

马达加斯加阿巴通德拉扎卡地区钒钛磁铁矿床地质及物化探特征

赵 君^{1,2}, 汪月华², 许逢明², 吴大天², 李士超², 胡建飞²

(1. 吉林大学 地球科学学院, 吉林 长春 130061 ;

2. 中国地质调查局 沈阳地质调查中心/沈阳地质矿产研究所, 辽宁 沈阳 110034)

摘 要 阿巴通德拉扎卡地区钒钛磁铁矿位于马达加斯加中部, 产在稳定太古代 Manampotsy 组 Ma4 地层中, 矿体品位高, 规模大. 矿区地球物理及地球化学异常发育, 经工程验证为大型岩浆型钒钛磁铁矿床.

关键词 钒钛磁铁矿; 化探异常; 磁异常; 阿巴通德拉扎卡; 马达加斯加

DOI:10.13686/j.cnki.dzyzy.2014.02.020

GEOLOGY, GEOCHEMISTRY AND GEOPHYSICS OF THE VANADIUM TITANO-MAGNETITE DEPOSIT IN AMBATONDRAZAKA, MADAGASCAR

ZHAO Jun^{1,2}, WANG Yue-hua², XU Feng-ming², WU Da-tian², LI Shi-chao², HU Jian-fei²

(1. College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130061, China;

2. Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, CGS, Shenyang 110034, China)

Abstract : The Ambatondrazaka vanadium titano-magnetite deposit, located in the middle part of Madagascar, occurs in the Ma4 member of the Archean Manampotsy Formation, with large scale and high grade. Geophysical and geochemical anomalies are developed in the orefield. Exploration has proved that it is a large V-Ti magnetite deposit of volcanic rock type.

Key words : V-Ti magnetite deposit; geochemical anomaly; magnetic anomaly; Ambatondrazaka; Madagascar

阿巴通德拉扎卡地区钒钛磁铁矿是 2006~2008 年中国地质调查局援外第一批项目“马达加斯加阿巴通德拉扎卡地区 1:5 万水系沉积物测量”工作中发现的, 经 3 年的地质工作初步估算矿床规模为大型.

1 区域地质背景

马达加斯加位于非洲东南部, 阿巴通德拉扎卡地区钒钛磁铁矿位于马达加斯加中部. 区内太古宙地层为一套绿岩建造. 绿岩带中上部为绿岩群和沉积岩群. 绿岩群由钙-碱性火山熔岩及火山碎屑岩构成, 并有少量沉积岩. 化学成分上出现双峰式的火山岩系列, 即火山岩中以玄武岩和流纹岩互层为特征. 总体上绿岩群上部和下部以基性火山岩为主, 酸性火山岩和沉积岩较少. 中部以酸性火山岩和沉积岩为主, 基性火

山岩次之. 沉积岩群呈整合覆盖在绿岩群之上, 主要由早期复理石建造的硬砂岩、泥岩和晚期磨拉石建造的砾岩和条带状磁石英岩构成. 根据岩石组合特征, 自下而上可分为 4 个岩段, 分别为 Ma1、Ma2、Ma3、Ma4. 其中 Ma1、Ma2、Ma3 为绿岩群, Ma4 为沉积岩群^[1]. 区域断裂带以北西向断裂为主.

2 矿区地质特征

区内出露地层主要为太古宙 Manampotsy 组 Ma4 地层, 主要岩石类型为石英岩、长石石英岩、黑云斜长片麻岩、夕线碱长片麻岩和黑云碱长片麻岩.

区内镁铁-超镁铁质杂岩体受区域深大断裂控制, 总体上呈北西-南东向展布. 岩体长约 12 km, 宽 3~5 km. 主体岩性为辉长岩, 次为辉石岩, 矿物粒度粗大,

收稿日期 2012-12-12 修回日期 2013-04-12 编辑 李兰英.

基金项目: 商务部“马达加斯加阿巴通德拉扎卡地区 1:5 万水系沉积物测量”项目(商援批[2006]123 号)资助.

作者简介: 赵君(1981—), 男, 吉林大学在职硕士, 工程师, 从事地球化学测量和矿产地质调查工作, 通信地址 辽宁省沈阳市皇姑区黄河北大街 280 号, E-mail: zhaojun131421@sina.com

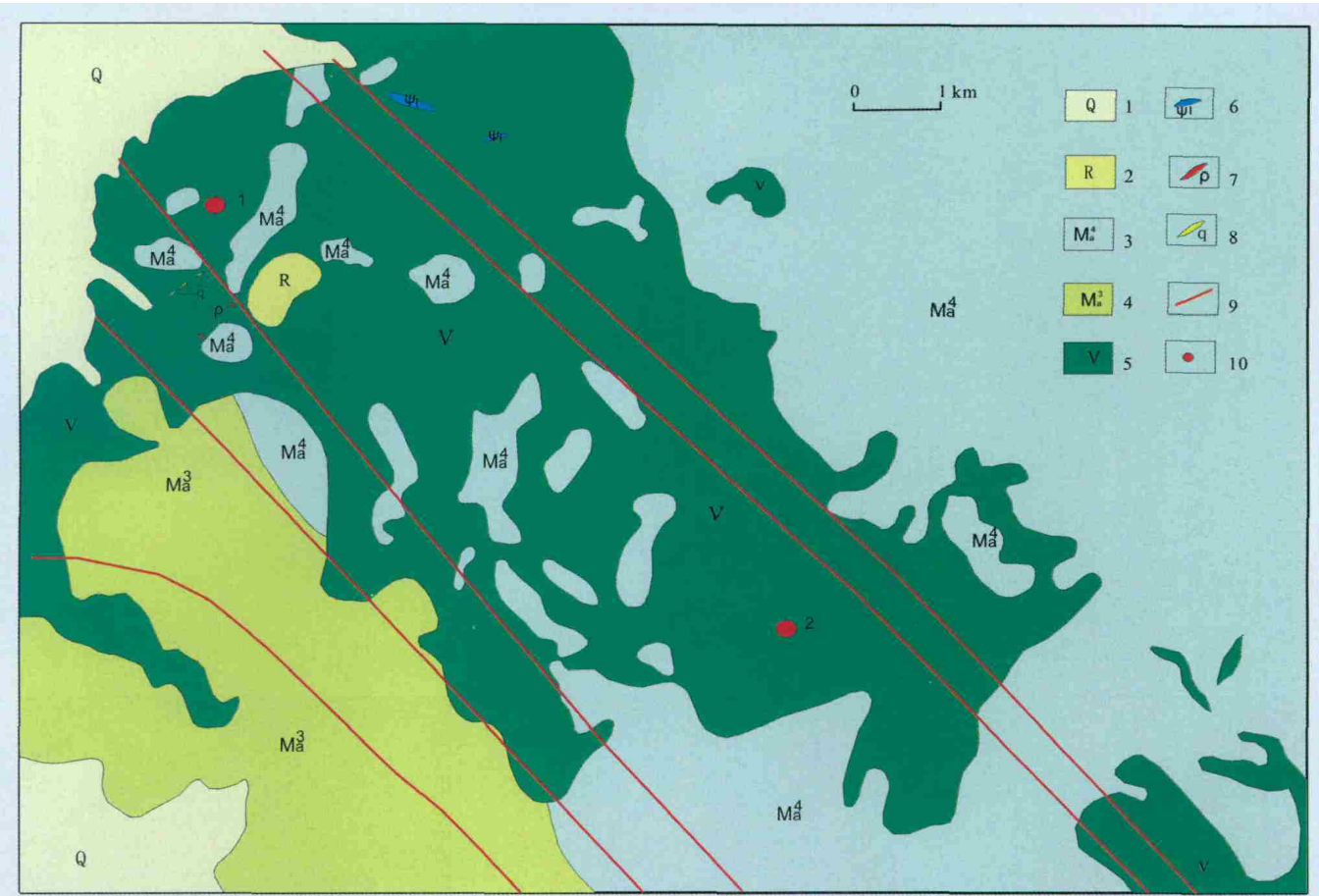


图 1 矿区综合地质图

Fig. 1 Geologic map of the orefield

1—第四系冲积层(Quaternary alluvium) 2—新近系泥质岩/铁质岩(Neogene argillaceous/ferruginous rock) 3—太古宇 Manamposty 组第四段(4th member of Manamposty fm., Archean) 4—Manamposty 组第三段(3rd member of Manamposty fm.) 5—辉长岩(gabbro) 6—辉石岩(pyroxenite) 7—伟晶岩(pegmatite) 8—石英脉(quartz vein) 9—断层(fault) 10—钒钛磁铁矿点及编号(V-Ti magnetite occurrence and code)

分异较好,韵律结构清晰,岩相分带明显,自上而下为浅色辉长岩—深色含铁辉长岩—含铁辉石岩(矿体),岩相间为渐变过渡关系。

区内构造以脆性断裂为主,表现出规模大、活动时间长等特点,有北西和北东向两组断裂,其中北西向断裂构造发育。早期北西向深大断裂控制了镁铁质—超镁铁质杂岩体侵入就位、分异成矿,晚期构造对含矿岩体进行了改造,使矿体产状发生变化。

3 矿区地球化学特征

在阿巴通德拉扎卡地区 1:5 万水系沉积物测量中,该区水系沉积物综合异常为 AS-13,其异常特征如下。

1)异常主要由铁族元素组成,总面积为 16.18 km²。异常呈不规则的椭圆状,长轴方向北西。异常元素主要

有 Ti、Fe、Co、Mn、Cu 和 V。异常套合好(图 2)、面积大、衬值高,并且浓度分带明显^①(表 1 和图 3)。

2)在该异常的浓集中心已见到 3 条钒钛磁铁矿体,宽度几米至近百米。其品位 TFe 一般为 25%~30%,最高

表 1 AS-13 异常特征值统计表
Table 1 Eigenvalues of the AS-13 anomaly

元素	面积/km ²	异常 平均值	异常 峰值	异常 下限	规格化面金属 量/(10 ⁻⁶ /km ²)	峰值/下限
Fe ₂ O ₃	12.54	26.65	54.77	15.16	22.04	3.61
Mn	12.49	4326.4	28511	1097.01	49.28	25.99
Ti	16.18	54272.73	208387	14198.06	61.84	14.68
Cu	9.14	78.04	194.0	49.69	14.36	3.90
Co	12.33	64.08	196.0	31.26	25.38	6.27
V	0.64	424.25	574.0	284.80	0.96	2.51

异常值单位:Fe₂O₃ 为 10⁻²,其他为 10⁻⁶。

① 乔树岩,王庆杰,赵君. 马达加斯加阿巴通德拉扎卡地区 1:5 万地球化学测量成果报告. 2008.

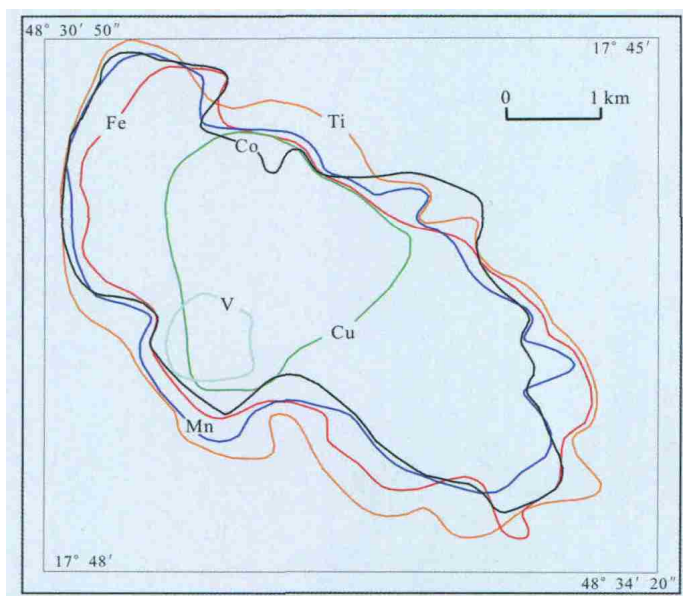


图 2 AS-13 综合异常图

Fig. 2 Comprehensive map of the AS-13 anomaly

可达 54%。TiO₂ 一般为 4.97%~22.14%，最高可达 30.16%。

异常形态为不规则的椭圆状，长轴方向为北西，与区内岩体、矿体和构造方向一致，说明北西向构造是主要的控矿构造。异常由多元素组成，套合好、面积大，平均值和峰值偏高，浓集系数偏大，浓度分带明显，这些都具备大型矿床的一般特征。成矿母岩的 Ti、Fe 含量明显高出测区平均值，且测区平均值又明显高于地壳克拉克值，说明该杂岩体中的 Ti、Fe 含量明显偏高，这就为钒钛磁铁矿提供了丰富的矿质来源。Ti、Fe 等成矿元素围绕镁铁—超镁铁质杂岩体分布。而且钒钛磁铁矿体就分布在该杂岩体中，说明该杂岩体就是钒钛磁铁矿的成矿母岩。异常规模大，强度高，反映了矿床的规模大，品位高的特征。

4 矿区地球物理特征

通过地面磁法测量，以 1000 nT 等值线圈出主要

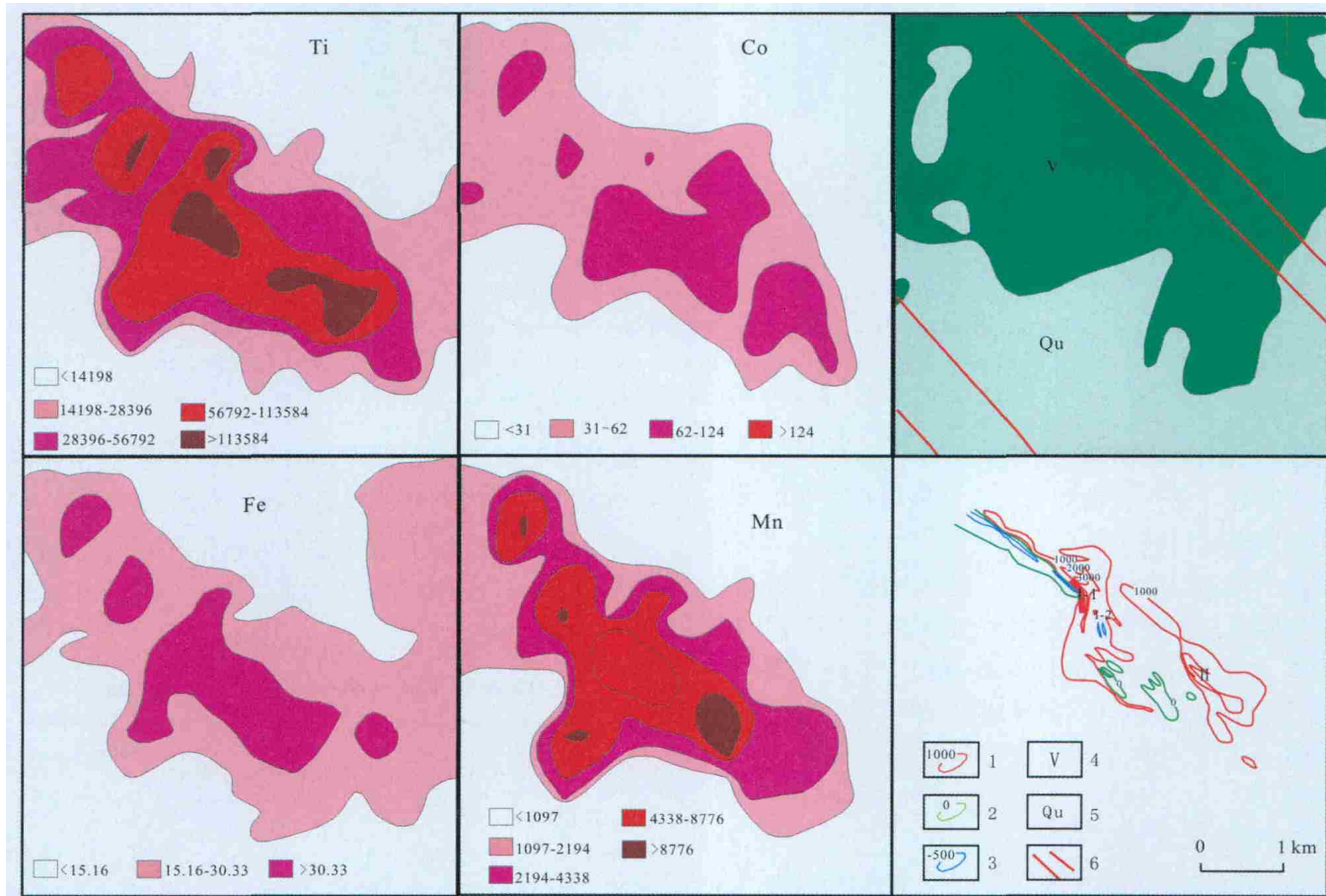


图 3 AS-13 异常剖析图

Fig. 3 Anatomy maps of the AS-13 anomaly

1—正磁异常等值线(positive magnetic anomaly isopleth) 2—零磁异常等值线(zero magnetic anomaly isopleth) 3—负磁异常等值线(negative magnetic anomaly isopleth) 4—镁铁—超镁铁杂岩体(mafic-ultramafic complex body) 5—黑云斜长片麻岩(biotite plagiogneiss) 6—构造线(structure line). 异常值单位(unit of anomaly value): 10⁻⁶

磁异常2处,异常总体形态比较规整、连续(图4),走向北西,断续延长约4 km. 磁异常范围完全落在镁铁—超镁铁质杂岩体中,并与水系沉积物测量中发现的Ti、Fe异常吻合较好. 以下对测区内2个主要异常(M1、M2)进行描述.

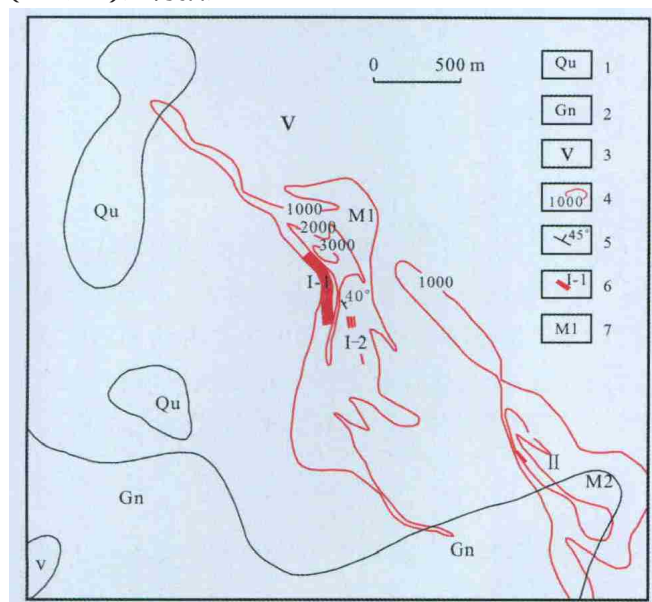


图4 磁异常平面图

Fig. 4 Planimetric map of magnetic anomaly

1—石英岩、长石石英岩(quartzite and arkosite) 2—黑云斜长片麻岩、黑云碱长片麻岩(biotite plagiogneiss and biotite alkali-feldspar gneiss) 3—辉长岩(gabbro) 4—正磁异常等值线(positive magnetic anomaly isopleth); 5—矿体产状(attitude of orebody) 6—矿体及编号(orebody and code); 7—磁异常区编号(anomalous area code)

1) M1 异常带位于测区北西 1~15 剖面线之间,异常带总体走向北西,呈“S”展布,总长约 3000 m. 异常带中部为主体,分布在 5~11 剖面之间,长约 1500 m,宽 400~500 m,走向北西. 异常带东西两翼狭长,走向近东西. 西翼长约 800 m,宽 20~80 m. 东翼长约 600 m,宽 10~30 m. 在异常中部平行 1000 nT 等值线有厚大矿体出露.

2) M2 异常带位于测区东南 9~19 剖面线之间,长

约 2000 m,为形态较规则的带状异常. 异常带总体走向北西,宽 150~700 m. 异常带北西段幅值较低,平均宽约 160 m ΔT 极大值为 1362 nT,形成一个扁豆状低缓异常. 异常带东段等值线宽缓,1000 nT 等值线宽为 200~700 m,地磁场幅值也偏高. 2000 nT 以上异常长度逾 800 m,宽 20~200 m ΔT 极大值 4444 nT. 经实地勘查,在 15~16 剖面间见有钒钛磁铁矿富矿体露头,与 2000 nT 异常吻合.

测区中部由于构造作用使磁异常产生错动,导致测区内局部磁异常比较杂乱. 根据本区地质情况,规模较小且杂乱的磁异常推断为地表浅部或呈脉状贯入的高品位钒钛磁铁矿体引起的.

5 矿区钒钛矿化地质特征

矿体围岩为磁铁辉长岩,两者界线清晰. 矿体矿石具半自形粒状和海绵陨铁结构,浸染状及块状构造. 主要矿石矿物为磁铁矿、钛铁矿,极少量钛铁晶石、黄铁矿. 脉石矿物为斜方辉石、单斜辉石、角闪石、斜长石、石榴石等.

目前通过工程控制的矿体主要有 2 个: 矿体 I 和矿体 II. 矿体 I 又分为 I-1 和 I-2 号矿体.

矿体特征描述如下.

1) I-1 号矿体

呈似层状产出,走向北西,倾向 25°,倾角 55°. 矿体南东侧走向近北北西向,倾向 70°,倾角 40°. 由 2 个工程控制,地表控制长度 300 m,地表出露平均宽度 65 m (图 5). 矿体中见磁铁辉石岩夹层,连续刻槽样化学分析结果显示,TFe 最高 54%,一般 25%~30%. TiO_2 7.91%~20.28%. 平均品位 TFe 30.3%,Ti 5.31%. 矿体围岩为磁铁辉长岩,其具有条带状构造,铁质条带宽 1~2 cm,条带间隔 30~50 cm. 矿体与围岩界线不清,呈渐变过渡关系.

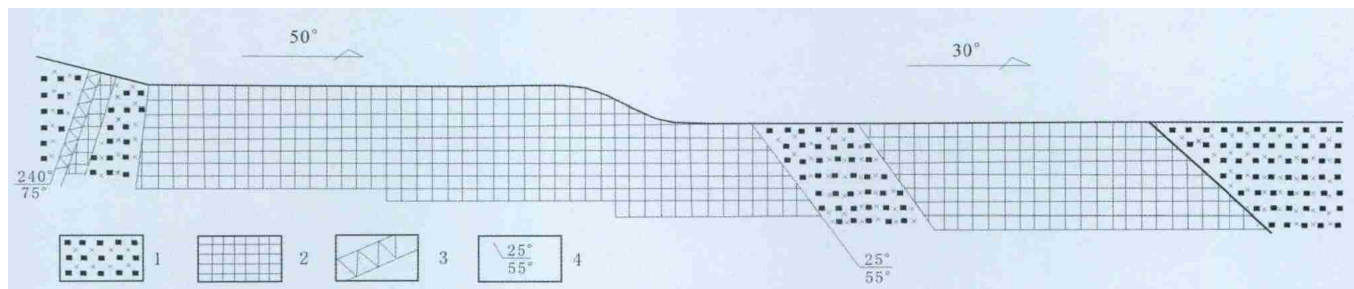


图5 I-1 号矿体剖面图

Fig. 5 Section of I-1 orebody

1—磁铁辉长岩(magnetitic gabbro) 2—铁矿体(iron ore) 3—石英脉(quartz vein) 4—产状(attitude)

2) I-2 号矿体

位于 I-1 号矿体东南侧,呈层状与 I-1 号矿体平行产出。二者间隔约 60 m,中间无工程控制。走向近南北,倾向东,倾角 60°。平均品位 TFe 40.3%,Ti 7.8%。

3) II 号矿体

呈层状产出,走向北西,倾向北东,倾角 56°,地表控制宽度 24.4 m。刻槽样化学分析结果: TFe₂O₃ 27.4%~48.9%,TiO₂ 14.98%~29.28%。平均品位 TFe 33.3%,Ti 8.98%。

矿区矿体获得 333+334 储量铁矿石资源总量 2.75×10⁸ t,伴生金属钛约 2000×10⁴ t,伴生钒约 100×10⁴ t,显示该区超大型矿床前景。

6 矿床成因

矿体产在稳定太古宙地台区,含矿岩体受区域深大断裂控制,成因类型为典型的岩浆岩型铁矿床,含矿母岩为镁铁—超镁铁质杂岩体,与我国攀枝花钒钛磁铁矿类似。根据成矿特征又可分为 2 种成因类型。1) 岩浆晚期分凝型矿床:矿体呈层状产出,矿石具典型

的海绵陨铁结构,浸染状和块状构造,矿石矿物主要由钛铁矿、钛磁铁矿、磁铁矿组成,并伴有钒等多种有益元素,矿体与围岩界线呈渐变关系。2) 岩浆晚期贯入式矿床:矿体产于含磁铁辉长岩体内部,呈脉状、细脉状,矿石为稠密浸染状和致密块状,矿石矿物主要由钛铁矿、钛磁铁矿、磁铁矿组成,矿石中有用矿物颗粒粗大,出现钛铁晶石、磷灰石及少量硫化物,矿体与围岩界线清晰。

7 找矿前景分析

该矿区钒钛磁铁矿成因类型为典型的岩浆岩型铁矿床。鉴于目前控制的矿体形态范围,参考国内已知该类型矿床的储量和该区化探成果,笔者认为该区成矿地质条件优越,是寻找与镁铁—超镁铁岩体有关的钛、铁等矿产最有利的靶区,具有大型以上矿床远景。

参考文献:

- [1]赵君,乔树岩.水系沉积物测量在阿巴通德拉扎卡地区找矿应用[J].物探与化探,2011,2(1):24—27.

(上接第 201 页 /Continued from Page 201)

参考文献:

- [1]Abdelrahman E M, Tealeb A, Hassan R M. A least-squares derivative analysis of gravity data applied in Senegal, West Africa [J]. Journal of African Earth Sciences, 2001, 33(1): 165—175.
- [2]Debenay J P. Transformation of subtropical river into a hyperhaline estuary, the Casamance River (Senegal): Paleogeographical implications [J]. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 1994, 107(1/2): 103—119.
- [3]Reymond A. Oil reservoir character in northwest Africa including Mauritania, Senegal and Guinea Bissau [J]. World Oil, 1989, 208(6): 53—57.
- [4]IHS Energgy. Basin monitor of Senegal(M.S.G.B.C) Basin (Mauritania, Senegal, Guinea-Bissau, Guinea, Guinea-Bissau/Senegal JEZ, Cape Verde, Western Sahara, Gambia, North Atlantic Ocean Region, Sierra Leone) [DB/OL]. 2012. <http://energy. ihs. com/>.
- [5]Faye M, Hamel P, Rochet J. New concepts on the geology of palaeozoic and post Hercynian formation in the Basin of Senegal [A]//European Association of Petroleum Geologists 4th Conference, Poster Abstract, Paris, France, 1992: 176—177.
- [6]Knigh R, Westwood J. Long-term prospects very bright for deep waters off west Africa [J]. Oil and Gas Journal, 1999, 97(3): 33—36, 38.
- [7]Uchupi, Elazar, Emery K O, et al. Continental margin off western Africa-Senegal to Portugal [J]. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 1976, 60(5): 809—878.