

文章编号:0253-9985(2007)06-0731-07

塔里木盆地奥陶纪岩相古地理特征及礁滩分布

张丽娟¹,李勇¹,周成刚²,李猛¹,韩杰¹,张博¹

(1. 中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司石油勘探开发研究院,新疆库尔勒841000;

2. 中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司物探研究院,新疆库尔勒841000)

摘要:奥陶纪是塔里木盆地及其周缘构造和沉积演化的关键时期。早-中奥陶世海平面开始缓慢上升,塔里木盆地基本继承了晚寒武世的沉积背景;晚奥陶世早期区域构造运动由拉张转为挤压,盆地周边(主要是南边)进一步隆升,台地内的地形分化进一步增大。塔里木盆地在奥陶纪发育了两种类型的台地边缘相,古气候环境适合生物礁体发育。陡坡型台地边缘带相对较窄,礁滩复合体厚度大,平行台缘连续性好,高能相带位于外缘,以塔中I号坡折带最为典型;缓坡型台地边缘带相对较宽,礁滩复合体厚度相对较小,由系列的小礁体组成,主要分布在轮南、巴楚凸起边缘、和田河地区。台地边缘礁滩体和台内滩以及岩溶不整合是油气勘探的主攻领域。

关键词:台地边缘;礁滩复合体;岩相古地理;奥陶纪;塔里木盆地

中图分类号:TE122.3

文献标识码:A

Lithofacies paleogeographical characteristics and reef-shoal distribution during the Ordovician in the Tarim Basin

Zhang Lijuan¹, Li Yong¹, Zhou Chenggang², Li Meng¹, Han Jie¹, Zhang Bo¹

(1. Research Institute of Petroleum Exploration and Development, Tarim Oilfield Company, PetroChina, Korla, Xinjiang 841000,

China; 2. Research Institute of Geophysical Prospecting, Tarim Oilfield Company, PetroChina, Korla, Xinjiang 841000, China)

Abstract: The Ordovician is the key period of tectonic movement and depositional evolution in the Tarim basin and its peripheral area. From the Early to Middle Ordovician, the sea level begun to rise slowly and the Tarim basin basically inherited the Late Cambrian sedimentary settings. In the early Late Ordovician, the regional tectonic movement converted from extension to compression, the peripheral area of the basin (mainly to its south) kept uplifting, and the differentiation of topography was enhanced in the platform. In Ordovician, Tarim basin developed two types of platform marginal facies and the paleoclimatic conditions were favorable for reef development. The marginal facies on the steep slope of platform was relatively narrow, the reef-bank complex was large in thickness and good in continuity in direction parallel with the platform margin and the high energy facies belt was located on the outer margin, with Tazhong I slope break zone as a typical example. In contrast, the marginal facies on the gentle slope of platform was relatively wide, the reef complex is relatively small in thickness, composed of small reefs and distributed in Lunnan, the edge of Bachu uplift and Hetian area. Platform marginal reef-banks, intraplatform banks and karst unconformities are main targets of exploration.

Key words: platform margin; reef-bank complex; lithofacies paleogeography; Ordovician; Tarim Basin

奥陶纪是塔里木盆地及其周缘地区遭受中加里东运动改造以及构造和沉积演化发生强烈

转换的关键时期,早奥陶世为离散板块运动,中晚奥陶世为聚敛板块运动,沉积环境也由海相向

收稿日期:2007-11-26。

第一作者简介:张丽娟(1970—),高级工程师,石油地质勘察。

基金项目:国家“十五”重点科技攻关项目(2003B613A-04)。

海陆过渡转换。受板块周缘构造活动的影响,塔里木板块内部构造运动也比较活跃,塔里木盆地几大古隆起在这一时期形成雏形^[1,2],适合的热带-亚热带古气候条件使得浅海碳酸盐岩台地边缘礁滩体在这一时期广泛发育^[3~5],成为现今有利的油气聚集区之一^[6]。

1 奥陶纪地层特征

奥陶系主要分布为两个相区:西部的台地相区和东部的盆地相区,台地相区以碳酸盐岩沉积为主,盆地相区则主要为碎屑岩沉积(图1)。台地相区的岩石地层单位自下而上为蓬莱坝组、鹰山组、一间房组、吐木休克组、良里塔格组、桑塔木组和铁热克阿瓦提组,除桑塔木组与铁热克阿瓦提组为碎屑岩夹碳酸盐岩外,主要为碳酸盐岩沉积。

2 岩相古地理

2.1 早奥陶世

早奥陶世塔里木板块周缘基本继承了晚寒武

世的构造格局,整体仍然处于强烈拉张裂解期,周缘被裂解形成的大洋包围,北部南天山洋已经初具雏形,南部为北昆仑洋,塔里木板块与大洋之间发育被动陆缘。塔里木板块东部满加尔坳拉槽发育进入末期,形成塔东克拉通边缘拗陷,拗陷的东、西两侧为两个高起的台地,形成塔东和塔西两个碳酸盐岩台地。

2.1.1 蓬莱坝期

早奥陶世蓬莱坝期海平面开始缓慢上升,与晚寒武世呈连续沉积,从岩性上两者界线往往不易明确区分,在沉积相带的分布上也大体相近。

在两个台地之间的拗陷区水体较深,为盆地相沉积区,接受灰泥、泥质等富有机质深水沉积。碳酸盐台地水体较浅,以局限-开阔台地相白云岩、云质灰岩和灰岩为特征,塔中、塔北地区蓬莱坝组厚度达200~500 m,东部罗布泊地区地震资料分析认为碳酸盐岩建隆达超过1 000 m。发育满西、罗西两个台地边缘:满西台地边缘沿古城4—塔中32—满参1—轮南631—轮古391一带,罗西台地边缘沿英东—米兰1一带,均呈近南北向带状分布(图2),台地边缘发育高能“滩”和藻

年代地层			柯坪-乌什(露头)				台地相区				盆地相区
系	统	阶	柯坪-乌什(露头)				一间房-西克尔(露头)	巴楚-塔中	轮南	英买力	塔东
奥陶系	上统	钱塘江阶	铁热克阿瓦提组				铁热克阿瓦提组		铁热克阿瓦提组		却尔却克组
		艾家山阶						桑塔木组	桑塔木组	桑塔木组	
								良里塔格组	良里塔格组	良里塔格组	
								吐木休克组	吐木休克组	吐木休克组	
								一间房组	一间房组	一间房组	
	中统	达瑞威尔阶									黑土凹组
		大湾阶									
		鹰山组									
	下统	道保湾阶									
		新厂阶									
寒武系	上统	凤山阶					蓬莱坝组	丘里塔格群下亚群	蓬莱坝组	蓬莱坝组	突尔沙克塔格群

图1 塔里木盆地奥陶系岩石地层单位对比

Fig. 1 Correlation of the Ordovician lithostratigraphic units of the Tarim Basin

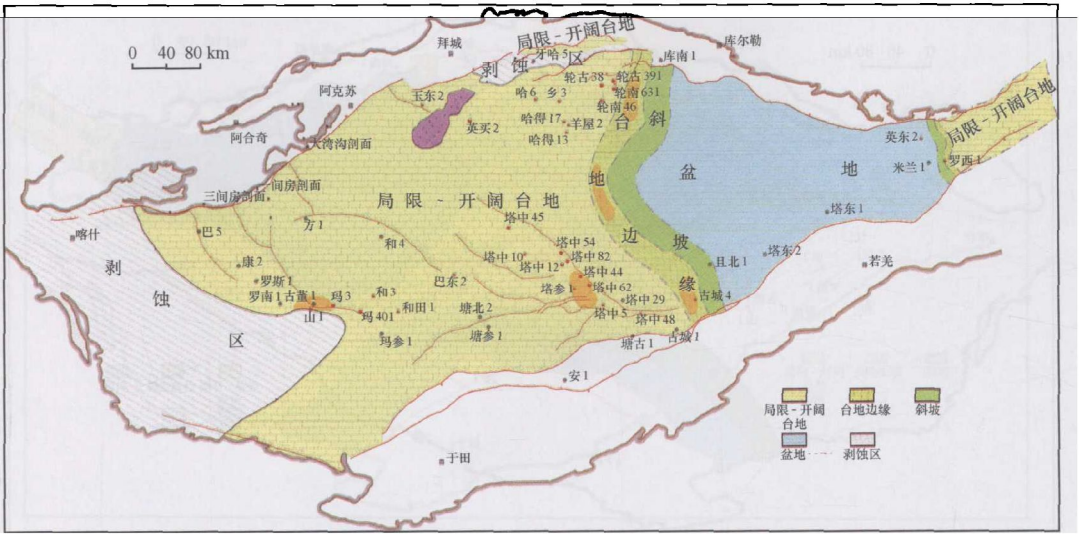


图2 塔里木盆地奥陶系蓬莱坝组沉积相平面图

Fig. 2 Sedimentary facies of the Ordovician Penglaiba Formation in the Tarim Basin

丘沉积,沉积厚度大,一般沉积厚度为超过 500 m,是储层发育的有利地区。

2.1.2 鹰山期

早-中奥陶世鹰山期基本继承了蓬莱坝期的古构造格局。海平面持续缓慢上升,沉积格局没有大的改变(图3)。由于早奥陶世末期塔里木板块与周缘地块之间的运动方式开始由离散向聚敛转变,鹰山组沉积晚期台地内地形分化加强,局部地区台内滩发育。广大的碳酸盐岩台地岩性以厚层褐灰色粉晶、泥晶灰岩为主,局部发育浅灰、褐

色灰质云岩,代表着局限-开阔台地背景下的潮间、泻湖、台内滩亚相的沉积。

2.2 中奥陶世

中奥陶世是塔里木板块的构造环境由离散向聚敛转变的重要时期,塔里木盆地周缘处于一种挤压动力学环境中。受这种区域性压扭应力场控制,塔里木板块被动发生挠曲和冲断破裂变形,塔里木盆地内部形成隆坳相间的构造格局。盆地周边(主要是南边)进一步隆升,盆地坳陷更加强烈,塔东碳酸盐台地仍然存在,统一的塔西台地开始

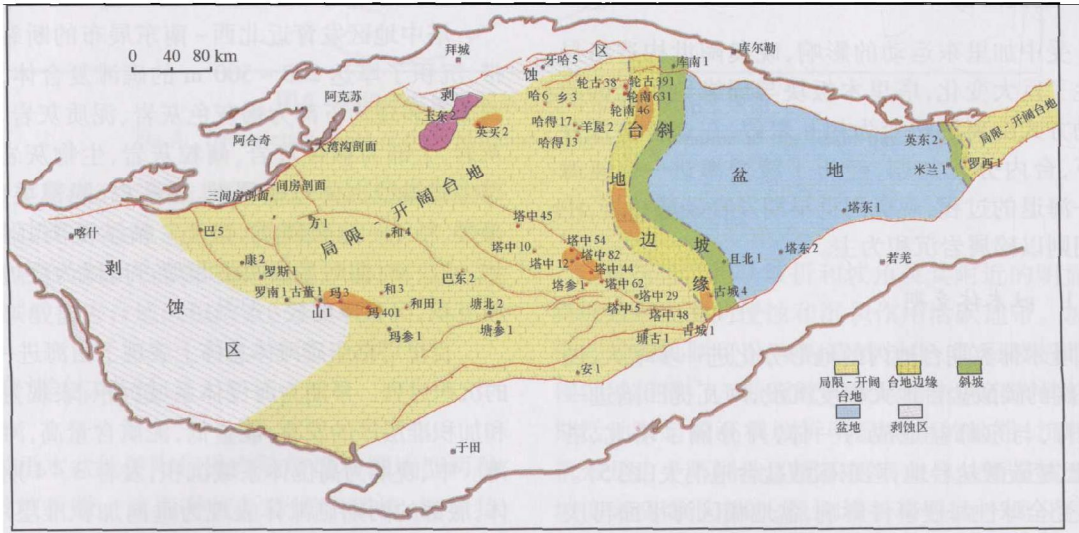


图3 塔里木盆地奥陶系鹰山组沉积相平面图

Fig. 3 Sedimentary facies of the Ordovician Yingshan Formation in the Tarim Basin

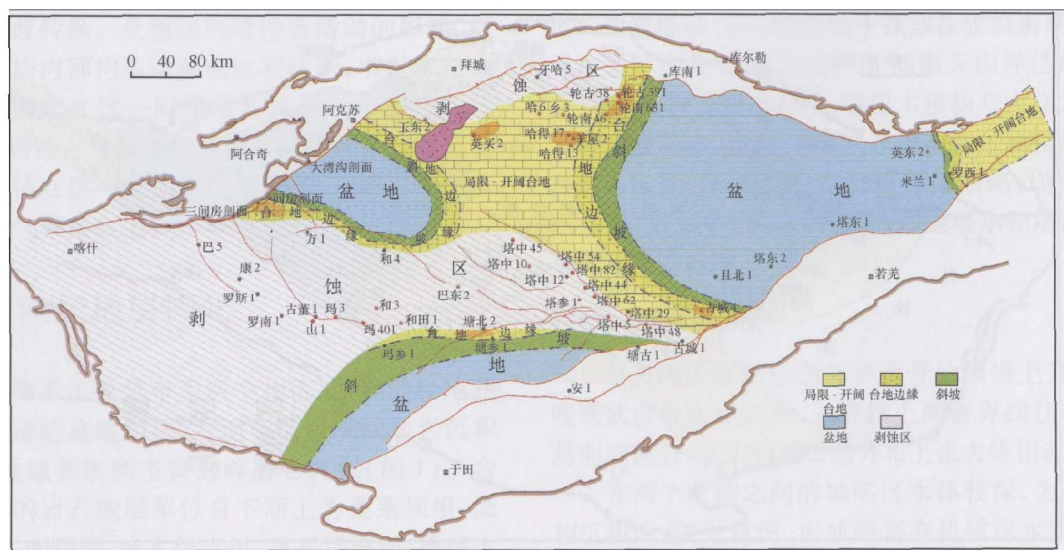


图4 塔里木盆地奥陶系一间房组沉积相平面图

Fig.4 Sedimentary facies of the Ordovician Yijianfang Formation in the Tarim Basin

分化,满西台地边缘向西迁移,阿瓦提、塘古孜巴斯台内坳陷开始发育,出现阿瓦提东弧形台地边缘,同时塔中Ⅱ号坡折带已具雏形(图4)。

一间房期的台地边缘相,岩性以灰色鲕粒灰岩为主,常发育生物点礁,造礁生物以菌藻-托盘海绵(瓶筐石)为主。沉积厚度稳定,轮南一带厚度为25~50 m、图木舒克和玛东1—塘参1井一带厚度均小于25 m。由于后期遭受剥蚀(巴楚西部可能未沉积),塔中、巴楚大部分地区缺失一间房组,台地边缘保存较少。

2.3 晚奥陶世

受中加里东运动的影响,晚奥陶世构造格局发生了巨大变化,塔里木板块与周缘地块之间的运动方式由离散转变为相互聚敛,在这种挤压背景下,台内分化加剧,经历了缓慢海进—快速海进—海退的过程,晚奥陶世早期发育碳酸盐岩,中晚期则以碎屑岩沉积为主。

2.3.1 吐木休克期

吐木休克期台地内的地形分化进一步增大,西部广阔的碳酸盐台地大幅度沉没,阿瓦提凹陷进一步发育,与东部盆地成为一体,并分隔了塔北、塔中-巴楚碳酸盐台地,塔东碳酸盐台地消失(图5)。

受全球性海侵事件影响,盆地相区海平面再次上升,迅速形成克拉通深水挤压滞留盆地,发育富含有机质的笔石页岩、放射虫硅质岩。塔北地区为

缓坡型斜坡相,沉积建造在20 m左右,塔中-巴楚地区由于后期遭受剥蚀,大部分地区缺失吐木休克组。

2.3.2 良里塔格期

良里塔格期基本保持了吐木休克期的构造格局。总体上,塔里木存在3个台地:除了原来的塔北、塔中-巴楚碳酸盐台地外,新分化出塔南碳酸盐岩台地(图6)。此时塔里木板块处于赤道附近,适于礁滩体发育,碳酸盐岩台地构造隆升的幅度基本与海平面上升的速度保持一致,促进了台地边缘礁滩体的快速生长,围绕台地边缘形成了狭长的礁滩体展布带。

塔中地区发育近北西-南东展布的断裂坡折带,沉积了厚达200~500 m的礁滩复合体,岩性剖面上表现为下部为褐灰色灰岩、泥质灰岩、粉晶灰岩,上部为颗粒灰岩、鲕粒灰岩、生物灰岩。造礁生物类型主要包括珊瑚、层孔虫、隐藻类、造架藻类、粘结-造架藻类、结壳-粘结藻类、附丘生物。这一时期阿瓦提凹陷和塘古南缘为缓坡型斜坡沉积,沉积厚度较小^[7,8]。

良里塔格组礁滩体总体上表现了由海进-海退的沉积过程。早期为海侵体系域沉积,表现为退积和加积准层序的发育,能量低,泥质含量高,滩体较薄。中、晚期为高位体系域沉积,发育3~4期礁滩体,底部的两期礁滩体表现为垂向加积准层序,上部的1~2期礁滩体表现为进积层序,表明了高位晚期礁滩体向斜坡、盆地方向的推移进积作用。

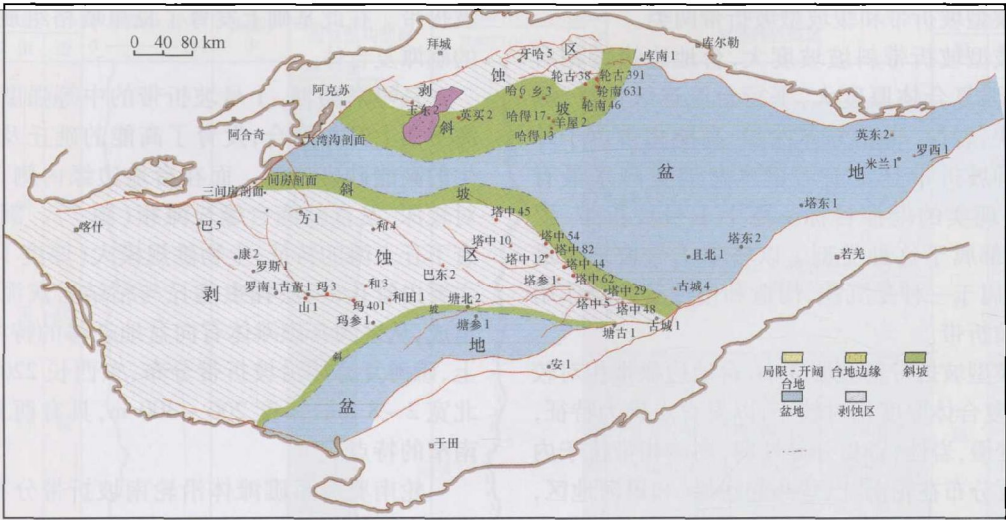


图5 塔里木盆地奥陶系吐木休克组沉积相平面图

Fig. 5 Sedimentary facies of the Ordovician Tumuxiuke Formation in the Tarim Basin



图6 塔里木盆地奥陶系良里塔格组沉积相平面图

Fig. 6 Sedimentary facies of the Ordovician Lianglitage Formation in the Tarim Basin

良里塔格组沉积末期发生了一次区域性的构造运动,塔里木盆地进入混积陆棚沉积期,广大的碳酸盐岩台地被大套泥岩夹薄层砂岩、薄层灰岩覆盖,碳酸盐岩台地沉积结束。

3 礁滩体特征

塔里木盆地奥陶纪发育陡坡型和缓坡型两种类型的坡折带。这两种坡折带沉积环境、沉积特征、储层特征都有较大的差别,一定程度上控制了礁滩体和碳酸盐岩储层的分布。

3.1 坡折带类型

坡折带泛指从坡折和坡角及其附近的明显受斜坡地形控制的侵蚀和沉积作用活跃地带。坡折带按成因机制可分为构造坡折带、沉积坡折带和侵蚀坡折带^[9]。断裂坡折带是指由同沉积构造长期活动引起的沉积坡折明显突变的地带;沉积坡折带是由于不同地区沉积速率差异而造成地形坡度突变而形成的;侵蚀坡折带是由于风化侵蚀等外动力地质作用造成地形坡度突变而形成的。

根据坡度形态大小,塔里木盆地奥陶系坡折

带分陡坡型坡折带和缓坡型坡折带两类。

陡坡型坡折带斜坡坡度大,台地边缘带相对较窄,礁滩复合体厚度大,平行台缘连续性好,侧向相变快,岩性、岩相分异性强,高能相带位于外缘。这种坡折带是目前塔里木盆地奥陶系最有利、最易现实的勘探目标。塔中 I 号坡折带、罗西、古城都属于这种类型。以塔中 I 号坡折带最为典型,属于一种受沉积、构造和侵蚀等综合作用形成的坡折带。

缓坡型坡折带斜坡坡度小,台地边缘带相对较宽,礁滩复合体厚度相对较小,以发育点礁为特征,侧向相变慢,岩性、岩相分异性弱,高能相带位于内缘。主要分布在轮南、巴楚凸起边缘、和田河地区,以轮南东部地区最为典型,基本上属于侵蚀坡折带。

3.2 典型礁滩体特征

塔中 I 号礁滩体沿塔中 I 号坡折带分布。在早奥陶世末期由于强烈的冲断作用,塔中隆起抬升并遭受剥蚀,沿 I 号断裂形成北倾高陡的断裂

坡折带。在此基础上发育了良里塔格组规模巨大的礁滩复合体。

良里塔格期, I 号坡折带的中等强度抬升与海平面上升相叠合,发育了高能点礁及与之伴生的高能砂砾屑滩。而在台地边缘内侧,水体相对较深,发育低能台缘丘滩相(图 7)。剖面上具有下丘上滩的特征,生物礁规模大(厚度 115 m),主要由管孔藻、层孔虫礁丘与粘结岩灰泥丘微相组成,从老到新礁滩体有向盆地迁移的特征,平面上,礁滩复合体沿坡折带分布,东西长 220 km,南北宽 2~8 km,厚度 200~300 m,具有西北宽、东南窄的特点。

轮南奥陶系礁滩体沿轮南坡折带分布,主要发育在一间房组和良里塔格组。

一间房组沉积时期,坡折带主要发育在轮南东部,宽度大、沉积厚度不大,一般 20~50 m,主要为亮晶鲕粒砂屑灰岩、管孔藻-托盘障积岩、粘结岩等高能环境的沉积,可见台地边缘点礁(轮古 391、哈得 17、哈得 13 井),造礁生物主要为托盘类。

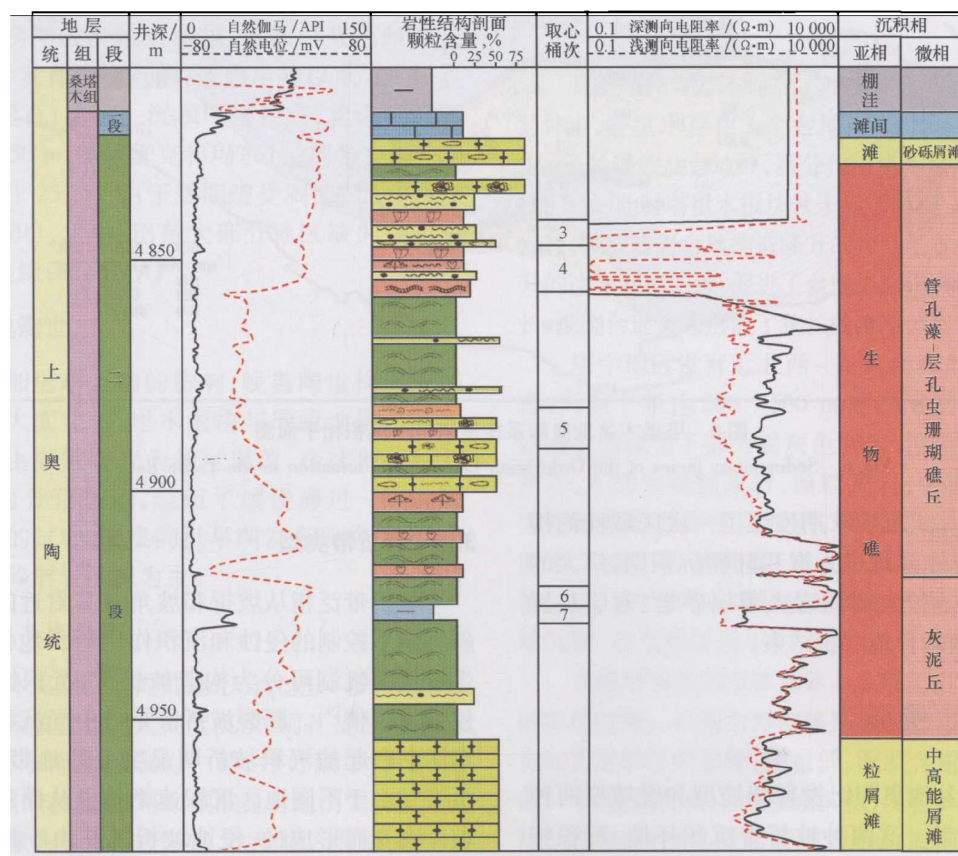


图7 塔中44井奥陶系良里塔格组生物礁沉积相剖面

Fig. 7 Sedimentary facies profile of reefs in the Ordovician Lianglitage Formation in Tazhong 44 well

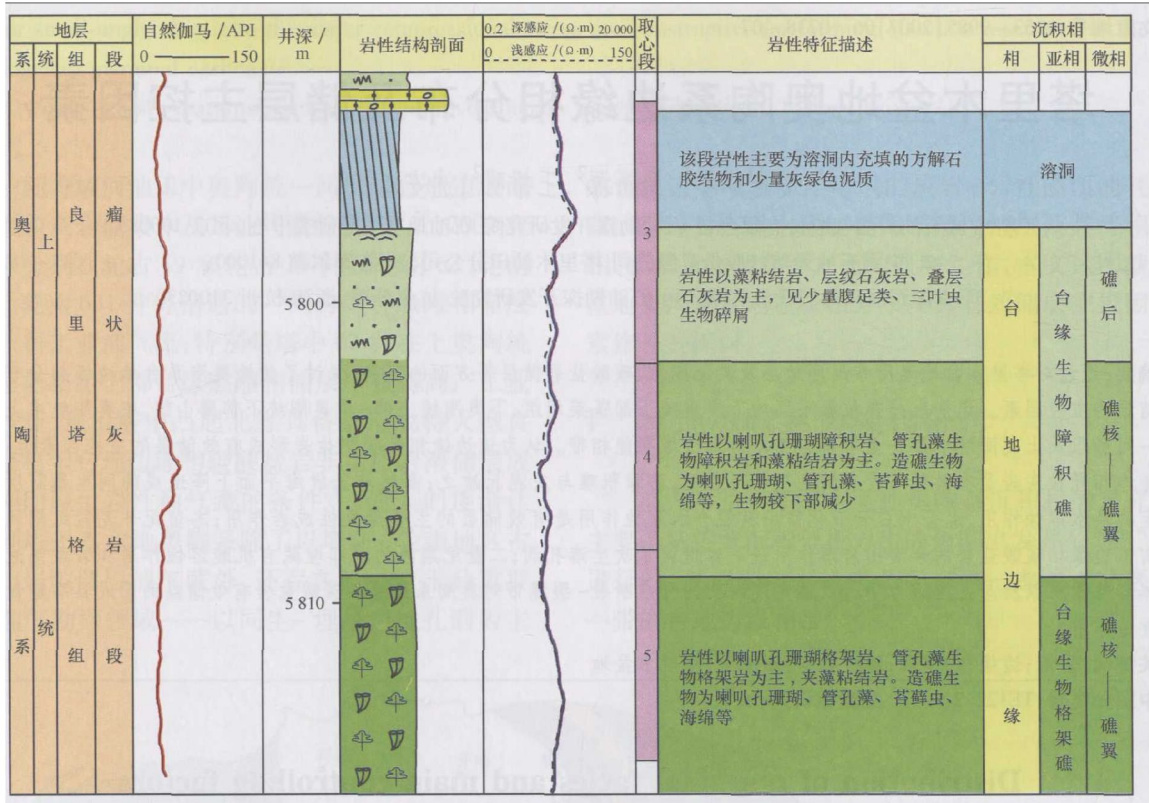


图 8 轮古 391 井奥陶统良里塔格组生物礁沉积相剖面

Fig. 8 Sedimentary facies profile of reefs in the Ordovician Lianglitage Formation in Lungu 391 well

良里塔格期,坡折带沿轮南隆起的东部—南部—西部呈裙状分布,宽度大,沉积厚度一般为 80~100 m,南部和西部都遭受了严重的削蚀,仅残留斜坡相沉积。主要是一套泥质灰岩、含泥灰岩沉积,目前发现的台缘生物礁主要为台缘藻礁,藻礁之上发育厚层的台缘滩的砂砾屑灰岩,如轮古 391 井、轮南 63 井和轮古 35 井。轮古 391 井台地边缘生物礁发育于奥陶系上统良里塔格组上部(图 8),礁的厚度大于 20 m,礁的类型为生物格架礁和生物障积礁,造礁生物主要为藻类、珊瑚、苔藓虫等。礁的上部发育台缘粒屑滩。

塔里木盆地碳酸盐岩坡折带发育,它们沿古隆起边缘分布,不同层组都有发育,控制了礁滩复合体的分布,并且坡折带规模大、领域多^[10,11],展示出良好的勘探前景。目前,坡折带的勘探在塔中、轮南都取得重大突破,成果还在不断扩大。随着油气勘探的不断深入,一定会在礁滩复合体中发现更多的大油气田!

参 考 文 献

1 贾承造,魏国齐,姚慧君.盆地构造演化与区域构造地质[M].

北京:石油工业出版社,1995.51~73

2 叶德胜,周棣康.塔里木盆地形成大型—巨型油气田的基本地质条件[J].石油与天然气地质,1991,12(3):283~291

3 李红南,魏垂高,张世奇,等.塔里木盆地塔中地区志留系成藏控制因素[J].油气地质与采收率,2006,13(3):43~49

4 陈景山,王振宇,代宗仰,等.塔中地区中上奥陶统台地边缘体系分析[J].古地理学报,1999,1(2):8~17

5 李宇平,李新生,周翼,等.塔中地区中、上奥陶统沉积特征及沉积演化史[J].新疆石油地质,2000,21(3):204~207

6 郭光辉,李启明,张宝收,等.塔中 I 号断裂坡折带构造特征及勘探领域[J].石油学报,2005,26(1):27~30

7 赵重远,周立发.成盆期后改造与中国含油气盆地地质特征[J].石油与天然气地质,2000,21(1):7~10

8 顾家裕,张兴阳,罗平,等.塔里木盆地奥陶系台地边缘生物礁、滩发育特征[J].石油与天然气地质,2005,26(3):277~283

9 刘豪,王英民.塔里木盆地早古生代古地貌——坡折带特征及对地层岩性圈闭的控制[J].石油与天然气地质,2005,26(3):297~304

10 康玉柱.塔里木盆地大气田形成的地质条件[J].石油与天然气地质,2001,22(1):1~8

11 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):307~312

(编辑 高 岩)