

文章编号: 1000-4734(2010)04-0456-07

滇西澜沧老厂大型银铅锌多金属矿床火山岩
锆石 SHRIMP 定年及其地质意义陈冕^{1, 2}, 黄智龙^{1*}, 罗泰义¹, 严再飞¹, 龙汉生^{1, 2}

(1. 中国科学院 地球化学研究所 矿床地球化学国家重点实验室, 贵州 贵阳 550002)

(2. 中国科学院 研究生院, 北京 100049)

摘要: 滇西澜沧老厂银铅锌多金属矿床是“三江”成矿带南段代表性大型银铅锌多金属矿床之一, 矿区火山岩广泛分布, 是该区重要的含矿岩性之一。利用锆石 SHRIMP U-Pb 定年方法对老厂矿区火山岩进行了定年, 获得成岩年龄为 323.6 ± 2.8 Ma (MSWD=1.17, 12 个测点), 表明火山岩成岩时代为早石炭世。根据老厂矿区火山岩与滇西金沙江和哀牢山缝合带蛇绿岩具有相近的成岩年龄, 认为金沙江构造带、哀牢山构造带和澜沧江构造带在“三江”地区古特提斯打开之后属于同一相连的古洋盆。

关键词: 火山岩; 锆石 SHRIMP 定年; “三江”地区古特提斯演化; 老厂大型银铅锌多金属矿床; 云南澜沧

中图分类号: P578.94; P597; P618.4 **文献标识码:** A

作者简介: 陈冕, 男, 1982 年生, 博士, 矿物学、岩石学、矿床学专业方向。E-mail: chmking@gmail.com

滇西澜沧老厂银铅锌多金属矿床位于“三江”古特提斯构造域昌宁—孟连活动带南段的澜沧断陷盆地中(图 1), 矿区火山岩广泛分布, 是该区重要的 Ag-Pb-Zn 矿含矿岩性之一, 矿区火山岩成岩时代的精确厘定对探讨昌宁—孟连活动带的动力学背景、“三江”古特提斯构造的演化以及矿床成矿机制均有重要意义。前人曾对老厂矿区火山岩进行过全岩 K-Ar 定年^[1]和 Rb-Sr 等时线定年^[2], 获得的年龄数据差别很大 (38~245 Ma) 且与共生地层古生物确定的成岩时代相差甚远。加之本区玄武岩成岩后经历过多次的重要构造—岩浆活动, 岩石普遍遭受不同程度的蚀变作用导致其中的 K、Ar、Rb、Sr 等元素丢失, 因而全岩 K-Ar、Rb-Sr 等时线等常规方法不适合岩石精确定年。本文利用锆石 SHRIMP U-Pb 定年方法对老厂矿区火山岩进行了定年, 获得了理想的成岩年龄数据, 同时探讨了定年意义。

1 矿区火山岩

滇西澜沧老厂银铅锌多金属矿床是“三江”成矿带南段代表性大型银铅锌多金属矿床之一, 位于“三江”古特提斯构造域昌宁—孟连活动带南段的澜沧断陷盆地中, 也是昌宁—孟连活动带内目前探明的规模最大的银铅锌多金属矿床, 前人对该矿床的区域地质、矿区地质和矿床地质进行了详细介绍^[3]。矿区主要出露晚古生代泥盆系、石炭系、二叠系和新生代第四系地层(图 2), 其中泥盆系为一套碎屑岩、硅质岩建造, 在矿区呈飞来峰出现; 石炭系下统为火山—沉积岩建造, 石炭系中上统与二叠系下统为一套连续沉积的碳酸盐岩建造, 下石炭统可细分为 C_1^+ 、 C_1^{β} 、 C_1^{α} 、 C_1^{δ} 、 C_1^{+6} 、 C_1^{β} 及 C_1^{δ} 等 7 层, 其中 C_1^{+6} 、 C_1^{β} 和 C_1^{δ} 的基性火山岩以及中上石炭统 (C_{2+3}^{+2}) 的碳酸盐地层为矿区最主要含矿层位; 第四系以残坡积红壤为主, 是红土型银锰矿的赋矿层位。

该区火山岩主要为火山碎屑岩, 包括安山质凝灰岩、粗面质凝灰岩、玄武安山质凝灰岩、玄武质凝灰岩、角砾岩和集块岩, 其次是火山熔岩, 包括玄武岩、玻基橄辉岩、安山岩及粗面岩, 伴随的沉积相主要为沉凝灰岩和凝灰质砂页岩, 少量硅质岩。从 C_1^+ 中火山岩的岩石类型和岩石组合的

收稿日期: 2010-04-29

基金项目: 中国科学院重要方向项目 (KZCX2-YW-111-3); 国家“973”计划项目 (2007CB411402)

* 通讯作者, E-mail: huanzhilong@vip.syg.ac.cn

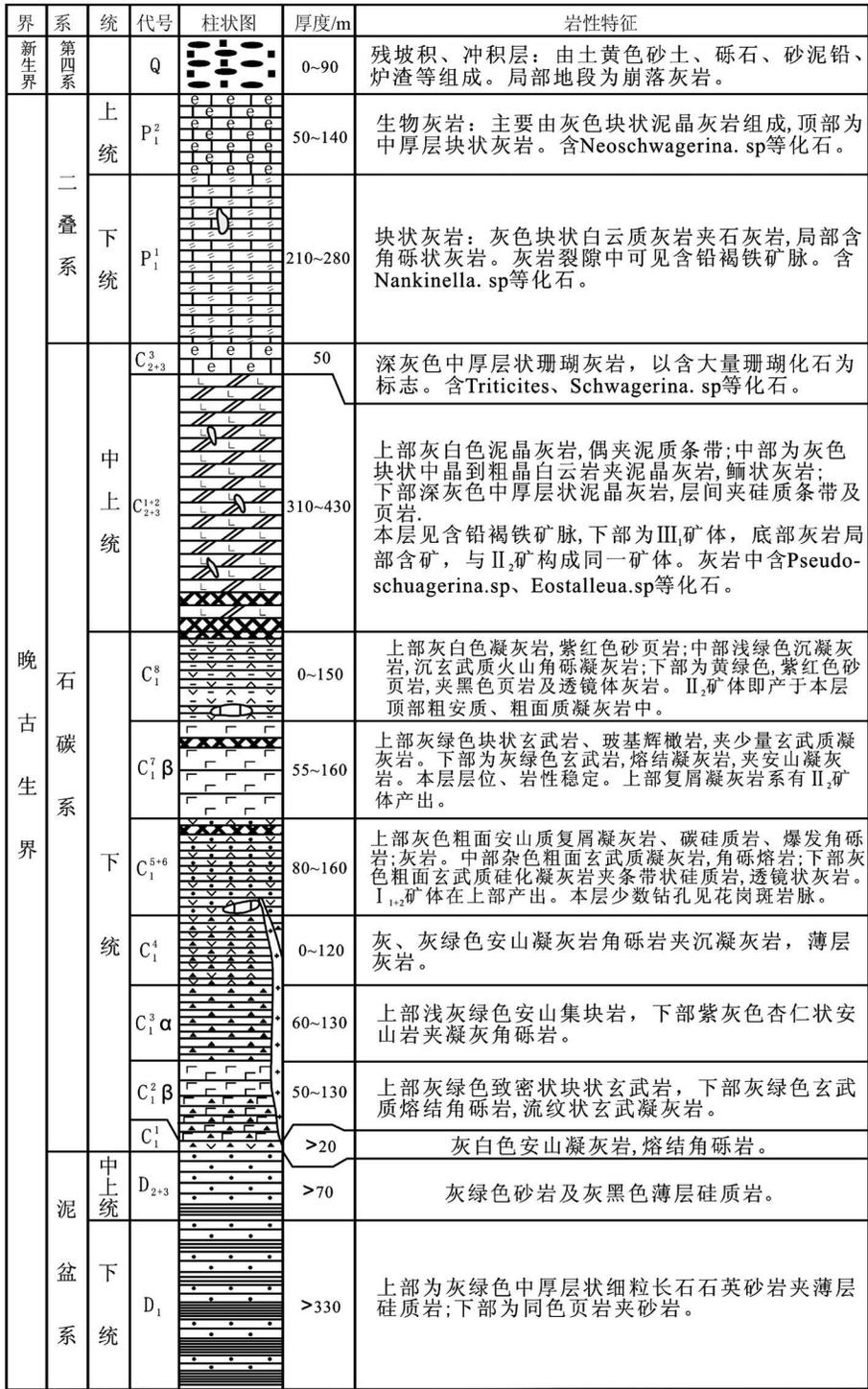


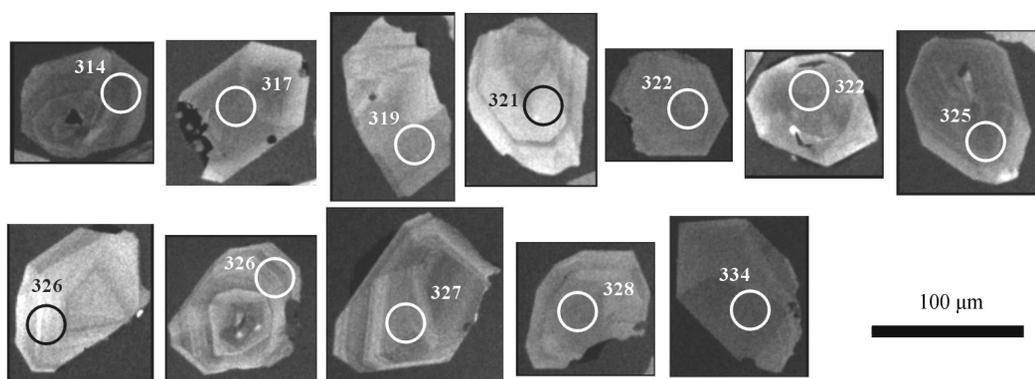
图 2 老厂矿床地层综合柱状图

Fig 2 Integrated histogram formation of Laochang deposit

径多在 100 ~ 200 μm 之间，自形程度高，常为简单的四方双锥或复四方双锥，锥面和柱面发育完善，环带结构较发育，无核幔边结构；从表 1 中可见，所分析锆石的 U/Th 含量范围相对较宽，分别为 112 ~ 420 μg/g 和 102 ~ 881 μg/g 但 Th/U

比值相对稳定，在 0.61 ~ 2.11 之间；图 4 显示，本区锆石 U-Th-Pb* 之间、元素含量与 Th/U 和 ²³²Th/²³⁸U 比值之间、Th/U 比值与 ²³²Th/²³⁸U 比值之间均存在明显的正相关关系，Pb* 为放射性成因铅。这些特征均表明所选锆石为岩浆锆石，其

SHRMP U-Pb 年龄能代表成岩年龄。



颗粒中的圆圈为定年测点, 圆圈旁的数据为 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄值 (单位 Ma)

图 3 老厂火山岩中锆石阴极发光 (CL) 图像

Fig. 3. CL images of zircon from Laochang volcanic

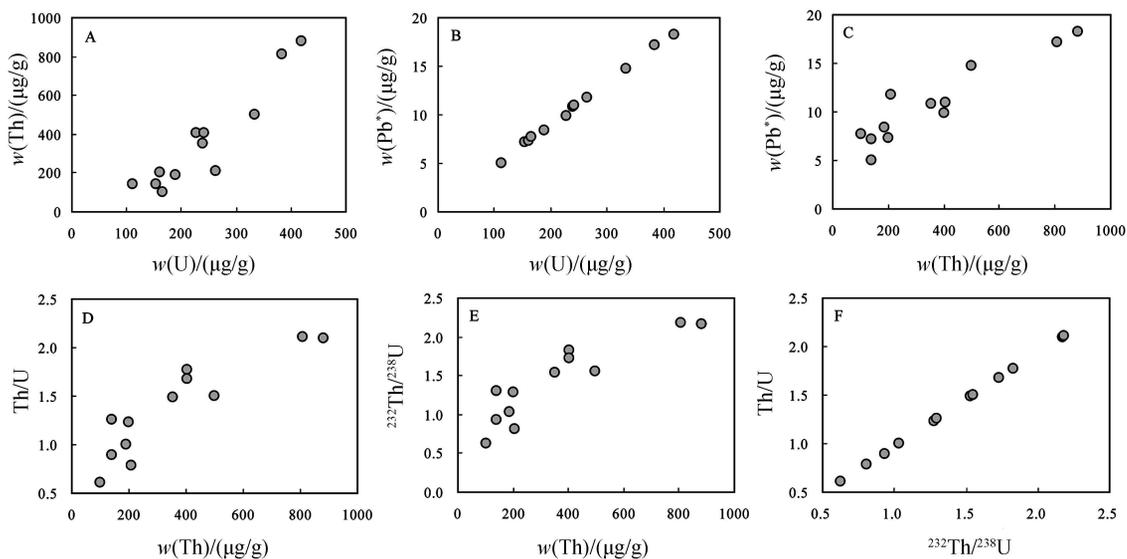


图 4 老厂火山岩锆石元素之间及其与相应比值之间的相关图

Fig. 4. Elements vs their ratios in zircon from Laochang volcanic

3.2 定年结果

从测点同位素比值和年龄看 (表 1), 本区锆石的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 比值相对稳定 (0.04992 ~ 0.05324), 误差较小 (1.4 ~ 2.0 Ma); 除测点 N^o12 和 N^o13 外, 其他测点的 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 和 $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ 比值也相对稳定 (分别为 0.0515 ~ 0.0582 和 0.363 ~ 0.401), 但误差较大 (分别为 1.8 ~ 11 Ma 和 2.3 ~ 11 Ma); $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄相对稳定 (314.0 ~ 334.4 Ma), 误差较小且相对稳定 (4.5 ~ 6.3 Ma); 除测点 N^o13 外, 其他测点的

$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{U}$ 年龄也相对稳定且与 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄相近 (319.0 ~ 342.4 Ma), 误差相对较大 (5.8 ~ 14 Ma); $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄变化很大 (262 ~ 1207 Ma), 误差很大 (41 ~ 260 Ma)。前文已提到, 年轻锆石 (<1000 Ma) 中放射成因 ^{207}Pb 量较少, 分析中容易产生较大的误差, 其 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄变化大, 误差大不难理解, 所以对年轻锆石 (<1000 Ma) 均使用其 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄。图 5 为定年结果, 12 个测点的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 和 $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ 同位素比值集中分布在地球 Pb 演化线附近, 获得的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄为 323.6 ± 2.8 Ma, MSWD=1.17。

表 1 老厂火山岩锆石 SHRMP U-Pb同位素分析结果
Table 1 SHRMP U-Pb isotopic data of zircons from Laochang volcanic

测点号	²⁰⁶ Pb _c %	w _B /10 ⁶		²³² Th/ ²³⁸ U	w(Pb [*])/ 10 ⁶	同位素比值				年龄/Ma	
		U	Th			²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb (±%)	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U (±%)	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U (±%)	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U (±2σ)	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb (±2σ)	²⁰⁸ Pb/ ²³² U (±2σ)
No. 2	0.00	264	208	0.81	11.8	0.0537±1.8	0.386±2.3	0.05211±1.4	327.4±4.6	359±41	333.2±6.3
No. 3	0.23	155	139	0.93	7.12	0.0537±3.6	0.395±3.9	0.05324±1.6	334.4±5.2	360±80	339.5±8.6
No. 4	0.46	162	200	1.28	7.28	0.0549±3.7	0.395±4.0	0.05220±1.5	328.0±5.0	409±83	331.5±9.6
No. 5	0.41	420	881	2.17	18.3	0.0522±2.5	0.363±3.0	0.05047±1.6	317.4±5.0	293±58	321.2±5.8
No. 6	0.50	190	189	1.03	8.42	0.0538±5.0	0.380±5.2	0.05129±1.5	322.4±4.9	361±110	319.1±9.1
No. 7	1.19	112	141	1.30	4.96	0.0525±1.1	0.367±1.1	0.05075±1.8	319.1±5.6	307±260	319.0±1.4
No. 8	0.76	239	354	1.53	10.8	0.0531±4.6	0.380±4.8	0.05185±1.5	325.9±4.9	333±100	332.6±7.7
No. 9	0.38	334	499	1.55	14.7	0.0515±1.9	0.363±2.5	0.05114±1.6	321.5±5.0	262±45	320.7±6.0
No. 10	0.45	228	404	1.83	9.82	0.0582±3.7	0.401±4.0	0.04992±1.6	314.0±4.8	539±80	328.0±6.8
No. 11	0.93	384	809	2.18	17.2	0.0548±3.8	0.391±4.1	0.05171±1.4	325.0±4.5	406±86	326.3±5.8
No. 12	2.26	241	405	1.73	11.0	0.0623±5.9	0.445±6.1	0.05178±1.5	325.5±4.9	686±130	342.4±8.5
No. 13	5.30	167	102	0.63	7.71	0.0804±9.4	0.565±9.6	0.05100±2.0	320.6±6.3	1207±190	435.0±3.7

注: Pb_c指普通²⁰⁶Pb占全部²⁰⁶Pb的百分比, Pb^{*}为放射性成因铅, 年龄和同位素比值均以实测²⁰⁴Pb校正。

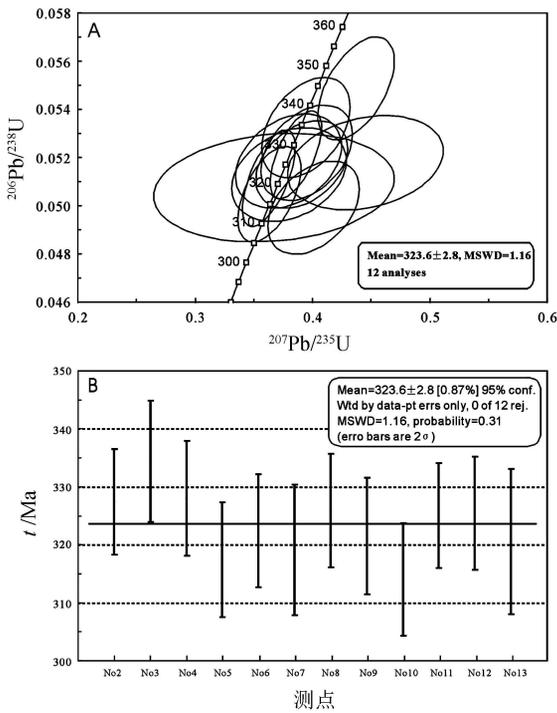


图 5 老厂矿区火山岩锆石 SHRMP U-Pb定年结果
Fig. 5. Dating result of SHRMP zircon from Laochang volcanic

4 讨论

4.1 成岩时代

老厂玄武岩的成岩时代是一个长期争论、至今尚未解决的问题,《孟连幅 1/20万区域地质调

查报告》^[16]根据含火山岩地层的古生物将老厂—孟连火山岩时代定早石炭世;彭寿增^[17]最早对该区火山岩成岩时代提出异议,认为是晚二叠纪;冯庆来^[18]通过对老厂矿区大量双壳类、腕足类和少量腹足类、苔藓虫化石研究,也认为本区火山岩形成于晚二叠世,但同时认为依柳及曼信火山岩形成于早石炭世;陈元琰^[1]等对该区 26件火山岩样品进行了全岩 K-A 定年,获得的年龄集中分布于 195~245 Ma 之间和 38~51 Ma 之间,认为老厂地区不存在早石炭世火山岩,火山岩主体形成于晚二叠世至三叠纪,在白垩纪—老第三纪也有一期火山—次火山活动;陈百友^[2]在该区获得橄榄玄武岩 Rb-S 等时线年龄为 133±3 Ma,认为本区存在燕山期基性次火山岩活动。

可见,前人确定老厂矿区玄武岩成岩时代主要是根据地层古生物和构造演化间接获得,虽然陈元琰^[1]和陈百友^[2]等相继获得了本区玄武岩的全岩 K-A 年龄和 Rb-S 等时线年龄,但前文已提到,该区玄武岩普遍遭受不同程度的蚀变作用,其中的 K、Ar、Rb、S 等元素存在丢失现象,全岩 K-A 和 Rb-S 等时线年龄不能代表成岩时代。本次工作获得的该区 C₂β 中与玄武岩同一火山活动旋回形成的凝灰岩锆石 SHRMP U-Pb 年龄为 323.6±2.8 Ma (MSWD=1.17; 12 个测点),表明火山岩成岩时代为早石炭世。

4.2 构造意义

“三江”地区古特提斯研究的一个重要问题是金沙江构造带、哀牢山构造带和澜沧江构造带

是否属于同一相连的古洋盆。围绕这个问题前人进行了一系列岩浆岩定年研究工作,简平等^[19-21]相继获得哀牢山构造带中双沟蛇绿岩的年龄为 328 Ma,金沙江构造带中蛇绿岩的年龄为 294 ~ 340 Ma,同时发现两条构造带中蛇绿岩具有相似的地球化学性质、构造环境可以类比^[22],认为金沙江构造带和哀牢山构造带可能为相连的同一洋盆;在澜沧江构造带北段的西藏左贡县扎玉地区以及南段的昌宁孟连一带均发育有蛇绿岩带^[23-24],魏君奇^[25]等对澜沧江构造带中蛇绿岩进行了 SHRMP 锆石 U-Pb 定年工作,发现云南维西白济汛镁铁超镁铁岩中的吉岔蛇纹岩 (> 297

Ma)和俄咱辉长岩 (303 Ma)与金沙江构造带和哀牢山构造带中蛇绿岩的形成时间可以对比,本次工作获得的老厂矿区火山岩年龄为 323.6 ± 2.8 Ma 也支持上述观点。因此,可以认为金沙江构造带、哀牢山构造带和澜沧江构造带在“三江”地区古特提斯打开之后属于同一相连的古洋盆。

致谢:野外地质考察、取样过程中得到云南澜沧铅矿有限公司的领导和矿山地质工作者的大力支持和帮助,河北廊坊地质服务公司完成了锆石挑选,中国地质科学院地质研究所离子探针中心完成了锆石阴极发光显微照和锆石 SHRMP U-Pb 定年工作,在此一并感谢!

参 考 文 献:

- [1] 陈元琰. 云南老厂火山岩型银铅锌铜矿床地质特征及成因[J]. 桂林工学院学报, 1995, 15(2): 124-130.
- [2] 陈百友, 张映旭, 等. 澜沧老厂银铅锌铜多金属矿床成因探讨[J]. 云南地质, 2002, 21(2): 134-144.
- [3] 龙汉生. 云南澜沧老厂大型银多金属矿床成矿年代及地球化学[D]. 博士学位论文: 中国科学院地球化学研究所, 2009, 170.
- [4] 胡承绮. 云南老厂银铅锌矿区火山岩特征[J]. 桂林冶金地质学院学报, 1990, 10(4): 364-380.
- [5] Williams IS, Claesson S. Isotopic evidence for the Precambrian Provenance and Caledonian metamorphism of high grade gneisses from the Sveinneset-Scandinavian Caledonides[J]. Contrib Mineral Petrol, 1987, 97(2): 205-217.
- [6] Compston W, Williams IS, Kirschvink J L, et al. Zircon U-Pb ages for the Early Cambrian time scale[J]. J Geol Soc, 1992, 149(2): 171-184.
- [7] Steiger R H, Jäger E. Subcommission on geochronology: Convention on the use of decay constants in geo- and cosmochronology[J]. Earth Planet Sci Lett, 1977, 36(3): 359-362.
- [8] Corfu F, Hancher J M, Hoskin P W Q, et al. Atlas of zircon textures[J]. Rev Mineral Geochem, 2003, 53(1): 469-500.
- [9] Hoskin P W Q, Schaltegger U. The Composition of Zircon and Igneous and Metamorphic Petrogenesis[J]. Rev Mineral Geochem, 2003, 53(1): 27-62.
- [10] 陈道公, 倪涛. 大别苏鲁造山带高级变质岩中锆石微区 U-Th 和 Pb 化学组成特征统计[J]. 岩石学报, 2004, 20(5): 999-1006.
- [11] Hoskin P W Q, Ireland T R. Rare earth element chemistry of zircon and its use as a provenance indicator[J]. Geology, 2000, 28(7): 627-630.
- [12] Krivén A, Jaecke P, Williams IS. Pb-loss patterns in zircons from a high-grade metamorphic terrane as revealed by different dating methods: U-Pb and Pb-Pb ages for igneous and metamorphic zircons from northern Sri Lanka[J]. Precambrian Res, 1994, 66(1): 111-121.
- [13] 鲍学昭. 锆石中两种成分变化趋势及其成因标型意义[J]. 矿物学报, 1995, 15(4): 404-410.
- [14] 汪相, Kienast J R. 微粒暗色包体中锆石的形态演化及其制约机制[J]. 中国科学 D 辑, 2000, 30(2): 180-186.
- [15] 闫义, 林舸, 李自安. 利用锆石形态、成分组成及年龄分析进行沉积物源区示踪的综合研究[J]. 大地构造与成矿学, 2003, 27(2): 184-190.
- [16] 孟连幅 1/20 万区域地质调查报告. 1982.
- [17] 彭寿增. 试论澜沧含银铅锌矿带的成矿地质条件[J]. 云南地质, 1984, 3(2): 124-130.
- [18] 冯庆来, 刘本培. 滇西南昌宁-孟连构造带火山岩地层学研究[J]. 现代地质, 1993, 7(4): 402-409.
- [19] 简平, 刘敦一, 张旗, 等. 蛇绿岩及蛇绿岩中浅色岩的 SHRMP U-Pb 测年[J]. 地学前缘, 2003, 10(04): 439-456.
- [20] 简平, 汪啸风, 何龙清, 等. 云南新平县双沟蛇绿岩 U-Pb 年代学初步研究[J]. 岩石学报, 1998, 14(02): 207-211.
- [21] 简平, 汪啸风, 何龙清, 等. 金沙江蛇绿岩中斜长岩和斜长花岗岩的 U-Pb 年龄及地质意义[J]. 岩石学报, 1999, 15(04): 590-593.
- [22] 张旗, 彭兴阶. 滇西古特提斯造山带的威尔逊旋回: 岩浆活动记录和深部过程讨论[J]. 岩石学报, 1996, 12(1): 17-28.
- [23] 莫宣学, 路风香, 沈上越. 三江特提斯火山作用与成矿[M]. 北京: 地质出版社, 1993.
- [24] 莫宣学, 沈上越, 朱勤文. 三江中南段火山岩-蛇绿岩与成矿[M]. 北京: 地质出版社, 1998.
- [25] 魏君奇, 王晓地, 庄晓, 等. 澜沧江缝合带吉岔蛇纹岩中闪长岩和俄咱辉长岩中锆石 SHRMP U-Pb 定年及其地质意义[J]. 岩石学报, 2008, 24(6): 1297-1301.

SHRIMP Dating and Its Geological Significance of Zircon
in Volcanic from Laochang Large Silver-Lead-Zinc Deposit in
Western Yunnan Province, China

CHEN Mi², HUANG Zhilong, LUO Taiyi, YAN Zaipei, LONG Hansheng²

(1. State Key Laboratory of Ore Deposits Geochemistry Institute of Geochemistry Chinese Academy of Sciences Guiyang 550002 China;
2. Graduate School of Chinese Academy of Sciences Beijing 100049 China)

Abstract: Laochang large silver-lead-zinc deposit in Western Yunnan Province is a large lead-zinc deposit in Southern Section of "Sanjiang" Metallogenic belt. Volcanic rock is widely distributed in themining area and is one of important ore-bearing rocks. Volcanic rocks of Laochang mine area were dated with the zircon SHRIMP U-Pb method. The zircon SHRIMP U-Pb dating at 220.9 ± 3.5 Ma (MSWD = 1.17-12 monitoring points) shows that the Petrogenic Age of volcanic rocks is early carboniferous. Based on volcanic rocks of Laochang mine area having similar Petrogenic Age with ophiolite of Jinsha River in Western Yunnan Province and Aikoshan suture belt, it is considered that Jinsha River tectonic belt, Aikoshan tectonic belt and Lancang River tectonic belt belonged to same cotem inous ancient ocean basin after opening of Paleotethys in the three-river area.

Key words: volcanic SHRIMP zircon dating; evolution of ancient Tethys in the three-river area; Laochang deposit; Lancang River; Yunnan