

湘西北烂泥田锰矿区地质特征与成矿地质条件及成因

陈明辉^{1,2}, 杨长明³, 潘君庆^{1,4}, 梁惠敏², 鲍振襄²

(1. 中南大学地球科学与信息物理学院, 长沙 410083;

2. 湖南省有色地质勘查局二四五队, 湖南 吉首 416007;

3. 湖南省有色地质勘查局一总队, 湖南 郴州 423000; 4. 湖南省国土资源厅, 长沙 410004)

摘要: 湘西北锰矿资源丰富, 主要为赋存于南华系大唐坡组下段黑色页岩中。通过对烂泥田锰矿床研究表明, 成矿物质来源为深源富锰热液及古陆等多种来源, 锰以氧化物或氢氧化物的形式沉淀, 菱锰矿的生成与藻类活动密切相关, 属于化学-生物化学沉积成因矿床。湘西北地区南华系内自下而上构成铅钨矿→磷矿→锰矿→铅锌矿组成的矿床组合成矿系列, 可进行综合找矿、综合评价、扩大矿床经济效益。

关键词: 烂泥田锰矿; 矿区地质特征; 成矿地质条件; 矿床成因; 湘西北地区

中图分类号: P611.22, P618.32 **文献标识码:** A

0 引言

烂泥田锰矿位于湖南省古丈县境, 矿区展布呈NE向, 长约40 km, 宽13 km; 金属锰赋存于南华系大唐坡组下段黑色页岩中(沉积型锰矿床)。烂泥田锰矿质量以低磷、低铁为主, 是湘西北地区比较重要的锰矿产地。

自上世纪70年代以来, 湖南省有色地质勘查局二四五队就在此区内从事锰矿找矿与勘查工作, 已先后发现烂泥田、丫角山、龙家寨等中小型锰矿床、矿点10余处, 且区内锰矿质量较好, 因此研究其成矿特征、成矿地质条件等十分必要。本文将基于对烂泥田锰矿区地质特征与成矿地质条件等资料分析, 进一步来探讨其矿床成因, 以期对湘西北地区进一步开展锰矿床的找矿评价有所帮助。

1 区域地质概况

烂泥田锰矿区位于扬子地台东南缘与江南地轴

的结合部位。由于泛大陆解体, 在华南形成了新元古代被动陆缘裂谷盆地^[1], 受断裂、拉张作用形成系列NE向的沉积盆地, 这些盆地控制了湘西黔东南地区南华纪锰矿的成生与分布^[2]。

区域出露地层有新元古界青白口系(Qb)、南华系(Nh)、震旦系(Z)、下古生界寒武系(Є)等。南华系大唐坡组介于古城组与南沱组两冰期之间的地层单元, 为区域锰矿的主要沉积层位。

区域上构造线总体呈NE向, 断裂构造发育。以花垣—张家界(F₁)、麻栗场(F₂)、古丈—凤凰(F₃)三条断裂为主干, 构成了向NE收敛、往SW撒开的帚状弧形构造带; 该构造带严格控制着古丈烂泥田锰矿区自南华纪—早古生代时期的地层、岩相古地理和一系列次级褶皱、断裂构造的发育, 以及古丈烂泥田地区锰矿的形成与分布^[3](图1)。

区域重力测量成果表明, 规模巨大的武陵重力梯度带系地幔陡坡和深大断裂深部富铁镁质岩带的反映。深断裂带通过的古丈万岩、盘草及龙鼻嘴一带, 分别出露有喷发玄武质熔岩或钠质基性岩等深源浅成相侵入体^[4], 表明深断裂已切穿了硅镁层。

收稿日期: 2015-09-23; 改回日期: 2016-03-31; 责任编辑: 王传泰

作者简介: 陈明辉(1973—), 男, 高级工程师, 硕士, 2014年毕业于中南大学地球科学与信息物理学院, 主要从事矿产地质勘查及技术管理工作。通信地址: 湖南省吉首市人民南路69号, 湖南省有色地质勘查局二四五队; 邮政编码: 416007; E-mail: xxjscmh@163.com

深断裂活动导致区内形成的断陷盆地均沿花垣—张家界断裂西侧大致平行分布,它们控制了古丈地区大塘坡组的分布。

2 矿区地质特征

2.1 地层

烂泥田锰矿区西北部出露地层主要有新元古界青白口系板溪群马底驿组、五强溪组,南华系古城组、大塘坡组、南沱组,震旦系陡山沱组、灯影组,以及下古生界寒武系牛蹄塘组;含矿地层为南华系大塘坡组。区内地层总体 NE 向展布,主要地层及其岩性特征简述如下(由老至新):

青白口系板溪群马底驿组(Qbm):分布于古丈复背斜的核部,分上、下两段。上段为灰紫色、肉红色粉砂岩夹砂质板岩;上段为紫红色板岩及砂质板岩。总厚度大于1 000 m。

青白口系板溪群五强溪组(Qbw):灰绿色砂质板岩、板岩、细砂岩,上部有的地段为石英砂岩及长石英砂岩。厚度 275~341 m。

南华系古城组(Nh₁g):出露于古丈背斜南东翼,地层岩性为砾岩、砂砾岩及含砾白云岩,与下伏地层五强溪组呈不整合接触或平行不整合接触。其厚度(0~44.7 m)及岩相变化较大。在分布上,总体是北部以砾岩、砂砾岩为主,往南过渡为含砾白云岩或含砾砂岩。在砾岩层顶部,普遍有铅锌矿化。在古丈背斜北西翼龙家寨、大龙一带,地层岩性为灰—深灰色、厚层—巨厚层长石英细砂—粗砂砂岩,灰色薄层—中厚层石英细砂—粉砂岩,以及含砾长石英细砂—粗砂岩。顶部接近分界处含铁锰物质。厚度 7~20 m。

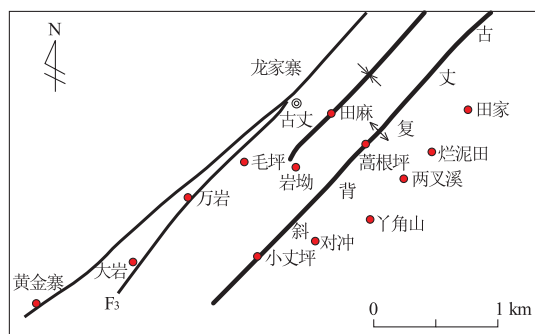


图 1 古丈烂泥田锰矿区矿床(点)分布图

Fig. 1 Distributin of Mn deposits (spot) in Lannitian

南华系大塘坡组(Nh₁d):根据地层岩性特征分为两段。

第一段(Nh₁d¹):为黑色页岩段(含锰岩系),薄—中厚层,富含碳质及黄铁矿。厚度变化较大,0.72~19.07 m。在锰矿层沉积边缘或水下隆起带,含锰岩系薄,间有较多的白云岩或相变为含锰泥质白云岩。

第二段(Nh₁d²):深灰—灰绿色薄层粉砂质页岩,自下而上由具水平层理过渡到不清晰的块状层,有时含砾石。厚度 6.17~49.35 m。

南华系南沱组(Nh₁n):灰绿、灰黑色冰碛砾岩、冰碛含砾砂岩、冰碛砂岩夹含砾泥岩。本层在西南部较厚,东南部较薄,厚度 50.89~109.46 m。

震旦系下统陡山沱组(Z₁d):按岩性分为三段,总厚度 58~158.16 m。

第一段(Z₁d¹):灰、青灰色中—厚层泥质白云岩,上部常间夹有较多的黑色页岩。本层厚度变化较大,为 4.61~23.93 m。

第二段(Z₁d²):下部为薄—中厚层黑色页岩,时夹灰白色白云质页岩。厚度 28.55~59.96 m。上部为薄层黑色页岩夹白云质页岩及磷块岩,为区内含磷层位。厚度 2.50~11.87 m。

第三段(Z₁d³):灰白、浅灰色中—厚层白云岩、泥质白云岩及灰岩,厚度 49~86 m。背斜西翼为含碳质页岩、黑色页岩夹深灰色—黑色薄层硅质岩,硅质页岩及深灰色藻层泥质白云岩。厚度 5~10 m。

震旦系上统留茶坡组(Z₂l):为黑色硅质岩,上下部为薄层,中部以中—厚层为主。下部夹有白云岩透镜体,上部间有较多的薄层黑色页岩及硅质页岩,且普遍含稀疏的磷结核。厚度 78.82~108 m。

寒武系下统牛蹄塘组(Є₁n):黑色页岩,下部以薄层为主,向上逐渐为中—厚层。厚度大于 200 m。本层底部普遍见含磷结核并有钒、钼等矿化。

2.2 构造

烂泥田锰矿区位于古丈复背斜两翼及倾伏部位,其两翼岩层倾角 30°~40°,而轴部则为 8°~15°。出露于复背斜南东翼的锰矿床(点),基本上为向 SE 倾斜的单斜构造;出露于复背斜北西翼的锰矿床(点),则受控于与复背斜平行分布的次级田麻向斜及万岩背斜,主要赋存于万岩背斜的北西翼。区内断裂构造不发育,规模也不大,影响对锰矿层的断距仅数米至十余米。

2.3 锰矿床(点)分布及含锰岩系

区内锰矿床(点)均产于南华系大塘坡组黑色页岩

岩段(通称含锰岩系)。据含锰岩系的分布可分为北西及东南两带。北西带西南端起自保靖黄金寨,东北端至古丈龙家寨,长 30 km,包括黄金寨、大岩、毛坪和龙家寨等。南东带西南端起自小丈坪,北东端至田家,长 25 km,包括小丈坪、岩场、对冲、丫角山、两叉溪、烂泥田和田家(见图 1)。在田家的东北部,含锰岩系相变为厚度很薄的白云岩或缺失。

3 矿床地质特征

3.1 含锰岩系

烂泥田锰矿床的含锰岩系为南华系大塘坡组第一段黑色页岩段,主要由黑色碳质页岩夹菱锰矿层组成;含锰岩系自上而下细分层岩性特征见表 1 所述。

3.2 矿体产出特征

烂泥田锰矿床中的锰矿体一般有 2 个矿层,Ⅰ矿层位于含锰岩系下部,Ⅱ层矿位于含锰岩系中上部,两层矿之间夹有厚度介于 1.49~8.77 m 的黑色页岩层。锰矿层走向长 1 750 m,在矿床中心部位倾斜延伸大于 1 000 m。单个矿体呈似层状或透镜体状产出,长 120~1 250 m,宽 65~615 m。总体上,Ⅱ层矿较为稳定,Ⅰ层矿变化较大。

探采资料表明,Ⅰ层矿矿体由无数个小透镜体组成,单个矿体长 1.3~10 m,厚度 0.30~1.40 m 其间的无矿段长度 7.5~17 m。Ⅱ-2 矿体分布于矿床 4—8 线位置深部,为主要矿体,占矿床总储量的 75%,矿体具隐伏性质;钻孔揭露其长度 1 250 m、宽度 150~600 m,延深大于 1 000 m,厚度 0.64~1.20 m(平均 0.92 m),厚度变化系数 24%,较为稳定。由于受次级向斜及背斜的影响,矿体倾角由地表以浅 30°~45°,向深部变为 8°~10°,而呈现向斜、背斜的起伏变化(图 2)。

3.3 矿石质量特征

(1) 矿石矿物组分

主要矿石矿物为菱锰矿,次为绢云母、石英、黄铁矿、水云母,偶见长石。氧化矿物有褐铁矿、硬锰矿及软锰矿。菱锰矿颗粒细小,为 1~2 μm,多数呈不规则团块状集合体及分散的微晶与绢云母、泥质物及碳质紧密共生,其含量 φ(菱锰矿)介于 35%~60%之间,最高达 80%。

(2) 矿石结构构造

矿石结构主要为隐晶结构,次为粒状结构、团粒

表 1 烂泥田锰矿床含锰岩系剖面
Table 1 Profile of Mn-bearing sequence
in Lannitia Mn deposit

地层划分	分层岩性特征
上覆地层	大塘坡组第二段(Nh ₁ d ²)灰绿色含砂、页岩 ⑤黑色页岩,底部为含锰页岩,厚 1.3~5.2 m ④黑色块状、条带状、菱锰矿(Ⅱ矿层),厚 0.51~0.78 m
大塘坡组 第一段(Nh ₁ d ¹)厚 度 4.22~21.89 m	③黑色页岩,厚 1.42~8.77 m ②黑色条带状块状菱锰矿(Ⅰ矿层),厚 0.3~0.82 m ①黑色页岩,厚 0.72~5.32 m
下伏地层	古城组(Nh ₁ g)砾岩及含砾砂岩

状结构及假鲕粒状结构。矿石构造有条带构造及块状构造,以条带构造为主。

(3) 矿石品位

单件样品的锰矿石品位为:Ⅰ矿层 w(Mn)介于 11.20%~23.96%之间;Ⅱ矿层 w(Mn)介于 14.57%~23.59%之间。

矿石中其它成分,无论是在Ⅰ、Ⅱ矿层,或是地表浅至深部,各组分含量变化都不大,w(Mn)平均为 17.22%、w(P)为 0.11%、w(TFe)为 3.13%、w(S)为 0.99%、w(SiO₂)为 28.86%、w(Al₂O₃)为 6.64%、w(CaO)为 4.70%、w(MgO)为 1.70%,惟 CaO、MgO 两组分深部含量比浅部高。矿石碱度 0.18。

3.4 共生矿产

(1) 大塘坡组铅锌矿化

勘查表明,烂泥田锰矿大塘坡组含锰岩系近底部的含砾黑色页岩中,地表常见铅锌矿化,深部少数钻孔见到锌矿体,位于第Ⅱ层锰矿之下 5.62~12.3 m,厚 0.39~0.7 m,w(Pb)=0.02%~0.4%,w(Zn)=1.14%~2.97%,为与锰矿异常共生的铅锌矿化。

(2) 陡山沱组磷块岩

磷块岩赋存于南华系大塘坡组之上的震旦系下统陡山沱组第二段上部(Z₁d²⁻²),含磷岩系为黑色页岩夹薄层磷块岩,上部夹泥质白云岩,厚度 9.32~11.87 m(表 2)。含磷岩系走向长度大于 2 500 m,矿体呈层状产出,产状与黑色页岩一致,矿体平均厚 3.10 m,磷平均品位 w(P₂O₅)=23.01%。其它化学成分为 w(SiO₂)=30.57%、w(Al₂O₃)=3.78%、w(CaO)=31.60%、w(MgO)=2.31%,矿石类型为硅质磷块岩。

(3) 牛蹄塘组钼钽矿

钼钽矿赋存于寒武系下统牛蹄塘组(Є₁n)底部

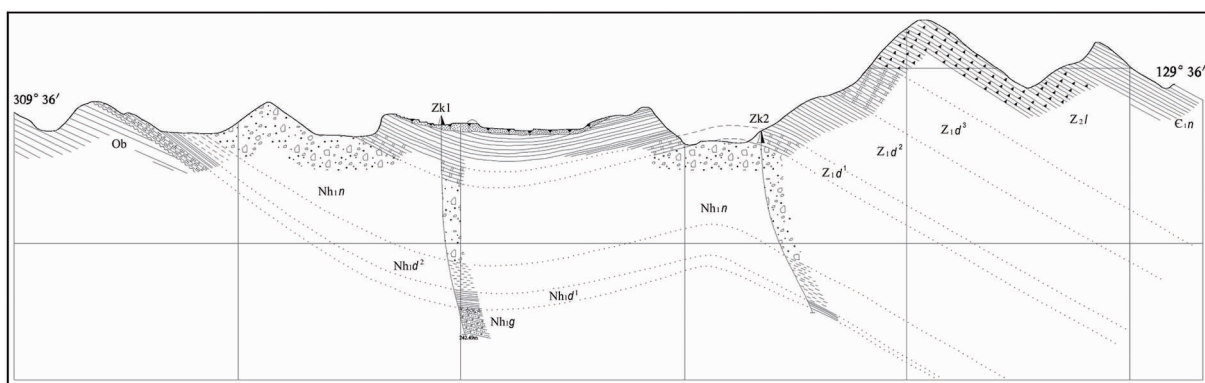


图2 烂泥田锰矿床6勘探线剖面图

Fig. 2 Profile of exploration line 6 of in Lannitian Mn deposit

表2 烂泥田锰矿床含磷岩系剖面

Table 2 Profile of P-bearing sequence in Lannitia Mn deposit

地层划分	分层岩性特征
上覆地层	上震旦统留茶坡组(Z_2l)灰黑色硅质岩 第三段(Z_1d^3):中-厚层白云岩及泥质白云岩,厚49~86 m 第二段(Z_1d^2)自上而下为: Z_1d^{2-2} :黑色页岩夹薄层磷块岩(7.99~9.71 m),薄层磷块岩夹黑色页岩或磷块岩与黑色页岩互层(0.78~4.00 m),薄层黑色页岩夹磷块岩(0.50~1.83 m); Z_1d^{2-1} :黑色薄-中厚层页岩(5~50 m) 第一段(Z_1d^1):浅灰色中厚层泥质白云岩(5~24 m)
下伏地层	南华系南沱组(Nh_2n)冰碛砾岩

的黑色岩系中。牛蹄塘组下部以薄层黑色页岩为主,其底部普遍见含磷结核及其钼、钒矿化层。矿化层厚度4.45~8.00 m,矿石样品品位 $w(\text{Mo})=0.002\%\sim 0.015\%$ 、 $w(\text{V}_2\text{O}_5)=0.55\%\sim 1.35\%$ 。

4 成矿地质条件及成因分析

4.1 成矿地质条件

4.1.1 地层条件

烂泥田锰矿位于南华系大塘坡组黑色页岩段的中、下部,层位稳定,相邻矿体可作地层-岩石柱状剖面对比。含锰岩系的岩石组合为黑色页岩-泥质条带状菱锰矿组合,含锰岩系的厚度在一定程度上控制了锰矿的生成及总量,它们具有明显的正相关关系。

4.1.2 古构造及古地理条件

(1)烂泥田锰矿区严格受古丈断陷盆地所控制。早南华世,扬子地台东南被动大陆边缘拉张裂陷作

用强烈,以发育一系列 NNE、NE 向裂陷槽为特征;烂泥田锰矿区形成于松桃盆地内受同沉积断裂控制的 NNE 向次级古丈断陷盆地中或局限海盆中(图3)。相邻的赋存于同层位的民乐盆地中的民乐锰矿同位素资料表明^[3]:含锰岩系和各类锰矿石的硫同位素来源较均一, $\delta(^{34}\text{S})$ 均值为 21.13×10^{-3} ,是典型的重硫型硫;氧同位素 $\delta(^{18}\text{O}_{\text{Smow}})$ 均值为 24.62×10^{-3} ;碳同位素 $\delta(^{13}\text{C})$ 均值为 -10.582×10^{-3} ,以偏向富集轻同位素为特征。这些同位素组成数据清楚地反映出沉积型盆地在成锰时期处在一个水深、局限、滞流、还原环境,故烂泥田锰矿区严格受古丈断陷盆地所控制。

(2)烂泥田锰矿区形成于扬子地台东南缘古丈拗陷盆地海湾泻湖中。盆地的西北侧为武陵古陆,南东侧为雪峰古陆。烂泥田锰矿由3个次级小盆地组成,中间为水下隆起,西部为砂子坨盆地及烂泥田盆地,东部为田家盆地,大致沿 30° 方向斜列分布。

(3)大塘坡组含锰岩系严格受古地理条件制约。根据岩石组合、结构构造等,可将烂泥田成锰盆地内的沉积相划分为滨海泻湖相、水下隆起-含锰白云岩相和黑色页岩-白云岩-泥质条带状菱锰矿相。在泻湖不同部位,出现不同的岩石组合,可分为白云岩-黑色页岩组合、黑色页岩-泥质条带状菱锰矿组合及黑色页岩-泥质条带状菱锰矿组合,烂泥田锰矿主要产于黑色页岩-泥质条带状菱锰矿组合中,反映为水体较深的盆地相沉积环境。

4.1.3 生物地球化学与成矿

据民乐锰矿研究资料^[4],镜下观察结合化学分析,发现锰矿与藻类生物具有十分密切的关系,即藻类生物越多,菱锰矿越多,矿石品位越高;有硅质沥青质球粒,必定有富矿存在。显然锰主要(绝大部

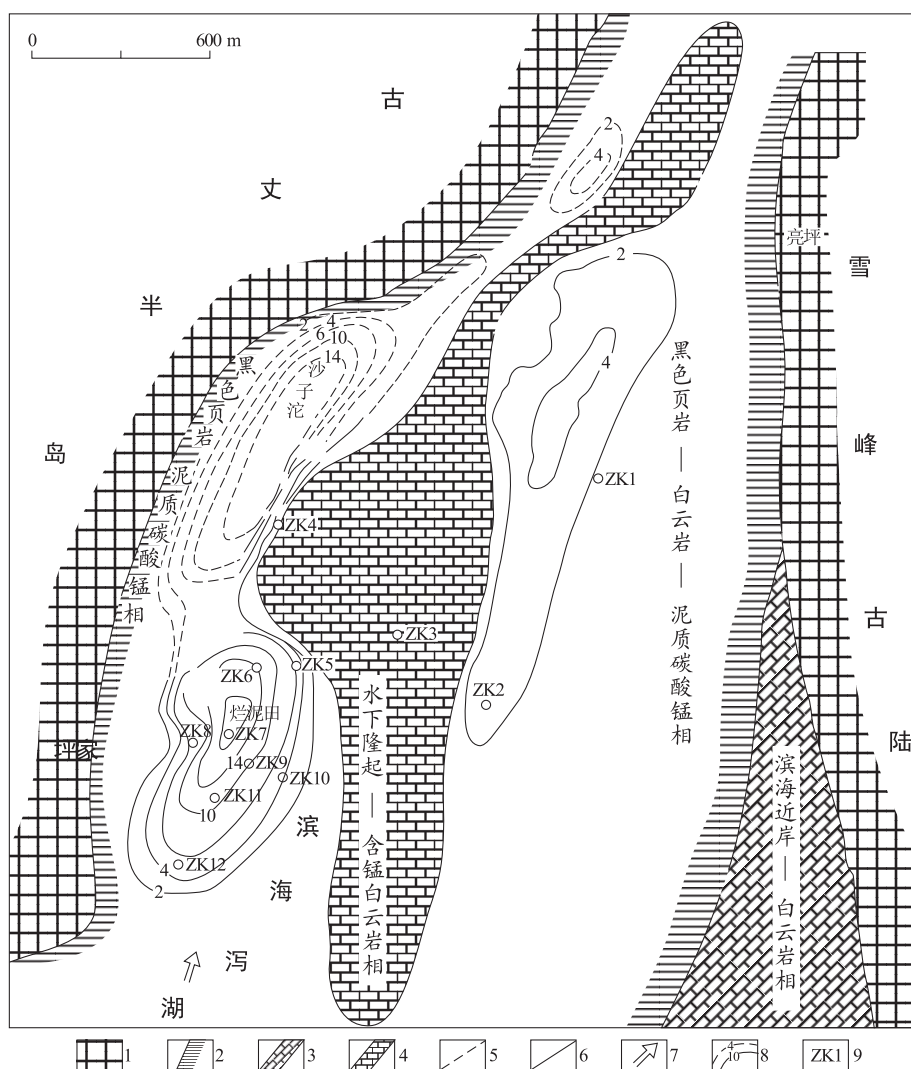


图3 烂泥田锰矿南华系大塘坡组沉积时期岩相古地理图

Fig. 3 Lithofacies palaeogeographic map of Datangpo Formation of Nanhua system of Lannitang Mn deposit

1. 侵蚀区; 2. 滨海泻湖相; 3. 滨海边岸白云岩相; 4. 水下隆起含锰白云岩相;
5. 岩相古地理分界线; 6. 黑色页岩-白云岩-泥质碳酸锰相线; 7. 海侵方向;
8. 含锰岩系等厚线(虚线为已侵蚀); 9. 钻孔及编号

分)赋存在藻体中。无疑,生物及其有机质在锰的成矿过程中具有改造成矿的物理化学条件和吸取、吸附、黏结成矿物质的作用——生物和生物地球化学成矿作用。这与艾利斯在锰结核中分析出 Mn 氧化菌和还原菌,证明锰的形成与生物直接有关的观点是一致的^[5]。

4.2 矿床成因

对湘西黔东赋存于南华系大塘坡组锰矿研究,前人做过大量工作,并对其成因提出了多种见解。主要有化学-生物化成因^[6],生物-化学沉积成因^[7],生物地球化学沉积成因^[8],海底火山沉积成因^[9],热水沉积成因^[10],火山-热水沉积成因^[11],海相沉积成

因^[12],古天然气渗漏沉积成因^[13]等。本文从生物地球化学成矿观点^[5,14]出发,认为烂泥田锰矿区锰矿属化学-生物地球化学沉积成因。

早南华世大塘坡期经雪峰运动使武陵陆隆边缘产生拗陷和断裂,在浅海域内由于局部障壁性隆起阻障,使其半局限盆地成为海湾泻湖。沿着以基底断裂的拉张带有来自深源富锰热水溶液上涌溢流,以及来自海相火山岩的 $\text{Mn}(\text{HCO}_3)$ (局部强烈) 和古陆上化学风化产生的 MnO_2 或 Mn^{2+} 被河流源源不断地带入盆地并在盆地中聚集。在氧化-还原分层的水体中, Mn^{2+} 在表层氧化性水体中以氧化物或氢氧化物的形式沉淀,沉淀后被埋在富含有机质的

沉积物中,在成岩过程中锰的氧化物或氢氧化物可与有机质相互作用,锰的氧化物或氢氧化物被还原而释放的 MnO^{2+} 与有机物质被氧化而释放的 CO_3^{2-} 相结合,形成了锰碳酸盐^[15]。由此可见,本区锰矿床内的锰是以氧化物或氢氧化物的形成沉淀菱锰矿是在缺氧且富含有机物质的环境中形成的。

可以认为,原始沉积盆地是一种缺氧的富含微生物的沉积环境,这些微生物群与海底喷流通道有关,海底热水交换作用为微生物活动提供了良好的环境,嗜热细菌大量繁殖与聚集,微生物群又起了吸附,沉积,还原成矿作用。锰矿层中的富含生物成因信息支持了锰矿的有机地球化学成因论。有机地球化学特征显示,菱锰矿层中存在丰富的蓝藻化石以及有机化合物,说明在菱锰矿沉积成矿过程中,受到蓝藻生物的重要影响。锰矿物大多数为正常沉积作用下的隐晶或微晶结构、碎屑结构,致密块状构造、条带状构造等。另外还存在锰矿物的显微球粒结构,球粒具明显的多层环带。这种菱锰矿的球粒结构可能是典型的藻生物结构特征,球粒核心可有为一生物屑,菱锰矿沿这一生物屑逐步生长而成。民乐锰矿床中丰富的蓝藻化石的存在,具单个球形细胞的蓝藻化石本身就是一个菱锰矿矿物颗粒,整个矿层是由无数多的单细胞等蓝藻化石堆积成的藻礁体群构成,形成透镜状的藻礁体群菱锰矿层^[7],说明了该区锰的富集与微生物活动密切相关。矿床属于化学生-物化学沉积碳酸锰矿床。

5 结论

烂泥田锰矿区在区域构造上位于扬子地台东南缘、湘桂盆地之次级古丈滨海泻湖相盆地中,含锰岩系为黑色页岩;锰矿层有两层,其主矿层产状形态较稳定,矿石质量及选冶性能良好。

(1)湘西北地区锰矿资源丰富,其主要沉积成矿期集中在早南华世大塘坡组沉积时期,含锰岩系分布广,资源潜力大,找矿前景良好。

(2)烂泥田锰矿区的含锰岩系主要赋存于滨海泻湖相黑色页岩-泥质菱锰矿相中,矿区地质构造简单,主矿层呈层状,产状较平缓,部分地段矿体具隐伏特征,矿石属低磷低铁酸性锰矿石。

(3)烂泥田锰矿床的锰是以氧化物或氢氧化物的形式沉淀,菱锰矿是在缺氧且富含有机物质的成岩环境中转化而成。

(4)烂泥田锰矿与藻类活动密切相关。锰矿的沉积成矿作用以化学和生物化学为主,因此,该矿床属于化学-生物化学沉积。

(5)与锰异体同生的还有铅锌矿化、磷及钼钒矿;湘西北地区南华系内自下而上构成钼钒矿→磷矿→锰矿→铅锌矿组成的矿床组合成矿系列,可进行综合找矿、综合评价、扩大矿床经济效益。

致谢:成文过程中参考并引用了湖南省有色地质勘查局二四五队有关资料,特此说明并致谢。

参考文献:

- [1] 王剑. 华南新元古界裂谷盆地及沉积演化——兼论与 Rodinia 解体的关系[M]. 北京:地质出版社, 2000: 1-146.
- [2] 付胜云, 谢小青. 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): 30-33.
- [3] 余沛然. 湖南花垣民乐锰矿床主要地质特征及其找矿前景[J]. 中国锰业, 2008, 26(4): 9-13.
- [4] 陈明辉, 胡祥昭, 张惠军, 等. 湘西北万岩钠长基性岩岩相特征及其找矿研究意义[C]//湖南地质学会. 湖南地质新进展(11), 长沙:湖南地图出版社, 2014: 289-302.
- [5] 范德廉, 叶杰, 刘铁兵. 黑色岩系型碳酸锰矿床微生物成矿作用[C]//叶连俊, 等. 生物有机质成矿作用和成矿背景, 北京:海洋出版社, 1998: 225-261.
- [6] 刘金山, 郑钰纯. 试论花垣民乐锰矿床成因[J]. 湖南地质, 1986, 5(3): 18-26.
- [7] 季金法, 杨梯君. 湖南宁乡棠甘山硫锰矿-碳酸锰矿床含锰矿物地球化学及矿床成因研究[J]. 湖南冶金地质, 1981(1): 80-88.
- [8] 杨洪超, 陈明辉, 姜亚利, 等. 湘西北野竹坪锰矿地质特征及成矿作用探讨[C]//湖南省地质学会. 2011年湖南科技论坛国土资源分论坛论文集(下), 长沙:湖南地图出版社, 2011: 50-54.
- [9] 曾建康, 李清忠, 樊昂君. 花垣民乐锰矿若干特征及找矿方向新思路[C]//湖南省地质学会. 2011年湖南科技论坛国土资源分论坛论文集(下), 长沙:湖南地图出版社. 2011: 83-87.
- [10] 刘宝瑞, 许效松, 潘春南, 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, 1992: 170-176.
- [11] 夏文杰, 杜森官, 徐新煌, 等. 中国南方震旦纪岩相古地理与成矿作用[M]. 北京:地质出版社, 1993: 91-94.
- [12] 覃英, 安正泽, 王佳武, 等. 贵州松桃锰矿整装勘查区隐伏超大型锰矿床的发现及地质特征[J]. 矿产勘查, 2013, 4(4): 345-355.
- [13] 周琦, 杜远生, 覃英. 古天然气渗漏沉积型锰矿床成矿系统与成矿模式[J]. 矿床地质, 2013, 32(3): 457-466.
- [14] 范德廉, 张焘, 叶杰. 中国的黑色岩系及其有关矿床[M]. 北京:科学出版社, 2004: 272-295.
- [15] 朱祥坤, 彭乾云, 张仁彪, 等. 贵州省松桃县道坨超大型锰矿床地球化学特征[J]. 地质学报, 2013, 87(9): 1335-1348.

Geological characteristics and Metallogenic condition and genesis of Lannitian Mn deposit in northwest Hunan

CHEN Minghui^{1,2}, YANG Changming³, PAN Junqing^{1,4}, LIANG Huimin², BAO Zhenxiang²

(1. School of Geosciences and infor-physical, Centre South University, Changsha 410083, China;

2. No. 245 Team of Hunan Nonferrous Metals Geo-exploration Bureau, Jishou 416007, Hunan, China;

3. Team 1 of Hunan Provincial Nonferrous Metals Geo-exploration Bureau, Chenzhou 423000, Hunan, China;

4. Department of Land and resources of hunan province, Changsha 410004, China)

Abstract: Mn deposit occurs in the black shale rock of Datang Po Formation, Nanhua system. there are abundant Mn resources in northwest Hunan. According to the study of Lannitian Mn deposit, the ore materials are multi-sourced from the ancient land, the deep seated Mn-rich. Some Mn is precipitated as oxide and hydride. Rhodochrosite is closely related to activity of algae. Genetically, the Mn deposit is a chemical-biochemical sedimentary deposit. From bottom to top the Nanhua system shows Mo-V-P-Mn-Pb-Zn metallogenic series thus it should be comprehensively prospected and assessed to maximize the economic profit.

Key Words: Lannitian Mn deposit; geological feature; metallogenic condition; genesis; northwest Hunan