

# 贵州遵义锰矿国家整装勘查区地质找矿 主要进展及潜力预测

刘志臣<sup>1,2</sup>, 颜佳新<sup>2</sup>, 陈登<sup>1,2</sup>, 钟月丽<sup>1</sup>, 汪洋<sup>1</sup>, 王劲松<sup>1</sup>, 崔忠强<sup>1</sup>,  
龙宣霖<sup>1</sup>, 李隆富<sup>1</sup>, 魏泽权<sup>1</sup>, 秦先进<sup>1</sup>, 刘永坤<sup>1</sup>, 周晓林<sup>1</sup>,  
戴文坤<sup>1</sup>, 时中越<sup>1</sup>, 陈蝶<sup>2</sup>, 刘柯<sup>2</sup>, 蔡嘉骅<sup>2</sup>

(1. 贵州省地矿局 102 地质大队, 贵州 遵义 553003; 2. 中国地质大学 地球科学学院, 湖北 武汉 430074)

**[摘要]** 贵州遵义锰矿国家整装勘查区位于扬子地块东南缘的武陵山成矿带中段。著名的二叠纪茅口晚期遵义锰矿, 形成于华南地块裂解背景下的水城—遵义台沟中。近年来, 项目团队在该区通过长期的产学研协同攻关, 找到了遵义锰矿底板“白泥塘层”硅质岩的热水成因证据, 详细梳理了锰矿成矿的构造古地理背景, 发现了遵义锰矿的矿床类型——海底喷流沉积型锰矿床。通过该整装勘查区的实践检验, 先后新发现大型锰矿床 2 个(深溪锰矿、永安锰矿), 中型锰矿床 2 个(小金沟锰矿、转龙庙锰矿), 新发现的锰矿资源量, 超过了以往保有资源量的两倍, 实现了遵义锰矿找矿的重大突破。根据成矿预测, 遵义锰矿找矿潜力依然巨大。

**[关键词]** 锰矿; 整装勘查; 找矿进展; 潜力预测; 贵州遵义

**[中图分类号]** P618.32 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1000-5943(2017)02-0063-08

锰矿作为国家紧缺重要的矿产资源, 在国民经济和社会发展中起着举足轻重的地位, 锰矿已成为世界上重要的矿产之一, 特别是钢铁冶炼行业, 具有重要的工业意义。全球锰矿资源主要分布在南非、巴西、乌克兰、澳大利亚、印度、加蓬和中国等国家, 其中, 以南非的锰矿资源最为丰富。与全球锰矿资源相似, 我国锰矿以沉积型为主, 而且在我国的分布是南方多、北方少。与全球锰矿时代分布不一样的是, 我国南方在南华纪是一个锰矿重要的成矿期, 以贵州松桃锰矿最为著名, 锰矿资源总量已位居世界前列(周琦等, 2016)。另外, 晚古生代在我国也是一个重要的锰矿成矿期, 尤其是中国南方最著名为贵州遵义锰矿、广西下雷锰矿、安徽贵池锰矿和云南斗南锰矿(Maynard, 2003; 侯宗林等, 1997)。对锰矿的找矿、研究工作一直受国内外许多专家、学者的关注, 一直是个长盛不衰的课题。

贵州遵义锰矿国家整装勘查区, 是在 2011 年贵州省省级整装勘查区取得初步进展的基础上, 于 2013 年被列为第三批国家级整装勘查区。位于全国二十个重要成矿带中的上扬子东缘 CuPbZnMn 成矿带西南部(见图 1), 处于扬子地块西缘黔北台沟内, 主要分布在贵州省遵义市红花岗区、汇川区和播州区境内, 面积 1 073 km<sup>2</sup>。

## 1 遵义锰矿的发现

遵义锰矿是贵州首次发现具有工业价值的锰矿床, 始于 1941 年, 由当时内迁遵义的浙江大学刘之远首先发现, 1940 年遵义县团溪镇村民, 误将锰矿当铁矿冶炼, 未达目的, 经刘之远鉴定, 并送化验, 确定为锰矿。同年 7 月刘之远实地调查, 首先在团溪洞上一带发现了氧化锰, 1942 年及 1943 年又数次前往, 作进一步调查。在此期间尚

**[收稿日期]** 2017-02-14

**[基金项目]** 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), 贵州省地质矿产勘查开发局地质科研项目(黔地矿科合[2016]3号)贵州遵义二叠纪裂陷槽盆地演化与锰矿成矿作用研究, 贵州省遵义锰矿整装勘查找矿预测及与技术运用示范项目联合资助(2016—2018)。

**[作者简介]** 刘志臣(1982—), 男, 高级工程师, 主要从事矿产地质勘查、研究工作。

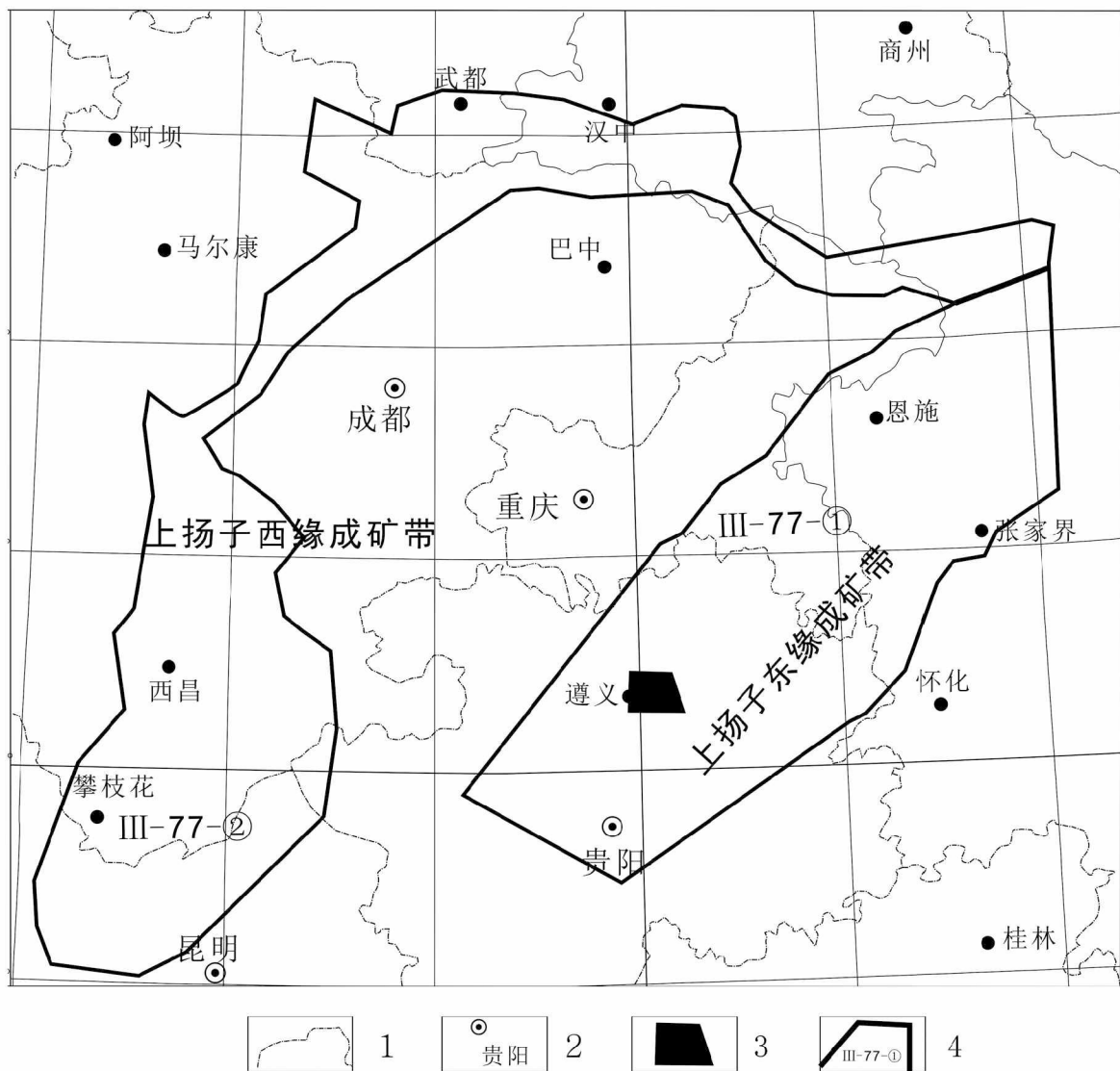


图1 遵义锰矿整装勘查区成矿带区域位置图

Fig. 1 Location of mineral zone in Zunyi manganese fully equipped exploration area

1—省界;2—地名;3—遵义锰矿整装勘查区;4—成矿带范围

有经济部地质调查所尹赞勋、谌义睿、秦鼎等人前往团溪一带调查,为该区锰矿地质轮廓奠定了基础。

解放后于1950年9月贵州省军事管制委员会工矿处罗绳武在铜锣井一带又开展了地质调查工作,认为该区氧化锰有一定经济价值;在1952年西南地质局遵义锰矿队周德忠、陈建宏等开展了详细的地质工作,仅估算氧化锰矿储量6.7万吨。在此期间,主要是明湘黔兴锰矿公司、遵义市矿商袁树仁创办华兴锰矿厂在大台山、大山窝一带零星开采地表氧化锰矿。在过去发现的风化淋滤形成的少量氧化锰矿的基础上,在1954年西南地质局503地质队何立贤、刘欲周等在遵义锰矿区铜锣井锰矿段中开展地质勘探首次发现原生的

碳酸锰矿石,确定具有工业远景。随着遵义锰矿原生矿的发现,在上世纪的50年代至80年代掀起了找矿勘查的热潮,贵州省地矿局一〇二地质大队提交了锰矿的多个普查、详查和勘探报告,探明锰矿大中型矿床数个,其中以著名的铜锣井大型锰矿床为代表(吴道生等,1996)。

## 2 遵义锰矿上世纪地质找矿主要成果

贵州省地质局102地质队贺师冠、高兴基、王华云等老一代地质工作者,通过不断探索、研究与勘查实践,总结出指导黔北二叠纪遵义锰矿找矿的三大规律(刘巽锋等,1989):

### (1) 地层规律

锰矿体均分布于二叠系中统茅口组二段硅质灰岩之上,其分布范围严格受硅质灰岩分布范围控制。

### (2) 方向性与规律

区域上锰矿床的分布受古构造控制,具有南西—北东方向分布规律,且有串珠状出现特点。

### (3) 岩相组合规律

锰矿床受沉积盆地控制,发现了岩性组合的分带规律。从盆地中心至边缘可划分为三个岩性组合带,即:硅质灰岩+蒙脱石绿泥石粘土岩+菱锰矿带→硅质灰岩+蒙脱石绿泥石粘土岩+铁锰矿带→灰岩带+含硫铁质粘土岩带。在平面上,菱锰矿主要产于铁锰矿带内圈之中。

来源于实践的上述理性认识,是该地区锰矿找矿认识上的第一次飞跃,它指导黔北地区发现和评价了一批露头或半隐伏的锰矿床。1954—1984年,黔北地区主要针对埋藏浅的铜锣井锰矿铜锣井矿段、黄土坎矿段、深溪沟矿段、长沟矿段和沙坝矿段开展了勘查工作,共提交了B+C+D级资源储量1 776.94万吨,其中:黄土坎矿段提交C级储量254.70万吨、长沟矿段提交C+D级储量97.26万吨、沙坝矿段提交D级储量201.26万吨、铜锣井矿段提交B+C+D级各类资源储量1 223.72万吨,均由贵州省地矿局一〇二地质大队提交。取得了黔北地区锰矿找矿第一轮大突破,并建立了遵义铁合金公司、湘江锰矿和南茶锰矿等开采企业,形成了我国一个重要锰矿资源基地。

通过30余年的锰矿找矿工作,黔北地区露头或半隐伏的锰矿床基本上已发现殆尽。锰矿找矿已经转入寻找隐伏和盲矿体的新阶段,建立在露头矿和勘查详细控制基础上总结出的锰矿找矿规律面临新的挑战,已难以具体指导和帮助圈定新的找矿靶区。1984年以后,遵义锰矿找矿工作陷入低谷,未再有新的深部隐伏矿体发现,几乎没有新增锰矿资源量。

## 3 遵义锰矿整装勘查区地质找矿主要进展

自2005年以来,在前人的成果基础上,贵州省地矿局102地质大队一直致力于遵义锰矿的找矿勘查和科学研究工作,并与中国地质大学(武汉)进行合作,打造了锰矿产学研协同创新团队

(刘志臣,2014),形成了遵义锰矿系列的创新性成果,支撑了遵义锰矿整装勘查区深部隐伏矿找矿实现重大突破。

### 3.1 找到了遵义锰矿底板“白泥塘层”硅质岩的成因证据

通过大量的地质剖面和钻孔揭露发现,在遵义锰矿分布的范围内,锰矿层的底板均发育“白泥塘层”的硅质岩建造,锰矿和硅质岩具有连生关系,相互依存,即:有锰矿的地方就有硅质岩分布。为了进一步揭示锰矿的成因,在对硅质岩的地质特征和岩石学观察基础上,开展了主量、微量—稀土元素及炭、氧同位素地球化学研究,研究发现“白泥塘层”硅质岩地球化学特征与典型的热液沉积硅质岩的特征相似,认为在台沟内海底喷流形成的硅质发生沉淀,属于热液沉积成因硅质岩,在沉积的过程中混有少量的非化学沉积物(刘志臣,2013),这一发现,对揭开锰矿的成因具有重要的意义。

### 3.2 详细梳理了锰矿成矿的构造古地理背景

遵义锰矿之所以可以成为中二叠统顶部全球罕见的大型—超大型锰矿床,和其独特的构造古地理背景密不可分。周琦、杜远生等(2016)通过构造古地理研究,发现黔东地区锰矿床形成于武陵次级裂谷盆地中,建立了锰矿裂谷盆地古天然气渗漏成矿理论,取得了我国有史以来的最大突破,使黔东地区成为新的世界级锰矿资源富集区。因此,遵义锰矿成矿古地理背景的判定关乎着全区找矿勘查和成矿预测的开展。

遵义锰矿整装勘查团队发现遵义锰矿产于碳酸盐台地中形成的台沟内,由于特提斯洋在早二叠世晚期—中二叠世早期开始的打开作用,其拉张作用造成整个华南地块发生规律性的裂解,古特提斯海域则产生全面的强烈拗陷,中二叠世是裂陷和地块水平运动最强烈的时期,在碳酸盐台地上形成了水城—遵义的北东向台沟,在台沟中形成大小不一的断陷盆地,为遵义锰矿的成矿造就了独特的构造古地理格局(刘志臣等,2016)。团队发现了遵义锰矿形成于弱碱性、弱氧化还原环境中,在台沟中心相是遵义锰矿最集中富集的地段,在台沟边缘相虽有锰矿形成,但规模和价值相对较小(崔忠强等,2014)。

### 3.3 发现了遵义锰矿的矿床类型——海底喷流沉积型锰矿床

遵义锰矿整装勘查团队在对与锰矿层直接关联的底板“白泥塘层”硅质岩热水沉积成因研究结论中得到启发,就针对该区锰矿进行了主—微量和稀土元素以及碳—氧同位素组成分析,采用  $Fe/Ti$ 、 $(Fe+Mn)/Ti$ 、 $Al/(Al+Fe+Mn)$ 、 $U/Th$ 、 $Ni/Co$ 、 $REE$ 、 $\delta^{13}C_{PDB}$  和  $\delta^{18}O_{SMOW}$  等指标判定认为遵义锰矿为海底热水沉积成因(刘志臣等,2015),并对典型的深溪大型锰矿矿石特征、矿物成分和含锰岩系开展研究,判断深溪锰矿矿石具有热水沉积特征,并分布在受同生断裂控制的断陷盆地中。团队研究认为,由于当时峨眉山幔柱的强烈活动,深部富含 Si、Mn、Fe 的热液流体沿同生沉积断裂上升喷流进入断陷盆地沉积而形成锰矿。因此,遵义锰矿完全不同于传统的海相沉积型、沉积变质型锰矿床(侯宗林等,1997)和火山沉积型锰矿床,属典型的海底喷流沉积型锰矿床(刘志臣等,2016),且后期经过成

岩作用的改造(刘志臣等,2013)。

### 3.4 运用了 CASMT 法开展找矿预测取得较好成效

根据遵义锰矿独特的成矿特征,区内含锰岩系主要由含锰黏土岩及碳酸盐锰矿层等电性特征为低电阻率的岩性组成,与顶底板的灰岩、硅质岩的电性特征差异明显,为了提高遵义锰矿整装勘查的找矿效率,查清锰矿在深部的空间位置和深部构造的发育情况,团队在遵义锰矿深部延伸部位,采用 V8 多功能电法勘探系统,首次在遵义锰矿整装勘查区开展了可控源音频大地电磁法(CSAMT 法),经过对数据的预处理和二维反演,生成了电阻率分布图,进行详细的解译(刘志臣等,2016)。运用解译成果针对性的开展钻孔布置,后经钻孔揭露,发现岩矿石层位和 CSAMT 方法解释的位置吻合较好(见图 2),找矿效果较为显著,在后续锰矿的找矿勘查中可为区域同类型的锰矿找矿预测提供依据。

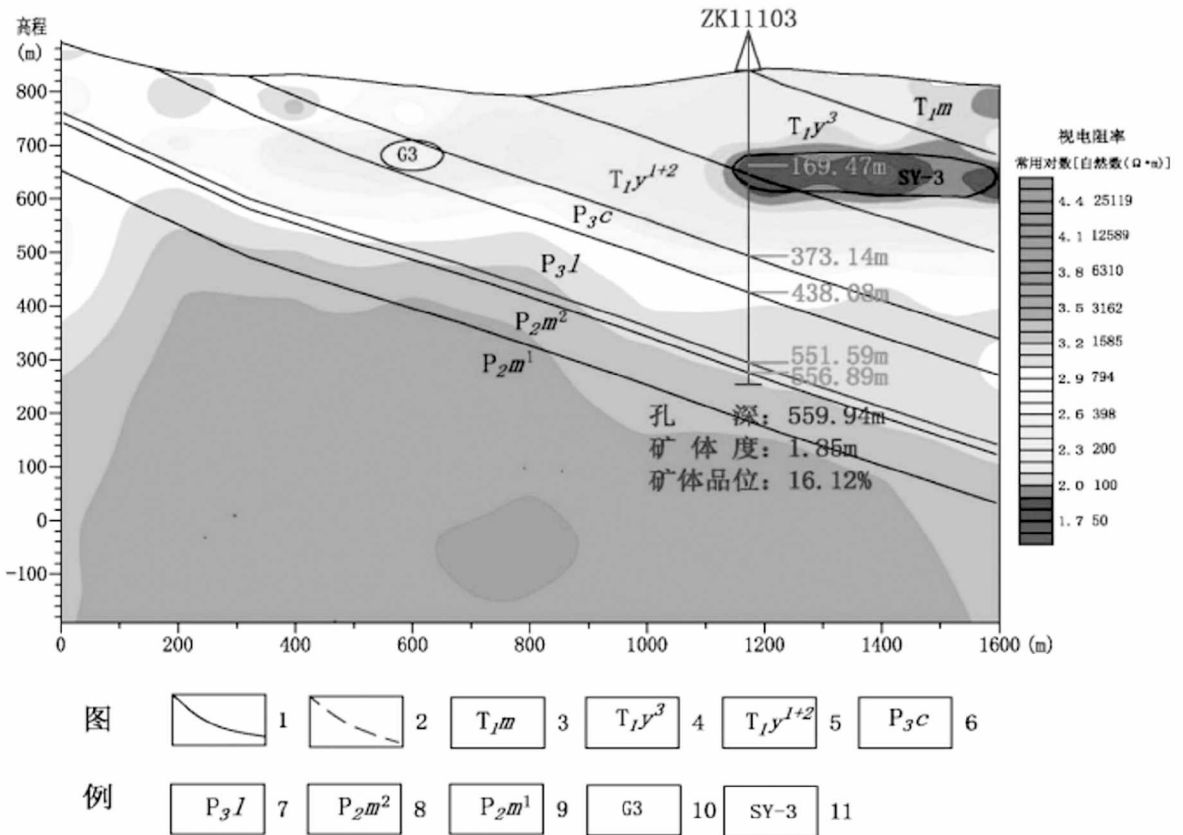


图 2 遵义锰矿整装勘查区 111 线 CSAMT 剖面及钻孔验证图(刘志臣等,2016)

Fig. 2 CSAMT section and drilling testification of line 111 in Zunyi manganese fully equipped exploration area

1—推测地质界线;2—推测含锰岩系;3—三叠系下统茅草铺组;4—三叠系下统夜郎组九节滩段;5—三叠系下统夜郎组玉龙山、沙堡湾段;6—二叠系上统长兴组;7—二叠系上统龙潭组;8—二叠系中统茅口组第二段;  
9—二叠系中统茅口组第一段;10—地下水岩溶异常;11—低阻扁状体异常

### 3.5 实现遵义锰矿重大的找矿突破

2006年以来,贵州省地矿局102地质大队依托锰矿产学研协同创新成果,在遵义锰矿勘查区的找矿实践中,取得了重大的找矿突破,先后新发现大型锰矿床2个(深溪锰矿、永安锰矿),中型锰矿床2个(小金沟锰矿、转龙庙锰矿),4个矿床均已备案,另外,新发现多个小型矿床。通过贵州省省级整装勘查,探获新增锰矿资源量1.18亿吨,使遵义锰矿区总保有资源/储量为1.54亿吨,新增资源量是2011年遵义锰矿保有资源量的两倍多,且资源潜力依然巨大,实现了遵义锰矿找矿有史以来的最大突破,为国家经济建设提供锰矿资源保障。

#### 3.5.1 深溪隐伏大型锰矿床

深溪大型锰矿床,是贵州省地矿局102地质大队2010年根据总结、分析锰矿的成矿规律,开展深部成矿预测,提出的隐伏锰矿找矿靶区,于2011—2013年开展了普查地质工作,施工钻孔见矿效果非常好,验证了我们对锰矿的找矿预测成果,随后,2013年和西南能矿集团股份有限公司合作,开展详查地质工作,目前备案锰矿资源量为5673万吨,为一大型锰矿床。

深溪锰矿床含锰岩系赋存于二叠系中统茅口组第二段( $P_2m^2$ )顶部,矿体呈层状、似层状产出,沿走向延伸5~7 km,倾向延伸1~3 km,矿体规模巨大,埋藏深度580~1700 m,矿体厚度为0.50~3.60 m,一般为1.46 m,厚度变化系数为45.13%~44.95%,连续性较好;矿石Mn品位为10.00%~33.33%,平均17.53%,变化系数为14.16%~21.18%,矿石有用组分分布较均匀, $P/Mn$ 平均为0.0045, $Mn/TFe$ 一般为1.50、 $(CaO+MgO)/(SiO_2+Al_2O_3) < 0.5$ 。矿石矿物以碳酸锰矿为主,脉石矿物主要为粘土矿物、黄铁矿、白铁矿等,以及少量的毒砂、炭质、石英、铝土质等,微量的重晶石、黄铜矿、闪锌矿等,矿石以晶粒、球粒结构为主,其次为碎屑结构,主要为斑杂状构造、角砾状构造、致密块状构造、纹理构造等。矿石自然类型为碳酸锰矿石,工业类型为低磷、高铁、高硫酸性矿石(刘志臣等,2016)。

#### 3.5.2 转龙庙—谢家坝隐伏大型锰矿床

该隐伏大型锰矿床位于铜锣井背斜两翼转龙庙和谢家坝一带,贵州省地矿局102地质大队于上世纪最先发现但仅开展了浅部找矿工作,中化

地质总局和贵州省地矿局102地质大队于2010—2013年6月底对其矿体延伸方向和深部进行了控制,共提交(332+333)类锰矿石资源量为2500万吨。矿体全隐伏在地下200~1800 m深处,赋存于含锰岩系的下部,呈层状、似层状缓倾斜顺层产出,产状与围岩一致,其锰矿体分布区地质构造相对简单,地层产状较为稳定,变化小。长大于4400 m,宽500~400 m,矿体厚度0.50~8.06 m,平均2.43 m, $Mn$ 平均品位20.83%。矿石主要有块状构造、条带状构造及碎裂构造。主要的矿石矿物为菱锰矿以及钙菱锰矿等。该区谢家坝一带工作程度低,具有找到超大型锰矿床的潜力。(陈登等,2015)。

## 4 遵义锰矿整装勘查区潜力预测

团队近年研究认为,遵义锰矿为热水喷流沉积和风化沉积,分布于台沟内受同生断裂控制的断陷盆地中,根据对遵义锰矿区的已有矿产地信息收集和沉积环境分析,在成锰条件较好的深溪至南白三级断陷盆地内圈定了复兴大窝重点预测区、谢家坝重点预测区和共青湖一般预测区(见图3)。

### 4.1 复兴大窝重点预测区

位于小金沟—深溪隐伏大型锰矿床南部,其西部为转龙庙—谢家坝隐伏大型锰矿床,东北部为铜锣井锰矿深溪沟矿段,据目前稀疏钻探工程揭露,该区矿体最大厚度为5.20 m,平均品位25%,矿体走向长大于9000 m、倾向宽约1000~4000 m,验证了总结的锰矿成矿规律和找矿预测。该区找矿潜力巨大,预测该区锰矿总资源潜力大于2亿吨,具有找到超大型锰矿床的潜力。

### 4.2 谢家坝重点预测区

该预测区位于转龙庙—谢家坝隐伏大型锰矿床西南部,在转龙庙一带已进行了勘探工作提交了锰矿资源储量2500万,但谢家坝一带仅稀疏进行探矿,发现矿体最大为4.16 m,矿体走向长大于2800 m,宽500~4000 m,矿体未发生尖灭。该区找矿潜力巨大,预测该区锰矿总资源潜力大于1亿吨,具有找到超大型锰矿床的潜力。

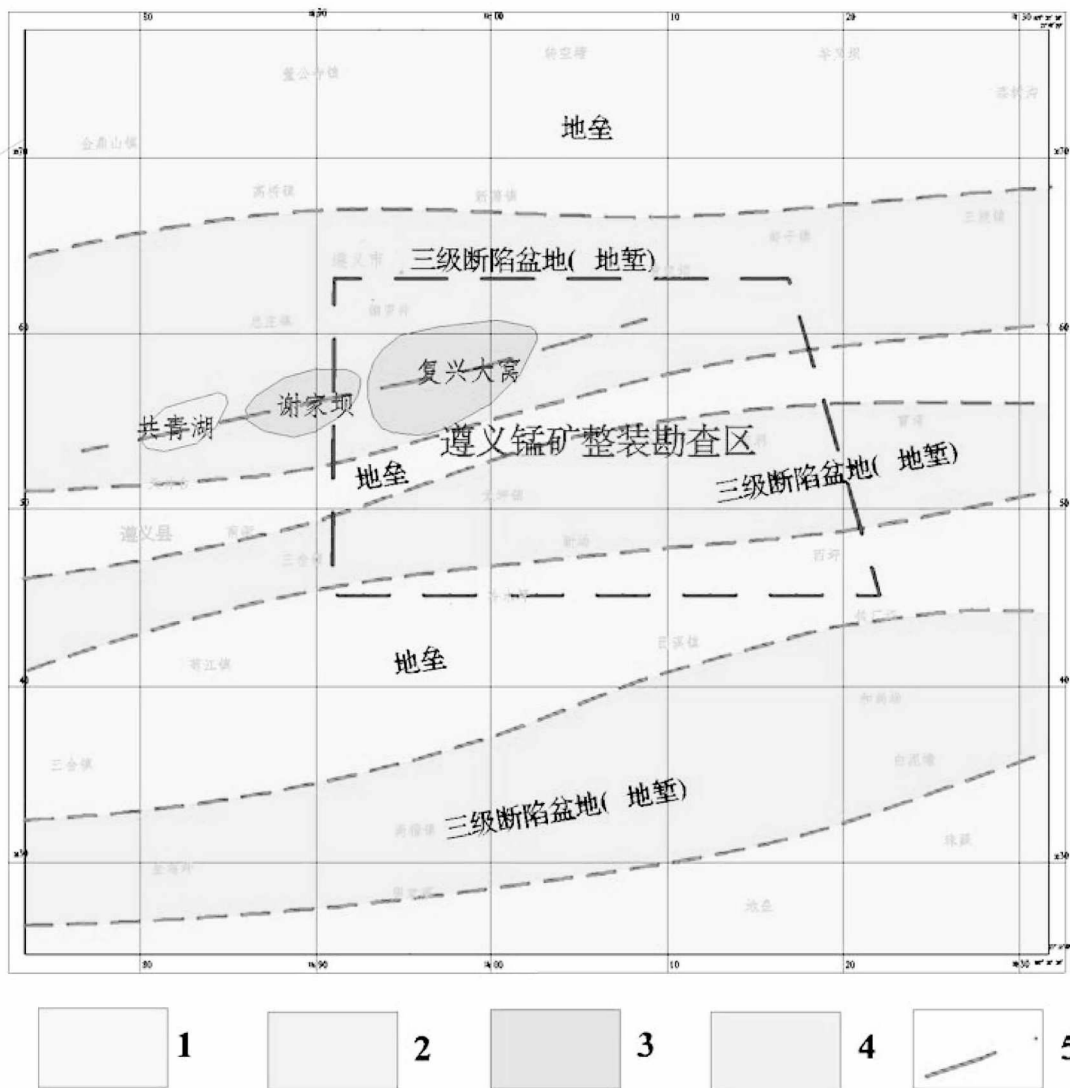


图3 遵义锰矿整装勘查区成矿构造盆地及成矿预测图(刘志臣等,2016)

Fig.3 Mineral structural basin and prediction of Zunyi manganese fully equipped exploration area

1—地垒;2—地堑;3—锰矿重点预测区;4—锰矿一般预测区;5—同沉积断裂图

### 4.3 共青湖一般预测区

该预测区位于共青湖一带,本区开展过共青湖锰矿普查找矿工作,发现矿体最大厚度为 1.85 m,矿体走向长约大于 500~1 500 m、倾向宽约 300~1 000 m,该区找矿潜力较大,预测该区锰矿总资源潜力大于 2 000 万吨,具有找到大型锰矿床的潜力。

## 5 结论及意义

(1)遵义锰矿整装勘查的找矿工作,充分利用了理论指导实践的思路,运用遵义锰矿热水沉积成矿的理论,建立了遵义锰矿构造古地理格架,

开展了深部隐伏矿的成矿预测,具体指导遵义锰矿整装勘查找矿取得了重大的找矿突破,有力的支持着成渝经济集聚区与黔中经济集聚区间经济走廊的建设和发展。

(2)在整装勘查过程中,首次采用的勘查技术新方法,为锰矿找矿预测提供了重要依据,并成功探获了深部的隐伏大型锰矿床。该套技术方法可推广到后续锰矿的找矿勘查中,为具相似成矿背景的其他地区锰矿找矿工作提供借鉴。

(3)整装勘查区锰矿的找矿成果,为区域的锰矿潜力预测工作提供了详实的依据,为“十三五”期间新的、更大的找矿突破奠定了重要的基础。

**致谢:**本文得到贵州省地矿局总工程师周琦研究员、副总工程师刘远辉研究员的悉心指导,以及遵义锰矿整装勘查项目部全体同仁的帮助,在此表示衷心的感谢!

### [参考文献]

- 陈文一,王立亭,叶念曾. 1984. 贵州早二叠世岩相古地理特征[J]. 贵州地质, 1(1): 9-63.
- 陈登,刘志臣,钟月丽,马其丽. 2015. 贵州省红花岗区永安锰矿普查报告[M]. 贵州省地矿局一〇二地质大队.
- 崔忠强,刘志臣,张远国,魏泽权,陈登,骆红星,钟月丽. 贵州遵义锰矿成矿环境分析[J]. 矿业工程研究, 2014(2): 59-64.
- 贵州省地质矿产局. 贵州省区域地质志[M]. 北京:地质出版社, 1987.
- 侯宗林,薛友智,黄金水,林友焕,刘红军,姚敬劬,朱恺军. 扬子地台周边锰矿. 北京:冶金工业出版社, 1997. 1-351.
- 刘巽锋,王庆生,高兴基. 1989. 贵州锰矿地质[M]. 贵阳:贵州人民出版社.
- 刘志臣,陈登,铁永洪,崔忠强,张远国,钟月丽. 2013. 贵州遵义锰矿成矿物质来源探讨[J]. 地质论评, 56(s): 307-308.
- 刘志臣,陈登,杨云,彭再华,马其丽. 2013. 贵州省红花岗区深溪锰矿普查报告[M]. 贵州省地矿局一〇二地质大队.
- 刘志臣,颜佳新. 2014. 贵州遵义锰矿研究现状及存在的科学问题探讨[J]. 贵州省地质学会 2014 年学术年会, 135-139.
- 刘志臣,张远国,陈登,刘金海,崔忠强,胡乐宇,钟月丽. 2013. 贵州遵义锰矿区“白泥塘层”硅质岩地球化学特征及其地质意义[J]. 矿物学报, 33(4): 265-270.
- 刘志臣,王聪,张远国,范波,陈登,魏泽权,崔忠强. 2015. 贵州遵义锰矿床地球化学特征及成因分析[J]. 矿物学报, 35(4): 481-488.
- 刘志臣,吴发刚,骆红星,孙远彬,周晓林,陈登,代臻怡. 2016. CSAMT 法在贵州遵义锰矿整装勘查中的运用[J]. 物探与化探, 40(2): 342-348.
- 刘志臣,颜佳新,陈登,钟月丽,骆红星,范耀宏,龙宜霖,李隆富. 2016. 贵州遵义深溪大型隐伏锰矿床的发现及成因探讨[J]. 地质论评, 62(s): 217-218.
- 铁永洪,刘志臣,张远国,陈云明,魏泽权. 贵州遵义锰矿地质特征及富集规律探讨[J]. 2013. 矿业工程研究, 28(3): 63-67.
- 吴道生,胡克昌,韦天蛟. 1996. 中国矿床发现史·贵州卷[M]. 北京:地质出版社.
- 魏泽权,熊敏. 2011. 遵义地区锰矿成矿模式及找矿前景分析[J]. 贵州地质, 28(2): 104-107.
- 魏泽权,刘志臣,何开寿,陈登. 2013. 贵州省遵义锰矿整装勘查报告[M]. 贵州省地矿局一〇二地质大队.
- 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. 矿床地质. 32(3): 457-466.
- 周琦,杜远生,袁良军,张遂,余文超,杨胜堂,刘雨. 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. 地球科学. 41(2): 177-188.
- Bernhard S, Olaf D. 2012. Dissolved reactive manganese at pelagic redoxclines (part I): A method for determination based on field experiments[J]. Journal of Marine Systems, (90): 23-30.
- Fleet A J. Hydro thermal and hydrogenous ferromangan deposits: Do they form a continuum The rare earth element evidence in hydrothermal processes at seafloor spreading center, in Rona P. A. et al. eds, Hydro thermal processes at seafloor spreading centers [M]. New York: Plenum Press, 1983, 533-555.
- Maynard, J. B. 2003. 7. 11 - Manganiferous Sediments, Rocks, and Ores. Treatise on Geochemistry. D. H. Editors-in-Chief; Heinrich and K. T. Karl. Oxford, Pergamon; 289-308.
- Maynard, J. B. 2010. The Chemistry of Manganese Ores through Time: A Signal of Increasing Diversity of Earth-Surface Environments [J]. Economic Geology, 105(3): 535-552.
- Murray R W, Buchholtz T, Brink M R, Gerlach D C. Rare earth, major, and trace element composition of Monterey and DSDP chert and associated host sediment; Assessing the influence of chemical fractionation during diagenesis [J]. Geochimica et Cosmochimica Acta., 1992, 56(7): 2657-2671.
- Roy, S. 2006. Sedimentary manganese metallogenesis in response to the evolution of the Earth system [J]. Earth-Science Reviews, 77(4): 273-305.
- Voldman G G, Bustos-Martín R A, Albanesi G L. Calculation of the conodont Color Alteration Index (CAI) for complex thermal histories [J]. International Journal of Coal Geology, 2010, 82(1): 45-50.
- Yamamoto K. 1987. Geochemical characteristics and depositional environment of cherts and associated rocks in the Franciscan and Shimanto Terrances [J]. Sedimentary Geology, 52: 65-108.

## Main Progress and Potential Prediction of Geological Prospecting of Manganese Ore in National Fully Equipped Exploration Area of Zunyi, Guizhou Province

LIU Zhi-chen<sup>1,2</sup>, YAN Jia-xin<sup>2</sup>, CHEN Deng<sup>1,2</sup>, ZHONG Yue-li<sup>1</sup>, WANG Yang<sup>1</sup>, WANG Jin-song<sup>1</sup>, CUI Zhong-qiang<sup>1</sup>, LONG Xuan-lin<sup>1</sup>, LI Long-fu<sup>1</sup>, WEI Ze-quan<sup>1</sup>, QIN Xian-jin<sup>1</sup>, LIU Yong-kun<sup>1</sup>, ZHOU Xiao-lin<sup>1</sup>, DAI Wen-kun<sup>1</sup>, SHI Zhong-yue<sup>1</sup>, CHEN Die<sup>2</sup>, LIU Ke<sup>2</sup>, CAI Jia-hua<sup>2</sup>

(1. *The 102 Geological Team, Guizhou Bureau of Exploration and Development of Geology and Mineral Resources, Zunyi 553003, Guizhou, China*; 2. *Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China*)

[Abstract] National fully equipped exploration area of manganese ore in Zunyi is located in the middle of the Wulingshan metallogenic belt in the southeastern margin of the Yangtze block. The manganese ore of late Maokou in Permian which formed in the south China block under the background of Shuicheng - Zunyi Taigou is very famous. In recent years, the project team in the area through long-term research cooperation research, found the Zunyi manganese ore floor "white mud pond" siliceous rock hot water genesis evidence, detailed combing the mineralization of manganese ore paleogeographic background, found Zunyi Types of Mineral Deposits in the Manganese - Submarine Jet Deposited Manganese Deposit. Through the practice test of the whole exploration area, two new large-scale manganese deposits (two types of deep-manganese ore, Yongan manganese ore), two medium-sized manganese deposits (Xiaojingou manganese ore, Longlongmao manganese ore), newly discovered manganese ore resources, More than twice the amount of resources in the past, to achieve a major breakthrough in Zunyi manganese ore prospecting. According to metallogenic prognosis, Zunyi manganese ore prospecting potential is still huge.

[Key words] Manganese Ore; Fully equipped exploration; Prospecting Progress; Potential Prediction; Guizhou Zunyi