文章编号:1009-3850(2006)02-0072-09

湘西北锰矿床成矿模式研究

杨绍祥,劳可通

(湖南省地质调查院 吉首矿产地质调查所,湖南 吉首 416007)

摘要:本文以湖南花垣民乐锰矿床为例,研究了矿床中火山碎屑物质的分布及特征,用硫同位素氧、碳同位素等成因 地球化学特征阐明该区裂陷盆槽盆或地堑盆地中海底火山喷发对锰矿形成的重要意义,并提出了成矿模式,认为湘 西北锰矿床属离火山喷发中心较远的海底火山喷发-沉积锰矿床。

关键 词:花垣;锰矿;成矿模式;湘西北

中图分类号:P618.32 **文献标识码**:A

位于扬子地块东南缘的湘西北地区锰矿床为典 型的沉积矿床,按含矿地层分布特征和成矿作用,分 为花垣民乐、古丈和凤凰3个锰矿田。以花垣民乐 地区的锰矿开发利用较高,研究较为详细,特别是近 年对花垣摩天岭、古丈野竹、古丈大龙一带的锰矿开 展国土资源大调查取得了许多新的进展。为了进一 步在范围更大的古丈和凤凰两个锰矿田中开展锰矿 资源潜力评价,探讨湘西北地区锰矿床成矿模式很 有必要。

1 成矿地质特征

湘西北锰矿床沿摩天岭和古丈背斜的两翼分 布,锰矿体赋存于下震旦统大塘坡组(Zd)。根据 岩(矿)性组合特征,将大塘坡组自下而上分为两个 岩性段,即下段黑色页岩段和上段灰色页岩段。

下段全厚 51.39m,一般厚9.29~38.06m,在花 垣民乐一般厚25~32m,最厚51.39m;在古丈一带厚 0~20m;凤凰一带厚 0~9.81m。下部为含锰矿层, 厚1.29~3.00m,岩性主要为黑色碳质页岩夹黑色块 状及条带状菱锰矿,局部见少量的顺层石英脉,地表 多风化淋滤形成氧化锰矿底部常见一层厚约 3~ 10cm的含粉砂粘土质黄铁矿;上部为黑色页岩夹黑 色含碳质页岩,顶界常见深灰色白云岩透镜体。上、 下两部分均含凝灰质,厚 8~35m。

上段厚 100 ~ 200m,为灰色 —灰绿色薄层粉砂 质页岩,页理发育,层面平整,水平层理及波状层理 发育,风化后呈页片状,中下部局部夹深灰色白云岩 透镜体。与上覆古城组(Z_g)呈整合接触,与上伏 南沱组(Z_n)呈平行不整合接触。

含锰岩系指大塘坡组下段的黑色页岩夹菱锰矿 层。按岩性组合特征可将含锰岩系分布 A、B、C、D 四套岩石组合类型(图 1),其中 A、B 两类型含矿性 好,而 C、D 类型含矿较差甚至无矿。因此岩石的含 矿性与含锰岩系的厚度大小密切相关,一般来说,含 锰岩系厚度愈大,含矿性愈好。

锰矿体一般由若干似层状、透镜状矿体紧密交 错叠置而成(图 2),总体呈层状产出。矿体与围岩 呈整合接触关系。矿石矿物主要为含锰碳酸盐的系 列矿物、粘土矿物和碎屑矿物。含锰碳酸盐矿物有 菱锰矿(MgCO₃)、钙菱锰矿、镁菱锰矿、钙镁菱锰矿、

收稿日期: 2005-01-05; 修改日期: 2006-03-27

第一作者简介:杨绍祥,1956年生,高级工程师,长期从事地质矿产调查工作。 资助项目:中国地质调查局地质调查项目(200110200022)。





Fig. 1 Petrographic successions of the manganese-bearing rock series in the Minle manganese deposit





镁钙菱锰矿、锰白云石、方解石等。矿石中粘土矿物 主要是伊利石,此外尚有相当部分微细的石英、长 石。碎屑矿物类主要有火山碎屑和陆源碎屑。其他 矿物有磷灰石、胶磷矿、黄铁矿以及有机碳质 (<2%)等。

根据矿石结构构造和成分特征,分为以下 7 种 类型。

(1)条带状菱锰矿矿石:矿石呈灰黑色,主要矿物为菱锰矿(平均40%~45%)、白云石、粘土质及有机组分(一般为1.5%~2.5%),常含有少量的黄铁矿、磷灰石及陆源碎脂,后者由细粉砂的石英及云母、绿泥石碎片等组成,矿石具明显的条带状构造(图版1)。

(2) 致密块状菱锰矿矿石:矿石呈暗灰色,其中

的矿物比较单一,比条带状菱锰矿石中的菱锰矿和 有机质有明显的增加,菱锰矿集合体平均约60%~ 65%左右,有机质一般为2%~2.5%,而且各种陆源 碎屑的量也已大大地减少。此外,该类型的菱锰矿 的集合体的堆集不均匀,形状不规则,大小不一,有 机组分的分布虽也基本沿层理,但分布不均、深浅明 显,矿石的结构构造显示一些斑杂状(图版 2)。

(3)显微花斑状菱锰矿矿石:呈暗灰—灰黑色, 其中菱锰矿集合体的堆积无规律,集合体微观外貌 多样,呈杂乱堆积,其间为黑色粘土质与有机质分 布。

(4) 纹层状火山碎屑菱锰矿矿石:呈灰色一暗灰 色,除主要为菱锰矿外,还有酸性火山碎屑物质、石 英、长石、云母晶屑、岩屑以及超显微的火山灰尘等 物质成分。矿石中菱锰矿的含最变化较大,一般为 25%~40%,火山碎屑物质为25%~50%,有机质含 量一般仅占1%左右。有些矿石中含一定量的陆源 碎屑,有些却很难找到陆屑。火山碎屑常形成灰白 色或白色微波状断续纹层或透镜体夹层,与菱锰矿 集合体或其碎屑形成叠复式微层理构造。此类矿石 常具成岩后生变化的痕迹,见有一些碳酸盐、水云 母、硅化石英、玉髓之类围绕菱锰矿碎屑生长。该类 型锰矿石结构构造充分说明了海底火山喷发是锰质 主要来源之一。这种细微的火山喷发物不可能是喷 口及其附近的堆积物,而应是远源的飘荡物质,离火 山喷发中心较远。

(5)豹皮斑纹菱锰矿矿石:矿石呈暗灰色,其中 菱锰矿集合体高度富集,一般为70%~75%;有机质 以及其他碳酸盐、粘土质不及30%;陆源碎屑一般稀 疏分布。显然该矿石是由于成岩期的脱水收缩或兼 有变形作用而形成层理弯曲。由于以上原因,有机 质的分布极不均匀,使矿石形成许多斑斑块块,这些 斑块多数未发生位移,仍明显地保存层理构造。除 此之外,成岩晚期的改造作用,如白色方解石、石英 细网脉的穿插也比较强烈。

(6)砂屑状菱锰矿矿石:矿石呈暗灰—灰黑色。 菱锰矿集合体的砂屑(按砂屑与胶结物的比例)占 70%~90%。有的砂屑经过短距离的搬运,稍有磨 损,虽分选不好,大小混杂,然而却基本上顺层分布。 另一些菱锰矿集合体砂屑却在盆地内几经筛选、磨 损,外形滚圆,经再沉积作用时有亮晶方解石及锰白 云石以及有机组分胶结。多种胶结物一般不互相混 杂,而是成先后次序胶外菱锰矿集合体砂屑,往往构 成典型的多世代的马牙齿状构造(图版 3、4)。

(7)皮壳状氧化锰矿矿石:灰褐一暗灰色。它产 于原生锰矿石的氧化带。由于风化作用,矿石中除 碳酸盐外,尚有硬锰矿、软锰矿,水锰矿、褐锰矿、褐 铁矿、石英、粘土矿物等。各种锰矿物的多少由氧化 强弱程度所决定。一般弱氧化锰矿石中,氧化锰矿 物总最不超过5%,矿石呈皮壳状。

2 火山碎屑物质的分布及特征

在锰矿体的底部各层位中,均有沉积火山碎屑 岩和火山碎屑沉积岩分布,由于这种沉积火山碎屑 岩的粒级细微,多属于细凝灰粒级(*d* < 0.05mm),一 般不易识别。通过多种测试手段,特别是扫描电镜 的分析,发现了比较典型的火山灰结构和玻璃质。

火山碎屑物在含锰岩系中主要赋存在锰矿层的

底板和下层中,而在下层与上层之间的夹石中含量 则大大减少,在上矿层则含量甚微,到矿层顶板页岩 中则无火山碎屑物存在,构成一个递减数列式特征, 可能与火山喷发处于尾声而渐渐静止的过程有关。

在镜下清楚可见火山物质条纹与锰矿条纹相互 构成叠复层理,或互相混合堆积成条带状(图版1)。 垂向上,矿床中的火山物质主要赋存在锰矿层的底 板岩石中或矿层底部的条带状矿石中,亦即从矿层 的下部至上部,火山物质含量由多到少;相反,锰质 的含量则从低至高,火山物质与锰质之间表现为负 相关关系。在平面上,火山物质的富集地段恰好是 主矿层之中心地带和 Mn、P 含量的高值区,说明火 山物质、锰质、磷质三者之间具有正相关关系,或者 说具有相同性。火山物质与锰质之间垂向上的负相 关关系和平面上的正相关关系这一矛盾性,似乎反 映了它们的成生联系,即火山碎屑是在火山喷发期 喷出的,而含矿物质往往在火山喷发末期或间歇期 溢出,所以二者在时间上有相对的先后关系,又因为 它们都是在同一地点同一盆地和同一环境沉积下来 的产物,于是又表现出它们之间在平面分布上的相 同特征。

锰矿床中火山碎屑主要为晶屑和火山灰或火山 尘,岩屑较少。石英晶屑以*d* < 0.18mm为主,大多数 晶屑的表面比较明亮,外形奇特,具尖棱角状,有刀 把状等奇特形状(图版 5)。斜长石晶屑大小与石英 相当,表面比较明净,最大的特点是普遍具有阶梯状 断口,斜长石式双晶发育,由斜长石垂直于(010)面 的晶带消光角法经测定,An为22~26。钾长石晶屑 (限于大塘坡组)为棱角状及次棱角状,外形奇特,碎 屑大小为0.12~0.05mm,表面有粘土质麻点(泥 化),没有双晶,裂缝发育。云母晶屑(限于大塘坡 组)晶片常弯曲或裂开。熔岩碎屑(主要见于含矿 层)为酸性斑岩屑,棱角尖锐。除此,尚有为数甚多 的尘状火山灰,经扫描电镜分析,放大5000~10000 倍,可见火山灰结构(图版 6、7)。

锰矿石中火山碎屑与菱锰矿球粒集合体的关 系,在图版中已有清楚地反映,即火山碎屑分布于锰 矿之中,其晶屑周围为菱锰矿球粒所围绕。火山碎 屑与菱锰矿微层相互迭复,构成不连续的叠复式层 理构造。镜下常见各种晶屑、岩屑和粒径小于 0.05mm之细微物质杂乱混合形成"流动"构造(图 版3),在矿石中为胶结菱锰矿集合体粒屑,有些具 有尖棱角状。大小不等的未经分选的菱锰矿集合体 粒屑似为此种由火山灰为主的物质构成的火山灰流 所冲破。

3 稳定同位素特征

3.1 硫同位素

本次共收集硫同位素组成样品测试数据 29 个, 其中花垣民乐样 25 件、凤凰淇龙潭 1 件、保靖葫芦 寨 2 件、古丈烂泥田 1 件,测试结果见表 1。

表1 花垣民乐锰矿硫同位素分析结果

Table 1Sulphur isotopic analyses for the manganese ores fromthe Minle manganese deposit

采样地点	层位及岩石类型	³⁴ S/ ‰
民乐 ZK12-11	Z ₁ d 黑色页岩	21.089
民乐 ZK8-18	Z ₁ d黑色页岩	21.072
民乐 ZK21-9	Z ₁ d 黑色页岩	21.146
民乐 ZK8-4	Z ₁ d 黑色页岩	21.176
民乐 ZK8-4	Z ₁ d 块状菱锰矿	21.221
民乐 ZK17-1	Z ₁ d黑色页岩	21.109
民乐 ZK17-4	Z ₁ d 黑色页岩	21.124
民乐 ZK17-8	Z ₁ d黑色页岩	21.109
民乐 101-5	Zig含黄铁矿粘土岩	21.377
民乐 07 剖面	Z ₁ d 粘土质粉砂岩	21.081
民乐 05 剥土	Z ₁ d 粘土质粉砂岩	21.060
民乐 PD27	Z ₁ d 条带状菱锰矿	21.150
民乐 PD27	Z ₁ d 块状菱锰矿	21.165
民乐 PD27	Z ₁ d 块状菱锰矿	21.151
民乐 PD27	Z ₁ d 块状菱锰矿	21.162
民乐 PD27	Zig岩屑砂岩	21.223
民乐 8-18	Z _l d 含黄铁矿黑色页岩	20.990
民乐 21-9	Z _l d 含黄铁矿黑色页岩	21.045
民乐 8-4	Z _i d含黄铁矿黑色页岩	21.089
民乐 17-1	Z _l d 含黄铁矿黑色页岩	21.034
民乐 17-4	Z _i d含黄铁矿黑色页岩	21.065
民乐 PD24-B7	Z _i d 含菱锰矿黑色页岩	21.156
民乐 PD24-B8	Z ₁ d 含菱锰矿粉砂岩	21.153
民乐 Zb06-45	Z ₁ d 菱锰矿	21.15
民乐 Zb04-65	$Z_1 d$ 菱锰矿	21.23
凤凰6号剖面	Zig浅灰色白云岩	21.741
保靖 37 号剖面	Z ₁ d含黄铁矿粘土岩	21.580
保靖 37 号剖面	Z ₁ d含黄铁矿粘土岩	21.403
古丈 16 号剖面	Z ₁ d 含黄铁矿泥质砂岩	21.661

注:除民乐 Zb06-45 和 Zb04-65 据贵州 108 地质队资料外,其余均 由湖南省地质研究所测试。

从表1可以看出,该区的³⁴S值均为高正值,偏

离 0 值甚远,与蒸发盐类的 ³⁴S 值变化范围相似,表 明其富集重硫型硫,并且是来源于溶解同时代海水 中的硫酸盐。 ³⁴S 值变化范围为20.990%~ 21.377‰,平均21.13‰,25件样品的最大极差仅有 0.387‰,而且古城组和大塘坡组的数据都十分近 似,表明矿床中的硫同位素组成均一且稳定。同时 也反映了在整个成矿过程中的物理化学条件也较稳 定。

3.2 氧、碳同位素

本次氧、碳同位素测试样 3 件,其中大塘坡组 2 件,古城组 1 件,岩石类型均为粉晶云岩。¹⁸O_{SMOW} 变化范围为 21.11 % ~ 26.64 ‰,平均为 24.62 ‰, ¹³C_{PDB}变化范围为 - 8.19 % ~ - 12.98 ‰,这些特 征值基本上与相邻黔东的一些矿区相似(表 2)。

3.3 稳定同位素成因地球化学

民乐碳酸锰矿层中含有丰富的硫、氧、碳组分, 研究其成因地球化学,对探讨成矿流体的性质、来 源、成矿温度与矿床成因等,具有重要意义。下面着 重讨论几个问题。

1. 硫同位素

硫同位素组成为高正值,是典型的重硫类型。 张理刚(1980)认为这种类型主要是在咸水湖、海湾 等半封闭条件下形成的。研究区在早震旦世大塘坡 期是处于缺氧流通差而且较闭塞的深水环境,蒸发 岩虽不发育,但底层水盐度应该仍较高。 在这种闭 塞缺氧的环境中,海水硫酸盐在细菌作用下被还原, 产生大量的硫化氢,而且硫酸盐还原作用的速率比 硫酸盐供给速率快得多,随着剩余的硫酸盐数量的 减少,硫化氢则不断增加。加上成岩阶段盐筛作用 使部分生物成因的硫化氢以可溶性组分从岩层排 出,留下来未被还原的 SO4²⁻ 在地层水中不断浓缩, 导致³⁴S不断富集。显然,其形成环境同一般所谓的 封闭系统、强蒸发条件的形成环境有所不同。氧、碳 同位素组成特征也反映出研究区沉积环境中不具蒸 发条件。按照很多学者研究的结论、未发生过蒸发 作用碳酸盐矿物倾向于富含轻同位素¹²C和¹⁶O,而 发生过蒸发作用则倾向于浓集重同位素¹³C和¹⁸O。 民乐矿区¹⁸O_{SMOW}为21.11‰~26.64‰,平均 24.62 ‰; ¹³C_{PDB}为 - 8.19 ‰~ - 12.98 ‰,没有明显 的偏向性。以此数据同 Taylor (1967) 编制的地壳岩 石、矿物水中¹⁸Osmow一般范围表对照,应属正常海 相环境下的产物。而这种环境又反映了沉积盆地既 水深又保持有一定盐度的特点。

产地 层位 岩 性 $^{13}C_{PDB}$ / ‰ ¹⁸O_{SMOW}/ ‰ 资料来源 湘西花垣民乐 $Z_1 d$ 粉晶白云岩 - 12.81 26.10 湘西花垣民乐 $Z_1 g$ 粉晶白云岩 - 8.19 21.11 本队测试 湘西花垣民乐 $Z_1 d$ 粉晶白云岩 - 12.98 26.64 黔东松桃大塘坡 $Z_1 d$ 粉晶白云岩 - 10.698 27.50 黔东松桃杨立掌 $Z_1 d$ 菱锰矿 - 8.016 25.60黔东松桃杨立掌 $Z_1 d$ 菱锰矿 - 9.853 24.64 据贵州 108 地质队资料 黔东松桃大塘坡 菱锰矿 - 8.021 27.95 $Z_1 d$ 黔东松桃大塘坡 $Z_1 d$ 菱锰矿 - 10.030 27.27 黔东松桃大塘坡 $Z_1 d$ 菱锰矿 - 10.012 27.88 黔东松桃杨立掌 $Z_1 d$ 菱锰矿 - 7.443 据贵州省地质研究所资料 29.08黔东松桃杨立掌 $Z_1 d$ 菱锰矿 - 7.819 24.83 黔东松桃杨立掌 $Z_1 d$ 菱锰矿 - 7.358 29.31

表 2 花垣民乐及黔东松桃锰矿氧、碳同位素分析结果

Table 2 Oxygen and carbon isotopic analyses for the manganese ores from the Minle manganese deposit

2. 氧同位素组成与成矿温度

根据爱波斯坦的经验公式 t() = 14.8-5.41 × ¹⁸O 和 Mccrea 的经验公式 t() = 16.0 -5.17 × ¹⁸O + 0.092(¹⁸O)²,分别求得表 2 中花垣民 乐 3 个样品的温度: 39.85 、41.91 (平均 40.88),63.81、70.39(平均67.1),34.93 36.51 (平均35.72)。由此可知,民乐锰矿的成 矿温度为35.72~67.11 。因第3个样品为古城组 顶部白云岩,已接近大塘坡组底板,故成矿作用初期 水深应该最高,以后才逐渐降低。可见当时的海水 温度要比现在正常海水温度高得多。

3. 碳同位素组成与碳的来源

民乐矿区粉晶白云岩¹³ C_{PDB}为-8.19‰~ - 12.98 ‰ 据研究、¹³C 值小于 - 9 ‰为生物作用 有关的有机碳、大于 - 9% 为以火山作用有关的无机 碳。又根据 Hoef (1973) 资料, 与海洋生物有关的¹³C 约为 - 8 ‰~ - 18 ‰、淡水相 ¹³ C 约为 - 3 ‰~ - 9‰,说明民乐矿区是以海洋生物有机碳为主。从 研究区大塘坡组含丰富的藻类化石也可以得到充分 证实。

4. 稳定同位素组成与成矿流体的性质及来源

众所周知,推算测定³⁴S。值就可以帮助确定 矿化溶液的性质和来源。但一般认为³⁴S_{Fes}总是出 现在 H_2S 占优势区域,其变化不大并接近于 ³⁴S s, 可作为确定含矿溶液类型 ³⁴S 。指示值。因此研 究区 ³⁴S 平均值21.13 ‰,可作为确定含矿溶液类型 的指示值。笔者还根据 Nothrop 的公式 ¹⁸O_{白云石} - ${}^{18}O_{7K} = 3.20 \times 10^6 T^2 - 20$,计算出 ${}^{18}S_{MOW}$ 介质水 值为 - 4.55 ‰~ - 4.94 ‰。再以研究区 ³⁴S平均值 和¹⁸O介质水值同"已知含矿流体(溶液)类型及其 稳定同位素组成主要变化范围 '相比较,民乐锰矿形 成的含矿流体应为含矿海水溶液,但¹⁸Oswow值低于 一般变化范围,³⁴S_{Fes}则高于一般变化范围,究其原 因,可能研究区系古老的前寒武纪海水,含¹⁶O 较 高.而³⁴S 颇高则与它的形成环境息息相关。

锰矿床的成因分析 4

4.1 **主要地质特征**

(1) 平面上为一狭窄的条带,横剖面上为一深 槽,区域上延伸方向与深断裂带一致,主要为北东 向,在主断裂旁侧呈线状分布。

(2) 沉积厚度大,向两侧迅速减薄,如古城组。 在裂陷槽内的花垣民乐厚一般30~33m,最厚62m。 北面自保靖向永顺、古丈、张家界方向减薄至 8~ 0.7m,南面凤凰往泸溪、麻阳方向为27~2m。又如 大塘组其上段在花垣民乐166~292m,下段25~32m, 往北分别减至39~0m和20~0m,南面降至109~ 12.19m和9.81~0m。

(3) 重力流沉积发育兼多种沉积构造齐全,据已 认别的计有碎屑流(块状流或水下泥石流)、浊流、液 化沉积物流等。特征的沉积构造如滑移·滑塌变形 构造(图版8)、包卷层理构造、粒序层理构造、冲刷 截切构造(图版 9)、鲍玛层序(图版 10)、盘(碟)状泄 水构造或火焰状构造及水成岩脉等等,具备有典型 的高密度快速堆积的特点。

(4) 含矿性最好,矿层厚度最大。

4.2 沉积环境

概括而言,裂陷槽盆地内的沉积环境是一种水 深、滞流、缺氧和还原的环境。断陷槽内岩层厚度远 大于其两侧岩层,证明其内的水深远大于两侧水深。 含矿岩层中不存在浅水成因的沉积构造。

缺氧、滞流、还原环境可以通过沉积物中的有机 质未被氧化、颜色为黑色和灰黑色,内含指相矿物黄 铁矿等了解。造成上述这些环境的原因主要可能有 如下几点:

(1) 气候变化如间冰期冰川消融引起大量淡水 注入海盆,引起海平面上升。海平面上升又导致海 水密度分层而因循环流通性差而滞流和缺氧。

(2) 地壳拉张(大洋中脊或裂谷拉张等),增加了 洋底或海底面积引起海水补充注入。

(3) 地下深部热卤水活动,致使下层海水密度增大,海水密度分层,循环流通性差而滞流缺氧。

(4)区内藻类生物丰富,由于海水生物埋藏腐烂分解,产生硫化氢消耗大量的氧,造成还原环境。

4.3 **成矿物质来源**

对于民乐锰矿床锰质来源问题,前人的研究已 提出了多来源的认识,但认为主要来自陆源岩石的 风化析离,但兼有来自火山碎屑岩的海解作用和地 壳深部的热液。尽管火山碎屑物质在含矿岩系中有 比较广泛的分布,但认为其量尚不足以形成矿床,只 能作为锰质来源之一,并不是主要来源。

通过这次工作,笔者支持该矿床的矿质是多来 源的认识,但主要来源则偏重于海底火山活动。其 理由是:

(1)含锰岩系底部存在有火山碎屑及其岩石。 岩石为沉凝灰岩、凝灰质砂岩、凝灰质菱锰矿、含凝 灰质菱锰矿,火山碎屑形态主要为晶屑(石英、斜长) 石)和火山灰(扫描电镜可见火山结构),岩屑较少。

(2)火山碎屑分布于菱锰矿中,晶屑周围为菱锰 矿球粒所围绕,火山碎屑与菱锰矿微层构成迭复层 理,并形成火山碎屑菱锰矿石。而且许多矿石在镜 下都可以见到火山碎屑物质。

(3)火山碎屑富集地段,恰是 矿层的分布地段 和 矿层之中心地带,又是锰、磷含量的高值区,火 山碎屑与锰、磷似具正相关关系。说明矿质不止限 于由矿床的火山物质提供,亦可与磷质一样通过洋 流和其他水动力从远处携带而来。

(4)已发现的火山碎屑多为细微的凝灰质和火山灰尘。提供成矿物质的途径可能为火山灰的分解 渗滤,即锰质被火山灰尘埃微粒表面吸附,并以此方

式带出,在海水的作用下,从中渗滤出锰质,再汇集 至沉积盆地中积聚下来。矿床的这种细微的火山喷 发物不可能是喷口及其附近的堆积物,而应是远源 的飘荡物质。表明作为主要矿源区的火山中心主裂 谷带距该区较远,但其喷口沉积物被烘热的海水改 造后,锰质被淋滤出来被热流体挟带迁移。由于锰 的活动性强,可以搬运较远。所以矿质可以由矿源 通过多种途径供给。从海洋底部所产生锰结核的蕴 藏量便可知海洋所能给矿床提供的矿质要比陆地所 能提供的多得多。因此,锰应该主要是来自深部。 矿床与火山物质的关系如此密切,正是接纳与供给 二者之间关系的反映。

(5)早震旦世地层中,Mn、Cr、Ni、Ti、V、Cu、Ca、B 等深部元素含量的峰值无一例外地均出现在大塘坡 组含矿岩系的层序上(图3)。清楚地反映了矿床成 矿期间有多种幔源物质,通过海底火山作用排放到 同时代的海水中。时间上与该区震旦纪早期拉张裂 陷作用发育阶段完全一致。这无疑为矿质主要来源



图 3 花垣县民乐下椿木剖面部分元素含量曲线变化图 Fig. 3 Curves showing the variations of some element contents in the Xiachunmu section, Minle

于火山作用的认识提供了有力的证据。

需要指出的是,该区分布有古老的深断裂带,这 些地壳的软弱地带地质事件十分敏感。从矿床铅同 位素模式年龄数据可知,其在各个地壳运动时期几 乎都有活动的显示,仅强弱不同而已。因此,在震旦 纪地壳拉张裂陷期间,必然有部分深部物质通过它 们排放出来参与成矿作用。所以说矿床的锰质来源 是非单一的,各种矿质都会依不同途径搬运到大海 中来。故对于锰质主要源区的讨论,只基于各自不 同的认识,对各种提法本文都不做讨论。

5 岩相古地理背景

震旦纪初期,研究区地形因受雪峰运动影响而 呈北高南低的态势;海水自北西向南东逐渐加深,碎 屑颗粒由粗变细;海岸线在现今湖北南部,为该时期 陆源碎屑的主要供给区。该区因邻近岸线,故区域 岩相具滨岸浅海沉积的特点,但在沉积演化过程中 受到气候冷暖交替及海平面升降等因素的影响,因 而出现了冰期、间冰期形成的冰海碎屑和正常海成 的含锰粘土岩、碳酸盐岩等相间分布的岩相组合。 据湖南省内区域地质资料记载,该时期雪峰山—武 陵山附近存在水下高地,故在吉首—花垣民乐一带 的近滨环境中又出现海湾沉积。

早震旦世,研究区拉张裂陷作用比较显著,虽其

强度和规模可能不及湘西与湘中地区,但仍在花垣、 凤凰、古丈等地形成了一系列主要呈北东向的次级 裂陷槽或地堑盆地,并沿花垣-张家界深断裂带旁侧 呈线状分布,由于裂陷槽盆地的沉积环境与两侧的 近滨浅海或"海湾"不同,所以在岩性特征、沉积厚 度,含矿性等诸多方面都有较大差别。这可能就是 区域资料中指出的早震旦世浅海区域海底地形起伏 较大的原因。可见前人早已掌握了这些差异,但只 是以古海底地形起伏变化大来解释罢了。

6 矿床成矿模式讨论

震旦纪早期,该地区地壳拉张裂陷发育,形成了 一系列裂陷槽或地堑盆地并引发大规模的海底火山 运动,喷发中心区分布于湘西南一湘中一带。在花 垣、凤凰、古丈等地沿深断裂带也有裂陷槽分布,并 在裂陷槽或地堑盆地中形成了一些规模大小不等的 民乐式锰矿床(点)。根据矿床的成矿作用和成矿的 全过程建立了矿床的成矿模式(图4):当火山喷发 时,锰质和细粒火山物质迅速堆积成为含锰的凝灰 质沉积物。由于火山派生的气液或被气液烘热的海 水进一步溶滤这些疏松的沉积物,使含锰物质富集 起来并运移到该区最合适其停集的裂陷槽中沉积下 来富集形成了锰矿床。因此,该区的锰矿属离火山 喷发中心较远的海底火山喷发-沉积锰矿床。



图 4 海底火山-沉积锰矿床成矿模式

Fig. 4 Mineralization model for the submarine volcanic eruption sedimentary manganese deposits

质出版社,1998.

- [2] 徐启东,周炼.云南兰坪北部铜多金属矿化区成矿流体流动与 矿化分带[J].矿床地质.2004(4):452-461.
- [3] 汤新命. 微细粒沉积碳酸锰矿物成分的研究[M]. 北京:科学出版社,1983.
- [1] 朱炳泉,等.地球科学中同位素体系理论与应用[M].北京:地

参考文献:

[4] 刘巽锋,等.贵州震旦纪锰矿沉积相特征及其成因探讨[J].沉

积学报,1983,1(4):106-116.

- [5] 严兆彬,郭福生,潘家永,等.碳酸盐岩 C、O、Sr 同位素组成在古
 气候、古海洋环境研究中的应用[J].地质找矿论丛.2005,20
 (1):53-65.
- [6] 朱忠德,胡明毅,肖传桃.鄂西南湘西北地区上震旦统至奥陶系 石油地质研究[M].北京:地质出版社,1995.71 - 80.
- [7] 蒲心纯,周浩达,王熙林,等.中国南方寒武纪岩相古地理与成 矿作用[M].北京:地质出版社,1993.48 - 50.

图版说明:

1.密集条带状锰矿石,火山碎屑(白色)或分散或成聚成条纹状 与菱锰矿条带呈互层状产出,民乐ZKI7-1孔,Z₁d,薄片,单偏光, x31.3;

2. 块状菱锰矿的内碎屑结构,菱锰矿内碎屑(白色)颗粒大小较 均匀,有明显的搬运磨蚀痕迹,绕其边缘的基质成岩收缩裂隙内多 有次生方解石充填,基质为含少量泥质的碳质,民乐 ZK101-5孔, Z₁d,薄片,单偏光,×10;

3. 砂屑状菱锰矿,具火山碎屑充填构造,火山熔岩碎屑(白色)充 填在碎屑状菱锰矿的粒隙间,有的熔岩屑呈塑性流动构造(右上 方),民乐ZKI7-1孔,Z₁d,薄片,单偏光, x31.3;

4. 火山熔岩碎屑充填构造,火山碎屑(白色)充填于砂屑状菱锰

矿(灰色) 粒隙间,黑色为碳质泥质基质,民乐 ZK17-1 孔,Z₁d,薄片, 单偏光, ×31.3;

5. 凝灰质不等粒岩屑砂岩,凝灰物质与岩屑混杂分布,民乐07剖 面,Z₁g,薄片,正交, ×64;

6. 火山灰结构,菱锰矿床中火山灰,花垣民乐ZK101-5 孔,Z₁ d,电 子显微镜,×10000;

7. 锰矿床中的火山玻璃,火山玻璃均已脱玻化,在正交偏光下有 光性反应,白色为石英,民乐ZK10I-5 孔,Z₁d,电子显微镜,×10000;

8. 块状菱锰矿变形构造,碎屑状菱锰矿与条带状菱锰矿互层, 在差异压实作用下均发生塑性变形,变形后菱锰矿内碎屑长轴定向 排列,黑色纹层为碳泥质,细粒白色为火山碎屑,民乐 ZK101-5 孔, Z₁d,薄片,单偏光, x31.3;

9. 菱锰矿冲刷面构造,条带状菱锰矿的顶面被冲刷截切面凹凸 不平,冲刷面上有砾、砂状菱锰矿内碎屑堆积,冲刷面上有次生方解 石充填面使构造显得更为清晰,民乐 ZK17-1 孔,Z₁d,薄片,单偏光, ×31.3;

10. 菱锰矿内碎屑结构和粒序层理构造,颜色深浅不一的砾级和 砂级菱锰矿内碎屑(主)和其他砂级碎屑(石英、火山碎屑等)组成的 高密度流沿水下斜坡流动,在停积时因重力分选及受不同水流动态 的影响,形成粒序层及出现不完整的鲍玛层序,层序A粗尾的"粗 粒"粒级层,层序B为下部"细粒"平行层,C缺失,层序D为上部水平 层,层序E为无层理碳泥质悬浮沉积,顶部为第二个不完全鲍玛层 序的B层,民乐ZKI7-1孔,Zid,薄片,单偏光, x6。

Mineralization model for the manganese deposits in northwestern Hunan : An example from Minle manganese deposit in Huayuan, Hunan

YANG Shao-xiang, PANG Ke-tong

(Hunan Institute of Geological Survey, Jishou 416007, Hunan, China)

Abstract: The present paper deals with the distribution and features of the volcaniclastics from the Minle manganese deposit in Huayuan, northwestern Hunan, and the important effects of the submarine volcanic eruption on the formation of the manganese deposits in rift basins and graben basins. The mineralization model presented in this study shows that the manganese deposits in northwestern Hunan are assigned to the submarine volcanic eruption sedimentary manganese deposits far from the centers of volcanic eruption.

Key words: Huayuan; manganese deposit; mineralization model; morthwestern Hunan

