文章编号：1000-0550(2024)00-0000-00　　　DOI：10.14027/j.issn.1000-0550.2024.072

扬子西缘峨边群碎屑锆石年代学特征及其地质意义

陈风霖[1]，王剑[2,3]，崔晓庄[4]，沈利军[2,3]，李夔洲[1]，庞维华[4]，任飞[4]

1.成都理工大学地球科学学院，成都 610059

2.油气藏地质与开发工程国家重点实验室（西南石油大学），成都 610500

3.西南石油大学羌塘盆地研究院，成都 610500

4.中国地质调查局成都地质调查中心（西南地质科技创新中心），成都 611230

摘　要【目的】扬子西缘峨边群传统上被认为是华南中元古代晚期的代表性地层单元之一，其沉积时限与物源特征可为重建全球 Rodinia 超大陆汇聚背景下扬子陆块的中—新元古代构造演化过程提供重要约束。【方法】对峨边群变质碎屑沉积岩开展了岩石学和碎屑锆石 U-Pb 年代学分析，【结果】获得了峨边群枷担桥组两件变质细粒岩屑砂岩样品的碎屑锆石年龄区间为 1 950~900 Ma，主要相对概率峰值为 ~910 Ma、~1 570 和~1 730 Ma，以及次要峰值为~1 130 Ma、~1 390 Ma、~1 840 Ma、~2 500 Ma 和~2 550 Ma。最大沉积年龄分别为 908±8 Ma（MSWD=0.10，n=5）和 905±5 Ma（MSWD=0.52，n=9）。【结论】结合区域已有相关资料，峨边群枷担桥组的沉积时限为~910 Ma 至~860 Ma，其沉积物源主要为扬子西缘的岩浆岩，主体方向为南侧，推测可能形成于新元古代早期微陆块拼合的构造背景，与 Rodinia 超大陆的全球性汇聚过程相关。

关键词　中—新元古代；峨边群；碎屑锆石；物源分析；构造环境

第一作者简介　陈风霖，男，1994 年出生，博士研究生，沉积大地构造学，E-mail: chenfenglin027@163.com

通信作者　王剑，男，教授，沉积大地构造学与含油气盆地分析，E-mail: w1962jian@163.com

中图分类号　P597　**文献标志码**　A

0 引言

扬子陆块作为东亚最大的前寒武纪克拉通化陆块之一，广泛分布太古宙至新元古代的地质记录。近年来，扬子陆块在前寒武纪超大陆汇聚—裂解背景下的构造演化及古地理重建等问题一直受到了国内外学者的广泛关注[1-9]。对于华南中—新元古代构造格局演变与 Rodinia 超大陆汇聚的耦合关系，传统观点认为江南（四堡）造山带由扬子和华夏陆块在中元古代晚期至早新元古代早期碰撞而产生的，是格林维尔期全球性造山事件的一部分，响应于 Rodinia 超大陆的汇聚[1,10]。然而，最新的研究表明扬子和华夏陆块的拼合可能形成于~820 Ma[11-14]甚至更晚的早古生代[15-16]，江南（四堡）造山带的形成演化应与 Rodinia 超大陆的汇聚无关。

收稿日期：2024-01-18；**收修改稿日期**：2024-05-16
基金项目：中国地质调查局项目（DD20240033）；国家自然科学基金项目（41972121，41872120）；中国博士后科学基金项目（2022T15076）
[**Foundation:** China Geological Survey, No. DD20240033; National Natural Science Foundation of China, No. 41972121, 41872120; China Postdoctoral Science Foundation, No. 2022T150076]

扬子西缘保存有较为广泛的 Rodinia 超大陆汇聚时期的地层记录，如昆阳群、苴林群、会理群、登相营群和峨边群[17-19]。其中，峨边群主要分布于四川金口河地区，以变质碎屑沉积岩为主，夹少量碳酸盐岩及基性—中酸性火山岩。传统上，峨边群被认为与晚中元古代昆阳群及会理群的相当[17-18]，但后者由于分布范围更广、构造影响较弱，因而长期受到相关学者的广泛关注[10,19-23]。迄今，对峨边群的研究主要针对变质火山岩及侵入其中的辉绿岩和花岗岩[24-26]，鲜有工作涉及其中的大量变质碎屑沉积岩。值得注意的是，越来越多的研究证实峨边群的岩石组合与会理群及昆阳群存在显著差异，如前者底部和上部均存在相当数量的玄武岩[25,27]，而后者仅中上部发育大量英安岩和凝灰岩[19-20]；同时，它们的沉积时限也存在较大差异，如峨边群底部的玄武岩形成时代为 1 018 Ma[25]，稍晚于会理群顶部天宝山组火山岩年龄（1 040~1 020 Ma）[19-20]。这些观察表明峨边群与会理群及昆阳群的岩石组合和沉积时限存在差异，可能代表了不同的构造环境。峨边群作为 Rodinia 超大陆汇聚期间的重要地层序列，可能蕴含了扬子西缘乃至华南的中—新元古代构造演化关键信息，因此亟须对峨边群变质碎屑沉积岩开展相关研究。

碎屑锆石在沉积物源分析中至关重要[28]，因其具有稳定性强，分布范围广等特征，保存了沉积物源的关键信息。近年来，对沉积地层中的碎屑锆石进行综合研究已成为揭示沉积物源特征和盆地动力学变化的重要手段[22,28-31]。鉴于此，本文选择扬子西缘金口河地区峨边群的变质碎屑沉积岩开展岩石学和碎屑锆石 U-Pb 年代学等研究工作，以期进一步限定峨边群的沉积时限、物源特征及大地构造意义，从而为全面重建扬子西缘中—新元古代构造演化历史提供新证据。

1 地质背景与样品描述

1.1 区域地质

扬子陆块与东南侧的华夏陆块以江山—绍兴—凭祥断裂带相隔，与北侧的华北克拉通以秦岭—大别—苏鲁造山带相隔，与西北侧的松潘—甘孜地块以龙门山断裂带相隔（图 1a）。扬子陆块广泛发育前寒武纪岩浆—沉积记录。其中，太古宙至古元古代基底岩系零星出露于扬子北缘与西南缘，以崆岭杂岩、鱼洞子杂岩、陡岭杂岩、撮科杂岩和 Phan Si Pan 杂岩为代表[33-37]；古元古代晚期至中元古代早期地层主要分布于扬子西缘，以东川群、河口群和大红山群为代表[7]，普遍经历了较强的变质作用和变形作用[38]。此外，扬子西缘还广泛发育中元古代晚期沉积记录，自北向南依次为峨边群、登相营群、会理群、苴林群和昆阳群（图 1b），主要由变质碎屑沉积岩、变质碳酸盐岩和变质火山岩组成，并普遍经历

了不同程度的变质作用，如苴林群经历了高绿片岩相至低角闪岩相变质作用，而昆阳群和会理群则仅经历了低绿片岩相变质作用[17-19]。

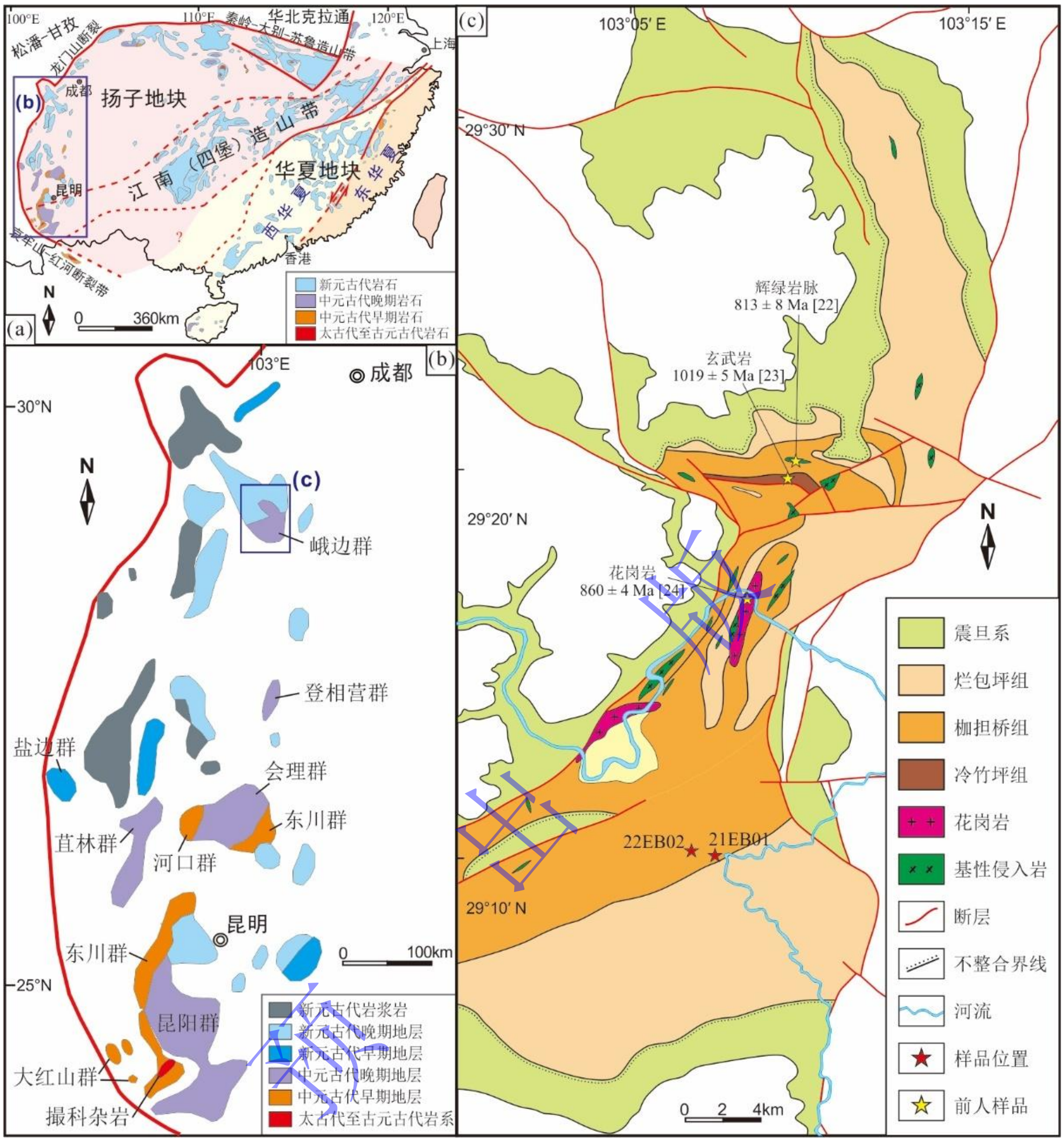

图 1（a）华南前寒武纪地质简图（据文献[12,32]修改）；（b）扬子西缘前寒武纪地质简图（据文献[14]修改）（c）扬子西缘金口河地区地质简图（据文献[24]修改）

Fig.1 (a) Precambrian geological map of South China (modified from references [12,32]); (b) Precambrian geological map of the Western Yangtze Block (modified from reference [14]); (c) Geological map of the Jinkouhe area in the western Yangtze Block (modified from reference [24])

峨边群分布于四川金口河地区，主要由浅变质碎屑沉积岩及少量变质火山岩和碳酸盐岩组成，与上覆新元古代苏雄组为角度不整合接触。前人曾对峨边群开展了大量的野外地质调查工作，但对其地层单元划分一直存在不同认识。本文参考前人的划分方案（1:20 万峨眉幅[1]）结合实际野外地质调查，将峨边群自下而上依次划分为冷竹坪组、枷担桥组与烂

[1] 四川省地质局第一区域地质调查队. 1:20 万峨眉幅区域地质调查报告[R]. 北京：全国地质资料馆，1971.

包坪组。其中，冷竹坪组主要由一套暗紫色—灰绿色—深绿色变质玄武岩组成，具气孔及杏仁状结构；枷担桥组与下伏冷竹坪组呈整合接触，由下部的白云岩段和上部的板岩段组成，板岩段底部呈黑色，并夹有变质细砂岩—粉砂岩；烂包坪组与枷担桥组呈平行不整合或微角度不整合接触，主要为火山熔岩和沉积岩的组合，自下而上分别为底砾岩、火山碎屑岩、玄武岩、凝灰岩以及流纹岩组成。

此外，扬子西缘还发育大量中元古代岩浆记录。主要分为两期：中元古代早期（1.75~1.50 Ga）发生了强烈的裂谷相关岩浆事件，以基性岩墙和凝灰岩为主，还有少量花岗岩[20,39-42]；中元古代晚期至新元古代早期（1.20~0.90 Ga），广泛发育从陆内裂谷到被动大陆边缘再到俯冲的一系列岩浆活动，如撮科地区 1.18~1.14 Ga 花岗岩和辉绿岩[43-44]、石棉地区~1.07 Ga 蛇绿岩[45]、苴林群~1.05 Ga 玄武岩[46]，会理—会东地区 1.04~1.02Ga 的流纹岩、花岗岩和辉绿岩脉[47-49]等。此外，任光明等[50]报道了通安地区 1.38 Ga 菜子园蛇绿混杂岩，认为可能代表中元古代残余的洋盆。

1.2 样品描述

本次变质碎屑沉积岩样品 21EB01 和 22EB02 均采于峨边县西溪岗东南约 1 km 处，位于峨边群枷担桥组中上部，野外露头呈浅灰—青灰色，中—厚层状（图 2a~d）。GPS 坐标分别为 103°07′06″ E，29°10′42″ N 和 103°06′59″ E，29°10′48″ N。

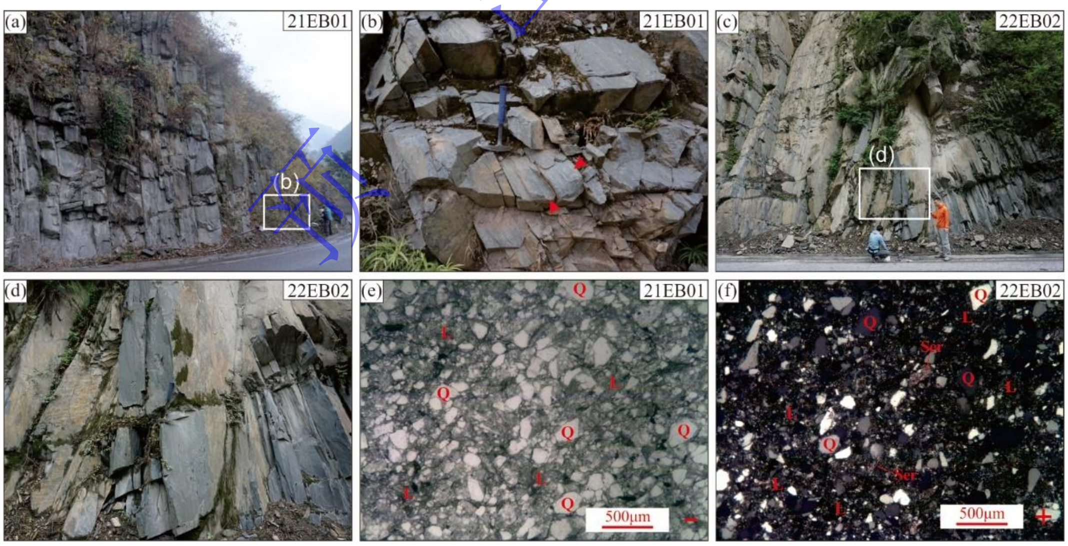

图 2 扬子西缘金口河地区峨边群样品野外照片（a~d）及镜下显微照片（e，f）

Q.石英；Ser.绢云母；L.岩屑；“-” 单偏光照片；“+” 正交偏光照片

Fig.2 Typical field photos (a-d) and micrographs (e, f) of the Ebian Group samples from the Jinkouhe area, western Yangtze Block

e, Q. quartz; Ser. sericite; L. lithic fragment; “-” single polarized photograph; “+” crossed polarized photograph

显微镜下这些样品显示出（变余）细粒砂状结构，块状构造，局部可见缝合线构造。砂级碎屑主要由长石（5%~10%）、石英（35%~40%）和岩屑（50%~55%）组成，分选和

磨圆一般，粒径介于 0.05~0.25 mm，主要呈次棱角状，略显定向分布（图 2e，f）。长石主为斜长石，被绢云母及不透明矿物交代，表面脏。石英主要为单晶石英，表面新鲜干净。岩屑为变质黏土岩、变质黏土粉砂岩、变质粉砂岩，并可见少量云母碎屑。颗粒支撑，孔隙式—接触式胶结，填隙物为黏土杂基。局部可见缝合线，呈波状，内有不透明矿物分布。镜下定名为变质细粒岩屑砂岩。

2 分析方法

本次峨边群变质碎屑岩样品的锆石分离和挑选工作在廊坊岩拓地质服务有限公司完成。锆石制靶及阴极发光照相在南京宏创地质勘查技术服务有限公司完成。样品锆石 U-Pb 同位素定年在武汉上谱分析科技有限公司利用 LA-ICP-MS 分析完成。具体的实验装置方法及测试分析过程见文献[51]。离线数据处理采用软件 ICPMSDataCal 完成，处理方法见文献[52]。最后，利用 Isoplot/Ex[53]绘制样品的年龄谱和图以及年龄加权平均图。年龄分布模式图则使用 DensityPlotter 进行绘制[54]，并有叠加的核密度估计图（KDEs）和概率密度图（PDPs）。

3 分析结果

金口河地区峨边群两件样品中碎屑锆石主要呈半自形至自形，大部分锆石具棱角状至次圆状、少部分呈圆状。锆石长轴介于 60~300 μm，长宽比为 1：1 至 2：1。大部分锆石具震荡环带，少部分具有较为均匀的内部结构，指示岩浆成因（图 3）。根据这些碎屑锆石的磨蚀程度可将其大致划分为两类：其中第一类磨圆较差，形态特征主要以自形为主，具有清晰的棱角；而第二类则磨圆较好，呈自形至半自形，并以次圆状为主（图 3）。

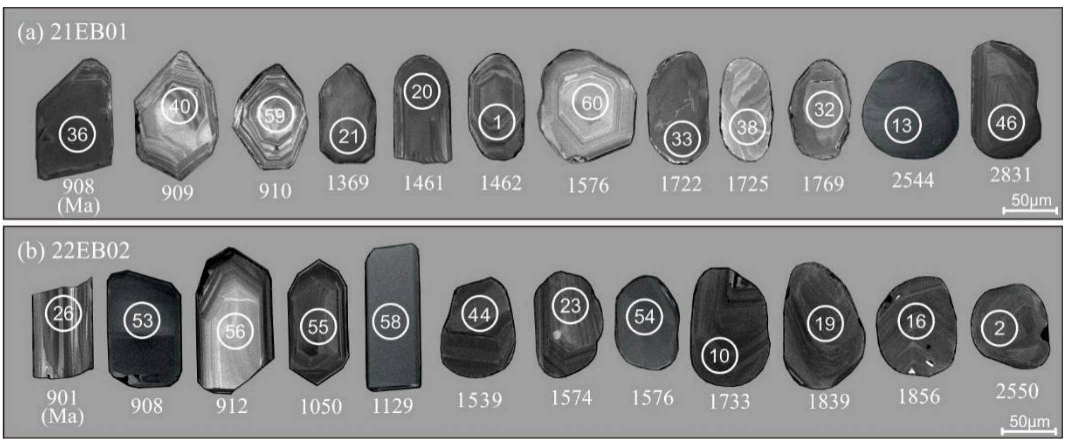

图 3 扬子西缘金口河地区峨边群碎屑锆石 CL 图像

Fig.3 Cathodoluminescence (CL) image of detrital zircon from the Ebian Group in the Jinkouhe area, western Yangtze Block

对枷担桥组样品 21EB01 的 70 颗锆石进行了 70 个点位的 U-Pb 定年测试，所有测试点位的谐和度均高于 90%（附表 1）。锆石年龄介于 2 831~904 Ma，主要分布于三个区间：900~1 250 Ma（14%），1 350~1 950 Ma（75%）和 2 400~2 850 Ma（10%）。其中，最年轻的 5 颗锆石的年龄介于 904~912 Ma，加权平均值为 908±8 Ma（MSWD=0.10，n=5）。

对枷担桥组样品 22EB02 选取 60 颗锆石的进行了 60 个点位的测试分析，其中 57 个测试点位具有高于 90%的谐和度。而#38、#41 和#43 三个点位谐和度较低，因此不参与投图以及之后的统计。锆石年龄介于 2 550~898 Ma，主要分布于三个区间：900~1 250 Ma（32%），1 350~1 950 Ma（61%）和 2 400~2 850 Ma（5%）。其中，最年轻的 9 颗碎屑锆石年龄介于 898~912 Ma，加权平均值为 905±5 Ma（MSWD=0.52，n=9）。

在碎屑锆石的年龄分布上，两件样品具有相似的峰值，主要年龄峰值为~910 Ma、~1 570 Ma 和~1 730 Ma，以及次要峰值~1 130 Ma、~1 390 Ma、~1 840 Ma、~2 500 Ma 和~2 550 Ma（图 4）。在碎屑锆石形态上，第一类磨圆较差的具清晰棱角的锆石，其年龄基本在 900~1 250 Ma；形成对比的是，第二类磨圆较好的锆石，其年龄则相对较老，介于 1 350~1 950 Ma 和 2 400~2 850 Ma。

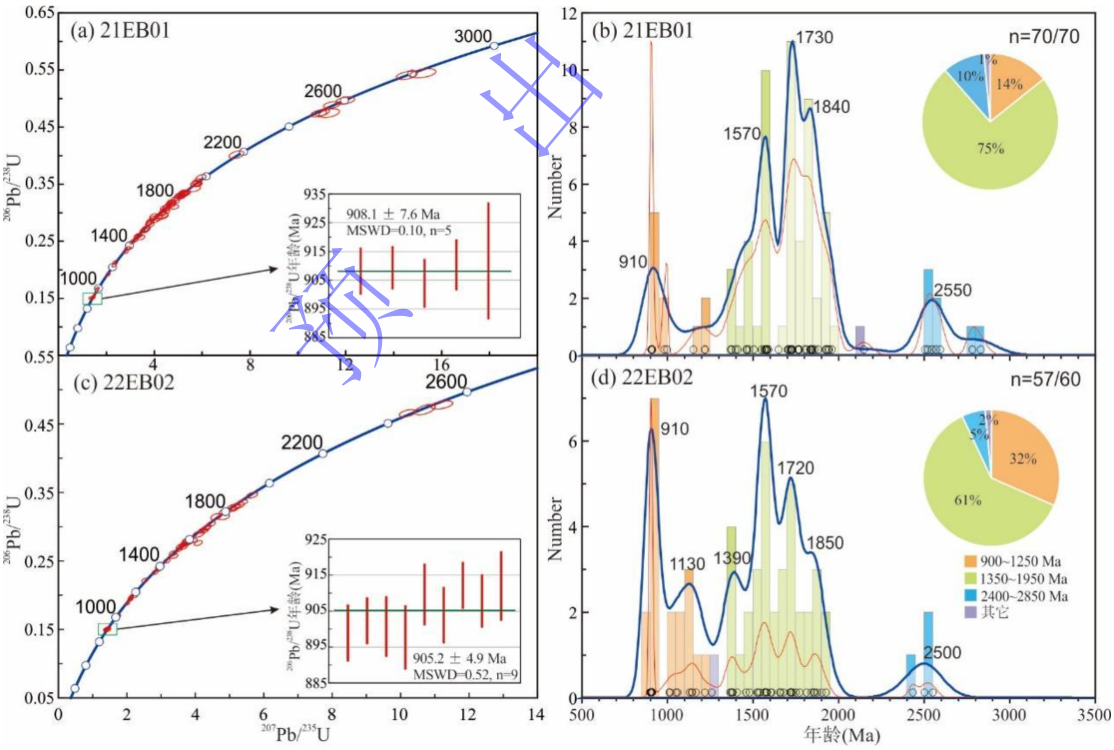

图 4 扬子西缘金口河地区峨边群枷担桥组碎屑锆石 U–Pb 年龄谐和图（a，c）和年龄分布图（b，d）

Fig.4 U-Pb Concordia plots (a, c), relative probability plots, and age histograms (b, d) for detrital zircon from the Jiadanqiao Formation of the Ebian Group in the Jinkouhe area, western Yangtze Block

4 讨论

4.1 沉积时限

峨边群作为四川金口河地区的最老地层单位，早期研究普遍认为其与扬子西缘的登相营群、会理群、苴林群和昆阳群均为中元古代晚期地层。近年来，锆石 U-Pb 定年方法被广泛用于限定前寒武纪地层的年代。前人曾对峨边群火山岩以及侵入其中的岩脉开展了研究工作。例如，崔晓庄等[24]获得了侵入至峨边群枷担桥组辉绿岩脉的 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄为 813.4±8.2 Ma，表明枷担桥组形成时代应该早于~810 Ma。Li *et al.* [26]报道了侵入至峨边群枷担桥组与烂包坪组的花岗岩的 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄为 860±4 Ma；陈风霖等[25]报道了峨边群底部冷竹坪组玄武岩的 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄 1018.7±4.8 Ma，限定了峨边群的底界时代。

本文两件变质细粒岩屑砂岩样品采自峨边群枷担桥组中上部，大多数锆石具有岩浆振荡环带或相对均匀的内部结构，无核边结构且 Th/U 比介于 0.14~2.14，指示其为岩浆成因。获得最年轻一组锆石的 $^{206}Pb/^{238}U$ 年龄的加权平均值分别为 908±8 Ma（MSWD=0.10，n=5；21EB01）和 905±5 Ma（MSWD=0.52，n=9；22EB02），约束了分析样品的最大沉积年龄。结合侵入其中的花岗岩年龄为 860±4 Ma[26]，枷担桥组沉积时限应为 910~860 Ma。

目前，枷担桥组上覆烂包坪组的沉积年龄仍无定论。熊国庆等[27]曾报道烂包坪组凝灰岩的 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄为 779.3±15.7 Ma，但其可靠性有待商榷。一是该年龄数据的分析点较少且分散，二是与侵入至枷担桥组与烂包坪组的花岗岩年龄 860±4 Ma[26]明显冲突。区域上不整合覆盖于峨边群之上的苏雄组底界年龄在~800 Ma[55]，因而烂包坪组的沉积时代应该早于 800 Ma。综上，已有的年代学数据可将峨边群沉积时代大致介于 1 020~800 Ma，指示峨边群的沉积时代相较于登相营群、会理群、苴林群和昆阳群要稍晚。

4.2 物源分析

峨边群枷担桥组两件碎屑岩一共对 130 颗碎屑锆石颗粒进行了分析，共获得 127 个有效的年龄数据。这些年龄可以划分为三个区间，分别为 2 850~2 400 Ma（约 8%），1 950~1 350 Ma（约 68%）和 1 250~900 Ma（约 22%）。下面分别讨论。

1 250~900 Ma：一个主要的年龄峰值~910 Ma 和一个次要的年龄峰值~1 130 Ma，这些碎屑锆石颗粒磨圆较差，具棱角状，指示其未经历长期搬运。如前所述，扬子西缘广泛发育中元古代晚期至新元古代早期岩浆记录，如 Zhang *et al.*[56]报道了盐边地区 918±1.4 Ma 的斜长角闪岩以及永郎地区 1 128±6 Ma 和 1 131±3 Ma 的玄武岩；Hu *et al.*[45]获得石棉地区辉长岩的年龄为 937±8 Ma；Chen *et al.*[43,57]和 Huang *et al.*[44]分别报道了撮科地区 1 140 Ma 和 948~918 Ma 的辉绿岩以及 1183 ±5 Ma 和 1143 ±4 Ma 的二长花岗岩；Chen *et al.*[46]还发现了

苴林地区~1050 Ma 的板内玄武岩。扬子西缘广泛分布的 1 200~900 Ma 的岩浆岩为峨边群枷担桥组年轻的碎屑锆石提供物源。

2 850~2 400 Ma：有 1 个主要的年龄峰值 2 550~2 500 Ma，对应的碎屑锆石颗粒均具有较好的磨圆，多有搬运磨蚀痕迹，暗示其经历了较长距离的搬运或者沉积再循环。最近的研究表明扬子北缘的陡岭和鱼洞子杂岩中广泛发育有新太古代至早古元古代（2.82~2.45 Ga）的 TTG 片麻岩和花岗岩[37,58-60]，暗示了其可能为 2 850~2 400 Ma 区间内的碎屑锆石的来源。

1 950~1 350 Ga：该年龄区间的碎屑锆石占据了主导地位，有 2 个主要的年龄峰值~1 570 Ma、~1 730 Ma 和 2 个次要的年龄峰值~1 390 Ma、~1 840 Ma。古元古代晚期的岩浆事件在扬子西缘广泛发育，例如最近撮科杂岩中也发现古元古代晚期的花岗质岩石（1.94~1.84 Ga）[36,61]。特别是稍后的 1.75~1.50 Ga 期间发生了强烈的裂谷相关岩浆事件，以镁铁质岩脉和凝灰岩为主，还有少量花岗岩[20,39-42]，这些岩浆岩可能是~1 570 Ma、~1 730 Ma 锆石颗粒的来源。此外，任光明等[50]报道了通安地区菜子园蛇绿混杂岩中 1 375±7 Ma 的桃树湾辉长岩。因此，扬子西缘广泛分布的岩浆岩可能为枷担桥组沉积岩提供了丰富的碎屑物质，其中主体来自南侧的古—中元古代岩浆岩。

4.3 大地构造意义

最新研究表明，扬子陆块内的中元古代菜子园蛇绿混杂岩和庙湾蛇绿岩套可能代表了一条残余缝合线[50]。沿着菜子园—庙湾蛇绿岩带的区域很可能曾经存在一个洋盆，导致扬子陆块划分为南、北两个微陆块[50,62-63]。这一可能性也得到了以下证据的支持。一方面，太古代至古元古代的岩石记录主要集中在南侧微陆块，如撮科杂岩[36]和 Phan Si Pan 杂岩[35]，以及中元古代早期地层大红山群、河口群和东川群[17,38,64]，这些地层中还包含大量 Fe–Cu 矿床，如迤纳厂、大红山和拉拉铜矿[65]，而在北侧微陆块中却没有对应地质记录的发现。另一方面，传统认为昆阳群和会理群是可对比的地层序列[19]，但最新的研究揭示了它们在沉积序列、沉积时代和沉积物源等方面存在明显不同[8,22]，表明它们具有不同的构造背景。

区域上，扬子西缘北侧的登相营群和会理群下部与南侧的苴林群和昆阳群下部具有明显不同的碎屑锆石峰值年龄（图 5）。例如，登相营群下部（深沟组和松林坪组）与会理群下部（力马河组）的碎屑锆石的主要峰值区间为 1 750~1 950 Ma（图 5e，f），而南侧的苴林群下部（陆古模组和普登组）与昆阳群下部（黑山头组和黄草岭组）的碎屑锆石主要峰值则分别为 1 100~1 300 Ma（图 5g）和 1 100~1 300Ma 与 1 500~1 700 Ma（图 5h）。这种明显区别暗示可能存在沉积环境和沉积物源的差异。此外，扬子陆块南北侧的岩浆作用也存在一定程度的差异，我们最近在北侧的会理—会东一带发现了中元古代末期的弧盆系统

的基性侵入岩[71]，而南侧在同时期的基性岩则具有板内的特征，形成于陆内裂谷环境[46]。综合已有的岩浆—沉积记录，扬子西缘的南北侧微陆块在新元古代之前可能尚未拼合形成统一的陆块。新元古代早期，北侧的峨边群枷担桥组、登相营群和会理群上部，南侧的苴林群和昆阳群上部的碎屑锆石年龄分布趋于一致，具有相似的 1 500~1 600 Ma 以及 1 700~1 900 Ma 的年龄峰值（图 5b~d），表明这些地层在新元古代早期具有相似的物源，暗示此时菜子园蛇绿混杂岩带南北两侧的微陆块可能已经完成拼合。

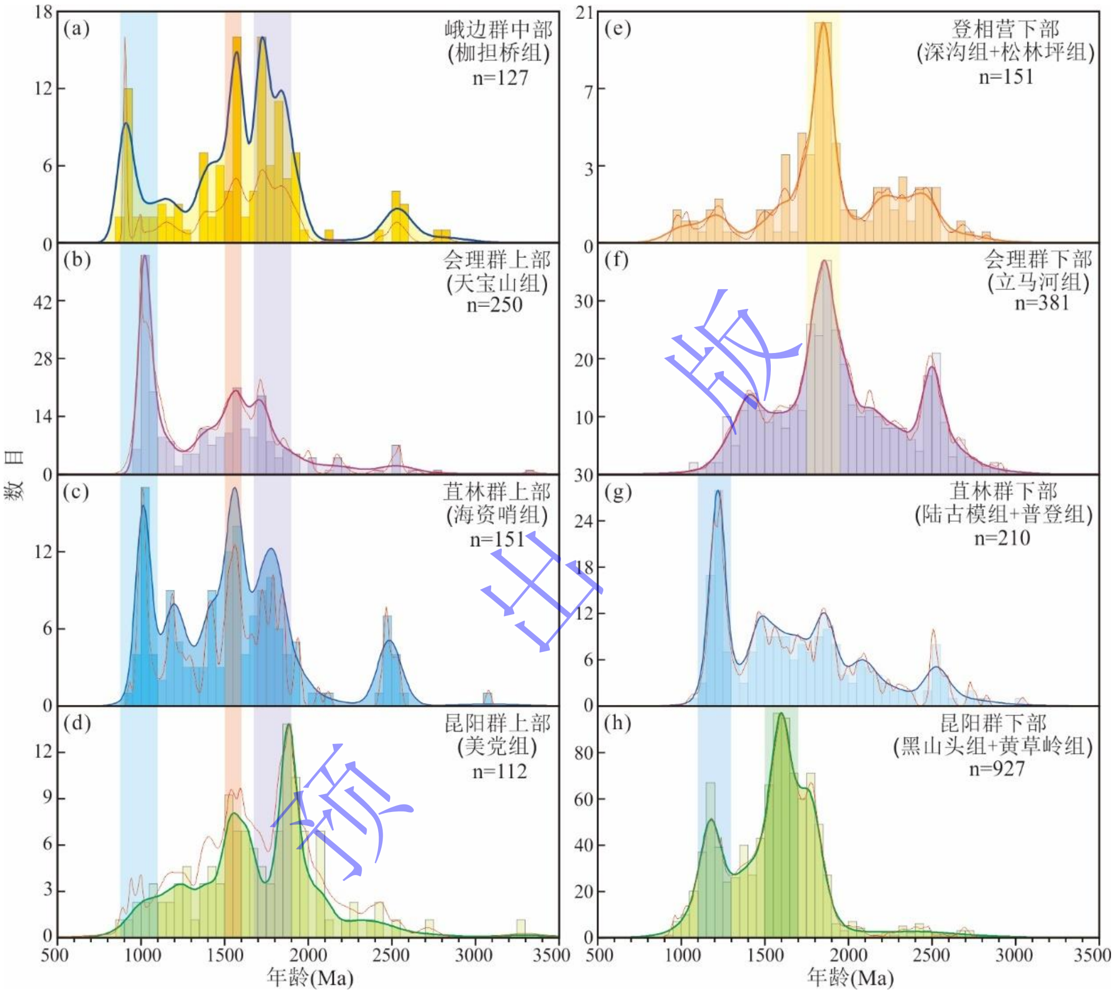

图 5 扬子西缘峨边群、登相营群、会理群、苴林群和昆阳群碎屑锆石年龄分布图

数据来源：（a）本文数据；（b）登相营群下部（深沟组和松林坪组）[66-67]；（c）会理群上部（天宝山组）[22,68]；（d）会理群下部（力马河组）[22,67-68]；（e）苴林群上部（海资哨组）[68]；（f）苴林群下部（陆古模组和普登组）[68]；（g）昆阳群上部（美党组）[21,23]；（h）昆阳群下部（黑山头组和黄草岭组）[20-21,23,69-70]

Fig.5 Age histograms of detrital zircons from the Ebian, Dengxiangying, Huili, Julin, and Kunyang groups in the western Yangtze Block

data: (a) in this study; (b) for the lower part of Dengxiangying Group (Shengou and Songlinping Formation) from references [66-67]; (c) for the upper part of Huili Group (Tianbaoshan Formation) from references [22,68]; (d) for the lower part of Huili Group (Limahe Formation) from references [22,67-68]; (e) for the upper part of Julin Group (Haizishao Formation) from reference [68]; (f) for the lower part of Julin Group (Lugumo and Pudeng Formations) from references [68]; (g) for the upper part of Kunyang Group (Meidang Formation) from reference [21,23]; and (h) for the lower part of Kunyang Group (Heishantou and Huangcaoling Formations) from references [20-21,23,69-70]

研究表明，碎屑锆石在约束大地构造环境方面具有重要的意义[72]。由于汇聚型板块边

缘以发育剧烈的岩浆活动为特征，在汇聚边缘相关的盆地（如弧前盆地）中，具有与沉积年龄接近的碎屑锆石的比例较高（通常大于 50%），并具有接近沉积年龄的单峰碎屑锆石谱系，弧后盆地则具有不同程度来自相邻板块的较老碎屑物质输入。相较而言，碰撞背景下形成的盆地（如前陆盆地）不仅包括接近沉积年代的锆石，反映了来自同碰撞和汇聚板块岩浆活动的输入，同时也包含相当比例的年龄较老的锆石。而伸展环境相关的盆地（如裂谷盆地和被动陆缘）通常缺乏同沉积岩浆活动相关的成分，主要由来自较老物源的输入组成，年龄较老的锆石所占比例更大（图 6）。枷担桥组碎屑锆石年龄主要分布于 1.95~1.35 Ga（约 68%）和 1.25~0.90 Ga（约 22%），并具有~1 730 Ma、~1 570 Ma 和~910 Ma 三个主要年龄峰值，既有与沉积年龄接近的物源，表明同沉积岩浆活动的输入；还有相当比例年龄较老的碎屑锆石，表明来自相邻板块较老物源的加入。如果将 900 Ma 作为枷担桥组碎屑岩样品的沉积年龄，最年轻的 5%碎屑锆石颗粒的结晶年龄与沉积年龄之间的年龄差异（CA-DA）对于两组样品小于 150 Ma，最年轻的 30%碎屑锆石颗粒的 CA-DA 对于两组样品大于 500 Ma，表明其构造环境可能与碰撞的背景相关（图 6）。

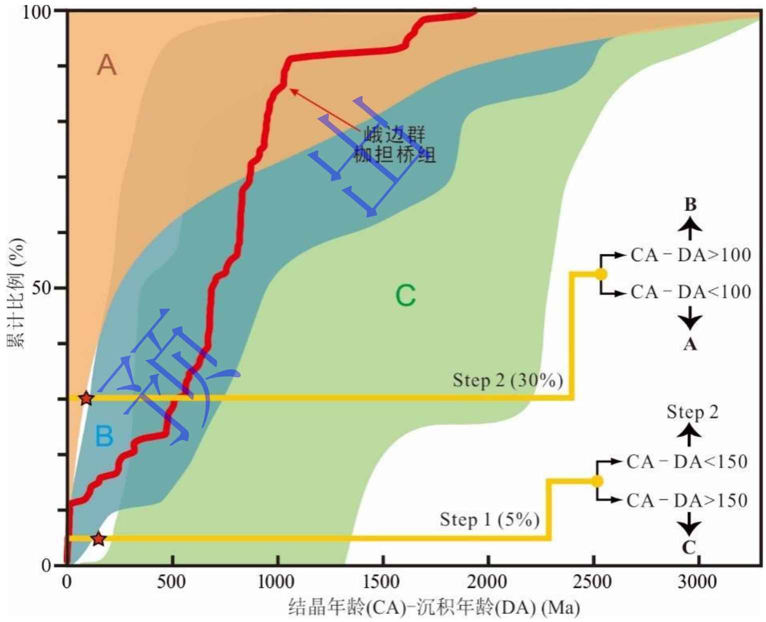

图 6 峨边群枷担桥组样品（21EB01 和 22EB02）中碎屑锆石颗粒的结晶年龄（CA）与岩石的沉积年龄（DA）之间差异的累积分布曲线图（据文献[72]修改）

红色（A）、蓝色（B）和绿色（C）区域分别表示汇聚、碰撞和伸展相关的盆地

Fig.6 Cumulative distribution curves of differences between the crystallization ages (CA) of detrital zircon grains and the depositional ages (DA) of their host rocks from samples (21EB01 and 22EB02) of the Jiadanqiao Formation within the Ebian Group

Red (A), blue (B), and green (C) fields refer to convergent, collisional, and extensional basins, respectively.

新元古代早期，扬子西缘北部已发现与岛弧相关的岩浆作用记录。例如，石棉地区石棉蛇绿岩中发现的 937 Ma 的辉长岩具有的钙碱性玄武岩的地球化学特征，可能形成于岛弧

相关的环境[45]；盐边地区 917 Ma 的斜长角闪岩具有拉斑玄武岩特征，可能起源于受俯冲相关流体交代的岩石圈地幔源，形成于俯冲背景[56]。侵入到枷担桥组中 860 Ma 的高钾钙碱性、富铝的 S 型花岗岩，形成于碰撞相关的构造环境[26]。综合峨边群枷担桥组碎屑锆石以及区域上岩浆岩的证据，新元古代早期区域上应该发生了南侧的洋向北侧俯冲（现今方位），推测峨边群枷担桥组可能形成于扬子陆块南部和北部拼合的碰撞背景。在最新有关 Rodinia 超大陆汇聚的运动学模型中，Rodinia 超大陆的最终汇聚时间可能在~0.9 Ga[73]。换句话说，扬子陆块的拼合可能与 Rodinia 超大陆的汇聚过程相关。

5 结论

（1）锆石 LA-ICP-MS U-Pb 定年结果表明，峨边群枷担桥组两组变质细粒岩屑砂岩的最大沉积年龄为 908.1±7.6 Ma（MSWD=0.10，n=5）和 905.2±4.9 Ma（MSWD=0.52，n=9），结合已有研究成果，枷担桥组的沉积时限为~910 Ma 至~860 Ma。

（2）碎屑锆石年龄分布于 1 950~900Ma，主要相对概率峰值为 ~910 Ma、~1 570 Ma 和~1 730 Ma，以及次要峰值为~1 130 Ma、~1 390 Ma、~1 840 Ma、~2 500 Ma 和~2 550 Ma。物源主要来自扬子西缘的岩浆岩，主体方向为南侧。

（3）扬子西缘南部和北部在前新元古代具有明显不同的物源组成，而新元古代早期则具有相似的沉积物源，暗示扬子西缘南北微陆块可能在新元古代早期完成了最终的拼合。综合已有资料，枷担桥组可能形成于南北微陆块拼合的背景下，与 Rodinia 超大陆的全球性汇聚相关。

参考文献（References）

[1] Wang J, Li Z X. History of Neoproterozoic rift basins in South China: Implications for Rodinia break-up[J]. Precambrian Research, 2003, 122(1/2/3/4): 141-158.

[2] Li Z X, Bogdanova S V, Collins A S, et al. Assembly, configuration, and break-up history of Rodinia: A synthesis[J]. Precambrian Research, 2008, 160(1/2): 179-210.

[3] 李献华，李武显，何斌. 华南陆块的形成与 Rodinia 超大陆聚合—裂解：观察、解释与检验[J]. 矿物岩石地球化学通报，2012，31（6）：543-559. [Li Xianhua, Li Wuxian, He Bin. Building of the South China Block and its relevance to assembly and breakup of Rodinia supercontinent: Observations, interpretations and tests[J]. Bulletin of Mineralogy, Petrology and Geochemistry, 2012, 31(6): 543-559.]

[4] 王孝磊，周金城，陈昕，等. 江南造山带的形成与演化[J]. 矿物岩石地球化学通报，2017，36（5）：714-735. [Wang Xiaolei, Zhou Jincheng, Chen Xin, et al. Formation and evolution of the Jiangnan orogen[J]. Bulletin of Mineralogy, Petrology and Geochemistry, 2017, 36(5): 714-735.]

[5] Cawood P A, Zhao G C, Yao J L, et al. Reconstructing South China in Phanerozoic and Precambrian supercontinents[J]. Earth-Science Reviews, 2018, 186: 173-194.

[6] Cawood P A, Wang W, Zhao T Y, et al. Deconstructing South China and consequences for reconstructing Nuna and Rodinia[J]. Earth-Science Reviews, 2020, 204: 103169.

[7] 王伟，卢桂梅，黄思访，等. 扬子陆块古—中元古代地质演化与 Columbia 超大陆重建[J]. 矿物岩石地球化学通报，2019，38（1）：30-52. [Wang Wei, Lu Guimei, Huang Sifang, et al. Geological evolution of the Yangtze block in Paleo-to Meso-Proterozoic and its implication on the reconstruction of the Columbia supercontinent[J]. Bulletin of Mineralogy, Petrology and Geochemistry, 2019, 38(1): 30-52.]

[8] Liu H C, Zi J W, Cawood P A, et al. Reconstructing South China in the Mesoproterozoic and its role in the Nuna and Rodinia supercontinents[J]. Precambrian Research, 2020, 337: 105558.

[9] 熊定一，王孝磊，邢光福. 从超大陆旋回看前寒武纪伟晶岩型锂矿的形成[J]. 华东地质，2023，44（1）：1-12. [Xiong Dingyi, Wang Xiaolei, Xing Guangfu. A supercontinental cycles perspective for the Formation of Precambrian pegmatitic lithium deposits[J]. East China Geology, 2023, 44(1): 1-12.]

[10] Li Z X, Li X H, Zhou H W, et al. Grenvillian continental collision in South China: New SHRIMP U-Pb zircon results and implications for the configuration of Rodinia[J]. Geology, 2002, 30(2): 163-166.

[11] Yin C Q, Lin S F, Davis D W, et al. Tectonic evolution of the southeastern margin of the Yangtze Block: Constraints from SHRIMP U-Pb and LA-ICP-MS Hf isotopic studies of zircon from the eastern Jiangnan Orogenic Belt and implications for the tectonic interpretation of South China[J]. Precambrian Research, 2013, 236: 145-156.

[12] Lin S F, Xing G F, Davis D W, et al. Appalachian-style multi-terrane Wilson cycle model for the assembly of South China[J]. Geology, 2018, 46(6): 319-322.

[13] Xia Y, Xu X S, Niu Y L, et al. Neoproterozoic amalgamation between Yangtze and Cathaysia blocks: The magmatism in various tectonic settings and continent-arc-continent collision[J]. Precambrian Research, 2018, 309: 56-87.

[14] Yao J L, Cawood P A, Shu L S, et al. Jiangnan Orogen, South China: A ~970-820 Ma Rodinia margin accretionary belt[J]. Earth-Science Reviews, 2019, 196: 102872.

[15] Wang L J, Zhang K X, Lin S F, et al. Origin and age of the Shenshan tectonic melange in the Jiangshan-Shaoxing-Pingxiang Fault and Late Early Paleozoic juxtaposition of the Yangtze Block and the West Cathaysia terrane, South China[J]. GSA Bulletin, 2022, 134(1/2): 113-129.

[16] Wang L J, Lin S F, Xiao W J. Yangtze and Cathaysia blocks of South China: Their separate positions in Gondwana until early Paleozoic juxtaposition[J]. Geology, 2023, 51(8): 723-727.

[17] 李复汉，覃嘉铭，申玉连，等. 康滇地区的前震旦系[M]. 重庆：重庆出版社，1988：1-396. [Li Fuhan, Qin Jiaming, Shen Yulian et al. The Pre-Sinian in the Kangdian area[M]. Chongqing: Chongqing Press, 1988: 1-396.]

[18] 四川省地质矿产局. 四川省区域地质志[M]. 北京：地质出版社，1991：37-38. [Bureau of Geology and Mineral Resources of Sichuan Province. Regional geology of Sichuan province[M]. Beijing: Geological Publishng House, 1988: 37-38.]

[19] 耿元生，旷红伟，柳永清，等. 扬子地块西、北缘中元古代地层的划分与对比[J]. 地质学报，2017，91(10)：2151-2174. [Geng Yuansheng, Kuang Hongwei, Liu Yongqing, et al. Subdivision and correlation of the Mesoproterozoic stratigraphy in the western and northern margins of Yangtze block[J]. Acta Geologica Sinica, 2017, 91(10): 2151-2174.]

[20] 李怀坤，张传林，姚春彦，等. 扬子西缘中元古代沉积地层锆石 U-Pb 年龄及 Hf 同位素组成[J]. 中国科学（D 辑）：地球科学，2013，43（8）：1287-1298. [Li Huaikun, Zhang Chuanlin, Yao Chunyan, et al. U-Pb zircon age and Hf isotope compositions of Mesoproterozoic sedimentary strata on the western margin of the Yangtze massif[J]. Science China (Seri. D): Earth Sciences, 2013, 43(8): 1287-1298.]

[21] 纪星星，周诗，陈棋，等. 滇中地区昆阳群物源及构造环境[J]. 中国地质，2016，43（3）：857-878. [Ji Xingxing, Zhou Shi, Chen Qi, et al. Provenance and tectonic setting of the Kunyang Group in central Yunnan province[J]. Geology in China, 2016, 43(3): 857-878.]

[22] Cui X Z, Lin S F, Wang J, et al. Latest Mesoproterozoic provenance shift in the southwestern Yangtze Block, South China: Insights into tectonic evolution in the context of the supercontinent cycle[J]. Gondwana Research, 2021, 99: 131-148.

[23] Sun L, Wang W, Lu G M, et al. Neoproterozoic geodynamics of South China and implications on the Rodinia configuration: The Kunyang Group revisited[J]. Precambrian Research, 2021, 363: 106338.

[24] 崔晓庄，江新胜，王剑，等. 川西峨边地区金口河辉绿岩脉 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄及其对 Rodinia 裂解的启示[J]. 地质通

报，2012，31（7）：1131-1141. [Cui Xiaozhuang, Jiang Xinsheng, Wang Jian, et al. Zircon SHRIMP U-Pb age of Jinkouhe diabase dykes in Ebian area of western Sichuan province and its implications for the breakup of Rodinia[J]. Geological Bulletin of China, 2012, 31(7): 1131-1141.]

[25] 陈风霖，谢渊，崔晓庄，等. 扬子西缘峨边群玄武岩年代学、地球化学特征及构造意义[J]. 矿物岩石，2018，38（3）：76-86. [Chen Fenglin, Xie Yuan, Cui Xiaozhuang, et al. Geochronology, geochemistry and tectonic implications of basalts from the Ebian Group in the western Yangtze block, South China[J]. Journal of Mineralogy and Petrology, 2018, 38(3): 76-86.]

[26] Li K Z, Wang J, Cui X Z, et al. Early Neoproterozoic syncollisional S-type granites from the western Yangtze Block, South China: Implications for final closure of the back-arc Basin[J]. Episodes, 2019, 42(2): 119-133.

[27] 熊国庆，江新胜，崔晓庄，等. 扬子西缘元古宙峨边群烂包坪组地层归属及其锆石 SHRIMP U-Pb 年代学证据[J]. 地学前缘，2013，20（4）：350-360. [Xiong Guoqing, Jiang Xinsheng, Cui Xiaozhuang, et al. Strata location of the Lanbaoping Formation of the Proterozoic E'bian Group in the western Yangtze Block and its chronological evidence of zircon SHRIMP U-Pb age[J]. Earth Science Frontiers, 2013, 20(4): 350-360.]

[28] 赵红格，刘池洋. 物源分析方法及研究进展[J]. 沉积学报，2003，21（3）：409-415. [Zhao Hongge, Liu Chiyang. Approaches and prospects of provenance analysis[J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2003, 21(3): 409-415.]

[29] Zimmermann U, Spalletti L A. Provenance of the Lower Paleozoic Balcarce Formation (Tandilia System, Buenos Aires province, Argentina): Implications for paleogeographic reconstructions of SW Gondwana[J]. Sedimentary Geology, 2009, 219(1/2/3/4): 7-23.

[30] 邓奇，崔晓庄，汪正江，等. 扬子陆块北缘构造演化新认识：来自原花山群年代学和地球化学的制约[J]. 沉积与特提斯地质，2023，43（1）：212-225. [Deng Qi, Cui Xiaozhuang, Wang Zhengjiang, et al. New understanding of the tectonic evolution of the northern margin of Yangtze Block: Constraints from the geochronology and geochemistry of the Huashan Group[J]. Sedimentary Geology and Tethyan Geology, 2023, 43(1): 212-225.]

[31] 宁括步，邓奇，崔晓庄，等. 扬子陆块北缘大洪山地区莲沱组底部凝灰岩锆石 U-Pb 定年及其地层学意义[J]. 地质通报，2024，43（2/3）：363-375. [Ning Kuobu, Deng Qi, Cui Xiaozhuang, et al. Zircon U-Pb age and stratigraphic significance of the tuff from the lowermost Liantuo Formation in the Dahongshan area of the northern Yangtze Block[J]. Geological Bulletin of China, 2024, 43(2/3): 363-375.]

[32] Li Z X, Wartho J A, Occhipinti S, et al. Early history of the eastern Sibao Orogen (South China) during the assembly of Rodinia: New mica $^{40}Ar/^{39}Ar$ dating and SHRIMP U-Pb detrital zircon provenance constraints[J]. Precambrian Research, 2007, 159(1/2): 79-94.

[33] Wang K, Dong S W, Yao W H, et al. Nature and evolution of pre-Neoproterozoic continental crust in South China: A review and tectonic implications[J]. Acta Geologica Sinica (English Edition), 2020, 94(6): 1731-1756.

[34] Wang K, Li Z X, Dong S W, et al. Early crustal evolution of the Yangtze Craton, South China: New constraints from zircon U-Pb-Hf isotopes and geochemistry of ca. 2.9-2.6 Ga granitic rocks in the Zhongxiang Complex[J]. Precambrian Research, 2018, 314: 325-352.

[35] Zhao T Y, Cawood P A, Wang K, et al. Neoarchean and Paleoproterozoic K-rich granites in the Phan Si Pan Complex, north Vietnam: Constraints on the early crustal evolution of the Yangtze Block[J]. Precambrian Research, 2019, 332: 105395.

[36] Cui X Z, Wang J, Wang X C, et al. Early crustal evolution of the Yangtze Block: Constraints from zircon U-Pb-Hf isotope systematics of 3.1-1.9 Ga granitoids in the Cuoke Complex, SW China[J]. Precambrian Research, 2021, 357: 106155.

[37] Hui B, Dong Y P, Cheng C, et al. Zircon U-Pb chronology, Hf isotope analysis and whole-rock geochemistry for the Neoarchean-Paleoproterozoic Yudongzi complex, northwestern margin of the Yangtze craton, China[J]. Precambrian Research, 2017, 301: 65-85.

[38] 吴懋德，段锦荪，宋学良，等. 云南昆阳群地质[M]. 昆明：云南科技出版社，1990：1-265. [Wu Maode, Duan Jinsun, Song Xueliang, et al. Geology of Kunyang group in Yunnan[M]. Kunming: Yunnan Science and Technology Press, 1990: 1-265.]

[39] 孙志明，尹福光，关俊雷，等. 云南东川地区昆阳群黑山组凝灰岩锆石 SHRIMPU-Pb 年龄及其地层学意义[J]. 地质通报，2009，28（7）：896-900. [Sun Zhiming, Yin Fugaung, Guan Junlei, et al. SHRIMP U-Pb dating and its stratigraphic significance of tuff zircons from Heishan Formation of Kunyang Group, Dongchuan area, Yunnan province, China[J]. Geological Bulletin of

China, 2009, 28(7): 896-900.]

[40] Zhao X F, Zhou M F, Li J W, et al. Late Paleoproterozoic to early Mesoproterozoic Dongchuan group in Yunnan, SW China: Implications for tectonic evolution of the Yangtze block[J]. Precambrian Research, 2010, 182(1/2): 57-69.

[41] Chen W T, Zhou M F, Zhao X F. Late Paleoproterozoic sedimentary and mafic rocks in the Hekou area, SW China: Implication for the reconstruction of the Yangtze Block in Columbia[J]. Precambrian Research, 2013, 231: 61-77.

[42] Fan H P, Zhu W G, Li Z X, et al. Ca. 1.5 Ga mafic magmatism in South China during the break-up of the supercontinent Nuna/Columbia: The Zhuqing Fe-Ti-V oxide ore-bearing mafic intrusions in western Yangtze Block[J]. Lithos, 2013, 168-169: 85-98.

[43] Chen F L, Cui X Z, Lin S F, et al. The 1.14 Ga mafic intrusions in the SW Yangtze Block, South China: Records of Late Mesoproterozoic intraplate magmatism[J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2021, 205: 104603.

[44] Huang M D, Cui X Z, Lin S F, et al. The ca. 1.18-1.14 Ga A-type granites in the southwestern Yangtze Block, South China: New evidence for Late Mesoproterozoic continental rifting[J]. Precambrian Research, 2021, 363: 106358.

[45] Hu P Y, Zhai Q G, Wang J, et al. The Shimian ophiolite in the western Yangtze Block, SW China: Zircon SHRIMP U-Pb ages, geochemical and Hf-O isotopic characteristics, and tectonic implications[J]. Precambrian Research, 2017, 298: 107-122.

[46] Chen W T, Sun W H, Wang W, et al. ‘‘Grenvillian” intra-plate mafic magmatism in the southwestern Yangtze Block, SW China[J]. Precambrian Research, 2014, 242: 138-153.

[47] Zhu W G, Zhong H, Li Z X, et al. SIMS zircon U-Pb ages, geochemistry and Nd-Hf isotopes of ca. 1.0 Ga mafic dykes and volcanic rocks in the Huili area, SW China: Origin and tectonic significance[J]. Precambrian Research, 2016, 273: 67-89.

[48] Wang Y J, Zhu W G, Huang H Q, et al. Ca. 1.04 Ga hot Grenville granites in the western Yangtze Block, southwest China[J]. Precambrian Research, 2019, 328: 217-234.

[49] Zhu Y, Lai S C, Qin J F, et al. Petrogenesis and geochemical diversity of Late Mesoproterozoic S-type granites in the western Yangtze Block, South China: Co-entrainment of peritectic selective phases and accessory minerals[J]. Lithos, 2020, 352-353: 105326.

[50] 任光明，庞维华，潘桂棠，等. 扬子陆块西缘中元古代菜子园蛇绿混杂岩的厘定及其地质意义[J]. 地质通报，2017，36（11）：2061-2075. [Ren Guangming, Pang Weihua, Pan Guitang, et al. Ascertainment of the Mesoproterozic Caiziyuan ophiolitic mélange on the western margin of the Yangtze Block and its geological significance[J]. Geological Bulletin of China, 2017, 36(11): 2061-2075.]

[51] Hu Z C, Liu Y S, Gao S, et al. A “wire” signal smoothing device for laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry analysis[J]. Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy, 2012, 78: 50-57.

[52] Liu Y S, Gao S, Hu Z C, et al. Continental and oceanic crust recycling-induced melt-peridotite interactions in the Trans-North China Orogen: U-Pb dating, Hf isotopes and trace elements in zircons from mantle xenoliths[J]. Journal of Petrology, 2010, 51(1/2): 537-571.

[53] Ludwig K R. User's manual for ISOPLOT 3.00: A geochronological toolkit for Microsoft excel[R]. Berkeley: Berkeley Geochronology Center, 2003: 39.

[54] Vermeesch P. On the visualisation of detrital age distributions[J]. Chemical Geology, 2012, 312-313: 190-194.

[55] Li X H, Li Z X, Zhou H W, et al. U-Pb zircon geochronology, geochemistry and Nd isotopic study of Neoproterozoic bimodal volcanic rocks in the Kangdian Rift of South China: Implications for the initial rifting of Rodinia[J]. Precambrian Research, 2002, 113(1/2): 135-154.

[56] Zhang J B, Ding X Z, Liu Y X, et al. The ca. 1.13-0.92 Ga magmatism in the western Yangtze Block, South China: Implications for tectonic evolution and paleogeographic reconstruction[J]. Precambrian Research, 2023, 386: 106961.

[57] Chen F L, Cui X Z, Lin S F, et al. The earliest Neoproterozoic Nb-enriched mafic magmatism indicates subduction tectonics in the southwestern Yangtze Block, South China[J]. Precambrian Research, 2023, 384: 106938.

[58] Hu J, Liu X C, Chen L Y, et al. A ~2.5 Ga magmatic event at the northern margin of the Yangtze craton: Evidence from U-Pb dating and Hf isotope analysis of zircons from the Douling Complex in the South Qinling orogen[J]. Chinese Science Bulletin,

2013, 58(28/29): 3564-3579.

[59] Wu Y B, Zhou G Y, Gao S, et al. Petrogenesis of Neoarchean TTG rocks in the Yangtze Craton and its implication for the Formation of Archean TTGs[J]. Precambrian Research, 2014, 254: 73-86.

[60] Chen Q, Sun M, Zhao G C, et al. Episodic crustal growth and reworking of the Yudongzi terrane, South China: Constraints from the Archean TTGs and potassic granites and Paleoproterozoic amphibolites[J]. Lithos, 2019, 326-327: 1-18.

[61] Huang M D, Cui X Z, Ren G M, et al. Late Paleoproterozoic collision-related granitic magmatism in the Cuoke Complex, SW China: New evidence for the early evolution of the Yangtze Block[J]. Precambrian Research, 2023, 398: 107199.

[62] Cui X Z, Ren G M, Pang W H, et al. Detrital zircon provenance of metasedimentary rocks in the Proterozoic Caiziyuan-Tongan accretionary complex: Constraints on crustal and tectonic evolution of the Yangtze Block, South China[J]. Geological Journal, 2022, 57(5): 2094-2109.

[63] 邓奇，任光明，宁括步，等. 扬子陆块西南缘河口群沉积时限和构造属性的再厘定：兼论中元古代洋板块地层[J]. 地质学报，2023，97（2）：325-338. [Deng Qi, Ren Guangming, Ning Kuobu, et al. Re-definition of depositional age and tectonic attribute for the Hekou Group from southwestern Yangtze block: A discussion on the Mesoproterozoic ocean plate stratigraphy[J]. Acta Geologica Sinica, 2023, 97(2): 325-338.]

[64] Wang W, Zhou M F, Zhao X F, et al. Late Paleoproterozoic to Mesoproterozoic rift successions in SW China: Implication for the Yangtze Block-North Australia-Northwest Laurentia connection in the Columbia supercontinent[J]. Sedimentary Geology, 2014, 309: 33-47.

[65] Zhou M F, Zhao X F, Chen W T, et al. Proterozoic Fe-Cu metallogeny and supercontinental cycles of the southwestern Yangtze Block, southern China and northern Vietnam[J]. Earth-Science Reviews, 2014, 139: 59-82.

[66] 刘瓔，胡浩，易凯，等. 扬子地块西缘中元古界登相营群年代学及地质意义[J]. 地质学报，2023，97（8）：2476-2494. [Liu Ying, Hu Hao, Yi Kai, et al. Geochronology and tectonic significance of the Mesoproterozoic Dengxiangying Group in the western Yangtze Block[J]. Acta Geologica Sinica, 2023, 97(8): 2476-2494.]

[67] 季雷. 扬子西缘凉山地区中下元古界碎屑锆石年代学及构造意义研究[D]. 北京：中国地质大学（北京），2015：1-86. [Ji Lei. Detrital zircon U-Pb geochronology and tectonic implication of the Paleo- to Mesoproterzoic strata in the Liangshan district, western Yantgze Block, South China[D]. Beijing: China University of Geosciences (Beijing), 2015: 1-86.]

[68] Sun L, Wang W, Pandit M K, et al. Geochemical and detrital zircon age constraints on Meso- to Neoproterozoic sedimentary basins in the southern Yangtze Block: Implications on Proterozoic geodynamics of South China and Rodinia configuration[J]. Precambrian Research, 2022, 378: 106779.

[69] Sun W H, Zhou M F, Gao J F, et al. Detrital zircon U-Pb geochronological and Lu-Hf isotopic constraints on the Precambrian magmatic and crustal evolution of the western Yangtze Block, SW China[J]. Precambrian Research, 2009, 172(1/2): 99-126.

[70] 刘星宇. 滇中昆阳群锆石 U-Pb 年代学研究及其大地构造意义[D]. 成都理工大学，2021：1-79. [Liu Xingyu. Zircon U-Pb geochronology of the Kunyang Group in central Yunnan and its geotectonic significance[D]. Chengdu: Chengdu University of Technology, 2021: 1-79.]

[71] Chen F L, Wang J, Cui X Z, et al. A latest Mesoproterozoic arc–back-arc system in the southwestern Yangtze Block, South China: Implications for paleogeographic configuration of the Rodinia supercontinent[J]. Precambrian Research, 2024, 409: 107432.

[72] Cawood P A, Hawkesworth C J, Dhuime B. Detrital zircon record and tectonic setting[J]. Geology, 2012, 40(10): 875-878.

[73] Evans D A D. Meso-Neoproterozoic Rodinia supercycle[M]//Pesonen L J, Salminen J, Elming S Å, et al. Ancient supercontinents and the paleogeography of earth. Amsterdam: Elsevier, 2021: 549-576.

Detrital Zircon U-Pb Geochronology Characteristics and Geological Significance of the Ebian Group in the Western Yangtze Block

CHEN FengLin[1], WANG Jian[2,3], CUI XiaoZhuang[4], SHEN LiJun[2,3], LI KuiZhou[1], PANG WeiHua[4], REN Fei[4]

1. College of Earth Sciences, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China

2. State Key Laboratory of Oil and Gas Reservoir Geology and Exploitation, Southwest Petroleum University, Chengdu 610500, China

3. Qiangtang Institute of Sedimentary Basin, Southwest Petroleum University, Chengdu 610500, China

4. Chengdu Center, China Geological Survey (Geosciences Innovation Center of Southwest China), Chengdu 611230, China

Abstract: [Objectives] The Ebian Group in the western Yangtze Block has traditionally been regarded as a representative lithostratigraphic unit of the Late Mesoproterozoic in South China. The sedimentation age and provenance characteristics of the Ebian Group can provide important constraints for reconstructing the Meso-Neoproterozoic tectonic evolution of the Yangtze Block under the background of the assembly of the global Rodinia supercontinent. **[Methods]** In this study, petrological and detrital zircon U-Pb geochronological analyses were conducted on metasedimentary rocks of the Ebian Group. **[Results]** The detrital zircon ages of two metamorphic fine-grained litharenite sandstones from the Jiadanqiao Formation of the Ebian Group range from 1 950 to 900 Ma. The main relative probability peaks are ca. 910, 1 570, and 1 730 Ma, with secondary peaks at ca. 1 130, 1 390, 1 840, and 2 500 Ma. The maximum depositional ages are 908±8 Ma (MSWD=0.10, n=5) and 905±5 Ma (MSWD=0.52, n=9), respectively. **[Conclusion]** Combined with regional geological data, the depositional age of the Jiadanqiao Formation of the Ebian Group is constrained as 910–860 Ma. The sediment source was magmatic rocks in the western Yangtze Block, with a predominant direction towards the south. Thus, formation likely occurred during the early Neoproterozoic micro-block assembly and can be associated with the global assembly of the Rodinia supercontinent.

Keywords: Meso-Neoproterozoic; Ebian Group; detrital zircon; provenance analysis; tectonic setting