

文章编号: 1000-0550(2000)01-0100-07

中天山马鞍桥石炭纪沉积特征及构造意义^①

殷勇¹ 董玉珊¹ 高长林² 江建春² 范小林²

1(中国地质大学 北京 100083) 2(中国新星石油公司石油实验研究院 江苏无锡 214151)

摘要 出露于中天山马鞍桥、巴仑台北的石炭纪地层属于大塘阶晚期至威宁期碳酸盐和碎屑岩的混合沉积。沉积特征和微量元素标志显示该套地层主体为潮坪—泻湖相沉积, 仅顶部为河湖相沉积。砂岩的元素地球化学特征以及骨架颗粒的百分含量均显示, 该套地层的蚀源区为岛弧火山岩系和中酸性花岗岩系的中天山微板块。有足够的证据表明该套地层形成于中天山微板块与南天山弧后盆地碰撞的挤压背景, 即前陆盆地中, 构造和海平面变化是该套充填物的主要控制因素。

关键词 石炭系 潮坪—泻湖相 前陆盆地 元素地球化学组成 骨架砂岩

第一作者简介 殷勇 男 1964 年出生 高级工程师 石油地质和层序地层

中图分类号 P534.45 **文献标识码** A

出露于中天山马鞍桥、巴仑台北一带的石炭纪地层由于分布零星出露面积小而未引起人们的足够重视。王作勋^[1]认为石炭系属断陷盆地沉积, 杨蔚华^[2]认为石炭系属于大陆拗拉槽产物, 可见对于研究区石炭纪地层的构造环境的认识还存在分歧。另外对本区石炭系的沉积环境和沉积序列的演化也没有详细的工作, 进一步的研究有助于我们了解石炭纪时中天山的构造背景及其与南天山的相互关系。

1 地质背景和沉积地层

研究区位于中天山微板块东段, 紧邻南天山弧后盆地(图 1)。整个古生代, 天山微板块经历了复杂的“手风琴”式运动^[3]。晚泥盆世由于南天山弧后盆地的关闭, 中天山微板块和塔里木板块发生“软碰撞”^[3], 使南天山普遍缺失岩关早期沉积, 中天山缺失岩关期至大塘早期沉积。随石炭纪海侵的扩大, 南天山和中天山才相继接受沉积。

位于新疆托克逊县马鞍桥的石炭纪地层由下石炭统马鞍桥组和上石炭统桑树园组构成, 呈东西向条带状展布, 在南疆公路 222 km 与 229 km 里程碑之间构成向斜构造。向斜北翼出露地层较南翼厚, 北翼的石炭系与下伏志留系呈不整合接触, 南翼为断层接触。

向斜南翼褶皱断裂比较发育, 地层有不同程度的缺失和重复, 很难进行地层层序的恢复。北翼构

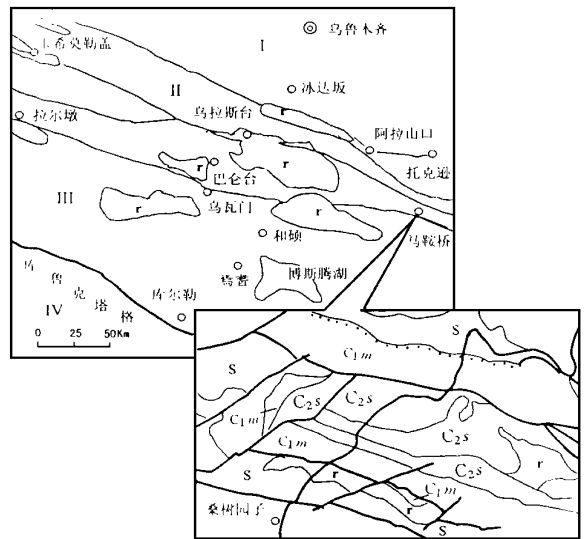


图 1 研究区构造背景和地层分布图

I. 北天山弧后盆地; II. 中天山微板块; III. 南天山弧后盆地;
IV. 塔里木板块; 细线代表地层和构造单元界, 粗线代表断层;
C_{1m} 代表马鞍桥组; C_{2s} 代表桑树园组;
S 代表志留系; r 代表花岗岩体

fig. 1 Map of tectonic setting and stratigraphic distribution

造相对简单, 地层出露完整, 没有重复和间断, 是研究中天山石炭系的理想剖面。马鞍桥一带的石炭系总厚达 2 185 m, 下石炭统马鞍桥组厚 280 m, 上石炭统桑树园组厚 1 905 m。马鞍桥组下部为紫红色

① 国家 85 重点攻关项目 85-101-02-01-01 部分成果

收稿日期: 1998-11-17 收修改稿日期: 1999-06-08

砾岩,上部为生物碎屑灰岩、白云岩夹膏泥岩、泥质粉砂岩、砂岩和砂砾岩,含丰富的珊瑚、腕足、腹足、菊石和海百合茎化石。腕足类见 *Striatifera striata*—*Gigantoproductus edelburgensis* 组合中的常见分子,珊瑚以 *Gangamophyllum* 动物群为主^[4],时代为韦宪最晚期至纳缪尔 A 期,相当于大塘晚期。

本文将桑树园组分成三段,下段为厚层状薄层灰岩、泥灰岩和白云质灰岩,中段为大套的粉砂岩、粉砂质泥岩和膏泥岩互层,上段为粉砂岩夹粗砂岩和砂砾岩,不含膏泥岩。桑树园组下段常见 *Pseudostaffella* 带,中段膏泥岩段常见菊石属于 *Bilinguites*—*Cancelloceras*^[4],时代可以确定属于巴什基尔早中期,相当于威宁阶。

巴仑台以北 995 km 里程碑处仅出露马鞍桥组下部地层,厚度小于 50 m,与下伏元古界星星峡群不整合接触。

2 沉积特征

本区石炭纪地层为碳酸盐与碎屑岩的混合沉积,马鞍桥组主要为碳酸盐沉积,桑树园组下段主体为碳酸盐岩,中上段主体为碎屑岩。其沉积序列从清水沉积到浑水沉积,与塔里木北部沉积序列相反,说明研究区与塔里木盆地北部具不同的构造演化特征。由于研究区紧邻中天山微板块和南天山弧后盆地碰撞的接合部位,处于构造上相对高的位置,因此接受海侵的时代比南天山库米什、库尔勒、轮台和野云沟要晚,但海退的时代比上述地区早,存在所谓的“迟到早退”现象,这与该区特殊的构造部位是密切相关的。

2.1 马鞍桥组沉积特征

在马鞍桥和巴仑台北普遍见到马鞍桥组与下伏老地层不整合接触。马鞍桥组有两个完整的沉积旋回构成,主要为碳酸盐潮坪沉积环境(图 2)。旋回 I 包括河流冲积扇→砾质浅滩→潮间下部浅滩→潮下开阔海→潮间带→潮上蒸发岩坪。旋回 II 从潮间带→潮下开阔海→潮间带构成完整的沉积旋回。

泥盆纪晚期中天山微板块和塔里木板块的软碰撞使中天山微板块微微隆升出水面遭受剥蚀,但并没有发生大规模的造山运动。从大塘晚期开始本区接受海相沉积。马鞍桥组底部为紫红色块状砾岩,砾石磨圆度较好,粒径 1~14 cm,最大 35 cm。砾石成分有花岗质、硅质、石英质和基性火山岩。从下往上砾石粒径逐渐变小,钙质胶结物增多,局部出现钙

泥质夹层。砾岩段底部为河流冲积扇,上部逐渐受到波浪的改造,属于潮间下部的砾质浅滩。

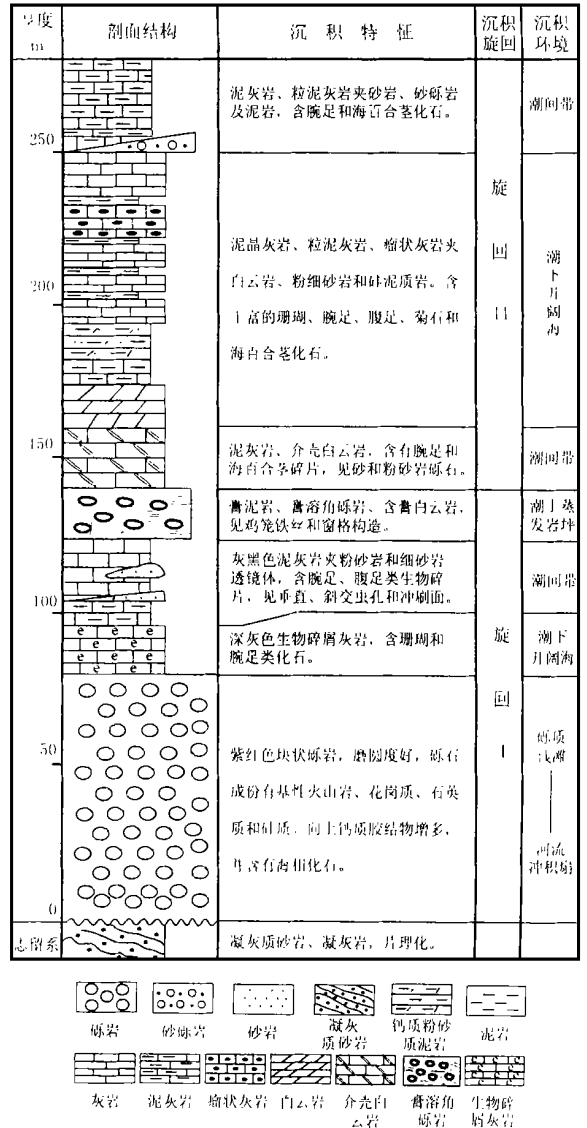


图 2 马鞍桥组沉积剖面结构图

Fig. 2 Depositional profile of Maanqiao Formation

潮下开阔海主要由生物碎屑灰岩、瘤状灰岩、泥晶灰岩和硅泥质岩组成,含丰富的珊瑚、腕足、菊石和海百合茎。见小型波状层理和黄铁矿晶体。

潮间带沉积主要由粒泥灰岩、泥粒灰岩和介壳白云岩组成,局部夹砂砾岩。含腕足和海百合茎碎片,局部含膏。介壳白云岩代表潮间带下部的介壳滩,砂砾岩可能与潮道沉积有关。

潮上蒸发岩坪主要由膏泥岩、含膏砂岩、膏溶角砾岩和肉红色含膏白云岩组成,见鸡笼铁丝状构造。下部沉积旋回主要以环潮坪旋回为主,并有蒸发岩

发育,指示暴露作用频繁。上部旋回以浅潮下旋回为主,指示海水较下部略有加深。

在巴仑台北仅出露马鞍桥组底部沉积,厚度小于80 m。底部砂砾岩与下伏老地层为不整合接触,厚50~60 m,向上逐渐过渡为颗粒灰岩和粒泥灰岩。见有两种类型的砂砾岩,一类为灰色—紫红色砂砾岩,位于剖面最底部。砾石主要为来自下伏变质地层的云母石英片岩,其次为石英质砾石,磨圆度差,为棱角状,无定向排列。胶结物为紫红色粉砂和粉砂质泥,偶见已重结晶的海百合茎碎片和其它生物壳碎片。其上为另一类紫红色砂砾岩,颗粒支撑,胶结物很少。砾石有紫红色粉砂质和灰白色石英质两类,紫红色砾石磨圆度较好,灰白色砾石为半棱角状。见极少量直接来自下伏地层的砾石,少量云母片和重矿物。推测最底部的砂砾岩为受海侵作用改造的河流或冲积扇砾岩,其上紫红色砂砾岩为砾质海滩岩。

在砂砾岩之上见有两套颗粒灰岩与粒泥灰岩互层沉积,并夹少量粉砂岩或页岩,厚度分别为11.5 m和15 m,总体环境为潮间或浅潮下的鲕粒滩。颗粒灰岩为典型的鲕粒灰岩,属潮下高能带产物,粒泥灰岩为潮间带沉积,构成浅潮下旋回。

2.2 桑树园组沉积特征

桑树园组为碎屑岩和灰岩的混合沉积,有三个沉积旋回组成(图3)。旋回I为潮下开阔海→潮间带,旋回II为潮下近滨→潮间带,旋回III为潮下泻湖→河湖相。桑树园组总体为浅潮下环境,海侵规模比马鞍桥组有扩大。

旋回I的潮下开阔海由块状灰岩、白云质灰岩和泥晶灰岩构成,局部夹砂砾岩。见有珊瑚和腕足类化石。潮间带由含砾砂岩、砂质灰岩和浅绿色粉砂岩组成夹深黑色炭质片岩。含砾砂岩和砂岩可能属于潮间带下部高能浅滩。

旋回II的潮下近滨带由粉砂岩和泥质粉砂岩组成,夹细砂岩和炭质片岩,见水平层理和钙质结核。潮间带主要由薄层灰黑色粉砂岩和泥质粉砂岩组成,局部夹泥岩和砂岩。见脉状、透镜状和波状等典型潮汐层理,以及水平层理、小型波痕、虫孔和炭屑。

旋回III的潮下泻湖由粉砂岩和膏泥岩组成,膏泥岩层面上见收缩痕,粉砂岩中见小型波状层理,岩层表面上有生物扰动构造,灰岩透镜体中见变形层理。河湖相沉积主要由粉、细砂岩和含砾砂岩组成,见小型波状层理和平行层理,未见海相生物化

石。在粉细砂岩中常见粗大的植物茎干,在粉砂岩和含砾砂岩中发育包卷层理。

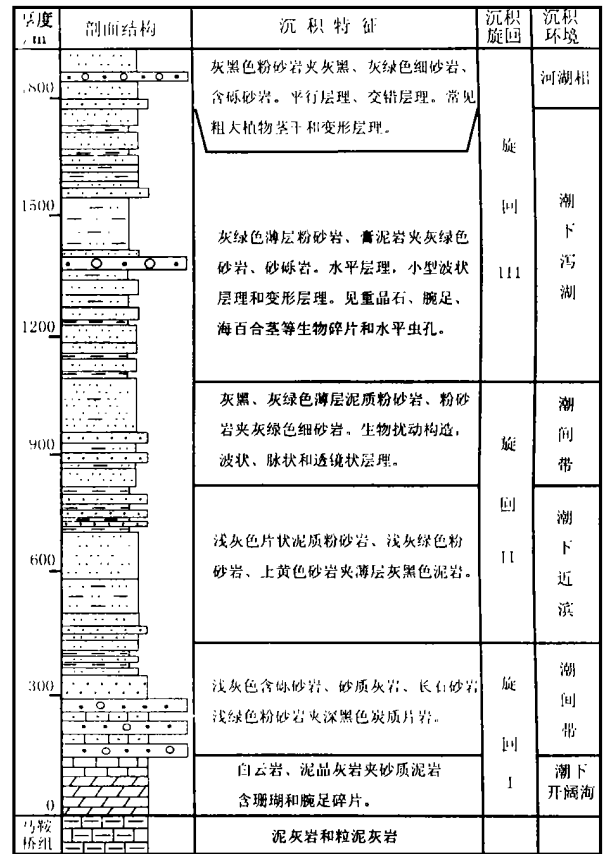


图3 桑树园组沉积剖面结构图

Fig. 3 Depositional profile of Sangshuyuan Formation

桑树园组在经历了比马鞍桥组强烈的海侵之后,发生了快速的海退,最后以湖泊及河流相结束旋回。

3 岩石地球化学特征

3.1 砂岩的微量和主量元素特征

利用微量元素来判别沉积环境,控制最大和最小水深已成为沉积地球化学研究的主要内容。长期以来,沉积学家一直在探讨并研究古地理环境对元素分散与聚集的控制,以期了解不同构造单元、不同地区、不同沉积类型及不同沉积环境的元素分布规律。目前已广泛使用某些元素、元素含量及比值如 Fe、Mn、Sr、Ba、B、Ga、Rb、Co、Ni、V 及 Sr/Ba、Fe/Mn、V/Ni、 Fe^{3+}/Fe^{2+} 等判别海相与陆相、氧化与还

表 1 马鞍桥地区石炭系沉积微量元素化学组成($\times 10^{-6}$) (Valloni, 1985)

Table 1 Trace element composition of the Carboniferous in Maanqiao area

序号 编号	岩石类型	沉积环境	Ba	Ce	Cr	Cu	Ga	Nb	Ni	Pb	Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr
1 Tsg-100	白云质灰岩(C_1m)	蒸发岩坪	5.9	80.0	2.0	80.3	0.3	1.0	11.6	12.7	19.4	1823.0	2.0	2.7	9.6	18.4	60.6
2 Tsg-67	钙质砂岩(C_1m)	潮间带	148.9	81.9	206.2	45.3	9.1	4.1	18.6	65.9	41.9	483.2	2.9	156.2	13.7	131.6	75.5
3 Tsg-91	粗砂岩(C_2s)	潮间带	267.9	113.2	98.2	61.9	13.3	7.9	15.5	3.0	120.1	218.0	4.3	255.2	19.6	36.2	126.3
4 Tsg-112	钙质砂岩(C_2s)	潮下泻湖	186.0	73.0	131.9	95.7	11.4	5.0	20.3	14.1	50.1	1548.1	7.0	131.6	15.2	150.4	168.5

表 2 马鞍桥地区石炭系沉积常量元素化学组成(%)

Table 2 Major element composition of the Carboniferous in Maanqiao area

序号 编号	岩石类型	沉积环境	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	MnO	TiO ₂	烧失量	FeO	H ₂ O ⁺
1 Tsg-100	白云质灰岩(C_1m)	蒸发岩坪	5.05	0.71	0.23	51.26	0.59	0.13	0.35	0.018	0.027	0.031	42.09	0.33	0.08
2 Tsg-67	钙质砂岩(C_1m)	潮间带	39.58	8.65	3.28	23.44	1.66	0.82	2.03	0.100	0.046	0.418	20.08	2.10	1.56
3 Tsg-91	粗砂岩(C_2s)	潮间带	52.32	15.32	8.77	5.10	3.03	4.04	2.83	0.223	0.064	1.163	6.92	4.35	3.46
4 Tsg-112	钙质砂岩(C_2s)	潮下泻湖	47.14	9.12	3.42	17.37	2.10	1.33	2.79	0.418	0.066	0.485	15.64	1.20	1.38

注: 样品由浙江省地质局中心实验室测定

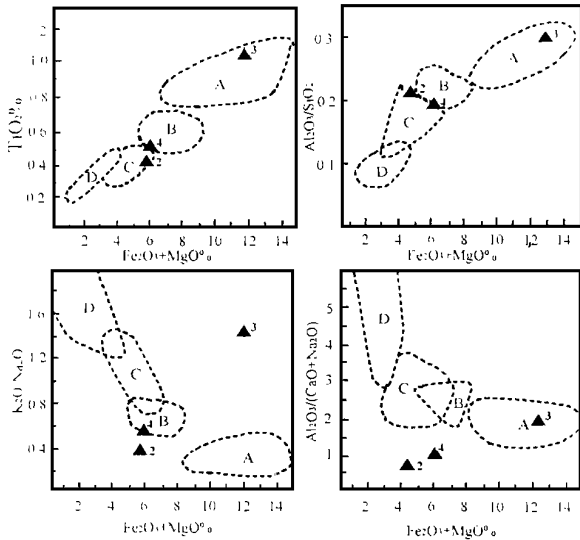


图 4 马鞍桥石炭系砂岩主量元素与构造背景(据文献[6])
A. 大洋岛弧; B. 大陆岛弧; C. 活动大陆边缘; D. 被动大陆边缘
Fig. 4 Major element composition plots of Carboniferous sandstones for tectonic setting discrimination in Maanqiao area

原、水盆深度、盐度及离岸距离等沉积条件^[5]。

研究认为当沉积物超过以下浓度当中几个浓度, 即 $Mo > 550 \times 10^{-6}$, $Co > 40 \times 10^{-6}$, $Cu > 90 \times 10^{-6}$, $Ba > 1000 \times 10^{-6}$, $Ce > 100 \times 10^{-6}$, $Pr > 10 \times 10^{-6}$, $Nd > 50 \times 10^{-6}$, $Ni > 150 \times 10^{-6}$, $Pb > 40 \times 10^{-6}$, 特别是伴生有含量小于 1×10^{-6} 的 U 和含量小于 3×10^{-6} 的 Sn 时, 那么原始形成深度可能超过 250 m。从表 1 可以看出研究区各微量元素值均大大低于 Nicholls(1967)提出的指标, 仅个别例外, 微

量元素的总和也很低, 因此水深应大大小于 250 m, 这与前面推测的潮坪环境是吻合的。

Bhatia M. R.^[6] 根据东澳大利亚砂岩的化学成分在各种构造环境中的变化规律得出砂岩主量元素与构造背景的判别模式。对研究区马鞍桥组和桑树园组砂岩和钙质砂岩进行投点(表 2)发现样品点落在大洋岛弧和大陆岛弧区域(图 4), 对于其构造环境下文还会做详细分析。

3.2 骨架砂岩模型和板块构造环境

砂岩的碎屑组成与所处的大地构造位置密切相关。自迪金森 70 年代提出砂岩的碎屑模型和颗粒指数以来, 这一技术已被广泛地用来判定在一定板块构造背景下形成的物源区和沉积盆地的性质。由于这种分析方法是通过岩石薄片的统计建立模型来反映宏观大尺度范围上的板块构造分区, 因此有人形象地称之为“指纹”分析法。

研究区碎屑岩主要为岩屑长石砂岩和长石岩屑砂岩。据镜下研究, 火山岩岩屑有玄武岩岩屑、安山玢岩岩屑、酸性岩岩屑和相应的凝灰岩岩屑, 它们在镜下呈棱角状、半棱状和撕裂状。火山碎屑岩中的石英往往是多晶石英, 边界模糊, 外形为尖棱角状与沉积岩屑中滚圆、轮廓清晰和洁净的石英形成很大的区别。相比较, 来自于火山碎屑岩中的石英往往超过来自于沉积岩屑中的石英含量。其次为长石, 斜长石含量大于钾长石。斜长石以中酸性长石为主, 外形为板柱状和棱角状, 表面有粘土化和绢云母化。再其次为沉积成因的单晶石英、黑云母片和灰

表3 马鞍桥、巴仑台北石炭系砂岩骨架模型

Table 3 Model for Carboniferous framework grain in Maanqiao and Baluntai areas

序号	野外号	采样地点	采样层位	QFL/%			Q _m FL _t /%			Q _m PK/%			Q _p L _v L _s /%			特征指数值(二级指数)		
				Q	F	L	Q _m	F	L _t	Q _m	P	K	Q _p	L _v	L _s	C/Q	P/F	L _v /L
1	Tsg-67	马鞍桥	马鞍桥组	40.1	23.7	36.1	18.9	23.7	57.5	44.3	47.1	8.6	37.1	48.1	14.7	0.53	0.85	0.77
2	Tsg-77	马鞍桥	桑树园组	1.3	62.7	36.0	0.8	62.7	36.5	1.3	98.7	0	1.4	90.8	7.8	0.38	1.00	0.92
3	Tsg-82	马鞍桥	桑树园组	9.1	44.3	46.6	5.4	44.3	50.2	11.0	87.5	1.6	7.3	77.5	15.2	0.40	0.98	0.84
4	Tsg-89	马鞍桥	桑树园组	6.4	22.8	70.8	3.6	22.8	73.6	13.6	81.6	4.8	3.7	90.7	5.6	0.43	0.94	0.94
5	Tsg-68	巴仑台北	马鞍桥组	18.9	55.7	25.3	13.3	55.7	31.0	19.2	27.3	53.4	18.3	76.1	5.6	0.30	0.34	0.93
6	Tsg-72	巴仑台北	马鞍桥组	9.2	57.1	33.8	7.0	57.0	35.9	10.9	34.8	54.3	6.0	85.5	8.5	0.24	0.39	0.91
	平均														0.38	0.75	0.89	

Q 总的石英含量; Q_m 单晶石英; Q_p 多晶石英; F 总的长石含量; P 斜长石; K 钾长石; L 总的岩屑; L_v 火山岩屑; L_s 沉积岩屑; L_t = L + Q_p
 C/Q = (燧石 + 多晶石英) / 石英总含量; P/F = 斜长石 / 长石总含量; L_v/L = 火山岩屑 / 岩屑总含量

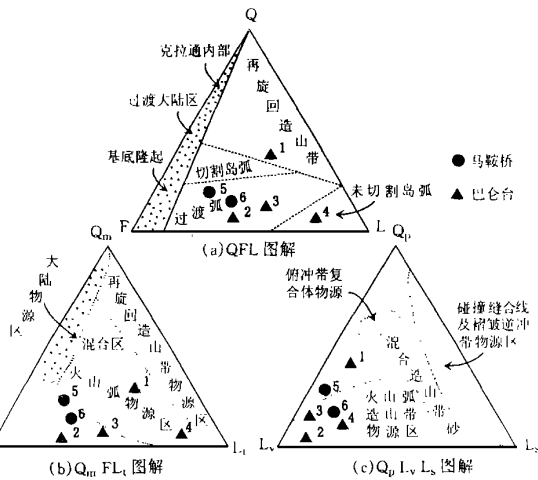


图5 砂岩的 QFL、Q_mFL_t 和 Q_pL_vL_s 图解

Fig. 5 QFL, Q_mFL_t and Q_pL_vL_s diagram for Carboniferous sandstones in middle Tianshan

岩岩屑。

Dickison W. R.^[7,8] 对现代和古代碎屑砂岩进行了大量的统计, 划分出三大类蚀源区, 即①大陆地区, 其沉积物物源为地盾、地台或基底隆起; ②再旋回造山带, 其沉积物物源为消减带、碰撞造山带或前陆褶皱冲断带中受到变形与隆升的地层层系; ③岛弧火山岩, 其物源区为活动的岛弧造山带或活动大陆边缘。

对研究区七个样品的砂岩骨架颗粒含量进行了统计(表3), 分别投点于 QFL 图解(图 5a)、Q_mFL_t 图解(图 5b)和 Q_pL_vL_s 图解(图 5c)。大多数点落于岛弧火山岩区, 少数点落于再旋回造山带及混合造山带区。1985 年, 维罗尼根据砂岩的特征指数值(C/Q, P/F, L_v/L, 其中 C/Q 表示燧石 + 多晶石英/

石英总含量; P/F 表示斜长石 / 长石总含量, L_v/L 表示火山岩屑 / 岩屑总含量)在各种构造环境中的变化规律, 统计出各种构造环境中基本物源区碎屑组合和指数(表 4)。在研究区我们统计的结果为 C/Q = 0.42, P/F = 0.73, L_v/L = 0.90, 与 Valloni(1985)的大陆岛弧和大洋岛弧较为接近。

表4 基本物源区组合及指数 (Valloni 1985)

Table 4 Clastic assemblages and index for major source areas

物源类型	基本碎屑组合	特征指数值(二级指数)		
		C/Q	P/F	L _v /L
大陆基底	QF	0.05	0.25	
增生基底	QF	0.10	0.35	0.15
褶皱冲断前陆	QL	0.15	0.40	0.05
板块接合高地	FL	0.20	0.60	0.45
大陆岛弧	LV	0.25	0.80	0.85
大洋岛弧	LV	0.30	0.85	0.85
群岛	贫 Q 富 F	0.90	0.95	

4 构造环境讨论

天山和塔里木具有和现今东南亚相似的构造背景, 多岛洋、微板块和软碰撞是天山复合造山带的特色。中天山隆起带是由一系列微地块和地槽褶皱带组成的, 它们包括伊犁地块、那拉提微地块、巴仑台微地块、卡瓦布拉克微地块、婆罗科努加里东弧后盆地褶皱带和中天山加里东优地槽褶皱带^[1]。

在地质演化史上中天山微板块和岛链受到过中天山北缘和南缘的多次俯冲、碰撞和拼贴, 有资料显示中天山北缘和南缘存在着早古生代俯冲、碰撞、拼贴带^[3], 使得中天山志留纪地层发育大量的岛弧火

山岩并伴有中酸性花岗岩侵入。砂岩的地球化学数据投点和骨架颗粒的投点, 均为大陆岛弧或洋岛, 显示出研究区石炭系的物源是由下伏的岛弧火山岩经剥蚀提供的, 与上述资料显示的结论吻合。高的长石含量反映了碰撞带有大量的深层侵入岩体活动。

综上所述研究区石炭系沉积产于中天山微板块与南天弧后盆地碰撞的挤压背景中, 即前陆盆地背景中。我们知道前陆盆地的蚀源主要来自再旋回造山带, 即造山带和前陆褶冲带受到变形与隆升的地层层系。研究区的石炭系产于前陆盆地, 但统计结果的数据投点仅个别落入再旋回造山带, 大部分为岛弧区域, 我们认为与独特的蚀源区(主要为岛弧火山岩和中酸性侵入岩体)有关。

研究区石炭系沉积与中天山微板块的演化关系可以归纳如下:

随早古天山洋的打开($Z-O_1$), 中天山微板块从塔里木板块分离出来, 构成了天山多岛洋中的岛链和微陆块。中天山北缘的俯冲、碰撞和拼贴(O_3-D)使南天山弧后盆地打开(S_3-D_1), 有证据表明, 至泥盆纪晚期开始南天山发生弧后碰撞造山作用。这次碰撞造山作用属于“软碰撞”, 即碰而不合, 它并没有使南天山迅即隆升成陆, 而是引起南天山和塔北缓慢抬升, 海水缓慢变浅。至早石炭世早

期研究区和南天山已隆升出水面, 因此研究区和南天山普遍缺失岩关早期沉积。随石炭纪海侵的开始, 南天山于岩关晚期率先接受沉积, 研究区处于碰撞接合带的高部位, 至大塘晚期才接受沉积, 并于威宁期隆升成陆, 这种“迟到早退”现象说明本区处于独特的构造环境, 并且构造作用和海平面变化联合控制了本区沉积作用历史。

参 考 文 献

- 1 王作勋, 邬继勇. 天山多旋回构造演化及成矿[M]. 北京: 科学出版社, 1990. 1~166
- 2 杨蔚华, 刘友梅, 高计元. 新疆北部石炭系大陆拗拉槽与浊流盆地沉积序列中铅锌金等层控矿床[A]. 涂光炽主编. 新疆北部固体地球科学新进展[C]. 北京: 科学出版社, 1993. 95~114
- 3 高长林, 崔可锐等. 天山微板块构造与塔北盆地[M]. 北京: 地质出版社, 1995. 1~118
- 4 周志毅, 陈丕基主编. 塔里木生物地层和地质演化[M]. 塔里木油气地质(4). 北京: 科学出版社, 1990. 192~224
- 5 邓宏文, 钱凯. 沉积地球化学与环境分析[M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 1993. 1~147
- 6 Bhatia M R. Plate tectonic and geochemical composition of sandstones[J]. *Geol*, 1983, 91: 611
- 7 Dickinson W R, Suczck C A. Plate tectonics and sandstone compositions[J]. *AAPG*, 1979, 63: 2 164~2 182
- 8 Dickinson W R, Valloni R. Plate settings and provenance of sands in modern oceans[J]. *Geology*, 1980, 8: 82~86

Depositional Characteristics of Carboniferous and Its Tectonic Significance in Maanqiao Area, Middle Tianshan

YIN Yong¹ DONG Yu-shan¹

GAO Chang-lin² JIANG Jian-chun² FAN Xiao-lin²

1(China University of Geosciences, Beijing 100083)

2(Institute of Experimental Petroleum, China New Star Petroleum Corporation, Wuxi Jiangsu 214151)

Abstract

The Carboniferous strata outcropped in Maanqiao and northern Baluntai area in Middle Tianshan include Maanqiao Formation (late Datang stage) and Sangshuyuan Formation (Weining stage). The strata belong to the mixed sediments of carbonate and clastic rocks. Maanqiao Formation, most of which is carbonate tidal-flat facies, consists of two depositional cycles. Cycle one shows peritidal cycle, but cycle two shows intertidal-subtidal cycle, which indicate a deepening of sea water from cycle one to cycle two. The Sangshuyuan Formation is composed of three depositional cycles, which mainly show subtidal cycles. The fluvial and lacustrine facies on the top of Sangshuyuan Formation indicates the retreating of sea water.

The trace element composition shows that the depth of sea water is very shallow, but the major element composition indicates that most samples fall into the region of island arc. The QFL, Q_mFL and Q_pL_vL_s dia-

grams for Carboniferous sandstones give the same results as the major element composition plots.

It can be seen that the source area of the Carboniferous strata is from underlying middle Tianshan microplate composed of a great deal of volcanic rocks of island arc type and intermediate—acid granite. So, the Carboniferous strata are formed in the foreland basin resulting from the collision between middle Tianshan microplate and southern Tianshan back—arc basin. The evolution of Tianshan microplate shows that the opening of paleo—Tianshan Ocean starts from Sinian—early Ordovician. With the opening of paleo—Tianshan Ocean, the middle Tianshan microplate shifts from the Tarim plate. The opening of southern Tianshan back—arc basin results from the subduction and collision in the northern margin of middle Tianshan microplate. The collision between Tarim plate and middle Tianshan microplate results in the closure of the southern Tianshan back—arc basin. The collision, also called as soft collision, does not make the southern Tianshan uplift abruptly. The sea water in the research area and southern Tianshan does not retreat until the early Carboniferous. So, there is devoid of sediments during the early Yanguan stage. With the transgression of Carboniferous, southern Tianshan accepts the sedimentation during the late Yanguan stage, but the research area during the late Datang stage. After a short time of sedimentation, the research area uplifts.

Key words Carboniferous tidal—flat and lagoon facies major element and trace element composition framework grain foreland basin

(Continued from page 99)

1. Fan—shaped sedimentary bodies are complex nonlinear systems. Their forming processes are both a depositional dynamics of growing, crevassing, abandoning and a complex stochastic, nonlinear dynamics. Crevasses can be viewed as a kind of bifurcation and fluctuation; the choice of branches and the interaction of the fluctuation quantities are the important causes to form the complex and various morphological features and inner structures of fan—shaped bodies.

2. The box dimension of morphology fractal of a fan—shaped body is generally 1.1—1.4, that of structure fractal is generally 1.25—1.45.

3. The different box dimensions show different tectonic and depositional setting. Fractal dimensions represents the structural anisotropism of sedimentary bodies.

4. Fractal—Kriging proves to be useful method for modeling morphology and inner structures of sedimentary bodies, it can better reveal the local features and anisotropic change in the bodies by adjusting fractal dimension D , horizontal and vertical range.

Key words fan—shaped depositional body fractal dimension nonlinear dynamics fractal-kriging simulation