

厄立特里亚碧沙 VMS 铜锌金矿床 勘查与发现

秦秀峰^{1,2,3}, 朱思才^{2,3}, 景亮兵^{3,4}, 甘凤伟^{1,3}, 张广纯^{4,5}

(1. 中国科学院地球化学研究所矿床地球化学国家重点实验室, 贵阳 550002; 2. 北京矿产地质研究院, 北京 100012;
3. 中色金地资源科技有限公司, 北京 100012; 4. 有色金属矿产地质调查中心, 北京 100012
5. 中南大学, 长沙 410083)

摘要 文章对厄立特里亚碧沙 VMS 铜锌矿矿床勘查与发现过程进行了简要介绍, 对同类型矿床的勘查具有借鉴意义。

关键词 VMS 矿床 碧沙 厄立特里亚 Nevsun

中图分类号: P624; P618.41; P618.43; P618.51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-7801(2012)02-0266-04

碧沙矿床位于厄立特里亚首都阿斯马拉 (Asmara) 西 180 km, Gash - Barka 区行政中心 Barentu 北 50 km 处, 距马瓦萨 (Mawasa) 港口 250 km 处, 交通方便 (图 1)。碧沙勘探矿权区面积 224 km², 为加

拿大 Nevsun 公司全资厄立特里亚分公司 (Bisha Mining Share Company) 所有。1998 年 Nevsun 公司开始勘查, 2004 年宣布发现碧沙 VMS 矿床, 2011 年 2 月产出第一桶黄金。



图 1 碧沙矿床交通位置图

[收稿日期] 2011-08-31

[第一作者简介] 秦秀峰, 男, 1968 年生, 博士, 高级工程师, 现主要从事海外矿产资源风险勘查工作。

1 地质背景与红海周边 VMS 成矿带

厄立特里亚大地构造属于阿拉伯—努比亚地盾的一部分,阿拉伯—努比亚地盾代表了泛非造山带的北部,与东、西冈瓦纳大陆于新元古代(900—500 Ma)碰撞形成,由一系列洋内弧/弧后盆地杂岩和微陆块沿北东向缝合带焊接而成。阿拉伯—努比亚地盾在地质上与加拿大和澳大利亚的花岗岩—绿岩带地体相似,蕴含了众多重要(超过60个)的VMS型矿床和金矿床,分布遍及 Eritrea, Sudan, Egypt 和 Saudi Arabia (Barrie, 2004) (图2)。地盾在厄立特里亚被识别出4个构造岩石地块,自西向东分别为: Barka Terrane, Nacfa Terrane, Arag Terrane, Danakil Terrane。

至今厄立特里亚发现的矿床均位于两个地区, Asmara 附近和 Gash—Barka 区,两个成矿区都位于 Nacfa Terrane 地块内。阿斯马拉成矿区的矿床被描述为 Kuroko 型 (Chewake and DeWit, 1981) 和双峰式—基性 VMS 矿床 (Sunridge Gold Corp. 2006a, 2006b)。阿斯马拉成矿区矿床赋存在一系列沉积和火山岩中,该带上 Debarwa 块状硫化物矿床在 20 世纪 70 年代早期部分被 Ethio—Nippon 公司开采,目前该矿床和 Adi Nefas 矿床均属 Sunridge 黄金公司勘探。

在西部的 Augaro—Bisha 成矿区,集中了被 Nevsun 关注的 Bisha 主带、北西带和 Harena 地区的 VMS 型成矿区。碧沙南部的 Augaro 矿床在意大利殖民时代曾经有过采金史。

在苏丹元古宙绿岩带,主要分布的矿床有 Hofrat en Nahas (铜) 和 Hassai, Oderuk (金),后 2 个矿床为苏丹的主要产金区,均为具层控特征的 VMS 型矿床。

在苏丹阿拉伯元古宙绿岩带中分布众多的金属矿床,其中 Jabal Sayid 和 Al Hajar 矿已经生产,均为高品位富金的基本金属矿床;在 Wadi Bidah 采矿区至少有 16 个块状硫化物矿床,6 个富金,这些矿床地表均以铁帽出露为标志。

2 碧沙矿床的勘查与发现

1996 年前,碧沙矿权区及其周边地区没有勘探记录。1996 年末,加拿大私营公司——Ophir Ventures 在碧沙进行普查填图,并从铁帽中采集样品,



图2 阿拉伯—努比亚地盾(绿色)
已知 VMS 矿床的分布
(引自 Sandy, 改自 Barrie, 2004)

工作中发现了碧沙铁帽地表露头,但是矿床并没有被发现,直至 2002 年开始钻探工作。

1998 年 6 月, Nevsun 公司与厄立特里亚政府签署了碧沙地区普查矿权协议,并于 1999 年 6 月转为勘探矿权。延续的勘探矿权于 2007 年 3 月 13 日到期,除非在此日期前转入开采矿权。

1998 年, Nevsun 完成了普查填图和多元素水系沉积物采样调查。在碧沙普查矿权区的北侧的铁帽化带圈定了基本金属异常。1999 年 6 月,矿权升级为勘探矿权 (49 km²), 2003 年勘探矿权增加到 224 km²。1999 年碧沙主带完成了规则网 1:5000 地质填图、地面物探调查(磁法)和土壤测量。土壤样品显示了碧沙主矿化带具有高的 Pb 异常及明显的 Cu、Zn 和 Ag 异常。但该次没有完成金元素分析, 1999 年末, Phelps Dodge Corp. 对矿权区进行了检查,并在铁帽中采集了 10 件大样,结果显示金品位可达 30.4×10^{-6} 。1999—2001 年间勘探工作由于埃塞俄比亚与厄立特里亚边界冲突而终止。2002

年10月,Nevsun在碧沙铁帽区完成了6个金刚石钻孔(总进尺810.90 m),目的是验证地球物理和地球化学异常。钻探证实了浅部富金铁帽和富铜次生淋滤带之下存在火山成因的块状硫化物矿床。2003年开始了两个阶段的金刚石钻探施工,第一阶段为2月—6月完成的48个钻孔(总进尺6724.76 m),同时完成了地质填图、采样、槽探、物探(航空和地面磁测)、金属试验和密度测量等工作;第二阶段于9月—12月间完成93个金刚石钻孔(总进尺11894.50 m),及物探、化探采样、金属试验,岩相学和密度测量工作。2004年1—6月间完成了163个金刚石钻孔(28879.50 m),33个空气反循环钻孔(1814.40 m)及Core/RC合并钻孔9个(591.60 m),同时该期间完成了物探调查(电磁测量HLEM、IP/resistivity、磁法和重力测量,8个钻孔井中EM测量)、地质填图、化探土壤采样、岩相学、密度测量,工程地质和环境地质基线测量及金属试验工作。2004年9月,在厄立特里亚勘探的5个公司:Nevsun(TSX and NYSE AMEC: NSU)、Northern Mining(MDN/TSX)、Sanu Resources Ltd.(SNU/TSXV)、Sub-Sahara Resources(SBS/ASX)和Sunridge Gold Corp.(SGC/TSXV)接到厄立特里亚政府矿山和能源部关于终止所有普查和勘探及其相关活动的通知;2004年10月发布第一次资源量评估和技术报告。2005年1月,矿山和能源部准予恢复所有工作。2005年,Nevsun在3个地区完成了110个金刚石钻孔(68个在碧沙主矿化带、22个在北西带、20个在Harena带),总进尺16069.9 m。碧沙主矿化带含14个工程技术孔(410 m)和4个金属试验孔,为矿床研究提供进一步信息。2006年4个金刚石孔(1014 m),包括1个深孔(碧沙主带)和3个碧沙铜矿体上盘的钻孔完成。

3 矿床主要特征与资源量

碧沙矿床为富集贵金属和基本金属的块状硫化物矿床(VMS),有关的矿床模型类型属于Noranda/Kuroko或Biomaal-siliciclastic双峰式硅化碎屑岩型VMS矿床(NI43-101 Technical Report,2006)。

碧沙主带矿化为富集贵金属Au、Ag的氧化带和富Cu-Pb-Zn的块状硫化物透镜体,它们赋存在弱层理化的以凝灰质变质火山岩为主的双峰式序列岩石中(Nacfa Terrane绿岩带)。在形成VMS矿

床和随后的氧化、淋滤、再沉淀等过程中,碧沙主带形成了4个主要的矿化带:(1)近地表富金银的氧化带(铁帽);(2)受控于极端酸化作用形成的金(及银)水平带;(3)富铜锌的次生淋滤带;(4)下伏的富锌铜的原生块状硫化物带。

碧沙主块状硫化物透镜体呈北—南走向,真厚度变化于0~70 m。矿床受变形作用呈现褶皱轴部和翼部加厚。钻孔最大见矿深度为380 m,向深部仍开放。

2004年AMEC开始对碧沙矿床进行资源量估算。矿床被分为6个矿化域:角砾状,氧化带,酸化带、次生淋滤带、原生Zn带和原生带。2005年采用Gems@software对6个矿化域进行了划定,基于347个金刚石钻孔和9个空气反循环钻孔数据进行了资源量评估,涵盖走向长1200 m、延伸380 m的矿体。资源量评估中,资源量根据CIM定义标准进行、储量符合43-101标准。资源量模拟后,根据未来不同的处理工程分成3个带:上部角砾岩化、氧化和酸化域并入“氧化带”(0~35 m)、其下为次生淋滤带(35~65 m)、二个原生带域合并为“原生带”(65~450 m以下,图3)。2006年10月确定的证实的和可能的储量为2700万t,可采矿石储量为20万t。经过后续增加和升级资源量的钻探工程,2011年第一季度公布可采储量为28万t、资源量40万t。



图3 碧沙矿床三维模型及矿体垂向分带(西向)
(自上至下分为氧化带、次生淋滤带及原生带)

4 结语

碧沙矿床为厄立特里亚近10年来发现的最大的金和有色金属矿床,Nevsun公司自1998—2004年7年系统勘查发现该VMS矿床,控制了主要资源量和储量,通过可研研究后实施开发计划,到2011

年2月产出第一桶黄金。在勘查初期区域性水系沉积物测量起了重要作用,利用这种方法发现了主要的铜铅锌和金异常区;在地表露头发育不好或无露头地段土壤测量被用作调查区域物探异常以及进一步圈定已知矿化带的方法。采用的电磁测量(HLEM)成功地确定了线性矿化带和其他构造及岩性对比特征。重力调查很好地圈定了碧沙主带的块状硫化物矿化带。碧沙原生硫化物矿床之上分布典型的铁帽,详细地质填图和对铁帽系统进行含矿性评价及钻探验证始终起了关键作用。

致谢:文中引用了历次碧沙矿床 NI 43 - 101 技术报告及 Nevsun 官方网站 (<http://www.nevsun.com/>) 发布的关于碧沙矿床最近进展的披露信息。

参考文献

[1] AMEC. Technical Report on the Bisha Property and Resource Estimate of the Bisha Deposit, Gash - Barka District, Eritrea, 1 October 2004[M]. Unpublished independent Technical Report, Nevsun Resources, 18 November 2004.

- [2] AMEC. Nevsun Resource (Eritrea) Ltd. Bisha Property, Gashi - Barka District, Eritrea, 43 - 101 Technical Report and Preliminary Assessment, 30 December 2005 [M]. Unpublished independent Technical Report, Nevsun Resources, 30 December 2005.
- [3] AMEC. Nevsun Resources Ltd, Bisha Project, Feasibility Study Report[M]. Internal company report, Nevsun Resources, October 2006.
- [4] C. Tucker Barrie, F. Willam Nielsen and Claude H. Aussant. The Bisha Volcanic - associated massive sulfide deposit, Western Nakfa Terrane, Eritrea [J]. *Economic Geology*, 2007, Vol. 102: 717 - 738
- [5] Franklin J. M., Lydon J. W. and Sangster D. F.. Volcanic - associated massive sulphide deposits [J]. *Economic Geology* 75th Anniversary Volume. 1981; 485 - 627.
- [6] Franklin J. M., Gibson H. L. Jonasson etc.. Volcanogenic massive sulphide deposits [J]. *Economic Geology* 100th Anniversary Volume, 2005; 523 - 560.
- [7] MSA Geoservices Ltd.. Debarwa Project Eritrea[M]: Mineral resources estimate. Sunridge Gold Corp.. 2008.

Exploration and findings of Bisha VMS deposit, Eritrea

QIN Xiu - feng^{1,2,3}, ZHU Si - cai^{2,3}, JING Liang - bing^{3,4},
GAN Feng - wei^{1,3}, ZHANG Guang - chun^{4,5}

(1. Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Science, Guiyang 550002;

2. Beijing Institute of Geology for Mineral Resources, Beijing 100012; 3. Beijing Donia Resource Ltd., Beijing 100012;

4. China Geological Survey of Non - ferrous Metal Resources, Beijing 100012; 5. Central South University, Changsha 410083)

Abstract: It was introduced briefly that the process in exploring and discovering Bisha volcanic - hosted massive sulphide deposit in Eritrea, East Africa in this paper. This case will give some implication for VMS type deposits prospecting and exploration successfully.

Key words: VMS deposit; Bisha; Eritrea; Nevsun