

我国西南地区斑岩矿床与走滑断裂关系及其勘查意义

秦建华, 丁俊, 刘才泽, 张启明

(中国地质调查局成都地质调查中心, 成都 610081)

[摘要]我国西南地区是我国重要的斑岩矿床勘查开发基地,自20世纪60年代以来,相继勘查发现了玉龙、驱龙、普朗、多不杂等特大型斑岩铜矿。初步研究表明,西南地区斑岩矿床的集聚与走滑断裂存在着密切的空间关系。认识并深入研究斑岩矿床与走滑断裂存在着的这种关系,对于斑岩矿床勘查具有重要的意义。在西南地区现有的5个斑岩成矿带开展斑岩矿床勘查时,在沿区域性走滑断裂方向勘查并加强对走滑断层带内或其周围派生的局部引张或挤压地区开展找矿的同时,还应注意开展对鲜水河-小江左旋走滑断裂带及两侧斑岩矿床的勘查。

[关键词]斑岩矿床 走滑断裂 勘查意义 中国西南地区

[中图分类号]P612+P618.41 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2010)06-1028-08

Qin Jian-hua, Ding Jun, Liu Cai-ze, Zhang Qi-ming. Relationship between porphyry deposits and strike slip faults and its implication to exploration in Southwestern China[J]. Geology and Exploration, 2010, 46(6): 1028-1035.

0 前言

我国西南地区斑岩矿床,主要为斑岩铜(钼、金)矿。对西南地区斑岩矿床的勘查,继20世纪60年代发现西藏玉龙斑岩铜矿以来,近年来又相继勘查发现了西藏驱龙铜矿、多布扎铜矿和云南普朗铜矿等大型、特大型斑岩矿床,从而使我国西南地区成为我国重要的斑岩矿床勘查开发基地。

但是,当前在西南地区斑岩矿床勘查中面临着直接找矿信息越来越少,地表找矿难度越来越大的问题,到那里去寻找斑岩矿床是我们面临需要解决的第一个问题。本文将对西南地区斑岩矿床与走滑断裂的关系及其勘查意义进行初步研究。

1 我国西南地区斑岩矿床主要成矿地质特征

1.1 斑岩矿床时空分布和成矿带划分

我国西南地区斑岩矿床在成岩成矿时代上,主要集中在5个时期,即:晚三叠世、早白垩世、始新世、渐新世和中新世。空间上,主要分布在西藏南部冈底斯地区、西藏北部班公湖-怒江地区和东部玉龙地区,云南西北部中甸地区、大理-红河地区和四

川西南部盐源地区、西部香城、稻城和德格地区(图1)。根据成岩成矿时代和构造环境的不同,斑岩矿床在成矿区带上可划分为五个斑岩成矿带(图1),即:义敦-中甸印支期斑岩成矿带、玉龙-马拉松多古近纪斑岩成矿带、丽江-金平古近纪斑岩成矿带、冈底斯古近纪-新近纪斑岩成矿带和班公湖-怒江燕山期斑岩成矿带(秦建华等,2010)。

1.2 义敦-中甸印支期斑岩成矿带斑岩矿床主要成矿地质特征

在义敦-中甸印支期斑岩成矿带(表1),已勘查发现有中甸普朗特大型斑岩铜钼矿、雪鸡坪中型铜矿、春都和卓玛以及乡城热香、竹鸡顶、稻城伊公若、红卓和德格昌达沟等斑岩铜矿床。该成矿带斑岩矿床,形成于俯冲造山岛弧环境,可以普朗特大型斑岩铜矿为代表。普朗斑岩铜矿位于云南中甸地区,矿区由南、北两个矿段组成,成矿作用发生于普朗复式中酸性斑(玢)岩体内,包含5个矿化小岩株,总面积8.9km²,含矿岩石主要是石英二长斑岩,其次为石英闪长玢岩、花岗闪长斑岩,已圈定7个工业矿体,其中KT1是主矿体,含铜矿物主要是黄铜矿、次为孔雀石,另有微量的铜蓝和斑铜矿等,含矿岩体蚀

[收稿日期]2010-05-04; **[修订日期]**2010-09-06; **[责任编辑]**郝情情。

[基金项目]国土资源大调查项目西南地区矿产资源潜力评价项目(1212010813035)资助。

[第一作者]秦建华(1964年-),男,博士,研究员,从事区域成矿和矿产勘查部署研究。E-mail: 913473816@qq.com。

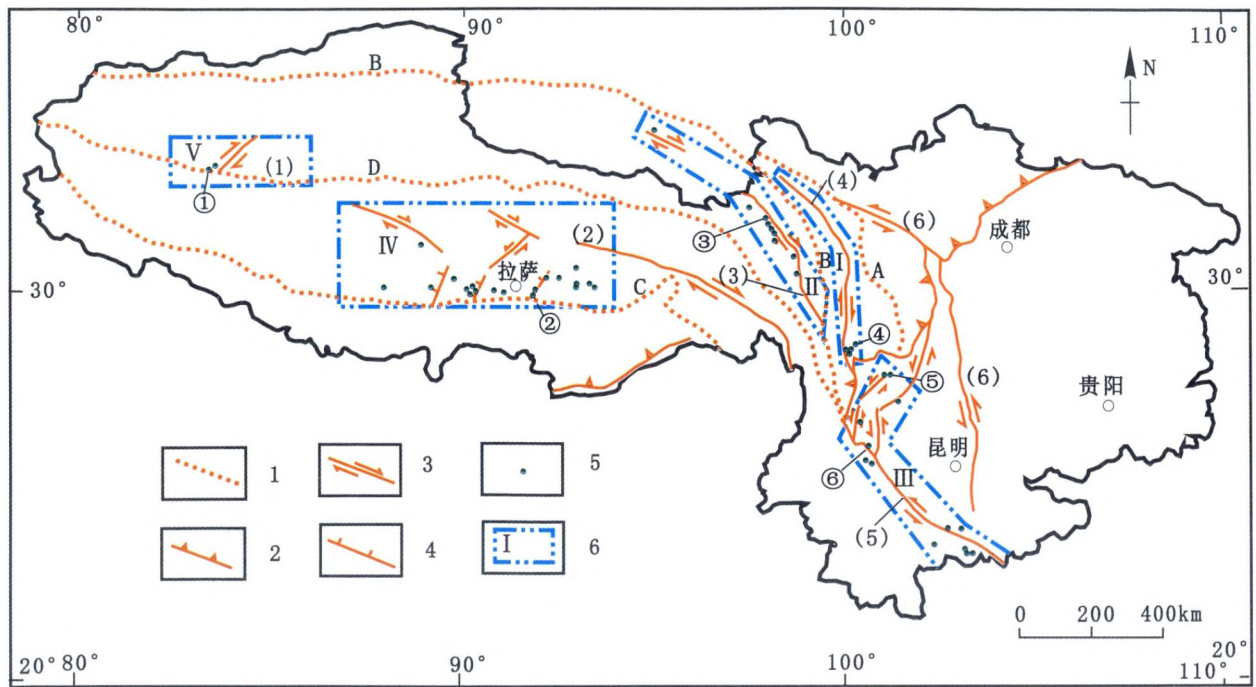


图 1 西南地区斑岩成矿带分布图

Fig. 1 Map showing distribution of porphyry metallogenic belts in southwestern China

1-缝合带:A-甘孜-理塘缝合带,B-金沙江缝合带,C-雅鲁藏布江缝合带,D-班公湖-怒江缝合带;2-逆冲断层;3-走滑断层:(1)-多不杂断裂,(2)-嘉黎断裂,(3)-车所乡断裂,(4)-格咱河断裂,(5)-哀牢山-红河断裂;(6)鲜水河-小江左旋走滑断裂;4-正断层;5-斑岩矿床(点):①-多不杂铜矿,②-驱龙铜矿,③-玉龙铜矿,④-普朗铜矿,⑤-西范坪铜矿,⑥-马厂箐铜矿;6-斑岩成矿带:I-义敦-中甸印支期斑岩成矿带,II-玉龙-马拉松多古近纪斑岩成矿带,III-丽江-金平古近纪斑岩成矿带,IV-冈底斯古近纪-新近纪斑岩成矿带,V-班公湖-怒江燕山期斑岩成矿带

1-suture belt:A-Garze-Litang suture belt,B-Jinsha suture belt,C-Yarlung Zangbo River suture belt,D-Bangong-Nujiang suture belt;2-thrust fault;3-strike-slip fault:(1)-Duobuza fault,(2)-Jiali fault,(3)-Cesuo fault,(4)-Geza He fault,(5)-Ailao Shan-Red River fault;(6)-Xuanshuihe-Xiaojiang sinistral strike slip fault;4-normal fault;5-porphyry deposit,number in figure:①-Duobuza porphyry deposit,②-Qulong porphyry deposit,③-Yulong porphyry deposit,④-Pulang porphyry deposit,⑤-Xifanping porphyry deposit;⑥-Machangqing porphyry deposit;6-porphyry metallogenic belt:I-Yidun-Zhongdian belt,II-Yulong-Malasongduo belt,III-Lijiang-Jinping belt,IV-Gangdise belt,V-Bangong-Nujiang Yanshanian belt

变作用强烈、蚀变分带明显,由中心向外发育强硅化带、钾化(钾长石黑云母)硅化带、石英绢云母化带、青磐岩化带(局部发育伊利石-碳酸岩化带),工业矿体主要产于钾化硅化带和石英绢云母化带中,成矿年龄 $213 \pm 3.8 \text{Ma}$ 为晚三叠世诺利期(范玉华等,2006;李文昌等,2007)。

1.3 玉龙-马拉松多古近纪斑岩成矿带斑岩矿床主要成矿地质特征

在玉龙-马拉松多古近纪斑岩成矿带(表1),已勘查发现玉龙一个特大型斑岩铜钼矿、两个大型(多霞松多和马拉松多)和3个中小型(扎那尔和莽总等)铜矿床。该成矿带斑岩矿床,形成于古近纪扬子陆块岩石圈地幔沿着金沙江缝合带持续发生的向西斜向陆内俯冲构造环境(秦建华等,2010),斑岩体内的蚀变发育有钾化带、钾硅化带、绢云岩化带、青磐岩化带和粘土化带,矿化主要与钾硅化带、

绢云岩化带有关(徐正余等,1991)。可以玉龙特大型斑岩铜钼矿为代表。玉龙斑岩铜矿由产于玉龙斑岩体中的矿体和产于玉龙斑岩体周围的矽卡岩带中的矿体和外围围岩中的矿体组成(徐正余等,1991),二长花岗斑岩是主要的成矿斑岩。含矿斑岩体的成岩成矿期的主要年代在 $40 \sim 35 \text{Ma}$ (芮宗瑶等,2004)。据陈建平等(2009)研究,产于玉龙斑岩体中的矿体为 I 号矿体,可细分为 3 个矿层, I-3 矿层分布于斑岩体上部的硅化粘土化带内、为 I 号矿体主要赋矿层, I-2 矿层分布于斑岩体中部的绢云英化带内, I-3 矿层下部, I-1 矿层上部, I-1 矿层分布于斑岩体中下部的钾硅化带内。I 号矿体的矿石类型从浅部至深部依次为:脉状矿石(I-3 矿层)→细脉浸染状矿石(I-2 矿层)→浸染状矿石(I-1 矿层)。矿石矿物主要为黄铜矿、辉钼矿、黄铁矿等,次为辉铜矿、赤铜矿,由于近地表氧化淋滤作用,

表1 我国西南地区斑岩成矿带主要成矿地质特征

Table 1 Geological features of porphyry metallogenic belts in southwestern China

斑岩成矿带	义敦-中甸	玉龙-马拉松多	丽江-金平	冈底斯	班公湖-怒江
代表性矿床	普朗铜矿(曾普胜等,2003)	玉龙铜矿	西范坪铜矿	驱龙铜矿;明则钼矿	多不杂铜矿
含矿斑岩	石英二长斑岩	二长花岗斑岩	正长斑岩	二长花岗斑岩,石英二长斑岩,钾长花岗斑岩	花岗闪长斑岩
年龄	成矿年龄 213Ma (普朗)(曾普胜等,2003)	成矿年龄 40.1Ma (玉龙)(侯增谦等,2006)	成矿年龄 32.1Ma (西范坪)(侯增谦等,2006)	岩体蚀变年龄 15.77Ma(驱龙)(李光明等,2004);成矿年龄 30Ma(明则)(闫学义等,2010)	岩石年龄 127.8 ± 2.6Ma(曲晓明等,2006)
成矿构造环境	岛弧(秦建华等,2010)	后碰撞(秦建华等,2010)	大陆转换板块边界(秦建华等,2010)	同碰撞(古近纪)(秦建华等,2010);后碰撞(新近纪)(秦建华等,2010)	同碰撞(秦建华等,2010)
与成矿有关的区域走滑断裂	格咱河-德格-乡城断裂	车所乡断裂	哀牢山-红河断裂	一级序雅江走滑断裂(古近纪)(闫学义等,2010);喀拉昆仑-嘉黎断裂(新近纪)(秦建华等,2010)	多不杂走滑断裂

局部可见孔雀石、蓝铜矿等表生铜矿物。

1.4 丽江-金平古近纪斑岩成矿带斑岩矿床主要成矿地质特征

在丽江-金平古近纪斑岩成矿带(表1),已发现了盐源西范坪、模范村斑岩铜矿、北衙金矿、马厂菁和小龙潭斑岩铜矿、金平长安冲、金平铜厂斑岩铜钼金矿和红河斑岩型铜矿等中大型矿床,尚未发现特大型斑岩矿床,成矿构造环境为大陆转换板块边界环境。该成矿带斑岩矿床可以马厂菁斑岩矿床为代表。马厂菁铜钼斑岩矿床,位于云南祥云、弥渡、大理三县接壤部位,矿区主要岩体是马厂菁复式杂岩体,该岩体由大小 260 多个小岩体组成,出露面积约 1.36km²,由各种类型的斑岩组成,其中,以大面积出露的斑状花岗岩为主(郭晓东等,2009)。马厂菁赋铜斑岩体主要由早期角闪正长岩及晚期花岗斑岩组成,早期角闪正长岩岩体年龄为 35.6±0.3Ma,晚期花岗斑岩岩体年龄为 35.0±0.2Ma(梁华英等,2004)。主要金属矿物有辉钼矿、黄铜矿、斑铜矿、辉铜矿、砷黝铜矿、黄铁矿、磁黄铁矿、磁铁矿和白钨矿、闪锌矿、辉锑矿、方铅矿等,矿物分带(由内向外):辉钼矿→黄铜矿、黄铁矿→黄铁矿、黄铜矿→方铅矿(赵准,1995)。岩体蚀变强烈并具有较好的蚀变分带性,自中心向外可划分出 3 个蚀变带:强硅化核(中心)→石英钾长石化带(中部)→石英绢云母化带(边部),铜钼矿体主要产于中部的石英钾长石化带和边部的石英绢云母化带(郭晓东等,2009)。

1.5 冈底斯古近纪-新近纪斑岩成矿带斑岩矿床主要成矿地质特征

在冈底斯古近纪-新近纪斑岩成矿带(表1),已发现 1 处超大型斑岩铜矿(驱龙),4 处大型斑岩铜矿(朱若、厅宫、冲江、白容)和多个斑岩铜矿(化)点(拉坑俄、吹败子、吉如),另外,还发现二处中小型斑岩钼矿床(沙让、明则)。斑岩矿床成岩成矿时代有两个时期,主要为中新世(如驱龙、厅宫),其次是古近纪(如沙让、明则)。古近纪斑岩矿床成矿构造环境是印度板块和亚洲板块斜向陆内汇聚同碰撞构造环境,新近纪成矿构造环境是印度板块和亚洲板块后碰撞构造环境(秦建华等,2010)。该成矿带斑岩矿床中新世斑岩矿床可以驱龙斑岩铜矿为代表。据杨志明等(2008)研究,中新世花岗闪长岩是驱龙矿床最主要的含矿岩石,容纳了驱龙矿床约 70% 的铜钼矿体,中新世二长花岗斑岩与成矿关系密切,是矿区的成矿母岩,蚀变作用包括早期钾硅酸盐化蚀变(钾长石-黑云母化)、青磐岩化蚀变(绿帘石-绿泥石化)、以及随后发生的长石分解蚀变(石英-绢云母-绿帘石-粘土化),晚期长石分解蚀变强烈叠加于早期钾硅酸盐化蚀变之上,铜钼矿化与钾硅酸盐化蚀变和长石分解蚀变关系密切,含铜矿物主要为黄铜矿、偶见斑铜矿,含钼矿物主要为辉钼矿。驱龙铜矿含矿斑岩体成岩年龄经锆石离子探针分析为 17.58±0.74Ma,岩体蚀变年龄经钾长石 K-Ar 同位素测定为 15.77±0.45Ma(李光明等,2004)。

1.6 班公湖-怒江燕山期斑岩成矿带斑岩矿床主要成矿地质特征

在班公湖-怒江燕山期斑岩成矿带(表1),目前已发现多不杂斑岩铜矿和波龙斑岩铜金矿两个大型-特大型斑岩矿床,斑岩成岩成矿时代为早白垩世,成矿构造环境是早白垩世拉萨地体向北俯冲与羌塘地体发生初始碰撞后形成的同碰撞构造环境。该成矿带斑岩矿床可以多不杂斑岩铜矿为代表。多不杂斑岩铜矿位于班公湖-怒江结合带北缘,含矿斑岩主要为石英闪长玢岩和花岗闪长斑岩,呈岩株产出,岩体成岩年龄为 $127.8 \pm 2.6\text{Ma}$ (曲晓明、辛洪波,2006),在含矿岩体内及其围岩中蚀变强烈分带明显,由含矿斑岩中心向外可划分出钾硅化带、泥化带、伊利石-水白云母-褐铁矿化带-角岩带或青磐岩化带,含矿斑岩为全岩矿化,少量矿化产于围岩中,矿化主要产于钾硅化带、硅化泥化带及青磐岩化带或角岩化带,矿石中金属矿物主要为黄铜矿、磁铁矿,次为黄铁矿、赤铁矿、金红石,少量辉铜矿、斑铜矿和自然金等(李光明等,2007)。

2 斑岩矿床与走滑断裂

已有研究表明,在斑岩矿床的构造岩浆活动中走滑剪切应力最有利于岩浆的集聚和上升(Brown, 1994)。Cornejo等(1997)和Richards(2001)认为,斑岩成矿中心与主要的横推断层带间,特别是与这些构造相切的线性构造的交切部位在许多情况下存在着明显的空间关系。从我们对我国西南地区发育的5个斑岩成矿带中斑岩矿床与区域性深大走滑断裂存在着的空间关系来看(表1),对此认识是支持的。

在义敦-中甸印支期斑岩成矿带,以普朗为代表的印支期斑岩铜矿集区空间上位于呈南北走向的格扎河岩石圈右旋走滑断裂的西南侧。该断裂为岩石圈断裂,在四川与德格-乡城断裂相连,南北长约750km,与义敦岛弧平行,主要活动于中晚三叠世(云南省区域地质志,1990;四川省区域地质志,1991)(图1)。

在玉龙-马拉松多古近纪斑岩成矿带,含矿斑岩体在空间分布上与车所乡右旋走滑断裂紧密相关(Hou等,2003;潘桂棠等,2003)(图2),成矿带斑岩矿床受NNW向大规模走滑断裂带控制(侯增谦,杨志明,2009)。

在丽江-金平古近纪斑岩成矿带,斑岩矿床位于哀牢山-红河左行走滑挤压构造带的两侧。据王

登红等研究(2006),沿红河左行走滑断裂带分布的富碱岩体基本是同时形成的(约35Ma)。斑岩矿床的形成应是与哀牢山-红河剪切带始新世到中新世发生的左行走滑构造环境有关(图2)。四川盐源地区发现的西范坪-模范村斑岩矿床属于该成矿带的北分支,斑岩群的容岩、容矿构造多沿构造带的次级伴生断裂或不同类型和方向构造的复合部位分布(李立主等,2006;李立主等,1995)。

在冈底斯斑岩成矿带,古近纪斑岩矿床目前勘查发现的主要是斑岩钼矿,如沙让、明则斑岩钼矿,据闫学义等(2010)研究,斑岩钼矿受控于一级序雅江走滑断裂派生的二级序逆冲断层(沙让钼矿)或三、四级序逆冲断层(明则钼矿)。而在冈底斯斑岩成矿带中,新近纪斑岩矿床勘查发现的主要是斑岩铜矿,据侯增谦等(2006)和侯增谦、杨志明(2009)研究,斑岩铜矿受NS向正断层系统控制。我们知道,在冈底斯正断层和走滑断层是两个主要的活动构造(Armijo等,1989)。正断层,为南北走向,反映出东西向引张。而在冈底斯发育的走滑断裂,是由NW-SE走向的自东向西呈雁形排列由嘉黎断裂、崩错断裂和格仁错断裂与喀拉昆仑断裂组成的喀拉昆仑-嘉黎右旋走滑断裂带(KJFZ)(Armijo等,1989)(图1)。对断裂年龄测试结果表明,喀拉昆仑断裂活动时间开始于~17Ma(Dunlap等,1998),嘉黎断裂活动时间为18~12Ma(Lee等,2003),正断层开始活动和最主要活动时期为18~13Ma(Coleman和Hodges,1993;Williams等,2001)并在8Ma得到强化(Yin和Harrison,2000)直到现今仍在活动(Armijo等,1986)。目前,虽然对NS向正断层的发育机制尚存较大争议,但在冈底斯正断层和走滑断层在发育时限上的一致性说明二者应具有相同的形成机制(common causal mechanism),呈NW-SE向的走滑断裂带(KJFZ)在空间上终止了NS向正断层的向北延伸,可能暗示了NS向正断层与NW-SE向分布的KJFZ断裂带存在着成因关系,而正是印度与亚洲板块间的斜向汇聚对中新世中期以来上述两类断层的形成起到了关键作用(Lee等,2003)。因此,不难看出,在冈底斯,受控于NS向正断层系统的新近纪斑岩矿床在高序次构造上应是受控于区域性KJFZ走滑断裂的。

在班公湖-怒江燕山期斑岩成矿带,由多不杂铜金矿和波龙铜金矿构成的矿集区在空间上集聚在呈北东向分布的多不杂右旋走滑断裂的北西侧,这条区域性右旋走滑断裂对班公湖-怒江西段燕山期含矿斑岩的上升侵位起到了控制作用(图1)。

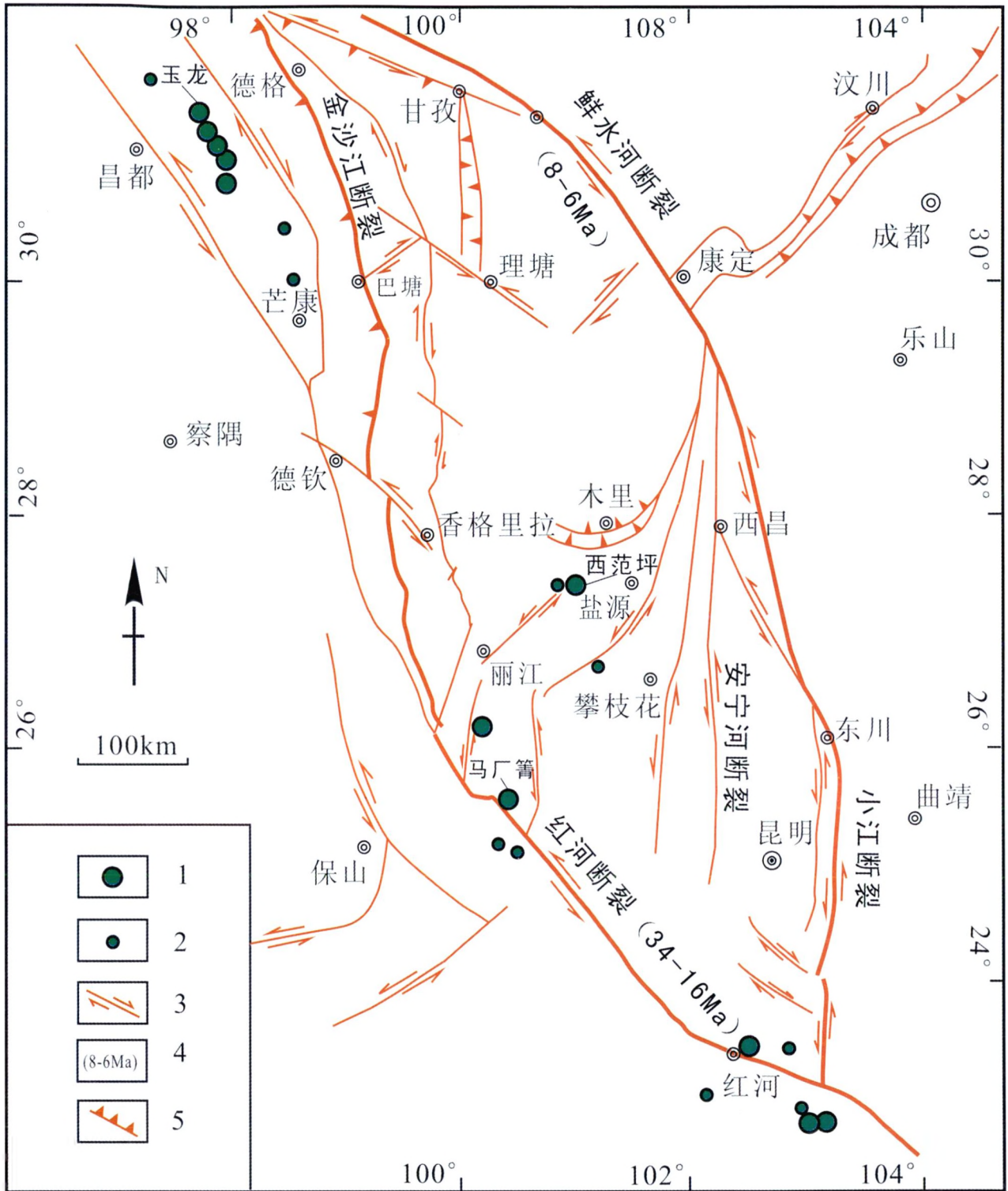


图2 金沙江-红河及邻区新生代主要断裂与斑岩矿床(点)分布图
 (据 Leloup *et al.*, 1995; Wang *et al.*, 1998; Wang *et al.*, 2000; Lee *et al.*, 2003;
 Hou *et al.*, 2003; 潘桂棠等, 2003; 许志琴等, 2006; 综合编制)

Fig. 2 Major Cenozoic faults and porphyry deposits along the Jinshajiang-Red
 River and adjoining areas

(Compiled from Leloup *et al.*, 1995; Wang *et al.*, 1998; Wang *et al.*, 2000;
 Lee *et al.*, 2003; Hou *et al.*, 2003; Pan *et al.*, 2003; Xu *et al.*, 2006;)

1-斑岩矿床; 2-斑岩矿点; 3-走滑断层; 4-断层活动时代; 5-逆冲断层
 1-porphyry deposit; 2-mineral occurrence; 3-strike-slip fault; 4-age of movement; 5-thrust fault

3 勘查意义

如上所述,在我国西南地区已勘查发现的5个斑岩成矿带中的斑岩矿床的集聚几乎都与区域性深大走滑断裂存在着密切的关系,因此,在西南地区现有的5个斑岩成矿带中开展斑岩矿床勘查时,应注意沿走滑断裂方向勘查并加强在走滑断层带内或在周围由其派生的局部的引张和挤压地区开展找矿,尤其要注意研究由区域走滑断裂派生的二级、三级和四级序构造及与侵入体的关系,注意寻找与这些构造相切的线性构造交切部位(如盐源西范坪-模范村斑岩群就位于隐伏的东西向和近南北NNE向的构造交汇处)。在义敦-中甸斑岩成矿带,要注意对呈南北走向的格咱河-德格-乡城断裂右旋走滑断裂及其所影响的周围开展斑岩矿床的找矿工作。在玉龙-马拉松多斑岩成矿带,应注意对车所乡右旋走滑断裂及其周围的勘查;在丽江-金平斑岩成矿带,斑岩矿床勘查应沿哀牢山-红河左行走滑构造带两侧进行。在冈底斯斑岩成矿带,要注意对一级序雅江走滑断裂和喀拉昆仑-嘉黎走滑断裂带及其派生的或具有成因关系的断层(如古近纪雅江走滑断裂派生的逆冲挤压断裂、新近纪喀拉昆仑-嘉黎走滑断裂具有成因关系的南北向引张断裂)与斑岩侵入体关系的研究。在班公湖-怒江斑岩成矿带,走滑断裂与斑岩侵入体的关系已得到勘查工作的证实,在斑岩矿床勘查中要重视和加强在走滑断裂(如多不杂右旋走滑断裂)及其周围地区的勘查。

需要指出的是,在我国西南地区除了应加强在已发现的上述5个斑岩成矿带中的斑岩矿床的勘查外,还应加强对鲜水河-小江左旋走滑断裂及其两侧的勘查。构造研究表明,鲜水河-小江左旋走滑断裂在新近纪是印度板块相对于南中国地壳物质旋转的东部边界(一级构造边界),换句话说,鲜水河-小江左旋走滑断裂在晚新生代的构造性质类似于红河左行走滑挤压构造带在古近纪的构造性质(Wang和Burchfiel,2000),从斑岩矿床成矿构造环境相似性来看,鲜水河-小江新近纪左旋走滑断裂极有可能类似于红河古近纪左旋走滑断裂(形成丽江-金平斑岩成矿带)而可能成为我国西南地区潜在的新的斑岩矿床战略勘查区。

4 结论

初步研究表明,在我国西南地区勘查发现的5个斑岩成矿带中,斑岩矿床的集聚与走滑断裂存在

着密切的空间关系。在西南地区现有的5个斑岩成矿带开展斑岩矿床勘查时,应注意沿走滑断裂方向勘查并加强在走滑断层带内或在周围由其派生的局部呈引张或挤压地区开展找矿工作。鉴于鲜水河-小江新近纪左旋走滑断裂在成矿构造环境上类似于红河古近纪左旋走滑断裂(形成丽江-金平斑岩成矿带),因而,鲜水河-小江走滑断裂带及两侧极有可能成为我国西南地区潜在的新的斑岩矿床战略勘查区,应当注意开展勘查工作。

致谢 审稿专家对本文初稿的审阅和提出的修改建议,有助于提升本文学术意义和实际运用价值。在此,表示感谢。

[References]

- Armijo R, Tapponnier P, Mercier J L, Han T L. 1986. Quaternary extension in southern Tibet: field observations and tectonic implications [J]. *J. Geophys. Res.*, 91: 13803-13872
- Armijo R, Tapponnier P, Han T. 1989. Late Cenozoic right-lateral strike-slip faulting across southern Tibet [J]. *J. Geophys. Res.*, 94: 2787-2838
- Brown M. 1994. The generation, segregation, ascent and emplacement of granite magma; the migmatite-to-crustally-derived granite connection in thickened orogens [J]. *Earth-Science Reviews*, 36: 83-130
- Chen Jian-ping, Tang Ju-xing, Cong Yuan, Dong Qing-ji, Hao Jin-hua. 2009. Geological characteristics and metallogenic model in the Yulong porphyry copper deposit, East Tibet [J]. *Acta geologica sinica*, 83(12): 1887-1900 (in Chinese with English abstract)
- Coleman M E, Hodges K P. 1993. Evidence for Tibetan plateau uplift before 14 Myr ago from a new minimum estimate of east-west extension [J]. *Nature*, 364: 50-54
- Cornejo P, Tosdal R M, Mpodozis C, Tomlinson A J, Rivera O and Fanning C M. 1997. El Salvador, Chile porphyry copper deposit revisited: Geological and geochronologic framework [J]. *International Geology Review*, 39: 22-54
- Dunlap W J, Weinberg R F, Searle M P. 1998. Karakoram fault zone rocks cool in two phase [J]. *J. Geol. Soc. London*, 155: 903-912
- Fan Yu-hua, Li Wen-chang. 2006. Geological characteristics of the Pulong porphyry copper deposit, Yunnan [J]. *Geology in China*, 34(02): 352-362 (in Chinese with English abstract)
- Hou Z Q, Ma H W, Khin Zaw, Zhang Y Q, Wang M J, Wang Z, Pan G T. 2003. The Himalayan Yulong porphyry Copper belt: Product of large-scale strike-slip faulting in Eastern Tibet [J]. *Economic Geology*, 98: 125-145
- Hou Zeng-qian, Qu Xiao-ming, Yang Zhu-sen, Meng Xiang-jin, Li Zhen-qing, Yang Zhi-ming, Zheng Mian-ping, Zheng You-ye, Nie Feng-jun, Gao Yong-feng, Jiang Si-hong, Li Guang-ming. 2006. Metallogenesis in Tibetan collisional orogenic belt: III. mineralization in post-collisional extension setting [J]. *Mineral Deposits*, 25(06): 629-651 (in Chinese with English abstract)
- Hou Zeng-qian, Yang Zhi-ming. 2009. Porphyry deposits in continental settings of China: geological characteristics, magmatic hydrothermal

- system, and metallogenic model[J]. *Acta geologica sinica*, 83(12): 1779-1817 (in Chinese with English abstract)
- Guo Xiao-dong, Hou Zeng-qian, Chen Xiang, Wang Zhi-hua. 2009. Identification of adakitic characteristics of Machangjing alkali-rich porphyry in Yunnan Province and its significance to mineralization research[J]. *Acta Petrologica Et Mineralogica*, 28(04): 375-386 (in Chinese with English abstract)
- Lee H Y, Chung S L, Wang J R, Wen D J, Lo C H, Tsanyao F. Yang, Zhang Y Q, Xie Y W, Lee T Y, Wu G Y, Ji J Q. 2003. Miocene Jiali faulting and its implications for Tibet tectonic evolution[J]. *Earth and Planetary Science Letters*, 205: 185-194
- Leloup P. H., Lacassin R., Tapponnier P., Schärer U., Zhong D. L., Liu X. H., Zhang L. S., Ji S. C., Trinh P. T. 1995. The Ailao Shan-Red River shear zone (Yunnan, China), Tertiary transform boundary of Indochina[J]. *Tectonophysics*, 251: 3-84
- Li Guang-ming, Zong-yao. 2004. Diagenetic and mineralization ages for the porphyry copper deposits in the Gangdise metallogenic belt, southern Xizang[J]. *Geotectonica et Metallogenia*, 28(02): 165-170 (in Chinese with English abstract)
- Li Guang-ming, Li Jin-xiang, Qin Ke-zhang, Zhang Tian-ping, Xiao Bo. 2007. High temperature, salinity and strong oxidation ore-forming fluid at Duobuza gold-rich porphyry copper deposit in the Bangonghu tectonic belt, Tibet; Evidence from fluid inclusions[J]. *Acta Petrologica Sinica*, 23(05): 935-952 (in Chinese with English abstract)
- Liang Hua-ying, Xie Ying-wen and Zhang Yu-quan. 2004. The formation and evolution of the rich-K alkali intrusion on the constraint of copper mineralization; the case study on the Machangjing porphyry deposit[J]. *Advances in Natural Science*, 14(01): 116-120 (in Chinese with English abstract)
- Li Li-zhu, Yang Shi-chang, Kang Ben-he. 1995. Geologic features and ore content of porphyry group in the Himalayan Epoch in Xifanping-Mofancun, Yunnan[J]. *Acta geologica Shichuan*, 15(04): 283-293 (in Chinese with English abstract)
- Li Li-zhu, Zhao Zhi-gang, He Jin-liang, Yang Ze-xiang. 2006. Geological characteristics of Mofancun Himalayan porphyry copper deposit in Yanyuan, Sichuan Province[J]. *Mineral Deposits*, 25(03): 269-280 (in Chinese with English abstract)
- Li Wen-chang, Zeng Jin-sheng. 2007. Characteristics and metallogenic model of the Pulang superlarge porphyry copper deposit in Yunnan, China[J]. *Journal of Chengdu University of Technology (Science & Technology Edition)*, 34(04): 436-446 (in Chinese with English abstract)
- Pan Gui-tang, Xu Qiang, Hou Zeng-qian, Wang Li-quan, Du De-xun, Mo Xuan-xue, Li Ding-mou, Wang Ming-jie, Li Xing-zhen, Jiang Xin-sheng and Hu Yun-zhong. 2003. Archipelagic orogenesis metallogenic systems and assessment of the mineral resources along the Nujiang-Lancangjiang-Jingshajiang area in southwestern China [M]. Beijing: Geological Publishing House: 115 (in Chinese with English abstract)
- Qing Jian-hua, Ding Jun, Liu Cai-ze and Zhang Qi-ming. 2010. Regional metallotectonic settings of porphyry deposits in Southwestern China [J]. *Geotectonica et Metallogenia*, 34(02): 352-362 (in Chinese with English abstract)
- Qu Xiao-ming, Xin Hong-bo. 2006. Ages and tectonic environment of the Bangong Co porphyry copper belt in western Tibet, China[J]. *Geological Bulletin of China*, 25(07): 792-799 (in Chinese with English abstract)
- Richards T P. 2001. Discussion of "Is there a close spatial relationship between faults and plutons?" by S. R. Paterson and K. L. Schmidt [J]. *Journal of Structural Geology*, 23: 2025-2027
- Rui Zong-yao, Li Guang-ming, Zhang Li-sheng. 2004. The response of porphyry copper deposits to important geological events in Xizang [J]. *Earth Science Frontiers*, 11(01): 145-154 (in Chinese with English abstract)
- Sichuan Bureau of Geology and Mineral Resources. 1991. Regional geology of Sichuan Province [M]. Beijing: Geol. Pub. House: 625 (in Chinese)
- Wang Deng-hong, Ying Han-long, Liang Hua-ying, Huang Zhi-long, Luo Yao-nan. 2006. Geozoic continental geodynamics and large scale mineralization in the Sanjiang (Nujiang, Lancangjiang and Jinshajiang) region [M]. Beijing: Geological Publishing House: 18 (in Chinese with English abstract)
- Wang E, Burchfiel B. C. 2000. Late Cenozoic to Holocene deformation in southwestern Sichuan and adjacent Yunnan, China, and its role in formation of the southeastern part of the Tibetan Plateau [J]. *Geological Society of American Bulletin*, 112(3): 413-423
- Wang E, Burchfiel B. C., Royden, L. H., Chen, J., Li, W. 1998. The late Cenozoic Xianshuihe-Xiaojiang, Red River, and Dali fault systems of southwestern Sichuan and Central Yunnan, China [J]. *Geological Society of America Special Paper*, 327: 1-108
- Williams H, Turner S, Kelley S, Harris N. 2001. Age and composition of dikes in Southern Tibet; News on the timing of constraints on the timing of east-west extension and its relationship to postcollisional volcanism [J]. *Geology*, 29(4): 339-342
- Xu Zheng-yu, Chen Fu-zhong, Zheng Yan-zhong, Zeng Xu-wei. 1991. The principal mineral resources and their distribution on the Qinghai-Xizang plateau [M]. Beijing: Geological Publishing House: 63-65 (in Chinese)
- Xu Zhi-qin, Yang Jing-sui, Li Hai-bing, Zhang Jian-xin, Zeng Ling-sen, Jiang Mei. 2006. The Qinghai-Tibet plateau and continental dynamics; A review on terrain tectonics, collisional orogenesis, and processes and mechanisms for the rise of the plateau [J]. *Geology in China*, 33(2): 221-238 (in Chinese with English abstract)
- Yan Xue-yi, Huang Shu-feng, Du An-dao. 2010. Re-Os ages of large tungsten, copper and molybdenum deposit in the zetang orefield, Gangdise and Marginal strike-slip transforming metallogenesis [J]. *Acta geologica sinica*, 84(03): 398-406 (in Chinese with English abstract)
- Yang Zhi-ming, Hou Zeng-qian, Song Yu-cai, Li Zhen-qing, Xia Dai-xiang and Pan Feng-chu. 2008. Qulong superlarge porphyry Cu deposit in Tibet; Geology, alteration and mineralization [J]. *Mineral Deposits*, 27(03): 279-318 (in Chinese with English abstract)
- Yin A, Harrison T M. 2001. Geologic evolution of the Himalayan - Tibet-

- an orogen[J]. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*, 28:211-280
- Yunnan Bureau of Geology and Mineral Resources. 1990. Regional geology of Yunnan Province[M]. Beijing: Geol. Pub. House:561
- Zeng Pu-sheng, Mo Xuan-xue, Yu Xue-hui, Hou Zeng-qian, Xu Qi-dong, Wang Hai-ping, Li Hong, Yang Chao-zhi. 2003. Porphyries and porphyry copper deposits in Zhongdian area, northwestern Yunnan[J]. *Mineral Deposits*, 22(4):393-400 (in Chinese with English abstract)
- Zhao Zhun. 1995. Metallogenic model of Pb-Cu-Mo-Au deposit related to porphyry of Himalaya period in Zhongdian-Dali-Jinping area[J]. *Yunnan Geology*, 15(04):333-341 (in Chinese)
- [附中文参考文献]
- 陈建平,唐菊兴,丛源,董庆吉,郝金华. 2009. 藏东玉龙斑岩铜矿地质特征及成矿模型[J]. *地质学报*, 83(12):1887-1900
- 范玉华,李文昌. 2006. 云南普朗斑岩铜矿床地质特征[J]. *中国地质*, 33(2):352-362
- 侯增谦,曲晓明,杨竹森,孟祥金,李振清,杨志明,郑绵平,郑有业,聂凤军,高永丰,江思宏,李光明. 2006. 青藏高原碰撞造山带:3. 后碰撞伸展成矿作用[J]. *矿床地质*, 25(6):629-651
- 侯增谦,杨志明. 2009. 中国大陆环境斑岩型矿床:基本地质特征、岩浆热液系统和成矿概念模型[J]. *地质学报*, 83(12):1779-1817
- 郭晓东,侯增谦,陈祥,王治华. 2009. 云南马厂箐富碱斑岩埃达克性质的厘定及其成矿意义[J]. *岩石矿物学杂志*, 28(4):375-386
- 李光明,芮宗瑶. 2004. 西藏冈底斯成矿带斑岩铜矿的成岩成矿年龄[J]. *大地构造与成矿学*, 28(2):165-170
- 李光明,李金祥,秦克章,张天平,肖波. 2007. 西藏班公湖带多不杂超大型富金斑岩铜矿的高温高盐高氧化成矿流体:流体包裹体证据[J]. *岩石学报*, 23(5):935-952
- 梁华英,谢应雯,张玉泉. 2004. 富钾碱性岩体形成演化对铜矿成矿制约---以马厂箐铜矿为例[J]. *自然科学进展*, 14(1):116-120
- 李立主,杨仕长,康本和. 1995. 盐源县西范坪-模范村喜马拉雅期斑岩群地质特征及找矿前景探讨[J]. *四川地质学报*, 15(4):283-293
- 李立主,赵支刚,贺金良,杨泽湘. 2006. 四川盐源西模范村喜马拉雅期斑岩铜矿地质特征[J]. *矿床地质*, 25(3):269-280
- 李文昌,曾普胜. 2007. 云南普朗超大型斑岩铜矿特征及成矿模式[J]. *成都理工大学学报(自然科学版)*, 34(4):436-446
- 潘桂棠,徐强,侯增谦,王立全,杜德勋,莫宣学,李定谋,汪名杰,李兴振,江新胜,胡云中. 2003. 西南“三江”多岛弧造山过程成矿系统与资源评价[M]. 北京:地质出版社:15
- 秦建华,丁俊,刘才泽,张启明. 2010. 我国西南地区斑岩矿床区域成矿环境[J]. *大地构造与成矿学*, 34(2):217-224
- 曲晓明,辛洪波. 2006. 藏西班公湖斑岩铜矿带的形成时代与成矿构造环境[J]. *地质通报*, 25(7):792-799
- 芮宗瑶,李光明,张立生. 2004. 西藏斑岩铜矿对重大地质事件的影响[J]. *地学前缘*, 11(1):145-154
- 四川省地质矿产局. 1991. 四川省区域地质志[M]. 北京:地质出版社:625
- 王登红,应汉龙,梁华英,黄智龙,骆耀南. 2006. 西南三江地区新生代大陆动力学过程与大规模成矿[M]. 北京:地质出版社:18
- 徐正余,陈福忠,郑延中,曾绪伟. 1991. 青藏高原主要矿产及其分布规律[M]. 北京地质出版社:63-65
- 许志琴,杨经绥,李海兵,张建新,曾令森,姜枚. 2006. 青藏高原与大陆动力学-地体拼合、碰撞造山及高原隆升的深部驱动力[J]. *中国地质*, 33(2):221-238
- 云南省地质矿产局. 1990. 云南省区域地质志[M]. 北京:地质出版社:561
- 闫学义,黄树峰,杜安道. 2010. 冈底斯泽当钨铜钼矿 Re-Os 年龄及陆缘走滑转换成矿作用[J]. *地质学报*, 84(3):398-406
- 杨志明,侯增谦,宋玉财,李振清,夏代详,潘凤雏. 2008. 西藏驱龙超大型斑岩铜矿床:地质、蚀变与成矿[J]. *矿床地质*, 27(3):279-318
- 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):393-400
- 赵准. 1995. 中甸-大理-金平地区与喜马拉雅期斑岩有关的铅、铜、钼、金矿床成矿模式[J]. *云南地质*, 15(4):333-341

Relationship Between Porphyry Deposits and Strike Slip Faults and Its Implications to Exploration in Southwestern China

QIN Jian-hua, DING Jun, LIU Cai-ze, ZHANG Qi-ming
(Chengdu Center, China Geological Survey, Chengdu 610082)

Abstract: Southwestern China is a vital area for exploration and exploitation of porphyry deposits. Since the 1960s, a lot of large-scale porphyry deposits have been found in this region, such as the Yulong, Qulong, Pulang, and Duobuza porphyry copper deposits. Our preliminary study indicates that the occurrence of the porphyry deposits has a close spatial relationship with the regional-scale strike slip faults. The recognition and detailed study of this relationship has great significance for the exploration of the porphyry deposits in this area. In the further surveys in the existing five porphyry deposit belts, investigations should be conducted along the strike-slip fault zones, as well as in the areas with secondary local extension and compression within or surrounding the faults. Besides, more attention should be focused on the surveys along the Xianshuihe-Xiaojiang left-slip fault and its either side to search for porphyry deposits.

Key words: porphyry deposit, strike slip faults, exploration implication, southwestern China