

天府运动—控制四川盆地二、三叠系气藏的一个地质信息

张冠群

(地质矿产部西南石油局地质大队)

四川盆地油气勘探实践中,人们发现以通常的“四川运动”解释某些构造圈闭的形成存在若干矛盾,这就启发了作者应用马鞍山组夹大安寨组的沉积变化,恢复古构造特征。通过研究,作者认为在“四川运动”之前存在属于燕山运动的次幕,运动表现形式为小范围的差异升降造成成群的同生褶皱。作者把这个运动命名为“天府运动”,对发现和勘探二、三叠系乃至石炭系的油气藏颇有价值。

一、问题的提出

四川盆地是我国目前最大的天然气工业基地。在海相地层中,以中、下三叠统、上、下二叠统、中石炭统之中的气藏占主要地位。经历三十多年的勘探实践,发现了一批气田,绝大多数为背斜圈闭,所以目前仍以构造圈闭(尤以背斜气藏)为主攻方向。研究气藏的形成与赋存的理论,自然针对构造的形成对气藏的控制。通常认为,四川运动是形成四川盆地现今构造唯一的一次运动,而四川运动的时限又据新的资料,为早白垩世至始新世之间,推移到更新世。即从燕山期推移到喜山后期。现对上述诸层系中的气藏形成与赋存的一些流行说法,择要归纳其正反情况。

——某些构造钻探未得手,是晚期构造不利于对油气控制,那么,为什么会在相同的构造中获得高产?

——古构造控制油气(例如中坝气田)。然而如泸州印支古隆起,并不控制油气。

——有的构造于同层位中,在轴部不产气,而在翼部或者越出了现今构造圈闭获得高产,这是岩性控制和裂缝不发育的主要依据。那么,碳酸盐岩在短距离内能有多大变化?轴部的裂缝不比翼部发育?

——碳酸盐岩的储集空间主要靠裂缝,其本身是超低孔渗。裂缝是运移通道,也是储集空间,在单井产出时,初产量大,很快衰竭,也是事实。但单井测试日产由数十至上百万立方米屡见不鲜,甚至达近千万立方米的,就不能以单靠裂缝储集所能解释,更不能解释有的井产出总量大大超过了压降储量。

——在长条形背斜的翼部伸出与之直交的鼻状背斜,以不同受力方向解释,由于一次成形理论,盆地四周都向盆地内挤压。如果这些鼻状背斜的下面没有较老的隆起存在,就能一次挤压成形,不但从力学理论上不易解释,而且也模拟不出来。

研究上述正面肯定的一面,花了很高的代价。近十多年来做了大面积地震扫描,发现了一大批潜伏圈闭,经对其部分钻探,几乎是无一落空,而且是小而肥。诸如川东的张家场、川南鹿角场、川西南的龙市镇、川中的界石场等等。这些潜伏圈闭在存在石炭系气藏的地方也具控制作用。

对这些潜伏圈闭的形成,有人用箱状背斜下压、上张、中和带上层间褶皱来解释。难以置信的是,四川盆地内很少箱状背斜,它们中有很多与现今背斜不存在叠加关系,而且是成群出现,四川盆地也并非一个近20万平方公里的箱状背斜。

本文综合研究了四川盆地的地质、地球物理、钻探等资料,进行反思,将上述问题集于一体,发现四川盆地的构造变动有其连续性,只不过后期运动比早期的强烈些,从而掩盖了早期运动所形成的形迹罢了。就地质历史中发生的构造的表现形式,对各层系油气藏的形成与赋存的关系而言,各具特色。从中抽出了控制二、三叠系乃至石炭系气藏的一个地质信息,它发生于天府之国,可将其反馈于天府之国的天然气工业腾飞,故曰“天府运动”。

二、提 要

说来有趣,侏罗系马鞍山组加大安寨组的厚度(以下简称M+D)变化,可以显示出潜伏构造。即四川盆地大多数潜伏构造的形成控制了M+D,这次运动叫做天府运动。以油气生成、初次聚集与构造运动形成的圈闭之间的匹配而论,它对三叠系和二叠系中诸气藏的控制,起了主导作用,乃至石炭系这样的次生气藏也不例外。

天府运动发生在天府之国,时限于中侏罗世之马鞍山组至大安寨组沉积期。运动的表现形式,在小范围内为差异升降,造就成群的同生褶皱(同沉积褶皱)。

三、论 证

某一地域地壳的稳定程度,总是以该地域为主体,参照与周围地域相对比较而言的。通常对于地壳运动的认识,往往只注意层系与层系之间的间断面,并以此来推导地壳运动,常见的论证方式是,某某纪末发生了某某运动。以不整合面等推导地壳运动,无疑是重要的。但上述方式的论证,易从文字上带来一种错觉,似乎只能在某时期末才发生了运动,从而忽略了某层系沉积时期的地壳运动,也忽视因这种运动产生的构造形式,更谈不上这种构造对油气控制有何意义,而这些问题对于被认为是稳定的地区尤为突出。

既然沉积是运动的记录,那么沉积动态也反映了地壳的动态。地史中地壳动态保留下来的痕迹就是古构造。何时的古构造对油气起控制作用,即成为重要研究课题。

岩层中所含有机质生成液态烃——高峰期,此时产生的构造圈闭有利于油气聚集,或者说起主导作用;古今构造叠合良好,又无别的因素(如早期裸露使原油遭致氧化,晚期破坏性断层等等)破坏,有利于形成高产油气田,碳酸盐岩油气藏尤其如此,是公认的规律。基于多旋回成油理论,必须解决哪一期古构造起了主导作用。

以四川盆地二、三叠系油气藏为例而论,若从主旋回中探索,是不能满足要求的。因为主旋回跨的时限太长,不但要跨两个主旋回,而且二、三叠系油气藏并非于二、三叠纪生成。从亚旋回中探索,其时限已加限定,而四川盆地在各亚旋回之间的表现不甚明显,推导起来不免牵强。能否在亚旋回的运动幕中去探索?笔者以为是可以的,方法是在稳定中找不稳定,从不稳定中找古构造,从地质资料中提取某一可资运用的地层记录。

天府运动是燕山亚旋回时期的运动幕次之一,以 M + D 显示,在四川盆地有广泛的基础资料;有明显的标志使 M + D 数据比较准确;可以反馈运用于某一矿区扩大勘探范围;某一气田挖掘潜力;布置地震勘探;寻找尚未被发现的潜伏圈闭等等。其实在四川盆地内,从古至今还可以滤出若干运动幕次,用以进行对油气控制的探索。

四川盆地从基底到盖层,地质家一致认为是稳定的。这只是参照其周围活动的地质体而言的稳定。如果把参照体缩小在盆地内部,稳定的沉积只有少数几个层位,与此相对应的地壳运动,也只有少数几个稳定时期,此外即视为不稳定了。地壳不稳定的最好记录,自然是大小范围内的地层厚度,尤其象四川东部这样上升背景下的沉积盆地,它以堆积水退型沉积物为标志,这样的地层厚度变化,更能代表地壳在大范围内的隆起与拗陷,小范围内的背斜与向斜。

四川盆地的几个稳定层位是:

“蓝灰色页岩”——震旦系

“宝塔灰岩”——奥陶系

“龙马溪组底部黑色页岩”——志留系

“梁山组”——二叠系

“东狱庙灰岩”——侏罗系

“叶肢介页岩”——侏罗系

这些层位厚度不大,在盆地内分布广泛,堪称稳定中之稳定。当这些层位沉积之后,连续在它们的上覆沉积时,就不那么稳定了。沉积物横向有岩相变化;纵向上则有相变与厚薄之分。

细究“东狱庙灰岩”之上的 M + D 变化,为成群的同生背斜、同生向斜所控制。虽然 M + D 的总厚度在数十一二、三百米之间,其所反映的隆起幅度也不会超过此数,但深部反映的隆起,经地震查明,构造的闭合高度与闭合面积则都要大一些,足以证明 M + D 的变化是受同生褶皱所控制。

同生褶皱既是成群出现,走向如何?假如将它们的背斜高点连线谓之走向,不同观点可以在 180° 方位相连。也有个成生机制问题,是波状运动抑或其它?这些基础问题应该进一步认识。认识了天府运动所造就的古构造,运用它进一步找油气,在运用中逐步去探索机制更切实些。

四川盆地的碳酸盐岩气藏具有“生储一体”的特点。同生背斜在适时的条件下,无可非议,它是首先捕获油气的圈闭。“适时条件”是指某层系中所含的有机质受热演化生成液态烃——高峰期的同时形成的圈闭。天府运动对二、三叠系就满足了这个适时条件。

根据气液包体测定，以及层控矿床的指温矿物推算，对四川盆地的古地温估算，某层系的生油门限深度是1200m，大体上与各层系的生油门限一致。所以当马鞍山—大安寨岩组沉积时，四川盆地大部分地区下三叠统所含有机质，已逐渐达到生油门限深度。随下伏层埋深增加而升温，油气便向成熟至高峰演化。此时即便是小小的圈闭，也具有捕获油气之利。天府运动造就的同生背斜，对盆地内大部分地区捕获油气之优越，自然妙不可言。也可能是四川盆地诸海相层系含有机质丰度不高，因而含油气分散的一个重要因素。

由于有机质在生成烃类时体积膨胀而造成“扩容”作用，将使岩石产生所谓“干酪根网络”，必然导致孔隙度低的碳酸盐岩改善其渗滤条件而成为储层。这些储层处于四川得天独厚的盖层下，尽管后期沉积厚度增加，地温随之增高，烃类演化随之加深，但其对已生成烃类的作用，就局限在圈闭体内。其间的岩石孔隙，已被烃类抢先占领，便抑制了这些空间以此为时限的成岩次生变化。此间，不见得是“超低孔渗”。

地层压力作用于圈闭体及其周围，处于同深度、同层位、同岩性、在严密的封闭条件下，产生两种截然不同的结果。在圈闭体内烃类本身膨胀，并受外界压力，因而形成压力异常；在圈闭体外的岩石被压实，或因地层水等原因，促使岩石发生次生变化而堵死孔隙。就渗滤条件而言，二者排驱压力相差是很大的。因而形成同层，同岩性在不同部位，一面是储层而另一面则为封隔体。这就是沉积演化，油气演化，构造演化，成岩后生变化，四位一体的气藏。是四川盆地二、三叠系气藏成因的一大特点。

古构造被后期强烈的构造形迹所叠加而掩盖形体，故而“潜伏”。因叠合部位而异，可形成诸如在今构造圈闭范围内的小高点，跨今构造圈闭边缘的“拱曲体”，在今构造圈闭范围以外的封闭系统，图示如下：

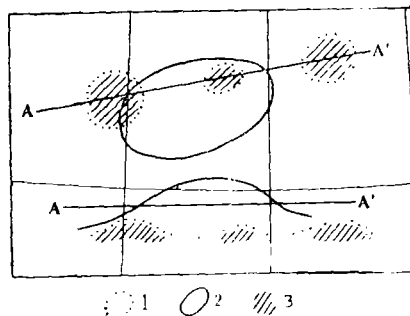


图 例

1. 天府运动形成的圈闭
2. 四川运动形成的圈闭
3. 二、三叠气藏的高产区

后期构造运动必然作用于早期圈闭体，更改善了对天然气的渗滤条件。这样的含气圈闭，自然小而肥。古今构造叠合好，然而若被不利因素所破坏，将会是空构造。所以四川盆地超晚期构造不利于油气藏的形成与古构造控油就好的说法，都不能一概而论。此机理可能是对潜伏圈闭勘探成败的重要原因。

四、实验后的认识

M + D 变化, 在小范围内的减薄带, 即能对潜伏构造、潜伏高点、潜伏断鼻和断高(统称为潜伏圈闭)进行寻踪。

潜伏构造、潜伏高点、潜伏断鼻和断高的分类标准, 是按它们与今构造的关系(闭合高、闭合面积)而划分的。若就与M + D的关系分析, 它们都处于M + D的减薄带上, 受后期构造叠加影响大的, 闭合面积与闭合高都大一些; 潜伏高点是独立的高点, 受后期构造叠加影响较小, 闭合高与闭合面积也小, 它可以在今构造范围之内, 也可以独立存在于今构造圈闭范围之外, 在M + D变化频繁的川南居多。

在大安寨灰岩发育的川中地区, 构成了良好的密度界面, 潜伏圈闭大都在“大安寨反射层”显示出来。

单个实例偶合, 不免牵强附会, 区域性的出现, 就不便称之为“巧合”了。

TIANFU MOVEMENT — A SIGNIFICANT FACTOR OF PERMIAN - TRIASSIC GAS POOLS IN THE SICHUAN BASIN

Zhang Guanqun

(Southwest China Bureau of Petroleum Geology,
Ministry of Geology and Mineral Resources)

Abstract

In the practices petroleum exploration in the Sichuan Basin, one would find that the Sichuan Movement can not be properly explained as a controlling factor on the formation of some structural traps. The author of this paper reconstructs the ancient tectonics using the data of the sedimentation of Maanshan and Daanzhai formations. It is proposed that there was a sub-episode of Yanshanian Movement before the Sichuan Movement, and it brought about groups of contemporaneous folds by differential of uplift and subsidence in limited scale. Such a movement is named in the paper as "Tianfu Movement" which would be quite important for the oil/gas explorations in Permian and Triassic systems, even in Carboniferous System of the Sichuan Basin.