

康滇地轴不同成因铁矿床矿石特征

薛步高

(云南省乡镇企业局)

康滇地轴是我国重要的铁矿带之一,从下元古代哀牢山群至中-上元古代大红山群(河口群)、宜林群、昆阳群(会理群、登相营群),具多层位含矿及成矿的继承性。其中以大红山群红山组(相当于河口群四段)、昆阳群黑山头组、大龙口组、因民组、大营盘组(相当于会理群双水井组)最为重要。岩控表现在大红山群(河口群)钠质火山岩及晚加里东-海西期古裂谷层状基性-超基性暗色杂岩体最为明显。

康滇地轴的主要铁矿床成因类型,笔者认为可分岩浆型、火山岩型、次火山岩型、火山沉积(矿源层)碱质热液交代型(后生一层控层)、沉积型、沉积变质型、风化淋滤型等七类。各类型中的代表性矿床,本文以成因式命名,如火山岩型的大红山式,后生一层控型的鹅头厂式等,它们的主要地质特征见表1。

不同成因类型代表性矿床中,磁铁矿石、赤铁矿石、菱铁矿石的化学组份、伴生元素、单矿物的晶胞棱长和氧同位素组成(菱铁矿)具有明显的差异(表2、表3、表4),结合区域地质背景及成矿地质条件,利用矿石、矿物的标型特征,判别铁矿的成因,可能具有一定的指示意义。

综合表2、3、4单位晶胞棱长数据,作出如下的总结:

1. 磁铁矿 $a(\text{\AA})$ 值较大的核桃箐(8.3979)、笔架山(8.4000),是含杂质较多所致,反映出火山环境的沉积特征;温泉(8.3963)、鹅头厂(8.3961)、大红山(8.3952、8.3965),接近人工合成磁铁矿(8.396)的数据。

2. 赤铁矿 $a(\text{\AA})$ 值由小至大:张口洞(5.030)——笔架山(5.0305)——四棵树(5.031)——滥山(5.033),以上为次火山岩;王家滩马家坟CK404(5.0315)——上厂(5.0321)——王家滩老矿坑(5.0322)——王家滩马家坟(5.0325),以上为沉积变质加强烈改造型(变质脉);军哨Ⅲ矿体(5.034)——军哨(5.036)——稀矿山(5.034)——柳坝塘(5.034),为沉积弱改造型,因含杂质多,致使 $a(\text{\AA})$ 值较大,可以5.033为准, <5.033 为内生赤铁矿(包括强烈改造型), >5.033 为沉积型(包括火山环境下沉积铁矿)。

3. 菱铁矿沉积-强烈改造型(包括变质脉) $a(\text{\AA})$ 值小(4.681—4.6835);火山-沉积型数值大(4.6875—4.688);正常沉积型(4.685—4.687)界于上述二者间。 <4.684 可视为强烈改造型, >4.684 可视为沉积型(包括火山环境下沉积)。

4. 本区菱铁矿 $a(\text{\AA})$ 值比一般正常菱铁矿小,可能与较大的 Fe^{++} ($0.8\text{\AA}$)被较小的 Mg^{++} ($0.74\text{\AA}$)置换有关,因而以 $a(\text{\AA})$ 较小(4.681—4.686)的镁菱铁矿居多。

菱铁矿 $\delta\text{O}^{18}\%$ 值由小而大为:鲁奎山(9.905、10.101)——大红山(13.681、13.924)——凤山营(9.905、10.101)——打矿箐Ⅲ-6、Ⅱ-1(16.857、16.926)——打矿箐Ⅲ-9

表1 康滇地轴不同成因类型铁矿床地质特征简表

成因类型	代表矿床	含矿层位与岩性组合	火山-侵入岩特征	主要围岩蚀变	矿体形态与规模	矿石矿物成分	分布地区
岩浆岩	攀枝花式 (白马厂矿床)	含矿岩体侵入灯影组白云岩中，属辉长岩型、辉长-橄辉辉长岩亚类	辉长-斜长橄辉岩分五个岩相带：底部橄辉岩相带，含Cr(主)、Pt(次)；辉石岩-橄辉岩相带，含Cu、Pt；橄辉辉长岩-橄辉岩相带，含钼、辉长岩相带，含钛磁铁矿；内长-辉长岩相带，无矿		矿体呈似层状长8000m，上部矿体厚90—124m；中部矿体厚50—90m；下部矿体厚25—56m	钛铁矿、磁铁矿、钽磁铁矿、金红石	四川冕宁至云南安益
岩浆岩	棉花地式	辉长岩—辉石岩 橄辉岩型岩体位于哀牢山群风港组中	可能与河南午阳下元古界赵寨庄组含角闪斜长角闪岩(变火山岩)相当	近矿见绿泥石化	似层状矿体：大坡11号矿体长450m厚19.07m；棉花地2号矿体长1120m厚1.4—31.75m， ¹ / ₃ 鞍山矿段长1600m厚3.9—16.99m	钛铁矿、少量赤铁矿、尖晶石	金平棉花地至马鞍山
火成岩	大红山式	大红山群辉长岩组变质的火山岩为主要含矿层，其上为绿片岩，其下为角闪变质辉岩	变钠质火山岩：底部凝灰角斑岩夹熔岩，含II-1厚大矿体；中部杏仁状熔岩，含Il ₂ 、Il ₃ 、Il ₅ 矿体；上部凝灰角砾岩层凝灰岩，含磁铁矿(20m)。	碱交代(聚铁砷矿)	II-1矿体：长轴1800m，短轴500m，厚100—200m	以磁铁矿、赤铁矿为主，少量磁铁矿、钛铁矿、脉石有石英、钠长石、少量电气石、磷灰石、金红石	北起会理石龙，中为一平浪中兴井，航磁异常，南到新平大红山
火成岩	塔地式	呈林群普登组二段磁铁矿片岩为矿源层，晚期基性岩脉贯入使之富化，再表生富集成矿	绿片岩为基性火山岩变质		矿体延长延伸、50m	原生矿为块状磁铁矿、氧化矿为褐铁矿	牟定塔地，元谋之西
火成岩	遮山式	因民组紫色层之下，角砾岩含磁铁矿，角砾岩与基性火山岩岩体不同期的产物	角砾岩与次火山岩共存，二者界线不清，次火山岩边缘具气孔		矿体长245m，厚1.74—47.8m，平均厚28.93m	磁铁矿	东川滥山、张山洞、白锡鼎、小水井、四棵树等
火成岩	猪头门式	因民组上部含铁钠质辉长岩为矿源层，其上为辉长岩，其下为富钾交代泥岩及碳酸盐岩层	含铁钠质凝灰岩(TFe 11.97%)由钠长石、石英晶屑及钠长岩屑组成，基质为细粒状石英物质与铁质土状	碱交代，聚铁砷矿，黑云母绿泥石化，常为矿体顶底板	磁铁矿矿体长740m，厚10—25m，背斜鞍部最厚40m；下部赤铁矿脉群长340m，最厚18m	磁铁矿伴生黄铜矿、脉石为磷灰石、石英；赤铁矿脉石为碳酸盐脉	通安香炉山、腰阴子、禄劝笔架山、洪门厂、荣园子至武定核桃营、禄丰温泉

表 2

磁 铁 矿 石 化 学 组

成因类型	代 表 性 矿 床	采样地点及样 品 数	磁 铁 矿 石 化					
			TFe	V ₂ O ₅	TiO ₂	Cr ₂ O ₃	NiO	MgO
岩 浆 型	攀枝花式	攀枝花、太和、 白马、红格， 5 件	39.08— 47.44	0.45— 0.69 (0.78)	10.85— 14.85 (2.55— 21.72)	0.07—0.36	0.15	
		金平棉花地	35— 53.70	0.089— 0.532	13.594 —14.93			2.653— 3.134
火山岩型	大红山式	大红山，9 件	69.61	0.05— 0.20	0.21— 0.55 0.25*	< 0.0088— 0.015	0.0013— 0.051	
		拉拉厂石龙	63.90	0.054	0.501	0.017	0.0013	0.265
	塔地式	牟定塔地	39.70	0.03— 0.17	3.71			1.82
次火山 岩 型	滥山式 (东川)	东川小水井、 白锡腊	49.12	0.067— 0.084	1.286— 2.221			4.162— 10.35
火山沉积 (矿源层) 碱质热液 交代型 (后生— 层控型)	鹅头厂式	禄丰鹅头厂， 6 件	58.92	0.203	0.162	0.015	0.043	0.567
		禄丰温泉，2件	55.76	0.237	0.718		0.0025	1.807
		东川稀矿山(豆 状磁铁矿)	64.65	0.026	0.334			0.597
		武定核桃箐	60.65		0.12— 0.45		0.0038	
		禄劝笔架山	66.74	0.0037	0.167	0.0018	0.00	0.00
		鹅头厂式平均	61.34	0.1174	0.306 (0.334)	0.0084	0.0123	0.743 (13.34)

括弧内数据摘自徐国风(1977)，以资对比；*数据摘自瑞典基鲁纳铁矿；**由西南有色地质所张佛

分 与 伴 生 元 素 表

学 组 分 (%)								单矿物测定**
Cu	Co	Pb	Zn	Mo	Mn	Nb ₂ O ₅	TR ₂ O ₃	单位晶胞棱长a (Å)
0.36	0.012							(8.395—8.410)
0.008— 0.012	0.0125					0.029— 0.035		
0.07	0.002— 0.15	<0.01	0— 0.02	0— 0.006	0.01— 0.12	0.002		8.3952, 8.3965
2.00	0.004	0.01	0.01	0.01— 0.04		0.001		
0.004— 0.16	0.003— 0.007	0.11— 0.20		0— 0.003		0.005		8.3940, 8.3942
0.12	0.004	0.008	0.003	0.0013	0.07	0.002— 0.006	0.14— 0.19	8.3961
0.04	0.0006	0.015	0.00	0.007	0.66			8.3963
2.99	0.003			0.00	0.08— 0.27	0.013		8.3972, 8.3975
	0.0036— 0.04			0.0009	0.24— 1.36			8.3979
0.13	0.003	0.003	0.004	0.104	0.06	0.062		8.4000, 8.4025
0.097	0.009	0.0087	0.0023	0.0226	0.24	0.007		8.3821 (8.383—8.401)

生、张丽测定。表3、表4均同此说明。

表 3

赤 铁 矿 石 化 学 组

成因类型	代 表 性 矿 床	采样地点及样品数	赤 铁 矿 石					
			TFe	V ₂ O ₅	TiO ₂	Cr ₂ O ₃	NiO	MgO
次 火 山 岩 型	滥 山 式 (东川)	东川张口洞	67.35	0.0056	0.193			
		东川四棵树	34.20	0.015	0.281			
		平 均	50.77	0.02	0.427			
火山岩型	大红山式	大红山, 5 件	60—66	0.03— 0.98	1.30— 4.75 (0.10— 2.58)	0.0009		
火山沉积 (矿源层) 碱质热液 交代型 (后生— 层控型)	鹅头厂式	鹅头厂, 6 件	43—63		0.057			0.26— 1.33
		温 泉	59.63		0.985			0.09
		核桃箐, 2 件	47.33				0.00	0.92
		迤纳厂, 2 件	54.10	0.022	0.207— 0.297	0.0003	0.00	0.514
		禄劝菜园子, 3 件	38.08	0.0019— 0.011	0.501— 0.835	0.0088	0.0064	1.376— 1.39
		平 均	49.38	0.0142	0.346 (0.007— 1.40)	0.0046	0.0021	0.716 (0.05)
沉 积 型	柳坝塘式	晋宁柳坝塘(澄江组)	44.34		0.40			0.31
沉 积 变 质 型 (迭加风 化淋滤)	满银沟式	东川包子铺, 4 件	38.00	0.007— 0.066	0.144— 0.424			0.23
		东川铁架山, 2 件	39.70	0.004— 0.015	0.097— 0.272			
		平 均	38.85	0.021	0.222 (0.0017— 0.04)			
风 化 淋 滤 型	上 厂 式 (堆积矿)	玉溪上厂	63.24	0.0178	0.219 (0.0017— 0.11)			0.22

说明同表 2

分 与 伴 生 元 素 表

化 学 组 分 (%)								单矿物测定
Cu	Co	Pb	Zn	Mo	Mn	Nb ₂ O ₅	TR ₂ O ₃	单位晶胞棱长a (Å)
0.0065	0.0005			0.001				5.030
								5.031
	0— 0.002	<0.01	0.01— 0.015		0.03— 0.10			
0.13	0.004	0.00	0.006		0.09			5.033 , 5.0302
0.07	0.0006	0.005	0.00		0.17			
				0.0003		0.002		
				0.005		0.009		
				0.005		0.001		
0.10	0.0023	0.0025	0.003	0.0034	0.13	0.004		
								5.304
0.011	0.0061	0.0097	0.02	0.003— 0.005	0.59	0.0014— 0.0026		
0.0055	0.006	0.0038	0.015	0.0013— 0.002	0.16	0.0026— 0.0034		
0.0082	0.0065	0.0067	0.017	0.0028	0.375	0.0025		
0.021		0.0056	0.012		0.91			5.0321

表 4 菱铁矿化学组分与伴生元素表

成因类型	代表性矿床	采样地	菱铁矿化学组分 (%)							单矿物测定			
			TFe	Mn	MgO	Cu	Co	Pb	Zn	V ₂ O ₅	TiO ₂	单位晶胞棱长a(Å)	$\delta O^{18}\%$ (SMOW)
沉积变质型 (包括变质脉)	卫家滩式 (安宁)	卫家滩打矿管段 (镁菱铁矿石)	28.60	0.44— 1.74	7.66	0.085					巨晶 4.681 细晶 4.683 粗晶 4.6835	灰矿: 17.204, 黄矿: 17.154 17.280、16.926 16.857	
	军哨式 (安宁)	军哨—易门管 军哨矿段	32.61	5.80		0.02					细晶 4.685	灰矿: 17.300 黄矿: 17.324	
	鲁金山式 (新平)	鲁 奎 山	38—40	1.34		0.01					细晶 4.686	灰矿: 10.101 黄矿: 9.905	
	凤山营式 (会理)	凤 山 营 马鞍山矿段	26.61 (灰矿) 36.68 (黄矿)	1.09 (灰矿) 1.32 (黄矿)	3.98 (灰矿) 4.77 (黄矿)		0.0016	0.0077	0.011	0.0012	0.244	粗晶 4.687	灰矿: 16.277 黄矿: 15.979
火山—沉积变质型	兴隆式 (德昌)	兴 隆	35.30	1.91— 2.49	2.84— 4.46	0.08— 0.251			0.04— 0.20				
	禄康式 (安宁)	禄 康	28.84	9.63		0.001— 0.1	0.03	1.14	1.00	0.063	0.289		
	哈母白祖式 (新平大红山)	大 红 山 哈 母 白 祖	28.63	4.91	2.53— 6.50	0.08 0.695						ZK567: 4.6875 (细晶) I 矿体: 4.688 (细晶)	黄矿: 13.924、 13.681

 $\delta O^{18} \%$ 由成都地矿所分析 (1982. 2)

(17.154、17.204)——打矿箐III-5 (17.280)——军哨CK 6 + 2 (17.300、17.324)，说明“黄矿”比“灰矿” δO^{18} 数值略小，唯军哨相反。一般菱铁矿时代愈老 δO^{18} 值愈小，但也有时代较新的鲁奎山（大龙口组）比大红山（大红山群）数值小，可能因鲁奎山改造强烈，温度增高，矿物与水分缩小所造成。本区菱铁矿 δO^{18} ‰在9.965—17.324间，大体与国内沉积变质型菱铁矿代表数值（6.4—21.0）吻合，相当世界沉积变质型菱铁矿数值下限（18—29）。

不同成因铁矿石在伴生元素上有如下差异：

1. 磁铁矿石

(1) 岩浆型以 Cr_2O_3 (0.22%)、NiO (0.15%)、 V_2O_5 (0.089—0.57%)、 TiO_2 (13.07—14.26%) 高，与其他类型有别； V_2O_5 、 TiO_2 的含量从岩浆型、火山岩型、次火山岩型、后生一层控型依次递减。

(2) 次火山岩型以不含 CrO_3 、NiO可与火山岩型、岩浆型相区别。

(3) 后生一层控型以伴生Cu、Co、Pb、Zn、Mo、 Nb_2O_5 、 TR_2O_3 为标志特征。

2. 赤铁矿石

(1) 沉积型（澄江组）的柳坝塘式以不含多金属伴生元素可与其他类型相区别。

(2) 沉积变质型满银沟式、风化淋滤型上厂式堆积矿（赤铁矿由菱铁矿变成）以伴生高Mn (0.375—0.91%) 可与其他类型相区别。

3. 菱铁矿石

(1) 各成因类型的菱铁矿石均以伴生高Mn (0.44—9.63%) 及Pb、Zn、Co，可与磁铁矿石、赤铁矿石相区别。

(2) 后期改造愈强的脉状菱铁矿，含Mn愈低（一般 $< 2\%$ ），如王家滩式、鲁奎山式、凤山营式、兴隆式；后期改造弱的层状矿，含Mn高（一般 $> 4\%$ ），如军哨式、禄祿式、哈母白祖式。

参 考 文 献

- (1) 薛步高、朱智华 1986 康滇地轴铁矿类型、成矿系列的划分及其特征 《矿床地质》5卷3期
- (2) 徐国风 1977 一些金属矿物的标型特征 《地质科学》1977年1期
- (3) 我国若干铁矿床的氧同位素研究 北京大学内刊材料 1980年