

贵州松桃普觉超大型锰矿床主要特征与找矿实践

张 遂^{1,3}, 周 琦^{2,3}, 张平壹^{1,3}, 沈红钱¹, 袁良军^{1,3}, 覃永军^{2,3}

(1. 贵州省地质矿产勘查开发局 103 地质大队, 贵州 铜仁 554300; 2. 贵州省地质矿产勘查开发局, 贵州 贵阳 550003; 3. 贵州省锰矿资源预测评价科技创新人才团队, 贵州 铜仁 554300)

[摘要] 贵州松桃普觉超大型锰矿床受南华纪普觉Ⅳ级地堑成锰盆地控制, 由于同沉积断层作用, 两界河组、含锰岩系、锰矿体、大塘坡组第二段、南沱组等地层均从南往北由薄变厚, 盆地中存在 2 个呈 NE65° 方向展布的渗漏沉积中心。锰矿产于南华系下统大塘坡组第一段(含锰岩系)下部黑色碳质页岩中, 呈层状、似层状缓倾斜顺层产出, 矿体长大于 6 000 m、宽大于 2 000 m, 盆地中心部位矿体中夹一层含碳玻屑晶屑凝灰岩透镜体。该矿床是近年来运用古天然气渗漏沉积型锰矿床成矿模式与找矿模型理论发现的又一个隐伏超大型锰矿床, 锰矿石资源量(332+333)1.92 亿吨, 位居亚洲第一、世界第五位。

[关键词] 锰矿; 超大型锰矿床; 地质特征; 找矿实践; 松桃普觉; 贵州

[中图分类号] P618.32; P534.3 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1000-5943(2018)-04-0304-10

1 引言

贵州松桃普觉超大型锰矿床位于松桃县城南西 220° 方向, 平距约 15 km, 辖平头乡。南东侧为西溪堡锰矿, 北西侧为桃子坪超大型锰矿。

1981—1984 年, 贵州省地矿局 103 地质大队高兴基、周琦等人开展松桃地区早震旦世(现南华纪)大塘坡早期锰矿成矿地质条件及找矿方向研究, 在普觉矿区南侧发现氧化锰矿化信息; 1991—1993 年, 103 队开展普觉矿区南侧大雅堡地区锰矿普查未果, 在含锰岩系中发现含锰白云岩; 2000—2003 年, 103 队通过实施国土资源大调查项目, 再次开展西溪堡锰矿冷水溪一带锰矿调查评价取得重要进展, 后引进商业勘查资金进行普查, 提交锰矿石资源量为 237.39 万吨。之后该区锰矿找矿成果一直徘徊不前。2010—2015 年, 103 队在西溪堡锰矿详查工作的基础上, 运用古天然气渗漏沉积型锰矿床成矿模式及找矿模型理论方法进行找矿预测(周琦等, 2007, 2008, 2012,

2013), 准确地圈定了普觉南华纪地堑成锰盆地, 新发现亚洲第一、世界第五的普觉超大型锰矿床, 实现我国锰矿找矿重大突破。

按照大地构造单元划分, 松桃普觉超大型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)。三级成矿单元中属于上扬子中东部(台褶带)PbZnCu-AgFeMnHgSb 磷铝土矿硫铁矿成矿带(III 77); 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(周琦等, 2016), 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, 普觉超大型锰矿床受普觉Ⅳ级地堑成锰地控制。区域构造上位于盘山背斜北段的大雅堡背斜北西翼。区域地层从新元古界的梵净山群、板溪群、南华系、震旦系、寒武系、奥陶系地层均有出露。区域上燕山构造发育, 区域地层、构造走向主要为北北东向和北东向。

[收稿日期] 2018-09-10 **[修回日期]** 2018-11-16

[基金项目] 中国地质调查局:《贵州锰矿成因与成矿规律》专题(DD20160346-54)、《贵州省矿产资源调查成果综合集成与服务产品开发》(DD20160346-28)、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)、贵州省科技支撑项目:锰、铝、重晶石矿资源深部开采及精深加工技术与示范研究(黔科合[2016]支撑 2902)资助。

[作者简介] 张遂(1968—), 男, 研究员, 主要从事矿产勘查与找矿预测工作。Email: zhangsui85697503@163.com

[通讯作者] 周琦(1964—), 男, 研究员, 主要从事地质矿产找矿预测与研究工作。Email: 103zq@163.com

2 矿区地质

2.1 矿区地层

矿区地层格架主要由一套粗细相间的陆源碎屑沉积序列组成,沉积环境和沉积作用在时空上复杂多变。出露的地层有青白口系红子溪组,南华系两界河组、铁丝坳组、大塘坡组、南沱组,震旦系陡山沱组、留茶坡组,寒武系、九门冲组、变马冲组、杷榔组、清虚洞组、高台组、石冷水组等(图1)。主要地层特征如下:

(1)两界河组(Nh_1l):底部以含砾长石石英砂岩或含砾泥晶白云岩透镜体与下伏红子溪组呈角度不整合接触。中上部为灰色厚层含砾长石石英砂岩夹含砾泥(粉)晶白云岩透镜体。区域上呈线状展布,厚度变化较大,厚度:0~126.14 m。

(2)铁丝坳组(Nh_1t):灰色含砾砂岩(冰碛砾岩),砾石成分较为复杂,以棱角状、次棱角状为主。厚度:3.61~5.78 m。

(3)大塘坡组(Nh_1d),根据岩性特征,分为两段:第一段(Nh_1d^1):亦称含锰岩系。下部为黑色含锰碳质页岩。在地堑盆地近中心区域,时夹1~3层黑色、钢灰色条带状、块状菱锰矿体,偶夹少量厚0.05~0.15 m的玻屑晶屑凝灰岩、凝灰质砂岩透镜体。上部为灰黑色、黑色碳质页岩夹少量深灰色黏土岩。与下伏铁丝坳组呈整合接触。厚度变化较大,3.61~117.60 m。

含锰岩系根据其岩性组合特征可分为12小层,由下而上依次为:①黑色碳质页岩。厚度0.30~2.94 m。②钢灰色块状菱锰矿,多发育网格状方解石细脉局部可见星点状黄铁矿。厚度0.78~4.54 m。③灰-深灰色含碳玻屑晶屑凝灰岩,硅化较严重。厚度0~1.01 m。④钢灰色条带状菱锰矿,局部见细粒黄铁矿及方解石细脉。厚度0.71~8.21 m。⑤黑色含锰碳质页岩,偶见星点状黄铁矿、穿层分布方解石细脉。厚度1.34 m。⑥钢灰色条带状菱锰矿,局部含星点状黄铁矿及杂乱分布的方解石细脉。厚度1.83 m。⑦深黑色含锰碳质页岩,页理清晰。厚度0.86 m。⑧黑色碳质页岩,局部含细粒黄铁矿及石英脉。厚度12.33 m。⑨深绿色薄层含黄铁矿碳质有机质黏土岩。厚度0.32 m。⑩黑色碳质页岩,局部含黄铁矿。厚度10.77 m。灰绿-深绿色

薄层含黄铁矿黏土岩。厚度0.40 m。黑色碳质页岩,发育泥砂质平直纹体及少量顺层分布的黄铁矿细脉。厚度16.52~48.74 m;

第二段(Nh_1d^2):底部为深灰色含碳质粉砂质页岩,与 Nh_1d^1 的黑色碳质页岩呈渐变过渡关系。下部为深灰-灰色条带状含粉砂质页岩夹灰色薄层黏土岩。上部为灰-深灰色纹层状粉砂质页岩夹少量石英细砂岩。厚度变化较大,240.93~641.07 m。

(4)南沱组(Nh_2n):主要为一套黄绿、黄灰色块状含砾砂岩、含砾粉砂质页岩、含砾黏土岩。与下伏大塘坡组呈平行不整合接触。厚度:106.75~615.53 m。

2.2 矿区构造

矿区地处于盘山背斜北段的大雅堡背斜北西翼,主体为单斜岩层,被一系列北东向断裂破坏,断裂构造较发育,褶曲构造简单(图1)。主要构造特征如下:

(1)大雅堡背斜:轴线大致从古丈坪-天堂-大雅堡一带通过,轴向30°~40°的复式背斜,长10 km,宽7 km,普觉超大型锰矿床即位于该背斜北西翼,核部地层为板溪群及南华系中统,翼部地层为南华系上统、震旦系及寒武系。

(2)冷水溪断层(F_1):位于矿区东部,贯穿整个矿区,将普觉断陷(地堑)盆地一分为二。走向NE30°~50°,倾向NW,是一条十分典型的上陡(倾角55°~60°)、下缓(倾角32°~35°)的犁式正断层(袁良军等,2013;陈发景等,2004)。走向延伸大于20 km,破碎带宽5~15 m,断距可达800~1 000 m。

(3)柑子园断层(F_2):位于矿区中部。走向NE30°左右,倾向SE,倾角80°左右,走向延长大于6 km,断距约300 m左右,为正断层性质。对钒矿破坏较大,未对锰矿产生破坏。

(4)平头断层(F_3):位于矿区中部,具有多期次活动的特征,走向NE50°左右,倾向NW,倾角70°左右,走向延长大于5 km,破碎带宽约8 m,断距约30 m左右,为逆断层。

(5)菜花坪断层(F_4):位于勘查区南西部,为一条规模较大、多期活动的古断裂。走向NE30°左右,倾向SE,倾角80°左右,走向延长大于6 km,断距约550 m左右,北东端隐伏于地下,被 F_1 断层限制,南西方向延伸出区外,为逆断层性质。

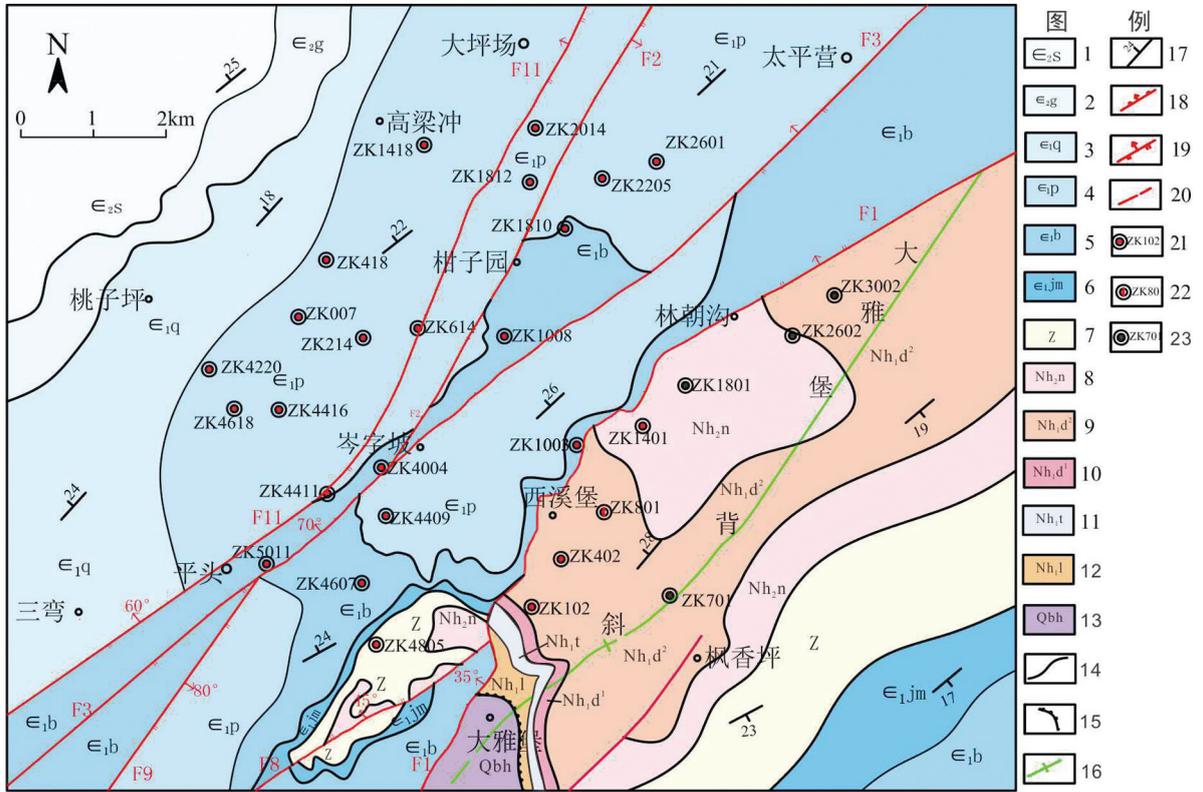


图1 松桃普觉超大型锰矿床地质简图

Fig. 1 Geological sketch of Pujue Super-large Manganese Deposit

1—石冷水组;2—高台组;3—清虚洞组;4—榔榔组;5—变马冲组;6—九门冲组;7—震旦系;8—南沱组;9—大塘坡组二段;10—大塘坡组一段;11—铁丝坳组;12—两界河组;13—红子溪组;14—地层界线;15—角度不整合界线;16—背斜轴线;17—地层产状;18—正断层;19—逆断层;20—性质不明断层;21—见矿钻孔;22—矿化钻孔;23—未见矿钻孔

(6) 罗家断层 (F₁₁): 位于矿区西部, 走向延长大于 5 km, 走向 NE30°左右, 倾向 NW, 倾角 60°左右, 破碎带宽 2 m 左右, 断距约 50 m 左右, 为逆断层性质。

(7) 白岩屯断层 (F₁₂): 位于矿区西部, 区内沿走向延长近 4 km, 走向 NE30°左右, 倾向 NW, 倾角 50°左右, 为正断层性质。

3 矿床地质特征

3.1 矿体形态、产状、规模

普觉超大型锰矿与南东侧的西溪堡锰矿因后生冷水溪犁式正断层 (F₁) 的破坏 (袁良军等, 2013) 拉空带宽达 800 ~ 1 000 m, 埋深相差达 800 m (图 2)。普觉锰矿均为隐伏锰矿体, 埋藏较深, 被后期菜花坪逆断层 (F₉) 断层破坏, 分为 2 个大型工业锰矿体, 北为平土矿段, 南为下院子矿段。锰矿体总体呈层状、似层状缓倾斜顺层产出, 产状与围岩基本一致, 距底板铁丝坳组含砾砂岩

一般 0.30 ~ 2.94 m。由南往北, 矿体逐渐增厚, 矿体中一般夹一至三体含锰碳质页岩, 盆地中心部位夹一层含碳玻屑晶屑凝灰岩透镜体。平土矿段矿体中发育断距较小 (小于 30 m) 的平头逆断层 (F₃), 矿体倾向北西, 倾角 8°~ 25°, 平均倾角 18°, 长度大于 6 000 m、宽 2 000 m 左右, 厚度 1.61 ~ 13.41 m, 平均 5.21 m; 下院子矿段矿体倾向北西, 倾角 20°~ 35°, 平均倾角 27°, 长度近 2 900 m、宽 700 m, 厚度 1.50 ~ 10.85 m, 平均 4.08 m。

3.2 矿石特征

3.2.1 矿物组分

矿石矿物主要为菱锰矿, 其次为而钙菱锰矿、镁钙菱锰矿, 少量锰方解石和白云石。脉石矿物主要为为黏土矿物、碳质有机质, 少量黄铁矿、石英、方解石、白云石, 微量磷灰石、长石、绿泥石、电气石、锆石等。

(1) 菱锰矿: 是矿石中的主要含锰矿物, 含量 40%~ 60%, 最高为 70%~ 75%。菱锰矿嵌布粒度微细, 一般小于 10 μm, 在矿石中常与碳质相伴

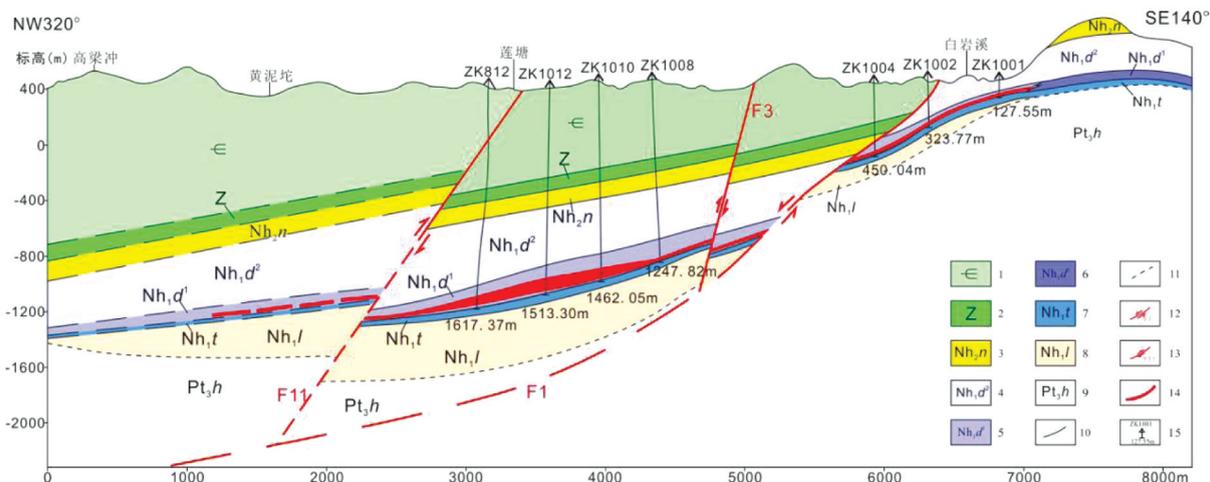


图 2 松桃普觉超大型锰矿床地质剖面图

Fig. 2 Geological profile of Pujue Super-large Manganese Deposit

1—寒武系;2—震旦系;3—南沱组;4—大塘坡组二段;5—大塘坡组一段;6—白云岩透镜体;7—铁丝坳组;8—两界河组;9—红子溪组;10—地层界线;11—角度不整合界线;12—正断层;13—逆断层;14—性质不明断层;15—钻孔编号/孔深(m)

混生,呈深浅不同的颜色。一般块状矿石主要由菱锰矿组成,而钙菱锰矿、镁钙菱锰矿则多见于条带状矿石中。菱锰矿在矿石中有三种产出形式:一是呈泥晶粉晶结构的它形晶粒,粒度 0.5 ~ 1.5 μm,紧密相聚组成纹体、条纹、凝块状集合体,透镜状的囊团以及异化颗粒,为菱锰矿的主要产出形式;二是呈显微园粒状(或称显微鲕粒状),粒度一般在 2 ~ 20 μm 之间,大者可达 50 μm,内部发育 2-5 圈不等的同心体,核心稍暗。常数粒以至数十粒相聚,组成大小不一、形态不规则、没有磨蚀搬运痕迹的凝块状集合体,不均匀地分布于泥粉晶结构的菱锰矿或碳泥质之间,有时也组成延续不稳定的纹体;三是呈透明度较好的微亮晶晶粒,粒度 10 ~ 20 μm,其量不多,见于凝块状集合体之间,时而也组成团块的微亮晶薄壳和异化颗粒的等厚环边胶结物,属于共生-重结晶和成岩阶段的产物。

(2) 锰方解石:是矿石中含量很少的一种含锰矿物。在菱锰矿之间或颗粒之间成粒度不等的他形亮晶晶粒,大多无色洁净透明,系为成岩阶段的产物。锰方解石还见于后生脉石中。

(3) 白云石:是矿石中量微而少见的矿物,白云石 3%~25%,局部达 15%~25%,有时它也出现于后生脉石中。但白云石更主要的产出形式是作为菱锰矿的同质异相的产物。铁白云石是一种成岩中的次生矿物,量微少。

(4) 黏土矿物:是矿石中常见的主要杂质成分,常偏集成纹体,与菱锰矿条纹、条带韵律相间。

含量一般 5%~35%,主要为伊利石水云母,少见的为高岭石、绿泥石和绢云母。水云母在镜下呈显微鳞片状,一般 <5 μm,电镜观察水云母呈薄片状。高岭石在电镜下呈假六方板片状。绿泥石也呈显微鳞片状,偶尔可见呈显微园粒状,并隐约可见同心园构造,类似于鲕绿泥石。

(5) 碳质有机质:是矿石中的次要组分,碳质有机质 5%~15%,镜下呈黑色至褐黑色,它们呈分散的泥状物与菱锰矿相伴生,或以线状与黏土矿物、硅质以及碎屑矿物等组成纹体、条带状分布。

(6) 黄铁矿:是矿石中常见的少量矿物,含量一般 1%~3%。多数偏集分布成断续纹体或斑块状,部分分散分布。黄铁矿有三种形态特征:一是呈显微晶粒状(多为半自形晶粒),粒度范围 0.001 ~ 0.028 cm;二是草莓状的显微团粒和锁链状、链环状的集合体,草莓状黄铁矿的个体大小一般为 0.001 5 ~ 0.04 cm;三是前二者的重结晶形成的半自形-自形晶粒的黄铁矿,它们粒度较大,可达 0.5 cm,分散分布或组成纹体。

(7) 磷灰石:多以显微晶粒状、柱状见于菱锰矿的晶粒间,且常见于显微园粒状菱锰矿的个体之间,并与石英脉相伴,它们的粒度比较细微,多小于 10 μm,个别较大,可达 50×80 μm,另有与陆源粉砂碎屑物与黏土矿物以及石英等碎屑物相伴,粒度 10 ~ 30 μm。此外,还见磷灰石作为后生脉石矿物产出,其晶粒较大,可达 16×23 μm 左右。

3.2.2 矿石结构构造特征

主要为泥晶结构、碎裂结构和块状构造、条带状构造等。

(1)泥晶结构:是本区锰矿石的主要结构类型。矿石主要由泥晶菱锰矿组成,相伴有碳质有机质不均匀分布,菱锰矿呈泥晶晶粒状,粒径0.003 2~0.005 cm,呈长条状、扁豆状、椭圆状、团块状偏集分布。

(2)碎裂结构:矿石由泥晶菱锰矿构成。受构造应力影响形成棱角状、尖棱角状等大小不等、形态各异的碎块,无明显位移,裂隙间多被铁白云石、石英、玉髓、碳质有机质充填。

(3)块状构造:由泥晶菱锰矿构成,伴有碳质有机质、黏土矿物,分布均一,结构致密,一般呈扁豆状、团块状、椭圆状集合体,彼此紧密相嵌,界线模糊不清。

(4)条带状构造:由泥晶菱锰矿、碳质有机质、黏土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。

3.2.3 矿石化学组分特征

矿石中主要有益组分 Mn 含量 10.01%~28.76%,平均 17.05%。其他化学组分的特征是: P 含量为 0.072%~1.049%,平均 0.257%; TFe 含量为 1.50%~4.82%,平均 2.54%; SiO₂ 含量为 8.96%~46.16%,平均 30.33%; CaO 含量为 0.06%~10.19%,平均 4.78%; MgO 含量 0.94%~3.24%,平均 2.01%; Al₂O₃ 含量 1.29%~

22.72%,平均 11.02%; S 含量 0.90%~2.73%,平均 1.80%。

据统计分析:锰矿石组分中具有 Mn-SiO₂ 密切负相关、Mn-MgO、TFe-S 显著正相关、MgO-S、MgO-Al₂O₃、CaO-Al₂O₃ 显著负相关的特点,这与扬子地块东南缘其他南华系“大塘坡式”锰矿床特征相似(侯宗林等,1996;1997)。

4 南华纪普觉地堑成锰盆地特征

普觉超大型锰矿床产于南华裂谷盆地(I级)、武陵次级裂谷盆地(II级)、石阡-松桃-古丈地堑盆地(III级)中的普觉IV级地堑成锰盆地中,两界河组、含锰岩系、锰矿体、大塘坡组第二段和南沱组的沉积相特征、演变特征和空间分布规律等十分独特,总结其特征,对于开展该类型锰矿床找矿与勘查示范,既有理论意义又有实践意义。

4.1 两界河组厚度、岩性变化规律

普觉锰矿区从南往北两界河组地层迅速增厚(图3),仅在5 km范围内,厚度增加了3倍,从44.05 m增加到126.14 m;在岩性组合方面,南东侧的剖面相对较简单,且未出现白云岩透镜体,往北西,则逐渐开始出现白云岩透镜体,且含量也逐渐增多。岩石组合也渐趋复杂,岩石中的碳质、黄铁矿等含量渐增(图3)。

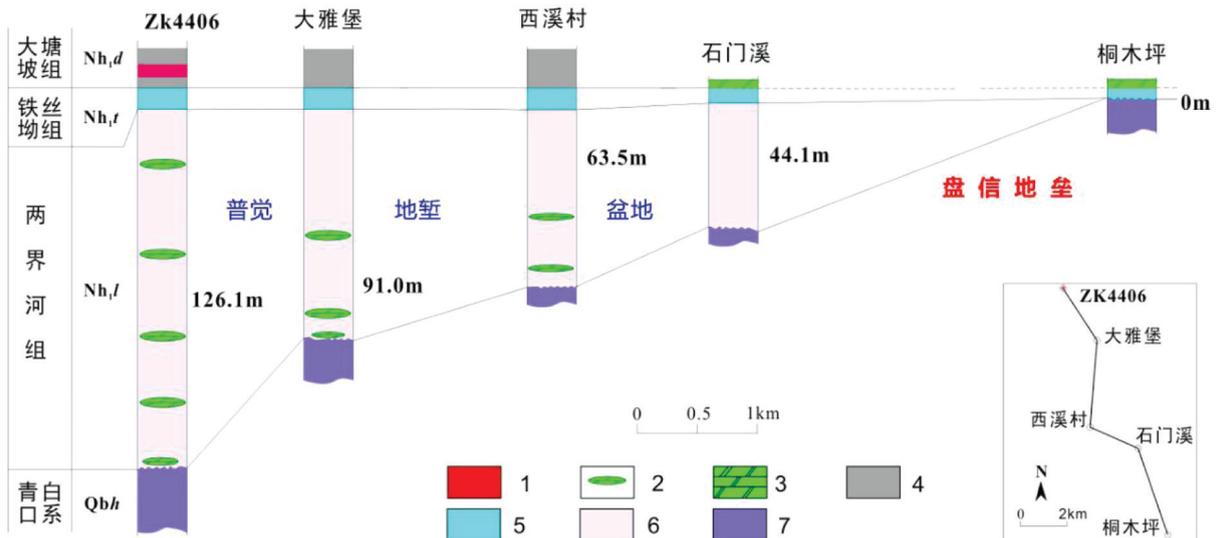


图3 松桃普觉超大型锰矿床两界河组柱状对比图

Fig. 3 Correlation diagram of Liangjiehe Formation in Pujue Super-large Manganese Deposit

1—锰矿体;2—白云岩透镜体;3—盖帽白云岩;4—碳质页岩;5—冰碛砾岩;6—长石石英砂岩;7—板岩

4.2 含锰岩系厚度、岩相变化规律

从南往北,含锰岩系具有从无到有,从薄到厚,从不夹锰矿体到夹锰矿体,锰矿体从薄到厚的变化规律。如南东侧的石门溪剖面含锰岩系厚度为零,

西溪村剖面含锰岩系开始出现,厚度为 2.11 m,不含矿;大雅堡剖面含锰岩系略微增厚(8.60 m),夹含锰白云岩透镜体,不含矿;到北西侧的下院子矿段 ZK4406 孔,其含锰岩系的厚度增加到 31.88 m,见菱锰矿体,厚度达 4.98 m(图 4)。

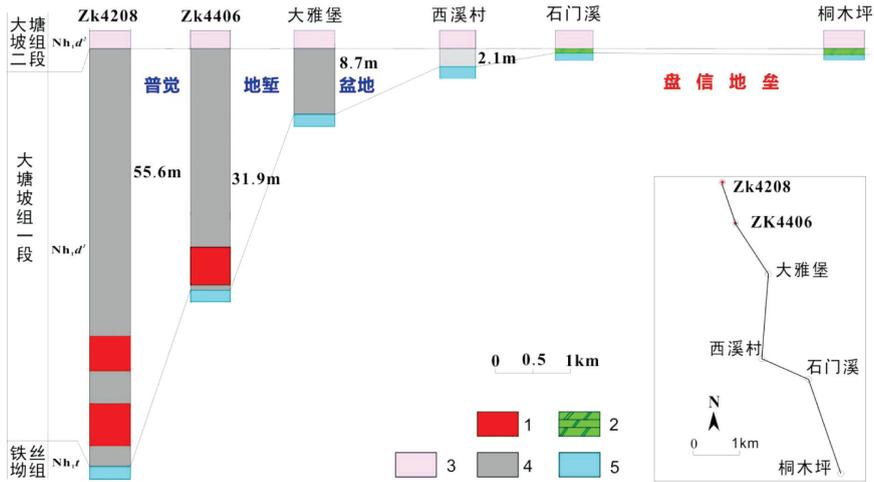


图 4 松桃普觉超大型锰矿床含锰岩系柱状对比图

Fig. 4 Correlation diagram of manganese-bearing sequence in Pujue Super-large Manganese Deposit

1—锰矿体;2—含锰白云岩;3—粉砂质页岩;4—碳质页岩;5—冰碛砾岩

从松桃普觉超大型锰矿床含锰岩系厚度等值线图(图 5)可发现,在南华纪大塘坡早期,由于同沉积断层控制,普觉地堑成锰盆地中存在两个更

次级的 2 个沉降中心(可划为第 V 级)。盆地长轴方向是北东 65°~70°左右,与燕山期北东 20°~30°的地层走向存在明显的夹角。

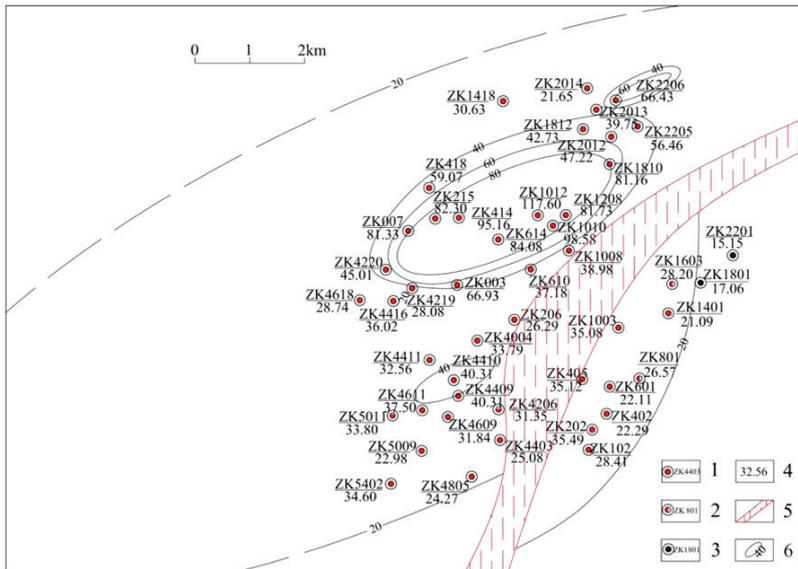


图 5 松桃普觉超大型锰矿床含锰岩系厚度等值线图(张遂等,2015)

Fig. 5 Isoline of the thickness of the manganese-bearing sequence in Pujue Super-large Manganese Deposit

1—见矿钻孔;2—矿化钻孔;3—未见矿钻孔;4—含锰岩系厚度(米);5—F₁ 型式正断层拉空带;6—含锰岩系厚度等值线(米)

4.3 锰矿体厚度变化规律

在普觉超大型锰矿床中,锰矿体以 ZK614(矿

体厚 13.41 m)、ZK414(矿体厚 11.26 m)为中心,向四周逐渐变薄(图 6),与含锰岩系的厚度变化规律相似。由南往北,各孔的矿体厚度为:

ZK1401 (1.27 m) ~ ZK1008 (3.52 m) ~ ZK614 (13.41 m) ~ ZK414 (11.26 m) ~ ZK418 (4.29 m), 锰矿体厚度总体是增厚的。锰矿体厚度也存在2个呈北东65°方向展布的高值区,这与该矿床含锰岩系两个厚度高值区(即两个更次级的两个沉降中心)的空间位置(图5)是完全重合的。反映

出含锰岩系、锰矿体均是受相同的同沉积断层控制,锰矿是其演化过程中的一次事件沉积。还需说明的是:在普觉地堑盆地中心区域,锰矿体中出现凝灰岩透镜体,并将其分为上下两层矿。盆地中心向外,凝灰岩透镜体消失,只出现下层锰矿体,缺上层锰矿体分布。

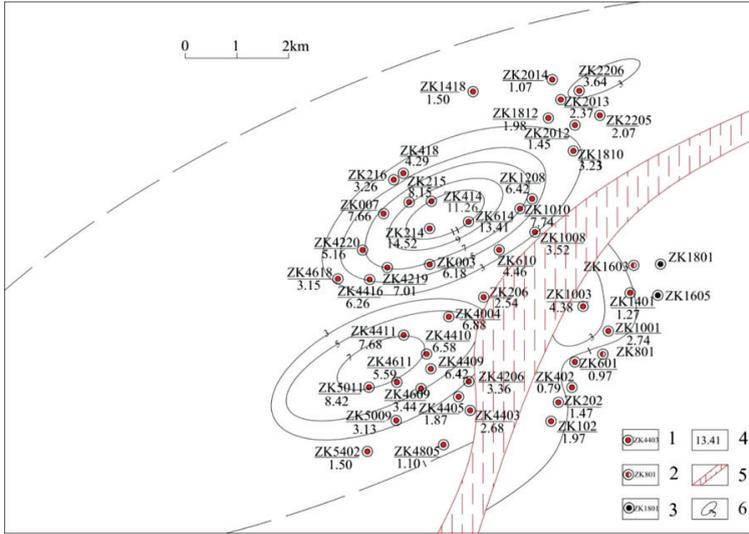


图6 普觉超大型锰矿床锰矿体厚度等值线图(张遂等,2015)

Fig. 6 Thickness isogram of the ore body of the manganese-bearing sequence in Pujue Super-large Manganese Deposit

1—见矿钻孔;2—矿化钻孔;3—未见矿钻孔;4—锰矿体厚度(米);5—F1 型式正断层拉空带;6—锰矿体厚度等值线(米)

4.4 上覆地层厚度变化规律

控制锰矿形成和分布的同沉积断层,不但控制锰矿形成之前的两界河组地层、锰矿成矿期的含锰岩系地层,同时也控制形成和影响了锰矿成矿期之后的大塘坡组中晚期地层、南沱组地层,导

致位于地堑盆地中的大塘坡组二段、南沱组等地层异常增厚。松桃普觉隐伏超大型锰矿床核心区的大塘坡组二段和南沱组地层,从南往北厚度均逐渐变厚(图7),与含锰岩系、锰矿体、两界河组的变化规律基本一致,为普觉隐伏地堑成锰盆地预测提供了重要依据。

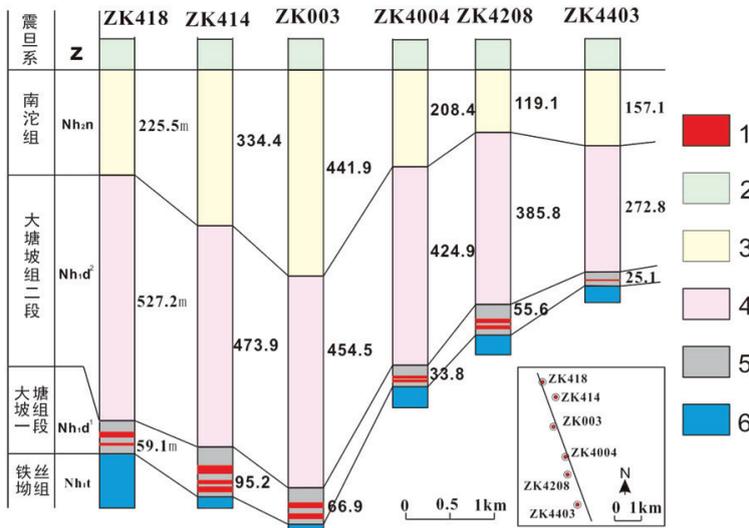


图7 普觉超大型锰矿床大塘坡组-南沱组地层柱状对比图

Fig. 7 Correlation diagram of Datangpo-Nantuo Formations in Pujue Super-large Manganese Deposit

1—锰矿体;2—白云岩;3—含砾砂岩;4—粉砂质页岩;5—碳质页岩;6—冰碛砾岩

4.5 渗漏喷溢沉积相特征

根据古天然气渗漏沉积型锰矿床成矿系统成矿模式(周琦等,2013),平面上以渗漏喷溢口(一般为狭长带状)为中心向外,依次可划分为中心相、过渡相和边缘相三个相带。即由中心相→过渡相→边缘相, $\delta^{34}\text{S}$ 正值、 $\delta^{13}\text{C}$ 负偏值和锰品位逐渐降低,两层锰矿逐渐变为一层,直至尖灭。普觉超大型锰矿床实际上就是具体运用这一成矿理论与成矿模式,逐步探索发现的。

4.5.1 中心相

从含锰岩系厚度、锰矿体厚度分布变化规律分析,普觉地堑成锰盆地(Ⅳ级)存在2个渗漏喷溢的中心。分别位于ZK1012、ZK1010、ZK414、ZK614、ZK1208和ZK5011、ZK4409一带(图8),但以前者为主。宽度1000~1500m,长度大于2000m。主要特征有:

(1)钻孔岩心中在锰矿体上下及矿体中,普遍可见典型的渗漏沉积构造和软沉积变形纹理;

(2)见较多的草莓状黄铁矿, $\delta^{34}\text{S}$ 出现异常高的正值(李任伟等,1996;周琦等,2013),ZK1010孔中黄铁矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 最高可达66.66‰,一般大于60‰,这与大塘坡、道坨地堑沉积成锰盆地中心相特征一致(周琦等,2013;杜光映,2013);

(3)锰矿体中含碳玻屑晶屑凝灰岩透镜体;

(4)以块状锰矿石为主,条带状锰矿石次之。矿体品位最高,一般大于20%;

(5)锰矿体厚度与含锰岩系厚度大。

4.5.2 过渡相

过渡相是普觉地堑成锰盆地的主体,分布范围见图8。其主要特征有:

(1)钻孔岩心中在锰矿体上下及矿体中,以水平层理为主;

(2)可见较多的草莓状黄铁矿, $\delta^{34}\text{S}$ 出现也出现异常高的正值(周琦等,2013),但明显较中心相有所降低,一般为55‰~60‰;

(3)锰矿体中一般不含碳玻屑晶屑凝灰岩透镜体,主要为一层矿体;

(4)以条带状锰矿石为主,块状锰矿石次之。矿体锰品位中等,一般15%~17%;

(5)锰矿体厚度与含锰岩系较中心相区减小。

4.5.3 边缘相

边缘相是普觉地堑成锰盆地的边缘地带,分

布也较窄,分布范围见图8。其主要特征有:

(1)锰矿体中及上下含锰岩系中,为水平体理;

(2)草莓状黄铁矿明显减少, $\delta^{34}\text{S}$ 高正的值迅速降低,为40‰~55‰,如ZK5005含锰岩系碳质页岩中黄铁矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 值降为43.85‰;

(3)主要为条带状锰矿石,并夹多层碳质页岩;

(4)锰矿体品位较低,一般12%~16%;

(5)锰矿体厚度与含锰岩系厚度均较小。

5 资源储量

2016年12月,贵州省地矿局103地质大队提交《贵州省松桃县普觉锰矿(整合)详查报告》,备案的(332+333)锰矿石资源量为1.92亿吨,其中(332)0.35亿吨、(333)1.57亿吨,锰矿平均厚度4.79m,平均Mn品位17.05%;同时,通过综合评价,于寒武系下统九门冲组底部黑色碳质页岩中,估算出异体共生钒矿 V_2O_5 资源量(332+333)54.91万吨,其中(332)9.68万吨,(333)45.23万吨,钒矿平均厚度2.35米,平均 V_2O_5 品位0.92%。

6 结语

(1)松桃普觉超大型锰矿床与上扬子地块东南缘南华系其他“大塘坡式”锰矿床一样,产于南华纪大塘坡组早期的黑色岩系底部。矿体厚度大,形态简单,延展规模巨大,大致顺层产出,盆地中心部位矿体中夹一层含碳玻屑晶屑凝灰岩透镜体。矿石结构构造、矿物成分简单。Mn品位较高,矿床平均Mn品位17.05%。

(2)普觉超大型锰矿床产于南华纪石阡-松桃-古丈地堑盆地(Ⅲ级)中的普觉Ⅳ级地堑成锰盆地中,矿区两界河组、含锰岩系、锰矿体均从无到有,从薄变厚,其沉积相特征、演变特征和空间分布规律等十分独特。

(3)通过对两界河组、含锰岩系地层柱状对比研究和含锰岩系、锰矿体的沉积厚度等值线研究,发现控制锰矿形成和分布的普觉地堑成锰盆地(Ⅳ级)长轴方向为北东65°左右,可进一步划分为中心相、过渡相和边缘相,存在2个渗漏喷溢沉积中心。

- 超大型锰矿床地质特征与找矿预测[J]. 地质科技情报, 34(6):8-16.
- 周琦, 杜远生. 2012. 古天然气渗漏与锰矿成矿: 以黔东南地区南华纪“大塘坡式”锰矿为例[M]. 北京: 地质出版社, 1-108.
- 周琦, 杜远生, 王家生, 等. 2007. 黔东南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):339-346.
- 周琦, 杜远生, 覃英, 等. 2007. 贵州省松桃县大塘坡南华纪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, 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):457-466.
- 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(6):845-852.
- 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, 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):2285-2297.

Geological Characteristics and Prospecting Practice of Pujue Super-large Manganese Deposit in Songtao, Guizhou

ZHANG Sui^{1,3}, ZHOU Qi^{2,3}, ZHANG Ping-yi^{1,3}, SHENG Hong-qian¹,
YUAN Liang-jun^{1,3}, QIN Yong-jun^{2,3}

(1. 103 Geological Party, Bureau of Geology and Mineral Exploration & Development of Guizhou Province, Tongren 554300, Guizhou, China; 2. Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development of Guizhou Province, Guiyang 550004, Guizhou, China; 3. Team of Scientific and Technological Innovation Talents on the Prediction and Evaluation of Manganese Resources in Guizhou Province, Tongren 554300, Guizhou, China)

[Abstract] The Pujue super-large manganese deposit in Songtao, Guizhou province is controlled by pujue level IV depression basin. Because the synsedimentary faulting, the thickness of Liangjiehe formation, manganese orebody, the second section of Datangpo formation and Nantuo formation increase from south to north, basin have two show NE65° direction distribution of center of seep sedimentary. Manganese ore developed in the black carbonaceous shale in the lower part of the first section of Datangpo formation (manganese-bearing rock series), lower series of Nanhua system. Ore bodies are bedded and stratoid. The ore body is over 6 km in length and 2 km in width. In the central part of the basin, there is a layer of carbon glassy - crystal - clastic tuff lens embedded in the ore bod. This deposit is another hidden supergiant manganese ore deposits discovered in recent years by using the mineralization model and prospecting model theory of ancient natural gas seepage sedimentary-type manganese ore deposit, the amount of manganese mineral resources (332+333) 1.92 million tons ranks first in Asia and fifth in the world.

[Key words] Manganese Deposit; Super-large Manganese Deposit; Geological Characteristics; Prospecting Practice; Pujue in Songtao; Guizhou