

塔里木盆地塔东地区寒武系划分与对比

蔡习尧¹, 窦丽玮^{1,2}, 蒋华山³, 余腾孝³, 曹自成³

(1. 中国石化石油勘探开发研究院, 北京 100083; 2. 中国石油大学(北京)地球科学学院, 北京 102249; 3. 中国石化西北油田分公司勘探开发研究院, 乌鲁木齐 830011)

摘要:通过对塔东北库鲁克塔格地区寒武系剖面的观察与对比分析, 结合尉犁1井寒武系的综合研究, 按国际上采用的寒武系4分方案, 提出了该区寒武系4统4组新的划分标准; 识别出“反勺形伽马段”与“特高伽马段”2个标志层, 在西山布拉克组—莫合尔山组获得了丰富的多门类化石, 并在区内寒武系识别出了1次具有全球等时对比意义的重大地质事件(ZHUCE)。通过地层的划分对比, 指出作为槽盆相寒武系典型井(塔东1、2井)缺失寒武纪初期的沉积, 表明震旦纪末“满加尔坳拉槽”南端未达塔东1—塔东2井一线。该区寒武系层序地层共划分为4个Ⅱ级、6个Ⅲ级层序, 这为沉积相、构造运动及油气成藏等其他学科的深入研究奠定了地层学基础。

关键词: 化石; 地质事件; 地层划分对比; 寒武系; 塔东地区; 塔里木盆地

中图分类号: TE121.3⁴

文献标识码: A

Classification and correlation of Cambrian in eastern Tarim Basin

Cai Xiyao¹, Dou Liwei^{1,2}, Jiang Huashan³, Yu Tengxiao³, Cao Zicheng³

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

2. College of Geosciences, China University of Petroleum (Beijing), Beijing 102249, China;

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

Abstract: Through the observation and analysis of the Cambrian profile of Kuruktag area in the northeastern Tarim Basin, combined with the comprehensive study on the Cambrian in the well YL1, and adopting the international Cambrian division scheme, it was proposed in this paper a new standard which divided Cambrian into four series and four formations. Two marking beds, “reversal spoon shaped gamma segment” and “ultra-high gamma segment”, were identified. Multi fossils were found in large quantity in the Xishan Braque and Moheershan Formations. A great geological event (ZHUCE) was identified in the Lower Cambrian with global comparing significance. By comparing stratigraphic division, the early Cambrian formations were found missing in the wells TD1 and TD2, which were regarded as the typical wells of trough facies in Cambrian, indicating that the southern edge of the famous “Manjiaer aulacogen” had not reached the line from well TD1 to well TD2 at the end of Sini-an. Four second-order and six third-order sequences in Cambrian were concluded in the study area, providing a stratigraphic basement for the studies of sedimentary facies, tectonic movement and hydrocarbon accumulation.

Key words: fossil; geologic event; stratigraphic division and correlation; Cambrian; eastern Tarim area; Tarim Basin

塔东地区位于塔里木盆地东部, 南起塔东低凸起, 北至库鲁克塔格断隆, 西起满加尔凹陷, 东至罗布泊坳陷^[1], 面积达 $8 \times 10^4 \text{ km}^2$ ^[2], 是塔里木盆地油气资源战略接替区域之一。该区钻穿寒武系的井仅有塔东1、塔东2、尉犁1与英东2井(未获得具体资料)等, 资料较贫乏, 研究程度较低, 前人开展了一些研究工作, 基本上建立了寒武系地层层序格架^[3-4]。近几年来, 中国石化西北油田分公司不断加强基础地质的研究, 在地层、储层、构造及

成藏等方面均取得了较大进展。本文对寒武系发育齐全的尉犁1井进行了岩石地层、生物地层、测井地层与层序地层的综合研究, 并按国际采用的寒武系4统划分标准^[5-6], 重新划分了塔东地区的寒武系地层, 以期为沉积相、构造运动及油气成藏等其他学科的深入研究提供地层学依据。

1 寒武系岩石地层划分

尉犁1井是塔里木盆地孔雀河地区尉犁断鼻

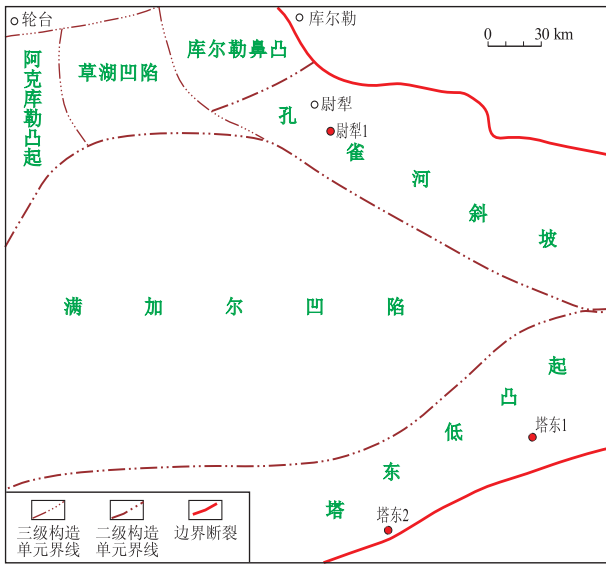


图 1 塔里木盆地塔东地区尉犁 1 井钻井位置
Fig.1 Position of well YL1 in eastern Tarim Basin

构造带尉犁 I 号断鼻构造高部位上的一口预探井(图 1),完钻井深 4 871.42 m,层位为南华系特瑞爱肯组,为塔里木盆地钻揭最古老地层的探井。寒武系 4 统 4 组(表 1)岩电特征明显,顶底界线清楚,在西山布拉克组—莫合尔山组获得了丰富的疑源类、牙形类、小壳类与海绵骨针化石,为该区的地层划分与对比提供了依据。

1.1 上覆地层

中下奥陶统黑土凹组:井深 3 864~3 911.0 m,钻厚 47.0 m;岩性为灰、深灰、灰黑色泥岩、含灰泥岩夹薄层泥质灰岩。电性特征:自然伽马曲线槽状,下部尖峰状,其值一般 100~120 API,最高达 240 API;电阻率曲线齿状夹指状,其值 30~100 Ω·m。

分层依据:黑土凹组以泥岩为底,高伽马、低阻,而下伏的突尔沙克塔格组以泥灰岩、灰质泥岩为顶,低伽马、高阻,界线明显;二者整合接触。

1.2 寒武系武陵统一奥陶统突尔沙克塔格组

井深 3 911~4 150 m,钻厚 239.0 m。分为上下两部分,上部(3 911~4 000 m)为下奥陶统突尔沙克塔格组,岩性为灰、深灰色含泥灰岩与灰质泥岩。电性特征:自然伽马曲线上段微齿状,下段漏斗状,值一般 30~60 API;电阻率曲线齿化块状,其值 100~700 Ω·m。下部(4 000~4 150 m)为寒武系武陵统,岩性以灰、深灰色灰岩、含泥灰岩与泥灰岩为主。电性特征:自然伽马曲线齿化漏斗状—偏钟形—漏斗状,值一般 15~80 API,最高可达 100 API 以上;电阻率曲线小齿状,其值 100~500 Ω·m,最高可达 3 000 Ω·m。

分层依据:突尔沙克塔格组以灰岩为底,低伽马、高阻,下伏的莫合尔山组以含泥灰岩与泥灰岩为顶,伽马升高、电阻降低明显,两者呈“坎值”突变(图 2);二者整合接触。

1.3 寒武系武陵统莫合尔山组

井深 4 150~4 311 m,钻厚 161.0 m。岩性上部为灰、深灰色含泥灰岩与泥灰岩,下部为灰、深灰色含泥云岩、云质泥岩夹泥灰岩。电性特征:自然伽马曲线齿状夹尖峰状,其值一般 60~150 API;电阻率曲线齿状—锯齿状,其值 40~500 Ω·m。产疑源类及海绵骨针等化石。

分层依据:莫合尔山组以云质泥岩为底,高伽马、低阻,下伏的寒武系黔东统西大山组以云质灰岩与灰质云岩为顶,低伽马、高阻,两者呈“坎值”突变;二者整合接触。

表 1 塔里木盆地寒武系及塔东地区主要钻井寒武系的划分对比

Table 1 Division and correlation of Cambrian of mail wells in eastern Tarim area and strata system of Cambrian in Tarim Basin

| 地层系统 | | | | 尉犁 1 井底深 | | 塔东 2 井底深 | | 塔东 1 井底深 | | |
|------|------|------|------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|-------|
| 系 | 统 | | | 组 | 前人 | 本文 | 前人 | 本文 | 前人 | 本文 |
| | 国际标准 | 中国南方 | 中国北方 | | | | | | | |
| 奥陶系 | 下统 | 下统 | 下统 | 黑土凹组 | 3 957 | 3 911 | 4 567 | 4 567 | 4 413 | 4 413 |
| | | | | 突尔沙克塔格组 | 4 151 | 4 000 | 4 705 | 4 636 | 4 471 | 4 451 |
| 寒武系 | 芙蓉统 | 芙蓉统 | 上统 | 莫合尔山组 | 4 268 | 4 150 | 4 789 | 4 774 | 4 560 | 4 543 |
| | 第三统 | 武陵统 | | | | 4 311 | 4 887 | 4 893 | 4 650 | 4 636 |
| | 第二统 | 黔东统 | 下统 | 西大山组 | 4 354 | 4 380 | 4 972 | 4 949 | 4 700 | 4 672 |
| | 纽芬兰统 | 滇东统 | | | | 4 421 | 4 568 | 4 996 | 4 996 | 4 710 |

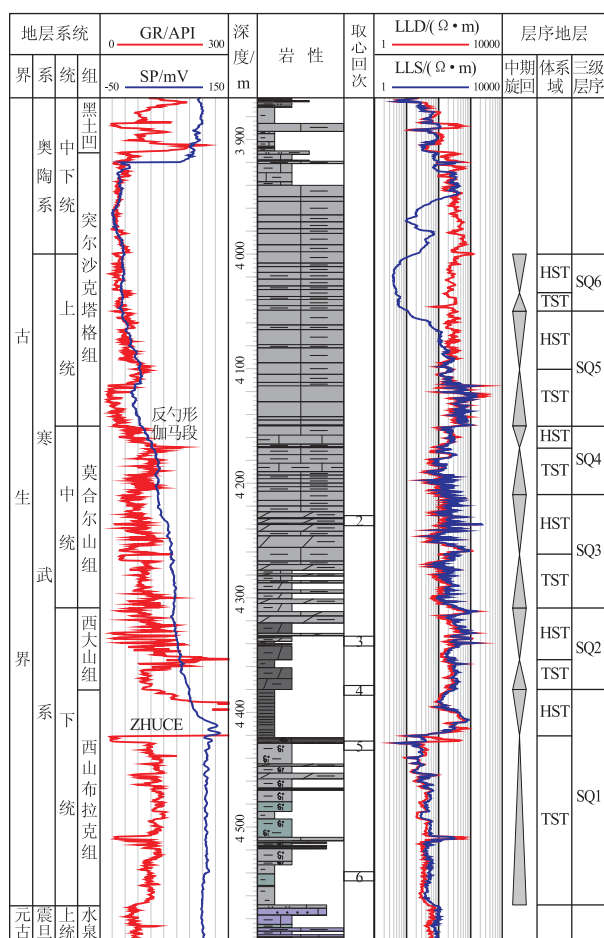


图2 塔里木盆地塔东地区尉犁1井寒武系地层

Fig.2 Comprehensive geological histogram of Cambrian in well YL1 in eastern Tarim Basin

1.4 寒武系黔东统西大山组

井深4 311~4 380 m, 钻厚69.0 m。岩性上部为灰、深灰色云质灰岩与灰质云岩夹灰黑色云质泥岩, 下部为灰黑色云质泥岩夹泥岩。电性特征: 自然伽马曲线齿化钟形—巨齿化漏斗状, 其值一般60~180 API, 最高达300 API; 电阻率曲线齿状—微齿状, 其值200~500 Ω·m, 最高达1 000 Ω·m以上。产丰富的疑源类、小壳类、牙形类与海绵骨针类化石。

分层依据: 西大山组以云质泥岩为底, 高伽马、高阻, 下伏的滇东统西山布拉克组以页岩为顶, 异常高伽马与相对低阻, 两者界线明显; 二者整合接触。

1.5 寒武系滇东统西山布拉克组

井深4 380~4 568 m, 钻厚188.0 m。岩性上部为灰黑色页岩及少量硅质岩, 中部为灰、蓝灰色硅质泥岩、泥岩夹灰色灰质云岩与薄层灰岩, 下部为灰、蓝灰色泥岩。电性特征: 自然伽马曲线上段异常块状高值, 一般600~1 200 API, 最高达1 736 API; 硅质岩槽状低值, 约300 API; 中下部微齿化

块状高值夹窄槽状低值, 一般90~150 API; 电阻率曲线上段呈山峰状, 值100~1 000 Ω·m, 中下部齿状、微齿状夹尖峰状, 其值20~60 Ω·m, 最高达500 Ω·m以上。产疑源类化石。

分层依据: 西山布拉克组以灰色泥岩为底, 高伽马、低阻, 下伏的上震旦统水泉组以紫红、灰色灰质粉砂岩为顶, 低伽马、高阻, 两者呈“坎值”突变; 二者不整合接触。

2 寒武系生物地层划分

尉犁1井西山布拉克组—莫合尔山组产丰富的多门类化石, 主要有疑源类、牙形类、小壳类与海绵骨针类等, 建立了3个化石组合及多个化石层, 其特征如下。

2.1 疑源类

主要分布于西山布拉克组—莫合尔山组, 可建立 *Granomarginata*-*Ceratophyton* 组合与3个化石层。

(1) *Granomarginata*-*Ceratophyton* 组合: 产于西山布拉克组4 406~4 560 m井段, 主要分子有 *Brocholaminaria* sp., *Leiosphaeridia* sp., *Laminarites* sp., *Ceratophyton* sp., *Granomarginata* sp.等。其中, *Granomarginata* 为纽芬兰统(滇东统)的典型分子, *Ceratophyton* 常见于塔里木盆地及俄罗斯地台的纽芬兰统—第三统(武陵统), 因此, 该组合的时代地质宜归寒武纪纽芬兰世。

(2) 3个化石层分布于: ①西大山组4 354~4 371 m井段, 产 *Leiosphaeridia* sp., *Lophosphaeridium* sp., *Laminarites* sp., *Ceratophyton* sp., *Teophipolia* sp.等; ②莫合尔山组4 235~4 238 m井段, 产 *Leiosphaeridia* sp., *Heliosphaeridium* sp., *Dictyotidium* sp., *Skiagia?* sp., *Lophosphaeridium* sp.等; ③莫合尔山组4 175~4 195 m井段, 产 *Leiosphaeridia* sp., *Brocholaminaria* sp.等。其中, *Ceratophyton*, *Teophipolia*, *Heliosphaeridium*, *Dictyotidium*, *Skiagia* 分子常见于塔里木盆地柯坪地区、塔东1井等相当的地层, 以及俄罗斯地台的纽芬兰统—第三统^[3]。

2.2 小壳类

主要分布于西大山组, 可建立 *Kuruktagetulis*-*Hyolithellus* 组合与1个化石层。

(1) *Kuruktagetulis*-*Hyolithellus* 组合产于西大山组4 336.56~4 338.69 m井段(第3次取心), 主要分子有 *Kuruktagetulis* sp., *Hyolithellus* sp., *Sachites longus*, *Circotheca* cf. *obesa* 等。其中, *Kuruktagetulis* 是钟端等^[7]在库鲁克塔格地区西大山组建立的 *Allonia erromenosa*-*Kuruktagetulis* 组合分子之一,

*Hyolithellus*是钟端等^[7]在库鲁克塔格地区西大山组—莫合尔山组建立的 *Quadrachides-Hyolithellus* 组合分子之一,在塔里木盆地中 4 井及塔深 1 井寒武系亦见及^[8]。因此,该组合具有浓厚的地方性色彩,地质时代应为寒武纪黔东南世。

(2)1 个化石层分布于西大山组 4 377.06~4 377.09 m 井段(第 4 次取心),化石属种十分单调,仅见 *Torelrella* sp. 与 *Fisrula* of. *gastrapoda* (get sp. indet) 等,前者多见于塔里木盆地滇东统一武陵统。

2.3 牙形类

仅见于西大山组 4 336.56~4 338.69 m 井段(第 3 次取心),可建立 *Gapparodus* cf. *bisalcatus-Prooneotodus* 组合。其中,*Gapparodus bisalcatus* 是钟端等^[7]在库鲁克塔格地区莫合尔山组建立的 *Gapparodus bisalcatus-Westergaardodina* 组合分子之一,也是董熙平^[9]在华南地区黔东南统花桥组底部建立的 *Gapparodus bisalcatus-Westergaardodina brevidens* 带的带化石之一。钱逸等^[10]认为 *Gapparodus bisalcatus* 与 *Amphigeisina*, *Hagionella* 为我国下寒武统筇竹寺阶的典型分子,在欧洲、亚洲和北美的相当层位亦有发现;*Prooneotodus* 常作为原牙形类的化石,多出现在华南及塔里木地区的黔东南统。因此,该组合的时代可能为滇东世晚期—黔东南世早期。

2.4 海绵骨针类

主要见于西大山组 4 336.56~4 338.69 m 井段(第 3 次取心),类型较丰富,主要分子有 *Calcihexacitina* sp., *C. abbreviatus*, *Orthoriaene* sp., *Protospongia* sp. 等,此外,尚有一些双射单轴、四射双轴、六射三轴及多枝形的海绵骨针类碎片,这些与库鲁克塔格地区西大山组—莫合尔山组的完全可比^[8]。

3 寒武系层序地层

塔里木盆地台地相的寒武系层序地层研究程度较高^[11-14],但槽盆相的寒武系层序地层存在不同的划分方案^[15]。通过对库鲁克塔格地表剖面寒武系层序特征研究,结合塔东地区的地震剖面资料,将塔东地区寒武系划分为 4 个 II 级层序,6 个 III 级层序(图 2); II 级层序分别对应于 4 个统,其中 SSQ1、SSQ2 各含 1 个 III 级层序,SSQ3、SSQ4 均包括 2 个 III 级层序,各层序特征如下。

3.1 SQ1

寒武系层序 SQ1 相当于西山布拉克组,底界为 I 型边界,界面之下为震旦系水泉组滨岸相的紫红色灰质粉砂岩,之上为西山布拉克组陆棚—盆地

相的灰色泥岩;顶界面为岩性转换面,由盆地相的灰黑色页岩演变为陆棚相的云质泥岩。顶、底界面电性特征呈“坎值”突变(图 2)。SQ1 由 TST 及 HST 体系域构成,并以基准面上升半旋回为主导,其 HST 由大套的灰黑色页岩组成,记录了寒武纪第一次全球性的海侵事件,可能对应于寒武系 ZHUCE(ZHU Jiaqing Carbon Isotope Excursion) 事件,具有良好的全球等时对比意义。SQ1 横向分布不稳定,在地震大剖面上具有由北往南变薄的趋势,尉犁 1 井区较厚,而塔东 1—塔东 2 井一线急剧变薄,缺失了中下部的地层。

3.2 SQ2

寒武系层序 SQ2 相当于西大山组,该组构成了一个完整的基准面上升、下降旋回,与 SQ1 相反,该层序以 HST 略占优势。TST 以广海陆棚相的云质泥岩与泥岩构成,HST 以浅水陆棚相的泥质云岩夹云质泥岩构成,其凝缩段为寒武纪第二次大规模海侵的产物,顶面对应于寒武纪第一次大规模的海退,两者均具有良好的区域性等时对比意义。顶、底界面均为岩性转换面,电性特征呈“坎值”突变。该层序横向分布不稳定,厚度由北往南明显减薄。

3.3 SQ3

寒武系层序 SQ3 相当于莫合尔山组下部,由几乎对称的 TST 与 HST 构成。TST 以浅水陆棚相的云质泥岩与泥质云岩构成,HST 以浅水陆棚—斜坡相的泥质云岩夹灰岩构成。顶、底界面均为岩性转换面,反映出沉积水体升降速度相对较缓,幅度不大;电性特征呈小幅“坎值”变化。该层序横向分布较稳定,厚度约 70~100 m。

3.4 SQ4

寒武系层序 SQ4 相当于莫合尔山组上部,其构成了一个完整的基准面上升、下降旋回,但以 TST 占主导。TST 以浅水陆棚相的泥质灰岩夹泥灰岩构成,HST 以浅水陆棚—斜坡相的泥灰岩与含泥灰岩构成。顶、底界面均为岩性转换面,顶界面的电性特征呈“坎值”突变。该层序横向分布较稳定,厚度约 40~60 m。

3.5 SQ5

寒武系层序 SQ5 相当于突尔沙克塔格组(寒武系)下部,其构成了一个完整的基准面上升、下降旋回。TST 与 HST 近于对称,TST 以浅水陆棚相的灰岩与含泥灰岩构成,HST 以浅水陆棚—斜坡相的含泥灰岩夹泥灰岩构成,其凝缩段为寒武纪第三次大规模海侵的产物。顶、底界面分别为岩性渐变

面与转换面,顶界面的电性特征呈微幅变化。该层序横向分布不稳定,南薄北厚的趋势仍然较明显。

3.6 SQ6

寒武系层序 SQ6 相当于突尔沙克塔格组(寒武系)上部,其构成了一个完整的基准面上升、下降旋回,但以 HST 为主导。顶、底界面均为岩性渐变面,电性特征呈微幅变化面。该层序横向分布不稳定,南薄北厚的趋势十分明显。

4 塔东地区寒武系划分对比及展布

通过对钻穿寒武系的尉犁 1、塔东 1、2 等 3 口探井的详细分析,提出了塔东地区寒武系各组新的划分方案。

4.1 西山布拉克组

该组为前寒武系不整合面之上的第一套深水陆棚—盆地相的硅质泥岩、泥岩、页岩夹薄层硅质岩与泥质云岩的沉积,顶部为异常高伽马段(ZHUCE 事件),可作为区域地层划分对比标志层;产疑源类 *Granomarginata*-*Ceratophyton* 组合,时代为寒武纪滇东世。该组在北部的尉犁 1 井厚达 188 m,南部的塔东 2 井仅 47 m,而塔东 1 井减薄至 29 m(表 1)。从对比图(图 3)上可看出,ZHUCE 事件在 3 口井上均有良好的记录,而塔东 1、2 井缺失的是西山布拉克组中下部,进而表明震

旦纪末著名的“满加尔坳拉槽”南端末达塔东 1—塔东 2 井一线。

4.2 西大山组

该组为一套陆棚相的云质泥岩夹泥质云岩的沉积,自然伽马曲线齿化钟形—巨齿化漏斗状,值明显低于西山布拉克组,而高于莫合尔山组;其电阻率高于下伏与上覆地层。产牙形类 *Gapparodus cf. bisalcatus*-*Prooneotodus* 组合,小壳类 *Kuruktagetulus*-*Hyolithellus* 组合,时代为寒武纪黔东世。该组一次完整的海侵海退旋回在 3 口井上均有较好的记录,以尉犁 1 井稍厚,为 69 m,塔东 2 井次之,为 56 m,塔东 1 井最薄仅 26 m,具有由北向南减薄的趋势。

4.3 莫合尔山组

该组为一套陆棚相的泥质云岩、云质泥岩与泥灰岩的沉积,自然伽马曲线齿状,值明显低于西大山组,而高于突尔沙克塔格组。其中,莫合尔山组顶部与突尔沙克塔格组底部的伽马曲线构成了研究区第二个标志层——“反勺形伽马段”。其电阻率低于下伏与上覆地层。产大量黔东统与武陵统的疑源类化石,据上下地层的时代及与地表剖面的对比结果,推测其时代为寒武纪武陵世。该组尉犁 1 井较厚,为 161 m,塔东 2 井次之,为 119 m,塔东 1 井略薄为 103 m,仍然保持了北厚南薄的趋势。

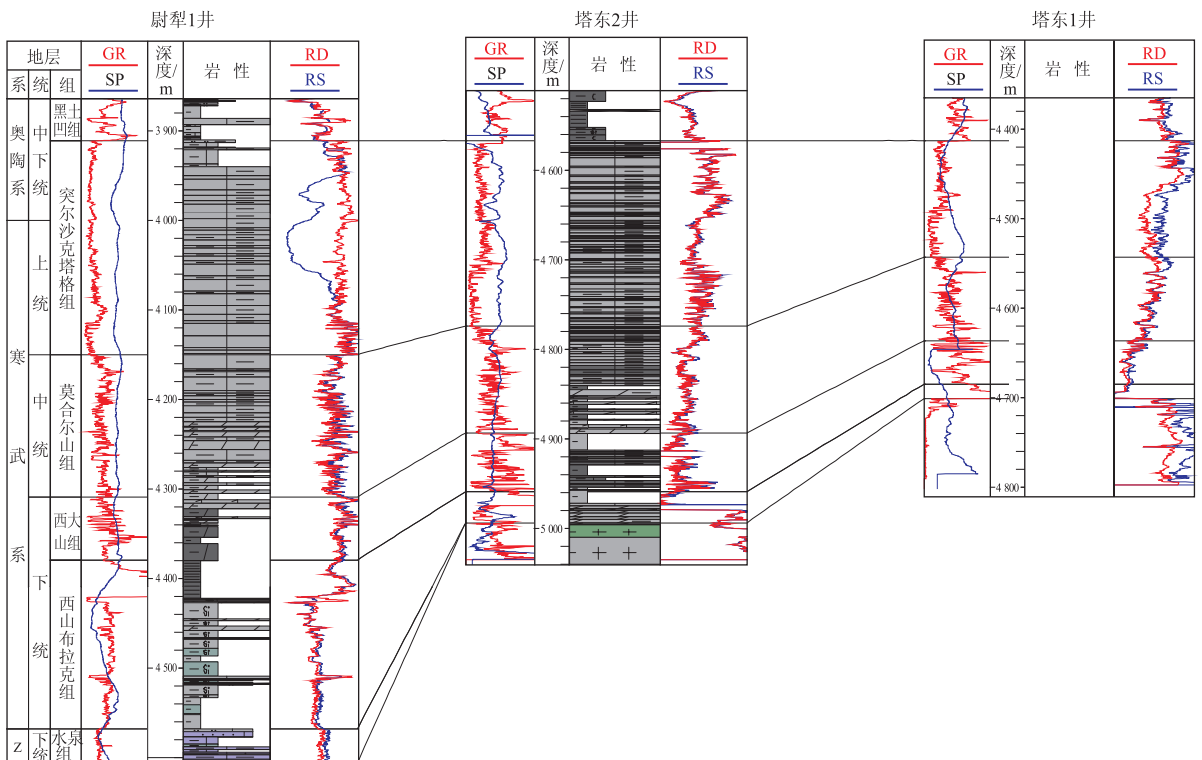


图 3 塔里木盆地塔东地区尉犁 1—塔东 2—塔东 1 井寒武系划分对比

Fig.3 Division and correlation of Cambrian crossing wells YL1, TD2 and TD1 in eastern Tarim Basin

4.4 突尔沙克塔格组(寒武系部分)

该组底部为低伽马、高阻的块状灰岩,随后发生了寒武纪第三次海侵事件——“反勺形伽马段”的勺端,在 3 口井上均有良好的记录,可作为芙蓉世开始的标志。该事件之后,寒武纪进入了一个长时期的相对平静期,海平面升降幅度较小,沉积了大套的陆棚相泥灰岩、含泥灰岩与灰岩。奥陶系/寒武系的界线,是在参考地表剖面的基础上,卡一个相对明显的岩电界面而定的,这有待进一步研究。该组尉犁 1 井较厚,为 239 m,塔东 2 井次之,为 207 m,塔东 1 井最薄仅 130 m,由北向南减薄十分明显。

5 结论

(1)塔东地区寒武系以尉犁 1 井发育最全,可划分为 4 统 4 组;识别出 1 次具有全球性等时对比意义的重大地质事件(ZHUCE),其为统、组的划分及地层对比提供了良好的依据。塔东 2、1 井缺失滇东统西山布拉克组的中下部,表明震旦纪末著名的“满加尔坳拉槽”南端未达塔东 1—塔东 2 井一线。

(2)寒武系滇东统一武陵统产丰富的疑源类、小壳类、牙形类及海绵骨针类化石,可建立 3 个化石组合,即 *Granomarginata-Ceratophyton* 组合、*Kuruktagetulis-Hyolithellus* 组合和 *Gapparodus cf. bisalcatus-Prooneotodus* 组合,以及众多化石层,其生物群面貌完全可与柯坪及库鲁克塔格地区的进行对比。

(3)寒武系可划分为 4 个 II 级层序,6 个 III 级层序;II 级层序分别对应于 4 个统,其中 SQ1、SQ2 各含 1 个 III 级层序,SQ3、SQ4 均包括 2 个 III 级层序;仅 SQ1 底界面为局域性不整合面,其他的均为岩性突变或转换面,界面上下岩电特征十分明显,呈“坎值”突变。

致谢:本文疑源类化石由中国科学院南京地质古生物研究所尹磊明研究员鉴定,其他的化石由中国石化西北油田分公司熊剑飞教授级高工鉴定,在此表示诚挚感谢!

参考文献:

[1] 刘忠宝,于炳松,陈晓林,等.塔里木盆地塔东地区中—上奥陶统海底扇浊积岩层序地层格架及沉积特征[J].现代地质,2003,17(4):408-414.
Liu Zhongbao, Yu Bingsong, Chen Xiaolin, et al. Sequence stratigraphy and sedimentary characters of submarine fan of Middle-Upper Ordovician in Tadong area, the Tarim Basin [J]. Geoscience, 2003, 17(4): 408-414.
[2] 王成林,卢玉红,邬光辉,等.塔里木盆地塔东地区却尔却克组烃

源岩的发现及其意义[J].天然气工业,2011,31(5):45-48.
Wang Chenglin, Lu Yuhong, Wu Guanghui, et al. The discovery and its significance of the Queerueke Formation source rocks in the eastern Tarim Basin [J]. Natural Gas Industry, 2011, 31(5): 45-48.
[3] 贾承造,张师本,吴绍祖,等.塔里木盆地及周边地层[M].北京:科学出版社,2004.
Jia Chengzao, Zhang Shibei, Wu Shaoyu, et al. Stratigraphy of the Tarim Basin and adjacent areas [M]. Beijing: Science Press, 2004.
[4] 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.
Zhang Shibei, Huang Zhibin, Zhu Huaichen, et al. Phanerozoic strata in coverage area of Tarim Basin [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2004.
[5] 彭善池.华南寒武系年代地层系统的修订及相关问题[J].地层学杂志,2008,32(3):239-245.
Peng Shanchi. Revision on Cambrian chronostratigraphy of South China and related remarks [J]. Journal of Stratigraphy, 2008, 32(3): 239-245.
[6] 章森桂,张允白,严惠君.“国际地层表”(2008)简介[J].地层学杂志,2009,33(1):1-10.
Zhang Sengui, Zhang Yunbai, Yan Huijun. A brief introduction to the “International stratigraphic chart” (2008) [J]. Journal of Stratigraphy, 2009, 33(1): 1-10.
[7] 钟端,郝永祥.寒武系[M]//塔里木盆地震旦纪至二叠纪地层古生物(I).南京:南京大学出版社,1990:16-40.
Zhong Duan, Hao Yongxiang. Cambrian [M]//Stratigraphy and palaeontology seismic from Sinian to Permian in the Tarim Basin (I). Nanjing: Nanjing University Press, 1990: 16-40.
[8] 熊剑飞,余腾孝,曹自成,等.塔里木盆地覆盖区寒武系生物地层研究新进展[J].地层学杂志,2011,35(4):419-430.
Xiong Jianfei, Yu Tengxiao, Cao Zicheng, et al. New advances in Cambrian biostratigraphy of the covered area of the Tarim Basin [J]. Journal of Stratigraphy, 2011, 35(4): 419-430.
[9] 钱逸,李国祥,朱茂炎,等.论中国早寒武世原牙形类和牙形状化石:分类评述和地层意义[J].微体古生物学报,2008,25(4):307-315.
Qian Yi, Li Guoxiang, Zhu Maoyan, et al. Early Cambrian Protoconodonts and conodont-like fossils from China: Taxonomic revisions and stratigraphic implications [J]. Acta Micropalaeontologica Sinica, 2008, 25(4): 307-315.
[10] 董熙平.华南寒武纪牙形石生物地层[J].现代地质,1999,13(2):244-245.
Dong Xiping. Cambrian conodont biostratigraphy of south China [J]. Geoscience, 1999, 13(2): 244-245.
[11] 于炳松.塔里木盆地北部寒武—奥陶纪层序地层格架[J].矿物学报,1996,16(3):298-303.
Yu Bingsong. Sequence stratigraphic framework of the Cambrian-Otdovician in Northern Tarim Basin [J]. Acta Mineralogica Sinica, 1996, 16(3): 298-303.
[12] 陈国俊,薛莲花,王琪,等.新疆阿克苏—巴楚地区寒武—奥陶纪海平面变化与旋回层序的形成[J].沉积学报,1999,17(2):

192-197.

Chen Guojun, Xue Lianhua, Wang Qi, et al. Sea-level changes and formation of cyclic-sequence of Cambrian - Ordovician in Akesu-Bachu area, Xinjiang [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1999, 17(2): 192-197.

[13] 蔡习尧,毛树华,钱一雄,等.塔里木盆地巴楚隆起寒武系划分与对比[J].新疆石油地质,2009,30(1):38-42.

Cai Xiyao, Mao Shuhua, Qian Yixiong, et al. Stratigraphic classification and correlation of Cambrian in Bachu Uplift, Tarim Basin [J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2009, 30(1): 38-42.

[14] 刘雁婷,傅恒,陈骥,等.塔里木盆地巴楚—塔中地区寒武系层序地层特征[J].岩性油气藏,2010,22(2):48-53.

Liu Yanting, Fu Heng, Chen Ji, et al. Sequence stratigraphy of Cambrian in Bachu-Tazhong area, Tarim Basin [J]. Lithologic Reservoirs, 2010, 22(2): 48-53.

[15] 肖朝晖,王招明,姜仁旗,等.塔里木盆地寒武系碳酸盐岩层序地层特征[J].石油与天然气地质,2011,32(1):1-10.

Xiao Zhaohui, Wang Zhaoming, Jiang Renqi, et al. Sequence stratigraphic features of the Cambrian carbonate rocks in the Tarim Basin [J]. Oil & Gas Geology, 2011, 32(1): 1-10.

(编辑 徐文明)



(上接第 531 页)

[25] 马立桥,陈汉林,董庸,等.苏北—南黄海南部叠合盆地构造演化与海相油气勘探潜力[J].石油与天然气地质,2007,28(1):34-42.

Ma Liqiao, Chen Hanlin, Dong Yong, et al. Tectonic evolution of Subei - south Nanhuanghai superimposed basin from the late Mesozoic to the Cenozoic and marine petroleum potential [J]. Oil & Gas Geology, 2007, 28(1): 34-42.

[26] 蔡乾忠.中国海域油气地质学[M].北京:海洋出版社,2005. Cai Qianzhong. Oil & gas geology in China Seas [M]. Beijing: Ocean Press, 2005.

[27] 姚伯初.黄海海域地质构造特征及其油气资源潜力[J].海洋地质与第四纪地质,2006,26(2):85-93.

Yao Bochu. The geotectonic characteristics and the petroleum re-

sources potential in the Yellow Sea [J]. Marine Geology & Quaternary Geology, 2006, 26(2): 85-93.

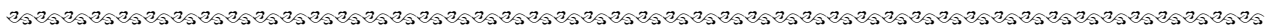
[28] 侯方辉,张志殉,张训华,等.南黄海盆地地质演化及构造样式地震解释[J].海洋地质与第四纪地质,2008,28(5):61-68.

Hou Fanghui, Zhang Zhixun, Zhang Xunhua, et al. Geologic evolution and tectonic styles in the south Yellow Sea Basin [J]. Marine Geology & Quaternary Geology, 2008, 28(5): 61-68.

[29] 姚蓉,罗开平,杨长清.南黄河北部地区逆冲推覆构造特征[J].石油实验地质,2011,33(3):282-288.

Yao Rong, Luo Kaiping, Yang Changqing. Features of thrust nappe structure in northern South Yellow Sea [J]. Petroleum Geology & Experiment, 2011, 33(3): 282-288.

(编辑 徐文明)



欢迎订阅 2015 年《石油实验地质》期刊

《石油实验地质》是一份报道我国油气普查、勘探及开发成果,反映我国石油地质研究水平的学术性、技术性刊物。本刊紧密结合我国石油工业的发展战略,以石油工业上游所涉及的油气勘探的热点、难点问题为重点进行报道和分析,同时重点报道国内外油气实验测试的最新技术和方法。本刊为中文核心期刊,2014 年版中国科技期刊引证报告(扩刊版)统计的影响因子达 2.303,已被美国“化学文摘(CA)”、“石油文摘(PA)”、俄罗斯“文摘杂志(AJ)”和“中国石油文摘”、“中国地质文摘”、“中国学术期刊文摘”所收录,是“中国科学引文数据库”、“中国学术期刊综合评价数据库”、“中国科技论文统计源”来源期刊,并全文收录于“中国期刊网”、“中国知网”、“万方数据”及“维普中文科技期刊数据库”中。

《石油实验地质》为双月刊,逢单月 28 日出版。每本定价 20 元,全年 120 元。在校学生半价优惠。

通信地址:江苏无锡市蠡湖大道 2060 号《石油实验地质》编辑部

邮 编:214126

电话:(0510)68787203

电子邮箱:sysydz.syky@sinopec.com

网址:http://www.sysydz.net

开 户 行:中国建设银行无锡分行营业部

帐号:32001618636052515719

户 名:中国石油化工股份有限公司石油勘探开发研究院无锡石油地质研究所

银行代码(12 位):105302000443