

贵州遵义—水城地区二叠纪锰矿成矿区带划分及找矿潜力分析

陈登^{1,2}, 刘志臣^{1,2}, 颜佳新¹, 汪洋², 钟月丽², 骆红星²

(1. 中国地质大学地球科学学院, 湖北 武汉 430074; 2. 贵州省地矿局 102 地质大队, 贵州 遵义 563003)

[摘要] 贵州遵义—水城地区二叠纪锰矿已先后发现锰矿床(点)29个, 累计提交锰矿资源储量达1.76亿吨, 所有锰矿床均位于黔北裂谷盆地分布范围内, 据其特征可分为“遵义式”锰矿和“水城式”锰矿, 典型矿床分别为铜锣井—深溪锰矿床和徐家寨锰矿床。结合锰矿成矿地质背景, 本文将贵州遵义—水城地区二叠纪锰矿成矿带划分为遵义—黔西、水城—宣威2个锰矿成矿亚带、5个矿带和18个锰矿预测区。通过总结提取贵州二叠纪锰矿“古天然气渗漏沉积型锰矿床预测要素”, 根据预测要素、成矿规律开展找矿潜力分析, 预测遵义—水城二叠纪锰矿成矿带资源潜力2.45亿吨, 找矿潜力巨大。

[关键词] 锰矿; 二叠纪; 找矿潜力; 贵州遵义—水城

[中图分类号] P618.32; P534.46 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1000-5943(2018)-04-0297-07

1 引言

锰矿是我国重要的战略关键矿产之一, 贵州遵义—水城地区是我国最重要的二叠纪锰矿产出区。自上世纪40年代发现以来, 经过长期的找矿勘查, 特别是近年来, 国家找矿突破战略行动计划纲要设立的“贵州遵义锰矿整装勘查区”和贵州省的锰矿整装勘查区的持续勘查投入, 该地区已发现了锰矿床(点)29个, 其中, 大型矿床3个(如铜锣井和深溪大型锰矿床)、中型矿床8个、小型矿床9个、矿点9个, 均分布在黔北二叠纪裂谷盆地中, 截止目前累计查明的锰矿资源储量已达1.76亿吨(刘志臣等, 2013, 2015, 2016, 2017)。近年来, 在对该地区锰矿勘查的所有钻孔、剖面、原始资料进行综合分析研究的基础上, 通过与黔东南华纪锰矿床的对比研究, 认为二者具有较多的相似性, 贵州二叠纪锰矿成因类型应属典型的古天然气渗漏沉积型锰矿(刘志臣等, 2018b; 汪

洋等, 2018)。本文结合贵州二叠纪锰矿的找矿成果和分布规律, 划分遵义—水城地区的黔北裂谷盆地二叠纪锰矿成矿区带, 总结二叠纪锰矿“古天然气渗漏沉积型锰矿”区域找矿要素, 开展锰矿找矿潜力预测研究, 望能对实现该地区锰矿找矿突破有所帮助。

2 区域成矿地质背景

贵州二叠纪锰矿大地构造位置位于上扬子板块的鄂渝湘黔前陆褶皱冲断带(王砚耕, 2000), 区内出露主要地层为古生界寒武系(C)、奥陶系(O)、志留系(S)、二叠系(P)、中生界三叠系(T)和新生界第四系(Q)(贵州省区域地质志, 1987)。

王立亭等(1983)在研究贵州二叠世茅口期岩相古地理时, 将遵义—水城地区深色硅质灰岩分布的沉积相带, 划为“黔中台沟”。刘志臣等(2017, 2018a, 2018b)认为该区早二叠晚期至晚二叠早期发生强烈的裂陷作用, 并伴随峨眉山

[收稿日期] 2018-09-07 **[修回日期]** 2018-11-12

[基金项目] 中国地质调查局《贵州省矿产资源调查成果综合集成与服务产品开发》项目(DD20160346-28), 《贵州锰矿成因与成矿规律》专题(DD20160346-54), 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), 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(121201004000160901-32), 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)及贵州省地质矿产勘查开发局地质科研项目(黔地矿科合[2018]35号)联合资助。

[作者简介] 陈登(1986—), 男, 工程师, 硕士研究生, 长期从事矿产地质勘查工作。

[通讯作者简介] 刘志臣(1982—), 男, 高级工程师, 博士研究生, 长期从事矿产地质勘查工作。E-mail: 123342436@qq.com

地幔柱的强烈活动,形成了黔北裂谷盆地,盆地中形成了多个次级地堑盆地,并控制锰矿床的形成,Ⅰ级为黔北裂谷盆地,Ⅱ级为遵义次级裂谷盆地和水城次级裂谷盆地、Ⅲ级为次级裂谷盆地中的系列地堑盆地、Ⅳ级地堑盆地控制和形成锰矿床(图1)。贵州二叠纪锰矿即产于水城、遵义地区的次级裂谷盆地中。在裂谷盆地形成过程中,水城地区在中二叠世茅口中期,因陆内断陷沟通地幔深部,导致富硅、锰的古天然

气沿同沉积断裂渗漏沉积,形成了茅口组二段“白泥塘层”硅质灰岩夹锰矿层,在渗漏喷溢中心形成含锰灰岩,经过后期风化富集形成了氧化锰矿床,形成“水城式”锰矿;由于黔北裂谷盆地拉张向东部的黔西-遵义地区继续发展,在中二叠世茅口晚期,因地幔深部富硅、炭、锰的古天然气沿同沉积断裂渗漏沉积,形成了茅口组三段的含锰岩系,并在喷溢口中心形成富锰矿体,形成“遵义式”锰矿。

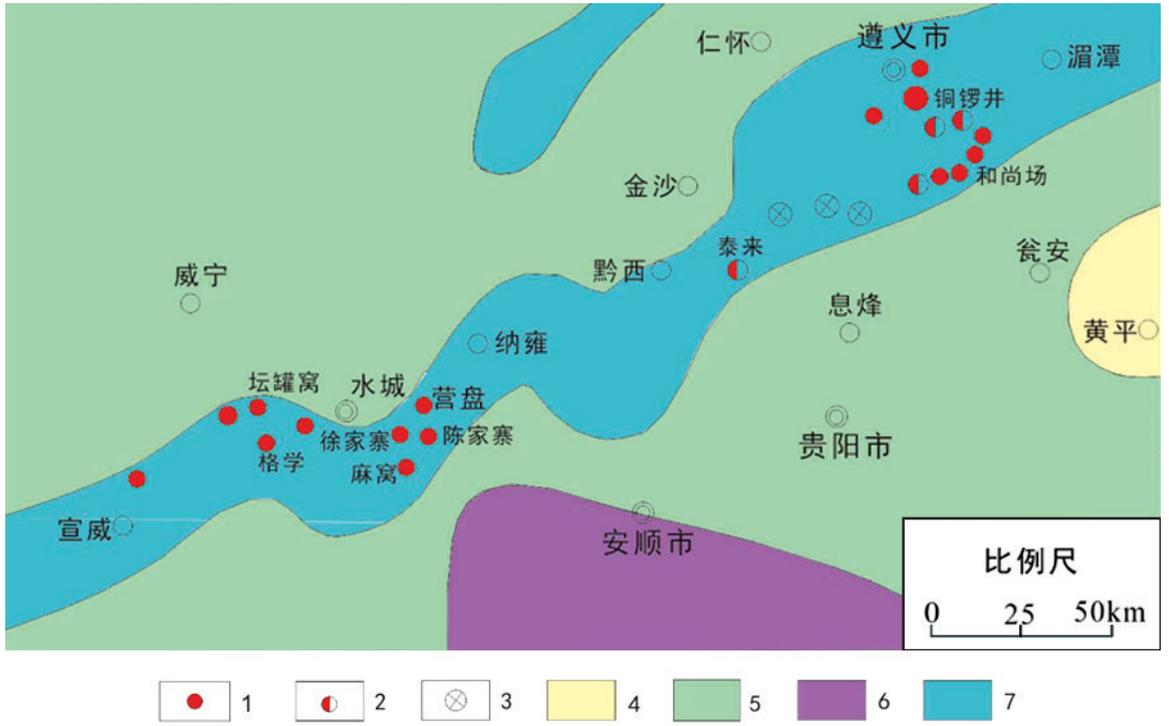


图1 贵州北西部中二叠世茅口晚期古地理图(据陈文一等,2003;刘志臣等,2018,修编)

Fig. 1 Palaeogeographic map of Late Maogu, Permian in northwest Guizhou

1—锰矿床;2—铁锰矿床;3—菱铁矿床;4—武陵古陆;5—半局限海台地相;6—开阔海台地相;7—较深水台沟相

3 典型矿床特征

矿床式是一定区域内有成因联系的同类矿床类型的矿床代表,一般采用所在地区的地名来命名(陈毓川,2002),将贵州二叠纪锰矿划分为“遵义式”和“水城式”,两者的典型矿床分别为铜锣井-深溪锰矿床和徐家寨锰矿床。各个矿床式特征简述如下:

3.1 遵义式锰矿

遵义式锰矿床主要分布在遵义市播州区、汇川区、红花岗区和黔西县等地区,矿体大致呈北东东向展布,延伸长约260 km。在该区内矿床呈带

状集群产出,自南西向北东大致可分为四个相对集中分布的区域:深溪-复兴、龙坪-西坪、团溪和黔西地区。含锰岩系为二叠系中统茅口组三段,上覆地层为二叠系上统龙潭组,下伏地层为茅口组二段硅质灰岩,俗称“白泥塘层”,时代归属为中二叠世茅口晚期(刘志臣等,2018a)。是贵州最早发现锰矿工业矿床,并提交首个大型锰矿床,以含锰岩系及顶底板地层岩性组合和大范围集中连片分布而独具特色,称为“遵义式”锰矿,其中以铜锣井-深溪锰矿床最为典型。

铜锣井-深溪锰矿床位于遵义市中心城区南东,平距约7 km。现已累计查明锰矿资源储量1.17亿吨,控制矿体走向长约8 km,倾向宽约4.6 km,矿体倾角为5°~32°,一般为15°。矿体呈

层状、似层状产出,矿体形态稳定,矿体厚度为0.50~3.80 m,平均为1.58 m,锰含量为10.00~33.21%,平均22.27%,矿体埋深为0~1700 m。矿石自然类型以碳酸锰矿石为主,矿石矿物主要为菱锰矿、水褐锰矿、钙菱锰矿、锰方解石、硫锰矿、黑锰矿等;矿石结构主要为碎屑状结构和球粒结构,构造主要为块状构造。在冯家湾、黄土坎、深溪坪桥和香坪地区发现了具渗漏喷溢沉积中心特征的软沉积变形纹理构造、搅动构造、角砾状构造、纹层状构造、网脉状构造和斑杂状构造。矿石工业类型主要为贫锰矿石,在渗漏喷溢沉积中心的冯家湾、黄土坎、深溪坪桥和香坪地区为富锰矿石。成因类型为古天然气渗漏沉积型锰矿床。

3.2 水城式锰矿

水城式锰矿要分布于水城县观音山镇—阳长镇、纳雍县大河镇及云南宣威一带,矿带大致呈北东向展布,延伸长约220 km。含锰岩系为二叠系中统茅口组二段硅质灰岩,时代归属为中二叠世茅口中期,上覆地层为二叠系中统茅口组三段,以其特殊的含锰岩系及赋存特征独具特色,称为“水城式”锰矿,区内先后发现了锰矿床3个,在相邻的云南省分布有格学中型锰矿床,其中,以徐家寨锰矿床最为典型。

徐家寨锰矿床位于水城县60°方向的水城县董地乡辖区内,与城区直距约为10 km,锰矿石资源量63.9万吨。控制矿体走向长约0.96~1.04 km,倾向长约0.15 km;矿体倾角约为70°。矿体厚度为1.63~3.94 m,平均厚度为2.94 m;矿体单工程品位为13.12%~34.64%,平均品位为18.96%,变化系数为26.76%,矿体形态简单、厚度变化不大、矿石质量变化稳定,具有大型规模。矿体呈似层状、透镜体产出;矿体埋深为0~100 m。矿石类型以氧化锰矿石为主,矿石矿物为硬锰矿、软锰矿和偏锰硅酸盐矿物等。矿石结构为微-隐晶(或它形粒状)结构、褐铁矿假象结构。矿石构造多呈土状、致密块状和星散状。

4 遵义—水城二叠纪锰矿成矿区带划分

4.1 成矿区带划分原则

成矿区带是具有较丰富矿产资源及其潜力的

成矿地质单元,是区域成矿规律研究成果的集中表现和矿产勘查及预测评价的基础。按二叠纪锰矿成矿期的构造古地理特征(Ⅱ级裂谷盆地)、成矿时代、成矿地质体(含锰岩系)岩性组合、地理分布的原则划分成矿亚带;在亚带内按构造古地理特征(Ⅲ级地堑盆地)和地理分布的原则划分矿带;并以Ⅳ级盆地范围划分预测区(见表1)。

贵州二叠纪锰矿严格受二叠纪茅口期裂谷盆地形成演化过程控制,锰矿均形成和分布在一系列的次级地堑盆地中心,在地垒区无锰矿体的产出和分布(刘志臣等,2018a)。黔北裂谷盆地(Ⅰ级)控制和形成了贵州二叠纪锰矿成矿带,进一步裂解、演化形成了水城—宣威次级裂谷盆地(Ⅱ级)和遵义次级裂谷盆地(Ⅱ级)。其中,水城—宣威次级裂谷盆地(Ⅱ级)控制和形成了茅口中期形成的成矿地质体为茅口组第二段的水城—宣威锰矿成矿亚带;遵义次级裂谷盆地(Ⅱ级)控制和形成了茅口晚期形成的成矿地质体为茅口组第三段的遵义—黔西锰矿成矿亚带(刘志臣等,2018a)。在成矿亚带内部由同沉积断裂控制形成了多个Ⅲ级地堑盆地和地垒,分别控制和形成了锰矿矿带;在Ⅲ级地堑盆地内,由一系列的Ⅳ级地堑盆地形成和控制了锰矿床。

4.2 成矿区带划分

4.2.1 遵义—黔西锰矿成矿亚带

遵义次级裂谷盆地(Ⅱ级)控制了遵义—黔西锰矿成矿亚带,西起黔西县、东至湄潭、北到遵义董公寺、南至团溪铁厂的范围内。充分利用已有区域地质调查及矿产勘查成果,遵义次级裂谷盆地表现为茅口组二段“白泥塘层”硅质灰岩和茅口组三段含锰岩系广泛存在,在新蒲—鸭溪、喇叭—石板、西坪—三岔、团溪—西坪、珠藏—息烽识别了多条北东东向约75°分布的同沉积断层(表现为线状的硅化岩),发现含锰岩系和锰矿床北东东向呈层状、似层状、透镜状断续产出,在深溪、冯家湾、香坪、谢家坝、和尚场等地发现了多个锰矿渗漏喷溢沉积中心。因此在遵义次级裂谷盆地(成矿亚带)内部划分为深溪—八里、龙坪—兴隆、团溪—尚稽、太来—谷里4个Ⅲ级断陷(地堑)盆地,可圈定14个Ⅳ级断陷盆地(刘志臣等,2018a)。即在次级裂谷盆地中的系列地堑盆地(Ⅲ级)控制和形成了4个锰矿矿带:深溪—八里、龙坪—兴隆、团溪—尚稽和太来—谷里锰矿矿带,共14个矿床

级预测区(图2、表1)。

4.2.2 水城-宣威锰矿成矿亚带

水城次级裂谷盆地(Ⅱ级)控制了水城-宣威锰矿成矿亚带,分布于水城县观音山镇-阳长镇、坛罐窑镇及纳雍县大河镇一带,矿带大致呈北东向展布,在相邻的云南省分布有格学中型锰矿床(图1)。该区以往锰矿勘查程度较高,锰矿体产于二叠系上统茅口组第二段(俗称“白泥塘层”)中部和上部,在充分利用已有区域地质调查及矿产勘查成果,区内目前尚未发现了渗漏喷溢中心,发现矿点应为成矿边缘相地段,导致矿体呈层状、透镜状产出。水城次级裂谷盆地表现为茅口组二段“白泥塘层”硅质灰岩和含锰灰岩广泛存在,总结在坛罐窑-格学、徐家寨-陈家寨等已初步识别了多条北东东向约75°分布的同沉积断层,发现含锰岩系和锰矿床北东东向展布。因此在水城次级裂谷盆地(成矿亚带)内可划分为水城-格学1个Ⅲ级断陷(地堑)盆地,可圈定4个Ⅳ级断陷盆地(刘志臣等,2018a)。即在次级裂

谷盆地中的系列地堑盆地(Ⅲ级)控制和形成了1个锰矿矿带,即:水城-格学锰矿矿带,共4个矿床级预测区(图2、表1)。

5 资源潜力分析

5.1 预测区划分原则及方法

通过对黔北裂谷盆地内二叠纪锰矿典型矿床成矿地质背景和成矿规律的分析,对比黔东南华纪大塘坡锰矿特征(周琦等,2012,2013,2016),总结提取了贵州二叠纪“气液渗漏沉积型锰矿床”预测要素:成矿地质体(含锰岩系)存在及分布,成矿构造-同沉积断层标志、次级断陷盆地标志、茅口组二段硅质灰岩与上覆的凝灰岩界面,断陷盆地内地层分布的二元结构(上覆层厚度增大),成矿作用特征标志;渗漏喷溢沉积的线状硅化岩体分布标志、沉积相-矿体中心相/边缘相/过渡相构造标志,AMT地球物理间接找矿标志(表2)。

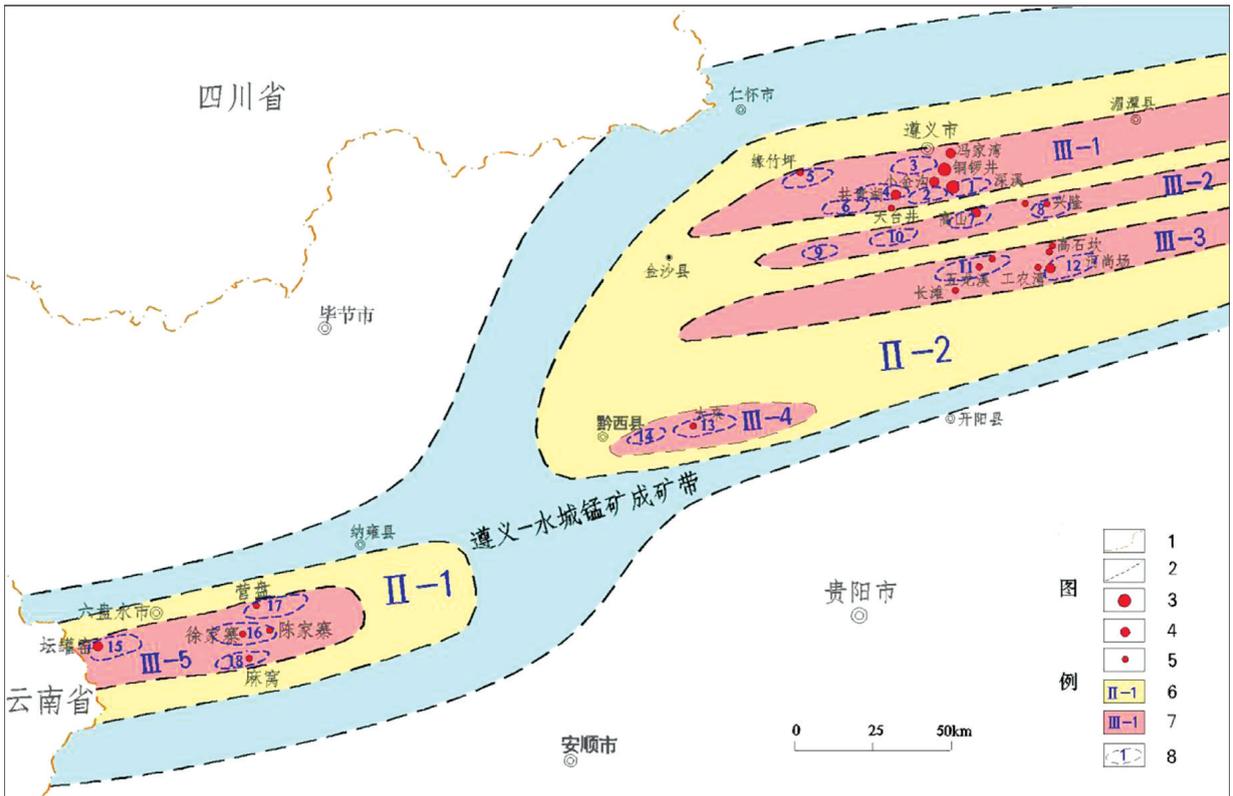


图2 贵州二叠纪锰矿成矿区带划分图

Fig. 2 Metallogenic zone distribution of Permian manganese ore in Guizhou

1—行政区划界;2—二叠纪锰矿各成矿区带界线;3—大型锰矿床;4—中型锰矿床;5—小型锰矿床;6—成矿亚带范围及编号;
7—矿带范围及编号;8—预测区范围及编号

表1 贵州遵义—水城二叠纪锰矿成矿带划分

Table 1 Structure and division of manganese metallogenic belts in Zunyi-Shuicheng area of Guizhou

成矿带	成矿亚带	矿带及编号	预测区		已知代表性矿产地	预测区类型	备注
			编号	名称			
遵义—黔西—水城锰矿成矿带	II-2	遵义—黔西—水城锰矿成矿带	1	永安预测区	铜锣井大型锰矿床、小金沟中型锰矿床、深溪大型锰矿床、东高寨中型锰矿床	A	
			2	谢家坝预测区	永安大型锰矿床、转龙庙中型锰矿床	A	
			3	忠庄预测区	冯家湾中型锰矿床、铜锣井锰矿床黄土坎矿段	A	
			4	共青湖预测区	共青湖中型锰矿床	A	
			5	缘竹坪预测区	缘竹坪小型锰矿床	B	
			6	八里预测区	天井台锰矿点	B	茅口晚期、古天然气渗漏
			7	龙坪预测区	龙坪中型锰矿床、高山中型锰矿床、大土锰矿点	B	沉积型
			8	兴隆预测区	木杠台—枪村坝中型锰矿床、毛家山小型锰矿床、兴隆小型锰矿床	B	
			9	绍龙寺预测区	-	C	
			10	刀疤水预测区	刀疤水锰矿点	B	
			11	五龙溪预测区	高石坎锰矿点、白杨坝锰矿点、五龙溪锰矿点	B	
			12	和尚场预测区	工农湾小型锰矿床、和尚场中型锰矿床	A	
			13	太来预测区	太来钴锰矿点	B	
			14	谷里预测区	-	C	
			15	坛罐窑预测区	坛罐窑小型锰矿床、格学中型锰矿床(云南)	A	茅口中期、古天然气渗漏
			16	徐家寨预测区	徐家寨小型锰矿床	A	沉积型
			17	营盘预测区	营盘小型锰矿床	B	
			18	麻窝预测区	麻窝小型锰矿床	B	

表2 贵州二叠纪锰矿区域预测要素表

Table 2 Prediction elements of Permian manganese ore region in Guizhou province

预测要素	特征描述		预测要素分类
成矿地质体	二叠纪茅口组第三段含锰建造、灰岩建造、硅化岩建造		必要
成矿构造及成矿结构面	成矿构造	同沉积断层: III级和IV级断陷(地堑)盆地。	必要
	成矿结构面	含锰岩系与龙潭组植物根茎化石粘土岩界面;灰绿色凝灰岩	重要
结构类型	二元结构模式:断陷盆地中心沿同沉积断层古天然气渗漏喷溢沉积与上部沉积物厚度增大。		必要
成矿作用特征标志	成矿早阶段	断续展布的茅口组第二段硅质灰岩沉积;在茅口晚期生物灰岩建造形成后出现富硅流体喷溢交代形成硅化岩。	必要
	成矿主阶段	中心相富锰建造(斑杂状构造、纹层状构造、搅动构造)/过渡相贫锰建造(块状构造)/边缘相。	必要
	成矿晚阶段	成矿后发生风化淋滤沉积出现鲕粒状、碎屑状的锰矿。	重要
物探异常	物探异常	音频大地电磁测量(AMT)异常;成矿地质体具低电阻率、高极化率组合特征,上覆、下伏地层具高电阻率、低极化率组合特征,物性差异明显。	必要

按区域预测要素特征,根据区域成矿地质背景、成矿地质条件清楚程度、所处Ⅳ级盆地特征、预测资源量规模、已知预测范围内是否存在已有矿产地以及是否具备直接和间接的找矿标志,将预测区划分为A、B、C三类(表1)。

5.2 预测区划分

5.2.1 遵义-黔西锰矿成矿亚带

根据遵义-黔西次级裂谷盆地(Ⅱ级)特征,可划分为深溪-八里、龙坪-兴隆、团溪-尚稽、太来-谷里4个Ⅲ级断陷(地堑)盆地和隆起(地垒),划分了14个Ⅳ级断陷盆地。即在遵义-黔西锰矿成矿亚带内划分的4个锰矿矿带内,可圈定14个预测区。其中,A类预测区5个、B类预测区7个、C类预测区2个。(表1)

5.2.2 水城-宣威锰矿成矿亚带

根据水城-宣威次级裂谷盆地(Ⅱ级)特征,划分了水城-格学1个Ⅲ级断陷(地堑)盆地,圈定了4个Ⅳ级断陷盆地。即在水城-宣威锰矿成矿亚带内划分的4个锰矿矿带内,可圈定4个预测区。其中,A类预测区2个:坛罐窑预测区、徐家寨预测区,B类预测区2个:营盘预测区、麻窝预测区(表1)。

5.3 找矿潜力分析

基于贵州二叠纪“古天然气渗漏沉积型锰矿床”区域成矿预测要素特征,本次采用成矿地质体参数法预测找矿潜力开展定位预测:锰矿成矿地质体是含锰岩系及其对应的硅化岩,其空间位置相对确定,与相关的矿床(体)的空间关系可以确定,其物质组成和矿床的关系也可以确定,我们在类比预测时,可以把成矿地质体作为各类信息的实体支撑物,为实现定位预测获得了可靠的途径。根据已发现的锰矿矿产地、含锰岩系、硅化岩体等分布特征,在划分的Ⅳ级断陷盆地中圈定预测区,开展定位预测进行潜力分析。

(1)深溪-八里矿带:是二叠纪锰矿最富集地区,已发现多个古天然气渗漏沉积中心相,中心相富锰矿体厚度达2.78~5.22 m,2017—2018年在圈定的谢家坝A类预测区由中国地调局发展研究中心的《贵州省遵义市锰矿整装勘查区矿产调查与找矿预测项目》在中心相部署施工了2个验证钻孔,发现厚度达3.20~3.77 m,平均品位28%的富锰矿体。该矿带共划分6个Ⅳ级地堑盆地,圈定了6个预测区,预测在4个A类预测区均

可获得一个大型锰矿床(平均资源量4 000万吨),预测总资源潜力为1.60亿吨;2个B类预测区可获得一个中型锰矿床(平均资源储量1 000万吨),预测总资源潜力为0.20亿吨。

(2)龙坪-兴隆矿带:已发现高山中型锰矿床、龙坪中型锰矿床等多个锰矿床(点),主要为边缘相贫锰矿,厚度约为0.5~1.50 m,中心相可能已剥蚀。共划分4个Ⅳ级地堑盆地,共划分4个预测区,其中3个B类预测区可获得一个中型锰矿床(平均资源量500万吨),预测总资源潜力为0.15亿吨;1个C类预测区可获得小型锰矿床一个,预测资源潜力为0.01亿吨。

(3)团溪-尚稽矿带:已发现和尚场中型锰矿床、工农湾小型锰矿床等多个锰矿床(点),在和尚场地区发现古天然气渗漏沉积中心相,厚度约为1.20~3.10 m。共划分2个Ⅳ级地堑盆地,圈定了2个预测区,其中1个A类预测区可获得一个中型锰矿床,预测总资源潜力为0.15亿吨;1个B类预测区可获得中型锰矿床一个,预测资源潜力为0.12亿吨。

(4)太来-谷里矿带:已发现了太来锰矿点,主要为边缘相贫锰矿,厚度约为0.5~1.60 m,尚未发现中心相。共划分2个Ⅳ级地堑盆地,圈定了2个预测区,其中1个B类预测区可获得一个中-大型锰矿床,预测总资源潜力为0.05亿吨;1个B类预测区可获得中型锰矿床一个,预测资源潜力为0.01亿吨。

(5)水城-格学矿带:已发现在格学中型锰矿床、坛罐窑小型锰矿床和徐家寨小型锰矿床等多个锰矿床(点),发现了边缘相贫锰矿,厚度约为0.5~3.10 m,尚未发现中心相。共划分了4个Ⅳ级地堑盆地,圈定了4个预测区,其中2个A类预测区可获得一个中型锰矿床,预测总资源潜力为0.10亿吨;2个B类预测区均可获得中型锰矿床一个,预测资源潜力为0.06亿吨。

在遵义-黔西锰矿成矿亚带圈定了14个预测区,预测总资源潜力约为2.29亿吨。在水城-宣威锰矿成矿亚带圈定4个预测区,预测总资源潜力约为0.16亿吨。

综上所述,通过潜力分析,在贵州遵义-水城二叠纪锰矿找矿资源潜力约为2.45亿吨。

6 结论

(1)黔北裂谷盆地(Ⅰ级)控制和形成了贵州

遵义—水城地区二叠纪锰矿成矿带,可进一步划分为2个成矿亚带:遵义—黔西锰矿成矿亚带,包含了深溪—八里、龙坪—兴隆、团溪—尚稽和太来—谷里锰矿4个矿带;水城—宣威锰矿成矿亚带,包含了水城—格学锰矿1个矿带。各矿带进一步划分为18个锰矿预测区,已在各预测区里发现了29个锰矿床(点)。

(2)总结提取了贵州二叠纪“古天然气渗漏沉积型锰矿床”预测要素,对贵州遵义—水城地区二叠纪锰矿开展了找矿潜力分析,预测锰矿资源量约为2.45亿吨,表明二叠纪锰矿具有很好的找矿前景。

[参考文献]

- 陈毓川. 1999. 中国主要成矿区带矿产资源远景评价[M]. 北京:地质出版社,38-41.
- 陈毓川,王登红,朱裕生,等. 2007. 中国成矿体系与区域成矿评价[M]. 北京:地质出版社,231-247.
- 贵州省地质矿产局. 1987. 贵州省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,210-256.
- 刘志臣,张远国,陈登,等. 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):665-670.
- 刘志臣,王聪,张远国,等. 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,颜佳新,陈登,等. 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.
- 刘志臣,颜佳新,陈登,等. 2017. 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[J]. 贵州地质,34(2):63-70.
- 刘志臣,周琦,颜佳新,等. 2018a. 二叠纪黔中裂陷槽遵义次级裂谷盆地结构及其对锰矿的控制作用[J]. 古地理学报,(已录用).
- 刘志臣,颜佳新,周琦,等. 2018b. 贵州遵义二叠纪成矿时代及锰矿成因探讨[J]. 第十四届全国矿床学会会议论文,943-944.
- 王砚耕,陈履安,李兴中,等著. 2000. 贵州西南部红土型金矿[M]. 贵阳:贵州科技出版社,76-93.
- 徐志刚,陈毓川,王登红,等著. 2008. 中国成矿区带划分方案[M]. 北京:地质出版社,86-110.
- 汪洋,刘志臣,陈登,等. 2018. 贵州遵义二叠纪锰矿古天然气喷口群的发现及地质意义[J]. 贵州地质,35(2):81-87. 81-87.
- 周琦,杜远生. 2012. 古天然气渗漏与锰矿成矿——以黔东地区南华纪“大塘坡式”锰矿为例[M]. 北京:地质出版社,1-120.
- 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,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(2):177-188.

Division of Metallogenic Zones and Analysis of Prospecting Potential of Permian Manganese Deposit in Zunyi-Shuicheng Area of Guizhou

CHEN Deng^{1,2}, LIU Zhi-chen^{1,2}, YAN Jia-xin¹, WANG Yang², ZHONG Yue-li², LUO Hong-xing²

(1. Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, Hubei Wuhan, 430074 China;

2. 102 Geological Party, Guizhou Bureau of Exploration and Development of Geology and Mineral Resources, Zunyi 563003, Guizhou, China)

[Abstract] 29 manganese deposits (sites) has been found in the Zunyi-Shuicheng Permian Manganese Deposit of Guizhou Province with proven reserves of 176 million tons. All the manganese deposits are located in the northern Guizhou rift basin. According to their features, they are divided into “Zunyi” manganese deposit and “Shuicheng” manganese deposit, the typical deposits are Tongluojing-Shenxi manganese deposit and Xujiazhai manganese deposit. In this paper, the Permian manganese deposits in Guizhou are divided into Zunyi-Qianxi and Shuicheng-Xuanwei manganese metallogenic belts and 7 small metallogenic belts and 13 manganese ore prediction area. The “predictive elements of ancient natural gas seepage sedimentary manganese deposits” of the Permian manganese deposits in Guizhou are summarized and extracted, according to the predictive factors and metallogenic rules, the prospecting potential is analyzed and the Permian manganese ore resources in Zunyi and Shuicheng, the source potential is 2.68 billion tons and the prospecting potential is huge.

[Key words] Manganese deposit; Permian; Prospecting potential; Zunyi-Shuicheng, Guizhou