www.cagsbulletin.com www.地球学报.com

滇东南海相火山岩型铜矿成因及找矿方向探讨

莫向云¹⁾,崔银亮²⁾,姜永果²⁾,薛步高³⁾

1)云南省有色地质局地质地球物理化学勘查院, 云南昆明 650216;
 2)云南省有色地质局, 云南昆明 650051;

3)云南省经济委员会, 云南昆明 650011

摘 要: 滇东南海相火山岩型铜矿系统研究程度较低, 找矿潜力较大。区内 3 个典型铜矿床地质特征及地球 化学研究表明, 它们均为与海相火山岩有关的火山沉积改造型铜矿床。矿体受地层层位控制, 与中三叠世含 矿变基性火山岩系关系密切。同时, 矿体受后期构造和热液改造, 经历了强烈的变质作用, 矿区侵入岩可能 为矿体的二次富集提供了热液和物质来源。3 个矿区的火山岩具有共性, 都具备成为矿源层的条件, 但成岩 微构造环境有一定差异。区内找矿潜力较大, 在加强深部找矿的同时, 应重视火山岩的系统综合研究, 以选 定新靶区。

关键词:海相火山岩;铜矿;成因;滇东南 中图分类号:P617;P624 文献标志码:A **doi:**10.3975/cagsb.2013.s1.07

A Tentative Discussion on the Genesis and the Prospecting Direction for Marine Volcanic Type Copper Deposits in Southeast Yunnan Province

MO Xiang-yun¹⁾, CUI Yin-liang²⁾, JIANG Yong-guo²⁾, XUE Bu-gao³⁾

 Institute of Geological, Geophysical and Geochemical Exploration, Yunnan Nonferrous Metals Geological Bureau, Kunming, Yunnan 650216;
 Yunnan Nonferrous Metals Geological Bureau, Kunming, Yunnan 650051;

3) Economic Commission of Yunnan Province, Kunming, Yunnan 650011

Abstract: The systematic study of the marine volcanic type copper deposits in southeast Yunnan Province is relatively insufficient, and the prospecting potential for this type of ore deposit is very promising in this area. Researches on three typical copper deposits show that they all belong to volcanic-sedimentary reformation type copper deposits related to marine volcanic rocks, and that ore bodies were controlled by stratigraphic horizons and gradually reformed into economic ore bodies by tectonic and hydrothermal activities. Volcanic rocks in the three studied ore deposits show some generality and all possess the conditions to serve as the ore resource beds; nevertheless, their rock-forming microstructural environments are somewhat different from each other. The ore-prospecting potential is fairly great in this area and, while strengthening the work of deep prospecting, we should also pay attention to the systematic and integrated study of the volcanic rocks so as to delineate new target areas.

Key words: marine volcanic rock; copper deposit; origin; southeast Yunnan

滇东南地区地质构造复杂,变质作用、岩浆活动强烈,成矿条件优越(李志群等,2013;缪应理等, 2013),铜矿床(点)分布较广,矿产资源丰富。其中, 产出于含矿火山岩建造的铜及铜多金属矿床含矿层 位多、矿化稳定、规模较大、品位较富,是区内重 要的矿床类型。

收稿日期: 2013-04-23; 改回日期: 2013-05-07。责任编辑: 闫立娟。

第一作者简介:莫向云,男,1965年生。高级工程师。主要从事地质找矿与矿床勘查、地质研究。电话:0871-63848144。E-mail: miaomiao1995@163.com。

滇东南地区三叠纪火山岩发育,海西—印支期 的海底基性火山岩喷发活动和印支—燕山期的基性 (超基性)酸性岩浆侵入(喷发)活动最为强烈,频繁的 岩浆活动为海相火山岩铜矿的形成创造了条件,同 时表明该区具有寻找海相火山岩铜矿的巨大前景。 目前发现的金平龙脖河铜矿、麻栗坡杨万铜矿、个 旧老(厂)-卡(房)铜多金属矿均属于滇东南海相火山 岩铜矿,已探明铜金属量 54.83 万吨,其中龙脖河 D+E33.6 万吨、杨万 6.78 万吨、老(厂)-卡(房) 14.45 万吨。深入研究 3 个矿床成矿的共性与特殊性 地质特征,对扩大滇东南找矿前景,增加急需的铜 资源储量,具有十分重要的现实意义。

1 区域地质背景

滇东南地区位于扬子地台与华南加里东地槽之间的过渡带,西北面以弥勒—师宗断裂与杨子地台分界;西南面以红河断裂为界与哀牢山断块毗邻, 其南面和东面分别延入越南和广西(云南省地质矿 产局,1990)。由于经历了多次长期地史演化过程,致 使该区地质构造复杂,变质作用、岩浆活动强烈,成 矿条件优越,矿床(点)分布较广,矿产资源极为丰 富(崔银亮,2008)。

1.1 区域地层

区内地层发育较为齐全,除侏罗—白垩系缺失 外,其它地层均有出露,最厚可达 29600 m 以上。震 旦—志留系为巨厚的发育富碳硅质岩系的陆源主动 裂谷型深水沉积体系;三叠系为浅海相-陆相碳酸盐 类和砂、页岩碎屑岩、火山岩、含硅质碳酸盐岩类





Fig. 1 Geological sketch map showing distribution of Hercynian–Indosinian volcanic(ZHENG et al., 1993)

复理石建造,其间夹少量泥灰岩及基性火山岩,并 具有浊流沉积待征,表明从三叠纪开始转化为地槽; 印支运动以后,海水全面退出,缺失了侏罗—白垩 纪沉积。指示该区被动大陆边缘裂陷盆地是在深部 地幔物质垂向上涌作用下形成的主动裂谷盆地,其 内的三级热水沉积成矿盆地是大型-超大型矿床集 中区的最佳聚矿构造。其中,下—中三叠统中基性 火山岩、碳酸盐岩建造是龙脖河 Cu、Au、Ag 多金 属矿带的赋矿岩系;中三叠统下部个旧组碳酸盐岩 是个旧 Cu、Sn、Ag 多金属成矿区内的主要赋矿岩 系;中三叠统上部法郎组粉砂岩、页岩、泥质灰岩 及凝灰岩、基性熔岩也具 Cu、Sn、Pb 矿化。

1.2 区域构造

该区断裂构造十分发育,主要为地壳断裂,它 们控制着区内构造格局、盆地结构及沉积作用演化 及沉积体系的类型与展布,对岩浆活动及成矿作用 也有重要控制作用,与滇东南盆区的裂陷作用及发 展演化紧密相关。按断裂性质、活动程度、规模以 及影响和限制盆地发生发展, 断裂可分为两种类型: 一类是一长期活动的深切地壳的大型断裂, 如盆地 西界的红河断裂; 第二类是继承基底间歇性活动的 同沉积断裂, 如弥勒—师宗断裂带、开远—邱北、 文山—麻栗坡、广南—富宁等断裂。区内主要断裂 按延伸方向可分为北东向或北东东向、北西向、南 北向及东西向等四组, 它们在盆地演化过程中同时 活动,但活动方式和时间长短不同。北东向、南北 向、东西向断裂规模大,活动频率低,主要控制盆地 主体格局和大的地层分布;北西向断裂在区内规模 相对较小,但活动频繁,控制着同一时期沉积体系 和岩相的分布(薛传东, 2002)。

1.3 区域岩浆岩

滇东南地区的岩浆活动具有较明显的分异规律: 海西期以前,主要以基性-超基性岩浆活动为主;至 印支期,基性-超基性和酸性岩浆活动均较强烈;燕 山期则演化为以酸性岩浆为主的侵入活动,并开始 出现碱性岩;到喜山期则以碱性岩浆活动为主(秦德 先等,2008)。海西期岩浆岩主要是基性和酸性的喷 出岩,玄武岩从早二叠世到晚二叠世早期均有多次 喷发。印支期岩浆活动频繁,酸性侵入岩及基性喷 出岩、侵入岩均有出露。喷出岩主要有三期,中三 叠世安尼期,拉丁尼克早期和拉丁尼克晚—诺利克 期。安尼期的火山岩主要产出于个旧组下段(T₂g¹) 的碳酸盐层中,主要有三层;拉丁尼克早期的玄武 岩主要分布于法郎组下部(T₂f¹)可见两层玄武岩;拉 丁尼克晚期—诺利克期火山岩产于中三叠统法朗组 (T₂f⁴)上部的碳酸盐层中。燕山期岩浆活主要为酸性 岩侵入。岩石以浅-中深成花岗岩为主,次为中性-基性-超基性侵入岩。喜山期岩浆活动较弱,岩体多 呈分散状态,分布范围也较窄小,主要见于哀牢山 地区,岩石以基性喷出岩和碱性岩为主。

2 变基性火山岩型铜矿床地质特征

将上述 3 个铜矿床地质特征进行对比研究, 归 纳总结共性可以指导滇东南地区海相火山岩铜矿找 矿工作; 对具体地区、具体找矿条件的分析, 必能获 得事半功倍的找矿效果。

2.1 矿区地质对比

由表 1 可知, 3 个矿区均含三叠纪地层, 其中中 三叠统底部均含多层变基性火山岩, 各矿区含矿层 位均位于中三叠统下部。龙脖河中三叠统厚 > 1901 m, 个旧老-卡厚 2791~5205 m, 麻栗坡杨万厚 (3455 >)~3907 m, 中三叠世个旧沉降幅度较大, 沉 积较厚, 具裂谷特征。矿区主要构造线方向为 NW 或 NE 向, 均为近南北向, 一般为背斜(向斜)加一个 同向的主干断层。背斜(向斜)核部为含矿变基性火 山岩, 断层对矿体起改造作用, 有的则具有容矿构 造的特征。矿区内的喷出岩主要为三叠世的基性火

表 1	滇东南地区海相火山岩铜矿床特征对比表
-----	--------------------

Table 1 Correlation table of geological characteristics marine volcano rock copper deposit in southeastern Yunnan

矿区 名称	金平龙脖河	个旧老-卡	麻栗坡杨万		
矿床 规模	中型	中型	小型		
矿区 地层	 T₃h: 板岩、炭质板岩、砂岩 (>700 m); T₂g: 含泥质、白云质大理岩(651 m); T₁β: 变基性火山岩-沉积岩系 (>1250 m),属中三叠统(T₂β)* 	T ₂ f: 泥质碎屑岩、泥质灰岩 (1800~2500 m); T ₂ g ³ : 微晶灰岩,夹灰质白云(70~200 m); m); T ₂ g ² : 微晶粉晶白云岩,夹白云质灰岩 (240~1140 m); T ₂ g ¹ : 灰岩白云岩,底部夹基性火山岩 (681~1365 m)	T ₂ f: 砂质泥质板岩、千枚岩(1730 m); T ₂ y ^b : 绿泥石片岩、粉砂质泥岩 (> 350 m); T ₂ y ^a : 变基性火山岩(967~1370 m); T ₁ y: 粉砂岩、白云岩、白云质灰岩 (408~457 m)		
矿区 构造	NW 向龙达背斜, NW 龙达断层	NE 向五指山背斜	NW 向铜厂—炭山向斜、NW 向层间 破碎带		
侵入岩	辉长(辉绿)岩	燕山期重熔花岗	辉绿岩		
赋矿 地层	$T_1\beta$	$T_2 g^{1-1}$	$T_2 y^{a-1}$		
矿层	、 、 、 、 矿层	、 (、 、)矿层,及陡倾斜脉 状高品位矿体	、、、、、、、、、 <i>矿</i> 层		
含矿岩性	大理岩、变辉绿岩与 T ₂ g 接触带、变 细碧岩变凝灰岩层间破碎带、变细 碧岩变凝灰岩、变凝灰岩	变橄榄玄武岩与大理岩接触带、含水矽 卡岩化变火山岩、大理岩	细碧岩、细碧质凝灰岩、细碧质火山 角砾岩、细碧质凝灰岩、辉绿岩		
近矿 蚀变	钠化、绿泥石化、黄铁矿化、硅化、 电气石化	矽卡岩化、绿泥石化、绿帘石化	绿泥石化、绿帘石化、硅化、碳酸盐 化		
矿体 形态	扁豆状、层状、似层状	似层状、透镜状、透镜状、脉状	层状、似层状、透镜状		
矿石 矿物	黄铜矿、黄铁矿、斑铜矿、铜蓝,蓝 铜矿、孔雀石	黄铜矿、黄铁矿、雌黄铁矿、辉钼矿、 毒砂辉铋矿、自然金,褐铁矿、赤铁矿、 孔雀石	黄铜矿、辉铜矿、黄铁矿,蓝铜矿、 斑铜矿、自然铜、孔雀石		
脉石 矿物	石英、方解石、钠长石	符山石、阳起石、石榴石、绿泥石、透 闪石、金云母、萤石、石英、绿帘石	石英、方解石、绿泥石、绿帘石、绢 云母		
矿石 结构	细碧结构,变晶结构,碎裂结构,变 余结构	自形粒状、他形粒状、填隙结构	它形晶结构、半自形-自形晶结构、微 -隐晶结构		
矿石 构造		浸染状、块状、脉状、条带状构造	块状或次块状构造、纹层状构造、条 带状构造、角砾状构造、脉状构造 、 浸染状构造		
矿床成因	受变质的火山喷流(溢)-沉积+热液 叠加改造+后期构造富化再造的中 温多因复成矿床(崔银亮, 2008)	与印支期基性火山岩活动有直接成因 关系,并经历了燕山期岩浆-热液活动 的叠加改造(路红记, 2008)	与海相火山岩有关的喷流(溢)沉积- 热液改造型铜矿床(蒙光志, 2003)		

注:本文不讨论哀牢山群赋矿的龙脖河西矿带;*变钠质基性火山岩全岩 K-Ar 年龄为 263.7±3.9 Ma;龙脖河河边产出的浅变质中性火山岩锆石 U-Pb 年龄为 265±2.0 Ma(邹日等, 1997)。

山岩, 侵入岩为辉绿岩、辉长岩或者较晚的燕山期 的花岗岩, 侵入岩对成矿元素的再次富集具有较大 的贡献。

总体来看,3个矿区具有同样的沉积环境,经历 了相似的构造环境和岩浆活动,不同之处在于各自 的沉积厚度、地层划分略有不同。由于各矿区处于 不同的 1:20 万图幅内,地层的划分和对比有待开展 进一步研究,加以统一。

2.2 矿床赋存部位、产状及矿化特征

个旧老-卡和麻栗坡杨万矿区含矿变基性火山 岩均位于中三叠统底部 T₂g¹⁻¹、T₂y^{a-1}, 金平龙脖河的 含矿变基性火山岩划为下三叠统 T₁β, 但测年数据 表明其应属于中三叠世的产物(邹日等, 1997),同时 按照 3 个矿区的地层对结果 $T_1\beta$ 也应该划入中三叠 统。赋矿岩性主要为变基性火山岩, 或变基性火山 岩与大理岩、辉绿岩的接触带,具有明显的层控特 征。龙脖河矿区含5个矿层;杨万含8个矿层;老-卡矿区含 2~5 个矿层,同时含受构造裂隙控制的高 品位脉状矿体。矿体均以较平缓的层状、似层状为 主,主要受基性火山岩层位控制,少数矿体为陡倾 的透镜状、扁豆状、脉状,其产状受基性火山岩后 期的构造破碎带控制(表 1)。近矿蚀变都具有绿泥石 化、硅化,不同之处在于老-卡矿区具矽卡岩化,这 与矿区围岩为碳酸盐,性质活泼,易于发生物质交 代作用有关。

可见,3 个矿区的含矿变基性火山岩均与中三 叠世早期的基性火山岩喷发有一定联系,但早期的 变基性火山岩层不一定具备形成工业矿体的条件。 矿区内构造破碎带内,及基性火山岩与碳酸盐接触 带含矿的事实表明,后期的构造运动和热液活动对 工业矿体的形成具有改造作用。

2.3 矿石成分及组构

所有矿区的矿石矿物金属硫化物主要为黄铜 矿、黄铁矿,个别矿区含斑铜矿、铜蓝、辉钼矿、 自然铜、自然金,近地表氧化物主要有孔雀石、蓝 铜矿、褐铁矿等。脉石矿物除老-卡矿区具有透闪石、 阳起石等矽卡岩矿物外,以石英、方解石、绿泥石、 绿帘石为主。矿石具变晶结构、变余结构,个别具 破裂结构,显示了矿石的形成经历了比较强烈的变 质作用。矿石的揉皱变形构造、千枚状构造、片状 构造、角砾状构造也显示了其经历了变质作用;矿 石条带状构造、纹层状构造等同生沉积构造也显示 了矿石早期的沉积环境,表明其形成与沉积作用有 关;而矿石的脉状构造、浸染状构造则显示矿石经 历过后期的热液改造。 2.4 矿床分布规律

(1)矿体产出与中三叠世含矿变基性火山岩系 关系密切,矿体主要分布于变基性火山岩层内,或 基性火山岩与围岩接触带内,受地层层位控制明 显。

(2)部分矿体产出于构造破碎带内,受基性岩火 山岩期后构造裂隙控制。

(3)矿体形成受后期构造和热液改造,经历了强 烈的变质作用,矿区侵入岩可能为矿体的二次富集 提供了热液和物质来源。

3 铜矿床成因探讨

3.1 变火山岩型铜矿床与基性岩有关

目前, 滇东南地区海相火山岩铜矿系统研究的 程度较低, 但前很多学者已经开始重视滇东南地区 典型海相火山岩铜矿的成因研究。蒙光志(2003)提 出杨万铜矿为与海相火山岩有关的喷流(溢)沉积-热 液改造型铜矿床; 路红记(2008)认为老-卡铜多金属 矿与印支期基性火山岩活动有直接成因关系, 并经 历了燕山期岩浆-热液活动的叠加改造; 崔银亮 (2008)通过研究认为龙脖河铜矿为受变质的火山喷 流(溢)-沉积+热液叠加改造+后期构造富化再造的中 温多因复成矿床。可见, 在该区工作的地质学者一 致认同, 上述 3 个铜(多金属)矿床与变基性火山岩 有关, 同时受基性火山岩期后构造、热液叠加改造。 但是, 矿区地层划分及基性火山岩的形成年代、后 期改造作用的类型及遵循的规律还存在一定争议, 有待进一步研究。

3.2 基性火山岩岩石化学特征

滇东南地区海相火山岩铜矿区火山岩化学成分 见表 2, 由图 2 可知,除卡房变火山岩 CaO、Na₂O 略低于世界玄武岩,FeO、MgO、K₂O 高于世界玄武 岩外,3个矿区火山岩主量元素分布特征都与世界玄 武岩相近。成矿元素 Cu、Pb、Zn 丰度均高于世界 玄武岩(图 3),其中 Cu 为世界玄武岩的 1.4~4.1 倍, Pb 为 2.4~5.4 倍、Zn 为 1.05~1.1 倍。另由图 4 可知, 3 个矿区的火山岩均落入碱性系列区域内,表明它 们均属于碱性系列。此外,龙脖河、杨万火山岩的 Na₂O > K₂O,为钠质(大西洋型),岩石化学命名为 粗面玄武岩(图 4);卡房火山岩的 Na₂O < K₂O,为钾 质(地中海型),岩石化学命名为碱玄岩(图 4)。

可见,3 个矿区火山岩特征与世界玄武岩相似, 成矿元素丰度高于世界玄武岩平均值,具备成为矿 源层的条件。老-卡矿区的火山岩的成岩构造环境与 龙脖河、杨万火山岩有一定的差异,成矿元素含量

Table 2 Correlation table of marine volcanic type copper deposits in southeast Yunnan Province										
岩石	名称	单 位	卡房变火山岩 (29 件)	杨万玄武岩	龙脖河变 玄武岩(20 件)	玄武岩	老卡变火 山岩(10 件)	龙脖河变 火山岩(2 件)	玄武岩	
	SiO_2		42.54	48.82	49.12	49.22				
TiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ FeO MnO 化学 MgO 成分 CaO	TiO_2		2.95	1.64	2.31	2.30				
	Al_2O_3		13.45	15.24	13.57	14.74				
		1.72	3.35	5.31	12.37					
	FeO		10.32	6.87	8.28	7.13				
	MnO	%	0.11	0.07	0.17	0.19				
	MgO		12.83	6.72	6.35	7.63				
	CaO		7.38	9.24	7.04	10.64				
	Na ₂ O		1.58	3.58	3.69	2.45				
	K_2O		2.88	0.27	0.76	1.00				
	P_2O_5		0.4	0.08	0.36	0.25				
	Cu						135.89	413.5	87	
	Pb	10-6					19.38	43.3	6	
	Zn						137.34	142.6	100	
数据	来源		李树基等,1984	云南省地质矿产	崔银亮,	迟清华等,	刘明等,	杨昌华,	迟清华等,	
				局,1990	2008	2007	2007	2003	2007	











Fig.3 Contrastive diagram of ore-forming elements between marine volcanic rocks in southeast Yunnan Province and similar rocks in China

也略低于其余2个矿区火山岩。

3.3 赋矿火山岩年代讨论

个旧老-卡变火山岩上下盘与 T₂g 组灰岩、大理



图 4 滇东南地区海相火山岩 SiO₂-Na₂O+K₂O 分类图 (Le Maitre et al., 1989)

Fig. 4 SiO₂-Na₂O+K₂O classification of marine volcanic rocks in southeast Yunnan Province (Le Maitre et al., 1989) F-似长岩; U1-碱玄岩、碧玄岩; U2-响岩质碱玄岩;

U3-碱玄质响岩; Ph-响岩; S1-粗面玄武岩; S2-玄武质粗面安山岩: S3-粗面安山岩; T-粗面岩、粗面英安岩; Pc-苦橄玄武岩;

B-玄武岩; 01-玄武质安山岩; 02-安山岩; 03-英安岩; R-流纹岩;

Ir: Irvine 分界线(Irvineand Baragar, 1971), 上方为碱性, 下方为 亚碱性

F-feldspathyoid; U1-tephrite, basanite; U2-phonolitic tephrite; U3- tephritic phonolite; Ph-phonokite; S1-trachybasalt; S2-basaltic trachyandesite; S3-trachyandesite; T-trachyte; trachydacite; Pc-picrite-basalt B-basalt; 01-basaltic andesite; 02-andesite; 03-dacite; R-rhyolite; Ir: Rrvine boundary (after Irvineand Baragar, 1971), alkaline in the upper part, and sub-alkaline in the lower part

表 2 滇东南地区海相火山岩型铜矿区火山岩化学成分对比表

岩整合接触,硫化矿石毒砂(197 Ma),黄铜矿 (220 Ma)、黄铁矿(229 Ma)也属于印支期成矿,故老 -卡变火山岩属于印支期是准确可靠的。对于杨万矿 区,蒙光志(2003)将 T₃ β 改划为三叠统杨万组下段 (T₂y^a),为印支期产物。龙脖河火山岩年代争议较大, 有归属中三叠统(何蕴滨等,1993)、上二叠统(云南省 地质矿产局,1990)和中远古代(崔银亮,2008)3 个方 案。邹日等(1997)获得龙脖河变钠质基性火山岩全 岩 K-Ar 年龄为 263.7±3.9 Ma,龙脖河河边产出的浅 变质中性火山岩锆石 U-Pb 年龄为 265±2.0 Ma,故变 火山-沉积岩系属于中三叠统 T₂ β 。

3.4 矿床成因

龙脖河变火山岩按归属于三叠统第一方案考虑, 则 3 个矿区均属印支期火山岩成矿,喷发时的基性 火山岩即为含铜高的矿源岩,经历印支期地槽褶皱 回返作用,矿源层遭受第一次改造、富化作用,形成 胚胎矿或贫矿体。燕山运动是最重要的形成工业矿 体的构造运动,在老卡和龙脖河并有花岗岩侵位, 除燕山运动本身热动力作用对印支期贫矿进行改 造、富化外,燕山期花岗岩本身的岩浆热液亦对印 支期贫矿进行叠加矿化、增富,燕山期形成的断裂、 层间破碎带是叠加、改造、富化矿液主要的停积、 定位空间。喜马拉雅运动,使赋矿构造再次活化、 隆起,遭受不同程度的氧化富集作用,故一般氧化 矿带矿石均较下部硫化物带矿石富厚。

龙脖河含矿变火山岩按其与大红山铁铜矿对比 的第二方案,则龙脖河的多旋回成矿更为显著,因 为1500 Ma±的晋宁运动,对龙脖河的成矿起着仅次 于燕山运动的改造富化作用。这样龙脖河与杨万和 老-卡的成矿区别,就在于多经历一次晋宁运动构造 旋回,对今后的找矿有重要的指导作用。

4 找矿方向

4.1 深部找矿

滇东南海相火山喷发具有多期次、多旋回的特 点,故海相火山岩型铜矿一般含多层矿体,对最底 层矿体的控制尤为重要。而现有矿山,工程控制程 度较低,如龙脖河矿区最深钻孔仅 610 m,尚未穿 透含矿火山岩层。因此,具有在已知矿体下部找到 新矿体的希望,应择优实施电法、磁法物探,并结合 适当的深部工程验证。

此外,根据"铅同位素系统剖面化探方法"隐 伏矿体定量预测的原理,目前已揭露的少量原生硫 化物矿体显然不足以提供矿源与细脉矿均一混合形 成同位素的大脉矿,应存在另一个深部隐伏的大型 硫化物矿体。

4.2 选定新靶区

滇东南地区海相火山岩分布广泛, 矿区范围内 火山岩出露面积也较大, 寻找海相火山岩型铜矿潜 力较大, 应将一定区域内的火山岩出露地区作为一 个整体, 统一研究火山岩的岩性、分层及各地的共 性特征与差异性。能否发现火山机构的线索及火山 岩顶板地层的残留和底板地层的局部出露, 是要攻 关的三个关键问题, 从而彻底查明含矿火山岩的准 确层位及其赋矿部位与火山机构的关系。结合上述 问题的研究, 对有利的成矿区域+及时圈定找矿靶 区, 开展进一步地质工作。

5 结论

(1)滇东南龙脖河、杨万、老-卡铜(多金属)矿区, 矿体受地层层位控制明显,与中三叠世含矿变基性 火山岩系关系密切。

(2)矿体形成受后期构造和热液改造,经历了强 烈的变质作用,矿区侵入岩可能为矿体的二次富集 提供了热液和物质来源。

(3)3 个矿区火山岩均为印支运动的产物,都具 备成为矿源层的条件,但各自的成岩微构造环境有 一定差异。

(4)3 个铜(多金属)矿床均为与三叠纪海相火山 岩有关的火山沉积改造型铜矿床。

(5)滇东南海相火山岩型铜矿系统研究程度较低,找矿潜力较大,加强深部找矿同时,应重视火山岩的系统综合研究,以选型新靶区。

参考文献:

- 迟清华, 鄢明才. 2007. 应用地球化学元素丰度数据手册[M]. 北 京: 地质出版社: 26-27.
- 崔银亮. 2008. 云南金平龙脖河铜矿成矿规律及综合信息 研究[M]. 昆明: 云南科技出版社: 1-233.
- 何蕴滨,张泰身,赵小惠. 1993. 滇东南成矿区带成矿条件与 预测[R]. 成都:中国有色金属工业总公司西南地质勘查 局.
- 李树基,张志信,江育楠. 1984. 个旧锡矿地质特征[M]. 北京: 冶金工业出版社: 1-256.
- 李志群,梁秋原,刘文佳,陈明伟,邹云达,郑荣华,郭欣. 2013. 滇东南含锰建造沉积相及聚锰条件分析[J].地球学报, 34(s1):17-24.
- 刘明, 鹏省临, 王力. 2007. 个旧老-卡岩体接触-凹陷带锡-铜多 金属矿地质特征及成因分析[J]. 矿产与地质, 21(4): 395-403.
- 路红记. 2008. 个旧东区基性火山岩型铜矿床地质特征和成因探 讨[J]. 有色金属(矿山部分), (1): 21-33.

- 蒙光志. 2003. 麻栗坡杨万火山喷流沉积-热液改造型铜矿[J]. 云南地质, 60(1): 89-96.
- 缪应理,陈智明,涂长寿,朱加景. 2013. 滇东南老君山南捞铜 钨矿床地质特征及成因探讨[J]. 地球学报,34(s1):65-70.
- 秦德先,黎应书.2008. 个旧锡铜多金属矿床地质研究[M]. 北京: 科技出版社:1-173.
- 薛传东. 2002. 个旧超大型锡铜多金属矿床时空结构模型[D]. 昆明:昆明理工大学.
- 杨昌华. 2003. 龙脖河铜矿区(北段)岩浆岩及矿化[J]. 云南地质, (4): 403-408.
- 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: 580-583.
- 邹日,朱炳泉,孙大中. 1997. 红河成矿带壳幔演化与成矿作用 的年代学研究[J]. 地球化学, 26(2): 46-56.

References:

- Bureau of Geology and Mineral Resources of Yunnan Provance. 1990. Regional geology of Yunnan Provance[M]. Beijing: Geological Publishing House(in Chinese).
- CHI Qing-hua, YAN Ming-cai. 2007. Application of geochemical element abundance data handbook[M]. Beijing: Geological Publishing House: 26-27(in Chinese).
- CUI Yin-liang. 2008. The study of Mineralization Regularity and Integration Information of Longbohe Copper Ore in Jinping, Yunnan[M]. Kunming: Yunnan Science and Technology Press: 1-233(in Chinese).
- HE Yun-bin, ZHANG Tai-shen, ZHAO Xiao-hui. 1993. The Metallogenic Conditions and Prediction of Metallogenic Belt in Southeast Yunnan[R]. Chengdu: Southwest Geological Exploration Bureau, China Nonferrous Metals Industry Corporation(in Chinese).
- LI Shu-ji, ZHANG Zhi-xin, JIANG Yu-nan. 1984. Geological Characteristics of Gejiu tin deposit[M]. Beijing: Metallurgical Industry Press: 1-256(in Chinese).
- LI Zhi-qun, LIANG Qiu-yuan, LIU Wen-jia, CHEN Ming-wei, ZOU Yun-da, ZHENG Rong-hua, GUO Xin. 2013. An Analy-

sis of Sedimentary Facies of Manganiferous Formation and Manganese Accumulation Conditions in Southeastern Yunnan[J]. Acta Geoscientica Sinica, 34(s1): 17-24(in Chinese with English abstract).

- LIU Ming, PENG Xing-lin, WANG Li. 2007. Geological characteristics of Sn-Cu polymetallic deposit in the contact-depression zone of the Laochang-Kafang rockbody in Gejiu[J]. Mineral Resources and Geology, 21(4): 395-403(in Chinese with English abstract).
- LU Hong-ji. 2008. An Approach to Geologic Features and Genesis of Basic Volcanic Rock-type Copper Deposit in Eastern Gejiu Zone[J]. Nonferrous Metals (Mining Section), 60(1): 21-33(in Chinese with English abstract).
- MENG Guang-zhi. 2003. Volcanic Effusive Deposit-hydrothermal Reformation cu Deposit in Yangwan, Malipo Yunnan[J]. Yunnan Geology, 60(1): 89-96(in Chinese with English abstract).
- MIAO Ying-li, CHEN Zhi-ming, TU Chang-shou, ZHU Jia-jing. 2013. Geological Characteristics and Genesis of the Nanlao Cu-W Deposit in Laojunshan Area, Southeastern Yunnan Province[J]. Acta Geoscientica Sinica, 34(s1): 65-70(in Chinese with English abstract).
- QIN De-xian, LI Ying-shu. 2008. The geological study of the Gejiu tin-copper polymetallic deposit[M]. Beijing: Science and Technology Press: 1-173(in Chinese).
- XUE Chuan-dong. 2002. The Space-time Structure Model of the Gejiu Superlarge Tin-copper-polymetallic Deposit[D]. Kunming: Kunming University of Science and Technology(in Chinese).
- YANG Chang-hua. 2003. The Characteristics of Magmatic Rock and Mineralization in Longbohe Copper Ore Field(north part)[J]. Yunnan Geology, (4): 403-408(in Chinese).
- ZOU Ri, ZHU Bing-quan, SUN Da-zhong, CHANG Xiang-yang. 1997. Geochronology Studies of Crust- mantle Interaction and Mineralization in the Honghe ore Deposit Zone[J]. Geochimica, 26(2): 46-56(in Chinese with English abstract).