

文章编号: 1000-0550(2004)02-0216-09

柴达木盆地西部地区第三系湖相藻(蓝细菌) 灰岩储层成因类型

赵贤正¹ 陈子² 陈洪德² 寿建峰³ 施泽进²

1(石油大学 北京 昌平 102249)

摘要 柴达木盆地灰岩和浅湖亚的沉积特征储层中最重要的子沟、花土沟的藻(蓝细菌)(东北)地区储层的储集空

岩储层的储集空间以次生溶孔和溶缝为主,同时也发育原生枝管状钙藻(绿藻门的松藻科)的藻管孔,溶孔和溶缝的形成与晚期沿断裂带大气淡水的溶解作用及有机酸的溶解作用有关。

关键词 柴达木盆地 第三系 湖相藻灰岩

第一作者简介 赵贤正 男 1962 年出生 博士研究生 石油地质

中图分类号 TE122.2 P588.24⁺⁵ **文献标识码** A

藻(蓝细菌)坪岩具有完全不同第三系碳酸盐岩东、七个泉、狮子沟、花土沟、尖顶山、南翼山和大风山等地区(图 1),层位上从下干柴沟组上段(E₃²)至上油砂山组(N₂²)均有分布(表 1)。已知地区的藻(蓝细菌)灰岩储集性质较优,并获工业油气流,是柴达木盆地西部地区新的勘探目的层,有望进一步扩大其勘探范围,成为该地区的一个重要勘探领域。因此,本文就柴达木盆地西部地区第三系湖相藻(蓝细菌)灰岩储层的成因类型、分布特征和控制因素作些探讨。

与海相碳酸盐岩相比,湖相碳酸盐岩在地质历史中分布较少,所以人们对其重视和研究的程度远不如海相碳酸盐岩。但是,根据国内外油气勘探实例,湖相碳酸盐岩在一定条件下既是重要的生油岩,又可成为重要的储油气岩。在巴西、美国西部、南美洲、非洲、印度尼西亚、原苏联及中国的一些盆地中,都具有重要的油气聚集,证实了湖相碳酸盐岩可作为重要的储油气岩^[1~9]。例如,四川盆地的中侏罗统大安寨组的介屑灰岩^[10],华北盆地济阳坳陷下第三系沙河街组一段和四段的碳酸盐岩和礁灰岩^[11~13],黄骅坳陷下第三系沙河街组三段的碳酸盐岩^[14~15],冀中坳陷下第三系沙河街组三段的碳酸盐岩以及苏北盆地下第三系阜宁组二段的生物灰岩等^[16],都是良好的储油层,甚至是高产油层。湖相碳酸盐岩的经济价值已经引起人们的高度重视。

柴达木盆地西部地区第三系是青海油田近期的重点勘探目标区,具有很大的油气勘探潜力。近几年发现的藻(蓝细菌)灰岩^[17,18]是其中一个值得重视的勘探目标,柴达木盆地第三系藻(蓝细菌)灰岩储层分布较广,是柴达木盆地第三系碳酸盐岩储层中最重要的

油气储层。目前柴达木盆地第三系藻(蓝细菌)灰岩储层主要见于西部地区的跃西、跃东、七个泉、狮子沟、花土沟、尖顶山、南翼山和大风山等地区(图 1),层位上从下干柴沟组上段(E₃²)至上油砂山组(N₂²)均有分布(表 1)。已知地区的藻(蓝细菌)灰岩储集性质较优,并获工业油气流,是柴达木盆地西部地区新的勘探目的层,有望进一步扩大其勘探范围,成为该地区的一个重要勘探领域。因此,本文就柴达木盆地西部地区第三系湖相藻(蓝细菌)灰岩储层的成因类型、分布特征和控制因素作些探讨。

1 藻(蓝细菌)灰岩储层成因类型

柴达木盆地西部地区第三系湖相藻(蓝细菌)灰岩储层的成因类型主要包括两类:滨湖亚相的藻(蓝细菌)坪灰岩和浅湖亚相的藻(蓝细菌)丘灰岩。沉积环境和陆源碎屑物质供给的多少决定了藻(蓝细菌)灰岩的发育程度和规模以及藻(蓝细菌)灰岩的岩石类型和储层特征。滨湖亚相的藻(蓝细菌)坪灰岩和浅湖亚相的藻(蓝细菌)丘灰岩具有完全不同的沉积特征、岩石类型和储层特征。

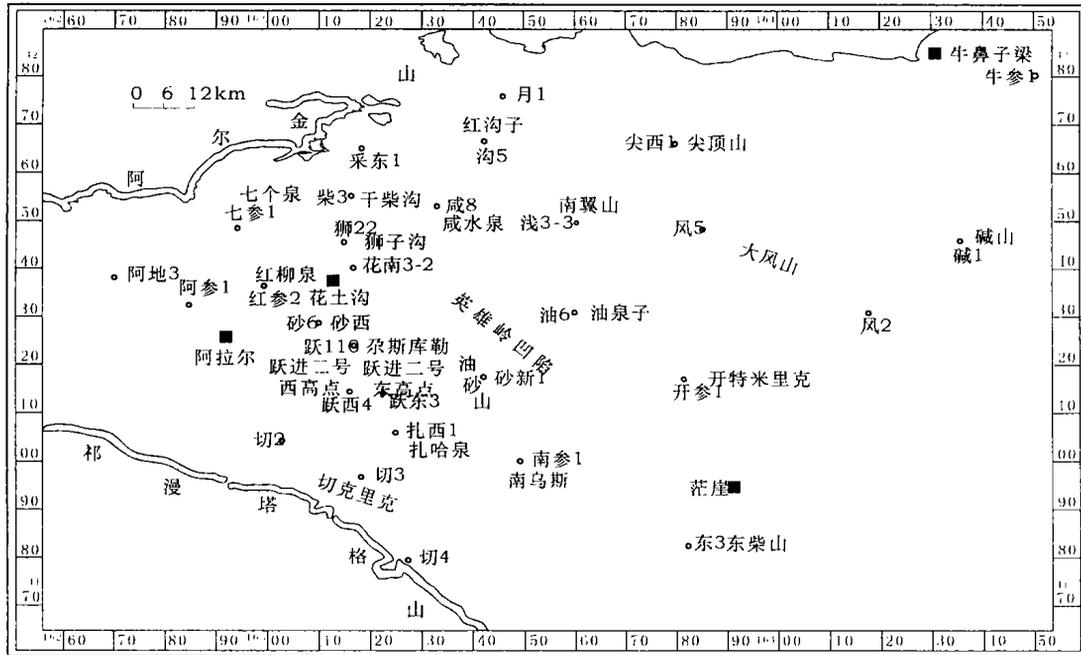


图 1 研究区位置图

Fig. 1 Location map of study area

表 1 柴达木盆地西部第三系藻(蓝细菌)灰岩分布简表

Table 1 Distribution of Tertiary algal (cyanobacteria) limestones in the western Qaidam basin

地质年代 /Ma	界	系	统	组	地层代号	主要沉积相	藻(蓝细菌)灰岩发育段	
~2.8	新 生 界	第四系	全新统	七个泉组	Q ₁₊₂			
			更新统					
2.8~5.1		第三系	上新统	狮子沟组	N ₂ ³	冲积扇—河流		
5.1~12.0				上油砂山组	N ₂ ²	三角洲—滨、浅湖		
12.0~24.6				下油砂山组	N ₂ ¹	滨、浅湖		
24.6~40.5				中干柴沟组	N ₁	滨、浅湖		
40.5~52.0			渐新统	下干柴沟组	E ₃ ²	浅湖—半深湖		
					E ₃ ¹	三角洲—滨湖		
52.0~65.0			始新统	路乐河组		E ₁₊₂		冲积扇—河流
			古新统					

1.1 滨湖亚相的藻(蓝细菌)坪灰岩

沉积特征 藻(蓝细菌)坪灰岩发育于滨湖亚相的低能环境,陆源碎屑物质供给的多少决定了其发育的程度和规模,在陆源碎屑物质供给较少的时期发育藻(蓝细菌)坪灰岩,在陆源碎屑物质供给较多的时期发育砂坪和泥坪沉积,因此,在纵向上表现为藻(蓝细菌)坪灰岩和砂坪、泥坪沉积互层。如花土沟 S3-2 井上干柴沟组的藻(蓝细菌)坪灰岩,其上下均为褐色或蓝灰色的砂岩和泥岩沉积(图 2)。在平面上藻(蓝细菌)坪灰岩一般为层状,单层厚度 0.5 至 3 m,分布较稳定,连

续性好。

岩石类型 藻(蓝细菌)坪灰岩主要岩石类型包括:藻(蓝细菌)凝块灰岩、藻(蓝细菌)纹层灰岩和藻(蓝细菌)泥晶灰岩(图版 -4,7,8;均为铸体)。藻(蓝细菌)粘结吸附灰泥或生屑颗粒形成凝块灰岩,藻(蓝细菌)呈水平纹层状或波状生长形成藻(蓝细菌)纹层灰岩,藻类(蓝细菌)以隐藻类和蓝细菌为主,主要形成于低能滨湖环境,藻(蓝细菌)凝块灰岩和藻(蓝细菌)纹层灰岩普遍见较强的溶蚀现象,这与其所处的沉积环境及经常的暴露淋滤有关。藻(蓝细菌)

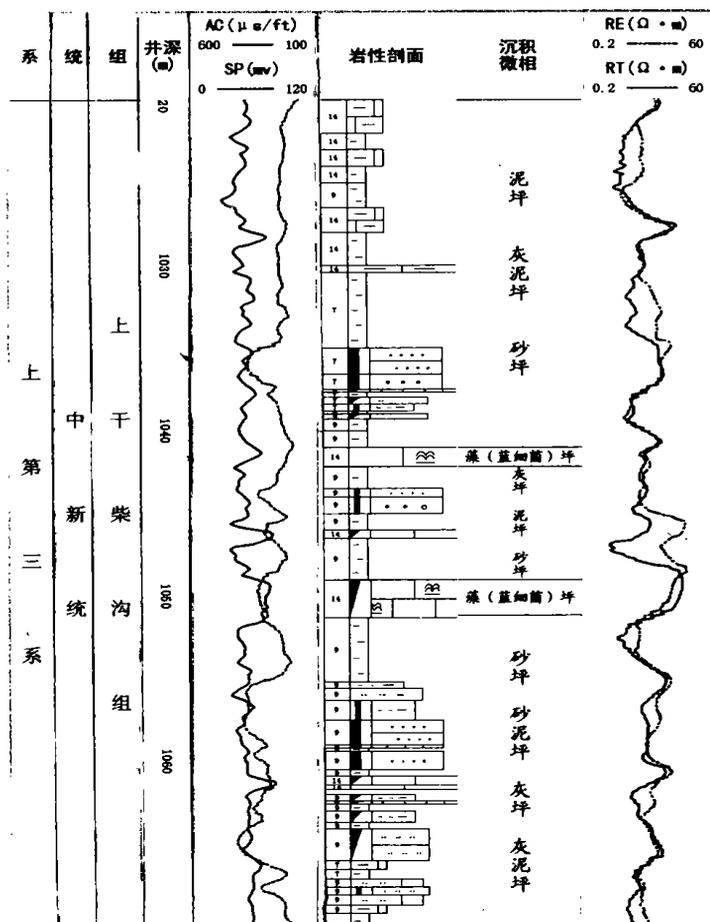


图2 花土沟 S3-2 井上干柴沟组沉积柱状图

Fig.2 Sedimentary column Shangganchaigou Formation(N₁) of South 3-2 well in Huatugou region

泥晶灰岩是较常见的岩石类型,在各地区均较发育,其特征是藻(蓝细菌)纹层及藻(蓝细菌)叠层构造不明显,但具藻(蓝细菌)结构(菌丝体),主要形成于低能滨湖环境,藻(蓝细菌)泥晶灰岩的溶蚀不发育,仅局部见到。

储层特征 藻(蓝细菌)坪灰岩储层的储集空间以次生溶孔和溶缝为主(图版 -4,7)。溶孔和溶缝的形成与大气淡水的淋滤作用有关。花土沟上干柴沟组藻(蓝细菌)坪灰岩储层的平均孔隙度为 8%~15%,平均渗透率为几个毫达西。

1.2 浅湖亚相的藻(蓝细菌)丘灰岩

沉积特征 藻(蓝细菌)丘灰岩发育于浅湖亚相的高能环境,位于浪基面之上,一般很少受到陆源碎屑物质的影响,因此,在纵向上表现为藻(蓝细菌)丘灰岩和灰岩、泥灰岩及泥岩互层。如南翼山浅 3-3 井上油砂山组(图 3)和跃西 4 井下干柴沟组下段的藻(蓝细菌)丘灰岩,其上下均为灰色的灰岩、泥灰岩或泥岩。在平

面上藻(蓝细菌)丘灰岩一般为透镜状,单个丘体的最大厚度可达 5 m,底面积的直径一般为几米至几十米,连续性差。

岩石类型 藻(蓝细菌)丘灰岩主要岩石类型包括:藻(蓝细菌)叠层灰岩和藻(蓝细菌)团块灰岩(图版 -1,2,3,5,6;均为铸体)。藻(蓝细菌)呈叠锥状或柱状生长形成藻(蓝细菌)叠层灰岩,主要形成于高能浅湖环境,是藻(蓝细菌)产生的沉积构造,富含有机质的层通常是粘状的蓝细菌丝状体经过微生物活动而产生的,湖相叠层石的规模一般很小,最大仅 15~25 cm,藻(蓝细菌)叠层灰岩普遍见较强的溶蚀现象。藻(蓝细菌)粘结灰泥形成藻(蓝细菌)团块灰岩,藻类以枝管状钙藻(属绿藻门的松藻科^[19-21])为主,主要形成于高能浅湖环境,藻(蓝细菌)团块紧密相接,团块之间发生溶蚀形成粒间次生溶孔,溶孔发育,但藻(蓝细菌)团块自身几乎不溶解。

储层特征 藻(蓝细菌)丘灰岩储层的储集空间

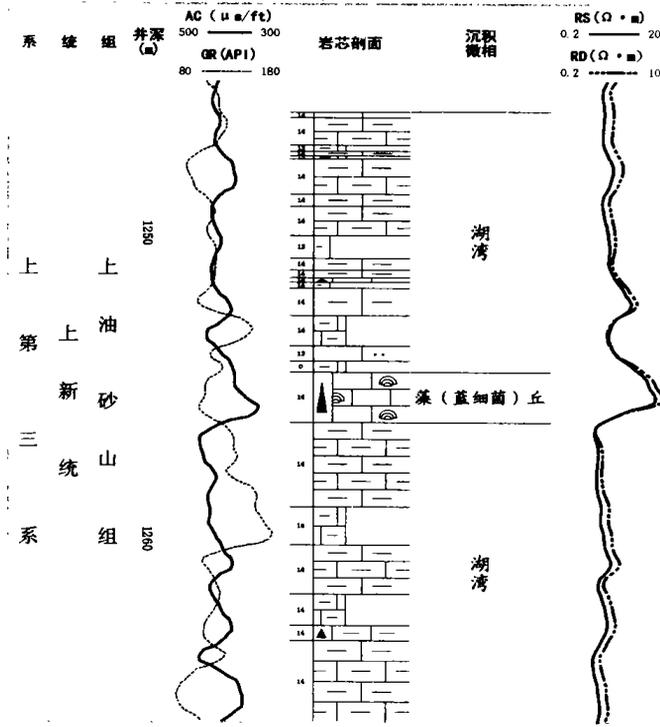


图 3 南翼山浅 3-3 井上油砂山组沉积柱状图

Fig. 3 Sedimentary column of Shangyoushashan Formation(N_2) of Shallow 3-3 well in Nanyishan region

以次生溶孔和溶缝为主(图版 -1, 2, 3, 5),同时也发育原生枝管状钙藻的藻管孔,管径 0.03 ~ 0.05 mm(图版 -6)。溶孔和溶缝的形成与晚期沿断裂带大气淡水的溶解作用及有机酸的溶解作用有关。跃西下干柴沟组上段藻(蓝细菌)丘灰岩储层的平均孔隙度可达 20% ~ 30%,平均渗透率近百个毫达西;南翼山上油砂山组藻(蓝细菌)丘灰岩储层的平均孔隙度可达 13% ~ 18%,平均渗透率几个毫达西。

2 藻(蓝细菌)灰岩储层的分布特征

柴达木盆地第三系藻(蓝细菌)灰岩储层主要见于西部地区的跃西、跃东、七个泉、狮子沟、花土沟、尖顶山、南翼山和大风山等地区(图 1),层位上从 $E_3^2-N_2^2$ 均有分布;下干柴沟组上段(E_3^3)的藻(蓝细菌)灰岩如跃西、跃东和七个泉地区(图 4),上干柴沟组(N_1)的藻(蓝细菌)灰岩如狮子沟和花土沟地区(图 5),下油砂山组和上油砂山组(N_2^1 和 N_2^2)的藻(蓝细菌)灰岩如尖顶山、南翼山和大风山地区(图 6 和图 7)。其中, E_3^2 和 N_1 的藻(蓝细菌)灰岩主要分布于英雄岭凹陷以西(西南)地区, N_2^1 和 N_2^2 的藻(蓝细菌)灰岩主要分布于英雄岭凹陷以东(东北)地区,这与柴达木盆地的湖水进退、沉积中心的迁移及盆地演化有着密切的关系。

柴达木盆地西部地区第三纪湖盆的演化经历了发生—发展、稳定沉降、收缩—衰亡三个阶段,形成了一套干燥气候条件下的高钙多盐内陆湖盆沉积。藻(蓝细菌)灰岩的发育和分布与其有着密切关系。 $E_{1+2}-E_3^1$ 为湖盆的初给阶段,随着周边老山隆升,盆地开始整体下沉,接受了一套河流相碎屑岩和红色泥质岩沉积。 E_3^1 时期湖盆发展趋向统一,这一时期盆地规模较小,藻(蓝细菌)灰岩不发育。 $E_3^2-N_1$ 为湖盆的稳定沉降阶段,渐新世晚期—中新世湖盆整体下沉,湖盆水域扩大,在盆地中心沉积了一套千余米厚的深灰、灰色的生油泥页岩,在盆地周边的滨浅湖环境是灰岩和藻(蓝细菌)灰岩发育的主要时期;渐新世晚期的藻(蓝细菌)灰岩主要发育于跃西、跃东和七个泉地区;中新世晚期随着阿尔金山和祁漫塔格山的抬升,湖盆由西向东、由南向北迁移;中新世晚期的藻(蓝细菌)灰岩也随之往北迁移,主要发育于狮子沟—花土沟一带(图 8)。 $N_2^1-N_2^2$ 为湖盆的收缩、衰亡阶段,湖盆继续由西向东、由南向北迁移,使干柴沟、狮子沟和油砂山一带出现水上沉积;在其以北和以东地区为湖相沉积;这一时期的藻(蓝细菌)灰岩也随之迁移至尖顶山、南翼山和大风山一带(图 8);上新世晚期气候逐渐干旱,湖水浓缩,盐岩和石膏普遍发育,直至湖盆衰亡。

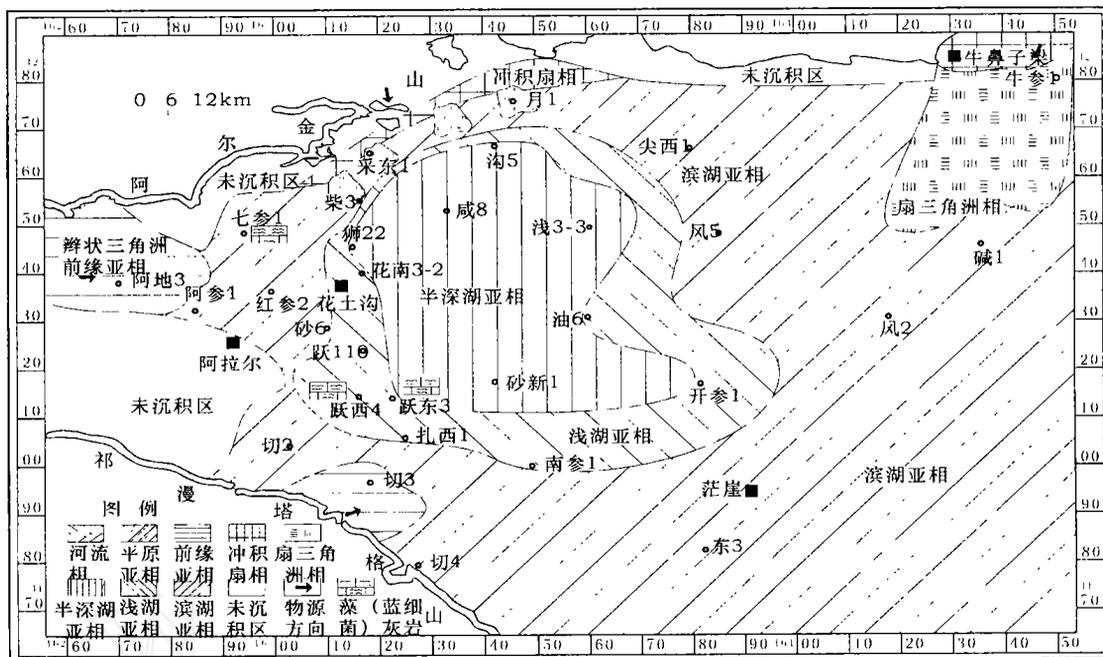


图4 柴达木盆地西部下干柴沟组上段(E₃)沉积相及藻(蓝细菌)灰岩分布图

Fig. 4 Distribution of sedimentary facies and algal (cyanobacteria) limestones in the upper member of Xiaganchaigou Formation(E₃), western Qaidam basin

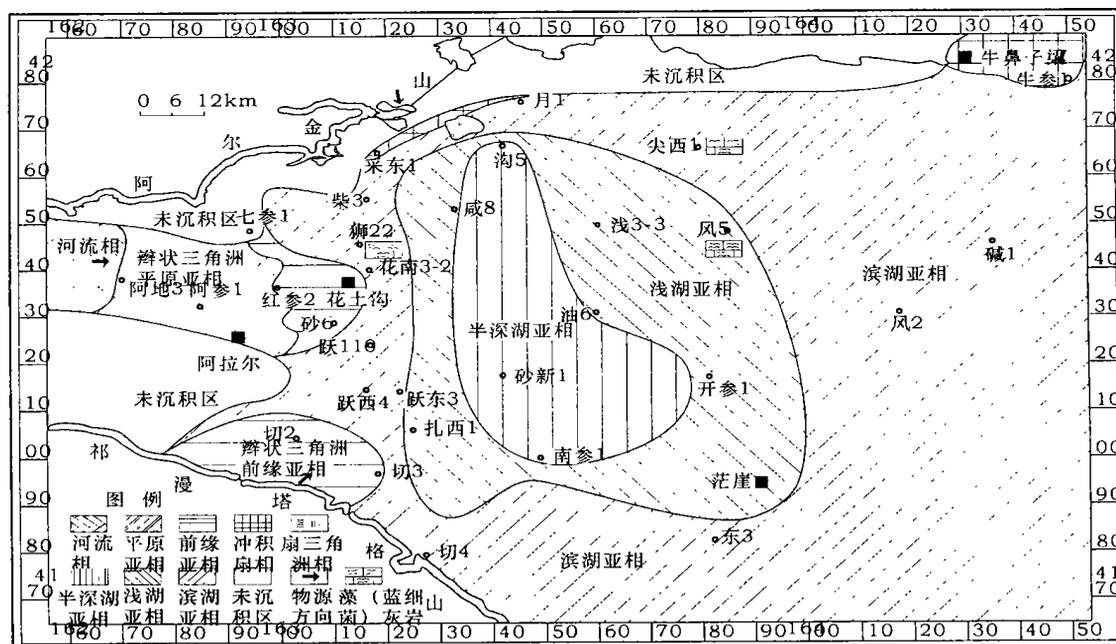


图5 柴达木盆地西部上干柴沟组(N₁)沉积相及藻(蓝细菌)灰岩分布图

Fig. 5 Distribution of sedimentary facies and algal (cyanobacteria) limestones in Shangganhaigou Formation(N₁), western Qaidam basin

3 藻(蓝细菌)灰岩储层的控制因素

3.1 滨湖亚相藻(蓝细菌)坪灰岩储层控制因素

滨湖亚相藻(蓝细菌)坪灰岩储层的储集空间以次生溶孔和溶缝为主。溶孔和溶缝的形成与早期大气淡

水的淋滤作用有关,这些溶孔和溶缝大多垂直纹层面发育(图版 -7)。滨湖亚相藻(蓝细菌)坪灰岩储层的性质主要受沉积环境的稳定性、早期大气淡水的淋溶程度和晚期胶结-充填强度的控制。沉积环境的频繁变化限制了滨湖亚相藻(蓝细菌)坪灰岩的发育,使其

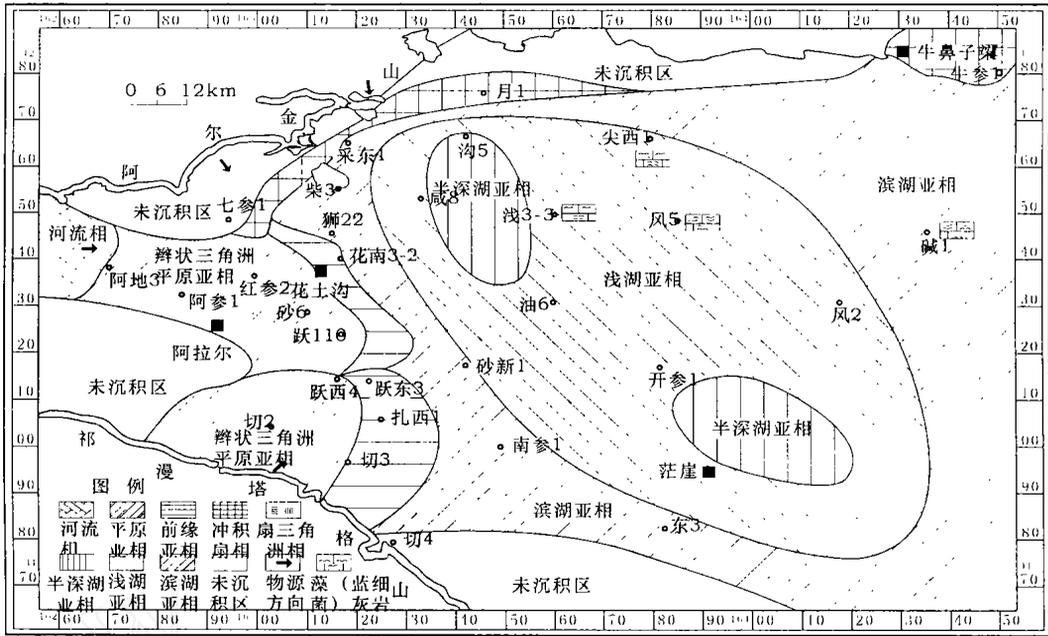


图 6 柴达木盆地西部下油砂山组(N₂)沉积相及藻(蓝细菌)灰岩分布图

Fig. 6 Distribution of sedimentary facies and algal (cyanobacteria) limestones in Xiyoushashan Formation (N₂), western Qaidam basin

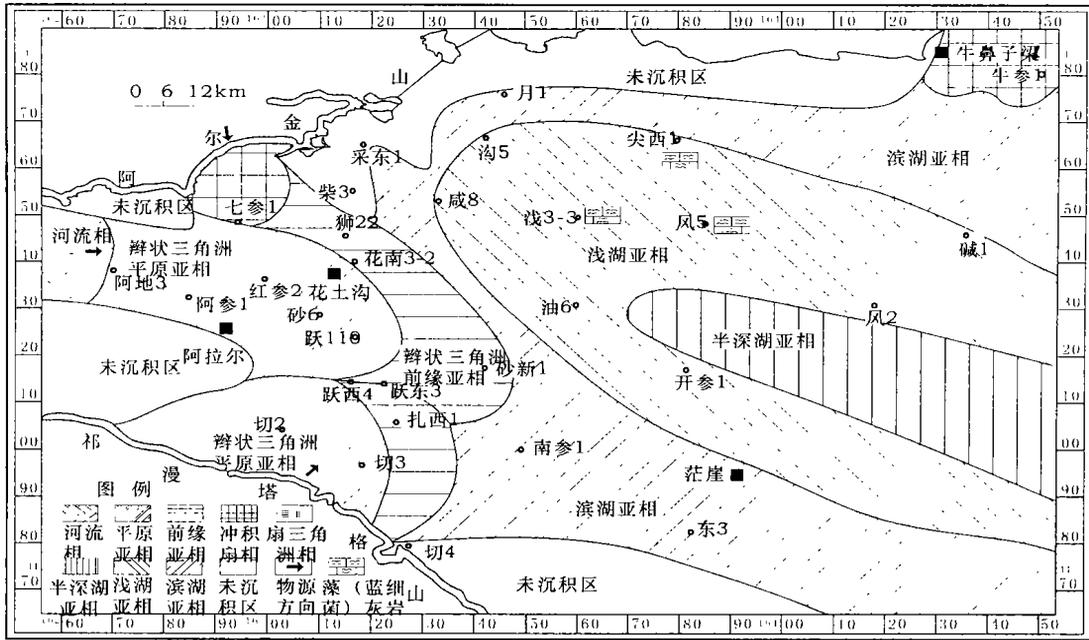
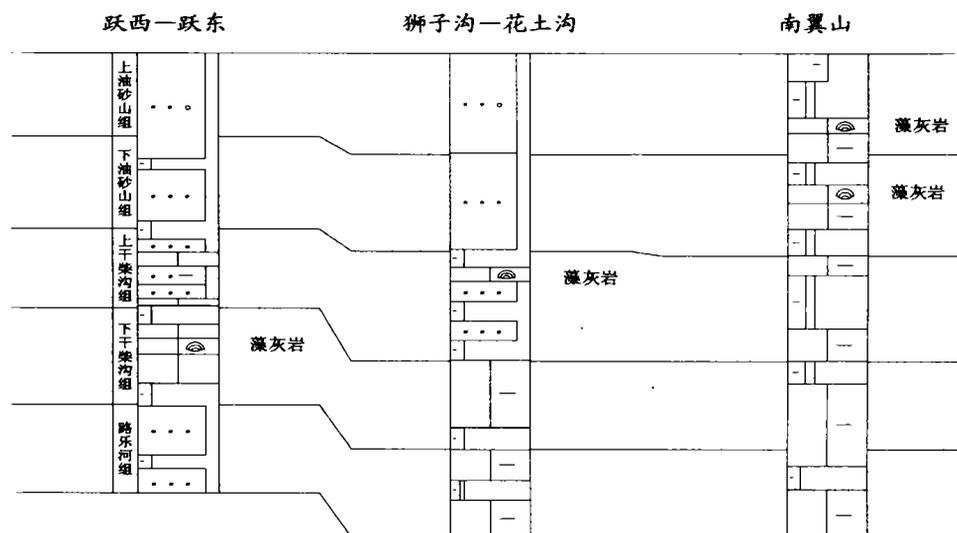


图 7 柴达木盆地西部上油砂山组(N₂)沉积相及藻(蓝细菌)灰岩分布图

Fig. 7 Distribution of sedimentary facies and algal (cyanobacteria) limestones in Shangyoushashan Formation (N₂), western Qaidam basin

难以形成象跃西和跃东等地区的厚度较大的浅湖亚相藻(蓝细菌)丘灰岩;沉积环境的频繁变化虽然有利于滨湖亚相藻(蓝细菌)坪灰岩溶孔和溶缝的形成,但同时也使早期大气淡水的淋溶程度较弱。由于近物源、多物源的影响,滨湖亚相藻(蓝细菌)坪灰岩的沉积作

用经常受到陆源碎屑的抑制,使藻(蓝细菌)坪灰岩在纵向上常呈断续沉积,表现为藻(蓝细菌)坪灰岩以薄夹层分布于碎屑岩之中,单层沉积厚度多在0.5 m至3 m。沉积环境的频繁变化不仅影响了藻(蓝细菌)坪灰岩的沉积作用,而且也影响了藻(蓝细菌)坪灰岩的储



层性质,限制了藻(蓝细菌)坪灰岩早期大气淡水的淋溶强度。镜下观察表明,滨湖亚相藻(蓝细菌)坪灰岩的晚期胶结-充填较强,如晶粒状方解石、方沸石和铁方解石等胶结物。因此,沉积环境的稳定性、早期大气淡水的淋溶程度和晚期胶结-充填强度决定了滨湖亚相藻(蓝细菌)坪灰岩的储层性质。

3.2 浅湖亚相藻(蓝细菌)丘灰岩储层控制因素

浅湖亚相藻(蓝细菌)丘灰岩储层的储集空间以次生溶孔和溶缝为主,同时也发育原生枝管状钙藻的藻管孔。溶孔和溶缝的形成与晚期沿断裂带大气淡水的溶解作用及有机酸的溶解作用有关。浅湖亚相藻(蓝细菌)丘灰岩溶孔和溶缝性储层的主要控制因素包括:

沉积微相; 断裂作用; 晚期沿断裂带大气淡水的溶解作用; 有机酸的溶解作用。 E_3 时期的跃西和跃东、 N_2-N_1 时期的南翼山和大风山为浅湖亚相沉积,陆源碎屑注入量少(只有毫米级的灰质粉砂岩薄夹层),为藻(蓝细菌)叠层灰岩和藻(蓝细菌)团块灰岩的发育提供了有利的沉积条件,沉积微相是藻(蓝细菌)丘灰岩各类主要储层岩性发育的基础。浅湖亚相藻(蓝细菌)丘灰岩储层储集空间以各类溶孔和溶缝为主,由于准同生期未见暴露的痕迹及早期大气淡水淋溶作用,因此,这些溶孔和溶缝的形成大多为埋藏期的溶解作用所致。跃西、跃东、南翼山和大风山等地区断裂作用较发育,为大气淡水的注入提供了通道,形成了相对开放的系统,因此,藻(蓝细菌)叠层灰岩和藻(蓝细菌)团块灰岩溶孔和溶缝的形成主要是通过晚期沿断裂带大气淡水的溶解作用而形成。另外,晚期生烃过程排出的有机酸的溶解作用也对各类溶孔和溶缝的

形成起到了一定的作用。

参考文献(References)

- 1 Cohen A S, Thouin C. Nearshore carbonate deposits in lake Tanganyika Geology, 1987, 15: 414 ~ 418
- 2 Eugster H P, Hardie L A. Saline lake (Chapter 8). In: Lerman A ed. Lakes, chemistry, geology, physics, Berlin: Springer, 1978, 237 ~ 293
- 3 Freyret P, Plaziat J C. Continental carbonate sedimentation and pedogenesis- Lake Cretaceous and early Tertiary of southern France. Contribution Sedimentology, 1982, 12: 213
- 4 Ryder R T, Fouch T D, Elson J H. Early Tertiary sedimentation in the western Uinta Basin, Utah. Bulletin of Geology Society of America, 1976, 87: 496 ~ 512
- 5 Swirydzuk R. The Pliocene Genns Ferry Oolite. Sedimentology of oolitic lacustrine terrace deposits. Journal of Sedimentary Petrology, 1980, 50: 1237 ~ 1247
- 6 White A H, Youns B C. Cambrian alkali playa-lacustrine sequence in the northeastern officer basin, south Australia. Journal of Sedimentary Petrology, 1980, 50: 1279 ~ 1286
- 7 Wilkinson B H, Pope B N, Owen R M. Nearshore ooid formation in a modern temperate region marl lake. Journal of Geology, 1980, 88: 697 ~ 704
- 8 Wright R F, Matter A, Schweingruber M, Siegenthaler U. Sedimentation in lake Biel, and entrophic, hard water lake in northwestern Switzerland. Schweiz. Z. Hydrol., 1980, 42: 101 ~ 126
- 9 Wright V P, Wilson R C L. Lacustrine carbonates and source rocks from the Upper Jurassic of Portugal. Abstr. 6th Eur. Reg. Mtg. Int. Ass. Sedimentology, 1985, 487 ~ 490
- 10 强子同, 杨植江, 王健民. 大安寨石灰岩的成岩作用与成岩圈闭. 地球化学, 1981, 3: 232 ~ 241 [Jiang Zitong, Yang Zhijiang, Wang Jianmin. Diagenesis and diagenetic trap of Daanzhai limestone. Geochemistry, 1981, 3: 232 ~ 241]
- 11 周自立, 杜焜华. 湖相碳酸盐岩与油气分布关系, 以山东胜利油田下第三系为例. 石油实验地质, 1986, 8(2): 123 ~ 132 [Zhou Zili,

- Du Yunhua. Relationship between sedimentary facies of lacustrine carbonate rocks and oil and gas distribution. *Experimental Petroleum Geology*, 1986, 8 (2) : 123 ~ 132]
- 12 钱凯, 王素民, 刘淑范, 等. 华北东部下第三系礁灰岩的发现及其石油地质意义. *科学通报*, 1980, 25 (24) : 1140 ~ 1142 [Qiankai, Wang Sumin, Liu Shufan, *et al.* Discovery and its petroleum geological significance of reef limestones of the Paleogene in eastern Huabei. *Chinese Science Bulletin*, 1980, 25 (24) : 1140 ~ 1142]
- 13 钱凯, 王淑芬. 济阳坳陷下第三系礁灰岩及礁灰岩油气藏. *石油勘探与开发*, 19 and its oil & gas f Exploration and D
- 14 王德发. 黄骅坳陷 Tertiary in th House, 1987, 28 ~
- 15 张服民. 黄骅盆地质, 1981, 2(2) mental characteris Geology, 1981, 2() ~]
- 16 王英华, 周书欣, 张秀莲. 中国湖相碳酸盐岩. 江苏徐州: 中国矿业大学出版社, 1993, 1 ~ 19 [Wang Yinghua, Zhou Shuxin, Zhang Xiulian. *Lake carbonate rocks in China*. Beijing: China University of Mining and Technology Press, 1993, 1 ~ 131]
- 17 陈子耀, 寿建峰, 王少依, 等. 柴达木盆地花土沟油区上干柴沟组-下油砂山组碳酸盐岩储层特征. *成都理工学院学报*, 2001, 28 (1) : 53 ~ 58 [Cheng Ziliao, Shou Jianfeng, Wang Shaoyi. Carbonates reservoir features of Xiaganchaigou to Youshashan formation in Huatugou area, Qaidam Basin. *Journal of Chengdu University of Technology*, 2001, 28 (1) : 53 ~ 58]
- 18 孙岩, 沈安江, 朱国华. 柴达木盆地跃进地区藻丘灰岩储层特征. *沉积学报*, 2002, 20(1) : 61 ~ 69 [Sun Yan, Shen Anjiang, Zhu Guo-Yuejin area, Qaidam Basin. 9] 类化石. *古生物学报*, s of Shahejie formation of ntologica Sinica, 1979, 18
- 酸盐岩. 见: *中国沉积* 179 [Qiankai Du Yunhua f China. In: *Sedimentology* 153 ~ 179]
- 曹淑韵 洞庭坳陷下第三系沅江组碳酸盐沉积环境探讨. *石油实验地质*, 1984, 6(1) : 24 ~ 31 [Cao Shuyun. Discussion on the depositional environment of the carbonate of Yuanjiang formation Paleogene in the Dongting Depression. *Experimental Petroleum Geology*, 1984, 6(1) : 24 ~ 31]

Genetic Types of Tertiary Lacustrine Algal (Cyanobacteria) Limestones Reservoirs in Western Qaidam Basin

ZHAO Xian-zheng¹ CHEN Zi-liao² CHEN Hong-de² SHOU Jian-feng³ SHI Ze-jin²

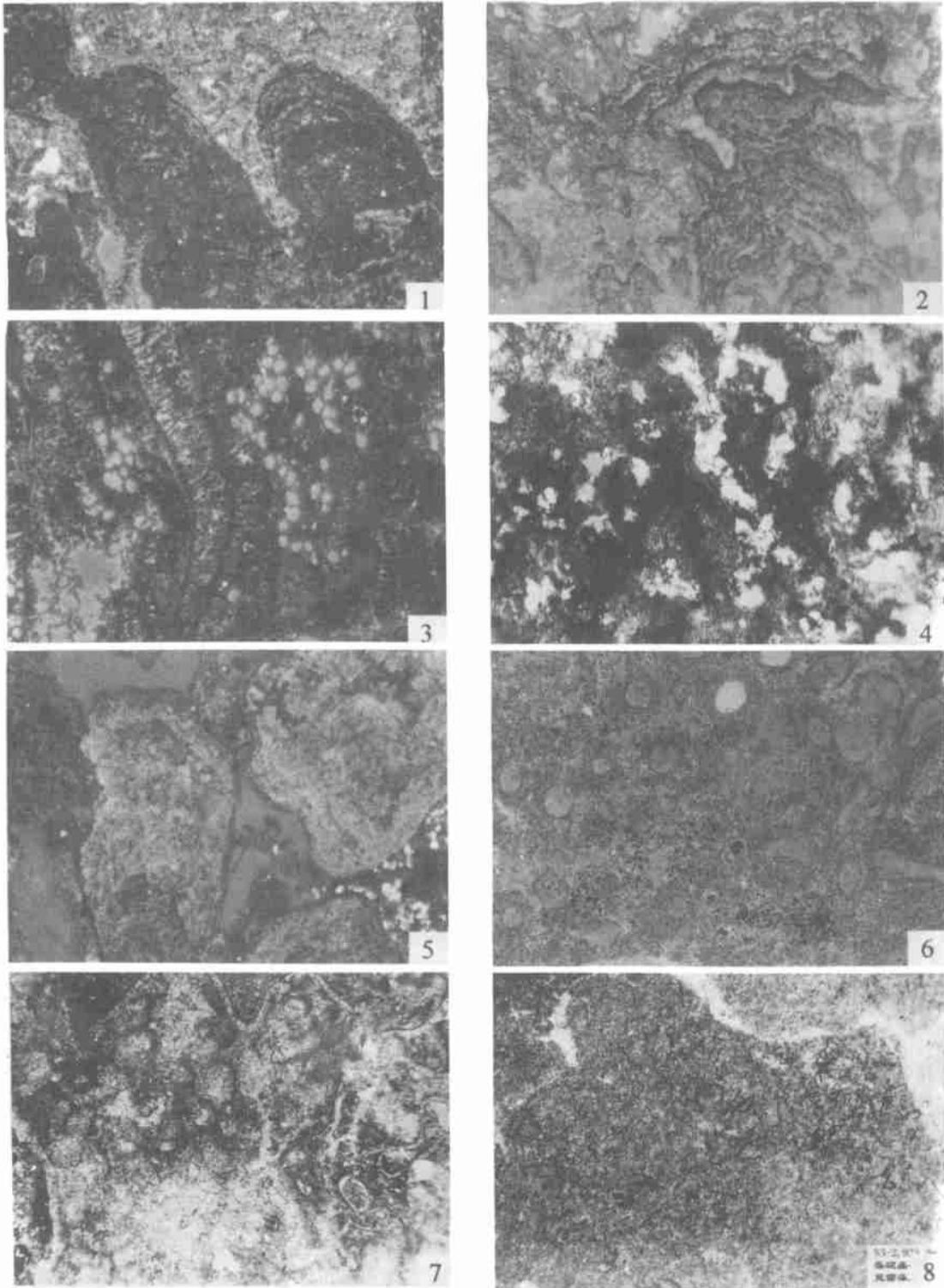
1 (Petroleum University, Changping, Beijing 102249)

2 (Chengdu University of Technology, Chengdu 610059)

3 (Hangzhou Institute of Petroleum Geology, Hangzhou 310023)

Abstract Genetic types of tertiary lacustrine algal (cyanobacteria) limestones reservoirs in the western Qaidam basin mainly include :algal (cyanobacteria) flat limestones in littoral lake and algal (cyanobacteria) mound limestones in shallow lake. There are of completely different sedimentation characteristics, lithological types and reservoir features. Tertiary algal (cyanobacteria) limestones reservoirs in the western Qaidam basin are characterized by widespread distribution and being the most important in the carbonate reservoirs. Tertiary algal (cyanobacteria) limestone reservoirs in the western Qaidam basin have been found in Yuexi, Yuedong, Qigequan, Shizigou, Huatugou, Jiandingshan, Nanyishan and Dafengshan regions etc., and distributed from E_3^2 to N_2^2 . Algal (cyanobacteria) limestones reservoirs in E_3^2 and N_1 distributed mainly in the west (southwest) region of Yingxiongling depression, those in N_1^1 and N_2^2 distributed mainly in east (northeast) region of Yingxiongling depression. Distribution of algal (cyanobacteria) limestones in the western Qaidam basin is mainly controlled by lake level changes, migration of sedimentation center and basin evolution. Reservoir spaces of algal (cyanobacteria) flat limestones in littoral lake are predominant with secondary dissolution pores and dissolution fissures. They are possibly controlled by atmospheric water leaching. Reservoir spaces of algal (cyanobacteria) mound limestones in shallow lake are predominant with secondary dissolution pores and dissolution fissures, and also developed primary algal tube pores. They are possibly controlled by dissolution along rupture zones and organic acid dissolution.

Key words western Qaidam basin, Tertiary, lacustrine, algal (cyanobacteria) limestones, genetic types



图板 I 说明 1. 跃西 4 井, 1387.4m, E_3^2 , 藻(蓝细菌)叠层灰岩, 溶孔 $\times 5$; 2. 浅 11 - 11 井, 1462.22m, N_2^1 , 藻(蓝细菌)叠层灰岩, 溶孔 $\times 10$; 3. 跃西 4 井, 1387.4m, E_3^2 , 藻(蓝细菌)叠层灰岩, 藻管孔 $\times 5$; 4. 南 3 - 2 井, 1061.3m, N_1 , 藻(蓝细菌)凝块云灰岩, 溶孔发育 $\times 25$; 5. 跃西 16 井, 1712.74m, E_3^2 , 藻(蓝细菌)团块灰岩, 溶孔 $\times 20$; 6. 浅 3 - 3 井, 1290.30m, N_2^2 , 藻(蓝细菌)团块灰岩, 溶孔, 藻管孔 $\times 25$; 7. XN3 - 21 - 3 井, 920.7m, N^1 , 藻(蓝细菌)纹层云灰岩, 溶孔发育 $\times 10$; 8. 南 3 - 2 井, 925.6m, N^1 , 藻(蓝细菌)泥晶灰岩 $\times 25$ 。