

技术 · 方法

攀西地区铂族元素地球化学异常分布及其筛选

任光明¹, 李佑国¹, 陈旭², 骆耀南³, 费光春¹, 包凤琴¹, 陈杰¹

(1 成都理工大学地球科学学院, 成都 610059; 2 成都理工大学环境与土木工程学院, 成都 610059;

3 四川省地质矿产勘查开发局, 成都 610081)

[摘要] 攀西地区不同时代地层的水系沉积物中铂族元素地球化学背景值具有明显的规律性分布。笔者通过对该地区铂族元素含量在各地层中的分布以及地球化学异常的圈定、归并和分类, 结合有关铂族矿床地球化学特征的认识, 通过对水系沉积物中 Pt、Pd 综合异常的筛选, 在铂族元素综合衬值异常图的基础上共划分出 类异常 4 个、 类异常 19 个、 类异常 23 个以及 类异常 14 个。初步筛选出的 19 个 类异常子区可为进一步开展铂族矿床找矿工作提供依据。

[关键词] 攀西地区 水系沉积物 铂族元素 背景值 地球化学异常

[中图分类号] P618.53; P632 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0495-5331(2008)01-0062-05

攀西地区由于受到古生代峨眉地幔柱的强烈影响而具有良好的铂族元素矿床的成矿条件, 它是我国铂族元素矿床、矿点分布最多的省区之一, 成矿时代和矿床类型呈多样化的趋势^[1,2]; Pt、Pd 可以作为铂族元素矿化的直接指示元素^[3], 但由于矿化类型的不同, 其异常元素组合也不同^[4]。因此, 根据 Pt 和 Pd 等铂族元素不同级次和规模的地球化学异常分带, 不仅可以有效地圈定已知铂族元素矿化区, 还能发现新的找铂方向和靶区^[4,5]。据谢学锦院士编制的 1:100 万泛平原沉积物测量铂元素地球化学图, 圈出可供查证的异常区, 其中峨眉山玄武岩沿攀西裂谷带广泛出露, 其铂族元素背景值远高于全国和扬子地台, 接近于盘江地区, 是全国面积最大、强度最高的铂族元素地球化学异常。目前已发现石棉大河坝、会理大岩子、会理清水河、米易新街等铂族元素矿床。在矿化类型方面, 见有多种铂族元素矿化类型(岩浆型、热液型、外生型), 这意味着不必再局限在基性、超基性岩体中找寻该类矿床了^[6]。

1 地质背景

1.1 地质概况

研究区的大地构造位置属于扬子地台西缘, 包括四川省西昌市、盐源县、会理县、攀枝花市等地区。区内断裂构造发育, 主要有菁河断裂带、攀枝花断裂

带、绿汁江断裂带、安宁河断裂带、则木河断裂带、黑水河断裂带以及小江断裂带等。区内地层发育较全, 最老的地层为下元古界会理群(盐边组、天宝山组、通安组、力马河组和凤山营组), 其岩性为一套中深变质相火山—沉积岩组合, 主要分布在攀枝花断裂带、绿汁江断裂带和安宁河断裂带两侧; 盖层包括震旦系、寒武系、奥陶系、志留系、泥盆系、石炭系、二叠系、三叠系、侏罗系、白垩系, 第三系和第四系等地层。区内地层主要受南北向断裂带控制, 呈南北向展布。

1.2 铂族元素区域地球化学背景

国外资料表明, 在水系沉积物中, Pt 趋向于在碎屑颗粒中富集(主要集中在 20~40 目粒级), Pd 的高含量多数集中在 40 目以下的粒级中^[7]。据此认为, 研究区 Pd 的丰度值可以反映水系中 Pd 的地球化学分布。

本文数据来源于四川省地质勘查开发局提供的 1:20 万水系沉积物样品中, 8752 件保存的副样于 2001~2003 年补充测试铂、钯而获得。通过对样品进行相关水系沉积物分析数据的提取, 按 Pt、Pd 在地质体中分配的方法分析, 统计结果表明: 不同地层单位间的 Pt、Pd 含量变化很大(如表 1), 含量最高的是峨眉山玄武岩、其次为晚古生代地层, 含量最低的是侏罗系和白垩系、其次为早古生代和前寒武纪

[收稿日期] 2006-10-09; [修订日期] 2006-12-29。

[基金项目] 中国地调局项目(编号: 200510200018)资助。

[第一作者简介] 任光明(1980 年—), 男, 2003 年毕业于成都理工大学, 获学士学位, 在读硕士生, 现主要从事地球化学找矿及 GIS 成矿预测工作。

地层;岩浆岩中以中酸性岩浆岩的铂族元素含量为最低,其次为基性、超基性岩浆岩,最高的为碱性岩浆岩,而且高背景值呈现带状分布。之所以会出现

这种情况,可能是由于碱性岩浆岩与峨眉山玄武岩的关系密切,而基性、超基性岩体在地表的出露面积较小等原因造成。

表 1 攀西地区各地层单元中水系沉积物的铂、钯含量统计表

$\omega_B / 10^{-9}$

样品基岩环境	基岩代号	样品数	Pd						Pt					
			最小值	最大值	平均值	几何平均值	中位数	异常上限点	最小值	最大值	平均值	几何平均值	中位数	异常上限点
第四系	Q	576	0.11	14.6	2.075	1.279	1.02	4.63	0.31	13.4	1.87	1.252	1.01	4.38
第三系	E	178	0.213	6.8	1.538	1.254	1.12	3.83	0.32	10.1	1.815	1.379	1.19	4.38
白垩系	K	518	0.2	9.908	1.158	0.981	0.91	1.99	0.2	9.846	1.072	0.938	0.9	1.95
侏罗系	J	1562	0.127	20.5	1.182	0.934	0.88	2.18	0.14	11.3	1.045	0.87	0.81	1.89
三叠系	T	1296	0.101	16.9	2.206	1.663	1.63	5.39	0.127	15.8	2.181	1.691	1.64	5.41
峨眉山玄武岩	Pe	811	0.19	21.4	5.785	4.246	5.4	16.7	0.22	15.8	4.69	3.571	4.4	13.36
二叠系	P	246	0.27	16.7	3.93	2.743	3.1	12.95	0.146	20.9	3.022	2.18	2.28	9.03
石炭系	C	68	0.269	10.8	3.931	2.915	2.87	13.72	0.45	11.9	3.251	2.454	2.39	8.29
泥盆系	D	95	0.24	11.5	2.965	2.142	2.28	8.03	0.3	9.846	1.992	1.494	1.43	4.91
自留系	S	185	0.19	18	2.572	1.672	1.57	6.5	0.35	13.1	1.822	1.256	1.05	3.85
奥陶系	O	300	0.15	9.908	1.375	1.046	0.97	3.02	0.25	6	1.18	0.964	0.86	2.65
寒武系		356	0.22	17.8	1.538	1.054	0.9	2.7	0.15	10.3	1.33	0.962	0.85	2.49
震旦系	Z	899	0.11	21.962	1.693	1.132	1.03	3.64	0.1	13.2	1.34	0.998	0.89	2.76
下元古界	Ptl	850	0.1	48	1.922	1.261	1.16	3.61	0.1	18.7	1.349	1.062	0.98	2.36
基性超基性岩	B	125	0.201	15.1	2.253	1.407	1.22	5.22	0.22	7.9	1.861	1.41	1.3	4.59
中酸性岩	A	596	0.11	11.1	0.962	0.759	0.72	1.98	0.15	10.4	1.04	0.876	0.84	1.95
碱性岩	Alk	91	0.26	8.8	1.772	1.35	1.45	4.15	0.5	10.2	2.136	1.633	1.52	4.4
全部样品		8752	0.1	48	2.124	1.351	1.14	4.72	0.1	20.9	1.82	1.259	1.05	3.89

注:异常上限点 = 2.5 × 上四分点 - 1.5 × 下四分点。

2 铂族元素地球化学异常

2.1 不同地层单元水系沉积物的 Pt、Pd 地球化学特点

文中不同时代地层单元水系沉积物样品的采集是在 1:20 万水系沉积物地球化学普查的基础上进行的。其原则是:利用 GPS 结合实地地形地物标志确定采样点,实地误差小于 50m,图上误差小于 2mm;样品采自水流由急变缓处,如水流停滞处,河道转弯内侧、转石后,干河道河床底部等;在样点定位后,沿河道上下 30m 距离内多坑(3 坑以上)采取,组合为一个样品,以确保样品的代表性。

数据统计表明,峨眉山玄武岩的铂族元素丰度值普遍偏高,导致传统方法圈定的铂族元素异常,很难获取铂族元素矿化的有效信息。再加上攀西地区各地层单元(地质体)中水系沉积物的 Pt、Pd 含量不服从对数正态分布,以中位数作为背景值,异常上限点作为异常下限值,这样对于不服从正态或对数正态分布的数据进行处理,具有一定的优势。经重新统计,水系沉积物中 Pt、Pd 背景值呈现出规律性的变化(图 1):下元古界、震旦系、寒武系、奥陶系的

铂族元素背景值(中位数)较低,大约为 1×10^{-9} 左右,从志留纪开始,其含量逐渐增高,直到中二叠世晚期,峨眉山玄武岩的 Pt、Pd 背景值达到最大值,分别为 4.4×10^{-9} 和 5.4×10^{-9} 。这表明在志留纪至二叠纪期间,沉积岩物源中铂族元素含量有逐渐增加的趋势,这可能暗示攀西裂谷在晚古生代的强烈活动造成亲地幔的铂族元素逐渐进入地壳沉积物中。

2.2 铂族元素异常圈定

由于 EDA 技术不需要检验数据的分布形式,对于不服从正态或对数正态分布的数据进行处理时,具有一定的优势^{[8][9]}。经统计,该区内异常下限值最低的为中酸性岩($Pt\ 1.95 \times 10^{-9}$, $Pd\ 1.98 \times 10^{-9}$)、白垩系($Pt\ 1.95 \times 10^{-9}$, $Pd\ 1.99 \times 10^{-9}$)以及侏罗系($Pt\ 1.89 \times 10^{-9}$, $Pd\ 2.18 \times 10^{-9}$),异常下限最高的为峨眉山玄武岩($Pt\ 13.36 \times 10^{-9}$, $Pd\ 16.7 \times 10^{-9}$)。用 Pt 和 Pd 的衬值进行异常圈定,可以得到 Pt 和 Pd 衬值异常图 2。图上反映出 Pt 异常主要分布在通安镇、盐边县东、佑君镇北、宁南县东等地区, Pd 异常主要分布在通安镇、树河镇、佑君镇北、布拖县、宁南县、铅锌镇等地区。Pt 异常和 Pd

异常在空间上往往重叠在一起,而在树河镇、盐边县东等地区表现出明显的分离现象。

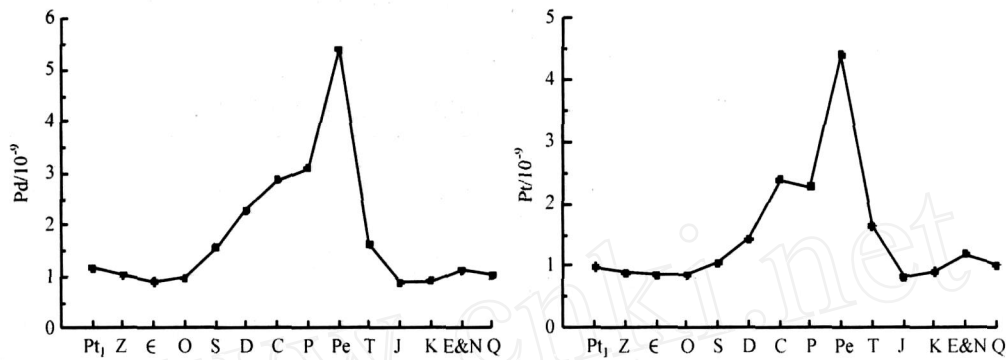


图 1 攀西地区不同时代地层的水系沉积物中铂、钯背景值变化图
(Pe代表峨眉山玄武岩; E&N代表第三系)

米易新街铂矿床、会理大岩子以及会理清水河铂矿床均存在较好的 Pt和 Pd衬值异常,异常面积 4 km² ~12 km²,异常强度中等或较强,表明水系沉积物 Pt、Pd衬值异常可以指示铂族矿床的存在。

鉴于 Pt、Pd两元素的共性^[3,4,10,11],我们采用 Pt + Pd元素组合圈定异常。通过 Pt + Pd元素组合异常的圈定发现(图 3):综合衬值的高值区多数分布于峨眉山玄武岩分布区的附近或基性、超基性岩体

发育的地区。综合衬值大于 1.0 ×10⁻⁹表明具有 Pt、Pd综合正异常,综合衬值越大则异常强度越高;综合衬值间于 0.75 ×10⁻⁹ ~1.0 ×10⁻⁹之间则属于无综合异常的高背景区或连续性差的弱综合异常区。位于德昌—会理一带的玄武岩尽管出现了相对较低的综合衬值,这似乎暗示可能出现过铂族元素从玄武岩浆中分离的过程。但它基本上反映了今后寻找铂族元素矿床的找矿远景区。

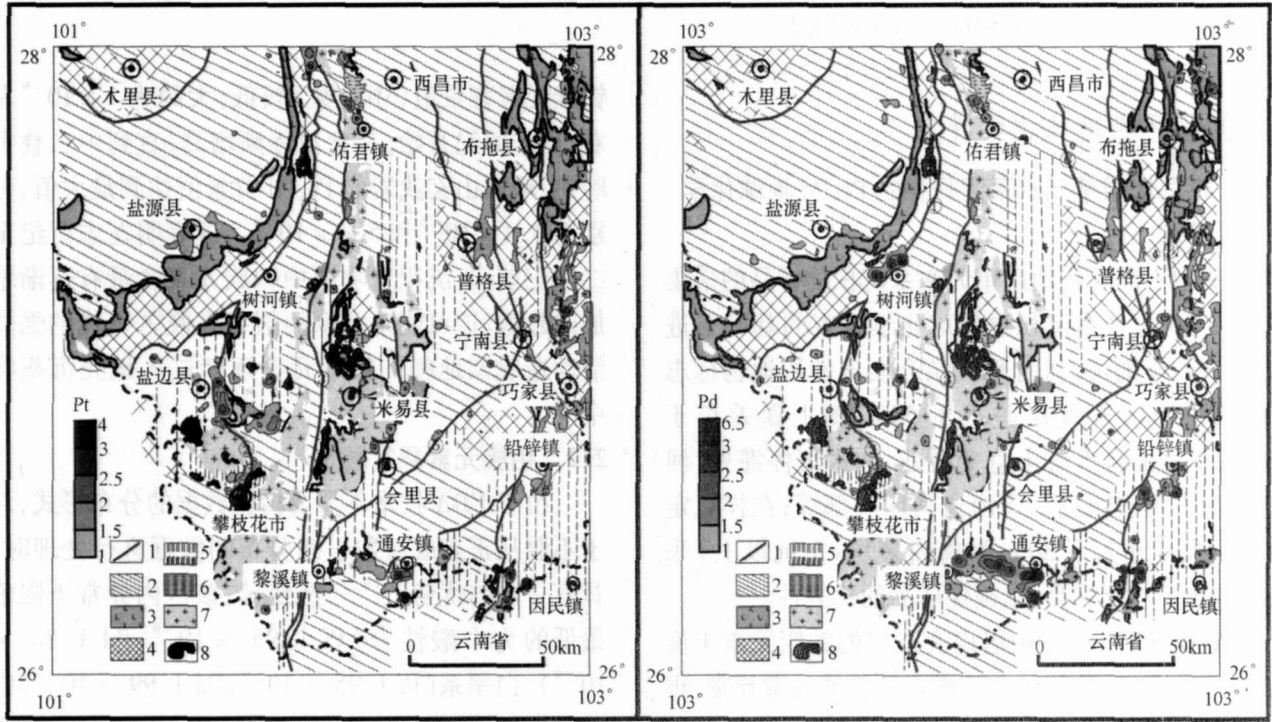


图 2 攀西地区水系沉积物铂和钯的衬值异常图

(1 - 主要断裂; 2 - 中生界; 3 - 峨眉山玄武岩; 4 - 古生界; 5 - 元古界; 6 - 碱性岩; 7 - 中酸性岩; 8 - 基性、超基性岩。 箐河断裂; 攀枝花断裂; 绿汁江断裂; 安宁河断裂; 宁会断裂; 则木河断裂; 黑水河断裂; 小江断裂; 德干断裂)

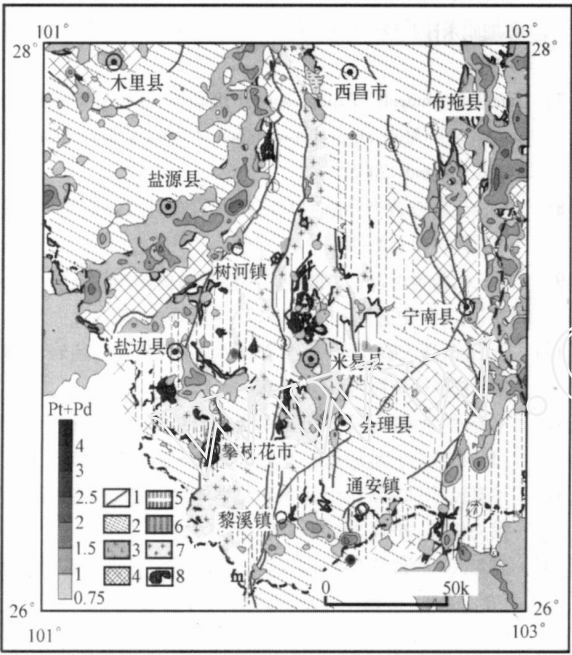


图 3 攀西地区水系沉积物铂族元素综合衬值异常
(1 - 主要断裂; 2 - 中新界; 3 - 峨眉山玄武岩; 4 - 古生界; 5 - 元古界; 6 - 碱性岩; 7 - 中酸性岩; 8 - 基性、超基性岩。 箐河断裂; 攀枝花断裂; 绿汁江断裂; 安宁河断裂; 宁会断裂; 则木河断裂; 黑水河断裂; 小江断裂; 德干断裂)

3 铂族元素异常筛选

在对铂族元素地球化学异常解释和划分的过程中,主要考虑了异常所处的地质条件、异常中元素组合以及异常产生的主要原因。利用水系沉积物中铂族元素的综合衬值正异常,可以指示铂族矿床的存在,而且更倾向分布于综合衬值较高区。但也不排除例外,峨眉山玄武岩的背景值比其它地层高得多,在其与别的地质体的接触部位,由于水系沉积物的位移问题可能会造成假异常,如分布于龙舟山、茨竹箐地区的峨眉山玄武岩存在一定的负异常特征,而新街铂矿床和大岩子铂矿床则位于龙舟山的北端和南端,这可能暗示着铂族元素的成矿过程而导致峨眉山玄武岩中铂族元素含量的相对亏损,所以在进行异常分析、解释以及划分的时候应特别注意。

借鉴 1 20 万和 1 5 万化探资料信息,我们在结合异常所处地质成矿条件,集航磁、重力异常和遥感解译等综合信息进行筛选,优度排序,确定异常查证靶区与靶位的同时^[12],考虑到异常中元素组合和异常产生的主要原因两因素,应用 EDA 技术分形数据处理手段,鉴于化探异常 级查证划分出四种化探异常类型^[12,13]。每种异常类型包括很多个异常子

区,考虑到影响铂族元素异常的具体原因进一步筛选出 类异常 4 个、 类异常 19 个、 类异常 23 个以及 类异常 14 个。其中, 类异常指由已探明的铂族矿床产生的异常; 类异常指可能由矿体或成矿作用(矿化体)引起的异常; 类异常指产生其原因不明,或需要进一步研究其成矿潜力的异常; 类异常指在目前的技术条件下找矿前景不看好,或者纯粹由峨眉山玄武岩引起的异常。

在筛选出的 19 个 类异常子区中只有两个分布于玄武岩区, 10 个异常区与会理群、基性 - 超基性岩体以及震旦系的出露地区有关, 5 个异常与震旦系、寒武系及断裂构造分布区有关, 2 个异常与花岗岩和断裂构造有关, 这些不同成因的异常特征应特别引起重视,它们可以作为寻找铂族矿床的依据。

4 结 论

笔者通过对攀西地区铂族元素在不同时代地层中分布特征的研究,在化探异常 级查证的基础上划分出攀西地区铂族元素四种化探异常类型,并总结出以下几点结论:

1) 攀西地区不同地层的水系沉积物中 Pd、Pt 地球化学背景值具有明显的规律性分布,元古界和下古生界的铂族元素背景值较低,上古生界的铂族元素背景值较高,尤其是中(晚)二叠世喷发的峨眉山玄武岩最为典型,而攀西裂谷带的强烈活动可能是铂族元素高背景的重要原因。

2) 攀西地区水系沉积物中 Pd、Pt 的高值区总体上与峨眉山玄武岩分布区大体一致,局部与基性、超基性岩体分布区大致吻合。玄武岩区水系沉积物中的铂族元素含量的概率分布规律没有显示出明显的富集成矿的强烈趋势。这暗示着铂族元素很可能富集在富含 Co、Fe、Ni 的铁质超基性岩体中。

3) 攀西地区铂族元素丰度的变化与构造分区的关系并不显著,而跟岩浆岩类型和地层时代密切相关。通过应用子区中位数衬值滤波(SAMCF)法对该区水系沉积物中 Pt、Pd 异常进行提取(见另文),结合有关铂族矿床地球化学特征的认识,通过对水系沉积物中 Pt、Pd 综合异常的筛选,初步优选出的 19 个 类异常区可为进一步开展铂族矿床找矿工作提供依据。

4) 在 19 个 类异常子区中只有两个分布于玄武岩区, 10 个异常区与会理群、基性 - 超基性岩体以及震旦系的出露地区有关, 5 个异常与震旦系、寒武系及断裂构造分布区有关, 2 个异常与花岗岩和

断裂构造有关,初步显示出可能存在着多种矿化信息。

[参考文献]

- [1] 王登红. 地幔柱的概念、分类、演化与大规模成矿——对中国西南部的探讨[J]. 地学前缘(中国地质大学,北京), 2001, 8(3): 67 - 71.
- [2] 王登红, 陈振宇, 李建康, 等. 铂族元素矿床研究的某些新进展及其对于四川找铂的启示[J]. 四川地质学报, 2003, 23(4): 201 - 207.
- [3] 张洪, 陈方伦, 彭桂仙, 等. 铂族元素地球化学方法——水系沉积物地球化学测量[J]. 河北地质学院学报, 1996, 19(1): 17 - 24.
- [4] 张洪, 刘宏云, 陈方伦. 铂-钯区域地球化学勘查[J]. 地球化学, 2002, 31(1): 55 - 65.
- [5] J van Gestel, V T Nghiem, D Guillaume, etc. Surface and Subsurface Platinum in Sulfated Zirconia Catalysts: Relation with Toluene Hydrogenation and n - Hexane Isomerization. Journal of Catalysis [M], 2002, 21(2): 173 - 181.
- [6] 赵支刚, 刘俊思, 杨大宏, 等. 四川攀西地区铂族金属矿床成矿地质条件及找矿前景[J]. 四川地质学报, 2005, 25(3): 140 - 145.
- [7] James E Mungall. Exploration for Platinum - Group Element Deposits[M]. Mineralogical Association of Canada Short Course 35, Oulu, Finland. 2005.
- [8] 史长义. 勘查数据分析(EDA)技术的应用[J]. 地质与勘探, 1993, 29(11): 52 - 58.
- [9] 史长义, 张金华, 黄笑梅. 子区中位数衬值滤波法及弱小异常的识别[J]. 物探与化探, 1999, 23(4): 250 - 257.
- [10] 李佑国, 曹志敏. 攀西裂谷带峨眉山玄武岩及暗色岩套PGE富集机制研究报告[R], 2002.
- [11] 邓海琳, 李朝阳, 漆亮等. 云南金山铂族元素矿床初步研究[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2000, 19(4): 333 - 336.
- [12] 何真毅. 川北高原浅丘区地球化学异常的筛选与查证[J]. 物探与化探, 2000, 24(2): 138 - 145.
- [13] 唐菊兴. 西藏自治区干中雄地区化探异常三级查证工作简报[R]. 成都: 成都理工大学地球科学学院, 2000.

DISTRIBUTION AND SIEVING OF GEOCHEMICAL ANOMALIES OF PG ELEMENTS IN THE PANXI REGION

REN Guang - ming¹, LI You - guo¹, CHEN Xu², LUO Yao - nan³, FEI Guang - chun¹, BAO Feng - qin¹, CHEN Jie¹

(1. College of Sciences, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059;

2. College of Environment and Civil Engineering, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059;

3. Sichuan Bureau of Exploration and Exploitation of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610081)

Abstract: Geochemical background values of PG (platinum group) elements in stream sediments of different strata show obvious regular distribution in the Panxi region. Based on distribution of PG elements in the different strata and delineation, merging and classification of geochemical anomaly, and combining recognition of geochemical characteristics of platinum group element deposits, 4 pieces of type anomaly, 19 pieces of type anomaly, 23 pieces of type anomaly and 14 pieces of type anomaly are divided. 19 pieces of type anomaly which have been screened out can be used as a guideline for prospecting of PGE deposits in future.

Key words: Panxi region, stream sediment, PG element, background value, geochemical anomaly