个旧超大型锡铜多金属矿床成矿多样性与深部找矿

陈守余[1,2],赵鹏大[1,2],张寿庭[3],童　祥[4],武俊德[4],莫国培[4]

1. 中国地质大学地质过程与矿产资源国家重点实验室,湖北武汉 430074
2. 中国地质大学资源学院,湖北武汉 430074
3. 中国地质大学研究生院,北京 100083
4. 云南锡业集团公司,云南个旧 661000

摘要: 云南个旧超大型锡铜多金属矿床总体表现为以燕山期多次岩浆热液叠加改造为成矿主线,断裂构造提供导矿通道和储存空间,岩浆热液作用于个旧组碳酸盐岩、玄武岩,不同围岩条件以及元素化学性质不同所形成的组合分带造就了成矿多样性,查明花岗岩体及岩性组合、褶皱与断裂构造、围岩岩性的三维空间分布是找矿预测的关键. 高精度重磁结合多功能电法探测揭示岩性界面和赋矿空间,利用断裂构造原生晕异常特征识别深部隐伏矿床是有效的找矿方法组合,存在于已系统勘探地区外围的层间氧化矿或脉状矿、岩体与围岩接触带矽卡岩型多金属硫化物矿和岩体内部蚀变岩型锡铜多金属矿是个旧地区今后深部找矿的重要方向.

关键词: 超大型锡铜矿床;成矿多样性;有效勘查方法;深部找矿;云南个旧.
中图分类号: P618.4　　**文章编号**: 1000 - 2383(2009)02 - 0319 - 06　　**收稿日期**: 2009 - 01 - 22

Mineralizing Multiformity and Deep Prospecting of Gejiu Super Sn-Cu Multi-Metal Deposit, Yunnan, China

CHEN Shou-yu[1,2], ZHAO Peng-da[1,2], ZHANG Shou-ting[3], TONG Xiang[4], WU Jun-de[4], MO Guo-pei[4]

1. *State Key Laboratory of Geological Processes and Mineral Resources, China University of Geosciences, Wuhan* 430074, *China*
2. *Faculty of Earth Resources, China University of Geosciences, Wuhan* 430074, *China*
3. *Graduate School, China University of Geosciences, Beijing* 100083, *China*
4. *Group Company of Stannary, Gejiu* 610000, *China*

Abstract: We obtain some new cognitions of mineralizing rule, effective prospecting method and deep forecasting for the Gejiu super Sn-Cu multi-metal deposit of Yunnan Province by systemic research in recent years. Its primary mineralizing process is repeated compound alteration by hot liquid of magma. Conformation afforded transmit alleyway and deposited space for mineralization. The wall rock condition and combination zoniferous character of mineral element lead to mineralizing multiformity. Ascertainment 3D-distributing of granite, drape and faultage conformation and lithology is the key to mineralization forecasting. It proves an effective prospecting method to combine ascertainment lithology interface and deposited roomage by gravity and magnetic survey, and multifunctional electric survey, speedy ascertainment of mineralization abnormity by geochemistry survey of sap, drill and faultage. The future deep prospecting centers around the following three aspects: (1) interbedded oxidation or nervation mineral deposit in the periphery of diggings, (2) Sn-Cu multi-metal deposit in the interface of granite or basalt and marble, (3) Cu-Sn multi-metal deposit in the alterative granite.

Key words: super Sn-Cu deposit; mineralizing multiformity; effective prospecting method; deep prospecting; Gejiu of Yunnan Province.

云南个旧超大型锡铜多金属矿床以过百万吨锡、铜金属储量、千年产锡历史、百年找矿研究经历、十余种金属元素共同成矿富集而闻名中外. 从 20 世纪 50 年代(1956 年)完成地表砂锡矿勘探至今,以

基金项目:全国危机矿山接替资源找矿专项(No. 200653058);云南锡业集团省校合作项目资助;地质过程与矿产资源国家重点实验室科技部专项经费资助.
作者简介:陈守余(1956 -),男,教授,博士,长期从事矿产综合勘查与定量评价的教学与科研工作. E-mail:sychen@cug.edu.cn

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

砂锡矿作为找矿标志,经历了在 20 世纪 50 —70 年代开展层间氧化 Sn、Pb、Zn、Ag 多金属和脉状矿床的勘查(党玉涛,2000),20 世纪 70 年代至今的花岗岩接触带矽卡岩型铜锡多金属硫化物矿床和与玄武岩有关的铜多金属矿床的深部(大于1 000 m)找矿预测,2007 年以来又在岩体内接触带发现了蚀变岩型 Cu、Sn 多金属矿床,为深部找矿又开辟了新的方向.

1 成矿地质背景

个旧超大型锡铜多金属矿床处于北西向哀牢山 - 红河深大断裂、南北向小江深大断裂和越北古陆(西部)环形断裂带及北东向(华夏系)断裂带交切部位,同时产于个旧 - 右江裂谷与红河裂陷槽交汇处(秦德先等,2004),构造岩浆作用强烈,成矿条件优越(图 1).

三叠系个旧组(T_2g)是矿区内最主要的含矿层位,按岩性组合由上而下分为 3 段:白泥硐段(T_2g_3)以灰岩为主,夹不规则状白云岩,具锡、铅、锌矿化,主要分布于东矿区的北段;马拉格段(T_2g_2)以白云岩为主,夹不规则状灰岩,具锡、铜、铅、锌、银矿化,主要分布于东矿区的中段;卡房段(T_2g_1)为灰岩与白云岩互层,主要分布于东矿区的南段;底部有辉绿 - 玄武岩沿层(多层)产出,大部分隐伏分布于老厂 - 卡房矿田的东部;具铜、锡、铅、金、银、镍矿化,在岩体、构造有利部位形成富铜多金属矿床,为最主要的含矿岩性层位之一.

矿区在浅部表现为由川滇地轴南延经向断裂——个旧断裂分为东区和西区(图 1). 东区受 NNE 向五子山复式背斜控制,次级褶皱及 NE、NW、EW 向断裂构造发育,且多为控岩控矿构造. EW 向主断裂由北到南将东区划分为马拉格、松树脚、高松、老厂、卡房五大矿田. NE 向断裂是矿区主

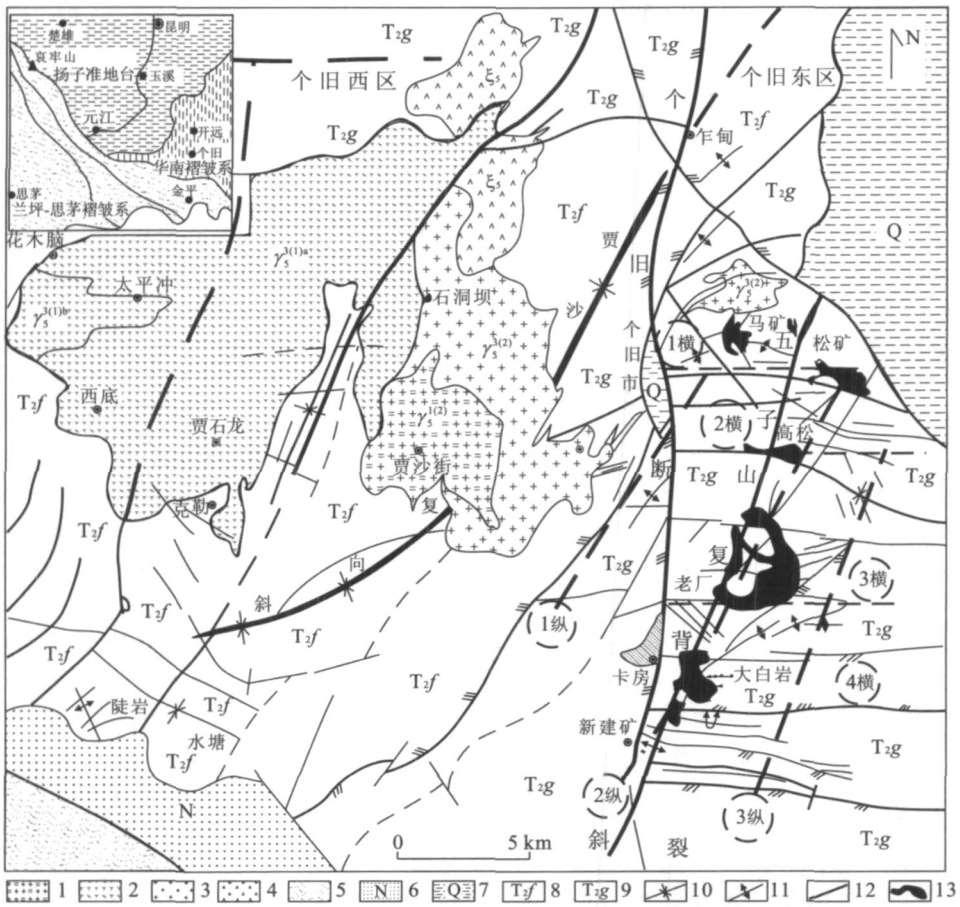


图 1 个旧矿区构造地质略图(据西南有色地勘局 308 队增补,2007)

Fig. 1 Sketch geological map of Gejiu deposit, Yunnan Province, China

1. 辉长二长岩;2. 斑状黑云母花岗岩;3. 等粒状花岗岩;4. 碱性正长岩;5. 变质带;6. 第三系;7. 第四系;8. 法郎组灰岩、白云岩;9. 个旧组白云质灰岩、大理岩;10. 背斜;11. 向斜;12. 断层;13. 矿体分布示意

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

要的控岩控矿断裂,其锡、铜、铅矿化较 EW 向强. 前述两组断裂交汇处是花岗岩入侵的有利部位及矿床赋存的有利场所. 此外,五子山复式背斜上同时叠加有多方向组的次级褶皱构造,为有利的控矿构造;下部往往为隐伏花岗岩突起的部位;向斜构造亦有利于矿床的形成.

矿区岩浆岩为印支旋回基性岩和燕山旋回花岗岩. 基性岩浆活动形成辉长岩侵入体和玄武岩及凝灰岩. 前者出露于西区贾沙,后者主要夹于个旧地区南部的法郎组上段和个旧组下段. 区内花岗岩大量产出,在西区有近 300 km^2 的花岗岩出露,东区主要为隐伏花岗岩. 沿五子山复背斜轴部有近150 km^2的隐伏花岗岩体产出,埋深 200～1 800 m,主要为黑云母花岗岩,是本区锡多金属矿床大多数成矿金属元素的重要物质来源之一,同时,也为成矿热液活动提供了动力和热源. 花岗岩凹凸顶面与大理岩接触带是矽卡岩型锡、铜、钨、钼、铋多金属的重要成矿带,岩体内部边缘相 - 过渡相的蚀变岩带是铜锡多金属矿床的重要找矿方向.

2　成矿模式及赋矿规律

庄永秋等(1996)对个旧超大型锡铜多金属矿床提出了以裂谷为背景 - 火山沉积 - 喷流沉积 - 花岗岩叠加改造的"一梯两楼"成矿模式,具有一定的代表性,矿区成矿环境条件及赋矿规律可总结为:(1)岩株突起. 花岗岩岩株状突起是区内找矿的重要前提,无论是矽卡岩型硫化物矿床还是岩体顶部的层间氧化矿床,总是以小岩株突起为中心,成群、成带围绕岩体的顶部和四周产出,并且上有背斜,下有岩株突起. (2)岩株凹陷. 小的花岗岩岩株突起的表面起伏和剖面上的融熔作用,岩体以岩枝、岩舌状而形成的凹陷部位是接触带矿体赋存的有利部位. (3)互层加断裂. 白云岩与灰岩互层加断裂的配置,利于成矿富集. (4)断裂扎根. 交切于花岗岩的成矿前断裂,它既是导岩也是导矿、容矿构造. 在断裂与花岗岩交切的扎根部位常有规模较大的接触带矿体赋存. (5)金属分带. 区内金属矿有明显的上 Pb、Zn、Ag →中间 Sn →下 Cu、W、Mo、Bi 的垂向分带分布规律,平面上水平分带(由内向外)依次为:W、Mo、Bi - Cu - Sn - Pb - Zn、Ag - Mn.

随着个旧东矿区勘查深度的加大和系统研究的不断深入,近几年对成矿模式和控矿构架又有了一些新的认识,总体上是以大陆裂谷为区域构造背景,正常沉积、火山沉积、喷流沉积为围岩条件,花岗岩多期次叠加改造为成矿要素,形成了"四横(南北向) —三纵(东西向) —两层楼(垂向)"的成矿模式. 其中,"四横"是受近东西向断裂构造的影响,将整个东矿区自北向南横切为马拉格、松树脚 - 高松、老厂、卡房四大矿田(段),实际上不同级别的近东西向断裂将东矿区横切为多个矿体群."三纵"是依据近几年深部勘探的隐伏矿体群展布规律,表现以北东向五指山复背斜为中心,矿体群呈等距性近北东向分布,其中"一纵"自马拉格 - 老阴山 - 杨家田一带,"二纵"是以五指山复背斜轴向为中心,主采矿群连成的成矿带,"三纵"是以隐伏玄武岩有关的铜锡多金属矿床为主体,主要分布于老厂 - 卡房矿田的东部(图 1).

"两层楼"主要指垂向上的矿体群分层次结构,除了 20 个世纪 50 —70 年代主要探采的地表砂锡矿床外,碳酸盐岩层间氧化矿和花岗岩接触带矽卡岩型锡铜多金属硫化物矿床构成了上下层结构. 2006 年以来在老厂西部岩体凹陷带,又发现了产于岩体内部边缘相 - 过渡相蚀变岩带上的蚀变岩型铜、锡多金属矿床,使垂向层次结构又发生了新的变化.

3　成矿多样性模式

前人(汪志芬,1993;庄永秋等,1996;周建平等,1997)对个旧超大型锡铜多金属矿床划分为砂矿和原生矿两大类. 砂矿多为残积、坡积、人工堆积形成,主要分布在原生矿床附近的岩溶盆地、山坡和侵蚀阶地,目前已趋于开采殆尽. 原生矿床提出了三大成矿系列(罗君烈,1995):(1)印支中晚期海底基性火山沉积成矿系列;(2)印支中晚期海底喷流热水沉积成矿系列;(3)燕山中晚期岩浆热液叠加成矿系列.

近 4 年来我们依据坑道典型剖面、钻孔剖面观察,结合矿物共生组合规律和元素(包括微量元素的分布与组合特征对比、稀土元素配分模式结合同位素分析)特征分析,本着突出主要成矿作用的原则,认为罗君烈(1995)所提出的原生矿床三大成矿系列具有时间上的继承性和空间上的联系性,印支中晚期的海底基性火山沉积和海底喷流热水沉积主要为成岩作用,同时提供原始矿源层或"草根"成矿(矿胚),达不到工业成矿富集的程度,而燕山中晚期多次岩浆热液复合改造为主要成矿要素,燕山中晚期

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

花岗岩即是个旧超大型锡铜多金属矿床的重要物质来源,又是成矿热液活动的主要动力和热源,以燕山期多次岩浆热液复合改造为成矿主线,张性断裂构造提供导矿通道和储存空间,3 种主要围岩(个旧组碳酸盐岩、玄武岩、花岗岩)和元素的组合分带造就了个旧超大型锡铜多金属矿床的成矿多样性(图 2).因此,成矿多样性特征是在同一成矿系统下的储矿空间、围岩岩性组合特征、断裂构造垂向分带性(高阳和张寿庭,2007)以及地球化学元素组合分带的综合表现.成矿多样性模式表征如下:

(1)层间脉状、似层状氧化矿床分布于碳酸盐岩层间破碎带中,距离花岗岩接触带 500～1 500 m 以内,以 Sn、Pb、Zn、Mn 元素为主,伴有 Ag、Cd 等指示元素,主要金属矿物有褐铁矿、锡石、赤铁矿、锰土、硬锰矿等.

(2)层间脉状、似层状锡石硫化物矿床、硫化物铅银矿床等,分布于碳酸盐岩中距离花岗岩接触带 300～800 m 以内,个别可达 1 000 m 以上(如芦塘坝、龙树脚等矿段的矿体),以 Sn、Pb、Ag 元素为主,其次有 Zn、Cd、As、Cu 等伴生;主要金属矿物有磁黄铁矿、黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、毒砂、锡石、黄铜矿等.

(3)气成 - 高温热液石英硫化物型锡铜钨铋矿、石英 - 电气石型锡矿等,主要分布于花岗岩与大理岩接触带靠花岗岩一侧 0～50 m 范围内,构成 Sn、Cu、W、Bi 元素组合.主要金属矿物有磁黄铁矿、黄铜矿、黄铁矿、黑钨矿、辉铋矿、辉钼矿、锡石等.

(4)矽卡岩硫化物锡铜多金属矿床,分布于花岗岩与大理岩接触带外侧 0～500 m 以内,以 Sn、Cu 元素为主,其次有 Zn、Bi、W、Mo、As 等伴生;主要金属矿物有磁黄铁矿、毒砂、黄铜矿、铁闪锌矿、黄铁矿、锡石、白钨矿及少量辉铋矿、辉钼矿等.

(5)玄武岩有关的 Cu 多金属矿床与花岗岩、大理岩(在个旧老厂东一带可见大理岩与玄武岩互层)和玄武岩在空间上具有一定的关系,在三者有利出现部位,矿体规模大而富,以 Cu、Sn、W、Mo、Bi 元素为主,其次有 Ag、Au、Pb、Zn、Co、Ni、As 等伴生;主要是磁黄铁矿,含量在 10 %～20 %,其次为黄铜矿和黄铁矿,含量 1 %～5 %.磁黄铁矿、黄铜矿及部分浸染状黄铁矿多呈半自形 - 他形粒状结构、压碎状结构,粒度一般 0.05～0.3 mm.此外,含有少量锡石、方铅矿、闪锌矿、自然铋、银金矿、毒砂.玄武岩中的金属硫化物矿物的含量、组合特征与花岗岩体、围

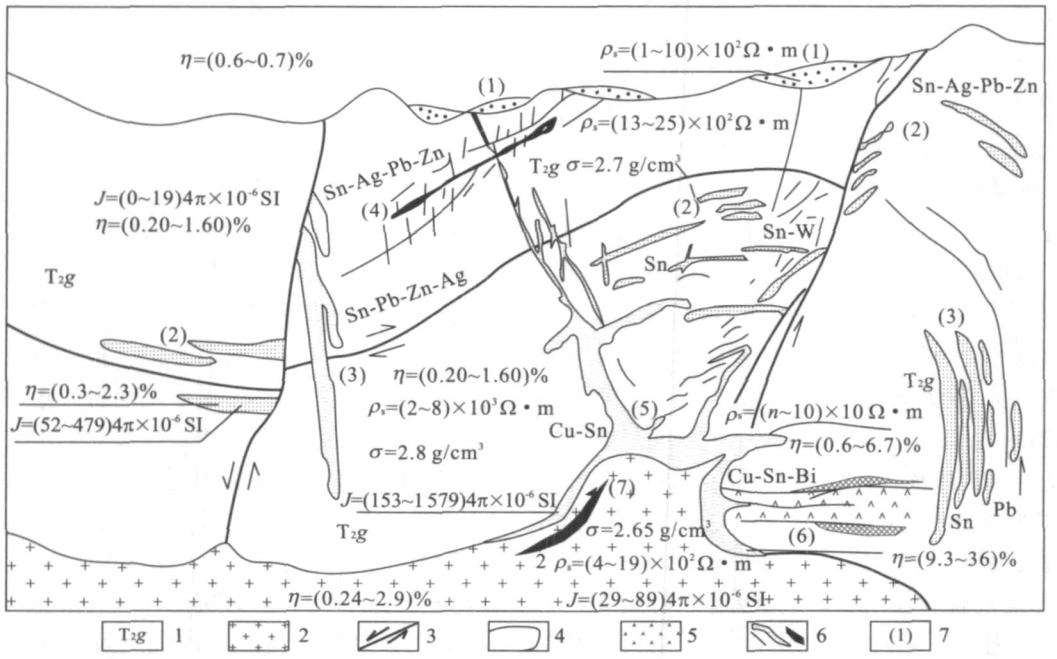


图 2 个旧超大型锡铜多金属矿床成矿多样性模式(据西南有色地勘局 308 队增补,2007;成矿地质模式据西南有色 308 队 1984 年更新;物性据熊光楚和石盛膝,1994)

Fig. 2 Mineralizing multiformity patterm of super Sn-Cu multi-metal deposit, Gejiu, Yunnan Province, China

1.个旧组白云质灰岩、大理岩;2.燕山期花岗岩;3.断层;4.褶皱地层;5.玄武岩;6.矿体;7.成矿形式编号;(1)矽锡矿;(2)层间氧化矿床;(3)层间脉状矿床;(4)电气石细脉型矿床;(5)矽卡岩型矿床;(6)玄武岩型矿床;(7)蚀变岩型矿床.图中成矿地质模式增补了岩体内带蚀变岩型矿床和围岩、矿体的物性参数(η.极化率;ρ_s.电阻率;σ.密度;J.磁化率)

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

岩空间分布以及构造容矿空间有密切的联系,具有重要的找矿前景.

(6)蚀变花岗岩型 Cu、Sn 多金属矿床发育在较深部花岗岩凸起内侧的边缘相至过渡相的蚀变带中,典型矿床见于老厂西部凹陷带(2006 - 2007 年钻探验证),见矿深度 1 000 m 左右,Sn、Cu、W 元素均达到工业品位,矿体厚度最厚处达到了 40 余米,其中含锡 0.2 %～1.34 %(局部高达 2.0 %以上),Cu0.3 %～3.0 %(局部高达 7.0 %以上),WO_3 达到 0.7 %,具有明显的绿帘石、绿泥石化 - 钾长石化 - 钾长石化(含萤石) - 钾长石化、硅化 - 强硅化蚀变分带性,且蚀变分带界限不明显,以渐变过渡常见.主要富矿体与富碱花岗岩(富含钾长石的花岗岩)和含萤石的钾化带密切相关,具 Cu、Sn、W、Pb、Zn、Bi 多元素共同富集的特点;其次有 As、Sb 等伴生元素;金属矿物以黄铜矿、黄铁矿和磁黄铁矿为主,向岩体内部矿化具有逐渐减弱变宽的趋势.该类型矿床的发现对深部找矿具有重要意义,也是今后深部找矿的重要方向之一.

4　深部找矿合理勘查方法组合

根据个旧超大型锡铜多金属矿床的成矿模式和磁性、密度、电性特征(熊光楚和石盛膝,1994),结合多年开展的物化探工作积累,个旧矿区今后在深部及外围找矿实践中可以采取如下勘查方法组合:(1)对重磁资料深化解译,结合遥感构造信息提取厘定大的构造格架、磁性基底分布、隐伏岩体可能的深度及边界,必要时可以有针对性地进行地面高精度磁测解剖.(2)在重磁资料深化解译的基础上利用大功率的(有效供电电流大于 5 A)可控源音频大地电磁法(CSAMT)重点剖面测量,解释 800～2 000 m 以上的断层破碎带空间构造(产状、规模、形态),确定低阻地质体的上下界面深度,同时可以大致确定岩体、主要地层的产状及空间分布概况,为其他物化探方法异常查证以及钻探布置提供参考依据,注意采矿范围人为干扰以及围岩以碳酸盐岩为主的地区,接地电阻大、供电电流较小(一般仅能达到 3 A 左右),地形切割及高差大等因素带来的不利因素.(3)干扰较小的地区可以辅助 TEM 和 EH4 测量,进一步查实层间破碎带分布情况.(4)利用地面高精度磁测快速查明玄武岩的分布,参考构造、岩体空间结构,确定与玄武岩有关的矿床找矿方向.(5)在上述物探综合异常评价的基础上,结合地质条件进行异常解释与优选,有针对性地开展构造原生晕地球化学测量,在有条件的地段开展坑道或钻孔化探采样,对综合物探异常进行查证和矿化体定位预测,进一步缩小靶区进行钻孔验证.

5　深部找矿方向

个旧超大型锡铜多金属矿床东矿区深部仍然有较大的找矿空间,包括已勘探区外围层间隐伏氧化矿床或脉状矿床、岩体接触带矽卡岩型多金属硫化物矿床和岩体内部蚀变岩型锡铜多金属矿床,可作为今后几年深部找矿的重要方向.

5.1　已勘探区外围及深部

个旧锡矿以前的详细勘查工作多集中于成矿最集中的 310 km^2 范围内.其中工作程度较深的有 82 km^2,经过详细勘探评价的面积仅有 64 km^2,并且在东区已有矿产权的 600 km^2 范围内的深部及地质勘探空白地段仍有较大的找矿空间.主要包括:

(1)马拉格 - 松南、大箐东 - 驼峰山、马吃水 - 麒麟山、马鹿塘中深部找矿远景区,结合地表构造原生晕异常和局部物探异常查证,通过部分坑道和钻孔的解剖,对异常进行筛选和找矿远景评价,提出进一步勘查工作建议.

(2)老厂 - 卡房东隐伏玄武岩 Cu、Pb、Zn、Ni、Au 多金属找矿远景区,通过地表或坑道高精度磁测查明隐伏玄武岩的分布,结合花岗岩 - 构造 - 玄武岩三位一体进行成矿条件分析、构造原生晕验证含矿异常和矿体定位预测.

(3)卡房 - 新建矿东南部至西区东南部(米甲冲)一带 Cu、Sn、Pb、Zn、Ag、W、Mo、Bi、Ni、Au 多金属找矿远景区,该区是个旧东矿区工作程度较低的区域,开展 1/5 000～1/2 000 构造地质填图,选择成矿有利地段开展地表物探查证,用构造原生晕解剖异常,为找矿勘探提供依据.

以上述地区为重点,结合地表地质填图和矿产(化)点勘查,深入分析区域和矿区前人物化探异常产出的地质背景,结合地表构造原生晕、高精度磁测和局部 EH-4 剖面解剖,对异常进行筛选和战略性找矿远景评价,提出进一步勘查工作建议.

5.2　岩体内部富碱岩型、蚀变岩型 Cu、Sn、W、Mo、Bi 多金属矿床

以个旧老厂 - 卡房西部凹陷带为切入点,通过

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

典型坑道剖面和代表性钻孔解剖,在宏观观察描述富碱(富钾长石)岩体分布、岩体钾化、绢英岩化、硅化、黄铁矿化、黄铜矿化等蚀变结构 - 规模、分带特征、矿物组合的基础上,揭示矿体的空间分布规律,结合矿物成分标型性研究,总结水平及垂向分带性,研究成矿类型、成矿环境及成因模式,建立找矿评价模型进行含矿性评价及深部找矿潜力预测.

5.3 接触带矽卡岩型 Sn、Cu、W、Mo、Bi 多金属矿床综合利用及深部找矿预测

以老厂东、马拉格、松树脚及卡房矿田深部岩体(矽卡岩)内外接触带为评价重点,通过典型坑道剖面和代表性钻孔解剖,采集具有代表性的岩体、矽卡岩、构造岩和矿化样本,借助镜下观察、环境扫描和电子探针分析,研究不同标高岩体接触矽卡岩带的矿物微形貌、微结构、共生组合特征以及赋存形式,进行综合 Sn、Cu、W、Mo、Bi、Ni、Au、Ag 等多元素含矿性评价及深部资源潜力预测.

6 深部找矿关键问题探讨

(1)区域成矿地质动力学背景与深部成矿作用研究对个旧矿田外围及深部矿预测,特别是个旧 - 薄竹山 - 都龙成矿带资源战略评价具有重要的指导意义;(2)富矿空间形态(如岩体顶面形态)与控矿因素(构造、岩性及其岩性组合)解剖,典型地质体物理、化学参数与有效找矿标志的优化是深部找矿的关键;(3)深部(1 000 m 以下)矿体地球物理、地球化学探测新方法、新技术及合理勘查方法组合是深部找矿的技术关键;(4)复杂叠加信息的有效分离、微弱信号提取与综合找矿评价模型的建立是矿体定位预测的关键;(5)锡、铜多金属三维成矿综合预测评价方法与矿体合理化圈定(综合评估资源量)是提高资源综合开发利用效益的关键.

References

Dang, Y. T., 2000. Strengthen prospecting, increase resources, prolong life of mine. *Mineral Resources and Geology*, 77(3): 178 - 181 (in Chinese).

Gao, Y., Zhang, S. T., 2007. Study on vertical zoning of orefield structures in Laochang tin orefield in Gejiu area, Yunnan Province. *Geotectonica et Metallogenia*, 31(3): 335 - 341 (in Chinese with English abstract).

Luo, J. L., 1995. Mineralizing patterm of Sn, W, Pb-Zn, Ag deposit, Southeast Yunnan. *Yunnan Geology*, 14(4): 319 - 332 (in Chinese).

Qin, D. X., Tan, S. C., Fan, Z. G., et al., 2004. Geotectonic evolution and tin-polymetallic metallogenesis in Gejiu - Dachang area. *Acta Mineralogica Sinica*, 24(2): 117 - 123 (in Chinese with English abstract).

Wang, Z. F., 1983. Some problems on the mineralization of tin deposits in Gejiu, Yunnan. *Acta Geologica Sinica*, 57(2): 154 - 163 (in Chinese).

Xiong, G. C., Shi, S. X., 1994. Physico-geologic model of the Gejiu tin district and its application. *Geological Review*, 40(1): 19 - 27 (in Chinese with English abstract).

Zhou, J. P., Xu, K. Q., Hua, R. M., et al., 1997. A discussion on genesis of the tin polymetallic sulfide deposits of southeastern Yunnan. *Yunnan Geology*, 16(4): 309 - 349 (in Chinese).

Zhuang, Y. Q., Wang, R. Z., Yang, S. P., et al., 1996. Multimetal deposit of Gejiu, Yunnan. Seismology Press, Beijing, 108 - 124 (in Chinese).

附中文参考文献

党玉涛,2000. 加强找矿,增加资源,延长矿山寿命. 矿产与地质,77(3):178 - 181.

高 阳,张寿庭,2007. 云南个旧老厂锡矿矿田构造垂直分带研究. 大地构造与成矿学,31(3):335 - 341.

罗君烈,1995. 滇东南锡、钨、铅锌、银矿床的成矿模式. 云南地质,14(4):319 - 332.

秦德先,谈树成,范柱国,等,2004. 个旧 - 大厂地区地质构造演化及锡多金属成矿. 矿物学报,24(2):117 - 123.

汪志芬,1983. 关于个旧锡矿成矿作用的几个问题. 地质学报,57(2):154 - 163.

熊光楚,石盛膝,1994. 个旧锡矿区物理 - 地质模型及应用效果. 地质论评,40(1):19 - 27.

周建平,徐克勤,华仁民,等,1997. 滇东南锡多金属矿床成因商榷. 云南地质,16(4):309 - 349.

庄永秋,王任重,杨树培,等,1996. 云南个旧锡多金属矿床. 北京:地震出版社,108 - 124.

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net