

贵州省松桃县桃子坪隐伏超大型锰矿床地质特征及潜力分析

尹廷龙^{1,2}, 周琦^{2,3}, 杨胜堂^{1,2}, 潘文^{1,2}, 蒋天锐¹, 叶飞¹, 赵爽¹

(1. 贵州省地矿局 103 地质大队, 贵州 铜仁 554300; 2. 自然资源部基岩区矿产资源勘查工程技术创新中心, 贵州 贵阳 550081; 3. 贵州省地质矿产勘查开发局, 贵州 贵阳 550003)

[摘要] 贵州松桃桃子坪超大型锰矿床是华南南华纪武陵锰矿成矿带中松桃寨英-西溪堡(Ⅳ级)地堑盆地中发现的第二个超大型“大塘坡式”锰矿床, 与亚洲最大的松桃普觉超大型锰矿紧邻, 位于西溪堡(Ⅳ级)地堑盆地北西侧的渗漏喷溢中心相-过渡相-边缘相。矿体埋深 920~2 000 m, 为全隐伏锰矿床。含锰岩系厚度 15.70~91.00 m、锰矿体厚度 1.07~14.58 m。含锰岩系与锰矿体空间展布的长轴方向呈狭长带状沿北东约 65°方向展布, 与地表北东向的燕山期构造存在约 40°夹角。目前该锰矿床北东和南西侧矿体均未圈边, 还存在较大的锰矿找矿潜力。

[关键词] 锰矿; 超大型; 地质特征; 贵州; 松桃

[中图分类号] p618.32 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1000-5943(2019)-04-0291-08

1 引言

贵州省松桃县桃子坪超大型锰矿床位于松桃县城南西 224°方向, 平距约 16 km, 辖属松桃县平头乡、大坪场镇。近年来, 贵州省地矿局 103 地质大队运用古天然气渗漏沉积型锰矿床成矿模式与找矿预测模型在西溪堡锰矿北西部发现了松桃普觉隐伏超大型锰矿床(周琦等, 2007, 2013; 张遂等, 2015), 并进一步分析研究认为, 普觉超大型锰矿的沉积成锰盆地中心有往北西偏移的趋势, 位于松桃普觉超大型锰矿北西毗邻区的桃子坪地区深部仍有较大的找矿潜力。2013年10月, 首个验证孔即揭露厚度达 14.58 m 的锰矿体, 之后先后施工普查、详查 35 个钻孔, 查明碳酸锰矿石资源量达 1.06 亿吨, 是黔东地区发现的又一个超大型锰矿床。

该矿床大地构造位置位于上扬子陆块、鄂渝湘黔前陆褶断带; 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), 三级成矿单元中属于上扬子中东部(台褶带)PbZnCuAg-FeMnHgSb 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(周琦等, 2016), 位于南华裂谷盆地锰矿成矿区、武陵锰矿成矿带、松桃-古丈锰矿成矿亚带。

区域构造较为发育, 构造线主体呈北东向, 主要褶皱构造为盘山背斜, 断裂构造有红石断裂、平头断裂、冷水溪断裂等。区域地层划属华南地层大区扬子地层区黔东北小区, 出露地层有新元古界青白口系、南华系、震旦系、古生界寒武系、奥陶系等。南华系锰矿均产于大塘坡组底部。

2 矿区地质

2.1 地层

矿区主要出露寒武系中统变马冲组至中上统娄山关群, 寒武系九门冲组、震旦系、南华系地层均隐伏于地表之下。地层呈北东-南西向展布

[收稿日期] 2019-05-23 **[修回日期]** 2019-07-23

[基金项目] 本文获得《贵州省矿产地质志》(编号: 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)项目资助。

[作者简介] 尹廷龙(1985—), 男, 工程师, 主要从事矿产资源勘查与评价工作。Email: 814955814@qq.com

(图1),主要由一套粗细相间的陆源碎屑沉积序列组成。其中,铁丝坳组(Nh₂t)为含砾杂砂岩,砾石成分复杂,呈棱角状及次棱角状;大塘坡组(Nh₂d)分为二段,第一段(Nh₂d¹)为含锰岩系,锰矿体产于含锰岩系底部。下部为灰色、深灰色含

锰含页岩,通常含1-3层深灰色、钢灰色条带状菱锰矿、块状菱锰矿,中上部为炭质页岩、粉砂质炭质页岩,矿区内该层隐伏于地下900 m以下(杨胜堂等,2016)。上覆大塘坡组第二段(Nh₂d²),为层纹状条带状含粉砂质页岩、粘土岩夹粉砂岩。

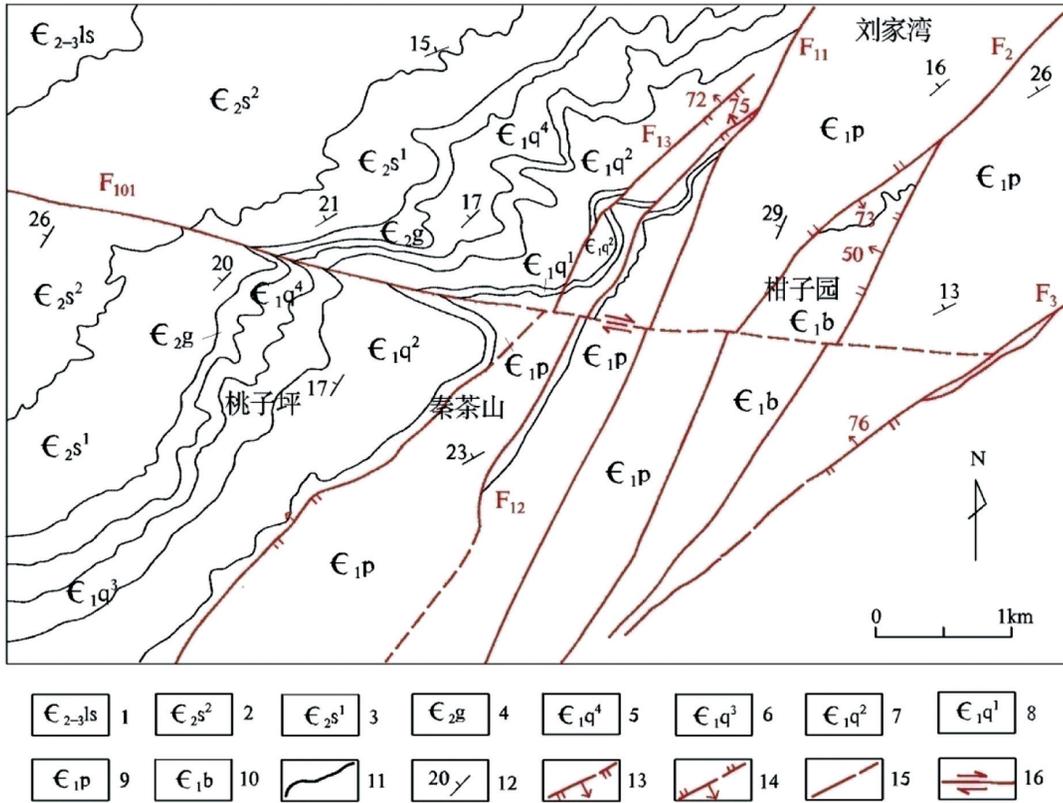


图1 松桃县桃子坪锰矿矿区地质简图

Fig. 1 Geological sketch of Taoziping manganese mining area

1—娄山关群;2—石冷水组第二段;3—石冷水组第一段;4—高台组;5—清虚洞组第四段;6—清虚洞组第三段;7—清虚洞组第二段;8—清虚洞组第一段;9—杷榔组;10—变马冲组;11—地层界线;12—地层产状;13—正断层;14—逆断层;15—性质不明断层;16—平移断层

2.2 构造

矿区处于盘山背斜北西翼。区内燕山期构造发育,总体呈北东向展布(图1)。矿区褶曲不发育,总体为单斜构造,地层走向北东,倾向北西,倾角10°~35°,一般为20°左右。主要断裂构造有北东向F₂、F₁₁、F₁₂、F₁₃,南东东向F₁₀₁,其中F₁₁、F₁₂、F₁₃构成叠瓦状逆冲断层(谢小峰等,2016),向深部变缓,逐渐消失于南沱组及大塘坡组第二段岩层中,但对深部矿体未造成影响(图4)。主要构造特征见表1。

锰矿体受深部北东向南华纪同沉积断层控制,同沉积断层与地表NE向燕山期构造存在40°左右的夹角(周琦等,2016)。根据已有工程揭露分析,南华纪寨英—西溪堡(IV级)地堑盆地中同

沉积断层走向约为NE65°左右。

3 矿床地质

3.1 含锰岩系

3.1.1 组成特征

南华系大塘坡组第一段(Nh₂d¹),俗称“含锰岩系”,主要由炭质页岩、含锰页岩、菱锰矿等组成,个别钻孔还见灰色凝灰质粉砂岩。矿区含锰岩系岩性组合特征以ZK414为代表,由上而下大致可细分为20个小层,总厚度91 m(杨胜堂等,2016),各层岩性特征简述如下:

上覆地层:大塘坡组第二段(Nh₂d²)深灰、灰色粉砂质粘土岩,夹砂质条带。

表1 桃子坪矿区主要断层特征简表

Table 1 The characteristics of main faults in Taoziping manganese mining area

断层编号	走向	倾向	倾角	规模	断距	断层性质
F ₂	NE	SE	66°~74°	>8 km	20 m	逆断层
F ₁₁	NE	NW	68°	>2.3 km	10~200 m	为逆断层,深部断距较大,浅部断距变小。
F ₁₂	NE	NW	66°~72°	>6.2 km	20~220 m	逆断层
F ₁₃	NE	NW	65°	>5.8 km	10~55 m	逆断层
F ₁₀₁	SEE		约90°	>8 km		根据地表地层效应判断为平移断层。两侧深部钻孔均未揭露,其深部发育情况有待进一步查明。

(20) 黑色炭质页岩,见少量线状黄铁矿顺层分布。

厚 66.95 m

(19) 深灰色、黑色含锰炭质页岩,见星点状黄铁矿。

厚 1.49 m

(18) 深灰色、钢灰色条带状菱锰矿。

厚 1.28 m

(17) 钢灰色块状菱锰矿,见垂直节理。

厚 4.50 m

(16) 深灰色、钢灰色条带状菱锰矿。

厚 3.11 m

(15) 深灰色、黑色含锰炭质页岩。

0.54 m

(14) 深灰色、钢灰色条带状菱锰矿,锰品位 10.13%。

厚 0.46 m

(13) 黑色炭质页岩。

厚 0.28 m

(12) 深灰色、钢灰色条带状菱锰矿。

厚 0.94 m

(11) 钢灰色块状菱锰矿。

0.87 m

(10) 深灰色、钢灰色条带状菱锰矿。

厚 0.86 m

(9) 黑色炭质页岩。

厚 0.55 m

(8) 深灰色、黑色含锰炭质页岩。

厚 1.51 m

(7) 黑色炭质页岩。

厚 0.65 m

(6) 深灰色、黑色含锰炭质页岩。

厚 0.65 m

(5) 黑色炭质页岩,见星点状黄铁矿。

厚 2.35 m

(4) 深灰色、钢灰色条带状菱锰矿。

厚 1.37 m

(3) 钢灰色块状菱锰矿,发育网格状方解石细脉。

厚 1.57 m

(2) 深灰色、黑色含锰炭质页岩。

厚 0.88 m

(1) 深灰色、钢灰色条带状菱锰矿,锰品位 11.30%。

0.19 m

下伏地层:铁丝坳组(Nh₂t)灰色厚层状细粒杂砂岩。

3.1.2 含锰岩系空间变化规律

桃子坪锰矿床含锰岩系厚度变化较大:可从厚仅 15.70(ZK2202)到 91.00 m(ZK414)之间进行变化。具体以 ZK007(82.39 m)、ZK414、ZK614(84.08 m)、ZK1208(81.73 m)、ZK1810(81.16 m)一带为中心,向四周变薄(图 2、图 3),总体呈狭长带状沿北东约 65°方向展布,在北西、南东短轴方向,向两侧含锰岩系由厚变薄。在北东、南西长轴

方向含锰岩系厚度仍较大,北东部大于 60 m,南东部大于 40 m。

含锰岩系等厚线图(图 2)显示,在上述中心区域往北西、南东两侧短轴方向含锰岩系厚度呈极不均一性减薄,尤其在 80 m 与 60 m 等值线间存在“陡坎”(图 3),显示在南华纪大塘坡早期西溪堡Ⅳ级地堑盆地中存在次级同沉积断层,控制和形成了更次一级的地堑盆地。

3.2 矿体特征

3.2.1 形态、产状、规模

锰矿体呈层状、似层状缓倾斜顺层产出,产状与围岩基本一致(图 4),矿体底板等高线反映,矿体内有小的褶曲现象(杨胜堂等,2016),总体倾向北西,倾角 10°~35°,平均 20°,往北西有变陡趋势。矿区内矿体沿走向长 7 850 m,宽达 2 500 m,倾向延伸 2 400 m,埋深 920~2 400 m,是目前黔湘渝地区控制深度最大的矿体,控制标高-1 980~-280 m。矿区矿体以 F₁₀₁为界,分为南、北两个矿体,现分述如下:

北矿体:倾向北西,产状相对较缓,倾角为 10°~28°,平均 16°;矿体长约 3 550 m,宽达 2 500 m,倾向延伸 2 000 m。控制标高-1 385~-280 m;厚度为 1.07~6.71 m,平均 2.49 m,变化系数 59%;品位 15.02%~17.08%,平均 16.27%,变化系数 5%,矿石资源量 3 699.47 万吨。

南矿体:总体倾向北西,产状相对较陡,倾角为 20°~35°,平均 23°;矿体长约 3 500 m,宽 780~1 700 m,倾向延伸 2 400 m,控制标高-1 980~-1 040 m;矿体厚度为 2.12~14.58 m,平均 6.07 m,变化系数 66%;品位 15.01%~20.13%,平均 15.83%,变化系数 8%,矿石资源量 6 940.01 万吨。

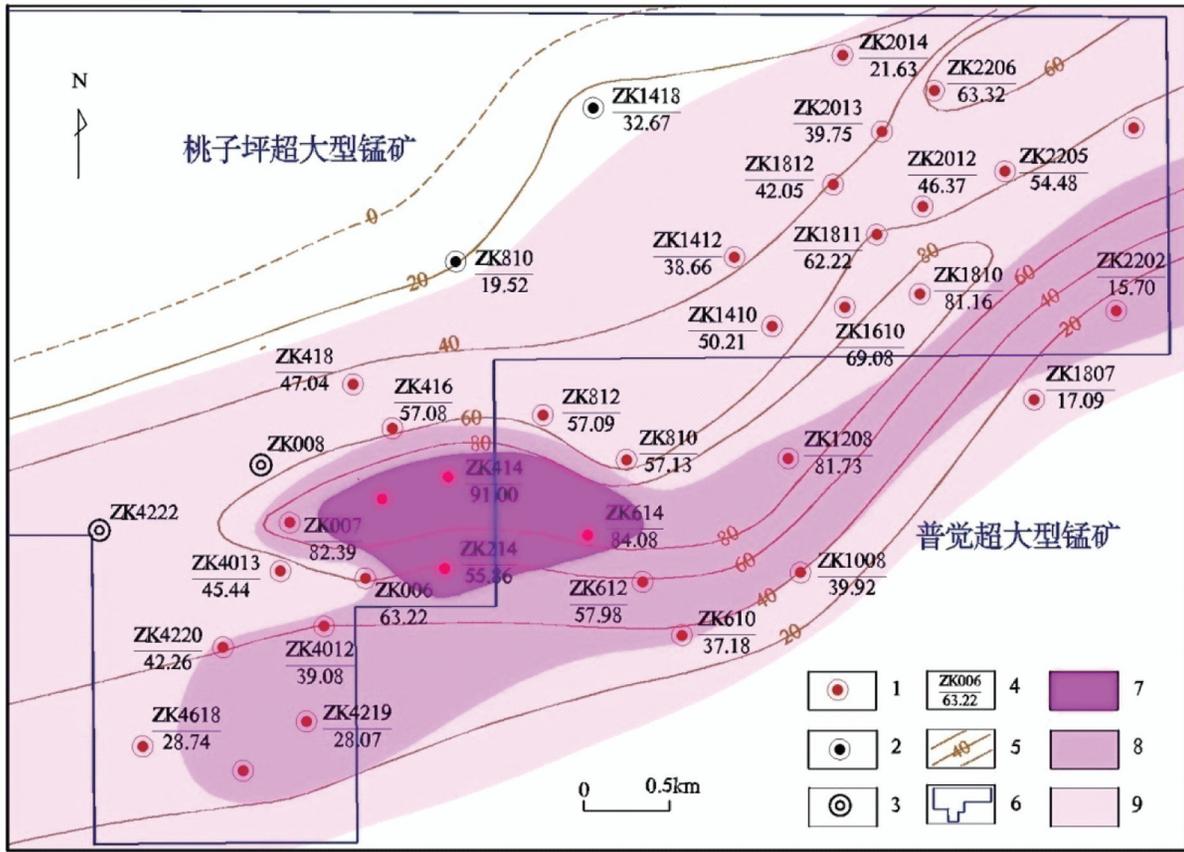


图2 桃子坪锰矿含锰岩系厚度与矿体厚度等值线图

Fig. 2 Manganese-bearing rock series thickness and orebody thickness isopach of Taoziping manganese deposit

1—见矿钻孔;2—未见矿钻孔;3—未达目的钻孔;4—钻孔编号/含锰岩系厚度(m);5—含锰岩系等值线;6—矿区范围;7—锰矿体厚度 \geq 10 m;8—锰矿体厚度4~10 m;9—锰矿体厚度 \leq 4 m

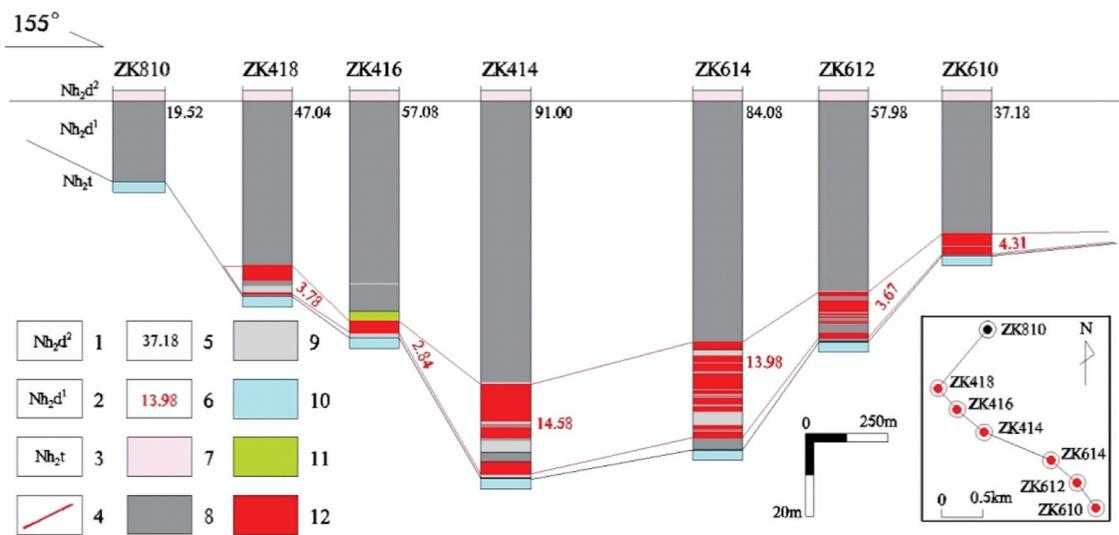


图3 松桃县桃子坪锰矿床中含锰岩系对柱状比图

Fig. 3 Columnar comparison of manganese-bearing rock series in the Taoziping manganese deposit in Songtao

1—大塘坡组第二段;2—大塘坡组第一段;3—铁丝坳组;4—锰矿体连线;5—含锰岩系厚度(m);6—锰矿体厚度(m);7—粉砂质页岩;8—炭质页岩;9—含锰页岩;10—含砾砂岩;11—凝灰质粉砂岩;12—锰矿体

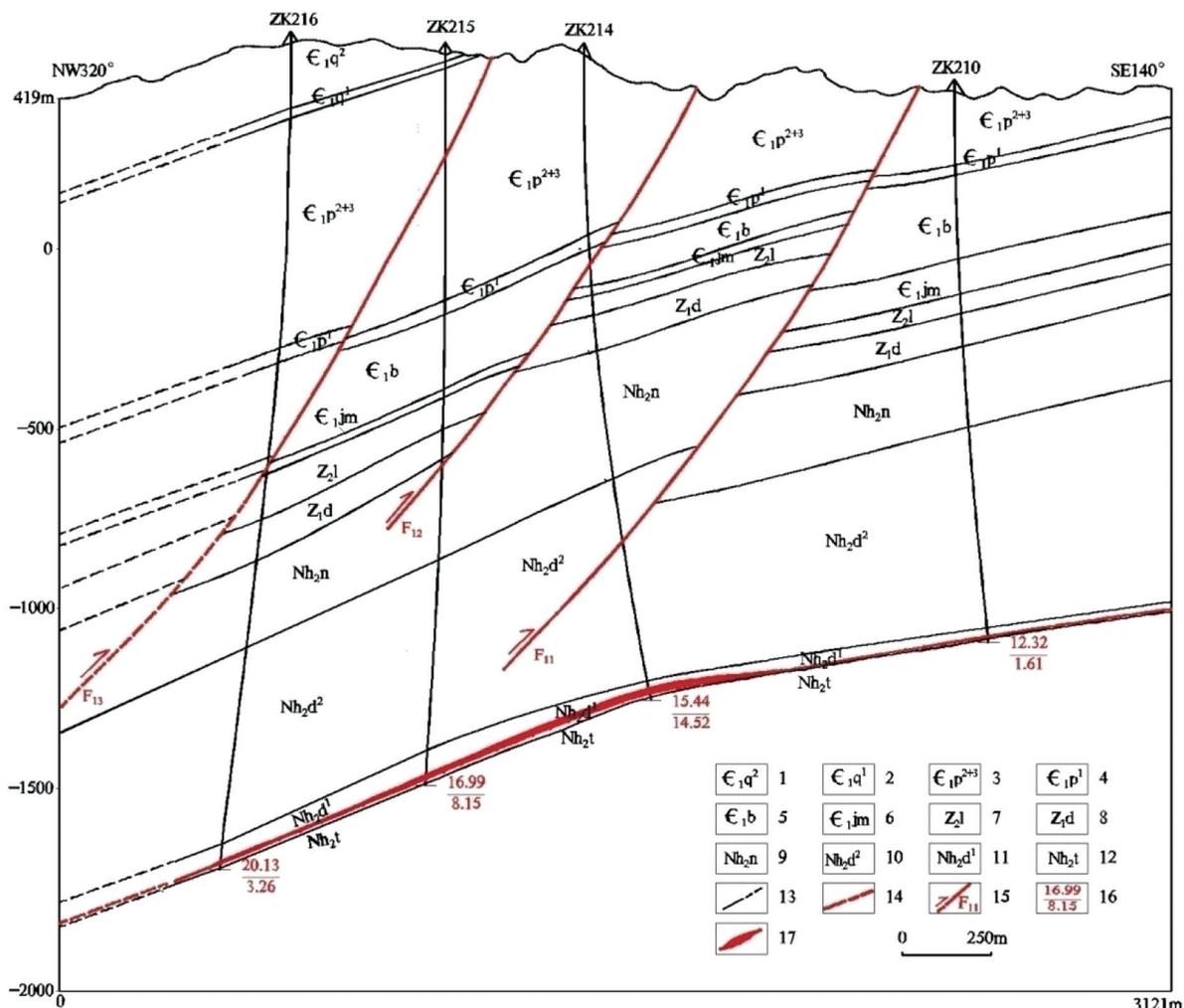


图4 桃子坪超大型锰矿 2-2'勘探线剖面图

Fig. 4 Profile of 2-2' prospecting line of Taoping super-large manganese mine

1—清虚洞组第二段;2—清虚洞组第一段;3—杷榔组第二、三段;4—杷榔组第一段;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—大塘坡组第二段;11—大塘坡组第一段;12—铁丝坳组;13—实测及推测地层界线;14—实测及推测矿层线;15—实测及推测逆断层及其编号;16—矿石 Mn 品位(%) / 矿体厚度(m);17—锰矿层

3.2.2 厚度变化规律

桃子坪超大型锰矿床矿体厚度从 1.07 m (ZK2014)~14.58 m (ZK414) 间进行变化,以 ZK214(矿体厚 14.52 m)、ZK414、ZK614(矿体厚 13.93 m) 连线为中心,总体向四周变薄或尖灭,变化特征与含锰岩系变化特征相似,也存在突变现象(图 2、图 3),说明锰矿的形成受不同级别的同沉积断层控制。矿体总体呈狭长带状沿北东 65°~70° 方向展布,北西-南东短轴方向从中心往两侧变薄至尖灭;长轴北东向所控制厚度仍大于 6 m,如 ZK2202 中锰矿体厚度达 6.71 m,南西向控制厚度大于 3 m,如 ZK4618 中锰矿体厚度仍有 3.15 m。长轴两端控制程度较低。

3.3 矿石质量

3.3.1 矿物成分

主要矿物为菱锰矿 21%~57%;其他矿物:粘土矿物 5%~35%,炭质有机质 5%~15%,石英 5%~15%,白云石 3%~25%,方解石 1%~5%,黄铁矿 1%左右;其他微量矿物有:长石、白云母、锆石、磷灰石、玉髓等。

3.3.2 结构构造

(1) 矿石结构

矿石结构主要有泥晶结构(图 5-a)、显微鳞片状结构、粉砂质结构(图 5-b)。

(2) 矿石构造

矿石构造主要有块状构造(图 5-c)和条带状

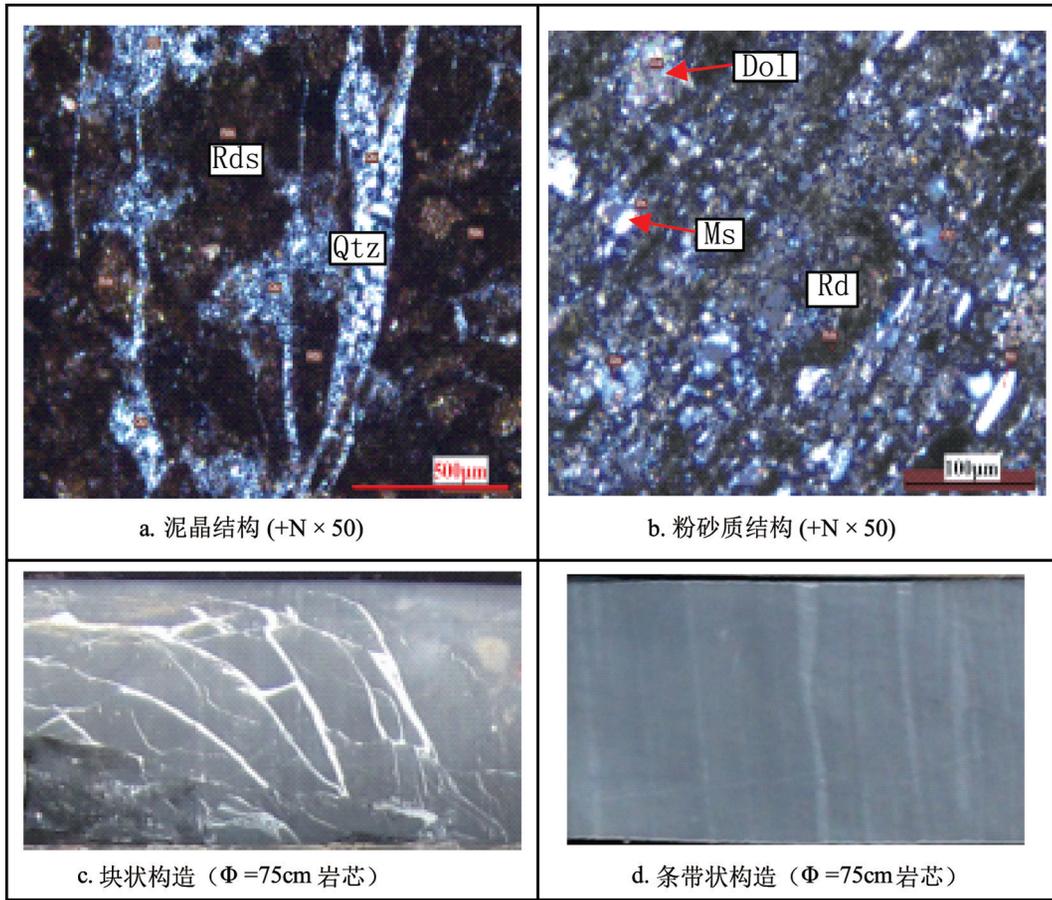


图5 矿石结构及构造照片

Fig. 5 Ore structure and tectonic photographs

构造(图5-d)。在ZK414岩芯中见到软沉积变形纹理—垂直劈理构造。

3.3.3 化学成分

矿石中的主要有益组分是锰,单件样品Mn品位10.02%~27.23%,平均15.70%,变化系数21%;单工程Mn品位15.01%~20.13%,平均15.84%,变化系数7%,矿体Mn品位15.83%~16.40%,平均15.98%,锰元素在空间的分布比较稳定。其他化学组分:P含量为0.040%~2.890%,平均0.288%;TFe含量为1.93%~9.84%,平均2.61%;SiO₂含量为21.43%~38.77%,平均31.75%。

3.4 资源储量

据贵州省地矿局103地质大队2016年提交的《贵州省松桃县桃子坪锰矿详查报告》,备案锰矿石资源量为(332+333)类10639.48万吨,达超大型锰矿床规模,其中,(332)类3348.52万吨,(333)类7290.96万吨。位列亚洲第五、世界第十三位的超大型锰矿床。

4 南华纪早期地堑盆地特征

桃子坪超大型锰矿床位于南华纪寨英-西溪堡地堑盆地(Ⅳ级)北西部。据张遂等(2018)研究,该地堑盆地中南华系两界河组、大塘坡组(含含锰岩系)地层从南东到北西,从无到有,从薄到厚,厚度和岩相存在明显的突变带,显示出典型的断陷盆地沉积特征;根据古天然气渗漏沉积型锰矿床成矿系统模式(周琦等2013),结合含锰岩系、锰矿体、矿石矿物等变化特征,对地堑盆地进行了预测圈定,该盆地长轴方向约为北东65°,长大于20km、宽约5~8km,并划分了三个相带,即中心相、过度相、边缘相(张遂等,2018;尹廷龙等,2018)(图6)。

目前对南华纪西溪堡Ⅳ级地堑盆地的控制仅限于西溪堡-桃子坪一带,共发现2个次级盆地中心,分别位于平土-柑子园一带和平头附近区域,以平土至柑子园一带为主,本次研究发现,在盆地中心区域含锰岩系及锰矿体厚度均存在突然增厚

现象,反映出在南华纪大塘坡早期成锰过程中西溪堡地堑盆地(Ⅳ级)进一步拉伸,在盆地中心位置形成更次一级的地堑盆地。

南华纪寨英-西溪堡地堑盆地(Ⅳ级)中已发

现2个超大型锰矿(桃子坪锰矿、普觉锰矿)、1个中型锰矿(西溪堡中型锰矿),查明资源储量逾3亿吨。盆地北东及南西长轴方向均未圈边,仍存在大片空白区,找矿潜力巨大。

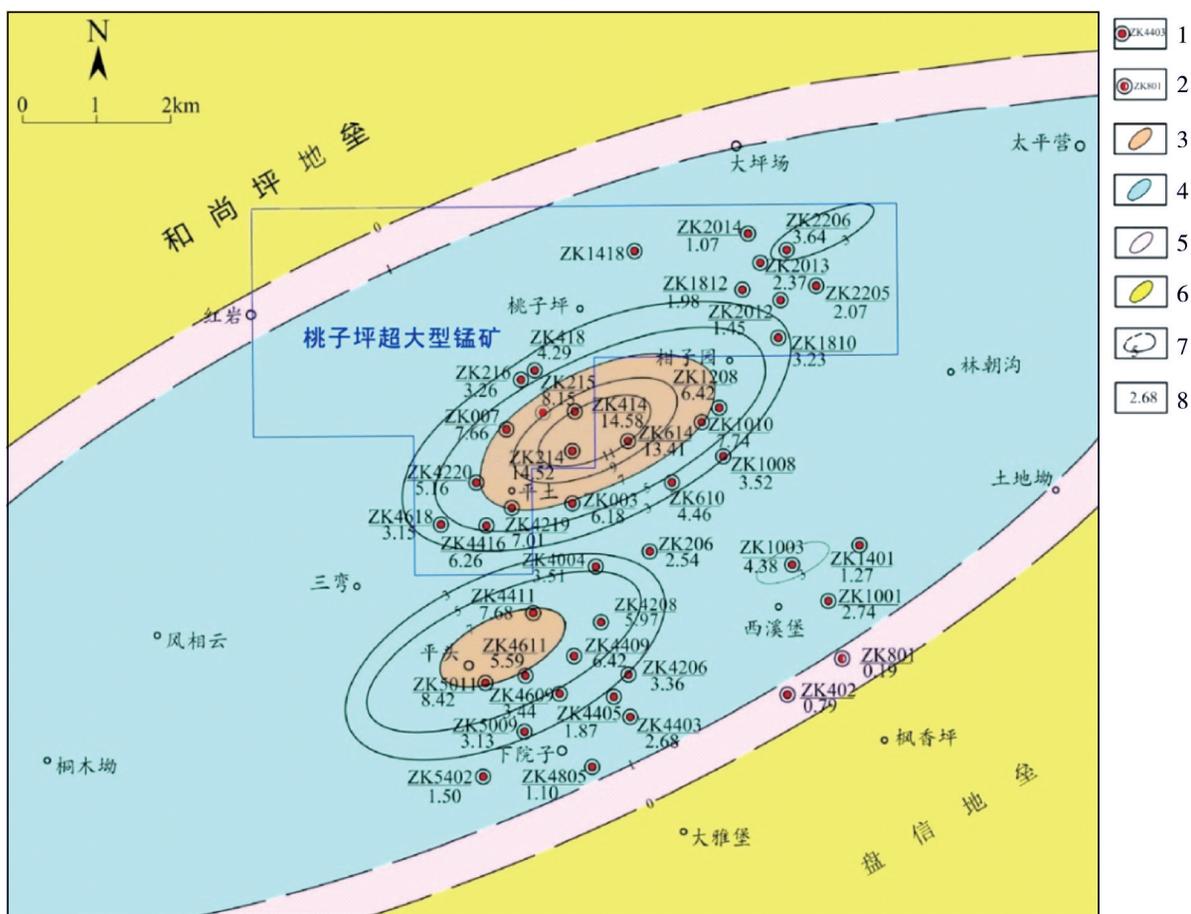


图6 寨英-西溪堡南华纪早期含锰地堑盆地构造古地理与预测图(据张遂,2018)

Fig. 6 Tectonic paleogeography and prediction of Zhaiying-Xixibao early manganese-bearing graben basin in Nanhua period
1—见矿钻孔;2—见矿化钻孔;3—盆地中心相;4—盆地过渡相;5—盆地边缘相;6—地垒区;7—相带界线;8—锰矿体厚度(m)

5 结论

(1)桃子坪超大型锰矿位于武陵次级裂谷盆地、松桃—古丈次级地堑盆地(Ⅲ级)中寨英-西溪堡(Ⅳ级)地堑盆地北西部。矿体呈层状、似层状,矿体厚度变化中等,矿石结构构造简单,矿石组分单一、变化均匀,属于典型的“大塘坡式”锰矿床。

(2)该矿床含锰岩系及矿体厚度等值线在盆地中心存在突变带,说明含锰岩系和菱锰矿体受不同级别的南华纪同沉积断层的控制,形成更次级的地堑盆地,并控制形成厚大含锰岩系和厚大的锰矿体。

(3)南华纪寨英-西溪堡(Ⅳ级)地堑盆地中已发现和提交了2个超大型锰矿床、1个中型锰矿床,333类的资源量逾3亿吨。但控制超大型锰矿床的寨英-西溪堡地堑盆地规模大、矿区外围的含锰岩系和锰矿体继续延伸,外围找矿潜力依然较大。

致谢:本文在撰稿过程中,得到贵州省地矿局103地质大队张遂研究员与袁良军、谢兴友等高级工程师悉心指导,在此表示衷心感谢!

[参考文献]

陈毓川,王登红,等.2010.中国成矿区带划分方案[M].北京:地质出版社.

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,潘文,等. 2016. 黔东松桃地区桃子坪锰矿逆冲叠瓦状构造浅析[J]. 贵州地质, 33(03): 155-160.

杨胜堂,尹廷龙,赵爽,等. 2016. 贵州省松桃县桃子坪锰矿详查报告[R].

尹廷龙,杨胜堂,蒋天锐. 2018. 黔东西溪堡古天然气渗漏沉积型锰矿成矿规律及找矿方向[J]. 中国科技成果. 19(19): 40-41, 47.

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与找矿预测[J]. 地质科技情报, 34(06): 8-16.

张遂,周琦,张平壹,等. 2018. 贵州松桃普觉超大型锰矿床主要特征与找矿实践[J]. 贵州地质, 35(04): 304-313.

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): 339-346.

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,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(03): 457-466.

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(02): 177-188.

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(04): 237-244.

Geological Features and Potential Analysis of Taoziping Hidden Super-large Manganese Deposit in Songtao, Guizhou

YIN Ting-long^{1,2}, ZHOU Qi^{2,3}, YANG Sheng-tang^{1,2}, PAN Wen^{1,2}, JIANG Tian-rui¹,
YE Fei¹, ZHAO Shuang¹

(1.103 Geological Party, Guizhou Bureau of Geology and Mineral Exploration & Development of, Tongren 554300, Guizhou, China; 2. Technical Innovation Center of Mineral Resources Exploration Engineering in Bedrock Area of the Ministry of Natural Resources, Guiyang 550081, Guizhou, China; 3. Guizhou Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Guiyang 550004, Guizhou, China)

[**Abstract**] The Taoziping Super-large manganese deposit in Songtao, Guizhou Province is the second Super-large “Datangpo” manganese bed found in the Songtao Zhaiying-Xixibao Fort (Grade IV) mantle basin of Nanhua period Wuling Manganese Mine-forming Belt of South China, and is adjacent to the Asia’s largest Pujue super-large manganese deposit. Located on the Northwest side of the central facies-transitional facies - marginal facies of seep eruption of the Xixibao (Grade IV) rift basin. The depth of the ore body is 920 ~ 2 000 m, which is a fully concealed manganese deposit. The thickness of the manganese rock system is 15.70 ~ 91.00 m, and the thickness of the manganese ore body is 1.07 ~ 14 .58 m. The Long axis direction of space spread of both the Manganese-bearing rock series and the manganese ore body are distributed in a narrow strip along the direction of about NE65°, There is an angle of about 40° with the Yanshan period structure in the Northeast of the surface. At present, the ore body on the Northeast and Southwest side are not circled, there is still a large manganese ore prospecting potential.

[**Key Words**] Manganese mine; Super-large; Features; Guizhou; Songtao; Taoziping