

文章编号: 1000-0550(2003)03-0441-07

# 辽西北票(金一羊)盆地中生代砂岩碎屑组 分对区域构造演化的响应<sup>①</sup>

闫义<sup>1</sup> 林炯<sup>1</sup> 李自安<sup>1</sup> 贺世杰<sup>2</sup> 徐政语<sup>2</sup>

1(中国科学院广州地球化学研究所 广州 510640)

2(杭州石油地质研究所 杭州 310023)

**摘要** 根据北票(金一羊)盆地中生界砂岩碎屑组分分析,综合区域构造演化背景、盆地沉积充填序列及砾岩特征,对盆地中生代物源及构造演化进行了示踪:晚三叠世为盆地构造活化的起始阶段,盆地物源应主要来自周缘隆升侵蚀源区的前中生代碎屑沉积物;早侏罗世辽西地区发生了明显的差异升降,北票(金一羊)盆地相对伸展陷落,盆地范围有所扩大;晚侏罗世北西—南东向逆冲推覆作用成为盆地的主要控制因素,北票(金一羊)盆地具有明显前陆盆地特征,盆地西缘太古代变质岩系出露剥蚀而成为盆地的主要物源之一;早白垩世辽西地区发生构造反转,北票(金一羊)盆地相对萎缩。Dickinson 模型并不完全适用于辽西地区。

**关键词** 北票(金一羊)盆地 碎屑组分 构造演化 源区示踪

**第一作者简介** 闫义 男 1973 年出生 在读博士后 构造地质

**中图分类号** P541 **文献标识码** A

## 1 前言

砂岩的碎屑组成及其时空变化的研究,不但可以反演区域构造活动的强度、性质和延续—转变时间,而且可以再造盆—山演化历史。Dickinson 等通过对世界上近百个已确定区域构造环境的现代海相和陆相砂岩组分的统计、对比和判别分析,建立和确定了大家熟悉的定量判别标准和三角形模式图,为判断物源区和沉积盆地构造环境提供了一种重要的途径<sup>[1,2]</sup>,并得到了广泛的应用。但是建立在现代板块构造体制下的砂岩组分判别标准并不完全适用于我国中生代构造活化盆地<sup>[3]</sup>,一是因为这些盆地在时间上和空间上存在构造背景的转变,二是这些盆地的砂岩组分主要是由构造因素控制决定的。Mack 指出<sup>[4]</sup>,当砂岩碎屑组分主要是由构造因素控制时,存在着利用三相图不恰当地处理砂岩格架颗粒组分的情况。同时,在 Dickinson 三角图中,活化的大陆块与岩浆岛弧区同占一个区间,虽然二者有某些共同之处,但从板块构造背景来看,两者是有较大差别的。也就是说,我国中生代构造活化盆地难于用建立在板块构造原理基础上的盆地三相图分类来加以描述。因此在利用砂岩碎屑组分特征对这些盆地进行物源构造背景判别时,在利用 Dickinson 三角图对所统计的砂岩碎屑组分进行研究的基础

上,应结合区域地质背景,对盆地物源及区域构造演化进行具体分析。

燕—辽地区由于其中生代以来独特的板内构造—岩浆活化作用而成为研究大陆动力学的经典地区之一。前人对该地区做了大量的研究,在造山带构造变形样式、构造几何学及运动学等方面提出了许多有价值的学术思想,但目前对该区构造体制转变的时间、方式及动力学机制还存在不同认识<sup>[5~12]</sup>。北票(金一羊)盆地作为辽西地区最大、发育最为完整的中生代陆内盆地,沉积了巨厚的中生代地层,包含了辽西地区大量的中生代构造岩浆活动信息,成为探讨辽西盆—岭构造格局形成及燕—辽造山带地球动力学背景的重要窗口。目前对辽西地区的研究程度并不高,特别是对盆地沉积物中所包含的盆—山构造演化信息明显重视不够。本文通过对辽西北票(金一羊)盆地砂岩碎屑组分特征的研究,综合区域构造演化背景、盆地沉积充填序列及砾岩特征,示踪了盆地物源构造属性、再现了燕—辽造山带东段辽西地区的盆—山演化历史。

## 2 北票(金一羊)盆地区域地质特征

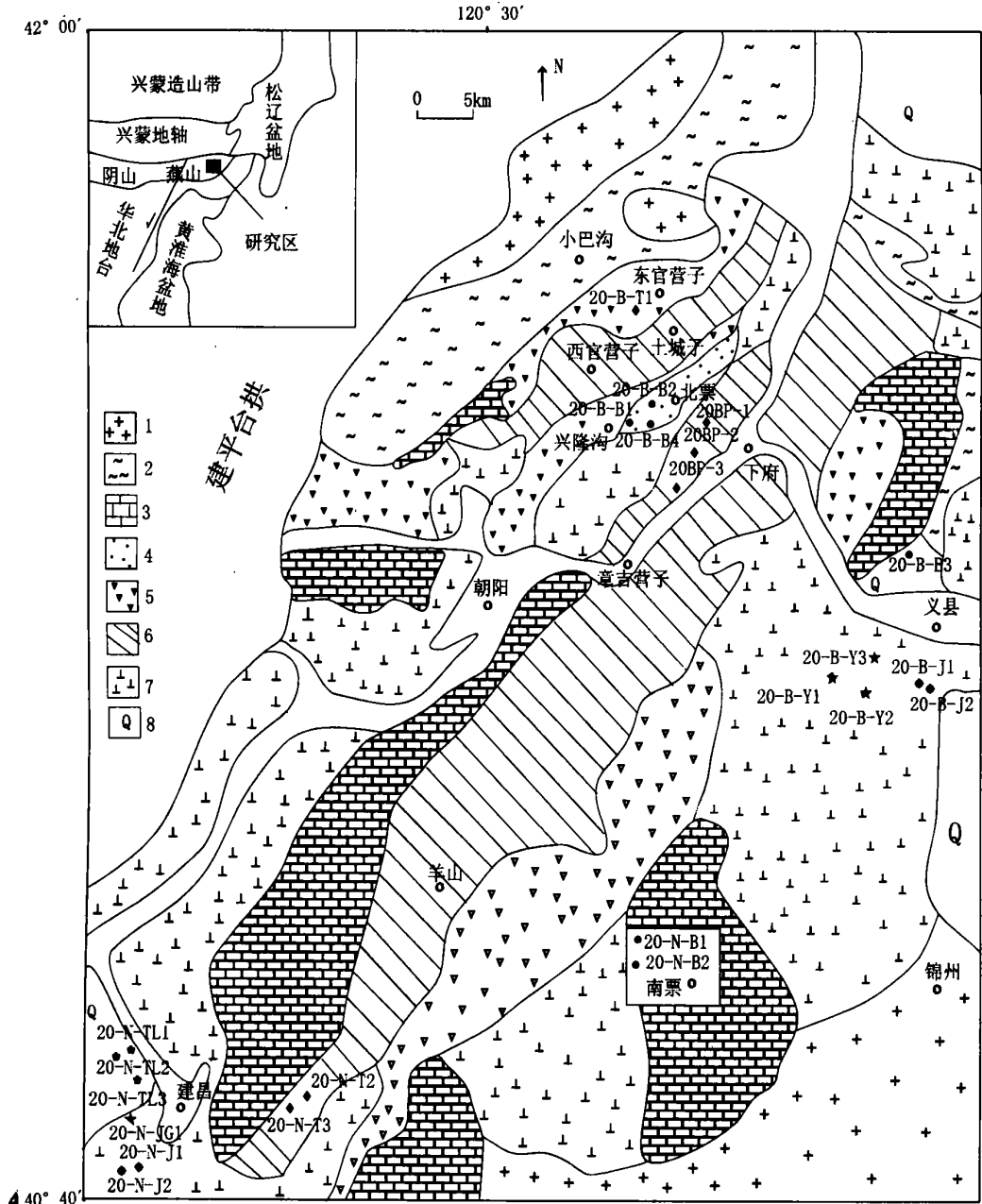
北票(金一羊)盆地位于燕辽造山带的东部,如图 1 所示。西北以凌源—北票断裂为界与“内蒙地轴”相邻,为一近东西向的轴状隆起带,由太古代变质岩、中、

① 国家自然科学基金(批准号:49972045)资助

收稿日期:2001-11-19 收修改稿日期:2003-01-20

酸性侵入岩、中基性喷出岩及沉积岩层组成；南部为山海关台拱，由太古代混合花岗岩及建平群大营子组组成，在隆起的周边有中—晚元古代地层分布；东以东北镇凸起为界与华北断陷相隔。北票盆地和金—羊盆地被南天门断裂所分割，断裂附近出露有中、晚元古代、古生代碳酸盐岩及中生代火山岩。晚三叠世前辽西地区为稳定的陆块发展阶段，盆地内程度不同地出露有太

古界建平群、中元古代—古生代沉积岩系。中三叠世末以来，本区发生了强烈的构造岩浆活化作用，形成了北东、北北东向盆—岭相间的构造格局，盆地内沉积了巨厚的中生代火山—沉积地层，侏罗系地层特别发育，自下而上包括兴隆沟组、北票组、海房沟组、蓝旗组及土城子组。自白垩纪开始，辽西地区发生明显的构造反转<sup>[13]</sup>，北票(金—羊)盆地萎缩封闭，仅在盆地边缘



●老虎沟组砂岩 ●北票组砂岩 ◆土城子组砂岩 ★义县组砂岩 ●九佛堂组砂岩  
 1-侵入岩 2-太古代变质岩 3-元古界古生界碳酸盐岩, 砂岩  
 4-兴隆沟组、北票组、海房沟组 5-蓝旗组 6-土城子组 7-白垩系 8-第四系

图1 北票(金—羊)盆地砂岩采样点图

Fig. 1. Map showing the position of sandstone from Beipiao (Jin-Yang) Basin

表1 北票(金一羊)盆地中生界沉积充填序列

Table 1 Diagram showing the sedimentary sequence of Beipiao(Jin-Yan) Basin

地层		岩性特征	沉积体系	构造应力环境	盆地演化	沉积速率 (m/Ma)	旋回	采样点 剖面位置
下白垩统	九佛堂组	粉砂质页岩、页岩、粉砂岩及砂岩, 夹砾岩及煤	湖相	↑ 伸展	盆地构造反转阶段	45~330	Ⅲ9	◆20-N-J2 ◆20-B-J2 ◆20-N-J1 ◆20-B-J1
	义县组	安山岩、玄武岩、流纹岩、英安岩及角砾岩、集块岩	火山旋回				Ⅲ8	◆20-B-Y3 ◆20-B-Y2 ◆20-B-JG1 ◆20-B-Y1
上侏罗统	土城子组	上段	灰绿、紫色凝灰质砂岩夹砾岩及页岩	↑ 挤压	盆地第二次火山沉积演化阶段	15.3~104	Ⅲ7	◆20-N-T2 ◆20-N-T3
		中段	灰紫色泥砂质胶结砾岩, 夹砂岩	↑ 伸展 ▲ 挤压				
		下段	紫红色凝灰质页岩, 夹粉砂岩及砾岩	湖相 冲积扇相				
中侏罗统	蓝旗组	安山岩、玄武岩及角砾岩、集块岩	火山旋回	↑ 伸展		20.4~387	Ⅲ5	
	海房沟组	砾岩、砂岩、页岩与火山碎屑岩互层	河流相 沼泽相 河流相 冲积扇相			130.6~280	Ⅲ4	
下侏罗统	北票组	上段	冲积相 三角洲相 沼泽相 湖泊相	↑ 挤压	盆地第一次火山沉积演化阶段	20~70.5	Ⅲ3	◆20-B-B3 ◆20-N-B2 ◆20-B-B2
		下段	湖滨相 三角洲相 沼泽相 冲积相					
	兴隆沟组	安山岩、玄武岩及火山碎屑岩	火山旋回					
三叠系	老虎沟组	砂岩、砾岩, 夹粉砂岩、页岩及薄煤层、煤线	沼泽相 冲积相	↑ 挤压		5~31	Ⅲ1	◆20-N-TL3 ◆20-N-TL2 ◆20-N-TL1
		基底						

有白垩系地层发育。

### 3 北票(金一羊)盆地中生界沉积充填特征

北票(金一羊)盆地中生界沉积充填特征如表1所示,辽西地区在中生代经历了三次大的火山沉积作用演化阶段,火山作用与沉积作用频繁交替。根据岩石组合、沉积特征、岩石间叠置形式及构造界面,北票(金一羊)盆地中生界自下而上可划分为九个三级旋回,旋回划分及标准另文论述<sup>[14]</sup>。第一次火山沉积旋回以少量的残坡积粗碎屑开始,之后是中基性火山喷发,喷发后形成了河湖交替的含煤岩系,整个火山—沉积岩系无论是厚度还是分布范围都比较小,沉积速率20~70.5 m/Ma。中侏罗世发生了第二次火山喷发作用,以大规模的冲积扇开始,火山活动强度较第一次火山沉积旋回明显加大,形成一套以中性为主的火山岩系,沉积速率20.4~387 m/Ma。晚侏罗世晚期盆地充填具有单向的极性特征,自北西向南东,表现为砾岩—含砾砂岩—砂岩、粉砂岩—砂质页岩的沉积变化特征,沉积厚度渐小,在盆地西缘逆冲断裂附近沉积厚度最大<sup>[13]</sup>。第三次火山喷发作用在辽西地区分布极广,但

北票(金一羊)盆地此时已基本不再发育。

### 4 北票(金一羊)盆地中生界砂岩碎屑组分特征

#### 4.1 样品及其观测统计

针对盆地地层出露情况,在进行系统的野外调查的基础上,分别对各沉积地层进行了样品采集及薄片鉴定,采样点在平面及剖面位置如图1及表1所示。

为了保证碎屑组成统计结果的可靠性,在进行碎屑组分统计时遵循 Dickinson<sup>[1]</sup>原则:

(1) 排除杂基含量大于25%的杂砂岩样品。

(2) 为了尽可能地减少由于碎屑粒度成分习性而导致的误差,列入统计和作图的砂岩样品,其平均粒度限定在中粒至粗粒之间,即算术粒级变化范围在0.2~2 mm。

(3) 采用镜下正交网格交点法统计组分含量,每个样品统计骨架颗粒数不少于300个。

#### 4.2 统计分析结果

符合上述统计原则的砂岩样品共23个,其中老虎沟组3个,北票组6个,土城子组6个,义县组4个,九佛堂组4个。统计结果如表2所示。

表2 北票(金一羊)盆地中生界砂岩碎屑组分统计

Table 2 Statistical composition of Mesozoic sandstone slices of Beipiao (Jin-Yang) Basin

地层	样品号	Q <sub>m</sub>	Q <sub>p</sub>	Q <sub>t</sub>	P	K	F	L <sub>v</sub>	L <sub>s</sub>	L	L+Q <sub>p</sub>	
上三 叠统	老虎	20-N-TL1	16	20	36	17	7	24	12	28	40	60
	沟组	20-N-TL2	24	18	42	9	2	11	6	41	47	65
		20-N-TL3	17	22	39	7	5	4	9	44	53	75
侏 罗 系		20-B-B1	4	1	5	9	2	11	79	5	84	85
	北 票 组	20-N-B1	5	1	6	27	4	31	55	8	63	69
		20-B-B4	8	3	11	19	8	27	51	11	62	65
		20-B-B2	45	13	58	4	11	15	6	21	27	40
	土 城 子 组	20-B-B3	40	25	65	7	9	16	13	6	19	44
		20-N-B2	42	21	63	5	17	22	6	9	15	36
		20-B-T1	19	6	25	12	3	15	51	9	60	66
	下 白 垩 统	20BP-1	27	8	35	16	7	23	32	10	42	50
		20BP-2	42	3	45	25	7	32	11	12	23	26
		20BP-3	35	6	41	31	14	45	1	13	14	20
20-N-T2		22	4	26	11	3	14	7	53	60	64	
	20-N-T3	9	3	12	19	4	23	60	5	65	68	
义 县 组	20-B-Y1	5	0	5	2	8	10	82	3	85	85	
	20-B-Y2	5	2	7	4	13	17	65	11	76	83	
	20-B-Y3	2	1	3	11	17	28	57	12	69	70	
	20-N-JG1	9	2	11	12	15	27	53	9	62	64	
	20-B-J1	21	4	25	37	8	45	12	18	30	34	
	20-B-J2	26	5	33	41	11	52	6	9	15	20	
九 佛 堂 组	20-N-J1	7	1	8	17	5	22	62	8	70	71	
	20-N-J2	9	6	15	15	16	31	49	5	54	60	

注: Q<sub>m</sub>—单晶石英 Q<sub>p</sub>—多晶石英 Q<sub>t</sub>—石英总量 P—斜长石 K—钾长石 F—长石总量 L<sub>s</sub>—火山岩和变火山岩岩屑 L<sub>v</sub>—沉积岩和变沉积岩岩屑 L—岩屑总量

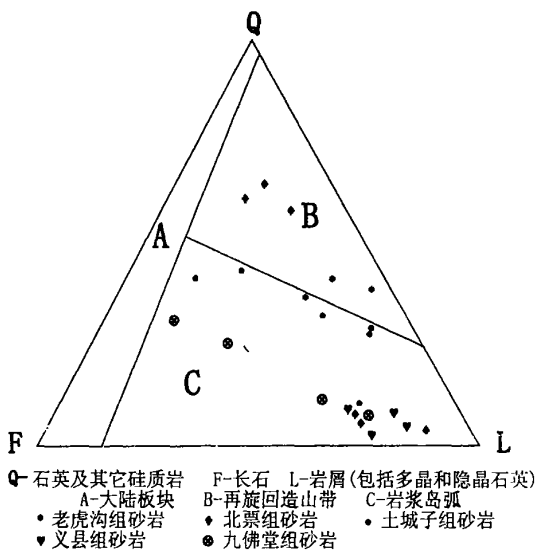


图 2 北票(金一羊)盆地中生代砂岩碎屑组分的 QFL 图  
Fig. 2 The QFL triangle diagram showing the sandstone framework detrital composition of BeiPiao (Jin-Yang) Basin

## 5 砂岩碎屑组分对区域构造演化的指示

### 5.1 按 Dickinson 模式进行的构造环境判别结果

辽西北票(金一羊)盆地砂岩样品的碎屑组分在 Dickinson 三角模型图上所反映的构造背景如图 2 所示。

从图中可以看出, 辽西中生代盆地物源主要落入岩浆弧型(或大陆边缘活动带)物源区, 但根据前人对本区中生代的构造属性的研究, 华北板块与西伯利亚板块在二叠纪已开始拼贴<sup>[15]</sup>, 晚三叠世至侏罗纪, 辽西已处于板内环境<sup>[16, 17]</sup>, 无论从沉积特征, 还是构造特征来看, 燕—辽造山带都与板缘造山带存在显著差异<sup>[18]</sup>。辽西中生代盆地应属于陆内活化盆地<sup>[19]</sup>。也就是说, 如果仅通过模型进行判别, 就会产生错误的认识。同时, 由于北票(金一羊)盆地属于板内的构造活化盆地, 盆地较小, 构造运动复杂, 不同物源区的影响可能会导致对构造演化背景认识上的差异。因此我们认为在进行类似盆地构造属性识别时, 不宜直接套用 Dickinson 盆地分类模式, 砂岩各种碎屑组分的变化主要反映区域构造活动和火山作用的强弱及不同物源的贡献差异。

### 5.2 北票(金一羊)盆地中生代砂岩碎屑组分特征及构造环境分析

基于以上分析, 在充分了解盆地地区构造背景的基础上, 结合盆地沉积特征、砾岩特征, 对北票盆地中生代砂岩的碎屑组分特征及所反映的构造背景分析如

下:

#### (1) 晚三叠世

晚三叠世老虎沟组( $T_3l$ )在辽西地区仅局限出露, 在盆地西南缘主要由一套紫红色、杂色的砂砾岩及少量河湖相砂岩组成。镜下鉴定为中粒长石岩屑砂岩, 碎屑大小在 0.25 ~ 0.5mm 之间, 大者可达 0.75 mm, 以滚圆状、次滚圆状为主, 岩屑约占 50%, 其中沉积岩及变质岩岩屑约占 40%, 多为具波状消光的石英岩, 安山岩岩屑约占 10%。长石含量较低, 以微斜长石, 条纹长石为主, 斜长石较少。石英含量在 30% ~ 45% 之间, 多具裂纹, 并含有较多燧石。胶结物主要为铁质和泥质物, 孔隙胶结。据此分析, 物源应以盆地周缘前中生代沉积地层及古老变质岩系为主, 并应有一定的搬运距离。沉积速率较低, 约为 5 ~ 31 m/Ma。近年来在内蒙古东部, 从大兴安岭到华北克拉通发现了一系列早中生代镁铁质—超镁铁质侵入岩、堆晶岩、麻粒岩以及碱性超基性岩<sup>[20]</sup>, 表明此时应为华北陆块深部构造—岩浆活动的起始阶段, 地壳活动较弱, 此时的沉积物应代表盆地形成初期缓慢凹陷的产物。

#### (2) 早侏罗世

早侏罗世北票组( $J_1b$ )主要出露于盆地西北部北票矿区附近, 为一套以黄褐色砂岩和灰黑色页岩为主, 夹砾岩、粘土岩及煤层的沉积地层。总体上以岩屑砂岩为主, 下部三个样品 20-N-B1、20-B-B1 和 20-B-B4 中火山岩岩屑占绝大部分, 达到 60% 以上, 斜长石含量多于钾长石, 石英很少。胶结物主要为氧化铁和泥质物, 孔隙胶结, 物源应主要以兴隆沟组火山岩碎屑为主, 反映兴隆沟组火山喷发作用后差异升降明显阶段的近源山间冲积、洪积相沉积。上部三个样品 20-N-B2、20-B-B2 和 20-B-B3 中石英含量相对增加, 很多具波状消光, 并含有较多的燧石、红帘石、黝帘石及褐帘石, 岩屑含量占 20% 左右, 其中火山岩岩屑相对减少, 沉积岩岩屑相对增加, 钾长石含量多于斜长石。结合沉积剖面的相序分析, 盆地北票组中部沉积序列大部分显示出向上变细的结构特点, 湖盆范围有所扩大。可能反映火山喷发后, 盆地处于局部伸展的构造环境, 地形起伏差异较小, 区域构造活动相对稳定。

#### (3) 晚侏罗世

晚侏罗世土城子组( $J_3t$ )在盆地内出露广泛, 总体上以岩屑砂岩或长石砂岩为主, 盆地北部的四个样品(20-B-T1, 20BP-1, 20BP-2, 20BP-3), 从北西向东南, 石英和长石含量逐渐增加, 岩屑含量逐渐减少, 但沉积岩岩屑含量逐渐上升, 在盆地 NS 向横剖面上, 晚侏罗世沉积充填主要呈楔状体, 盆地北侧或西北侧的沉积厚度和粗碎屑岩含量都大于南侧或南东侧<sup>[21]</sup>, 充分反

映了盆地西缘逆冲推覆断裂对盆地物源的控制作用。由于晚侏罗世北东向强烈逆冲推覆—隆升作用的影响,蓝旗组火山沉积物迅速剥蚀和沉积,沉积速率为 $15.3 \sim 104 \text{ m/Ma}$ ,导致距断裂较近的沉积物中火山碎屑物质占主导地位,而位于盆地中心的沉积物中石英含量较高,且以古老地层的岩屑为主,碎屑中出现较多的钛铁矿、磁铁矿、榍石及尖晶石,说明盆地西缘快速隆升剥蚀,深成岩体开始剥露。盆地南部的两个样品(20-N-T2, 20-N-T3)同样为岩屑砂岩,但20-N-T2相对于20-N-T3火山岩岩屑减少,沉积岩岩屑明显增多,石英含量增加,反映随着逆冲推覆作用的加强,前中生代地层及变质岩系逐渐取代火山沉积物质而成为盆地的主要物源。从砾岩沉积特征来看,土城子组下部的砾石成分主要为火山岩,上部砾岩中出现较多的粘土岩、片麻岩<sup>[22]</sup>,且填隙物主要为粗砂质、泥砂质,砾岩层厚度达到15 m,反映了一种近源杂乱堆积特征,表明晚侏罗世盆地西北缘强烈逆冲推覆—隆升已成为盆地物源的主要控制因素<sup>[21]</sup>,盆地西缘太古代变质岩系出露剥蚀而成为盆地的主要物源之一。

#### (4) 早白垩世

早白垩世义县组(K<sub>1y</sub>)是辽西地区火山作用最强烈时期沉积的产物,主要为紫红、褐、紫灰、灰绿色安山岩、玄武岩、粗安岩、英安岩、流纹岩以及集块岩、角砾岩、凝灰岩等,间夹多层凝灰质砂页岩,在辽西地区出露广泛。所取得的四块样品中岩屑含量占70%左右,其中火山岩岩屑占绝大部分,反映火山作用间歇期近源沉积的产物。

九佛堂组(K<sub>1j</sub>)主要出露于盆缘断裂附近,为一套湖泊相粉砂质页岩、页岩、粉砂岩及砂岩沉积,反映区域构造活动由晚侏罗世逆冲推覆转为全面相对伸展。九佛堂组样品总体上以岩屑砂岩为主,其中南部的样品20-N-J1, 20-N-J2中岩屑含量高达60%左右,且以火山岩岩屑为主,达到50%左右。北部的样品20-B-J1, 20-B-J2中岩屑含量为20%左右,且以沉积岩岩屑为主,可能反映盆地在九佛堂组沉积时南北物源的差别,盆地南部物源应主要来自中生代火山碎屑沉积物,而盆地北部物源应主要来源于前中生代沉积地层。

## 6 主要认识

(1) 根据砂岩碎屑组分分析,北票(金一羊)盆地碎屑沉积物成熟度普遍较低,砂岩中富含火山岩岩屑、火山源的石英及长石,表明其受构造活动及火山作用影响较大,物源以火山岩风化产物或同期火山碎屑物为主,分选中等—差,具有近源快速堆积特点。

(2) 通过对盆地沉积特征及碎屑组分特征分析,晚三叠世为盆地构造活化初始阶段,盆地规模较小;早侏罗世辽西地区发生差异升降,北票(金一羊)盆地相对伸展陷落,盆地范围有所扩大;晚侏罗世北西—南东向逆冲推覆作用成为盆地的主要控制因素,北票(金一羊)盆地具明显的前陆盆地特征,盆地西缘太古代变质岩系出露剥蚀而成为盆地的主要物源之一;早白垩世辽西地区发生构造反转,北票(金一羊)盆地相对萎缩。

(3) 按 Dickinson 模型分析,北票(金一羊)盆地物源类型应为火山弧,但综合盆地构造演化特征,北票(金一羊)盆地应为具有前陆盆地沉积特征的陆内活化盆地,是周缘板块作用及深部地球动力学作用相互结合控制的产物。因此在利用 Dickinson 模型进行物源分析时,需特别注意对区域构造演化背景的研究。

### 参考文献(References)

- 1 Dickinson W R, Suczek C A. Plate tectonics and sandstone composition [J]. AAPG Bulletin, 1979, 63(12): 2164~2182
- 2 Dickinson W R, Valbni R. Provenance of North American Phanerozoic sandstones in relation to tectonic setting [J]. Geological Science of America Bulletin, 1983, 94(2): 222~235
- 3 Graham S A, Hendrix M S, Wang L B, et al. Collisional successor basins of western China: Impact of tectonic inheritance on sand composition [J]. Geol Soc Ame Bull, 1993, 105(3): 323~344
- 4 Mack G H. Exceptions to the relationship between plate tectonics and sandstone composition [J]. Journal of Sedimentary Petrology, 1984, 54: 21~220
- 5 赵越, 杨振宇, 马醒华. 东亚大地构造发展的重要转折 [J]. 地质科学, 1994, 29(2): 105~119 [ Zhao Yue, Yang Zhenyu, Ma Xinghua. Geotectonic transition from paleoasian system and paleotethyan system to paleopacific active continental margin in eastern Asia [J]. Scientia Geologica Sinica, 1994, 29(2): 105~119 ]
- 6 崔盛芹, 李锦蓉. 试论中国滨太平洋带的印支运动 [J]. 地质学报, 1983, 1: 51~62 [ Cui Shengqin, Li Jinrong. On the Indosinian movement of China's peri-pacific tectonic belt [J]. Acta Geological Sinica, 1983, 1: 51~62 ]
- 7 程裕淇. 中国区域地质概论 [M]. 北京: 地质出版社, 1994 [ Cheng Yuqi. Outline on regional geology of China [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1994 ]
- 8 陈国达. 地洼学说—活化构造及成矿理论体系概论 [M]. 长沙: 中南工业大学出版社, 1996 [ Chen Gouda. DIWA theory—outline on activated tectonics and metallogenic theoretic system [M]. Changsha: Central South University of Technology Press, 1996 ]
- 9 邵济安, 牟宝磊, 张履桥. 华北东部中生代构造格局转换过程中的深部作用与浅部响应 [J]. 地质论评, 2000, 46(1): 32~40 [ Xiao Jian, Mou Baolei, Zhang Luqiao. Deep geological process and its shallow response during Mesozoic transfer of tectonic frameworks in eastern north China [J]. Geological Review, 2000, 46(1): 32~40 ]
- 10 邓晋福, 刘厚祥, 赵海玲等. 燕辽地区燕山期火成岩与造山模型 [J]. 现代地质, 1996, 10(2): 137~148 [ Deng Jinfu, Liu Houxiang,

- Zhao Hailing, *et al.* Yanshanian igneous and orogenic mode[J]. *Geoscience*, 1996, 10(2): 137~148]
- 11 董树文, 吴锡浩, 吴珍汉等. 论东亚大陆的构造翘变[J]. *地质论评*, 2000, 46(1): 8~13[ Dong Shuwen, Wu Xihao, Wu Zhenhan, *et al.* On tectonic seesawing of the east continent[J]. *Geological Review*, 2000, 46(1): 8~13]
- 12 张宏仁. 燕山事件[J]. *地质学报*, 1997, 19(8): 339~346[ Zhang Hongren. Yanshan event [J]. *Acta Geological Sinica*, 1997, 19(8): 339~346]
- 13 王根厚, 张长厚, 王果胜等. 辽西地区中生代构造格局及其形成演化[J]. *现代地质*, 2001, 15(1): 1~7[ Wang Genhou, Zhang Changhou, Wang Gousheng, *et al.* Tectonic framework of western Liaoning province and its evolution during Mesozoic[J]. *Modern Geosciences*, 2001, 15(1): 1~7]
- 14 闫义, 林柯. 辽西北票盆地侏罗系充填序列及对区域构造演化的指示[J]. *地层学杂志*, 2002, 26(2): 151~155[ Yan Yi, Lin Ge. Characteristics of the Jurassic filling sequence and the indication of tectonic evolution of Beipiao basin, Western Liaoning province[J]. *Journal of Stratigraphy*, 2002, 26(2): 151~155]
- 15 任纪舜, 牛宝贵, 和政军等. 中国东部的构造格局和演化[J]. *地学研究*, 1997, 29~30; 43~55[ Ren Jishun, Nu Baogui, He Zhenjun, *et al.* The tectonic framework and development in the eastern China[J]. *Geology Research*, 1997, 29~30; 43~55]
- 16 宋鸿林. 燕山式板内造山带基本特征与动力学探讨[J]. *地学前缘*, 1999, 6(4): 309~316[ Song Honglin. Characteristics of Yanshan type intraplate orogenic belts and a discussion on its dynamics[J]. *Earth Science Frontiers*, 1999, 6(4): 309~316]
- 17 崔盛芹. 论全球性中—新生代陆内造山作用与造山带[J]. *地学前缘*, 1999, 6(4): 283~293[ Cui Shengqin. On global Meso—Cenozoic intracontinental orogenesis and orogenic belt[J]. *Earth Science Frontiers*, 1999, 6(4): 283~293]
- 18 赵温霞. 燕山式板内造山作用在北京西山的表现特征及若干启示[J]. *地质科技情报*, 2001, 20(2): 23~25[ Zhao Wenxia. Represented character and several revelations about Yanshan mode interplate orogenesis acting on the west-hill Beijing[J]. *Geological Science and Technology Information*, 2001, 20(2): 23~25]
- 19 陈国达. 中国地台“活化区”的实例并着重讨论“华夏古陆”问题[J]. *地质学报*, 1956, 36(3): 239~272[ Chen Guoda. Examples of “activating region” in the Chinese platform with special reference to the “cathaysia” problem[J]. *Acta Geological Sinica*, 1956, 36(3): 239~272]
- 20 牟保磊, 阎国翰. 燕辽三叠纪碱性偏碱性杂岩体地球化学特征及意义[J]. *地质学报*, 1992, 66(2): 108~120[ Mou Baolei, Yan Guohan. Geochemistry of Triassic alkaline or subalkaline igneous complexes in the Yan-Liao area and their significance[J]. *Acta Geological Sinica*, 1992, 66(2): 108~120]
- 21 和政军, 李锦铁, 牛宝贵. 燕山—阴山地区晚侏罗世强烈推覆—隆升事件及沉积响应[J]. *地质论评*, 1998, 44(4): 407~418[ He Zhenjun, Li Jintie, Nu Baogui. A preliminary research on sedimentary features and genetic mechanism of frontal basins before Jurassic large-scale nappe in the northern region of north China[J]. *Science Geological Sinica*, 1998, 44(4): 407~418]
- 22 闫义, 林柯. 北票盆地中生代砾岩沉积特征及对区域构造演化的指示[J]. *大地构造与成矿学*, 2001, 25(4): 15~19[ Yan Yi, Lin Ge. The depositional characteristics of Mesozoic conglomerates and the indication to the structural development of Beipiao basin[J]. *Geotectonics and Metallogenia*, 2001, 25(4): 15~19]

## Detrital Composition of Mesozoic Sandstone and Its Implication for Provenance and Tectonic Evolution of Beipiao (Jin-Yang) Basin, Western Liaoning Province

YAN Yi<sup>1</sup> LIN Ge<sup>1</sup> LI Zi-an<sup>1</sup> HE Shi-jie<sup>1</sup> XU Zheng-yu<sup>2</sup>

<sup>1</sup> (Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640)

<sup>2</sup> (Hangzhou Petroleum Institute, Hangzhou 310023)

**Abstract** According to the research on detrital composition of Mesozoic sandstone, it is proposed that the detrital maturity of the sandstone in Beipiao (Jin-yang) basin is low, and these sandstones contain abundant volcanic lithics, quartz and feldspar. Combining basin tectonic setting and sedimentary sequence feature, it can be deduced that the upper-Triassic sedimentary detritus was eroded from the uplifted regions around the basin. During early Jurassic, Liaoxi area experienced intensely tectonic activation, accompanied by inhomogeneous uplifting, and Beipiao (Jin-yang) basin subsided and expanded. The Archean basement rocks might have become an important source of the upper Jurassic as a result of the southeast-trending thrust faulting. In early Cretaceous, the tectonic setting of Liaoxi area changed from squeezing to stretching, and Beipiao (Jinyang) basin ceased evolution. It can also be seen that Dickinson QFL triangle diagram is not completely suitable to the western Liaoning province.

**Key words** Beipiao (Jin-Yang) basin, detrital composition, tectonic evolution, provenance