

贵州独山下泥盆统碎屑岩物质 特征与构造背景及物质来源讨论

谯常¹, 朱华利^{1,2}, 张晗彬¹, 王波¹

(1. 贵州省地质调查院, 贵州 贵阳 550000; 2. 中国地质大学(武汉), 湖北 武汉 430074)

[摘要] 本文通过 Qt-F-L、Qm-F-Lt 判别图与砂岩构造环境判别图对贵州独山地区下泥盆统丹林组、舒家坪组碎屑岩矿物成分、主量元素的综合分析研究。证明本研究区早泥盆世碎屑岩物源区大地构造背景为被动大陆边缘, 并认为碎屑岩物源来自江南造山带与扬子克拉通。

[关键词] 贵州独山; 判别图; 下泥盆统; 构造背景; 碎屑岩物源

[中图分类号] P534.44; P588.21 [文献标识码] A [文章编号] 1000-5943(2017)02-0097-07

贵州独山早泥盆世地层发育较全, 分布最广(杨兴琴等, 2016)。前人研究资料表明, 区内早泥盆世砂岩的碎屑物质主要来自于母岩机械风化, 而碎屑组分特征与物源区紧密相关, 能直接反映物源区的构造环境(陈蓉, 2009)。陆源碎屑岩常量元素的地球化学特征与母岩性质及相关构造背景联系紧密, 因而对其进行常量元素分析并结合元素图解法可以比较好的推断物源类型及构造环境信息(王成善等, 2003)。碎屑岩物源分析是盆地与造山带研究的重要环节, 在确定碎屑岩物源位置、性质及沉积物搬运路径, 甚至整个盆地的沉积作用和构造演化方面具有重要意义(赵红格, 2003; 徐亚军, 2007)。因此本文通过 Qt-F-L、Qm-F-Lt 判别图与砂岩构造环境判别图对贵州独山下泥盆统丹林组、舒家坪组碎屑岩矿物成分、主量元素的综合分析研究。证明本研究区早泥盆世碎屑岩物源区大地构造背景为被动大陆边缘, 并认为碎屑岩物源来自江南造山带与扬子克拉通内部。

1 区域地质概况

贵州泥盆系属扬子地层区。根据岩性、岩相及古生物特征, 研究区泥盆系属于独山—赫章分区之独山—惠水小区(图1)。自寒武纪以来, 黔南地区经历了加里东、海西、印支等构造运动, 这

些运动主要表现为升降活动, 构造变形较弱, 燕山运动、喜马拉雅运动是独山地区主要褶皱、断层形成和定性的两期运动。

研究区早泥盆世年代地层由老到新包括郁江阶、四排阶, 分别对应的岩石地层单元为丹林组、舒家坪组。其中丹林组主要岩性以浅灰白色厚—中层夹块状细—中粒石英砂岩为主, 夹少量灰绿色薄层状粘土质粉砂岩, 发育有平行层理、交错层理, 厚度为 187 m。与下伏志留系高寨田组平行不整合接触。舒家坪组则为灰白色厚层—块状细—粗粒石英砂岩、岩屑石英砂岩、含砾粗—中粒岩屑石英砂岩及粘土岩、砂质砾岩组合, 发育大量交错层理、平行层理, 厚度 260 m。其与上覆中泥盆统龙洞水组为连续沉积。均为无障壁滨岸相的砂(砾)质高能海岸型沉积环境(唐佐其, 2013)。

2 地层岩石学特征

研究区早泥盆世岩石地层单位自下而上为丹林组、舒家坪组, 该两组碎屑岩的镜下特征是:

丹林组(D₁d): 主要为灰色、灰白色中厚层至厚层夹块状中—细粒石英砂岩。石英砂岩具中—细粒、粗粒结构, 磨圆度、分选性均较好。石英矿物屑含量为 90%~94%, 长石矿物屑含量为 1%~3%, 硅质岩岩屑为 1%~2%, 其它达 8%, 填隙物

[收稿日期] 2017-05-06

[基金项目] 中国地质调查局地质调查项目《贵州 1:5万独山等四幅区域地质调查》(121201010000150011-03); 2010年度贵州省地矿局局管重大科研项目之《贵州区域构造特征、构造演化与矿产空间分布关系研究》资助。

[作者简介] 谯常(1985—), 男(土家族), 贵州铜仁, 助理工程师, 主要从事区域地质及矿产研究。

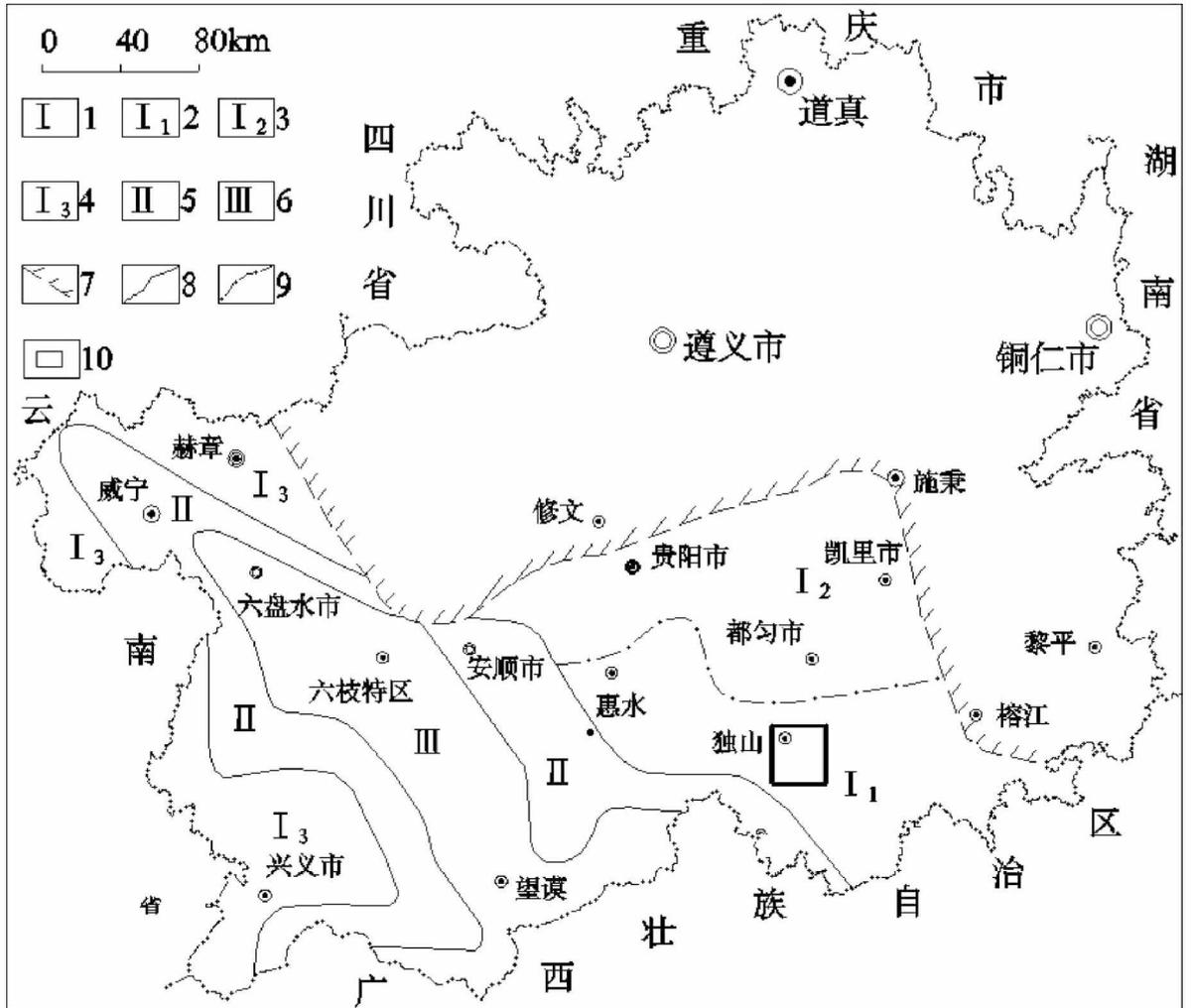


图1 研究区位置示意图(贵州省地质志,2013)

Fig. 1 Location of the target area

- 1—独山—赫章分区;2—独山—惠水小区;3—都匀—凯里小区;4—赫章—盘县小区;5—长顺—普安小区;
- 6—罗甸—六盘水分区;7—泥盆系缺失区界线;8—地层分区界线;9—地层小区界线;10—研究区位置

成份主要由粘土矿物、石英矿物组成,相对于陆源碎屑起胶结作用(相对于接触式胶结)(图 2a、2b)。

舒家坪组(D_{1sh}):主要为浅灰色、灰白色厚层—块状细—粗粒石英砂岩、含砾石英砂岩。砂岩中砾石成分多为硅质砾、石英砾,呈次圆状、圆状,磨圆度、分选性均较好,大小为0.2~3 cm不等,含量约40%~50%。陆源碎屑特征为:约占样品总量95%,分布较为均匀,呈次圆状、圆状,磨圆度较好,分选性中等偏次。矿物成分为石英矿物屑(含量约88%)、长石矿物屑(含量约1%)、岩屑(硅质岩岩屑为4%、陆源碎屑岩岩屑为3%)及其它矿物屑(锆石矿物屑、楣石矿物屑、电气石矿物屑、白云母矿物屑等,含量约1%);矿物成熟度较好。填隙物特征为:约占样品总量2%,分布较为均

匀,矿物成份为石英(结晶粒度小于0.03 mm,隐—微晶级,它形,粒状晶体),相对陆源碎屑起胶结作用(图 2c、2d)。

3 碎屑岩物质特征与构造背景

3.1 碎屑岩矿物成分特征

1970年,迪金森首次提出砂岩构造背景分析的“碎屑模型”和“颗粒指数”概念。1974 澳大利亚克拉克以各种杂砂岩为研究对象,采用 Q-F-L 图解,讨论了用砂岩碎屑组分进行构造背景分析的基本原理。1979年迪金森等根据已知构造背景的现代和古代砂岩多个样品统计分析,确定出碎屑—物源区—板块构造三位一体的分类方案。

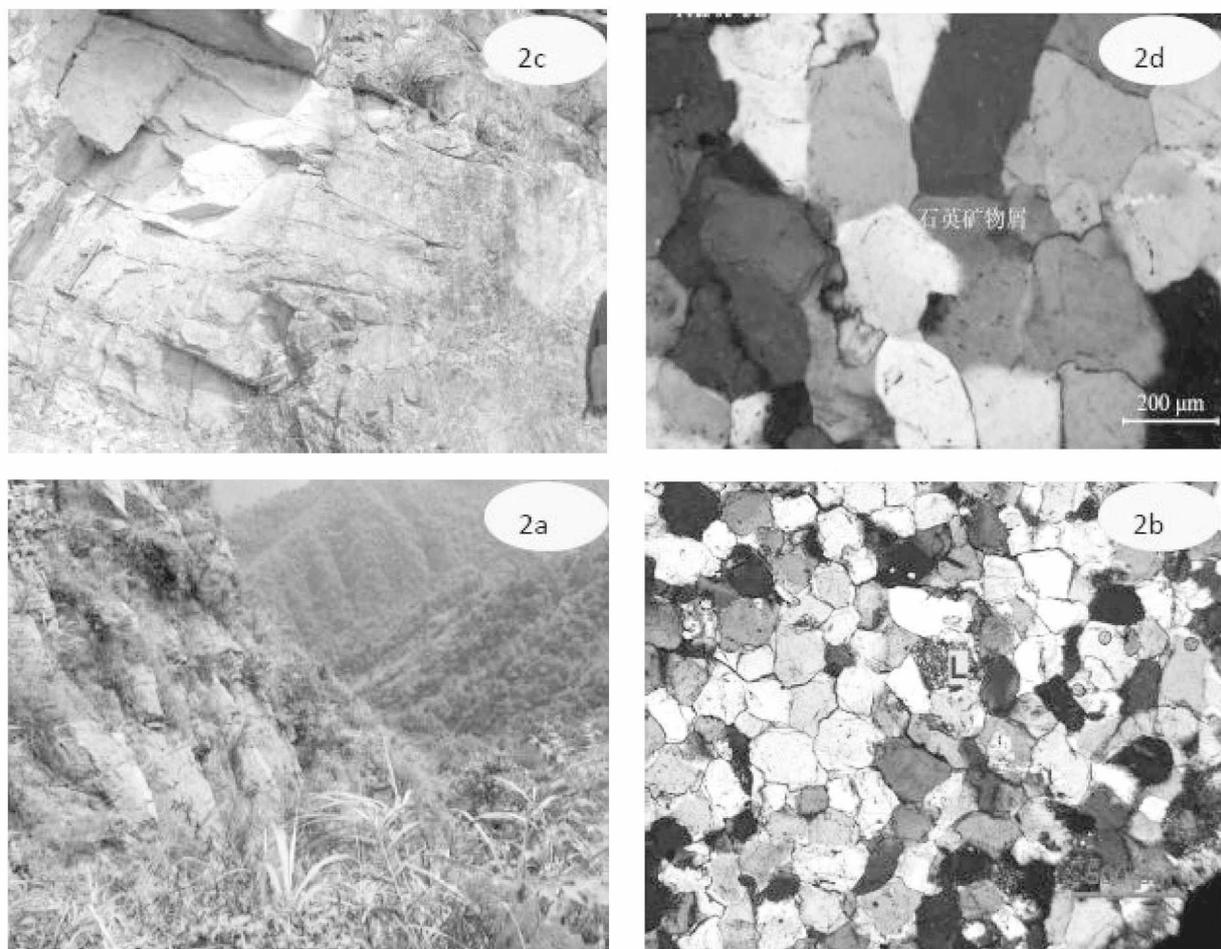


图2 2a—丹林组野外照片;2b—丹林组镜下照片;2c—舒家坪组野外照片;2d—舒家坪组镜下照片

Fig.2 2a—Field photo of Danlin formation;2b—under-microscope photo of Danlin formation;

2c—Field photo of Shujiaping formation;2d—under-microscope photo of Shujiaping formation

表1 研究区上古生界泥盆系下统丹林组、舒家坪组砂岩碎屑成份统计

单位:W%

Table 1 Sandstone clasts element statistics of Danlin formation, Shujiaping formation in lower Devonian, upper Paleozoic in the target area

| 序号 | 样品编号 | 采样地层 | 地名 | Op | F | L | Qm | Qt | It |
|----|---------|------|----|----|---|----|----|----|----|
| 1 | pm-7B1 | 丹林组 | 江寨 | 2 | 1 | 7 | 85 | 87 | 9 |
| 2 | pm-8B1 | 丹林组 | 江寨 | 2 | 1 | 5 | 92 | 94 | 7 |
| 3 | pm-10B1 | 丹林组 | 江寨 | 5 | 1 | 15 | 80 | 85 | 20 |
| 4 | pm-10B3 | 丹林组 | 江寨 | 14 | 1 | 16 | 80 | 94 | 30 |
| 5 | pm-11B1 | 丹林组 | 江寨 | 10 | 1 | 12 | 83 | 93 | 22 |
| 6 | pm-12B1 | 丹林组 | 江寨 | 3 | 2 | 5 | 89 | 92 | 8 |
| 7 | pm-13B1 | 丹林组 | 江寨 | 3 | 3 | 4 | 88 | 91 | 7 |
| 8 | pm-15B1 | 丹林组 | 江寨 | 2 | 1 | 3 | 92 | 94 | 5 |
| 9 | pm-17B1 | 丹林组 | 江寨 | 1 | 1 | 2 | 93 | 94 | 3 |
| 10 | pm-18B1 | 舒家坪组 | 江寨 | 1 | 1 | 3 | 92 | 93 | 4 |
| 11 | pm-19B1 | 舒家坪组 | 江寨 | 2 | 1 | 5 | 89 | 91 | 7 |
| 12 | pm-20B1 | 舒家坪组 | 江寨 | 2 | 1 | 8 | 87 | 89 | 10 |

续表

| 序号 | 样品编号 | 采样地层 | 地名 | Op | F | L | Qm | Qt | Lt |
|----|---------|------|----|----|---|----|----|----|----|
| 13 | pm-21B1 | 舒家坪组 | 江寨 | 2 | 1 | 16 | 79 | 81 | 18 |
| 14 | pm-22B1 | 舒家坪组 | 江寨 | 4 | 1 | 7 | 88 | 92 | 11 |
| 15 | pm-23B1 | 舒家坪组 | 江寨 | 3 | 1 | 4 | 91 | 94 | 7 |
| 16 | pm-23B2 | 舒家坪组 | 江寨 | 8 | 1 | 10 | 85 | 93 | 18 |
| 17 | pm-24B1 | 舒家坪组 | 江寨 | 4 | 1 | 5 | 90 | 94 | 9 |
| 18 | pm-27B1 | 舒家坪组 | 江寨 | 3 | 1 | 4 | 91 | 94 | 7 |
| 19 | pm-28B1 | 舒家坪组 | 江寨 | 2 | 1 | 3 | 92 | 94 | 5 |
| 20 | pm-30B1 | 舒家坪组 | 江寨 | 1 | 1 | 2 | 93 | 94 | 3 |
| 21 | pm-31B2 | 舒家坪组 | 江寨 | 2 | 1 | 5 | 89 | 91 | 7 |
| 22 | pm-33B1 | 舒家坪组 | 江寨 | 1 | 1 | 3 | 92 | 93 | 4 |
| 23 | pm-37B1 | 舒家坪组 | 江寨 | 6 | 1 | 16 | 80 | 86 | 22 |

注:样品由贵州省地质调查院岩矿鉴定中心测定

本次对研究泥盆系下统丹林组、舒家坪组的23件碎屑岩样品中石英、长石、岩屑三种矿物含量进行了概数统计(表1),并利用Qt-F-L、Qm-F-Lt判别图对上述各地层组碎屑岩源区构造背景进行判别。在Qt-F-L判别图(图3a)中丹林组有2个点落在克拉通内部背景区、7个点落在再

旋回造山带背景区;舒家坪组2个点落在克拉通内部背景区、12点落在再旋回造山带背景区;在Qm-F-Lt判别图(图3b)中丹林组有6个点落在克拉通内部、3个点落在石英再旋回,舒家坪组有11个点落在克拉通内部、3个点落在石英再旋回背景区。

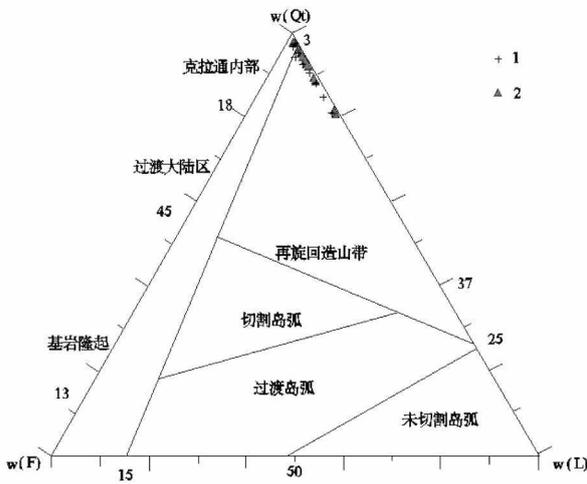


图3a 碎屑岩Qt-F-L判别图

Fig. 3a Qt-F-L discrimination diagram of clastic rock

1. 丹林组样品

Qt—石英颗粒;F—长石;L—岩屑(不包括多晶石英);Qm—单晶石英颗粒;Lt—岩屑(包括多晶石英颗粒)

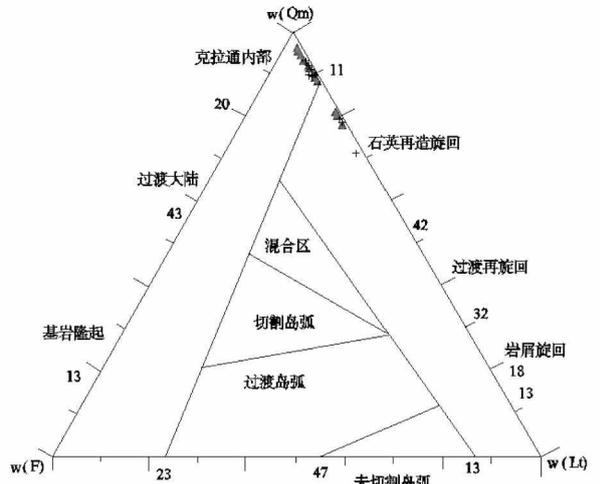


图3b 碎屑岩Qm-F-Lt判别图

Fig. 3b Qm-F-Lt discrimination diagram of clastic rock

2. 舒家坪组样品

Qt—石英颗粒;F—长石;L—岩屑(不包括多晶石英);Qm—单晶石英颗粒;Lt—岩屑(包括多晶石英颗粒)

3.2 碎屑岩主量元素特征

近年来,国内外一些学者应用比较沉积学和比较大地构造学观点(尹寿鹏等,2000),对沉积物质的成熟度、微量元素的分配类型、稀土元素配分模式、砂岩常量元素等方面进行研究,其成果为

物源区及其板块构造背景的分析提供了重要的信息。

沉积物中Fe、Ti元素不易流失,且在海水中驻留时间较短,可以较好的反映其母源性质,Mg虽不如Fe和Ti,但也基本可以代表母源的原始含量,故砂岩中的这几种元素氧化物的含量可以作

为反映母源区性质及其构造背景的良好参数。巴蒂亚(1983)根据现代和古代已知不同构造部位的大量砂岩的岩石化学数据归纳总结出大洋岛弧、大陆岛弧、活动大陆边缘和被动大陆边缘 4 种典型的平均化学成分,并建立起图解模型。这些化学参数主要有 5 种: $w(\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{MgO})$ 、 $w(\text{TiO}_2)$ 、 $w(\text{Al}_2\text{O}_3)/w(\text{SiO}_2)$ 、 $w(\text{K}_2\text{O})/w(\text{Na}_2\text{O})$ 和 $w(\text{Al}_2\text{O}_3)/w(\text{CaO}+\text{Na}_2\text{O})$,其中以 $w(\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{MgO})$ 分别对 $w(\text{TiO}_2)$ 和 $w(\text{Al}_2\text{O}_3)/w(\text{SiO}_2)$ 两组参数

对所显示的图解分区吻合最好。

将测试结果数据(表 2)进行配对组成二端元图,利用巴蒂亚图 $\text{TiO}_2-\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{MgO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3-\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{MgO}$ 判别图进行研究区早泥盆世碎屑岩碎屑源区及构造背景的判别。在 $\text{TiO}_2-\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{MgO}$ 判别图中(图 4a),丹林组及舒家坪组 10 件样品落在被动大陆边缘附近;在 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2-\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{MgO}$ 判别图中(图 4b),丹林组四件样品、舒家坪组 6 件样品均靠近被动大陆边缘。

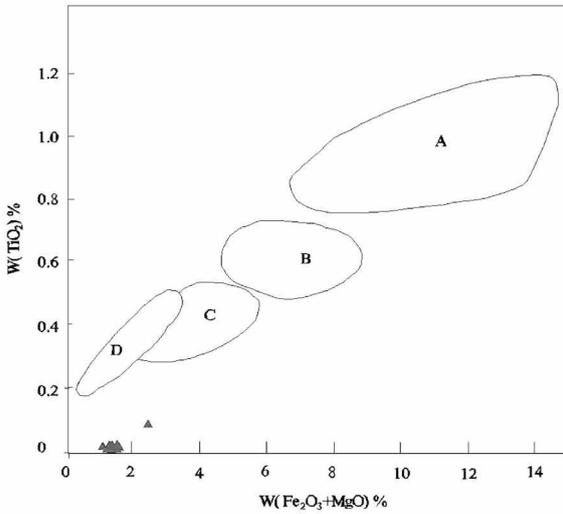


图 4a $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{MgO}$ 与 TiO_2 构造判别图

Fig. 4a Tectonic discrimination of $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{MgO}$ and TiO_2 ;

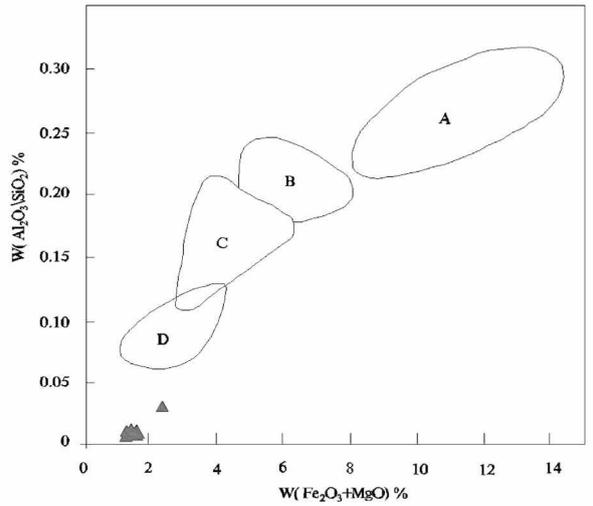


图 4b $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{MgO}$ 与 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ 构造背景判别图

Fig. 4b Tectonic discrimination of $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{MgO}$ and $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$

A—大洋岛弧;B—大陆岛弧;C—活动大陆边缘;D—被动大陆边缘

表 2 研究区上古生界泥盆系丹林组、舒家坪组砂岩主量元素百分含量(%)

Table 2 Percentage of sandstone main elements of Danlin formation, Shujiaping formation in upper Paleozoic in the target area

| 层位 | 样号 | 采样点 | SiO_2 | Al_2O_3 | Fe_2O_3 | CaO | MgO | K_2O | Na_2O | TiO_2 | $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{MgO}$ | $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ |
|------|-------|-----|----------------|-------------------------|-------------------------|------|------|----------------------|-----------------------|----------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| 舒家坪组 | LS-1 | 利山 | 97.2 | 0.48 | 1.01 | 0.01 | 0.04 | 0.14 | <0.01 | 0.02 | 1.05 | 0.004 938 |
| | LS-2 | 利山 | 96.7 | 0.48 | 1.54 | 0.01 | 0.04 | 0.13 | <0.01 | 0.02 | 1.58 | 0.004 964 |
| | LS-3 | 利山 | 96.5 | 0.76 | 1.19 | 0.01 | 0.07 | 0.22 | 0.01 | 0.03 | 1.26 | 0.007 876 |
| | LS-4 | 利山 | 97.4 | 0.37 | 1.26 | 0.01 | 0.03 | 0.10 | 0.01 | 0.02 | 1.29 | 0.003 799 |
| | LS-5 | 利山 | 97.3 | 0.44 | 0.97 | 0.01 | 0.04 | 0.12 | <0.01 | 0.02 | 1.01 | 0.004 522 |
| | LS-6 | 利山 | 97.7 | 0.43 | 1.16 | 0.01 | 0.05 | 0.12 | <0.01 | 0.02 | 1.21 | 0.004 401 |
| 丹林组 | LS-7 | 利山 | 97.0 | 0.37 | 1.45 | 0.01 | 0.03 | 0.09 | 0.02 | 0.01 | 1.48 | 0.003 814 |
| | LS-8 | 利山 | 97.6 | 0.31 | 1.18 | 0.01 | 0.02 | 0.07 | 0.01 | 0.01 | 1.20 | 0.003 176 |
| | LS-9 | 利山 | 96.4 | 0.75 | 1.4 | 0.01 | 0.06 | 0.20 | 0.01 | 0.03 | 1.46 | 0.007 780 |
| | LS-10 | 利山 | 92.5 | 2.55 | 2.2 | 0.01 | 0.23 | 0.75 | 0.01 | 0.09 | 2.43 | 0.027 568 |

注:样品由澳实分析检测(广州)有限公司;检测方法:ME-XRF26dX 荧光光谱仪融法岩石主微量 15 项精密分析

4 讨论

4.1 构造属性分析

碎屑岩组分特征可以分析构造属性,母岩区的构造属性对陆源碎屑成分及其空间上的分配组合起重要作用(杨仁超等,2007)。通过Qt-F-L判别图(图3a)与Qm-F-Lt判别图(图3b)分析可知研究区早泥盆世丹林组、舒家坪组碎屑岩多来自克拉通内部与再旋回造山带物源区。巴蒂亚TiO₂-Fe₂O₃+MgO、Al₂O₃-Fe₂O₃-MgO判别图(图4a、4b)显示研究区早泥盆世丹林组、舒家坪组碎屑岩构造背景与被动大陆边缘关系极为密切。总而言之,研究区砂岩主要源自克拉通内部与再旋回造山带物源区,构造属性基本稳定。

4.2 物源供给地分析

师宗、罗甸、九江、绍兴断层以北为扬子板块,以南为华夏板块,贵州独山地区位于扬子板块东

南缘,江南造山带西侧(JiaWei Zhang, 2016; 戴传固等, 2015)。右江裂谷区包括广西西部、西南部、贵州西南部和云南东南部,向南可延入越南北部,大体呈一不规则四边形,面积约20万km²(张耀华等, 2003),位于扬子板块东南缘,且在奥陶纪未开始张裂、发育至中三叠世未封闭(张景荣等, 1994)。贵阳乌当一带处于古陆边缘,泥盆系发育不完整,底部缺失早泥盆世洛赫考夫阶和布拉格阶,顶部缺失弗拉斯阶上部及法门阶,在泥盆纪早期,贵阳乌当一带为陆缘滨海相及海陆交替相,沉积了一套海侵碎屑岩,即蟒山群海侵碎屑岩(刘智荣, 2007)。广西罗富早泥盆世较贵州独山、都匀、贵阳水深(刘宝珺等, 1994),即海侵方向是从南西往北东。综上可知研究区位于扬子板块东南缘,右江裂谷北东缘,江南造山带西侧(图5)。结合碎屑岩物质成分显示其物质来源与克拉通及造山带密切相关,研究区位于扬子板块与江南造山带交汇的西南缘,认为研究区早泥盆纪物源供给地为扬子克拉通与江南造山带。

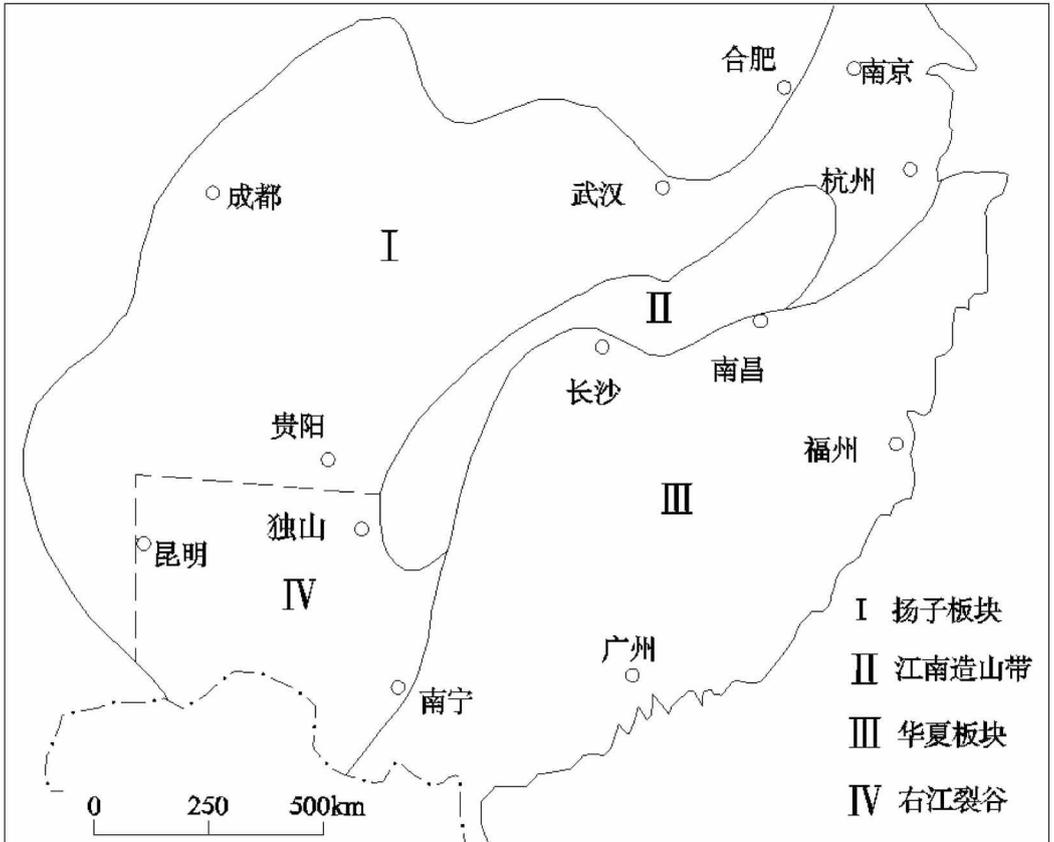


图5 研究区大地构造位置图(戴传固,2013。略修改)

Fig. 5 Tectonic position of the target area

5 结论

通过对研究区泥盆系下统丹林组、舒家坪组碎屑岩物质成分特征研究,取得了以下几个方面的认识。

(1)通过不同判别图分析显示研究区早泥盆系丹林组、舒家坪组碎屑岩多来自克拉通内部与再旋回造山带物源区;碎屑岩构造背景为被动大陆边缘。

(2)研究区泥盆系下统丹林组、舒家坪组陆碎屑岩物源供给地为扬子克拉通与江南造山带。

致谢:本文在写作过程中,得到了贵州省地矿局102地质大队谯文浪高工的悉心指导,在野外工作中,得到了贵州省地质调查院1:5万独山项目全体工作人员的帮助,在此表示衷心感谢!

[参考文献]

贵州省地质矿产局,1987. 贵州省区域地质志. 北京:地质出版社.
贵州省地质矿产局,1997. 贵州省岩石地层. 武汉:中国地质大学出版社.
贵州省地质调查院,2013. 贵州省区域地质志. 待出版.
中国地质调查局地层古生物研究中心,2005. 中国各地质时代地层划分与对比. 北京:地质出版社.
中国地层指南及中国地层指南说明书,2014. 中国地质调查局. 北京:地质出版社. JiaWei Zhang,2016. The provenance and tectonic setting of the Lower Devonian sandstone of the Danlin Formation in

southeast Yangtza Plate, with implications for the Wuyi - Yunkai orogeny in South China Block. *Sedimentary Geology*. 346:25-34.

陈蓉,2009,鄂尔多斯盆地中西部延长组碎屑岩物源分析及储层特征[J]. *沉积与特提斯地质*. 29(01):21-25.

戴传国,李硕,张慧,2015,试论江南造山带西南段构造演化[J]. *贵州地质*. 22(02):98-102.

戴传国,郑启铃,陈建书,等,2013. 贵州雪峰-加里东构造旋回期成矿地质背景研究[J]. *地学前缘(中国地质大学(北京):北京大学)*,20(06):219-225.

贵州省地质调查院,2013,贵州省区域地质志[R]. (出版中).

刘智荣,2007,贵州南部泥盆系层序地层划分和层序地层格架的建立[J]. *地质通报*. 29(02):206-213.

刘宝珺,许效松,1994,中国南方岩相古地理图集[M]. 北京:科学出版社,56-67.

唐佐其,马义波,谯文浪,等,2013. 贵州省独山江寨地区下泥盆统碎屑岩物性、粒度特征及沉积环境讨论[J]. *贵州地质*. 32(01):21-26.

王成善,李祥辉,2003,沉积盆地分析原理与方法[M]. 北京:高等教育出版社,15-20.

徐亚军,2007. 沉积物物源分析研究进展[J]. *地质科技情报*,26(03):26-31.

杨兴琴,李雪琴,黄林,2016,贵州独山地区富硫铁矿分布规律及找矿意义[J]. *贵州地质*. 32(01):8-13.

尹寿鹏,谢庆宾,管守锐,等,2000,网状河比较沉积学研究[J]. *沉积学报*. 18(02):222-226.

杨仁超,韩作振,樊爱萍,等,2007,鄂尔多斯盆地东南部二叠系碎屑岩物源分析[J]. *山东科技大学学报*. 26(03):1-4.

赵红格,2003. 物源分析方法及研究进展[J]. *沉积学报*,21(03):409-413.

张耀华,罗允义,2003,右江裂谷与金的成矿作用[J]. *南方国土资源*. 12:22-25.

张景荣,陆建军,1994,扬子板块东南缘微细粒浸染型金矿床成矿热液演化体系初探[J]. *南京大学学报*. 30(04):671-676.

Discussion of Clastic Substance Characteristics and Tectonic Background and Material Source in Lower Devonian in Dushan, Guizhou

QIAO Chang¹, ZHU Hua-li^{1,2}, ZHANG Han-bin¹, WANG Bo¹

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

[Abstract] Based on the Qt-F-L, Qm-F-Lt discriminant diagrams and sandstone tectonic environment discrimination diagram in guizhou dushan Lin Dan, ShuGuPing group of lower devonian clastic rock mineral composition, comprehensive analysis and research of the main elements. That the early devonian clastic rocks provenance in the study area for the passive continental margin tectonic background, and thought that the clastic sediment source come from the jiangnan orogenic belt and yangtze craton.

[Key words] Dushan Guizhou; Discrimination diagram; Lower Devonian; Tectonic background; The clastic rocks provenance