

# 中甸矿集区普朗-红山铜多金属成矿亚带北段帕纳 牛场斑岩体<sup>40</sup>Ar—<sup>39</sup>Ar 年龄及锑矿化

李文昌<sup>1,2</sup>, 尹光候<sup>1</sup>, 刘学龙<sup>2</sup>, 卢映祥<sup>1</sup>, 许东<sup>1</sup>, 曹晓民<sup>1</sup>, 张世权<sup>1</sup>, 杨舒然<sup>3</sup>

(1. 云南省地质调查局, 云南 昆明 650051; 2. 昆明理工大学, 云南 昆明 650093; 3. 中国地质大学, 北京 10083)

[摘 要] 普朗-红山铜多金属成矿亚带北部帕纳牛场辉锑矿床与石英二长斑岩(热液)及断裂有关。斑岩黑云母<sup>40</sup>Ar—<sup>39</sup>Ar 坪年龄和等时线年龄分别为 199.1±1.3 Ma 和 199.2±2.4 Ma, 代表了与辉锑矿化对应的斑岩的侵位时间, 是该成矿亚带上目前获得石英二长斑岩中<sup>40</sup>Ar—<sup>39</sup>Ar 最年轻的新年龄值, 代表了义敦岛弧普朗-红山铜多金属成矿亚带存在燕山早期的构造-岩浆活动。在印支晚期主要形成斑岩型-夕卡岩型铜多金属矿床之外, 燕山早期还具有斑岩及至少与斑岩有关的热液脉状成矿作用-锑矿化, 预示了本区斑岩的一种新的成矿作用和找矿方向与前景。

[关键词] 石英二长斑岩 辉锑矿化 <sup>40</sup>Ar—<sup>39</sup>Ar 年龄 成(矿)岩时代 中甸帕纳牛场

[中图分类号] P597+P618.66 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2010)02-0267-05

Li Wen-chang, Yin Guang-hou, Liu Xue-long, Lu Ying-xiang, Xu Dong, Cao Xiao-ming, Zhang Shi-quan, Yang Shu-ran. <sup>40</sup>Ar—<sup>39</sup>Ar ages and antimony mineralization of the Pananniuchang porphyry in the Zhongdian area of Yunnan Province[J]. *Geology and Exploration*, 2010, 46(2): 0267-0271.

中甸矿集区位于义敦三叠纪岛弧南端的中甸弧, 是我国重要的斑岩型铜多金属矿产基地之一, 并分雪鸡坪-阿热、普朗-红山铜多金属和休瓦促-沙都格勒钨钼 3 个成矿亚带<sup>①</sup>。帕纳牛场斑岩体及辉锑矿矿床位于普朗-红山铜多金属矿成矿亚带北段, 该成矿亚带通常产出普朗大型铜矿床, 浪都、红山等中型铜矿床及松诺、则庸-面切、地苏嘎、沃迪措、欠虽、卓玛等铜矿点, 受印支期壳幔型中酸性斑(玢)岩控制, 沿斑(玢)岩带轴脊附近, 形成斑岩型铜矿床, 两侧形成矽卡岩型铜多金属矿床。其斑岩和成矿及其时代等方面, 尤其是印支期而言, 前人作了大量矿床地质、物化探异常及矿床成因等研究(刘增乾等, 1993; 叶庆同等, 1992; 侯增谦等, 2001, 2002; 曾普胜等, 2003, 2006; 杨岳清等, 2002; 李文昌等, 2007)。而帕纳牛场辉锑矿矿床则为该亚带较为唯一独特的矿种, 规模达中型, 因锑矿及其含矿斑岩体出露规模小等原因, 针对本矿床的成岩成矿条件、辉锑矿化与斑岩关系, 斑岩的成岩年龄等方面的

研究十分薄弱。因此, 笔者通过项目野外和室内工作基础上, 测定了与帕纳牛场锑矿有关的石英二长斑岩的<sup>40</sup>Ar—<sup>39</sup>Ar 年龄, 显示该区燕山早期有斑岩活动及相关锑成矿作用。

## 1 矿区地质概况

帕纳牛场锑矿区出露上三叠统图姆沟组二段(T<sub>3</sub>t<sup>2</sup>), 由砂板岩夹中-酸性火山岩构成(图 1), 板岩中含双壳类 Halobiasuoerbesens-H. steiaca 组合带化石(尹光候等, 2005), 并夹多层火山岩, 岩性以变质安山岩、蚀变杏仁状玄武安山岩、蚀变英安岩、蚀变流纹岩等<sup>②</sup>。侵入岩仅见黑云石英二长斑岩岩枝, 即为含矿母岩, 呈一椭圆形, 出露面积 0.06 km<sup>2</sup>。黑云石英二长斑岩呈中细粒半自形粒状结构, 块状构造, 由斜长石(43%), 粒径 0.3~0.5 mm, 自形斑状, 具韵律环带构造, 黑云母(24%), 粒径 0.2~0.35 mm, 自形鳞片状, 钾长石(25%), 石英(8%), 副矿物见磷灰石、榍石等。岩石具黝帘石

[收稿日期] 2009-08-13; [修订日期] 2010-02-05 [责任编辑] 陈喜峰。

[基金项目] 国家科技支撑课题“三江”中南段铜、铅、锌、金、多金属矿床综合勘查评价技术研究”(2006BAB01A07), 973 项目“巨型矿床形成保存及资源潜力”(2009CB421007)资助。

[作者简介] 李文昌(1963—), 男, 2007 年毕业于中国地质大学(北京), 获博士学位, 教授级高级工程师, 博士生导师, 长期从事地质矿产勘查与管理, E-mail: ygh571008@yahoo.com.cn。

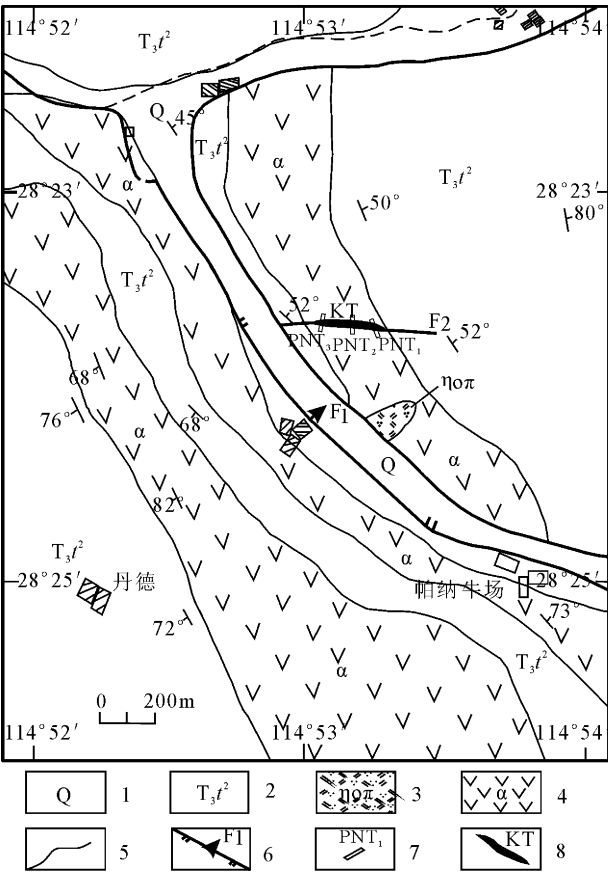


图1 帕纳牛场锑矿区及外围地质略图<sup>③</sup>  
Fig. 1 Simplified geological map of the stibnite deposit at Pananniuichang and surroundings (modified from<sup>③</sup>)

1-第四系残坡积层;2-上三叠统图姆沟组二段;3-石英二长斑岩;4-安山岩;5-地质界线;6-断层及编号;7-探槽及编号;8-锑矿体

1-hillside waste of Quaternary;2-the second member of Tumugou Formation;3-quartz monzonite-porphphy;4-andesite;5-geological confines;6-faults and number;7-trench exploration and number;8-stibnite orebody

化、绢云母化、绿泥石化,具有一般斑岩成矿条件(吕伯西等,1993;祝新友等,2000),但是,该岩体含有另类(锑)矿化。

矿区褶皱为亚拉夏向斜之次级构造:丹德背斜,呈北西向展布,核部为安山岩、变质砂岩、粉砂质绢云板岩,两翼为变质砂岩、粉砂质绢云板岩。沿轴部附近有黑云石英二长斑岩出露。断裂发育有两组,即北西向地苏嘎断裂(F<sub>1</sub>)及近东西向的F<sub>2</sub>断裂(图1)。F<sub>1</sub>属控岩构造,长>4.2 km,为逆断层。F<sub>2</sub>为控矿构造,长约1 km。倾向北,倾角30~60°,构造形迹明显,形成厚0.7~18m的构造角砾岩,角砾成分为安山岩,大小不一,被硅、泥质胶结,辉锑矿呈网脉状、团块状产于角砾间。

该区化探异常为Pb、Zn组合(Sb成矿未引起重视,故未分析),异常区Pb平均含量 $176.33 \times 10^{-6}$ ,最高 $253 \times 10^{-6}$ ,面积0.75 km<sup>2</sup>,Zn平均含量 $359 \times 10^{-6}$ ,最高 $506 \times 10^{-6}$ ,面积0.50 km<sup>2</sup>。规模达1.3NAP。指示该区具有找矿意义。

2 帕纳牛场斑岩锑矿化特征

围绕黑云石英二长岩体,围岩具角岩化,沿F<sub>2</sub>断裂构造角砾岩及其两侧安山岩产生硅化、绢英岩化蚀变,并伴黄铁矿化、辉锑矿化。褶皱和断裂发育,断裂控制了矿(化)体的产出(图1)。

角岩化:靠近岩体的轻变质碎屑岩发生重结晶,形成坚硬致密的接触变质岩,岩石类型有长英质角岩、角岩化粉砂质绢云板岩。

绢英岩化:F<sub>2</sub>断裂中构造角砾岩及其两侧安山岩中的石英次生加大和发生重结晶,斜长石发生绢云母化。

硅化:F<sub>2</sub>断裂构造角砾岩中之安山岩角砾,石英次生加大和发生重结晶,形成致密状石英集合体。

黄铁矿化:在矿(化)体带及其两侧安山岩中,黄铁矿呈细粒浸染状和细脉状产出,黄铁矿粒径0.1~0.3 mm,含量约1~3%。

辉锑矿(化)体产于黑云石英二长岩体围岩硅化安山岩中,长约350 m,宽1~8 m。辉锑矿呈细脉状、网脉状及斑团状产出,局部呈块状,可见长柱状晶体、放射状晶簇,锑含量最高27.58%,平均13.82%。

3 帕纳牛场斑岩体<sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar 同位素年龄

3.1 <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar 同位素测年方法

用于<sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar 同位素测年的PND272S黑云母样品采自帕纳牛场石英二长斑岩坑道中。样品通过粉碎筛选、重选后在显微镜下挑选,纯度在99%以上并用超声波清洗。清洗后的样品被密封进石英瓶中送核反应堆中接受中子照射。照射工作是在中国原子能科学研究院的“游泳池堆”中进行,使用B4孔道,中子流密度约为 $2.54 \times 10^{13} \text{ n cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。照射总时间为2880min,积分中子通量为 $4.39 \times 10^{18} \text{ n cm}^{-2}$ ;同期接受中子照射的还有用做监控的标准样:ZBH-25黑云母标样,其标准年龄为 $132.7 \pm 1.2 \text{ Ma}$ ,K含量为7.6%。

样品的阶段升温加热使用石墨炉,每阶段加热30min,净化30min。质谱分析是在多接收惰性气体质谱仪Helix MC上进行,每个峰值均采集20组数

据。所有数据在回归到时间零点值后再进行质量歧视校正、大气氩校正、空白校正和干扰元素同位素校正。中子照射过程中所产生的干扰同位素校正系数通过分析照射过的  $K_2SO_4$  和  $CaF_2$  来获得,其值为:  $(^{36}Ar/^{37}Ar_o)_{Ca} = 0.0002389$ ,  $(^{40}Ar/^{39}Ar)_K = 0.004782$ ,  $(^{39}Ar/^{37}Ar_o)_{Ca} = 0.000806$ 。<sup>37</sup>Ar 经过放射性衰变校正;<sup>40</sup>K 衰变常数  $\lambda = 5.543 \times 10^{-10} \text{年}^{-1}$ ;用 ISOPLOT 程序计算坪年龄及正、反等时线(Ludwig, v2.49, 2001)。坪年龄误差以  $2\sigma$  给出(陈文等, 2002;张彦等, 2006)。

3.2 黑云母<sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar 同位素分析结果

帕纳牛场石英二长斑岩中黑云母样品阶段升温数据见表 1,在从 500 ~ 1400℃ 区间内,获得 11 个阶段的升温数据,并得到一条未受到明显扰动的<sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar 年龄谱线如图 2-a,受核反冲作用和测量误差的影响,在谱线的左侧和右侧出现了 2 个较低的视年龄值 107.7±3.7 Ma 和 179.6±1.8 Ma,其有效坪年龄为 199.1±1.3 Ma。在<sup>40</sup>Ar-<sup>36</sup>Ar 对<sup>9</sup>Ar-<sup>36</sup>Ar 图 2-b 中,8 个加热阶段的数据构成一条相关性极好的直线,相关系数为 0.9985,其对应的等时线年龄为 199.2±2.4 Ma 与坪年龄保持一致。此外,由该图可知<sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar 的初始比值为 293.6±4.9 Ma 与尼尔值 295.5±5 Ma 基本一致,说明在测试过程中样品中没有过剩 Ar 的存在,由此断定 199 Ma 是帕纳牛场石英二长斑岩结晶(形成)的年龄。

4 <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar 同位素年龄区域对比与锑矿化

普朗-红山铜多金属成矿亚带,位于中甸弧东部斑岩带<sup>①</sup>,呈 NW 展布,岩体分布较为分散。石英

二长斑岩的年龄在中南部红山一带的斑岩枝,近年来矿床勘探(钻探)发现隐伏岩体<sup>③</sup>,斑岩枝<sup>④</sup>的 Rb-Sr 等时线年龄为 214 Ma;浪都斑岩体(曾普胜等, 2003)的黑云母单矿物的<sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar 坪年龄为 216.93 ±4.34 Ma;普朗复式斑岩体中石英二长斑岩的黑云母 K-Ar 表面年龄 221.5 ~ 235.4 Ma,<sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar 坪年龄(曾普胜等, 2004, 2007) 213 ~ 216 Ma,最近新获角闪石、黑云母<sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar 年龄 209 ~ 212 Ma(李文昌等, 2009),这组年龄值相差不大,结合野外地质背景考虑,东斑岩带主体应为晚三叠世诺利期(Norian),延续至燕山早期。此次恰好弥补了该带北部含另类(锑)矿化斑岩体缺少的同位素年龄。

5 结论

(1) 本次用于测试的石英二长斑岩样品较新鲜,含辉锑矿化,但蚀变较弱,具绢云母化及硅化。因此,199 Ma 基本代表了帕纳牛场石英二长斑岩形成的年龄,属燕山早期。是普朗-红山铜多金属成矿亚带上目前获得石英二长斑岩<sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar 最新的年龄值,代表义敦岛弧普朗-红山铜多金属成矿亚带存在燕山早期的构造-岩浆活动,其成岩(矿)作用可能延续到燕山早期。此外,东部斑岩带还有燕山晚期二长花岗(斑)岩侵入,休瓦促岩体 83±1 Ma,热林岩体(李建康等, 2007;尹光候等, 2009) 81.2 ±2.3 Ma。三者构成了印支晚期-燕山早期-燕山晚期连续斑岩及成矿序列。对再认识本区地质、成矿演化历史和找矿方向具有重要意义。

(2) 帕纳牛场锑矿是普朗-红山铜多金属成矿亚带之上目前唯一独特的一个锑矿床,并与石英二

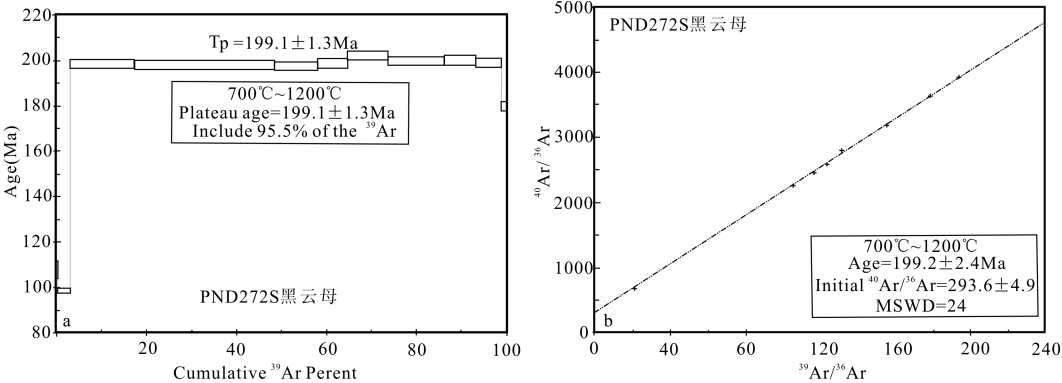


图 2 普朗帕纳牛场石英二长斑岩黑云母<sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar 坪年龄及等时线年龄

Fig. 2 <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar stepwise heating age separate (a) and isochron ages (b) of sericite separated from quartz-monzonite porphyry at Pananniuchang in Pulang area

表 1 普朗帕纳牧场石英二长斑岩黑云母样品<sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar 阶段加热升温分析数据  
Table 1 <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar incremental heating analytical data on biotite separated from quartz-monzonite porphyry at Pananniuchang

| T(℃)                                             | ( <sup>40</sup> Ar/ <sup>39</sup> Ar) <sub>m</sub> | ( <sup>36</sup> Ar/ <sup>39</sup> Ar) <sub>m</sub> | ( <sup>37</sup> Ar/ <sup>39</sup> Ar) <sub>m</sub> | ( <sup>38</sup> Ar/ <sup>39</sup> Ar) <sub>m</sub> | <sup>40</sup> Ar(%) | F       | <sup>39</sup> Ar<br>(10 <sup>-14</sup> mol) | <sup>39</sup> Ar<br>(Cum.)(%) | Age(Ma) | ±1(Ma) |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------|---------|---------------------------------------------|-------------------------------|---------|--------|
| (PND272S 黑云母) W=49.69mg J=0.006239 总平均年龄=195.7Ma |                                                    |                                                    |                                                    |                                                    |                     |         |                                             |                               |         |        |
| 500                                              | 167.5812                                           | 0.5338                                             | 0.2736                                             | 0.1154                                             | 5.88                | 9.8577  | 0.14                                        | 0.29                          | 107.7   | 3.7    |
| 600                                              | 43.5158                                            | 0.1168                                             | 0.2097                                             | 0.0362                                             | 20.69               | 9.0037  | 1.26                                        | 2.98                          | 98.6    | 1.0    |
| 700                                              | 33.1022                                            | 0.0490                                             | 0.0773                                             | 0.0224                                             | 56.29               | 18.6340 | 6.71                                        | 17.29                         | 198.4   | 1.9    |
| 800                                              | 21.0056                                            | 0.0081                                             | 0.0276                                             | 0.0145                                             | 88.58               | 18.6079 | 14.50                                       | 48.23                         | 198.1   | 1.9    |
| 860                                              | 21.1061                                            | 0.0086                                             | 0.0213                                             | 0.0145                                             | 87.95               | 18.5640 | 4.55                                        | 57.94                         | 197.7   | 1.9    |
| 920                                              | 21.4548                                            | 0.0095                                             | 0.0232                                             | 0.0146                                             | 86.93               | 18.6509 | 3.17                                        | 64.71                         | 198.6   | 1.9    |
| 980                                              | 21.2627                                            | 0.0076                                             | 0.0522                                             | 0.0144                                             | 89.39               | 19.0076 | 4.12                                        | 73.51                         | 202.2   | 1.9    |
| 1040                                             | 20.4135                                            | 0.0056                                             | 0.0663                                             | 0.0139                                             | 91.86               | 18.7529 | 5.90                                        | 86.09                         | 199.6   | 1.9    |
| 1100                                             | 20.2981                                            | 0.0052                                             | 0.1426                                             | 0.0140                                             | 92.47               | 18.7709 | 3.33                                        | 93.20                         | 199.8   | 1.9    |
| 1200                                             | 20.5547                                            | 0.0067                                             | 0.9247                                             | 0.0145                                             | 90.72               | 18.6612 | 2.67                                        | 98.90                         | 198.7   | 1.9    |
| 1400                                             | 19.9715                                            | 0.0111                                             | 1.0436                                             | 0.0155                                             | 83.93               | 16.7769 | 0.52                                        | 100.00                        | 179.6   | 1.8    |

注:表中标有 m 脚码的数值为实测比值,W 为所测样品重量,J 为样品在核反应堆中的照射参数。

长斑岩有关的斑岩型锑矿种,与三江地区花岗岩类及其成矿专属性(吕伯西等,1993)有出入,但矿化至少与矿床与斑岩期后热液及断裂关系密切,支持斑岩型成矿的广泛性,如最新研究斑岩含铂、钼矿等(王敏芳等,2009)。围绕斑岩体具角岩化,在 F<sub>2</sub> 断裂构造角砾岩,外围岩石中发育硅化及绢英岩化,相伴黄铁矿和辉锑矿化,表明义敦岛弧在印支期晚期-燕山早期的盆-山转化、弧-陆碰撞等演过程中,主要形成支期期、燕山期斑岩型-矽卡岩型铜多金属矿床(李建康等,2007;尹光候等,2009)之外,在晚期(<199 Ma)还具有斑岩成矿系列中,至少与斑岩有关的晚期热液脉状矿化作用-锑矿化,因而,揭示了本区斑岩新的一种成矿作用,以及一种新的找矿方向,具有较好的前景。

[ 注释 ]

① 云南省地质调查局. 2009. 西南“三江”云南段重大找矿疑难问题研究(内部,未出版)

② 云南省地质矿产局第三地质大队. 1999. 1 50000 红山幅区调说明书

③ 云南省地质调查院. 2008. 中甸地区铜矿资源评价(内部)修改

④ 谭雪春,曾群望,苏文宁. 1985. 滇西部斑岩和斑岩铜矿(内部)

[ References ]

Chen Wen, Liu Xin-yu, Zhang Si-hong. 2002. Continuous laser step-wise heating <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar dating technique[J]. Geological Review, 48(supplement):127-134(in Chinese with English abstract)

Hou Zeng-qian, Qu Xiao-ming, Zhou Ji-hong, Yang Yue-qing, Huang Dian-hao, Lü Qing-tian, Tang Shao-hua, Yu Jin-jie, Wang Hai-ping, Zhao Jin-hua. 2001. Collision-Orogenic processes of the Yidun arc in the Sanjiang region: record of granites[J]. Acta Geologica Sinica, 75(4):484-497

Hou Zeng-qian, Yang Yue-qing, Qu Xiao-ming, Huang Dian-hao, Lü Qing-tian, Wang Hai-ping, Yu Jin-jie, Tang Shao-hua. 2004. Tectonic evolution and mineralization systems of the Yidun arc orogen in Sanjiang region, China[J]. Acta Geologica Sinica, 78(1):110-119

Liu Zeng-qian, Li Xing-zhen, Ye Qing-tong, Luo Jia-ning, Sen Gang-fu. 1993. Division of tectono-magmatic zones and the distribution of deposits in the Sanjiang area[M]. Beijing: Geological Publishing House(in Chinese):18-68

Lü Bo-xi, Wang Zeng, Zhang Neng-de, Duan Jian-zhong. 1993. Granitoid in the Sanjiang region (Nujiang-Lancangjiang-Jinsha Jiang region) and their metallogenic specialization[M]. Beijing: Geological Publishing House(in Chinese with English abstract):1-108

Li Jian-kang, Li Wen-chang, Wang Deng-hong, Lu Ying-xing, Yin Guang-hou, Xue Shun-rong. 2007. Re-Os dating for ore-forming event in the late of Yanshan Epoch and research of ore-forming regularity in Zhongdian Arc[J]. Acta petrologica Sinica, 23(10):2415-2422

Li Wen-chang, Zeng Pu-shen. 2007. Characteristics and metallogenic model of the Pulang superlarge porphyry copper deposit in Yunnan[J]. Journal of Chengdu University of Technology (Science & Technology Edition), 8(11):436-446

Li wen-chang, Yin guan-ghou, Lu ying-xiang, Liu xue-long, Xu dong, Zhang shi-quan, Zhang na. 2009. The evolution and <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar isotopic pulang iomplex in Zhongdian[J]. Acta Geologica Sinica, 83(10):1421-1429.

Wang Min-fang, Deng Xiao-dong, Bi Shi-jian. 2009. A study on the enrichment of Pt and Pd in the Fengshan porphyry Cu-Mo deposits[J]. Chronology and Exploration, 45(2):38-43

Ye Qing-tong, Hu Yun-zhong, Yang Yue-qing. 1992. Regional geochemical background and gold, silver, and lead-zinc mineralization in Sanjiang Region[M]. Beijing: Geological Publishing House(in Chinese):12-57

Yang Yue-qing, Hou Zeng-qian, Huang Dian-hao, Qu Xiao-ming. 2002. Collision orogenic process and magmatic metallogenic system in Zhongdian Arc[J]. Acta Geoscientia Sinica, 23(1):17-24

Yin Guang-hou, Liu Xing, Deng Zhi-xiang, Xiao Ling. 2005. Analysis of the Late Triassic sediment and basin of Wucun-Yishan area in Zhongdian, Yunnan[J]. Yunnan Geology, 24(1):58-66

Yin Guan-ghou, Li Wen-chang, Jiang Cheng xiang, Li Jan-kang, Xu Dong, Yang Shu-ran. 2009. The evolution of Relin uplex rock masses in Yanshan Phase and Ar-Ar dating age and copper-molybde-

num mineralization characteristics of Zhongdian volcanic - magma arc[J]. chronology and exploration , 45 ( 3 ) :385-395

Zhu Xin-you, Wang Dong-po, Wang Shu-lai. 2000. On the mineralization Condition of Large In West Kunlun Mountain [J]. Chronology and Exploration, (5) :42-46

Zeng Pu-sheng, Mo Xuan-xue, Yu Xue-hui, Hou Zeng-qian , Xu Qi-dong, Wang Hai - ping , Li Hong and Yang Chao - zhi. 2003. Porphyries and porphyry copper deposit in Zhongdian area, northwestern Yunnan[J]. Mineral Deposits, 22 (4) :394-400

Zeng Pus-sheng, Hou Zeng-qian, Li Li-hui , Qu Wen-jun, Wang Hai-ping , Li Wen-changa, Meng Yi-feng, Yang Zhu-sen. 2004. Age of Pulang porphyry copper deposit in NW Yunnan and its geological significance[J]. Geological Bulletin of China, 23 (11) :1127-1131

Zhang-Yan, Chen -Wen, Chen Ke-long, , Liu Xin-yu. 2006. Study on the Ar-Ar age spectrum of diagenetic I/S and the mechanism of <sup>39</sup>Ar recoil loss examples from the clay minerals of P-T boundary in Changxing, Zhejiang Province[J]. Geological Review , 52 (4) :556-561

Zeng Pu-sheng, Li wen-chang, Wang Hai-ping, Li Hong. 2006. The Indosinian Pulang superlarge porphyry copper deposit in Yunnan, China; Petrology and chronology[J]. Acta petrologica Sinica, 22 (4) : 989-1000

[附中文参考文献]

陈 文,刘新宇,张思红. 2002. 连续激光阶段升温 <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar 地质年代测定方法研究[J]. 地质论评,第 48 卷,增刊:127-134

侯增谦,曲晓明,周继荣,杨岳清,黄典豪,吕庆田,唐绍华,余金杰,王海平,赵金花. 2001. 三江地区义敦岛弧碰撞造山过程:花岗岩记录[J]. 地质学报,75 (4) :484-497

侯增谦,杨岳清,曲晓明, 黄典豪,吕庆田,王海平,余金杰,唐绍华. 2004. 三江地区义敦岛弧造山带演化和成矿系统[J]. 地质学报, 78 (1) :110-119

刘增乾,李兴振,叶庆同,罗建宁,沈敢富. 1993. 三江地区构造岩浆带的划分和矿产分布规律[M]. 北京,地质出版社, 18-68

吕伯西,王 增,张能德,段建中. 1993. 三江地区花岗岩类及其成矿

专属性[M]. 北京,地质出版社,1-108

李建康,李文昌,王登红,卢映祥,尹光候,薛顺荣. 2007. 中甸弧燕山晚期成矿事件的 Re-Os 定年及成矿规律研究[J]. 岩石学报, 23 卷(10) :2415-2422

李文昌,曾普胜. 2007. 云南普朗超大型斑岩铜矿特征及成矿模型[J]. 成都理工大学学报(自然科学版), 8 (11) :436-446

李文昌,尹光候,卢映祥,刘学龙,许东,张世权,张 娜. 2009. 中甸普朗复式斑岩体演化及<sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar 同位素依据[J]. 地质学报, 83 卷(10) :1421-1429

王敏芳,邓晓东,毕诗键. 2009. 丰山斑岩铜( 钼) 矿床中铂、钯的富集特征研究[J]. 地质与勘探, 45 (2) :38-43

叶庆同,胡云中,杨岳清. 1992. 三江地区区域地球化学背景和金银铅锌成矿作用[M]. 北京,地质出版社, 12-57

杨岳清,侯增谦,黄典豪,曲晓明. 2002. 中甸弧碰撞造山作用和岩浆成矿系统[J]. 地球学报, 23 (1) :17-24

尹光候, 刘 星, 邓志祥, 肖 玲. 2005. 云南中甸五村-移山晚三叠世沉积及盆地特征[J]. 云南地质, 24 (1) : 58-66

尹光候, 李文昌,蒋成兴,李建康,许 东,杨舒然. 2009. 中甸火山-岩浆弧燕山期热液复式岩体演化与 Ar-Ar 定年及铜钼矿化[J]. 地质与勘探,45 (4) :385-395

祝新友,汪东坡,王书来. 2000. 新疆西昆仑地区大型铜矿成矿条件分析[J]. 地质与勘探, (5) :42-46

曾普胜,莫宣学,喻学惠,侯增谦,徐启东,王海平,李 红,杨朝志. 2003. 滇西北中甸斑岩及斑岩铜矿[J]. 矿床地质, 22 (4) :394-400

曾普胜,侯增谦,李丽辉, 屈文俊,王海平,李文昌,蒙义峰,杨竹森. 2004. 滇西北普朗斑岩铜矿床成矿时代及其意义[J]. 地质通报,23 (11) :1127-1131

张 彦,陈 文,陈克龙,刘新宇. 2006. 成岩混层(I/S) Ar-Ar 年龄谱型及<sup>39</sup>Ar 核反冲丢失机理研究—以浙江长兴地区 P-T 界线粘土岩为例[J]. 地质论评, 52 (4) :556-561

曾普胜,李文昌,王海平,李 红. 2006. 云南普朗印支期超大型斑岩铜矿床:岩石学及年代学特征[J]. 岩石学报, 22 (4) :989-1000

<sup>40</sup>Ar—<sup>39</sup>Ar Ages and Antimony Mineralization of the Pananniuchang Porphyry in the Zhongdian Area of Yunnan Province

LI Wen-Chang<sup>1,2</sup>, YIN Guang-Hou<sup>1</sup>, LIU Xue-Long<sup>1,2</sup>, LU Ying-Xiang<sup>1</sup>, XU Dong<sup>1</sup>, CAO Xiao-Ming<sup>1</sup>, ZHANG Shi-Quan<sup>1</sup>, YANG Shu-Ran<sup>3</sup>

(1. Yunnan Institute of Geological Survey, Kunming 650051; 2. Kunming university of science and technology, Yunnan, Kunming 650093; 3. China University of Geoliges, Beijing 100083)

**Abstract:** The stibnite deposit at the Panan cattle farm in the north of Pulang-Hongshan copper polymetallic metallogenic sub-belt is associated with beschtauite (hydrothermal) and faults. The <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar plateau age and isochron age of the blackmica in porphyry are 199. 1±1. 3Ma and 199. 2±2. 4Ma, which represent the emplacement time of porphyry corresponding to stibnite metallization. These ages are the youngest ones of <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar of beschtauite in the Pulang-Hongshan copper polymetallic metallogenic sub-belt, which indicate that in this sub-belt of the Yidun arc existed early Yanshanian tectono-magmatic activities. In late Indo-China epoch, porphyry-skarn copper polymetallic deposit formed in this area, moreover in early Yanshaniann time there was also porphyry deposit formed, as well as hydrothermal vein mineralization related with porphyry. They indicate a new metallogenesis of porphyry, exploration direction and prospect in this region.

**Key words:** quartz monzonite-porphyry, stibnite mineralization, <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar age, petrogenic ( mineralization ) age, Pananniuchang Zhongdian