

塔里木盆地西北缘二叠系礁灰岩的时空分布特征及其油气地质意义

罗金海¹⁾, 车自成¹⁾, 周新源²⁾, 李勇²⁾, 李建立²⁾, 张敬艺¹⁾

1) 大陆动力学国家重点实验室(西北大学), 西北大学地质学系, 西安, 710069;

2) 中国石油塔里木油田分公司, 新疆库尔勒, 841000

内容提要:对塔里木盆地西北缘二叠系礁灰岩的岩石、岩相、沉积演化和油气地质特征的分析表明,生物礁主要发育于中二叠统栖霞阶昆克拉契组和巴立克立克组,以亮晶藻粘结灰岩为主,具有堤礁的特点。二叠系礁灰岩较大的厚度表明,当时礁体生长速率与礁基沉降(或水体加深)的速率匹配较好,具有进积型沉积的特点,这与当时塔里木地块内部的退积型沉积特点是不一致的。礁灰岩的原生孔隙较小,可以作为中等烃源岩,在哈拉峻盆地的东南侧和乌什凹陷北缘的覆盖区之下可能构成与礁灰岩相关的油气远景区。

关键词:塔里木;西北缘;二叠系;礁灰岩;时空分布;油气地质

在塔里木盆地西北缘发育下一中二叠统礁灰岩,这些礁灰岩主体形成于塔里木地块边缘地带,向北与南天山残余海槽相邻(图1)。它们属于塔里木

盆地西北部石炭纪—二叠纪台地边缘礁滩相的一部分,是重要的油气勘探目的层系之一(德勒达尔等, 2000)。生物礁作为一种特殊的生物沉积建造,在形

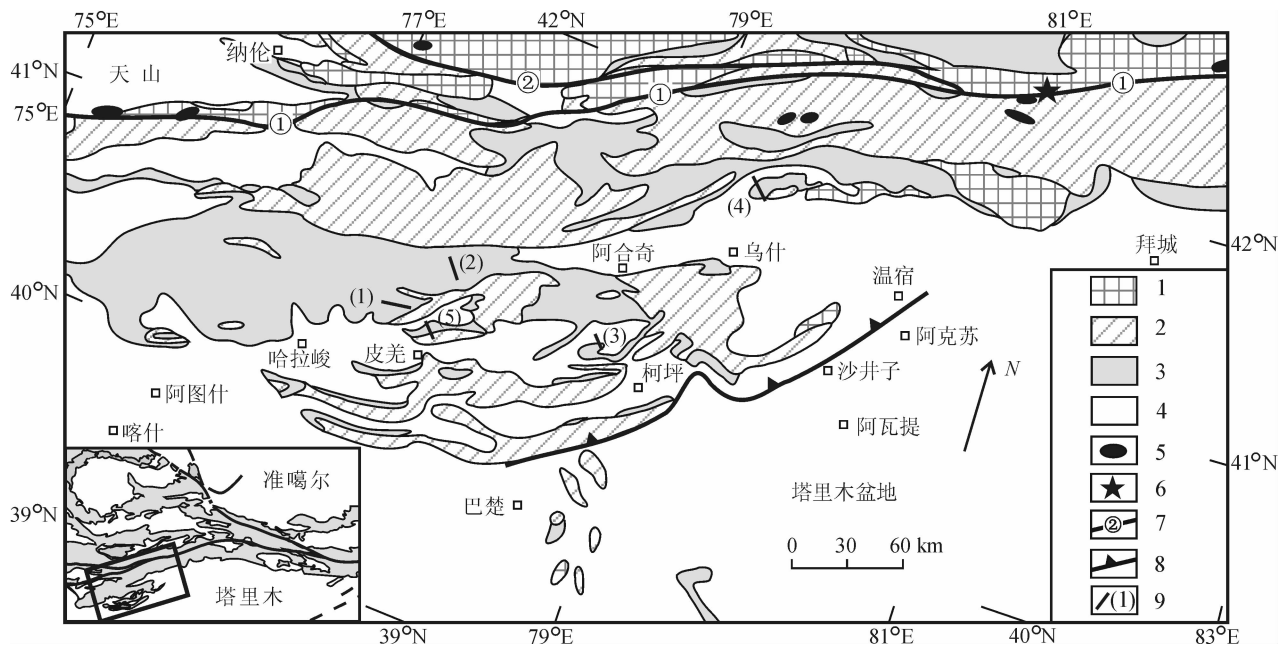


图1 塔里木盆地西北缘及邻区构造纲要图

Fig. 1 Tectonic schematic map of the northwestern part of the Tarim basin and its adjacent areas

1—前寒武系;2—寒武系—泥盆系;3—石炭系—二叠系;4—中—新生界;5—蛇绿岩或蛇绿混杂岩;6—榴辉岩;7—板块缝合带;8—沙井子逆冲断层;9—(1)~(4)表示图2中剖面位置及编号,(5)—科克布克三山剖面

1—AnЄ; 2—Cambrian—Devonian; 3—Carboniferous—Permian; 4—Mesozoic—Cenozoic; 5—ophiolite or ophiolitic mélangé; 6— eclogite; 7—suture; 8—Shajingzi reverse fault; 9—location of the sections in Fig. 2, (5)—Kekebukesanshan section

收稿日期:2007-01-22; 改回日期:2007-06-16; 责任编辑:章雨旭。

作者简介:罗金海,1967年生。副教授,主要从事构造地质、盆地构造和油气地质综合研究等方面的教学和科研工作。通讯地址:710069,西安市太白北路229号西北大学地质学系;Email:luojh@nwu.edu.cn。

成过程中记录了一系列的环境、沉积条件和造礁生物方面的重要信息(钟建华等,2005)。对塔里木盆地西北缘石炭系—二叠系礁灰岩时空演化的研究可以限定当时的塔里木地块北部边界位置,为南天山洋盆的演化提供沉积学证据,并为礁灰岩的油气地质特征研究提供一定的理论基础。世界上对油气的勘探实践表明,礁灰岩通常是比较好的油气储层,对油气成藏往往具有重要意义。

全世界已发现的 8 口万吨油井中有 4 口在礁灰岩里,最著名的礁灰岩油田有墨西哥的黄金港油田、美国二叠纪盆地、加拿大西部的泥盆纪生物礁、利比亚的伊特列斯礁块油田等,俄罗斯乌拉尔山前的二叠纪生物礁中也产油气(唐祥华,1998)。塔里木盆地塔中地区奥陶系的生物礁已获得油气发现,生物礁—白云岩(储集层)—膏盐(盖层)的模式是寻找生物礁油气藏的关键(卫平生等,2006)。塔里木盆地西北缘地区新生代以来由于受到南天山造山带褶皱—冲断作用的强烈改造,古生界地层层序变得错综复杂,一些剖面的古生界地层由于后期剥蚀而残缺不全。目前虽然在部分剖面上对二叠系礁灰岩的岩性、岩相和油气地质特征研究得比较深入(如柯坪苏巴什剖面,王黎东等,2006),但对二叠系礁灰岩在区域上的分布特征以及礁灰岩随时间的变化规律仍不是十分清楚,这在一定的程度上影响了对礁灰岩的油气地质特征的评价。本文在综合分析近年来该地区在地层、沉积、岩相和构造等方面进展的基础上,编制了该地区二叠纪不同时期的构造岩相图,进一步系统归纳和总结了该地区二叠系礁灰岩的时空变化规律,并探讨其油气地质意义。

1 塔里木盆地西北缘二叠系礁灰岩的时空分布规律

1.1 二叠系礁灰岩的层位及岩石学特征

塔里木盆地西北缘二叠系礁灰岩主要发育在由皮羌、柯坪和阿合奇围限的三角形区域内和乌什东北部(图 1)。众所周知,中国的石炭系传统上大多数采用下统、中统和上统的三分方案,二叠系大多数采用下统和上统的二分方案,但全国地层委员会(2001,2002)将中国的

石炭系分为上统和下统两个统 7 个阶,将中国的二叠系分为下统、中统和上统三个统 10 个阶。由于此项变动,加之对该地区上石炭统逍遥阶—二叠系的地层划分方案不完全一致(新疆维吾尔自治区区域地层表编写组^①;贾承造等,2004),特别是对“康克林组”的适用范围和时代归属的分歧意见导致了对礁灰岩的层位归属比较混乱(表 1)。1:20 万博孜艾格山口及伽师幅(喀拉峻)幅^②和乌什幅^③地质图就采用了新疆维吾尔自治区区域地层表(新疆维吾尔自治区区域地层表编写组^④)中的划分方案,认为礁灰岩主要属于上石炭统康克林组。后来在柯坪苏巴什石炭系—二叠系剖面的康克林组中发现了牙形石 *treptognathodus isolatus* 和具有划分界线意义的鲢化石(如 *Triticites* 带、*Spheroschwagerina* 带和 *Eoparafusulina* 带),而 *Streptognathodus isolatus* 是国际地层委员会确认的二叠系底界标志,康克林组应该是跨越晚石炭世逍遥期到早二叠世隆林期的一个岩石地层单位,而且主体属于下二叠统(张师本等,2006)。此外,塔里木盆地西北缘上石炭统道

表 1 塔里木盆地西北缘上石炭统上部—二叠系地层划分方案
Table 1 Strata division of Carboniferous—Permian on the northwestern margin of the Tarim basin

新疆维吾尔自治区区域地层表 ^①						贾承造,张师本,等,2004					
南天山分区			柯坪分区			南天山分区			柯坪分区		
迈丹他乌小区	阔克勒沙勒小区	阿合奇小区	柯坪塔格小区	西段	东段	阿合奇小区	柯坪塔格小区	阿合奇小区	柯坪塔格小区	阿合奇小区	柯坪塔格小区
上二叠统	比尤勒包谷孜组		沙井子组			上二叠统	尤勒包谷孜组				沙井子组
下二叠统	铁热克群	库尔干组	卡伦达尔组	开派兹雷克组		中二叠统	巴勒迪尔塔格组	库尔干组	萨热哲依组	卡伦达尔组	开派兹雷克组
		小提坎立组	巴立克立克组	库普库兹满组				小提坎立克组	昆克拉契组	巴立克立克组	库普库兹满组
		巴勒塔格组							卡克组		
上石炭统	喀拉治尔加群(上部)	康克林组	康克林组			下二叠统	喀拉治尔金组			康克林组	
						上石炭统				扎尔加克组	

遥阶一下二叠统隆林阶碳酸盐岩在空间分布上也有一些不同的特点,贾承造等(2004)的划分方案能够较好地反映该时段的沉积特点。因此。本文采用贾承造等(2004)的划分方案(表 1)。

康克林组[(C₂-P₁)k]通用于柯坪地区以代表该时段的浅水碳酸盐岩地层。该组的岩性可以柯坪苏巴什剖面为代表,主要由浅灰色、灰色和灰白色薄一中厚层生屑灰岩为主,夹杂色泥灰岩、砂屑灰岩和钙质粉砂岩,平行或微角度不整合于下伏不同时代地层之上。该组化石丰富,岩性比较稳定,厚度在 300~1500m 之间。康克林组中虽然发育生屑灰岩,但礁灰岩的厚度却较小(图 2)。

扎尔加克组[(C₂-P₁)z]的代表性剖面位于阿合奇昆克拉契村东北,主要为灰色、灰黑色生屑灰岩、泥晶灰岩、藻屑灰岩、微晶藻屑灰岩夹少量泥灰岩、泥质灰岩,厚 1200~1400m,与上覆卡克组和下

伏别根他乌组均为连续沉积。产丰富的鲕类、牙形类、珊瑚及腕足类化石。

卡克组的命名剖面位于阿合奇昆克拉契塔格卡拉嘎依治勒加峡谷,主要由灰黑色薄层泥质灰岩、藻屑灰岩夹叠层石灰岩组成,含少量小型腹足类化石,厚 158m。在其他地区出露的岩性为灰色、灰黑色及灰绿色泥质粉砂岩、细砂岩、粉砂质泥岩互层夹石英砂岩、钙质砂岩及薄层灰岩、泥灰岩、白云岩等,厚度 72~220m。

昆克拉契组(P₁₋₂k)命名于阿合奇县昆克拉契塔格卡拉嘎依治勒加峡谷,主要由一套灰色、红色的藻礁和海绵礁灰岩组成,下部为黑色中厚层灰岩、泥质灰岩及钙质砂岩、泥岩夹凝灰岩,总厚 882m。在科克布克三山西北,该组灰岩中夹有较多的灰色砾岩、钙质砂岩、粉砂岩及透镜状礁灰岩,厚 500m。

巴立克立克组(P₁₋₂b)岩性为黑色、深灰色薄一

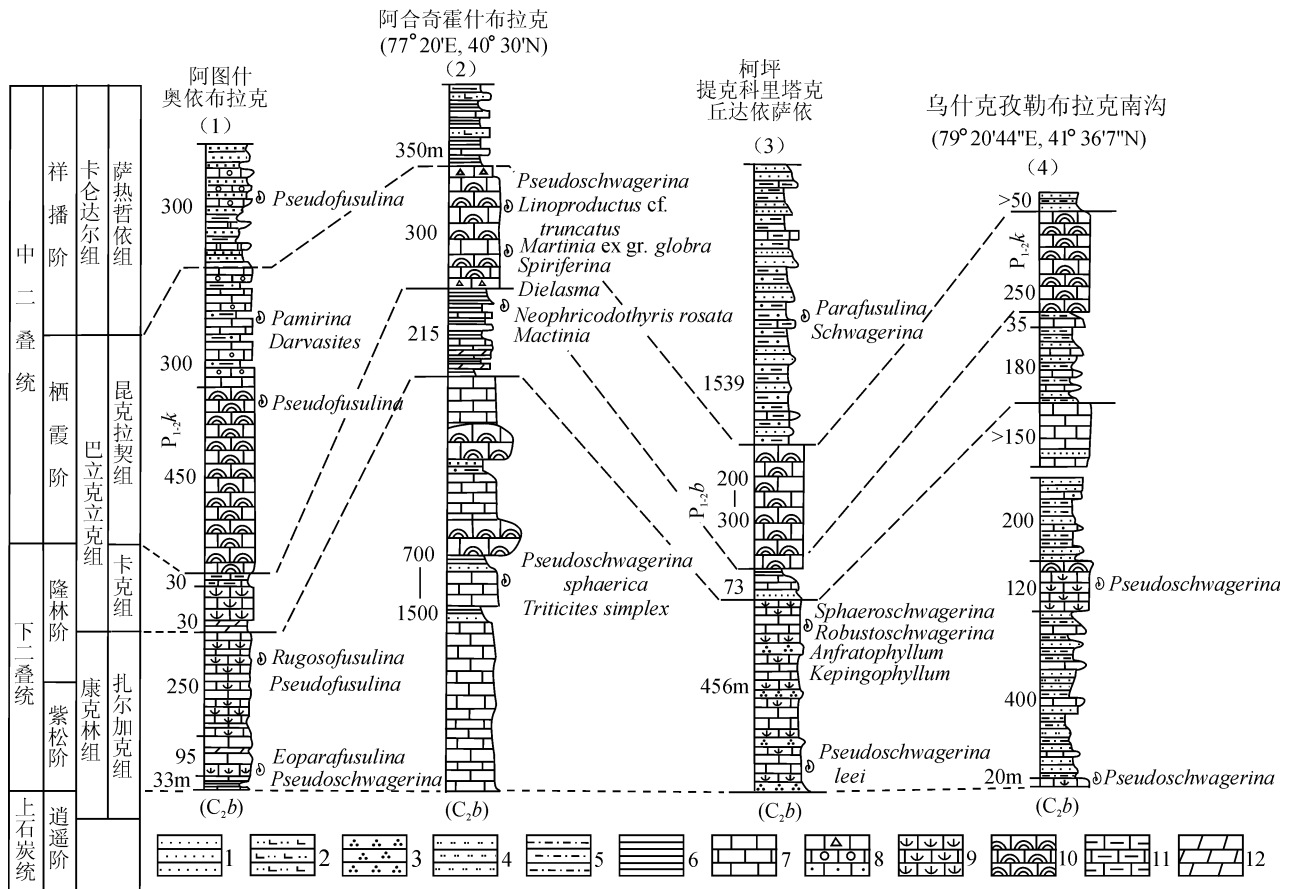


图 2 塔里木盆地西北缘二叠系礁灰岩发育区地层柱状对比图

Fig. 2 Strata correlation of Permian reef limestone on the northwestern margin of the Tarim basin

1—砂岩;2—钙质砂岩;3—石英砂岩;4—粉砂岩;5—泥质粉砂岩;6—泥岩;7—灰岩;8—砾屑、砂屑灰岩;9—生屑灰岩;10—礁灰岩;11—泥质灰岩;12—泥灰岩。C₂b—上石炭统别根他乌组。剖面位置见图 1

1—sandstone; 2—calcareous sandstone; 3—quartzose sandstone; 4—siltstone; 5—argillaceous siltstone; 6—mudstone; 7—limestone; 8—conglomeratic- and sandy-grained limestone; 9—biolithite; 10—reef limestone; 11—argillaceous limestone; 12—marl. C₂b— Biegent-awu Formation of Upper Carboniferous. Section locations seen in Fig. 1

中厚层微晶灰岩、生屑灰岩夹深灰色、黑色泥岩,下部夹较多的杂色粉砂质泥岩、粉砂岩、钙质砂岩及长石岩屑砂岩;在柯坪塔格东段夹中性火山岩。该组内含丰富的鲕类、腕足类、菊石、双壳类和苔藓类等生物化石。

塔里木盆地西北缘的二叠系礁灰岩形成于早二叠世紫松期一中二叠世栖霞期,层位上相当于扎尔加克组(或康克林组)—昆克拉契组(或巴立克立克组),其中以栖霞阶昆克拉契组(或巴立克立克组)的礁灰岩厚度大,分布范围较广。礁灰岩主要以亮晶藻粘结灰岩为主,在阿图什奥依布拉克剖面厚 450m(图 2)。康克林组和巴立克立克组虽然也发育藻礁灰岩(图 2),但礁灰岩的厚度则比昆克拉契组小得多。由于这些礁灰岩中基本没有次生组分,主体属于原生礁灰岩(吴亚生等,1997)。根据礁灰岩支撑方式,这些礁体主体属于基质支撑的生物礁(Riding, 2002; 钟建华等, 2005)。

昆克拉契期是本区最主要的生物礁拓殖、生长时期,造礁生物主要为蓝绿藻和海绵,附礁生物有鲕类、腕足类、头足类、苔藓类及海百合等。礁灰岩由灰、红灰色薄层藻礁灰岩和黑灰色中厚层灰岩、含泥质灰岩及礁后亚相的钙质泥岩、粉砂岩夹薄层藻灰岩组成,厚 100~700m。礁体呈巨厚层状,层理不明显,主要为藻团块粘结灰岩,骨架生物不发育。在比尤勒提一带,昆克拉契组礁灰岩的礁基由黑色薄—中厚层泥晶内碎屑灰岩组成,灰黑、灰白色藻礁灰岩和亮晶生屑灰岩厚 300~380m。在乌什东北部克孜勒布拉克南沟,昆克拉契组礁灰岩呈红色、灰白色,造礁生物以海绵为主(图 3),厚度大于 250m。在阿图什奥依布拉克剖面,昆克拉契组中的礁灰岩厚达 450m(图 2),礁灰岩主要是浅灰、灰白色亮晶藻粘结礁灰岩和障积—藻粘结灰岩。造礁生物占岩石总量约 10%~20%,其中蓝绿藻占造礁生物总量的 70%左右,其次是红藻、海绵、苔藓虫等骨架生物。红藻以管孔藻为主,海绵以纯管海绵为主,喜礁生物主要是海百合、鲕、腕足、腹足等,约占岩石总量 5%~10%。在藻粘结灰岩中,泥晶(或粉晶基质)及喜礁生物、生屑等常构成礁基,蓝绿藻粘结、缠绕礁基生长,形成礁体骨架,礁体骨架间则多被方解石胶结,少量被基质充填。这些特征表明,礁灰岩形成于波浪作用较弱的低能环境。

根据昆克拉契组藻粘结礁灰岩岩石结构和生物组合特点,可以把礁体的发展阶段划分为奠基期、初始生长期、大规模生长期和衰亡期。奠基期是礁基

形成阶段,发育开阔台地粒屑滩相灰白色粉晶生屑灰岩,生物(生屑)以鲕、有孔虫为主,次为棘皮,少量腕足。初始生长期发育浅灰、深灰色泥晶灰岩、粉晶灰岩及藻粘结灰岩,生物主要为鲕、海百合及腕足。这个时期蓝绿藻开始生长,其他造礁生物基本不发育。蓝绿藻在有利于生长的局部地方缠绕海百合或以基质为底盘生长,形成藻粘结礁灰岩。大规模生长期是礁体发育的繁盛时期,这个时期又可划分为先期的蓝绿藻阶段和后期的红藻阶段。在蓝绿藻阶段形成的岩石以浅灰、灰白色块状亮晶藻粘结礁灰岩为主,造礁生物主要是蓝绿藻,少量海绵、红藻和苔藓虫,喜礁生物主要是海百合、鲕、腕足和腹足等。从下向上,海绵和红藻个体增大,数量增多。蓝绿藻以喜礁生物或礁基为底盘,形成藻粘结礁灰岩。红藻阶段形成的礁灰岩以灰色块状红藻障积—粘结礁灰岩为主,少量红藻骨架礁灰岩。这个时期的造礁生物主要是红藻,次为蓝绿藻,少量单体珊瑚。与蓝绿藻阶段相比,红藻阶段的水体略深,波浪作用略强。衰亡期水体进一步变浅,不利于造礁生物生长,这个阶段形成的岩石以灰色粉晶生屑灰岩夹藻粘结礁灰岩为主,生屑主要是海百合和鲕,少量腕足、海绵和红藻等。这个时期的岩石中常含有少量砂屑和砾屑等。至卡仑达尔期已逐渐相变为滨海—湖坪相到河流—湖沼相沉积。

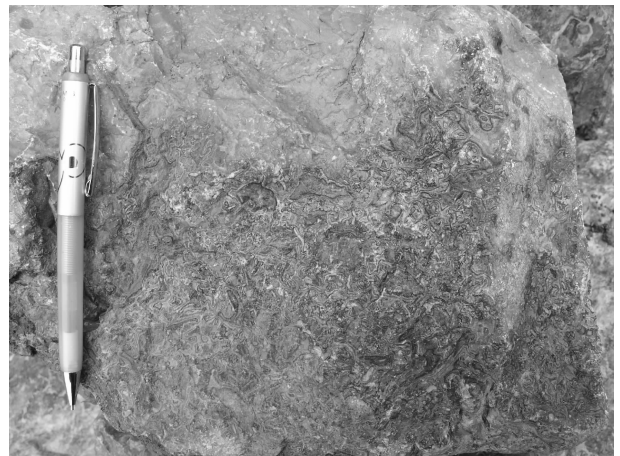


图 3 乌什东北部克孜勒布拉克南沟昆克拉契组(P_2k)藻礁灰岩的野外露头照片

Fig. 3 Photo of algal limestone of the Kunkelaqi Formation (P_2k) in the Kezilebulake section

在奥依布拉克山的乌尊布拉克剖面,在平面上从西北向东南方向可以依次划分出礁前、礁核和礁后组合。礁前组合分布于奥依布拉克山的西北侧,

主要由巴立克立克组浊积相角砾岩与钙质粉砂岩、钙质泥岩互层组成,厚度大于 1440m。礁核位于奥依布拉克至科克布克三山一带,主要由昆克拉契组藻粘结礁灰岩组成,上部出现障积—粘结礁灰岩。礁后位于科克布克三山至皮羌一带,主要由巴立克立克组开阔台地粒屑滩沉积的粉晶生屑(生物)灰岩组成。

1.2 二叠系礁灰岩的时空演变特点

在塔里木盆地西北缘地区,早二叠世早—中期(康克林期)的礁灰岩虽然厚度不大(图 2),但分布范围却比较广(图 4),礁灰岩常在厚层生物(生屑)灰岩中呈夹层状。早二叠世晚期—中二叠世初期(巴立克立克期)礁灰岩的厚度大幅度增加(图 2),但分布范围却比康克林期稍小(图 5)。二叠系礁灰岩主要分布在两个区域,分别是阿合奇南—柯坪以西和乌什县克孜勒布拉克以南地区(图 4 和图 5)。克孜勒布拉克以南的礁灰岩带较窄,现今以断裂与周围岩相相邻且岩相不呈连续过渡,推测该礁灰

岩带可能是构造岩块。阿合奇南礁灰岩带在康克林期和巴立克立克期均比较稳定,分布在台地碳酸盐岩的北部边缘,与台地碳酸盐岩连续过渡,应该是原地沉积的产物。

阿合奇南部礁灰岩的分布范围从康克林期到巴立克立克期有所减小(图 4 和图 5)。与此同时,礁灰岩的厚度则显著增加(图 2),礁灰岩南部台地碳酸盐岩的分布范围也呈现显著减小的特点,而剥蚀区的范围则显著扩大,在研究区的南部和东南部相当大的范围内发育河流—湖泊相沉积。这意味着在早二叠世期间,塔里木地块内部的水体逐渐变浅,沉积环境的分异性进一步加强,陆相沉积的范围显著扩大(图 5),这与塔里木地块西部当时的沉积环境是一致的。从康克林期到巴立克立克期,礁灰岩的厚度显著增加,这意味着巴立克立克期(或卡克和昆克拉契期)该地区呈现一种有利于藻礁灰岩生长的古地理环境。对礁灰岩的形成过程来说,稳定的沉降(或水体加深)作用就是这种有利的沉积环境之

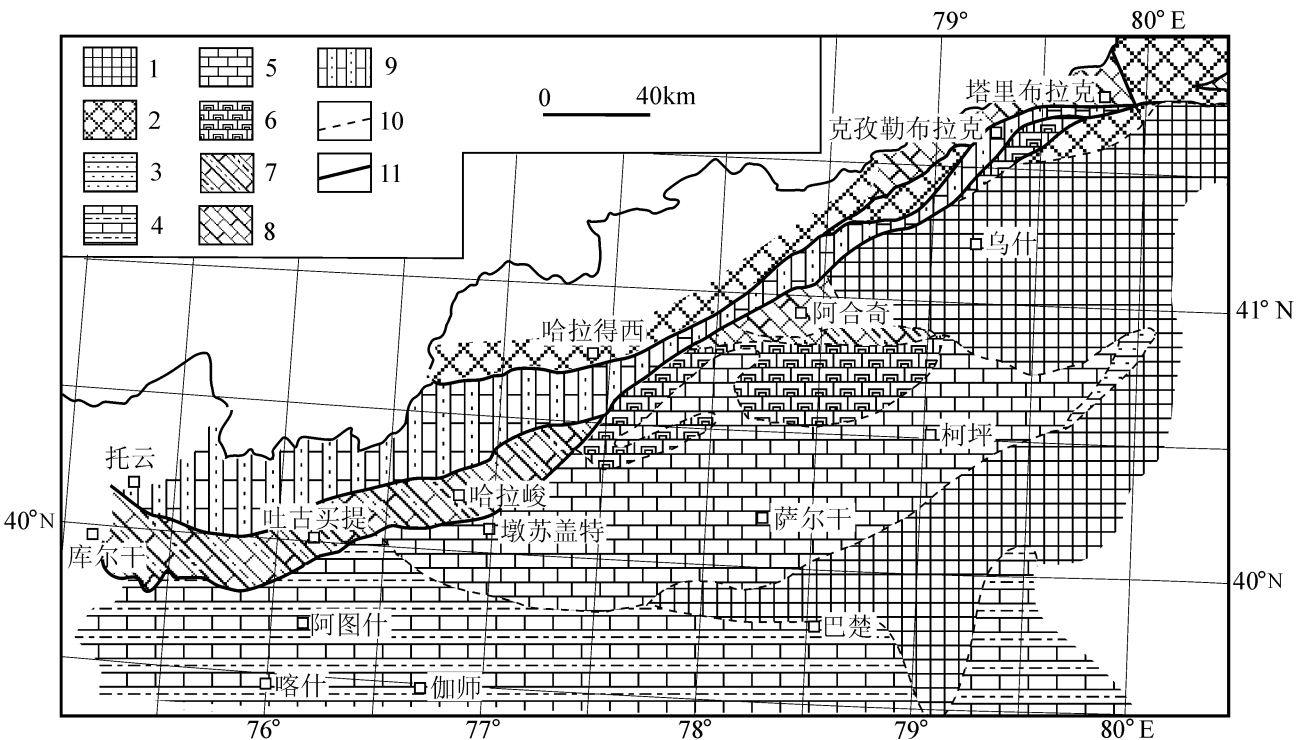


图 4 塔里木盆地西北缘早二叠世康克林期构造—古地理图

Fig. 4 lithofacies—palaeogeographic map of Kangkelin stage of Early Permian of the northwestern margin of the Tarim basin

- 1—剥蚀区;2—冲断造山带(构造剥蚀区);3—砂质滨岸沉积;4—碳酸盐岩泥、砂质混合坪;5—开阔台地沉积;6—台地边缘生物礁沉积;7—混积陆棚;8—碳酸盐陆棚;9—钙屑、砂屑浊流沉积;10—岩相界线;11—断裂
- 1—erosional area; 2—thrust orogen (structural erosional area); 3—littoral sandy sediments; 4—sandy-carbonate mixing flat; 5—open platform sediments; 6—platform margin reef limestone; 7—mixing sedimentary shelf; 8—carbonate shelf; 9—calcareous- and sandy-grained turbidite; 10—litho-facies boundary; 11—important fault

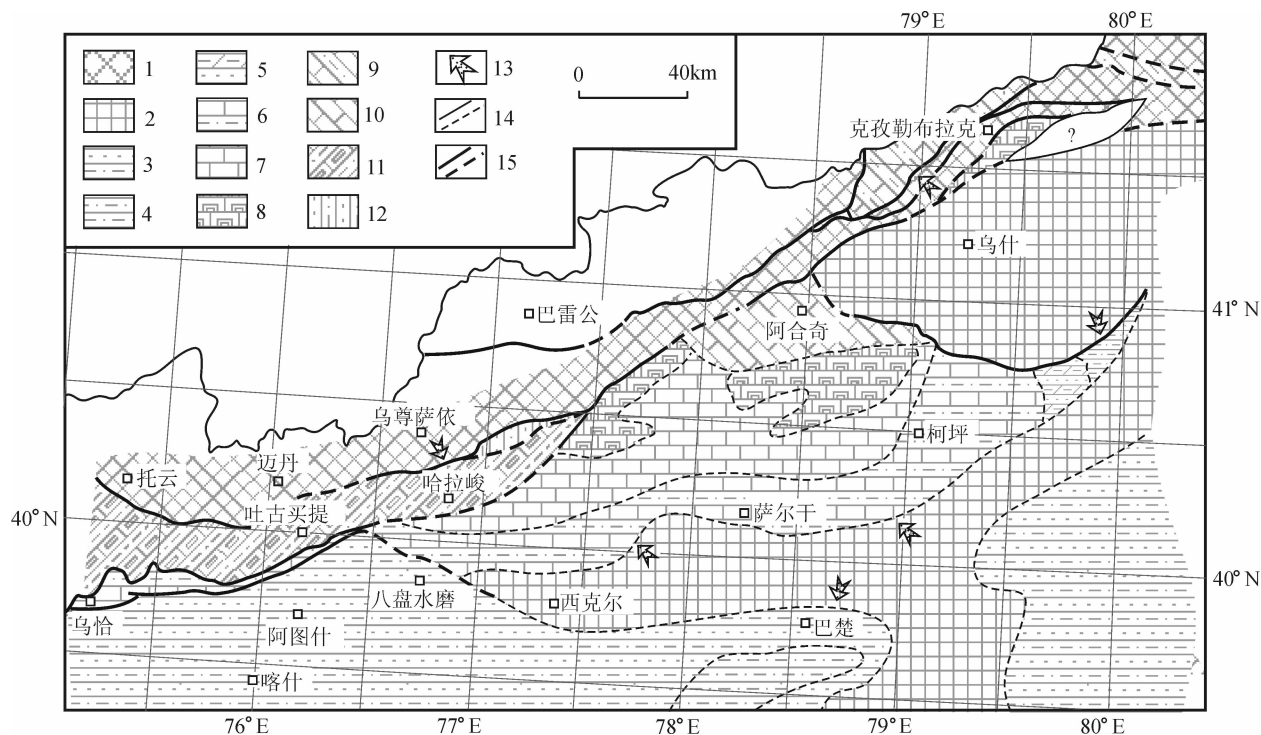


图5 塔里木盆地西北缘早—中二叠世巴立克立克—卡伦达尔期构造—古地理图

Fig. 5 lithofacies—palaeogeographic map of Balikelike—Kalundaer stage of Early—Middle Permian of the northwestern margin of the Tarim basin

1—冲断造山带(构造剥蚀区);2—剥蚀区;3—曲流河沉积;4—湖沼沉积;5—河口湾、海湾沉积;6—碳酸盐岩混合坪沉积;7—开阔台地沉积;8—台地边缘生物礁;9—碳酸盐岩混积陆棚沉积;10—碳酸盐岩陆棚沉积;11—含碳酸盐岩碎屑流—碎屑浊流沉积;12—含硅质岩碎屑浊流沉积;13—碎屑运动方向;14—岩相界线(虚线表示推测的界线);15—断裂(虚线表示推测的断裂)

1—thrust orogen (structural erosional area); 2—erosional area; 3—crooked river sediment; 4—lacustrine sediment; 5—river estuary and bay sediment; 6—carbonate mixing flat sediment; 7—open platform sediment; 8—platform margin reef; 9—carbonate mixing shelf sediment; 10—carbonate shelf sediment; 11—carbonate-bearing rubble-turbidite; 12—silicalite-bearing clastic turbidite; 13—direction of debris movement; 14—litho-facies boundary (dashed line means conjectural boundary); 15—important fault (dashed line means conjectural fault)

一。在南天山残余海槽持续沉降的背景下,塔里木地块外缘的水体持续加深,蓝绿藻大量生长,捕获碳酸盐泥,从而造成沉积速率与沉降速率相匹配,最终导致较大厚度的藻礁灰岩的形成。一般地说,安静的水体之中沉积物的沉积条件较好,有利于生物礁的快速生长(钟建华等,2005)。栖霞期末,由于沉降速率小于沉积速率(或水体变浅),蓝绿藻因水体过浅而不能生长,最终导致礁体消亡,同时碎屑沉积物的含量逐渐增加,具有进积型的沉积特点(图2)。因此,二叠系礁灰岩的时空演变特征表明,早二叠世至中二叠世栖霞期,在塔里木地块内部水体逐渐变浅的背景下,塔里木地块西北缘之外南天山残余海槽的水体则在逐渐变深,从而使塔里木地块西北缘呈现有利于礁灰岩生长的环境,形成了厚度较大的礁灰岩。根据相对海平面升降速率与礁生长速率之

间的关系,生物礁可以分为进积礁、并进礁和退积礁(杨晓宁等,2002),塔里木盆地西北缘早二叠世至中二叠世栖霞期的生物礁属于进积礁。

从图4和图5可以看出,二叠系礁灰岩带的宽度较大,表明当时塔里木地块内的古地形比较平缓。生物礁由科克布克三山、昆克拉契、丘达依萨依向东北延至克孜勒布拉克南沟,大致呈NEE方向分布,延伸达300km,为大型堤礁。

2 塔里木盆地西北缘二叠系礁灰岩的油气地质特征

塔里木盆地西北缘二叠系礁灰岩的造礁生物主要是藻类,珊瑚、海绵、苔藓虫等骨架类造礁生物较少,导致礁灰岩比较致密,孔隙度较小。在铸体薄片下可见藻团块及少量生屑(腕足、棘皮等)被富藻灰

泥粘结为不规则状。岩石的空腔较发育,空腔被亮晶方解石充填。镜下可以见到三期裂缝:压溶缝、方解石充填构造缝和未充填构造缝,未充填构造缝一般都是晚期缝。但是尽管一些样品的孔隙比较发育,但大多数样品比较致密,孔隙不发育。昆克拉契组礁灰岩的储集物性较差,孔隙度平均0.99%,平均渗透率小于 $1.08 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。因此,塔里木盆地西北缘二叠系礁灰岩的原生孔隙度较小,对油气成藏而言,其储集物性较差。只有在后期遭受岩溶作用和构造改造作用之后才有可能变成良好的油气储层,针对该礁灰岩的油气勘探应该着眼于后期储层改造作用比较强烈的部位进行。

但是,这些藻礁灰岩的有机质含量相对较高,可能构成较好的烃源岩。塔里木盆地西北缘的二叠系藻礁灰岩和泥晶灰岩、生屑灰岩等可以构成中等偏好的烃源岩,礁灰岩可以构成中等物性的储集岩。在阿图什奥依布拉克剖面,昆克拉契组藻粘结礁灰岩、泥晶灰岩和生屑灰岩,厚度113m,其有机碳平均为0.09%,有机质以腐泥型和腐植—腐泥型为主。在乌什县东北部的克孜勒布拉克南沟,昆克拉契组藻礁灰岩的有机碳含量为0.21%,按照有机碳的划分标准属好—较好的烃源岩。 $\delta^{13}\text{C}$ 为-23.24%,干酪根组分中腐泥组77.7%(2个样品),壳质组5.4%(2个样品),镜质组15.7%(2个样品),惰性组1.2%(2个样品),干酪根类型为腐植—腐泥型(II₁型),生油母质相对较好。 R_o 为1.28%,已处于高成熟阶段。

塔里木盆地西北缘的二叠系礁灰岩在南天山山前的中—高山地区广泛出露,这对油气成藏是不利的。但从图4和图5可以看出,在哈拉峻凹陷东北缘和乌什凹陷的北缘覆盖区之下可能存在相应的礁灰岩,这两个区域的二叠系礁灰岩仍然可能对油气成藏具有积极意义,是塔里木盆地西北缘地区与二叠系礁灰岩相关的油气远景区。

3 主要结论

(1)塔里木盆地西北缘的二叠系礁灰岩主要位于中二叠统栖霞阶的昆克拉契组(或与其相当的巴立克立克组)中,主要由亮晶藻粘结灰岩组成,礁灰岩厚度大,主要分布在由皮羌、柯坪和阿合奇围限的三角形区域内,在乌什的东北部也有少量出露,具有堤礁的特点。

(2)塔里木盆地西北缘下一中二叠统礁灰岩厚度较大,反映当时礁体生长速率与礁基沉降(或水体加深)的速率匹配较好,具有进积型沉积的特点。这与当时塔里木地块内部的退积型沉积特点是不一致的。

(3)塔里木盆地西北缘下一中二叠统礁灰岩可以作为中等烃源岩,但其原生孔隙度较小,在后期经过岩溶作用和构造作用改造过的部位可能形成较好储层。烃源岩的成熟度相对较高,大量的礁灰岩又在中—高山地区出露,在哈拉峻盆地东南缘和乌什凹陷北缘的覆盖区之下推测应该存在这个时期的礁灰岩,这两个区域是与二叠系礁灰岩相关的油气远景区。

注 释

- ①新疆维吾尔自治区区域地层表编写组. 1981. 西北地区地层表新疆维吾尔自治区分册. 北京:地质出版社.
- ②新疆维吾尔自治区地质局区域地质测量大队. 1986. 博孜艾格山口及伽师幅(喀拉峻)幅1:20万地质图及说明书.
- ③新疆维吾尔自治区地质局区域地质测量大队. 1986. 乌什幅1:20万地质图及说明书.

参 考 文 献 / References

- 德勒达尔,穆哈泰. 2000. 塔西南坳陷石炭—二叠纪沉积与古地理特征的关系. 新疆石油学院学报, 12(3): 4~7.
- 贾承造,张师本,吴绍祖,等. 2004. 塔里木盆地及周边地层(上、下册). 北京:科学出版社, 1~547.
- 全国地层委员会. 2001. 中国地层指南及中国地层指南说明书(修订版). 北京:地质出版社.
- 全国地层委员会. 2002. 中国区域年代地层(地质年代)表说明书. 北京:地质出版社, 38~45.
- 唐祥华. 1998. 漫谈生物礁及石油勘探. 石油知识, 6: 12~13.
- 王黎东,于炳松,张永旺,苗继军. 2006. 塔里木盆地西部康克林组沉积期生物礁滩体——以柯坪地区苏巴什露头剖面为例. 现代地质, 20(2): 291~298.
- 卫平生,刘全新,张景廉,陈启林,张虎权. 2006. 再论生物礁与大油气田的关系. 石油学报, 27(2): 38~42.
- 吴亚生. 1997. 生物礁岩分类方案. 地质论评, 43(3): 281~288.
- 杨晓宁,沈安江,陈子斗,陆俊明. 2002. 中国南方二叠纪生物礁油气系统成因类型. 石油学报, 23(3): 6~10.
- 张师本,黄智斌,朱怀诚,等. 2004. 塔里木盆地覆盖区显生宙地层. 北京:石油工业出版社, 292~294.
- 钟建华,温志峰,李勇,郭泽清,王海侨,柳祖汉,冀国胜,吴孔友. 2005. 生物礁的研究现状与发展趋势. 地质论评, 51(3): 288~300.
- Riding R. 2002. Structure and composition of organic reefs and carbonate mud mounds: concepts and categories. Earth-Science Reviews, 58(1-2): 163~231.

Spatio-temporal Distribution and Its Oil—Gas Significances of Permian Reef Limestones on the Northwestern Margin of the Tarim Basin

LUO Jinhai¹⁾, CHE Zicheng¹⁾, ZHOU Xinyuan²⁾, LI Yong²⁾, LI Jianli²⁾, ZHANG Jinyi¹⁾

1) State Key Laboratory of Continental Dynamics (Northwest University),

Department of Geology, Northwest University, Xi'an, 710069;

1) 2) Tarim Oilfield Company Exploration & Development Research Institute, Korla, Xinjiang, 841000

Abstract

Analysis of the petrology, lithofacies, sedimentary evolution and petroleum features of Permian reef limestones on the margin of the Tarim basin shows that reef limestones in the Kongkelaqi Formation and Balikelike Formation of Middle Permian consist mainly of the algal-sticking limestones, and occur as reef dam. The larger thickness of the Permian reef limestones suggests that the growing rate of the reef is well matched with the rate of the subsidence of reef base (or rate of the water deepening), and it is characterized by the advancing sedimentary sequences which is inconsistent with the retreating sedimentary sequence within the Tarim block at the same time. The primary porosity of Permian reef limestones is minor for oil—gas acculation, but Permian reef limestones could be the medium sources. The oil—gas prospect areas related with the Permian reef limestones should exist under the covered areas in the south-eastern margin of the Halajun basin and the northern margin of the Wushi sag.

Key words: Permian; reef limestone; Spatio-temporal distribution; petroleum geology; Tarim basin

介绍与简评《地层中地震记录(古地震)》一书

邓乃恭

中国地质科学院地质力学研究所, 北京, 100081

地质历史中无地震? 回答是肯定的。现代板块构造机制解决了地震的构造成因, 同样地史中的板块运动也必然诱发地震。遗憾的是有关地史中地震(古地震)的报道实在是太少了, 究其原因: ① 不认识地史中的地震记录; ② 缺乏有效的研究手段和方法; ③ 忽视这一研究领域, 或者将地震记录作其他成因解释。因此古地震研究就成了地质调查中的薄弱环节。

乔秀夫、宋天锐等数十位地质学家所著、由地质出版社2006年出版的《地层中地震记录(古地震)》一书, 给地质学家提供了认识古地震记录的一个手段。书中介绍了从中元古代—古近纪(1800~23) Ma 时期保存于地层中的古地震记录, 包括了碎屑岩及碳酸盐岩不同类型岩石中古地震记录的特征。这是目前众多地学出版物中颇具特色、独树一帜、针对性很强的专著, 闪烁着创新精神和科学智慧的光辉, 对于充实和扩展地质学研究领域很有意义。

全书分22章, 虽然许多章节均曾成独立论文公开发表, 但作者们在此次重印时都有不同程度的校订和补充, 特别是乔秀夫等1994年发表于《地质学报》的经典之作“碳酸盐

岩振动液化序列”, 已被不同作者引用百余次, 此次重印中的补充却最多。每章独立讨论一个问题, 内容侧重不同, 但各章有机联系。书中充分体现了将今比古的地质学现实主义研究原则。读者可以从书中得到许多启迪。

(1) 地震灾变事件充满了整个地史时期。

(2) 书中提供了识别古地震记录的标志。尽管目前书中所提供的各种软沉积物变形还远远不能包括全部古地震记录特征, 但从中可得到启迪, 去辨认新的可能的宏观古地震记录。

(3) 用沉积相序方式总结古地震记录, 提出地震诱发软沉积物变形的“地震事件序列”这是理论上的重大创新, 大大提高了野外调查时对古地震记录的预见性。

(4) 地震由造山活动、断裂活动直接诱发, 书中将古地震与古构造联系, 应用古地震记录解释区域构造及区域古地理。书中所编制的中朝板块古地震带图(书中257页)是国内第一幅的古地震图, 是对于中朝板块动力作用史的深刻解释。

(下转第 690 页)

