

塔中西北部上泥盆统东河砂岩与志留系砂岩中 重砂矿物特征与地质意义

钱一雄, 何治亮, 蔡习尧, 陈跃, 张军涛

(中国石化石油勘探开发研究院 西部分院 新疆 乌鲁木齐 830011)

摘要: 沉积物中重矿物分布受物源区、构造抬升与剥蚀作用、古地貌以及沉积古气候、古环境等多种因素影响, 因此沉积重砂矿物的研究可应用于物源区、沉积环境的分析, 阐明构造旋回与沉积作用的响应关系。本文通过对塔中地区中1井等6口探井上泥盆统东河砂岩和志留系柯坪塔格组砂岩中重砂矿物分析, 提出了塔中东河砂岩重砂矿物主要来自稳定的基底再沉积及花岗岩来源, 但受近源的基性火山岩及岩浆期后热液作用影响较大, 志留系下砂岩重砂矿物主要来自下覆碳酸盐岩、花岗岩和搬运再沉积物, 总体形成于稳定的、多物源的构造-沉积环境, 物源方向可能是东南至西北方向。

关键词: 重砂矿物, 物源, 东河砂岩, 志留系, 塔中地区

中图分类号: P57; P512.2

文献标识码: A

文章编号: 1000-6524(2007)02-0147-08

Characteristics of heavy minerals from Upper Devonian Donghe sandstone and Silurian sandstone in western Tazhong area, Tarim Basin, and their geological implications

QIAN Yi-xiong, HE Zhi-liang, CAI Xi-yao, CHEN Yue and ZHANG Jun-tao

(Western Branch Institute of Exploration & Production Research Institute, SINOPEC, Urumqi 830011, China)

Abstract: The distribution of heavy minerals in sediments is affected by such factors as provenance, uplift and erosion, paleo-topographic features, palaeo-climate and palaeo-environment. The analysis of heavy minerals can be applied to the explanation of the sedimentary response to tectonic cycles based on the provenance and sedimentary environment. The heavy minerals of Upper Devonian Donghe sandstones and sandstone of Lower Silurian Kepingtage Formation from six wells in western Tazhong area were studied in this paper. The results show that heavy minerals from Donghe sandstone were mainly derived from the re-sedimentation of basement rocks and granite, and then underwent alteration or mixing of basic volcanic and magmatic-hydrothermal activities, while those from Lower Silurian sandstone were mostly transported from the sediments of underlying carbonate rocks, granite and re-sedimentary rocks, indicating the stability of the sedimentary and tectonic movement characterized by multi-source sediments, with the transportation direction of sediments probably from southeast to northwest.

Key words: heavy minerals; provenance; Donghe sandstones; Silurian; Tazhong area

收稿日期: 2006-04-26; 修订日期: 2006-12-14

基金项目: 中国石化科技部项目(P04025)

作者简介: 钱一雄(1962-), 男, 汉族, 博士, 教授级高级工程师, 主要从事盆地分析研究, 电话: 0991-3662050, E-mail: qyx9167@vip.

塔中地区位于塔里木盆地中央隆起区中部。志留系柯坪塔格组上、下段砂岩及上泥盆统东河砂岩均是主要含油气层段。以往研究侧重于对本区的沉积相、储集条件及储层沥青砂岩等方面(郭建华等, 1995; 刘洛夫等, 2001; 杨松岭等, 2002; 朱筱敏等, 2004; 朱如凯等, 2005), 其中, 郭建华等(1995)曾对塔中地区石炭系的沉积古地理及物源区进行了探索研究。众所周知, 在盆地分析中, 重矿物可用于物源分析、地层对比和岩相古地理恢复等多项研究中(Hubert, 1962; 刘少峰等, 1997; Morton *et al.*, 1999; 闫义等, 2002; 李双建等, 2005), 但利用砂岩中的重砂矿物特征对塔中西部的泥盆系—志留系的物源区和沉积环境的研究至今未见报道。由于志留系柯坪塔格组下砂岩段沥青砂岩下倾方向、潮道或三角洲前缘砂体横向变化与分布对晚期油气充注部位与成藏均有直接的影响, 而前者与古地貌、古水流及物源方向均有着紧密的联系, 因此, 开展其沉积物源区的研究十分重要。本文利用塔中西北部的6口区探井砂岩中重矿物组合特征揭示其物源区及搬运方向, 旨在确定储层发育的有利区并阐明构造作用旋回与沉积作用的响应特征。

1 概况

塔中地区具有“东西分区、南北分带”特征, 以塔中54至塔中9井为界, 西部志留系呈明显角度不整合; 东部以志留系—泥盆系抬升剥蚀为特点。志留系呈底超顶剥, 由北往南厚度减薄; 东河砂岩向东—东北方向超覆尖灭(图1)。

塔中地区的志留系主要分为滨岸沉积体系和碎屑湖坪沉积体系。志留系柯坪塔格组下段(也称为下砂岩段)为滨岸相的前滨—临滨亚相沉积, 中段为滨岸—滨外陆棚相沉积, 上段为湖坪相潮下—潮间亚相沉积。海水从北西和北东两个方向侵入, 分别形成了滨岸与陆棚体系的沉积。而东河砂岩为河流—河口湾及滨岸沉积体系。在海侵早期, 东河砂岩主要发育滨岸及三角洲沉积, 随海平面上升, 向东不断超覆沉积, 滨岸扩大; 在海侵晚期, 自东向西分别发育河口湾、扇三角洲及滨岸—三角洲沉积(朱筱敏等, 2004; 朱如凯等, 2005)。

研究表明(刘洛夫等, 2001; 朱筱敏等, 2004; 朱如凯等, 2005)柯坪塔格组下砂岩段为岩屑砂岩和

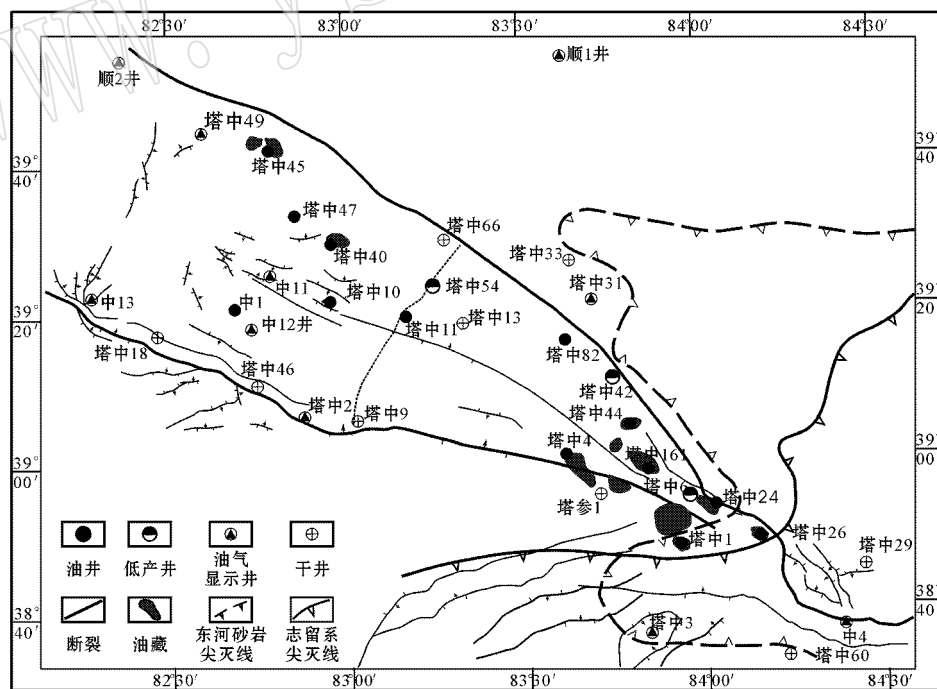


图1 塔中地区东河砂岩及志留系砂岩采样井位置图[据侯洪斌等(2004)^①修编]

Fig. 1 Distribution of Donghe and Silurian sandstones and locations for sampling well (modified after Hou Hongbin *et al.*, 2004^①)

① 侯洪斌, 钱一雄, 等. 2004. 中石化塔里木新区勘探潜力与目标评价报告(内部报告).

岩屑石英砂岩,石英含量45%~75%,长石含量5%~20%,岩屑含量20%~35%,以千枚岩、片岩等变质岩屑为主,火山岩、凝灰岩岩屑较少。东河砂岩是浅灰色中薄层状细粒到中粒石英砂岩,次圆-次棱角状,磨圆度中等到好,石英含量一般可达95%左右,长石和岩屑含量不超过10%,成分成熟度和结构成熟度均较高。

2 样品采集与处理

本次研究选择了塔中西北部的中1、中11、中12、中13、顺1和顺2井等6口区探井的上泥盆统东河砂岩和志留系柯坪塔格组25件砂岩样品,进行了重砂矿物分析和资料整理。

先将砂岩样品破碎和磨细至40~140目,经摇床及多次精细淘洗后获得重矿物,然后再通过磁选将重矿物又分为强磁和弱磁部分,通过电磁选,弱磁部分矿物又被分为强电磁、弱电磁和无磁部分;最后对各部分矿物进行镜下鉴定。重砂矿物含量计算采用颗粒统计法,每个砂岩样品统计颗粒在400粒左右。

3 重砂矿物组成与组合

3.1 重砂矿物组成

在中1井等区探井的东河砂岩和志留系砂岩25件样品中共鉴定出20多种重砂矿物,主要有锆石、磷灰石、锐钛矿、金红石、重晶石、菱镁(铁)矿、板钛

矿、黄铁矿、榍石、尖晶石、石榴石、十字石、辉石、角闪石、绿帘石、黝帘石、电气石、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、黄铁矿、铬铁矿、钛铁矿、海绿石和毒砂等。

根据对砂岩的沉积环境及源区的初步分析,将砂岩中的重砂矿物分为以下几类组合:①稳定矿物组合,包括二氧化钛矿物(金红石、锐钛矿、板钛矿和白钛矿)、锆石、电气石;②较稳定矿物组合,主要为石榴石和磷灰石;③不稳定矿物组合,主要是绿帘石、辉石和角闪石;④沉积相矿物,如赤(褐)铁矿、黄铁矿、海绿石、重晶石及碳酸盐矿物;⑤金属热液矿物。另外,ZTR指数是指由稳定矿物锆石、电气石和金红石及碳酸盐矿物组成的透明矿物组分的百分含量,ZTR指数越高代表重砂矿物的成熟度越高。

3.2 东河砂岩重砂矿物组合

从中1、11、12、13井和顺1井的东河砂岩中石英砂岩的重砂矿物组合特征分析(表1)中可以看出,以较高的黄铁矿含量为特征,以黄铁矿+白钛矿+磷灰石+锆石+碳酸盐或碳酸盐+白钛矿+锐钛矿+电气石+磷灰石+锆石+菱镁(铁)矿或黄铁矿为主要组合,反映了较为稳定的物源条件。

从稳定矿物含量及组合来看(表1、图2):①中1、11、12、13与顺1井的稳定矿物平均含量为33.12%,中1井的含量较低(<20%, $n=2$);②稳定矿物以白钛矿、电气石和锆石为主,中1井和顺1井的锆石含量较高(11.21%~12.87%);③ZTR指数平均为13.55%,Z12-12样品最高达23.45%;④下部均较上部含量高,如中12井,从埋深4331.50~4356.70m,稳定矿物含量从33.19%上升至54.10%。

表1 塔中地区中1、11、12、13和顺1井的东河砂岩重砂矿物组合

Table 1 Heavy mineral assemblages of Donghe sandstones in Wells of Zhong 1, 11, 12, 13 and Shun 1

井号	编号	埋深/m	重砂矿物组合
中1	Z1-1	4 443.80	Pyr + Apa + Zir + Tho + Cal + Hem + Aug + Ana + Rut + Gar
	Z1-2	4 612.00	Pyr + Cal + Tho + Apa + Zir + Mag-Sid + Tou + Rut
中11	Z11-4	4 365.50	Pyr + Tou + Tho + Cal + Bar + Apa + Mag-Sid + Bro
	Z11-5	4 370.00	Cal + Tho + Mag-Sid + Tou + Zir + Pyr + Apa + Hem + Gar + Bar
	Z11-6	4 373.20	Tho + Tou + Cal + Apa + Mag-Sid + Pyr + Hem + Bro + Zir + Gar
	Z12-10	4 331.50	Cal + Tho + Apa + Tou + Zir + Mag-Sid + Ana + Gar + Bro + Cha + Bar
中12	Z12-11	4 333.00	Tho + Cal + Ana + Apa + Zir + Tou + Mag-Sid + Gar + Cha + Rut + chr
	Z12-12	4 356.70	Cal + Tho + Tou + Ana + Pyr + Mag-Sid + Zir + Apa + Gar + Bro
	Z12-13	4 385.20	Tho + Cal + Ana + Apa + Tou + Zir + Pyr + Mag-Sid + Bar + Gar
中13	Z13-15	4 482.00	Cal + Tho + Apa + Tou + Zir + Pyr + Mag-Sid + Ana + Pyr + Gar + Rut
顺1	ZS1-18	4 366.50	Hem + Tho + Mag-Sid + Zir + Tou + Apa + Cal + Bar + Ilm + Ana

Ana—锐钛矿;Apa—磷灰石;Bar—重晶石;Bro—板钛矿;Cal—碳酸盐;Cha—黄铜矿;Chr—铬铁矿;Gal—方铅矿;Gar—石榴石;Gla—海绿石;Hem—赤(褐)铁矿;Hor—角闪石;Ilm—钛铁矿;Mag-Sid—菱镁(铁)矿;Pyr—黄铁矿;Sph—闪锌矿;Rut—金红石;Tho—白钛矿;Tou—电气石;Zir—锆石。

从较稳定矿物含量及组合来看(表1、图2):主要以磷灰石和石榴石为主,中1井和顺1井的较稳定矿物平均含量为7.17%(2.16%~17.79%),Z1-1样品中的磷灰石含量最高(17.79%),而中11、12、13井样品中石榴石含量相对高(0.74%~2.59%)。

从指向矿物含量及组合来看(图2):顺1井的赤(褐)铁矿较高(25.02%),而中1井(3.83%)和中11井(1.33%~2.50%)次之;中1井(51.74%~62.69%)和样品Z11-4(49.88%)中的黄铁矿含量相对较高;另外,顺1井具有较高的菱镁(铁)矿(15.93%)和重晶石(2.94%)含量,次之为中11井[菱镁(铁)矿为7.60%、重晶石为0.55%~7.74%]。

从不稳定矿物含量及组合来看(图3):Z1-1东河砂岩样品中较高,其辉石含量达2.87%。

3.3 志留系下砂岩重砂矿物组合

志留系下砂岩主要重砂矿物组合为黄铁矿+菱镁(铁)矿+碳酸盐+电气石+锆石+白钛矿+磷灰石(+重晶石)(表2)。

志留系下砂岩重砂矿物有以下特征:①稳定矿物主要为锆石、电气石和白钛矿,而顺2井中的方铅矿、黄铜矿、铬铁矿、锐钛矿普遍存在;②中1、中11、中12、中13和顺2井的稳定矿物平均含量为29.29%,含量较高的是顺2井($n=2$, 59.40%~61.14%)其次是中1井(34.63%);③ZTR指数平均为17.99%,顺2井和中1井较高(分别为28%和

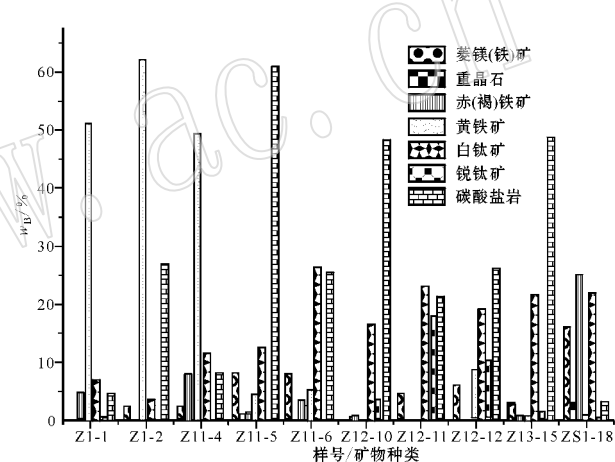
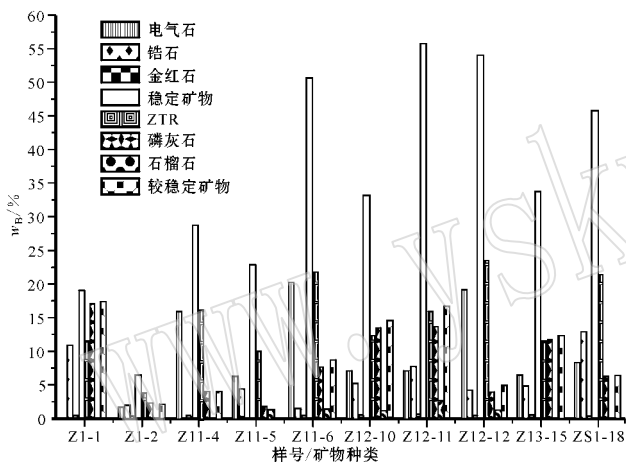


图2 中1、11、12、13和顺1井东河砂岩稳定重砂矿物和指相矿物分布

Fig. 2 Distribution of stable heavy minerals and sedimentary faces indicator minerals in Donghe sandstones from Wells Zhong 1, 11, 12, 13 and Shun 1

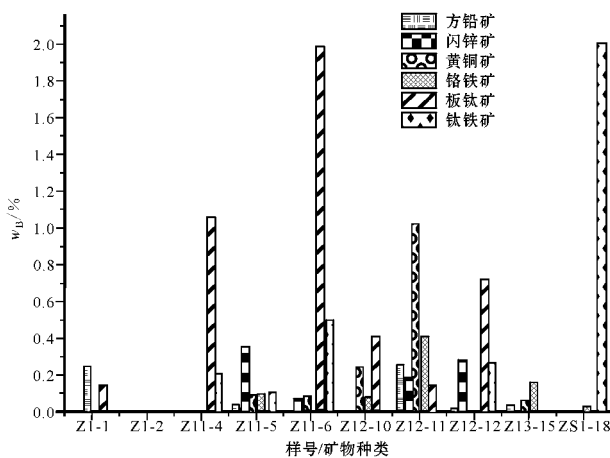
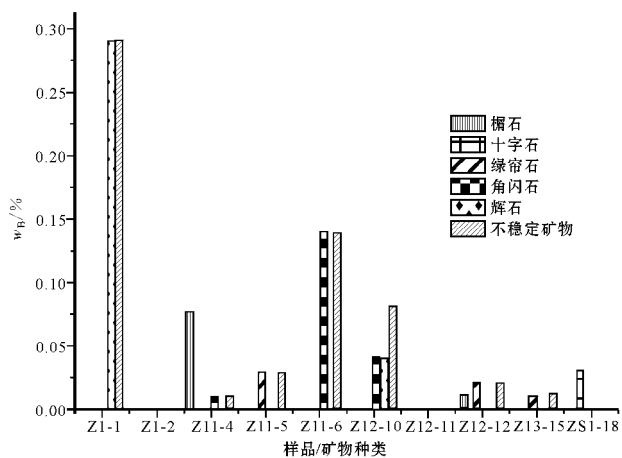


图3 中1、11、12、13井和顺1井东河砂岩中不稳定矿物及热液矿物分布

Fig. 3 Distribution of unstable and hydrothermal minerals in Donghe sandstones from Wells Zhong 1, 11, 12, 13 and Shun 1

25.6%) ,反映其矿物成熟度较高 ;④位于北围斜的顺 1 井志留系下砂岩的稳定矿物平均含量为 34.34% ,比中 1 井区稍高 ,总趋势是下部较高 ;ZTR

指数平均为 13.22%(图 4) ;另外 ,ZS1-21 样品具较低的电气石 (1.70%) 和一定含量的含钛矿物(图 4、图 5)。

表 2 塔中地区中 1、11、12、13 和顺 1、2 井志留系下砂岩重砂矿物组合

Table 2 Heavy mineral assemblages of Lower Silurian sandstones in Wells Zhong 1 ,11 ,12 ,13 and Shun 1 2

井号	编号	埋深/m	重砂矿物组合
中 1	Z1-3	5 114.00	Mag-Sid+ Tou+ Pyr+ Tho+ Bar+ Apa+ Zir+ Cal+ Rut
	Z11-7	4 701.30	Cal+ Tho+ Tou+ Zir+ Apa+ Gar+ Ana+ Pyr
中 11	Z11-8	5 008.80	Pyr+ Cal+ Tho+ Tho+ Zir+ Gal+ Mag-Sid+ Sph+ Apa
	Z11-9	5 011.70	Pyr+ Cal+ Tho+ Zir+ Tou+ Apa+ Mag-Sid+ Rut
中 12	Z12-14	4 987.30	Hor+ Apa+ Tou+ Gla+ Zir+ Tho+ Hem+ Mag-Sid
中 13	Z13-16	5 129.80	Pyr+ Cal+ Tou+ Mag-Sid+ Zir+ Apa+ Tho
	Z13-17	5 137.50	Pyr+ Mag-Sid+ Cal+ Bar+ Tou+ Zir+ Apa+ Tho
顺 2	ZS2-24	5 697.60	Apa+ Zir+ Tho+ Tou+ Cal+ Ana+ Chr+ Pyr+ Gar
	ZS2-25	5 839.43	Apa+ Pyr+ Zir+ Gar+ Cal+ Gal+ Chr+ Ana+ Tou+ Hem+ Cha
	ZS2-26	5 858.50	Tho+ Apa+ Tou+ Zir+ Mag-Sid+ Cal+ Chr+ Rut+ Cha+ Ana+ Gar
顺 1	ZS1-19	4 563.20	Pyr+ Bar+ Cal+ Tho+ Gar+ Mag-Sid+ Tou+ Zir+ Apa+ Gal
	ZS1-20	4 591.20	Tho+ Hem+ Zir+ Tou+ Apa+ Cal+ Ana+ Bar+ Ilm
	ZS1-21	5 236.42	Hem+ Apa+ Mag+ Zir+ Tho+ Cal+ Gar+ Tou+ Rut
	ZS1-22	5 318.51	Pyr+ Tho+ Apa+ Gar+ Tou+ Cal+ Zir+ Rut
	ZS1-23	5 340.30	Tho+ Apa+ Gar+ Zir+ Sph+ Tou+ Chr+ Cal+ Gal+ Pyr

表中矿物代号同表 1。

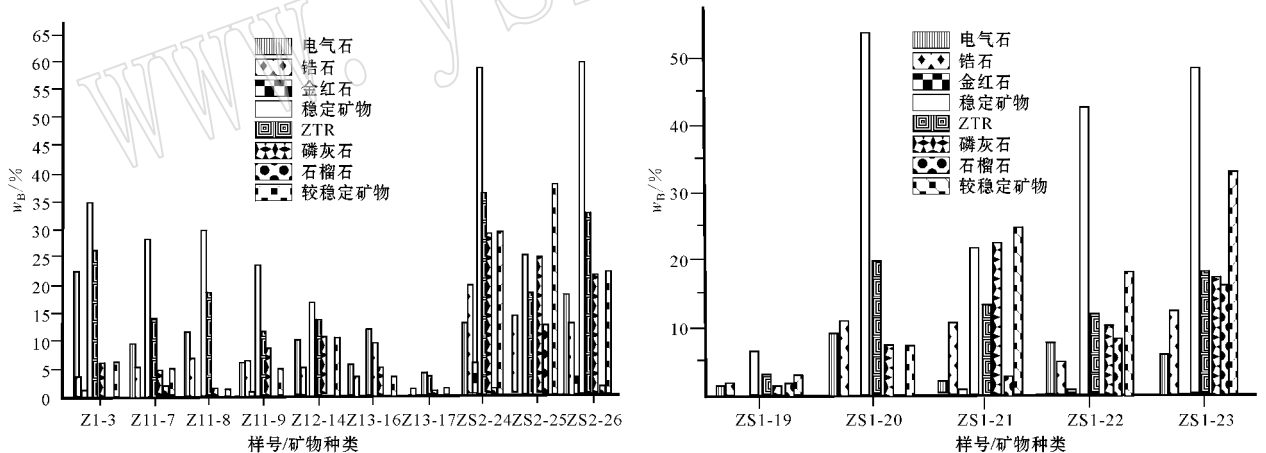


图 4 中 1、11、12、13 和顺 1、2 井的志留系下砂岩稳定矿物分布

Fig. 4 Distribution of stable minerals in Lower Silurian sandstones from Wells Zhong 1 ,11 ,12 ,13 and Shun 1 2

从较稳定矿物组合来看(图 4):中 1、中 11、中 12、中 13 井样品平均为 11.96% ,顺 2 井为 21.90% ~37.78% ,顺 1 井平均含量为 16.92%。以磷灰石和石榴石为主 ,顺 1 井样品中普遍含石榴石 ,平均为 5.57%(1.80% ~15.98%)。顺 1 井下部样品的磷灰石含量相对较高。

从指向矿物来看(图 5):①中 13 井中有较高的黄铁矿含量(64.52% ~74.10%) ,次之中 11 井

(Z11-8、Z11-9 ,为 40.84% ~56.39%) ;②中 13 井中存在赤(褐)铁矿(1.40%)和较高含量的海绿石(4.36%) ;③中 1、中 11、中 12、中 13 井的碳酸盐平均含量为 14.74% ,但变化较大(18.7% ~66.06%) ,中 11 井碳酸盐含量较高(13.80% ~66.06%) ,顺 1 井碳酸盐含量相对较低且变化较为稳定(3.92% ~5.23%) ,碳酸盐含量减少对应于孔隙率增加 ;④顺 1 井样品中的重晶石含量自上而下减少(10.91% ~

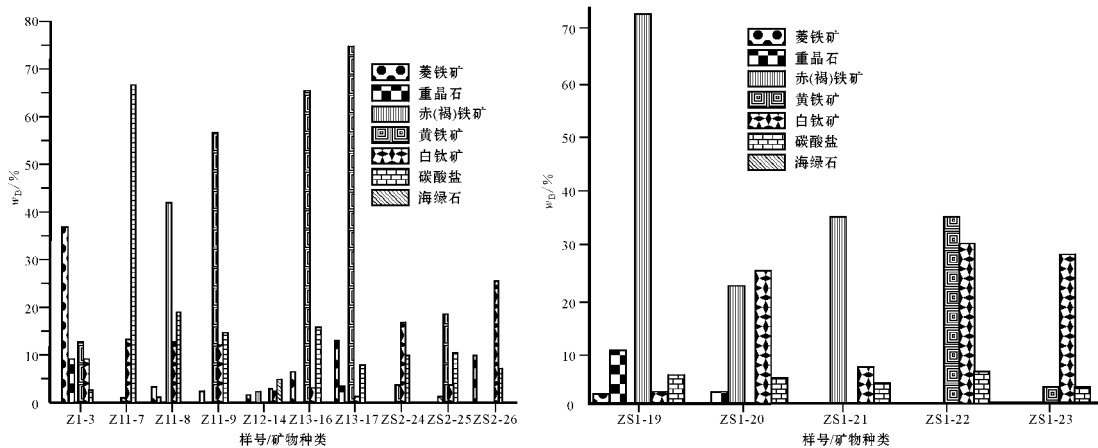


图5 中1、11、12、13和顺1、2井的志留系下砂岩指相矿物分布

Fig. 5 Distribution of sedimentary facies indicator minerals in Lower Silurian sandstones from Wells Zhong 1 ,11 ,12 ,13 and Shun 1 , 2

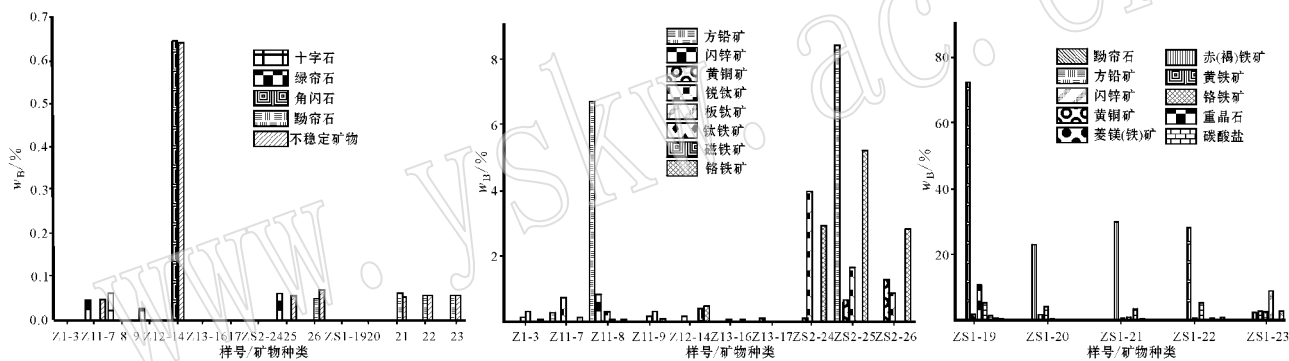


图6 中1、11、12、13和顺1、2井志留系下砂岩非稳定矿物及热液矿物分布

Fig. 6 Distribution of unstable and hydrothermal minerals in Lower Silurian sandstones from Wells Zhong 1 ,11 ,12 ,13 and Shun 1 , 2

1.86%~0.24%~0.32%~0.0%)。

从不稳定矿物组合来看(图6):除样品Z12-14有较高的角闪石含量外(达65.39%)其他样品中均<0.1%,反映了较为稳定的构造-沉积环境。

从重砂矿物中的热液矿物含量可见:顺2井普遍存在铬铁矿(2.88%~5.21%)和一定量的黄铜矿(0.04%~1.41%)个别样品中还含一定量的方铅矿(8.36%);另外,顺1井个别样品(ZS1-23)含有较高含量的方铅矿+闪锌矿(14.30%)以及铬铁矿(2.70%)。

3.4 重砂矿物含量及分布对比

将中1井区东河砂岩(n=10)与中1井区(西北部,n=10)及围斜区(顺1井,n=5)的志留系下砂岩中的重砂矿物特征进行对比后发现(图7):

(1)三者的稳定矿物平均含量分别为33.12%、28.14%和36.39%,较稳定矿物平均含量分别为7.17%、11.96%和16.92%,ZTR指数分别为13.55、17.99和13.22,说明志留系下砂岩成熟度相对较高。

(2)中1、中11、中12、中13井的东河砂岩以平均值相对低的锆石(4.13%)和磷灰石(6.45%)含量为特征,而中1、中11、中12、中13井及围斜区顺1井志留系下砂岩中重砂矿物中的锆石和磷灰石平均值分别为18.17%、19.07%,同时代表变质岩区的石榴石含量相对较高,反映了志留系下砂岩中的包括酸性岩浆产物和变质岩源区多种来源。

(3)从碳酸盐平均含量来看,东河砂岩中平均含量较高(26.98%),志留系下砂岩平均含量较低(14.74%),其中,顺1井志留系砂岩平均含量仅为

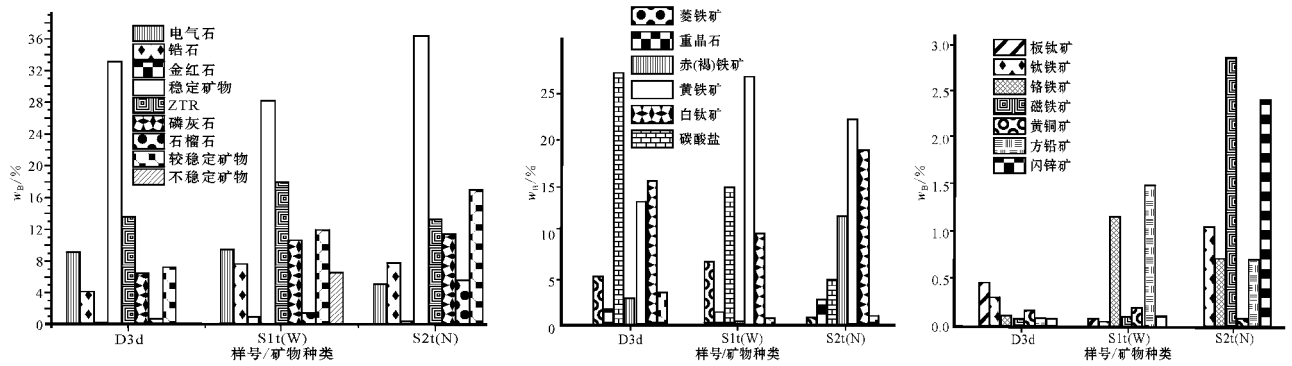


图 7 塔中地区东河砂岩与塔中西部(W)与北围斜区(N)志留系砂岩重砂矿物中稳定、指相及热液矿物对比

ig.7 Comparison of stable minerals, sedimentary facies indicator minerals and hydrothermal minerals from Donghe in Tazhong area and Silurian heavy minerals in Western and Northern Tazhong area

4.33%，而黄铁矿含量变化则显相反的变化趋势，这说明两者形成于不同的成岩环境和成岩阶段。

(4) 顺 1 井中赤(褐)铁矿含量较高，揭示了对应其沉积阶段的水体相对较浅，与其潮坪沉积环境相对应。另外，志留系下砂岩中的岩浆热液矿物含量较东河砂岩的含量相对较高，反映其加里东中期或更早的岩浆活动影响强。

4 重砂矿物对物源和沉积环境指示

一般认为，重砂矿物组合是源区母岩性质的指示剂。如晶形完好的锆石、电气石和磷灰石伴随少量黑云母的矿物组合指示源区为花岗岩；大量的石榴石、锆石、绿帘石、绿泥石组合为变质岩区；而磁铁矿、钛铁矿、锐钛矿、辉石及角闪石是基性火山岩存在的标志。

重矿物特征不仅反映母岩的组成，同时更多地反映了沉积物在沉积-搬运和沉积过程中物理分选、机械磨蚀和化学溶解作用，如海绿石虽然在河流沉积中也有发现，但主要为海相浅海沉积的标型矿物，而鲕绿泥石为滨浅海沉积；一定的赤铁矿和褐铁矿含量表明其气候干旱；若极易风化的辉石和角闪石能够大量保存下来，说明沉积区与物源区很近。

4.1 东河砂岩重砂矿物指相意义

综上所述，中 1、11、12、13 和顺 1 井的东河砂岩中的重砂矿物是以含较高的黄铁矿和由黄铁矿 + 白钛矿 + 磷灰石 + 锆石 + 碳酸盐组合为特征，主要反映了源区中花岗岩和基底沉积物中再搬运产物，总体反映了较为稳定的物源条件。中 1 井黄铁矿大量存在是受中二叠统中广泛发育的火山热液活动的影

响，顺 1 井中以指示气候干旱、氧化环境的赤(褐)铁矿含量较高(25.02%)，反映水体较浅的氧化沉积环境。

从稳定矿物组合来看，如中 11、中 12 和顺 1 井相对较高 ZTR 值(Z12-12 达 23.45%)，表明其矿物成熟度较高，抗风化强，距物源相对更远或有稳定的基底再沉积来源；从顺 1 井较高的菱镁(铁)矿(15.93%)、重晶石(2.94%)和中 1 井的菱镁(铁)矿(7.60%)、重晶石(0.55%~7.74%)较高的含量说明沉积区距物源区较近，以及后期成岩胶结作用较强。如 Z1-1、ZS1-18 碳酸盐含量 < 5%，与砂岩较高的孔隙度(15%~18%)相对应，中 11 井碳酸盐含量变化较大(8.25%~60.79%~25.09%)，对应了砂岩储层孔渗性纵向的非均质性。

Z1-1 样品中东河砂岩中的不稳定矿物辉石含量达 2.87%，可能受近源基性火山岩的影响。另外，中 11、12 井一定量的黄铜矿和闪锌矿同样指示了与岩浆热液矿化有关。

4.2 志留系下砂岩重砂矿物指相意义

志留系下砂岩中是以黄铁矿 + 菱镁(铁)矿 + 碳酸盐 + 电气石 + 锆石 + 白钛矿 + 磷灰石(+重晶石)为主要组合，这种以碳酸盐与稳定矿物为特征的组合反映了其主要来自下覆碳酸盐、花岗岩和搬运来再沉积物；中 1 井、中 12 井和顺 2 井相对低的碳酸盐含量，反映了距碳酸盐胶结较弱。顺 2 井志留系下砂岩中的稳定矿物含量及 ZTR 值最高，其次是中 1 井，较低的为中 12、13 井，从而推测物源方向可能是东南至西北方向。

顺 2 井志留系下砂岩中普遍存在铬铁矿、方铅矿、黄铜矿、锐钛矿和黄铜矿，反映了超基性岩和热

液作用的源区 ZS2-24 样品中还有一定金红石含量,反映有中高温岩浆期后热液作用的影响;顺1井及Z11-7样品中的志留系下砂岩中普遍含石榴石,反映其接触交代或区域变质岩来源;Z12-14样品中角闪石有一定含量,反映了基性岩浆岩的贡献;顺1井重砂矿物中的赤(褐)铁矿含量较高,反映水体较浅的沉积环境;Z12-14样品中存在指示浅海沉积的海绿石。但其他样品中不稳定矿物含量均小于0.1%,总体反映了较为稳定的、多物源、浅海-滨岸的构造-沉积环境。

5 结论

(1) 东河砂岩重砂矿物主要组合为黄铁矿+白钛矿+磷灰石+锆石+碳酸盐,而志留系下砂岩中为黄铁矿+菱镁(铁)矿+碳酸盐+电气石+锆石+白钛矿+磷灰石。

(2) 中1、11、12、13及围斜区顺1井的志留系下砂岩成熟度相对较高。东河砂岩中碳酸盐平均含量较高,次之为中1、11、12、13和顺1井志留系下砂岩,而黄铁矿含量变化则显相反的趋势,志留系下砂岩中的热液矿物含量均较东河砂岩的含量相对较高。

(3) 东河砂岩重砂矿物主要来自于抗风化强,距物源相对更远或有稳定的基底再沉积及花岗岩来源,但受前期或期后近源基性火山岩及岩浆期后热液影响较大,顺1井东河砂岩可能沉积于气候干旱、水体较浅的氧化环境。

(4) 中1、11、12、13井的志留系下砂岩重砂矿物主要来自下覆碳酸盐岩、花岗岩和搬运来再沉积物;中1井区局部有基性岩浆岩的贡献,顺2井有超基性岩和中高温岩浆期后热液作用的影响,而顺1井有接触交代或区域变质岩的来源;顺1井中上部为水体较浅的氧化沉积环境。志留系下砂岩总体反映了较为稳定的、多物源、浅海-滨岸的构造-沉积环境,推断物源方向可能是东南至西北方向。

致谢 河北省地质矿产局廊坊实验室鞠燕完成了样品的人工重砂分选,在此表示感谢!

References

Guo Jianhua, Liu Shengguo and Zhai Yonghong. 1995. Carboniferous sili-clastic rocks in Tazhong area: Their petrology features and material. sources [J]. Journal of Jiangnan Petroleum Institute, 3: 1~7 in

Chinese with English abstract).

Hubert. 1962. A zircon-tourmaline-rutile maturity index and the interdependence of the composition of heavy mineral assemblages with the gross composition and texture of sandstone [J]. Journal of Sedimentary Petrology, 3(3): 440~450.

Li Shuangjian, Wang Qingchen and Li Zhong. 2005. Characteristics of Mesozoic and Cenozoic heavy minerals from Kuche River section in Kuche depression and their geological implications [J]. Acta Petrologica et Mineralogica, 24(1): 53~61 (in Chinese with English abstract).

Liu Shaofeng, Ke Airong, Wu Liyun, et al. 1997. Sediment provenance analysis and its tectonic significance in the foreland basin of the Ordos Southwestern Margin [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 15(1): 156~160 (in Chinese with English abstract).

Liu Luofu, Zhao Jianzhang, Zhang Shuichang, et al. 2001. The depositional and structural settings and bituminous sandstone distribution characters of the Silurian in Tarim basin [J]. Acta Petrologica Sinica, 22(6): 11~17 (in Chinese with English abstract).

Morton A C and Hallsworth C R. 1999. Processes controlling the composition of heavy mineral assemblages in sandstone [J]. Sedimentary Petrology, 124: 3~29.

Yan Yi, Lin Ge, Wang Yuejun, et al. 2002. The indication of continental detrital sediment to tectonic setting [J]. Advance in Earth Science, 17(1): 85~90 (in Chinese with English abstract).

Yang Songling, Gao Zenghai and Zhao Xiuqi. 2002. The characteristic and distribution of Donghe sandstone sequences in Tarim basin [J]. Xinjiang Petroleum Geology, 23(1): 35~37 (in Chinese with English abstract).

Zhu Xiaomin, Zhang Qiang, Zhao Chenglin, et al. 2004. Sedimentary facies and environmental changes of the Donghe sandstone in Central Tarim [J]. Chinese Journal of Geology, 39(1): 27~35 (in Chinese with English abstract).

Zhu Rukai, Luo Ping, He Dongbo, et al. 2005. Sedimentary facies and models of the Kepingtage Formation of Silurian in Tazhong area, Tarim basin [J]. Journal of Palaeogeography, 7(2): 197~206 (in Chinese with English abstract).

附中文参考文献

郭建华, 刘生国, 翟永红. 1995. 塔中地区石炭系碎屑岩岩石学特征与物源分析 [J]. 江汉石油学院学报, 3: 1~7.

李双建, 王清晨, 李忠. 2005. 库车坳陷库车河剖面重矿物分布特征及其地质意义 [J]. 岩石矿物学杂志, 24(1): 53~61.

刘少峰, 柯爱蓉, 吴丽云, 等. 1997. 鄂尔多斯西南缘前陆盆地沉积物物源分析及其构造意义 [J]. 沉积学报, 15(1): 156~160.

刘洛夫, 赵建章, 张水昌, 等. 2001. 塔里木盆地志留系沉积构造及沥青砂岩的特征 [J]. 石油学报, 22(6): 11~17.

闫义林, 王岳军, 等. 2002. 盆地陆源碎屑沉积物对源区构造背景的指示意义 [J]. 地球科学进展, 17(1): 85~90.

杨松岭, 高增海, 赵秀岐. 2002. 塔里木盆地东河砂岩层序特征与分布规律 [J]. 新疆石油地质, 23(1): 35~37.

朱筱敏, 张强, 赵澄林, 等. 2004. 塔里木中部地区东河砂岩段沉积特征和沉积环境演变 [J]. 地质科学, 39(1): 27~35.

朱如凯, 罗平, 何东博, 等. 2005. 塔里木盆地塔中地区志留系柯坪塔格组沉积相与沉积模式 [J]. 古地理学报, 7(2): 197~206.