

# 与黑色页岩系有关的矿床研究的动向

毛景文

(中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037)

在地球上存在着几个分布广泛的黑色页岩系层位,如我国南方寒武系底部,纵贯英格兰南部、荷兰、德国到中欧诸国的上二叠统 Kupferschiefer (约 60 万  $\text{km}^2$ ),加拿大育空地区中上泥盆统,我国扬子克拉通周缘震旦系以及俄罗斯西伯利亚里菲纪(Riphean)上部 and 波兰的前寒武纪早元古代与有机碳有关的 PGE-Au-U 岩系。这些黑色岩系的共同特点是含有大量的有机质和丰富的金属元素 PGE, Cu, Ni, Mo, Au, U, V, Mn, Fe, Co, Bi, Cr, Se 等(Meyers et al., 1992)。这些元素在一些地区形成一定规模的矿床,具有工业价值。例如,波兰的 Lubin-Glogow 地区长期开采铜及银(Michalik et al., 2001);我国遵义民采钼矿(曾明果,1998;毛景文等,2001);斯洛伐克黑色页岩系内的碳酸盐型锰矿经风化后,于第三系沉积物中富集并得到开采(Rojkovic et al., 2001)。但是,绝大多数地区的黑色岩系主要表现为一种金属元素富集层位,目前尚不具工业价值。

对中欧、中国华南、加拿大以及波罗的海地区和俄罗斯西伯利亚的黑色页岩系进行了一定程度的研究,但对其中的金属矿床或矿化的成因在认识上存在着差异。在研究程度比较高的波兰 Lubin-Glogow 地区,关于成因模型的建立,考虑以下几个事实:① 20% 的铜出现于 Kupferschiefer 黑色页岩系中,50% 在下伏的 Weissliegendes 砂岩中,30% 在上覆 Zechstein 灰岩中;② Cu 矿化与还原界面密切相关;③ 主要含铜矿物为辉铜矿,伴随有斑铜矿和黄铜矿,向外为铅和锌的硫化物;④ 尽管有几个矿化阶段,但主要矿化阶段为早三叠世,成岩阶段的伊利石放射性测年数据为 190 ~ 216 Ma(Bechtel et al., 1999),利用赤铁矿古地磁资料厘定为 220 ~ 250 Ma(Jowett et al., 1986)。关于早阶段同生沉积作用,Karnkowski(1999)描述了波兰二叠纪 Rotliegende 盆地发育在高度变形的古生代岩石的基底上,盆地由一组次级且相互沟通的盆地组成,沿 NW 向分布于波西尼亚刚性地块与东欧克拉通之间的脆弱地壳带(Blundell et al., 2001),有人称为内陆盆地(Bech-

tel et al., 1999)。这些盆地主要由早二叠世火山碎屑岩、熔岩和碎屑沉积岩充填。介于二叠系与三叠系之间的 Kupferschiefer 含沥青钙质或白云质页岩覆盖于这些碎屑沉积岩之上,有时与灰岩共存。同生的 Kupferschiefer 黑色页岩沉积虽然含有硫化物,但并不构成经济矿床,富铜高银的块状铜矿石可能是由下伏 Rotliegende 层位的含铜溶液与 Kupferschiefer 层内经生物硫酸盐还原生成并储集于裂隙中的  $\text{H}_2\text{S}$  发生反应,从而导致铜大量堆积成矿的(Blundell et al., 2001; Michalik et al., 2001)。最近,通过对惰性气体同位素的研究,认为在三叠纪,深部流体的积极参与了成矿过程,这为进一步深入研究该区黑色页岩铜矿提供了新思路。

在我国华南和加拿大育空地区出露比较广的黑色页岩系中存在 Mo-Ni-PGE 矿,虽然形成时代有差异,但物质组分和产出状态比较相似,厚度较薄,时断时续,沿同一层位出现。关于其成因,多年来海底喷流认识占有主导地位,推断下伏富 Mo-W 花岗岩体可能作为成矿的能源和 Mo-Re-Os 的源区,并与海底喷流的 Ni-PGE-Fe-V-Co 矿化源汇合成矿(Coveney and Chen, 1991; Horan et al., 1994; Lott et al., 1999; 李胜荣等,2000)。最近,又有人提出它们是一种蒸发-还原环境的正常沉积产物(Mao et al., 2002)。在我国华南地区,对镍钼矿石的 Re-Os 同位素精确测年,获得(541.3  $\pm$  16) Ma 的年龄数据(毛景文等,2001)。

黑色页岩系对于后生成矿也具有重要的影响,例如,哥伦比亚祖母绿矿床被认为是赋矿的白垩纪黑色页岩与盆地卤水进行水岩反应,由钠质交代作用和阳离子交换引致成矿,铍主要来自粘土岩(Cheilletz et al., 2001)。通过对广西大厂锡多金属矿区赋矿的泥盆系页岩和成矿流体的系统研究,不仅证明区内的层状和网脉状锡多金属矿同为与花岗岩有关的成矿系统的产物,还发现有大量的有机质以  $\text{CO}_2$ 、 $\text{CH}_4$  等形式存在于成矿流体中,这些有机质被认为来自围岩(Pasava et al., 2001)。锆是一种稀

散元素,但在不少以黑色泥页岩为主岩的煤层中广泛存在和富集。在我国西南和俄罗斯远东地区发现煤中锆高度富集成为独立矿床,甚至达到超大型规模(Hu et al., 2000; Seredin et al., 2001)。煤中富锆反映了有机质对锆成矿的重要控制作用,尽管在锆的来源方面仍然有同生和后生之争论。

由于黑色页岩系是一种强还原环境的产物,在不少矿区发现大量少见矿物及其组合(Distler et al., 2001),包括许多单质金属、金属合金或互化物、硫酸盐、磷酸盐类、钨酸盐类、碲化物、Pt-Cu-Fe 金属固溶体以及砷铂矿、硫铂矿、Sn-Sb 固溶体、Ni-Sb 固溶体和大量的 Fe-Ni-S 和 Cu-S 矿物系列。

## 参考文献

- 李胜荣,高振敏. 2000. 黔湘寒武系底部黑色页岩系贵金属元素来源示踪[J]. 中国科学(D辑), 30: 169~174.
- 毛景文,张光第,杜安道,等. 2001. 遵义黄家湾镍铂族元素矿床地质、地球化学和 Re-Os 同位素年龄测定——兼论华南寒武系底部黑色页岩多金属成矿作用[J]. 地质学报, 75(2): 234~244.
- 曾明果. 1998. 遵义黄家湾镍铂矿地质特征及开发前景[J]. 贵州地质, 15: 305~310.
- Bechtel A, Elliott W C, Wampler J M, et al. 1999. Clay mineralogy, crystallinity, and K-Ar ages of illites within the Polish Zechstein: implications of the age of Kupferschiefer mineralization[J]. Econ. Geol., 94: 261~272.
- Blundell D J, Alderton D H M, Karnkowski P H, et al. 2001. A new genetic model for the copper mineralization of the Polish Kupferschiefer [A]. In: Piestrzynski A, et al. ed. Mineral deposits at the beginning of the 21st century [C]. Lisse/ Abingdon/ Exton/ Tokyo: A. A. Balke ma Publishers. 215~218.
- Cheilletz A and Royant J C. 2001. The black shale-hosted Colombian emerald deposits: a synthetic genetic model with emphasis on the source of beryllium [A]. In: Piestrzynski A, et al. ed. Mineral deposits at the beginning of the 21st century [C]. Lisse/ Abingdon/ Exton/ Tokyo: A. A. Balke ma Publishers. 43~46.
- Coveney R M Jr and Chen N S. 1991. Ni-Mo-PGE-Au-rich ores in Chinese black shales and speculations on possible analogues in the United States [J]. Mineralium Deposita, 26: 83~88.
- Distler V V and Yudovskaya M A. 2001. Genetic model of the black shale hosted PGE-gold Sukhoi Log deposit (Russia) [A]. In: Piestrzynski A, et al. ed. Mineral deposits at the beginning of the 21st century [C]. Lisse/ Abingdon/ Exton/ Tokyo: A. A. Balke ma Publishers. 47~50.
- Horan M F, Morgan J W, Grauch R I, et al. 1994. Rhenium and osmium isotopes in black shales and Ni-Mo-PGE-rich sulphide layers, Yukon Territory, Canada, and Hunan and Guizhou Provinces, China [J]. Geochimica Cosmochimica Acta, 58: 257~265.
- Hu R Z, Bi X W, Su W C, et al. 2000. A superlarge germanium deposit hosted in coal seams, China [A/CD]. IGC-31 Abstract.
- Jowett E. C. 1986. Genesis of Kupferschiefer Cu-Ag deposits by convective flow of Rotliegend brines during Triassic rifting [J]. Econ. Geol., 81: 1823~1837.
- Karnkowski P H. 1999. Origin and evolution of the Polish Rotliegend Basin [A]. Polish Geological Institute Special Paper [C]. Warsaw: Polish Geological Institute 3: 1~93.
- Lott D A, Coveney R M Jr, Murowchick J B, et al. 1999. Sedimentary exhalative nickel-molybdenum ores in South China [J]. Econ. Geol., 94: 1051~1066.
- Mao J W, Lehmann B, Du A D, et al. 2002. Re-Os dating of polymetallic Ni-Mo-PGE-Au mineralisation in Lower Cambrian black shales of South China and its geological significance [J]. Econ. Geol., (in press).
- Meyers P A, Pratt L M and Nagy B. 1992. Geochemistry of metalliferous black shales [J]. Chem. Geol., 99: 211.
- Michalik M and Sawlowicz Z. 2001. Multi-stage and long term origin of the Kupferschiefer copper deposits in Poland [A]. In: Piestrzynski A, et al. ed. Mineral deposits at the beginning of the 21st century [C]. Lisse/ Abingdon/ Exton/ Tokyo: A. A. Balke ma Publishers. 235~238.
- Pasava J, Dobes P, Fan Delian, et al. 2001. Character of ore-fluids in the eastern part of the Dachang ore district, south China. In: Piestrzynski A, et al. ed. Mineral deposits at the beginning of the 21st century [C]. Lisse/ Abingdon/ Exton/ Tokyo: A. A. Balke ma Publishers. 81~84.
- Rojkovic I, Ozdin D, Puskelova L, et al. 2001. Manganese ores in black shales sequences in the Western Carpathians, Slovakia. In: Piestrzynski A, et al. ed. Mineral deposits at the beginning of the 21st century [C]. Lisse/ Abingdon/ Exton/ Tokyo: A. A. Balke ma Publishers. 85~88.
- Seredin V and Danilcheva J. 2001. Coal-hosted Ge deposits of the Russian Far East [A]. In: Piestrzynski A, et al. ed. Mineral deposits at the beginning of the 21st century [C]. Lisse/ Abingdon/ Exton/ Tokyo: A. A. Balke ma Publishers. 89~92.