

文章编号:0253-9985(2007)06-0721-10

塔里木盆地沙雅、卡塔克和巴楚隆起油气成藏主控因素对比与评价

李铁军, 闫相宾

(中国石油化工股份有限公司 石油勘探开发研究院, 北京 100083)

摘要:沙雅、卡塔克和巴楚隆起是塔里木盆地油气勘探的重点地区,截至2006年底提交的探明油气地质储量占整个盆地探明储量的66.78%,但3个隆起探明油气地质储量规模存在显著差异。有效供烃范围、优质储层的发育和空间展布、构造演化历史尤其是后期构造活动性的差异是导致3个隆起储量规模显著不同的主要原因。根据3个隆起油气成藏主控因素的对比分析,沙雅隆起油气成藏条件最好、卡塔克隆起次之、巴楚隆起相对较差。

关键词:成藏主控因素;勘探潜力;沙雅隆起;卡塔克隆起;巴楚隆起;塔里木盆地

中图分类号:TE122.3

文献标识码:A

Comparison and evaluation of main factors controlling hydrocarbon accumulation in the Shaya, the Katake and the Bachu Uplift, the Tarim Basin

Li Tiejun, Yan Xiangbin

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

Abstract: As the major exploration targets in the Tarim Basin, three uplifts, namely, the Shaya, the Katake and the Bachu Uplift, contained an accumulative proven geologic reserves which account for 66.78% of the basin's total by the end of 2006. However, they varied greatly in the scale of their proven geologic reserves—a phenomenon caused by differences in effective source rocks, development and distribution of high-quality reservoirs, and tectonic evolution history (especially late tectonic activities). Comparative analysis on main factors controlling hydrocarbon accumulation in these uplifts revealed that the Shaya Uplift had the best condition for hydrocarbon accumulation, the Katake Uplift had a less favorable accumulation environment, and the Bachu Uplift had the worst.

Key words: main factor controlling hydrocarbon accumulation; exploration potential; Shaya Uplift; Katake Uplift; Bachu Uplift; Tarim Basin

1 勘探概况及油气分布特征

塔里木盆地是我国面积最大的叠合盆地。康玉柱^[1]根据盆地内现存构造形态、基底起伏特征、不同时期地层展布和发育特征以及构造样式等,将整个盆地分为东北坳陷区、中央隆起区、西南坳陷区和东南断隆区4个一级构造单元,位于东北

坳陷区的沙雅隆起和位于中央隆起区的卡塔克、巴楚隆起是盆地内油气勘探的重点地区,也是台盆区油气勘探取得重大突破的地区。

1.1 探明储量情况

截至到2006年底,塔里木盆地共探明油气地质储量为 20.64×10^8 t(油当量),其中原油(含凝析油)为 12.25×10^8 t、天然气(含溶解气)为

收稿日期:2007-10-23。

第一作者简介:李铁军(1971—),男,高级工程师,盆地分析、油气地质。

基金项目:国家自然科学基金(40772136)资助。

$8\,390.04 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。在已探明的油气地质储量中,克拉通盆地区和前陆盆地区无论是在量上还是在相态上均存在显著差异:台盆区共探明石油地质储量为 $11.64 \times 10^8 \text{ t}$ 、天然气 $2\,960.88 \times 10^8 \text{ m}^3$,分别占整个盆地探明储量的 95.95% 和 35.29%;前陆盆地区仅探明石油地质储量为 $6\,066.23 \times 10^4 \text{ t}$ 、占全盆地石油探明储量的 4.95%,但其天然气探明储量为 $5\,429.16 \times 10^8 \text{ m}^3$ 、占整个盆地天然气探明储量的 64.71%。因此,从整个盆地探明油气储量分布的情况看,台盆区以油为主、前陆盆地区以气为主的分布特征比较明显。

1.2 油气分布特征

就台盆区而言,油气分布具有明显的规律性,整体表现为以沙雅、卡塔克和巴楚 3 个隆起为主。但油气在 3 个隆起的分布也存在显著差异,3 个隆起共探明石油 $10.82 \times 10^8 \text{ t}$ 、天然气 $2\,960.88 \times 10^8 \text{ m}^3$ (表 1)。

3 个隆起油气探明储量分布存在明显的不均衡性,沙雅隆起油气探明储量均是最大。

表 1 沙雅、卡塔克和巴楚隆起油气概况

Table 1 Summary of oil and gas reserves in the Shaya, the Katake and the Bachu Uplift

	石油地质储量/ (10^4 t)	占 3 个隆起 区探明储量 比例, %	天然气地 质储量/ (10^8 m^3)	占 3 个隆起 区探明储量 比例, %
沙雅隆起	96 792.93	89.43	1 611.48	54.43
卡塔克隆起	10 987.45	10.15	714.32	24.13
巴楚隆起	457.79	0.42	635.08	21.45

已探明油气在 3 个隆起上分布的差异性主要受油气成藏主控因素的控制。

2 台盆区油气成藏特征与主控因素

塔里木盆地台盆区油气分布复杂,前人研究认为主要受多种地质因素控制:

- 1) 烃源岩分布及其热演化史控制了油气分布^[2,3];
- 2) 古隆起、古斜坡控制了油气的分布^[1,2,4];
- 3) 断裂带控制了油气藏的分布^[1,2,4];
- 4) 不整合面^[1,2,4];
- 5) 优质区域盖层和储盖组合控制了油气富集的主要层位^[2]。

但以下地质因素也不可忽视。

2.1 古构造带是油气富集的区带

台盆区古隆起、古斜坡对油气藏的控制是非常显著的,但在古隆起、古斜坡范围内,油气藏的分布又进一步受古构造带的控制,这些古构造带可以是古断裂带,如沙雅隆起雅克拉断凸可分为大涝坝、雅克拉、波斯坦、永丰庄-托乎拉、二八台-轮台和提尔根等构造带。从已发现的油气田(藏)的分布看,主要位于雅克拉、提尔根、大涝坝(牙哈)和波斯坦等几个构造带之上(图 1)。也可以是局部的古构造高部位,如塔中 45 井-满西 1 井区块的大型古背斜构造区控制了该区油气成藏^[5]。

事实上,古隆起、古斜坡主要提供了油气聚集、成藏的背景,具体控制油气分布与富集的是位

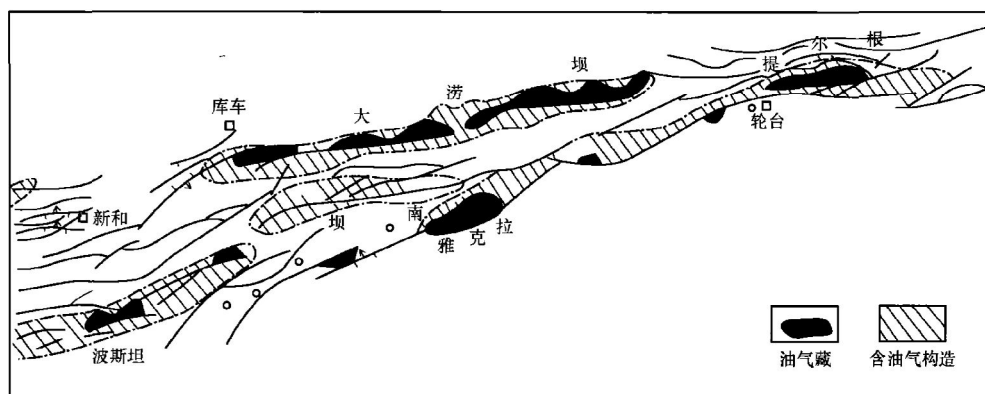


图 1 沙雅隆起雅克拉断凸油气田(藏)分布与古构造带关系示意图

Fig. 1 Sketch map showing the distribution of oil and gas pools and its relationship with paleo-structure zone in the Yakela faulted salient of the Shaya Uplift

于古隆起、古斜坡之上的古断裂带或古构造带。其机制主要有以下几个方面。

1) 油气的运聚成藏从本质上讲受流体势的控制,而古断裂带或古构造带是古隆起、古斜坡背景上的局部低势区,是油气集中聚集的有利部位^[6]。

2) 古断裂带是地质历史时期构造活动部位,既可以为油气穿层运移提供通道,也可成为流体运移的通道,从而使断裂带地层、尤其是碳酸盐岩层系发生溶蚀作用而改善储层。

3) 古断裂带或古构造带在暴露地表时更易于遭受风化剥蚀,更易于成为表生岩溶作用发育区,风化壳岩溶作用型储层最为发育。

4) 形成与断层有关的圈闭,如断垒、断鼻、断背斜等;或在上覆地层中形成披覆背斜等局部构造。

2.2 台盆区油气藏经历了原生形成和后期调整改造阶段

多期成藏是塔里木盆地台盆区油气成藏的显著特征^[7-12]。这种成藏的多期性一方面是受不同构造部位、经历不同热演化历史的烃源岩生排过程所控制的;另一方面则是由于遭受后期构造运动调整或改造所造成的,后期的调整和改造也是台盆区油气成藏的一个主要特征。总体看来,寒武系、奥陶系等碳酸盐岩和志留系碎屑岩油气藏以原生油气藏或改造后残留的油气藏为主,而上古生界和中、新生界的碎屑岩油气藏以次生油气藏为主。

如从塔河油田的研究成果来看,塔河油田及邻区油气藏的形成主要有海西早期、海西晚期、燕山期—喜马拉雅早期和喜马拉雅晚期4期,其中海西早期以破坏为主,海西晚期成藏与改造并存,燕山期—喜马拉雅早期以正常油藏为主,喜马拉雅晚期以形成轻质油和气藏为主^[9]。各成藏期对塔河油田及邻区油气藏的形成具有不同的作用,从而形成该区奥陶系以原生油气藏或残留油气藏为主的特征,而石炭系、三叠系以次生油气藏为主的特征。

总体而言,塔河油田及邻区的油气成藏可分为两个阶段,第一个阶段是原生油气藏形成阶段,其时期为海西晚期,该期形成的油气藏主要分布于奥陶系,如塔河3号、塔河4号奥陶系油气藏;第二个阶段为油气藏的调整或改造阶段,主要有两个方面的含义,一是海西晚期形成的油气藏又遭受后期、主要是喜马拉雅期气侵或高成熟油气的充注,其作

用主要是对原生油气藏的改造,二是原来形成的油气藏遭到破坏,沿断裂或不整合面向上运移,在上覆石炭系、三叠系中的有利部位重新聚集形成次生油气藏,其形成时期主要是喜马拉雅期。

在卡塔克隆起、巴楚隆起也具有类似的油气成藏特征,如卡塔克隆起的塔中4油田是喜马拉雅期遭受改造后的残余油气藏^[13],而位于巴楚隆起之上的和田河气田则是源于寒武系的古油藏原油裂解后所形成的次生气藏^[14]。

2.3 碳酸盐岩和碎屑岩油气藏控制因素不同

从区域尺度上讲,古隆起、古斜坡背景上的古构造带对油气藏具有控制作用,为油气勘探的有利区带。但具体到某一个油气田或油气藏,油气的分布更多地表现出受局部构造、地层岩性变化等因素的控制。

碳酸盐岩油气多聚集于风化壳之下的岩溶型储层。碳酸盐岩的储集岩类型有白云岩和灰岩,其中灰岩又可分为颗粒灰岩、生屑灰岩等。就储集性能而言,奥陶系碳酸盐岩无论是灰岩还是白云岩,其未受改造前的孔隙度、渗透率均较差,难以构成有效的储层,现今已发现油气田的储层基本上是经历后期构造、岩溶等作用改造后形成的^[15],如根据塔河油田225口井进行的综合识别,在170口井中发现岩溶作用形成的大型洞穴(包括已充填洞穴),溶洞钻遇率达到75%;轮南油田钻井的溶洞钻遇率也达到54%。

在油气分布上,受岩溶型储层非均质性的影响,油气分布非常复杂,一方面在纵横向上的分布上表现出一定的规律性,如在平面上表现出整体含油,在纵向上一般表现出不整合面以下250 m深度范围含油气、但多是集中在0~60 m范围内的特征;另一方面,则又缺乏可预见性,一是油气分布不完全受现今局部构造高低、潜山山头控制^[16,17],如多层油气累计高度常常大于潜山圈闭幅度;二是油水界面复杂,没有统一的油水界面。

相对于碳酸盐岩油气分布特征看,碎屑岩领域油气分布更为复杂,但总体来看,无论是志留系、泥盆系东河砂岩,还是石炭系卡拉沙依组砂泥岩和三叠系油气藏,基本上具有受低幅度构造、岩性或低幅度构造+岩性控制的特征,如在卡塔克隆起区东河砂岩油气藏、哈得逊油田东河砂岩和卡拉沙依组油藏、塔河油田1号和2号三叠系油

气藏均主要受低幅度构造或低幅度构造+岩性的控制。但不同层系的碎屑岩油气藏,在主导因素上略有差异。

如在卡塔克隆起,志留系油气聚集受构造和物性控制,志留系原生油藏的形成,可能主要受背斜构造的控制,但沥青砂的普遍存在,不仅说明早期形成的油气藏被大量破坏,而且使原来聚集油气的储层物性变差,有可能造成侧向上储集物性变差而形成侧向封堵。

在塔河油田,通过对塔河油田1区、2区及沙95井三叠系油气藏构造特征、储层结构类型、油水关系、流体性质、温、压系统特征的分析,三叠系油气分布主要受低幅度背斜构造控制。

3 油气成藏主控因素对比分析

3.1 油气源的对比分析

烃源岩是油气生成的物质基础。从整个盆地看,塔里木主要发育有海相寒武系—奥陶系、石炭系—二叠系暗色碳酸盐岩、泥质岩和陆相三叠系—侏罗系暗色泥质岩、煤系地层3套烃源岩^[1,2,18],其中台盆地区已发现的油气主要与寒武系—奥陶系烃源岩有关,又可进一步分为寒武系—奥陶统和中—上奥陶统两套烃源岩;库车坳陷及塔北隆起北部已发现的油气主要与三叠系—侏罗系烃源岩有关。

从现有认识程度看,三叠系—侏罗系烃源岩作为库车坳陷陆相源岩的分歧不大,争论的焦点主要在于台盆区、尤其是塔河油田的海相原油是来自于寒武系—奥陶统还是中—上奥陶统^[18~23]。笔者在这里对塘古孜巴斯凹陷和阿瓦提断陷能否作为生烃凹陷提出看法:一是塘古孜巴斯凹陷,对于该凹陷,前人主要从区域地质背景对比的角度分析认为可以作为寒武系—奥陶统烃源岩的生烃凹陷,并依据塘参1井的实测资料认为具有中—上奥陶统烃源岩的分布^[24,25],但张振生等人^[26]却认为B型俯冲作用引发的岩浆上涌强烈,这种热作用可以使沉积岩发生浅变质,早、中奥陶世强烈的火山活动使火山碎屑岩沉积很发育,可能缺乏烃源岩,因而认为塘古孜巴斯凹陷不利于油气成藏;赵宗举等^[21]也认为塘古孜巴斯凹陷奥陶系生烃能力不足、寒武系生烃时期太

早是该区钻井失利的主要原因。二是阿瓦提断陷,笔者毫不怀疑其作为生烃凹陷的潜力,关键是从目前所取得的勘探成果看,围绕阿瓦提断陷尚没有大规模的油气田,而围绕阿瓦提断陷广泛分布的沥青砂岩^[27],说明该区曾有过大规模的油气生成、但后期遭受破坏;而且,从田作基等人^[28]认为阿瓦提断陷为新近纪以来的前陆盆地,而寒武系—奥陶系烃源岩在石炭纪末即进入过成熟阶段,如果加上新近纪以来4000多米的埋藏,寒武系—奥陶系烃源岩早就超过了生烃范围而难以构成有效的烃源,这样的话阿瓦提断陷同样难以作为有效的生烃凹陷。因此,生烃凹陷和供烃范围对3个隆起来说存在较大差异:沙雅隆起南部既可以接受满加尔凹陷、隆起斜坡分布的寒武系—奥陶统和中—上奥陶统烃源岩供给的油气,又可以接受北部库车坳陷三叠系—侏罗系生成的油气,供烃条件最为优越;相比之下,卡塔克隆起只能接受隆起斜坡区中—上奥陶统烃源岩和满加尔凹陷寒武系—奥陶统生成的油气,油气来源相对较为单一,这种单方向运移的油气可能也是造成在卡塔克隆起区主要在塔中I号断裂带(坡折带)发现油气、而在隆起南部没有发现油气的主要原因;巴楚隆起油气来源也是单方向的,主要是来自于其西南部的塔西南坳陷和麦盖提斜坡,这种油气来源的格局也可能是巴楚隆起油气藏主要是沿西南边界色里布亚—玛扎塔格断裂带分布、而阿恰—吐木休克断裂带没有油气发现的原因之一,当然后期构造运动对前期油气藏的调整和破坏也可能是造成两个断裂带油气成藏存在差异的主要原因。

3.2 优质储层类型、展布对油气成藏的控制作用

3.2.1 碳酸盐岩储层特征及其差异性

从岩性和成因类型看,3个隆起区均发育灰岩岩溶孔洞缝型、礁滩相溶蚀孔隙型和白云岩溶蚀孔隙型储层,每种类型的储层均是经过后期改造后才能成为有效的储层^[15,29,30]。受岩溶作用发生的构造背景、古地貌形态、古水系特征及岩石类型的控制,3个隆起碳酸盐岩储层的成因类型和展布特征存在显著差异(图2,图3)。

沙雅隆起碳酸盐岩储层主要分布于阿克库勒凸起、沙西凸起和雅克拉断凸。阿克库勒凸起碳

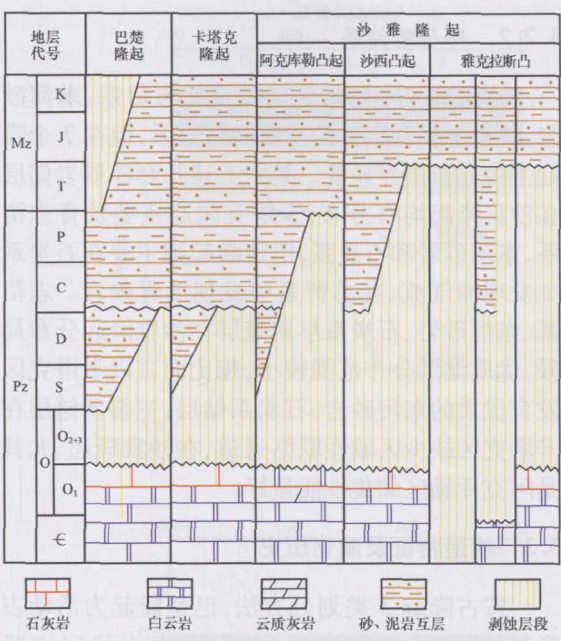


图 2 沙雅、卡塔克和巴楚隆起下古生界岩溶储层对比示意图

Fig. 2 Correlation sketch map of the Lower Palaeozoic karst reservoirs in the Shaya, the Katake and the Bachu Uplift

酸盐岩储层主要以鹰山组、一间房组灰岩表生岩溶型储层为主,在其南部有白云岩和良里塔格组

礁滩相储层分布,碳酸盐岩储层具有大面积、多层系、叠置连片的分布为特征(图 3),灰岩储层以表生岩溶作用为主、主要发育时期为海西早期^[15],近期也越来越多地发现加里东中期岩溶作用的证据,但主要分布阿克库勒凸起南部,白云岩和礁滩相储层以深埋溶蚀作用为主;雅克拉断凸和沙西凸起碳酸盐岩储层类似,储层发育层位主要为寒武系一下奥陶统下部白云岩和下奥陶统中上部灰岩,主要是表生岩溶作用的结果、并经后期(主要是喜马拉雅期)深埋溶蚀作用的改造,表生岩溶发育的时期主要是海西晚期,储层在平面上分布局限、主要受古断裂构造带和出露可溶岩平面分布的控制(图 3)。

卡塔克隆起碳酸盐岩储层主要为奥陶系白云岩岩溶缝孔洞型储层、灰岩岩溶孔洞型储层和礁滩相溶蚀孔洞型储层,其成因主要是表生岩溶作用、深埋溶蚀和热液作用,其中表生岩溶作用是加里东中期和海西早期岩溶作用叠加的结果。灰岩岩溶缝洞型储层的分布受岩溶发育时期古构造背景、古地貌的控制,具带状分布特征,主要分布于塔中 1 号、塔中 10 号和中央断垒带等构造带,分布较为局限(图 3);剖面上洞穴层欠发育,对有关 57 口井的综合识别表明,仅有 9 口井钻遇洞穴层,

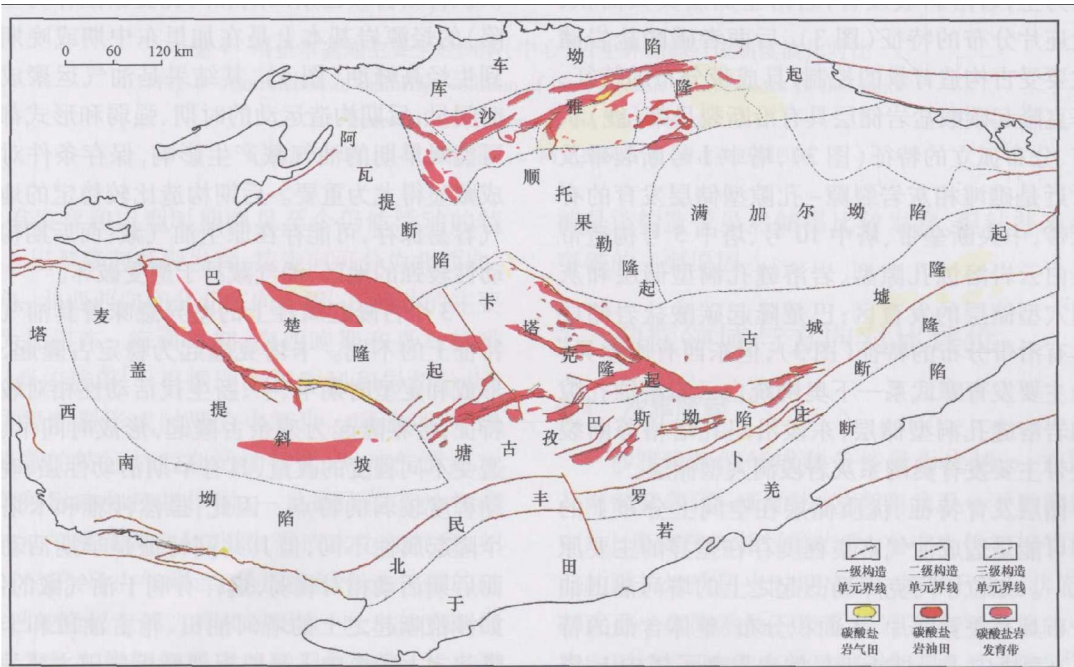


图 3 塔里木盆地沙雅、卡塔克和巴楚隆起碳酸盐岩储层平面分布图

Fig. 3 Plane distribution of carbonate rock reservoirs in the Shaya, the Katake and the Bachu Uplift of the Tarim Basin

洞穴层钻遇率仅15.7%,其中4口井的洞穴层可能与加里东中期晚幕岩溶有关,5口井的洞穴层可能与海西早期有关;礁滩相储层主要分布于良里塔格组,储渗空间主要为粒间溶孔、粒内溶孔、晶间溶孔和非组构选择性溶孔,主要沿卡塔克隆起南北两侧的高能相带分布(图3),近期取得重大突破的塔中I号坡折带凝析气田主要产油气层位即为位于I号坡折带的礁滩相储层^[31]。

与卡塔克隆起类似,巴楚隆起碳酸盐岩储层也可以分为灰岩岩溶孔洞型储层、白云岩岩溶缝孔洞型储层和礁滩相溶蚀孔洞型储层。表生岩溶作用是该区碳酸盐岩储层的主要成因机制,发育的时期主要有加里东中期和海西早期,但在隆起东西段有所差异,东段主要发育加里东中期岩溶作用、西段则是在加里东中期岩溶作用的基础上叠加了海西早期岩溶作用。巴楚隆起碳酸盐岩储层的分布主要受构造背景、岩溶地貌和岩石类型的控制,在平面上主要分布于和田古隆起东段和断裂带附近,如玛扎塔格断裂带最为发育(图3)。

从前面的分析可以看出,碳酸盐岩储层类型、平面展布在3个隆起区存在显著差异,其中沙雅隆起碳酸盐岩储层主要分布于阿克库勒凸起、雅克拉断凸和沙西凸起,前者以灰岩溶蚀孔洞缝型储层为主,岩溶斜坡发育,岩溶型储层具大面积、叠置连片分布的特征(图3),后两者碳酸盐岩储层主要受古构造背景的控制,具成带分布的特征;卡塔克隆起碳酸盐岩储层具有沿断裂呈带(线)状展布、分布孤立的特征(图3),塔中I号断裂带及其附近是礁滩相灰岩裂隙-孔隙型储层发育的有利区带,中央断垒带、塔中10号、塔中5号构造带等是白云岩溶蚀孔隙型、岩溶缝孔洞型储层和灰岩洞穴型储层的发育区;巴楚隆起碳酸盐岩储层也具有沿带分布的特征(图3),但东西有所差异,西段主要发育寒武系一下奥陶统白云岩溶蚀孔隙型和岩溶缝孔洞型储层,东段沿玛扎塔格等断裂构造带主要发育奥陶系灰岩段洞穴型储层。

储层发育特征、优质储层在空间上分布上的差异可能是造成油气富集程度存在差异的主要原因之一。如位于阿克库勒凸起之上的塔河油田油气分布具有叠置联片、大面积分布、整体含油的特征^[32],而塔中I号坡折带虽然也发现了塔中1、塔中4和塔中I号坡折带凝析气田,但在平面上主要沿坡折带分布。

3.2.2 碎屑岩储层

台盆地区碎屑岩储层主要有志留系、东河砂岩、石炭系、三叠系、侏罗系和白垩系,但在3个隆起上的分布差异显著。其中上述几套碎屑岩储层在沙雅隆起均有分布,卡塔克隆起主要发育志留系、东河砂岩和石炭系,巴楚隆起则主要在石炭系中发现油气流、在志留系中发现沥青砂岩。志留系、东河砂岩、石炭系早期地层在沙雅隆起分布局限,优质储层分布范围较小,相比而言以卡塔克区发育优质的东河砂岩、石炭系储层;三叠系储层在卡塔克区缺少区域性联络通道,在沙雅隆起、尤其是阿克库勒区储集性能最好。

3.3 构造特征及演化历史

按古隆起3类划分方法,巴楚隆起为活动古隆起、沙雅为残余古隆起、卡塔克为稳定古隆起^[33,34]。3个古隆起演化历史的差异导致了其各自油气成藏的显著差异。这可以从烃源岩的生烃演化和油气藏的保存两个方面分析。

前已述及,台盆区油气主要来源于寒武系一下奥陶统和中-上奥陶统烃源岩^[18,19],从烃源岩的生烃演化历史看,主要生烃凹陷(这里仍按前人认识将塘古孜巴斯凹陷和阿瓦提凹陷作为生烃凹陷)的烃源岩基本上是在加里东中期或晚期已达到生烃高峰期(图4),其结果是油气运聚成藏的时间早,后期构造运动的时期、强弱和形式都极有可能对早期的油气藏产生影响,保存条件对油气成藏显得尤为重要。后期构造比较稳定的地区油气容易保存,可能存在原生油气藏;而后期构造活动性较强的地区,油气藏易于遭受破坏。

3个古隆起属性上的差异意味着其油气成藏特征上的不同。卡塔克隆起为稳定古隆起,具有形成和定型时期早、中、新生代活动性相对较弱的特征;沙雅隆起为残余古隆起,形成时间早、后期遭受不同程度的改造,具有早期活动性强、晚期活动程度较弱的特征。因此,虽然沙雅和卡塔克两个隆起属性不同,但其共同特征是早期活动性强而后后期活动相对较弱,这样有利于油气藏的保存,如沙雅隆起之上的塔河油田、轮古油田和卡塔克隆起之上的塔中I号坡折带凝析气田主要为早期形成的原生油气田。

与前面两个隆起不同,巴楚隆起为活动古隆

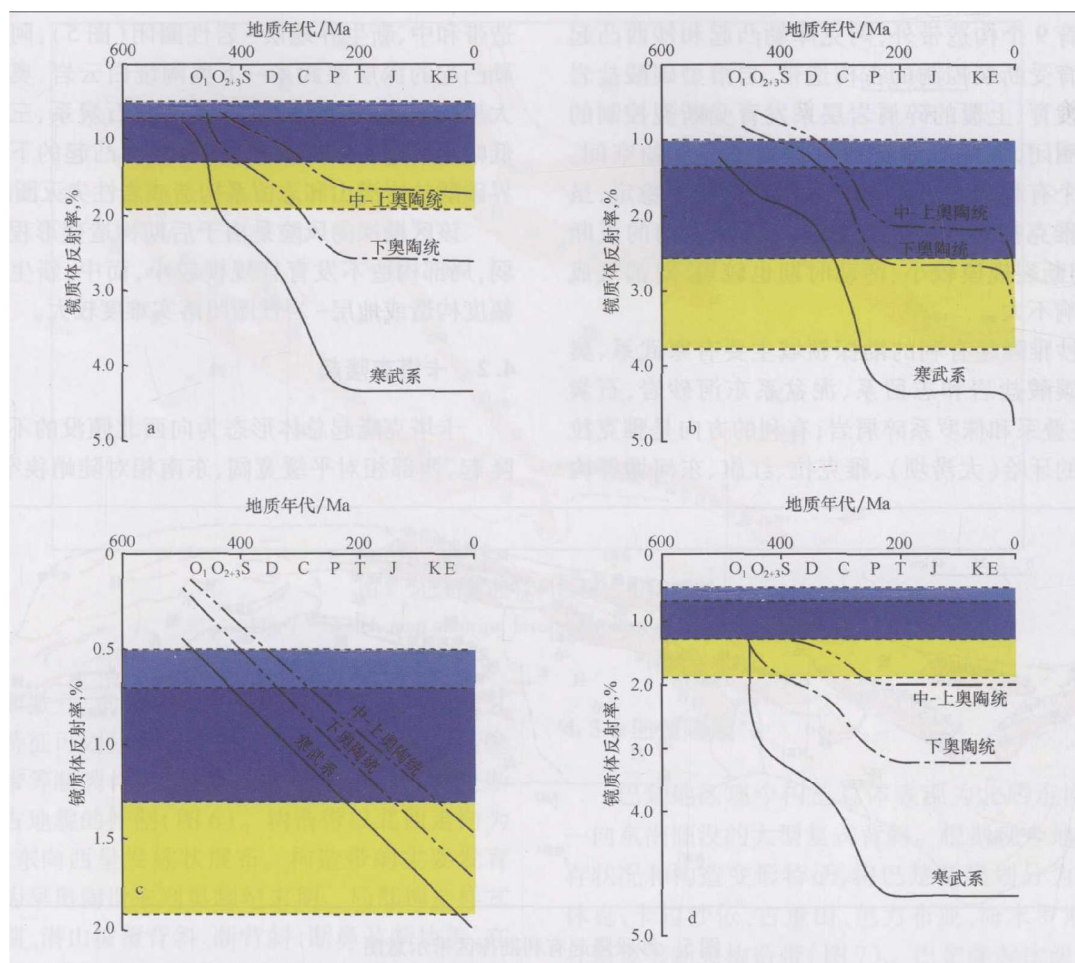


图4 塔里木盆地主要生烃凹陷(中心)古生界烃源岩成熟度演化对比

Fig. 4 Correlation of maturity evolution of the Paleozoic source rocks in the major hydrocarbon kitchens of the Tarim Basin

a. 满加尔凹陷; b. 麦盖提斜坡; c. 阿瓦提断陷; d. 塘古孜巴斯凹陷

起,具有发育和定型时期晚且至今仍然活动的特征^[35]。巴楚隆起断裂发育,按走向可分为北西向、东西向-北西西向和北北东向3组,其活动的主要时期为加里东-海西早期、海西晚期和喜马拉雅期^[36],肖安成等^[37]根据同沉积序列和岩相分析,确定主要断裂形成时期为中新世。因此,巴楚隆起最显著的特征是后期活动性强,对油气成藏主要有两种影响和控制作用,一是造成原有油气藏聚集的油气重新调整和破坏,形成次生油气藏,如和田河气田、乌山气藏;二是造成原有油气藏的破坏,如巴楚隆起东部边界断裂阿恰-吐木休克断裂构造带为新生代期间形成的断裂构造带,其主要活动时期为中新世^[38],加上活动性较强、大部分断层通天,从而对先期形成的油气藏造成破坏,这可

能是该构造带虽然储层比较发育、但钻井未获得突破的主要原因。

4 勘探领域与方向对比评价

4.1 沙雅隆起

沙雅隆起油气成藏条件最为优越,一方面是其南部紧邻阿-满坳陷,发育寒武系一下奥陶统和中-上奥陶统海相烃源岩系,在中生代初接受沉积前的漫长地质历史时期中,一直处于隆起状态,是寒武系-奥陶系及石炭系源岩系油气运移的长期指向区;北部为库车坳陷,发育三叠系-侏罗系陆相烃源岩系,是油气运移的主要指向区。另一方面是该区古构造带发育,除前面所述的雅克拉断

凸发育9个构造带外,阿克库勒凸起和沙西凸起均发育受断裂控制的古构造带,岩溶型碳酸盐岩储层发育、上覆的碎屑岩层系发育受断裂控制的构造圈闭,为油气聚集成藏提供了有利的空间。第三个有利的方面是该区后期构造相对稳定,虽然在雅克拉断凸上发育有喜马拉雅早期的正断层,但断裂规模较小、活动时期也较短,对油气成藏影响不大。

沙雅隆起有利的勘探领域主要有寒武系、奥陶系碳酸盐岩和志留系、泥盆系东河砂岩、石炭系、三叠系和侏罗系碎屑岩;有利的方向是雅克拉断凸的牙哈(大涝坝)、雅克拉、红旗、东河塘等构

造带和中、新生界地层-岩性圈闭(图5),阿克库勒凸起的深层寒武系一下奥陶统白云岩、奥陶系大型碳酸盐岩岩溶缝洞型圈闭和石炭系、三叠系低幅度构造+岩性圈闭,以及沙西凸起的下古生界碳酸盐岩潜山和志留系构造或岩性尖灭圈闭。

该区勘探的风险是由于后期构造变形程度较弱,局部构造不发育且规模较小,而中、新生界低幅度构造或地层-岩性圈闭落实难度较大。

4.2 卡塔克隆起

卡塔克隆起总体形态为向西北倾没的不对称隆起,西部相对平缓宽阔,东南相对陡峭狭窄,发

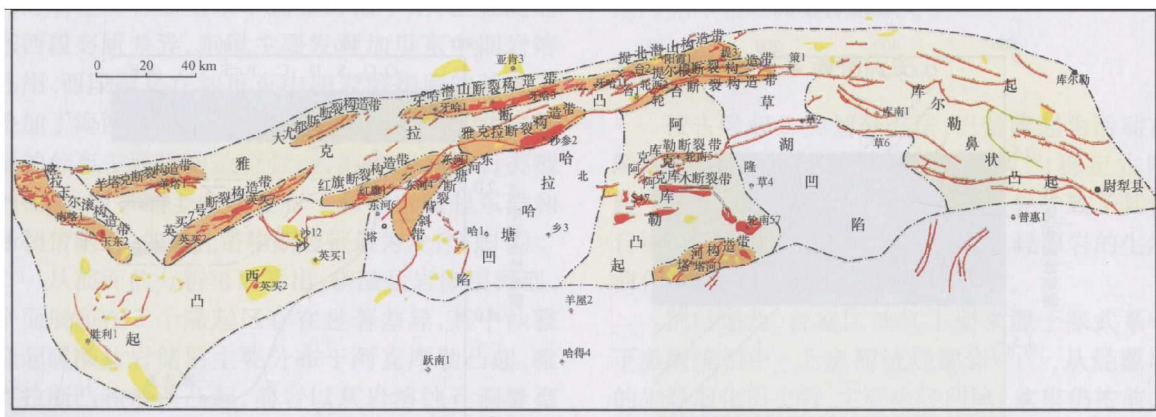


图5 沙雅隆起有利勘探区带示意图

Fig. 5 Sketch map showing the favorable plays in the Shaya Uplift

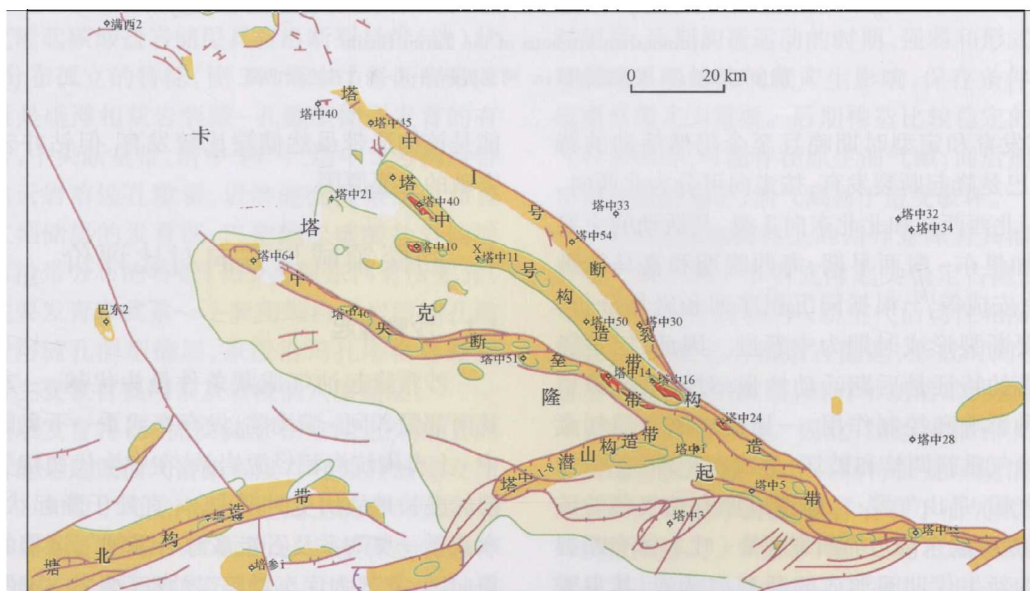


图6 卡塔克隆起有利勘探区带示意图

Fig. 6 Sketch map showing the favorable plays in the Katake Uplift

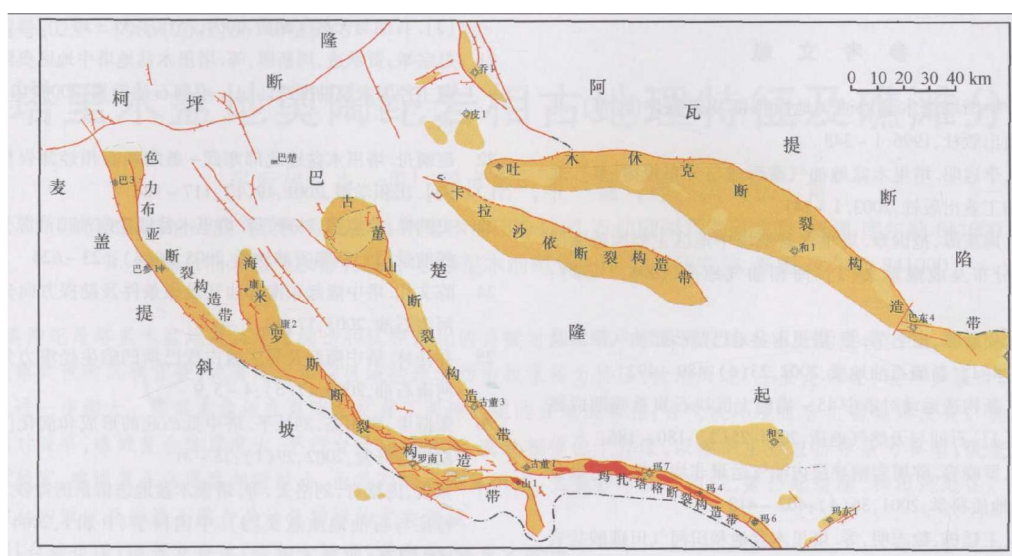


图7 巴楚隆起有利勘探区带示意图

Fig. 7 Sketch map showing favorable plays in the Bachu uplift

育向西撒开、向东收敛的帚状断裂体系。根据其构造特征可划分为塔中Ⅰ号、塔中Ⅹ号、中央断垒构造带等断裂构造带,次一级构造带的发育受断裂或古地貌的控制(图6)。构造带以北西走向为主,由东向西呈发散状展布。构造带的主要发育时期为早奥陶世末到奥陶纪末期。局部构造样式有背斜、潜山披覆背斜、断背斜、断鼻及断块等,在平面上呈带状分布;局部发育有志留系、东河砂岩等碎屑岩地层尖灭圈闭及碳酸盐岩风化溶蚀所形成的岩性圈闭。

卡塔克隆起油气地质特点是北部紧邻满加尔生烃凹陷,其本身的中-上奥陶统烃源岩也为该区提供了大量烃类,资源较充足;发育有寒武系、奥陶系碳酸盐岩岩溶型储层和志留系、东河砂岩、石炭系砂岩储层;圈闭发育时间早、类型好、保存好,储盖组合发育多样,断裂及区域剥蚀面对油气运移创造条件;最重要的是后期构造活动性较弱,易于早期形成油气藏的保存。但风险是油气成藏条件复杂、成藏的主控地质因素较多,尤其是奥陶系、志留系储层非均质性强、储集性能横向变化大,影响了该区勘探成功率,如虽然在塔中17、塔中18和塔中201井等志留系的沥青砂和中2井、中4井奥陶统碳酸盐岩储层中见到油气显示,说明了该区具有油气成藏的背景,但也说明了储集性能不好,岩心孔隙度及渗透率分析结果都反映了它们的物性较差,致使油气无法聚集。

4.3 巴楚隆起

巴楚地区现今构造总体表现为北西走向,为一向东南倾没的大型复式背斜。根据现今地层赋存状况和构造变形特征,将巴楚断隆划分为吐木休克、卡拉沙依、古董山、色力布亚、海米罗斯、玛扎塔克等断裂构造带(图7)。巴楚隆起次级构造带的发育主要受断裂控制。构造带的走向与断裂走向基本一致,以北西走向为主。局部构造样式有背斜、断背斜、断鼻及断块等,局部发育有地层、岩性等圈闭。构造带主要发育时间为海西早期—喜马拉雅早期。

其有利的油气地质条件是其南部的麦盖提斜坡和其本身的寒武系一下奥陶统海相烃源岩和石炭系海陆过渡相烃源岩为该区提供了丰富的烃源;圈闭发育、类型多样,储盖组合发育,目的层埋藏浅,油气纵横运移通道好。但该区的勘探风险也是很明显的,油气藏的后期保存是制约勘探成败的关键因素之一。断裂对油气藏的形成、演化具有双重性,一方面可以作为油气运移的通道,另一方面,巴楚隆起上断裂多断至第三系、甚至断至地表,导致油气的散失,只有在封闭性断层两侧才能形成有效地区封闭,从而形成相应的油气藏。油气藏的保存条件是巴楚隆起能否形成油气藏的重要因素。

参考文献

- 康玉柱. 中国塔里木盆地油气地质特征及资源评价[M]. 北京:地质出版社, 1996. 1~348
- 赵靖舟, 李启明. 塔里木盆地油气藏形成与分布规律[M]. 北京:石油工业出版社, 2003. 1~241
- 赵宗举, 周新源, 范国章. 塔里木盆地塔中地区主要构造圈闭形成期分布及成藏意义[J]. 海相油气地质, 2006, 11(2): 1~8
- 吕修祥, 周新源, 皮学军, 等. 塔里木盆地巴楚凸起油气聚集及分布规律[J]. 新疆石油地质, 2002, 23(6): 489~492
- 刘银河. 新构造运动对塔中45~满西1区块石炭系晚期成藏的作用[J]. 石油与天然气地质, 2004, 25(2): 180~186
- 李铁军, 罗晓容. 碎屑岩输导层内油气运聚非均一性的定量分析[J]. 地质科学, 2001, 36(4): 402~413
- 张国成, 王廷栋, 徐志明, 等. 塔里木盆地和田河气田碳酸盐岩储层的多期次多来源油气聚集特征[J]. 地学前缘, 2000, 7(S0): 239~248
- 黄传波. 塔里木盆地寒武-奥陶系碳酸盐岩油气藏形成条件[J]. 新疆石油地质, 2000, 21(3): 188~192
- 顾忆. 塔里木盆地北部塔河油田油气藏成藏机制[J]. 石油实验地质, 2000, 22(4): 307~311
- 赵靖舟, 李秀荣. 晚期调整再成藏——塔里木盆地海相油气藏形成的一个重要特征[J]. 新疆石油地质, 2002, 23(4): 89~91
- 张薰, 张水昌, 李新景, 等. 塔中117井储层烃包裹体研究及油气成藏史[J]. 岩石学报, 2005, 21(5): 1473~1478
- 吕修祥, 赵风云, 杨海军, 等. 塔中隆起志留系混源多期油气聚集特征与勘探对策[J]. 西安石油大学学报(自然科学版), 2005, 20(3): 1~5
- 刘克奇, 苏振刚. 塔里木盆地塔中4油田油气成藏条件与成藏模式[J]. 石油大学学报(自然科学版), 2005, 29(2): 6~10
- 赵孟军, 卢双舫, 王廷栋, 等. 塔里木盆地天然气成藏与勘探[M]. 北京:石油工业出版社, 2003. 1~212
- 闫相宾, 李铁军, 张涛, 等. 塔中与塔河地区奥陶系岩溶储层形成条件的差异[J]. 石油与天然气地质, 2005, 26(2): 202~207
- 张抗. 塔河油田的发现与其地质意义[J]. 石油与天然气地质, 1999, 20(2): 120~124
- 张抗. 塔河油田的性质和塔里木碳酸盐岩油气勘探方向[J]. 石油学报, 2001, 22(4): 1~6
- 梁狄刚. 塔里木盆地油气勘探若干地质问题[J]. 新疆石油地质, 1999, 20(3): 184~188
- 张水昌, 王飞宇, 张保民, 等. 塔里木盆地中上奥陶统油源层地球化学研究[J]. 石油学报, 2000, 21(6): 23~28
- 马安来, 张水昌, 张大江, 等. 轮南、塔河油田稠油油源对比[J]. 石油与天然气地质, 2004, 25(1): 31~38
- 赵宗举, 贾承造, 周新源, 等. 塔里木盆地塔中地区奥陶系油气藏主控因素及勘探选区[J]. 中国石油勘探, 2006, (11)4: 6~15
- 赵靖舟. 塔里木盆地北部寒武-奥陶系海相烃源岩重新认识[J]. 沉积学报, 2001, 19(1): 117~124
- 史鸿祥, 徐志明, 林峰, 等. 塔里木盆地轮南油田油源分析及勘探前景[J]. 新疆石油地质, 2005, 26(6): 623~626
- 陈文礼. 塔中隆起东南部油气成藏条件及勘探方向分析[J]. 河南石油, 2003, 17(4): 1~4
- 乔桂林. 塔中隆起及邻区塘古孜巴斯凹陷生烃潜力分析[J]. 河南石油, 2003, 17(5): 4~5, 9
- 张振生, 李明杰, 刘社平. 塔中低凸起的形成和演化[J]. 石油勘探与开发, 2002, 29(1): 28~31
- 张俊, 庞雄奇, 刘洛夫, 等. 塔里木盆地志留系泥质砂岩的分布特征与石油地质意义[J]. 中国科学(D辑), 2004, 34(1): 169~176
- 田作基, 罗志立, 罗蛰潭, 等. 新疆阿瓦提陆内前陆盆地[J]. 石油与天然气地质, 1996, 17(4): 282~286
- 徐国强, 刘树根, 李国蓉, 等. 塔中、塔北古隆起形成演化及油气地质条件对比[J]. 石油与天然气地质, 2005, 26(1): 114~120
- 沈安江, 王招明, 杨海军, 等. 塔里木盆地塔中地区奥陶系碳酸盐岩储层成因类型、特征及油气勘探潜力[J]. 海相油气地质, 2006, 11(4): 1~126
- 周新源, 王招明, 杨海军, 等. 中国海相油气勘探实例之五——塔中奥陶系大型凝析气田的勘探和发现[J]. 海相油气地质, 2006, 11(1): 45~51
- 翟晓先. 塔河大油田勘探领域的勘探实践[J]. 石油与天然气地质, 2006, 27(6): 751~761
- 张宗命, 贾承造. 塔里木克拉通盆地内古隆起及其找油气方向[J]. 西安石油学院学报, 1997, 12(3): 7~13, 42
- 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, 1996. 275~323
- 何文渊, 李江海, 钱祥麟, 等. 巴楚地区与塔北地区中新世代油气构造成藏史对比研究[J]. 石油实验地质, 2000, 22(3): 220~224
- 付建奎, 张光亚, 马郡, 等. 塔里木盆地巴楚地区构造样式与演化[J]. 石油勘探与开发, 1999, 26(5): 10~14
- 肖安成, 杨树锋, 李曰俊, 等. 塔里木盆地巴楚隆起断裂系统主要形成时代的新认识[J]. 地质科学, 2005, 40(2): 291~302
- 刘志宏, 林东成, 王文革, 等. 塔里木盆地吐木休克断裂带的研究[J]. 长春科技大学学报, 2001, 31(3): 219~223

(编辑 高岩)