

DOI:10.19751/j.cnki.61-1149/p.2020.03.005

新疆卡克地区上石炭统别根他乌组碳酸盐岩微相及古环境分析

姜文钦^{1,2}, 赵志刚^{2,3*}, 王庆同², 代有旭²

(1. 中国地质大学(北京), 北京 100083; 2. 中国人民武装警察部队黄金第七支队, 山东 烟台 264004;
3. 中国地质大学(武汉), 湖北 武汉 430074)

摘要:通过对新疆卡克地区上石炭统别根他乌组 105 个岩石薄片进行显微镜下观察, 识别出 6 种微相: MF1 灰泥灰岩微相、MF2 含生物碎屑灰泥灰岩、MF3 生物碎屑粒泥灰岩、MF4 含生物碎屑亮晶似球粒灰岩、MF5 生物碎屑亮晶灰岩和 MF6 生物碎屑砾屑灰岩。根据微相组合类型, 推断该地区在罗苏期至达拉期经历了台地-台地边缘浅滩及礁-台地边缘斜坡 3 种环境, 整体为一个完整海侵-海退的过程。

关键词:碳酸盐岩微相; 沉积环境; 别根他乌组; 上石炭统; 新疆

中图分类号: P588.245

文献标志码: A

文章编号: 1009-6248(2020)03-0066-10

The Carbonate Microfacies and Paleoenvironment of the Upper Carboniferous Biegentawu Formation in Kake Area, Xinjiang

JIANG Wenqin^{1,2}, ZHAO Zhigang^{2,3*}, WANG Qingtong², DAI Youxu²

(1. China University of Geosciences (Beijing); Beijing 100083, China; 2. No. 7 Gold Geological Party of CAPF, Yantai 264004, Shandong, China; 3. China University of Geosciences (Wuhan), Wuhan 430074, Hubei, China)

Abstract: The observation under microscope of 105 petrographic thin sections from the Upper Carboniferous Biegentawu Formation in Kake area, Xinjiang identified 6 microfacies: MF1 lime marl, MF2 bioclastic lime marl, MF3 bioclastic wackstone, MF4 bioclastic pelletoid limestone, MF5 sparry bioclastic limestone and MF6 bioclastic rudstone. According to the types of microfacies assemblage, we deduce that this area experienced three sedimentary environments of open platform-platform margin-platform margin slope which is a complete transgression-regression progress.

Keywords: carbonate microfacies; sedimentary environment; Biegentawu formation; Upper Carboniferous; Xinjiang

收稿日期: 2020-01-20; 修回日期: 2020-04-17

基金项目: 中国地质调查局项目“西北沿边及特殊地区地质矿产调查”(DD20160079)和“雷州半岛海岸带综合地质调查”(DD20208011)资助

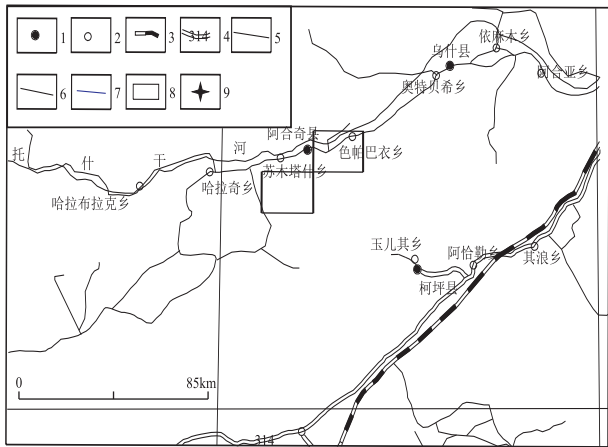
作者简介: 姜文钦(1990-), 男, 助理工程师, 古生物学与地层学硕士研究生。E-mail: 453050894@qq.com

* 通讯作者: 赵志刚(1985-), 男, 工程师, 从事区域地质调查工作。E-mail: 156513449@qq.com

1 概况

研究区位于塔里木陆块西北部隆起,出露的地层主要为古生界,其中石炭系为被动大陆边缘沉积构造属性已被广泛认可(丁孝忠等,2000)。20 世纪 70 年代以来,伴随石油地质调查的开展,研究区及周边丰富的油气资源陆续得到证实,生物地层资料日趋详细(张遯信,1963;李罗照,1996;杨湘宁等,2001),对类生物群(黄兴等,2014)和孢粉(王庆同等,2017)研究表明,别根他乌组时代为晚石炭世罗苏期至达拉期。对塔西北石炭系沉积相分析多为宏观定性(吴根耀等,2013;贾进华等,2018),缺少详细研究,微相分析几乎空白。笔者依托新疆卡克地区 1:5 万区域地质调查项目,以野外路线调查和剖面测制为基础,以室内岩石薄片观察为主要方法,详细研究了新疆卡克地区上石炭统别根他乌组的岩石类型、岩石组合、沉积构造、碳酸盐岩微相和沉积环境变化规律。

研究区位于塔里木盆地西北缘南天山造山带南部(图 1),地层区划为塔里木-南疆地层大区,以阿合奇断裂为界分为南北 2 个地层小区。北为阔克沙勒岭地层小区,属中南天山-北山地层区的南天山地层分区,以新生界为主(刘晓煌等,2013);南为阿合奇地层小区,属塔里木地层区的柯坪地层分区,以古生界和新生界为主(贾承造等,2004;黄智斌等,2002)。



1. 县级行政中心;2. 乡级行政中心;3. 铁路;4. 国道代号;5. 省级公路;6. 县级以下公路;7. 河流;8. 工作区范围;9. 剖面位置

图 1 研究区交通位置图

Fig. 1 Traffic location of the study area

2 剖面特征

西南天山卡克地区别根他乌组(C₂b)岩石组合较为齐全,区域上与下伏巴什索贡组为整合接触,与上覆康克林组为整合接触。岩石类型以碳酸盐岩为主,约占 77.5%,陆源碎屑岩约占 22.5%,该组分为 3 段。第一段:主要岩性为薄层钙质砂岩夹泥岩、薄层砂质灰岩和中厚层生物碎屑亮晶灰岩,偶夹砾屑灰岩;第二段:主要为亮晶似球粒灰岩与石英砂岩互层;第三段:主要为泥晶灰岩、泥灰岩夹生物碎屑亮晶灰岩、含生物碎屑亮晶似球粒灰岩。

研究剖面位于卡克幅北部恰热阿尔恰,起点坐标为 X:278572,Y:4523438。该剖面中别根他乌组顶部和底部均发育齐全,出露完整。现将其逐层描述如下。

上石炭统一下二叠统康克林组(C ₂ -P ₁ kk)		
85	灰白色厚层含生物碎屑亮晶似球粒灰岩, 生物碎屑主要为海百合茎且保存比较完整。	未见顶
—————整合—————		
	上石炭统别根他乌组三段(C ₂ b ³)	947.3 m
84	灰黑色薄层生物碎屑微晶灰岩	37.8 m
83	灰黑色薄夹中层生物碎屑亮晶灰岩	16.2 m
82	灰黑色薄层生物碎屑亮晶灰岩夹泥灰岩	69.9 m
79~81	灰黑色薄-中层生物碎屑微晶灰岩	176.4 m
78	灰黑色厚层生物碎屑亮晶灰岩	8.4 m
76~77	灰黑色薄-中层生物碎屑微晶灰岩	34.2 m
75	灰黑色薄层生物碎屑微晶灰岩夹薄层泥 灰岩,向上泥灰岩含量减少	8.8 m
74	灰黑色薄-中层生物碎屑微晶灰岩	4.3 m
70~73	灰黑色薄-中层生物碎屑微晶灰岩	142.5 m
69	灰黑色薄层泥灰岩夹深灰色薄层微晶灰岩	54.3 m
65~68	灰黑色薄层泥灰岩夹中薄层生物碎屑微 晶灰岩	58.5 m
63~64	深灰色薄-中层含生物碎屑微晶灰岩、微 晶灰岩夹泥灰岩	28.2 m
62	深灰色薄-中层微晶灰岩	8.7 m
60~61	灰色薄-中层含生物碎屑微晶灰岩	39.3 m
59	灰黑色薄层-中层生物碎屑微晶灰岩	11.5 m
58	灰黑色厚层含生物碎屑亮晶似球粒灰岩	11 m
57	深灰色薄-中层含生物碎屑微晶灰岩	7.7 m
56	深灰色厚层生物碎屑砾屑灰岩	1.4 m

54~55	深灰色中层夹薄层生物碎屑微晶灰岩、含生物碎屑粉砂质微晶灰岩	4.6 m	22	浅灰色中厚层含岩屑钙质中-粗砂岩夹灰色厚层砾岩。砾石成分主要为灰岩、砂岩,燧石含量较少	40.5 m
53	灰色薄层含生物碎屑微晶灰岩夹灰白色薄层钙质粉砂岩	66.6 m	21	浅灰色中厚层钙质细-粗砂岩夹灰白色中层含砾钙质粗砂岩	25.1 m
50~52	深灰色薄-中层含生物碎屑微晶灰岩、生物碎屑微晶灰岩	60.9 m	—————整合—————		
49	灰黑色薄-中层微晶灰岩夹钙质粉砂岩	18.5 m		上石炭统别根他乌组一段(C_2b^1)	175.2 m
48	灰白色厚层生物碎屑亮晶灰岩	6.1 m	20	灰白色中薄层钙质细砂岩夹浅灰色薄层含砾钙质中-粗砂岩。砂岩发育平行层理,砾石主要为砂岩,磨圆度较好	17 m
47	灰黑色薄层含生物碎屑亮晶似球粒灰岩	7.8 m	18~19	灰白色薄-中层钙质粉砂岩,岩石表面风化	
46	深灰色厚层生物碎屑砾屑灰岩	57 m		成红褐色,局部见水平层理	27.8 m
45	灰黑色薄层生物碎屑砾屑灰岩	4.1 m	17	灰白色中层钙质细砂岩,见平行层理	14.7 m
	—————整合—————		16	灰黑色中层钙质细砂岩夹含砾钙质细砂岩、紫红色钙质泥岩,砂岩可见双向交错层理	1.8 m
	上石炭统别根他乌组二段(C_2b^2)	285.4 m	15	灰白色薄层钙质粉砂岩偶夹浅紫红色钙质泥岩,发育鱼骨状交错层理	12 m
44	深灰色薄层含泥质粉砂岩夹灰黑色薄层泥岩	14.2 m	14	灰白色中厚层钙质细-中砂岩,见交错层理	4 m
43	深灰色厚层生物碎屑微晶灰岩,灰岩中见紫红色团块	20.9 m	13	灰白色中层粉-中砂质亮晶灰岩夹灰黑色中砂质砾屑灰岩,砾屑分选性较差,砾岩灰白色,分选性较差,粒径约为1~5 cm,成分主要为灰岩、燧石,磨圆度较好	12.7 m
42	灰黑色薄层生物碎屑微晶灰岩夹紫红色泥灰岩	4.3 m	12	浅灰色中层含似球粒细砂质亮晶灰岩,层面发育虫迹	21.4 m
41	灰黑色厚层含生物碎屑亮晶似球粒灰岩	18.4 m	10~11	灰黑色、浅灰色薄层粉砂质灰岩夹紫红色钙质泥岩,层面虫迹发育	35.4 m
40	土黄色薄层含生物碎屑微晶灰岩夹紫红色泥灰岩	4.2 m	9	灰白色薄层夹中层钙质细砂岩,见平行层理	1.7 m
39	深灰色厚层含生物碎屑微晶灰岩	1.5 m	8	灰黑色薄层含生物碎屑粉砂质灰岩夹紫红色钙质泥岩	1.8 m
38	黄褐色薄层钙质粉砂岩夹紫红色钙质泥岩	0.7 m	7	灰白色中厚层生物碎屑砂质亮晶灰岩,见波状纹层,偶夹砾屑灰岩	3.7 m
37	灰黑色厚层含生物碎屑亮晶似球粒灰岩	5 m	6	深灰色中薄层亮晶生物碎屑灰岩	20.9 m
36	灰黑色薄层泥岩	4.1 m	5	灰白色薄层粉砂质亮晶灰岩	0.3 m
35	灰黑色厚层含粉-细砂生物碎屑亮晶灰岩	3.1 m	—————整合—————		
34	灰白色薄层石英细砂岩夹钙质泥岩、黄褐色中层石英中砂岩	5.7 m		下石炭统巴什索贡组二段(C_1b^2)	
33	灰白色薄层石英细砂岩夹钙质泥岩	1.9 m	4	灰黑色中-厚层生物碎屑粉砂质亮晶灰岩、含粉砂生物碎屑微晶灰岩	16.1 m
32	灰黑色厚层含生物碎屑亮晶似球粒灰岩	6.9 m			
31	土黄色薄层钙质细砂岩夹钙质泥岩	12.8 m			
30	灰黑色厚层含生物碎屑亮晶似球粒灰岩	44.1 m			
29	深灰色薄层泥质粉砂岩,砂岩层厚较稳定	27.3 m			
28	深灰色薄层泥质粉-中砂岩夹红褐色薄-中层石英中砂岩	2.9 m			
27	灰白色薄层含泥质石英细砂岩夹泥质粉砂岩,偶见水平层理	4.4 m			
26	灰白色中层石英中砂岩与薄层粉-中砂质砾屑灰岩互层	3.3 m			
25	灰白色中厚层石英中砂岩与深灰黑色薄层含生物碎屑亮晶似球粒灰岩互层	3 m			
24	灰黑色中厚层含生物碎屑亮晶似球粒灰岩夹薄层泥灰岩,灰岩局部重结晶现象明显	22.3 m			
23	灰白色中厚层亮晶似球粒灰岩、含钙藻亮晶灰岩	8.8 m			

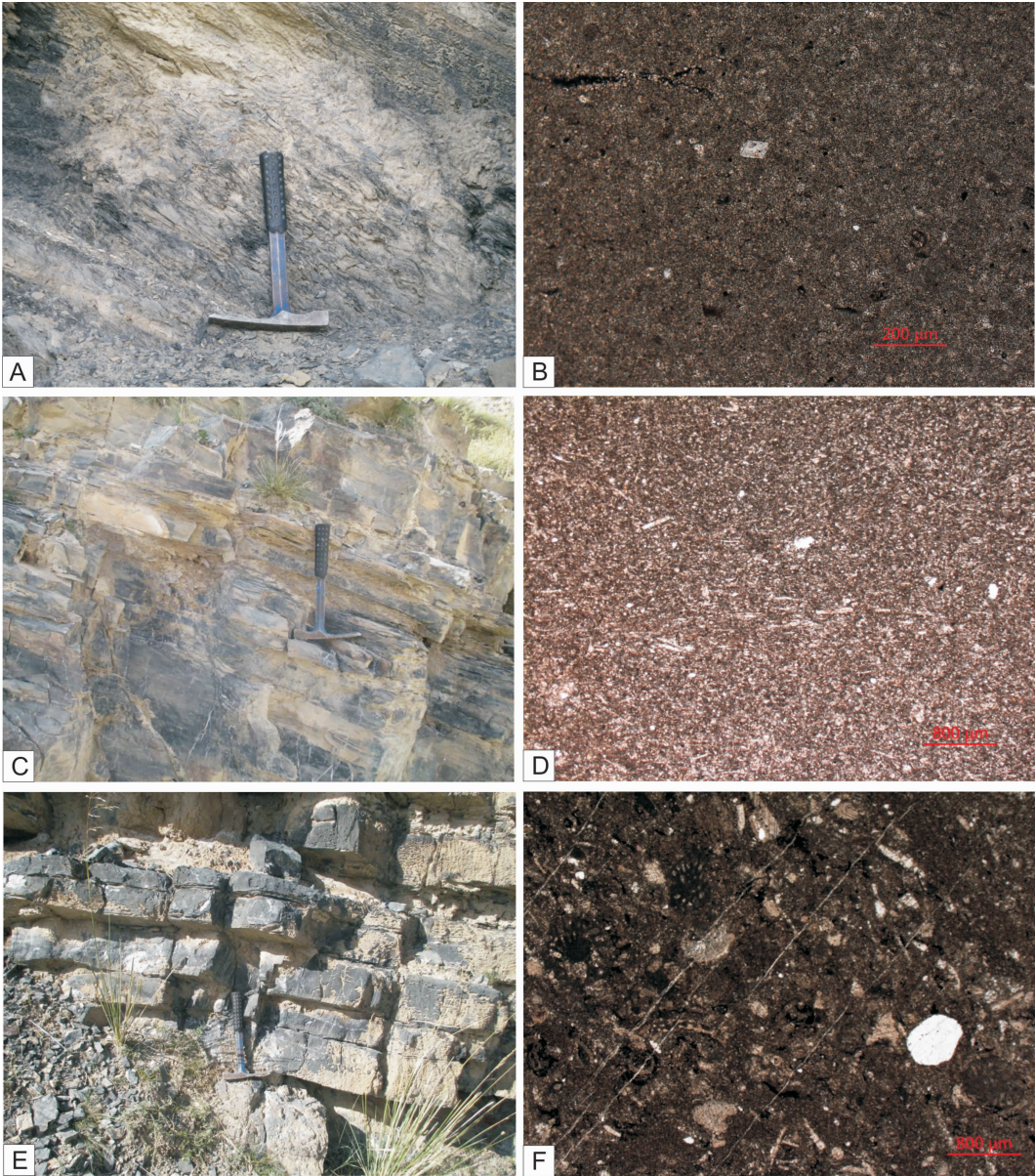
3 碳酸盐岩微相主要类型及其特征

按照邓哈姆(DUNHAM R J,1962)灰岩的分类方案和余素玉(1989)化石碳酸盐岩分类方案,以颗粒类型、粒泥比和化石组合特征为依据(余素玉,1989),将研究区别根他乌组碳酸盐岩划分为 6 种

微相类型。各种类型特征如下。

MF-1 灰泥灰岩: 又称泥灰岩或泥晶灰岩, 岩石呈灰黑色, 风化面多为浅紫色, 具水平层理, 多为极薄层-薄层状(图 2A), 以软弱夹层的形式出现, 主

要由单一的方解石灰泥组成, 泥晶或微晶结构(图 2B), 晶粒小于 0.03 mm, 未见生物碎屑及其他颗粒, 一般形成于水动力条件较弱的低能-静水环境中。



A. 第 69 层灰黑色薄层灰泥灰岩夹深灰色薄层灰泥灰岩; B. 灰泥灰岩, 岩石方解石灰泥含量极高, 偶见细小的次生石英小颗粒, 含量小于 5%, 单偏光, 标本编号 PM29-62-1; C. 第 52 层深灰色中层夹薄层含生物碎屑灰泥灰岩; D. 含生物碎屑灰泥灰岩, 岩石主要由方解石灰泥组成, 含少量单轴海绵骨针等生物化石, 含量小于 10%, 骨针弱定向, 单偏光, 标本编号 PM29-51-1; E. 第 50 层下部灰黑色薄-中层生物碎屑粒泥灰岩; F. 生物碎屑粒泥灰岩, 岩石主要由方解石灰泥组成, 生物碎屑可见棘皮类、有孔虫类等, 破碎严重, 含量 35%, 灰泥基质, 单偏光, 标本编号 PM29-43-1

图 2 别根他乌组碳酸盐岩(I)(所有岩石薄片保存于武警黄金第七支队化验室)

Fig. 2 The carbonate rocks in the Biegentawu formation(I)

MF-2 含生物碎屑灰泥灰岩:岩石多呈灰黑色,薄层状(图 2C),主要成分为方解石灰泥,生物碎屑主要为单轴海绵骨针(图 2D)。单轴海绵骨针断面呈圆形,内部中空,大多数骨针受到钙化,被亮晶方解石充填,与外壳成分一致,呈弱定向排列。仅在少数层位见硅质海绵骨针、钙球和具粘结壳的有孔虫。有孔虫个体很小,钙球粒度约 0.05~0.1 mm,有孔虫直径为 0.1 mm 左右,生物碎屑总含量<10%,均保存较好,分选较好。该类型中粒泥比极小,化石多为原地沉积,生物类型单一,个体较小,均反映不利于生物生长繁殖的低能环境。

MF-3 生物碎屑粒泥灰岩:岩石呈灰黑色,薄-中层状(图 2E),主要成分为方解石灰泥、微晶方解石,颗粒主要为生物碎屑,含量约 10%~30%,化石保存较差,分选较好,磨圆较差,以棘皮动物、非瓣有孔虫、介形虫碎屑为主,偶见双壳、腕足类和瓣类(图 2F);次要颗粒为内碎屑,粒度为砂级,磨圆度中等-较差;灰泥基质含量为 70%~85%。该类型反映碳酸盐岩的生产力一般;灰泥含量较多,粒灰比较小,化石保存程度、分选及磨圆均反映微动荡的环境;生物分异度较高,丰度中等,说明环境较适宜生物生长繁殖,盐度正常,水体循环较好。

MF-4 含生物碎屑亮晶似球粒灰岩:主要呈灰白色和灰黑色,中-厚层状为主(图 3A),偶见薄层状,颗粒主要为似球粒和生物碎屑,亮晶胶结,似球粒含量较多,约为 60%~70%,粒度均<0.1 mm,由均一的微晶碳酸盐岩矿物组成,表面有麻点,不光滑,与亮晶胶结物的界线较明显,很少呈过渡关系,其中生物碎屑主要为腕足、有孔虫、介形虫和棘皮动物等(图 3B),含量为 15%~30%,略有分选。该类型显示碳酸盐岩产生力较强;颗粒支撑,颗粒间主要由亮晶方解石充填,粒泥比较高,反映海水簸选作用较强。多数层位生物分异度和丰度均较高,反映环境利于生物的生存繁殖,盐度正常,水循环良好,化石受到不同程度的破碎,水动力条件较低-中等,多形成于浪基面附近;少数层位生物碎屑主要为钙藻,藻间有粒度较小的钙球、有孔虫和丝状体,反映受限制的粒屑滩环境。

MF-5 生物碎屑亮晶灰岩:以浅灰色、灰白色等浅色为主,中-厚层状(图 3C),偶见薄层状,生物碎屑主要为有孔虫、棘皮类和藻类(图 3D),其次为腕足和珊瑚,含量约 50%~70%。生物碎屑不同程

度破碎,分选较好,磨蚀程度中-强,偶见具泥晶套的团块。颗粒间无方解石灰泥,亮晶胶结,胶结物含量为 30%~40%。该类型反映碳酸盐岩产出率较高,含有丰富的不同种类的生物化石,生物分异度和丰度均较高,反映环境很适宜生物的生长繁殖,盐度正常,水循环良好,胶结物亮晶方解石含量较高,水流簸选作用较强;泥晶套多形成于浪基面以上的高能环境。

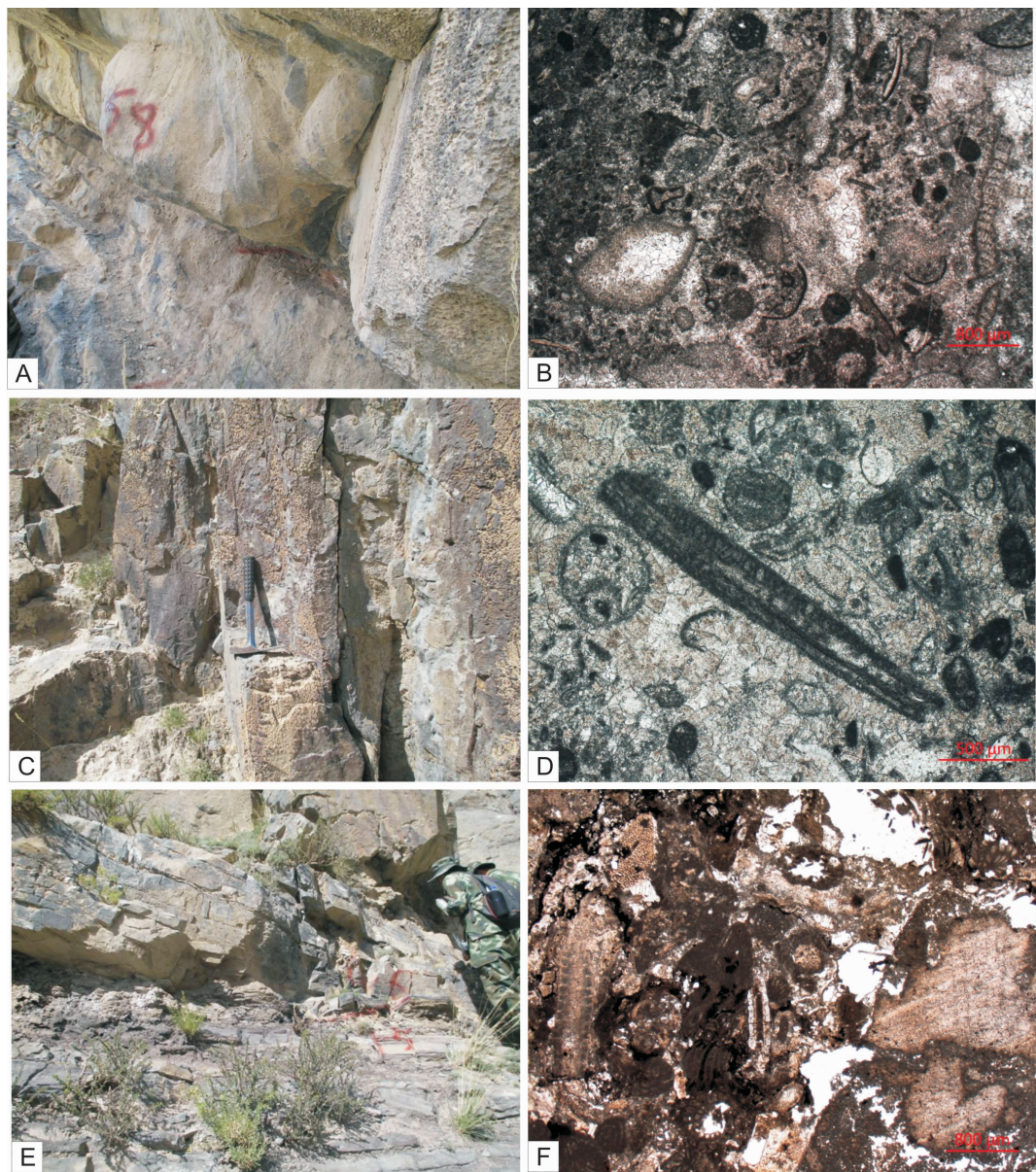
MF-6 生物碎屑砾屑灰岩:呈灰黑色和深灰色,薄-厚层状(图 3E),颗粒主要为砾屑,砾屑主要成分为泥晶生物碎屑灰岩,砾屑中生物碎屑由完整生物化石和生物碎片组成,主要有瓣类、棘皮类、介形虫、藻类和腕足,化石泥晶化较为严重,偶见钙藻(图 3F);砾屑含量为 80%~90%,颗粒支撑,呈缝合镶嵌结构,间隙填充少量灰泥质杂基,磨圆度为棱角状-次棱角状,分选极差。该类型中砾屑颗粒均为异地沉积,砾屑颗粒化石种类极其丰富,分异度很大,丰度很高,以藻类粘结为代表的砾屑均来自于生物滩,属快速滑塌堆积,但填隙物多为方解石灰泥,沉积区水动力条件较弱。

4 沉积环境

根据上述岩石特征、岩石组合及生物化石面貌将研究区别根他乌组碳酸盐岩进一步划分为开阔台地相、台地边缘浅滩及礁相和台地边缘斜坡相 3 个沉积相(图 4)。

(1)开阔台地相:研究区别根他乌组开阔台地位于平均低潮面以下,波浪和潮汐可以搅动和簸选底部沉积物,为相对高能环境。主要岩性为厚层含生物碎屑亮晶似球粒灰岩、深灰色薄层含生物碎屑泥晶灰岩,生物碎屑主要为海百合等棘皮类和介形虫,少量腕足和有孔虫等,种类较丰富,数量相对较多,为开阔环境生物面貌(图 3B),微相类型主要有 MF3 和 MF4。

(2)台地边缘浅滩及礁相:该相带形成于开阔台地之下,台地前缘缓斜坡之上,海水循环良好的开阔浅水环境,沉积物受到充分簸洗,以生物碎屑灰岩和颗粒灰岩为主。由于底质经常变动,不利于底栖和固着型海洋生物的生长和大量繁殖(陈建强等,2004;侯明才等,2006;周刚等,2009;张兵等,2009;张兵等,2010;张兵,2010;徐文礼等,2012)。该环境



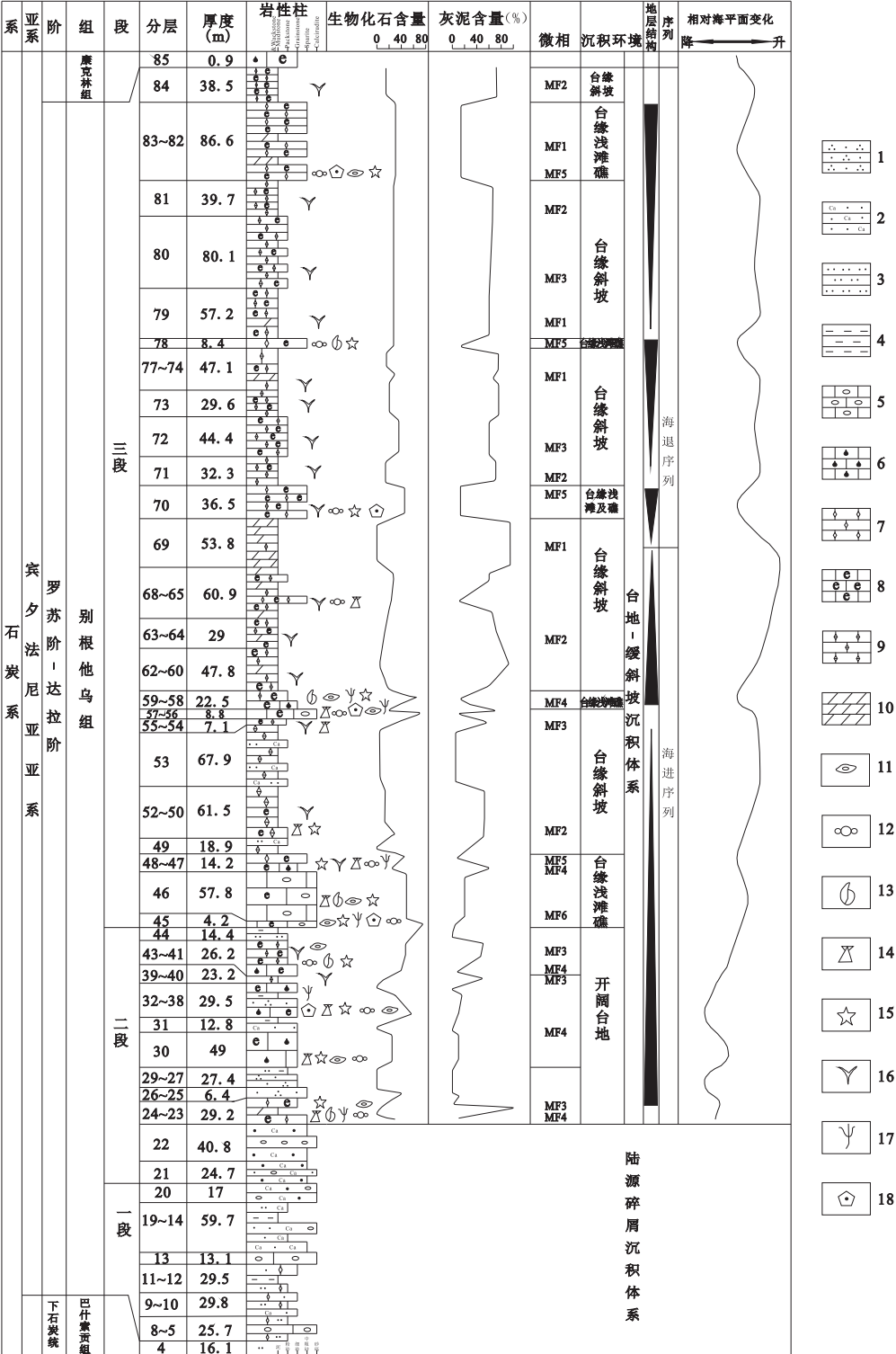
A. 第 58 层灰黑色厚层含生物碎屑亮晶似球粒灰岩;B. 含生物碎屑亮晶似球粒灰岩,生物碎屑可见介形虫、有孔虫类、双壳类和棘皮类等,一般完整,含量为 15%~30%,似球粒含量较多,约为 60%~70%,单偏光,标本编号 PM29-30-1;C. 第 48 层灰白色厚层生物碎屑亮晶灰岩;D. 生物碎屑亮晶灰岩,生物碎屑主要为有孔虫、藻类、介形虫,含量约 50%~70%,偶见具泥晶套,亮晶胶结,单偏光,标本编号 PM29-48-1;E. 第 46 层深灰色厚层生物碎屑砾屑灰岩;F. 生物碎屑砾屑灰岩,砾屑为泥晶生物碎屑灰岩砾石,砾石中生物碎屑有瓣类、棘皮类、藻类,砾屑含量 80%~90%,呈缝合镶嵌结构,间隙填充有机质或被方解石胶结,分选磨圆极差,有机质含量较高,单偏光,标本编号 PM29-45-1

图 3 别根他乌组碳酸盐岩(Ⅱ)(所有岩石薄片保存于武警黄金第七支队化验室)

Fig. 3 The carbonate rocks in the Biegentawu formation(Ⅱ)

由于受到波浪和潮汐作用的共同影响和控制,水动力条件较强,主要沉积是以颗粒占相对优势的滩相沉积体,岩性主要为生物碎屑亮晶灰岩和含生物碎屑亮晶似球粒灰岩等,在浅滩及礁之间的低能带沉

积少量的生物碎屑泥晶灰岩夹泥灰岩;多为亮晶胶结,灰泥很少或局部灰泥较多,生物碎屑以浮游有孔虫、海百合碎片为主,次为钙质骨针、介形虫,少量藻类、腕足等,破碎强烈和微泥晶化,大多数有较好的



1. 石英砂岩;2. 钙质砂岩;3. 粉砂岩;4. 泥岩;5. 砾屑灰岩;6. 似球粒灰岩;7. 亮晶灰岩;8. 生物碎屑灰岩;
9. 泥晶灰岩;10. 灰泥灰岩;11. 鲕类;12. 有孔虫;13. 腕足;14. 双壳;15. 棘皮类;16. 骨针;17. 钙藻;
18. 苔藓虫

图 4 新疆卡克上石炭统别根他乌组实测剖面柱状图

Fig. 4 Actual profile column of the Upper Carboniferous Biegentawu formation in the Kake area, Xinjiang

分选性,生物种类丰富,且数量较多(图 3D);微相类型主要为 MF4 和 MF5,次要为 MF6 和 MF1。

(3)台缘斜坡相:卡克地区别根他乌组沉积体系中,碳酸盐台地的显著特征为前缘发育有非常宽缓并具备深水陆棚性质的斜坡(图 5),其沉积环境一般位于氧化界面之上,可从浪基面以下的邻近盆地

相沉积区延伸到浪基面。主要发育生物碎屑粒泥灰岩、含生物碎屑灰泥灰岩和极薄层灰泥灰岩。灰泥较多,生物碎屑以海百合、有孔虫、介形虫为主,其次为海绵骨针等,生物种类简单,个体小,弱定向,但数量多,大多数有较好的分选性,生物碎屑破碎和泥晶化较强烈;微相类型以 MF1、MF2 和 MF3 为主。

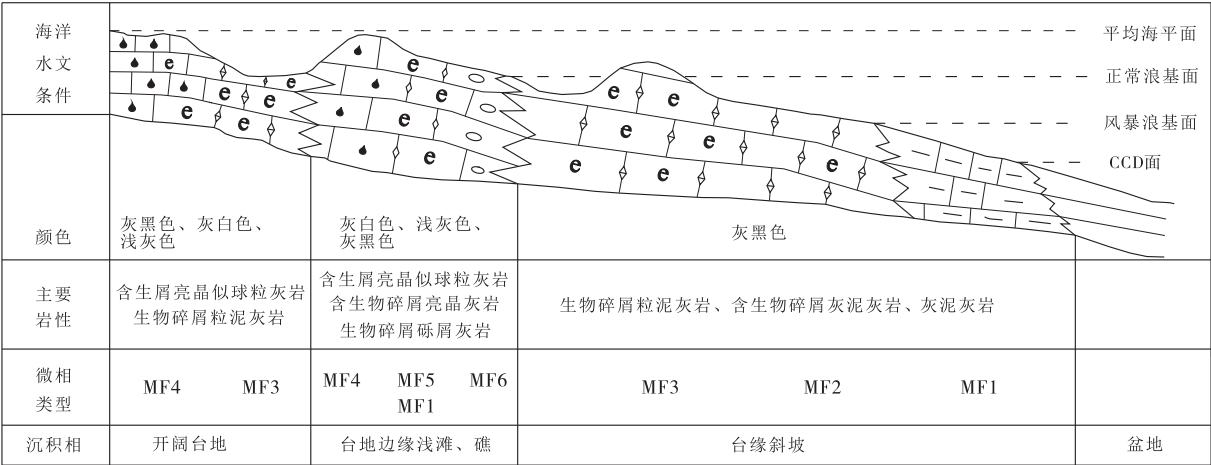


图 5 台地-缓斜坡沉积体系相模式图(徐文礼等,2012)

Fig. 5 Facies mode of platform-platform margin gentle slope sedimentary system

5 沉积环境演化与海平面变化

对新疆卡克地区碳酸盐岩微相和沉积相的全面系统研究,结合塔克沉积相模式的特点,取精去粗的详细分析,建立相对海平面的变化模式。地层沉积序列一定程度上可以客观地反映造山带演化规律(姚宏鑫等,2017)。根据剖面微相变化、界面识别出 5 个地层结构和 2 个沉积序列,序列界面为岩性突变界面,第 1 个地层结构主要由 MF3 和 MF4 组成,沉积环境由开阔台地→台地边缘浅滩及礁→台地前缘缓斜坡演化,向上 MF2 出现,构成第一个海进序列;第 2 个地层结构主体由 MF2 和 MF1 组成,沉积环境由台地边缘浅滩及礁演化为台地前缘缓斜坡,构成第二个海进序列,将第 69 层薄层泥灰岩最厚处作为别根他乌组内相对海平面高峰。第 3、第 4 和第 5 个地层结构主要由 MF1、MF3 和 MF5 组成,沉积环境均由台地前缘缓斜坡演化为台地边缘浅滩及礁,其中第 5 个地层结构中台缘浅滩及礁发育厚度变大,反映相对海平面阶段性下降的海退序列。

海侵期,研究区古地形呈东南高西北低的构造

格局,海平面快速上升,盆地很快被淹没而进入较深水状态,因而具有缓坡型台地沉积模式,结合研究区别根他乌组岩性及岩性组合特征、微相等资料,综合塔克碳酸盐岩相模式特点(TUCKER M E,1991),提出“台地-缓斜坡”沉积相模式(图 5),该模式的主要特点为台地前缘发育宽缓斜坡,模式中由浅变深再变浅的相带展布格局,开阔台地→台地边缘浅滩及礁→台地前缘缓斜坡→台地边缘浅滩及礁。

6 结论与认识

- (1)卡克上石炭统别根他乌组碳酸盐岩中识别出 6 种微相:MF1 灰泥灰岩微相、MF2 含生物碎屑灰泥灰岩、MF3 生物碎屑粒泥灰岩、MF4 含生物碎屑亮晶似球粒灰岩、MF5 生物碎屑亮晶灰岩和 MF6 生物碎屑砾屑灰岩。
- (2)根据微相类型组合特征,认为别根他乌组碳酸盐岩主要形成于开阔台地、台缘浅滩及礁和台缘斜坡 3 种沉积相类型。
- (3)在该区别根他乌组建立台地-缓斜坡碳酸盐岩沉积模式。

致谢:衷心感谢中国地质大学(北京)地球科学与资源学院王训练教授和张海军老师在成文过程中的指导。

参考文献(References):

- 丁孝忠, 刘训, 傅德荣, 等. 塔里木板块西北缘石炭纪层序地层及海平面变化探讨[J]. 中国区域地质, 2000, 19(1): 58-65.
- DING Xiaozhong, LIU Xun, FU Derong, et al. Sequence stratigraphy and sea-level changes of Carboniferous in the northwestern margin of Tarim plate, NW China[J]. Geological Bulletin of China, 2000, 19(1): 58-65.
- 张遵信. 新疆柯坪及其邻近地区晚石炭世的鲕类(I)[J]. 古生物学报, 1963, 11(1): 36-70.
- 张遵信. 新疆柯坪及其邻近地区晚石炭世的鲕类(II)[J]. 古生物学报, 1963, 11(2): 200-239.
- 李罗照. 塔里木盆地石炭—二叠纪生物地层[M]. 北京: 地质出版社, 1996, 1-97.
- LI Luozhao. Carboniferous and Permian biostratigraphy of Tarim basin [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1996, 1-97.
- 杨湘宁, 贾东, 卢华复. 新疆柯坪、乌什的若干鲕类化石及其地质学意义[J]. 高校地质学报, 2001, 7(4): 399-407.
- YANG Xiangning, JIA Dong, LU Huaifu. New materials of Fusulinacean from Xinjiang and their significance in structural geology[J]. Geological Journal of China Universities, 2001, 7(4): 399-407.
- 黄兴, 朱飞, 张雄华, 等. 新疆阿合奇地区晚石炭世—早二叠世类动物群[J]. 地质通报, 2014, 33(1): 33-41.
- HUANG Xing, ZHU Fei, ZHANG Xionghua, et al. A study of Late Carboniferous-Early Permian Fusulinids fauna from Akqi area, Xinjiang[J]. Geological Bulletin of China, 2014, 33(1): 33-41.
- 王庆同, 陈伟, 马锦龙, 等. 新疆阿合奇县石炭系别根他乌组孢粉化石的发现及地质意义[J]. 地质科技情报, 2017, 36(3): 1-6.
- WANG Qingtong, CHEN Wei, MA Jinlong, et al. Discovery of Sporopollen fossils of Carboniferous Biegengtawu Formation in Aheqi, Xinjiang, and its paleoclimate significance[J]. Geological Science and Technology Information, 2017, 36(3): 1-6.
- 吴根耀, 李曰俊, 刘亚雷, 等. 塔里木西北部乌什—柯坪—巴楚地区古生代沉积—构造演化及成盆动力学背景[J]. 古地理学报, 2013, 15(2): 203-218.
- WU Genyao, LI Yuejun, LIU Yalei, et al. Paleozoic sediment-tectonic evolution and basin dynamic settings in Wushi-Kalpin-Bachu Area, northwest Tarim[J]. Journal of Palaeogeography, 2013, 15(2): 203-218.
- 贾进华, 张立平, 陈秀艳. 塔里木盆地乌什凹陷西部石炭系—二叠系沉积演化[J]. 古地理学报, 2018, 20(3): 423-434.
- JIA Jinhua, ZHANG Liping, CHEN Xiuyan. Sedimentary evolution of the Carboniferous-Permian in western Wushi sag, Tarim Basin [J]. Journal of Palaeogeography, 2018, 20(3): 423-434.
- 刘晓煌, 孙兴丽, 牛树银, 等. 新疆哈拉奇地区古生代沉积相及沉积环境[J]. 地质调查与研究, 2013(4): 249-255.
- LIU Xiaohuang, SUN Xingli, NIU Shuyin, et al. Paleozoic sedimentary facies and sedimentary environment in Halaqi region, Xinjiang[J]. Geological Survey and Research, 2013(4): 249-255.
- 贾承造, 孙德龙, 周新源, 等. 塔里木盆地板块构造与大陆动力学[M]. 北京: 石油工业出版社, 2004, 25-30.
- JIA Chengzao, SUN Delong, ZHOU Xinyuan, et al. Paleozoic plate tectonic continental dynamics of Tarim[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2004, 25-30.
- 贾承造, 张师本, 吴绍祖, 等. 塔里木盆地及周边地层(下册)[M]. 北京: 科学出版社, 2004, 1-557.
- JIA Chengzao, ZHANG Shibei, WU Shaozu, et al. Stratigraphy of the Tarim basin and adjacent areas (Volume II) [M]. Beijing: Science Press, 2004, 1-557.
- 黄智斌, 吴绍祖, 赵治信, 等. 塔里木盆地及周边综合地层区划[J]. 新疆石油地质, 2002, 23(1): 13-17.
- HUANG Zhibin, WU Shaozu, ZHAO Zhixin, et al. The composite regional stratigraphic classification in Tarim basin and its circumferences [J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2002, 23(1): 13-17.
- 余素玉. 化石碳酸盐岩微相[M]. 北京: 地质出版社, 1989, 1-278.
- 陈建强, 周洪瑞, 王训练. 沉积学及古地理学教程[M]. 北京: 地质出版社, 2004, 1-265.
- 侯明才, 万梨, 傅恒, 等. 塔河南盐下地区上奥陶统良里塔格组沉积环境分析[J]. 成都理工大学学报(自然科学版), 2006, 33(5): 509-516.

- HOU Mingcai, WAN Li, FU Heng, et al. Study on the sedimentary environment of the Upper Ordovician Lian-glitage Formation in the south of Tarim River, China [J]. Journal of Chengdu University of Technology(Science & Technology Edition), 2006, 33(5): 509-516.
- 周刚, 郑荣才, 王炯, 等. 川东-渝北地区长兴组礁、滩相储层预测[J]. 岩性油气藏, 2009, 21(1): 15-21.
- ZHOU Gang, ZHENG Rongcai, WANG Jiong, et al. Reef and shoal facies reservoir prediction of Changxing Formation in eastern Sichuan and Northern Chongqing[J]. Lithologic Reservoirs, 2009, 21(1): 15-21.
- 张兵, 郑荣才, 文华国, 等. 开江-梁平台内海槽东段长兴组礁滩相储层识别标志及其预测[J]. 高校地质学报, 2009, 15(2): 273-284.
- ZHANG Bing, ZHENG Rongcai, WEN Huaguo, et al. Identification criteria and prediction of reef and shoal facies reservoirs of the Changxing Formation in the eastern Kaijiang-Liangping area intraplateform trough[J]. Geological Journal of China University, 2009, 15(2): 273-284.
- 张兵, 郑荣才, 刘合年, 等. 土库曼斯坦萨曼杰佩气田卡洛夫阶-牛津阶碳酸盐岩储层特征[J]. 地质学报, 2010, 84(1): 117-126.
- ZHANG Bing, ZHENG Rongcai, LIU Henian, et al. Characteristics of carbonate reservoir in Callovian-Oxfordian of Samandepe Gasfield, Turkmenistan[J]. Acta Geologica Sinica, 2010, 84(1): 117-126.
- 张兵. 川东-渝北地区长兴组礁滩相储层综合研究[D]. 成都: 成都理工大学, 2010.
- ZHANG Bing. Integrated study on reef and shoal facies reservoir of the Changxing Formation in eastern Sichuan-northern Chongqing area[D]. Chengdu: Chengdu University of Technology, 2010.
- 徐文礼, 郑荣才, 费怀义, 等. 土库曼斯坦阿姆河盆地卡洛夫-牛津阶沉积相特征[J]. 中国地质, 2012, 39(4): 954-964.
- XU Wenli, ZHENG Rongcai, FEI Huaiyi, et al. The sedimentary facies of Callovian-Oxfordian Stage in Amu Darya basin, Turkmenistan [J]. Geology in China, 2012, 39(4): 954-964.
- 姚宏鑫, 王宗秀, 朱随洲, 等. 柴达木盆地北缘侏罗系沉积层序的构造演化响应[J]. 西北地质, 2017, 50(2): 16-27.
- YAO Hongxin, WANG Zongxiu, ZHU Suizhou, et al. The Jurassic fossil-rich clastic sequence and structural response in north of Qaidam basin[J]. Northwestern Geology, 2017, 50(2): 16-27.
- DUNHAM R J. Classification of carbonate rocks according to depositional texture [M]. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem., 1962: 108-121.
- TUCKER M E. Sedimentary Petrology[M]. Oxford: Blackwell Scientific Publication, 1991. 1-173.