

文章编号: 1000-0550(1999)04-0608-07

花垣铅锌矿床包裹体气相组份研究^①

——MVT 矿床有机成矿作用研究(II)

刘文均 郑荣才

(成都理工学院 成都 610059)

摘要 矿床包裹体中气液相组份,是矿床成因的重要的直接物质证据,它直接参与了成矿作用,与矿床的沉淀机制密切相关。本文研究了湖南花垣地区,产于下寒武统清虚洞组藻灰岩和鲕粒灰岩中的密西西比河谷型(MVT)铅锌矿床中,18个矿物包裹体的气相组份、气态烃组份以及气相组份的碳同位素特征。这些包裹体由水和大量的CO₂(平均5.0mol%),气态烃(平均1.1mol%)和少量的CO、H₂组成,气态烃中CH₄的含量为89.54%,而 $\delta^{13}\text{C}_{\text{CH}_4} = -27.08\%$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{CO}_2} = -17.28\%$ (PDB)。包体气相组份的这些特征表明:包体气相组份中,确有烃类存在,包体中气态烃和CO₂是有机成因的;气态烃可能有多个来源层,而矿床的沉淀机制可能与流体在矿床就位位置上和早已存在的古油气藏的混合作用有关。

关键词 流体包裹体 气相组份 气态烃 古油气藏

第一作者简介 刘文均 男 1933年12月出生 研究员 沉积学

中图分类号 P611 **文献标识码** A

一般来说,矿床包裹体中的液相及气相组分,是在成矿作用过程中被捕获的参与成矿作用的介质。因此,关于包裹体组份性状的研究,对查明成矿作用的理化条件、物质来源及矿床的成因机制等,均具有重要意义。本文报导了花垣铅锌矿床的包体气相组份特征的详细研究,并对有关问题加以讨论。该矿床为我国近年来发现的产于碳酸盐岩中的大型密西西比型(MVT)铅锌矿床。该类矿床的成因问题,近年来争论颇多,而关于该类矿床包体气相组份的研究,必将涉及矿床的成因机制以及有机质是否参与成矿作用等敏感问题。

1 矿床地质特征

花垣铅锌矿床位于湘黔边境的湖南一侧,构造上位于扬子陆块东南缘、“江南古陆”西侧的早古生代地层中。矿床呈北北东向展布,延长约14km、宽2km,夹持于加里东期以来形成的一组北北东向逆冲大断裂之间,自南而北分为渔塘、土地坪(南段)以及李梅、半坡、耐子堡(北段)等矿段。矿体严格控制于下寒武统清虚洞组中上部的浅灰白色块状藻灰岩和鲕粒灰岩及其间的透镜状灰色泥质灰岩中,呈整

合似层状多层产出,多数矿体位于平缓背斜的近轴部位置。矿体有用组份以锌为主,中低品位,有用矿物以闪锌矿为主,黄铁矿、方铅矿次之,脉石矿物以方解石、重晶石、白云石为主,少量萤石及沥青、石膏等。矿床中还发现含有有机质的黑色萤石,它们主要出现于矿体顶部及边缘部份。成矿过程可分为三个阶段,以早、中阶段为主,不同阶段的矿物特征及矿石结构均有所不同,但成矿温度无明显差别。从早阶段到晚阶段,闪锌矿由棕黄色演变为淡黄色,方解石由浅灰色一半透明到乳白色,重晶石由细粒—粗粒到板状,而萤石则由灰黑色到浅紫色或无色。矿石结构以自形—他形晶粒结构为主,闪锌矿及黄铁矿晶粒细小,方铅矿较完整粗大。矿石构造有侵染状、细粒斑点状、斑块状、网脉状等。浅色块状灰岩中矿石构造较复杂,而泥质灰岩层中,以粒状及网脉状为主。矿石矿物组合有垂直及水平分带现象,容矿层下部以斑块状闪锌矿为主,中部多为斑点状闪锌矿或含铅的锌矿体,上部铅矿较多,以网脉状为主。在平面上,矿区北段的耐子堡、半坡等以锌为主,重晶石发育、黑色萤石有多处发现,矿床规模也较大,而在南段的渔塘寨,矿床规模小,铅矿增多,重

① 国家自然科学基金资助项目(批准号:49572121)

收稿日期:1998-09-23 收修改稿日期:1998-11-11

晶石减少, 但黄铁矿较北段多些。矿床主要蚀变有白云石化、退化及重晶石化等。

矿床的闪锌矿、方解石、重晶石及萤石中, 包裹体十分发育, 包体直径 $5 \sim 15 \mu\text{m}$ 多呈长圆形及不规则状, 无序分布, 以单相包体(L)为主, 双相包体(L-V)次之, 气液比一般为 $1\% \sim 3\%$, 少数可达 5% , 也见有少量含子晶的三相包体, 经扫描电镜(SEM)及X射线能谱分析(EDX)研究, 已发现的子矿物包括石膏、石盐、方解石、重晶石、闪锌矿、黄铁矿等^[1]。此外, 也见有数量不定的有机包裹体存在。有机包体直径一般 $3 \sim 5 \mu\text{m}$, 圆形或椭圆形、灰黑色或棕灰色, 厚壁铜钱状, 可能包括有机液相、气相或含气相烃的气液包体三类, 甚至可能有固态沥青包体存在。荧光显微镜下观察, 在早期呈浅黄色荧光的碳酸盐矿物中, 出现少量圆形的发出亮黄色或兰绿色荧光的有机液态包体或有机包体残余。

包体均一温度范围为 $87 \sim 194^\circ\text{C}$, 主要范围为 $125 \sim 150^\circ\text{C}$, 温度变化具正态分布特点, 无论根据闪锌矿或方解石测量结果, 整个矿床由北而南, 成矿温度逐渐降低(闪锌矿: $125 \rightarrow 118^\circ\text{C}$, 方解石 $150 \rightarrow 135^\circ\text{C}$), 成矿流体含盐度变化为 $7.11 \sim 33.6\text{wt}\%$ NaCl, 一般为 $19.0\text{wt}\%$ NaCl, 计算所得成矿压力为 $376 \sim 385\text{bar}$, 成矿深度 $1.4 \sim 1.3\text{km}$, 成矿流体属氯化钙盐水, $\delta^{18}\text{O}$ 、 D 为 $-5.67\% \sim 21.05\%$, $-48.10\% \sim -22.1\%$, 在 $\delta^{18}\text{O} - \text{D}$ 图上, 所有投点构成与雨水线呈斜交的线性关系, 具建造水特征。

2 包裹体气相组份特征

包裹体中主要气体成份 H_2O 、 CO_2 、 CO 、 H_2 等含量, 主要采用热爆—气相色谱法测定, 单位为 $\mu\text{g/g}$ 。气态烃($\text{C}_1 - \text{C}_4$ 烷烃及烯烃)的分析采用真空研磨—气相色谱法测定, 单位为 $\mu\text{l/g}$ 。测试仪器为美国 VARIAN 公司生产的 3700 型气相色谱仪。所有样品均由核工业地质分析测试研究中心协助完成。

2.1 包裹体气相组份特征

矿区 18 个矿石及脉石样品的分析结果, 除个别异常外, 统一换算为 mol%, 并分别不同的样品特征统计计算(表 1、2), 它们有如下特征:

(1) 包体气相组份中, 以 H_2O 为主, CO_2 次之, 气态烃约占 1% , 这些组份中, H_2O 的变化较小, 而 CO_2 和烃类的含量变化较大。其次, H_2O 与 CO_2 含量间呈显著的负相关关系(图 1), 相关系数 $r = -0.96$, H_2O 与烃类组份间也有负相关关系, $r =$

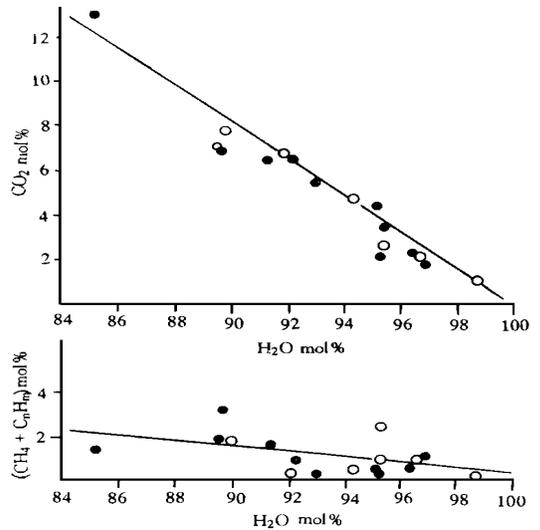


图 1 包体气相组份的 $\text{H}_2\text{O} - \text{CO}_2$ 与 $\text{H}_2\text{O} - \text{CH}_4 + \text{C}_n\text{H}_m$ 相关图(黑点为闪锌矿, 圆圈为脉石矿物)

Fig. 1 Plot between $\text{H}_2\text{O} - \text{CO}_2$,

$\text{H}_2\text{O} - \text{CH}_4 + \text{C}_n\text{H}_m$ of gaseous composition in fluid inclusion

-0.48 , 在 0.05 水平上关系显著。

(2) 硫化矿物和不同脉石的主要气相组份, 具有同一线性关系, 表明它们是在同一流体中沉淀的, 这与北美若干 MVT 矿床中, 硫化物和脉石间气相组份出现重大差异, 因此它们被认为是在不同流体中沉淀的^[2]

(3) 不同特点的矿物组份间, 气相组份的特点有所不同(表 2)。仅就气态烃的含量来说, 闪锌矿包体组份中, 烃类含量高于脉石矿物; 矿床北段的烃类含量高于南段, 而闪锌矿中, 浅色闪锌矿以及产于暗色泥质灰岩夹层中的闪锌矿包体中, 烃类组份也略高于深色的以及产于灰岩中的闪锌矿, 这些特点可能与流体的特点、演化以及烃类组份的来源有关。

(4) 与北美著名的阿扎克地区 MVT 矿床^[3] 以及田纳西州的 MVT 矿床^[2] 的流体气相组份相比较, 花垣矿床的包体气组份中 H_2O 的含量低于前者, CO_2 含量较高, 而气态烃的含量则介于两矿床之间(表 3)。遗憾的是花垣矿床中未能测得 H_2S 及 SO_4 的含量以进行必要的比较。

2.2 包体中气态烃的组成特征

包体气态烃的组成特点, 可能指示有机质的来源, 也是其成熟度的指标。本区包体中气态烃的含量在 1% 左右, 以闪锌矿为例, 其组成有如下特点(表 4):

表1 花垣铅锌矿床包体气相组份(mol%)

Table 1 Gaseous composition of fluid inclusion from Huayuan Lead-Zinc ore deposits

序号	样号	矿区	样品特征	氯相组份/mol%				有机气相组份/mol%		
				CO ₂	H ₂ O	H ₂	CO	CH ₄	C ₂₋₄ H ₆₋₁₀	C ₂₋₄ H ₄₋₆
1	N _{3s}	耐子堡	灰岩中棕色闪锌矿	4.51	95.20	0.02	/	0.24	0.01	0.02
2	N _{11s}		泥质灰岩中浅色闪锌矿	6.97	89.61	0.25	1.23	0.95	0.34	0.65
3	N _{12s}		云化泥质灰岩中浅色闪锌矿	12.99	85.22	0.45	/	0.80	0.15	0.39
4	N _{10s}		灰岩中浅色闪锌矿	5.62	93.06	0.10	1.04	0.14	0.02	0.03
5	N _{12c}		灰岩中方解石	2.15	95.29	0.09	0.07	2.27	0.05	0.08
6	N _{9b}		灰岩中重晶石	1.14	98.66	0.03	/	0.14	0.01	0.03
7	B _{3s}	半坡	灰岩中棕闪锌矿	1.28	96.90	0.05	0.14	1.03	0.02	0.05
8	B _{2s}		灰岩中浅色闪锌矿	6.81	89.72	0.10	0.20	2.86	0.10	0.21
9	H _{19c}		灰岩中方解石	7.79	89.93	0.28	0.34	1.49	0.06	0.13
10	Y _{7s}	渔塘	灰岩中棕色闪锌矿	6.56	92.26	0.04	0.20	0.68	0.06	0.20
12	Y _{10c-B}		灰岩中浅色闪锌矿	3.50	95.37	0.15	0.56	0.22	0.05	0.15
13	Y _{11s}		泥质灰岩浅色闪锌矿	6.49	91.34	0.26	0.29	1.12	0.13	0.36
14	H _{53s}		云化泥质灰岩中浅色闪锌矿	2.27	96.37	0.14	0.65	0.39	0.04	0.14
15	Y _{7c}		灰岩中方解石	2.20	96.66	0.12	0.03	0.88	0.08	0.02
16	Y _{10c}		灰岩中方解石	6.84	92.06	0.61	0.13	0.26	0.03	0.08
17*	Y _{11c}		泥质灰岩中方解石	3.60	86.90	0.48	0.49	8.22	0.48	0.04
18	YY _{10c}		灰岩中方解石	2.61	95.40	0.71	0.33	0.73	0.07	0.16
19	Y _{8m}		灰岩中白云石	4.77	94.43	0.27	/	0.46	0.01	0.05
平均值(X)				5.00	93.38	0.22	0.31	0.86	0.07	0.16
标准差(σ)				3.00	3.34	0.20	0.36	0.75	0.08	0.16

*异常结果未参加平均

表2 花垣铅锌矿床包体气相组份(mol%)特征

Table 2 Character of gaseous composition of fluid inclusion from Huayuan Lead-Zinc ore deposits

矿物	样品特征	样数	H ₂ O	CO ₂	短链碳氢化合物			H ₂	CO
					烷 烃		烯 烃		
					甲烷	乙丙丁烷	乙丙丁烯		
闪锌矿	浅黄色	7	91.53	6.38	0.93	0.12	0.28	0.21	0.57
	棕色	3	94.79	4.30	0.65	0.04	0.09	0.04	0.11
	灰岩中矿石	6	93.92	4.60	0.86	0.04	0.11	0.08	0.39
	泥质灰岩中矿石	4	90.64	7.18	0.82	0.17	0.39	0.28	0.44
	北矿区	6	91.62	6.45	1.00	0.11	0.23	0.16	0.44
	南矿区	4	93.84	4.71	0.60	0.07	0.21	0.15	0.43
	平均	10	92.51	5.75	0.84	0.09	0.22	0.13	0.14
脉石	北矿区	3	94.63	3.69	1.30	0.04	0.08	0.13	0.14
	南矿区	4	94.64	4.11	0.58	0.05	0.08	0.43	0.12
	平均	7	94.63	3.79	0.89	0.04	0.08	0.30	0.13
全区平均		17	93.38	5.00	0.86	0.07	0.16	0.22	0.31

表 3 MVT 铅锌矿床包体气相组份(mol%)比较

Table 3 Comparison of gaseous composition in fluid inclusion among the MVT Lead-Zinc ore deposits

地 区	矿物	T (°C)	NaCl wt. %	H ₂ O	CO ₂	CH ₄	C _n H _m	H ₂ S	SO ₄	N ₂	CO	H ₂
花垣地区	Sp	125° ~ 150°C	19.0	92.51	5.75	0.84	0.31	/	/	/	0.48	0.12
	Ca			94.63	3.79	0.89	0.12	/	/	/	0.13	0.30
美. 西纳西州	Sp	100° ~ 180°C	17.5 ~ 22.0	97.6	0.33	1.69	0.19	0.016	0.009	0.00	0.09	/
	Do			96.6	2.04	1.11	0.05	0.019	0.010	/	0.07	/
美. 阿扎克地区 区域流体		120	20	97.68	0.91	0.10	0.20	0.004	0.006	0.05	/	/

Sp: 闪锌矿; Ca: 方解石; Do: 亮晶白云石; C_nH_m: 除 CH₄ 外的气态烃; / 未测定项目。

表 4 闪锌矿包裹体中有机质的组成特征

Table 4 Gaseous hydrocarbon composition in fluid inclusion of spharilite

围岩	矿区	样号	有机组份/ %		烷烃组成(%)及参数						
			烷烃	烯烃	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	i-C ₄ H ₁₀	n-C ₄ H ₁₀	C ₂ + / C ₁ + C ₄	iC ₄ / nC ₄
浅色灰岩	耐子堡	N ₃ S	91.88	8.11	97.68	1.66	0.55	0.06	0.06	2.33	1.0
	耐子堡	N ₁₀ S	83.96	16.04	89.89	3.37	3.37	1.12	2.25	10.11	0.50
	半坡	B ₃ S	95.52	4.48	97.76	0.96	0.96	0.21	0.11	2.24	1.91
	半坡	B ₂ S	93.30	6.70	96.63	2.19	0.79	0.18	0.22	3.38	0.92
	渔塘	Y ₇ S	79.09	20.92	92.29	5.65	0.72	0.36	0.99	7.72	0.36
	渔塘	Y ₁₀ S-B	64.05	36.95	81.63	9.18	5.10	2.04	2.04	18.36	1.0
	平均		84.63	15.37	92.65	3.84	1.92	0.66	0.94	7.36	0.70
深色泥质页岩	耐子堡	N ₁₁ S	66.34	33.66	74.49	5.87	5.57	1.17	12.90	25.51	0.09
	耐子堡	N ₁₂ S	71.14	28.86	84.53	10.14	4.23	0.25	0.85	19.98	0.29
	渔塘	Y ₁₁ -S	77.41	22.59	89.91	3.67	0.73	1.10	4.59	10.09	0.24
	渔塘	H ₅₂ -S	75.18	24.82	90.61	4.85	2.91	1.30	0.32	9.38	4.06
	平均		72.52	27.48	84.89	6.13	3.36	0.96	4.66	15.11	0.27
全区平均			79.79	20.21	89.54	4.75	2.49	0.78	2.43	10.65	0.50

(1) 大多数包体的烃类组成中, 烯烃的含量 > 10%, < 10% 的烯烃包体主要出现在浅色灰岩的矿体中, 深色泥质灰岩中的矿体, 包体中烯烃组份明显高于浅色灰岩中矿体。

(2) 大多数包体的烷烃中, 甲烷(CH₄)含量均 < 95%, 高甲烷含量包体主要出现于浅色灰岩的矿体中。全区包体中 CH₄ 的平均含量仅 89.54%, 而泥质灰岩矿体中 CH₄ 的含量(平均 84.89%), 又明显低于浅色灰岩中的含量(平均 92.65%)。

(3) iC₄ / nC₄ 比值被认为是成熟度指标, 即随着有机质成熟度增加, 该比值降低, 泥质灰岩中包体中 iC₄ / nC₄ 比值多数小于 1, 灰岩中矿体的 iC₄ / nC₄ 比值略高一些。

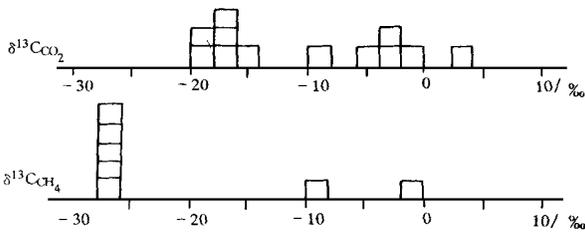
2.3 包体气相组份的 δ³C 特征

包体气相组份中(表 5、图 2)。主要成矿阶段 CH₄ 的 δ³C 值为 -27.97‰ ~ -26.13‰(PDB), 平均 -27.08‰, CO₂ 的 δ³C 明显区分为两个部份, 主要部份为 -19.43‰ ~ -14.58‰(PDB), 平均 -17.28‰, 次要部份及晚期阶段包体中, CO₂ 的 δ³C 值相对要大一些, 为 -8.12‰ ~ 3.00‰, 平均 -3.17‰。根据这一特点, 可以初步判断包体中所含烃类气体应为有机成因, 而且可能是与成熟度高的天然气有关, 而包体中的 CO₂ 则可能有两个来源, 主要部份与有机质的热降解作用有关, 次要部份则可能与碎屑岩中碳酸胶结物及泥质岩中方解石分解所产生的 CO₂ 有关^[4]

表5 包体气相组份的 $\delta^{13}\text{C}$ 组成(‰)

Table 5 Carbon isotopic of gaseous composition in fluid inclusion

序号	矿区	阶段	样号	矿物	$\delta^{13}\text{C}_{\text{CH}_4}$ / ‰(PDB)	$\delta^{13}\text{C}_{\text{CO}_2}$ / ‰(PDB)
1	半坡		H-50	闪锌矿	-27.48	-19.43
2			B-1	闪锌矿	-27.97	-17.29
3	耐子堡	主要成矿阶段	HN-52	闪锌矿	-26.13	-18.86
4			N_{1s}	闪锌矿	-8.01	-1.07
5			N_{1ls}	闪锌矿	-26.15	-3.10
6	渔塘	矿阶段	Y_{1ls}	闪锌矿	-27.69	-16.87
7			N_{7s}	闪锌矿		-16.62
8			Y_{10k}	闪锌矿		-14.58
9			YY_{10c}	方解石		-8.12
10	耐子堡		N_9B	重晶石		-5.97
11	半坡	晚期阶段	H_{62}	方解石		3.00
12	渔塘		Y_{8m}	白云石	-0.33	-3.73

图2 包体气相组份中 CH_4 、 CO_2 的 $\delta^{13}\text{C}$ 组成Fig. 2 Carbon isotopic Compositions of CH_4 and CO_2 in gaseous composition of fluid inclusion

3 讨论

(1)分析结果表明,研究区的矿物包裹体中,含有大量气相组份在内,其中 CO_2 的含量为 1.1 ~ 12.0mol%, 气态烃为 0.27 ~ 3.17mol%。由于气态烃在水中的溶解度很小,在温度 100 ~ 200℃条件下,卤水中必须有较高的压力,才能在溶液中保持若干气体。美国田纳西州某 MVT 矿床包裹体中, CH_4 含量为 0.3 ~ 2.9mol%, CO_2 为 0.1 ~ 1.0mol%, 经计算表明,为保持这种含量的压力范围为 2 ~ 200bar, 相当埋深大于 6km 的岩石静压力才有可能^[2]。而在实际上,世界上大多数产于碳酸盐岩中的 MVT 矿床的形成,都没有达到这个深度。因此有学者认为,要在 MVT 矿床包裹体中保持双相共存(双相捕获)的途径可能有两种:①在超压环境下

所形成的气—液混合流体,压力降低后出现气—液相分离,而后被捕获;②早已存在的“气帽”与流体混合而后出现“双相捕获”。前者要求特殊的地质条件,后者即为 MVT 矿床的古油气藏成矿假说。

(2)位于稳定区的湘黔边境地区,很难存在超压的构造环境。古油气藏的存在在研究区则是完全可能的。

首先,湘黔边缘地区的震旦系及下古生界中,有多处古气藏或油气显示,如贵州东部的麻江、丹寨、都匀一带志留系中的沥青砂岩(麻江古油气藏),铜仁、丹寨、凤皇一带寒武系中的汞矿—古油气藏,以及瓮安永和下寒武统杷榔组中的沥青砂岩等^[5]。其次,研究区存在形成古油气藏的有利地层岩性序列。以含矿的下寒武统藻灰岩及灰岩为中心,可能组成良好的生储盖组合,第三,研究区中沥青的普遍发现;液态及气态烃的存在以及黑色萤石的发现等,更是古油气藏存在的直接证据。

此外,根据林壬子提出的方法绘制的气体组成三角图(图3),绝大多数包体气体组成的三角形顶点 C 向上,部份 AA' 和 BB' 线的交点位于椭圆形内,部分落在圆外,表明古油气藏的可能存在,部分为产层,部分属非产层。

(3)下寒武统底部牛蹄塘组黑色岩系,是本区著名的生油岩系,也是著名的金属矿源层。上述古油气藏的油源,许多研究者认为与牛蹄塘组有关,甚至远在川中的产于震旦系灯影组中的威远大气田,也有许多人认为与牛蹄塘组黑色岩系有关^[5],研究区矿物包裹体中,气态烃的主要参数 $\text{C}_2\text{—C}_4/\text{C}_1\text{—C}_4$, $i\text{C}_4/n\text{C}_4$, C_1/C_2 以及 $\delta^{13}\text{C}$ 值与威远气田十分相似(王鹤年,1991)。在 Creery 的天然气成熟度图版上,也与威远气田同时落在过成熟的干气带内^[6]。因此,牛蹄塘组黑色岩系也是研究区包体中气态烃的重要来源。

但是在研究区内,包体中气态烃的组成并不完

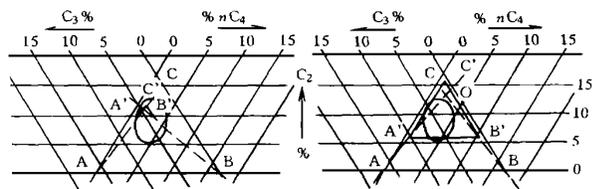


图3 气体组成三角图(左为3号样,右为10号样)

Fig. 3 Triangular diagram of gaseous hydrocarbon composition (left is No. 3; right is sample No. 10)

全不致,如上所述,它们的烷烃/烯烃比、 C_2-C_4/C_1-C_4 , iC_4/nC_4 , 等都有一定的差异,而且大致在浅色灰岩及深色泥质灰岩所含矿体的矿物包体中有所不同。暗色泥质灰岩的 $C_{org}=0.2\% \sim 0.4\%$ 。沥青“*A*”含量= $0.0049\% \sim 0.0134\%$, 干酪根镜质反射率 $R_o=1.48\%$, 是潜在油气源层, 矿区中的部份沥青与之有关^[7]。因此, 矿区中先前存在的古气藏的气源层, 可能是多源的即包括牛蹄塘组和泥质灰岩夹层在内, 由于它们间的厚度差距在 300 m 左右。因此, 被捕获的气态烃出现成熟度不同的差异。

参 考 文 献

- 1 刘文均, 郑荣才, 李元林等. 花垣铅锌矿床流体包裹体中的子矿物 [J]. 成都理工学院学报, 1997, 24(2): 65~69
- 2 Jones H D, Kesler S E. Fluid inclusion gas chemistry in east Ten-

- nessee Mississippi Valley—type districts; Evidence for immiscibility and implications for depositional—mechanisms [J]. *Geochim. et. Cosmochim. Acta* 1992, 36: 137~154
- 3 Landis G P, Hofstra AH. Fluid inclusion gas chemistry as a potential minerals exploration tool; Case Studies from Creede, CO, Jerritt, Canyon NY, Coeur d'Alene district and MT, Southern Alaska Mesothermal Veins, and mid—Continent MVT's [J]. *J. Geochem. Exp.* 1991, 42: 25~59
- 4 朱岳年, 吴新年. 二氧化碳地质研究 [C]. 兰州: 兰州大学出版社, 1994. 1~12
- 5 付家谟, 贾蓉芬, 刘德汉等. 碳酸岩有机地球化学—在石油、天然气、煤和层控制矿床成因及评价中的应用 [M]. 北京: 科学出版社, 1989. 150~163
- 6 陈锦石, 陈文正. 碳同位素地质学概论 [M]. 北京: 地质出版社, 1983. 112~126
- 7 刘文均, 郑荣才, 李元林. 花垣铅锌矿床中沥青的初步研究—MVT 矿床有机成矿研究(I) [J]. 沉积学报, 1999, 17(1): 19~23

Research of Fluid Inclusion Gas Composititon in Huayuan Lead—Zinc Deposits ——Organic—mineralization study of MVT Lead—Zinc deposits(II)

LIU Wen-jun ZHENG Rong-cai

(Chengdu Institute of Technology Chengdu 610059)

Abstract

The fluid inclusion aqueous solutions and gas composition is important material evidence for genesis of ore deposits, which is direct participant of mineralization and closely related to depositional mechanisms. The paper has studied the characters of fluid inclusion gas composition, gaseous hydrocarbon composition and carbon isotope of gas from 18 samples in Huayuan Mississippi Valley—type Lead—Zinc deposits which occurred in algal limestone oolitic—limestone and muddy limestone of Lower Cambrian Qingxudong Formation. The characters are that:

1. There are a little organic inclusion in ores which has been confirmed with fluorescence microscope that a few circular organic inclusion or organic remains give out bright yellow or green—blue fluorescence.
2. Most analyzed inclusions consist of H_2O with CO_2 (average 5.0mol%), gaseous hydrocarbon (average 1.1mol%) and smaller amounts of CO and H_2 , etc. The content of H_2O is stable and the content of CO_2 and hydrocarbon is various in inclusion. Gas composition of inclusion is the same between sulfides and gangue minerals, but in sulfide with different characters.
3. Methane (CH_4) is the main part in hydrocarbon composition of the most inclusions but the content is not greater than 95% (average 84.89%), in inclusion of sphalerite at different host rocks, which is difference, the methane content in inclusion of spharilith at light gray limestone (average 92.65%) is more than the spharilith at gray muddy limestone (average 84.89%).
4. $\delta^{13}C$ of methane in inclusion of main mineralization stage ranges from -27.97% to -26.13% ; average -27.08% (PDB), $\delta^{13}C$ of CO_2 in inclusion of main mineralization stage can be distinctly divided into two parts, the chief one in the main mineralization stage ranges from -19.43% to -14.5% , average -17.28%

(PDS), the second one at the same time and that in the late mineralization stage are rather large (-8.12% ~ 3.0% , average -3.71%), suggesting that the main origin of CO_2 in inclusion is related to the thermal degradation of organic matter.

Above-mentioned characters of inclusion gas composition suggest that the organic matter really occurred in the gas composition of inclusion, the gaseous hydrocarbon and CO_2 is organic origin in fluid inclusion; the hydrocarbon possibly has some source bed, and the depositional mechanism is possibly related to mixture of aqueous solutions with a pre-existing old oil-gas accumulation at the sites of deposition.

Key words fluid inclusion gas compositions gaseous hydrocarbon old oil-gas accumulation

(Continued from page 600)

Secondly, thrust ductile deformation formed in the deep-middle tectonic level, and show the deformation characteristic of major subduction stage. Finally, brittle shearing and strike-slip shearing dominated the sedimentary assemblages in the intracontinental stage. The subductional granites, tectonic melange and high pressure metamorphic zone in the south of the Xiaozai sedimentary assemblages which were formed in Hercynian-Indosinian epoch indicate that the Erlangping back-arc basin subducted beneath the Qinling island arc during the major orogenic period.

In the light of the comprehensive study of the Xiaozai sedimentary setting, metamorphism, deformation and magmatism, the evolution processes of Erlangping back-arc basin can be recognized as three stages, i. e., spreading stage (P_2-O_2), subduction-collision stage (O_2-T_2) and intracontinental stage (T_3-Q).

Key words the North Qinling sedimentary setting back-arc basin tectonic evolution