

从源-盖控烃看塔里木台盆区油气分布规律

金之钧

(中国石化石油勘探开发研究院,北京 100083)

摘要:塔里木盆地台盆区海相层系经历了多期的成藏演化,油气藏的调整、破坏与保存等特征使台盆区的油气分布异常复杂。文中提出源岩和盖层共同控制了塔里木盆地海相层系的油气分布,认为烃源岩生烃史与盖层形成动态演化史的匹配、盖层的质量和保存能力以及地质历史时期特别是关键成藏-改造期盖层封盖能力的有效性是控制油气富集和分布的关键因素。宏观上,“源-盖”动态匹配关系的差异决定着不同地区与不同含油层系油气富集程度的差异。同时从“源-盖控烃”的基本思路出发,以区域盖层的分布和动态演化的研究成果为基础,阐明塔里木盆地台盆区油气富集的规律性,进而提出台盆区大、中型油气田的勘探方向。

关键词:源-盖控烃;油气分布;勘探方向;台盆区;塔里木盆地

中图分类号:TE122

文献标识码:A

A study on the distribution of oil and gas reservoirs controlled by source-cap rock assemblage in unmodified foreland region of Tarim Basin

Jin Zhijun

(Petroleum Exploration and Production Research Institute, SINOPEC, Beijing 100083, China)

Abstract: The marine sequences in the unmodified foreland region of Tarim Basin had experienced multiple stages of hydrocarbon accumulation with alternative later adjustment, destruction and preservation processes. Consequently, the distribution of oil and gas reservoirs in the study area today is very complicated. The article proposed that both source rocks and cap rocks had played roles in controlling the distribution of oil and gas reservoirs and suggested that the interaction between favorable timing of hydrocarbon generation with formation of cap rocks as well as the sealing capacity of cap rocks are the key factors that had affected the distribution of oil and gas reservoirs. Macroscopically, different collocation of source/cap rocks had determined where and how the oil/gas-bearing formations were located. Based on this understanding, the paper also discussed the distribution pattern of oil and gas reservoirs and predicted potential exploration targets for middle-and large-sized oil and gas fields in the study area.

Key words: source/cap rock controlling hydrocarbon accumulation, oil and gas distribution, exploration target, unmodified foreland region, Tarim Basin

塔里木盆地是由古生界海相克拉通盆地与中、新生代陆相前陆盆地组成的大型叠合盆地^[1-3]。历经30余年的艰苦探索,目前已经在台盆区与前陆区两个勘探领域收获了丰硕的油气成果。大量的研究工作证实,以古生界海相克拉通盆地为主体的“台盆区”经历了漫长的成藏演化历史,油气分布与富集规律复杂^[2,4-8]。回顾台盆区勘探历程可以看到,对塔里木盆地油气分布与富集规律的认识直接影响着勘探思路和勘探方向的选择。在20世纪90年代以前的盆地勘探初期,以背斜圈闭理论为指导,油气勘探主要集中于盆地边缘山前带;20世纪90年代以后,

才开始了以克拉通盆地的古隆起控油理论为指导的台盆区探索,先后在塔北、塔中两大古隆起区发现了塔河-轮南、塔中I号带等大型海相碳酸盐岩油气田。近10年来,台盆区在碳酸盐岩岩溶领域形成了以油为主的储、产量快速增长局面。值得关注的是,台盆区的勘探实践正逐步向塔北、塔中两大古隆起“斜坡区”推进^[9],在塔河-轮南外围与塔中北坡顺南-古城地区取得了重要的油气新发现。这些油气新发现促使我们以一种新的视角和思路重新思考“克拉通古隆起控油”理论与台盆区的油气分布规律。于此,笔者提出“源-盖控烃”的勘探评价理念,

收稿日期:2014-11-08。

作者简介:金之钧(1957—),男,中国科学院院士,油气地质和油气勘探。E-mail:jinzj.syky@sinopec.com。

基金项目:国家科技重大专项(2011ZX05005)。

以期进一步认识塔里木台盆区古生界的油气分布规律,明确今后的勘探方向。

“源-盖控烃”是指源岩和盖层共同控制了含油气盆地的生烃量和聚烃量,即源岩是油气成藏的物质基础,盖层则是形成油气藏的有力保障。面对塔里木台盆区“多源供烃、多期成藏、多期改造”的成藏演化历史,以“动态演化”的思路来认识重要成藏、改造期的“源-盖匹配”关系至关重要。本文主要分析了塔里木台盆区的“源-盖”条件及其动态匹配关系,并以“源-盖控烃”的思想为指导,讨论了下古生界油气分布特征与今后的潜力勘探方向。

1 塔里木台盆区烃源岩时空展布与主要供烃区

塔里木台盆区烃源岩分布于寒武系-奥陶系多个层段中,钻井及野外露头有不同程度的揭示。对烃源岩发育模式与分布,前人开展过大量的研究工作^[10-12],总的看来,烃源岩的时空展布受控于碳酸盐岩台地的沉积演化。寒武系-奥陶系各层段烃源岩发育模式与展布特征不尽相同。

大量的勘探实践也进一步揭示地质历史中塔里木台盆区存在3个重要有效供烃区:“满加尔供烃区”、

“阿瓦提供烃区”和“塔里木南部供烃区”。3个供烃区均为多套烃源岩叠置分布区。“满加尔供烃区”在寒武纪一早、中奥陶世长期处于叠置发育的斜坡-陆棚相区,烃源岩分布广、厚度大;该区为塔里木台盆区地质历史中最为重要的有效供烃区,目前该供烃区周边以天然气发现为主(如塔河东南部与顺南-古城地区)。近期,塔河西南部及顺托果勒地区的勘探实践进一步揭示“阿瓦提”是另一个重要的有效供烃区,推测该区发育下寒武统及中-上奥陶统烃源岩;目前阿瓦提供烃区周边以高成熟凝析油气发现为主。此外,玉北地区的油气发现还表明塔里木南部地区存在潜在的有效供烃区,限于钻井及地震资料获取程度,其发育层段、分布范围及供烃潜力尚不明确。

2 塔里木台盆区古生界区域盖层分布与动态演化

大量的钻井及地震资料揭示,塔里木台盆区古生界主要发育中-下寒武统膏盐岩、中-上奥陶统泥质岩、志留系泥质岩及石炭系膏泥质岩4套分布广泛的区域盖层(或盖层组合)(图1)。依据台盆区钻井及地震资料,初步落实了4套区域盖层的空间展布(图2)。在此基础上,还探索开展了盖层“动态演化”研究。

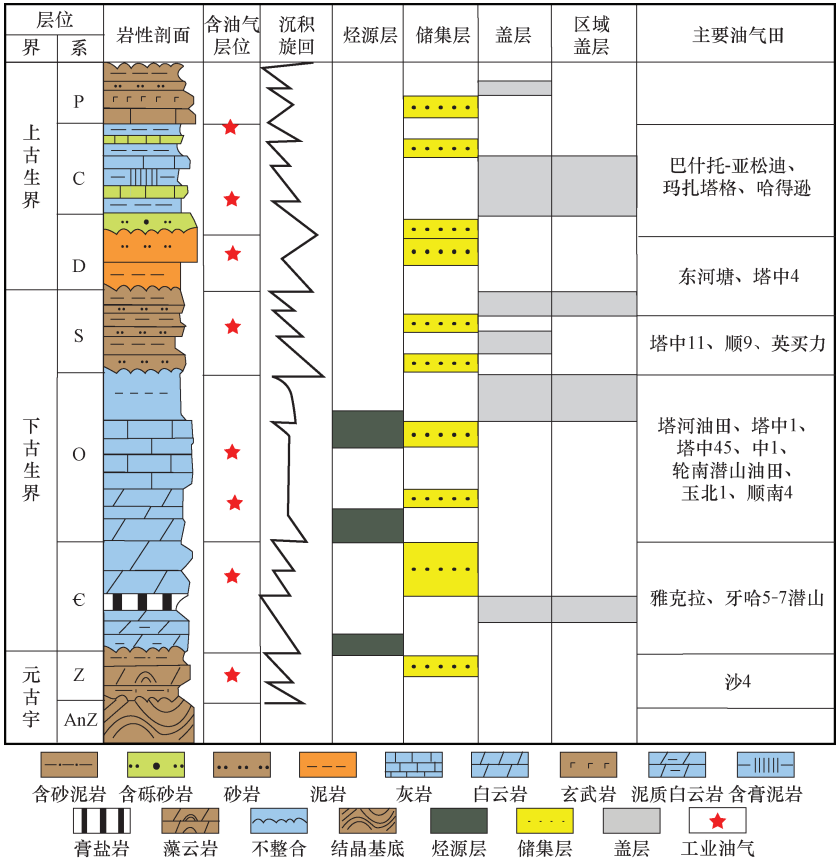


图1 塔里木台盆区古生界区域盖层与储-盖组合综合柱状图

Fig.1 Histogram showing cap rocks and collocations of reservoir-cap rocks of the Paleozoic in the unmodified foreland region of Tarim platform

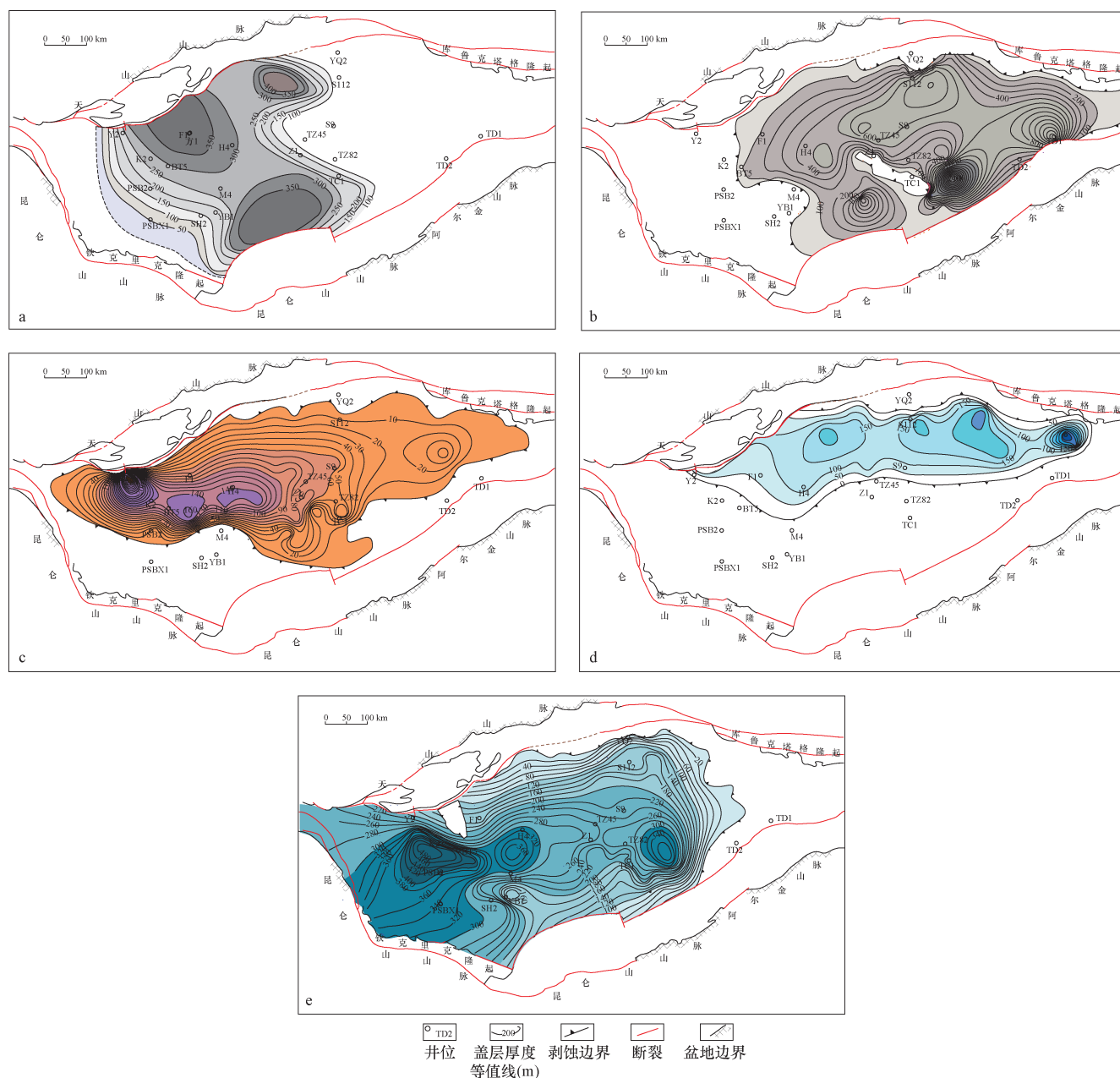


图2 塔里木盆地古生界主要区域盖层展布

Fig. 2 Distribution of the Paleozoic cap rocks in the unmodified foreland region of Tarim Basin

a: 中-下寒武统膏盐岩盖层分布; b: 中-上奥陶统泥质岩盖层分布; c: 志留系红色泥岩盖层分布;
d: 志留系灰色泥岩盖层分布; e: 石炭系泥岩-膏泥岩盖层分布

一般而言,地质历史中盖层要经历沉降埋藏和抬升两个最为基本的阶段;而与之相关,压实与破裂是影响盖层封闭能力的两个关键地质作用。沉降埋藏阶段,是泥岩盖层不断压实、微观封闭能力不断形成并增强的阶段,也是盖层温压不断升高、力学性质由脆性逐渐趋向韧性变化的阶段;抬升阶段为盖层所受应力状态发生改变而导致岩石可能产生裂缝化的阶段。塔里木多旋回叠合盆地背景下,盖层的“埋藏-抬升”地质过程会多次发生,盖层的封闭性能变化更加复杂。地质历史中,盖层在埋藏阶段封闭能力的形成、岩石力学性质的脆-韧转化和抬升阶段裂缝化的出现均与其埋深密切相关,因此可以结合盖层埋藏史动态评价分析

其对油气的封盖能力^[13-14]。本文在不同地区选取典型钻井,尝试开展了台盆区区域盖层封盖能力动态演化的研究。

2.1 中-下寒武统膏盐岩盖层

中-下寒武统区域盖层岩性主要为膏岩、盐岩、含膏白云岩及含膏泥岩,纵向上发育于吾松格尔组和阿瓦塔格组中。平面上,该套区域盖层展布受沉积期蒸发台地相控制,主要分布于盆地中、西部地区(图2a),厚度一般为100~300 m,最大厚度分布于阿瓦提断陷中部。有研究表明,膏岩封盖能力强,具有较高的突破压力,通常比普通泥岩高出几个数量级^[15-16]。

巴楚隆起 BT5 井该套盖层的流体包裹体测温资料表明,埋深不超过 1 300 m 该套盖层即已具备封盖能力。巴楚地区典型钻井针对该套盖层封盖能力的“动态评价”研究认为,自早奥陶世以来台盆区该套盖层即具备了封盖能力。巴楚隆起区尽管后期遭受过较大的抬升剥蚀,也并未造成盖层封盖能力的普遍丧失,仅后期活动强烈的断裂构造带保存条件不佳。

2.2 中-上奥陶统泥质岩盖层

中-上奥陶统泥质岩区域盖层在台盆区不同地层分区分属于桑塔木组和却尔却克组,在台盆区中、东部分布广泛(图 2b)。在满加尔坳陷区,该套区域盖层残留厚度最大,顺南-古城地区钻井揭示其残留厚度超过 2 000 m。在塔北古隆起斜坡区,残留厚度较小,仅为 50~200 m,塔北古隆起主体部位及塔中古隆起 II 号构造带、塘古巴斯坳陷北东向潜山构造带缺失该套盖层。

盖层封盖能力动态评价分析表明,该套区域盖层在海西晚期已普遍具备封油能力。塔中、塔北两大古隆起斜坡区在加里东晚期—海西早期即已具备封油能力,至喜马拉雅期已具备封闭天然气藏能力。需要注意的是,塔北地区在加里东晚期—海西早期该套区域盖层曾遭受强烈剥蚀,古隆起主体部位剥蚀殆尽,斜坡区虽然残留但封盖能力也遭受严重破坏。初步估算,灰岩地层抬升剥蚀超过 1 500 m,地层压力释放所致的裂缝将导致盖层封盖能力的丧失。该时期为塔北古隆起重要的原生油气藏破坏期,中-下奥陶统普遍见储层沥青^[17-18]。

2.3 志留系泥质岩盖层

志留系泥质岩区域盖层纵向上主要分布于塔塔埃尔特格组下段“红色泥岩段”与柯坪塔格组中段“灰色泥岩段”中。两套泥岩盖层主要分布于满加尔-阿瓦提坳陷区以及塔中-塔北加里东晚期—海西早期古隆起的斜坡区(图 2c,d)。“红色泥岩段”厚度一般小于 80 m,西北厚、东南薄,主要为潮上-潮间带沉积,岩相在平面上变化较快,封盖能力不佳,且具有地区差异性;阿克苏地区野外露头样品实际测试突破压力最大为 12 MPa。柯坪塔格组中段“灰色泥岩段”分布虽然不如“红色泥岩段”广泛,但厚度稳定、质纯,为陆棚相沉积,封盖能力强;在 S9 井区实测 6 件样品,突破压力 17~26 MPa,平均为 21 MPa。

地质历史中志留系两套泥岩盖层封盖能力具有不同的变化特征,主要体现在加里东晚期—海西早期的封盖能力上。从志留系上段广泛分布的沥青砂岩看,“红色泥岩段”盖层在加里东晚期—海西早期尚不具备良好

的油气封盖能力,海西晚期以来才具备封盖能力。而柯坪塔格组下段少见储层沥青,S9 井和 TP18 井已有加里东晚期—海西早期油气成藏得以保存的证据,表明柯坪塔格组“灰色泥岩段”该期已具备油气封盖能力。

2.4 石炭系膏泥质岩盖层

石炭系膏泥质岩盖层主要发育于巴楚组下泥岩段、卡拉沙依组中泥岩段及上泥岩段中,岩性主要为泥岩与膏质泥岩。石炭系膏泥质岩区域盖层分布广泛,除雅克拉断凸外,台盆区基本全区覆盖(图 2e)。巴-麦地区 7 口典型钻井实测 20 件样品,膏泥岩突破压力较大,含石膏白云岩突破压力最高为 64 MPa,泥岩突破压力最大为 29 MPa。

从不同地区典型钻井石炭系盖层封盖能力动态评价结果看,巴楚地区石炭系盖层封盖能力形成较晚,为印支期以来;玉北地区、塔中及塔北古隆起区海西晚期均已具备油气封盖能力。在巴楚隆起西段,印支期可能存在较大幅度的抬升,典型钻井(Y2 井)OCR(超固结比)的计算结果表明该时期石炭系盖层封盖能力被破坏。

3 塔里木台盆区油气分布特征与勘探方向

塔里木台盆区古生界虽然经历了复杂的成藏演化历史,但油气资源分布特征仍然受“源”、“盖”及“断裂”、“输导”等条件的控制^[8]。

3.1 区域盖层与主要含油气层系

分析塔里木台盆区已发现的具有一定储、产量规模的油气田(藏),可以看到,油气赋存在纵向上明显受区域盖层与断裂的控制(图 3),具有“层状分布”特征。如图 2 所示,区域盖层作为直接盖层之下的中-下奥陶统碳酸盐岩风化壳及上奥陶统良里塔格组、志留系柯坪塔格组下段及上段砂岩和泥盆系-石炭系“含砾砂岩段+东河砂岩段”是已发现油气田储、产量最为集中的层段,也是台盆区最主要的含油气层系。此外,中-下寒武统区域盖层之下的盐间和盐下白云岩层系,尽管钻井非常有限,但也见到了良好的油气显示,如塔中地区的 ZS1 井和巴楚地区的 MB1 井。

塔里木叠合盆地的复杂构造演化背景下,不同地区上述区域盖层与主要含油层系的纵向叠置关系不尽相同(表 1)。在塔中古隆起区主体部位(塔中 I 号断裂带以南—塔中南缘断裂以北),上奥陶统泥质岩盖层覆盖于上奥陶统良里塔格组与中-下奥陶统鹰山组储层之上;在塔北古隆起主体部位,则是石炭系区域盖层覆盖于中-下奥陶统储层之上。志留系柯坪塔格组中

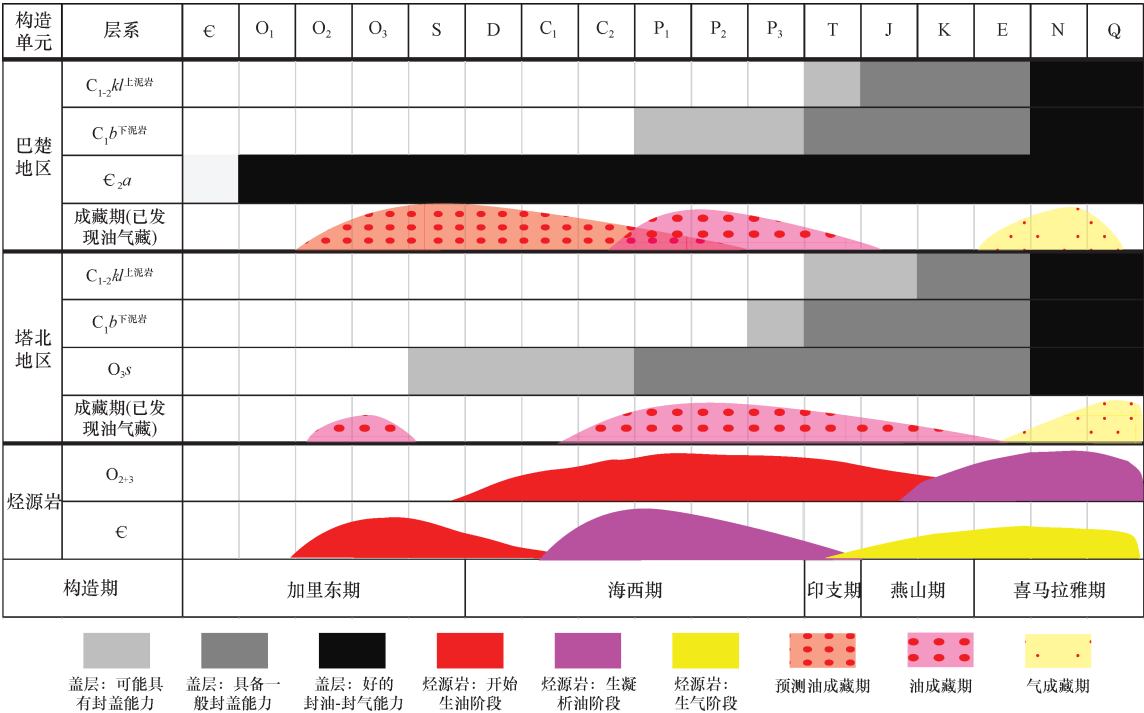


图 3 塔里木台盆区主要探区古生界区域盖层、断裂与油气显示分布

Fig. 3 Diagram showing cap rocks, faults and oil/gas shows in the Paleozoic of the unmodified foreland region of Tarim Basin

表 1 塔里木台盆区古生界区域盖层与主要含油层系纵向叠置类型
Table 1 Vertical superposition types of cap rocks with oil-bearing formations in the Paleozoic of the unmodified foreland region of Tarim Basin

区域盖层	中、下寒武统膏泥岩	上奥陶统黑被子	志留系灰泥岩	志留系红泥岩	石炭系膏泥岩
石炭系					√
东河砂岩段					√
柯坪塔格组上段				√	
柯坪塔格组下段			√		
良里塔格组		√			
中、下奥陶统风化壳		√			√
中、下奥陶统 - 上寒武统内幕		√			
寒武系盐间、盐下	√				

段泥岩盖层与柯坪塔格组下段砂岩仅在满加尔 - 阿瓦提拗陷区及塔中、塔北两大古隆起斜坡区发育。中 - 下寒武统膏盐岩区域盖层与盐间和盐下白云岩储 - 盖组合在巴楚和塔中地区分布广泛。油气勘探中,应当充分重视这种区域盖层与主要含油层系纵向叠置关系的地区性差异,选择主要含油气层系展开探索。

需要强调的是,对于某一含油层系而言,尽管区域盖层控制着油气宏观分布规律,具体到某一区带,对油气藏形成、保存起关键作用的往往是“直接盖层”。“直接盖层”可以是质量优越、分布广泛的区域盖层,也可能是区域盖层之下局限分布的“致密隔层”。如,近期顺南 - 古城地区的天然气藏,“直接盖层”是覆盖

于中 - 上奥陶统泥质岩区域盖层之下的致密的中 - 上奥陶统碳酸盐岩。同样的情况在对塔中古隆起主体区油气富集规律的研究中也有讨论^[19]。

对于台盆区而言,由于多期成藏 - 改造历史的差异性,油气性质纵向上也表现出复杂的分布面貌。如,塔中古隆起区奥陶系碳酸盐岩、志留系及泥盆系 - 石炭系的油气性质就存在较大的差异。中 - 下奥陶统鹰山组以高成熟凝析油气藏为主要特征;志留系则为重质油与轻质油并存,天然气少见;含砾砂岩段和东河砂岩段,则主要以轻质油和中质油为主。上述油气性质纵向上复杂的分布面貌是多期成藏的结果,也是该区“盖层与断裂”共同控制的结果。在多套储 - 盖组合叠置发育区,对油气聚集而言盖层的质量分布与封盖能力的完整性至关重要。发育于烃源岩层之上的区域盖层,对其上覆含油气层系成藏而言,具有明显的分隔、阻挡作用(分隔层),因此其上覆含油层系的成藏富集往往更加依赖于切穿该区域“分隔层”的“断裂”。多期成藏过程中,对于断裂沟通的多套区域盖层与含油层系,油气纵向上表现为正常的分异特征;而对于断裂未沟通或沟通较差的含油层系,可能主要表现为某一期油气成藏与分异的特征。塔里木台盆区厚度巨大的中 - 上奥陶统泥质岩盖层(分隔层)这种“双刃剑”作用在志留系及上覆碎屑岩层系的油气成藏过程中体现尤为明显。

3.2 “源 - 盖”动态配置关系与油气富集程度

塔里木台盆区已发现典型油气田(藏)的解剖研

究揭示,台盆区主要含油层系的油气成藏具有“多源供烃、多期成藏、多期改造”的特征。因此,研究地质历史中(尤其是关键成藏、改造期)的“源-盖”配置及其动态变化对于进一步明确油气富集规律至关重要。宏观上,“源-盖”动态匹配关系的差异,决定着不同地区与不同含油层系油气富集程度的差异。图4为塔北地区与巴楚地区“源-盖”配置关系、地质历史中的动态演化以及对油气分布的控制作用。

3.3 勘探方向

“源-盖控烃”及地质历史中的“动态评价”为进一步认识塔里木台盆区宏观油气分布规律提出了新的标准,为不同含油层系区带评价与勘探方向的选择提供了新的技术思路和方法。应当看到,近期离开克拉通“古隆起”主体部位相继获得油气新发现的地区,均为具有优越“源-盖”动态配置关系的斜坡区,如塔北古隆起南坡-塔河南部跃参地区、塔中古隆起北坡-顺南地区以及古城地区(图5)。从“源-盖控烃”的思路出发,除上述已获得油气成果的有利勘探领域外,中央隆起带(尤其是塔中古隆起区)中-下寒武统碳酸盐岩勘探领域及塔北-塔中加里东晚期古隆起斜坡区志留系原生油气藏勘探领域值得进一步探索。

如上文所述,中-下寒武统碳酸盐岩在中央隆起区具有分布广泛的中-下寒武统膏盐岩盖层,自加里东

早、中期以来即具备了封盖条件。而塔中古隆起与巴楚古隆起比较,塔中古隆起临近“满加尔”与“阿瓦提”两大供烃区,烃源条件更为优越,因此应当优先展开探索。需要说明的是,塔北古隆起尽管具有极佳的烃源条件,但由于中-下寒武统膏盐岩盖层整体欠发育,寒武系-中、下奥陶统内幕油气分布可能并不表现为沿“层”富集的特征,而更多地表现为在局限分布的致密碳酸盐岩隔层之下沿深大断裂“局部富集”的特征。

志留系柯坪塔格组中段“灰色泥岩段”盖层与柯坪塔格组下段砂岩组成的储-盖组合主要分布于满加尔-阿瓦提拗陷区及塔中-塔北加里东晚期古隆起的斜坡区,与烃源岩的空间配置关系好。柯坪塔格组“灰色泥岩段”盖层在志留纪末-泥盆纪即具备了封盖能力;且此后,封盖能力基本未受抬升剥蚀或构造变形的破坏。这对于柯坪塔格组下段砂岩加里东晚期-海西早期原生油气藏的形成与保存非常有利。有证据表明,顺托果勒低隆起区的S9井及塔河南部的TP18井即为该时期形成并保留至今的原生油气藏。该勘探领域值得进一步关注。

此外,对于塔里木南部,尤其是和田古隆起区,虽然烃源岩展布与供烃区均有待进一步落实,但盖层动态演化研究表明石炭系泥岩自海西晚期以来即具备封盖能力,且不断增强,保存条件较好。该区已有油气发现,应当进一步加强潜在供烃区烃源岩生烃史的研究,以“源-盖控烃”的思路为指导优选有利探区与主要勘探目的层。

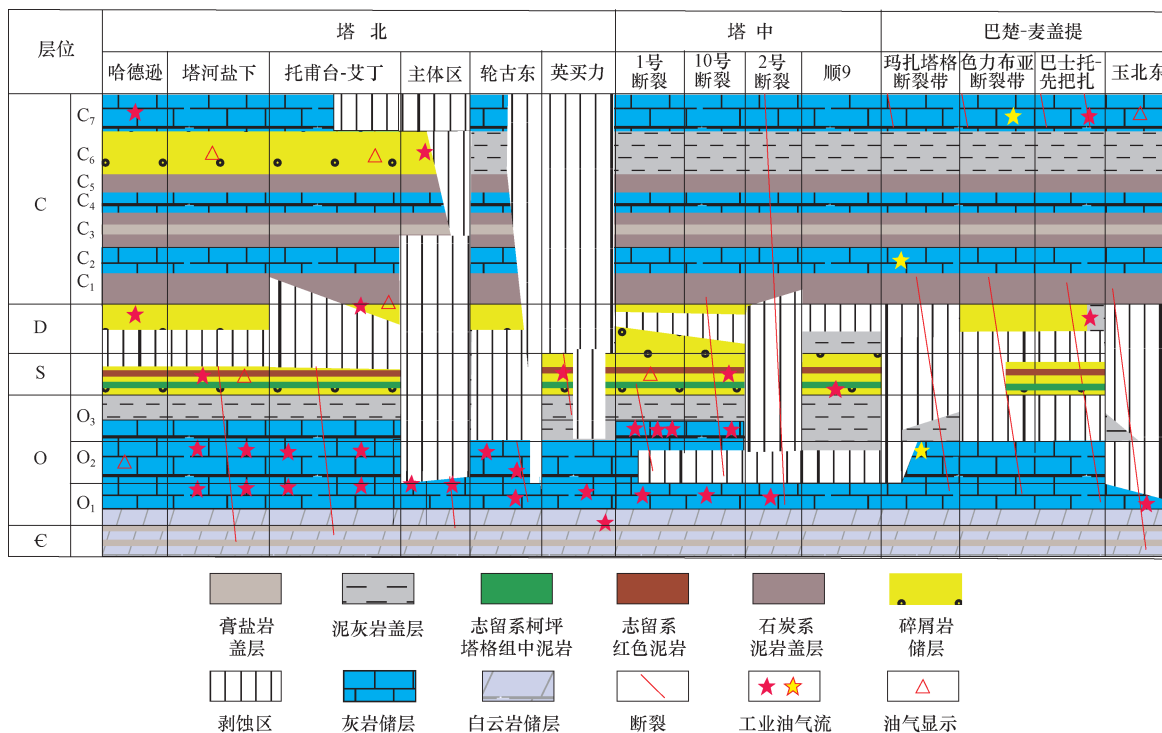


图4 塔北地区与巴楚地区“源-盖”配置关系对比示意图

Fig. 4 Comparison of source/cap rock collocations in northern Tarim Basin and Bachu area

C₇. 小海子组; C₆. 卡拉沙依组砂泥岩段; C₅. 卡拉沙依组上泥岩段; C₄. 卡拉沙依组标准灰岩段;

C₃. 卡拉沙依组中泥岩段; C₂. 巴楚组生屑灰岩; C₁. 巴楚组下泥岩段

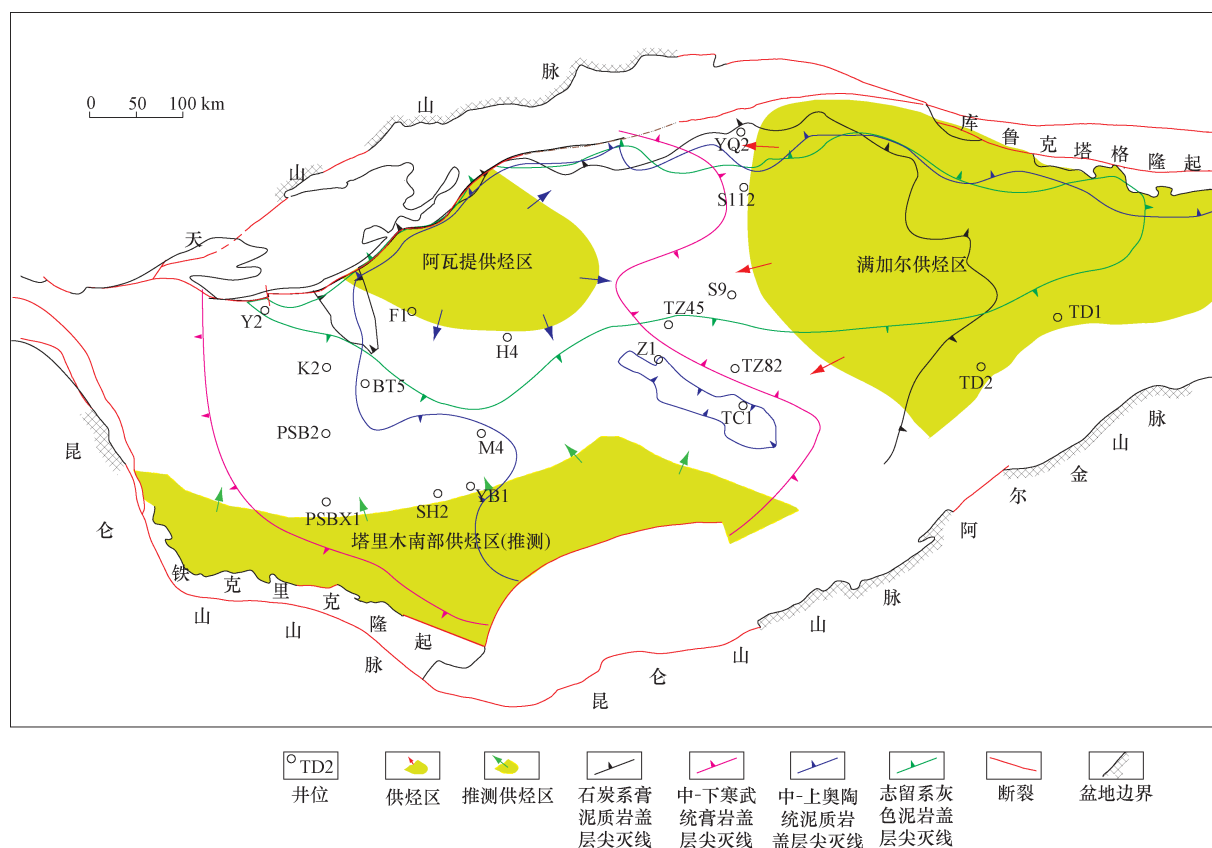


图5 塔里木盆地台盆区海相层系源-盖匹配关系平面分布

Fig. 5 Diagram showing the areal distribution of source/cap rock collocations in marine sequences in the unmodified foreland region of Tarim Basin

4 问题讨论

以“源-盖控烃”的思路与“动态分析”的方法开展塔里木盆地油气分布规律的研究虽然取得了一些初步的认识,但应当看到,实现地质历史中“源-盖”配置的“动态评价”还存在不少技术难题。塔里木盆地“主力烃源”的争论由于缺乏广泛认可的关键地球化学标本,还将在一段时期内长期存在,这将影响烃源岩及“供烃区”的准确时空定位。盖层研究中,目前空间展布规律的认识较为清晰,但动态演化研究还处在探索阶段,理论研究亟待进一步深入。目前盖层埋藏阶段封盖能力的评价,主要依据孔隙度与突破压力的相关关系实现;仅考虑了压实作用对孔隙度的影响。在抬升阶段,仅考虑地层压力变化所致的岩层破裂,通过渗透率与突破压力的关系评价封盖能力也并不全面。对不同岩性盖层微观封盖机理的探索研究,前期关注较多的是泥岩和膏盐岩,致密的碳酸盐岩关注较少。实际应用中,不同级次的盖层(区域盖层与直接盖层)及其与油气分布的相关关系研究也需要进一步深入开展。

塔北古隆起中-下奥陶统碳酸盐岩为目前台盆区发现油气最为富集的勘探领域。就“源-盖”时空配置而言,该区中-下奥陶统具有优越的成藏条件。从

空间尺度看,该区具有最佳的“源-盖”配置关系。塔北古隆起临近“满加尔”和“阿瓦提”两大供烃中心,且塔里木盆地北部地区下寒武统普遍发育玉尔吐斯组和西大山组-西山布拉克组烃源岩,烃源条件优越。塔北古隆起斜坡区中-下奥陶统碳酸盐岩上覆上奥陶统泥质岩盖层。该套盖层在加里东晚期(志留纪-泥盆纪)即具备了封盖条件,但在其后的加里东晚期-海西早期构造运动中遭受破坏。古隆起主体部位中-下奥陶统碳酸盐岩上覆石炭系盖层,晚二叠纪开始具备封盖能力;在其后的地质历史中除雅克拉断凸外,石炭系盖层封盖能力持续加强。塔北地区中-下奥陶统碳酸盐岩可以聚集海西晚期以来的来自两大“供烃区”的多期供烃。大量的钻井揭示塔北古隆起主体部位中-下奥陶统碳酸盐岩普遍见储层沥青,是加里东晚期-海西早期由于缺乏区域封盖条件成藏破坏的产物。此外,塔北地区中-下寒武统膏盐岩盖层整体欠发育,寒武系-中、下奥陶统内幕可能仅发育受局部碳酸盐岩致密“隔层”封盖、沿深大断裂富集的油气藏。

巴楚地区中-下奥陶统整体油气显示较差,其“源-盖”时空配置关系不佳。从空间尺度看,巴楚隆起虽然临近“阿瓦提”供烃区,但与塔北地区比较,本区与长期供烃的“满加尔”供烃区相隔较远,且下寒武统玉尔吐斯组烃源岩欠发育(BT5井和MB1井的钻探

证实),油气成藏的“物质基础”较为薄弱。巴楚隆起-麦盖提斜坡西段,中-下奥陶统碳酸盐岩上覆志留系-泥盆系,缺乏有效的区域盖层。巴什托地区针对该层系的钻探结果不佳。巴楚隆起东段,中-下奥陶统鹰山组与上奥陶统良里塔格组上覆厚度不等的上奥陶统泥质岩盖层。海西晚期以来虽然具备了良好的封盖条件,但喜马拉雅期强烈的断裂活动致使油气保存条件较差。前期针对断裂带部署的钻井也未获重大油气发现。

参 考 文 献

- [1] 金之钧,王清晨. 中国典型叠合盆地油气形成富集与分布预测[M]. 北京: 科学出版社,2007.
- Jin Zhijun, Wang Qingchen. Petroleum generation, accumulation and distribution prediction in China's typical superimposed basins[M]. Beijing: Science Press, 2007.
- [2] 金之钧,蔡立国. 中国海相层系油气地质理论的继承与创新[J]. 地质学报,2007,81(8):1017-1024.
- Jin Zhijun, Cai Ligu. Inheritance and innovation of marine petroleum geological theory in China[J]. Acta Geologica Sinica, 2007, 81(8): 1017-1024.
- [3] 金之钧,蔡立国. 中国海相油气勘探前景、主要问题与对策[J]. 石油与天然气地质,2006,27(6):722-730.
- Jin Zhijun, Cai Ligu. Exploration prospects, problems and strategies of marine oil and gas in China[J]. Oil & Gas Geology, 2006, 27(6): 722-730.
- [4] 孙龙德. 塔里木盆地海相碳酸盐岩与油气[J]. 海相油气地质, 2007, 12(4): 10-15.
- Sun Delong. Marine carbonate rocks and hydrocarbon in Tarim Basin[J]. Marine Origin Petroleum Geology, 2007, 12(4): 10-15.
- [5] 顾忆,邵志兵,陈强路,等. 塔河油田油气运移与聚集规律[J]. 石油实验地质,2007,29(3):224-230.
- Gu Yi, Shao Zhibing, Chen Qianglu, et al. Oil migration and accumulation pattern in the Tahe oilfield[J]. Petroleum Geology & Experiment, 2007, 29(3): 224-230.
- [6] 蔡希源. 塔里木盆地台盆区油气成藏条件与勘探方向[J]. 石油与天然气地质,2005,26(5):590-597.
- Cai Xiyuan. Reservoir conditions and exploration targets in Tarim basin[J]. Oil & Gas Geology, 2005, 26(5): 590-597.
- [7] 翟晓先. 塔河大油田新领域的勘探实践[J]. 石油与天然气地质, 2006, 27(6): 751-761.
- Zhai Xiaoxian. Exploration practices in frontiers of Tahe oilfield[J]. Oil & Gas Geology, 2006, 27(6): 751-761.
- [8] 金之钧. 中国海相碳酸盐岩层系油气形成与富集规律[J]. 中国科学: 地球科学,2011,41(7): 910-926.
- Jin Zhijun. Formation and accumulation of oil and gas in marine carbonate strata in Chinese sedimentary basins[J]. Scientia Sinica(Terrae), 2011, 41(7): 910-926.
- [9] 金之钧,云金表,周波. 塔里木斜坡带类型、特征及其与油气聚集的关系[J]. 石油与天然气地质,2009,30(2):127-135.
- Jin Zhijun, Yun Jinbiao, Zhou Bo. Types and characteristics of slope zones in Tarim Basin and their relationship with oil accumulation[J]. Oil & Gas Geology, 2009, 30(2): 127-135.
- [10] 张水昌,梁狄刚,朱光有,等. 中国海相油气田形成的地质基础[J]. 科学通报,2007,52(S1):19-31.
- Zhang Shuichang, Liang Digang, Zhu Guangyou, et al. Geological foundation of the formation of China's marine oil and gas fields[J]. Chinese Science Bulletin, 2007, 52(S1): 19-31.
- [11] 梁狄刚,张水昌,张宝民. 从塔里木盆地看中国海相生油问题[J]. 地学前缘,2000,7(4):534-547.
- Liang Digang, Zhang Shuichang, Zhang Baomin. Understanding on marine oil generation in China based on Tarim Basin[J]. Earth Science Frontiers, 2000, 7(4): 534-547.
- [12] 张水昌,高志勇,李建军,等. 塔里木盆地寒武系-奥陶系海相烃源岩识别与分布预测[J]. 石油勘探与开发,2012,39(3):285-294.
- Zhang Shuichang, Gao Zhiyong, Li Jianjun, et al. Identification and distribution of marine hydrocarbon source rocks in the Ordovician and Cambrian of the Tarim Basin[J]. Petroleum Exploration and Development, 2012, 39(3): 285-294.
- [13] 周雁,金之钧,朱东亚,等. 油气盖层研究现状与认识进展[J]. 石油实验地质,2012,24(3):234-246.
- Zhou Yan, Jin Zhijun, Zhu Dongya, et al. Current status and progress in research of hydrocarbon cap rocks[J]. Petroleum Geology & Experiment, 2012, 24(3): 234-246.
- [14] 袁玉松,范明,刘伟新,等. 盖层封闭性研究中的几个问题[J]. 石油实验地质,2011,33(4):336-340.
- Yuan Yusong, Fan Ming, Liu Weixin, et al. Several discussions of sealing capacity studies of caprock[J]. Petroleum Geology & Experiment, 2011, 33(4): 336-340.
- [15] 金之钧,周雁,云金表,等. 我国海相地层膏盐岩盖层分布与近期油气勘探方向[J]. 石油与天然气地质,2010,31(6):715-724.
- Jin Zhijun, Zhou Yan, Yun Jinbiao, et al. Distribution of gypsum-salt cap rocks and near-term hydrocarbon exploration targets in the marine sequences of China[J]. Oil & Gas Geology, 2010, 31(6): 715-724.
- [16] 周兴熙. 库车坳陷第三系膏盐岩盖层特征及其对油气成藏的控制作用[J]. 古地理学报,2000,2(4):51-55.
- Zhou Xingxi. The features of Tertiary halite-gypsum caprocks and their control on forming of oil and gas pools in Kuqa Depression[J]. Journal of Palaeogeography, 2000, 2(4): 51-55.
- [17] 吕海涛,张卫彪,张达景,等. 塔里木盆地塔河油田奥陶系油气成藏演化过程研究[J]. 石油实验地质,2008,30(6):547-551.
- Lü Haitao, Zhang Weibiao, Zhang Dajing, et al. Study of the evolution process of the Ordovician oil reservoir in the Tahe oilfield, the Tarim Basin[J]. Petroleum Geology & Experiment, 2008, 30(6): 547-551.
- [18] 云露,蒋华山. 塔河油田成藏条件与富集规律[J]. 石油与天然气地质,2007,28(6):768-775.
- Yun Lu, Jiang Huashan. Hydrocarbon accumulation conditions and enrichment rules in Tahe oilfield[J]. Oil & Gas Geology, 2007, 28(6): 768-775.
- [19] 华晓莉,罗春树,吕修祥,等. 塔中北斜坡奥陶系鹰山组碳酸盐岩高阻层分布特征及其意义[J]. 石油与天然气地质,2013,34(3):323-331.
- Hua Xiaoli, Luo Chunshu, Lü Xiuxiang, et al. Distribution and significance of high-resistivity carbonates of Ordovician Yingshan Formation of northern slope of Tazhong area, Tarim Basin[J]. Oil & Gas Geology, 2013, 34(3): 323-331.