

编号 :!"#; #<(!"#)"# "###"8

广西丹池锡多金属成矿带烃类组分特征 及其成矿指示探讨*

秦来勇# ,徐庆鸿# ,韦可利 ,石晓明 ,余阳先

(# 桂林矿产地质研究院 ,广西 桂林 9##" = ;! 广西有色金属集团有限公司 ,广西 南宁 97"!#)

摘 要 大厂矿田内的龙头山锡矿床和铜坑锡矿床是广西丹池锡多金属成矿带中最具有代表性的矿床。其烃类组分的宏观和微观特征及配分规律显示出其成矿的复杂性及物质的多源性。龙头山矿区花岗岩中烃类组分的含量明显高于矿石及其围岩 ,其烃类组分的来源和性质明显有别于矿体和围岩 ,成矿作用与有机流体关系密切。铜坑矿区花岗岩中烃类组分的含量明显不同于各个矿体 ,并且 ,不同地质体内烃类组分的含量变化不一 ,成矿流体在来源和性质上存在较为复杂的联系 ,成矿流体具有明显的深源特征。

关键词 地球化学 ,锡多金属矿 ,成矿流体 ,烃类组分 ,丹池成矿带 ;广西

中图分类号 :3#8=

文献标志码 O

!"#\$%&'()*+,-&'\$%&,'(012)&/-1)3%4*,-'418%\$ (,4 /
56)78')#-. , \$ *,-' 417) /& / #&-1% 07) / &) &

?, - 1)@ABD#EFG?@D#HDI., J%1@E5H F@B+@D)KAGA)C@F@C
L#M(NC/%O)P, QR%RSM#T#S +@%)N/%O' P%EM(NC9#" =EM)C@EU@) V
! M)C@-BS%BO+%NMB(WLUX1RXE-)C@D97"!#EM)C@EU@Y

9(G\$&

69%1BCD(C)CB%K%WQR)K 6CD%DB%K%WQR)BCD(R)R B \BRRW)NB%K%WQR)C%R%
2)C@F@C)B\ \QNP B%&RX69%\PBDV(P)K \PBDV(P)R%@P)ES)K)B) &C)B\VB%6P
OE] FB\WQR)K \NCR' P%QR' %SB%SB \@D)R%Q)N)C)R%R)BRV)NB%K%WQR)X, C 1BC
FB)C)C)' %E)K)B' &C)B\VB%6P)ESD)C)R)CB%&K%O)E] '%)' Z)8%K%S%'P%O)C)K)R% \@%)N
@)F@C)C)O)P)R%N' %R)K)B)B)D)C)S)C)O)X)6)C)D)O) % \B%F)B\W)T)C)6)D)Z)D)' %E] C)R%R%K)B)']
&C)B\VB%6P)ESD)C)R)' %E] &@

R@%C)P)S)@O)B)P)T]p. 4060T(') T]T(B) T]p. 50T@
3960T(R) T]p(&) T]p. 4810T(C) T]p. 396* OT(C) T]p. 780. 360T(

性。长期以来,国内外地质工作者对该区矿床的成因从成矿流体地质、地球化学及年代学等方面进行过大量研究,提出了多种矿床成因观点。

烃类是流体中重要的气相组分之一。烃类各组分间的相关特征及配分规律是成矿流体演化过程的重要参数,可在一定程度上反映出地质流体混合、叠加演化过程(徐庆鸿等, 1998)。本文以烃类为研究对象,以铜坑锡矿床及龙头山锡矿床、##号锡矿体为研究重点,分析丹池成矿带典型锡矿床内烃类组分的宏观和微观特征及内在联系,从成矿流体性质、来源及演化等方面对成矿作用进行了探讨。

区域地质概况

广西丹池成矿带在区域上位于江南古陆西南缘(图1)北起麻阳,经芒场、大厂、北香,南延至五圩一带,总体呈FM向展布,延长约##38,宽约##38。

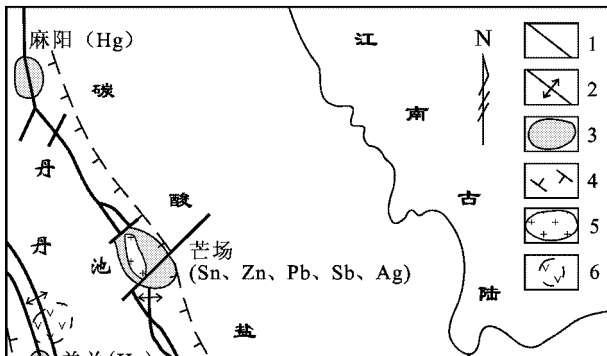


图1 丹池锡多金属成矿带构造地质及矿产分布示意图 (据广西地质队, 1988; **资料改编)

丹池成矿带内出露的地层主要是泥盆系浅海相沉积岩及石炭系、二叠系灰岩,其次为中三叠统的一套滨浅海相陆源碎屑沉积岩,局部夹火山碎屑沉积岩。泥盆系构成丹池大背斜的轴部,其东、西两翼为石炭系、二叠系灰岩,再向外侧为中三叠统页岩。其中,泥盆系纳标组、榴江组和五指山组是最重要的赋矿层位。

丹池大断裂和丹池复式背斜是该成矿带内的骨干构造,也呈FM向展布。丹池断陷盆地受丹池大断裂的控制,在加里东期褶皱基底上形成,呈FM向狭长带状展布;在海西晚期,以张断凹陷为主;至印支期—燕山期以后,该区以压性为主,形成紧密褶皱、逆冲断裂及横张断裂,控制着后期改造成矿作用(陈洪德等, 1998; 陈毓川等, 1999; 秦德先等, 1999; 蔡明海等, 2000)。

该成矿带内的岩浆岩呈岩脉、岩株、岩床等形式主要出露于龙箱盖、大厂、芒场等地区。大厂铜坑、龙头山地区的深部存在着隐伏花岗岩株,与成矿关系密切。

典型锡矿床地质特征及地球化学

大厂锡多金属矿田位于丹池成矿带的中部,是该带内最重要的矿田,其成矿主要受大厂断裂和大厂倒转背斜及深部隐伏花岗岩体的控制。矿床赋存于泥盆系内,泥盆系中 $Zn, Hg, As, Mo, W, Nb, Ta, Bi, Pb, Ag$ 等成矿元素的丰度高出地壳平均值数倍,是成矿物质的主要来源之一。燕山期中,酸性岩浆的侵入,一方面提供了部分物质来源,另一方面带入了含矿热液,发生了叠加改造成矿作用(张国林等, 1998)。大厂矿田内的龙头山锡多金属矿床、##号矿体及铜坑锡多金属矿床最具代表性。

2.1 龙头山100号特富锡矿体

##号特富锡矿体赋存于大厂背斜局部隆起西侧及北侧的中泥盆统纳标组生物礁灰岩内,受F向及FM向压扭性断裂构造的控制,呈缓倾斜的似层状、透镜状产出,走向由近F转向FM,倾向F00,倾角##左右。该矿体长##,宽##,平均厚度为##,向F0方向侧伏延伸,埋深大于##。矿体与围岩的界线截然、清晰,接触界线弯曲不平,围岩中微细裂隙发育但蚀变不明显。

矿石中金属富集度极高, $w(R)$ 为 0.55, $w(Hg)$ 为 0.5, $w(W)$ 为 0.5, $w(Zn)$ 为

烃类组分在油母质中的含量
Hydrocarbon components in the kerogen

烃类 Hydrocarbon	平均值 Average		最小值 Minimum		最大值 Maximum		分布系数 Distribution coefficient	$(C_2H_6 + C_3H_8) / (CH_4 + C_2H_6)$
	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值		
CH ₄	1.20	6.9	0.39	13	0.54	51	0.17	0.06
C ₂ H ₆	0.81	6.1	0.30	4	1.30	6.1	0.17	0.01
C ₃ H ₈	0.58	2.7	0.50	0.49	0.49	0.71	0.11	0.01
C ₄ H ₁₀	0.40	2.1	0.11	0.7	0.11	1.8	0.06	0.24
C ₅ H ₁₂	0.22	1.1	0.16	0.00	0.00	1.1	0.00	0.00
Σ	1.59	17.3	0.41	17.3	0.41	17.3	0.00	0.00

表 1 龙头山矿床油母质中烃类组分的含量
Table 1 Hydrocarbon component content of kerogen in the Longtoushan deposit

烃类 Hydrocarbon	平均值 Average		最小值 Minimum		最大值 Maximum		分布系数 Distribution coefficient	$(C_2H_6 + C_3H_8) / (CH_4 + C_2H_6)$
	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值		
CH ₄	1.20	6.9	0.39	13	0.54	51	0.17	0.06
C ₂ H ₆	0.81	6.1	0.30	4	1.30	6.1	0.17	0.01
C ₃ H ₈	0.58	2.7	0.50	0.49	0.49	0.71	0.11	0.01
C ₄ H ₁₀	0.40	2.1	0.11	0.7	0.11	1.8	0.06	0.24
C ₅ H ₁₂	0.22	1.1	0.16	0.00	0.00	1.1	0.00	0.00
Σ	1.59	17.3	0.41	17.3	0.41	17.3	0.00	0.00

烃类组分在油母质中的含量
Hydrocarbon components in the kerogen

烃类 Hydrocarbon	平均值 Average		最小值 Minimum		最大值 Maximum		分布系数 Distribution coefficient	$(C_2H_6 + C_3H_8) / (CH_4 + C_2H_6)$
	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值		
CH ₄	1.6	10.0	0.315	6.9	0.757	10.0	0.17	0.01
C ₂ H ₆	0.89	5.9	0.767	6.9	0.577	5.9	0.17	0.01
C ₃ H ₈	0.98	10.0	0.56	1.55	0.56	1.55	0.17	0.01
C ₄ H ₁₀	0.57	16.0	0.11	12.3	0.979	12.3	0.17	0.01
C ₅ H ₁₂	0.99	26.0	0.417	22.2	0.58	22.2	0.17	0.01
Σ	2.19	103.0	1.062	58.175	1.948	58.175	0.17	0.01
CH ₄	0.03	3.0	0.826	5.3	0.44	5.3	0.17	0.01
C ₂ H ₆	0.81	21.0	0.517	14.1	0.45	14.1	0.17	0.01
C ₃ H ₈	0.64	7.6	0.45	7.2	0.45	7.2	0.17	0.01
C ₄ H ₁₀	0.57	3.4	0.19	7.75	0.19	7.75	0.17	0.01
Σ	2.57	41.5	1.5	41.5	1.5	41.5	0.17	0.01

表 2 铜坑矿床油母质中烃类组分的含量
Table 2 Hydrocarbon component content of kerogen in the Tongkeng deposit

烃类 Hydrocarbon	平均值 Average		最小值 Minimum		最大值 Maximum		分布系数 Distribution coefficient	$(C_2H_6 + C_3H_8) / (CH_4 + C_2H_6)$	
	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值			
CH ₄	9.74	27.90	2.56	2.94	0.898	35.98	0.17	0.01	
C ₂ H ₆	7.46	33.6	7.367	17.54	2.373	38.80	0.17	0.01	
C ₃ H ₈	6.67	8.97	1.21	8.93	50.71	24.8	0.17	0.01	
C ₄ H ₁₀	6.61	7.84	0.748	78.06	0.329	50.71	0.17	0.01	
C ₅ H ₁₂	3.84	8.5	97.839	41.743	19.7	29.111	75.09	0.17	0.01
Σ	38.4	118.02	20.475	222.32	1.21	7.429	367.02	15.29	0.17
CH ₄	1.24	8.8	6.951	11.178	2.062	3.648	3.086	2.76	0.17
C ₂ H ₆	0.9	33.58	7.375	3.365	1.60	40.8	1.156	66.92	0.17
C ₃ H ₈	0.15	51.891	65.127	65.127	25.19	25.19	3.763	3.40	0.17
Σ	2.29	89.769	89.769	89.769	3.40	3.40	3.40	3.40	0.17

丙烯的含量明显偏高,说明花岗岩脉中的烃类组分是明显有别于围岩和矿体且性质完全不同的烃类组分。

铜坑矿区诸矿体烃类组分宏观特征

(1) 该矿区不同矿体中烃类各组分的含量相差较大(表2),这是岩石对气体烃类组分的吸附和保存性质差异造成的。

(2) 从矿体→近矿围岩,不同矿体各烃类组分的含量变化不一,矿体的烃类组分含量均低于围岩。

(3) 花岗岩脉中的烃类含量明显不同于各矿体矿石中的含量,但与细脉带矿体的围岩(扁豆状灰岩)、91号矿体的围岩(条带状硅质灰岩)和94号矿体的围岩(泥灰岩)处于同一数量级,而与92号矿体的围岩相差较大。说明花岗岩脉中的烃类组分与围岩和矿体在来源和性质上存在较为复杂的联系。

(4) 基性岩脉中烃类各组分的含量与细脉带矿体和94号矿体中的相对含量相近,说明这两个矿体的成矿可能有来源较深的成矿流体的叠加。

3.3 烃类组分微观异常特征

烃类组分特征的研究内容不仅包括其异常形态、强度和空间展布位置等宏观现象,而且更要探讨各组分间的相关性、配分曲线和特征比值等微观上的规律性,更详细更科学地掌握烃类组分在不同类型地质体中的特征、成矿流体的演化规律和成矿过程。

为了让本次研究所获得的数据具有普遍性和代表性,所采集的样品除了广西丹池成矿带龙头山矿区和铜坑矿区的不同类型地质体外,还包括湖南某地区铜镍矿的基性-超基性岩、西藏冈底斯成矿带墨竹工卡钨钼矿和拉屋锌铜矿的黑云母花岗岩、福建何保山金矿的基性岩脉等样品作为参照对比。从以上样品烃类组分的相关散点图(甲烷-丙烯)(图2)及三角图解(甲烷-丙烯-乙烷)(图3)可以看出,广西大厂锡多金属矿田具有成矿物质来源复杂、矿化类型多样化的特征。

由图2及图3可见,各类地质体的相关散点投影范围可大致分成3个区域:①基性-超基性岩流体范围(包括湖南某铜镍矿超基性岩、铜坑矿区辉绿玢岩縱巒

流体的关系较为密切(! "#\$%&'()*+,-./:;<=>?@ABCDEF) 比值大于 0.1, 赋矿围岩的该比值在 0.1~0.2 之间, 表明为正常沉积和热水沉积共同作用的结果。铜坑矿床的成矿流体来源于早期中、基性岩浆热液(或深源热水喷流)活动, 后来又受到燕山期中、酸性岩浆热液(也可能携带部分成矿物质)的叠加改造和富集, 最终形成了 * 号、" 号、\$ 号等似层状矿体, 而细脉带矿体受其影响较小, 其烃类组分特征仍保持了基性岩浆热液的特征。

" 号矿体及其围岩硅质岩的烃类组分含量高, 流体来源应较为单一, 其烃类组分配分投影点全部落于岩浆热液流体范围内, 显示出成矿流体来自深部, 与地层无直接关系; 结合其他研究成果(如该矿体容矿围岩的微量及稀土元素地球化学研究)表明, 容矿硅质岩是一种热水沉积岩, 为喷流沉积的产物(韩发等*, -)。因此, 该矿体的成矿很可能在泥盆纪海底喷流活动时已形成初始富集, 燕山期的中、酸性岩浆叠加成矿作用使其最终富集成矿。

而 * 号和 \$ 号矿体围岩的特征, 则反映出它们具有流体不同来源及间断沉积的特征, 说明其形成可能为海底热水喷流沉积作用, 并伴有海洋化学沉积作用。

细脉带矿体围岩(扁豆状灰岩)的形成明显表现出海洋化学沉积的特点。

铜坑矿床各矿体的烃类特征显示出, 其成矿流体具多来源、成矿作用具多期次的特点。“东岩墙”是 / 走向的具多期活动特征的断裂带, 中、酸性及基性岩脉发育, \$ 号锌铜矿体就产在“东岩墙”附近的似层状硅灰石砂卡岩中, 其成矿与基性岩浆有关, 成矿温度应较高, 其矿化组合以锌、铜为主。* 号和 " 号矿体的成矿流体既有基性流体(深源)特征, 又有中、酸性花岗岩流体特征, 且后者更强, 其原因可能是泥盆纪的含矿热水活动导致其初始富集, 而燕山期的中、酸性岩浆叠加成矿作用则导致其最终富集成矿, 矿化组合以锡、锌为主。细脉带矿体的烃类组分显示出成矿体流体具基性岩流体特征, 说明细脉带矿体的形成时间较晚, 其成矿与深部岩浆活动有关, 但可能有地层物质的带入, 矿化组合以锌、锡为主。

○ 结 论

(*) 广西丹池成矿带内铜坑锡多金属矿床和龙头山锡多金属矿床的成因问题一直是学者争论的焦点, 本文从气体烃类组分特征的角度进行研究后认为: 铜坑矿床的成矿流体具有物质多来源性和成矿多期性的特点; 龙头山矿床是被富含成矿物质的有机流体充满的古溶洞遭受燕山中晚期强烈构造运动和大规模岩浆热液叠加改造而快速富集堆积所形成。

(") 挥发性强、迁移距离远、性质稳定等一系列特征决定了烃类组分在判断成矿物质来源及叠加程度等方面发挥重要作用。将研究工作从烃类组分宏观异常特征的归纳, 发展为对成矿流体时空演化过程中烃类指标的叠加改造、配分模式以及相关变异的微观规律的研究; 总结相同类型地质体(如花岗岩类、深源岩脉类、沉积岩类等)的烃类组分特征, 并发现它们具有形态相似的烃类组分配分及比值曲线和特征, 可作为探讨金属矿床物质来源、流体演化的重要工具和手段。

参考文献/ "#\$%&'()*+,-./:;<=>?@ABCDEF

- 蔡明海, 梁 婷, 吴德成, 黄惠明¹ ((§1 广西丹池成矿带构造特征及其控矿作用²) 地质与勘探 8(' \$ Q*(1
陈洪德, 曾允孚^{1*}, 3 1 广西丹池盆地上泥盆统榴江组硅质岩沉积特征及成因讨论² 矿物学报, (\$):""#, 1
陈毓川, 黄民智, 徐 珏, 7