

满西地区构造演化史*

赵靖舟¹, 田 军²

(1. 西安石油学院, 陕西西安 710065; 2. 塔里木油田分公司, 新疆库尔勒 841000)

摘要:满西地区自前震旦纪末塔里木运动形成基底以来,经历了6大演化发展阶段。其中震旦纪-奥陶纪为克拉通内拗陷与阿-满低梁形成阶段,此时的阿-满低梁为一大型宽缓的低隆起构造,高点位置在满西1井附近;志留-泥盆纪为克拉通内挤压挠曲拗陷与独立轮南古隆起形成阶段;泥盆纪末早海西运动后,轮南与英买力地区由原来呈EW向的统一隆起演变为两个相互独立的NS向隆起,满西低隆也强烈收缩变窄并向西迁移;石炭-二叠纪,满西地区为克拉通内裂谷拗陷与轮南古隆起继承发育阶段;三叠纪为类前陆拗陷与轮南古隆起继承和改造阶段;侏罗-早第三纪,满西地区为陆内拗陷与哈得逊隆起形成阶段,侏罗纪开始形成的哈得逊隆起为一向西南抬升、向北东倾没的鼻状隆起;晚第三纪,满西地区为前陆斜坡与哈得逊隆起定型阶段。

关键词:满西地区;构造演化;阿-满低梁;轮南古隆起;哈得逊隆起;塔里木盆地

第一作者简介:赵靖舟,男,38岁,副教授(中国石油勘探开发科学研究院在读博士),油气地质与勘探、天然气地质及地球化学

中图分类号:TE121.1

文献标识码:A

满西地区位于塔里木盆地满加尔凹陷西部满参1井以西地区,面积约 $2.3 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。该区地层发育较为齐全,古生界、中生界、新生界各层系均有分布,是塔里木盆地沉积盖层发育最为齐全的地区之一。盖层总厚在9 000~14 000 m左右,且总体上具有东厚西薄、凹陷中央厚、南北薄的分布特点。最大厚度位于满参1井以东,为满加尔凹陷的沉降中心所在。

满西地区尽管自前震旦纪末塔里木运动以来,构造活动相对比较稳定,但在长达 $8 \times 10^8 \text{ a}$ 漫长的地质历史中,也经历了加里东、海西、印支、燕山、喜山等多期次的构造运动,构造面貌也发生了较大变化。这些变化无疑对满西地区烃类流体矿产的运聚散失产生了重要影响。

根据不同时期的构造沉积特征和不整合面的分布以及构造演化史分析认为,满西地区自前震旦纪末满加尔凹陷形成以来,经历了6大构造演化阶段。

1 震旦-奥陶纪

前震旦纪末塔里木运动后,满加尔凹陷和阿瓦提凹陷已初步形成,其南北两侧塔中、塔北隆起也在塔里木运动后出现雏形。其中塔北隆起主体可

能在现今轮南凸起以西至英买力地区,为一东西向宽缓统一的低隆起,即英买力-轮南古隆起,范围包括现今的英买力低凸起、哈拉哈塘凹陷、轮南凸起及轮台断隆中西部。与此同时,在阿瓦提与满加尔凹陷之间也形成了一个大型宽缓的低隆起构造,隆起高部位大致在满西1井附近,向东可延至满参1井,向西则延至满西2井附近,此即阿-满低梁(以往称为满西低隆)。这一构造格局可能一直持续到整个早古生代乃至泥盆纪,并对早古生代至泥盆纪的沉积和构造演化起了重要控制作用。

震旦纪-早奥陶世,满加尔凹陷总体处于伸展构造环境,其东部形成库-满拗拉槽,接受了一套浅海陆棚-次深海盆地相的碳酸盐岩、碎屑岩夹火山岩沉积。满西地区则为克拉通内拗陷^[1],接受了一套浅水台地相碳酸盐岩沉积,厚度在3 000~4 500 m之间,沉积中心位于满参1井附近,其次是阿瓦提凹陷。二者之间即阿-满低梁,其震旦系-下奥陶统厚度小于相邻的阿瓦提和满加尔凹陷(图1)。

中晚奥陶世,塔里木板块周缘由震旦系-下奥陶统的被动陆缘转为活动陆缘,盆地内处于挤压构造环境,从而使库-满拗拉槽快速充填,接受了厚达4 000~8 000 m的深海槽盆相复理石沉积,沉积中心位于满加尔凹陷东部。此时满西地区仍主要为台地相和台缘斜坡相沉积,沉积厚度一般在1 000~3 000 m之间。

* 国家九五重点科技攻关项目 99-111-01-03 成果

收稿日期:2000-09-29

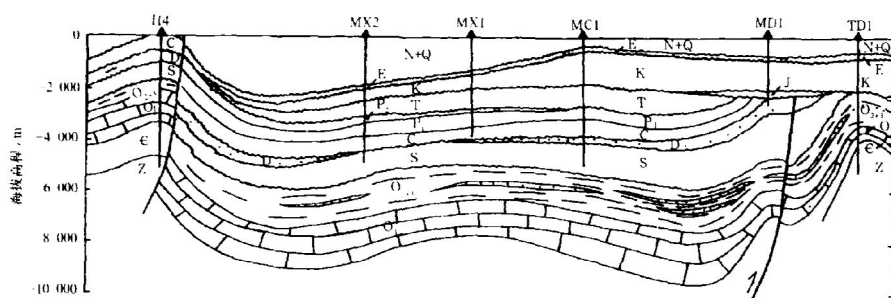


图1 满加尔凹陷东西向构造剖面图

Fig.1 Structural profile of Manjiaer Depression (in E-W direction)

奥陶纪末,满加尔凹陷发生了强烈的晚加里东运动,从而结束了库-满坳拉槽的发育历史^[1]。同时,也使得满西地区南北两侧受到挤压抬升,造成塔北、塔中隆起全面形成,隆起幅度较形成初期有较大提高,范围也进一步扩大。同时,伴随着塔中地区的挤压隆起,塔中I号断裂带也开始形成。位于满西地区北侧的英买力-轮南统一隆起也主要是在此次构造运动后全面隆起形成的,此时的英买力-轮南隆起为一东西向大型宽缓背斜式隆起。值得注意的是,震旦纪-奥陶纪的阿-满低梁可能是英买力-轮南古隆起向南的倾伏延伸部分,从而在满西至塔北地区形成一统一的巨型低隆起构造。可见,晚加里东运动是满加尔凹陷两侧隆起的主要形成时期。

2 志留-泥盆纪

志留-泥盆纪,塔里木盆地南北边缘均为活动大陆边缘,盆地内处于挤压构造环境,从而使满加尔凹陷成为一挤压挠曲坳陷。其特点是沉积厚度大、补偿速率高,且有明显的挤压变形现象。志留-泥盆系沉积中心位于满加尔凹陷的中东部,总厚达1 500~3 500 m左右。另一个次级沉积中心是阿瓦提凹陷,其志留-泥盆系厚1 000~1 500 m左右。

志留系主要为一套滨岸潮坪相-陆棚相砂泥岩沉积,包括早志留世柯坪塔格组(S_1k)与中晚志留世的塔塔埃塔格组和依木干他乌组,沉积厚度在满加尔凹陷一般在400~2 200 m,沉积速率达26.7~73.3 m/Ma,且呈东厚西薄分布。满西地区沉积相对较薄,一般在400~1 500 m之间。泥盆系(克孜尔塔格组)则为一套滨岸相红色砂岩沉积,厚度在满加尔凹陷为200~1 500 m之间,且亦呈东厚西薄分布,

跃南1井、满参1井泥盆系钻厚分别为175 m和230 m。同时,满西地区泥盆系沉积也具有由南向北变薄的趋势,南部塔中45井、塔中49井钻厚分别为241.5 m和235.5 m。这可能与泥盆纪末的剥蚀也有一定关系。

该阶段塔里木盆地发生了两次重要的构造运动:一次是志留纪末的加里东末期运动;另一次是泥盆纪末的早海西运动。其中志留纪末加里东末期运动的影响地区主要在中央隆起及其以南。而早海西运动则影响十分广泛,是塔里木盆地古生代最强烈的一次构造运动,盆地内普遍可见石炭系与前石炭系呈不整合接触。

早海西运动起因于泥盆纪晚期南天山洋闭合、塔里木板块北缘与伊犁-中天山陆块的碰撞事件。这次构造运动对满西及邻区的构造面貌产生了重要影响。一方面,它使得满加尔凹陷两侧的塔北、塔中隆起再次强烈抬升,从而使前石炭纪地层在两隆起区受到广泛剥蚀,隆起高部位石炭系直接不整合于奥陶系或其下伏层位之上。另一方面,由于伊犁-中天山陆块与塔里木板块为自东向西的斜式碰撞,塔里木板块东端在泥盆纪晚期首先受到碰撞挤压^[3],因而在盆地北部产生了EW向或NE-SW向的强烈挤压作用。在这种挤压作用下,早古生代统一的、呈东西向展布的英买力-轮南古隆起发生分化,形成两个相互独立的隆起,即轮南隆起和英买力隆起,二者之间形成哈拉哈塘凹陷。库尔勒鼻隆和柯坪隆起也在早海西运动后形成。其构造轴向也均由原来的EW向转为NS向或近NS向。

上述几个古隆起中,以轮南古隆起对满西地区后来的构造沉积作用影响最大。该隆起高部位直接出露下奥陶统,其上为石炭系不整合覆盖。围绕轮南凸起,泥盆系、志留系、中上奥陶统、下奥陶统

的挤压变形,造成塔北、塔中隆起进一步隆起抬升并发生断裂和褶皱变形,从而使东河砂岩上覆地层向隆起高部位层层超覆尖灭。在满北地区,此次构造运动使得志留-泥盆纪形成的轮南古隆起进一步抬升,从而造成东河砂岩顶部遭到剥蚀,地震剖

面上可见东河砂岩向隆起顶部具有明显上削下超现象。其上 C_8 等岩性段也向该古隆起方向超覆尖灭,致使哈得逊至轮南地区普遍缺失 C_8 岩性段等。

二叠纪末的海西末期运动,在满西地区主要表现为整体抬升剥蚀,从而造成该区普遍缺失上二叠统。

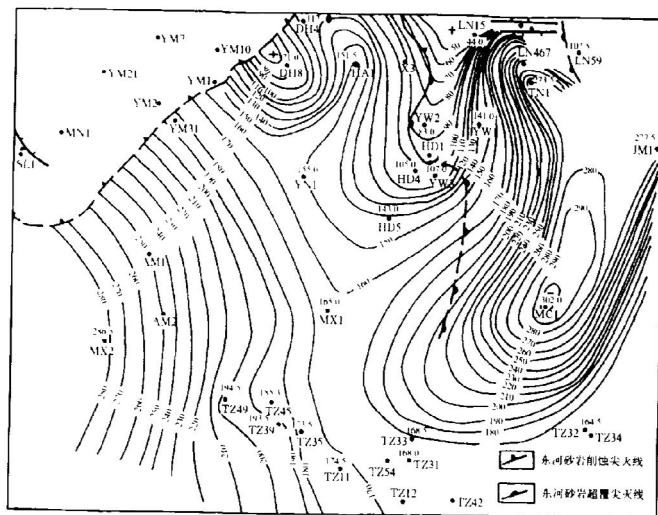


图3 满西地区石炭系东河砂岩-双峰灰岩等厚图

Fig.3 Isopach map Showing Donghe sandstone and Shuangfeng limestone of Carboniferous in West Mangjiaer region

4 三叠纪

三叠纪,塔里木板块已成为欧亚大陆板块的南缘,其南为古特提斯洋和羌塘地块。盆地周围均为陆缘隆起,盆地北缘为库车前陆拗陷,而包括满加尔凹陷在内的盆地中部地区则为类前陆拗陷^[1]或前陆盆地性质^[4,5]。此时满西地区主要为河-湖相沉积,厚度在 500~800 m 之间,沉积中心位于满西1-满参1-草湖凹陷一带(图4)。由三叠系沉积厚度图上可以看出,此时轮南古隆起仍然存在,继承了古生代向北抬升的特点。但其形态和范围已与古生代时的轮南古隆起大不相同,隆起形态变得较为宽缓,范围向西也有所扩大。可见,轮南古隆起在三叠纪受到了明显改造。

造成轮南古隆起受到改造的原因,除了可能与二叠纪末海西末期运动有一定关系外,三叠纪强烈的印支运动可能是主要原因。三叠纪末,由于羌塘板块与塔里木板块的强烈碰撞作用,塔里木盆地发生了广泛的印支运动,造成三叠系受到普遍剥蚀。在满西地区,这次运动最突出的影响就是导致满西南、阿瓦提、塔中、巴楚等地广泛抬升,从而缺失侏

罗系。印支运动不仅使得轮南古隆起受到了一定改造,更重要的是还结束了轮南古隆起的发育历史。三叠纪以后,轮南古隆起的面貌已不复存在^[6]。

另外,由图4还可看出,三叠纪时英买力低隆仍然存在,并呈典型的鼻隆形态。而下古生界构造层所见的阿-满低梁则在三叠纪沉积时变为英买力低隆的向南倾伏部分。

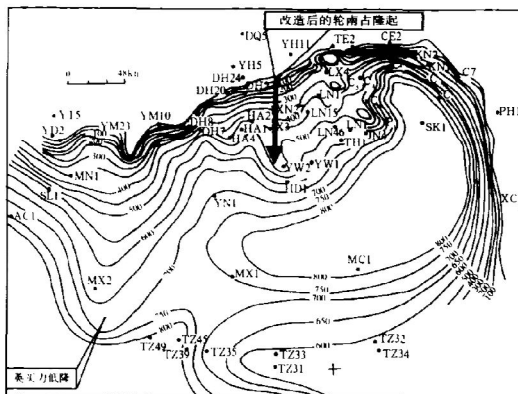


图4 满西地区三叠系等厚图

Fig.4 Isopach map of Triassic System in West Mangjiaer

5 侏罗纪-早第三纪

经过三叠纪末印支运动后,塔里木盆地周缘已完全为陆缘隆起所围限。侏罗-早第三纪,经历了长期挤压作用后的塔里木盆地开始进入应力松弛的断陷-拗陷阶段^[1]。此时,满西地区主要属陆内拗陷性质。

其中侏罗系在满加尔凹陷主要为一套河-湖相沉积,残厚为0~500 m,沉积中心在普惠1井及其以南(图5a)。在满西地区分布范围相对较小,主要分布于满西地区的北部,向南部和西部超覆尖灭,满参1、满西1、满西2、跃南1、英买31以至阿瓦提凹陷一带普遍缺失侏罗系。

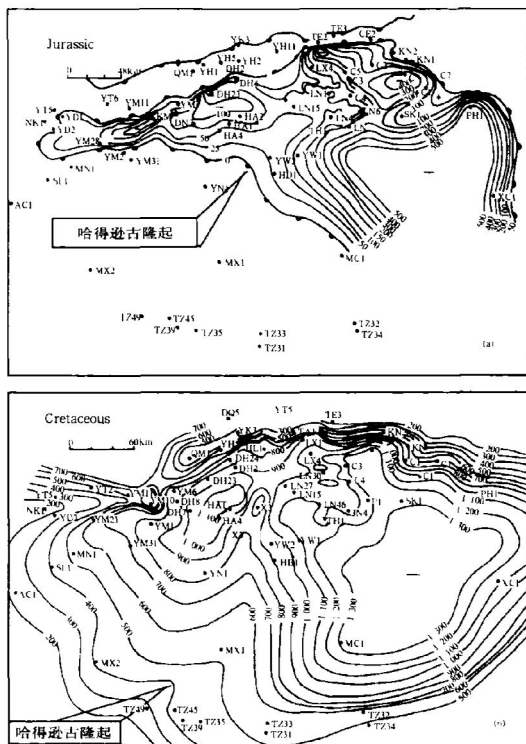


图5 满西地区侏罗系与白垩系等厚图

Fig.5 Isopach map of Jurassic and Cretaceous Systems

由图5a可以看出,侏罗纪时,满西地区一改三叠纪及其以前轮南古隆起北抬南倾的面貌,出现了一个向西南抬升、向东北方向倾没的鼻状隆起,与轮南古隆起倾向恰好相反。其轴线大致沿轮南1-轮南15-羊屋2-哈得1井一线展布。事实上,在满西地区现今Tg²反射层(石炭系东河砂岩顶)构造图上,也存在一南抬北倾的鼻状隆起。其位置和轴向

亦与侏罗系等厚图所反映的古隆起十分接近,轴部大致位于轮南至哈得逊地区,唯侏罗纪的古隆起位置较石炭系现今隆起的位置略微偏西。可见,从侏罗纪起,满西地区的构造面貌发生了很大变化,出现了一个与前侏罗纪轮南古隆起位置和延伸方向相近而倾向恰好相反的古隆起,且其现今隆起发育的层位向下至少延伸到了石炭系。因此,笔者等曾建议将该隆起称为哈得逊古隆起。

哈得逊隆起的形成可能与三叠纪末塔里木盆地北部的强烈挤压抬升有一定关系。三叠纪末,由于塔里木板块南部与羌塘地块的强烈碰撞作用,盆地内发生了广泛而强烈的印支运动,造成塔西南、巴楚、阿瓦提至满西南等广大地区发生强烈抬升,从而在满西-塔北地区形成了西南高、北东低的古地貌特点。同时,印支运动还在塔北地区造成了强烈挤压,其结果在断裂发育的地区,造成块断抬升(如轮台断隆等),而在断裂不发育的地区则造成褶皱隆起,哈得逊隆起可能就是轮南-哈得逊地区在三叠纪末受到挤压褶皱而初具隆起形态的。上述两方面的联合作用造成了哈得逊隆起向西南抬升、向东北倾没的鼻状隆起面貌。侏罗系沉积即发育于这一构造背景下,具有明显披覆沉积特征。但三叠纪末印支运动可能仅形成了哈得逊隆起的雏形。

哈得逊隆起的真正形成是在侏罗纪。这是由于自侏罗纪起塔里木盆地进入挤压造山期后的应力松弛阶段,并在盆地北部形成了库车前陆拗陷。因此,侏罗纪盆地北部开始发生明显沉降,出现了两个沉降中心:一个位于满加尔凹陷东部-英吉苏凹陷一带;另一个位于库车拗陷。伴随着库车地区的强烈沉降,塔北隆起特别是轮台断隆也发生了较强烈沉降。经历了晚加里东、海西、印支期长期抬升剥蚀的轮台断隆,自侏罗纪起开始下降接受沉积,并出现了较强烈的张性断裂活动。哈得逊古隆起正是在上述两个沉降中心之间,在三叠纪末印支运动形成的南抬北倾的区域背景下形成的。

白垩系在满加尔凹陷主要为一套红色洪冲积-河流-浅湖相沉积,厚度在200~1300 m左右。沉积中心有2个,一个位于满参1-赛克1井之间,最大沉积厚度为1300 m。另一个位于哈拉塘凹陷一带,最大沉积厚度1100 m(图5b)。此时哈得逊古隆起形态更加明显。但其位置仍然比现今位置略微偏西,轴部大体位于X3-MX1井一线。

早第三纪沉积在满西地区厚度不大,一般在

100~200 m之间。该时期的哈得逊隆起基本上是白垩纪的继承和延续。

6 晚第三纪

早第三纪始新世末,印度板块与欧亚板块发生碰撞,古天山造山带碰撞复活,库车前陆逆冲带在晚第三纪开始向盆地内发生强烈逆冲推覆。受其影响,库车前陆坳陷的沉降中心也在晚第三纪不断南迁,从而使满西地区与塔北隆起一起,形成了一个北西倾的区域大斜坡,成为库车前陆坳陷的前陆斜坡。其上接受了厚达1 000~2 800 m的上第三系陆相沉积。

在此背景上,由于受早期哈得逊隆起的影响,晚第三纪沉积在轮南-哈得逊地区仍具有披覆沉积的特点,其厚度由东西两侧向隆起顶部明显减薄。在下第三系-上第三系吉迪克组等厚图上,哈得逊隆起的面貌依然可见,只不过比石炭系更为宽缓罢了。

另一方面,由于受晚喜山期库车前陆逆冲带向盆地内发生强烈逆冲推覆以及前陆坳陷沉降中心不断向南迁移的影响,哈得逊隆起的位置也发生了向东的迁移,直至现今位置。因此,晚第三纪是哈

得逊隆起的定型时期。

总之,满西地区在前震旦纪末塔里木运动以来,构造面貌曾发生了较大变化。其构造格局的变迁尤其是哈得逊隆起的形成和演化,对该区油气聚集成藏和分布有着十分重要的控制作用,已发现的哈得4油田便是在该隆起的背景下形成的,从而再次证明克拉通古隆起对油气分布有极其重要的控制作用。

参 考 文 献

- 1 贾承造. 中国塔里木盆地构造特征与油气[M]. 北京:石油工业出版社,1997.438
- 2 贾承造,魏国齐. 塔里木盆地的古生界隆起和中、新生界前陆逆冲带构造及其控油意义[A]. 见:童晓光,梁狄刚,贾承造,主编. 塔里木盆地石油地质研究新进展[C]. 北京:科学出版社,1996.225~234
- 3 卢华复,贾东,蔡东升,等. 塔里木和天山古生代板块构造演化[A]. 见:童晓光,梁狄刚,贾承造,主编. 塔里木盆地石油地质研究新进展. 科学出版社,1996.235~245
- 4 黄太柱,马慧明. 塔里木盆地满加尔坳陷的演化过程及石油地质特征[J]. 新疆地质,1996,14(2):97~110
- 5 康志宏. 塔里木原型盆地分析[A]. 见:康玉柱. 中国塔里木盆地石油地质文集[C]. 北京:地质出版社,1996.136~145
- 6 汤良杰. 塔里木盆地演化和构造样式[M]. 北京:地质出版社,1996.136

TECTONIC EVOLUTION OF WEST MANJIAER REGION

Zhao Jingzhou¹ Tian Jun²

(1. Xi'an Petroleum Institute, Xi'an, Shaanxi; 2. Tarim Oilfield Branch, CNPC, Kuerle, Xinjiang)

Abstract: Since Tarim movement at the end of Pre-sinian, the west Manjiaer Depression has experienced about 6 major tectonic evolution stages. Sinian-Ordovician was the formation stage of intra-cratonic depression and Awati-Manjiaer(or A-Man) low ridge, which was a large, wide, low-amplitude one with the high point near Manxi-1 Well. Silurian-Devonian was the formation stage of intra-cratonic compressive bending depression and Lunnan paleo-uplift. Owing to the strong early Hercynian movement at the end of Devonian, Yingmaili-Lunnan paleo-uplift turned into two separate uplifts. At the same time, A-Man low ridge moved westward and was compressed into a narrow one. Carboniferous-Permian was the formation stage of intracratonic rifting depression and inherited development of the Lunnan paleo-uplift, whereas the Triassic was the formation stage of quasi-foreland depression and deformation of the paleo-uplift. After the strong Indosinian movement at the end of Triassic, the west Manjiaer region entered a new stage of inland depression and formation of Hadexun Uplift during the Jurassic to Paleogene. The Hadexun is a nose-shaped uplift dipping northeast, which is directly opposite to the trend of Lunnan paleo-uplift. The Neogene was also an important stage, Manjiaer Depression, together with the North Tarim uplift, were changed into the foreland slope of Kuche foreland basin, and the Hadexun Uplift was finally fixed.

Key Words: West Manjiaer region; tectonic evolution; A-Man low ridge; Lunnan Paleo-Uplift; Hadexun Uplift; Tarim Basin