

变形盆地沉积相研究中的几个问题

万静萍 马立祥 周宗良 张印斋

(武汉地质学院)

(玉门石油管理局)

本文以酒西盆地为例,着重讨论了变形盆地沉积相中的几个问题:1.原始沉积厚度的恢复;2.盆地内部原地系统和外来系统沉积体系的区别;3.盆地原始沉积边界的恢复。最后指出,这类盆地油气二次勘探的主要方向是生储油层系被掩覆的前缘推覆带和盆地内部该层系重叠的地带。

一、问题的提出

中生代以来,我国东部和西部由于受邻区大地构造环境的影响,成为两种具有不同大地构造形式的地区。东部是以引张为主的断块活动区,地壳变形的基本形式是断块的升降和扭动;而西部是以挤压为主的断裂褶皱区,地壳变形的基本形式是地层的褶皱、逆掩和推覆。处在这两类地区的沉积盆地,其变形程度显然不同。因此在我国东部和西部两类不同构造区进行盆地沉积相的研究,对盆地内沉积体系的恢复,以及对油气勘探领域的认识要区别对待。

盆地是在一定地史时期内出现的,某一地区在甲时期的地理面貌是接受沉积物的盆地,而在乙时期有可能转变为遭受剥蚀的隆起区。所谓变形盆地,是指所研究层段沉积时期原始盆地的古地理面貌,在以后的构造变动影响下发生较大的变形,使现今该层段各区块间不仅在纵向上产生位移(如弯曲、断块升降和剥蚀),而且也在横向上发生移动(如逆掩、推覆和重叠)。这样,所研究层段沉积时期的古地理面貌,如盆地原始沉积边界、盆地内沉积体系的展布均大为改观。现今该层段展现的盆地形态仅是原始沉积盆地的一部分,展示的沉积体系也残缺不全。从石油勘探出发,查明这类变形盆地原始沉积相带的分布,恢复其原始面貌就非常重要。

二、变形盆地的沉积相研究

我国西部中生代含油气盆地多数是变形盆地,河西走廊西段祁连山北麓的酒西盆地就是一例。该盆地中生界是在古生界基底上发育起来的断陷湖盆中沉积的,为一套以粗碎屑岩为主的含油层系。后经燕山及喜山运动,北祁连山多期次强烈地向北逆掩、推覆,使白垩纪原始盆地的南缘有相当一部分被北祁连山前的推覆体所掩覆。白垩纪地层无论在纵向上或横向上都有较大的位移。

对于这一变形明显的酒西盆地沉积相的研究,盆地原始沉积面貌的恢复,除用沉积学的常规方法外,本文着重考虑了以下三个方面:(1)原始沉积厚度的恢复;(2)盆地内原地系统和外来系统沉积体系的区分;(3)盆地原始边界的估算。

(一)白垩系剥蚀前原始厚度的恢复

在地质学研究中,沉积地层原始厚度的分布在忽略差异压实和差异剥蚀的条件下,通常近似地用来当作古地形起伏的标志。地层厚度大的地方表示古地形相对低,地层厚度薄的地方表示古地形相对高。古地形背景应当说是沉积相研究的重要基础之一。

酒西盆地白垩纪地层,因后期强烈构造运动的影响遭受严重剥蚀,下白垩统上部中沟组目前存在的仅是残留厚度。为了较好地反映白垩纪沉积时的古地形背景,我们采用T.M.盖迪什等人的剥蚀厚度恢复公式,即:利用剥蚀面上的沉积速率、沉积年龄和剥蚀面下开始剥蚀年龄之间的关系式^[1],对酒西盆地中东部19口钻井的下白垩统上部中沟组的残留厚度作了剥蚀前相对厚度的恢复。计算结果(表1)表明,本区残留厚度大恢复后的厚度也大。用恢复厚度作图显示出相似的厚度变化趋势。这表明本区残留厚度的分布基本上能反映沉积时高处沉积薄、低处沉积厚的地貌景观。这样,我们根据钻井、地面露头、地震和残留厚度图的研究,综合分析了酒西盆地的物源区、古水流体系及沉积体的展布。

表1 下白垩统中沟组剥蚀厚度恢复数据表

井 号	残留厚度 (m)	剥蚀厚度 (m)	恢复厚度 (m)
№.1	131	358	481.8
№.2	188	401.4	589.8
№.3	322	338.9	660.96
№.4	155.5	392.3	547.8
№.5	449.	443.65	892.65
№.6	169	357.99	526.99
№.7	129.5	336.31	349.26
№.8	138.5	353.73	492.23
№.9	128	311.81	439.81
№.10	150	348.47	498.47
№.11	151	372	523
№.12	153	389.56	542.56
№.13	233.5	448.97	682.47
№.14	160.5	453.56	614.06
№.15	126	167.12	293.12
№.16	246	282.97	528.97
№.17	100.5	298.73	399.23
№.18	237	725.7	962.7
№.19	277	820	1097.8

(二)区分原地系统和外来系统的沉积体系

所谓沉积体系是指同一物源区相同水系条件下形成的沉积相和亚相的空间配置^[2]。酒西盆地白垩纪的原始沉积体系,在其沉积后的多期构造变动中已部分改观。为了恢复白垩纪盆地原形,认识盆地原始沉积面貌,我们根据盆地内部及其边缘的构造研究和沉

积学的分析, 将酒西盆地白垩系分为原地系统和外来系统两大部分(图1)。原地系统

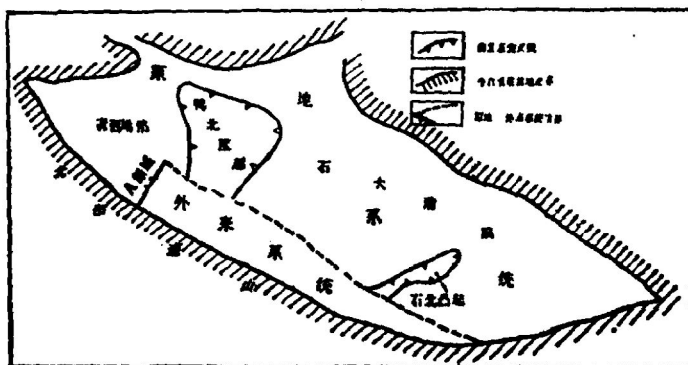


图1 酒西盆地原地系统及外来系统略图

是指白垩系沉积时盆地内各区块的相对位置至今变化不大, 基本保持原地面貌的地区。这包括今酒西盆地的西部及中北部的坳陷和隆起区。外来系统是指白垩系沉积后由于燕山、喜山期强烈的构造变动, 北祁连山向北逆掩及推覆, 使部分白垩纪地层叠置于盆地的原地系统之上, 成为逆掩推覆带上盘的一部分。它包括A断层以及东老君庙前缘推覆带上盘及北祁连山主推覆带上盘。

上述盆地原地系统和外来系统之间, 白垩系的厚度和沉积体系的分布是不协调的(图2)。在这两种体系的交界处, 钻井和地震资料都表明了这一特点。

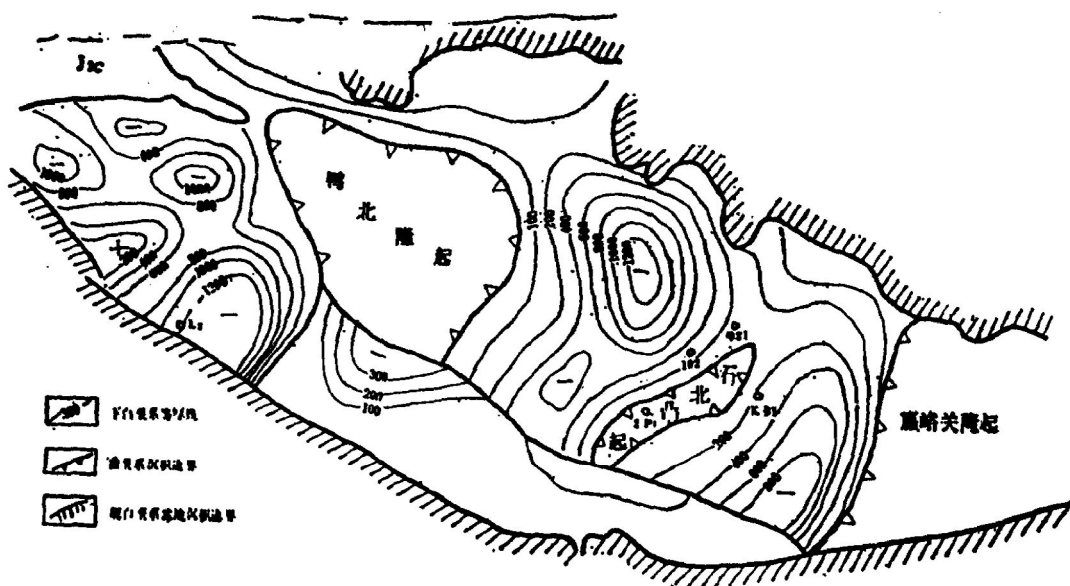


图2 酒西盆地白垩系原地系统与外来系统厚度分布图

酒西盆地西南部祁连山前的 L_2 井(图2)位于今盆地的边缘。该井揭示的下白垩统是一套细粒暗色沉积物, 为深灰、灰黑色泥岩、褐灰色白云岩、白云质灰岩及泥灰岩夹薄层粉砂岩。少数砂层常见分散状黄铁矿。这些特点反映该层是较深的半封闭水体的沉积物。而在其北东方向, 鸭北隆起的西南侧, 下白垩统为一套棕红色粗粒碎屑岩分布区。单井相分析和砂砾岩厚度等值线图表明, 这里发育了一套裙带状冲积扇-扇三角洲。

它们自鸭北隆起向西南方向扩散,插入凹陷内的半深湖区。 L_2 井就是属于由盆地中部鸭北隆起向西南搬运的冲积扇-扇三角洲沉积体系的前缘部分。该井虽位于今盆地边缘,但不是盆地的边缘相。白垩系在地表和地下的重复出现,表明盆地南部原始边界已被掩覆的特点。过 L_2 井的进山地震测线剖面解释也表明,白垩系向祁连山下延伸有相当部分被掩覆在北祁连山主推覆带的下面。

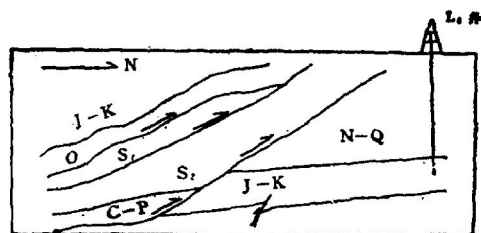


图3 过 L_2 井地震测线剖面解释示意图
(据王燮培)

图1中A断层两侧下白垩统上部中沟组厚度、岩性、岩相也明显不协调;断层西侧该组以棕红色砂砾岩、砾岩为主,为冲积扇扇根区的产物,而在断层东侧,该组为褐红色泥质岩夹砂岩,少见砾岩的扇前低地或洪积盆地的产物。考虑它们在白垩纪古地形上东高西低,显然A断层两侧不属同一系统,即西侧为盆地原地系统,而东侧是由南部祁连山前向北推移来的外来系统。盆地东部和中部的白垩系也有相当一部分被压覆在推覆带下面。

(三)盆地白垩系原始边界的恢复

从沉积学角度恢复盆地南部原始沉积边界的位置,我们采用以下三种方法。

1. 运用沃尔索相律估算

沃尔索相律指出,在垂向上连续的岩相序列,反映沉积环境在侧向上的变化顺序^[3]。据此可以认为,从物源区到较深湖区砂砾岩层的厚度,随搬运距离逐渐减小,而且在一定地区砂砾岩厚度和搬运距离之间应当有一定关系。我们运用盆地内下白垩统已知扇三角洲体上5口井的砂砾岩厚度资料,建立了从源区(扇根区)到湖区(扇端区)砂砾岩厚度和搬运距离之间的关系式:

$$L = 78.47 - 13.3 (L_s T) \quad (1)$$

式中 L ——搬运距离(km);

T ——砂砾岩厚度(m)。

并将今盆地南部边界上的 L_2 井下白垩统砂砾岩厚度数值代入(1)式,求出该井距源区的搬运距离约9 km。

2. 运用斯特伯格定律估算

所谓斯特伯格定律,是指砾石的平均重量(或砾径)随搬运距离的增加而呈指数减小^[4]。其关系式为: $W = W_0 e^{-\alpha L}$

式中 W ——所观察的最大砾石重量(或直径);

W_0 ——最大原始重量(或砾径);

α ——搬运渠道的常数;

L ——距物源区的搬运距离。

为了验证这一定律在本区的适用性,我们对河西走廊西段的昌马盆地、花海盆地及酒西盆地中三个现代冲积扇进行了实地考察,并分别对它们从扇根到扇端实测了564个砾石直径数据。图解回归分析表明,考查区平均砾径与搬运距离有以下关系式:

$$L = 10.6 - 18.9 L_s R \quad (2)$$

式中 L ——搬运距离 (km);

R ——平均砾径。

将酒西盆地西南部 X_1 井下白垩统砾石直径代入 (2) 式, 求出该井距源区的搬运距离为 17 km。

综合上述 (1) 和 (2) 式计算结果, 酒西盆地西南部 L_2 井和 X_1 井区距盆地原始沉积边界为 9—17 km, 平均为 13 km。

3. 利用沉积凹陷的几何形态和沉积地层等厚线的走向估算

沉积地层厚度及走向受古地形起伏和凹陷的几何形态控制。深凹部位厚度值高, 凸起及斜坡厚度值低。凹陷形态控制沉积层厚度等值线的走向。因此, 我们采用地层厚度等值线顺延的方法, 估计酒西盆地南缘白垩纪原始盆地的边界: 盆地中部原始边界向老君庙-石油沟前缘推覆带下延伸 8 km 左右; 盆地东部大红圈凹陷向老君庙-石油沟前缘推覆带下延伸 6.5 km。

根据上述方法估算, 酒西盆地白垩纪时原始盆地边界比今盆地边界向南扩大 6.5—13 km。

三、变形盆地的找油领域

在挤压构造区的变形盆地中, 同一层位无论在盆地边缘或其内部各区块之间, 都有可能水平方向上发生位移, 如褶皱、逆掩错断及重叠, 使储油层系形成复杂的产出形式。

酒西盆地侏罗-白垩纪时青西生油凹陷的南部边缘, 均为半深湖暗色泥岩、泥灰岩及薄层席状砂岩分布区。这里向南有近 300 km² 被掩覆在南缘的祁连山下。盆地东南边缘的大红圈生油凹陷, 也有近 150 km² 有利的生储油层系被老君庙前缘推覆带掩覆。又如在盆地内部, 特别是靠近构造变动强度较大的地段, 有利生储油层系在地下的变形、形成多种圈闭类型, 从而增加了勘探领域。

结语:

1. 从石油勘探出发对变形盆地进行沉积相研究, 是当前盆地分析中的一项重要内容。它需要运用古代沉积、现代沉积、区域构造、盆地构造的研究成果, 对所研究层段进行综合分析。

2. 对盆地内和盆地边缘今构造形态及其古构造演变的认识, 是对这类变形盆地沉积相研究的基础。在这一基础上对盆地内各构造区块研究层段的沉积厚度和沉积体系的分布, 以及不同构造区块间该层沉积厚度和沉积体系之间的协调关系, 要进行细致的分析。

3. 酒西盆地现代沉积的研究, 对分析该盆地白垩系沉积相是不可缺少的手段。这是由于白垩纪时酒西盆地除古气候条件比现代潮湿, 盆地的分割性比现代大以外, 它们的沉积类型、沉积体系的展布有不少相似之处。

4. 有利生储油层在盆地边缘的推覆和在盆地内部的重叠地带, 是我国西部这类变形盆地油气勘探的新领域。

参加本文部分野外工作的还有侯瑞云、须学豪及李华明同志, 在此表示感谢。

参 考 文 献

- [1] Guidish, T.M. et al., 1985, AAPG Bull. V.69, No.1, P.94.
- [2] Galloway, W.E., Hobday, D.K., 1983, Terrigenous Clastic Depositional Systems, Springer-Verlag, New York Berlin, Heidelberg Tokyo.
- [3] Selley R.C., 1985, Ancient Sedimentary Environments, London Chapman and Hall, P.3-4.
- [4] Plumley, W.J., 1948, J. Geol, 56, P.526-577.

SOME PROBLEMS IN THE STUDY OF SEDIMENTARY FACIES OF DEFORMED BASIN

Wan Jingping Ma Lixiang Zhou Zhongliang

(Wuhan College of Geology)

Zhang Yinzhai

(Yumen Petroleum Administration)

Abstract

Take western Jiuquan Basin in northwest China as an example, it is proposed in this paper that the basin undergone strong tectonism is termed "deformed basin". In order to study sedimentary facies of the basin, following problems should be paid attention.

1. Guidish's relationship between deposition rate and age are used to calculate erosion thickness so as to reconvert the initial configuration in vertical.

2. According to the discordant relationship of strata thickness and deposition system in each portion of the basin, the autochthonous system and the allochthonous system are distinguished in plane.

3. The primary boundary of the basin is roughly reconverted in accordance with Johannes Walther's phase rule, Sternberg's law, geometry of depression and isopach strike of sedimentary stratum.

Finally, it is pointed out that the place where source and reservoir beds were overlapped and superimposed are new areas for oil and gas prospecting in the deformed basin.