

文章编号: 1009-3850(2004)03-0072-08

塔里木盆地早古生代晚期构造-沉积响应

楼雄英, 许效松

(成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082)

摘要: 伴随相对海平面由上升转为下降的周期变化, 塔里木盆地在早古生代经历了一次大规模的扩张→挤压→隆升的开合旋回, 早期(震旦纪—中奥陶世)处于拉张的构造背景下, 呈现西台(碳酸盐台地)东盆(满加尔-库鲁克塔格深水盆地)的古地理格局。中西部广大地区沉积了巨厚的浅水台地相碳酸盐岩, 以中晚寒武世的下丘里塔格群和早中奥陶世的上丘里塔格群为标志; 东部的满加尔-库鲁克塔格则以厚度不大的远洋硅-灰泥沉积为主。盆地构造性质的转换及沉积古地理的巨大改变发生于中奥陶世中晚期, 以塔中、塔北的隆起和塘古孜巴斯拗陷及阿瓦提-满加尔拗陷的形成标志, 呈近南北向隆-拗相间的盆地格局。沉积记录的响应表现为碳酸盐台地的消失、陆源物质的逐渐注入和向上变粗、火山活动和火山碎屑的出现以及巨厚砂泥质浊积岩在塔东盆地内的充填等。因此, 中晚奥陶世—中泥盆世是塔里木盆地海域逐渐萎缩、盆地不断隆升和相对海平面逐渐下降的一个过程。

关键词: 塔里木盆地; 早古生代晚期; 构造; 沉积

中图分类号: T512.2

文献标识码: A

1 盆地构造-沉积概况

塔里木盆地是一个长期发育的, 在不同板块构造运动体制下形成的, 从震旦纪到新生代经历了不同发展阶段, 由不同类型的盆地原型叠加与联合而形成的大型叠加复合盆地^[1]。

早古生代至晚古生代早期的塔里木盆地, 四面均被小洋盆包围。北为天山洋, 西至西南为昆仑洋, 南为阿尔金洋, 东为库鲁克塔格深海。盆地的古地理演化格局, 经历了由早期碎屑岩陆架(早震旦世)→碳酸盐缓坡和陆架(晚震旦—早寒武世)→东西向展布的碳酸盐台地-斜坡-深水盆地体系(中寒武—中奥陶世)→天折前陆盆地(中晚奥陶—中泥盆世)的一个较为完整的盆山转化过程。盆地性质的转变以中奥陶世中晚期的构造-沉积转换界面为标志, 明显可以分为两个完全不同的演化发展阶段: 震旦—中奥陶世早期以盆地裂解、扩展、海平面上升及碳酸

盐台地的不断加积为特征, 相当于克拉通内裂陷盆地发展阶段, 构成一级海平面变化的上升翼; 中奥陶世晚期—中泥盆世以挤压、隆升、海平面下降和大量陆源碎屑物质的充填为标志, 相当于克拉通内挤压盆地发展阶段, 构成海平面变化的下降翼。

2 盆地性质的反转与构造-沉积响应

2.1 古地理的变化及隆-拗相间格局

寒武纪—中奥陶世早期, 整个塔里木盆地的古地理面貌均呈现西台东盆的格局(图1)。中西部广大地区为稳定的浅水碳酸盐台地, 沉积了以下丘里塔格群和上丘里塔格群为代表的巨厚碳酸盐岩; 东部的满加尔和库鲁克塔格地区则持续表现为欠补偿的深水盆地, 沉积了以突尔沙克组(群)和黑土凹组为代表的、厚度不大的黑色碳-硅质灰泥组合(远洋泥); 两者之间存在一条狭窄的弧形斜交地震反射区, 构成台地边缘礁滩-斜坡带。

收稿日期: 2004-03-09

资助项目: 中国地质调查局“中国西部大中型沉积盆地分析及油气资源远景研究”(200113000071)

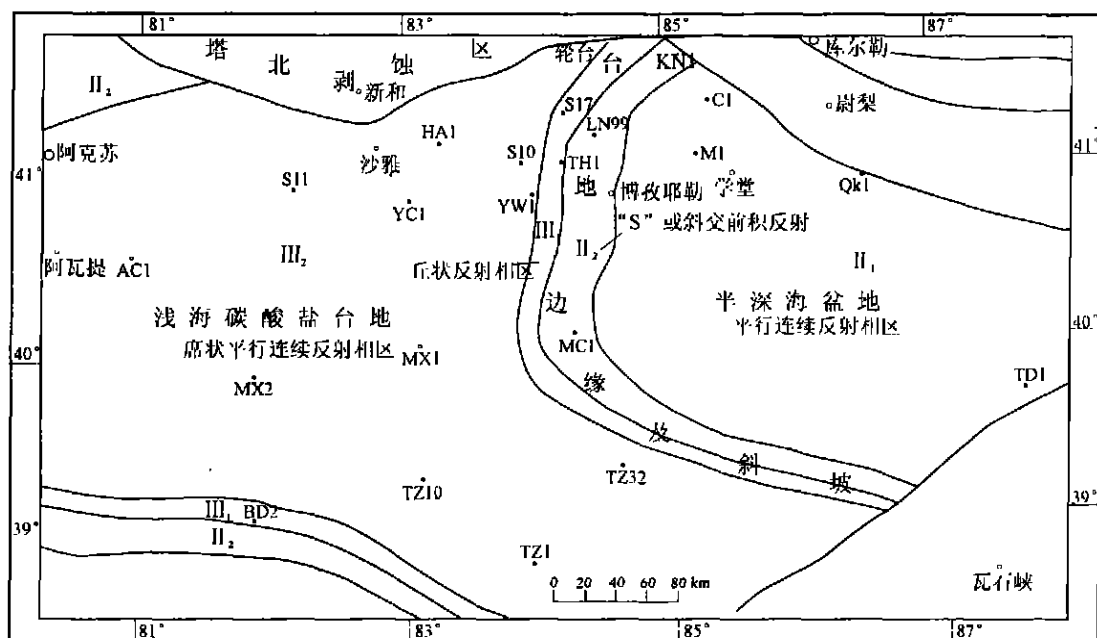


图1 塔里木盆地中晚寒武世—早奥陶世岩相古地理示意图^[2]

II₁, 半深海盆地相区; II₂, 斜坡相带; III₁, 台地边缘相带; III₂, 浅海台地相区; TD1, 井位及代号

Fig. 1 Schematic sedimentary facies and palaeogeographic map of the Tarim Basin during the Middle-Late Cambrian and Early Ordovician (after Zhang Yunzhi, 2000)

II₁= bathyal facies; II₂= slope facies; III₁= platform-margin facies; III₂= shallow marine-platform facies; TD1= well site and its number

从中奥陶世的中晚期开始, 上述格局被打破。以塔中前陆隆起、塔北隆起、阿瓦提-满加尔隆间拗陷和塘古孜巴斯弧后前陆拗陷的形成标志(图2和图3), 前期西浅东深的台-盆体系转化为南北向隆、拗相间的格局。

显然, 盆地形态的明显改变与周边洋-陆(塔里木陆块)之间发生的重大地质构造事件密切相关。张振生等(2002)通过对整个塔里木盆地构造-沉积特征(构造应力场、构造格局、沉积环境及物源、火山活动、逆冲断层、地震反射特征)的分析^[3], 认为塔中隆起是塔里木陆块南部与南昆仑洋在中奥陶世相碰撞的产物, 从南到北形成了阿尔金冲断带、塔南断拗、塔南前陆逆冲断隆、塘古孜巴斯弧后前陆盆地和塔中前陆隆起, 并认为塔中I号断裂为塔中前陆隆起冲断裂, 其南部断裂为调节断裂或补偿断裂。另据汤良杰(1997)的研究^[4], 南天山洋的东段可能在早奥陶世的早期即已开始向南(塔里木陆块)俯冲, 依据是库鲁克塔格南部和满加尔一带下奥陶统见有砂泥质浊积岩, 砂岩成分以火山岛弧来源的凝灰岩、流纹岩和霏细岩岩屑为主, 表明在早奥陶世即有活

动大陆边缘岛弧带存在; 南天山洋的俯冲和闭合是由东向西逐渐展开的, 遗留下一系列与俯冲消减作用有关的痕迹, 如蛇绿岩带、岩浆弧、变质带及盆地等。有资料表明^[4], 南天山北缘蛇绿岩带(哈尔克山北坡—巴仓台—库米什—喀瓦布拉克)是南天山洋志留—泥盆纪消减闭合的产物, 而南天山南缘蛇绿岩带(哈尔克山南坡—黑英山—虎拉山北侧)则是南天山残余盆地于早二叠世最终闭合的产物。

综上所述, 笔者认为与塔中前陆隆起同期形成的塔北隆起同样应该视为一个前陆隆起, 呈南北对峙态势, 是早古生代晚期南天山洋和南昆仑洋俯冲、消减的结果。

2.2 沉积记录的响应

盆地构造性质的转换及沉积-古地理的变化, 在盆地不同部位的表现有所差异。本文主要以露头 and 钻井地层剖面为实例来详细解析沉积序列、沉积转换界面中所蕴含的丰富的盆地演化及盆地性质转变信息。

1. 柯坪地区和巴楚地区

以盆地西北部的柯坪印干村大湾沟剖面为例

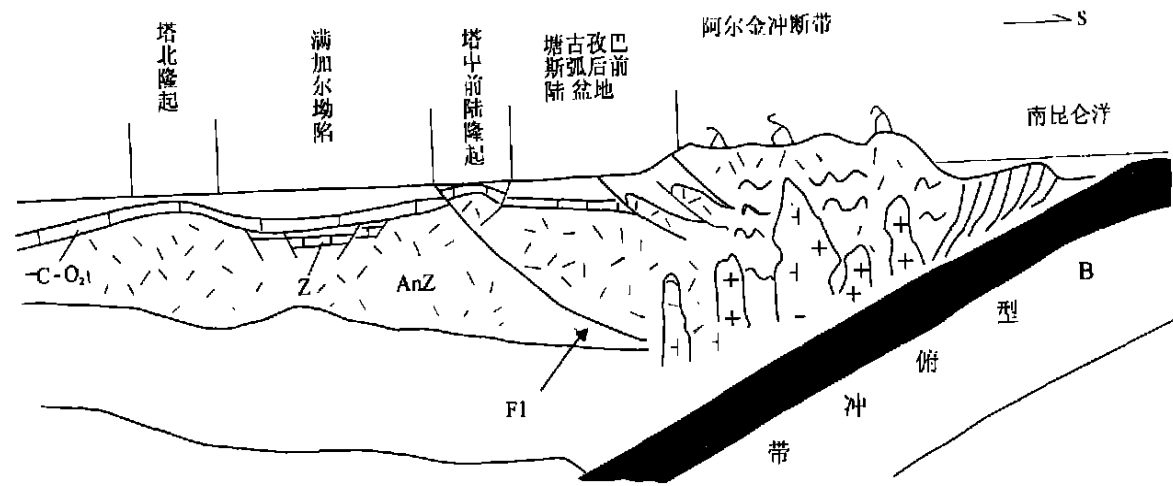


图2 中晚奥陶世塔中隆起及塘古孜巴斯坳陷成因示意图^[3]

F₁ 塔中隆起北缘1号断裂

Fig. 2 Sketch showing the genesis of the Central Tarim uplift and Tangguzibasi depression (after Zhang Zhensheng, 2002)

F₁= No. 1 fault on the northern margin of the Central Tarim uplift

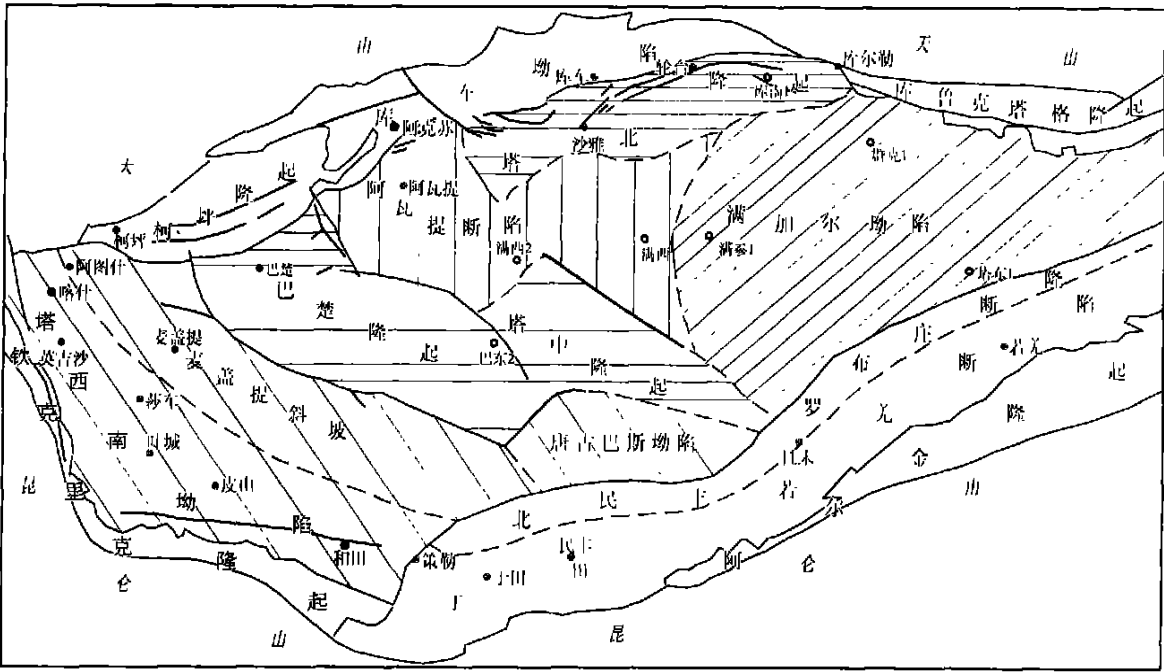


图3 塔里木盆地中晚奥陶世—志留纪构造-古地理略图(据许效松, 2003)

Fig. 3 Tectonic palaeogeographic framework of the Taim Basin during the Middle-Late Ordovician and Silurian (after Xu Xiaosong, 2003)

(图4)。岩相和沉积演化趋势的重大转变以大湾沟组(O_{2y})与鹰山组(O_{1-2y})之界面为标志。大湾沟组以灰色—深灰色中薄层瘤状生物砂屑灰岩、泥屑灰岩和含燧石团块灰岩明显区别于下伏鹰山组(又称上丘里塔格群)的灰白色厚层块状砂屑灰岩—藻

灰岩,其界面代表一个相对海平面上升的向上变薄沉积序列的开始,可视为局部海平面上升的第一个海面(TS_1)。界面之上,大湾沟组以介壳生物(浮游和底栖)的富集、大量深灰色灰泥物质的存在及向上变薄的岩相叠置特征,表明其沉积速率远较下伏

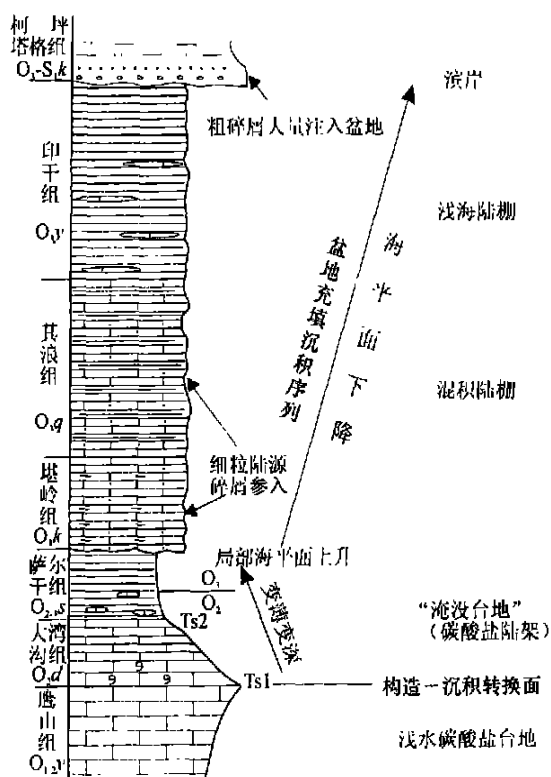


图4 柯坪大湾沟剖面中晚奥陶世沉积序列及构造-沉积转换面分析

Fig. 4 Depositional sequence and tectonic-sedimentary transform interface in the Middle-Upper Ordovician strata of the Dawangou section, Kalpin

鹰山组低,为潮下低能环境的沉积。萨尔干组(O_{2-3s})黑色页岩是上述向上变深、变薄序列的继续,其底界面为第二个海侵面(TS_2)。上覆的坎岭组(O_{3k})和其浪组(O_{3q})以薄层状紫红色泥岩和含砂泥质灰岩的韵律为特征,指示一种浅海深盆的沉积环境,同时表明细粒陆源物质(紫红色)开始向盆内输入。细粒陆源物质的出现指示盆地周边已经存在隆起的岛弧和山链。晚奥陶世晚期—早志留世的柯坪塔格组(O_1-S_{1k})中见有多套潮控三角洲沉积的水下河道砂体,是粗陆源碎屑开始大量充填盆地和明显下超的标志,同时预示相对海平面开始大幅下降。

可见,晚奥陶世的沉积序列自下而上呈现由早期细粒陆源物质的少量出现到晚期大量粗陆源碎屑快速注入的进积特征,反映一个盆地变浅和被充填的过程。

大湾沟组和萨尔干组为代表的向上变深序列,

对其深层次盆地背景的认识尚存在明显的争议,许多研究者将其归结为中晚奥陶世全球海平面的大幅上升,从而导致碳酸盐台地的“淹没”^[1, 6, 7]。笔者认为一个剖面或局部的岩相变化不一定能真实反映全盆地的海平面变化趋势,与“淹没”事件同步的是塔中、塔北隆起的出现,其中塔中地区完全缺失中上奥陶统恰尔巴克组的沉积清楚地表明,此时塔里木盆地应该是处于一种受挤压而隆升的海退大背景中。局部的变深序列仅仅反映局部因挤压、构造掀斜作用而产生的盆内拗陷或前陆拗陷内的沉积响应,这一点与前述的中晚奥陶世呈现的隆-拗相间格局是吻合的。

据此,大湾沟组与下伏鹰山组之界面可视为构造-沉积趋势的初始转换界面,是中晚奥陶世塔里木盆地转为挤压背景的沉积反映。

巴楚地区以巴楚唐王城、一间房等地的剖面为例,岩相的变化出现在恰尔巴克组(O_{2-3q})与下伏一间房组(O_{2yj})之间。一间房组为一套碳酸盐礁滩组合,属浅海高能环境沉积;恰尔巴克组为一套含细粒陆源物质的灰色—紫红色薄层状—瘤状灰岩,为较深水的潮下低能环境(混积陆棚)沉积。

据生物地层和年代地层研究^[7],含细粒陆源物质的恰尔巴克组底界与萨尔干组底界基本相当,顶界大致与柯坪地区的塔岭组顶界相当。可见,沉积趋势的变化、陆源物质的输入及隆-拗盆地格局的出现等耦合在一起,具有明显的等时性。

此外,陆源物质的注入可能是碳酸盐台地逐渐消失和被“淹没”的真正原因,细粒陆源物在水体中的弥漫大大抑止了碳酸盐岩的生产和沉积速率,这一点与恰尔巴克组较小的厚度(一般小于20m)但占有较长期的时间(兰维恩阶—卡拉道克阶)是基本吻合的。

2. 塔北隆起

塔北地区南北两侧因加里东晚期隆起及后期风化剥蚀的综合作用,沉积记录及地层残留的情况存在明显的南北差异:中北部完全缺失中奥陶统一志留系,南部则不同程度地存在中上奥陶统一志留系(钻井揭示),古地貌呈一个由北向南缓倾的斜坡。

以塔北隆起塔河油田西南部的T102井为例。岩相变化和沉积趋势的转变见于一间房组与上覆恰尔巴克组(O_{2-3q})之间,前者为浅海台地相的亮晶颗粒灰岩或海绵礁灰岩,后者为含细粒陆源物的紫红色泥灰岩和钙质泥岩的不规则互层,从岩相判断,

构成一个向上变深的沉积环境转换, 因此冠以“淹没台地”的概念。

覆于恰尔巴克组之上的良里塔格组(O_3l)为礁滩相碳酸盐沉积, 代表一次区域性的小规模海侵事件或沉积层序(图5)。区域上, 以礁滩相为主的良里塔格组呈现一个楔状体, 明显向南侧盆地方向变薄, 如塔河T705、T901等井厚达70~110m; 而位于其南侧满加尔北缘的羊屋2井则减薄至21.5m, 且为褐灰色泥晶生屑灰岩, 属潮下低能陆架环境的沉积, 与其北侧高能礁滩相明显不同。可见塔北—南部满加尔北缘的良里塔格组的楔状产出特征十分明显, 北厚南薄, 并且北侧(塔河南部)的良里塔格组碳酸盐岩建隆顶面有明显的暴露和后期削切现象(如T901井), 都印证晚奥陶世塔北隆起的存在。

桑塔木组(O_{3s})以碳酸盐岩和陆源碎屑岩(细砂岩—粉砂岩—泥岩)的不规则混积为特征, 中下部见有大套的紫红色泥岩及保存完好的大个体三叶虫、腕足化石(S87井等), 表明沉积水体不深, 属近陆源的陆表浅海环境; 上部以潮汐层理(透镜状、脉状等)的普遍发育为标志, 为潮坪—湖环境。此外,

砂质组分向上明显增加, 因此, 桑塔木组向上变浅、变粗的趋势十分明显。

桑塔木组与上覆柯坪塔格组的接触关系普遍被视为不整合(角度不整合或平行不整合)^[1,6], 但实际可能并非完全如此。塔河T102井中桑塔木组上部以粉砂岩、砂质泥岩的不规则韵律互层为特征(图5), 属潮坪沉积, 而柯坪塔格组以砂岩、粉砂岩、泥岩沉积为主, 见有低角度冲洗层理, 代表一种高能海滩相的滨岸环境, 岩相的向上变浅和过渡特征十分明显, 应视为一个连续的变浅沉积序列。

结合区域地质背景分析, 恰尔巴克组与下伏一间房组之间的“淹没碳酸盐台地”事件与塔中隆起的形成、满加尔—库鲁克塔格深水盆地中碎屑浊积岩的初始充填等时。因此, 向上变深的岩相叠置序列应视为盆地挤压状态下、局部坳陷盆地内的沉积响应, 塔中隆起的出现表明大背景和大趋势应该是处于区域性海平面下降过程中。

3. 塔中隆起

塔中地区普遍缺失一间房组(O_{2yj})和恰尔巴克组(O_{2-3q}), 鹰山组(O_{1-2y})上部和良里塔格组

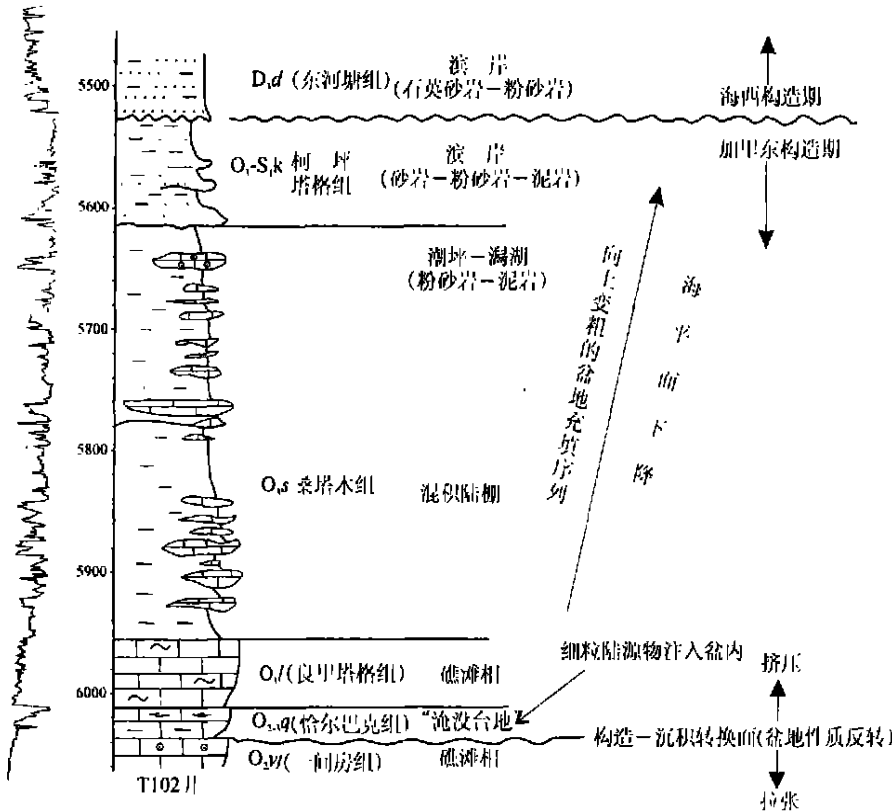


图5 塔河西南部T102井中上奥陶统一志留系沉积序列及构造-沉积转换面分析

Fig. 5 Depositional sequence and tectonic-sedimentary tranform interface in the Middle-Upper Ordovician and Silurian strata through the T102 well in the southwestern part of the Tahe Oil Field

(O_3l)下部也存在不同程度的缺失。因此,在奥陶系内部存在一个较大规模的不整合界面,界面之下的鹰山组发育不同程度的古岩溶喀斯特化;界面之上分别被晚奥陶世的良里塔格组、桑塔木组,晚奥陶世—中泥盆世的塔塔埃尔塔格组、依木干他乌组和克兹尔塔格组以及晚泥盆世—早石炭世的东河塘组和巴楚组覆盖。

上述地层的缺失可以明显地划分为两种不同成因类型,其中一间房组和部分鹰山组(中、上部)的缺失属沉积后的暴露、剥蚀或溶蚀所致,而恰尔巴克组和部分良里塔格组(下部)的缺失则是未沉积的结果。显然,后者的沉积记录缺失与加里东中晚期盆地性质转变密切相关,是盆地挤压和局部隆升的直接反映。

4. 塘古孜巴斯拗陷

塘古孜巴斯拗陷位于塔中隆起的西南部,是一个在中奥陶世才开始发育的前陆拗陷盆地。

以塘参1井为例(图6)。构造-沉积的转换以却尔却克组(O_{2-3q})为代表的中、晚奥陶世沉积整合超覆于上丘里塔格群(与塔北的一间房组、鹰山组相当)之上为标志,前者为深水斜坡-盆地相的巨厚砂泥质浊积岩沉积,后者为浅水碳酸盐台地相。上、下地层之岩相和沉积环境的巨大反差预示盆地基底因受强烈挤压、断陷和构造掀斜作用而大幅下陷,形成

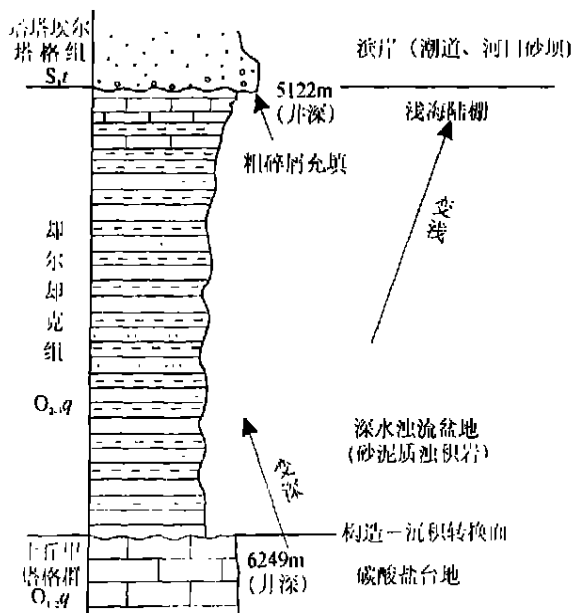


图6 塘古孜巴斯拗陷塘参1井中晚奥陶世沉积序列及构造-沉积转换分析

Fig. 6 Depositional sequence and tectonic-sedimentary transform interface in the Middle-Upper Ordovician strata through the Car-1 well in the Tangguzibasi depression

局部的前陆深拗陷。显然,巨厚浊积岩的物源来自盆地周边业已形成的岛弧带、隆起山链等。

从时间上判断,塘古孜巴斯拗陷的出现与其北侧塔中地区的隆起大致是等时的,同时,却尔却克组底界时限与含细粒陆源物质的恰尔巴克组(巴楚、塔北)的底界也基本等时。可见,盆地性质的转换在沉积记录中都有清晰的反映,有着比较明显的等时对比性,尽管沉积环境存在较大的差异,但共同的一点是陆源碎屑开始不同程度地注入盆地。陆源输入量的巨大差异应该主要与距离物源区的远近相关。在空间上,与其北侧的阿瓦提-满加尔拗陷、塔中隆起构成近南北向展布的拗-隆-拗相间格局(图2和图3),呈现典型的挤压盆地形态。

此外,塘参1井的却尔却克组上部也显示了较明显的变浅特征(图5),在巨厚的砂泥质浊积岩之上见有灰岩沉积。

5. 满加尔拗陷

以塔东1井为例(图7)。钻井揭示,岩相和沉积背景最显著的变化见于中、下奥陶统的黑土凹组与中、上奥陶统却尔却克组之间:前者为深灰—黑色碳硅质页岩,后者系巨厚的砂泥质浊积岩,沉积性质的转换是十分明显的。该沉积转换面同样代表了盆地性质的反转:界面之下,自早寒武世开始至中奥陶世早期(黑土凹组)始终处于一种欠补偿的盆地环境

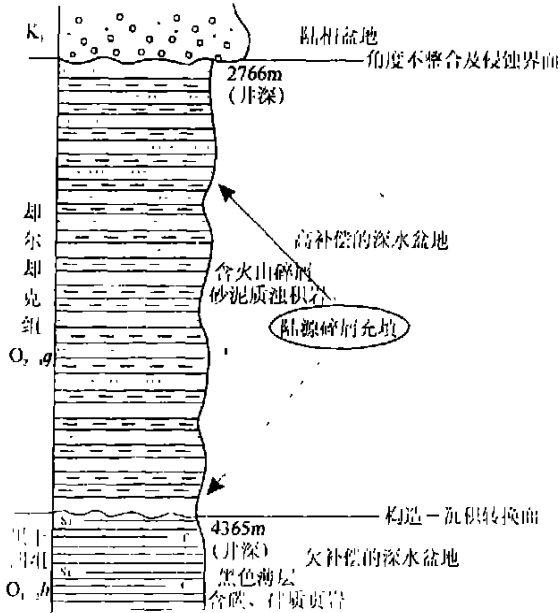


图7 满加尔地区塔东1井中晚奥陶世沉积序列与构造-沉积转换面分析

Fig. 7 Depositional sequence and tectonic-sedimentary transform interface in the Middle-Upper Ordovician strata through the Tadong-1 well in the Manjialuo region

境,以深灰—黑色薄层状灰泥和碳、硅质页岩(远洋泥)的沉积为主,基本没有外来陆源碎屑物的参与,沉积速率极低,塔东1井寒武系—中奥陶统黑土凹组的钻厚仅300余米(井深4365~4710m),与盆地中西部同期厚达3000~4800m的浅水台地及台地边缘相碳酸盐沉积形成鲜明的对比;界面之上,却尔却克组巨厚的砂泥质浊积岩反映盆地转为一种快速的充填状态。大量外源(陆源)物质注入和夹杂的火山碎屑物质都明显指示了盆地周边已存在隆起的山链、岛弧带等。据张振生等研究^[3],塔中东北部中、上奥陶统(桑塔木组或却尔却克组)分布有大量火山碎屑岩,碎屑成分主要是凝灰岩、流纹岩、玄武岩、安山岩等火山喷发岩。还有两种碎屑颗粒为石英和长石,不但分选差,而且呈尖棱角状,特别是具有高温熔蚀形成的“熔湾状构造”,反映高温爆裂后快速堆积,也属火山喷发成因。在塔中地区地震剖面上,火山碎屑岩呈大型斜交前积反射结构,前积方向指向北东,前积体呈伞状分布,面积可达 $5 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。斜交前积顶部具顶复反射特征,顶复点与前积下超点相距可逾200km。另据贾进华等研究^[5],塔中28井、29井上奥陶统碎屑岩中,砂岩碎屑成分主要为火成岩屑,石英-长石-岩屑(Q-F-L)三角图解反映其物源区为活动大陆边缘火山弧。

3 结论与讨论

(1)早古生代—中泥盆世时期,塔里木盆地的地质演化可以截然地划分为两个不同的构造-沉积阶段。震旦纪—中奥陶世早期以盆地裂解、扩展和相对海平面的上升为特征,古地理呈现西台(碳酸盐台地)东盆(欠补偿的深水盆地)的格局;中奥陶世晚期—中泥盆世,受天山洋、昆仑洋南北双向俯冲的作用,塔里木由拉张转为挤压盆地,海平面下降和大量陆源碎屑物质的充填为标志,古地理面貌呈现隆、坳相间的态势。

(2)盆地性质的转变在沉积记录中留下清晰的注记。盆地中、西部早期以含细粒陆源物质的堪岭

组(柯坪地区)、恰尔巴克组(巴楚、塔北)为标志,晚期以柯坪塔格组、塔塔埃尔塔格组等粗陆源碎屑的充填为特征;盆地东部则以巨厚浊积岩(却尔却克组)的充填为标志。

(3)露头剖面和钻井资料显示,陆源碎屑在塔里木盆地东、西部的出现具有较明显的等时特征,同时与塔北、塔中、塘古孜巴斯等前陆隆起和坳陷的形成时期耦合,因此,中奥陶世前后的构造-古地理和沉积记录的变化是盆地性质发生转换的响应和示踪标志。

(4)周边洋壳的俯冲、消减导致塔里木盆地性质的反转并处于逐渐隆升的状态中,因此,自中奥陶世晚期开始相对海平面应该是总体下降的趋势。以萨尔干组、恰尔巴克组等为代表的较深水相沉积(浅海深盆)的出现,是盆地内坳陷带的产物,是对挤压、构造掀斜作用导致盆地呈现隆-坳格局的沉积响应。

(5)古地理-构造背景与沉积记录之间有着直接的因果关系,即“构造控盆,盆控相”。反过来,沉积记录中的岩相变化、陆源物质的出现及沉积转化界面的识别是解读盆地古地理及构造性质变化的最有力证据。

参考文献:

- [1] 康玉柱等. 中国塔里木盆地石油地质特征及资源评价[M]. 北京: 地质出版社, 1996.
- [2] 张云智. 塔里木盆地顺托果勒—满加尔地区寒武系、奥陶系沉积特征[J]. 矿物岩石, 2000, 20(2): 63—68.
- [3] 张振生等. 塔中低凸起的形成和演化[J]. 石油勘探与开发, 2002, 29(1): 28—31.
- [4] 汤良杰. 略论塔里木古生代盆地演化[J]. 现代地质, 1997, 11(1): 14—20.
- [5] 贾进华等. 塔中地区奥陶系地层格架与沉积演化[J]. 海相油气地质, 1998, 3(4): 31—36.
- [6] 叶德胜等. 塔里木盆地寒武—奥陶系碳酸盐岩储层特征及油气前景[M]. 成都: 四川大学出版社, 2000.
- [7] 周志毅等. 塔里木各纪地层[M]. 北京: 科学出版社, 2001.

Tectonic-sedimentary responses of the Tarim Basin, Xinjiang during the late Early Palaeozoic

LOU Xiong-ying, XU Xiao-song

(*Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, Sichuan, China*)

Abstract: The Tarim Basin recorded a large-scale spreading-compression-uplifting cycle during the Early Palaeozoic. During the early Early Palaeozoic (Sinian-Middle Ordovician), the basin was in the extensional setting and displayed a palaeogeographic framework composed of a platform (carbonate platform) in the west and a basin (Manjiar-Kuruktag deep-water basin) in the east. There deposited the thick shallow-water platform carbonate rocks represented by the Middle-Upper Cambrian Lower Qiulitag Group and Lower-Middle Ordovician Upper Qiulitag Group in the west-central part, while the pelagic siliceous and limy mudstones in the Manjiar-Kuruktag deep-water basin in the east. The great changes of tectonic background and sedimentary facies and palaeogeography of the basin took place during the middle-late Middle Ordovician. The nearly NS-trending uplift-depression framework of the basin is well represented by the Central and Northern Tarim uplifts, Tangguzibasi and Awat-Manjiar depressions. The sedimentary responses are manifested in the disappearance of the carbonate platforms, influx of the terrigenous clastics and coarsening upwards, appearance of volcanic activity and volcanic clastics and infilling of thick sandy and muddy turbidites in eastern Tarim Basin. It can be seen that the Middle-Late Ordovician and Middle Devonian times are believed to be significant for the collapse of the sea area, uplifting of the basin, and falling of the relative sea level.

Key words: Tarim Basin; late Early Palaeozoic; tectonic-sedimentary responses