

## 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

周 琦<sup>1,3</sup>, 杜远生<sup>2</sup>, 袁良军<sup>3</sup>, 张 遂<sup>3</sup>, 安正泽<sup>3</sup>, 潘 文<sup>1,2</sup>,  
杨炳南<sup>1,2</sup>, 谢小峰<sup>1,2</sup>, 余文超<sup>3</sup>, 尹森林<sup>3</sup>, 王 萍<sup>2</sup>, 吕代和<sup>3</sup>, 徐 源<sup>2</sup>

(1. 贵州省地矿局, 贵州 贵阳 550003; 2. 中国地质大学 地球科学学院, 湖北 武汉 430074;  
3. 贵州省地矿局 103 地质大队, 贵州 铜仁 554300)

[摘 要] 贵州铜仁松桃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。著名的南华纪大塘坡早期(660-667 Ma)“大塘坡式”锰矿, 形成于 Rodinia 超大陆裂解背景下的南华裂谷盆地。近年来, 项目团队在该国家整装勘查区及黔渝湘毗邻区, 通过长期的产学研协同攻关, 厘清了锰矿大规模成矿作用的独特地质背景和构造古地理格架, 发现了新的锰矿床类型——古天然气渗漏沉积型锰矿床, 建立锰矿裂谷盆地古天然气渗漏成矿理论和深部隐伏矿找矿预测模型, 圈定了若干找矿靶区。通过该整装勘查区的实践检验, 累计投入各类勘查资金6亿多元, 先后新发现了松桃西溪堡(普觉)、松桃道坨、松桃高地和松桃桃子坪四个隐伏超大型锰矿床。该整装勘查区新发现的超大型锰矿床数, 占全球已发现超大型锰矿床总数约三分之一。新发现的锰矿资源量, 超过了2011年全国锰矿保有资源量的总和, 实现了我国有史以来锰矿找矿的最大突破, 且锰矿找矿潜力依然巨大。使黔东南成为中国锰矿资源最丰富的地区 and 新的世界级锰矿资源富集区。古天然气渗漏沉积型锰矿床成为中国最重要的锰矿床类型, 是继传统的海相沉积型、沉积变质型锰矿床类型之后, 全球最重要的三大锰矿床类型之一。

[关键词] 锰矿; 整装勘查; 找矿进展; 潜力预测; 铜仁松桃

[中图分类号] P618.32 [文献标识码] A [文章编号] 1000-5943(2016)04-0237-08

## 1 引言

“无锰不成钢”。同时锰在动力电池、磁性材料等战略新兴产业的应用不断拓展, 已成为居铁、铝之后排位第三的大宗金属。我国作为全球最大的锰矿石和锰系材料生产、消费大国, 年消费锰矿石4 000多万吨, 2015年我国锰矿对外依存度达60%(陈甲赋等, 2015)。锰矿是国家十分紧缺的战略矿产资源。

世界锰矿资源主要分布在南非、乌克兰、巴西、澳大利亚、印度、加蓬和中国等国家。南非是世界上锰矿资源最丰富的国家。除贵州省地矿局

103地质大队在贵州铜仁松桃锰矿国家整装勘查区新发现的超大型锰矿床外, 全球其他地方仅发现9个超大型锰矿床(指锰矿石资源量1亿吨及以上)(邢万里等, 2014), 具体是: 南非卡拉哈里和波斯特马斯堡、乌克兰尼科波尔(已采空)和大托克马克(已采空)、巴西乌瑞卡、格鲁吉亚恰图拉、加蓬莫安达、澳大利亚格鲁特岛、中国广西下雷。

贵州铜仁松桃锰矿国家整装勘查区, 是在贵州省地矿局与铜仁市政府战略合作勘查(2008年)和贵州省省级整装勘查区(2010年)取得初步进展的基础上, 升格为第二批国家级整装勘查区(2012年)。该整装勘查区位于上扬子东缘成矿

[收稿日期] 2016-11-03

[基金项目] 国土资源部公益性行业科研专项“上扬子地块东南缘锰矿国家整装勘查区成矿系统与深部找矿关键技术研究与示范”(No. 201411051)、中国地质调查局“贵州铜仁松桃锰矿整装勘查区专项填图与技术应用示范”(12120114016401)和中国地质调查局“中国矿产地质与成矿规律综合集成和服务”项目(1212011003000150020)资助。

[作者简介] 周琦(1964—), 男, 研究员, 铜仁松桃锰矿整装勘查区指挥长。主要从事矿产勘查与矿床地质学研究。

带中南段,主要分布在贵州省铜仁市的松桃县以及印江县、江口县境内,面积 1 073 km<sup>2</sup>。

## 2 关于黔东“大塘坡式”锰矿

### 2.1 南华纪“大塘坡式”锰矿的发现

大炼钢铁时期,贵州省松桃县组织农民近千人在大塘坡铁矿坪开采“铁矿”,终因炼不出铁而停止。1958年7月,贵州省地质局 103 地质队李伯皋工程师因开展铁矿普查而踏勘检查大塘坡矿点时,确认该“铁矿”是氧化锰矿石。1960年5月和1961年3月,103 地质队孙仁贵、邹盛荣分别负责开展大塘坡铁矿坪锰矿普查。1961年7月邹盛荣首先发现原生是碳酸锰矿(菱锰矿),进而确定具有工业远景。著名的黔东及毗邻地区南华纪“大塘坡式”锰矿就这样被发现了(吴道生等,1996)。该矿床 1967 年初完成详查地质工作,因“文革”等因素,断断续续,直到 1988 年 12 月才完成初勘工作,前后历时整整 30 年。

大塘坡锰矿床的发现,引起了毗邻的四川省、湖南省地勘部门重视。在上世纪 60 年代中期,派人前往大塘坡锰矿床现场参观考察和学习。回去后湖南省地质局 405 队在相同层位分别发现了著名的花垣民乐大型锰矿床、四川地质局 107 队(现重庆川东南地质队)在秀山也发现了溶溪、笔架山等中型锰矿床(当时标准为大型矿床规模)。

与此同时,1966 年上半年,贵州省地质局 108 队曹鸿水等在河流中见到锰矿砾石,进而溯源追索发现了著名的松桃大屋锰矿床。1966 年 8 月,贵州省地质局 103 队高兴基、徐承明等在大屋锰矿普查工作后期,沿大塘坡组底部含锰层位向西追索,到乌罗杨立掌村时,发现小溪河床砾石多为黑色薄膜覆盖,引起了重视。故溯源追索进一步发现大量炭质页岩碎片间夹少量菱锰矿碎片,再进一步追索发现原生锰矿层,这样,著名的松桃杨立掌锰矿床也就发现了(吴道生等,1996)。

### 2.2 研究区上世纪锰矿地质找矿主要成果

寻找与探明矿产资源而进行的矿产勘查过程,实际上就是对赋存于地壳之中的矿产资源的客观地质情况进行认识的过程(朱训,2008)。黔

东北地区锰矿的勘查实践完全遵循这一哲学规律。贵州省地质局 103 地质队高兴基、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,总结出指导黔东及毗邻区南华纪“大塘坡式”锰矿找矿的三大规律(刘巽锋等,1989;周琦等;2002;覃英等,2005)。

#### (1) 厚度规律

锰矿体的厚度、品位与南华系下统大塘坡组第一段(即含锰岩系)的厚度呈正相关关系,太薄则无锰矿产出。认为赋存菱锰矿工业矿体的含锰岩系厚度一般应大于 15 米。

#### (2) 方向性与等距性规律

区域上锰矿床的分布受古构造控制,具有北东方向雁行式分布规律,且有串珠状出现特点,且大致具有等距性的分布规律。

#### (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:炭质页岩+菱锰矿带→炭质页岩+白云岩带→炭质页岩带。在平面上,菱锰矿主要产于白云岩内圈之中。

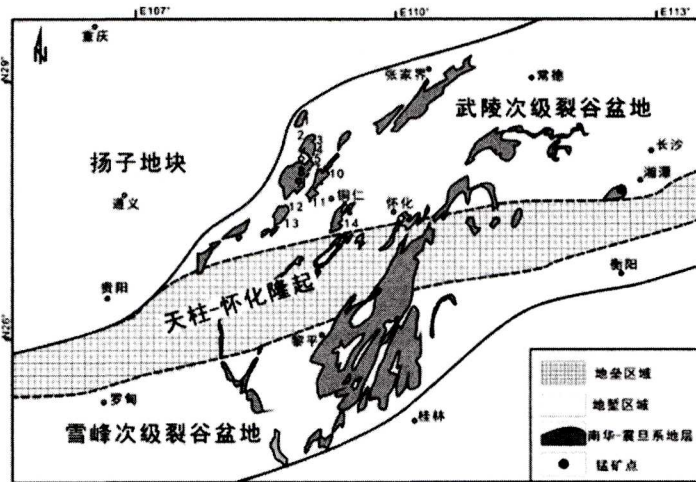
来源于实践的上述理性认识,是该地区锰矿找矿认识上的第一次飞跃,它指导黔东地区发现和评价了一批露头或半隐伏的锰矿床。1960—1990 年,黔东地区共提交了 C+D 级储量 4028.85 万吨,其中:松桃大塘坡锰矿床铁矿坪矿段(696.10 万吨)、万家堰矿段(239.34 万吨)、举贤矿段(112.40 万吨)、松桃杨立掌锰矿床(1498.69 万吨)、松桃大屋锰矿床(1167.68 万吨)、松桃黑水溪锰矿床(314.64 万吨),均由贵州省地矿局 103 地质大队提交。取得了黔东地区锰矿找矿第一轮大突破。与这期间先后提交的湖南花垣民乐(湖南省地矿局 405 队)、秀山小茶园(四川省地矿局 107 队)、秀山革里坳(四川省地矿局 107 队)等南华纪锰矿床,构成了我国一个重要锰矿资源基地(侯宗林等,1997),即著名的黔渝湘“锰三角”地区。

通过 30 余年的锰矿找矿工作,黔东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。1999 年底,贵州省地矿局 103 地质大队在承担国土资源大调查项目时,也作过一些

深部隐伏的找矿探索和实践,但以失败告终,以致整个上世纪90年代,黔东地区锰矿找矿陷入低谷,几乎没有新增锰矿资源量。

### 3 锰矿整装勘查区主要科技创新

自2000年以来,贵州省地矿局103地质大队一直与中国地质大学(武汉)进行合作,形成了锰矿产学研协同创新团队,取得了黔东及毗邻区南华纪锰矿系列创新性成果,支撑了铜仁松桃锰矿整装勘查区深部隐伏矿找矿实现重大突破。



| 地质时代 | 地层分区      | 黔东北及毗邻区   | 湘西南黔东南    | 桂北        |
|------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|      |           | 震旦纪 635Ma | 震旦纪 635Ma | 震旦纪 635Ma |
| 新元古代 | 南华纪       | 陡山沱组      | 陡山沱组      | 陡山沱组      |
|      |           | 南沱组       | 南沱组       | 南沱组       |
|      |           | 大塘坡组      | 大塘坡组      | 大塘坡组      |
|      |           | 铁丝坳组      | 铁丝坳组      | 富禄组       |
|      |           | 两界河组      | 两界河组      | 两界河组      |
|      |           | 地层缺失      |           | 长安组       |
| 新元古代 | 780Ma (?) | 板溪群       | 下江群       | 丹洲群       |
|      | 青白口纪      | 板溪群       | 下江群       | 丹洲群       |
|      | 820Ma     | 梵净山群      | 梵净山群      | 四堡群       |

图1 华南新元古代黔湘渝毗邻区南华纪裂谷盆地结构示意图(左)及研究区南华系地层划分方案(右)(周琦等,2016)

Fig. 1 Diagram of rift basin in Nanhua period (left) and stratum division plan of Nanhua series in the target area (right)

in Guizhou-Hunan-Chongqing nearby area of Neoproterozoic in South China

图中剖面分别为:1—重庆秀山小茶园;2—重庆秀山盐井沟;3—重庆秀山笔架山;4—贵州松桃杨家湾 ZK402;5—贵州松桃牛峰包;6—贵州松桃道坨 ZK301;7—贵州松桃茶叶坨 ZK108;8—贵州松桃大屋 ZK1703;9—贵州松桃两界河;10—贵州松桃西溪堡 ZK1010;11—贵州江口桃映;12—贵州江口雷家;13—贵州铜仁半溪;14—贵州万山盆架山 ZK2208

(2)在对南华纪两界河期、大塘坡早期沉积相及演化特征总结的基础上,对武陵次级裂谷盆地的结构进行了研究,共划分出2个Ⅲ级断陷(地堑)盆地,1个Ⅲ级隆起(地垒)和16个Ⅳ级断陷(地堑)盆地(图2)。

(3)对裂谷盆地结构与锰矿成矿的关系进行了研究。南华裂谷盆地(I级)控制华南南华纪锰矿成矿区,次级裂谷盆地(Ⅱ级)控制锰矿成矿带,Ⅲ级断陷(地堑)盆地控制形成锰矿成矿亚带,Ⅳ断陷(地堑)盆地控制形成锰矿床。

(4)南华纪早期同沉积断层存在与否是锰矿床形成的前提。同沉积断层控制和形成了不同序次的次级断陷(地堑)盆地,而不同序次的次级断陷(地堑)盆地控制了锰矿成矿亚带、锰矿床的形

### 3.1 厘清了锰矿大规模成矿作用的独特地质背景和构造古地理格架(周琦,杜远生等,2016)

(1)在200余条地层剖面、钻孔剖面资料的基础上,对南华纪地层系统和地层分区进行了研究,提出在Rodinia超大陆裂解背景下,南华裂谷盆地(I级)分别由武陵、雪峰次级裂谷盆地和其间的天柱—怀化隆起(地垒)三个Ⅱ级构造单元构成(图1)。铜仁松桃锰矿国家整装勘查区及毗邻区南华纪锰矿床均产于武陵次级裂谷盆地中。

成;同沉积断层垂向发育形成锰质和古天然气上升的通道,是沟通古天然气渗漏沉积型锰矿成矿系统中地内子系统与表层子系统的关键。

### 3.2 发现了新的锰矿床类型——古天然气渗漏沉积型锰矿床

目前,世界锰矿床类型主要有海相沉积型、沉积变质型两大类(侯宗林等,1997)。海相沉积型主要为第三纪形成的氧化锰、菱锰矿矿床,如黑海地区的尼科波尔、恰图拉超大型锰矿床。南非的沉积变质型锰矿床则以中—古元古代的南非卡拉哈里和波斯特马斯堡超大型锰矿床为代表,现开采的主要为后期风化富集形成部分。其他如火山沉积型、热液型、风化淋滤型等锰矿床规模相对较

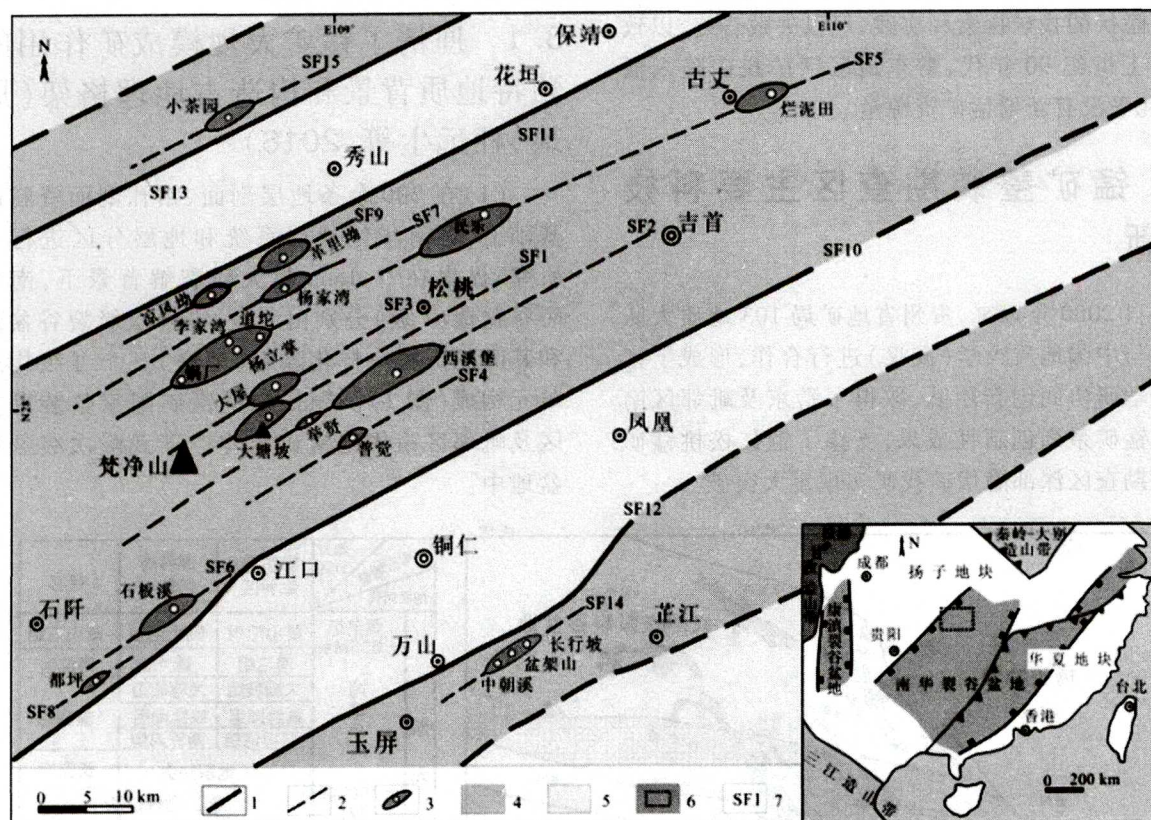


图2 黔东及毗邻区南华纪早期武陵次级裂谷盆地结构与构造古地理图(周琦等,2016)

Fig. 2 Structure of Wulin secondary rift basin and tectono paleogeography in early Nanhua period of east Guizhou and nearby area

1—控制Ⅲ级断陷(地堑)盆地和隆起(地垒)的同沉积断层;2—控制Ⅳ级断陷(地堑)盆地和隆起(地垒)的同沉积断层;3—Ⅳ级断陷(地堑)盆地及所控制的锰矿床名称;4—Ⅲ级断陷(地堑)盆地范围;5—Ⅲ级隆起(地垒)范围;6—研究区大地构造位置;7—同沉积断层编号

小,无一达到超大型规模。

黔东及毗邻区南华纪“大塘坡式”锰矿床,但它既不同于南非的沉积变质型锰矿床、又不同于黑海周边的第三纪沉积型锰矿床。过去一直将其划归传统的海相沉积型锰矿床。近年来,周琦、杜远生等(2007,2012)锰矿层中发现了大量被沥青充填的气泡状构造、泥火山、底辟构造等一系列罕见的古天然气渗漏沉积构造,结合碳、氧、硫等同位素地球化学特征研究,发现与现代甲烷渗漏的冷泉碳酸盐岩的成因十分相似,并在松桃大塘坡锰矿区,发现三个南华纪早期的古天然气渗漏喷溢口,并构成了一个渗漏喷溢口群等(刘雨等,2015)。因此,黔东及毗邻地区南华纪“大塘坡式”锰矿床,完全不同于传统的海相沉积型、沉积变质型锰矿床,也不是火山沉积型、热液型、风化淋滤型等锰矿床,它是一种新的锰矿床类型——古天然气渗漏沉积型锰矿床(周琦、杜远生等,2012,2013)。

### 3.3 建立锰矿裂谷盆地古天然气渗漏成矿理论

国内锰矿成矿理论长期引用上世纪中期、前

苏联别捷赫金院士在研究乌克兰超大型锰矿床的基础上,提出了沉积锰矿相变成矿理论;国际上主要有 Force and Cannon (1988)、Maynard (2003, 2010)提出的“浴缸边缘模型”,认为菱锰矿主要沉积在盆地边缘区域氧化还原界线附近一条狭长的带上。Roy (2006)在此基础上进一步提出了“锰泵”模型等。这三种模式大同小异,其核心均只强调外生沉积成锰作用,没有考虑锰质主要来自深源(内源)的情况。显然,均无法解释黔东地区南华纪锰矿床是在断陷盆地中心成矿,而盆地边缘却无菱锰矿沉积等独特特征。

周琦、杜远生等通过构造古地理研究(2007, 2012, 2013, 2016),发现在 Rodinia 超大陆裂解背景下,黔东及毗邻区所在的南华裂谷盆地,在南华纪早期进一步裂解成武陵、雪峰次级裂谷盆地和天柱—怀化隆起。黔东地区锰矿床形成于武陵次级裂谷盆地中。武陵次级裂谷盆地内部由3个Ⅲ级、至少16个Ⅳ级断陷盆地组成。Ⅳ级断陷盆地则控制形成了大型—超大型锰矿床。锰矿成矿系统由地内[?]子系统(深部烃类气体(流体)与锰质、火山活动)与表层子系统(同沉积断层和

其控制的断陷盆地,断陷盆地中心古天然气渗漏喷溢与沉积成锰作用)耦合构成,同沉积断层是其垂向联系的纽带,锰质来自深部(周琦等,2013,2016;Wenchao Yu, et al. 2016),在次级断陷盆地中心渗漏沉积成矿,具中心相、过渡相和边缘相的分带特征,并从中心向外,矿石类型、渗漏喷溢沉积构造、品位、矿体厚度、地球化学特征等具明显的变化规律,团队建立了锰矿裂谷盆地古天然气渗漏沉积成矿模式,揭示了该类型锰矿床“内源外生”的锰矿成矿机理(周琦等,2013,2016)。

### 3.4 建立了古天然气渗漏沉积型锰矿床找矿预测模型

根据锰矿裂谷盆地古天然气渗漏沉积成矿系统理论,团队在铜仁松桃锰矿国家整装勘查区建立了古天然气渗漏沉积型锰矿床找矿预测模型(周琦等,2016)。

#### (1) 地质找矿预测模型

具体由同沉积断层标志、Ⅳ级断陷盆地标志、两界河组标志、古天然气成因的白云岩透镜体标志、锰矿成矿地质体与上覆层厚度标志(谢小峰等,2014)和渗漏喷溢相标志等构成。运用这一地质找矿预测模型,还创新性地建立了适用于锰矿整装勘查区专项地质填图方法。

#### (2) 地球化学找矿预测模型

具体由 Mn/Cr 比值定量预测模型——定量判断Ⅲ级断陷盆地、Ⅳ级断陷盆地和隆起区和硫同位素预测模型——定量判断古天然气渗漏喷溢锰矿沉积成矿系统中心相、过渡相和边缘相组成。

#### (3) AMT 地球物理间接找矿模型

根据锰矿成矿地质体具有低电阻率与高极化率组合特征,其上覆的大塘坡组第二段、南沱组含砾粉砂岩和下伏铁丝垅组、两界河组含砾砂岩同为高电阻率、低极化率组合特征,开展音频大地电磁测量(AMT)试验与研究,在对 AMT 数据进行视电阻率、阻抗相位、磁感应矢量、二维偏离度、椭率、最佳主轴方位角等特征分析后,成功地建立了铜仁松桃锰矿整装勘查区 AMT 地球物理间接找矿模型(杨炳南等,2015),探索深部隐伏锰矿成矿地质体存在与否和建立深部构造格架。

## 4 实现我国锰矿找矿有史以来的最大突破

2008 年以来,贵州省地矿局 103 地质大队具

体依托锰矿产学研协同创新成果,在其承担的贵州铜仁松桃锰矿国家整装勘查区的找矿实践中,取得了我国锰矿找矿有史以来的最大突破,先后新发现了亚洲最大的贵州松桃西溪堡(普觉)(张遂等,2015)、第二大的松桃道坨(安正泽等,2014)和松桃桃子坪、松桃高地等四个世界级隐伏超大型锰矿床。矿体厚度大、品位较富。其中,松桃道坨、桃子坪超大型锰矿床已完成详查备案登记,另外两个正在完成备案。新增 332+333 及以上锰矿石资源量已逾 6 亿吨,超过了 2011 年我国锰矿保有资源量的总和,且资源潜力依然巨大。铜仁松桃锰矿国家级整装勘查区新发现的超大型锰矿床数已占全球超大型锰矿床总数的约三分之一。

### 4.1 松桃西溪堡(普觉)隐伏超大型锰矿床

松桃西溪堡(普觉)超大型锰矿床,目前已提交 332+333 类及以上锰矿石资源总量为 2.05 亿吨,系亚洲最大的锰矿床。该锰矿床的发现,从贵州省地矿局 103 地质大队 1981 年底测制松桃西溪堡村南华系地层剖面开始,先后经历了上世纪 90 年代初开展毗邻的大雅堡锰矿普查的无果而终、2000—2005 年和 2008—2009 年初步发现并评价西溪堡中型锰矿床(即现 103 地质队牵头已开发的松桃西溪堡锰矿),到 2010 年松桃普觉(即原来的松桃平土、松桃下院子两个探矿权整合而成,但普觉这一地名却不在矿区范围内)深部隐伏超大型锰矿床的发现,前后共经历了 30 年。考虑其历史原因,故称松桃西溪堡(普觉)超大型锰矿床。

因后期 F1 型式正断层的破坏(袁良军等,2013),松桃西溪堡(普觉)超大型锰矿床分为东、西两段,其间型式正断层形成的拉空带宽达 800 m~1 000 m,埋深相差 800 m 以上。

东段即为西溪堡锰矿床:锰矿体位于 F1 型式正断层下盘,平均厚度 2.29 m, Mn 平均品位 17.16%,锰矿(332+333)资源量 1 276.31 万吨。

西段即为松桃普觉隐伏超大型锰矿床(即原下院子和平土探矿权范围),该矿床于 2010 年 7 月发现,2015 年 12 月评审通过的(332+333)锰矿石资源量为 1.93 亿吨。锰矿体位于 F1 型式正断层上盘,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,倾向北西。矿体长大于 6 000 m,宽度大于 3 000 m,矿体规模巨大。倾角

13°~27°,矿体厚一般1.87 m~13.41 m,平均5.49 m,且由南东往北西,矿体逐渐增厚。Mn平均品位17.20%。矿石主要有块状构造、条带状构造。主要为菱锰矿以及钙菱锰矿等(张遂等,2015)。

## 4.2 松桃道坨隐伏超大型锰矿床

该隐伏超大型锰矿床为贵州省地矿局103地质大队于2010年12月底发现,(332+333)类锰矿石资源量为1.42亿吨,为亚洲第二大锰矿床。矿体全隐伏在地下700 m~1 500 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6 000 m,宽780 m~4 500 m,矿体厚度0.63 m~12.52 m,平均4.54 m,Mn平均品位19.92%。矿石主要有块状构造、条带状构造及含沥青的气泡状构造。主要的矿石矿物为菱锰矿以及钙菱锰矿等(覃英等,2013;安正泽等,2014)。

## 4.3 松桃高地隐伏超大型锰矿床

松桃高地隐伏超大型锰矿为贵州省地矿局103地质大队在2014年10月发现,普查提交的(333+334?)类碳酸锰矿石资源量1.17亿吨,其中(333)类0.8亿吨,(334?)类0.37亿吨,目前正在进行详查工作,矿床位于道坨锰矿床南西侧,并为之毗邻。其矿床地质特征与道坨矿床相似,但因主要位于古天然气渗漏喷溢口中心,且喷溢口规模大,以致锰的矿床平均品位更高,整个矿床几乎均可达到碳酸锰的富锰矿石标准。菱锰矿矿体均全隐伏在地下1 400 m~1 800 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。矿体长大于4 000 m,宽大于2 500 m(均未圈边)。矿体厚度3.86 m~13.90 m,平均厚度7.17 m。Mn品位10.63%~32.69%,平均品位高达22.20%,且其中还可圈出锰品位大于25%和30%的菱锰矿富矿体,这在菱锰矿矿石类型的锰矿床中,非常罕见。这是目前黔东南及毗邻区锰矿床中,锰平均品位最高的超大型锰矿床。

矿石主要有块状构造、条带状构造及含沥青的气泡状构造。主要为菱锰矿以及钙菱锰矿等。

## 4.4 松桃桃子坪隐伏超大型锰矿床

松桃桃子坪隐伏超大型锰矿床由贵州省地矿局103地质大队在2013年底发现。位于西溪堡锰矿床北侧,相关矿床地质特征与松桃西溪堡(普觉)超大型锰矿床相似。已提交(332+333)详查锰矿石资源量1.06亿吨。

此外,贵州省地矿局103地质大队在铜仁松桃锰矿整装勘查区中还先后找到松桃李家湾—乌罗大型锰矿床、松桃杨家湾大型锰矿床(含2008年详查和2012年补勘提交的)。

## 5 开发利用情况

由于锰矿是国家十分紧缺的战略矿产资源,铜仁松桃锰矿整装勘查区找矿突破性成果已逐步开放利用。除已建成投产的松桃杨家湾大型锰矿和下游的松桃三和锰业集团外,贵州省人民政府十二五末已启动、十三五规划将建成重点建成两个锰的精深加工企业(武陵锰业、大龙锰业),总投资超过150亿元。

2010年以来,一是依托贵州省地矿局103地质大队提交的松桃李家湾锰矿详查报告,由重庆乌江实业集团、贵州省地矿局103地质大队和贵州地矿风险勘查开发公司共同组建贵州武陵锰业公司,投资约7亿元,建成目前国内开采深度最深(1 120 m)、规模最大的锰矿山(一期年产锰矿石60万吨;二期年产锰矿石90万吨),预计2017年上半年投产。同时下游已建成投产武陵锰精深加工集团;二是依托贵州省地矿局103地质大队提交的松桃西溪堡锰矿详查报告,贵州锦江工程公司投资2亿余元,已建成年产锰矿石30万吨松桃西溪堡大型锰矿山等。

## 6 铜仁松桃锰矿整装勘查区潜力预测

### 6.1 松桃李家湾一道坨锰矿重点预测区

由于李家湾一道坨断陷盆地两端在继续延伸,预计长度大于40 km。加之高地锰矿床北侧、李家湾锰矿床北侧(杜光映等,2013)和锅厂—李家湾地区均是锰矿找矿预测的十分有利的区域。预测该矿集区锰矿总的资源潜力大于5亿吨(其

中已提交备案的约3亿吨),故该重点预测区还有2亿吨左右锰矿资源量的找矿潜力。

6.2 松桃西溪堡—寨英锰矿重点预测区

由于西溪堡—寨英断陷盆地两端在继续延伸,预计长度大于35 km。加之西溪堡锰矿床南西侧至寨英一带均位于西溪堡—寨英断陷盆地中,是锰矿找矿预测的十分有利的区域。预测该矿集区锰矿总的资源潜力大于6亿吨(其中已提交备案或正在备案的3.1亿吨)。故该预测区还有3亿吨左右锰矿资源量找矿潜力。

6.3 铜仁松桃锰矿整装勘查区潜力预测

根据项目团队在锰矿成矿理论和深部隐伏矿找矿预测关键技术预测,铜仁松桃锰矿整装勘查区类似李家湾—道坨预测区、西溪堡—寨英预测区还有多个。目前主要精力仅集中在上述两个预测区或重点区而已。因此,铜仁松桃锰矿整装勘查区乃至黔东南锰矿资源富集区锰矿总的资源潜力应超过10亿吨。考虑扣除已发现探明部分,该区至少还有3~5亿吨以上的锰矿资源量的找矿潜力。

7 结论及意义

(1)锰矿裂谷盆地古天然气渗漏沉积成矿系统理论,并依此建立的深部隐伏矿找矿预测模型,具体指导铜仁松桃锰矿整装勘查找矿取得了我国有史以来的最大突破,使黔东南地区成为新的世界级锰矿资源富集区,有力地缓解了我国锰矿资源紧张的形势,维护了国家锰矿资源安全。

(2)新发现的古天然气渗漏沉积型锰矿床这一新类型,成为是中国最重要的锰矿床类型。同时是继传统的海相沉积型、沉积变质型锰矿床之后,成为全球最重要的三大锰矿床类型之一。

(3)锰矿裂谷盆地古天然气渗漏沉积成矿系统理论与找矿模型,可为我国具相似成矿背景的其他地区锰矿找矿工作提供借鉴。如近年来在重庆市秀山国家锰矿整装勘查区推广应用已取得重要进展,结束了该区无大型锰矿床的历史,并新发现一隐伏含锰的IV断陷盆地(目前勘查正进行中)。

(4)整装勘查区锰矿找矿成果,已列入贵州

省“十三五”规划重点建设项目和五个“100”工程项目,已引资进行部分矿山开发利用和锰的精深加工,开始服务武陵山国家扶贫攻坚区经济社会发展和长江经济带建设。

[参考文献]

安正泽,张仁彪,陈甲才,覃英,潘文,吴桂武,彭乾云,郑超,张飞飞,朱祥坤,王海宾. 2014. 贵州省松桃县道坨超大型锰矿床的发现及成因探讨[J]. 矿床地质, 33(4): 870-884.

陈甲赋,马苗卉,朱欣然,殷俐娟. 2015. 主要矿产品供需形势分析报告(2015年)[M]. 北京:地质出版社.

杜光映,周琦,袁良军,谢小峰. 2013. 黔东南地区松桃杨立掌锰矿床矿体分布特征及找矿方向探讨[J]. 贵州地质, 30(3): 170-176.

侯宗林,薛友智,黄金水,林友焕,刘红军,姚敬勋,朱恺军. 扬子地台周边锰矿[M]. 北京:冶金工业出版社,1997. 1-351.

刘雨,周琦,袁良军,张遂,王萍. 2015. 黔东南大塘坡锰矿区古天然气渗漏喷溢口群发现及地质意义[J]. 贵州地质, 32(4): 250-255.

刘翼峰,王庆生,高兴基,等. 1989. 贵州锰矿地质[M]. 贵阳:贵州人民出版社.

覃英,周琦,张遂,2005. 黔东南地区南华纪锰矿基本特征[J]. 贵州地质, 22(4): 246-251.

覃英,安正泽,王佳武,李代平. 2013. 贵州松桃锰矿整装勘查区道坨隐伏超大型锰矿床发现及地质特征[J]. 矿产勘查, 4(4): 345-355.

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.

谢小峰,覃英,温官国,谢兴友. 2014. 浅论贵州铜仁松桃锰矿区大塘坡组地层与锰矿成矿的关系[J]. 贵州地质, 31(1): 31-37.

邢万里,王安建,王曼丽. 2014. 全球锰资源供需形势简析[J]. 矿床地质, 33(增刊): 873-874.

杨炳南,周琦,杜远生,胡祥云,谢小峰,沈小庆,朱大伟,王家俊. 2015. 音频大地电磁法对深部隐伏构造的识别与应用—以贵州省松桃县李家湾锰矿为例[J]. 地质科技情报, 34(6): 26-32.

余文超,杜远生,周琦,彭头平,王萍,袁良军,徐源,潘文,谢小峰,齐靓. 2016. 黔东南松桃南华系大塘坡组锰矿层物源研究——来自Sr同位素的证据[J]. 地球科学, 41(7): 1110-1120.

余文超,杜远生,周琦,王萍,袁良军,徐源,潘文,谢小峰,齐靓,焦良轩. 2016. 黔东南松桃地区将军山剖面大塘坡组 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄及其地质意义[J]. 地质论评, 62(3): 539-549.

袁良军,周琦,杜光映,张平壹. 2013. 贵州松桃西溪堡大兴锰矿床 F1 犁式断层特征及对锰矿体破坏与保存作用探讨[J]. 贵州地质, 30(3): 170-176.

张遂,周琦,张平壹. 2015. 黔东南松桃西溪堡超大型锰矿床地质特征与找矿预测. 地质科技情报[J]. 34(6): 59-67.

周琦,覃英,张遂,何明华. 2002. 黔东南地区优质锰矿找矿进展与前景展望[J]. 贵州地质, 19(4): 228-230.

周琦,杜远生,王家生,彭加强. 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,张命桥,侯兵德. 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, 颜佳新, 张命桥, 尹森林. 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. 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, 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, 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[J]. 地球科学. 41(2): 177-188.

周琦, 杜远生, 袁良军, 张遂, 杨炳南, 余文超, 王萍, 刘雨, 徐源, 覃永军, 谢小峰. 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(2016, 待刊)

朱训. 2008. 找矿哲学概论[M]. 北京: 地质出版社.

Force, E. R. and Cannon W. F. 1988. Depositional model for shallow-marine manganese deposits around black shale basins[J]. Economic Geology, 83(1): 93-117.

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.

Roy, S. 2006. Sedimentary manganese metallogenesis in response to the evolution of the Earth system[J]. Earth-Science Reviews, 77(4): 273-305.

Wenchao Yu, Thomas J. Algeoa, Yuansheng Du, Barry Maynard, Hua Guo, Qi Zhou, Toupeng Peng. 2016. Genesis of Cryogenian Datangpo manganese deposit: Hydrothermal influence and episodic post-glacial ventilation of Nanhua Basin, South China. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 459: 321-337.

## Major Progress and Potential Prediction of Geologic Exploration in Songtao Manganese National Fully Equipped Exploration District in Tongren, Guizhou

ZHOU Qi<sup>1,3</sup>, DU Yuan-sheng<sup>2</sup>, YUAN Liang-jun<sup>3</sup>, ZHANG Sui<sup>3</sup>, AN Zheng-ze<sup>3</sup>,  
PAN Wen<sup>1,2</sup>, YANG Bing-nan<sup>1,2</sup>, XIE Xiao-feng<sup>1,2</sup>, YU Wen-chao<sup>3</sup>,  
YIN Shen-lin<sup>3</sup>, WANG Ping<sup>2</sup>, LV Dai-he<sup>3</sup>, XU Yuan<sup>2</sup>

(1. Guizhou Bureau of Geology and Mineral Exploration & Development, Guiyang 550003, China; 2. School of Earth Science, China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China; 3. Geological Party 103, Guizhou Bureau of Geology and Mineral Exploration & Development, Tongren 554300, Guizhou, China)

**[Abstract]** Songtao manganese fully equipped exploration district situated in Wuling mountain metallogenic belt of southeast Yangtze block. The famous ‘Datangpo type’ manganese deposit in early Datangpo, Nanhua period formed in Nanhua rift valley with background of Rodinia supercontinent breakup. In recent years, in the district and nearby area, by long time’s hard work, the team has found out the special geologic background and tectonic paleogeography frame, discovered new manganese type-Ancient natural gas seepage sedimentary-type manganese deposit, built ancient natural gas seepage metallogenic theory and deep concealed manganese exploration model of manganese rift valley, determined several target areas. By practice, it has invested 600 million and founded Xixibao (Pujue), Daotuo, Gaodi and Taoziping super large concealed manganese deposit. The number of new founded manganese deposit is one third of the founded manganese deposit in the world, the reserve exceeded the maintain resource of the country in 2011, it’s the biggest breakthrough of manganese exploration in the country and the exploration potential is big in the future. East Guizhou became most rich area of manganese in China and new world-level manganese concentration area. Ancient natural gas seepage sedimentary-type manganese deposit has been the most important manganese deposit in China, it’s also one of the most important manganese deposit after traditional seafacies sedimentary manganese deposit and sedimentary metamorphic manganese deposit.

**[Key words]** Manganese deposit; Fully equipped exploration; Exploration progress; Potential prediction; Songtao Tongren