

# 贵州从江高增新元古代大塘坡组锰矿沉积 地球化学特征\*

杨瑞东, 魏怀瑞, 许利群, 程玛莉, 文雪峰, 魏晓

(贵州大学喀斯特环境及灾害地质防治教育部重点实验室, 贵州 贵阳 550004)

中国南方新元古代大塘坡期是重要的锰矿成矿期, 湘、黔、川、鄂、桂、赣、浙等省(区)的大塘坡组都有含锰矿层位。其中在湖南西部和贵州东部地区形成了大型锰矿。有关这些锰矿的成因也进行了大量的研究工作, 提出了各种各样的成因观点, 如热水成因(Fleet, 1983; 王砚耕, 1990; 陈多福, 1998; 杨瑞东等, 2002), 生物成因(刘巽锋等, 1989), 洋流上升引起的化学成因(杨瑞东, 1991)。随着近年来在贵州东南部从江、黎平一带新的锰矿发现, 为贵州新元古代大塘坡期锰矿成矿研究及找矿方向提供了重要的线索。笔者通过对从江高增锰矿的沉积特征、矿物学和沉积地球化学进行研究, 以确定锰矿的成因。

## 1 含锰岩系沉积特征及沉积层序

贵州东部大塘坡期锰矿矿层一般为1层, 个别地区2~3层。矿层一般厚0.5~1.0 m, 矿石为氧化锰和碳酸锰两种, 近地表20~30 m潜水面上为氧化锰, 深部为碳酸锰。高增锰矿沉积序列由下往上可分为6层: ①灰黄色及微紫黄色薄层状凝灰岩, 具有很密集的纹层, 层间见有黄铁矿密集, 见有火山玻屑, 为火山灰沉积层, 在凝灰岩的顶板上出现乳头状突出的锰质体, 厚度为0.5~2.0 m; ②灰白致密的玉髓质硅质岩及黑褐色氧化锰矿呈纹层状, 单硅质岩厚1.5~2.0 mm, 单层锰矿厚0.5~1.0 mm, 由于后期构造变形, 纹层呈褶曲状, 厚度为0.4~0.6 m; ③深灰色致密状碳酸锰, 缺少纹层, 含少量的硅质, 厚度为0.3~0.5 m。④暗紫红色纹层状硅质粘土岩与灰色粘土岩互层, 含火山沉积凝灰岩, 具玻屑结构, 厚度0.5~1.5 m。⑤浅灰色、肉红色粉砂质粘土岩, 含凝灰质粉砂质粘土岩, 厚度1.5 m。⑥含凝灰质黑色碳质泥岩, 厚度大于3 m。

锰矿矿石成分:  $w(\text{Mn})$  为 20.30%~43.95%,  $w(\text{Fe})$  为 1.69%~5.3%,  $w(\text{P})$  为 0.24%~0.249%,  $w(\text{SiO}_2)$  为 16.95%~53.22%,  $w(\text{CaO})$  为 0.48%~21.13%,  $w(\text{MgO})$  为 0.15%~0.50%,  $w(\text{Mn})/w(\text{Fe})$  比值为 5.04~23.85,  $w(\text{P})/w(\text{Mn})$  比值 0.0013~0.0077。锰矿属于高硅、高磷低铁锰矿。

含锰岩系具有一些热水沉积的结构和构造, 如层纹状构造, 它由毫米级的灰白色硅质岩与黑褐色氧化锰互层组成。这种硅质岩层和锰矿层互层, 是阵发性喷流沉积的产物。凝灰岩具有纹层状结构, 层面上具有乳头状、簇状菱锰矿, 凝灰岩中含大量火山玻屑、晶屑。另外, 锰矿中含大量的重晶石、黄铁矿也是典型的热热水沉积所具有的特点之一。

处于同一同生断裂控制的黎平冷水塘锰矿也属于同一类型沉积(陈国繁, 2005), 为硅质、锰质沉积, 其类似于高增锰矿的纹层结构, 属于高硅、低铁沉积锰矿。含锰岩系中硅质岩发育, 有大量的火山灰沉积等是它们共同特点。说明沿着从江-黎平同生断裂热水喷流作用强烈, 因此, 同生断裂带是锰矿成矿最有利区域。

## 2 锰矿矿物学特征

高增锰矿矿石结构为层纹状, 由深灰色褐锰矿、玉髓与浅肉红色钙菱锰矿、锰方解石成层状-层纹状构造、显微条带构造。同时出现腊硅锰石 $[\text{Mn}_6\text{Si}_{10}(\text{OH})_6]$ 呈脉状和显微层状局部出现。未见热水沉积的重晶石、电气石等矿物。在锰矿层的底部存在薄层凝灰岩, 其纹层非常发育, 在显微镜下可发现大量的玻屑、晶屑。

\*本文为博士点基金资助项目的成果

第一作者简介 杨瑞东, 男, 1963年生, 博士生导师, 从事沉积矿床及沉积地球化学科研工作。Email: rdyang@gzu.edu.cn

### 3 沉积地球化学特征及锰矿成因

对从江高增锰矿含矿岩系中深灰色块状菱锰矿、条带状菱锰矿、褐色氧化锰矿、灰白色含锰质泥岩、黑色碳质页岩进行微量元素分析测试,发现上述5种类型的岩(矿)石样品微量元素蛛网图上表现出协同变化特征。黑色碳质页岩微量元素Li, Be, Sc, V, Cr, Ga, Rb, Zr, Nb, Mo, Ni, Ag, Sn, Cs, Ba, Ta, Tl, Bi, Th, U含量较高,特别是Li, Sc, V, Cr, Rb, Zr, Mo, Cs, Ba, Th, U含量高。这一特征与寒武系底部热水成因的黑色页岩类似。含锰岩系富集Cu、Zn、Ni、Nb、Co、Mo、As、Sb、Sr、Ba、V、Ga、Ag、Th、U等特征是热水沉积所具有的特征(周永章, 1990; 孙书勤等, 2007)。在深灰色纹层状锰矿和灰白色纹层状含锰凝灰岩中, Pb、Co、W均显著高于其他岩(矿)石。高增锰矿的U、Th元素含量投影在LogU-LogTh的直角坐标图, 除黑色页岩落入锰结核沉积区外, 其他均落入石化的热水铁锰沉积区, 因此, 高增锰矿属于热水沉积成因。

块状锰矿、褐色氧化锰矿和黑色碳质页岩Co/Ni比值均小于1, 而深灰色纹层状锰矿和灰白色纹层状含锰凝灰岩则表现为Co/Ni比值显著大于1, 分别达到8.55和3.69, Co/Zn也分别达到3.39和3.69。深灰色纹层状锰矿和灰白色纹层状含锰凝灰岩与热水沉积有着显著的区别。在Co/Zn-(Co+Ni+Cu)相关图上, 块状锰矿、褐色氧化锰矿和黑色碳质页岩均在热水沉积区内。在Cr-Zr相关图上, 除黑色碳质页岩落入成岩型含金属沉积物区, 其他含锰岩石均落入热液型含金属沉积物区。

高增锰矿岩矿的 $\delta\text{Eu}$ 为0.618~0.806, 显示弱的Eu负异常。高增锰矿岩矿的 $\delta\text{Ce}$ 为0.870~1.397, 其中黑色块状锰矿、深灰色纹层状锰矿和灰白色纹层状含锰凝灰岩的 $\delta\text{Ce}$ 为1.211~1.397, 为显著正异常, 属于热液沉积(沉淀)产物, 或火山喷流沉积。高增锰矿含锰岩石稀土含量( $\Sigma\text{REE}$ )除黑色碳质页岩外均较低, 含量为 $149.158 \times 10^{-6} \sim 224.26 \times 10^{-6}$ , 黑色碳质页岩较高, 为 $298.162 \times 10^{-6}$ , 这与热液沉积中稀土含量较低类似。

综上所述, 从江高增锰矿成矿与海底火山喷发和海底热水沉积作用有关。

### 4 结论

(1) 在新元古代大塘坡期, 沿从江黎家坡-从江高增-黎平肇兴-黎平冷水塘一线发育大型同生断裂, 造成沿该带强烈注陷, 沉积厚度巨大的南华系。沿该同生断裂发育海底热液喷流沉积, 结果形成3~5 m厚的含锰岩系, 含锰岩系由凝灰岩、硅质岩、碳酸锰互层和黑色碳质泥岩沉积组合, 其岩石组合与海底热水喷流沉积类似。

(2) 锰矿的矿物组成主要由褐锰矿、菱锰矿、锰方解石、玉髓组成, 凝灰岩中有大量的玻屑、晶屑。矿物组合与海底热液喷流沉积特征类似。

(3) 含锰岩系中黑色块状锰矿、深灰色纹层状锰矿和灰白色纹层状含锰凝灰岩的稀土分配曲线类似碧口群海底火山喷流沉积。含锰岩系富集Cu、Zn、Ni、Nb、Co、Mo、As、Sb、Sr、Ba、V、Ga、Ag、Th、U等特征与热水沉积所具有的特征类似。特别是深灰色纹层状锰矿和灰白色纹层状含锰凝灰岩中Pb、Co、W均显著高于其他岩(矿)石。这些深部来源的元素大量富集表明有深部热流体参与。含锰岩石(矿)微量元素在U-Th相关图、Cr-Zr相关图、Co/Zn-(Co+Ni+Cu)相关图上显示具有热水(液)沉积特征。

总之, 江高增锰矿的岩石、矿物和地球化学特征显示其属于海底热液(水)喷流沉积产物, 该地区锰矿找矿应该沿同生深大断裂开展。

### 参考文献

- 陈多福. 1998. 贵州省松桃热水沉积锰矿的地质地球化学特征[J]. 沉积学报, 22(2): 41-43.  
 陈国繁. 2005. 黎平县冷水塘锰矿的发现及其经济地质意义[J]. 贵州地质, 22(2): 41-43.  
 刘巽锋, 王庆生, 高兴基. 1989. 贵州锰矿地质[M]. 贵阳: 贵州人民出版社. 1-191.  
 孙书勤, 张成江, 赵松江. 2007. 大陆板内构造环境的微量元素判别[J]. 大地构造与成矿学, 31(1): 104-109.  
 王砚耕. 1990. 一个浅海裂谷盆地的古老热水沉积锰矿[J]. 岩相古地理, 10(1): 38-45.  
 杨瑞东, 欧阳阳远, 朱立军. 2002. 上扬子区早震旦世大塘坡期锰矿成因新认识[J]. 矿物学报, 22(4): 329-334.  
 杨瑞东. 1991. 扬子区震旦纪海平面波动与控矿作用[J]. 岩相古地理, 11(4): 11-16.  
 周永章. 1990. 广西丹池盆地热水成因硅质岩地球化学特征[J]. 沉积学报, 8(3): 75-83.  
 Fleet A J. 1983. Hydrothermal and hydrogenous ferromanganese deposits. Rona P A ed. Hydrothermal process at sea floor spreading centers. New York: Plenum Press. 1-570.