

doi:10.19509/j.cnki.dzkg.2017.0418

付胜云,周超,安江华.湖南沉积型锰矿床的成矿模式[J].地质科技情报,2017,36(4):145-152.

湖南沉积型锰矿床的成矿模式

付胜云,周超,安江华

(湖南省地质调查院,长沙 410116)

摘要: 锰是湖南的优势矿种之一,当前国内锰矿供应紧张的形势下,研究湖南省境内沉积型锰矿地质特征及成矿规律,对推动沉积型锰矿的找矿勘查具有一定意义。介绍了湖南省沉积型锰矿的基本地质特征、矿石同位素特征等,综合分析了湖南省境内沉积型锰矿的成矿控制因素,结合近年潜力评价提供的锰元素地球化学分布资料等,初步提出了统一的成矿模式。湖南沉积型锰矿床在时间上主要形成于前寒武纪、南华纪、奥陶纪、泥盆纪、二叠纪、侏罗纪—白垩纪共6个地质时代,最重要的赋矿地层是南华系、奥陶系、二叠系地层,在空间上集中分布在大陆边缘的沉积盆地中,地层岩相、构造、岩浆岩等共同决定了锰矿床的定位。

关键词: 沉积型锰矿;地质特征;控矿条件;成矿模式;湖南

中图分类号: P618.32

文献标志码: A

文章编号: 1000-7849(2017)04-0145-08

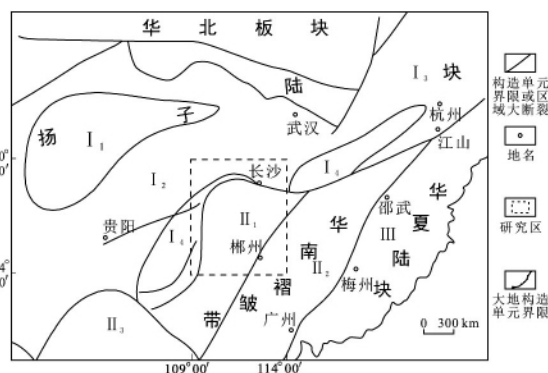
湖南省沉积型锰矿的时空分布与板块构造活动密切相关,并严格受特定含锰地层控制。在整个湖南省锰矿的成矿过程中,板块构造活动明显控制了成矿盆地的形成、发展和消亡,而成矿盆地控制了沉积相,沉积相控制了含锰岩系和含锰地层,含锰岩系控制锰矿床的定位。笔者通过收集及深入综合研究湖南锰矿床的相关资料^[1-40],结合野外找矿的实践经验及调研,拟进一步认识湖南沉积型锰矿床的空间分布及成矿模式。

1 成矿地质背景

湖南省位于华南陆块中部、扬子陆块和华南褶皱带两个次级构造单元长达数千米的结合带中段,横跨4个三级构造单元,分别为上扬子陆块、江南隆起、湘桂褶皱带和赣粤褶皱带。扬子陆块和华南褶皱带的边界近似呈S形从本区中部通过,湘中湘西分属扬子陆块的江南隆起和上扬子陆块;湘中大部分地区属于华南褶皱带湘桂褶皱带,湘南攸县、茶陵及郴县以东则属于湘桂褶皱带^[1](图1)。

湖南省侵入岩发育,与铁锰矿有关的岩体主要是燕山期花岗岩,即侏罗纪—白垩纪花岗岩^[3]。玛瑙山式铁锰矿是在沉积成岩时形成矿源层,经热液叠加改造而富集成矿。

与沉积型锰矿有关的地层主要是南华系大塘坡



I. 扬子陆块: I₁. 川中地块; I₂. 上扬子陆块; I₃. 下扬子陆块; I₄. 江南隆起; II. 华南褶皱带: II₁. 湘桂褶皱带; II₂. 赣粤褶皱带; II₃. 右江褶皱带; III. 华夏陆块

图1 湖南省大地构造位置图^[2]

Fig.1 Tectonic map of Hunan Province

组(称湘潭式锰矿)、奥陶系烟溪组(称响桃园式锰矿)、二叠系孤峰组(称东湘桥式锰矿)及泥盆系棋子桥组(称玛瑙山式铁锰铅锌银矿)。

湖南省境内锰元素地球化学高值、高背景分布区带有5个:湘西北高背景分布区带;龙山—白马山以南高值、高背景分布区带;衡阳冠市—郴州—六镇高值、高背景分布区带;桃江大福镇—娄底洪山殿高值区带;湘潭至浏阳永和镇高值、高背景分布区带^[3]。Mn元素的富集与地层有关:晚三叠世以前

收稿日期:2015-12-05

编辑:禹华珍

基金项目:中国地质调查局项目“中国矿产地质与成矿规律综合集成和服务——湖南省矿产资源调查成果综合集成与服务产品开发”(DD20160346)

作者简介:付胜云(1965—),男,高级工程师,主要从事矿产勘查与1:5万矿产地质调查等工作。E-mail:741212046@qq.com

地层是 Mn 元素的高含量或高背景分布区,尤其以 D—T₂ 构造层中的泥盆纪、石炭纪及二叠纪地层分布区,Z—S 构造层中的震旦纪、寒武纪及奥陶纪地层分布区锰最为富集;Mn 的富集也与地质构造有关,湖南省锰富集区主要分布在扬子地台边缘、华南褶皱区。

锰族矿物在重砂中仅见于湘东北的平江—临湘、湘东的宁乡—浏阳、湘西北、湘西南的洞口—黔阳以及湘南一带,主要聚集于中二叠统孤峰组硅质泥灰岩、硅质岩、含锰灰岩、泥灰岩、炭质页岩中;其次聚集于下南华统大塘坡组黑色板岩、硅质条带板岩及中泥盆统棋梓桥组灰岩、白云岩含锰地层中。重砂样品中锰矿物以硬锰矿为主,其次为菱铁锰矿、褐锰矿和软锰矿,个别以水锰矿、菱锰矿和铁锰矿出现。

2 矿床地质特征

2.1 资源概况

至 2015 年底,湖南省已查明有资源储量的锰矿床 66 处,保有资源储量 1.29 亿 t,位居国内第 2 位。在保有资源储量中,海相沉积型锰矿占 83.22%,沉积变质型锰矿占 8.03%,沉积改造型锰矿占 6.75%。沉积型锰矿床的矿石类型主要为碳酸锰矿

石,次为混合型锰矿石,再次为氧化锰矿石、氧化铁锰矿石。

2.2 基本地质特征

根据沉积型锰矿成矿地质条件、成矿作用、矿物组合等特征^[5-16],将湖南海相沉积型及相关锰矿床的基本地质特征归纳见表 1。

2.3 同位素特征

有关 C、O 同位素见诸报道的成果仅限于大塘坡组及烟溪组碳酸盐岩及锰碳酸盐岩地层,对收集到的部分同位素数据的分析表明, $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ 分布于 $-22.17\text{‰} \sim -1.7\text{‰}$ ($n=41$) 之间,集中分布于 $-17\text{‰} \sim -6\text{‰}$ 之间 ($n=33$),并以特别负的值为特征;而 $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ 全为正值。在刘建明等^[5]给出的 $\delta^{18}\text{C} - \delta^{13}\text{O}$ 图解(图 2)中,大部分样品点落在与沉积物有机质经脱羟基作用的分布区,仅少量样品点落在与海相碳酸盐岩有关作用区域,反映了沉积有机质在成岩、成矿作用过程中贡献的共性,而向负值偏移程度的差异性,可能反映了生物发育程度及生物种类的不一致性。

氧同位素温度计最早应用于用碳酸盐的氧同位素组成来恢复古海水的温度,由于不同研究者在理论计算中选用的有关参数不同,或模拟实验条件等因素的差异,导致对同一种含氧矿物的矿物—水不

表 1 湖南省沉积型及相关锰矿床地质简表

Table 1 Geology of deposit and related manganese deposit in Hunan Province

成因类型			产出层位	含锰岩系	矿体形态	主要分布区
一级	二级	三级				
外生矿床	沉积矿床	海相沉积	上二叠统大隆组	钙硅泥岩系	层状、似层状、透镜状、豆荚状	湘南、湘中
			中二叠统孤峰组	硅质岩系	似层状、透镜状	湘南
			上奥陶统天马山组	泥质(碎屑)岩系	层状、似层状、透镜状、扁豆状	湘南、湘中
			中奥陶统烟溪组		层状、似层状、透镜状、豆荚状	湘中
			大塘坡组		层状、似层状	湘中、湘西、湘南
叠加(复合)矿床	沉积改造	沉积改造	马底驿组	黑色炭质泥岩系	层状、似层状、局部透镜状	湘南
			下南华统大塘坡组		层状、似层状	湘中、湘南
			板溪群马底驿组		层状、似层状、局部透镜状	湘南
			中泥盆统棋梓桥组	碳酸盐岩系	层状、似层状	湘南、湘中

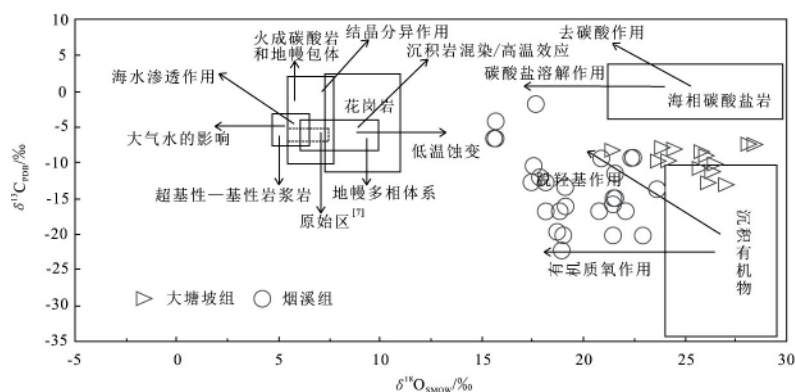


图 2 C、O 同位素相关图解

Fig. 2 C, O correlation diagram

衡分馏方程不尽一致,从而反演出不同的古海水温度。实际上,确定真正的矿物—水平衡条件是很困难的,由此,反演古海水温度只是概略性的,可行的正确途径就是对一些经验公式进行修正,使其逼近平衡时的温度。如根据 Craig(1965)经验公式 $t(^{\circ}\text{C}) = 16.9 \sim 4.2(\delta_{\text{C}} - \delta_{\text{W}}) + 0.13(\delta_{\text{C}} - \delta_{\text{W}})^2$ ^[6],计算古海水温度大体分布在 60°C 左右,显著高于正常海水温度,同样反映了海底喷流的热混合特征。

大塘坡组 $\delta^{34}\text{S}$ 值除少数几个样品相对较低,其 $\delta^{34}\text{S}$ 值分布于 $+20\%$ 左右,接近于同期海洋硫酸盐的硫同位素组成外,其余大部分样品强烈地富集重硫, $\delta^{34}\text{S}$ 值分布于 50% 左右,高者可达 60% 左右,远远超出了国际公认的各地质时期海水硫酸盐硫同位素变化的峰值范围。据 Lambertetal 等^[7]的统计显示,这可能是元古宙所记录到的全球最正的数值。硫同位素组成的这一异常高值现象,在我国南方其他地区与大塘坡期同期的南华纪间冰期地层中普遍存在。这反映了成锰期成锰区域较长期地处于较为封闭的沉积—成岩环境。

烟溪期,少量硫同位素为较低的正值,可能反映了沉积—成岩处于半封闭的环境,而区域较多的硫同位素表现为与正常沉积来源的硫同位素值一致,富轻硫, $\delta^{34}\text{S}$ 值分布于 -20% 左右,可能与中奥陶世缺氧事件有关,缺氧事件导致棚缘斜坡带出现了广泛的贫氧带,造成微生物极度繁殖,微生物富集轻硫特征,沉积的矿物岩石继承了生物轻硫而显负值。

湘中地区含锰岩系中的黏土岩及含锰碳酸盐岩的锶同位素测定^[17]结果:本区黏土岩的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 值较高,表明其物源受大陆风化产物的影响比较明显,进一步说明本区为被动大陆边缘环境。含锰碳酸盐岩的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 值较黏土岩低,表明其物质不仅受大陆硅铝质岩石的影响,同时还受火山作用和热水作用的影响。

3 控矿因素

3.1 地层、含锰岩系及岩相控矿

(1) 地层、含锰岩系控矿

原生沉积型锰矿床、沉积受变质型锰矿床赋存于表1中7个地层组的含锰岩系中,严格受含锰岩系控制。沉积改造型锰矿床受含锰岩系及断裂控制。

锰矿层厚度与含锰岩系厚度呈一定的正相关关系,如湘西北地区大塘坡组含锰岩系可划分为A、B、C、D 4种类型(图3);其中,A、B 2种类型含矿性好,C、D 2种类型含矿较差甚至无矿;在A、B 2种类型的含锰岩系中,矿层厚度与含锰岩系厚度呈一定的正相关关系。

参考姚敬勉等^[2]对中国的含锰岩系的划分,湖南省沉积型锰矿床及相关矿床具有五大类含锰岩系(表2),对应五大类含锰岩相^[18-26]。

湖南沉积型优质锰矿床赋存于泥质(碎屑)岩系、碳酸盐岩系、钙硅泥岩系 3 类含锰岩系中,对应 3 类岩性组合见表2。当上述 3 类岩类组合被硅质岩类或砂质岩类所代替时,则预示着锰矿层变劣质甚至尖灭。

(2) 岩相控矿

沉积相受古地理、古构造、古气候控制,它们三位一体联合控制了锰矿床的形成和空间展布。如湘西民乐锰矿生成于滨海相的半局限海湾含锰页岩亚相中,由于该岩相带属于半局限海,水动力条件较弱,锰质不易散失,又具有碱性还原条件,所以生成锰矿床。

湖南沉积型锰矿床主要分布于黑色炭质泥(页)岩相中,其锰矿床的形成除与大洋缺氧事件有一定联系外,还与冷事件、重力流和生物成矿有关。缺氧环境一般是指水体中溶氧量小于 1.0 mL/L 的环境,

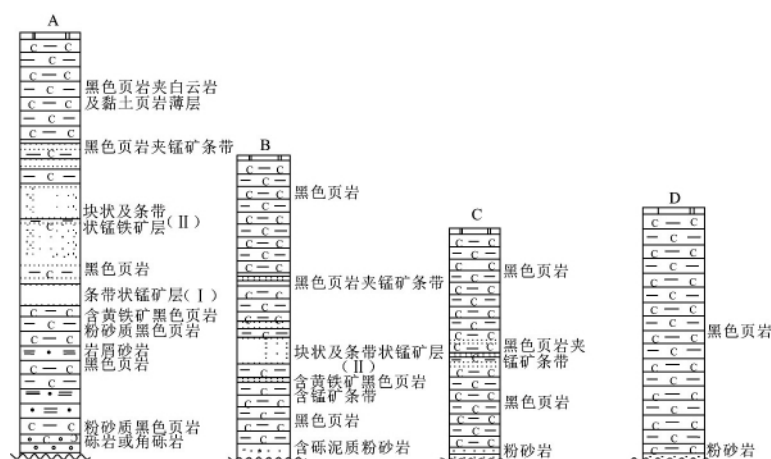


图3 湘西北地区大塘坡组含锰岩系岩石序列类型图

Fig. 3 Sequence of manganese bearing rock series of Datangpo Formation in northwestern Hunan Province

表 2 湖南省沉积锰矿床的含锰岩系划分表

Table 2 Classification of manganese bearing rock series of sedimentary manganese deposits in Hunan Province

序号	含锰岩系的分类	主要产出层位	主要岩性	主要分布地区
1	黑色炭质泥(页)岩系	南华系大塘坡组、奥陶系烟溪组	黑色页岩、含锰灰岩、黏土岩夹碳酸盐锰矿层	湘西及湘西北
2	硅质岩系	二叠系孤峰组	硅质岩、硅质泥页岩、含锰灰岩和钙质页岩,局部富集成矿	湘南
3	泥质(碎屑)岩系	奥陶系天马山组	条带状粉砂质板岩、绢云母黏土板岩、板岩、斑点状板岩夹浅灰色浅变质石英粉砂岩(石英杂砂岩),局部形成韵律层	湘中、湘南
4	碳酸盐岩系	二叠系棋梓桥组	灰岩或白云岩,锰矿床主要为后期热液改造富集而成	湘中、湘南
5	钙硅泥岩系	二叠系大隆组	硅质灰岩、硅质页岩、含锰灰岩、炭质页岩	

关于其成因,目前主要有大规模的海侵作用、上升流作用、高生物生产力、火山喷发、与海陆分布格局和古海洋表面洋流系统有关以及水体分层等观点,一般是多因素共同作用的结果,但应以某一种因素为主。缺氧环境与沉积型锰矿的关系为:缺氧环境水体常成为一种弱酸性还原水体,在这种水体中锰质被不断溶解、还原,使水体中较分散的 Mn^{2+} 富集而成矿。其中锰矿与藻类生物的空间关系为(以民乐锰矿床为例):藻类化石发育的地段,菱锰矿颗粒就密集,锰品位就增高,反之,藻类化石贫乏的地段,菱锰矿颗粒就减少,锰的品位就降低。可见藻类化石的发育程度也制约着锰矿的空间分布。

湖南省沉积型锰矿床其次分布于硅质岩—灰岩相中,锰矿物质来源与海底火山喷溢和深部热水循环有密切关系。其中岩浆热液环境与锰成矿的关系为:岩浆热液或热水对中泥盆世棋子桥期沉积的铁锰矿源层进行叠加改造,最终形成“玛瑙山式”沉积—改造型铁锰铅锌多金属矿床;沅山花岗岩体的岩浆气液对宁乡县棠甘山矿区的沉积碳酸锰矿进行叠加改造,最终形成沉积—变质型锰矿床。

湖南省沉积锰矿床的主要成锰期为大塘坡期、

烟溪期及孤峰期,锰成矿古地理环境有滨海相、浅海陆棚相、棚缘盆地相、次深海台缘斜坡相、次深海海盆相等。

3.2 构造控矿

地壳演化遵循威尔逊旋回已得到广大地质工作者的认同,且目前比较一致的认识是晚前寒武纪至古生代,全球大陆地壳有 2 次分裂和 2 次汇聚形成巨型超大陆。

区域复杂的大地构造格架受制于其所经历的复杂演化历史,而要准确再现研究区大地构造演化历史,必须将其纳入整个华南陆块大地构造演化乃至全球性的板块构造活动历史来综合考虑。有关华南陆块大地构造演化历史,自板块构造理论引入中国后,诸多的地质工作者对其进行了详细探索。以下综合前人成果认识^[28-40],对华南陆块大地构造演化历史进行了简单梳理,对湖南省境内横跨的大地构造单元及成锰期大地构造演化历史给予了重点关注(表 3)。

锰成矿均完成于离散拉张环境或聚合过程中的局部离散拉张环境。基性岩浆的活动集中于第一次聚合过程中,基性岩浆活动反映了幔源物质的参与,而地幔作为锰的丰富储库,为锰成矿提供了矿源准

表 3 研究区经历的主要大地构造阶段^[27-39]

Table 3 Main tectonic stages of the study area

聚散过程	地质时代		发展阶段	构造运动		主要地质事件及具有特殊意义的构造单元
				年代/Ma	名称	
第二次离散	新生代		陆内活动阶段			东南大陆边缘海扩展,形成岛弧带/火山带和浙闽粤构造推覆带
	中生代	白垩纪				
		侏罗纪				
		三叠纪		210	印支运动	西太平洋扩展,东南大陆抬升变陆,右江转为补偿沉积区
	古生代	二叠纪	陆块活动阶段	250	东吴运动	钦防海槽关闭/大陆裂谷作用和玄武岩浆活动
石炭纪					华南陆表海形成,右江/湘桂粤张烈盆地形成台间同生盆地成锰	
泥盆纪		405		广西运动	华南造山带形成,华南陆块形成	
志留纪		500		郁南运动	扬子陆表海扩大,华南还收缩,云开—武夷隆起扬子陆块与华夏陆块由离转合,陆缘斜坡成锰	
奥陶纪						
寒武纪						
第二次聚合	新元古代	震旦纪	850~800	雪峰运动	江绍转换断裂强烈左行走滑,华南裂谷盆地扩张,扬子被动大陆边缘张裂,冰川事件,间冰期成锰	
南华纪		扬子和华夏陆块边缘增生扩展,华南洋转变为残留洋				
青白口纪		扬子陆块东南边缘增生,原始南华洋盆形成				
第一次离散	中元古代		陆块形成阶段	1 050~1 000	武陵运动	原始扬子陆块和华夏陆块形成
第一次聚合	早元古代			1 700	小官河运动 浙闽运动	原始扬子陆块和华夏陆块形成

备。区域性深大断裂为岩浆上涌提供了通道,同时控制着区域岩相古地理环境的发育。

尽管沉积型锰矿的锰成矿在不同的构造演化阶段都各具特色,但是锰矿的分布却仅局限在与离散的拉张环境有关的沉积盆地中,拉张构造控制了沉积型锰矿的形成^[22]。

(1)中—新元古代,全球发生了裂解事件。南华纪时,湖南省境内为裂谷盆地阶段,据气候特征自早至晚可分为长安冰期、富禄间冰期、古城冰期、大塘坡间冰期、南沱冰期5个时段。南华纪岩相古地理格局受雪峰运动造成的古地势及冰川性海退所控制,总体为北西高、南东低。大塘坡间冰期,自北而南可分为平原湖泊沉积相带、潮坪相带、潮下泻湖相带、陆棚相带和深海盆地相带5个沉积相带,岩石类型以炭质板岩、粉砂质板岩、硅质板岩等为主,部分地带夹含锰白云岩或灰岩、菱锰矿等,因此,大塘坡期锰矿的形成受“雪球地球”事件的控制。

(2)震旦纪为裂谷盆地向被动大陆边缘盆地转化阶段,中奥陶世—志留纪总体属前陆盆地阶段,湘中和湘东南地区成为欠补偿饥饿盆地,形成炭质页岩、硅质页岩和炭泥质硅质岩等。晚奥陶世,湘中地区相继为陆棚盆地—盆缘缓坡和局限残留盆地,主要形成炭泥质沉积,局部夹碳酸盐和硅质沉积,在陆棚盆地—盆缘缓坡地带沉积了烟溪期锰矿。

(3)早泥盆世晚期开始,湖南省境内开始发生新一轮由南向北的海侵过程。在中泥盆世为半封闭的浅海盆地,水体活动性不强,铁、锰等得以沉积,形成了玛瑙山式铁锰矿的“胚胎矿”。

中二叠世早期,海侵范围逐渐扩大,上扬子海侵抵达雪峰古陆北侧的花垣、大庸、慈利一线以北的湘西北地区,在新化、湘乡、醴陵一线以南先期碳酸盐岩陆棚发展为硅泥质半深水陆棚盆地,形成硅、锰、铁质沉积。孤峰期锰矿即受这一海侵事件控制。

(4)在中生代滨西太平洋构造—岩浆事件中,华容—安化—城步一线以东发生大规模花岗岩岩浆活动并常有基性岩脉侵位,同时伴生强烈的岩浆热液成矿作用。燕山期岩浆热液或热水作用对中泥盆世棋子桥期沉积的铁锰“胚胎矿”进行叠加改造,最终形成玛瑙山式沉积—改造型铁锰铅锌多金属矿床。

3.3 盆地控矿

湖南省沉积型锰矿3个主要成矿期的锰成矿古地理环境有滨海相、浅海陆棚相、棚缘盆地相、次深海台缘斜坡相、次深海海盆相等。锰矿的分布仅局限在分散的拉张环境有关的沉积盆地中^[40]。3个主要成矿期成锰沉积盆地有:大塘坡期——民乐盆地、凤凰盆地、湘潭盆地及黔阳盆地;烟溪期——桃江盆地;孤峰期——邵阳盆地、永州盆地、桂阳盆地及衡

东盆地。

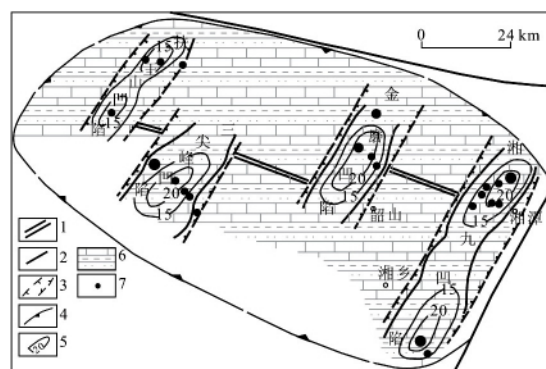
3.3.1 南华纪大塘坡组锰矿成矿盆地及成矿区带

雪峰运动后,扬子陆块基本定型,从南华纪开始扬子陆块东南缘进入了被动大陆边缘的发展史,整个东南边界为广阔的陆表海区,沉积环境稳定,沉积物组成趋向均一,并进行了较好的分异,为海相沉积锰矿的形成创造了良好的地质背景;在湖南省境内发育的北西西、北东和北东东向的张裂带控制了湘潭、黔阳、松桃3个主要裂谷盆地,这些盆地是广阔陆表海中相对低洼的区域,为锰质的汇聚、浓集和沉淀提供了场所,是南华纪含锰地层的主要沉积部位。因此,根据构造、岩相以及含锰地层对锰矿成矿作用的控制,湖南省南华系大塘坡组锰矿的重要成矿区带主要有3个:湘潭盆地成矿区带,黔阳盆地成矿区带和松桃盆地成矿区带。

(1)湘潭盆地成矿区带

湘潭盆地成矿区带包括湘潭、湘乡、韶山、宁乡、安化等地区。在早南华世,成矿区在沿湘潭、韶山、棠甘山和扶王山发育的一条北西西向张裂带作用下,形成了湘潭盆地。同时,由于张裂带张力不平衡作用,造成盆地被一组与张裂带近似垂直的、北东向的走滑拉张断裂所错断。在断裂发育的部位形成了盆地内部的凹陷带,这样的凹陷带有4条,自东向西依次为:湘九凹陷、金磨凹陷、三尖峰凹陷和扶王山凹陷(图4)。这些凹陷带的出现使整个成矿区带内部呈现出隆凹相间的构造格局,构造格局控制了成矿区带内南华纪成锰期沉积岩相的分布与锰矿的形成。在湘潭成锰盆地范围内沿这些凹陷带发育了许多重要的锰矿床,如湘潭、水井、桑树坳、九潭冲、金石、磨子潭、谭家冲、棠甘山、三尖峰、扶王山等二十余个中小型锰矿床(点)就产于此成矿区带内。

(2)黔阳盆地成矿区带

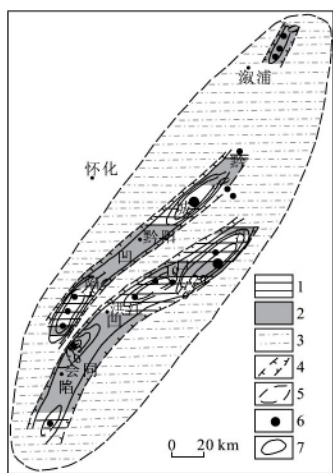


1. 大陆边缘张裂带;2. 深断裂;3. 凹陷带;4. 盆地边界;5. 含锰岩系等厚线(m);6. 粉砂岩、泥岩、碳酸盐岩相;7. 锰矿床

图4 湘潭成锰盆地构造及沉积岩相图

Fig. 4 Structure and sedimentary facies in Xiangtan manganese Basin

黔阳盆地成矿区带包括溆浦、黔阳、洪江、会同等地。整个成矿区带自南华纪早期开始就强烈凹陷,形成黔阳成锰盆地。与湘潭盆地形成的凹陷带类似,黔阳盆地内部同样有 2 条由同沉积断裂带造成的凹陷带(图 5),在地理位置上分列于雪峰山东西两侧。西侧凹陷带沿新路河向黔城、洪江、会同延展,称黔城凹陷;东侧凹陷自龙潭、江口至通道,称之为江口凹陷。这 2 条凹陷带为成矿区带内南华纪成锰期的沉积岩相分布和锰矿的形成起到了至关重要的作用。区内沿 2 条凹陷带有洗马、江口、深渡、新路河、黔城、团山、沅头山等十余处中小型锰矿床(点)产出。



1. 黑色页岩(板岩)—碳酸锰矿亚相; 2. 黑色页岩亚相; 3. 含炭泥质碎屑岩亚相; 4. 凹陷带; 5. 盆地边界; 6. 锰矿床(点); 7. 含锰岩系等厚线(m)

图 5 黔阳早震旦世成锰盆地构造及岩相分布图

Fig. 5 Distribution of Early Sinian structure and lithofacies in Qianyang manganese Basin

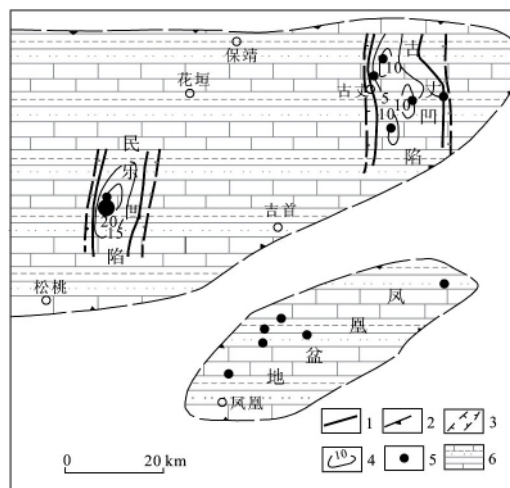
(3) 松桃盆地成矿区带

该成矿区带展布于古丈、吉首一带。在成矿区带内,北东东向的拉张裂谷带是主导构造,沿着拉张裂谷带发育了松桃盆地,在不均匀拉张力的作用下,形成了一组近南北向的次级拉张断裂,同样也为同沉积断裂,沿着同沉积断裂发育了凹陷带。该成矿区带在湖南省境内发育的凹陷带有两条:民乐凹陷和古丈凹陷(图 6)。区内沿凹陷带产出有储量居全国第二位的民乐锰矿,除此之外,烂泥田、且茶、龙家寨、羊角山等十余个锰矿床(点)也产出其中。

另外,紧挨松桃盆地南部发育有凤凰成锰盆地,相对前述 3 个成锰盆地,凤凰成锰盆地内产出的锰矿很少,盆地内有杜夜、黑冲、三箭堂、洗溪等小型锰矿产出。

3.3.2 奥陶系烟溪组锰矿成锰盆地及成矿区带

奥陶系烟溪组锰矿床成矿区带称之为桃江盆地



1. 深断裂; 2. 盆地边界; 3. 凹陷带; 4. 含锰岩系等厚线(m); 5. 锰矿床; 6. 粉砂岩、泥岩、碳酸盐岩相

图 6 松桃成锰盆地构造及岩相分布图

Fig. 6 Distribution of structure and lithofacies in Songtao manganese Basin

成矿区带。该成矿区带在大地构造位置上位于扬子陆块东南被动大陆边缘的安化—溆浦—洪江—四堡断裂带以东,桃江—长沙断裂带以南。锰矿的形成时期在构造旋回上属于华夏陆块与扬子陆块开始挤压前的相对宁静时期。在区域构造上,该成矿区带位于新化—龙胜断裂和娄底—邵阳断裂带所控制的二级地堑(湘中地堑)北端,在北西向与北东向的平行断裂(F_3 、 F_4)与北西向断裂(F_6)的共同作用下,形成了一个北东向似椭圆形的沉积盆地,即桃江成锰盆地(图 7)。同时,由于区域构造的不均一性,致使中奥陶世桃江成锰盆地基底东高西低,盆地北部

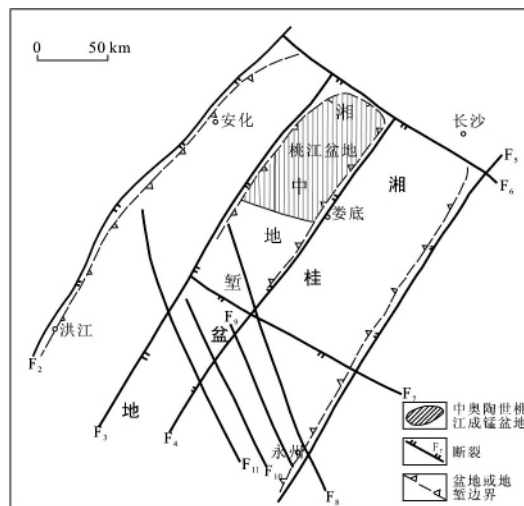


图 7 湘中地堑与桃江盆地关系略图

Fig. 7 Relationship between Xiangzhong Graben and Taojiang Basin in Hunan

裂上涌,使古海水成为富锰的环境。岩相古地理营造的成锰沉积盆地创造了相对滞流的、稳定平静的、还原的环境。成锰沉积盆地水体垂直向上运移至氧化还原界面,其上为氧较为充足的环境,锰以氧化物形式沉淀保存下来;其下的锰大量地以锰碳酸盐岩形式沉淀保存。海平面不断升降,氧化锰也随之不断的溶解沉淀,但溶解不完全,导致氧化锰矿与锰碳酸盐岩混合存在。

5 结 语

湖南省沉积型锰矿床具有沿盆地长轴方向呈线性分布的特点,主要受地层、构造、岩浆岩控制,成矿条件好。沉积型锰矿床的地层单位有 7 个。矿床主要分布于黑色炭质泥岩(页岩)相中,硅质岩—灰岩相中的锰矿物质来源与海底火山喷溢和深部热水循环有密切关系。

湖南省沉积型锰矿床的成矿时代可分为新元古代、早古生代、晚古生代、中生代(燕山期,形成沉积受变质型及沉积改造型锰矿床)4 个成矿期;分为前寒武纪、南华纪、奥陶纪、泥盆纪、二叠纪、侏罗纪—白垩纪,共 6 个地质时代。

参考文献:

- [1] 石少华,陈剑锋. 湖南省沉积型锰矿评价与找矿方向研究[R]. 长沙:湖南省地质调查院,2011.
- [2] 姚敬勋,苏长国,彭三国,等. 湘中湘南古构造成锰盆地及锰矿找矿[M]. 北京:冶金工业出版社,1998:136-164.
- [3] 贾宝华,黄建中,孟德保,等. 湖南省区域地质志[R]. 长沙:湖南省地质调查院,2012:14-378.
- [4] 贾宝华,黄革非,孙海清,等. 湖南省矿产资源潜力评价成果报告[R]. 长沙:湖南省地质调查院,2013.
- [5] 刘建明,刘家军,顾雪祥. 沉积盆地中的流体活动及其成矿作用[J]. 岩石矿物学杂志,1997,16(4):54-65.
- [6] 张理刚. 稳定同位素在地质科学中的应用金属活化热液成矿作用及找矿[J]. 西安:陕西科学技术出版社,1985.
- [7] Lambertetal I,Donnelly T. Global oxidation and a supercontinent in the Proterozoic: Evidence from stable isotopic trends, early organic evolution-implications for mineral and energy resources[M]. Berlin:Springer-Verlag,1992:408-414.
- [8] 欧阳黎明,戴塔根,官江华. 湘西古丈烂泥田锰矿床地质特征及成因探讨[J]. 南方金属,2001(1):16-27.
- [9] 付胜云. 湘西及邻区早震旦世锰矿成矿规律探讨[J]. 中国锰业,2010,28(3):30-34.
- [10] 彭三国,付群和,张殿春. 湘中奥陶纪锰矿带成矿特征及资源前景[J]. 矿床地质,2008,27(5):622-630.
- [11] 吴永胜. 湘中奥陶世优质锰矿主要地质特征[J]. 湖北地矿,2001,15(4):32-37,44.
- [12] 苏康明,宋维国,谢朝晖. 雪峰山地区“湘潭式”锰矿控矿条件及成因浅析[J]. 国土资源导刊,2006,3(3):83-85.
- [13] 蒋佑民. “当冲式”锰矿地质特征及找矿方向[J]. 国土资源导刊,2009(9):73-75.
- [14] 吴迎春. 湖南团山—牛坡头湘锰期锰矿成矿规律及找矿方向[J]. 华南地质与矿产,2002(4):54-59.
- [15] 谢朝晖,唐卫国,李剑. 湖南东山下锰矿地质特征及找矿前景分析[J]. 华南地质与矿产,2009(2):24-29.
- [16] 刘峻峰,刘邦定,谭仕敏,等. 湖南省锰矿成因类型及找矿方向探讨[J]. 中国锰业,2016,34(1):9-15.
- [17] 张殿春. 湘中桃江响涛源锰矿成矿带的地质条件及找矿前景[J]. 矿产地质,1992(3):4-8.
- [18] 蒋德和,杨振强,赵时久. 湘中地区中奥陶统“桃江式”锰矿的成矿作用[J]. 沉积学报,1995,13(1):59-68.
- [19] 祝寿泉. 桃江式锰矿成矿期岩相古地理及成矿预测[J]. 地质与勘探,1996,32(5):21-26.
- [20] 祝寿泉. 桃江式锰矿的热液沉积特征[J]. 地质论评,1996,42(5):397-404.
- [21] 付胜云,张惠,陈怡宁,等. 湖南泥盆系棋梓桥组锰矿床特征[J]. 中国锰业,2016,34(3):16-18,25.
- [22] 朱恺军,姚国龙,黄金水. 桃江锰矿锰帽形成的地球化学过程[J]. 地质找矿论丛,1998,13(3):1-8.
- [23] 傅群和. “桃江式”锰矿床地质特征及其地球化学特征[J]. 湖南地质,2001,20(1):15-20.
- [24] 匡清国,赵银海,吴永胜,等. 构造对“桃江式”锰矿空间分布的影响及其找矿意义探讨[J]. 地质与勘探,2003,39(1):32-35.
- [25] 付胜云,樊晖,田磊,等. 湖南奥陶纪天马山组中沉积型氧化锰矿的发现[J]. 中国锰业,2014,32(2):12-15.
- [26] 付胜云,石金江,杜云. 湖南奥陶纪天马山组中沉积型氧化锰矿成矿地质条件[J]. 中国锰业,2014,32(3):13-16.
- [27] 刘宝瑞. 中国南方古大陆沉积地壳演化与成矿[M]. 北京:科学出版社,1993.
- [28] 姚敬勋,王六明,苏长国. 扬子地台南缘及其邻区锰矿研究[M]. 北京:冶金工业出版社,1995.
- [29] 王鹤年,周丽娅. 华南地质构造的再认识[J]. 高校地质学报,2006,12(4):457-465.
- [30] 王鸿祯,杨巍然,刘本培. 华南地区古大陆边缘构造史[M]. 武汉:武汉地质学院出版社,1986.
- [31] 王剑,刘宝瑞,潘桂棠. 华南新元古代裂谷盆地演化:Rodinia 超大陆解体的前奏[J]. 矿物岩石,2001,21(3):135-145.
- [32] 王剑,潘桂棠. 中国南方古大陆研究进展与问题评述[J]. 沉积学报,2009,27(5):818-825.
- [33] 郭令智,施央申,马瑞士. 华南大地构造格架和地壳演化[C]// 佚名. 国际交流地质学术论文集(1). 北京:地质出版社,1980:109-116.
- [34] 侯光久,索书田,郑贵州,等. 雪峰山加里东造山运动及其体制转换[J]. 湖南地质,1998,17(3):141-144.
- [35] 胡受奚,叶瑛. 对“华夏古陆”、“华夏地块”及“扬子—华夏古陆统一”等观点的质疑[J]. 高校地质学报,2006,12(4):432-439.
- [36] 李继亮,孙枢,许靖华,等. 南华夏造山带构造演化的新证据[J]. 地质科学,1989,24(3):217-226.
- [37] 李献华,王选策,李武显,等. 华南新元古代玄武质岩石成因与构造意义:从造山运动到陆内裂谷[J]. 地球化学,2008,37(4):382-398.
- [38] 刘宝瑞,许效松,潘杏南,等. 中国南方古大陆沉积地壳演化与成矿[M]. 北京:科学出版社,1993.
- [39] 水涛. 中国东南大陆基底构造格局[J]. 中国科学:B 辑,1987,30(4):414-422.
- [40] 石少华,唐分配,罗小亚,等. 湖南省沉积型锰矿地质环境及成矿作用[J]. 地质与勘探,2016,52(2):209-219.

(下转第 173 页)

[20] Morad S, Ketzer J M, De Ros L F. Spatial and temporal distribution of diagenetic alterations in siliciclastic rocks: Implications for mass transfer in sedimentary basins[J/OL]. Sedimentology, 2000, 47(Suppl. 1): 95-120. Doi: 10. 1046/j. 1365-3091.

2000, 0007. X.

[21] Burst J F. Diagenesis of gulf coast clayey sediments and its possible relation to petroleum migration[J]. AAPG Bulletin, 1969, 53(1): 73-93.

Characteristics and Affecting Factors on Physical Properties of High Temperature and High Pressure Reservoir in the Mid-deep Formation of the Dongfang Area, Yinggehai Basin

Zhou Wei, Yang Kaile, Wu Hao, Yang Li, Yu Jia, Sun Ting

(Zhanjiang Branch, CNOOC (China) Co., Ltd., Zhangjiang Guangdong 524057, China)

Abstract: The in-depth analysis of characteristics and affecting factors on physical properties of high temperature and pressure reservoir has great significance for favorable reservoir and efficient development in the mid-deep Huangliu Formation of the Dongfang area, Yinggehai Basin. Based on the study of sedimentary facies, combined with the thin section analysis, grain size analysis, physical property and mercury penetration laboratory data, this paper presents a thorough analysis of the characteristics and affecting factors on physical properties of the reservoir in the study area, and the reasons for the differences of reservoir physical property of the same sedimentary facies in adjacent blocks. Analysis results show that reservoir physical property in the study area is fundamentally controlled by sedimentation, and that diagenesis is the major reason for the decrease of porosity. Although high temperature and high pressure promote the development of secondary pores, and protect the pores, but the permeability has not been effectively improved because of the complication of pore structure caused by dissolution. The main reason for the difference of reservoir property in the same sedimentary facies zone is that big throats are more developed in some local areas, where the fluid flows preferentially along the big pore throat, thus showing better permeability.

Key words: reservoir characteristics; affecting factor on physical property; pore structure; high temperature and high pressure; Yinggehai Basin

+++++
(上接第 152 页)

Metallogenic Model of Sedimentary Manganese Deposits in Hunan

Fu Shengyun, Zhou Chao, An Jianghua

(Hunan Institute of Geological Survey, Changsha 410116, China)

Abstract: Manganese is one of the dominant minerals in Hunan. In the present situation of tense domestic manganese supply, it is of great significance to study the manganese geological characteristics and ore-forming law to promote the manganese ore prospecting in the province. This paper introduces the basic geological characteristics and ore isotopic characteristics of the manganese deposits in Hunan and analyses the ore-controlling factors of the sedimentary manganese deposits. The paper proposes a preliminary unified metallogenetic model based on the recent manganese element geochemical distribution in Hunan provided by potential evaluation. Temporarily, Hunan sedimentary manganese deposits were mainly formed in Precambrian, Nanhuaian, Ordovician, Devonian, Permian, Jurassic and Cretaceous, with the most important ore formed in Nanhuaian, Ordovician and Permian strata. Spatially, the manganese deposits are mainly distributed in sedimentary basins on the continental margin, and the location of the manganese deposits is determined by stratigraphic lithofacies, structures and magmatite.

Key words: sedimentary manganese ore; geological characteristics; ore controlling condition; metallogenetic model; Hunan