矿物岩石地球化学通报
Bulletin of Mineralogy, Petrology and Geochemistry
Vol. 23 No. 1, 2004 Jan.

云南个旧矿区西区成矿条件及找矿远景探讨

卢 耀
西南有色地质勘查院 滇南地质矿产勘查院,云南 个旧 661000

摘 要:个旧东区是我国著名的锡-多金属超大型矿床;西区是扩大矿区远景的目标区。本文综合分析了西区的成矿构造背景、地质条件、成矿主要特征与成矿机理,结果表明该区成矿物质来源丰富,地层、矿源层、花岗岩成矿元素含量高,控岩、控矿构造发育;花岗岩与东区同源,且有相同的物理和化学条件,成矿作用显著;已发现有钨、锡、铜、铅、锌、锰、金、稀土元素等诸多矿床和矿点,有的已达中型规模。说明西区成矿作用具多源性、多中心、多期次、多种成矿模式等特点,具备形成大型、超大型矿床的地质构造条件和良好的找矿前景。

关 键 词:找矿前景;成矿条件;个旧西区
中图分类号:P581 **文献标识码**:A **文章编号**:1007-2802(2004)01-0057-05

个旧矿区分为东区和西区,已探明东区是超大型的锡-多金属矿床[1,2];目前关系到个旧市及其矿山的发展前景的西区找矿工作,已经提上了议事日程。

西区系指被个旧断裂分割的西部地区;有着形成锡、铅、锌矿床的有利条件。

1 个旧西区成矿构造背景

个旧地区处于滨太平洋构造域西部与特提斯构造域相接的部位,位于红河断裂、小江断裂、弥勒-师宗等多条深断裂的交汇部位,是几个区域地球物理场、区域地球化学场的交汇地段[2]。二叠纪至三叠纪峨眉山地幔柱构造的强烈活动,在古特提斯构造域滇黔桂相邻区域(右江—南盘江)表现为极其复杂的构造格局[3]。桂西南—滇东南地幔热点活动构成了个旧超大型矿床产出的成矿动力学背景[4]。

区内出露地层主要是上二叠统和三叠系,尚有少量古近系、新近系与第四系分布。其中与矿化关系最密切的是法郎组(T_2f)和个旧组(T_2g)。

个旧组自下而上分为三段:

卡房段(T_2g_1):主要为石灰岩、泥质灰岩、白云质灰岩、石灰岩与灰质白云岩互层,中下部泥质含量较多,泥质灰岩中波纹状、虎皮状构造发育,局部夹燧石团块。

马拉格段(T_2g_2):由厚层、中厚层、(少数)块状白云岩及石灰质白云岩组成,局部可见纹理状、条带状构造,上部与石灰岩构成互层,底部有同生角砾岩。层厚度265～1389 m。

白泥洞段(T_2g_3):主要为中厚层状石灰岩,中部与石灰质白云岩构成互层,下部夹少量条带状、瘤状、透镜状、团块状灰质白云岩。厚度161～309 m。

经西区航卫片解译与实地验证、综合分析,西区构造可划分为"一环、三带":

贾沙环带状构造:以"西区岩体"为中心,形成一个环状向斜,南部东起水龙井到他白,西转阿西冲,地层、构造线和火山岩均大致成弧形分布,受环形构造的制约。

杨家田构造带:新冠采选厂至木花果一带呈北东30°方向的构造带,长约25 km,宽约6～7 km,以断裂构造为主。

陡岩构造带:西起陡岩,东到水塘,是一个以陡岩-水塘断裂为主的北西向断裂构造带。

五子山背斜南部倾没端:是个旧东区一级控岩控矿构造在本区的延伸部分。

西区岩浆活动在印支期和燕山期频繁而强烈,

收稿日期:2003--收到,-改回
第一作者简介:卢耀(1960—)男,(壮族),工程师,从事矿产地质普查和勘探.

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

有喷出相和侵入相，基性、中性、酸性、碱性岩类齐全，其主特征如下。

他白火山岩：呈向南突出的弧形分布，最大厚度1105.38 m，整合于法郎组中段泥质灰岩之上，上覆地层为上三叠统火把冲组碳质板岩，火山岩系印支运动晚期的喷发产物。

贾沙岩体：由辉长岩和二长岩组成，呈不规则等轴状岩株，分布于贾沙河流域。二长岩可能系闪长玢岩受后期改造而成。岩体西南侧与中三叠统法郎组泥质灰岩接触。岩体被大量后期花岗岩包围、假冲、贯入和分割呈破碎状，边缘出现角砾岩带。岩体侵入个旧组及法郎组地层，系印支晚期到燕山早期的产物。辉长岩体含氟0.242%，比基性岩平均含氟量高5倍。

龙岔河斑状花岗岩体：分布在龙岔河两岸，岩体北、西、南三面与法郎组和个旧组地层接触，东南面与贾沙岩体接触，东面与神仙水花岗岩体相连，东北面与碱性正长岩接触。主体为斑状黑云母花岗岩，边部有细粒斑状黑云母花岗岩。全岩Rb-Sr法，确定其年龄为147±3 Ma[5]，系燕山期产物。

神仙水岩体：位于西区岩体的东面，呈狭长状，出露面积50 km^2，东边侵入于法郎组和个旧组，南面与贾沙岩体接触，西北与龙岔河岩体相连，北部和碱性岩接触，全岩Rb-Sr法年龄为84.4±1.1 Ma[5]，属燕山期产物。以浅肉红色中粗粒黑云母花岗岩为主，东南缘为细晶质花岗岩。

白云山-长岭岗碱性岩体：位于西区大岩体东北端，被北东向轿顶山断裂分割为白云山和长岭岗两个岩体，后者年龄为94.3±2.4 Ma[5]。

西区主要有五种成矿作用：花岗岩岩浆期后气化-热液成矿作用、深部来源与花岗岩浆期后热液叠加的成矿作用、花岗岩与火山岩共控的成矿作用(包括低温成矿作用和变基性火山成矿作用)、与碱性岩有关的成矿作用，以及与海盆深部热液有关的沉积成矿作用。

西区矿床类型多样，按六个矿种分述如下。

(1)锡矿：包括砂锡矿和原生锡矿。

砂锡矿：主要为残坡积成因。在牛屎坡形成特大型矿床；陡岩、六方寨亦有分布。

原生锡矿：有层间氧化矿、矽卡岩矿床、锡石石英脉型矿及与斑岩有关的锡矿化。

层间氧化矿为硫化物阶段形成的锡石-多金属硫化物，经强烈的氧化作用，成为氧化矿石，如陡岩锡矿。矽卡岩矿床为早期的矽卡岩经后期硫化物阶段的热液充填交代而成。锡石-石英脉型矿床的特点是锡品位较高，但变化大，规模小，形态复杂。与斑岩有关的锡矿化位于花岗斑岩、正长斑岩或二长斑岩脉旁侧，其蚀变和接触带有锡-多金属矿化，局部富集，形态复杂。如牛屎坡花岗斑岩脉的矿化，为形成特大型砂锡矿床提供了丰富的物质来源。

(2)铅、锌矿：可分为层间充填交代型、与火山岩有关矿床及矽卡岩型三类。层间充填交代矿床主要特征是受层间破碎带或断裂构造带控制，沿走向和倾向延伸，但厚度较小；与火山岩有关的铅矿化的主要特点是矿石中的磁铁矿含量很高，如檬棕、他白一带的铅矿化多与火山岩有关；矽卡岩铅矿的方铅矿呈浸染状分布于透辉石、符山石矽卡岩中，并伴有钨、铋、铜等矿化。

(3)钨矿也有三种类型：矽卡岩型白钨矿(又可分正接触带透辉石、符山石矽卡岩与近接触带的透镜状矽卡岩)、氧化矿钨矿化与花岗岩中的浸染状钨矿化。

(4)铍矿化有含绿柱石风化壳蚀变花岗岩型、含铍角砾岩型或氧化矿。唯有第一类具工业意义。

(5)铜矿分为与辉绿岩或火山岩有关的铜矿化、矽卡岩型矿化和热液型矿化三种类型。

(6)稀土矿床为花岗岩、基性岩及碱性岩的风化壳中离子吸附型稀土矿床，以轻稀土为主。

2 西区成矿作用的主要特征

2.1 地层岩性的容矿特征

西区与矿化有关的地层主要是中三叠统个旧组和法郎组，后者多分布在中心，个旧组略成环形分布在外围。

个旧组T_2g_1的互层带中有陡岩锡矿(中型)与新寨铅层状矿体(小型)；木花果有铜矿体出露。牛屎坡与牛坝荒的T_2g_3有矿化特点与东区相似、小而复杂的透镜状矿体。

法郎组地层的沉积物质成分交替频繁，岩性及组合复杂，层厚不等，经构造作用后多发生沿层滑动或层间剥离，故矿体常成群成带分布。该组有上、中、下三个含矿层位：上部含矿层为T_2f_2顶部至T_2f_3底部，

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

含矿层位厚约 170 m；中部含矿层为 T_2f_2 中部，含矿层厚 250 m，有沿层透镜状铅矿体和沿层透镜状矽卡岩型钨矿体；下部含矿层位为 T_2f_1 下部，含矿层厚 230～300 m，赋存有沿层矽卡岩型铅矿体、沿层氧化铅矿、锡矿体和含锡硫化物石英脉型矿体。

本区岩浆岩中的锡含量高于世界上同类岩石的平均含量，基性岩高 2 倍，酸性岩高 5～8 倍。

2.2 构造对矿化的控制作用

“一环、三带”构造和规模较大的北东向断裂显然控制着岩浆岩的发育。脉状岩体分布于环状构造的中心，如贾沙经石洞坝到白云山一带的岩体。岩性经基性、中性、酸性的复杂演化，又受到北北东向断裂的影响。他白火山岩体呈弧形分布，明显受环状构造控制。沿杨家田断裂、轿顶山断裂有小岩体及岩脉(床)分布。

“一环、三带”中派生的次级构造直接控制了矿体及岩脉。岩脉和矿体多赋存于层间断裂和较紧密的小挠曲层间剥离带中。

含矿的层间裂隙和断裂主要为北东向与东西向，次为北西向。其产状与所处“一环、三带”一级构造单元关系密切，如北东向含矿断裂及导矿裂隙多分布于北东向杨家田构造带和贾沙环状构造带的东部(从密岩山到宝山寨)，东西向的含矿断裂和层间裂隙则多分布在环状构造的南部贾石龙、竹箐坡至他白一带；北西方向的含矿构造则在北西向陡岩构造带和环状构造的西部大者茶一带。新寨铅锌矿体产状以北西向为主，也发育有北东向与北北西向的矿化断裂。表现其所处的五子山背斜南部倾没端的构造部位，岩脉(床)的分布也和矿化分布相似。

2.3 火成岩对矿化的控制

以锡为主的多金属矿化主要受控于燕山晚期花岗岩。个旧东区与西区花岗岩的 $(^{87}Sr/^{86}Sr)_i$ 为 0.7101～0.7107[5]，说明二者同源，且均属于陆壳改造型重熔岩浆多阶段结晶的分异侵入体。东区研究表明，隐伏岩体的突起常常是一个矿田或矿化的主要控制因素，西区的研究程度较差，只能用地表已知的火成岩和矿化的关系来说明其控矿性。

(1)岩体、岩性的控矿性：区内最佳控矿岩体神仙水粒状黑云母花岗岩相对控矿率为 75.4%，岩体含锡最高达到 21×10^{-6}，高出世界花岗岩平均值 3～7 倍，铅、锌 3～6 倍。

陡岩酸性岩脉(细粒黑云母花岗岩或长英岩脉)出露面积不到 0.002 km^2，相对控矿率 8.7%，是控矿较好的岩体。酸性岩最有利于成矿(相对控矿率达 93.2%)；其中又以晚期的中粒到细粒黑云母花岗岩及岩脉最为有利。

(2)岩体与矿化在空间距离的分布关系：按矿化与岩体的空间距离可分为四个带：岩体内带、正接触带、近岩体带(距离岩体不足 500 m)、远岩体带(与岩体距离 500 m 以上)。近岩体带和远岩体带是相对矿化分布率的最好区间，化探资料亦认为西区南部有金属元素的分带性：由岩体向外，大致呈现 Be—W、Sn(Mo、Bi、Be)—Sn、Pb—Pb、Zn。带中 Cu 矿化不发育，火山杂岩与辉绿岩则控制着铜和一部分铅的矿化。

(3)岩体形态的控制：隐伏岩体的脊状隆起和岩脉、岩床对矿体的成群成带分布有着明显的控制作用。牛屎坡隐伏花岗岩突起控制了特大型矽矿和原生矿化，牛坝荒—八里寨脊状突起也控制了矿化，陡岩花岗岩(长英)岩脉则控制了龙沟地段的成矿，在花岗斑岩脉、二长斑岩脉和隐伏岩体的接触带上有串珠状与透镜状矿体，直接控制矿体的产状。木花果铜矿成群成带产于辉绿岩床的上、下盘围岩。

3 西区的成矿机理

(1) 锡的物质来源和成矿机理：这方面的研究基于以下四点考虑，锡主要来自重熔花岗岩；重熔花岗岩中锡的原始来源为深部元古代结晶基底[2]，后者有较高的锡丰度，可以在重熔分离结晶过程中逐步富集；深部岩浆系列也可能对锡的成矿有一定的影响；由表 1 可知，锡含量为 $(9\sim51)\times10^{-6}$，其富集系数是世界平均丰度 4.7～34 倍，表明碱性玄武岩是一个丰富的矿源层，是锡-铜-多金属矿的重要矿源，锡矿属于花岗岩浆热液成因。

(2)铜的物质来源和成矿机理：铜矿体几乎都分布于花岗岩及其围岩的正接触带，即在 T_2g_1 的基性火山岩(次火山岩)和富藻的泥质灰岩($T_2g_1^3$)与花岗岩的接触带。逐步回归计算得知，富铜岩层为花岗岩浆期后或由花岗岩浆带来的热能作用而形成的热液改造富集所致。其矿源主要来自玄武岩。

(3)铅的物质来源和成矿机理：研究表明该区的铅物质来源和成矿机理是多样的。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 1 个旧三叠系火山岩主要成矿元素含量

Table 1 Major metallogenic element contents of volcanic rock in Triassic system in Gejiu

时代	地区	岩性	样品数	元素含量($\times10^{-6}$)										资料来源
				Sn	Cu	Pb	Zn	W	Sb	Mo	Ag	As	Bi	
安尼期	卡房	变玄武岩	2	18.0	109.0	71	154.0	0.45	4.40	1.5	0.54	24.5	0.10	云南省有色地质局308队,1987
	竹林		6	51.0	236.0	83	328.0	9.82	0.75	2.4	1.47	20.0	7.60	
	竹叶山		19	99.2	329.0	73.7	204.0	9.10	0.60	2.20	1.26	27.4	4.70	
	麒	橄榄玄武岩	2	17.5	106.0	35	99.8	<2	1.20	0.9	0.63	9.0	1.80	
	麟		2	7.9	57.3	15	34	0.98	0.38	0.5	0.073	4.71	1.21	
	山		2	1.3	44.6	9.1	45	0.13	0.81	0.8	0.11	36.5	0.44	
	塘子凹	变玄武岩	2	75	18.0	12	170	2.40	1.9	2.3	0.1	23.3	7.14	文献[6]
拉丁早期	保和	玄武岩	1	7.0	92	22	230	8.70	0.55	3.3	0.05	17.2	0.29	刘仁福,1987
	水塘寨		1	16.0	186	15	949	0.20	3.5	1.7	<0.5	51.0	0.10	
拉丁晚期至诺利克期	他白		4	14.0	109	111	220	0.70	3.03	1.6				云南省有色地质局308队,1987
云南玄武岩平均值			2		118	11	60							云南省地质矿产局,1990
云南基性岩平均值			1		88	5	52							
世界基性岩平均值				1.5	100	8	130	1	0.1	1.4	0.1	2.0	0.007	维诺格拉多夫,1962

铅的同位素资料反映个旧矿区大部分矿石铅来自充分混合均匀的花岗岩岩浆。另一部分铅矿石可分为两类,分别与火山作用有关或来源于深部。前者如西区北部及西部处于龙岔河岩体与海西火山岩带之间的矿化带,可能与海西期—印支期的火山岩及海底潜火山作用有关,檬棕方铅矿 $\delta^{34}S$ 为 1.39,$^{32}S/^{34}S$为 22.189,接近陨石硫成分。铅主要来源于较深部的例子在普雄铅矿、黄草岭、阳朝冲一带,那里的东西向断裂带中的矿床比矿区其他锡-多金属矿床更富铅,方铅矿 $\delta^{34}S$ 接近零。

流体中 CO_2 的碳同位素也显示两种来源:与原生碳的范围($\delta^{13}C$ 为 $-5‰\sim-8‰$)一致,指示直接来源于深源碳;显示有机碳的特征($\delta^{13}C$ 负值很高),表明成岩过程中有沉积岩的有机碳混入。

个旧矿区 $\delta^{34}S$ 主要为 $-3.1‰\sim14.7‰$,与岩浆期后热液矿床 $\delta^{34}S$ 的分布特征基本一致。

4 西区找矿远景探讨

综上所述,该区成矿物质来源丰富,地层、矿源层、花岗岩有用元素含量高,具有良好的成矿构造条件;花岗岩与东区同源,具相同的物理化学条件;成矿作用显著,已发现有钨、锡、铜、铅、锌、锰、金、稀土元素等多个矿床(矿点),有的已达中型规模。

西区的成矿作用具多源性、多中心、多期次与多种成矿模式,找矿前景乐观:多来源形成不同的矿床类型,也能够形成同一矿床类型的叠加改造,使矿体增厚变富规模更大;其次,由于西区花岗岩形成演化阶段不一,可以形成不同的矿床;再次,多种成矿类型与多种成矿模式,构成西区找矿的总体前景是:可能找到大型—超大型锡矿床、中—大型铅锌矿床与中小型金、银矿床。

锡矿的找矿远景区主要为西区花岗岩的东部和南部。铅、锌矿的找矿主要围绕他白火山岩和二叠系玄武岩及西区北部、西部、中部的普雄、荒田、檬棕一带。锰的远景区主要在白显一带。金、银矿的有利成矿部位为西区北部和中部。

致谢:感谢徐金祥与程蜀熹两位先生的指导。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

参考文献(Reference):

[1] 冶金工业部西南冶金地质勘探公司. 个旧锡矿地质[M]. 北京:冶金工业出版社, 1984. 1－20.
Southwest Exploration Company of metallurgic Geology Ministry of the Metallurgic Industry. Geology of tin mine in Gejiu [M]. Beijing: Metallurgic Industry Publishing House, 1984. 1－20. (in Chinese)

[2] 庄永秋, 王任重, 杨树培, 尹金明. 云南个旧锡铜多金属矿床[M]. 北京:地震出版社, 1996. 1－124.
Zhuang Yongqiu, Wang Renzhong, Yang Shupei, Yin Jinming. Geology of the Gejiu tin-copper polymetallic deposit [M]. Beijing: Seismology Press, 1996. 1－124. (in Chinese)

[3] 方维萱, 胡瑞忠, 苏文超, 蒋国豪. 初论特提斯构造域一些大型－超大型金属矿床集中区聚矿构造[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2000, 19(4): 409－413.
Fang Weixuan, Hu Ruizhong, Su Wenchao, Jiang Guohao. Primary discussion on ore-aggregated structure of some large-super large metal deposits gathering area in the Tethyan tectonic region[J]. Bulletin of Mineralogy, Petrology and Geochemistry, 2000, 19(4): 409－413. (in Chinese with English abstract)

[4] 高振敏. 云南个旧锡多金属矿床地质地球化学及找矿勘查应用研究[A]. 个旧锡矿工业集团. 云南个旧矿区地质找矿与研究[C]. 2002. 65－106.
Gao Zhenmin. Appllied research of exploration of gology and geochemistry of the tin-ploymetallic deposits in GeJiu of Yunnan[A]. Yunnan Tin Corporation of the Group. Geological exploration and study of Gejiu ore district of Yunnan[C]. 2002. 65－106. (in Chinese)

[5] 伍勤生, 许俊珍, 杨志. 个旧含 Sn 花岗岩的 Sr 同位素特征及找矿标志的研究[J]. 地球化学, 1984(4): 293－302.
Wu Qinsheng, Xu Junzhen, Yang Zhi. Sr isotopic characteristics of Gejiu Sn-bearing granites and a study of ore search indicators[J]. Geochimica, 1984, (4): 293－302. (in Chinese)

[6] 秦德先. 关于个旧锡矿成矿系列与综合信息成矿预测问题的讨论[A]. 个旧锡矿工业集团. 云南个旧矿区地质找矿与研究[C]. 2002. 36－64.
Qin Dexian. Discassion on the metallogenic series and the metallogenic prognosis of tin deposit in Gejiu[A]. Yunnan Tin Corporation of the Group. Geological exploration and study of Gejiu ore district of Yunnan[C]. 2002. 65－106. (in Chinese)

Study on the Metallogenic Conditions and the Ore-hunting Prospect for the Western District of Gejiu Tin Mine, Yunan Province

LU Yao

Southern Yunnan Institute of Geology and Mineral Resource Exploration, Southwestern Institute of Non-ferrous Metal Exploration, Gejiu, Yunnan 661000, *China*

Abstract: The Gejiu mine is a famous tin-polymetallic deposit in China. In the past, most geological investigations were made in the eastern district, and the western district was usually neglected and drew less attentions. In order to enlarge the ore-hunting prospect zones for the Gejiu mine, it is necessary to pay attention to the geological investigation for the western district in future, which is vital for the development of Gejiu City and Gejiu mine . From the views of the tectonic background, geological conditions, mineralization features and mineralization mechanism, the western district of the Gejiu mine was systematically discussed in this paper. It was shown that the mineralization in the western district was characterized by the multi-source, multi-stage and multi-genetic model. As a result, the source of metallogenic material is sufficient in the area and the metallogenic element concentrations in the strata, ore source and granites are all very high. The structures that control petrology and mineral are well distributed. The granites in the western district have the asme source and chemical and physical conditions as those in the eastern district. A lot of mineral deposits and mineral occurrence W, Sn, Cu, Pb, Zn, Mn, Au, rare earth elemenhave been discovered, and some of them are up to mesotype deposits. Thus, the western district possessed the geological signatures for the large-scaled and super large-scaled tin deposit as an excellent prospecting target.

Key words: prospecting foreground ; metallogenic conditions; western area of Gejiu mine

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net