

中南部非洲纳米比亚三级成矿区带划分

王丽瑛¹,董卫宏¹,屠立鹏¹,刘晓阳²

(1. 天津市地质调查研究院,天津 300191;2. 中国地质调查局天津地质调查中心,天津 300170)

摘要: 纳米比亚矿产资源丰富,是非洲第四大矿产国,现已发现矿产30多种,主要生产金刚石、铀、铜、金、银、铅、锌等,其外汇收入的一半以上来自矿产品。文章在查阅文献资料的基础上,详细研究了该国区域成矿地质背景、矿产资源分布特征,结合成矿理论和成矿规律研究的新成果,对纳米比亚成矿规律进行了研究,提出三级成矿区带划分方案,全区共划分8个Ⅲ级成矿区带,对进一步圈定重要找矿远景区提供了依据。

关键词: 纳米比亚;地质背景;构造;矿产;达马拉带;成矿区带

中图分类号: P612 **文献标识码:** A

0 引言

纳米比亚矿产资源丰富,素有“战略金属储备库”之称^[1],是非洲第四大矿产国,其外汇收入的一半以上来自矿产品。现已发现矿产30多种,主要生产金刚石、铀、铜、金、银、铅、锌等。金刚石是纳米比亚最重要的矿产品,纳米比亚是世界第五大钻石生产国,钻石生产每年创造的价值超过 3.5×10^8 \$,产值分别占全国GDP的7.6%和矿业产值的47.6%;纳米比亚是世界第四大产铀国,铀的储量约 28×10^4 t,占世界储量的5%,2009年产量达5430 t,约占世界产量的10%;纳米比亚也是非洲最大铅生产国和第三大锌生产国,铜储量约 120×10^4 t,铅储量约 100×10^4 t,锌储量约 1200×10^4 t,金探明资源量约160 t,铁探明资源量约 2×10^8 t,同时还赋存丰富的钨、锡、大理石、萤石、煤等矿产^[2]。

纳米比亚原为德国的殖民地,地质调查局成立于1903年。基础地质工作程度较高,已基本完成全国1:25万地质填图,完成部分1:10万地质填图,基本完成航空磁测图,完成1/4航空后校正放射

性测量图^[1]。矿产勘查开发工作多由西方国家公司进行。自1990年纳米比亚独立以来,矿产勘查发展迅速,由于投资环境的改善,来自西方国家的矿业公司在纳米比亚找矿勘查活动也迅速增加,主要成矿区均被国内外矿业公司登记租用,勘查矿种主要为金刚石,其次为金和其他金属,还有石油、天然气等能源矿产。

纳米比亚以往的矿产勘查工作多以开发利用为目的,且参与勘查的国家特别多,资料分散。截止目前该国未曾进行过系统的区域性成矿规律研究工作。本文在搜集该国各类地质矿产资料的基础上,结合我国的成矿规律研究经验,首次进行了单国别三级成矿区带划分,对下一步找矿勘探具有一定的指导作用。

1 地质背景概述

纳米比亚属于冈瓦纳(Gondwana)超大陆的一部分,中元古代形成的罗迪尼亚(Rodinia)超大陆在570~550 Ma时解体,罗迪尼亚超大陆解体后的碎片重新聚合形成了冈瓦纳超大陆,新元古代的造山

收稿日期: 2015-07-08; 责任编辑: 岳振欢

基金项目: 中国地质调查局国外矿产资源风险勘查基金项目“中南部非洲重要成矿带成矿规律研究与资源潜力分析”(编号:科[2011]D3-04)资助。

作者简介: 王丽瑛(1967—),女,教授级高级工程师,硕士,从事地质矿产勘查和成矿规律研究工作。通信地址:天津市南开区迎水道20号,天津市地质调查研究院;邮政编码:300191;E-mail:wliying9@sina.com.cn

带标记了这些碎片重新聚合的缝合线。因为新元古代造山带环绕并分割了非洲大陆,所以被称为泛非造山运动。泛非运动在纳米比亚的表现被称为达马拉(Damara)造山运动^[1]。

达马拉造山运动形成的达马拉造山带可分为 3 个分支,即卡奥科(Kaoko)带、达马拉(Damara)带和加力普(Gariep)带(图 1)。它们在靠近纳米比亚西海岸的斯瓦科普蒙德(Swakopmund)一带汇合。卡奥科带的走向为 NNW,与海岸平行,向东北延伸到安哥拉境内;达马拉带的走向为 NEE,穿过纳米比亚和博茨瓦纳,最后到达赞比亚;达马拉造山带西南的加力普带出现在纳米比亚南部海岸^[3]。

1.1 地层

纳米比亚位于著名的卡拉哈里(Kalahari)克拉通的西北部,地层发育较全,元古宇、古生界—新生界均有出露,基岩出露面积约占 46%,其境内出露最老地层为古元古界,古近系—现代沉积(卡拉哈里沙漠和纳米布沙漠)覆盖面积约占 54%。

纳米比亚地层可分为 5 个地层单元:①古元古界 Vaalian 系(1 810~2 100 Ma),主要为零星分布的古老杂岩,分布在东南部、西北部两个克拉通中;②中元古界的 Mokolian 系(1 420~1 670 Ma),为一套中基性火山岩、火山碎屑岩和碎屑沉积岩,大部分遭受较强变质,成为变质基底;③新元古界的纳米比亚系达马拉超群,为一套陆间裂谷型沉积,早期为河湖相碎屑岩和裂谷火山岩,中晚期为海相碎屑岩、碳酸盐岩沉积;④寒武系纳马(Nama)群,为地台盖层型沉积,主要由浅海相碎屑岩、碳酸盐岩沉积组成;⑤卡鲁(Karoo)超群,时代为石炭系—三叠系,是一套地台盖层沉积,由沉积岩和火山岩系组成,分布在纳米比亚的北部和南部的大部分地区。

1.2 构造单元

纳米比亚主要分为 3 个构造单元。

(1)地盾区:主要分布在纳米比亚西北部和西南部,由直接裸露的古—中元古代变质沉积岩和火山岩构成基底,变质地层的原岩为一套海相地槽沉积,其中的金属矿化有金、铜、铅、锌等。

(2)裂谷活动带:在纳米比亚较广泛分布。新元古代,纳米比亚古陆发生大规模裂谷活动,发育了厚层裂谷型沉积,裂谷后期发生褶皱,并伴有火成岩侵入,其中的金属矿化有铜、铅、锌、铀、钼、铁、锡、钨、稀土、金等。

(3)地台区:在变质基底和裂谷活动之上发育有未变质的、缺乏构造变动的沉积岩区。纳米比亚构

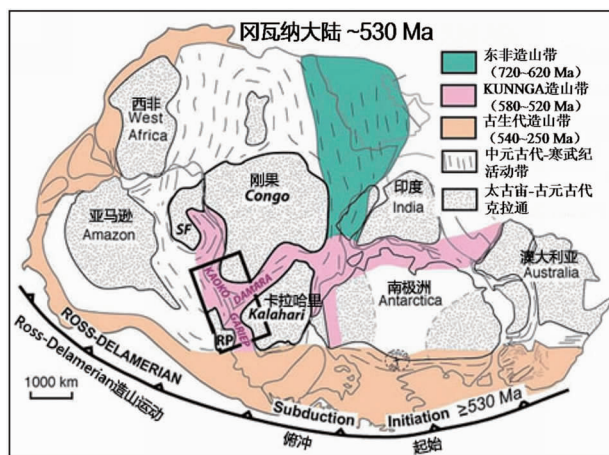


图 1 纳米比亚大地构造位置图(据文献[4]修改)

Fig. 1 Geotectonic position of Namibia

造线受泛非造山作用影响,呈 NW 向和 NE 向,主要由一系列冲断层和褶皱构造组成,它们不仅控制了新元古代以来纳米比亚岩浆岩的分布,而且也控制了后期沉积盆地的展布^[1]。纳米比亚的构造活动主要以新元古代达马拉运动为主(图 2)。达马拉活动带发生于泛非造山期,经历了罗马米安(Lomamian)造山运动和卢菲利安(Lufilian)造山运动,形成时代为 950~500 Ma,其中卢菲利安弧形成了著名的中非铜钴成矿带^[3-4]。

1.3 岩浆岩

纳米比亚的岩浆活动较为强烈,各时代岩浆岩均有出露,构造—岩浆活动具有多期次的特点。最早的岩浆岩体为元古宙斜长石杂岩,同位素年龄为 2 100 Ma,主要分布在与安哥拉接壤的东北部地区;在新元古代泛非造山作用期间,又有多期(次)岩浆侵入,先后有瑞特斯威尔得(Richtersveld)花岗岩/正长岩杂岩体、加力普杂岩体和达马拉花岗岩侵入,形成了丰富的与花岗岩有关的金属矿床;中生代先后发生的非造山碱性杂岩和金伯利岩侵入,形成与碱性杂岩体有关的萤石、磷灰石、稀土矿床和与金伯利岩有关的金刚石矿。

岩浆活动主要分为 5 个时期。

(1)古元古代。包括片理化花岗岩、花岗闪长岩、伟晶岩、变质基性岩。侵入到 Epupa 变质杂岩中的 Kunene 斜长石杂岩,其年龄为 2 100 Ma,一般认为岩浆型钛铁矿与该期斜长石杂岩有成因关系。

(2)中元古代。主要发育中酸性、基性岩套和杂岩体。其中最具代表的杂岩体是南部侵入到奥兰治河(Orange River)群的 Violsdrif 花岗岩套,在

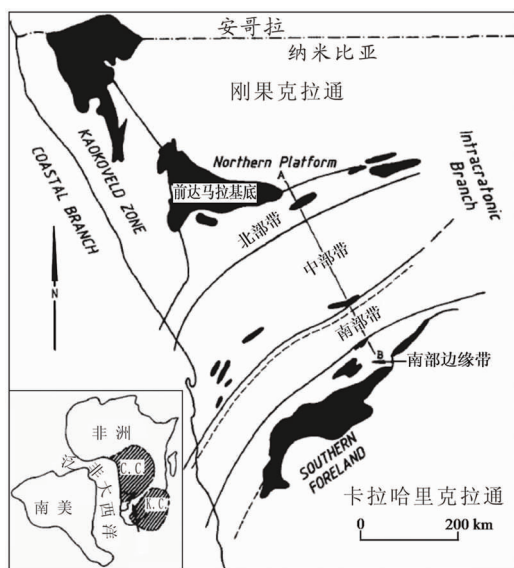


图2 纳米比亚达马拉构造活动带示意图

(据 Miller, 1983)

Fig. 2 Sketch showing Damara mobile belt in Namibia

O. L. Okahandja 线性构造; O. L. Z. Okahandja 线性构造带; U. P. L=Us pass 线性构造; 黑色区域. 前达马拉基底; C. C. 刚果克拉通; K. C. 卡拉哈里克拉通

Outjo 北西的 Kamanjab Inlier 的 Fransfontein 花岗岩套,在 Vioolsdrif 侵入岩套中发育海伯(Haib)和罗雷(Lorelei)斑岩型铜矿。

(3)新元古代。达马拉造山期的岩浆活动,具有造山带岩浆岩的特点,主要分布于中部造山带,其中花岗岩、云英闪长岩、闪长岩与钨、锡、铀等矿产密切相关。

(4)中生代。以卡鲁(Karoo)期为代表。非造山侵入体和杂岩主要是碳酸岩脉、火山角砾岩、辉长岩、霞石正长岩、辉岩、粗玄岩。各类中生代杂岩体与稀土、铁、锰、磷灰石、萤石、玛瑙等矿产有关。

(5)新生代。主要为金伯利岩及其他超基性岩、响岩、粗面岩、角砾岩、碳酸岩,相关矿产有金刚石。

2 主要矿种与成矿类型

纳米比亚矿产资源非常丰富,是非洲大陆矿产资源最丰富的国家之一,现已发现矿产 30 余种,其中金刚石储量 70×10^6 ct,铀储量 28×10^4 t,铜储量 120×10^4 t,煤炭储量 30×10^8 t,在非洲国家中均居前列。纳米比亚最有优势的矿产资源为铀、金刚石、

铅锌、铜、金、铁。

(1)铀矿。分布在纳米比亚西海岸斯瓦科普蒙德(Swakopmund)附近区域^[2]。铀矿是该国最有潜力,也是经济价值增长最快的矿产资源。可分为 3 种类型:花岗岩型、砂岩型和钙结砾岩型。①花岗岩型铀矿主要集中在达马拉造山带和南部的奥兰治河流域,以罗辛(Rossing)铀矿为代表^[5-6];②砂岩型铀矿主要分布在盖层内,由原岩风化搬运再沉积形成,多分布在低地、河谷、海滩等部位;③钙结砾岩铀矿主要分布在斯瓦科普蒙德以北的大西洋沿岸的沙漠地带,地下水将风化层下花岗岩(白岗岩)中的铀元素带出富集而成。不整合于达马拉系之上的纳马群和卡诺超群中的砂岩具有寻找砂岩铀矿的潜力。

(2)金刚石。纳米比亚的金刚石储量占世界总储量的 5%,而且金刚石的品质为世界最优。金刚石矿主要分布在纳米比亚南部与南非接壤的奥兰治河流域以及大西洋沿岸一带,为金刚石砂矿床,产于各种河流相砂砾岩中和海滩砂中,形成于新生代,代表性矿床有 Seven Pillar 金刚石矿,Oranjemund 金刚石矿,Atlantic 金刚石矿等。目前主要开采的区域是与南非交界的奥兰治河冲积型砂矿及南部的近海砂矿。陆上矿山主要有“一矿区”、“奥兰治河”、“伊丽莎白湾矿”;海上矿区主要有“大西洋一号许可证区”、吕德里茨湾近海大陆架的“Koichab 海上矿区”等。纳米比亚陆地和海上矿山保有金刚石的资源储量为 5.94×10^4 t,品位为 0.015 ct/t。纳米比亚中部发现了众多的金伯利岩,但还没找到产金刚石的金伯利岩。有人认为纳米比亚北部的地质区可能有潜在的金刚石原生矿蕴藏区。

(3)铅锌矿。铅锌是纳米比亚最为优势的矿产,主要分布在北部的楚梅布(Tsumeb)地区和南部的维特波茨(Witputz)地区。大致划分 2 种类型:北部地台区新元古界中的密西西比型铅锌矿和南部纳马夸(Namaqua)带中的热水喷流型铅锌矿。密西西比河谷型矿床分布于北部地台区和东卡奥科(Kaoko)带,该区域的铜、铅、锌矿点多达 500 多个,铅锌矿床为多金属型,与铜矿床伴生,矿体呈层状产在新元古界达马拉超群碳酸盐岩中,成因类型为喷流沉积(Sedex)型,代表性矿床为 Kombat 铅锌矿;火山喷流沉积铅锌矿产于基底变质岩系中,矿体主要呈层状,代表性矿床有罗什皮纳(Rosh Pinah)锌矿^[7]、Skorpion 铅锌矿。

(4)铜矿。铜是纳米比亚的传统矿产资源,也是成矿前景最好的矿产资源之一。铜矿山(点)遍布全

国。按成因类型及工业类型,纳米比亚可分为 3 个铜矿成矿带:①北部成矿带,位于北部地台区和东卡奥科带,具有寻找赞比亚—扎伊尔型砂页岩型铜矿的找矿潜力;②中部成矿带,主要为马奇利斯(Matchless)角闪岩带,是块状硫化物型铜矿潜在的有利区带;③南部成矿带,分布于雷霍博特—辛克莱尔(Rehoboth-Sinclair)岩浆弧和奥兰治河北岸,是潜在的寻找斑岩型铜矿的区域。雷霍博特—辛克莱尔岩浆弧及其南部纳马夸带具中元古代变质的双峰式火山岩(如奥兰治河群)和钙-碱性中酸性侵入岩(如 Vioolsdrif 岩套),其中形成了纳米比亚最大的海伯斑岩型铜矿(储量 5.6×10^8 t,品位为 $w(\text{Cu}) = 0.32\%$)^[8-9]和罗雷斑岩铜钼矿床。北部地台区和东卡奥科带的地层与赞比亚加丹加(Katangan)超群岩石同为新元古界,同在大陆裂谷的发育过程中形成,为同一造山带,并且与加丹加超群有相似的岩石组合,因此具有寻找赞比亚—扎伊尔型砂页岩型铜矿的找矿潜力。

(5)金矿。纳米比亚已发现的金矿不多,正在开采的金矿山是纳米比亚中部卡里比布(Karibib)的纳瓦恰布(Navachab)金矿。该矿产于达马拉中部造山带,围岩为绿片岩-角闪岩相的变质岩,为夕卡岩型金矿。据研究,纳米比亚金矿有很好的发展前景,其中最有远景的是剪切带中的脉状金矿化,在达马拉造山带和地盾区都发现有这种金矿脉。

(6)铁矿。纳米比亚的铁矿有 2 种类型:①与岩浆岩和火山岩有关的矿床;②沉积矿床。与岩浆岩有关的铁矿主要分布在纳米比亚北部的库内内(Kunene)杂岩体内。块状含钛磁铁矿矿石出现在库内内杂岩体内的花岗片麻岩、斜长片麻岩、斜长岩和花岗闪长岩体中,最大的磁铁矿体位于 Otjijanasemo 西。铁可能为纳米比亚最有潜力矿产资源。

3 三级成矿区带

3.1 成矿区带划分方案

成矿区带是指相同地质环境范围内,成矿信息密集,已知矿床集中并具有资源潜力的地质单元。陈毓川院士等提出了我国成矿域、省、区带即 I、II、III 级成矿区带划分方案^[10]。成矿区带的初步划分是在构造单元划分的基础上,基于区域成矿地质背景、区域构造特征,结合主要成矿元素主要成矿类型进行的^[11]。

其中一、二级成矿区带对中南部非洲全区进行划分,本文成矿单元划分以国别行政区划为单元,仅进行三级成矿区带划分。成矿单元的命名原则:构造单元+主要矿种+主要成矿类型。

通过对比研究,将纳米比亚划分为 8 个 III 级成矿区带(图 3):

III-1 纳米比亚古元古代基米吉铁-镍-铬-铂成矿带;

III-2 纳米比亚中元古代 Mokolian 铜-铅-锌多金属成矿带;

III-3 纳米比亚中生代纳马夸铜-铅-锌多金属成矿带;

III-4 纳米比亚新元古代达马拉铜-金-铀多金属成矿带;

III-5 纳米比亚古生代煤成矿区;

III-6 纳米比亚中生代煤成矿区;

III-7 纳米比亚第四纪金刚石滨海砂矿成矿带;

III-8 纳米比亚卡拉哈里盆地第四纪风成砂矿成矿区。

3.2 成矿区带特征

3.2.1 III-1 纳米比亚古元古代基米吉铁-镍-铬-铂成矿带

位于纳米比亚西北部与安哥拉交界的库内内省。在纳米比亚构造分带上,相当于埃普帕—库内内(Epupa-Kunene)构造区。区内大规模层状斜长-橄长质库内内杂岩侵入到埃普帕变质杂岩内较老的花岗质片麻岩中,形成了与之相关的宽几百米的大规模钛磁铁矿矿体。区内已发现十多个铬铁矿、铜镍硫化物矿、铂矿、钛铁矿矿点,代表性矿床 Kunene complex 钛铁矿。本区为与基性-超基性岩有关的铁、镍、铬、铂矿的重要成矿带。

3.2.2 III-2 纳米比亚中元古代 Mokolian 铜-铅-锌多金属成矿带

位于纳米比亚中北部,包括 3 个小区,呈 NE 向展布,相当纳米比亚大地构造分区的卡马尼亚布(Kamanjab)地体。地层主要为中元古代片麻岩、变沉积岩,岩浆岩有花岗岩、花岗闪长岩、流纹岩,分布范围广。该区矿产主要为铜、铅、锌、金,非金属矿产为萤石、重晶石,矿床点多且分布密集,代表性矿床 Berg Aukas 铅锌矿、Uris/Toennessen 铜锌钼矿、Otavi 钼矿集区、Copper Vally 铜矿区等。本区是寻找铜铅锌金多金属矿的重要靶区。

3.2.3 III-3 纳米比亚中生代纳马夸铜-铅-锌多金属成矿带

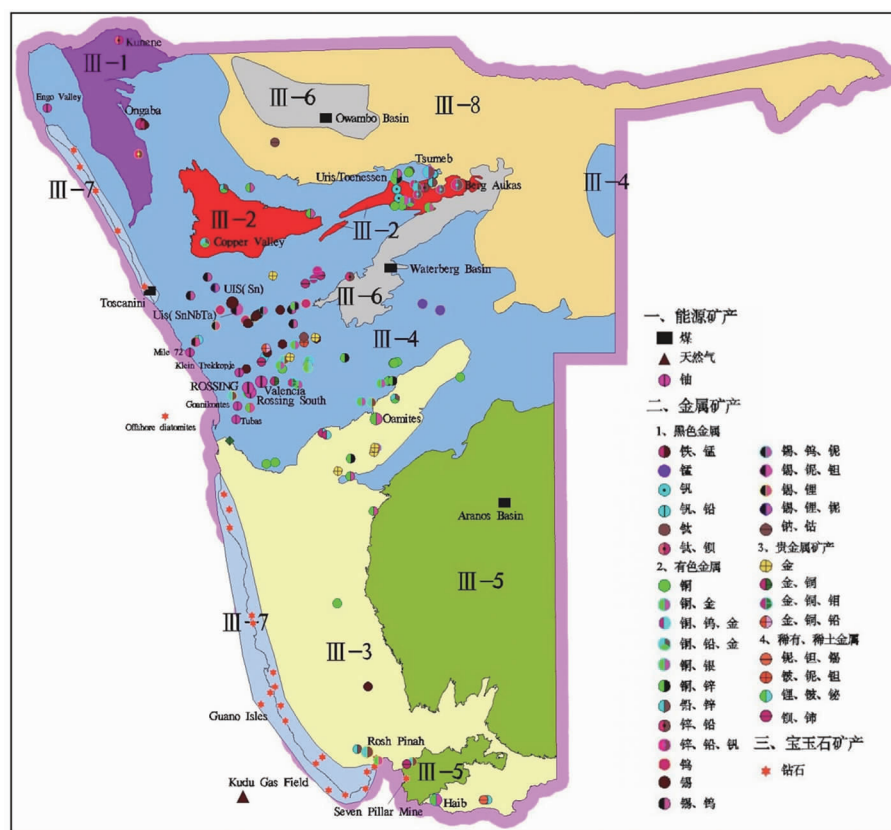


图 3 纳米比亚Ⅲ级成矿区带划分图

Fig. 3 Division of metallogenic belts (zones) III in Namibia

位于纳米比亚中南部,北部为雷霍博特—辛克莱尔(Rehoboth-Sinclair)地体,南部为纳马夸活动带。纳马夸活动带中有中元古代变质的双峰式火山岩,钙-碱性岩体侵入其中,其地质背景相当于中元古代的岛弧。南部 Orange River 北岸,形成了海伯斑岩型铜矿、罗雷斑岩型铜钼矿、火山喷流沉积的罗什皮纳(Rosh Pinah)锌矿和斯科平(Skorpion)锌矿。金属矿产主要为铜、铅、锌、金,非金属矿产为萤石、重晶石。该区为重要的铜、铅、锌多金属成矿带。

3.2.4 Ⅲ-4 纳米比亚新元古代达马拉铜-金-铀多金属成矿带

位于纳米比亚中部,分布范围较大,可细分为 4 个亚成矿带:

(1)位于达马拉造山带的中央带,主要出露新元古界一下寒武统,岩性为云母片岩、石英岩。在达马拉造山阶段发生强烈的酸性岩浆侵入,形成 200 多个闪长岩和花岗岩体,中部大量寒武系花岗岩、花岗闪长岩侵入。区内矿产丰富,大都分布在岩体出露部位,以金属矿产为主,主要有锡、铜、金、钨、锰、稀有金属等,非金属矿产有萤石、石墨。该区岩体发

育,是寻找与岩体有关的锡、铜、金、钨、锰、稀有金属等矿产的重要靶区。

(2)位于斯瓦科普蒙德以北大西洋沿岸的沙漠地带,在纳米比亚大地构造分区中相当于西卡奥科带。主要为新元古界一下寒武统,岩石类型为云母片岩,石英岩,部分地区为纳米布(Namib)沙漠,沙漠地区覆盖风成砂,这些地带年降雨量低于 100 mm,地表易形成厚的钙结砾岩,砾石为中生代—古近纪的河谷冲积物,这些充填物中含有低品位铀矿。区内已发现 Engo Valley 铀矿床。该区是寻找铀矿的重要靶区。

(3)位于纳米比亚中北部,相当于纳米比亚大地构造分区的北部地台区和东卡奥科带。呈由 NE 转向 SE 的弧形带状分布。该区主要出露新元古界一下寒武统碳酸盐岩,岩体较发育,主要为混杂岩和花岗岩。在奥塔维(Otavi)群的碳酸盐岩喀斯特构造内发现了密西西比河谷型铅锌矿化(Berg Aukas 铅锌矿)和楚梅布(Tsumeb)型多金属矿化。该区域的铜、铅、锌矿点多达 500 多个,最重要的矿山分布楚梅布周围。近几年发现的 Tsumeb 型铜铅矿床包括

新 Tsumeb 矿、Asis Far West 矿、Khusib Springs 矿以及 Tschudi 矿床。上述矿山均位于奥塔维山的碳酸盐岩台地。本区是密西西比河谷型铅锌矿床的找矿远景区。

(4)位于纳米比亚中西部,相当于达马拉造山带中央带的南部。地层为新元古界一下寒武统石英岩、云母片岩、大理岩,部分地区有元古宇片麻岩、沉积变质岩。该区矿产以铀矿为主,并有铜、金、银、锡等,含铀的白岗岩多为构造期后产物,具有高 Rb/Sr 比值特点。著名的铀矿山包括罗辛(Rossing)和兰格海因里希(Langer Heinrich)。该区是铀矿的重要靶区。

3.2.5 III-5 纳米比亚古生代煤成矿区

位于纳米比亚东南部,具体分为 2 个亚区,分布范围较大。区内多为古生界的寒武系、下石炭统、二叠系沉积岩,部分地区被中生界侏罗系覆盖,岩性为砂岩、页岩、泥岩,岩浆岩少量分布,多为侏罗-白垩纪的辉绿岩脉。区内以产煤为主,有 Aranos Basin 煤矿,其他矿产还包括海泡石、斑脱土、岩盐。该区是煤成矿的重要地带。

3.2.6 III-6 纳米比亚中生代煤成矿区

位于纳米比亚东北部,靠近卡拉哈里沙漠,分为 2 个亚区。区内以中生界三叠系和侏罗系为主,岩性为泥岩、粉砂岩,岩浆岩少见。区内矿产以煤为主,已发现 Waterberg Basin, Owambo Basin 煤矿。该区是煤成矿的重要地带。

3.2.7 III-7 纳米比亚第四系金刚石滨海砂矿成矿带

分布于纳米比亚西部沿海一带,呈 NW 向带状分布,具体分为 2 个亚带。纳米比亚金刚石砂矿床大部分产于西部的大西洋沿岸,及南部与南非接壤的奥兰治河沿岸。金刚石产于高地海滩以及水深 < 200 m 的大陆架上,已发现金刚石矿数十个,个别矿床已被开采数十年,代表性矿床有 Seven Pillar, Guano Isles, Offshore diatomites 等。该区沿海及浅海区是寻找金刚石矿的重要靶区。

3.2.8 III-8 纳米比亚卡拉哈里盆地第四纪风成砂矿成矿区

位于纳米比亚东北部。卡拉哈里沙漠为新生界砂和钙质结砾岩。该区是找金刚石等风成砂矿和铀矿的重要靶区。

4 结论

(1)纳米比亚地层发育较全,元古宇、古生界—新生界均有出露。构造单元分为地盾、裂谷活动带、地台区 3 类,构造活动以新元古代达马拉运动为主。区域岩浆活动较为强烈,各种时代的岩浆岩均有出露,具有多期构造-岩浆活动。

(2)纳米比亚矿产资源丰富,现已发现矿产 30 多种,主要生产金刚石、铀、铜、金、银、铅、锌等。

(3)提出了纳米比亚全国的成矿区带划分方案,全国共划分 8 个Ⅲ级成矿区带,并总结了各成矿带的成矿特征,对进一步圈定重要找矿远景区提供了依据。

致谢:本文是在国外矿产资源风险勘查基金项目《中南部非洲重要成矿带成矿规律研究与资源潜力分析》研究成果基础上归纳总结完成的,论文编写得到中国地质科学院矿产资源研究所余金杰研究员的悉心指导,同时得到李宏副院长的大力支持,得到项目组其他成员的大力协助,在此一并致以诚挚的感谢!

参考文献:

- [1] 中国地质调查局发展研究中心. 应对全球化:全球矿产资源信息系统数据库建设(之七)[R]. 北京:中国地质调查局发展研究中心,2009.
- [2] 张书成,谈成龙. 非洲三国铀矿[R]. 北京:核工业北京地质研究院,2010.
- [3] Ulrich S, Konopasek J, Jerábek P, et al. Tajcmanova Transposition of structures in the Neoproterozoic Kaoko Belt (NW Namibia) and their absolute timing Int J Earth[J]. Geol. Rundsch., 2001, 100: 415-429.
- [4] Jung S, Mezger K. Geochronology in migmatites-A Sm-Nd, U-Pb and Rb-Sr study from the Proterozoic Damara belt (Namibia): implication for polyphase development of migmatites in high-grade terranes[J]. Metamorphic Geol., 2001, 19: 77-97.
- [5] Berning J, Cooke R, Hiemstra S A, et al. The Rossing uranium deposit, Southwest Africa[J]. Economic Geology, 1976, 71: 351-368.
- [6] Basson I J, Greenway G. The Rossing uranium deposit: a product of late-kinematic localization of uraniferous granites in the Central zone of the Damara orogen, Namibia[J]. Journal of African Earth Sciences, 2004, 38: 413-435.

- [7] Page D C, Watson M D. The Pb-Zn deposit of Rosh Pinah mine, Southwest Africa[J]. *Economic Geology*, 1976, 71:306-327.
- [8] Barr J M, Reid D L. Hydrothermal alteration at the Haib porphyry copper deposit, Namibia: Stable isotope and fluid inclusion patterns[J]. *Communications Geol. Survey. Namibia*, 1992/93:23-35.
- [9] Stuart-Williams V. Independent Technical Review The Haib Copper Porphyry Project, Namibia[R]. 2004.
- [10] 全国矿产资源潜力评价项目办. 重要矿产和区域成矿规律研究技术要求[M]. 北京:地质出版社,2010.
- [11] 陈毓川,王登红,朱裕生,等. 中国成矿体系与区域成矿评价[M]. 北京:地质出版社,2007.

Division of metallogenic belts (zones) in Namibia in central south Africa

WANG Liying¹, DONG Weihong¹, TU Lipeng¹, LIU Xiaoyang²

(1. *Tianjin Geological Survey Institute, Tianjin 300191, China;*

2. *Tianjin Geological Survey Centre of China Geological Survey Bureau, Tianjin 300170, China*)

Abstract: Namibia is abundant with mineral resources and is the fourth mineral producer in Africa. More than 30 mineral resources have been discovered in the country and diamond, U, Cu, Au, Ag, Pb and Zn are the main products. More than half of its foreign currency income is from export of mineral resources. Referring to geological literatures about Namibia are dealt with the geological and metallogenic background, distribution characteristics of mineral resources in the paper. Combined with new metallogenic theory and metallogenic pattern of Namibia division scheme of metallogenic belts (zones) III in the country is put forward and 8 belts (zones) are delineated laying a foundation for further location of potential mineral targets..

Key Words: Namibia; geological background; tectonics; Damara mobile belt; metallogenic belt