

贵州松桃高地隐伏超大型锰矿床主要特征与找矿实践

袁良军^{1,2,3},周琦^{1,3},潘文^{1,2,3,4},姚希财^{1,2,3},陈甲才²,田景江²,
沈红钱^{1,3},谢小峰^{1,2,3,4},张仁彪²,谢兴友^{1,2,3},郑超²,覃永军^{1,3}

(1. 自然资源部基岩区矿产资源勘查工程创新中心,贵阳 550003;2. 贵州省地质矿产勘查开发局 103 地质大队,铜仁 554300;3. 贵州省锰矿资源预测评价科技创新人才团队;4. 中国地质大学地球科学学院,湖北 武汉 430074)

[摘要]位于贵州省松桃县乌罗镇高地村的高地锰矿床,是贵州省地质矿产勘查开发局 103 地质大队应用南华纪锰矿裂谷盆地古天然气渗漏成矿理论和方法,在贵州铜仁松桃国家锰矿整装勘查区找矿实践检验中,继近年新发现普觉、道坨、桃子坪等三个隐伏超大型锰矿床之后,又新发现的隐伏超大型锰矿床。该矿床属于典型的古天然气渗漏沉积型锰矿床,地处李家湾-高地-道坨南华纪地堑盆地中心区域,位于古天然气渗漏喷溢成矿系统的中心相区,以致该矿床的矿体平均厚度、锰矿平均品位是目前该地区该类型所有锰矿床之最。地表发育成矿后期(燕山期)以冷水溪断层(F_3)为代表的犁式正断层,目前控制的隐伏菱锰矿体均分布在其下盘,由于地表相关系列断层均未穿过 F_3 断层,故深部隐伏锰矿体保存完好,尚未圈边,深部仍有较大找矿潜力。

[关键词]高地超大型锰矿床;地质特征;找矿实践;贵州松桃

[中图分类号]P618.32 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1000-5943(2019)-03-0197-10

1 引言

贵州省松桃县高地隐伏超大型锰矿床位于贵州省松桃县城南西 260° 方向平距 37 km 的高地村,辖属松桃县乌罗镇。该锰矿床区域上属于南华裂谷盆地、武陵次级裂谷盆地、石阡-松桃-古丈Ⅲ级地堑盆地中的李家湾-道坨Ⅳ级地堑盆地(周琦、杜远生等,2007,2012),南华纪早期同沉积断层、Ⅳ地堑盆地、含锰岩系、古天然气渗漏喷溢中心相/过渡相/边缘相等是控制区内南华纪锰矿形成和分布的重要控矿因素(周琦等,2017)。

2014年,贵州省地质矿产勘查开发局 103 地质大队应用周琦等原创的南华纪锰矿裂谷盆地古天然气渗漏喷溢成矿理论和研发的古天然气渗漏沉积型锰矿床专项填图方法、深部隐伏锰矿床找矿预测关键技术等,在贵州铜仁松桃锰矿整装勘查区的李家湾-道坨重点工作区开展大比例尺专项填图与找矿预测工作,进一步查明李家湾-道坨南华纪Ⅳ级地堑盆地空间展布规律与古天然气渗漏喷溢中心相、过渡相、边缘相的基础上,综合预测圈定了位于地堑盆地中心相分布区域、找矿潜力大的高地锰矿预测区。同年 12 月,经 ZK2715 首孔验证发现了高地找矿靶区深部隐伏被沥青充填的气泡状富菱锰矿体。勘查成果成功证实了当

[收稿日期]2018-11-28 **[修回日期]**2019-08-04

[基金项目]本文得到中国地质调查局《中国矿产地质与成矿规律综合集成和服务》(121201103000150020)及其二级项目《贵州锰矿成因与成矿规律》(DD20170346),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),中国地质调查局发展研究中心(自然资源部矿产勘查技术指导中心)《贵州铜仁松桃锰矿矿集区矿产地质调查》(DD20190166-17),《锰矿勘查与开发大数据管理与智能处理系统研发应用》(黔科合支撑[2017]2951号),《黔东北若干超大型锰矿床三维地质建模与数据挖掘》(黔地矿科合[2017]2号),《贵州省深部锰矿地球物理精细探测新技术研发》(黔科合支撑[2019]2868号)联合资助。

[作者简介]袁良军(1971—),男,高级工程师,主要从事矿产地质勘查与评价工作。E-mail:1345184329@qq.com

初预测(周琦等,2016),松桃高地超大型锰矿床实际与松桃杨立掌、李家湾锰矿床、道坨超大型锰矿床和大路锰矿床等整体是受李家湾-高地-道坨南华纪IV级地堑盆地控制的一个罕见的巨型锰矿床,找矿潜力巨大。现已由贵州省地矿局103地质大队、自然资源部基岩区矿产资源勘查工程创新中心建成深部锰矿找矿示范基地。

2 区域地质

按照大地构造单元划分,松桃高地锰矿床位于上扬子陆块、鄂渝湘黔前陆褶断带;按照全国成矿区带的划分(陈毓川等,2010),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)。III级成矿单元中属于上扬子中东部(台褶带)PbZn Cu AgFeMnHgSb 磷铝土矿硫铁矿成矿带(III77);位于全国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,松桃李家湾-高地-道坨IV级地堑盆地中(周琦等,2016),该IV级地堑还同时控制形成了著名的松桃道坨超大型锰矿床、李家湾(含杨立掌、乌罗)大型锰矿床及大路锰矿床等,高地超大型锰矿床具体位于李家湾大型锰矿床与道坨超大型锰矿床之间(图1)。

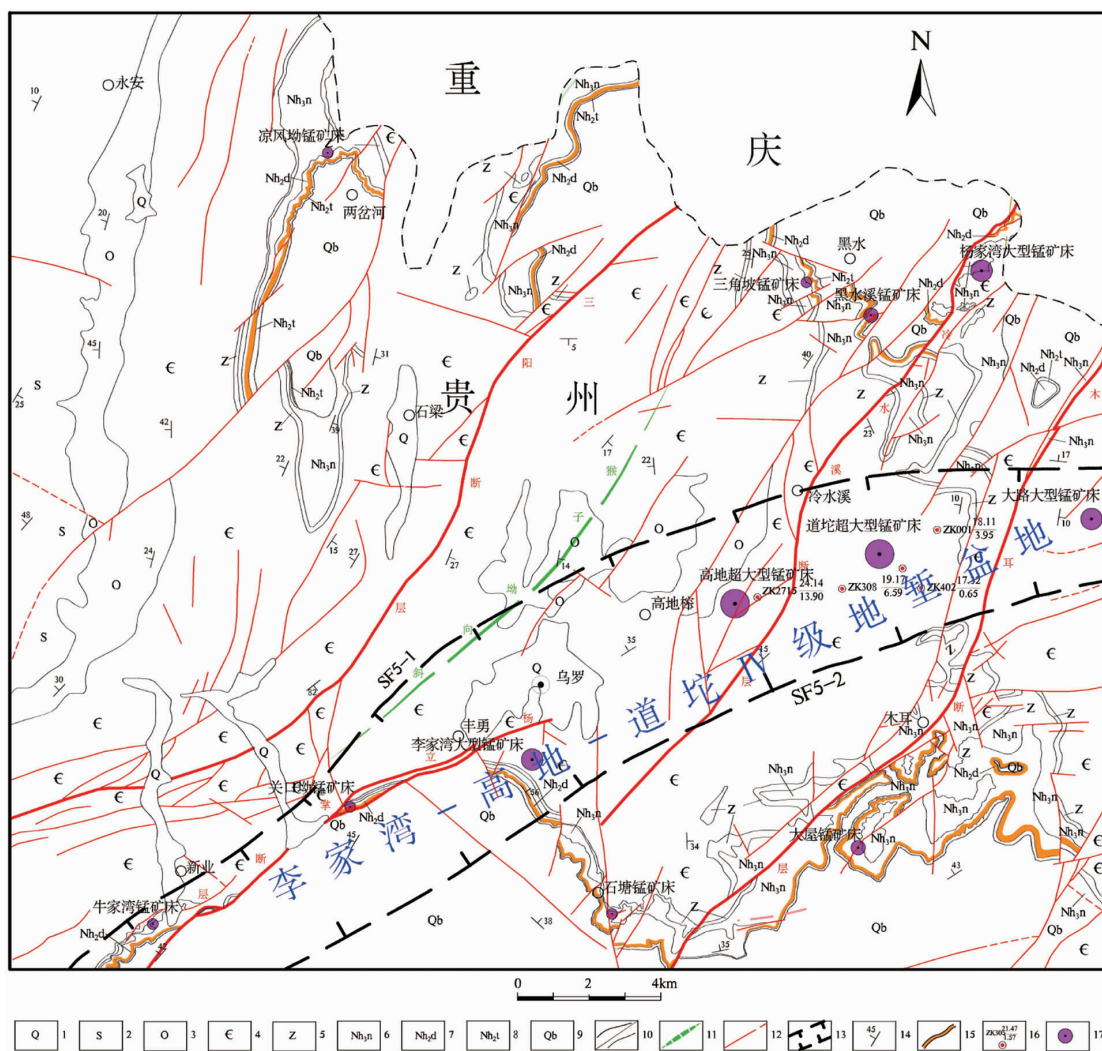


图1 贵州松桃高地隐伏超大型锰矿床区域地质与南华纪早期地堑盆地分布叠合图

Fig. 1 Superimposed map of regional geology in Gaodi super-large manganese deposit of Songtao, Guizhou and graben basin distribution in early Nanhua period

- 1—第四系;2—志留系;3—奥陶系;4—寒武系;5—震旦系;6—南华系上统南沱组;7—南华系中统大塘坡组;8—南华系中统铁丝垭组;
- 9—青白口系;10—角度不整合地层界线;11—向斜轴线;12—实测及推测断层;13—IV级地堑盆地;14—地层产状;15—含锰岩系露头;
- 16—钻孔位置及编号-锰品位(%)/矿体厚度(m);17—锰矿床(点)

区域地层从新元古代的梵净山群、板溪群、南华系、震旦系和古生代寒武系、奥陶系等地层均有出露,南华系锰矿赋存在大塘坡组第一段(俗称“含锰岩系”)底部,划属松桃-古丈地层小区(周琦等,2016)。区域上含锰岩系(成矿地质体)不是呈面状分布,而是沿南华纪早期地堑盆地大致呈线状零星展布,仅局部出露地表外,其余均深埋于地表之下1 000~1 700 m,极大增强了隐伏锰矿床找矿预测的难度。

由于该区地处扬子板块与南华活动带的过渡区,燕山运动奠定了该地区现今主要地质构造面貌和地貌发育的基础(戴传固等,2017),区域构造格架总体呈为北北东向展布。但这与南华纪早期控制锰矿形成的同沉积层及所控制形成的地堑盆地呈北东65°~70°展布存在40°左右的夹角(图1),这是过去锰矿找矿所未发现的重要规律之一,也是导致上世纪80年代至本世纪初期,黔东南地区锰矿找矿长期徘徊无突破的主要原因之一。

3 矿区地质

3.1 矿区地层

矿区内出露地层由老至新依次为古生界寒武

系下统九门冲组(ϵ_{jm})、变马冲组(ϵ_b)、杷榔组(ϵ_p)、清虚洞组(ϵ_q),寒武系中统高台组(ϵ_g)、石冷水组(ϵ_s),寒武系中上统娄山关组(ϵ_{2-3ls}),寒武系上统毛田组(ϵ_{mt}),奥陶系下统桐梓组(O_1t)、红花园组(O_1h)、大湾组(O_1d),岩性主要以碳酸盐岩为主,少量碎屑岩。而赋存菱锰矿的南华系地层等则全部隐伏在地下1 000 m以下的深部(姚希财等,2017),锰矿产于大塘坡组第一段的底部。

3.2 矿区构造

矿区位于区域木耳断裂北东侧、猴子坳向斜南东翼,燕山期北北东-北东向断裂构造发育,次级褶皱不发育,总体为倾向北西的单斜构造。虽然矿区燕山期断裂构造发育,但因高地锰矿区存在以 F_3 (冷水溪断层)为代表的滑脱断层或称犁式正断层(谢小峰等,2018),浅层的系列断层均未穿过 F_3 犁式正断层,目前详查控制范围内的矿体均在 F_3 滑脱断层下盘(图2),故未对深部隐伏菱锰矿体产生破坏,锰矿体保存完好(姚希财等,2017)。而矿区隐伏菱锰矿体受南华纪早期同沉积层 F_5 控制,产于李家湾-道坨南华纪IV级地堑盆地中(周琦等,2013)。

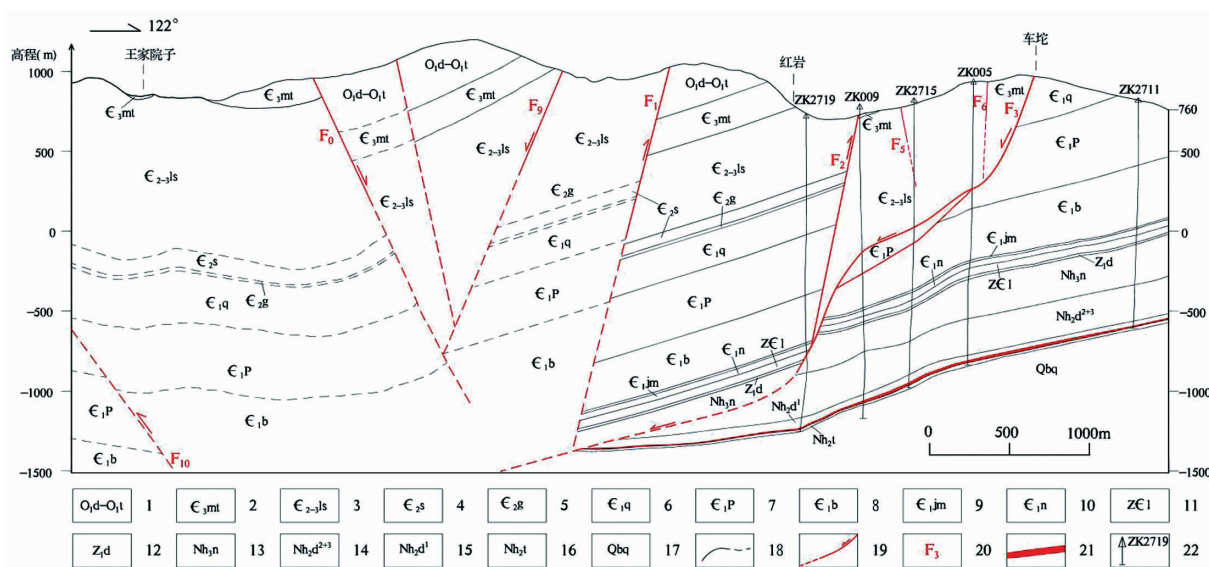


图2 贵州松桃高地超大型锰矿床27号勘探线剖面图

Fig. 2 Profile of No. 27 prospecting line in Gaodi super-large manganese deposit of Songtao, Guizhou

1—大湾组-桐梓组;2—毛田组;3—娄山关组;4—石冷水组;5—高台组;6—清虚洞组;7—杷榔组;8—变马冲组;9—九门冲组;10—牛蹄塘组;11—老堡组;12—陡山沱组;13—南沱组;14—大塘坡组第二段+第三段;15—大塘坡组第一段;16—铁丝坳组;17—清水江组;18—实测及推测地层界线;19—实测及推测断层;20—断层编号;21—菱锰矿体;22—钻孔及编号

李家湾-高地-道坨南华纪IV级地堑盆地十分独特,由SF5-1和SF5-2两条南华纪早期同沉积断层所夹持呈狭长带状的地堑盆地,盆地北侧为牛峰包隆起(地垒),南侧为和尚坪隆起(地垒)(图3)。地堑盆地中心走向大致为北东向65°~

70°左右,盆地展布长大于35.0 km,盆地宽3~5 km。在平面上呈现中部宽缓向北西凸出、两端向南东逐渐收敛,形成“新月形”的地堑盆地(袁良军等,2016);在横向剖面上显示出南东陡、北西宽缓的“箕状”地堑盆地(图4)。

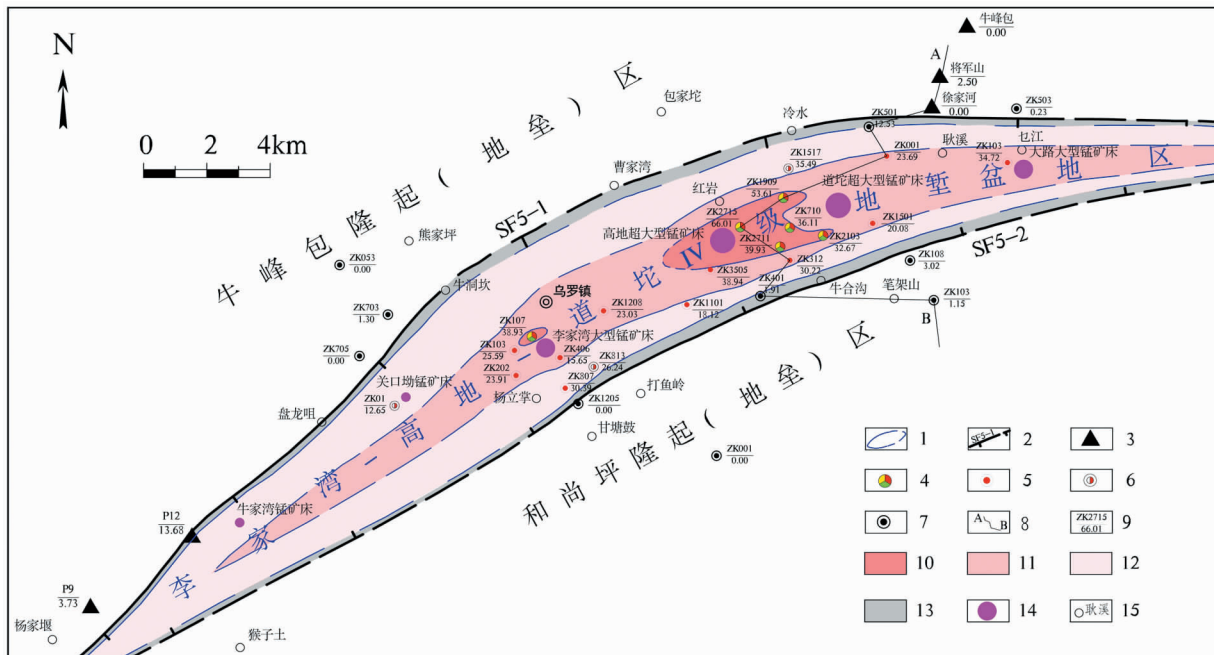


图3 松桃李家湾-高地-道坨超大型锰矿床南华纪大塘坡早期构造古地理与找矿预测图

Fig. 3 Tectono-paleogeography and Ore prediction of Datangpo, Nanhua period in Lijiawan-Gaodi-Daotuo super-large manganese deposit in Songtao

1—实测及推测古天然气渗漏喷溢成矿系统相带分界线;2—实测及推测控制李家湾-高地-道坨IV级地堑盆地的同沉积断层与编号;3—剖面位置;4—见矿钻孔(含气泡状);5—见矿钻孔(不含气泡状);6—见矿厚度<0.5 m钻孔;7—未见矿钻孔;8—柱状对比连线;9—钻孔编号/含锰岩系厚度(m);10—中心相;11—过渡相;12—边缘相;13—大塘坡组黑色页岩;14—矿床(点);15—居民地

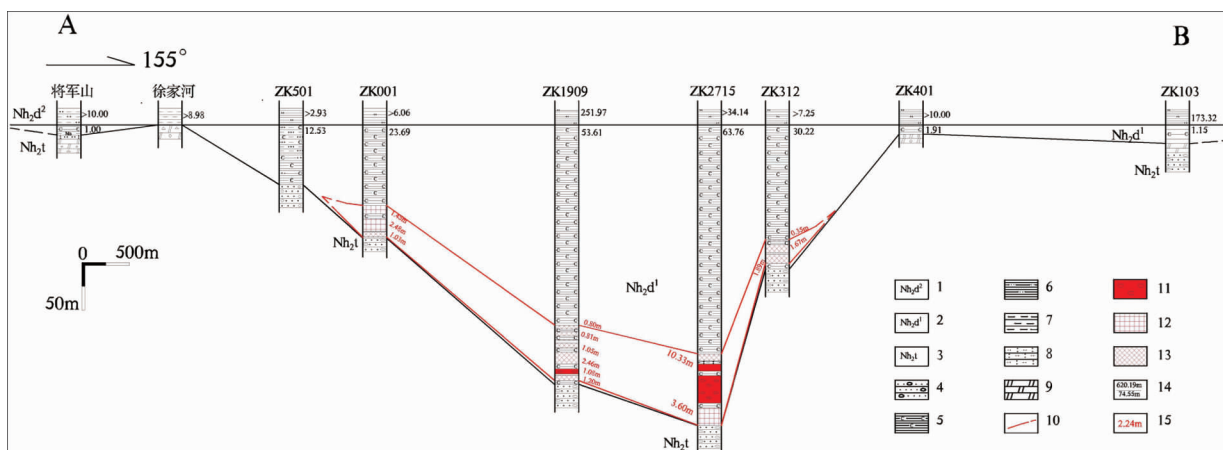


图4 松桃李家湾-高地-道坨IV级地堑盆地(A-B)含锰岩系对比图

(位置详见图2)

Fig. 4 Comparison of (A-B) manganese-bearing rock series in Lijiawan-Gaodi-Daotuo IV level graben basin of Songtao

1—大塘坡组第二段;2—大塘坡组第一段;3—铁丝拗组;4—含砾砂岩;5—粉砂质页岩;6—炭质页岩;7—粘土岩;8—凝灰质粉砂岩;9—白云岩;10—菱锰矿体连线;11—气泡状菱锰矿;12—块状菱锰矿;13—一条带状菱锰矿;14— Nh_2d^2 厚度/ Nh_2d^1 厚度;15—菱锰矿体厚度标注

松桃高地超大型锰矿床即位于地堑盆地中部向北西凸出的中心位置,松桃道坨超大型锰矿床及松桃大路大型锰矿床位于地堑盆地东段,松桃李家湾(含杨立掌、乌罗)大型锰矿床、以及印江关口坳锰矿床、牛家湾锰矿床等位于地堑盆地西段。这些矿床实际是由李家湾-高地-道坨IV级地堑盆地控制的一个巨型锰矿床(图3)。

综上,矿区地表燕山期构造主要为北北东向,对后期锰矿的保存造成不同程度的影响和破坏,而深部隐伏的控制锰矿形成和分布的南华纪早期同沉积断层与地堑盆地的方向却主要为北东东 $65^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 方向,存在约 40° 的夹角(图1、图3),这一发现解决了该区厚覆盖层和复杂构造条件下的找矿预测难题。

3.3 含锰岩系特征

(1) 含锰岩系特征

综合矿区钻孔资料分析,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:

上履地层大塘坡组第二段(Nh_2d^2):灰、深灰色层纹状含炭质粉砂质页岩

- p. 黑色含黄铁矿炭质页岩,岩性单一,质纯。
厚度 38.69 m
- o. 钢灰色条带状菱锰矿。
厚度 0.58 m
- n. 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
- m. 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
- l. 灰黑色含锰炭质页岩。
厚度 1.48 m
- k. 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
- j. 灰色含凝灰质粘土岩。
厚度 0.72 m
- i. 钢灰色条带状菱锰矿夹黑色炭质页岩。
厚度 0.69 m
- h. 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
- g. 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
- f. 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

e. 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

d. 黑色炭质页岩,见星点状黄铁矿。
厚度 0.26 m

c. 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

b. 黑色炭质页岩,见星点状、断线状黄铁矿。
厚度 1.07 m

a. 黑色、灰黑色块状锰矿,局部见气泡及穿层断线状黄铁矿细脉。
厚度 3.60 m

下伏地层铁丝坳组(Nh_2t):灰色块状冰碛含砾砂岩,顶部的冰碛含砾砂岩中夹两层厚0.12~0.40 m的条带状菱锰矿体。

(2) 含锰岩系空间变化规律

在李家湾-高地-道坨南华纪IV级地堑盆地中,沿盆地走向方向含锰岩系出现3个厚度高值区,大致呈北东 $65^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 方向排列,但在高地锰矿床中的ZK2715(63.76 m)出现最高值(图5)。垂直盆地方向,含锰岩系则表现出由盆地中心向盆地边缘厚度逐渐变薄、尖灭(图4、图5),在隆起(地垒)区相变为盖帽白云岩建造的变化规律。

4 矿体的规模、形态、产状

4.1 矿体形态、产状、规模

深部隐伏锰矿体赋存于含锰岩系底部,呈层状、似层状大致顺层产出。产状总体较平缓,倾向北西,倾角 $2^{\circ}\sim 22^{\circ}$,走向 $NE65^{\circ}\sim 70^{\circ}$,倾角 $0^{\circ}\sim 32^{\circ}$,平均 19° ;以一层0.07~0.72 m(一般0.30 m)厚且分布稳定的含凝灰质粘土岩将矿体分为上、下两层矿体,上、下矿体相距0.88~7.52 m,控制矿石资源量(332)+(333)类共计1.61亿吨,达超大型锰矿床规模。

下层矿体是高地锰矿床主要矿体,矿体规模十分巨大,为一个单一完整的矿体,控制矿体走向长4300 m,宽900~2600 m,矿体埋深1400~2170 m,矿体底板标高为-450~-1325 m。矿体厚度极值3.86~14.22 m,平均厚度7.35 m,变化系数39.30%。矿体Mn品位16.16%~24.14%,平均21.82%,变化系数14.34%;矿石资源量(332)+(333)类共计15779.42万吨。另外,在下层矿体中可单独圈定出一个完整的碳酸锰富锰矿体。富锰矿体平均厚度4.31 m,Mn平均品位25.75%,估算(332)+(333)总资源量为7166.84

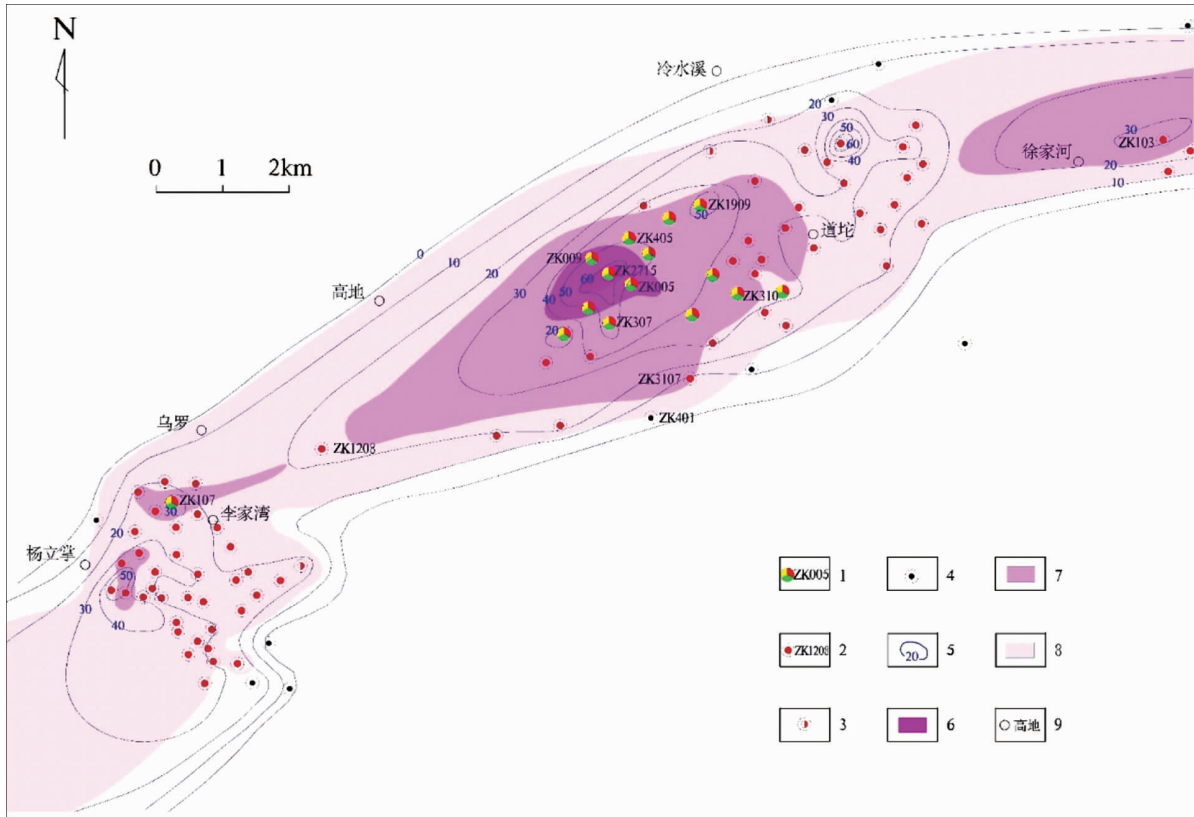


图5 松桃李家湾-高地-道坨南华纪地堑盆地锰矿体厚度与含锰岩系厚度等厚线图

Fig.5 Orebody thickness and manganese-bearing rock series thickness isopach map of graben basin in

Nanhua period in Lijiawan-Gaodi-Daotuo of Songtao

1—见矿钻孔(含气泡状菱锰矿);2—见矿钻孔(不含气泡状菱锰矿);3—矿化钻孔;4—未见矿钻孔;5—含锰岩系厚度等厚线;6—矿体厚度大于10 m;7—矿体厚度为4~10 m;8—矿体厚度为0~4 m;9—居民地

万吨,达特大型矿床规模,相当于过去我国提交的富锰矿资源量总和的2倍,是我国新发现的首个特大型富锰矿床(袁良军等,2018)。

上层矿体分布不稳定、厚度薄(0.53~1.36 m),分别由四个单个小型规模矿体组成,矿石资源量(333)类资源量共计311.18万t。

4.2 矿体厚度变化规律

在松桃李家湾-高地-道坨南华纪IV级地堑盆地中,存在4个矿体厚度高值区(图5),其中高地ZK2715出现全区矿体厚度最高值(17.08 m)。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,到盆地边缘尖灭,形成明显的狭长环带结构,与含锰岩系的厚度变化规律十分相似。结合李家湾-高地-道坨地堑盆地中含锰岩系厚度等值线和菱锰矿矿体厚度等值线分析,矿体高值区和含锰岩高值区在空间位置是完全重合的,反应出含锰岩系、菱锰矿体均是受相同的同沉积断

层控制的,两者的变化规律呈正相关关系。

4.3 矿体空间展布规律

矿体受李家湾—高地—道坨IV级地堑盆地控制,分布于地堑盆地中,并沿盆地中心线矿体厚度最厚,向四周矿体厚度逐渐变薄,到盆地边缘尖灭,在隆起区(地垒区)无菱锰矿体产出。深部隐伏菱锰矿体的走向呈北东65°~70°方向展布赋存于含锰岩系底部,平面形态总体呈一中部向北西凸出宽缓,两端向南东逐渐收敛的“弧形带状”(图3),与地表燕山期北北东主构造方向存在40°左右的交角,在道坨锰矿床的东北部耿溪-乜江一带矿体因向南西逐渐收敛,呈近东西向展布。

5 矿石特征

5.1 矿物成分特征

矿石矿物由菱锰矿、钙菱锰矿和粘土矿物、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+玉髓含量一般为5%~18%;磷灰石、黄铁矿等含量较少,一般小于2%。

5.2 矿石结构、构造特征

(1) 矿石结构

主要为泥晶结构(图6-A)、显微鳞片状结构(图6-B),少量为粉砂质结构(图6-C)。

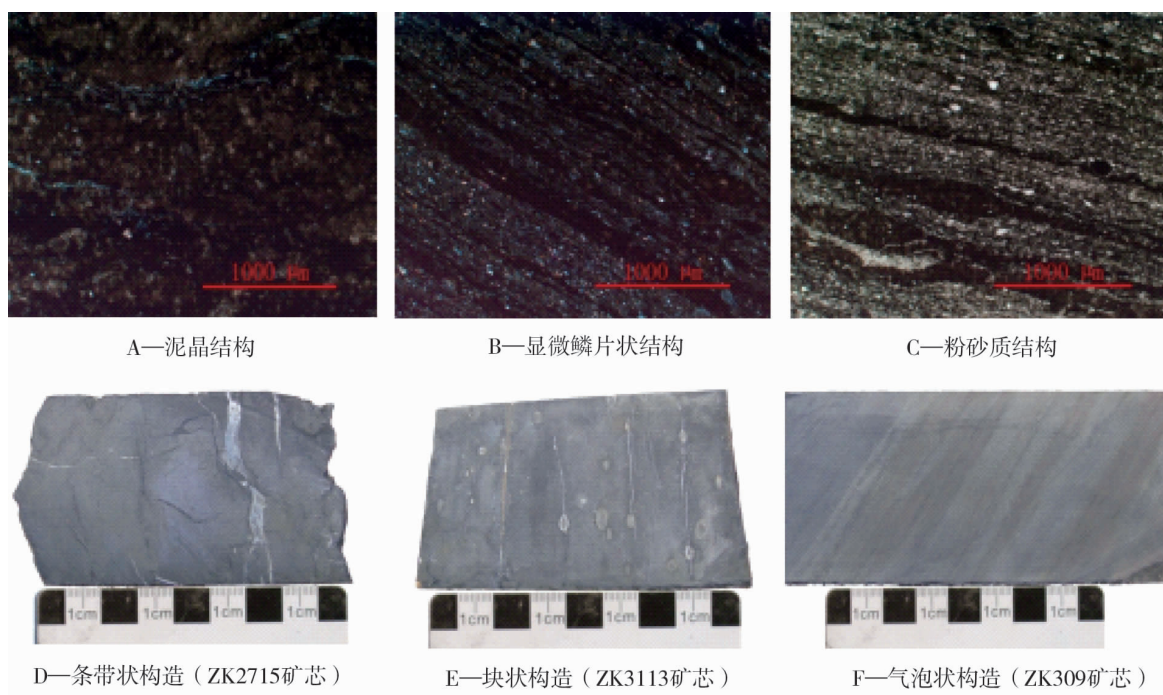


图6 松桃高地锰矿床菱锰矿矿石结构、构造照片

Fig. 6 Photo of rhodochrosite texture and structure in Gaodi manganese deposit of Songtao

(2) 矿石构造

主要为块状(图6-D)、气泡状(图6-E),其次为条带状(图6-F)及网脉状。

5.3 矿石质量特征

单件样品 Mn 品位 10.01%~33.11%,平均 20.97%;单工程平均 Mn 品位 16.16%~24.14%,矿床 Mn 平均品位达 21.82%;P 是矿石中主要有害组分,单工程含量 0.144%~0.382%,平均 0.235%;矿石中其他主要组分含量详见表 1。

矿石自然类型:为菱锰矿矿石,按结构构造为被沥青充填的气泡状、块状、条带状菱锰矿矿石。

考虑高地超大型锰矿床矿床平均品位 Mn 为 21.82%,烧失量平均达 28.71%,根据锰矿勘查规范《铁、锰、铬矿地质勘查规范(DZ/T0200-2002)》,考虑其焙烧后可达到氧化锰富矿矿石标准,实际高地

超大型锰矿床锰矿石均可作为富锰矿石。

6 古天然气渗漏喷溢成矿特征

古天然气渗漏喷溢成矿过程中形成的中心相(喷溢口)、过渡相和边缘相是隐伏锰矿体的空间定位与找矿预测的关键标志(周琦等,2013),在高地锰矿床找矿预测与实践起到了十分关键作用。高地地区位于李家湾锰矿床北东侧、道坨锰矿床西侧,已知两矿床的探矿工程与之相邻处矿体尚未圈边,含锰岩系厚度、矿体厚度、品位等值线变化规律均有向高地地区增厚、增高的趋势,特别是道坨锰矿床西侧实施的 ZK2711、ZK710、ZK1909 揭露的矿体偶见被沥青充填的气泡状富菱锰矿石,指示其应刚进入为古天然气渗漏喷溢的中心相(图3),据此推断中心相带应延伸至高地

表1 高地超大型锰矿床单工程矿体矿石主要化学成分含量特征统计表

Table 1 Statistics of main chemical content and features of single project ore in Gaodi super-large manganese deposit

组 分	极 值(%)	平 均 值(%)	备 注
Mn	16.16 ~ 24.14	21.82	
SiO ₂	16.05 ~ 27.49	18.70	
TFe	1.74 ~ 3.21	2.45	
P	0.144 ~ 0.382	0.235	
Mn/Fe	5.03 ~ 11.84	9.13	
P/Mn	0.006 ~ 0.018	0.011	
CaO	3.94 ~ 9.61	6.50	组合分析
Al ₂ O ₃	2.13 ~ 7.10	4.35	组合分析
MgO	1.80 ~ 4.40	3.30	组合分析
S	0.59 ~ 3.46	1.70	组合分析
烧失量	22.21 ~ 33.43	28.71	组合分析

测试单位:贵州省地矿局黔东地矿测试中心

东侧附近(周琦等,2014)。经高地锰矿的勘查实践,证实了这一预测,特别是中心相(喷溢口)分布范围大(图3),以致高地锰矿床的锰矿平均品位是该类型锰矿床之最。

(1) 中心相

大致以李家湾锰矿床 ZK107 孔至高地锰矿床 ZK2715 孔一线为中心,其长轴方向为北东 65°~70°。其主要特征是含锰岩系下部菱锰矿体中均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。主要分布在道坨-高地-毛塘-李家湾一带,呈长椭圆状分布,其南西侧目前尚未控制圈边,已控制的该相带宽 1.2~1.8 km,长大于 5 km。

(2) 过渡相

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富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。主要分布在锅厂、关口坳、乌罗镇、红岩、耿溪、乜江及杨立掌、毛塘、大路等一带大致限定的区域,该相带单侧宽 150~1 500 m,长大于 20 km。

(3) 边缘相

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。越靠近地堑盆地边缘,菱锰矿体厚度越来越薄,直至尖灭。

7 成矿时间

尹崇玉,等(2006)在毗邻的松桃黑水溪锰矿区大塘坡组底部凝灰质透镜体中,测定的锆石 SHRIMP II U-Pb 年龄为 667.3±9.9 Ma (MSWD=1.6),可以确定松桃高地超大型锰矿床锰矿成矿时间应为 662.9~667.3 Ma。

8 资源储量

2016年,贵州省地矿局 103 地质大队提交《贵州省松桃县高地锰矿床普查报告》,备案的(333)+(334)锰矿石资源量为 1.17 亿吨(其中 333 类 0.8 亿吨)。2018 年底,贵州省地矿局 103 地质大队通过进一步详查,提交了《贵州省松桃县高地锰矿床详查报告》,备案的(332)+(333)类锰矿资源量为 1.61 亿吨,其中富锰矿石资源量(332)+(333)类达 7166.84 万吨。高地超大型锰矿床已成为亚洲第二大锰矿床。

该锰矿床深部锰矿体沿走向和倾向均未圈边,仍具较大找矿潜力。

9 矿床类型

9.1 成因类型

与松桃大塘坡锰矿床的成因类型一样,松桃高地超大型隐伏锰矿床的成因类型为典型的古天然气渗漏喷溢沉积型锰矿床,主要是内生成矿作用形成的锰矿床,成因十分独特。

9.2 工业类型

松桃李家湾-高地-道坨超大型锰矿床的工业类型为优质的湿法冶金用碳酸锰矿石;其中的高地超大型锰矿床考虑其全矿床锰的平均品位达21.82%,虽略低于25%,考虑烧失量高达28.71%,根据《矿产资源工业要求手册》(《矿产资源工业要求手册》编委会,2010),高地超大型锰矿床所有锰矿石均可以作为碳酸锰富锰矿石,这一超大型的碳酸锰富锰矿床,在中国是十分罕见的、更是十分宝贵的。

10 结论

(1)松桃李家湾-高地-道坨南华纪IV级地堑盆地十分独特,在平面上形如“新月形”、横剖面上貌似“箕状”的地堑盆地,中心走向大致为北东向 $65^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 左右,盆地展布长大于35.0 km,盆地宽3~5 km。松桃高地超大型隐伏锰矿床即位于该地堑盆地向北西凸出的中心区域。

(2)地表燕山期构造主要为北北东向,而深部隐伏的控制锰矿形成和分布的南华纪早期同沉积断层与地堑盆地的方向却主要为北东东 $65^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 方向,存在 40° 的夹角,是高地锰矿床重要的地质特征与找矿预测十分关键因素之一。

(3)松桃高地超大型隐伏锰矿床属典型的古天然气渗漏沉积型锰矿床,古天然气渗漏喷溢成矿系统的中心相、过渡相、边缘相特征十分明显。锰矿渗漏喷溢成矿作用强烈,且规模大,以致矿体厚度与锰平均品位是黔东南及毗邻区该类型所有锰矿床之最。

(4)高地锰矿床中地表北北东向的燕山期断裂构造十分发育,由于存在浅部滑脱系统,主要为上陡下缓犁式正断层,未触及深部隐伏锰矿体,故

未对锰矿体构成破坏。高地深部隐伏规模巨大的锰矿体分布完整、构造简单,与地表复杂的燕山期构造形成鲜明对比。

(5)高地锰矿床矿体尚未圈边,其南西及北西仍具有较大的找矿潜力,预测锰矿资源量可突破2亿吨。

[参考文献]

- 陈甲才,叶飞,谢小峰,等.2015.贵州省松桃县高地锰矿普查报告[R].贵州省地质矿产勘查局103地质大队.
- 戴传固,王雪华,陈建书,等.2017.中国区域地质志.贵州志[M].贵州省地质调查院.北京:地质出版社.
- 田景江,姚希财,沈红钱,等.2018.贵州省松桃县高地锰矿详查报告[R].贵州省地质矿产勘查局103地质大队.
- 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,钱山,等.2018.黔东南松桃地区燕山期构造特征研究—以高地超大型锰矿床为例[J].地质论评,64(3):623-632.
- 姚希财,田景江,张平壹,等.2017.贵州地质,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[J],贵州地质,34(1):9-16.
- 袁良军,周琦,张遂,等.2016.黔东南李家湾-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.
- 袁良军,周琦,姚希才,等.2018.贵州松桃高地特大型富锰矿床主要地质特征[J].贵州地质,35,(4),314-318.
- 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.地质学报,80(2):274-278.
- 周琦,杜远生,袁良军,等.2016.贵州铜仁松桃锰矿整装勘查区专项填图与技术应用示范成果报告[R].贵州省地质矿产勘查局103地质大队.
- 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):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.
- 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):237-244.
- 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,袁良军,覃英,等.2013.黔东南地区大塘坡期锰矿成矿地质背景综合研究报告[R].贵州省地质矿产勘查局.
- 周琦,杜远生.2012.古天然气渗漏与锰矿成矿[M].北京:地质出版社.
- 周琦,杜远生,等.2019.华南古天然气渗漏沉积型锰矿[M].北京:科学出版社.

Main Characteristics and Prospecting Practice of the Gaodi Concealed Super-large Manganese Deposit in Songtao County, Guizhou Province

YUAN Liang-jun, ZHOU Qi, PAN Wen, YAO Xi-cai, CHEN Jia-cai, TIAN jing-jiang,
SHEN hong-qian, XIE Xiao-feng, ZHANG Ren-biao, XIE Xing-you,
ZHENG Chao, QIN Yong-jun

(1. Engineering Technology Innovation Center of Mineral Resources Explorations in Bedrock Zones, Ministry of Natural Resources, Guiyang 550003, Guizhou. China; 2. 103 Geological Party, Guizhou Bureau of Geology & Mineral Exploration and Development, Tongren 554300, Guizhou. China; 3. Guizhou Province Manganese Ore Resources Forecasting and Evaluation Technology Innovation Talent Team, Tongren 554300, Guizhou. China; 4. Faculty of Earth Sciences, China University of Geoscience, Wuhan 430074, Hubei, China)

[**Abstract**] The Gaodi manganese deposit in Gaodi Village, Wuluo Town, Songtao County, Guizhou Province, is a newly discovered concealed super-large manganese deposit was discovered with the theory and method for the exploration of ancient gas leakage in the Nanhuaji manganese ore rift basin in the 103 Geological Party of the Guizhou Provincial Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, in Tongren, Guizhou. In the prospecting practice test of the Peach National Manganese Mine Ready Exploration Area, following the recent discovery of three concealed super-large manganese deposits such as Pujue, Daoyu and Taoziping, . The deposit belongs to a typical paleo-natural gas leakage sedimentary manganese deposit. It is located in the central area of the Lijiawan-Highland-Daoyu Nanhuaji mantle basin. It is located in the central phase of the paleo-natural gas seepage and spillover ore-forming system, so that the average thickness of the ore body and the average grade of manganese ore are currently the highest of all manganese deposits of this type in the region. In the late stage of surface development and mineralization (Yanshan period), the plough-type normal fault represented by Lengshuixi (F_3) is distributed in the lower plate of the current concealed rhombohedral ore body. Since the series related faults have not passed through the F_3 fault, The deep concealed manganese ore body is well preserved and has not been circled, and there is still a large potential for prospecting in the deep.

[**Key Words**] Gaodi super-large manganese deposit; Geological characteristics; Prospecting practice; Songtao, Guizhou