贵州松桃凉风坳锰矿床地质特征及找矿潜力预测

覃 英[1],侯兵德[2],冯开友[2],覃永军[1],曾俊芳[2]

(1. 贵州省地质调查院,贵州 贵阳 550004,2. 贵州省地矿局 103 地质大队,贵州 铜仁 554300)

[摘 要]松桃凉风坳锰矿是黔湘渝毗邻华系大塘坡式锰矿唯有一个低磷锰矿床,其含矿地层为南华系大塘坡组第一段黑色炭质页岩,地表出露近 20 km,含锰岩系及锰矿体从南东往北西方向均具有从无到有并逐渐变厚,再逐渐变薄的变化规律,长轴方向为北东 60°～70°左右,预测盆地长度 1 200～1 500 m,宽度 300～400 m,可划分中心相、过渡相、边缘相,其中:中心相带长 300～400 m,宽 50～100 m,以块状锰矿为主。矿区锰矿体最厚 2.20 m,平均厚 1.14 m,矿床平均品位 17.29%,含锰地堑盆地规模小,主体已剥蚀殆尽。南华纪大塘坡早期,该地堑盆地中含锰岩系下部出现可能为重力流或铁丝坳冰期末期的小冰期形成的、由陆源碎屑物组成的特殊地质体,其物源为毗邻凉风坳地堑盆地北侧的秀山-甘龙地垒。由于古天然气渗漏喷溢的中心相、过渡相的主体已被剥蚀殆尽,仅残存部分边缘相,故该锰矿床找矿潜力不大。

[关键词]锰矿床;特征;找矿潜力;凉风坳;贵州松桃

[中图分类号]P618.32 [文献标识码]A [文章编号]1000-5943(2018)-04-0349-08

1 引言

凉风坳锰矿床位于松桃县城 270°方向 46 km 的边江村,辖属松桃县石梁乡。该锰矿于 1989 年 5 月由贵州地矿局 103 队发现并进行勘查评价,提交碳酸锰矿石资源量(333+334?)51.00 万吨。该矿床的菱锰矿石中磷的含量是黔东及毗邻区“大塘坡式”锰矿床中最低的,可达到优质锰矿标准(P/Mn≤0.003)。

按照大地构造单元划分,松桃凉风坳锰矿床位于上扬子陆块、鄂渝湘黔前陆褶断带,全国 26 个重要成矿区带中的上扬子东缘成矿带(肖克炎等,2016)。按照全国成矿区带的划分(陈毓川等,2010),矿区属于滨太平洋成矿域(Ⅰ-4)的扬子成矿省(Ⅱ-15)、华南成矿省(Ⅱ-16),三级成矿单元中属于上扬子中东部(台褶带) PbZnCuAgFeMnHgSb 磷铝土矿硫铁矿成矿带(Ⅲ77);按照华南南华纪锰矿成矿区带划分,位于南华裂谷盆地锰矿成矿区、武陵锰矿成矿带、石阡-松桃-古丈锰矿成矿亚带,松桃凉风坳 IV 级地堑盆地中(周琦等,2016)。

2 矿区地质

2.1 矿区地层

矿区出露地层以南华系铁丝坳组、大塘坡组、南沱组等地层为主,呈北东至南西向展布,见图 1。岩性组合特征由老至新分述如下:

铁丝坳组(Nh_1t):自下而上为黄灰色砾岩、含砾粘土岩、含砾粉砂岩及深灰色含炭质、黄铁矿细粒砂砾岩、粉砂岩,相当于 Sturtian 冰期沉积,与下伏地层呈微角度不整合接触,区内厚度 8～12 m。

大塘坡组(Nh_1d),依其岩性特征与组合差异,分为二段:

第一段(Nh_1d^1):习称含锰岩系,为区内菱锰矿赋存的唯一赋矿层位。由炭质页岩、含锰炭质页岩、菱锰矿及含炭质粘土岩、锰白云岩、含锰灰岩、凝灰质粘土岩组成,厚度:5.0～15.36 m。以一碗水剖面为代表,自下而上可细分 9 层,见表 1。

[收稿日期]2018-09-01 [修回日期]2018-11-16

[基金项目]中国地质调查局《贵州省矿产资源调查成果综合集成与服务产品开发》(编号 DD20160346-28)和贵州省锰矿资源预测评价科技创新人才团队(黔科合平台人才[2018]5618 号)联合资助。

[作者简介]覃英(1963—),男,硕士,研究员,主要从事地质矿产勘查、评价与研究工作。Email:qinying103@163.com

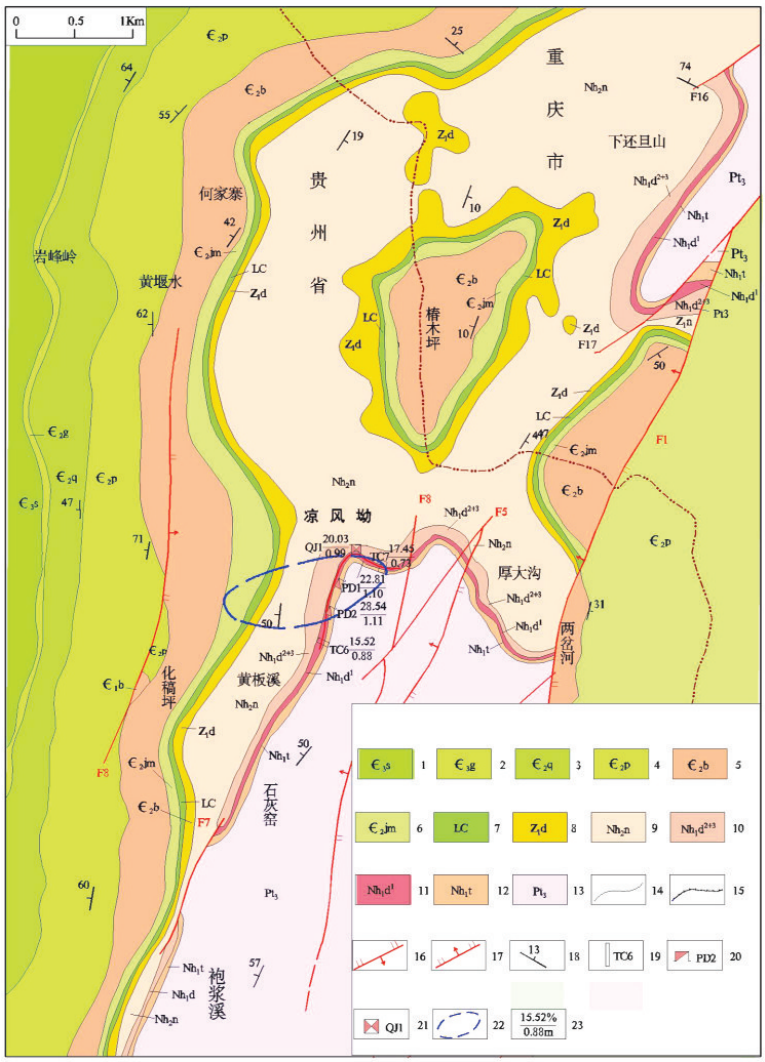

图 1　松桃凉风坳锰矿矿区地质略图

Fig. 1　Regional geological sketch of Liangfengao manganese depoist in Songtao

1—石冷水组;2—高台组;3—清虚洞组;4—杷榔组;5—变马冲组;6—九门冲组;7—留茶坡组;8—陡山沱组;9—南沱组;10—大塘坡组 2-3 段;11—大塘坡组 1 段;12—铁丝坳组;13—板溪群;14—地层界线;15—不整合线;16—逆断层;17—正断层;18—地层产状;19—探槽;20—平硐位置;21—浅井;22—成锰盆地位置;23—锰品位/矿层厚度。

表 1　凉风坳锰矿区一碗水地段含锰岩系剖面

Table 1　Profile of manganese basin central phase region in Liangfengao manganese deposit-manganese-bearing rock series in Wanshui section

上覆地层:大塘坡组第二段(Nh_1d^2),黄灰、灰色层纹状粉砂质粘土岩、粉砂质页岩。	
含锰岩系岩性剖面结构	总厚度 15.36 m
⑨浅灰、灰色粉晶白云岩,局部为钙质粘土岩。	厚度 0.0～0.50 m
⑧黑色炭质页岩,底部为厚 0.05～0.30 m 灰黑色含锰炭质页岩。	厚度 1.25～5.40 m
⑦黑色炭质页岩。	厚度 0.20～0.40 m
⑥灰-深灰色含炭质、凝灰质粘土岩、凝灰质条带状粘土岩。	厚度 0.03～2.31 m
⑤黑色含锰炭质页岩,见顺层分布的条纹及细线状黄铁矿。	厚度 0.15～1.47 m
④深灰、灰黑色含锰炭质页岩,局部锰质富集呈条带状。	厚度 0.15～1.21 m
③黑色炭质页岩。	厚度 0.20～1.17 m
②深灰及灰黑色砂屑菱锰矿、含砂质砂屑菱锰矿,向外相变为含锰灰岩、含锰白云岩。	厚度 0.20～2.40 m
①黑色炭质页岩,含条带状及星点状黄铁矿,片理化发育,并见方解石化。	厚度 0.20～0.90 m

下伏地层:为铁丝坳组含砾、含黄铁矿细砂岩。

第二段(Nh_1d^2):底部深灰、黑色含炭质条带粉砂质页岩;中下部灰、灰色粉砂质页岩、粉砂质粘土岩,显层纹、条带状构造;上部黄灰、灰色粉砂质页岩、粉砂质粘土岩;顶部黄色厚层粘土岩。厚度:77.5～260.35 m。

南沱组(Nh_2n):灰绿、黄绿、深灰色(冰碛)含砾粉砂岩、含砾细砂岩,与下伏地层呈假整合接触,厚度 161.80 m。

2.2　矿区构造

矿区位于凉风坳复式背斜的北西翼,主要构造呈北东向、北北东向展布。具有褶曲构造简单,断裂构造相对发育的特点。褶皱以凉风坳背斜为代表,为轴向 NE25°～30°的不对称复式背斜,向南西 216°方向倾伏,核部为板溪群红子溪组,往翼部依次为南华系至寒武系,北部自西到东由黄堰水背斜、大梁子向斜及大沱背斜次级褶曲组成,地层倾角 25°～35°;区内发育 NE、NNE 向两组断裂构造,其 NE 组断裂有 F2、F5、F7,发育较早,常被 NNE 向断裂错切,走向 NE30°～45°,倾向 NW 及 SE,倾角 70°左右,断距 30～100 m 不等;NNE 组断裂主要有 F1、F4、F6、F8、F10,走向 NE10°～15°,倾向 SE 及 NW,倾角 70°～80°,为断距几十到几百米不等张扭性断裂,其中 F1 规模最大,F10 最小,断距仅 3～5 m。

除此之外,在锰矿产出的一碗水地段,于含锰岩系下部多发育层间断裂,断层倾角 30°～35°,断面呈波状起伏,走向、倾向与含锰岩系一致,该断层破碎带有较强的方解石化、硅化及挤压片理化,对锰矿破坏较大。

3　矿床地质特征

3.1　矿体规模、形态、产状

矿体呈似层状、透镜状顺层产于含锰岩系的下部,长一般 30～80 m,最长约 150 m。矿体厚 1.0～1.30 m,平均 1.14 m,最厚 2.20 m,最薄 0.42 m。在含锰地堑盆地中心地段矿体规模相对较大,以似层状为主,次为透镜状产出,在一碗水的 PD2 坑道中矿体边部被炭质页岩半包卷(可能为古天然气渗漏构造),矿体内部多为块状结构,顶部见水平层纹或分层结构,矿体中发育有不规则的方解石及石英脉。

矿体由在同一层位大致连续分布,在平面上矿体多以相接、并列、部分相叠及相间等形式产出,具有一定的规律性,同时又有随机性。地表锰矿层出露长 1 000 余 m,宽约 200～300 m,出露线标高一般 1 100～1 300 m,走向北东 30°～45°,倾向北西,倾角 30°～35°,由地表向深部倾角略为变缓。

矿体与地层产状基本一致,与上下围岩多呈整合接触,矿体距底板含砾砂岩顶面 0.2～0.90 m。

3.2　矿石质量

3.2.1　矿石类型

矿石自然类型为碳酸锰矿石,按矿石结构构造划分有块状为块状、条带状菱锰矿。

矿石的成因类型为古天然气渗漏沉积型锰矿。按矿产资源工业手册划分属产于黑色岩系中的海相沉积碳酸锰矿石,主要载锰矿物为菱锰矿,次为镁、钙菱锰矿,锰白云石,锰方解石;矿石的工业类型为低磷低铁优质锰矿。

3.2.2　矿物组分特征

矿物组份主要为菱锰矿,次为碎屑矿物、炭质有机质及次生方解石,但该矿床组份较邻近同类锰矿床复杂得多,矿石中除菱锰矿、粘土矿物、炭质有机质外,还有大量的陆源碎屑,其主要矿物特征详见表 2。

菱锰矿:是矿物中的主要含矿物,根据对锰矿物折光率的系统测定及镜下详细观察分析,菱锰矿可进一步划分菱锰矿和(镁、钙)菱锰矿两类型。在矿石中菱锰矿主要以他形泥-粉晶菱锰矿、显微园粒菱锰矿及粒屑菱锰矿形式构成,表现为粒屑菱锰矿分布于泥-粉晶菱锰矿及显微园粒菱锰矿构成的基底之上,而粒屑菱锰矿的内部又由泥晶菱锰矿及显微园粒菱锰矿构成。在垂向上,粒屑菱锰矿和显微园粒的富构成反比例关系,即粒屑菱锰矿增多时,显微园粒菱锰矿则减少,剖面上的变化是以 SE 往 NW 粒的富集部位逐渐增高,其各种菱锰矿特征见表 3。

陆源碎屑矿物:陆源碎屑在该矿区分布普遍,含量较多,是区别于相邻锰矿石的重要特征。其陆源碎屑主要由长石、石英及岩屑组成,含量占岩石总量的 3%～45%,一般多在 10%～20%之间,平均 14.01%,以岩屑为主。长石:石英:岩屑的比例一般为 0.5:2.5:7。各组份特征见表 4。

表 2 凉风坳锰矿床锰矿石矿物组份一览表

Table 2 Mineral components of Liangfengao manganese deposit-massive, banded manganese carbonate ore

矿石类型 / 矿物组份	块状矿石	条带状矿石
主要组份	菱锰矿:30%～80%,一般为 50%～60% 陆源碎屑:10%～20% 炭质有机质:5%～15% 次生方解石:无%～40%	菱锰矿:30%～60%,一般为 40%～50% 粘土矿物:一般为 10%～30% 炭质有机质:一般为 5%～10% 次生方解石:少见
次要及少量组份(总量∠20%)	粘土矿物(水云母)、高岭石、绢云母,磷灰石、锐钛矿、绿泥石、锆石、玉髓、锰白云石、锰方解石、金红石、闪锌矿、方铅矿。	粘土矿物、高岭石、绢云母,磷灰石、锐钛矿、长石、石英、电气石、锆石、玉髓、锰白云石、金红石、闪锌矿、方铅矿。
脉石矿物	方解石、白云石、锰方解石、玉髓、石英	方解石、白云石、玉髓、石英

表 3 凉风坳锰矿床各类型菱锰矿石组构特征一览表

Table 3 Fabric features of each rhodochrosite in Liangfengao manganese deposit

类 型	主 要 特 征
泥晶菱锰矿	是锰矿物的主要产出形式之一,晶粒形态呈他形晶,粒径很细,多∠0.005 mm,它可构成粒屑及其集合体。
粒屑菱锰矿	通常由泥晶菱锰矿聚集而成,是区域锰矿独有的产出形式。有砂屑、砾屑、鲕粒、凝块状集合体、核形石及不规则的团块等碎屑形态。颗粒的粒度从 0.1 mm～1.5×2.5 mm 不等,一般呈椭圆形、卵圆形、扁豆状及不规则状形态,粒屑的长轴方向为 NE 向。
显微园粒菱锰矿	是本区锰矿的重要产出形式,其粒径一般在 0.01～0.07 mm 之间,具暗黑色及同心圆状现象,粒径一般在 0.1～0.07 mm 之间,具暗色黑心及同心圆现象,同心圆纹层可见 1-3 层。圆粒菱锰矿具有三个特点:①多以单晶园粒的形式构成矿石的基底;②以数粒或数十粒相聚构成鲕粒、核形石、凝块状结合体或不规则团块;③局部可组成延续不断的层纹。
粉晶菱锰矿	含量甚微,仅在局部产出,粒径约 0.02～0.08 mm,呈它形晶粒状形态,常分布于碎屑颗粒之间,也可构成鲕粒或团块状环边,主要为重结晶作用的产物。

表 4 凉风坳锰矿床陆源碎屑矿物特征一览表

Table 4 Features of terrestrial detrital mineral in Liangfengao manganese deposit

组份	成份	形态	粒径(mm)	含量(占陆源总量)	次生变化
岩屑	细粒石英砂岩硅质岩凝灰岩、板岩中酸性火山岩碳酸盐岩	次棱角状 / 次园状	0.357 / 1.68×4.2 mm ～10×20 mm	65%～75%	碳酸盐化 绢云母化 泥化
石英	/	棱角状 次棱角状 次园状(浑园状)	0.14×0.36 mm / 0.64×0.82 mm ～0.89×1.78 mm	15%～25%	具波浪状消光及边溶蚀现象
长石	碱性长石 斜长石	次棱角状 / 次园状	0.178 mm / 0.43×0.62 mm ～0.60×1.78 mm	5%～8%	泥化 绢云母化 碳酸盐化
其它微量组份	绢云母、电气石、锐钛矿、锆石、金红石、方铅矿、闪锌矿、磷灰石白钛石				总量<2%

炭质有机质:在岩石中普遍存在,含量一般为 3%～20%,在矿石中一般以分散的泥状物与矿紧密相伴混生,局部可见呈一种不连续的条纹状分布,或者是于部份粒屑颗粒中相对富集。

粘土矿物:以水云母(伊利石)为主,见少量高岭石,均以显微鳞片状形态与菱锰矿相伴出现。在矿层中,水云母多以粘土质岩屑或其它岩屑伴生组份的形式产出,少量以填隙物形式产出,高岭石见于显微园粒菱锰矿之间的孔隙中。

锰白云石、白云石、锰方解石及方解石等组

份:在矿石中主要以胶结物的形式产出,部份锰白云石和白云石可构成砂屑、砾屑及团块,有时也见于后期脉石中,方解石则主要为菱锰矿锰矿热液蚀变的替代产物,少量以胶结物的形式出现。

黄铁矿:是矿石英中常见的金属矿物,多偏集呈不规则状,或于局部构成斑块与断续纹层,一般在下层矿底部和顶部都可见到薄薄的一层黄铁矿,呈条纹-条带状产出。黄铁矿晶粒呈它形晶粒状,自行-半自行晶粒状。它形晶粒度为 0.005 ～ 0.5 mm,自行-半自行晶粒度为 0.005 ～ 0.5 mm。

3.2.3　化学组分

矿石主要有益组分为 Mn,单件样品含量:10.22% ～ 29.08%,平均 16.62%,工程平均:10.22%～26.01%,平均 17.29%,属贫锰矿石;矿石其它组分:TFe1.81%～7.18%,平均 4.03%,属低铁矿石;$SiO_2$24.75%～48.78%,平均 36.19%;P0.027%～0.074%,平均 0.062%,含量较区内其它锰矿区低,是区内锰矿重要特征之一。CaO、MgO、Al_2O_3 平均含量分别为 15.34%、1.23%、3.68%,Ca/SiO_2 为 0.559 ～ 0.81,$CaO+MgO/SiO_2+Al_2O_3$ 为 0.564 ～ 0.731,表明矿石属酸性矿石,炉渣的碱度较好。

3.2.4　结构与构造

矿石结构主要有泥-粉晶结构、显微园粒结构、碎屑结构、交代残余结构,其特征如下:

泥一粉晶结构:泥晶菱锰矿除构成各种粒屑形态外,少部份还可富集条纹产出或者以基质填隙物的形式产出,由此构成泥晶结构。粉晶菱锰矿主要由泥晶菱锰矿或显微圆粒状菱锰矿经重结晶作用而形成。

显微园粒结构:菱锰矿呈显微圆粒状产出,粒度约 0.01 ～ 0.07 mm,具暗色核心和微亮晶环边,产出特征可以单体的形式,也可以单体或群体的形式。

碎屑结构:有内碎屑结构的砂屑结构,表现为在泥晶菱锰矿形成的基底上,可见大量的不规则的、不等量的粒屑颗粒(有菱锰矿颗粒,呈鲕粒、砂屑、核形石等,以鲕粒居多,在鲕粒中又以高能同心鲕为主;有陆源细碎屑(主要为石英、长石、岩屑等)结构,据此形成各种碎屑结构。

交代残余结构:见有热液交代作用,原岩矿组份被次生方解石交代,而留下原菱锰矿的假象。

矿石构造有块状构造、条纹、条带状构造、粒序层理构造,主要特征如下:

块状构造:由泥晶菱锰矿、砂屑菱锰矿构成,伴有炭质有机质、砂质、粘土矿物,分布均一,结构致密,一般呈园粒状、团块状、椭圆状集合体,彼此紧密相嵌,界线模糊不清。表现为矿石致密坚硬,不显层理,矿石中的各种组份分布相对均匀。

条纹、条带状构造:由泥晶菱锰矿、砂屑菱锰矿构成及炭质有机质、粘土矿物、碎屑矿物等各自相对偏集定向排列构成颜色不同的条纹或条带。条纹-条带状构造表现为不同组份的矿石相对富集,构成条纹-条带状产出;粒序层理构造表现为不同粒级的组份,呈现出有规律的变化。

3.2.5　蚀变特征

凉风坳锰矿在成矿后的成岩阶段,矿层及矿石普遍发生较强的围岩蚀变,对矿石品位、质量影响较大,矿层上下围岩没有蚀变,这一特征是同类锰矿所独有的,为本锰矿重要特征。蚀变类型主要有方解石化、重结晶及硅化,主要特征如下:

方解石化:在矿石中普遍存在,主要表现为方解石替代菱锰矿降低 Mn 品位,同时还可替代白云石、粘土矿物及岩屑。方解石化强弱在平面上和剖面上变化较大,具有多样性和复杂性,即平面上各地段方解石化的强弱差异较大,在成锰矿相带的边部,断裂发育地段蚀变较强,在剖面上一些地段矿层上部强,而一些地段矿层下部蚀变强,无规律可寻;方解石化强的地段,在矿层中少有方解石脉产出,表明钙质组份已进入矿物的晶格(取代锰),致使矿石结构坚硬致密,锰品位降低,而方解石化弱的地段,则矿层中发育大量的方解石脉,矿石结构疏松,硬度低,锰品位较高。

重结晶:重结晶表现为菱锰矿晶粒的增大(如泥晶菱锰矿变为粉晶菱锰矿,菱锰矿变为他形粒状形态等),同时也能见到少量白云石晶粒增大和陆源碎屑石英的次生加大。

硅化:一般与方解石脉相伴产出,但作用较弱,形成时间一般晚于方解石化,往往是在方解石脉内才出现硅化和见到石英脉,对矿石品位影响较小。

4　南华纪凉风坳地堑盆地特征

4.1　盆地中含锰岩系分布变化规律

区内含锰岩系地表出露线长近 20 km,分布于凉风坳背斜的北西翼,从盆地边缘到盆地中心(南东往北西方向),含锰岩系从无到有、由薄变厚(图 2)。

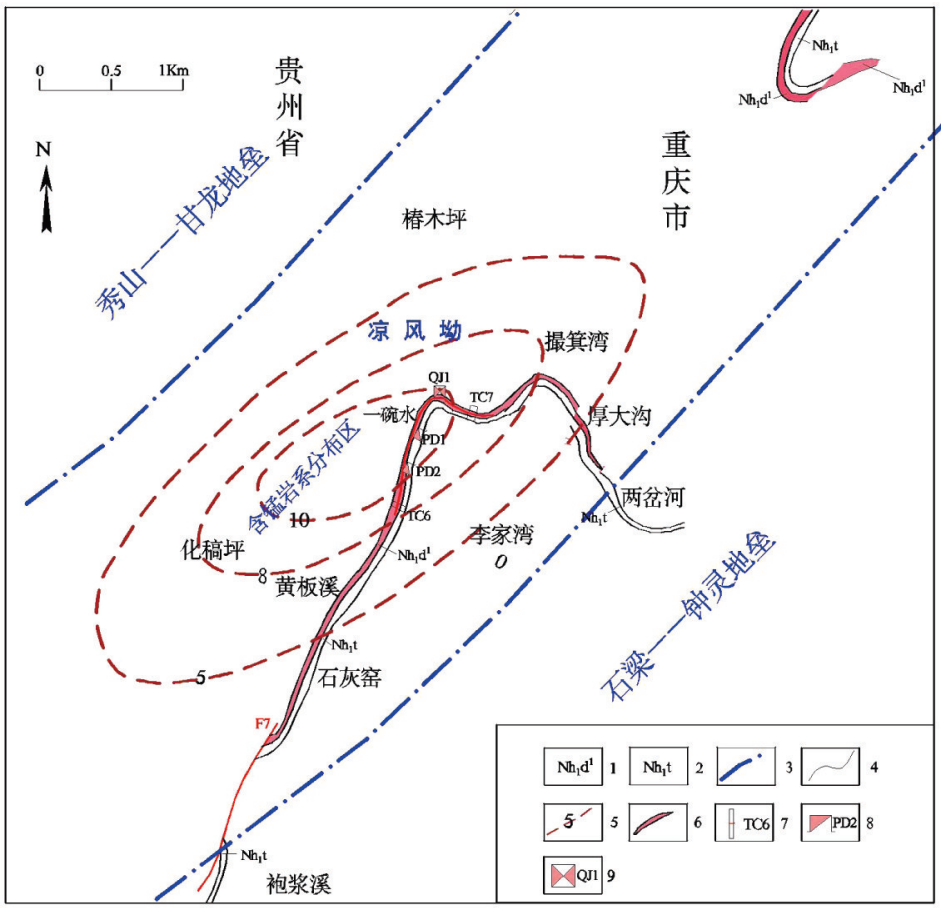

图 2　松桃凉风坳锰矿区构造古地理与含锰岩系厚度等值线图

Fig. 2　Tectonic paleogeographic map and manganese-bearing thickness isogram in Liangfengao manganese mining area

1—大塘坡组 1 段(含锰岩系);2—铁丝坳组;3—Ⅳ级含锰盆地边界;4—地层界线;5—含锰岩系厚度等值线;6—含锰岩系地表出露线;7—探槽及编号;8—见矿坑道及编号;9—见矿浅井及编号

研究区最南部的袍浆溪和东部的两岔河一带缺失含锰岩系,大塘坡组二段与铁丝坳组直接接触,大塘坡组厚度仅 30～50 m;到石灰窑和厚大沟一带已有含锰岩系分布,厚度仅 3～4 m 左右,为炭质页岩、炭质粘土岩组合,大塘坡组也明显加厚;至黄板和撮箕湾一带含锰岩增厚到 5～8 m,为炭质页岩、含锰炭质页岩组合,下部偶见含锰白云岩、含锰灰岩透镜体,大塘坡组厚度增至 120 m 左右;到有锰矿产出的一碗水一带,含锰岩系多在 10 米以上,最厚一碗水 PD1 剖面 15.36 m,为炭质页岩、含锰炭质页岩、菱锰矿组合。据矿区工程揭露资料,盆地北西边部椿木坪施工的 ZK1206 孔缺失含锰岩系,大塘坡组二段与铁丝坳组接触,为秀山-甘龙地垒分布区。因此,一碗一带为该含锰盆地沉积厚度最大区域,极可能接近盆地的中心相区,从盆地中心往北西及南东方向,含锰岩系厚度迅速变薄,岩相快速相变,锰矿层厚度随之变薄至尖灭,锰品位降低,见图 3。

4.2　含锰盆地中锰矿体厚度、质量变化规律

研究区菱锰矿体厚度变化规律跟含锰岩系厚度变化规律一致,即南东往北西方向具有从无到有、由薄变厚再变薄、从有到无的变化规律;在含锰岩系厚度最大的一碗水地段不仅矿体厚度大,而且矿石质量也好、品位较高。如 PD2 矿体厚度 1.3 m,锰品位最高 26.01%,矿石类型主要为块状砂屑泥晶菱锰矿,而往盆地边部,锰矿体厚度、品位随之变薄、降低,特别是倾斜方向变化更大,如 PD2 沿倾斜方向 120 米的 ZK101 孔,矿体厚度为 0.44 m,锰品位降低到 19.40%,再往深部 200 米的 ZK002 孔则无锰矿产出,而走向方向矿体的厚度品位变化相对较小,如 PD2(Mn 品位 26.01%/厚度 1.3 m)ZK101(Mn 品位 15.35%/厚度 1.57 m)ZK301(Mn 品位 10.48%/厚度0.55 m)矿体厚度、品位虽总体逐渐变薄降低,但是在近 600 m

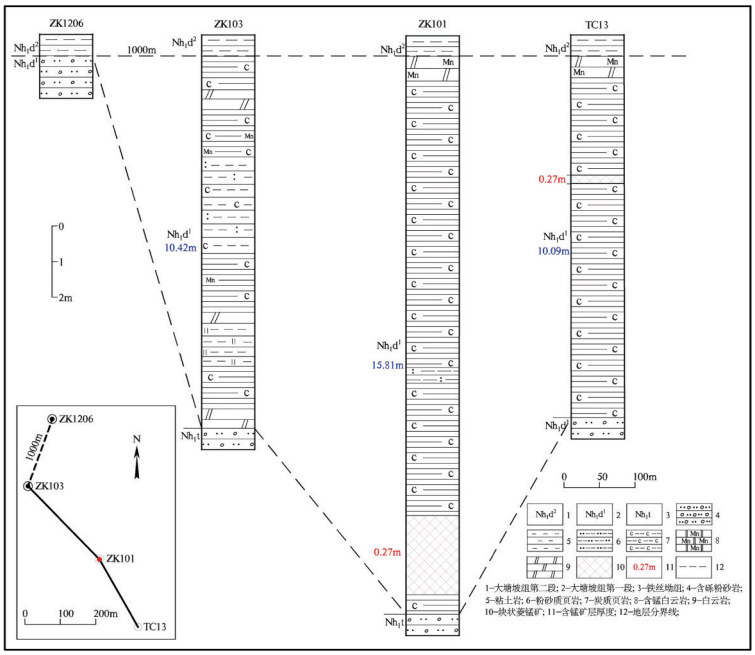

图 3　凉风坳含锰地堑盆地北西至南东方向含锰岩系柱状对比图

Fig. 3　Manganese-bearing correlation diagram from NW to SE in Liangfengao manganese graben basin

1—大塘坡组 2 段;2—大塘坡组 1 段(含锰岩系);3—铁丝坳组;4—含砾粉砂岩;5—粘土岩;6—粉砂质页岩;7—炭质页岩;8—含锰白云岩;9—白云岩;10—菱锰矿层;11—锰矿层厚度;12—含锰岩系对比线

走向上逐渐变化。

研究表明,松桃凉风坳锰矿与秀山笔架山革里坳锰矿为受同一同沉积断层控制的串珠状分布的地堑盆地,盆地 NE60°～70°展布,盆地长 1 200～1 500 m,宽 300～400 m,规模较小,从中心往外可大致划分为中心相、过渡相、边缘相,其中心相宽 50～100 m,长 300～400 m,见古天然气渗漏构造和高品位的块状泥晶菱锰矿,且锰矿体下部炭质页岩见软沉积变型构造(如 PD2 工程),本矿区因主体已被剥蚀,未见被沥清充填的气泡状菱锰矿;过渡相为块状菱锰矿;边缘相为条带状菱锰矿、含锰炭质页岩;地垒区则为炭质页岩、含锰白云岩、白云岩组合,见图 4。

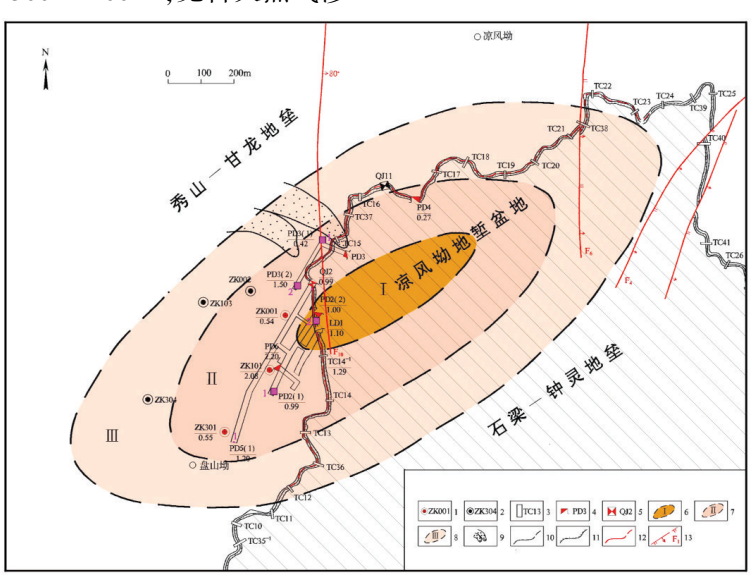

图 4　松桃凉风坳锰矿Ⅳ级含锰地堑盆地岩相分布与找矿预测图

Fig. 4　Lithofacies distribution and exploration prediction of Ⅳ manganese graben basin in Liangfengao manganese deposit of Songtao

1—见矿钻孔;2—未见矿钻孔;3—探槽位置;4—平硐;5—浅井;6—中心相;7—过渡相;8—边缘相;9—浊积岩(重力流)舌状体;10—地质界线;11—不整合地质界线;12—矿层露头线;13—断层

4.3 成锰期后盆地沉积环境特征

本成锰盆地在成锰期后因受秀山-甘龙地垒对地堑盆地的干扰和影响,矿体中碎屑矿物含量占比远高于毗邻其它锰矿,且碎屑矿物的组构较同类锰矿床复杂。根据矿区地质勘查和矿山开采收集的资料,碎屑矿物在矿层中分布不具规律,在平面上和剖面上都变化较大,当碎屑物含量增大时则变成含砂(粒)屑菱锰矿,平面上可见砂(粒)屑指状穿插的舌状体(如图 4),剖面上主要富集于矿层的下部,常见 2-3 层粒序层理结构,局部锰质砂粒岩层富集于矿层的中上部。据此分析,认为凉风坳含锰盆地距秀山-甘龙地垒较近,在南华系大塘坡早期该成锰盆地水体相对较浅,沉积环境动荡,成锰盆地中发育碎屑重力流形成的浊积岩,其浊积岩扇状体呈舌状北西向展布,指状穿插,锰矿层中则形成不规则分布含砂(粒)质菱锰矿透镜体,在矿区一碗水坑道中及附近见及,成锰期后环境动荡,由此发生锰矿成矿、破坏、搬动并再沉积的成矿作用过程,导致锰矿石中含有较多的碎屑矿物。

5 成矿时代与年龄

黔东地区南华系“大塘坡”式锰矿均产于南华系铁丝坳组之上大塘坡组下部的黑色岩系中,与 Rodinia 超大陆裂解有关,是为离散背景下,发生在南华裂谷盆地中的间冰期大规模成矿作用。大塘坡组时限为 670～660 Ma 之间(尹崇玉,2006),其锰矿成矿期为大塘坡早期,成矿年龄在 663 Ma 左右。

6 找矿潜力分析

通过对该矿区含锰岩系、锰矿体岩相、厚度特征的分析研究,现有工程控制资料(盆地的西部边界已有多个钻孔控制),结合南华纪大塘坡期凉风坳地堑古地理位置与盆地结构,中心相、过渡相和边缘相的位置等综合分析,认为该成锰盆地规模较小,且盆地的东部成锰区大部剥蚀,特别是中心相区的菱锰主体已剥蚀殆尽,因此找矿潜力小。

7 结论

(1)通过构造古地理特征恢复分析,松桃凉风坳锰矿床均位于南华纪大塘坡早期凉风坳Ⅳ级地堑盆地,与秀山革里坳中型锰矿床受同一同沉积断层控制,成岩期锰矿体方解石化、硅化等热液蚀变较强,对锰矿石质量影响很大。

(2)凉风坳Ⅳ级地堑盆地受南华纪早期同沉积断层控制。盆地长轴方向为北东 60°～70°左右,与地表燕山期构造存在 40°左右夹角。预测盆地长度大于 1 200～1 500 m,盆地宽度约为 300～400 m,盆地规模较小。

(3)根据凉风坳锰矿床成矿特征与华南南华纪锰矿裂谷盆地古天然气渗漏沉积成矿模式(周琦等,2007,2013,2017),该矿床成锰分布区的主体中心相、过渡相已遭受剥蚀殆尽,目前主要残存部分渗漏喷溢过渡相锰矿,矿区找矿潜力小。

(4)由于凉风坳Ⅳ级地堑盆地毗邻秀山-甘龙地垒(隆起),故导致地垒上的风化碎屑矿物、铁丝坳期冰碛物溶化后滑入地堑盆地,并形成重力流,致使成锰盆地北西侧分布有浊积岩舌状体,锰矿层中局部形成含砂(粒)屑菱锰矿,并发育粒序层理构造。

[参考文献]

贵州省地矿局 103 地质大队 . 2006. 贵州省松桃县凉风坳优质锰矿床普查地质报告[R].

覃英,周琦,张遂 . 2005. 黔东北地区南华纪锰矿基本特征[J]. 贵州地质,22(4):246-251.

肖克炎,邢树文,丁建华,等 . 2016. 全国重要固体矿产重点成矿区带划分与资源潜力特征[J]. 地质学报,1269-1280.

尹崇玉,王砚耕,唐烽,等 . 2006. 贵州松桃南华系大塘坡组凝灰岩锆石 SHRIMP Ⅱ U-Pb 年龄[J]. 地质学报,90(2) 273-278.

周琦,杜远生,覃英,等 . 2007. 贵州省松桃县大塘坡地区南华系早期古天然气渗漏构造的发现及其地质意义[J]. 地球科学-中国地质大学学报, 32(增刊):33-40.

周琦,杜远生著,2012. 古天然气渗漏与锰矿成矿-以黔东地区南华纪“大塘坡式” 锰矿为例[M]. 北京:地质出版社 .

周琦,杜远生,覃英 . 2013. 古天然气渗漏沉积型锰矿床成矿系统与成矿模式——以黔湘渝毗邻区南华纪“大塘坡式”锰矿为例[J].矿床地质, 32(3):475-466.

周琦,杜远生,袁良军,等 . 2016. 黔湘渝毗邻区南华纪武陵裂谷盆地结构及其对锰矿的控制作用[J]. 地球科学,41(2):177-188.

周琦,杜远生,袁良军,等 . 2017. 古天然气渗漏沉积型锰矿床找矿模型——以黔湘渝毗邻区南华纪“大塘坡式”锰矿为例[J]. 地质学报,91(10):2285-2298.

(下转第 375 页)

[**Abstract**] The "Datangpo type" manganese deposit during the Nanhua period in south china is located in the southeast margin of Yangtze Block. In recent years, the theory of ancient natural gas seepage metallogenic of emerge inside and form outside manganese rift basin were found, the key technology for Prospecting and Prediction of buried manganese ore in the deep part of this type of manganese ore deposit was researched. Through the practice of Songtao manganese national fully equipped exploration district in Tongren, Guizhou, it has founded 4 hidden world-class supergiant and a series of large-medium sized manganese deposits, its the biggest breakthrough of manganese exploration in the country and changed the national manganese ore exploration and development pattern. In this paper, it introduces the technical guide for AMT exploration of the key technical combination of prospecting and prediction for the deep concealed manganese deposit by the project team, it mainly includes data collection and pretreatment, the best inversion model and parameter optimization, establishment of geophysical exploration mode for audio-frequency Magnetotellurics. It is expected to provide a reference for the prospecting and prediction of Nanhua period manganese deposit in other areas of south China and other times under similar metallogenic geological background.

[**Key words**] Ancient Natural Gas Seep Manganese Deposit; Audio-frequency Magnetotellurics; Nanhua Period

(上接第 356 页)

Geological Characteristics and Exploration Potential Prediction of Liangfengao Manganese Deposit in Songtao County, Guizhou Province

Qin Ying[1], HOU Bing-de[2], FENG Kai-you[2], QIN Yong-jun[1], ZENG Jun-fang[2]

(1. *Guizhou Academy of Geological Survey, Guiyang* 550004, *Guizhou, China*; 2. 103 *Geological Party, Guizhou Bureau of Geology and Mineral ExploraTion and Development, Tongren* 554300, *Guizhou, China*)

[**Abstract**] The Liangfengao Manganese deposit is the only low phosphorus 'Datangpo' type manganese deposit in Nanhua system of Guizhou, Hunan and Chongqing adjacent area, Its ore bearing strata is the black carbonaceous shale of the first member of the Datang formation in the Nanhua system, the surface exposed near 20 km. From SE to NW, the manganese-bearing rock series and the manganese orebody have the regulation of develop with nothing and become thicker, then became thinner, the long axis direction is NE 60° to 70°, the predicted basin length is 1 200 ~ 1 500 m, the width is 300 ~ 400 m, the central phase, transient phase and marginal phase can be divided. Among them, the length of central phase is 300 ~ 400 m, the width is 50 ~ 100 m, mainly is massive manganese ore. In the mining area, the thickest orebody is 2. 20 m the average thickness is 1. 14 m, the average grade is 17. 29%, the manganese-bearing graben basin is small and the main body is eroded completely. In early Datangpo, Nanhua period, some special geologic body which formed by gravity flow or little ice Age in late Tiesiao ice Age and consist of terrestrial clast appeared in the lower manganese-bearing rock series of this rift basin, its source is Xiushan - Ganlong graben near the Liangfengao rift basin. Because the main body of central phase and transient phase of ancient natural gas seepage and eruption has been eroded completely, only part marginal phase left, the manganese exploration potential is low.

[**Key words**] Manganese deposit; Characteristics; Exploration potential; Lingfengao; Songtao Guizhou