4] T. Elliott, 1978, Delta, in *Sedimentary Environments dan Facies*, Blackwell Scientific Publications.
- [5] M. H. Rider, Growth fault in carboniferous of western Irland, *The American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, Vol. 62, No. 11.
- [6] D. Mckenzie, 1983, The Geometrical evolution of normal fault Systems, *Journal of Structural Geolgy*, Vol.5.
- [7] J. Angelier and B. Colletta, 1983, Tensional fractonies, *Nature*, Lond, Vol.301, p.49—51.