

文章编号: 0253-9985(2009)02-0168-09

上扬子台地晚二叠世礁相油气藏的 断块构造控制与勘探方法建议

朱忠发, 刘建清

(成都地质矿产研究所, 四川 成都 610081)

摘要: 从构造作用最重要的沉积记录入手, 结合大量玄武岩成线状、面状喷溢, 同生断层发育, 表层褶皱、断裂构造形迹体系与台地断块间存在相互制约关系等进行研究, 发现上扬子台地从形成到结束历经 3 次大落大起、无数次强烈撕裂和 2 次大规模撕裂, 并造成部分地区的大幅沉降, 形成若干条台内台沟等景观。台地东半部从北到南形成大巴山前缘断块、华蓥山断块、东部台缘断块、永川—宜宾断块、赤水—古道—盐津断块、毕节—镇雄断块、黔西—大方断块、织金—纳雍断块和普定—普安断块等 9 个断块, 并首次绘制出第一幅断块格杂图。断块间彼此作不平衡升降运动, 其结果造成断块一端高跷, 抬升侧控制着生物礁的生长发育和白云岩的形成, 最后形成礁控油藏。晚二叠世时, 大巴山前缘断块是西端高跷、东部低垂, 南侧抬升、向北掀斜; 华蓥山断块和东部台缘断块均是北部高跷、南部低垂, 东侧抬升、向西掀斜。在此基础上提出, 勘探礁控油藏应遵循: ①断块构造控制; ②由高跷端向低垂端、由抬升侧向掀斜侧顺序施钻; ③断块掀斜不明, 生物礁发育不清, 应先做沉积相分析对比, 切勿盲目上钻。

关键词: 断块; 台沟相; 构造体系; 沉积记录; 生物礁模式; 晚二叠世; 上扬子台地

中图分类号: TE121

文献标识码: A

Control of fault blocks upon the Late Permian reservoirs of reef facies in the Upper Yangtze Platform and exploration suggestions

Zhu Zhongfa, Liu Jiangqing

(Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources Chengdu, Sichuan 610081, China)

Abstract: In the Upper Yangtze Platform, a large amount basalt show linear and platform eruption, contemporaneous faults are well developed and mutual restrictive relationship exists between epidemic fold and fracture trace systems and fault blocks. Study of sedimentary records in combination with these observations shows the platform during its formation experienced three drastic up- and down turns, countless strong tearing and two large scale tearing causing strong subsidence in some areas and the formation of several intraplatform troughs. In the eastern part of the platform, nine fault blocks are recognized from north to south, namely Dabashan frontal fault block, Huayinshan, eastern platform margin, Yongchuan-Yibin, Chishui-Gudao-Yanjin, Bijie-Zhenxiong, Qianxi-Dafang, Zhijiang-Nayong and Puding-Puan fault blocks. The distribution of these fault blocks is mapped for the first time. The unbalanced subsidence and uplifting among fault blocks caused the tilting of these fault blocks with one side elevated, which controlled the growth of biogenic reefs and the development of dolostones, finally leading to the formation of reef controlled reservoirs. During the Late Permian, the Dabashan frontal fault block upwarped at its west end, downwarped at its east end, uplifted in the south side and tilted to the north, while the Huayinshan and Dongbutaiyuan fault blocks upwarped at its north end, downwarped at its south end, elevated in the east side and tilted to the west. It is therefore suggested that exploration of reef controlled reservoirs should follow the following principles: paying attention to structural control of fault block on reser-

收稿日期: 2008-10-17

第一作者简介: 朱忠发 (1939-), 男, 研究员, 石油地质。

voirs drilling order being from the upwarped end to the downwarped end and from the elevated side to the tilted side and performing sedimentary facies analysis before drilling when neither growth of biogenic reef nor tilting of fault block is known.

Key words: tectonics; fault block; platform trough facies; tectonic system; sedimentary record; bio reef model; late Permian; Upper Yangtze Platform

二叠—三叠纪扬子碳酸盐岩台地是在加里东造山运动后经过长期的剥蚀夷平与沉积演化, 在上扬子古陆和江南岛陆基础上整体沉没为海, 于早二叠世晚期才成为范围广阔的扬子台地^[1]。但是该台地昙花一现, 在早二叠世末期就发生区域构造抬升, 再次回复到陆地, 缺失中二叠世祥播阶沉积, 直至茅口早期又再次沉没为台地。此时北部南秦岭海域却因沉降为深海而脱离大台地, 继而在茅口末期一场更大规模的构造活动发生, 西起广元、南江, 北至宁强、城口, 东至巫溪、巫山以东, 向南至建始、鹤丰、遵义、贵阳、平坝、安顺等地的环台断裂带形成, 并发生快速大幅沉降, 形成一条深 600~700 m、宽数十至上百千米、长上千千米的深海台沟, 从此把一个完整广阔的台地分解为上扬子台地和江南台地^[2]。不过它们只是分分合合, 不是彻底决裂。^①

所谓上扬子台地, 西起龙门山—康滇古陆, 东到环台台沟, 长期以来都认为它是一个向东缓倾的大型稳定碳酸盐岩台地。

晚二叠世礁相油气藏是 20 世纪 70 年代原地质矿产部西南石油局和原石油部四川石油管理局先后在川东北和川东地区发现的, 后经很多单位和个人进行过地层学、古生物学、岩相古地理、岩石学及生物礁的专题研究^[3~5], 积累了大量资料。尤其是成都地质矿产研究所张继庆 (1990)^[4]对四川盆地及邻区晚二叠世生物礁进行了全面深入研究, 首次提出用断块差异升降模式和陆棚镶边模式来解释、总结生物礁及油气藏的分布规律。前几年中石化又委托成都地质矿产研究所对川东北地区进行石油地质调查, 大量新的生物礁及优质储集层在台地内被发现; 牟传龙等又提出台地内部挠褶构造控制模式。我们根据长期对二叠纪沉积作用及古构造研究积累的大量资料, 很早就酝酿提出区内生物礁及其油气藏是受多个古掀斜断块控制, 其主要分布规律是生物礁沿掀斜断块抬

升侧分布, 而非沿台缘、台内挠褶分布。

1 二叠纪古断裂系统与主要断块分布

1.1 地层与横向分布

根据中国二叠系地层与古生物最新研究进展, 建三统不再二分 (表 1)。对上扬子台地而言, 下统缺失紫松阶, 隆林阶只有很少一部分地层, 大部分为栖霞阶; 中统缺失祥播阶, 只保存中部茅口阶, 上部冷岛阶也缺失; 上统吴家坪阶、长兴阶连续发育, 保存完整。下统中部隆林阶在台地上为梁山组, 以陆相地层为主; 栖霞组以碳酸盐岩为主。中统茅口组灰岩保存不全, 茅口晚期在部分地区沉积了放射虫硅质岩, 部分地区还伴有海底玄武岩喷溢沉积, 单一的碳酸盐岩地层首次变为与硅质岩、玄武岩交织分布格局。上统自下而上有吴家坪组、长兴组, 长兴晚期还像茅口晚期一样在上述那些地区多数沉积了放射虫硅质岩。

二叠系与下伏地层呈剥蚀不整合接触。二叠系沉积期间, 区内经历多次大规模构造活动, 三次成台、两次成陆, 缺失地层多、假整合多。大规模引张构造致使台地被撕裂、破碎, 玄武岩喷溢, 深海台沟形成, 造成复杂多变的地层和沉积相组合。

1.2 二叠系沉积相构造特色

上扬子台地从扬子碳酸盐岩台地分解而来, 环台台沟也是原扬子台地的一部分。有人把台地与台沟关系视为碎屑岩陆棚—浅缓坡—深缓坡—斜坡—盆地模式, 其实它既不是被动大陆边缘盆地、也不是主动大陆边缘盆地。也有人把台沟现象视为昙花一现, 不以为然地将其从台地古地理景观中抹去。上扬子台地及邻区不但有大规模各种类型玄武岩侵入和喷溢, 而且有众多同生断层、环台台沟和台内台沟出现^[9], 理应不足为奇。台地被

① 朱忠发. 我国南方二叠、三叠系古地理格局新认识. 中国地质科学院成都地质矿产研究所, 1989

表 1 上扬子台地二叠纪地层划分对比
Table 1 Division and correlation of the Permian in the Upper Yangtze Platform

地层分区			峨眉-沐川-宣威	威远-叙永-古蔺	南川-南充-重庆	广元-南江	城口-鹤丰-龙山-遵义-贵阳-平坝	毕节-金沙-綦江	仁怀-桐梓-利川	黔西-纳雍	威宁-六盘水	盘县-兴仁	
上覆地层			飞仙关组(T ₁)	飞仙关组(T ₁)	飞仙关组(T ₁)	大冶组(T ₁)	大冶组(T ₁)	大冶组(T ₁)	飞仙关组(T ₁)	飞仙关组(T ₁)	大冶组(T ₁)	飞仙关组(T ₁)	
二 叠 系	上 统	长兴阶	宣威组	兴文组	长兴组	长兴组	大隆组	大隆组	大隆组	长兴组	长兴组	大隆组	长兴组
		吴家坪阶		袁家沟组	龙潭组								
	中 统	茅口阶	茅口组	茅口组	茅口组	孤峰组	孤峰组(或白泥田组)	白泥田组	茅口组	茅口组	白泥田组	茅口组	
						茅口组	茅口组	茅口组			茅口组		
	下 统	栖霞组	栖霞组	栖霞组	栖霞组	栖霞组	栖霞组	栖霞组	栖霞组	栖霞组	栖霞组	栖霞组	栖霞组
		隆林阶	梁山组	梁山组	梁山组	梁山组	梁山组	梁山组	梁山组	梁山组	梁山组	梁山组	梁山组
下伏地层			大乘寺组 或龙吟组		S ₂ h, D ₃ , C	S ₂ h, C	O, D ₃ , C	S ₂ h, C	S ₂ h, D ₃ , C	S ₂ h	S ₂ h, C	S ₂ h, C	

撕裂成断块早就有人提出,地层区和沉积相区复杂多变也是耳闻目睹的事实。童崇光等早就指出同生断层的存在,罗志立指出哪里有裂缝哪里就会有玄武岩喷溢,张继庆^[4 7]甚至提出用断块差异升降模式总结生物礁发育分布规律。近年来又在川东北和川东地区钻孔中陆续发现玄武岩,它们都是台地被撕裂的重要证据。另一方面,沉积岩记录了断带和断块构造活动的最重要证据,环台台沟和台内台沟已经充分揭示;其后又在台地北部大巴山前缘宣汉渡口、开县红花、巫溪田坝发现台沟相,在华蓥山断块西缘的巫山、奉节、达县、北碚老龙洞以及华蓥山断块东缘的利川吴家湾、石柱冷水溪、南川大铺子、綦江坡度等地发现台沟相。遗憾的是无人产生联想去把被撕裂的台地追踪恢复。

近年来,笔者注意到台地表层构造形迹体系多姿多态,各具特点。它们受什么条件控制?追踪表层构造形迹体系与台沟相边界,发现二者的边界惊人一致,证明表层构造形迹体系受二叠纪同生断层控制。在一定边界条件下,根据力学模拟实验,改变应力大小、方向、组合,便可形成一个特殊的统一应力场和统一变形场,任何构造体系便可复原。为此,我们不但能够根据台沟相和玄武岩的分布,而且可以运用表层构造形迹体系边

界去,同时追踪断块边界。

事实上,台地断块被追踪、确定,很多特殊的沉积、沉积构造、沉积相与沉积层序的异常变化^[7]都会得到圆满解释。二叠系燧石结核条带灰岩非常发育,如此高含量燧石来自何方?来自深断裂,来自玄武岩喷溢。二叠系广泛发育的眼球灰岩、瘤状灰岩及典型流动变形构造,按照常理在稳定的台地环境出现不可思议,方知台地已经破碎,在掀斜断块中、在强烈地震条件下,未固结沉积沿断块掀斜方向滑移就可随处形成。三级层序地层分析到处碰壁,换用沉积旋回分析,对不同地区沉积层序诸多不协调现象便可迎刃而解。

1.3 台地碳酸盐岩相和台沟硅质岩相分析

上扬子台地碳酸盐岩沉积微相主要可分为 13 种,台沟硅质岩微相有 1 种,其纵向分布如图 1。

台地碳酸盐岩沉积微相包括:①灰黑色碳质页岩、页岩、泥质灰岩夹煤层微相;②灰黑色层纹状泥灰岩微相;③灰黑色眼球状泥质灰岩微相;④灰黑色瘤状泥质灰岩微相;⑤深灰色含生屑泥晶灰岩微相;⑥灰色生屑泥晶灰岩微相;⑦灰白色生屑亮晶灰岩、鲕粒灰岩微相;⑧深灰色含燧石结核灰岩微相;⑨深灰、灰黑色燧石结核条带灰岩微

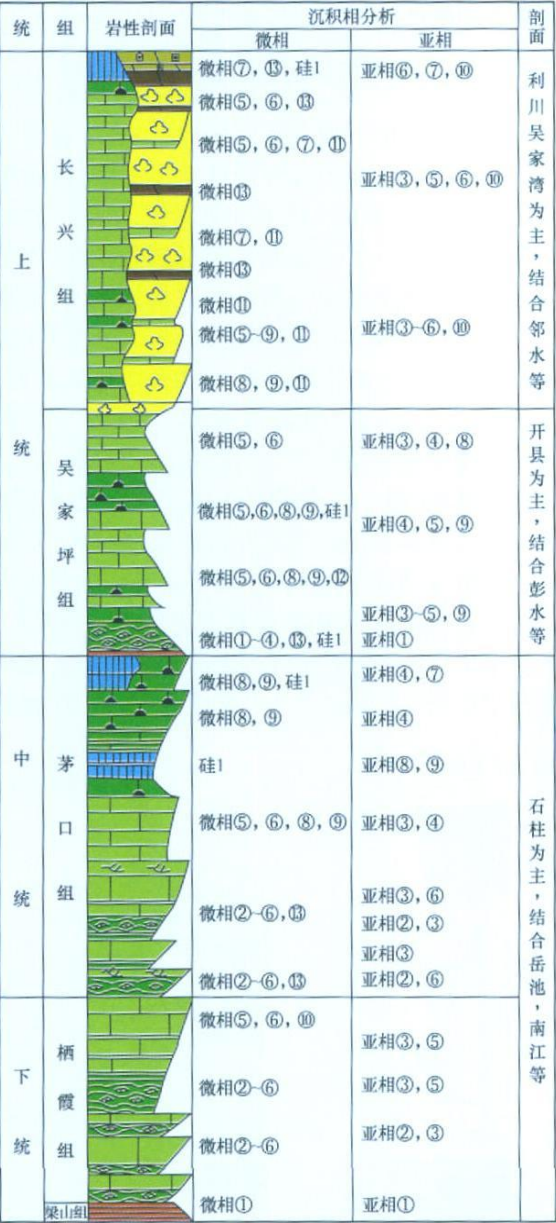


图 1 上扬子台地二叠系沉积相综合柱状图
Fig 1 Comprehensive column of sedimentary facies of the Permian in the Upper Yangtze Platform

相; ⑩灰色生物灰岩微相; ⑪灰白色各种礁灰岩微相; ⑫深灰色泥质泥晶灰岩微相; ⑬灰白色白云石化泥晶灰岩、白云石化生屑灰岩及白云岩微相。

硅质岩只有一个微相, 为黑色、灰黑色薄层硅质岩, 具层纹状构造, 含放射虫、菊石和钙球化石^[8]。放射虫不但量大, 而且属种丰富。金若谷^[8]根据广元放射虫属种生态推测, 水深 600 ~ 700 m。要特别指出, 孤峰期和大隆期硅质岩与下伏含燧石结核灰岩或燧石结核条带灰岩成突变的

平整接触, 即下伏灰岩岩性、层理及古生物等无过渡变化, 一般也不见灰岩角砾堆积于台沟硅质岩中, 推测台沟是台地断块快速沉降形成。

上述各种碳酸盐岩微相彼此间或与硅质岩微相常遵循一定沉积环境组成一种沉积系列, 经过梳理常见 10 种沉积系列或称亚相类型, 纵向分布见图 1。

10 种沉积亚相包括: ①灰黑色碳质页岩、页岩、泥质灰岩夹薄煤层微相—深灰色含生屑灰岩微相系列; ②灰黑色层纹状泥灰岩微相—灰黑色眼球状泥质灰岩微相—灰、黑色瘤状泥质灰岩微相系列; ③深灰色含生屑灰岩微相—灰色生屑灰岩微相系列, 灰色生屑灰岩微相—深灰色含生屑灰岩微相系列也常见, 前者为向上变浅层序, 后者为向上变深层序; ④深灰色含燧石灰岩微相—深灰色、灰黑色燧石结核条带灰岩微相系列; ⑤深灰色泥质灰岩微相—灰色生物灰岩微相系列; ⑥深灰色白云石化含生屑泥晶灰岩微相—浅灰色白云石化亮晶鲕粒灰岩微相系列, 属成滩系列; ⑦深灰色含燧石灰岩微相—硅质岩微相系列, 可视为突变台沟沉积专属系列; ⑧灰黑色硅质岩微相—灰黑色含生屑燧石结核条带灰岩微相系列; ⑨灰色白云石化生屑泥晶灰岩微相—灰黑色含燧石生屑泥晶灰岩微相系列及灰色白云石化泥晶灰岩微相—灰黑色硅质岩微相系列, 这是吴家坪组两种向上变深系列的代表; ⑩深灰色白云石化生屑泥晶灰岩微相—浅灰色白云石化礁灰岩微相—灰白色白云岩微相系列。

1.4 断块沉积相识别

沉积相识别断块边界主要靠台沟硅质岩相和燧石结核条带灰岩及极富燧石结核灰岩亚相, 识别断块掀斜主要靠沉积相对比。有些断块本身就是台沟相沉积, 或与台地相相间分布, 很容易识别。有些断块边界只有一段或两段台沟相连续分布甚至是断续分布或只有孤立的台沟相控制, 就无法轻松地确定断块, 多数断块都属此类。大巴山前缘断块的北侧有孤峰期和大隆期台沟相沉积, 北部边界可以确定; 断块南侧只有东段巫溪田坝、宣汉渡口、开县红花一段和南江城北西一段有孤峰期或大隆期连续台沟相控制, 中间较长一段距离没有台沟相控制, 故南部边界介于可定而不敢定之间。华蓥山断块的西部边界东段十分清楚, 于巫山、奉节、达县等地有孤峰期或大隆期台

沟相控制;中、南段地区控制很差,目前仅在邻水椿木坪的长兴组顶部见到非常发育的燧石结核灰岩及北培老龙洞大隆期台沟相,故单凭沉积相要确定断块边界是无望的。它的东部边界由巫山、利川吴家湾、石柱冷水溪、南川大铺子、綦江坡度孤峰期或大隆期台沟相控制,显而易见确定这条断块边界的沉积相依据要充分些。假定这个断块确立,要识别它在长兴末期是否存在掀斜更不容易,因为此时断块东、西两侧都发育了生物礁和潮坪白云岩。经过仔细分析,发现东侧的石宝寨—丰都太运生物礁以海绵礁为主,白云岩直接盖在礁体上;西侧的生物礁以藻礁为主,呈一系列点礁群,直接盖层为含燧石结核生屑泥晶灰岩,只在个别剖面中含燧石灰岩之上见到白云岩沉积。不难判断,此时断块不是向东掀斜,而是向西掀斜。

由上面讨论可知,通过沉积相识别断块边界,由于其台沟相分布不连续或控制过于稀疏,必须配合玄武岩分布、同生断层以及表层构造形迹体系边

界的最新研究成果,才可能最终确定断块边界。

1.5 构造层序与断块活动规律

在支离破碎的残存地层中,我们尝试着做些三级层序分析。在下统和中统地层中,地层缺失最多,三级层序界面Ⅰ类和Ⅱ类同在,层序组成即层序体系域的绝大多数几乎都是二分,层序体系域不全。层序下部由灰黑色薄层状、层纹状泥灰岩、页岩微相—灰黑色眼球状泥质灰岩微相或灰黑色瘤状泥质灰岩微相系列组成,类似海进体系域;层序上部由深灰色泥晶灰岩微相—深灰色含生屑灰岩微相或深灰色生屑灰岩微相系列组成,类似高位体系域(图2)。层序缺失或少见低位体系域和陆棚边缘体系域。与正常三级层序对比,发现它们的微相、沉积构造、体系域组成等完全受断块升降构造活动控制,而非海平面变化控制。为此,我们采用旋回分析方法进行层序分析^[9]。下统和中统层序地层的特点是一个接着一个的正在被撕

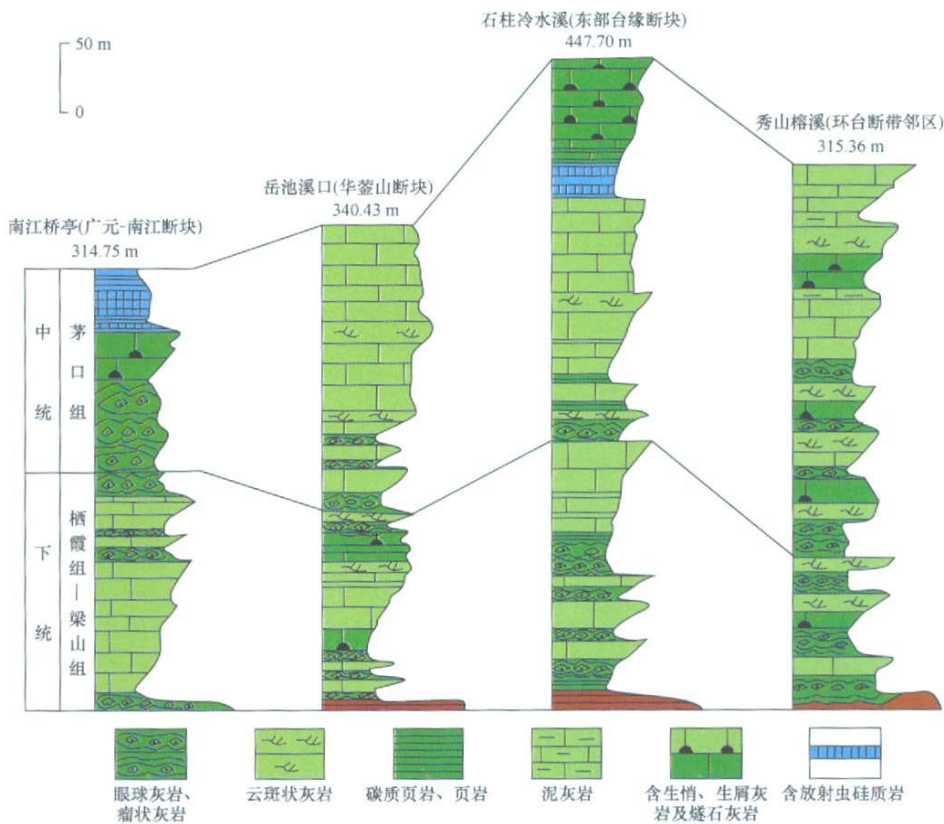


图 2 上扬子台地早、中二叠世断块沉积旋回(层序)的构造控制

Fig 2 Structural control of fault blocks on the Early-Middle Permian depositional cycles (sequences) in the Upper Yangtze Platform

裂、被强烈地震震动的掀斜断块沉降与抬升控制的沉积层序。

上统层序只少数断块在吴家坪期还由这种层序主导, 但是大多数断块层序组成与下统、中统不同。层序下部由灰黑色煤系或白云化生屑灰岩微相—灰白色白云岩微相系列组成, 从微相看类似高位体系域, 从层序位置看应为陆棚边缘体系域。层序上部由灰黑色含燧石结核灰岩或燧石结核条带灰岩微相组成, 或由灰黑色硅质岩夹薄层放射虫灰岩微相组成, 类似海进体系域。层序缺失高位体系域, 是一个接着一个的向上变深层序 (图 3)。长兴期层序组成又完全改变。层序下部由深灰色含生屑泥晶灰岩微相或深灰色生屑泥晶灰岩微相组成, 类似海进体系域; 层序上部由深灰色生屑泥晶灰岩微相—白云石化礁灰岩微相—灰白色白云石化鲕粒灰岩微相—灰白色白云岩微相系列组成, 类似高位体系域。层序缺失陆棚边缘体系域, 是一个接着一个的向上变浅层序。晚二叠世断块活动在吴家坪期以降为主、经常达到台沟水平, 在长兴期以升为主 (图 3)、经常接近海平面, 而且断块掀斜反转加大, 但是断块间撞击减少、震动减小, 完全与早、中二叠世不同。从断块构造强度看, 以环台台沟相邻断块的强度和升降幅度最大 (图 4)。

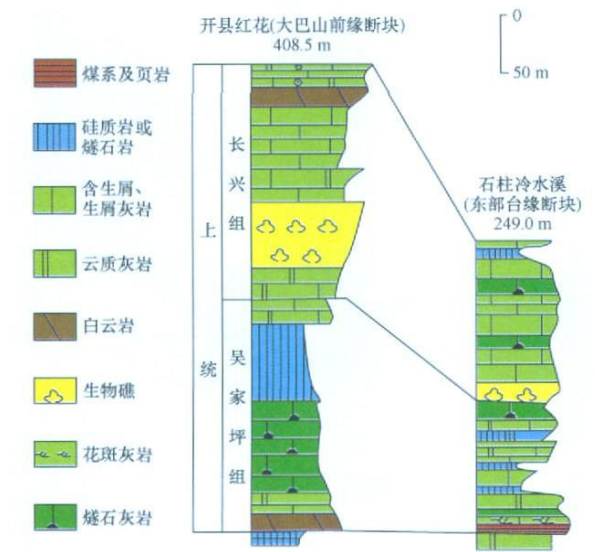


图 3 上扬子台地晚二叠世断块沉积旋回的构造控制
Fig 3 Structural control of fault block on the
Late Permian depositional cycles/sequences
in the Upper Yangtze Platform

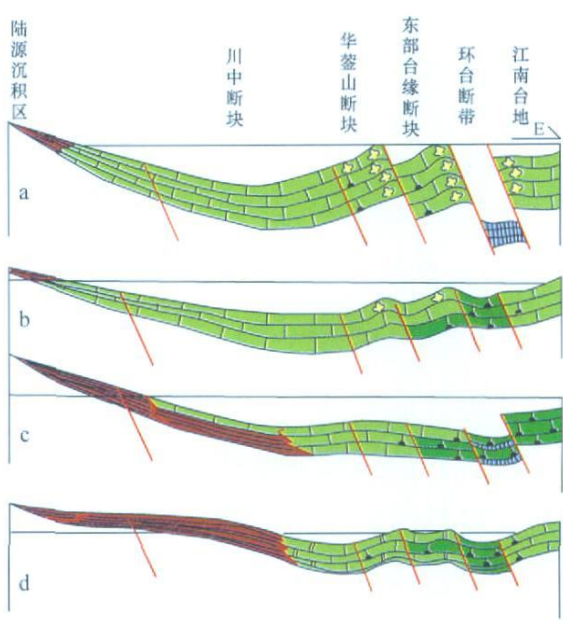


图 4 上扬子台地二叠世各期瞬间断块升降趋势
Fig 4 Transient fluctuation trend of fault blocks in
the Upper Yangtze Platform during the Permian
a P₃ 末期 b P₃ 初期; c P₃ 末期; d P₃ 初期

2 表层构造形迹体系与断块边界识别

2.1 已经识别的古断裂及依据

龙门山—康滇古陆东、西两侧的古断裂不容置疑 (图 5)。台地西南部瓮安、贵阳、平坝、关岭至兴仁海底玄武岩呈带状分布, 深古断裂存在也无疑问。从瓮安往北的环台台沟区域至今很少玄武岩报导, 但是有条深达数百米的台沟出现在这个区域的台地上, 不是深断裂又是什么呢?

台地内部被认同的还有同生断层城口断裂、万源断裂、方斗山断裂、齐跃山断裂及华蓥山断裂等, 主要依据玄武岩分布、煤田煤种、煤化程度及古地温资料。遗憾的是从来没人把构造作用最重要的沉积记录当回事, 诸如上扬子台地几起几落、从陆地到台地、又从台地至陆地的巨大变迁, 孤峰期和大隆期两次台地上深海台沟事件, 地史上稀有的极富燧石结核灰岩和燧石结核条带灰岩的硅质从哪里来、它们主要分布在哪里, 眼球灰岩、瘤状灰岩及典型流动变形构造在稳定台地能够大量、广泛地组成韵律成套出现吗, 等等。由于缺少人去与二叠纪地壳大地裂构造事件挂钩, 延误了破解台地被断块四分五裂的时间。根据我们的综

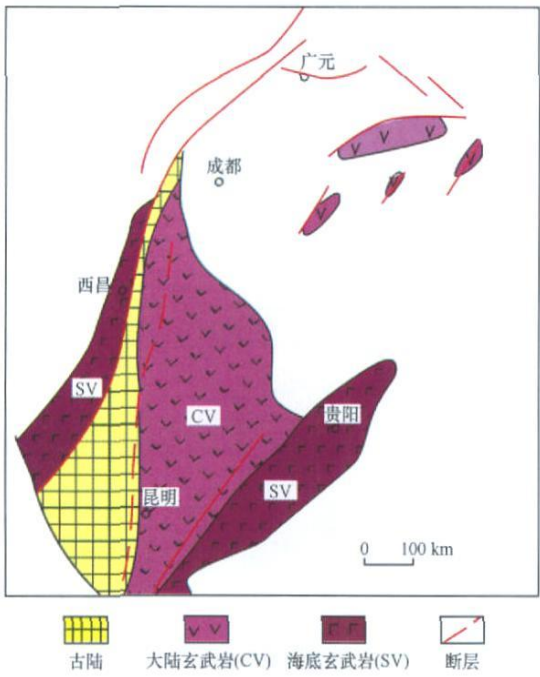


图 5 上扬子台地二叠纪大陆玄武岩、海底玄武岩与部分深断裂分布略图

Fig 5 Distribution of the Permian continental basalt submarine basalt and some deep fractures in the Upper Yangtze Platform

合研究,将台地东部断块划分如下(图 6):①大巴山前缘断块;②华蓥山断块;③东部台缘断块;④永川—宜宾断块;⑤赤水—古蔺—盐津断块;⑥毕节—镇雄断块;⑦黔西—大方断块;⑧织金—纳雍断块^[19];⑨普定—普安断块。

2.2 表层构造形迹体系与同生断层的关系

上扬子台地表层构造形迹体系是指二叠纪后发生的印支运动、燕山运动和喜马拉雅运动等褶皱轴线、断层的总合。只要仔细观察构造形迹体系的变化特征,定会惊讶地发现它们同在一个上扬子台地,真是多姿多态。为什么会有广元—旺苍—南江的弧形构造体系、南江—通江—河口—樊哙的弧形构造体系以及川东紧密褶皱体系等等构造分区,它们主要受什么条件控制?老一辈地质学家有的认为是受基底构造控制,有的认为是受体系边界条件控制。龙学明等多位学者认为构造体系边界条件最重要,他们根据各构造分区实际边界和组合边界作了四川很多构造体系的力学模拟实验,即在一定边界条件下,改变应力大小、方向及其组合,就可形成一种统一的构造应力场和构

造变形场,构造体系便可再现。构造体系边界到底是什么,是二叠纪古深断层吗?越来越多的玄武岩的发现,使得这种猜想又向前迈出了一大步,直到我们发现大量台沟相分布在构造体系边界并控制体系边界时(图 7)我们才敢说构造体系边界与隐蔽的二叠纪同生断层有关系。

构造体系边界就是台沟相边界,就是同生断裂。同生断裂犹如一道厚大的墙体,能抵抗超级地震破坏,也能主宰构造变形(图 7)。

我们研究构造体系分区的目的,是要知道这些构造分区的形成主要与什么因素有关。既然其边界是同生断层、是台沟相边界,应用其反转效果,连续的、看得见、摸得着的构造分区边界不就可以用来追踪那些看不见的台地断块边界吗?故可认为,对构造体系分区边界的最新认识打开了重新认识台地被四分五裂的历史阶段。

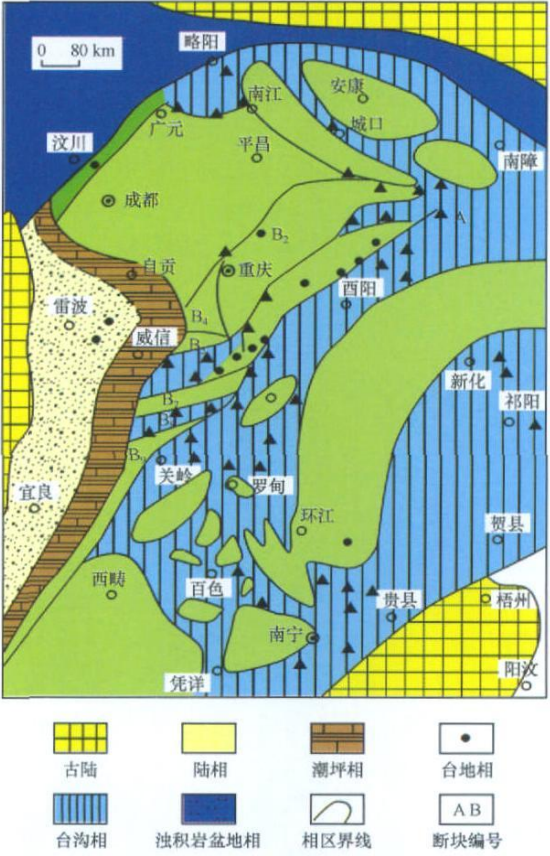


图 6 晚二叠世末期(顶部 3 m)瞬间沉积相兼上扬子台地断块格架

Fig 6 Transient sedimentary facies (top 3m) and the frame of fault blocks in the Upper Yangtze Platform during the Late Permian

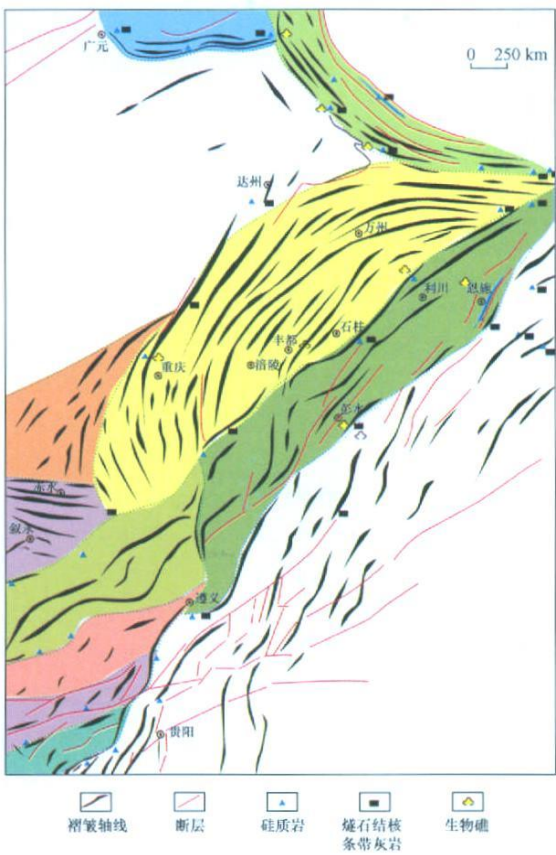


图 7 上扬子台地二叠系后表层构造形迹体系与二叠纪台沟相相互关系

Fig 7 The mutual restrictive relationship between the post Permian surface tectonic trace system and the Permian platform trough facies in the Upper Yangtze Platform

3 普查勘探石油天然气藏方法建议

本区油气藏的生油层主要是生物礁, 其次是大量藻类生物层; 储集层主要为生物礁岩和其上盖层白云岩。它们的孔隙度高、连通性好, 是一种优质生、储层组合。简单地说, 勘探油气藏就是寻找生物礁岩^[11]。生物礁发育主要受断块抬升侧控制、沿抬升侧分布, 所以掌握断块升降规律是做好普查勘探油气藏的关键。虽然中石油、中石化相关单位早就知道很多生物礁岩的分布^[12], 那远远不够。如果没有正确理论指导, 乱布井、乱打井, 只会增加投资成本、事倍功半。

3.1 生物礁岩沿掀斜断块抬升侧分布

如图 8 所示, 在断块和掀斜断块识别基础上所作生物礁分布预测图与早期张继庆等人^[4 7]所

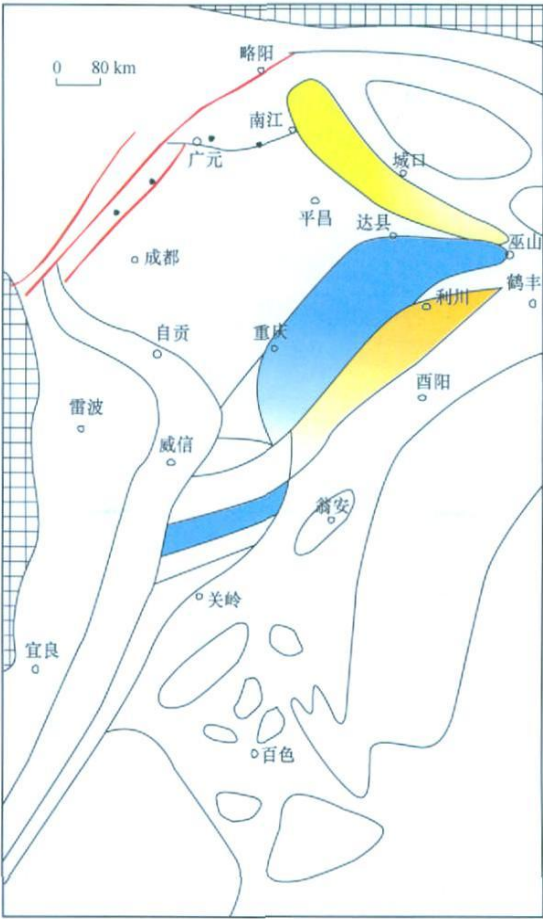


图 8 上扬子台地晚二叠世生物礁及油气藏预测

Fig 8 Forecast of the Late Permian bioherms and oil/gas reservoirs of reef facies in the Upper Yangtze Platform

做预测比较, 不但生物礁分布远景区远远扩大, 增补了新的断块, 而且对每个断块两侧的生物礁和两端的生物礁都有不同评价。以大巴山前缘断块为例, 它的走向和位置与大巴山前缘弧形褶皱带相当, 在长兴期其西北端跷起遭剥蚀无存, 东端低垂入海, 由南向北掀斜。它的第二特点是断块升降、构造大起大落, 初次成礁被中断便受这种构造控制, 直接影响该区生物礁发育和分布态势。

华蓥山断块的走向和范围不但包括北东向的华蓥山地区, 而且包括东西走向的万县、云阳、奉节和巫山地区, 但是却不包括永川、宜宾地区和赤水、叙永、威信地区。这个断块在吴家坪期和孤峰期都是向东掀斜的, 而且北端低垂。进入晚二叠世长兴期断块掀斜发生反转, 北端也开始跷起。东侧从长兴期早期开始成礁直至晚期, 以海绵礁为主, 连续性好, 多呈堤礁产出, 盖层为白云岩; 西侧生物礁为长兴晚期成礁, 以藻礁为主, 连续性差, 呈点礁分布。

盖层为含燧石结核灰岩。这个断块升降构造相对稳定,对成礁作用连续发生有利,应该认为是本区重要成礁区,生物礁覆盖面积大,礁相油气藏壮观。

东部台缘断块从表层构造形迹体系特征分析,似与西南延长区的毕节—镇雄断块为同一构造体系。若以此推断该断块的掀斜方向,毫无疑问在长兴期时断块由东向西掀斜,北端高跷、南端低垂入海。因为从毕节—镇雄断块来看,沉积相变化特征刚好说明这点;从东部台缘断块生物礁发育层位和分布态势来看,确似遥相呼应;从构造体系来看,虽然在綦江坡度至遵义间存在一个断错,在时间上似发生在后,深度也似不可比。该区生物礁从成礁期、成礁连续性看,可与华蓥山断块区相比,也是个重要成礁区。

关于黔西—大方断块,目前还没有生物礁岩资料报导。

其他断块缺乏生物礁发育条件,不再讨论。

3.2 普查勘探原则

按照过去的认识水平,生物礁岩分布地区和规模被极大低估,普查勘探礁相油气藏大有可为。按照断块构造控制的新理念、新思路,找断块抬升侧、找断块高跷端布井施钻,灵活掌握施钻先后次序,由抬升侧向掀斜侧推进,由高跷端向低垂端推进。华蓥山断块和东部台缘断块是上扬子台地的两个重点礁相油气藏勘探区。大巴山前缘断块二叠系出露于背斜核部,可以多做些长兴期沉积相分析对比,搞清楚沉积相由南向北、由西往东的变化,核实成礁期和连续成礁规模后,把勘探重点放在向斜构造和成礁连续、规模大的地区。黔西—大方断块是新提出来的油气藏勘探新区,其南、北均为大隆期台沟相限制,目的层多未出露,保存条件较好。普定—普安断块的生物礁发育条件尚无置疑,不利条件却有两个,一是下伏大面积分布的玄武岩,二是后期断层过于发育,都于油气藏保存不利,暂不推荐。

4 结论

本文从地层、古生物、沉积作用、沉积构造、沉积相、沉积旋回等沉积记录入手,结合区内大量而广泛的玄武岩喷溢,同生断层发育,表层构造褶皱和断裂体系与台地断块构造间的制约关系研究,首次发现并解决了上扬子台地关于断块化的很多疑

难问题。台地断块构造化开始于早二叠世,台地被撕裂过程直至中二叠世,甚至部分地区的晚二叠世吴家坪期都还伴随着毁灭性的强烈地震,并发生巨幅的断块升降和不均衡掀斜。从整体来看,至晚二叠世地震减轻,吴家坪期以沉降幅度大、长长期以上升幅度大和升降差异大为特征,周期性构造变化规律极其明显。长期以来,上扬子台地多阶地层缺失、假整合多,燧石结核灰岩、燧石结核条带灰岩特别发育,眼球状、瘤状和流动变形构造及生物碎屑灰岩等特殊沉积构造极其丰富、极其广泛,台地相与深海台沟相交织分布,不同于海平面升降控制的旋回(层序)发育。

在充分分析和综合台沟相、玄武岩分布、同生断层发育的基础上,我们又十分有幸地发现表层褶皱、断裂构造体系的边界与台地断块边界具有惊人的一致性,导致我们能够第一次绘制出上扬子台地的环台断带和台内断块分布图。根据断块升降规律与生物礁发育关系,提出了断块构造控制的生物礁模式。根据生物礁与油气藏的控制关系,提出本区礁相油气藏的勘探方法建议。

致谢:真诚感谢罗建宁研究员和秦建华研究员提供地层等重要资料和帮助。

参 考 文 献

- 1 刘宝瑞,许效松.中国南方岩相古地理图集[M].北京:科学出版社,1994.126~146
- 2 Hilde TW Ç Uyeda S Kroenke J. Evolution of the Western Pacific and its Margin [J]. Tectonophysics 1977. 38. 145—165
- 3 范嘉松,张维,马行,等.鄂西二叠系生物礁的基本特征及其发育规律[J].地质科学,1982(3):274~279
- 4 张继庆,李汝宁,官举铭,等.四川盆地及邻区晚二叠世生物礁[J].成都:四川科学出版社,1990.1~138
- 5 陈成生,张继庆.川东鄂西长兴期海綿礁的特征和形成条件[J].石油与天然气地质,1991.12(1):34~41
- 6 童玉明,周祖勋.鄂东南下二叠统茅口组放射虫硅质岩的成因初探[J].沉积学报,1985.3(2):67~74
- 7 张继庆,冯纯江,杜德勋,等.四川盆地早二叠世碳酸盐沉积相及风暴沉积作用[J].重庆:重庆出版社,1987.1~124
- 8 金若谷.四川龙门山北段晚二叠世大隆组放射虫岩及其形成环境[J].地质论评,1987.33(3):238~247
- 9 陆元法.旋回地层学[J].岩相古地理.1989(1):31~40
- 10 赵锡奎.黔中早二叠世晚期织金拉张盆地原型分析[J].石油与天然气地质,1991.12(3):308~322
- 11 吴熙纯,刘效曾,杨仲伦,等.川东上二叠统长兴组生物礁控储层的形成[J].石油与天然气地质,1990.11(3):283~296
- 12 杨仲伦,陈心胜.对川东上二叠统生物礁勘探的初步认识[J].天然气勘探与开发,1987(2):219~224

(编辑 李 军)