

四川大槽地区铂、钯地球化学异常源的示踪与镍矿体的发现

成杭新¹, 赵传冬^{1,2}, 庄广民¹, 赵支岗², 陈德友²

(1. 中国地质科学院 地球物理地球化学勘查研究所, 河北 廊坊 065000; 2. 中国地质大学, 北京 100083; 3. 四川省地质调查院, 成都 610000)

摘要: 通过对四川大槽地区水系沉积物铂、钯异常源的示踪和查证, 发现镍矿体中伴生的铂钯是水系沉积物中的铂钯源, 通过土壤测量和岩石剖面测量, 发现一镍矿体, 平均镍含量为 0.23%, 铂-钯矿的最高品位 0.4 g/t, 地表矿体已控制规模为 130 m 宽, 325 m 长, 显示该地区具有较大的找矿远景。

关键词: 铂、钯异常源; 地球化学示踪; 镍矿体发现; 找矿远景; 四川省

中图分类号: P632

文献标识码: A

文章编号: 1000-8918(2004)03-0228-05

铂矿资源的勘查通常采用地质-地球物理方法, 通过发现基性-超岩体, 开展岩体铂矿资源的含矿性评价及确定矿体的含矿部位等来完成。铂矿地球化学勘查作为一种新的勘查概念开始引起勘查界的注意^[1,2]。1995年, 我国在泛滥平原沉积物中发现3个铂、钯地球化学巨省^[3]。这一发现使地质工作者对我国铂族矿产资源的找矿前景有了新的认识, 并对铂族矿产的勘查开始予以特别的关注^[4~7], 近10年的勘查工作未能获得重大的找矿突破的主要原因, 是缺乏有效的铂、钯异常源示踪技术和异常查证方法, 是其主要原因。因此铂、钯异常源的示踪技术与铂、钯地球化学异常的查证方法已成为我国铂族矿产资源勘查获得突破的关键问题。

作者选择四川大槽地区的水系沉积物中的铂、钯异常为研究对象, 讨论铂、钯异常源的示踪技术。

1 研究区地质概况

大槽地区隶属四川米易县。地貌景观为中高山区, 属中亚热带季风气候。1959~1960年, 四川省地质局104队在区内开展铜镍矿普查时发现岩浆熔离型阿布郎当铜-镍矿床, 但未作铂、钯分析^①; 1978年, 四川省地质局802队在阿布郎当、大槽两处采样分析铂、钯, 发现铂、钯矿化线索, 但因铂、钯含量不高, 未作进一步工作; 2000年, 四川省地质调查院在

进行“四川攀西地区铜-镍-铂矿产资源评价”项目时, 在该区完成1:5万水系沉积物测量20 km², 发现多处铂、钯地球化学异常, 但未作进一步的异常查证工作。

研究区位于扬子地台西缘, 攀西裂谷中段。区内出露地层仅有震旦系及第四系, 震旦系下统分布在大槽至阿布郎当超基性岩体的东西两侧外接触带, 震旦系上统可分为列古六组和观音崖组(图1a), 前者岩性主要为砂岩夹板岩, 后者以砂岩和灰岩为主。

区内构造有F₁、F₂、F₃、F₄、F₅断裂, 其中F₁、F₂近南北向分布纵贯岩体东西两侧接触带, 并控制着区内矿化带规模及产状, F₃、F₄、F₅为成矿后断裂。

区内主要有海西期的阿布郎当—大槽超基性岩浆侵入活动。岩体南北长8.5 km, 东西宽900 m, 出露面积7.6 km²。在岩体北段F₃、F₅断裂间的东西两侧接触带上具强烈的黄铁矿化, 形成10~15 m宽的硫化物富集带, 并伴有矽卡岩化和透闪石大理岩化。铜-镍-铂矿化带位于超基性岩体的东西两侧F₁、F₂断裂接触带上。东接触带南北长6.5 km, 宽50~100 m, 西接触带长8.5 km, 宽50~100 m。

1:5万水系沉积物测量发现多处铂、钯地球化学异常(图1b), 其中I号异常规模最大, 异常强度最高。本项目主要是评价I、II号异常的含矿性。

① 四川省地质局. 中华人民共和国区域地质调查报告(1:200 000 盐边幅, 矿产部分)。

收稿日期: 2003-09-10

基金项目: 国土资源大调查项目(200120130090, 20031020002)、国土资源部科技项目(992034)资助

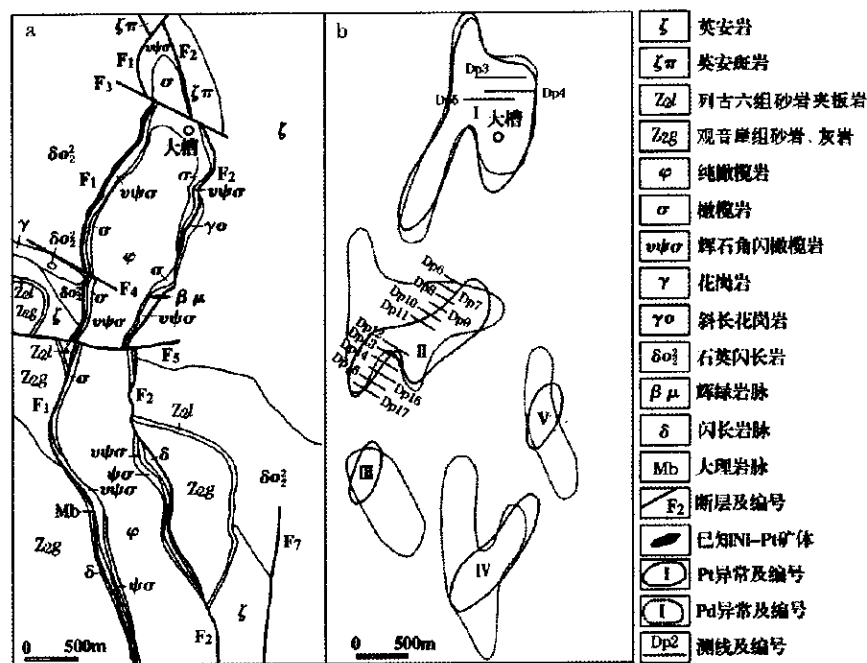


图1 四川大槽地区水系沉积物中的铂、钯异常

2 样品采集与分析测试

采用 100 ~ 200 m 线距, 20 m 点距部署土壤测量剖面 15 条(图 1b), 同步进行岩石测量, 共采集土壤样品 281 件, 岩石样品 318 件。样品由国土资源部地球物理地球化学研究所监控站采用无污染玛瑙罐加工碾磨, 由该所中心实验室采用 XRF、ICP-MS、AAS、AES 方法分析了 Cu、Ni、Co、Cr、Au、Ag、As、Se、Pb、Zn、S、Cd、Hg 等 13 种元素, 样品的 Pd、Pt 含量由河南中心实验室经活性炭预富集处理后, 用化学光谱法测定。样品分析过程中, 以密码样、重复样插入同类国家一级标准物质 GSS1、GSS2、GSS3、GPt1、GPt2、GPt3 进行分析质量监控, 分析质量满足 1: 20 万化探扫面中规定的监控要求。

3 结果与讨论

3.1 土壤测量地球化学异常特征

对大槽地区土壤、岩石样品分析数据的统计表明, 与岩石样品元素含量的平均值相比, Au、Ag、Co、Cr、Cu、Ni、Pt、Pd 在土壤中明显富集(表 1)。

对 II 号 Pt、Pd 异常内的土壤地球化学测量成果表明(图 2), 在测线 Dp10 ~ Dp13 之间出现明显的 Co、Cr、Ni 强异常及 Cu、Pt、Pd 弱异常, Au、Ag 异常主要出现在 Dp6 ~ Dp11 之间。同时在 Dp14 ~ Dp15 之间出现一空间分布重叠的 Pt、Pd 异常。地质填图发现, 与该异常对应的地质体主要为纯橄岩、橄辉岩及含长辉石角闪橄辉岩, 尽管 Co、Cr、Ni、Cu、Pt、

表 1 大槽地区土壤、岩石中的元素平均含量

元素	Au	Ag	Co	Cu	Ni	Cr	Pt	Pd
土壤	n	265	266	266	266	265	281	281
	min	0.30	8	1.7	3.3	8.7	18	0.16
	max	105.30	1900	631.8	457.5	4038.0	30990	77.78
	$\bar{x}$	3.61	248	93.2	60.4	762.7	4614	5.51
	s	8.60	254	106.9	62.9	966.1	6917	10.54
岩石	n	281	283	283	283	283	318	318
	min	0.15	20	1.0	1.0	5.9	3	0.16
	max	48.22	3963	302.8	388.5	3566.1	18938	178.94
	$\bar{x}$	1.19	130	34.4	23.7	392.6	1102	3.24
	s	3.49	275	57.9	40.8	821.3	2716	13.20
$w(B_{土壤})$		3.05	1.92	2.71	2.55	1.94	4.19	1.70
$w(B_{岩石})$								1.26

注: n 为样品数; min 为最小值; max 为最大值; $\bar{x}$ 为算术平均值; s 为标准差。w(Pt、Pd、Au、Ag)/10⁻⁹, w(其它元素)/10⁻⁶。下表同。

Pd 为基性、超基性岩的特征指示元素, 但对 Ni 异常而言, 其内带异常浓度高达 2 000 × 10⁻⁶, 已达工业品位要求, 推测在该异常下方应存在与基性、超基性岩体有关的 Ni 矿体。

3.2 岩石测量地球化学异常特征

为了检查土壤测量中发现的 Co、Cr、Ni 组合异常, 对岩石测量剖面 Dp11、Dp12 的样品进行了系统分析, 结果示于图 3、图 4。发现在 Dp11 线的 1 ~ 7 号采样点, 岩石样品中的 Ni 含量均超过 2 000 × 10⁻⁶, 已达工业品位要求, 形成宽达 130 m 的 Ni 矿体。同时在 Ni 异常对应的部位出现显著的 Co、Cr 异常, Pt、Pd、Au、Ag 异常主要出现在 Co、Cr、Ni 异常

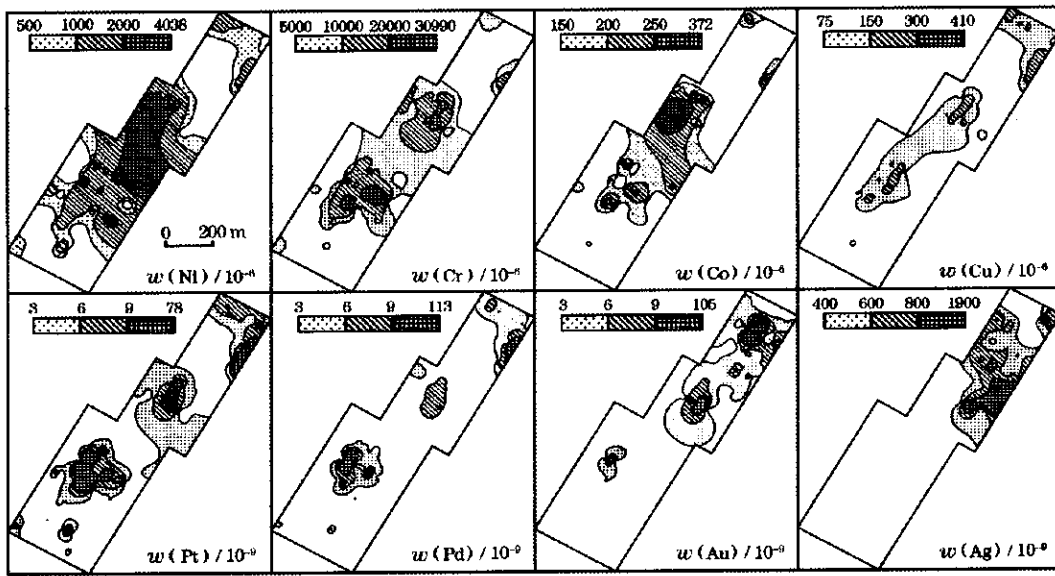


图 2 四川大槽地区土壤测量地球化学异常

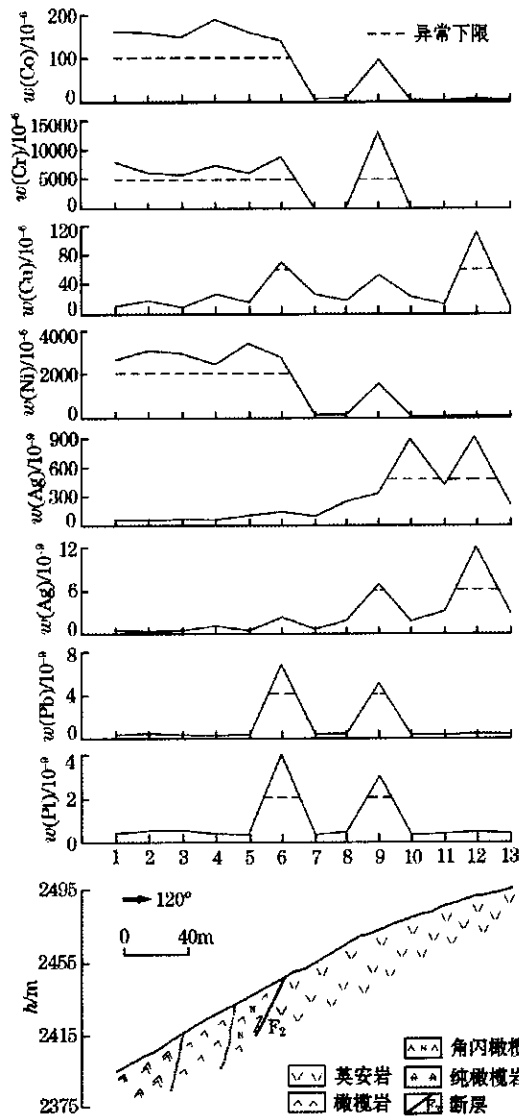


图 3 四川大槽地区 DP-11 线岩石测量地球化学异常

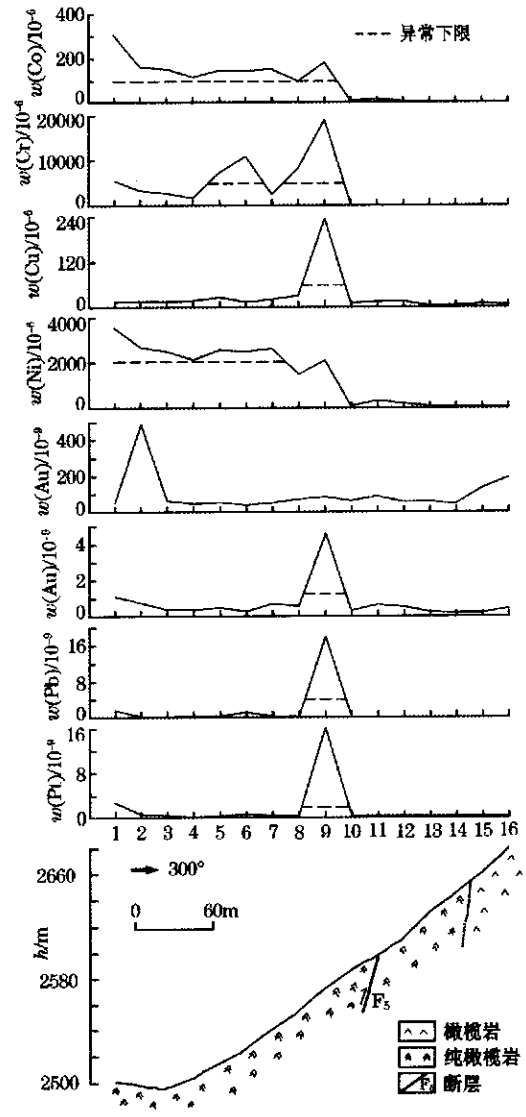


图 4 四川大槽地区 DP-12 线岩石测量地球化学异常

表 2 大槽地区岩石和矿石中微量元素平均含量

地质体	参数	Au	Ag	Co	Cu	Ni	Cr	Pt	Pd
镍矿体	<i>n</i>	32	32	32	32	32	32	32	32
	min	0.25	23	96.7	9.1	1431.2	1625	0.16	0.16
	max	14.21	662	302.8	388.5	3566.1	18938	178.94	197.20
	$\bar{x}$	2.34	118	166.0	69.7	2334.1	6338	17.80	15.50
	<i>s</i>	3.55	136	35.8	93.0	585.8	3356	35.98	37.72
纯橄榄岩	<i>n</i>	38	38	38	38	38	38	38	38
	min	0.25	20	1.0	1.0	10.5	3	0.25	0.15
	max	6.00	480	37.5	80.8	366.8	604	6.40	4.46
	$\bar{x}$	0.71	87	6.0	9.9	63.9	69	0.51	0.31
	<i>s</i>	1.01	90	7.5	12.7	87.7	132	0.99	0.69
橄榄岩	<i>n</i>	38	38	38	38	38	38	38	38
	min	0.25	20	1.0	5.3	11.7	4	0.25	0.17
	max	4.94	720	173.6	88.4	2296.4	18296	4.76	4.92
	$\bar{x}$	0.69	101	20.3	15.8	144.4	646	0.63	0.51
	<i>s</i>	1.00	129	31.9	14.8	386.7	2986	0.86	0.92
含长辉石角闪橄榄岩	<i>n</i>	20	20	20	20	20	20	20	20
	min	0.27	36	1.0	8.4	10.6	4	0.30	0.16
	max	5.65	730	116.5	149.7	885.5	3145	8.80	9.68
	$\bar{x}$	1.27	145	19.6	28.8	160.0	402	1.40	1.55
	<i>s</i>	1.38	164	32.0	35.5	256.9	875	2.56	3.04
英安岩	<i>n</i>	82	82	82	82	82	82	82	82
	min	0.25	20	1.0	1.8	5.9	3	0.25	0.15
	max	46.92	1577	137.6	169.6	1929.3	13156	19.70	10.61
	$\bar{x}$	1.82	154	17.6	24.0	112.5	437	0.96	0.75
	<i>s</i>	5.42	228	27.5	29.8	293.0	1715	2.56	1.85
英安斑岩	<i>n</i>	4	4	4	4	4	4	4	4
	min	0.30	55	2.70	1.80	9.70	3	0.27	0.16
	max	0.35	88	5.90	17.00	28.80	27	0.32	0.20
	$\bar{x}$	0.32	65	4.20	7.85	20.20	13	0.30	0.19
	<i>s</i>	0.02	16	1.64	6.56	8.12	12	0.02	0.02
观音崖组砂岩	<i>n</i>	26	26	26	26	26	26	26	26
	min	0.25	22	1.0	1.5	11.3	3	0.25	0.15
	max	1.53	237	15.4	30.1	94.0	258	2.00	0.57
	$\bar{x}$	0.51	91	8.1	11.2	29.8	56	0.40	0.21
	<i>s</i>	0.37	56	4.7	7.0	21.1	57	0.33	0.09
列古六组灰岩	<i>n</i>	4	4	4	4	4	4	4	4
	min	0.25	23	1.0	3.0	12.3	3	0.25	0.17
	max	0.70	38	1.9	5.5	26.5	9	0.71	0.34
	$\bar{x}$	0.49	29	1.5	4.8	18.8	5	0.38	0.23
	<i>s</i>	0.22	7	0.5	1.2	6.4	3	0.22	0.08

的西侧。在空间分布位置上,异常具有(Co、Cr、Ni)-(Pt、Pd、Cu)-(Au、Ag、Cu)的水平分带特征(图3)。同样在Dp12线的1~8号采样点,Ni含量也均超过 $2\,000\times 10^{-6}$,构成的Ni矿体宽达150 m(图4)。受地形影响,施工时Dp11、Dp12之间未能按100~200 m线距布置,两测线之间的实际线距为325 m,故该矿体的长度应大于325 m。由于Dp11、Dp12线的长度未能全部控制矿体,导致Dp11线的1号样点以西、Dp12线1号样点以东Co、Cr、Ni异常均未封闭,因此矿体的实际宽度还有待进一步工作才能确定。

研究区镍矿体中矿石的铂、钯平均含量分别为 17.8×10^{-9} 和 15.5×10^{-9} ,局部地段铂、钯达 0.4×10^{-6} ,明显高于研究区纯橄榄岩、橄榄岩、含长辉石角闪橄榄岩、英安岩、观音崖组砂岩、列古六组灰岩的铂、钯平均含量(表2),说明镍矿化体伴生铂、钯,是水系沉积物中铂、钯异常的主要来源。

4 结论

通过对大槽地区铂、钯异常源的示踪,发现大槽地区水系沉积物中的铂、钯异常源主要为镍矿体伴生的铂钯所致。

对I、II号铂、钯异常的局部地段的异常查证,已发现了够品位的镍矿体,镍品位0.23%,铂-钯矿最高品位0.4 g/t。表明该区已有良好的镍和铂、钯矿化显示,说明该区应具有较大的找矿远景。

参考文献:

[1] 张洪,陈方伦,彭桂仙,等. 铂族元素地球化学勘查方法研究: 水系沉积物测量[J]. 河北地质学院学报,1996,19(1):19-24.

[2] 张洪,陈方伦. PGE 分析方法矿床地球化学及地球化学勘查[M]. 北京:地质出版社,1996.1-90

[3] 成杭新,谢学锦,严光生,等. 中国泛滥平原沉积物中Pt、Pd丰度值及地球化学省的初步研究[J]. 地球化学,1998,27(2):

- 101 – 106.
- [4] Xie X J, Cheng H X. Global geochemical mapping and its implementation in Asia-Pacific Region [J]. Applied Geochemistry, 2001, 16: 1309 – 1321.
- [5] 涂光炽. 贵金属找矿的若干问题讨论 [A]. 陈毓川. 当代矿产资源勘查评价的理论与方法 [C]. 北京: 地震出版社, 1999. 186 – 191.
- [6] 苏文超, 胡瑞忠, 漆亮, 等. 黔西南卡林型金矿床流体包裹体中微量元素研究 [J]. 地球化学, 2001, 30(6): 512 – 516.
- [7] 刘秉光. 中国 PGE 矿床类型分析 [J]. 地质与勘探, 2002, 38(4): 1 – 7.
- [8] 成杭新, 赵传冬, 庄广民, 等. 铂族元素矿床地球化学勘查的战略和战术 [J]. 地球学报, 2002, 23(6): 495 – 500.

GEOCHEMICAL TRACING FOR ANOMALY SOURCE OF Pt AND Pd AND THE DISCOVERY OF A Ni OREBODY IN DACAO AREA, SICHUAN PROVINCE

CHENG Hang-xin¹, ZHAO Chuan-dong^{1,2}, ZHUANG Guang-min¹, ZHAO Zhi-gang³, CHEN De-you³

(1. Institute of Geophysical and Geochemical Exploration, CAGS, Langfang 065000, China; 2. China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 3. Sichuan Institute of Geological Survey, Chengdu 610000, China)

Abstract: A study of geochemical tracing for the anomaly source of Pt and Pd in stream sediments shows that the Pt and Pd source in some stream sediment samples is derived from the weathering products of the nickel ore. A nickel orebody 130 m wide and 325 m long at surface with nickel content of 0.23% and highest Pt and Pd grade of 0.4g/t was discovered based on the data obtained from the soil and rock survey. Prediction of Pt, Pd and Ni potentials was made for Dacao area.

Key words: anomaly source of Pt and Pd; geochemical trace; discovery of Ni orebody; Dacao; Sichuan Province

作者简介: 成杭新(1964 –), 男, 教授级高工。2001 年获吉林大学地球探与信息技术专业博士学位, 主要从事勘查地球化学和环境地球化学的研究工作。

上接 227 页

Abstract: The Bayanbaolidao gold ore district lies in Sonid Left Banner of Inner Mongolia. The fractured alteration zone and the mylonitized zone are related to gold mineralization of this area. On the basis of geological, geophysical and geochemical achievements, geophysical and geochemical exploration models were constructed. With correlation analysis and "Geshifa" method, the axial zoning sequence of the elements is defined as As-Sb-Hg-Bi-Li-Sr-Ba-Ag-Pb-Au-Cu-Zn-Sn-V-Co-Cr-Ni-Ti-Mo-W. The front halo elements are As, Sb, Hg and Bi. The essential elements that form the mineral deposit are Au, Cu and Zn. The rear halo elements are Ti, Mo and W. According to the axial zoning characteristics, the criterion for the denudation extent of the gold deposit is $w(\text{As}) \times w(\text{Sb}) \times w(\text{Bi}) / w(\text{Ti}) \times w(\text{Mo}) \times w(\text{W})$. The determination of ore-prospecting criteria provides the basis for further geological exploration.

Key words: Bayanbaolidao; geophysics; geochemistry; model; application

作者简介: 尹忠(1965 –), 男, 1985 年毕业于沈阳黄金专科学校, 高级工程师, 现主工从事黄金地质勘查工作。