

广西大厂矿田亢马锡多金属矿 勘探历史及存在问题

刘继顺¹, 刘彪¹, 王天国¹, 李曦¹, 韦翀²

(1. 中南大学 有色金属成矿预测教育部重点实验室, 湖南 长沙 410083; 2. 南国矿业公司, 广西 南丹 547200)

摘要: 一个矿床从发现到开发历经几十年甚至上百年的历史, 矿山找矿勘探作为矿山的基础工作一直延续至矿山的枯竭、闭坑。通过对矿山勘探历史的持续研究, 发现存在问题和漏洞, 对危机矿山找矿的突破性进展至关重要。本文通过对广西大厂矿田亢马矿的勘探历史的研究, 总结近年来亢马矿找矿成果, 发现亢马矿勘探过程中存在的问题, 为今后亢马矿深边部探矿提供新的找矿思路, 准确定位成矿中心和成矿花岗岩体, 改变亢马矿的资源危机的现状。

关键词: 大厂亢马矿; 危机矿山; 勘探历史; 找矿突破

中图分类号: P624.6

文献标志码: A

文章编号: 1672-9102(2015)04-0034-05

On exploration history and existing problems of the Kangma tin poly – metallic ore in Dachang Mine of Guangxi

LIU Jishun¹, LIU Biao¹, WANG Tianguo¹, LI Xi¹, WEI Chong²

(1. Key Laboratory of Metallogenic Prediction of Nonferrous Metals, Ministry of Education, Central South University, Changsha 410083, China;

2. Nanguo Mining Company, Nandan 547200, China)

Abstract: From discovery to development, a deposit will last for decades or even a history of one century. The mine prospecting and exploration as the basic work may constantly continue until the mine depletion and closure. Continued researches on the history of mining exploration, the existing problems and the vulnerabilities are essential for a break – through in the crisis mine prospecting. Based on the study of exploration history of Kangma ore in Dachang Mine, Guangxi, this paper summarizes recent achievements in Kangma ore prospecting, discovers the existing problems in the process of exploration, so as to provide new ideas for deep edge Kangma ore prospecting in the future, accurately position the mineralization centers and the mineralization granite, and change the status quo of Kangma mineral resource crisis.

Key words: the Kangma ore in Dachang; crisis mine; exploration history; prospecting breakthrough

广西大厂锡矿田是我国主要的锡生产地, 是世界著名的锡多金属生产基地, 锡多金属的生产和加工已成为了南丹县乃至广西区的支柱产业。但是经过了将近 70 年的规模开发, 保有的锡资源储量已不能满足日益增长的生产需要。特别是亢马锡矿山, 日产原矿从千吨下降到不足百吨, 且出矿品位低, 致使矿山连年亏损, 难以为继。为了突破亢马矿山储量瓶颈, 实现矿山的可持续发展, 本文回顾了矿山勘探与开发历史, 研究了勘探与采掘资料, 从探采对比入手, 通过坑道地质填图, 提出了新的找矿方向。

大厂锡矿田位于江南古陆西南缘的南丹 – 断裂带的中部, 矿田以龙箱盖岩体为中心主要分为 3 个成矿带^[1-4], 西矿带是大厂锡矿带矿山最集中的成矿带, 已形成铜坑、巴里、龙头山等多个大型矿山。西矿带

收稿日期: 2015-05-18

基金项目: 甘肃省财政厅资源补偿费资助项目(11300413170023)

通信作者: 刘继顺(1957-), 男, 湖南祁东人, 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向: 从矿床学研究. E-mail: jsliu@csu.edu.cn

发现较早,地质工作程度较高,近些年来深部找矿成果较好,相继发现的黑水沟-大树脚锌铜矿,为整个大厂锡矿田的深边部找矿奠定了理论和实践基础^[4-7]。中矿带主要位于龙箱盖隐伏岩体附近,形成的矿山有拉么、茶山等锌铜矿,近年来在茶山矿山又发现了钨铋矿脉^[7-11]。东矿带主要有大福楼、灰乐、亢马锡矿等,虽然本矿带发现较早,但由于矿山规模均不大,地质工作程度不高,关注度不够,至今并未取得找矿突破^[10-13]。根据区域成矿地质背景分析,东矿带找矿潜力较大。特别是亢马矿山,地处东矿带南部,呈现出大量接触变质-交代及隐伏花岗岩体的信息,与云南蒙自白牛厂矿床相似,昭示了良好的找矿前景^[14-18],是危机找矿项目的重点区域。2013~2014年,亢马矿山实施了危机矿山找矿工作,主要施工了3个探索性钻孔(总进尺1 600 m),但找矿效果不尽如人意,找矿突破方向不明。在此背景下,我们从亢马矿发现、勘探与开发历史追索出发,试图厘清前人的找矿思维演变过程,从探采对比入手,通过坑道地质填图,提出了新的找矿方向。

1 矿床发现

亢马锡多金属矿古代就被发现,采矿最早可上溯至宋朝末年,现仍遗有古采场地貌和采矿巷道,以亢马-鹿洞采掘最盛。1949年至1965年,少数村民趁农闲时,手工开挖亢马矿区表部原生矿和砂锡矿。1951年广西区工业厅丹池工程处栗显球,对亢马锡矿点进行过调查,首次发现锡矿化,并提交了调查报告。1956年秋215地质队灰乐分队以高洋为首的“三八”女子地质组进驻矿区,填制11 000地质草图0.8 km²,在中心地带采样发现了一定厚度的具工业品位的矿脉,认为值得开展进一步的普查工作。

2 普查阶段

1957年,215地质队组建亢马小队,按200 m×60 m施工了浅钻,于1957年底控制矿体长400 m,最深120 m。由于地表样品风化后含量偏低,当时计算锡金属储量仅2 050 t,初步认为细脉带具有南段密集,向北有变疏变贫趋势及上部细脉多而密集的结论。1959年,215地质队完成了1:100 000区域地质测量2 000 km²,1:10 000地质测量56 km²,奠定了大厂矿田地质工作的基础。

1960年,215地质队对亢马矿点进行沿脉追索勘探,完成1:2000地质草测2 km²,施工了13个钻孔向北追索,提交了工作简报。由于工作质量差,矿床规模未查清。与此同时,在1958~1960年间,广西冶金专科学校物探队对大厂矿田开展了1:50 000地磁测量,面积1 100 km²。在长坡已知矿体上,圈定了规整的低缓磁异常和拉龙坡(即大福楼矿区)、铁板哨、瓦窑山、鱼泉洞等磁异常区。

1976年,215勘探队组建了普查分队,在矿区西端清理和开挖5条主干槽,对细脉带全面揭露,对百余条民窿详细调查编录,开展热释汞剖面测量和人工重砂测量,对重点地段施工了穿脉坑道,发现矿床氧化带北段矿体局部富集。1977年,大厂矿田大比例尺成矿预测报告,将亢马锡矿区圈定为Ⅲ级成矿预测区。

1983~1985年,215地质队、桂林冶金地质学院与桂林矿产地质研究院合作,开展了大厂矿田1:200 000重力测量700 km²,地质部西南物探公司重力队开展了1:50 000重力测量900 km²。该重力成果经张小路等人研究,反演出了笼箱盖隐伏岩体顶面形态,对大厂矿田的地质找矿有一定的指导作用。1985~1988年,桂林冶金地质学院通过处理700 km²的1:200 000重力测量资料、1 000 km²的1:50 000重力测量资料、500 km²的1:50 000航磁资料和150 km²的1:50 000地磁资料,定量推断了大厂矿田隐伏花岗岩顶面埋深及起伏形态,建立了大厂矿田及长坡、大福楼、亢马等已知矿床的物理地质模型,预测了10个找矿靶区。

3 详查阶段

1985年,215地质队与大厂矿务局合作开拓390 m标高的平巷,辅以80 m间距穿脉,系统揭露矿体。1983~1989年,累计投入378.48万元费,完成1:2 000地质测量12.5 km²,钻探25 091 m,坑探1 839 m和槽探2 378 m³等。在3.3 km²范围内,探明了7条细脉带型锡锌硫化物矿体,矿体主要赋存于中泥盆统含钙泥页岩中,受断裂构造控制。其中1号矿体长340 m,延深520 m,厚10.87 m,平均含锡0.48%,含锌1.86%。矿石具有锡石-石英-毒砂、磁黄铁矿-铁闪锌矿-黄铜矿和硫盐-方铅矿-方解石3种类型,且呈细脉-网脉状、块状、浸染状条带-梳状、晶洞和角砾状构造。主要金属矿物有锡石、铁闪锌矿、磁黄铁矿、毒砂和黄铁矿,次为脆硫锑铅矿、黄铜矿、硫锑铅矿、方铅矿、白铁矿、黝锡矿、银黝锡矿和自然铋等,脉石矿物主要为石英、方解石,次为电气石和白云石等。

4 勘查与开发阶段

2003 年 10 月,广西南丹县五一矿委托河池市地质勘察,提交了《广西南丹县亢马锡锌矿区五一矿矿产资源储量核实地质报告》,经专家评审, +200 ~ -100 m 标高,1 ~7 号及细脉带小矿体合计保有资源储量(122b + 333 + 2S22)矿石量 $347.408\ 8 \times 10^4$ t(锡品位 0.56% 和锌品位 2.26%),锡和锌金属量分别为 $1.939\ 2 \times 10^4$ t, $7.848\ 5 \times 10^4$ t,其中(122b)类矿石量 205.2944×10^4 t(锡品位 0.57%, 锌品位 2.17%),锡和锌金属量分别为 $1.173\ 1 \times 10^4$ t, $4.458\ 5 \times 10^4$ t;(333)类矿石量 $112.449\ 1 \times 10^4$ t(锡品位 0.60%, 锌品位 2.31%),锡和锌金属量分别为 6759 t 和 2.6037×10^4 t;(2S22)矿石量 $29.664\ 5 \times 10^4$ t(锡品位 0.11%, 锌品位 2.65%),锡和锌金属量分别为 329,7 863 t。

5 深边部探矿阶段

2008 年 6 月 27 日~2013 年 8 月 7 日,南国矿业在 7 ~16 线先后施工了 11 个钻孔,孔深在 554.05 ~864.15 m 之间,控制最低标高 -490 m,总进尺 9 015.28 m,试图控制现已发现细脉带锡锌矿体的深延(表 1),从钻孔见矿统计情况分析可得,除在浅部发现细脉带矿体外,深部矿化极差,未能揭露可采工业矿体。我们在重新编录时,发现部分钻孔已揭露到接触变质-交代现象,如 ZK902 孔,于 9 线上斜孔向东钻进,678 m 至终孔 815 m 处全部为强烈接触变质成的中粗粒条带状大理岩;ZK901 孔在 256 ~292 m 为大理岩,593 ~655 m 为矽卡岩;ZK701 孔 483 ~522 m 为矽卡岩,522 ~587 m 为角岩夹大理,施工的 11 个钻孔中,矿区北部钻探岩芯蚀变较弱,而南部较强,且以 9 线中部蚀变最为强烈,向外蚀变减弱。坑道地质填图显示:上部矽卡岩化弱,西部亦弱,9 ~10 线中部矽卡岩化最强,可见网脉状和沿层向东缓倾的石榴子石透辉石矽卡岩,推测热液活动中心在 9 线附近,热液运移方向(花岗岩浆侵入方向)自东南深部至西北浅部。

表 1 南丹亢马矿 2008 ~2014 年钻孔见矿情况统计

钻孔 编号	开孔 年月	钻孔倾 角/(°)	终孔孔 深/m	终孔标 高/m	蚀变与见矿情况
ZK901	2008-06	80	677.35	-291	细脉带锌矿 168,185,210,233,253 m(1.09% ~8.01%);314 m 锡矿(3.18%);383,401 m 锌矿(1.78% ~1.09%);256 ~292 m 大理岩;544 ~677 m 角岩;593 ~655 m 矽卡岩
ZK1001	2008-12	80	649.75	-243	上部多层细脉带锌矿(1.1% ~3.2%);478 ~484,491 ~501 锌矿(2% ~12%);264 ~289,393,438 m 锡矿(0.47% ~7.66%)
ZK1101	2009-09	80	603.5	-248	208 ~234 m 3 层锌矿(1.18% ~2.75%);265,273 m 2 层 Zn 矿(1.98% ~4.33%);411,430,445 m 3 层铜矿(1.43% ~0.4%);517,534 ~553,558 m 3 层 Zn 矿(1.23% ~1.14%)
ZK1201	2009-11	80	596.46	-198	280 ~281,283.46 ~283.96,310.56 ~328.61 m 为锌矿(0.9% ~4.73%);327 ~328 m 含锡 1%
ZK1402	2010-07	80	554.05	-125	374 ~376,380.0 ~380.6,393 ~394,401 ~402,414 ~415 m 锌矿(0.96% ~4.46%);403.15 ~403.65,404.35 ~404.85,417 ~418 m 为锡锌矿(含锡 0.32% ~2.13%);423 ~424 m 锡矿(锡 1.78%)
ZK1502	2011-01	80	590.18	-162	416 ~417 m 为锌矿(锌 2.75%);433 ~434,436 ~438,443 ~456 m,锡锌矿(锡 0.43% ~0.66%, 锌 1.98% ~3.76%)
ZK1601	2011-06	80	550.74	-119	463 ~464 m 见 Zn 矿(锌 1.68%);468 ~470 m 锡矿(锡 0.58%);503 ~505 m 锌矿(锌 5%)
ZK1002	2011-09	80	724.95	-332	282 ~397 m 出现多层薄层锌矿脉,含锌 1% ~7%
ZK1102	2012-06	90	864.15	-490	230,352 m 见 Zn 矿,3.21%,1.15%,薄层,不连续
ZK701	2012-12	90	587.05	-103	371 m 见 1 层锌矿(锌 1.02%);483 ~522 m 为矽卡岩,354 ~483 m 为角岩夹大理岩;522 ~587 m 为角岩夹大理岩
ZK902	2013-01	90	814.93	-325	268.58 ~279.53,292.83 ~293.18 m 为矽卡岩,含铜(0.64% ~1.5%);461 ~506 m 为矽卡岩;675 ~803 m 为条带状大理岩,其中 803 ~814 m 见矽卡岩
ZK10-1	2014-03	80	998.8	-568	489 m 铜锌矿(Zn3.45%, Cu0.83%, Ag139 g/t);497 m 锌矿(Zn5.01%);631 ~802 m 大理岩化生物碎屑灰岩;802 ~823 m 矽卡岩;893,957,982 m 见 3 个花岗岩脉,893 m 含钨 1%
ZK12-1	2014-02	80	665	-251	383,414,423,434 m 见 4 层薄层脉,品位 1.7% ~6.4%;578 m 见一层铜矿,0.69%
ZK8-1	2014-02	80	700.5	-319	126,140 m 薄层脉(0.38% ~1.00%);299.5 ~318.0 m 矽卡岩;390,393,401 m 锌矿(1%);484 ~527 m 为矽卡岩

2013 年 2 月,广西 215 地质队有限公司,向广西壮族自治区国土资源厅提交了《南丹县大厂锡铜铅锌钨多金属矿自治区级整装勘查区五一锡矿亢马矿区深部探矿设计书》,拟开展坑道地质编录 1 000 m,钻探 2 350 m(ZK10-1,ZK12-1 和 ZK8-1 共 3 个钻孔)、物探综合测井 2350 m,化探原生晕测量 2 350 m,试图于已知细脉带矿体倾向上控制其深延,并探索锌铜型层状矽卡岩矿体,预期探获(333)矿石量 47×10^4 t,金属量锡 0.32×10^4 t,锌 1.88×10^4 t. 实际钻探进尺 1 663.8 m,控制最低标高-568 m. 钻探结果,除浅部见矿外,深部未见可采矿体. ZK10-1 孔(孔深 998.98 m)所采的 31 个样品中,锡含量极低(仅 3 个样 0.1%~0.18%),铅锑铜银均低于边界品位,锌>1%的样品只有 3 个,且不连续,达不到可采要求. 但是 ZK10-1 钻孔,于 815.3~826.3 m 孔深处揭露矽卡岩,于 893.5~874.0 m 孔深处揭露到了 3 条花岗岩细脉,并见一条有条含 WO_3 1.03% 的钨细脉,这对于未来深部找矿具有重大指示意义.

6 找矿模式讨论

亢马锡矿与西矿带铜坑-长坡矿床,具有相似的成矿过程(如表 2),特别是在成矿物质来源、控矿构造、赋矿层位与岩性、成矿作用、蚀变矿化分带方面. 铜坑-长坡矿床地质研究程度高,目前勘探深度已达 2 000 m 左右,成矿规律相对明了. 因此亢马锡矿找矿工作可对比铜坑-长坡矿床及云南蒙自白牛厂矿床开展. 通过成矿特征对比发现,亢马矿床目前勘探水平-40 m 巷道所揭露的细脉锡矿脉并非尖灭迹象,深部可能存在类似于铜坑-长坡矿床 9192 号层状矿体,故亢马矿区深部勘探潜力很大,特别是在矿区东南部矽卡岩化强烈地段,除陡倾脉状矿体外,很有可能发现层状-似层状多金属富厚矿体.

表 2 大厂矿田铜坑-长坡矿床与亢马矿床成矿模式对比

区域位置与控矿构造		赋矿地层		矿化分带		矿化过程的围岩蚀变		各矿化阶段的矿物组合	
铜坑-长坡矿床	亢马矿床	铜坑-长坡矿床	亢马矿床	铜坑-长坡矿床	亢马矿床	铜坑-长坡矿床	亢马矿床	铜坑-长坡矿床	亢马矿床
位于大厂矿田西矿带长坡倒转背斜向西倾伏端东翼横向小背斜中,平行于轴部张性裂隙和层间错动带控矿	位于大厂矿田东矿带,灰乐纵向断裂与谭家沟横向断裂交汇隆起部位,张性断裂和裂隙发育,层间剥蚀构造发育	上泥盆统灰页岩互层	泥灰岩、灰岩夹页岩	微细脉和沿层浸染	地表微细脉带	弱硅化、电气石化、绢云母化	弱硅化电气石化、绢云母化	辉锑矿、辉钨矿、方解石	辉锑矿、白钨、辉钼、锡石、石英、方解石
		上泥盆统扁豆状灰岩、条带状灰岩层	中泥盆统纳标组钙质、硅质页岩、泥灰岩、	大脉带	大脉带(1~7号矿体)	沿矿脉两侧白云母化、石英化、电气石化、黄铁矿化	石英电气石化、黄铁矿化	锡石、硫化物、硫盐、碳酸盐铁闪锌矿、黄铁矿、磁黄铁矿	铁闪锌矿、黄铁矿、磁黄铁矿、毒砂、脆硫锑铅矿
		上泥盆统硅质页岩层	—	层状矿脉带	—	电气石钾长石石英化	—	矿、毒砂、脆硫锑铅矿	—
		中泥盆统泥灰岩	—	稀疏细脉浸染带	—	绿泥石绿帘石化	—	锡石-硫化物石英	—

7 找矿突破新思路

1)找矿模式和找矿方向的调整:通过总结亢马矿床勘探历史,发现前人的找矿思路基本上为就矿找矿式沿脉追索,即沿矿脉倾向往深部探索找矿. 2008~2014 年所实施的 11 个钻孔,均设计在矿区的西部,以控制矿脉的深延. 结果发现,亢马矿区 1~7 号大脉型矿体至-40 m 标高逐渐变为细脉型矿体,至-100 m 细脉型矿体逐渐尖灭. 我们通过钻孔重新编录和坑道地质填图发现:除 ZK902 孔和 ZK10-1 孔外,其它 9 个钻孔深部变质与蚀变矿化程度相当弱,已处于矿化边缘;已发现矿化最佳标高在 163~-25 m,接触变质与矽卡岩化出现在+30 m 标高以下,以 9 线~10 线东部最为强烈;-25 m 标高中段,可见顺层向东缓倾层状矽卡岩及其矿化. 这些现象表明,隐伏花岗岩体处于矿区东南部,随隐伏岩体由东南深部向西北浅部侵入,接触变质与热液交代亦从东南深部向西北浅部扩展,并诱发层间滑动,从而形成层状-似层状多金属富厚矿体. 因此,找矿目标以隐伏岩体及其外接触带矿体为主,找矿方向以现有矿脉带下盘-东南部深处为主.

2) 新矿种新类型矿体探索: 本次坑道地质填图发现, +163, +13, -25 m 标高中段, 首次发现了 3 条厚 1 m 左右的陡倾萤石石英钨矿脉, 含 WO_3 最高达 0.98%; 网脉状与顺层状铋钨砂卡岩, 含 WO_3 一般 0.08% ~ 0.30%, 含 Bi 0.01 ~ 0.30%; 所采 7 个石英脉、砂卡岩和角岩样品中, 全部含金, 金品位 0.10 ~ 0.92 g/t。因此, 除了继续开展锡、铅锌银找矿外, 重点关注钨、铋、铜、黄金、萤石的找矿。

3) 加强控矿因素与成矿规律研究: 亢马矿床自 1989 年详查工作完成以来, 未能开展系统的矿床成因与隐伏矿体定位规律专项研究, 生产探矿极为盲目。因此, 加强矿体空间展布、接触变质 - 交代蚀变 - 矿化类型的三维空间变化与分带及其与大厂矿田其它矿床对比的研究, 特别是隐伏花岗岩突顶部部位、成矿中心与热液运移路径的确定, 对于突破亢马矿山的找矿, 提高大厂矿田的研究水平, 至关重要。

参考文献:

- [1] 陈毓川, 黄民智, 徐钰, 等. 大厂锡石—硫化物多金属矿带地质特征与成矿序列[J]. 地质学报, 1985(3): 228 - 239.
- [2] 黄民智, 陈毓川, 唐绍华. 大厂长坡锡石—硫化物矿床中辉锑锡铅矿及其形成条件的研究[J]. 广西地质, 1985, 6(1): 13 - 24.
- [3] 王登红, 陈毓川, 陈文, 等. 广西南丹大厂超大型锡多金属矿床的成矿时代[J]. 地质学报, 2004, 78(1): 132 - 137.
- [4] 韩发, 哈钦森 RW. 大厂锡矿床成因综合分析及成矿模式[J]. 中国地质科学院学报, 1991, 22(6): 61 - 80.
- [5] 成永生, 胡瑞忠, 伍永田, 等. 广西大厂矿田锡多金属矿床地质与地球化学特征[J]. 中国有色金属学报, 2012, 3(22): 751 - 760.
- [6] 韩凤彬, 张诗启, 蔡明海. 广西大厂锡多金属矿床研究进展[J]. 华南地质与矿产, 2007(4): 20 - 27.
- [7] 汪明, 左慧, 石富文, 等. 广西大厂锡多金属矿床研究综述[J]. 西部探矿工程, 2014(1): 167 - 170.
- [8] 秦来永. 大厂锡多金属矿田西矿带成矿模式与找矿预测[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2007.
- [9] 胡志军. 广西大厂铜坑(长坡)锡矿外围矿床地质特征与找矿预测[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2007.
- [10] 范森葵. 广西大厂锡多金属矿田地质特征、矿床模式与成矿预测[D]. 长沙: 中南大学, 2011.
- [11] 蔡明海, 梁婷, 吴德成. 广西大厂锡多金属矿田亢马矿床地质特征及成矿时代[J]. 西部探矿工程, 2005, 79(2): 262 - 268.
- [12] 李晓, 秦德先, 蔡稳, 等. 广西大厂锡矿“东岩墙”地质特征与控矿作用[J]. 矿山与地质, 2009, 23(5): 406 - 411.
- [13] 赵财盛. 广西大厂锡矿成因研究综述[J]. 世界地质, 2000, 19(3): 224 - 229.
- [14] 杨进文. 广西南丹大厂矿田深部成矿预测[J]. 沿海企业与科技, 2013(): 41 - 44.
- [15] 赵鹏大. 成矿定量预测与深部找矿[J]. 地学前沿, 2007, 14(5): 1 - 10.
- [16] 陈喜峰. 关于深部找矿问题的思索[J]. 中国矿业, 2011, 20(6): 70 - 73.
- [17] Wang D H, Chen Y C, Chen W, et al. Dating of the Dachang superlarge tin - polymetallic deposit in Guangxi and its implication for the genesis of the No. 100 orebody[J]. Acta Geological Sinica, 2004, 78(2): 452 - 45.
- [18] Fu M, Kwak T A P, Mernagh T P. Fluid inclusion studies of zoning in the Dachang tin - polymetallic ore field, People's Republic of China[J]. Economic Geology, 1993, 88: 283 - 300.
- [19] 王金亮, 李俊平. 危机矿山深部找矿研究现状与建议[J]. 矿产保护与利用, 2010(2): 45 - 49.
- [20] 杨世瑜. 滇东南锡矿时空分布特征及成矿模式[J]. 地质科学, 1990(2): 139 - 147.
- [21] 薛传东. 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, 2002.
- [22] 姚远. 南岭镁质及钙质砂卡岩型锡多金属成矿作用研究[D]. 南京: 南京大学, 2012.
- [23] Fu M, Changkakoti A, Krouse H R, et al. An Oxygen, Hydrogen, Sulfur, and Carbon Isotope Study of Carbonate - Replacement (Skarn) Tin Deposits of Dachang Tin Field, China[J]. Economic Geology, 1991, 86: 1683 - 1703.
- [24] Fu M, Kwak T A P, Mernagh T P. Fluid Inclusion of Zoning in the Dachang Tin - Polymetallic Ore Field, People's Republic of China[J]. Economic Geology, 1993, 88: 283 - 300.
- [25] Cheng Y S. Ore - controlling characteristics of Devonian stratum in the Dachang Sn ore - field, Guangxi (south China) [J]. Procedia: Earth and Planetary Science, 2011(2): 28 - 33.
- [26] Pasrva J, Kribek B, Dobes P. Tin - polymetallic sulfide deposits in the eastern part of the Dachang tin field (South China) and the role of black shales in their origin[J]. Mineralium Deposita, 2003, 38: 39 - 66.