

文章编号: 1009-3850(2007)04-0017-05

## 自贡沙溪庙组地球化学特征及其 对物源区和古风化的指示

王全伟<sup>1</sup>, 梁 斌<sup>2</sup>, 阚泽忠<sup>1</sup>

(1. 四川省地质调查院, 四川 成都 610081; 2 西南科技大学 环境与资源学院, 四川 绵阳 621000)

**摘要:** 本文对中侏罗统沙溪庙组泥质岩的主量元素、微量元素和稀土元素特征进行了研究, 并讨论了物源区性质以及风化特征。物源区以长英质岩石为主, 指示化学风化程度的 CIA 指数及成分成熟度的 ICV 指数, 表明经历了低—中等的化学风化作用, 反映了中侏罗世的半干旱气候环境。

**关键词:** 自贡; 中侏罗统; 地球化学; 四川盆地

中图分类号: P591

文献标识码: A

碎屑沉积岩记录了源岩的成分特征、物源区古化学风化条件和大地构造背景等方面的信息, 稀土元素以及某些微量元素能够有效的指示地质作用过程、物源区特征、大地构造背景以及物源区古化学风化特征<sup>[1-3]</sup>。由于泥/页岩具有粒度上的均一性、沉积期后的不渗透性和较高的微量元素丰度等优点, 因而其化学成分最适合用来追溯物源区性质和判别其构造背景<sup>[6]</sup>。形成于特定构造背景下盆地中的泥/页岩通常反映了源区岩石的成分, 其中的微量元素, 特别是稀土元素、高场强元素、Cr 和 Co 等, 在沉积水体中的溶解度低, 而且在沉积作用过程中很少分异, 尽管其地球化学成分受母岩、化学风化、搬运和沉积过程的分选以及埋藏后成岩作用等因素的影响, 但这些微量元素的相对稳定性表明它们仍然能够指示物源区性质<sup>[3, 5]</sup>。同时, 碎屑沉积岩的某些化学成分也可以反映物源区的古风化特征, 从而为古气候的恢复提供了地球化学方面的途径。

四川盆地中生代陆相红层中蕴含着丰富的恐龙化石<sup>[7]</sup>, 对古环境等问题已有涉及, 但多是在地层的

岩相、沉积构造以及生物特征等方面<sup>[8, 9]</sup>; 而对于四川盆地侏罗纪地层的地球化学特征及其所反映的物源区性质、古风化特征等方面的研究却较为薄弱。本文对四川自贡中侏罗统沙溪庙组下段泥质岩的地球化学特征进行了研究, 旨在确定该区沉积岩物源区性质及古风化作用, 进而研究物源区的古气候条件, 为重建中侏罗世恐龙生活时代的古环境提供地球化学方面的资料。

### 1 地质背景及样品的采集

自贡大山铺恐龙化石埋藏埋藏于中侏罗统沙溪庙组下段的砂岩之中<sup>[9, 10]</sup>。沙溪庙组广泛地分布于四川盆地之中, 为由灰色、灰紫色厚层至块状中—粗粒至细粒长石石英砂岩、长石砂岩及紫红色泥质粉砂岩、泥岩组成的数个不等厚韵律层组成, 厚 650~2500m。根据该组中部所夹富含叶肢介化石及含植物碎屑、少量植物化石的黑色页岩——“叶肢介页岩”, 可以分为上段和下段。在本次研究中, 对自贡大山铺以西 5km 的高碛附近的沙溪庙组下段进行了

收稿日期: 2007-06-11

第一作者简介: 王全伟, 49 岁, 博士, 教授级高级工程师, 矿产普查与勘探专业, 研究方向为区域地质及矿产地质。  
资助项目: 中国地质调查局“四川盆地中生代恐龙动物群研究”项目(200313000051)。

地层剖面测制。其岩性为青灰、黄灰色厚层一块状中—细粒长石石英砂岩、长石岩屑砂岩、岩屑长石砂岩与暗紫红色粉砂质泥岩互层,为河流-湖泊交替沉积而成。在沙溪庙组下段中共采集泥质岩样品7件,除1件为上沙溪庙组顶部的黑色页岩外,其余均为紫红色泥岩。

## 2 分析结果

自贡沙溪庙组下段泥质岩主量元素、微量和稀土元素分析结果和相关比值见表1、表2、表3。澳大利亚后太古宇页岩(PAAS)被认为代表了上地壳的平均化学成分<sup>[3]</sup>,因此可以用它作为一个重要的地球化学标准来分析样品的地球化学特征,因此也列入表中,以便比较。

泥岩样品中 SiO<sub>2</sub>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 与 PAAS 有相同的含量;

其余主量元素的平均值与 PAAS 相比,具有富集 Na<sub>2</sub>O (1.27), 贫 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0.90)、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0.73)、MgO (0.81)、CaO (0.86)、K<sub>2</sub>O (0.80)、K<sub>2</sub>O (0.80)、MnO (0.49) 和 TiO<sub>2</sub> (0.77) 的特征。

泥质岩样品中大离子亲石元素中,除 U 的平均含量与 PAAS 的含量相同外,Rb、Ba 和 Sr 的平均含量低于 PAAS 的含量(分别为0.81、0.83和0.85)。过渡元素中,Cr、Co、Ni、V 和 Cu 的平均含量均低于 PAAS 的含量(分别为0.34、0.73、0.56、0.65和0.60)。Condie 指出,与太古宇泥质岩石相比,后太古宇泥质岩石中镁铁质元素的含量,特别是 Ni 和 Cr 的含量低,其主要原因是太古宇泥质岩石的物源区存在较多的超镁铁质—镁铁质组分,而后太古宇长英质岩石含量增加<sup>[9]</sup>。在图1中,样品全部位于后太古宇泥岩区,表现出了相似的Ni、Cr含量,这也表明自贡

表1 沙溪庙组下段泥质岩石主量元素含量(w<sub>B</sub>/%)及元素比值

Table 1 Major element contents (w<sub>B</sub>/%) and element ratios for the mudstone in the lower member of the Shaximiao Formation

样号	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	MnO	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	总和	K <sub>2</sub> O/ Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> / TiO <sub>2</sub>	CIA	ICV
ZG-3h	62.11	16.92	8.32	0.45	1.63	0.88	1.2	3.17	0.08	0.78	0.14	0.1	4.06	99.84	0.19	22	71	0.94
ZG-7h	61.93	17.77	6.47	0.58	1.71	1.39	1.53	3.13	0.06	0.68	0.3	0.1	4.17	99.82	0.18	26	68	0.84
ZG-9h	64.21	17.09	5.35	0.38	1.89	1.03	1.88	3.3	0.06	0.76	0.1	0.1	3.64	99.79	0.19	22	64	0.83
ZG-10h	66.66	16.35	3.71	0.5	1.86	1.47	2.38	2.55	0.06	0.75	0.14	0.12	3.24	99.79	0.16	22	64	0.78
ZG-12h	65.34	16.29	5.04	0.48	1.95	0.96	1.49	3.28	0.05	0.79	0.17	0.1	3.84	99.78	0.20	21	66	0.83
ZG-14h	64.56	15.68	6.34	0.65	2.03	1.44	1.39	2.26	0.05	0.76	0.14	0.19	4.32	99.81	0.14	21	69	0.91
ZG-15h	58.06	18.93	1.21	2.02	1.42	0.6	0.75	3.00	0.02	0.79	0.13	0.1	8.3	95.33	0.16	24	77	0.41
平均值	63.27	17.00	5.21	0.72	1.78	1.11	1.52	2.96	0.05	0.76	0.16	0.12	4.51					
PAASP	62.4	18.88	7.18		2.19	1.29	1.19	3.68	0.11	0.99	0.16							

测试单位: 武汉岩矿综合测试中心; CIA=[Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+CaO\*+Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O)]×100, 式中的化学成分的含量均为摩尔数, CaO\*是指岩石中硅酸盐矿物中所含 CaO 的摩尔数; ICV=(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O+CaO+MgO+TiO<sub>2</sub>)/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

表2 沙溪庙组下段泥质岩石微量元素含量(w<sub>B</sub>/10<sup>-6</sup>)

Table 2 Trace element contents (w<sub>B</sub>/10<sup>-6</sup>) in the mudstone from the lower member of the Shaximiao Formation

样号	Cr	Rb	Ba	Co	Ni	Sr	V	Cu	U
ZG-3h	40.6	148	510	16.3	36.4	114	107	25.7	2.5
ZG-7h	38.7	127	532	13.8	27.3	142	109	29.9	2.7
ZG-9h	38	148	463	16.7	35.1	232	83	32.7	3.2
ZG-10h	33.3	111	631	17.1	26.4	240	113	29.5	3.5
ZG-12h	36.8	136	629	17.6	26.9	133	95	34.4	3.9
ZG-14h	40.1	105	476	19	32	160	78	27.3	2.5
平均值	37.9	129	540	16.75	30.68	170	97	29.9	3.1
PAAS	110	160	650	23	55	200	150	50	3.1

测试单位: 武汉岩矿综合测试中心, 采用光度法、原子吸收、原子荧光、发射光谱

表3 沙溪庙组下段泥质岩稀土元素含量( $w_B/10^{-6}$ )Table 3 REE contents ( $w_B/10^{-6}$ ) in the mudstone from the lower member of the Shaximiao Formation

样号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	$\Sigma$ REE	LREE/HREE	Eu/Eu*	(La/Yb) <sub>N</sub>	(La/Sm) <sub>N</sub>	(Gd/Yb) <sub>N</sub>
ZG-3h	63.01	127.9	16.6	68.84	14.73	3.35	14.22	2.16	12.49	2.3	5.94	0.88	5.31	0.78	338.51	6.7	0.70	7.7	2.5	2.3
ZG-7h	48.16	89.32	12.14	47.89	10.11	1.88	9.5	1.41	7.87	1.59	4.34	0.69	4.45	0.67	240.02	6.9	0.58	7.0	2.7	1.8
ZG-9h	48.21	75.54	9.91	35.16	6.33	1.24	5.62	0.89	5.17	1.11	3.08	0.5	3.38	0.51	196.65	8.7	0.63	9.2	4.4	1.4
ZG-10h	39.57	68.78	9.09	33.32	6.36	1.3	5.77	0.93	5.31	1.05	2.86	0.48	3.02	0.45	178.29	8.0	0.65	8.5	3.6	1.6
ZG-12h	37.98	67.65	9.91	37.65	7.37	1.51	7	1.13	6.23	1.25	3.66	0.57	3.59	0.54	186.04	6.8	0.64	6.8	3.0	1.6
ZG-14h	51.28	87.47	10.87	38.65	6.81	1.33	5.77	0.92	5	1.04	2.89	0.46	2.95	0.44	215.88	10.1	0.64	11.2	4.3	1.7
ZG-15h	60.76	119.5	13.2	44.87	8.29	1.53	6.63	1.03	5.93	1.29	3.74	0.62	3.98	0.61	271.98	10.4	0.62	9.9	4.2	1.4
PAAS	38	80	8.33	33.9	5.55	1.08	4.66	0.77	4.68	0.99	2.85	0.4	2.83	0.43	184.47					

测试单位: 武汉岩矿综合测试中心, 采用 ICP-AES 分析

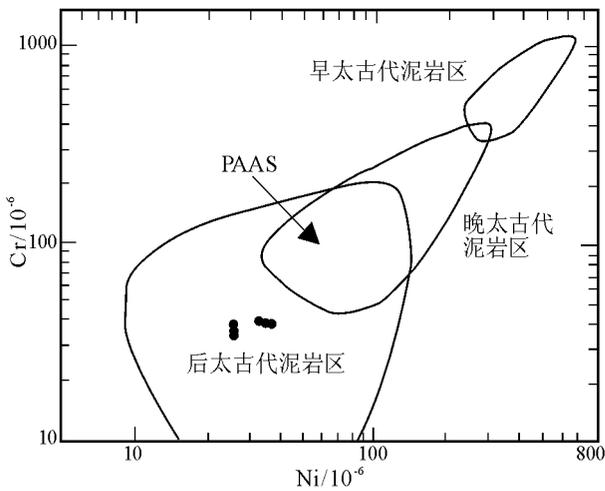


图1 沙溪庙组下段泥质岩 Ni-Cr 区分图

Fig.1 Ni-Cr diagram of the mudstone in the lower member of the Shaximiao Formation (after Taylor et al., 1985)

沙溪庙组下段泥质岩石的物源区是以长英质岩石为主的。

泥质岩石样品的稀土总量相对较高, 但不同样品之间含量变化较大, 在  $(178.29 \sim 338.51) \times 10^{-6}$  之间, 平均值为  $225.90 \times 10^{-6}$ 。轻稀土相对于重稀土富集, LREE/HREE 比值为  $6.7 \sim 10.4$ ,  $(La/Yb)_N$  为  $6.8 \sim 11.2$ , 具有中等的负铕异常,  $\delta_{Eu}$  为  $0.58 \sim 0.70$ 。在稀土配分曲线图上(图2), 所有样品具有比较一致的配分模式, 轻、重稀土含量均高于 PAAS 的轻、重稀土含量。

## 3 讨论

### 3.1 物源区性质

REE、Th、Sc 和高场强等元素在水柱中停留时间短, 几乎全部进入了沉积物中, 这些相容和不相容元

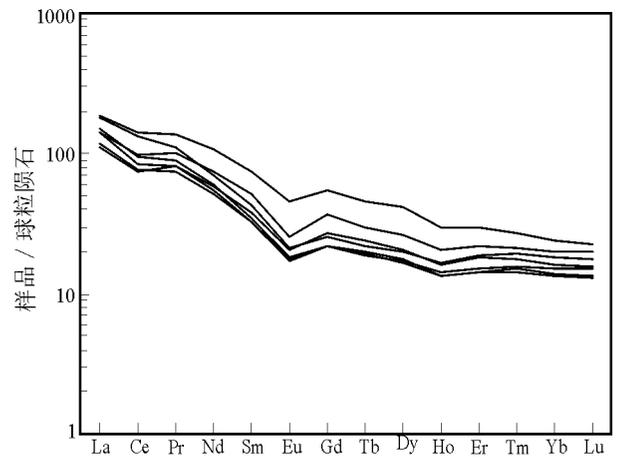


图2 沙溪庙组下段泥质岩标准化的 REE 配分图

Fig.2 Chondrite-normalized REE distribution patterns for the mudstone in the lower member of the Shaximiao Formation

素的能够区分泥岩和砂岩中长英质、铁镁质来源的成分<sup>[3, 5, 11]</sup>。基性岩 LREE/HREE 比值低, 无 Eu 异常, 而酸性岩通常具有较高的 LREE/HREE 比值和负 Eu 异常, 稀土配分型式可以被用于来指示物源区的性质<sup>[3, 12]</sup>。

自贡沙溪庙组下段泥岩样品的  $(La/Yb)_N$  值的范围为  $6.8 \sim 11.2$ , 平均为  $8.4$ , 表明样品轻重稀土的分馏程度较高; 轻稀土的  $(La/Sm)_N$  为  $2.5 \sim 4.4$ , 重稀土的  $(Gd/Yb)_N$  为  $1.4 \sim 2.3$ , 表明轻稀土分馏程度较高, 而重稀土分馏程度低;  $\delta_{Eu}$  为  $0.58 \sim 0.70$ , 平均为  $0.64$ 。这些特征表明物源区的原始物质是长英质的。

$K_2O/Al_2O_3$  的比值也可以用来确定细碎屑岩源区的成分, 因为粘土矿物和长石的  $K_2O/Al_2O_3$  值存在明显的差别在碱性长石中  $K_2O/Al_2O_3$  值为  $0.4 \sim 1$ , 在伊利石中大约为  $0.3$ , 在其他粘土矿物中则接近

于 $0^{[11]}$ 。Cox 等的研究<sup>[11]</sup>表明,当泥质岩中  $K_2O/Al_2O_3$  值大于0.5时,说明母岩中具有相当数量的碱性长石; $K_2O/Al_2O_3$  值小于0.4时,说明母岩中只含有少量的碱性长石。

沙溪庙组下段泥岩中  $K_2O/Al_2O_3$  值0.14~0.20 之间,表明母岩中碱性长石的含量较低。Girty 等认为,沉积物中  $Al_2O_3/TiO_2$  值小于14时,沉积物物源可能来源铁镁质岩石;而  $Al_2O_3/TiO_2$  值在19~28之间时,物源可能来源于安山质和流纹质岩石(或者花岗闪长质和英云闪长质)岩石<sup>[13]</sup>。沙溪庙组下段泥质岩石样品的  $Al_2O_3/TiO_2$  在21~26之间,平均值为22,表明其主要来源于长英质岩石,而非镁铁质岩石。

四川中生代陆相盆地的物源主要来自于西北部的龙门山构造带<sup>[14]</sup>,龙门山地区从寒武纪至三叠纪为扬子陆块西缘的被动大陆边缘,沉积了一套厚达数千米的碎屑岩、碳酸盐岩地层。因此,泥质岩石地球化学特征所反映的物源区性质与其地质背景是相吻合的。

### 3.2 源区的古风化作用及对古气候的指示

细碎屑沉积岩比与其共生的砂岩更能够反映源区风化强度的变化<sup>[4]</sup>。Nesbitt 等提出可以用CIA 指数来确定物源区的化学风化程度<sup>[15]</sup>,该指数是目前被广泛地用于确定物源区风化特征的化学指标。

由于硅酸盐矿物中  $CaO$  与  $Na_2O$  通常以 1:1 的比例存在,所以 Meclennan 认为当  $CaO$  的摩尔数大于  $Na_2O$  时,可认为  $mCaO^* = mNa_2O$ ;而小于  $Na_2O$  时则  $mCaO^* = mCaO^{[16]}$ 。

在自贡沙溪庙组下段地层剖面上,紫红色泥岩样品的 CIA 指数变化范围在64~71之间,平均为值为67,顶部灰黑色页岩的 CIA 指数为77。因此,物源区经历了一个低—中等的化学风化,反映了白云母、伊利石、蒙脱石的成分,更强的风化程度将会在泥岩中富集高岭石、水铝矿等粘土矿物,其 CIA 指数将接近100<sup>[18]</sup>。样品的 CIA 指数揭示物源区可能处于一个半干旱的气候条件。

成分成熟度与沉积物形成的气候背景和构造背景有关,ICV 指数可以用来确定沉积物的成分成熟度<sup>[11]</sup>。成分成熟度低的泥质岩石含有较高比例的非粘土硅酸盐矿物,或者富含蒙脱石、绢云母等粘土矿物,具有高的 ICV 值;相反,含非粘土硅酸盐矿物少或以高岭石矿物占优势的泥质岩,其 ICV 值低。构造活动区泥质岩石的成分成熟度低,而在构造稳定区或者是强烈的化学风化背景下泥质岩的成分成熟度高。

研究区紫红色泥岩样品的 ICV 指数在0.78~0.94之间,平均值为0.85,表明了它们的成分成熟度较低;灰黑色页岩的 ICV 指数0.41,表明了其成分成熟度较高。因此,总的看来其物源区的化学风化作用较弱或处于一个构造较活动的区域。

上述泥岩样品的 CIA、ICV 指数均表明该区沙溪庙组下段物源区具有相对较弱(或中等)的化学风化程度,揭示了物源区可能是一个半干旱的气候条件或为一个构造相对活动的地区。四川中生代陆相盆地是一个位于松潘—甘孜造山带边缘的前陆盆地<sup>[17,18]</sup>,盆地的形成与龙门山的隆起具有密切的联系,其沉积物主要来自于北西部的龙门山构造带<sup>[14]</sup>。中侏罗世中晚期在盆地边缘和盆地内部沉积了一套广泛分布的以沙溪庙组为代表的砂、泥质沉积,缺乏砾岩等冲积扇体沉积物,表明这一时期龙门山构造带处于一个构造活动相对稳定的时期。

因此,沙溪庙组地层剖面上 CIA、ICV 指数的变化主要受化学风化作用的影响,它受控于物源区的气候条件,因而表明中侏罗世物源区是半干旱的气候条件。由于盆地中沉积物主要来自于龙门山,因此物源区与沉积区的距离相对较近。考虑到上述两个因素,可以认为物源区与沉积区的气候条件基本相同,都是一个半干旱的气候条件。

中侏罗世四川盆地的古气候特征也可以从沉积物及生物群面貌上得到一定的反映<sup>[8,9]</sup>。下侏罗统自流井组以泥页岩、粉砂岩夹介壳灰岩为特征,生物种类繁多,说明当时湖盆处在一种比较温暖、潮湿的正常湖相环境。中侏罗世沉积环境发生明显的变化,盆地由早侏罗世以湖泊环境为主,转变为以河流环境为主,该期沉积环境为河流相与湖泊相交替,生物化石相对稀少。特别是在中侏罗世晚期(沙溪庙组上段),沉积环境主要以河流相为主,并且在洪泛平原上广泛发育以钙质结核为代表的古土壤层,反映了一个与早侏罗世明显不同的半干旱的古气候环境。

## 4 结 论

四川自贡恐龙化石埋藏地中侏罗统沙溪庙组下段泥质岩的地球化学特征研究表明,它们的物源区以长英质岩石为主,反映化学风化程度的 CIA 指数及成分成熟度的 ICV 指数,表明物源区经历了一个低—中等的化学风化作用,这反映了四川盆地中侏罗世恐龙生活在一个半干旱的古气候环境之中,与这一时期四川盆地以河流为主并发育钙质结核的

古环境特征是相吻合的。四川盆地中侏罗世是恐龙动物群最为繁盛的时期,岩石地球化学特征所反映的古气候条件为恢复恐龙的古生态提供了新的信息。半干旱的气候条件对恐龙的生存产生了影响,迫使恐龙必须在盆地内进行迁徙,因而恐龙化石点在盆地各处均有发现。恐龙的这一生活特征与美国晚侏罗世同是半干旱气候条件的莫里逊组是相同的。

#### 参考文献:

[1] CULLERS R L, BASU A, SUTTNER L. Geochemical signature of provenance in sand-size material in soils and stream sediments near the Tobacco Root batholite, Montana, USA [J]. Chem. Geol., 1988, 70: 335-348.

[2] BHATIA M R, CROOK K A W. Trace element characteristics of greywackes and tectonic setting discrimination of sedimentary basin [J]. Contrib. Mineral. Petrol., 1986, 92: 181-193.

[3] TAYLOR S R, MCLENNAN S M. The continental crust: its composition and evolution [M]. Oxford: Blackwell, 1985, 1-312.

[4] MCLENNAN S M, HEMMING S R, MCDANIEL D K et al. Geochemical approaches to sedimentation, provenance, and tectonics [A]. Johnson M J, Basu A. Processes Controlling the Composition of Clastic Sediments [C]. Geol. Soc. Am. Spec. Pap. 1993, 284: 21-40.

[5] MCLENNAN S M. Rare earth elements in sedimentary rocks; influence of provenance and sedimentary processes [A]. Lipin B R, McKay G A. Geochemistry and Mineralogy of REE [C]. Mineral. Soc. Am., Rev. Mineral. 1989, 21: 169-200.

[6] CONDIE K C. Chemical composition and evolution of the upper conti-

mental crust; contrasting results from surface samples and shales [J]. Chemical Geology, 1993, 104: 1-37.

[7] 董枝明,周世武,张奕宏.四川盆地侏罗纪恐石化石[M].北京:科学出版社,1983.

[8] 四川盆地陆相中生代地层古生物编写组.四川盆地陆相中生代地层古生物[M].成都:四川人民出版社,1982.1-215.

[9] 夏文杰,李秀华.恐龙埋藏环境及岩相古地理特征[M].成都:四川科技出版社,1988.29-63.

[10] 李奎,张玉光,蔡开基,等.四川盆地侏罗纪恐龙骨骼及红层的微量元素组合特征[M].北京:地质出版社,1999.1-45.

[11] COX R, LOWE D R, CULLERS R L. The influence of sediment recycling and basement composition on evolution of mudrock chemistry in the southwestern United States [J]. Geochimica et Cosmochimica Acta, 1995, 59: 2919-2940.

[12] WRONKIEWICZ D J, CONDIE K C. Geochemistry of Archean shales from the Witwatersrand Supergroup, South Africa: source-area weathering and provenance [J]. Geochim. Cosmochim. Acta, 1987, 51, 2401-2416.

[13] GIRTY G H, RIDGE D L, KNAACK C, et al. Provenance and depositional setting of Paleozoic chert and argillite, Sierra Nevada, California [J]. Journal of Sedimentary Research, 1996, 66(1): 107-118.

[14] 李勇,曾允孚.龙门山前陆盆地沉积及构造演化[M].成都:成都科技大学出版社,1995.1-91.

[15] NESBITT H W, YOUNG G M. Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites [J]. Nature, 1982, 299: 715-717.

[16] MCLENNAN S M. Weathering and global denudation [J]. Journal of Geology, 1993, 101: 295-303.

[17] 许志琴,侯立玮.松潘甘孜造山带的造山过程[M].北京:地质出版社,1992.1-57.

[18] 潘桂棠,陈智梁,李兴振,等.东特提斯地质构造形成演化[M].北京:地质出版社,1997.104-128.

## Geochemistry and implications for the source areas and weathering in the Shaximiao Formation, Zigong, Sichuan

WANG Quan-wei<sup>1</sup>, LIANG Bin<sup>2</sup>, KAN Ze-zhong<sup>1</sup>

(1. Sichuan Institute of Geological Survey, Chengdu 610081, Sichuan, China; 2. College of Environments and Resources, Southwest University of Science and Technology, Mianyang 621000, Sichuan, China)

**Abstract:** The emphasis is placed upon the examination of the major elements, trace elements and REEs in the mudstone and approaches to the provenance and weathering in the Middle Jurassic Shaximiao Formation, Zigong, Sichuan. The study of major elements and REEs shows that the detritus are derived mostly from the felsic rocks in the source areas. The CIA (chemical index of alteration) and ICV (index of chemical variation) indexes suggest a low to moderate chemical weathering, implying that the study area was once in the semi-arid palaeoclimatic conditions during the Middle Jurassic.

**Key words:** Zigong; Middle Jurassic; geochemistry; Sichuan Basin