

贵州威宁—水城地区铁多金属矿地质特征及找矿方向*

宋焕霞¹ 赵世煌¹ 陶奕冶¹ 张明翠¹ 郭瑞芬¹ 李再勇²

(1. 国土资源实物地质资料中心; 2. 贵州省地矿局 113 地质大队)

摘要 结合相关地质工作成果,对贵州威宁—水城地区铁多金属矿区域地质背景、矿床地质特征、矿石类型、共生矿产及富集规律进行了详细分析,并进一步讨论了找矿方向。研究表明:①矿区中峨眉山玄武岩顶部经过风化剥蚀、沉积后,再经过一定的成矿作用可能形成一些有用矿产,故峨眉山玄武岩顶部为赋矿有利地段;②峨眉山玄武岩第三段(βP^3)顶部褐红、暗红色铁质(含铁质)黏土岩、鲕豆状铁质黏土岩、铁质凝灰质黏土岩、含铁质角砾黏土岩为有利找矿标志;③区内铁多金属矿床成矿与峨眉山玄武岩浆的喷溢活动密切相关,峨眉山玄武岩浆的喷溢活动对铁多金属矿床的形成提供了良好的物质来源和古地貌环境;④居乐—黑石靶区、喇河靶区、金斗靶区和二塘中寨靶区为矿区值得进一步工作的找矿靶区。

关键词 铁多金属矿 区域地质背景 地质特征 矿石类型 找矿标志 找矿靶区

Geological Characteristics and Prospecting Direction of the Fe-polymetallic Deposit in Weining-Shuicheng Region, Guizhou Province

Song Huanxia¹ Zhao Shihuang¹ Tao Yiye¹ Zhang Mingcui¹ Guo Ruifen¹ Li Zaiyong²

(1. Geological Information Centre, Ministry of Land and Resource; 2. 113 Geological Team, Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development Guizhou Province)

Abstract Based on some related geological and exploration results of the Fe-polymetallic deposit in Weining-Shuicheng Region, the regional geological background, deposit geological characteristics, ore types, symbiotic minerals and associated minerals and their enrichment regularities are analyzed in detail, besides that, prospecting direction of the region is also discussed. The study results show that: ① after the weathering erosion and deposition of the top of Emeishan basalt, some useful minerals maybe formed after a certain mineralization, so the top of Emeishan basalt maybe the ore-hosting favorable segment; ② the iron (containing iron) claystone, oolite iron claystone, iron and tuff claystone, claystone containing iron and breccia with brown and dark red colors of the top of Emeishan basalt third section (βP^3) can be regarded as the favorable prospecting indicators of the mining area; ③ the formation of the Fe-polymetallic deposit in Weining-Shuicheng Region is closely related to eruption activities of Emeishan basaltic magma, the favorable metallogenic material and palaeogeomorphic environment of the formation of Fe-polymetallic in the Weining-Shuicheng Region are provided by the eruption activities of Emeishan basaltic magma; ④ the favorable prospecting target areas are Jule-Heishi target area, Lahe target area, Jindou target area, Er-tangzhongzhai target area. The above analysis results related to the geological characteristics and prospecting direction of the Fe-polymetallic deposit in Weining-Shuicheng Region can provide some reference for further conducting prospecting and exploration works in the area and its adjacent areas.

Keywords Fe-polymetallic deposit, Regional geological background, Geological characteristics, Ore type, Prospecting indicator, Prospecting target area

* 中国地质调查局地质矿产调查专项(编号: 121201013000150002-10)。

宋焕霞(1960—),女,教授级高级工程师,065201,河北省廊坊市燕郊经济技术开发区燕灵路245号。

贵州威宁—水城铁多金属矿位于攀西—黔中化工有色矿产资源集中区,也是贵州省铅锌银铁等矿

产的集中分布区。研究区大地构造位置位于特提斯—喜马拉雅与滨太平洋两大巨型构造域的结合部位,即位于NW向紫云—垭都深大断裂和NE向弥勒—师宗深大断裂带、NNE向小江深大断裂所挟持的三角形地带内。中晚元古代和古生代,云贵地区在大地构造上处于上扬子板块西南缘。1959年对前期煤炭勘察ZK401~ZK3802等37个钻孔岩芯进行了系统补采化学样315件,并进行了系统测试分析,发现威宁—二塘上二叠系榕峰煤系底部赋存有铁矿床,经进一步工作,提交了铁矿资源储量1 811.83万t^[1]。2000年开展的铜矿普查工作对该区的成矿潜力给予了否定评价。2008年通过对铜矿普查工作所取得地质资料进行了综合分析,尤其对2000—2012年开展的铜矿普查工作所保存的ZK001、ZK801、ZK802、ZK1601等4个钻孔岩芯40件化学样品及350件附样等实物资料的重新测试分析,发现该区成矿潜力较大,认为在矿区中峨眉山玄武岩顶部经过风化剥蚀、沉积后,再经过一定的成矿作用有可能形成一些有用矿产,发现了产于峨眉山玄武岩顶部有可能形成富矿的有利地段,于2013年提交了铁矿总资源量23 425.69万t,探明总资源储量2260.72万t,取得了新的找矿突破^[1]。本研究结合上述成果,通过对矿床地质特征及找矿方向进行详细分析,为该区进一步开展找矿勘探工作提供可靠依据。

1 区域地质背景

1.1 地层

贵州—水城地区区域地层属于上扬子地层分区、黔北及黔西北地层小区。区内出露下震旦统灯影组—第四系地层,以石炭系、二叠系、三叠系地层最发育,分布范围广,其余出露的地层仅零星分布^[1]。铁多金属矿区内主要出露的地层有震旦系灯影组($Z_2-\epsilon_1dy$)、寒武系清虚洞组(ϵ_1q)、泥盆系独山组(D_2d)、望城坡组(D_3w)、石炭系大埔组(C_2d)、威宁组($C_{1-2}w$)、二叠系梁山组(P_2l)、栖霞组(P_2q)、茅口组(P_2m)、峨眉山玄武岩组(βP)、宣威组(P_3x)、龙潭组(P_3l);三叠系飞仙关组(T_1f)、嘉陵江组(T_1j)、关岭组(T_2g)、二桥组(T_3e)和第四系(Q)。含矿岩系(Fe-Al岩系)位于峨眉山玄武岩组顶部与宣威组(P_3x)、龙潭组(P_3l)底部之间^[1,4]。

矿区内大面积出露有峨眉山玄武岩^[5-10],其下伏地层为中二叠统茅口组碳酸盐岩,上覆地层为上二叠统宣威组含煤碎屑岩,其中峨眉山玄武岩出露面积达2 000 km²,约占威宁地区总面积的20%,厚

度一般为300~850 m,最厚达1 249 m。研究区峨眉山玄武岩以大陆溢流为主体,其顶底具有暴发相,中间有陆相沉积夹层。玄武岩总体呈西厚东薄的舌形展布,具有多旋回特征,岩性以拉斑玄武岩、玄武质熔岩、沉凝灰岩、火山碎屑岩、集块岩为主。玄武岩具有2~3个大的喷溢旋回,具有十数个喷发层,各喷发层之间的断面产出有凝灰岩类火山碎屑岩,该类岩石Cu、Fe、Ti、REE、PGE等背景值高于玄武质熔岩。玄武岩为高铁钛、低镁碱性度偏高的碱钙性拉斑玄武岩,具有较高的分异和同化混染程度。二叠纪玄武岩的元素地球化学主要特征为高度富集不相容微量元素,特别是稀土元素、Ti(含量大于5%)、F、Rb、Sr、K、U、Th等含量高,贫Mg、Ca、Cr和Ni,形成了铁多金属矿床成矿最为有利的地质地球化学背景^[10-13]。

1.2 构造

区域大地构造位于特提斯—喜马拉雅与滨太平洋构造域的结合部位,在中晚元古代、古生代,云贵地区在大地构造上处于上扬子板块西南缘。该区在晚古生代则属于中国南方板块的一部分,盆地类型主要属于二叠纪扬子克拉通盆地。铁多金属矿区域构造上属于上扬子准地台黔北台隆六盘水断陷威宁NW向构造变形区,矿区构造以NE、NW向断裂、褶皱发育为特点,向斜与背斜相间排列。区内褶皱构造自西向东主要有哲觉—小米地区发育的NE向哲觉向斜及其次级背向斜构造。

由于燕山期小江深大断裂带的左行走滑运动,在滇东北—黔西北地区由南至北形成和强化了寻甸—宣威、东川—镇雄、会泽—彝良、鲁甸—盐津、巧家—永善等5个NE向构造成矿带,主要由NE向褶皱群和压扭性断裂组成,并有与之垂直的NW向张(扭)性断裂,形成了左列式“多字型”构造。在东川—镇雄、会泽—彝良2个构造成矿北东段,褶皱、断裂发育,在一些NE、NW向向斜中保存的二叠系峨眉山玄武岩出露范围内广泛分布有铁、铜及钛、稀土、铂、钨、钴等矿点^[1]。与研究区铁多金属矿关系密切的构造主要为一列向斜构造,矿区各期次断裂构造对其成矿关系不大。

2 矿床地质特征

2.1 含矿岩系组合特征

(1) 含矿岩系岩性组合。矿区含矿岩系岩性组合主要为Fe-Al岩系,广泛出露于宣威组底部。矿区含铁岩系岩性组合较简单,垂向上总厚度一般为3~15 m,最厚可达50 m,与下伏峨眉山玄武岩组平

行不整合接触。Fe-Al 岩系可分为上下两个含矿层: 下含矿层主要富集铁、铜、钛, 岩性主要由褐红、暗红色铁质(含铁质)黏土岩、鲕豆状铁质黏土岩、铁质凝灰质黏土岩、含铁质角砾黏土岩组成, 厚度 0.5 ~ 15 m, 陆相发育较好, 海相发育较差; 上含矿层主要富集稀土元素, 岩性主要为灰白—深灰色黏土岩, 局部夹薄层泥质粉砂岩、粉砂质泥岩, 一般厚 0.5 ~ 2 m, 最厚达 10 m, 常伴有植物化石。

(2) 含矿岩系顶板为宣威组第一段。岩性主要为灰黑、灰褐色细粉砂岩、泥质粉砂岩、粉砂质黏土岩夹薄层碳质泥岩及根土岩, 局部夹褐铁矿结核, 厚度 110 ~ 115 m。其中, 在上部的褐红、暗红色铁质(含铁质)黏土岩、鲕豆状铁质黏土岩、铁质凝灰质黏土岩、含铁质角砾黏土岩中, 发育有 0.5 ~ 15 m 厚的铁多金属矿体, 该层中铁矿石 TFe 含量一般 25% ~ 30.4%, 最高达 45%; 稀土含量 0.025% ~ 0.1454%, 最高达 0.2340%; Sc 含量 $(30 \sim 78) \times 10^{-6}$ 。矿体厚度一般为 0.55 ~ 2.51 m, 平均 1.89 m, 最厚达 7.93 m (ZK517-1 钻孔)。在矿区中部的灰色、深灰色薄—中厚层状玄武质中—细砂岩、泥质粉砂岩、粉砂质泥岩中, 发育有厚 0 ~ 1.2 m 的豆状、鲕状褐铁矿, 矿石品位较低, TFe 含量一般为 15% ~ 20%, 局部可达 29.68% ~ 38.38% (CTC68 工程: TFe 含量 38.38%, 矿体厚度 0.48 m; CZK2201 工程: TFe 含量 29.68%, 矿体厚度 0.43 m)。在灰白—深灰色黏土岩中, 还发育一厚 0.5 ~ 2 m、最厚达 10 m 的矿层, 该层主要富集稀土、铈、钪, 局部富集铁、铜矿, 稀土总量 0.03% ~ 0.32%, Sc 含量 $(25 \sim 67) \times 10^{-6}$, 该层中局部见有黄铜矿, 其中香炉山勘查区 ZK801 钻孔资料显示 Cu 含量一般为 0.108% ~ 1.17%^[1]。

(3) 含矿岩系底板为峨眉山玄武岩组第三段。为矿区主要的含矿层位, 主要由紫红色、杂色层纹状铁质凝灰岩、紫红色层纹状铁质凝灰岩、深灰色块状玄武岩, 夹紫红色凝灰岩组成。其中发育的紫红色、杂色层纹状铁质凝灰岩在局部变为豆鲕状层纹状质软低品位铁矿, TFe 含量 15% ~ 24%, 该层分布稳定, 厚 2.0 ~ 4.0 m。

2.2 矿体特征

(1) I[#]含铁矿层。发育于 II[#]含铁矿层上, 两个矿层间距 1.15 ~ 4.2 m。矿体规模较小, 厚度极不稳定, 一般厚度 0.2 ~ 1.2 m, 在倾向、走向上常尖灭, 连续性差, 两个含矿层多互为消长关系。仅在理可、长梁子、段家梁子、剪角冲及哈喇河一带零星见该含矿层, 矿体连续长一般为 50 ~ 250 m。矿石品

位较低, TFe 含量一般为 15% ~ 20%, 局部可达 29.68% ~ 38.38% (CTC68 工程 TFe 含量 38.38%、矿体厚度 0.48 m; CZK2201 工程 TFe 含量 29.68%、矿体厚度 0.43 m)。矿体产状 $320^\circ \sim 10^\circ \angle 4^\circ \sim 15^\circ$, 与上覆宣威组地层产状基本一致。

(2) II[#]含铁矿层。为矿区主要含矿层, 主要赋存于含矿岩系下部。其含矿岩系主要为褐红—暗红色鲕豆状铁质黏土岩、铁质(含铁质)黏土岩、含铁质角砾黏土岩和铁质凝灰质黏土岩等。根据矿体的空间分布情况和含矿层的连续性, II[#]含铁矿层中, 产于哲觉勘查区、香炉山勘查区的 I[#]矿体规模最大, 品质最好, 矿体产状与上覆宣威组地层产状基本一致, 产状 $320^\circ \sim 350^\circ \angle 4^\circ \sim 15^\circ$ 。

2.3 矿石类型及共伴生矿产

铁钛等元素主要发育于含矿岩系底部铁含矿层内, 经采样分析、岩矿鉴定, 并重点采用电子探针微区分析、X 射线衍射等手段, 对矿区多金属低品位铁矿物质组成进行了测试分析, 矿石中 Fe 含量平均 25% ~ 31%, 但不同地层中存在较大差异。铁在浅部以褐铁矿为主, 深部则多为赤铁矿, 仅有微量铁存在于钛铁矿、铬铁矿等含铁的其他氧化物或硫化物中。矿区褐铁矿的存在形式: 呈细分散状以胶结物的形式存在, 或呈不定形胶状混染火山碎屑, 主要分布于铁矿化相对较弱的凝灰岩以及其他火山碎屑岩中; 另一种为主要存在形式, 以大小不等的团块状、豆状等形式存在^[14]。区内与铁矿共(伴)生的矿产主要为钪、稀土等, 与铁矿体关系属于同体共生和异体共生两种。共(伴)生矿产有一定的规律, 即在哲觉勘查区主要为钪、稀土, 在炉山勘查区则主要为钛、钪、稀土。研究区内铈含量较高, 钪、稀土元素含量大都达到评价指标要求。

3 找矿方向

区内峨眉山玄武岩覆盖面广, 厚度巨大, 其中铁多金属矿主要赋存于峨眉山玄武岩组第三段(β^3)与宣威组底部之间的含矿岩系(Fe-Al 岩系)地层中, 该含矿岩系层位稳定, 含矿岩系厚度、延伸均较稳定, 为区内寻找该类型铁矿的重要找矿目标层位。故区内有利找矿标志为峨眉山玄武岩组第三段(β^3)顶部褐红、暗红色铁质(含铁质)黏土岩、鲕豆状铁质黏土岩、铁质凝灰质黏土岩、含铁质角砾黏土岩。

根据成矿地质背景、成矿地质条件、矿床地质地球化学特征, 以及成矿的“源—运—聚”地球化学过程的综合分析成果, 认为峨眉山玄武岩浆的喷溢活动为区内铁多金属矿成矿提供了良好(下转第 35 页)

- [22] 薛怀民,董树文,马芳. 长江中下游庐枞盆地火山岩的 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄: 对扬子克拉通东部晚中生代岩石圈减薄机制的约束[J]. 地质学报 2012, 86(10): 1569-1583.
- [23] 曾键年,覃永军,郭坤一,等. 安徽庐枞盆地含矿岩浆岩锆石 U-Pb 年龄及其对成矿时限的制约[J]. 地质学报, 2010, 84(4): 466-478.
- [24] 张乐骏. 安徽庐枞盆地成岩成矿作用研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2011.
- [25] 张舒,吴明安,汪晶,等. 安徽庐枞盆地与正长岩有关的成矿作用[J]. 地质学报 2014, 88(4): 519-531.
- [26] 吕庆田,董树文,史大年,等. 长江中下游成矿带岩石圈结构与成矿动力学模型——深部探测(SinoProbe) 综述[J]. 岩石学报 2014, 30(4): 889-906.
- [27] 范裕,邱宏,周涛发,等. 安徽庐枞盆地隐伏侵入岩的 LA-ICP MS 定年及其构造意义[J]. 地质学报 2014, 88(4): 532-546.
- [28] 贾丽琼,徐文艺,吕庆田,等. 庐枞盆地砖桥地区科学深钻岩浆岩 LA-MC-ICP MS 锆石 U-Pb 年代学和岩石地球化学特征[J]. 岩石学报 2014, 30(4): 995-1016.
- [29] 张舒,周涛发,蔡晓兵,等. 安徽庐枞盆地小岭地区深部隐伏侵入岩年代学研究[J]. 合肥工业大学学报, 2017, 43(3): 403-408.
- [30] Liu Y S, Hu Z C, Zong K Q, et al. Reappraisal and refinement of zircon U-Pb isotope and trace element analyses by LA-ICP-MS [J]. Chinese Science Bulletin 2010, 55(15): 1535-1546.
- [31] 侯可军,李延河,田有荣. LA-MC-ICP-MS 锆石微区原位 U-Pb 定年技术[J]. 矿床地质 2009, 28(4): 481-492.
- [32] Belousova E A, Griffin W L, O'Reilly S Y, et al. Igneous zircon: Trace element composition as an indicator of source rock type [J]. Contribution to Mineralogy & Petrology 2002(1): 602-622.
- [33] Zhou T F, Wu M A, Fan Y, et al. Geological geochemical characteristics and isotope systematics of the Longqiao iron deposit in the Lu-Zong volcano-sedimentary basin, Middle-Lower Yangtze (Changjiang) River Valley, Eastern China [J]. Ore Geology Review 2011, 43(1): 154-169.
- [34] Wang S S, McDougall I. K-Ar and ³⁹Ar/⁴⁰Ar ages on Mesozoic volcanic rocks from the Lower Yangtze Volcanic Zone, southeastern China [J]. Journal of the Geological Society of Australia, 1980, 27(1): 121-128.
- [35] 陈志洪,闫峻,李全忠,等. 下扬子庐枞盆地巴家滩岩体锆石 LA-ICP MS 定年及意义[J]. 矿物岩石 2013(2): 19-25.
- [36] Chen L, Zhao Z F, Zheng Y F. Origin of andesitic rocks: geochemical constraints from Mesozoic volcanics in the Luzong Basin, South China [J]. Lithos 2014(5): 220-239.
- [37] 王强,赵振华,简平,等. 华南腹地白垩纪 A 型花岗岩类或碱性侵入岩年代学及其对华南晚中生代构造演化的制约[J]. 岩石学报 2005, 21(3): 795-808.
- [38] Wu F Y, Ji W Q, Sun D H, et al. Zircon U-Pb geochronology and Hf isotopic compositions of the Mesozoic granites in southern Anhui Province, China [J]. Lithos, 2012, 150(5): 6-25.

(收稿日期 2017-08-01)

(上接第 28 页)的物质来源和古地貌环境。目前区内已发现的铁多金属矿体大体分布于火山高地与火山洼地过渡带的黏土岩层中,由此可见,峨眉山玄武岩浆的喷溢活动与矿区铁多金属矿床成矿具有密切关系。

居乐—黑石靶区、喇河靶区、金斗靶区和二塘中寨靶区为矿区有利找矿靶区,建议进一步开展工作,以寻求找矿突破。

4 结 语

结合贵州威宁—水城地区铁多金属矿找矿勘查成果,分析了该矿床地质特征、找矿标志,并圈定了找矿靶区,对于该区及其邻区进一步开展铁多金属矿找矿勘探工作有一定的借鉴意义。

参 考 文 献

- [1] 李再勇,杨德传,郭云胜. 贵州省威宁—水城地区铁多金属矿矿体地质特征研究[J]. 企业技术开发 2015, 34(4): 34-35.
- [2] 冯学仕,王尚彦. 贵州省区域矿床成矿系列与成矿规律[M]. 北京:地质出版社, 2004.
- [3] 韩至钧,金占省. 贵州省水文地质志[M]. 北京:地震出版社, 1996.
- [4] 王砚耕. 贵州主要地质事件与区域地质特征[J]. 贵州地质,

- 1996(2): 99-104.
- [5] 廖宝丽. 贵州二叠纪碱性玄武岩的岩石学和地球化学研究[D]. 北京:中国地质大学(北京), 2013.
- [6] 王砚耕,王尚彦. 峨眉山大火成岩省与玄武岩铜矿——以贵州二叠纪玄武岩分布区为例[J]. 贵州地质 2003, 20(1): 5-11.
- [7] 杨鸿达. 贵州赫章威宁水城三县地质构造的初步研究[J]. 南京大学学报:自然科学版, 1955(1): 86-94.
- [8] 毛德明. 贵州西部峨眉山玄武岩微量元素地球化学[J]. 贵州工学院学报, 1992, 20(4): 82-91.
- [9] 郑启玲. 贵州境内峨眉山玄武岩的基本特征及其与成矿作用的关系[J]. 贵州地质, 1985(1): 1-16.
- [10] 廖宝丽,张招崇,寇彩化,等. 贵州水城二叠纪钠质粗面玄武岩的地球化学特征及其源区[J]. 岩石学报, 2012(4): 1238-1250.
- [11] 许发新,覃顺平,范元健. 四川冕宁泸沽大顶山磁铁矿床地质特征及成矿条件分析[J]. 现代矿业 2010(11): 41-43.
- [12] 宋焕霞,景明,赵桂军,等. 四川阿西金矿床地质特征及找矿模型[J]. 金属矿山 2016(1): 114-117.
- [13] 李松涛. 黔西北威宁炉山地区铁铜矿地质地球化学特征研究[D]. 成都:成都理工大学, 2014.
- [14] 王安琪,王兵,邓强,等. 黔西北某地伴生多金属低品位铁矿工艺矿物学研究[J]. 贵州大学学报:自然科学版, 2012, 29(4): 45-50.

(收稿日期 2017-07-04)