文章编号:0258-7106 (2001) 03-0243-08

广东省新榕锰矿地质特征及成因探讨*

黄圭成 汪雄武 杨世义 陈龙清 凌井生
(宜昌地质矿产研究所,宜昌 443003) (广东地质矿产局 719 地质队,肇庆 526060)

提 要 新榕锰矿是广东省重要的锰矿床,主矿体产于地下岩溶空洞内,矿石中伴生银的平均含量达 100×10^{-6} 以上。锰矿石中含有少量的脆银矿、溴角银矿、含锑银黝铜矿、银金矿、单斜绿铜锌矿、黄铁矿、磁黄铁矿及重晶石等矿物。据各类岩石、矿石的矿物成分,以及成矿元素、稀土元素地球化学特征等方面研究,认为 Fe、Mn 成矿物质主要来源于元古宇云开群和泥盆系桂头组中的富铁锰质岩层(锰铝榴石片岩、含锰千枚岩),部分来源于矿区北部断裂带中的热液硫化物,伴生元素 Ag、Pb、Zn 等也来源于矿区北部断裂带的热液多金属硫化物。有机质(微生物)可能参与了成矿物质的风化淋滤、迁移、沉淀富集等成矿作用。地下岩溶空洞是最有利的成矿场所。锰矿的成矿期为新生代。矿床成因类型属迁积-岩溶堆积型锰矿。

关键词 地质特征 成因 新榕锰矿 广东
中图分类号: P618.32 **文献标识码**: A

新榕锰矿位于广东省西部贵子—罗镜弧形断裂带北侧,罗定推覆构造的前—中部,是粤西最重要的锰矿床。该锰矿矿石品质优良,伴生 Ag、Pb、Zn 等有益元素,可以综合回收,有害元素 P、S 等含量低。主矿体产于泥盆系桂头组和棋梓桥组之间的地下岩溶空洞中,产出形态独特。研究矿床地质特征,探讨其成因,目的是为普查找矿提供参考。

1 矿区地质概况

区内出露地层有元古宇云开群(Pt*yk*),泥盆系桂头组(D_2g)、棋梓桥组(D_2q)和第四系(Q)(图 1)。元古宇云开群在矿区的北部和南部大面积出露,是一套浅海—滨海相类复理石沉积建造的变质岩系,主要岩性为云母石英片岩、石英云母片岩、石英绢云母千枚岩、含炭质千枚岩、变质粉砂岩、变质长石石英粉砂岩等。泥盆系桂头组分布于矿区中部,是锰矿的重要围岩,由片理化绢云母石英细砂岩、片理化细杂砂岩、片理化粉砂质砂岩、含砾石英粗砂岩、石英绢云母千枚岩组成。棋梓桥组小面积零星出露于新榕河谷或隐伏地下,为灰岩、白云岩、白云质灰岩、生物碎屑灰岩、泥灰岩等组成的一套碳酸盐岩,是锰矿主矿体的下盘围岩。第四系为洪冲积物,沿新榕河河床及山边沟口分布。

矿区位于罗定推覆构造的前—中部。地质构造以断层为主,大致可分为近东西和北西走向两组。近东西向断层是罗定推覆构造的逆冲推覆断层及其次级断层,规模较大,主要有 F_1、F_2、F_5 等。F_1 即鸡公顶断裂带,位于矿区北部,近东西向延伸 15 km 以上,倾向北,倾角 40～50°,断裂带宽 1～20 m,局部达 50 m。断层上盘(云开群)逆冲推覆于下盘(泥盆系)之上,断裂带内常被硅质充填,并有多处铁帽分布,含银较高,该断裂具有多期活动特点,主活动期为海西～印支期。北(北)西向断层形成相对较晚,规模较小,切割东西向断层,主要有 F_3、F_4、F_6 等。此外矿区还有一条隐伏逆冲断层,将泥盆系桂头组碎屑岩逆冲推覆于棋梓桥组碳酸盐岩之上,近东西走向,倾向北,倾角较平缓(22～35°),断层面波状起伏较大。上盘桂头组碎屑岩以片理化为主,并见层间小褶曲、小揉皱;下盘棋梓桥组碳酸盐岩则整体发生褶皱,变形与上盘不谐调;沿该断层分布的碳酸盐岩因岩溶作用形成地下溶洞,是新榕锰矿主矿体的

* 原地矿部定向基金项目"粤西罗定盆地南缘锰多金属及金银矿床类型、形成条件及成矿预测研究"和九五攻关项目"广宁—罗定—阳春地区金、银、铜、铅、锌成矿地质条件及靶区优选研究"资助。
第一作者简介 黄圭成,男,1963 年生,硕士,副研究员,从事矿床地质研究。
收稿日期 2000-04-18;改回日期 2001-06-06。张绮玲编辑。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

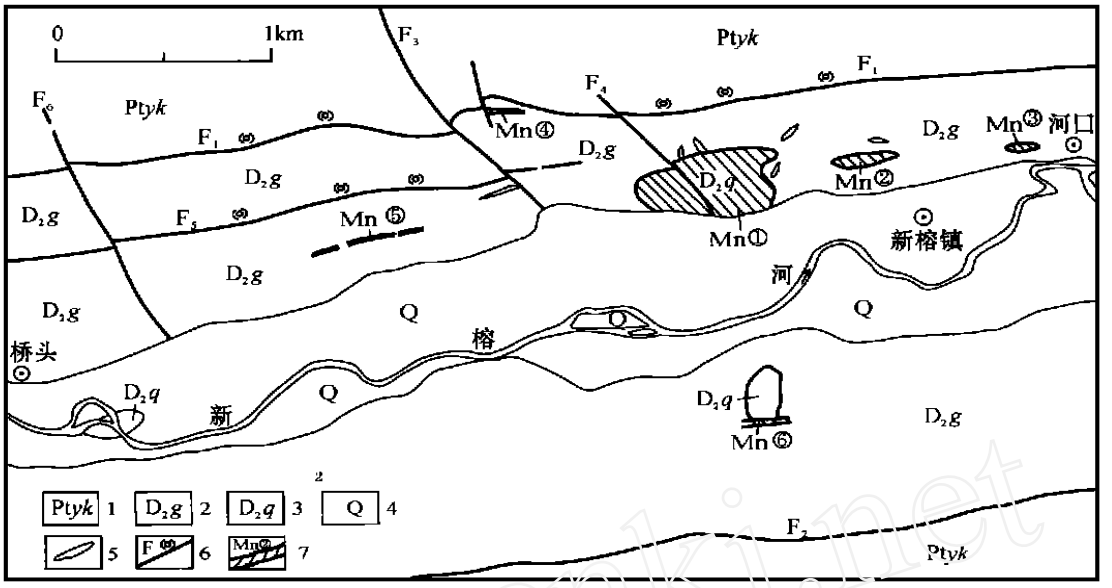

图 1 广东新榕锰矿区地质简图

1—元古宇云开群;2—泥盆系桂头组;3—泥盆系棋梓桥组,4—第四系;5—中酸性岩脉;6—断层及硅化带;7—矿段及其编号

Fig. 1 Geological sketch map of Xinrong manganese deposit, Guangdong

1—Proterozoic Yunkai Group; 2—Devonian Guitou Formation; 3—Devonian Qiziqiao Formation; 4—Quaternary; 5—Intermediate-acidity dike; 6—Fault and silicified zone; 7—ore block and it's serial number

产出场所。

岩浆活动表现较弱,仅见数量不多的花岗斑岩、闪长玢岩等小岩脉产出,侵入于桂头组和云开群。矿区外围北东约 5 km 处有八帘山花岗斑岩体出露,侵位于白垩系红色碎屑岩,全岩 K-Ar 年龄为 86 Ma (叶伯丹,1977)。

2 矿床地质特征

新榕锰矿床的矿化范围东西长 5 km,南北宽 2 km。根据锰矿体产出状态、空间分布和工业价值等,划分为 6 个矿段:黑泥山、地坪背、河口、大岭顶、西矿段和南矿段。主矿体位于黑泥山矿段,是矿山开采对象;地坪背、河口、大岭顶矿段浅部控制的矿体规模较小,深部情况不详;西矿段和南矿段尚未找到工业矿体。

2.1 矿体特征

根据矿体产出的环境,分为 3 种类型:岩溶空洞中的矿体、碎屑岩中的矿体和地表堆积矿体。后者规模小,意义不大,此处不作叙述。

2.1.1 岩溶空洞中的矿体

以黑泥山矿段的矿体为代表,是本矿床的主矿体。产于泥盆系桂头组碎屑岩与棋梓桥组碳酸盐岩之间的断层破碎带及其以下岩溶空洞内(图 2),形态不规则,主要受控于岩溶空洞的形态。矿体顶板为桂头组片理化砂岩,底板为棋梓桥组碳酸盐岩;底板呈隐伏岩溶地貌状,有的呈岩溶漏斗状,深达 50～60 m,低处及岩溶漏斗中即为矿体。矿体被后期活动的北西向断层切割而产生错位。

矿体呈疏松状,未胶结,由褐黑色粘土、颗粒状及块状锰矿(结核)、岩石(碎屑岩、脉石英等)碎砾等混杂组成,偶见几米长的中酸性脉岩和片理化砂岩碎块混杂其中。矿体规模大,东西长约 700 m,南北宽大于 400 m,北界还继续向深部延伸 200 m 以上。厚度变化很大,主要取决于底板碳酸盐岩的起伏状况。例如岩溶溶斗中厚达 60～70 m,而在凸起的碳酸盐岩面矿体厚度只有 2～3 m。

2.1.2 碎屑岩中的矿体

这类矿体都产于泥盆系桂头组碎屑岩中的近东西向断层破碎带内,平行产出,走向上连续性较差,在破碎带的膨大部位,形成有工业价值的透镜状矿体,如地坪背、河口、大岭顶等矿段。矿体在地表出露的规模相对较小,长 80～300 m,宽 20～50 m,由褐黑色、棕褐色粘土及形态不规则、大小不均一的锰质结核(粒)和岩石碎块(砾)组成,呈混杂疏松状。因为只有探槽和浅井控制,深部情况不明。若深部

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

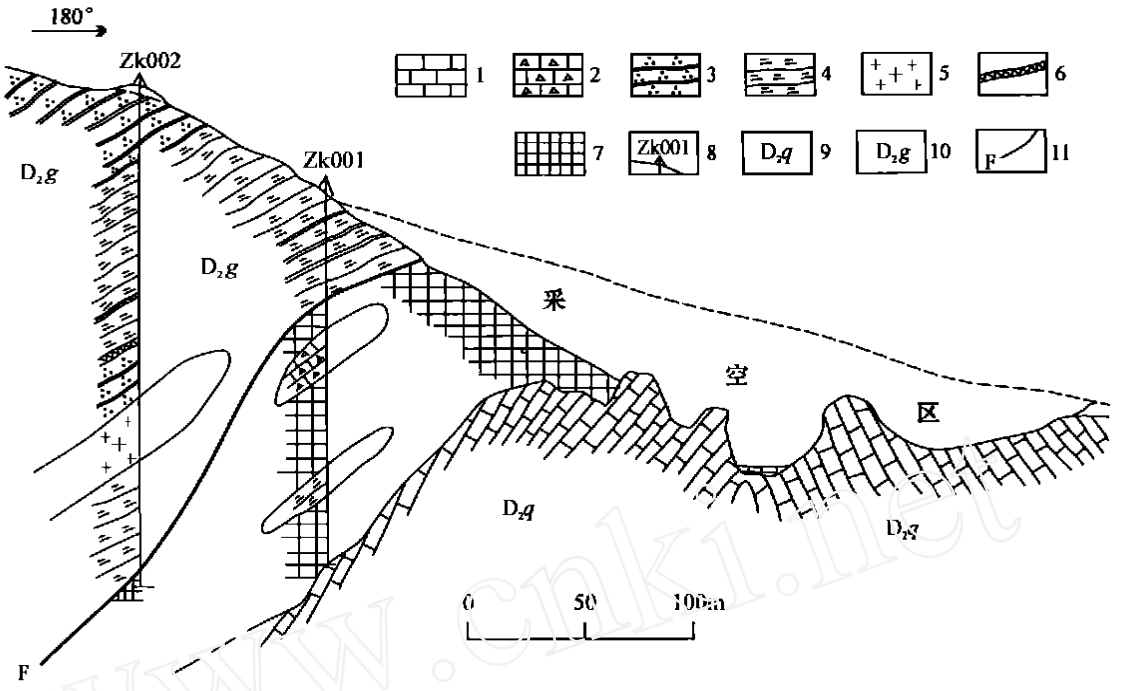

图 2　新榕锰矿 0 号勘探线剖面图

1 —碳酸盐岩; 2 —角砾状碳酸盐岩; 3 —片理化砂岩类; 4 —千枚岩类; 5 —花岗斑岩脉; 6 —石英脉; 7 —锰矿体; 8 —钻孔及编号; 9 —泥盆系棋梓桥组; 10 —泥盆系桂头组; 11 —断层

Fig. 2　Geological section along No. 0 exploration of the Xinrong manganese deposit

1 —Carbonate rocks; 2 —Breccioid carbonate rocks; 3 —Schistose sandstones; 4 —Phyllites; 5 —Granite porphyry; 6 —Quartz dike; 7 —Manganese orebody; 8 —Borehole and it's serial number; 9 —Devonian Qiziqiao Formation; 10 —Devonian Guitou Formation; 11 —Fault

有产于岩溶空洞中的矿体存在,两者相连,就会形成大矿体。

2.2　矿石特征

如前所述,矿体由褐黑色、棕褐色含锰质粘土、锰矿颗粒(块)和岩石角砾组成,其中锰矿颗粒(块)约占 42.5 %(重量百分比,即含矿率),是真正意义上的矿石。

2.2.1　矿石矿物成分

根据显微镜下鉴定、化学分析、X 射线衍射物相分析、电子探针分析等多种方法手段综合研究,共鉴定出 19 种金属矿物和 5 种脉石矿物(表 1),矿石矿物成分比较复杂。其中脆银矿、溴角银矿、银锑黝铜矿、银金矿、单斜绿铜锌矿、黄铁矿、磁黄铁矿及重晶石是本课题新发现的矿物❶(黄圭成等,2001),它们一般呈残留颗粒状被包裹于铁锰矿物内或矿物间隙中。作者认为,这些硫化物是源区物质的残留矿物,是成矿物质来源的标志之一,可应用于矿床成因探讨。

2.2.2　矿石结构构造

锰矿石均为氧化矿石,次生组构特征明显。构造类型有块状、胶状和变胶状、晶洞、脉状、角砾状、页片状构造等。晶洞构造是本矿区的一个特色构造,由银灰色针、柱状软锰矿晶体垂直于矿石空洞(裂隙)生长而成。页片状构造则由铁锰质交代片状构造岩石(片理化砂岩、千枚岩等)碎块形成,并保留岩石原有的构造特征。

矿石结构有胶状结构、变胶状结构、交代结构、假象结构等,并以胶状结构为主。假象结构是黄铁矿被针铁矿交代、磁黄铁矿被针铁矿和赤铁矿交代后以原矿物晶体为外形的一种现象。

2.2.3　矿石的化学成分

矿石由大小不一的矿块(结核)组成,不同矿块之间的 Fe、Mn 含量差异很大,有的以锰为主,有的以铁为主,有的铁锰相近,不同成分的矿块混杂产

❶ 黄圭成等. 2000. 粤西罗定盆地南缘锰多金属及金银矿床类型、形成条件及找矿预测研究报告.

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 1 新榕锰矿矿石矿物组成

Table 1 Mineral constituents of ores from the Xinrong manganese deposit

金属矿物		脉石矿物	
主要金属矿物	次要金属矿物	主要脉石矿物	次要脉石矿物
钙锰矿、软锰矿、锰钾矿、锰钡矿、针铁矿、赤铁矿、硬锰矿(胶状)	锰铅矿、方铁锰矿、恩苏塔矿、镜铁矿、黑锌锰矿、磁黄铁矿、黄铁矿、脆银矿、溴角银矿、银锑黝铜矿、银金矿、单斜绿铜锌矿	高岭石、伊利石、石英、水白云母	重晶石

表 2 矿石的主要成矿元素含量

Table 2 Content of metallogenetic elements in ores

采样地点及样石号	w_{Fe}/ %	w_{Mn}/ %	(w_{Fe} + w_{Mn})/ %	w_{Mn}/ w_{Fe}	w_{Ag}/ 10^{-6}	w_{Pb}/ 10^{-6}	w_{Zn}/ 10^{-6}
黑泥山							
11 线(2)	27.39	18.97	46.36	0.69			
7 线(32)	29.11	22.39	51.50	0.77	115.5		
3 线(24)	29.61	21.63	51.24	0.73	120.6		
0 线(5)	28.96	21.21	50.17	0.73	118.6	12180	6173
4 线(7)	26.76	29.05	55.81	1.08	115.0	3161	6147
8 线(31)	24.63	21.22	45.85	0.86	184.1		
平均	27.74	22.41	50.16	0.81	130.8		
地坪背(2)	20.7	13.40	34.10	0.65			
河 口 (1)	46.71	14.25	60.96	0.31			
大岭顶(4)	20.06	18.64	38.70	0.93			
组合样 Yz1					130.0		
组合样 Yz2					108.0		
组合样 Yz3					222.0		
组合样 Yz4					54.0		
组合样 Yz5					44.0		
组合样 Yz6					110.0		
组合样平均(6)					111.3		

分析者:宜昌地质矿产研究所测试室。分析方法及精度: Fe、Mn,AAS,10 $\times10^{-6}$;Ag,GFAAS,0.02 $\times10^{-6}$;Pb、Zn,AAS,1 $\times10^{-6}$。括号中的数字为样品数。组合样引自❶。

出。矿石的主要成矿元素含量如表 2 所示,总体上 $w_{Mn} < w_{Fe}$,例如主矿体(黑泥山矿段)的矿石平均含量为 w_{Mn} = 22.41 %, w_{Fe} = 27.74 %, (w_{Mn} + w_{Fe}) = 50.16 %, w_{Mn}/ w_{Fe} = 0.81;有害杂质组分平均含量❶为 w_P = 0.055 %, $w(SiO_2)$ = 11.04 %,属于 I级酸性铁锰矿石。矿石中 Ag、Pb、Zn 等有益元素含量较高,特别是银平均 w_{Ag} = 100 $\times10^{-6}$以上,达到了银矿的工业品位,可以作为共生银矿看待。这些有益元素的存在,大大提高了矿石的品质和价值。

3 矿床成因讨论

3.1 成矿物质来源

与锰矿化有关的是元古宇云开群和泥盆系,前者为一套变质碎屑岩系,含有若干个沉积变质锰矿化带(富锰质岩层);后者为泥盆系桂头组碎屑岩和棋梓桥组碳酸盐岩,是锰矿的赋矿围岩,桂头组中有多个含锰千枚岩夹层。表 3 是地层岩石成矿元素含量分析结果,云开群锰铝榴石片岩和桂头组含锰千枚岩中 Fe、Mn 含量高,两类岩石中 Mn 的浓集系数(元素含量/ 克拉克值)分别为 136.7 和 15.5,Fe 的浓集系数分别为 1.40 和 1.16;其它岩石中 Fe、Mn 含量普遍低于地壳克拉克值,浓集系数分别在 0.03～0.70 和 0.32～0.88 范围内。Ag、Au、Pb、Zn、Cu 在两类含锰岩石中含量相对较高,但是没有明显富集。

锰矿主矿体产于棋梓桥组碳酸盐岩岩溶面上,

❶ 冶金部第二勘查局地质研究所. 1993. 广东省罗定市新榕锰矿区勘查地质报告.

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

与广西境内广泛分布的泥盆系含锰岩系产出层位(茹廷锵等,1992)类似。但是本区棋梓桥组碳酸盐岩中的 Mn 、Fe 元素含量很低(表 3),Mn 只有克拉克值的 32 %,Fe 只有 3 %。X 射线衍射物相分析结果表明,该碳酸盐岩是由方解石、白云石、石英、伊利石等矿物组成,不含原生的锰矿物。因此,可以排除该层位存在原生锰矿和作为矿源层的可能性。

为了进一步探讨成矿物质来源,对锰矿石及相关地层岩石样品做稀土元素分析(表 4),其分布模式曲线如图 3 所示。锰矿石、沉积变质锰矿化层和云开群、桂头组岩石模式曲线形态相似,总体上较平坦,LREE/ HREE 为 6.87～9.96,$(La/ Yb)_N$ 为 1.21～2.09,δCe = 0.5～0.7(中等 Ce 负异常)。相似的模式曲线暗示它们可能具有同源性。

锰矿体产于地下岩溶空洞和断层破碎带中,呈未胶结的疏松状,由粘土、锰质颗粒(结核)和岩石碎砾组成,矿体的上、下盘围岩成矿元素含量不高,矿石具有典型的次生富集组构特征,显然成矿物质由异地迁移而来。矿区及邻近外围存在富锰质岩层(锰铝榴石片岩和含锰千枚岩),可能就是提供成矿

表 3　地层岩石成矿元素含量

Table 3　Content of metallogenetic elements in strata

样号	地区	层位	岩性	w_{Fe}/ %	w_{Mn}/ %	$w_{Cu}/10^{-6}$	$w_{Pb}/10^{-6}$	$w_{Zn}/10^{-6}$	$w_{Au}/10^{-9}$	$w_{Ag}/10^{-6}$
LF2-1	细寨	Pt*y*	锰铝榴石片岩	8.1	14.98	83	51	312	4.8	0.49
LF4-2	金河口	Pt*y*	锰铝榴石片岩	10.9	15.26	9	44	182	0.6	0.42
LF5	湾角	Pt*y*	锰铝榴石片岩	8.52	16.18	8	19	900	7.4	3.33
LF14	山边寨	Pt*y*	锰铝榴石片岩	9.48	11.52	81	10	160	0.8	0.26
LF30-1	深洞	Pt*y*	锰铝榴石片岩	6.66	14.1	12	115	77	0.6	0.19
LF30-2	深洞	Pt*y*	含锰铝榴石片岩	3.36	4.27	4	68	85	0.2	0.31
LF30-3	深洞	Pt*y*	锰铝榴石片岩	8.37	14.59	8	40	157	1.8	0.22
平均				7.91	12.99	29	50	268	2.3	0.75
浓集系数				1.40	136.7	0.53	3.97	3.82	0.58	10.7
LF21	分界	Pt*y*	炭质千枚岩	3.49	0.08	15	86	162	1	0.1
LF28-6	分界	Pt*y*	含石榴石云母片岩	6.99	0.33	6	44	245	1.3	0.36
LF39	分界	Pt*y*	深灰色千枚岩	1.5	0.003	6.4	38	27	1	0.078
LF56-3	大城塘	Pt*y*	石英云母片岩	3.32	0.003	45.2	33	112	4.6	0.156
I25-1	新榕	Pt*y*	二云母片岩	4.35	0.077	43	50	108	1.4	0.46
I28-1	新榕	Pt*y*	石英二云母片岩	5.24	0.054	53	47	191	1.3	0.27
I30-2	新榕	Pt*y*	片理化云母砂岩	2.74	0.038	16	20	45	0.8	0.12
平均				3.95	0.084	26.4	45	127	1.6	0.22
浓集系数				0.70	0.88	0.48	3.63	1.82	0.41	3.1
Lx5-1	新榕	D_2g	石英绢云母千枚岩	2.15	0.016	8	49	51	0.5	0.12
Lx9	新榕	D_2g	片理化砂岩	1.73	0.059	7	14	28	0.4	0.17
平均				1.94	0.038	7.5	32	40	0.5	0.15
浓集系数				0.34	0.40	0.14	2.52	0.56	0.11	2.1
Zk4407-1	新榕	D_2g	含锰石英绢云母千枚岩	6.2	1.39	56	316	962	3.5	1.05
Zk4407-2	新榕	D_2g	含锰绢云母千枚岩	6.89	1.55	68	323	1003	2.3	2.42
平均				6.55	1.47	62	320	983	2.9	1.74
浓集系数				1.16	15.5	1.12	25.56	14.03	0.73	24.9
Lx6-1	新榕	D_2q	肉红色灰岩	0.16	0.047	6	110	158	0.4	1.1
Lx6-3	新榕	D_2g	深灰色糜棱岩化灰岩	0.1	0.018	9	146	17	0.2	0.55
Lx6-6	新榕	D_2g	碎裂灰岩	0.1	0.029	4	60	25	0.5	0.39
Lx7-1	新榕	D_2g	碎裂白云岩	0.25	0.028	17	68	104	0.4	0.33
Lx12	新榕	D_2g	糜棱岩化灰岩	0.25	0.024	7	34	22	0.6	0.43
Lx21-2	新榕	D_2g	白云岩	0.19	0.032	4	28	86	0.4	0.11
平均				0.18	0.03	7.8	74	69	0.4	0.49
浓集系数				0.03	0.32	0.14	5.94	0.98	0.11	7.0
克拉克值(H. J. 勒斯勒, 1985)				5.63	0.095	55	12.5	70	4	0.07

分析者:宜昌地质矿产研究所测试室。分析方法及精度: Fe、Mn,AAS,10 $\times10^{-6}$; Au, GFAAS,0.0003 $\times10^{-6}$; Ag, GFAAS,0.02 $\times10^{-6}$; Cu、Pb、Zn,AAS,1 $\times10^{-6}$。浓集系数 = 元素含量/ 克拉克值。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 4 岩、矿石稀土元素总量及特征参数

Table 4 Total REE amount and characteristic parameters of rocks and ores

样 号	地 点	岩性(层位)	∑REE/ 10^{-6}	LREE/ HREE	$(La/Yb)_N$	δCe
LF2-1	细寨	变质锰矿化层(Pt*y*)	249.21	5.87	1.11	0.44
LF4-2	金河口	变质锰矿化层(Pt*y*)	230.35	10.84	2.01	0.95
LF5	湾角	变质锰矿化层(Pt*y*)	440.84	3.91	0.52	0.11
平 均			306.80	6.87	1.21	0.50
LX2-4	新榕	锰矿石	147.08	8.80	1.54	0.77
LX2-6	新榕	锰矿石	131.79	5.15	1.03	0.61
LX5-8	新榕	锰矿石	435.01	9.45	3.01	0.31
平 均			237.96	7.80	1.86	0.56
XF2	新榕	绢云母千枚岩(D_2g)	210.04	10.51	2.12	0.44
LX5-7	新榕	云母石英片岩(D_2g)	138.40	11.76	2.50	1.61
LF39	分界	炭质千枚岩(Pt*y*)	144.03	13.53	2.56	0.95
LF55-3	大成塘	绢云母千枚岩(Pt*y*)	159.18	8.18	1.64	0.11
XF5	云岗西	绢云母千枚岩(Pt*y*)	235.18	8.41	1.80	0.31
D38-4	糯米坑	炭质千枚岩(Pt*y*)	186.95	7.39	1.69	0.76
平 均			178.96	9.96	2.05	0.70

分析者:宜昌地质矿产研究所测试室;分析方法:ICP;分析精度:La、Pr、Sm、Gd,0.02 ×10^{-6};Ce,0.1 ×10^{-6};Eu,0.006 ×10^{-6};Nd、Tb,0.05 ×10^{-6};Dy、Ho、Er、Tm、Lu,0.01 ×10^{-6};Yb,0.003 ×10^{-6}。

物质的矿源层,稀土元素模式曲线特征支持这种物源关系。矿区北部沿鸡公顶断裂带(F_1)有多处铁帽产出,因此不能排除部分铁锰质的来源与它们有关。矿石中 Ag、Au、Pb、Zn、Cu 含量较高,并发现银的独立矿物脆银矿、溴角银矿、含锑银黝铜矿、银金矿,以及黄铁矿、磁黄铁矿、单斜绿铜锌矿和重晶石等矿物,呈残留颗粒状被包裹于铁锰矿物内或矿物间隙,推测这些矿物来源于矿区北部,沿鸡公顶断裂带发育的热液硫化物经过短距离迁移至此。

笔者认为,新榕锰矿的 Fe、Mn 元素主要来源于元古宇云开群中的沉积变质锰矿化层(富锰质岩层)和泥盆系桂头组中的含锰千枚岩,部分来源于矿区北部沿鸡公顶断裂带发育的热液硫化物的氧化迁移。锰矿石中的 Ag、Au、Pb、Zn、Cu 等也来源于沿鸡公顶断裂带发育的热液金银硫化物的短距离迁移。曾经有人研究花岗斑岩体也能提供 Ag、Mn、Pb、Zn 等成矿物质(余金杰等,1996)。本区的花岗斑岩岩体,是否提供了部分成矿物质,还有待进一步研究。

3.2 成矿作用讨论

粤西地区自中生代(白垩纪)以来,处于热带、亚热带气候环境下,炎热多雨,干湿交替,地下循环水流量大,补给充足,植被茂盛,微生物大量繁殖,地表及地下水中有机质含量高。这种环境条件有利于矿源层的风化、分解、成矿物质活化淋出和迁移。据研究,腐殖酸的存在可大大提高锰的溶解度(郝瑞霞等,1995),同时腐殖酸对锰还有强的吸附作用,使锰的迁移能力增强。细菌对锰的迁移聚集也起重要作用(史尹贤等,1996;郝瑞霞等,1998),可加快锰的氧化或还原速度,在氧化条件下使可溶性 Mn^{2+} 氧化为 Mn^{4+} 而沉淀,还原条件下使 Mn^{4+} 变为 Mn^{2+} 而迁移。可见,有机质对锰在风化、搬运、沉淀等成矿过程中的作用不容忽视。由此推测,有机质(微生物)可能参与了新榕锰矿的成矿作用。

矿区地处罗定推覆构造的前—中部,各种不同规模的断裂构造发育,相互交错贯通,是地表水下渗及地下水循环的通道,也是导矿通道。近东西向断裂破碎带的膨大部位,尤其是棋梓桥组碳酸盐岩因岩溶作用形成的地下岩溶空洞,是成矿的最有利场所。

矿体呈疏松状,虽然隐埋地下但并未压实固结;锰矿结核大小悬殊,小者不足 1 mm,最大者块径 1.5 m 以上;矿石多具胶状圈层结构(生长纹),空洞中常见钟乳状矿石(黑泥山矿段)。邻近矿区的黄胆岭、糯米坑等锰矿点的矿体产于元古宇云开群与白垩系红层间的滑脱构造破碎带内,矿体呈未胶结的疏松状,由锰矿颗粒(结核)、含锰质粘土、岩石碎块(砾)等混杂而成,特征与新榕锰矿基本一致。根据本矿床及区域锰矿化特征,推测新榕锰矿形成于白垩纪以后,进入新生代以来一直断续进行着。

综合上述,新榕锰矿的 Fe、Mn 主要来源于元古宇云开群和泥盆系桂头组中的富铁锰质岩层(锰铝榴石片岩、含锰千枚岩),部分来源于矿区北部沿断

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

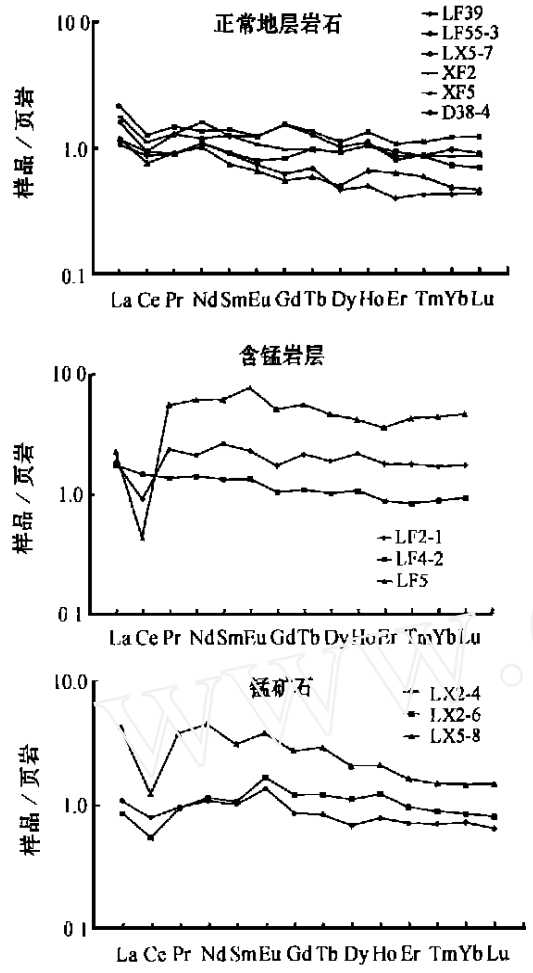

图 3　新榕锰矿区岩矿石稀土元素标准化分布模式曲线
(样号同表 4)

Fig. 3　Chondrite-normalized REE patterns of rocks and ores from the Xinrong manganese deposit (sample number are same as Table 4)

裂带分布的热液硫化物矿化体。Ag、Au、Pb、Zn、Cu 来源于矿区北部沿鸡公顶断裂带发育的热液金银硫化物。自白垩纪以后,进入新生代以来,在有利的地球化学条件下,矿质从矿源区活化、淋出、进入水溶液,通过各种地下通道(主要是断裂构造带)迁移,到达特定的场所(地下岩溶空洞、断裂带),因地球化学环境条件改变及有机质(微生物)参与下,而沉淀富集形成矿体。特别是当含矿溶液到达地下岩溶溶洞时,由于碳酸盐岩溶解,含矿溶液转为偏碱性,氧化还原电位提高,使环境的地球化学条件急剧变化,导致成矿物质快速集中沉淀富集,形成富而大的矿体,本矿床的主矿体就是在这种条件下形成的。

4　结　论

通过上面研究,初步得出以下几点结论:

(1) 锰矿床的成矿物质,Fe、Mn 主要来源于元古宇云开群和泥盆系桂头组中的富铁锰质岩层(锰铝榴石片岩、含锰千枚岩),部分来源于矿区北部断裂带中的热液硫化物矿化体。伴生有益元素 Ag、Pb、Zn 等也来源于沿鸡公顶断裂带发育的热液多金属硫化物矿化体。

(2) 锰矿的成矿期为新生代,自白垩纪以后,进入新生代以来一直断续进行着,有机质(微生物)可能参与了成矿物质的风化淋滤、迁移、沉淀富集等成矿作用。

(3) 地下岩溶空洞是最有利的成矿场所,是主矿体的产出部位。

(4) 新榕锰矿的成因类型属迁积-岩溶堆积型锰矿。

参考文献

郝瑞霞, 关广岳. 1995. 有机质在锰成矿过程中的作用[J]. 冶金地质动态, (8): 14～16.

郝瑞霞, 彭省临. 1998. 细菌对锰的氧化和聚集作用[J]. 海洋地质与第四纪地质, 18 (2): 68～74.

黄圭成, 杨世义, 汪雄武, 等. 2001. 广东新榕锰矿伴生银的赋存状态初步研究[J]. 岩石矿物学杂志, 20 (1): 69～74.

茹廷镛, 韦灵敦, 树　皋. 1992. 广西锰矿地质[M]. 北京: 地质出版社, 32～51.

史尹贤, 陈忠元. 1996. 细菌对锰铁金属离子的转移作用[J]. 海洋学报, 18(4): 85～89.

叶伯丹主编. 1977. 全国同位素地质年龄数据汇编 (第二集)[M]. 北京: 地质出版社, 112～113.

余金杰, 孟瑞发, 李　泽. 1996. 灵丘小青沟银、锰矿床地质地球化学特征及矿床成因[J]. 矿床地质, 15(1): 53～62.

H. J. 勒斯勒, H. 朗格著. 卢焕章等译. 1985. 地球化学表[M]. 北京: 科学出版社, 171～172.

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

Geological Characteristics and Genesis of the Xinrong Manganese Deposit, Guangdong Province

Huang Guicheng, Wang Xiongwu, Yang Shiyi
(Yichang Institute of Geology and Mineral Resources, Yichang 443003)
Chen Longqing, Ling Jingsheng
(No. 719 Geological Brigade of Guangdong Bureau of Geology and Mineral Resources, Zhaoqing 526060)

Key words: Geological characteristics, genesis, Xinrong manganese deposit, Guangdong Province

Abstract

The Xinrong deposit is a well-known manganese deposit in Guangdong Province. Its ore is of top-quality. There exist such accompanying elements as Ag, Pb and Zn in the ore. The silver content of ore is higher than 100×10^{-6} on average. The aim of studying its geological characteristics and genetic type is to serve mineral prospecting.

The main orebody of the Xinrong manganese deposit is located in the underground karst cave, between Devonian Guitou and Qiziqiao Formations. Its shape is controlled by the underground karst cave. The secondary orebodies lie in the fault belt. The underground karst cave seems to be the most favorable location for manganese mineralization. By such means as microscopic observation, chemical analysis, X-ray diffraction, and electron microprobe analysis, minerals like stephanite, bromargyrite, Ag-Sb-tetrahedrite, electrum, rosasite, pyrite, pyrrhotite and barite are discovered for the first time in the deposit, which are small grains among or between Fe-Mn minerals. According to the content of metallogenic elements and geochemical characteristics of REE in rocks and ores, the authors have reached the conclusion that Fe and Mn ore materials came mainly from manganiferous terranes (spessartine schist and manganiferous phyllite) of Proterozoic Yunkai Group and Devonian Guitou Formation, and subordinately from hydrothermal sulphide mineralized zone in the north of the mining area, and that the source of accompanying elements like Ag, Pb and Zn is the hydrothermal sulphide mineralized zone. The organic matter (microorganism) may affect weathering, leaching, migration, precipitation and enrichment of ore-forming materials. The metallogenetic epoch is Cenozoic.

The Xinrong manganese deposit is genetically of migration-karst accumulation type.

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net