

文章编号:1001-6112(2012)06-0564-07

塔里木盆地沙雅隆起草湖凹陷三叠系划分对比

蔡习尧¹, 魏玲², 田纹全², 杨玉芳², 赵丽娜², 成俊峰²

(1. 中国石油化工股份有限公司 石油勘探开发研究院, 北京 100083;

2. 中国石油化工股份有限公司 西北油田分公司 勘探开发研究院, 乌鲁木齐 830011)

摘要:塔里木盆地草湖凹陷三叠系发育较齐全, 沉积厚度大, 但地层划分对比精度低, 已成为制约该区油气勘探的重要因素之一。根据多口钻井样品获得的丰富孢粉化石资料建立了4个孢粉组合, 即 *Lundbladispora-Limatulasporites-Taeniaesporites*, *Punctatisporites-Aratisporites-Calamospora*, *Apiculatisporis-Rugulatisporites-Colpectopollis*, *Dictyophyllidites-Aratisporites-Alisporites* 组合。将草湖凹陷三叠系划分为3统3组5个段, 自下而上为下统柯吐尔组(进行了重新厘定, 上、下段)、中统阿克库勒组(上、下段)与上统哈拉哈塘组。各段的岩电特征十分明显, 柯吐尔组下段上部的“纯泥岩段”及哈拉哈塘组上部的“大泥巴”为区域对比标志层, 中、下三叠统之间存在地层缺失。层序地层共划分为3个Ⅱ级、5个Ⅲ级层序。以生物地层为依据, 结合岩石地层、层序地层与测井地层, 对该区三叠系进行了详细的地层划分与对比, 从而为沉积相、构造运动及油气成藏等其它学科的深入研究奠定了地层学基础。

关键词:孢粉; 划分对比; 三叠系; 草湖凹陷; 塔里木盆地

中图分类号: TE121.3⁺4

文献标识码: A

Stratigraphic classification and correlation of Triassic in Caohu Sag of Shaya Uplift, Tarim Basin

Cai Xiyao¹, Wei Ling², Tian Wenquan², Yang Yufang², Zhao Lina², Cheng Junfeng²

(1. SINOPEC Exploration & Production Research Institute, Beijing 100083, China;

2. Research Institute of Exploration & Production, SINOPEC Northwest Company, Urumqi, Xinjiang 830011, China)

Abstract: Triassic was found well-developed and thick in the Caohu Sag of the Tarim Basin; however, stratigraphic classification was not precise, restricting petroleum exploration. According to the study of plentiful of Triassic sporopollen fossils in mudstones from several wells, 4 sporopollen fossil assemblages were established, including *Lundbladispora-Limatulasporites-Taeniaesporites*, *Punctatisporites-Aratisporites-Calamospora*, *Apiculatisporis-Rugulatisporites-Colpectopollis*, and *Dictyophyllidites-Aratisporites-Alisporites*. Triassic was divided into three series, three formations and five members. From bottom to top, there are the Ketuer Formation (it was revised as the upper and lower segments) in the lower series, the Akekule Formation (the upper and lower segments) in the middle series and the Halahatang Formation in the upper series. Lithologic and logging characteristics are obvious in each member. The “pure mudstone segment” at the top of the lower member of the Ketuer Formation and the “big mud” at the top of the Halahatang Formation were regarded as the key beds in this area. There is lacuna between the lower series and the middle series. Triassic was divided into three second-order sequences and five third-order sequences. Based on biostratigraphy, combined with rock stratigraphy, sequence stratigraphy and logging strata, Triassic in the area was classified and correlated more precisely, providing data for the analyses of sedimentary facies, tectonic movement and petroleum accumulation.

Key words: sporopollen; classification and correlation; Triassic; Caohu Sag; Tarim Basin

草湖凹陷位于新疆维吾尔自治区轮台县和尉犁县境内, 构造位置上处于塔里木盆地北部拗陷区沙雅隆起中东段, 东、西分别为库尔勒鼻凸与阿克库勒凸起, 北以轮台断裂为界与雅克拉断凸分隔,

南与阿满拗陷相接, 东南以三叠系尖灭线为界与孔雀河斜坡相接(图1), 面积约 $2.02 \times 10^4 \text{ km}^2$ ^[1-2], 地层区划属于塔里木地层区塔北分区^[3]。草湖凹陷形成于石炭纪—二叠纪, 由于海西运动的影响, 晚

收稿日期: 2012-03-15; 修订日期: 2012-09-17。

作者简介: 蔡习尧(1963—), 男, 高级工程师, 从事地层古生物与石油勘探研究。E-mail: caixy.syky@sinopec.com。

基金项目: 中国石化重点科技攻关项目(P08047)。

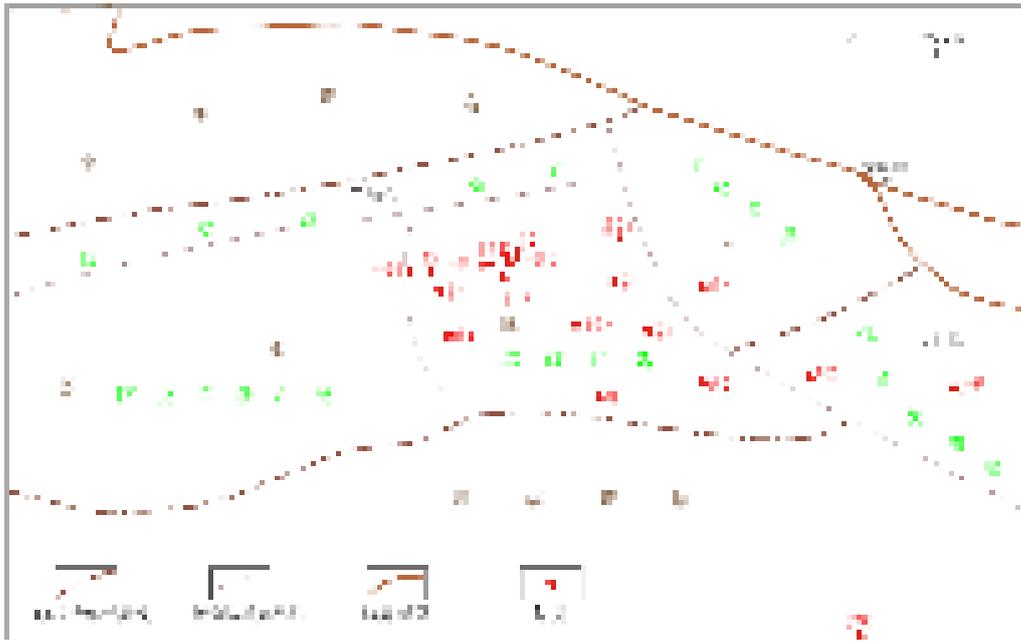


图1 塔里木盆地草湖凹陷主要钻井位置

Fig. 1 Location of main drilling wells in Caohu Sag, Tarim Basin

二叠世时期挤压隆升,二叠系遭受剥蚀,致使三叠系直接覆盖在石炭系之上^[4]。该区三叠系的研究程度较低,钻井仅有草1,2,3,4,5,6,7井、库南1井、满1,2井等,资料相对较贫乏,前人开展的研究工作多为构造、沉积、油气成藏等方面^[5-10]。近几年来,中国石化加大了草湖凹陷及邻区的勘探力度,在获得重大油气发现的同时,也推动了三叠系地层的深入研究。本文在200余块次样品分析、获得丰富的孢粉化石基础上,建立了4个孢粉组合,并结合岩石地层、测井地层与层序地层的综合研究,对研究区三叠系进行了详细的划分与对比。

1 三叠系地层层序

西北油田分公司近几年在草湖凹陷及邻区先后钻探了孔雀2及于奇1,8,10,12,13井等,基本上控制了该区三叠系的岩性组合特征及其横向分布规律。该区三叠系最早称之为满加尔群^[11],贾润胥^[12]、张希明^[13]等将此群分解为柯吐尔组、阿克库勒组与哈拉哈塘组,分别归属于下、中、上3个统,该划分方案在石油系统广泛引用,部分专家则使用库车地区露头剖面的岩石地层序列。柯吐尔组原指沙参1井4383.5~4690.5m井段的深灰、绿灰色泥岩与粉砂岩、细砂岩互层,与下伏玄武岩角度不整合接触,与上覆中三叠统为连续沉积。该组分为2个岩性段:上段为4383.5~4563.0m,岩性为绿灰色泥岩与同色粉砂岩、中—细砂岩互层夹暗紫色泥岩,见孢粉组合 *Cycadopites-Tubermono-*

colpites-Lundbladispota;下段为4563.0~4690.5m,深灰色泥岩、粉砂质泥岩夹浅灰绿色粉砂岩,底部浅灰色细砂岩、细砾岩,见孢粉组合 *Lundbladispota-Limatulasporites-Taeniaesporites*。而现定义仅为三叠系“3个半旋回”的下部半个旋回,岩性以灰、深灰色泥岩为主,局部为棕、棕褐色泥岩夹灰色粉砂质泥岩,偶夹泥质粉砂岩及少量薄层细砂岩^[14],缩小了柯吐尔组的涵义。通过对塔中、顺托果勒、两北及草湖凹陷等地区三叠系的研究,认为现定义的柯吐尔组不足以代表整个早三叠世的沉积,有必要对该组的涵义进行重新厘定,恢复到原始创名的基本涵义,但上下段之间及上段与中统阿克库勒组的界线需作一些调整。下面以满1井为例简述之(图2)。

1.1 哈拉哈塘组

位于3904~4072m井段,厚1681m。该组上部为巨厚状灰、深灰及少量灰黑色泥岩夹粉砂质泥岩、泥质粉砂岩,顶部夹灰绿色薄层细砂岩(俗称“大泥巴”,为区域地层对比标志层);下部为灰白色细砾岩、灰绿色细砂岩夹灰色泥岩(即俗称的上油组);全组构成一个完整的向上变细的沉积旋回,产丰富的孢粉与大孢子化石。

电性特征:泥岩段的深感应—八侧向曲线为小齿状高阻,深电阻率为2~6Ω·m;自然伽马曲线为小齿状偶夹尖指状,其值一般为75~90API,最高达130API;自然电位曲线平缓,异常幅度72~84mV。砂岩段电阻曲线为槽状低阻,有一定的负差

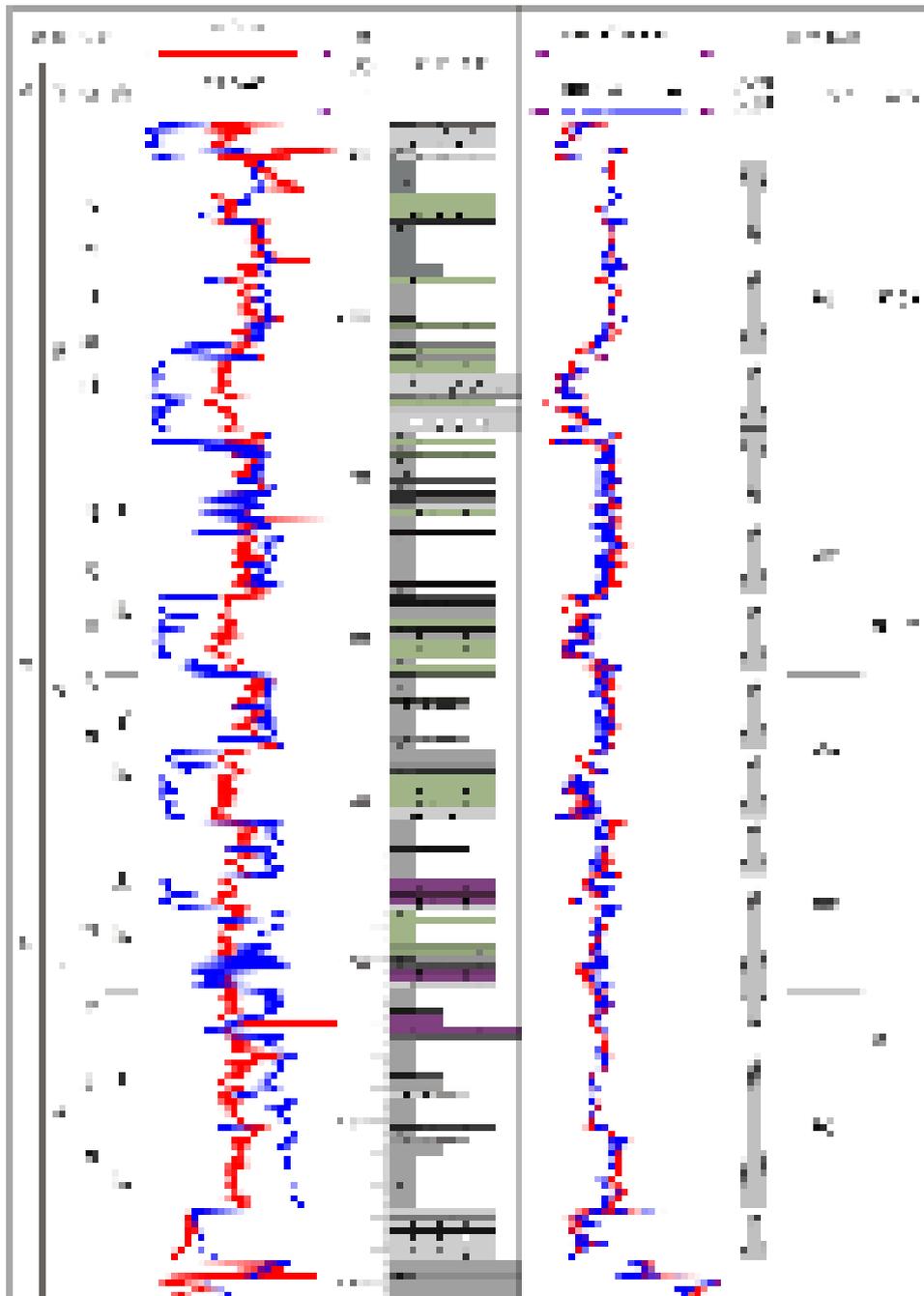


图2 塔里木盆地满1井三叠系岩电特征及层序地层划分

Fig. 2 Lithologic-logging characteristics and sequence division of Triassic, well Man1, Tarim Basin

异,其值为0.2~2 Ω·m;自然伽马曲线为箱状,其值60~75 API;自然电位曲线箱状,异常幅度10~15 mV。

1.2 阿克库勒组

位于4 072~4 312 m井段,厚240 m。该组分为上下2段。上段的上部为灰色泥岩夹灰绿色粉砂岩、细砂岩,下部为灰色、灰绿色细砂岩夹深灰色泥岩(即俗称的中油组);下段的上部为灰色泥岩夹泥质粉砂岩,下部为灰白色粗砂岩、灰绿、灰色细砂岩夹灰色泥岩(即俗称的下油组)。全组构成2个完整的向上变细的沉积旋回,产丰富的孢粉与大

孢子化石。

电性特征:泥岩段的深感应—八侧向曲线为小齿状高阻,深电阻率为1~4 Ω·m;自然伽马曲线为小齿状,其值75~90 API;自然电位曲线略有起伏,异常幅度72~84 mV。砂岩段电阻曲线为槽状低阻,有一定的负差异,其值为0.4~1 Ω·m;自然伽马曲线为箱状,其值60~75 API;自然电位曲线箱状,异常幅度12~24 mV。

1.3 柯吐尔组

位于4 312~4 587 m井段,厚275 m。该组分

为上下2段。上段的上部为灰色泥岩夹灰绿色泥质粉砂岩,下部为灰绿色含砾砂岩、紫色、灰白色及灰绿色细砂岩夹灰色、灰绿色泥岩。下段的上部以泥岩为主夹少量砂岩,其中,下部为大套质地较纯的灰色泥岩(即现定义的“柯吐尔组”,亦称纯泥岩段,是区域地层对比的标志层),上部为灰色泥岩夹粉砂质泥岩、泥质粉砂岩与细砂岩;下段的下部为灰白色含砾中砂岩、细砂岩。含丰富的孢粉与大孢子化石。

电性特征:泥岩段的深感应—八侧向曲线为小齿状高阻,深电阻率为 $1 \sim 4 \Omega \cdot m$;自然伽马曲线为小齿状,其值 $75 \sim 90$ API;自然电位曲线略有起伏,异常幅度 $72 \sim 92$ mV。砂岩段电阻曲线为槽状低阻,有一定的负差异,其值为 $0.4 \sim 1 \Omega \cdot m$;自然伽马曲线为箱状,其值 $30 \sim 45$ API;自然电位曲线箱状,异常幅度 $18 \sim 30$ mV。

下伏地层为石炭系卡拉沙依组灰色薄层泥晶灰岩夹褐色泥岩。

2 三叠系孢粉组合特征

通过对于奇1,8,10,12,13井、孔雀2井、满1及满2井三叠系大量样品的分析化验,获得了丰富的孢粉与大孢子化石及少量疑源类化石,其中孢粉可建立4个组合,其特征如下。

2.1 *Dictyophyllidites*-*Aratrisporites*-*Alisporites* 组合

该组合产于哈拉哈塘组泥岩段的上部,特征为蕨类植物孢子占 $44.3\% \sim 61.9\%$,裸子植物花粉占 $37.4\% \sim 54.8\%$ 。

蕨类植物孢子中以光面三缝孢子居多,纹饰无环三缝的孢子亦具有一定的含量,少量出现环三缝孢子和单缝孢子。光面三缝孢子中主要为射线两侧具拱缘加厚的*Dictyophyllidites*,*Convavisporites*,常见*Calamospora*,*Deltoidospora*,*Cyathidites*等。纹饰无环三缝孢子中见有*Cyclogranisporites*,*Osmundacidites*,*Converrucosisporites*,*Verrucosisporites*,*Apiculatisporis*,*Lunzisporites*,*Baculatisporites*,*Cadargasporites*,*Lycopodiacidites*,*Lycopodiumsporites*等。环三缝孢子见有*Limatulasporites*,*Asseretospora*,*Densoisporites*,*Kraeuselisporites*等。单缝孢子中仅见*Aratrisporites*($0 \sim 5.2\%$)。

裸子植物花粉中以无肋双气囊花粉居多,常见*Psophosphaera*,*Araucariacites*,*Granaspores*等无口器类花粉,*Cycadopites*,*Chasmatosporites*等单沟类花粉,*Chordasporites*,*Protohaploxylinus*和*Taeniaesporites*等具单脊、肋纹的双气囊花粉;少见单气囊

花粉*Cordaitina*,*Accinctisporites*,偶见侏罗纪孢粉分子,如*Perinopollenites*,*Cerebropollenites*,*Quadraeculina*等。无肋双气囊花粉中含量较高的是*Alisporites*,*Pinuspollenites*($3.3\% \sim 9.0\%$),*Piceapollenites*($1.7\% \sim 7.8\%$)和*Podocarpidites*($2.6\% \sim 4.4\%$);少量出现*Piceites*,*Pseudopicea*,*Abietineaepollenites*等。多囊花粉*Dacrycarpites*和*Tetrasaccus*仅在个别样品中见到。

该孢粉组合特征与黄嫔^[15]、卢远征等^[16]在准噶尔盆地南缘郝家沟组近底部建立的孢粉组合相似,指示的地质时代为晚三叠世晚期。

与该组合相伴出现的大孢子主要有:*Hughesisporites gibbosus*,*Hughesisporites roinicus*,*Tubeiculalisporites minutus*,*Horstisporites* sp.等。大致相当于张师本等^[17]在塔里木盆地覆盖区建立的*Hughesisporites gibbosus*-*Tricristatispora tricristata*组合,时代亦为晚三叠世晚期。

此外,还见少量的疑源类化石*Schizosporis*和*Concentricystes*。

2.2 *Apiculatisporis*-*Rugulatisporites*-*Colpectopollis* 组合

该孢粉组合产于哈拉哈塘组泥岩段的下部,组合特征为蕨类植物孢子占 $32.6\% \sim 56.6\%$,裸子植物花粉占 $43.4\% \sim 66.7\%$ 。

蕨类植物孢子中以*Calamospora*居多,其次为*Osmundacidites*,*Baculatisporites*,*Aratrisporites*,常见*Dictyophyllidites*,*Punctatisporites*,*Verrucosisporites*,*Apiculatisporis*,*Lycopodiacidites*,*Kraeuselisporites*等。

裸子植物花粉中仍以双气囊花粉居多;*Psophosphaera*,*Inaperturopollenites*,*Araucariacites*,*Granaspores*等无口器类花粉次之;常见*Cycadopites*,*Chasmatosporites*,*Granamegamonocolpites*,*Monosulcites*等单沟花粉等。双气囊花粉中以*Alisporites*,*Pinuspollenites*,*Piceapollenites*,*Minutosaccus*,*Podocarpidites*等无肋双气囊花粉最为发育;经常出现具单脊双气囊花粉*Chordasporites*;少量见到*Luechisporites triassicus*,*Striatopodocarpites*,*Protohaploxylinus*,*Striatoabieites*,*Taeniaesporites*等具肋双气囊花粉,以及*Protoconiferus*,*Pseudopicea*等原始松柏类花粉。

此外,个别出现疑源类化石*Schizosporis*。

该孢粉组合与贾承造等^[3]在库车地区黄山街组、刘格升等^[18]在塔北于奇地区哈拉哈塘组建立的孢粉组合大致相当,指示的地质时代为晚三叠世早期。

2.3 *Punctatisporites*-*Aratrisporites*-*Calamospora* 组合

该孢粉组合产于阿克库勒组,特征为蕨类植物

孢子(47.2% ~ 75.7%)占优势,裸子植物花粉为(52.8% ~ 24.3%)。

蕨类植物孢子中以 *Aratrisporites*, *Calamospora* 最为发育,常见 *Punctatisporites*, *Verrucosisporites*; 少量的 *Deltoidospora*, *Concavisporites*, *Dictyophyllidites*, *Leiotriletes*, *Todisporites*, *Osmundacidites*, *Asseretospora*, *Densoisporites*, *Annulispora* 等。

裸子植物花粉中仍以双气囊花粉居多;常见单脊联囊粉 *Colpectopollis*, 以及 *Psophosphaera*, *Granasporites* 等无口器类花粉;少量出现单沟花粉 *Cycadopites*, *Chasmatosporites*, 以及单气囊花粉 *Accinctisporites*, *Cordaitina*, *Plicatipollenites* 等。双气囊花粉中无肋双气囊花粉的含量明显高于 *Protohaploxylinus*, *Striatoabieites*, *Taeniaesporites* 等具肋双气囊花粉;具单脊双气囊花粉 *Chordasporites* 占有一定的比例。无肋双气囊花粉中以 *Alisporites* 为主,常见 *Pinuspollenites*, *Minutosaccus*, *Podocarpidites*; 少见 *Piceapollenites*, *Abietineaepollenites*, *Cedripites*, *Caytonipollenites* 等。

该孢粉组合与贾承造等^[3]在库车地区克拉玛依组、刘格升等^[18]在塔北于奇地区阿克库勒组建立的孢粉组合大致相当,指示的地质时代为中三叠世中晚期。

与该组合相伴出现的大孢子主要有:*Calamospora rhactiuis*, *Trileites vulgates*, *Narkisporites Liecispinosus*, *Narkisporites Leutleci*, *Dijkstraesporites Leutle* 等。此外,零星出现疑源类化石 *Schizosporis*, *Tetrapidites*。

2.4 *Lundbladispora-Limatulasporites-Taeniaesporites* 组合

该孢粉组合产于柯吐尔组下段,特征为裸子植物花粉(67.4% ~ 89.2%)占优势,蕨类植物孢子的含量为9.9% ~ 32.6%。

蕨类植物孢子中常见 *Lundbladispora*, *Limatulasporite*, *Calamospora*, *Leiotriletes*, *Punctatisporites*, *Osmundacidites*, *Camptotriletes*, 少量出现 *Cyathidites*, *Retusotriletes*, *Granulatisporites*, *Verrucosisporites*, *Lophotriletes*, *Apiculatisporis*, *Polycingulatisporites*, *Aratrisporites* 等。

裸子植物花粉中仍以双气囊花粉为主;无口器类花粉 *Granasporites* 次之;少量的单气囊花粉 *Remyosporites*, *Cordaitina*, *Florinites*。双气囊花粉中具肋双气囊花粉的含量明显高于无肋双气囊花粉;常见具单脊双气囊花粉 *Chordasporites*。无肋双气囊花粉中主要为 *Alisporites*, 个别的 *Pinuspollenites*, *Podocarpidites*。具肋双气囊花粉中以 *Taeniaes-*

porites 居多,常见 *Protohaploxylinus*, *Striatoabieites*, *Striatopodocarpites*。

此外,还见有疑源类化石 *Schizosporis*。

该孢粉组合与贾承造等^[3]在库车地区俄霍布拉克组、刘格升等^[18]在塔北于奇地区、蔡习尧等^[19]在顺托果勒地区柯吐尔组建立的孢粉组合基本一致,指示的地质时代为早三叠世中期。

本次研究未获得柯吐尔组上部的 *Cycadopites-Tubermonocolpites-Lundbladispora* 组合。

3 三叠系层序地层

该区的层序地层前人做了一些研究,但存在不同的划分方案^[20]。本文对草湖凹陷 50 多条主要地震剖面进行了层序识别和对比,通过合成地震记录与 16 口钻井层序的协调与统一,将三叠系划分出 3 个 II 级层序(SSQ),分别对应于 3 个统,5 个 III 级层序(SQ),其中 SSQ1 包括 SQ1, SQ2 这 2 个层序,SSQ2 包括 SQ3, SQ4 这 2 个层序,而 SSQ3 仅含 SQ5 层序(图 1),各层序特征如下。

3.1 SSQ1

草湖凹陷三叠系 SSQ1 厚度相对较薄,分布不稳定,在地震大剖面上具有向西、向南变薄的趋势(图 3),其底界为区域不整合面(T_5^0 与 T_5^d 两界面重叠),顶界为局域性不整合面(T_4^8)。钻井层序上,顶界面为扇三角洲的河道含砾砂岩的滞留沉积,界面之下为扇三角洲平原的褐色泥岩,电性特征呈“坎值”突变面(图 2)。SSQ1 可进一步分为 SQ1 与 SQ2。SQ1 多发育 LST、TST 及 HST 体系域,其中, LST 由灰色含砾中、细砂岩与细砂岩组成;TST 由灰色泥岩夹粉砂质泥岩或泥质粉砂岩组成;HST 由褐色含砾砂岩与泥岩或褐色泥岩组成,于奇 1 井以西为剥蚀缺失。SQ2 发育 LST、TST+HST 体系域,其中, LST 由褐色、灰绿、灰色含砾中、细砂岩

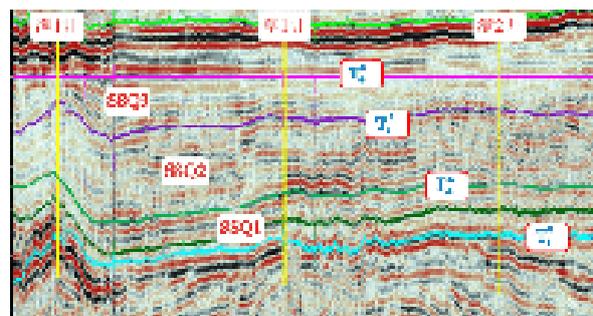


图3 塔里木盆地 Ch03-87EW-TDB-08-SN372 测线地震层序地层划分

Fig. 3 Sequence division along seismic line Ch03-87EW-TDB-08-SN372 in Tarim Basin

与细砂岩夹泥岩组成;TST+HST 由灰色泥岩夹粉砂质泥岩、泥质粉砂岩或夹褐色泥岩组成,于奇1井以西为剥蚀缺失。

3.2 SSQ2

该层序分布较稳定,厚度在 200 ~ 250 m 左右,东部为近物源区,厚度略大。在 seismic 剖面上较易识别与追踪,其顶、底界分别为岩性突变面(T_4^7)与局域性不整合面(T_4^8)。钻井层序上,顶界面为扇三角洲的河道细砾岩、含砾砂岩或中、细砂岩的滞留沉积,界面之下为扇三角洲前缘的灰色泥岩,电性特征呈“坎值”突变面(图2)。SSQ2 可进一步分为 SQ3 与 SQ4。SQ3 发育 LST、TST+HST 体系域,其中,LST 由灰色、灰绿色中、细砂岩组成;TST+HST 由灰色泥岩夹粉砂质泥岩或夹褐色泥岩组成。SQ2 发育 LST、TST+HST 体系域,其中,LST 由灰色、褐色、灰绿色含砾细砂岩与细砂岩夹泥岩组成;TST+HST 由灰色泥岩夹粉砂质泥岩、泥质粉砂岩组成。

3.3 SSQ3

该层序分布较稳定,但由于后期构造运动造成地层剥蚀,现残存的厚度具有西厚东薄的趋势,在 seismic 剖面上显得十分清晰,其顶界为区域不整合面(T_4^6),底界面为岩性突变面(T_4^7)。钻井层序上,顶界面为侏罗系河流相的河道含砾砂岩或中、细砂岩或中、细砂岩的滞留沉积,界面之下为扇三角洲前缘或前三角洲的灰、深灰色泥岩夹薄层细砂岩。SSQ3 发育 LST、TST、HST 体系域。其中,LST 由灰色细砾岩、含砾砂岩、中细砂岩与灰绿色细砂岩组成;TST 由大套灰、深灰色泥岩(俗称“大泥巴”)组成;HST 由灰色细砂岩与泥岩不等厚互层组成。

4 与邻区三叠系划分对比及展布

草湖凹陷三叠系柯吐尔组、阿克库勒组与哈拉

哈塘组发育虽较全,柯吐尔组下段上部的“纯泥岩”及哈拉哈塘组上部的“大泥巴”亦可作为区域地层对比的标志层,但与塔中低凸起、顺托果勒与两北等地区相比,阿克库勒组明显缺少下部的 1 ~ 2 两个旋回(厚约 200 ~ 250 m),以及中三叠世早期的 *Punctatisporites-Aratisporites* 孢粉组合,草湖凹陷西缘还缺失早三叠世晚期的 *Cycadopites-Tubermonocolpites-Lundbladispora* 组合;哈拉哈塘组顶部遭受了严重的剥蚀,缺失瓦窑堡期的地层(表1)。该区三叠纪沉积中心在于奇13—孔雀2—满1井区,残存厚度近 600 m,向西到塔河地区阿克库勒组明显减薄,缺失 SQ2 层序(图4);往东至库尔勒鼻凸、孔雀河斜坡的普惠1井、尉犁1井快速减薄尖灭;向北到库南1井仅残存柯吐尔组(约 30 m),再向北至雅克拉断凸三叠系剥蚀殆尽;往东南至学参1井减薄尖灭;向西南至塔中低凸起,哈拉哈塘组剥蚀殆尽。

5 结论

1) 草湖凹陷三叠系发育较全,可划分为 3 统 3 组 5 个段,柯吐尔组下段上部的“纯泥岩”及哈拉哈塘组上部的“大泥巴”可作为区域地层对比标志层;指出在中、下统之间存在地层缺失,上统缺失瓦窑堡期的沉积。

2) 三叠系产丰富的孢粉及大孢子化石,可建立 4 个孢粉组合,与塔中低凸起、顺托果勒及两北地区相比,缺失中三叠世早期的 PA 组合。

3) 三叠系可划分为 3 个 II 级、5 个 III 级层序,II 级层序界面中有 2 个为区域不整合面(T_5^0 与 T_4^6),1 个为局域性不整合面(T_4^8),1 个为岩性突变面(T_4^7),界面上下岩电特征十分明显,呈“坎值”突变。

表 1 草湖凹陷三叠系综合地层划分对比

Table 1 Classification and correlation of Triassic composite strata in Caohu sag

地层系统		岩石地层		生物地层		层序地层	地震地层		满1井		
统	阶	组	段	孢粉	大孢子		界面	超层序	深度/m	厚度/m	
上统	瓦窑堡	哈拉哈塘组		DAA 组合 ARC 组合	HT 组合		T_4^6				
	永坪						SQ5	T_4^7	SSQ3	4 072	168
	胡家村										
中统	铜川	阿克库勒组	上段	PAC 组合					4 222	150	
	二马营		下段				SQ3	T_4^8	SSQ2	4 312	90
下统	和尚沟	柯吐尔组	上段	LLT 组合					4 418	106	
	大龙口		下段				SQ1	T_5^0	SSQ1	4 587	169

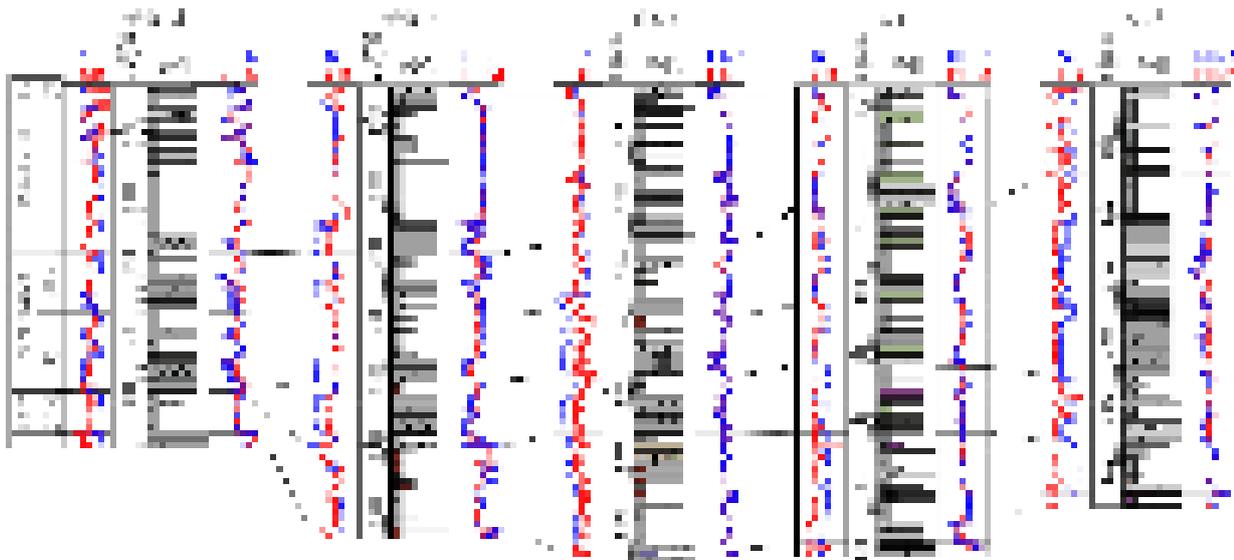


图 4 塔里木盆地草湖凹陷主要钻井三叠系划分对比

Fig. 4 Division and correlation of Triassic in main wells of Caohu Sag, Tarim Basin

致谢: 本文孢粉及大孢子化石分别由中国科学院南京地质古生物研究所黄嫫研究员、中国石化西北油田分公司勘探开发研究院魏玲高工鉴定, 在此表示诚挚感谢!

参考文献:

[1] 傅强, 洪学海. 塔里木盆地草湖凹陷含油气系统与油气勘探目标[J]. 石油实验地质, 2001, 23(2): 160-163.

[2] 王斌, 赵永强, 罗宇, 等. 塔里木盆地草湖凹陷热演化与生烃史: 基于 IES 软件盆地模拟技术[J]. 石油实验地质, 2010, 32(6): 605-609.

[3] 贾承造, 张师本, 吴绍祖, 等. 塔里木盆地及周边地层(上册)各纪地层总结[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 292-318.

[4] 陆金波, 王英民, 张雷, 等. 草湖地区侏罗系层序地层及沉积体系特征[J]. 沉积与特提斯地质, 2011, 31(1): 1-5.

[5] 赵锡奎, 李国蓉, 付强, 等. 塔里木盆地草湖凹陷油气勘探的基本条件及前景分析[J]. 矿物岩石, 2001, 21(4): 48-52.

[6] 张小兵, 李仲东, 宋荣彩, 等. 塔里木盆地草湖地区油气成藏特征[J]. 西安石油大学学报: 自然科学版, 2011, 26(3): 32-36.

[7] 田纳新, 于明德, 涂志民, 等. 塔里木盆地孔雀河地区构造特征[J]. 新疆石油地质, 2005, 26(6): 627-631.

[8] 陈绪云, 张根法. 塔里木盆地孔雀河地区断裂构造及其控油气作用[J]. 石油实验地质, 2011, 33(S1): 27-31.

[9] 赵永强, 王斌. 塔里木盆地草湖凹陷勘探潜力与目标评价研究报告[R]. 北京: 中国石化石油勘探开发研究院, 2009.

[10] 傅强, 王家林, 周祖翼. 塔北草湖凹陷的油气勘探方向[J].

石油与天然气地质, 1999, 20(3): 252-259.

[11] 黄有元. 塔里木盆地北部三叠系及其找油意义[J]. 石油与天然气地质, 1986, 7(1): 32-41.

[12] 贾润胥, 翟晓先, 周永昌, 等. 塔里木盆地东北地区地质构造基本特征[M]//贾润胥. 中国塔里木盆地北部油气地质研究 第一辑 地层沉积. 武汉: 中国地质大学出版社, 1991: 9-28.

[13] 张希明, 董砚如, 黄连宝. 阿满坳陷三叠、侏罗纪沉积相、古地理特征及其与油气的关系[M]//贾润胥. 中国塔里木盆地北部油气地质研究 第一辑 地层沉积. 武汉: 中国地质大学出版社, 1991: 210-219.

[14] 丁勇, 石玉, 柳建华. 塔河地区中生界碎屑岩油气勘探项目综合研究年报[R]. 乌鲁木齐: 中国石化西北油田分公司勘探开发研究院, 2006.

[15] 黄嫫. 新疆乌鲁木齐郝家沟剖面郝家沟组和八道湾组孢粉组合及地层意义[J]. 微体古生物学报, 2006, 23(3): 235-274.

[16] 卢远征, 邓胜徽. 新疆准噶尔盆地南缘郝家沟组和八道湾组底部孢粉组合及三叠系-侏罗系界线[J]. 地质学报, 2005, 79(1): 15-27.

[17] 张师本, 黄智斌, 朱怀城, 等. 塔里木盆地覆盖区显生宙地层[M]. 北京: 石油工业出版社, 2004.

[18] 刘格升, 魏玲. 塔里木盆地于奇地区三叠纪孢粉组合[J]. 华南地质与矿产, 2007, 23(4): 56-63.

[19] 蔡尧尧, 魏玲, 赵丽娜, 等. 塔里木盆地顺托果勒地区三叠系划分与对比[J]. 新疆石油地质, 2012, 33(3): 327-330.

[20] 黄兴文, 于兴河, 郑秀娟, 等. 草湖凹陷东部 T-J 层序地层与沉积体系[J]. 天然气工业, 2006, 26(3): 23-25.

(编辑 黄娟)