2008年第 27卷 第 1期 1～11页 云 南 地 质 CN53 - 1041/P ISSN1004 - 1885

云南镍矿地质特征及找镍方向

薛步高

(云南省乡镇企业局，昆明 650011)

摘 要：云南硫化镍矿以与铂钯矿的伴生镍为主 (11.76万 t)，其中：大理 - 弥渡 (6.85万 t)、金平 (6.38万 t)、元谋 - 永仁 - 牟定 (5.12万 t)。硅酸镍主要在墨江 - 元江 (64.41万 t)；蛇绿混杂岩型硫砷化物镍矿 (1.73万 t)，是云南一大特色。与成矿有关的岩体主要是华力西期，次为加里东期，产出与深大断裂有关。找矿方向应以富宁、金平及景东东山 - 红河底玛为主攻目标。

关键词：各类镍矿；赋矿岩体；成矿规律；找矿前景；云南全省

中图分类号：P618.63 **文献标识码**：A **文章编号**：1004-1885(2008)01-001-11

镍是十分重要的有色金属，广泛用于飞机、雷达、导弹、舰艇、宇宙飞船、原子反应堆等军工制造，近年价格上扬，每吨金属高达 30多万元。扩大找镍，是当前重要的找矿课题。世界镍储量澳大利亚居第一，占全球储量 25.10% (4 681.1万 t)。全球储量 ≥50万 t的超大型矿床只有 21个，其中 Ni≥1ω%的只有 9个，我国金川居其一。中国镍储量居全球第六，占全球储量 2.8%[1]，以金川 (545万 t)、黄山 (80万 t) 最为著名。云南探明储量居国内第三，已探明 18处 (图 1) 上表储量①，共计金属镍 86.127 8万 t，其中硫化镍 15处，占 23.62%；硅酸镍 3处，占 76.36%。云南共划分 16个镁铁岩 - 超镁铁岩带 (区) (云南省区域地质志，1990)，笔者择其中与上表镍矿有关的 6个岩带 (区)，作为本文研究、讨论对象。

1 成矿有关的超基性岩带 (区)

1.1 永仁 - 元谋岩带

沿昔格达 - 绿汁江断裂产出。北与四川会理岩区 (力马河镍矿) 断续相连，云南境内长 85km，多属晚加里东 - 早华力西期侵位，有朱布、热水塘、碗厂、大民太、珙山等等矿床。

(1) 元谋朱布岩体

笔者主持云南有色 314队地质工作时，在元谋普查 (1956～1958)，首先圈定朱布、黑泥坡等岩体，并在朱布岩体中发现云南第一个铂矿床[2][3]。该岩体紧临元谋 - 绿汁江断裂西

收稿日期：2007-09-18

作者简介：薛步高 (1932～)，男，河南灵宝市人，教授级高级工程师，长期从事昆阳群地层及矿床研究。

①云南省矿产储量简表 (截止 2005年底)，云南省国土资源厅。2006年 5月。(全文同)

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

侧产出，侵位在下元古界苴林群中。岩体筒状，长 750m，宽 400m，上大下小喇叭状，延深 >580m。自下而上由橄榄岩 (m/f 3.9)、橄辉岩、单辉辉石岩、辉长岩等组成。同位素年龄 406Ma (Rb - Sr)、396.9Ma (K - Ar)，属加里东晚期。中型朱布 Pt、Pd矿床赋存在橄榄岩相带底部边缘。

(2) 永仁珙山箐岩体

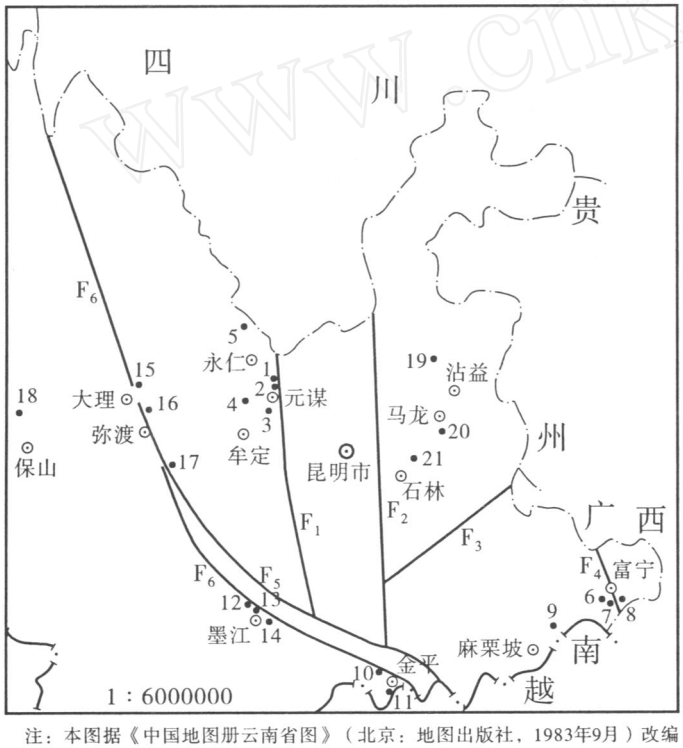


图 例

F1 昔格达—元谋—绿汁江断裂
F2 小江断裂
F3 南盘江断裂
F4 富宁断裂
F5 红河断裂
F6 金沙江—哀牢山断裂
⊙ 地名
• 镍矿床（点）及编号

1. 朱布 2. 热水塘 3. 大民太 4. 碗厂
5. 珙山箐 6. 牙牌 7. 尾硐 8. 安定
9. 南庄 10. 白马寨 11. 牛栏冲
12. 金厂 13. 金厂—安定
14. 墨江—元江外围 15. 荒草坝
16. 迎凤 17. 金宝山 18. 大雪山
19. 德泽 20. 牛首山 21. 螺蛳塘

注：本图据《中国地图册云南省图》（北京：地图出版社，1983年9月）改编

图 1 云南省镍矿床分布图

Fig. 1 Distribution Map of Ni Deposits in Yunnan

位于元谋 - 绿汁江断裂西侧，侵位在前寒武系地层与石英闪长岩、花岗闪长岩接触带。同位素年龄 418～359Ma (刘兴汉，1982)，属加里东晚期。岩体长 600m，宽 150～300m，中心相为含长角闪二辉橄榄岩 (m/f 3.5)，边缘相为二辉橄榄岩、二辉辉石岩及二辉辉长岩。在岩体底部内外接触带赋存珙山箐 Pt、Pd矿床。

1.2 富宁岩区

沿 NW 向富宁 - 板仑断裂两侧产出，分为早期半瓦型 (钛铁矿砂矿母岩) 与晚期安定型基性岩体，均侵位在二叠系地层中，推测为华力西期。含矿安定型岩体，面积 20km^2，厚 320m，包括 19个岩体 (m/f 0.33～2.87)。其中安定岩体最大，16km^2，岩盆状，包含安定 (安定镍矿)、牙牌 (牙牌镍矿)、玉林 (尾硐镍矿)、坡博山、拉赛等五个岩体，前二者为独立岩体，后三者则互为相连。各岩体分异良好，自下而上为橄榄辉长苏长岩、辉长苏长岩、辉长岩、闪长岩、辉绿岩等，近底部的前二者为含矿岩相带。

1.3 麻栗坡八布岩区

基性海相火山岩，沿 NW 向八布断裂 NE 侧产出在杨万组 (T_2y) 内，有不同程度铜矿

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

化　(0.33～3.22ω%)。龙林岩体产出在上述火山岩中，推测为印支期。岩体强烈变质，恢复原岩以斜辉橄榄岩　(m/f 4.16) 为主，次为不能构成相带的斜辉辉橄岩、二辉橄榄岩、二(单) 辉橄榄辉岩及单　(二) 辉辉石岩等异离体①，强烈蛇纹石化。岩体面积 4.5km^2，包括24个岩体，一般长 750m，宽 75m，最大长2 000m，宽 300m，呈陡倾“单斜”状。在块状蛇纹岩上部赋存南庄硅酸镍矿床。

1.4　大理-弥渡-金平岩带

沿金沙江-哀牢山断裂产出，断续长 460km。侵位在古生界地层中，接触变质明显，主体属华力西期，包括荒草坝、迎凤、金宝山等 Pt、Pd矿床和白马寨、牛栏冲 Cu-Ni等矿床。

(1) 大理荒草坝岩体

位于程海与洱海断裂截接部位，侵位中奥陶统，推测为华力西期。岩体断续长2 000m，中心相为橄辉岩　(m/f 1.39～1.69)，过渡相为辉石岩　(m/f 0.59)，顶底部边缘为辉长岩。具蛇纹石化，辉橄岩　(主) 与辉石岩相带赋存中型荒草坝 Pt、Pd矿床。

(2) 弥渡金宝山岩体

紧临红河断裂东侧，侵位在背斜轴部金宝山组　($D_1 jb$) 中，产状与围岩一致。因礼社江西支流切割而出露，长 5.56km，宽 760～1 223m。同位素年龄 304Ma、322Ma (Rb-Sr)，为早华力西期。岩相呈层带型，铁镁岩　(辉绿岩、辉长岩) 侵位在先，超镁铁岩　(m/f 3.6) 侵位在后，呈复合型岩体。超镁铁岩以单斜辉石橄榄岩为主，上部为辉石岩。底部(主) 与中部单斜辉石橄榄岩赋存中型金宝山 Pt、Pd矿床。

(3) 金平白马寨岩体

位于哀牢山与藤条河断裂之间，侵位在背斜轴部下奥陶统中。由三个扁筒状岩体组成，侧伏大于走向长度。最大、含矿最好的Ⅲ岩体，侧伏长 >530m，走向长 <190m，厚 47m。分带明显，由外而内为辉长岩、辉石岩、橄榄辉石岩、橄榄岩　(m/f 3) 等相带，含矿主要是橄榄岩相带。据王登红等[4]研究，Cu-Ni矿石的 Re-Os等时线年龄为 249Ma (晚二叠世)，岩体与成矿均属晚期华力西期。

1.5　哀牢山超基性岩带　(西亚带)

哀牢山岩带西亚带，实质是构造蛇绿混杂岩带，沿 NW向哀牢山与九甲-墨江断裂间展布，北起景东东山，南抵红河底玛，长 220km，由晚泥盆世-早二叠世浅变质石英杂砂岩、绢云板岩与硅质岩构成规律层及薄层灰岩、含砾板岩和玄武岩等组成，含 100多个超基性岩体　(王义昭等，2000)。最大的金厂岩体，长 15.6km，宽 0.4～1.93km，呈 NE倾“单斜”状，产出在金厂岩组　($D_3 jy$) 热水硅质岩、炭板岩中，以斜方辉石橄榄岩　(m/f 6.95～11.0) 为主，单斜辉石橄榄岩次之，少量纯橄榄岩。各类岩石均蛇纹石化，钻探在地表500m下也未见无蚀变的原岩。蛇纹石化纯橄榄岩、含辉石橄榄岩平均含 Ni 2 600 ×10^{-6}[5]，比世界超基性岩含 Ni 2 000 ×10^{-6} (维溶恪拉多夫，1962) 高 23.08%，含 Au 0.035 ×10^{-6} (500件样品，黄金 13支队，1982) 比维氏值 0.005 ×10^{-6} (1962) 高 7倍，岩体对 Ni、Au 成矿有利。蛇纹岩年龄 302 ±1.3Ma (Rb-Sr)、304 ±16Ma (Sm-Nd) (方维萱等，2002)，

① 云锡地质队，麻栗坡龙林超基性岩岩相工作小结，1973。

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

表明早石炭世 (华力西中期) 岩体已构造侵位。金厂岩组构造岩石地层单位与苦杜木组是同期异相 (方维萱等, 2001), 其热水硅质岩形成年龄为 359 ±21Ma (Sm - Nd)、358.0 ± 0.3 (Rb - Sr) (Fang et al, 2001), 相当早世炭世 (早华力西期), 比金厂岩体构造侵位 (304～302Ma) 略早。热水硅质岩并非蛇绿岩 "三位一体" 的组成部分, 而是扬子板块被动边缘快速裂陷为深海槽而形成 (谢桂清等, 2001)。金厂岩组与金厂岩体都是外来岩块 (方维萱等, 2002), 原地地层只有歪古村组 (T_3w)。矿区主要富金石英脉形成于燕山晚期 (135～90Ma, 早白垩世)[6], 与金厂岩体 (304～302Ma) 和热水硅质岩 (359～358Ma) 形成时差达 269～224Ma。金矿下盘的镍砷硫化物形成时间为 63～61Ma[7], 晚于富金石英脉 (135～90Ma) 72～29Ma, 晚于金厂岩体 (304～302Ma) 241Ma。可见, 金厂岩体并非正常岩浆矿床, 而是在晚期的构造热事件中, 非岩浆热液从含矿岩体中淋滤出来的矿质, 转入成矿溶液, 再与硫、砷反应, 最后在岩体接触带附近韧性剪切带积淀成矿[6]。

1.6 六库 - 保山 - 施甸岩带

沿澜沧江与怒江断裂之间, 断续长 180km, 岩体近百个, 含矿纸厂岩体与夜恩山岩体研究较详。纸厂岩体岩株状, 长 450m, 宽 150m, 侵位在下泥盆统中, 推测属华力西期。由内而外为辉石岩 - 辉橄岩带 (长 150m, 宽 60m)、辉长岩带和辉绿岩带。在辉石岩 - 辉橄岩带 (m/f 3.90) SE角, 赋存大雪山 Cu - Ni矿床。

1.7 含矿岩体岩石化学

将上述各岩带中相关成矿岩体的岩石化学成分列于表 1。

表 1 云南含矿橄榄岩化学成分对比

Tab.1 Chemical Analysis of Ore - Bearing Peridotite in Yunnan

(ω%)

岩体	件数	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	m/f	资料来源
元谋朱布	10	40.92	1.06	3.42	5.33	7.45	0.37	26.74	5.4	0.29	0.38	0.16	3.9	
元谋热水塘	14	39.32	1.81	2.58	5.35	9.54	0.2	26.81	4.75	0.5	0.66	0.11	3.3	
永仁珙山箐	3	40.1	0.99	4.16	5.28	9.67	0.17	27.88	3.55	0.52	0.39	0.13	3.5	
大理迎凤	2	42.58	1.14	5.59	3.57	7.33	0.28	23.81	6.12	1	0.67	-	4	参考文献 [8]
弥渡金宝山	37	37.54	0.63	3.76	7.16	6.88	0.18	26.92	3.66	0.19	0.05	0.09	3.6	
金平白马寨	11	42.38	0.54	5.93	3.36	10.75	0.27	23.24	3.07	0.12	0.08	-	3	
金平牛栏冲	3	41.1	1.11	8.13	4.41	11.01	0.26	21.12	6.58	0.37	0.2	-	2.5	
保山纸厂	1	40.74	0.5	10.5	4.61	8.52	0.09	27.46	4.43	0.39	0.3	0.3	3.9	
牟定大民太	-	48.54	3.39	9.39	2.61	9.35	0.25	9.55	9.62	1.71	2.18	0.21	-	云南省区域地质志, 1990
以上 9件平均	-	41.47	1.24	5.94	4.63	8.94	0.23	23.73	5.24	0.57	0.55	0.16	3.46	
国内外 10个含矿模型岩体平均	-	41.07	0.93	5.54	4.72	8.3	0.18	24.41	5.53	0.79	0.45	0.2	3.63	参考文献 [9]
世界斜方辉橄岩	-	40.65	0.11	1.25	2.53	6.15	0.18	42.36	1.29	0.29	0.13	0.04	-	戴里, 1993
墨江金厂岩体	6	35.36	-	0.95	7.92	1.44	0.25	36.04	0.6	0.07	0.05	-	6.95～11	参考文献 [5]

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

续　表

岩体	件数	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	m/f	资料来源
富宁安定型橄榄辉长苏长岩	-	45.98	0.44	9.66	1.85	11.62	0.23	20.56	6.02	1.2	0.36	0.71	-	中科院地质所，1959
世界橄榄石苏长岩	-	48.78	1.48	18.04	1.16	8.94	0.2	8.07	8.92	2.56	0.91	0.25	-	戴里 1933
金平铜矿山橄榄辉石岩	3	41.47	1.33	11.58	5.49	8.68	0.23	16.67	7.06	0.88	0.32	0.03	2.17	参考文献 [10]
麻栗坡龙林斜辉、二辉橄榄岩	3	38.98	0.07	2.11	5.69	3.72	0.16	32.42	2.92	0.39	-	-	-	云南省区域地质志 1990

表 1可见：云南含矿岩体与国内外 10个含矿模型岩体[9]相比，几乎完全一致，说明此模式岩体数据，对找矿有指导意义。二者与世界斜方辉橄岩相比，除 MgO偏低，MnO相当外，其他均偏高。金厂岩体与前三者对比，除 MgO、MnO、Fe_2O_3偏高外（MgO仍比世界斜方辉橄岩略低），其他均偏低。铜矿山、龙林岩体与云南含矿岩体和模式岩体对比，以铜矿山最为接近，除 MgO偏低，Al_2O_3偏高外，其他基本一致，说明铜矿山岩体对找矿有利。

2　典型镍矿床

2.1　元谋朱布中型 Pt、Pd（Cu-Ni）矿床

朱布共圈定 6个矿体，三种类型[11]：以第一种 1#橄榄岩相带的“边部矿体”最重要，长 750m，宽 140～300m，厚 0.97～16.87m，呈蛋壳状，埋深 0～550m；第二种“上悬矿体”，产于辉石岩下部或橄榄岩带顶部，规模小；第三种“脉状滑石碳酸盐矿体”，品位变化大。矿石由磁黄铁矿、镍黄铁矿、黄铁矿、黄铜矿等组成；铂族矿物有碲铂矿、铋碲钯矿、铋碲铂矿、钯铂矿、含钯银金矿及自然金等。上表 Pt+Pd 5 930kg（0.89g/t），Ir+Os+Rh+Ru 418kg（0.02～0.03g/t）；Ni 1.5413万 t（0.23ω%）、Cu 1.458万 t（0.22ω%）；Au 483kg（0.13g/t），Co 523t（0.01ω%）。

2.2　永仁珙山箐 Pt、Pd（Cu-Ni）矿床

矿体产出在橄榄岩底部边缘内外接触带，圈定 5个矿体，上表 Pt+Pd 1 416 kg（1.34g/t），Ni 2 091t（0.20ω%）、Cu 1 970 t（0.19ω%）。其中 1#主矿体柱状，长 750m，宽 140～300m，厚 0.97～16.87m，埋深 0～550m。矿石由黄铁矿、磁黄铁矿、镍黄铁矿、紫硫镍铁矿、黄铜矿及金银矿等组成。铂族矿物有碲铂矿、碲钯矿、铋碲铂矿、铋碲钯矿、钯铂矿、硫砷钯铂矿等（刘兴汉，1982）。

2.3　大理荒草坝中型 Pt、Pd（Cu-Ni）矿床

岩体蚀变不强，仅见绿泥石化、蛇纹石化，矿体产出在橄辉岩内，少数在角岩中。分为底部、中下部、中上部和顶部四个含矿部位，以中部矿最好。共圈定 37个矿体，上表 Pt+Pd 5 080 kg（0.8g/t），Ir+Os+Rh+Ru 426kg（0.01～0.03g/t），Ni 1.242 9万 t（0.19ω%），Cu 2.636 2万 t（0.39ω%）。矿石由镍黄铁矿、硫铁钴镍矿、紫硫镍铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、自然金、银金矿等组成。铂族矿物有碲铂矿、碲钯矿、自然碲等（刘兴汉，1982）。KT_{35}主矿体，长 632m，宽 160m，厚 17.38m，埋深 300～500m，似层状，占总储量 61.8ω%。

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

2.4 弥渡金宝山中型 Pt、Pd (Cu-Ni) 矿床

赋矿单辉橄榄岩共圈定 80个矿体，以中部和底部矿体最重要。其中 K_{121}中部主矿体，长2 125m，宽 400～600m，厚 4～38.98m，埋深 200～500m，不规则形态。辉长岩相中的橄榄岩，含薄而不连续的透镜状矿体 (上部矿体)。矿石由黄铁矿、黄铜矿、磁黄铁矿、镍黄铁矿、紫硫镍铁矿、自然金等组成。铂族矿物有锑钯矿、砷铂矿、碲铂矿、锑铂矿、等铀铋碲铂矿等[12]。矿石多呈星点、浸染状构造，极少海绵陨铁状构造。上表 Pt + Pd 45 246kg (1.46g/t)，Ir + Os + Rh + Ru 3 556kg (0.02～0.05g/t)，Ni 5.484万 t (0.18ω%)、Cu 4.864万 t (0.16ω%)，Au 1 186Kg (0.13g/t)，Co 4 480t (0.015ω%)。

2.5 金平白马寨中型 Cu-Ni (Pt-Pd) 矿床

矿区由三个含矿岩体组成，圈定 18个矿体，上表 Ni 6.215 4万 t (1.11ω%)，Cu 4.070 6万 t (0.69ω%)，Pt + Pd 225kg (1.46g/t)，Au 202kg (0.05g/t)，Co 2 933 t (0.07ω%)。主要含矿的Ⅲ岩体，含 Ni 2 318 $\times10^{-6}$，比世界超基性岩含 Ni平均值 2 000 $\times10^{-6}$ (维诺格拉多夫，1962) 高 13.72%；含 Co 221 $\times10^{-6}$，比世界超基性岩含 Co 200 $\times10^{-6}$ (维诺格拉多夫，1962) 高 9.50%。因多次岩浆、矿浆贯入橄榄岩相带，最终形成几乎没有硅酸盐矿物的中部块状富矿[11]。Ⅲ岩体共探明 Ni 4.38万 t，占总储量 82.7%；Ⅰ、Ⅱ岩体探明储量占 17.3%。Ⅲ岩体中 1#主矿体，长 425m，宽 89m，厚 9.3m，埋深 0～150m，透镜状。矿石由镍黄铁矿、紫硫镍铁矿 (少)、磁黄铁矿、黄铁矿等组成 (宋立军等，2003)。其中块状富矿 2.990 4万 t (3.68ω%)、Cu 1.97ω%、Co 0.179ω%，镍占总储量 48.11%，可直接入炉。

2.6 保山大雪山 Cu-Ni矿床

含矿辉石岩-辉橄岩，共圈定 4个矿体，上表 Ni 871t (1.28ω%)，Cu 433t (0.65ω%)、Co地质储量 79t (0.15ω%)。其中 1#主矿体，长 57m，宽 10～22m，厚 5～8m，埋深 0～50m，透镜状，大部可露采，可采系数 Cu、Ni为 0.35，Co为 0.25，可露采金属量 Ni 300t、Cu 152t、Co 20t。

2.7 墨江金厂大型金-镍矿床

金厂超基性岩体与金厂岩组 (D_3jy) 接触带赋存 Au-Ni矿床，共圈定 76个硫砷化物镍矿体[7]。上表 Ni 1.729 6万 t (1.28ω%)、Au 105kg (3.63g/t，未上表)、Ag 91kg (14.49g/t)、Co 294t (0.045～0.15ω%，未上表)，并伴生 Cu 0.65ω%、Sb 0.11ω%、As 0.84ω%、S 15.71ω%。分布在 S-N长 2.5km，宽 300m烂山段 ($D_3\hat{j}^3$) 上部热水硅质岩和变余粉砂岩中，受 NW向韧性剪切带控制，划分为绿色泥岩稠密浸染状黄铁矿型矿石 (Ni 0.8～1.2ω%) 和硅质岩浸染状黄铁矿型矿石 (Ni 0.5～1ω%)。大部 Ni、Au矿体空间上分离，多数 Ni矿体在 Au矿体下盘，少数重叠。镍矿石由黄铁矿、辉砷镍矿和少量针镍矿、方硫镍矿、锑硫镍矿、斜方砷镍矿、白铁矿等组成，具浸染状构造。其中 6#镍主矿体，长 223m，宽 18～98m，厚 1.58～20.39m，埋深 195m，透镜状，占总储量 45.86%。金矿体共圈定 159个，上表 Au 32.473t (4.17g/t)，其中以烂山矿段 5#脉群与猫鼻梁子 1～4脉，为富金石英脉 (Au 10.26～15.39g/t) 代表，其上下盘产出细脉浸染型贫金硅质岩矿体。

2.8 墨江金厂-安定超大型硅酸镍矿床

矿床面积 9.68km^2，划分 6个矿段[5]，出露标高 1600～2100m。风化壳由上而下划分为

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

(5) 坡积 - 残积层 (3～6m，Ni 0.2～0.8ω%)；(4) 蛇纹岩残余层 (铁质矿石，厚 5～11m，Ni 0.4～1.8ω%)；(3) 绿高岭石化蛇纹岩层 (铁镁质矿石，厚 6～10m，Ni 0.5～1.6ω%)；(2) 淋滤蛇纹岩层 (镁质矿层，厚 8～13m，Ni 0.2～1.3ω%)；(1) 新鲜蛇纹岩 (Ni 0.2ω%)。矿体主要赋存在 (4) 与 (3) 层，约占风化壳面积 25%。一般矿体厚数米至十余米 (最厚 45m)，最大埋深 30～60m，剥离系数 0.1～0.75，适于露采。品位中部富，向下变贫。上表 Ni 48.4471 万 t (0.91ω%)，Co 666t (0.03ω%)。其中铁质矿石 (MgO < 10%) 占总储量 6.65%；铁镁质矿石 (MgO10～20%) 占 28.73%；镁质矿石 (MgO > 20ω%) 占储量 64.62%。其中 V地段主矿体，长 2 100m，宽 800m，厚 11.46m，占总储量 30.8%。

2.9 其他镍矿床对比 (表 2)

表 2 云南部分镍矿成分特征对比

Tab.2 Characteristics of Some NiDeposits in Yunnan

矿床	Pt + Pd		Ni		Cu		Co		地质特征
	储量 (kg)	品位 (g/t)	储量 (t)	品位 (ω%)	储量 (t)	品位 (ω%)	储量 (t)	品位 (ω%)	
元谋热水塘中型 Pt、Pd矿床	5 092	0.85	29 392	1.28	17 948	0.2	-	0.15	东部主矿体，长 1 200m，宽 800m，厚 0.4～7m，埋深 0～740m。
牟定碗厂小型 Pt、Pd矿床	1 030	0.67	2 273	0.15	1 875	0.12	-	-	4#主矿体，长 145m，宽 20～50m，厚 0.92～4.56m，埋深 150m。
大理迎凤小型 Pt、Pd矿床	625	0.61	1 196	0.12	624	0.06	188	0.02	Ⅳ-1主矿体，长 350m，宽 197m，厚 3.84m，埋深 172m，占总储量 38.2%。
富宁尾硐小型镍矿床	-	0.38	587	0.86	392	0.53	-	-	N3522 主矿体，长 60m，宽 8～10m，厚 8.93m，埋深 12m。
富宁安定小型镍矿床	-	-	605	1.28	-	0.65	-	-	3#主矿体，长 160m，宽 5.83m，埋深 1～103m，占总储量 82.6%。
富宁牙牌小型镍矿床	-	-	702	0.28	-	0.27	-	-	上层主矿体，长 300m，宽 44～137m，厚 1～5.11m，埋深 0～22m，占总储量 49.3%。
牟定大民太小型铜镍矿床 (392～328Ma，K - Ar)	-	-	2 028	0.25	6 096	0.73	-	-	1#主矿体，长 120m，厚 17.1m，埋深 0～100m。
金平牛栏冲小型铜镍矿床	-	-	1 688	1.28	731	0.13	-	-	底部主矿体，长 550m，宽 150m，厚 2.6m，埋深 0～150m。
麻栗坡南庄小型硅酸镍矿床	-	-	14 069	0.71	(TFe) 120.5 (万 t)	(TFe) 44.9	1 332	0.12	1#主矿体，长 480m，宽 340m，厚 3.1m。
墨江元江外围大型硅酸镍矿床	-	-	159 623	0.86	-	-	4 378	0.04	龙潭主矿体，厚 4～8m，占总储量 26.7%。

注：本表储量、品位同注①。

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

2.10 沾益德泽下寒武统多金属黑色页岩

笕竹寺组上部玉案山段（72.4m）底部黑色炭泥质粉砂岩、炭质页岩（俗称“上黑”层，1～2.79m）为全球著名的 Ni、Mo、V矿层①，但金属富集层厚仅 1cm 土，含 Ni 3.54～6.02ω%、Mo 0.46～5.438ω%、Zn 3.38～7.3ω%、U 0.01ω%，由黄铁矿、镍黄铁矿、紫硫镍铁矿、针镍矿、辉钼矿、硫钼矿、闪锌矿、镍矾、碧矾等组成。按矿层取样，仅含 Ni 0.15ω%、Mo 0.014ω%、Zn 0.18ω%，至今无法利用。

德泽含矿层向 NW 延伸 10km，出露同层位的会泽田坝 -多着矿点[13]。矿层下盘为渔户村组中谊村段磷矿层，长 3.8km，厚 33.75m，P_2O_5 15～19ω%，其上为笕竹寺组（相当贵州牛蹄塘组）石崖头段粉砂岩含矾层（V_2O_5 0.62～1.37ω%），局部达工业要求（$V_2O_5 \geq 0.7$ω%），长 4.2km，厚 2.79m，再上为玉案山段 Mo、Ni矿层，含 Mo 0.02～0.068ω%（局部达工业要求 Mo≥0.06ω%）（多着 Mo > 0.04～0.13ω%）、Ni 0.02～0.15ω%、U 0.009ω%。含矿层长 4.2km，厚 1～1.6m（田坝）。同样因品位低，厚度小，无工业价值。

德泽 -田坝 -多着矿层与国内首个民采遵义黄家湾大型黑层 Mo - Ni矿床[14]的成矿特征完全一致，因而，存在巨大找矿前景。

3 云南找镍方向

3.1 富宁安定型基性岩体

云南省有色 312队，继前人工作后，又从事二年（1980～1982）找镍工作②。从前人的 13个工业矿体，发展为 18个；从过去只知尾硐含 Pt、Pd（0.38g/t），进而查明多个矿体含 Rh（0.01g/t）、Ir（0.148g/t）、Os（0.016g/t）、Au（0.018g/t）、Au 0.1～73g/t、Ag 0.7～64.7g/t，奠定为今后进一步工作的基础。

安定型岩体（20km^2）中的安定主岩体（16km^2），含 Ni 600 ×10^{-6}（320～1 200 ×10^{-6}）（中科院地质所，1959）比世界基性岩平均含 Ni 160 ×10^{-6}（戴里，1933）高 3.75倍。岩体呈岩盆状，分异良好。含矿橄榄辉长苏长岩含 MgO 20.56ω%（表 1）比世界橄榄石苏长岩含 MgO 8.07ω%（戴里，1933）高 2.55倍，适于成矿。而且，国外一些超大型 Cu - Ni矿床均产于苏长岩、辉长岩、辉长辉绿岩中（加拿大蓬德伯里、南非布什维尔德等），中国仅有喀拉通克矿一例[15]。由此，应重视在安定型基性岩中找镍，特别要突出向深部找矿（过去控制深度小于 200m），而且尾硐 0～5孔、那那 CK6孔，都证实有隐伏矿体存在。

3.2 金平白马寨外围铜矿山

铜矿山位于白马寨 SEE 5km，含矿超基性 -基性 -中性杂岩体，呈岩墙状（与金川岩墙相似），NW 长 10km，宽 1～2.5km。岩石变质且糜棱岩化，恢复原岩为橄榄辉石岩（m/f 2～2.94）及糜棱岩化辉长岩[10]。

铜镍矿化在 2/59航磁异常中心北缘，极大值 1 013nT，极小值 -969nT，高异常值与矿

---

① 白嘉芬等，德泽下寒武统黑色页岩中 Ni、Mo、Zn、Se、U元素赋存状态研究，庆祝中国地质学会成立 60周年论文摘要，1982.9。

② 云南有色 312队，李杨，王汝兴，富宁地区与基性岩有关的镍铜矿床综合找矿探讨，庆祝中国地质学会成立 70周年论文摘要专辑，1992.10。

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

体露头吻合。蚀变橄榄辉石岩（表 1）含 MgO 16.67ω%，比白马寨（MgO 23.24ω%）稍低，并与蚀变辉长岩沿 NW 与 NNE 坡碎带，一并组成矿化带，长 450m，宽 4～30m，厚 7.12m，绿泥石化强烈，平均 Ni 0.7ω%，最高 7.65ω%；Cu 1.06ω%，最高 15.42ω%；伴生 Pt 1.3g/t、Pd 0.5g/t、Co > 0.05ω%、Au等①。矿石由磁黄铁矿、镍黄铁矿、黄铜矿、磁铁矿等组成，致密块状为主，浸染状次之，成矿特征基本与白马寨相似。

铜矿山与白马寨成矿构造环境同为“哀牢山增生褶皱带背景下的张应力环境”[15]，属于汤中立划分为第二类“元古宙以后与大陆边缘裂解有关的小型侵入体矿床（金川、白马寨）”[16]，是我国最有远景的找矿类型[16]，应本着“断续重视”、“就矿找矿”、“矿区外围找矿”[16]原则，深入开展铜矿山地区面上的地物化多手段找矿和重点解剖，尤其重视深部找矿，必能获得新的突破。

3.3　哀牢山蛇绿混杂岩带

混杂岩带除已勘探的超大型镇沅老王寨金矿（上表 76.997t），大型金厂金（32.437t）-镍（7 296t）矿和安定龙潭与景东东山铬铁矿外，近年找矿进展不大。但经过对金厂矿区详细研究后，认为：Au、Ni非正常岩浆热液矿床，是在燕山晚期（金矿）[6]与喜马拉雅早期（镍矿）[7]先后热事件中形成的后期热液矿床。基于此新认识，可打开找镍新思路，不受“蛇绿岩套中未发现重要 Cu - Ni矿床”[15]的束缚，对混杂岩带的 100多岩体，以地物化多手段，从面上和深部找矿上下功夫，必能获得新的成果。

3.4　含多金属黑层

（1）下寒武统黑色页岩找矿

德泽 - 田坝 - 多着黑色矿层的致命弱点是薄与贫，但层位稳定，规模大，说明找矿前景有望。遵义黄家湾舍矿黑层长 10km，20多个民采坑道控制长 5km，矿层厚 5～30cm，最厚 2m。矿石含 Ni 4.08～7ω%、Mo 6.19～8.94ω%、Zn 0.94～14.66ω%、Cu 0.34ω%、U 0.02ω%～0.03ω%、Au 1.7g/t、Ag 22g/t、Pt + Pd 0.39g/t[14]，黄家湾的经验值得借鉴，对宜良 - 曲靖 - 会泽一带有望地区，重视化探的找矿指示，以下寒武统黑层进行面上复查和重点解剖，瞄准找“富厚地段”，必有收获。

（2）曲靖马龙陡山沱组黑层

早在 1993年，笔者曾呼吁对马龙牛首山区堆积褐铁矿基岩——陡山沱组（Zbd）黑层进行 Ag - V_2O_5 找矿[17]。铁矿面积 4.14km^2，其下基岩黑层由灰黑色层纹状炭质、泥砂质白云岩组成，厚 30m ±，普遍含黄铁矿散点与菱铁矿扁豆体（厚 2.5m ±），陆良鼠腊矿段，钻探揭露黄铁矿体长 140m，厚 12.22m，S 27.49ω%，矿石量 20.1万 t。此黑层即堆积铁矿的矿源层，铁矿水洗脱泥后的褐铁矿精矿（TFe 43.36～58.54ω%），含 Pb 0.24～0.65ω%、Zn 0.33～0.5ω%、Cu 0.055～0.24ω%、Ag 1g/t、Ni 0.005ω%、Co 0.0046ω%。笔者主持勘探的晋宁甸头 Zdb组黑层富铜矿（Cu 11.51ω%），伴生 U 0.097ω%、Ag 581.74g/t、Tl 0.0089ω%、Se 0.0068ω%[18]；贵州 Zbd黑层含 Ag 1～6 ×10^{-6}、V 225～5 950 ×10^{-6}、Cu 65～450 ×10^{-6}、Pb 15～140 ×10^{-6}、Zn 100～150 ×10^{-6}（梁同荣，1987）；湖北兴山白果园

① 李采一，罗荣生，等。金平铜矿矿山基性、超基性杂岩体地质特征；云南省地质学会第五次学术年会论摘要汇编，1994.10。

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

Zbd组黑层中的银 - 钒矿床，含 Ag 80～170g/t、V_2O_5 0.49～2ω%，厚 4～5m[13]。以上均说明 Zbd组黑层确为广泛分布的 Ag、V_2O_5、Cu、U多金属含矿层。为此，应对牛首山区 Zbd组黑层基岩，全面复查 Ag、V_2O_5、Mo、Ni、Pb、Zn、Cu含量，择其富集地段深入找矿，会有新的进展。

(3) 石林螺蛳塘 - 宜良大拉德陡山沱组 (Znd)

鲜为人知的螺丝塘 Zbd与 C_2 假整合面上，C_2 底部生物灰岩赋存的 Pb - Zn矿床 (上表 Pb 278t，3.15ω%；Zn 2 800t，1.5ω%)，伴生黄铜矿、斜方砷钴矿、钴华、镍华等，并在假整合面下 Zbd组下部含砾粗砂岩内，民采 10#老硐沿断裂产出富矿结核，含 Ni 0.3ω%、Co 0.78ω%；细脉状矿石 (长 14m)，含 Ni 0.195ω%、Co 0.326ω%、Cu 1.25ω%。[19]。无独有偶，螺蛳塘之北 15km，大拉德 Zbd组铜矿 (Cu 0.5～1ω%)，伴生 Ni 1～10ω% (云南有色 311队，1959)。笔者认为二者应一并考虑其成矿当与深部隐伏岩体有关，含矿热液穿透假整合面，使其上 (PbZn)、下 (Cu) 均叠加 Ni - Co矿化。建议用化探、物探手段，在找矿有望前提下，再进行深部风险性探矿，是一个值得探索的课题。

参 考 文 献

[1] 乔富贵，朱杰勇，田毓龙，等．全球镍资源分布及云南镍矿床 [J]．云南地质，2005，24 (4)：395～401.

[2] 中国矿床发现史编纂委员会，中国矿床发现史 (云南卷) [M]．北京：地质出版社，1996.

[3] 薛步高．昆阳群 ·矿床地质论文集 [M]．昆明：云南科技出版社，1995.

[4] 王登红，李志伟，罗君烈等．云南铂族元素找矿基础问题 [J]．云南地质，2003，22 (3)：250～259.

[5] 宋学旺．元江镍矿区硫化镍矿床找矿思路探讨 [J]．矿产与地质，2006，20 (4～5)：392～396.

[6] 谢桂清，胡瑞忠，毛景文，等．云南省墨江金矿床成矿时代讨论 [J]．矿床地质，2004，23 (2)：253～260.

[7] 应汉龙，王登红，刘和林．云南墨江金厂镍 - 金矿床镍矿化地质特征及形成时间 [J]．矿床地质，2005，24 (1)：44～51.

[8] 邓家藩．云南硫化物型铜镍和铂族矿床 [J]．云南地质，1999，18 (1)：22～35.

[9] 张文宽，尹国龙，徐洪恩，等．关于利用岩石化学成分预测岩浆型铜镍 (铂) 矿方法的讨论 [J]．四川地质学报，2006，26 (4)：248～251.

[10] 荣惠峰．云南金平县铜矿山地区超基性 - 基性岩体含矿性讨论 [J]．矿产与地质，2002，16 (4)：206～211.

[11] 罗君烈．云南铂、铜镍、铬矿床的成矿模式 [J]．云南地质，1995，14 (4)：311～318.

[12] 刘秉光．中国 PGE矿床类型分析 [J]．地质与勘探，2002，38 (4)：1～7.

[13] 杨勤生．云南东部及邻区黑色岩系内的矿床 (矿化) 特征与找矿设想 [J]．云南地质，2001，20 (1)：59～72.

[14] 曾明果．遵义黄家湾镍铜矿地质特征及开发前景 [J]．贵州地质，1998，15 (4)：305～310.

[15] 汤中立，李文渊．中国硫化镍矿床成矿规律的研究与展望 [J]．矿床地质，1991，10 (3)．193～203.

[16] 汤中立．超大型 Ni - Cu (Pt) 岩浆矿床的划分与找矿 [J]．地质与勘探，2002，38 (3)：1～7.

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

[17] 薛步高．滇东牛首山武铁矿地质特征 [J]．云南地质科技情报，1993，(1)：11～15.
[18] 薛步高．云南陡山沱组含矿性及其找矿探讨 [J]．矿产地质，2000，14 (2)：81～85.
[19] 薛步高．云南钴矿地质特征及找矿探讨 [J]．化工矿产地质，2001，23 (4)：210～216.

ON THE GEOLOGICAL CHARACTERISTICS & ORE - PEOSPECTING OF NIDEPOSIT IN YUNNAN

XUE Bu-gao

(Yunnan Administration of Villages & Towns Enterprises, Kunming 650011*)*

Abstract: The main Ni sulfide deposit in Yunnan is the deposit of Ni & Pt - Pd paragenesis, including Dali - Midu (685000 t), Jinping (63800 t) and Yuanmou - Yongren - Mouding (51200 t). The Ni silicate deposits are mainly located in Mojiang - Yuanjiang (644100 t). The S arsenide Ni deposit of ophiolite mélange type (17300 t) is the characteristic of Yunnan. The rock bodies in relation to metallogenesis are the Variscan and Caledonian, which are in relation to the macrofault in occurrence. The main ore - prospecting targets are in Funing, Jinping and Dongshan (Jingdong) - Dima (Honghe).

Key Words: Various Ni Deposit; Ore - Bearing Rock Body; Metallogenesis Rule; Ore - Prospecting Potentiality; Yunnan Province

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