

doi:10.6053/j.issn.1001-1412.2015.S1.002

赞比亚成矿区带的划分及主要成矿带地质特征

修群业¹, 韩 军¹, 王 杰², 刘晓阳²

(1. 核工业北京地质研究院, 北京 100029; 2. 中国地质调查局天津地质调查中心, 天津 300170)

摘要: 文章依据地质构造单元、主要矿种和主要成矿类型, 将赞比亚划分为古元古代班韦乌卢金-铁-锰多金属成矿带、中元古代基巴拉锡-钽-钨成矿带、中元古代伊鲁米德金-铜-铁成矿带、新元古代中非铜-钴成矿带、新元古代谦比西金-铜-钴成矿带、古生代—新生代卡鲁金刚石成矿带以及卡拉哈里沙漠等7个Ⅲ级成矿区带, 并阐述了其中赞比亚主要的中元古代伊鲁米德金-铜-铁成矿带和新元古代中非铜钴成矿带的地质特征。

关键词: 成矿区带; 成矿带地质特征; 赞比亚

中图分类号: P612 **文献标识码:** A

卢菲利安弧、达马拉活动带及伊鲁米德活动带的影响较明显。

0 引言

赞比亚是矿产资源大国, 但国内各地基础地质研究程度不一。20世纪90年代对大部分基岩出露区绘制了1:10万比例尺地质图, 主要包括铜带省、中部-中南部地区; 70年代对局部地区绘制了1:5万比例尺地质图; 而其他地区很难找到可供参考的地质资料。区域地质构造演化和区域成矿规律的研究程度偏低。

1 大地构造单元及区域地质简述

非洲中南部主体为造山带包围的太古宙—古元古代克拉通。大地构造单元主要有刚果克拉通、津巴布韦克拉通、班韦乌卢—坦桑尼亚克拉通、卡普瓦拉克拉通、基巴拉活动带、伊鲁米德活动带、达马拉—加丹加活动带、林波波活动带以及谦比西活动带等(图1)。赞比亚基本被挟于刚果克拉通、班韦乌卢—坦桑尼亚克拉通和津巴布韦克拉通之间, 受

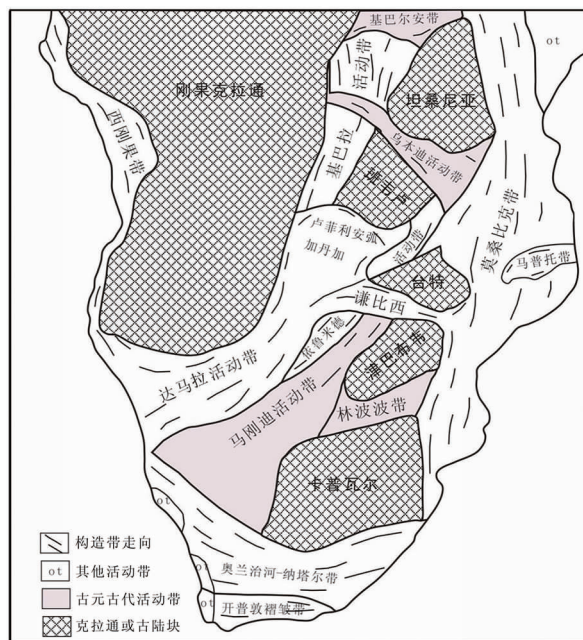


图1 中南部非洲大地构造划分图

(据文献[1]修改)

Fig. 1 Tectonic outline of central south Africa.

收稿日期: 2015-09-14; 改回日期: 2015-11-05; 责任编辑: 赵庆

基金项目: 国土资源部国外矿产资源风险勘查专项资金“中南部非洲重要成矿带成矿规律研究与资源潜力分析”项目(编号:科[2011]D3-04)资助。

作者简介: 修群业(1961—),男,副研究员,博士,从事地质矿产研究和同位素定年工作。通信地址:北京市朝阳区安外大街小关东里10号院;邮政编码:100029;E-mail: xiuqy2008@sina.com 或 809106572@qq.com

赞比亚属非洲板块的一部分,东北部的班韦乌卢(Bangweulu)古老地块是该国最稳定地块,前寒武纪基巴拉(Kibaran)构造运动主要出现于东部地区,形成广泛的叠覆构造,而影响最大的地质构造活动是620~650 Ma时的加丹加构造运动(泛非运动的组成部分)。卢菲利安弧主要分布于赞比亚中北部,东南部为莫桑比克构造带,晚古生代—中生代时期主要形成沉积盆地。根据构造演化,赞比亚可分为5个构造区:①东北部的班韦乌卢地块;②NNE向展布的基巴拉构造带;③中北部地区的卢菲利安弧;④东南边境地区的莫桑比克活动带;⑤西部—西南部地区的古生代—中生代奥卡万戈(Okavango)沉积盆地。元古宙时,赞比亚形成了“两块、两带、一弧”的基本大地构造格局。“两块”指分布于赞比亚东北部的班韦乌卢陆块和出露于赞比亚西北角的刚果克拉通(津巴布韦克拉通在赞比亚境内未有出露);“两带”指发育在赞比亚东部和东北部的伊鲁米德新元古代活动带及分布于中南部的谦比西新元古代活动带;“一弧”指发育在赞比亚北部—西北部的新元古代卢菲利安弧,亦即世界著名的中非铜钴成矿带。

成矿带的划分需涉及区域地质构造单元。本文利用所收集到的资料^[2-9],把赞比亚内主要地质构造单元按由老到新的顺序排列(表1)。这些地质构造单元主要包括:由混合岩、片麻状花岗岩和花岗闪长

岩、角闪岩等组成的基底杂岩;古元古代的姆瓦超群;泛非运动时期形成的加丹加超群(相当于 Mendelsohn 确定的成矿系)^[10];中生代形成了主要由玄武岩、砂岩和泥岩组成的卡鲁岩系;年轻的卡拉哈里群(K₂-N)主要由冲积层、砾岩和固定沙丘等组成。

2 成矿区带划分

从全球成矿的角度来看,研究区属冈瓦纳成矿域中的非洲—阿拉伯成矿区带^[11]。根据我国的成矿区带划分方法,赞比亚属于非洲陆块成矿区带(I级)中的中非克拉通成矿省(II级),在赞比亚国内划分Ⅲ级成矿区带。鉴于收集到的物球物理和地球化学方面的资料不多,在划分赞比亚Ⅲ级成矿区带时,划分依据主要考虑“地质构造单元+主要矿种+主要成矿类型”的综合因素。因此,将赞比亚划分出7个Ⅲ级成矿区带(图2):古元古代班韦乌卢金—铁—锰多金属成矿带(Ⅲ-1);中元古代基巴拉锡—钽—钨成矿带(Ⅲ-2);中元古代伊鲁米德金—铜—铁成矿带(Ⅲ-3);新元古代中非铜—钴成矿带(Ⅲ-4);新元古代谦比西金—铜—钴成矿带(Ⅲ-5);古生代—新生代卡鲁金刚石成矿带(Ⅲ-6);赞比亚卡拉哈里沙漠成矿带(Ⅲ-7)。

表1 赞比亚区域地层系统

Table 1 Regional stratigraphic column of of Zambia.

时代	超群	群	主要岩性	造山运动/年龄
K ₂ —N		卡拉哈里群	冲积层、崩积层和红土、固定沙丘， 含砾岩、砂岩燧石	110~30 Ma
C—J	卡鲁超群	鲁迪(Lueti)组	陆相砂岩、含云母泥岩及玄武岩	卡鲁裂谷 280~140 Ma
		上卡鲁岩系	砾岩、砂岩、冰碛岩，以及煤层、 碳质粉砂岩和泥岩	
		下卡鲁岩系		
O—S		卡德巴(Kataba)群	未变质的海相砂岩、泥质砂岩、 长石砂岩和石英岩	
Pt ₃	加丹加超群	上孔德龙古群	绿片岩相-角闪岩相的砂岩、石英岩、长石砂 岩、白云岩、白云质灰岩、灰岩、冰碛(砾岩)	卢菲利安期(D ₂ —D ₃)/ 690~450 Ma
		下孔德龙古群		
		成矿系		
		木瓦夏组		卢菲利安期(D ₁)/850~750 Ma
		上罗安群		卢菲利安期/950 Ma
Pt ₁ —Pt ₂	姆瓦超群	Manshya 河群	海相、滨海相的碎屑岩类河湖相沉积物；砂 岩、页岩、泥岩、变火山沉积岩、粉砂岩、石英 岩	伊鲁米德期/1 350~1 100 Ma
		姆潘夏(Mpanshya)群		
		麦拓巴(Mitoba)河群		
		姆波洛科索 (Mporokoso)群		
Pt ₁		开平坝(Kapemba)群	乌本迪基底岩系	
Ar—Pt	基底杂岩	姆朗韦兹 (Mulungwizi)群	混合岩、片麻岩花岗岩、角闪岩、花岗闪长岩、 淡色花岗岩及闪长岩	卡塞克克拉通

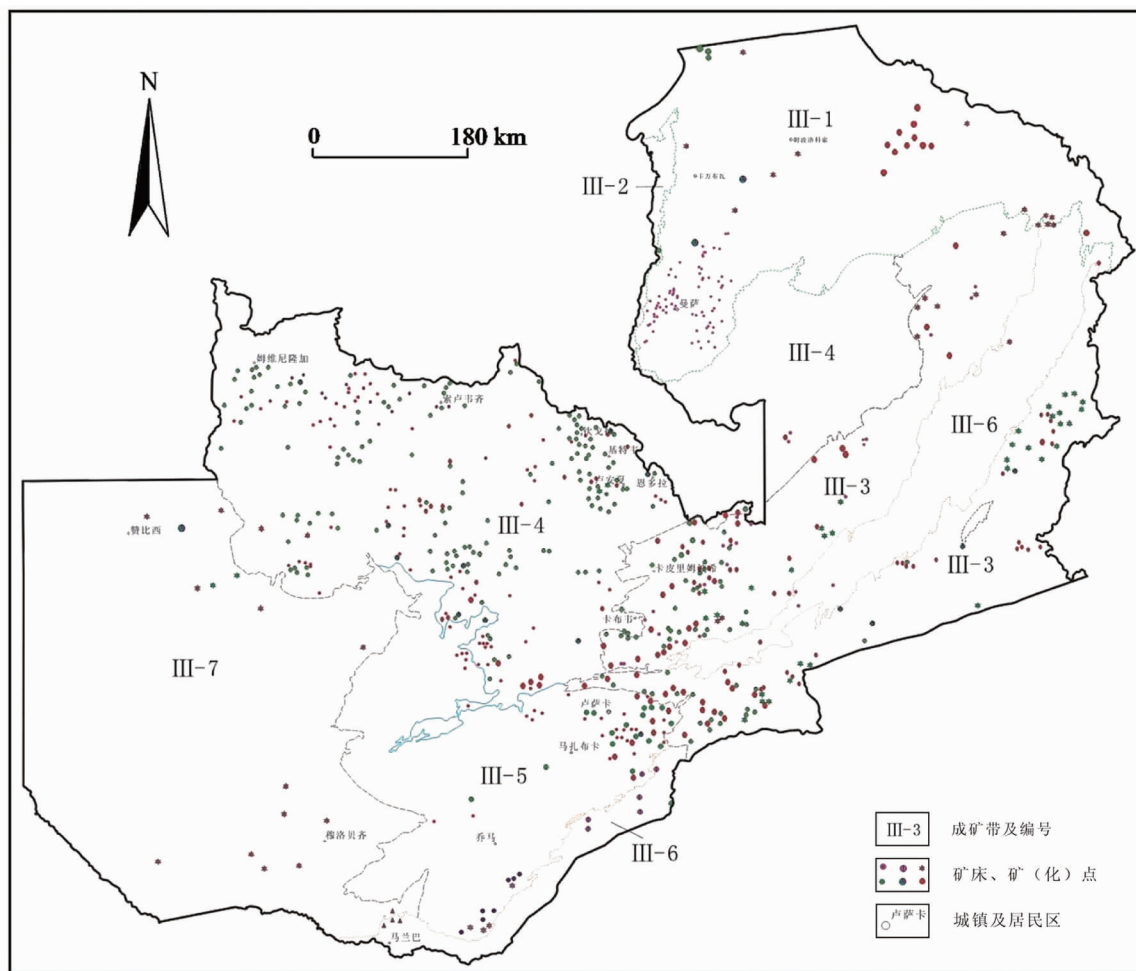


图 2 赞比亚成矿带划分

Fig. 2 Division of metallogenic belts in Zambia.

3 主要成矿带地质特征

在上述 7 个Ⅲ级成矿区带中,最重要的当属新元古代中非铜-钴矿带成矿带和中元古代伊鲁米德金-铜-铁成矿带,特分述如下。

3.1 新元古代中非铜-钴成矿带

新元古代中非铜-钴成矿带是赞比亚最重要的成矿带,也是世界上非常著名的铜成矿带^[12],为砂岩型铜矿的主要产地。铜矿中伴生有钴矿,赞比亚全国钴储量共 36×10^4 t,主要来自该矿带^[13]。该成矿带位于刚果克拉通和班韦乌卢地块之间,广泛分布于赞比亚的中西部和北部,并延至刚果(金)境内以及班韦乌卢地块的南部。该成矿带南部以Mwembeshi 剪切带(断层带)为边界,北部以古元古

代班韦乌卢地块为边界,北西部边界为基巴拉带和刚果克拉通,南东部边界为伊鲁米德(Irumide)活动带。

成矿带的地层主要由加丹加(Katangan)超群和孔德龙古(Kundelungu)超群组成。自老到新可分为下罗安(Roan)群、上罗安群、下孔德龙古群和上孔德龙古群 4 个岩石地层单位(表 1)。罗安群由滨海-浅海-深海相的碎屑沉积岩(砾岩、砂岩)和碳酸盐岩(主要是白云岩及白云质灰岩、页岩等)组成;下孔德龙古群主要由碳酸岩盐(白云岩、泥质岩和碳质岩等)和冰川沉积组成,底部有巨大角砾岩层,标志着 Sturtian-Raitan 冰期的存在;上孔德龙古群以陆源碎屑沉积为主,主要有杂砂岩、泥砾岩和泥岩等。罗安群与下伏岩系为不整合接触关系,与上覆岩系为构造接触关系。铜钴矿体主要产于下罗安群中,这些层状矿体形成于卢菲利安(Lufilian)期挤压作

用之前,矿体连续性好,卢菲利安造山作用形成的褶皱和断层对矿体有影响。在罗安群上部尚有木瓦夏(Mwashya)组(大砾石层),出露较少且相变明显,至今未引起广泛关注。其下部发育宽双峰态的火山碎屑岩层及基性-酸性熔岩互层,为初生洋裂谷的产物。木瓦夏组上部见碧玉岩、硅质白云岩,具鲕状燧石的砾岩及碳质页岩等,表明它是浅水或暴露环境的产物。

本矿带内的构造演化主要分为 D_1 , D_2 , D_3 等 3 个变形期^[14]。① D_1 变形期:产生了向北的推覆构造和倒转的等斜褶皱。褶皱的一翼被剪切带所拆离;② D_2 变形期:形成了 N-NE 方向,竖直的、宽缓或紧闭的褶皱;经 D_2 变形出现波纹状的轴面劈理,由层状硅酸盐的生长和重新定向予以确定;在 D_2 阶段,变质作用达到了顶峰阶段(变质达角闪岩相),形成了黑云母、石榴石、角闪石和蓝晶石的变斑晶;③ D_3 变形期:可分为早、中、晚 3 个阶段, D_3 期构造运动的特征是 N-NE 向的,包括基底的逆冲推覆(厚皮构造)和宽缓直立的褶皱(F_3);由于低的 p - T 条件,没有形成变质矿物和结构; D_3 早期是基底穹窿的向北推覆,将加丹加变质沉积物局部褶皱和将基底推覆在加丹加变质沉积物上;当新的逆冲推覆构造形成并向北传播时, D_3 早期的推覆构造终止于逆冲推覆构造边缘的背斜,坎桑希(Kansanshi)矿区内等斜倒转背斜推覆体上翼的拆离发生在这个阶段;除了逆冲推覆构造外,还形成了大规模的 NW 向的背斜和向斜褶皱,包括索卢韦齐(Solwezi)背斜、索卢韦齐向斜、坎桑希背斜和库富波瓦(Kifubwa)向斜; D_3 中期,沿着坎桑希背斜向前传播的逆冲断裂向北运动,包括基底在内的逆冲推覆构造的持续作用, D_3 中期的逆冲推覆构造终止于逆冲推覆构造边缘的背斜,最终形成了坎桑希背斜;在这个阶段,索卢韦齐向斜和索卢韦齐背斜的几何形态最终定形; D_3 晚期,沿着坎桑希背斜 NNE 向的构造-地层域边界发生逆冲推覆断裂反冲作用和褶皱事件,在含有辉长岩的钙质黑云母片岩中发生了基底的反冲推覆,拆离作用发生在与 D_1 拆离作用相同的地层层位中,可能代表了 D_1 推覆构造反向的重新活动;另外,通过对 RTP 磁法的构造解译,穿切索卢韦齐穹窿的众多 NW 向和少量 NE 向断裂被识别出来,这些断裂大部分被解释为正断层,表示卢菲利安运动期后的 NE-SW 的拉张事件(可定为 D_4 变形期)。由上述推断,本矿带的矿化和矿体定位关系最密切的构造就是推覆构造、复式褶皱和穹窿构造。

成矿带内的岩浆岩不发育,除木瓦夏组出现火山碎屑岩及基性-酸性熔岩互层外,在孔德龙古组索卢韦齐黑云母石英岩中识别出一些含钾的地球物理单元,被低钾-铀带环绕,这些伴生的地球物理单元被解释为含钾侵入体,并且可能与赞比亚中部的 Hook 花岗杂岩体相关。到目前为止,该成矿带中极少有通过矿石矿物得到其矿化年龄,主要通过侵入岩和变形矿物等间接手段确定其同位素年龄,成矿带中的推测成矿年龄为 512~880 Ma,是典型的泛非运动期产物。

中非铜钴成矿带中最具规模的优势矿种是铜和钴,此外还有铁、矾、铅、锌、金、镍、铀、钽、绿柱石和祖母绿等。根据成矿带中铜钴矿化的控矿因素(层控、穹窿边部、热液改造)和矿化机制,中非新元古代成矿带内的矿床可分为层状铜矿床、层状铜钴矿床、沉积-变质型铜矿、热液改造型铜钴矿和脉状热液型铜矿床。目前发现的绝大多数矿床,除上文提到的坎桑希外,还产有谦比西、卢安夏、恩昌加^[15]等一系列超大型铜(钴)矿床,它们多位于卢菲利安弧的中西段,且大多数赋存于下罗安群内。该成矿带也是今后进一步找寻铜钴和铀矿床最重要的靶区。

3.2 中元古代伊鲁米德金-铜-铁成矿带(Ⅲ₃)

伊鲁米德成矿带是一个中元古代的构造活动带,呈 NE 向展布,从赞比亚中部,一直向东北延伸到赞比亚-坦桑尼亚边境,最后进入马拉维北部;其东北部被乌本迪剪切带横切,西北部被班韦乌卢地块未变形的基底岩系所限,西南部边界被超覆于班韦乌卢地块之上强烈褶皱-变形的姆波洛科索群沉积盖层所超覆。乔马-科朗马(Choma-Kaloma)地块属于中元古代构造带,受伊鲁米德构造带影响而发生构造变形,应属伊鲁米德成矿带的组成部分。

本成矿带的岩石组合主要为形成于 1 650~1 550 Ma 的花岗岩类,及少量非造山火成岩套(包括正长岩、黑云母花岗岩等);其余为同构造(1 360~1 330 Ma)或构造运动后(1 050~950 Ma)伊鲁米德花岗岩类或片麻状花岗岩。

伊鲁米德构造带内岩石的变形主要表现为受强烈挤压作用影响而产生的 NE 向逆冲构造,岩石被推覆于班韦乌卢基底之上,广泛产生地壳缩短现象,部分盖层发生褶皱。伊鲁米德构造带活动的时间为 1 400~1 100 Ma^[7]。岩石地球化学数据表明,鲁米德构造带内地层为古老的壳源物质,岩浆岩为地壳重熔的产物,属于板内火山弧或后碰撞、拉张构造环境。

伊鲁米德成矿带中主要产有金、铜、铁、稀土、钽、祖母绿等矿(化)点,优势矿种为金、铜和铁。它们多分布于与构造有关的岩体边部。据围岩和侵入岩中锆石的年龄来推断,矿化主要发生于1 360~950 Ma。矿床多属于沉积硫化物+热液改造型。伊鲁米德成矿带是寻找金、铜、铁矿床的重要找矿靶区。

4 结语

按照地质构造单元、主要矿种和主要成矿类型的成矿区带划分原则,对赞比亚划分了7个Ⅲ级成矿区带,其中最重要的是新元古代中非铜-钴成矿带,该成矿带是寻找铜钴矿和铀矿床最重要的靶区。

致谢:在成文过程中,核工业北京地质研究院的高阳和陈东欢同志对资料的收集、中国地质大学(北京)李娟和齐文栋对成矿规律图的制作予以很大帮助,在此一并致谢。

参考文献:

- [1] Roger M K, Neil Ayres. The 1998 edition of the national geological map of Botswana[Q]. Journal of African Earth Sciences, 2000,30(3): 427-451.
- [2] Zambia Government, 1:50000 Geological map[Q]. 1968.
- [3] Geological survey Department of Zambia, 1:100000 Geological map[Q]. 1994.
- [4] Geological survey Department of Zambia, 1:500000 Geological map of the copperbelt[Q]. 1961.
- [5] Cailteux. Lithostratigraphy of the Neoproterozoic Shaba-type (Zaire) Roan supergroup and metallogenesis of associated stratiform mineralization[J]. Journal of African Earth Sciences, 1994,19:279-301.
- [6] Waele B. The Proterozoic geological history of the Irumide belt, Zambia[D]. PHD thesis of Curtin University of technology, 2004:468.
- [7] Waele B, Kampunzu A B, Mapani B S E, et al. The Mesoproterozoic Irumide belt of Zambia[J]. Journal of African Earth Sciences, 2006,46:36-70.
- [8] Key R M, Liyungu A K, Njamu F M, et al. The western arm of the Lufilian Arc NW Zambia and its potential copper mineralization[J]. Journal of African Earth Sciences, 2001,33:503-528.
- [9] Ph. Muchez D, Brems E, Clara A, et al. Evolution of Cu-Co mineralizing fluids at Nkana Mine, Central African Copperbelt, Zambia[J]. Journal of African Earth Sciences, 2010,58:457-474.
- [10] Mendelsohn F. The geology of the Northern Rhodesian Copperbelt Roan Antelope Copper Mines Ltd[R]. London, 1961.
- [11] 梅燕雄,裴荣富,杨德凤,等. 全球成矿域和成矿区带[J]. 矿床地质, 2009,28(4):283-289.
- [12] 段焕春,林晓辉. 非洲前寒武纪主要矿产地质特征及分布规律[M]//陈江. 非洲地质经济地质:纪念天津华北地质勘查局“走出去”10周年论文集. 北京:地质出版社, 2009:1-15.
- [13] 地球科学大辞典编委会编. 地球科学大辞典[M]. 北京:地质出版社, 2005.
- [14] Roberts S, Rechards M, McGowen R, et al. Cu-Co mineralization and geotectonic evolution of the Zambian Basin[R]. School of Ocean and Earth Sciences, University of Southampton, Southampton, UK, 2010:50.
- [15] McGowen R, Roberts S, Boyce A, et al. Origin of the Nchanga copper-cobalt deposits of the Zambian copperbelt [J]. Mineralium Deposita, 2006,40:617-638.

Division of main metallogenic belts and characteristics of the main belts in Zambia

XIU Qunye¹, HAN Jun¹, WANG Jie², LIU Xiaoyang²

(1. Beijing Institute of Uranium Geology, Beijing 100029, China;

2. Tianjin Center of Geological survey, CGS, Tianjin 300170, China)

Abstract: Following division principle of geological structural unit and main mineral types and metallogenic types are divided Bangweulu Pt₁ Au-Fe-Mn multimetal belt (district)III, Kibaran Pt₂ Sn-Ta-W belt (district)III, Irumides Pt₂ Au-Cu-Fe Belt(district)III, central Africa Pt₃ Cu-Co belt (district)III, Zambezi Pt₃ Au-Cu-Co belt (district)III, Pz-Cz diamond district in Karoo Supergroup and Kalahari desert belt in Zambia. The characteristics of Irumides Cu-Co mineral district in central Africa are mainly described in this paper.

Key Words: mineral belt (district); characteristics of the belt; Zambia