

新疆头屯河地区侏罗系 砂岩成分变化及构造环境的探讨

赵永胜 赵霞飞

龙能礼

(成都地质学院,成都 610059)

(新疆地质矿产局地质科学研究所,
新疆 830000)

【摘要】 对砂岩矿物成分的定量研究,发现砂岩矿物成熟度的变化与该区构造运动相吻合,源区构造环境为再旋回造山带和岩浆岛弧。

【关键词】 碎屑成分 构造环境 侏罗系砂岩 新疆

有关天山地质构造及演化的研究,论著丰富,观点较多(陈哲夫,1985,张良臣等 1985),但多数从大地构造角度探讨天山构造演化及板块构造。我们在新疆乌鲁木齐以南郝家沟对侏罗系地层沉积学及聚煤规律研究时采集了大量的岩石标本,对其中砂岩作薄片及扫描电镜研究,发现砂岩成分的变化,矿物成熟度的演变有一定的变化规律,用砂岩成分及矿物成熟度变化探讨构造运动是一种尝试,不当之处,请赐教!

1 地质构造及地层特征

研究区位于准噶尔盆地南缘,乌鲁木齐以西,为中生代山前拗陷(图1),构造上为准噶尔-哈萨克斯坦板块,博格达石炭纪岛弧带北缘。

区内侏罗系地层出露完整,根据地层岩性特征,沉积旋回及生物化石将侏罗系分为六个组⁽¹⁾,其岩性特征简述如下:

1.1 下侏罗统

(1)八道湾组(J_1b):厚度 584m 左右,岩性为灰白色、灰绿色细砾岩、砂岩、粉砂岩、泥岩及碳质泥岩,夹煤层和煤线,含菱铁矿结核,组成下粗上细的正韵律,为辫状河-扇间沼泽相沉积,含丰富的植物化石:*Coniopteris hymenophylloides*, *Phoenitopteris mancharica*, *Podozamites* sp., *Cladophlebis* sp.; 及双壳类:*Farganoconcha* sp., *Sibiriconcha* sp., *Margaritifera* sp. 等;

(2)三工河组(J_1s):厚度 698 m 左右,岩性为灰色、灰绿色砂岩、粉砂岩和泥岩,夹砾岩、泥灰岩和煤线,组成正韵律为主,中出现反韵律,植物化石与八道湾组相似,出现新分子:Neo-

camites, Carpolithus, Radicitis⁽¹⁾, 沉积环境为冲积扇扇缘—湖泊沉积。

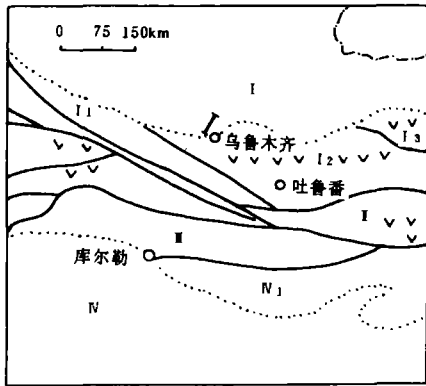
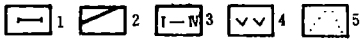


图 1 研究区构造图

Fig. 1 Tectonic map of study area

- 1. 剖面位置; 2. 板块分界线; 3. 板块单元; 4. 岛弧火山岩; 5. 天山山系界线; I. 准噶尔板块; I₁. 伊连哈比尔朵晚古生代弧前一海沟带; I₂. 博格达石炭纪岛弧带; I₃. 哈尔力克泥盆纪、石炭纪岛弧带; II. 觉罗塔格石炭纪岛弧带; III. 萨阿尔明晚古生代裂陷槽; IV. 塔里木板块; IV₁. 库鲁克塔早古生代裂陷槽

(据张良臣, 1985 after Zhang Liangcher 1985)



1.2 中侏罗统

(3) 西山窑组(J_{2x}): 厚度 220 m 左右, 岩性为灰色、

紫红色砂岩夹细砾岩、粉砂岩、泥岩, 富含煤层, 为下粗上细的正韵律, 沉积环境为河流—泛滥沼泽沉积, 生物化石以 Pseudocardinia 属所含的种类繁多为特征, 出现新分子 Cuneopsis⁽¹⁾, 还有少量腹足及介形虫伴生。

(4) 头屯河组(J_{2t}): 厚度 414 m 左右, 岩性为灰色、灰绿色砂岩, 杂色泥岩、砂质泥岩, 夹砾岩及凝灰岩, 局部出现煤线, 古土壤发育, 沉积环境为低弯度河流系统, 顶部出现泛滥平原沉积, 介形虫有: Darwinula, Uiguria, Jinggella, Mctacypria 等⁽¹⁾。

1.3 上侏罗统

(5) 齐古组(J_{3q}): 厚度 566 m 左右, 岩性为紫红色泥岩、砂质泥岩, 夹砂岩和砾岩, 植物化石: Podozamites Lonceolatus, Cladophlebis sp., Sphenopteris sp. ⁽¹⁾ 及介形虫化石, 为河流—泛滥平原沉积。

(6) 喀拉扎组(J_{3k}): 厚度 266 m 左右, 岩性为灰褐色、褐紫色含砾砂岩、泥岩, 下部砂岩为主、上部为泥岩, 组成正旋回, 沉积环境为三角洲—浅湖沉积, 脊椎动物化石: Szechuanosaurus cf. Campi, Chiayusaurus lacustris, Mesosuchia sp. 等⁽¹⁾。

2 侏罗系砂岩成分及岩石类型

2.1 砂岩的矿物学特征

2.1.1 碎屑的矿物成分 1) 石英 包括单晶石英和多晶石英, 占碎屑部分 40.9%, 单晶石英颗粒具波状消光的特征, 沿解理或早期裂缝出现部分自生石英, 颗粒多为棱角状到次棱角状。

多晶石英包括燧石及来自深成及变质岩岩屑的石英, 各晶体间呈弯曲状或缝合线状, 少数呈镶嵌状接触。

2) 长石 占碎屑部分 29.3% (14.7—41.8%), 主要为不具双晶正长石和具双晶的斜长石, 见少量微斜长石, 大多长石(钾长石和斜长石)颗粒表现出风化、蚀变现象, 为粘土化及被方解石交代。

3) 云母 主要为黑云母, 含量极少, 部分转变为绿泥石, 大部分黑云母发生变形, 呈弯曲

状,表现出极强的压实效应。

4)岩屑 占碎屑部分 29.8%(16.2—52.9%),以沉积岩和火山岩岩屑为主。沉积岩岩屑,包括泥岩、粉砂质泥岩和泥质粉砂岩,推测来源于二、三叠系及侏罗系部分碎屑岩岩系地层。

火山岩岩屑,凝灰岩及大量火山玻璃,往往发生绿泥石化及脱玻作用,在脱玻化基质中有斜长石、正长石等板状晶体及放射状石英。变质岩岩屑,含量极少,石英岩、片岩及板岩岩屑。

5)极少量重矿物,主要出现电气石、绿帘石和石榴石等。

2.1.2 杂基及胶结物成分 砂岩颗粒之间的粘土杂基含量 1.01—13.4%,通过扫描电镜研究发现矿物成分为蒙脱石、高岭石和伊利石。化学胶结物为方解石、铁的氧化物、硅质(自生石英)及自生长石,含量为 2—10%。

2.2 砂岩成分变化及分类

2.2.1 砂岩成分的含量统计及变化 砂岩的碎屑成分百分数是用 Gazzi—Dickinson 方法统计而得(表 1),即在砂岩薄片上用点计法确定。

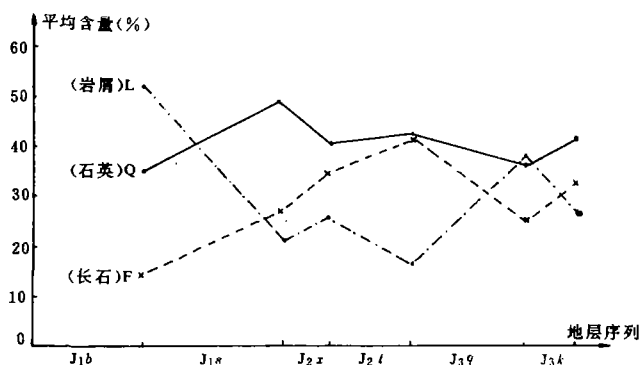
表 1 砂岩碎屑成分统计表(%)

Table 1 Comprehensive data of Jurassic sandstone composition

地层时代	层位	Qm	Qp	Fk	Fp	Ls	Lv	Lm	M
喀拉扎组 (J _{3k})	319	16.4	17.4	23.1	3.0	17.4	17.4	5.3	9.8
	341	29.7	15.7	27.2	11.2	11.4	4.2	0.6	7.3
	343	23.3	14.8	17.8	3.8	15.7	18.8	5.9	2.2
齐古组 (J _{3q})	323a	23.5	10.7	17.0	5.5	30.8	10.7	1.7	5.6
	320	23.6	13.8	18.7	5.2	14.4	18.7	5.5	10.7
	309	21.6	17.1	14.1	5.7	17.8	13.1	7.4	13.4
	308	25.5	5.0	13.5	26.7	14.8	11.6	2.8	2.1
	297	30.8	8.8	9.1	33.5	5.5	5.8	6.6	5.6
头屯河组 (J _{2t})	291	35.5	6.2	7.6	34.9	5.0	4.7	6.2	4.6
	289	33.7	8.1	6.6	29.2	8.1	9.6	4.8	5.2
	283	33.1	7.2	10.1	29.6	4.2	14.6	1.2	7.0
	275*	26.9	13.6	5.6	28.8	6.4	12.5	6.2	4.3
西山窑组 (J _{2x})	268a	26.0	16.2	6.6	19.7	5.8	21.1	4.6	5.1
	253	21.6	10.5	5.3	32.7	5.8	18.4	5.6	6.4
	247	42.5	22.0	2.8	13.7	4.4	6.8	7.8	2.8
三工河组 (J _{1s})	242	22.5	20.9	3.5	9.9	20.9	20.0	4.5	5.4
	236	33.2	20.6	8.3	17.8	10.6	5.7	3.7	2.7
	230	27.3	27.0	5.0	24.6	10.4	4.7	0.9	3.9
	221	21.4	23.6	3.0	31.4	13.0	5.1	2.2	4.2
	206	25.9	15.7	4.8	30.0	22.8	1.7	1.1	2.9
	188	29.7	15.6	6.8	24.7	17.9	3.5	1.8	3.0
	187	35.7	20.6	4.1	17.8	15.0	5.6	1.2	2.7
	182	28.8	20.0	5.8	26.3	11.8	2.7	4.7	2.1
	152	26.6	19.1	3.5	9.2	29.5	10.1	2.0	3.3
	150	35.3	15.7	3.9	12.8	16.0	10.7	5.6	4.0
八道湾组 (J _{1b})	145	35.4	14.7	2.6	11.8	16.0	12.1	7.3	4.3
	136	16.4	18.6	1.9	10.7	26.5	18.9	7.1	3.3
	103	15.1	14.8	1.5	8.6	40.7	16.6	2.4	5.2
	99	16.0	12.9	2.5	7.8	41.7	15.4	3.6	3.2
	91	12.7	17.2	3.4	15.0	38.1	11.0	2.5	2.9
	70	11.8	8.1	0	1.0	73.5	3.3	2.4	10.9
	47	25.3	17.5	6.6	17.2	20.4	10.3	2.6	2.9
	44	6.6	17.2	1.9	11.1	47.6	7.5	8.1	3.6
	40	12.3	6.3	2.8	11.3	41.5	23.6	2.3	4.2
	36	7.4	10.5	3.4	8.6	34.5	32.9	2.8	4.7

M.表示杂基含量(%); Qm.单晶石英百分含量(%); Qp.多晶石英(燧石)含量(%); Fk.钾长石含量(%); Fp.斜长石含量(%); F=Fk+Fp; Lv.火山隐晶岩屑(%); Ls.沉积岩岩屑(%); Lm.变质岩岩屑(%); L=Lm+Ls+Lv

从表可以得出:侏罗系各组段砂岩成分的含量有一定的变化趋势,从八道湾组到头屯河



组,稳定矿物石英含量增加,长石亦增加,而不稳定矿物岩屑含量减少;从齐古组到喀拉扎组有相似的变化(图2)。

图2 砂岩碎屑成分随地层时代的变化
Fig. 2 Sandstone detritus composition varies with the geologic time

对砂岩岩屑组分统计,发现从八道湾组到西山窑组,沉积岩岩屑减少,火山岩岩屑及变质岩屑含量增加,而从头屯河组到喀拉扎组,变质岩岩屑减少,火山岩岩屑及沉积岩岩屑增加(图3),岩屑的这种变化与源区的三叠系、二叠系、石炭系等老地层的岩性呈反剖面的沉积序列,说明天山系地层在侏罗纪时期母岩剥蚀程度大,为主要的物源区。

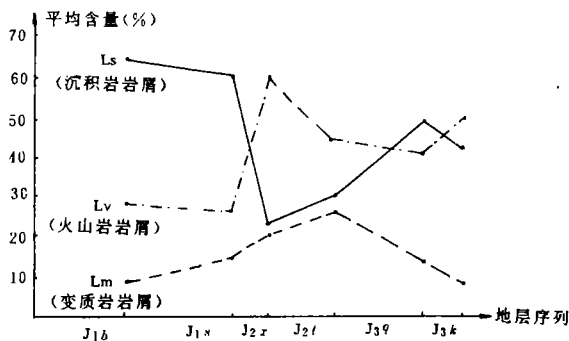


图3 砂岩岩屑含量随地层时代变化
Fig. 3 Rock debris in sandstone change with the geologic time

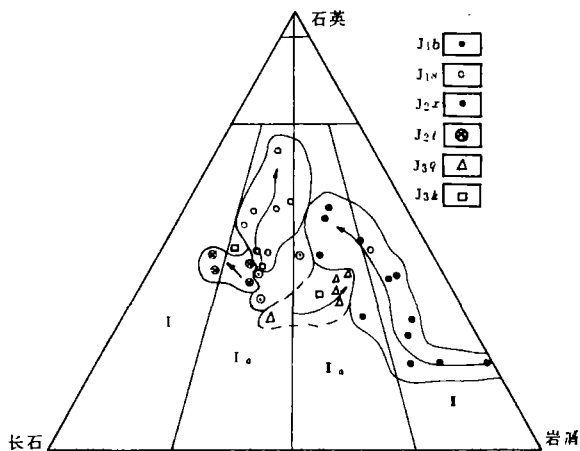


图4 侏罗系砂岩三角图解
Fig. 4 Triangular diagram in Jurassic sandstones
I 长石砂岩; I. 岩屑长石砂岩; I. 岩屑砂岩;
I. 长石岩屑砂岩

2.2.2 砂岩的岩石类型 将砂岩的碎屑成分的含量投点于砂岩三角图(Q-F-L图),即可划分砂岩的类型。投点结果(图4)表明:侏罗系砂岩以长石岩屑砂岩和岩屑长石砂岩为主,岩屑砂岩次之,少量的长石砂岩。

三角图解(图4)表明:1)八道湾组砂岩以岩屑砂岩为主及部分长石岩屑砂岩,组内往上石英及长石含量增加,岩屑含量减少;2)三工河组以岩屑长石砂岩为主,少量的岩屑砂岩和长石岩屑砂岩,组内往上有石英含量增加,长石含量减少的趋势,岩屑含量变化不明显;3)西山窑组和头屯河组岩性为岩屑长石砂岩和长石砂岩;组内石英及长石含量有增加的趋势,而不稳定组

分岩屑含量减少;4)上侏罗统齐古组和喀拉扎组砂岩为长石岩屑和岩屑长石砂岩,往上长石含

量增加,岩屑含量减少,石英含量变化不明显。

2.2.3 砂岩的矿物成熟度变化趋势及与构造演化的关系 砂岩的矿物成熟度指矿物成分接近其最终产物的程度(Pettijohn, et al, 1975)。轻矿物组分中,一般把石英—高岭石组合当作原始碎屑的“最终产物”,此次我们使用以下指标进行计算:单晶石英(Qm)与多晶石英(Qp)之比(Qm/Qp)、石英与长石之比(Q/F)、石英与长石岩屑和之比(Q/(F+L))、燧石(C)与长石的比(C/F)、长石石英总量与沉积岩岩屑(Ls)比(Q+F)/Ls、长石与岩屑之比(F/L)。计算结果表明,头屯河组矿物成熟度最高,从八道湾组到头屯河组,成熟度逐渐增大,喀拉扎组矿物成熟度略高于齐古组,但各组内成熟度亦有变化,这与当时的沉积环境的变迁是一致的。

把侏罗系砂岩的各种参数综合成图(图5)不难发现砂岩的成分变化与构造运动间的内在联系。

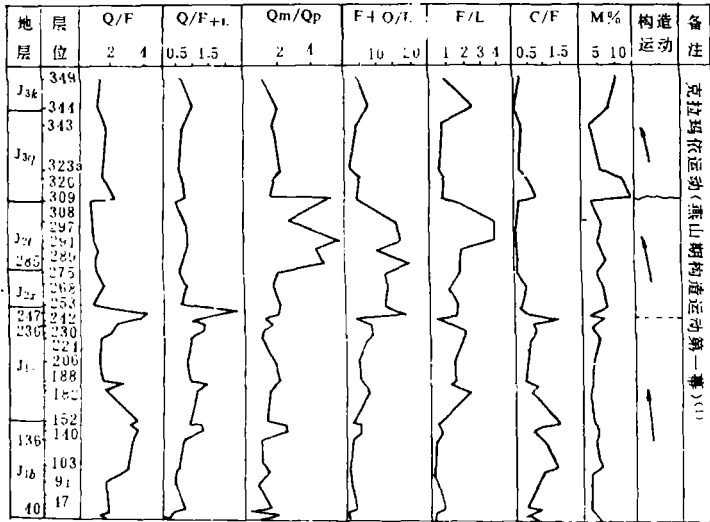


图5 侏罗系地层砂岩成熟度与构造演化

Fig. 5 The relationship between Jurassic sandstone mineral maturity and tectogenesis

图中各参数的变化反映出一定的变化规律:C/F比值从八道湾组往上逐渐减少,头屯河组顶部为极小值(0.02—0.06),从齐古组开始又出现较大值(0.6),往上C/F逐渐变小;Qm/Qp、(F+Q)/Ls、F/L值则从八道湾组到头屯河组逐渐增大,头屯河组上部分出现极大值,齐古组下部突然减小,往上有增大的趋势。Q/F、Q/(F+L)值从八道湾组到三工河组逐渐增大到极值(分别为3.89、2.3);西山窑组到头屯河组逐渐减少到极小值(0.9,0.7),而齐古组到喀拉扎组也有类似变化。

根据各种参数的变化,在中侏罗统头屯河组(J_{2t})和上侏罗统

齐古组之间有一个极值(极大值或极小值)的剧变,故此推测在它们之间存在构造运动,相当于燕山期构造运动的第一幕克拉玛依运动^[1]。这与前人的研究结果相一致,据研究认为:中生代时期,天山经历了一次上升和两次夷平阶段。早二叠世末的褶皱运动使天山广泛隆起,晚二叠世以来,山区不断夷平,经三叠纪至早一中侏罗世,天山高度夷平而接近准平原,盆地扩大且普遍沼泽化,中侏罗世后期及晚侏罗世,山区开始抬升,至晚侏罗世末,发生广泛隆起,天山南北的塔里木盆地和准噶尔盆地广泛接受沉积^{[2],[3]}。而根据盆地沉积物成熟度的变化反推源区天山的构造运动,其结论吻合,说明思路及方法是可行的,从而为天山构造演化提供了岩石学证据。

此外在早侏罗世晚期和中侏罗世早期之间也可能存在局部的小规模运动或沉积间断,各种参数在三工河组顶部也存在异常(图5)这与在三工河组和西山窑组地层中发现的角度不整合相吻合,只是影响范围及强度不及J_{2t}与J_{3q}之间的构造运动。

3 砂岩碎屑成分与构造环境探讨

众所周知,砂岩成分受碎屑成分来源区特征、搬运方式和沉积环境的综合影响,物源区和沉积盆地间的关系,受板块构造所控制,这最终控制砂岩的分布。将砂岩的主要类型与各种板块构造环境下的物源区与沉积盆地联系起来的思想,最初由克鲁克(Crook, 1974)和施瓦布(Schwab, 1975)提出,认为来源于被动大陆边缘的砂岩富含石英,而来源于岛弧的砂岩贫石英,与活动大陆边缘和造山带有关的砂岩石英含量介于两者之间。迪金森和苏则克(W. R. Dickinson and C. A. Suczek, 1979)以及 Valloni 和 Maynard(1981)等进一步发展和充实了这一观点,更准确、具体地揭示了砂岩成分与板块构造环境的关系。

Dickinson 等(1979)通过对世界上近百个已确定大地构造性质的地区的砂岩碎屑组分的细微划分和定量统计,建立了判别物源区和沉积盆地构造环境的三角形判别模式图,即 Q-F-L, Qm-F-Lt, Qp-Lv-Ls 及 Qm-P-K 图,图 6 为侏罗系地层砂岩的统计结果。

QFL 图及 QmFLt 图(图 6A, B)表明,侏罗纪不同时期构造背景存在差异,来源区构造环境为再旋回造山带和岩浆弧; QpLvLs 图(图 6C)则进一步说明源区环境为碰撞造山带, QmPK 图(图 6D)表明从八道湾组到头屯河组,岩浆弧蚀源中深成岩与火山岩成分比值减少,成熟度或稳定性增加;而齐古组到喀拉扎组,钾长石含量剧增,可能来源深成的侵入岩。

图 6 所反映的侏罗纪沉积时物源区的构造环境与盆地构造背景分析中源区天山的构造演化是一致的^{[2], [3]};说明准噶尔盆地在侏罗纪沉积时多物源及蚀源区构造环境的变异。

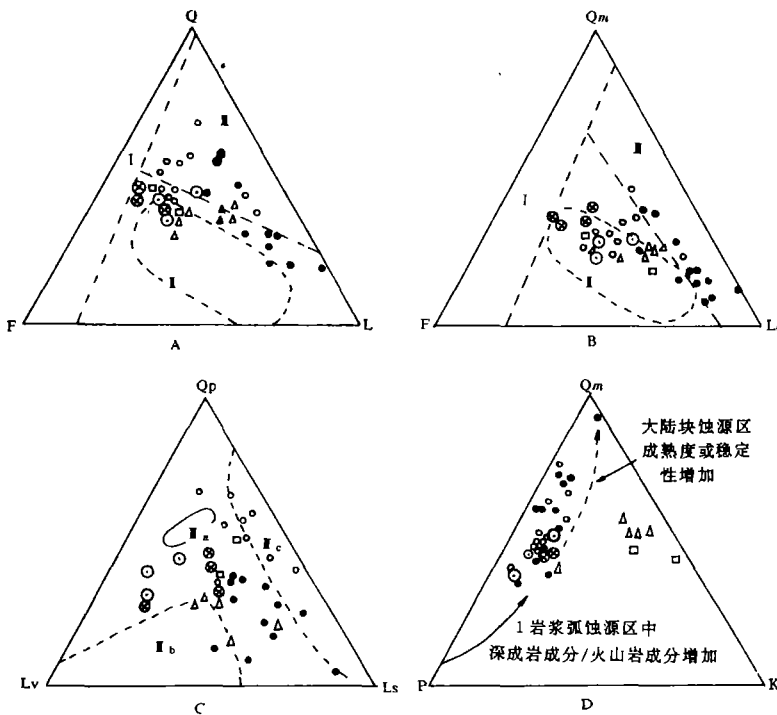


图 6 QFL, QmFLt, QpLvLs, QmPK 图解

Fig. 6 QFL, QmFLt, QpLvLs, QmPK triangular diagram

I. 大陆板块蚀源区; II. 岩浆弧蚀源区; III. 再旋回造山带蚀源区; IIIa. 俯冲带; IIIb. 岛弧造山带; IIIc. 碰撞造山带; 图例同图 4
(据 Dickinson, 1979, 1983)

4 结 论

通过对侏罗系砂岩的定量研究,可以得到几点认识:

1) 该区侏罗系地层中砂岩类型以岩屑长石砂岩和长石岩屑砂岩为主,缺少成熟度较高的石英砂岩;砂岩杂基含量小于10%,胶结物为方解石、硅质和铁质。杂基成分为蒙脱石、高岭石和伊利石。

2) 剖面中稳定矿物从下部到上部逐渐增加,不稳定矿物减少,矿物成熟度渐大,据参数特征量的变化,头屯河组与齐古组间(J_{3g}/J_{2t})的构造运动规模大,涉及范围广,而三工河组与西山窑组间(J_{2x}/J_{1s})的构造运动规模相对较小。

3) 砂岩碎屑成分统计表明,侏罗纪沉积时源区构造环境为再旋回造山带和岩浆弧,这与盆地背景分析吻合,推测主要物源区是天山和博格达岛弧带。

该项目得到了德国大众汽车基金会(VW Foundation)的资助,新疆地矿局科研院所提供了野外装备和资料,德国不来瑞克工业大学地质古生物研究所提供了实验条件,成文过程中,得到了旋奈德教授(Prof. Dr. W. Schneider)的指导和帮助,在此表示感谢!

参考文献

- [1] 新疆维吾尔自治区地质矿产局. 中国新疆维吾尔自治区地质图说明书(1:2000000). 北京:地质出版社,1985
- [2] 张良臣等. 天山地质构造及演化史. 新疆地质,1985,(3):3
- [3] 陈哲夫等. 新疆天山地质构造几个问题的探讨. 新疆地质,1985,(3):2
- [4] 成守德等. 新疆古板块构造. 新疆地质,1986,(4):2
- [5] 周达. 两种学派对砂/砂岩成分解释的发展. 国外地质,1991,2
- [6] Dickinson W R and Suzek C A. Plate Tectonics and Sandstone Compositions. *A A P G*,1979,63(12):2 165—2 179
- [7] Johnsson M J. Tectonic versus chemical-weathering controls on the composition of fluvial Sands in tropical environments. *Sedimentology*,1990,37,713—726
- [8] Mack H G. Exceptions to the relationship between plate tectonics and sandstone. *J S P*,1984,54. (1):212—220

A STUDY OF TECTONIC ENVIRONMENT AND COMPOSITION CHANGE FROM JURASSIC SANDSTONES IN TOUTUNHE AREA, XINJIANG.

Zhao Yongsheng¹⁾ Zhao Xiafei¹⁾ (Long Nengli²⁾

(Chengdu College of Geology, Chengdu 610059)¹⁾ (Institute of geology, IGMR, Xinjiang 830000)²⁾

Abstract Based on the quantitative sandstone mineralogical study. It's discovered that the change of mineralogical maturity of the sandstones is in accord with tectogenesis of Jurassic period. It's thought that tectonic environment in source area is recycle orogen and magmatic arc.

Key Words Debris, composition, Tectonic environment, Jurassic sandstone, Xinjiang.