

doi: 10.19388/j.zgdzdc.2023.280

引用格式: 龙建喜,周琦,张遂,等. 黔东南松桃高地南华系铁丝坳组和两界河组碎屑组分及源区背景[J]. 中国地质调查, 2024,11(4): 42-49. (Long J X,Zhou Q,Zhang S,et al. Detrital composition of Tiesiao Formation and Liangjiehe Formation of Nan-hua System in Songtao Highland of the northeastern Guizhou Province and tectonic setting of its source regions[J]. Geological Survey of China, 2024,11(4): 42-49.)

黔东南松桃高地南华系铁丝坳组和两界河组碎屑组分及源区背景

龙建喜¹, 周琦¹, 张遂², 朱路艳³, 杨忠琴¹

(1. 贵州省地质调查院, 贵州 贵阳 550081; 2. 贵州省地质矿产勘查开发局一〇三地质大队, 贵州 铜仁 554300; 3. 贵州省地质矿产中心实验室, 贵州 贵阳 550018)

摘要: 雪峰运动的构造属性一直存在较大争议。统计黔东南松桃高地南华系铁丝坳组和两界河组的陆源碎屑组分,并应用 Dickinson 三角图解原理进行分析。研究结果显示: 铁丝坳组和两界河组沉积时期陆源碎屑的物源主要来自火山弧源区和再旋回造山带,伴随有火山活动; 铁丝坳组的碎屑成分成熟度较低,主要投点在火山弧物源区,显示了近源剥蚀、搬运堆积的特征,两界河组的石英矿物屑含量比铁丝坳组高,趋向于再旋回造山带物源; 碎屑组分中岩屑的岩性组合为玄武岩、安山质玄武岩、粗面岩、凝灰岩、熔结凝灰岩、流纹岩、长英质糜棱岩等,表明在铁丝坳组和两界河组沉积时期或沉积之前,研究区就已进入陆内裂陷和板内造山的大地构造背景。研究可为该地区雪峰运动的构造属性提供微观证据。

关键词: 南华系; 铁丝坳组; 两界河组; 陆源碎屑; 陆内裂陷; 板内造山

中图分类号: P581; TV211.1

文献标志码: A

文章编号: 2095-8706(2024)04-0042-08

0 引言

雪峰运动发生于新元古代青白口纪和南华纪之间,成矿地质条件优越^[1],其构造属性长期以来存在较多争议。郭令智等^[2-3]认为雪峰造山带为碰撞造山属性,形成于浙东地体、闽西北地体等陆块与江南岛弧的碰撞;朱夏^[4]认为雪峰山是由硅铝层上的大陆岩石圈内部拆离形成的推覆体;许靖华等^[5-6]认为雪峰山是一个来自华夏古陆区的阿尔卑斯式远程推覆体;丘元禧等^[7]认为雪峰山形成于陆内裂陷的大地构造背景,裂谷关闭时发生陆块拼贴碰撞(软碰撞)和陆内俯冲机制,发育具有多旋回的陆内裂陷和陆内造山;周琦等^[8-9]总结了黔东南地区 200 余条地层、钻孔剖面,认为南华裂谷

盆地沿着秀山等 3 条深断裂带再次发生裂陷,进一步明确了雪峰运动的陆内裂陷背景。

陆源碎屑是陆源区母岩经物理风化或机械破坏形成的碎屑物质,其物质组分信息客观记录了盆地的充填历史和沉积物源区的构造发展史。因此,分析陆源碎屑岩的组分是恢复源区岩石类型及构造背景的主要途径之一^[10-15]。南华系底部两界河组沉积的含砾砂岩是一套雪峰造山期后形成的山前磨拉石组合^[16],被认为是罗迪尼亚超大陆裂解背景下第二次裂陷作用开始的标志,并最早接受南华系沉积物的沉积^[9]。本文分析统计了黔东南松桃高地南华系两界河组和铁丝坳组陆源碎屑岩的结构和物质组分,尤其是岩屑的岩性组合,恢复该时期构造背景,可为阐明研究区青白口纪与南华纪之间的构造转换属性提供微观证据。

收稿日期: 2023-09-25; 修订日期: 2024-07-09。

基金项目: 中央引导地方科技发展资金项目“锰矿资源深部预测勘查技术研发基地(编号: 黔科中引地[2021]4027)”和贵州省找矿突破战略行动重大协同创新项目“贵州锰、磷、铝优势资源成矿规律与快速高效智慧化勘查技术研究与示范(编号: 黔科合战略找矿[2022]ZD003)”联合资助。

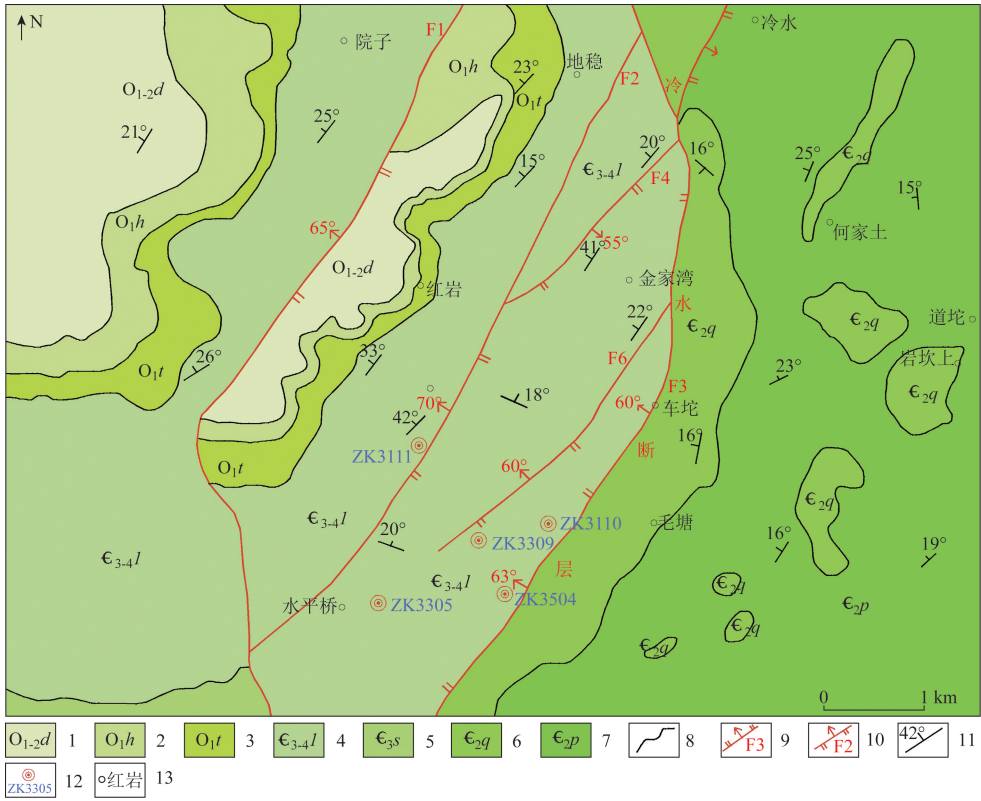
第一作者简介: 龙建喜(1981—),女,高级工程师,主要从事矿石、矿物、岩石学方面的研究工作。Email: 934167781@qq.com。

1 研究区概况

研究区位于贵州省东北边缘,行政上隶属于铜仁市,地处武陵山脉主峰梵净山东麓。区内地层由老到新为南华系两界河组(Nh₂l)、铁丝坳组(Nh₂t)、大塘坡组(Nh₂d)、南沱组(Nh₃n),震旦系陡山沱组(Z₁d)、震旦系—寒武系老堡组(Z-Є₁l),寒武系牛蹄塘组(Є₁₋₂n)、九门冲组(Є₂jm)、变马冲组(Є₂b)、杷榔组(Є₂p)、清虚洞组(Є₂q)、高台组(Є₃g)、石冷水组(Є₃s)、娄山关组(Є₃₋₄l),奥陶系桐梓组(O₁t)、红花园组(O₁h)、大湾组(O₁₋₂d)等(图1)。本文研究对象为南华系铁丝坳组和两界河组的陆源碎屑岩,区内南华系铁丝坳组和两界河组为连续沉积,呈整合接触关系^[16]。铁丝坳组是整合在两界河组和大塘坡组之间的一套粗中碎屑

沉积,本文沿用《贵州省区域地质志》^[16],以大量砾石的出现为标志划分铁丝坳组和上覆大塘坡组,以碳酸盐岩(透镜体)的出现为标志划分下伏两界河组,碳酸盐岩(透镜体)之上为铁丝坳组,之下为两界河组。在梵净山东北部,两界河组下伏地层为红子溪组,而在梵净山西南部其下伏地层为清水江组,均为平行不整合接触^[20]。本研究钻孔中的两界河组均未见底。

铁丝坳组总体岩性为黑色—深灰色—灰色含砾杂砂岩^[16-18],顶部夹少量锰质岩,王砚耕等^[17]将铁丝坳组含锰质部分归为大塘坡组。铁丝坳组的砾石类型分为两种:一种是陆源砾石,成分复杂,磨圆度中等,分选差;另一种为近源的撕裂状黑色炭质泥岩碎块,属于海相重力流成因的砾石。两界河组岩性为一套海相粗中碎屑沉积,是雪峰造山期后的山前磨砾石组合^[16,18]。



1. 奥陶系大湾组; 2. 奥陶系红花园组; 3. 奥陶系桐梓组; 4. 寒武系娄山关组; 5. 寒武系石冷水组; 6. 寒武系清虚洞组; 7. 寒武系杷榔组; 8. 地质界线; 9. 正断层及编号; 10. 逆断层及编号; 11. 地层产状; 12. 钻孔及编号; 13. 地名

图1 研究区地质简图(据文献[19]修改)

Fig.1 Geological sketch of the study area (modified after reference[19])

2 样品采集与技术方法

本文使用的样品主要采自黔东北松桃高地锰

矿集区的钻孔 ZK3111、ZK3110、ZK3305 和 ZK3504 (图2),共计取样 43 件,其中 ZK3111 连续取样 35 件,其他 3 个钻孔取样共 8 件。钻孔 ZK3110、ZK3305 和 ZK3504 的铁丝坳组未见底。在钻孔

ZK3111 中, B605、B606 和 B607 为碳酸盐岩透镜体, 本文将碳酸盐岩透镜体的上部划分为铁丝坳

组, 下部划分为两界河组, 未见底。样品编号及其对应的钻孔编号、深度见图 2。

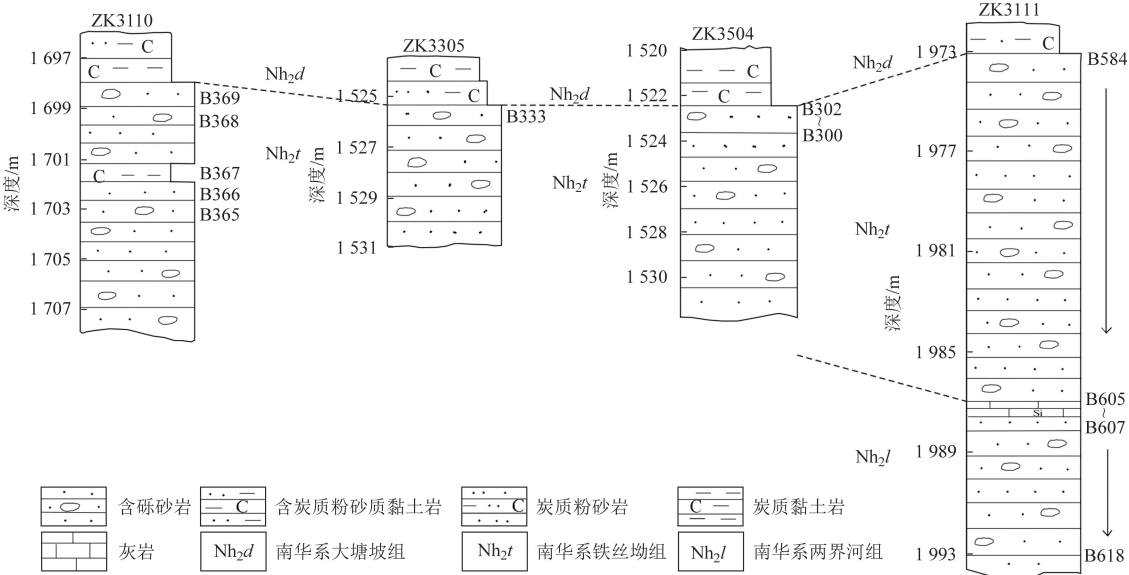


图 2 钻孔取样位置
Fig. 2 Sampling location of the drilling samples

样品通过室内切磨盖片, 制成 0.03 mm 厚的薄片, 用莱卡偏反光显微镜 DM4500P 进行观察和统计并综合分析。本文物源判断采用 Dickinson 三角图解原理^[12], 含量统计方法如下: 总石英 (Qt) = 单晶石英 (Qm); 总长石 (F) = 斜长石 (P) + 碱性长石 (A); 岩屑 (L) = 沉积岩岩屑 (Ls) + 火山岩岩屑 (Lv) + 变质岩岩屑 (Lm), 总岩屑 (Lt) = 岩屑 (L) + 多晶石英 (Qp) + 黑云母矿物屑 (Bt) + 绿泥石矿物屑 (Chl) + 白云母矿物屑 (Mu) 等。

岩心样品的陆源碎屑组分普遍具有不同程度的蚀变, 导致碎屑组分统计存在困难。本文的统计依据如下: 由于多晶石英在剖面中极少出现, 本文不单独统计多晶石英, 个别样品中出现的多晶石英统一归为岩屑计算; 根据蚀变岩屑残留的结构构造特征来推测原始岩屑的岩性, 统一计为岩屑; 斜长石矿物屑、碱性长石矿物屑具有不同程度的蚀变, 根据蚀变成分及残余特征, 恢复长石矿物屑种类, 统一计为长石类。本次统计碎屑粒度为细粒及以上, 统计颗粒不少于 300 颗, 消除数据的偶然性误差。

3 结果及分析

3.1 岩性特征

研究区铁丝坳组的岩性主要为 (含) 粉砂质

(含) 砾中细粒/不等粒长石岩屑砂岩, 间夹不等厚岩质泥岩。陆源碎屑含量一般为 60% ~ 95%, 胶结物含量为 5% ~ 40%。碎屑的粒径统计结果显示, 砾石含量占碎屑颗粒总量的 5% ~ 30%, 粉砂含量占 5% ~ 30%。陆源碎屑的填隙物成分可见黏土矿物、方解石、含锰方解石、锰白云石等。陆源碎屑偏集之处多为孔隙—接触式胶结, 而黏土矿物偏集之处常为基底式胶结。不同粒度的陆源碎屑和不同成分的填隙物各自偏集分布, 常呈层纹状—条纹状或条带状—薄层状相间产出。

两界河组岩性与铁丝坳组大致相同, 同为 (含) 粉砂质 (含) 砾中细粒/不等粒长石岩屑砂岩, 比较显著的区别在于两界河组的岩心中常见不规则状碳酸盐岩透镜体, 而在铁丝坳组中未见。

3.2 陆源碎屑组构特征

3.2.1 铁丝坳组

自然粒度 ≥ 2 mm 陆源碎屑被称为粗碎屑 (砾), 其中粒度 [2, 8) mm 为细砾, 粒度 [8, 32) mm 为中砾, 粒度 [32, 128) mm 为粗砾, 粒度 ≥ 128 mm 为巨砾^[21]。铁丝坳组的砾石粒径一般为 2 ~ 30 mm, 主要为中细砾, 粗砾极少见。碎屑类型有两种: 一种为含炭泥质碎屑或炭质粉砂岩质碎屑 (图 3(a)), 成分单一, 内部常见原岩的水平纹理, 代表了相对早期沉积的岩性特征, 呈撕裂状、长条状, 磨

圆度较差,具有典型的水下碎屑流沉积特征^[22-24];另一种为经过异地母岩剥蚀、搬运堆积的碎屑颗粒,磨圆程度中等偏次,以次棱角状为主,次圆状、圆状次见或少见,分选差(图 3(b)),成分基本为岩屑,以沉积岩岩屑为主,其次为火山岩岩屑,包括火

山碎屑岩岩屑和火山熔岩岩屑。沉积岩屑的岩性基本上为陆源碎屑岩(图 3(c)),碳酸盐岩极少见。火山碎屑岩岩屑的岩性主要为晶屑岩屑凝灰岩、玻屑凝灰岩(图 3(d))等。火山熔岩岩屑的岩性常见花岗岩、玄武岩等,各碎屑的含量统计见表 1。

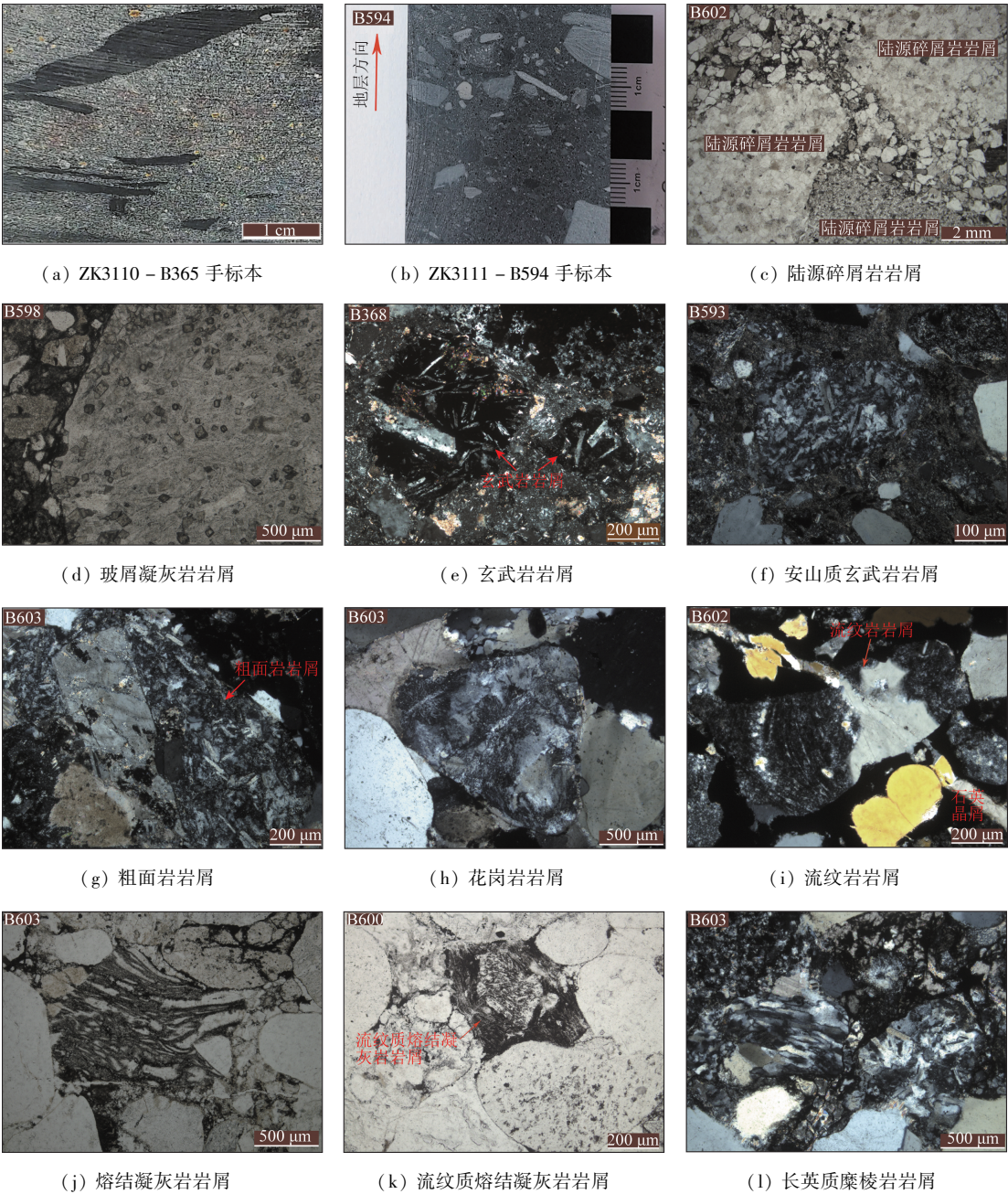


图 3 陆源碎屑组分岩屑显微特征

Fig. 3 Microscopic characteristics of the terrigenous debris composition

中碎屑粒级一般 $[0.06, 2.00)$ mm,其中粒级 $[0.50, 2.00)$ mm 为粗砂级,粒级 $[0.25, 0.50)$ mm 为中砂级,粒级 $[0.06, 0.25)$ mm 为细砂级^[21]。铁丝坳组的中碎屑多以中细砂为主,粗砂次见,局部

也可见粗砂、中砂、细砂含量相近的情况。碎屑呈次棱角状、次圆状、圆状,磨圆度和分选性一般。成分以岩屑为主,长石矿物屑次见,石英矿物屑次见或少见。中碎屑岩屑的岩性常见玄武岩(图 3(e))、

表 1 ZK3111 铁丝坳组与两界河组碎屑岩粗中碎屑组分统计

Tab.1 Statistics for the clastic rock composition in coarse to medium fragments in Tiesiao and Liangjiehe Formation of ZK3111

样品号	深度/m	陆源碎屑含量/%											火山碎屑含量/%	
		F		Q _i (Q _m)	L	Lv						L _s	L _m	矿物屑
		P	A			玄武岩	花岗岩	粗面岩	流纹岩	火山碎屑	其他岩屑			
B584	1 973.20	15	6	8	55	1	<1	0	0	2	<1	50	<1	<1
B585	1 973.60	12	6	8	53	2	<1	0	0	3	<1	48	0	<1
B586	1 976.81	25	3	12	18	1	<1	0	0	3	<1	13	0	<1
B587	1 977.37	15	6	5	30	1	<1	<1	0	2	<1	25	0	<1
B588	1 978.13	5	3	15	36	1	<1	<1	0	3	<1	30	0	<1
B589	1 978.56	30	3	10	38	3	<1	<1	0	3	<1	30	0	<1
B590	1 979.22	28	6	20	35	1	1	1	0	3	<1	28	0	<1
B592	1 980.24	1	2	3	65	2	<1	<1	0	5	<1	57	0	<1
B593	1 980.77	8	5	10	66	2	1	1	0	10	<1	50	0	<1
B594	1 981.23	5	2	6	78	2	1	1	1	14	<1	55	0	<1
B595	1 981.93	5	3	8	70	3	1	1	1	15	<1	48	0	<1
B597	1 982.95	5	2	8	45	2	1	1	<1	10	<1	30	0	<1
B598	1 982.95	6	5	18	45	2	1	<1	1	8	<1	25	0	<1
B599	1 983.92	6	5	15	65	3	1	1	<1	15	<1	43	<1	<1
B600	1 984.57	3	2	40	45	3	1	1	<1	10	<1	28	0	<1
B601	1 984.90	6	8	25	55	2	1	<1	<1	8	<1	42	0	<1
B602	1 985.49	6	8	30	45	2	1	<1	<1	6	<1	33	<1	<1
B603	1 986.18	3	6	40	45	3	1	<1	<1	15	<1	23	1	<1
B604	1 986.70	6	20	10	53	<1	<1	<1	<1	8	<1	40	1	<1
B608	1 987.91	5	15	25	45	<1	<1	<1	<1	<1	<1	35	<1	<1
B609	1 988.64	3	5	5	50	<1	<1	<1	<1	<1	<1	45	<1	<1
B610	1 989.08	1	1	6	65	<1	<1	0	0	35	<1	28	0	<1
B612	1 990.02	6	8	45	35	3	3	<1	<1	16	<1	10	<1	<1
B613	1 990.62	3	12	25	50	<1	<1	<1	<1	15	<1	30	<1	<1
B614	1 991.30	1	8	30	55	<1	<1	<1	0	5	<1	46	<1	<1
B615	1 991.87	5	8	30	50	<1	<1	<1	0	<1	<1	45	<1	<1
B616	1 992.67	5	8	35	45	<1	<1	<1	0	10	<1	30	<1	<1
B617	1 993.17	4	6	40	30	<1	<1	<1	0	6	<1	22	<1	<1
B618	1 993.73	5	5	25	35	<1	<1	<1	0	6	<1	25	<1	<1

注：Q_i(Q_m) = 总石英；F = 总长石；P = 斜长石；A = 碱性长石；F = P + A；L = 岩屑；Lv = 火山岩岩屑；Lm = 变质岩岩屑；Ls = 沉积岩岩屑；L = Lv + Lm + Ls。

安山质玄武岩(图 3(f))、粗面岩(图 3(g))、花岗岩(图 3(h))、流纹岩(图 3(i))、熔结凝灰岩(图 3(j))、流纹质熔结凝灰岩(图 3(k))等,偶见长英质糜棱岩(图 3(l)),未见重力流成因的碎屑。火山岩岩屑具不同程度的蚀变现象,蚀变类型有锰矿化、高岭石化和绢云母化等。长石矿物屑也具不同程度的绢云母化、锰矿化现象,蚀变程度较强者优先仅残留晶型特征,而蚀变程度弱者保留了部分长石的光性特征。重矿物成分主要为电气石、榍石等。

3.2.2 两界河组

两界河组的陆源碎屑组构和铁丝坳组的区别主要表现在碎屑的成分及含量变化:①砾石的含量相对更少,一般为 5%~10%,且未见铁丝坳组的碎屑流成因砾石;②石英矿物屑的含量较铁丝坳

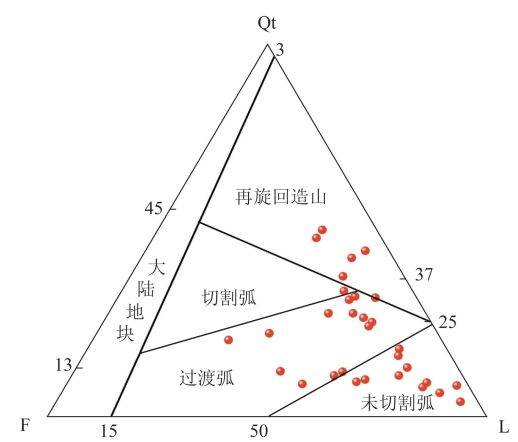
组增多,局部样品的鉴定名称可为长石石英砂岩;③长石矿物屑种类不同,铁丝坳组的长石矿物屑种类以斜长石主见,碱性长石次见或少见,而两界河组则以碱性长石为主,斜长石次见或少见。

样品普遍见少量或微量的火山碎屑零散分布,含量一般 1%~3%,粒径一般[0.50,2.00) mm,属粗火山灰^[21],成分主要为玻屑和晶屑,其中玻屑已经脱玻硅化,但仍然保留鸡骨状、镰刀状、弯弓状、凹面棱角状、撕裂状的特征。晶屑主要为石英晶屑和碱性长石晶屑,常具港湾状熔蚀现象。

4 源区性质讨论

不同的构造单元提供不同的沉积物源,陆源碎

屑的物质组分直接反映了物源区的性质。研究区铁丝坳组和两界河组的陆源碎屑物质组分均以岩屑为主,其含量一般为35%~70%,集中于40%~60%。长石矿物屑含量一般为1%~45%,其中铁丝坳组的长石矿物屑类型以斜长石为主,碱性长石次之,两界河组则以碱性长石为主,斜长石次之。石英含量为5%~45%,两界河组的石英矿物屑含量普遍比铁丝坳组高,集中于20%~40%,而铁丝坳组的石英矿物屑含量普遍低于20%。构造背景判别图(图4)显示黔东北松桃高地铁丝坳组和两界河组砂岩的物源区落入火山弧源区和再旋回造山区。两界河组的石英矿物屑含量比铁丝坳组高,其物源落区偏向再旋回造山带,为造山带物源;铁丝坳组的陆源碎屑组分落点则更趋向于火山弧区物源。



Qt. 石英矿物屑; F. 长石矿物屑; L. 岩屑(包含多晶石英)
图4 研究区砂岩 Q_tFL 和源区构造背景判别图^[12]
Fig. 4 Tectonic setting discriminating diagram for the sandstone Q_tFL and the source region of the study area^[12]

表1的碎屑组分统计表明,铁丝坳组与两界河组陆源碎屑的岩屑类型基本相同,岩屑主要为沉积岩和火山岩,变质岩少见,说明该套碎屑岩的物源区是主要出露沉积岩、火山岩和变质岩的混合源区。

沉积岩岩屑的岩性主要为陆源碎屑岩(图3(c)),岩性常见中碎屑岩、细碎屑岩和泥岩,极少见碳酸盐岩等。中碎屑岩为石英砂岩、长石石英砂岩、长石砂岩等;细碎屑岩为粉砂岩、黏土质粉砂岩;泥岩为黏土岩、粉砂质黏土岩、炭质黏土岩等;变质岩屑为长英质糜棱岩(图3(l))、变质陆源碎屑岩等。岩屑类型组合说明物源来自稳定大陆,具有造山带物源的特征。

火山岩岩屑包括火山熔岩岩屑和火山碎屑岩岩屑。火山熔岩岩屑的岩性主要为玄武岩(图3(e))、安山质玄武岩(图3(f))、粗面岩(图3(g))、流纹岩(图3(i))等,这类岩屑大多见于铁丝坳组,两界河组少见;火山碎屑岩岩屑的岩性主要为晶屑凝灰岩、玻屑凝灰岩(图3(d))、熔结凝灰岩(图3(j))、流纹质熔结凝灰岩(图3(k))及少量沉凝灰岩等,这类岩屑大量见于铁丝坳组和两界河组。凝灰岩岩屑内部发育玻屑结构(图3(d))、(沉)凝灰结构、熔结结构(图3(j),(k))等,其中熔结凝灰岩岩屑中玻屑被压扁、拉长定向排列,呈假流动构造,具火山碎屑陆相喷发沉积的特征^[25-26]。

陆源碎屑物质组分直接反映了母岩区的岩性组合特征。研究区碎屑组分中的岩屑包括玄武岩、安山质玄武岩、(晶屑)(玻屑)凝灰岩、(流纹质)熔结凝灰岩、粗面岩、酸性流纹岩等,说明铁丝坳组和两界河组沉积时期的物源区的岩性具有大陆裂谷“双峰式”火山喷发的特征^[27-29],这一特征反映了两套地层在沉积时期或沉积之前,黔东北松桃高地已经进入陆内裂陷和板内造山的大地构造背景,开始新一轮的地质构造运动。

砂岩的成分和结构成熟度反映了搬运距离相对于源区的远近程度,岩屑含量是判断碎屑成分成熟度的直接标志^[30]。研究区铁丝坳组和两界河组的陆源碎屑成分普遍以岩屑为主,长石矿物屑为次,说明这些碎屑并未发生长距离搬运,属近源剥蚀、搬运并在周缘发生快速堆积而成。

5 结论

(1)黔东北松桃高地南华系铁丝坳组和两界河组陆源碎屑岩性主要为(含)粉砂质(含)砾中细粒/不等粒长石岩屑砂岩。陆源碎屑组分以岩屑为主,长石矿物屑和石英矿物屑为次,岩屑由沉积岩、火山岩和极少量变质岩组成,其物源为火山弧源区和再旋回造山带,伴随有火山活动。

(2)陆源碎屑组分中岩屑的岩性组合为玄武岩、安山质玄武岩、粗面岩、凝灰岩、熔结凝灰岩、流纹岩、长英质糜棱岩等,表明研究区在铁丝坳和两界河组沉积时期或沉积之前就已经进入陆内裂陷和板内造山的大地构造背景。

参考文献 (References):

- [1] 娄元林,曾昊,章志明,等.雪峰弧形构造带中段天明金矿地质特征及找矿标志[J].中国地质调查,2024,11(1):27-35.
Lou Y L, Zeng H, Zhang Z M, et al. Geological characteristics and prospecting criteria of Tianming gold deposit along the middle part of Xuefeng arc structure belt[J]. Geological Survey of China, 2024, 11(1): 27-35.
- [2] 郭令智,卢华复,施央申,等.江南中、新元古代岛弧的运动学和动力学[J].高校地质学报,1996,2(1):1-13.
Guo L Z, Lu H F, Shi Y S, et al. On the Meso - Neoproterozoic Jiangnan island arc: its kinematics and dynamics[J]. Geological Journal of Universities, 1996, 2(1): 1-13.
- [3] Guo L Z, Shi Y S, Lu H F, et al. The pre - Devonian tectonic patterns and evolution of South China[J]. Journal of Southeast Asian Earth Sciences, 1989, 3(1/2/3/4): 87-93.
- [4] 朱夏.试论中国中生代油气盆地的地球动力学背景[M]//朱夏.论中国含油气盆地构造.北京:石油工业出版社,1980:61-70.
Zhu X. On the geodynamic background of Mesozoic and Cenozoic oil and gas basins in China[M]//Zhu X. On the Structure of Oil and Gas Bearing Basins in China. Beijing: Petroleum Industry Press, 1980: 61-70.
- [5] 许靖华.薄壳板块构造模式与冲撞型造山运动[J].中国科学,1980(11):1081-1089.
Xu J H. Thin plate tectonic types in collision type orogenic belts[J]. China Science, 1980(11): 1081-1089.
- [6] 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 B 辑,1987,17(10):1107-1115.
Xu J H, Sun S, Li J L. It's the South China orogenic belt, not the South China platform [J]. China Science B Section, 1987, 17(10): 1107-1115.
- [7] 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,1998,4(4):432-433.
Qiu Y X, Zhang Y C, Ma W P. Tectonics and geological evolution of Xuefeng intra continental orogene, South China[J]. Geological Journal of Universities, 1998, 4(4): 432-433.
- [8] 周琦,杜远生,袁良军,等.古天然气渗漏沉积型锰矿床找矿模型——以黔湘渝邻区南华纪“大塘坡式”锰矿为例[J].地质学报,2017,91(10):2285-2298.
Zhou Q, Du Y S, Yuan L J, et al. Exploration models of ancient natural gas seep sedimentary - type manganese ore deposit: A case study of the Nanhua period “Datangpo” type manganese ore in the conjunction area of Guizhou, Hunan and Chongqing[J]. Acta Geologica Sinica, 2017, 91(10): 2285-2298.
- [9] 周琦,杜远生,袁良军,等.黔东及邻区南华纪“大塘坡式”锰矿研究历史、主要进展及展望[J].贵州地质,2018,35(4):270-281.
Zhou Q, Du Y S, Yuan L J, et al. Research history, major progress and outlook of ‘Datangpo type’ manganese deposit in Nanhua period of East Guizhou and nearby area [J]. Guizhou Geology, 2018, 35(4): 270-281.
- [10] Dickinson W R, Suczek C A. Plate tectonics and sandstone compositions[J]. AAPG Bulletin, 1979, 63(12): 2164-2182.
- [11] Dickinson W R, Valloni R. Plate settings and provenance of sands in modern ocean basins[J]. Geology, 1980, 8(2): 82-86.
- [12] Dickinson W R. Compositions of sandstones in circum - Pacific subduction complexes and fore - arc basins[J]. AAPG Bulletin, 1982, 66(2): 121-137.
- [13] Dickinson W R, Harbaugh D W, Saller A H, et al. Detrital modes of upper Paleozoic sandstones derived from Antler Orogen in Nevada; implications for nature of Antler Orogeny [J]. American Journal of Science, 1983, 283(6): 481-509.
- [14] 闫臻,肖文交,刘传周,等.祁连山老君山砾岩的碎屑组成和源区大地构造背景[J].地质通报,2006,25(1/2):83-98.
Yan Z, Xiao W J, Liu C Z, et al. Detrital composition of the Laojunshan conglomerate in the Qilian Mountains, Northwest China and tectonic settings of its source regions[J]. Geological Bulletin of China, 2006, 25(1/2): 83-98.
- [15] 闫臻,王宗起,李继亮,等.造山带沉积盆地构造原型恢复[J].地质通报,2008,27(12):2001-2013.
Yan Z, Wang Z Q, Li J L, et al. Restoring the original tectonic types of sedimentary basins in the orogenic belts [J]. Geological Bulletin of China, 2008, 27(12): 2001-2013.
- [16] 贵州省地质调查院.中国区域地质志(贵州志)[M].北京:地质出版社,1987:753-848.
Guizhou Geological Survey. Regional Geology of China (Guizhou) [M]. Beijing: Geology Press, 1987: 42-45.
- [17] 贵州省地质调查院.中国区域地质志 贵州志[M].北京:地质出版社,2016:753-848.
Guizhou Geological Survey. Regional Geology of China Guizhou[M]. Beijing: Geology Press, 2016: 753-848.
- [18] 贵州省地矿局区调院.贵州地层典[M].贵阳:贵州科技出版社,1996:33-35.
Guizhou Bureau of Geology and Mineral Resources Regional Survey. Guizhou Stratigraphy Dictionary [M]. Guiyang: Guizhou Science and Technology Press, 1996: 33-35.
- [19] 张遂,沈红钱,冯开友,等.关于贵州松桃高地超大型锰矿床冷水犁式断层(F3)特征再认识[J].贵州地质,2021,38(2):139-145.
Zhang S, Shen H Q, Feng K Y, et al. A new understanding of the characteristics of cooling water Listric Fault (F3) in the super large manganese deposit in Songtao Gadi, Guizhou[J]. Guizhou Geology, 2021, 38(2): 139-145.
- [20] 谯文浪,马义波,唐佐其,等.贵州 1:50 000 梵净山、德旺、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,2014.
Qiao W L, Ma Y B, Tang Z Q, et al. Guizhou 1: 50 000 Fanjing Mountain, Dewang, Jiangkou, Kaide Regional Geological Survey Report [R]. Guiyang: Guizhou Geological Survey, 2014.
- [21] 国家质量技术监督局. GB/T 17412.3—1998 岩石分类和命名方案 变质岩岩石的分类和命名方案[S]. 1999.
The State Bureau of Quality and Technical Supervision. GB/T

- 17412.3—1998 Classification and Nomenclature Schemes of Sedimentary Rock – Classification and Nomenclature Schemes of Metamorphic Rock[S]. 1999.
- [22] Lowe D R. Sediment gravity flows; II; depositional models with special reference to the deposits of high – density turbidity currents[J]. *Journal of Sedimentary Petrology*, 1982, 52(1): 279 – 297.
- [23] Shanmugam G, Lehtonen L R, Straume T, et al. Slump and debris – flow dominated upper slope facies in the Cretaceous of the Norwegian and northern North Seas (61° ~ 67°N); Implications for sand distribution[J]. *AAPG Bulletin*, 1994, 78(6): 910 – 937.
- [24] Wang D P. The sedimentation and formation mechanism of lacustrine endogenic debris flow [J]. *Acta Geologica Sinica*, 1991, 5(2): 119 – 140.
- [25] 常丽华, 曹林, 高福红. 火成岩鉴定手册[M]. 北京: 地质出版社, 2009: 95 – 113.
Chang L H, Cao L, Gao F H. *Igneous Rock Identification Manual*[M]. Beijing: Geology Press, 2009: 95 – 113.
- [26] 曾允孚, 夏文杰. 沉积岩石学[M]. 北京: 地质出版社, 1986.
Zheng Y F, Xia W J. *Sedimentary Petrology*[M]. Beijing: Geology Press, 1986.
- [27] 马文璞. 区域构造解析——方法理论和中国板块构造[M]. 北京: 地质出版社, 1992.
Ma W P. *Theory of Analytical Methods for Regional Structure and Plate Tectonics*[M]. Beijing: Geology Press, 1992.
- [28] 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.
Wang J. *Evolution and Annexation of Neoproterozoic Rift Basis in South China and the Relationship of Rodinia Dissolution*[M]. Beijing: Geology Press, 2000.
- [29] 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.
Dai C G, Zhang H, Wang M, et al. *Geological Structure Characteristics and Evolution of the Southwest Section of the Jiangnan Orogenic Belt*[M]. Beijing: Geology Press, 2010.
- [30] 种端元, 腾以俊, 孔华, 等. 岩石分类命名与鉴定[M]. 沈阳: 辽宁省地质矿产局, 1984.
Zhong D Y, Teng Y J, Kong H, et al. *Rock Classification, Naming and Identification*[M]. Shenyang: Liaoning Provincial Bureau of Geology and Mineral Resources, 1984.

Detrital composition of Tiesiao Formation and Liangjiehe Formation of Nanhua System in Songtao Highland of the northeastern Guizhou Province and tectonic setting of its source regions

LONG Jianxi¹, ZHOU Qi¹, ZHANG Sui², ZHU Luyan³, YANG Zhongqin¹

(1. *Guizhou Geology Institution, Guizhou Guiyang 550081, China*; 2. *No. 103 Geology Team, Guizhou Geology and Mineral Development Bureau, Guizhou Tongren 554300, China*; 3. *Guizhou Geology and Mineral Center, Guizhou Guiyang 550018, China*)

Abstract: The tectonic properties of Xuefeng movement has significant controversies. This study analyzed the terrigenous detrital composition of Tiesiao Formation and Liangjiehe Formation of Nanhua System in Songtao Highland of the northeastern Guizhou Province, using Dickinson triangle diagrams theory. The results show that the terrigenous detrital source mainly comes from arc orogen sources and recycled orogen provenances, accompanied by volcanic activities. The maturity of the detrital components in Tiesiao Formation is relatively low, and the components mainly landed around the volcanic arc source area, showing the characteristics of near erosion and transporting accumulation. The quartz content in Liangjiehe Formation is higher than that in Tiesiao Formation, which lands in the recycled orogen provenances. The detrital composition contains basalt, andesitic basalt, trachyte, tuff, ignimbrite, rhyolite, felsic mylonites and so on, indicating that intracontinental rift and intraplate orogenic mechanism occurred during or before the sedimentation of Tiesiao Formation and Liangjiehe Formation in the study area. This research could provide some microscopic evidence for tectonic attribute of Xuefeng movement.

Keywords: Nanhua System; Tiesiao Formation; Liangjiehe Formation; terrigenous debris; intracontinental rift; intraplate orogeny

(责任编辑: 魏昊明)