第 23 卷 第 4 期
2001 年 12 月

化 工 矿 产 地 质
GEOLOGY OF CHEMICAL MINERALS

Vol. 23 No. 4
Dec. 2001

云南钴矿地质特征及找矿探讨

薛步高*

(云南省乡镇企业管理局)

提 要 云南钴矿化类型较为多样,多产铜、铜-镍、铂钯及铁矿床中,尤其是东川式铜深部条件与胡篦型深部店头铜矿发现富钴矿脉极类似;新平大红山铁矿下部铜矿含钴又与海南石录铁矿下部含钴铜矿(大型)甚为相似。在沉积-改造型铅锌矿下部(螺丝塘)发现富钴矿脉,是重要的找矿新线索。从铜矿床的伴(共)生钴入手,并深入研究大红山含钴铜矿及螺丝塘铅锌矿下部的富钴矿化,是云南扩大找钴的重要方向。

关键词 钴 铜 铅锌 矿化特征 找矿方向

0 前言

我国及云南的独立钴矿床资源并不充裕。由于钴的地球化学特征,决定其多产出在岩浆型铜镍矿床、铂钯矿床,夕卡岩型与火山岩型铜铁矿床及沉积-改造型铜矿床中。基性或超基性岩风化壳矿床,是较为常见的外生钴矿床类型。

云南已上表伴(共)生钴矿床共 25 处,其中产于铜矿床中有 18 处,产于铂钯及镍矿床中共 5 处,产于铁矿床中 2 处。累计探明 4.0293 万 t,居全国第三位。规模达中型者 6 处,小型 17 处,表外 2 处。

国内以海南石录矿床为主体铁矿之下的大型 Cu-Co 矿床最为著名,与云南新平大红山矿床主体铁矿体之下的含钴铜矿床有极大的相似性;中条山胡篦矿区深部店头矿床发现富钴矿床,为与其相似的东川式铜矿深部找钴,指示了良好的前景。云南可供利用的钴资源短缺,但作为钴的矿化类型却较为齐全。整体可构成工业钴矿床(体)的有东川式沉积-改造型铜矿床(易门老厂、元江鸡冠山)、沉积-改造型砂岩铜矿床(永平厂街)、热液型铜矿床(普洱白龙石)、岩浆型铜镍矿床(金平白马寨)和超基性岩风化壳矿床(麻栗坡南庄)。作为伴(共)生钴产出的含钴矿床(含 Co 小于 0.06 %),除上述类型外,尚有夕卡岩铜矿床(中甸红山)、斑岩铜矿床(中甸雪鸡坪)、超基性岩铂钯矿床(大理迎凤)和火山岩铁铜矿床(新平大红山)。过去虽有以上述矿床中的主金属作为勘探和科研的对象,但对伴(共)生钴的评价、远景等没有进行深入细致的工作。故从伴(共)生钴的矿化特征入手进行深入的研究,可以发现良好的找钴前景,因此撰写此文,供相关人士研究、讨论。

1 云南钴矿床一般地质特征

云南钴矿化的一般地质特征,详见表 1、表 2。择其含钴的主要类型,阐述如下。

* 作者简介:薛步高,男,69 岁,地层及矿床专业,教授级高级工程师。云南昆明,邮码:650011
收稿日期:2001-08-24

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 1　云南工业(≥0.006 %)钴矿床(体)统计对比表

Table1 Comparison of industrial cobalt deposit (≥0.06) in Yunnan province

类型		矿床	含矿层或岩体	含量(%) Co	含量(%) Cu	备注
东川式铜矿	易门矿区	老厂	昆阳群落雪组(Pt *l*)	0.11	0.72	
		七步郎	昆阳群落雪组(Pt *l*)	0.061	0.72	
		万宝厂	昆阳群因民组(Pt *y*)	0.083	0.98	
		峨腊厂	昆阳群因民组(Pt *y*)	0.068	0.82	
		大黑山	昆阳群因民组(Pt *y*)	0.14	0.65	
	元江矿区	鸡冠山	昆阳群落雪组(Pt *l*)	0.157	1.24	
		铜厂冲	昆阳群因民组(Pt *y*)	0.121	0.71	表外储量
砂岩铜矿		永平厂街	花开左组-景星组(J_2h - K_1j)	0.076	1.32	中型矿
热液铜矿		普洱白龙厂	长兴组(P_2c)	0.066	2.52	
沉积 - 热液叠加矿床		路南螺丝塘(下部)	陡山沱组(下段) Zb *d*	0.326～0.78	1.52	Ni 0.195 %～0.30 %
岩浆铜镍矿床		金平、白马寨	海西期超基性岩体($\sum_4^3$)	0.068	0.75	Ni 1.23 %,小型矿
		保山、大雪山	海西期超基性岩体($\sum_4^3$)	0.12	0.64	Ni 1.28 %,储量未上表
基—超基性岩风化壳矿床		麻栗坡南庄	海西期蛇纹岩体 $\sum_4^3$	0.115		Ni0.71 %
		富源西流水	二叠系玄武岩 $P_2\beta$	3.11		Mn19.22 %

表 2　云南含伴(共)生钴(<0.6 %)矿床统计对照表

Table 2 Comparison of cobalt - associating (or synexsisting) copper deposits in Yunnan province

类型		矿床	含矿层或岩体	含量(%) Co	含量(%) Cu	备注
东川式铜矿	东川矿区	落雪	落雪组(Pt *l*)	0.001	1.02	
		因民	落雪组(Pt *l*)	0.0012	0.84	
		汤阳	落雪组(Pt *l*)	0.002	0.87	
	易门矿区	梭左	落雪组(Pt *l*)	0.0011	0.67	
		起乍	落雪组(Pt *l*)	0.002	0.66	
		狮子山	落雪组(Pt *l*)	0.003	0.91	
		狮山	因民组(Pt *y*)	0.002	0.95	
		凤山	落雪组-因民组(Pt *l* - Pt *y*)	0.0023	0.95	
		一都厂	因民组(Pt *y*)	0.032	0.93	
		炉房	因民组(Pt *y*)	0.026	0.75	
	元江矿区	红龙厂	落雪组(Pt *l*)	0.046	0.83	
		白龙厂	落雪组(Pt *l*)	0.054	0.75	表外储量
	罗次-武定矿区	大箐	因民组(Pt *y*)	0.0019	0.69	
		朱家坝	因民组(Pt *y*)	0.033	1.21	
		迤纳厂	落雪组-因民组(Pt *l* - Pt *y*)	0.012	0.97	
		大美厂	绿汁江组(Pt *lz*)	0.0017	1.31	
砂岩铜矿		永平水泄	花开左组(J_2h)	0.05	1.64	As1.31 %,小型矿
		江城瑶家山	水城组 $J_{2-3}sh$	0.04	1.57	
夕卡岩铜矿		中甸红山	红山组(J_3h)与印支期,石英二长斑岩	0.0045	0.94	
斑岩铜矿		中甸雪鸡坪	曲戛寺组(J_3q)印支期闪长玢岩、二长斑岩	0.0021	0.63	Mo0.0054 %
		祥云马厂阱	向阳组(O_1x)与燕山期花岗斑岩	0.0044	0.64	Mo0.0796 %
超基性岩浆矿床		元谋朱布铂矿	下元古界苴林群(Pt_1jl)与印支期辉石橄榄岩	0.013	0.22	Pt + Pd0.89g/t
		弥渡金宝山铂钯矿	泥盆系金宝山组($D_{2-3}j$)与海西期超基性岩	0.0145	0.39	Pt + Pd0.795g/t
		大理迎凤铂矿	向阳组(O_1x)与海西期橄榄岩	0.0182	0.06	Pt + Pd0.605g/t
		牟定大民太铜镍矿	苴林群(Pt_1jl)与海西期橄榄辉长岩	0.027	0.73	Ni0.25 %
火山岩矿床		景洪三达山含铜黄铁矿	下二叠统火山岩(P_1?)	0.05	2.09	S20.36 %
		景洪大勐龙铁矿	下二叠统火山岩与印支期闪长岩	0.0397		中型
		新平大红山铁铜矿	下元古界大红山群曼岗河组(Pt_1dh)	0.0185	0.66	中型
风化壳矿床		墨江硅酸镍矿	印支-燕山期蛇纹岩侵位在 T_3 砂岩	0.03		Ni0.91 %,中型

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

1.1 东川式铜矿床

云南的主要铜矿类型,也是产出伴(共)生钴矿的主要类型。铜矿石中普遍含钴(0.001 %～0.0054 %),因为其含铜围岩本身,就是含钴的高值层。易门东矿带落雪组白云岩(66 件)平均含钴 0.0012 %;西矿带落雪组黑色碳硅质白云岩(黑层),平均含钴 0.0028 %(272 件)[1],相当于碳酸型盐岩钴克拉克值(0.1×10^{-6})的 280 倍。但并非东川—元江整个铜矿带都有工业钴矿床(体)的产出,仅在易门与元江铜矿区才有工业钴矿床(体)的产出。其主要特征是:

(1)构造发育(背斜及交叉或网状断裂);

(2)矿物组合中存在独立钴矿物;

(3)围岩蚀变强烈(硅化、黄铁矿化、黑云母化);

(4)钴矿体或铜钴矿体常在主体铜矿体上下盘或其一侧产出;

(5)矿床存在 Cu、Co(Au)、As、Pb、Zn 叠加化探异常。说明钴是在铜沉积-变质成矿之后,受晚期构造(晋宁或燕山期)控制的热液叠加矿化现象与深部隐伏的酸性岩体有关。

1.2 沉积-改造型砂岩铜矿床

最具代表性的为永平厂街(北)-水泄(南)铜矿带,合称"永平铜矿"。产于兰坪中、新生代盆地西缘南段,西临澜沧江变质带。

厂街矿区含矿层位略高,为下白垩统景星组($K_1 j$)中细粒砂岩、泥岩互层(400m),为象山、狮山含矿层;中侏罗统花开左组($J_2 h$)浅色砂岩、钙质泥岩、泥灰岩等,厚 300(厂街)～92m(水泄),为厂街(弥勒山)与水泄的共同含矿层;上三叠统麦初箐组($T_3 m$)细砂岩、砂质泥岩互层夹灰岩透镜体(60～275m),仅在水泄含矿。

厂街控矿构造为厂街-上别列向斜北端抬起处,北西向断裂(F_{111})及破碎带控矿;水泄控矿构造为和尚山-小团山背斜倾没端及西翼的 NNW、NNE 向断裂控矿。两矿区共同的蚀变为退色化、菱铁矿化和重晶石化,水泄另有黄铁矿化。

厂街主矿体为倾层状 V_{11} 矿体[2],赋存在 $J_2 h$ 组白云质泥岩退色层间破碎带中,NW(305°)走向,长 560m,宽 300m,SW 倾 0°～50°,平均厚 5.54m(最厚 36.01m),平均含 Cu 1.32 %(最高 11.76 %)、Co 0.076 %(最高 0.796 %),占该矿床铜储量 65 %、钴储量 64 %。

水泄似层状主矿体[3],赋存在 $T_3 m$ 与 $J_2 h$ 组浅色砂岩层间破碎带中,长 510m,宽 40～236m,厚 2.72～4.42m,平均含 Cu 1.64 %、Co 0.05 %,比厂街钴含量大为降低。

矿石矿物组合:两矿床共同的组合为砷黝铜矿、黄铜矿(主),次为方铅矿、闪锌矿、辉锑矿、辰砂等。共有的载钴矿为黄铁矿、毒砂,但厂街另有辉砷钴矿、辉钴矿、辉砷镍钴矿等,故含钴比水泄高。共有的脉石矿物为菱铁矿、重晶石、石英等。

1.3 热液型铜矿床

以普洱白龙厂为代表,上二叠统长兴组灰岩破碎带矿化,灰岩顶部页岩为良好的矿化遮挡层。共圈定 15 条脉状矿体①,最大矿体长 260m,厚 1～2m(最大 5m),平均含 Cu 0.75 %(最高 18 %)、Co 0.054 %(最高 0.28 %)。矿物组合以砷黝铜矿为主;次为辉铜矿、方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、辰砂及雄黄、雌黄等。围岩蚀变为硅化、重晶石化。

1.4 岩浆型铜镍矿床

金平白马寨最具代表性,含矿岩体产于白马寨背斜倒转南西翼的基—超基性复合岩体中。同心环带状Ⅱ岩体为主要含矿岩体[4],长 1600m,宽 300m,斜深 360m,核心为 Cu-Ni 矿体(长 425m,宽 51m,厚 9.3m),向外为橄榄岩,再外与橄榄岩、辉石岩过渡,最外为辉长岩。块状富矿体采矿出矿品位为 Cu 1.68 %、Ni 3.19 %、Co 0.16 %、S 30.27 %;贫矿为 Cu 0.599 %、Ni 0.8 %、Co 0.042 %(地质平均品位 0.068 %)、S 7.40 %。矿物组合为磁黄铁矿(占矿物总量11 %)、黄铜矿(1.37 %)、镍黄铁矿(1.35 %)、磁铁矿(1.28 %);脉石矿物为绿泥石(30.69 %)、滑石(21.25 %)、蛇纹石(10.34 %)、透闪石(10.20 %)。据矿物研究,钴呈杂质赋存在磁黄铁矿中。

1.5 基—超基性岩风化壳矿床

以麻栗坡南庄为代表,蛇纹岩体侵位在上三叠统八盘寨组(T_3^1)粉砂岩、泥岩中,岩体面积 2.025km^2,风化壳中圈定矿体②,长 480m,宽

① 云南省地矿局 16 队,思(茅)—普(洱)区白龙厂(普洱)等踏勘小结,1971

② 西南有色地勘局 310 队,麻栗坡县南庄铁钴镍风化壳地质报告,1962

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

340m,厚 3.10m。矿石类型为含红土型土状矿石(Co 0.067 %～0.115 %、Ni 0.37 %～0.71 %、Fe 34 %～44.90 %);钴土矿石(Co 0.089 %～0.062 %、Ni 0.36 %～0.57 %)及硅酸镍矿石(Co 0.034 %、Ni 1.035 %)。

2　单矿物含钴性的对比研究

云南省内常见 9 种载钴矿物,其中 6 种可形成独立钴矿物,另 3 种(黄铜矿、黝铜矿、磁黄铁矿),钴呈杂质状态赋存其中,一般不能形成工业钴矿化。各矿床载钴单矿物对比,详见表 3。

由表 3 可见:易门与厂街矿区产出的独立钴矿物最为广泛,因而形成工业钴矿床(体)。其中七步郎、狮子山的辉砷钴矿(七步郎矿:Co 33.53 %、As 41.12 %、Ni 0.25 %、S 24.42 %;狮子山矿:Co 33.94 %、As 44.68 %、Ni 1.41 %、S 19.83 %);厂街的镍辉砷钴矿(Co22.32 %、Ni 11.17 %、Fe 7.01 %,电针)、辉钴矿(Co 24.79 %、As 42.48 %、Ni 0 %～0.53 %、Fe 1.98 %、S 24.41 %,电针)均接近其理论值含量。产于东川式铜矿与厂街铜矿的黄铁矿,明显有二个等级的含钴量,与铜矿同期的黄铁矿,含 Co 小于 0.3 %,铜矿晚期叠加的黄铁矿含 Co 大于或等于 1 %,最高大于 2 %(七步郎、厂街),唯万宝厂含 Co 0.772 %,处于过渡状态。同样,厂街矿的毒砂亦有二个等级,晚期毒砂含 Co 大于 5 %,可视为有独立钴矿物存在。黄铜矿含钴,普遍见于东川式铜矿,一般 Co 0.02 %～0.044 %,其中万宝厂最高(0.181 %),红龙厂最低(0.002 %),如没有独立钴矿物与其相伴产出,是不能形成工业矿化的。黝铜矿含钴普遍见于东川式与砂岩型铜矿,含 Co 高(0.016 %～0.416 %),其中瑶家山最高(1.15 %),经常有独立钴矿物与其相伴产出,是寻找工业钴矿化的重要标志。磁黄铁矿含钴仅见于白马寨与红山(0.022 %)和雪鸡坪(0.22 %),后者高于前者 10 倍,说明斑岩铜矿更有利于钴的富集。

表 3　载钴单矿物含钴量(%)对比表

Table 3 Comparison of cobalt contents of cobalt - containing single minerals (%)

单矿物	黝铜矿	黄铜矿	黄铁矿	磁黄铁矿	毒砂	辉砷钴矿	辉砷镍钴矿	辉砷镍矿	辉钴矿
七步郎[1]		0.03 (10 件)	0.026 2.177(6 件)		0.60	33.53(6 件)			
万宝山[1]	0.416 (4 件)	0.181	0.066(6 件) 0.772			22.40	16.11	8.18 (3 件)	
狮子山[1]	0.016 (2 件)		2.14 (4 件)			33.94			
狮山[1]			1.073						
凤山[1]						29.44			
一都厂[1]		0.012							
峨腊厂[1]		0.044	0.0225			25.73(3 件)			
迤纳厂[1)]		0.055	0.246		0.542				
大美厂[2)]		0.02	0.04						
鸡冠山[3)]		0.008	0.857～1.09						
红龙厂[4)]		0.002	1.958						
铜厂冲[5)]			1.139						
大红山[6)]		0.26							
厂街[2]	0.032～ 0.068	0.0026～ 0.0236(电针)	0.01～0.02 2.60～2.94		0.16～1.35 5.5～7.94(电针)	18.22 (电针)	22.32 (电针)		31.63 (电针)
瑶家山[7)]	1.15								
雪鸡坪[8)]			0.056	0.22					
红山[9)]			0.056	0.022					

注:1)云南省地矿局 4 队,武定迤纳厂铁铜矿区评勘报告(二期),1979;2)云南省地矿局 13 队,禄丰大美厂铜矿地质报告,1971;3)西南有色地勘局 304 队,元江鸡冠山铜矿第一期报告书,1985;4)西南有色地勘局 304 队,元江红龙厂中间报告书,1964;5)西南有色地勘局 304 队,元江铜厂冲勘探评价报告,1965;6)云南省地矿局 9 队,大红山总体工业设计报告,1970;7)云南省地矿局 16 队,江城瑶家山铜钴多金属矿区普查报告,1973;8)云南省地矿局实验室,雪鸡坪多金属矿床伴生元素赋存状态及分布规律的初步研究,1972;9)云南省地矿局 7 队,中甸红山铜矿勘探报告,1971

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

3 含钴矿石可选性对比研究

由表 4 可见:土状及氧化矿石精矿品位高,属 1 级(含量大于或等于 0.45 %)以上的精矿,回收率良好,适于湿法回收钴。易门老厂即在浸出工艺基础上,建成以还原硫化钴为原料,生产氧化钴粉的冶炼厂,弥补了云南钴产品的空白,近期将扩建为"钴业有限公司"。硫化矿石或铁铜含钴矿石,钴精矿属 5～4 级(0.25 %～0.30 %)产品,回收率与氧化矿石相当或略低。唯红山铜矿是从黄铁矿精矿中回收钴,但该矿山至今尚未正式开发。

表 4 有关矿床含钴矿石的可选性数据对比

Table 4 Comparison of data concerning washability of cobalt ores

矿床	矿石	选矿工艺	原矿(%)		精矿(%)		回收率(%)		尾矿(%)	
			Co	Cu	Co	Cu	Co	Cu	Co	Cu
易门老厂[1]	土状矿石	还原浸出	0.132	0.42	30.34	0.89	75.39	14.00	0.02	
易门峨腊厂(下厂)[1]	氧化矿石	硫化焙烧浮选	0.196	0.63	3.86	11.51	90.26	83.39	0.02	0.11
易门万宝厂[1]	硫化矿石	浮选	0.067	0.67	0.33	0.76	51.52	11.89	0.024	0.026
元江鸡冠山1)	氧化矿石	浮选	0.115	1.49	1.17	14.26	41.82	39.50	0.03	0.61
元江铜厂冲2)	土状矿石	还原焙烧			1.15		86.23		0.235	
武定迤纳厂3)	铁铜矿石	浮选	0.009	1.00	0.159		80.00			
新平大红山4)	含铁硫化铜矿石	浮选	0.025	0.35	0.27	11.00		80.00		
景洪大勐龙5)	火山岩型铁矿石	浮选	0.041		0.317		90.51		0.005	
金平白马寨6)	铜镍中贫矿石	浮选	0.043	0.599	0.125	2.18	72.00	90.00	0.0166	0.085
中甸红山7)	黄铁矿石	浮选	0.01	(S)10.80	0.041	(S)39.91	77.42	(S)88.62		

注:1)见表 3 注 3;2)见表 3 注 5;3)见表 3 注 1;4)见表 3 注 6;5)云南省地矿局 17 队,大勐龙、曼允磁异常普查地质报告书,1978;6)云南省矿管会等,云南矿业发展战略研究(1986～2000),1986;7)见表 3 注 9

4 新平大红山与海南石录含钴铜矿床对比研究

大红山与石录两个大型铁铜矿床,有许多共同地质特征值得深入研究

(1)共同在向斜核部铁矿体之下赋存中—大型含钴铜矿床;

(2)铜钴矿石围岩同是不纯酸盐岩,其差异在于大红山是富泥质、凝灰质白云大理岩,石录为富硅质、泥质的透辉石、透闪石白云岩;

(3)上部铁矿体同由赤铁矿、磁铁矿组成,唯大红山另有镜铁矿,下部钼矿体同由黄铜矿、黄铁矿及磁黄铁矿(磁铁矿)组成,唯大红山另有菱铁矿并含金(0.0812g/t)。

(4)含钴矿物同为辉钴矿,大红山另有硫砷钴矿,石录另有含钴黄铁矿、含钴磁黄铁矿、含钴黄铜矿等,另有少量银汞矿。

二者最大的差异在于大红山为下元古界大红山群红山组(变钠质熔岩),含铁,其下曼岗河组(火山沉积岩),含铜钴;石录为下寒武统—下奥陶统(?)石录群第(6)层含矿。其共同处为同属于火山环境下成矿,唯大红山为近火山口相的火山及火山-沉积岩,石录为远火山的火山-沉积岩。石录矿的成因争论较大,关键是火山是否参与成矿作用。据蒋寄云的资料[5]其含矿围岩为 K_2O 含量大于 Na_2O 的英安质熔结凝灰岩及钙镁质熔结凝灰岩,矿石的 $\delta^{34}S$ 为 19 ‰。与国外火山型层状硫化物矿床(17.4 ‰)相近(刘裕庆,1979),属于海相火山-沉积与热液叠加复生矿床(含钴叠加热液来自花岗质混合岩)。

这样,就开扩了找钴的前景,无论是扬子准地台或华南褶皱系,无论是下元古界或下古生界,只要存在适于成矿的火山或火山-沉积环境,具备赋矿的有利构造(向斜加断层),就有望找到大红山式或石录式铁矿及铜钴矿床。

5 东川式铜矿深部找钴的探索

由于与东川式成因极为相似的中条山胡篦矿

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

区深部的店头铜矿床,在采矿中发现大颗粒(大于1.5cm)辉砷钴矿富矿脉[6],从而引起笔者的思索与研究。胡篦型主要含矿地层为中元古界中条群篦子沟组片岩、碳质片岩、不纯大理石岩及沉凝灰岩,其上盘余家山组(大理岩夹碳质片岩)与下盘余元下组(大理岩夹碳质片岩)顶部为次要含矿层(统称"黑层"),与易门西矿富含铜钴的中元古界昆阳群落雪组"黑层"(碳硅质、凝灰质白云岩)极为相似。胡篦型普遍含 Co 0.0356 %[6],东川式普遍含 Co 0.004 %[7]。矿物组合同为黄铜矿、黄铁矿、磁黄铁矿(东川式未见),次为斑铜矿、辉铜矿及少量闪锌矿、方铅矿、辉钼矿。含钴矿物共同为辉砷钴矿、硫钴矿、钴镍黄铁矿等。硫化物 Co/Ni 值胡篦为 7.29～10.89[6],易门为 9.50～11.02,东川为 1,25～1.90(施林道,1983),均大于 1,示内生成因。胡篦型黄铁矿、黄铜矿 64 件样品,其 $\delta^{34}S$ 为 6.09‰～24.12‰,平均值 16.17‰(杨凤筠,1979);东川式 46 件样品为 4.4‰～17.7‰(桂林院,1974),均不同于海水硫酸盐,应归于火山硫源为宜,二省的成因大体是一致的。胡篦型深部店头铜矿床的粗粒辉砷矿脉[6],产于含铜钠化大理岩中,脉厚 0.3m,延长、延深均小于 10m。矿物呈对称带状分布,核心为方解石带(宽 3cm),由方解石(大于 85 %)与黄铜矿(小于 15 %)组成,外侧为辉砷钴矿带(宽 7cm ±),由辉砷钴矿(40 % ±)、黄铁矿(35 % ±)、黄铜矿(小于 10 %)、方解石(大于 15 %)组成,最外为黄铜矿带(宽 5cm ±),由黄铜矿(15 % ±)、方解石(5 % ±)组成,属于铜矿成矿晚期黄铜矿———方解石阶段富钴热液产物,显示胡篦矿区深部存在良好的找矿前景[6]。

上述结论,与笔者[1]对易门矿区叠加钴矿化的研究结论是一致的。如易门七步郎在 2000m 中段之上,平均含 Co 0.037 %～0.085 %,但在 2000m 中段之下,围绕 CK9 - 3 发现钴的富集,一般含 Co 0.068 %～0.156 %(最高 0.403 %);易门峨腊厂(下厂)背斜鞍部 NE 与 E—W 两组钴矿脉的集中区(250m ×250m)内 51# 老硐,存在富钴矿脉,含 Co 0.27 %～10.17 %、Cu 1.31 %～3.37 %,局部含 Au 5.47 ×10^{-6}。在东川小溜口及其之北的燕子岩,其 Cu、Co(Au)矿化应引起重视,燕子岩矿化层为因民组之下的小溜口组下段($Pt x_1$)含碳硅质岩、钠质凝灰岩,为"黑层"组合,一般含 Cu 2.98 %、Au 1 ×10^{-6}～3.67 ×10^{-6},并发现镍辉砷钴矿(张学诚,1988)。小溜口矿化层为小溜口组中段($Pt x_2$)钠质凝灰岩、沉凝灰岩夹碳硅质白云岩("黑层"),在 2714 中段,揭露矿脉 10 余条,含 Co 0.8 %(最高 4.00 %),与石英、碳酸盐化有关。矿物组合为黄铜矿、黄铁矿、辉砷矿、闪锌矿、方铅矿,与店头矿床相似。上段(Pt_3)泥沙质白云岩、碳硅质板岩夹凝灰岩(仍为"黑层"组合),同样具 Cu、Co、Au 矿化,局部含 Au 2 ×10^{-6},除燕子岩(小型)外,小溜口尚未见到具有规模的工业矿化。

6　找钴方向探讨

从上述阐述中,可见易门七步郎、峨腊厂下厂及东川小溜口-燕子岩等,均是深部具有找钴前景的矿区。同时,在即将开发的大红山铜矿,亦应注意钴矿化富集地段的探寻。

此外,尚有二个矿区,应尽快复查其钴矿化远景:其一,为云南省内鲜为人知的唯一在铅锌矿化下部的钴-铜矿化——路南螺丝塘铅锌矿床①,在中石炭统灰岩与陡山沱组中—上段石英砂岩假整合面间,向南倾伏背斜西翼的次级向斜中,赋存 5 个沿层扁豆状铅锌矿体(Ⅴ# 在 C_2 中,Ⅰ#～Ⅳ# 在 Zb*d* 中),最大的Ⅲ矿体,长 110m,厚 1～10m(最厚11.4m),Pb 0.73 %～3.64 %、Zn 3.31 %～23.36 %、Cd 0.02 %。矿石由方铅矿、闪锌矿、黄

① 云南省地矿局,云南路南螺丝塘铅锌矿区普查评价报告,1973

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

铁矿、黄铜矿组成,局部出现斜方砷钴矿;氧化矿石中有钴华与镍华。值得注意的是在 Zb*d* 组下段含砾粗砂岩中,在民工采矿沟与 10# 老硐,发现 Co-Cu 矿化,矿脉宽 0.5～0.7m,单脉宽 2～4mm(最宽 6cm),沿断层 F_2 呈串珠状分布。在 10# 老硐,沿断裂产出富矿结,含 Co 0.78%、Ni 0.3%;另一种细脉带矿石(长 14m),含 Co 0.326%、Ni 0.195%、Cu 1.25%。在民工采矿沟,稀疏细脉状矿石,含 Co 0.08%,矿物组合为斜方砷钴矿、黄铁矿、黄铜矿,未见镍的独立矿物,可能呈杂质含在黄铁矿中。氧化物见钴华与镍华。因矿区评价时,均以铅锌矿体为对象,对钴矿化未深入评价与研究,存在找富钴的前景。其二,据贵州地矿局 108 队资料:在富源县北端与西侧,贵———昆铁路之北,二叠纪玄武岩 30km^2 分布区内,分布着西流水、槽岩硐、雨晒谷、铁翅坪子、凉水井、故麻等结核状钴土矿点,产于玄武岩风化壳残留的第四系红土中。其中西流水品位最高,结核含 Co 3.11%、Mn19.22%,雨晒谷老硐多达数百个,铁翅坪子 1958 年曾开采。如此集中分布的土状钴矿,尚属少见,除应评价结核状、土状矿的工业远景外,尚应查明残留玄武岩原岩及其底部茅口灰岩是否有工业钴矿化的存在。

参 考 文 献

1 薛步高.论易门铜矿区叠加钴矿化地质特征[J].矿产与地质,1996,(6):388～394.

2 邹树,等.滇西厂街钴矿初步研究[J].西南冶金地质,1983,(2):43～53.

3 杨兴裕.永平水泄铜矿床地质特征[J].云南地质,1993,(4):352～356.

4 李光勋,等.中国矿床发现史(云南卷)[M].北京:地质出版社,1996.113～114.

5 蒋寄云.海南石录铁矿成因[A].全国铁矿科学讨论会论文摘要汇编[C],1979.153～154.

6 李立群.中条山胡篦型铜矿床深部特征类型矿脉(巢)的地质特征研究[J].矿产与地质,1999(6):343～347.

7 薛步高.东川式铜矿伴生组分地质特征[A].昆阳群 矿床地质论文集[C].昆明:云南科技出版社,1995.220～226.

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF COBALT RESOURCES IN YUNNAN AND ITS EXPLORING GUIDE

Xue Bugao

(Administrative Office of Village and Township Enterprises of Yunnan Province)

Abstract

Cobalt mineralization in Yunnan is relatively type-diversified, probably taking place in copper, copper-nickel, platinum, palladium and iron deposits, especially at the deep parts of the Dongchuan-type and Hubi-type copper deposits. The same case is with Xinping Dayishan and Hainan Shilu copper deposits. Besides, lower parts of some sedimentary and reworked lead-zinc deposits (Luositang deposit for exsample) are also proven to host cobalt-rich veins. All this will become a guide to hunting cobalt resources. Concretely speaking, having in mind the prominent characteristics of cobalt often associated with copper or lead-zinc deposits and lucubrating the deep cobalt mineralization of Dayishan copper deposit and Luositang lead-zinc deposit will be an important direction to vigorously prospecting for cobalt deposits in Yunnan province.

Key Words: cobalt mineralization characteristics, ore-hunting guide

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net