

doi:10.6053/j.issn.1001-1412.2019.01.002

桂西北微细浸染型金矿中铂族元素的发现 及其找矿意义

马忠林

(辽宁省第九地质大队, 辽宁 铁岭 112000)

摘要: 本文基于辽宁第九地质大队2015—2017年间在桂西北尾腊沟金矿勘查过程中的新发现而撰写。桂西北尾腊沟金矿体主要赋存于中三叠统兰木组二段第3亚段的压碎泥岩、粉砂岩、细砂岩中;而铂族元素矿则是在兰木组二段第1、2、3亚段地层中,均存在不同程度的铂(族)矿化。区内的铂族元素不单局限在金矿体内,在其围岩中也同样存在,找矿潜力乐观。本次在桂西北中三叠统砂岩、泥岩中发现高品位的铂族元素,突破了我国在川黔滇围绕寒武系黑色页岩中寻找铂族元素矿的束缚,无疑对今后铂族元素的找矿方向拓宽了新的思路,也为研究铂族元素的成矿机制提供了新的线索。

关键词: 微细浸染型金矿;铂族元素;黑色岩系;铂族矿床;桂西北地区

中图分类号: P618.53 **文献标识码:** A

0 引言

铂族元素矿在我国属急缺矿种,目前已知的铂族元素矿体或矿化体绝大多数赋存在基性超基性岩体中,主要以铜镍硫化物矿床和钼钛磁铁矿中以共/伴生组分形式出现^[1],但矿石品位低。

桂西北地处黔桂滇金三角成矿带的东南地带,区内已发现大批微细浸染型金矿床^[3],金矿体主要产于中三叠统泥质粉砂岩、砂泥岩^[4]间破碎带内,严格受右江盆地内NWW向复式向斜控制。2015—2017年间,本文作者在该区尾腊沟开展金矿勘探工作;此过程中,在中三叠统兰木组二段第1、2、3亚段地层中均发现铂矿(化),并显示出该区域在微细浸染型金矿中实现找铂突破的巨大潜力;突破了寒武系黑色页岩寻找铂族元素矿^[5-7]的束缚,沉积型铂矿床^[2]极有望成为我国可供独立开采的铂族元素矿产地。

1 区域成矿地质背景

工作区位于扬子准地台与华南加里东褶皱系西段的接合部位^[8],处于右江断裂和田林—巴马隐伏断裂之间,属右江褶皱系百色断褶带的组成部分。区内在早古生代时期以寒武系碳酸盐岩夹碎屑岩沉积为主,广西运动使之褶皱隆起为陆,构成褶皱基底。早泥盆世初期形成稳定的沉积盖层;晚期在特提斯海开合作用影响下,地壳处于拉张机制的构造背景,形成大陆边缘裂谷型的“滇黔桂”金三角盆地、右江裂陷盆地,出现浅水碳酸盐台地和深水槽盆的“台、盆(沟)”相间的古地理格局^[9]。台地相地层包括上泥盆统融县组,下石炭统尧云岭组、都安组,上石炭统大埔组、黄龙组、马平组,中二叠统栖霞组、茅口组,上二叠统合山组,二叠系海绵礁灰岩,下三叠统逻楼组及中三叠统板纳组;盆地相碎屑岩地层包括中三叠统百逢组和木兰组(图1)。

中三叠世末,随着印支运动爆发,沉积盖层褶皱

收稿日期: 2017-10-24; 责任编辑: 王传泰

作者简介: 马忠林(1963—),男,高级工程师,大学本科毕业,矿产勘查与矿床研究,主要从事矿产勘查与矿床研究工作。通信地址: 辽宁省铁岭市银州区文化街28号,辽宁省第九地质大队;邮政编码:112000;E-mail:tlmzl2008@126.com

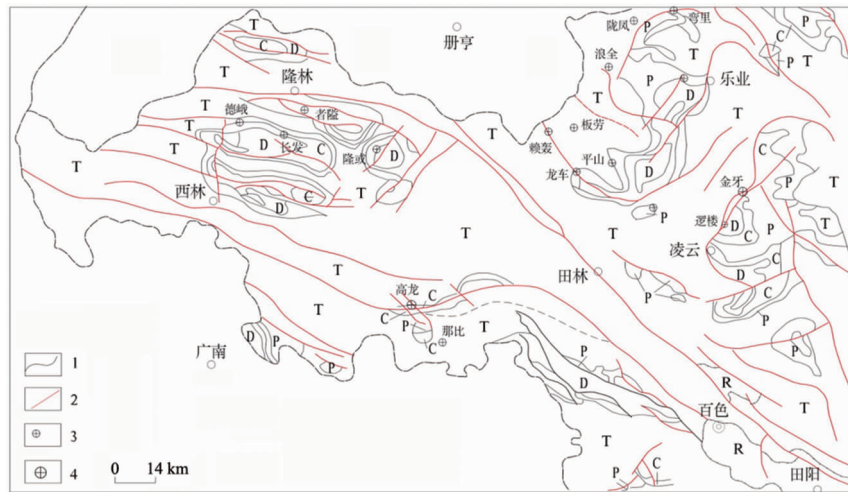


图1 桂西北地区地质略图

Fig. 1 Geological map of northwest Guangxi

R. 古近-新近系; T. 三叠系; P. 二叠系; C. 石炭系; D. 泥盆系; E. 寒武系

1. 地层界线; 2. 断裂构造; 3. 金矿(化)点; 4. 金矿床

回返,从此结束海相地层的沉积而进入陆相沉积阶段,右江裂陷槽封闭,形成印支褶皱带。构造线方向以NW向为主,其次为NE向、近EW向的构造^[10]。NW向褶皱为区内造山期构造,叠加于NE向褶皱之上。该组褶皱在盆地区一般表现为紧密褶皱,或倒转褶皱,形成一轴向NW-SE的大型复式向斜,次级褶皱和层间挠曲、揉皱构造发育;在台地区则多表现为宽缓褶皱,简单的箱状、屈状、拱状褶皱或穹窿发育。其褶皱造成的层间破碎和虚脱部位,为金元素富集提供了有利的导矿、成矿空间。

区域内的华力西期、印支期海底基性—酸性火山岩强烈活动和基性岩浆侵入活动,在区内形成了一定范围的具多旋回特征的辉绿岩体,也为区域内金、铂元素的富集提供了成矿条件。

2 发现过程及勘查现状

本次发现的铂族元素矿位于广西西北部,其北部与贵州省隔江相邻,是2015年由辽宁省第九地质大队在尾腊沟金矿勘查过程中发现的。当时正做尾腊沟金矿北区的金矿勘探工作,由于区内地层仅见呈单斜层产出的兰木组二段的泥岩和砂岩,且金矿体严格受复式向斜内次级倒转背斜中的层间滑脱带控制^[11],为了研究金矿体的成矿规律及赋矿层位,根据沉积旋回特征又将兰木组二段划分出4个亚段,并在第2、3亚段中发现7个金矿体,矿床平均品

位 $w(\text{Au}) = 2.14 \times 10^{-6}$,矿床规模达大型。因在光、薄片鉴定样品中,发现部分样品含有1%~2%的不透明矿物,其呈针状及粒状,粒径为0.1 mm±,且含碳量在1%~5%之间,故怀疑可能与黑色岩系中的铂族元素有关;随后,在光谱全分析中发现PGE及稀土、稀有、稀散、Cu、Mo、Bi、Sb等元素组分且含量较高(表1)。于是在样品组合分析和矿石浮选试验中增加了对铂族元素的检测,结果证实了均有铂族元素矿的存在。因铂品位低(在粗精矿中略有富集),矿石类型又为高矽含碳含铂含锑复杂难选金矿石,仅做为伴生矿产估算出铂资源量6 667 kg,2016年9月勘探报告通过评审并做了资源储量备案。这一发现与黑色岩系中铂族元素矿具有多组分的特点相一致,反映出其成矿物质具有多源性——既有来自大陆风化壳的陆源碎屑,也有热卤水及海底火山喷发的物质,应是典型的同生异源的产物^[12]。

2016年11月,在南区继续开展的金矿勘探时,为进一步查明区内铂族元素的矿化规律,通过与川黔滇产于黑色岩系中的已知铂矿床和俄罗斯干谷Au-Pt矿床对比,除在成矿时代上不同外,其它方面均十分相似,推测这套岩系有可能就是铂族元素的矿源层。同时,对北区主矿体Au-4及顶底板围岩按不同勘探线在地表和深部采取31个样品,用于进一步了解矿石中是否还有其他的铂族元素。PGE分析结果(表2)表明:Pt品位 $w(\text{Pt}) = 6.0 \times 10^{-6} \sim 71.9 \times 10^{-6}$,平均品位 28.02×10^{-6} ;铂族其他元素

表 1 尾腊沟金矿北区矿石光谱全分析结果

Table 1 Total spectral analysis of ore from the north domain of Weilagou gold mine

样号	贵金属							有色金属						
	Au	Ag	Pt	Ru	Rh	Pd	Ir	Cu	Pb	Zn	Sn	Mo	Bi	Sb ₂ O ₃
GP1	0	0.6	0	23	8	0	93	173	17	275	19	105	649	131
GP2	0	2.5	0	0	3.9	16.5	40	218	0	296	16	65	436	61
GP3	0	5.7	0	0	0	3.8	13	130	0	284	19	69	553	138

样号	稀有金属			稀土金属			稀散元素			其它				
	Nb	ZrO ₂	Sr	LaO ₃	CeO ₂	Y	Ga	In	Te	Cr ₂ O ₃	TiO ₂	V	MgO	BaO
GP1	17	869	508	75	80	79	1.06	3.1	6	168	1.265	0.0146	6.25	0.365
GP2	19	518	104	40	63	74	1.07	7.9	5	240	19.662	0.0161	1.34	0.275
GP3	2	627	749	119	72	101	1.47	0	24	278	8.265	0.0194	3.28	0.312

量单位: $w_B/10^{-6}$, $w(\text{其它})/10^{-2}$; 检测单位: 贵研检测科技(云南)有限公司

表 2 尾腊沟微细浸染型金矿(北区)样品分析结果

Table 2 Analysis of samples from the north domain of Weilagou micro-fine dissemination gold deposit

样号	ZK2704			ZK3503										TC35-1	
	H5	H6	H7	H27	H28	H30	H31	H32	H33	H34	H35	H36	H37	H1	H2
Au	0.54	2.98	0.18	1.35	1.38	0.13	0.99	0.89	0.81	1.24	0.84	1.03	0.92	1.08	0.86
Pt	71.90	21.80	26.80	28.50	11.30	8.01	24.70	43.20	15.30	14.80	10.50	35.00	21.10	40.30	51.80

样号	TC35-1			CK20		TC27-1										
	H3	H4	H5	H6	H7	H2	H3	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19
Au	0.92	0.95	0.88	1.72	1.93	1.29	1.05	2.69	2.89	3.46	4.34	5.77	2.62	3.13	3.40	2.76
Pt	18.50	16.40	29.60	35.90	48.90	11.80	28.80	38.10	61.10	36.30	9.04	9.19	6.00	43.80	24.90	25.40

量单位: $w_B/10^{-6}$; 检测单位: 贵研检测科技(云南)有限公司, 镍钨试金-电感耦合等离子体质谱法测试(2017 年 1 月)

含量均较低,仅个别样品中的 Pd、Ph 达到伴生矿产要求。

值得一提的是勘查区内的铂族元素不单纯局限在金矿体内,而在其围岩中也同样存在铂族元素,显示出该类型铂族元素矿在区内的找矿潜力应是极其可观的。初步查明目前发现的含铂层位主要分布在右江盆地内的复式向斜中,已知矿化范围长约 24 km,宽约 10 km,金、铂矿化严格受 NW 向复式向斜内的次级背斜控制。根据土壤测量成果,区内圈定的东、西两条 Au-As-Sb 组合异常带,与本区尾腊沟复背斜两翼出露的控矿地层相吻合,且北区仅为该背斜北东翼的一部分(图 2)。经开展系统的地表槽探揭露,在背斜的西南翼已完成按 160 m 间距布设的 8 条探槽,探槽揭露长在 240~680 m 之间,全槽采集刻槽样品共 1500 余件,除极少数样品的 $w(\text{Pt})$ 值小于 0.5×10^{-6} 外,其余多在 $0.5 \times 10^{-6} \sim 3.26 \times 10^{-6}$ 之间,最高达 4.60×10^{-6} ,但金品位普遍较低,仅局部见金矿体($w(\text{Au}) = 2.52 \times 10^{-6} \sim 2.96 \times 10^{-6}$)和金矿化。目前,已控制的铂矿体长 1 220 m,控制矿体真厚 180~350 m,并已有两个钻孔正在施工中。北东翼则是按 480 m 间距布设探槽揭露,现仅完成一条剥土(BT24),铂品位为 $w(\text{Pt}) = 0.34 \times 10^{-6} \sim 3.05 \times 10^{-6}$,金品位 $w(\text{Au})$ 值均小于 0.2×10^{-6} 。

3 主要认识和不足

(1)本次在桂西北地区兰木组二段第 1、2、3 亚段地层中发现铂族元素矿体,是该区在微细浸染型金矿勘查中取得的一次重大突破^[3],也是在 PGE 低缓地球化学异常带找矿获得成功的实例,它对今后在矿区及外围找矿意义重大。

(2)区内金矿体主要赋存于中三叠统兰木组二段第 3 亚段的压碎的泥岩、粉砂岩、细砂岩中;而铂族元素矿则是在兰木组二段第 1、2、3 亚段地层中,均存在不同程度的铂(族)矿化。根据现阶段勘查成果及对复背斜两翼的控制程度,预测本区域有形成大型—超大型铂金矿床^[13]的趋势。

(3)铂—金矿床矿化的富集或矿石品位高低,与沉积前期原始物源体(矿源层)含 Pt 元素的丰度和构造盆地有关;其次可能与大规模的区域性热液、硅化蚀变作用相关。通过大量样品测试,铂族元素矿有在金矿体内及顶、底板围岩附近品位高,而在远离金矿体之外的正常地层中品位随之降低的赋矿规律;推测铂族元素的成矿期早于金,应为成岩过程中的同沉积产物,而金则应为成岩后构造改造的结果。

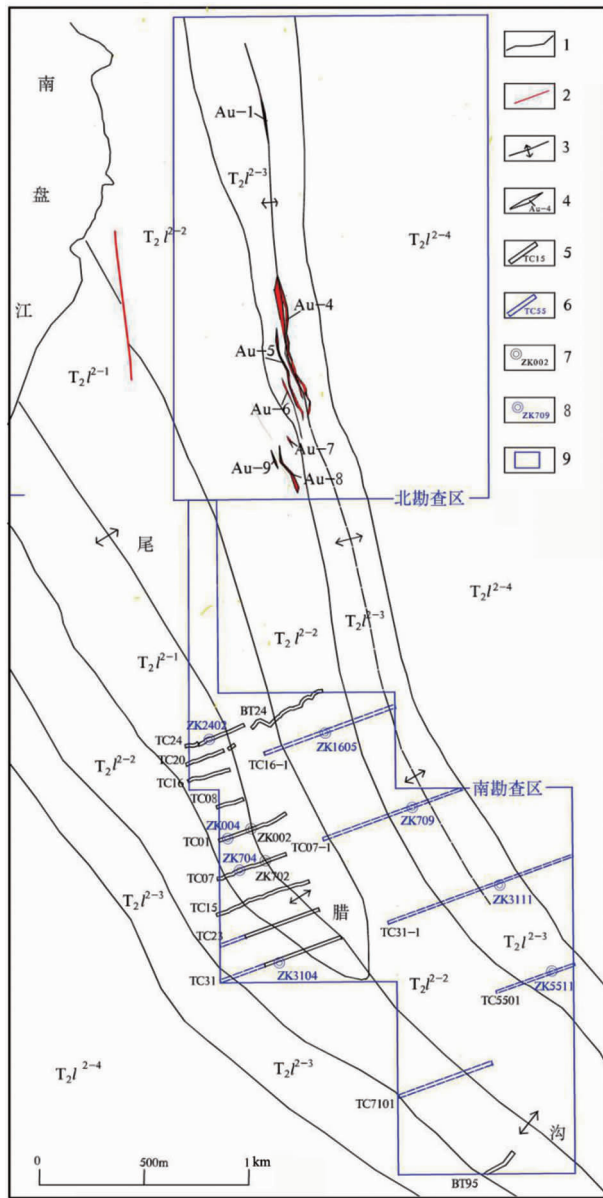


图2 桂西北尾腊沟金矿区地质略图

Fig. 2 Geological sketch of Weilagou mine area

T_2l^{2-1} , 木兰组二段第1亚段; T_2l^{2-2} , 木兰组二段第2亚段;

T_2l^{2-3} , 木兰组二段第3亚段; T_2l^{2-4} , 木兰组二段第4亚段

1. 地层界线; 2. 断层; 3. 背斜轴; 4. 金矿体及编号;

5. 完工探槽及编号; 6. 设计探槽及编号;

7. 施工钻孔及编号; 8. 设计钻孔及编号; 9. 勘查区

(4) 由于北区金矿体是以兰木组二段第3亚段内层间破碎带为主要控矿因素, 据矿区采用重选法选铂试验, 北区矿体所获铂金粗精矿中含砷(As)、硫(S)和镍(Ni)等硫化矿物; 而南区现阶段控制的次级褶皱、层间断裂、硅化构造是在兰木组二段第1、2亚段内, 其矿化蚀变的强度明显较北区弱, Pt平均品位在 $w(\text{Pt}) = 2 \times 10^{-6}$ 左右, 但在选矿试验中仍

可选出90%的铂族元素, 且没有上述硫化物。试验结果再次说明在原始沉积过程中, 岩石中的铂族元素已存在, 并多以超细粒的自然铂为主; 南区因地层没遭受后期构造作用的改造, 金的丰度值并不高, 这可能是造成南区背斜西南翼大多数样品显示Au元素含量甚微, 未能形成金工业矿体的主要原因。

(5) 因受勘查范围所限, 在尾腊沟背斜的西南翼, 未能开展对兰木组二段第3亚段金赋矿层的地表和深部工程控制, 这不仅无法验证背斜两翼控矿地层是否存在矿化差异, 而且对全面探讨和研究区域金-铂成矿规律及成因也带来诸多不便。故在后续勘查中应加强这方面的综合分析和研究, 以便有效指导下一步工作。

4 找矿意义及找矿方向

桂西北微细浸染型金矿中铂族元素矿的发现, 在一定程度上改变了以往将容矿主岩局限于下寒武系至上震旦系含碳岩系的找矿思路。本次在中三叠统砂岩、泥岩中发现高品位的铂族元素, 突破了我国在川黔滇围绕寒武系黑色页岩中寻找铂族元素矿的束缚, 无疑对今后铂族元素的找矿方向拓宽了新的思路, 也为研究铂族元素的成矿机制提供了新的线索。通过与国内外典型的铂族元素矿床对比, 桂西北铂族元素矿即有诸多相同点, 又有着自身的独特成矿性, 应属于一种新的成因类型。如能进一步确认右江盆地内的复式向斜中都含有铂族元素, 这对全面推动黔桂滇、川甘陕两个金三角地区在微细浸染型金矿中寻找相类似的铂矿床, 具有着十分重要的指导意义。同时, 对扬子地台的湘黔川鄂古拗陷区东南侧及滇东台褶皱带、江南古陆、四川盆地边缘和昆仑-秦岭地槽过渡带^[14]等地区寻找铂族元素矿, 也都会有着一定的借鉴意义。

由于在区域上, 桂西北地区三叠统兰木组的沉积地层, 几乎都是围绕着以基性-超基性火山岩和超基性岩浆岩为“中心”的台地周缘分布, 不仅有广泛稳定的地层沉积层位, 而且也有着较丰富的金、铂族元素的成矿物质来源。其中已发现的德峨、隆或、高龙、那比、浪全、金牙等金矿(床)点, 这些地层分布的区域可以作为寻找沉积型铂族元素矿床的远景区。尤其是沿百色断褶带两侧的隆林-田林-田阳地区承袭了“槽盆”衣钵^[15], 更有利于实现寻找铂族元素矿的突破。此外, 与该区域毗邻的贵州省亦具备寻

找该类型铂族元素矿床的类似地质条件,可以广西已知控矿复式向斜的北延地段为重点,在加强勘查和研究的同时,逐步展开对外围含矿地层的追踪与评价,有望在寻找铂族元素矿方面取得新的突破。

参考文献:

- [1] 梁有彬. 中国铂族元素矿床[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1998.
- [2] 耿林, 翟裕生, 彭润民. 中国铂族元素矿床特征及资源潜力分析[J]. 地质与勘探, 2007, 43(1): 1-6.
- [3] 王登红, 骆耀南, 屈文俊, 等. 中国西南铂族元素矿床地质、地球化学与找矿[M]. 北京: 地质出版社, 2007.
- [4] 张景荣, 陆建军, 张晓豪, 等. 右江裂谷区三叠系岩石物性特征及其金矿化的关系[J]. 矿床地质, 1997, 16(4): 340-347.
- [5] B B 季斯特列尔, 等. 俄罗斯干谷金矿床中的铂族金属存在形式及其成因[J]. 国外地质科技, 1997(7): 37-47.
- [6] 范德廉, 张焘, 叶杰. 中国的黑色岩系及其有关矿床[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [7] 谢学锦. 全球地球化学填图——历史发展与今后工作之建议[J]. 中国地质, 2008(3): 357-375.
- [8] 肖龙, 叶乃清, 张明华. 滇黔桂地区微细浸染型金矿构造控制特征[J]. 桂林工学院学报, 1997(3): 234-239.
- [9] 何彬彬, 顾雪祥. 黔桂盆地演化与微细浸染型金矿成矿作用[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2002(4): 279-280.
- [10] 肖荣阁, 陈卉泉, 范军. 滇黔桂地区微细浸染型金矿控矿地质条件分析[J]. 矿物学报, 1998, 18(3): 344-349.
- [11] 邢树方, 孙景贵, 刘洪文. 高碳黑色页岩型铂族元素矿床的成矿性探讨[J]. 地质与勘探, 2002, 38(6): 17-21.
- [12] 中国科学院地球化学研究所. 中国含铂地质体铂族元素地球化学及铂族元素矿物[M]. 北京: 科学技术出版社, 1981: 98-100.
- [13] 刘秉光. 中国 PGE 矿床类型分析[J]. 地质与勘探, 2002, 38(4): 1-7.
- [14] 苏尚国, 沈存利, 邓晋福, 等. 铂族元素的地球化学行为及全球主要的铂族金属矿床类型[J]. 现代地质, 2007, 21(2): 361-369.
- [15] J 布兰(法)著. 郭步英, 等译. 地史学和地层学研究方法[M]. 北京: 地质出版社, 1983: 155-181.

Discovery of PGE from micro-fine dissemination gold deposit in the northwest Guangxi province and the prospecting significance

MA Zhonglin

(The 9th geological team of Liaoning province, Tieling 112000, Liaoning, China)

Abstract: This paper introduces new discovery of prospecting in Weilagou gold deposit in northwest Guangxi province conducted by the 9th geological team during 2015-2017. Ore bodies of the gold deposit occur mainly in Middle Triassic Mulan Formation. Various PGE mineralization is discovered in the 1st, 2nd 3rd sub-member of the second Member of Mulan Formation. PGE in the area occur not only in the gold ore bodies but also in the surrounding rocks and is potential for further prospecting. During this prospecting high grade PGE is discovered in Middle Triassic sandstone and mudstone breaks through the tie of prospecting PGE around Cambrian black shale in Sichuan, Yunnan and Guizhou provinces and widen thought of PGE prospecting and supplies a new clue for metallogenic mechanism of PGE.

Key Words: carlin type gold deposit; platinum family element; black rock series; platinoid deposit; northwest Guangxi province