

苏丹北部红海州 16 区块地质特征及找矿方法探讨

李杰¹, 周明岭², 杨立新², 于宪东², 谭建刚², 车迎房², 姜帆²

(1. 石家庄经济学院资源学院, 河北 石家庄 050031; 2. 山东省第六地质矿产勘查院, 山东 威海 264209)

摘要: 16 区块位于苏丹北部红海州, 区内已发现金矿点 11 处, 铜矿点 6 处, 优选出了 4 个成矿远景区, 评价了小型金矿床 1 处。该文介绍了 16 区的成矿地质条件、矿化特征及矿化类型, 以已评价的小型金矿床为例讨论了该区金矿成矿作用及控矿因素, 指出该区具备良好的金铜矿成矿远景。针对该区实际情况提出遥感解译配合化探测量、物探测量是选勘查靶区的有效方法, 地表槽探揭露配合中深部钻探控制是必要的勘查手段。

关键词: 地质特征; 找矿方法; 金矿; 铜矿; 苏丹北部

中图分类号: P618.51

文献标识码: A

苏丹北部地区成矿地质条件良好, 已发现并开发了多处大一中型金矿床, 是苏丹重要的金成矿区^{①[1-3]}。通过矿产调查发现, 16 区主要金属矿产为金、铜, 其次为钼, 矿(化)点主要分布在 16 区的中西部和西南部。目前已发现了金矿点 11 处、铜矿点 6 处, 优选了 4 个金铜矿成矿远景区, 已勘查评价了小型金矿床 1 处(Ⅱ号远景区), 显示具备较好的找矿前景^{②③}(图 1)。该区基础地质资料少, 研究程度低, 给找矿带来了较大困难, 该文在分析该区矿床(点)地质特征、矿化类型、勘查成果的基础上, 总结了成矿地质条件, 分析了金矿床成因和找矿远景, 提出了适合该区域找矿的技术方法和手段, 为该区进一步找矿提供了参考。

1 区域地质概况

该区域位于苏丹北部, 大地构造位置处在阿拉伯-努比亚地盾西部, 撒哈拉克拉通以东, 红海褶皱带西侧。泛非运动使得非洲大陆固结成一个整体, 中东古陆块向非洲古陆块的俯冲造成非洲古陆地壳增生, 形成了阿拉伯-努比亚地盾, 岩性为花岗—绿岩带和片麻岩。在此期间陆壳重融、抬隆, 形成了大

量造山带型金矿床, 是非洲重要的金(铜)矿成矿期^[3-8]。

该区内广泛分布前寒武纪基底一元古宙 *Nafir-deib* 岩群, 地层走向大致呈 NE 向, 局部 NNW 向, 主要岩性包括: 绢云绿泥片岩、大理岩化灰岩、火山碎屑岩、火山沉积变质岩、角闪岩等, 局部夹少量石英岩薄层或透镜体。岩浆岩主要包括新元古代片麻状花岗岩, 中生代钾长花岗岩、黑云母花岗岩、伟晶岩等, 新生代玄武岩、安山岩、流纹岩及少量中基性、中酸性脉岩。受区域性韧性剪切带的影响, 区内断裂构造发育, 大致可分为 2 组, 以 NNE 走向为主, 少数呈 NNW 向, 其中 NNE 向的断裂与金成矿关系密切, 为金成矿的控矿构造和容矿空间。根据初步的野外地质调查和室内综合整理, 优选出 4 个金铜矿成矿远景区。

2 矿化特征及矿化类型

金矿化主要分布于 16 区中西部和南部, 已发现 11 处金矿点, 主要金矿化类型为韧剪带型(受区域 NE 向韧剪带及次级断裂控制, 如Ⅱ号远景区), 其次为石英脉型(Ⅲ号远景区)和矽卡岩型(Ⅰ号远景

* 收稿日期: 2013-07-02; 修订日期: 2013-07-22; 编辑: 陶卫卫

基金项目: 国土资源部境外矿产资源风险勘查基金项目(2011 年度)资助。

作者简介: 李杰(1982—), 男, 山东莱芜人, 讲师, 主要从事矿产勘查及相关科研工作; E-mail: lijie-cdut.cn@163.com。

① 山东省第六地质矿产勘查院, 苏丹拜尤达地区哈佳吉矿区金矿普查报告, 2010 年。

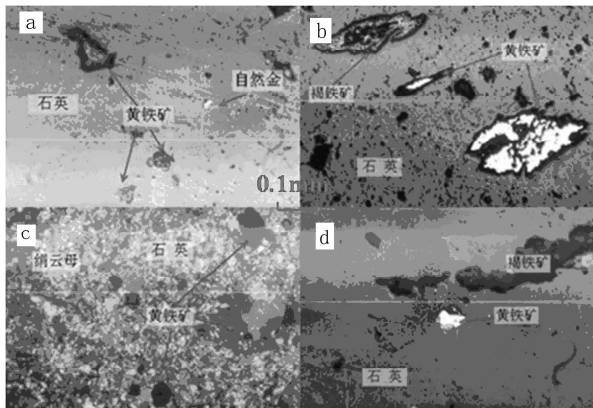
② 山东省第六地质矿产勘查院, 苏丹红海州 16 区块矿产调查报告, 2011 年。

③ 山东省第六地质矿产勘查院, 苏丹红海州 16 区块Ⅱ号远景区金矿普查报告, 2012 年。

4.89 m,平均厚度1.56 m,厚度变化系数97%,属厚度较稳定型矿体;单工程品位 $(1.26 \sim 7.12) \times 10^{-6}$,平均品位 3.82×10^{-6} ,品位变化系数为61%,属有用组分均匀型矿体。

V号矿体赋矿岩性为含金石英脉及黄铁矿化碎裂岩;走向 $350^\circ \sim 15^\circ$,倾向SE,倾角 $70^\circ \sim 80^\circ$,走向长约230 m,向两端逐渐尖灭。矿体单工程厚度1.19~1.97 m,平均厚度1.57 m,厚度变化系数25%,属厚度稳定型矿体;单工程品位 $(1.72 \sim 5.76) \times 10^{-6}$,平均品位 3.44×10^{-6} ,品位变化系数为61%,属有用组分均匀型矿体。

矿石中主要金属矿物为黄铁矿,次为黄铜矿、毒砂、闪锌矿、方铅矿,含少量自然金、银金矿,金属矿物约占矿物总量的3%;主要非金属矿物为石英、绢云母、斜长石,次为碳酸盐矿物,含少量绿泥石、绿帘石,非金属矿物占97%(图3)。表生矿物可见褐铁矿、高岭石、辉铜矿、孔雀石等。矿石中可见自然金呈长角粒状嵌布于石英中,大小为 $0.014 \text{ mm} \times 0.008 \text{ mm}$,属粗粒金(图3a)。



a—自然金($0.014 \text{ mm} \times 0.008 \text{ mm}$)呈长粒状嵌布于石英中;
b—黄铁矿呈橄榄形,边缘多次变为褐铁矿;c—黄铁矿呈自形晶粒状嵌布于绢英岩化碎裂岩中;d—黄铁矿呈半自形晶,部分次变为褐铁矿

图3 II号远景区金矿床矿石显微照片

矿石结构主要有:自形一半自形晶粒状结构(图3c)、假像结构、溶蚀结构(图3b,3d)、碎裂结构等,黄铁矿多呈自形一半自形颗粒状,部分黄铁矿颗粒或集合体变为褐铁矿,部分保留了原来的结构,黄铁矿等矿物有明显的压碎破裂痕迹。矿石构造以浸染状构造为主,且多呈细脉状、片状,少量为星点状。

矿石自然类型主要为:石英脉型和黄铁矿化硅化碎裂岩型。

围岩蚀变类型主要发育硅化、褐铁矿化、孔雀石化、绢云母化,少量绿泥石化和碳酸盐化。蚀变规模大,强度不一,叠加作用明显,地表呈现出以石英脉为中心向两侧蚀变矿化逐渐变弱的趋势。硅化、黄铁矿化相伴叠加出现的部位往往具有较高的金品位。

2.2 矽卡岩型金(铜)矿化

位于16区中西部的I号成矿远景区内,主要产出于灰岩与花岗闪长岩的接触带附近,地表矿体产状变化较大,不连续,地表取样金、铜品位都较高,金品位最高 31.5×10^{-6} ,铜品位最高 2.17×10^{-2} 。

赋矿岩性为矽卡岩,矽卡岩呈灰绿色,主要矿物成分为辉石、透辉石、绿帘石,其次为硅灰石、电气石、绿泥石、石英等,是由花岗闪长岩与大理岩化灰岩接触交代形成。地表发生强烈孔雀石化、褐铁矿化。金矿化与硅化密切相关,在花岗闪长岩中的石英细脉中也发现明显的金矿化。

2.3 石英脉型金(铜)矿化

主要集中分布于16区西南部的III号、IV号成矿远景区内,为热液石英脉型金(铜)矿化。石英脉呈紫红色、灰黑色,油脂光泽,局部呈蜂窝状构造,发育较多红褐色、黑色硫化物,可见孔雀石化、局部少量黄铜矿化、褐铁矿化等。单脉宽2~5 m,长度50~150 m,有数条石英脉成群产出,走向 $350^\circ \sim 35^\circ$,具分支复合现象。周围分布有多条与之平行或斜交的石英脉。地表取样金品位最高 3.53×10^{-6} ,铜品位最高 0.34×10^{-2} 。

3 成矿作用分析

根据16区矿床(点)产出部位、矿化特征、矿化类型等的野外观察和室内微观分析,可概括总结该区的成矿特点和主要控矿因素:变质基底岩系与各类中酸性侵入岩的接触带(往往是矽卡岩带)、不同时代或期次的侵入岩体界面(是物质和能量交换的有利场所)、断裂构造(为成矿提供了热液活动场所和沉淀空间)等。在这些有利的成矿部位岩石往往遭受强烈的蚀变,出现硅化、碳酸盐化、绿泥石化、绢云母化及多金属矿化等中—低温热液蚀变作用。

16区地区处在阿拉伯-努比亚地盾区,区域上与毗邻的哈佳吉、哈马迪^[3-4]、瑞达^[4]等金矿床的地质背景和成矿条件相似,均表现为受区域大型韧

性剪切带及其次级断裂控制,以石英脉型和蚀变岩型为主。

元古宙岛弧型火山碎屑岩、火山沉积岩、陆相沉积岩等在区域变质作用下发生物质重组和迁移,构成了古老变质岩基底(*Nafirdeib* 岩群),金得到了初步富集(表现为金的高背景值);古生代—中生代该区进入构造活动时期,大量中酸性岩浆侵位,为金的活化迁移提供了充足的热动力,同时一些酸性岩浆在侵位时携带了大量的深部成矿流体,为成矿提供了物质来源和良好的矿化剂,中生代区域性构造格架形成了NE向的区域构造格架,表现为大型的韧性剪切带,受韧剪带影响,发育大量NE向、NNE向断裂构造,这些断裂构造的形成,为金矿成矿提供了有利的空间,金在构造有利部位成矿^[9-15]。

4 找矿方法技术探讨

(1)民采线索:该区域民间采金活动可追溯到古埃及时期,现在仍有大量人员在该区采砂金和岩金,因此,民采遗迹是最直接的找矿线索。

(2)化探异常启示:20世纪90年代法国人曾在该区域进行过水系沉积物测量和岩石地球化学测量,圈定了2处Au异常区(图1),指示该区有金矿化异常的信息,后经初步验证在异常点附近区域找到了相应的矿化露头,因此,水系沉积物和岩石地球化学测量是圈定金矿化靶区的有效方法。

(3)遥感解译:现代遥感技术可有效地划分地表岩体、地层等地质单元,有效识别“羟基异常”、“铁染异常”等蚀变异常信息,特别是能有效识别线状构造,进而解译识别出其表达的重要地质构造信息^[16]。该区几乎无植被覆盖,仅第四系风成沙会对遥感信息异常的提取造成一定影响,故遥感解译将会对该区前期找矿大有裨益,结合地表的化探测量,二者可以互相验证,优势互补。

(4)物探测量:根据该区矿化特点和类型,可采用磁法勘探来寻找该区隐伏岩体、构造和构造面,用电法勘探寻找硫化物发育的地质体。通过分析、研究所获得的物探资料,推断、解释地表覆盖下的地质构造、岩体、以及矿产分布情况,结合地表地质调查和合理的推理研究,进行综合分析判断。

5 结论及建议

(1)16区块以金铜矿化为主,矿化形式多样,金

矿化主要有蚀变岩夹石英细脉型、石英脉型、矽卡岩型等,铜矿化主要有矽卡岩型、蚀变岩型、石英脉型等,表现出既有断裂构造控矿,又有岩体与地层接触带控矿,勘查时应根据其类型选择恰当的勘查方法和手段。

(2)该区地属撒哈拉沙漠的西缘,大部分地表均被沙漠覆盖,中北部为连绵陡峭的群山,全区干旱少雨,风沙较大,针对这种特殊的地形地貌、气候环境和地质背景,认为遥感解译配合物探、化探测量是选取勘查靶区的有效方法,地表槽探揭露配合中深部钻探控制是必要的勘查手段。

(3)16区块勘查面积大,地表矿化信息较好,矿(化)点较多,找矿潜力较大。今后应对品位高、规模大的矿点优先展开系统地质普查工作,加强对矿(化)体发育深度的控制和地表矿(化)体走向延伸的追索。

(4)该区基础地质研究薄弱,在很大程度上影响了对矿床成因的认识,也不利于今后找矿方向和勘查方法的选择,建议今后做一些与成矿有关的岩体和矿床的年代学研究等。

致谢:感谢钜丰矿业公司对项目野外地质工作的支持!

参考文献:

- [1] Technical Report of Gold Prospecting in Block 21 Bayuda Desert [R]. Research and Mineral Exploration Department of Sudan, 2005.
- [2] Deschamps Y, Lescuyer J. L. Selection de zones a potential auriferous dans les Red Sea Hills, NE Sudan, BRGM/RC - 51810 - FR., 2002:1 - 45.
- [3] 陈江. 非洲地质经济[M]. 北京:地质出版社, 2009:27 - 37.
- [4] 胡建勇,杨伦,李辉,等. 苏丹东北部金矿成矿特征及成矿远景浅析[J]. 地质与勘探, 2011, 47(3):505 - 511.
- [5] 李辉,胡建勇. 苏丹哈马迪金矿地球化学特征及成因探讨[J]. 地质找矿论丛, 2012, 27(2):222 - 226.
- [6] 李杰,倪师军,李世勇,等. 苏丹北部拜尤达地区金矿地质特征及找矿远景[J]. 地质找矿论丛, 2012, 27(2):214 - 221.
- [7] 李杰,杨立新,李世勇,等. 苏丹哈佳吉金矿床稀土元素地球化学特征[J]. 地质调查与研究, 2011, 34(3):215 - 219.
- [8] 李杰,倪师军,张成江,等. 苏丹哈佳吉金矿床成矿物质来源的微量元素地球化学特征[J]. 广东微量元素科学, 2011, 18(3):48 - 54.
- [9] 孙景贵. 胶东地区地质体的含金性与金矿成矿关系[J]. 地质找矿论丛, 1999, 14(2):43 - 54.
- [10] 陈衍景. 造山型矿床、成矿模式及找矿潜力[J]. 中国地质,

- 2006,33(6):1181-1196.
- [11] 王义天,毛景文,李晓峰,等. 与剪切带相关的金成矿作用[J]. 地学前缘,2004,11(2):393-400.
- [12] 宋明春,崔书学,周明岭,等. 山东省焦家矿区深部超大型金矿床及其对“焦家式”金矿的启示[J]. 地质学报,2010,84(9):1349-1358.
- [13] 李士先,刘长春,安郁宏,等. 胶东金矿地质[M]. 北京:地质出版社,2007.
- [14] 陈柏林. 与韧性剪切带有关的不同金矿化类型地质地球化学特征对比研究[J]. 地质地球化学,2000,28(3):24-30.
- [15] BONNEMAISON M, MARCOAX M. Auriferous mineralization in some shear zones: A three-stage model of metallogenesis[J]. Mineralium Deposita,1990,(25):96-104.
- [16] 易桂花. 东昆仑五龙沟金矿集中区化探异常与遥感异常响应及成矿预测[D]. 成都理工大学,2011.

Study on Geological Characteristics and Prospecting Method of No. 16 Block in Red Sea State in Northern Sudan

LI Jie¹, ZHOU Mingling², YANG Lixin², YU Xiandong², TAN Jiangan², CHE Yingfang², JIANG Fan²

(1. Resources College of Shijiazhuang University of Economics, Hebei Shijiazhuang 050031, China; 2. No. 6 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Weihai 264209, China)

Abstract: No. 16 block locates in Red Sea State in northern Sudan. 11 gold occurrences and 6 copper occurrences have been found in this area, 4 prospective metallogenetic areas have been selected, and one mini type gold deposit has been evaluated as well. Geological conditions, mineralization characteristics and types of No. 16 block have been introduced in this article. Setting the already evaluated small type gold deposit as an example, metallization and controlled factors in this area have been discussed. It is pointed out that there is a good future of gold and copper mineralization. Pointing to factual condition in this area, it is regarded that remote sensing information explaining associated with geochemical and geophysical survey are the effective methods for selecting exploration target areas, while trenches in the ground surface associate with drilling holes control in middle and deep parts are necessary exploration method.

Key words: Geological characteristics; prospecting method; gold deposit; copper deposit; northern Sudan