第25卷 第3期
2003年9月

化 工 矿 产 地 质
GEOLOGY OF CHEMICAL MINERALS

Vol.25 No.3
Sep.2003

矿产开发利用

云南黄铁矿床地质特征及开发探讨

薛步高*

（云南省乡镇企业局）

提 要 云南黄铁矿床探明上表储量居全国第五位，其中单一黄铁矿床占总保有量的58.70%，有色金属伴（共）生黄铁矿占41.30%，分布集中，开发外部条件良好。若能使滇中与滇东北磷、硫优势资源结合，兴建昭通15万t/a磷酸厂，既满足云南发展磷铵与三元高效复合磷肥对磷酸的需求，又可向东南亚出口，将在滇东北形成云南唯一硫资源开发-加工的最大基地。

关键词 硫资源 概况 黄铁矿床 开发建议

中图分类号：P619.216+TD219 文献标识码：A 文章编号：1006-5296（2003）03-0185-08

1 黄铁矿资源概况

云南省2000年底上表黄铁矿矿床28处（表1、2），总保有矿石量75 647.5万t（探明77 514.4万t）①，居全国第五位，在西南仅次于四川。其中单一黄铁矿床12处（表1），保有44 570.9万t，占总保有量的58.70%，含超大型1处（余家老厂），大型5处（黑树庄、新场、顺河、高田、新村）；有色金属伴生矿16处（表2），保有31 076.6万t，占总保有量的41.30%。其中铅锌矿6处，铜矿4处，锡矿3处，银-多金属矿2处，铜镍矿1处。品位以白马寨最富，S 22.5%（中型）、Ni 1.112%（中型）、Cu 0.694%（小型）。规模以都龙锡-多金属矿最大（含铜街与曼家寨矿段），保有5601.1万t（S 7.98%，大型），锌271.77万t（Zn 4.94%，超大型），锡30.49万t（Sn 0.55%，超大型），铟3969t（In 0.0081%），超大型），铜11.56万t（Cu 0.21%，中型）。

表1 黄铁矿床上表（2001）储量、品位统计表

Table 1 Statistics of proven reserves and grades of pyrite deposits in Yunnan province

编 号	矿 床	赋矿层位	类 型	保有储量(万t)	品 位 (%)		
					S	F	As
1	禄劝新村*	T_3	沉 积	1456.2	22.92	0.05	—
2	镇雄黑树庄*	$(P_2)\beta$底部	火山沉积	1528.0	19.82	—	—
3	镇雄新场	P_2	火山沉积	1528.8	20.52	0.056	0.001
4	威信顺河*	$(P_2)\beta$底部	火山沉积	2311.4	19.73	—	—
5	威信高田	$(P_2)\beta$底部	火山沉积	1203.0	15.54～21.70	—	—
6	富源余家老厂	P_2	沉 积	32541.2	10.70	0.30	—
7	罗平扯土*	P_2	煤系沉积	1723.4	15.21	0.048	—
8	罗平阿东*	P_2（煤系底部）	沉 积	562.7	16.42	0.01	0.005
9	罗平史家寨△	P_2	沉 积	421.1	16.79	—	—
10	文山水结	P_2	煤系沉积	1074.1	16.20	0.03	—
11	广南板茂*	P_1（共生铝土矿）	沉 积	6.2	12.00	—	—
12	石屏马鞍山	Pth⊗	沉积变质	124.8	19.39	—	—

注：*已开采，△急待开采，⊗昆阳群黄草岭组碳质白云岩含矿

* 作者简介：薛步高，男，1932年生，矿产专业，教授级高级工程师。云南省昆明市，邮码650011

收稿日期：2002-08-26；改回日期：2003-02-10

① 云南省国土资源厅，云南省矿产储量表（截止2000年底）2001.6

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 2 伴（共）生黄铁矿床储量、品位统计表

Table 2 Statistics of proven reserves and grades of polymineralic pyrite deposits in Yunnan province

编号	矿床	类型	保有储量 (万 t)	品位 (%) S	Cu	Pb	Zn	Ag×10⁻⁶	Sn	Ni	Co
13	会泽麒麟厂	铅锌	202.2	26.13	–	10.08	19.36	123.78	–	–	–
14	会泽雨录	铅锌	27.1	31.20	–	1.28	2.29	–	–	–	–
15	彝良洛泽河	铅锌	68.4	43.18	–	1.54	6.74	–	–	–	–
16	鲁甸火德红	铅锌	10.7	36.04	–	0.86	4.00	–	–	–	–
17	宾川宝丰寺	铅锌	233.8	17.01	–	1.46	5.98	13～26	–	–	–
18	兰坪金顶	铅锌	938.5	2.72	–	1.28～1.62	6.82～8.74	10.24	–	–	–
19	澜沧老厂	银-多金属	522.0	31.66	0.69	3.87	3.45	113.04	0.016～1.00	–	–
20	蒙自白牛厂	银-多金属	1752.3	10.51	–	2.88～1.49	2.84～3.95	79～192	0.25～0.42	–	–
21	云南铜厂街	铜	53.1	27.63	1.40	–	–	–	–	–	0.014
22	永平铜矿（咱例、厂街）	铜	331.7	4.65	0.91～1.32	–	–	–	–	–	0.05～0.08
23	景洪三达山	铜	59.0	20.36	2.09	–	–	–	–	–	0.05
24	中甸 红山	铜	2827.0	10.66	0.88	3.77	4.82	–	–	–	–
25	马关都龙（铜街、曼家寨）	锡-多金属	5601.1	7.98	0.21	–	4.94	11.0～13.0	0.55	–	–
26	个旧	锡-多金属	2854.7	15.68	0.51	3.80～4.50	–	70.74	0.72	–	–
27	梁河丝光坪	锡	181.8	27.55	0.08	0.02	0.01	–	0.86	–	–
28	金平白马寨	铜镍	413.2	22.50	0.69	–	–	–	–	1.112	0.068

黄铁矿床的产出分布特征，具有“三带一片”的形式(图 1)。滇东北矿带(威信—镇雄—会泽)；滇东矿带（富源—罗平)；滇西矿带（云县—澜沧)。一片，表现为滇南黄铁矿-多金属矿的集中区（马关—个旧—蒙自—金平)。

1.1 滇东北黄铁矿带

含二个亚类，其一为产于晚二叠世玄武岩(β^3_4)底部的火山-沉积型，含黑树庄、新场、顺河、高田 4 个单一黄铁矿床，保有 6571.2 万 t，占总保有量的 8.60%；其二，为会泽-鲁甸-彝良铅锌矿的伴生矿，为沉积-改造（叠加）型，含麒麟厂（矿山厂)、雨录、火德红、洛泽河，保有 308.40 万 t，占总保有量的 0.41%。但麒麟厂保有的 202.2 万 t（表 2)，仅为 6#块状矿储量（Pb+Zn 77.53 万 t)，目前又新探明深部 8#、10#和矿山厂深部 1#块状富矿，合计新增黄铁矿 476.23 万 t，S 26.13%～31.01%，新增 Pb+Zn 28.22 万 t，Pb+Zn 25.07%～33.54%①。加上原有储量共保有 784.63 万 t，占总保有量 1.04%。

1.2 滇东黄铁矿带

产出在玄武岩顶部含煤地层宣威组底部的沉积型矿床，与玄武岩底部黄铁矿床属同一成矿系列。含余家老厂、扯土、阿东、史家寨 4 个单一黄铁矿床，保有 35 248.4 万 t，占总保有量的 46.60%。该同一成矿系列的 8 个矿床，共保有 41 819.6 万 t，占总保有量 55.20%。说明对该成矿系列的研究-勘查-开发，在云南占有重要地位。

1.3 滇西黄铁矿带

南北向昌宁-孟连裂陷槽下石炭统基性火山岩，在其北段产出云县含铜黄铁矿床，保有 53.1 万 t，(表 2)，在其南段产出澜沧老厂银-多金属矿床，老厂是火山岩上部 C_2—C_3 灰岩，是主要矿化围岩（铜厂街上部灰岩无矿化)，燕山期岩浆热液矿化是主要矿化期，深部已揭露出具夕卡岩铜矿化的花岗斑岩[1]本矿带保有 575.1 万 t，占总保有量 0.76%。

1.4 滇东南多金属-黄铁矿集中区（片）

主体成矿特征为燕山期与围岩接触带及外带（主）矿化。个旧矿区的复式岩体（90.4～81Ma)，都龙矿区的老君山复式岩体（118～95 Ma)，蒙自白牛厂矿区的文山薄竹山复式岩体(115～65 Ma)，前者外带为个旧组(T_2g_2)后二者为田蓬组($\in_2 t$)，均为碳酸盐岩石[2]。唯金平白马寨为印支期超基性岩($\sum^3_4$)矿化，围岩为 O_1 砂岩、页岩。本矿化集中区共保有 10 621.4 万 t，占总保有量 14.04%。

① 会泽铅锌矿，2001～2002 年麒麟厂 8#、10#与矿山厂 1#储量计算报告（内部）

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

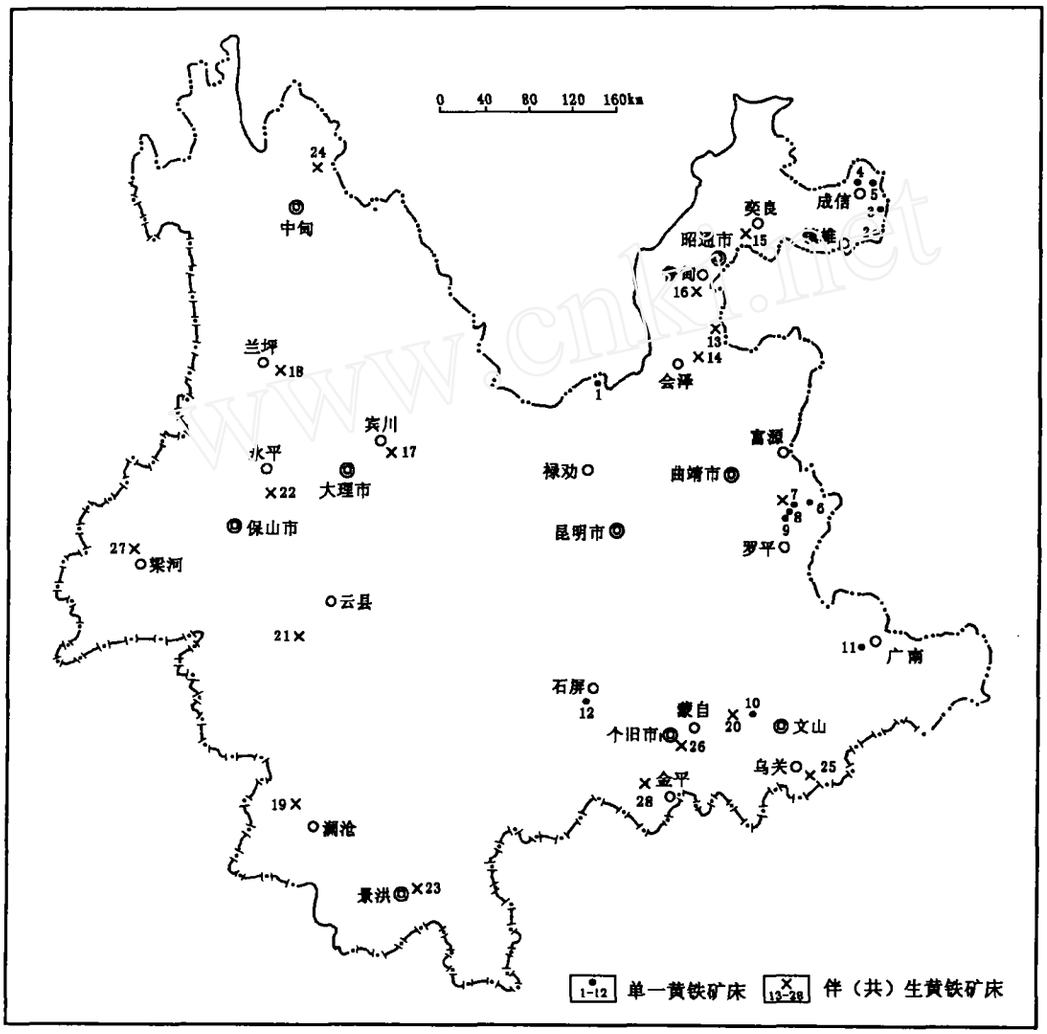


图 1　云南省黄铁矿床（含伴生矿）分布图

Fig.1　Distribution of pyrite deposits in Yunnan province

1.5　具有找矿前景的黄铁矿床（点）地质特征

（1）陆良鼠腊：陡山沱组（Zb*d*）“黑层”含矿，计算矿石量 20.1 万 t，S 27.49%，伴生微量 Pb、Zn、Mn（云南有色 307 队，1975）。

（2）弥勒宣武寨：玄武岩（$P_2\beta$）下部矿化，脉石为冰长石，计算矿石量 31.8 万 t，S 7.14%～14.02%，并具找金前景（西南地质局 538 队，1956）。

（3）建水白象山：个旧组（T_2g_2）灰岩铅锌-黄铁矿化，铅锌矿体底板为块状黄铁矿（未开采），含 S 21.82%～38.87%、Pb 0.14%～25.86%、Zn 0.32%～3.71%、Sb 0%～21.69%、Cu 0%～0.34%、Ag 60.16～573.1×10^{-6}（薛步高，1994）①。

（4）绿春大马尖山：燕山期石英斑岩与围岩 S_1 板岩、砂岩多金属矿化，矿石含 S 大于 10%、Pb 1.57%～23.82%、Zn 0%～3.24%、As 5.60%～35.1%、Sn 0.004%～0.66%、Ag 18.3×10^{-6}～298.2×10^{-6}、Au（0.24～0.73）×10^{-6}（最高 1.83×10^{-6}）（薛步高，1994）[3]。

（5）弥渡黄矿厂：泥盆系灰岩矿化，强硅化，控矿背斜轴部破碎带，长达 10km，NNW 翼近轴部矿化带上盘为喜马拉雅期石英斑岩，同样矿化，共圈定 6 个矿体，计算 Pb 金属量 62.4431 万 t，远景 100 万 t，Pb 0.8%～8.04%、Zn 0.1%～

① 薛步高，一个银铅矿的发现及其找矿意义，云南区域地质，1994，（12-13）：49～53

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

0.93%、Cu 0.024%～0.1%、As 0.002%～0.053%、Ag 24×10^{-6}～36×10^{-6}（最高 313×10^{-6}）。因矿石为铁帽状铅铁矾，见少量残留黄铁矿、方铅矿。可能为斑岩型铅矿，深部原生带具巨大找矿前景（云南有色 309 队，1959，4）。

（6）保山沙河厂：上寒武统板岩、变砂岩矿化，为单一黄铁矿床，矿体赋存在黑色碳质板岩中，含少量白铁矿、磁黄铁矿、毒砂、方铅矿。计算矿石量 6.05 万 t，远景 112 万 t，S 含量大于或等于 25%（省地矿局怒江队，1958 6）。

2 重点黄铁矿床地质特征

2.1 威信高田

矿带呈 NW 向反“S”型分布，北西起于四川珙县大弯磺厂，经云南威信的顺河-高田—镇雄的新场-黑树庄—贵州大方的大坡-石牛角-猫场（1700.9 万 t，S 17%～18%，贵州 113 队），全长 175km，宽 10～20km。矿带主要分布在峨眉山玄武岩东侧尖灭地段。

黄铁矿体，赋存在茅口灰岩（P_1m）侵蚀面之上β_4^3底部凝灰岩中（少数为燧石层），呈豆荚状、似层状，受底板古岩溶侵蚀面起伏控制，一般厚 1～5m，最厚 7.19m（黑树庄），走向 NW，10～30° NE 倾。矿石以黄铁矿为主，粒径 0.01～0.7mm，少量白铁矿，微量菱铁矿、黄铜矿，划分为“含火山碎屑粘土岩型”与“粘土岩型”，少数为“燧石型”（顺河）。在顺河矿区，矿工称星点状、斑点状黄铁矿石为“花矿”（重要类型），称致密浸染状矿石为“棚石”（品位高）。一般含 S 11%～12%，上富下贫，多为Ⅲ级品。一般矿石化学成分（%）：TFe 10～15、SiO_2 26～35、Al_2O_3 24～30、TiO_2 2～6（金红石）、CaO 0.1～1.0、MgO 0.1～0.5、MnO 0.01～0.03（甘朝勋，1988）[4]、F 0.03～0.05、As 小于 0.5、Pb 0.00～0.01、Zn 0.01～0.1（昭通队，1959）。

据有关部门预测①：仅威信、镇雄二县，在侵蚀面之下 600m 内，含 S 大于 18%的黄铁矿石远景储量为 93 549 万 t，（上表仅 6 571.2 万 t），其中高田矿区已探明 11 764 万 t（上表仅 1 203 万 t），其中富矿（S≥22%）2 298 万 t、贫矿（S 18%～22%）9 644 万 t①。

2.2 禄劝新村

矿区位于昆明市最北端，金沙江南岸大裕树区。矿区构造呈椭圆盆状向斜（长轴 E—W 向），向斜北侧金沙江南岸灯影组（Zb*dn*）与棲霞组底部含煤（P_1q）呈断层接触，β_4^3被错失，其上与合资组（T_3s）呈不整合接触。向斜东、西、南三面，Zb*dn* 直接与 T_3s 呈不整合接触。

赋矿层位有二处：向斜北侧 P_1q 下部砂岩、粉砂岩（矿层下盘为梁山煤系）与向斜东、西两侧 Zb*dn* 与 T_3s 不整合面砾岩层之上的砂页岩。共探明两层矿，7 个工业矿体，其中 I－1 最大，占总储量的 95%，长 1350m，宽 577m，厚 6.47m，倾角 11～15°，埋深 9～45m，呈层状。全为Ⅲ级品，共批准上表(2001)保有储量(C+D) 1546.2 万 t（C 887.2 万 t），平均 S 22.90%、F 0.049、As 0.005%、Cu 0.03%、Ni 0.032%、Pb 0.00%、Zn 0.009%、SiO_2 33.20%、Al_2O_3 16.04%、CaO 1.06%、MgO 0.72%、TiO_2 4.02%、V_2O_5 0.08%（李伟康，1987）②。选矿效果好，精矿含 S 41%～43%（Ⅰ级品），回收率大于 90%。上部适于露采，下部平硐开采，剥采比为 6，最大 10，最小 3。

2.3 云县铜厂街

含铜黄铁矿区，北起唐尼干，南至蚂蝗阱，东自红岗，西至大麦地，面积 32km²。从北到南，包含懒礁山、铜厂街、赵家寨、蚂蝗阱、大麦地五个矿段。

昌宁-孟连裂陷槽北段，下石炭统平掌组下段（C_1pn^1）基性火山岩为赋矿层，其南段同层位的依柳组（C_1y）基性火山岩为大型澜沧老厂银（铅）-多金属矿床（铜厂街之南 200km 的次要矿化围岩。

（1）C_1pn^1（300～500m）火山喷发-沉积建造，含 5 个旋回，每个旋回均由火山角砾岩、角砾质凝灰岩、安山质玄武岩组成。在凤庆郭大寨见枕状构造，显示海底火山性质。据玄武岩的特

① 云南地质局资料处，云南省矿产资源对建设保证程度论证分析，1990
② 李伟康，禄劝矿产开发规划建议书，云南有色 305 队，1987（内部）

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

征对比（表 3），属于大陆裂谷型玄武岩。矿区玄武岩可变质为各类绿片岩夹薄层灰岩（大麦地）与多层硅质岩（蚂蝗阱之东）。下盘为下泥盆统温泉组（D_1w）砂岩、页岩夹硅质岩（>505m）；上盘为平掌组上段（C_1pn^2）灰岩、大理岩（355～380m）。C_1pn^2 之上为 C_2—C_3 灰岩夹白质灰岩（1040m），见于西侧乌木龙等地，在矿区没有矿化，但在澜沧老厂为主要矿化围岩（燕山期）。

（2）矿体与矿石特征　矿区共圈定 4 个工业矿体，懒礁山含Ⅰ#，铜厂街含Ⅱ#—Ⅳ#（表 4）。矿石划分为硫化块状、浸染状与氧化矿石三类（表 5）。

表 3　矿区及有关玄武岩化学成分（%）对比表

Table 3　Comparison of basalts from mines to ones elsewhere in chemical composition

名　称	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	备　注
铜厂街（5 件）	46.56	1.47	15.92	4.55	6.03	0.35	7.45	8.83	2.89	0.88	0.15	杨嘉文，1982 [5]
澜沧老厂（9 件）	45.71	2.53	13.60	5.01	8.36	0.11	5.70	7.02	3.59	1.14	0.56	周凤禄，1991[1)]
攀西裂谷（57 件）	48.29	2.82	12.71	4.18	8.89	0.17	6.83	9.26	2.61	1.21	0.29	刘　杖，1982[2)]
大陆裂谷	47.80	2.20	15.30	(Tfe) 12.40	—	—	7.00	9.00	2.85	1.31	—	Kentc.condie，1976[3)]

注：1）周凤禄，澜沧老厂铅锌银矿床成矿条件浅识，西南矿产地质，1991，(2)：16～287，

2）刘杖，峨眉山玄武岩的岩石化学特征及其喷溢的大地构造环境，康滇大陆古裂谷带研究进展报告，川地攀西地质大队，1981，1：74～92

表 4　矿体规模与品位对照表

Table 4　Size vs. grade of orebodies

矿段	矿体	产状	长（m）	厚（m）	宽（m）	Cu（%）	S（%）	备　注
懒礁山	Ⅰ	N15° W 25～37° SW	760	0.42～7.50 1.73	37～250 143	0.38～3.25 1.21	>25	曹迪夫，1981[1)]
铜厂街	Ⅱ	N25° E 35° NW	693	0.45～3.66 1.25	20～215 117	0.30～1.02 0.84	26.80～ 40.00	
	Ⅲ	N20° E 65° NW	140	0.20～1.65 0.68	70～110 90	0.41～3.25 0.79	氧化矿	
	Ⅳ	N23° E 65～70° SE N25° W 10～20°，NW （向斜两翼）	977	0.10～12.60 1.60	58～364 211	0.30～8.04 1.50	22～33	

注：1）曹迪夫，云县铜厂街矿区深部评价报告，云南有色 304 队，1981，10

表 5　不同矿石类型主要矿物含量对照表

Table 5　Contents of major minerals from various ore types

矿石类型		含　量（体积%）					备　注
		黄铁矿	黄铜矿	磁黄铁矿	磁铁矿	脉石矿物	
块　状	黄铜矿、黄铁矿型	40～70	3～30	0～微	1～10	绿泥石、滑石、碳酸	
	黄铜矿、黄铁矿、磁铁矿型	5～70	3～30	0～微	20～70	盐矿物、石英	施加辛，1975[1)]
	黄铜矿、黄铁矿、磁黄铁矿型	20～50	5～10	25～60	1～8		
浸染状	星散浸染型（含矿绿片岩）	1～20	0～15	无	少	绿泥石、碳酸盐矿物、	
	网脉侵染型	40±	25±	无	无	绢云母、石英	
氧化矿	褐铁矿型（赤铁矿、孔雀石、水胆矾）	—	—	—	—	石英、绿泥石	曹迪夫，1981[2)]

注：1）施加辛，铜厂街含铜黄铁矿床的岩矿特征，云南地质科技情报，1975，(2)：32～44；　2）同表 4 注

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

(3)该矿经云南地矿局四队工作后,于 1968 年 2 月提交报告,共批准上表(2001)保有储量 Cu 0.8073 万 t、黄铁矿石 53.10 万 t。后经有色 314 队工作,于 1981 年重新计算 Cn(C+D+E) 3.8057 万 t(其中懒礁山 1.1710 万 t),平均 Cu 1.25%。其中 C+D Cu 1.7703 万 t,平均 Cu 1.34%(其中懒礁山 0.5365 万 t,Cu 1.24%)(曹迪夫,1981)。

笔者认为:该矿区构造复杂,火山岩带具相当规模,有的学者认为属于西藏江达--云南德钦蛇绿岩带的南延部分(杨嘉文,1982)[1]。已知五个矿段,仅铜厂街、懒礁山工作较详,其它矿段工作程度甚差。对矿区内基性侵入-基性喷发-超基性侵入岩系整体及其有关的铜、镍、钴矿化一并进行找矿与研究。铜储量有望达到中型,黄铁矿量亦会大幅度增加。

2.4 梁河丝光坪

丝光坪锡矿,属于滇西来利山大型锡矿中的一个矿段。由当地村办乡镇企业矿山经营,产品为锡精矿与回收的黄铁矿石。

矿山首采块段,提交锡金属 6293t,Sn 1.241%①,后经再次工作,累计探明全区上表(2001)储量 2.0092 万 t,Sn 0.862%(保有储量 1.7957 万 t),黄铁矿石 182.4 万 t,S 27.55%(保有储量 181.8 万 t),其中 I 级品保有 19.9 万 t,S 36.50%②。

(1)矿床简况 来利山矿区,矿化地层为石炭系勐洪群,共 9 个岩性段,第 5 岩性段(Cmh^{5-3})为来利山矿化地层(>300m)。第 6、4 岩性段为丝光坪矿化地层。Cmh^{6-1} 厚度大于 60m、Cmh^{4-4} 厚度大于 50m、Cmh^{4-3} 厚度大于 110m,由角岩化石英砂岩、板岩组成,在其层间破碎带矿化。

中粗粒花岗岩(γ_6^{1-2})为成矿母岩,Rb-Sr 53.5±1.7Ma,面积 1.2km^2,含 Sn 45×10^{-6}。来利山主矿体属于该岩体正接触带,丝光坪矿体属于正接触带之东 2700m 的外带围岩中。

F_6 导矿断裂,近 S—N 向,向 W 陡倾,纵贯矿区,长 2km,断裂带宽数米至数十米,早先张后压性质,具绿泥石化与黄铁矿化。F_{15} 层间破碎带为丝光坪主要储矿构造,走向 NEE 至 E—W 向,上部缓倾呈波状,长 600 余 m,宽 3～5m,深部转为向北陡倾的断层,控制硫化盲矿群的产出。

黄铁矿化、云英岩化为主要围岩蚀变,次为硅化、钠长石化。黄铁矿化强烈者构成“块状石英黄铁矿锡石型”矿石;云英岩化强烈者,构成“云英岩型”锡矿石。退色硅化带是矿体底板的重要标志。

(2)矿体特征 首采块段 V_4 主矿体,被圈定为沿 F_{15} 产出的缓倾斜似层状、透镜状矿体。经笔者③在矿区工作后,发现由露头(1880m)至 1850m 为缓倾矿体,长 540m,垂厚 0.89～20.69m(平均真厚 4.13m),全为氧化矿,含 Sn 0.28%～4.75%(平均 1.178%)。由 1850～1765m,在垂深 85m 6 个中段所揭露的矿体,走向近东西,向北倾。笔者将 1850m 高程之下的盲矿,改回为 6 条矿脉,其中 V_{4-3} 为主矿体。

V_{4-3} 主矿体:由 1#坑(1840m 高程)揭露,长 175m 左右,向下至 2#坑(1834m)、付 K_9 坑(1822m)、3#坑(1807m)、新 10#、10#、老 10#(均为 1780m)及 1780#坑,矿体长 300m 左右,厚 13.50～17.33m。在最低的 1765#坑全为硫化矿,长大于 50m,厚 10～25m。其上诸中段,在东段主要为硫化矿,西段主要为氧化矿(长 75～200m,厚 1.5～25m,Sn 2.83%)东局部残存硫化矿,为矿山主要开采对象。

笔者统计 1780 中段,69 件硫化矿单样,平均 Sn 0.95%;108 件氧化矿单样,平均 Sn 2.83%(地表 1.178%),深部增富。因 1780 中段存在大量氧化矿,其下 15m 的 1765 中段又全为硫化矿,故推测硫化矿顶界在 1772m 左右(地表下 108m)。

(3)矿石矿物组成见表 6,矿石化学成分见表 7。

①云南地矿局四队,丝光坪锡矿首采块段储量计算报告,1987

②云南地矿局四队,来利山锡矿区丝光坪矿段详查地质报告,1990

③薛步高,云南丝光坪锡矿地质特征,云南区域地质,1994,(12-13):41～48

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 6　不同矿石类型矿物组成对照表

Table 6　Mineral assemblages of various ore types

矿石类型	矿物共生组合		锡赋存状态
	主　要	次　要	
石英富黄铁矿云英岩型	黄铁矿+磁黄铁矿 30%～40%，锡石 1%～2%，石英 20%～30%，白云母 5%～10%	绢云母+方解石 3%～5%、粘土矿物	锡　石
锡石、木锡石、蛋白石、英绢岩型	石英、木锡石、锡石、蛋白石	镜铁矿、绢云母、重晶石	木锡石、锡石

表 7　矿石与精矿化学成分（%）对照表

Table 7　Contrast of raw ore to concentrates in chemical composition

名　称	Sn	WO_3	Bi	Mo	Cu	Pb	Zn	$Ag\times10^{-6}$	S	As
硫化矿组合分析[1]	—	0.031	0.01	0.005	0.08	0.02	0.01	0.00	16.47	—
氧化矿组合分析[1]	—	0.029～0.037	0.02～0.03	0.005～0.02	0.02～0.03	0.03～0.04	0.01～0.02	8.87～28.53	0.04～0.09	—
硫化精矿多元素分析[2]	47.09	0.20	0.018	—	—	—	0.40	—	3.28	0.015
氧化精矿多元素分析[3]	41.41	—	—	—	—	—	—	33.40	3.33	—

注：1）云南省地矿局四队，丝光坪锡矿首采段储量计算报告，1987；2）昆明冶金研究所，丝光坪硫化矿选矿报告，1989；3）云南地矿局测试中心，丝光坪氧化矿小型选矿试验报告，1987

（4）矿石工艺加工性能

硫化矿入选原矿，含 Sn 0.73%、S 43.58%。黄铁矿占矿物量的 84.7%，锡石占 1.08%、石英占 12.8%，其它占 1.42%。浮选获 1 级优质硫精矿，含 S 49.69%、Sn 0.15%、As 0.024%、F 0.0032%，回收率 97.97%。尾矿含 Sn 4.27%、S 6.28%，再对其重选，获锡精矿含 Sn 47.09%（五级品）、S 3.28%、Fe 8.54%、WO_3 0.2%、Bi 0.018%、Zn 0.40%、As 0.015%（昆明冶金研究所，1989）。选矿效果良好。

（5）丝光坪产出的木锡石-锡石-镜铁矿-蛋白石矿物组合（中—低温）为云南首例。但笔者认为：其主体成矿作用仍为喜马拉雅早期气化-高温热液形成的“石英富黄铁矿云英岩型”矿化（氧化矿为褐铁矿型），其后中—低温形成的“锡石-木锡石-镜铁矿-蛋白石绢英岩型”矿化叠加，形成的复成因矿床。

由于乡镇企业矿山技术与设备的限制，各中段均由近地表的西端开坑，向东追索最长仅 300m 左右，因东段多为硫化矿，故坑道多停留在硫化矿内，未能控制矿化走向全长。由露头至最低中段，仅控制垂深 115m，因最低中段 1765m 始全部出现硫化矿，故笔者推测：由 1765m 中段向下 200m（1565m 中段）尚存在大量硫化矿，预测可新增 Sn 不下于 2 万 t，黄铁矿石不下于 400 万 t，应尽快开展深部详查工作。

3　黄铁矿开发前景探讨

现在单一开采黄铁矿的矿山仅有顺河、黑树庄、阿东、扯土、板茂、新村等 6 处，另有 11 处有色金属矿山回收硫精矿。制硫磺的企业仅有镇雄、威信与驻昆解放军等 3 处，制硫酸的企业仅有昆阳与红河磷肥厂、云南冶炼厂、腾冲等 4 处。2000 年全省产黄铁矿石 24 万 t 左右、硫酸 120 万 t 左右，每年仍需由外地购入硫精矿 5～6 万 t，至今未形成规模型硫原料与加工基地。

以往有关硫矿业的发展规划，均单一考虑如何增加矿石、硫酸、硫磺的产量。近年，云南老年科协向省政府提出“昭通湿法磷酸基地（15 万 t/a）”项目预可行性报告①。特点是利用硫、磷优势资源的结合和内昆线通车，外部条件改善的大好机遇，不仅可满足本省磷铵与三元高效复合磷肥对磷酸的需求，而且还可向东南亚出口，2000 年 12 月首次向印度出口 600t（印度每年要进口磷酸 125 万 t），受到印方好评。选择晋宁磷矿（保有 1 级品矿石 7883.2 万 t，P_2O_5 31.93%），

①云南省老年科协轻化工专业组，昭通湿法磷酸基地（15 万 t/a）预可行性报告，2001

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

为低镁易洗风化富矿，(MgO 含量不高于 1.50%、R_2O_5 含量不高于 3.00%) 供矿矿山，铁路直达昭通，入厂价 100 元/t 左右。硫精矿由镇雄、威信(首选高田)新建的现代化采-选矿山提供，入厂价 170 元/t 左右 (云浮矿出厂价 170 元/t 左右)。湿法生产磷酸工艺，原料费占总成本的 63%，其中硫酸费又占原料费中的 75%，在硫酸成本中，硫精矿费又占硫酸成本的 67%。因而，降低磷酸成本，关键在于降低硫精矿的成本。当前，购云浮 I 级黄铁矿石到昭通价为 300～350 元/t ，而当地产品入厂价仅 170 元/t 左右，可大幅度降低磷酸成本。

15 万 t/a 磷酸厂，相当全省现有产量 5 倍，副产 40t/a 硫酸，相当现有产量 1/3。可引进贵州化工研究院研制的低品位黄铁矿制酸装置 (贵州炉) 和云南省环境保护委员会提出的“密闭组合式三化炼硫技术”减少环境污染，并试验以石膏生产硫酸的工艺，因为巧家县金沙江南岸有鲁纳田大型石膏矿，上表 (2001) 储量 19 亿 t，$CaSO_4$ 70.08%。并需建立 80 万 t/a 黄铁矿现代化采-选矿山(现有全省产量的 3.3 倍)。估算总投资 5.5 亿元。如省政府组织论证后可正式立项，预期在最近几年内，在滇东北就可形成云南唯一的硫资源开发-加工的最大基地。

参 考 文 献

1 薛步高. 论澜沧老厂银铅多金属矿床成矿特征[J]. 矿产与地质，1998，(1)：26～32

2 薛步高. 含锡花岗岩外带的银铅多金属矿床地质特征[J]. 矿产与地质，1995，(6)：499～503

3 薛步高. 云南伴生金矿初步研究[J]. 矿产与地质，1989，(4)：10～13

4 甘朝勋. 贵州的硫铁矿资源[J]. 贵州地质，1988，(2)：157～166

5 杨嘉文. 对云县铜厂街蛇绿岩的探讨[J]. 云南地质，1982，(1)：59～71

DISCUSSION ON GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PYRITE DEPOSITS IN YUNNAN AND THEIR DEVELOPMENT

Xue Bugao

(Yunnan Bureau of Village and Township Enterprises)

Abstract

The pyrite deposits in Yunnan province have the fifth most proven reserves of the country.58.70 percent of the reserves are reserved in monomineralic pyrite deposits and 41.3 percent in polymineralic (or associated with, and accompanied by, nonferrous metals) pyrite deposits. These deposits generally occur as relatively concentrated, enjoying better external conditions for tapping and utilizing. Providing that these advantages are given a full play and the rich phosphate resources of the central and northeastern parts of Yunnan are developed for building a 150000 t/a phosphoric acid factory in Shaotong of the province, the wide demand by Yunana itself on phosphoric acid due to vigorously advancing high-efficacy, phospham and ternary, composite fertilizer trades can not only be met, but a certain amount of phosphoric acid and related chemical products can be exported to the Southeast Asian district. In this way, only the largest base of China, integrating resource tapping and processing, will emerge in Northeast Yunnan.

Key words: sulfur resource, general situation, pyrite deposit, tapping proposal

启 事

因版面紧张，本期“信息流”暂停刊出，特此敬告。

《化工矿产地质》编辑部

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net