

宁蒭 - 祥云斑岩型矿床成矿条件及找矿方向研究

李光斗

(云南省有色地质局, 云南 昆明 650051)

摘要: 通过区域成矿地质背景和成矿条件的综合分析, 认为宁蒭 - 祥云斑岩型铜多金属成矿带含矿岩体具有形态复杂、多期侵入复式岩体的晚期岩体成矿、岩体规模小、多数富碱等特征, 并提出了主要的与喜马拉雅期斑岩侵入体有关的铜多金属矿的找矿靶区, 对重要靶区地质特征、找矿依据和潜在找矿方向进行了论述。

关键词: 斑岩型铜矿; 成矿条件; 宁蒭 - 祥云; 地质特征

中图分类号: P311 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007 - 855X(2009)01 - 0001 - 06

Metallogenic Conditions and Exploration Targets of Porphyry Deposits in Ninglang - Xiangyun Area

LI Guang-dou

(Yunnan Nonferrous Metals Geological Bureau, Kunming 650051, China)

Abstract: Based on the integrated analysis of the regional geological background and ore - forming conditions in west Yunnan, it is concluded that the mineralized porphyry in the Ninglang - Xiangyun porphyry copper and poly - metallic mineralization belt exhibits the following characteristics: it is the porphyry which intruded in the latest stage in the multi - phase intrusions that hosts the ore deposits; the mineralized porphyry has a complex occurrence and small scale; and it is rich in total alkalic ($K_2O + Na_2O$) contents. Exploration targets are then proposed for copper and poly - metallic ore deposits related to the porphyry intrusions formed in the Himalaya epoch. Detailed discussions are also given to the key targets on the geological features, ore - hunting basis and possible prospecting directions.

Key words: porphyry copper ore; metallogenic condition; Ninglang - Xiangyun porphyry; geological characteristics

0 引言

宁蒭 - 祥云斑岩型铜多金属成矿带是滇西富碱斑岩成矿带的中段, 近年来由于北衙大型金矿及其北段普朗超大型铜矿的发现和开发, 许多学者对该成矿带给予了极大的关注, 特别是对滇西富碱斑岩与金矿的关系进行过较多的研究^[2-8], 并对宁蒭 - 祥云斑岩成矿带的区域成矿地质条件进行总结, 提出有利的勘查工作靶区。

1 区域地质特征

大地构造上, 宁蒭 - 祥云斑岩型铜多金属成矿带位于扬子地台西缘的丽江台缘褶皱带与三江构造域的结合地带, 东以程海大断裂为界与楚雄山间盆地(川滇台背斜)相邻, 西以金沙江 - 红河断裂为界与哀牢山变质带及兰坪 - 思茅红层盆地相接。

区内自元古代至第四纪各时代地层均有分布, 断裂发育, 岩浆活动频繁, 尤以喜马拉雅期中酸性富碱

收稿日期: 2008 - 07 - 09. 基金项目: 云南省国际合作项目资助(项目编号: 2002GH11).

作者简介: 李光斗(1957 -), 男, 高级工程师. 主要研究方向: 矿产地质勘查与找矿. E - mail: Liguangdou@hotmail.com

斑岩的侵入成矿作用最具特色,并且岩浆活动自北向南,具有由酸性向中性、碱性演化的分布规律,区内分布着数个喜马拉雅期中酸性-碱性斑岩群(体),岩石类型有正长斑岩、二长斑岩、花岗岩及石英正长斑岩等,在其成矿专属性上,北段玉龙岩带含矿岩性为钙碱性花岗斑岩,矿化以铜钼为主,中段以中酸性偏碱性花岗岩、正长岩为主,矿化以铜钼金铅锌银多金属矿化为主;南段为偏碱性、偏基性的斑岩体为主,常具铜钼金矿化。

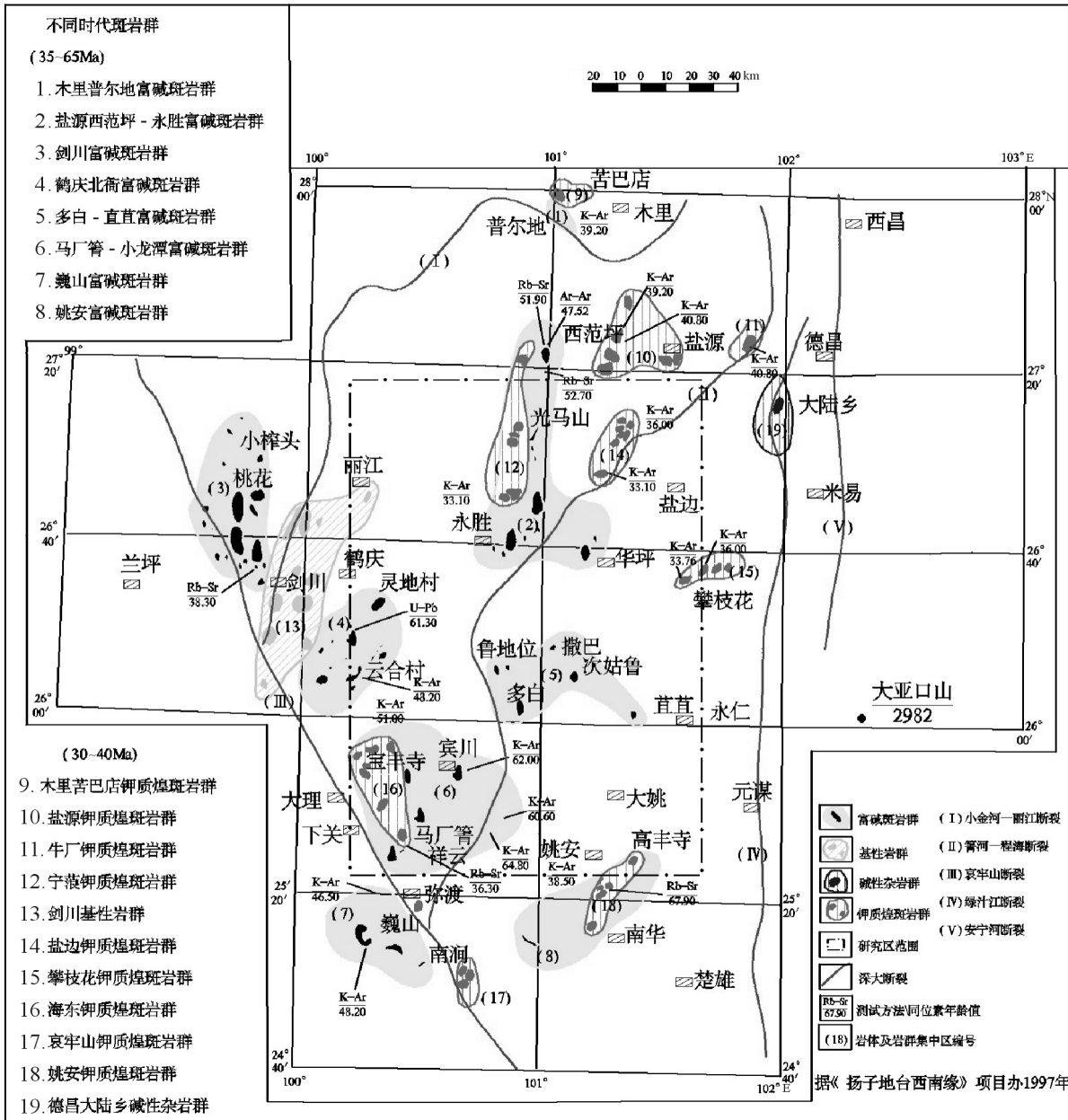


图1 云南西部主要喜马拉雅期富碱斑岩群分布图
Fig.1 The Himalaya alkalic-enriched porphyry intrusions swarms in west Yunnan

区域化探成果^[1]显示该带属中甸-鹤庆 Cu, Mo, Cr, Ni 多金属地球化学异常带,喜山期富碱斑岩成矿元素丰度值较高,显示 Cu, Mo, Au, Ag, Pb, Zn 等特征元素组合,与多处斑岩型铜矿床(点)相对应。北部以 Cu 异常为主,中部以 Pb, Zn 异常为主,南部弥渡-大理为 Cu, Pb, Zn 异常,在东部大姚一带为 Cu, Au 异常分布。

2 区域成矿地质条件分析

2.1 含矿岩体的区域构造控岩特征

区域上,扬子地台西缘喜马拉雅山期富碱斑岩的分布受金沙江-红河及箐河-程海深大断裂的控制,在矿田尺度上,表现为多组或两组深大断裂交汇复合部位、晚期构造活动强烈挤压破碎地段是成矿有利部位^[2],如马厂箐-小龙潭成矿集中区位于北西向哀牢山韧性剪切构造带与南北向宾川深断裂交截部位,斑岩带呈北东向展布,控矿构造则多为东西向张性断裂。

2.2 含矿岩体基本地质特征

宁蒗-祥云斑岩成矿带与矿化有关的富碱斑岩体,特别是能形成工业矿床的富碱斑岩都是复式侵入体而且以晚期侵入的斑岩体含矿性较好,如马厂箐等。含矿富碱斑岩体以小岩株为主,次为岩脉、岩墙,出露面积多在0.2~1.6 km²之间,常密集成带出现。含矿富碱斑岩体多为长椭圆形,形态复杂,边界弯曲多变,两端多分支;岩体形态越复杂,矿化越好。岩性主要有富碱的花岗斑岩类及偏基性、偏碱性的正长斑岩类,多呈超浅成-浅成产出。

2.3 含矿富碱斑岩体地球化学特征

根据对马厂箐、北衙、姚安、金平铜厂等地含矿或不含矿的富碱斑岩群的统计分析结果,可将含矿斑岩体划分为两类:一类是以花岗斑岩为代表的钙碱-碱钙系列岩石,另一类是以正长斑岩为代表的碱钙-碱性系列岩石,两类岩石在成矿专属性上有明显差异,前者以Cu, Mo, Au矿化为主,后者以Pb, Zn, Ag, Au矿化为主。

总的看来,岩石化学特征上^[3,5-8], Cu, Mo, Au矿化岩体的全碱含量和碱度率偏低,往往属钙碱性-碱钙性系列岩石; Pb, Zn, Ag, Au, Fe矿化岩体的全碱含量, K₂O/Na₂O比值及碱度率偏高,往往属碱钙-碱性系列岩石,两类岩石在成矿专属性上有明显差异(见表1)。

表1 扬子地台西缘富碱斑岩主要岩石化学成分平均含量

Tab. 1 Major elements contents of the alkalic-enriched porphyry intrusions in west margin of Yangtze platform

成分含量 及比值	含铜(钼)矿岩群(马厂 箐及金平铜厂) ^[2-3,6-7]	含铅(铁)矿岩群 (北衙及姚安) ^[2,4]	非含矿岩 群 ^[2-3]	笔架山	磺矿厂	光茅山
Na ₂ O/%	3.36	2.52	4.21	3.49	6.64	3.19
K ₂ O/%	4.20	6.83	5.19	5.21	5.36	2.49
CaO/%	2.31	1.33	2.53	0.56	1.34	2.98
MgO/%	1.44	0.89	1.10	1.04	1.96	3.18
Al ₂ O ₃ /%	14.66	15.43	15.76	16.0	16.48	14.43
Fe ₂ O ₃ /FeO/%	1.30	2.83	2.30	3.37	2.71	1.25

微量元素特征上^[3,7-8],含矿富碱斑岩成矿元素含量高,其中Cu, Pb, Zn, W, Mo, Ag普遍高于维氏值5~10倍,并富含岩浆演化晚阶段的碱土金属元素Li及Rb, K, 贫Sr, Ba, 反映在K/Rb及Rb/Sr比值上,均高于世界花岗岩平均值。含矿富碱斑岩体Cr, Co, Ni等与基性岩有关的过渡元素高于世界花岗岩平均值的几倍至十几倍,说明岩体系深源岩浆形成; Nb, Ta含量低于世界花岗岩平均值,但仍高于非含矿富碱斑岩, Nb/Ta比值则低于非含矿富碱斑岩。含矿的富碱斑岩体的稀土元素总量较非含矿的富碱斑岩体的高见表2。在矿区或矿田范围内,矿床地球化学异常规模大,化探异常组合分带与矿区围岩蚀变带密切相关,一般在浅剥蚀区地表以铅锌银为主的垂直分带,深剥蚀区则有环状分布的水平分带,由内向外为Mo, Cu, Ag, Pb, Zn, Au同心壳状地球化学晕,化探原生晕异常是直接的找矿标志。

2.4 含矿斑岩的围岩蚀变特征

与斑岩型铜多金属矿床有关的斑岩体由内向外具有明显的蚀变分带和矿化分带特征,即石英钾长石化(Mo, Cu, Au)→石英绢云母化(Cu, Mo)→伊利石水云母化或青盘岩化(Pb, Zn, Ag, Au)。围岩蚀变主要

是矽卡岩化、角岩化. 蚀变规模、分带性与叠加性对成矿有重要控制作用. 蚀变范围大、构造裂隙发育, 则越是易于形成大型矿床.

表2 扬子地台西缘含矿富碱斑岩微量元素含量及比值表

Tab.2 Trace elements contents and ratios of the alkaline - enriched porphyry intrusions in west Yangtze platform

元素	含矿富碱斑岩 ^[2-8]		世界花岗岩平均值 ^[11]	世界正长岩平均值 ^[11]
	范围	平均值	(维氏值)	(涂和魏)
W(Cu)10 ⁻⁶	10 ~ 174	100	20	0.5
W(Pb)10 ⁻⁶	10 ~ 144	100	20	12
W(Zn)10 ⁻⁶	80 ~ 152	120	60	130
W(W)10 ⁻⁶	0 ~ 50	15	1.5	1.3
W(Mo)10 ⁻⁶	1 ~ 86	10	1.0	0.6
W(Ag)10 ⁻⁶	0 ~ 10	5	0.05	0.011
W(K)Rb/10 ⁻⁶	161.9 ~ 296	231.6	167	436
W(Rb)Sr/10 ⁻⁶	0.26 ~ 4.33	1.73	0.67	0.55
W(Cr)10 ⁻⁶	7 ~ 9	8	25	2
W(Co)10 ⁻⁶	8 ~ 11	9.5	5	1
W(Ni)10 ⁻⁶	10 ~ 13	11.5	3	4
W(Nb)10 ⁻⁶	9 ~ 11	10	20	35
W(Ta)10 ⁻⁶	0.9 ~ 1.5	1.2	3.5	13

2.5 含矿岩体的地球物理特征

宁蒗-祥云地区已知富碱斑岩型铜金多金属矿床多位于剩余重力异常零值线附近, 即基底隆起与槽状拗陷的边缘地带, 如马厂箐^[5]和北衙^[10]矿床, 此外, 中-大型斑岩型铜金矿床一般都伴随较大的磁异常、激电异常和自电异常.

3 区域成矿规律分析

区域上, 扬子地台西缘滇西地区斑岩成矿带与喜马拉雅山期富碱斑岩体有关的矿床主要有中甸普朗、鹤庆北衙、祥云马厂箐等, 其主要地质特征如表3所示. 空间上, 碱性斑岩带受金沙江-红河断裂带的控制较明显, 含矿岩体常产于大断裂带的交叉部位(如马厂箐矿区即位于红河与程海断裂相交的部位)或深断裂旁侧次级断裂带上(北衙矿区即位于红河断裂旁侧的鹤庆-北衙断裂带上); 时间上, 含矿岩体绝大多数形成于喜马拉雅山期, 遥感影像上常具线环交切的特征. 岩石组合上主要有两类, 其一为以花岗斑岩为代表的钙碱-碱钙系列岩石, 成矿以Cu-MoAu为主; 其二为以正长斑岩为代表的碱钙-碱性系列岩石, 成矿以PbZnAgAu为主. 与成矿有关的富碱斑岩体多是复式杂岩体, 规模通常较小, 矿化类型组合上主要为斑岩型+爆破角砾岩型(如北衙红泥塘)、斑岩+角岩+矽卡岩型(如马厂箐), 常形成与

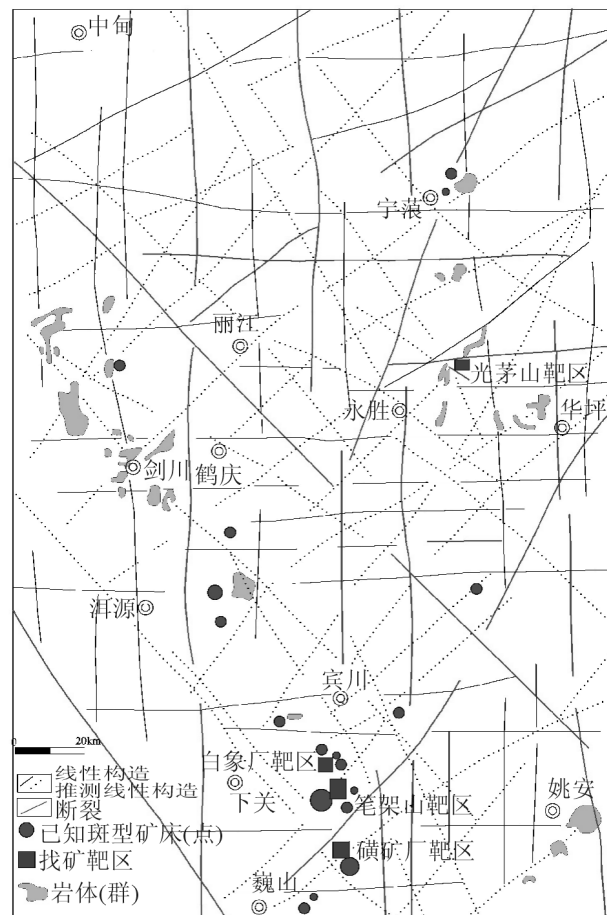


图2 滇西富碱斑岩成矿带主要成矿预测靶区

Fig.2 Major exploration targets in the Ninglang-Xiangyun alkaline-enriched porphyry mineralization belt

富碱斑岩成矿系统有成因联系的多位一体的矿床类型组合。

4 找矿方向研究

根据对宁蒗-祥云斑岩型铜多金属成矿带的成矿条件的分析,结合该带及其区域上已发现的斑岩铜多金属矿床(点)的特征,笔者认为宁蒗-祥云斑岩型铜多金属成矿带主要有利靶区有4个见图2,即大理笔架山斑岩型铜钼金成矿预测区、宾川白象厂斑岩型金铜成矿预测区、弥渡磺矿厂斑岩型铜金铅成矿预测区、永胜光茅山斑岩型铜钼金成矿预测区,各靶区的主要地质特征如表4。

表3 滇西斑岩成矿带典型斑岩型矿床地质特征

Tab.3 The typical geological characteristics of porphyry copper deposits in the West Yunnan

矿床名称	普朗 ^[9]	北衙	马厂箐
区域构造位置	甘孜-理塘结合带西侧德格-中甸陆块东缘,印支期义敦-中甸岛弧带南段	扬子地台西缘丽江台缘拗陷南段	扬子地台西缘北西向金沙江-哀牢山断裂与北东向程海断裂的交汇夹持地段
沉积建造特征	碎屑岩-碳酸盐岩-火山岩建造	火山岩-碳酸盐岩-碎屑岩建造	碎屑岩-碳酸盐岩建造
岩浆岩特征	碱性-钙碱性系列的花岗斑岩、闪长玢岩等	碱性系列的正长斑岩、黑云母正长斑岩、石英正长斑岩	有260多个岩体,主要有正长斑岩、二长斑岩、花岗斑岩
构造	普朗穹窿构造,矿化岩体受北西向及近东西向断裂控制	北衙复式向斜,NNE向北衙-邓川断裂和EW向隐伏断裂	向阳复式背斜倾没端,发育NE向及近东西向断裂
含矿围岩	上三叠统图姆沟组二段砂板岩夹大理岩和曲嘎组三段大理岩夹砂板岩	中三叠统碳酸盐岩	下奥陶统向阳组石英粉砂岩夹灰岩透镜体
赋矿部位及矿体形态	矿化产于I号斑岩体,斑岩体受北西向及近东西向断裂控制,矿体平面上为一不规则的卵形	28个矿体,产于岩体上下接触带,深部岩体中具铜矿化	15个矿体,主要为产于岩体内外接触带的复脉群,矿体呈透镜状板状或似层状
矿石矿物	黄铜矿、斑铜矿、铜蓝、黄铁矿、磁黄铁矿、方铅矿、辉钼矿、磁铁矿、赤铁矿	自然金银,铅钒,菱锌矿,硬锰矿,褐铁矿,磁铁矿及黄铁矿、方铅矿和孔雀石	辉钼矿,黄铜矿,斑铜矿,辉铜矿,黄铁矿,磁黄铁矿,方铅矿,闪锌矿,孔雀石,兰铜矿和褐铁矿
蚀变分带	由中心向外为强硅化带-钾硅化带-绢英岩带-青盘岩化带	岩体中为钾化、绢云母化及硅化,围岩中为矽卡岩化、硅化及铁化	岩体中为强硅化、钾长石化和绢云母化等,围岩中为角岩化和矽卡岩化等
遥感影像	环形影像为主的线-环构造组合	NE与EW向线性构造交切	
区域地球物理特征	南北向低缓磁异常,近南北向布格重力低值带南部梯度带	正负布格重力异常交替带,即近零等值线附带	高值布格重力异常向低值过渡的梯度带
区域地球化学特征	CuPbZnAuAg 高背景场	PbZnCuSnAuAgSbAs 高背景场	CuMoWAg 高背景场
矿区地球物理特征	大片负磁异常中的正磁异常带即为矿体位置,正磁值50~100 nT;视极化率26.1%,一般为7%~10%,大于10%者与矿(化)体吻合	200 nT 磁异常值与正长斑岩体范围一致,500 nT 磁异常对应接触带矿体。电阻率:含水风化层70~79 Ωm,干风化层:370~378 Ωm,灰岩1221~1235 Ωm,正长斑岩1049 Ωm	北东向串珠状磁异常,可分为3个异常带,其中2个与已知铜钼矿体范围对应,另一个异常尚未验证
矿区地球化特征	Cu 大于 400×10^{-6} 异常范围与矿体位置吻合,Cu 大于 200×10^{-6} 异常范围与矿化范围吻合,Cu 大于 100×10^{-6} 异常范围与蚀变范围吻合	PbZnCuAgMnAsMoAu 含量高,Au 128×10^{-9} 异常等值线范围与金矿体位置吻合	元素异常明显,由岩体中心向外依次为 Mo-CuMo-CuAu-AuAsPbZn

表4 宁蒗-祥云斑岩型铜多金属成矿带主要找矿靶区地质特征

Tab.4 Geology of the major targets for porphyry copper deposits in Ninglang - Xiangyun metallogenic belt

靶区名称	笔架山	白象厂	磺矿厂	光茅山
构造环境	金沙江-哀牢山深大断裂与程海-宾川大断裂复合部位	丽江台缘褶皱带的南部,马厂箐-笔架山成矿区北部	丽江台缘拗陷带南西端	扬子地台西缘丽江台缘拗陷区
岩石类型	二长斑岩、花岗斑岩	二长斑岩、花岗斑岩	石英二长斑岩,正长斑岩	二长花岗斑岩、花岗闪长斑岩
成岩时代	喜山期	喜山期	喜山期	喜山期
围岩	奥陶系碎屑岩及泥盆系灰岩	石炭系和二叠系碳酸盐岩及玄武岩	泥盆系硅质岩和碳酸盐岩	下第三系宁蒗组泥岩夹砂岩
矿区构造	九顶山背斜南西侧,南北向及北东向断裂发育	宾居街背斜,北东向逆断裂及北西向平移断裂发育	北东向磺矿厂背斜,北东及北西向断裂构造	褶皱构造不发育,北东向、北西及近东西向断裂发育
遥感影像特征	九顶山线、环复合构造	北西及近南北向线性构造与环形影像	北西及近东西向线性构造与环形影像	北西、北东向及近东西向线性构造与环形影像
区域地球物理特征	宾川-祥云重力高与洱源-大理重力低值带的梯度带			永胜北东向布格重力负异常带
土壤化探特征	AuAgZnCu 综合异常, Au 最大值 350×10^{-9}	CuPbZnAgSbAuAsMo 组合异常,浓集中心及浓度分带明显,Ag 异常形态规则	异常以 AuPbZn 为主,伴有 AsSbHgW Ni 等元素异常,异常规模大,强度高,浓集中心及浓度分带明显	异常组合为 CuMoAuAgAsPbZn, 并具有水平分带特征,中心为 CuMo 外围为 PbZnAg 异常
已知矿化特征	已圈定4条金矿体,长18~105 m,平均厚0.95~5.9 m,含金0.63~1.82 g/t,走向NE或NW,倾向NW或NE,倾角20~41°;金矿化体9条,长32~220 m,平均厚1.57~20 m,含金0.11~0.18 g/t	已发现金矿体3条,北东向展布,产于斑岩与大理岩和玄武岩的接触蚀变带,金矿体长350~500 m,平均厚2.4~2.6 m,含金0.165~1.90 g/t	除已知的6个铅矿化群外,新发现一条金矿化带,走向长1100 m,宽50~100 m,总体走向NE45~50°,倾向NW.矿化带分布于磺矿厂背斜西翼泥盆系长育村组(D ₂ ch)硅质岩和泥板岩接触带上,呈似层状和透镜状,控制6条主矿体长20~196 m,平均宽2.18~9.37 m,含金0.93~1.91 g/t.	经初步工作,在喇叭管沟1号岩体中发现连续斑岩矿化露头14处,断续矿化长达1100 m 含铜0.11%~0.49%,最高含Cu3.83%, Mo0.017%
主要矿物组合	自然金、黄(褐)铁矿、磁铁矿、方铅矿、闪锌矿及石英和方解石	自然金磁铁矿黄铁矿褐铁矿赤铁矿及少量硬锰矿铜兰等,脉石矿物有石英长石方解石等	自然金,铅铁矾,褐铁矿,软锰矿,铅矾,黄铁矿,白铅矿及方铅矿,黄铜矿,铜兰,孔雀石及有石英,方解石,重晶石等	浸染状黄铜矿、辉钼矿
围岩蚀变	硅化、黄(褐)铁矿化、碳酸盐化	褐(磁)铁矿化硅化大理岩化矽卡岩化等	硅化、碳酸盐化、重晶石化、褐铁矿化、绢云母化等	矿化斑岩具黄铁矿化、绿泥石化、硅化等
远景评价	已发现矿化为构造破碎带型金矿,深部可能存在马厂箐式斑岩型铜金矿	沿倾斜方向厚度、品位均有增加的趋势,且距当地侵蚀基准面还有近400 m 深度未作控制,深部具有斑岩型铜金矿及矽卡岩型金多金属矿的找矿前景	含矿岩体为富碱高钾斑岩系列,从斑岩体向外具有Cu-Au-Pb的分带特征,外带发现有铅、金矿,深部具备寻找斑岩铜金多金属的潜力	推断大面积的铜钼土壤异常为矿化二长斑岩体引起,具有良好的寻找斑岩型铜钼(金)矿的潜在远景

(下转第17页)

矿成矿作用(如金平大坪金矿)。

燕山期—喜山期,岩浆作用表现为中酸性及碱性岩浆侵入,成矿作用以喜山期正长斑岩的铜铅金成矿为主(铜厂—长安冲铜铅金矿)。受岩浆热力作用影响,在具有金矿矿源层的奥陶系至志留系渗透性较好的碎屑岩中形成了微细粒浸染型金矿(长安金矿)及断裂破碎带型金矿(金平老集寨金矿)。

参考文献:

- [1] 任纪舜,金小赤. 红河断裂的新观察[J]. 地质论评,1996,42(5):439-442.
- [2] 吴根耀. 滇西丽江、金平二叠纪玄武岩的对比及其构造意义[J]. 岩石学报,1993,9(增刊):63-69.
- [3] ZHONG DALAI, TAPPONNIER P, WU HAIWEI, et al. Largescale Strike-Slip Fault—a Major form of Intra-Continental Deformation After Collision[J]. Chinese Science Bulletin, 1989, 34(7):526-529.
- [4] 王义昭,熊家镛,林尧明. 云南地质构造的若干特点[J]. 云南地质,1988,7(2):105-111.
- [5] 李兴振,刘文君,王义昭,等. 西南三江地区特提斯构造演化与成矿(总论)[M]. 北京:地质出版社,1999,1-252.
- [6] CHUNG S L, LEE T Y, LO C H, et al. Intraplate Extension Prior to the Continental Extrusion Along Ailao Shan-Red River Shear Zone[J]. Geology, 1997,25:311-314.
- [7] 云南省地质局第二区域地质测量大队. 1:20万金平幅、河口幅区域地质调查报告(地质部分)[R]. 昆明:云南省地质矿产勘查开发局,1972.
- [8] 云南省地质局第二区域地质测量大队. 1:20万元阳幅、大鹿马幅区域地质调查报告地质部分[R]. 昆明:云南省地质矿产勘查开发局,1975.
- [9] 云南省地质局第二区域地质测量大队. 1:20万大理幅区域地质调查报告(地质部分)[R]. 昆明:云南省地质矿产勘查开发局,1972.
- [10] 越南自然科学中心地质研究所. 1:20万文安幅(Van Yan)区域地质调查报告(地质图)[R]. 河内:越南自然科学中心地质研究所,1978.
- [11] EERO HANSKI, RICHARD J. Walker, Hannu Huhma, et al. Origin of the Permian-Triassic Komatiites, Northwestern Vietnam[J]. Contrib. Mineral Petrol. 2004, 147:453-469.
- [12] BALYKIN P A, POLYAKOV G V, GLOTOV A I, et al. Evolution and Structural Position of Late Paleozoic-Mesozoic mafic-Ultramafic Magmatism in the North of Viet Nam[A]. in Proc. of 2nd conf. on Geol. of Indochina(Ha Noi), 1991(1):343-345.
- [13] ALEXANDER I. Glotov, Gleb V. Polyakov, Trang Trong Hoa, et al. The Ban Phuc Ni-Cu-PGE deposit related to the Phanerozoic Komatiite-Basalt Association in the Song Da rift, Northwestern Vietnam[J]. The Canadian Mineralogist. 2001, 39:573-589.

(上接第6页)

参考文献:

- [1] 云南省地质矿产局地球物理地球化学勘查队. 云南省区域物化探资料综合研究报告[R]. 昆明:云南省有色地质局,1990.
- [2] 西南有色地质勘查局. 扬子地台西缘富碱斑岩铜多金属矿床成矿条件及找矿前景[R]. 昆明:云南省有色地质局,1995.
- [3] 胡详昭. 滇西富碱斑岩石学与地球化学研究[J]. 中南矿冶学院学报,1992,24(增):61-65.
- [4] 刘克恭. 云南姚安火山-斑岩型多金属矿床特征,控矿条件和成矿机理[J]. 西南矿产地质,1988,2(3):35-42.
- [5] 高宛生. 滇西斑岩铜铅矿带的地质特征及成矿控制因素[J]. 云南地质,1982,1(3):224-233.
- [6] 刘忠俊. 滇西大理地区喜山期斑岩岩石化学特征及其成矿性[J]. 云南地质,1983,2(4):277-288.
- [7] 何明勤,杨世瑜,陈昌勇,等. 滇西小龙潭-马厂箐地区铜金多金属矿床地质地球化学及成因研究[M]. 北京:地质出版社,2004.
- [8] 葛良胜,王文成,李汉光,等. 滇西北富碱岩体与金矿成矿[M]. 北京:地震出版社,2005.
- [9] 谭康华,张世全,黄定柱,等. 普朗斑岩铜矿蚀变及矿化特点[J]. 云南地质,2007,26(3):271-276.
- [10] 杨世瑜,钟昆明. 斑岩金矿床快速定位预测研究-北衙斑岩型金矿床影像线环结构构造地球化学快速定位预测[M]. 昆明:云南大学出版社,2006.
- [11] 陶正章. 地球化学找矿[M]. 北京:地质出版社,1981.