文章编号: 1007-3701(2011)01-0033-06

广西德保铜矿床成因探讨

张燕挥,韦昌山,张 钊

(中国地质科学院地质力学研究所,北京100081)

摘要:德保铜矿矿体主要赋存于花岗岩外接触带的寒武系碳酸盐岩岩层中,受后期断裂构造破坏明显。砂卡岩化岩(矿)石中Au、Ag、As、Bi、Sb等微量元素含量明显高于其他岩石,显示砂卡岩化作用是导致该区微量元素富集的主要原因。相同岩(矿)石的稀土元素配分曲线十分相似,不同岩(矿)石则差异很大,但稀土元素的总体特征显示铜矿化与花岗岩侵入造成的砂卡岩化关系密切。另外,通过对矿区的流体包体的均一法和爆裂法测温总结得出矿石成矿温度介于200℃至350℃之间。岩(矿)石中δ*S值的大小与离钦甲花岗岩岩体的远近成正比。因此,推测该矿床的成矿热液来源于钦甲花岗岩体,属砂卡岩型矿床。 关键 词:地质特征;稀土元素;流体包裹体;硫同位素;德保铜矿中图分类号;P618.41 文献标识码:A

1 成矿地质背景

广西德保铜矿位于广西百色市德保县境内,在 大地构造上处于华南板块南华活动带右江古生代 裂谷盆地靖西地块南东部位,龙光背斜与NW向断 裂带之黑水河断裂交汇地段,软甲花岗岩体北部外 接触带^{III}(图1)。

出露地层有中-上寒武统和下泥盆统。中-上 寒武统为泥岩、砂质泥岩、砂岩、灰岩,经接触热力变 质为角岩、云母砂岩、大理岩或热液蚀变为砂卡岩。 下泥盆统莲花山组、那高岭组为一套碎屑岩,底部为 砾岩或含砾砂岩,与下伏之寒武系呈角度不整合接 触。寒武纪地层被划分为18个分层,其中2~9分层 普遍矿化,5、7分层为矿区主要含矿层。

矿区内地层较平缓,仅局部有平缓小褶曲,但 断裂构造发育。断层走向主要为NWW向,规模较 大,其次为NNW和NE向,多属压扭性断裂。这些 断裂可能都是成矿后断裂,对矿体的破坏作用表现 比较明显,多数矿体被断裂切割成菱形块状,剖面 上则呈阶梯状排列(图2)。

矿区主要出露的岩体为加里东期的钦甲花岗 岩体,主要由细粒和中细粒的斑状黑云母花岗岩组 成,同位素年龄在526 Ma±⁰。该岩体出露面积约 48 km²。岩体侵位于寒武系,最高侵位达寒武系第 四组,与围岩接触面产状和围岩的产状近似,倾角 较平缓(15°~25°)。矿体分布距接触面0~130 m 范围内的外接触带,多数距接触带40~60 m。在平 面上,花岗岩体边缘的凹陷部位和小岩枝(舌)凸出 部位是成矿的有利地段;在垂向上,接触面倾角平缓 地段矿化较好,陡倾角地段(40°~60°)矿化减弱。

2 矿床地质特征

德保铜矿床的矿体分布广、面积大、形态较稳 定,主要呈似层状或透镜状产出。由表1可以看 出,矿石类型以阳起石矽卡岩铜矿石、石榴石矽卡 岩铜锡矿石和磁铁矿矽卡岩铜锡矿石为主。三者 常混合产出,无明显分带现象,但磁铁矿矽卡岩铜

收稿日期:2010-08-16

基金项目:危机矿山项目"广西壮族自治区德保铜矿矿产预测"(编 号:200745062)资助.

作者简介:张燕挥(1986—),女,硕士研究生,主要从事地质矿产勘 查研究,zhangyanhuil211@163.com.

①广西第二地质队(杨冀民,颜成贤),广西壮族自治区德保县钦 甲铜锡矿地质研究,1984.

锡矿石多位于矿体的中上部位。方解石 - 石英脉 等;主要构造有浸染状构造、条带状构造、块状构 不规则团块产出。

原生矿石结构主要有交代结构、它形粒状结 构、自形半自形粒状结构、填穴结构、固溶分解结构 化、角岩化、硅化、钾化或钠化、磁黄铁矿化等。

铜锡矿多穿插于前三者之中。块状硫化物矿石呈 造、脉状构造、似角砾状构造。氧化矿石多为胶状 结构,皮壳状、葡萄状、孔洞状构造。

围岩蚀变主要有矽卡岩化、大理岩化、碳酸盐



图1 德保铜矿及其外围区域地质略图







①广西第二地质队(杨冀民,颜成贤),广西壮族自治区德保县钦 甲铜锡矿地质研究,1984.

Table 1 Main mineral compositions in different ores of Debao copper deposit								
矿石类型	有)	用矿物	脉石矿物					
	主要	次要	主要	次要				
阳起石矽卡岩铜 锡矿石	黄铜矿、黄铁矿、 磁铁矿	磁黄铁矿、锡石、 毒砂	阳起石、绿帘石、 方解石	石榴子石、透辉石、 符山石、石英				
石榴子石砂卡岩铜 锡矿石	黄铜矿、黄铁矿	磁黄铁矿、锡石、 毒砂、磁铁矿	石榴子石(钙铁)、 绿帘石、方解石	阳起石、透辉石、 符山石				
磁铁矿铜锡矿石	磁铁矿	黄铁矿、锡石、毒砂、 黄铜矿	阳起石、绿帘石	透辉石				
方解石 - 石英铜 锡矿石	黄铜矿、黄铁矿	磁黄铁矿、锡石、 毒砂	方解石、石英	绿泥石、绿帘石				

表1 德保铜矿床矿石主要矿物组成 Table 1 Main mineral compositions in different ores of Debao copper deposi

3 微量元素及稀土元素特征

3.1 成矿元素特征

通过对矿区内不同类型的岩石和矿石进行 ICP-MS测试,得其微量元素含量⁰如表2所示。由 表2和图3可以得知,矽卡岩化的岩石样品或矽卡 岩化铜矿化样品中的金、银、铜、锌、锑、铋含量明显 高于其他蚀变岩石和花岗岩类岩石样品,更高于钙 质砂岩,表明矽卡岩化作用是造成该矿床成矿元素 富集的最重要的因素。矿石中金、银、铜、铅、锌等 成矿元素含量与花岗岩中的金、银、铅、锌等成矿元 素含量有些差异(图4),但差异不是很大,总体呈有 规律的正相关,说明钦甲花岗岩体为成矿提供了一 定的成矿物质。

3.2 稀土元素特征

德保铜矿区各类岩(矿)石的稀土元素分析结 果见表2,分布模式见图5、6。由图5可以看出,含 斑细粒花岗岩、蚀变岩、矿化砂卡岩、条带状砂卡 岩、绿色岩、钙质砂岩、石英脉等岩石的稀土配分曲 线型式十分相似,均呈明显的右倾式,轻稀土大于 重稀土,中度的Eu负异常。矿化角岩的稀土配分 模式近似于"海鸥"型,轻、重稀土的分馏程度较低, 具有强烈的Eu负异常。说明砂卡岩与角岩相比,



图 3 德保铜矿不同类型岩石中成矿元素含量变化特征 Fig. 3 Characteristics of minor elements in different rocks in Debao copper ore field

①韦昌山等,广西壮族自治区德保县德保铜矿矿产预测项目报告,2009.

前者更容易在岩浆热液作用下矿化。这主要是由 于钙质岩具有较活泼的化学性质,易与热液进行交 代,另一方面钙质岩具有脆性的物理特征,易受动力 作用形成裂隙带,构成有利矿液活动的高渗透区。

图6中含铅锌矿矿石、条带状矿石、含毒砂黄 铁矿矿石、条带状砂卡岩、绿色岩等不同类型的岩 (矿)石的稀土配分曲线相近似,可能暗示着矿质交 代的原始岩石是一致的^[2]。矿化蚀变过程中水/岩 相互作用产生稀土元素的活化迁移,稀土元素在成 矿流体和围岩间出现明显的带人和带出,使得围岩 中的稀土元素高于矿石中稀土元素含量。





in Debao copper ore field



图5 德保铜矿不同类型岩石的稀土元素球粒陨石标准化 分布型式图







Fig. 6 Chondrite standardization distributed pattern of REE of the different ores in Debao ore field

综上所述,本区岩(矿)石的稀土配分模式异常 复杂,其所反映的矿床的成矿物理化学环境的变化 也极为复杂。但可以肯定的是,花岗岩是该区发生 蚀变和矿化的热液来源,且随着蚀变类型及程度的 不同形成绿色岩、条带状夕卡岩、矿化夕卡岩、矿化 角岩等不同的岩石类型。

4 包裹体特征

岩(矿)石中包裹体较发育,主要寄主矿物有石 英、方解石、磁铁矿、锡石等。如图7所示,方解石 内气液包裹体的均一温度为150~270℃,石英内 气液包裹体的均一温度为200~300℃。磁铁矿、 锡石内包裹体的爆裂温度为300~450℃。据前人^[3] 对包裹体爆裂法的研究认为,同种矿物其爆裂温度 高于均一温度值。因此,该矿床的形成温度应为 200℃至450℃,属高温-中温热液矿床。



	22-1	22-2	22-3	22-4	22-5	1602	1603	1606	1607	S-01	S-02	D346-1	D346-2	D346-3	D346-5	D346-6
样品名称	含斑 细花岗岩	矿化 角砾岩	矿化 角砾岩	石英脉	条带状 矽卡岩	蚀变 花岗岩	蚀变岩	钙质 砂岩	矿化 矽卡岩	绿色岩	黄铜矿 矿石	浸染状 铜矿石	含方铅矿 细粒黄铁矿 矿石	含辰砂 石英脉 浸染状 矿石	条带状 矿石	含毒砂 浸染状 矿石
La	29.42	20.11	10.62	33.70	18.19	31.27	26.95	34.42	24.55	14.19	2.63	5.85	2.76	6.50	9.34	5.61
Ce	61.62	36.08	18.18	68.37	35.76	63.16	53.03	66.96	50.54	23.41	4.61	12.06	6.67	13.53	15.92	11.21
Pr	7.59	4.07	2.15	8.04	4.38	7.37	6.15	8.07	6.52	2.69	0.58	1.41	0.87	1.64	1.79	1.30
Nd	29.94	16.62	8.72	30.21	17.89	28.13	22.88	30.84	26.40	10.93	2.43	6.12	3.38	6.24	7.11	4.68
Sm	6.29	4.29	2.20	5.79	3.68	5.37	4.29	5.78	4.86	2.35	0.58	1.32	0.70	1.27	1.42	0.92
Eu	0.84	0.46	0.30	1.01	0.62	0.87	0.87	1.36	1.07	0.61	0.16	0.56	0.24	0.42	0.37	0.26
Gd	6.28	5.97	3.25	5.46	3.56	5.30	4.11	5.46	4.44	2.39	0.78	1.52	0.84	1.57	1.47	1.02
Tb	1.10	1.50	0.88	0.88	0.58	0.87	0.62	0.96	0.65	0.40	0.16	0.29	0.19	0.30	0.25	0.17
Dy	7.14	12.00	7.46	5.08	3.42	5.12	3.46	5.94	3.63	2.26	1.11	1.96	1.34	2.10	1.52	0.94
Но	1.48	2.94	1.99	0.96	0.69	0.99	0.70	1.24	0.71	0.46	0.28	0.47	0.34	0.49	0.35	0.22
Er	4.84	10.77	7.75	2.85	2.03	2.94	2.05	3.97	2.09	1.34	0.94	1.60	1.27	1.64	1.14	0.71
Tm	0.79	1.95	1.45	0.43	0.31	0.45	0.31	0.60	0.30	0.19	0.17	0.26	0.24	0.28	0.19	0.12
Yb	5.37	14.05	10.94	2.77	1.99	2.88	2.06	4.01	1.87	1.25	1.28	1.59	1.83	1.97	1.31	1.17
Lu	0.87	2.35	1.91	0.42	0.30	0.45	0.33	0.64	0.29	0.20	0.26	0.19	0.31	0.31	0.20	0.27
Y	40.23	90.02	62.23	26.21	19.66	27.02	19.48	36.19	18.12	12.88	9.27	14.61	10.50	15.95	10.43	6.76
ΣREE	163.57	133.16	77.80	165.97	93.40	155.17	127.81	170.25	127.92	62.67	15.97	35.20	20.98	38.26	42.38	28.60
LREE	135.70	81.63	42.17	147.12	80.52	136.17	114.17	147.43	113.94	54.18	10.99	27.32	14.62	29.60	35.95	23.98
HREE	27.87	51.53	35.63	18.85	12.88	19.00	13.64	22.82	13.98	8.49	4.98	7.88	6.36	8.66	6.43	4.62
LREE/HREE	4.87	1.58	1.18	7.80	6.25	7.17	8.37	6.46	8.15	6.38	2.21	3.47	2.30	3.42	5.59	5.19
LaN/YbN	3.70	0.97	0.66	8.22	6.18	7.34	8.84	5.80	8.87	7.67	1.39	2.49	1.02	2.23	4.82	3.24
δEu	0.40	0.28	0.34	0.54	0.52	0.49	0.62	0.73	0.69	0.78	0.73	1.21	0.96	0.91	0.78	0.82
δCe	0.95	0.89	0.85	0.95	0.92	0.95	0.94	0.92	0.92	0.84	0.85	0.96	1.00	0.95	0.86	0.95

表2 德保铜矿不同岩(矿)石中稀土元素含量

 Table 2
 Contents of the rare earth elements in the rocks in Debao copper ore field

注:样品由中国地质科学院国家地质实验测试中心测试。

第27卷 第1期

w_в/10⁻'

张燕挥等:广西德保铜矿床成因探讨

37

矿区内锡石多充填于矽卡岩矿物的晶格、裂隙间,不但被其它金属矿物所包裹,同时它又包裹有 石英、磁铁矿、硅化铁等矿物,其成矿温度范围较 大,从高温到中温,属矽卡岩期后产物。

矿区磁铁矿矿体具一定层位和固有的空间,成 层性好,矿物成分单一,含铜、锡微量,少见砂卡岩 矿物等,反映了原沉积物质单一。结合区域上如本 区东约200 km的东大明山、武鸣两江地区的寒武 系中上统碎屑岩为主夹碳酸盐岩石组合的地层中, 在碳酸盐岩局部见透镜状菱铁矿体赋存层位和矿 体规模与软甲矿区的磁铁矿颇相近似,同时又据矿 区磁铁矿成矿温度偏低,所以铁矿中铁质多数是原 生沉积的,少数为后来岩浆带出来。

5 同位素组成特征

البار.

矿区不同层位矿体中各类矿石和围岩、岩体、

断裂带中硫化物中硫同位素结果见表2、图6°。

由于硫有多种价态,当同位素交换平衡时,硫的 价态越高,含硫化合物越富集³⁴S;温度越低时,分馏 系数越大;高温时分馏系数趋于一致^(4,3)。因此,高温 形成的硫化物比低温形成的硫化物更富集³⁴S。

从矿区4、5、7分层矿石中硫同位素δ³⁴S分布 频率直方图(图8(a))可以看出,δ³⁴S一般为+0.2‰, 最大范围在-10‰ ~+7.4‰,一般为-1‰ ~+1‰,位 于硫同位素分馏系数附近,反映出矿床的成矿温 度较高。

从图 8(b)可以看出,位于岩体附近4~7分层 当中 δ^{34} S 多集中于-0.2‰~+1‰,与岩体的 δ^{34} S 相近 似,趋向于零;而离岩体稍远点的14、17分层 δ^{34} S 值 分布于-2‰~+6‰范围内,离零值较远且较分散; 断裂带中 δ^{34} S 均趋于极大的负值为-26.7‰~ -31.9‰。这些特征说明,成矿是在高温条件下发生 的,成矿热液的来源为软甲花岗岩体。

8 °S%	がいけん 21時 - 5% 0% - 5% - 10% - 15% - 20% - 25% - 30% 料水パマ状
	断投帯 ・・ -
	17分层
	14分段 •• •
	7分层 🎽
	5分层 •
	1分层.
	化肉水 ・
(a)	(h)

图 8 矿区硫同位素测试数据统计分析图(据广西地质二队,1984) (a)矿区 4、5、7分层矿石中硫同位素δ^{*}S分布频率直方图;(b)矿区不同分层矿岩石中硫同位素δ^{*}S分布范围 Fig. 8 Statistical analysis of the sulfur isotopic in ore field. (a)Sulfur isotopic histogram of ores in the 4、5、7 stratifications; (b)Sulfur isotopic composition of rocks in different stratifications

6 结论

虽然人们对德保铜锡矿床的成因说法不一,如 "岩浆期后热液交代矽卡岩矿床"、"沉积变质热液 叠加改造矿床"、"沉积变质-岩浆热液矿床"等,但 都认为其成因与岩浆热液有关。本文通过对德保 铜矿床地质特征的总结,对成矿地球化学特征的研 究,阐明了该矿床的成矿温度、成矿作用。认为该 矿床为岩浆热液交代成因、属岩浆热液矿床。

本文的研究工作得到广西地调院黄宏伟院长 和德保矿黄矿长、德保矿地质科同仁以及武汉地质 矿产研究所蔡锦辉老师的大力支持,在此深表感谢。

①广西第二地质队,广西德保县钦甲铜锡矿区地质普查勘探报告, 1972.

参考文献:

- [1] 唐盛毅.广西德保铜锡矿床控矿因素分析及其外围找矿 预测[J].南方国土资源,2008,11.
- [2] 刘志远,金成洙.江西金山金矿床稀土元素地球化学特征 及意义[J].地质与资源,2005,14(1):12-17.
- [3] 卢焕章,李秉伦,沈山昆,等.包裹体地球化学[M].北京: 地质出版社,1990.
- [4] 郑永飞, 陈江峰. 稳定同位素地球化学[M]. 北京: 科学出版社, 2000, 128-240.
- [5] 刘英俊. 元素地球化学[M].北京: 科学出版社, 1986, 72-168.

(下转第45页)

Total Tungsten Resource Reserve Prediction of Middle Nanling Range

XU Yi-ming, ZHANG Yi-jun, LEI Ze-heng

(Xiangnan Geological Prospecting Courtyard, Chenzhou 423000, Hunan, China)

Abstract: Nanling metallogenic belt is the most important tin resources producing area of our country, and lots of new ore deposits are found in recent years in this area. Based on the ore-forming background analysis and ore deposit type subdivision of middle Nanling range, this paper used the theory of three-part form of quantitative assessments, combined with geological analogue method, comprehensive geological method and MRAS resource reserve evaluation system to predication the tungsten reserve potential in this area, where has got favorable geological conditions, abundance resource of tungsten, complex ore deposit type and high-level worked.

Kaywords: tungsten deposit; ore deposit type; resource reserve; prediction

(上接第38页)

Ore Genesis of Debao Copper Deposit, Guangxi Province

ZHANG Yan-hui, WEI Chang-shan, ZHANG Zhao

(Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: Debao copper deposit which is presented in the Cambrian carbonate rocks of outer contact zone of granitic rocks, is obviously breaking by the post-faults. On the basis of statistic analysis, the content of trace elements, such as Au, Ag, As, Bi and Sb et al. in the skarn rocks (ore) are strongly enriched than in the other rocks. The rare earth elements (REE) are slightly different in different types of rocks. The REE characteristics indicate that the mineralization fluid of Debao deposit is mainly come from skarn-type alteration caused by magma intrusion. The overall characteristics indicate the gradual transition relations between the copper mineralization and the skarn mineralization caused by the granite intrusion. Based on the homogenization and decrepitation temperature analysis of fluid inclusions in minerals, the mineralization temperature is range from 200°C to 350°C. On analysis of the sulfur isotope, the value of δ^{34} S is proportional to the distance from Qinjia granite. It all shows that the ore-forming hydrothermal fluid is from Qinjia granite, the Debao copper deposit belongs to magmatic hydrothermal metasomatic deposit.

Key words: geologic characteristics; rare earth elements; fluid inclusions; sulfur isotope; Debao copper deposit, Guangxi province