

贵州松桃高地超大型锰矿床矿体空间分布规律与找矿预测

姚希财,田景江,张平壹,陈甲才,沈红钱,袁良军

(贵州省地质矿产勘查开发局103地质大队,铜仁 554300)

[摘要]松桃高地超大型锰矿床属于典型的古天然气渗漏沉积型锰矿床,位于断陷盆地中心的渗漏喷溢口及附近的中心相区,古天然气渗漏喷溢沉积成矿系统中心相、过渡相、边缘相特征十分典型,矿床矿体规模巨大,菱锰矿品位高。笔者通过对松桃高地超大型锰矿及邻区地质资料进行综合整理研究,并对其地质特征、矿体空间分布特征进行了论述,认为松桃高地超大型锰矿床、松桃道坨超大型锰矿床及松桃李家湾大型锰矿床属于同一Ⅳ级断陷(地堑)盆地,该盆地长轴方向大致为NE65°,目前已控制的资源量已逾3亿吨,但该断陷(地堑)盆地控制的菱锰矿体均未圈边,找矿潜力巨大。

[关键词]超大型锰矿;矿体特征;找矿预测;松桃高地;贵州

[中图分类号]P618.32 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1000-5943(2017)01-0009-09

1 引言

贵州松桃高地超大型锰矿床位于松桃县城南西方向约37 km,是贵州省地矿局103地质大队运用锰矿裂谷盆地古天然气渗漏成矿理论和隐伏矿找矿预测模型,在贵州铜仁松桃锰矿整装勘查区内找到的又一个隐伏超大型锰矿床。笔者作为该超大型锰矿床普查、详查工作的主要工作人员之一,并参与了周琦研究员负责的国土资源部公益性行业科研专项“上扬子地块东南缘锰矿国家整装勘查区成矿系统与深部找矿关键技术研究及示范”项目,进行产学研协同创新。本文拟在重点总结该矿床巨型锰矿体空间分布特征的基础上,运用古天然气渗漏沉积型锰矿床成矿模式和找矿预测模型进行找矿预测,对贵州铜仁松桃锰矿国家整装勘查区下步找矿工作部署具有重要意义。

2 地质背景

松桃高地超大型锰矿床地处我国26个重要成矿区带中的上扬子东缘成矿带(肖克炎等,2016),大地构造位置处于扬子地块与华夏地块的过渡区,跨越上扬子地块和江南造山带,研究区为扬子地层区沉积(杜光映等,2013;王剑等,2000,2012;谢小峰等,2015)。据周琦、杜远生等(2007,2013,2016)研究,认为该地区南华纪早期大规模锰矿成矿作用与全球性的Rodinia超大陆裂解、南华裂谷盆地的形成演化的特殊地质背景密切相关,并提出在Rodinia超大陆裂解背景下,南华裂谷盆地(I级)分别由武陵、雪峰次级裂谷盆地和其间的天柱—怀化隆起(地垒)三个II级构造单元构成(图1)。包括松桃高地超大型锰矿床在内的贵州铜仁松桃锰矿国家整装勘查区及毗邻区南华纪锰矿床均产于武陵次级裂谷盆地中。高地超大型锰矿床即位于受南华纪早期同沉积断层控制的松桃—古丈Ⅲ级断陷(地堑)盆地中的李

[收稿日期]2017-01-10

[基金项目]国土资源部公益性行业科研专项项目“上扬子地块东南缘锰矿国家整装勘查区成矿系统与深部找矿关键技术研究及示范”(201411051)和中国地质调查局“中国矿产地地质与成矿规律综合集成和服务”项目(1212011003000150020)《贵州锰矿成因与成矿规律》课题资助。

[作者简介]姚希财(1986—),男,地质工程师,主要从事地质勘查工作。

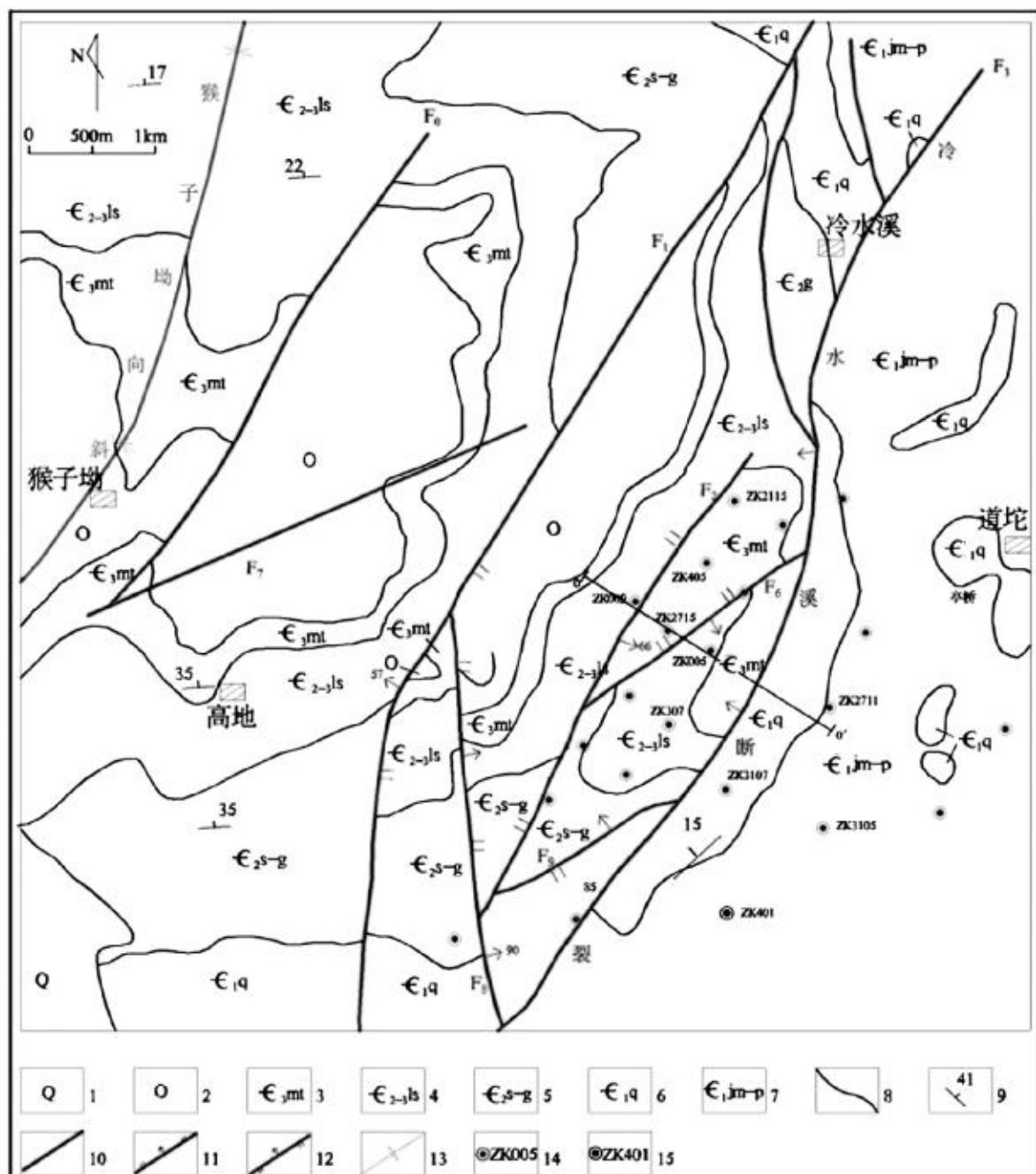


图1 松桃高地锰矿床矿区地质简图

Fig. 1 Geological sketch of Gaodi manganese deposit in Songtao

- 1—第四系浮土；2—奥陶系；3—寒武系毛田组；4—寒武系娄山关组；5—寒武系石冷水组-高台组；6—寒武系清虚洞组；
7—寒武系九门冲组-杷榔组；8—地质界线；9—地层产状；10—实测性质不明断层；11—实测正断层；
12—实测逆断层；13—向斜；14—见矿钻孔位置及编号；15—未见矿钻孔位置及编号

家湾—道坨Ⅳ级断陷(地堑)中,该Ⅳ级断陷(地堑)还同时控制形成了松桃道坨超大型锰矿床、松桃李家湾(含杨立掌、乌罗)大型锰矿床。

3 主要矿床地质特征

3.1 地层

矿区内地层由老至新依次为古生界寒武系下统九门冲组(E_{1jm})、变马冲组(E_{1b})、杷榔组(E_{1p})、清虚洞组(E_{1q})；寒武系中统高台组(E_{2g})、石冷水组(E_{2s})；寒武系中上统娄山关组

($E_{2-3 ls}$)；寒武系上统毛田组(E_{3mt})；奥陶系下统桐梓组(O_{1t})、红花园组(O_{1h})、大湾组(O_{1d})。而赋存菱锰矿的南华系地层等则全部隐伏在地下1 000米以下的深部,锰矿产于大塘坡组第一段的底部。

3.2 构造

区域上主要有梵净山穹状背斜、猴子坳向斜及凉风坳背斜等。高地锰矿位于猴子坳向斜南翼,矿区内次级褶皱不发育,为单斜构造;断裂构造较为发育,总体构造线呈北东、北北东方向展布,主要分布有三阳、杨立掌、木耳、红石等区域性

大断裂(侯兵德等,2011;姚希财等,2015)。区内主要褶皱、断裂构造特征如下:

猴子坳向斜:位于矿区北西部,呈南西至北东方向展布,自西向东分别被三阳、杨立掌断裂所影响,向斜完整性较差。向斜轴部出露最新地层为奥陶系下统大湾组(O_1d),向两翼依次出露寒武系、震旦系及南华系地层,地层倾角一般 $10^\circ\sim 30^\circ$,断层附近及向斜边缘可达 $40^\circ\sim 50^\circ$ (覃英等,2013)。

冷水溪断裂(F_3):为矿区内的主要断层之一,位于矿区南东侧,区域上延伸达数百公里,走向 $NE25^\circ$ 左右,其主断裂倾向NW,倾角 $35^\circ\sim 60^\circ$,在矿区范围内其上盘为寒武系中上统地层,下盘为寒武系下统清虚洞组及杷榔组地层,为一

犁式正断层,断距达400米以上,其对锰矿体的破坏和后期保存有重要的影响(袁良军等,2013;谢小峰等,2015)。目前详查资料证实,所幸该后生断层对目前详查范围内深部隐伏锰矿体尚未产生破坏(图2)。

F_2 :位于矿区东部,其走向 $25^\circ\sim 35^\circ$,呈北东向展布,倾向SE,倾角 65° 左右,其上、下盘均为寒武系地层,断层断距较小,约60m左右,为逆性断层性质,深部止于 F_3 断裂,未对隐伏锰矿体产生影响(图2)。

F_1 :位于矿区中部,其走向 35° 左右,倾角 $57^\circ\sim 70^\circ$,倾向NW,断距约400m,为一逆性断层。分析由于该逆断层的存在,对高地锰矿床北西侧尚未控制的隐伏锰矿体的埋深可能会变浅。

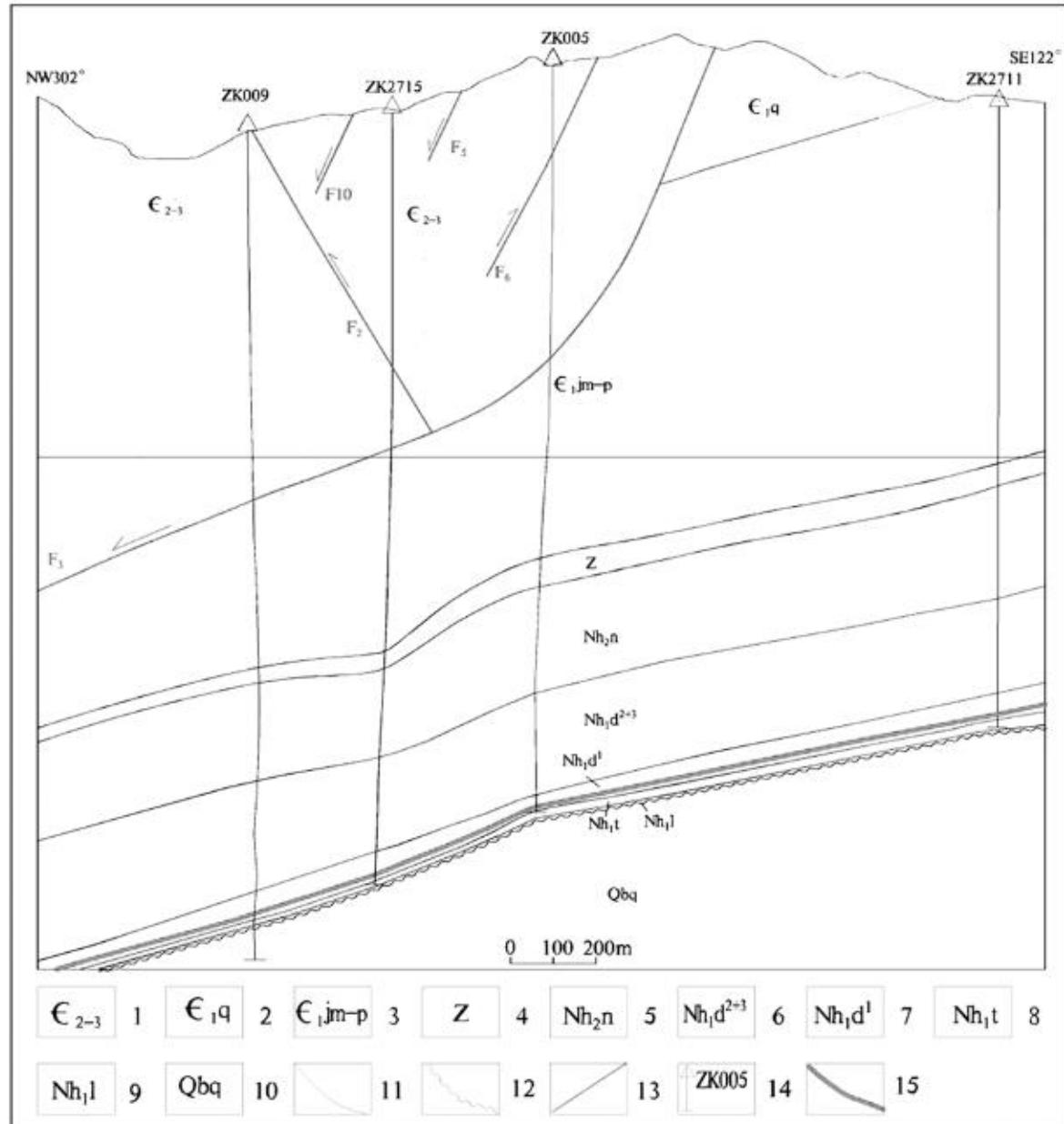


图2 松桃高地锰矿床0号勘探线剖面图(勘探线剖面位置见图1)

Fig. 2 Profile of prospecting line 0 in Gaodi manganese deposit

1—寒武系中至上统;2—寒武系下统清虚洞组;3—寒武系下统九门冲组至杷榔组;4—震旦系;5—南华系上统南沱组;6—南华系下统大塘坡组第二至第三段;7—南华系下统大塘坡组第一段;8—南华系下统铁丝坳组;9—南华系下统两界河组;10—青白口系清水江组;11—整合地层界线;12—不整合地层界线;13—断层;14—钻孔位置及编号;15—菱锰矿体;

3.3 含锰岩系特征

华南南华系古天然气渗漏沉积型锰矿床,均赋存于南华系下统大塘坡组第一段黑色炭质页岩底部(周琦等,2002;安正泽等,2014;杨胜堂,2013;张遂等,2015)(习称“含锰岩系”,即锰矿成矿地质体)。在松桃高地和道坨锰矿区,含锰岩系均未出露地表,综合钻孔资料分析,含锰岩系主要由黑色炭质页岩、含炭质页岩、粉砂质炭质页岩夹菱锰矿、含锰炭质页岩、凝灰岩透镜体等组成。在矿区中部的ZK2715、ZK009、ZK005一带菱锰矿体最厚(矿体累计最大厚度可达17.08 m),故以ZK2715钻孔为代表叙述之。该钻孔含锰岩系可细分为16个小层,由上至下依次为:

上覆地层大塘坡组第二段($Nh_1 d^2$):灰、深灰色层纹状含炭质粉砂质页岩

(16)黑色含黄铁矿炭质页岩,岩性单一,质纯。厚度38.69 m

(15)钢灰色条带状菱锰矿。厚度0.58 m

(14)黑色含锰炭质页岩,局部见少量黄铁矿顺层分布。厚度1.17 m

(13)钢灰色条带状菱锰矿,见星点状黄铁矿,石英细脉穿层分布。厚度0.73 m

(12)灰黑色含锰炭质页岩。厚度1.48 m

(11)钢灰色条带状菱锰矿,见石英细脉沿节理面分布。厚度1.03 m

(10)灰色含凝灰质粘土岩。厚度0.72 m

(9)钢灰色条带状菱锰矿夹黑色炭质页岩。厚度0.69 m

(8)灰黑色含锰炭质页岩,局部见少量黄铁矿集合体。厚度1.55 m

(7)钢灰色条带状菱锰矿,断口呈半金属光泽,见石英细脉。厚度1.12 m

(6)黑色含锰炭质页岩,见星点状、断线状黄铁矿,见石英细脉杂乱分布。厚度0.94 m

(5)钢灰色块状菱锰矿,断口呈半金属光泽,顺层见石英细脉,见气泡状结核。厚度3.28 m

(4)黑色炭质页岩,见星点状黄铁矿。厚度0.26 m

(3)钢灰色块状菱锰矿,上部多见星点状、断线状黄铁矿,下部多见石英细脉及气泡状结核。厚度6.74 m

(2)黑色炭质页岩,见星点状、断线状黄铁矿。厚度1.07 m

(1)黑色、灰黑色条带状锰矿,局部见气泡及穿层断线状黄铁矿脉。厚度3.60 m

下伏地层铁丝坳组($Nh_1 t$):灰色块状含砾砂岩

2.4 矿石质量

矿石矿物由菱锰矿、锰方解石和粘土矿物、自生矿物石英、玉髓等成分构成,混伴有大量炭质组分。菱锰矿:属自生矿物,为矿石中主要矿物,同时也是矿石中的主要含锰矿物,含量一般为50%~75%,在单偏光镜下主要呈细小隐晶粒状、细小球粒状、卵圆粒状等形态,其粒径一般小于0.005 mm,呈泥晶集合体堆积成不规则团块状、葡萄状、眼球状、偏长的囊体或近似圆形的各种囊体状,其间充填锰方解石、炭质组分,混杂有少量粉砂碎屑石英、粘土矿物、微晶石英、玉髓等。锰方解石含量一般为2%~12%,最高可达20%;粘土矿物一般为1%~3%,最高可达15%;泥炭质有机物含量一般为7%~15%;石英+玉髓:5%~18%;磷灰石、黄铁矿等含量较少,一般在2%以下。

矿石结构主要为泥晶结构,少量为粉砂质结构;矿石构造有四种类型,主要为块状、气泡状,其次为条带状及网脉状。

锰是矿石中主要有益组分,单件样品锰品位10.01%~33.11%,平均21.19%,变化系数28.30%;单工程平均锰品位19.70%~22.82%,平均21.50%,变化系数4.57%,矿床平均品位22.17%。P是矿石中主要有害组分,单件样品含量为0.030%~0.728%,平均0.240%,单工程含量为0.151%~0.281%,平均0.228%;矿石中其他主要组分含量见表1。

矿石类型按成因类型为碳酸锰矿石,按用途工业类型为优质湿法冶金用锰矿石,按结构构造为气泡状、块状、条带状碳酸锰矿石。

4 矿体空间分布特征

4.1 矿体形态、产状、规模

菱锰矿体赋存于含锰岩系底部,呈层状、似层状大致顺层产出。矿走向呈北东65°方向展布,与区内燕山期北北东-北东的地层走向存在35°~40°的交角;矿体总体倾向北西,倾角2°~22°;锰矿体规模巨大,仅高地锰矿探矿权内就已控制矿体走向长4 000余米(如加上道坨锰矿床的锰矿体长度,则矿体长度可达7.3 km),倾向延深宽2 000多米,锰矿体沿走向和倾向均未圈边。目前

表 1 矿石其它主要组分统计表

Table 1 Statistics of main component in ore

组 分	极 值(%)	平均值(%)	方 差	变化系数(%)
Mn	10.01 ~ 33.11	21.19	35.95	28.30
SiO ₂	2.34 ~ 67.22	21.67	140.11	54.62
TFe	0.94 ~ 7.78	2.47	0.75	35.08
P	0.030 ~ 0.728	0.235	0.01	44.85
CaO	4.96 ~ 9.61	6.87	1.11	10.97
Al ₂ O ₃	2.13 ~ 6.45	4.12	1.45	40.15
MgO	2.77 ~ 4.40	3.57	0.23	14.90
S	0.59 ~ 2.93	1.40	0.36	49.94
烧失量	26.64 ~ 33.43	30.40	3.97	6.43

测试单位:贵州省地矿局黔东地矿测试中心

已控制的矿体底板标高-450 m ~ -1 125 m。矿体厚度 3.30 m ~ 17.08 m, 矿体平均厚度达 7.77 m, 高地锰矿床矿体最厚地段分布在 ZK2715 孔附近。

锰矿体保存条件好。虽然矿区内构造发育,

但对目前详查控制范围内的隐伏锰矿体均在 F3 犁式断层下盘, 锰矿体具断层尚有 1 km 的距离, 未产生破坏作用。

4.2 矿体品位、厚度特征

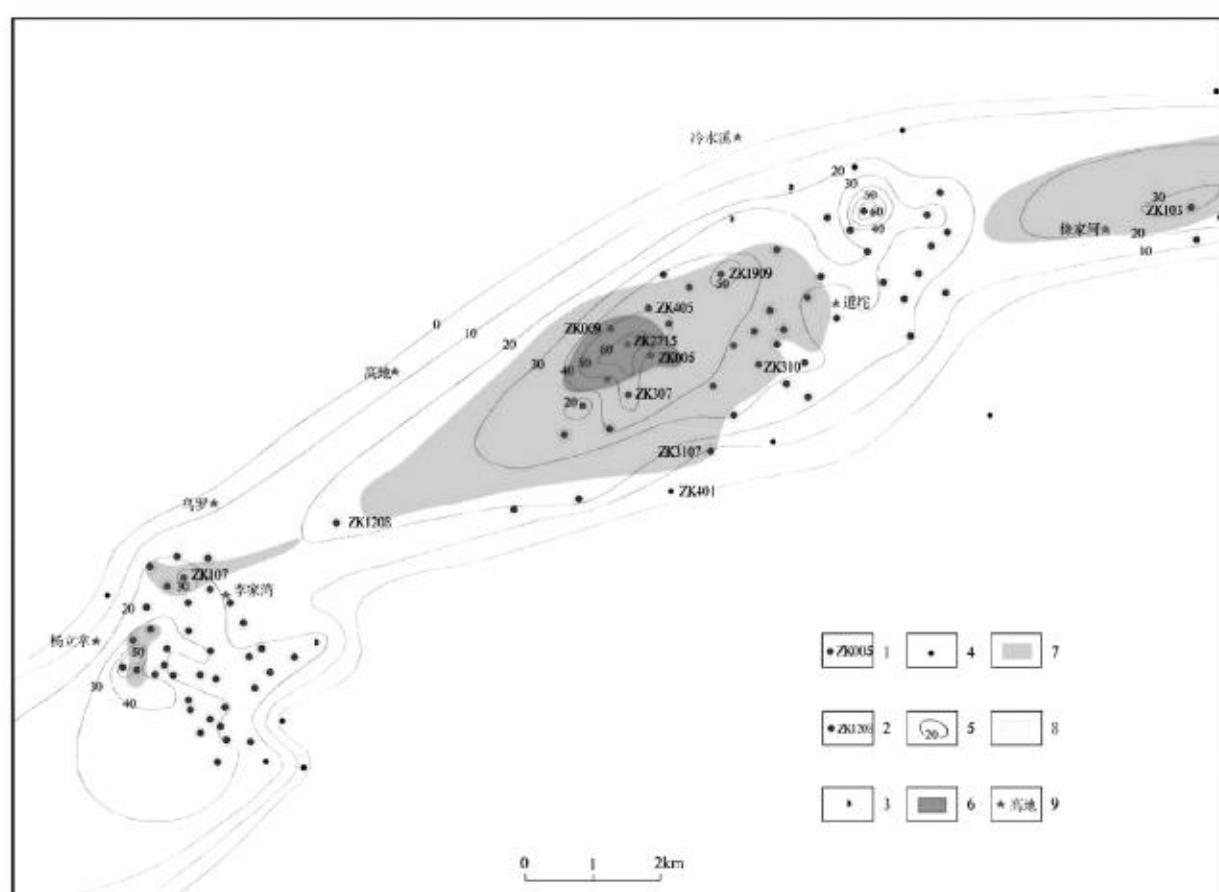


图 3 松桃高地锰矿床矿体厚度及含锰岩系厚度等值线图

Fig. 3 Isogram of orebody thickness and manganese-bearing rock thickness in Gaodi manganese deposit

1—见矿钻孔(含气泡);2—见矿钻孔(不含气泡);3—矿化钻孔;4—未见矿钻孔;5—含锰岩系厚度等值线;
6—矿体厚度大于 10 m;7—矿体厚度为 4 ~ 10 mm;8—矿体厚度为 0 ~ 4 m;9—居民地位置及名称

从图 3 可发现, 松桃李家湾-道坨 IV 级断陷(地堑)盆地分别以李家湾 ZK107(8.19 m), 高地 ZK2715(17.08 m)以及 ZK103(7.87 m)一带为中心, 向四周矿体厚度逐渐变薄, 与含锰岩系的厚度

变化相似, 成锰盆地长轴方向大致为 NE65°左右, 成锰盆地存在三个矿体厚度高值区, 这与含锰岩系厚度的三个高值区(即更次级的沉降中心)空间位置是完全重合的。反应出含锰岩系、菱锰矿

体变化规律呈正相关。

4.3 矿体沿断陷盆地短轴方向展布特征

以ZK2715钻孔为中心,选择大致沿垂直松桃李家湾-道坨Ⅳ级断陷(地堑)盆地(袁良军等,2016)长轴方向的ZK009、ZK2715、ZK005、ZK307、ZK3107、ZK401钻孔,进行锰矿体与含锰岩系的对比研究发现(图3):

(1)以ZK2715、ZK307为中心,出现两个更次级的沉降中心,反映出为两个主渗漏喷溢口。从ZK009钻孔至ZK2715钻孔,矿体厚度由15.00 m

增加至17.08 m,矿体由4层增加至7层;往ZK005又减少至5层。

(2)被沥青充填的气泡状菱锰矿石均出现在靠近底部铁丝坳组冰碛含砾砂岩界线之上的附近。往上则出现块状、条带状菱锰矿石的规律。

(3)菱锰矿体的厚度、层数与含锰岩系的厚度呈明显的正相关关系。

(4)在锰矿渗漏喷溢成矿期,ZK401孔位置为次级隆起(地垒)位置,无菱锰矿和炭质页岩沉积,出现了Sturtian冰期典型的盖帽白云岩沉积。后期随着裂解的发展,逐步下陷接受炭质页岩沉积,反映出断陷(地堑)盆地特征。

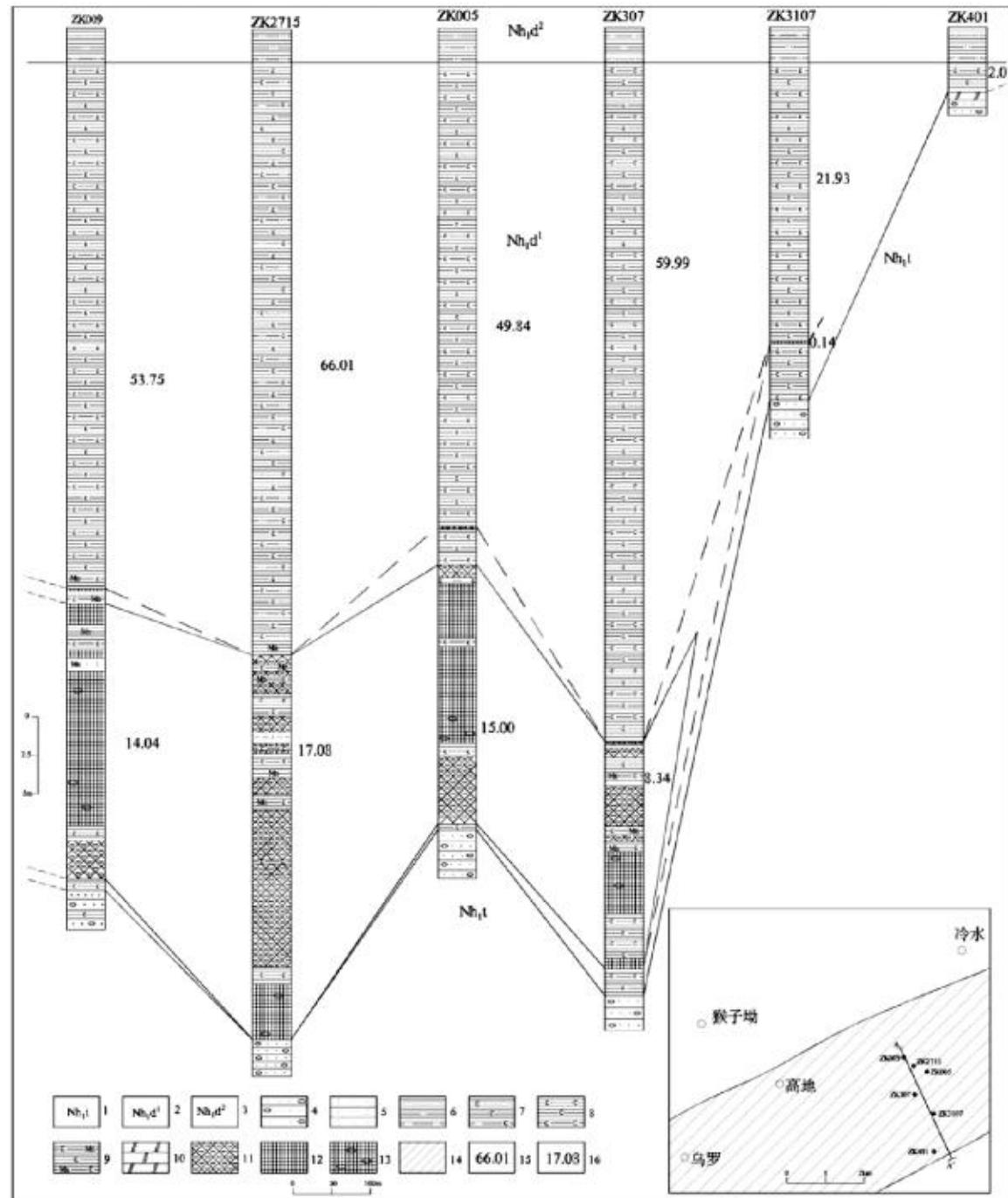


图4 松桃高地锰矿床矿体沿断陷盆地短轴方向柱状对比图

Fig. 4 Correlation histogram of short axis along fault basin in Gaodi manganese deposit

1—铁丝坳组;2—大塘坡组第一段;3—大塘坡组第二段;4—含砾砂岩;5—凝灰质砂岩;6—粉砂质页岩;7—含炭质粉砂质页岩;
8—炭质页岩;9—含锰炭质页岩;10—白云岩;11—条带状菱锰矿;12—块状菱锰矿;13—气泡状菱锰矿;14—李家湾-道坨Ⅳ级
断陷(地堑)盆地分布范围(未全);15—大塘坡组一段厚度(m);16—矿体厚度(m)

4.4 古天然气渗漏喷溢相分布特征

高地锰矿床属典型的古天然气渗漏沉积型锰矿床。据建立的黔湘渝毗邻区南华纪锰矿裂谷盆地古天然气渗漏成矿模式(周琦等,2007,2013;刘

雨,2016),高地锰矿床古天然气成矿的渗漏喷溢成矿的中心相、过渡相和边缘相三个相带特征十分明显,特别是呈狭长带状中心相分布范围大(图5),以致高地锰矿床的锰矿平均品位是该地区该类型所有锰矿床之最。

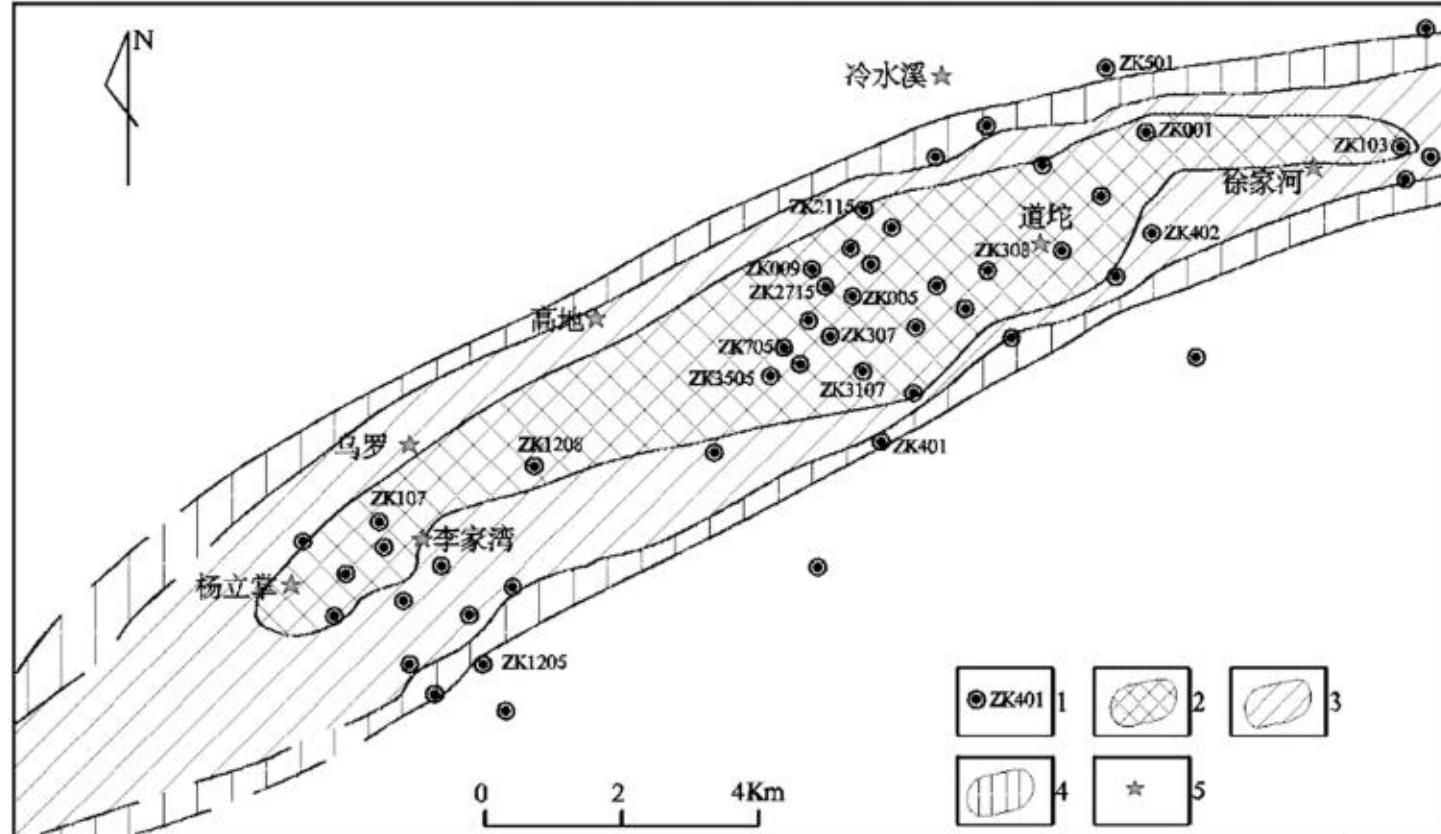


图5 松桃李家湾-道坨IV级断陷(地堑)盆地锰矿古天然气渗漏喷溢相分布与找矿预测图

Fig. 5 Manganese seepage and overflow facies and exploration prediction of Lijiawan-Daotuo IV level fault basin in Songtao

1—钻孔位置及编号;2—中心相;3—过渡相;4—边缘相;5—居民地位置及名称

(1) 中心相:大致以松桃李家湾ZK107孔至高地ZK2715孔一线为中心,呈狭长带状分布。其主要特征是底部菱锰矿体出现被沥青充填的气泡状菱锰矿石和古天然气渗漏喷溢成矿过程中产生的系列软沉积变形纹理、底劈构造等,一般分布有多层菱锰矿体,锰矿体平均品位最高。出现一层或多层凝灰质粘土岩等。该带宽950 m~2 800 m,长大于15 km。含锰岩系厚度最大。

高地锰矿区以ZK2715为中心区域,向两侧矿体厚度均有变薄的趋势,该孔矿体厚度最大(17.08 m),可划分为7层矿,其中下部的3层矿石厚度均大于3 m,累计13.62 m,矿石类型以块状、气泡状菱锰矿为主,品位最高可达32.69%;上部4层矿石主要以条带状菱锰矿为主,品位一般为15%±。钻孔整个矿体平均品位大于22%。矿层夹石厚度介于0.26~2.96 m,夹石岩性组合为炭质页岩、含锰炭质页岩、凝灰质粘土岩等。中心相区的ZK009、ZK405、ZK403、ZK005及ZK309五个钻孔,均出现3层以上菱锰矿体,中部、底部矿均为气

泡状、块状菱锰矿,上部菱锰矿体则为主要为条带状菱锰矿,矿石品位一般在21%左右,矿体厚度大于8 m。

(2) 过渡相:该相带以围绕中心相呈环带状分布为特征。一般不出现被沥青充填的气泡状菱锰矿石和软沉积变形纹理、底劈构造等,主要以块状菱锰矿石及部分条带状菱锰矿石为特征。发育2~3层菱锰矿体,锰矿体品位较中心相低,含锰岩系厚度也较中心相区有所减薄。该带单侧宽150 m~1 500 m,长大于20 km。

(3) 边缘相:该相带以围绕过渡相呈环带状分布为特征。以主要为条带状锰矿石和与炭质页岩互层为特征,锰矿体品位又较过渡相低。含锰岩系厚度较过渡相区明显减薄。越靠近断陷(地堑)盆地边缘,菱锰矿体厚度越来越薄,直至尖灭。

需说明的是:高地锰矿床边缘相的北西、南西侧的边界尚未完全控制,目前仅是推测界线。

5 找矿预测

根据钻孔揭露情况,由SE至NW,矿体厚度逐渐增大,矿体层数增加,在ZK3505-ZK2715-ZK2115一线的SE区域,其矿体厚度依次为7.31 m、17.08 m、3.30 m,认为在ZK3505-ZK2715-ZK2115一线的NW区域具备极好的成锰条件。

高地锰矿施工的13个钻孔中多个钻孔中均发现有气泡状菱锰矿,为锰矿成矿的渗漏喷溢中心相特征标志。高地锰矿床中心相具有面积大、渗漏喷溢强度强,矿体厚度大,矿体层数多,反映出大规模和多期次的锰矿成矿作用特征。因此在ZK3505-ZK2715-ZK2115一线的NW区域(即松桃李家湾-道坨Ⅳ级断陷(地堑)盆地的中部),锰矿找矿潜力依然巨大。

综上,笔者认为李家湾、道坨、高地锰矿属于同一Ⅳ级断陷(地堑)盆地,高地锰矿位于成锰盆地中心,成锰盆地长轴方向大致为NE65°左右,盆地长大于15 km,宽约3 km~4 km,目前已控制的资源量已逾3亿吨,预测该断陷(地堑)盆地锰矿总资源量可达5亿吨之巨。

6 结论

(1)松桃高地超大型锰矿床属于典型的古天然气渗漏沉积型锰矿床。古天然气渗漏喷溢沉积成锰系统中心相、过渡相、边缘相特征十分典型。该矿床主要位于松桃李家湾-道坨Ⅳ级断陷(地堑)盆地的锰矿成矿中心区域。ZK2715孔附近高地锰矿床矿体最厚地段分布在。

(2)松桃高地超大型锰矿床矿体规模巨大,且品位高。仅高地锰矿探矿权内就已控制矿体走向长4 000余米(如加上道坨锰矿床的锰矿体长度,则矿体长度可达7.3 km),倾向延深宽2 000多米,锰矿体沿走向和倾向均未圈边。矿体平均厚度达7.77 m,矿体平均品位达22.17%,考虑烧失量等指标,总体达碳酸锰富矿的工业指标。

(3)巨型菱锰矿体实际走向呈65°~70°方向展布,与区内燕山期北北东-北东的地层走向存在35°~40°的交角。

(4)松桃高地超大型锰矿床与松桃道坨超大型锰矿床、松桃李家湾大型锰矿床属于同一Ⅳ级断陷(地堑)盆地。该盆地长轴方向大致为NE65°~

70°,长度大于15 km,宽约3 km~4 km,目前已控制的资源量已达3亿吨,预测该断陷(地堑)盆地锰矿总资源量可达5亿吨。

致谢:在论文撰写及成稿过程中,得到贵州省地矿局总工程师周琦研究员的悉心指导,提出了许多宝贵意见及修改建议,在此特表示衷心感谢!

[参考文献]

- 安正泽,张仁彪,陈甲才,等.2014.贵州省松桃县道坨隐伏超大型锰矿床的发现及其成因探讨[J].矿床地质,33(4):70-884.
- 杜光映,周琦,袁良军,等.2013.黔东地区松桃杨立掌锰矿床矿体空间分布特征与找矿方向探讨[J].贵州地质,177-184.
- 杜远生,周琦,余文超,等.2015.Rodinia超大陆裂解、Sturtian冰期事件和扬子地块东南缘大规模锰成矿作用[J].地质科技情报,34(6):-7.
- 侯兵德,袁良军,占朋才.2011.贵州松桃杨立掌锰矿地质特征及找矿潜力分析[J].矿产与地质,47-52.
- 刘雨.2016.贵州松桃地区“大塘坡式”锰矿床成矿模式与找矿意义[D].长江大学硕士研究生学位论文.
- 覃英,安正泽,王佳武,等.2013.贵州松桃锰矿整装勘查区道坨隐伏超大型锰矿床的发现及地质特征[J].矿产勘查,345-355.
- 王剑.2000.华南新元古代裂谷盆地演化:兼论与Rodinia解体的关系[M].北京:地质出版社,26-30.
- 王剑,段太忠,谢渊,等.2012.扬子地块东南缘大地构造演化及其油气地质意义[J].地质通报,31(11):1739-1749.
- 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.
- 谢小峰,杨坤光,袁良军.2015.黔东地区“大塘坡式”锰矿研究现状及进展综述[J].贵州地质,171-176.
- 谢小峰,杨坤光,周琦,等.2015.犁式正断层特征及其在找矿预测中的作用:以黔东松桃西溪堡大型锰矿床为例[J].贵州地质,33-39.
- 杨胜堂.2013.贵州松桃杨家湾锰矿地质特征及找矿方向[J].中国锰业,31(2):5-48.
- 姚希财,温官国,谢小峰,等.2015.黔东地区杨立掌锰矿床李家湾锰段地质特征浅析[J].地质调查与研究,35-40.
- 袁良军,周琦,杜光映,等.2013.贵州松桃西溪堡大兴锰矿床F1犁式断层特征及对锰矿体破坏与保存作用探讨[J].贵州地质,30(3):70-176.
- 袁良军,周琦,张遂,等.2016.黔东李家湾-道坨南华纪早期成锰盆地原型结构特征及锰矿潜力预测[J].矿床地质(增刊1),37-38.
- 张遂,周琦,张平壹,等.2015.黔东松桃西溪堡南华系大塘坡组超大型锰矿床地质特征及找矿预测[J].地质科技情报,34(6):-16.
- 周琦.黔东新元古代南华纪早期冷泉碳酸盐岩地质地球化学特征及其对锰矿的控矿意义[D].中国地质大学博士学位论文,2008.
- 周琦,杜远生.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,457-466.
- 周琦,杜远生,王家生,等.2007.黔东北地区南华系大塘坡组冷泉碳酸盐岩及其意义[J].地球科学:中国地质大学学报,32(3):39-346.
- 周琦,杜远生,颜佳新,等.2007.贵州松桃大塘坡地区南华纪早期冷泉碳酸盐岩地质地球化学特征[J].地球科学:中国地质大学学报,32(增刊):33-40.
- 周琦,杜远生,袁良军,等.2016.黔湘渝毗邻区南华纪裂谷盆地结构及其对锰矿的控制作用[J].地球科学,41(2):77-188.
- 周琦,杜远生,袁良军,等.2016.贵州铜仁松桃锰矿国家整装勘查区地质找矿主要进展及潜力预测[J].贵州地质,33(4):37-244.
- 周琦,覃英,张遂,等.2002.黔东北地区优质锰矿找矿进展与前景展望[J].贵州地质,19(4):228-230.

Orebody Spatial Distribution Regulation and Prospecting Prediction of Gaodi Super-large Manganese Deposit in Songtao, Guizhou

YAO Xi-cai, TIAN Jing-jiang, ZHANG Ping-yi, CHEN Jia-cai,
SHEN Hong-qian, YUAN Liang-jun

(103 Geological Party, Guizhou Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development,
Tongren 554300, Guizhou, China)

[Abstract] Gaodi super-large manganese deposit is a typical Ancient natural gas seepage sedimentary-type manganese deposit which in the central phase area nearby and overflow vent of fault basin, the central phase, marginal facies and transition phase of ancient natural gas seepage overflow sedimentary manganese formation system are obvious, the orebody has big scale and high grade. The geologic information of Gaodi manganese deposit and nearby area are studied, the geologic and spatial characteristics are discussed, it's thought that Gaodi super-large manganese deposit, Daotuo super-large manganese deposit and Lijiawan large manganese deposit belong to the same IV level fault basin, the general basin long axis is NE65°, the known resource is more than 300 million ton, but the exploration of the basin isn't finished, the potential is very large.

[Key words] Super-large manganese deposit; Orebody characteristic; Prospecting prediction; Gaodi Songtao, Guizhou

(上接第37页)

Sequence Strata and Coal Control of Upper Permian in Shuicheng Mining Area, Guizhou

WEN Shu-peng

(No. 113 Exploration Team, Guizhou Bureau of Coal Geological Exploration, Guiyang 550081, Guizhou, China)

[Abstract] The coal-bearing Longtan formation in Shuicheng mining area is a typical transitional facies coal-bearing rock series, there were delta plain, wad and lagoon under this sedimentary environment. In this paper, the coal-bearing Longtan formation and Wangjiazhai formation of upper Permian are studied, 4 sequence boundaries are identified, Permian of Shuicheng mining area are divided into 4 sequence strata, sequence I is from basalt top boundary of Emei mountain to mark 7 bottom boundary, sequence II is from mark 7 bottom boundary to, sequence III is from No. 4 coal floor to unconformity interface of Permian and Triassic, coal in sequence II developed the best, then sequence III, sequence I is the worst. The sequence are divided into lowstand system tract, transgressive systems tract and highstand system tract, notably the transgressive system tract, the most favourable coal highstand system tract times, lowstand system tract is the worst.

[Key words] Shuicheng mining area; Upper Permian; Coal-bearing rock series; Sequence strata; coal control