

恢复酒西地区白垩系变形盆地原始沉积边界的方法探讨

万静萍 马立祥 周宗良

(中国地质大学·武汉)

作者根据沉积学原理,利用河西走廊昌马、宽台地区现代洪积扇不同相区砾石直径的实测资料、鸭西地区砂砾岩厚度随相带分布趋势的统计资料,建立了砾石平均直径和砂砾岩厚度与搬运距离关系的指数方程。利用这两个关系式及白垩系沉积地层等厚线走向的延伸趋势,对酒西地区祁连山北缘的白垩系变形盆地的原始沉积边界作了恢复。

地质简况

酒西地区位于甘肃省河西走廊的西段。白垩纪盆地是在古生界基底上发展起来的中生代断陷盆地,其沉积地层的最大厚度可达1400余米,具备生、储、盖条件。早白垩纪时,本区气候由半潮湿向半干旱转变。在断陷盆地的构造背景下,发育了以洪积扇、扇三角洲为主的沉积体系,岩性以棕红色砂砾岩、灰黑色泥岩为主,间夹薄层泥灰岩。中生代以来,本区构造运动活动强烈,经历了燕山运动和喜山运动,至第三纪末期,现今祁连山北缘逆掩推覆体的全貌基本形成。在此期间,白垩纪地层经受了强烈的改造和变形,形成了目前的白垩系变形沉积盆地。钻井、地震资料及构造研究证实了现在的白垩系沉积边界是经过变形和改造过的盆地边界,有相当部分的白垩系地层,包括原始沉积边界已经被祁连山北缘逆掩推覆体的上升盘掩覆在下面。因此,恢复白垩纪时本区的原始沉积边界,重新评价白垩系地层生储油的潜能及其远景,对于本区的油气勘探具有十分重要的现实意义。

变形盆地原始沉积边界的恢复方法

变形沉积盆地原始沉积边界的恢复是比较困难的,特别是在构造运动强烈、盆地经受过改造并发生强烈变形的地区更是如此。除了古地磁、计算推覆距离等方法以外,我们在研究工作中试图应用沉积学原理探讨原始沉积边界的恢复问题。

1. 相律原理

约翰尼斯·沃尔索(Johnnes Walther)的相的继承性法则是众所周知的,即“在垂向上观察到的相,在横向上也可以观察到”。这一相律原理在沉积相的研究中实

际上早已经被应用。根据这一指导思想，我们认为，从物源区到湖区或从边缘相到深水相，岩石的粒度变化是由粗到细，那么相应的砂砾岩厚度随搬运距离由近及远也应该由厚而减薄。为此，我们对酒西盆地中部鸭北隆起西南缘A断层西翼的五口钻井白垩系地层的砂砾岩厚度作了统计，并在半对数坐标纸上作图（图1）。从图上可以看出，砂砾岩的厚度与搬运距离呈一定的指数关系，即在图1上搬运距离（H）与砂砾岩厚度（T）的对数有线性关系。用图解回归法得出下面的关系式：

$$H = 78.47 - 13.3 \ln T \quad (1)$$

式中：H——搬运距离（km）

T——砂砾岩厚度（m）

利用上式，已知某一地点的砂砾岩厚度就可求出其距物源区（沉积边界）的距离。

2. 斯顿伯格（Sternberg）原理

沉积物的粒度分布与陆源区物质的性质、风化作用、沉积物搬运时颗粒的磨蚀、溶蚀、搬运和沉积时的分选作用、河道梯度及水的流量有关。对于较大颗粒（从砾石到极粗砂），较软的岩石或矿物以及坡降较陡的河流来说，机械磨蚀及水的流量是重要因素。早在十九世纪末，斯顿伯格曾在巴塞尔和曼海姆之间的莱茵河中观察到最大砾石的重量随着向下游的距离而呈指数减少，即有如下关系：

$$W = W_0 \exp \{ -a(x - x_0) \} \quad (2)$$

式中：W——距物源距离为 x 处的最大砾石的重量

W_0 ——是在某参考点 x_0 处的最大砾石的重量

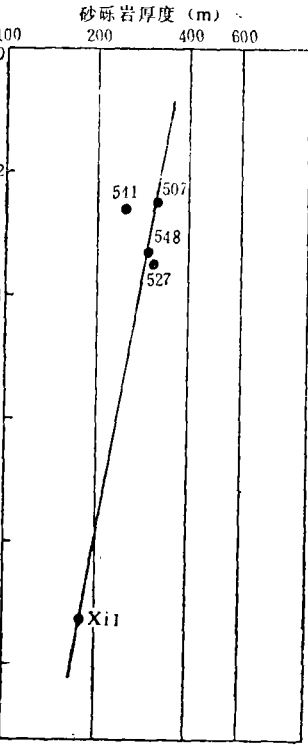


图1 鸡西地区砂砾岩厚度与搬运距离关系图
(图中数字为钻井代号)

a——是莱茵河流的一个常数，与水的流量、河道梯度和砾石成分等因素有关。

为了验证斯式原理在本区的适用性，我们对我国目前发育最好的现代洪积扇——祁连山北麓昌马洪积扇以及花海盆地宽台洪积扇作了实地测量，证实了斯式原理在本区是适用的。以昌马扇为例：对369个砾石直径数据作了统计分析，扇端的平均砾石直径为3.05cm，距扇根40.5km。扇中的平均砾石直径为6.49cm，扇根的平均砾石直径为14.6cm，砾石的平均直径与搬运距离呈指数关系。在半对数坐标纸上，搬运距离与平均砾石直径的对数呈线性关系（图2a）。用图解回归法获得如下关系式：

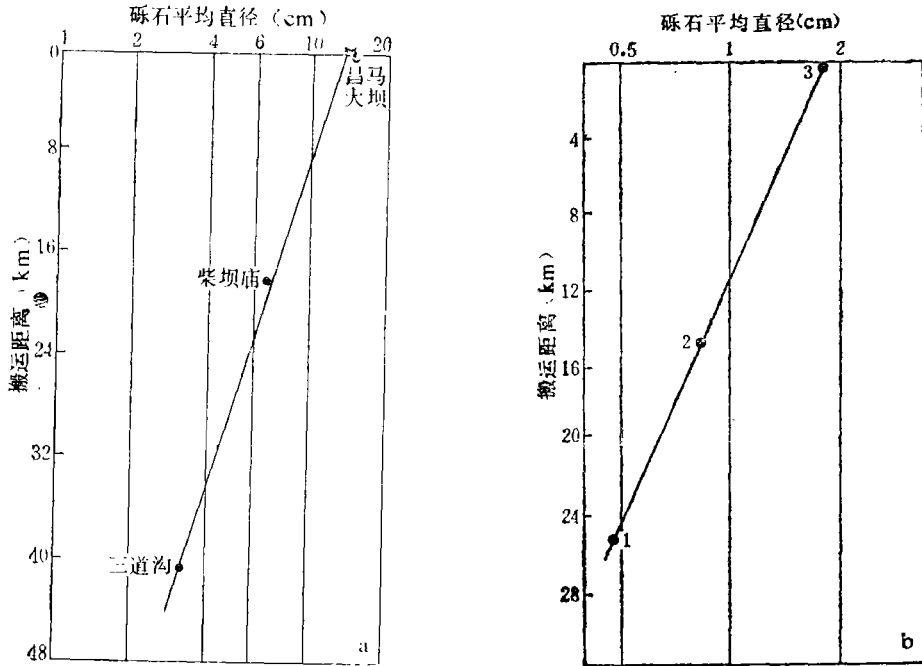
$$H = 69.7 - 26.3 \ln G \quad (3)$$

式中：H——搬运距离（km）

G——平均砾石直径

花海盆地宽台北麓现代洪积扇的平均砾石直径与搬运距离的关系（图2b）为：

$$H = 10.567 - 18.882 \ln G \quad (4)$$



a. 昌马扇砾石的平均直径与搬运距离的关系

b. 宽台扇砾石的平均直径与搬运距离的关系

(图中数字为测量点编号)

图2 昌马和宽台洪积扇砾石的平均直径与搬运距离的关系

现代酒西盆地是一拗陷型沉积盆地，地形的起伏与白垩纪时的盆地构造面貌有一定差异。白垩纪酒西盆地的构造上凸凹相间，地形起伏变化大，扇体在断凹中发育，和酒西盆地现代扇相比面积相对小，现代昌马扇和宽台扇相比，后者扇体面积较小。因此，我们在应用时采用了（4）式。

利用（4）式，已知某一点的砾石平均直径可估计该点距物源区（沉积边界）的距离。

3. 利用地层等厚线走向趋势估计沉积盆地的边界

沉积地层等厚线走向受古地形起伏、沉积物的沉积速率和盆地沉降速率的控制。按沉积补偿原理，在一个沉积盆地中，用目的层的等厚度图来反映古地形的变化。地形比较平坦，地层厚度的变化也小，地层等厚线稀疏；在盆地边缘地区，地形突变，沉积物厚度急剧增加，地层的等厚线也就相对密集，如同生断层下降盘一侧。一般来讲，斜坡部位的沉积地层等厚线具有低值，深凹处具有高值。根据沉积地层厚度的分布形态受边缘隆起及盆地内部地形起伏控制的原则，我们采取了顺延地层等厚线延展趋势进行闭合的方法来估计原始沉积盆地的边界。

上述三种方法适用于有钻井资料的地区，也适用于有地震资料而缺少钻井资料的地区，是预测被推覆体上升盘掩覆的原始沉积边界的简易而又实用的方法，特别是在缺少

露头或不能直接测量推覆体推覆距离的地区。

白垩纪盆地原始沉积边界的恢复

利用上述三条途径，我们对酒西地区白垩系原始沉积边界的恢复作了探讨。

青西拗陷位于酒西盆地的西部。在祁连山北缘，位于现在白垩系变形盆地边缘的L2井，其下白垩统地层的岩性是一套细粒的暗色沉积，间夹泥灰岩。这套岩性与我们在L2井以西积阴功台的白垩系露头剖面中所见到的紫红色、分选极差的原地相的洪积混杂堆积物相比差异甚大。前者是半深水沉积的产物，而后者则是典型的边缘相沉积。据过L2井的QF-2线的地震剖面解释，有4.3km的白垩系地层被掩覆在推覆体下面（图3）。

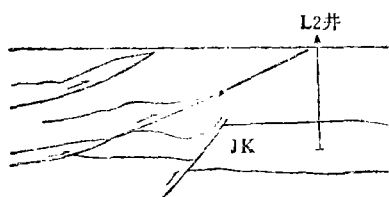


图3 QF-2线地震剖面解释示意图
(据王燮培等, 简化)

掩覆的白垩系地层(含侏罗系)逆推覆方向(北)呈平坦状展布,地震反射没有出现边缘相的地震相特征,所以图3中的推覆线前端不代表原始沉积盆地的边界。L2井白垩系砂砾岩的厚度为185m,代入(1)式求出该井距物源(沉积边界)的距离为9km。(1)式的原始资料数据是以A同生断层为构造背景。但是掩覆区的古构造背景推测也许和盆地的缓坡背景相似。为此,我们又用(2)

式及Xi 1井的资料进行了计算。将从该井获得

的砾石直径数据0.7cm代入(2)式,求出Xi 1井距物源区的距离为17km。这两个计算结果的差异反映了两种不同构造背景上的差异,而不同构造背景下的河道坡降及水的流量差异也是很大的。综合上述分析,L2井以南白垩纪时盆地的原始边界应在其南9—17km范围之内,平均距离为13km。酒西盆地中部和东部的石北和大红圈凹陷的南界没有钻井资料,但有大量的地震剖面资料。J84-200、J84-198及J84-69线地震剖面上见到的白垩系地层在凹陷的南缘向祁连山呈一喇叭口状展布。石北凸起顺走向延伸的低值地层等厚线不能右移闭合。显然,这里的沉积边界不是原始边界。白垩纪时的原始边界还应该往南移。为此,我们采取了第三种方法,将沉积等厚线顺走向趋势外延并在100m等厚线“相撞”处闭合,然后度量闭合线至现在盆地边界之间的距离,从而求出鸭北隆起东南缘的白垩系原始沉积盆地的边界。该边界估计在石油沟油田以南、青头山以南约8km,大红圈以南约6.5km处。根据恢复的原始沉积边界可重新估算生油和含油面积,对白垩系地层的含油远景作出新的评价,指导油气勘探,扩大新的找油领域。

我们在工作中曾蒙玉门石油管理局勘探开发研究院同志们的协助,侯瑞云、须学豪同志参加了部分野外工作,谨表感谢。

(收稿日期: 1988年1月30日)

参 考 文 献

- (1) William J. Plumley, Black Hills Terrace Gravels, A Study In Sediment Transport, The Journal of Geology, 1948, V.56, No.6, P.528—577.
- (2) H. Blalt, G.V. Middleton and R.C. Murray, Origin of Sedimentary Rocks, 1972.
- (3) Visher, G.S., Use of the Vertical Profile in Environmental Reconstruction, AAPG 1985, V.49, P.41—61.
- (4) C.K. Morley, A Classification of Thrust, Fronts AAPG 1986, V.70, No.1. P.12—15.

APPROACH ON THE METHOD FOR RESTORATION OF ORIGINAL SEDIMENTARY BOUNDARIES OF THE CRETACEOUS DEFORMED BASIN IN JIOUXI AREA

Wan JingPin Ma Lixiang Zhou ZongLiang

(China Geology University, Wuhan, Hubei)

Abstract

On the basis of the principles of sedimentology, using the data of field measurements on the diameters of gravels of different facies in modern diluvial fans in the areas of Changma and Kuantai on Hexi Corridor, and the statistical data for the trend of thickness variation of sandy conglomerates in Jixi area versus facies belts, the exponential equations for the relations between mean diameter of gravels and the thickness of sandy conglomerates with transportation distance are established. The two equations and the trend of the strike of isopaches of the Cretaceous were applied to restoring the original sedimentary boundaries of the Cretaceous deformed basin in northern margin of Qilian Mountain, Jixi area.