

# 南羌塘盆地扎仁地区中侏罗统布曲组沉积环境特征及其对油气地质条件的控制作用

付修根 廖忠礼 刘建清 陈文彬 陈文西

(成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082)

**摘要:**南羌塘盆地扎仁地区地处南羌塘盆地南缘,属油气研究的“空白区”,结合羌塘盆地扎仁区块 1:5 万石油地质构造详查,笔者重点剖析了扎仁地区布曲组地层中的两个古油藏剖面。依据剖面中碳酸盐岩的岩石类型、结构特征、自生矿物组合、古生物标志以及扎仁地区碳酸盐岩的组合特征,将该区布曲组划分为半局限海台地、局限海台地、开阔海台地和浅滩 4 种沉积环境。浅滩沉积环境形成的颗粒灰岩在区内广泛分布,沉积厚度大,具有孔隙度好、渗透率高的特征,这些颗粒灰岩的展布决定了区域储集层的规模。局限海台地沉积环境形成的白云岩是区内的另外一套储集层,这套储集层是区内有效的储集层,但这套储集层的有效性上与覆岩层在空间上的展布有关。开阔海台地沉积环境形成的泥晶灰岩夹泥晶砂屑灰岩、泥晶砾屑灰岩的组合为区内较好的生油层,该套烃源岩组合的规模在空间上严格受沉积相的控制。半局限海台地沉积环境形成的泥晶灰岩夹泥晶生屑灰岩、泥晶砂屑灰岩组合是区内有利的盖层,但半局限海台地的性质决定了盖层在区域上的展布。

**关键词:**扎仁地区;古油藏;沉积环境;油气地质条件

**中图分类号:** P588.2; P618.130.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3657(2007)04-0599-07

西藏羌塘盆地处于藏北高原“无人区”,南北宽 300 km,东西长 640 km,面积  $18.5 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。其所属的西藏特提斯域与波斯弯等油气富集区同处于一个大地构造单元,该区油气赋存条件与勘探前景一直为世界所瞩目<sup>[2-4]</sup>。

南羌塘盆地扎仁地区地处南羌塘盆地南缘(地理坐标为:  $N32^{\circ}42' \sim 32^{\circ}53'$ ,  $E89^{\circ}10' \sim 89^{\circ}29'$ ),行政区划属西藏自治区那曲地区双湖特别行政区。区内中侏罗统布曲组地层发育,分布广泛,是油气勘探的主要目的层。区内发现有多处油苗和油气显示点,比较重要的是隆鄂尼—扎仁古油藏带和巴尔扎—晓嘎晓那—巴格底加日古油藏带,这两个古油藏带均产于中侏罗统布曲组地层中,属自生自储型古油藏。这些古油藏的存在充分说明了扎仁地区中侏罗统布曲组地层具有较好的生油条件。因此,扎仁地区中侏罗统布曲组地层的研究对该区油气评价具有重要意义,结合羌塘盆地扎仁区块 1:5 万石油地质构造详查,笔者重点剖析了扎仁地区布曲组地层中的两个古油藏剖面,探讨了布曲组地层的沉积环境,在此基础上,进行了沉积环境与油气地质条件的形成关系研究。

## 1 区域地质特征

扎仁区块在地层区划分上属于羌塘地层区之南羌塘地层分区,构造上处于羌塘陆块之南羌塘拗陷南缘。测区东部为埋深 7 km 的土门凹陷,南部为比洛错—其香错凸起,测区即处于上述凹陷和凸起的过渡部位。区内断裂构造不发育,主要断裂为一条呈北西西—南东东展布的扎仁断裂,该断裂延伸约 50 km,为一条规模较大的压扭性断层。

区内出露的地层主要为上三叠统土门格拉组( $T_3t$ )碎屑岩(测区北部边缘),中侏罗统布曲组( $J_2b$ )灰岩、白云岩,夏里组( $J_2x$ )碎屑岩夹灰岩,上侏罗统索瓦组( $J_3s$ )灰岩、白云岩,古近系纳丁错组( $E_3n$ )中基性火山岩以及新近系康托组( $N_k$ )碎屑岩。其中,中侏罗统夏里组、布曲组地层在区内大面积出露,其他各组仅零星分布。

测区布曲组及其下伏各组地层均发育良好的生储盖层组合,由于后期构造的影响,部分生储盖层组合抬升剥蚀,油气受到破坏。而测区内未暴露地表的其他生储盖层组合,具有

收稿日期:2006-09-07;改回日期:2006-11-20

基金项目:国家油气专项“青藏高原油气资源战略选区调查与评价(科油[2006]02号)”资助。

作者简介:付修根,男,1976年生,博士生,主要从事地球化学、油气地质研究;E-mail: fuxiugen@126.com。

成藏条件优越,圈闭条件较好的特征,是区内重要的可能聚油构造。

## 2 布曲组古油藏特征

隆鄂尼—扎仁古油藏带呈 NWW 向展布,东西长约 16 km,南北宽约 1.5 km,其空间展布范围大致与王成善等<sup>[4]</sup>命名的比洛错—昂达尔错古油藏带之北带一致。测区内主要产于扎仁中侏罗统布曲组地层中,在扎仁,见多个含油层位,最大厚度 180 m,累计厚度 248.04 m。含油层主要赋存于灰白色晶粒白云岩中,风化表面呈褐—褐黄色,油浸后呈灰黑色,白云岩总体呈丘状地貌(图 1),具一定的分层性,表面溶蚀凹坑或凹洞发育,见有微量沥青分布于溶蚀凹坑或凹洞表面。晶粒白云岩具砂糖状晶粒结构,晶粒大小不等,从中晶到细晶均有存在,以细晶为主,显示了成岩晚期的特点。沥青主要分布于白云岩颗粒间,岩石敲碎后新鲜断面散发出强烈的油味。在隆鄂尼,含油层白云岩赋存于生物礁组合中,生物礁层中可鉴别出一系列海绵类、苔藓虫及藻类等造礁生物<sup>[5]</sup>。该古油藏含油白云岩荧光颜色单调,主要呈黄绿色和黄色,少数为蓝色及橙黄色,荧光强度高,以油质沥青为主,与前人的研究成果一致<sup>[6]</sup>。

巴尔扎—晓嘎晓那—巴格底加日古油藏带呈 NWW 向展布,东西长约 5 km,南北宽约 1 km,其空间展布范围大致与王成善等<sup>[4]</sup>命名的比洛错—昂达尔错古油藏带之南带一致。测区内主要产于巴格底加日中侏罗统布曲组地层中,向西可与比洛错油页岩和油浸石膏相连,在巴格底加日见两个含油层位,厚度分别为 28.54 m 和 45.70 m。含油层岩石为灰白色白云岩,风化表面呈灰色,油浸后呈灰—灰黑色,地貌上为一近于直立的陡崖,岩层分层性明显,单层厚度为 70~200 cm,白云岩表面见有油渍和油斑,并见有黑色沥青膜,风化后略显褐色,岩石新鲜断面散发出强烈的油味。含沥青白云岩中纹层(图 2)发育,纹层厚 0.05~10 mm,一般薄于 5 mm,且分

布不均匀,反映了碳酸盐岩成岩的非均质性。纹层由藻纹层和晶粒状白云岩纹层组成,二者在纵向上互相叠置,组成二层式沉积结构。藻纹层主要由浮游藻类及其降解产物组成,并见有大量的沥青颗粒,纹层中藻呈微波状或波状生长(图 2),纹层一般顺层分布,显微镜下能够见到丝状藻体。晶粒状白云岩纹层具砂糖状晶粒结构,以细晶为主,白云岩颗粒间有较多的沥青,这些沥青呈分散粒状分布于白云岩颗粒之间,反映了早期充填的特征,在野外溶洞及溶孔中基本见不到沥青充填,仅在镜下的微孔或微缝隙中见有少量的沥青,反映了该古油藏具有多期成藏的特点,但以早期成藏作用为主,后期成藏规模较小。白云岩荧光特征也证实了这一点,含油白云岩荧光颜色以淡蓝色为主,淡绿色及淡黄色次之,荧光强度中等。早期沥青呈深褐色、黑褐色,浸染于白云岩颗粒边缘,晚期沥青呈淡黄色,主要充填于微孔或微缝隙中。该古油藏中藻纹层与白云岩纹层有规律分布可能反映了季节性气候变化对白云岩成岩作用的影响。

## 3 古油藏剖面及岩性组合

布曲组地层在扎仁地区分布广泛,以一套台地相碳酸盐岩地层为特征,主要岩石类型有:鲕粒灰岩、核形石灰岩、砾屑灰岩、砂屑灰岩、生物碎屑灰岩、泥晶灰岩及白云岩。在所测古油藏剖面中,以扎仁古油藏剖面(包括 ZP2 和 ZRbP)各岩性出露较全,而巴格底加日古油藏剖面中未见鲕粒灰岩出露,仅在该剖面北部见有少量分布。

### 3.1 ZP2 剖面(扎仁 2 剖面)

该剖面为扎仁古油藏控制剖面,未见顶和底,剖面起点坐标为: N32°51'4.1" E89°13'33.8", 终点坐标为: N32°50'51" E89°13'25.7"(图 3)。该剖面岩性组合简单,主要为白云岩、鲕粒灰岩、泥晶灰岩以及砂屑灰岩。白云岩分布于剖面的 9~12 层,累计厚度为 248.04 m,是扎仁古油藏的储集空间,白云岩以细晶—中晶为主,中—厚层状,发育微波状、波状藻纹层,



图 1 扎仁古油藏宏观地貌特征

Fig.1 Macroscopic geomorphological features of the Zaring fossil oil accumulation



图 2 巴格底加日古油藏中的藻纹层白云岩

Fig.2 Algae-mat dolomite of the Bagedijari fossil oil accumulation

并见有介壳类生物碎屑,受后期构造的影响,白云岩中节理发育,均被方解石充填。鲕粒灰岩分布于剖面的 1~7 层,累计厚度超过 110 m,鲕粒灰岩新鲜断面呈浅紫红色,风化后略显褐色,中—厚层状,岩石中鲕粒含量一般为 50%~70%,部分高达 84%,鲕粒以薄皮中粗粒鲕为主,具有分选性中等,磨圆度中等的特征,鲕粒的形态与核心有关,主要呈圆形—椭圆形。泥晶灰岩分布于剖面的 8 层和 13 层,厚度分别为 58.88 m 和 43.29 m,新鲜断面呈浅灰色,风化后略带紫红色,薄—中层状,岩石中颗粒类型较为简单,主要为介壳类生物碎屑,含量为 3%~5%,另外,见有少量的鲕粒颗粒,含量小于 2%,其余均为泥晶方解石。砂屑灰岩分布于剖面的 5 层和 6 层,但沉积厚度较小,累计厚度小于 10 m,砂屑灰岩新鲜断面呈紫红色,风化后略显褐色,薄—中层状,岩石中砂屑含量一般为 50%~60%,并见有少量的介壳类生物碎屑。

### 3.2 ZRbP 剖面(扎仁剖面)

该剖面也为扎仁古油藏控制剖面,未见顶和底,剖面起点坐标为: N32°49'47.3"E89°17'22.4", 终点坐标为: N32°49'52.9"E89°17'28.1"(图 3)。由于剖面实测了向斜两翼,在剖面描述中仅以一翼为例作详细阐述。剖面岩性组合较为复杂,总体上以白云岩、鲕粒灰岩、核形石灰岩为主,并见有泥晶灰岩、砂屑灰岩、生物碎屑灰岩以及砾屑灰岩。白云岩分布于剖面的 1 层、3 层和 4 层,累计厚度为 115.46 m,其中,灰质白云岩厚度为 21.66 m,细晶白云岩厚度为 93.8 m,与其他两个剖面相比,ZRbP 剖面南翼白云岩中基本见不到油气显示,仅在北翼白云岩中见到浸染状沥青,但无论是从沥青的规模还是

含量来看,都无法与巴格底加日古油藏剖面(BP)相媲美。鲕粒灰岩在剖面的 6~10 层以及 12 层中均有分布,累计厚度超过 108.86 m,鲕粒灰岩新鲜断面呈浅灰色,风化后略带浅红色,中—厚层状,鲕粒含量一般为 50%~73%,部分高达 80%,鲕粒以薄皮中粗粒鲕为主,分选性和磨圆度中等,鲕粒的形态以圆形—椭圆形为主,均为同心鲕。核形石灰岩分布于剖面的 11~13 层,沉积厚度较大,累计厚度超过 289.5 m,岩石新鲜断面为浅灰色,风化后略显紫红色,中—厚层状,岩石中核形石含量为 40%~65%,见少量生物碎屑,含量小于 7%,其余均为泥晶方解石充填物。砂屑灰岩主要分布于剖面的 6 层、7 层、11 层和 12 层,而在剖面的 5 层以及 10 层中也有少量分布,累计厚度超过 53.54 m,岩石新鲜断面为浅灰色,风化后略带红色。泥晶灰岩分布于剖面的 2 层和 5 层,厚度分别为 6.89 m 和 6.20 m,这两层泥晶灰岩在颗粒成分上存在较大的差异,前者见有较高含量的生物碎屑(3%~6%),后者基本不见生物碎屑,反映了两者间沉积环境的差异。生物碎屑灰岩分布于剖面的 5 层,砾屑灰岩分布于剖面的 5 层和 10 层,但两者沉积厚度均较小,累计厚度均小于 5 m。

### 3.3 BP 剖面(巴格底加日剖面)

该剖面为巴格底加日古油藏控制剖面,未见顶和底,剖面起点坐标为: N32°45'29.5"E89°26'19.3", 终点坐标为: N32°45'5.3"E89°26'13.7"(图 3)。该剖面岩性组合简单,主要为白云岩、泥晶灰岩,并见有少量的泥晶砂屑灰岩、泥晶砾屑灰岩。白云岩分布于剖面的 12 层和 14 层,累计厚度为 74.24 m,以细晶—中晶为主,新鲜断面为灰白色,油浸后呈灰黑色,

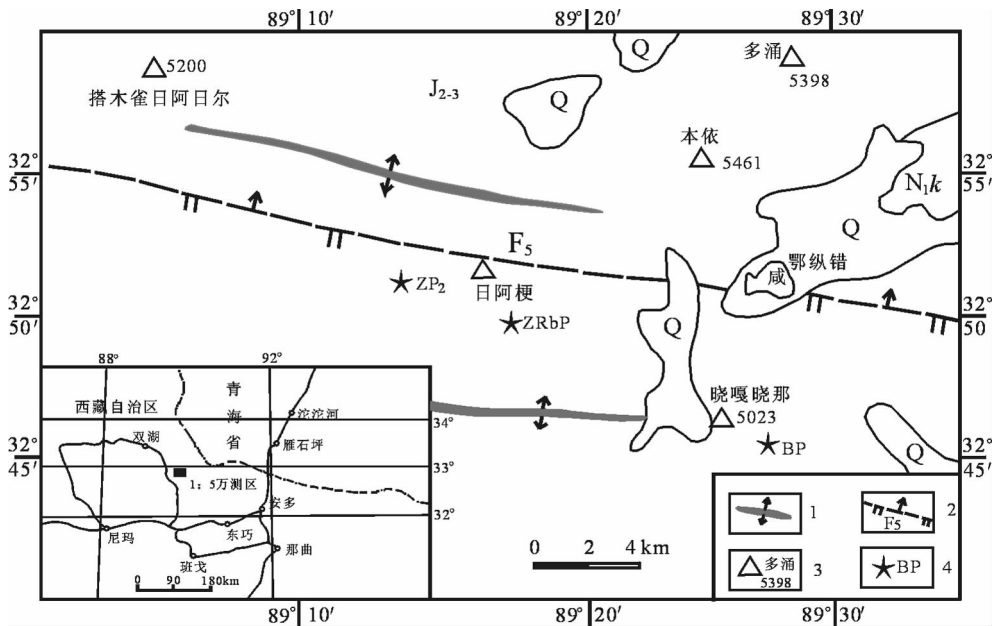


图 3 扎仁地区实测古油藏剖面位置

Q—第四系; N<sub>1k</sub>—康托组; J<sub>2-3</sub>—中上侏罗统; 1—背斜; 2—断裂; 3—高地及海拔; 4—剖面

Fig.3 Location of fossil accumulation sections in the Zaring area

Q—Neogene; N<sub>1k</sub>—Kangtog Formation; J<sub>2-3</sub>—Middle—Upper Jurassic; 1—Anticline; 2—Fault; 3—Highland and Altitude; 4—Section

具浓烈的油味,白云岩露头溶孔及溶洞发育,但溶孔和溶洞中均未见到沥青(或仅见微量沥青),反映了后期成孔(洞)特征,白云岩中微波状、波状藻纹层发育(图2)。泥晶灰岩分布于剖面的2层、4层、7~8层、13层、以及15~19层,累计厚度超过474.65 m,岩石新鲜断面为灰黑色,风化后呈浅灰色,在剖面的15至17层中见有少量的生物碎屑,以双壳类、苔藓类、腹足类、海百合茎等生物碎片为特征,而其他层位的泥晶灰岩较为干净。泥晶砂屑灰岩主要分布于剖面的3层和11层,6层和13层中也有少量分布,累计厚度小于26.33 m。泥晶砾屑灰岩主要分布于剖面的6层和7层,累计厚度小于17.71 m,岩石中砾屑含量为30%~40%,其余为泥晶,砾屑成分均为灰岩,粒径为0.2~3 cm,具有较差的分选性和中等磨圆度。

### 4 沉积环境分析

沉积环境分析主要是从保存良好,沉积层序清晰的露头剖面着手,研究其纵向演变历史以及横向变化,为油气地质

条件评价打下基础。笔者所选择的中侏罗统布曲组古油藏剖面露头良好,层序清晰,分层标志明显,见有一定的化石,是扎仁地区中侏罗统布曲组沉积环境分析的较好剖面。

中侏罗统布曲组在扎仁地区主要为一套台地相碳酸盐岩沉积,依据碳酸盐岩的岩石类型、结构特征、自生矿物组合、古生物标志以及扎仁地区碳酸盐岩的组合特征,可将布曲组划分为半局限海台地、局限海台地、开阔海台地和浅滩4种沉积环境。

#### 4.1 半局限海台地沉积环境

该沉积分布于BP剖面的15~19层、ZRbP剖面的5层以及ZP2剖面的13层(图4),岩性(岩相)为灰—灰黑色中—厚层状泥晶灰岩夹泥晶生屑灰岩、泥晶砂屑灰岩。在BP剖面,该沉积累计厚度超过373.86 m,在剖面的15、16、17层中见有珊瑚、苔藓虫、介壳类生物化石,但多被方解石交代,在剖面的19层中,岩石具弱白云石化。该沉积上部为浅滩环境形成的颗粒灰岩,海平面具有向上变浅的特征。沉积环境属潮间坪下部半局限海台地环境的产物。在ZRbP剖面,该

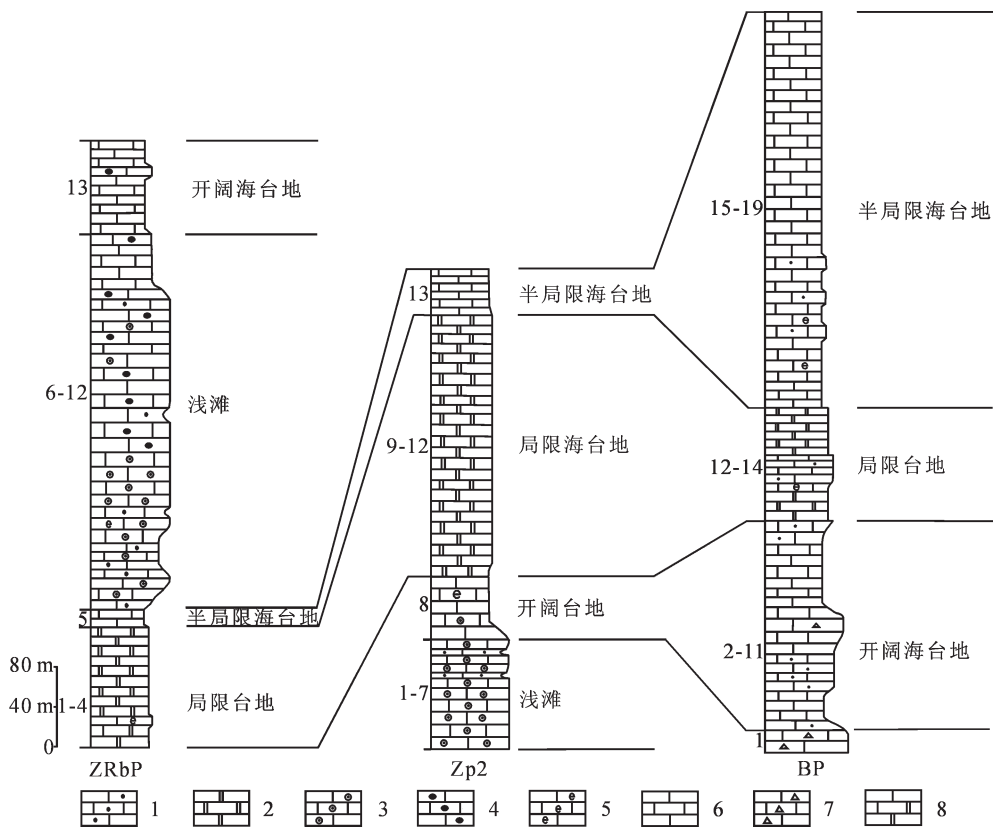


图4 扎仁地区古油藏剖面地层柱状图对比及沉积环境分析(剖面位置见图1)

1—砂屑灰岩;2—白云岩;3—鲕粒灰岩;4—核形石灰岩;5—生物碎屑灰岩;6—泥晶灰岩;7—角砾状灰岩;8—灰质白云岩

Fig.4 Stratigraphic columns and sedimentary environment of the fossil oil accumulation sections in the Zaring area (for the location of the sections, see Fig.1)

1—Calcarenite;2—Dolostone;3—Oolitic limestone;4—Oncolitic limestone;5—Bioclastic limestone;6—Micritic limestone;7—Calcirudite;8—Lime dolostone

沉积厚度为 6.20 m,在 ZP2 剖面,该沉积厚度为 43.29 m,反映了沉积相在横向上的变化。

#### 4.2 局限海台地沉积环境

该沉积分布于 BP 剖面的 12~14 层、ZRbP 剖面的 1~4 层以及 ZP2 剖面的 9~12 层(图 4),岩性(岩相)为浅灰—深灰色厚层—块状细晶白云岩、藻纹层(藻席)白云岩夹灰黑色中—厚层状含生屑泥晶灰岩、砂屑灰岩。在 BP 剖面,白云岩呈两层产出,厚度分别为 28.54 m 和 45.70 m,白云岩层下部为深灰色厚层—块状细晶—中晶白云岩,发育小型交错层理,岩层单层厚度为 60~200 cm,颗粒粒径为 0.1~0.25 mm,颗粒间被黑色沥青充填,沥青含量为 20%~50%。白云岩层上部藻纹层发育,呈波状、微波状产出(图 5),厚 0.05~10 mm,一般小于 5 mm,具有分布不均匀的特征。藻纹层的发育反映了该沉积形成于潮上坪下部相对低能的环境。两层白云岩之间为厚 33.39 m 的灰黑色中—厚层状含生屑泥晶灰岩夹同色砂屑灰岩,并见少量的砾屑,发育小型交错层理,砂屑灰岩中平行层理发育,该层的沉积特点表明,其形成于潮上带下部至潮间带上部弱动荡至半动荡的环境。在 ZRbP 剖面的 1~4 层,沉积特征与 BP 剖面相似,只是该剖面的含生屑泥晶灰岩夹层明显减薄,厚度仅为 6.89 m。到 ZP2 剖面,白云岩中的含生屑泥晶灰岩夹层完全消失,白云岩沉积厚度也有所增加,累计厚度约为 248.04 m,反映了沉积相在横向上的变化。

#### 4.3 开阔海台地沉积环境

该沉积分布于 BP 剖面的 2~11 层、ZP2 剖面的 8 层、ZRbP 剖面的 13 层(图 4),岩性(岩相)为灰黑色中—厚层状泥晶灰岩夹泥晶砂屑灰岩、泥晶砾屑灰岩。在 BP 剖面,泥晶灰岩与泥晶砂屑灰岩(或泥晶砾屑灰岩)不等厚互层,但泥晶灰岩厚度远大于泥晶砂屑灰岩(或泥晶砾屑灰岩)的厚度,泥晶灰岩累计厚度超过 169.09 m,泥晶砂屑灰岩和泥晶砾屑灰岩的累计厚度分别小于 26.33 m 和 17.71 m。泥晶灰岩中水平层理发育,见少量的生物碎屑,生物搅动构造不发育,属浅水弱动荡(潮间坪下部)沉积环境的产物。泥晶灰岩层间夹厚度不等的泥晶砂屑灰岩或泥晶砾屑灰岩,泥晶砂屑灰岩为灰色,中层状,岩石中砂屑含量为 20%~35%,其余为泥晶,发育平行层理;泥晶砾屑灰岩为灰—灰黑色,中—厚层状,岩石中砾屑含量为 30%~40%,其余为泥晶,砾屑成分为灰岩,粒径为 0.2~3 cm,具有较差的分选性和中等磨圆度。沉积环境属潮上坪上部半动荡水体环境的产物。

#### 4.4 浅滩沉积环境

该沉积环境分布于 ZRbP 剖面的 6~12 层、ZP2 剖面的 1~7 层(图 4),岩性(岩相)为浅灰色中—厚层状鲕粒灰岩、核形石灰岩、砂屑灰岩。依据灰岩中所含颗粒类型,又可以分为鲕粒浅滩、核形石浅滩和砂屑浅滩。鲕粒浅滩分布于 ZRbP 剖面的 6 层、8 层和 10 层、ZP2 剖面的 1~4 层和 6~7 层。在 ZRbP 剖面,鲕粒灰岩为浅灰色中—厚层状,鲕粒以同心鲕为主,鲕粒的核心多为砂屑、生物屑和粉屑,鲕粒大小为 0.5~1.0

mm,含量为 50%~70%,部分高达 80%,另外,见少量的生物碎屑及砂屑,含量小于 10%,多为两个世代胶结物,鲕粒灰岩中发育大型楔状交错层理,为潮下高能带动荡环境的产物。砂屑浅滩主要分布于 ZRbP 剖面的 7 层和 9 层以及 ZP2 剖面的 5 层,表现为亮晶砂屑灰岩夹鲕粒灰岩的组合,见有少量生物碎屑,发育平行层理、小型交错层理,砂屑大小为 0.25~1.25 mm,磨圆好,分选中等,含量 65%左右,由于压实压溶,使部分砂屑已破碎变形,属于潮下高能浅滩沉积。核形石浅滩分布于 ZRbP 剖面的 11~13 层,累计厚度超过 289.5 m,核形石多为椭圆—圆形,大小为 0.5~2 mm,同心圈状,核形石含量为 40%~65%,见少量生物碎屑,含量小于 7%,其余为亮晶方解石充填物,核形石灰岩中发育小型交错层理,颜色以灰色为主,为水浅而持续动荡的滩相环境。值得注意的是在该剖面沉积序列中,核形石浅滩下部以核形石灰岩为主,向上见有薄层状泥晶灰岩夹层,并逐渐增多,泥晶灰岩中水平层理发育,为深水静水沉积,可能为高频率海平面变化所产生的海泛事件的产物。

## 5 沉积环境对布曲组生储盖的控制作用

### 5.1 浅滩沉积环境控制了储集层的空间展布特征和规模

浅滩沉积环境形成的颗粒灰岩在扎仁地区分布较广,以鲕粒灰岩、砂屑灰岩为主,并见有核形石灰岩、砾屑灰岩,这些颗粒灰岩具有孔隙度好、渗透率高的特征,且灰岩中微孔隙、微裂隙发育,是区域上较好的油气储集空间。这些颗粒灰岩的展布决定了区域储集层的规模,而这些颗粒灰岩作为储集层的有效性或无效性决定了区域储集层的性能。在扎仁区块,这些颗粒灰岩大多暴露于地表,虽然开阔海台地环境形成的泥晶灰岩夹泥晶砂屑灰岩、泥晶砾屑灰岩的组合可以成为颗粒灰岩的盖层,但半局限海台地环境形成的泥晶灰岩夹泥晶生屑灰岩、泥晶砂屑灰岩的组合具有生烃潜力差的特点,不能作为颗粒灰岩的烃源岩,区域上,颗粒灰岩中也不见油气显示,这些特征表明,在扎仁区块,浅滩沉积环境形成的颗粒灰岩可能为无效储集层。

### 5.2 局限海台地沉积环境控制了白云岩储集层的分布

扎仁区块存在另外一套储集层,即局限海台地沉积环境形成的白云岩,该储集层具有孔隙度好、渗透率高的特征,孔隙度分布范围 1.79%~10.79%,一般为 5%左右,渗透率一般为  $5.08 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$  左右<sup>[6]</sup>。白云岩中晶间孔、晶内孔、压溶(或溶蚀)缝、微裂隙极为发育(图 5),是有利的储集空间。白云岩储集层构成了扎仁地区有效的储集空间,在 BP 剖面以及 ZP2 剖面的白云岩中见有较多的沥青,这些沥青的存在表明,扎仁地区的白云岩曾经是油气聚集的有效空间。但并不是区块内所有的白云岩均为有效储集空间,白云岩储集层的有效性与上覆岩层沉积相在空间上的展布有关,在 ZRbP 剖面,白云岩上覆泥晶灰岩层的厚度小于 6.20 m,为无效盖层,该剖面的白云岩中见不到油气显示,表明这套白云岩中不曾有过

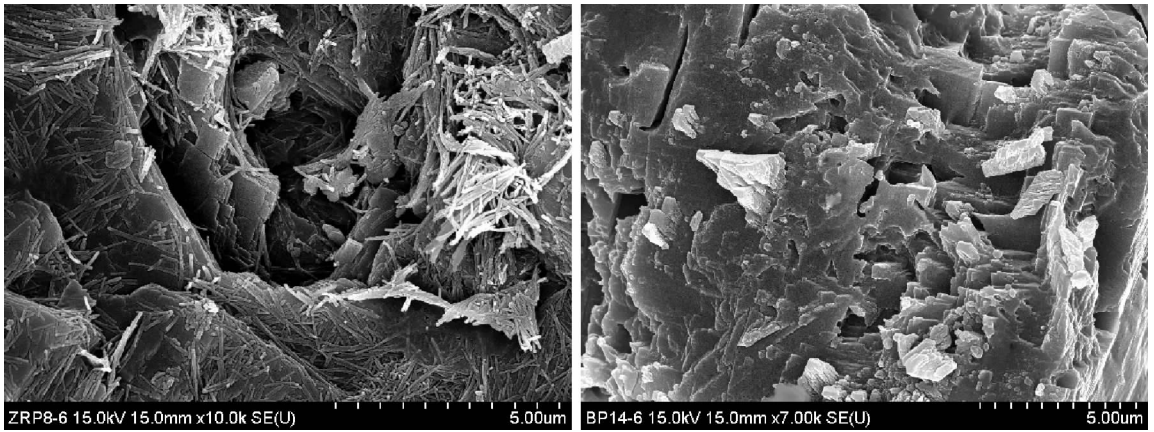


图5 扎仁地区典型储集层(白云岩)扫描电镜特征

(左边照片为扎仁古油藏白云岩溶蚀形貌;右边照片为巴格底加日古油藏白云岩溶蚀形成的晶内孔)

Fig.5 Scanning electron microscope characteristics of the typical reservoir (dolomite) in the Zaring area (left: the dissolution morphology of dolomite in the Zaring fossil oil accumulation; right: the intracrystal dissolution pores of dolomite in the Bagedijari fossil oil accumulation)

油气的聚集,为无效储集层。

### 5.3 开阔海台地沉积环境控制了生油层的空间展布

总体上分析,扎仁区块布曲组地层以浅滩相颗粒灰岩为主,生油潜力较差,但区块内仍然发育了一套具较好生油潜力的岩层,该岩层形成于开阔海台地沉积环境,为浅水弱动荡至潮下坪上部半动荡水体环境的产物,主要岩性为灰—灰黑色泥晶灰岩与泥晶砂屑灰岩(或泥晶砾屑灰岩)的组合。该套岩性组合在空间上严格受沉积相的控制。在BP剖面,该套组合沉积厚度最大,累计厚度超过105.59 m,属中等烃源岩;在ZP2剖面,该套组合沉积厚度变小,累计厚度超过48.89 m,属差—中等烃源岩;在ZRbP剖面,该套沉积组合出现在颗粒灰岩的上部,且均已暴露,而白云岩下部的该套组合已经消失(或被掩盖)。烃源岩的空间展布特征控制了油气的生成,BP剖面中(白云岩中)的沥青含量明显高于ZP2剖面及ZRbP剖面中沥青的含量,而ZRbP剖面的白云岩储集层中几乎见不到油气显示。

### 5.4 半局限海台地沉积环境控制了区域盖层的分布

扎仁区块布曲组地层以浅滩相颗粒灰岩为主的特征也决定了盖层的性质,在区块内,能够成为有效盖层的仅为半局限海台地沉积环境下形成的泥晶灰岩夹泥晶生屑灰岩、泥晶砂屑灰岩组合。该套组合形成于半局限海台地中的浅水弱动荡环境,岩石较为致密。半局限海台地的性质决定了盖层在区域上的展布,在BP剖面,盖层厚度超过373.88 m,为较好的盖层;在ZP2剖面,盖层厚度超过43.29 m,为差—中等盖层;在ZRbP剖面,盖层厚度小于6.20 m,为无效盖层。另外,开阔海台地环境形成的泥晶灰岩与泥晶砂屑灰岩(或泥晶砾屑灰岩)的组合也可能成为布曲组灰岩的盖层,如ZRbP剖面以及ZP2剖面开阔海台地环境之下沉积了一套颗粒灰岩,二者能够形成较好的储盖组合,但该套组合之下并没有

有效的烃源层,因此,该套储盖组合为无效组合。

## 6 结 语

扎仁地区布曲组地层大面积出露,对区域油气的保存是一个不利因素,区内以颗粒灰岩为主的储集层具有分布广、厚度大的特征,测区内缺乏该套储集层的有效烃源层,因此,寻找区域性盖层以及颗粒灰岩之下的有效烃源层是下一步勘探的目标。对测区的研究表明,颗粒灰岩之上存在一套厚度较大的开阔海台地环境形成的泥晶灰岩与泥晶砂屑灰岩(或泥晶砾屑灰岩)的组合,该组合在区域上具有一定的展布,是可能的区域性盖层。颗粒灰岩之下为一套半局限海台地环境形成的泥晶灰岩夹泥晶生屑灰岩、泥晶砂屑灰岩组合,虽然该套组合不能成为有效的烃源层,但由于测区研究范围较小,沉积相在区域上的较大变化,因此,区域上仍然存在一套对应的有效烃源岩组合,该套组合是颗粒灰岩之下可能的有效烃源层。

测区内局限海台地环境形成的白云岩分布较广,具有孔隙度好、渗透率高的特征,白云岩中见有多个油气显示点和油苗点,是油气曾经的聚集空间,因此,对白云岩的研究是测区内能否取得油气突破的关键。对测区内已发现的古油藏剖面的分析表明,白云岩储集层的有效性(或无效性)与沉积相在区域上的展布有关,开阔海台地环境形成的烃源层以及半局限海台地环境形成的盖层与白云岩一起构成了有利的生储盖组合,对区内类似环境组合的研究是该区油气地质研究的重点。

致谢:参加本次野外工作的还有贵州地质调查院的熊兴国、贺永忠、岳龙、朱勋、易成兴、吴滔等,在成文过程中与汪正江博士进行过有益探讨,在此一并感谢。

## 参考文献(References):

- [1] 王成善, 伊海生, 刘池洋, 等. 西藏羌塘盆地古油藏发现及其意义[J]. 石油与天然气地质, 2004, 25(2):139-143.  
Wang Chengshan, Yi Haisheng, Liu Chiyang, et al. Discovery of paleo-oil-ereservoir in Qiangtang basin in Tebit and its geological significance [J]. Oil & Gas Geology, 2004, 25 (2):139-143 (in Chinese with English abstract).
- [2] 蔚远江. 藏北羌塘查郎地区中生代岩相古地理初探[J]. 沉积学报, 2002, 20(2):230-237.  
Wei Yuanjiang. Preliminary research on the Mesozoic lithofacies-paleogeography in the Chalangla area, Qiangtang basin, northern Tibet [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2002, 20 (2):230-237 (in Chinese with English abstract).
- [3] 赵文津, 赵逊, 蒋忠惕, 等. 西藏羌塘盆地的深部结构特征与含油气远景评价[J]. 中国地质, 2006, 33(1):1-13.  
Zhao Wenjin, Zhao Xun, Jiang Zhongti, et al. Deep structure and petroleum prospect evaluation of the Qiangtang basin, Tibet [J]. Geology in China, 2006, 33 (1):1-13 (in Chinese with English abstract).
- [4] 汪正江, 王剑, 尹福光, 等. 南羌塘侏罗纪盆地的沉积-构造转换与烃源岩[J]. 中国地质, 2006, 33(6):1285-1291.  
Wang Zhengjiang, Wang Jian, Yin Fuguang, et al. Depositional-tectonic transitions and hydrocarbon source rocks in the Jurassic southern Qiangtang basin[J]. Geology in China, 2006, 33(6):1285-1291 (in Chinese with English abstract).
- [5] 伍新和, 王成善, 伊海生, 等. 西藏羌塘盆地烃源岩古油藏带及其油气勘探远景[J]. 石油学报, 2005, 26(1):13-17.  
Wu Xinhe, Wang Chengshan, Yi Haisheng, et al. Fossil-reservoir of hydrocarbon rock in Qiangtang basin of Tibet and exploration perspective of oil and gas [J]. Acta Petrolei Sinica, 2005, 26(1):13-17 (in Chinese with English abstract).
- [6] 陈文彬, 杨平, 张予杰, 等. 南羌塘盆地扎仁古油藏白云岩储层特征及成因研究[J]. 沉积与特提斯地质, 2006, 26(2):42-46.  
Chen Wenbin, Yang Ping, Zhang Yujie, et al. Dolostone reservoirs and their genesis in the Zaring oil pool in southern Qiangtang Basin [J]. Sedimentary Geology and Tethyan Geology, 2006, 26(2):42-46 (in Chinese with English abstract).

## Sedimentary environment of the Middle Jurassic Bi Qu Formation and its controls on petroleum geology in the Zaring area, southern Qiangtang basin

FU Xiu-gen, LIAO Zhong-li, LIU Jian-qing, CHEN Wen-bin, CHEN Wen-xi

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

**Abstract:** Located on the southern margin of the southern Qiangtang basin, the area is a "gap area" for hydrocarbon investigation. Detailed reconnaissance of 1:50,000 petroleum geological structure was carried out in the Zaring block of the Qiangtang basin, and according to the reconnaissance results the authors analyze two fossil oil accumulations in the Bi Qu Formation of the study area. Based on the types, textures, authigenic mineral assemblages and fossils of carbonate rocks in the sections as well as the characteristics of carbonate rock associations in the area, the Bi Qu Formation in the area is classified into four major sedimentary environments, namely, semi-restricted platform, restricted platform, open platform and shoal. Grain limestone showing the shoal environment is characterized by widespread occurrence, a great thickness, high porosity and high permeability, and its occurrence controls the size of reservoirs in the area. Dolostone showing the restricted platform environment forms another reservoir in the area. It is an effective reservoir, but its capability is related to the occurrence of the overlying strata. Micritic limestone with micritic calcarenite and calcirudite interbeds that formed in an open platform environment is a better source rock in the area, and its spatial distribution is strictly controlled by sedimentary facies. Micritic limestone with bioclastic limestone and micritic calcarenite interbeds formed in a semi-restricted platform environment is a favorable cover in the area, and the occurrence of the cover is also controlled by the nature of the semi-restricted platform environment.

**Key words:** Zaring area; fossil oil accumulation; sedimentary environment; hydrocarbon geological conditions

**About the first author:** FU Xiu-gen, male, born in 1976, Ph. D candidate, mainly engages in the study of geochemistry and hydrocarbon geology; E-mail: fuxiugen@126.com.