

# 贵州省三穗地区青白口系隆里组砂岩 碎屑组分和物源分析

杨忠琴,边申武,邓贵标,马会诊,龙建喜

(贵州省地质调查院,贵州 贵阳 550005)

**[摘要]**物源分析是确定盆地演化的重要条件之一,物源成分变化反映盆山耦合关系。砂岩骨架矿物成分变化反映沉积物源区的构造属性及其变化。通过对三穗地区青白口系隆里组的砂岩系统采样,进行了详细的鉴定,观察砂岩的碎屑组分与结构的变化特征,同时还应用 Dickinson 的分析理论对其进行了砂岩骨架矿物统计分析。结果表明,隆里组砂岩具有混合物源,由大陆块物源区和火山弧物源区共同提供。

**[关键词]** 三穗;隆里组;砂岩碎屑组分;物源分析

**[中图分类号]** P512.2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1000-5943(2014)02-0089-07

江南造山带具有复杂的构造演化历史,其形成、演化过程依然没有形成共识,争议较大<sup>[1][2]</sup>。现有资料表明,在新元古界青白口系与南华系之间存在一个重要的构造转化,部分地区表现为角度不整合(如梵净山地区)<sup>[3]</sup>,其他地区则表现为平行不整合(如本文研究区)<sup>[4]</sup>。这期构造转化的属性还不清楚,需要从不同角度给予制约。盆地沉积物为地质演化过程的重要物质记录,其砂岩的物源分析可以为构造演化提供较为可靠的制约<sup>[5]</sup>。本文选择于三穗县台烈-南明一带青白口系顶部隆里组砂岩作为研究对象,开展详细的岩相学研究,并通过碎屑物统计,分析其沉积物源,进而为讨论青白口系与南华系之间构造转化性质提供制约。

研究区属于扬子东南区湘桂分区<sup>[6]</sup>。新元古代早期,处于扬子陆块与华夏陆块裂解期<sup>[4]</sup>,古陆发生伸展裂陷,逐渐形成陆间窄洋盆,沉积一套海相复理石建造。北西为扬子陆块,南东为华夏陆块(图1)。

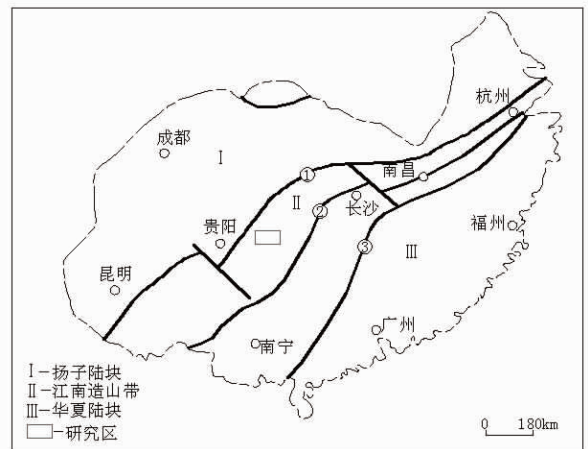


图1 研究区大地构造略图(据戴传固等,2010)

Fig. 1 Structural sketch of the target area

①师宗—松桃—慈利—九江断裂带(北亚带);②罗城—龙胜—桃江—景德镇断裂带(中亚带);③北海—萍乡—绍兴断裂带(南亚带)

## 1 区域地质概况及古地理演化特征

### 1.1 区域地质概况

研究区位于三穗县台烈-南明一带,江南造

[收稿日期] 2014-03-12

[基金资助] 中国地质调查局地质调查项目《贵州省1:5万三穗、台江、岑松、桐林4幅区调项目》(编号:1212011120628)、《黔北梵净山地区及黔南摩天岭地区前寒武纪古大陆演化及沉积岩相古地理研究》(编号:1212011121106)和国家自然科学基金重点项目《华南新元古带楔状地层沉积充填系列及其大地构造属性研究》(编号:41030315)。

[作者简介] 杨忠琴(1982—),女,贵州金沙人,工程师,主要从事区域地质调查及矿物、岩石学研究。

山带中段(图1)。出露地层较为完整,分别为青白口系乌叶组、番召组、清水江组、平略组、隆里组,南华系铁丝坳组、南沱组,震旦系陡山沱组、寒武系及第四系地层。其中隆里组与铁丝坳组为平

行不整合接触。

青白口系乌叶组岩性以深灰-灰黑色变泥质岩为主,夹变质粉-细砂岩,偶夹变质凝灰岩或变质沉凝灰岩。一般厚多为500~700 m。

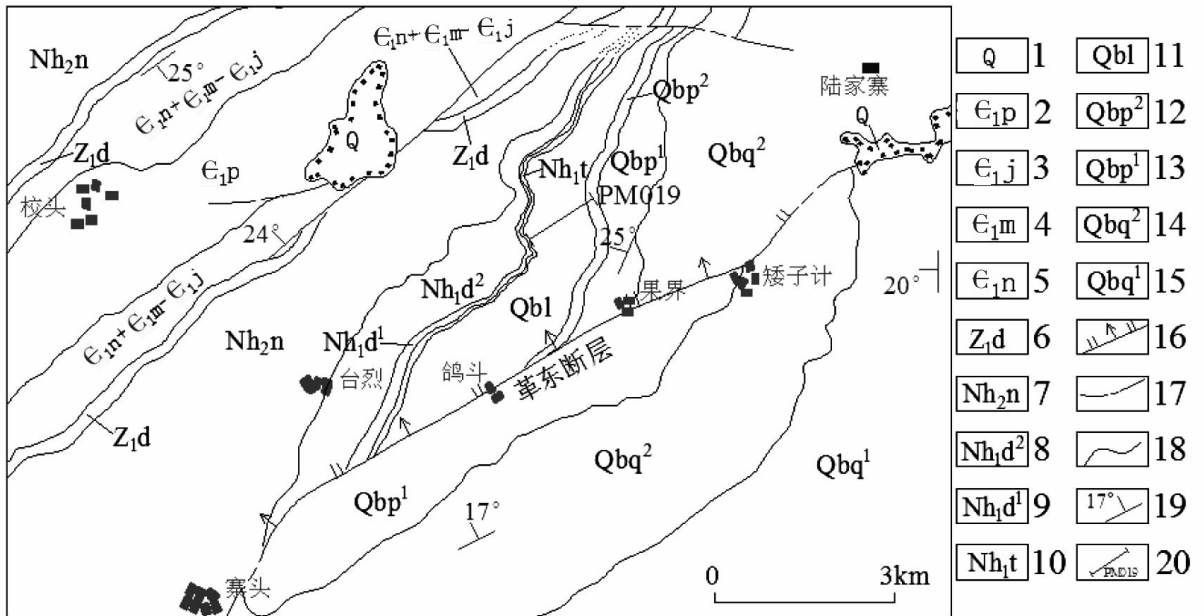


图2 研究区构造地质略图及剖面位置图[1:25万锦屏幅区域地质调查(修测)报告修改]

Fig. 2 Geological sketch and the profile location of the target area

- 1—第四系;2—下寒武统杷榔组;3—下寒武统系统金顶山组;4—下寒武统明心寺组;5—下寒武统牛蹄塘组;6—下震旦系统陡山沱组;
- 7—上南华统南沱组;8—下南华统大塘坡组第二段;9—下南华统大塘坡组第一段;10—下南华统铁丝坳组;11—青白口系隆里组;
- 12—青白口系平略组第二段;13—青白口系平略组第一段;14—青白口系清水江组第二组;15—青白口系清水江组第一组;16—正断层;
- 17—推测断层;18—地质界线;19—产状;20—剖面位置及其编号

青白口系番召组岩性为浅灰、灰色中厚层至块状变质粉砂岩、变质细砂岩与灰、深灰色薄至中厚层板岩无定比互层,以变质青白口系清水江组岩性由变质凝灰岩、变质沉凝灰岩、变质砂岩、变质粉砂岩、变质凝灰质砂岩、凝灰质板岩、砂质绢云板岩、粉砂质绢云板岩及绢云板岩等多样式互层组合而成,以有大量凝灰质岩石为特色。一般厚2 000~2 500 m。

青白口系平略组岩性主要为浅灰及灰色薄至中厚层状粉砂质绢云板岩、绢云板岩及绿泥石板岩,夹少量变质粉-细砂岩及凝灰质板岩,下部有时夹变质沉凝灰岩。一般厚1 600~2 000 m。

青白口系隆里组岩性组合为浅灰至灰色变质砂岩及变质粉砂岩夹板岩,或变质砂岩、变质粉砂岩与板岩互层,偶夹凝灰质板岩、沉凝灰岩。变质砂岩有杂砂岩、岩屑长石砂岩、长石砂岩、长石石英砂岩及石英砂岩,粉-细砂级至中、粗不等粒状,时含细砾及砾岩小透镜体。变质砂岩、变质粉

砂岩和板岩常构成向上变细的基本层序,完整者自下而上由具正向粒序递变的含砾中-粗粒砂岩→具平行层理的粉-细砂岩→具波纹层理的砂质(或粉砂质)绢云板岩,层序厚可达数米至十余米。该组岩性组合变化较大。自下而上变质砂岩和变质粉砂岩增多,中-粗粒砂岩层增多。自北西向东南变质砂岩和变质粉砂岩减少,板岩增多。陆源物质运移方向主要从北西向东南<sup>[7]</sup>。一般600~800 m。

南华系铁丝坳组岩性特征为一套中粒碎屑沉积。岩性为浅灰、灰、深灰色中厚层含砾杂砂岩、砾质砂岩、混砾岩、砾质泥岩、杂砂岩、岩屑砂岩、粉砂质粘土岩。厚24 m。

南华系南沱组岩性主要为灰、灰绿、黄绿(少量灰紫、紫红)等色块状无层次(冰碛)杂砾质岩(含砾砂质板岩、含砾绢云母砂岩、砾砂质泥岩等),间或夹少量变质砂岩、粉砂质板岩。厚度一般100~200 m。

震旦系陡山沱组岩性上部为浅灰色厚层块状粉砂质粘土岩,下部为黑色厚层状至块状的炭质粘土岩。厚约 322 m。

寒武系岩性为一套黑色炭质页岩或炭质粘土岩、粉砂质粘土岩沉积,粘土岩及不纯碳酸盐岩间互沉积,总厚近 1 500 m。

研究区位于江南复合造山带东南缘。本次实测的 PM019 剖面为三穗向斜东南翼,革东断层西北侧(图 2)<sup>[8]</sup>。三穗向斜轴向 40°~45°,经玉屏—三穗—台江等地,三穗以南两翼对称,岩层倾角 20°~35°,脊线总的趋势是向南西昂起并略有起伏。革东断层是一条比较特殊的断层,地表各处所见断面都是倾向北西,走向 50°~60°,倾角 50°以上,走向与区域主干褶皱相近。

## 1.2 古地理演化特征

晚元古代早期,在武陵运动再造的古地理背景下,经过初期的夷平地,研究区被海水淹没。乌叶时期处于半深海—深海环境,为一套斜坡相—浅槽盆地相沉积。番禺—平略时期均处于浅海环

境,为一套斜坡相沉积。隆里时期形成一套浅海—半深海相砂泥岩建造,主要为陆源碎屑浊流沉积(浊积扇中部)相。受晚元古代早期末的雪峰运动的影响,南华世—震旦世陡山沱时期研究区为浅海环境,为一套斜坡相沉积。寒武世一直处于浅海环境,为一套斜坡相向台地边缘斜坡相过度沉积。

## 2 隆里组碎屑组分特征

### 2.1 砂岩碎屑组分特征

本次研究对 PM019 剖面的隆里组砂岩做了系统的采样,用 Leica4500P 偏光显微镜进行详细的鉴定研究。隆里组砂岩从粒度上主要分为细砂岩和粉砂岩两类。碎屑颗粒含量一般介于 70%~96%之间。少数砂岩含量低于 70%。碎屑物的磨圆度中等,而分选性较好。粒径较为均一,大部分碎屑成分成熟度中等偏差(图 3、4、5、6)。砂岩骨架颗粒统计(表 1)与薄片鉴定相结合,得出碎屑组

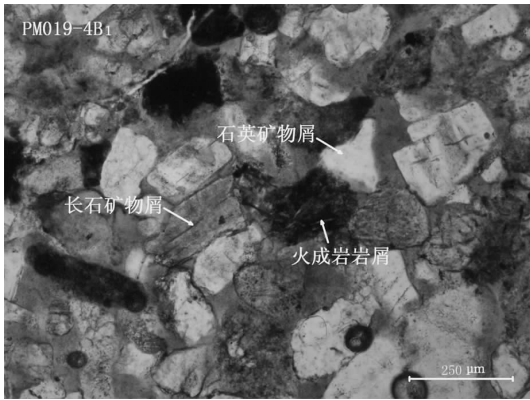


图 3 变余细粒砂状结构

Fig. 3 Fine grained blastosammitic texture

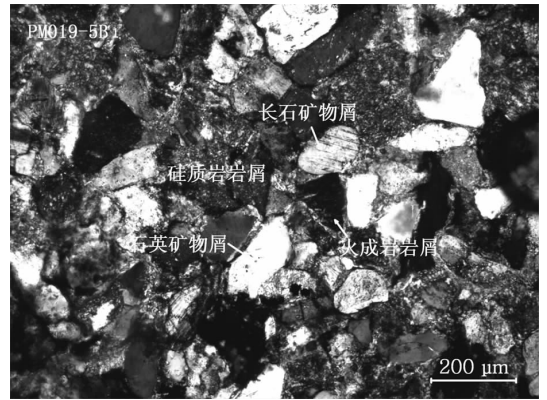


图 4 变余细粒砂状结构

Fig. 4 Fine grained blastosammitic texture

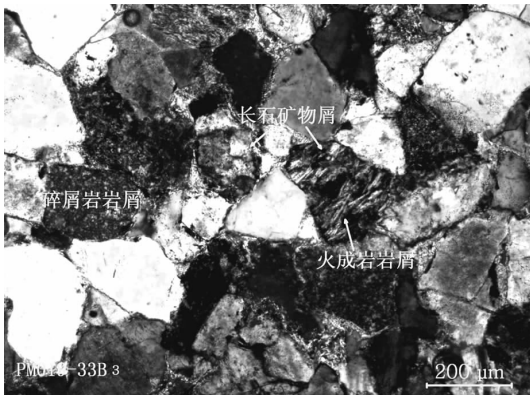


图 5 变余细粒砂状结构

Fig. 5 Fine grained blastosammitic texture

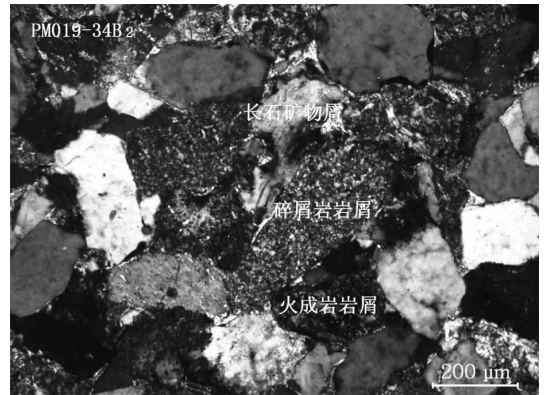


图 6 变余细粒砂状结构

Fig. 6 Fine grained blastosammitic texture



表1 三穗地区青白口系隆里组砂岩薄片组分统计数据(%)

Table 1 Statistic of sandstone debris component in Longli formation of Qingkoubai series in Sansui area

序号	样品编号	Qt	Qm	Qp	F	Lt	L	Lv	Ls	Mu	Bt	O	M
1	1B1	42	40	2	35	8	6	1	5	2	0	1	14
2	2B1	46	45	1	38	6	5	1	4	1	0	1	9
3	4B1	17	15	2	60	18	16	12	4	2	0	2	3
4	5B1	12	10	2	70	12	10	8	2	2	0	2	4
5	7B1	6	4	2	70	15	13	10	3	1	0	1	9
6	12B1	6	4	2	60	15	13	8	5	1	0	1	19
7	15B1	8	6	2	60	15	13	10	3	2	0	2	15
8	17B1	11	10	1	60	11	10	8	2	2	0	2	15
9	19B1	78	75	3	15	3	0	0	0	2	0	2	3
10	21B1	90	90	0	3	0	0	0	0	2	0	2	3
12	23B1	35	32	3	48	3	0	0	0	2	0	2	13
13	24B1	32	30	2	55	10	8	8	0	1	0	1	3
14	25B1	32	30	2	60	5	3	3	0	1	0	1	3
15	26B1	22	20	2	70	5	3	3	0	1	1	1	2
16	27B1	22	20	2	70	4	2	2	0	1	1	1	3
17	28B1	12	10	2	78	4	2	2	0	2	1	2	3
18	30B1	90	90	0	3	0	0	0	0	1	1	1	4
19	31B1	62	60	2	30	4	2	2	0	0	0	2	4
20	32B1	46	44	2	35	14	12	8	4	1	0	2	4
21	33B1	30	28	2	40	25	23	18	5	1	0	3	3
22	33B2	26	21	5	46	26	21	18	3	2	0	2	3
23	33B3	23	20	3	45	28	25	20	5	2	0	2	3
24	34B1	16	13	3	50	30	27	20	7	1	0	2	4
25	34B2	21	13	8	42	38	30	25	5	2	0	2	3
26	35B1	34	30	4	45	17	13	12	1	2	0	2	4
27	35B2	18	15	3	55	21	18	18	0	2	0	3	4
28	36B1	13	10	3	58	25	22	17	5	2	0	2	3
29	38B1	70	70	0	18	0	0	0	0	2	0	2	8
30	39B1	8	5	3	60	28	25	20	5	2	0	2	3
31	40B1	15	12	3	55	27	24	18	6	3	0	1	2
32	41B1	12	10	2	60	24	22	18	4	2	0	2	2
33	42B1	8	6	2	55	25	23	15	8	2	0	2	10
34	45B1	8	6	2	60	24	22	20	2	2	0	2	6
35	47B1	12	10	2	50	28	26	20	6	2	0	2	8
36	49B1	10	8	2	60	26	24	18	6	2	0	2	2
37	51B1	11	10	1	58	18	17	11	6	1	0	4	9
38	53B1	11	10	1	60	23	22	16	6	2	0	3	2

分的基本特征为:(1)石英颗粒呈次圆状、圆状、椭圆状、溶蚀状等形态,磨圆度较好。单晶石英含量一般为10%~90%,有少数含量为4%~8%;单晶石英比多晶石英更常见,多晶石英含量为1%~8%。(2)长石颗粒呈短柱状、次圆状、圆状等,含量一般为15%~78%,基本上为斜长石。(3)岩屑颗粒多呈次圆状、次棱角状等,主要为沉

积岩岩屑(陆源碎屑岩岩屑等,含量为1%~25%),其次是火成岩岩屑(玄武岩岩屑等,含量为1%~8%)。(4)白云母和绿泥石含量都不高,白云母含量为1%~3%之间,绿泥石含量为1%~3%。基质基本上为绢云母变晶。

隆里组砂岩从下往上,砂岩厚度增大,粒度变粗,石英含量变少,长石含量和岩屑含量与石英呈

相互消长关系。样品中石英颗粒磨圆度普遍比长石、岩屑更好,说明石英是经过多次破碎、搬运、磨蚀,而长石和岩屑经历的破碎次数少或搬运距离较短。

## 2.2 样品及其观测统计

沉积岩的成分蕴含着大量与地壳发展演化密切相关的信息,其中砂岩的研究在沉积学领域一直占有重要的位置。砂岩作为大陆的风化—沉积旋回产物,不仅直接记录了沉积物的母岩组合,改造强度及沉积环境等信息,而且因其碎屑组分与所处大地构造位置密切相关,还可以反映区域构造演化背景。因此砂岩的碎屑组分及其时空变化,在一定程度上可以反演区域构造活动的强度、性质和延续—转变时间等<sup>[9]</sup>。根据砂岩的成分判断其物源区的构造性质,进而探讨盆地类型和盆地演化的方法已经成为盆地分析的一项通用方法。

事实上,由于露头岩石样品不同程度地存在化学风化和成岩后期改造作用,因此详细、准确的砂岩骨架组分鉴定和统计对物源研究尤其重要,其可信度要大大优于化学分析资料。针对三穗地区保存比较完整的隆里组代表性剖面,进行了系统的砂岩样品采集和薄片鉴定统计,采样的剖面位置如图1所示。

为了保证碎屑骨架组成统计结果的可靠性,本文依据 Dickinson et al.<sup>[10]</sup> 和 Dickinson<sup>[11]</sup> 的方法特别约定了五条统计原则:

①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(包括含砾砂岩)之间,即算术粒级0.2~2 mm,砾岩样品仅供参考。其目的主要是尽可能减小由于碎屑粒度—成分习性而导致的统计误差。

②排除杂基含量大于25%的杂砂岩样品<sup>[6]</sup>。

③由于区域上不存在内源灰岩物源,或供给的可能性极小(本文样品中灰岩岩屑含量一般小于1%),故灰岩岩屑按常规沉积岩岩屑进行统计。

④被自生矿物交代的骨架颗粒,按残留颗粒或恢复的原碎屑组分统计。

⑤采用镜下正方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,网格间距视砂岩平均粒度而定,一般取平均粒度的两倍值。

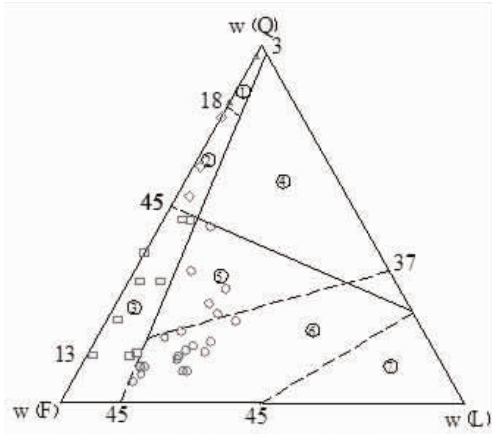
## 2.3 隆里组碎屑组分统计结果

符合上述统计原则并参加作图的隆里组有效砂岩样品共38个,统计数据如表1。成分包括:单晶石英(Qm)、多晶石英(Qp)、总石英(Qt=Qm+Qp)、长石(F)、沉积岩岩屑(Ls)、火山岩岩屑(Lv)、岩屑(L=Ls+Lv)、总岩屑(Lt=L+Qp)、白云母(Mu)、黑云母(Bt)、胶结物或基质(M)及其它(O)。其它包括不透明矿物、锆石、榍石、绿泥石等。把模式分析各成分的结点个数换算成百分含量,其点计法统计结果和模式分析结果分别见表1和图7。

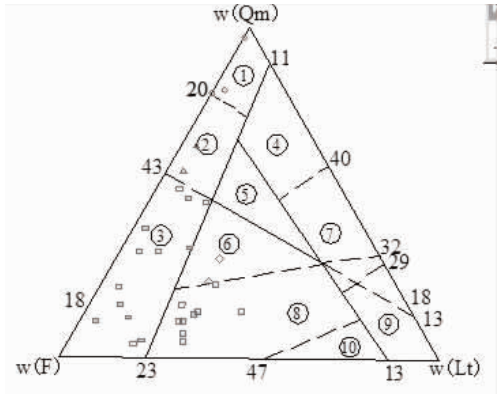
模式分析结果显示:在Qp—Lv—Ls图中其物源以火山弧造山带物源为主,但是随着火山岩岩屑的增加,出现少量的混合造山带砂岩,仅有接近铁丝岭组的1B1和2B1两件样品落在碰撞缝合线及褶皱—逆掩带物源;Qt—F—L图反映三穗地区隆里组砂岩物源主要为大陆块物源区,且隆起基底多于稳定克拉通,其次为火山弧物源区(基本为深成)和过渡区;Q—F—L和Qm—F—Lt图解侧进一步显示隆里组砂岩物源主要为基岩隆起、过渡大陆区和克拉通内部及切割岛弧区和过渡弧区。隆里组砂岩从下往上碎屑物源为过渡岛弧—克拉通内部—过渡岛弧—基岩隆起—过渡大陆区—克拉通内部—基岩隆起—克拉通内部—基岩隆起,即火山弧造山带—混合造山带—火山弧造山带—混合造山带—火山弧造山带—混合造山带。综上所述,隆里组砂岩来源于大陆块物源区和火山弧物源区。

## 3 岩相古地理特征

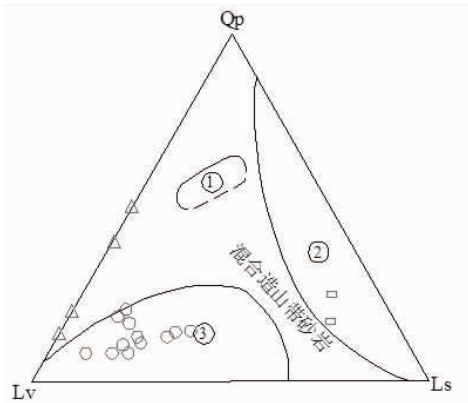
隆里期,由于地壳伸展作用减弱,盆地收缩,研究区出现一套由灰色状—厚层变质粉—细砂岩、变质钙质粉砂岩、变质细—中粒石英砂岩与纹层状粉砂质板岩、粉砂质绢云板岩,夹变余含砾石英砂岩的不等厚韵律组合。早期和晚期,从基本层序上看,单个层序显示为向上变细的沉积特征,而从层序组合情况看,砂岩由下向上厚度增大,粒度变粗,且上部含砾则反映为一总体向上变粗、变厚的基本层序。从变质细—中粒石英砂岩的成熟度与结构成熟度高,发育平行纹层、楔状层理,反映盆地已趋近于滨海环境<sup>[8]</sup>。



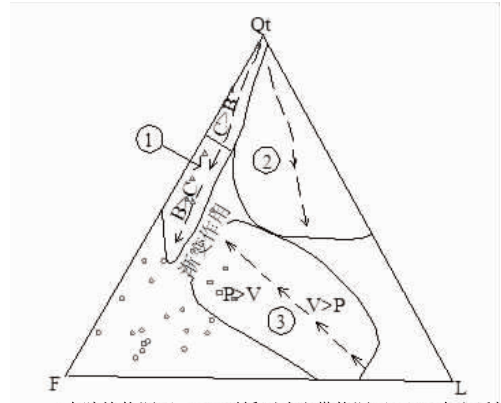
1—克拉通内部； 2—过渡大陆区； 3—基岩隆起；  
4—再旋回造山带；5—切割岛弧； 6—过渡弧； 7—未切割岛弧



1—克拉通内部； 2—过渡大陆区； 3—基岩隆起；  
4—石英再旋回； 5—混合区； 6—切割岛弧； 7—过渡再旋回  
8—过渡岛弧； 9—岩屑再旋回； 10—未切割岛弧



1—俯冲带复合体物源； 2—碰撞缝合线及褶皱—逆掩带物源；  
3—火山弧造山带物源



1—大陆块物源区； 2—再循环造山带物源区； 3—火山弧物源区  
B—隆起基底； C—稳定克拉通； F—深成； V—火山

图7 三穗地区青白口系隆里组砂岩骨架成分三角图解

Fig. 7 Triangular chart of sandstone framing composition in Longli formation of Qingkoubai series in Sansui area

### 4 物源分析

通过对三穗地区青白口系隆里组的砂岩的碎屑组分和结构的变化特征进行系统分析研究,得知隆里组主要为细砂岩和粉砂岩。其中粉砂岩约为30%,细砂岩约为70%,且细砂岩基本上为细粒岩屑长石砂岩。碎屑物的磨圆度中等,而分选性较好。粒径较为均一,大部分碎屑成分成熟度中等偏差。砂岩中骨架颗粒主要为斜长石和单晶石英,约为25%~90%,其次是岩屑(为沉积岩岩屑和火成岩岩屑),含量为2%~30%。

应用 Dickinson 的分析理论对三穗地区青白口系隆里组砂岩的骨架矿物进行统计和模式分析结果显示:Qt—F—L、Q—F—L 和 Qm—F—Lt 图均反映其物源主要为大陆块物源区,即基岩隆起、过渡大陆区和克拉通内部及切割岛弧区和过渡

区,其次为火山弧物源区(基本为深成)和过渡弧区;在 Qp—Lv—Ls 图中其物源以火山弧造山带物源为主,但是随着火山岩岩屑的增加,出现少量的混合造山带砂岩,仅有接近铁丝坳组的 1B<sub>1</sub> 和 2B<sub>1</sub> 两件样品落在碰撞缝合线及褶皱—逆掩带物源。

由此得出:青白口纪处于扬子陆块与华夏陆块在此发生裂解期<sup>[2]</sup>,隆里组就是裂谷盆地由拉张裂隙演化为逐渐萎缩阶段沉积而成的产物,萎缩和挤压运动的方向是从北西向南东。隆里组受晋宁运动的岩屑影响,三穗地区的古陆发生伸展裂隙产生窄洋盆,形成一套由大陆块物源区和火山弧物源区提供物源的大陆边缘滨海相的陆源碎屑岩组合,即物源区为扬子古陆和华夏古陆及其间的火山岛弧。

## 5 结论

(1)三穗地区青白口系隆里组砂岩碎屑组分特征主要为:单晶石英含量为10%~90%,多晶石英含量较少,仅为1%~8%;长石颗粒基本上为斜长石,含量为15%~78%;岩屑颗粒多呈次圆状、次棱角状等,主要为沉积岩岩屑,其次是火成岩岩屑,含量分别为1%~25%和1%~8%。碎屑的磨圆度中等,而分选性较好。

(2)隆里组碎屑组分特征和物源分析结果显示:隆里组受晋宁运动的岩屑影响,三穗地区的古陆发生伸展裂陷产生窄洋盆,形成一套由大陆块物源区和火山弧物源区提供物源的大陆边缘滨海相陆源碎屑岩组合。隆里组砂岩具有混合物源,由大陆块物源区和火山弧物源区共同提供。

**致谢:**本文在写作过程中得到了贵州省地质调查院陶平研究员、王敏研究员和郑启铃高级工程师悉心指导,在此表示衷心的感谢!

### [参考文献]

[1] 许靖华,孙枢,李继亮. 是华南造山带而不是华南地台

[J]. 中国科学,1987,1107-1115.

- [2] 丘元禧,张渝昌,马文璞. 雪峰山陆内造山带的构造特征与演化[J]. 高校地质学报,1998,434-443.
- [3] 谯文浪,马义波,唐佐其,等. 贵州1:5万梵净山、德望、江口县、凯德幅区域地质调查报告[R]. 贵阳:贵州省地质调查院(内部出版),2013.
- [4] 戴传固,张慧,王敏,等. 江南造山带西南段地质构造特征及其演化[M]. 北京:地质出版社,2010,126-127.
- [5] Dickinson W R and Suczek C A. Plate tectonics and sandstone compositions[J]. AAPG Bulletin,1979,2164-2182.
- [6] 王剑. 华南新元古代裂谷盆地演化-兼论与 Rodinia 解体的关系[M]. 北京:地质出版社,2000.
- [7] 戴传固,王雪华,陈建书,王敏,等. 贵州省区域地质志[M]. 贵阳:贵州省地质调查院(内部出版),2013,59-62.
- [8] 张慧,彭成,于宁,等. 贵州1:25万锦屏县幅区域地质调查(修测)报告书及地质图[R]. 北京:中国地质调查局(内部出版),2006.
- [9] 闫义,林舸,等. 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. 2002,85-88.
- [10] Dickinson W R, Suczek C A. Plate tectonics and sandstone compositions[J]. AAPG Bull., 1979,63(12):2164-2182.
- [11] Dickinson W R, Beard L S, Brakenridge G R, et al. Provenance of North American Phanerozoic sandstones in relation to tectonic setting[J]. Geol. Soc. Amer. Bull., 1983,94:222-235.

## Analysis on Clastic Component and Source of Sandstone in Longli Formation of Qingkoubai Series in Sansui Area of Guizhou

YANG Zhong-qin, BIAN Shen-wu, DENG Gui-biao, MA Hui-zhen, LONG Jian-xi

(Guizhou Academy of Geologic Survey, Guiyang 550005, Guizhou, China)

[Abstract] Source analysis is an important condition for basin evolution determination, the source material change reflects the coupling relation of basin and mountain. The matrix mineral change of sandstone reflects the structural feature and its changes of sediment source area. By sampling and detailed survey the sandstone system of Longli formation in Qingkoubai series in Sansui area, the clastic component and structural changes of sandstone are observed, meanwhile the matrix mineral of sandstone are counted and studied by the analytical theory of Dickinson. The results show the sandstone in Longli formation has mixed source which include continent and volcanic arc.

[Key words] Sansui; Longli formation; Clastic component; Source analyses