

文章编号:1009-3850(2017)04-0069-08

西南三江成矿带中段羊拉铜矿体南延问题研究与找矿预测

杨剑波^{1,2}, 黄高生¹, 王朝勇¹, 夏国体^{1,2}, 范礼刚^{1,2}, 何凤吉¹

(1. 中国冶金地质总局昆明地质勘查院, 云南 昆明 650203; 2. 昆明理工大学国土资源工程学院, 云南 昆明 650093)

摘要:羊拉铜矿是金沙江成矿带内规模最大的铜矿床。文章在大量分析研究前人在该区已有工作成果的基础上, 综合分析羊拉铜矿区及其南部地区已有地表工程及深部工程成果, 从地层、构造、岩浆岩、地球物理、地球化学特征及遥感影像特征等方面对羊拉铜矿及其南部通吉格-虽丁-加仁地区铜矿床(点)成矿地质特征进行对比研究, 认为羊拉铜矿体往南进行了延伸。同时通过对羊拉铜矿以南地区铜矿床(点)成矿条件、控矿因素和矿化分布特征等进行总结, 初步建立了羊拉铜矿以南地区铜矿体成矿模式, 并依据成矿模式和地质条件进行了找矿预测, 提出了格日-通吉格找矿靶区及虽丁-加仁找矿靶区。

关键词:羊拉; 通吉格; 加仁; 矿体南延; 找矿预测

中图分类号: P624.6

文献标识码: A

羊拉铜矿位于金沙江构造结合带中段, 位于兰坪陆块东缘维西-绿春晚古生代一早中生代火山弧北段^[1-2]交接部位里农岩体北端。作为金沙江成矿带内规模最大的铜矿床, 因其地质条件优越、找矿前景巨大而引起了众多学者浓厚的研究兴趣。经前人半个多世纪的辛勤工作, 在岩浆岩及其构造环境^[3-6]、地球化学及矿床成因^[7-16]等方面取得了丰富的研究成果资料, 但因受交通、经济、地理等条件制约, 羊拉铜矿及其周边地区矿产勘查工作程度参差不齐, 除里农矿段地质工作程度达到勘探, 路农、江边矿段工作程度达到普查外, 羊拉铜矿以南通吉格-虽丁-加仁地区地质工作程度仅达预查程度^①。在羊拉铜矿体是否往南延伸的问题上, 由于工作程度及研究的不足而缺乏有力的证据。本文在大量分析研究前人在该区已有工作成果的基础上, 从地质、物化探、遥感和探矿工程资料等方面对羊拉铜

矿及其以南通吉格-虽丁-加仁地区铜矿体(点)成矿地质特征进行对比研究, 从而获得羊拉铜矿体南延的相关论证, 同时总结了成矿模式、进行了找矿预测。

1 地质概况

羊拉大型铜矿床位于滇西北德钦县羊拉乡, 地理坐标为东经 99°03'30" ~ 99°07'00", 北纬 28°52'45" ~ 28°56'00", 由贝吾、尼吕、江边、里农、路农等矿段组成^②。羊拉铜矿床矿床成因尚有很大争议^[2-3,6,9], 但因复合的成因观点普遍被大家所接受。矿体多呈层状、似层状赋存于酸性侵入岩与碳酸盐岩地层的内、外接触带及围岩中, 受岩体-构造-围岩共同控制。前人曾对羊拉铜矿床地质特征进行了详细研究^[3,6,11], 总结该区地质特征如下。

收稿日期: 2017-08-11; 改回日期: 2017-09-15

作者简介: 杨剑波(1981 -), 男, 硕士, 高级工程师, 地质工程专业, 主要从事资源勘查工作。E-mail: yjb_km@163.com

资助项目: 西南三江有色金属资源基地调查项目(项目编号 DD20160016)资助

1.1 地层

羊拉矿区及其以南通吉格-虽丁-加仁地区出露地层分为两个系统:一是构造混杂岩系统,混杂岩由石炭系一二叠系的构造岩片和中-深度变质岩构造岩片组成;第二种属于正常的沉积地层,包括上

三叠统阿堵拉组(T_3a)、波里拉组(T_3b)、古近系(E)和第四系(Q)等(图1)。羊拉铜矿位于金沙江混杂岩带中段,矿床产在构造混杂岩带内,矿区内的构造混杂岩由几个不同时代、不同岩性组合的构造岩片组成(表1)。

表1 羊拉铜矿区金沙江结合带蛇绿构造混杂岩构造地层划分简表

Table 1 Stratigraphic division for the Yangla copper deposit and the areas south of it in the middle part of the Jinshajiang tectonic mélangé zone

地层代号	岩性	构造古地理环境	岩石来源	地层系统
CTO ϕ m ^h (sl)	板岩	陆缘斜坡-陆棚	外来岩片	金沙江蛇绿构造混杂岩
CTO ϕ m ^h (mb)	大理岩	陆缘台地		
CTO ϕ m ^t (iat)	岛弧玄武岩	岛弧	洋内弧	
CTO ϕ m ^e (sch+qz)	石英片岩夹石英岩	远洋硅-灰-泥沉积	洋盆系统	
CTO ϕ m ^e (mss+sl)	变质石英砂岩夹粉砂质板岩			

羊拉矿区主要矿体产于花岗闪长岩-花岗斑岩体外接触带,直接围岩包括大理岩、矽卡岩、角岩化变砂岩、板岩、花岗闪长岩等,以碳酸盐岩为主的赋矿地层为成矿提供了有利的围岩条件。以矽卡岩化、硅化等为主的围岩蚀变控制了矿石类型的空间展布与矿化的强度。

造分布的碳酸盐岩、变质石英砂岩、板岩等,以及在通吉格矿区、虽丁矿区中的加仁岩体外接触带中确认存在大理岩化、矽卡岩化、硅化等蚀变现象,并且在各类蚀变带中发现多处铜矿(化)点。从地层对比情况看,通吉格-虽丁-加仁地区具有与羊拉铜矿区相同的成矿地层条件。在金沙江结合带中的大理岩、板岩、变质石英砂岩等受加仁岩体的侵入,在岩体外接触带形成矽卡岩化、硅化等蚀变,铜矿体主要产于这类蚀变岩中。沿加仁岩体外接触带分布的碳酸盐岩、变质石英砂岩、板岩等是该区铜矿找矿的地层标志。

1.2 构造

羊拉矿区及其以南通吉格-虽丁-加仁地区断裂构造发育,金沙江断裂控制了中酸性岩浆岩带的分布和矿带的分布。按构造线方向划分,存在近南北向构造带、北东向构造带等两种断裂构造体系(图1)。南北向断裂为区内主干断裂,是岩浆、热液、矿质的运移通道。北东向断裂为南北向断裂的后期构造活动产物,以逆冲-平移断层为主,错断南北向断裂,次级同向派生断裂、裂隙带、层间挤压带和破碎带等,特别是构造交汇和转换部位,是容矿和储矿场所。区内构造经历了4期构造运动^[15],按构造活动时间,对应时期分别为晚海西期、印支期、燕山期和喜山期。在分析研究前人在该区已有构造研究成果的基础上,总结羊拉矿区及其以南通吉格-虽丁-加仁地区构造控矿模式,分别为印支期岩浆侵入接触+层间断裂构造和燕山—喜山期“入”字型构

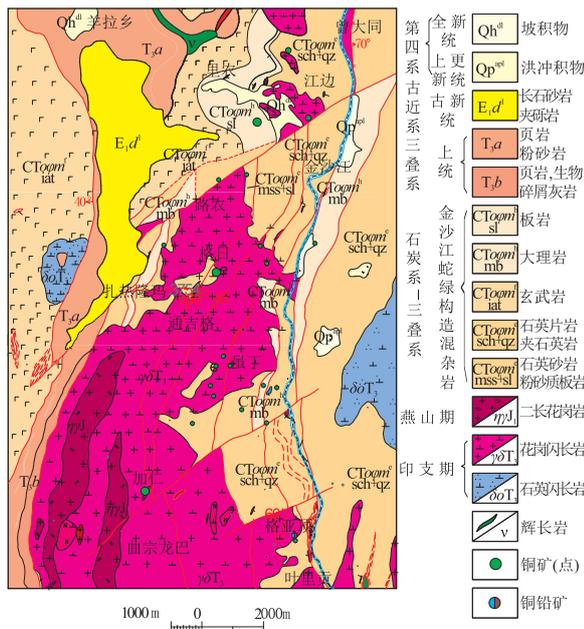


图1 羊拉铜矿及其以南地区地质简图

Fig 1 Simplified geological map of the Yangla copper deposit and the areas south of it

在羊拉铜矿区以南通吉格-虽丁-加仁地区,沿加仁岩体东、西两侧外接触带及岩体内部断裂沿构

造。羊拉铜矿及其以南地区均为同一套构造体系,南部地区新发现的多数铜矿床(点)均产于构造破碎带或层间裂隙带中。从构造控矿模式方面对比,通吉格-虽丁-加仁地区与羊拉铜矿区具有相同的构造控制条件,沿构造破碎带或层间裂隙带寻找同类矿产,构造是该区铜矿重要的找矿标志。

1.3 岩浆岩

羊拉矿区及其以南通吉格-虽丁-加仁地区岩浆岩活动强烈、频繁,主要以侵入岩为主。岩浆活动时期主要以印支—燕山期岩浆侵入为主。区内印支—燕山期中酸性花岗闪长岩与矿化关系密切,已知矿床、点、异常区大部分围绕其分布。羊拉矿区里农花岗闪长岩体的锆石 U-Pb 同位素年龄(234.1~235.6Ma)及其地球化学特征表明里农岩体为晚三叠世早期金沙江洋盆俯冲消减过程中下地壳部

分熔融形成的花岗闪长岩^[17-18]。羊拉铜矿床里农矿段铜矿体中辉钼矿的 Re-Os 同位素模式年龄为 $230.9 \pm 3.2\text{Ma}$,羊拉铜矿床成矿年龄稍晚于成岩年龄,说明羊拉铜矿床的成矿作用与里农岩体的侵入作用相关^[19]。区内从北到南有大小多个岩体,多呈岩基、岩株状产出,构成加仁花岗岩带(图1),主要由加仁、里农、格亚顶等岩体组成。各岩体侵入变砂岩、板岩、大理岩和玄武岩中,与围岩接触处不同程度出现角岩化、矽卡岩化。在岩体外接触带已发现贝吾、里农、路农、扎热隆玛、通吉格、虽丁等多个铜矿床(点),加仁岩体中已在里农、通吉格、加仁、虽丁发现铜矿体,岩体中铜矿体多呈脉状产出,受断裂构造控制。综上所述,羊拉矿区及其以南通吉格-虽丁-加仁地区与矿化密切相关的岩浆岩同属加仁花岗闪长岩体,具有相同的矿源条件。

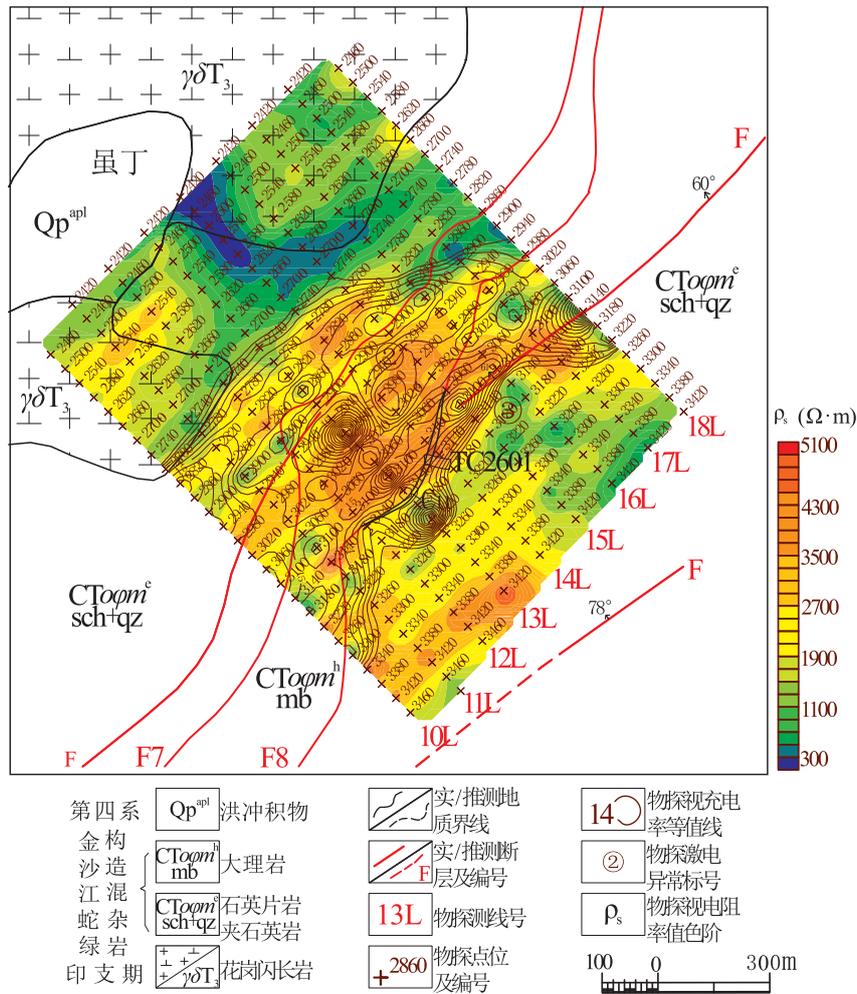


图2 羊拉铜矿以南地区虽丁铜矿区视充电率、视电阻率综合异常图

Fig. 2 Comparison of apparent charging rates and apparent resistivity of the Suiding copper deposit south of the Yangla copper deposit

2 地球物理特征

2000~2001年在羊拉矿区对岩石露头、矿体和矿化蚀变带等进行小对称四极测定,根据电性参数测量结果,羊拉矿区矿(化)体与围岩存在电性差异,明确了该区具备开展激电工作方法的地球物理前提。在里农矿段进行了1:2.5万及1:1万电法工作,激电测量结果显示,激电异常(Ms)呈中等强度、不规则长条带状展布,与矿体显示良好的对应关系。区内矿体、矿化蚀变带及各类围岩的电性特征,即硫化矿体、黄铁矿化黄铜矿化矽卡岩化带具有低阻高极化特征;孔雀石化褐铁矿化变质砂岩具中等电阻率中低极化特征;大理岩、石英砂岩、变质石英砂岩、花岗岩闪长岩具有高阻低充电率特征。

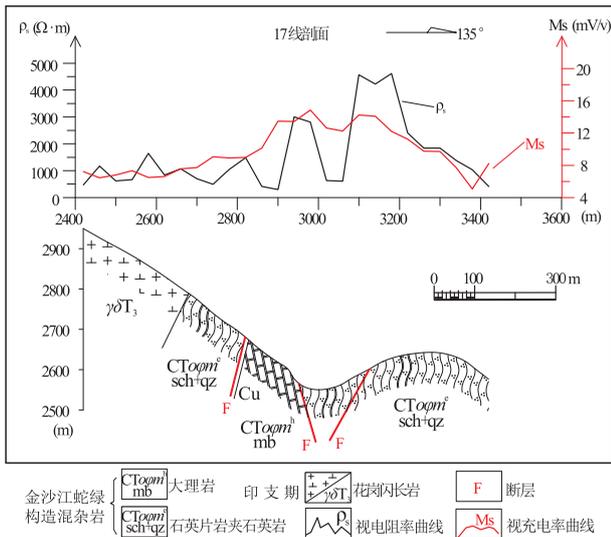


图3 羊拉铜矿以南地区虽丁铜矿区物探剖面图

Fig. 3 Geophysical profile of the Suiding copper deposit south of the Yangla copper deposit

2015~2016年在羊拉矿区南部通吉格-虽丁-加仁范围内分3个工作区进行了1:1万电法工作,通过激电剖面测量,在3个工作区累计显示有6处激电异常带(区),呈北东向不规则长条状展布,与地表矿(化)体显示良好的对应关系,其中以虽丁铜矿区②、③号激电异常尤为典型(图2)。虽丁矿区激电异常处于视电阻率相对高阻与相对中高阻接触带上,异常中心视充电率在16~20mV/v之间。激电异常分布在加仁岩体外接触带石英片岩夹石英岩与大理岩构造接触带上,分别位于断层F7、F8两

侧,异常走向与断层走向一致。地表沿构造接触带可见孔雀石化、褐铁矿化出露。经地表槽探工程揭露,虽丁矿区激电异常是由构造接触带上金属硫化物相对富集引起。从物探剖面(图3)上来看,在3条断裂构造接触带之间,视电阻率、视充电率均变化较大。激电异常主要分布在视电阻率变化梯度带两侧。视充电率相对高值范围之间,异常与地表矿体、矿化蚀变带出露位置对应较为吻合。

从以上信息可知,羊拉矿区及其以南通吉格-虽丁-加仁地区矿体、矿化蚀变带及各类围岩在地球物理特征方面极为相似,且在羊拉矿区里农矿段及虽丁矿区开展的物探工作所圈定的物探异常均与矿体显示了良好的对应关系。

3 地球化学特征及遥感解译

3.1 地球化学特征

2001~2016年中国地质调查局开展的大地调项目在羊拉矿区及其以南通吉格-虽丁-加仁地区开展了1:5万土壤、水系沉积物及1:1万土壤化探测量工作,圈出了一批以Cu为主的化探异常(图4)。Cu异常主要沿加仁复式岩体周围及南北向羊拉、金沙江断裂带呈串珠状展布。该区各元素地球化学分布特征见表2。在次级北东向断裂与加仁复式岩体东西接触带交汇处及加仁岩体内的北东断裂带上形成规模大、含量高、组分复杂、分布密集为特征的综合异常。从该区土壤、水系沉积物地球化学测量成果来看,羊拉矿区及其以南通吉格-虽丁-加仁地区具有相同的地球化学特征,该区铜元素的分布与地层、构造、岩浆岩具有较强的关联。

3.2 遥感影像构造特征

据1:5万遥感解译图(云南省地质调查院),羊拉铜矿区及其以南通吉格-虽丁-加仁地区,线性构造及环状构造影像特征比较明显(图4)。区内环状构造多属岩浆-热液作用形成的热效应环。主要分布在岩体周边、断裂构造交叉处及大小小菱形块体的角端部位、近南北向线性构造密集带与东西向线性构造束带交汇部位,以及线性构造与环状构造交汇部位,控制了区内矿床(点)的产出,前者如羊拉等矿床,后者如通吉格等矿床(点)。羊拉矿区南部通吉格-虽丁-加仁地区还有多个类似的线环叠合部位,指示其具较好的找矿潜力。

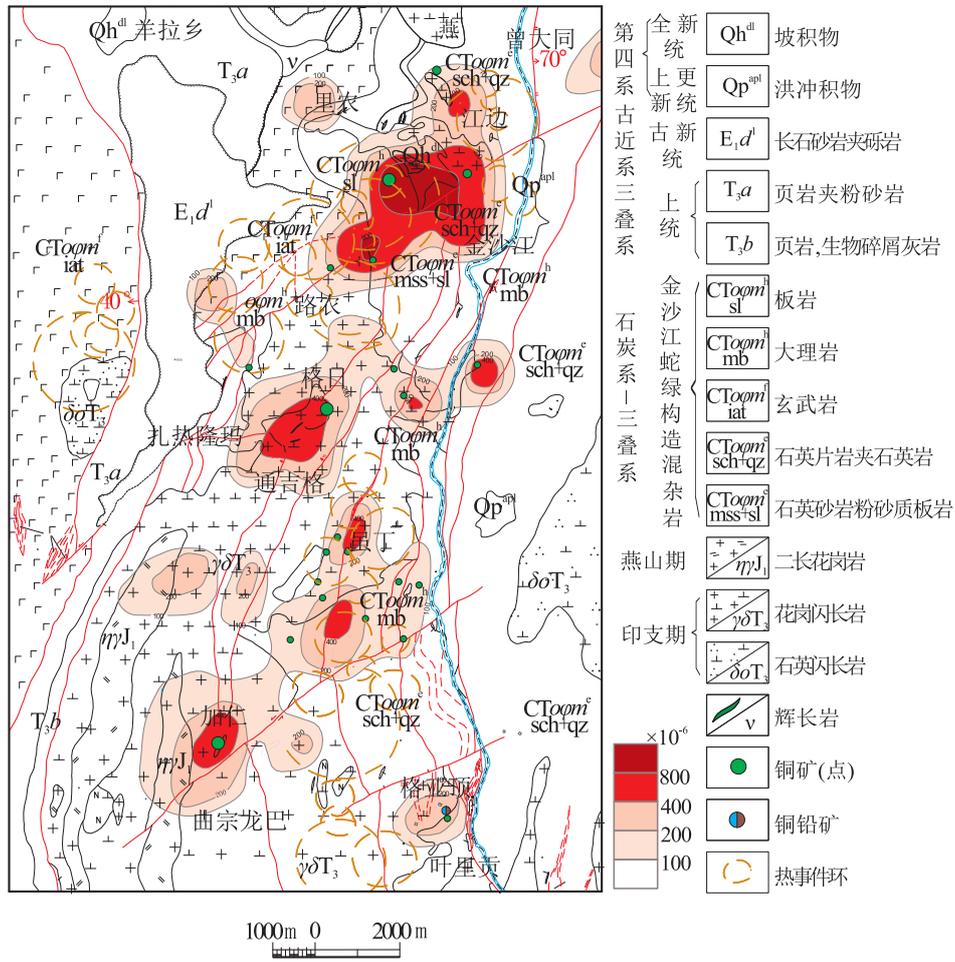


图4 羊拉铜矿及其以南地区化探、遥感综合异常图

Fig. 4 Distribution of geochemical anomalies and remote sensing images in the Yangla copper deposit and the areas south of it

表2 羊拉矿区以南通吉格-虽丁-加仁地区土壤测量元素特征参数统计表

Table 2 Geochemical signatures of the elements in the soil and stream sediments in the Tongjige-Suiding-Jiaren zone south of the Yangla copper deposit

元素	Cu	Zn	Mo	Ag	As	W	Pb	Sb	Au	Hg
最大值	56600	2497	112.8	17.48	1723	1298.24	8422.5	243.74	226	674.3
最小值	1.00	9.80	0.04	0.02	0.26	0.06	2.60	0.05	0.20	0.99
均值(\bar{x})	75.25	108.31	1.30	0.33	38.94	8.04	89.28	3.91	1.52	29.74
标准偏差(S)	921.61	106.13	2.36	0.75	92.33	24.24	210.16	8.19	4.69	25.64
变异系数(CV)	12.25	0.98	1.82	2.27	2.37	3.01	2.35	2.09	3.09	0.86
全区元素丰度	100	150	2.2	0.4	60	4	70	5	5	60
地壳元素丰度	20	60	1	0.05	1.5	1.3	20	0.26	4.50	80
异常衬度	0.94	0.72	0.59	0.83	0.65	2.01	1.28	0.78	0.30	0.50

单位: Au 为 10^{-9} , 其它为 10^{-6} 。全区元素丰度来源于云南大羊拉地区矿产远景调查(2008)、地壳元素丰度来源应用地球化学元素丰度手册(2007)

4 典型矿床

2015年至2017年,中国冶金地质总局昆明地

质勘查院对通吉格铜矿区开展地质勘查工作,并对羊拉铜矿以南通吉格-扎仁地区开展了铜矿资源评价工作。综合上述研究区地质、物探、化探和遥感

等多元数据,并结合地表及深部工程数据,通吉格铜矿区以及本区域内圈定的铜矿体,其矿体产出类型有3种:(1)沿(斑)岩体外接触带砂卡岩、变质碎屑岩中产出的层状、似层状矿体;(2)沿岩体内接触带、两种不同岩相分界线呈稀疏浸染状、脉状、致密浸染状产出的矿体;(3)沿北东向裂隙带中产出,从矿化中酸性岩穿插至围岩之中,呈密集的大脉状矿体(图5)。经过研究通吉格铜矿矿床成矿条件、控矿因素、蚀变特征和找矿标志等,在此基础上初步建立了其成矿模式(图6)。羊拉铜矿以南通吉格-虽丁-加仁区域内其他矿床(点)各项特征均与通吉格铜矿相似,通吉格铜矿矿体特征及成(找)矿模式对羊拉铜矿以南区域找矿具有较好的参照性。

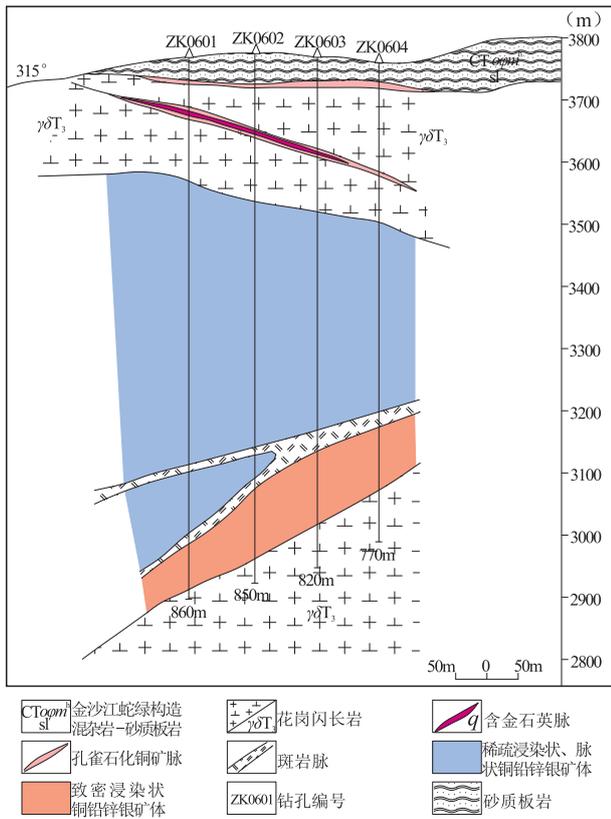


图5 通吉格铜矿区06号勘探线剖面示意图

Fig. 5 Schematic diagram of No. 6 exploration line in the Tongjige copper mining district

5 找矿预测

根据通吉格铜矿地质勘查及通吉格-扎仁地区铜矿资源评价工作成果,从地层、构造、岩浆岩、地球物理、地球化学特征及遥感影像特征等方面对羊

拉铜矿及其南部通吉格-虽丁-加仁地区铜矿床(点)成矿地质特征进行对比研究,对羊拉铜矿以南通吉格区域开展找矿靶区预测,最终提出2个找矿靶区(图7):格日-通吉格找矿靶区和虽丁-加仁找矿靶区。

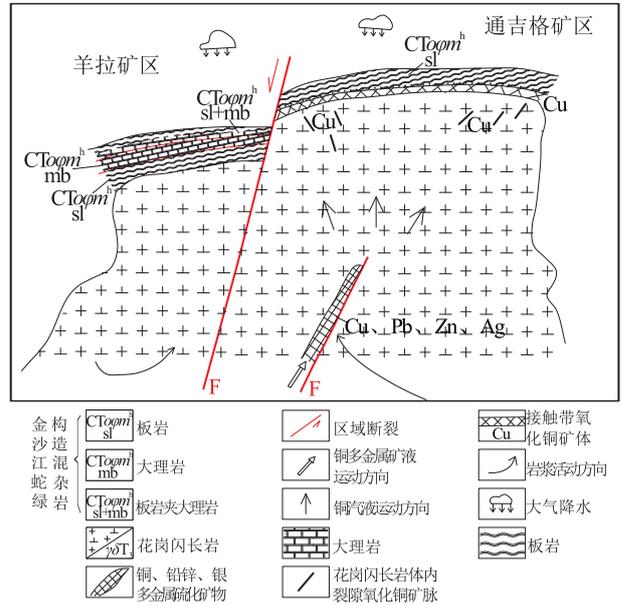


图6 羊拉铜矿以南地区铜矿成矿模式简图

Fig. 6 Mineralization model for the copper deposits in the areas south of the Yangla copper deposit

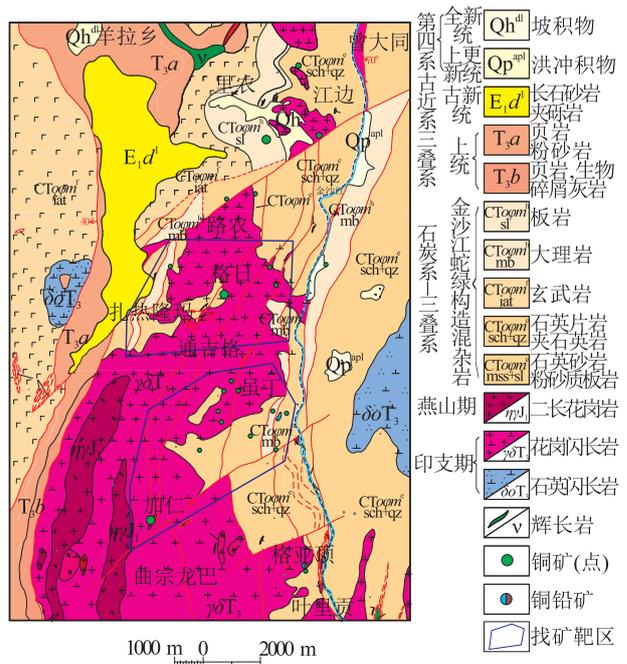


图7 羊拉铜矿以南地区成矿预测图

Fig. 7 Metallogenic prediction for the areas south of the Yangla copper deposit

5.1 格日-通吉格找矿靶区

中国冶金地质总局昆明地质勘查院已经在通吉格矿区开展了1:1万、1:2000地质工作和物、化探工作,目前正在开展钻探施工对深部矿体进行控制。靶区预测依据主要为:(1)格日-通吉格找矿靶区加仁岩体周边围岩为金沙江结合带中的变质石英砂岩、大理岩、灰岩等外来岩片,具备形成矽卡岩型矿体的有利的岩浆岩和围岩条件,岩体外接触带中的构造破碎带或层间裂隙带是赋矿的有利空间,铜矿体主要产于蚀变的矽卡岩中;(2)物、化探资料包含有利的水系沉积物异常、土壤异常及激电异常,且通过异常查证工作,发现了一定的矿化线索;(3)在通吉格矿区已经发现了铜矿(化)体、矿化蚀变带,已经对矿体进行了探矿工程验证,槽探、钻孔控制了6条铜矿体,铜品位为0.30%~14.70%,平均铜品位1.52%,继续勘查有望扩大矿床规模。

5.2 虽丁-加仁找矿靶区

2015~2016年中国地质调查局开展的铜矿资源评价项目在虽丁-加仁地区进行了1:1万地质填图、1:1万土壤化探测量及1:1万激电中梯剖面测量工作,并通过探槽工程对地表发现的矿化体、矿化蚀变带进行了揭露控制。靶区预测依据主要为:(1)虽丁-加仁找矿靶区有良好成矿地质条件,岩体周边围岩为石英片岩夹石英岩、块状灰岩、大理岩等外来岩片,具备形成矽卡岩型矿体的有利的岩浆岩和围岩条件。靶区内断层发育,为一系列近南北走向的叠瓦状逆冲断层及一系列北东向平移断层切割错移,两期断裂的“入”字型构造多数与区域上的铜矿化有密切关系;(2)物、化探资料包含有利的土壤异常及激电异常,且通过异常查证工作,发现了一定的矿化线索;(3)经探槽揭露,在地表发现了铜矿化蚀变带3条,铜矿体3条,铜品位为0.65%~0.97%,平均铜品位0.80%。靶区矿化带深部未经工程验证,沿走向和倾向还有待继续控制。经进一步揭露,极可能会发现新的铜矿带。

对格日-通吉格找矿靶区及虽丁-加仁找矿靶区开展进一步的找矿工作,有望打开羊拉铜矿以南区域找矿的新局面。

6 结论

通过综合分析羊拉铜矿区及其南部地区已有地表工程及深部工程成果,从含矿地层、围岩蚀变、

控矿构造、岩浆岩、地球物理特征、地球化学特征及遥感影像特征等方面对羊拉铜矿及其南部通吉格-虽丁-加仁地区铜矿床(点)成矿地质特征进行对比研究后,认为羊拉铜矿体往南进行了延伸。

致谢 参加野外工作的还有刘殿蕊、柴文超、罗绍强等,在野外工作及成文过程中,笔者得到了中国冶金地质总局昆明地质勘查院技术人员的大力支持和帮助;审稿专家对本文提出了宝贵意见和建议,在此一并致谢!

注释:

①云南省地质调查院.云南大羊拉地区矿产远景调查报告,2008.

②云南省地质调查院.云南省德钦县羊拉铜矿地质勘探报告,2004.

参考文献:

- [1] 王立全,潘桂棠,李定谋,等.金沙江弧-盆系时空结构及地史演化[J].地质学报,1999,73(3):206-218.
- [2] 李定谋,等.金沙江构造带铜金矿与找矿[M].北京:地质出版社,2002.
- [3] 战明国,路远发,陈式房,等.滇西德钦羊拉铜矿[M].武汉:中国地质大学出版社,1998.
- [4] 林仕良,王立全.云南德钦羊拉铜矿床构造特征[J].沉积与特提斯地质,2004,24(3):48-51.
- [5] 尹福光,潘桂棠,万方,等.西南“三江”造山带大地构造相[J].沉积与特提斯地质,2006,26(4):33-39.
- [6] 李文昌,潘桂棠,侯增谦,等.西南“三江”多岛弧盆-碰撞造山成矿理论与勘查技术[M].北京:地质出版社,2010.
- [7] 杨淑胜,张占林,等.云南省德钦县通吉格铜矿详查报告[R].德钦县藏铜矿业开发有限公司,2009.
- [8] 杨剑波,段云龙,叶金福,等.西南三江成矿带中段通吉格-拉仁地区铜矿资源评价报告[R].中国冶金地质总局昆明地质勘查院,2017.
- [9] 朱俊,李文昌,曾普胜,等.滇西北羊拉矿区基性岩地球化学特征及构造意义[J].地质与勘探,2010,46(5):899-909.
- [10] 邓军,杨立强,王长明,等.三江特提斯复合造山与成矿作用研究进展[J].岩石学报,2011,27(9):2501-2509.
- [11] 朱经经,胡瑞忠,毕献武,等.滇西羊拉铜矿矿区花岗岩成因及其构造意义[J].岩石学报,2011,27(9):2553-2566.
- [12] 邓君,王长明,李龚健,等.三江特提斯叠加成矿作用样式及过程[J].岩石学报,2012,28(5):1349-1361.
- [13] 李波.滇西北羊拉铜矿床地球化学及找矿预测[R].云南铜业(集团)有限公司博士后出站报告,2013.
- [14] 陈思尧.滇西北羊拉铜矿床地质地球化学特征及成因探讨[D].北京:中国地质大学,2013.
- [15] 李波,邹国富,文书明,等.滇西北羊拉铜矿床断裂构造、构造

- 控矿模式及找矿预测[J]. 矿产勘查, 2014, 5(5): 699 - 711.
- [16] 李波, 黄智龙, 邹国富. 羊拉铜矿深部和外围成矿规律及增储研究[R]. 云南铜业(集团)有限公司, 2014.
- [17] 魏君奇, 战明国, 路远发, 等. 滇西德钦羊拉矿区花岗岩类地球化学[J]. 华南地质与矿产, 1997, (4): 50 - 56.
- [18] 魏君奇, 陈开旭, 魏福玉. 滇西羊拉地区构造-岩浆-成矿作用分析[J]. 华南地质与矿产, 2000, (1): 59 - 62.
- [19] 杨喜安, 刘家军, 韩思宇, 等. 云南羊拉铜矿床里农花岗闪长岩体锆石 U-Pb 年龄、矿体辉钼矿 Re-Os 年龄及其地质意义[J]. 岩石学报, 2011, 27(9): 2567 - 2576.

The southward extension and exploration potential of the Yangla copper deposit in the middle part of the Nujiang-Lancangjiang-Jinshajiang metallogenic zone in southwestern China: An approach

YANG Jian-bo^{1,2}, HUANG Gao-sheng¹, WANG Chao-yong¹, XIA Guo-ti^{1,2}, FAN Li-gang^{1,2}, HE Feng-ji¹

(1. Kunming Institute of Geological Exploration, China Bureau of Metallurgical Geology, Kunming 650230, Yunnan, China; 2. Faculty of Land and Resources Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, Yunnan, China)

Abstract: The Yangla copper deposit in northwestern Yunnan is the largest copper deposit in the Nujiang-Lancangjiang-Jinshajiang metallogenic zone. Referenced to the previous results in integration with the surficial and deep-seated engineering results, the present paper gives a comparative study of the mineralization and geological conditions of the Yangla copper deposit and the southern Tongjige, Suiding and Jiaren copper deposits (ore spots) on the basis of regional strata, structures, magmatic rocks, geophysics, geochemistry and interpretation of remote sensing images. The authors in this study contend that the Yangla copper deposit is extended southwards indeed. The detailed study focuses on the metallogenic conditions, ore-controlling factors, mineralization distribution, and a mineralization model is presented for the areas south of the Yangla copper deposit. Two exploration targets have been distinguished, including the Geri-Tongjige and Suiding-Jiaren exploration targets.

Key words: Yangla copper deposit; Tongjige; Jiaren; southward extension; exploration potential