

四川攀西地区层状基性-超基性岩体 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄及其地质意义

李华芹¹, 王登红², 任海涛³, 王晓地¹, 贾小辉¹, 杨文强¹, 王磊¹
LI Huaqin¹, WANG Denghong², REN Haitao³, WANG Xiaodi¹, JIA Xiaohui¹,
YANG Wenqiang¹, WANG Lei¹

1. 中国地质调查局武汉地质调查中心, 湖北 武汉 430205;

2. 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037;

3. 四川省地质矿产勘查开发局一〇六地质队, 四川 成都 611130

1. *Wuhan Center of Geological Survey, CGS, Wuhan 430205, Hubei, China;*

2. *Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China;*

3. *No.106 Geological Party, Sichuan Bureau of Geology and Mineral Resources Exploration, Chengdu 611130, Sichuan, China*

摘要:应用 SHRIMP 锆石 U-Pb 测年, 对攀西地区白马和太和含矿层状基性-超基性岩体的年龄进行研究, 获得白马层状辉长岩体锆石 U-Pb 年龄为 $258 \pm 2\text{Ma}$ (95% 可信度), 太和层状辉长岩体锆石 U-Pb 年龄为 $262 \pm 2\text{Ma}$ (95% 可信度)。结果表明, 攀西地区的白马和太和含矿层状辉长岩体均形成于二叠纪晚期。该年龄信息显示了从层状辉长岩体的侵入到峨眉山玄武岩的喷发高峰期 (250Ma) 仅距 5~10Ma, 二者应属于同期不同阶段岩浆活动的产物。鉴于空间上层状辉长岩体与峨眉山玄武岩密切相关, 基性-超基性岩体和玄武岩的形成均与晚古生代末期峨眉地幔柱活动有关。

关键词:攀西地区; 峨眉地幔柱; 基性-超基性岩体; SHRIMP 锆石 U-Pb 定年; 白马和太和层状侵入体

中图分类号: P588.12; P597+.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-2552(2017)05-0691-07

Li H Q, Wang D H, Ren H T, Wang X D, Jia X H, Yang W Q, Wang L. Zircon SHRIMP U-Pb age of the layered mafic rock mass in Panxi area, Sichuan Province, and its geological significance. *Geological Bulletin of China*, 2017, 36(5):691-697

Abstract: In this paper, based on the application of SHRIMP zircon U-Pb dating method, the authors studied the age of the ore-containing layered basic-ultrabasic rocks in western Panzhihua area, with the U-Pb ages of zircons from the Baima layered gabbro body being $258 \pm 2\text{Ma}$ (95% confidence) and those of zircons from the Taihe layered gabbro body being $262 \pm 2\text{Ma}$ (95% confidence). These data show that both Baima and Taihe ore-bearing gabbros in western Panzhihua metallogenic belt were formed in Late Permian. The age information also suggests that the time gap between the intrusion of the layered gabbro body and the eruption of the Emeishan basalt (peak at 250Ma) was only about 5~10Ma, and both the intrusive rocks and the basalts should have resulted from magmatic activities at different stages. Considering the spatial relationship between the layered gabbro body and the Emeishan basalt and consulting the above age dating results, it is suggested that both the mafic ultramafic rocks and the basalts were formed at the end of the late Paleozoic period and associated with the Emei mantle plume activity.

Key words: Panxi area; Emei mantle plume; mafic ultramafic rock; SHRIMP zircon U-Pb dating; Baima and Taihe layered intrusive body

收稿日期: 2016-09-18; 修订日期: 2017-02-27

资助项目: 中国地质调查局项目《中国矿产地质与区域成矿规律综合研究(中国矿产地质志)》(编号: 1212011220369)和《全国重要矿产和区域成矿规律研究》(编号: 1212010633903)

作者简介: 李华芹(1939-), 男, 研究员, 从事地质年代学研究。E-mail: hqliyc@126.com

通讯作者: 王登红(1967-), 男, 博士生导师, 从事成矿学与地幔柱及相关研究。E-mail: wangdenghong@sina.com

攀西基性-超基性层状侵入岩带位于四川省西南部的康滇地轴构造带上,主要岩体有攀枝花、红格、太和、白马等。这些侵入体由于赋存超大型的钒钛磁铁矿床而受到广泛的关注。在过去的五十多年里,广大地学工作者对攀西地区的层状侵入体及其赋存的矿床进行过大量基础地质、矿产地质和找矿勘探工作,取得了一系列重要成果。关于攀西地区层状侵入体的形成时代,从20世纪70年代初开始就有人作过研究,但至今没有得到统一的认识,归结起来主要有2种观点:①大多数研究者根据对该地区岩体的K-Ar年代学研究成果^[1-3],认为这些层状岩体是在海西期-印支期形成的;但在传统的K-Ar体积法年龄数据“不准确”的影响下,一些研究者更倾向于岩体的形成时间属于海西早期。②另一种观点认为,岩体为中元古代岩浆活动的产物^[4-6]。20世纪八九十年代,开始用全岩Rb-Sr和Sm-Nd等时线法对攀西地区的层状侵入体和碱性岩进行年龄测定^[2,7-8],结果显示,攀西层状侵入体形成于海西中晚期(266~310Ma)。近十多年来高可信度的⁴⁰Ar-³⁹Ar法和SHRIMP U-Pb定年技术在攀西地区得到了广泛的应用。近期有研究者^[9-11]应用SHRIMP锆石U-Pb、⁴⁰Ar-³⁹Ar定年等技术,对攀枝花、新街等层状侵入体中的锆石及辉长岩体中的片状黑云母,以及红格、白马和鸡街钠质碱性岩进行了年代学研究,获得攀枝花、新街等岩体的年龄为256~263Ma,即其形成时间为晚二叠世。攀西裂谷钠质碱性岩的SHRIMP锆石U-Pb年龄变化范围为239~204Ma,相当于中三叠世-晚三叠世,属于印支期岩浆活动的产物^[10]。前人的研究成果为本地区研究基性-超基性岩及相关的地质问题奠定了良好的基础。但上述年代学数据,对精确厘定攀西裂谷作用有关的基性-超基性岩、正长岩和玄武岩的形成时序还不够,有待进一步开展新的年龄测定工作。本文在前人研究的基础上,用SHRIMP U-Pb法对层状侵入体中的锆石进行精确定年,为进一步探讨成岩成矿与峨眉山玄武岩及峨眉地幔柱之间的关系,提供新的年代学证据。

1 岩体地质特征

白马和太和2个基性-超基性岩体分别位于攀枝花市米易县北部和西昌县县城以西约1km处。层状基性-超基性岩体产于扬子板块西缘康滇隆起

带中段,夹持于南北向的安宁河断裂和金河-箐河断裂之间,属于南北向侵入杂岩带的一部分,岩体的分布明显受南北向断裂带控制(图1)。白马岩体为单斜层状侵入体,走向近南北向,倾向西。在平面上呈纺锤状,南北长约24km,东西宽2~6.5km,出露范围约100km²,岩体保存厚度约4000m。岩体的主要造岩矿物为含钛普通辉石、斜长石、橄榄石,次为磷灰石;次生蚀变矿物有绿泥石、绿帘石、绢云母等。岩石普遍具有辉长结构、辉包结构,半自形-他形粒状镶嵌填间结构,流状构造、条带状构造、层状和块状构造,岩体的韵律特征和相带特征明显。根据岩体呈层分布及岩石矿物成分、化学成分、结构构造、韵律旋回变化等特征,前人将白马岩体划分为6个岩相带:辉长岩相带、斜长橄辉岩-斜长橄

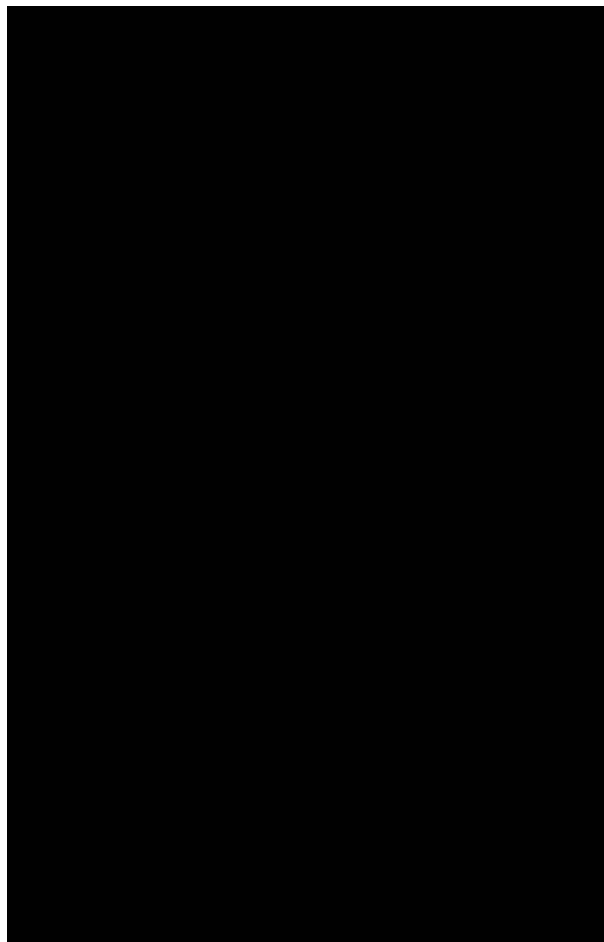


图1 攀西侵入杂岩体分布图^[8]

Fig.1 Distribution of the intrusive complex in western Panzhihua area

1—层状基性-超基性岩体;2—正长岩;3—花岗岩体;4—碱性杂岩体;5—玄武岩;6—古火山口;7—逆冲推覆构造;8—断层

岩相带、橄榄辉长岩相带、含磷灰石橄榄辉长岩-橄长岩相带、斑点状黑云母化辉长岩相带和辉长岩-似斑状橄榄辉长岩相带。含矿带总的变化趋势为上部矿化差,下部矿化好。矿体上部以星浸状矿石为主,偶夹稀浸状矿,呈薄层状或大透镜体产出于辉长岩下部,不具工业矿体价值;下含矿带为白马岩体工业矿体的主要赋存部位。

太和层状侵入体主要由辉长岩、辉石岩和条带状橄榄岩组成,岩体东西出露长 1500m 以上,南北宽 70~830m,已控制矿体长 3000m,在地表呈不规则哑铃状,呈北东东-南西西向展布。顶部界线未被揭露,总厚度大于 1695m。岩体分异良好,相带韵律层清晰,整个岩体从上往下基性程度降低,颜色由深变浅,矿物粒度变细,含矿性总体为中部矿化较好,向上、下逐渐变差。据岩性组合可将岩体划分为上部基性岩相带和下部超基性岩相带、浅色辉长岩相带、暗色辉长岩相带、橄榄辉石岩相带等,其中暗色辉长岩相带是主要含矿带。岩体总的结构比较单一,主要为堆晶结构(辉长结构)。

2 样品和分析方法

2.1 样品特征

白马含矿层状侵入体定年样品采自攀枝花市米易县北部的白马钒钛磁铁矿露天采场,经纬度坐标为:北纬 27°4'19"、东经 102°6'3"。岩性为黑云母化辉绿辉长岩(图 2),岩石为黑色细粒结构,主要成分为斜长石(Pl)、辉石(Px)、黑云母(Bt),副矿物为磁铁矿。斜长石半自形柱状,聚片双晶、环带,主要粒径为 0.2~1mm,架构排列,中间充填细粒辉石,呈辉绿结构,含量为 50%~55%;辉石为他形、粒状、浅黄色-浅绿色-浅褐色,主要为单斜辉石中的普通辉石,部分颗粒充填呈辉绿结构,含量为 25%~30%;黑云母为细粒片状集合体,褐色-深褐色;辉石的蚀变矿物粒径为 0.1~0.2mm,残留状辉石的含量为 10%~15%;副矿物磁铁矿呈他形,不规则粒状,常与角闪石充填于辉石和斜长石颗粒间,样品具强磁性(判断为磁铁矿),粒径为 0.1~0.2mm,含量占岩石总量的 8%~10%。矿石中主要矿物斜长石呈柱状,辉石呈粒状,辉绿结构,在后期热液变质作用下,岩石黑云母化,辉石逐渐被片状的黑云母交代呈残留或假象结构,变余辉绿结构。

太和含矿层状侵入体定年样品采自西昌县以西安宁河断裂带上的太和钒钛磁铁矿,经纬度坐

标为:北纬 26°33'2"、东经 102°5'43"。岩石标本薄片镜下鉴定为中粗粒闪长岩(图 3),半自形粒状结构,块状构造。岩石主要成分为斜长石(Pl)、角闪石(Hb1);副矿物为磁铁矿、磷灰石、榍石;蚀变矿物为绢云母、绿泥石、绿帘石、方解石等。斜长石为半自形、柱状,聚片双晶,轻微绢云母化、绿帘石化,粒径 2~10mm,含量为 70%~75%;角闪石为半自形、柱状,不同程度的绿泥石化、碳酸盐化、次闪石化,褐色角闪石逐渐转变为绿色角闪石,并析出榍石。

2.2 分析方法

SHRIMP 锆石 U-Pb 定年,按常规方法分选出晶形完好、无裂纹和包体的锆石晶体备用。将样品锆石和 RSES 参考锆石(TEM, 417Ma)一起在玻璃上用环氧树脂固定,抛光至暴露出锆石的中心面并镀金,然后用反射光和透射光照相,用阴极发光(CL)进行图相分析,以确定锆石微区分析的靶位,然后用高灵敏度二次离子探针对所选的点进行原位分析。SHRIMP U-Pb 分析在中国地质科学院北京离子探针中心的 SHRIMP II 型离子探针仪器上完成。详细的实验流程和原理参考 Compston 等^[12]和宋彪等^[13]。应用实测 ^{204}Pb 校正锆石中的普通铅。单个数据点的误差均为 1σ ,老岩体采用 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 值计算的年龄,年轻地质体采用 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄,其年龄加权平均值为 95%的置信度。

3 测年结果

表 1 和表 2 分别为白马和太和岩体的锆石 U-Pb 定年结果。由表 1 和表 2 数据可知,绝大多数测定点位的 Th/U 值均大于 0.6,阴极发光图像(图 4)显示,被测锆石内部结构均匀,没有明显的振荡环带,表明这些锆石的结晶生长温度较高,具有典型的基性-超基性岩锆石的特征。2 个岩体的被测锆石数据点在 $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ - $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 谐和图上,均投影在谐和线上或其附近(图 5),暗示被测锆石未受到明显的后期地质作用的影响。白马岩体被测的 10 颗锆石的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄值变化于 253~261Ma 之间,变化幅度较小。由 10 个锆石点数据计算的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄加权平均值为 $258 \pm 2\text{Ma}$ (95%, MSWD=1.7)。太和岩体被测的 10 颗锆石 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄变化于 256.4~264.8Ma 之间,各测点年龄变化幅度非常小,单个年龄误差均小于 3Ma,由 10 个锆石点数据计算的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄加权平均值为 $261.5 \pm 1.8\text{Ma}$ (图 6,

图2 白马矿区含矿基性-超基性岩体薄片显微镜下照片

Fig. 2 Microscope photos showing the features of the ore-bearing mafic-ultramafic rocks from the Baima ore district
Px—辉石;Pl—斜长石;Bt—黑云母

95%置信度,MSWD=1.2,2 σ)。鉴于2个岩体的测点覆盖了锆石的不同晶域,且结果相对集中,所测年龄的精度较高,可以准确地反映白马和太和岩体的形成年龄。

4 讨论

4.1 岩体形成时间

攀西地区的基性-超基性岩体处于扬子板块西缘东南隆起带的中段,主要分布于冕宁至会理、攀枝

花一带,其岩石化学特点为高铝、低钙、富钠、高钛。代表性岩体有西昌太和、米易白马、会理红格及渡口的攀枝花岩体,多侵位于上震旦统灯影组灰岩中。关于岩体的时代,长期存在争论。20世纪60~80年代,一些研究者对攀西地区部分基性-超基性岩用K-Ar体积法进行了较系统的研究^[14],获得的层状基性-超基性岩侵入体的年龄分布在330~450Ma之间,并认为含钒钛磁铁矿的基性-超基性岩比二叠纪玄武岩形成早。由于K-Ar体积法精度差,误差大,基性-超

图3 太和矿区基性-超基性岩体薄片显微镜下照片

Fig. 3 Microscope photos showing the features of the ore-bearing mafic-ultramafic rocks from the Taihe ore district
Pl—斜长石;Hbl—角闪石

表 1 白马岩体的锆石 U-Th-Pb 定年结果

Table 1 Zircon U-Th-Pb dating results of the Baima intrusive body

测点	²⁰⁶ Pb/%	U/10 ⁻⁶	Th/10 ⁻⁶	²³² Th/ ²³⁸ U	²⁰⁶ Pb'/10 ⁻⁶	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U 年龄/Ma	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb 年龄/Ma	²⁰⁸ Pb/ ²³² Th 年龄/Ma	²⁰⁷ Pb'/ ²³⁵ U ±/%	²⁰⁶ Pb*/ ²³⁸ U ±/%	Rho		
BM-1.1	0.02	611	376	0.64	21.3	256.4 ±2.1	244 ± 42	245.4 ± 3.9	0.2858	2.0	0.04058	0.82	0.409
BM-2.1	0.08	1249	194	0.16	43.3	254.6 ±1.9	293 ± 27	252.2 ± 5.1	0.2898	1.4	0.04028	0.75	0.529
BM-3.1	--	912	716	0.81	31.5	253.7 ±1.9	254 ± 50	245.4 ± 2.9	0.2839	2.3	0.04014	0.78	0.337
BM-4.1	--	603	538	0.92	21.4	261.2 ±2.1	260 ± 39	246.1 ± 3.3	0.2932	1.9	0.04135	0.82	0.432
BM-6.1	0.14	362	232	0.66	12.7	257.5 ±2.5	257 ±100	254.6 ± 8.0	0.289	4.6	0.04076	10	0.217
BM-7.1	0.15	528	630	1.23	18.4	256.3 ±2.1	278 ± 50	249.1 ± 3.4	0.2899	2.3	0.04056	0.84	0.361
BM-8.1	--	702	533	0.78	24.9	261.0 ±2.0	306 ± 39	252.0 ± 3.5	0.2989	1.9	0.04131	0.80	0.426
BM-9.1	--	836	1032	1.27	29.4	259.1 ±2.0	296 ± 35	245.4 ± 2.7	0.2953	1.7	0.04100	0.78	0.452
BM-10.1	0.28	460	291	0.65	16.4	260.7 ±2.2	195 ± 51	241.3 ± 4.3	0.2845	2.4	0.04127	0.86	0.362
BM-11.1	--	614	725	1.22	21.5	257.3 ±2.7	300 ± 38	242.7 ± 3.4	0.2938	2.0	0.04072	1.1	0.546

注:误差为 1 σ; Pb₀和 Pb* 分别代表普通铅和放射性成因铅,应用实测 ²⁰⁴Pb 校正普通铅; Rho 为误差相关系数

基性岩含钾又低,致使所测年龄可信度低。90年代后期,张宗清^[8]用 Sm-Nd 等时线法测得,攀枝花、白马和红格基性-超基性岩体中层状辉长岩的全岩 Sm-Nd 等时线年龄分布在 197~283Ma 之间,其中白马辉长岩体的 Sm-Nd 等时线年龄为 197±60Ma。该年龄误差太大(137~257Ma),基本上不具确切的地质意义。近期,夏斌^[10]用 SHRIMP 锆石 U-Pb 定年技术,获得白马岩体钠质碱性岩的锆石 U-Pb 年龄为 225±3Ma,认为基性-超基性岩体的形成应发生在 225Ma 之前。本次研究获得白马岩体 10 颗锆石的 ²⁰⁶Pb/²³⁸U 年龄变化在 253~261Ma 之间,太和岩体 10 颗锆石的 ²⁰⁶Pb/²³⁸U 年龄变化范围为 256.4~264.8Ma,二者变化幅度均较小。白马岩体和太和岩体被测锆石的

U-Pb 数据点在 ²⁰⁷Pb/²³⁵U-²⁰⁶Pb/²³⁸U 谐和图上均投影在谐和线上或谐和线附近(图 5、图 6),该特征也揭示了被测锆石未遭受明显的后期地质事件的扰动。由白马和太和岩体中的被测锆石,分别获得 ²⁰⁶Pb/²³⁸U 年龄加权平均值为 258±2Ma 和 262±2Ma,可以精确地代表白马和太和岩体的形成或侵位时间,即岩浆活动发生在晚二叠世。该年龄结果也与前人^[9,11]获得的攀西地区红格、新街、攀枝花等基性-超基性岩体锆石 U-Pb 和黑云母 ⁴⁰Ar/³⁹Ar 年龄(256~263Ma)一致。

4.2 层状基性-超基性岩体与峨眉山玄武岩的关系
峨眉山玄武岩平行不整合于中二叠统茅口组灰岩之上,下伏于宣威组或龙潭组煤系地层之下,

表 2 太和岩体的锆石 U-Th-Pb 定年结果

Table 2 Zircon U-Th-Pb dating results of the Taihe intrusive body

测点	²⁰⁶ Pb/%	U/10 ⁻⁶	Th/10 ⁻⁶	²³² Th/ ²³⁸ U	²⁰⁶ Pb'/10 ⁻⁶	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U 年龄/Ma	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb 年龄/Ma	²⁰⁸ Pb/ ²³² Th 年龄/Ma	²⁰⁷ Pb*/ ²³⁵ U ±/%	²⁰⁶ Pb*/ ²³⁸ U ±/%	Rho		
TH-1.1	0.17	495	404	0.84	17.8	264.1 ±2.2	204 ± 44	252.9 ±4.7	0.2895	2.1	0.04183	0.84	0.406
TH-2.1	0.42	646	221	0.35	23.0	260.6 ±2.1	119 ± 71	236.8 ±8.1	0.2753	3.1	0.04126	0.82	0.264
TH-3.1	0.00	101	63	0.65	3.51	256.4 ±3.6	235 ±110	255.7 ±9.4	0.285	4.8	0.04058	1.4	0.296
TH-4.1	0.01	273	289	1.09	9.61	259.0 ±2.5	257 ± 97	242.6 ±5.4	0.290	4.3	0.04099	0.97	0.224
TH-5.1	--	371	259	0.72	13.1	261.0 ±2.3	356 ± 70	260.5 ±5.8	0.3055	3.2	0.04131	0.90	0.280
TH-6.1	--	210	167	0.82	7.43	260.8 ±2.6	340 ± 92	266.8 ±7.0	0.303	4.2	0.04128	1.0	0.246
TH-7.1	0.11	949	488	0.53	33.5	259.2 ±1.9	238 ± 36	253.1 ±3.7	0.2882	1.8	0.04103	0.76	0.435
TH-8.1	0.22	773	728	0.97	27.9	264.8 ±2.0	320 ± 58	247.6 ±3.5	0.3053	2.7	0.04193	0.79	0.294
TH-9.1	0.14	693	667	0.99	24.6	260.6 ±2.1	251 ± 56	249.9 ±3.6	0.2914	2.6	0.04125	0.80	0.312
TH-12.1	--	830	416	0.52	29.8	264.5 ±2.0	290 ± 30	259.9 ±4.9	0.3009	1.5	0.04188	0.77	0.504

注:误差为 1 σ; Pb₀和 Pb* 分别代表普通铅和放射性成因铅,应用实测 ²⁰⁴Pb 校正普通铅。Rho 为误差相关系数

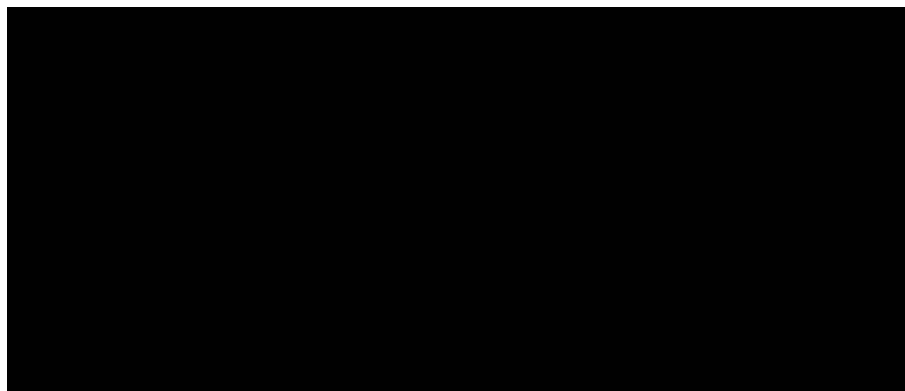


图4 白马(a)和太和岩体(b)中被测锆石的阴极发光图像及测点 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 视年龄
Fig. 4 Cathodoluminescence (CL) image of zircons from the Baima (a) and the Taihe (b) intrusive rocks and the $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ apparent age of measuring points

但在攀西地区直接被三叠系白果湾组假整合覆盖。根据地层层序可以确定,峨眉山玄武岩的喷发始于中二叠世茅口期之后,结束于晚二叠世宣威期。根据全国地层委员会2001年发布的中国区域年代地层地质年代表^[15],峨眉山玄武岩主喷发期应为257~250Ma,该时间与含钒钛磁铁矿的基性-超基性岩体(如攀枝花、红格、白马、太和和新街)的SHRIMP锆石U-Pb年龄的分布范围(258~263Ma)基本一致。不仅如此,王登红等^[11]对区域上云南白马寨铜镍硫化矿床中的矿石、四川杨柳坪外围麦约尔若橄质基性-超基性岩中的金云母及攀枝花铁矿层中的黑云母进行了Re-Os法和 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 法年代

学研究,其结果在249~256Ma之间。上述研究结果表明,无论是基性-超基性岩侵入体及赋存于其中的铁矿石,还是铜镍硫化物矿床,其成矿时代都与峨眉山玄武岩的主喷发时间基本一致。在空间上,这些矿床与峨眉山玄武岩及同时期的基性-超基性岩密切相关。据此认为,峨眉山玄武岩在晚二叠世的大量喷发,以及基性-超基性岩的侵入和钒钛磁铁矿及铜镍硫化物矿床的形成,都与峨嵋地幔柱的活动密切相关。

5 结 论

本次研究分别获得白马和太和含矿层状辉长

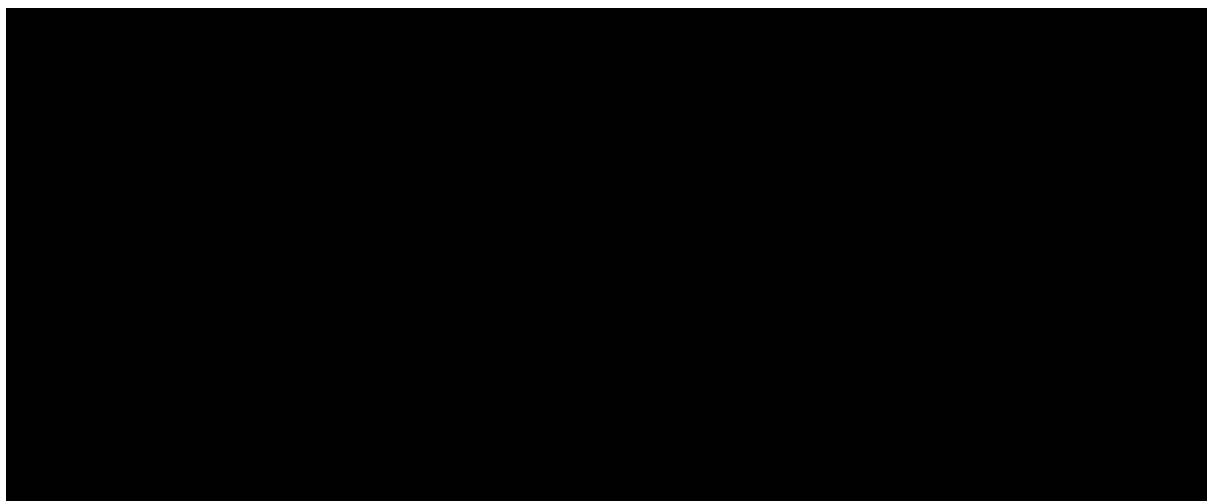


图5 白马岩体锆石U-Pb谐和图(a)和 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄加权平均值图(b)
Fig. 5 Concordia diagram (a) and $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ weighted average age (b) of SHRIMP U-Pb data of zircons from Baima intrusive rocks

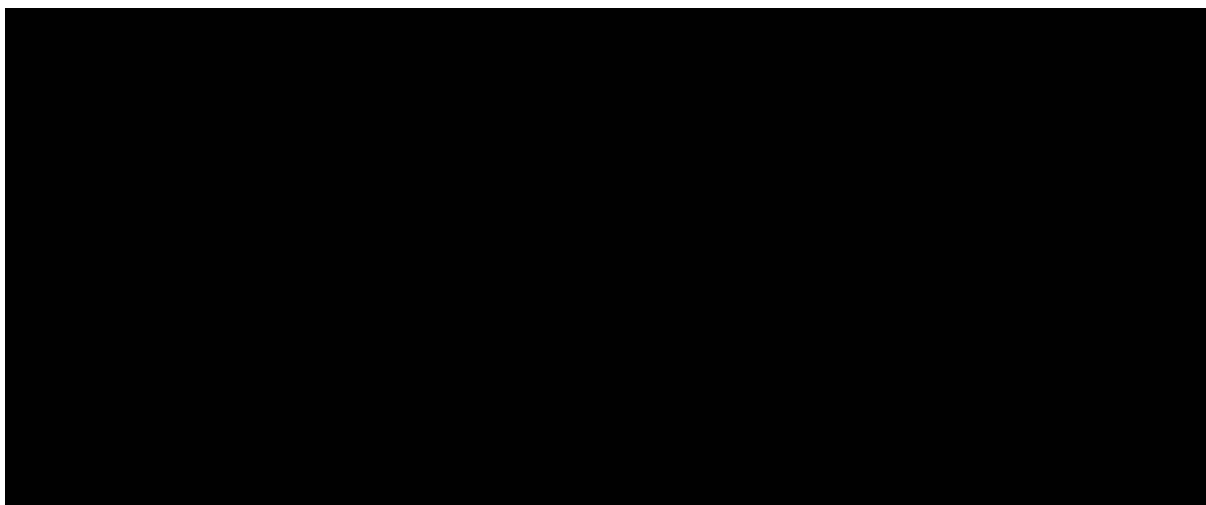


图 6 太和岩体锆石 U-Pb 谐和图(a) $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄加权平均值图(b)
Fig. 6 Concordia diagram(a) and $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ weighted average age(b)
of SHRIMP U-Pb data of zircon from Taihe intrusive rocks

岩体 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄为 $258 \pm 2\text{Ma}$ 和 $262 \pm 2\text{Ma}$, 结果表明白马和太和岩体形成时代为晚二叠世, 该年龄信息显示了从层状辉长岩体的侵入到峨眉山玄武岩的喷发高峰期 (250Ma), 仅相距 5~10Ma, 二者应属同期不同阶段岩浆活动的产物。鉴于在空间上, 层状辉长岩体与峨眉山玄武岩密切相关, 基性-超基性岩体与峨眉山玄武岩的形成都与晚古生代末期峨眉地幔柱活动有关。

致谢:在野外地质样品采集过程中, 得到中国地质调查局成都地质调查中心项目办齐先茂研究员, 四川省地质矿产勘查开发局一〇六地质队田小林总工程师、蒋先忠副总工程师的大力支持, 北京离子探针中心万渝生研究员和车晓超助理研究员协助完成了 SHRIMP 锆石定年工作, 在此一并致谢。

参考文献

- [1] 成都地质学院同位素地质研究室, 四川省地质局第一、二区测队. “康滇地轴”北段岩浆岩同位素年龄讨论[C]//全国同位素地质文集(2).北京:地质出版社, 1979:172-176.
- [2] 袁海华, 刘秋, 张树发. 攀西裂谷岩浆岩同位素地质年代学初步研究[C]//张云湘.中国攀西裂谷文集 1.北京:地质出版社, 1985: 241-257.
- [3] 张云湘.论攀西地区层状侵入体的时代及其接触变质作用[C]//张云湘.中国攀西裂谷文集 1.北京:地质出版社, 1985:119-137.
- [4] 孙忠和, 元绍玫, 党泽发. 攀西地区与钒钛磁铁矿有关的基性-超基性岩体的形成时代问题[J].矿床地质研究所刊, 1984,(1):145-146.
- [5] 冯本智, 杨天奇, 姜修道, 等.对攀枝花层状含矿岩体形成时代的新认识[J].长春地质学院学报, 1985,(3):108.
- [6] 冯本智. 康滇地区前震旦纪地质与研究[M].北京:地质出版社, 1990.
- [7] 王振民. 康滇地轴部分年代学研究资料可靠性[J].成都地质学院学报, 1987, 14(1):107-114.
- [8] 张宗清, 卢纪仁, 唐索寒. 攀西层状超基性体的 Sm-Nd 年龄[J].地质学报, 1999, 73(3): 263-270.
- [9] Zhou M F, Malpas J, Song X Y, et al. A temporal link between the Emeishan large igneous province (SW China) and the end-Guadalupean mass extinction[J]. Earth & Planetary Science Letters, 2002, 196 (3/4):113-122.
- [10] 夏斌, 刘红英, 张玉泉. 攀西古裂谷钠质碱性岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄及地质意义——以红格、白马和鸡街岩体为例[J].大地构造与成矿学, 2004, 28(2):149-154.
- [11] 王登红, 李建康, 王成辉, 等. 与峨眉地幔柱有关年代学研究的新进展及其意义[J].矿床地质, 2007, 26(5):550-556.
- [12] Compston W C, Williams I S, Meyer C E. U-Pb geochronology of zircons from Lunar Breccia 73217 using a Sensitive High Resolution Ion Microprobe. Proc. XIV Lunar Planetary Science Conference[J]. Journal of Geophysical Research Atmospheres, 1984, 89 (S02):525-534.
- [13] 宋彪, 张玉海, 万渝生. 锆石 SHRIMP 样品靶制作、年龄测定及有关现象讨论[J].地质论评, 2002, 48(增刊):26-30.
- [14] 袁海华. 攀枝花西昌地区部分基性-超基性岩同位素 K-Ar 年龄初步研究[J].成都地质学院学报, 1981,(2): 39-58.
- [15] 全国地层委员会. 中国地层指南及中国地层指南说明书[M].北京:地质出版社, 2001:41-43.