

# 贵州印江窑上奥陶系湄潭组含锰矿层发现及其地质意义

叶 飞<sup>1,3</sup>, 潘 文<sup>1,2,3</sup>, 尹廷龙<sup>1,3</sup>, 左 勇<sup>1</sup>, 覃智贵<sup>1</sup>, 周 灵<sup>1</sup>,  
周 宁<sup>1</sup>, 赵 爽<sup>1,3</sup>, 刘 健<sup>1</sup>

1. 贵州省地矿局 103 地质大队, 贵州 贵阳 554300; 2. 中国地质大学(武汉)地球科学学院, 武汉 430074;  
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] 近期在开展 1:5 万大坝场幅区域地质调查工作中, 在印江窑上奥陶系湄潭组中发现了锰矿层。目前国内已有公开报道的奥陶系锰矿仅见于湖南桃江、益阳、安化、宁乡等地。综合分析后, 认为该锰矿可与“桃江式”锰矿对比。鉴于黔东北湄潭组地层分布广泛, 具有一定科学和找矿意义。

[关键词] 奥陶系; 湄潭组; “桃江式”锰矿

[中图分类号] P618.32; P534.42; P618.23 [文献标识码] A [文章编号] 1000-5943(2020)-02-0138-06

## 1 前言

本次工作在黔东北奥陶系湄潭组顶部发现了锰矿层, 矿点位于印江县窑上奥陶系中-下统湄潭组第三段顶部粉黑色粉砂质粘土岩中, 有民采老硐遗迹。本次工作通过刻槽采样、综合分析原有资料, 采样 17 件。目前国内奥陶系锰矿仅见于湖南桃江、益阳、安化、宁乡等地(匡清国等 2003)。鉴于黔东北湄潭组地层分布广泛, 具有一定科学和找矿意义。

## 2 地质背景

### 2.1 大地构造背景

研究区大部位于贵州省铜仁市印江县境内, 大地构造位置位于江南造山带西南段与扬子陆块过渡区域, 属黔中隆起东侧, 夹于 NW 向齐岳山断

裂与 SE 向梵净山—走马穹隆构造带之间, 是川黔隔槽式逆冲构造带的一部分。发育寒武纪至三叠纪地层(由于广西运动影响, 期间缺失泥盆、石炭及二叠系下统地层)。根据区域内不整合地层接触关系, 由老到新可将黔东北地区依次划分为武陵期、加里东期、燕山—喜马拉雅期三个构造旋回期(戴传固等 2013)。

从构造形迹上来看, 褶皱构造大致可分为两组: 即 1. 近南—北向的线状褶皱; 2. 北东—南西向的不对称褶皱。早期近南—北向线状褶皱明显受后期北东—南西向不对称褶皱明显叠加; 使得区域上近南—北向线状褶皱发生左行剪切错断或成“S”形叠加, 区域上部分线状褶皱被改造成了短轴褶皱(图 1B)。

### 2.2 地层

研究区主要出露上、下古生界及少量中生界地层, 区内出露地层从老到新依次为: 寒武系、奥陶系、志留系、二叠系、三叠系(缺失志留系中上统、泥盆系、石炭系及二叠系下统地层)及第四

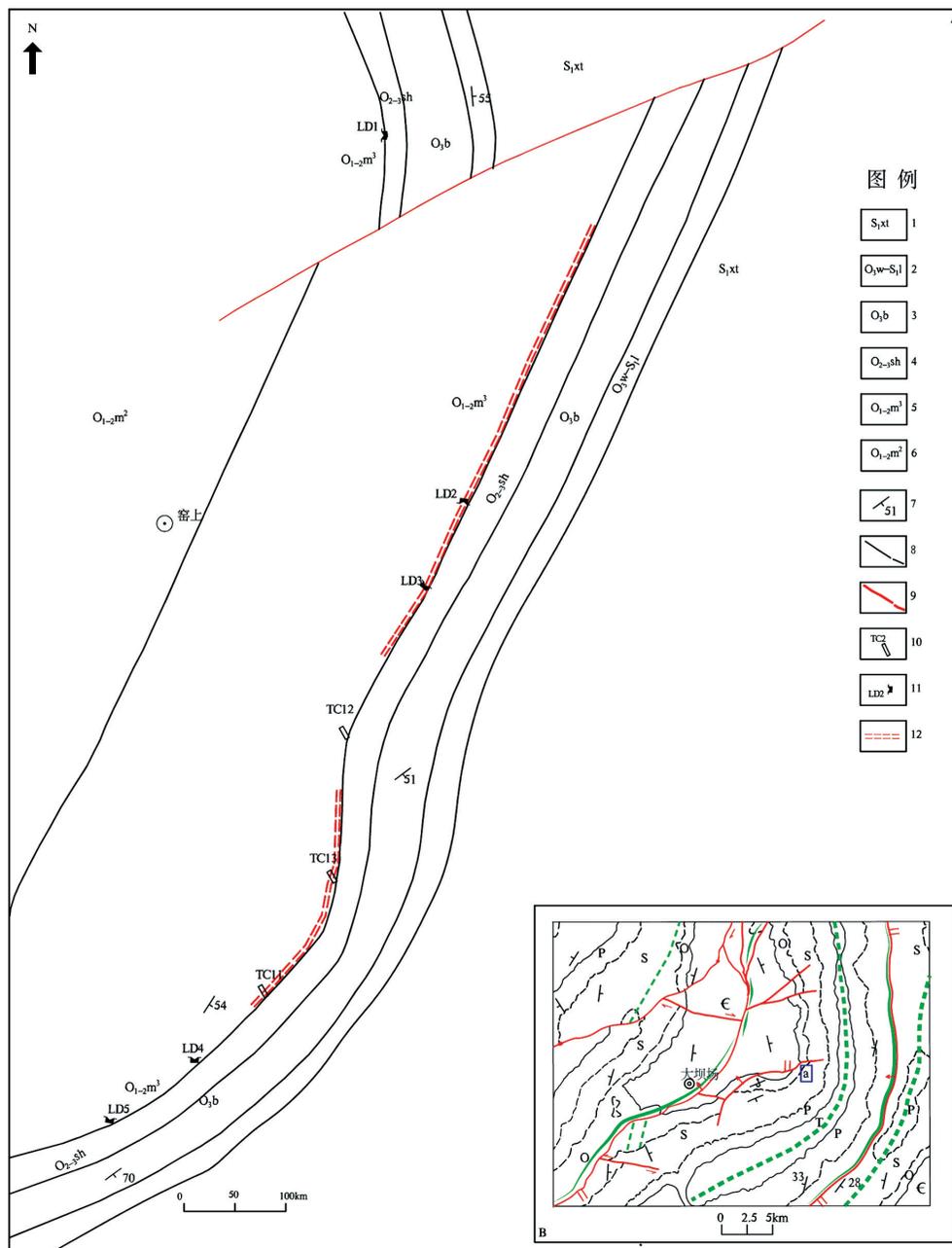
[收稿日期] 2019-06-14 [修回日期] 2020-02-21

[基金项目] 本项目由中国地质调查局成都地调中心《贵州 1:5 万思南县等 3 幅区域地质调查》(委托业务编码: 1212201010000150011-12); 贵州省地矿局重大科研项目《贵州“梵净山”地貌特征成因分析》(黔地矿科合(2018)06 号); 贵州省科技支撑项目《锰矿勘查与开发大数据管理与智能处理系统研发应用》(合同编号: 黔科技支撑[2017]2951)共同资助。

[作者简介] 叶飞(1984—), 男, 高级工程师, 长期从事矿产地质勘查、区域地质调查工作。Email: 282252163@qq.com

系。累计最大出露厚度 3 200 余米。其面上展布受地形、构造控制较明显。寒武系地层主要集中分布在大坝场幅中部,塘头幅坝竹垭背斜轴部有零星出露,仅出露寒武系第二统杷郎组中上部-娄山关组地层,未见底;志留系、二叠系主要呈北东—南西向片状分布于研究区许家坝向斜、原区域邵家桥向斜两翼。(图 1-A)。地层间接触关系类型较全,二叠系上统与中统之间为平行不

整合接触,区内大部奥陶系顶部五峰组顶部,存在一套斑脱岩沉积(叶飞等,2019a),指证了区内志留系与奥陶系地层为平行不整合接触,二叠系与下伏志留系呈平行不整合。第四系为角度不整合覆于区内各地层组之上,其余地层组段之间为整合接触关系。新发现锰矿赋存于奥陶系中-下统湄潭组第三段顶部黑色粉砂质粘土岩中,受地层控制明显。



A—研究区大地构造位置图;B—研究区构造纲要图

图 1 研究区大地构造位置及地质简图

Fig. 1 Schematic diagram of geotectonic location and geology in the study area

1—志留系下统新滩组;2—奥陶系五峰组-志留系龙马溪组;3—宝塔组;4—十字铺组;5—湄潭组第三段;6—湄潭组第二段;7—地层产状;8—地质界线;9—断层;10—探槽及编号;11—老硐及编号;12—矿层地表露头线

### 2.3 构造

采样点位于印江县南西,平距约 30 km,窑上简易公路边。位于区域青岗湾断层南东,水家河向斜东翼,构造不发育,以单斜构造为主。地层走向 NE-NNE,倾向南东,倾角 51°~70°,一般为 50°左右。矿区断裂构造不发育,仅见矿区北部。从地表露头情况来看,区内断层并未破坏矿层。

## 3 矿床地质特征

### 3.1 含锰岩系特征

新发现锰矿赋存于奥陶系中统湄潭组第三段顶部,该组段岩性以由条带状粘土岩、粉砂质粘土岩、钙质粘土岩为主,厚度 120~150 m。地层内含丰富的笔石化石,属远滨相沉积;沉积层序自下而上如下:

上覆地层:奥陶系十字铺组(O<sub>2-3</sub>sh):灰、浅灰色薄-中层状泥质生物碎屑灰岩

—— 整合 ——

奥陶系中下统湄潭组第三段(O<sub>1-2</sub>m<sup>3</sup>)

9. 灰色中厚层状泥晶灰岩与黄灰色薄层状粘土岩呈不等厚互层。灰岩中重结晶现象明显。富含生物;粘土岩中有有机质含量较高。由下而上,粘土岩厚度逐渐减薄。

厚度 1.3~8.6 m;

8. 锰矿层(奥陶系锰矿主要赋存层位)。矿层多呈透镜状,地表露头线沿走向尖灭。含锰矿层 1-2 层,单层厚

0.3~0.5 m,部分地段构成了工业矿体。

厚度 0.3~0.98 m;

7. 含锰质粘土岩,锰矿普遍品位不达标。

厚度 2.5~5.9 m;

6. 主体以黄灰绿色薄至中层状粉砂质粘土岩、页岩为主。砂质含量较前略有降低。偶夹灰岩透镜体。顶部为灰色薄层状细——粉晶灰岩。

厚度 5.6~8.6 m;

5. 灰黑色薄至中层状含粉砂质、炭质粘土岩、页岩。粘土岩中砂质含量较前明显减少;页岩中含少量印膜化石。

厚度 37~46.3 m;

4. 灰绿色薄至中层状钙质、粉砂质粘土岩与灰、深灰色薄层板状钙质石英砂岩呈不等厚互层。钙质含量较前略有降低。未见生物化石。

厚度 3.6~7.8 m;

3. 黄灰绿色含钙质、粉砂质中厚层状粘土岩与灰色薄层板状富含钙质石英砂岩呈不等厚互层。砂岩层厚 3~5 cm。

厚度 2.3~4.1 m;

2. 黄灰绿色薄至中厚层状含钙质、粉砂质粘土岩、页岩;间夹数层灰色薄板状泥质泥晶灰岩;灰岩中偶见重结晶现象;未见化石;粘土岩中富含印膜化石。原岩风化严重,风化后呈叶片状细小碎片原地堆积。局部偶夹钙质结核,呈透镜状,大致顺层。

厚度 27~40 m;

1. 黄灰绿色薄至中层状粉砂质粘土岩、粉砂质页岩。

厚度 19.6~23.7 m;

—— 整合 ——

下伏地层:奥陶系中下统湄潭组第二段(O<sub>1-2</sub>m<sup>2</sup>):灰、灰黑色中厚层状泥质瘤状灰岩;

锰矿层赋存于湄潭组上部含锰质粘土岩内,产状与围岩一致,一般直接顶底板为湄潭组顶部粉砂质粘土岩(图 2)。



图 2 印江窑上奥陶系锰矿点露头

Fig. 2 Ordovician manganese mine outcrop in Yaoshang of Yinjiang

### 3.2 矿床产出特征

仅就采样区而言,矿体呈北东向透镜状产出,走向上发生尖灭(图 3)。延伸长度 50~500 m,

矿层厚 0.35~0.8 m,由 1-2 层锰矿层夹黑色页岩组成。锰矿单层厚 0.3~0.5 m(表 1)。样品 Mn 品位均远超 Mn 元素克拉克值,显示该区域有较强的 Mn 元素富集。

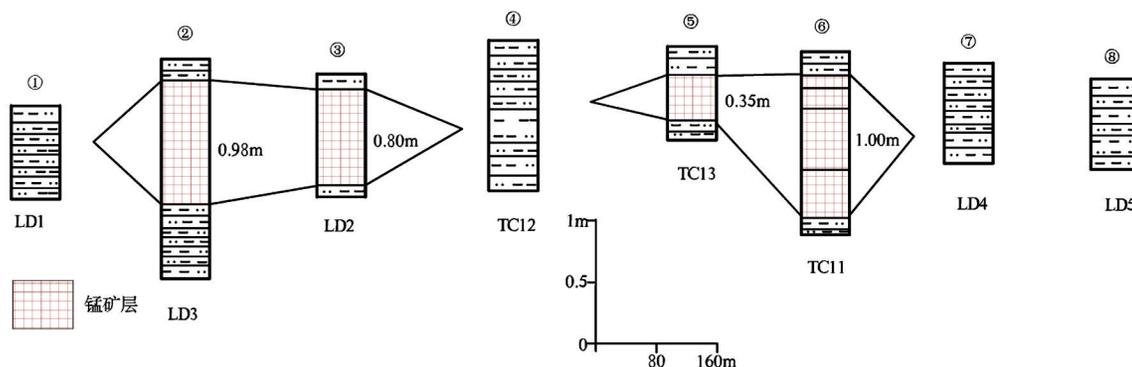


图3 透镜状展布锰矿体

Fig. 3 Lenticular manganese ore

表1 奥陶系锰矿采样分析结果一览表

Table 1 List of sampling results of manganese ore in Ordovician

序号	工程	样品编号	真厚度(m)	Mn(%)	P(%)	
1	LD1	SM-21	0.35	2.82	0.108	收集
2	LD3	SM-19	0.98	12.59	0.634	本次测试
3		SM-20	0.36	2.8	0.108	收集
4	LD2	SM-18	0.8	16.64	0.294	收集
5	TC12	SM-16	0.6	4.14	0.084	本次测试
6		SM-17	0.35	1.86	0.048	本次测试
7	TC13	SM-15	0.35	11.03	0.354	本次测试
8		SM-15-1	0.11	1.03	0.354	本次测试
9	TC11	SM-11	0.3	4.7	0.294	本次测试
10		SM-12	0.1	11.06	0.334	本次测试
11		SM-13	0.5	18.7	0.334	本次测试
12		SM-14	0.4	15.18	0.174	本次测试
13		SM-14-1	0.2	2.18	0.11	本次测试
14	LD4	SM-9	0.39	5.42	0.103	收集
15		SM-10	0.19	4.52	0.274	收集
16	LD5	SM-7	0.2	2.35	0.104	收集
17		SM-8	0.24	3.26	0.104	收集

### 3.3 矿石质量

经贵州省地矿局黔东测试中心测试分析,矿石矿物主要有以氧化锰矿为主,含少量碳酸锰矿。其中,氧化锰矿多呈微细粒他形粒状集合体或云雾状、胶状凝块形式产出,常与碳酸锰矿等共生,约占含锰矿物总量的90%以上。P/Mn 比值 0.011 ~ 0.50,平均 0.027,大于 0.006,属高磷矿石。

主要脉石矿物由方解石、白云石、石英、稀土矿物、绢云母、绿泥石及有机炭等组成。其中,石英、玉髓、蛋白石,主要呈脉状沿裂隙后期充填,或不规则状,团块状产于含锰碳酸盐中,常与方解

石、白云石、绢云母等共生;伊利石、水云母、绢云母、绿泥石,呈隐晶—鳞片状,或细叶片状,同石英、方解石等嵌生,分布于裂隙或碳酸盐颗粒间及鲕粒核心中;有机炭,则呈不规则尖点状,不均匀混染矿石(曾孟君等 1992)。

## 4 成因探讨

### 4.1 矿床对比

目前国内有报道的奥陶系锰矿仅限于湖南“桃江式”锰矿,且局限分布于桃江、益阳、安化、

宁乡等地。本次工作选取研究程度较高的“桃江式”锰矿代表—湖南响涛源锰矿与研究区进行对比。响涛源锰矿含矿层位为奥陶系中统磨刀溪组、胡乐组与本次采样层位相当(祝寿泉等1996),时代均属于奥陶系中统。沉积环境均为前海陆棚相。响涛源锰矿赋矿层岩性组合以黑色页岩、条带状页岩、含锰灰岩为主,本次取样含矿岩性以钙质粉砂质粘土岩、黑色页岩为主,未见灰岩。二者矿层均以层状、似层状、透镜状产出。响

涛源锰矿矿石品位 19.63%~20.09%,略高于研究区。矿层厚度 1.2~2.25 m,大于研究区 0.35~0.8 m。在矿石类型方面,响涛源锰矿以碳酸锰矿为主,其次为氧化锰矿,研究区氧化锰矿为主,其次为碳酸锰矿石,可能与采样点高度风化有关。在成因方面均属于海相沉积型碳酸锰矿床。本次工作认为,本次所新发现奥陶系锰矿与“桃江式”锰矿在赋存层位、矿床类型等方面,高度一致,可视为同一类型矿床(表2)。

表2 锰矿特征对比一览表

Table 2 Characteristics comparison of manganese ore

对比项	印江窑上	“桃江式锰矿”	备注
时代	奥陶系中统	奥陶系中统	一致
层位	湄潭组	磨刀溪组、胡乐组	一致
含矿岩性	钙质粉砂质粘土岩、黑色页岩	黑色页岩、条带状页岩、含锰灰岩、碳酸锰矿及粘土岩等	大致吻合
矿层产出形态	层状、似层状、透镜状	层状、似层状、透镜状	一致
矿石品位	14.2%	19.63%~20.09%	品位略低
矿层厚度	0.35~0.8 m	1.2~2.25 m	厚度较小
矿石类型	氧化锰矿为主,其次为碳酸锰矿	碳酸锰矿为主,其次为氧化锰矿	均含有碳酸锰及氧化锰
沉积环境	浅海陆棚相	浅海陆棚相	一致
成因	不明	海相沉积型碳酸锰矿床	

### 4.2 沉积环境

区域上,奥陶系早期,黔东南地区自西向东可分为湄潭组与大湾组,二者为渐变过渡关系,区域上一般以石阡陡山坝—印江一线为界,以西为湄潭组,以东为大湾组,但采样区内湄潭组遵义地区典型湄潭组有较大区别,兼具“湄潭组”与“大湾组”特色,总的来说砂质含量低于典型湄潭组地层,高于典型大湾组地层。钙质含量已具有相同特征(陈朋飞等2006)。

鉴于研究区湄潭组第三段笔石和大量的双壳类生物繁盛为特点,发育水平层理和粒序层理,且综合其岩性组合,反映其沉积水体应属较深的内陆棚斜坡沉积,即处于湄潭组与大湾组过渡区域。

锰矿赋存层位在横向上位于区域上奥陶系湄潭组与大湾组过渡区域,在纵向上,属于海侵到海退的转折期的微氧化与碱性环境中(图4)。

### 4.3 成因探讨

由于该处矿点为首次发现,限于区调工作手段,尚未进行较深入研究,但笔者认为,奥陶系大坪阶—达瑞威尔阶时期,伴随研究区西侧黔中古陆的隆起,发生了区内地层发生了沉积分异,在广西运动水下隆起期的影响下,区内发生了不均一的水下抬升(牛新生等2007),该抬升过程延续到奥陶系末期,在区内形成了一系列的同沉积断裂;继而,伴随奥陶系末期频繁的火山活动(常晓琳等2013),深部热液上升,为区内锰矿的形成提供了物质基础;最终锰质沿先期形成的同沉积断裂上升,最终沉淀在该区域,形成锰矿层。

## 5 远景分析

区内湄潭组地层分布广泛,为区内锰矿层提供了良好的赋存空间,区内自西向东,湄潭组逐渐

过渡为大湾组(陈鹏飞等 2006),在过渡区域,即砂质陆棚向灰质陆棚转换带,为锰矿的赋存提供了良好的空间。本次工作中,在天桥、秦家山等处,均发现了类似的含锰岩系组合。经零星采样,

Mn 品位分别为 3.8%、6.3%,具有良好的锰质富集表现,推测与采样位置有关,不能排除该区域锰质富集可能。笔者认为后期工作中,应加强该过渡区锰矿找矿工作,或能有较大的突破。

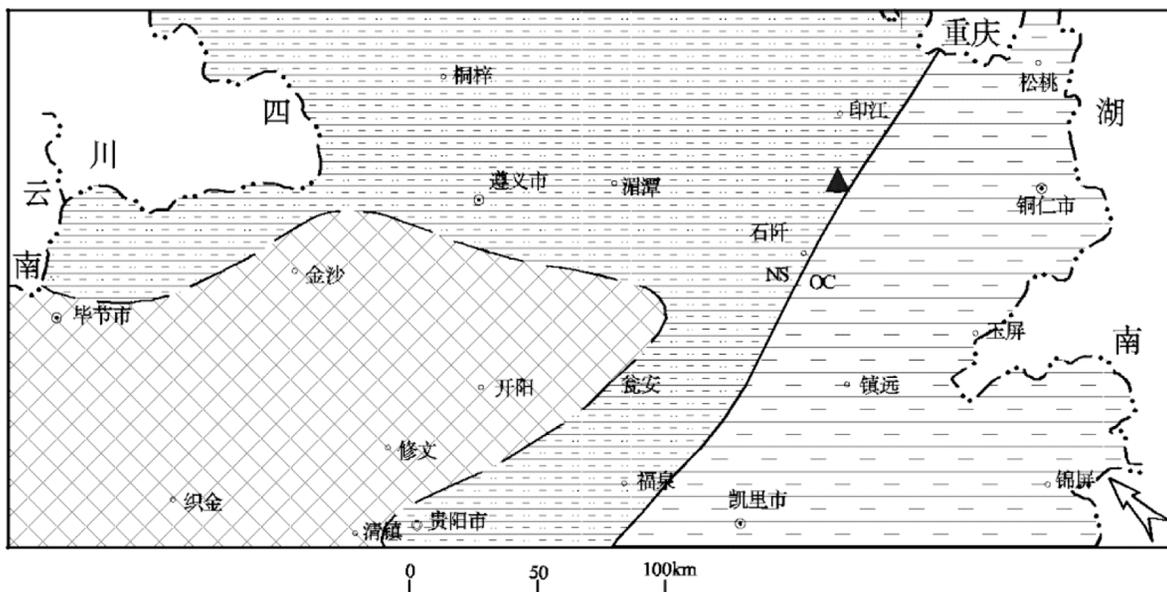


图4 研究区及邻区奥陶纪大坪期岩相古地理图(据叶飞等,2019b)

Fig. 4 Lithofacies paleogeographic map of the Ordovician Daping period in the study area and adjacent areas

1—粉砂质粘土岩组合;2—钙质粘土岩组合;3—古陆;4—浅海陆棚相;5—广海陆棚相;6—相变线;7—海侵方向

## 6 结论

该锰矿的发现,是贵州首次对“桃江式”锰矿的发现,是对贵州已有“大塘坡式”锰矿、“遵义式”锰矿、“水域式”锰矿的补充(付勇等 2014)。本次限于工作手段及周期,建议后期对该区域、该层位锰矿采取针对性工作。鉴于奥陶系湄潭组出露广泛,具有一定科学和找矿意义。

### [参考文献]

陈鹏飞,詹仁斌. 2006. 扬子区下、中奥陶统大湾组及其同期地层[J]. 地层学杂志, (01): 11-20.  
 常晓琳,李龙. 2013. 奥陶纪末期生物集群绝灭事件[J]. 才智, (19): 279.  
 戴传固,王敏,陈建书,等. 2013. 贵州构造运动特征及其地质意义[J]. 贵州地质, 30(02): 119-124.  
 付勇,徐志刚,裴浩翔,等. 2014. 中国锰矿成矿规律初探[J]. 地质学报, 88(12): 2192-2207.  
 贵州省地质矿产局, 1970. 1:20万江口幅区调查报告[R].  
 贵州省地质矿产局, 1987. 贵州省区域矿产志[M]. 北京:地质出版社.

蒋德和,杨振强,赵时久. 1995. 湘中地区中奥陶统“桃江式”锰矿的成矿作用研究[J]. 沉积学报, (01): 59-68.  
 匡清国,赵银海,吴永胜,等. 2003. 构造对“桃江式”锰矿空间分布的影响及其找矿意义探讨[J]. 地质与勘探, (01): 32-35.  
 矿产资源工业要求手册编委会, 2011. 矿产资源工业要求手册[M]. 北京:地质出版社.  
 牛新生,冯常茂,刘进. 2007. 黔中隆起的形成时间及形成机制探讨[J]. 海相油气地质, (02): 46-50.  
 叶飞,潘文,左勇,等. 2019a. 扬子地台东南缘上奥陶统五峰组斑脱岩锆石 U-Pb 年龄及其地质意义[J]. 地质通报, 38(10): 1718-1725.  
 叶飞,潘文,占朋才,等. 2019b. 《贵州 1:5万思南县等 3 幅区域地质调查报告》[R]. 铜仁:贵州省地矿局 103 地质大队.  
 杨宇宁,郭云胜,孙海静,等. 2010. 乌当地区奥陶系湄潭组的地层学研究[J]. 贵州大学学报(自然科学版), 27(06): 36-42.  
 曾孟君. 1992. 桃江式锰矿特征及成矿地质条件[J]. 地质与勘探, (08): 13-18.  
 祝寿泉. 1996. 桃江式锰矿成矿期岩相古地理及成矿预测[J]. 地质与勘探, (05): 21-26.  
 赵盼,张嵩月,张双双. 2017. 湖南桃江县响涛源锰矿地质特征及成因分析[J]. 甘肃冶金, 39(05): 59-63.

(下转第 208 页)

of undesirable geological bodies. Based on the theory of direct current method, this method is according to the principle of apparent resistivity differential statistics, the current density distribution and the total power supply electrode AB the poles distribution, there is a certain relation between the same power supply line (section) in the field, through continuous encryption to change the location of the power supply polar distance AB, observation measurement between the electrical parameters of the electrode MN section to calculate the corresponding longitudinal space, large depth of approximate continuous (near) on the surface of the earth apparent resistivity abnormal electrical section. This method has achieved good exploration results in the investigation of potential hazards in the karst region with a depth of 300m and a depth of less than 300m, and the site selection detection error of coal mine boreholes and shale gas boreholes can be controlled within 7%, which is worthy of further exploration and practice.

[**Key Words**] Karst geology; Sounding technique; Improved methods; Electrical method; Guizhou

(上接第 143 页)

## Discovery and Geological Significance of Manganese Bearing Ore Layer in Meitan Formation of Ordovician in Yaoshang of Yinjiang, Guizhou Province

YE Fei<sup>1,3</sup>, PAN Wen<sup>1,2,3</sup>, YIN Ting-long<sup>1,3</sup>, ZUO Yong<sup>1,3</sup>, QIN Zhi-gui<sup>1</sup>,  
ZHOU Ling<sup>1</sup>, ZHOU Ning<sup>1</sup>, ZHAO Shuang<sup>1,3</sup>, LIU Jian<sup>1</sup>

(1.103 Geological Party, Guizhou Bureau of Geology & Mineral Exploration and Development, Tongren 554300, Guizhou, China; 2.School of Earth Sciences, China University of Geoscience, Wuhan 4300743, Hubei, China; 3.Guizhou Province Manganese Resource Forecasting Evaluation Technology Innovation Talent Team, Tongren 554300, Guizhou, China)

[**Abstract**] In the recent Geological Survey of the area of 1:50,000 dam site, manganese deposits were found in Taoximeitanzu on the Yinjiang Kiln. The Aotaoxi, which has been publicly reported in China, is only found in Hunan Taojiang, Yiyang, Anhua and Ningxiang. After comprehensive analysis, it is concluded that the manganese ore can be compared with the “Taojiang type” manganese ore, which has certain scientific and prospecting significance.

[**Key Words**] Ordovician; Meitan formation; “Taojiang” manganese ore