#### 地质 矿床

# 高碳黑色页岩型铂族元素矿床的成矿性探讨

邢树文<sup>1</sup>, 孙景贵<sup>2</sup>, 刘洪文<sup>3</sup>

(1. 中国地质大学,北京 100083; 2. 吉林大学地球科学学院,长春 130061; 3. 吉林省地质调查院,长春 130061)

[摘 要]简析了高碳黑色页岩型铂族元素矿床(PGED)的研究现状,并根据矿床的特征初步将该类 矿床划分为中层状黑色页岩、薄层状黑色页岩和高碳构造岩型3类;并从形成环境、成因等方面对 PGED 形成进行了剖析,强调了源区供给、有机迁移和热液叠加作用的差异是导致形成不同类型黑色含 碳页岩型铂族元素矿床的根源,指出了我国贵州—湖南高碳黑色页岩型铂族元素成矿性较差与层薄和 叠加温度低有关。

[关键词]黑色含碳页岩 —构造页岩 铂族元素 富集成矿 [中图分类号]P618.53 [文献标识码]A [文章编号]0495 - 5331(2002)06 - 0017 - 05

自 20 世纪 80 年代以来,先后在俄罗斯、美国、加 拿大、波兰等国发现并勘探了黑色高碳页岩型铂族元 素矿床后<sup>1</sup>,与之有关的铂族元素成矿研究逐渐受到国 内外学者的关注。本文仅根据目前国外的研究成果, 结合国内的研究状况,从地质特征角度对该类矿床进 行初步分类,进而浅析了我国贵州—湖南等地高碳黑 色页岩型铂族元素矿床的勘探、开发前景。

1 矿床的基本特征和分类

0

该类矿床广泛分布在欧洲、亚洲、北美和南美洲 等世界各地,多产于元古宙至中生代特定的岩石地 层中。在矿床特征上,它们有许多的共同特点,即: (1)矿化具有层控性,明显受含碳黑色页岩岩系控制 或与含碳的沉积岩岩系/构造片岩共生;(2)矿石有 用组分具多种元素(Au、Ag、PGE、RDE、REE、Ni、 Cu、Co、V、Mo、W、Pb等)共生;(3)富矿多在交代蚀 变带和分散硫化物矿化带或硫化物 —硫砷化物矿化 带中;(4)含矿层的有机碳含量高等特征。这类矿床 它们虽然在矿体形态、围岩蚀变和元素共生等方面 有明显的相似性,但在其矿床形成的环境和成矿性 方面尚有明显的差异。笔者根据一些学者对世界典 型黑色含碳页岩型铂族元素矿床研究,以及国内典 型黑色含碳页岩型 PGE 矿床(贵州—湖南)的研究 进展,对该类型矿床进行了归纳和总结,初步将该类 矿床划分为中层状铂族元素矿床、薄层状铂族金属 矿床和高碳构造岩型铂族元素矿床 3 类。

2 矿床的地质及地球化学特征

2.1 中层状高碳黑色页岩型铂族元素矿床(MPGED)

该类具代表性的矿床是俄罗斯干谷铂金矿床。 根据 B B (1996)的研究<sup>[5]</sup>,该矿床位于贝加 尔一帕托姆山一带,与矿化有关的岩系为中、晚里菲 代(8 亿年 ±) 陆缘沉积 — 变质的碳酸盐岩岩系。矿 体位于复杂向斜带内、产在倒转背斜褶皱中,且在背 斜褶皱中可追索出一条层间逆掩断层带,以及一些高 级断裂、劈理带和小褶皱;金属矿化的厚度有几十米、 有时达一百二百米,长可达几千米(图 1)。

矿体的围岩是晚、中里菲代霍莫尔欣组的陆缘 含碳岩系,厚度为750~850m。该组的上部主要是 细粒石英-绢云母-绿泥石泥质岩和粉砂岩,偶而 见到细粒砂岩;中部为含砂质较多的细粒石英-绢 云母-绿泥石泥质岩和粉砂岩;而底部与上部亚组 类似(图1)。

矿石矿物占3%~5%(体积),种类多达75种 (变种)。分属于自然金属、金属固溶体和金属互化 物、硫化物、砷化物、碲化物、砷硫化物和碲硫化物以 及硒、铋、锑化物,还有磷酸盐、钨酸盐、卤化物和氧 化物类。常见矿物中黄铁矿占绝大多数,不常见的

<sup>[</sup>收稿日期]2002-07-02;[修订日期]2002-08-21;[责任编辑]余大良。

<sup>[</sup>基金项目]中国科学院知识创新工程项目(KZCXI - 07)、南京大学内生金属矿床成矿机制研究国家重点实验室和吉林大学青年教师基金 的资助。

<sup>[</sup>第一作者简介]邢树文(1963年-),男,1988年毕业于长春地质学院,获硕士学位,现为中国地质大学在读博士生,教授级高级工程师,长期从事区域成矿规律研究工作。



图 1 干谷矿床地质示意图 (a) 和矿带剖面图 (b) 1~3 —里菲代霍莫尔欣组下段、中段、上段;4 —里菲代伊姆尼亚 赫组石灰岩;5 —强烈细脉状石英化和糜棱岩化带;6 —产状要素; 7 —逆掩断层;8 —正断层和逆断层;9 —热液 —交代硫化物带; 10 —工业金矿体;11 —含铂带(贫矿/富矿);12 —确认并研究 了铂族元素矿物的样品和钻孔

矿物主要是含 Ni、Co 的硫化物、砷化物和硫砷化物。铂族矿物颗粒在 0.5~10 μm 之间,少量超过

10 μm。矿物性质与自然金类似,以自然铂和 Pt -Fe - Cu 的金属固溶体为主,并且最常见的是铁和铜 含量低的自然铂,单粒有时与黄铁矿连生。此外,还 有贫铁富铜的固溶体(Pt<sub>3</sub>Cu)和贫铜富铁的固溶体 (Pt<sub>3</sub>Fe)以及钯矿物等。

铂族元素矿化在整个剖面上均存在高于 0.1 × 10<sup>-6</sup>的富矿带。但是,较高的(大于1 ×10<sup>-6</sup>)富矿 矿带则出现在与金矿体相连的矿上带和下带,金矿 体上部的含量超过 3 ×10<sup>-6</sup>~5 ×10<sup>-6</sup>,矿下带的铂 含量偏高、但分布不规律,并显示与金含量高的层段 重叠 ,一部分超出金含量高的层位(表 2)。矿化阶 交代阶段、成矿后热液 — 交代阶段。 成矿阶段又分 高温阶段、中温和低温亚阶段。金的成矿集中在中 温阶段,铂矿化在金矿化之前的热液交代期,与镁碳 酸盐、自然金属、铁镍低硫硫化物组合共生,主要矿 物有自然铂和低硫磁黄铁矿、三方硫镍矿、针镍矿, 自然 Fe、Cr、W、Ti、Sn、Pb 和固溶体(Pt - Fe - Cu)、 (Ni,Sn)、(Sn,Sb)(Te,Bi)矿物,形成温度在310 ~ 280 之间, 且成矿流体的盐度较高(26%) NaCl)

表1 典型矿床地质和地球化学特征对比表<sup>[5~8]</sup>

矿床	构造环境	层位或建造特征	矿化特征	地球化学
类  干谷	裂谷运 动下发 氏 地	晚、中里菲代霍莫尔欣组的含碳较高上部层位,有机质2%~3% 到5%~7%。该组岩石主要是细粒石英—绢云母—绿泥石泥质 岩和粉砂岩组成,偶而见到细粒砂岩。金矿带中有机质平均在 0.7%,高于0.1 ×10 <sup>-6</sup> ,局部达到1×10 <sup>-6</sup>	呈浸染、巢状 — 细脉状和脉状 石英 —碳酸盐 —硫化物分布	$\label{eq:constraint} \begin{array}{c} ^{13}\mbox{C}_{\overline{e}\overline{M}}: - 11.64 \sim 28.7 \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \$
蔡希斯坦	古 生 代 盆 地 环 境	上部为膏岩层(硬石膏 + 盐),中部为灰色方解石质白云岩、白云 质灰岩、黑灰色白云岩、黑灰色白云质页岩、黑色页岩,下部为灰 色条带状白云岩和白色砂岩。建造中的黑色页岩和灰色条带状 白云岩中,贵金属(Au:5 ×10 <sup>-6</sup> ~ 3000 ×10 <sup>-6</sup> )、碳铀钛矿、磷酸岩 相铂族元素含量高(Pt:20 ×10 <sup>-6</sup> ~ 340 ×10 <sup>-6</sup> ,Pd:30 ×10 <sup>-6</sup> ~ 1000 ×10 <sup>-6</sup> )	有机质含量较 高,与伴生碳铀 钛矿、磷酸钙关 系密切	
类 育空	早 古 生 代盆地	中一上泥盆统的黑色浊积页岩中,在其与奥陶一志留系德河群钙 质笔石页岩的接触面之上数十米处。硫化物层厚0.4~10 cm,产 于磷酸盐质燧石段的底部:之下是3~20 cm厚的 Ball 段灰岩,由 5~0.15 cm的石灰岩球体的磷酸盐质、硅质泥岩组成。硫化物主 要呈薄的、不连续纹层的角砾化碎屑及带状球状体的形式产于硅 质黄铁矿基质中	硫化物层中的 化石已部分或 完全黄铁矿化, 同时还有黄铁 矿碎屑、有机质 和/或磷酸钙	硫化物层的 <sup>34</sup> S:-15.1 ~-4.9‰
贵州 <i>—</i> 湖南	晚 元 古 代 末 发 展 起 来 的盆地	矿层位于下寒武牛蹄塘组与新(上)元古陡山沱组接触面上方不 足一米处。如:在天峨山位于磷块岩之上,正在开采的钼矿(4%) 有可观数量的贵金属(Ni = 7%, Zn = 2, PGE + Au 大于 0.5 × $10^{-6}$ ;在湖北的柑子坪(35 cm)、大坪(12.5 cm)、三沙(6.5 cm) 有类似的矿层。硫化物层均由结合状和层状黄铁矿、结核状磷块 岩及致密有机物的角砾化碎屑组成,细粒基质为硫化物和有机质	硫化物、磷酸盐 矿化为主,硫锇 矿	<sup>34</sup> S 变化较大,在黄铁矿 和有机结核的边缘 0 为 - 3.7 ‰内部 - 10.2 ‰
类 东萨彦岭	造 山 带 —深 断 裂作用	围岩是阿尔卑斯型超基性—基性岩构成。主要岩性为方辉橄榄 岩,其次是纯橄榄岩、二辉橄榄岩、异剥橄榄岩、辉石岩等。含碳 构造岩沿构造破碎带—角砾岩化带、碎裂带、片理化带,组成线性 网脉状和脉状体。矿化带发育蛇纹石、滑石、菱镁矿交代岩和片 岩,并有花岗岩岩浆侵入作用	硫化物、氧化物 为主,存在碳硅 石、白钨矿及副 矿物独居石、榍 石、电气石等	碳高的岩石铂族元素含量 高

### 邢树文等:高碳黑色页岩型铂族元素矿床的成矿性探讨

表 2 黑色碳质页岩型铂族元素矿床的成分对比 <sup>[5~7]</sup>						
矿床类型	样  品	Re(Pd)	Os	Pt	有机碳(%)	
加拿大育空(Ni-Zn)	硫化物层	19310 ~ 33160	106. 3~210.9	430 ~ 440		
	页岩	50.33~517	0.939 ~ 2.47	2.3~9		
	无硫化物层	15.5	0.222	< 5		
中国贵州(Mo-Ni)	硫化物层(天峨山)	1704 ~ 895.9	10.55~	10~46		
中国湖南(Mo-Ni)	硫化物层(柑子坪)	5550 ~ 10280	65.62~108.9	190 ~ 250		
	硫化物层(大坪)	1030	176.7	690		
	硫化物层(三沙)	2961 ~ 6720	32.74~65.9	77 ~ 91		
俄罗斯干谷(Au-Ni)	硫化物层和/ 或金矿体	800 (Pd)		100 ~ 1000	0.2~5	
波兰蔡希斯坦	含贵金属页岩	30 ~ 1000 (Pd)		50 ~ 340	2.4~4.8	
(Pb - Ag - Hg - Cu)	含 Pb - Ag - Hg - Cu页岩	20 (Pd)		20	0.8~8	
	含烧铀钛矿页岩	40 ~ 80 ( Pd)		20~100	2~4	
	含磷酸盐页岩	30 (Pd)		30	4	

稳定同位素地球化学研究表明,有机碳的 <sup>13</sup> C<sub>有机</sub>为 - 11.64 ‰~ 28.7 ‰ <sup>13</sup> C<sub>碳酸盐</sub> - 0.66 ‰ ~ - 8.68‰, <sup>18</sup> O 为 + 19.6‰~ 24‰, <sup>34</sup> S 为 + 3.6 ‰~ 15.3 ‰ 有机碳为主,硫低,这种特征不仅 说明有一个内生源存在,而且地幔硫占很大的比例 (表 1),同时还有一个明显的外生源叠加。

赋存矿体的岩石形成是由于早期近南北向大陆 内裂谷系而产生的克拉通边缘盆地这样的环境中发 生堆积形成的,并伴随盆地的发展和大陆边缘稳定 化而结束,并没有大陆地壳大洋化的标志,铂族元素 初始富集是在裂谷运动环境下发展的盆地沉积过程 所导致:此外,该区莫霍面存在明显隆起,地壳减薄 了 6~9 km(毗邻地区为 42~45 km),地幔热可能 导致了热液叠加、并再度富集成矿。

2.2 薄层状高碳黑色页岩型铂族元素矿床(TPGED)

该类型矿床分布于世界各地。如加拿大的育 空、中国贵州 一湖南 (大庸、慈利、柑子坪、大坪、三 沙、牛蹄塘、织金、天峨山、松林、大巴山南麓等)、波 兰等地的 PGE 矿床皆属于此类矿床<sup>[6~9]</sup>。加拿大 的尼克矿床产于中—上泥盆统罗德河群的黑色浊积 页岩中,在其与奥陶--志留系德河群钙质笔石页岩 的接触面之上数十米处;硫化物层厚 0.4~10 cm, 产干磷酸盐质燧石段的底部.之下是 3~20 cm 厚的 Ball 段灰岩,由 5~1.5 m 的石灰岩球体的磷酸盐 质、硅质泥岩组成;硫化物主要呈薄的、不连续纹层 状角砾化碎屑及带状球状体的形式产于硅质黄铁矿 基质中。波兰的蔡希斯坦铂族元素矿床产在蔡希斯 坦统(P<sub>1</sub>)下部白色砂岩和上部膏岩(硬石膏为主)之 间的杂质白云岩底部的黑色页岩 -- 灰色条带状白云 岩中(Cu - Hg - PGE)(<0.2 m),铂的含量在2.3 × 10<sup>-9</sup>~440×10<sup>-9</sup>(图 2)。中国贵州 —湖南矿床产 在下寒武统牛蹄塘组,位于该组与新(上)元古代陡 山沱组接触面上方不足一米处的薄层(表 1),厚度 小, 一般 1~2 cm, 但长度很大, 为 Ni - Zn - PGE、Ni - Mo - PGE 元素组合,铂的含量在 10 ×10<sup>-9</sup>~690  $\times 10^{-9}$ (表 2)。



图 2 蔡希斯坦铜矿床含贵金属层系柱状图

在育空、贵州 ---湖南及蔡希斯坦等地矿床中、矿 化与硫化物伴生 .硫化物呈细脉 ---浸染状分布在黑 色页岩中或呈层状,硫化物层均由结核状和层状黄 铁矿、结核状磷块岩及致密有机物的角砾化碎屑组 成.含有较高的沥青。在黄铁矿和有机结核的边缘 边缘 <sup>34</sup>S 为 + 3.7 ‰ 核部为 - 10.2 ‰,显示有幔源 或深源硫加入的迹象(表1);育空、贵州 --湖南的 Re - Os 同位素也证明成矿物质的幔壳多来源性<sup>[7]</sup>。

2.3 高碳构造页岩型铂族元素矿床(SPGED)

多产在造山带的超基性 --基性岩内,矿化发生 在被深断裂切割的构造带内。构造带由构造破碎带 -角砾岩化岩(带)、碎裂岩(带)、片理化岩(带)组 成,矿化主要发生在含碳高的页岩带内,呈网脉状和 脉状。矿化带发育蛇纹石、滑石、菱镁矿交代岩。如

东萨彦岭奥斯平斯克 —基托伊阿尔卑斯型岩体(主要岩性为方辉橄榄岩,其次是纯橄榄岩、二辉橄榄 岩、异剥橄榄岩、辉石岩等)内部的高碳构造岩<sup>[10]</sup>。 在变成的含碳构造岩中常见金属矿物为磁铁矿、钛 铁矿、金红石、锆石、铬尖晶石、黄铁矿等,少见板钛 矿、榍石、电气石、萤石、白钨矿、黄铜矿、闪锌矿、方 铅矿、毒砂及低成色自然金等,不均匀分布在岩石基 质中,形成微包裹体(0.005 mm),自然金在石英 — 碳酸盐和岩石微裂隙中形成点状微包裹体(<0.05 mm),有的与方铅矿连生。

碳质主要是高度分散的碳。游离碳由超基性岩 变成的构造蚀变岩到碳含量高和富的构造页岩变化 为1.5%~2%到5%~9%。地球化学剖面清晰显 示,在含碳较高的构造岩内有较高铂族元素富集(表



图 3 垂直于方辉橄榄岩中含碳构造岩带的地球化学剖面 —方辉橄榄岩: —菱镁矿—蛇纹石交代岩; —高碳构造 岩: —低碳构造岩

岩石类型	Au( ×10 <sup>-6</sup> )	Pt ( $\times 10^{-6}$ )	Pd( ×10 <sup>-9</sup> )
方辉橄榄岩	0.02~0.04(0.026)	0.36~0.63(0.46)	0.061 ~ 0.24(0.12)
蛇纹岩	$0.02 \sim 0.03(0.025)$	0.23~0.50(0.36)	$0.045 \sim 0.15(0.08)$
方辉橄榄岩变成的菱镁矿—蛇纹石化交代岩	0.03	$0.55 \sim 0.64(0.59)$	$0.045 \sim 0.11(0.07)$
被菱铁矿交代的蛇纹岩	0.03	1.00 ~ 1.18	0.11~0.12
弱碳酸盐化蛇纹岩	$0.05 \sim 0.06(0.06)$	0.55~1.27(0.90)	0.045 ~ 0.11(0.08)
中等碳酸盐化的蛇纹岩	0.18~0.50(0.29)	$0.45 \sim 0.82(0.70)$	$0.045 \sim 0.09(0.07)$
由方辉橄榄岩和由蛇纹岩变成的含碳高的构造岩	$0.06 \sim 0.36(0.16)$	0.2~0.93(0.52)	0.03 ~ 0.13(0.06)
由方辉橄榄岩和由蛇纹岩变成的含碳富构造页岩	0.05 ~ 0.53(0.16)	0.6~1.2(0.89)	0.036~0.11(0.07)

表 3 超基性岩及含碳构造岩的铂族元素平均含量和含量范围[10]

## 3 矿床成因和成矿性探讨

众所周知,在地球系统体系中,铂族元素主要分 布在地核、地幔,地壳较低。地壳中的超镁铁质岩和 高碳页岩、构造页岩等含量较高。超镁铁质岩有较 高的 PGE 含量,一般认为与岩浆来源地幔有关,而 富碳黑色页岩和富碳构造有较高的含量,其成因较 复杂。

首先,就富碳黑色页岩而言,形成黑色含碳页岩 型铂族元素矿床可能需要有一个从地幔提取的过 程,又要有聚集过程,而聚集过程又包括风化、剥蚀、 搬运,同时构造—热液叠加过程对成矿作用影响也 是不可忽视。就干谷、中国的贵州—湖南、加拿大育 空等地的 PGE 矿床而言,矿床产于陆缘—碳酸盐沉 积岩系或浅变质岩系内,矿化既受盆地—原岩建造 —褶皱构造控制,又受热液作用影响;较高的有机 质、反映相对还原状态下的有机质搬运、沉积特征, 搬运之前存在一个氧化环境;硫同位素的壳幔源混 生特征,一方面可能反映成矿流体为壳幔混合成因, 另一方面说明供给区有一个富含铂族元素的幔源岩 浆体系(超基性—基性岩)。此外,源区风化的性质 和有机质的搬运对成矿物质聚集起着关键作用,加 拿大的育空地区铂族元素的来源就可能是西南侧的 基性—超基性岩体经风化和搬运的结果。

其次,与超基性岩有关的含碳构造片岩明显与 原岩性质和被构造作用强度有关,但对有机质的来 源和导致成矿物质迁移、富集的原因以及铂族元素 在岩石赋存形式如何,目前正在探讨之中。从已发 表的资料分析,成矿流体有幔源流体参与的迹象,金 和铂都能随还原流体迁移,载体是群聚合物,其中起 配位体作用的是 CO—基和元素络合物。存在毒砂 矿物说明形成温度较高和相对氧化时发生聚集成 矿。

上述三类矿床中,在成矿物理化学条件方面,干 谷、萨彦岭以及育空等地的 PGE 矿化温度较高,在 金矿化之前与毒砂矿物共生,这表明成矿温度较高 或热流高的地区对成矿更为有利;相反我国的贵州 —湖南富碳黑色页岩的 PGE 矿化温度较低,虽有一

2

定的 PGE 富集,但成矿性相对差或区域热流值低。

我国南贵州 —湖南大面积分布的黑色岩系中富 集铂族元素、金银、以及其它有色金属成矿元素的事 实早已熟为人知,其金属蕴藏量巨大。但是,这类矿 化的形成机制以及潜在的开发潜力有多大,必须进 行黑色岩系中异常富集的有机质与金属元素富集之 间的关系以及供给源的追踪研究<sup>[11]</sup>。从提供物源 角度、有机质迁移角度与宏观上的金属元素在黑色 岩系中聚集的数量和品位相结合,可能是进一步探 讨矿床成因和成矿规律的关键思路所在。并从实际 出发,与国外典型矿集区(如干谷、育空以及蔡希斯 坦等)作对比,对探讨我国有关铂族元素的形成环 境、迁移与沉淀方式具有重要意义。另外,我国富碳 黑色页岩有明显的 PGE 富集,但薄层和叠加热液作 用弱显,PGE 矿物微细,多为纳米、亚纳米级矿物, 这可能是目前还没有工业开采的主要原因。

还要指出的是:自然界 PGE 且多呈纳米 一微米 级矿物产出,元素含量较低,它们的含量一般在 10<sup>-6</sup>~10<sup>-9</sup>数量级。因此,对富碳黑色页岩 PGE 成 矿研究,首要问题是必须利用高精度的测试仪器对 PGE 元素进行检测和实验模拟。

#### [参考文献]

- [1] LJ 赫尔铂特. 铂族元素的地质环境[M]. 北京: 地质出版社, 1991.
- [2] 刘秉光. 中国 PGE 矿床类型分析[J]. 地质与勘探, 2002, 38,

(4) :1 ~ 7.

- [3] 梁有彬,刘同有,宋国仁,等.中国铂族元素矿床[M].北京:冶 金工业出版社,1998.
- [4] 杨 星.中国含基性超基性岩体与铂(族)矿床[M].西安:西安 交通大学出版社,1993.
- [5] , , , , , , , , , , . ( ) [J].

6) :467 ~ 484.

[6] Kucha H. Platinum - group metals in the Zechstein copper deposits, Poland[J]. Economic Geology, 1982,77:1578~1591.

, 1996, 38 (

- [7] M F Horan, J W Morgan, R I Grauch, et al. Rhenium and osmium isotopes in black shales and Ni - Mo - PGE rich sulfide layers, Yukon Territory, canada, and Hunan and Guizhou province, Vhina[J]. Geochimca et Cosmochimica Acta, 1994, 58 (1):257 ~ 265.
- [8] 叶 杰,范德廉. 黑色岩系型矿床的形成作用及其在我国的产 出特征[J].矿物岩石地球化学通讯,2000,19(2):95~102.
- [9] 范德廉,张 涛,叶 杰.与黑色岩系有关的超大型矿床[A].
  涂光炽主编,中国超大型矿床(C),北京:科学出版社,2000,
  204~219.
  - a e k,B e , , , . 高碳构造岩 —金和富集的新形式[J].1996,

347(6):795~798.

[11] 刘建明. 我国非传统矿产资源的实例及其所涉及的科学问题[J]. 地球物理学进展,2001,16(4):133~143.

# REVIEW ON MINEROGENESIS OF HIGH CARBON- BEARING BLACK SHALE- TYPE PLATINUM GROUP ELEMENT DEPOSITS

[10]

XING Shu - wen<sup>1</sup>, SUN Jing - gui<sup>2</sup>, LIU Hong - wen<sup>3</sup>

(1. China University of Geosciences, Beijing 100083;

2. College of Earth Science, Jilin University, Changchun 130061;

3. Institute of Geological Survey of Jilin Province, Changchun 130061)

Abstract :A brief review on high carbon - bearing black shale - type platinum group element deposits are made in this paper. Based on its characteristics, this type deposit can be subdivided into three subtypes like middle - thick layered black shale - type, thin layered black shale - type, and high carbon - bearing tectonite - type. The paper also analyzed the tectonic setting and genesis of PGE deposits, and proposed that the different types of black carbon - bearing platinum group element deposits were resulted from different resource providing, different organic material transference and different hydrothermal alteration among individual types. It can also be inferred that the low temperature of thermal alteration results in the worse mineralization of black carbon - bearing shale - type PGE deposits in Guizhou - Hunan of the Southern China.

Key words : high carbon - bearing black shale - tectonic shale , Platinum group elements , enrichment and mineralization

#### 

更正:我刊今年第5期上刊登的《东天山晚古生代内生金属矿床成矿系列和成矿规律》一文的作者韩春明先生来信告知: 由于本人疏忽,文章中表1里的第1,2,4行引用数据应为"秦克章,2001",而不应该为"芮宗瑶,2001",特此予以更正,并向被 引用者道歉。另外,作者单位应为"中国科学院高能物理研究所",而不是"中国地质大学(北京)",在此一并更正。